6425
SCHOOL
COCHIN-11.
ERNAKULAM
749

പ്രീ ഡിഗ്രി

രസതന്ത്രം

രണ്ടാം ഭാഗം

678
കേരള ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട്

പ്രീ ഡിഗ്രി

രസതന്ത്രം

രണ്ടാം ഭാഗം

കേരള ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട്

6425



പ്രീഡിഗ്രി

രസതന്ത്രം

രണ്ടാം ഭാഗം

Malayalam
PRE-DEGREE RASATHANTHRAM
Pre-degree Chemistry (Part two)
Authors
Prof. C. Bhaskara Pillai,
Dr. K P. Dharmaraja Iyer
First Published August 1972
Copies 2000
Printed at
Navayugom Press, Trivandrum-14
Price Rs. 11.50
Published by
State Institute of Languages,
Trivandrum
Copyright
State Institute of Languages,
Trivandrum

Published by the State Institute of Languages, Kerala, Trivandrum, under the Centrally sponsored scheme for production of books and literature in regional languages of the University-level, of the Government of India, Ministry of Education and Social welfare (Department of Culture) New Delhi.

SIL / 111

പ്രീഡിഗ്രി

രസതന്ത്രം

രണ്ടാം ഭാഗം

MUNAVIRUL ISLAM ... SCHOOL
COCHIN-11.
ERNAKULAM

പ്രൊ. സി. ഭാസ്കരപിള്ള
ഡോ. കെ. പി. ധർമരാജയ്യർ

കേരള ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട്
തിരുവനന്തപുരം

ജനറൽ എഡിറ്റർ

എൻ. വി. കൃഷ്ണവാരിയർ

ചീഫ് എഡിറ്റർ

പ്രൊ. സി. കെ. മൂസത്

സാങ്കേതിക എഡിറ്റർ

പി. എം. മധുസൂദനൻ

പി. കെ. രവീന്ദ്രൻ

പ്രൂഫ്

മാത്യു ഫിലിപ്പ്

എം. എൻ. സുബ്രഹ്മണ്യൻ

പരിശോധകൻ

ഡോ. എൻ. എസ്. വാരിയർ

ഒന്നാം പതിപ്പ് : ആഗസ്റ്റ് 1972

അച്ചടി : നവയുഗം പ്രസ്സ്, തിരുവനന്തപുരം

വില : ക. 11.50

ആമുഖം

കേന്ദ്രഗവണ്മെണ്ടു് നൽകുന്ന ധനസഹായം ഉപയോഗപ്പെടുത്തി സർവകലാശാലാ നിലവാരത്തിലുള്ള ഗ്രന്ഥങ്ങൾ രചിക്കുന്നതിനു് ഒരു പരിപാടി കേരള ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടു് നടപ്പിലാക്കിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയാണു്. ഈ പരിപാടിയിലുൾപ്പെടുത്തിയാണു് ''പ്രീഡിഗ്രി രസതന്ത്രം (രണ്ടാംഭാഗം)'' പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തുന്നതു്.

മൂന്നു ഭാഗങ്ങളായി പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തുന്ന ''പ്രീഡിഗ്രി രസതന്ത്ര''ത്തിന്റെ രണ്ടാമത്തെ ഭാഗമാണിതു്. രസതന്ത്രത്തിന്റെ സിദ്ധാന്തപരമായ വശങ്ങളടങ്ങുന്ന ഒന്നാംഭാഗം 1971 മെയ്മാസത്തിൽ പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ടു്. ഈ രണ്ടാം ഭാഗത്തിൽ അലോഹങ്ങളുടെ രസതന്ത്രമാണു് പ്രതിപാദ്യവിഷയം. മൂന്നാംഭാഗത്തിൽ ലോഹങ്ങളും, കാർബണിക രസതന്ത്രം എന്നിവയെപ്പറ്റി പ്രതിപാദിക്കുന്നതാണു്. മാധ്യമം പ്രാദേശികഭാഷയാകുന്നതിന്റെ ഫലമായി വിദ്യാർഥികളുടെ ഗ്രഹണശക്തി വർധിക്കുമെന്ന അടിസ്ഥാനത്തിൽ, ഇപ്പോഴത്തെ പ്രീഡിഗ്രി നിലവാരത്തിൽ നിന്നു് കുറച്ചുകൂടെ ഉയർന്ന നിലവാരത്തിലാണു് ഈ പുസ്തകത്തിലെ പ്രതിപാദനം.

ഈ ഗ്രന്ഥത്തിന്റെ ഒന്നും രണ്ടും ഭാഗങ്ങളും രചിച്ചിട്ടുള്ളതു് തിരുവനന്തപുരം യൂണിവേഴ്സിറ്റി കോളേജിലെ രസതന്ത്ര പ്രൊഫസറായ ശ്രീ സി. ഭാസ്കരപിള്ളയും അവിടത്തന്നെ രസതന്ത്രത്തിൽ ലക്ചററായ ഡോ. കെ. പി. ധർമരാജയ്യരുമാണു്. മൂന്നാംഭാഗം എഴുതിയിട്ടുള്ളതു് എറണാകുളം മഹാരാജാസ് കോളേജിലെ രസതന്ത്ര പ്രൊഫസർ ശ്രീ എൻ. ജോസഫ് പൗലോസ് ആകുന്നു. ദീർഘകാലത്തെ അധ്യാപനപരിചയമുള്ളവരാണു് ഈ ഗ്രന്ഥകാരന്മാർ. ഡോ. എൻ. എസ്. വാരിയരുടെ നിഷ്പക്ഷമായ പരിശോധനയ്ക്കു വിധേയമായിട്ടുണ്ടു് ഈ രണ്ടാം ഭാഗം.

ഇതിലുള്ള കുറവുകളും തെറ്റുകളും ചൂണ്ടിക്കാണിച്ചു തരുന്നവരോടു് ഞങ്ങൾ കൃതജ്ഞരായിരിക്കും. കൂടുതൽ മെച്ചപ്പെട്ട രണ്ടാംപതിപ്പു തയ്യാറാക്കാൻ നിർമാണപരമായ വിമർശനങ്ങളെ ഞങ്ങൾ തീച്ചയായും ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നതാണു്.

കേരള ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടു്
തിരുവനന്തപുരം
29 ആഗസ്റ്റു്, 1972

എൻ. വി. കൃഷ്ണവാരിയർ
പി. എം. മധുസൂദനൻ
പി. കെ. രവീന്ദ്രൻ

MUNAVVARUL ISLAM HIGH SCHOOL
COCHIN-11.
ERNAKULAM

ഉള്ളടക്കം

അധ്യായം		പേജ്
1	പ്രവേശിക	1
2	ഹൈഡ്രജൻ	3
3	ഓക്സിജൻ	24
4	ജലം	36
5	ഓസോണും ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡും	57
6	ഹലജനകം	73
7	ഹലജൻ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ	110
8	ഹലജനകളുടെ ഓക്സൈഡുകളും ഓക്സിആസിഡുകളും	145
9	സൽഫർ	164
10	അന്തരീക്ഷവായുവും അതിലെ ഘടകങ്ങളും	225
11	നൈട്രജൻ	237
12	ഫോസ്ഫറസ്	299
13	ആർസനിക്, ആൻറിമണി, ബിസ്മത്	335
14	കാർബൺ	368
15	ബോറോൺ	416
16	സിലിക്കൺ	427
	അനുബന്ധം A	445
	അനുബന്ധം B	446
	ശബ്ദാവലി	449
	സൂചിക	452

1

പ്രവേശിക

മൂലകങ്ങളും അവയുടെ സ്വഭാവമനുസരിച്ച് ലോഹങ്ങളും എന്നും അലോഹങ്ങളും എന്നും തരംതിരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഇവയിൽ ലോഹങ്ങൾക്ക് പ്രത്യേകമായ തിളക്കം, വിദ്യുത്പ്രചാലകത, താപചാലകത, ധനായോണുകളാകാനുള്ള പ്രവണത, ഉയർന്ന ഉരുകൽനില, ഉയർന്ന ഘനത്വം മുതലായ സ്വഭാവങ്ങളാണുള്ളത്. ഇവയ്ക്ക് വിപരീതമായ സ്വഭാവങ്ങളാണ് അലോഹങ്ങളുടേത്. അണുസംരചനയിൽ നിന്നും വ്യാഖ്യാനിക്കാവുന്ന പ്രത്യേകതകളാണിതെല്ലാം. അലോഹങ്ങളുടെ രാസഗ്രഹണധർമങ്ങളിൽ മുഖ്യമായത് അവയുടെ വിദ്യുത് ഋണസ്വഭാവമാണ്. അതായത് അലോഹങ്ങൾക്ക് അവയുടെ അണുസംരചനയിൽ ഉള്ള സവിശേഷത കൊണ്ട് കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോണുകളെ സ്വീകരിക്കാനുള്ള പ്രവണതയാണുള്ളത്. തന്മൂലം അവ ഋണആയോണുകളായിത്തീരുന്നതിനുള്ള പ്രവണത പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നു. പ്രകൃതിയിലുള്ള അസംഖ്യം പദാർഥങ്ങളും കേവലം 92 മൂലകങ്ങൾ കൊണ്ട് ഉണ്ടാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഈ 92 സ്ഥിരമൂലകങ്ങളിൽ വെറും 22 എണ്ണം മാത്രമാണ് 'അലോഹങ്ങൾ' എന്നു പറയാവുന്നത്. ശേഷിക്കുള്ളവയെല്ലാം ലോഹങ്ങളാണ്. എന്നാൽ ബാഹുല്യത്തിൽ അലോഹങ്ങളാണ് മുൻപന്തിയിൽ നിൽക്കുന്നത്. ഭൂമിയിൽ 49.5% ഓക്സിജനും 26 % സിലിക്കണും ആണ് ഉള്ളത്. ബാക്കിയുള്ളത് മാത്രമാണ് ഇതരമൂലകങ്ങളും, ഇതിൽ പ്രധാനപ്പെട്ടവ അലൂമിനിയം (7.28 %), ഇരുമ്പ് (4.12 %), കാൽസിയം (3.18 %), സോഡിയം (2.33 %), പൊട്ടാസിയം (2.33 %), മഗ്നീഷ്യം (2.11%) ഹൈഡ്രജൻ (0.97 %) എന്നിവയാണ്. ബാക്കിയുള്ളവ 1 ശതമാനത്തിൽ കുറവേ ഉള്ളൂ. അപ്പോൾ ഭൂമി അലോഹസമൃദ്ധമാണെന്നു സ്പഷ്ടമാണ്. മാനവചരിത്രത്തിലും ലോഹങ്ങളെക്കാളും മുമ്പ് അലോഹങ്ങളാണ് പരിചിതമായതെന്നു കാണാം. സമുദ്രത്തിൽ ഏറ്റവും മുന്നിലുള്ള ഓക്സിജൻ പ്രാധാന്യത്തിലും മുൻപന്തിയിലുള്ള മൂലകമാണ്. ജീവന്റെ നിലനില്പിനതന്നെ ആധാരം ഓക്സിജനും അതിന്റെ യൗഗികങ്ങളായ ജലം, കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് എന്നിവയുമാണെന്നു കരുതാം. ഇവയുടെ പ്രാധാന്യം വിവരിക്കാൻ സാദ്ധ്യമല്ല. സമുദ്രത്തിൽ പിൻപന്തിയിലാണെങ്കിലും പ്രാധാന്യത്തിൽ മുന്നണിയിൽ നിൽക്കുന്ന അലോഹമാണ് കാർബൺ. ഒരുതരത്തിൽ പ്രകൃതിയിലുള്ള മൂലകങ്ങളിൽ

ഏറ്റവും പ്രാധാന്യം അർഹിക്കുന്നതു് കാർബൺ തന്നെയാണെന്നു് വിചാരിക്കുന്നതിൽ തെറ്റില്ല. സസ്യങ്ങളിലും പ്രാണികളിലും ഉള്ള എണ്ണമറ്റ യൗഗികങ്ങളും, സങ്കീർണങ്ങളായ ജീവനിദാനപദാർഥങ്ങളും എന്നിവയെല്ലാം കാർബൺ യൗഗികങ്ങളാണു്. വായുവിലുള്ള വളരെ ചെറിയ ശതമാനം കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡാണു് നമ്മുടെ ജീവിതത്തിനു് ആധാരം. ഇതിൽനിന്നാണു് സസ്യങ്ങളും അവയിലുള്ള അസംഖ്യം യൗഗികങ്ങളെ സൗരശക്തിയുടെ സഹായത്താൽ സംശ്ലേഷണംചെയ്തു് ജീവമണ്ഡലത്തിലേക്കുള്ള ആഹാരം നൽകുന്നതു്. നമുക്കു് ആവശ്യമുള്ള ഊർജം മിക്കവാറും കരിയിൽ നിന്നോ കാർബൺയൗഗികങ്ങളിൽ നിന്നോ ആണു് ലഭ്യമാകുന്നതു്. നാം ഉപയോഗിക്കുന്ന ആഹാരങ്ങളും മിക്കവാറും അലോഹയൗഗികങ്ങളാണു്. അതുപോലെതന്നെ വസ്ത്രങ്ങളും, ഭവനങ്ങളും, മറ്റു മിക്ക സാമഗ്രികളും അലോഹങ്ങളും മുഖ്യമായി അടങ്ങിയവയാണല്ലോ. നമ്മുടെ ദേഹം തന്നെ മിക്കവാറും അലോഹനിർമിതമാണു്. അങ്ങിനെ അലോഹസമൃദ്ധമാണു് നമ്മുടെ ഭൂമി.

ഹൈഡ്രജൻ

പ്രതീകം: H　　അണുസംഖ്യ: 1

സൂത്രം: H_2　　അണുഭാരം: 1.008

ചരിത്രം: 16-ാം ശതകത്തിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന പ്രാസെൽസസ് ആണ് ഈ വാതകത്തെ പറ്റി ആദ്യമായി പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുള്ളത്. ആസിഡുകളും ചില ലോഹങ്ങളുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ഒരു വാതകം ഉണ്ടാകുന്നതായി അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. പിൽക്കാലത്ത് ഈ വാതകം ''കത്തുന്ന വായു'' എന്നു വിളിക്കപ്പെട്ടു. അക്കാലത്തു് വാതകങ്ങളെല്ലാം ''വായു'' എന്നാണു് പറഞ്ഞിരുന്നതു്. 17-ാം നൂറ്റാണ്ടിൽ വാൻ ഹെൽമോണ്ടും ''കത്തുന്ന വാതകത്തെ'' പറ്റി പരാമർശിക്കുന്നുണ്ടു്. തുർക്കെ ദ് മയേൺ(Turquet de Mayerne)എന്നൊരാളും ഇരുമ്പും ആസിഡും പ്രവർത്തിപ്പിച്ചു് ഈ വാതകം സംഭരിച്ചിട്ടുണ്ടു്. 1672-ൽ റോബർട്ട് ബോയ്ലും കത്തുന്ന വായു നിർമിച്ചിരുന്നു. ഇതിനെപ്പറ്റി ഗഹനമായി പഠിച്ചതു് 1766-ൽ കവൻഡിഷ് ആയിരുന്നു. ''ഫ്ളോജിസ്റ്റൺ നിറഞ്ഞ വായു'' (Phlogisticated air) എന്നും ഈ വാതകം കരുതപ്പെട്ടിരുന്നു. ചിലർ ഈ വാതകം തന്നെയാണു് കത്തുന്ന പദാർഥങ്ങളിലും ലോഹങ്ങളിലും അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടെന്നും വിശ്വസിക്കപ്പെട്ടിരുന്ന 'ഫ്ളോജിസ്റ്റൺ' എന്നും അനുമാനിച്ചിരുന്നു. 1781-ൽ കവൻഡിഷ് നടത്തിയ ഗവേഷണങ്ങളിൽ നിന്നു് ഈ വാതകവും ഓക്സിജനും കലർന്ന മിശ്രിതം കത്തുമ്പോൾ ജലം മാത്രമേ ഉണ്ടാകുന്നുള്ളൂ എന്നു് തെളിഞ്ഞു. 1783-ൽ ലവോയ്സിയേ ആണു് ഈ വാതകത്തിനു് 'ജലത്തെ ജനിപ്പിക്കുന്നതു്' എന്ന അർഥത്തിൽ ''ഹൈഡ്രജൻ'' എന്നു് നാമകരണം ചെയ്തതു് (hudor = ജലം—ഗ്രീക്ക്).

ഉപസ്ഥിതി: മൂലകാവസ്ഥയിലും യൗഗികാവസ്ഥയിലും ഹൈഡ്രജൻ കാണപ്പെടുന്നുണ്ടെങ്കിലും മുഖ്യമായും യൗഗികാവസ്ഥയിലാണു് പ്രകൃതിയിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നതു്. അന്തരീക്ഷത്തിൽ ഹൈഡ്രജന്റെ ശതമാനം തുച്ഛമാണ്(0.00001%). അഗ്നിപർവതവാതകങ്ങളിൽ 30% വരെ(വ്യാപ്തമാനം)കാണാറുണ്ടു്. ചില ഖനിജങ്ങളും പൂടാക്കുമ്പോൾ അവയിൽ നിന്നു് ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകുന്നു. കല്ലുപ്പിൽ അന്തസ്ഥിതങ്ങളായ പോട്ടകളിൽ ചിലപ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ കാണപ്പെടുന്നു. സൂര്യ

ഗോളത്തിന്റെ ബാഹ്യാന്തരീക്ഷം മിക്കവാറും ഹൈഡ്രജൻ തന്നെയാണു്. മിക്ക നക്ഷത്രങ്ങളിലും ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടു്. ചില ബാക്ടീരിയങ്ങളും കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകളിൽ പ്രവർത്തിച്ചു് ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാക്കുന്നുണ്ടു്.

ഹൈഡ്രജന്റെ യൗഗികങ്ങളിൽവെച്ചു് ഏറ്റവും കൂടുതൽ ഉള്ളതും പ്രധാനപ്പെട്ടതും ജലമാണു്. അഗ്നിപർവതവാതകങ്ങളിൽ കാണുന്ന ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡിലും അന്തരീക്ഷവായുവിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള അല്പം അമോണിയാവാതകത്തിലും ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടു്. പ്രകൃതിയിൽ കാണുന്ന അസംഖ്യം കാർബണിക യൗഗികങ്ങളിൽ ഏറെക്കുറെ എല്ലാറ്റിലും ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടു്. അമ്ലങ്ങളും, ക്ഷാരങ്ങളും, ഹൈഡ്രോറ്റുകളും, ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളും എന്നിങ്ങനെ അനവധി യൗഗികങ്ങളിൽ ഹൈഡ്രജൻ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

ഉൽപാദനമാർഗങ്ങൾ: യൗഗികങ്ങളിൽ ഹൈഡ്രജൻ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനു് അനവധി മാർഗങ്ങളുണ്ടെങ്കിലും മുഖ്യമായി ജലം, അമ്ലങ്ങളും, ക്ഷാരങ്ങളും എന്നിവയിൽ നിന്നാണു് എളുപ്പത്തിലും സൗകര്യപ്രദമായും ഹൈഡ്രജൻ നിർമിക്കാവുന്നതു്.

1 ജലത്തിൽ നിന്നു്

(a) വിയോജനം: ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും സംയോജിച്ചുണ്ടാകുന്ന യൗഗികമാണല്ലോ ജലം. അതിനാൽ ജലം വിയോജനം ചെയ്താൽ ഹൈഡ്രജൻ ലഭിക്കണം. എന്നാൽ ജലം വളരെ സ്ഥിരതയുള്ളതാണു്; അതായതു് ജലം വിയോജിപ്പിക്കുന്നതിനു് വളരെയധികം ഊർജം നൽകേണ്ടതുണ്ടു്. രണ്ടു തരത്തിൽ ജലത്തെ വിയോജനം ചെയ്യാം.

താപവിയോജനം: അത്യുന്നത താപനിലയിൽ നീരാവി അല്പം വിയോജിക്കുന്നു. എങ്കിലും ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം ഉഭയദിശീയമാണു്. തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ ഉല്പന്നങ്ങൾ പുനഃസംയോജിച്ചു് നീരാവിയുണ്ടാകുന്നതിനാൽ ഈ രീതിയിൽ ഹൈഡ്രജൻ നിർമാണം സാധ്യമല്ല.

ഇലക്ട്രോളിറ്റിക് വിയോജനം: അല്പം അമ്ലം അഥവാ ക്ഷാരം ചേർത്ത ജലം വിദ്യുദ്പഘടനം ചെയ്യുമ്പോൾ ആനോഡിൽ ഓക്സിജനും കാഥോഡിൽ ഹൈഡ്രജനും ഉണ്ടാകുന്നു.
(അധ്യായം 19).

$$2\,H_2O \longrightarrow 2\,H_2 + O_2.$$

(b) വിസ്ഥാപനം:

ചില മൂലകങ്ങളും അനുയോജ്യമായ പരിതസ്ഥിതികളിൽ ജലത്തിൽ നിന്നു് ഹൈഡ്രജൻ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു— പ്രത്യേകിച്ചു് ലോഹങ്ങളും. സോഡിയം, പൊട്ടാസിയം, കാൽസിയം മുതലായ വളരെ ക്രിയാശീലമുള്ള ലോഹങ്ങളും സാധാരണ താപനിലയിലും മഗ്നീഷ്യം പോലുള്ളവ ഉയർന്ന താപനിലയിലും ജലത്തിൽ നിന്നു് ഹൈഡ്രജനെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു.

$2\ Na + 2\ H_2O \longrightarrow 2\ NaOH + H_2$.

$Ca + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2$.

$Mg + H_2O \longrightarrow MgO + H_2$.

ചില ലോഹങ്ങളും ഉയർന്ന താപനിലയിൽ നീരാവിയുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച് H_2 വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു. (Fe, Zn, Al മുതലായവ).

$3\ Fe + 4\ H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 4\ H_2$.

$Zn + H_2O \longrightarrow ZnO + H_2$.

കാർബൺ നീരാവിയുമായി ഉയർന്ന താപനിലയിൽ പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

$C + H_2O \longrightarrow CO + H_2$

2 അമ്ലങ്ങളിൽ നിന്നും

ലോഹങ്ങളും അമ്ലങ്ങളിൽ നിന്നും ഹൈഡ്രജനെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു. ജലവുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്ന എല്ലാ ലോഹങ്ങളും അമ്ലത്തിൽ നിന്നും ഹൈഡ്രജൻ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു. മറ്റു ചില ലോഹങ്ങളും അമ്ലവുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നു.

ഉദാ: $Mg + 2\ HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$

$Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2$

3 ക്ഷാരങ്ങളിൽ നിന്നും

Al, Zn, Sn മുതലായ ലോഹങ്ങളും സിലിക്കണും ഹൈഡ്രജനെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു.

$6\ NaOH + 2\ Al \longrightarrow 2Na_3AlO_3 + 3\ H_2$

(സോഡിയം അലൂമിനേറ്റ്)

$2\ NaOH + Si + H_2O \longrightarrow Na_2SiO_3 + 2\ H_2$

(സോഡിയം സിലിക്കേറ്റ്)

4 ഹൈഡ്രൈഡുകളിൽ നിന്നും

ചില ലോഹഹൈഡ്രൈഡുകളും ജലവുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച് ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകുന്നു. ഉദാഹരണമായി കാൽസിയം ഹൈഡ്രൈഡ്, സോഡിയം ഹൈഡ്രൈഡ് എന്നിവ.

$CaH_2 + 2\ H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + 2\ H_2$

$NaH + H_2O \longrightarrow NaOH + H_2$

5 മീഥേനിൽ നിന്നും

മീഥേൻ വാതകം നിയന്ത്രിതമായ താപനിലയിലും അനുഗ്രഹകമായ ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിലും നീരാവിയുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിച്ച് ഹൈഡ്രജൻ ലഭ്യമാക്കുന്നു.

$CH_4 + H_2O \longrightarrow 3\ H_2 + CO$

മറ്റു ചില ഹൈഡ്രോകാർബണുകളും ഇത്തരത്തിൽ വിയോജിക്കുന്നു.

6 കാർബണികയൗഗികങ്ങളിൽ നിന്നും

പല കാർബണികയൗഗികങ്ങളും താപാപഘടനം (Pyrolysis) ചെയ്താൽ ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകും. സങ്കീർണമായ യൗഗികത്തെ ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന അപഘടനമാണു് താപഅപഘടനം. പെട്രോളിയം പോലുള്ള ഹൈഡ്രോകാർബൺ മിശ്രിതങ്ങളുടെ ബാഷ്പങ്ങളെ താപാപഘടനം ചെയ്യിച്ചു് ഹൈഡ്രജൻ നിർമിക്കാം.

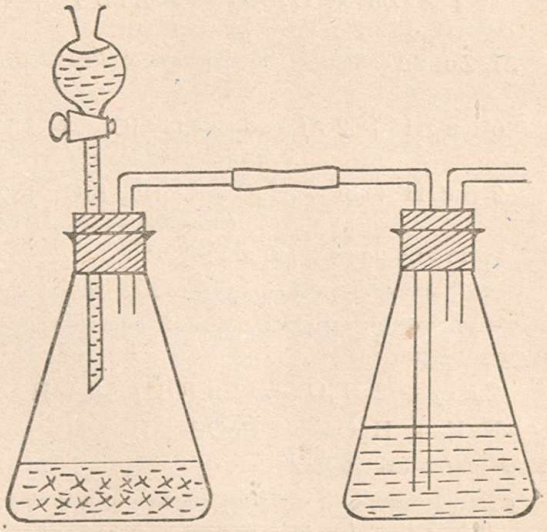
ലാബറട്ടറി–നിർമാണം

മുകളിൽ സൂചിപ്പിച്ച ഉല്പാദനവിധികളിൽ ലാബറട്ടറിയിൽ ഹൈഡ്രജൻ നിർമിക്കാൻ ഏറ്റവും ലളിതമാർഗം സിങ്കു് കഷണങ്ങളും നേർത്ത സൾഫ്യൂരിക് അമ്ലവും ഉപയോഗിച്ചുള്ളതാണു്;

$$Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2$$

ഈ പ്രവർത്തനം സിങ്കു് ശുദ്ധമാണെങ്കിൽ നടക്കുകയില്ല. അല്പം അശുദ്ധികലർന്ന സിങ്കാണെങ്കിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം സാധാരണ താപനിലയിൽ ശീഘ്രമായിത്തന്നെ നടക്കും. അതിനാൽ വ്യാവസായികസിങ്കാണു് പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നതു്. ഉപകരണസംവിധാനം ചിത്രത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ഒരു കോണിക ഫ്ളാസ്കിൽ സിങ്കു് തുണ്ടുകളും അടിയിൽ നിരത്തിവെച്ചു് രണ്ടു് ദ്വാരങ്ങളുള്ള ഒരു റബ്ബർകോർക്കു കൊണ്ടു് അടയ്ക്കുക. കോർക്കിലെ ഒരു ദ്വാരത്തിൽ കൂടി ഒരു ടാപ്ഫണലും മറ്റേ ദ്വാരത്തിൽ കൂടി ഒരു വളഞ്ഞ ബഹിർഗമനക്കുഴലും കടത്തി ഉറപ്പിക്കുക. ബഹിർഗമനക്കുഴൽ ചിത്രത്തിലുള്ളതു പോലെ റബ്ബർട്യൂബുകൊണ്ടു് അഗ്രം വളഞ്ഞ ഒരു നീണ്ട പ്രദോനട്യൂബുമായി ഘടിപ്പിക്കുക. പ്രദോനനാളിയുടെ തുറന്ന അറ്റം ജലംനിറച്ച ഒരു തളികയിൽ വെച്ചിട്ടുള്ള വാതകഷെൽഫിനടിയിലാണു് നിറുത്തേണ്ടതു്.



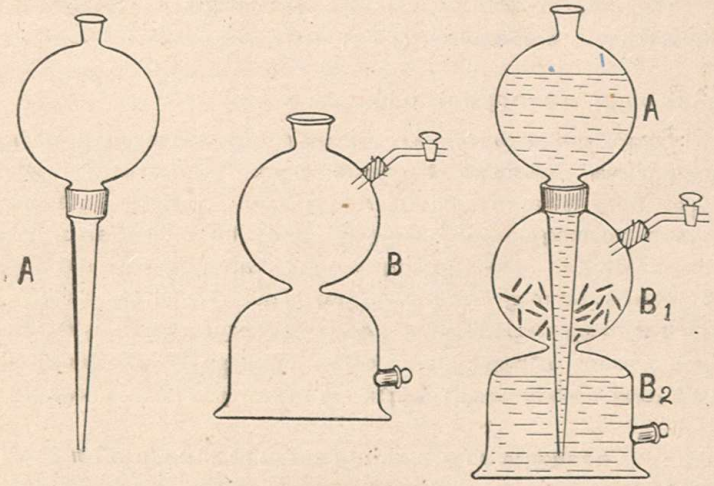
ചിത്രം 23_1

ഫണലിൽ നേർത്ത സൾഫ്യൂരിക് അമ്ലം നിറച്ചു് ടാപ്പിൽ കൂടി കുറേശ്ശേ ഒഴിക്കുക. പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുകയും ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യു

പ്പോഴും തളികയിൽ നിന്നും കുമിളകളും ജലത്തിൽ കൂടി ഉയരുന്നതു കാണാം. ആദ്യം ഫ്ളാസ്കിലുണ്ടായിരുന്ന വായുവാണു് നിർഗമിക്കുന്നതു്. വായു മുഴുവനും പുറത്തു പോയിക്കഴിയുമ്പോഴും ജലം നിറച്ച ഒരു വാതകജാർ ഷെൽഫിനു മീതെ കമിഴ്ത്തിവെയ്ക്കുക. [വായു മുഴുവനും പോയോ എന്നു് ഇപ്രകാരം പരിശോധിക്കാം; ഒരു ടെസ്റ്റ്ട്യൂബു് ജലം നിറച്ചു് ഷെൽഫിനു മീതെ കമിഴ്ത്തുമ്പോഴും അതിൽ വാതകം നിറയും. ഈ വാതകം കത്തിച്ചു നോക്കുക. വായുവുണ്ടെങ്കിൽ സ്ഫോടനമുണ്ടാകും. ഹൈഡ്രജൻ മാത്രമാണെങ്കിൽ സ്ഫോടനമൊന്നുമില്ലാതെ കത്തും. വായു മാത്രമാണെങ്കിൽ കത്തുകയുമില്ല.] ഹൈഡ്രജൻ ജാറിൽ നിറയുമ്പോഴും ക്രമേണ അതിലെ ജലം കീഴ്പോട്ടു് ആദേശംചെയ്യപ്പെടുന്നു. ജാറു നിറയുമ്പോഴും ഒരു ഗ്ലാസ് ഡിസ്കുകൊണ്ടു് അതിന്റെ വായു് അടച്ചുശേഷം ജാർ മാറ്റി നിവർത്തിവയ്ക്കുക. മറ്റൊരു ജാർ ജലം നിറച്ചു് കമിഴ്ത്തി വീണ്ടും ഹൈഡ്രജൻ സംഭരിക്കുക. ഒഴിച്ച അമ്ലം തീരുമ്പോഴും വാതകനിർഗമനം നിലച്ചുപോകും. അപ്പോഴും കൂടുതൽ അമ്ലം ഒഴിക്കുക. [ഫണലിന്റെ വാൽ ഫ്ളാസ്കിലെ ലായനിയിൽ മുട്ടിനിൽക്കുകയാണു് നല്ലതു്. അതിനാൽ ടാപ്ഫണലിനു പകരം ടാപ് ഇല്ലാത്ത തിസിൽ ഫണലും ഉപയോഗിക്കാം.]

കിപ്പ് ഉപകരണം

ഹൈഡ്രജൻ നിർമാണം കിപ്പ് ഉപകരണത്തിൽ സൗകര്യപ്രദമായി നടത്താം. എപ്പോഴും വേണമെങ്കിലും ഹൈഡ്രജൻ ലഭിക്കത്തക്കവണ്ണമാണീ ഉപകരണം ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നതു്. ഇതിൽ സിങ്കും ആസിഡും നിറച്ചുവയ്ക്കാം. ഹൈഡ്രജൻ അതിൽ നിന്നെടുക്കുമ്പോഴും മാത്രം അവ തമ്മിൽ സമ്പർക്കമുണ്ടാകത്തക്കവണ്ണവും അല്ലാത്തപ്പോഴും പ്രതിപ്രവർത്തകങ്ങളും തമ്മിൽ സമ്പർക്കമില്ലാതെ വേർതിരിയത്തക്കവണ്ണവുമാണു് ഉപകരണത്തിന്റെ ഘടനകൾ. കിപ്പ് ഉപകരണത്തിന്റെ ചിത്രം നോക്കുക.



ചിത്രം 23_2

ചിത്രം 23–2. ഇതിൽ പിരിച്ചെടുക്കാവുന്ന രണ്ടു ഭാഗങ്ങളും ഉണ്ടു —നീണ്ട വാലുള്ള ഗോളാകാരമായ ഫണലിനു് സദൃശമായ ഒരു ഭാഗം (A), രണ്ടു് അറകളായി വിഭജിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള മറേറ ഭാഗം(B).B–യിലെ രണ്ടു് അറകളും (B_1, B_2) ക്കിടയിൽ ഒരു ഇടുങ്ങിയ ദ്വാരം ഉണ്ടു്.ഇതിൽ കൂടി A യുടെ വാൽ കടക്കുന്നു.B–യുടെ വായിൽ A വായുബദ്ധമായി ഉറച്ചിരിക്കത്തക്കവണ്ണം അവയുടെ സന്ധിയിൽ ഉരച്ചു ശരിപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ടു്. ഈ സന്ധിയിൽ അല്പം ഗ്രീസു് പുരട്ടിയാണു് മയത്തിൽ വായുബദ്ധമായി ഉറപ്പിക്കേണ്ടതു്. B ചരിച്ചുവെച്ചുകൊണ്ടു് B_1 എന്ന ബംബിൽ ചെറിയതും സാമാന്യം വണ്ണമുള്ളതും ആയ കുറെ സിങ്കുണ്ടുകളം ഇടുക. എന്നിട്ടു് A ശുദ്ധിചെയ്തു് അതിലേയ്ക്കു് കടത്തിവെച്ചു് ഉപകരണം നിവർത്തുക. A–യിൽ കൂടി നേർത്ത സൽഫൂരികു് അമ്ലം ഒഴിക്കുക (B_1–ൽ ഉള്ള ടാപ്പു് തുറന്നുകൊണ്ടു്). അമ്ലം വേണ്ടത്ര ഒഴിക്കുമ്പോൾ B_2 നിറഞ്ഞു് ഒടുവിൽB_1–ലുള്ള സിങ്കു് തുണ്ടുകളിൽ എത്തുകയും ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാവുകയുംചെയ്യും. ലോഹം ഏതാണ്ടു് മുങ്ങത്തക്കവണ്ണം അമ്ലം ഒഴിക്കുക. ഈ സമയത്തു് B_1–ലെ ടാപ്പു് അടയ്ക്കുക ഇപ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ പുറത്തേക്കു പോകുന്നില്ല. തൻമൂലം B_1–ലെ മർദം കൂടിവരികയും ആസിഡു് B_1–ൽനിന്നു B_2–ലേക്കു് തള്ളപ്പെടുകയുംചെയ്യും. അപ്പോൾ ആസിഡും സിങ്കും തമ്മിലുണ്ടായിരുന്ന സമ്പർക്കം ഇല്ലാതാകുന്നതിനാൽ കൂടുതൽ ഹൈഡ്രജൻ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നില്ല. B_1–ലെ ടാപ്പു തുറന്നു് ഹൈഡ്രജൻ എടുക്കാം. അപ്പോൾ അതിൽ മർദം കുറയുന്നതിനാൽ ആസിഡു് വീണ്ടും B_1ൽ കയറി കൂടുതൽ വാതകം നൽകുന്നു. വീണ്ടും ടാപു് അടച്ചാൽ ആസിഡു് A യിലേക്കു് തള്ളി മാറ്റപ്പെടുകയും ചെയ്യും.

[ഒരു ലായനിയും ഖരപദാർഥവും തമ്മിൽ സാധാരണ താപനിലയിൽ പ്രവർത്തിച്ചുണ്ടാകുന്ന വാതകങ്ങളും നിർമിക്കുവാൻ ഈ ഉപകരണമാണു് ഏറ്റവും സൗകര്യപ്രദം. വേറെ ഉദാ: CO_2, H_2S.]

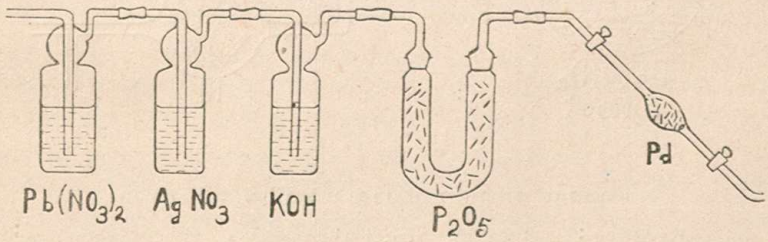
വീട്ടിൽ വച്ചു് ഹൈഡ്രജൻ നിർമിക്കുക

വായുവിനെക്കാളും ഘനത്വം കുറവുള്ളതിനാൽ ഹൈഡ്രജൻ നിറച്ച ബലൂണുകളും തനിയെ ആകാശത്തിൽ ഉയരുന്നു എന്നു് അറിയാമല്ലോ. ഇതു് പരീക്ഷിച്ചുനോക്കുക. ബലൂണിന്റെ വില മാത്രമാണു് ചിലവു്. ഒരു മഷിക്കുപ്പിയിൽ കുറെ സിഗററുപാക്കറിനകത്തുള്ള അലുമിനിയത്തകിടുകളം ഉരുട്ടിയോ കീറിയോ നിറയ്ക്കുക കുറെ ചുണ്ണാമ്പു് വെള്ളം ചേർത്തു് കഴമ്പാക്കി അതും കുപ്പിയിൽ ഒഴിക്കുക. എന്നിട്ടു് ബലൂൺ കുപ്പിയുടെ വായിൽ പിടിപ്പിക്കുക. കുപ്പിക്കകത്തു നടക്കുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തനം കൊണ്ടു് ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകുന്നു. അതിനാൽ ബലൂൺ ക്രമേണ വീർത്തുവരും. വാതകം നല്ലവണ്ണം നിറഞ്ഞുകഴിയുമ്പോൾ ബലൂൺ ചരടു കൊണ്ടു് കെട്ടി കുപ്പിയിൽ നിന്നു് ഊരി വിട്ടുനോക്കുക!

രാസത്തുല്യമായ ഹൈഡ്രജൻ നിർമിക്കുന്ന രീതി

(1) സാധാരണ ഹൈഡ്രജൻ ശുദ്ധീകരിച്ചു്: വ്യാവസായികസിങ്കും സൽഫൂരികു് അമ്ലവും ചേർത്തു് നിർമിക്കപ്പെടുന്ന ഹൈഡ്രജനിൽ അല്പാല്പം

ആർസീൻ (A_5H_3), ഫോസ്ഫീൻ (PH_3) ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡ് (H_2S), സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് (SO_2), നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകൾ (മുഖ്യമായി NO_2), കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് (CO_2) നൈട്രജൻ (N_2), ഈർപ്പം എന്നീ അപദ്രവ്യങ്ങൾ (impurities) ഉണ്ടായിരിക്കും. ഇവയെല്ലാം മാറിയാൽ രാസശുദ്ധമായ ഹൈഡ്രജൻ ലഭിക്കുന്നു. ആനുയോജ്യങ്ങളായ രാസവസ്തുക്കളിൽ അവശോഷണം ചെയ്താണ് ഓരോന്നിനേയും മാറ്റുന്നത്. യഥാക്രമം ലെഡ് നൈട്രേറ്റ് ലായനി, സിൽവർ നൈട്രേറ്റ് ലായനി, പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനി, ഫോസ്ഫറസ് പെന്റോക്സൈഡ് എന്നിവയിൽ കൂടി ഹൈഡ്രജൻ കടത്തിവിട്ടാൽ നൈട്രജൻ ഒഴികെയുള്ള അപദ്രവ്യങ്ങൾ ഓരോന്നായി മാറ്റപ്പെടുന്നു. ലായനികൾ വാതകവാഷ് ബോട്ടിലുകളിൽ ആണ് എടുക്കപ്പെടുന്നത്. ഫോസ്ഫറസ് പെന്റോക്സൈഡ് ഖരവസ്തുവായതിനാൽ ഇത് ഗ്ലാസ് വൂളിൽ വിതറി U കുഴലുകളിൽ നിറയ്ക്കപ്പെടുന്നു. ലെഡ് നൈട്രേറ്റ് ലായനി ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡിനെയും സിൽവർ നൈട്രേറ്റ് ലായനി ആർസീൻ, ഫോസ്ഫീൻ എന്നിവയേയും പൊട്ടാഷ് ലായനി കാർബൺ, സൽഫർ, നൈട്രജൻ എന്നിവയുടെ ഡൈഓക്സൈഡുകൾ എന്നീ അമ്ലീയപദാർത്ഥങ്ങളെയും അവശോഷണം ചെയ്യുന്നു. ഈർപ്പം P_2O_5 ൽ അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടും. (നൈട്രജൻ ലേശമായി മാത്രമേ കാംക്ഷികയുള്ളൂ. അതിനാൽ ഇത്രത്തോളം ശുദ്ധീകരിച്ചാൽ മതിയെന്നുണ്ടെങ്കിൽ മെർക്കറിക്ക് മീതെ വാതകം സംഭരിക്കാവുന്നതാണ്.) ഇനിയും മാറാനുള്ളത് നൈട്രജൻ മാത്രമേ ഉള്ളൂ. പലേഡിയം ഫോയിൽ നിറച്ച ഒരു ബാംബ് ചൂടാക്കിക്കൊണ്ട് നിർവാതനം ചെയ്തശേഷം P_2O_5 കുഴലിനോട് ഘടിപ്പിക്കുക. P_2O_5 ൽ കൂടി വരുന്ന വരണ്ട ഹൈഡ്രജൻ (നൈട്രജൻ കലർന്ന) പ്രവാഹം പലേഡിയത്തിൽ കൂടി കടത്തുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജനെ മാത്രം ഈ ലോഹം അവശോഷണം ചെയ്യുന്നു. (ഈ അവശോഷണമാണ് ''അധിധാരണം''—occlusion എന്നു പറയപ്പെടുന്നത്. പിന്നീട് ഇതിനെ പറ്റി പറയുന്നതാണ്). വാതകപ്രവാഹം തീർന്നാൽ തണുത്ത പലേഡിയം ബാംബ് വീണ്ടും നിർവാതനം ചെയ്യുക. അധിധാരണം ചെയ്യപ്പെടാതെ ബാംബിൽ തങ്ങിനിൽക്കുന്ന



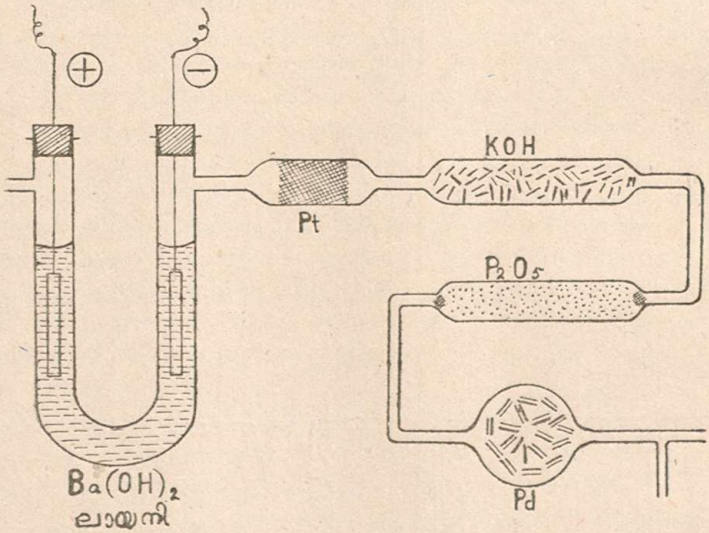
(ചിത്രം 23_3)

നൈട്രജൻ അങ്ങിനെ മാറ്റപ്പെടുന്നു. ബാംബ് ചൂടാക്കുമ്പോൾ പലേഡിയത്തിൽ അധിധാരണം ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ഹൈഡ്രജൻ ഉന്മുക്തമാകും. അതിശു

ദ്ധമായ ഈ ഹൈഡ്രജനെ ഒരു നിർഗമനനാളിയിൽ കൂടി ശുദ്ധമായ മെർക്കുറിക്കു മീതെ ജാറുകളിൽ സംഭരിക്കാം.

(2) രാസശുദ്ധമായ അലൂമിനിയം അഥവാ മഗ്നീഷ്യം രാസശുദ്ധമായ നേർത്ത സൽഫ്യൂറിക് അഥവാ ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് അമ്ലവുമായി പ്രവർത്തിപ്പിച്ചും രാസശുദ്ധമായ ഹൈഡ്രജൻ നിർമിക്കാം. ഈ വാതകം ആദ്യം ജലത്തിൽകൂടി (വാതക വാഷ്ബോട്ടിലുകളിൽ) കഴുകി ആസിഡ്സ്പ്രേ മാറിയ ശേഷം P_2O_5 കൊണ്ടു് ഉണക്കി മെർക്കുറിക്കു മീതെ സംഭരിക്കണം.

(3) നിക്കൽ ഇലക്ട്രോഡുകളും ഉപയോഗിച്ചു് ചൂടുള്ള സാന്ദ്രബേരിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനിയെ വിദ്യുദപഘടനം ചെയ്യുമ്പോൾ കാഥോഡിൽ കിട്ടുന്ന ഹൈഡ്രജനെ ആദ്യം കൂടുക്കിയ പ്യാററിനം വലയിൽ കൂടിയും (വാതകത്തിൽ ഉണ്ടാകാവുന്ന ഓക്സിജൻ നീക്കുവിയാക്കുന്നതിനു്) പിന്നീടു് കാസ്റ്റിക് പൊട്ടാഷു് കട്ടകളിൽ കൂടിയും, P_2O_5 ൽ കൂടിയും കടത്തി എടുത്തു് പലേഡിയം കൊണ്ടു് അധിധാരണം ചെയ്യിച്ചു് കിട്ടുന്ന ഹൈഡ്രജൻ വളരെ പരിശുദ്ധമായിരിക്കും. (ചിത്രം നോക്കുക)



(ചിത്രം 23–4)

ഹൈഡ്രജന്റെ വ്യാവസായിക നിർമാണം

ഹൈഡ്രജൻ യൗഗികങ്ങളിൽ ഏറ്റവും സുലഭവും ആദായകരവും ജലമായതിനാൽ വ്യാവസായികമായി ജലത്തിൽ നിന്നാണു് H_2 ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതു്. ഹൈഡ്രോകാർബണുകളും ലാഭത്തിൽ ലഭിക്കുമെങ്കിൽ (പെട്രോളിയം സംസ്കരണത്തിൽനിന്നും മറ്റും) അവയിൽ നിന്നും ഹൈഡ്രജൻ ഉല്പാദിപ്പിക്കാം.

1. നീരാവി–ഇരുമ്പു പ്രക്രിയ (ലേൻ പ്രക്രിയ)

ഈ പ്രക്രിയയിൽ നീരാവിയും ചൂടുപഴുത്ത ഇരുമ്പും തമ്മിൽ ഉള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനമാണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. ഇരുമ്പു് മാഗ്നറിക് ഓക്സൈഡാകുകയും H_2 വിസ്ഥാപനം ചെയ്യപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$3Fe + 4H_2O \underset{}{\overset{600-850^\circ C}{\rightleftharpoons}} Fe_3O_4 + 4H_2.$$

ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം ഉത്ക്രമണീയമാണു്. എങ്കിലും നീരാവിയുടെ പ്രവാഹം കൊണ്ടു് പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഹൈഡ്രജൻ അയേൺ ഓക്സൈഡിന്റെ സമ്പർക്കമുണ്ടാകാത്തവിധം തുടർച്ചയായി ക്രിയാമണ്ഡലത്തിൽ നിന്നു് നീക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം മുമ്പോട്ടതന്നെ പോകുന്നു. ഇരുമ്പു് മുഴുവൻ ഓക്സൈഡാകുമ്പോൾ പ്രതിപ്രവർത്തനം നിലച്ചുപോകുന്നു. ഇനി ഓക്സൈഡിനെ വീണ്ടും നിരോക്സീകരിച്ചു് ഇരുമ്പാക്കണം. നീരാവിപ്രവാഹം നിറുത്തിയശേഷം വാട്ടർഗ്യാസു് (water gas) കടത്തിവിട്ടാണു് ഇതു് സാധിപ്പിക്കുന്നതു്. ജ്വലിക്കുന്ന കരിക്കട്ടകളിൽ കൂടി നീരാവി കടത്തുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന

CO, H_2 മിശ്രിതമാണു് വാട്ടർഗ്യാസു്.

$$C + H_2O \longrightarrow CO + H_2.$$

Fe_3O_4 നെ CO നിരോക്സീകരിക്കുന്നു. ഹൈഡ്രജനും ഇതിൽ പങ്കെടുക്കുന്നുണ്ടു്.

$$Fe_3O_4 + 4CO \longrightarrow 3Fe + 4CO_2.$$

$$(Fe_3O_4 + 4H_2 \rightleftharpoons 3Fe + 4H_2O)$$

നിരോക്സീകരണം പൂർത്തിയാകുമ്പോൾ വാട്ടർഗ്യാസു് പ്രവാഹം നിർത്തി വീണ്ടും നീരാവി പ്രവഹിപ്പിച്ചു് ഹൈഡ്രജൻ ലഭ്യമാകുന്നു. ഇപ്രകാരം നീരാവി പ്രതിപ്രവർത്തനവും നിരോക്സീകരണവും മാറിമാറി നടത്തി ഹൈഡ്രജൻ സംഭരിക്കപ്പെടുന്നു. ഇരുമ്പു് നഷ്ടപ്പെടുന്നില്ല.

ഫാക്ടറികളിൽ വലിയ കുത്തൻ (vertical) ഉരുക്കു കുഴലുകളിൽ വിഭാജകങ്ങളുള്ള ചെറിയ ഇരുമ്പുകഷണങ്ങളാണു് നിറച്ചിരിക്കുക. ഇവ ചൂടാക്കിക്കൊണ്ടാണു് നീരാവി പായിക്കുന്നതു്. പരുക്കൻ കഷണങ്ങൾക്കു് കൂടുതൽ പ്രതലം ഉള്ളതുകൊണ്ടു് പ്രതിപ്രവർത്തനം കൂടുതൽ ഫലവത്തായിരിക്കും. നിശ്ചിത സമയം—ഏകദേശം 5 മിനിറ്റു്—നീരാവിപ്രവാഹം നടത്തി ലഭിക്കുന്ന ഹൈഡ്രജൻ ശേഖരിക്കപ്പെടുന്നു. ഉടൻ നീരാവിപ്രവാഹം നിലയ്ക്കുകയും പകരം വാട്ടർഗ്യാസു് പ്രവാഹം പ്രവർത്തിക്കുകയും ചെയ്യും. നിരോക്സീകരണം നിശ്ചിതസമയത്തേയ്ക്കു് തുടരുമ്പോൾ വീണ്ടും ആദ്യത്തെ പ്രവർത്തനം നടക്കും. ഈ പ്രവാഹം മാറ്റൽ എല്ലാം സ്വയം പ്രവർത്തിക്കുന്ന തരത്തിലാണു് യന്ത്രസംവിധാനം ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതു്.

ഇത്തരത്തിൽ കിട്ടുന്ന ഹൈഡ്രജൻ 98% ശുദ്ധിയുള്ളതാണു്. അല്പം CO ഇതിൽ അടങ്ങിയിരിക്കും.

വാട്ടർഗ്യാസിനു പകരം ചില പ്ലാന്റുകളിൽ പ്രൊഡ്യൂസർ വാതകം ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടു്. ജ്വലിക്കുന്ന കരിക്കട്ടകളിൽ കൂടി (കോക്കു്) വായു കടത്തിയാണു് ഈ വാതകം നിർമിക്കുന്നതു്.

$$2\,C + O_2 \longrightarrow 2\,CO$$

മുഖ്യമായി CO അടങ്ങിയ ഈ വാതകത്തിൽ ധാരാളം നൈട്രജൻ ഉണ്ടായിരിക്കുമല്ലൊ.

2 ബോഷ്പ്രക്രിയ

വാട്ടർഗ്യാസിൽ നിന്നു് ($CO + H_2$) കാർബൺ മോണോക്സൈഡു് മാറ്റിയാൽ ഹൈഡ്രജൻ ലഭിക്കുമല്ലൊ. ബോഷ്പ്രക്രിയയിൽ ഇതാണു് തത്വം. CO മാറ്റുക അത്ര എളുപ്പമല്ല. എന്നാൽ CO ഓക്സീകരിച്ചു് CO_2 ആക്കിയാൽ അത്ര നിഷ്പ്രയാസം മാറ്റാം. പക്ഷെ ഓക്സീകരണം നിയന്ത്രിതമായിരിക്കണം. അല്ലെങ്കിൽ വാട്ടർഗ്യാസിലുള്ള ഹൈഡ്രജനും ഓക്സീകരിച്ചു നീരാവിയായിപ്പോകും. CO ഉം നീരാവിയും തമ്മിൽ 450–500° C-ൽ നടക്കുന്ന ഉയേദിരീയ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തെയാണു് ഇതിനുപയോഗിക്കുന്നതു്.

$$CO + H_2O \underset{450\text{–}500^\circ C}{\overset{Fe_2O_3}{\rightleftharpoons}} CO_2 + H_2$$

ഫെറിക് ഓക്സൈഡ് ഉൽപ്രേരകമായും ക്രോമിയം ഓക്സൈഡു പോലുള്ള ചില പദാർഥങ്ങളും വർധകങ്ങളായും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ജലവാതകത്തെ നീരാവിയുമായി കലർത്തി ഉൽപ്രേരകചേംബറിൽ കൂടി കടത്തിവിടുന്നു. അപ്പോഴും അതിലുള്ള CO മുഴുവനും CO_2 ആയിത്തീരുന്നതിനാൽ CO_2-H_2 മിശ്രിതം ലഭിക്കുന്നു. ഈ മിശ്രിതം ഉന്നതമർദത്തിലാക്കി (25 അന്തരീക്ഷം) ജലംകൊണ്ടു് സ്ക്രബ്ബു ചെയ്യുന്നു. അതായതു് മുകളിൽ നിന്നു് തണുത്ത വെള്ളം പൊഴിക്കുന്ന ഒരു വലിയ ടവറിന്റെ അടിയിൽ നിന്നു് വാതകം ($CO_2 + H_2$) മുകളിലേക്കു് പ്രവഹിക്കുന്നു. ഉന്നതമർദത്തിൽ CO_2 ജലത്തിൽ അലിയുന്നതിനാൽ വാതകമിശ്രിതത്തിലെ CO_2 നിഷ്കർഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. CO_2 അവശോഷണം ചെയ്യാൻ എഥനോലമീൻ ഉപയോഗിക്കാം. ഇത്തരത്തിലുള്ള പല ടവറുകളിൽ കൂടി കടത്തി CO_2 നിശ്ശേഷം മാറ്റാം. എന്നാൽ അല്പം CO വാതകത്തിൽ ഉണ്ടായിരിക്കും. ഇതു മാറ്റുന്നതിനു് അമോണിയാക്കൽ കപ്രസ് ഫോർമേറ്റു് ലായനിയിൽ കൂടി വാതകം കടത്തിവിട്ടാൽ മതി. ഈ ലായനിയിൽ CO അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടും. ഇപ്രകാരം ലഭിക്കുന്ന ഹൈഡ്രജൻ 99. 9 % ശുദ്ധമാണു്.

3. ഇലക്ട്രോളിറ്റിക്–ഹൈഡ്രജൻ നിർമാണം

നേർത്ത സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനി വിദ്യുദ്പഘടനം ചെയ്തു ശുദ്ധമായ ഹൈഡ്രജൻ വൻതോതിൽ നിർമിക്കപ്പെടുന്നു. വാർപ്പു് ഇരുമ്പു് പാത്രങ്ങളിലാണു് ലായനി എടുക്കുന്നതു്. പാത്രംതന്നെ ഒരു ഇലക്ട്രോഡാണു്.

നിക്കൽ ഇലക്ട്രോഡോ നിക്കൽ പൂശിയ ഇരുമ്പ് ഇലക്ട്രോഡോ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ഇത്തരം അനവധി സെല്ലുകളെ നിരകളായി സജ്ജീകരിച്ച് ഓരോന്നിൽ നിന്നും ഹൈഡ്രജൻ സംഭരിക്കപ്പെടുന്നു.

4. ഉപോൽപന്ന ഹൈഡ്രജൻ

കാസ്റ്റിക് സോഡ, ക്ലോറിൻ എന്നിവയുടെ നിർമാണത്തിൽ ഹൈഡ്രജൻ ഉപോൽപന്നമായി ലഭിക്കുന്നു. സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് ലായനിയുടെ വിദ്യുദ്വിഘടനം ആണ് സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ്, ക്ലോറിൻ എന്നിവയുണ്ടാക്കുന്നതിനുള്ള ഒരു മാർഗം. ഇത്തരം സെല്ലുകളിൽ എല്ലാം ഹൈഡ്രജൻ ഉപോല്പന്നമായി ലഭിക്കുന്നു.

($NaOH$, Cl_2 എന്നിവയുടെ നിർമാണം നോക്കുക.)

5. ഹൈഡ്രോ കാർബണുകളിൽനിന്ന് ഹൈഡ്രജൻ നിർമാണം

എണ്ണശുദ്ധീകരണശാലകളിൽ (oil refineries) ധാരാളം ഹൈഡ്രോ കാർബൺ വാതകങ്ങളും ഉപോല്പന്നങ്ങളായി ലഭിക്കുന്നു. അതുപോലെതന്നെ പ്രകൃതി വാതകത്തിലും (Natural gas) ധാരാളം മീഥേൻ (CH_4) അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഇത്തരം ഹൈഡ്രോകാർബണുകളെ നിയന്ത്രിതമായ ഓക്സീകരണത്തിനു വിധേയമാക്കുമ്പോൾ അവ H_2, CO എന്നിവയായിത്തീരുന്നു. ഈ മിശ്രിതത്തിൽ നിന്നു CO വേർതിരിക്കാമല്ലോ, (ബോഷ് പ്രക്രിയ നോക്കുക).

നീരാവി കൊണ്ടും വായുകൊണ്ടും ഓക്സീകരിക്കുന്നതിനുള്ള പ്രക്രിയകളാണു ആസൂത്രം ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതു്. ഉദാഹരണമായി മീഥേൻ വാതകത്തെ, നീരാവിയുമായി കലർത്തി 700°C താപനിലയിൽ നിക്കൽ ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ CO, H_2 മിശ്രിതമായി പരിവർത്തനം ചെയ്യിക്കാം.

$$CH_4 + H_2O \longrightarrow CO + 3\,H_2$$

തക്കതായ വർധകങ്ങളും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഉയർന്ന ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾക്കു് ഉയർന്ന താപനില ആവശ്യമാണു്. വായുവിലുള്ള ഓക്സിജൻ കൊണ്ടു് നേരിട്ടു് ഓക്സീകരിക്കുന്നതിനുള്ള പരിതസ്ഥിതികളും തദനുഗുണമായ ഉൽപ്രേരകങ്ങളും കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. ഇത്തരത്തിൽ കിട്ടുന്ന മിശ്രിതത്തിൽ വായുവിലെ നൈട്രജനും അടങ്ങിയിരിക്കുമല്ലോ അതിനാൽ നൈട്രജൻ–ഹൈഡ്രജൻ മിശ്രിതം നേരിട്ടു് ലഭിക്കും. ഈ മിശ്രിതം അമോണിയാനിർമാണത്തിനു് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

7. ഹൈഡ്രോളിസ് പ്രക്രിയ : കാൽസിയം ഹൈഡ്രൈഡ് (ഹൈഡ്രോലിത്–hydrolith) ജലവുമായി പ്രതിപ്രവർത്തനം നടത്തുമ്പോൾ ധാരാളം ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$CaH_2 + 2\,H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + 2\,H_2.$$

മിലിട്ടറി ആവശ്യങ്ങൾക്കും മറ്റും പെട്ടെന്നു ഹൈഡ്രജൻ വേണ്ടിവരുമ്പോൾ ഈ മാർഗം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

8. സിലിക്കോൺ പ്രക്രിയ : സിലിക്കൺ സാന്ദ്രസോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും ഹൈഡ്രജനും സോഡിയം സിലിക്കേറ്റും ഉണ്ടാകുമെന്നു് മുമ്പു് പറഞ്ഞിട്ടുണ്ടല്ലൊ. ശുദ്ധമായ സിലിക്കൺ ഉപയോഗിക്കുന്നതിനു പകരം 80 ശതമാനമെങ്കിലും സിലിക്കൺ അടങ്ങിയ സിലിക്കൺ–ഇരുമ്പു് കൂട്ടുലോഹങ്ങളും (ഫെറോസിലിക്കൺ) ഉപയോഗിക്കാം. സിലിക്കണിനെക്കാളും വളരെ വിലക്കുറവുള്ളതാണു് ഫെറോസിലിക്കൺ കൂട്ടുലോഹങ്ങളും. 25 ഭാഗം സിലിക്കണും 60 ഭാഗം സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡും 20 ഭാഗം ചുണ്ണാമ്പും ചേർത്തുണ്ടാക്കുന്ന മിശ്രിതമാണു് ഹൈഡ്രോജനൈറു്. ഈ പദാർഥം ഒരു പ്രത്യേകോപകരണത്തിൽ കത്തിക്കുമ്പോഴും ഹൈഡ്രജൻ ലഭിക്കുന്നു. അടിയന്തിരാവശ്യങ്ങൾക്കു മാത്രമേ ഈ രീതിയിൽ നിർമാണം നടത്തുകയുള്ളു.

ഹൈഡ്രജന്റെ ഗുണധർമങ്ങൾ

ഭൗതികം : ഉരുകൽനില: 13.95°K. തിളനില : 20.38° K സാധാരണ താപനിലയിൽ, നിറവും മണവും രുചിയും ഇല്ലാത്ത വാതകമാണു് ഹൈഡ്രജൻ.

ജലത്തിലുള്ള ലേയത്വം തുച്ഛമാണു്. ഏറ്റവും ഘനത്വം കുറഞ്ഞ പദാർഥമാണു് ഹൈഡ്രജൻ. വാതകങ്ങളിൽവെച്ചു് ഏറ്റവും ചാലകത കൂടുതലുള്ളതു് ഈ വാതകത്തിനാണു്.

ജ്വലനത്തെ സഹായിക്കുന്നില്ല. (എന്നാൽ ക്ലോറിൻ ഹൈഡ്രജനിൽ കത്തുന്നു) ഹൈഡ്രജൻ വായുവിലും ഓക്സിജനിലും കത്തുന്നു. ഒരു ഹൈഡ്രജൻ നിറച്ച ജാറിൽ കത്തുന്ന ഈർക്കിൽ കടത്തിനോക്കുക. അതു് ഉടൻ കെട്ടുപോകുന്നു (അതിനാൽ ഹൈഡ്രജൻ ജ്വലനത്തെ സഹായിക്കുകയില്ല.) എന്നാൽ ജാറിന്റെ വായിൽ ഹൈഡ്രജൻ മങ്ങിയ നീലനിറമുള്ള ജ്വാലയോടുകൂടി സ്വയം കത്തുന്നതു കാണാം.

രാസികം

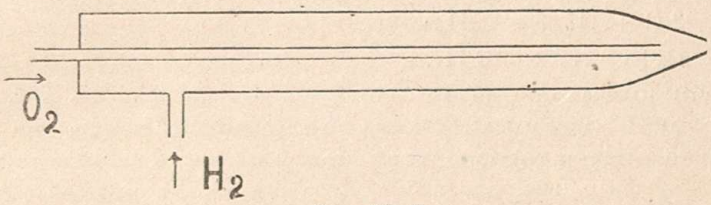
1. ഹൈഡ്രജൻ വായുവിലോ ഓക്സിജനിലോ കത്തുമ്പോഴും ജലം ഉണ്ടാകുന്നു. $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$.

കിപ്പ് ഉപകരണത്തിൽനിന്നു് ഒരു ജെറ്റിൽകൂടി വരുന്ന ഹൈഡ്രജൻകത്തിച്ചാൽ മങ്ങിയ നീലനിറമുള്ള ജ്വാലയോടുകൂടി കത്തുന്നതു കാണാം. ഈ ജ്വാല ഒരു തണുത്ത പ്രതലത്തിൽ (ഉദാ: പോർസ്ലേൻ ഡിഷ്) പതിപ്പിച്ചാൽ അതിൽ നീരാവി ഘനീഭവിച്ചു് ജലത്തിന്റെ തുള്ളികൾ ഉണ്ടാകുന്നതു കാണാം. ഈ തുള്ളികൾ പരിശോധിച്ചു് ജലമാണെന്നു മനസ്സിലാക്കാം. (ഉദാ: നിർജല കോപ്പർ സൽഫേറ്റിൽ ഈ ദ്രവം ഒഴിച്ചാൽ അതു് നീലയാകുന്നു.)

ഹൈഡ്രജനും വായുവും (അഥവാ ഓക്സിജനും) കലർന്ന മിശ്രിതം തീയിൽ കാട്ടിയാൽ വലിയ ശബ്ദത്തോടുകൂടി സ്ഫോടനം ഉണ്ടാകുന്നു. സ്ഫോടനത്തിന്റെ ഉഗ്രത വാതക–മിശ്രിതത്തിന്റെ ഹൈഡ്രജൻ ഓക്സിജൻ അനുപാതമനുസരിച്ചിരിക്കും.

ഒരു ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിൽ ഒന്നരണ്ടു അലൂമിനിയത്തുണ്ടുകളും ഇട്ടു അതിൽ ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് ചേർക്കുക. ടെസ്റ്റ്ട്യൂബ് വിരലുകൊണ്ടു അടച്ചുപിടിച്ചു ഹൈഡ്രജൻ പോകാതെ സൂക്ഷിക്കുക. ശുദ്ധിച്ചു ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിന്റെ വായ ഒരു ജ്വാലയുടെ അടുത്തുവെച്ചു തുറന്നാൽ ചെറിയ ഒരു സ്ഫോടനം—'പോപ്' ശബ്ദം—ഉണ്ടാകുന്നു. ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിനുള്ളിൽ ആദ്യം വായുവും ഉണ്ടായിരുന്നതിനാലാണു് സ്ഫോടനം ഉണ്ടാകുന്നതു്.

ഹൈഡ്രജൻ – ഓക്സിജൻ പ്രതിപ്രവർത്തനം വളരെ താപം മോചിപ്പിക്കുന്നുണ്ടു് അതിനാൽ ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം വെൽഡനത്തിൽ (വിളക്കൽ) ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നുണ്ടു്. ''ഓക്സി–ഹൈഡ്രജൻ ബ്ലോപൈപ്പ്'' എന്ന ഉപകരണത്തിൽ രണ്ടു പ്രത്യേക കുഴലുകളിൽ കൂടി വരുന്ന ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും കത്തിച്ചുണ്ടാകുന്ന അത്യുന്നത താപനിലയുള്ള ജ്വാലയിൽ ഉരുക്കും മറ്റും എളുപ്പത്തിൽ ഉരുകുന്നു.



ചിത്രം 23–5

2. ഹാലജനുകളുമായുള്ള സംയോജനം : ഹൈഡ്രജനും ഫ്ളൂറിനും തമ്മിൽ സ്ഫോടനത്തോടുകൂടി സംയോജിച്ചു് ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡുണ്ടാകുന്നു.

$$H_2 + F_2 \longrightarrow 2\,HF.$$

എന്നാൽ ക്ലോറിനുമായി ഇതുപോലെ സംയോജനം സാധ്യമാണെങ്കിലും പ്രതിപ്രവർത്തനം ഇത്രയും ഉഗ്രമല്ല. ഹൈഡ്രജൻ–ക്ലോറിൻ മിശ്രിതം നേരിട്ടു വെയിലത്തു കാണിച്ചാൽ സ്ഫോടനം ഉണ്ടാകും. എന്നാൽ പകൽ വെളിച്ചത്തിൽ കാണിച്ചാൽ സ്ഫോടനമില്ലാതെ സംയോജിക്കുന്നു. ഇരുട്ടിൽ അവ തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുകയില്ല. അതുപോലെ H_2 ക്ലോറിനിലും ക്ലോറിൻ H_2 ലും കത്തിച്ചാലും അവ സംയോജിക്കുന്നു.

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$ ഇത്തരത്തിൽ HCl വ്യാപകമായി ഉൽപാദിപ്പിക്കാം. Br_2–മായി H_2 ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ഉയേദിശീയമായി സംയോജിക്കുന്നു. പ്രകാശം തട്ടിച്ചും ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടത്താം.

$$H_2 + Br_2 \longrightarrow 2\,HBr$$

ഉന്നത താപനിലയിൽ പോലും അയൊഡിനുമായി ഹൈഡ്രജൻ അല്പമെങ്കിലും സംയോജിക്കുന്നതു് ഉൽപ്രേരകങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യത്തിലാണു്.

$$H_2 + I_2 \longrightarrow 2HI$$

3. മറ്റു മൂലകങ്ങളുമായി സംയോജനം

(a) നൈട്രജൻ:–നൈട്രജനും ഹൈഡ്രജനും ഉന്നതമർദ്ദത്തിൽ സംയോജിച്ചു

ഉഭയദിശീയമായി) അമോണിയ ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം ഉൽപ്രേരകങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ നടത്തിയാണ് ഹേബർപ്രക്രിയയിൽ അമോണിയ വ്യാവസായികമായി നിർമിക്കപ്പെടുന്നത്. (അനുബന്ധം)

$$N_2 + 3\ H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

(b) സൽഫർ: തിളയ്ക്കുന്ന ഗന്ധകത്തിൽക്കൂടി ഹൈഡ്രജൻ കുമിളിപ്പിച്ചാൽ അവ തമ്മിൽ അല്പം സംയോജനം നടക്കുന്നു.

$$H_2 + S \rightleftharpoons H_2S.$$

(c) കാർബൺ: ഹൈഡ്രജന്റെ അന്തരീക്ഷത്തിൽ ഒരു കാർബൺ–ആർക് പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ രണ്ടു മൂലകങ്ങളും സംയോജിച്ച് പല ഹൈഡ്രോകാർബണുകളും ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. മുഖ്യമായി അസറ്റലീൻ (C_2H_2), മീഥേൻ (CH_4) എന്നിവയാണുണ്ടാകുന്നത്.

$$2\ C + H_2 \longrightarrow C_2H_2.$$

$$C + 2\ H_2 \longrightarrow CH_4.$$

4. ലോഹങ്ങളുമായി സംയോജനം

ലിഥിയം, സോഡിയം, പൊട്ടാസിയം, കാൽസിയം മുതലായ വളരെ വിദ്യുത്ധനങ്ങളായ ലോഹങ്ങളുമായി ഹൈഡ്രജൻ നേരിട്ടു സംയോജിച്ച് അവയുടെ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ചൂടാക്കിയ ലോഹത്തിനുമീതെ ഹൈഡ്രജൻ കടത്തിവിട്ടാൽ ഈ സംയോജനം നടക്കുന്നു.

$$2\ Na + H_2 \longrightarrow 2\ Na\ H.$$

$$Ca + H_2 \longrightarrow Ca\ H_2$$

ഈ ഹൈഡ്രൈഡുകളിൽ ഹൈഡ്രജൻ ഋണ അയോണായിട്ടാണ് സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത്. (ഉദാ: $Na^+\ H^-$) ഇവയെ വിദ്യുദ്വിശ്ലേഷണം ചെയ്താൽ ഹൈഡ്രജൻ ലഭിക്കുന്നത് ആനോഡിലാണ്.

5. ഹൈഡ്രജന്റെ നിരോക്സീകരണ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ

ഓക്സിജൻ, ഹലജനകം മുതലായ അലോഹങ്ങളുമായി സംയോജിക്കാനുള്ള ഈ പ്രവണതയുള്ളതിനാൽ ഹൈഡ്രജൻ ഒരു നല്ല നിരോക്സീകാരകമാണ്. ഉദാഹരണമായി പല ലോഹഓക്സൈഡുകളും ഹൈഡ്രജനിൽ ചൂടാക്കിയാൽ ലോഹങ്ങളായി നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു. ഹൈഡ്രജൻ ഓക്സിജനെ സ്വീകരിച്ച് ജലമായിത്തീരും.

$$CuO + H_2 \longrightarrow Cu + H_2O.$$

$$PbO + H_2 \longrightarrow Pb + H_2O.$$

6. ഹൈഡ്രജനും കാർബൺ മോണോക്സൈഡും തമ്മിൽ അനുയോജ്യങ്ങളായ ഉൽപ്രേരകങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിച്ച് പലതരം കാർബണിക യൗഗികങ്ങളും നിർമിക്കാവുന്നതാണ്.

ഉദാ: $CO + 2\ H_2 \longrightarrow CH_3OH$ (മെഥനോൾ)

7 അപൂരിതങ്ങളായ കാർബണികയൗഗികങ്ങളുമായി ഹൈഡ്രജൻ സംയോജിച്ച് യുക്തമായ പൂരിതയൗഗികങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു. പ്ലാറ്റിനം, നിക്കൽ യൗഗികങ്ങളും മുതലായവ ഈ പ്രവർത്തനത്തിൽ ഉൽപ്രേരകങ്ങളാണ്.

ഉദാ: $C_2H_2 + H_2 \longrightarrow C_2H_4$
(അസെറലീൻ) (എഥിലീൻ)
$C_2H_4 + H_2 \longrightarrow C_2H_6$ (ഈഥേൻ)

അപൂരിതങ്ങളായ (unsaturated) സസ്യ എണ്ണകളും, കൊഴുപ്പുകളും മുതലായവയുമായി ഹൈഡ്രജൻ ഇപ്രകാരം സംയോജിച്ചാണ് വനസ്പതി നിർമിച്ചു വരുന്നത്. ഈ വിധത്തിലുള്ള ഹൈഡ്രജൻസംയോജനത്തിനു ഹൈഡ്രൊജനേഷൻ എന്നു പറയുന്നു.

8. അധിധാരണം: ചില ലോഹങ്ങളും (Ni, Co, Fe, Pd, Pt) ചൂടാക്കിയ ശേഷം ഹൈഡ്രജനിൽ തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ വളരെയധികം ഹൈഡ്രജൻ ലോഹത്തിൽ അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. പ്രത്യേകിച്ച് പലേഡിയം അതിന്റെ വ്യാപ്തത്തിന്റെ 800 മുതൽ 900 വരെ ഇരട്ടി ഹൈഡ്രജനെ അവശോഷണം ചെയ്യുന്നു. ഇത്തരം അവശോഷണത്തിനു ''അധിധാരണം'' എന്നു പറയുന്നു. അധിധാരണം ചെയ്ത ലോഹം ചൂടാക്കിയാൽ അതിൽ അകപ്പെട്ടിട്ടുള്ള വാതകം പൂർണമായും മുക്തമാകുന്നു. ഈ തത്വം ശുദ്ധമായ ഹൈഡ്രജൻ നിർമാണത്തിനു ഉപയോഗിക്കാമെന്നു കണ്ടുവല്ലൊ.

നന്നായി ചൂടാക്കിയ പ്ലാറ്റിനം, ഇരുമ്പ് എന്നിവയിലൂടെ ഹൈഡ്രജൻ കടന്നുപോകുമെന്നു 1863-ൽ ഡെവിൽ, ട്രൂസ്റ്റ് എന്നിവർ (Deville and Troost) കണ്ടുപിടിച്ചു. 1876-ൽ ഗ്രഹാം അഭിപ്രായപ്പെട്ടതു, ചെറിയ ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്രകളും ലോഹത്തിന്റെ അണുക്കൾക്കിടയിലുള്ള വിടവുകളിൽ കൂടി കടന്നുപോകുന്നതിനാലാണ് ഇതു് എന്നായിരുന്നു. എന്നാൽ ഹീലിയം വാതകത്തിനു് ഇരുമ്പിൽ കൂടിയും പ്ലാറ്റിനത്തിൽ കൂടിയും കടന്നുപോകാൻ കഴിവില്ല. അതിനു് സിലിക്കയിൽ കൂടിയും ഗ്ലാസിൽ കൂടിയും ഉന്നതതാപനിലയിൽ കടന്നുപോകാൻ സാധിക്കുന്നു. അതിനാൽ തന്മാത്രകളുടെ വലിപ്പച്ചെറുപ്പംകൊണ്ടു് അധിധാരണം വ്യാഖ്യാനിക്കാവുന്നതല്ല. ഹൈഡ്രജൻ ലോഹങ്ങളിൽ ലയിച്ചു് ലായനിയുണ്ടാകുന്നതായും, അതല്ല യൗഗികങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നതായും പലതരത്തിൽ അധിധാരണത്തിനു വ്യാഖ്യാനങ്ങളും നൽകപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. ഇവയ്ക്കെല്ലാം ഏറെക്കുറെ ഉപോൽബലകങ്ങളായി ചില തെളിവുകളും ഉണ്ടു്.

ഒരു കാര്യം ശ്രദ്ധേയമാണു്. ഹൈഡ്രജൻ അധിധാരണം ചെയ്യാൻ കഴിവുള്ള ലോഹങ്ങളും ഹൈഡ്രൊജനേഷനിൽ ഉൽപ്രേരകങ്ങളായി പ്രവർത്തിക്കുന്നുണ്ടു്.

9. നവജാത ഹൈഡ്രജൻ

ഒരു പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ ഒരു പദാർഥം സംജാതമായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന അവസ്ഥയാണു് അതിന്റെ നവജാതാവസ്ഥ. ഈ അവസ്ഥയിൽ ഹൈഡ്രജനു് വളരെയധികം രാസക്രിയാശീലം ഉണ്ടു്. ചില ഉദാഹരണങ്ങളും നോക്കുക.

പൊട്ടാസിയം പെർമാൻഗനേറേറ് ലായനിയിൽ നേർത്ത സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്തു് അമ്ലീകരിച്ചു് അതിൽ കൂടി കിപ്പിൽ നിന്നു് ഹൈഡ്രജൻ കടത്തിവിട്ടു നോക്കുക. ഒരു മാറ്റവും ദൃശ്യമാകുന്നില്ല. എന്നാൽ ഇതിലേക്കു് ഒന്നരണ്ടു കഷണം സിങ്ക് ഇട്ടുവെക്കുമ്പോൾ പിങ്കു് നിറമുള്ള പെർമാൻഗനേറേറ് ലായനിയുടെ നിറം ക്രമേണനഷ്ടപ്പെടുന്നതായി കാണാം. പെർമാൻഗനേറേറിനെ നിരോക്സീകരിക്കുന്നതായിഅനുമാനിക്കാം. സിങ്കും ലായനിയിലെ സൽഫൂരിക് ആസിഡും തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടന്നു് ഉണ്ടാകുന്ന നവജാതമായ ഹൈഡ്രജനാണു് പെർമാൻഗനേറേറിനെ നിരോക്സീകരിക്കുന്നതു്. ഹൈഡ്രജൻ വാതകത്തിനു് സാധ്യമല്ലാത്ത ഈ നിരോക്സീകരണം നവജാതാവസ്ഥയിലുള്ള ഹൈഡ്രജനു് സാധിക്കുന്നു.

$$2\,K\,MnO_4 + 3\,H_2\,SO_4 \longrightarrow K_2\,SO_4 + 2\,Mn\,SO_4 + 3H_2O + 5\,(O)$$
$$5\,Zn + 5\,H_2\,SO_4 \longrightarrow 5\,Zn\,SO_4 + 10\,[H]$$
$$10\,[H] + 5\,(O) \longrightarrow 5\,H_2O.$$

അതു പോലെ തന്നെ HCl കലർന്ന $FeCl_3$ ലായനിയുമായി ഹൈഡ്രജൻ വാതകത്തിനു് ഒരു പ്രതിപ്രവർത്തനവും ഇല്ല. എന്നാൽ ലായനിയിൽ രണ്ടുമൂന്നു സിങ്ക് കഷണങ്ങളും ഇട്ടുവെക്കുമ്പോൾ മഞ്ഞനിറമുള്ള ഫെറിക് ക്ലോറൈഡ് ലായനി നിറമില്ലാത്ത ഫെറസ് ക്ലോറൈഡ് ($Fe\,Cl_2$) ആയിത്തീരുന്നു.

$$Fe\,Cl_3 + (H) \longrightarrow Fe\,Cl_2 + HCl$$
നവജാതം

സോഡിയം നൈട്രേറേറ് ലായനിയിൽ ഹൈഡ്രജൻ വാതകത്തിനു് പ്രവർത്തനം ഒന്നും ഇല്ല. എന്നാൽ ലായനിയിൽ അൽപം സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡും അലൂമിനിയവും ചേർത്തു് ചൂടാക്കിയാൽ അമോണിയ ഉണ്ടാകുന്നതായിക്കാണാം. നൈട്രേറിന്റെ നിരോക്സീകരണമാണിതിനു കാരണം. Al, NaOH എന്നിവയുടെ പ്രവർത്തനത്തിൽ നവജാതാവസ്ഥയിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഹൈഡ്രജനാണു് ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിനു് കാരണം.

$$NaNO_3 + H_2O + (8\,H) \longrightarrow NaO\,H + 3\,H_2O + NH_3$$

ഈ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്നു് മനസ്സിലാകുന്നതു്, നവജാതാവസ്ഥയിൽ ഹൈഡ്രജൻ വാതകാവസ്ഥയിൽ ഉള്ളതിനെക്കാളും ക്രിയാശീലം (reactivity) പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നു എന്നാണല്ലൊ. ഈ ക്രിയാശീലം പലതരത്തിലും വ്യാഖ്യാനിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. 1846-ൽ ലാറന്റ് (Laurent) ഉന്നയിച്ച സിദ്ധാന്തപ്രകാരം, സംജാതമാകുന്ന സമയത്തു് ഹൈഡ്രജൻ അണുക്കളായിട്ടാണു് സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതെന്നും അതിനാൽ ആണു് നവജാതാവസ്ഥയിൽ കൂടുതൽ രാസസ്ഫീര്യം പ്രകടിപ്പിക്കുന്നതെന്നും കരുതണം. മറെറാരു സിദ്ധാന്തം, ഹൈഡ്രജൻ സംജാതമാകുമ്പോൾ ചെറിയ കുമിളകളായിട്ടാണെന്നും ഇവയിൽ ഉന്നതമർദമുള്ളതിനാൽ കൂടുതൽ ക്രിയാശീലം കാണിക്കുന്നു എന്നാണു്. ഉന്നതമർദത്തിൽ ഹൈഡ്രജൻ വാതകം ഉപയോഗിച്ചു് സാധാരണമർദത്തിലുള്ള ഹൈഡ്രജൻകൊണ്ടു് സാധിക്കാത്ത ചില പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളും നടത്താമെന്നു് പരീക്ഷണങ്ങളും തെളിയിച്ചിട്ടുണ്ടു്.

ഇത്തരം സിദ്ധാന്തങ്ങൾക്കണ്ടായിരുന്ന പ്രധാനമായ ന്യൂനത ഇതാണു്. ഹൈഡ്രജൻ ഏതു് പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ നവജാതമായിക്കിട്ടുന്നു എന്നതിനെ ആശ്രയിച്ചാണു് അതിന്റെ ക്രിയാശീലം ഇരിക്കുന്നതു്. ഉദാഹരണമായി സോഡിയം അമാൽഗമും(സോഡിയം മെർക്കറിയിൽ അലിയിച്ചു കിട്ടുന്ന ക്ലുട്ടലോഹം) ജലവും ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന നവജാതഹൈഡ്രജൻ കൊണ്ടു് ക്ലോറേറ്റുകളെ ക്ലോറൈഡാക്കാൻ സാധിക്കുന്നില്ല. എന്നാൽ സിങ്കു്–സൽഫൂരിക് അമ്ലം പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിലുണ്ടാകുന്ന നവജാതഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറേറ്റുകളെ ക്ലോറൈഡാക്കി നിരോക്സീകരിക്കുന്നു.

ഓരോ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിലും ഉന്മുക്തമാകുന്ന ഊർജത്തിന്റെ പരിമാണത്തെ ആശ്രയിച്ചുള്ളതാണു് അതിൽ ഉണ്ടാകുന്ന നവജാതഹൈഡ്രജന്റെ ക്രിയാശീലത്തിനു നിദാനം. എന്നു് ഒരു പക്ഷമുണ്ടു്. ഈ തത്വം ഒരു പരിധി വരെ സ്വീകാര്യമാണു്. എങ്കിലും പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ യഥാർഥവും സൂക്ഷ്മവും ആയ ക്രിയാവിധി എന്താണെന്നറിഞ്ഞാൽ മാത്രമേ നവജാതാവസ്ഥയെപ്പറ്റി കൂടുതൽ മനസ്സിലാക്കാൻ നിർവാഹമുള്ളൂ.

ഹൈഡ്രജൻ ഐസോട്ടോപ്പുകൾ

ഹൈഡ്രജനു് മൂന്നു് ഐസോട്ടോപ്പുകളുണ്ടു്. സാധാരണ ഹൈഡ്രജൻ അഥവാ പ്രോട്ടിയം (ദ്രവ്യമാനസംഖ്യ = 1, ^1H), ഘനഹൈഡ്രജൻ (heavy hydrogen, ദ്രവ്യമാനസംഖ്യ = 2, D, ^2H) അഥവാ ഡ്യൂട്ടെറിയം (deuterium), ട്രിറ്റിയം (Tritium, ദ്രവ്യമാനസംഖ്യ = 3, T, ^3H), എന്നിവയാണു് ഹൈഡ്രജൻ ഐസോട്ടോപ്പുകളും. ഇവയിൽ സാധാരണ ഹൈഡ്രജന്റെ (^1H) അണുകേന്ദ്രത്തിൽ ഒരു പ്രോട്ടോൺ മാത്രമാണുള്ളതു്. എന്നാൽ ഡ്യൂട്ടെറിയത്തിന്റെ അണുകേന്ദ്രത്തിൽ ഒരു പ്രോട്ടോണും 1 ന്യൂട്രോണും ഉണ്ടു്; ട്രിറ്റിയത്തിന്റേതിൽ 1 പ്രോട്ടോണും രണ്ടു ന്യൂട്രോണും.

ഡ്യൂട്ടെറിയം: ഭൗതിക അണുഭാരനിർണയവും രാസ അണുഭാരനിർണയവും തമ്മിൽ അൽപം വ്യത്യാസം കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതിനെത്തുടർന്നു് ബർജ്ജും മെൻസലും (Birge and Minzel) 1931–ൽ, ഹൈഡ്രജനിൽ ഭാരക്കൂടുതലുള്ള ഒരു ഐസോട്ടോപ്പു് ഉണ്ടെന്നു് നിർദേശിച്ചു. അക്കൊല്ലം തന്നെ യൂറെ, ബ്രിക്വെഡ്ഡു്, മർഫി (Urey, Brickwedde, Murphe) എന്നിവർ സ്പെക്ട്രോസ്കോപ്പിൽ കൂടി അനുമാനം തെളിയിച്ചു. ഇവരാണു് ഡ്യൂട്ടെറിയം എന്ന പേർ നൽകിയതു്. സാധാരണ ഹൈഡ്രജനിൽ 6900–ൽ ഒരു ഭാഗം ഡ്യൂട്ടെറിയം കലർന്നിട്ടുണ്ടു്. ജലത്തിലും ഈ തോതിൽ D_2O (ഡ്യൂട്ടെറിയം ഓക്സൈഡു്, ഘനജലം, heavy water) ഉണ്ടു്. 1932–ൽ യൂറെയും വാഷ്ബേണും കൂടി ജലം അനുസ്യൂതമായി വിദ്യുദപഘടനം ചെയ്തപ്പോൾ സാധാരണ ജലം (H_2O) കൂടുതൽ വേഗത്തിൽ വിഘടനം ചെയ്യപ്പോകുന്നതിനാൽ അവശേഷിക്കുന്ന ദ്രാവകത്തിൽ ഘനജലം കൂടുതലുണ്ടെന്നു് കണ്ടുപിടിച്ചു. 1933 ൽ ജി. എൻ. ലൂയിസും മക്ഡൊനാൾഡും ശുദ്ധമായ ഘനജലം ഉല്പാദിപ്പിച്ചു. ഘനജലത്തിൽ നിന്നാണു് ഡ്യൂട്ടെറിയം നിർമിക്കുന്നതു്. ഉദാഹരണമായി ഘനജലം തുള്ളികളായി സോഡിയത്തിൽ വീഴ്ത്തിയും, ഘനജലം വിദ്യുദപഘടനം ചെയ്തും D_2 ലഭ്യമാകുന്നു.

$$2\ D_2O + 2\ Na \longrightarrow 2\ NaOD + D_2$$

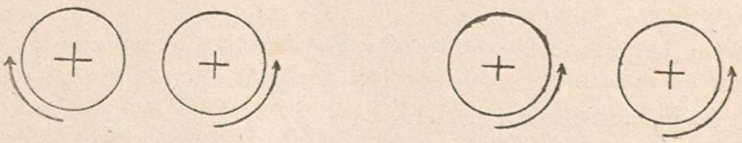
ഹൈഡ്രജൻ യൗഗികങ്ങൾക്കെല്ലാം സദൃശങ്ങളായ ഡ്യൂട്ടെറിയം യൗഗികങ്ങളും ഉണ്ട്. അവ തമ്മിൽ ഭൗതികഗുണങ്ങളിൽ വ്യത്യാസം ഉണ്ടായിരിക്കും. സാധാരണഹൈഡ്രജനേക്കാൾ ഘനത്വം, ഉരുകൽനില ലീനതാപം (latent heat) തുടങ്ങിയവ ഡ്യൂട്ടെറിയത്തിനു കൂടുതലാണു്. ഇതുപോലെ സാധാരണജലത്തിന്റെതിൽ നിന്നു് അൽപം ഭിന്നമായ ഗുണധർമങ്ങളാണു് ഘനജലത്തിനുള്ളതു്.

രാസഗുണധർമങ്ങളിൽ ഹൈഡ്രജനും ഡ്യൂട്ടെറിയവും തമ്മിൽ കാരമായ വ്യത്യാസമില്ലെങ്കിലും ഡ്യൂട്ടെറിയം ഹൈഡ്രജനോളം തന്നെ ക്രിയാശീലമുള്ളതല്ല. ഘനജലം ന്യൂക്ലിയർ റിയാക്ടറുകളിലും ട്രേസർപഠനങ്ങളിലും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

ട്രിറ്റിയം; ഈ ഐസോട്ടോപ്പു വളരെ നിസ്സാരമായ അളവിൽ പ്രകൃതിയിൽ ഉണ്ടെന്നു് അനുമാനിക്കപ്പെടുന്നു. ചില ന്യൂക്ലിയർ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഈ ഐസോട്ടോപ് ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടു്. ഇതു് ഒരു റേഡിയോ ആക്ടീവു് പദാർഥമാണു്.

ഓർഥോഹൈഡ്രജനും പാരാഹൈഡ്രജനും

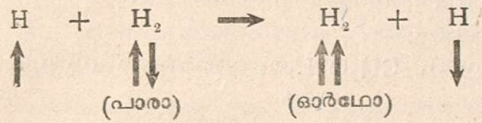
ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്ര H_2 ആണല്ലോ. അതായതു് രണ്ടു് ഹൈഡ്രജൻ അണുകേന്ദ്രങ്ങളും (പ്രോട്ടോൺ) ചേർന്നാണു് H_2 ഉണ്ടാകുന്നതു്. ഇതിൽ ഉള്ള ഓരോ അണുകേന്ദ്രത്തിനും ചക്രണം (spin) ഉണ്ടു്. ഈ വിശേഷഗുണത്തെ ഭ്രമണത്തോടു് ഉപമിക്കാം. തന്മാത്രകളിൽ ഉള്ള രണ്ടു അണുകേന്ദ്രങ്ങളും ഒരേ ദിശയിൽ ചക്രണം ഉള്ളവയാണെങ്കിൽ ആ ഹൈഡ്രജനു് ഓർഥോഹൈഡ്രജൻ എന്നും, ചക്രണം പരസ്പരം വിപരീത ദിശയിലാണെങ്കിൽ അതിനു് പാരാഹൈഡ്രജൻ എന്നും പറയുന്നു. (ചിത്രം 23_6)



പാര (ചിത്രം 2_6) ഓർഥോ

ഈ രണ്ടുതരം തന്മാത്രകളും തമ്മിൽ രാസഗുണധർമങ്ങളിലും ചില ഭൗതികഗുണധർമങ്ങളിലും വ്യത്യാസം ഇല്ല. എന്നാൽ വിശിഷ്ടതാപം (specific heat), ഉരുകൽനില, തിളനില മുതലായവയിൽ വ്യത്യാസമുണ്ടു്. ഹൈഡ്രജന്റെ ലീനതാപത്തിലുള്ള ചില പ്രത്യേകതകൾക്കു് വിശദീകരണം നൽകുന്നതിനു് 1927_ൽ ഇപ്രകാരം രണ്ടുതരം ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്രകൾ ഉണ്ടായിരിക്കണമെന്നു് ഡെന്നിസൺ (Dennison) അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. 1929_ൽ ഇവയുടെ അസ്തിത്വം സമർഥിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്തു. ഹൈഡ്രജൻ കേവലതാപനിലയോടടുത്തു് തണുപ്പിച്ചാൽ ഓർഥോഹൈഡ്രജൻ പാരാഹൈഡ്രജനായിത്തീരുന്നു. ദ്രാവകഹൈഡ്രജന്റെ താപനിലയിൽ ഹൈഡ്രജൻ കരിയിൽ അധിശോഷണം ചെയ്യുമ്പോൾ മിക്കവാറും ശുദ്ധമായ പാരാഹൈഡ്രജൻ

ജൻ ലഭിക്കുന്നു. സാധാരണഹൈഡ്രജൻ ഓർത്തോഹൈഡ്രജനും പാരാഹൈഡ്രജനും തമ്മിലുള്ള സന്തുലിതമിശ്രിതമാണു്. ഇതിൽ 3 ഭാഗം ഓർത്തോഹൈഡ്രജനും 1 ഭാഗം പാരാഹൈഡ്രജനും ഉണ്ടായിരിക്കും. താപനില കൂട്ടുമ്പോൾ ഓർത്തോഹൈഡ്രജന്റെ അളവു് കൂട്ടുന്നു. ശുദ്ധമായ ഓർത്തോഹൈഡ്രജൻ നിർമിക്കാൻ ഇനിയും സാധിച്ചിട്ടില്ല. പാരാഹൈഡ്രജനും അണുഹൈഡ്രജനും തമ്മിൽ സംഘട്ടനം ചെയ്യിച്ചാൽ ഓർത്തോഹൈഡ്രജൻ കിട്ടുന്നു.



ഇവ രണ്ടും തമ്മിൽ താപചാലകതയിലുള്ള വ്യത്യാസം ഉപയോഗിച്ചു് ഓരോന്നിന്റെയും ശതമാനം നിർണയിക്കാവുന്നതാണു്.

അണുഹൈഡ്രജൻ

ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്രകം താണ മർദത്തിൽ ചൂടാക്കിയാൽ ഉന്നതതാപനിലകളിൽ ഉഷ്ണദിശീയമായി വിയോജിക്കുന്നു.

$$H_2 \rightleftharpoons 2\,H - 102.8 \text{ കി കലോറി}$$

4000° C-ൽ അന്തരീക്ഷ മർദത്തിൽ ഹൈഡ്രജൻ 61 % വിയോജിച്ചിരിക്കുന്നു. 4000° C-ൽ 1 മി മീ മർദത്തിൽ 99.9% വിയോജിക്കുന്നു. 2000° C-ൽ അന്തരീക്ഷമർദത്തിൽ 0.33 % വിയോജനവും 1 മി മീ മർദത്തിൽ 8.7% വിയോജനവും ഉണ്ടായിരിക്കും.

അണുഹൈഡ്രജൻ നിർമിക്കാനുള്ള ഒരു മാർഗം ലാങ്മ്യർ (Langmuir) കണ്ടുപിടിച്ചു. ഒരു ടങ്സ്റ്റൻ ആക്കിൽകൂടി ഹൈഡ്രജൻ പായിച്ചാൽ അണുഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ ഈ അണുക്കളം ആർക്കിനു് അൽപം ദൂരത്താകുമ്പോൾ പുനഃസംയോജിക്കുന്നതിനാൽ അത്യധികം താപം ഉണ്ടാകുകയും അത്യുഷ്ണമുള്ള ഒരു ജ്വാല കിട്ടുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$2\,H \longrightarrow H_2 + 102.8 \text{ കി കലോറി}$$

ഈ തത്വം ഉപയോഗിച്ചാണു് അണുഹൈഡ്രജൻടോർച്ചു് പ്രവർത്തിക്കുന്നതു്. ഇതിന്റെ ജ്വാലയ്ക്കു് 4000°C താപനിലയുണ്ടായിരിക്കും. അതിനാൽ ലോഹങ്ങളും വിളക്കുന്നതിനു് ഏറ്റവും പറ്റിയതാണിതു്. മാത്രമല്ല ഹൈഡ്രജൻ ഉള്ളതു കൊണ്ടു് ലോഹങ്ങൾക്കു് ഓക്സീകരണം ഉണ്ടാകുന്നുമില്ല.

അണുഹൈഡ്രജൻ വളരെ വീര്യമുള്ള ഒന്നാണു്. ഉദാഹരണമായി അതു് ഓക്സിജനുമായിച്ചേർന്നു് ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡുണ്ടാകുന്നു. ഫോസ്ഫറസ്, ആർസനിക്, സൽഫർ എന്നിവയുമായി സാധാരണ താപനിലയിൽ സംയോജിക്കുന്നു.

ഹൈഡ്രജന്റെ ടെസ്റ്റുകൾ

1. വളരെ മങ്ങിയ നീലനിറമുള്ള ജ്വാലയോടു കൂടി കത്തുന്നു.
2. വായുവിൽ കത്തുമ്പോൾ ജലം ഉണ്ടാകുന്നു.

3. ഏറ്റവും ഘനത്വം കുറഞ്ഞ വാതകമാണ്.
4. പലേഡിയത്തിൽ അധിശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.
5. കത്തലിനെ അനുവദിക്കുന്നില്ല.

ഹൈഡ്രജന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

1. ഓക്സി-ഹൈഡ്രജൻ ബ്ലോപൈപ്പ്,
2. ബലൂണുകളിൽ നിറയ്ക്കുന്നതിനു്,
3. അണുഹൈഡ്രജൻ ടോർച്ചിൽ,
4. HCl, NH_3, വനസ്പതി, CH_3OH മുതലായവയുടെ വ്യാവസായിക നിർമാണത്തിൽ.
5. ചില ഓക്സൈഡുകളെ നിരോക്സീകരിച്ചു് ലോഹം നിർമിക്കുന്നതിനു്.
6. ചില യൗഗികങ്ങളെ നിർമിക്കുമ്പോൾ നിരോക്സീകരണത്തിനു് നവജാത ഹൈഡ്രജനാണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.

(ഉദാ: എസ്റ്ററുകളിൽ നിന്നു് ആൽക്കഹോളുകളെ ഉണ്ടാക്കുമ്പോൾ).

അഭ്യാസങ്ങൾ

1. കിപ്പ് ഉപകരണം വിവരിച്ചു് അതിന്റെ പ്രയോജനം വിശദമാക്കുക. ഇതിൽ ഹൈഡ്രജൻ എങ്ങനെ നിർമിക്കാം?
2. താഴെ പറയുന്ന വസ്തുതകളെ തെളിയിക്കുന്നതിനുള്ള പരീക്ഷണങ്ങളെ ചുരുക്കി എഴുതുക.

(a) അലൂമിനിയവും NaOH-ഉം തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവർത്തിച്ചു് ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

(b) ഹൈഡ്രജൻ വായുവിൽ കത്തുമ്പോൾ ജലം ഉണ്ടാകുന്നു.

(c) ഹൈഡ്രജൻ വായുവിനെക്കാൾ ഘനത്വം കുറഞ്ഞതാണു്.

(d) നവജാതഹൈഡ്രജൻ സാധാരണഹൈഡ്രജനെക്കാൾ രാസവീര്യമുള്ളതാണു്.

(e) ഹൈഡ്രജൻ കത്തലിനെ അനുവദിക്കുന്നില്ല.

3. വൻതോതിലുള്ള ഹൈഡ്രജൻനിർമാണമാർഗങ്ങളെ പറ്റി ഉപന്യസിക്കുക.

4. ഹൈഡ്രജന്റെ പ്രധാന ഗുണങ്ങൾ ഏവ? വ്യാവസായികമായി ഹൈഡ്രജന്റെ പ്രയോജനങ്ങൾ ഏവ ?

5. സമീകരണങ്ങളെ പൂർത്തിയാക്കുക.

(a) $H_2 + CuO \longrightarrow$
(b) $Si + NaOH + \longrightarrow$
(c) $Cl_2 + \longrightarrow HCl$
(d) $Al + \longrightarrow AlCl_3 + H_2$.
(e) $C_2H_2 + \longrightarrow C_2H_4$.

(f) $Ca + H_2 \longrightarrow$

(g) $Fe + H_2O \rightleftharpoons$

(h) $\longrightarrow CO + H_2$.

(i) $Zn + KOH \longrightarrow$

6. താഴെ പറയുന്നവ ഏതെന്നു് വിശദമാക്കുക.

അധിധാരണം, നവജാതഹൈഡ്രജൻ, ഡ്യൂട്ടെറിയം, ഓർഥോഹൈഡ്രജൻ ഹൈഡ്രോജനേഷൻ, അണുഹൈഡ്രജൻ ടോർച്ചു്, വനസ്പതി.

7. ശുദ്ധമായ ഹൈഡ്രജൻ നിർമിക്കുന്നതെങ്ങനെ ?

8. ഉരുകിയ NaH ഇലക്ടോലൈസ്ചെയ്യുമ്പോഴും ഹൈഡ്രജൻ ആനോഡിൽ ആണു് ഉണ്ടാകുന്നതു്. എന്തുകൊണ്ടു്?

3

ഓക്സിജൻ

പ്രതീകം: O
സൂത്രം : O_2

അണുസംഖ്യ: 8
അണുഭാരം: 16

ചരിത്രം

ഓക്സിജൻ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതു് ശാസ്ത്രചരിത്രത്തിലെ അതിപ്രധാനമായ ഒരു സംഭവമാണു്. രസതന്ത്രത്തെസംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ആധുനികയുഗത്തിന്റെ ആരംഭമായിരുന്നു അതു്. ദഹനം, ശ്വാസോച്ഛ്വാസം, ലോഹങ്ങളുടെ ഭസ്മീകരണം എന്നിവയിലെല്ലാം വായുവിന്റെ പങ്കു് എന്താണെന്നു് ശരിക്കു മനസ്സിലാക്കുന്നതിനു് വളരെക്കാലത്തെ ഗവേഷണങ്ങളും ആവശ്യമായിരുന്നു. ഈ ദിശഗവേഷണങ്ങൾക്കിടയിലാണു് ശാസ്ത്രം വഴിതെറ്റിപ്പോയതു്. ഒരു പദാർഥം വായുവിൽ കത്തുമ്പോൾ 'ഫ്ളോജിസ്റ്റൺ' എന്ന ഒരു വസ്തു അതിൽ നിന്നു് വായുവിലേക്കു് പോകുന്നു എന്നും, ലോഹങ്ങളിൽ നിന്നു് ഫ്ളോജിസ്റ്റൺ പോകുമ്പോൾ ആണു് അവയുടെ ഭസ്മങ്ങൾ (calxes) ഉണ്ടാകുന്നതെന്നും മറ്റും സങ്കൽപിക്കപ്പെട്ടു. തൽഫലമായി ഒരുവിധം എല്ലാ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിലും ഈ ഫ്ളോജിസ്റ്റൺ കടന്നുകൂടി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ വല്ലാതെ കുഴയ്ക്കുകയും ഏകദേശം ഒരു നൂറ്റാണ്ടു് കാലത്തേക്കു് രസതന്ത്രത്തിന്റെ പുരോഗതിയെ തടയുകയും ചെയ്തിട്ടുണ്ടു്. എന്നാൽ 17–ാം ശതകത്തിൽത്തന്നെ, വായുവിലെ ഒരു ഭാഗം മാത്രമാണു് ദഹനത്തിലും ശ്വാസോച്ഛ്വാസത്തിലും പങ്കുവഹിക്കുന്നതെന്നും ഈ പദാർഥം നൈറ്ററിൽ (പൊട്ടാസിയം നൈട്രേറ്റ്) അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു എന്നും റോബർട്ട് ഹുക്ക് (Robert Hooke), ജോൺ മേയോ (John Mayow) എന്നീ ഇംഗ്ലീഷു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അനുമാനിച്ചിരുന്നു. ദഹനത്തെയും ശ്വാസോച്ഛ്വാസത്തെയും സാധിപ്പിക്കുന്ന വായുവിലെ ഈ ഘടകത്തെ ''നൈട്രസ്വായു'' (Nitrous air) എന്നു് ഹുക്കും, ''നൈട്രോ–വായു–സ്പിരിറ്റ്'' (nitroaerial spirit) എന്നു ജോൺ മേയോവും വിളിച്ചു. ഉരുകിയ നൈറ്ററിൽ പദാർഥങ്ങളും കൂടുതൽ ഉഗ്രമായി

കയ്യുന്നതിനാൽ അതിൽ ഈ പദാർഥം ധാരാളമായി അടങ്ങിയിരിക്കണമെന്നും മറ്റും ജോൺ മേയോ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്നും തെളിയിച്ചിട്ടുണ്ട്. എന്നാൽ മേയോ ഓക്സിജൻ കണ്ടുപിടിച്ചില്ല. 1772-ൽ ഷീലെയാണു് ഓക്സിജൻ ആദ്യമായി നിർമിച്ചതു്. ''അഗ്നിവായു'' (fire air) എന്നു വിളിക്കപ്പെട്ട ഈ വാതകം നൈറ്റർ, ചില ലോഹഓക്സൈഡുകളും മുതലായവ ചൂടാക്കിയാണു് ഷീലെ നിർമിച്ചതു്. ഈ വസ്തുത അറിയാതെ തന്നെ 1774-ൽ ജോസഫ് പ്രീസ്റ്റ്ലിയും ഓക്സിജൻ കണ്ടുപിടിച്ചു. മെർക്കറിക് ഓക്സൈഡ് ചൂടാക്കിയാണു് പ്രീസ്റ്റ്ലി ''ഡിഫ്ലോജിസ്റ്റിക്കേറ്റഡ് വായു'' എന്നു വിളിക്കപ്പെട്ട ഓക്സിജൻ നിർമിച്ചതു്. ഓക്സിജൻ ഒരു മൂലകമാണെന്നു് തെളിയിച്ചതു് (1775—1777) ലവോയ്സിയേ ആണു്. അദ്ദേഹമാണു് ഈ വാതകത്തിനു് ''ഓക്സിജൻ'' എന്ന പേർ നൽകിയതു്. ആസിഡുകളിൽ എല്ലാം ഈ മൂലകം അടങ്ങിയിരിക്കണമെന്ന അദ്ദേഹത്തിന്റെ തെറ്റായ സിദ്ധാന്തമാണു് ഈ പേരിന്റെ പിന്നിൽ ഉള്ളതു്. (ആസിഡിനെ ജനിപ്പിക്കുന്നതു് എന്ന അർഥമാണു് ഓക്സിജൻ എന്ന പദത്തിനുള്ളതു്.)

ഉപസ്ഥിതി

ഭൂമിയിൽ ഏറ്റവും അധികമുള്ള മൂലകമാണു് ഓക്സിജൻ. (49.5%) യൗഗികാവസ്ഥയിലും മൂലകാവസ്ഥയിലും ഇതു് ധാരാളമായി കാണുന്നു.

അന്തരീക്ഷവായുവിൽ 21 % (വ്യാപ്തം) ഓക്സിജൻ ഉണ്ടു്. വളരെ തുച്ഛമായ തോതിലേ ഉള്ളൂ എങ്കിലും ഒട്ടുവളരെ ഓക്സിജൻ ഭൂപ്രതലത്തിലുള്ള ജലത്തിൽ ലയിച്ചുകിടക്കുന്നു. ജലാശയങ്ങളിലുള്ള ജീവജാലങ്ങൾക്കു് ഈ ഓക്സിജനാണു് ഉതകുന്നതു്. ജീവികൾക്കു് അത്യന്താപേക്ഷിതമായതിനാൽ ഇതിനു് ''പ്രാണവായു'' എന്ന പേർ അന്വർഥമായിരിക്കുന്നു.

യൗഗികാവസ്ഥയിൽ ജലത്തിലും പല കാർബണികയൗഗികങ്ങളിലും അസംഖ്യം ഖനിജങ്ങളിലും ഓക്സിജൻ ധാരാളം ഉണ്ടു്. സിലിക്കേറ്റുകളും, കാർബണേറ്റുകളും, സൽഫേറ്റുകളും, ഓക്സൈഡുകളും, ഫോസ്ഫേറ്റുകളും, നൈറ്റർ എന്നിങ്ങനെ അനവധി ഖനിജങ്ങളിലും പാറകളിലും (SiO_2) ഓക്സിജൻ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

16, 17, 18 വീതം അണുഭാരങ്ങളുള്ള മൂന്നു് ഐസോടോപ്പുകളാണു് ഓക്സിജനുള്ളതു്. ഇവയിൽ O^{16}, 99.76 ശതമാനത്തോളം ഉണ്ടു്.

ഉൽപാദനമാർഗങ്ങൾ

(a) ഓക്സൈഡുകളുടെ വിയോജനം:—ഒരു മൂലകവും ഓക്സിജനും ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന യൗഗികമാണു് ഓക്സൈഡ്. ഇവയിൽ പലതും വിയോജനവിധേയമാണു്. ചില ഓക്സൈഡുകളെ ചൂടാക്കിയും ചിലതു് അനായോജ്യമായ ലായകത്തിൽ അലിയിച്ചു് വിദ്യുദ്വിശ്ലേഷണം ചെയ്തും വിയോജിപ്പിക്കാം.

സിൽവർ ഓക്സൈഡ് (Ag_2O), മെർക്കറിക് ഓക്സൈഡ് (HgO) എന്നിവ ചൂടാക്കുമ്പോൾ പൂർണമായി വിയോജിക്കുന്നു.

$$2\,Ag_2O \longrightarrow 4\,Ag + O_2$$
$$2\,HgO \longrightarrow 2\,Hg + O_2$$

ഈ ഓക്സൈഡുകളെ ഒരു ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിൽവെച്ച് ചൂടാക്കി അതിനുള്ളിൽ അറ്റത്ത് കനലുള്ള ഈർക്കിൽ കടത്തുമ്പോൾ അത് കത്തിപ്പിടിക്കുന്നതായി കാണാം. ഓക്സിജന്റെ സാന്നിധ്യത്തിനു ഈ പരിശോധന ഉപയോഗിക്കുന്നു. ജലം അല്പം ആസിഡോ ആൽക്കലിയോ ചേർത്ത് വിദ്യുദ്പഘടനം ചെയ്യുമ്പോൾ ആനോഡിൽ ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാകുന്നു. അലൂമിനിയം ഓക്സൈഡ് ഉരുക്കിയ ക്രയോലൈറ്റിൽ അലിയിച്ച് വിദ്യുദ്പഘടനം ചെയ്യുമ്പോൾ ആനോഡിൽ ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

ചില ഓക്സൈഡുകൾ ചൂടാക്കുമ്പോൾ അവ ഭാഗികമായി വിയോജിക്കുന്നു. ഉദാ: ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ്, ലെഡ് ഡൈഓക്സൈഡ്, മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡ്, ബേരിയം പെറോക്സൈഡ്.

$$2BaO_2 \longrightarrow 2BaO + O_2$$

ബേരിയം പെറോക്സൈഡ് — ബേരിയം മോണോക്സൈഡ്

$$2PbO_2 \rightleftarrows 2PbO + O_2$$

ലെഡ് മോണോക്സൈഡ്

$$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$$

(b) **ഓക്സൈഡുകളിൽ നിന്നു ഓക്സിജൻ വിസ്ഥാപനം:** ചില മൂലകങ്ങളും ഓക്സൈഡുകളിൽ നിന്നു ഓക്സിജനെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു. ഉദാഹരണമായി ക്ലോറിൻ വാതകത്തെ ജലത്തിൽ ലയിപ്പിച്ചുകിട്ടുന്ന ലായനി (ക്ലോറിൻ ജലം) സൂര്യപ്രകാശത്തിൽ വെച്ചിരുന്നാൽ ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2Cl_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HCl + O_2$$

ക്ലോറിനും നീരാവിയും കലർന്ന മിശ്രിതം ചുട്ടുപഴുത്ത സിലിക്കാ കഴലിൽ കൂടി കടത്തിയാലും ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാകും.

കാൽസിയം ഓക്സൈഡ് ചൂടാക്കി അതിൽകൂടി ക്ലോറിൻ കടത്തുമ്പോൾ ഓക്സിജൻ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

$$2Cl_2 + 2CaO \longrightarrow 2CaCl_2 + O_2$$

കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ്

ഫ്ളൂറിൻ ജലവുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2F_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HF + O_2$$

(c) **ധാരാളം ഓക്സിജൻ അടങ്ങിയ യൗഗികങ്ങളിൽ നിന്നു:** ധാരാളം ഓക്സിജൻ അടങ്ങിയ പല യൗഗികങ്ങളും ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിയോജിച്ച് ഓക്സിജൻ തരുന്നു. നൈട്രേറ്റുകൾ, ക്ലോറേറ്റുകൾ, പെർക്ലോറേറ്റുകൾ, പെർമാൻഗനേറ്റുകൾ, പൊട്ടാസിയം ഡൈക്രോമേറ്റ് മുതലായവ ഇത്തരത്തിൽ വിയോജനം ചെയ്യുന്നവയാണു. ചില സൽഫേറ്റുകളുടെ വിയോജനത്താലും ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

സോഡിയം നൈട്രേറ്റും പൊട്ടാസിയം നൈട്രേറ്റും ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിയോജനം ചെയ്യപ്പെട്ട് ഓക്സിജൻ വാതകം ലഭ്യമാക്കുന്നു. നൈട്രേറ്റുകൾ അവശേഷിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$2KNO_3 \longrightarrow 2KNO_2 + O_2$$

ഇതുപോലെ പൊട്ടാസിയം ക്ലോറേറ്റും പൊട്ടാസിയം പെർക്ലോറേറ്റും വിയോജിച്ച് ഓക്സിജനും പൊട്ടാസിയം ക്ലോറൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2\ KClO_3 \longrightarrow 2\ KCl + 3\ O_2$$

$$KClO_4 \longrightarrow KCl + 2\ O_2$$

ലെഡ് നൈട്രേറ്റ് $Pb(NO_3)_2$ ചൂടാക്കുമ്പോൾ നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡും (തവിട്ടുനിറമാണിതിന്ന്) ഓക്സിജനും വാതകരൂപത്തിൽ കിട്ടുന്നു. PbO അവശേഷിക്കുന്നു. NO_2, O_2 മിശ്രിതത്തിൽ നിന്ന് NO_2 തണുപ്പിച്ച് ദ്രവീകരിക്കാം. വാതകമിശ്രിതം ഐസിൽ തണുപ്പിച്ച ഒരു കഴലിൽകൂടി കടത്തിയാൽ NO_2 അതിൽ ദ്രവീകരിക്കപ്പെടുകയും O_2 മാത്രം ബഹിർഗമിക്കുകയും ചെയ്യും.

$$2\ Pb(NO_3)_2 \longrightarrow 2\ PbO + 2\ NO_2 \uparrow + O_2 \uparrow$$

പൊട്ടാസിയം പെർമാൻഗനേറ്റ് ചൂടാക്കുമ്പോഴും ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2KMnO_4 \longrightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$$

പൊട്ടാസിയം മാൻഗനേറ്റ്.

പൊട്ടാസിയം ഡൈക്രോമേറ്റ് ശക്തിയായി ചൂടാക്കുമ്പോഴും ഉണ്ടാകുന്ന വിയോജനവും ഇതുപോലെയാണ്.

$$4K_2Cr_2O_7 \longrightarrow 4K_2CrO_4 + 2Cr_2O_3 + 3O_2$$

(പൊട്ടാസിയം ക്രോമേറ്റ്)

(d) മറ്റു പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ നിന്ന്: പല പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിലും ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. സോഡിയം പെറോക്സൈഡും ജലവും കൂടി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡും ഓക്സിജനും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2Na_2O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4NaOH + O_2.$$

അതുപോലെ Na_2O_2 കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും സോഡിയം കാർബണേറ്റും ഓക്സിജനും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2Na_2O_2 + 2CO_2 \longrightarrow 2Na_2CO_3 + O_2.$$

ബ്ലീച്ചിങ്ങ് പൗഡർ (അലക്കുകുമ്മായം) വെള്ളത്തിൽ കലക്കി അല്പം കോബാൾട്ട് ക്ലോറൈഡ് ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോഴും ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാകുന്നു. കോബാൾട്ട് ലവണത്തിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന അല്പം കോബാൾട്ട് ഓക്സൈഡ് ഇതിൽ ഉൽപ്രേരകമായിത്തീരുന്നുണ്ട്.

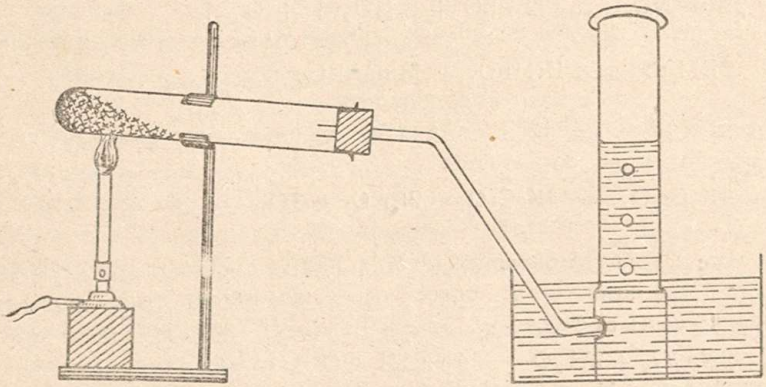
$$2CaOCl_2 \longrightarrow 2CaCl_2 + O_2.$$

ലാബറട്ടറി നിർമാണം

ലാബറട്ടറിയിൽ ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാക്കുന്നതു സാധാരണമായി പൊട്ടാസിയം ക്ലോറേറ്റിന്റെ വിയോജനംകൊണ്ടാണ്. ചൂടാക്കുമ്പോഴും ഈ പദാർഥം ഉരുകുകയും കൂടുതൽ ശക്തിയായി ചൂടാക്കുമ്പോഴും വിയോജനം ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യും. എന്നാൽ മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ഈ വിയോജനം വളരെ എളുപ്പത്തിൽ നടക്കുന്നു ('ഉൽപ്രേരണം' നോക്കുക). $KClO_3$-ൽ നിന്ന് അതിന്റെ ഉരുകൽനിലയിലും വളരെ താണ താപനിലയിൽ തന്നെ ധാരാളം ഓക്സിജൻ ഉൽപ്രേരകപ്രവർത്തനംകൊണ്ട് ലഭിക്കുന്നു.

പൊടിച്ച പൊട്ടാസിയം ക്ലോറേറ്റും മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡും 5:1 എന്ന അനുപാതത്തിൽ കലർത്തിയ മിശ്രിതമാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത് (ഓക്സി

ജൻ മിശ്രിതം). ഒരു ഹാർഡ് ഗ്ലാസ് പരീക്ഷണക്കുഴലിൽ ഓക്സിജൻ മിശ്രിതം എടുത്തു് ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ സജ്ജീകരിക്കുക. കുഴൽ ഒരു ദ്വാരമുള്ള കോർക്കു കൊണ്ടു് അടയ്ക്കുക. ദ്വാരത്തിൽക്കൂടി ഒരു നിർഗമനനാളി ഉറപ്പിച്ചു് അതിന്റെ മറ്റേ അറ്റം ജലത്തിനടിയിൽ വെച്ചിട്ടുള്ള വാതകഷെൽഫിനകത്തു് കടത്തിവയ്ക്കുക. ഹാർഡ് ഗ്ലാസ് കുഴൽ അല്പം മുമ്പോട്ടു് ചരിച്ചുവയ്ക്കണം. കുഴൽ ഒരു ബർണർ കൊണ്ടു് ക്രമേണ ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഓക്സിജൻ ലഭിക്കുകയും ജലത്തിൽക്കൂടി കുമിളകൾ ഉയരുകയും ചെയ്യും. ആദ്യം വരുന്ന വാതകം ട്യൂബിലുണ്ടായിരുന്ന വായുവായിരിക്കും. കുറെ വാതകം കളഞ്ഞശേഷം ജലം നിറച്ച ഒരു വാതകജാർ ഷെൽഫിനു് മീതെ കമഴ്ത്തിവെച്ചു് ഓക്സിജൻ സംഭരിക്കുക. (ഹൈഡ്രജൻ നിർമാണംപോലെ).



(ചിത്രം 3_1)

നിയന്ത്രിതമായി ചൂടാക്കിയാൽ ഓക്സിജൻനിർഗമനവേഗം ക്രമീകരിക്കാവുന്നതാണു്. [മുന്നറിയിപ്പു്: ചില MnO_2 സാമ്പിളുകളിൽ കരിയും ആൻറിമണി സൽഫൈഡും അപദ്രവ്യങ്ങളായി കാണാറുണ്ടു്. ഇവ $KClO_3$ യുമായി ഉഗ്രമായ സ്ഫോടനം ഉണ്ടാക്കും. ശുദ്ധമായ MnO_2 — മാത്രമേ ഈ പരീക്ഷണത്തിൽ ഉപയോഗിക്കാൻ പാടുള്ളൂ.]

ഓക്സിജന്റെ വ്യാവസായിക നിർമാണം

1. ഇലക്ട്രോളിറ്റിക് ഓക്സിജൻ: നേർപ്പിച്ച സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് വിദ്യുദ്വിശ്ലേഷണം ചെയ്തു് ഹൈഡ്രജൻ വൻതോതിൽ നിർമിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയിൽ ആനോഡിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഓക്സിജനെ ശേഖരിക്കുന്നു. വ്യാവസായികമായി ആകെ ആവശ്യമുള്ള ഓക്സിജന്റെ വളരെ ചെറിയ ശതമാനം മാത്രമാണു് ഈ രീതിയിൽ നിർമിക്കുന്നതു്.

2. ബ്രിൻ-പ്രക്രിയ

ഒരു കാലത്തു് ഓക്സിജൻ നിർമാണത്തിനു് ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന ഒരു രാസപ്രക്രിയയാണിതു്. ഉന്നത മർദത്തിൽ ബേരിയം മോണോക്സൈഡിൽക്കൂടി വായു (ശുദ്ധീകരിച്ചതു്, CO_2 ഇല്ലാത്തതു്) കടത്തിവിടുമ്പോൾ ബേരിയം പെറോക്സൈഡു

ണ്ടാകുന്നു. മഞ്ഞനിറം വരെ ചൂടാക്കിക്കൊണ്ടാണ് ഇപ്രകാരം ചെയ്യുന്നത്. BaO വായുവിൽ നിന്നു ഓക്സിജനെ അവശോഷണം ചെയ്യുന്നു.

$$2\,BaO + O_2 \longrightarrow 2\,BaO_2$$

അടുത്തതായി ബേരിയം പെറോക്സൈഡ് ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഓക്സിജൻ നിർഗമിക്കുന്നു.

$$2\,BaO_2 \longrightarrow 2\,BaO + O_2$$

അവശേഷിക്കുന്ന ബേരിയം ഓക്സൈഡ് വീണ്ടും ഉപയോഗിക്കാം.

3 : ദ്രവീകൃതവായുവിൽ നിന്നു: ഓക്സിജൻ മിക്കപ്പോഴും വായുവിൽ നിന്നു തന്നെയാണുണ്ടാക്കുന്നത്. വായു, ധൂളിയും കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡും നീരാവിയും മാറ്റിയ ശേഷം ദ്രവീകരിക്കപ്പെടുന്നു. ഇതിൽ നൈട്രജൻ, ഓക്സിജൻ, അക്രിയവാതകങ്ങളും എന്നിവയാണുള്ളത്. ഇവയിൽ അക്രിയവാതകങ്ങളും തുച്ഛമായ അളവിൽ മാത്രമേയുള്ളു. ദ്രവവായു ആംശികമായി വാറ്റുമ്പോൾ ഓക്സിജനും നൈട്രജനും വെവ്വേറെ ലഭിക്കുന്നു.

വായുവിനെ ദ്രവമാക്കുന്നതിനു രണ്ടു പ്രധാന മാർഗങ്ങളാണുപയോഗിക്കുന്നത്. ഉന്നത മർദത്തിൽ ശക്തിയായി തണുപ്പിച്ചാണു വാതകങ്ങളും ദ്രവീകരിക്കുന്നത്. വായു തണുപ്പിക്കുന്നതിനു രണ്ടു തന്ത്രങ്ങളും ഉണ്ടു.

(a) ലിൻഡേ-പ്രക്രിയയിൽ (Linde 's Process) ഉയർന്ന മർദത്തിൽ നിന്നു വായു ഒരു സരന്ധ്രപ്രഷ്ഠത്തിൽകൂടി മർദം കുറഞ്ഞ മണ്ഡലത്തിലേക്കു പ്രവഹിപ്പിക്കുന്നു, ഇങ്ങനെയുള്ള ഒരു വാതകം വികസിക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ താപനില കുറയുന്നു. ഇതിനു ജൂൾ–തോംസൺ പ്രഭാവം (Joule-Thomson effect) എന്നാണു പറയുന്നത്. ഇപ്രകാരം അല്പം തണുപ്പിച്ച വായുവിനെക്കൊണ്ടു പ്രക്രിയക്കു വിധേയമാക്കാനുള്ള വായുവിനെ തണുപ്പിക്കുന്നു. ഈ തണുത്ത വായുവിനെ വികസിപ്പിച്ചു പിന്നേയും തണുപ്പിക്കാം. കൂടുതൽ തണുത്ത വായു ഉപകരണത്തിനുള്ളിലേക്കു വരുന്ന വായുവിനെ കൂടുതൽ തണുപ്പിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ തുടരുമ്പോൾ ഒരു ഘട്ടത്തിൽ വായു ദ്രവീഭവിക്കുന്നു.

(b) ക്ലോഡേ-പ്രക്രിയയിൽ (Claude's Process) മർദിതമായ വായുവിന്റെ വികാസമാണു ശീതളനത്തിനുപയോഗിക്കുന്നത്. വാതകങ്ങളും പെട്ടെന്നു വികസിക്കുമ്പോൾ അവ തണുക്കും. തന്നെയല്ല ഈ വാതകത്തെക്കൊണ്ടു ഒരു യന്ത്രത്തിൽ പ്രവൃത്തിചെയ്യിപ്പിക്കുന്നതുമുണ്ടു. ഇപ്രകാരം തണുപ്പിച്ച വായുള്ളിലേക്കു വരുന്ന വായുവിനെ തണുപ്പിക്കുകയും ക്രമേണ ദ്രവവായു ലഭിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ദ്രവവായുവിലുള്ള ഘടകങ്ങളിൽ തിളനില കൂടുതലുള്ളതു ഓക്സിജനാണു. പ്രത്യേക തരത്തിലുള്ള ആംശീകരണസ്തംഭങ്ങളും (fractionating columns) ഉപയോഗിച്ചു വാറ്റുമ്പോൾ സ്തംഭത്തിന്റെ ചുവട്ടിൽ ഓക്സിജൻ വേർതിരിഞ്ഞു കിട്ടുന്നു. മുകളിൽ നൈട്രജനും ലഭിക്കും.

ഓക്സിജന്റെ ഗുണധർമങ്ങൾ

ഭൗതികം: നിറവും മണവും രുചിയും ഇല്ലാത്ത വാതകമാണു ഓക്സിജൻ. വായുവിനെക്കാളും അല്പം കൂടുതൽ ഘനത്വം ഉണ്ടു. ജലത്തിൽ അല്പമായ

ലേയത്വമേ ഉള്ളൂ. ഓക്സിജനാണു് ശ്വാസോച്ഛ്വാസം സാധ്യമാക്കുന്നതു്. ഉരുകൽ നില—218.4° C. തിള നില—183° C. ദ്രവഓക്സിജനു് ഇളം നീലനിറം ഉണ്ടു്. ഖരഓക്സിജനും നീലനിറമാണുള്ളതു്. ദ്രവഓക്സിജനിൽ O_4 തന്മാത്രകളും ഉണ്ടെന്നു് വിശ്വസിക്കപ്പെടുന്നു. ഓക്സിജൻ സ്വയം കത്തുന്നില്ല. എന്നാൽ മിക്ക പദാർഥങ്ങളും ഓക്സിജനിൽ കത്തുന്നു. വായുവിൽ കത്തുന്ന എല്ലാംതന്നെ ഓക്സിജനിൽ ഉഗ്രതരമായി കത്തുന്നു. തന്നെയല്ല അവ പെട്ടെന്നു് കത്തിത്തീരുകയും ചെയ്യും. ദഹനം വായുവിൽ അത്യുഗ്രമാകാതിരിക്കുന്നതു് നൈടജൻ കലർന്നിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണു്.

രാസികം: വളരെ രാസവീര്യമുള്ള മൂലകമാണു് ഓക്സിജൻ. മിക്ക മൂലകങ്ങളുമായും ഓക്സിജൻ നേരിട്ടു് സംയോജിക്കുന്നു.

(a) ഓക്സിജനിൽ കത്തുന്ന മൂലകങ്ങൾ

കാർബൺ, സൽഫർ, ഫോസ്ഫറസ് മുതലായ അലോഹങ്ങളും വായുവിൽ കത്തിച്ചു് ഓക്സിജൻജാറിലേക്കു് ഇറക്കിയാൽ അവ കൂടുതൽ ശോഭയോടുകൂടിയും ഉഗ്രമായ ജ്വാലയോടുകൂടിയും കത്തുന്നു.

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$
$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$
$$P_4 + 5\,O_2 \longrightarrow 2\,P_2O_5$$

ഇതിൽ കാർബൺ ഉയർന്ന താപനിലയിലും നിയന്ത്രിതമായ ഓക്സിജൻ ലഭ്യതയിലും കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് ആയിത്തീരുന്നു.

$$2\,C + O_2 \longrightarrow 2\,CO.$$

ഹൈഡ്രജൻ ഓക്സിജനിൽ കത്തുന്നു. ഹൈഡ്രജൻ–ഓക്സിജൻ മിശ്രിതം ചൂടാക്കുകയോ കത്തിക്കുകയോ ചെയ്താൽ സ്ഫോടനമുണ്ടാകും.

$$2\,H_2 + O_2 \longrightarrow 2\,H_2O$$

കത്തുന്ന സോഡിയം ഓക്സിജനിൽ കൂടുതൽ ഉജ്വലമായ മഞ്ഞനിറത്തോടുകൂടി കത്തുന്നു. അപ്പോൾ സോഡിയം പെറോക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2\,Na + O_2 \longrightarrow Na_2O_2.$$

ചൂടാക്കിയ ഇരുമ്പുകമ്പി (പഴുപ്പിച്ച) ഓക്സിജനിൽ കത്തുന്നു.

$$3\,Fe + 2\,O_2 \longrightarrow Fe_3O_4.$$

കത്തുന്ന മഗ്നീഷ്യം കണ്ണഞ്ചിപ്പിക്കുന്ന ഉഗ്രമായ ജ്വാലയോടുകൂടി ഓക്സിജനിൽ കത്തുന്നു; അപ്പോൾ മഗ്നീഷ്യം ഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2\,Mg + O_2 \longrightarrow 2\,MgO.$$

Al, Zn മുതലായ ലോഹങ്ങളും ഓക്സിജനിൽ കത്തുന്നു.

ഇപ്രകാരം മിക്ക ലോഹങ്ങളും അലോഹങ്ങളും ഓക്സിജനിൽ കത്തുമ്പോൾ അവയുടെ ഓക്സൈഡുകളുണ്ടാകുന്നു.

(b) ചില മൂലകങ്ങൾ ഓക്സിജനിൽ കത്തുന്നില്ലെങ്കിലും ഓക്സിജനിൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ അവയുടെ ഓക്സൈഡുണ്ടാകുന്നു.

$$2Cu + O_2 \longrightarrow 2CuO$$

$$2Pb + O_2 \longrightarrow 2PbO.$$

$$N_2 + O_2 \rightleftarrows 2NO.$$

വായു ഒരു ഇലക്ട്രിക് ആർക്കിൽ കൂടി കടത്തിയാൽ N_2, O_2 എന്നിവ തമ്മിൽ സംയോജിച്ച് NO ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം നൈട്രിക് ആസിഡ് നിർമാണത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(c) യൗഗികങ്ങൾ

പല യൗഗികങ്ങളും ഓക്സിജനുമായി സംയോജിക്കുകയോ ഓക്സിജനിൽ കത്തുകയോ ചെയ്യുന്നു. ഓക്സിജനിൽ കത്തുന്ന യൗഗികങ്ങളും (ദ്രാവകം, ദ്രവം, ഖരം എന്നീ അവസ്ഥകളിൽ ഉള്ള പല യൗഗികങ്ങളും) നാം ഇന്ധനങ്ങളായുപയോഗിക്കുന്നു. അമോണിയ ഓക്സിജനിൽ കത്തി N_2, H_2O എന്നിവയുണ്ടാകുന്നു.

$$4NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2N_2 + 6H_2O$$

$$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2.$$

CO ഓക്സിജനിൽ നീലനിറത്തോടുകൂടി കത്തുന്നു.

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow 2H_2O + CO_2$$

$$2C_6H_6 + 15O_2 \longrightarrow 12CO_2 + 6H_2O$$

$$2H_2S + 3O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2SO_2$$

മിക്ക കാർബണികയൗഗികങ്ങളും ഓക്സിജനിലും വായുവിലും കത്തി CO_2, H_2O എന്നിവയുണ്ടാകുന്നു.

ഓക്സിജനിൽ കത്തുന്നില്ലെങ്കിലും ചില യൗഗികങ്ങളും ഓക്സിജനുമായി പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ ഏർപ്പെടുന്നു.

നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് ഓക്സിജനുമായി സാധാരണ താപനിലയിൽ സംയോജിച്ച് തവിട്ടുനിറമുള്ള നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകും.

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

BaO വായുവിലൊ ഓക്സിജനിലൊ ചൂടാക്കിയാൽ BaO_2 ആകും. $2BaO + O_2 \longrightarrow 2BaO_2$ സൾഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് പ്ലാറ്റിനം മുതലായ ഉൽപ്രേരകങ്ങളുടെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ ഓക്സിജനുമായി സംയോജിക്കുന്നു.

$$2SO_2 + O_2 \overset{Pt}{\rightleftarrows} 2SO_3$$

സൾഫൈഡുകൾ ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$2ZnS + 3O_2 \longrightarrow 2ZnO + 2SO_2.$$

ഓക്സിജന്റെ ടെസ്റ്റുകൾ

(a) നിറവും മണവും ഇല്ലാത്ത വാതകമാണ്.

(b) അറ്റത്തിൽ കനലുള്ള ഒരു ഈർക്കിൽ ഓക്സിജനിൽ കത്തിപ്പിടിക്കുന്നു.

(c) നിറമില്ലാത്ത നൈട്രിക് ഓക്സൈഡുമായി തവിട്ടുനിറമുള്ള NO_2 ഉണ്ടാകുന്നു.

(d) ആൽക്കലിയിൽ ലയിപ്പിച്ച പൈറോഗാലോളം ഓക്സിജനെ അവശോഷണം ചെയ്യും.

ഓക്സിജന്റെ പ്രയോജനങ്ങൾ

(a) ശ്വാസോച്ഛ്വാസം ദഹനം എന്നിവ ഓക്സിജൻ കൊണ്ടാണ് സാധിക്കുന്നത്.

(b) ഓക്സി-ഹൈഡ്രജൻ, ഓക്സി-അസെറിലീൻ ബ്ലോപൈപ്പുകളിൽ ഹൈഡ്രജൻ അഥവാ അസെറിലീൻ ഓക്സിജനുമായി കലർത്തി കത്തിച്ചുകിട്ടുന്ന അത്യുഷ്ണജ്വാല കൊണ്ട് വെൽഡനം നടത്തുന്നു.

(c) കൃത്രിമ ശ്വാസോച്ഛ്വാസത്തിനും ആശുപത്രികളിൽ ഓക്സിജൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(d) അമോണിയയുടെ ഓക്സീകരണത്തിലും SO_2 ഓക്സീകരിച്ച് SO_3 ഉണ്ടാക്കുന്നതിലും ഓക്സിജൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(e) റോക്കറ്റുകളിൽ ദ്രവഹൈഡ്രജനും ദ്രവഓക്സിജനും ആണ് ഇന്ധനങ്ങൾ.

(f) ബഹിരാകാശസഞ്ചാരികളും സമുദ്രത്തിനടിയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നവരും പർവതാരോഹകന്മാരും ശ്വസിക്കുന്നതിനു ഓക്സിജൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. വ്യാവസായിക ഓക്സിജനിൽ 85 ശതമാനത്തോളം ബ്ലോപൈപ്പുകളിലാണുപയോഗിക്കുന്നത്.

ഓക്സൈഡുകളും അവയുടെ വർഗീകരണവും

ഒരു മൂലകവും ഓക്സിജനും ചേർന്നുള്ള യൗഗികങ്ങളാണ് ഓക്സൈഡുകൾ. ഇവയെ രാസഗുണധർമങ്ങളനുസരിച്ച് തരംതിരിക്കാറുണ്ട്.

1. **അമ്ലഓക്സൈഡുകൾ:** ജലത്തിൽ ലയിച്ച് അല്ലെങ്കിൽ ജലവുമായി മറെറാരു തരത്തിൽ സംയോജിച്ച് അമ്ലം ഉണ്ടാക്കുന്ന ഓക്സൈഡുകളാണിവ. മിക്ക അലോഹ ഓക്സൈഡുകളും ഇക്കൂട്ടത്തിൽ പെടുന്നു. ആൽക്കലികളുമായി ഇവ ലവണങ്ങൾ നൽകുന്നു.

ഉദാ: SO_2, SO_3, N_2, O_5, CO_2

$$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$$
$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$
$$N_2O_5 + H_2O \longrightarrow 2\,HNO_3$$
$$CO_2 + 2\,NaOH \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$

ഒരു ആസിഡിൽ നിന്നും ജലം മാറുമ്പോൾ അവശേഷിക്കുന്ന ഓക്സൈഡുകളാണ് ആസിഡ് അൻഹൈഡ്രൈഡുകൾ. ചില ഓക്സൈഡുകൾ ജലവുമായി രണ്ട് ആസിഡുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇവയാണ് മിശ്ര-അൻഹൈഡ്രൈഡുകൾ.

ഉദാഹരണം:—

$$2\,NO_2 + H_2O \longrightarrow \underset{\text{നൈട്രസ് ആസിഡ്}}{HNO_2} + \underset{\text{നൈട്രിക് ആസിഡ്}}{HNO_3}$$

2. **ബേസിക് ഓക്സൈഡുകൾ:** ആസിഡുകളുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ലവണവും ജലവും ഉണ്ടാക്കുന്ന ഓക്സൈഡുകളാണ് ഇവ. മിക്ക ലോഹഓക്സൈഡുകളും ബേസുകളാണ്. ഉദാ: Na_2O, CaO, PbO, CuO മുതലായവ.

$$Na_2O + 2HCl \longrightarrow H_2O + 2NaCl$$
$$CaO + 2HNO_3 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O$$
$$CuO + 2HCl \longrightarrow CuCl_2 + H_2O$$
$$PbO + 2HNO_3 \longrightarrow Pb(NO_3)_2 + H_2O$$

ഇവയിൽ ചിലതും ജലത്തിൽ ലയിച്ചു് ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളായിത്തീരുന്നു (ആൽക്കലികൾ). $Na_2O + H_2O \longrightarrow 2\,NaOH$

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

3. ഉഭയധർമി-ഓക്സൈഡുകൾ: ആസിഡുകളേയും ആൽക്കലികളേയും ഉദാസീനീകരിച്ചു ലവണവും ജലവും ഉണ്ടാകുന്ന ഓക്സൈഡുകളാണു് ഉഭയധർമികൾ. ചില ലോഹങ്ങളുടെ ഓക്സൈഡുകൾ ഉഭയധർമികളാണു്. ഉദാഹരണമായി ZnO ആസിഡുകളിൽ ലയിച്ചു് സിങ്കു്ലവണങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു.

$$ZnO + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2O.$$

അതുപോലെ ആൽക്കലികളിൽ ലയിച്ചു് സിങ്കേറേറു് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2\,NaOH + ZnO \longrightarrow \underset{\text{സോഡിയം}}{Na_2} \underset{\text{സിങ്കേറേറു്}}{ZnO_2} + H_2O.$$

ഇതുപോലെ അലൂമിനിയം ഓക്സൈഡു്, സ്റ്റാനിക്ഓക്സൈഡു് എന്നിവയും ഉഭയധർമികളാണു്.

$$Al_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$$
$$Al_2O_3 + 6NaOH \longrightarrow \underset{\text{സോഡിയം}}{2Na_3} \underset{\text{അലൂമിനേറ്റു്}}{AlO_3} + 3H_2O$$

ഇത്തരം ഓക്സൈഡുകൾ പ്രബല ആസിഡുകളോടു് ബേസുകളായും പ്രബല ബേസുകളായ ആൽക്കലികളോടു് ആസിഡുകളായും പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

4. ഉദാസീനഓക്സൈഡുകൾ: അമ്ലഗുണമോ ബേസിക്ഗുണമോ ഇല്ലാത്ത ഉദാസീനങ്ങളായ ഓക്സൈഡുകളാണിവ. (പെറോക്സൈഡുകളല്ലാത്തവ.) ജലം (H_2O), നൈട്രിക് ഓക്സൈഡു് (NO), കാർബൺ മോണോക്സൈഡു് (CO), നൈട്രസ് ഓക്സൈഡു് (N_2O) ഇവയെല്ലാം ഉദാസീന ഓക്സൈഡുകളാണു്.

5. ലവണ ഓക്സൈഡുകൾ: ചില ഓക്സൈഡുകൾ ഒരു ബേസിക് ഓക്സൈഡും ഒരു അമ്ലഓക്സൈഡും ചേർന്നുണ്ടാകുന്നതായി കരുതാം. ഒരേ ലോഹത്തിന്റെ ഓക്സിജൻ കൂടുതലുള്ള ഓക്സൈഡു് അമ്ലീയം ആയും ഓക്സിജൻ കുറവുള്ളതു് ബേസിക് ആയും കരുതപ്പെടുന്നു. ഉദാഹരണം മാഗ്നറിക് അയേൺ ഓക്സൈഡു് (ഫെറോസോഫെറിക് ഓക്സൈഡു് Fe_3O_4) ഫെറസ് ഓക്സൈഡും ഫെറിക് ഓക്സൈഡും (FeO, Fe_2O_3) ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന ലവണംപോലെ കരുതാം.—

$$Mn_3O_4 = MnO \cdot Mn_2O_3$$

ഇവ ആസിഡുകളുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും രണ്ടു് ഓക്സൈഡുകളിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തങ്ങളായ രണ്ടു ലവണങ്ങളും ഉണ്ടാകും. Pb_3O_4 (റെഡ്ലെഡു്) ലെ

ഡ് മോണോക്സൈഡും ലെഡ് ഡൈഓക്സൈഡും ചേർന്നുണ്ടാകുന്നതായി കരുതാം— $2PbO.PbO_2$.

നൈട്രിക് ആസിഡുമായി Pb_3O_4 പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ PbO_2 അവക്ഷേപമുണ്ടാകുന്നു.

$$Pb_3O_4 + 4\ HNO_3 \longrightarrow 2\ Pb(NO_3)_2 + 2H_2O + PbO_2$$

6. സബ് ഓക്സൈഡുകൾ: സാധാരണ ഓക്സൈഡിനേക്കാൾ കുറവായ് ഓക്സിജൻ അടങ്ങിയ ഓക്സൈഡുകളെയാണ് സബ്ഓക്സൈഡ് എന്നു പറയുന്നത്. ഉദാഹരണമായി കാർബൺ ഓക്സൈഡുകളിൽ സാധാരണമായുള്ള CO, CO_2 എന്നിവയാണല്ലോ. ഇതിലും കുറവായി ഓക്സിജൻ ഉള്ള C_3O_2 എന്നതു കാർബൺ സബ് ഓക്സൈഡാണു്. ഇതുപോലെ PbO ആണു് സാധാരണ (നോർമൽ) ലെഡ് ഓക്സൈഡ്.

Pb_2O—ലെഡ് സബ് ഓക്സൈഡ്.

7. ഉച്ചതര ഓക്സൈഡുകൾ: ഇവയിൽ സാധാരണ ഓക്സൈഡിനെക്കാൾ കൂടുതൽ ഓക്സിജൻ ഉണ്ടായിരിക്കും.

മൂലകം	നോർമൽഓക്സൈഡ്	ഉച്ചതരഓക്സൈഡ്
Pb	PbO	PbO_2
Na	Na_2O	Na_2O_2
H	H_2O	H_2O_2
Mn	MnO, Mn_2O_3	MnO_2

ഉച്ചതര ഓക്സൈഡുകൾ രണ്ടുതരമുണ്ട്.

(a) പെറോക്സൈഡുകൾ (സൂപ്പർ ഓക്സൈഡുകൾ): ഇവ യഥാർത്ഥത്തിൽ ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡിന്റെ ലവണങ്ങളാണു്. ഇവയിൽ പെറോക്സൈഡ് ഗ്രൂപ്പുണ്ടു്—[—O—O—]. ഇവ നേർത്ത ആസിഡുകളുമായി പ്രവർത്തിച്ചു് ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ് തരുന്നു.

ഉദാ: $Na_2O_2 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O_2$

$BaO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + H_2O_2$

(b) പോളിഓക്സൈഡുകൾ: (ഡൈഓക്സൈഡുകൾ) ഇവയിൽ നിന്നു് ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡുണ്ടാകുന്നില്ല.

ഉദാ: PbO_2 (ലെഡ് ഡൈഓക്സൈഡ്)

MnO_2 (മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡ്)

ഓക്സീകരണവും നിരോക്സീകരണവും

(അധ്യായം 17 നോക്കുക)

അഭ്യാസങ്ങൾ

1. ദഹനത്തിൽ (combustion) ഓക്സിജന്റെ സ്ഥാനം എന്തു്?

2. താഴെ പറയുന്ന പദാർഥങ്ങൾ വായുവിൽ കത്തുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന ഉല്പന്നങ്ങൾ എന്തെല്ലാം? സമീകരണങ്ങൾ നൽകുക.

(a) CO (b) S (c) CH_4 (d) Sb_2S_3 (e) CS_2 (f) P_4 (g) H_2

3. ഓക്സിജൻ നിർമാണം ലാബറട്ടറിയിലും വ്യവസായശാലയിലും എങ്ങിനെ സാധിക്കുന്നു?

ഓക്സിജന്റെ വ്യാവസായിക ഉപയോഗങ്ങളും ഏവ?

4. (a) ഓക്സൈഡ് എന്നാൽ എന്തു് ? അവയെ എപ്രകാരം വർഗീകരിക്കാം എന്നു് വിശദീകരിക്കുക.

(b) താഴെ പറയുന്ന ഓക്സൈഡുകളും ഏതു വിഭാഗത്തിൽ പെടുന്നു എന്നു് കാരണസഹിതം വ്യക്തമാക്കുക.

PbO, PbO_2, Pb_3O_4, Pb_2O.

N_2O, NO, NO_2, N_2O_3, N_2O_5

CO_2, CO, C_3O_2.

Na_2O, Na_2O_2, CaO, BaO_2, BaO.

FeO, Fe_2O_3 Fe_3O_4.

H_2O, H_2O_2, Al_2O_3, SnO, SnO_2.

5. താഴെ പറയുന്ന യൗഗികങ്ങളും ചൂടാക്കുമ്പോളും എന്തുണ്ടാകുമെന്നു് വിവരിക്കുക:—

$KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$, HgO, KNO_3, $Pb(NO_3)_2$,
$KClO_3$, MnO_2, $KBrO_3$ BaO_2, H_2O_2

6. ഒരു വാതകം ഓക്സിജനോ ഹൈഡ്രജനോ ആണു്. ഇവയിൽ ഏതാണെന്നു് നിങ്ങളും എങ്ങനെ കണ്ടുപിടിക്കും ?

7. ഒരു പദാർഥം ചൂടാക്കുമ്പോളും ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാകുമോ എന്നു് എങ്ങനെ പരിശോധിക്കാം?

8. ജലത്തിൽ നിന്നു് എങ്ങനെ ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാക്കാം?

1 കിലോഗ്രാം ജലത്തിൽ നിന്നു് എത്ര ഓക്സിജൻ കിട്ടും ?

9. ഓക്സിജനും അലോഹങ്ങളും തമ്മിലുള്ള സംയോജനത്തെപ്പറ്റി ചുരുക്കി എഴുതുക. ഇവയിൽ വ്യാവസായികപ്രാധാന്യമുള്ളവ പ്രത്യേകം സൂചിപ്പിക്കുക.

10. താഴെപ്പറയുന്ന പദാർഥങ്ങളും ഓക്സിജനുമായി പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കാനുള്ള പരിതസ്ഥിതികളും, പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിലെ ഉൽപന്നങ്ങളും എന്നിവ വിശദമാക്കുക.

(a) CO (b) BaO (c) NO (d) CH_4
(e) NH_3 (f) ZnS (g) SO_2.

4

ജലം

ഖരം, ദ്രാവകം, വാതകം എന്നീ മൂന്നു് അവസ്ഥകളിലും പ്രകൃതിയിൽ സുലഭമായികാണുന്ന ഏകയൗഗികമാണു് ജലം. ഭൂമിയിലെ ജീവിതത്തിനു തന്നെ പ്രകൃതിയിലുള്ള ജലവും അതിന്റെ പ്രത്യേകതകളും ആണു് ആധാരം. നമ്മുടെ ശരീരത്തിന്റെ ഭൂരിഭാഗവും ജലമാണു്. ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും ചേർന്നുള്ള ഈ പദാർഥം മൂലകമാണെന്നു് ഒരു കാലത്തു് വിശ്വസിച്ചിരുന്നു. എന്നുതന്നെയല്ല എല്ലാ പ്രകൃതിവസ്തുക്കളിലും ജലം അടങ്ങിയിരിക്കുന്നതായും പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ നിലനിൽപിനു് ജലമാണു് നിദാനമെന്നും പൌരാണിക ഗ്രീക്കുകാർ കരുതി. ഭൂമിയുടെ ഭൂരിഭാഗവും ജലാവൃതമാണല്ലോ. ജലാശയങ്ങളിലും വെള്ളച്ചാട്ടങ്ങളിലും നദികളിലും മറ്റുമുള്ള ദ്രാവകജലവും ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിലും ശീതമേഖലകളിലും ഉള്ള മഞ്ഞുകട്ടകളും അന്തരീക്ഷത്തിലുള്ള ജലബാഷ്പവും (ഈർപ്പം) ഭൂഗർഭത്തിലുള്ള ജലവും ഭൂമിയിലെ ശീതോഷ്ണാവസ്ഥയേയും മറ്റനവധി പ്രതിഭാസങ്ങളെയും എത്രമാത്രം നിയന്ത്രിക്കുന്നുണ്ടെന്നു് ചിന്തിക്കുമ്പോൾ ജലത്തിന്റെ പ്രാധാന്യം അന്യാദൃശമാണെന്നു കാണാം. കൃഷിക്കും വ്യവസായങ്ങൾക്കും ദൈനംദിനാവശ്യങ്ങൾക്കും എല്ലാം അത്യന്താപേക്ഷിതമാണു് ജലം. ഒരാൾ പ്രതിദിനം ശരാശരി 50 ഗാലനോളം ജലമാണുപയോഗിക്കുന്നതു്. ശുദ്ധജലവിതരണം നമ്മുടെ മൗലികമായ ഒരു പ്രശ്നവുമാണു്. ജനപ്പെരുപ്പം കൃഷിവികസനം, വ്യവസായങ്ങളുടെ പുരോഗതി ഇങ്ങനെ പല കാരണങ്ങൾ കൊണ്ടും ശുദ്ധജലം കൂടുതൽ ദുർലഭമായി വരുന്നുണ്ടു്. വികസിതരാജ്യങ്ങൾക്കുപോലും ഇതു് ഒരു തലവേദനയായിരിക്കുന്നു. പ്രകൃതിയിൽ ഉള്ള ജലത്തിൽ ഭൂരിഭാഗവും സമുദ്രത്തിലായതിനാൽ ശുദ്ധജലപ്രശ്നം പരിഹരിക്കുന്നതിനു് സമുദ്രജലത്തിന്റെ ആദായകരമായ സംസ്കരണം സാധിക്കണം. ജലസംരക്ഷണവും വിതരണവും പ്രകൃതിതന്നെയാണു് ചെയ്തുപോരുന്നതു്. എന്നാൽ ഇന്നു് പ്രകൃതിയെമാത്രം മുഴുവൻ വിശ്വസിച്ചിരുന്നാൽ സാധ്യമല്ലെന്നായിക്കഴിഞ്ഞു. വ്യവസായശാലകളും മറ്റും സ്ഥാപിക്കുമ്പോൾ സ്ഥലനിർണയത്തിൽ ശ്രദ്ധിക്കേണ്ട ഒരു മുഖ്യസംഗതി ജലത്തിന്റെ ലഭ്യതയാണല്ലോ.

ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും (അഥവാ വായു) കലർത്തിയ മിശ്രിതം സ്ഫോടനം ചെയ്യിക്കുമ്പോൾ ജലം ഉണ്ടാകുന്നതായി 1781-ൽ നടത്തിയ നിരീക്ഷണം മൂലം

കണ്ടറിഞ്ഞു് പ്രീസ്റ്റ്ലിയും വാഗ്ടൈറും ആണു് അതു ഒരു യൗഗികമാണെന്നു് ആദ്യമായി തെളിയിച്ചതു്. ഈ കാലഘട്ടത്തിൽതന്നെ കവെൻഡിഷ് നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്നു് 2.01:1 എന്ന വ്യാപ്താനുപാതത്തിൽ ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും ജലത്തിൽ സംയോജിച്ചിട്ടുള്ളതായി അനുമാനിച്ചു. 1785-ൽ ലവോയ്സിയേ ആണു് ജലം H_2O_2 എന്നിവ മാത്രം ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന യൗഗികമാണെന്നു് തെളിയിച്ചതു്. 1800-ൽ നിക്കോൾസൺ, കാർലൈൽ എന്നിവർ ജലത്തെ വിദ്യുദപഘടനം ചെയ്തു് ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും നിർമിച്ചു. ഇങ്ങനെപ്രഥമമായി നടത്തപ്പെട്ട വിദ്യുദപഘടനം ആയിരുന്നു ഇതു്. 1806-ൽ സർ ഹംഫ്രി ഡേവിയുടെ ഗവേഷണങ്ങളും ജലത്തിന്റെ ഘടനയെപ്പറ്റി നിശ്ചിതമായ തെളിവുകളും നൽകി. തുടർന്നു് ജലത്തിന്റെ സംഘടനം സൂക്ഷ്മമായി നിർണയിക്കപ്പെട്ടുകയും ചെയ്തു.

ഉപസ്ഥിതി: പ്രകൃതിയിൽ ശീതമേഖലകളിൽ ഖരരൂപത്തിലും (മഞ്ഞുകട്ട) മറ്റിടങ്ങളിലും ഭൂഗർഭത്തിലും ദ്രവാവസ്ഥയിലും വായുവിലും ഭൂഗർഭത്തിലും ബാഷ്പരൂപത്തിലും ജലം കാണുന്നു. പ്രകൃതിജലങ്ങളും എല്ലാം അശുദ്ധമാണു്. ഇവയെ പൊതുവെ നാലായി തരംതിരിക്കാം.

മഴവെള്ളം: ജലാശയങ്ങളിലെ ജലം ആവിയായിത്തീർന്നതിനുശേഷം ഘനീഭവിച്ചാണല്ലോ മഴ പെയ്യുന്നതു്. അതായതു് മഴവെള്ളം പ്രകൃതിയിൽതന്നെ സേദനം ചെയ്യപ്പെട്ടതാണു്. അതിനാൽ ശുദ്ധമായിരിക്കണം. എന്നാലും അന്തരീക്ഷത്തിലുള്ള അപദ്രവ്യങ്ങളും മഴവെള്ളത്തിൽ അലിഞ്ഞു ചേർന്നിട്ടുണ്ടായിരിക്കും. കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ്, അല്പം അമോണിയ, നൈട്രിക് ആസിഡ്, അന്തരീക്ഷത്തിലുള്ള ധൂളികളും മുതലായവയാണു് ഈ അപദ്രവ്യങ്ങളും. വ്യവസായശാലകളുടെ നികടപ്രദേശങ്ങളിൽ മറ്റു മാലിന്യങ്ങളും ചേർന്നിരിക്കും. ആദ്യത്തെ മഴ കഴിഞ്ഞു് പെയ്യുന്ന മഴവെള്ളം കൂടുതൽ ശുദ്ധിയുള്ളതായിരിക്കും. കാറിന്റെ ബാറ്ററികളിലും മറ്റും ഒഴിക്കുന്നതിനു് വാറ്റിയ ജലത്തിനു് പകരമായി ചിലർ തുറന്ന സ്ഥലത്തു് ശേഖരിച്ച മഴവെള്ളം ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ടു്. നദികളിലും കുളങ്ങളിലും കിണറുകളിലും തടാകങ്ങളിലും എല്ലാം മഴവെള്ളം തന്നെയാണു് പെന്നെത്തുന്നതു്. സമുദ്രത്തിലും ഈ വെള്ളം ഒഴുകി എത്തുന്നു. എന്നാൽ ഈ ഒഴുക്കിൽ വന്നുകൂടുന്ന അസംഖ്യം അപദ്രവ്യങ്ങളുംകൂടി വഹിച്ചുകൊണ്ടാണു് ജലം ഒടുവിൽ സമുദ്രത്തിൽ എത്തുന്നതു്.

പുഴവെള്ളവും അരുവികളിലെ വെള്ളവും: പുഴകളും അരുവികളും മഴവെള്ളം ഒഴുകിച്ചേർന്നുണ്ടാകുന്നവയാണു്. ഒഴുക്കിൽപ്പെട്ടുപോകുന്ന അനവധി അലേയങ്ങളായ അപദ്രവ്യങ്ങളും മണ്ണിൽ നിന്നു് ലയിച്ചു ചേരുന്ന ലീനങ്ങളായ അപദ്രവ്യങ്ങളും ഈ വെള്ളത്തിൽ കാണും. ഒഴുകുന്ന പ്രദേശത്തിന്റെ പ്രത്യേകതകളനുസരിച്ചു് അപദ്രവ്യങ്ങളുടെ സ്വഭാവവും പരിമാണവും വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കും. പൊതുവെ പുഴവെള്ളത്തിനു് കലക്കം കൂടുതലായിരിക്കും.

വെള്ളം ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലെ മണൽത്തട്ടുകളിൽ അരിക്കപ്പെട്ടാണു് കിണറ്റിനടിയിൽ എത്തുന്നതു്, അതിനാൽ അലേയങ്ങളായ മാലിന്യങ്ങളും ഇതിൽ ഉണ്ടായിരിക്കുകയില്ല. എന്നാൽ മണ്ണിനടിയിൽ നിന്നു് ധാരാളം

ലേയങ്ങളും വെള്ളത്തിൽ കടന്നുകൂടുന്നു. കുളങ്ങളിലേയും 'ശുദ്ധജല' തടാകങ്ങളിലേയും ജലം കിണറുവെള്ളംപോലെ തന്നെയാണു്. സ്ഥാനഭേദമനുസരിച്ചു് ഇവയിലുള്ള അപദ്രവ്യങ്ങളും അവയുടെ പരിമാണവും വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും.

ഖനിജജലങ്ങളും, ജലധാരകളും

ലോകത്തിന്റെ പലഭാഗത്തും ഉന്നതമർദത്തിൽ ഭൂഗർഭത്തിൽ കൂടുങ്ങിക്കിടക്കുന്ന ജലം ചിലയിടങ്ങളിൽകൂടി ധാരയായി പുറത്തേക്കു് ഒഴുകുന്നു. പ്രത്യേകിച്ചു് പർവതപ്രദേശങ്ങളിലും മറ്റും ഇത്തരം 'ജലധാര'കളും സുലഭമാണു്. ഇവയിൽ മിക്കപ്പോഴും വളരെയധികം ഖനിജപദാർഥങ്ങളും (mineral substances) അലിഞ്ഞിരിക്കും. ഖനിജങ്ങളും കൂട്ടുതലുള്ള ഇത്തരം ജലത്തെയാണു് ഖനിജജലം എന്നു പറയുന്നതു്. ചിലയിടങ്ങളിൽ ഉഷ്ണജലധാരകളും കാണപ്പെടുന്നു. ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡും, സോഡിയം സൽഫേറ്റും, മഗ്നീഷ്യം സൽഫേറ്റും മുതലായ ചില പദാർഥങ്ങളും അടങ്ങിയ ഖനിജജലങ്ങൾക്കു് ഔഷധവീര്യമുണ്ടു്.

സമുദ്രജലം: പ്രകൃതിജലങ്ങളിൽ ഏറ്റവും അശുദ്ധമായതു സമുദ്രജലമാണു് പ്രത്യേകിച്ചു് ലീന അപദ്രവ്യങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ. പുഴകളും മറ്റും കൊണ്ടുവന്നു ചേർക്കുന്ന മാലിന്യങ്ങളും കടലിൽ തങ്ങുന്നു. സമുദ്രജലം ആവിയാകുമ്പോഴും അവ അതിൽ തന്നെ കിടക്കുന്നു. സമുദ്രജലത്തിന്റെ സംഘടനം സ്ഥല-കാലഭേദങ്ങളനുസരിച്ചു് വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കും. ഏകദേശം 3 6% ലീനപദാർഥങ്ങളും സമുദ്രജലത്തിൽ ഉണ്ടു്. ഇതിൽ 2 6 ശതമാനത്തോളം കുറിയുപ്പാണു് (സോഡിയം ക്ലോറൈഡ്). സോഡിയം, പൊട്ടാസിയം, കാൽസിയം, മഗ്നീഷ്യം, എന്നീ ലോഹങ്ങളുടെ ക്ലോറൈഡുകളും, സൽഫേറ്റുകളും, ബ്രോമൈഡുകളും, അയൊഡൈഡുകളും, ബൈകാർബണേറ്റുകളും എന്നിവയാണു് സമുദ്രജലത്തിൽ ഉള്ള പ്രധാനപ്പെട്ട ലവണങ്ങളും. സമുദ്രജലത്തിൽ നിന്നു് മഗ്നീഷ്യം, ബ്രോമിൻ, സോഡിയംക്ലോറൈഡ് എന്നിവ വൻതോതിൽ നിർമിക്കുന്നുണ്ടു്.

കുടിക്കാനുള്ള വെള്ളം

വീട്ടാവശ്യങ്ങൾക്കു പാനയോഗ്യമായ (potable) ജലമാണുപയോഗിക്കേണ്ടതു്. ഇതിൽ കുറെ ലീനങ്ങളും അടങ്ങിയിരിക്കണം. എങ്കിൽമാത്രമേ ജലത്തിനു് പെറിയ ഒരു രുചി ഉണ്ടായിരിക്കയുള്ളൂ. എന്നാൽ ആരോഗ്യത്തിനു് ഹാനികരമായതോ, അരുചിയോ ദുർഗന്ധമോ ഉണ്ടാക്കുന്നതോ, കലക്കം ഉണ്ടാക്കുന്നതോ ആയ പദാർഥങ്ങളും ഉണ്ടാകരുതു്.

ജലശുദ്ധീകരണം

പ്രകൃതിജലം കുടിക്കാനും മറ്റും യോഗ്യമാക്കി വിതരണംചെയ്യുക എന്നതു് എല്ലാ നാടുകളിലും വളരെ നിഷ്കർഷയോടും ശ്രദ്ധയോടും നടത്തപ്പെടുന്ന കാര്യമാണു്. എന്നാൽ ഇന്നും ഗ്രാമപ്രദേശങ്ങളിൽ കിണറുവെള്ളവും നദീജലവും നേരിട്ടു് ഉപയോഗിക്കുന്നു. വൻനഗരങ്ങളിലും ടൗണുകളിലും ശുദ്ധജലദൗർലഭ്യമുള്ള മറ്റു സ്ഥലങ്ങളിലും ശുദ്ധജലം പ്രത്യേകം വിതരണം ചെയ്യുന്നുണ്ടു്. കാലക്രമത്തിൽ എല്ലാ സ്ഥലങ്ങളിലും ശാസ്ത്രീയമായി ശുദ്ധീകരിക്കപ്പെട്ട ജലം ലഭ്യമാകുമെന്നു് ആശിക്കാം. ചെറിയ തോതിൽ വീട്ടാവശ്യങ്ങൾക്കു്

ജലം ശുദ്ധിചെയ്യാൻ 'ഫിൽറ്ററുകൾ' (filters) ഉപയോഗിക്കുന്നു. പണ്ടു മുതൽ നമ്മുടെ നാട്ടിൽ നടപ്പുണ്ടായിരുന്ന ഒരുതരം ''അരിപ്പുസമ്പ്രദായം'' സൗകര്യപ്രദമാണു്. ഒന്നിനു താഴെ ഒന്നായി മരംകൊണ്ടുള്ള ചട്ടത്തിൽ വച്ചിട്ടുള്ളതും പുഴുട്ടിൽ ഭാരങ്ങളുള്ളതുമായ കുറെ മൺകലങ്ങൾ മാത്രമേ ഇതിനു് ആവശ്യമുള്ളൂ. ഏറ്റവും മുകളിലുള്ള കലത്തിൽ ശുദ്ധിചെയ്യാനുള്ള വെള്ളം ഒഴിക്കുന്നു. ഈ പാത്രത്തിന്റെ പുഴുട്ടിൽ നല്ലപോലെ കഴുകിയ ചിരട്ടക്കരിയിട്ടിരിക്കുന്നു. കരിയിൽക്കൂടി പോർന്നു് കലത്തിലെ ഭാരത്തിൽ കൂടി വരുന്ന ജലം രണ്ടാമത്തെ പാത്രത്തിൽ അല്പാല്പമായി വീഴുന്നു. രണ്ടാമത്തെ പാത്രത്തിൽ മണലും ചരലും ആണുള്ളതു്. മണൽത്തട്ടിൽ കൂടി അരിച്ചുകിട്ടുന്ന ശുദ്ധജലം പുഴുട്ടിലുള്ള കലത്തിൽ സംഭരിക്കുന്നു. ജലത്തിനു് സുഗന്ധമുണ്ടാക്കാനായി ചിലപ്പോൾ രാമച്ചത്തിൽ കൂടിയും അരിക്കാറുണ്ടു്. ജലത്തിൽ ദുർഗന്ധമുണ്ടാക്കുന്നവയും കലക്കം ഉണ്ടാക്കുന്നവയും ആയ മിക്ക അപദ്രവ്യങ്ങളും ഇത്തരത്തിൽ മാറുന്നു.

ആധുനിക ഗാർഹിക ഫിൽറ്ററുകളിൽ ഏറ്റവും അധികം ഉപയോഗിക്കുന്നതു് ''പാസ്ചർ ഫിൽറ്ററാണു്'', ഇതിൽ രണ്ടു ഭാഗങ്ങൾ ഉണ്ടു്. രണ്ടും പോർസലേൻ പാത്രങ്ങളാണു്. മുകൾഭാഗത്തു് ഒഴിക്കുന്ന വെള്ളം അതിലുള്ള ഗ്ലേസിതമല്ലാത്ത (മിനുക്കാത്ത) മൺകഴലുകളിൽ കൂടി അരിച്ചു് പുഴുട്ടിൽ നിറയുന്നു. കഴലുകളിലെ സൂക്ഷ്മരന്ധ്രങ്ങളിൽ കൂടി അരിച്ചിറങ്ങുന്നതിനാൽ ബാക്ടീരിയയടക്കം ഉൾപ്പെടെയുള്ള അലേയപദാർഥങ്ങളും എല്ലാം ഇത്തരത്തിൽ നീങ്ങുന്നു.

വൻതോതിൽ ജലശുദ്ധീകരണം ചെയ്യുന്നതും ഫിൽറ്ററുകളും കൊണ്ടുതന്നെയാണു്. അപദ്രവ്യങ്ങളടക്കം അടിയിലൂറിച്ചും അരിച്ചും നീക്കിയശേഷം ജലം സ്റ്റെറിലൈസു ചെയ്യുവാൻ (Sterilise) ഓരോ ഘട്ടവും ആസൂത്രണം ചെയ്യപ്പെട്ടിരുന്നതു് ജലത്തിലുള്ള അപദ്രവ്യങ്ങൾക്കനുസൃതമായിട്ടാണു്.

അടിയിക്കൽ: തടാകത്തിൽ നിന്നോ നദികളിൽ നിന്നോ വെള്ളം പമ്പുചെയ്തോ കീഴ്പോട്ടൊഴുക്കിയോ വലിയ ടാങ്കുകളിൽ സംഭരിച്ചുനിർത്തി അതിലെ വലിപ്പമാർന്ന അലേയമാലിന്യകണങ്ങൾ അടിയിക്കുന്നു. തെളിഞ്ഞവെള്ളം മറ്റു ടാങ്കുകളിലേക്കു് ഒഴുകുന്നു. ജലത്തിൽ ഉള്ള കലക്കവും (turbidity) മറ്റു കൊളോയ്ഡീയമാലിന്യങ്ങളും അടിയുന്നതിനായി അല്പം ആലം (പൊട്ടാസിയം അലൂമിനിയം സൽഫേറ്റ്) ചേർക്കുന്നു. ചിലപ്പോൾ അല്പം ചുണ്ണാമ്പു കൂടി ചേർക്കാറുണ്ടു്. ആലം ജലാപഘടനംകൊണ്ടു് അലേയമായ അലൂമിനിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ഉണ്ടാക്കും. ഈ പദാർഥം ക്രമേണ സ്വയം പുഴുട്ടിലേക്കു് അടിയുമ്പോൾ അലേയങ്ങളായ മറ്റെല്ലാ അപദ്രവ്യങ്ങളേയും (അവ കൊളോയ്ഡീയങ്ങളായാൽ പോലും) കൂട്ടത്തിൽ അടിയിക്കുന്നു. അതിനാൽ തെളിഞ്ഞ ജലം ലഭിക്കുന്നു. ഈ ജലത്തെ പിന്നീടു ഫിൽറ്ററുകളിലേക്കു് പമ്പു ചെയ്യുന്നു.

അരിക്കൽ: വളരെ വിസ്താരമുള്ള ടാങ്കുകളാണു് ഫിൽറ്ററുകൾ ആയി ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. ഇവയിൽ ഏറ്റവും പുഴുട്ടിൽ പാറക്കല്ലുകളുടെ ''മെത്ത''യും (bed) അതിനു മുകളിൽ പരുക്കൻ ചരൽകൊണ്ടുള്ള മറ്റൊരു മെത്തയും അതിനും മുകളിൽ ഒരു മണൽമെത്തയും ആണുള്ളതു്. ജലം മുകളിൽ നിന്നു് മണൽ, ചരൽ,

പാറക്കല്ലുകൾ എന്നിവയിൽ കൂടി അരിച്ച് ചുവട്ടിൽ എത്തുന്നു. ചില ഫിൽറ്ററുകളിൽ കരിയും ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. ചിരട്ടക്കരിയാണ് ഉത്തമം. ലയിച്ചിരിക്കുന്ന പല മാലിന്യങ്ങളെയും കരി അധിശോഷണംചെയ്ത് മാറ്റും. അടുത്തതായി ജലം സ്റ്റെറിലൈസലിനു (Sterlisation) വിധേയമാക്കണം.

സ്റ്റെറിലൈസൽ

പല സാംക്രമികരോഗങ്ങളും വെള്ളത്തിൽ കൂടിയാണ് പടർന്നുപിടിക്കുന്നത്. അതിനാൽ ജലം വിതരണം ചെയ്യുന്നതിനുമുമ്പ് അതിൽ ഉണ്ടാകാവുന്ന രോഗാണുക്കളെയെല്ലാം നശിപ്പിക്കുക എന്നതു് അത്യന്താപേക്ഷിതമാണല്ലോ. ഈ പ്രക്രിയയാണ് സ്റ്റെറിലൈസൽ. രാസപദാർഥങ്ങളെക്കൊണ്ടു് രോഗാണുക്കളെ നശിപ്പിക്കാവുന്നതാണ്. എന്നാൽ ഈ പദാർഥങ്ങളും മനുഷ്യന്റെ ആരോഗ്യത്തിനു് ഹാനികരമായിരിക്കരുതു്. രോഗാണുനാശനത്തിനു് ഏറ്റവും പറ്റിയ മാർഗം ഓസോൺ (O_3) ജലത്തിൽ കൂടി കടത്തിവിടുകയാണു്. മറ്റൊരു മാർഗം ''ക്ലോറിനീകരണ''മാണു് (Chlorination). ക്ലോറിൻ വാതകമോ ബ്ലീച്ചിങ്ങ് പൗഡറോ (അലക്കുകുമ്മായം) സോഡിയം ഹൈപോക്ലോറൈറോ ജലത്തിൽ പ്രവേശിപ്പിച്ചാണു് സാധാരണമായി ക്ലോറിനീകരിക്കുന്നതു്. അധികമുള്ള ക്ലോറിൻ കളയുന്നതിനു് വേണ്ടത്ര സോഡിയം സൽഫൈറ്റു് ചേർക്കണം. അംഗാരാമ്ലവാതകം കലർത്തിയ ചുണ്ണാമ്പുവെള്ളം കലർത്തിയാലും രോഗാണുക്കളെ നശിക്കുന്നു.

കഠിനജലവും മൃദുജലവും:

പ്രകൃതിജലങ്ങളെ സോപ്പുമായുള്ള പ്രവർത്തനം ആസ്പദമാക്കി രണ്ടായി തരംതിരിക്കപ്പെട്ടുന്നു.

അൽപം സോപ്പുലായനി ചേർത്തു് കുലുക്കിയാൽ നല്ല പാതയുണ്ടാകുന്ന ജലത്തെ മൃദുജലം എന്നു പറയുന്നു.

സോപ്പുലായനി ചേർത്തു കുലുക്കുമ്പോൾ ധാരാളം പതയുണ്ടാകാതെ ഒരു അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നെങ്കിൽ ആ ജലത്തെ കഠിനജലം എന്നു പറയുന്നു.

കഠിനജലത്തിൽ സോപ്പുമായി രാസപരിവർത്തനത്തിലേർപ്പെട്ടു് അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്ന ചില ലവണങ്ങളും ഉള്ളതിനാലാണു് പത കിട്ടാത്തതു്. സോപ്പുമായി പ്രവർത്തിക്കാത്ത NaCl പോലുള്ള ലവണങ്ങളും അടങ്ങിയ ജലം കഠിനമല്ല. കഠിനജലങ്ങളിൽ സാധാരണമായി കാണുന്നതു് കാൽസിയം, മഗ്നീഷ്യം, അയേൺ എന്നീ ലോഹങ്ങളുടെ സൽഫേറ്റുകളും, ക്ലോറൈഡുകളും, ബൈകാർബണേറ്റുകളും എന്നിവയാണു്.

സ്റ്റിയറിക്, ഒലീക്, പാൽമിറ്റിക് ആസിഡുകളുടെ സോഡിയം ലവണങ്ങളാണല്ലോ സോപ്പുകൾ. ഈ ലവണങ്ങളും കഠിനജലത്തിലുള്ള കാൽസിയം, മഗ്നീഷ്യം അഥവാ ഇതുപോലെ ലവണങ്ങളുമായി പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുമ്പോൾ കാൽസിയംസോപ്പ്, മഗ്നീഷ്യംസോപ്പ് അഥവാ അയേൺസോപ്പ് എന്നീ അലേയങ്ങളായ പദാർഥങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. അങ്ങിനെ സോപ്പ് രാസപരിവർത്തനത്തിൽ നശിക്കുന്നതിനാലാണ് പതയുണ്ടാകാത്തതു്.

സോഡിയം സ്റ്റിയറേറ്റ് + കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ് ⟶ കാൽസിയം സ്റ്റിയറേറ്റ് ↓ + സോഡിയം ക്ലോറൈഡ്.

ജലത്തിലുള്ള ലവണങ്ങളും മുഴവനും പ്രതിപ്രവർത്തനവിധേയമാക്കുന്നതിലധികം സോപ്പു ചെലവാകും. എങ്കിലും അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുകതന്നെ ചെയ്യും.

രണ്ടുതരം കാഠിന്യം: കഠിനജലം തിളപ്പിക്കുമ്പോൾ മൃദുവായിത്തീരുന്നെങ്കിൽ അതിനു് അസ്ഥിരകാഠിന്യം (temporary hardness) എന്നു പറയുന്നു. തിളപ്പിച്ചാലും പോകാത്ത കാഠിന്യമാണു് സ്ഥിരകാഠിന്യം (permanent hardness). ബൈകാർബണേറുകളാണു് കഠിനജലത്തിലുള്ളതെങ്കിൽ കാഠിന്യം താല്ക്കാലികമായിരിക്കും. ഇത്തരം ജലം തിളപ്പിക്കുമ്പോൾ ബൈകാർബണേറുകൾ വിയോജിച്ചു് അലേയങ്ങളായ കാർബണേറുകളാകുന്നതിനാൽ ജലത്തിൽ നിന്നു് അവക്ഷേപമായി വേർതിരിയുന്നു. തന്മൂലം കാഠിന്യവും നശിക്കുന്നു.

$$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O + CO_2 \uparrow$$
$$Mg(HCO_3)_2 \longrightarrow MgCO_3 \downarrow + H_2O + CO_2 \uparrow$$

ക്ലോറൈഡുകളും സൽഫേറുകളും ഇത്തരത്തിൽ വിയോജനം ചെയ്യപ്പെടുന്നില്ലാത്തതിനാൽ ഈ ലവണങ്ങൾ അടങ്ങിയ കഠിനജലത്തിനു് സ്ഥിരമായ കാഠിന്യമുണ്ടായിരിക്കും.

കഠിനജലത്തിന്റെ ദോഷങ്ങളും പ്രയോജനങ്ങളും

നീരാവിയുണ്ടാക്കുന്നതിനുള്ള ബോയ്ലറുകളിൽ കഠിനജലം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഈ ''പൊറ്റകം'' (scales) ലോഹത്തിന്റെ പ്രതലത്തെ ആവരണം ചെയ്യുന്നതിനാൽ താപചാലനം (heat conduction) വേണ്ടവിധം നടക്കുകയില്ല. ഇക്കാരണത്താൽ ഇന്ധനം കൂടുതലായി കത്തിക്കേണ്ടിവരും. ബോയ്ലർ പൊറ്റകവും മറ്റൊരുതരം അപകടത്തിനും ഇടയാക്കുന്നു. ബോയ്ലറിൽ പൊറ്റയുണ്ടെങ്കിൽ എല്ലായിടത്തും ഏകസമമനമായി (uniformly) ചൂടാവുകയില്ല. അതിനാൽ ചിലയിടങ്ങളിൽ വൈകൃതം (strain) ഉണ്ടാകുകയും ക്രമേണ ഈ ഭാഗങ്ങൾ പൊട്ടിപ്പോകുകയും ചെയ്യും. ഇന്ധനത്തിന്റെ അധികച്ചിലവും. ബോയ്ലറിന്റെ അപകടവും കാരണം കഠിനജലം ബോയ്ലറിൽ ഉപയോഗ്യമല്ല.

വസ്ത്രങ്ങൾ അലക്കുമ്പോൾ (സോപ്പുപയോഗിച്ചു്) കഠിനജലമാണെങ്കിൽ വളരെയധികം സോപ്പു് വേണ്ടിവരുമെന്നും സോപ്പിന്റെ ഒരു ഭാഗം ജലത്തിലെ ലവണങ്ങളുമായി പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിനു വേണ്ടി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു എന്നു മുമ്പു് പറഞ്ഞിട്ടുണ്ടല്ലോ. ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന അലേയങ്ങളായ കാൽസിയം അഥവാ മഗ്നീഷ്യം സോപ്പുകൾ വെളി പോലെ വസ്ത്രത്തിൽ പറ്റിപ്പിടിച്ചിരിക്കും.

ഫോട്ടോഗ്രാഫുകളും മറ്റും കഴുകുന്നതിനു് കഠിനജലം ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ അവയിൽ ചില പാടുകളും അനഭിലഷണീയങ്ങളായ നിറങ്ങളും മറ്റും ഉണ്ടായേക്കാം.

തുണിത്തരങ്ങളിലും മറ്റും ചായം പിടിപ്പിക്കുമ്പോൾ കഠിനജലമാണെങ്കിൽ ചായം ഏകസമമനമായി വസ്ത്രത്തിൽ കയറുകയില്ല.

ഇപ്രകാരം പല വ്യാവസായികാവശ്യങ്ങൾക്കും കഠിനജലം വർജ്യമാണെങ്കിലും കുടിക്കുന്ന വെള്ളത്തിനു് അല്പം കാഠിന്യം ഉണ്ടെങ്കിൽ നല്ലതാണു്. ജലത്തിനു് സ്വാദുണ്ടാകുമെന്നും ശരീരത്തിനാവശ്യമുള്ള കാൽസിയം ലഭിക്കുമെന്നും ഉള്ളതിനു പുറമേ മറ്റൊരു ഗുണം കൂടിയുണ്ടു്. കഠിനജലത്തിൽ ലെഡു് ലയിക്കുകയില്ല. എന്നാൽ മൃദുജലത്തിൽ അല്പം ലെഡു് ലയിച്ചു ചേരുന്നു. അതിനാൽ കഠിനജലം ഉപയോഗിച്ചാൽ ലെഡുവിഷബാധ പേടിക്കേണ്ടതില്ല. എങ്കിലും കുടിക്കുവാൻ മിതമായ കാഠിന്യമേ പാടുള്ളൂ എന്ന കാര്യം വിസ്മരിക്കരുതു്.

ജലം മൃദുകരിക്കൽ

വ്യാവസായികാവശ്യങ്ങൾക്കു് മൃദുജലമാണു് ഉപയോഗിക്കേണ്ടതു്. എന്നാൽ പ്രകൃതിജലങ്ങൾ മിക്കപ്പോഴും അല്പമെങ്കിലും കാഠിന്യമുള്ളതായിട്ടാണു് കാണുന്നതു്. അതിനാൽ പ്രകൃതിയിൽ നിന്നെടുക്കുന്ന കഠിനജലത്തെ മൃദുവാക്കിയ ശേഷമാണുപയോഗിക്കേണ്ടതു്. ഈ പ്രക്രിയയ്ക്കു് മൃദുകരണം എന്നു് പറയുന്നു. കഠിനജലത്തിലെ കാൽസിയം, മഗ്നീഷ്യം എന്നിവയുടെ ലവണങ്ങളെ മാറ്റിക്കളയുകയോ അഥവാ അവയെ കാഠിന്യമുണ്ടാക്കാത്ത സോഡിയംലവണങ്ങളാക്കൊണ്ടു് പ്രതിസ്ഥാപനം ചെയ്യുകയോ ആണു് മൃദുകരണവിധികളിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നതു്.

A അസ്ഥിരകാഠിന്യം മാത്രം മാറുന്നതിനുള്ള വിധികൾ

1. **തിളപ്പിക്കൽ:** തിളപ്പിച്ചാൽ മൃദുവാകുന്ന ഒന്നാണല്ലോ അസ്ഥിരകാഠിന്യമുള്ള ജലം. ഇവയിൽ ബൈകാർബണേറ്റുകൾ മാത്രമേ ഉള്ളൂ. തന്മൂലം തിളപ്പിക്കുമ്പോൾ വിയോജനം നടക്കുകയും കാൽസിയം കാർബണേറ്റു്, മഗ്നീഷ്യം കാർബണേറ്റു് എന്നീ അലേയങ്ങളായ ലവണങ്ങൾ അവക്ഷേപിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O + CO_2\uparrow$$

അരിച്ചോ തെളിയൂറ്റിയോ അവക്ഷേപം മാറ്റാം.

2. **ക്ലാർക്കു് പ്രക്രിയ:** ബൈകാർബണേറ്റുകളെ ചുണ്ണാമ്പുമായി പ്രവർത്തിപ്പിക്കുമ്പോഴും അലേയകാർബണേറ്റുകൾ ഉണ്ടാകും. ഈ തത്വമാണു് ക്ലാർക്കു് പ്രക്രിയയിലുള്ളതു്. ജലത്തിലുള്ള കാൽസിയം, മഗ്നീഷ്യം ബൈകാർബണേറ്റുകളുടെ പരിമാണം തിട്ടപ്പെടുത്തി അവയെ കാർബണേറ്റാക്കാൻവേണ്ട ചുണ്ണാമ്പു് കണക്കാക്കി കഠിനജലത്തിൽ ചേർത്തു് കലക്കുമ്പോൾ അലേയങ്ങളായ $CaCO_3$, $MgCO_3$ എന്നിവ അവക്ഷേപങ്ങളായി അടിയുന്നു. ഇവയെ അരിച്ചു് നീക്കുമ്പോൾ മൃദുജലം ലഭിക്കുന്നു.

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2CaCO_3 \downarrow + 2H_2O$$

$$Ca(OH)_2 + Mg(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + MgCO_3 \downarrow + 2H_2O$$

B. സ്ഥിരകാഠിന്യം മാറുന്നതിനുള്ള വിധികൾ

ഏതു തരം കാഠിന്യമായാലും താഴെ പറയുന്ന പ്രക്രിയകളാൽ അതു് നീക്കാവുന്നതാണു്.

1. സോഡാപ്രക്രിയ: ഇതിൽ ജലത്തിലുള്ള കാൽസിയം, മഗ്നീഷ്യം, ഇരുമ്പ് എന്നിവയുടെ ലവണങ്ങളെ അതാതു് കാർബണേറ്റുകളായി അവക്ഷേപം ചെയ്യിച്ചു മാറ്റുന്നു. ഇതിനു വേണ്ടത്ര സോഡിയം കാർബണേറ്റ് (അലക്കുകാരം, washing soda) കണക്കാക്കി ജലത്തിൽ ചേർക്കണം അവക്ഷേപണം നടത്തുന്നതു്. കാർബണേറ്റുകളെ അരിച്ചുനീക്കിയ ജലത്തിൽ സോഡിയംലവണങ്ങളും ഉണ്ടാകും. എന്നാൽ ഇവ കാഠിന്യമുണ്ടാക്കുന്നവയല്ല.

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + Na_2SO_4$$
$$CaCl_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + 2NaCl$$
$$MgSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow MgCO_3 \downarrow + Na_2SO_4$$

(2) പെർമുട്ടൈറ്റ് പ്രക്രിയ: കഠിനജലത്തിലുള്ള Ca^{++}, Mg^{++}, Fe^{++} അയോണുകളെ സ്വീകരിച്ചു് പകരം Na^{+} അയോണുകളെ പ്രതിഷ്ഠിപ്പാൻ കഴിവുള്ള ഹൈഡ്രോറിതസോഡിയം അലൂമിനിയം സിലിക്കേറ്റാണു് 'സിയൊളൈറ്റ്' (zeolite) എന്ന പ്രകൃതിലഭ്യമായ ഖനിജം. ഇത്തരത്തിലുള്ള വേറെയും പദാർഥങ്ങളും ഇപ്പോൾ കൃത്രിമമായി നിർമിക്കപ്പെട്ടുണ്ടു്. പെർമുട്ടൈറ്റ് എന്നതു് ഇതു പോലുള്ള ഒരു കൃത്രിമ സിയൊളൈറ്റ് ആണു്. ചതച്ച പെർമുട്ടൈറ്റിൽ കൂടി കഠിനജലം ഒഴുക്കുമ്പോൾ അയോൺ വിനിമയം (ion exchange) നടക്കുന്നു. അതായതു് ജലത്തിലെ Ca^{++}, Mg^{++}, Fe^{++} എന്നീ അയോണുകളും പെർമുട്ടൈറ്റിലെ Na^{+} അയോണുകളെ ആദേശം ചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ കാഠിന്യകാരികളായ Ca^{++} മുതലായ അയോണുകളും പെർമുട്ടൈറ്റിന്റെ ഘടനയിൽ ഉൾപ്പെട്ടുകയും പകരം Na^{+} അയോണുകളും ജലത്തിലേക്കു് പോകുകയും ചെയ്യുന്നു. അങ്ങനെ ജലത്തിലുള്ള Ca, Mg ലവണങ്ങളും Na ലവണങ്ങളാൽ പ്രതിസ്ഥാപിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ പ്രക്രിയ ഇപ്രകാരം സംക്ഷേപിക്കാം.

$$2\,NaZ + CaCl_2 \longrightarrow CaZ_2 + 2NaCl$$

ഇതിൽ Z എന്നതു് സോഡിയം ഒഴികെയുള്ള പെർമുട്ടൈറ്റ് ഭാഗത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

പെർമുട്ടൈറ്റിൽ ഉള്ള Na^{+} അയോണുകളും എല്ലാം ആദേശം ചെയ്തു കഴിയുമ്പോൾ പദാർഥം നിഷ്ക്രിയമായിത്തീരുമല്ലോ (inactive). എന്നാൽ ഈ നിഷ്ക്രിയമായ പെർമുട്ടൈറ്റിനെ വീണ്ടും പൂർവസ്ഥിതിയിലാക്കാൻ (സക്രിയമാക്കാൻ) വിഷമമില്ല. സാന്ദ്രമായ ഉപ്പുവെള്ളം അതിൽ കൂടി ഒഴുക്കിയാൽ മതി. ഉപ്പുകരണത്തിൽ നടന്ന പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിന്റെ വിപരീതപ്രതിപ്രവർത്തനം

അപ്പോഴം നടക്കും. തന്മൂലം നിഷ്ക്രിയപെർമുട്ടൈറ്റിലെ Ca^{++}, Mg^{++} മുതലായ അയോണുകളെ ഉപ്പുവെള്ളത്തിലുള്ള Na^{+} അയോണുകളം ആദേശം ചെയ്യും.

$$CaZ_2 + 2NaCl \longrightarrow CaCl_2 + 2NaZ$$

കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ് അഥവാ മഗ്നീഷ്യം ക്ലോറൈഡ് ഉപ്പുവെള്ളത്തിൽ അലിഞ്ഞു പുറത്തുപോകുകയും ചെയ്യും. ഇപ്രകാരം സക്രിയമാക്കപ്പെട്ട പെർമുട്ടൈറ്റ് ശുദ്ധജലം കൊണ്ട് ഒന്നു കഴുകിയശേഷം വീണ്ടും മൃദുകരണത്തിനു ഉപയോഗിക്കാം.

ഈ പ്രക്രിയയിൽ വാസ്തവത്തിൽ ചെലവാകുന്നതു ഉപ്പു മാത്രമാണു (സക്രിയമാക്കാൻ). അതിനാൽ ഈ പ്രക്രിയ വളരെ ആദായകരമത്രേ. ഉയരമുള്ള സ്തംഭങ്ങളിൽ പാറക്ഷണങ്ങളം പോലുള്ളതോ ചരലു പോലുള്ളതോ ആയ പെർമുട്ടൈറ്റുകളം നിറച്ചു അവയിൽ കൂടി ജലം പായിച്ചാണു മൃദുകരണം നടക്കുന്നതു. ചെറിയ തോതിലും വലിയ തോതിലും ഈ മാർഗം സ്വീകാര്യമാണു. മൃദുകരണത്തിനുള്ള മുഖ്യമായ വിധിയും ഇതു തന്നെയാണു.

(3) കാൽഗൺ പ്രക്രിയ: സോഡിയം ഹെക്സാമെറാഫോസ്ഫേറു (കാൽഗൺ) കാനജലവുമായി മറെറാരു തരത്തിലാണു പ്രവർത്തിക്കുന്നതു. ഈ പദാർഥം കാൽസിയം അയോണുമായി (അഥവാ Mg^{++}) പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴം സ്വതന്ത്രങ്ങളായ Ca^{++} അയോണുകളം സങ്കീർണ അയോണുകളുടെ ഭാഗമായി മാറുന്നു.

$$Na_2 [Na_4 (PO_3)_6] + CaCl_2 \longrightarrow 2NaCl + Na_2 [Na_2Ca (PO_3)_6]$$

ഈ സങ്കീർണം അലേയമല്ല. എങ്കിലും അതു ഒരു സോഡിയംലവണമായതിനാൽ സോപ്പുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല. ജലത്തിന്റെ കാഠിന്യം അനുസരിച്ചു കാൽഗൺ ലയിപ്പിച്ചാൽ ജലം മൃദുവായിത്തീരുന്നു.

(4) അയോൺ വിനിമയ റസിനുകൾ. സിയൊലൈറ്റിനു, മറു കാറ്റയോണുകളുടെ പകരം Na^{+} അയോൺ പ്രദാനം ചെയ്യാൻ സാധിക്കുന്നതുപോലെ ചില റസിനുകൾക്കു തന്നെ കാറ്റയോണുകളേയും H^{+} അയോണുകളം കൊണ്ടു പ്രതിസ്ഥാപനം ചെയ്യാൻ കഴിയും. ലായനിയിലെ കാറ്റയോണുകളം റെസിനിൽ ഘടിതമാകുകയും പകരം തത്തുല്യാങ്കമായ H^{+} അയോൺ റസിനിൽ നിന്നു ലായനിയിലേക്കു പോകുകയും ചെയ്യും. ഇത്തരം റസിൻ കാറ്റയോൺവിനിമയം നടത്തുന്നതായി പറയാം. ഇതുപോലെ തന്നെ ആനയോണുകളുടെ പകരം $(OH)^{-}$ അയോണുകളെ വിനിമയം ചെയ്യുന്ന റസിനുകളും ഉണ്ടു. ലവണങ്ങളം അടങ്ങിയ ജലം ആദ്യം ഒരു കാറ്റയോൺ വിനിമയ റസിനിൽക്കൂടിയും പിന്നീടു ഒരു ആനയോൺവിനിമയ

റസിനിൽ കൂടിയും കടത്തിയാൽ ജലത്തിൽ ഉള്ള അയോണുകളും എല്ലാം ഇല്ലാതാകും. കാരണം കാറ്റയോൺവിനിമയം നടക്കുമ്പോൾ ജലത്തിലുള്ള കാറ്റ

$$+$$

യോണുകൾക്കു പകരം തുല്യാങ്കമായി H അയോണുകൾ വരുന്നു. പിന്നീടു് ആനയോൺവിനിമയം നടക്കുമ്പോൾ ജലത്തിലുള്ള ആനയോണുകളും എല്ലാം മാറി

$$-$$

അതിനു തുല്യാങ്കമായി OH അയോണുകൾ വരുന്നു. H, OH എന്നിവ സംയോജിച്ചു് ജലം ഉണ്ടാകുന്നു. അങ്ങിനെ എല്ലാ അയോണുകളും ജലത്തിൽ നിന്നു് മാറ്റപ്പെടുന്നതാണു്. ഈ പ്രക്രിയയെ ഡീഅയണീകരണം (Deionisation) എന്നു പറയുന്നു. സിയൊളൈറ്റ പോലെതന്നെ റസിനുകളും നിഷ്ക്രിയമാകും. അവയെ സക്രിയമാക്കാൻ കാറ്റയോൺവിനിമയ റസിൻ സാന്ദ്രഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡു കൊണ്ടും ആനയോൺവിനിമയ റസിൻ സാന്ദ്രസോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനി കൊണ്ടും പ്രവർത്തിപ്പിച്ചാൽ മതി.

രാസശുദ്ധമായ ജലം

ലാബറട്ടറികളിലും ഔഷധങ്ങളും ഉണ്ടാക്കുന്നതിനും ബാറ്ററി മുതലായവയിൽ ഒഴിക്കുന്നതിനും മറ്റും രാസശുദ്ധമായ ജലം ആവശ്യമാണു്. സാധാരണയായി വാറ്റിയാണു് ജലം ശുദ്ധീകരിക്കുന്നതു്. ലാബറട്ടറിയിൽ ഇപ്രകാരം ശുദ്ധീകൃതമായ ജലമാണു് ഉപയോഗിക്കാറുള്ളതു്. ഇന്ധനച്ചെലവു കൊണ്ടു് പ്രവർത്തിക്കുന്ന പഴയ വാറ്റൽയന്ത്രങ്ങൾക്കു പകരം വളരെ സൗകര്യപ്രദമായ ഇലക്ട്രിക് സ്റ്റില്ലുകൾ ഇന്നു് സാധാരണമായിത്തീർന്നിട്ടുണ്ടു്.

വളരെ ശുദ്ധമായ ജലം വേണമെങ്കിൽ വാറ്റിയ ജലത്തിൽ അല്പം പൊട്ടാസിയം പെർമാൻഗനേറ്റ ചേർത്തു് അതു് വീണ്ടും വാറ്റുക. ഇങ്ങനെ കിട്ടുന്ന ജലം സിലിക്കഫ്ളാസ്ക്കും മറ്റും ഉപയോഗിച്ചു് വീണ്ടും വീണ്ടും വാറ്റുമ്പോൾ അതിശുദ്ധമായ ജലം കിട്ടുന്നു. കാർബണികപദാർത്ഥങ്ങളെ ഓക്സീകരിച്ചു് കളയുന്നതിനാണു് പെർമാൻഗനേറ്റ ചേർക്കുന്നതു്. ഇപ്രകാരം ശുദ്ധമാക്കിയ ജലമാണു് ''ചാലകതാജലം'' (conductivity water) എന്നു പറയപ്പെടുന്നതു്. ലായനികളുടേയും മറ്റും വിദ്യുച്ചാലകത നിർണയിക്കുമ്പോൾ ഈ ജലമാണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.

ജലത്തിന്റെ സംഘടനം

വളരെക്കാലത്തേക്കു് മൂലകമാണെന്നു് കരുതപ്പെട്ടിരുന്ന ജലം യൗഗികമാണെന്നു് തെളിയിച്ചതു് വാതകങ്ങളെ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടപ്പോഴാണു്. ലവോസിയേയുടെ കാലത്താണു് ഈദൃശഗവേഷണങ്ങളെ നടന്നതു്. തുടർന്നു് യൗഗികങ്ങളുടെ കൃത്യമായ സംഘടനനിർണയം ആവശ്യമായിത്തീർന്നു. അണുസിദ്ധാന്തം പ്രഖ്യാപിതമായതോടു കൂടി കൃത്യമായ അണുഭാരനിർണയത്തിനു് യൗഗികങ്ങളുടെ സംഘടനമാണു് ഉപയോഗിച്ചതു്. പ്രത്യേകിച്ചു് വാതകങ്ങളെ സംയോജിച്ചുണ്ടാകുന്ന ജലം പോലുള്ള യൗഗികങ്ങളുടെ സംഘടനം. ജലത്തിന്റെ ഭാരസംഘടനവും വ്യാപ്തസംഘടനവും ചരിത്രപ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നു. ഇതിൽ നിന്നു് ജലത്തിന്റെ തന്മാത്രാസൂത്രം ഓക്സിജന്റെ അണുഭാരം എന്നിവ നിർണയിക്കപ്പെട്ടു.

ഭാരസംഘടനം: രണ്ടുതരത്തിൽ ജലത്തിന്റെകൃത്യമായ ഭാരസംഘടനം നിർണയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. നിശ്ചിതഭാരം കോപ്പർ ഓക്സൈഡിൽ കൂടി ലഘൂകരിച്ചതും പിന

യിൽഹൈഡ്രജൻ പ്രവഹിപ്പിച്ചുകിട്ടുന്ന ജലത്തിന്റെ ഭാരവും ഓക്സൈഡിൽ നിന്നു് പെയ്ത ഓക്സിജന്റെ ഭാരവും പരീക്ഷണത്തിൽ നിന്നു് നിർണയിച്ചു് സംഘടനം കണക്കാക്കാം. 1819–ൽ ബഴ്സീലിയസും ഡ്യുലോങ്ങും കൂടിയാണു് ഈ പരീക്ഷണം ആദ്യമായി നടത്തിയതു്. 1842–ൽ സ്റ്റാസിന്റെ സഹകരണത്തോടു കൂടി ഡ്യുമാസു് ഇതേ പരീക്ഷണം തന്നെ വളരെ പരിഷ്കരിച്ചു നടത്തുകയും ജലത്തിന്റെ കൃത്യമായ ഭാരസംഘടനം നിർണയിക്കുകയും ചെയ്തു.

മറ്റൊരു രീതി 1895–ൽ ഇ. ഡബ്ലിയു. മോർലിയാണു് ആവിഷ്കരിച്ചതു്. ഇതിൽ നിശ്ചിതഭാരം ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും സംയോജിപ്പിച്ചു് കിട്ടുന്ന ജലത്തിന്റെ ഭാരം നിർണയിക്കുന്നു. മിച്ചമുള്ള ഹൈഡ്രജന്റെയും ഓക്സിജന്റെയും ഭാരവും നിർണയിക്കുന്നു. ഡ്യുമാസു് പരീക്ഷണത്തിൽ ഉണ്ടാകാവുന്ന തൃച്ഛമായ പിശകുകളും പോലും മോർലിയുടെ പരീക്ഷണത്തിൽ ഉണ്ടാകാനിടയില്ല.

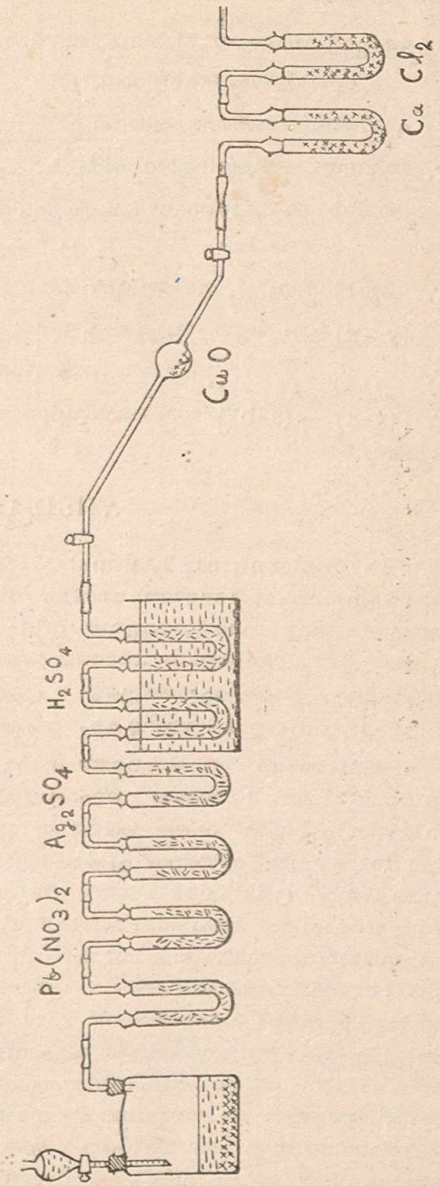
ഡ്യുമാസു് വിധി: അസന്ദിഗ്ധമംവണ്ണം രാസശുദ്ധി വരുത്തിയ ഈർപ്പലേശമില്ലാത്ത ഹൈഡ്രജൻ വാതകം നിശ്ചിതഭാരം രാസശുദ്ധമായ കോപ്പർ ഓക്സൈഡിൽ കൂടി ഉന്നതതാപനിലയിൽ കടത്തിവിട്ടമ്പോഴം ഓക്സൈഡു് നിരോക്സീകൃതമായി നീരാവിയുണ്ടാകുന്നു.

$$Cu\,O + H_2 \longrightarrow Cu + H_2O$$

ബഹിർഗമിക്കുന്ന വാതകമിശ്രിതം ഭാരം നിർണയിക്കപ്പെട്ട ഒരു കാൽസിയം ക്ലോറൈഡു് കഴലിൽ കൂടി കടന്നുപോകുന്നു. നീരാവിയെ മാത്രം കഴലിലെ കാൽസിയം ക്ലോറൈഡു് അവശോഷണം ചെയ്യുന്നു. കോപ്പർ ഓക്സൈഡിൽ നിന്നു് അവശേഷിക്കുന്ന കോപ്പറിന്റെ ഭാരവും കാൽസിയം ക്ലോറൈഡു് കഴലിന്റെ അവസാനഭാരവും നിർണയിക്കുന്നു. കോപ്പർ ഓക്സൈഡിന്റെ ഭാരനഷ്ടം ജലം ഉണ്ടാക്കാൻ ഉപയോഗിച്ച ഓക്സിജന്റെ ഭാരമാണു്, കാൽസിയം ക്ലോറൈഡു് കഴലിന്റെ ഭാരവർധനവു് ജലത്തിന്റെ ഭാരവുമാണു്. ജലത്തിന്റെ ഭാരത്തിൽ നിന്നു് ഓക്സിജന്റെ ഭാരം കുറയ്ക്കുമ്പോഴം ഹൈഡ്രജന്റെയും ഭാരം കിട്ടുന്നു. ഇതാണു് പരീക്ഷണം.

തിളപ്പിച്ചു് ആറിയ നേർത്ത സൽഫ്യൂറിക് അമ്ലത്തെ ടാപ്പ്ഫണലിൽ കൂടി ഒരു വൃംഫ്കപ്പിയിൽ വെച്ചിട്ടുള്ള സിങ്ക്കഷണങ്ങളിൽ ഒഴിക്കുമ്പോഴം ലഭിക്കുന്ന ഹൈഡ്രജനെ പിന്നീടു് ശുദ്ധീകരിക്കണം. ലെഡു് നൈട്രേറു് ലായനി, സിൽവർ സംഫേറു് ലായനി, കാസ്റ്റിക് പൊട്ടാഷ്ലായനി, സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂറിക്ആസിഡു് എന്നിവയിൽ കൂടി യഥാക്രമം കടത്തിവിട്ടാണു് വാതകത്തിലെ അപദ്രവ്യങ്ങളെ അവശോഷിപ്പിക്കുന്നതു്. ഈ റിയേജന്റുകളിൽ മുക്കിയ ഗ്ലാസ്സു് ചില്ലുകളെ U — കഴലുകളിൽ നിറച്ചു് അവയിൽ കൂടിയാണു് വാതകത്തെ കടത്തിവിടുന്നതു്. ഓരോ ലായനിയുടെയും ഈ രണ്ടു് U — കഴലുകം വീതം ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടു്. സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡു് U — കഴലുകളെ ഐസിൽ തണുപ്പിക്കുന്നു. ഈർപ്പം അവശോഷണം ചെയ്യുമ്പോഴം ഉദ്വമിയ്ക്കുന്ന ചൂടു് ശമിപ്പിക്കുവാനാണു് തണുപ്പിക്കുന്നതു്. ലെഡു് നൈട്രേറു് ലായനിയിൽ ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡും, സിൽവർ സൽഫേറു് ലായനിയിൽ ഫോസ്ഫീനും ആർസീനും, കാസ്റ്റിക് പൊട്ടാഷ് ലായനിയിൽ SO_2, CO_2 മുതലായ അമ്ലീയവാതകങ്ങളും, സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡിൽ ഈർപ്പവും അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഈ ശുദ്ധീകരണസിസ്റ്റം മധ്യഭാഗത്തു് ഉരുണ്ട ബംബുള്ള ഒരു കഴലിനോടു് ഘടിപ്പിക്കുന്നു

(ചിത്രം 4–1 നോക്കുക) ബാംബ് ട്യൂബിലെ ബാംബിനകത്തു് രാസശുദ്ധമായ കോപ്പർ ഓക്സൈഡ് എടുത്തു് നിർവാതനംചെയ്തശേഷം അതിന്റെ ഭാരം സൂക്ഷ്മമായി നിർണയിക്കണം. ബാംബ് ട്യൂബിന്റെ മറ്ററ്റങ്ങളിൽ കാൽസിയംക്ലോറൈഡ് കഷണങ്ങൾ നിറച്ച ഒന്നരണ്ടു് U — കുഴലുകളുമായി ഘടിപ്പിക്കണം. പരീക്ഷണത്തിനു മുമ്പു് കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ് കുഴലുകളുടെ മൊത്തം ഭാരം കണ്ടുപിടിച്ചിരിക്കണം. ഹൈഡ്രജൻ പ്രവാഹം ആരംഭിച്ചു കഴിഞ്ഞു് കോപ്പർ ഓക്സൈഡ് വെച്ചിട്ടുള്ള ബാംബ് ശക്തിയായി ചൂടാക്കണം. ക്രമേണ ഹൈഡ്രജൻ സ്വീകരിച്ചു് നീരാവി ഉണ്ടാവുകയും ഈ നീരാവി വാതകപ്രവാഹം കൊണ്ടു് ബാംബിൽ നിന്നും കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ് കുഴലിലേക്കു് ഒഴുകുകയും ചെയ്യണം. നീരാവി മുഴവനും കാൽസിയം ക്ലോറൈഡിൽ അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുകയും ശേഷിക്കുന്ന ഹൈഡ്രജൻ മാത്രം പുറത്തേക്കു് പോകുകയും ചെയ്യണം. ഈ ടർച്ചയായി പരീക്ഷണം കുറെ നേരത്തേക്കു് നടത്തിയശേഷം ഹൈഡ്രജൻ പ്രവാഹം നിറുത്താതെ തന്നെ ചൂടാക്കൽ നിറുത്തി ഉപകരണം തണുത്തു കഴിയുമ്പോൾ ബാംബ് ട്യൂബ് വേർപെടുത്തി നിർവാതനം ചെയ്തു് അതിന്റെ ഭാരം സൂക്ഷ്മമായി നിർണയിക്കണം. അതുപോലെ കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ് ട്യൂബുകളുടെയും ഭാരം കാണണം.



(ചിത്രം 4–1)

പരികലനം

കോപ്പർ ഓക്സൈഡ് ബാഷ്പീകരണത്തിനു മുമ്പ് = a ഗ്രാം

പരീക്ഷണം കഴിഞ്ഞുള്ള ഭാരം = b ഗ്രാം

∴ ഭാരനഷ്ടം = ഓക്സിജന്റെ ഭാരം = (a—b) ഗ്രാം

കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ് കഴലുകളുടെ ആദ്യഭാരം = x ഗ്രാം

,, ,, അന്ത്യഭാരം = y ഗ്രാം

∴ ഭാരവർധനവ് = ജലത്തിന്റെ ഭാരം = (y—x) ഗ്രാം

(y—x) ഗ്രാം ജലത്തിലുള്ള ഓക്സിജൻ = (a—b) ഗ്രാം

∴ ,, ,, ഹൈഡ്രജൻ = [(y-x)— (a-b)] ഗ്രാം

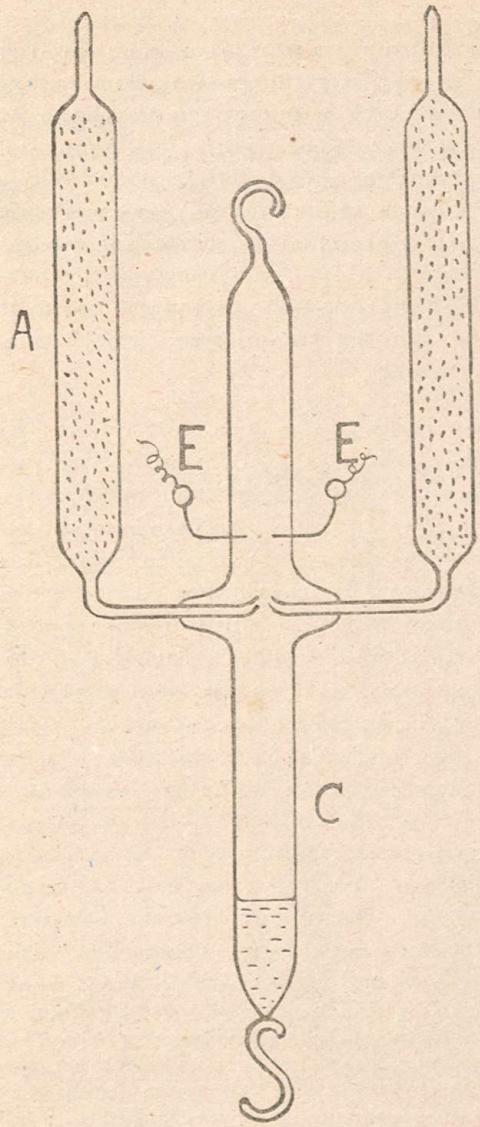
∴ [(y-x) — (a-b)] ഗ്രാം ഹൈഡ്രജനുമായി (a-b) ഗ്രാം ഓക്സിജൻ സംയോജിക്കുന്നു.

$$\therefore H: O = 1: \frac{(a-b)}{(y-x)-(a-b)}$$

മോർലിയുടെ പരീക്ഷണം: ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതു പോലെ ഒരു പ്രത്യേക ഗ്ലാസ് ഉപകരണമാണ് മോർലി നിർമിച്ചത്. A, B എന്നീ കഴലുകളിൽ ഫോസ്ഫറസ് പെന്റോക്സൈഡ് നിറച്ചിരിക്കുന്നു. A, B എന്നിവയുടെ ചുവട്ടിലെ വളഞ്ഞ അറ്റങ്ങളും മറ്റൊരു കഴലിന്റെ (C) ഏതാണ്ട് മധ്യത്തിലായി ഇരുവശത്തും ഉരുക്കിച്ചേർത്തിട്ടുണ്ട്. C യിൽ ഈ ചേർപ്പിനു അല്പം മുകളിൽ രണ്ട് പ്ലാറ്റിനം ഇലക്ട്രോഡുകളും ഉരുക്കിചേർത്തിരിക്കുന്നു. (E, E)

ആദ്യം തന്നെ ഉപകരണത്തെ നിർവാതനം ചെയ്യുശേഷം അതിന്റെ ഭാരം നിർണയിക്കുന്നു. ശുദ്ധമായ ഹൈഡ്രജൻ നിറച്ച ഒരു ഗ്ലോബിന്റെ ഭാരം നിർണയിച്ച് അതിനെ ഒരു കഴലുമായി യോജിപ്പിക്കുന്നു. അതുപോലെ ഓക്സിജൻ നിറച്ച് ഭാരം നിർണയിച്ച ഒരു ഗ്ലോബ് മറ്റെ കഴലിലും ഘടിപ്പിക്കുന്നു. വാതകങ്ങളെ C യിലേക്കു കടത്തി വിദ്യുത്സ്ഫുലിംഗത്തിന്റെ പ്രവർത്തനത്തിനു വിധേയമാക്കുമ്പോൾ അവ സംയോജിച്ച് നീരാവിയാകുന്നു. C യുടെ അധോഭാഗം ഐസിൽ തണുപ്പിക്കുന്നതിനാൽ നീരാവി അവിടെ സംഘനിച്ച് ജലമായി സംഭരിക്കുന്നു. കുറെ ജലം കിട്ടിക്കഴിയുമ്പോൾ ഗ്ലോബുകളെ വേർപെടുത്തിയ ശേഷം ഉപകരണത്തിന്റെ ഭാരം നിർണയിക്കുന്നു. അതിൽ അവശേഷിച്ചിട്ടുള്ള ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും പമ്പുചെയ്തു പുറത്തെടുത്ത് വിശ്ലേഷിച്ച് അവ ഓരോന്നിന്റെയും ഭാരം നിർണയിക്കുന്നു. ഗ്ലോബുകളിൽ നിന്നും എത്രമാത്രം വാതകങ്ങളും പോയിട്ടുണ്ടെന്നും ഈ ഭാരങ്ങളിൽ നിന്നു കണ്ടുപിടിക്കാം. ഉപകരണത്തിലുള്ള ജലത്തിന്റെ ഭാരവും സൂക്ഷ്മമായി കണ്ടുപിടിക്കാം. ഇതിൽനിന്നും ജലത്തിലുള്ള ഹൈഡ്രജന്റെയും ഓക്സിജന്റെയും ഭാരങ്ങളും കൃത്യമായി കണക്കാക്കാം.

ചിത്രം 4_2



മോർലി പരീക്ഷണത്തിനുള്ള ഗ്ലാസ് ഉപകരണം.

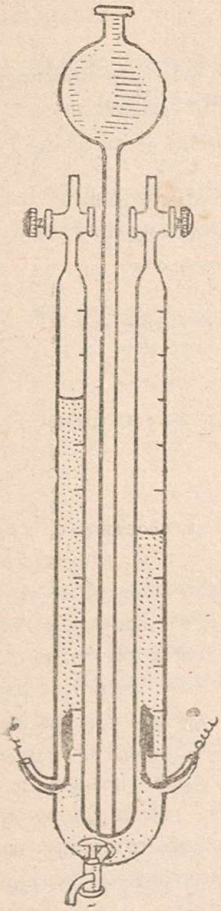
A, B - ഫോസ്ഫറസ് പെന്റോക്സൈഡ് നിറച്ച കുഴലുകൾ.

C–മധ്യത്തിലുള്ള കുഴൽ.

E, E–പ്ലാറ്റിനം ഇലക്ട്രോഡുകൾ

വ്യാപ്തസംഘടനം; ജലത്തിന്റെ വ്യാപ്തസംഘടനം വിശ്ലേഷണം കൊണ്ടും നിർണയിക്കപ്പെട്ടു. വിശ്ലേഷണപരമായ വിധിയിൽ വിദ്യുദപഘടനം ചെയ്ത കിട്ടുന്ന ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും പ്രത്യേകം ശേഖരിച്ച് അവയുടെ വ്യാപ്തങ്ങൾ അളക്കുന്നു. സംശ്ലേഷണവിധിയിൽ ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും നിശ്ചിതവ്യാപ്തം വീതം സംയോജിപ്പിച്ച് കിട്ടുന്ന നീരാവിയുടെ വ്യാപ്തം അളക്കുന്നു.

വിശ്ലേഷണവിധി: ജലത്തിൽ അല്പം സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡോ സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡോ ചേർത്ത് പ്ലാറ്റിനം ഇലക്ട്രോഡുകൾ ഉപയോഗിച്ച് വിദ്യുദപഘടനം ചെയ്യുമ്പോൾ കാഥോഡിൽ ഹൈഡ്രജനും ആനോഡിൽ ഓക്സിജനും ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ വാതകങ്ങൾ അശാങ്കിതമായ കുഴലുകളിൽ പ്രത്യേകം സംഭരിക്കാൻ പാകത്തിലുള്ള ഉപകരണമാണ് ഈ പരീക്ഷണത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നത് ഒരു ''ജലവോൾട്ടാമീറ്റർ''ലാണ് വിദ്യുദപഘടനം നടത്തുന്നത്. (ചിത്രം 4_3 നോക്കുക).



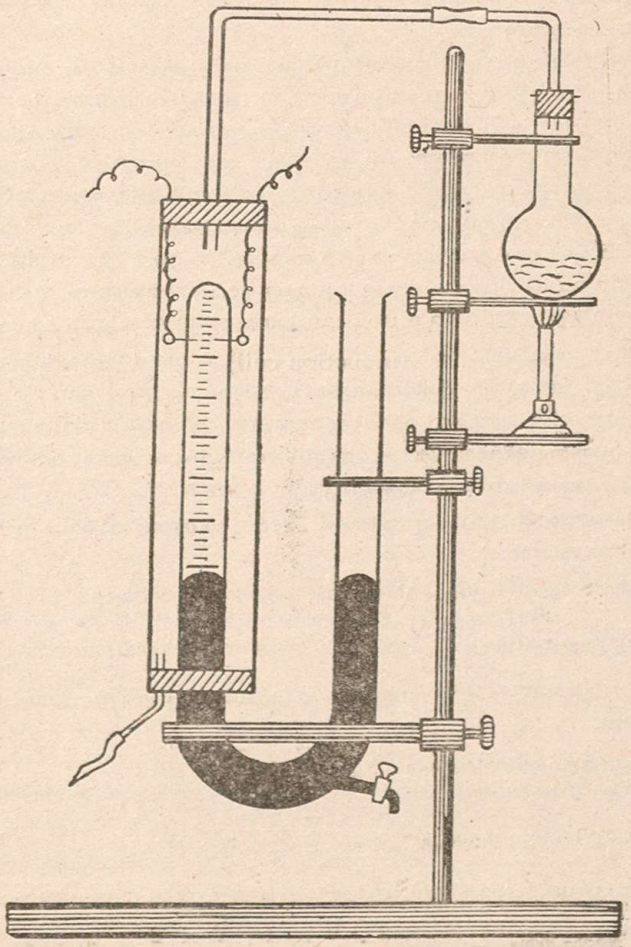
ചിത്രം 4_3

ഊർധ്വാധരമായ മൂന്നു് ഗ്ലാസു് കുഴലുകളും ചിത്രത്തിൽ ഉള്ളതു പോലെ ഉരുക്കിച്ചേർത്തതാണു് ജലവോൾട്ടാമീറർ. ഇരുവശത്തുമുള്ള കുഴലുകളോടു മുകളിൽ ഓരോ ടാപ്പുകളും ഉണ്ടു്. ഈ കുഴലുകളിൽ ടാപ്പിൽ നിന്നു് കീഴ്പോട്ടു് അംശാങ്കനങ്ങളും ഉണ്ടു് (വ്യാപ്തം അളക്കുന്നതിനു്). ഇവയുടെ ഏതാണ്ടു് ചുവട്ടിൽ പ്ലാറ്റിനം ഇലകുടോഡുകളും ഉരുക്കിച്ചേർത്തിരിക്കുന്നു. മധ്യഭാഗത്തുള്ള കുഴൽ അംശാങ്കിതകുഴലുകളെക്കാളും ഉയരമുള്ളതും അതിന്റെ മുകളിലെ ഭാഗം ഒരു ബംബിന്റെ ആകൃതിയിലുള്ളതും ആണു്.

ബംബിൽക്കൂടി നേർത്ത സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡു് ഒഴിക്കുക (ടാപ്പുകളും തുറന്നു കൊണ്ടു്.) അംശാങ്കിതകുഴലുകളിൽ പൂർണമായി നിറയാൻ വേണ്ടത്ര ആസിഡു് ഒഴിച്ചു് ടാപ്പുകളും അടയ്ക്കുക. കുഴലിനകത്തു് വായുകുമിളകളും ഉണ്ടാകരുതു്. ഒരു അക്യുമുലേറ്ററിന്റെ അഗ്രങ്ങളും ഓരോ ഇലകുടോഡുകളിലേക്കും ചെമ്പു കമ്പികളും കൊണ്ടു് യോജിപ്പിക്കുക. ഇലകുടോഡുകളിൽ നിന്നു് വാതകങ്ങളും നിർഗമിക്കുകയും അവ അതാതു കുഴലുകളിൽ മുകൾഭാഗത്തു് സംഭരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അപഘടനം കുറേ സമയത്തേക്കു് തുടർന്നു് വേണ്ടത്ര വാതകങ്ങൾ സംഭരിച്ചു കഴിയുമ്പോൾ വിദ്യുത് പ്രവാഹം നിർത്തി ഉപകരണം മുറിയുടെ താപനിലയിലേക്കു് തണുക്കാൻ അനുവദിക്കുക. (ആനോഡു് കുഴലിൽ ഓക്സിജനും കാഥോഡു് കുഴലിൽ ഹൈഡ്രജനും ആണു് ഉള്ളതെന്നു് വ്യാപ്തങ്ങൾ അളക്കപ്പെട്ട കഴിഞ്ഞശേഷം പരിശോധിച്ചു നോക്കാവുന്നതാണു്.) ഉപകരണത്തിന്റെ ചുവട്ടിലുള്ള ടാപ്പു് തുറന്നു് ആസിഡു് അല്പാല്പമായി ചോർത്തിയെടുത്തു് മധ്യകുഴലിലെ ആസിഡിന്റെ തലം കീഴ്പോട്ടു് കൊണ്ടുവരിക. തലം ഓക്സിജൻ സംഭരിച്ചിട്ടുള്ള ആനോഡു് കുഴലിനോടു് സമമാകുമ്പോൾ ടാപ്പു് അടയ്ക്കുക. ഇപ്പോൾ ഓക്സിജന്റെ മർദം അന്തരീക്ഷമർദമായിരിക്കും. അംശാങ്കനങ്ങളിൽ നിന്നു് ഓക്സിജന്റെ വ്യാപ്തം കണ്ടുപിടിക്കുക. വീണ്ടും ടാപ്പു് തുറന്നു് മധ്യകുഴലിലെ തലം ഹൈഡ്രജൻ നിറഞ്ഞിട്ടുള്ള കുഴലിലേതിനോടു് സമമാക്കിക്കൊണ്ടു് ഹൈഡ്രജന്റെ വ്യാപ്തവും കണ്ടുപിടിക്കുക.

ഹൈഡ്രജന്റെ വ്യാപ്തം ഓക്സിജന്റെ വ്യാപ്തത്തിന്റെ ഇരട്ടിയാണെന്നു് കാണാം. അതായതു് ജലത്തിൽ ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും 2:1 എന്ന വ്യാപ്താനുപാതത്തിൽ സംയോജിച്ചിരിക്കുന്നു.

സംശ്ലേഷണവിധി (ഹോഫ്മാൻ വിധി): വിദ്യുദപഘടനത്തിൽ H_2, O_2 അനുപാതം മാത്രമേ നിർണയിക്കപ്പെട്ടുള്ളൂ. എന്നാൽ ഹോഫ്മാന്റെ സംശ്ലേഷണവിധിയിൽ H_2, O_2, നീരാവി എന്നിവയുടെ വ്യാപ്ത്യനുപാതം നിർണയിക്കാം. 100°C നു് മുകളിൽ ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും സംയോജിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന നീരാവി ഘനീഭവിക്കാതെ വാതകാവസ്ഥയിൽ തന്നെ സ്ഥിതിചെയ്യുമല്ലോ. അതിനാൽ ഈ പരീക്ഷണം സാധാരണമായി 132°C ലാണു് നടത്താറുള്ളതു്. അനൈലിൽ ആൽക്കഹോൾ (തിളനില 132°C) ബാഷ്പത്തിൽ നിമഗ്നമായ കുഴലിലാണു് സംയോജനം നടത്തുന്നതു്.



ചിത്രം 4_4

ഹോഫ്മാൻ ഉപകരണത്തിന്റെ ആരേഖം ചിത്രത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു (ചിത്രം 4–4). U ആകൃതിയിലുള്ളതും ചുവട്ടിൽ ടാപ്പ് ഉള്ളതുമായ ഒരു യൂഡിയോമീറ്ററാണ് ഇത്. ഇതിന്റെ രണ്ട് ഭുജങ്ങളിൽ ഒരെണ്ണം മുദ്രിതവും മറേതു തുറന്നതുമാണ്. മുദ്രിതഭുജത്തിന്റെ അഗ്രത്തോടടുത്തു രണ്ട് പ്ലാറ്റിനം കമ്പി ഇലക്ട്രോഡുകൾ ഉരുക്കിച്ചേർത്തിട്ടുണ്ട്. ഈ കഴലിൽ അംശാങ്കനങ്ങളും ഉണ്ട്. മുദ്രിതമായ ഈ ഭുജം വണ്ണമുള്ള ഒരു കവചക്കഴലിനകത്തു (jacket-tube) നിൽക്കത്തക്കവണ്ണം കോർക്കുകം കൊണ്ടു ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. കവചക്കഴലിന്റെ മുകളിൽ കൂടി അമൈൽ ആൽക്കഹോളും ബാഷ്പം കടത്തി വിടുന്നു. ബാഷ്പം കവചക്കഴലിൽ കൂടി ഒഴുകി താഴെയുള്ള ബഹിർഗമനക്കുഴൽ വഴി പുറത്തേക്കു പോകുകയും ചെയ്യുന്നു.

നേർത്ത സൾഫൂരിക് ആസിഡിനെ വിദ്യുദ്വിശ്ലേഷണം ചെയ്തു കിട്ടുന്ന H_2–O_2 മിശ്രിതം (2 വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജനും 1 വ്യാപ്തം ഓക്സിജനും) സാന്ദ്രസൾഫൂരിക് ആസിഡിൽ കൂടി കടത്തി ഉണക്കിയശേഷം മെർക്കുറി നിറച്ച യൂഡിയോമീറ്ററിന്റെ മുദ്രിതഭുജത്തിൽ സംഭരിക്കുക. ഈ ഭുജത്തിൽ ഏതാണ്ട് പകുതിയോളം മിശ്രിതം നിറയുമ്പോൾ പിന്നീട് അമൈൽ ആൽക്കഹോളും ബാഷ്പം പ്രവഹിപ്പിച്ചു കഴലിന്റെ താപനില ഏകസമാനമാക്കിക്കഴിയുമ്പോൾ ചുവട്ടിലെ ടാപ്പിൽ കൂടി മെർക്കുറി മാറ്റുകയോ അല്ലെങ്കിൽ മുകളിൽ നിന്ന് മെർക്കുറി ഒഴിക്കുകയോ ചെയ്തു രണ്ട് ഭുജങ്ങളിലും ഉള്ള മെർക്കുറിതലങ്ങൾ ഒപ്പമാക്കിക്കൊണ്ട് വാതകമിശ്രിതത്തിന്റെ വ്യാപ്തം അംശാങ്കനങ്ങളിൽനിന്നു കണ്ടുപിടിക്കുക.

ഒരു പ്രേരകച്ചുരുളിന്റെ (induction coil) അഗ്രങ്ങൾ ഇലക്ട്രോഡുകളിൽ യോജിപ്പിച്ചു വിദ്യുത് സ്ഫുരിക്കുണ്ടാക്കി മിശ്രിതം സ്ഫോടനം ചെയ്യിക്കുക. (ഇതിനു മുമ്പ് കുറെ മെർക്കുറി ഊറ്റിക്കളഞ്ഞു മിശ്രിതത്തിന്റെ മർദം കുറയ്ക്കുന്നതായാൽ സ്ഫോടനം ഉഗ്രമായിരിക്കുകയില്ല). സ്ഫോടനം കഴിഞ്ഞു വീണ്ടും മെർക്കുറിതലങ്ങൾ ഒപ്പമാക്കി നീരാവിയുടെ വ്യാപ്തം കാണുക.

മിശ്രിതത്തിന്റെ വ്യാപ്തത്തിന്റെ 2/3 ഭാഗമായിരിക്കും നീരാവിയുടെ വ്യാപ്തം എന്നു കാണാം.

മിശ്രിതത്തിന്റെ വ്യാപ്തം V മി ലി ആണെന്നിരിക്കട്ടെ.

നീരാവിയുടെ വ്യാപ്തം $\frac{2\ V}{3}$ മി ലി ആണെന്നു പരീക്ഷണത്തിൽ നിന്നു കാണാം. മിശ്രിതത്തിൽ ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും 2:1 എന്ന അനുപാതത്തിലാണുള്ളതു.

$\therefore$ ഹൈഡ്രജന്റെ വ്യാപ്തം $= \frac{V \times 2}{3}$ മി ലി

ഓക്സിജന്റെ വ്യാപ്തം $= \frac{V \times 1}{3}$ മി ലി

$\therefore$ ഹൈഡ്രജൻ, ഓക്സിജൻ, നീരാവി എന്നിവയുടെ വ്യാപ്തങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള അനുപാതം $= \frac{V \times 2}{3} : \frac{V \times 1}{3} : \frac{V \times 2}{3} = 2 : 1 : 2$

∴ 2 വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജൻ + 1 വ്യാപ്തം ഓക്സിജൻ = 2 വ്യാപ്തം നീരാവി

നീരാവിയുടെ തന്മാത്രാസൂത്രം: വ്യാപ്തസംഘടനത്തിൽ നിന്നും അവൊഗാഡ്രോനിയമം ഉപയോഗിച്ചും നീരാവിയുടെ സൂത്രം H_2O ആണെന്നു നിർണയിക്കാം. (അധ്യായം 5 നോക്കുക)

ജലത്തിന്റെ സംരചന (structure): ജലം ഒരു സഹസംയോജക യൗഗികമാണു്. ഇതിൽ ഒരു ഓക്സിജൻ അണുവിനോടു് രണ്ടു് H അണുക്കളും ഏകബന്ധത്താൽ ഘടിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.



H—O—H കോൺ = 105°

ദ്രാവകാവസ്ഥയിൽ ഒന്നിലധികം H_2O തന്മാത്രകൾ സംഘടിച്ചു് (associated) ഉണ്ടായ കണങ്ങൾ ഉണ്ടു്. ഒരു തന്മാത്രയിലെ H അണുക്കളും മറ്റൊന്നിന്റെ O അണുവും തമ്മിൽ ഉള്ള പ്രത്യേകതരം ''ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധ''മാണിതിനു കാരണം. ജലത്തിന്റെ അസാധാരണ ഗുണധർമങ്ങൾക്കും ഈ സംയോഗമാണു് കാരണം.

ജലത്തിന്റെ ഗുണധർമങ്ങൾ: സാധാരണ താപനിലയിൽ നിറവും മണവും രുചിയും ഇല്ലാത്ത ദ്രാവകമാണു് ജലം. കട്ടിയുള്ള പടലങ്ങൾക്കു് അല്പം നീലം കലർന്ന ഇളം പച്ച നിറം ഉണ്ടു്. ജലത്തിന്റെ വിശിഷ്ടതാപം താരതമ്യേന വളരെ കൂടുതലാണു്. അതു പോലെ തന്നെ വളരെ ഉയർന്ന ലീനതാപങ്ങളുമുണ്ടു്. ഈ അസാധാരണത്വം ശീതോഷ്ണാവസ്ഥയുടെ നിയന്ത്രണത്തിൽ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. ജലം 0° C-ൽ ഐസു് ആകുകയും 100° C-ൽ തിളച്ചു് നീരാവിയാകുകയും (1 അന്തരീക്ഷമർദത്തിൽ) ചെയ്യുന്നു. 4° C-ലാണു് ജലത്തിനു് ഏറ്റവും കൂടുതൽ ഘനത്വമുള്ളതു്. ഈ താപനിലയ്ക്കു മുകളിലും താഴെയും അതിന്റെ ഘനത്വം കുറവാണു്. ഐസിനു് ജലത്തെക്കാൾ ഘനത്വം കുറവാണു്. അതിനാൽ ശൈത്യമേഖലാസമുദ്രങ്ങളിലും മറ്റും ഐസു് ജലത്തിനു മുകളിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുകയും അങ്ങനെ ഉപരിതലത്തിലെ ''ഐസുമെത്ത'' ചുവട്ടിലെ ജലത്തെ ശൈത്യത്തിൽ നിന്നു് രക്ഷിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതിനാൽ ജലാന്തർഭാഗത്തുള്ള ജീവികൾക്കു് രക്ഷകിട്ടുന്നു.

ജലത്തിൽ മിക്ക പദാർഥങ്ങളും ലയിക്കുന്നു. പ്രത്യേകിച്ചും അയണികപദാർഥങ്ങൾ.

ഭൂഗർഭത്തിലുള്ള പ്രക്രിയകളിൽ ജലത്തിനു് അതിപ്രധാനമായ പങ്കുണ്ടു്. ശുദ്ധജലം വിദ്യുച്ചാലകമല്ല.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

1. **വിയോജനം**: വളരെ കൂടിയ താപനിലകളിൽ അല്പം നീരാവി ഉയേദിശീയമായി വിയോജിക്കുന്നു.

$$2\,H_2O \rightleftharpoons 2\,H_2 + O_2$$

ആസിഡോ ആൽക്കലിയോ ചേർത്തു് വിദ്യുദ്വിശ്ലേഷണം ചെയ്യും ജലത്തെ വിയോജിപ്പിക്കാം. രാസശുദ്ധമായ അവസ്ഥയിൽ പോലും ജലം അത്യല്പമായി അയണീകരിച്ചിരിക്കും.

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

വളരെ സ്ഥിരതയുള്ള ഒരു യൗഗികമാണു് ജലം.

2. ജലവും ലോഹങ്ങളും: പ്രതിപ്രവർത്തനശീലം കുറഞ്ഞ ചെമ്പു്, സ്വർണം, വെള്ളി, പ്ലാറ്റിനം, മെർക്കുറി എന്നീ ലോഹങ്ങളും ജലവുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല. മറ്റു ലോഹങ്ങളും ജലവുമായോ നീരാവിയുമായോ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഏറ്റവും വിദ്യുദ്ധനങ്ങളായ ആൽക്കലിലോഹങ്ങളും വളരെ താണ തപനിലകളിൽ പോലും ജലത്തിൽ നിന്നു് ഹൈഡ്രജനെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു. ആൽക്കലൈൻ എർത്തു് ലോഹങ്ങളും അല്പം മന്ദമായിട്ടാണെങ്കിലും ഇതു പോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

$$2Na + H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$$

$$Ca + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2$$

മഗ്നീഷ്യം, അലൂമിനിയം, സിങ്കു് മുതലായ ലോഹങ്ങളും നീരാവിയിൽ നിന്നു് ഹൈഡ്രജനെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു.

ഉദാ: $Mg + H_2O \longrightarrow MgO + H_2$

ചുട്ടുപഴുത്ത ഇരുമ്പിൽ കൂടി നീരാവി ഒഴുക്കുമ്പോഴും ഉയർന്നിശീയമായി ഹൈഡ്രജൻ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

$$3Fe + 4H_2O \rightleftharpoons Fe_3O_4 + 4H_2$$

3. ജലവും അലോഹങ്ങളും: ചില അലോഹങ്ങളും ജലവുമായി പ്രവർത്തിക്കാറുണ്ടു്. ചുടാക്കിയ കരിയിൽ കൂടി ($\sim$ 600°C) നീരാവി പ്രവഹിപ്പിച്ചാൽ കാർബൺ മോണോക്സൈഡും ഹൈഡ്രജനും ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ മിശ്രിതമാണു് ജലവാതകം.

$$C + H_2O \longrightarrow CO + H_2$$

ഫ്ലൂറിൻ ജലത്തിൽ നിന്നു് ഓക്സിജനെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു; കൂട്ടത്തിൽ അല്പം ഓസോണും ഉണ്ടാകും.

$$2F_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HF + O_2$$

$$3F_2 + 3H_2O \longrightarrow 4HF + O_3$$

ക്ലോറിൻ ജലത്തിൽ ലയിക്കുമ്പോഴും ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് അമ്ലം, ഹൈപ്പോക്ലോറസ് അമ്ലം എന്നിവയുണ്ടാകുന്നു. വളരെ താണ തപനിലയിൽ ക്ലോറിൻ ഹൈഡ്രേറ്റുണ്ടാകും. ($Cl_2 \cdot 8H_2O$)

$$Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HClO$$

ഈ ലായനിയിൽ (ക്ലോറിൻജലം) സൂര്യപ്രകാശമേൽക്കുമ്പോഴും ഓക്സിജൻ ലഭിക്കുന്നു.

$$2Cl_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HCl + O_2$$

4. ജലവും ഓക്സൈഡുകളും: അമ്ലീയ ഓക്സൈഡുകളും പലതും ജലത്തിൽ ലയിച്ച് ആസിഡുകളും ഉണ്ടാകുന്നു.

$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$ (സൽഫ്യൂറസ് ആസിഡ്)

$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$ (സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ്)

ബേസിക് ഓക്സൈഡുകളും ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നവയാണെങ്കിൽ ആൽക്കലി ഉണ്ടാകും.

$Na_2O + H_2O \longrightarrow 2\ NaOH$

കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് നീരാവിയുമായി ഉന്നതതാപനിലയിലും ഉൽപ്രേരകസാന്നിധ്യത്തിലും പ്രവർത്തിച്ച് ഹൈഡ്രജൻ ലഭ്യമാക്കുന്നു.

$$CO + H_2O \underset{}{\overset{Fe_2O_3}{\rightleftharpoons}} CO_2 + H_2$$

5. ജലം ചില കാർബൈഡുകളുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ അസെറ്റിലീൻ മുതലായ ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

$CaC_2 + 2\ H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$ (അസറ്റലീൻ)

$Al_4C_3 + 12\ H_2O \longrightarrow 4\ Al(OH)_3 + 3CH_4$ (മീഥേൻ)

6. ജലം നിർജലപദാർഥങ്ങളുമായി (anhydrous substances) സംയോജിച്ച് ജലയോജിത (ഹൈഡ്രേറ്റിത) പദാർഥങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

7. ജലവിശ്ലേഷണം: പല യൗഗികങ്ങളും ജലവുമായി ഉഭയവിഘടനത്തിൽ ഏർപ്പെടുന്നു. ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളാണ് ജലവിശ്ലേഷണം. അലോഹ ക്ലോറൈഡുകൾ, ആസിഡ് ക്ലോറൈഡുകൾ, ചില ലവണങ്ങൾ മുതലായവ ജലവിശ്ലേഷണത്തിനു വിധേയങ്ങളാണ്. ഇത്തരം പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ജലം H, OH എന്നീ ഭാഗങ്ങളായി പിരിയുന്നതുപോലെ തോന്നും. ഉദാഹരണമായി PCl_3 (ഫോസ്ഫറസ് ട്രൈക്ലോറൈഡ്) ജലവിശ്ലേഷണ വിധേയമാകുമ്പോൾ അതിലുള്ള Cl അണുക്കൾക്കു പകരം OH ഗ്രൂപ്പുകൾ പ്രതിസ്ഥാപനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

$$PCl_3 + 3H_2O \underset{}{\overset{[H_3PO_3]}{\longrightarrow}} P(OH)_3 + 3HCl$$

ഇതു പോലെ,

$PCl_5 + H_2O \longrightarrow POCl_3 + 2HCl$

$POCl_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_4 + 3HCl$

പൊതുവെ അലോഹക്ലോറൈഡുകൾ പൂർണമായി ജലവിശ്ലേഷണത്തിനു പാത്രമായിത്തീരും:

$SiCl_4 + 3H_2O \longrightarrow H_2SiO_3 + 4HCl$

ചില ലോഹക്ലോറൈഡുകൾ ഉഭയദിശീയമായി ജലാപഘടിതമാകുന്നു.

ഉദാഹരണമായി

$$FeCl_3 + 3H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_3 + 3HCl$$

പൊതുവെ ഫെറിക് ലവണങ്ങൾ ജലാപഘടിതമാകുന്നതിനാൽ ഇവയുടെ ലായനികൾ അധികം ആസിഡ് ചേർത്താണ് സൂക്ഷിക്കപ്പെടുന്നത്. പല കാർബണിക യൗഗികങ്ങളും ജലാപഘടിതങ്ങളാകുന്നുണ്ട്. ഈ പ്രക്രിയയിൽ ആസി

ഡുകം ഉൽപ്രേരകങ്ങളായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. അമൈഡുകം, എസ്റ്ററുകം, പഞ്ചസാര എന്നിവ ഉദാഹരണങ്ങളാണ്.

8. ജലത്തിന്റെ ഉൽപ്രേരകഗുണങ്ങൾ: ബാഷ്പാവസ്ഥയിൽ ജലം പല പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളെയും ഉൽപ്രേരണം ചെയ്യുന്നുണ്ട്. അതിശുദ്ധമായ ഹൈഡ്രജനും ക്ലോറിനും തമ്മിൽ കലർത്തിയാൽ അവ സംയോജിക്കുകയില്ല. എന്നാൽ ഈർപ്പത്തിന്റെ ലേശമെങ്കിലും ഉണ്ടെങ്കിൽ അവ സംയോജിക്കുന്നു ഇതു പോലെ തന്നെ അനവധി പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ലേശം ഈർപ്പം ആവശ്യമാണെന്നു കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

പ്രയോജനങ്ങൾ: ജലത്തിന്റെ പ്രയോജനങ്ങളും അസംഖ്യമത്രെ. അവയിൽ വ്യാവസായികമായും വൻതോതിലുമുള്ള ജലത്തിന്റെ ഉപയോഗം താഴെ ചേർത്തിരിക്കുന്നു.

(1) കുടിക്കാൻ (2) കഴുകാൻ, അലക്കാൻ (3) തണുപ്പിക്കാൻ (4) ബോയ്ലറുകളിൽ നീരാവിയുണ്ടാക്കുവാൻ (5) ലായകമായി (6) ഹൈഡ്രജൻ, ഓക്സിജൻ, വാട്ടർഗാസ് എന്നിവയുടെ നിർമാണം മുതലായവ.

ഘനജലം (Heavy water): ('ഹൈഡ്രജൻ ഐസോടോപ്പുകം' നോക്കുക)

അഭ്യാസങ്ങൾ

1. നോട്ട് കുറിക്കുക: കഠിനജലം, പെർമ്യൂട്ടൈറ്റ്, അയോൺ വിനിമയം, ജലവും ലോഹങ്ങളും തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനം, ജലവാതകം, ജലവിശ്ലേഷണം.
2. ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും ചേർന്ന യൗഗികമാണ് ജലം എന്നു തെളിയിക്കുക.
2. സമുദ്രജലം കഠിനമാണോ? എന്തുകൊണ്ട്? കഠിനജലത്തെ മൃദുകരിക്കുന്നതെന്തിനു്.

   മൃദുകരണവിധികളേവ?
4. ജലത്തിന്റെ വ്യാവസായികപ്രാധാന്യം വ്യക്തമാക്കുക.

   ശുദ്ധജലവിതരണത്തിനു് ജലം എങ്ങനെ സംസ്കരിക്കപ്പെടുന്നു?
5. ജലത്തിന്റെ ഭാരസംഘടനം നിർണയിക്കാനുള്ള പരീക്ഷണം വിവരിക്കുക?
6. ജലത്തിന്റെ തന്മാത്രാസൂത്രം വ്യൽപാദിപ്പിക്കുക?
7. ഹോഫ്മാൻ വിധിയിൽ ജലത്തിന്റെ വ്യാപ്തസംഘടനം എങ്ങനെ നിർണയിക്കപ്പെടുന്നു?
8. പൂർത്തിയാക്കുക:

$$H_2O \underset{\text{2000°}}{\overset{\text{30°C}}{\rightleftharpoons}} H_2O \underset{\text{600°C}}{\rightleftharpoons}$$

$$H_2O + C \longrightarrow$$

$$H_2O + Al \longrightarrow$$

$$Fe_2(SO_4)_3 + H_2O \longrightarrow$$

$$Fe + H_2O \longrightarrow$$

$$CuSO_4 + H_2O \longrightarrow$$

$$SOCl_2 + HO_2 \longrightarrow$$

5

ഓസോണും ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡും

സംരചനാവിശേഷം കൊണ്ട് എളുപ്പത്തിൽ വിയോജിച്ച് ഓക്സിജൻ നൽകാൻ കഴിവുള്ളതിനാൽ വളരെ രാസവീര്യം പ്രദർശിപ്പിക്കുന്ന പദാർഥങ്ങളാണിവ രണ്ടും. ഇവ വീര്യമുള്ള ഓക്സീകാരകങ്ങളുമാണ്.

ഓസോൺ

ചരിത്രം: വായുവിലോ ഓക്സിജനിലോ കൂടി ഇലക്ട്രിക് ഡിസ്ചാർജ് ഉണ്ടായാൽ ഒരു പ്രത്യേകതരം മണം ഉണ്ടാകുന്നതായും ഈ വായുവിൽ മെർക്കുറിക്കു തിളക്കം നഷ്ടമാകുന്നതായും 1785-ൽ വാൻ മാറം (Van Marum) കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇലക്ട്രോളിസിസിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഓക്സിജനിലും ഇതേ മണമുണ്ടെന്നും 1801-ൽ ക്രൂക്ഷാങ്കും (Cruickshank) കണ്ടുപിടിച്ചു. 1840-ൽ ഷോൺബൈൻ (Schonbein) ഈ മണത്തിനു കാരണം ഒരു പുതിയ വാതകമാണെന്നും, ഇതു പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡിൽ നിന്നു അയൊഡിൻ മോചിപ്പിക്കുമെന്നും, വെള്ളത്തെ ഫോസ്ഫറസ് ഈർപ്പമുള്ള വായുവിൽ സാവധാനത്തിൽ ഓക്സീകരിക്കുമ്പോഴും ഈ വാതകം ഉണ്ടാകുമെന്നും സമർഥിച്ചു. 1866-ൽ സോററ് (Soret) ഈ വാതകത്തിന്റെ ഫോർമുല O_3 ആണെന്നു തെളിയിച്ചു. ഷോൺബൈൻ ആണ് 'ഓസോൺ' എന്നു പേരു കൊടുത്തതു (Greek: Ozo = ഞാൻ മണക്കുന്നു).

ഉപസ്ഥിതി: അന്തരീക്ഷവായുവിൽ വളരെ നിസ്സാരമായ അളവിൽ ഓസോൺ ഉണ്ടു. എന്നാൽ അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ മുകൾത്തട്ടുകളിൽ ഓസോണിന്റെ ശതമാനം അല്പം കൂടി കൂടുതലാണു. അൾട്രാവയലറ് രശ്മി ഓക്സിജനിൽ പ്രവർത്തിച്ചാണു വായുവിൽ ഓസോൺ ഉണ്ടാകുന്നതു. സമുദ്രതീരവായുവിൽ ഓസോൺ കൂടുതലായി കാണുന്നു.

ഉല്പാദനവിധികൾ: ഓക്സിജന്റെ ഒരു അപരരൂപമാണു ഓസോൺ എന്നു കരുതാം. ഓക്സിജൻ ഊർജത്തെ അവശോഷണം ചെയ്തു ഓസോൺ ആയി

ത്തീരുന്നു. അന്തരീക്ഷവായുവിനെ രശ്മി കൊണ്ടു് കിരണനം ചെയ്യും വിദ്യുത് ഡിസ്ചാർജ് കൊണ്ടും ഓക്സിജനിൽ ഊർജം ഏല്പിക്കാം.

$$3O_2 + 68K\cdot Cal \longrightarrow 2O_3$$

ഇപ്രകാരം ഓക്സിജനിൽ നിന്നു് അഥവാ വായുവിൽ നിന്നു് ഓസോൺ ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നതിനു് ''ഓസോണീകരണം'' (Ozonization) എന്നു പറയുന്നു. ഓസോൺ നിർമാണത്തിനുള്ള മുഖ്യവിധിയും ഇതാണു്.

ചില പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാകുമ്പോഴും അല്പം ഓസോണും കൂടി ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടു്. ഉദാഹരണമായി ഫ്ളൂറിൻ ജലത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും വിസ്ഥാപനം ചെയ്യപ്പെടുന്ന ഓക്സിജൻ ഓസോണീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$2\ F_2 + 2H_2O \longrightarrow 4\ HF + O_2.$$

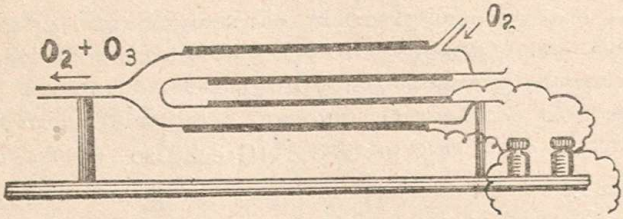
$$3\ F_2 + 3H_2O \longrightarrow 6\ HF + O_3.$$

ലാബറട്ടറി നിർമാണം: (ഓസോണീകൃതവായു അഥവാ ഓസോണീകൃത ഓക്സിജൻ)

ശുദ്ധമായ ഓസോൺ നിർമിക്കാൻ വിഷമമാണു്. അതിനാൽ ഓസോൺ അടങ്ങിയ വായുവോ ഓക്സിജനോ ആണു് ലാബറട്ടറികളിലും വൻതോതിലും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നതു്.

ലാബറട്ടറികളിൽ വായുവിനെ ഓസോണീകരിക്കുന്നതു് അതിനെ നിശ്ശബ്ദ വിദ്യുത്ഡിസ്ചാർജിനു് (silent electric discharge) വിധേയമാക്കിയാണു്. ചെറുതും വലുതുമായി പലതരം ഉപകരണങ്ങളും ഇതിനുപയോഗിക്കുന്നു. ഇവയാണു് ഓസോണൈസറുകൾ അഥവാ ഓസോണേറ്ററുകൾ എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്നതു്.

(a) സീമെൻസ് ഓസോണൈസർ

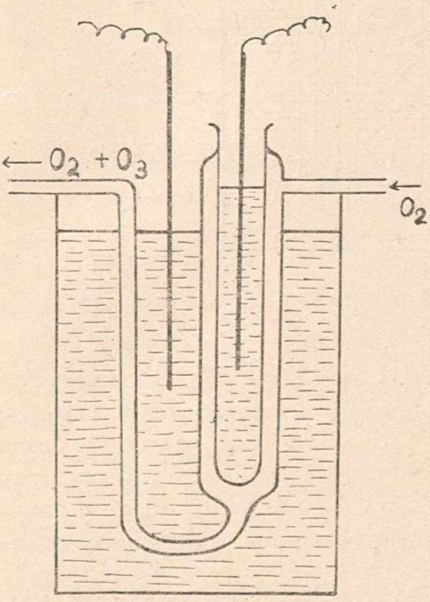


ചിത്രം 5_1 സീമെൻസ് ഓസോണൈസർ

ചിത്രത്തിലുള്ളതു പോലെ ഗ്ലാസ് കൊണ്ടുള്ള രണ്ടു ഏകാക്ഷകുഴലുകൾ (Coaxial tubes)തമ്മിൽ ഉരുക്കിച്ചേർത്തതാണു് ഈ ഉപകരണം. പുറംകുഴലിന്റെ ഒരറ്റത്തു് ഒരു പ്രവേശകുഴലും (inlet–tube) മറ്റേ അറ്റത്തു് ഒരു ബഹിർഗമനകുഴലും ഉണ്ടു്. ഉൾക്കുഴലിന്റെ ഉൾത്തലത്തിലും പുറംകുഴലിന്റെ പുറത്തലത്തിലും കനംകുറഞ്ഞ ടിൻതകിട് കൊണ്ടു് പൊതിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. തകിടുകൾ ഓരോന്നും ഒരു ശക്തിയുള്ള പ്രേരകച്ചുരുളിന്റെ (induction coil) ഓരോ അഗ്രങ്ങ

ളോട്ട് യോജിപ്പിച്ചു കഴലുകത്തിടയിൽ കൂടി വായുവോ ഓക്സിജനോ പ്രവഹിപ്പിച്ചാൽ ബഹിർഗമനക്കുഴലിൽ കൂടി വരുന്ന വാതകം ഓസോൺ അടങ്ങിയതായിരിക്കും.

(b) ബ്രോഡി ഓസോണൈസർ:

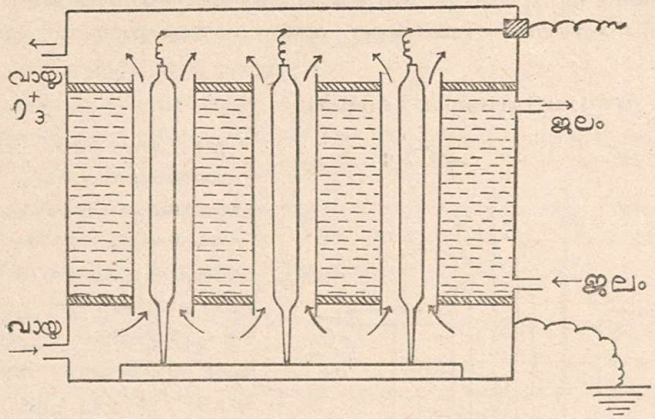


ചിത്രം 5-2
ബ്രോഡി ഓസോണൈസർ

ഈ ഉപകരണം ആദ്യത്തേതു പോലെതന്നെയാണു്. എന്നാൽ ഈയത്തകിടുകൊണ്ടു പകരം സൽഫ്യൂരിക് അമ്ലലായനിയോ കോപ്പർ സൽഫേറ്റു ലായനിയോ ആണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു് ഉൾക്കുഴലിൽ കോപ്പർ സൽഫേറ്റു് ലായനി എടുത്തു് ഉപകരണം ഒരു വലിയ പാത്രത്തിൽ ഉള്ള $CuSO_4$ ലായനിയിൽ അർധമഗ്നമായി വെയ്ക്കുക. രണ്ടു ലായനികളിലും ഓരോ പ്ലാറ്റിനം കമ്പികൊണ്ടു് ഇട്ടു് അവയെ പ്രോകച്ചുരുളിന്റെ അഗ്രങ്ങളുമായി തൊടുത്ത ശേഷം ഓക്സിജനോ വായുവോ കുഴലുകളുടെ ഇടയിലുള്ള പ്രദേശത്തു കൂടി കടത്തുമ്പോൾ ഓസോൺ ഉണ്ടാകുന്നു.

വൻതോതിലുള്ള നിർമാണം

വൻ തോതിൽ ഓസോൺ നിർമിക്കുന്നതും ഇതേരീതിയിൽ തന്നെയാണു്. സീമെൻസ് ഹാൽസ്കെ (Siemens Halske ozonizer) ഓസോണൈസറുകളിൽ വലിയ ഇരുമ്പുടാങ്കുകളിൽ ഒരു ഗ്ലാസ് പ്ലേറ്റിൽ കത്തിനിൽത്തിയിട്ടുള്ള അനവധി അലൂമിനിയം ട്യൂബുകൾ വളരെ ഉയർന്ന പൊടെൻഷ്യലിൽ ചാർജിതമാകുന്നു. (8000-10000 വോൾട്ട്). ഇരുമ്പുടാങ്ക് ഭ്രൂസമ്പർക്കിതമാക്കി (earthed) വെക്കണം. അലൂമിനിയം ട്യൂബുകൾ ഓരോന്നിനേയും ഉൾക്കൊള്ളത്തക്കവണ്ണം ഓരോ ഗ്ലാസ് കുഴലുകൾ ഉണ്ട്. ടാങ്കിന്റെ ചുവട്ടിൽ കൂടി അകത്തു പ്രവേശിക്കുന്ന വായു ഗ്ലാസ് കുഴലുകളിൽ കൂടി ഡിസ് ചാർജിനു് വിധേയമായി മേൽപോട്ട് കടക്കുമ്പോൾ ഓസോൺ ഉണ്ടാകുന്നു. ഗ്ലാസ് കുഴലുകളെ ജലപ്രവാഹം കൊണ്ടു് തണുപ്പിക്കണം. താപനില കൂടിയാൽ ഓസോണിന്റെ ശതമാനം കുറവായിരിക്കും. മറ്റു പലതരം ഓസോണൈസറുകളും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടു്.



ചിത്രം 5–3. സീമെൻസ് ഹാൽസ്കെ ഓസോണൈസർ

10–15% വരെ ഓസോൺ അടങ്ങിയ വായു ഇപ്രകാരം ലഭിക്കുന്നു.

ശുദ്ധമായ ഓസോൺ: രാസശുദ്ധമായ ഓസോൺ നിർമിക്കുക എന്നതു് വളരെ ക്ലേശകരമാണു്. ഓസോണീകൃതമായ ഓക്സിജനെ ദ്രവവായുവിൽ തണുപ്പിച്ചു് ദ്രവീകരിക്കുമ്പോഴും കിട്ടുന്ന ഓസോൺ, ഓക്സിജൻ ദ്രവമിശ്രിതത്തിൽ നിന്നും പ്രത്യേകതരത്തിൽ ഓക്സിജൻ ബാഷ്പീകരിച്ചു് മാറ്റിയാൽ ശുദ്ധമായ ഓസോൺ ലഭിക്കുന്നു. ഈ പദാർഥം താണ താപനിലകളിൽ പോലും വിഘടനവിധേയമാണു്. വ്യാവസായികമായി ഓസോണീകൃതവായുവോ ഓക്സിജനോ ആണു് ഉപയോഗിക്കാറുള്ളതു്.

ഓസോണിന്റെ ഗുണധർമങ്ങൾ:

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ: ശുദ്ധമായ ഓസോൺ വാതകത്തിനു് ഇളം നീല നിറമുണ്ടു്. ദ്രവ ഓസോൺ കടും നീലനിറമുള്ളതാണു്. ദ്രവഹൈഡ്രജനിൽ തണുപ്പിച്ചു് കടും വയലറ്റു് നിറത്തിലുള്ള ഓസോൺ ക്രിസ്റ്റലുകൾ കിട്ടുന്നു. ഉരുകൽനില = — 249.7°C; തിളനില = —112.4°C. ഓസോണിനു് ജലത്തിൽ ഓക്സിജനെക്കാൾ ലേയത്വമുണ്ടു്. ടർപന്റൈനിൽ ഓസോൺ അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

ഓസോണിന്റെ വളരെ പ്രകടമായ ഗുണം അതിന്റെ പ്രത്യേക ഗന്ധമാണു് ഏതാണ്ടു് മത്സ്യത്തിന്റെ ഗന്ധം.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ:

(1) **വിയോജനം:** ഓസോൺ അസ്ഥിരമാണു്. ചൂടാക്കുമ്പോഴും ചില ഉൽപ്രേരകങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യത്തിലും എളുപ്പം വിയോജിച്ചു് ഓക്സിജനായിത്തീരുന്നു.

$$2O_3 \longrightarrow 3O_2$$

ആൽക്കലികം, സിൽവർ, പ്ലാറ്റിനം മുതലായ ലോഹങ്ങളും, മാൻഗനീസ് കോബാൾട് മുതലായവയുടെ ഓക്സൈഡുകളും, പൊടിച്ച ഗ്ലാസ് മുതലായവ ഓസോൺവിയോജനത്തെ ഉൽപ്രേരണം ചെയ്യുന്നു.

2. ഓക്സീകരണസ്വഭാവം:

ഓസോണിന്റെ മുഖ്യമായ ഗുണം അതിന്റെ ഓക്സീകരണപ്രവണതയാണു്. ഓക്സിജനെക്കാൾ വളരെയധികം വീര്യം ഓസോൺ പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നു. ഇത്തരം പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാകാറുണ്ടു്. എന്നാൽ ചിലതിൽ ഓസോൺ മുഴുവനും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

(a) കറുത്ത ലെഡ്സൽഫൈഡു് വെളുത്ത ലെഡ്സൽഫേറ്റു് ആയിത്തീരും.

$$PbS + 4O_3 \longrightarrow PbSO_4 + 4O_2$$

(b) നനഞ്ഞ അയൊഡിൻ അയൊഡിക് ആസിഡ് ആയിത്തീരുന്നു.

$$I_2 + 5O_3 + H_2O \longrightarrow 2HIO_3 + 5O_2$$

(c) ഉണക്കിയ അയൊഡിൻ മഞ്ഞനിറത്തിലുള്ള I_4O_9 ആകുന്നു.

$$2I_2 + 9O_3 \longrightarrow I_4O_9 + 9O_2$$

(d) ഹൈഡ്രജൻ ഹാലൈഡുകളും ഹാലൊജനുകളായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$2HCl + O_3 \longrightarrow H_2O + Cl_2 + O_2$$

(e) പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡു് അയൊഡിൻ ആയി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു. (ഉദാസീനലായനിയിൽ). ഒപ്പം ആൽക്കലിയും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2KI + O_3 + H_2 \longrightarrow 2KOH + I_2 + O_2.$$

ക്ഷാരലായനിയിൽ അയൊഡൈഡുകളും അയൊഡേറ്റും പെർഅയൊഡേറ്റും ആയിത്തീരുന്നു. ഫെറസു് സൽഫേറ്റിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ അയൊഡിൻ ഉണ്ടാകുന്നില്ല. (Cf. H_2O_2.)

(f) നനഞ്ഞ S, P, As മുതലായവയെ അവയുടെ ഉച്ചതമ (highest) ഓക്സി ആസിഡുകളായി ഓക്സീകരിക്കുന്നു.

ഉദാ: $S + H_2O + 3O_3 \longrightarrow H_2SO_4 + 3O_2$.

(g) ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ സ്റ്റാനസ് ക്ലോറൈഡിനെ സ്റ്റാനിക് ക്ലോറൈഡായി ഓക്സീകരിക്കുമ്പോഴും ശുഷ്കമായ SO_2 നെ SO_3 ആയി ഓക്സീകരിക്കുമ്പോഴും ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാകുന്നില്ല.

$$3SO_2 + O_3 \longrightarrow 3SO_3.$$

$$3SnCl_2 + 6HCl + O_3 \longrightarrow 3SnCl_4 + 3H_2O$$

(h) ശോഭയുള്ള വെള്ളിത്തകിടു് ഓസോണിന്റെ സമ്പർക്കത്തിൽ കറുക്കുന്നു. ഇതിനു കാരണം സിൽവറിന്റെ ചില ഓക്സൈഡുകളും ഉണ്ടാകുന്നതാണു്. Ag_2O, Ag_2O_2, Ag_2O_3 എന്നീ ഓക്സൈഡുകളുടെ മിശ്രിതം ഉണ്ടാകുന്നതായി കരുതപ്പെടുന്നു.

$$2Ag + 2O_3 \longrightarrow Ag_2O_2 + 2O_2.$$

ഇതു് ഓസോണിന്റെ ഒരു ടെസ്റ്റാണു്.

(i) മെർക്കറിയുമായുള്ള പ്രവർത്തനവും രസാവഹമാണു്. ഒരു ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിലോ മറ്റോ അല്പം മെർക്കറിയും ഓസോണീകരിച്ച വായുവും ചേർത്തു് കുലുക്കിയാൽ മെർക്കറിയുടെ ശോഭ നഷ്ടപ്പെടുന്നതായും അതു് ഗ്ലാസിന്റെ പ്രതലത്തിൽ പറ്റിച്ചേരുന്നതിനാൽ ''വാലുകം'' (tails) ഉണ്ടാകുന്നതായും കാണാം. ഓക്സൈഡുണ്ടാകുന്നതു കാരണമാണു് ഇങ്ങനെ സംഭവിക്കുന്നതു്.

$$2Hg + O_3 \longrightarrow Hg_2O + O_2$$

ഇത്തും ഓസോണിനുള്ള ഒരു വിശിഷ്ടസ്വഭാവമാണ്.

3. വിവർണീകരണസ്വഭാവം: വർണമുള്ള സസ്യഭാഗങ്ങളെ ഓസോൺ വെളുപ്പിക്കുന്നു. ഉദാ: പൂക്കൾ. നനവുള്ള ലിറ്റ്മസിനെ ആദ്യം കൂടുതൽ ചുവപ്പിച്ച് പിന്നീട് വെളുപ്പിക്കുന്നു. ഓസോണിക് ആസിഡ് (H_2O_4) ഉണ്ടാകുന്നതിനാലാണിതെന്നു പറയപ്പെടുന്നു. ഓസോൺ ഓക്സീകാരകമായതിനാലാണ് ഇങ്ങനെ വിവർണനഗ്രണം പ്രകാശിപ്പിക്കുന്നത്.

4. നിരോക്സീകരണം: ചൂരുക്കം ചില പദാർഥങ്ങളിൽ നിന്നും ഓക്സിജനെ മാറ്റി ഓസോൺ അവയെ നിരോക്സീകരിക്കുന്നു.

ഉദാ: $H_2O_2 + O_3 \longrightarrow H_2O + 2O_2$

$BaO_2 + O_3 \longrightarrow BaO + 2O_2$

5. അപൂരിത കാർബണിക യൗഗികങ്ങളുമായി സങ്കലനം:

എഥിലിൻ പോലുള്ള ദ്വിബന്ധമുള്ള കാർബണിക യൗഗികങ്ങളുമായി ഓസോൺ സങ്കലനം ചെയ്യുന്നു. ഉല്പന്നമായ പദാർഥത്തിനു് 'ഓസൊണൈഡ്' എന്നാണു് പേരു്.

$$H_2C = CH_2 + O_3 \longrightarrow H_2C - O - CH_2$$
$$\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \qquad\quad |$$
$$\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad O \quad - \quad O$$

(എഥിലിൻ ഓസൊണൈഡ്)

ഇത്തരം ഓസൊണൈഡുകളെ ജലാപഘടനം ചെയ്യിച്ചു കിട്ടുന്ന ഉല്പന്നങ്ങളും എന്താണെന്നു കണ്ടുപിടിച്ചു് കാർബണിക തന്മാത്രകളുടെ സംരചനയിലുള്ള (Structure) ദ്വിബന്ധത്തിന്റെ സ്ഥാനം നിർണയിക്കാം.

ടർപന്റൈനിൽ നിന്നുമുതലായ സുഗന്ധതൈലങ്ങളും ഓസോൺ അവശോഷണം ചെയ്യുന്നതു്, ഓസോണൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നതിനാലാണു്

6. ഓസോൺ വളരെ തുച്ഛമായ അളവിൽ വായുവിൽ ഉണ്ടെങ്കിൽ നല്ലതാണെങ്കിലും അല്പം കൂടിയാൽ അസുഖകരമാണു്. കൂടുതലുണ്ടെങ്കിൽ വിഷവീര്യമുള്ളതാണെന്നു തെളിഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്.

ഓസോൺ രോഗാണുക്കളെ നശിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ ജലശുദ്ധീകരണത്തിനും മറ്റും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ഓസോണിന്റെ ടെസ്റ്റുകൾ

(1) പ്രത്യേകതരം മത്സ്യഗന്ധം (2) വെള്ളിത്തകിടുകളെ കറുപ്പിക്കുന്നു. (3) മെർക്കറിയെ മലിനമാക്കുകയും അതിനെ ഗ്ലാസിന്റെ പ്രതലത്തിൽ പറ്റിപ്പിടിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. (4) ടർപന്റൈനിൽ അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

ഓസോണിന്റെ ഉപയോഗം

(a) ജലശുദ്ധീകരണം (രോഗാണുനാശനം)

(b) ജനക്കൂട്ടമുള്ള തീയേറ്ററുകളിലും ടണലുകളിലും മറ്റുമുള്ള വായുവിനെ ശുദ്ധീകരിക്കുന്നതിനു്. (ഇതിനു് വലിയ അംഡാവയലറ്റ് ദീപങ്ങളാണു് ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നതു്.)

(c) ദന്തം, സിൽക് മുതലായവയെ വിവർണീകരിക്കുന്നതിനു്.

(d) കാർബണിക യൗഗികങ്ങളുടെ സംരചനാനിർണയത്തിനു്.

(e) ചില യൗഗികങ്ങളും നിർമിക്കാൻ ഓസോൺ കൊണ്ടുള്ള ഓക്സീകരണം ആവശ്യമാണു്.

ഓസോണിന്റെ സൂത്രനിർണയം

ഓസോണിൽ നിന്നു് ഓക്സിജനല്ലാതെ ഒന്നും കിട്ടുന്നില്ല. അതിനാൽ ഇതിൽ ഓക്സിജൻ മാത്രമേ ഉള്ളൂ എന്നു് അനുമാനിക്കാം. അതുപോലെ രാസശുദ്ധമായ ഓക്സിജനിൽ നിന്നു് മാത്രം ഓസോൺ നിർമിക്കുകയും ചെയ്യാം.

ശുദ്ധമായ ഓസോൺ നിർമിച്ചു് അതിന്റെ ഘനത്വവും നിർണയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. ഇതിൽ നിന്നു് തന്മാത്രാഭാരം 48 ആണെന്നു് മനസിലാക്കിയിരിക്കുന്നു. O = 16.

∴ ഓസോൺ O_3 ആയിരിക്കും.

റീസൻഫെൽഡും ഷ്വാബും (Riesenfeld and Schwab) കൂടി 1922-ൽ ഡ്യൂമാസ്വിധിപ്രകാരമാണു് ശുദ്ധമായ ഓസോണിന്റെ തന്മാത്രാഭാരം നിർണയിച്ചതു്.

ഓസോൺ വിയോജിപ്പിച്ചു് ഓക്സിജനാകുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന വ്യാപ്തവർധനവിൽ നിന്നു് ഓസോണിന്റെ വ്യാപ്തസംഘടനം നിർണയിക്കാൻ സോററു് ആവിഷ്കരിച്ച പരീക്ഷണം വഴിയാണു് ഇതിന്റെ സൂത്രം ആദ്യം നിർണയിച്ചതു്. അതുപോലെ ന്യൂത് (Newth) മറ്റൊരു വ്യാപ്തസംഘടനപരീക്ഷണം ആവിഷ്കരിച്ചിട്ടുണ്ടു്.

[See Partingtan, General and Inorganic Chemistry, Macmillan]

ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡു്

ചരിത്രം: 1818-ൽ തേനാർഡു് (Thenard), ബേരിയം പെറോക്സൈഡു് ആസിഡും തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിച്ചു് കണ്ടുപിടിച്ചതാണു് H_2O_2. അസ്ഥിരമായ ഈ യൗഗികത്തിന്റെ ജലലായനി താണമർദത്തിൽ വാറ്റിച്ചു് അദ്ദേഹം മിക്കവാറും ശുദ്ധമായ ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡു് (H_2O_2) നിർമിച്ചു. ഈ യൗഗികം വിയോജിപ്പിച്ചപ്പോൾ ജലവും ഓക്സിജനും മാത്രം ലഭിക്കുമെന്നു് മനസ്സിലാക്കി. ജലത്തിന്റെയും ഓക്സിജന്റെയും ഭാരാനുപാതത്തിൽ നിന്നു് അദ്ദേഹം ഇതിന്റെ എംപിരികസൂത്രം HO ആണെന്നു് കണ്ടുപിടിച്ചു. 1894-ൽ വൊൾഫെൻസ്റ്റൈനാണു് (Wolfenstein) രാസശുദ്ധമായ H_2O_2 നിർമിച്ചതു്.

ഉൽപാദനം: അന്തരീക്ഷവായുവിലും ചെടികളിലും ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡു് ലേശം കാണപ്പെടുന്നു. CO, H_2 എന്നിവ കത്തുമ്പോൾ ഉള്ള ജ്വാലയുടെ പ്രതലത്തിൽ പതിക്കുമ്പോൾ അല്പം H_2O_2 ഉണ്ടാകുന്നു. അണു ഹൈഡ്രജൻ ഓക്സിജനുമായി നേരിട്ടു് സംയോജിക്കുമ്പോഴും H_2O_2 ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടു്. സാധാരണമായി പെറോക്സൈഡുകളിൽ നിന്നും പെറോക്സിയൗഗികങ്ങളിൽ നിന്നുമാണു് H_2O_2 നിർമിക്കപ്പെടുന്നതു്. Na_2O_2, BaO_2 എന്നിവ ആസിഡുകളുമായി പ്രവർത്തിച്ചാണു് H_2O_2 ലായനികൾ വലിയതോതിൽ ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നതു്.

ലാബറട്ടറി നിർമാണം: ശുദ്ധമായ H_2O_2 വളരെ അസ്ഥിരമാണു്. സാധാരണമായി H_2O_2 ലായനിയാണു് ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ടുന്നതു്.

(a) ബേരിയം പെറോക്സൈഡിൽ നിന്നു്

ഹൈഡ്രോററിതബേരിയം പെറോക്സൈഡും ($BaO_2\ 8H_2O$) ജലവും കൂട്ടിക്കുഴച്ചു് നേർത്ത കുഴമ്പുണ്ടാക്കുക. ഒരു ബീക്കറിൽ നേർത്ത സൽഫൂരിക്കാസിഡു് എടുത്തു് ഐസിൽ വെച്ചു് തണുപ്പിക്കുക. കുഴമ്പു് അല്പാല്പമായി തണുത്ത ആസിഡിലേക്കു് ഒഴിച്ചു് ഇളക്കിക്കൊണ്ടിരിക്കുക. ആസിഡു് അല്പം അവശേഷിക്കുന്നതുവരെ കുഴമ്പു് ചേർക്കണം.

$$BaO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow H_2O_2 + BaSO_4\downarrow$$

ബേരിയം സൽഫേറ്റു് അവക്ഷേപമായും H_2O_2 ലായനിയായും കിട്ടുന്നു. ബേരിയം സൽഫേറ്റു് തഴെ അടിയുമ്പോൾ തെളിഞ്ഞ ലായനി ഊറ്റിയെടുത്തു് (അല്ലെങ്കിൽ അരിച്ചു്) അഞ്ചാറു തുള്ളി ബേരിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡു് ചേർത്തു് ലായനി ഉദാസീനമാക്കുക. അപ്പോൾ അവശേഷിക്കുന്ന ആസിഡും നീക്കം ചെയ്യപ്പെട്ടുന്നു.

$$Ba(OH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2H_2O$$

വീണ്ടും അരിച്ചുകിട്ടുന്നതു് ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡു് ലായനിയായിരിക്കും.

കുറിപ്പു്: ഈ നിർമാണം ഫോസ്ഫോറിക്കു് അമ്ലം ഉപയോഗിച്ചും ചെയ്യാറുണ്ടു്. അല്പം ഫോസ്ഫോറിക്കു് അമ്ലം അടങ്ങിയ ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡു് ലായനി പെട്ടെന്നു് വിയോജിക്കുകയില്ല. ഫോസ്ഫോറിക്കു് അമ്ലം ഇതിൽ ഒരു അവപ്രേരകമാണു്. ആസിഡിനു പകരം CO_2 കടത്തിവിട്ടാലും മതിയാകും.

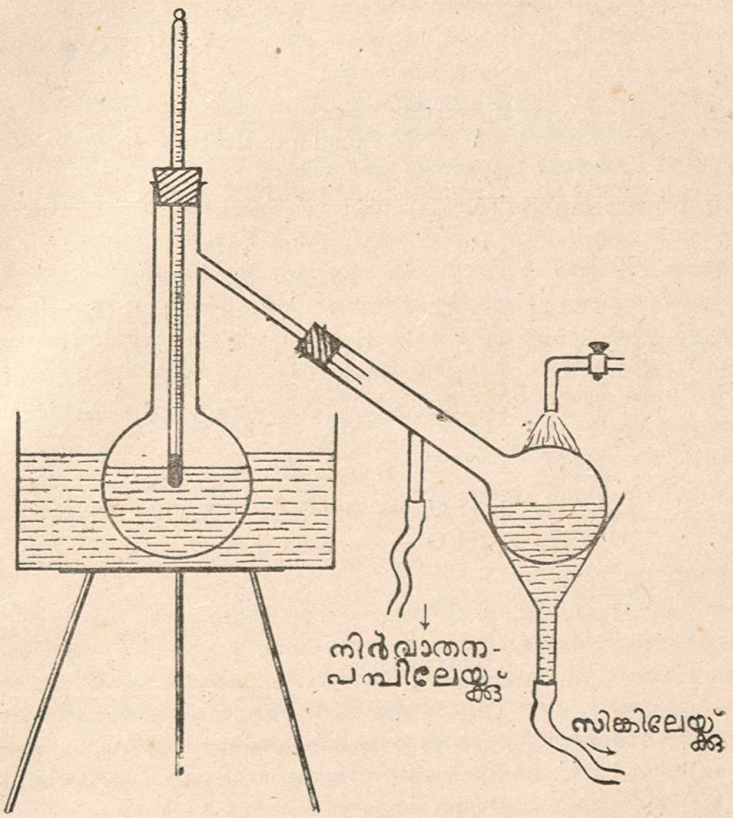
$$3BaO_2 + 2H_3PO_4 \longrightarrow Ba_3(PO_4)_2\downarrow + 3H_2O_2$$

$$BaO_2 + H_2O + CO_2 \longrightarrow BaCO_3\downarrow + H_2O_2$$

(b) സോഡിയം പെറോക്സൈഡിൽ നിന്നു്: ഐസിൽ തണുപ്പിച്ച നേർത്ത സൽഫൂരിക്കു് ആസിഡിലേക്കു് അല്പാല്പമായി സോഡിയം പെറോക്സൈഡു് ചേർത്തു് ഇളക്കുമ്പോൾ H_2O_2 ഉണ്ടാകുന്നു.

$$H_2SO_4 + Na_2O_2 \longrightarrow H_2O_2 + NaS_2O_4$$

സോഡിയം സൽഫേറ്റു് ലായനിയിൽ തന്നെ കിടക്കുന്നു. ആസിഡു് പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനു് വേണ്ടത്ര സോഡിയം പെറോക്സൈഡു് മാത്രമേ ചേർക്കാൻ പാടുള്ളൂ. കൂടുതലായാൽ ലായനി ക്ഷാരീയം ആകുന്നതിനാൽ H_2O_2 ഉൽപ്രേരിതമായി വിയോജിക്കുന്നു. ഈ ലായനി നന്നായി തണുപ്പിച്ചാൽ കുറെ സോഡിയം സൽഫേറ്റു് ക്രിസ്റ്റലീകരിച്ചു് പോകുന്നു. ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$). ഇക്കൂട്ടത്തിൽ കുറെ ജലവും നീങ്ങുന്നു (ക്രിസ്റ്റലനജലം). ലായനിയിൽ അവശേഷിക്കുന്ന അല്പം സോഡിയം സൽഫേറ്റു കൊണ്ടു് സാധാരണമായി ദോഷമൊന്നും ഇല്ല.



ചിത്രം 5–4

ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ് സാന്ദ്രീകരണം

വ്യാവസായികോൽപാദനം

1. മെർക് പ്രക്രിയ (Merck Process) : സോഡിയം പെറോക്സൈഡിൽ നിന്നു മേൽ വിവരിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ 20% H_2SO_4 ഉപയോഗിച്ചാണ് ഈ പ്രക്രിയ നടത്തുന്നത്. 30% H_2O_2 (പെർഹൈഡ്രോൾ) കിട്ടുന്നു.

ശുദ്ധമായ H_2O_2 : ഇപ്രകാരം കിട്ടുന്ന ലായനി സാന്ദ്രീകരിക്കുന്നതിനു അതിൽ നിന്നു ജലം ബാഷ്പീകരിക്കണം. പക്ഷേ ചൂടാക്കിയാൽ വിയോജനം സംഭവിക്കുന്നതിനാൽ ഇത്തരത്തിൽ സാന്ദ്രീകരിക്കാൻ സാധ്യമല്ല. അതിനാൽ വളരെ താണ മർദത്തിൽ വാറ്റിയാണു ജലം മാറ്റുന്നത്.

ലായനി ആദ്യം തന്നെ ജലബാഷ്പത്തിൽ വച്ചു 70°C ൽ ബാഷ്പീകരിക്കുന്നു ഏകദേശം 45% H_2O_2 ലായനിയാകുമ്പോൾ വിയോജിക്കാൻ തുടങ്ങുകയും ഓക്സിജൻ

കുമിളകളും കണ്ടുതുടങ്ങുകയും ചെയ്യും. ഈ സമയം ലായനി മാറ്റി ഒരു സോദന ഫ്ളാസ്കിൽ എടുത്തു ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ സംവിധാനം ചെയ്ത ഉപകരണത്തിൽ വെച്ചു് ഏകദേശം 80 മിമീ മർദ്ദത്തിൽ 30–35°C ൽ സോദനം ചെയ്യുമ്പോഴും ജലം മിക്കവാറും മാറിക്കിട്ടും. ക്രമേണ താപനില 70°C വരെ ഉയർത്തുക. ഇനിയും അവശേഷിക്കുന്ന തുച്ഛമായ ജലം മാറുന്നതിനു് പദാർഥത്തെ ഒരു നിർവാതകശോഷകത്തിൽ (Vacuum desicator) സാന്ദ്രസൽഫൂരിക് ആസിഡിനു മീതെ വെച്ചിരുന്നാൽ മതിയാകും.

2. ഇലക്ട്രോളിറിക് പ്രക്രിയ: ആദായകരമായി ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ് ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതു് സാന്ദ്രസൽഫൂരിക് ആസിഡോ അമോണിയം ബൈസൽഫേറ്റ് ലായനിയോ ഇലക്ട്രൊളൈസ് ചെയ്താണു്. ആനോഡിൽ പെറോക്സി ഡൈസൽഫൂരിക് ആസിഡു് $H_2S_2O_8$ ഉണ്ടാകുന്നു. (പെർഡൈസൽഫൂരിക് ആസിഡു്). $H_2S_2O_8$ ലായനി സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്തു് സോദനം ചെയ്യുമ്പോഴും ജലാപഘടനവിധേയമാകുകയും H_2O_2 ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. സോദനം ചെയ്തു് കിട്ടുന്നതു ശുദ്ധമായ 30% ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡാണു്.

$$2\,SO_4^{--} \longrightarrow S_2O_8^{--} + 2\,e$$

$$S_2O_8^{--} + 2\,H_2O \longrightarrow 2SO_4^{--} + H_2O_2 + 2H^+$$

$$[H_2S_2O_8 + 2H_2O \longrightarrow 2H_2SO_4 + H_2O_2]$$

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

ശുദ്ധമായ H_2O_2 നിറമില്ലാത്ത കൊഴുത്ത ദ്രാവകമാണു്. കൂടുതൽ ദ്രാവകം എടുക്കുമ്പോഴും അൽപം നീലനിറം കാണാം. ഇതിനു് പ്രത്യേകമായ ഒരു ലോഹരുചി (metallic taste) ഉണ്ടു്. ജലവുമായി ഏതനുപാതത്തിലും മിശ്രണീയമാണു്. —0.9° C ൽ കട്ടിയാകുന്നു. സാധാരണ മർദത്തിൽ (76 സെമീ.) തിളയ്ക്കുന്നതിനു മുമ്പു് സ്ഫോടനം ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാലും ഇതിന്റെ തിളനില 76 സെമീയിൽ 151°C ആയിരിക്കുമെന്നു കണക്കാക്കപ്പെട്ടുന്നു. ഖരാവസ്ഥയിൽ H_2O_2നു് ദ്രവകാവസ്ഥയിലേതിനേക്കാൾ ഘനത്വം കൂടുതലുണ്ടു്.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ് വളരെ അസ്ഥിരമാണു് (ഓസോൺ പോലെ). ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡിനു് വെള്ളമായി മാറാനുള്ള പ്രവണതയുള്ളതുകൊണ്ടു് അതിലുള്ള ഓക്സിജനെ മറ്റു പദാർഥങ്ങൾക്കു കൊടുക്കുന്നു. അതിനാൽ ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ് നല്ല ഓക്സീകാരകമാണു്.

(a) വിയോജനം: ചൂടാക്കിയാൽ H_2O_2 വിയോജിച്ചു് ജലവും ഓക്സിജനും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2\,H_2O_2 \longrightarrow 2\,H_2O + O_2$$

സാന്ദ്രലായനികളും മുറിയിലെ താപനിലയിൽ തന്നെ വിയോജിക്കുന്നു. ഈ വിയോജനത്തെ പല പദാർഥങ്ങളും ഉൽപ്രേരണം ചെയ്യുന്നു. പരുക്കൻ പ്രതലങ്ങളുമായുള്ള സമ്പർക്കം, പ്ലാറ്റിനം, സ്വർണം മുതലായ ലോഹങ്ങളും, ആൽക്കലികളും, മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡ് മുതലായവ H_2O_2ന്റെ വിയോജനം

ഉൽപ്രേരണം ചെയ്യുന്ന വസ്തുക്കളാണു്. നേർത്ത ലായനിയിൽ അല്പം MnO_2 ഇട്ടുനോക്കുക. തൽക്ഷണം ഓക്സിജൻ കുമിളകൾ ഉണ്ടാകുന്നതായി കാണാം. വാതകത്തെ കനലുള്ള ഈർക്കിൽ കൊണ്ടു് പരിശോധിച്ചാൽ ഓക്സിജനാകുന്നു മനസ്സിലാക്കാം.

വിയോജനത്തെ ചില പദാർഥങ്ങൾ അവപ്രേരണം ചെയ്യുന്നുണ്ടു്. H_3PO_4, ഗ്ലിസറിൻ, അസെറ്റാനിലൈഡു് മുതലായവയാണു് ഈ അവപ്രേരകങ്ങൾ. H_2O_2 ലായനികളിൽ ഇവ ചേർത്താൽ എളുപ്പത്തിൽ വിയോജനവിധേയമാകാതെ സൂക്ഷിക്കാവുന്നതാണു്.

(b) ഓക്സീകരണപ്രവണത

ഓസോൺ പോലെ തന്നെ H_2O_2 തന്നിലുള്ള ഒരു ഓക്സിജൻ അണുവിനെ എളുപ്പത്തിൽ മോചിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ അതു് ഒരു നല്ല ഓക്സീകാരകമാണു്.

(i) ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡിന്റെ പ്രതിപ്രവർത്തനം കൊണ്ടു് ലെഡ് സൽഫൈഡ് വെളുത്ത ലെഡ് സൽഫേറ്റ് ആകുന്നു.

$$PbS + 4\ H_2O_2 \longrightarrow PbSO_4 + 4\ H_2O$$

ചില ചിത്രങ്ങളിൽ വെളുത്ത ലെഡ്പെയിന്റു് ഉപയോഗിച്ചിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ അന്തരീക്ഷവായുവിലുള്ള H_2S മൂലം ചിത്രം കറുത്തുപോകുന്നു. ഇപ്രകാരം കറുത്ത ചിത്രത്തിലെ വെളുത്തനിറം വീണ്ടെടുക്കുന്നതിനു് H_2O_2 ലായനി ഉപയോഗിച്ചാൽ മതി.

(ii) സൽഫ്യൂരസ് ആസിഡിനെ സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡായും ആർസനൈറ്റുകളെ ആർസനേറ്റുകളായും ഓക്സീകരിക്കുന്നു.

$$H_2SO_3 + H_2O_2 \longrightarrow H_2O + H_2SO_4.$$

$$Na_3AsO_3 + H_2O_2 \longrightarrow Na_3AsO_4 + H_2O.$$

(iii) അമ്ലലായനികളിൽ ഫെറസ്ലവണങ്ങളെ ഫെറിക്ലവണങ്ങളായി ഓക്സീകരിക്കുന്നു.

$$2\ Fe^{++} + 2\ H^+ + H_2O_2 \longrightarrow 2\ H_2O + 2\ Fe^{+++}$$

(iv) പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡ് ലായനിയിൽ നിന്നു് അയൊഡിനെ മുക്തമാക്കുന്നു. അല്പം ഫെറസ് സൽഫേറ്റിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം വളരെവേഗം നടക്കുന്നു; അല്ലെങ്കിൽ സാവധാനത്തിലേ നടക്കുകയുള്ളു.

$$2\ KI + H_2O_2 \longrightarrow 2\ KOH + I_2$$

ആസിഡ് ലായനികളിലും പ്രതിപ്രവർത്തനം ശീഘ്രമാണു്.

$$2\ KI + H_2O_2 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2H_2O + I_2$$

(v) അമ്ലലായനികളിൽ ഫെറോസയനൈഡ് അയോൺ ഫെറിസയനൈഡായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$2Fe\ (CN)_6^{----} + H_2O_2 + 2H^+ \longrightarrow 2Fe\ (CN)_6^{---} + 2H_2O$$

(c) പെർടൈറനിക് ആസിഡ് ടെസ്റ്റ്

ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ് ലായനിയിൽ ടൈറനൈൽ സൽഫേറ് ലായനി (TiO_2 സാന്ദ്രസൽഫൂരിക് ആസിഡിൽ ലയിപ്പിച്ച് നേർപ്പിച്ച ലായനി) ചേർക്കുമ്പോൾ മഞ്ഞനിറത്തിലുള്ള പെർടൈറനിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. H_2O_2 ന്റെ ടെസ്റ്റായി ഈ പരീക്ഷണം ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്.

(d) പെർക്രോമിക് ആസിഡ് ടെസ്റ്റ്

അമ്ലീകരിച്ച പൊട്ടാസിയം ഡൈക്രോമേറ് ലായനിയിൽ ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ് ചേർക്കുമ്പോൾ പെർക്രോമിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ പദാർഥം ഈഥറിൽ ലയിക്കുന്നതാണ്; ലായനിക്ക് നീലനിറമുണ്ടായിരിക്കും. ഡൈക്രോമേറ് ലായനിയിൽ ആസിഡ്, ഈഥർ, H_2O_2 എന്നിവ ചേർക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന പെർക്രോമിക് ആസിഡ് ഈഥറിൽ ലയിക്കുന്നു. ഈഥർ ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നില്ല അതിനാൽ ഈഥർപടലം മുകൾഭാഗത്തും നീലനിറത്തിൽ കാണാം. ഡൈക്രോമേറ് ലായനിയിൽ ഈഥർ ഒഴിക്കുമ്പോൾ മുകളിലുള്ള ഈഥർപടലം നിറമില്ലാത്തതും,ചുവട്ടിലെ ജലലായനി ഓറഞ്ചുനിറമുള്ളതും ആയിരിക്കും. ഇതിൽ അല്പം H_2O_2 ലായനി ഒഴിച്ച് കുലുക്കിയാൽ ഉണ്ടാകുന്ന പെർക്രോമിക് ആസിഡ് ഈഥറിലേക്ക് നിഷ്കർഷണം ചെയ്യപ്പെടും. തന്മൂലം മുകളിലെ പടലം നീലനിറമുള്ളതും ഡൈക്രോമേറ് ഭാഗികമായി ക്രോമിയം ലവണങ്ങളാകുന്നതിനാൽ ചുവട്ടിലെ പടലം പച്ചനിറമുള്ളതും ആയിത്തീരുന്നു. അസ്ഥിരമായ പെർക്രോമിക് ആസിഡ് ക്രമേണ വിയോജിച്ച് ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാകുന്നു. പെർക്രോമിക് ആസിഡിന്റെ സൂത്രം ഇപ്പോഴും വിവാദവിഷയം തന്നെയാണ്. ഇതും H_2O_2 ന്റെ ടെസ്റ്റ് ആയി ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്.

(e) വിവർണനഗുണം

ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ് കാർബണിക വർണങ്ങളെ ഓക്സീകരിക്കുന്നതിനാൽ നല്ല ഒരു വിവർണനകാരിയാണ്. തന്നെയല്ല ആ സന്ദർഭങ്ങളിൽ H_2O_2 വിഘടിച്ചുണ്ടാകുന്ന H_2O തീരെ ഹാനികരമല്ലാത്തതിനാൽ വില കൂടിയ പട്ട കാം, ദന്തം മുതലായവയെ വെളുപ്പിക്കുന്നതിനു H_2O_2 ലായനിയാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ക്ലോറിൻ, SO_2, ബ്ലീച്ചിങ്പൗഡർ മുതലായവ ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ ഹാനികരങ്ങളായ അമ്ലങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. H_2O_2 ഉപയോഗിച്ചാൽ ഈ ദോഷം ഉണ്ടാകുന്നില്ല. H_2O_2 ന്റെ പ്രതിപ്രവർത്തനം മൂലം തലമുടിക്ക് തങ്കനിറം ഉണ്ടാക്കാം!

(പരീക്ഷണം ആശാസ്യമല്ല).

(f) നിരോക്സീകരണം

ചില പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ H_2O_2 നിരോക്സീകാരകമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

(i) അമ്ലീകരിച്ച പൊട്ടാസിയം പെർമാൻഗനേറ്റ് ലായനിയെ നിരോക്സീകരിച്ച് മാൻഗനീസ് ലവണങ്ങളാക്കുന്നതിനാൽ ലായനിയുടെ നിറം നഷ്ടപ്പെടുന്നു.

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2\,MnSO_4 + 3\,H_2O + 5\,(O)$$

$$5\,(O) + 5H_2O_2 \longrightarrow 5H_2O + 5\,O_2\uparrow$$

(ii) ഓസോണിനെ ഓക്സിജനാക്കി നിരോക്സീകരിക്കുന്നു.

$$O_3 + H_2O_2 \longrightarrow H_2O + 2O_2$$

(iii) തവിട്ടുനിറത്തിലുള്ള Ag_2O നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് കറുത്ത സിൽവറായിത്തീരുന്നു.

$$H_2O_2 + Ag_2O \longrightarrow H_2O + O_2 + 2\,Ag$$

(iv) ക്ഷാരീയ ലായനിയിൽ ഫെറിസയനൈഡ് അയോൺ ഫെറോസയനൈഡായി നിരോക്സീകൃതമാകുന്നു. (ആസിഡ് ലായനിയിൽ മറിച്ചാണ് സംഭവിക്കുന്നത്).

$$2\,Fe(CN)_6^{---} + 2\,OH^- + H_2O_2 \longrightarrow 2\,Fe(CN)_6^{----} + 2\,H_2O + O_2$$

(g) അമ്ലീയ ഗുണങ്ങൾ

ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ് വീര്യം കുറഞ്ഞ ഒരു ആസിഡായി കരുതാം. ക്ഷാരങ്ങളുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച് പെറോക്സൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Ba(OH)_2 + H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + BaO_2$$

പെറോക്സൈഡുകൾ H_2O_2 ന്റെ ലവണങ്ങളായി കരുതപ്പെടുന്നു.

ടെസ്റ്റുകൾ

(1) പെർടൈറനിക് ആസിഡ് ടെസ്റ്റ്.

(2) പെർക്രോമിക് ആസിഡ് ടെസ്റ്റ്.

(3) അനിലിനും പൊട്ടാസിയം ക്ലോറേറ്റും നേർത്ത സൽഫൂരിക് ആസിഡിൽ ലയിപ്പിച്ചു കിട്ടുന്ന ലായനിയിൽ H_2O_2 ലായനി ചേർക്കുമ്പോൾ വയലറ്റ് നിറം ഉണ്ടാകുന്നു.

ഉപയോഗങ്ങൾ

(1) പട്ട്, ദന്തം, വുഡ്പൾപ്പ്, കമ്പിളി മുതലായവയെ വെളുപ്പിക്കുന്നതിനു്.

(2) തുകൽ, മരം എന്നിവയ്ക്കു H_2O_2 ന്റെ പ്രവർത്തനഫലമായി ആകർഷണീയമായ നിറം കിട്ടുന്നു.

(3) ചില ജെറ്റ്, റോക്കറ്റ് എഞ്ചിനുകളിൽ ആൽക്കഹോൾ കത്തിക്കുന്നതിനു് H_2O_2 ആണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.

(4) 3% H_2O_2 ലായനി വ്രണങ്ങൾ കഴുകുന്നതിനും വായ് കഴുകുന്നതിനും ഉപയോഗിക്കുന്നു. H_2O_2 ഒരു രോഗാണുനാശിനിയാണ്.

(5) എണ്ണച്ചിത്രങ്ങളുടെ നിറം വീണ്ടെടുക്കുന്നതിനു്.

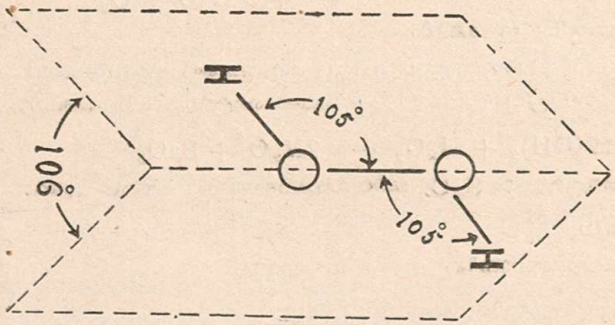
സൂത്രവും സംരചനയും

നിശ്ചിതഭാരം ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ് വിയോജിച്ച് കിട്ടുന്ന ഓക്സിജന്റെ വ്യാപ്തം അളന്ന് H_2O, O_2 എന്നിവയുടെ ഭാരങ്ങൾ നിർണയിക്കുന്നു. ഇതിൽ നിന്ന് എംപിരിക സൂത്രം HO ആണെന്നും കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ബാഷ്പഘനത്വത്തിൽ നിന്ന് തന്മാത്രാഭാരം 34 ആണെന്ന് നിർണയിക്കപ്പെട്ടു. $(OH)_n$ എന്നാണ് സൂത്രം എങ്കിൽ തന്മാത്രഭാരം = 17 n

$\therefore$ $34 = 17n$; $n = 2$.

$\therefore$ സൂത്രം = H_2O_2

തന്മാത്രയുടെ സംരചനയും നിർണയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. തന്മാത്രയിൽ ഒരു പെറോക്സൈഡ് ഗ്രൂപ്പും (—O—O—), രണ്ട് O—H ബന്ധവും ഉണ്ട്. ഇതിൽ H—O—O കോണകം രണ്ടും ഏതാണ്ട് 105° ആണ്. രണ്ട് H—O—O തലങ്ങളും (Planes) തമ്മിൽ 106° യിലാണ് സ്ഥിതി. (ചിത്രം നോക്കുക).



ചിത്രം 5—5

അനുബന്ധം—1

ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡും ഓസോണും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ

		H_2O_2	O_3
1.	ഗന്ധം	ഇല്ല	മത്സ്യഗന്ധം
2.	അവസ്ഥ	ദ്രാവകം	വാതകം
3.	രസവുമായി	പ്രതിപ്രവർത്തനം ഇല്ല	അതിനെ മലിനമാക്കുന്നു
4.	വെള്ളിത്തകിടിൽ	പ്രതിപ്രവർത്തനം ഇല്ല	നിറം കറുപ്പാക്കുന്നു
5.	KI ലായനി + $FeSO_4$	I_2 ഉണ്ടാകുന്നു	I_2 ഉണ്ടാകുന്നില്ല
6.	ടൈറ്റനൈൽസൽഫേറ്റ് ലായനിയിൽ	മഞ്ഞനിറം ഉണ്ടാകുന്നു	പ്രതിപ്രവർത്തനമില്ല
7.	അമ്ല $K_2Cr_2O_7$ + ഈഥർ	ഈഥർപടലം നീലയാകുന്നു	നീലയാകുന്നില്ല
8.	ബെൻസിഡീൻ പേപ്പർ	നിറംമാറുന്നില്ല	ബ്രൗൺആകുന്നു
9.	അമ്ല $KMnO_4$ ലായനി	നിറംഇല്ലാതാകുന്നു	പ്രതിപ്രവർത്തനം ഇല്ല

അനുബന്ധം 2

ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ് ലായനിയുടെ സാന്ദ്രത

H_2O_2 ലായനിയുടെ സാന്ദ്രത പ്രസ്താവിക്കുന്നത് ഒരു പ്രത്യേകരീതിയിലാണ്. ഒരു വ്യാപ്തം ലായനിയിൽ നിന്നും വിയോജനം കൊണ്ട് കിട്ടുന്ന ഓക്സിജന്റെ STP യിലുള്ള വ്യാപ്തമാണ് സാന്ദ്രതയായി ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

ഉദാ: ''10 വ്യാപ്തം H_2O_2 ലായനി'' എന്നു വെച്ചാൽ 1 ലിറ്റർ H_2O_2 ലായനിയിൽ നിന്നും താപവിയോജനം മൂലം 10 ലി ഓക്സിജൻ STP യിൽ കിട്ടും എന്നാണ്.

ഇതിൽ നിന്നും ലായനിയിൽ എത്ര H_2O_2 ഉണ്ടെന്നും നിർണയിക്കാം.

കാരണം $2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$

അതായത് 2×34 ഗ്രാം $H_2O_2 \longrightarrow 1$ മോൾ O_2 (= 22.4 ലി STP യിൽ)

∴ STP യിൽ 22.4 ലി ഓക്സിജൻ കിട്ടുമെങ്കിൽ 68 ഗ്രാം H_2O_2 ഉണ്ടായിരിക്കണം. ''10 വ്യാപ്തം'' ലായനിയിൽ നിന്നും ലിറ്ററിനും 10ലി O_2 ആണ് കിട്ടുന്നത്.

∴ 1 ലായനിയിൽ $\frac{10 \times 68}{22.4}$ ഗ്രാം H_2O_2 ഉണ്ടായിരിക്കണം.

അഭ്യാസങ്ങൾ

1. ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ് വൻതോതിൽ എങ്ങിനെ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നു? ഇതിന്റെ പ്രയോജനങ്ങൾ ഏവ?

2. ലാബറട്ടറിയിൽ ഓസോൺ നിർമിക്കുന്നതെങ്ങിനെ? H_2O_2, O_3 എന്നിവയുടെ സാദൃശ്യം വ്യക്തമാക്കുക?

ഇവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ ഏവ?

3. ''5. വ്യാപ്തം H_2O_2'' ലായനി എന്നാൽ എന്ത്? ഇതിൽ H_2O_2 ന്റെ മോളാർ സാന്ദ്രത എത്ര?

4. ഓസോൺ ഫോർമുല O_3 ആണെന്ന് സമർത്ഥിക്കുന്നതെങ്ങിനെ?

5. $K_2Cr_2O_7$, PbS, $K_4Fe(CN)_6$, $K_3Fe(CN)_6$, Ag_2O എന്നിവയുമായി H_2O_2 എപ്രകാരം പ്രവർത്തിക്കുന്നു?

സമീകരണങ്ങൾ നൽകുക.

6. H_2O_2, O_3 എന്നിവ ഓക്സീകാരകങ്ങളാകാൻ കാരണം വ്യക്തമാക്കുക. ഇവ നിരോക്സീകാരകങ്ങളാകുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾക്കും ഉദാഹരണങ്ങൾ നൽകുക.

7. ലാബറട്ടറിയിൽ H_2O_2 ലായനി നിർമിക്കുന്നതിനും അതിന്റെ രാസസ്വഭാവങ്ങൾ പഠിക്കുന്നതിനും നിങ്ങൾ നടത്തുന്ന പരീക്ഷണങ്ങൾ ഏതെല്ലാമെന്നു വിശദീകരിക്കുക.

8. ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡിന്റെ ബ്ലീച്ചിങ്ങിനുള്ള പ്രത്യേകതകൾ എന്തെല്ലാം?

9. പൂർണമാക്കുക.

(i) $H_2O_2 \longrightarrow$

(ii) $I_2 + O_3 \longrightarrow$

(iii) $I_2 + H_2O + O_3 \longrightarrow$

(iv) $KMnO_4 + H_2SO_4 + H_2O_2 \longrightarrow$

(v) $K_4Fe(CN)_6 + H_2O_2 + H^+ \longrightarrow$

(vi) $K_3Fe(CN)_6 + H_2O_2 + OH^- \longrightarrow$

(vii) $BaO_2 + H_2O + CO_2 \longrightarrow$

(viii) $H_2O_2 + O_3 \longrightarrow$

10. ഒരു പരീക്ഷണത്തിൽ 0.34 ഗ്രാം ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ് വിഘടനം ചെയ്തപ്പോൾ 27°C ലും 1 അന്തരീക്ഷം മർദത്തിലും 123.1 മി ലി ഓക്സിജൻ ലഭിച്ചു. ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡിന്റെ തന്മാത്രാ ഭാരം 34 ആണെങ്കിൽ അതിന്റെ സൂത്രം കണക്കാക്കുക.

11. (a) 0.2 M ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡിന്റെ സാന്ദ്രത ''വ്യാപ്ത''രീതിയിൽ എങ്ങനെ പ്രകാശിപ്പിക്കാം?

(b) ''20 വ്യാപ്തം H_2O_2 ലായനി''യുടെ സാന്ദ്രത ഗ്രാം / ലി; മോൾ / ലി എന്നീ മാത്രകളിൽ പ്രസ്താവിക്കുക.

(c) ''100 വ്യാപ്തം H_2O_2''ലായനിയിൽ നിന്നും 0.05M ലായനി എങ്ങിനെയുണ്ടാക്കാം?

6

ഹലജനുകൾ

ഫ്ളൂറിൻ, ക്ലോറിൻ, ബ്രോമിൻ, അയൊഡിൻ, അസ്റ്റാറൈറൻ എന്നീ അഞ്ചു മൂലകങ്ങളും ആവർത്തന പട്ടികയിലെ ഗ്രൂപ്പ് VII B യിൽ പെടുന്നവയാണു്. ഒരേ സബ്ഗ്രൂപ്പിൽ പെടുന്ന മൂലകങ്ങളും എന്നുള്ള നിലയ്ക്കു് അവയ്ക്കെല്ലാം ഭൗതികവും രാസികവുമായ ചില പൊതുഗുണങ്ങളും ഉണ്ടു്. എന്നാലും ഈ സബ്ഗ്രൂപ്പിലെ ആദ്യത്തേതായ ഫ്ളൂറിനും അവസാനത്തേതായ അസ്റ്റാറൈറനും സാമാന്യ ഗുണങ്ങളിൽ നിന്നു് വളരെ വ്യത്യസ്തമായ ചില ഗുണങ്ങളും കൂടിയുള്ളവയാണു്. കൂടുതൽ പൊതുഗുണങ്ങളും ഉള്ളതുകൊണ്ടും കൂടുതൽ പരിചിതമാകകൊണ്ടും മധ്യവർത്തികളായ ക്ലോറിൻ, ബ്രോമിൻ, അയൊഡിൻ എന്നീ മൂലകങ്ങളെ ഒരു കുടുംബത്തിൽ പെടുന്നവയായി കരുതപ്പെട്ടു. ഈ കുടുംബത്തിനു് ''ഹലജൻ കുടുംബം'' (halogen family) എന്ന പേർ നൽകിയിരിക്കുന്നു. ഹൽസ് (hals) എന്ന ഗ്രീക്കു് വാക്കിനു് 'ലവണം' എന്നാണർഥം; ജനാസ് (genas) എന്നതിനു് ജനിപ്പിക്കുന്നതെന്നും. അങ്ങനെ ''ലവണജനകം'' എന്ന അർഥത്തിലാണു് ഹലജൻ എന്ന പേരുണ്ടായതു്. ആദ്യകാലത്തു് സുപരിചിതമായിരുന്ന സോഡിയം ക്ലോറൈഡു്, പൊട്ടാസിയം ബ്രോമൈഡു്, മുതലായ പല ലവണങ്ങളിലും ഈ മൂലകങ്ങളും അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടെന്നു മനസ്സിലാക്കിയാണു് ഹലജൻ എന്ന പേർ നിർദ്ദേശിക്കപ്പെട്ടതു്. പിൽക്കാലത്തു് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ട ഫ്ളൂറിനെയും ഈ കുടുംബത്തിൽ ഉൾപ്പെടുത്തി.

ഹലജൻ കുടുംബത്തിലെ മൂലകങ്ങളിൽ വെച്ചു് ഏറ്റവും കൂടുതലായി കാണപ്പെടുന്ന ക്ലോറിനെ പറ്റി ആദ്യം പഠിക്കാം. മറ്റുള്ളവയുടെ ഗുണങ്ങളും ഇതിനോടു സമമായി വളരെ സാമ്യമുള്ളതാണെന്നു പിന്നീടു മനസ്സിലാക്കാം.

ക്ലോറിൻ

പ്രതീകം: Cl　　അണുസംഖ്യ: 17

സൂത്രം: Cl_2　　അണുഭാരം: 35 46

ചരിത്രം

ഹലജനുകളിൽ ഏറ്റവും സുപരിചിതവും ആദ്യം പഠനവിധേയമായതും ഈ മൂലകമാണു്. ഗ്ലൗബർ (1658) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ കറിയുപ്പും സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക്

ആസിഡും തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവർത്തിച്ചുണ്ടാകുന്ന വാതകത്തെ ജലത്തിൽ അലിയിച്ച് ''സ്പിരിറ്റ് ഓഫ് സാൾട്ട്'' (''ലവണസത്ത്'') ഉണ്ടാക്കി. അങ്ങനെ ക്ലോറിൻ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഒരു യൗഗികം ആദ്യമായി ലാബറട്ടറിയിൽ നിർമിച്ചത് അദ്ദേഹമാണ്. ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിലെ മറ്റൊരു ഉല്പന്നമായ സോഡിയം സൽഫേറ്റ് അതിന്റെ ജലയോജിതാവസ്ഥയിൽ ഇന്നും ''ഗ്ലൗബർ ലവണം'' ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, Glauber's salt) എന്നു് അറിയപ്പെടുന്നു. 1774-ൽ പ്രീസ്റ്റ്‌ലി ഈ വാതകത്തിന്റെ ജലലായനിക്ക് അമ്ലഗുണമുണ്ടെന്നു് കണ്ടുപിടിച്ചു. അദ്ദേഹമാണ് ഈ ആസിഡിനു് ''മ്യൂരിയാറ്റിക് ആസിഡ്'' എന്ന പേരു കൊടുത്തതു്. (ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡു തന്നെയാണതു്). 1774-ൽ ഷീലെ (Scheele) സാന്ദ്ര മ്യൂരിയാറ്റിക് ആസിഡും മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡും തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനം പരിശോധിച്ചു നോക്കി. ഈ മിശ്രിതം ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഹരിതവർണമുള്ള, തീക്ഷ്ണഗന്ധിയായ ഒരു വാതകം ഉണ്ടാകുമെന്നദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി. ഇതാണ് ക്ലോറിൻ വാതകത്തിന്റെ ആദ്യത്തെ ലാബറട്ടറി നിർമാണം. 1810-ൽ ഡേവി മേൽപ്രസ്താവിച്ച ആസിഡിൽ കൂടി വിദ്യുത്പ്രവാഹം കടത്തി വിയോജനം നടത്തിയപ്പോൾ അതേ വാതകം ലഭിച്ചു. പച്ച നിറമുള്ള ഈ പുതിയ വാതകം ഒരു മൂലകമാണെന്നു് ഡേവി അസന്ദിഗ്ദ്ധമായി സമർഥിച്ചു. അദ്ദേഹമാണ് ഈ മൂലകത്തിനു് ക്ലോറിൻ എന്നപേർ നിർദേശിച്ചതു്. ഇളം പച്ച എന്നർഥമുള്ള ഗ്രീക്കുപദത്തിൽ നിന്നാണു് (ക്ലോറോസ്, Chloros) 'ക്ലോറിൻ' എന്ന പദത്തിന്റെ വ്യുൽപത്തി.

ഉപസ്ഥിതി

അത്യധികം ക്രിയാശീലമുള്ളതിനാൽ ക്ലോറിൻ മൂലകരൂപത്തിൽ പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്നില്ല. മറ്റു മൂലകങ്ങളുമായി-പ്രധാനമായും ലോഹങ്ങളുമായി-സംയോജിച്ച് യൗഗികരൂപത്തിൽ ധാരാളം കാണപ്പെടുന്നു. ഇവയിൽ പ്രധാനപ്പെട്ടവ കറിയുപ്പ് (NaCl), സിൽവൈൻ (Sylvine, KCl), കാർണലൈറ്റ് (Carnallite, $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$) മുതലായവയാണു്. സമുദ്രജലത്തിൽ നിന്നും ഖനിജനിക്ഷേപങ്ങളിൽ നിന്നും കറിയുപ്പ് ലഭിക്കുന്നുണ്ടു്. സമുദ്രജലത്തിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള മൂലകങ്ങളിൽ (H, O എന്നിവയൊഴികെ) ഏറ്റവും കൂടുതലുള്ളതു് ക്ലോറിനാണു് (ശരാശരി 1.9%) ജന്തുക്കളുടെ ആമാശയത്തിൽ ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് കാണപ്പെടുന്നുണ്ടു്.

ഉല്പാദനവിധികൾ

A ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിൽ നിന്നു്:-

സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിനെ വിദ്യുദ്വിശ്ലേഷണം ചെയ്യും അനുയോജ്യമായ റീയേജന്റുകളാൽ ഓക്സീകരിച്ചും ക്ലോറിൻ നിർമിക്കാം.

(i) വിദ്യുദ്വിശ്ലേഷണം: സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിനെ കാർബൺ ഇലക്ട്രോഡുകളും ഉപയോഗിച്ച് വിദ്യുദ്വിശ്ലേഷണം ചെയ്യുമ്പോൾ ആനോഡിൽ ക്ലോറിനും കാഥോഡിൽ ഹൈഡ്രജനും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2 \text{ (കാഥോഡ്)}$$
$$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^- \text{ (ആനോഡ്)}$$
$$(2HCl \longrightarrow H_2 + Cl_2)$$

ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ ക്ലോറൈഡ് അയോൺ (Cl^-) ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു എന്നു വ്യക്തമാണ്. (ഓക്സീകരണം ഇലക്ട്രോൺ മാറപ്പെടുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തനമാണല്ലോ).

(ii) രാസപദാർഥങ്ങൾ കൊണ്ടു് ഓക്സീകരണം: സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് ചില ഓക്സീകാരകങ്ങളുമായി ചേർത്തു് പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിക്കുമ്പോൾ ക്ലോറിൻ ഉണ്ടാകുന്നു. പൊട്ടാസിയം പെർമാൻഗനേറ്റ്, മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡ്, ലെഡ് ഡൈഓക്സൈഡ്, പൊട്ടാസിയം ഡൈക്രോമേറ്റ് എന്നീ ഓക്സീകാരകങ്ങളും ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

$$2KMnO_4 + 16HCl \longrightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 8H_2O + 5Cl_2$$

$$MnO_2 + 4HCl \longrightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$$

$$PbO_2 + 4HCl \longrightarrow PbCl_2 + 2H_2O + Cl_2$$

$$K_2Cr_2O_7 + 14HCl \longrightarrow 2KCl + 2CrCl_3 + 7H_2O + 3Cl_2$$

ഓക്സീകാരകം പെർമാൻഗനേറ്റ് ആണെങ്കിൽ ചൂടാക്കേണ്ട ആവശ്യമില്ല. മറ്റുള്ളവയുപയോഗിക്കുമ്പോൾ മിശ്രിതം അല്പം ചൂടാക്കിയാൽ മാത്രമേ ക്ലോറിൻ ലഭിക്കുന്നുള്ളൂ.

B ക്ലോറൈഡുകളിൽ നിന്നു്

ക്ലോറിനും മറ്റൊരു മൂലകവും ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന യൗഗികമാണു് ക്ലോറൈഡ്. ഇവയിൽ നിന്നു് ക്ലോറിൻ ലഭിക്കുന്നതിനു് മുഖ്യമായി മൂന്നു രീതികൾ ഉണ്ടു്. (i) താപവിഘടനം (ii) വിദ്യുദ്വിഘടനം (iii) സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ഓക്സീകരണം.

(i) താപവിയോജനം: ചില ക്ലോറൈഡുകളും ചൂടാക്കിയാൽ വിയോജിച്ചു ക്ലോറിൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$PtCl_4 \longrightarrow Pt + 2Cl_2$$

പ്ലാറ്റിനം (ടെട്രാക്ലോറൈഡ്)

$$2CuCl_2 \longrightarrow CuCl_2 + Cl_2$$

(കുപ്രിക് ക്ലോറൈഡ്) (കുപ്രസ് ക്ലോറൈഡ്)

$$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$$

ഫോസ്ഫറസ് പെൻറാക്ലോറൈഡ് — ഫോസ്ഫറസ് ട്രൈക്ലോറൈഡ്

(ii) വിദ്യുദ്വിഘടനം: ലോഹക്ലോറൈഡുകളും ഉരുക്കിക്കിട്ടുന്ന ദ്രവത്തിന്റെയും അനുയോജ്യമായ പരിതസ്ഥിതികളിൽ അവയുടെ ലായനികളുടെയും വിദ്യുദ്വിഘടനത്തിൽ ക്ലോറിൻ ലഭിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി സോഡിയം ക്ലോറൈഡ്, മഗ്നീഷ്യം ക്ലോറൈഡ്, കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ് മുതലായ ലവണങ്ങളും ഉരുക്കി വിദ്യുദ്വിഘടനം ചെയ്യുമ്പോൾ അവയിലെ ലോഹം കാഥോഡിലും ക്ലോറിൻ ആനോഡിലും നിക്ഷിപ്തമാകുന്നു. അതുപോലെ സോഡിയം ക്ലോറൈഡിന്റെ സാന്ദ്രലായനിയുടെ വിദ്യുദ്വിഘടനത്തിലും ആനോഡിൽ ക്ലോറിൻ ലഭിക്കുന്നു.

(iii) ഓക്സീകരണം: ലോഹക്ലോറൈഡുകളും സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് ഉണ്ടാകും. എന്നാൽ മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുമ്പോൾ

പ്പോഴും HCl ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് ക്ലോറിൻ ഉണ്ടാകുന്നു. ഉദാഹരണമായി സോഡിയം ക്ലോറൈഡും മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡും കലർന്ന മിശ്രിതത്തിൽ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്ത് ചൂടാക്കുമ്പോൾ ക്ലോറിൻ ലഭിക്കും.

$$2NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$$
$$MnO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + H_2O + (O)$$
$$2HCl + (O) \longrightarrow H_2O + Cl_2$$

$$2NaCl + 2H_2SO_4 + MnO_2 \longrightarrow Na_2SO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + Cl_2$$

(a) ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ സോഡിയം ക്ലോറൈഡിനു പകരം മറ്റ് ക്ലോറൈഡുകളും ഉപയോഗിക്കാം. b) ക്ലോറൈഡിനു പകരം ബ്രോമൈഡ് ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ ബ്രോമിനും, അയൊഡൈഡ് ഉപയോഗിച്ചാൽ അയൊഡിനും ലഭിക്കും).

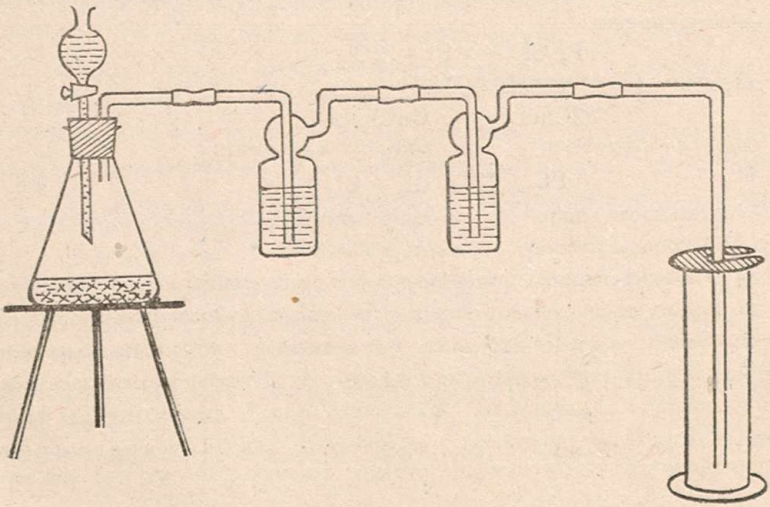
ലാബറട്ടറിയിൽ ക്ലോറിൻ നിർമാണം

സാധാരണയായി ലബോറട്ടറിയിൽ ക്ലോറിൻ നിർമിക്കാനുള്ള രണ്ടു വിധികളും താഴെക്കൊടുക്കുന്നു.

1. സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിനെ പൊട്ടാസിയം പെർമാൻഗനേറ്റ് കൊണ്ട് സാധാരണ താപനിലയിൽ ഓക്സീകരിച്ച് സുഗമമായി ക്ലോറിൻ നിർമിക്കാം.

$$2KMnO_4 + 16HCl \longrightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 8H_2O + 5Cl_2$$

ഈ നിർമാണത്തിനുള്ള ഉപകരണ സംവിധാനം ചിത്രം 6_1_ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



(ചിത്രം 6_1)

കോണിക ഫ്ളാസ്കിൽ കുറെ പെർമാൻഗനേറ്റ് ക്രിസ്റ്റലുകളും എടുക്കുക. അതിൽ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ടാപ്പ് ഫണലിൽ സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡാണ് ഉള്ളത്. ഫണലിൽ നിന്നും ആസിഡ് തുള്ളികളായി ഫ്ളാസ്കിലെ ക്രിസ്റ്റലുകളിൽ ഒഴിക്കുക. തൽക്ഷണം പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കും. ഉൽപന്നമായ ക്ലോറിൻ വാതകത്തിൽ ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡും നീരാവിയും കലർന്നിട്ടുണ്ടാകും. ഫ്ളാസ്കിൽ നിന്നും പുറത്തേക്ക് ഒഴുകുന്ന വാതക മിശ്രിതം രണ്ട് വാഷ്ബോട്ടിലുകളിൽ കൂടി കടത്തിവിടുന്നു. ഇവയിൽ ഒന്നാമത്തെ വാഷ്ബോട്ടിലിൽ ജലമാണുള്ളത്. വാതകക്കുമിളകൾ ജലത്തിൽ കൂടി കടക്കുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് മുഴുവനും അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. രണ്ടാമത്തെ വാഷ്ബോട്ടിലിൽ സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡാണ്. ഇതിൽ കൂടി വാതകം കടന്നുപോകുമ്പോൾ ഈർപ്പവും അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ ശുദ്ധവും ശുഷ്ക്കവുമാക്കപ്പെട്ട ക്ലോറിൻ, വായുവിനെ മേല്പോട്ടുള്ള വിസ്ഥാപനം കൊണ്ട് വാതക ജാറുകളിൽ സംഭരിക്കാം. വാതകം നിറഞ്ഞു കൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ ജാറിന്റെ വായ് പ്രായുബന്ധമല്ലാത്ത വിധത്തിൽ ഗ്ലാസ്ഡിസ്ക് കൊണ്ടോ പേപ്പർ ഡിസ്ക് കൊണ്ടോ മൂടിവെച്ചാൽ വിസരണം തടയാവുന്നതാണ്. ജാർ നിറയുന്നത് അറിയാൻ വാതകത്തിന്റെ ഇളം പച്ചനിറം സഹായിക്കുന്നു. (ക്ലോറിൻ മെർകുറിയുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാൽ അതിന്റെ വിസ്ഥാപനം കൊണ്ടുള്ള സംഭരണം പ്രായോഗികമല്ല). ആസിഡ് ഒഴിക്കുന്നതിന്റെ വേഗം നിയന്ത്രിച്ച് പ്രവർത്തനത്തെ പൂർണമായി നിയന്ത്രിക്കാവുന്നതാണ്.

2. സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് (കറിയുപ്പ്), മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡ്, സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് എന്നിവയുടെ മിശ്രിതം അല്പം ചൂടാക്കിയും ക്ലോറിൻ നിർമിക്കാവുന്നതാണ്. ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം മുമ്പ് വിവരിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ.

$$2NaCl + MnO_2 + 3H_2SO_4 \longrightarrow$$
$$2NaHSO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + Cl_2$$

(മിശ്രിതം അധികം ചൂടാക്കിയാൽ–പ്രത്യേകിച്ച് ആസിഡ് ധാരാളം ഇല്ലെങ്കിൽ–സോഡിയം ബൈസൾഫേറിനു പകരം സോഡിയം സൾഫേറ്റ് ആണ് ഉണ്ടാകുന്നത്. ഇത് തണുക്കുമ്പോൾ കല്ലു പോലെ ഫ്ളാസ്കിനകത്ത് ഉറച്ചുപോകുന്നതിനാൽ പിന്നീട് ഫ്ളാസ്ക് ശുചിയാക്കാൻ ബുദ്ധിമുട്ടാണ്)

മുൻ പരീക്ഷണത്തിലെ ഉപകരണംതന്നെ ഇതിലും ഉപയോഗിക്കാം (ചിത്രം 6_1). ഫ്ളാസ്കിനകത്ത് കറിയുപ്പ്, മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡും ചേർന്ന മിശ്രിതവും ടാപ് ഫണലിൽ സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡുമാണ് എടുക്കേണ്ടത്. ആസിഡ് ഒഴിച്ച് ലഘുവായി ചൂടാക്കണം. ശുദ്ധീകരണവും സംഭരണവും മുൻപരീക്ഷണത്തിലേതു തന്നെ.

വ്യാവസായിക നിർമാണം

വ്യാവസായികമായി ക്ലോറിൻ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നത് വിദ്യുദപഘടനംകൊണ്ടു മാത്രമാണെന്നു പറയാം. സോഡിയം, സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് മുതലായവയുടെ ഉല്പാദനത്തിൽ ക്ലോറിൻ ഉപോല്പന്നമായി ലഭിക്കുന്നു. എന്നാൽ കാസ്റ്റി

ക്സോഡായോളം തന്നെ ക്ലോറിനും എല്ലാ രാജ്യങ്ങളിലും ഉപയോഗമില്ലാത്തതി നാൽ അധികം വരുന്ന ക്ലോറിൻ ചിലപ്പോൾ സമുദ്രത്തിൽ കളയാറുണ്ട്.

മുൻകാലങ്ങളിൽ പ്രയോഗത്തിലുണ്ടായിരുന്നതും ഇപ്പോൾ ലഘുപ്രചാരവു മായ ഡീക്കൻപ്രക്രിയ (Deacon's process), വെൽഡൻ പ്രക്രിയ (Weldon's process) എന്നീ ഉല്പാദനവിധികളെപറ്റിയും ജിജ്ഞാസുക്കൾക്കുവേണ്ടി ഇവിടെ പ്രതിപാദിക്കുന്നുണ്ട്.

വെൽഡൻ പ്രക്രിയ:പ്രകൃതിദത്തമായ മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡ് (പൈ റോളുസൈറ് എന്ന ഖനിജം)സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡുമായി ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന ക്ലോറിൻ ശുദ്ധീകരിച്ചു ശേഖരിക്കുന്നു

$$MnO_2 + 4HCl \longrightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$$

ഇതിൽ ഉണ്ടാകുന്ന $MnCl_2$ നഷ്ടപ്പെടാതിരിക്കാൻ അതിനെ മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡാക്കി വീണ്ടുംപ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നു എന്നതാണ് വെൽഡൻപ്രക്രി യയിലെ പ്രത്യേകത. $MnCl_2$ ലായനിയിൽ വെള്ളത്തിൽ കലക്കിയ ചുണ്ണാമ്പ് (മിൽക് ഓഫ് ലൈം) ചേർത്ത ശേഷം അതിൽ കൂടി ചൂടാക്കിയ വായു കടത്തിവി ടുമ്പോൾ താഴെപ്പറയുന്ന രാസപരിണാമങ്ങൾ സംഭവിക്കുന്നു.

$$MnCl_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow Mn(OH)_2 + CaCl_2$$
$$2\,Mn(OH)_2 + 2Ca(OH)_2 + O_2 \longrightarrow$$
$$2\,(CaO\cdot MnO_2) \downarrow + 4H_2O$$

അവക്ഷേപമായിക്കിട്ടുന്ന കാൽസിയം മാൻഗനൈറ് ($CaMnO_3$) മാൻഗ നീസ് ഡൈഓക്സൈഡിനു പകരം ഉപയോഗിക്കാം.

$$CaMnO_3 + 6HCl \longrightarrow CaCl_2 + MnCl_2 + 3H_2O + Cl_2$$

ഡീക്കൻപ്രക്രിയ: ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് വാതകം വായുവിലെ ഓക്സി ജൻ കൊണ്ട് കപ്രിക് ക്ലോറൈഡിന്റെ ഉൽപ്രേരണത്താൽ ഓക്സീകരിക്കുകയാ ണ് ഈ പ്രക്രിയ.

$$4HCl + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2Cl_2$$

കപ്രിക് ക്ലോറൈഡ് ലായനി പുരട്ടി ഉണക്കിയ ഇഷ്ടികക്കഷണങ്ങളിൽ കൂടി ചൂടാക്കിയ വാതകമിശ്രിതം കടത്തിവിടുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയിലെ ക്രിയാവി ധി താഴെക്കൊടുത്തിട്ടുള്ളതാണെന്നു കരുതപ്പെടുന്നു.

$$2CuCl_2 \xrightarrow{450^\circ C} 2CuCl + Cl_2$$
$$4CuCl + O_2 \longrightarrow 2Cu_2OCl_2$$
$$Cu_2OCl_2 + 2HCl \longrightarrow 2CuCl_2 + H_2O$$

$$4HCl + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2Cl_2$$

കുറിപ്പ്: മേൽ പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുള്ള പ്രക്രിയകളിൽ HCl വാതകമോ അതിന്റെ ലായനിയായ ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡോ ആവശ്യമാണ്. കറി യുപ്പും സാന്ദ്ര സൾഫൂരിക് ആസിഡും ചേർത്താണ് HCl നിർമിച്ചി

രുന്നതു്. ഇതിലുണ്ടാകുന്ന Na_2SO_4 സോഡിയം കാർബണേറു് ഉണ്ടാക്കാനും മറ്റും ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു.

ആധുനിക നിർമാണവിധികൾ

സോഡിയം, സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡു് മുതലായവയുടെ നിർമാണത്തിൽ ഉപോല്പന്നമായി കിട്ടുന്ന ക്ലോറിൻ ആണു് വ്യാവസായികമായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നതു്. ഉരുക്കിയ സോഡിയം ക്ലോറൈഡു് വിദ്യുദപഘടനം ചെയ്തു് സോഡിയം നിർമിക്കുന്നു.

$$2NaCl \longrightarrow \underset{\text{(കാഥോഡു്)}}{2Na} + \underset{\text{(ആനോഡു്)}}{Cl_2}$$

സോഡിയം ക്ലോറൈഡു് ലായനിയുടെ വിദ്യുദപഘടനം കൊണ്ടാണു് കാസ്റ്റിക് സോഡാ നിർമിക്കുന്നതു്. ഇത്തരം സെല്ലുകളിൽ കാഥോഡിൽ നിക്ഷിപ്തമാകുന്ന സോഡിയത്തെ ലായനിയിൽ നിന്നു് മാറ്റി ജലവുമായി പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്ന രീതിയിലുള്ള സംവിധാനമാണുള്ളതു്. ആനോഡിൽ ക്ലോറിൻ ഉണ്ടാകുന്നു. കാഥോഡിൽ കാസ്റ്റിക് സോഡായും ഹൈഡ്രജനും ലഭിക്കും. ഇത്തരത്തിലുള്ള പലതരം പ്രക്രിയകളും നടപ്പിലുണ്ടു്. വിദ്യുദപഘടനസെല്ലിന്റെ പ്രത്യേകതകളനുസരിച്ചു് രണ്ടുവിധം രീതികളും ഉണ്ടു്—ഡയഫ്രം സെല്ലുകളും അമാൽഗം സെല്ലുകളും. ഡയഫ്രംസെല്ലുകളിൽ കാഥോഡും ആനോഡും തമ്മിൽ ഒരു ഡയഫ്രം കൊണ്ടു് തിരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ NaOH ഉണ്ടാകുന്നതു് ഒരു പ്രത്യേക അറയിലാണു്. അമാൽഗം സെല്ലുകളിൽ മെർക്കുറിയാണു് കാഥോഡു്. നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്ന സോഡിയം മെർക്കുറിയിൽ അലിഞ്ഞു് ''സോഡിയം അമാൽഗം'' ഉണ്ടാകുന്നു. അമാൽഗം പിന്നീടു് ജലവുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിച്ചു് സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡും ഹൈഡ്രജനും ഉണ്ടാക്കാം.

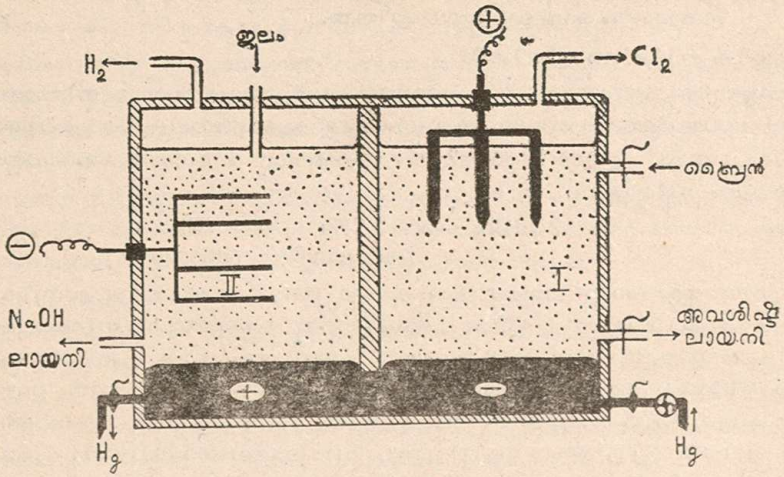
1. കാസ്റ്റ്നർ-കെൽനർ പ്രക്രിയ

ഈ പ്രക്രിയയിൽ സോഡിയം ക്ലോറൈഡു് ലായനിയുടെ വിദ്യുദപഘടനം നടത്തുന്നതു് ഒരു അമാൽഗം സെല്ലിൽ ആണു്. ഇതിന്റെ അനവധി രൂപഭേദങ്ങളാണു് ഇപ്പോൾ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നതു്. കാർബൺ ആനോഡുകളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ക്ലോറിൻ സംഭരിച്ചു് മാറ്റുന്നു. മെർക്കുറിക്കാഥോഡിൽ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്ന സോഡിയം അതിൽ ലയിക്കുന്നു. ഈ ''സോഡിയം അമാൽഗം'' ഒഴുക്കി മറ്റൊരറയിൽ വെച്ചു് ജലവുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നു.

$$2NaCl \longrightarrow 2Na + Cl_2$$

$$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$$

ഈ അറയിൽ NaOH ലായനിയും H_2 വാതകവും ഉണ്ടാകുന്നു. ഇത്തരത്തിലുള്ള ഒരു സെല്ലിന്റെ സംവിധാനമാണു് ചിത്രം 6_2 ൽ കാണുന്നതു്.



(ചിത്രം 6–2)

ദീർഘചതുരാകൃതിയിലുള്ള ഒരു കോൺക്രീറ്റ് തൊട്ടിയിലാണ് പ്രക്രിയനടത്തുന്നത്. (സ്റ്റോറുകല്ല് പതിച്ച ഇരുമ്പുതൊട്ടികളും ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്). തൊട്ടിയെ മരം കൊണ്ടോ സ്റ്റോറുകല്ല് കൊണ്ടോ ഉള്ള ഒരു ഇടഭിത്തി കൊണ്ട് രണ്ട് അറകളാക്കിയിരിക്കുന്നു. ഭിത്തി തൊട്ടിയുടെ മുഴുവട്ടിലെത്തുന്നില്ല. ഈ ഭിത്തിയുടെ അടിഭാഗം മുങ്ങത്തക്കവണ്ണം തൊട്ടിയുടെ അടിയിൽ മെർക്കറി എടുക്കുന്നു. ഒന്നാമത്തെ അറയിൽ സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് ലായനിയും രണ്ടാമത്തേതിൽ നേർത്ത സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡുമാണ് എടുക്കുന്നത്. ഒന്നാംഅറയിൽ ഉള്ള കാർബൺ ദണ്ഡുകളാണ് ആനോഡ്. മെർക്കറി നിരന്തരം രണ്ടാംഅറയിലേയ്ക്ക് ഒഴുകിക്കൊണ്ടിരിക്കും. ഈ അറയിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ഇരുമ്പ്ദണ്ഡുകളാണ് കാഥോഡ്. തൊട്ടിയുടെ അടിയിൽ ഒഴുകിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന മെർക്കറി ഒരു രണ്ടാംകാഥോഡായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

ആനോഡ്അറയിൽ(I) സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് ലായനിയാണ് ഇലക്ട്രൊലൈറ്റ്. വിദ്യുത്പ്രവാഹം നടക്കുമ്പോൾ കാർബൺ ആനോഡുകളിൽ ക്ലോറിൻ ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ വാതകത്തെ പ്രത്യേക നിർഗമനക്കുഴലുകളിൽ കൂടി പുറത്തേക്ക് നയിച്ച് സംഭരിക്കുന്നു. ഈ അറയിൽ മെർക്കറി കാഥോഡായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാൽ സോഡിയം അതിൽ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുകയും അതിൽ അലിഞ്ഞ് സോഡിയംഅമാൽഗം ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ അമാൽഗമാണ് കാഥോഡ്അറയിലേക്ക്(II) ഒഴുകുന്നത്. ഇവിടെ നേർത്ത സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡാണ് ഇലക്ട്രൊലൈറ്റ്. ഈ അറയിലുള്ള ഇരുമ്പ്കാഥോഡിൽ ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകുന്നതായി കാണാം. ചുവട്ടിലുള്ള മെർക്കറി അമാൽഗത്തിൽ നിന്ന് സോഡിയം ജലത്തിൽ ലയിച്ച് NaOH ഉണ്ടാകുന്നു. മൊത്തത്തിൽ ഒന്നാംഅറയിൽ ഉണ്ടാകുന്ന അമാൽഗത്തെ രണ്ടാംഅറയിൽ ജലം കൊണ്ട് പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നു.

ഹൈഡ്രജൻ വാതകം പ്രത്യേക നിർഗമനക്കുഴലുകംവഴി നയിച്ച് സംഭരിക്കുന്നു. ലായനിയിൽ തങ്ങുന്ന സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്ലൈഡ് യഥാസമയം നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുന്നു സോഡിയം നീക്കം ചെയ്യാൽ അമാൽഗം മെർകുറിയാകുമല്ലോ. ഇതു വീണ്ടും ഒന്നാം അറയിലേക്ക് പമ്പു ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

ഒന്നാം അറയിൽ സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് ലായനി ആവശ്യത്തിനു ചേർത്തുകൊണ്ടും രണ്ടാം അറയിൽ നിന്നു കാസ്റ്റിക് സോഡാ ലായനി പുറത്തേക്കെടുത്തുകൊണ്ടും തത്തുല്യമായി ജലം ചേർത്തുകൊണ്ടുമിരുന്നാൽ ക്ലോറിൻ, ഹൈഡ്രജൻ, കാസ്റ്റിക് സോഡാ ലായനി എന്നിവ അവിച്ഛിന്നമായി ലഭിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. ഇവയിൽ വിലകൂടിയതും ഏറ്റവും പ്രാധാന്യമുള്ളതും കാസ്റ്റിക് സോഡയാണ്. ക്ലോറിൻ, ഹൈഡ്രജൻ എന്നിവ ഉപോല്പന്നങ്ങളാണ്.

ആലുവായിലെ ''ട്രാവൻകൂർ കൊച്ചിൻ കെമിക്കൽസിൽ'' (TCC)ഈ രീതിയിലാണ് ഉല്പാദനം നടക്കുന്നതു്. മുൻവിവരിച്ച രീതിയിലുള്ള അനേകം സെല്ലുകളുടെ ശ്രേണികളാണ് ഫാക്ടറികളിൽ സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടുന്നതു്. ടി. സി. സി യിൽ നിർമിക്കുന്ന H_2 , Cl_2 എന്നിവ മുഖ്യമായും ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാക്കാനുപയോഗിക്കുന്നു.

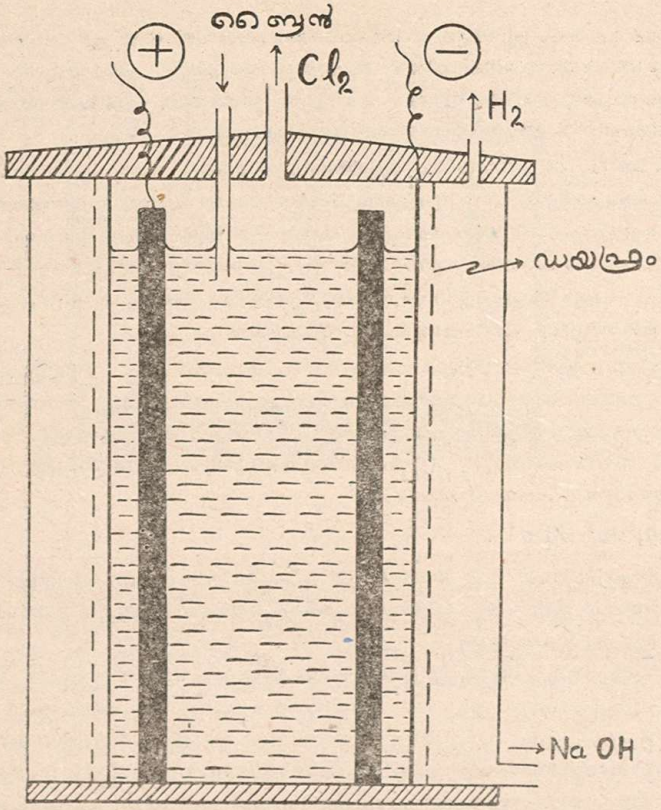
2. ഗിബ്ബ്സ് രീതി:

''ഡയഫ്രം സെൽ'' ഉപയോഗിച്ച് വിദ്യുദ്വിശ്ലേഷണം നടത്താനുള്ള അനവധി പ്രക്രിയകളുണ്ട്. ഇവയിൽ പ്രധാനപ്പെട്ടതാണ് ഗിബ്ബ്സ് സെൽ.

(ചിത്രം 6-3 നോക്കുക)

വീപ്പയുടെ ആകൃതിയിലുള്ള ഒരു വലിയ ഇരുമ്പുപാത്രത്തിനുള്ളിൽ മറ്റൊരു വീപ്പ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഉള്ളിലെ വീപ്പയുടെ വശങ്ങളിൽ അനേകം സൂഷിരങ്ങളുണ്ട് (perforated). വീപ്പയുടെ സൂഷിരങ്ങളും അടയാത്തക്കവണ്ണം അതിന്റെ പുറം ആസ്ബസ്റോസ് തുകിട്ട കൊണ്ട് (ഇതാണ് ഡയഫ്രം) പൊതിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ആസ്ബസ്റോസ് കവചത്തിനോട് ചേർന്നുള്ള കോപ്പർ വലയോ അഥവാ ദ്വാരമുള്ള വീപ്പയോ കാഥോഡായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. വീപ്പയ്ക്കുള്ളിൽ സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് ലായനി നിറക്കുന്നു. ഇതിനുള്ളിൽ മുക്കിയിട്ടിരിക്കുന്ന കാർബൺ ദണ്ഡുകളാണ് ആനോഡ്. വിദ്യുത്പ്രവാഹം ഉണ്ടാകുമ്പോൾ ആനോഡിൽ ക്ലോറിൻ വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു നിർഗമനക്കുഴൽ വഴി ഇതു പ്രത്യേകം സംഭരിക്കുന്നു. കാഥോഡിൽ സോഡിയം നിക്ഷിപ്തമാകുമ്പോൾ പുറത്തെ അറയിൽ ഉള്ള നീരാവിയുമായി പ്രവർത്തിച്ച് H_2, NaOH ലായനി എന്നിവയുണ്ടാകുന്നു. ലായനി ചുവട്ടിൽ സംഭരിക്കപ്പെടുന്നു. H_2 പ്രത്യേക നിർഗമനക്കുഴലുകം വഴി പുറത്തേക്ക് നയിക്കപ്പെടുന്നു. അകത്തുള്ള ലായനിയുടെ വിതാനം താഴ്ന്നതനുസരിച്ച് കൂടുതൽ ലായനി ഒഴിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കണം. സെല്ലിൽ നിന്നു കാസ്റ്റിക് സോഡാ ലായനി മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ അല്പം സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് കലർന്നിരിക്കുമെന്നുള്ളതു് ഈ പ്രക്രിയയുടെ ഒരു ദോഷമാണ്.

ക്ലോറിൻവാതകം ഉരുക്കു സിലിണ്ടറുകളിൽ ദ്രവകരൂപത്തിലോ ഉന്നതമർദത്തിൽ നിറച്ചാണ് വിപണനം നടത്തുക. ക്ലോറിന്റെ കാര്യത്തിൽ ഭാരതം സ്വയംപര്യാപ്തമാണ്.



ചിത്രം 6–3

ക്ലോറിന്റെ ഗുണധർമങ്ങൾ

A. ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

ക്ലോറിൻ പച്ച കലർന്ന മഞ്ഞ നിറമുള്ള വാതകമാണ്. അതിന് രൂക്ഷമായ പ്രത്യേക ഗന്ധമുണ്ട്. വായുവിന്റെ ഏതാണ്ട് രണ്ടേകാൽ ഇരട്ടി ഘനത്വമുള്ളതിനാൽ ക്ലോറിൻ ഒരു ജാറിൽ നിന്ന് മറ്റൊന്നിലേയ്ക്ക് ഒഴിക്കാൻ സാധിക്കും. ക്ലോറിൻവാതകത്തെ മർദിച്ച് ദ്രാവകമാക്കാം. ദ്രാവകത്തിനും മഞ്ഞനിറമുണ്ട്. (തിളനില = — 34.5°C). ക്ലോറിൻ ജലത്തിൽ സാമാന്യമായി ലയിക്കുന്നു. ലായനിക്കും ക്ലോറിന്റെ നിറവും മണവും ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ ലായനി ഐസിൽവെച്ച് തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ ക്ലോറിൻ ഹൈഡ്രേറ്റ് ($Cl_2.8H_2O$) ക്രിസ്റ്റൽ രൂപം കൈക്കൊള്ളുന്നു.

ക്ലോറിൻ ഒരു വിഷപദാർഥമാണ്; ശ്വസനേന്ദ്രിയങ്ങളിലുള്ള നേർമയേറിയ ചർമത്തെ നശിപ്പിക്കുന്നു. അധികമായാൽ മാരകമാണ്.

B. രാസഗുണധർമങ്ങൾ

വളരെ രാസവീര്യമുള്ള മൂലകമാണ് ക്ലോറിൻ. അക്രിയവാതകങ്ങളൊഴികെയുള്ള മിക്കവാറും എല്ലാ മൂലകങ്ങളുമായും ക്ലോറിൻ ഒന്നല്ലെങ്കിൽ മറെറാരു പരിതസ്ഥിതിയിൽ സംയോജിച്ച് ക്ലോറൈഡുകൾ ഉണ്ടാക്കും. സ്വയം കത്തുന്നില്ലെങ്കിലും മറെറ പല പദാർഥങ്ങളും ക്ലോറിനിൽ കത്തുന്നുണ്ട്.

1. ഹൈഡ്രജനുമായുള്ള പ്രവർത്തനം: (ഹൈഡ്രജൻ നോക്കുക. അധ്യായം
2. യൗഗികാവസ്ഥയിലുള്ള ഹൈഡ്രജനുമായും ക്ലോറിൻ സംയോജിച്ച് HCl ഉണ്ടാകുന്നു. ഉദാഹരണം:

$$2H_2O + 2Cl_2 \longrightarrow 4HCl + O_2$$
$$H_2S + Cl_2 \longrightarrow 2HCl + S$$
$$2HI + Cl_2 \longrightarrow 2HCl + I_2$$

ഒരു ഫിൽട്ടർപേപ്പർ കഷണം ടർപന്റൈനിൽ മുക്കിയെടുത്തു് ക്ലോറിൻ നിറച്ച ഒരു വാതകജാറിൽ ഇട്ടുനോക്കിയാൽ കറുത്ത പുകയോടുകൂടി അതു് കത്തുന്നതു കാണാം.

$$C_{10}H_{16} + 8Cl_2 \longrightarrow 16HCl + 10C$$

2. മറെറ ലോഹങ്ങളുമായുള്ള സംയോജനം

കാർബൺ, ഓക്സിജൻ മുതലായ ചില മൂലകങ്ങളുമായി നേരിട്ട് സംയോജിക്കുന്നില്ല. മറെറ അലോഹങ്ങളുമായി ക്ലോറിൻ സംയോജിച്ച് ക്ലോറൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഫോസ്ഫറസ്, ആർസനിക് മുതലായവ ക്ലോറിനിൽ കത്തിപ്പിടിക്കുന്നു.

$$2P + 3Cl_2 \longrightarrow 2PCl_3 \quad \text{(ഫോസ്ഫറസ് ട്രൈക്ലോറൈഡ്)}$$
$$2As + 3Cl_2 \longrightarrow 2AsCl_3 \quad \text{(ആർസനിക് ട്രൈക്ലോറൈഡ്)}$$

സൽഫർ, സിലിക്കൺ മുതലായവ ഉന്നത താപനിലയിൽ സംയോജിക്കുന്നു.

$$2S + 2Cl_2 \longrightarrow S_2Cl_2 \quad \text{(സൽഫർ മോണൊക്ലോറൈഡ്)}$$
$$Si + 2Cl_2 \longrightarrow SiCl_4 \quad \text{(സിലിക്കൺ ടെട്രാക്ലോറൈഡ്)}$$

അലോഹക്ലോറൈഡുകൾ സഹസംയോജക യൗഗികങ്ങളായതിനാൽ ഇവ വാതകങ്ങളോ ബാഷ്പശീലമുള്ള ദ്രവകങ്ങളോ ആയിരിക്കും. ഇവയുടെ ജലാപഘടനം കൊണ്ട് HCl ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യും.

3. ലോഹങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

മിക്ക ലോഹങ്ങളും സാധാരണ താപനിലയിലോ ചൂടാക്കുമ്പോഴോ ക്ലോറിനുമായി സംയോജിച്ച് ലോഹക്ലോറൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ലോലമായ തകിടുകളായോ ധൂളിയായോ പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ചില ലോഹങ്ങൾ കത്തിപ്പിടിക്കുന്നു. ചെമ്പ്, സിങ്ക്, ആൻറിമണി, സോഡിയം മുതലായവ ഇങ്ങനെ കത്തുന്നവയാണ്.

$$Cu + Cl_2 \longrightarrow CuCl_2$$
$$Zn + Cl_2 \longrightarrow ZnCl_2$$

$$2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$$

$$2Sb + 3Cl_2 \longrightarrow 2SbCl_3$$

ലോലമായ ഡച്ച് ലോഹത്തകിട് (Cu-Zn മിശ്രലോഹം), ആൻറിമണി ധൂളി എന്നിവ ക്ലോറിൻജാറിലിട്ടപ്പോൾ അവ കത്തിപ്പിടിക്കുന്നതു കാണാം.

ഉത്തമലോഹങ്ങളായ Pt, Au മുതലായവ ഉന്നതതാപനിലയിൽ മാത്രമേ ക്ലോറിനുമായി സംയോജിക്കുന്നുള്ളൂ

ഉദാ: $2Au + 3Cl_2 \longrightarrow 2AuCl_3$ (ആറിക് ക്ലോറൈഡ്)

ലോഹക്ലോറൈഡുകളും മിക്കപ്പോഴും അയോണിക യൗഗികങ്ങളായതിനാൽ അവ ക്രിസ്റ്റൽ രൂപമുള്ള ഖരങ്ങളായിരിക്കും. ഇവയ്ക്ക് ജലത്തിൽ പൂർണമായി ജലാപഘടനം സംഭവിക്കുന്നില്ല. സഹസംയോജക ക്ലോറൈഡുകളും ചിലതുണ്ട്.

ഉദാ: $SnCl_4$, $AlCl_3$ മുതലായവ. ഒരു ലോഹത്തിനു് ഒന്നിലധികം ക്ലോറൈഡുകളും ഉണ്ടെങ്കിൽ ലോഹവും ക്ലോറിനും തമ്മിൽ സംയോജിച്ചുണ്ടാകുന്നതു് അതിന്റെ ഉച്ചതമ (highest) ക്ലോറൈഡാണു്. ഉദാഹരണമായി ടിൻ രണ്ടു ക്ലോറൈഡുകളും ഉള്ളതാണു്. ($SnCl_2$ സ്റ്റാനസ് ക്ലോറൈഡ്; $SnCl_4$ സ്റ്റാനിക് ക്ലോറൈഡ്). ഇവയിൽ സ്റ്റാനിക് ക്ലോറൈഡാണു് ടിന്നും ക്ലോറിനും തമ്മിൽ നേരിട്ടു് സംയോജിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്നതു്.

$$Sn + 2Cl_2 \longrightarrow SnCl_4$$

4. ജലവുമായുള്ള പ്രവർത്തനം:

("ജലം" നോക്കുക. അധ്യായം 4)

5. ക്ഷാരങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം: ക്ഷാരലായനിയുടെ താപനില, സാന്ദ്രത എന്നിവയനുസരിച്ചു് ക്ലോറിൻ വിവിധരീതികളിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

(a) നേർത്ത ക്ഷാരലായനികളുമായി സാധാരണതാപനിലയിൽ ക്ലോറിൻ പ്രതിപ്രവർത്തിച്ചു് ലോഹക്ലോറൈഡും ഹൈപ്പോക്ലോറൈറ്റും ഉണ്ടാകുന്നു. ചുണ്ണാമ്പു കലക്കിയ ജലവുമായും ഇത്തരത്തിൽ പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നു. (മിൽക് ഓഫ് ലൈം)

$$2NaOH + Cl_2 \longrightarrow NaCl + NaOCl + H_2O$$

$$2Ca(OH)_2 + 2Cl_2 \longrightarrow CaCl_2 + Ca(OCl)_2 + 2H_2O$$

(b) ക്ഷാരലായനികളും ചൂടുള്ളതും സാന്ദ്രവുമാണെങ്കിൽ, പ്രത്യേകിച്ചു് ക്ലോറിൻ അധികം കടത്തിവിട്ടാൽ ക്ലോറൈഡും ക്ലോറേറ്റും ആണുണ്ടാകുന്നതു്. ഹൈപ്പോ ക്ലോറൈറ്റിന്റെ പരിവർത്തനം മൂലമാണു് ക്ലോറേറ്റുണ്ടാകുന്നതെന്നും കരുതാം.

$$6NaOH + 3Cl_2 \longrightarrow 3NaCl + 3NaOCl + 3H_2O$$

$$3NaOCl \longrightarrow 2NaCl + NaClO_3$$

$$6NaOH + 3Cl_2 \longrightarrow 5NaCl + NaClO_3 + 3H_2O$$

തിളയ്ക്കുന്ന അവസ്ഥയിൽ, ചുണ്ണാമ്പു കലക്കിയ ജലത്തിൽ ക്ലോറിൻ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും കാൽസിയം ക്ലോറൈഡും കാൽസിയം ക്ലോറേറ്റും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$6Ca(OH)_2 + 6Cl_2 \longrightarrow 5CaCl_2 + Ca(ClO_3)_2 + 6H_2O$$

(c) ജലമില്ലാത്ത ചുണ്ണാമ്പിൽ കൂടി ($Ca(OH)_2$, കുമ്മായം) ക്ലോറിൻ കടത്തി വിടുമ്പോഴും വാതകം സാവധാനം അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെട്ട് 'അലക്കുകുമ്മായം' അഥവാ ബ്ലീച്ചിംഗ് പൗഡർ കിട്ടുന്നു.

$$Ca(OH)_2 + Cl_2 \longrightarrow CaOCl_2.H_2O$$

(d) നീറുകുമ്മായത്തിൽ കൂടി (CaO) ഉന്നതതാപനിലയിൽ ക്ലോറിൻ കടത്തിവിടുമ്പോഴും ഓക്സിജൻ വിസ്ഥാപിതമാകുന്നു.

$$2CaO + Cl_2 \longrightarrow CaCl_2 + O_2$$

6. ഓക്സീകാരകഗുണധർമങ്ങൾ: ഒരു ഇലക്ട്രോൺ സ്വീകരിച്ച് ക്ലോറൈഡ് അയോൺ ആകാനുള്ള അത്യാസക്തിയുള്ളതിനാൽ ക്ലോറിൻ നല്ല ഓക്സീകാരകമാണ്. (ഇലക്ട്രോൺ മാറ്റലാണല്ലോ ഓക്സീകരണം). പഴയ സങ്കല്പപ്രകാരം, ഹൈഡ്രജൻ മാറ്റലും ഓക്സിജൻ ചേർക്കലും ആണ് ഓക്സീകരണം. ക്ലോറിൻ ഹൈഡ്രജനുമായി സംയോജിക്കാനുള്ള ആസക്തിയുള്ളതായതിനാൽ യൗഗികങ്ങളിൽ നിന്ന് ഹൈഡ്രജനെ, സംയോജിച്ച് നീക്കം ചെയ്യുന്നു. അതുപോലെ ജലത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ,

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow 2HCl + (O)$$

എന്ന പ്രവർത്തനം ഉണ്ടാകാവുന്നതിനാൽ നനവുള്ള ക്ലോറിൻ (അഥവാ ക്ലോറിൻ ജലം) 'നവജാത' ഓക്സിജൻ ഉല്പാദിപ്പിച്ച് ഓക്സീകരണം (ഓക്സിജൻ ചേർക്കൽ) നടത്തുന്നു. ഈ രീതിയിലും ക്ലോറിന്റെ ഓക്സീകരണ സ്വഭാവം വ്യക്തമാക്കാം.

ചില ഉദാഹരണങ്ങളും നോക്കുക.

(a) സൽഫ്യൂറസ് ആസിഡ്, സോഡിയം ആർസനൈറ്റ് എന്നിവ യഥാക്രമം സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ്, സോഡിയം ആർസനേറ്റ് എന്നിവയായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$H_2SO_3 + Cl_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + 2HCl$$

$$Na_3AsO_3 + Cl_2 + H_2O \longrightarrow Na_3AsO_4 + 2HCl$$

(ഇവയിൽ ഓക്സിജൻ ചേർക്കപ്പെടുന്നു)

(b) ഫെറസ് ക്ലോറൈഡ് ലായനിയിൽ ക്ലോറിൻ വാതകം കടത്തിവിടുമ്പോഴും ക്ലോറിൻജലം ചേർക്കുമ്പോഴും ഫെറിക് ക്ലോറൈഡുണ്ടാകുന്നു.

$$2FeCl_2 + Cl_2 \longrightarrow 2FeCl_3$$

(ഇവിടെ വിദ്യുത് ഋണമൂലകം—ക്ലോറിൻ ചേർക്കപ്പെടുന്നു)

(c) ഫെറസ് സൽഫേറ്റ് ലായനിയിൽ അല്പം സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്തും ക്ലോറിൻ കടത്തിവിടുമ്പോഴും ഫെറിക് സൽഫേറ്റ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2FeSO_4 + H_2SO_4 + Cl_2 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 2HCl$$

(ഇവിടെ വിദ്യുത് ഋണ റാഡിക്കലാണ് ചേർക്കപ്പെടുന്നത്)

(d) H_2S, ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ എന്നിവയിൽ നിന്നും ക്ലോറിൻ ഹൈഡ്രജനെ നീക്കംചെയ്തും മറ്റേ മൂലകത്തെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു.

$$H_2S + Cl_2 \longleftarrow 2HCl + S$$
$$C_2H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl + 2C$$

7. വിവർണീകരണപ്രവർത്തനം

ക്ലോറിൻജലവും നനവുള്ള ക്ലോറിൻവാതകവും, നവജാത ഓക്സിജൻ നൽകാൻ കഴിവുള്ളവ ആയതിനാൽ ഓക്സീകാരകസ്വഭാവമുണ്ട്. അതിനാൽ പല കാർബണികവർണകങ്ങളെയും ഓക്സീകരിച്ച് നിറമില്ലാത്ത പദാർഥങ്ങളാക്കുന്നു. ഇങ്ങനെയാണ് ക്ലോറിനു് വിവർണീകരണസ്വഭാവം ഉണ്ടാകുന്നതു്.

$$H_2O + Cl_2 \longrightarrow 2HCl + (O)$$

നിറമുള്ള യൗഗികം + (O) ⟶ വിവർണിത പദാർഥം.

എന്നാൽ അകാർബണിക പദാർഥങ്ങളെ വിവർണീകരിക്കുവാൻ ക്ലോറിനു് കെല്പില്ല.

പരീക്ഷണം: ഒരു ജാറിലുള്ള ക്ലോറിൻവാതകത്തിൽ നനഞ്ഞ ഒരു ചെമ്പരത്തിപ്പൂവും അച്ചടിച്ച ഒരു കടലാസുകഷണവും ഇടുക. കുറെ നേരം കഴിയുമ്പോൾ പൂവിന്റെ നിറം ഇല്ലാതാകുന്നു. എന്നാൽ കടലാസിലുള്ള അച്ചടിക്കു് വ്യത്യാസം ഒന്നും ഉണ്ടാകുകയില്ല

ക്ലോറിൻ കൊണ്ടു് വിവർണീകരണം സാധിക്കണമെങ്കിൽ,

(i) വർണമുള്ള പദാർഥം കാർബണികമായിരിക്കണം (പുഷ്പം, വസ്ത്രം, ഇലകം മുതലായവ)

(ii) നനവു് ഉണ്ടായിരിക്കണം.

8. അപൂരിതയൗഗികങ്ങളുമായുള്ള സങ്കലനം

ക്ലോറിനും അപൂരിതയൗഗികങ്ങളുമായി അനായാസന സംയോജനം ഉണ്ടാകുന്നു. തൽഫലമായി യൗഗികം പൂരിതമായിത്തീരുന്നു. ഇത്തരം സംയോജനങ്ങളെ ''സങ്കലനം'' (addition) എന്നു പറയുന്നു.

ഉദാഹരണങ്ങൾ:

$$C_2H_4 + Cl_2 \longrightarrow Cl_2H_4Cl_2$$

(എഥിലീൻ) (എഥിലീൻ ക്ലോറൈഡ്)

$$CO + Cl_2 \longrightarrow COCl_2$$

(കാർബണൈൽ ക്ലോറൈഡ്)

$$SO_2 + Cl_2 \longrightarrow SO_2Cl_2$$

(സൽഫൂറൈൽ ക്ലോറൈഡ്)

9. പൂരിതകാർബണിക യൗഗികങ്ങളുമായുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനം

പൂരിതകാർബണിക യൗഗികങ്ങളിലെ ഹൈഡ്രജൻആണുക്കളെ മാറിമാറി അവയുടെ സ്ഥാനത്തു് ക്ലോറിൻ ആണുക്കളും ഉണ്ടാവുകയും മുക്തമാക്കപ്പെട്ട ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറിനുമായി ചേർന്നു് HCl ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം പ്രതിസ്ഥാപനം (Substitution) എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

ഉദാഹരണം: $CH_4 + Cl_2 \longrightarrow CH_3Cl + HCl$

(മീഥേൻ) (മെഥിൽ ക്ലോറൈഡ്)

$$CH_3Cl + Cl_2 \longrightarrow CH_2Cl_2 + HCl$$

(മെഥിലീൻ ഡൈക്ലോറൈഡ്)

$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \longrightarrow CHCl_3 + HCl$$
(ക്ലോറോഫോം)

$$CHCl_3 + Cl_2 \longrightarrow CCl_4 + HCl$$
(കാർബൺ ടെടാക്ലോറൈഡ്)

ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം മങ്ങിയ സൂര്യപ്രകാശത്തിൽ നടക്കുന്നു. എന്നാൽ വെയിലത്തു് നടക്കുമ്പോഴാം കാർബൺ വിസ്ഥാപനം ഉണ്ടാകും.

$$CH_4 + 2Cl_2 \longrightarrow C + 4HCl$$

10. മറ്റു് ഹാലൈഡുകളുമായുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനം:

ക്ലോറിൻ, ബ്രോമിനെക്കാളും അയൊഡിനെക്കാളും ക്രിയാശീലം കൂടിയ മൂലകമാണു്. അതിനാൽ ബ്രോമൈഡുകളിൽ നിന്നും അയൊഡൈഡുകളിൽ നിന്നും ക്ലോറിൻ യഥാക്രമം ബ്രോമിനെയും അയൊഡിനെയും വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു.

$$2KBr + Cl_2 \longrightarrow 2KCl + Br_2$$

$$2KI + Cl_2 \longrightarrow 2KCl + I_2$$

(വേണ്ടതിലധികം ക്ലോറിൻ ഉണ്ടെങ്കിൽ അയൊഡിൻ നിറമില്ലാത്ത അയൊഡിക് ആസിഡായി —HIO_3—ഓക്സീകരിക്കപ്പെടും).

ബ്രോമിൻനിർമാണത്തിൽ ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം വ്യാപസായികമായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

11 ക്ലോറിൻ രോഗാണുനാശിനിയാണു്.

ക്ലോറിന്റെ ടെസ്റ്റുകൾ:

1) പച്ച കലർന്ന മഞ്ഞനിറമുള്ള വാതകം
2) രൂക്ഷമായ പ്രത്യേകഗന്ധം
3) നനവുള്ള സവർണപുഷ്പങ്ങളെ വിവർണീകരിക്കുന്നു.
4) സ്റ്റാർച്ചു്–പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡു് പേപ്പറിന്റെ നിറം നീലയാക്കുന്നു.
5) പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡു് ലായനിയിൽ രണ്ടു മൂന്നു തുള്ളി കാർബൺ ടെടാക്ലോറൈഡു് ചേർത്തു് ഈ വാതകം മിശ്രിതത്തിൽ കൂടി കടത്തിവിടുക. അയൊഡിൻ വിസ്ഥാപിതമാകുന്നു. മിശ്രിതം കലക്കുമ്പോഴാം അയൊഡിൻ കാർബൺ ടെടാക്ലോറൈഡിൽ ലയിച്ചു ചേരുന്നതിനാൽ അതിന്റെ നിറം വയലറ്റാകുന്നു.

ക്ലോറിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ:

1) ബ്ലീച്ചിങ്പൗഡർ, ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡു്, സൽഫർ ക്ലോറൈഡു്, ഫോസ്ഫറസ് ക്ലോറൈഡുകൾ, കാർബൺ ടെടാക്ലോറൈഡു്, കാർബണൈൽ ക്ലോറൈഡു്, ലോഹക്ലോറൈഡുകൾ മുതലായവ ഉണ്ടാക്കാൻ.
2) മസ്റ്റാർഡു് വാതകം മുതലായ വിഷപദാർഥങ്ങൾ നിർമിക്കാൻ
3) ഡി ഡി ടി. മുതലായ അണുനാശിനികൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ.
4) ബ്രോമിൻ വൻതോതിൽ നിർമിക്കാൻ
5) ജലശുദ്ധീകരണത്തിൽ

ബ്രോമിൻ

പ്രതീകം Br അണുഭാരം 79.916

സൂത്രം Br_2 അണുസംഖ്യ 35

ചരിത്രം: കടൽവെള്ളം വറ്റിച്ച് ഉപ്പു നീക്കികഴിയുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന മദർലിക്കറിൽ ബ്രോമിൻ ഉണ്ടെന്നു 1825 ൽ ബാലാർഡ് (Balard) കണ്ടുപിടിച്ചു. ദുർഗന്ധമെന്നർഥമുള്ള ബ്രോമോസ് (bromos) എന്ന ഗ്രീക്ക് പദത്തിൽ നിന്നാണു ബ്രോമിൻ എന്ന പേർ ഉണ്ടായിട്ടുള്ളതു. ഉപ്പു നീക്കികഴിഞ്ഞവശേഷിക്കുന്ന മദർലിക്കറിൽ (ബിറ്റേറൺ) ക്ലോറിൻ കടത്തിവിട്ടാണു ബാലാർഡ് ബ്രോമിൻ നിർമിച്ചതു. ഇതേ പ്രതിപ്രവർത്തനം ആണു ഇന്നും ബ്രോമിൻ നിർമാണത്തിനു വ്യാവസായികമായി ഉപയോഗിക്കുന്നതു. ബ്രോമിനു ക്ലോറിനുമായി പല തരത്തിലും സാമ്യമുണ്ടെന്നും അതു ഒരു മൂലകമാണെന്നും സ്ഥാപിച്ചതു ബാലാർഡാണു.

ഉപസ്ഥിതി: ക്രിയാശീലമുള്ള മൂലകമായതിനാൽ ബ്രോമിൻ സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ പ്രകൃതിയിൽ കാണുന്നില്ല. മുഖ്യമായും മഗ്നീഷ്യം, പൊട്ടാസിയം, സോഡിയം എന്നിവയുടെ ബ്രോമൈഡുകളായിട്ടാണു കാണപ്പെടുന്നതു. സമുദ്രജലത്തിൽ ശരാശരി 0.0065 ശതമാനം ബ്രോമിൻ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ചാവുകടലിലെ (Dead sea) ജലത്തിൽ വളരെ കൂടുതൽ ലീനങ്ങൾ ഉള്ളതിനാൽ ബ്രോമിനും കൂടുതലുണ്ടു. ജർമനിയിലെ സ്റ്റാസ്ഫർട് ഖനിജങ്ങളിൽ (ഉദാഹരണം. കാർണലൈറ്റ്) 1.5% വരെ ബ്രോമിൻ കാണപ്പെടുന്നു. പുരാതനകാലത്തു ഒരുതരം കടൽ ഒച്ചിൽ നിന്നു നിർമിക്കപ്പെട്ടിരുന്ന ''ടിറിയൻ പർപിൾ'' (Tyrian purple) എന്ന ചായം '' ഡൈബ്രോമോ ഇൻഡിഗോ'' എന്ന ബ്രോമിൻ യൗഗികമാണു.

ലാബറട്ടറിനിർമാണം

പൊട്ടാസിയം ബ്രോമൈഡ്, മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡ് എന്നിവയുടെ മിശ്രിതത്തിൽ സാന്ദ്ര സൽഫൂരികു ആസിഡു ചേർത്തു ചൂടാക്കിയാണു ബ്രോമിൻ നിർമിക്കുന്നതു.

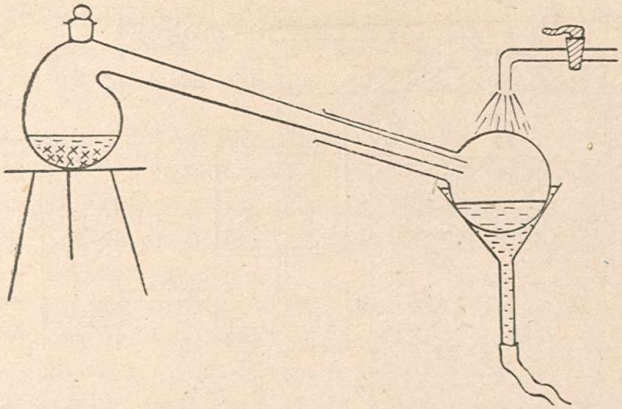
$$2KBr + 2H_2SO_4 \longrightarrow 2KHSO_4 + 2HBr$$

$$MnO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + H_2O + (O)$$

$$2\,HBr + (O) \longrightarrow H_2O + Br_2$$

$$2KBr + 3H_2SO_4 + MnO_2 \longrightarrow 2KHSO_4 + MnSO_4 + H_2O + Br_2$$

ഉപകരണസജ്ജീകരണം ചിത്രം 6–4 ൽ കാണുന്നതുപോലെയാണു. റിട്ടോർട്ടിനകത്തു പൊട്ടാസിയം ബ്രോമൈഡ്, മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡ് മിശ്രിതം എടുത്തിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ സാന്ദ്ര സൽഫൂരികു ആസിഡു ചേർത്തു ചൂടാക്കുക. അശുദ്ധമായ ബ്രോമിൻ റിട്ടോർട്ടിന്റെ വാലിൽകൂടി പുറത്തേക്കു വരികയും ജലംകൊണ്ടു തണുപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ഗ്രാഹിയിൽ ദ്രാവകമായി സംഭൃതമാകുകയും ചെയ്യുന്നു.



ചിത്രം 6–4.

ഇതിൽ ക്ലോറിൻ, ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡ്, ജലം. എന്നീ അപദ്രവ്യങ്ങളും ഉണ്ടാകാം. പൊട്ടാസിയം ബ്രോമൈഡ് ചേർത്തു് സേദനം ചെയ്താൽ ക്ലോറിൻ നീങ്ങിക്കിട്ടുന്നു ജലാംശം, ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡ് എന്നിവയെ നീക്കുന്നതിനു് സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്തു് വീണ്ടും സേദനം ചെയ്താൽ മതി. ഇങ്ങനെ കിട്ടുന്നതു് ശുദ്ധമായ ബ്രോമിൻ ആണു്.

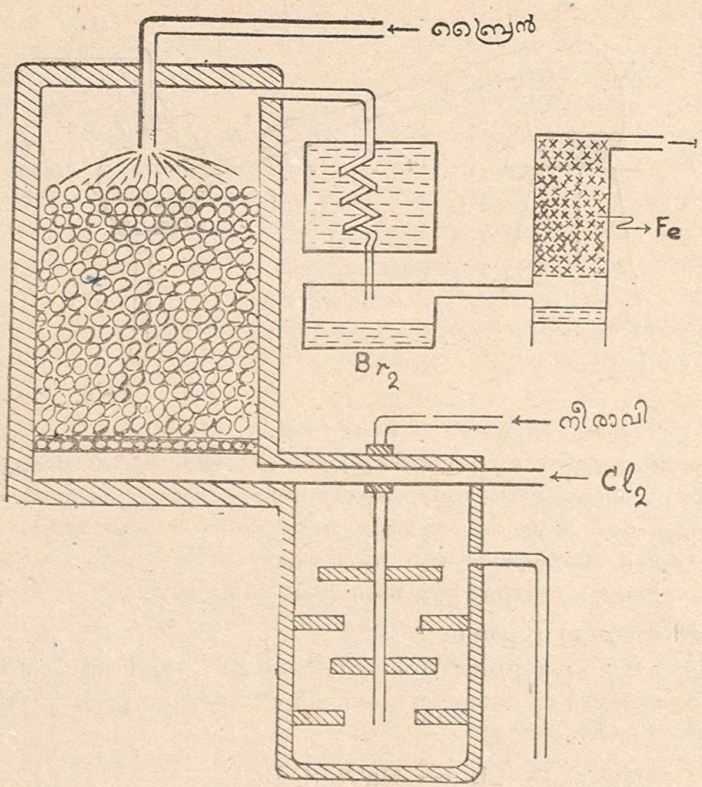
വൻതോതിലുള്ള ഉല്പാദനം

ഊഷ്മളമായ ബ്രോമൈഡ്ലായനിയിൽ കൂടി ക്ലോറിൻ കടത്തി വിട്ടാൽ ബ്രോമിൻ വിസ്ഥാപിതമാകും. ഈ തത്ത്വമനുസരിച്ചാണു് വൻതോതിൽ ബ്രോമിൻ നിർമിക്കുന്നതു്.

$$MgBr_2 + Cl_2 \longrightarrow MgCl_2 + Br_2$$

സമുദ്രജലത്തിൽ തുച്ഛമായ അളവിലേ (0.0065%) ബ്രോമിൻ അടങ്ങിയിട്ടുള്ളു എങ്കിലും സമുദ്രജലം വറ്റിച്ചു് അതിൽ നിന്നു് ഉപ്പു് ക്രിസ്റ്റലീകരിച്ച ശേഷം ബാക്കി വരുന്ന മദർലിക്കറിൽ (ബിറ്റേൺ) ബ്രോമിൻ 0.2% ഉണ്ടായിരിക്കും. ബിറ്റേണിൽ ബ്രോമൈഡുകളായിട്ടാണു് ബ്രോമിൻ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നതു്. ബ്രോമിൻ പ്രധാനമായും ഇതിൽ നിന്നാണു് ലഭിക്കുന്നതു്.

ഇതുപോലെ സ്റ്റാസ്ഫർട്ഖനിജങ്ങളിൽ നിന്നു് കാർണലൈറ്റ് മുതലായ യൗഗികങ്ങളും വേർതിരിക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന മദർലിക്കറും ബ്രോമിൻ നിർമിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ചിലസാന്ദ്രതടിയ ചാവുകടലിലെ വെള്ളവും ബ്രോമിൻനിർമാണത്തിനു് പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.



ചിത്രം 6_5.

വൻതോതിലുള്ള ബ്രോമിൻനിർമാണത്തിനു് ചിത്രം 6_5—ൽ കാണുന്നതുപോലെയുള്ള ഉപകരണസജ്ജീകരണമാണു് ആവശ്യം. ഉരുളൻപാറക്കഷണങ്ങളം നിറച്ച ഒരു ടവറിന്റെ മുകളിൽ നിന്നു ചൂടാക്കിയ ബിറേറൺ മഴ പോലെ കീഴ്പോട്ടു് വീഴിക്കുന്നതിനുള്ള സജ്ജീകരണമുണ്ടു്. പാറക്കല്ലുകളിൽ തട്ടി ബിറേറൺ മന്ദഗതിയിൽ കീഴ്പോട്ടു നീങ്ങുമ്പോൾ ചുവട്ടിൽ നിന്നും ക്ലോറിനും നീരാവിയും കലർന്ന മിശ്രിതം മേല്പോട്ടു് കടത്തിവിടുന്നു. ലായനിയിലുള്ള ബ്രോമൈഡുകളം ക്ലോറിനുമായി പ്രവർത്തിച്ചു് ബ്രോമിൻ വിസ്ഥാപിതമാകുന്നു. നീരാവിയുടെ ചൂടുകൊണ്ടു് ബ്രോമിൻ ബാഷ്പരൂപത്തിൽ ആയിരിക്കും. നീരാവിയുടെ മേല്പോട്ടുള്ള ഒഴുക്കിൽപ്പെട്ടു് ബ്രോമിൻബാഷ്പം ടവറിന്റെ മുകളിലുള്ള നിർഗമനക്കുഴലിൽ കൂടി പെളിയിൽ കടക്കുന്നു. നീരാവിയും ബ്രോമിനും കലർന്ന മിശ്രിതം, ജലത്തിൽ മുക്കി തണുപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ഒരു സർപ്പിലമായ കുഴലിൽ കൂടി കടന്നുപോകുമ്പോൾ മിശ്രിതം തണുത്തു് ദ്രാവകമാകുന്നു. ഇതു് ഒരു അഭിഗ്രാഹിയിൽ സംഭരിക്കുന്നു. ഇതിൽ നിന്നു് ബാഷ്പരൂപത്തിൽ രക്ഷപ്പെടുന്ന ബ്രോ

മിൻ നനവുള്ള ഇരുമ്പുപൊടിയിൽ കൂടിയാണ് കടന്നുപോകേണ്ടത്. ഇവിടെ ബ്രോമിനും ഇരുമ്പും തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുന്നതിനാൽ ബ്രോമിൻ ഒട്ടും തന്നെ നഷ്ടപ്പെടാതെ അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

$$3Fe + 4Br_2 \longrightarrow Fe_3Br_8$$

(ഈ പദാർഥം പൊട്ടാസിയം ബ്രോമൈഡ് നിർമിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു.)

മേൽവിവരിച്ചപ്രകാരം കിട്ടുന്ന ബ്രോമിനിൽ ജലം, ക്ലോറിൻ, അയൊഡിൻ മുതലായവ ഉണ്ടായിരിക്കും. ജലം താരതമ്യേന ഘനത്വം കുറഞ്ഞ പദാർഥമായതിനാലും ബ്രോമിൻ ജലത്തിൽ അല്പം മാത്രമേ ലയിക്കുന്നുള്ളു എന്നതിനാലും അതിനെ എളുപ്പത്തിൽ നീക്കം ചെയ്യാം. ക്ലോറിൻ നീക്കം ചെയ്യാൻ പൊട്ടാസിയം ബ്രോമൈഡ് ചേർത്തു സേദനം ചെയ്യുന്നു. പിന്നീട് സിങ്ക് ഓക്സൈഡു ചേർത്തു സേദനം ചെയ്യുമ്പോൾ അയൊഡിൻ നീങ്ങിക്കിട്ടുന്നു. അവസാനമായി സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡു ചേർത്തു സേദനംചെയ്ത് ജലാംശം മാറ്റപ്പെടുന്നു. ഇപ്രകാരം കിട്ടുന്ന ബ്രോമിൻ ശുദ്ധമാണ്.

ബ്രോമിന്റെ ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

കടുംചുവപ്പുനിറവും അതിരൂക്ഷവും ദുസ്സഹവുമായ ഗന്ധവുമുള്ള ദ്രാവകമാണ് ബ്രോമിൻ. സാധാരണ താപനിലയിൽ ദ്രാവകമായിട്ടുള്ള ഏക അലോഹമാണ് ബ്രോമിൻ. ആപേക്ഷികഘനത്വം = 3.119. തിളനില = 59°C. ഗ്ലാസിനെക്കാൾ ഘനത്വമുള്ളതിനാൽ ഗ്ലാസ് കഷണങ്ങളും ബ്രോമീനിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കും. തിളനില വളരെ കുറവായതിനാൽ തുറന്നുവെച്ചാൽ എളുപ്പം ബാഷ്പമായിപ്പോകും. ബാഷ്പത്തിനു ചുവപ്പുനിറമാണ്. ബ്രോമിനു ജലത്തിൽ ക്ലോറിനോളംപോലും ലേയത്വമില്ല. ബ്രോമിൻലായനി (ബ്രോമിൻജലം)ക്കു മൂലകത്തിന്റെ മണവും നിറവും ഉണ്ട്. കാർബണികലായകങ്ങളിൽ (CCl_4, അസെറ്റിക് ആസിഡ് മുതലായവ) ബ്രോമിൻ വളരെ കൂടുതൽ ലയിക്കുന്നു.

ബ്രോമിൻ വിഷപദാർഥമാണ്. ശ്വാസനേന്ദ്രിയങ്ങളെ പെട്ടെന്നു ആക്രമിച്ചു നശിപ്പിക്കുന്നു. കൂടാതെ കണ്ണിനും ഉപദ്രവം വരുത്തുന്നു. ദ്രാവകബ്രോമിൻ ശരീരത്തിൽ വീണാൽ ഗുരുതരവും ആഴത്തിലുള്ളതും പെട്ടെന്നു ഉണങ്ങാത്തതുമായ വ്രണങ്ങൾ ഉണ്ടാകും.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

രാസഗുണധർമങ്ങളിൽ ക്ലോറിനുമായി വളരെ സാദൃശ്യമുണ്ടെങ്കിലും പൊതുവെ ബ്രോമിനു ക്രിയാശീലം ക്ലോറിനെക്കാൾ കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നു.

1 ഹൈഡ്രജനുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

ബ്രോമിനു ഹൈഡ്രജനോട് ആസക്തിയുണ്ടെങ്കിലും സാധാരണ താപനിലയിൽ ഇവ തമ്മിൽ സംയോജനം കാര്യമായി നടക്കുന്നില്ല, ഉയർന്ന താപനിലയിൽ സംയോജിച്ചു ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. വാതകമിശ്രിതത്തിൽ പ്രകാശകിരണം ഏല്പിക്കുമ്പോഴും സംയോജനം നടക്കുന്നു.

$$H_2 + Br_2 \longrightarrow 2HBr$$

കത്തുന്ന ഹൈഡ്രജൻ ജറ്റ് ബ്രോമിനിൽ തുടർന്നു കത്തുന്നു. ചില യൗഗികങ്ങളിലെ ഹൈഡ്രജനുമായും ബ്രോമിൻ സംയോജിക്കുന്നു.

$$H_2S + Br_2 \longrightarrow 2HBr + S$$

2. അലോഹങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

മിക്ക അലോഹങ്ങളുമായും ബ്രോമിൻ സംയോജിക്കുന്നു. ഉല്പന്നങ്ങൾ ബ്രോമൈഡുകളാണ്. ക്ലോറിനോളം ഊർജസ്വലമല്ലെങ്കിലും ഇത്തരം പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ, ചില അലോഹങ്ങൾ കത്തുന്നു. ഉദാഹരണമായി ചൂടാക്കിയ ഫോസ്ഫറസ് ബ്രോമിനുമായി സംയോജിക്കുന്നു.

$$2P + 3Br_2 \longrightarrow 2PBr_3$$

3. ലോഹങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

ബ്രോമിൻ മിക്ക ലോഹങ്ങളുമായും നേരിട്ട് സംയോജിക്കുന്നു. ചില ലോഹങ്ങൾ ഉയർന്ന താപനിലയിൽ മാത്രമേ സംയോജിക്കുന്നുള്ളൂ.

ഉദാ: $2Fe + 3Br_2 \longrightarrow 2FeBr_3$

4. ജലവുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

നേരിട്ടുള്ള സൂര്യപ്രകാശമില്ലെങ്കിൽ ബ്രോമിന്റെ ജലലായനി രാസപരിണാമമൊന്നും ഇല്ലാതെ വളരെ നാൾ ഇരിക്കും. ഇതിൽ ഹൈഡ്രോബ്രോമിക് ആസിഡും ഹൈപ്പോ ബ്രോമസ് ആസിഡും ഉഭയദിശീയമായി ഉണ്ടാകുന്നതായി കരുതാം.

$$Br_2 + H_2O \rightleftharpoons HBr + HBrO$$

നേരിട്ടുള്ള സൂര്യപ്രകാശമേൽക്കുമ്പോൾ ബ്രോമിൻലായനിയിൽ നിന്നും (ബ്രോമിൻജലം) ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2Br_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HBr + O_2$$

5. ക്ഷാരലായനിയുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

ബ്രോമിനും ക്ഷാരലായനിയുമായി ഉള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനം ക്ലോറിന്റേതു പോലെ തന്നെയാണ്.

$$Br_2 + 2KOH \longrightarrow KBr + KOBr + H_2O$$

(നേർത്ത തണുത്ത ലായനി)

$$3Br_2 + 6KOH \longrightarrow 5KBr + KBrO_3 + 3H_2O$$

(ഉന്നതതാപനിലയിൽ സാന്ദ്രലായനി)

6. ഓക്സീകരണപ്രവർത്തനം

ക്ലോറിനോളം ശക്തമല്ലെങ്കിലും ബ്രോമിനും പല ഓക്സീകരണപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ പങ്കുകൊള്ളുന്നു. ഉദാഹരണങ്ങൾ:

$$H_2SO_3 + Br_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + 2HBr$$

$$2FeBr_2 + Br_2 \longrightarrow 2FeBr_3$$

$$H_2S + Br_2 \longrightarrow 2HBr + S$$

7. വിവർണീകരണപ്രവർത്തനം

ബ്രോമിൻ ശക്തികുറഞ്ഞ ഒരു വിവർണീകാരകമാണു്. പ്രവർത്തനരീതി ക്ലോറിനേറ്റതുപോലെതന്നെ. പ്രായോഗികമായി ബ്രോമിൻ വിവർണീകരണത്തിനു് ഉപയോഗിക്കാറില്ല.

8. കാർബണികയൗഗികങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

യൗഗികം അപൂരിതമാണെങ്കിൽ സങ്കലനപ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളും നടക്കുന്നു.

$$C_2H_4 + Br_2 \longrightarrow C_2H_4Br_2$$ (എഥിലീൻ ബ്രോമൈഡ്)

പൂരിതയൗഗികങ്ങളുമായി ക്ലോറിനേറ്റതുപോലെയുള്ള 'പ്രതിസ്ഥാപനം' നടക്കുന്നു.

9. മറ്റു ഹലൈഡുകളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം:

ഇതു് അയൊഡിനെക്കാളും ക്രിയാശീലം കൂടിയ മൂലകമാണു്. തന്മൂലം അയൊഡൈഡുകളിൽ നിന്നു് ബ്രോമിൻ അയൊഡിനെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു.

$$Br_2 + 2KI \longrightarrow 2KBr + I_2$$

ക്ലോറൈഡുകളുമായി പ്രവർത്തനമില്ല.

ബ്രോമിന്റെ ടെസ്റ്റുകൾ:

(1) കടും ചുവപ്പുനിറവും രൂക്ഷമായ പ്രത്യേകമണവും ഉള്ള ദ്രാവകം.

(2) ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ചുവന്ന ബാഷ്പം.

(3) ജലത്തിൽ അല്പം ലയിക്കുന്നു; ലായനിക്കു് ചുവപ്പുനിറവും രൂക്ഷമായ മണവും ഉണ്ടു്. (Cf. NO_2)

(4) സ്റ്റാർച്ചിനു് ബ്രോമിൻബാഷ്പത്തിൽ മഞ്ഞനിറമുണ്ടാകുന്നു.

(5) സ്റ്റാർച്ചു്–പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡു് പേപ്പർ നീലയാക്കുന്നു.

ബ്രോമിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ:

(1) പൊട്ടാസിയം ബ്രോമൈഡു്, സിൽവർ ബ്രോമൈഡു് മുതലായ ബ്രോമൈഡുകളുടെ നിർമാണത്തിൽ ബ്രോമിൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

പൊട്ടാസിയം ബ്രോമൈഡു് ഔഷധമായിട്ടും സിൽവർ ബ്രോമൈഡു് ഫോട്ടോഗ്രാഫിയിലും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(2) എഥിലീൻ ഡൈബ്രോമൈഡു് മുതലായ കാർബണികയൗഗികങ്ങളും ലായകങ്ങളായും പെട്രോളിൽ ചേർക്കാനും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

(3) ചില പ്രത്യേക അവസരങ്ങളിൽ അണുനാശിനിയായുപയോഗിക്കുന്നു.

(4) പല യൗഗികങ്ങളുടെയും സംശ്ലേഷണത്തിൽ ബ്രോമിൻ ആവശ്യമാണു്.

(5) ബ്രോമിനും ബ്രോമിൻജലവും ലാബറട്ടറിയിൽ റിയേജൻറുകളായുപയോഗിക്കുന്നു.

അയൊഡിൻ

പ്രതീകം: I
സൂത്രം: I_2

അണുസംഖ്യ: 53
അണുഭാരം: 127

ചരിത്രം: കടൽച്ചെടികളും ഉണക്കി കത്തിക്കുമ്പോൾ സോഡിയം കാർബണേറ്റ് അടങ്ങിയ ചാരം ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതു് ജലത്തിൽ ലയിപ്പിച്ചു് സോഡിയം കാർബണേറ്റ് ക്രിസ്റ്റലീകരിച്ചു് നീക്കംചെയ്തശേഷം കിട്ടുന്ന മദർലിക്കറിൽ ആണു് ഈ മൂലകം ആദ്യമായി കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതു്. ഡേവിയും ഗേലൂസ്സാക്കും 1813-ൽ ഈ മൂലകം ക്ലോറിനോടു് സാമ്യമുള്ളതാണെന്നു് സമർഥിച്ചു. ചൂടാക്കുമ്പോൾ വയലറ്റ്നിറമുള്ള ബാഷ്പമുണ്ടാകുന്നതിനാലാണു് ഇതിനു് അയൊഡിൻ എന്ന പേരുണ്ടായതു് (ഗ്രീക്കു് ഭാഷയിൽ ioedes എന്നാൽ വയലറ്റ് നിറം എന്നാണർഥം.)

ഉപസ്ഥിതി: ക്രിയാശീലം ഉള്ളതിനാൽ അയൊഡിൻ സ്വതന്ത്രമായി പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്നില്ല. യൗഗികാവസ്ഥയിലായാലും ചുരുങ്ങിയ അളവിൽ മാത്രമേ കാണുന്നുള്ളു. സമുദ്രജലത്തിൽ ശരാശരി 0.000006 % മാത്രമേ അയൊഡിൻ ഉള്ള സമുദ്രത്തിലെ ചില സസ്യങ്ങളിൽ അയൊഡിൻയൗഗികങ്ങൾ കൂടുതലായി കാണുന്നു. (സോഡിയം അയൊഡൈഡ്, സോഡിയം അയൊഡേറ്റ് മുതലായവ.) ഉഷ്ണമേഖലാസമുദ്രത്തിലുള്ള ചില ജീവികളിൽ (സ്പോഞ്ച്) വളരെയധികം അയൊഡിൻ ഉണ്ടു്. ഖനിജഎണ്ണകളുടെ കൂടെ അടിഞ്ഞുകൂടുന്ന ലവണലായനികളിൽ പലപ്പോഴും സോഡിയം അയൊഡേറ്റ് ഉണ്ടു്. ചിലിയിലെ നൈട്രേറ്റ് നിക്ഷേപത്തിൽ ($NaNO_3$) സോഡിയം അയൊഡേറ്റ് അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഇവയിൽ നിന്നെല്ലാം അയൊഡിൻ നിർമിക്കപ്പെടുന്നു.

നമ്മുടെ ശരീരത്തിലുള്ള തൈറോക്സിൻ ($C_{15}H_{11}O_4NI_4$) എന്ന യൗഗികത്തിൽ അയൊഡിൻ ഉണ്ടു്.

ലാബറട്ടറി നിർമാണം

പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡ്-മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡ് മിശ്രിതത്തിൽ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്തു് ചൂടാക്കിയാണു് അയൊഡിൻ നിർമിക്കുന്നതു്.

$$2KI + 3H_2SO_4 + MnO_2 \longrightarrow 2KHSO_4 + MnSO_4 + H_2O + I_2$$

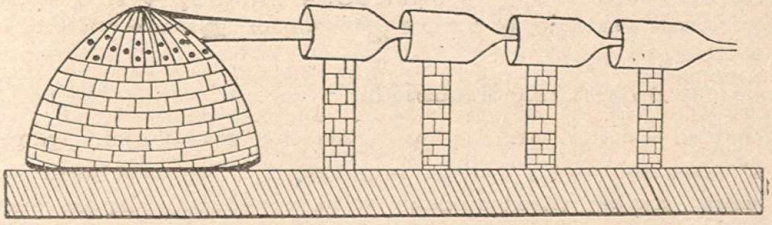
ബ്രോമിൻനിർമാണത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണം തന്നെ ഇതിലും ഉപയോഗിക്കാം. പ്രതിപ്രവർത്തകങ്ങളുടെ മിശ്രിതം റിട്ടോർട്ടിൽ എടുത്തു് ചൂടാക്കുമ്പോൾ അയൊഡിൻ ബാഷ്പരൂപത്തിൽ മുകൾഭാഗത്തെക്കുന്ന ഗ്രാഹിയിൽ ഈ പദാർഥം തിളങ്ങുന്ന ക്രിസ്റ്റലുകളായി സംഭരിക്കപ്പെടുന്നു. അപദ്രവ്യങ്ങൾ നീക്കം ചെയ്തു് ശുദ്ധീകരിക്കാൻ പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡ് ചേർത്തു് സേദനം ചെയ്താൽ മതി. അയൊഡിൻ ഉൽപതിപ്പിച്ചു കിട്ടുന്ന ബാഷ്പം തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ ശുദ്ധമായ അയൊഡിൻക്രിസ്റ്റലുകൾ കിട്ടുന്നു.

വൻതോതിലുള്ള നിർമാണം

A. കടൽച്ചെടികളിൽ നിന്നു് അയൊഡിൻനിർമാണം

സമുദ്രത്തിന്റെ അടിത്തട്ടിൽ വളരുന്ന ചില ചെടികളിൽ ഉയർന്ന തോതിൽ അയൊഡിൻ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഇവയെ ശേഖരിച്ചു് ഉണക്കി കത്തിച്ചു കിട്ടുന്ന 'കെൽപ്' (Kelp) എന്നറിയപ്പെടുന്ന ചാരത്തിൽ നല്ലൊരംശം അയൊഡൈഡുകളാണു്. കെൽപ് ഉണ്ടാക്കുമ്പോൾ കഴിയുന്നതും തണുത്ത താപനിലയാണുണ്ടായിരിക്കേണ്ടതു്. കെൽപ് ജലത്തിൽ കലക്കി അരിച്ചു് കിട്ടുന്ന ലായനി വറ്റിക്കുമ്പോൾ അയൊഡൈഡുകളും ഒഴികെയുള്ള മറ്റു മിക്ക ലവണങ്ങളും ക്രിസ്റ്റലീകരിച്ചു പോകുന്നു. അവശേഷിക്കുന്ന മദർലിക്കറിൽ മുഖ്യമായും സോഡിയം അയൊഡൈഡാണുള്ളതു്. സാന്ദ്രമായ ഈ ലായനിയിൽ മാൻഗനീസു് ഡൈഓക്സൈഡും സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡും ചേർത്തു് ചൂടാക്കുമ്പോൾ അയൊഡിൻ ലഭിക്കുന്നു.

$$2NaI + 2H_2SO_4 + MnO_2 \longrightarrow Na_2SO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + I_2$$



ചിത്രം 6_6

പ്രതിപ്രവർത്തകങ്ങളും ലെഡ് അടപ്പുള്ള ഇരുമ്പുപാത്രങ്ങളിലാണു് ചൂടാക്കുന്നതു്. ബാഷ്പമായി കിട്ടുന്ന അയൊഡിൻ ഒന്നിനു പുറകേ ഒന്നായി നിരത്തിയിരിക്കുന്ന കളിമൺപാത്രങ്ങളിൽ—ഇവയ്ക്കു് അലൂഡലുകം എന്നു പറയുന്നു—തണുപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. (ചിത്രം 6_6) അലൂഡലുകംകളിൽ പിടിച്ചിരിക്കുന്ന അയൊഡിൻക്രിസ്റ്റലുകളും ചൂരണ്ടിയെടുത്തു് പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡു ചേർത്തു് ഉൽപതിപ്പിക്കുമ്പോൾ (ബ്രോമിൻ നീക്കം ചെയ്യാൻ) ശുദ്ധമായ അയൊഡിൻ ലഭ്യമാകുന്നു.

B. സോഡിയം അയൊഡേറുള്ള മദർ ലിക്കറുകളിൽ നിന്നു് അയൊഡിൻ നിർമാണം

എണ്ണച്ചെനികളിൽ അടിഞ്ഞുകൂടുന്ന ലായനിയിൽ സോഡിയം അയൊഡേറുണ്ടു്. അതുപോലെ ചിലിവെടിയുപ്പു് ശുദ്ധീകരിച്ചു് നീക്കം ചെയ്യുമ്പോൾ അവശേഷിക്കുന്ന മദർലിക്കറിലും സോഡിയം അയൊഡേറുണ്ടു്. ഈ മദർലിക്കറുകളിൽ നിന്നാണു് ആധുനികമായി അയൊഡിൻ നിർമിക്കപ്പെടുന്നതു്.

ലായനി ചൂടാക്കി വറ്റിച്ചു് അതിൽ നിന്നു് കഴിയുന്നിടത്തോളം അപദ്രവ്യങ്ങളും (അലിഞ്ഞുചേർന്നിട്ടുള്ളതു്) നീക്കം ചെയ്യുന്നു. (സോഡിയം അയൊ

ഡോറിനു് ലേയത്വം കൂടുതലാണു്). ഈ സാന്ദ്രലായനിയിൽ ആവശ്യമുള്ള സോഡിയം ബൈസൽഫൈറ്റു് ചേർക്കപ്പെടുന്നു.

താഴെപ്പറയുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ നടക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി അയൊഡിൻ അവക്ഷേപമായി പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു.

$$5NaIO_3 + 15NaHSO_3 \longrightarrow 5NaI + 15NaHSO_4$$

$$NaIO_3 + NaHSO_4 \longrightarrow HIO_3 + Na_2SO_4$$

$$5NaI + 5NaHSO_4 \longrightarrow 5HI + 5Na_2SO_4$$

$$HIO_3 + 5HI \longrightarrow 3H_2O + 3I_2 \downarrow$$

മൊത്തത്തിൽ,

$$6NaIO_3 + 15NaHSO_3 \longrightarrow 9NaHSO_4 + 6Na_2SO_4 + 3H_2O + 3I_2$$

അഥവാ

$$2NaIO_3 + 5NaHSO_3 \longrightarrow 3NaHSO_4 + 2Na_2SO_4 + H_2O + I_2$$

അവക്ഷേപം അരിച്ചെടുത്തു് ഉൽപതിപ്പിക്കുമ്പോൾ ശുദ്ധമായ അയൊഡിൻ കിട്ടുന്നു.

അയൊഡിന്റെ ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

ചാരനിറം, കലർന്ന ഇരുണ്ട ക്രിസ്റ്റലിതഖരമാണു് അയൊഡിൻ. ക്രിസ്റ്റലുകൾക്കു് ലോഹങ്ങൾക്കുള്ളതു പോലെ തിളക്കമുണ്ടു്. ആപേക്ഷികഘനത്വം 4.94 ആണു്. ഇതിനു് രൂക്ഷഗന്ധമുണ്ടു്. സാധാരണമർദത്തിൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഉൽപതിച്ചു് വയലറ്റുനിറമുള്ള ബാഷ്പമാകുന്നു. ഉന്നതമർദത്തിൽ ചൂടാക്കിയാൽ 113.9°C ൽ ഉരുകുകയും 184.4°C ൽ ബാഷ്പീഭവിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ജലത്തിൽ തുച്ഛമായ ലേയത്വമേ ഉള്ളൂ. (ബ്രോമിന്റെ ലേയത്വത്തിലും കുറവു്). എന്നാൽ പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡ്ലായനിയിൽ ഇതു് ധാരാളം ലയിക്കുന്നു. ആൽക്കഹോൾ മുതലായ കാർബണികലായകങ്ങളിലും നല്ല ലേയത്വമുണ്ടു്. (KI ലായനിയിൽ ഉഭയദിശീയമായി KI_3 ഉണ്ടാകുന്നതിനാലാണു് അതിൽ അയൊഡിൻ കൂടുതൽ ലയിക്കുന്നതു്. $KI + I_2 \rightleftarrows KI_3$) പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡ് ലായനിയിൽ അയൊഡിനും ആൽക്കഹോളും അലിയിച്ചു കിട്ടുന്നതാണു് ''ടിങ്ചർ അയൊഡിൻ''.

ജലം, ആൽക്കഹോൾ, ഈഥർ മുതലായ ഓക്സിജനടങ്ങിയ ലായകങ്ങളിൽ അയൊഡിൻലായനിക്കു് തവിട്ടുനിറമാണുള്ളതു്. എന്നാൽ ക്ലോറോഫോം, കാർബൺ ടെട്രാക്ലോറൈഡ്, കാർബൺ ഡൈസൽഫൈഡ്മുതലായ ഓക്സിജനില്ലാത്ത ലായകങ്ങളിലുള്ള അയൊഡിൻലായനിക്കു് വയലറ്റുനിറമാണുള്ളതു്. (കാർബണിക യൗഗികങ്ങളിൽ ഓക്സിജൻ ഉണ്ടോ ഇല്ലയോ എന്നറിയുന്നതിനു് ഒരു ടെസ്റ്റായി ഈ വസ്തുത ഉപയോഗിക്കാം).

അയൊഡിൻ ബാഷ്പം കണ്ണിനും ശ്വസനേന്ദ്രിയങ്ങൾക്കും അത്യന്തം ഹാനികരമാണു്. കൂടാതെ ഖരാവസ്ഥയിൽ ശരീരത്തിൽ പൊള്ളലേല്പിക്കാനുള്ള കഴി

വുമുണ്ട്. വളരെ കുറഞ്ഞ അളവിലാണെങ്കിൽ ഇതു് തൊലിപ്പുറത്തു മാത്രമേ പ്രവർത്തിക്കുകയുള്ളു. ഈ ഗുണത്തെ ആശ്രയിച്ചാണു് ടിങ്ചർ അയൊഡിൻ അണുനാശിനിയായി ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.

അയൊഡിന്റെ രാസഗുണധർമങ്ങൾ

ക്ലോറിൻ, ബ്രോമിൻ എന്നിവയോടു് രാസപരമായി അയൊഡിനു് സാദൃശ്യമുണ്ടു്. എന്നാൽ ക്രിയാശീലം അയൊഡിനു് വളരെ കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നു.

1 ഹൈഡ്രുജനുമായുള്ള പ്രവർത്തനം:

ഉൽപ്രേരകങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ മാത്രം ഉന്നതതാപനിലയിൽ അയൊഡിനും ഹൈഡ്രുജനും തമ്മിൽ സംയോജിക്കുന്നു. പ്രതിപ്രവർത്തനം ഉഭയദിശീയവുമാണു്.

$$H_2 + I_2 \rightleftarrows 2HI$$

ചില യൗഗികങ്ങളിൽ ഉള്ള ഹൈഡ്രുജനുമായി അയൊഡിൻ സംയോജിക്കുന്നു.

$$H_2S + I_2 \longrightarrow 2HI + S$$

2. അലോഹങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

ബ്രോമിൻ എന്നപോലെ മിക്ക അലോഹങ്ങളുമായും സംയോജിച്ചു് അയൊഡൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ ജ്വലനത്തോടു കൂടിയ സംയോജനം ഒന്നുമില്ല.

ഉദാഹരണം: $2P + 3I_2 \longrightarrow 2PI_3$

3. ലോഹങ്ങളുമായുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനം

അയൊഡിൻ പല ലോഹങ്ങളുമായും നേരിട്ടു് സംയോജിക്കുന്നു. പ്രതിപ്രവർത്തകങ്ങൾ തമ്മിൽ ചേർത്തു് ചൂടാക്കുകയോ അല്ലെങ്കിൽ അരച്ചു ചേർക്കുകയോ വേണം. ഉദാഹരണമായി അയൊഡിനും മെർക്കുറിയും ചേർത്തു് ഒരു മോർട്ടറിൽ അരയ്ക്കുമ്പോൾ പ്രതിപ്രവർത്തകങ്ങളുടെ ഏറ്റക്കുറച്ചിൽ അനുസരിച്ചു് രണ്ടുതരം യൗഗികങ്ങൾ കിട്ടുന്നു.

(i) അയൊഡിൻ കൂടുതലുണ്ടെങ്കിൽ,

$$Hg + I_2 \longrightarrow HgI_2 \text{ (മെർക്കുറിക് അയൊഡൈഡ്)}$$

(ii) മെർക്കുറിയാണു് കൂടുതൽ ഉള്ളതെങ്കിൽ

$$2Hg + I_2 \longrightarrow Hg_2I_2 \text{ (മെർക്കുറസ് അയൊഡൈഡ്)}$$

4. ക്ഷാരലായനിയുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

ബ്രോമിൻ പോലെ തന്നെയുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളാണു് അയൊഡിന്റെ കാര്യത്തിലും ഉണ്ടാകുന്നതു്.

$$I_2 + 2KOH \longrightarrow KI + KIO + H_2O \text{ (നേർത്ത തണുത്തലായനി)}$$

$$3I_2 + 6KOH \longrightarrow 5KI + KIO_3 + 3H_2O \text{ (സാന്ദ്രലായനി ഉന്നതതാപനിലയിൽ)}$$

5. ഓക്സീകരണപ്രവർത്തനം

അയൊഡിൻ ശക്തമായ ഓക്സീകാരകമല്ല. എങ്കിലും ചില അവസരങ്ങളിൽ മറ്റു ഹലജനകങ്ങളെപ്പോലെ ഇതും ഓക്സീകരണം നടത്തുന്നു.

$$Na_3AsO_3 + I_2 + HO_2 \rightleftarrows Na_3AsO_4 + 2HI$$

$$H_2S + I_2 \longrightarrow 2HI + S$$

6. വിവർണീകരണ പ്രവർത്തനം

അയൊഡിൻ ഒരു വിവർണീകാരകമല്ല; ജലത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ നവജാതഓക്സിജൻ സൃഷ്ടിക്കാൻ കഴിവില്ലാത്തതിനാലാണിതു്.

7. അയൊഡിന്റെ ചില പ്രത്യേക പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ

(i) ഇതു് സ്റ്റാർച്ചുമായി ചേർന്നു് കടും നീലനിറമുള്ള ഒരു യൗഗികം കിട്ടുന്നു. (ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം അയൊഡിന്റെ ഒരു സൂക്ഷ്മമായ ടെസ്റ്റാണു്).

(ii) സോഡിയം തയോസൽഫേറ്റു് ലായനിയുമായി അനായാസേന അയൊഡിൻ പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഉല്പന്നങ്ങൾ സോഡിയം അയൊഡൈഡും സോഡിയം ടെട്രാതയോണേറ്റുമാണു്.

$$2Na_2S_2O_3 + I_2 \longrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$

അയൊഡിൻലായനിയുടെ പ്രത്യേക നിറം തയോസൽഫേറ്റ്ലായനി ചേർക്കുമ്പോൾ ഇല്ലാതാകുന്നതിനാൽ ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനവും അയൊഡിന്റെ ടെസ്റ്റായുപയോഗിക്കാം.

(iii) പൊട്ടാസിയം ക്ലോറേറ്റിൽ നിന്നു് അയൊഡിൻ ക്ലോറിനെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു.

$$2KClO_3 + I_2 \longrightarrow 2KIO_3 + Cl_2$$

അയൊഡൈഡുകളിൽ നിന്നു് ക്ലോറിൻ അയൊഡിനെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ ഓക്സി-ലവണങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ അയൊഡിൻയൗഗികങ്ങളാണു് ക്ലോറിൻയൗഗികങ്ങളെക്കാൾ സ്ഥിരതയുള്ളവ.

(iv) സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡ് ചേർത്തു് ചൂടാക്കുമ്പോൾ അയൊഡിൻ ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു. അയൊഡിക് ആസിഡ് ലഭിക്കുന്നു.

$$10HNO_3 + I_2 \longrightarrow 2HIO_3 + 4H_2O + 10NO_2$$

(ഇതിൽ അയൊഡിൻ നൈട്രിക് ആസിഡിനെ നിരോക്സീകരിക്കുന്നു.)

(v) ക്ലോറിനും അയൊഡിനും തമ്മിൽ സംയോജിച്ചു് സുസ്ഥിരങ്ങളായ അയൊഡിൻ മോണോക്ലോറൈഡ്, അയൊഡിൻ ട്രൈക്ലോറൈഡ് മുതലായ യൗഗികങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

(vi) സാധാരണ ലോഹങ്ങളെപ്പോലെ ഓക്സിആസിഡുകളുമായി ചില ലവണങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

ഉദാഹരണം:

$I(NO_3)_3$ അയൊഡിൻനൈട്രേറ്റ്

IPO_4 അയൊഡിൻ ഫോസ്ഫേറ്റ്

$I(ClO_4)_3$ അയൊഡിൻ പെർക്ലോറേറ്റ്

അയൊഡിന്റെ ടെസ്റ്റുകൾ

1) ഇരുണ്ട തിളക്കമുള്ള ക്രിസ്റ്റലുകൾ.

(2) ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഉൽപതിച്ച് വയലറ്റ് നിറമുള്ള ബാഷ്പം ഉണ്ടാകുന്നു.

(3) കാർബൺ ടെടാക്ലോറൈഡ് മുതലായ ഓക്സിജനില്ലാത്ത കാർബണി കലായകങ്ങളിൽ ലയിക്കുമ്പോൾ വയലറ്റ് നിറമുള്ള ലായനിയുണ്ടാകുന്നു

(4) സ്റ്റാർച്ച് ലായനിയുമായി കടും നീലനിറം ഉണ്ടാകുന്നു

(5) ലായനിയിൽ നിന്നു് അയൊഡിന്റെ നിറത്തെ സോഡിയം തയോസൽഫേറ്റ് ലായനി നശിപ്പിക്കുന്നു.

അയൊഡിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

(1) ടിങ്ചർ അയൊഡിൻ, ചില ഓയിന്റുമെന്റുകൾ മുതലായ ഔഷധങ്ങളിൽ അയൊഡിൻ ഉണ്ട്.

(2) പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡ്, സിൽവർ അയൊഡൈഡ്, അയൊഡോഫാം (CHI_3) മുതലായ യൗഗികങ്ങളുടെ നിർമ്മാണത്തിൽ.

(3) ലാബറട്ടറിയിൽ അയൊഡിൻ റീയേജന്റ് ആയി ഉപയോഗിക്കുന്നു

(4) അയൊഡിൻലായനി വിശ്ലേഷണങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

ഫ്ളൂറിൻ

പ്രതീകം: F അണുഭാരം: 19

സൂത്രം: F_2 അണുസംഖ്യ: 9

ചരിത്രം: ചിലർ ഈ മൂലകത്തെ ഹലജനകങ്ങളുടെ കൂടെ പെടുത്താറില്ല. ഹലജനകുടുംബത്തിൽ അവസാനമായി പഠനവിധേയമായ മൂലകവും ഇതുതന്നെയാണു്. ഇങ്ങനെയൊരു മൂലകം ഉണ്ടെന്നു് പണ്ടുമുതൽക്കേ അറിയാമായിരുന്നെങ്കിലും മൂലകാവസ്ഥയിൽ അതിനെ വേർതിരിക്കാൻ കാലതാമസം ഉണ്ടായി.

അത്യധികം രാസവീര്യമുള്ളതിനാലാണു് ഈ മൂലകത്തെ വേർതിരിക്കാൻ സാധിക്കാതിരുന്നതു്.

സർവസാധാരണമായതും ആദ്യം അറിയപ്പെട്ടതുമായ ഫ്ളൂറിൻയൗഗികം കാൽസിയം ഫ്ളൂറൈഡാണു്. ലോഹശുദ്ധീകരണത്തിൽ അപദ്രവ്യങ്ങളെ ഉരുക്കി നീക്കംചെയ്യുന്നതിനു് ഈ പദാർഥം ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. ഒഴുക്കുക എന്ന അർഥമുള്ള ഫ്ളൂവോ (fluo) എന്ന ഗ്രീക്കുപദത്തിൽ നിന്നു് ഉണ്ടായ ''ഫ്ളൂർ'' (fluor) എന്ന പേരിലാണു് കാൽസിയം ഫ്ളൂറൈഡ് അറിയപ്പെട്ടിരുന്നതു്. ഖനനം ചെയ്തെടുക്കുന്ന ഈ പദാർഥത്തിനു് പിൽക്കാലത്തു് ഫ്ളൂർസ്പാർ എന്നും പേരുണ്ടായി. ഫ്ളൂർസ്പാറിൽ ഉള്ള മൂലകമായതിനാലും ക്ലോറിനുമായുള്ള സാദൃശ്യം കൊണ്ടും ആമ്പിയർ 1810-ൽ ഫ്ളൂറിൻ എന്ന പേരു കൊടുത്തു. (ഫ്ളൂർസ്പാറിൽ പ്രകാശം പതിക്കുമ്പോൾ, നീലനിറത്തിലുള്ള പ്രകാശം അതിൽ നിന്നും ഉണ്ടാകുന്നു. അതിനാലാണു് ഫ്ളൂറസൻസ്—പ്രതിദീപ്തി—എന്ന പേരുണ്ടായതു്).

ഫ്ളൂർസ്പാറിൽ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്താൽ, ആസിഡ്ഗുണങ്ങളുള്ള പദാർഥം ലഭിക്കുന്നതായി വളരെ പണ്ടുതന്നെ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. എന്നാൽ ഈ പദാർഥം ഫ്ളൂറിനും ഹൈഡ്രജനും ചേർന്നുള്ള യൗഗികമാണെന്നു്

ആമ്പിയർ ആണു് സമർഥിച്ചതു് (1810). വളരെ പ്രായോഗികപ്രിഷ്മതകം തരണംചെയ്തു് 1886-ൽ മോയ്സ്സാൻ (Moissan) ഫ്ളൂറിൻ സ്വതന്ത്രരൂപത്തിൽ വേർതിരിച്ചെടുത്തു.

ഉപസ്ഥിതി: മൂലകങ്ങളിൽവെച്ചു് ഏറ്റവും പ്രതിപ്രവർത്തനമുള്ളതായതിനാൽ ഫ്ളൂറിൻ സ്വതന്ത്രരൂപത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നില്ല. യൗഗികങ്ങളായി ധാരാളമായിപ്രകൃതിയിൽ കാണുന്നു. ഫ്ളൂർസ്പാർ (CaF_2), ക്രയോളൈറ്റു് (Cryolite, Na_3AlF_6), ഫ്ളൂർഅപാറൈറ്റു് (Fluorapatite, $CaF_2 \cdot 3Ca_3(PO_4)_2$ എന്നിവയാണു് മുഖ്യമായ ഫ്ളൂറിൻഖനിജങ്ങളം ഫ്ളൂർഅപാറൈറ്റു് എല്ലാത്തരം മണ്ണിലും ചെറിയ തോതിൽ കാണുന്നുണ്ടു്. നമ്മുടെ പല്ലിലും 0.3% ഫ്ളൂറിൻ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടു്.

ഫ്ളൂറിൻനിർമാണം

അത്യധികം അപകടകാരിയായതിനാൽ ഈ മൂലകം സാധാരണ ലാബറട്ടറികളിൽ നിർമിക്കാറില്ല. ഫ്ളൂറിൻനിർമാണം വളരെക്കാലം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ വിഷമിപ്പിച്ചിരുന്നു. ഈ വൈഷമ്യങ്ങളം ചുരുക്കത്തിൽ താഴെക്കൊടുക്കുന്നു. മറ്റു ഹലജനുകളുടെ നിർമാണരീതികളം ഫ്ളൂറിന്റെ കാര്യത്തിൽ പ്രായോഗികമല്ല.

(1) ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡു് ഓക്സീകരണത്തിനോ വിദ്യുദ്വിശ്ലേഷണത്തിനോ വിധേയമല്ല. ഓക്സീകാരകങ്ങളംക്കൊന്നും ഇതിൽ പ്രവർത്തനം ഇല്ല. സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോ ഫ്ളൂറിക് ആസിഡ് വിദ്യുദ്വിശ്ലേഷണം ചെയ്യുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനുമാണു് ലഭിക്കുന്നതു്. ദ്രാവകം ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡാണെങ്കിൽ വിദ്യുത്പ്രചാലകവുമല്ല. (Cf: ക്ലോറിൻനിർമാണം)

(2) ഫ്ളൂറിനും അതിന്റെ യൗഗികങ്ങളും ഉരുക്കൊള്ളാൻ പറ്റിയ പാത്രങ്ങളം ഉണ്ടാക്കാൻ വിഷമമാണു്. മിക്കവാറും പദാർഥത്തെയും അവ രാസപരമായി ആക്രമിക്കുന്നു (സ്വർണം, പ്ലാറ്റിനം മുതലായ ഉത്തമലോഹങ്ങളം പോലും ഫ്ളൂറൈഡുകളായിത്തീർന്നു് പൊടിഞ്ഞു പോകുന്നു. ഗ്ലാസും സിലിക്കയും സിലിക്കൺ ഫ്ളൂറൈഡായിത്തീരുന്നു).

(3) ഈ വൈഷമ്യങ്ങളം തരണം ചെയ്തു് ഫ്ളൂറിൻ നിർമിച്ചാൽ പോലും അതു് ശുദ്ധാവസ്ഥയിൽ സൂക്ഷിക്കാൻ സാധ്യമല്ല. പാത്രത്തിന്റെ ദ്രവ്യവുമായി പ്രവർത്തിച്ചു് യൗഗികമുണ്ടാകുന്നു.

(4) ഇതിന്റെ മാരകമായ വിഷവീര്യവും നിർമാണത്തിനു് തടസമായിരുന്നു. ഫ്ളൂറിൻനിർമാണത്തിനു് ശ്രമിച്ച ചില ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ മരണത്തിനു് ഈ മൂലകം കാരണമായിത്തീർന്നു.

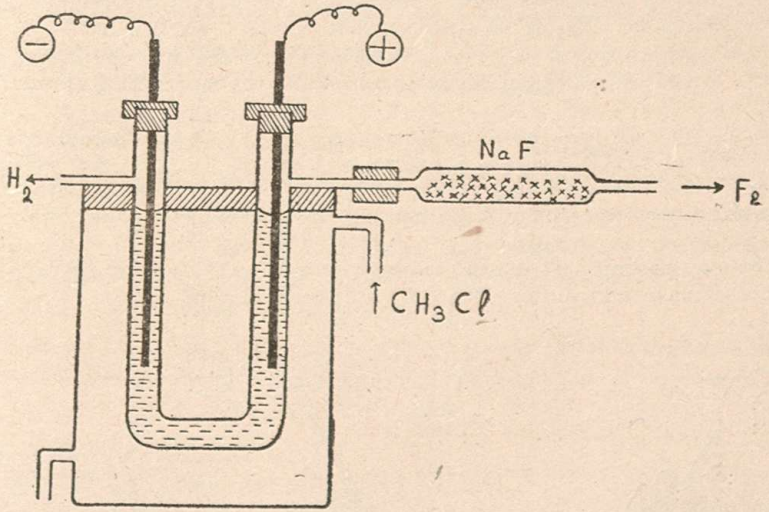
(5) യൗഗികങ്ങളിൽ നിന്നു് ഫ്ളൂറിനെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യാനുള്ള കഴിവു് മറ്റു ഹലജനുകൾക്കില്ല (Cf: Br_2, I_2).

ഈ വൈഷമ്യങ്ങളം ഓരോ കാലഘട്ടത്തിലായി തരണം ചെയ്തു. അവസാനം മോയ്സ്സാനാണു് 1886-ൽ ശുദ്ധരൂപത്തിലുള്ള ഫ്ളൂറിൻ നിർമിച്ചതു്. ഫ്ളൂറിന്റെ ആക്രമണത്തിനു് വിധേയമാകാത്ത പ്ലാറ്റിനം-ഇറിഡിയം മിശ്രലോഹം കണ്ടുപിടിച്ചു എന്നതാണു് മോയ്സ്സാന്റെ വിജയത്തിനു് കാരണം. കൂടാതെ ഫ്രെമിലവണം (Fremy's salt) എന്നറിയപ്പെടുന്ന പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂ

റൈഡ് (KHF_2) നിർജല ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡിൽ ലയിപ്പിച്ചാൽ അതിനു് വിദ്യുത്ചാലകതയുണ്ടെന്നും അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. ഈ ലായനിയുടെ വിദ്യുദ്വിഘടനംവഴി അദ്ദേഹത്തിനു് ഫ്ളൂറിൻ ആനോഡിൽ ലഭിച്ചു.

മോയ്സ്സാൻവിധിപ്രകാരം ഫ്ളൂറിൻനിർമാണം:

പ്ലാറ്റിനം–ഇറിഡിയംമിശ്രലോഹം കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ ഒരു U ട്യൂബിൽ നിർജലഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡ് ദ്രാവകം എടുത്തു് അതിൽ ഫ്രൈമിലവണം (KHF_2) അലിയിച്ചുകിട്ടുന്ന ലായനിയുണ്ടു്. ഇലക്ട്രോഡുകൾ പ്ലാറ്റിനം–ഇറിഡിയം മിശ്രലോഹംകൊണ്ടുള്ള ഓരോ ഇലക്ട്രോഡുകളും U ട്യൂബിന്റെ ഓരോ ഭുജങ്ങളിലും ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. (ചിത്രം 6–7). ഉപകരണത്തെ തിളച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന മെഥിൽ ക്ലോറൈഡിൽ മുക്കിവെയ്ക്കുന്നു (തിളനില—23°C). ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡ് ദ്രാവകാവസ്ഥയിൽത്തന്നെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതിനാണിതു്.



ചിത്രം 6–7.

വിദ്യുത്പ്രവാഹം ഉണ്ടാകുമ്പോൾ വിദ്യുദ്വിഘടനം സംഭവിക്കുകയും ആനോഡിൽ ഫ്ളൂറിനും കാഥോഡിൽ ഹൈഡ്രജനും മുക്തമാകുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$2KHF_2 \longrightarrow KF + 2HF$$

$$2KF \longrightarrow \underset{(\text{കാഥോഡ്})}{2K} + \underset{(\text{ആനോഡ്})}{F_2}$$

$$2K + 2HF \longrightarrow 2KF + H_2\ (\text{കാഥോഡ്})$$

$$2KHF_2 \longrightarrow \underset{(\text{കാഥോഡ്})}{2KF} + H_2 + \underset{(\text{ആനോഡ്})}{F_2}$$

U-ട്യൂബിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന നിർഗമനക്കുഴലുകൾ വഴി വാതകങ്ങൾ പുറത്തുവരുന്നു. ഫ്ളൂറിൻ പുറത്തുവരുന്ന നിർഗമനക്കുഴൽ Pt—Ir മിശ്രലോഹം കൊണ്ടാണ് നിർമിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഈ ഫ്ളൂറിനിൽ അല്പം ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൈഡ് അടങ്ങിയിരിക്കും. അശുദ്ധവാതകം സോഡിയം ഫ്ളൈഡ് നിറച്ച ഒരു Pt-Ir മിശ്രലോഹപ്പാത്രത്തിൽ കൂടി കടത്തി വിടുമ്പോൾ അതിലുള്ള HF അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു

$$NaF + HF \longrightarrow NaHF_2$$

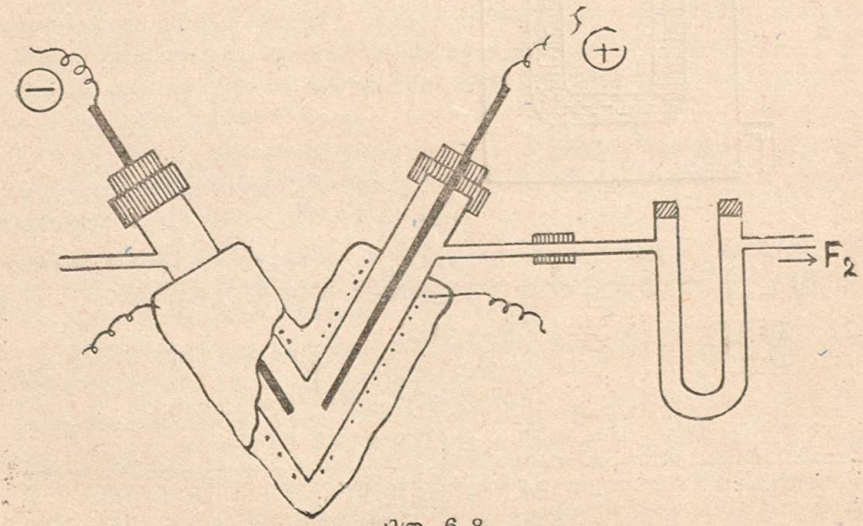
ശുദ്ധമായ ഫ്ളൂറിൻ ഈ മിശ്രലോഹം കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ വാതകജാറുകളിൽ സംഭരിക്കാം.

മെന്നീസ് വിധിപ്രകാരം ഫ്ളൂറിൻനിർമാണം:

ഈ നിർമാണവിധിയിൽ, വളരെ വിലകൂടിയ പ്ലാറ്റിനം—ഇറിഡിയം മിശ്രലോഹത്തിനു പകരം കട്ടിയുള്ള ചെമ്പ് ആണ് പാത്രം ഉണ്ടാക്കാനുപയോഗിക്കുന്നത്. ചെമ്പും ഫ്ളൂറിനും തമ്മിൽ രാസപരിണാമം ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. എങ്കിലും തൽഫലമായുണ്ടാകുന്ന കോപ്പർ ഫ്ളൈഡ് പാത്രത്തിന്റെ പ്രതലത്തിൽ ഒരു രക്ഷാലേപമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. അതായത് രാസപ്രവർത്തനത്താൽ പ്രതലത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന കോപ്പർ ഫ്ളൈഡിന്റെ പടലം, അതിനടിയിലുള്ള ചെമ്പും പുറത്തുള്ള ഫ്ളൂറിനും തമ്മിൽ സമ്പർക്കം ഇല്ലാതാക്കുന്നു. ഇലക്ട്രോളൈറ്റായി ഉരുക്കിയ പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൈഡാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

കട്ടിയുള്ള ചെമ്പുതകിടുകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയതും 'V' ആകൃതിയുള്ളതുമായ ഒരു കുഴലിലാണ് വിദ്യുദ്വിശ്ലേഷണം നടത്തുന്നത് (ചിത്രം 6_8) ഈ കുഴലിൽ പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൈഡ് എടുത്തിരിക്കുന്നു. കുഴലിന്റെ ഭുജങ്ങളിൽകൂടി ബേക്കലൈറ്റ് സിമന്റു കൊണ്ട് ഉറപ്പിക്കപ്പെട്ട ഗ്രാഫൈറ്റ്ദണ്ഡുകൾ ആണ് ഇലക്ട്രോഡുകൾ.

ഓരോ ഭുജങ്ങളുടെയും മുകൾ ഭാഗത്തു ഓരോ നിർഗമനക്കുഴലുകൾ ഉണ്ട് ഇവയിൽകൂടി ഹൈഡ്രജനും ഫ്ളൂറിനും പുറത്തേക്കു വരുന്നു.



ചിത്രം 6_8.

V-കുഴലിന്റെ ചുറ്റിലും വൈദ്യുത ഹീറ്റർ കമ്പികം കൊണ്ട് ചുറ്റപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. കുഴലിനകത്തെ KHF_2 ഉരുക്കാനാണ് ഇപ്രകാരം ചൂടാക്കുന്നത്. വിദ്യുദപഘടനം ചെയ്യുമ്പോഴെ ആനോഡിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഫ്ളൂറിൻ നിർഗമനകുഴൽ വഴി, സോഡിയം ഫ്ളൂറൈഡ് വിതറിയ ഗ്ലാസ്വൂം നിറച്ച ഒന്നോ രണ്ടോ U-കുഴലുകളിൽകൂടി കടത്തിവിട്ട് അതിലുണ്ടാകാവുന്ന ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡ് അവശോഷണം ചെയ്ത് മാറ്റപ്പെടുന്നു.

വൻതോതിൽ ഫ്ളൂറിൻനിർമാണം

നിക്കൽ-സ്റ്റീൽ ഫ്ളൂറിനുമായി പ്രവർത്തനമില്ലാത്ത ഒരു മിശ്രലോഹമാണ്. ഇതുകൊണ്ടുള്ള വലിയ പാത്രങ്ങളാണ് വൻതോതിൽ ഫ്ളൂറിൻ നിർമിക്കാനുപയോഗിക്കുന്നത്.

ഉരുക്കിയ പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡിന്റെ വിദ്യുദപഘടനം തന്നെയാണ് ഉല്പാദനമാർഗം. ഫ്ളൂറിൻനിർഗമനത്തിനും ടൈഫ്ളോൺകൊണ്ടുള്ള കുഴലുകളും ഉപയോഗിക്കുന്നു. കൂടിയ മർദത്തിൽ നിക്കൽ-സ്റ്റീൽസിലിണ്ടറുകളിൽ ശേഖരിച്ച് ഫ്ളൂറിൻ വിപണനം നടത്തുന്നു.

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

ഇളം മഞ്ഞനിറവും തുളച്ചുകയറുന്ന മണവും ഉള്ള വാതകമാണ് ഫ്ളൂറിൻ. ഘനത്വം വായുവിനെക്കാൾ സ്വല്പം കൂടുതലാണ്. 187°C ൽ മഞ്ഞനിറമുള്ള ദ്രാവകമായി ഘനീഭവിക്കുന്നു. വായുസമ്പർക്കത്തിൽ ഇതു ശക്തിയായി പുകയുന്നു. (മറ്റു ഹലജനകംക്കില്ലാത്ത ഗുണമാണിത്). ജലവുമായി സമ്പർക്കമുണ്ടായാൽ തൽക്ഷണം ഹൈഡ്രോഫ്ളൂറിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ ജലത്തിൽ ഇതിന്റെ ലേയത്വപ്രശ്നം ഉദിക്കുന്നില്ല.

അത്യുഗ്രമായ വിഷവീര്യമുള്ള പദാർഥമാണ് ഫ്ളൂറിൻ. വളരെ കുറഞ്ഞ അളവിൽപോലും ഒരിക്കൽ ശ്വസിച്ചാൽ സംസാരിക്കാനുള്ള കഴിവ് സ്ഥിരമായി നശിക്കും. കൂടിയ അളവിൽ മാരകവുമാണ്.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

മൂലകങ്ങളിൽവെച്ച് ഏറ്റവും ക്രിയാശേഷി കൂടിയ പദാർഥമാണ് ഫ്ളൂറിൻ. അക്രിയവാതകങ്ങൾ, നൈട്രജൻ മുതലായ ചുരുക്കം ചില മൂലകങ്ങളൊഴിച്ച് മറ്റെല്ലാ മൂലകങ്ങളുമായി ക്ഷണത്തിൽ സംയോജിക്കുന്നു (പല മൂലകങ്ങളും ഫ്ളൂറിനിൽ കത്തുന്നു). ഇങ്ങനെയുണ്ടാകുന്ന യൗഗികങ്ങളാണ് ഫ്ളൂറൈഡുകൾ.

1. ഹൈഡ്രജനുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

ഫ്ളൂറിൻ ഹൈഡ്രജനുമായി സ്ഫോടനത്തോടുകൂടി സംയോജിച്ച് ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡുണ്ടാകുന്നു. ഇരുട്ടിൽപോലും ഈ സംയോജനം ഉഗ്രമാണ്. ഫ്ളൂറിൻ ഹൈഡ്രജനിൽ കത്തുകയും ചെയ്യും.

$$H_2 + F_2 \longrightarrow 2HF$$

ഹൈഡ്രജൻ ഒരു യൗഗികത്തിൽ ആണെങ്കിൽപോലും ഫ്ളൂറിൻ അതുമായി സംയോജിക്കുന്നതിനാൽ ഹൈഡ്രജൻയൗഗികങ്ങളും ഫ്ളൂറിനുമായി പ്രതിപ്രവർത്തനവിധേയമായിത്തീരുന്നു.

2. മറ്റു് അലോഹങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

S, Se, Te, P, As, Si, B. മുതലായവയും പൊടിച്ച കാർബണും ഫ്ളൂറിനിൽ കത്തുന്നു; അതാതു് ഫ്ളൂറൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$S + 3F_2 \longrightarrow SF_6$$
$$2B + 3F_2 \longrightarrow 2BF_3$$
$$Si + 2F_2 \longrightarrow SiF_4$$

കാർബൺ ഫ്ളൂറിനുമായി സംയോജിക്കുമ്പോൾ CF_4 മുതലായ പല കാർബൺഫ്ളൂറൈഡുകളും ഉണ്ടാകുന്നു.

3. ലോഹങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

സോഡിയം, പൊട്ടാസിയം, മഗ്നീഷ്യം, ആൻറിമണി മുതലായ ലോഹങ്ങളും ഫ്ളൂറീനിൽ സ്വയം കത്തുന്നു. സിൽവർ, ലെഡ്, ചെമ്പു് മുതലായവ സാധാരണതാപനിലയിൽ പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നു. സ്വർണം, പ്ലാറ്റിനം മുതലായ ചില ലോഹങ്ങളും ഉന്നത താപനിലയിൽ മാത്രമേ ഫ്ളൂറിനുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നുള്ളു. ലോഹ ഫ്ളൂറൈഡുകളും ആണു് ഉല്പന്നങ്ങളും.

ഉദാഹരണങ്ങളും:

$$2Na + F_2 \longrightarrow 2NaF$$
$$Mg + F_2 \longrightarrow MgF_2$$
$$Cu + F_2 \longrightarrow CuF_2$$

4. ജലവുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

ഫ്ളൂറിൻ ജലത്തിൽ നിന്നു് ഓക്സിജനെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു. പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൻറെ ഊർജസ്വലത കാരണം ഓസോണും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2F_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HF + O_2$$
$$3F_2 + 3H_2O \longrightarrow 6HF + O_3$$

5. ക്ഷാരലായനിയുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

നേർത്ത സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡുമായി ഫ്ളൂറിൻ പ്രവർത്തിച്ചു് ഫ്ളൂറിൻ മോണോക്സൈഡും സോഡിയം ഫ്ളൂറൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2F_2 + 2NaOH \longrightarrow 2NaF + F_2O + H_2O$$

ഫ്ളൂറിൻ അധികമുണ്ടെങ്കിൽ ജലവുമായി പ്രവർത്തിച്ചു് ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡും ഓക്സിജനും ഉണ്ടാകും.

6. കാർബണികയൗഗികങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

സമ്പർക്കമുണ്ടാകുന്ന അവസരത്തിൽ തന്നെ രാസപ്രവർത്തനം കൊണ്ടു് കാർബണികയൗഗികങ്ങളെ ഫ്ളൂറിൻ ആക്രമിക്കുന്നു. (ഹൈഡ്രജനോടുള്ള ഫ്ളൂറിൻറെ അത്യാസക്തിയും ഇതിനു കാരണമാണു്). മിക്കവാറും എല്ലാ കാർബണികയൗഗികങ്ങളും ജ്വലനവിധേയമാകും. കടലാസു്, മരക്ഷണങ്ങളും, വസ്ത്രം മുതലായവ ഫ്ളൂറിനിൽ കത്തി നശിക്കുന്നു. ടെഫ്ലോൺ മുതലായ ചില യൗഗികങ്ങളും മാത്രം ഫ്ളൂറിനുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല. തന്മാത്രാഭാരം കുറഞ്ഞ ഹൈഡ്രോകാർബണുകളും ഫ്ളൂറിനുമായി പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുമ്പോൾ

പ്രതിസ്ഥാപനം സംഭവിക്കുന്നു. ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ ഫ്ളൂറിൻ നൈട്രജനോ അക്രിയവാതകങ്ങളോ പേർത്തും നേർപ്പിച്ചിരിക്കണം. സങ്കീർണമായ ഇത്തരം പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ പല ഉല്പന്നങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു. ഭാഗികമോ പൂർണമോ ആയ ഹൈഡ്രജൻപ്രതിസ്ഥാപനം നടക്കാം. ഉല്പന്നങ്ങളും പൊതുവിൽ ഫ്ളൂറോ ഹൈഡ്രോ കാർബണുകളും എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

ഉദാഹരണം: $CH_4 + F_2 = CH_3, CH_2F_2, CHF_3, CF_4, C_2F_6, \ldots\ldots$

$C_2H_6 + F_2 = CF_4, C_2H_5F, C_2H_4F_2, \ldots\ldots\ldots$

മീഥേനിന്റെയും ഈഥേനിന്റെയും ക്ലോറോവ്യുൽപന്നങ്ങളുമായി ഫ്ളൂറിൻ പ്രവർത്തിച്ചുണ്ടാകുന്ന ഫ്ളൂറോ ക്ലോറോ യൗഗികമിശ്രിതങ്ങളാണ് ഫ്രിയോൺ(Freon)എന്നറിയപ്പെടുന്നതു്. $CCl_2F_2, C_2Cl_3F_3$ മുതലായവ ഇവയിൽപെടുന്നു. നിഷ്ക്രിയങ്ങളായ ഈ വാതകങ്ങളെ മർദം കൊണ്ടു മാത്രം ദ്രവീകരിക്കാവുന്നതിനാൽ ഇവ റഫ്രിജറേറ്റുകളിലും മറ്റും പ്രശീതകങ്ങളായി ധാരാളം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ടെഫ്ലോൺ എഥിലിൻ (C_2F_4) പോളിമെറീകരിച്ചു കിട്ടുന്ന ഖരപദാർഥമാണു് ടെഫ്ളോൺ. ഇതു് അകാഠിന്യമായ, ഫ്ളൂറിൻ മുതലായ രൂക്ഷരാസപദാർഥങ്ങളുമായിപ്പോലും പ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല.

7. മറ്റു ഹലൈഡുകളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

ഏറ്റവും ക്രിയാശീലമുള്ള ഹലജനായതിനാൽ ഫ്ളൂറിൻ യൗഗികങ്ങളിൽനിന്നു് മറ്റു ഹലജനകങ്ങളെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു.

$$2KX + F_2 \longrightarrow 2KF + X_2$$

$$(X = Cl, Br, I)$$

8. ചില യൗഗികങ്ങളിൽനിന്നു് ഓക്സിജൻ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു.

$$2KIO_3 + 2F_2 \longrightarrow 2KIO_2F_2 + O_2$$

ഫ്ളൂറിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

(1) ഫ്രിയോണുകളും, ടെഫ്ളോൺ മുതലായ ഫ്ളൂറോകാർബണുകളുടെ നിർമാണത്തിനു് ധാരാളം ഫ്ളൂറിൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(2) യുറേനിയം ഹെക്സാ ഫ്ളൂറൈഡ് നിർമിക്കാനും (UF_6) ധാരാളം ഫ്ളൂറീൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. യുറേനിയം ഐസൊട്ടോപ്പുകളും വേർതിരിക്കുവാനായി ഈ യൗഗികം പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

ഹലജൻമൂലകകുടുംബം

ആവർത്തനപട്ടികയിലെ ഒരേ ഗ്രൂപ്പിൽ ഉള്ള മൂലകങ്ങളും തമ്മിൽ രാസ-ഭൗതികഗുണധർമങ്ങളിൽ വളരെ സാമ്യമുണ്ടായിരിക്കുമല്ലോ ഈ ഗുണധർമസാമ്യം ഏറ്റവും പ്രകടമായിക്കണ്ടുന്ന ഒരു ഗ്രൂപ്പാണു് ഹലജൻകുടുംബം (ഗ്രൂപ്പ്-VII-B). ഈ ഗ്രൂപ്പിലുള്ള അവസാനത്തെ മൂലകമായ അസ്റ്റാറ്റൈൻ റേഡിയോ ആക്റ്റീവതകൊണ്ടു് ക്ഷണത്തിൽ ക്ഷയിക്കുന്ന ഒന്നാണു്. തന്മൂലം പ്രകൃതിയിൽ തുലോമായി മാത്രമേ കണാനിടയുള്ളു. ഹലജനകളെപ്പറ്റി ചർച്ച ചെയ്യുമ്പോൾ ഈ മൂലകത്തെ കണക്കിലെടുക്കേണ്ടതില്ല.

ഈ മൂലകങ്ങളുടെ പ്രത്യേകതകളും അവ തമ്മിലുള്ള തെളിഞ്ഞ സാദൃശ്യ

ത്തിനും കാരണം അവയുടെ അണുക്കളിലെ ഇലക്ട്രോൺവിന്യാസമാണു്. ഇവ യാണു് താഴെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്നതു്:

		ഷെല്ലുകളിലുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളും					
മൂലകം	അണുസംഖ്യ	K	L	M	N	O	P
F	9	2	7				
Cl	17	2	8	7			
Br	35	2	8	18	7		
I	53	2	8	18	18	7	
At	85	2	8	18	32	18	7

ഈ പട്ടികയിൽ നിന്നു് ഇവയുടെ ഇലക്ട്രോണികസംരചനയിലുള്ള സാമ്യം വ്യക്തമാണു്. രാസഗ്രണധർമങ്ങൾക്കു് നിദാനമായ ബാഹ്യഷെല്ലിൽ എല്ലാ ഹലജനകംകളും ഏഴു് ഇലക്ട്രോണുകൾ വീതം ആണുള്ളതു്. തന്മൂലം രാസഗ്ര ണങ്ങളിൽ ഇവയ്ക്കു് സമാനത്വം പ്രതീക്ഷിക്കാവുന്നതാണു്. അക്രിയവാതകങ്ങ ളുടെ ഇലക്ട്രോണികസംരചനയിൽ നിന്നു് ഇവയിൽ ഒരു ഇലക്ട്രോണിന്റെ കുറവാണുള്ളതു്. തന്മൂലം ഇവയെല്ലാം ഒരു ഇലക്ട്രോൺ സ്വീകരിച്ചു് ഹലൈ ഡ്-അയോണാകാനുള്ള പ്രവണതയുള്ളവയാണു്. അതായതു് ഇവയ്ക്കു് ഉയർന്ന വിദ്യുത്-ഋണസ്വഭാവം ഉണ്ടായിരിക്കും. സഹസംയോജകത വഴിയും ഇവയ്ക്കു് ''അഷ്ടത്വം'' നേടാൻ കഴിയും. അണുസംഖ്യ കൂടുന്നതനുസരിച്ചു് അണുവിന്റെ വലിപ്പവും കൂടിവരും; അപ്പോൾ മറ്റു് അണുക്കളിലെ ഇലക്ട്രോണുകളെ ആകർഷിക്കാനുള്ള കഴിവു കുറഞ്ഞുവരുന്നു. മറ്റൊരു തരത്തിൽ പറയുമ്പോൾ, ബാഹ്യഷെല്ലിലെ ഇലക്ട്രോണുകളെ ത്യജിക്കാനുള്ള വാസന കൂടുന്നു. അങ്ങനെ അണുഭാരം കൂടുന്തോറും രാസക്രിയാശീലം കുറഞ്ഞുവരുന്നു. കൂടുതൽ വിദ്യുത് ധനസ്വഭാവവും കൂടിവരുന്ന അണുക്കൾക്കുള്ള ഈ വലിപ്പവ്യത്യാസമനുസരിച്ചു് അവയുടെ ഗ്രണധർമങ്ങളിലും ക്രമാനുഗതമായ വ്യത്യാസം ഉണ്ടാകുന്നു.

രാസക്രിയാശീലമുള്ള മൂലകങ്ങളായതിനാൽ ഇവയൊന്നും സ്വതന്ത്രാവസ്ഥ യിൽ പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്നില്ല. യൗഗികങ്ങളിൽ നിന്നു് ഏതാണ്ടു് ഒരേ പോലുള്ള പ്രക്രിയകളാൽ ഇവയെ നിർമിക്കാം. എല്ലാം വാതകാവസ്ഥയിൽ ദ്വ്യണുകതന്മാത്രകളായി സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. എല്ലാത്തിനും വിദ്യുത് ഋണസ്വഭാ വമാണുള്ളതു് അതിനാലാണു് ഹലജൻയൗഗികങ്ങൾ വിദ്യുദ്വിശ്ലേഷണം ചെയ്യു മ്പോൾ അവ ആനോഡിൽ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നതു്. പ്രത്യേക നിറവും രൂക്ഷ മായ ഗന്ധവും ഉള്ള മൂലകങ്ങളാണിവയെല്ലാം. വിഷവീര്യമുള്ളവയുമാണു്. ഫ്ളൂ റിനൊഴികെയുള്ളവ ജലത്തിൽ ലയിച്ചു് മൂലകത്തിന്റെ നിറവും ഗന്ധവും ഉള്ള ലായനികൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു.

എല്ലാ ഹലജനുകളും ഹൈഡ്രജനുമായി സംയോജിക്കുന്നു. ഇതിനുള്ള ആസ ക്തി ഏറ്റവും കൂടുതലുള്ളതു് ഫ്ളൂറിനാണു്; ഏറ്റവും കുറവു് അയൊഡിനും. ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡിൽ നിന്നു് മൂലകങ്ങളെ വേർതിരിച്ചെടുക്കാൻ വളരെ ക്ലേശമുണ്ടു്; അത്ര ഗാഢമാണു് അവ തമ്മിലുള്ള രാസബന്ധം. എന്നാൽ ഹൈ

ഡ്രജൻ അയൊഡൈഡ് ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിയോജിച്ച് ഹൈഡ്രജനും അയൊഡിനും ഉണ്ടാകുന്നു. ഹൈഡ്രജനുമായി സംയോജിക്കാനുള്ള ആസക്തി ഫ്ളൂറിൻ മുതൽ ക്രമേണ കുറഞ്ഞ് അയൊഡിനിൽ വളരെ തുഛമായിത്തീരുന്നു.

ഹലജനകങ്ങളെല്ലാം ഓക്സീകാരകങ്ങളാണ്. മറ്റു പദാർഥങ്ങളിൽ നിന്ന് ഇലക്ട്രോൺ സ്വയം സ്വീകരിച്ച് മാറാനുള്ള കഴിവാണതിനു കാരണം.

ഹൈഡ്രജൻ ഹലൈഡുകളെല്ലാം നിറമില്ലാത്തവയും തുളച്ചുകയറുന്ന മണമുള്ള വയുമാണ്. ഇവയെല്ലാം വായുവിൽ പുകയുന്നു. എല്ലാം ജലത്തിൽ ലയിച്ച് (ജലത്തിൽ വളരെയധികം ലേയത്വമുണ്ട്) ഹൈഡ്രോഹലിക് ആസിഡുകൾ കിട്ടുന്നു. F, Cl, Br, I എന്ന ക്രമസംഖ്യാക്രമത്തിൽ ഹൈഡ്രജനോടുള്ള ആസക്തി കുറഞ്ഞു വരുന്നതിന്റെ ദൃഷ്ടാന്തമാണ് ഹൈഡ്രജൻഹലൈഡുകളുടെ അതേ ക്രമത്തിൽ തന്നെ വിഘടനപ്രവണത കൂടിവരുന്നു എന്ന വസ്തുത. അതിനാൽ ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡിനെ ഓക്സീകരിച്ച് F_2 നിർമിക്കാൻ സാധ്യമല്ല. മറ്റുള്ളവയെ ഓക്സീകരിക്കാം. HI ഒരു നല്ല നിരോക്സീകാരകം കൂടിയാണ്. HCl സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നില്ലെങ്കിലും HBr, HI എന്നിവയെ സാന്ദ്ര–H_2SO_4, Br_2, I_2 എന്നിവയായി ഓക്സീകരിക്കുന്നു.

എല്ലാ ഹലജനകങ്ങളും ലോഹങ്ങളുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഹലൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിന്റെ ഊർജസ്വലത ഫ്ളൂറിൻ മുതൽ അയൊഡിൻ വരെ ക്രമത്തിനു കുറഞ്ഞിരിക്കും. ഫ്ളൂറിനിൽ മിക്ക ലോഹങ്ങളും കത്തുന്നു; ക്ലോറിനിലും ബ്രോമിനിലും ചില ലോഹങ്ങൾ കത്തുന്നില്ല. അലോഹങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനവും ഇതുപോലെ തന്നെയാണ്. അലോഹഹലൈഡുകളുടെ രാസസ്ഥിരത ഹലജനകങ്ങളുടെ അണുസംഖ്യ കൂടുന്നതനുസരിച്ച് കുറഞ്ഞുവരുന്നു. എന്നാൽ ഓക്സിജനുമായുള്ള യൗഗികങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ നേരെ മറിച്ചാണ്. ഫ്ളൂറിന്റെയും ക്ലോറിന്റെയും ഓക്സിജൻയൗഗികങ്ങൾ വളരെ അസ്ഥിരങ്ങളാണ്. അയൊഡിന്റെ ഓക്സിജൻയൗഗികങ്ങൾ വളരെ സ്ഥിരതയുള്ളവയാണ്. അയൊഡിന്റെ അലോഹയൗഗികങ്ങളിൽവെച്ച് ഏറ്റവും സ്ഥിരതയുള്ളത് അതിന്റെ ഓക്സൈഡുകൾക്കാണ്.

ഫ്ളൂറിൻ ഒഴികെയുള്ള ഹലജനകങ്ങൾ എല്ലാം ആൽക്കലിലായനികളുമായി ഒരുപോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. നേർത്ത ലായനിയുമായി സാധാരണതാപനിലയിൽ ഹലൈഡും ഹൈപ്പോഹലൈറ്റും ഉണ്ടാകുമ്പോൾ. സാന്ദ്ര ലായനിയുമായി ഉന്നതതാപനിലയിൽ ഹലൈഡും ഹലേറ്റും ആണ് ഉണ്ടാകുന്നത്. ഫ്ളൂറിൻ ആൽക്കലിലായനിയുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഫ്ളൂറിൻ മോണോക്സൈഡും ഫ്ളൂറൈഡും ആണുണ്ടാകുന്നത്.

കാർബണിക യൗഗികങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനത്തിലും ഹലജനകം സാദൃശ്യം പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നു. പൂരിതയൗഗികങ്ങളുമായി പ്രതിസ്ഥാപനം ഉണ്ടാകുന്നു. അപൂരിതയൗഗികങ്ങളിൽ ഓരോ ദ്വിബന്ധത്തിനും രണ്ടു ഹലജനണുക്കൾവീതം സങ്കലനവും (addition) ഉണ്ടാകുന്നു.

നിറമുള്ള കാർബണികപദാർഥങ്ങളെ വെളുപ്പിക്കാനുള്ള കഴിവ് ഹലജനകങ്ങൾക്കുണ്ട്. ഫ്ളൂറിൻ അവയെ നശിപ്പിക്കുന്നു. ക്ലോറിൻ നല്ല വിവർണീകാരകമാണ്. ബ്രോമിനും ചെറിയതോതിൽ വിവർണീകരണസ്വഭാവമുണ്ട്. എന്നാൽ അയൊഡിൻ ഈ സ്വഭാവമില്ലാത്തതാണ്.

മേൽ പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുള്ള വസ്തുതകളും ഫ്ളൂറിൻ, ക്ലോറിൻ, ബ്രോമിൻ, അയൊഡിൻ എന്നിവയെ ഒരു കുടുംബത്തിലെ അംഗങ്ങളായി പരിഗണിക്കാനുള്ള കാരണം വ്യക്തമാക്കുന്നു. എന്നാൽ അണുസംഖ്യ ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ ഫ്ളൂറിനു് അതിന്റെതായ ചില പ്രത്യേകതകളും ഉണ്ടെന്നുള്ളതു് വിസ്മരിക്കാവുന്നതല്ല.

(അധ്യായം 8, അനുബന്ധം 2 നോക്കുക.)

അഭ്യാസം

1. സാധാരണതാപനിലയിൽ (വിദ്യുത്പ്രവാഹം ഇല്ലാതെ) ലാബറട്ടറിയിൽ എങ്ങനെ ക്ലോറിൻ നിർമിക്കാം?
2. ഹലജനുകളുടെ ഉപസ്ഥിതി, അവയുടെ നിർമാണം എന്നിവയിൽകൂടി അവയുടെ സാദൃശ്യം വ്യക്തമാക്കുക.
3. അയൊഡിൻ വൻതോതിൽ നിർമിക്കുന്നതെങ്ങിനെ? അയൊഡിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ ഏവ?
4. ബ്രോമിൻനിർമാണം വ്യാവസായികമായി എങ്ങിനെ സാധിക്കുന്നു?
5. ഫ്ളൂറിനും മറ്റു ഹലജനുകളുമായി എന്തെല്ലാം വ്യത്യാസങ്ങൾ ഉണ്ടു്.
6. താഴെപ്പറയുന്നവയുമായി ഹലജനുകൾ എങ്ങിനെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു?

ഹൈഡ്രജൻ, ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡ്, ജലം, ആൽക്കലിലായനി, ലോഹങ്ങൾ.

7. ക്ലോറിനും ചുണ്ണാമ്പും തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഏവ?
8. ഫ്ളൂറിൻനിർമാണത്തിലുള്ള പ്രൈഷമ്യങ്ങൾ ഏവ?
9. ഫ്ളൂറിൻനിർമാണം, അതിന്റെ ഉപയോഗം എന്നിവ വിവരിക്കുക.
10. ക്ലോറിൻ വ്യാവസായികമായി നിർമിക്കുന്നതെങ്ങനെ?
11. ഹലജനുകളുടെ ഗുണധർമങ്ങളുടെ താരതമ്യപഠനം നടത്തുക.
12. കാരണം പറയുക:

(a) അലക്കിത്തേച്ച വസ്ത്രങ്ങളിൽ അയൊഡിൻ ലായനി വീഴുമ്പോൾ കട്ടനീലനിറമുണ്ടാകുന്നു.

(b) ഈ നിറം സോഡിയം തയോസൽഫേറ്റ് ലായനി ഒഴിച്ചാൽ ഇല്ലാതാകുന്നു.

(c) ഹലജനുകൾ ഓക്സീകാരകങ്ങളാണു്.

(d) ക്ലോറിൻജലത്തിൽ സൂര്യരശ്മി വീഴുമ്പോൾ ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

(e) പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡിൽ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർക്കുമ്പോൾ അയൊഡിൻ ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ പൊട്ടാസിയം ക്ലോറൈഡിൽ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർക്കുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് ആണുണ്ടാകുന്നതു്.

13. താഴെപ്പറയുന്ന വസ്തുതകൾ തെളിയിക്കാനുള്ള പരീക്ഷണങ്ങൾ ആസൂത്രണം ചെയ്യുക:

(a) ക്ലോറിൻ ഒരു ഓക്സീകാരകമാണു്.

(b) ക്ലോറിൻ ബ്രോമിനേക്കാൾ രാസവീര്യമുള്ള പദാർഥമാണു്.

14. പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡ്‌ ലായിനിയിൽ ക്ലോറിൻ കടത്തി വിട്ടു കൊണ്ടിരുന്നാൽ ആദ്യം ലായനിക്കു് ബ്രൗൺനിറം ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ തുടർച്ചയായി ക്ലോറിൻ കടത്തിവിട്ടുമ്പോൾ ലായനിയുടെ നിറം നഷ്ടപ്പെടുന്നു. എന്തുകൊണ്ടു്? പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ വിവരിക്കുക.

15. ചില അയൊഡിൻയൗഗികങ്ങൾക്കു് തത്സമയമായ ക്ലോറിൻയൗഗികങ്ങളേക്കാൾ സ്ഥിരതയുണ്ടു്. രണ്ടുദാഹരണങ്ങൾ കൊടുക്കുക.

7

ഹലജൻഹൈഡ്രൈഡുകൾ

ഹലജൻ മൂലകങ്ങളുടെ ഹൈഡ്രജനുമായുള്ള സംയോജനത്തെപ്പറ്റി മുൻ അധ്യായത്തിൽ പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. HX എന്ന സൂത്രമുള്ള (X = F, Cl, Br, I) യൗഗികങ്ങളാണ് ഹൈഡ്രജൻഹലൈഡുകൾ, ഹലജനുകൾ തമ്മിലുള്ളതുപോലെയോ അതിൽ കൂടുതലായോ ഈ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ തമ്മിൽ സാമ്യമുണ്ട്. ഇവയെല്ലാം വായുവിൽ പുകയുന്ന രൂക്ഷഗന്ധമുള്ള നിറമില്ലാത്ത വാതകങ്ങളാണ്. എല്ലാം ജലത്തിൽ വളരെയധികം ലേയത്വമുള്ളവയാണ്. ഇവയുടെ ജലലായനികൾ ആണ് ഹൈഡ്രോഹലിക് ആസിഡുകൾ. ഹൈഡ്രജൻ ഹലൈഡുകളിൽ (ഹലജൻ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ) ഏറ്റവും സ്ഥിരതയുള്ളത് ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡ് ആണ്. അണുഭാരക്രമത്തിൽ സ്ഥിരത കുറഞ്ഞു വരുന്നു ഹൈഡ്രജൻ അയൊഡൈഡ് ഏറ്റവും സ്ഥിരത കുറഞ്ഞതാണ്.

ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡ് HF

ഉപസ്ഥിതി: ഈ യൗഗികം പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്നില്ല. എന്നാൽ ഇതിന്റെ വ്യൽപന്നങ്ങളായ കാൽസിയം ഫ്ളൂറൈഡ് (CaF_2), സോഡിയം ഫ്ളൂറോ അലുമിനേറ്റ് (സോഡിയം അലുമിനിയം ഫ്ളൂറൈഡ്, Na_3AlF_6) എന്നിവയാണ് യഥാക്രമം ഫ്ളൂർസ്പാർ, ക്രയൊലൈറ്റ് എന്നീ ഖനിജങ്ങളിലുള്ളത്. മറ്റു പല ഫ്ളൂറൈഡുകളും പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്.

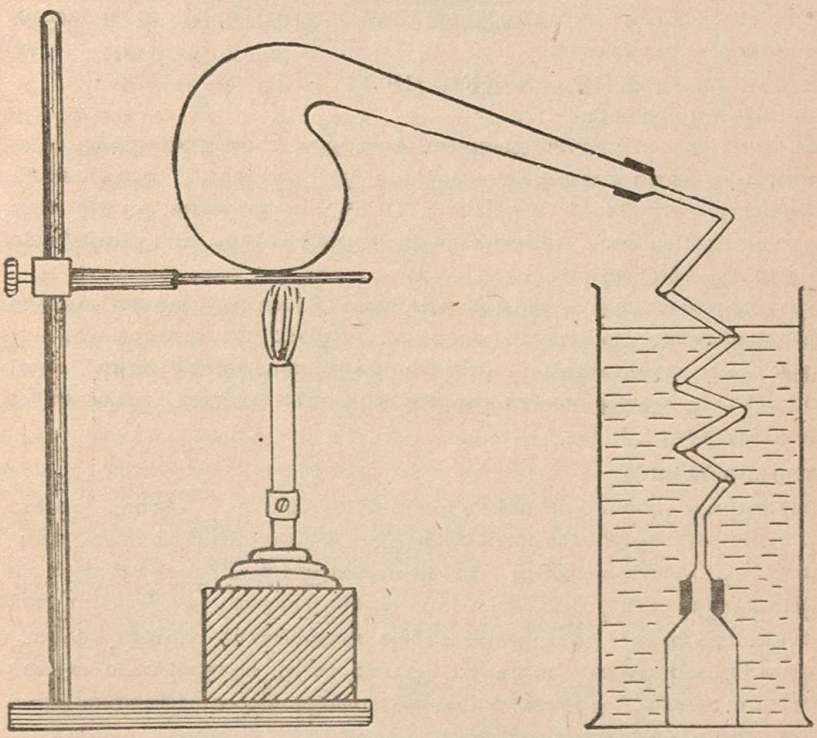
ഈ യൗഗികം (HF) ഗ്ലാസുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാൽ ഗ്ലാസുപാത്രങ്ങളിൽ നിർമിക്കാനും ശേഖരിക്കുവാനും സാധിക്കുകയില്ല. ലെഡുമായി പ്രവർത്തനമുണ്ടെങ്കിലും ഉല്പന്നമായ ലെഡ്ഫ്ളൂറൈഡ് ഒരു രക്ഷാലേപം സൃഷ്ടിക്കുക കാരണം ഈ ലോഹത്തിനു വലിയ നാശം ഉണ്ടാകുന്നില്ല. അതുകൊണ്ട് സാധാരണയായി ലെഡ്ഉപകരണങ്ങളിലാണ് HF നിർമിക്കാറുള്ളത്. മെഴുകുമായി പ്രവർത്തനമില്ലാത്തതിനാൽ മെഴുകുപാത്രങ്ങളിലും സംഭരിക്കാം.

ലാബറട്ടറിനിർമാണം

സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡും കാൽസിയം ഫ്ളൂറൈഡുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിച്ചാണ് സാധാരണ ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡ് ലാബറട്ടറിയിൽ നിർമിക്കുന്നത്.

$CaF_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + 2HF$

ലെഡ്കൊണ്ടുള്ള റിട്ടോർട്ടിലാണ് പരീക്ഷണം നിർവഹിക്കുന്നത്. (ചിത്രം 7_1)



ചിത്രം 7_1

പൊടിച്ച കാൽസിയം ഫ്ളൂറൈഡ് റിട്ടോർട്ടിലെടുത്ത് അതിൽ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർക്കുക. സാധാരണതാപനിലയിൽ തന്നെ പ്രവർത്തനം ഉണ്ടെങ്കിലും അല്പമൊന്നു ചൂടാക്കുമ്പോൾ പ്രവർത്തനം ദ്രുതഗതിയിലാകും. പുറത്തേയ്ക്കു വരുന്ന വാതകം ശീതീകരണമിശ്രിതത്തിൽ താഴ്ത്തിവെച്ച (freezing mixture– ഉദാഹരണമായി ഐസ്–കറിയുപ്പു മിശ്രിതം). തണുപ്പിച്ച സർപ്പിലമായ കുഴലിൽക്കൂടി (ലെഡ് കൊണ്ടുള്ളതു തന്നെ) കടത്തി വിടുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡ് ദ്രാവകമായിത്തീരുന്നു. ഈ ദ്രാവകം ലെഡ്കുപ്പികളിൽ സംഭരിക്കാം.

ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡ് ലായനി (ഹൈഡ്രോ ഫ്ളൂറിക് ആസിഡ്) ആണ് ആവശ്യമെങ്കിൽ വാതകത്തെ ലെഡ്കുപ്പിയിലെടുത്ത ജലത്തിൽ കടത്തി

വിടുന്നു. വാതകം ജലത്തിൽ ലയിച്ച് ഹൈഡ്രോ ഫ്ളൂറിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. പോളിത്തിൻകുപ്പികളിൽ ഈ ആസിഡ് സംഭരിക്കാം

വളരെ ശുദ്ധമായ ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൈഡ് നിർമിക്കാൻ 'ഫ്രൈമി ലവണം' (KHF_2) പ്ലാറ്റിനംറിട്ടോർട്ടിൽ തണുപ്പിക്കണം. വിഘടനം കൊണ്ടുണ്ടാകുന്ന HF വാതകത്തെ മുമ്പ് വിവരിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ പ്ലാറ്റിനംകുപ്പിയിൽ ദ്രാവക രൂപത്തിലാക്കി സംഭരിക്കാം.

$$KHF_2 \longrightarrow KF + HF$$

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

സാധാരണതാപനിലയിൽ രൂക്ഷമായ മണമുള്ളതും നിറമില്ലാത്തതുമായ വാതകമാണ്. വാതകത്തെ മർദിച്ചോ തണുപ്പിച്ചോ ദ്രവീകരിക്കാം. അന്തരീക്ഷമർദത്തിൽ ഈ ദ്രാവകത്തിന്റെ തിളനില = 19.5°C. ദ്രാവകത്തെ കൂടുതൽ തണുപ്പിച്ച് ഖരീഭവിപ്പിക്കാം. സുതാര്യമായ ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൈഡ് ക്രിസ്റ്റലിന്റെ ഉരുകൽനില—83°C ആണ്.

വാതകവും ദ്രാവകവും വായുവിൽ ശക്തിയായി പുകയുന്നു. ജലത്തിൽ ധാരാളമായി ലയിക്കുന്നു. ഈ ലായനിയാണ് ഹൈഡ്രോഫ്ളൂറിക് ആസിഡ്.

HF വിഷപദാർഥമാണ്. ഫ്ളൂറിനെക്കാളും അപകടകാരിയാണ്. അധികസമയം ശ്വസിച്ചാൽ ഉണ്ടാകുന്ന ആപത്തിനെപ്പറ്റി കഴിഞ്ഞ അധ്യായത്തിൽ സൂചിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലൊ.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൈഡ് ഒരു സുസ്ഥിരയൗഗികമാണ്. ഏറ്റവും ഉയർന്ന താപനിലയിലും ഇതു വിയോജിക്കുകയില്ല; കൂടാതെ ഓക്സീകാരങ്ങളും ഒന്നും ഇതുമായി പ്രവർത്തിക്കുകയുമില്ല. നിർജലഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൈഡ് (ഇതിനെ നിർജലഹൈഡ്രോഫ്ളൂറിക് ആസിഡ് എന്നും പറയുന്നു) താരതമ്യേന രാസവീര്യം കുറഞ്ഞതാണ്. ഉദാഹരണമായി ഈ അവസ്ഥയിൽ വെള്ളി, ചെമ്പ് മുതലായ ലോഹങ്ങൾക്ക് അതുമായി പ്രവർത്തനമില്ല. എന്നാൽ ചെറിയ അളവിൽപോലും ജലാംശം ഉണ്ടെങ്കിൽ പല ലോഹങ്ങളുമായും അനായാസേന പ്രവർത്തിക്കുകയുംചെയ്യും. ഉദാഹരണമായി,

$$2Na + 2HF \longrightarrow 2NaF + H_2$$

ഇതു ഗ്ലാസുമായി നല്ലപോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു (നിശ്ശ്ലേഷം നിർജലമായ ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൈഡിനു ഗ്ലാസുമായി പ്രവർത്തനമില്ല). ഗ്ലാസിലുള്ള സിലിക്കൺ ഡൈഓക്സൈഡുമായിട്ടാണ് HF പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ ഏർപ്പെടുന്നത്. സിലിക്കൺ ടെടാഫ്ളൂറൈഡ് എന്ന വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു. (SiF_4)

$$SiO_2 + 4HF \longrightarrow 2H_2O + SiF_4\uparrow$$

SiF_4 ജലത്തിന്റെ (നീരാവിയുടെ) സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ ജലാപഘടനം ചെയ്യപ്പെട്ട് ഫ്ളുവോ സിലിസിക് ആസിഡും (H_2SiF_6) അലേയമായ സിലിസിക് ആസിഡും (H_2SiO_3) ഉണ്ടാകുന്നു.

$$3SiF_4 + 3H_2O \longrightarrow 2H_2SiF_6 + H_2SiO_3$$

അലേയമായ ഖരപദാർഥം ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ ഗ്ലാസിന്റെ സുതാര്യത നഷ്ടപ്പെടുന്നു.

ഹൈഡ്രോഫ്ലൂറിക് ആസിഡ് ലായനി വളരെവേഗം ഗ്ലാസിനെ ഇത്തരത്തിൽ നശിപ്പിക്കുന്നു. സ്ഫടികത്തിൽ ചിത്രവേലകൾക്കും മറ്റും ഈ വസ്തുത ഉപകരിക്കുന്നു (ഗ്ലാസ് നിക്ഷാരണം നോക്കുക).

ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ലൂറൈഡിന്റെ ടെസ്റ്റുകൾ

1. വായുവിൽ പുകയുന്നു, നിറമില്ലാത്ത വാതകം.
2. രൂക്ഷമായ ഗന്ധം.
3. നനഞ്ഞ ഗ്ലാസ്ടണ്ട് ഈ വാതകത്തിൽ കാണിക്കുമ്പോൾ, അതിൽ വെള്ളത്തുള്ളി നിക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു (നനവുള്ള രോഗത്തു). തന്മൂലം സുതാര്യത നഷ്ടപ്പെടുന്നു.
4. സ്വയം കത്താത്തതും മറ്റു പദാർഥങ്ങളുടെ ജ്വലനത്തെ അനുവദിക്കാത്തതുമാണ്.

ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ലൂറൈഡിന്റെ സൂത്രം

ഉന്നതതാപനിലയിൽ (100°C) നിശ്ചിതവ്യൂപ്പം ഹൈഡ്രജനിൽ സിൽവർ ഫ്ലൂറൈഡ് (വേണ്ടതിലധികം) തപിപ്പിക്കുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ മുഴുവനും ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ലൂറൈഡ് ആകുന്നു. ഈ വാതകത്തിനു ഹൈഡ്രജന്റെ വ്യാപ്തത്തിന്റെ ഇരട്ടി വ്യാപ്തമുണ്ട് (ഒരേ മർദത്തിലും താപനിലയിലും). ഈ വ്യാപ്തനുപാതത്തിൽ നിന്നു വാതകത്തിന്റെ സൂത്രം HF ആണെന്നു അവൊഗാഡ്രോനിയമപ്രകാരം തെളിയിക്കാം. എന്നാൽ 88°C നു താഴെ വാതകത്തിന്റെ ഘനത്വം നിർണയിച്ചു തന്മാത്രാഭാരം കണക്കാക്കുമ്പോൾ ഈ സൂത്രം (HF) വുമായി പൊരുത്തമില്ല തന്മാത്രാഭാരം താപനില കുറയുന്തോറും കൂടിവരുന്നു. 30°C ൽ തന്മാത്രാഭാരം HF ന്റെ സൂത്രഭാരത്തിന്റെ ഇരട്ടിയാകുന്നു. അതായതു 30°C ൽ തന്മാത്രാസൂത്രം H_2F_2 ആണു. 19.5°C ൽ സൂത്രം H_3F_3 ആണു. ദ്രാവകത്തിൽ H_6F_6 തന്മാത്രകളാണുള്ളതു (15°C). ഈ പോളിമെറുകൾ താപനിലയനുസരിച്ചു വ്യത്യസ്ത തന്മാത്രാരൂപങ്ങളിലാണു സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതു. ഈ ആശയം ഇങ്ങനെ സൂചിപ്പിക്കാം.

$$\underset{(15°C)}{H_6F_6} \rightleftharpoons \underset{(19.5°C)}{2H_3F_3} \rightleftharpoons \underset{(30°C)}{3H_2F_2} \rightleftharpoons \underset{(88°C)}{6HF}$$

ഇടയ്ക്കുള്ള താപനിലകളിൽ വിവിധ തന്മാത്രകളുടെ മിശ്രിതമായിട്ടാണു സ്ഥിതി.

കാര്യമിങ്ങനെയാണെങ്കിലും രാസസമീകരണങ്ങളിൽ സാധാരണയായി ഇതിന്റെ സൂത്രം HF എന്നെഴുതിയാൽ മതിയാകും.

ഹൈഡ്രോഫ്ലൂറിക് ആസിഡ്

HF വാതകം ജലത്തിൽ ലയിപ്പിച്ചാണു ഈ ആസിഡ് നിർമിക്കുന്നതു. ഗ്ലാസുമായി പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുന്നതിനാൽ അകത്തു മെഴുകു ഉരുക്കി പിടിപ്പിച്ച ഗ്ലാസ്കുപ്പികളിലാണിതു സംഭരിക്കുന്നതു. പോളിത്തീൻകുപ്പികളാണിക്കാലത്തു ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നതു.

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

നിറമില്ലാത്ത ലായനിയാണു. നേർത്ത ലായനികളും ചൂടാക്കിയാൽ തിളച്ചു നീരാവി നഷ്ടപ്പെടുന്നതിനാൽ ആസിഡ് സാന്ദ്രീകരിക്കപ്പെടുന്നു. തന്മൂലം

തിളനില ക്രമേണ വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. അതുപോലെ സാന്ദ്രമായ ആസിഡ് ചൂടാക്കിയാൽ തിളച്ച് HF നഷ്ടപ്പെടുകയും തന്മൂലം തിളനില വ്യത്യാസപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. തിളനിലയിലുള്ള വ്യതിയാനങ്ങളും ആസിഡിന്റെ സാന്ദ്രത 36% HF ആകുന്നതുവരെ തുടരുന്നു ഈ സാന്ദ്രതയുള്ള ആസിഡ് തിളക്കുമ്പോഴും അതേ സംഘടനമുള്ള ബാഷ്പമിശ്രിതമാണ് കിട്ടുന്നതു്. അതിനാൽ 36% HF അടങ്ങിയ ആസിഡിനു് തിളനില സ്ഥിരമാണു് (120°C). മറ്റു പല പദാർഥങ്ങളുടേയും ലായനികളും ഇത്തരത്തിലുള്ള സ്ഥിരതിളനിലയുള്ള മിശ്രിതങ്ങളായിത്തീരുന്നു (Constant boiling mixtures).

ആസിഡിനു് രൂക്ഷമായ ഗന്ധമാണുള്ളതു്. കാർബണികപദാർഥങ്ങളെ ഇതു് തീവ്രമായി ക്ഷാരണം ചെയ്യുന്നു (Corrodes).

ഇതിന്റെ സമ്പർക്കംകൊണ്ടു് ശരീരത്തിൽ സുഖപ്പെടാൻ പ്രയാസമുള്ളതും ആഴത്തിലുള്ളതുമായ വ്രണങ്ങളും ഉണ്ടാകും. കടലാസു്, സിൽക്കു്, തുണികളും മുതലായവയെ ഇതു് പൂർണമായി നശിപ്പിക്കുന്നു.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡ് വാതകത്തിന്റെ എല്ലാ രാസഗുണധർമങ്ങളും ഇതിനുണ്ടു്.

സ്വർണം, പ്ലാറ്റിനം മുതലായ ഉത്തമലോഹങ്ങളൊഴികെ മിക്ക ലോഹങ്ങളും ഈ ആസിഡിൽ ലയിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി

$$Fe + 2HF \longrightarrow FeF_2 + H_2 \text{ (ഫെറസ് ഫ്ളൂറൈഡു്)}$$

HF വാതകത്തെക്കാളും വേഗത്തിലും ശക്തമായും ഹൈഡ്രോ ഫ്ളൂറിക് ആസിഡ് ഗ്ലാസിനെ ക്ഷാരണം ചെയ്യും. ഉല്പന്നങ്ങൾ പ്രതലത്തിൽ നിന്നു് നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുന്നതിനാൽ ഗ്ലാസിൽ ആഴത്തിലുള്ള അടയാളം ഉണ്ടാകുന്നു.

ആസിഡു ഗുണധർമത്തിൽ ഇതു് മറ്റു് ഹൈഡ്രോഹലിക് ആസിഡുകളോളം പ്രബലമല്ല. ആസിഡു് ഗുണധർമങ്ങൾക്കു് ആധാരമായ ഹൈഡ്രജൻ അയോണുകളുടെ (H^+) ലായനിയിലുള്ള ഡെർല്യൂമോണിതിനു കാരണം. മറ്റു ഹൈഡ്രോഹലിക് ആസിഡുകളിലുള്ള അയണീകരണം പോലെയല്ല ഇതിലുള്ളതു്.

$$2HF = H_2F_2 \rightleftarrows H^+ + HF_2^-$$

ഇക്ഷാരണത്താൽ ഹൈഡ്രോഫ്ളൂറിക് ആസിഡു് ഒരു ദ്വിബേസിക ആസിഡിനെപ്പോലെയുമാണു്. ഈ ആസിഡിന്റെ ലവണങ്ങളാണു് ഫ്ളൂറൈഡുകളും നോർമൽ ഫ്ളൂറൈഡുകൾക്കു പുറമെ ആസിഡു് ഫ്ളൂറൈഡുകളും ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടു്.

ഉദാഹരണം: KF പൊട്ടാസിയം ഫ്ളൂറൈഡു്

KHF_2 പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡു്

മറ്റുള്ള സിൽവർ ഹലൈഡുകൾക്കു ജലത്തിൽ തുലോമായ ലേയത്വമേ ഉള്ളൂ. എന്നാൽ സിൽവർ ഫ്ളൂറൈഡു് ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നു. അതുപോലെ മറ്റു കാൽസിയം ഹലൈഡുകളും എല്ലാം ജലത്തിൽ ലേയത്വമുള്ളവയാണെങ്കിലും കാൽസിയം ഫ്ളൂറൈഡു് അലേയമാണു്.

ഫ്ളൂറൈഡുകളുടെ ടെസ്റ്റുകൾ

(1) ഫ്ളൂറൈഡുകളും സാന്ദ്ര സൾഫൂരിക് ആസിഡും ചേർത്തു് ചൂടാക്കുമ്പോൾ നിറമില്ലാത്തതും രൂക്ഷമായ മണമുള്ളതും വായുവിൽ പുകയുന്നതുമായ വാതകം

(HF) ഉണ്ടാകുന്നു. നനഞ്ഞ ഒരു ഗ്ലാസ്ദണ്ഡ് ഈ വാതകത്തിൽ കാണിച്ചാൽ നനവുള്ള ഭാഗത്തു് വെളുത്ത നിക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു ടെസ്റ്റ് ട്യൂബിന്റെ ചുവട്ടിൽ എണ്ണ പറ്റിയതുപോലെയും (oily) മകളിൽ വെളുപ്പുള്ളതായും (foggy) കാണാം. (ഗ്ലാസുമായുള്ള HFന്റെ പ്രവർത്തനവും തൽഫലമായുണ്ടാകുന്ന SiF_4ന്റെ ജലാപഘടനവുമാണിതിനെല്ലാം കാരണം.) (Cf: ക്ലോറൈഡ്)

2. ഇവയുടെ ജലലായനിയിൽ കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ് ലായനി ചേർക്കുമ്പോഴും വെളുത്ത അവക്ഷേപം (CaF_2) ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ അവക്ഷേപം അസെറ്റിക് ആസിഡിൽ ലയിക്കുകയില്ല.

3. ഇവയുടെ ജലലായനിയിൽ സിൽവർ നൈട്രേറ്റ് ലായനി ചേർക്കുമ്പോഴും അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നില്ല(മറ്റു് ഹലൈഡുകളിൽനിന്നുള്ള വ്യത്യാസം).

ഉപയോഗങ്ങൾ

ഹൈഡ്രോഫ്ളൂറിക് ആസിഡിന്റെ മുഖ്യമായ ഉപയോഗം ഗ്ലാസിൽ അടയാളമിടുന്നതിനാണു്, ലോഹത്തകിടുകളും, കടലാസും, ഫിൽറ്റർപേപ്പർ മുതലായവയിൽ നിന്നു് സിലിക്ക (മണൽത്തരികളും) നീക്കംചെയ്യുന്നതിനും ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ടു്, കൂടാതെ ഫ്ളൂറൈഡുകളും നിർമിക്കാനും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡ് ഫ്ളൂറിൻനിർമാണത്തിനുപയോഗിക്കുന്നു. ചില ഫ്ളൂറൈഡുകളും തടിസംരക്ഷണത്തിനു് ഉപയോഗിക്കുന്നു (ZnF_2, NaF). പാശ്ചാത്യരാജ്യങ്ങളിൽ കുടിക്കാനുള്ള ജലത്തിൽ അല്പം ഫ്ളൂറൈഡുകളുംകൂടി ചേർക്കുന്നുണ്ടു്. പല്ലിനു് കേടുവരാതിരിക്കാൻ ഈ പ്രയോഗം സഹായിക്കുന്നു. നമ്മുടെ നാട്ടിൽ ചില ടൂത്പേസ്റ്റുകളിൽ ഫ്ളൂറൈഡ് കലർത്തുന്നുണ്ടു്.

വൈദ്യുതലേപനം നടത്താനുള്ള ചില ഇലക്ട്രൊപ്ലേറ്റിങ്ബാത്തുകളിൽ ഫ്ളൂറൈഡുകളും ഫ്ളൂബോറേറ്റ്, ഫ്ളൂസിലിക്കേറ്റ് മുതലായ ലവണങ്ങളും ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ടു്.

അലുമിനിയം വൻതോതിൽ നിർമിക്കുന്നതു് അലുമിനിയം ഓക്സൈഡിന്റെ വൈദ്യുതവിഘടനം കൊണ്ടാണു്. ഇതിൽ Al_2O_3 ഉരുക്കിയ ക്രയോലൈറ്റിലാണു് (Na_3AlF_3) ലയിപ്പിക്കുന്നതു്. ഖനിജക്രയോലൈറ്റിനു പകരം കൃത്രിമമായി നിർമിച്ച ക്രയോലൈറ്റാണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. ഇതിനും ധാരാളം ഹൈഡ്രോഫ്ളൂറിക് ആസിഡ് ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ടു്.

പാരിമാണികവിശ്ലേഷണത്തിൽ, ഖനിജങ്ങളിലും മറ്റുമുള്ള സിലിക്കയുടെ ശതമാനം നിർണയിക്കാൻ ഹൈഡ്രോഫ്ളൂറിക് ആസിഡ് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ഗ്ലാസ്നിക്ഷാരണം

ഗ്ലാസ് ഹൈഡ്രോഫ്ളൂറിക് ആസിഡുകൊണ്ടു് ക്ഷാരണം ചെയ്യിക്കാമല്ലൊ. അതിനാൽ ഗ്ലാസ്സാധനങ്ങളിൽ ചിത്രവേലകളും ചെയ്യുന്നതിനും അക്ഷരങ്ങളും കൊത്തുന്നതിനും ഈ പ്രക്രിയ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇതിനാണു് നിക്ഷാരണം എന്നു പറയുന്നതു്.

ഒരു ഗ്ലാസ്പ്ലേറ്റിന്റെ ഉപരിതലത്തിൽ മെഴുകു പിടിപ്പിക്കുക. ഉരുക്കിയ മെഴുകിൽ മുക്കുകയോ അല്ലെങ്കിൽ ഉരുക്കിയ മെഴുകു പൂശുകയോ ചെയ്തു് പ്ലേറ്റിനു തണുക്കുമ്പോഴും പ്രതലത്തിൽ നേരിയ മെഴുകുപടലം ഉണ്ടാകും. നല്ല മുനയുള്ള

സൂചി കൊണ്ട് പ്ലേറ്റിൽ പേരെഴുതുകയോ ഏതെങ്കിലും ചിത്രം വരക്കുകയോ ചെയ്യുക സൂചി ചൂടാക്കിയാൽ വളരെ നന്നായിരിക്കും. വരകളും മറ്റടയാളങ്ങളും വീഴ്ന്നിടുത്തു നിന്നു മെഴുകു മാറ്റപ്പെടുന്നു പ്ലേറ്റിന്റെ ഈ ഭാഗത്തു ഹൈഡ്രോഫ്ലൂറിക് ആസിഡ് പുരട്ടി നിർത്തുക. അല്ലെങ്കിൽ ഈ ഭാഗം HF വാതകത്തിൽ കുറെനേരം കാണിച്ചാലും മതി. ഒരു ഡിഷിൽ CaF_2-സാന്ദ്ര H_2SO_4 മിശ്രിതമെടുത്തു മെഴുകു പുരണ്ട വശം കീഴ്പോട്ടാക്കി പ്ലേറ്റുകൊണ്ടു ഡിഷ് അടച്ചുവെച്ചാൽ മതിയാകും. അല്പനേരം കഴിയുമ്പോഴും പ്ലേറ്റിൽ നിന്നു മെഴുകു ടർപെൻടൈനിൽ കഴുകിയോ അല്പം ചൂടാക്കിയുടച്ചോ നീക്കിനോക്കുമ്പോഴും പ്ലേറ്റിൽ അക്ഷരങ്ങളും ചിത്രങ്ങളും എല്ലാം പതിഞ്ഞിരിക്കും. മെഴുകില്ലാത്ത ഭാഗങ്ങളിൽ ഗ്ലാസ് ക്ഷാരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നതിനാലാണിതു്.

ഗ്ലാസ് ഉപകരണങ്ങളിലും മറ്റും ഇത്തരത്തിലാണു് അക്ഷരങ്ങളും ചിത്രങ്ങളും കൊത്തുന്നതു്.

ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് HC

ഗ്ലൗബർ ആണു് ഈ വാതകത്തെപ്പറ്റിയും ഇതിന്റെ ജലലായനിയെപറ്റിയും ആദ്യമായി പ്രസ്താവിക്കുന്നതു് (1658). പ്രീസ്റ്റ്‌ലി 1772-ൽ ഈ വാതകം മെർക്കറിക്ക മീതെ ശേഖരിച്ചു് ഇതിന്റെ ഗുണധർമ്മങ്ങളും പഠിച്ചു. എന്നാൽ ഇതിനും മുൻപുതന്നെ ഹൈഡ്രോക്ലോറിക ആസിഡും നൈടിക് ആസിഡും ചേർന്ന മിശ്രിതം ''അക്വാറീജിയാ'' എന്ന പേരിൽ അറബിശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കു പരിചിതമായിരുന്നു അന്നും ഇന്നും സ്വർണം, പ്ലാറ്റിനം മുതലായ ശ്രേഷ്ഠലോഹങ്ങളെ അലിയിക്കാൻ അക്വാറീജിയാ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ഉപസ്ഥിതി: ക്രിയാശീലം കൂടുതലുള്ളതിനാൽ സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ അധികമൊന്നും കാണപ്പെടുന്നില്ല. ചില അഗ്നിപർവതവാതകങ്ങളിലും ചുരുക്കംചില നീരുറവകളിലും ഇതിന്റെ അംശമുണ്ടു്. ജീവികളുടെ പ്രത്യേകിച്ചു് സസ്തനജീവികളുടെ ആമാശയത്തിൽ ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് ഉണ്ടു് (പട്ടിയുടെ ആമാശയത്തിൽ 3 ശതമാനത്തോളം!). ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിന്റെ ലവണങ്ങളും (ക്ലോറൈഡുകളും) പ്രകൃതിയിൽ ധാരാളം ഉണ്ടു്. സമുദ്രജലത്തിൽ സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് മുതലായവയുണ്ടു് സമുദ്രജലത്തിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള മൂലകങ്ങളിൽ ക്ലോറിനും അധികമുള്ളതു് ക്ലോറിനാണു്. ഇതു് മുഴുവനും ക്ലോറൈഡുകളായിട്ടാണുള്ളതു് പൊട്ടാസിയം ക്ലോറൈഡ് (സിൽവൈൻ എന്ന ഖനിജത്തിൽ) മഗ്നീഷ്യം ക്ലോറൈഡ് (കാർണലൈറ്റ് എന്ന ഖനിജത്തിൽ) മുതലായ ക്ലോറൈഡുകളും കണപ്പെടുന്നു.

ഉൽപാദനവിധികൾ

1. ഹൈഡ്രജനും ക്ലോറിനും തമ്മിൽ നേരിട്ടുള്ള സംയോജനം (കഴിഞ്ഞ അധ്യായം നോക്കുക).

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$

2. സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡും ലോഹക്ലോറൈഡുകളും തമ്മിലുള്ള പ്രവർത്തനം.

സാധാരണതാപനിലയിൽ തന്നെ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുന്ന ലാബറട്ടറി നിർമാണത്തിനു് ഈ രീതി പറ്റിയതാണു്. ഉദാഹരണം.

$$NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow NaHSO_4 + HCl$$

ഉയർന്ന താപനിലയിൽ,

$$2NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$$

3 അലോഹക്ലോറൈഡുകളുടെ ജലാപഘടനം

ഉദാഹരണം: $PCl_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_3 + 3HCl$

$SiCl_4 + 3H_2O \longrightarrow H_2SiO_3 + 4HCl$

4. സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിൽ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡു ചേർക്കുമ്പോഴും ഈ വാതകം ലായനിയിൽ നിന്നു മുക്തമാകും. ലാബറട്ടറിയിൽ ഈ രീതി പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. H_2SO_4, ലായനിയിലെ ജലാംശം നീക്കം ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടാണു് HCl വാതകം മുക്തമാകുന്നതു്. കോണിക ഫ്ളാസ്കിൽ സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡെടുത്തു് ഒരു ടാപ് ഫണലിൽ നിന്നു് സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡു് തുള്ളികളായി വീഴ്ത്തിയാൽ ആവശ്യാനുസരണം HCl ലഭിക്കും.

ലാബറട്ടറിനിർമാണം

സോഡിയം ക്ലോറൈഡും സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡും തമ്മിൽ പ്രവർത്തിപ്പിച്ചാണു് ലാബറട്ടറിയിൽ HCl വാതകം നിർമിക്കുന്നതു്.

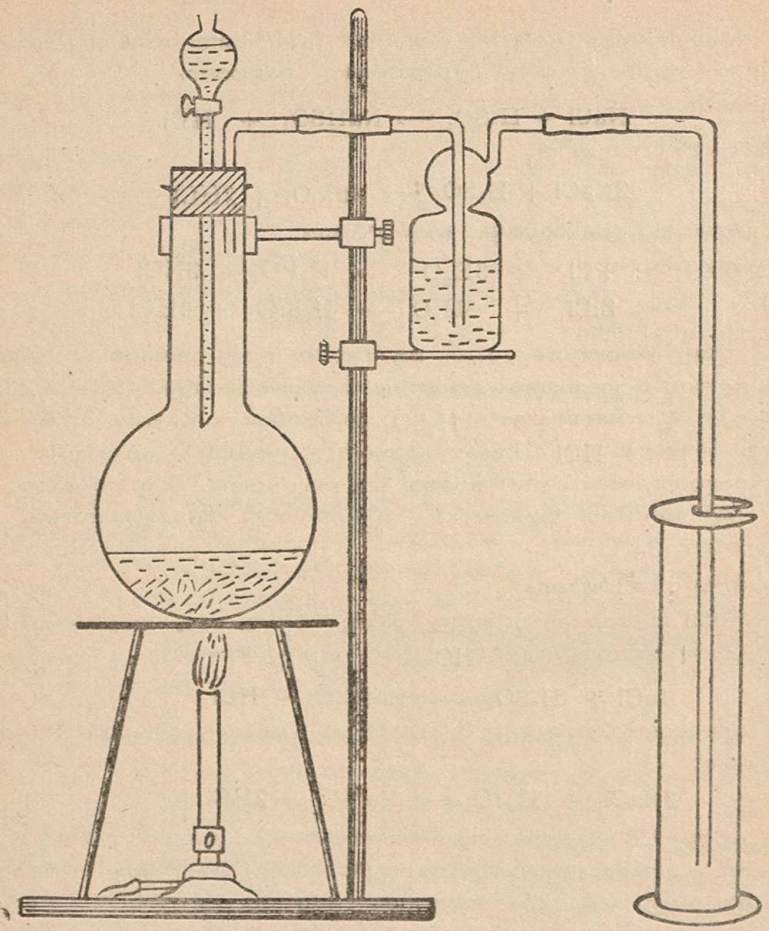
$$NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow NaHSO_4 + HCl$$

ചൂടാക്കേണ്ട ആവശ്യമില്ല. ഉന്നതതാപനിലയിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം വ്യത്യസ്തമാണു്.

$$2NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl.$$

ചിത്രം 7_2 ലുള്ളതുപോലെ ഒരു അടിയുരുണ്ട ഫ്ളാസ്കിൽ, ഒരു ടാപ്പ് ഫണലും നിർഗമനക്കുഴലും ഉറപ്പിച്ചിട്ടുള്ള റബ്ബർകോർക്കു് ഉറപ്പിക്കുക. നിർഗമനക്കുഴലിനെ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് നിറച്ചിട്ടുള്ള ഒരു വാഷ്ബോട്ടിലിനോടു റബ്ബർ ട്യൂബുകൊണ്ടു് യോജിപ്പിക്കുക. ഫ്ളാസ്കിൽ സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് എടുക്കുക. ടാപ്ഫണലിൽ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് നിറച്ചു്, ടാപ്പിൽകൂടി അല്പാല്പമായി ഫ്ളാസ്കിലേക്കു് വീഴ്ത്തുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡു് ഉണ്ടാകുന്നു, അല്പം ചൂടാക്കിയാൽ പ്രവർത്തനം ശീഘ്രമാകുന്നു വാതകം വാഷ്ബോട്ടിലിൽകൂടി കടത്തപ്പെടുന്നതിനാൽ അതിലുള്ള ജലാംശവും സൽഫൂരിക് ആസിഡ്സ്പ്രേയും (ഫ്ളാസ്കിൽനിന്നുണ്ടാകാവുന്നതു്) നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുന്നു ഈ ശുദ്ധമായ ശുഷ്കമായ HCl വാതകം ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ വായുവിനെ മേല്പോട്ടു വിസ്ഥാപിച്ചുകൊണ്ടു് ശേഖരിക്കാം. ജാർ നിറയുമ്പോൾ പുകയുന്നതു കാണാം (HCl വാതകം വായുവിനെക്കാൾ ഘനത്വമുള്ളതാണു്). മെർക്കറിക്കു മീതെയും ശേഖരിക്കുന്നതാണു്.

ഈ വാതകത്തിൽ അല്പമെല്ലാം അപദ്രവ്യങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കും. ശുദ്ധീകരിച്ചു



ചിത്രം 7_2

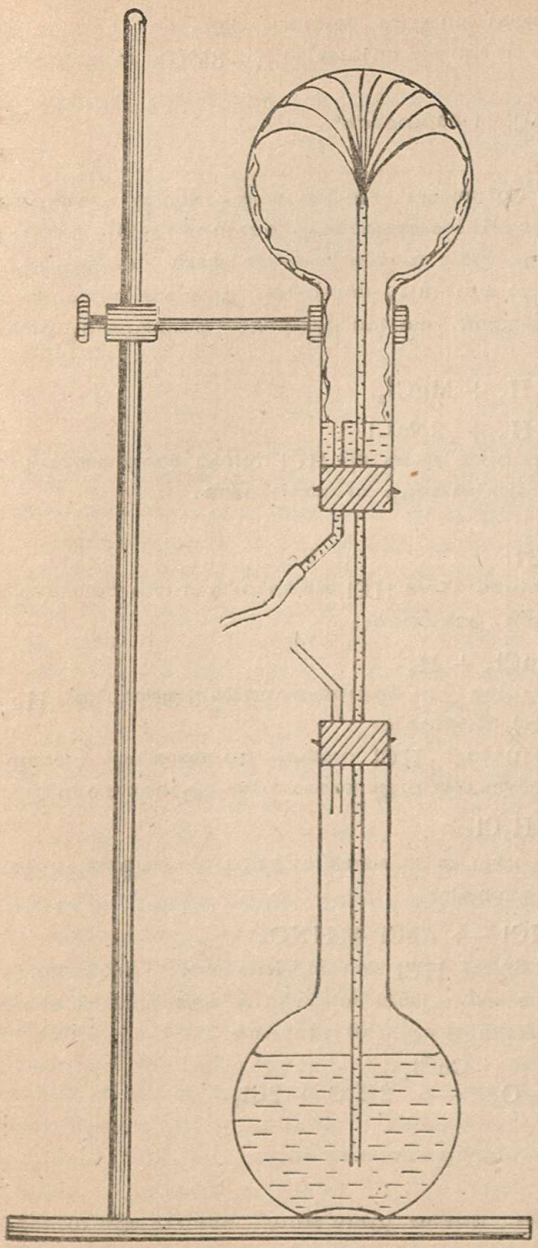
സിലിക്കൺ ടെട്രാക്ലോറൈഡിന്റെ ജലാപഘടനം കൊണ്ടാണു് രാസശുദ്ധമായ HCl നിർമിക്കുന്നതു്.

$$SiCl_4 + 3H_2O \longrightarrow H_2SiO_3 + 4HCl$$

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

നിറമില്ലാത്ത വാതകമാണു്. വായുസമ്പർക്കത്തിൽ പുകയുന്നു. രൂക്ഷവും അസഹനീയവുമായ ഗന്ധമുണ്ടു്. ജലത്തിൽ വളരെയധികം ലേയത്വമുണ്ടു്. ജലത്തിൽ ലയിക്കാനുള്ള അത്യാസക്തി താഴെപ്പറയുന്ന പരീക്ഷണം കൊണ്ടു് പ്രകടമാക്കാം.

പരീക്ഷണം: ചിത്രത്തിൽ (7_3) കാണുന്നതുപോലെ ഉപകരണങ്ങൾ സജ്ജീകരിക്കുക. ചുവട്ടിലുള്ള ഫ്ളാസ്കിൽ നീലലിറ്റ്മസ് കലക്കിയ ജലവും മുകളിലത്തേതിൽ HCl വാതകവും ആണു് എടുക്കേണ്ടതു്. വാതകം നിറച്ചശേഷം



ചിത്രം 7_3

ഫ്ളാസ്ക് അതിന്റെ സ്ഥാനത്തു് ഉറപ്പിക്കുക. ജലം നിറച്ച ഫ്ളാസ്കിലെ വളഞ്ഞ കുഴലിൽ കൂടി അല്പം ഊതിയാൽ ജലവിതാനം ഫ്ളാസ്കുകളെ തമ്മിൽ ബന്ധിച്ചിട്ടുള്ള ജാറ് കുഴലിൽ ഉയരും. തുടർന്നും ജലം ശക്തിയായി മേൽപ്പോട്ടു് ഉയർന്നു് ജാറിൽ കൂടി ഒരു ജലധാര മുകളിലത്തെ ഫ്ളാസ്കിനുള്ളിൽ ഉണ്ടാകുന്നു. ജാറിൽ നിന്നു് പുറത്തേക്കു ചീറ്റുന്ന ജലത്തിനു് ചുവപ്പുനിറവുമുണ്ടാകും (ലിറ്റ്മസ്).

ഫ്ളാസ്കിലെ HCl വാതകം ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നതിനാൽ അതിനുള്ളിലെ മർദം വളരെ കുറഞ്ഞു പോകുന്നു. അതിനാലാണു് ജലധാരയുണ്ടാകുന്നതു്. ലായനി ആസിഡു് ആയതിനാൽ നീല ലിറ്റ്മസിന്റെ നിറം ചുവപ്പാകുന്നതു് സ്വാഭാവികമാണല്ലോ.

(ജലത്തിൽ അധികം ലേയത്വമുള്ള NH_3, മാറ്റ ഹൈഡ്രജൻ ഹലൈഡുകൾ, SO_2 മുതലായ വാതകങ്ങളുപയോഗിച്ചും ഈ പരീക്ഷണം നടത്താവുന്നതാണു്).

വായുവിലുള്ള നീരാവിയുമായി ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിന്റെ സൂക്ഷ്മകണങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നതിനാലാണു് HCl വാതകം വായുവിൽ പുകയുന്നതു്.

HCl വാതകത്തിനു് വായുവിനെക്കാൾ ഘനത്വം കൂടും.

ഈ വാതകത്തെ വളരെ താണതാപനിലയിൽ (—85°C) നിറമില്ലാത്ത ദ്രാവകമാക്കാം.

കൂടിയ അളവിൽ ഇതു് വിഷപദാർത്ഥമാണു്.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

1. ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡു് സ്വയം ജ്വലിക്കാത്തതും മറ്റുള്ള പദാർത്ഥങ്ങളുടെ ജ്വലനത്തെ അതിൽ അനുവദിക്കാത്തതുമാണു്. ഉദാഹരണമായി കത്തിച്ച മെഴുകുതിരിയും ഈർക്കിലിയും ഈ വാതകത്തിലാക്കിയാൽ കെട്ടുപോകും. എന്നാൽ ഉജ്ജ്വലമായി കത്തുന്ന മഗ്നീഷ്യം, സോഡിയം മുതലായ ലോഹങ്ങളും ഈ വാതകത്തിൽ തുടർന്നു കത്തുന്നു. ലോഹക്ലോറൈഡും ഹൈഡ്രജനും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Mg + 2HCl \longrightarrow H_2 + MgCl_2$$

$$2Na + 2HCl \longrightarrow H_2 + 2NaCl$$

2. HF നോളംതന്നെ സ്ഥിരതയില്ലെങ്കിലും HCl സുസ്ഥിരമായ ഒരു യൗഗികമാണു്. അത്യുന്നത താപനിലയിൽ അല്പം വിയോജിക്കുന്നു.

$$2HCl \underset{\longrightarrow}{\longleftarrow} H_2 + Cl_2$$

3. ചൂടാക്കിയ ലോഹങ്ങളുടെ മീതെ HCl കടത്തിവിടുമ്പോൾ ലോഹക്ലോറൈഡും ഹൈഡ്രജനും ഉണ്ടാകുന്നു. ഉദാഹരണം,

$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$$

എന്നാൽ ദ്രാവകരൂപത്തിലുള്ള നിർജലഹൈഡ്രജൻക്ലോറൈഡിനു് Hg, Fe മുതലായ ലോഹങ്ങളിൽ പ്രവർത്തനമില്ല.

4. അമോണിയാ വാതകവുമായി HCl വാതകം സംയോജിച്ചു് ധാരാളം വെളുത്ത പുകയുണ്ടാകുന്നു. ദൃളിരൂപത്തിലുള്ള അമോണിയംക്ലോറൈഡാണിതു്.

$$NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$$

5. സിൽവർനൈട്രേറ്റു് ലായനിയിൽ കടത്തിവിടുമ്പോൾ വെളുത്ത സിൽവർക്ലോറൈഡു് അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.

$$AgNO_3 + HCl \longrightarrow AgCl + HNO_3.$$

6. ചില പരിതസ്ഥിതികളിൽ HCl നെ ഓക്സീകരിക്കാം. ഉദാഹരണമായി വായു കലർത്തിയ HCl വാതകം ചൂടാക്കിയ കുപ്രിക്ക്ലോറൈഡിനു മീതെ കടത്തിവിടുമ്പോൾ ഓക്സീകരണത്താൽ ക്ലോറിൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$4HCl + O_2 \xrightarrow{CuCl_2} 2H_2O + 2Cl_2$$

ടെസ്റ്റുകൾ

1. നിറമില്ലാത്തതും രൂക്ഷഗന്ധമുള്ളതുമായ വാതകം.
2. വായുവിൽ പുകയുന്നു.
3. അമോണിയാലായനിയിൽ മുക്കിയ ഗ്ലാസ്ദണ്ഡു് കാണിച്ചാൽ ധാരാളം വെളുത്ത പുകയുണ്ടാകുന്നു.

4. സിൽവർ നൈട്രേറ്റ് ലായനിയിൽ മുക്കിയ ഗ്ലാസ്ബണ്ട് കാണിച്ചാൽ ബണ്ടിൽ വെളുത്ത അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.

5. നനഞ്ഞ ഗ്ലാസ്ബണ്ടിൽ വെളുത്ത നിക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നില്ല (Cf: HF)

സംഘടനവും സൂത്രവും

1. സംശ്ലേഷണവിധി

ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡിന്റെ വ്യാപ്തസംഘടനം സംശ്ലേഷണവിധികൊണ്ട് നിർണ്ണയിക്കാം. ചിത്രത്തിൽ കാണുന്ന (7_4) ഉപകരണമാണ് ഇതിലുപയോഗിക്കുന്നത്.



ചിത്രം 7_4

ഈ ഉപകരണത്തിൽ തുല്യ വ്യാപ്തമുള്ള രണ്ട് ഗ്ലാസ് കഴലുകളും തമ്മിൽ ഉരുക്കിച്ചേർത്തിരിക്കുന്നു. ഈ ചേർപ്പിൽ ഒരു മൂന്നു ദ്വാരമുള്ള ഗ്ലാസ്ടാപ്പ് (ത്രിപഥരോധിനി-3 way stop cock) പിടിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്. കഴലുകളുടെ മറ്റേ അഗ്രങ്ങളിലും ഓരോ ടാപ്പുകളും ഉണ്ട്. ഇടയ്ക്കുള്ള ത്രിപഥരോധിനി വേണ്ടവിധത്തിൽ തിരിച്ച് കഴലുകളും തമ്മിലും, ഓരോ കഴലുകളും പ്രത്യേകം അന്തരീക്ഷ വായുവുമായും യഥേഷ്ടം ബന്ധപ്പെടുത്താവുന്നതാണ്. ഈ ടാപ്പുകളും ശരിയായുപയോഗിച്ച് ഓരോ കഴലുകളിലും വെവ്വേറെ വാതകങ്ങളും നിറയ്ക്കാവുന്നതാണ്.

ഒരു കഴലിൽ ഹൈഡ്രജനും മറ്റേതിൽ ക്ലോറിനും നിറയ്ക്കുന്നു. ഇപ്പോൾ തുല്യവ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജനും ക്ലോറിനും ഉപകരണത്തിൽ പരസ്പരസമ്പർക്കമില്ലാതെ എടുത്തിരിക്കുന്നു. മധ്യത്തിലുള്ള ത്രിപഥരോധിനി വേണ്ടവിധത്തിൽ തിരിച്ച് കഴലുകളും തമ്മിൽ യോജിപ്പിക്കുന്നു. വാതകങ്ങൾക്ക് ഇപ്പോൾ പരസ്പരം വിസരിക്കാം. വിസരിതപ്രകാശത്തിൽ ഉപകരണം ഒന്നോ രണ്ടോ മണിക്കൂർ നേരം വെയ്ക്കുന്നു. സാവധാനത്തിൽ വാതകങ്ങൾ സംയോജിക്കുന്നു (വെയിലത്തു കാണിക്കുമ്പോൾ സ്ഫോടനത്തോടുകൂടി സംയോജനം നടക്കും). പിന്നീട് ഉപകരണത്തിന്റെ ഒരറ്റം മെർക്കറിയിൽ മുക്കിക്കൊണ്ട് അവിടെയുള്ള ടാപ്പ് തുറക്കുന്നു. മെർക്കറി ഉപകരണത്തിനുള്ളിലേക്ക് കയറുകയോ വാതകം പുറത്തേക്കു പോകുകയോ ചെയ്യുന്നില്ല ഈ നിരീക്ഷണത്തിൽ നിന്നും, വാതകത്തിന്റെ മർദ്ദം വ്യത്യാസപ്പെടുന്നില്ലെന്നും മനസ്സിലാക്കാം. ടാപ്പ് അടച്ച് അഗ്രം വെള്ളത്തിൽ മുക്കിക്കൊണ്ട് ടാപ്പ് വീണ്ടും തുറക്കുമ്പോൾ ജലം ഉപകരണത്തിനുള്ളിൽ പൂർണമായും നിറയുന്നതു കാണാം. അതായതു പരീക്ഷണം കഴിഞ്ഞു ഉപകരണത്തിൽ അവശേഷിക്കുന്ന വാതകം ജലത്തിൽ ധാരാളം ലയിക്കുന്ന ഒന്നാണെന്നും (ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ്) മനസ്സിലാക്കാം. ഹൈഡ്രജനോ ക്ലോറിനോ അവശേഷിക്കുന്നില്ലെന്നും തീരുമാനിക്കാം. (ഹൈഡ്രജൻ തുച്ഛമായും ക്ലോറിൻ അല്പവും മാത്രമേ ജലത്തിൽ ലയിക്കുകയുള്ളു. അതിനാൽ ഈ വാതകങ്ങൾ അവശേഷിച്ചിരുന്നെങ്കിൽ ഉപകരണത്തിൽ ജലം പൂർണമായി നിറയുകയില്ലല്ലോ). ഉപകരണത്തിനകത്തുള്ള ജലലായനി പരിശോധിച്ചാൽ ഹൈ-

ഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡാണെന്നു് മനസ്സിലാകും. അപ്പോൾ തുല്യവ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജനും ക്ലോറിനും തമ്മിൽ സംയോജിച്ചു് ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡു് മാത്രമാണുണ്ടാകുന്നതെന്നും ഹൈഡ്രജന്റെ (അഥവാ ക്ലോറിന്റെ) വ്യാപ്തത്തിന്റെ ഇരട്ടിയാണു് അതിൽനിന്നുണ്ടാകുന്ന ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡിന്റെ വ്യാപ്തമെന്നും ന്യായമായി അനുമാനിക്കാം.

അതായതു് 1 വ്യാപ്തം ക്ലോറിൻ + 1 വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജൻ = 2 വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡു്. ഈ വ്യാപ്തസംഘടനത്തിൽ നിന്നു് സൂത്രം നിർണയിക്കാം.

സൂത്രം

ഒരു വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജനിൽ n തന്മാത്രകളുണ്ടെന്നിരിക്കട്ടെ. അപ്പോൾ ഒരു വ്യാപ്തം ക്ലോറിനിലും n തന്മാത്രകളുണ്ടായിരിക്കണം (അവൊഗാഡ്രോനിയമം). അതുപോലെ ഒരു വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡിലും n തന്മാത്രകളും ഉണ്ടായിരിക്കണം. അതിനാൽ രണ്ടു വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡിൽ 2n തന്മാത്രകളും ഉണ്ടായിരിക്കണം.

∴ n ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്രകളും n ക്ലോറിൻ തന്മാത്രകളുമായി 2n ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡു് തന്മാത്രകളും ഉണ്ടാകുന്നു.

∴ 1 ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്ര + 1 ക്ലോറിൻ തന്മാത്ര = 2 ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡു് തന്മാത്രകളും.

∴ $\frac{1}{2}$ ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്ര + $\frac{1}{2}$ ക്ലോറിൻ തന്മാത്ര = 1 ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡു് തന്മാത്ര

അതായതു് ഒരു ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡു് തന്മാത്രയിൽ $\frac{1}{2}$ ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്രയും $\frac{1}{2}$ ക്ലോറിൻ തന്മാത്രയും സംയോജിച്ചിരിക്കും. ഹൈഡ്രജനും ക്ലോറിനും അവയുടെ തന്മാത്രകളിൽ രണ്ടണുക്കളും വീതം ഉള്ളവയാണു് (അതായതു് അവ ദ്വയണുകങ്ങളാണു്). അതിനാൽ ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്ര H_2 ഉം ക്ലോറിൻ തന്മാത്ര Cl_2 ഉം ആണു്.

$$\therefore \frac{1}{2} H_2 = H$$
$$\frac{1}{2} Cl_2 = Cl$$

∴ ഒരു ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡു് തന്മാത്രയിൽ ഒരു ഹൈഡ്രജൻ അണുവും ഒരു ക്ലോറിൻ അണുവും സംയോജിച്ചിരിക്കുന്നു. അതായതു് ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡിന്റെ തന്മാത്രാസൂത്രം = HCl

ഈ നിഗമനത്തിനു് ഉപോൽബലകമായി ഒരു വസ്തുത കൂടിയുണ്ടു്. ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡിന്റെ ബാഷ്പഘനത്വം 18.23 ആണു്.

∴ ഇതിന്റെ തന്മാത്രാഭാരം = 2 × 18.23 = 36.46

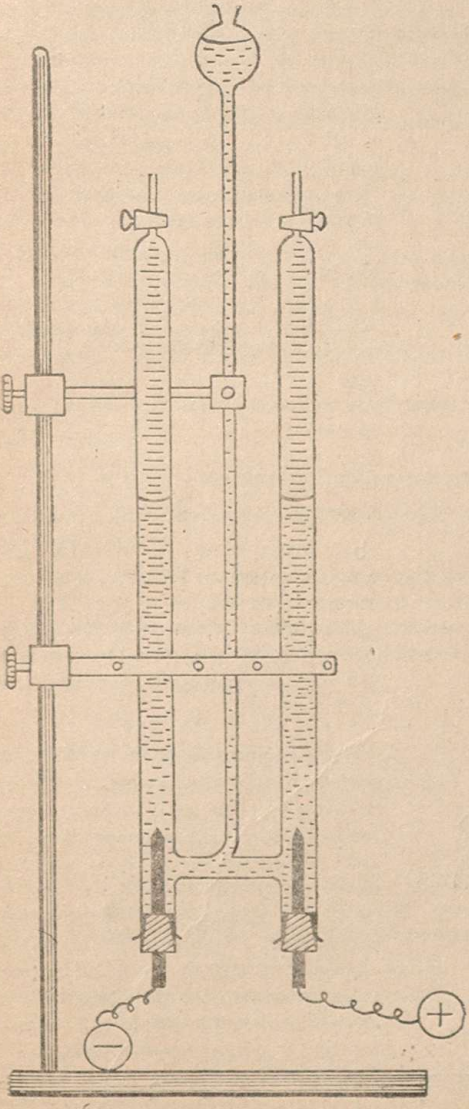
''HCl'' ന്റെ തന്മാത്രാഭാരവും 36.46 ആണല്ലോ.

2. വിശ്ലേഷണവിധികൾ

(a) വിദ്യുദ്വിശ്ലേഷണവിധി

സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിനെ വിദ്യുദ്വിശ്ലേഷണംചെയ്തു് കിട്ടുന്ന ഹൈഡ്രജന്റെയും ക്ലോറിന്റെയും വ്യാപ്തങ്ങൾ നിർണയിക്കുന്നതാണു് ഈ മാർഗം. ജലത്തിന്റെ വ്യാപ്തസംഘടനനിർണയത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ജലവോൾട്ടാമീറർ (അധ്യായം 4) തന്നെ അല്പം ഭേദഗതികളോടെ ഈ പരീക്ഷണ

ത്തിൽ ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണു്. അംശാങ്കിതമായ കഴലുകളുടെ ചുവട്ടിൽ കാർബൺ ഇലക്ട്രോഡുകളാണിവിടെ ഉപയോഗിക്കേണ്ടതു് (ജലവോൾട്ടാമീറ്ററിൽ പ്ലാറ്റിനം ഇലക്ട്രോഡുകളാണല്ലോ). (ചിത്രം 7–5 നോക്കുക).



ചിത്രം 7–5

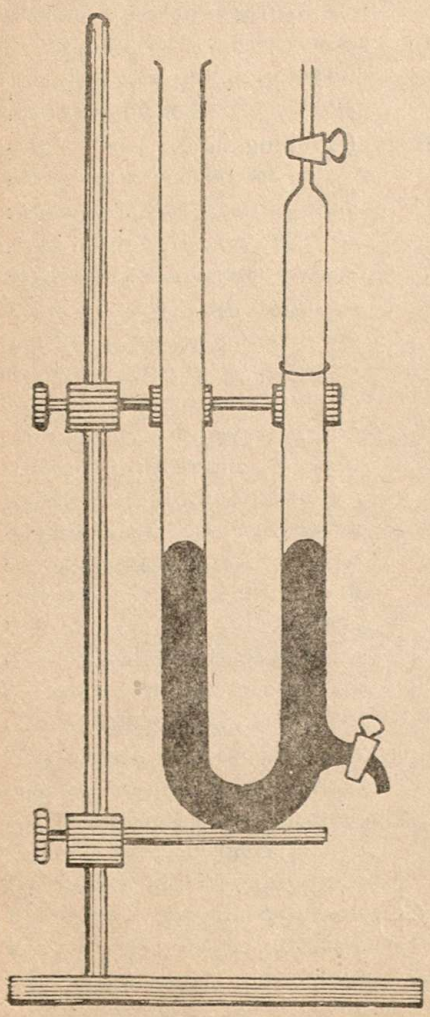
അംശാങ്കിതമായ പാർശ്വഭുജങ്ങളിൽ ചുവട്ടിലായി കാർബൺ ഇലക്ട്രോഡുകൾ ഭാരങ്ങളിൽ കൂടി പിടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള റബ്ബർ കോർക്കുകൾ ഭദ്രമായി ഉറപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടു്. മധ്യത്തിലുള്ള അംശാങ്കനമില്ലാത്ത കഴൽ സമതുലനകഴലാണു് (levelling tube)

വോൾട്ടാമീറ്ററിന്റെ മൂന്നു കഴലുകളും സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് കൊണ്ടു് (ആപേക്ഷികഘനത്വം = 1.1) നിറയ്ക്കുക. പിന്നീടു് ഇലക്ട്രോഡുകൾ ഒന്നാകെയുമുലേറ്ററിനോടു് ഘടിപ്പിക്കുക വിദ്യുത്പ്രവാഹം നടത്തുമ്പോൾ കാഥോഡിൽ ഹൈഡ്രജനും ആനോഡിൽ ക്ലോറിനും മുക്തമാകുന്നു. ക്ലോറിൻ ജലത്തിലും ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിലും സാമാന്യമായി ലയിക്കും. അതിനാൽ പരീക്ഷണാരംഭത്തിൽ ആനോഡിൽ നിന്നു വാതകം പുറപ്പെടുന്നതായി കാണുകയില്ല. കുറച്ചുസമയം കഴിഞ്ഞു് ആനോഡ് കഴലിലെ ലായനി ക്ലോറിൻ കൊണ്ടു് പൂരിതമായിക്കഴിയുമ്പോൾ കാഥോഡ് കഴലിലെപ്പോലെ ഈ കഴലിലും വാതകം കുമിളകളായി പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടുതുടങ്ങും. ഈ അവസരത്തിൽ വിദ്യുത്പ്രവാഹം നിറുത്തി, രണ്ടു കഴലുകളിലെയും വാതകങ്ങളെ നീക്കം ചെയ്തു കളഞ്ഞു് കഴലുകളെ ആസിഡു കൊണ്ടു് നിറയ്ക്കുക. കഴലുകളുടെ അറ്റത്തുള്ള ടാപ്പുകൾ ശ്രദ്ധിച്ചു തുറന്നാൽ അവയിലെ വാതകങ്ങളെ നിഷ്കാസനം ചെ

യ്യാം. ഇപ്പോൾ ഉപകരണം പരീക്ഷണത്തിനു തയ്യാറായിക്കഴിഞ്ഞു.

വീണ്ടും വിദ്യുത്ധാര പ്രവഹിപ്പിക്കുക. ഇലക്ട്രോഡുകളിൽ നിന്നും വാതകങ്ങൾ കുമിളകളായി ഉണ്ടാവുകയും അതാതു കഴലുകളിൽ സംഭരിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്ന ഏതാനും മിനിട്ടുകൾ കഴിഞ്ഞ് അക്യുമുലേറ്ററുമായുള്ള ബന്ധം വിടർത്തുക. രണ്ടു കഴലുകളിലും ഒരേ വ്യാപ്തം വാതകങ്ങൾ സംഭരിക്കപ്പെട്ടതായി കാണാം. ആനോഡുകഴലിലെ വാതകം ക്ലോറിനാണെന്നും കാഥോഡ്കഴലിലേത് ഹൈഡ്രജനാണെന്നും നിഷ്പ്രയാസം പരിശോധിച്ചു നോക്കാം.

ഈ പരിക്ഷണത്തിൽനിന്നും, ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിൽ ഹൈഡ്രജനും ക്ലോറിനും 1:1 എന്ന വ്യാപ്ത്യാനുപാതത്തിൽ സംയോജിച്ചിരിക്കുന്നു എന്നുമനസ്സിലാക്കാം. ഈ വസ്തുതയിൽ അവൊഗാഡ്രോ നിയമം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡിൽ ഹൈഡ്രജനും ക്ലോറിനും ഒരേ എണ്ണം തന്മാത്രകൾ വീതം സംയോജിച്ചിരിക്കുന്നു എന്ന് അനുമാനിക്കാം. ഇവയുടെ അണുകത 2 ആകയാൽ അണുക്കളുടെ എണ്ണങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള അനുപാതം 2:2 = 1:1 എന്നും കിട്ടുന്നു.



ചിത്രം 7-6

അതായത് ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡിന്റെ എംപിരിക സൂത്രം HCl എന്നു തീരുമാനിക്കാം. തന്മാത്രാഭാരം നിർണ്ണയിച്ചു് ഇതു തന്നെയാണു് തന്മാത്രാസൂത്രമെന്നും തെളിയിക്കാം.

b) സോഡിയം അമാൽഗം ഉപയോഗിച്ചുള്ള വിഘടനംകൊണ്ടു് സൂത്രനിർണയം

ഒരു ഭാഗത്തു് അറ്റുത്തു് ടാപ്പുള്ളതും മറേറ ഭാഗം തുറന്നതുമായ U കഴലാണു് ഈ പരീക്ഷണത്തിലെ ഉപകരണം. (ചിത്രം 7-6)

ടാപ്പു തുറന്നുകൊണ്ടു് U കഴലിൽ മെർക്കുറി നിറയ്ക്കുക. കഴലിന്റെ വളവിലുള്ള ടാപ്പിലൂടെ മെർക്കുറി ചോർത്തിക്കൊണ്ടു് മുഴുകലുള്ള ടാപ്പിൽകൂടി ഉപകരണത്തിൽ കുറേ ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് വാതകം നിറയ്ക്കുക. രണ്ടു ഭുജങ്ങളിലെയും മെർക്കുറിതലം സമമാക്കുക അതായതു് വാതകത്തിന്റെ മർദം അന്തരീക്ഷമർദമാക്കണം. വാതകം നിറക്കപ്പെട്ട ഭുജത്തിൽ അതിലുള്ള വാതകത്തിന്റെ കൃത്യം പകുതി സൂചിപ്പിക്കത്തക്കവണ്ണം ഒരു റബ്ബർവലയം കഴലിന്റെ പുറത്തു് പിടിപ്പിക്കുക. U കഴലിന്റെ തുറന്ന ഭുജത്തിൽ സോഡിയംഅമാൽഗം നി

റസ്റ്റുക. വായു ഇല്ലാതെ ഈ ഭാഗം ഒരു റബ്ബർകോർക്കു കൊണ്ടു് ഭദ്രമായി അടച്ച ശേഷം ഉപകരണം തിരിച്ചും മറിച്ചും സോഡിയം അമാൽഗവും ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് വാതകവുമായി നല്ല സമ്പർക്കമുണ്ടാകത്തക്കവണ്ണം കുലുക്കുക. സോഡിയം ഹൈഡ്രജൻക്ലോറൈഡുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ സോഡിയം ക്ലോറൈഡും ഹൈഡ്രജൻ വാതകവും ഉണ്ടാകുന്നു. സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് വളരെ കുറച്ചു മാത്രമേ ഉണ്ടായിരിക്കുകയുള്ളു (ചെറിയ ക്രിസ്റ്റലുകളായിരിക്കും.) പ്രതിപ്രവർത്തനം പൂർത്തിയായെന്നു് ബോധ്യം വന്നാൽ അവശേഷിക്കുന്ന വാതകം അറ്റത്തുള്ള ടാപ്പുള്ള ഭാഗത്തിലാക്കുക. റബ്ബർകോർക്കു തുറന്നു കൊണ്ടു് വളവിലുള്ള ടാപ്പിൽക്കൂടി മെർക്കറി ചോർത്തി ഇരുഭാഗങ്ങളിലേയും ദ്രവകതലങ്ങൾ സമമാക്കുക. ഇപ്പോൾ വാതകമുള്ള കഴലിലെ തലം റബ്ബർവലയത്തിനു് സമമായി വരുന്നു എന്നു കാണാം. അതായതു് ബാക്കിയുള്ള വാതകത്തിനു് ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡിന്റെ പകുതി വ്യാപ്തമാണുള്ളതു്. ഈ വാതകം ഹൈഡ്രജൻ മാത്രമാണെന്നു് പരീക്ഷണം കൊണ്ടു് തെളിയിക്കാം.

സൂത്രം: പരീക്ഷണത്തിൽ നിന്നു്, ഒരു വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡിൽ $\frac{1}{2}$ വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജൻ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടെന്നു് മനസ്സിലാക്കാം. ഒരു വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡിൽ n തന്മാത്രകളുണ്ടെങ്കിൽ $\frac{1}{2}$ വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജനിൽ $\frac{n}{2}$ തന്മാത്രകളുണ്ടായിരിക്കും (അവൊഗാഡ്രോ നിയമം).

$\therefore$ n ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡു് തന്മാത്രകളിൽ $\frac{n}{2}$ ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്ര അടങ്ങിയിരിക്കും.

$\therefore$ 1 ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡു് തന്മാത്രയിൽ $\frac{1}{2}$ ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്ര ഉണ്ടു്. ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്രയിൽ രണ്ടു് അണുക്കളുള്ളതിനാൽ $\frac{1}{2}$ ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്ര=1 ഹൈഡ്രജൻ ആണു്.

$\therefore$ 1 ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡു് തന്മാത്രയിൽ ഒരു ഹൈഡ്രജൻ അണുവാണുള്ളതു്. അപ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡിന്റെ സൂത്രം HClx എന്നു് എഴുതാം. ഇനി x എത്രയാണെന്നു് നിർണയിച്ചാൽ മതി.

ബാഷ്പപീഡനതത്ത്വത്തിൽ നിന്നു് വാതകത്തിന്റെ തന്മാത്രാഭാരം 36.46 ആണെന്നു് നിർണയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്.

$\therefore$ HClx = 36.46

H = 1.008 ; Cl = 35.457

$\therefore$ 1.008 + x × 35.457 = 36.46

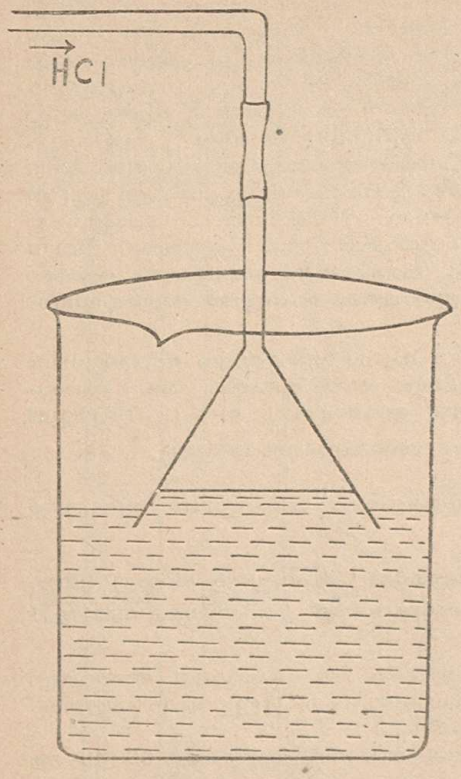
$$\therefore x = \frac{35.452}{35.457} \approx 1$$

$\therefore$ ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡിന്റെ സൂത്രം = HCl

കുറിപ്പു്: ഹൈഡ്രജൻ അയൊഡൈഡു്, ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡു് എന്നിവയുടെ സൂത്രം ഇതേ രീതിയിൽ നിർണയിക്കപ്പെട്ടതാണു്.

ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡു്

ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡിന്റെ ജലലായനിയാണു് ഇതു്. വാതകത്തിന്റെ ലേയത്വം വളരെ കൂടുതലാകയാൽ ചെറിയ കഴലുകളും വഴി വാതകം ജലത്തിൽ കടത്തിയാൽ പെട്ടെന്നു് ജലം കഴലിൽ പാഞ്ഞു കയറുന്നു. തന്മൂലം ജലം വാതകം നിർമിക്കുന്ന പാത്രത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു. ഇതു് അപകടമുണ്ടാക്കും. തന്മൂലം ചിത്രം 7_7 ൽ കാണുന്നതുപോലെയുള്ള ഉപകരണസജീകരണം ആവശ്യമാണു്.



ചിത്രം 7.7

ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിന്റെ ലാബറട്ടറിനിർമാണം

സോഡിയം ക്ലോറൈഡും സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡും തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടത്തി ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് നിർമിച്ച് (ചിത്രം 7_2) ഈ വാതകം വാറുജലത്തിൽ ലയിപ്പിച്ചാണ് ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാക്കുന്നത്. ലായനി പിന്നോട്ട് ചൂഷണം ചെയ്യപ്പെടാതിരിക്കാനതുകൊണ്ട മുൻകരുതൽ ആവശ്യമാണ് (ചിത്രം 7_7) ലായനി പൂരിതമാകുന്നതുവരെ വിലയനം നടത്തുമ്പോഴും സാന്ദ്ര ആസിഡ് ലഭിക്കുന്നു. വാതകം ലയിപ്പിക്കാനുള്ള മറ്റൊരു സജ്ജീകരണമാണ് ചിത്രം 7_8 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്.

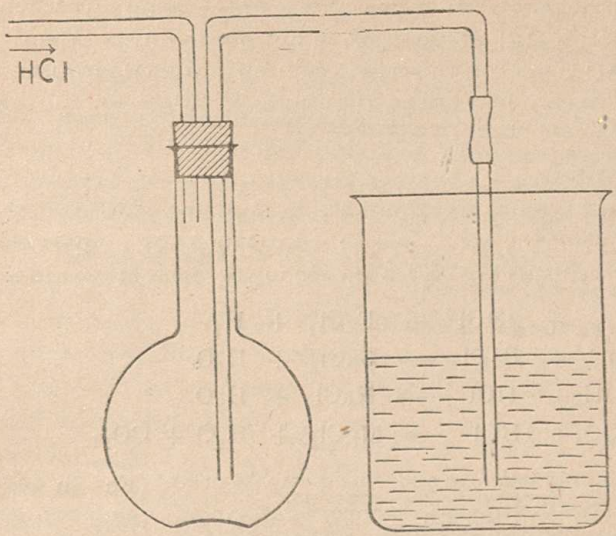
വൻതോതിലുള്ള ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് നിർമാണം

സോഡിയം കാർബണേറ്റ് നിർമാണത്തിനുള്ള ലെബ്ലാങ്ക് പ്രക്രിയയിലും കാസ്റ്റിക് സോഡാനിർമാണത്തിനുള്ള ഇലക്ട്രോളിറ്റിക് പ്രക്രിയകളിലും യഥാക്രമം ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ്, ക്ലോറിൻ (ഹൈഡ്രജനും) എന്നിവ ഉപോല്പന്നങ്ങളായി ലഭിക്കുന്നു.

(i) ലെബ്ലാങ്ക് പ്രക്രിയ: ഇതിൽ ആദ്യത്തെ ഘട്ടം സോഡിയം സൽഫേറ്റ് നിർമാണമാണ്. സോഡിയം ക്ലോറൈഡും സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡും തമ്മിൽ പ്രവർത്തിപ്പിച്ചാണ് സോഡിയം സൽഫേറ്റ് ലഭിക്കുന്നത്. കൂടെ ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$$

ഈ വാതകം ഓക്സീകരിച്ച് (ഡീക്കൻ പ്രക്രിയ) ക്ലോറിനാക്കുകയോ ജലത്തിലലിയിച്ച് ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡാക്കുകയോ ചെയ്യുന്നു (ലെബ്ലാങ്ക്



ചിത്രം 7_8

പ്രക്രിയ ഇപ്പോഴും അധികമായി ഉപയോഗിക്കാറില്ലെങ്കിലും അടുത്തകാലത്തു് ഈ പ്രക്രിയ തക്ക ഭേദഗതികളോടെ വീണ്ടും ഉപയോഗിക്കാനുള്ള സാധ്യതകളും ഉണ്ടായിട്ടുണ്ടു്).

(ii) കാസ്റ്റിക്സോഡാ നിർമാണത്തിനുള്ള കാസ്റ്റ്നർ കെൽനർ പ്രക്രിയ, ഗിബ്സ് പ്രക്രിയ, മുതലായവയിൽ (ക്ലോറിൻനിർമാണം നോക്കുക) ഹൈഡ്രജനും ക്ലോറിനും ഉപോല്പന്നങ്ങളായി ലഭിക്കുന്നു. ഇവയിൽ ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറീനിൽ കത്തിച്ചു് HCl ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഈ ജ്വലനം നീരാവിയുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ നടത്തി വാതകമിശ്രിതം തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് ലഭിക്കുന്നു.

ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിന്റെ ഗുണധർമങ്ങൾ

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

ശുദ്ധമായ ആസിഡു് നിറമില്ലാത്ത ദ്രാവകമാണു്. വ്യാവസായികആസിഡിനു് സാധാരണയായി നേരിയ മഞ്ഞനിറമുള്ളതു് അതിൽ അലിഞ്ഞിട്ടുള്ള അല്പം ഫെറിക് ക്ലോറൈഡുകൊണ്ടാണു് (അപദ്രവ്യം). സാന്ദ്ര ആസിഡ് വായുവിൽ പുകയുന്നു. ജലവുമായി ഏതനുപാതത്തിലും മിശ്രണീയമാണു്. ഇതിലുള്ള HCl-ന്റെ ശതമാനമനുസരിച്ചു് ആപേക്ഷികഘനത്വം അല്പസ്വല്പം വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കും (1.2—1.231). ഏതാണ്ടു് 39% വരെ HCl അടങ്ങിയിരിക്കും.

ഹൈഡ്രോഫ്ളൂറിക് ആസിഡിനെപ്പോലെ ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡും തിളപ്പിക്കുമ്പോൾ HCl (സാന്ദ്ര ആസിഡാണെങ്കിൽ) അഥവാ നീരാവി

(നേർത്ത ആസിഡാണെങ്കിൽ) നഷ്ടപ്പെട്ട് തിളനില ക്രമേണ വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. 20.24 ഭാരശതമാനം HCl അടങ്ങിയ ആസിഡ് ഉണ്ടാകുമ്പോൾ തിളനില സ്ഥിരമാകുന്നു (110°C). ഈ സാന്ദ്രതയുള്ള ആസിഡ് തിളപ്പിക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന ബാഷ്പത്തിനും അതേ സംഘടനമുള്ളതിനാൽ ആണ് തിളനില സ്ഥിരമായിരിക്കുന്നത്.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

1. ഇതു് ഒരു പ്രബല ആസിഡാണു്. ലോഹങ്ങളും, ലോഹഓക്സൈഡുകളും ലോഹഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളും, ലോഹകാർബണേറുകളും ഇവയുമായെല്ലാം പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുന്നു. ലോഹക്ലോറൈഡുകളും തൽഫലമായുണ്ടാകും.

$$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2$$
$$CaO + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O$$
$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$
$$MgCO_3 + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2O + CO_2$$

ഒന്നിലധികം ക്ലോറൈഡുകളുള്ള ലോഹങ്ങളിൽ നിന്നു് (Fe, Sn മുതലായവ) അവയുടെ ക്ലോറിൻ കുറവുള്ള ക്ലോറൈഡാണുണ്ടാകുന്നതു് (ലോഹവും ക്ലോറിനും തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ ക്ലോറിൻ കൂടുതലുള്ള ക്ലോറൈഡുണ്ടാകുന്നു).

$$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2$$
$$2Fe + 3Cl_2 \longrightarrow 2FeCl_3$$
$$Sn + 2HCl \longrightarrow SnCl_2 + H_2$$
(സ്റ്റാനസ് ക്ലോറൈഡ്)
$$Sn + 2Cl_2 \longrightarrow SnCl_4$$
(സ്റ്റാനിക് ക്ലോറൈഡ്)

ചെമ്പ്, സ്വർണം, പ്ലാറ്റിനം മുതലായ ലോഹങ്ങൾക്കു് ആസിഡിൽ പ്രവർത്തനമില്ല.

2. ലായനിയിൽ മിക്കവാറും പൂർണമായി അയണീകരിച്ച സ്ഥിതിയാണു് ($H^+ + Cl^-$). അതുകൊണ്ടു് HCl ലായനി വളരെ പ്രബലമായ ആസിഡാണു്. (H_2SO_4, HNO_3 എന്നിവയെക്കാളും പ്രബലം). അതേ കാരണത്താൽ ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിനു് വിദ്യുച്ചാലകതയും കൂടുതലായിരിക്കുന്നു.

3. ശക്തിയുള്ള ഓക്സീകാരകങ്ങളും കൊണ്ടു് സാന്ദ്ര ആസിഡിനെ ക്ലോറിനായി ഓക്സീകരിക്കാം. PbO_2, MnO_2, $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$ എന്നിവ കൊണ്ടു് ഓക്സീകരണം സാധ്യമാണു്. ('ക്ലോറിൻ' ഉല്പാദനം നോക്കുക).

4. ഓക്സീകരണത്താൽ നവജാതക്ലോറിൻ ഉണ്ടാകുന്ന അവസരങ്ങളിൽ ഉത്തമ ലോഹങ്ങളെപ്പോലും അലിയിക്കുന്നുള്ള കഴിവു് ഇതിനുണ്ടു്. സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് അതിന്റെ മൂന്നിലൊന്നു വ്യാപ്തം സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡുമായി കലത്തിക്കിട്ടുന്ന മിശ്രിതത്തിൽ പ്ലാറ്റിനം, സ്വർണം മുതലായവ അലിയുന്നു. ഈ ആസിഡ് മിശ്രിതം അക്വാറീജിയ എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

$$6HCl + 2HNO_3 \longrightarrow 2NOCl + 4H_2O + 4\,(Cl)$$
(നൈട്രോസിൽ ക്ലോറൈഡ്)

$$Pt + 4\,(Cl) \longrightarrow PtCl_4$$

5. മറ്റു് ആസിഡുകളുടെ ലവണങ്ങളുമായി ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ലവണത്തിലെ ആസിഡ് ദുർബലമാണെങ്കിൽ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഉദാഹരണമായി സോഡിയം അസെറേറ്റ് ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് ചേർത്തു് ചൂടാക്കുമ്പോൾ അസെറ്റിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$NaO.COCH_3 + HCl \longrightarrow CH_3COOH + NaCl$$
(അസെറ്റിക് ആസിഡ്.)

സോഡിയം ടെട്രാബോറേറ്റിൽ നിന്നു് ബോറിക് ആസിഡ് നിർമിക്കുന്നതിനും (''ബോറിക് ആസിഡ്'' നോക്കുക) സിലിക്കേറ്റുകളിൽ നിന്നു് സിലിസിക് ആസിഡ് നിർമിക്കുന്നതിൽ (''സിലിസിക് ആസിഡ്'' നോക്കുക) ഇത്തരം പ്രതിപ്രവർത്തനം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ക്ലോറൈഡുകൾ

ലോഹക്ലോറൈഡുകളും മറ്റു് അയോണികക്ലോറൈഡുകളും ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിന്റെ ലവണങ്ങളാണു്. (അലോഹക്ലോറൈഡുകളും ലവണങ്ങളല്ല. ഉദാ: CCl_4, S_2Cl_2, PCl_3, മുതലായവ) ഇത്തരം അയോണികക്ലോറൈഡുകളാണു് ഇവിടെ പരാമർശിക്കപ്പെടുന്നതു്.

പ്രായോഗികപ്രാധാന്യമുള്ള അനവധി ക്ലോറൈഡുകൾ ഉണ്ടു്. ഇവയിൽ ചിലതു് പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്നുണ്ടു്, ഉദാഹരണം: സോഡിയം ക്ലോറൈഡ്, പൊട്ടാസിയം ക്ലോറൈഡ്, മഗ്നീഷ്യം ക്ലോറൈഡ്. മറ്റുള്ളവ രാസപരിണാമങ്ങളിൽ കൂടി ഉണ്ടാക്കപ്പെടുന്നു. ലോഹവും ക്ലോറിനും തമ്മിലുള്ള സംയോജനം, ലോഹത്തിന്റെയും അതിന്റെ ഓക്സൈഡ്, കാർബണേറ്റ്, ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് മുതലായ യൗഗികങ്ങളുടെയും ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡുമായുള്ള പ്രവർത്തനം, ലോഹലവണവും മറേതെങ്കിലും ക്ലോറൈഡും തമ്മിലുള്ള ദ്വയവിഘടനം എന്നിങ്ങനെ പല തരത്തിലും ക്ലോറൈഡുകൾ നിർമിക്കാം. ചില ക്ലോറൈഡുകൾ നിർമിക്കുന്നതു് ലോഹഓക്സൈഡും കാർബണും ചേർന്ന മിശ്രിതം ചൂടാക്കി അതിൽകൂടി ക്ലോറിൻ വാതകം കടത്തിവിട്ടാണു്.

$$2Al + 3Cl_2 \longrightarrow 2AlCl_3$$
$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$$
$$ZnO + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2O$$
$$AgNO_3 + NaCl \longrightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$$
$$TiO_2 + 2C + 2Cl_2 \longrightarrow TiCl_4 + 2CO$$

ലോഹ ക്ലോറൈഡുകൾ പൊതുവെ സ്ഥിരതയുള്ളവയാണു്. ചൂടാക്കുമ്പോഴോ ജലത്തിൽ ലയിക്കുമ്പോഴോ മിക്കവയ്ക്കും രാസപരിണാമം സംഭവിക്കുന്നില്ല. സിൽവർ ക്ലോറൈഡ്, മെർക്കറസ് ക്ലോറൈഡ്, കപ്രസ് ക്ലോറൈഡ് എന്നിവ വളരെ തുഛമായ ലേയത്വമുള്ളവയാണു്.

മറ്റുള്ള മിക്കവാറും എല്ലാ ക്ലോറൈഡുകളും ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നു (അയോണിക ക്ലോറൈഡുകൾ).

[അലോഹക്ലോറൈഡുകളും അലോഹവും ക്ലോറിനും തമ്മിലുള്ള സംയോജനം കൊണ്ടോ മറ്റു വക്രമാർഗങ്ങളാംകൊണ്ടോ നിർമിക്കപ്പെടുന്നു. ഇവ ഹൈഡ്രോ ക്ലോറിക് ആസിഡിന്റെ വ്യൽപന്നങ്ങളല്ലാത്തതിനാൽ അതിൽ നിന്നും നിർമിക്കുവാൻ സാധ്യമല്ല. മിക്ക അലോഹക്ലോറൈഡുകളും ജലാപഘടനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. തൽഫലമായി അലോഹത്തിന്റെ ഒരു ആസിഡും ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡും (ജലം വേണ്ടത്രയുണ്ടെങ്കിൽ ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ്) ഉണ്ടാകുന്നു.

$$PCl_5 + 4H_2O \longrightarrow H_3PO_4 + 5HCl$$
$$SiCl_4 + 3H_2O \longrightarrow H_2SiO_3 + 4HCl$$

ചില അലോഹക്ലോറൈഡുകളും വളരെ സ്ഥിരതയുള്ളവയാണ്. ഇവ ജലാപഘടിതമാകുന്നില്ല.

ഉദാഹരണം: CCl_4, C_2Cl_6 മുതലായവ.

ക്ലോറൈഡുകൾക്കുള്ള ടെസ്റ്റുകൾ

(1) ക്ലോറൈഡിൽ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർക്കുമ്പോൾ നിറമില്ലാത്തതും വായുവിൽ പുകയുന്നതുമായ രൂക്ഷഗന്ധമുള്ള വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു (HCl). ഈ പുകയുന്ന വാതകത്തിനടുത്തു അമോണിയയിൽ മുക്കിയ ഒരു ഗ്ലാസ്ദണ്ഡ് കാണിക്കുമ്പോൾ ധാരാളം വെളുത്ത പുക ഉണ്ടാകുന്നു (NH_4Cl).

നനഞ്ഞ ഗ്ലാസ്ദണ്ഡ് വാതകത്തിൽ കാണിച്ചാൽ വെളുത്ത അഘക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നില്ല ((Cf: ഫ്ളൂറൈഡ്).

(2) ഇവയുടെകൂടെ മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡും സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡുംചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോൾ പച്ചകലർന്ന മഞ്ഞനിറമുള്ള ക്ലോറിൻ ഉണ്ടാകുന്നു. മണംകൊണ്ടും ഈ വാതകം തിരിച്ചറിയാം.

(3) ക്ലോറൈഡും പൊട്ടാസിയം ഡൈക്രോമേറ്റും സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡും കലർത്തിചൂടാക്കുമ്പോൾ ചുവന്ന ക്രോമൈൽ ക്ലോറൈഡ് ബാഷ്പം ഉണ്ടാകുന്നു. ടെസ്റ്റ് ട്യൂബിന്റെ ഉൾഭാഗത്തുള്ള തണുത്ത പാർശ്വങ്ങളിൽ ഈ ബാഷ്പം ഘനീഭവിച്ചു കടുംചുവപ്പുള്ള ക്രോമൈൽ ക്ലോറൈഡ് ദ്രാവകരൂപത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്നു. ദ്രാവകം ടെസ്റ്റ് ട്യൂബിന്റെ വശങ്ങളിൽ കൂടി കീഴോട്ട് ഒഴുകുന്നതു കാണാം.

$$4NaCl + 2H_2SO_4 \longrightarrow 2Na_2SO_4 + 4HCl$$
$$K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 + 4HCl \longrightarrow K_2SO_4 + 2CrO_2Cl_2 + 3H_2O$$

$$K_2Cr_2O_7 + 4NaCl + 3H_2SO_4 \longrightarrow 2Na_2SO_4 + K_2SO_4 + 2CrO_2Cl_2 + 3H_2O$$

(ക്രോമൈൽ ക്ലോറൈഡ്)

(4) ക്ലോറൈഡുകളുടെ ജലലായനിയിൽ സിൽവർ നൈട്രേറ്റ് ലായനി ചേർക്കുമ്പോൾ തൈരുപോലുള്ള വെളുത്ത സിൽവർ ക്ലോറൈഡ് അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ അവക്ഷേപം അമോണിയായിൽ ലയിക്കുന്നു നൈട്രിക് ആസിഡിൽ ലയിക്കുകയുമില്ല. (Cf: ഫ്ളൂറൈഡ്, ബ്രോമൈഡ്, അയഡൈഡ്)

(5) ക്ലോറൈഡ് ലായനിയിൽ ലെഡ് നൈട്രേറ്റ് ലായനി ചേർക്കുമ്പോൾ ലെഡ് ക്ലോറൈഡ് അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു. വെളുത്ത ഈ അവക്ഷേപം ജലം ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോൾ ലയിക്കുന്നു. ഈ ലായനി സാവധാനം തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ അവക്ഷേപം വീണ്ടും നല്ല ക്രിസ്റ്റലരൂപത്തിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു.

ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിന്റെ ഉപയോഗം

1. ലോഹപ്രതലം ശുചിയാക്കുന്നതിനു് (പ്രത്യേകിച്ചു് ഇരുമ്പുതകിടുകൾ).
2. ക്ലോറൈഡുകളുടെ ഉല്പാദനത്തിൽ
   (ഉദാ: NH_4Cl, $AlCl_3$, മുതലായവ)
3. ക്ലോറിൻനിർമാണത്തിനു് (ഈ രീതിയിൽ ഇപ്പോൾ ക്ലോറിൻ നിർമിക്കുന്നില്ല).
4. അക്വാറീജിയ ഉണ്ടാക്കാൻ
5. വ്യാവസായികപ്രക്രിയകളിൽ ലായിനികം അസിഡീകരിക്കാനും മറ്റും.
6. കാർബണിയ യൗഗികങ്ങളും നിർമിക്കാൻ
7. ലാബറട്ടറിയിൽ ഒരു പ്രധാനപ്പെട്ട റിയേജന്റു് ആയി.
8. ചുരുങ്ങിയ തോതിൽ ചില ഔഷധങ്ങളിൽ

ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡ് HBr

ഹൈഡ്രജനും ബ്രോമിനും തമ്മിൽ ഹൈഡ്രജനും ക്ലോറിനും തമ്മിലുള്ളതുപോലെയുള്ള ആസക്തിയില്ലാത്തതിനാൽ നേരിട്ടുള്ള അവയുടെ സംയോജനം കൊണ്ടു് ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡ് നിർമിക്കുന്നതു് എളുപ്പമല്ല. പ്രതിപ്രവർത്തനം ഉദ്ദേശിയമാണു് 200°C-ൽ കവിഞ്ഞ താപനിലയിൽ പ്ലാറിനത്തിന്റെ ഉൽപ്രേരണം കൊണ്ടു് $H_2—Br_2$ സംയോജനം ഭാഗികമായിട്ടാണെങ്കിലും സാധ്യമാണു്. എന്നാൽ നിർമാണവിധിയായി ഈ മാർഗം സൗകര്യപ്രദമല്ല.

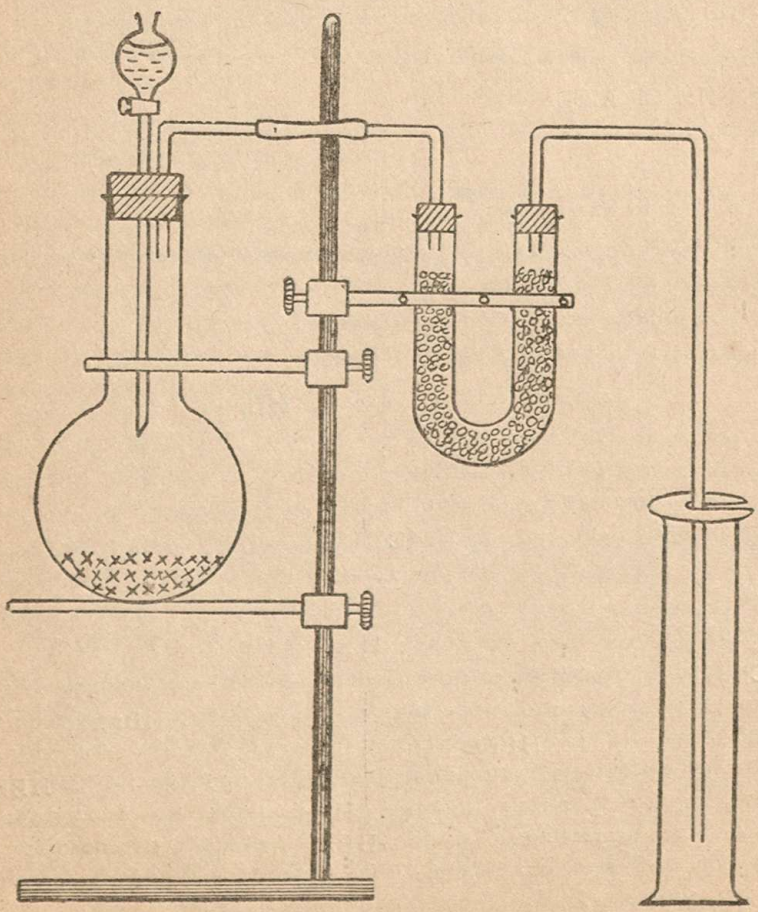
HCl, HF എന്നിവയുടെ നിർമാണം പോലെ ഒരു ലോഹബ്രോമൈഡും സാന്ദ്രസൽഫൂരിക് ആസിഡും തമ്മിൽ പ്രവർത്തിപ്പിച്ചുള്ള HBr ഉല്പാദനവും പ്രായോഗികമല്ല. കാരണം HBr ഉണ്ടാകുമെങ്കിലും അതു് സൽഫൂരിക് ആസിഡുകൊണ്ടു് ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ ബ്രോമിൻ ഉണ്ടാകുന്നു. അതിനാൽ HBr, Br_2 എന്നിവയുടെ മിശ്രിതമാണു് കിട്ടുന്നതു്. HBr-നെ ഓക്സീകരിക്കാത്ത ആസിഡുകളും കൊണ്ടു് ബ്രോമൈഡിൽ നിന്നു് HBr നിർമിക്കാം. ഉദാഹരണമായി ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡും സോഡിയം ബ്രോമൈഡും ചെർത്തു് ചൂടാക്കിയാൽ HBr ഉണ്ടാകുന്നു.

$$NaBr + H_3PO_4 \longrightarrow NaH_2PO_4 + HBr$$

അലോഹഹലൈഡുകളും ജലാപഘടനം ചെയ്യുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ ഹലൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ മാർഗമാണ് HBr നിർമാണത്തിനു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.

ലാബറട്ടറിനിർമാണം

ഫോസ്ഫറസ് ബ്രോമൈഡിന്റെ (PBr_3) ജലാപഘടനമാണ് ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡ് നിർമിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. എന്നാൽ ഈ യൗഗികം സ്ഥിരതയുള്ളതല്ല. അതിനാൽ അതുപയോഗിക്കേണ്ടിടങ്ങളിൽ ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസും ബ്രോമിനും ചേർന്ന മിശ്രിതം മതിയാകും. അപ്പോൾ ബ്രോമിൻ, ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ്, ജലം എന്നിവ തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടത്തി HBr വാതകം നിർമിക്കാം. എന്നാൽ അധികം ജലമുണ്ടെങ്കിൽ HBr അതിൽ ലയിച്ചുപോകും. അല്പം ജലവും ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസും തമ്മിൽ കഴച്ചുകിട്ടുന്ന മിശ്രിതത്തി



ചിത്രം 7_9

ലേക്ക് ദ്രവബ്രോമിൻ തുള്ളികളായി വീഴ്ത്തിയാണ് ഈ നിർമാണം സാധിക്കുന്നത്. PBr_3 മാധ്യമികയൗഗികമായി ഉണ്ടാകുന്നതായി കരുതാം.

$$2P + 3Br_2 \longrightarrow 2PBr_3$$

ഇത് ജലവുമായി പ്രവർത്തിച്ച് HBr ഉണ്ടാകുന്നു.

$$PBr_3 + 3H_2O \longrightarrow \underset{\text{(ഫോസ്ഫറസ് ആസിഡ്)}}{H_3PO_3} + 3HBr$$

ചിത്രം 7–9 ൽ കാണുന്ന ഉപകരണസജ്ജീകരണം ഈ നിർമാണത്തിനുപയോഗിക്കാം.

അടിയുരുണ്ട ഫ്ളാസ്കിൽ ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ്–ജലമിശ്രിതം എടുത്തിരിക്കുന്നു. ഫ്ളാസ്ക് രണ്ടു ദ്വാരങ്ങളുള്ള കോർക്ക് കൊണ്ട് അടച്ചിരിക്കുന്നു, ഒരു ദ്വാരത്തിൽകൂടി ഒരു ടാപ്ഫണലും മറ്റേതിൽകൂടി ഒരു വളഞ്ഞ ബഹിർഗമനക്കുഴലും ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ബഹിർഗമനക്കുഴൽ നനഞ്ഞ ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ് പൂരിതമായ ഗ്ലാസ്മുത്തുകൊണ്ട് നിറച്ചിട്ടുള്ള ഒരു U കുഴലിനോട് യോജിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. U കുഴലിനെ ഒരു പ്രധാനക്കുഴലിനോടും യോജിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.

ടാപ്ഫണലിൽ ദ്രാവകബ്രോമിൻ എടുത്തു, സാവധാനത്തിൽ തുള്ളികളായി ഫ്ളാസ്കിലെ മിശ്രിതത്തിലേക്ക് വീഴ്ത്തുന്നു പ്രതിപ്രവർത്തനം നടന്നു ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡ് വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു വാതകത്തിനോടുകൂടെ അല്പം ബ്രോമിൻ ബാഷ്പവും കലർന്നുള്ള മിശ്രിതം ഫ്ളാസ്കിൽ നിന്നും പുറത്തേക്ക് കടന്ന് U കുഴലിലെ നനവുള്ള ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസിൽകൂടി ഒഴുകുമ്പോൾ വാതകത്തിലുള്ള ബ്രോമിൻ മുഴുവനും പ്രവർത്തനവിധേയമായി ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡ് ആകുന്നു U കുഴലിൽ നിന്നും പുറത്തുവരുന്ന വാതകം ശുദ്ധമായ ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡായിരിക്കും. വായുവിനെക്കാൾ ഘനത്വംകൂടിയ ഈ വാതകം വായുവിനെ മാറ്റിപ്പോട്ട് വിസ്ഥാപിച്ച് വാതകജാറുകളിൽ സംഭരിക്കാം. ജാറിൽ വാതകം നിറയുമ്പോൾ അതിന്റെ വായിൽ ധാരാളം പുകയുണ്ടാകുന്നു അതിനാൽ നിറമില്ലാത്തതാണെങ്കിലും വാതകം നിറഞ്ഞോ എന്നു നിഷ്പ്രയാസം നിർണയിക്കാം.

പ്രതിപ്രവർത്തനം അല്പസമയം കഴിഞ്ഞു് അലസമാകുമ്പോൾ ഫ്ളാസ്ക് പെട്ടെന്നു ചൂടാക്കുന്നതു് നല്ലതാണു്.

ഇപ്രകാരം നിർമിക്കുന്ന വാതകത്തിൽ അല്പം ഈർപ്പം ഉണ്ടായിരിക്കും. വാതകത്തെ നിർജല കാൽസിയം ക്ലോറൈഡിൽകൂടി കടത്തിവിട്ടാൽ അതു് ശുദ്ധമാകും (ഈർപ്പം നീക്കുന്നതിനു് സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ഉപയോഗിച്ചാൽ HBr ഓക്സീകരിക്കപ്പെടും). ശുഷ്കമായ വാതകം മെർക്കറിക്ക് മീതെ ശേഖരിക്കാം.

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

നിറമില്ലാത്തതും എന്നാൽ ഈർപ്പമുള്ള വായുവിൽ ശക്തിയായി പുകയുന്നതുമായ വാതകമാണു്. രൂക്ഷമായ മണമുണ്ടു് (HCl, HF എന്നിവയോടു് സദൃശ

മായ മണം). ജലത്തിൽ വളരെയധികം ലേയത്വമുണ്ട്. ഘനത്വം വളരെ കൂടുതലാണ് (HCl-ന്റെ ഇരട്ടിയിലധികം).

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡുപോലെ തന്നെയുള്ള രാസഗുണധർമങ്ങളും ഇതിനും ഉണ്ട്. എന്നാൽ HBr രാസബന്ധത്തിന്റെ അസ്ഥിരസ്വഭാവം കൊണ്ട് ചില വ്യത്യാസങ്ങളും ഉണ്ട്.

1. **അസ്ഥിരത**: ഉന്നതതാപനിലയിൽ ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡ് വിഘടിക്കുന്നു.

$$2HBr \rightleftharpoons H_2 + Br_2$$

സൂര്യപ്രകാശത്തിൽ ഓക്സിജനുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ബ്രോമിൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$4HBr + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2Br_2$$

ഈ ഓക്സീകരണം നിർജലാവസ്ഥയിൽ ഉണ്ടാകുന്നില്ല.

2. **നിരോക്സീകരണസ്വഭാവം**: ബ്രോമിനു ഹൈഡ്രജനോട് ആസക്തി കുറവായതിനാൽ ഓക്സീകാരകങ്ങളുമായി HBr പ്രവർത്തിക്കുന്നു. തൽഫലമായി ബ്രോമിൻ ഉണ്ടാകുന്നു. ഉദാഹരണമായി സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡിൽ കൂടി HBr വാതകം കടത്തിവിടുമ്പോൾ ആസിഡ് സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് ആയി നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$2HBr \longrightarrow Br_2 + 2(H)$$
$$H_2SO_4 + 2(H) \longrightarrow 2H_2O + SO_2$$
$$2HBr + H_2SO_4 \longrightarrow 2H_2O + SO_2 + Br_2$$

ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡിനുള്ള ടെസ്റ്റുകൾ

1. നിറമില്ലാത്തതും ഈർപ്പമുള്ള വായുവിൽ പുകയുന്നതുമായ വാതകമാണിത്.
2. രൂക്ഷമായ മണം ഉണ്ട്.
3. അമോണിയാലായനിയിൽ മുക്കിയ ഗ്ലാസ് ദണ്ഡു കാണിച്ചാൽ ധാരാളം വെളുത്ത പുക ഉണ്ടാകുന്നു.
4. സിൽവർനൈട്രേറ്റ് ലായനിയിൽ മുക്കിയ ഗ്ലാസ് ദണ്ഡു കാണിച്ചാൽ മങ്ങിയ മഞ്ഞനിറമുള്ള അവക്ഷേപം (AgBr) ഉണ്ടാകും.
5. ഒരു ടെസ്റ്റ് ട്യൂബിൽ വാതകം നിറച്ച് ശക്തിയായി ചൂടാക്കുമ്പോൾ അല്പം ചുവപ്പുനിറം ഉണ്ടാകുന്നു (വിഘടനം കൊണ്ട് ബ്രോമിൻ ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ).

ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡിന്റെ സൂത്രം

ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡിന്റെ സൂത്രം നിർണയിക്കാൻ സോഡിയം അമാൽഗം ഉപയോഗിച്ചുള്ള ഒരു മാർഗം വിവരിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ (അന്യത്ര). ഇതേ വിധിപ്രകാരം ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡിന്റെയും സൂത്രം നിർണയിക്കാം.

ഹൈഡ്രോബ്രോമിക് ആസിഡ്

ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡിന്റെ ജലലായനിയാണിത്. ഹൈഡ്രോ ക്ലോറിക് ആസിഡ്പോലെ തന്നെ HBr വാതകം ജലത്തിൽ ലയിപ്പിച്ച് ഹൈഡ്

റോബ്രോമിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാക്കാം. അധികലേയത്വം കൊണ്ട് ലായനി ചൂഷണം ചെയ്യാതിരിക്കാനുള്ള സജ്ജീകരണം ഇതിലും ആവശ്യമാണ്.

ബ്രോമിൻ ജലത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ നിരോക്സീകരിച്ചും ഹൈഡ്രോബ്രോമിക് ആസിഡ് നിർമിക്കാം. ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ്, സൾഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് എന്നീ വാതകങ്ങളും ബ്രോമിനെ നിരോക്സീകരിക്കുന്നവയാണ്.

$$H_2S + Br_2 \longrightarrow 2HBr + S\downarrow$$
$$2H_2O + SO_2 + Br_2 \longrightarrow H_2SO_4 + 2HBr$$

H_2S ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ ആസിഡിന്റെ കൂടെ ഉണ്ടാകുന്ന സൾഫർ നിഷ്പ്രയാസം നീക്കാമെന്നുള്ളതിനാൽ ഈ വാതകമാണ് നിരോക്സീകരണത്തിനു കൂടുതൽ നല്ലത്.

ലാബറട്ടറിനിർമാണം: ഒരു വലിയ ഫ്ളാസ്കിൽ കുറെ ബ്രോമിൻ എടുത്ത് അതിൽ ധാരാളം ജലവുമൊഴിച്ച് ഇളക്കുക. മിശ്രിതത്തിൽ കൂടി മെല്ലെ H_2S വാതകം കടത്തിവിട്ടുകൊണ്ടിരിക്കുക. പ്രവർത്തനം പൂർത്തിയായാൽ ചുവന്ന നിറം ഇല്ലാതാകുമല്ലോ. അപ്പോൾ അവക്ഷിപ്തമായ സൾഫർ അരിച്ചുനീക്കിക്കിട്ടുന്ന ലായനി ഹൈഡ്രോബ്രോമിക് ആസിഡാണ്.

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

നിറമില്ലാത്ത ദ്രവമാണ്. എന്നാൽ നിറമില്ലാത്തകുപ്പികളിൽ വെച്ചിരുന്നാൽ ക്രമേണ മഞ്ഞനിറം ഉണ്ടാകുന്നു. പ്രകാശത്തിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ HBr ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് ബ്രോമിൻ ഉണ്ടാകുന്നതിനാലാണിത്. സാന്ദ്രമായ ആസിഡ് വായുവിൽ പുകയുന്നു. 47.5% HBr അടങ്ങിയ ലായനി സ്ഥിരതാപനിലയിൽ തിളയ്ക്കുന്നു. (Cf: HCl). (തിളപ്പിന്റ = 120°C).

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

ഹൈഡ്രോബ്രോമിക് ആസിഡ് പ്രബലമായ ഒരു മോണോ ബേസിക് ആസിഡാണ്. ഇതിന്റെ ലവണങ്ങളാണ് ബ്രോമൈഡുകൾ. ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിന്റെ എല്ലാ ഗുണങ്ങളും ഇതിനുമുണ്ട്.

ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിനെക്കാൾ എളുപ്പത്തിൽ ഈ ആസിഡിനെ ഓക്സീകരിച്ച് ബ്രോമിൻ ആക്കാം. ഉദാഹരണമായി സൂര്യപ്രകാശം ഏൽക്കുമ്പോൾ ആസിഡ് ക്രമേണ വായുവിലെ ഓക്സിജനുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

$$4HBr + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2Br_2$$

സൂര്യപ്രകാശമില്ലെങ്കിൽ ഈ ഓക്സീകരണം വളരെ സാവധാനത്തിലേ നടക്കുകയുള്ളൂ.

ഹൈഡ്രോബ്രോമിക് ആസിഡ് സാന്ദ്ര സൾഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോഴും ബ്രോമിൻ കിട്ടുന്നു (ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിനു സൾഫൂരിക് ആസിഡുമായി പ്രവർത്തനമില്ല).

$$2HBr + H_2SO_4 \longrightarrow 2H_2O + SO_2 + Br_2$$

ബ്രോമൈഡുകൾ:

അയോണിക ബ്രോമൈഡുകൾ ഹൈഡ്രോബ്രോമിക് ആസിഡിന്റെ ലവ

ണങ്ങളാണു്. ലോഹബ്രോമൈഡുകളും ഇക്കൂട്ടത്തിൽ പെടുന്നു(അലോഹബ്രോമൈഡുകളും ലവണങ്ങളല്ല. ഇവ HBr-ന്റെ വ്യൽപന്നങ്ങളല്ല) .

ക്ലോറൈഡുകളും നിർമിക്കാനുള്ള പൊതുമാർഗങ്ങളും ബ്രോമൈഡുകൾക്കും ബാധകമാണു്; പൊതുവെ ബ്രോമൈഡുകളും ക്ലോറൈഡുകളോളം സ്ഥിരതയില്ലാത്തവയാണു്. പൊട്ടാസിയം ബ്രോമൈഡു്, സിൽവർ ബ്രോമൈഡു് മുതലായവ വ്യാവസായികപ്രാധാന്യമുള്ളവയാണു്. സിൽവർ ബ്രോമൈഡു് ഫോട്ടോഗ്രാഫികപ്ലേറ്റുകളും ഫിലിമുകളും നിർമിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ബ്രോമൈഡുകൾക്കുള്ള ടെസ്റ്റുകൾ

1 ബ്രോമൈഡുകളിൽ സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡു് ചേർക്കുമ്പോൾ വായുവിൽ പുകയുന്ന നിറമില്ലാത്ത രൂക്ഷഗന്ധമുള്ള വാതകം (HBr) ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതിനെത്തുടർന്നു് ചുവന്ന ബ്രോമിൻ ബാഷ്പവും ഉണ്ടാകുന്നു

(cf: ക്ലോറൈഡു്)

ഉദാഹരണം: $2KBr + 2H_2SO_4 \longrightarrow 2KHSO_4 + 2HBr$

$2HBr + H_2SO_4 \longrightarrow 2H_2O + SO_2 + Br_2$

ഉല്പന്നമായ വാതകമിശ്രിതത്തിൽ ബ്രോമിൻ, ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡു്, SO_2 എന്നിവ ഉണ്ടെന്നു് പ്രയാസമില്ലാതെ മനസ്സിലാക്കാം. പുകയുന്ന വാതകമാണല്ലോ HBr. ബ്രോമിനു് ചുവന്ന നിറവും പ്രത്യേക മണവും ഉണ്ടു്. SO_2 നു് പ്രത്യേക മണമുണ്ടു്. ഈ മണം, മിശ്രിതത്തിൽ മറ്റു മണമുള്ള വാതകങ്ങളുള്ളതിനാൽ തിരിച്ചറിയാൻ പ്രയാസമാണു്. എന്നാൽ പൊട്ടാസിയം ഡൈക്രോമേറ്റ് ലായനിയിൽ മുക്കിയ ഒരു കഷണം ഫിൽറ്റർ പേപ്പർ വാതകത്തിൽ കാണിക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ നിറം പച്ചയാകുന്നതിൽ നിന്നു് SO_2 ന്റെ സാന്നിധ്യം പരിശോധിച്ചറിയാം.

2. ബ്രോമൈഡു്, MnO_2, സാന്ദ്ര H_2SO_4 എന്നിവ ചേർത്തു് ചൂടാക്കുമ്പോൾ ചുവന്ന ബ്രോമിൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

3. ബ്രോമൈഡു് ലായനിയിൽ സിൽവർ നൈട്രേറ്റു് ലായനി ചേർക്കുമ്പോൾ ഇളം മഞ്ഞനിറമുള്ള സിൽവർ ബ്രോമൈഡു് തൈരുപോലെയുള്ള അവക്ഷേപമായി ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ അവക്ഷേപം നൈട്രിക് ആസിഡിൽ ലയിക്കുന്നില്ല. വളരെയധികം സാന്ദ്രമായ അമോണിയ ലായനിയിൽ ലയിക്കുന്നു.

4. ബ്രോമൈഡു് ലായനിയിൽ ക്ലോറിൻ ജലവും അല്പം വെള്ളി കാർബൺ ടെട്രാക്ലോറൈഡും ചേർത്തു് കുലുക്കുമ്പോൾ കാർബൺ ടെട്രാക്ലോറൈഡു് പാടലത്തിന്റെ നിറം ചുവപ്പാകുന്നു. ബ്രോമിൻ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യപ്പെടുന്നതിനാലാണിതു്.

ഹൈഡ്രജൻ അയൊഡൈഡു് HI

ഹൈഡ്രജനും അയൊഡിനും തമ്മിലുള്ള പരസ്പരാസക്തി തുച്ഛമാണു്. അതിനാൽ, ഉന്നതതാപനിലയിൽ (ഉൽപ്രേരകങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ) ഹൈഡ്രജനും അയൊഡിൻ ബാഷ്പവും തമ്മിൽ ഉടനടിശീയമായി സംയോജിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും പ്രവർത്തനം അപൂർണമാണു്.

അയൊഡൈഡുകളിൽ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡിന്റെ പ്രവർത്തനവും HI നിർമാണത്തിനു പ്രായോഗികമല്ല. HI സൽഫൂരിക് ആസിഡിനെ നിരോക്സീകരിക്കുന്നു. H_2S, SO_2, I_2 ബാഷ്പം എന്നിവയുടെ മിശ്രിതമാണു ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്നതു.

ഓക്സീകാരകമല്ലാത്ത H_3PO_4 അയൊഡൈഡുകളുമായി പ്രവർത്തിച്ചു ഹൈഡ്രജൻ അയൊഡൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടു.

$$H_3PO_4 + KI \longrightarrow KH_2PO_4 + HI$$

ലാബറട്ടറിനിർമാണം

ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡ് നിർമിക്കുന്നതുപോലെ ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ്, അയൊഡിൻ, ജലം എന്നിവയുടെ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽനിന്നാണു HI ലഭ്യമാകുന്നതു. ഇവിടെ ഫോസ്ഫറസ് അയൊഡൈഡ് പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾക്കിടയിൽ ഉണ്ടാകുന്നതായി കരുതാം.

$$2P + 3I_2 \longrightarrow (2PI_3)$$

$$2(PI_3) + 6H_2O \longrightarrow 2H_3PO_3 + 6HI$$

$$2P + 3I_2 + 6H_2O \longrightarrow 2H_3PO_3 + 6HI$$

ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസും അയൊഡിനുംകൂടിയുള്ള മിശ്രിതത്തിൽ ജലം തുള്ളികളായി വീഴ്ത്തിയാണു HI നിർമിക്കുന്നതു. ഉപകരണസജ്ജീകരണം ചിത്രം 7_10 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

അടിയുരുണ്ട ഫ്ളാസ്കിൽ അയൊഡിനും ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസും കലർന്ന മിശ്രിതമാണെടുക്കുന്നതു; ടാപ്ഫണലിൽ ജലവും U കുഴലിൽ നനഞ്ഞ ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ് പൂരട്ടിയ ഗ്ലാസ്മുത്തുകളാണുള്ളതു.

ജലം തുള്ളികളായി വീഴ്ത്തുമ്പോൾ പ്രതിപ്രവർത്തനം ത്വരിതമായി നടക്കും (പ്രവർത്തനം അതിശീഘ്രമായാൽ ഫ്ളാസ്കു തണുത്തജലത്തിൽ അമഴ്ത്തി ശീതളമാക്കുക). അല്പം അയൊഡിൻബാഷ്പം കലർന്നിട്ടുള്ള ഹൈഡ്രജൻ അയൊഡൈഡ് ഫ്ളാസ്കിൽനിന്നു ബഹിർഗമിക്കുന്നു. ഇതു U കുഴലിൽ ഉള്ള നനഞ്ഞ ഫോസ്ഫറസിൽ കൂടി കടന്നുപോകുമ്പോൾ അയൊഡിൻബാഷ്പം പ്രതിപ്രവർത്തന വിധേയമായി HI ആയിത്തീരുന്നു. ഏറെക്കുറെ ശുദ്ധമായ ഈ വാതകം വായുവിനെ മേല്പോട്ടു വിസ്ഥാപിച്ചു സംഭരിക്കാം. ഈർപ്പം പൂർണമായും നീക്കം ചെയ്യുന്നതിനു നിർജല കാൽസിയംക്ലോറൈഡിൽ കൂടി വാതകം കടത്തിയാൽമതി. HI മെർകുറിയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാൽ മെർകുറിക്കു മീതെ ശേഖരിക്കാറില്ല. വായുവിന്റെ വിസ്ഥാപനം കൊണ്ടാണു ശേഖരിക്കുന്നതു.

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

മറ്റു ഹൈഡ്രജൻ ഹലൈഡുകളെപ്പോലെ നിറമില്ലാത്തതും ഈർപ്പമുള്ള വായുവിൽ പുകയുന്നതും രൂക്ഷമായ മണമുള്ളതുമാണിതു. 0°C ൽ അല്പം മർദിച്ചാൽ വാതകത്തെ ദ്രവീകരിക്കാം. വാതകത്തിനു കൂടിയ ആപേക്ഷികഘനത്വമാണു

ള്ളതു്. ജലത്തിൽ വളരെയധികം ലേയത്വമുണ്ടു്. ഇതിന്റെ ജലീയലായനിയാണു് ഹൈഡ്രൈഡികു് ആസിഡു്.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

HCl, HBr എന്നിവയോടു് സാദൃശ്യമുണ്ടെങ്കിലും HI-ലുള്ള അണുക്കൾ തമ്മിൽ സുദൃഢമായ ബന്ധമല്ല ഉള്ളതു്. തന്മൂലം HI നല്ല ഒരു നിരോക്സീകാരകമാണു്.

അസ്ഥിരസ്വഭാവം: സാധാരണ താപനിലയിൽ തന്നെ അല്പം വിഘടിച്ചിരിക്കുന്നു.

$$2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2$$

സൂര്യപ്രകാശമേൽക്കുമ്പോൾ ഈ വിഘടനം ശീഘ്രമായിത്തീരുന്നു.

വായുസമ്പർക്കത്തിൽ ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം സൂര്യപ്രകാശത്തിൽ വളരെവേഗത്തിൽ സംഭവിക്കുന്നു.

$$4HI + O_2 \longrightarrow 2H_2O + I_2$$

ഈ വാതകം ഓക്സിജനിൽ ജ്വലിക്കുന്നു. തൽഫലമായി നീരാവിയും അയഡിൻബാഷ്പവും ഉണ്ടാകുന്നു.

നിരോക്സീകരണസ്വഭാവം: അനായാസമായി വിഘടിച്ചു് നവജാത ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകാനിടയുള്ളതിനാൽ HI ശക്തിയുള്ള നിരോക്സീകാരകമാണു്.

സാന്ദ്ര സൽഫൂരികു് ആസിഡിനെ നിരോക്സീകരിച്ചു് SO_2, S, H_2S എന്നിവയാക്കുന്നു.

$$H_2SO_4 + 2HI \longrightarrow 2H_2O + SO_2 + I_2$$
$$H_2SO_4 + 6HI \longrightarrow 4H_2O + S\downarrow + 3I_2$$
$$H_2SO_4 + 8HI \longrightarrow 4H_2O + H_2S + 4I_2$$

അയൊഡൈഡുകളിൽ സാന്ദ്ര സൽഫൂരികു് ആസിഡു് ചേർക്കുമ്പോൾ ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളും നടക്കുന്നതിനാൽ ഉല്പന്നമായ വാതകമിശ്രിതത്തിൽ HI, SO_2 I_2, H_2S എന്നിവയുണ്ടാകും. പ്രതിപ്രവർത്തനമിശ്രിതത്തിൽ സൽഫർ അവക്ഷേപവും കാണാം.

HI വാതകം നിറച്ചിട്ടുള്ള ഒരു ജാറിൽ ചൂടുള്ള നൈടികു് ആസിഡുതുള്ളികൾ ഒഴിക്കുമ്പോൾ ഊർജസ്വലമായ രാസപ്രവർത്തനം കാരണം ജ്വാലയും വയലറ്റുനിറമുള്ള അയൊഡിൻബാഷ്പവും ഉണ്ടാകുന്നു

ടെസ്റ്റുകൾ

1. നിറമില്ലാത്ത രൂക്ഷഗന്ധമുള്ള വാതകം.
2. ഈർപ്പമുള്ള വായുവിൽ പുകയുന്നു.
3. അമോണിയാലായനിയിൽ മുക്കിയ ഒരു ഗ്ലാസ്ദണ്ഡു് കാണിച്ചാൽ ധാരാളം വെളുത്ത പുക ഉണ്ടാകുന്നു.
4. ഒരു തുള്ളി സിൽവർ നൈടേറ്റു് ലായനി ഗ്ലാസ്ദണ്ഡിന്റെ അറ്റത്തെടുത്തു് ഈ വാതകത്തിൽ കാണിക്കുമ്പോൾ ദണ്ഡിൽ മഞ്ഞനിറമുള്ള സിൽവർ അയൊഡൈഡ് അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.

5. ഒരു ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിൽ എടുത്ത് ശക്തിയായി ചൂടാക്കിയാൽ വിഘടനം കൊണ്ട് വയലറ്റ്നിറമുണ്ടാകുന്നു.

സൂത്രം

ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡിന്റെ സൂത്രം നിർണയിക്കാൻ ഉപയോഗിച്ച സോഡിയം അമാൽഗം മാർഗം ഇതിലും സ്വീകാര്യമാണ്. സൂത്രം HI എന്നു കിട്ടുന്നു.

ഹൈഡ്രയഡിക് ആസിഡ്

ഹൈഡ്രോബ്രോമിക് ആസിഡ് നിർമിക്കുന്നതുപോലെ തന്നെ ഇതും നിർമിക്കാം. HI വാതകം ചൂഷണമുണ്ടാകാത്ത വിധം ജലത്തിൽ ലയിപ്പിച്ചും അയൊഡിൻ നിരോക്സീകരിച്ചും ആണ് ഹൈഡ്രയഡിക് ആസിഡ് നിർമിക്കുന്നത്. സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡും ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡും അയൊഡിനെ ഹൈഡ്രയഡിക് ആസിഡായി നിരോക്സീകരിക്കുന്നു.

$$SO_2 + 2H_2O + I_2 \longrightarrow H_2SO_4 + 2HI$$
$$H_2S + I_2 \longrightarrow 2HI + S \downarrow$$

അടിവശം പരന്ന ഒരു ഫ്ളാസ്കിൽ പൊടിച്ച അയൊഡിൻ ജലത്തിൽ കലക്കി കിടക്കുന്ന നിലംബനം (Suspension) എടുത്ത് ഒരു ഗ്ലാസ് കുഴലിൽക്കൂടി ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡ് വാതകം സാവധാനത്തിൽ അതിലേയ്ക്ക് കടത്തിവിടുന്നു. ക്രമേണ അയൊഡിന്റെ നിറം മങ്ങിത്തുടങ്ങുന്നു. അതോടൊപ്പം മഞ്ഞനിറത്തിലുള്ള സൽഫർ അവക്ഷേപമായി കിടക്കുന്നു. അയൊഡിന്റെ നിറം നിശേഷം ഇല്ലാതാകുമ്പോൾ വാതകപ്രവാഹം നിറുത്തി, അവക്ഷേപം അരിച്ചുനീക്കി കിട്ടുന്ന ലായനി സോദനം ചെയ്യുമ്പോൾ ഹൈഡ്രയഡിക് ആസിഡ് കിട്ടുന്നു.

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

പുതുതായി നിർമിച്ച ആസിഡ് നിറമില്ലാത്തതായിരിക്കും. എന്നാൽ ക്രമേണ വിഘടനത്താൽ ഇവിടുന്നിറം ഉണ്ടാകുന്നു (അയൊഡിന്റെ നിറം). ഓക്സീകരണംകൊണ്ടും അയൊഡിനുണ്ടാകും. സാന്ദ്ര ആസിഡ് വായുവിൽ പുകയുന്നു. 57 ശതമാനം HI അടങ്ങിയ ജലലായനി സ്ഥിരമായ തിളനില ഉള്ളതാണ്. (126°C). (Cf. മറ്റ് ഹൈഡ്രോഹലിക് ആസിഡുകൾ).

ബ്രൗൺനിറമുള്ള ആസിഡ് ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ് ചേർത്ത് വാറ്റുമ്പോൾ നിറമില്ലാതാകുന്നു. ഫോസ്ഫറസ് അയൊഡിനെ HI ആക്കുന്നതിനാലാണിത്. ലാബറട്ടറിയിൽ ഈ ആസിഡ് ആവശ്യമുള്ളപ്പോൾ ഇപ്രകാരം ശുദ്ധീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

പ്രബലമായ ഒരു ആസിഡാണിത്. ആസിഡ്ഗുണധർമങ്ങൾ എല്ലാം ഇതിനുണ്ട്. ഇതിന്റെ ലവണങ്ങളാണ് (അയൊണിക) അയൊഡൈഡുകൾ.

വായുവിലുള്ള ഓക്സിജനുമായി സാവധാനത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. സൂര്യപ്രകാശത്തിൽ ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം വേഗത്തിൽ സംഭവിക്കും. ഉല്പന്നം അയൊഡിനാണ്.

$$4HI + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2I_2$$

ഈ ഓക്സീകരണംകൊണ്ടും വിഘടനംകൊണ്ടുമാണു് ആസിഡിനു് കാലപ്പഴക്കത്താൽ കറുത്തനിറം ഉണ്ടാകുന്നതു്. ബ്രൗൺകുപ്പികളിൽ ഈ ആസിഡ് സൂക്ഷിക്കപ്പെടുന്നതു് പ്രകാശം ഒഴിവാക്കാനാണു്.

അസ്ഥിരത കൊണ്ടു് ഇതു് നല്ല നിരോക്സീകാരകമാണു്. സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡിനെയും നൈട്രിക് ആസിഡിനെയും നിരോക്സീകരിക്കുന്നു.

കാർബണിക യൗഗികങ്ങളിലെ ഹൈഡ്രോക്സിൽഗ്രൂപ്പിനെ നിരോക്സീകരിക്കാനും വിസ്ഥാപനം ചെയ്യാനും ഈ ആസിഡിനു് കഴിവുണ്ടു്. ഹൈഡ്രയഡിക് ആസിഡിന്റെ പ്രത്യേക ഗുണധർമമാണിതു്.

അയൊഡൈഡുകൾ

ലോഹ അയൊഡൈഡുകളും (അയൊണിക അയൊഡൈഡുകളും) ഹൈഡ്രയഡിക് ആസിഡിന്റെ ലവണങ്ങളാണു്. പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡ്, സിൽവർ അയൊഡൈഡ് മുതലായവ വ്യവസായികപ്രാധാന്യമുള്ളവയാണു്. വെള്ളി, ലെഡ്, മെർക്കറി എന്നിവയുടെ അയൊഡൈഡുകളും കപ്രസ് അയൊഡൈഡും ഒഴികെയുള്ള മിക്ക അയൊഡൈഡുകളും ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നവയാണു്. ഇവയിൽ ലെഡ് അയൊഡൈഡിന്റെ നിറം മഞ്ഞയാണു്. ഇതു് ചൂടുവെള്ളത്തിൽ ലയിക്കുന്നു. ലായനി നിറമില്ലാത്തതാണു്.

അയൊഡൈഡുകൾക്കുള്ള ടെസ്റ്റുകൾ

1. അയൊഡൈഡുകളിൽ സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്തു് ചൂടാക്കുമ്പോൾ വയലറ്റ് നിറമുള്ള അയൊഡിൻബാഷ്പം ഉണ്ടാകുന്നു. വാതകം നന്നായി പുകയുന്നതുണ്ടായിരിക്കും. ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിലെ മിശ്രിതത്തിൽ സൽഫർ അവക്ഷേപമുണ്ടായിരിക്കും. വാതകമിശ്രിതത്തിൽ വയലറ്റ് നിറമുള്ള അയൊഡിനും പുകയുന്ന ഹൈഡ്രജൻ അയൊഡൈഡിനും പുറമേ സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ്, ചീഞ്ഞമുട്ടയുടെ ഗന്ധമുള്ള ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡ് എന്നീ വാതകങ്ങളും കൂടിയുണ്ടാകും. പുകയുന്ന സ്വഭാവത്താൽ HI-ന്റെയും വയലറ്റ് നിറം കൊണ്ടു് അയൊഡിന്റെയും മണംകൊണ്ടും പൊട്ടാസിയം ഡൈക്രോമേറ്റ്ലായനിയിൽ മുക്കിയ ഫിൽറ്റർപേപ്പർകഷണം വാതകത്തിൽ കാണിക്കുമ്പോൾ പച്ചനിറമുണ്ടാകുന്നതുകൊണ്ടും സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെയും, ലെഡ് അസെറേറ്റ് ലായനിയിൽ മുക്കിയ ഫിൽറ്റർ പേപ്പറിന്റെനിറം കറുപ്പാകുന്നതുകൊണ്ടു് ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡിന്റെയും സാന്നിധ്യം വാതകമിശ്രിതത്തിൽ ഉണ്ടെന്നു് തീരുമാനിക്കാം.

പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡിന്റെ ഉദാഹരണംകൊണ്ടു് ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളെ വ്യക്തമാക്കാം.

(1) $KI + H_2SO_4 \longrightarrow KHSO_4 + HI$

(2) $2HI + H_2SO_4 \longrightarrow 2H_2O + SO_2 + I_2$

(3) $6HI + H_2SO_4 \longrightarrow 4H_2O + S + 3I_2$

(4) $8HI + H_2SO_4 \longrightarrow 4H_2O + H_2S + 4I_2$

2. അയൊഡൈഡ് ലായനിയിൽ സിൽവർ നൈട്രേറ്റ് ലായനി ചേർത്താൽ ഇളം മഞ്ഞനിറമുള്ളതും നൈട്രിക് ആസിഡിലും അമോണിയാ ലായനിയിലും ലയിക്കാത്തതുമായ സിൽവർ അയൊഡൈഡ് അവക്ഷേപമായി ഉണ്ടാകും.

3. അയൊഡൈഡ് ലായനിയിൽ ലെഡ് നൈട്രേറ്റ് ലായനി ചേർക്കുമ്പോൾ സ്വർണനിറമുള്ള അവക്ഷേപമുണ്ടാകുന്നു (PbI_2). ഈ പദാർഥം വെള്ളം ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോൾ ലയിക്കുന്നു. ലായനിക്ക് നിറമില്ല. ഈ ലായനി സാവധാനം തണുക്കാനനുവദിച്ചാൽ സ്വർണത്തകിടിന്റെ തരികൾപോലെ തിളങ്ങുന്ന ലെഡ് അയൊഡൈഡ് ക്രിസ്റ്റലുകൾ വീണ്ടും പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു.

4. അയൊഡൈഡ് ലായനിയിൽ അല്പം ക്ലോറിൻവെള്ളവും അഞ്ചാറു തുള്ളി കാർബൺ ടെട്രാക്ലോറൈഡും ചേർത്തു കുലുക്കിയാൽ കാർബൺ ടെട്രാക്ലോറൈഡ് പാടലത്തിനു വയലറ്റ്നിറം ഉണ്ടാകുന്നു. അയൊഡൈഡിൽ നിന്നു ക്ലോറിൻ അയൊഡിനെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നതിനാലാണിതു്.

ഉപയോഗങ്ങൾ

കാർബണികരസതന്ത്രത്തിൽ ഒരു പ്രധാന നിരോക്സീകാരകമായി ധാരാളം ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. അനവധി കാർബണികയൗഗികങ്ങൾ നിർമിക്കാനും അവയുടെ വിശ്ലേഷണമായ പഠനത്തിനും HI വാതകവും ഹൈഡ്രയഡിക് ആസിഡും ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ടു്. ലബോറട്ടറിയിലെ ഒരു റിയേജന്റു് ആയും പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

അഭ്യാസം

1 ഹൈഡ്രജൻ ഹലൈഡുകൾ നിർമിക്കാനുള്ള പൊതു മാർഗങ്ങൾ ഏവ? സാധാരണമായി ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് നിർമിക്കുന്നതെങ്ങിനെ? ഈ മാർഗം HF, HBr, HI എന്നിവയുടെ നിർമാണത്തിനും ഉപയോഗിക്കാമോ എന്നു പരിശോധിക്കുക.

2. ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡിന്റെ സംഘടനം നിർണയിച്ചു് അതിന്റെ സൂത്രം വ്യൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നതെങ്ങിനെ? ഈ രീതിയിൽ തന്നെ മറ്റു് ഹൈഡ്രജൻ ഹലൈഡുകളുടെയും സൂത്രം നിർണയിക്കാമോ?

3. താഴെ പറയുന്ന വസ്തുതകൾ തെളിയിക്കാനുള്ള ഓരോ പരീക്ഷണങ്ങൾ വിവരിക്കുക:

a) ഹൈഡ്രജൻ അയൊഡൈഡ് ജലത്തിൽ വളരെയധികം ലയിക്കുന്നു.

b) ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡ് നിരോക്സീകരണസ്വഭാവം പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നു.

c) ഹൈഡ്രാ ഫ്ളൂറിക് ആസിഡ് ഗ്ലാസുമായി പ്രവർത്തിച്ചു് സിലിസിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകും.

d) സിൽവർ, കാൽസിയം എന്നിവയുടെ ഹലൈഡുകൾ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങളിൽ നിന്നു് ഒരു ഹലൈഡ് ഏതാണെന്നു് നിർണയിക്കാം.

4. HF, HCl, HBr,HI എന്നീ വാതകങ്ങൾ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡിൽ കടത്തി വിട്ടാൽ എന്തുണ്ടാകുന്നു?

5. ഗ്ലാസ് ഉപകരണങ്ങൾ നിക്ഷാരണംചെയ്യുന്നതെങ്ങിനെ? ഈ പ്രക്രിയയിൽ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഏവ?

അനുബന്ധം:

ഹാലൈഡുകൾ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ

പരീക്ഷണം	ഫ്ളൂറൈഡ്	ക്ലോറൈഡ്	ബ്രോമൈഡ്	അയൊഡൈഡ്
1. സാന്ദ്ര സൾഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്തു് അല്പം ചൂടാക്കുക. വാതകത്തിൽ നനഞ്ഞ ഗ്ലാസ്ദണ്ഡു് കാണിക്കുക.	നിറമില്ലാത്തതും വായുവിൽ പുകയുന്നതുമായ വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു. ടെസ്റ്റ് ട്യൂബിന്റെ മുകൾഭാഗത്തു് വെള്ളപ്പൊടി ഉണ്ടാകും. നനഞ്ഞ ഒരു ഗ്ലാസ്ദണ്ഡു് കാണിച്ചാൽ വെള്ളത്തിനിക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.	നിറമില്ലാത്തതും വായുവിൽ പുകയുന്നതുമായ വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു. നനഞ്ഞ ഗ്ലാസ്ദണ്ഡിൽ നിക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നില്ല	വായുവിൽ പുകയുന്ന വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു; തുടർന്നു് ചുവപ്പു നിറമുള്ള ബാഷ്പവും.	വയലറ്റ് നിറത്തിലുള്ള ബാഷ്പം ഉണ്ടാകുന്നു.
2. സാന്ദ്ര H_2SO_4, MnO_2 എന്നിവ ചേർത്തു് ചൂടാക്കുക.	മുകളിലുള്ളതു പോലെ ഉല്പന്നങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു	പച്ചകലർന്ന മഞ്ഞനിറമുള്ള വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതിൽ സ്റ്റാർച്ച്–അയൊഡൈഡ് പേപ്പറിന്റെ നിറം നീലയാകുന്നു.	ചുവപ്പുനിറമുള്ള വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു.	വയലറ്റ് നിറമുള്ള വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു.
3. ജലീയലായനിയിൽ $AgNO_3$ ലായനി ചേർക്കുക.	അവക്ഷേപമില്ല	തൈരുപോലെ വെളുത്ത അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകും. ഇതു് അധികം അമോണിയാ ലായനിയിൽ ലയിക്കും.	ഇളം മഞ്ഞനിറമുള്ളതും അമോണിയായിൽ അല്പവിലേയവുമായ അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകും.	മഞ്ഞനിറമുള്ളതും അമോണിയായിൽ അലേയവുമായ അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.

4. ജലലായനിയിൽ കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ്‌ലായനി ചേർക്കുക.	വെളുത്ത അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.	അവക്ഷേപമില്ല.	അവക്ഷേപമില്ല.	അവക്ഷേപമില്ല.
5. ജലലായനിയിൽ ക്ലോറിൻ ജലവും CCl_4 ഉം ചേർത്തു കുലുക്കുക.	വ്യത്യാസമൊന്നുമില്ല.	വ്യത്യാസമൊന്നുമില്ല.	CCl_4 പടലം ചുവപ്പാകുന്നു	CCl_4 പടലത്തിനു വയലറ്റ് നിറമുണ്ടാകുന്നു.
6. ജലലായനിയിൽ ലെഡ് നൈട്രേറ്റ് ചേർക്കുക	വെളുത്ത അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.	വെളുത്ത അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.	വെളുത്ത അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു	മഞ്ഞനിറമുള്ള അവക്ഷേപമുണ്ടാകുന്നു. ഇതു ചൂടുവെള്ളത്തിൽ ലയിച്ചു കിട്ടുന്ന നിറമില്ലാത്ത ലായനി തണുപ്പിച്ചാൽ സ്വർണംപോലെ തിളങ്ങുന്നക്രിസ്റ്റലുകളുണ്ടാകുന്നു.

6. സോഡിയം ഹലൈഡുകളും എല്ലാം നിറമില്ലാത്ത ക്രിസ്റ്റലനപദാർഥങ്ങളാണ്. ഇവ തമ്മിൽ എങ്ങിനെ തിരിച്ചറിയാം.

7. ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിന്റെ നിർമാണം, ഉപയോഗം എന്നിവയെ പറ്റി ഉപന്യസിക്കുക.

8. പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡിൽ നിന്നും താഴെ പറയുന്ന പദാർഥങ്ങളും നിർമിക്കാൻ നിങ്ങളും എന്തു ചെയ്യും?

a) അയൊഡിൻ b) പൊട്ടാസിയം ക്ലോറൈഡ് c) ഹൈഡ്രജൻ അയൊഡൈഡ് d) ലെഡ് അയൊഡൈഡ് ക്രിസ്റ്റലുകളും e) സിൽവർ അയൊഡൈഡ് f) ഹൈഡ്രയഡിക് ആസിഡ്.

9. താഴെപ്പറയുന്ന ഓരോ ജോഡി പദാർഥങ്ങളും തമ്മിലുമുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളും വിവരിക്കുക

(a) KI, H_2SO_4
(b) Br_2, ക്ലോറിൻജലം
(c) H_2S, ക്ലോറിൻജലം
(d) CaF_2, H_2SO_4
(e) SiF_4, ജലം
(f) PCl_5, ജലം

10. ഹൈഡ്രജൻ ഹലൈഡുകളും തമ്മിലുള്ള പ്രധാന സാദൃശ്യങ്ങളും ഏവ? അവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങളും ഏവ?

11. മൂന്നു വാതകജാറുകളിൽ യഥാക്രമം HCl, HBr, HI എന്നീ വാതകങ്ങളും നിറച്ചിരിക്കുന്നു എന്നാൽ ഒന്നിലും ലേബൽ ഇല്ല. ഓരോന്നിലും ഏതു വാതകമാണെന്നു നിങ്ങളും എങ്ങിനെ കണ്ടുപിടിക്കും?

12. 25 ഗ്രാം സോഡിയം ബ്രോമൈഡിൽ നിന്നു കിട്ടുന്ന ബ്രോമിൻ മുഴവനും H_2S ഉപയോഗിച്ച് ഹൈഡ്രോബ്രോമിക് ആസിഡ് ആക്കിയപ്പോൾ ആസിഡിന്റെ സാന്ദ്രത 25 ഗ്രാം / 100 മില്ലി ആയിരുന്നു. ആകെ എത്ര വ്യാപ്തം ആസിഡ് ലഭിച്ചു? ഈ ആസിഡിന്റെ നോർമാലിറ്റി എത്ര? ഈ പ്രക്രിയകളിലെ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളും വിശദമാക്കുക.

13. ഹൈഡ്രയഡിക് ആസിഡ് സാധാരണ തവിട്ടുനിറമുള്ളതായി കാണുന്നു. എന്തുകൊണ്ട്?

ഇതിൽ നിന്നും ശുദ്ധമായ ആസിഡ് നിങ്ങളും എങ്ങിനെ നിർമിക്കും? പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളും വ്യക്തമാക്കുക.

14 സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിനും സാധാരണമായി നോർമാലിറ്റി 10 മുതൽ 12 വരെയാണ്. ഇതിൽ HCl ന്റെ ശതമാനം എത്ര?

1 ലി 2N ആസിഡ് ഉണ്ടാക്കുന്നതെങ്ങിനെ.

15. ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് സേവനം ചെയ്യുമ്പോൾ എന്തു സംഭവിക്കുന്നു എന്നു വിവരിക്കുക.

8

ഹലജനുകളുടെ ഓക്സൈഡുകളും ഓക്സി ആസിഡുകളും

ഹലജനുകളും ഉയർന്ന വിദ്യുത് ഋണതയുള്ള മൂലകങ്ങളാണല്ലോ. അതിനാൽ സ്വാഭാവികമായി ഇവയ്ക്ക് വിദ്യുത്ധനമൂലകങ്ങളുമായി സംയോജിക്കാൻ വളരെയധികം പ്രവണതയുണ്ടായിരിക്കും. എങ്കിലും വിദ്യുത്-ഋണമൂലകങ്ങളുമായും ഇവ സംയോജിക്കുന്നുണ്ട്. ഇത്തരം യൗഗികങ്ങൾക്ക് പ്രായേണ സ്ഥിരത കുറഞ്ഞിരിക്കുമെന്നും പ്രതീക്ഷിക്കാം. വിദ്യുത് ഋണമായ ഓക്സിജനുമായി സംയോജിച്ചുണ്ടാകുന്ന ഹലജൻ ഓക്സൈഡുകളിൽ ഈ വസ്തുത പ്രകടമാണ്. ഹലജൻ ഓക്സൈഡുകൾ അനവധിയുണ്ട്. ഇവ ഒന്നും തന്നെ പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്നില്ല. ലാബറട്ടറിയിൽ നിർമിക്കാവുന്ന ഈ യൗഗികങ്ങളിൽ മിക്കതും അധികനാൾ സൂക്ഷിക്കാൻപോലും പാറാത്തവിധം അസ്ഥിരങ്ങളാണ്. എന്നാൽ അയൊഡിൻ ഓക്സൈഡുകൾക്ക് സ്ഥിരതയുണ്ട്. ഹലജനുകളിൽ വിദ്യുത് ഋണസ്വഭാവം ഏറ്റവും കുറവുള്ളതു് അയൊഡിനാണല്ലോ. ഹലജനുകളുടെ ഹൈഡ്രജൻ യൗഗികങ്ങളിൽ ഏറ്റവും സ്ഥിരത കൂടിയതു് ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡും ഏറ്റവും സ്ഥിരത കുറഞ്ഞതു് ഹൈഡ്രജൻ അയൊഡൈഡുമാണ്. എന്നാൽ ഓക്സിജനുമായുള്ള യൗഗികങ്ങളുടെ സ്ഥിരത ഫ്ളൂറിൻ യൗഗികങ്ങൾ മുതൽ കൂടിവരുന്നു.

ഹലജൻ ഓക്സൈഡുകൾ ഒന്നുംതന്നെ നേരിട്ടുള്ള സംയോജനംകൊണ്ടുണ്ടാകുന്നില്ല. എന്നാൽ അയൊഡിൻ ഓക്സൈഡ് അയൊഡിനും ഓസോണും തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്.

ഹലജൻ ഓക്സൈഡുകളിൽ പലതും ആസിഡ് അൻഹൈഡ്രൈഡുകളാണ്. അതായതു് അവ ജലത്തിൽ ലയിച്ച് ഓക്സി ആസിഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഇപ്രകാരമല്ലാത്ത ഓക്സൈഡുകളുമുണ്ട്. ഫ്ളൂറിനുമാത്രം ഓക്സി ആസിഡുകൾ ഒന്നുമില്ല.

ഫ്ളൂറിൻ ഓക്സൈഡുകൾ

ഫ്ളൂറിനു് രണ്ട് ഓക്സൈഡുകളാണുള്ളതു്.

1. ഫ്ളൂറിൻ മോണോക്സൈഡ്- F_2O

വളരെ നേർത്ത (2 %) സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനിയിൽ കൂടി സാവധാനത്തിൽ ഫ്ളൂറിൻ കടത്തിവിടുമ്പോൾ ഈ വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2F_2 + 2NaOH \longrightarrow 2NaF + H_2O + F_2O$$

നിറമില്ലാത്ത ഈ വാതകം സാമാന്യമായി ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നു. ലായനിക്കു് ആസിഡു് സ്വഭാവമില്ല. ഈ വാതകം എളുപ്പത്തിൽ വിയോജിച്ചു് മൂലകങ്ങളാകുന്നു.

$$2F_2O \longrightarrow 2F_2 + O_2$$

ലോഹങ്ങളിലും അലോഹങ്ങളിലും F_2O പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ അതാതിന്റെ ഓക്സൈഡുകളും ഫ്ളൂറൈഡുകളും ഉണ്ടാകുന്നു.

പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡു് ലായനിയിൽ നിന്നു് F_2O അയൊഡിനെ മുക്തമാക്കുന്നു.

$$F_2O + 4KI + H_2O \longrightarrow 2KF + 2KOH + 2I_2$$

2. ഡൈഫ്ളൂറിൻ ഡൈഓക്സൈഡു്, F_2O_2.

വളരെ കുറഞ്ഞ മർദത്തിലും താപനിലയിലും ഫ്ളൂറിൻ–ഓക്സിജൻ മിശ്രിതത്തിൽ കൂടി വിദ്യുത്സ്ഫുലിംഗങ്ങൾ കടത്തിവിടുമ്പോൾ F_2O_2 ഉണ്ടാകുന്നു. —95°C–ൽ മിതമായി പൂർണമായി വിയോജിക്കുന്ന വളരെ അസ്ഥിരമായ ഒരു യൗഗികമാണിതു്. ദ്രാവകരൂപത്തിൽ ഇതിനു് ചുവപ്പുനിറമുണ്ടു്.

ക്ലോറിന്റെ ഓക്സൈഡുകളും ഓക്സി ആസിഡുകളും

ക്ലോറിന്റെ ഓക്സൈഡുകളും അവയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ആസിഡുകളും താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന പട്ടികയിൽ കാണാം :

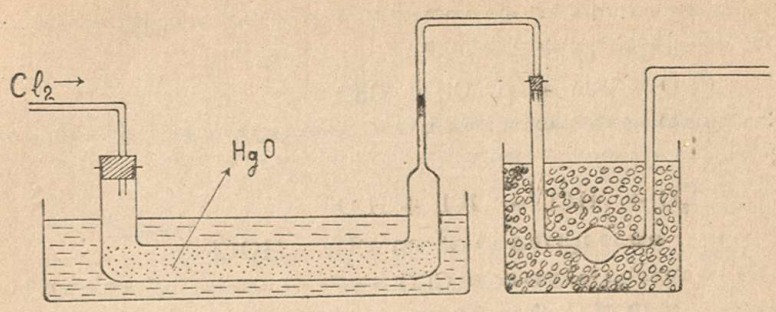
ഓക്സൈഡു്	സൂത്രം	ബന്ധപ്പെട്ട ആസിഡു്	സൂത്രം
ക്ലോറിൻ മോണോ ഓക്സൈഡു്	Cl_2O	ഹൈപോക്ലോറസു് ആസിഡു്	$HOCl$
ക്ലോറിൻ ഡൈ ഓക്സൈഡു്	ClO_2	(i) ക്ലോറസു് ആസിഡു് (ii) ക്ലോറിക് ആസിഡു്	$HClO_2$ $HClO_3$
ക്ലോറിൻ ഹെക്സോ ഓക്സൈഡു്	Cl_2O_6	———	———
ക്ലോറിൻ ഹെപ്റ്റോ ഓക്സൈഡു്	Cl_2O_7	പെർക്ലോറിക് ആസിഡു്	$HClO_4$

ക്ലോറിൻ മോണോക്സൈഡു്, Cl_2O

നിർമാണം: ഈർപ്പമില്ലാത്ത ക്ലോറിൻവാതകം അവക്ഷിപ്തമെർക്കറിക് ഓക്സൈഡിൽ കൂടി കടത്തിവിട്ടാണു് ഈ പദാർഥം നിർമിക്കുന്നതു്. മെർക്കറിക് ഓക്സൈഡു് മഞ്ഞനിറമുള്ളതും ഉപയോഗത്തിനു് തൊട്ടുമുമ്പു് 300—400°C ൽ ചൂടാക്കപ്പെട്ടതുമായിരിക്കണം.

$$2Cl_2 + 2HgO \longrightarrow HgCl_2 \cdot HgO + Cl_2O$$

ചിത്രം 8—1–ലെപ്പോലെ ഉപകരണങ്ങൾ സജ്ജീകരിക്കുക.



ചിത്രം 8—1

ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ പ്രത്യേക ആകൃതിയിലുള്ള ഗ്ലാസ് കഴലിൽ മഞ്ഞ മെർക്കറിക് ഓക്സൈഡ് എടുക്കുക. ഈ കഴൽ ഐസ്ജലത്തിൽ ആണിട്ടിരിക്കുന്നതു്. ഇതിൽ കൂടി ശ്രദ്ധയോടുകൂടിയ ക്ലോറിൻ സംവിധാനം കടത്തിവിട്ടുമ്പോൾ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടന്നു് ക്ലോറിൻ മോണോക്സൈഡും ക്ലോറിനും കലർന്നു മിശ്രിതം ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ വാതകമിശ്രിതം ശീതളനമിശ്രിതത്തിൽ തഴുത്തിയിട്ടിരിക്കുന്ന മറ്റൊരു കഴലിൽ കൂടി കടന്നുപോകുമ്പോൾ Cl_2O മാത്രം ദ്രവീഭവിച്ചു് അവിടെ സംഭരിക്കപ്പെടുന്നു. ക്ലോറിൻ ദ്രവീഭവിക്കാതെ കടന്നുപോകുന്നു പരീക്ഷണം കഴിയുമ്പോൾ ദ്രാവകം നിറഞ്ഞ കഴൽ ചെറുചൂടുള്ള വെള്ളത്തിൽ വെയ്ക്കുമ്പോൾ Cl_2O ബാഷ്പീഭവിക്കുന്നു. ഈ വാതകം വായുവിനെ മേൽപോട്ടു് വിസ്ഥാപിച്ചു് വാതകജാറുകളിൽ സംഭരിക്കാം.

ഗുണധർമങ്ങൾ: സാധാരണ താപനിലയിൽ ഓറഞ്ചുനിറമുള്ള വാതകമാണു് ക്ലോറിൻ മോണോക്സൈഡു്. രൂക്ഷമായ മണമുണ്ടു്. തണുപ്പിച്ചാൽ ദ്രവീഭവിക്കുന്നു. ഓറഞ്ചു നിറമുള്ള ഈ ദ്രാവകത്തിന്റെ തിളനില $-2°C$ ആണു്.

ജലത്തിൽ ഈ വാതകം ലയിക്കുന്നു. ലായനി ഹൈപോക്ലോറസ് ആസിഡാണു്.

$$Cl_2O + H_2O \longrightarrow 2HOCl$$

ഇതു് ഒരു അസ്ഥിരയൗഗികമാണു്. സാധാരണ താപനിലയിൽ തന്നെ മൂലകങ്ങളായി വിയോജിക്കുന്നു.

$$2Cl_2O \longrightarrow 2Cl_2 + O_2$$

ഉയർന്ന താപനിലയിൽ വിയോജനം സ്ഫോടനത്തോടുകൂടിയാണു് നടക്കുന്നതു്.

കാർബണിക യൗഗികങ്ങളുടെ സമ്പർക്കംകൊണ്ടും ഈ മാതിരി വിയോജനം സംഭവിക്കും.

Cl_2O അതിശക്തമായ ഓക്സീകാരകമാണു്. വിഘടിച്ചുകിട്ടുന്ന ഓക്സീകാരകങ്ങളായ നവജാതക്ലോറിനും നവജാതഓക്സിജനുമാണു് ഇതിനു കാരണം.

ചൂടാക്കിയ ഒരു ചെമ്പുകമ്പി ഈ വാതകത്തിൽ ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് കോപ്പർക്ലോറൈഡും കോപ്പർഓക്സൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Cl_2O + 2Cu \longrightarrow CuCl_2 + CuO$$

ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് വാതകവുമായി കലർത്തുമ്പോഴും ഓക്സീകരണം നടക്കുന്നു

$$Cl_2O + 2HCl \longrightarrow 2Cl_2 + H_2O$$

ഹൈപ്പോക്ലോറസ് ആസിഡ് HOCl

മുകളിൽ സൂചിപ്പിച്ചതുപോലെ Cl_2O ജലത്തിൽ ലയിപ്പിച്ച് ഈ ആസിഡ് ഉണ്ടാക്കാം. എന്നാൽ Cl_2O കൈകാര്യം ചെയ്യാനുള്ള വിഷമതകൊണ്ട് ഈ മാർഗം പ്രായോഗികമല്ല.

മഞ്ഞ മെർക്കറിക് ഓക്സൈഡ് ജലത്തിൽ കലക്കികിട്ടുന്ന നിലംബനത്തിൽകൂടി സാവധാനത്തിൽ ക്ലോറിൻ കടത്തിവിട്ടാൽ ഈ ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2Cl_2 + 2HgO + H_2O \longrightarrow HgO \cdot HgCl_2 \downarrow + 2HOCl$$

ഉല്പന്നമായ മെർക്കറിക് ഓക്സിക്ലോറൈഡ് ജലത്തിൽ ലയിക്കാത്ത പദാർഥമായതിനാൽ ഇതിനെയും അധികമുള്ള HgO നെയും അരിച്ച് നീക്കാം. ഇങ്ങനെ ഹൈപ്പോക്ലോറസ് ആസിഡിന്റെ നേർത്ത ലായനി കിട്ടുന്നു.

ലാബറട്ടറിനിർമാണം: ബ്ലീച്ചിംഗ് പൗഡർ നേർത്ത ആസിഡുകളുമായി പ്രവർത്തിപ്പിച്ചാണ് സാധാരണ HOCl ലായനി നിർമിക്കുന്നത്. കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ പ്രവർത്തനവും ഉപയോഗിക്കാം.

$$2Ca(OCl)Cl + 2HNO_3 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + CaCl_2 + 2HOCl$$

$$2Ca(OCl)Cl + H_2O + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + CaCl_2 + 2HOCl$$

ഒരു ബീക്കറിൽ കുറെ ജലം എടുത്ത് പാലുപോലെ ഒരു നേർത്ത കുഴമ്പു കിട്ടത്തക്കവണ്ണം അതിൽ ബ്ലീച്ചിംഗ് പൗഡർ ചേർത്ത് ഇളക്കുക. താപനില താണിരിക്കുന്നതിനായി ഇതിൽ കുറെ ഐസ് കഷണങ്ങൾകൂടി ഇടുക. മിശ്രിതത്തിൽകൂടി കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് കടത്തിവിടുക. അവക്ഷേപം അരിച്ചുനീക്കിക്കിട്ടുന്ന നിസ്യന്ദം കുറഞ്ഞ മർദത്തിൽ വാറ്റുമ്പോൾ ഹൈപ്പോക്ലോറസ് ആസിഡ് ലായനി സോദകമായി കിട്ടുന്നു.

ഗുണധർമങ്ങൾ: ലായനിരൂപത്തിൽ മാത്രം അറിയപ്പെട്ടുന്ന ആസിഡാണിത്. ലായനിയുടെ സാന്ദ്രത 25 ശതമാനത്തിൽ കൂടിയാൽ വിയോജനമുണ്ടാകുന്നു. ഈ സാന്ദ്രതയിൽ ലായനിക്ക് മഞ്ഞനിറമുണ്ട്.

ചൂടാക്കിയോ സൂര്യപ്രകാശമടിപ്പിച്ചോ ഇതിനെ വിയോജിപ്പിക്കാം.

$$2HOCl \longrightarrow 2HCl + O_2$$

വിയോജനത്തിൽ നവജാത ഓക്സിജനുണ്ടാകുന്നതിനാൽ ഇത് ഒരു ഓക്സീകാരകമാണ്. സാധാരണ താപനിലയിലും ഓക്സീകരണം നടക്കുന്നു.

ഉദാഹരണങ്ങൾ:

(i) $NH_3 + 3HOCl \longrightarrow 3HCl + 3H_2O + N_2$

(ii) $HCl + HOCl \rightleftharpoons H_2O + Cl_2$

(iii) $2K1 + 2HOCl \longrightarrow 2KCl + H_2O + I_2$

HOCl ലായനി ഒരു നല്ല വിവർണീകാരകമാണ്. വളരെ നേർത്ത ലായനി ക്കുപോലും വിവർണീകരണശേഷിയുണ്ട്. ക്ലോറിനെപോലെ നിറമുള്ള വസ്തുക്ക ളെ ഇതു് നശിപ്പിക്കുന്നില്ല.

ഇതു് ഒരു ദുർബല ആസിഡാണു്. Mg, Al, Fe മുതലായ ചില ലോഹങ്ങൾ ഇതിൽ ലയിക്കുന്നു. H_2 വിസ്ഥാപിതമാകുന്നു.

$$Mg + 2HOCl \longrightarrow Mg(OCl)_2 + H_2$$

ഈ ആസിഡിന്റെ ലവണങ്ങളാണു് ഹൈപ്പോക്ലോറൈറ്റുകൾ.

HOCl ന്റെ നേർത്ത ലായനി വിലപിടിച്ച വസ്തുക്കളെ വിവർണീകരിക്കാനു പയോഗിക്കുന്നു.

ഹൈപ്പോക്ലോറൈറ്റുകൾ

സോഡിയം, പൊട്ടാസിയം, കാൽസിയം എന്നീ ലോഹങ്ങളുടെ ഹൈപോ ക്ലോറൈറ്റുകൾ പ്രധാന്യമുള്ളവയാണു്. നേർത്ത ആൽക്കലികളിൽക്കൂടി ക്ലോറിൻ കടത്തിവിട്ടാണു് ഇവ നിർമിക്കുന്നതു് ഇലക്ട്രോളിറ്റിക് ഓക്സീകരണം കൊണ്ടും ഇവയുണ്ടാക്കപ്പെടുന്നു. ഇവയെല്ലാം ഓക്സീകാരകങ്ങളും വിവർണീകാര കങ്ങളുമാണു്. ശക്തിയായി ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഇവയെല്ലാം വിയോജിച്ചു് ക്ലോറൈ ഡും ഓക്സിജനും ഉണ്ടാകുന്നു. നിയന്ത്രിതമായി ചൂടാക്കുമ്പോൾ സോഡിയം ഹൈ പോക്ലോറൈറ്റു് ക്ലോറൈഡും ക്ലോറേറ്റുമായി പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്നു.

$$3NaClO \longrightarrow 2NaCl + NaClO_3$$
$$2NaClO \longrightarrow 2NaCl + O_2$$

ബ്ലീച്ചിംഗ് പൗഡർ HOCl, HCl എന്നീ ആസിഡുകളുടെ വ്യൽപന്നമാണു്. ഉണങ്ങിയ ചുണ്ണാമ്പിൽക്കൂടി ക്ലോറിൻ കടത്തിവിടുമ്പോഴാണു് ഈ പദാർഥം ഉണ്ടാകുന്നതു്.

$$Ca(OH)_2 + Cl_2 \longrightarrow CaCl(OCl)\cdot H_2O$$

ഇലക്ട്രോണികസൂത്രം

ക്ലോറിൻ മോണോക്സൈഡിന്റെ ഇലക്ട്രോണികസംരചന നേരത്തെ ചർച്ച ചെയ്തിട്ടുണ്ടു് (ഒന്നാംഭാഗം—അദ്ധ്യായം 12). ഇതിന്റെ സംരചന ചുരുക്കത്തിൽ Cl—O—Cl എന്നു് എഴുതാം.

ഇതുമായി വളരെ സാമ്യമുള്ളതാണു് ഹൈപോക്ലോറസ് ആസിഡിന്റെ സംരചന. Cl_2O യിൽ ഒരു ഓക്സിജൻ അണുവിനോടു് രണ്ടു Cl അണുക്കളും സഹ സാംയോജകമായി ബന്ധിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. HOCl ൽ ഒരു O അണുവിനോടു് ഒരു H അണുവും ഒരു Cl അണുവും സഹസംയോജകമായി ബന്ധിക്കപ്പെട്ടിരി ക്കുന്നു: അതായതു് H—O—Cl എന്ന സംരചനയാണിതിനുള്ളതു്. പൂർണമായ ഇലക്ട്രോണികസംരചന ഇതിൽ നിന്നു് നിഷ്പ്രയാസം എഴുതാവുന്നതാണു്.

ക്ലോറിൻ ഡൈഓക്സൈഡ് ClO_2

ഈ വാതകത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പ്രസ്താവന നേരത്തേതന്നെയുണ്ടായിരുന്നെങ്കിലും 1815-ൽ ഡേവിയാണ് ഇതു് ക്ലോറിന്റെ ഓക്സൈഡാണെന്നു് തെളിയിച്ചതു്. പലതരത്തിലും നിർമിക്കാമെങ്കിലും സ്ഫോടനം ചെയ്യാവുന്ന ഒരു വാതകമായതിനാൽ ഇതിനെ ഒരിക്കലും ശേഖരിച്ചു വെക്കാറില്ല.

നിർമാണം: സാന്ദ്ര സൽഫൂരികു് ആസിഡും പൊട്ടാസിയം ക്ലോറേറ്റും തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ ClO_2 ഉണ്ടാകുന്നു.

$$3KClO_3 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 3KHSO_4 + 3HClO_3 \text{ (ക്ലോറികു് ആസിഡു്)}$$
$$3HClO_3 \longrightarrow HClO_4 + 2ClO_2 + H_2O \text{ (പെർക്ലോറികു് ആസിഡു്)}$$
$$3KClO_3 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 3KHSO_4 + HClO_4 + 2ClO_2 + H_2O$$

സാന്ദ്ര സൽഫൂരികു് ആസിഡു് ഹിമീകരണമിശ്രിതത്തിൽവെച്ചു് തണുപ്പിച്ച ശേഷം അതിലേക്കു് അല്പാല്പമായി പൊട്ടാസിയംക്ലോറേറ്റു് ചേർത്തു് ഇളക്കിക്കിട്ടുന്ന കൊഴുത്തദ്രവം സൂക്ഷിച്ചു് 40-50°C താപനിലയുള്ള ജലത്തിൽവെച്ചു് ചൂടാക്കുമ്പോൾ ClO_2 വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു. വായുവിനെ മേല്പോട്ടു് വിസ്ഥാപിച്ചു് ശേഖരിക്കാം.

90°C-ൽ ചൂടാക്കിയ സിൽവർ ക്ലോറേറ്റിനുമീതെ ഈർപ്പം ഒട്ടുമില്ലാത്ത ക്ലോറീൻ കടത്തിവിട്ടു ClO_2 നിർമിക്കാം.

$$2AgClO_3 + Cl_2 \longrightarrow 2AgCl + 2ClO_2 + O_2$$

വാതകമിശ്രിതം ഹിമീകരണമിശ്രിതത്തിൽമുക്കി തണുപ്പിച്ച U-കുഴലിൽക്കൂടി കടത്തിവിട്ടു ClO_2 മാത്രം ദ്രവീകരിച്ചു് ശേഖരിക്കാം.

ഗുണധർമങ്ങൾ: നല്ല മഞ്ഞനിറമുള്ള ഈ വാതകത്തിനു് രൂക്ഷമായ മണമുണ്ടു്. തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ ചുവന്ന ദ്രാവകമാകുന്നു (തിളനില = 11°C). ജലത്തിൽ ലേയതയുമുണ്ടു്.

വെറുതെയിരിക്കുമ്പോൾ പോലും സ്ഫോടനം ചെയ്യുകയാവുന്ന അപകടകാരിയാണു് ClO_2 വിയോജനം സംഭവിക്കുമ്പോൾ ക്ലോറിനും ഓക്സിജനും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2ClO_2 \longrightarrow Cl_2 + 2O_2$$

ഇതിന്റെ ജലലായനിയിൽ ക്ലോറസ് ആസിഡും ക്ലോറികു് ആസിഡും ഉണ്ടു്

$$2ClO_2 + H_2O \longrightarrow HClO_2 + HClO_3$$

ആൽക്കലിലായനിയിൽ ClO_2 അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുമ്പോൾ ക്ലോറൈറ്റും ക്ലോറേറ്റും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2ClO_2 + 2NaOH \longrightarrow NaClO_2 + NaClO_3 + H_2O$$

ഇക്കാരണങ്ങളാൽ ClO_2 ക്ലോറസ്, ക്ലോറികു് എന്നീ ആസിഡുകളുടെ മിശ്ര അൻഹൈഡ്രൈഡു് ആണെന്നു് കരുതാം.

വളരെ ശക്തിയുള്ള ഒരു ഓക്സീകാരകമാണു് ClO_2. പല പദാർഥങ്ങളും ഇതിന്റെ സമ്പർക്കത്തിൽ സ്ഫോടനത്തോടുകൂടി ജ്വലിച്ചു് തീവ്രമായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു. താഴെപ്പറയുന്ന പരീക്ഷണങ്ങളും ഈ വസ്തുത തെളിയിക്കുന്നു.

പരീക്ഷണം 1: കുറെ പഞ്ചസാരയും പൊട്ടാസിയം ക്ലോറേറ്റും പൊടിച്ച് കലർത്തിക്കിട്ടുന്ന മിശ്രിതം ഒരു മണൽ ബാത്തിൽ വെയ്ക്കുക. സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡിൽ മുക്കിയ ഒരു ഗ്ലാസ് ദണ്ഡുകൊണ്ട് മിശ്രിതത്തിൽ സ്പർശിക്കുമ്പോൾ പെട്ടെന്നുള്ള ജ്വലനവും ചിലപ്പോൾ ചെറിയ സ്ഫോടനവും ഉണ്ടാകും. $KClO_3$ സൽഫൂരിക് ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിച്ചുണ്ടാകുന്ന ClO_2 പഞ്ചസാരയെ ഓക്സീകരിക്കുന്നതിനാലാണിത്. പഞ്ചസാരയിലെ കാർബൺ CO_2 ആയിത്തീരുന്നു.

$$2ClO_2 + 2C \longrightarrow 2CO_2 + Cl_2$$

ജ്വലനം തുടങ്ങാൻ മാത്രമേ ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം ആവശ്യമുള്ളൂ. തുടർന്നുള്ള ജ്വലനം $KClO_3$യിലുള്ള ഓക്സിജൻ നടത്തിക്കൊള്ളും.

പരീക്ഷണം 2: ഒരു ബീക്കറിൽ ജലമെടുത്തതിന്റെ ചുവട്ടിൽ ഒന്നോ രണ്ടോ പൊട്ടാസിയം ക്ലോറേറ്റ് ക്രിസ്റ്റലുകളും ഇട്ടുകൊടുക്കുക (ക്രിസ്റ്റൽ അലിയുന്നതുവരെ) ഇതിനടുത്തായി ഒരു ചെറിയ കഷണം വെള്ളത്ത ഫോസ്ഫറസും (ജലത്തിനടിയിൽ) വെയ്ക്കുക. ഒരു ഗ്ലാസ്കുഴലിൽ കൂടിയോ ത്രിസിൽ ഫണലിൽ കൂടിയോ ഏതാനും തുള്ളി സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് $KClO_3$ൽ വീഴത്തക്കവണ്ണം ഒഴിക്കുക. ജലത്തിനടിയിൽവെച്ച് സ്ഫോടനത്തോടുകൂടി ഫോസ്ഫറസ് ജ്വലിക്കുന്നതു കാണാം.

$$10ClO_2 + 8P \longrightarrow 4P_2O_5 + 5Cl_2$$

P_2O_5 ജലത്തിൽ ലയിച്ച് ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് ആയിത്തീരും.

ClO_2 ആസിഡീകരിച്ച പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡ് ലായനിയിൽ നിന്നും അയൊഡിൻ മുക്തമാക്കുന്നു.

$$2ClO_2 + 10HI \longrightarrow 5I_2 + 2HCl + 4H_2O$$

ക്ലോറസ് ആസിഡ് $HClO_2$

ഈ ആസിഡ് ശുദ്ധജലത്തിൽ നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ല. ലായനിരൂപത്തിലും ലവണങ്ങളായും അറിയപ്പെടുന്നു.

നിർമാണം: ബേരിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനിയിൽ കൂടി ClO_2 കടത്തിവിടുമ്പോൾ ബേരിയം ക്ലോറൈറ്റും ബേരിയം ക്ലോറേറ്റും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2Ba(OH)_2 + 4ClO_2 \longrightarrow Ba(ClO_2)_2 + Ba(ClO_3)_2 + 2H_2O$$

ഈ ലവണങ്ങളടങ്ങിയ ലായനിയിൽനിന്ന് ലേയത്വം കുറവുള്ള ബേരിയം ക്ലോറേറ്റ് ആംശികമായി ക്രിസ്റ്റലീകരിച്ച് നീക്കാം. ശേഷിക്കുന്ന ബേരിയം ക്ലോറൈറ്റ് ലായനിയിൽ ആവശ്യത്തിനു മാത്രം നേർത്ത സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്തിളക്കുമ്പോൾ ബേരിയം സൽഫേറ്റ് അവക്ഷേപമായും ക്ലോറസ് ആസിഡ് ലായനിയിലും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Ba(ClO_2)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 \downarrow + 2HClO_2$$

അവക്ഷേപം അരിച്ചുമാറ്റുമ്പോൾ ക്ലോറസ് ആസിഡ് ലായനി കിട്ടുന്നു.

ഈ ആസിഡിന്റെ ലവണങ്ങളാണ് ക്ലോറൈറ്റുകൾ. ഇവയിൽ ലെഡ് ക്ലോറൈറ്റ് ഉപയോഗമുള്ള പദാർഥമാണ്. ഇതും പഞ്ചസാരയും ചേർന്ന മിശ്രിതം മർദം ഏൽക്കുമ്പോൾ പൊട്ടിത്തെറിക്കുന്നു, അതിനാൽ ഈ മിശ്രിതം ഡി

റെഗുലേറ്റർ (സ്പോടനപ്രേരകം) ആയി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ക്ലോറിക് ആസിഡ് $HClO_3$

ഇതും അസ്ഥിരമാണു്. ബേരിയം ക്ലോറേറ്റ് ലായനിയിൽ ആവശ്യത്തിനു മാത്രം നേർത്ത സൽഫൂരിക് ആസിഡു് ചേർത്തു് ഇതിന്റെ ലായനി നിർമിക്കാം.

$$Ba(ClO_3)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 \downarrow + 2HClO_3$$

തെളിയൂറിയോ അരിച്ചോ ആസിഡു് ലായനി അവക്ഷേപത്തിൽ നിന്നു് വേർതിരിക്കാം.

ഈ ലായനി കുറഞ്ഞ മർദത്തിൽ വാറ്റിച്ചു് സാന്ദ്രീകരിക്കാം. എന്നാൽ 40 % ൽ കൂടുതൽ സാന്ദ്രീകരിക്കുന്നതു് സാദ്ധ്യമല്ല.

ഗുണധർമങ്ങൾ: സാന്ദ്രമായ (40 %) ക്ലോറിക് ആസിഡു് കൊഴുത്തതും നിറമില്ലാത്തതുമായ ദ്രാവകമാണു്. നൈട്രിക് ആസിഡിനെ അനുസ്മരിപ്പിക്കുന്ന മണമാണിതിനുള്ളതു്.

അസ്ഥിരമായ ഈ ആസിഡു് ഉയർന്ന താപനിലയിൽ പെർക്ലോറിക് ആസിഡു്, ക്ലോറിൻ, ഓക്സിജൻ എന്നിവയായി വിയോജിക്കുന്നു.

$$3HClO_3 \longrightarrow HClO_4 + H_2O + Cl_2 + 2O_2$$

നിയന്ത്രിതമായി ചൂടാക്കുമ്പോഴും സ്വയം ഓക്സീകരണ–നിരോക്സീകരണങ്ങൾക്കു വിധേയമായി $HClO_4$, ClO_2 എന്നിവയുണ്ടാകുന്നു.

$$3HClO_3 \longrightarrow HClO_4 + H_2O + 2ClO_2$$

ക്ലോറിക് ആസിഡു് ശക്തമായ ഒരു ഓക്സീകാരകമാണു്. പഞ്ഞി, കടലാസു് മുതലായവ ഇതിന്റെ സമ്പർക്കത്തിൽ ഓക്സീകരണംകൊണ്ടു് ജ്വലിക്കുന്നു. ഇതേ കാരണത്താൽ ഇതു് ശക്തമായ ഒരു വിഘടനീകാരകവുമാണു്.

ദുർബലമായ ഒരു ആസിഡു് ആണു് $HClO_3$. Mg, Zn മുതലായ ലോഹങ്ങൾ ഇതിൽനിന്നു് ഹൈഡ്രജൻ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യും.

$$Mg + 2HClO_3 \longrightarrow Mg(ClO_3)_2 + H_2$$

ഇതിന്റെ ലവണങ്ങളാണു് ക്ലോറേറ്റുകൾ. പൊട്ടാസിയം ക്ലോറേറ്റ്, ബേരിയം ക്ലോറേറ്റ് മുതലായവ വെടിമരുന്നുകളിലും മറ്റും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ക്ലോറിൻ ഹെപ്റ്റോക്സൈഡ് Cl_2O_7

ക്ലോറിന്റെ ഓക്സൈഡുകളിൽവെച്ചു് ഏറ്റവും സ്ഥിരത ഇതിനാണുള്ളതു്. പെർക്ലോറിക് ആസിഡിന്റെ അൻഹൈഡ്രൈഡാണിതു്.

നിർമാണം

പെർക്ലോറിക് ആസിഡിനെ ഫോസ്ഫറസ് പെന്റോക്സൈഡു കൊണ്ടു് നിർജലീകരിച്ചാണു് ഈ ഓക്സൈഡ് നിർമിക്കുന്നതു്.

$$2HClO_4 + P_2O_5 \longrightarrow 2HPO_3 + Cl_2O_7$$

$$-H_2O$$

$$(2HClO_4 \longrightarrow Cl_2O_7)$$

ഒരു റിട്ടോർട്ടിൽ ഫോസ്ഫറസ് പെന്റോക്സൈഡു് എടുത്തു് ശീതീകരണമിശ്രിതത്തിൽവെച്ചു് തണുപ്പിച്ചുകൊണ്ടു് ($-10°C$) പെർക്ലോറിക് ആസിഡു്

വളരെ സാവധാനത്തിൽ തുള്ളികളായി ചേർക്കുക. എട്ടുപത്തു തുള്ളി ആസിഡ് ഒഴിച്ചശേഷം ഇളക്കിക്കൊണ്ടു റിട്ടോർട്ട്— 10°C വരെ തണുത്തതിനുശേഷമേ വീണ്ടും ആസിഡ് ഒഴിക്കാൻ പാടുള്ളൂ. റിട്ടോർട്ട് ഒരു ദിവസം മുഴുവനും തണുപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കണം. അപ്പോഴാണ് മാത്രമേ നിർജലീകരണം പൂർത്തിയാകുകയുള്ളൂ. ഇതിനുശേഷം ഒരു ജലബാഥിൽ വെച്ച് ചൂടാക്കി സേദനം ചെയ്യുമ്പോൾ Cl_2O_7 ബാഷ്പമായി കിട്ടുന്നു. ശീതീകരണമിശ്രിതത്തിൽവെച്ചു തണുപ്പിച്ച ഗ്രാഹിയിൽ ഈ പദാർഥം ശേഖരിക്കാം.

ഗുണധർമങ്ങൾ: നിറമില്ലാത്തതും എണ്ണ പോലെയുള്ളതുമായ ഒരു ദ്രാവകമാണ് ക്ലോറിൻ ഹെപ്റോക്സൈഡ്. തിളനില 82°C. സാവധാനത്തിൽ ജലത്തിൽ ലയിച്ച് പെർക്ലോറിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Cl_2O_7 + H_2O \longrightarrow 2HClO_4$$

ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ക്ലോറിനും ഓക്സിജനുമായി വിഘടിക്കുന്നു.

$$2Cl_2O_7 \longrightarrow 2Cl_2 + 7O_2$$

വൃത്തിയാക്കിയ പാത്രങ്ങളിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം മന്ദഗതിയിൽ നടന്നേക്കാം; എന്നാൽ അല്പമെങ്കിലും അപദ്രവ്യങ്ങൾ പാത്രത്തിലുണ്ടെങ്കിൽ വിയോജനം സ്ഫോടനത്തോടുകൂടി നടക്കും.

മറ്റു ക്ലോറിൻ ഓക്സൈഡുകളെപ്പോലെ ഇതും ഓക്സീകാരകമാണ്; എന്നാൽ അത്രയ്ക്കു ശക്തിയില്ലാത്തതാണ്.

ഈ യൗഗികത്തിൽ ക്ലോറിന്റെ സംയോജകത 7 ആണെന്നുള്ളതു പ്രസ്താവ്യമാണ്.

പെർക്ലോറിക് ആസിഡ് $HClO_4$

ക്ലോറിന്റെ ഓക്സിആസിഡുകളിൽ ഏറ്റവും സ്ഥിരതയുള്ളതും ശുദ്ധരൂപത്തിൽ നിർമിക്കാവുന്നതുമാണ് ഈ ആസിഡ്. ക്ലോറിക് ആസിഡ് ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഈ ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു എന്നുള്ളതും ഇതിന്റെ ആപേക്ഷികമായ സ്ഥിരതയെ കാണിക്കുന്നു.

$$3HClO_3 \longrightarrow HClO_4 + H_2O + 2ClO_2$$

നിർമാണം: പൊട്ടാസിയം പെർക്ലോറേറ്റിൽ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോൾ പെർക്ലോറിക് ആസിഡ് കിട്ടുന്നു.

$$KClO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow HKSO_4 + HClO_4$$

$KClO_4$, സാന്ദ്ര H_2SO_4 എന്നിവ ഒരു റിട്ടോർട്ടിൽ എടുത്തു സാവധാനം സേദനം ചെയ്യുമ്പോൾ $HClO_4$ ബാഷ്പമുണ്ടാകുന്നു. ജലത്തിൽ തണുപ്പിച്ച ഗ്രാഹിയിൽ ആസിഡ് ദ്രാവകരൂപത്തിൽ സംഭരിക്കുന്നു.

ഗുണധർമങ്ങൾ: ശുദ്ധമായ (100%) പെർക്ലോറിക് ആസിഡ് വായുവിൽ പുകയുന്ന നിറമില്ലാത്ത ദ്രവമാണ്. ജലവുമായി ഏതനുപാതത്തിലും മിശ്രണീയമാണ്. ജലത്തിൽ ലയിക്കുമ്പോൾ സീൽക്കാരശബ്ദവും ധാരാളം ചൂടും ഉണ്ടാകുന്നു. സാന്ദ്ര ആസിഡ് ദേഹത്തിൽ വീണാൽ പൊള്ളൽ ഉണ്ടാകും. ശുദ്ധമാ

ണെങ്കിൽ തിളപ്പിച്ചാലും വിഘടനം ഉണ്ടാകുന്നില്ല. എന്നാൽ അപദ്രവ്യങ്ങളുടെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ സ്പോടനത്തോടുകൂടി വിഘടിച്ചേക്കാം.

$$HClO_4 \longrightarrow HCl + 2O_2$$

ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ശക്തമായ ഓക്സീകാരകമാണു്; എന്നു തന്നെയല്ല ഊർജസ്വലതയാൽ ഇത്തരം പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ സ്ഫോടനം ഉണ്ടാകാം. വിവർണീകരണ സ്വഭാവമില്ല.

ക്ലോറിന്റെ ഏറ്റവും പ്രബലമായ ആസിഡാണു് പെർക്ലോറിക് ആസിഡു്. മറ്റു് ഏതു് ആസിഡിന്റെയും ലവണലായനികളിൽ നിന്നു് ആ ആസിഡിനെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു.

$$KCl + HClO_4 \longrightarrow KClO_4 + HCl$$

$$CuSO_4 + 2HClO_4 \longrightarrow Cu(ClO_4)_2 + H_2SO_4$$

എല്ലാ ആസിഡ് ഗുണധർമങ്ങളും ഇതിനുണ്ടു്.

പെർക്ലോറേറ്റുകൾ

പെർക്ലോറിക് ആസിഡിന്റെ ലവണങ്ങളാണു് പെർക്ലോറേറ്റുകൾ. ആസിഡിൽ നിന്നും, ക്ലോറേറ്റുകളുടെ താപവിയോജനംകൊണ്ടും പെർക്ലോറേറ്റുകൾ ലഭിക്കുന്നു.

$$Zn + 2HClO_4 \longrightarrow Zn(ClO_4)_2 + H_2$$

$$NaOH + HClO_4 \longrightarrow NaClO_4 + H_2O$$

$$4KClO_3 \longrightarrow KCl + 3KClO_4$$

പൊട്ടാസിയംക്ലോറേറ്റ് ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഉരുകുന്നു. ഈ അവസ്ഥയിൽ അല്പ സമയം ഇളക്കിക്കൊണ്ടിരുന്നാൽ ദ്രവം ഖരമാകുന്നതു കാണാം. KCl, $KClO_4$ എന്നിവ ഉണ്ടാകുന്നതിനാലാണിതു് ഈ മിശ്രിതത്തിൽ നിന്നു് $KClO_4$ ഭാഗികമായി ക്രിസ്റ്റലീകരിച്ചെടുക്കാം.

പൊട്ടാസിയം പെർക്ലോറേറ്റിനും അമോണിയം പെർക്ലോറേറ്റിനും ലേയത്വം കുറവാണു്. മറ്റെല്ലാ പെർക്ലോറേറ്റുകളും ജലത്തിൽ അനായാസേന ലയിക്കുന്നു.

പെർക്ലോറേറ്റുകൾ പൊതുവിൽ സ്ഥിരതയുള്ളവയാണു്. എന്നാൽ ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ഇവ സാവധാനം വിഘടിച്ചു് ഓക്സിജനുണ്ടാകുന്നു.

$$NaClO_4 \longrightarrow NaCl + 2O_2$$

ക്ലോറൈഡു്, ക്ലോറേറ്റു്, പെർക്ലോറേറ്റു് എന്നിവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ

പരീക്ഷണം	KCl	$KClO_3$	$KClO_4$
ചൂടാക്കുക	ഉന്നതതാപനിലയിൽ ഉരുകുന്നു.	ഉരുകി വീണ്ടും ഖരീഭവിക്കുന്നു. കൂടുതൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാകും.	കൂടിയ താപനിലയിൽ വിഘടിച്ചു് ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാകും.

സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോ-ക്ലോറിക് ആസിഡ് ചേർക്കുക.	മാറ്റം ഒന്നും ഇല്ല.	ക്ലോറിൻ-ക്ലോറിൻ ഡൈഓക്സൈഡ് മിശ്രിതം (യൂക്ലോറിൻ) ഉണ്ടാകുന്നു.	മാറ്റമൊന്നുമില്ല.
സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർക്കുക.	നിറമില്ലാത്തതും വായുവിൽ പുകയുന്നതുമായ HCl ഉണ്ടാകുന്നു.	മഞ്ഞനിറമുള്ള ClO_2 ഉണ്ടാകുന്നു.	സാധാരണതാപനിലയിൽ മാറ്റമൊന്നുമില്ല. ഉന്നതതാപനിലയിൽ വായുവിൽ പുകയുന്ന $HClO_4$ ബാഷ്പം ഉണ്ടാകുന്നു.
ലവണലായനിയിൽ $AgNO_3$ ലായനി ചേർക്കുക.	തൈരുപോലെ വെളുത്ത അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.	അവക്ഷേപമില്ല.	അവക്ഷേപമില്ല.

ബ്രോമിന്റെ ഓക്സൈഡുകളും ഓക്സിആസിഡുകളും

ബ്രോമിൻ ഓക്സൈഡുകളും അവയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ഓക്സിആസിഡുകളുമാണ് താഴെ പട്ടികയിൽ കൊടുത്തിട്ടുള്ളത്.

ഓക്സൈഡ്	സൂത്രം	ബന്ധപ്പെട്ട ആസിഡ്	സൂത്രം
ബ്രോമിൻ മോണോക്സൈഡ്.	Br_2O	ഹൈപോബ്രോമസ് ആസിഡ്	HOBr
ബ്രോമിൻ ഡൈഓക്സൈഡ്.	BrO_2	ബ്രോമിക് ആസിഡ്	$HBrO_3$
ബ്രോമിൻ ടൈഓക്സൈഡ്.	BrO_3	—	—
ബ്രോമിൻ പെറോക്സൈഡ്	Br_3O_8 ($BrO_2 . 2BrO_3$)	—	—

ഇവയിൽ ബ്രോമിൻ മോണോക്സൈഡും ബ്രോമിൻ ഡൈഓക്സൈഡും നിർമാണരീതിയിലും ഗുണധർമങ്ങളിലും സമാനമായ ക്ലോറിൻ യൗഗികങ്ങളെ പോലെയാണ്. എല്ലാ ഓക്സൈഡുകളും സാധാരണ താപനിലയിൽ തന്നെ വിയോജിക്കുന്നു.

കുറഞ്ഞ മർദത്തിലും താണ താപനിലയിലും ഓസോൺ ബ്രോമിനുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ബ്രോമിൻ ട്രയോക്സൈഡുണ്ടാകുന്നു. ഇതിന്റെ കൂടെ Br_3O_8 ഉം ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്.

ഹൈപോബ്രോമസ് ആസിഡും ബ്രോമിക് ആസിഡും സമാനമായ ക്ലോറിൻ യൗഗികങ്ങളെപ്പോലെ നിർമിക്കാം. ബ്രോമിക് ആസിഡും അതിന്റെ ലവണങ്ങളായ ബ്രോമേറ്റുകളും ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിഘടിച്ച് ബ്രോമൈഡുകളും ഓക്സിജനും ഉണ്ടാകുന്നു. ക്ലോറേറ്റുകളെപ്പോലെ പെർബ്രോമിക് ആസിഡും പെർബ്രോമേറ്റുകളും ഉണ്ടാകുന്നില്ല.

$$2KBrO_3 \longrightarrow 2KBr + 3O_2$$

പൊട്ടാസിയം ബ്രോമേറേറാണ് മുഖ്യമായ ബ്രോമേറേറ്. സാന്ദ്ര പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനിയിൽ ബ്രോമിൻ അല്പാല്പമായി, ലായനിയുടെ നിറം മഞ്ഞയാകുന്നതു വരെ ചേർത്തു് ലയിപ്പിച്ച കിട്ടുന്ന ലായനിയിൽ KBr, $KBrO_3$ എന്നിവയുണ്ടായിരിക്കും.

$$6KOH + 3Br_2 \longrightarrow 5KBr + KBrO_3 + 3H_2O$$

ലായനി വറ്റിച്ച് ലേയത്വം കുറവുള്ള $KBrO_3$ ക്രിസ്റ്റലീകരിക്കാം.

വേണ്ടതിലധികം പൊട്ടാസിയം ബ്രോമൈഡ് അടങ്ങിയ പൊട്ടാസിയം ബ്രോമേറേറ് ലായനി ആസിഡീകരിക്കുമ്പോഴും ബ്രോമിൻ ഉണ്ടാകുന്നു. പരാമാണ്വാത്മകവിശ്ലേഷണത്തിൽ ഈ ലായനി ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്.

$$5KBr + 5HCl \longrightarrow 5HBr + 5KCl$$
$$KBrO_3 + HCl \longrightarrow HBrO_3 + KCl$$
$$HBrO_3 + 5HBr \longrightarrow 3H_2O + 3Br_2$$

$$KBrO_3 + 5KBr + 6HCl \longrightarrow 6KCl + 3H_2O + 3Br_2$$

അയൊഡിന്റെ ഓക്സൈഡുകളും ഓക്സിആസിഡുകളും

ഹലജൻ ഓക്സൈഡുകളിൽ വെച്ച് ഏറ്റവും സ്ഥിരതയുള്ളവ അയൊഡിൻ ഓക്സൈഡുകളാണ്.

ഇവ ഉയർന്ന താപനിലയിൽ പോലും സാവധാനത്തിലേ വിയോജിക്കുന്നുള്ളൂ. സ്ഫോടനം കൊണ്ടും ഉണ്ടാകുന്നില്ല. ഓക്സൈഡുകളുടെയും ഓക്സിആസിഡുകളുടെയും പട്ടിക ചുവടെ ചേർക്കുന്നു.

ഓക്സൈഡ്	സൂത്രം	ബന്ധപ്പെട്ട ആസിഡ്	സൂത്രം
—	—	ഹൈപോ അയൊഡസ് ആസിഡ്	HOI
അയൊഡിൻ ഡൈഓക്സൈഡ്	I_2O_4 (IO_2)	—	—
—	I_4O_9	—	—
അയൊഡിൻ പെന്റോക്സൈഡ്	I_2O_5	അയൊഡിക് ആസിഡ്	HIO_3
—	—	മെറ്റാ പെർഅയൊഡിക് ആസിഡ്	HIO_4
—	—	ഡൈമീസോ പെർ അയൊഡിക് ആസിഡ്	$H_4I_2O_9$
—	—	പാരാ പെർഅയൊഡിക് ആസിഡ്	H_5IO_6

ഹൈപോ അയൊഡസ് ആസിഡ് HOI

അയൊഡിന്റെ ജലത്തിലുള്ള നിലംബനത്തിൽ അവക്ഷിപ്ത മെർക്കറിക് ഓക്സൈഡ് ചേർത്തു് കുലുക്കുമ്പോഴും ഈ ആസിഡിന്റെ ലായനി കിട്ടുന്നു. (Cf: HOCl, HOBr).

$$2I_2 + 2HgO + H_2O \longrightarrow HgI_2 \cdot HgO\downarrow + 2HOI$$

ഉല്പന്നമായ ബേസിക് മെർക്കറിക് അയൊഡൈഡും അധികമുള്ള മെർക്കറിക് ഓക്സൈഡും അരിച്ചു നീക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന നിസ്യന്ദം ഈ ആസിഡിന്റെ നേർത്ത ലായനിയാണു്. ഈ ആസിഡിനെ സാന്ദ്രീകരിക്കാൻ സാധ്യമല്ല (വിയോജനം ഉണ്ടാകും).

ഹൈപോ അയൊഡസ് ആസിഡിന്റെ ലവണങ്ങളാണു് ഹൈപോ അയൊഡൈറ്റുകൾ. ഇവ ക്രമേണ സ്വയം ഓക്സീകരണ–നിരോക്സീകരണങ്ങൾക്കു വിധേയമായി അയൊഡേറ്റും അയൊഡൈഡുമായി മാറുന്നു.

$$3KOI \longrightarrow KIO_3 + 2KI$$

ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം വേഗത്തിലാവുന്നു.

അയൊഡിൻ ഡൈഓക്സൈഡ് I_2O_4

അയൊഡിക് ആസിഡും സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡും ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോൾ അയൊഡൈൽ സൽഫേറ്റ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ മിശ്രിതത്തെ ജലപ്പോഷണം ചെയ്യുമ്പോൾ മഞ്ഞനിറമുള്ള അയൊഡിൻ ഡൈഓക്സൈഡ് അവക്ഷേപമായി ലഭിക്കുന്നു. ഈ പദാർഥം അയൊഡൈൽ അയൊഡേറ്റ് ആണെന്നു കരുതപ്പെടുന്നു– $(IO)(IO_3)$. അസ്ഥിരമായ ഈ യൗഗികം ചൂടാക്കുമ്പോൾ അയൊഡിൻ പെൻറോക്സൈഡും അയൊഡിനും ഉണ്ടാകും.

$$5I_2O_4 \longrightarrow 4I_2O_5 + I_2$$

അയൊഡിൻ പെൻറോക്സൈഡ് I_2O_5

അയൊഡിക് ആസിഡ് 200°C ൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ അതു് നിർജലീഭവിച്ചു് അയൊഡിൻ പെൻറോക്സൈഡുണ്ടാകുന്നു,

$$2HIO_3 \longrightarrow I_2O_5 + H_2O$$

ഇതു് വെളുത്ത ഖരപദാർഥമാണു്. സ്ഥിരതയുള്ള ഈ യൗഗികം ജലത്തിൽ ലയിച്ചു് അയൊഡിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. അതായതു് I_2O_5 അയൊഡിക് അൻഹൈഡ്രൈഡാണു്. 300°C ൽ കൂടുതലായി ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിയോജിച്ചു് അയൊഡിനും ഓക്സിജനും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2I_2O_5 \longrightarrow 2I_2 + 5O_2$$

അയൊഡിക് ആസിഡ് HIO_3

നിർമാണം: അയൊഡിനെ സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡു കൊണ്ടു് ഓക്സീകരിച്ചാണു് അയൊഡിക് ആസിഡ് നിർമിക്കുന്നതു്.

$$I_2 + 10HNO_3 \longrightarrow 2HIO_3 + 4H_2O + 10NO_2$$

അടിയുരുണ്ട ഫ്ളാസ്കിൽ അയൊഡിൻക്രിസ്റ്റലുകളും എടുത്തു് അതു മൂടത്തക്ക വണ്ണം സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡ് ഒഴിച്ചു് ഒരു മണൽബാഥിൽ വെച്ചു് ചൂടാക്കുമ്പോൾ അയൊഡിൻ ക്രമേണ ലയിച്ചുചേരുന്നു. ഫ്ളാസ്കിലെ മിശ്രിതം ഒരു പൈനാഡിഷിലേക്കു് മാറ്റി, മണൽബാഥിൽവെച്ചു വറ്റിക്കുമ്പോൾ ബാക്കിയുള്ള നൈട്രിക് ആസിഡും ജലവും ആവിയായിപ്പോകുന്നു. ഇതോടൊപ്പം അയൊഡിക് ആസിഡും നിർജലീഭവിച്ചു് I_2O_5 ആയിത്തീരും. ഡിഷിൽ അവ

ശേഷിക്കുന്ന കട്ട ആവശ്യത്തിനുമാത്രം ചൂടുവെള്ളത്തിൽ ലയിപ്പിച്ച് കിട്ടുന്ന പാവുപോലുള്ള ലായനി തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ അയൊഡിക് ആസിഡിന്റെ ക്രിസ്റ്റലുകൾ ലഭിക്കുന്നു. നനവുള്ള അയൊഡിനിൽ ഓസോൺ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും അയൊഡിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു (ഓസോൺ നോക്കുക).

ക്ലോറിക് ആസിഡ് ലായനി (25 %) യിൽ അയൊഡിൻ ചേർത്ത് വാറ്റിക്കുമ്പോഴും HIO_3 ലഭിക്കുന്നു.

$$2HClO_3 + I_2 \longrightarrow 2HIO_3 + Cl_2$$

അയൊഡിൻ ജലത്തിൽ കലക്കി അതിൽ കൂടി ക്ലോറിൻ കടത്തിവിടുമ്പോഴും അയൊഡിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ മിശ്രിതത്തിന്റെ നിറം ഇല്ലാതാകുന്നു.

$$I_2 + 5Cl_2 + 6H_2O \longrightarrow 2HIO_3 + 10HCl$$

ഗുണധർമങ്ങൾ: നിറമില്ലാത്ത ക്രിസ്റ്റലുകളാണ്. 110°C ൽ ഉരുകുന്നു. 196°Cൽ ഈ ദ്രാവകം വിയോജിച്ച് നിർജലീകരിക്കുന്നു. ഖരപദാർഥമായ I_2O_5 അവശേഷിക്കുന്നു. ജലത്തിൽ ധാരാളമായി ലയിക്കുന്നു.

$$2HIO_3 \longrightarrow I_2O_5 + H_2O$$

സാധാരണ താപനിലയിലും അയൊഡിക് ആസിഡ് ഒരു നല്ല ഓക്സീകാരകമാണ്. ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡിനെ സൽഫറായും ഹൈഡ്രൈഡിക് ആസിഡിനെ അയൊഡിനായും ഓക്സീകരിക്കുന്നു. ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ അയൊഡിക് ആസിഡ് അയൊഡിനായി നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$2HIO_3 + 5H_2S \longrightarrow 6H_2O + 5S + I_2$$

$$HIO_3 + 5HI \longrightarrow 3H_2O + 3I_2$$

ചൂടാക്കുമ്പോൾ കരി, ഗന്ധകം മുതലായവ ഇതിന്റെ സമ്പർക്കത്തിൽ ജ്വലിക്കുന്നു.

അയൊഡിക് ആസിഡിന്റെ ലവണങ്ങളാണ് അയൊഡേറ്റുകൾ. ക്ലോറേറ്റുകൾ, ബ്രോമേറ്റുകൾ, നിർമിക്കുന്നതുപോലെ അയൊഡേറ്റുകൾ നിർമിക്കാം. ചൂടുള്ള സാന്ദ്ര പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനിയിൽ അയൊഡിൻ ചേർത്തു ലയിപ്പിച്ചുകിട്ടുന്ന മിശ്രിതത്തിൽ KI, KIO_3 എന്നിവയുണ്ടായിരിക്കും. (ലായനിക്ക് ബ്രൗൺനിറമുണ്ടാകുന്നതുവരെ അയൊഡിൻ ചേർക്കണം). ലായനി വാറ്റിച്ച് ആംശികക്രിസ്റ്റലീകരണം കൊണ്ട് KIO_3 വേർതിരിക്കാം.

പൊട്ടാസിയം ക്ലോറേറ്റിന്റെ സാന്ദ്ര ലായനിയിൽ അയൊഡിൻ ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോഴും KIO_3 ലഭിക്കുന്നു.

$$2KClO_3 + I_2 \longrightarrow 2KIO_3 + Cl_2$$

ചില അയൊഡേറ്റുകൾ ചൂടാക്കുമ്പോൾ അയൊഡൈഡും ഓക്സിജനും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2KIO_3 \longrightarrow 2KI + 3O_2$$

ചിലതു് ഓക്സൈഡും അയൊഡിനും ഓക്സിജനുമായി വിയോജിക്കുന്നു.

$$2Ca(IO_3)_2 \longrightarrow 2CaO + 2I_2 + 5O_2$$

മറ്റു ചിലതു് ചൂടാക്കുമ്പോഴും പെർഅയൊഡേറ്റുകളും ലഭിക്കുന്നു.

$$5Ba(IO_3)_2 \longrightarrow Ba_5(IO_6)_2 + 4I_2 + 9O_2$$

അനുബന്ധം 1

അന്തർ ഹലജൻ യൗഗികങ്ങൾ

ഹലജനുകളും തമ്മിൽ പരസ്പരം സംയോജിച്ചുണ്ടാകുന്ന യൗഗികങ്ങളാണിവ. ഓക്സൈഡുകളെപോലെതന്നെ ഇവയിൽ മിക്കതും അസ്ഥിരസ്വഭാവമുള്ളവയാണു്. എന്നാൽ ഹലജനുകളിൽ ഏറ്റവും വിദ്യുത്ഋണതയുള്ള ഫ്ളൂറിനും ഏറ്റവും വിദ്യുത്ഋണത കുറവുള്ള അയൊഡിനും തമ്മിലുള്ള അന്തർ ഹലജൻ യൗഗികങ്ങൾക്കു് സാമാന്യം സ്ഥിരതയുണ്ടു്. ഇവയിൽ പ്രധാനപ്പെട്ടവയാണു് പട്ടികയിൽ ചേർത്തിട്ടുള്ളതു്.

പ്രരൂപം	F	Cl	Br	I
AB	ClF	BrCl	IBr	ICl
AB_3	....	ClF_3	BrF_3	ICl_3
AB_5	....	....	BrF_5	IF_5
AB_7	....	....	....	IF_7

ഹലജനുകളും തമ്മിലുള്ള സംയോജനം കൊണ്ടും ഒരു അന്തർ ഹലജൻ യൗഗികവും ഹലജനും തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനം കൊണ്ടും നിർമിക്കാവുന്നതാണു്. ഇവയെല്ലാം സഹസംയോജകങ്ങളാണു്. അണുവിന്റെ വലിപ്പം കൂടുന്നതനുസരിച്ചു് അതുമായി സംയോജിക്കുന്ന അണുക്കളുടെ എണ്ണവും കൂടുന്നുണ്ടെന്നു് പട്ടികയിൽനിന്നു വ്യക്തമാണു്.

അനുബന്ധം 2: അണുസംഖ്യക്കനുസൃതമായി ഹലജനുകളുടെ ഗുണധർമങ്ങളിൽ വരുന്ന ക്രമാനുഗതമായ വ്യതിയാനങ്ങൾ

ഹലജനുകളും തമ്മിലും അവയുടെ സമാന യൗഗികങ്ങളിലും രാസ-ഭൗതിക ഗുണധർമങ്ങളിൽ സ്പഷ്ടമായ സാദൃശ്യം ഉണ്ടെന്നു് കണ്ടുകഴിഞ്ഞു. ഫ്ളൂറിൻ മുതൽ അയൊഡിൻവരെ അണുസംഖ്യ കൂടിവരുന്നു. ഈ ക്രമത്തിനനുസരിച്ചു് മറ്റു പല ഗുണധർമങ്ങളിലും വ്യതിയാനം ഉണ്ടാകുന്നതായി കാണാം. F_2 മുതൽ I_2 വരെ ക്രമത്തിൽ ഉയർന്നു വരുന്ന തിളനിലയും ഉരുകൽനിലയും ഇതിനു് ഉദാഹരണമാണു്. ജലത്തിലുള്ള ലേയത്വം കുറഞ്ഞുവരുന്നു. (F_2 ജലവുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു). ഇതുപോലെ മറ്റു ഗുണധർമങ്ങളിലും ക്രമാനുഗതമായ വ്യതിയാനങ്ങൾ കാണാവുന്നതാണു്. ഇവയുടെ സംക്ഷിപ്തവിവരണങ്ങളാണു് പട്ടികയിൽ കൊടുക്കുന്നതു്:

ഗുണധർമം	F_2	Cl_2	Br_2	I_2
അണുസംഖ്യ	9	17	35	53
അണുഭാരം	19	35. 46	79 9	126 9
ഭൗതികാവസ്ഥ	വാതകം	വാതകം	ബാഷ്പശീലമുള്ള ദ്രാവകം	ഖരം
ഘനത്വം	വായുവിനേക്കാൾ അല്പം കൂടുതൽ (1.3 ഇരട്ടി)	വായുവിന്റെ 2.5ഇരട്ടി	ജലത്തിന്റെ 3.188 ഇരട്ടി (0°C)	ജലത്തിന്റെ 4 94 ഇരട്ടി (18°C)
നിറം	ഇളം മഞ്ഞ	പച്ചകലർന്ന മഞ്ഞ	ഇരുണ്ട ചുവപ്പുനിറം; ബാഷ്പത്തിനു് ചുവപ്പു്.	ലോഹത്തിളക്കമുള്ള കടും വയലറ്റ്നിറം; ബാഷ്പത്തിനു് വയലറ്റ്നിറം.
ജലത്തിൽ ലേയത്വം	ജലത്തെ വിഘടിപ്പിക്കുന്നു.	സാമാന്യമായി ലയിക്കുന്നു.	ക്ലോറിനെക്കാൾ കുറവു്	ഏറ്റവും കുറവു്.
ഫിസിയോളജിയ പ്രവർത്തനം	ഏറ്റവും പെറിയ അളവിലും മാരകമായ വിഷം.	കൂടിയ അളവിൽ മാരകമായ വിഷം. കണ്ണിനും ശ്വസനേന്ദ്രിയത്തിനും ഉപദ്രവം ഉണ്ടാക്കുന്നു.	ദ്രാവകത്തിൽ സ്പർശിച്ചാൽ തീക്ഷ്ണമായ പൊള്ളലുണ്ടാകുന്നു ബാഷ്പം കണ്ണിനെയും ശ്വസനേന്ദ്രിയങ്ങളെയും ബാധിക്കുന്നു.	ഖരരൂപത്തിൽ പൊള്ളലുണ്ടാക്കുന്നു. ബാഷ്പം കണ്ണിനും മൂക്കിനും വേദനയുണ്ടാക്കുന്നു.
ജലവുമായുള്ള പ്രവർത്തനം	ജലം വിയോജനം ചെയ്യപ്പെട്ടു് ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡും ഓസോൺ കലർന്ന ഓക്സിജനും ഉണ്ടാകുന്നു. $3F_2+3H_2O \longrightarrow 6HF+O_3$ $2F_2+2H_2O \longrightarrow 4HF+O_2$	ജലായനിയിൽ ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡും ഹൈപോക്ലോറസ് ആസിഡും ഉദ്ദേശിയമായി ഉണ്ടാകുന്നു. $Cl_2+H_2O \longrightarrow HCl+HOCl$ സൂര്യപ്രകാശമേറ്റാൽ ഓക്സിജൻ ഉണ്ടാകും $2H_2O+2Cl_2 \longrightarrow 4HCl+O_2$	ക്ലോറിൻപോലെയുള്ള പ്രവർത്തനം തന്നെ. എന്നാൽ വളരെ സാവധാനത്തിലാണു് നടക്കുന്നതു്.	പറയത്തക്ക പ്രവർത്തനമില്ല.

ഹൈഡ്രജനുമായുള്ള പ്രവർത്തനം	എല്ലാ പരിതസ്ഥിതികളിലും സ്ഫോടനം ശക്തിയോടെ സംയോജിക്കുന്നു.	ഇരുട്ടിൽ പ്രവർത്തനമില്ല. സൂര്യപ്രകാശത്തിൽ സ്ഫോടനശക്തിയോടെ സംയോജിക്കുന്നു.	ഉയർന്ന താപനിലയിൽ സംയോജിക്കുന്നു	ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ഉൽപ്രേരണീയമായി സംയോജിക്കുന്നു. ഉൽപ്രേരകസാന്നിധ്യം ആവശ്യമാണ്. അല്ലെങ്കിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം വളരെ മന്ദമാണ്.
മറ്റു മൂലകങ്ങളുമായുള്ള സംയോജനം	ഏറ്റവും ക്രിയാശീലമുള്ള മൂലകമായതിനാൽ മിക്ക മൂലകങ്ങളും ജ്വലനത്തോടു കൂടി സംയോജിക്കുന്നു	ഫ്ളൂറിനോളം ക്രിയാശീലം ഇല്ല. മിക്ക മൂലകങ്ങളുംസംയോജിക്കുന്നു; ചിലതു് ജ്വലനത്തോടുകൂടിയും	ക്ലോറിൻ പോലെതന്നെ.	ബ്രോമിൻ പോലെതന്നെ. സംയോജനം സാധാരണ ഊർജ്ജസ്വലമല്ല.
നേർത്ത ആൽക്കലിലായനിയുമായുള്ള പ്രവർത്തനം	ഫ്ളൂറൈഡും ഫ്ളൂറിൻ മോണോക്സൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു. $2F_2 + 2NaOH \longrightarrow 2NaF + H_2O + F_2O$	ഹൈപോഹൈലൈറ്റും ഹൈപോഹലൈറ്റും ഉണ്ടാകുന്നു. $2NaOH + X_2 \longrightarrow NaX + NaOX + H_2O$ (X=Cl, Br, I)		
സാന്ദ്ര ആൽക്കലിലായനിയുമായുള്ള പ്രവർത്തനം	നേർത്ത ലായനിയിൽ ഉള്ളതു തന്നെ.	ലായനിക്കു് ചൂടുണ്ടെങ്കിൽ ഹലൈഡും ഹലേറ്റും ഉണ്ടാകുന്നു. $6NaOH + 3X_2 \longrightarrow 5NaX + NaXO_3 + 3H_2O$ (X = Cl, Br. I)		
ഓക്സീകരണസ്വഭാവം	അതിശക്തമായ ഓക്സീകാരകം.	ശക്തമായ ഓക്സീകാരകം.	ദുർബല ഓക്സീകാരകം.	വളരെ ദുർബലമായ ഓക്സീകാരകം.
വിവർണീകരണ സ്വഭാവം.	പദാർഥങ്ങളെ നശിപ്പിക്കുന്നു.	നല്ല വിവർണീകരണശേഷിയുണ്ടു്.	വിവർണീകരണം സാവധാനം നടക്കുന്നു.	വിവർണീകരണ സ്വഭാവമില്ല.
കാർബണുമായുള്ള പ്രവർത്തനം	സകീർണമായ പ്രതിപ്രവർത്തനം. ഫ്ളൂറോകാർബണുകളും ഉണ്ടാകുന്നു	പൂരിതയൗഗികങ്ങളുമായി വിസരിത സൂര്യപ്രകാശത്തിൽ പ്രതിസ്ഥാപനം ഉണ്ടാകുന്നു. നേരിട്ടുള്ള സൂര്യപ്രകാശത്തിൽ കാർബൺ	ക്ലോറിൻ പോലെതന്നെ. പൂരിതയൗഗികങ്ങളുമായി പ്രതിസ്ഥാപനം നടക്കുന്നു. എന്നാൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം മന്ദമാണ്. അപൂരിത	പ്രതിസ്ഥാപനം സാധാരണ ഗതിയിൽ സംഭാവ്യമല്ല. അപൂരിതയൗഗികങ്ങളുമായി കലനം നടക്കുന്നു.

സ്റ്റാർച്ച് ലായനിയുമായുള്ള പ്രവർത്തനം. മറ്റു ഹലൈഡുകളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം.	സ്റ്റാർച്ചിനെ നശിപ്പിക്കുന്നു. ഹലജൻ വിസ്ഥാപിതമാകുന്നു. $F_2 + 2KX \longrightarrow 2KF + X_2$	വിസ്ഥാപനം നടക്കുന്നു അപൂരിതയൗഗികങ്ങളുമായി സംകലനം നടക്കുന്നു പ്രകടമായ വ്യതിയാനം ഒന്നുമില്ല. ബ്രോമൈഡുകളിലും അയൊഡൈഡുകളിലും മാത്രം പ്രവർത്തിച്ച് ഹലജൻ വിസ്ഥാപനം നടക്കുന്നു ക്ലോറിൻ അധികമുണ്ടെങ്കിൽ അയൊഡൈഡുകളിൽ നിന്നു വിസ്ഥാപിതമായ അയൊഡിൻ നിറമില്ലാത്ത HIO_3 ആയി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.	യൗഗികങ്ങളുമായി സംകലനം നടക്കുന്നു. മഞ്ഞനിറമുണ്ടാകുന്നു. അയൊഡൈഡുകളിൽ നിന്നു അയൊഡിൻ വിസ്ഥാപിതമാകുന്നു.	കടും നീലനിറം ഉണ്ടാകുന്നു. മറ്റു ഹലൈഡുകളുമായി പ്രവർത്തനമില്ല.
ഹൈഡ്രജൻ ഹലൈഡുകളുടെ സ്ഥിരത.	വിയോജനവും ഓക്സീകരണവും സാധ്യമല്ല.	MnO_2, $KMnO_4$ മുതലായ ഓക്സീകാരകങ്ങളും കൊണ്ടു ക്ലോറിനായി ഓക്സീകരിക്കാം. സ്ഥിരതയുള്ള യൗഗികമാണു. സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡുമായിപ്രവർത്തനമില്ല.	HCl പോലെതന്നെ. എന്നാൽ സ്ഥിരത കുറവാണു. സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡിനെ SO_2 ആയി നിരോക്സീകരിക്കുന്നു.	അസ്ഥിരമായ യൗഗികം. സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡിനെ H_2S, S, SO_2 എന്നിവയായി നിരോക്സീകരിക്കുന്നു.
ഓക്സൈഡുകളും.	അസ്ഥിരമായ ഓക്സൈഡുകളും.	അസ്ഥിരമായ ഓക്സൈഡുകളും.	അസ്ഥിരമായ ഓക്സൈഡുകളും	സ്ഥിരതയുള്ള ഓക്സൈഡുകളും.

COCHIN-11.
ERNAKULAM

അഭ്യാസം

1. ക്ലോറിന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ ഏവ? ഇവയിൽ രണ്ടെണ്ണത്തിന്റെ നിർമാണം, ഗുണധർമങ്ങൾ എന്നിവ വിവരിക്കുക.

2. ഒരു ഹലജൻ ഓക്സൈഡിന്റെ സൂത്രം നിർണയിക്കാനുള്ള പരീക്ഷണത്തിൽ 15 മി ലി വാതക ഓക്സൈഡ് പൂർണമായി വിയോജിപ്പിച്ചപ്പോൾ അതേ മർദത്തിൽ വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം 22.5 മി ലി ആയിരുന്നു. ഈ വാതകമിശ്രിതത്തെ സാന്ദ്ര പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനിയിൽ അവശോഷണം ചെയ്തപ്പോൾ 15 മി ലി നിറമില്ലാത്ത വാതകം അവശേഷിച്ചു. ഹലജൻ ഓക്സൈഡിന്റെ തന്മാത്രാ സൂത്രം നിർണയിക്കുക.

3. $KClO_3$, $KClO_4$ ഇവയിൽ സ്ഥിരത കൂടുതലുള്ളതേത് എന്ന പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്ന് തെളിയിക്കുക.

4. താഴെ പറയുന്നവ ചൂടാക്കിയാൽ എന്തു സംഭവിക്കുമെന്ന്?

(a) $HClO_3$ (b) $Ba(IO_3)_2$ (c) KIO_3 (d) $KClO_3$
(e) $NaOCl$ (f) ClO_2 (g) I_2O_4

5. 5 ഗ്രാം $KBrO_3$ യും വേണ്ടത്രലധികം KBr ഉം ലായിച്ചു കിട്ടുന്ന ലായനിയിൽ സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് കൂടുതലായി ചേർക്കുമ്പോൾ എത്ര ഗ്രാം ബ്രോമിൻ ഉണ്ടാകും?

6 നിർമാണം, ഗുണധർമങ്ങൾ എന്നിവയിൽ $HClO_3$, HIO_3 എന്നീ ആസിഡുകളെ താരതമ്യപ്പെടുത്തുക.

7. താഴെ പറയുന്നവ നിർമിക്കുന്നതെങ്ങിനെ?

(a) KIO_3 (b) $HClO_4$ (c) HIO_3
(d) I_2O_5 (e) $NaOCl$ (f) $HClO_2$
(g) $HOCl$ (h) $KClO_4$ (i) Cl_2O_7

9

സൽഫർ

പ്രതീകം S　　അണുഭാരം 32.066

ചരിത്രം: ചരിത്രാതീതകാലം മുതൽക്കേ മനുഷ്യരാശിക്ക് അറിവുണ്ടായിരുന്ന ഒരു മൂലകമാണ് സൽഫർ(ഗന്ധകം). ഇതു കത്തുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രത്യേക ഗന്ധത്തെ മനസ്സിലാക്കിയിട്ടാണ് ഗന്ധകം എന്ന പേർ ഇതിനുണ്ടായത്തു്. പുരാതന കാലം മുതൽ ഗന്ധകവും അതിന്റെ ചില യൗഗികങ്ങളും ഔഷധങ്ങളായി ഉപയോഗിച്ചുപോരുന്നു. തപിപ്പിക്കുമ്പോൾ കത്തുന്നസ്വഭാവം മനസ്സിലാക്കിയിട്ടാണ് ''ജ്വലിക്കുന്ന ശില'' എന്നർഥം വരുന്ന ബ്രിംസ്റ്റോൺ (brimstone) എന്ന പദം കൊണ്ട് (പാശ്ചാത്യ) പുരാണികർ ഇതിനെ വ്യവഹരിച്ചിരുന്നത്. ഇപ്പോൾ ഉപയോഗിക്കുന്ന 'സൽഫർ' എന്ന പദം തന്നെ സംസ്കൃതവാക്കായ ''സുലോഹാരി''—സുലോഹങ്ങളുടെ (ചെമ്പ്, വെള്ളി, ഇത്യാദി) അരി—എന്നതിന്റെ തത്ഭവമാണെന്നും അനുമാനിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ പദാർഥത്തിന് ലോഹങ്ങളെ (ലോഹഗ്രന്ഥങ്ങളെ) നശിപ്പിക്കാൻ കഴിവുണ്ടെന്നും പുരാതന ഭാരതീയർക്കും അറിയാമായിരുന്നു എന്നുള്ളതിനും ഈ പദം തന്നെ തെളിവാണ്. സൽഫർ, ആധുനിക നിർവചനപ്രകാരമുള്ള ഒരു മൂലകമാണെന്നു തെളിയിച്ചതു് ലവോസിയേ ആണ് (1777). ഇതിന്റെ ഓക്സൈഡിനു് ആസിഡ് ഉല്പാദിപ്പിക്കാനുള്ള കഴിവിനെ ആസ്പദമാക്കി അദ്ദേഹം സൽഫർ ഒരു അലോഹമാണെന്നും പ്രസ്താവിച്ചു.

ഉപസ്ഥിതി

പ്രതിപ്രവർത്തനശീലമുള്ള മൂലകമായതിനാൽ സൽഫർ സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ അധികമായി കാണപ്പെടുന്നില്ല. എന്നാൽ വായുവുമായി സമ്പർക്കമില്ലാത്ത അധോമണ്ഡലങ്ങളിൽ പല സ്ഥലങ്ങളിലും കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ ലൂയിസാന എന്ന പ്രദേശത്തു കണ്ടുവരുന്ന നിക്ഷേപങ്ങളാണ് ഇതിനുദാഹരണമാണ്. അഗ്നി

പർവതപ്രവർത്തനം കൊണ്ടു് ഈ മൂലകം പലപ്പോഴും ഭൂമുഖത്തു് വിക്ഷേപിക്കപ്പെട്ടുവെന്നുവരാം. കല്ലും മണലും ചേർന്ന ഇത്തരം അശുദ്ധ സൽഫർ ആണു് ജപ്പാൻ, സിസിലി, ചിലി, ബലൂചിസ്ഥാൻ മുതലായ പ്രദേശങ്ങളിൽ കണപ്പെടുന്നതു്. യൗഗികരൂപത്തിൽ സൽഫൈഡുകളായും സൽഫേറ്റുകളായും പല ധനികളിലും കാണപ്പെടുന്നു. ഗലീനാ, സിങ്ക്ബ്ലൻഡ്, അയേൺ പൈറൈറ്റ്സ് (iron pyrites), കോപ്പർ പൈറൈറ്റ്സ് എന്നിവയിൽ യഥാക്രമം PbS, ZnS, FeS_2 $CuFeS_2$ എന്നീ സൽഫൈഡുകളായും ജിപ്സം, എപ്സംലവണം എന്നിവയിൽ യഥാക്രമം ജലയോജിത കൽസിയം സൽഫേറ്റ് ($CaSO_4 \cdot {}_2H_2O$), ജലയോജിത മഗ്നീഷ്യം സൽഫേറ്റ് ($MgSO_4 7H_2O$) എന്നീ സൽഫേറ്റുകളായും സൽഫർ കാണപ്പെടുന്നു. കാർബണിക് യൗഗികങ്ങളായ ചില അമിനോ ആസിഡുകളിൽ സൽഫർ ഉണ്ടു്. കാർബണിക പദാർഥങ്ങൾ ജീർണിക്കുമ്പോൾ പലപ്പോഴും അവയിലുള്ള സൽഫർ ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡ് വാതകമായി നിർഗമിക്കുന്നു (ചീഞ്ഞ മുട്ട, ചീയുന്ന തൊണ്ടു് എന്നിവയിൽ നിന്നു് ഉണ്ടാകുന്ന ഗന്ധം ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡിന്റേതാണു്). ചുവന്നുള്ളി, വെളുത്തുള്ളി, കടുകെണ്ണ മുതലായ പല കാർബണിക പദാർഥങ്ങളുടെയും രൂക്ഷഗന്ധത്തിനു കാരണം സൽഫർ യൗഗികങ്ങളാണു്.

സൽഫർ നിഷ്കർഷണം

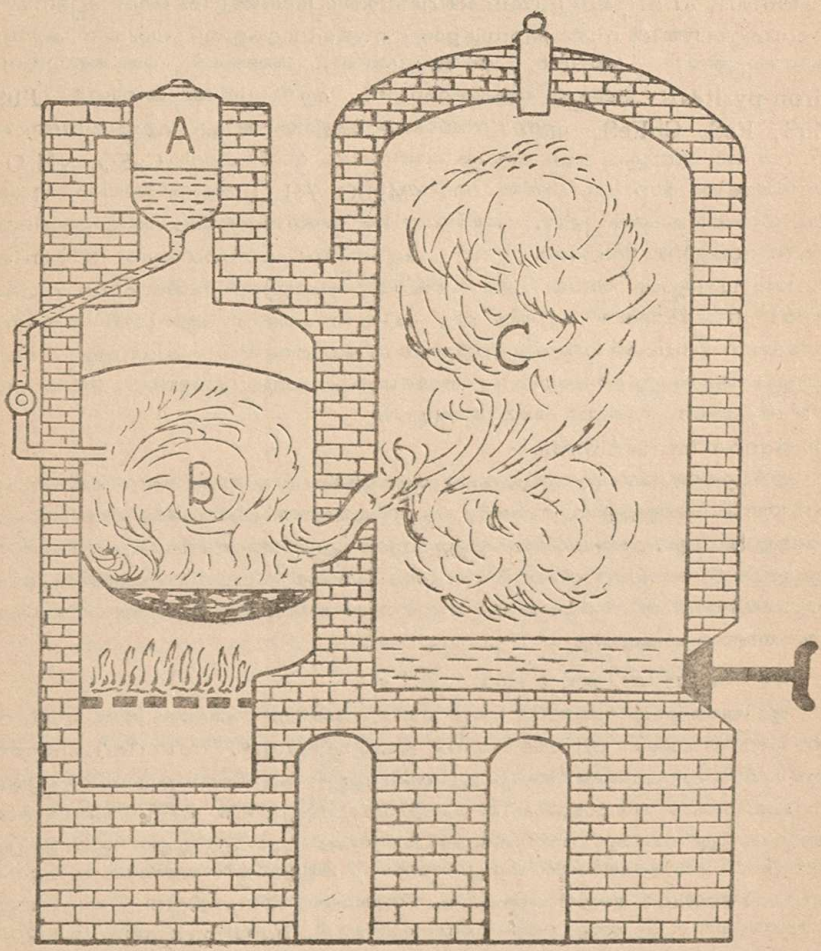
മുൻകാലങ്ങളിൽ ആവശ്യമുണ്ടായിരുന്ന സൽഫർ മുഴുവനും അഗ്നിപർവത പ്രവർത്തനം ധാരാളമുള്ള സിസിലി, ജപ്പാൻ മുതലായ പ്രദേശങ്ങളിൽ നിന്നാണു് ലഭിച്ചിരുന്നതു്. ആധുനികകാലത്തു വളരെ ശുദ്ധമായ സൽഫർ ഭൂഗർഭത്തിലുള്ള മൂലകനിക്ഷേപങ്ങളിൽ നിന്നു് ചിലവു കുറഞ്ഞ രീതിയിൽ എടുക്കപ്പെടുന്നു. ഭൂപ്രതലങ്ങളിൽ നിന്നും ഭൂഗർഭത്തിൽ നിന്നും സൽഫർ എടുക്കുന്ന രണ്ടു രീതികളാണു് താഴെ കൊടുക്കുന്നതു്.

1. സിസിലിയൻ രീതി

ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ കല്ലും മണലും ചേർന്നു് കാണപ്പെടുന്ന സൽഫർ ഈ രീതിയിലാണു് നിഷ്കർഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നതു്. സിസിലിയിലാണു് ഈ മാർഗം വിപുലമായി ആദ്യം പ്രയോഗിച്ചതു്. കല്ലും മണലും കലർന്ന പ്രതല നിക്ഷേപങ്ങളാണു്, ആവശ്യമെങ്കിൽ ചെറുതായി ഉടച്ചു് ഒരു ചരിവുതലത്തിന്റെ അഗ്രഭാഗത്തു് ധാരാളം വായു കടന്നുപോകത്തക്കവണ്ണം കൂട്ടിയിടുന്നു. ഈ കൂമ്പാരത്തിനു തീ കൊടുക്കുമ്പോൾ കുറച്ചു സൽഫർ കത്തുന്നതിനാലുണ്ടാകുന്ന ചൂടിൽ ബാക്കി സൽഫർ മുഴുവൻ ഉരുകി ചരിവുതലത്തിന്റെ താഴ്ന്ന ഭാഗത്തേയ്ക്കു് ഒഴുകുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയ്ക്കു് ഉരുക്കി വേർതിരിക്കൽ (liquation) എന്നു പറയുന്നു, 30 ശതമാനംവരെ സൽഫർ ഈ പ്രക്രിയയിൽ തീകത്തി നഷ്ടപ്പെടുന്നു എന്നതാണു് ഇതിലെ പോരായ്മ. ആധുനികകാലത്തു് ഈ രീതി പരിഷ്കരിച്ചു. ഇഷ്ടിക കൊണ്ടു് കെട്ടിയടച്ച മൂളകളിലാണു് അസംസ്കൃതഗന്ധകം ചൂടാക്കുന്നതു് അങ്ങിനെ സൽഫർനഷ്ടം ഒട്ടൊക്കെ ചുരുക്കുവാൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ടു്.

(ഈ രീതിയിൽ കിട്ടുന്ന സൽഫർ ശുദ്ധമായിരിക്കയില്ല ചെറിയ തോതിലാണെങ്കിലും ഇതിൽ മണൽ ഉണ്ടായിരിക്കും. അതിനാൽ സേദനം കൊണ്ടു് ഈ സൽഫർ ശുദ്ധീകരിച്ചാണെടുക്കുന്നതു്).

സിസിലിയൻ രീതിയിൽ സൽഫർ നിഷ്കർഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്ന ചൂള യുടെ ചിത്രം താഴെക്കൊടുക്കുന്നു (9_1).



ചിത്രം 9_1

A എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള പാത്രത്തിൽ അശുദ്ധസൽഫറാണു്. ഇതിൽ നിന്നും സൽഫർ ചൂടാക്കൊണ്ടു് ഉരുകി താഴെയുള്ള പാത്രത്തിലേക്കു് (B) ഒഴുകുന്നു. ഈ പാത്രം ജ്വാലയിൽ നേരിട്ടു് ചൂടാക്കുന്നതിനാൽ ഉരുകിയ സൽഫർ തിളച്ചു് ബാഷ്പമാകുന്നു. ബാഷ്പം ഇഷ്ടിക നിർമിതമായ C എന്ന അറയിലേക്കു കടക്കുന്നു. ആദ്യമാദ്യം പ്രവേശിക്കുന്ന ബാഷ്പം തണുത്തു് ധൂളിരൂപത്തിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു.

ഇതിനു് ഫ്ളവേഴ്സ് ഒഫ് സൽഫർ (Flowers of sulphur) എന്നു പറയുന്നു. എന്നാൽ ക്രമേണ അറ ചൂടാകുമ്പോൾ സൽഫർ ദ്രാവകരൂപത്തിൽ സംഭൃതമാകുന്നു. ഈ ദ്രവകം ആവശ്യാനുസരണം പുറത്തേയ്ക്കു് നയിച്ചു് സിലിണ്ഡറാകാര മൂശയിൽ (Cylindrical mould) തണുപ്പിക്കുന്നു. അങ്ങിനെ ലഭിക്കുന്നതാണു് ''റോംസൽഫർ''.

2. ലൂയിസാനാരീതി അഥവാ ഫ്രാഷ് രീതി

ലൂയിസാനായിലും ടെക്സാസിലും കണ്ടുവരുന്നതുപോലെ ഭൂഗർഭസ്ഥിതമായ സൽഫർ നിഷ്കർഷിക്കാനാണു് ഈ രീതി പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നതു്. ലോകത്തുള്ള മൊത്തം സൽഫർഉൽപാദനത്തിന്റെ സിംഹഭാഗവും ഈ രീതിയിലാണു് ലഭിക്കുന്നതു്. ഭൂനിരപ്പിനു് താഴെ 150 മുതൽ 300 മീ വരെയുള്ള ഭാഗങ്ങളിൽ സ്ഥൂലമായ അട്ടുകളായിട്ടാണു് സൽഫർ കണ്ടുവരുന്നതു്. ഖനനം ചെയ്യു് എളുപ്പമേ വ്യയകരമായതു കൊണ്ടു്, സൽഫർ അവിടെവെച്ചുതന്നെ ഉരുക്കി പൈപ്പുകളിൽ വരുത്തുകയാണു് ചെയ്യുന്നതു്. സൽഫർ ഉള്ള മേഖലയിലേക്കു് മൂന്നു സമകേന്ദ്രകുഴലുകളും (Concentric pipes) ഇറക്കുന്നു. പുറംകുഴലിൽക്കൂടി അതിമർദത്തിൽ 180°C വരെ ചൂടാക്കിയ നീരാവി ശക്തിയായി പമ്പുന്നു. ഇതു് സൽഫർ മേഖലയിൽ സമീപത്തുള്ള സൽഫർ അതുപയും ഉരുക്കുന്നു. കുറെ സമയം കഴിഞ്ഞു് ഉൾക്കുഴലിൽ കൂടി തപിപ്പിച്ചവയും അധിക മർദത്തിൽ ഉള്ളിലേക്കു കടത്തുന്നു. (ചിത്രം 9 2).

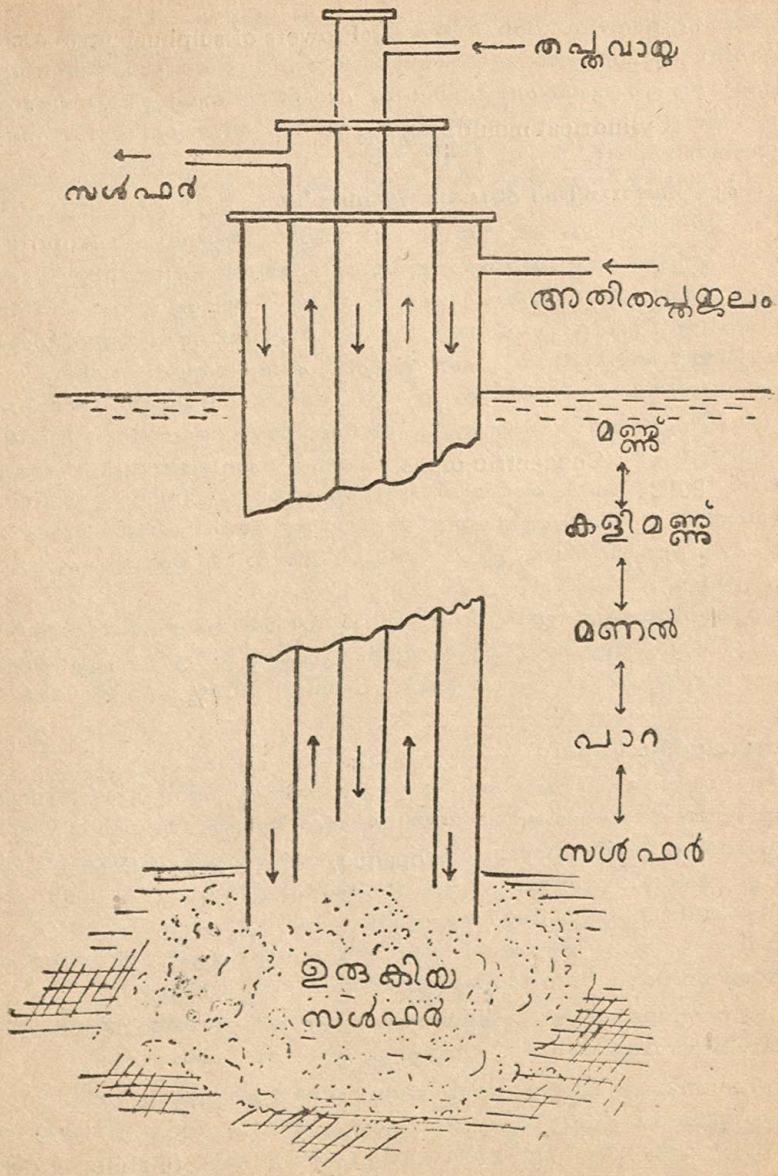
മർദാധിക്യത്താൽ ഉരുകിയ സൽഫറും നീരാവിയും ചേർന്നു് എമൽഷൻ രൂപത്തിൽ നടുക്കുള്ള കുഴലിൽ കൂടി മേല്പോട്ടു് കയറി ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ വന്നു് ഘനീഭവിക്കുന്നു. ഇപ്രകാരം ലഭിക്കുന്നതു് 99.5% വരെ ശുദ്ധമായ സൽഫറാണു്.

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

സാധാരണയായി കണ്ടുവരുന്നതു് റോംസൽഫർ എന്ന രൂപത്തിലാണു്. ഇതു് പ്രധാനമായും റോംബിക് സൽഫർ എന്ന ഒരു അപരരൂപമാണു്. ഇതിനു ഇളം മഞ്ഞ നിറമുണ്ടു്. അതാര്യവും (opaque) എളുപ്പം പൊടിയുന്നതുമായ ഖരമാണിതു്. ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നില്ലെങ്കിലും കാർബൺ ഡൈസൽഫൈഡു് മുതലായ കാർബണിക ലായകങ്ങളിൽ ലയിക്കും. വിദ്യുത്പാലകശേഷിയും താപപാലകശേഷിയും ഇതിനു വളരെ കുറവാണു്. ചൂർണരൂപത്തിൽ ഇതിനു് സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിനെ അനുസൂരിപ്പിക്കുന്ന ചെറിയ ഗന്ധമുണ്ടു്.

സൽഫർ സാവധാനം ചൂടാക്കുമ്പോൾ നടക്കുന്ന ചില സവിശേഷപരിണാമങ്ങൾ താഴെക്കൊടുത്തിട്ടുള്ള പരീക്ഷണത്തിൽ നിന്നു് വ്യക്തമാകും.

പരീക്ഷണം: ഒരു ഹാർഡ് ഗ്ലാസ് ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിൽ കുറച്ചു റോംസൽഫർ പൂടാക്കുക. താപനില 113°C ആകുമ്പോൾ അതു് ഉരുകിത്തുടങ്ങുന്നു. 120°C ആകുമ്പോൾ മുഴുവനും ഉരുകി ഇളം മഞ്ഞനിറമുള്ള ഒരു ഗതിശീല (mobile) ദ്രവകമായി മാറുന്നു. തുടർന്നു ചൂടാക്കുമ്പോൾ ദ്രവകത്തിന്റെ നിറം ക്രമേണ മാറി കറുപ്പാകുന്നു; അതിന്റെ ഗതിശീലം നഷ്ടപ്പെട്ടു് ശ്യാനമാകുകയും (Viscous) ചെയ്യുന്നു (230°C—300°C). ഈ താപനിലയിൽ ടെസ്റ്റ് ട്യൂബു് തലകീഴായിപ്പിടിച്ചാ



ചിത്രം 9_2

ലും അതിലുള്ള ശ്യാനദ്രാവകം ഒഴുകിപ്പോകുന്നില്ല. താപനില വീണ്ടും ഉയർത്തിയാൽ ശ്യാനത കുറയുകയും ക്രമേണ ഗതിശീലമാകുകയും ചെയ്യും. ഇതിനു് ഏതാണ്ടു് തേനിന്റെ നിറം ഉണ്ടായിരിക്കും. താപനില 444°C ആകുമ്പോഴും ദ്രാവകം തിളച്ചു് ചുവപ്പു കലർന്ന തവിട്ടു നിറമുള്ള ബാഷ്പമായിത്തീരുന്നു.

ടെസ്റ്റ്ട്യൂബ് ജ്വാലയിൽ നിന്നു് മാറ്റി ക്രമേണ തണുക്കാനനുവദിച്ചാൽ മേൽക്കണ്ട പരിണാമങ്ങളും വിപരീതക്രമത്തിൽ നടക്കുന്നതായി കാണാം. ഈ പരിണാമങ്ങളും ചുരുക്കത്തിൽ ഇപ്രകാരം സൂചിപ്പിക്കാം:

113°–120°C		230°–300°C		300°–400°C	
സൽഫർ (ഖരം)	⟶ ⟵	ഇളംമഞ്ഞ ഗതിശീലദ്രാവകം	⟶ ⟵	കറുത്ത ശ്യാനദ്രാവകം	⟶ തേൻനിറമുള്ള ഗതിശീലദ്രാവകം

400°–444°C ↓↑ ബാഷ്പം (ചുവപ്പുകലർന്ന തവിട്ടു നിറം)

അപരരൂപത

സൽഫറിനു് പല അപരരൂപങ്ങളും ഉണ്ടു്. അനുയോജ്യമായ പരിതസ്ഥിതികളിൽ ഇവയെ നിർമിക്കാനും പരിവർത്തനം ചെയ്യിക്കാനും സാധിക്കും. സൽഫറിന്റെ പ്രധാനപ്പെട്ട അപരരൂപങ്ങളിൽ രണ്ടെണ്ണം ക്രിസ്റ്റലീയങ്ങളും രണ്ടെണ്ണം അരൂപങ്ങളുമാണു്.

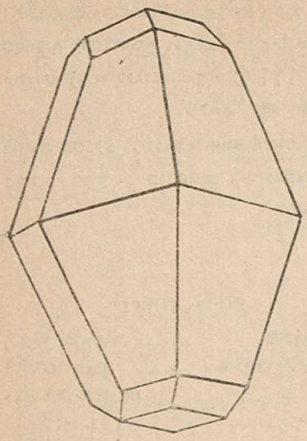
ക്രിസ്റ്റലീയ രൂപങ്ങൾ: (1) റോംബിക് സൽഫർ അഥവാ ഒക്ടാഹെഡ്രൽ സൽഫർ അഥവാ α സൽഫർ (2) മോണോക്ലിനിക് സൽഫർ അഥവാ പ്രിസ്മാറ്റിക് സൽഫർ അഥവാ β സൽഫർ.

അരൂപസൽഫർ: (1) പ്ലാസ്റ്റിക സൽഫർ (2) കൊളോയ്ഡീയ സൽഫർ.

റോംബിക് സൽഫർ

നിർമാണം: സാധാരണമായി കാണുന്ന റോംസൽഫർ സൂക്ഷ്മവും വികൃതമാക്കപ്പെട്ടതുമായ റോംബിക് ക്രിസ്റ്റലുകളാണു്. നല്ല ക്രിസ്റ്റലുകൾ കിട്ടാൻ ഇതു് കാർബൺ ഡൈസൽഫൈഡിൽ ലയിപ്പിച്ചു് അരിച്ചുകിട്ടുന്ന ലായനി സാവധാനം ബാഷ്പീകരിച്ചാൽ മതി. ലായകം വേർപെട്ടു് നല്ല രൂപമുള്ള വലിയ റോംബിക് ക്രിസ്റ്റലുകൾ ഉണ്ടാകും.

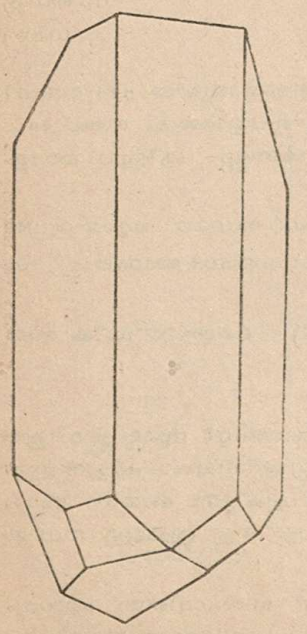
ഗുണധർമങ്ങൾ: സാധാരണ താപനിലയിൽ സൽഫറിന്റെ ഏറ്റവും സ്ഥിരതയുള്ള രൂപം ഇതാണു്. മറ്റെല്ലാ രൂപങ്ങളും കാലക്രമേണ റോംബിക് രൂപമായി സ്വയം മാറും. ഇതു് ഇളം മഞ്ഞ നിറവും നിശ്ചിതമായ ആകൃതിയും ഉള്ള സുതാര്യമായ ക്രിസ്റ്റലുകളാണു്. (ചിത്രം 9.3).



ചിത്രം 9–3

ഇതു് വൈദ്യുതിയും താപവും കടത്തിവിടുകയില്ല. ആപേക്ഷിക ഘനത്വം 2.05 ആണു്. ജലത്തിൽ ലേയത്വം ഇല്ല. CS_2, CCl_4 മുതലായ കാർബണിക ലായകങ്ങളിൽ വിഷമമില്ലാതെ ലയിക്കും. പെട്ടെന്നു ചൂടാക്കുമ്പോൾ സാധാരണ മർദ്ദത്തിൽ 113°C ൽ ഉരുകും. വളരെ സാവധാനത്തിലാണു് ചൂടാക്കുന്നതെങ്കിൽ 96·5°C–ൽ ക്രമേണ മോണോക്ലിനിക് രൂപമായി മാറുന്നു. ഈ താപനില സൽഫറിന്റെ സംക്രമണനില അഥവാ സംക്രമണതാപനില (Transition Point or transition temperature) ആണു്. ഈ താപനിലയിൽ താഴെ റോംബിക് സൽഫറും ഇതിനുമുകളിൽ മോണോക്ലിനിക് സൽഫറും ആണു് സ്ഥിരതയുള്ളവ. 96.5°C–ൽ രണ്ടും തമ്മിൽ സന്തുലനാവസ്ഥയിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു.

മോണോക്ലിനിക് സൽഫർ



ചിത്രം 9–4

നിർമാണം: ഒരു ക്രൂസിബിളിൽ ഏകദേശം മുക്കാൽഭാഗം, പൊടിച്ച സൽഫർ എടുത്തു് ചൂടാക്കുക. ഉരുകിക്കഴിയുമ്പോൾ ക്രൂസിബിളിനു് അധികം വായുസഞ്ചാരമില്ലാത്ത ഒരു സ്ഥലത്തു വച്ചു് സാവധാനത്തിൽ തണുക്കാനനുവദിക്കുക. ദ്രാവകത്തിന്റെ ഉപരിതലം ആദ്യം തണുക്കുന്നതിനാൽ അവിടെ ഖരാവസ്ഥയിലുള്ള സൽഫർ ഒരു പുറംപോളയായി (Crust) രൂപംകൊള്ളുന്നു. ചൂടാക്കിയ ഒരു കമ്പി കൊണ്ടു് ഈ പുറംപോളയിൽ രണ്ടു ദ്വാരങ്ങളുണ്ടാക്കുക. ഇവയിൽക്കൂടി, അവശേഷിക്കുന്ന ദ്രാവകസൽഫർ ചേർത്തിക്കളയുക. ക്രൂസിബിളിനകത്തു് മോണോക്ലിനിക് ക്രിസ്റ്റലുകളും വശങ്ങളിൽ പറ്റിപ്പിടിച്ചിരിക്കുന്നതു കാണാം.

ഗുണധർമങ്ങൾ: മഞ്ഞനിറത്തിൽ സൂചിപോലെ ആകൃതിയുള്ള ക്രിസ്റ്റലുകളാണു് ഇതിനുള്ളതു്. ആവർധിത ക്രിസ്റ്റലുകളുടെ രൂപം ചിത്രം 9–4–ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു (മോണോക്ലിനിക് ആകൃതി).

ആപേക്ഷിക ഘനത്വം = 1 93. വൈദ്യുതിയോ താപമോ കടത്തിവിടുകയില്ല. ജലത്തിൽ ലേയത്വം ഇല്ല. കാർബണിക ലായകങ്ങളിൽ ലയിക്കുന്നു. സാധാരണ മർദ്ദത്തിൽ 119°C ൽ ഉരുകും.

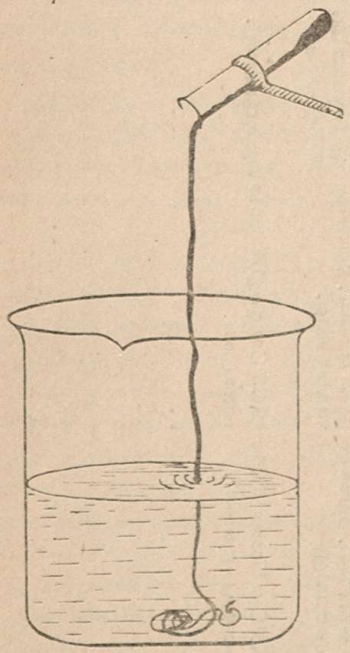
സാധാരണ താപനിലയിലും മർദ്ദത്തിലും ഇതൊരു അസ്ഥിരരൂപമാണു്.

കാലക്രമേണ ഇതു് റോംബിക് രൂപമായി സ്വയം പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ 96 5°C–ന മുകളിൽ മോണോക്ലിനിക് രൂപമാണു് കൂടുതൽ സ്ഥിരതയുള്ളതു്. 96.5°C ൽ രണ്ടു രൂപങ്ങൾക്കും തുല്യസ്ഥിരതയുള്ളതിനാൽ ഈ താപനിലയിൽ അവ തമ്മിൽ സന്തുലനാവസ്ഥയിൽ സ്ഥിതിചെയ്യും.

$$S_{\text{റോംബിക്}} \underset{}{\overset{96.5^\circ}{\rightleftharpoons}} S_{\text{മോണോക്ലിനിക്}}$$

പ്ലാസ്റ്റിക സൽഫർ അഥവാ γ സൽഫർ

നിർമാണം: പൊടിച്ച റോംബിക് സൽഫർ ഒരു ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിൽ എടുത്തു് ചൂടാക്കുക. ഉരുകി ദ്രാവകമാകുകയും തുടർന്നു് തിളച്ചു് ബാഷ്പമാകുകയും ചെയ്യുന്നതുടങ്ങുമ്പോഴും ദ്രാവകം ഒരു ബീക്കറിലെ ജലത്തിലേക്കു് സരളധാരയായി ഒഴിക്കുക. സൽഫർ ഉടനെ കട്ടിയായിത്തീരും. ചക്കരക്കുപോലെയുള്ള ഈ പദാർഥമാണു് γ സൽഫർ.



(ചിത്രം 9–5)

ഗുണധർമങ്ങൾ: ഇതു് തവിട്ടുനിറം കലർന്ന റബ്ബർപോലെയുള്ള ഒരു പദാർഥമാണു്, വലിച്ചാൽ ചക്കരക്കുപോലെ (ചക്കരമുള്ളു്) കുറച്ചൊക്കെ നീളും; തന്നെയല്ല ഞെക്കിയാൽ ആകൃതിയഥേഷ്ടം മാറുകയും ചെയ്യാം. ഇതിൽ നിന്നു് ഇതു് ഒരു ക്രിസ്റ്റലീയ രൂപമല്ലെന്നു് വ്യക്തമാണു്. ആപേക്ഷികഘനത്വം = 1.92. ജലത്തിലും കാർബണികലായകങ്ങളിലും ലയിക്കുന്നില്ല. കാലക്രമത്തിൽ ഇതു് സ്വയമേവ സ്ഥിരമായ റോംബിക് രൂപമായിത്തീരുന്നു. 100°C ൽ ഈ പരിണാമം വളരെ വേഗത്തിൽ നടക്കും.

കൊളോയ്ഡിയ സൽഫർ

നിർമാണം: നേർത്ത സോഡിയം തയോസൽഫേറ്റ് ലായനി ഒരു ബീക്കറിൽ എടുത്തു് അതിൽ നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് ചേർത്തു് ചെയ്യുക. (ചിത്രം 9–5) രാസപരിണാമഫലമായി ഉണ്ടാകുന്ന സൽഫർ വെളുത്ത അവക്ഷേപ രൂപത്തിൽ ആയിരിക്കും.

$$Na_2S_2O_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2 + S \downarrow$$

ഗുണധർമങ്ങൾ: ഇതു് ശ്വേതവർണമുള്ള അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായ സൽഫർ കണങ്ങളാണു്. കൊളോയ്ഡീയാവസ്ഥയിലുള്ള മിശ്രിതം തിളപ്പിച്ചാൽ സൽഫർ വെളുത്ത അവക്ഷേപമായിത്തീരുന്നു. ഇതു് അരിച്ചു് കഴുകിയെടുക്കാം. ഈ പദാർഥത്തിനു് സൽഫർപാൽ (Milk of Sulphur) എന്നും γ സൽഫർ എന്നും പറയുന്നു. ആപേക്ഷികഘനത്വം = 1.82, ജലത്തിൽ ലേയത്വമില്ല. കാർബണികലായകങ്ങളിൽ ലയിക്കും. മറ്റു് അപരരൂപങ്ങൾപോലെ ഇതും കാലക്രമേണ മഞ്ഞനിറമുള്ള റോംബിക് രൂപമായിത്തീരുന്നു.

സൽഫർ അപരരൂപങ്ങളുടെ ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

ഗുണധർമങ്ങൾ	റോംബിക്	മോണോക്ലിനിക്	പ്ലാസ്റ്റികം	കൊളോയ്ഡീയം
1. നിറം	ഇളം മഞ്ഞ	മഞ്ഞ	തവിട്ടുനിറം ചേർന്ന കറുപ്പ്	വെളുപ്പ്
2. സുതാര്യത	സുതാര്യം	സുതാര്യം	അതാര്യം	അതാര്യം
3. ആകൃതി	റോംബിക് ക്രിസ്റ്റൽ	മോണോക്ലിനിക് ക്രിസ്റ്റൽ	ക്രിസ്റ്റലീയമല്ല	കൊളോയ്ഡീയ കണങ്ങൾ
4. പ്രകൃതി	പെട്ടെന്ന് പൊടിയും	പെട്ടെന്ന് പൊടിയും	പ്ലാസ്റ്റികം	സൂക്ഷ്മകണങ്ങൾ
5. ആപേക്ഷികഘനത്വം	2.06	1.96	1.92	1.82
6. തിളനില	112.8°C	119°C	———	———
7. ലേയത്വം	കാർബണിക ലായകങ്ങളിൽ ലയിക്കും. ജലത്തിൽ ലേയത്വമില്ല.	കാർബണിക ലായകങ്ങളിൽ ലയിക്കും. ജലത്തിൽ ലേയത്വമില്ല.	കാർബണിക ലായകങ്ങളിലും ജലത്തിലും ലേയത്വമില്ല.	ജലത്തിൽ ലേയത്വമില്ല. കാർബണിക ലായകങ്ങളിൽ ലയിക്കും.
8. സ്ഥിരത	96.5°C ന് താഴെ സ്ഥിരമായ രൂപം ഇതാണ്.	96.5°C നു മുകളിൽ സ്ഥിരമായ രൂപം.	അസ്ഥിരമാണ്.	അസ്ഥിരമാണ്.

സൽഫറിന്റെ വിവിധ രൂപങ്ങളും രാസപരമായി ഒന്നു തന്നെയാണെന്നുള്ളതിനു തെളിവുകളും:

1. ഏതു രൂപമായാലും വായുവിലോ ഓക്സിജനിലോ കത്തുമ്പോഴും സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡു മാത്രമേ ഉണ്ടാകുന്നുള്ളൂ.

2. ഏതു രൂപമായാലും സാന്ദ്രനൈട്രിക് ആസിഡ് ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോഴും സാവധാനത്തിൽ സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡായിത്തീരുന്നു.

3. എല്ലാ രൂപങ്ങളെയും പരസ്പരം മാറ്റാവുന്നതാണു്.

4. എല്ലാ രൂപങ്ങൾക്കും ഒരേ രാസഗുണധർമങ്ങളാണുള്ളതു്.

5. ഏതു രൂപമായാലും ഒരു നിശ്ചിതഭാരം സൽഫർ ഓക്സിജനുമായി സംയോജിച്ചു് ഒരേഭാരം സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് ആണു് ഉണ്ടാകുന്നതെന്നു് പരീക്ഷണം കൊണ്ടു് തെളിയിക്കാം.

പരീക്ഷണം

കാർബണിന്റെ തുല്യാങ്കഭാരനിർണയത്തിൽ വിവരിച്ചിട്ടുള്ള ഉപകരണസംവിധാനം ഇവിടെയും ഉപയോഗിക്കാം. (അധ്യായം 6). നിശ്ചിതഭാരം സൽഫർ ചൂടാക്കി അതിൽ കൂടി വായു കടത്തിവിട്ടുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് പൊട്ടാഷ് ലായനിയിൽ അവശോഷണം ചെയ്തു് ഭാരം നിർണയിക്കുന്നതാണു് പരീക്ഷണം. വെടിപ്പാക്കിയ ഒരു പോഴ്സലേൻ ബോട്ടിന്റെ കൃത്യമായ ഭാരം നിർണയിച്ചു് അതിൽ ഏകദേശം 0.5 ഗ്രാം റോംബിക് സൽഫർ എടുക്കുക. വീണ്ടും കൃത്യമായ ഭാരം നിർണയിക്കുക. ബോട്ട് ഒരു ഹേനനാളിയിൽ എടുക്കുക. ഹേനനാളിയുടെ ഒരറ്റത്തു കൂടി ശുദ്ധവും ഈർപ്പമില്ലാത്തതുമായ ഓക്സിജൻ കടത്തി വിടുന്നു. മറ്റേയറ്റം ഒരു പൊട്ടാഷ് ബംബുമായി യോജിപ്പിക്കുക. ഓക്സിജൻ പ്രവഹിപ്പിച്ചു് അകത്തുള്ള വായു മുഴുവൻ ആദ്യം പുറത്തു് പൊട്ടാഷ് ബംബു് വേർപെടുത്തി അതിന്റെ ഭാരം നിർണയിക്കുക. പൊട്ടാഷ് ബംബു് വീണ്ടും പൂർവസ്ഥാനത്തു് ഘടിപ്പിച്ചശേഷം ഓക്സിജൻപ്രവാഹം പുനരാരംഭിച്ചു കൊണ്ടു് നാളിയുടെ ബോട്ടുവെച്ചിട്ടുള്ള ഭാഗം ചൂടാക്കുക. സൽഫർ കത്തുകയും സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്യും. ഈ വാതകം പൊട്ടാഷ് ലായനിയിൽ അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. സൽഫർ മുഴുവൻ കത്തിത്തീരുന്നതു വരെ പരീക്ഷണം തുടരുക. പിന്നീടു് ഓക്സിജൻപ്രവാഹത്തിൽതന്നെ നാളി തണുപ്പിക്കുക. പൊട്ടാഷ് ബംബു് വേർപെടുത്തി അതിന്റെ കൃത്യമായ ഭാരം കാണുക. ഇതിനുണ്ടാകുന്ന ഭാരവർധനവു് സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ ഭാരമാണു്. a ഗ്രാം സൽഫറിൽ നിന്നു് b ഗ്രാം സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് കിട്ടുന്നു എന്നിരിക്കട്ടെ. ഇതിൽ നിന്നു് സൽഫറിന്റെ ഭാരവും അതിൽ നിന്നു് ഉണ്ടാകുന്ന സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ ഭാരവും തമ്മിലുള്ള അനുപാതം a : b എന്നു കിട്ടുന്നു. ഇതു് 1 : 2 ആയിരിക്കും.

ഇതേ പരീക്ഷണംതന്നെ റോംബിക് സൽഫറിനു പകരം മോണോക്ലിനിക് സൽഫർ, പ്ലാസ്റ്റിക്സൽഫർ, കൊളോയ്ഡിയ സൽഫർ എന്നിവ ഉപയോഗിച്ചു് ചെയ്യുമ്പോഴും സൽഫർ—സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് ഭാരാനുപാതം 1 : 2

എന്നതെന്നെയാണു് കിട്ടുന്നതു്. അതായതു് 1 ഗ്രാം സൽഫർ (അതു് ഏതു രൂപമായാലും ശരി) എപ്പോഴും 2 ഗ്രാം സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡു് നൽകുന്നു. അതുകൊണ്ടു് വിവിധ അപരരൂപങ്ങളുടെ ഒരേ ഭാരം പ്രത്യേകമായി ഓക്സിജനിൽ കത്തിക്കുമ്പോഴും ഒരേ ഭാരം സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡു് ആണു് കിട്ടുന്നതു്. ഇതിൽ നിന്നു സൽഫറിന്റെ വിവിധ രൂപങ്ങളും രാസപരമായി ഒരേ പദാർഥംതന്നെയാണെന്നു് തെളിയുന്നു.

ഇതുപോലെ തന്നെ അപരരൂപതയുള്ള മറ്റു മൂലകങ്ങളുടെ കാര്യത്തിലും, ഓരോന്നിന്റെയും വിവിധ രൂപങ്ങളും രാസപരമായി ഒന്നാണെന്നു് തെളിയിക്കാം.

ഒരേ മൂലകത്തിന്റെ വ്യത്യസ്ത ഭൗതികരൂപങ്ങൾക്കാണു് അപരരൂപങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നതു്. ചിലർ തന്മാത്രയുടെ സംഘടനത്തിലുള്ള വ്യത്യാസം കൊണ്ടുണ്ടാകുന്ന ഒന്നിലധികം രൂപങ്ങളെയും അപരരൂപങ്ങളായി പറയുന്നുണ്ടു്. ഉദാഹരണമായി ഓക്സിജനും ഓസോണും അപരരൂപങ്ങളായി കരുതാം. പൊതുവേ ഒരു പദാർഥത്തിന്റെ ക്രിസ്റ്റൽ സംരചനയിലുള്ള വ്യത്യാസം കൊണ്ടു് വിവിധ ഖരരൂപങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്ന പ്രതിഭാസത്തിനു് ബഹുരൂപത എന്നും മൂലകങ്ങളുടെ ബഹുരൂപതയ്ക്കു് 'അപരരൂപത' എന്നും നിർവചനങ്ങളും നൽകപ്പെട്ടുന്നു. (ഖരാവസ്ഥ നോക്കുക).

ഒരേ മൂലകംതന്നെ വിഭിന്ന ഭൗതികരൂപങ്ങളിൽ—ചിലപ്പോൾ അല്പം വ്യത്യസ്തമായ രാസഗ്രണധർമങ്ങളോടുകൂടിയും—കാണപ്പെടുന്ന പ്രതിഭാസത്തിനു് അപരരൂപത എന്നു പറയാം.

ഉദാഹരണങ്ങളും:

മൂലകം		അപരരൂപങ്ങളും
I	ഓക്സിജൻ	1. സാധാരണ ഓക്സിജൻ
		2. ഓസോൺ
II	സൽഫർ	1. റോംബിക് സൽഫർ
		2. മോണോക്ലിനിക് സൽഫർ
		3. പ്ലാസ്റ്റിക സൽഫർ
		4. കൊളോയ്ഡിയസൽഫർ
III	കാർബൺ	1. വജ്രം (diamond)
		2. ഗ്രാഫൈറ്റ്
		3. കരി (charcoal)
		4. വിളക്കുകരി (lamp black)
		5. വാതകകരി (gas carbon)
		6. കോക്ക്.
IV	ഫോസ്ഫറസ്	1. ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ്
		2. വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസ്
		3. സ്ലാർലറ്റ് ഫോസ്ഫറസ്

മറ്റു പല മൂലകങ്ങളും അപരരൂപത ഉള്ളവയാണു്. ഓരോ രൂപത്തിനും സ്ഥിരമായി—അതായതു് സ്വയം മറ്റൊരു രൂപമായി പരിവർത്തനം ചെയ്യാതെ—

സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതിനു താപനിലയിലും മർദത്തിലും ഉള്ള ചില പരിധികളും ഉണ്ടു്. സാധാരണ പരിതസ്ഥിതികളിലുള്ള സ്ഥിരരൂപമാണു് നാം ഏറ്റവും കൂടുതലായി അറിയുന്നതു്.

തന്മാത്രകളിലുള്ള അണുക്കളുടെ എണ്ണ വ്യത്യാസവും ക്രിസ്റ്റൽസംരചനാ വൈവിധ്യവും ആണു് അപരരൂപതയ്ക്കു് കാരണം. ഇത്തരം രൂപങ്ങളും തമ്മിൽ ഊർജവ്യത്യാസം ഉണ്ടായിരിക്കും. ഓരോ താപനിലയിലും മർദത്തിലും ഏറ്റവും കുറവു് ഊർജം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന രൂപമാണു് സ്ഥിരതയുള്ളതു്. മറ്റു രൂപങ്ങളും ഈ പരിതസ്ഥിതിയിൽ, കൂടുതലുള്ള ഊർജം വിസർജിച്ചു് സ്ഥിരരൂപമായി സ്വയം പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്നു. ഉദാഹരണമായി അന്തരീക്ഷമർദത്തിൽ 96 5°C വരെയുള്ള താപനിലകളിൽ റോംബിക് സൽഫറിനു് മോണോക്ലിനിക് സൽഫറിനേക്കാളും ഊർജം കുറവാണു്, അതിനാൽ മോണോക്ലിനിക് രൂപം 96 5°C നു താഴെ സ്വയമേവ റോംബിക് രൂപമായി പരിണമിക്കുന്നു. 96 5°C നു മുകളിൽ റോംബിക് സൽഫറിനു് മോണോക്ലിനിക രൂപത്തേക്കാളും ഊർജം കൂടുതലായതിനാൽ അതു് സ്വയമേവ മോണോക്ലിനിക് രൂപമായി പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്നു. 96.5°C-ൽ രണ്ടു രൂപങ്ങൾക്കും തുല്യമായ ഊർജമാണു്. അതിനാൽ ഈ താപനിലയിൽ (സംക്രമണതാപനില) രണ്ടു രൂപങ്ങളും സന്തുലനാവസ്ഥയിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു.

സൽഫറിന്റെ രാസഗുണധർമങ്ങൾ

പൊതുവെ പ്രതിപ്രവർത്തന ശീലമുള്ള മൂലകമാണു് സൽഫർ.

1. **അലോഹങ്ങളുമായി സംയോജനം**

a) **ഓക്സിജൻ**: സൽഫർ വായുവിലും ഓക്സിജനിലും നീലനിറമുള്ള ജ്വാലയോടു കൂടി കത്തുന്നു. സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡും വളരെ ചെറിയ തോതിൽ സൽഫർ ട്രൈഓക്സൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

ചൂർണ രൂപത്തിലുള്ള സൽഫർ വായുവിൽ തുറന്നു വെച്ചിരുന്നാൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടന്നു് അല്പം സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഇങ്ങനെയാണു സൽഫറിനു് ഗന്ധം ഉണ്ടാകുന്നതു്.

b) **ക്ലോറിൻ**: ഉരുകിയ സൽഫറിൽ കൂടി ക്ലോറിൻ കടത്തി വിടുമ്പോൾ സൽഫർ മോണോക്ലോറൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2S + Cl_2 \longrightarrow S_2Cl_2$$

c) **ഹൈഡ്രജൻ**: ഉരുകിയ സൽഫറിൽ കൂടി ഹൈഡ്രജൻ കടത്തിവിടുമ്പോൾ ഉയേദിശീയമായി ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$H_2 + S \rightleftharpoons H_2S$$

d) **കാർബൺ**: ജ്വലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന കാർബണിൽ കൂടി (കോക്ക്) സൽഫർബാഷ്പം കടത്തിവിടുമ്പോൾ കാർബൺ ഡൈസൽഫൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$C + 2S \longrightarrow CS_2$$

മറ്റു പല അലോഹങ്ങളുമായും സൽഫർ അനായോജ്യമായ പരിതസ്ഥിതികളിൽ സംയോജിച്ചു് സൽഫൈഡുകളും ഉണ്ടാകുന്നു.

2. ലോഹങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

ഉയർന്ന താപനിലയിൽ പ്ലാറ്റിനം, സ്വർണം മുതലായ ചുരുക്കം ചിലതൊഴിച്ച് മറ്റെല്ലാ ലോഹങ്ങളുമായും സൽഫർ സംയോജിച്ച് ലോഹസൽഫൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Fe + S \longrightarrow FeS$$

സോഡിയം, പൊട്ടാസിയം മുതലായ പ്രതിപ്രവർത്തനശീലമുള്ള ലോഹങ്ങളുമായി ജ്വലനത്തോടുകൂടി സംയോജിക്കുന്നു.

$$2Na + S \longrightarrow Na_2S$$

മെർക്കുറിയും സൽഫറും ചേർത്ത് അരച്ചാൽ സാധാരണ താപനിലയിൽ തന്നെ സംയോജനം നടക്കും.

$$Hg + S \longrightarrow HgS \quad \text{(മെർക്കുറിക് സൽഫൈഡ്)}$$

3. ആസിഡുകളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

ഓക്സീകാരക ആസിഡുകളുമായി മാത്രമേ സൽഫർ പ്രവർത്തിക്കുകയുള്ളൂ. അല്പാത്മവുമായി (ഉദാ: HCl) പ്രവർത്തനം ഇല്ല. ഇത്തരം പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ സൽഫർ ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് SO_2, H_2SO_4 മുതലായ ഉല്പന്നങ്ങൾ ഉണ്ടാകും.

സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡു ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോൾ സൽഫർ അതിലലിയുകയും സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$2H_2SO_4 + S \longrightarrow 2H_2O + 3SO_2$$

സാന്ദ്ര നൈടിക് ആസിഡ് ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോൾ സൽഫർ സൽഫൂരിക് ആസിഡായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$6HNO_3 \longrightarrow 6NO_2 + 3H_2O + 3(O)$$
$$3(O) + S \longrightarrow SO_3$$
$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

$$6HNO_3 + S \longrightarrow 6NO_2 + 2H_2O + H_2SO_4$$

4. ക്ഷാരങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

ചൂടാക്കിയ ക്ഷാരലായനികളിൽ സൽഫർ ക്രമേണ അലിഞ്ഞുചേരും. പോളീസൽഫൈഡുകളും തയോസൽഫേറ്റും ഉണ്ടാകും. ഇങ്ങനെയുള്ള ലായനികൾക്കു ചുവപ്പോ മഞ്ഞയോ നിറം ഉണ്ടാകാം.

$$3Ca(OH)_2 + 12\,S \longrightarrow 2CaS_5 + CaS_2O_3 + 3H_2O$$

5. സോഡിയം സൽഫൈറ്റുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

സൽഫർ പൂർണം സോഡിയം സൽഫൈറ്റ് ലായനിയിൽ ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോൾ സാവധാനം അലിഞ്ഞുചേർന്ന് സോഡിയം തയോസൽഫേറ്റ് ലായനി കിട്ടുന്നു.

$$Na_2SO_3 + S \longrightarrow Na_2S_2O_3$$

സൽഫറിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

നിഷ്കർഷണം ചെയ്യേണ്ടുന്ന സൽഫറിൽ ഏറിയ പങ്കും വായുവിൽ കത്തിച്ച് SO_2 ഉണ്ടാക്കാനാണുപയോഗിക്കുന്നത്. SO_2 പ്രധാനമായും സൽഫൂരിക് ആസിഡ് നിർമാണത്തിനുപയോഗിക്കുന്നു. സൽഫൈറ്റുകൾ ഉണ്ടാക്കാനും വിവർണീകരണത്തിനും SO_2 ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. കാർബൺ ഡൈസൽഫൈഡ് ഉല്പാദനത്തിനു സൽഫർ ഉപയോഗിക്കുന്നു. സൽഫർ വളരെക്കാലം മുമ്പു മുതൽ വെടിമരുന്നു് (12% സൽഫർ, 13% കരി, 75% വെടിയുപ്പ്-KNO_3) ഉണ്ടാക്കാനുപയോഗിച്ചുവരുന്നു. റബ്ബർ വൾക്കനൈസു ചെയ്യാനും തീപ്പെട്ടിവ്യവസായത്തിലും സൽഫർ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ചൂർണിത സൽഫർ കീടനാശിനിയായും കൊളോയ്ഡീയ സൽഫർ ഔഷധങ്ങളിലും ഔഷധസോപ്പുകളിലും പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡ് H_2S

ജൈവപദാർഥങ്ങൾ ജീർണിക്കുമ്പോൾ ഈ വാതകം ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ സമീപമുള്ള വായുവിൽ ഇതിന്റെ അംശം അല്പം കാണാറുണ്ട്. മുട്ട ചീയുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന ദുർഗന്ധം ഈ വാതകത്തിന്റെയാണ്. മുട്ട ചീയുമ്പോഴും ഈ വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു. ജൈവപദാർഥങ്ങളിൽ ഉള്ള സൽഫർ യൗഗികങ്ങളുടെ രാസപരിണാമങ്ങളിൽ നിന്നാണ് H_2S ഉണ്ടാകുന്നത്.

അഗ്നിപർവതവാതകങ്ങളിലും ചില ഉഷ്ണജലധാരകളിലും ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡ് കാണുന്നു. ജലധാരകളിൽ ഈ വാതകം ലയിതാവസ്ഥയിൽ കാണപ്പെടുന്നു. ധാരാളം ജൈവവസ്തുക്കളും കലർന്ന മണ്ണിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന നീരുറവകളിൽ ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡ് കാണും. കുട്ടനാടുപോലുള്ള ചതുപ്പുസ്ഥലങ്ങളിലെ ഉൽസ്രുത ഉറവകളിലെ (artesian spring) ജലം ഇതിനുദാഹരണമാണ്.

ഉല്പാദനവിധികൾ

(1) തിളയ്ക്കുന്ന സൽഫറിൽ കൂടി ഹൈഡ്രജൻ കടത്തിവിടുമ്പോൾ ഉഭയദിശീയമായി H_2S ഉണ്ടാകും.

$$H_2 + S \rightleftharpoons H_2S$$

(2) ലോഹസൽഫൈഡുകളിൽ നേർത്ത സൽഫൂരിക് ആസിഡ്, നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ്, സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് മുതലായ ഓക്സീകാരകമല്ലാത്ത ആസിഡുകൾ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ H_2S വിസ്ഥാപിതമാകുന്നു.

$$ZnS + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2S$$
$$FeS + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2S$$

(3) പാരഫിൻ മെഴുകും ഗന്ധചൂർണവും ചേർത്ത് ചൂടാക്കുമ്പോൾ H_2S ലഭിക്കുന്നു. പാരഫിൻ മെഴുകിലുള്ള ഹൈഡ്രോ കാർബണുകളിലെ ഹൈഡ്രജനെ സംയോജനം മൂലം വേർപെടുത്തപ്പെടുന്നു.

$$(H_2) + S \longrightarrow H_2S$$

ഇതുപോലെ പല കാർബണിക യൗഗികങ്ങളിൽ നിന്നും സൽഫർ ഹൈഡ്രജനെ വേർപെടുത്തുന്നു.

(4) ചില സൽഫൈഡുകളും ജലാപഘടനം ചെയ്യും H_2S നിർമിക്കാം.

ലാബറട്ടറിനിർമാണം

1. ഗുണാത്മകവിശ്ലേഷണത്തിനു H_2S ആവശ്യമാണു്. അതിനാൽ എപ്പോഴും കിട്ടത്തക്കവണ്ണം കിപ്പു് ഉപകരണത്തിലാണു് ഈ വാതകം നിർമിക്കപ്പെടുന്നതു്. ഫെറസു് സൽഫൈഡു് കഷണങ്ങളിൽ നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡോ നേർത്ത സൽഫൂരിക് ആസിഡോ ചേർത്താണു് H_2S ലഭിക്കുന്നതു്.

$$FeS + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2S$$

$$FeS + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2S$$

(കിപ്പുപകരണത്തിന്റെ വിവരണം ഹൈഡ്രജൻനിർമാണത്തിൽ ചേർത്തിട്ടുണ്ടു്.)

കിപ്പുപകരണത്തിൽ നിന്നു് വരുന്ന വാതകം ഒരു ജലംനിറച്ച വാഷ്ബോട്ടിലിൽ കൂടി കുമിളിപ്പിച്ചു് അതിലുണ്ടാകാവുന്ന, ലായനി—കണികകളും (Spray) മാറ്റപ്പെടുന്നു. വാതകം ശേഖരിക്കാൻ വായുവിന്റെ ഊർധ്വവിസ്ഥാപനം ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണു്. ഈർപ്പരഹിതമായ വാതകം ലഭിക്കുന്നതിനു് ഫോസ്ഫറസ് പെന്റാക്ലൈഡു് ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഒരു U കഴലിൽ കൂടി കടത്തിവിട്ടാൽ മതി. ഇപ്രകാരം കിട്ടുന്ന വാതകത്തിൽ ഹൈഡ്രജൻ, ഹൈഡ്രോകാർബൺ വാതകങ്ങളും മുതലായ അപദ്രവ്യങ്ങളും കലർന്നിരിക്കും. ഫെറസ് സൽഫൈഡിൽ ഉള്ള ഇരുമ്പു്, അയേൺ കാർബൈഡു് എന്നിവയിൽ നിന്നാണു് ഹൈഡ്രജനും ഹൈഡ്രോകാർബണുകളും ഉണ്ടാകുന്നതു്. ഇവയുടെ നിർമാർജനം അത്ര എളുപ്പമല്ല. താഴെപ്പറയുന്ന മാർഗം ഉപയോഗിച്ചു് ശുദ്ധീകരിക്കാവുന്നതാണു്.

കിപ്പുപകരണത്തിൽ നിന്നു വരുന്ന വാതകം ആദ്യം ജലത്തിൽ കൂടി കടത്തിവിട്ടു് ആസിഡു് കണികകൾ നീക്കംചെയ്യുക. അതിനുശേഷം ഈ വാതകം മഗ്നീഷ്യം ഹൈഡ്രോക്ലൈഡു് നിലംബനം ചെയ്തിരിക്കുന്ന ജലത്തിൽ കൂടി കടത്തിവിടുക. H_2S മാത്രം മഗ്നീഷ്യം ഹൈഡ്രോക്ലൈഡുമായി സംയോജിച്ചു് മഗ്നീഷ്യം ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡു് ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ പദാർഥം പാത്രത്തിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു.

$$Mg(OH)_2 + H_2S \longrightarrow Mg(HS)_2 + H_2O$$

അപദ്രവ്യങ്ങൾ അതേപടി കടന്നുപോകുന്നു. മഗ്നീഷ്യം ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡു് ഉൾക്കൊള്ളുന്ന പാത്രം ചൂടാക്കുമ്പോൾ രാസവിഘടനം നടന്നു് ശുദ്ധമായ H_2S ഉണ്ടാകും. വാതകം P_2O_5-ൽ കൂടി കടത്തിവിട്ടു് ഈർപ്പരഹിതമാക്കി ശേഖരിക്കാം.

2. **ശുദ്ധമായ H_2S**

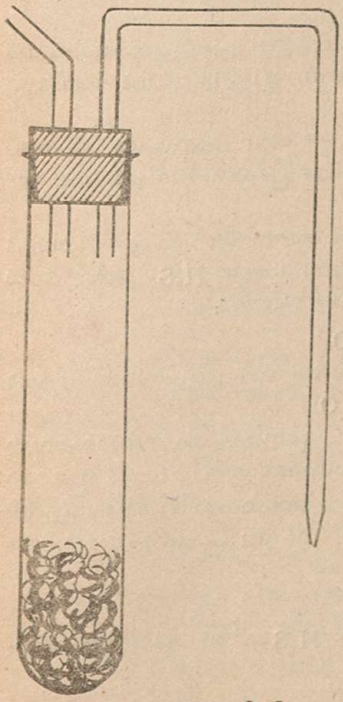
അവക്ഷിപ്ത ആന്റിമണി സൽഫൈഡും സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡും തമ്മിൽ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ വളരെ ശുദ്ധമായ H_2S കിട്ടുന്നു.

$$Sb_2S_3 + 6HCl \longrightarrow 3H_2S + 2SbCl_3$$

അടിയുരുണ്ട ഒരു ഫ്ളാസ്കിൽ ആൻറിമണി സൽഫൈഡ് എടുത്തു്, ടാപ് ഫണലും നിർഗമനക്കുഴലും ഉറപ്പിച്ചിട്ടുള്ള റബ്ബർകോർക്കു കൊണ്ടു് അടക്കുക നിർഗമനക്കുഴലിൽ ഒരു ജലം നിറച്ച വാഷ്ബോട്ടിലിനോടു യോജിപ്പിക്കുക. ടാപ് ഫണലിൽ കൂടി സാന്ദ്രഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് ഒഴിച്ചു് ഫ്ളാസ്കു് ചൂടാക്കുമ്പോൾ H_2S ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതിൽ ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് വാതകം കലർന്നിരിക്കും. വാഷ്ബോട്ടിലിൽ ഉള്ള ജലത്തിൽ കൂടി കടക്കുമ്പോൾ HCl അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. പുറത്തു വരുന്ന വാതകം ശുദ്ധമായ H_2S ആണു്. ഈർപ്പരഹിതമാക്കണമെങ്കിൽ വാതകം P_2O_5 കൊണ്ടു് നിർജലീകരിക്കേണ്ടതാണു്

3. സൽഫറിൽ നിന്നുള്ള നിർമാണം

പാരഫിൻ മെഴുകും സൽഫർ പൊടിയും കലർന്ന മിശ്രിതം ചൂടാക്കിയും ലാബറട്ടറിയിൽ H_2S നിർമിക്കാവുന്നതാണു്. പാരഫിൻ മെഴുകു്, ആസ്ബസ്റോസ് നാരു്, സൽഫർപൊടി എന്നിവയുടെ മിശ്രിതം ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിലെടുത്തു് ചൂടാക്കപ്പെടുന്നു.



ചിത്രം 9_6

ഈ വാതകം ശുദ്ധമാണു്, ആവശ്യമുള്ളപ്പോഴും ചൂടാക്കി H_2S ഉണ്ടാക്കാം. തണുത്താൽ മിശ്രിതത്തിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുന്നുമില്ല.

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

നിറമില്ലാത്ത ഈ വാതകത്തിനു് ചീഞ്ഞ മുട്ടയുടെ ഗന്ധമുണ്ടു്. ഘനത്വം വായുവിനേക്കാളും അല്പം കൂടുതലാണു്. ജലത്തിൽ സാമാന്യമായി ലയിക്കുന്നു 20°C ൽ ഒരു വ്യാപ്തം ജലത്തിൽ 2.6 വ്യാപ്തം വാതകം ലയിക്കുന്നു. ലായനി തിളപ്പിച്ചാൽ അതിലുള്ള H_2S മുഴുവനും നിഷ്കാസിതമാകും, ഉന്നതമർദത്തിൽ H_2S വാതകം ദ്രവീകരിക്കാം.

ഒരു വിഷവാതകമായ ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡ് അല്പനേരം ശ്വസിച്ചാൽ തലവേദനയുണ്ടാകും. കൂടുതൽ നേരം ശ്വസിക്കുമ്പോൾ ബോധക്കേടുണ്ടാകും. ദീർഘനേരം നിലനിൽക്കുന്ന ദോഷഫലമുണ്ടാക്കുന്ന വിഷമാണു് H_2S.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

1. H_2S ഒരു അസ്ഥിരയൗഗികമാണു്. ചൂടാക്കുകയോ ചൂടാക്കിയ ഒരു പ്ലാറ്റിനം

കമ്പി ഈ വാതകത്തിൽ താഴ്ത്തുകയോ ചെയ്താൽ വിയോജനം നടന്ന് ഘടക മൂലകങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു. വൈദ്യുതസ്ഫുലിംഗനം കൊണ്ടും വിഘടനം നടത്താം.

$$H_2S \rightleftarrows H_2 + S$$

അനായാസമായി ഹൈഡ്രജൻ പ്രദാനംചെയ്യുന്നതിനാൽ H_2S ശക്തമായ ഒരു നിരോക്സീകാരകമാണ്.

2. H_2S വായുവിലും ഓക്സിജനിലും അല്പം നീലനിറമുള്ള ജ്വാലയോടുകൂടി കത്തുന്നു. നീരാവിയും സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2H_2S + 3O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2SO_2$$

പരിമിതമായി മാത്രമേ വായു ഉള്ള എങ്കിൽ നീരാവിയും സൽഫറും ആണ് ഉല്പന്നങ്ങൾ. H_2S കത്തുമ്പോഴുള്ള ജ്വാലയുടെ ഉഷ്ണാഗ്രത്ത് സൽഫർ ഉണ്ടെന്നു തെളിയിക്കാം. ജ്വാല ജലം നിറച്ച ഒരു ബീക്കറിനടയിലോ പൈനാഡിഷിന്റെ പുറത്തോ പതിപ്പിച്ചാൽ അവിടെ മഞ്ഞനിറമുള്ള സൽഫർ നിക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നതായി കാണാം.

$$2H_2S + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2S$$

H_2S ലായനി വായുവിൽ തുറന്നുവെച്ചിരുന്നാലും ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കും. ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡും ഓക്സിജനും കലർന്ന മിശ്രിതത്തിൽ വൈദ്യുത സ്ഫുലിംഗനം നടത്തിയാൽ സ്ഫോടനം ഉണ്ടാകുന്നു

3. ജലവുമായുള്ള പ്രവർത്തനം: H_2S-ന് ജലത്തിൽ സാമാന്യമായ ലയത്വമുണ്ട്. ലായനി നീല ലിറ്റ്മസിന്റെ നിറം ചുവപ്പാക്കുന്നതിനാൽ അതിന് അമ്ലഗുണമുണ്ടെന്ന് അനുമാനിക്കാം.

4. H_2S വാതകവും അതിന്റെ ജലലായനിയും ക്ഷാരലായനികളെ നിഷ്ക്രിയമാക്കുന്നു. ദുർബലമായ ഒരു ദ്വിബേസിക ആസിഡാണ് H_2S. അതിനാൽ ഇതിന് ഹൈഡ്രോസൽഫൂരിക് ആസിഡ് എന്നും പേരുണ്ട്.

$$NaOH + H_2S \longrightarrow NaHS + H_2O$$

(സോഡിയം ഹൈഡ്രോസൽഫൈഡ്)

$$2NaOH + H_2S \longrightarrow Na_2S + 2H_2O$$

(സോഡിയം സൽഫൈഡ്)

5. ലോഹങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം: സാധാരണ താപനിലയിൽ തന്നെ H_2S പല ലോഹങ്ങളുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു; തൽഫലമായി ലോഹപ്രതലത്തിൽ ലോഹ സൽഫൈഡ് പടലം ഉണ്ടാകുന്നു. ചെമ്പ്, വെള്ളി മുതലായ ലോഹങ്ങളും ഇങ്ങനെ പ്രവർത്തനവിധേയമാകുന്നു.

$$Cu + H_2S \longrightarrow CuS + H_2$$

ഉയർന്ന താപനിലയിൽ മിക്ക ലോഹങ്ങളും H_2S-മായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. (സ്വർണം, പ്ലാറ്റിനം മുതലായവ ഒഴിച്ച്)

$$Sn + H_2S \longrightarrow SnS + H_2$$
$$Pb + H_2S \longrightarrow PbS + H_2$$

6. നിരോക്സീകരണസ്വഭാവം: അനായാസമായി വിയോജനം ചെയ്ത്

നവജാത ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകാമെന്നുള്ളതിനാൽ H_2S ഒരു നല്ല നിരോക്സീകാരകമാണു്. ചില ഉദാഹരണങ്ങളും നോക്കുക:

(a) ആസിഡീകരിച്ച പൊട്ടാസിയം പെർമാൻഗനേറ്റ് ലായനിയിൽ കൂടി H_2S കടത്തി വിട്ടാൽ ലായനിയുടെ പാടലനിറം നഷ്ടപ്പെടുകയും സൽഫർ അവക്ഷേപം (ഇളംമഞ്ഞ) ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5\,[O]$$

$$5H_2S + 5\,(O) \longrightarrow 5H_2O + 5S\downarrow$$

$$2\,KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5H_2S \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O + 5S\downarrow$$

(b) ആസിഡീകരിച്ച പൊട്ടാസിയം ഡൈക്രോമേറ്റ് ലായനിയിൽ കൂടി H_2S കടത്തിവിട്ടാൽ ലായനിയുടെ ഓറഞ്ചുനിറം പച്ചയായി മാറുന്നതും സൽഫർ അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നതും കാണാം. ഡൈക്രോമേറ്റിനെ ക്രോമിയം ലവണമാക്കി നിരോക്സീകരിക്കുന്നതിനാലാണിതു്. ലായനിയുടെ പച്ചനിറം കൊണ്ടു് സൽഫറിന്റെ മഞ്ഞനിറം തിരിച്ചറിയാൻ വിഷമമാണു്. ലായനി ഊറ്റിക്കളഞ്ഞു് അവക്ഷേപം കഴുകിനോക്കിയാൽ മഞ്ഞനിറം കാണാം.

$$K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \longrightarrow Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 4H_2O + 3\,(O)$$

$$3H_2S + 3\,(O) \longrightarrow 3H_2O + 3S\downarrow$$

$$K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 + 3H_2S \longrightarrow Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O + 3S\downarrow$$

(c) പുകയ്ക്കിയ സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡിൽ കൂടി H_2S കടത്തിവിട്ടപ്പോൾ സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ടു് സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$H_2SO_4 \longrightarrow H_2O + SO_2 + (O)$$

$$H_2S + (O) \longrightarrow H_2O + S$$

$$H_2SO_4 + H_2S \longrightarrow 2H_2O + SO_2 + S$$

(d) സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡിനെ H_2S നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡായി നിരോക്സീകരിക്കുന്നു ഈ വ്യത്യാസത്തിനു് പ്രാധാന്യമുള്ള രണ്ടു പ്രവർത്തനങ്ങളുണ്ടു്.

$$H_2S + 2HNO_3 \longrightarrow 2H_2O + S + 2NO_2$$

നേർത്ത നൈട്രിക് ആസിഡാണെങ്കിൽ പ്രവർത്തനം ഇപ്രകാരമാണെങ്കിലും ചിലപ്പോൾ സൽഫർ കൊളോയ്ഡീയാവസ്ഥയിൽ വേർപെടുന്നതു കാണാം. ഉന്നതതാപനിലയിൽ സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡാണെങ്കിൽ ചിലപ്പോൾ സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡാണു് ഉല്പന്നം.

(e) സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് വാതകവും ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡും തമ്മിൽ കലർത്തിയാൽ (അല്പം ഈർപമുണ്ടെങ്കിൽ) സൽഫർ ധൂളികം നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നതു കാണാം.

$$SO_2 + 2H_2S \longrightarrow 3S + 2H_2O$$

SO_2 നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

7 ഹലജനുകളുമായി H_2S പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഇവിടെയും ഹലജനുകം നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു

$$X_2 + H_2S \longrightarrow S + 2HX$$

(ഹൈഡ്രോഹലിക് ആസിഡുകളുടെ നിർമാണം നോക്കുക).

അതിശക്തമായ ഓക്സീകാരകമായതിനാൽ ക്ലോറിൻ ജലം H_2S നെ സൽഫൂരിക് ആസിഡായി ഓക്സീകരിക്കുന്നു.

$$H_2S + 4Cl_2 + 4H_2O \longrightarrow 8HCl + H_2SO_4$$

8. ലോഹലവണലായനികളിൽ H_2S കടത്തിവിടുമ്പോൾ ദ്രവ്യവിഘടനം കൊണ്ട് അതാതു ലോഹസൽഫൈഡുകളും ഉണ്ടാകുന്നു. സോഡിയം, പൊട്ടാസിയം മുതലായ ചില ലോഹങ്ങളുടേതൊഴിച്ച് മറ്റു ലോഹങ്ങളുടെ സൽഫൈഡുകളും ജലത്തിൽ അലേയങ്ങളാണ്. അതുകൊണ്ട്, ലവണലായനിയിൽകൂടി H_2S കടത്തിവിടുമ്പോൾ ലോഹസൽഫൈഡുകളും അവക്ഷേപമായി ലഭിക്കും.

$$CuSO_4 + H_2S \longrightarrow CuS + H_2SO_4$$

കുപ്രിക് സൽഫൈഡ്
(കറുത്ത നിറം)

$$ZnSO_4 + H_2S \longrightarrow ZnS + H_2SO_4$$

സിങ്ക് സൽഫൈഡ്
(വെളുപ്പുനിറം)

$$2SbCl_3 + 3H_2S \longrightarrow Sb_2S_3 + 6HCl$$

ആൻറിമണിസൽഫൈഡ്
(ഓറഞ്ചുനിറം)

മിക്ക ലോഹസൽഫൈഡുകൾക്കും പ്രത്യേകനിറം ഉള്ളതിനാൽ ലവണത്തിലെ ലോഹാംഡിക്കൽ ഏതാണെന്നു കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനു ഈ പരീക്ഷണം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ചില സൽഫൈഡുകളും ആസിഡിൽ ലയിക്കുന്നവയാണ്. അതിനാൽ ഇവയെ ലവണങ്ങളിൽ നിന്നു ആസിഡിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ അവക്ഷേപിക്കാൻ സാധിക്കുകയില്ല. ഉദാഹരണമായി കോപ്പർസൽഫേറ്റും സിങ്ക്സൽഫേറ്റും ലയിച്ചിട്ടുള്ള ലായനിയിൽ അല്പം ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് ചേർത്തു H_2S കടത്തിയാൽ കറുത്ത CuS മാത്രം അവക്ഷേപിക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ ചെമ്പിനെ സിങ്കിൽ നിന്നു വേർതിരിച്ചെടുക്കാവുന്നതാണ്. അവക്ഷേപം അരിച്ചുനീക്കിക്കിട്ടുന്ന നിസ്യന്ദത്തിൽ അധികം അമോണിയാ ലായനി ചേർത്തു അതിൽ കൂടി H_2S കടത്തിയാൽ വെളുത്ത ZnS അവക്ഷേപി

ക്കപ്പെടുന്നു. ഇത്തരം പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളും ഗുണാത്മകവിശ്ലേഷണങ്ങളിലും പരിമാണാത്മകവിശ്ലേഷണങ്ങളിലും ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്.

ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡിന്റെ ടെസ്റ്റുകൾ

1. ചീഞ്ഞ മുട്ടയുടെ ഗന്ധമുള്ള നിറമില്ലാത്ത വാതകം.

2. ലെഡ് അസെറേറ്റ് ലായനിയിൽ മുക്കിയ ഫിൽറ്റർപേപ്പർ കഷ്ണം വാതകത്തിൽ കാണിക്കുമ്പോൾ തിളക്കമുള്ള കറുത്ത നിറം ഉണ്ടാകുന്നു. ലെഡ് സൽഫൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നതിനാലാണിത്.

3. തിളങ്ങുന്ന വെള്ളിത്തകിടിൽ ഈ വാതകത്തിൽ കറുക്കുന്നു. Ag_2S ന്റെ പടലം ഉണ്ടാകുന്നതിനാലാണിത്.

ഉപയോഗങ്ങൾ

ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡിന്റെ പ്രഥമവും പ്രധാനവുമായ ഉപയോഗം ഗുണാത്മകവിശ്ലേഷണത്തിലാണ്. ലോഹ അയോണുകളുടെ വർഗീകരണത്തിനും അവയെ തിരിച്ചറിയാനും H_2S മുഖ്യ റീയേജന്റ് ആണ്. ചില പരിണാത്മകവിശ്ലേഷണത്തിലും H_2S ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്.

ഗുണാത്മകവിശ്ലേഷണത്തിൽ H_2S ന്റെ പ്രയോജനം

H_2S ലോഹലവണലായനിയിൽ കടത്തിവിടുമ്പോൾ ലോഹസൽഫൈഡുകൾ പലപ്പോഴും അവക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു. സൽഫൈഡുകളുടെ ലേയത്വസ്വഭാവത്തിലും വർണത്തിലും ഉള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ കൊണ്ട് ലോഹറാഡിക്കലുകളുടെ അപസർപ്പണത്തിന് (defection) ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു. ചില ലോഹസൽഫൈഡുകൾ ആസിഡ് ഉള്ള ലായനികളിൽ നിന്നും അവക്ഷേപിക്കും (ഉദാ: Cus, Hgs) എന്നാൽ ചിലത് ആസിഡ് ഇല്ലാത്ത (ക്ഷാരീയ) ലായനികളിൽ നിന്നു മാത്രമേ അവക്ഷേപിക്കാൻ സാധിക്കുന്നുള്ളൂ. (ഉദാ: Zns, Mns). ചില സൽഫൈഡുകൾ ജലലായനികളിൽ നിന്നു അവക്ഷേപിക്കാവുന്നതല്ല. ഈ ഗുണധർമങ്ങൾ വെച്ചു കൊണ്ട് ലോഹങ്ങളെ മൂന്നായി തരംതിരിക്കാം:

(i) ആസിഡുലായനികളിൽ നിന്നും സൽഫൈഡ് അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നവ. (കോപ്പർ, ബിസ്മത്, ലെഡ്, മെർക്കറി, കാഡ്മിയം, ടിൻ, ആർസനിക്, ആൻറിമണി)

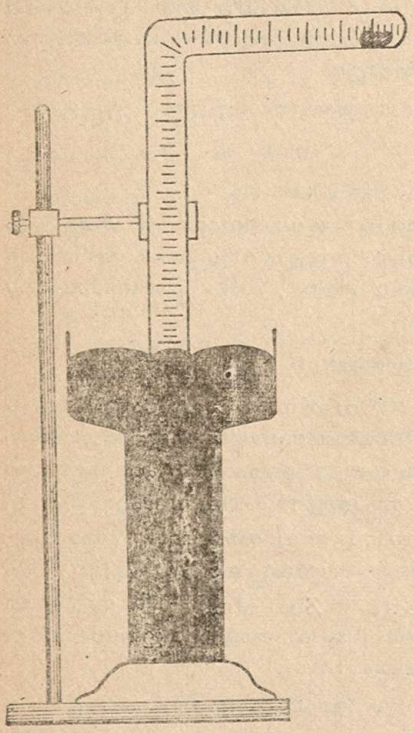
(ii) ആസിഡുലായനിയിൽ നിന്നും അവക്ഷേപിക്കാൻ സാധ്യമല്ലാത്തവയാണെങ്കിലും ക്ഷാരീയലായനിയിൽ നിന്നു സൽഫൈഡ് അവക്ഷിപ്തം നൽകുന്നവ. (സിങ്ക്, മാൻഗനീസ്, കോബാൾട്, നിക്കൽ)

(iii) ജലലായനിയിൽ നിന്നു ഒരവസ്ഥയിലും സൽഫൈഡായി അവക്ഷേപിക്കാൻ സാധിക്കാത്തവ (സോഡിയം, പൊട്ടാസിയം, കാൽസിയം, ബേരിയം).

ലോഹമിശ്രിതങ്ങളെ വേർതിരിക്കാനും ഈ തത്വം പ്രയോജനപ്പെടുന്നുണ്ട്. ചില ലോഹസൽഫൈഡുകൾക്ക് സവിശേഷമായ നിറമുണ്ട്. ഇവയെ വർണം കൊണ്ട് തിരിച്ചറിയാം. ഉദാഹരണമായി ആൻറിമണിസൽഫൈഡിനു ഓറ

ഇരുമ്പിന്റെ ആർസനിക് സൽഫൈഡിനു് മഞ്ഞനിറവും മാൻഗനീസ് സൽഫൈഡിനു് മാംസനിറവും ആണുള്ളതു്. ചെമ്പു്, ലെഡ് മുതലായ ലോഹങ്ങളുടെ സൽഫൈഡുകൾക്കു് കറുത്തനിറവുമാണു്.

ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡിന്റെ സംഘടനവും ഫോർമുലയും



ചിത്രം 9_7

പെരുവിരലിന്റെ ആകൃതിയിൽ ഒരറ്റം അടച്ച ഒരു ഗ്ലാസ് കുഴൽ മെർക്കറി നിറച്ചു് ആഴമുള്ള ഒരു പാത്രത്തിൽ എടുത്തിരിക്കുന്ന മെർക്കറിക്കു മീതെ കമഴ്ത്തിവെയ്ക്കുക. ഗ്ലാസ് കുഴലിനകത്തു് മെർക്കറി കീഴ്പ്പോട്ടു് വിസ്ഥാപിച്ചു് ഏകദേശം മുക്കാൽഭാഗം ശുദ്ധമായ ഹൈഡ്രജൻസൽഫൈഡ് കടത്തിവിടുക. കുഴലിന്റെ തിരശ്ചീനമായ ഭാഗത്തു് ഒരു കഷണം ടിൻ കടത്തിവെയ്ക്കുക (ചിത്രം 9_7). ഈ അവസ്ഥയിൽ കുഴലിലുള്ള മെർക്കറിതലം കുഴലിനു പുറമെ അടയാളപ്പെടുത്തുക. ടിൻ ഇരിക്കുന്ന ഭാഗത്തായി കുഴൽ പുറമെ ചൂടാക്കുക. പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുന്നതിനാൽ ടിന്നിന്റെ തിളക്കം ഇല്ലാതാകുന്നു. ടിൻസൽഫൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നതായി അനുമാനിക്കാം, പരീക്ഷണംവഴി തെളിയിക്കുകയും ചെയ്യാം. പ്രതിപ്രവർത്തനം പൂർത്തിയാണെന്നു് ബോധ്യം വരുമ്പോൾ തപിപ്പിക്കാൻ നിറുത്തി ഉപകരണം പൂർവതാപനിലയിലേക്കു് തണുപ്പിക്കുക. കുഴലിനകത്തുള്ള വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം നേരത്തെ അതിലുണ്ടായിരുന്ന ഹൈഡ്രജൻസൽഫൈഡിന്റെ വ്യാപ്തംതന്നെയാണെന്നു കാണാം. കുഴലിനകത്തു് ഇപ്പോൾ ഉള്ള വാതകം ഹൈഡ്രജനാണെന്നു് പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്നു് തെളിയിക്കാം. (H_2ന്റെ ടെസ്റ്റ് കാണുക). ഈ പരീക്ഷണത്തിൽ നിന്നു് താഴെപ്പറയുന്ന നിഗമനങ്ങൾ ലഭിക്കുന്നു:

(1) ഹൈഡ്രജൻസൽഫൈഡിൽ ഹൈഡ്രജനും സൽഫറും മാത്രമാണുള്ളതു്.

(2) ഹൈഡ്രജൻസൽഫൈഡിൽ അതിന്റെ വ്യാപ്തത്തിനു തുല്യമായ വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജൻ സംയോജിച്ചിരിക്കുന്നു.

സൂത്രം: ഒരു വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡിൽ 1 വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജൻ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു (പരീക്ഷണം).

∴ അവൊഗാഡ്രോ നിയമപ്രകാരം ഒരു വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡിൽ ഉള്ള തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണവും അതിൽ നിന്നു കിട്ടുന്ന ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണവും ഒന്നു തന്നെ.

∴ 1 ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡ് തന്മാത്രയിൽ 1 ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്ര അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

ഹൈഡ്രജൻ ദ്വിഅണുക വാതകമായതിനാൽ ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്ര = H_2.

∴ ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡിന്റെ സൂത്രം H_2Sx എന്നായിരിക്കും. ഈ വാതകത്തിന്റെ ബാഷ്പഘനത്വം 17 ആണെന്നു നിർണയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

∴ തന്മാത്രാഭാരം $= 17 \times 2 = 34$.

H_2Sx ന്റെ സൂത്രഭാരം $= 1.008 \times 2 + 32.066 \times x = 34$.

$$\therefore \quad x = 1$$

അതായത് ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡിന്റെ സൂത്രം $= H_2S$

ഇലക്ട്രോണിക സൂത്രം

H_2S തന്മാത്ര അയണികമല്ലെന്നു അതു ഇലക്ട്രൊളൈറ്റല്ലാത്തതിനാൽ തീരുമാനിക്കാം. സഹസംയോജക യൗഗികങ്ങളുടെ പ്രത്യേകതകളും എല്ലാം ഇതിനുണ്ട്. H_2S തന്മാത്രയിൽ ഓരോ ഹൈഡ്രജനും S അണുവുമായി സഹസംയോജകബന്ധത്താൽ ഘടിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അതായത് H—S—H. എന്നാൽ ഇതു ഒരു ഋജുവായ തന്മാത്രയല്ല. രണ്ടു S—H ബോണ്ടുകളും തമ്മിൽ ഏകദേശം 90° കോണം ആണുള്ളതു.



ഹൈഡ്രജൻ പെർസൽഫൈഡുകൾ

ഹൈഡ്രജനും സൽഫറും ഉൾക്കൊണ്ട മറ്റു ചില യൗഗികങ്ങളും ഉണ്ട്. പൊതുവെ H_2Sx എന്ന സൂത്രമാണിവയ്ക്കുള്ളതു. $(x = 2, 3, 4, 5, 6)$. ഇവയാണ് ഹൈഡ്രജൻ പെർസൽഫൈഡുകൾ. കാൽസിയം പോളിസൽഫൈഡ് തണുപ്പിച്ച നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ഈ യൗഗികങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. അസ്ഥിരങ്ങളായ ഈ യൗഗികങ്ങൾ എണ്ണപോലെ കൊഴുത്തവയും ദുർഗന്ധമുള്ളവയുമാണ്.

സൽഫർ ഹലൈഡുകൾ

പ്രധാനപ്പെട്ട സൽഫർ ഹലൈഡുകൾ താഴെപ്പറയുന്നവയാണ്:

SF_6	സൽഫർ ഹെക്സാഫ്ളൂറൈഡ്	(വാതകം)
S_2Cl_2	സൽഫർ മോണോക്ലോറൈഡ്	(ദ്രാവകം)
SCl_2	സൽഫർ ഡൈക്ലോറൈഡ്	(ദ്രാവകം)
S_2Br_2	സൽഫർ മോണോ ബ്രോമൈഡ്	(ദ്രാവകം)

സൽഫറിന്റെ ഓക്സൈഡുകളും ഓക്സിആസിഡുകളും

സൽഫറും ഓക്സിജനും ചേർന്നു് ധാരാളം യൗഗികങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നതായി പ്രസ്താവന ഉണ്ടെങ്കിലും പ്രാധാന്യം അർഹിക്കുന്ന ഓക്സൈഡുകളും രണ്ടെണ്ണം മാത്രമാണു്—സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡും സൽഫർ ട്രൈഓക്സൈഡും. സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് (SO_2) ചരിത്രാതീതകാലം മുതൽക്കേ മനുഷ്യരാശിക്കു് അറിവുള്ള ഒരു വാതകയൗഗികമാണു്. സൽഫർ വായുവിൽ കത്തുമെന്നും തന്മൂലമുണ്ടാകുന്ന വാതകം (രോഗാണുക്കളേയും) ക്ഷുദ്രജീവികളെ നശിപ്പിക്കാൻ കഴിവുള്ളതാണെന്നും പൂർവികന്മാർക്കു് അറിവുണ്ടായിരുന്നു. ഇതിന്റെ രാസസ്വഭാവത്തെപ്പറ്റിയുള്ള ആദ്യത്തെ പരാമർശം സ്റ്റാൽ (Stahl, 1703) ആണു് നടത്തിയതു്. ഇതു് സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡിന്റെ നിരോക്സീകരണഫലമായി ഉണ്ടാകുന്നതാണെന്നു് അദ്ദേഹം കരുതി. (Phlogisticated Vitriolic acid) ശുദ്ധമായ നിലയിൽ പ്രീസ്റ്റ്ലിയാണു് ഇതു നിർമിച്ചതു് (1774). ലവോസിയേ (1777) ഇതിന്റെ രാസസംഘടനം നിർണയിച്ചു. സൽഫർ ട്രൈഓക്സൈഡ് പിൽക്കാലത്തു് അറിയപ്പെട്ടു.

സൽഫറിന്റെ അനവധി ഓക്സിആസിഡുകളും അറിയപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. (ഏകദേശം ഒരു ഡസനോളം) ഇവയിൽ പലതും അസ്ഥിരങ്ങളും ശുദ്ധരൂപത്തിൽ അറിയപ്പെടാത്തവയുമാണു്. (ലവണങ്ങളും ശുദ്ധരൂപത്തിൽ നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്) സ്ഥിരത കൊണ്ടും പ്രാധാന്യം കൊണ്ടും സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡാണു് സൽഫറിന്റെ മുഖ്യമായ ഓക്സിആസിഡു്. മറ്റുള്ള ചില ആസിഡുകളും താഴെപ്പറയുന്നു:

ആസിഡു്	സാധാരണ ലവണം
1. ഹൈപോ സൽഫ്യൂറസ് ആസിഡ് (ഡൈതയൊണസ് ആസിഡ്)— $H_2S_2O_4$	സോഡിയം ഹൈപോ സൽഫൈറ്റ് (ഡൈതയൊണൈറ്റ്) $Na_2S_2O_4$.
2. സൽഫ്യൂറസ് ആസിഡ്, H_2SO_3	സോഡിയം സൽഫൈറ്റ്, Na_2SO_3.
3. തയോസൽഫ്യൂറിക് ആസിഡ്, $H_2S_2O_3$	സോഡിയം തയോസൽഫേറ്റ്, $Na_2S_2O_3$.
4. പെർഡൈ സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡ് $H_2S_2O_8$	പൊട്ടാസിയം പെർസൽഫേറ്റ്, $K_2S_2O_8$
5. തയൊണിക് ആസിഡുകളും, H_2SnO_6 (n = 2, 3, 4, 5, 6)	ബേരിയം ഡൈ തയൊണേറ്റ് BaS_2O_4 സോഡിയം ടെട്രതേയൊണേറ്റ്, $Na_2S_4O_6$.

സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ്, SO_2

അന്തരീക്ഷവായുവിൽ സാധാരണമായി കാണപ്പെടുന്നില്ലെങ്കിലും അഗ്നിപർവത പ്രാന്തങ്ങളിലെ അന്തരീക്ഷത്തിൽ അല്പം ഉണ്ടായിരിക്കും. കല്ലുരി കത്തിക്കുമ്പോഴും ലോഹനിഷ്കർഷണ പ്രക്രിയകളിലും SO_2 ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടു്.

ഉല്പാദനവിധികൾ

(1) സൽഫർ വായുവിലോ ഓക്സിജനിലോ ജ്വലിക്കുമ്പോൾ സൽഫർ ഡൈ ഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

(2) ലോഹസൽഫൈഡുകൾ വായുവിൽ വറുക്കുമ്പോൾ ലോഹ ഓക്സൈഡും സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡും ഉണ്ടാകും.

$$2PbS + 3O_2 \longrightarrow 2PbO + 2SO_2$$
$$4FeS_2 + 11O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

(3) സൽഫൈറ്റുകൾ, ബൈസൽഫൈറ്റുകൾ, തയോസൽഫേറ്റുകൾ എന്നിവ നേർത്ത ആസിഡുകളുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ

$$Na_2SO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2$$
$$KHSO_3 + HCl \longrightarrow KCl + H_2O + SO_2$$
$$BaS_2O_3 + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + H_2O + S\downarrow + SO_2$$

(4) സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് കാർബൺ, സൽഫർ മുതലായ അലോഹങ്ങളുമായി ചൂടാക്കുമ്പോൾ

$$2H_2SO_4 + C \longrightarrow 2SO_2 + CO_2 + 2H_2O$$
$$2H_2SO_4 + S \longrightarrow 3SO_2 + 2H_2O$$

(5) ചെമ്പ്, സിങ്ക് മുതലായ ലോഹങ്ങൾ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോൾ

$$Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + 2H_2O + SO_2$$

(6) ചില സൽഫേറ്റുകളും സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡും ഉന്നത താപനിലയിൽ വിയോജിക്കുമ്പോൾ.

$$2H_2SO_4 \longrightarrow 2H_2O + O_2 + SO_2$$

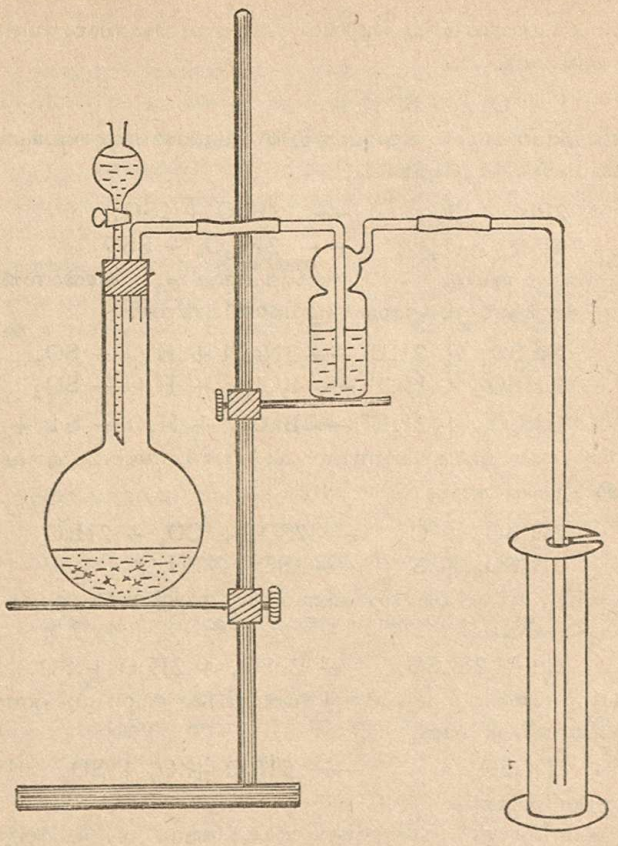
ലാബറട്ടറി നിർമാണം

ചെമ്പ് കഷണങ്ങളും സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡും ചേർത്തു ചൂടാക്കിയാണ് സാധാരണയായി ലാബറട്ടറിയിൽ സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് നിർമിക്കുന്നത്.

$$Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + 2H_2O + SO_2$$

ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ അല്പം സൽഫർ ട്രൈഓക്സൈഡും (SO_3) ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്.

ചിത്രം 9–8 ൽ ഉള്ളതുപോലെ ഉപകരണങ്ങൾ സജ്ജീകരിക്കുക. അടിയുണ്ട ഫ്ളാസ്കിൽ ചെമ്പിന്റെ വെട്ടുകഷണങ്ങളാണ് (Copper turnings); ടാപ് ഫണലിൽ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡും. ചെമ്പുതുണ്ടുകൾ മുടത്തക്കവണ്ണം ഫ്ളാസ്കിൽ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ഒഴിച്ച് ഫ്ളാസ്ക് അല്പം ചൂടാക്കുമ്പോൾ SO_2 ഉണ്ടാകുന്നു. നിയന്ത്രിതമായി ചൂടാക്കിയില്ലെങ്കിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം വളരെ ഊർജസ്വലമായേക്കാം. വാതകം ഉണ്ടായിത്തുടങ്ങുമ്പോൾ ചൂടാക്കൽ



ചിത്രം 9_8

നിയന്ത്രിതമായിരിക്കണം. ഈ വാതകം സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡിൽ കൂടി കടത്തി ശുദ്ധമാക്കിയശേഷം വായുവിന്റെ മേല്പോട്ടുള്ള വിസ്ഥാപനം കൊണ്ട് വാതകജാറുകളിൽ ശേഖരിക്കാം.

[സോഡിയം സൽഫൈറ്റിൽ ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് ഒഴിച്ചും SO_2 നിർമിക്കാം.]

വ്യാവസായിക നിർമാണം

സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡ് നിർമാണത്തിനു മുഖ്യമായി ആവശ്യമുള്ളത് SO_2 ആണ്. സാധാരണയായി സൽഫർ വായുവിൽ കത്തിച്ചാണ് ഇത് നിർമിക്കുന്നത്.

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

അയേൺ പൈറൈറ്റ്സ് ധാരാളം ലഭിക്കുന്ന സ്ഥലങ്ങളിൽ ഇതിന്റെ വായുവിലുള്ള വറുക്കൽകൊണ്ടും SO_2 നിർമിക്കുന്നുണ്ട്.

$$4FeS_2 + 11O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

ലോഹസൽഫൈഡുകളിൽ നിന്നും ലോഹം നിർമിക്കുന്നുള്ള പ്രക്രിയകളിൽ SO_2 ഉപോല്പന്നമാണ്.

ഇത്തരത്തിലെല്ലാം കിട്ടുന്ന സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിൽ വായുവിലെ നൈട്രജൻ കൂടി ഉണ്ടായിരിക്കും. സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് നിർമാണത്തിനു് ഇതു കൊണ്ടു് തകരാറൊന്നുമില്ല. മർദം കൊണ്ടു് SO_2 മാത്രം ദ്രവീകരിച്ചു് വേർപെടുത്താവുന്നതാണു്.

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

ശ്വാസംമുട്ടിക്കുന്ന ഗന്ധമുള്ള ഈ വാതകം നിറമില്ലാത്തതാണു്. (തീപ്പെട്ടിക്കോലിന്റെ അഗ്രത്തിലുള്ള മിശ്രിതത്തിൽ ഗന്ധകം ഉണ്ടു്. അതിനാൽ കോലുരച്ചു കത്തിക്കുമ്പോൾ SO_2 ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ ഗന്ധം സുപരിചിതമാണല്ലോ). വായുവിന്റെ ഏകദേശം $2\frac{1}{4}$ ഇരട്ടിയാണു് ഇതിന്റെ ഘനത്വം.

ജലത്തിൽ ധാരാളം ലയിക്കുന്നു. (ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡിന്റെ ലേയത്വം പ്രകടമാക്കാനുള്ള പരീക്ഷണം ഇവിടെയും പ്രസക്തമാണു്). ജലലായനിയ്ക്കു് അമ്ലഗുണധർമങ്ങൾ ഉണ്ടു്. എന്നാൽ ലായനി തിളപ്പിച്ചു് അതിലുള്ള സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് മുഴുവനും നിഷ്കാസിതമാക്കാം.

സാധാരണ താപനിലയിലും ഈ വാതകത്തെ മർദിച്ചു ദ്രവീകരിക്കാം. ഇതു് ഒരു വിഷപദാർഥമാണു്.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

1. വായുവിൽ കത്തുന്നില്ല. അന്യപദാർഥങ്ങളെ സാധാരണയായി കത്തുന്നതിനു് അനുവദിക്കുകയുമില്ല. കത്തുന്ന ഈർക്കിലിയും മെഴുകുതിരിയും ഈ വാതകത്തിൽ കെട്ടുപോകും. എന്നാൽ ഉജ്ജ്വലമായി കത്തുന്ന മഗ്നീഷ്യം റിബ്ബൺ ഇതിൽ തുടർന്നു് കത്തുന്നു. സൽഫർ വിസ്ഥാപിതമാകുന്നു.

$$2Mg + SO_2 \longrightarrow 2MgO + S$$

2. സാധാരണ പരിതസ്ഥിതികളിൽ ഓക്സിജനുമായി സംയോജനം ഉണ്ടാകുന്നില്ലെങ്കിലും ഉന്നതതാപനിലകളിൽ പ്ലാറ്റിനം, വനേഡിയം പെന്റോക്സൈഡ് മുതലായ ഉൽപ്രേരകങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ഓക്സിജനുമായി സംയോജിച്ചു് സൽഫർ ട്രൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$$

3. ചില ഉൽപ്രേരകങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യത്തിലും സൂര്യപ്രകാശമേൽക്കുമ്പോഴും ക്ലോറിനുമായി സംയോജിച്ചു് സൽഫ്യൂറൈൽ ക്ലോറൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$SO_2 + Cl_2 \longrightarrow SO_2Cl_2$$

4. സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് ജലത്തിൽ ധാരാളം ലയിക്കുന്നു. ഈ ലായനിയാണു് സൽഫ്യൂറസ് ആസിഡ്. ഇതിനു് നീല ലിറ്റ്മസിനെ ചുവപ്പാ

ക്കാനും ക്ഷാരങ്ങളെ നിഷ്ക്രിയമാക്കാനും കഴിവുണ്ട്. സൽഫ്യൂരസ് ആസിഡിന്റെ അൻഹൈഡ്രൈഡാണ് SO_2

$$H_2O + SO_2 \rightleftarrows H_2SO_3$$

സൽഫ്യൂരസ് ആസിഡ് ശുദ്ധരൂപത്തിലോ സാന്ദ്രലായനിയായോ നിർമിക്കാവുന്നതല്ല. ലായനി ചൂടാക്കുമ്പോൾ വാതകം മുഴുവനും രക്ഷപെടുന്നു. ഒരു ഡൈബേസിക ആസിഡായ സൽഫ്യൂരസ് ആസിഡ് ദ്വിബേസികമാണ്. ആൽക്കലിയുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ സൽഫൈറ്റും ബൈസൽഫൈറ്റും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$H_2SO_3 + NaOH \longrightarrow NaHSO_3 + H_2O$$
സോഡിയം ബൈസൽഫൈറ്റ്.

$$H_2SO_3 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_3 + 2H_2O$$
സോഡിയം സൽഫൈറ്റ്.

5. നിരോക്സീകരണ സ്വഭാവം

സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡും സൽഫ്യൂരസ് ആസിഡും ഓക്സിജനുമായി സംയോജിക്കാൻ കഴിവുള്ളതിനാൽ നല്ല നിരോക്സീകാരകങ്ങളാണ്. SO_2 ഓക്സിജൻ സ്വീകരിച്ച് ഉണ്ടാകുന്ന SO_3 ജലത്തിൽ ലയിച്ച് സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകും. ചുരുക്കത്തിൽ, സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ നിരോക്സീകരണം താഴെ പറയുന്നപോലെയാണ് നടക്കുന്നത്.

$$SO_2 + H_2O + (O) \longrightarrow H_2SO_4$$

അതിനാൽ SO_2 നിരോക്സീകാരകമായി പ്രവർത്തിക്കുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ മിക്കവാറും സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡ് ഉല്പന്നമാണ്.

(a) പാടലവർണമുള്ള $KMnO_4$ ലായനിയിൽ (ആസിഡീകരിക്കേണ്ടതില്ല) സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് കടത്തിവിടുമ്പോൾ നിരോക്സീകരണത്താൽ ലായനിക്ക് നിറം നഷ്ടപ്പെടുന്നു.

$$2KMnO_4 \longrightarrow (K_2O) + (2MnO) + 5(O)$$
$$5(O) + 5SO_2 + 5H_2O \longrightarrow 5H_2SO_4$$
$$K_2O + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + H_2O$$
$$2MnO + 2H_2SO_4 \longrightarrow 2MnSO_4 + 2H_2O$$

$$2KMnO_4 + 5SO_2 + 2H_2O \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$$

(b) ആസിഡീകരിച്ച പൊട്ടാസിയം ഡൈക്രോമേറ്റ് ലായനിയിൽ കൂടി സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് കടത്തിവിട്ടാൽ അതിന്റെ ഓറഞ്ചുനിറം മാറി പച്ച നിറമുണ്ടാകുന്നു. ഡൈക്രോമേറ്റ്, ക്രോമിയം ലവണങ്ങളായി നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു

$$K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 4H_2O + 3(O)$$
$$3SO_2 + 3(O) + 3H_2O \longrightarrow 3H_2SO_4$$

$$K_2Cr_2O_7 + 3SO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$$

(c) സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡിൽ കൂടി SO_2 കടത്തിവിടുമ്പോൾ നിരോക്സീകരണം നടന്ന് ചുവന്ന ബ്രൗൺനിറമുള്ള നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2HNO_3 \longrightarrow 2NO_2 + HO_2 + (O)$$
$$SO_2 + (O) \longrightarrow SO_3$$
$$H_2O + SO_3 \longrightarrow H_2SO_4$$
$$2HNO_3 + SO_2 \longrightarrow H_2SO_4 + 2NO_2$$

മുൻ ഉദാഹരണങ്ങളിലെല്ലാം ഓക്സീകാരകങ്ങളും ഓക്സിജൻ ധാരാളമുള്ള യൗഗികങ്ങളാണു്. അപ്രകാരം അല്ലാത്ത യൗഗികങ്ങളുടെ നിരോക്സീകരണം സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് നടത്തുമ്പോഴും ജലത്തിൽ നിന്നു് നവജാത ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകുന്നതായി കരുതാം.

$$SO_2 + 2HO_2 \longrightarrow H_2SO_4 + 2(H)$$

(d) മഞ്ഞനിറമുള്ള ഫെറിക് ക്ലോറൈഡ് ലായനിയിൽ കൂടി SO_2 കടത്തിവിട്ടാൽ നിരോക്സീകരണം കൊണ്ടു് ലായനിയുടെ നിറം ഇളം പച്ചയാകുന്നു. ഫെറിക് ക്ലോറൈഡ് ഫെറസ് ക്ലോറൈഡ് ആകുന്നതിനാലാണിതു്.

$$SO_2 + 2H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + 2(H)$$
$$2FeCl_3 + 2(H) \longrightarrow 2FeCl_2 + 2HCl$$
$$2FeCl_3 + 2H_2O + SO_2 \longrightarrow 2FeCl_2 + H_2SO_4 + 2HCl$$

(e) നിറമില്ലാത്ത അയൊഡിക് ആസിഡ് ലായനിയിൽ സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് കടത്തിവിടുമ്പോഴും നിരോക്സീകരണം കൊണ്ടു് അയൊഡിൻ ഉണ്ടാകുന്നു. തന്മൂലം ലായനിക്കു് ബ്രൗൺനിറം ഉണ്ടാകുന്നു. ലായനി സാന്ദ്രമാണെങ്കിൽ അയൊഡിൻ അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.

$$[SO_2 + 2H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + 2(H)] \times 5$$
$$2HIO_3 + 10(H) \longrightarrow I_2 + 6H_2O$$
$$5SO_2 + 4H_2O + 2HIO_3 \longrightarrow 5H_2SO_4 + I_2$$

6. വിവർണീകരണസ്വഭാവം

മുകളിൽ വിവരിച്ചതുപോലെ നവജാത ഹൈഡ്രജൻ ഉല്പാദിപ്പിക്കാൻ കഴിവുള്ളതിനാൽ SO_2 നല്ല നിരോക്സീകാരകമാണു്. തന്മൂലം ചില കാർബണിക വർണകങ്ങളെ SO_2 നിരോക്സീകരിച്ചു് വിവർണനം ചെയ്യുന്നുണ്ടു്.

$$SO_2 + 2H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + 2(H)$$
വർണകം $+ 2(H) \longrightarrow$ വിവർണപദാർഥം.

ഈ വിവർണനം ക്ലോറിന്റെ വിവർണനപ്രവർത്തനവുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്താം. സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡും ക്ലോറിനും ജലാംശത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ മാത്രമേ വിവർണനം ചെയ്യുകയുള്ളു. സാമ്യം ഇവിടെ അവസാനിക്കുന്നു. കാരണം ക്ലോറിൻ ഓക്സീകരണം കൊണ്ടു് വിവർണനം ചെയ്യുന്നു എന്നാൽ SO_2 നിരോക്സീകരണത്താലാണു് വിവർണീകരണം നടത്തുന്നതു്. തന്മൂലം ക്ലോറിനിൽ നിന്നും

വ്യത്യസ്തമായി സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് ഒരു മൃദുവിവർണകമാണ്. എന്നു തന്നെയല്ല, ക്ലോറിൻ കൊണ്ടുള്ള വിവർണനം ശാശ്വതമാണ്; സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് കൊണ്ടുള്ളതു താല്ക്കാലികവുമാണ്. നിരോക്സീകരണത്താൽ വിവർണമാക്കപ്പെട്ട പദാർഥം ഓക്സിജനുമായി (വായുവിൽ നിന്ന്) പ്രവർത്തിച്ച്, തിരികെ നിറമുള്ള പൂർവപദാർഥമായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു. പട്ടുവസ്ത്രങ്ങൾ സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡു കൊണ്ട് വിവർണനം ചെയ്യുന്നതിനാലാണ് അവയുടെ വെളുത്തനിറം കാലക്രമത്തിൽ 'മഞ്ഞ'യാകുന്നതു. ക്ലോറിൻപോലെയുള്ള രൂക്ഷസ്വഭാവമില്ലാത്തതിനാൽ വിലകൂടിയതും പരിപേലവങ്ങളുമായ പട്ട്, നൂൽ, രോമവസ്ത്രങ്ങൾ, പഞ്ചസാരലായനി മുതലായവയുടെ വിവർണനത്തിനു സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡാണുപയോഗിക്കുന്നതു.

7. ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനം: ചില പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് ഓക്സീകാരകമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു—അതിനെക്കാൾ വീര്യമുള്ള നിരോക്സീകാരകങ്ങളോടുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ.

(a) മഗ്നീഷ്യം റിബ്ബൺ കത്തിച്ച് SO_2 നിറച്ച വാതകജാറിൽ ഇറക്കിയാൽ ലോഹം തുടർന്നു കത്തുകയും സൽഫർ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$2Mg + SO_2 \longrightarrow 2MgO + S$$

(b) സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡും ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡും തമ്മിൽ കലർത്തുമ്പോൾ (ലായനികളും തമ്മിലായാലും) സൽഫർ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$SO_2 + 2H_2S \longrightarrow 2H_2O + 3S.$$

വാതകാവസ്ഥയിൽ ഇവ തമ്മിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനു അല്പം നീരാവി ആവശ്യമാണ്.

8 സ്വയം ഓക്സീകരണവും നിരോക്സീകരണവും: ചില പരിതസ്ഥിതികളിൽ ഒരേ പദാർഥം തന്നെ സ്വയമേവ ഓക്സീകരണത്തിനും നിരോക്സീകരണത്തിനും വിധേയമാകുന്നു. സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിൽ കൂടി വിദ്യുത് സംസ്ഫുലിംഗനം നടത്തുമ്പോൾ SO_3, S എന്നിവയുണ്ടാകുന്നു.

$$3SO_2 \longrightarrow 2SO_3 + S$$

അതുപോലെ സൽഫ്യൂറസ് ആസിഡ് ഒരു കഴലിലടച്ച് 150°C വരെ ചൂടാക്കുമ്പോഴും ഇതേപോലെ സൽഫർ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$3H_2SO_3 \longrightarrow 2H_2SO_4 + S + H_2O$$
$$(3SO_2 + 3H_2O)$$

ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് അതിനെത്തന്നെ ഓക്സീകരിക്കുകയും നിരോക്സീകരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ ടെസ്റ്റുകൾ

1. ശ്വാസം മുട്ടിക്കുന്ന ഗന്ധമുള്ള നിറമില്ലാത്ത വാതകം.

2. പൊട്ടാസിയം പെർമാൻഗനേറ്റ് ലായനിയുടെ പാടലവർണം ഇല്ലാതാകുന്നു.

3. നനഞ്ഞ ചെമ്പരത്തിപ്പൂവ് ഈ വാതകത്തിലിട്ടാൽ വിവർണീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

4. $K_2Cr_2O_7$ ലായനിയിൽ മുക്കിയ ഫിൽറ്റർപേപ്പറിന്റെ ഓറഞ്ചു നിറം പച്ചയാക്കുന്നു.

ഉപയോഗങ്ങൾ

1. സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് നിർമാണം
2. വിവർണീകരണം
3. സൾഫൈറ്റുകളും, ഹൈഡ്രോ സൾഫൈറ്റുകളും എന്നിവയുണ്ടാക്കാൻ
4. കൃമി കീടാദികളെ നശിപ്പിക്കാൻ.
5. വിവർണീകരണത്തിൽ ക്ലോറിനുപയോഗിക്കുന്നവാതം, അവശേഷിക്കുന്ന അധികമുള്ള ക്ലോറിൻ നശിപ്പിക്കാൻ SO_2 ഉപയോഗിക്കുന്നു. (ഇത്തരത്തിൽ ക്ലോറിൻ നീക്കംചെയ്യുന്ന പദാർഥത്തിനു് ആൻറിക്ലോർ എന്നു പറയുന്നു)
6. സൾഫ്യൂറൈൽ ക്ലോറൈഡ് നിർമാണം.
7. മുൻകാലങ്ങളിൽ പ്രശീതകമായി SO_2 ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു.

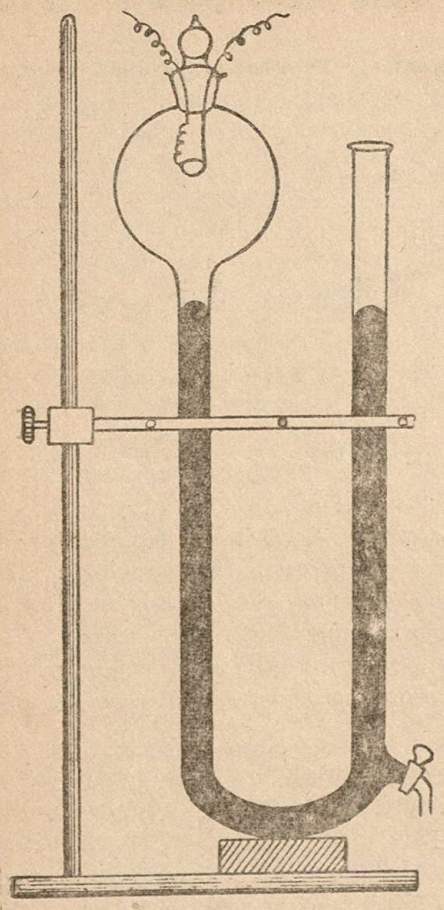
സംഘടനവും സൂത്രവും

(a) നിശ്ചിതഭാരം സൾഫർ ഓക്സിജനിൽ കത്തിച്ചു കിട്ടുന്ന സൾഫർ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ ഭാരം നിർണയിക്കാനുള്ള പരീക്ഷണം നേരത്തെ വിവരിച്ചിട്ടുണ്ട് ('അപരരൂപത നോക്കുക). ഇതിൽ നിന്നു് സൾഫർ–ഓക്സിജൻ ഭാരാനുപാതം (സൾഫർ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ ഭാരസംഘടനം) കണക്കാക്കാം. ഭാരസംഘടനത്തിൽ നിന്നു് (അണുഭാരങ്ങളും ഉപയോഗിച്ചു്) ഏംപിരികസൂത്രം നിർണയിക്കാം. വാതകഘനത്വത്തിൽ നിന്നു് തന്മാത്രാഭാരം കണക്കാക്കാം. ഇതിൽ നിന്നു് സൂത്രം നിർണയിക്കാം.

(b) നിശ്ചിതവ്യാപ്തം ഓക്സിജനിൽ വേണ്ടതിലധികം സൾഫർ ചൂടാക്കി അതിനെ പൂർണമായി സൾഫർ ഡൈഓക്സൈഡാക്കിയശേഷം വ്യാപ്തം നിർണയിച്ചു് വ്യാപ്തസംഘടനം കണക്കാക്കപ്പെടുന്നു. ഇതിൽ അവൊഗാഡ്രോ നിയമം പ്രയോഗിച്ചു് സൂത്രം കണക്കാക്കാം.

ഈ പരീക്ഷണത്തിനു് വേണ്ട ഉപകരണം ചിത്രം 9–9ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഒരറ്റത്തു് ഗോളാകാരമായ ബംബുള്ള പ്രത്യേക U–കുഴൽ യൂഡിയോമീറ്ററാണിതു്. ബംബിലെ ഗ്ലാസു് അടപ്പിൽ ഒരു ചെമ്പു് സംപൂൺ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടു്. സംപൂണുമായി സ്പർശിക്കാത്ത ഒരു ചെമ്പു കമ്പിയും ഉണ്ടു്. യൂഡിയോമീറ്ററിന്റെ മറ്റേ ഭുജത്തിൽ ചുവട്ടിലായി ഒരു ടാപ്പുണ്ടു്.

ചെമ്പു സംപൂണിൽ കുറെ സൾഫർ എടുക്കുക. സൾഫറിൽ തൊട്ടിരിക്കത്തക്കവണ്ണം ഒരു പ്ലാറ്റിനം കമ്പിച്ചുരുൾ കൊണ്ടു് ചെമ്പു കമ്പിയും സംപൂണും തമ്മിൽ യോജിപ്പിക്കുക. ഗോളാകാരമായ ഭാഗത്തു് ശുദ്ധമായ ഓക്സിജൻ നിറയ്ക്കുക. അടപ്പു് സ്ഥാനത്തു വെച്ച ശേഷം ഇരുഭുജങ്ങളിലും ഉള്ള മെർകറി വിതാനങ്ങളും സമമാക്കിക്കൊണ്ടു് ഓക്സിജന്റെ വ്യാപ്തം കഴലിനു പുറത്തു് അടയാളപ്പെടു



ചിത്രം 9_9

ത്തുക. ചെമ്പു കമ്പിയുടെയും ചെമ്പു സ്പൂണിന്റെയും അടപ്പിനു വെളിയിലുള്ള അഗ്രങ്ങളും ഒരു ബാറ്ററിയുടെ അഗ്രങ്ങളോട് യോജിപ്പിക്കുക. പ്ലാറ്റിനം കമ്പിച്ചുരുൾ ചൂടാക്കുകയും തന്മൂലം സൽഫർ കത്തുകയും ചെയ്യും. കത്തിത്തുടങ്ങിയാൽ വിദ്യുത്ധാര ആവശ്യമില്ല. ഓക്സിജൻ തീരുന്നതുവരെ ജലനം തുടരും. ഓക്സിജൻ മുഴുവനും സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് ആയി കഴിയുമ്പോൾ സൽഫർ കെട്ടുപോകും. ഉപകരണം പൂർവതാപനിലയിലേക്ക് തണുത്തു കഴിയുമ്പോൾ അതിലുള്ള വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തത്തിൽ ഒരു മാറ്റവും ഉണ്ടായിട്ടില്ലെന്നു കാണാം. അവശേഷിക്കുന്ന വാതകം സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് ആണെന്ന് പരീക്ഷണങ്ങളിൽക്കൂടി തെളിയിക്കാം (ഈ വാതകം പൂർണമായി ആൽക്കലിയിൽ അവശോഷണം ചെയ്യാവുന്നതിനാൽ ഇതിൽ ഓക്സിജൻ അല്പവും ഇല്ലെന്നു മനസ്സിലാക്കാം).

ഈ പരീക്ഷണത്തിൽ നിന്നു അനുമാനിക്കുന്നതു താഴെ പറയുന്ന വസ്തുതകളാണു

(i) സൽഫർ ഓക്സിജനിൽ ജ്വലിക്കുമ്പോൾ സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് മാത്രമാണു ഉണ്ടാകുന്നതു.

(ii) ഒരു വ്യാപ്തം സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിൽ ഒരു വ്യാപ്തം ഓക്സിജൻ സംയോജിച്ചിരിക്കുന്നു.

സൂത്രം

ഒരു വ്യാപ്തം സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിൽ ഒരു വ്യാപ്തം ഓക്സിജൻ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

∴ അവൊഗാഡ്രോനിയമപ്രകാരം സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിലുള്ള തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണം അതിലുള്ള ഓക്സിജൻ തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണം തന്നെയായിരിക്കും.

∴ 1 സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് തന്മാത്രയിൽ 1 ഓക്സിജൻ തന്മാത്ര ഉണ്ട്.
ഓക്സിജൻ തന്മാത്ര O_2 ആണ്.

∴ സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ സൂത്രം S_xO_2 എന്നായിരിക്കും.

ബാഷ്പീകരണതത്ത്വത്തിൽ നിന്നും സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ തന്മാത്രാഭാരം 64 ആണെന്നും നിർണയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

$$S_xO_2 = 64$$
$$\therefore x \times 32 + 2 \times 16 = 64$$
$$\therefore x = 1$$

അതായത് സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ സൂത്രം SO_2 എന്നാണ്.

ഇലക്ട്രോണികസൂത്രം

(ഒന്നാം ഭാഗം അധ്യായം 12 നോക്കുക)

സൽഫ്യൂറസ് ആസിഡ് H_2SO_3

സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ ജലലായനിയാണ് സൽഫ്യൂറസ് ആസിഡ്. ദുർബലമായ ഈ ആസിഡ് ശുദ്ധാവസ്ഥയിൽ അറിയപ്പെട്ടിട്ടില്ല.

ഗുണധർമങ്ങൾ

1. നീല ലിറ്റ്മസിനെ ചുവപ്പിക്കുന്നു.

2. തുറന്ന പാത്രത്തിൽ ചൂടാക്കിയാൽ SO_2 വാതകാവസ്ഥയിൽ വേർപെട്ട് ജലം മാത്രം അവശേഷിക്കുന്നു.

$$H_2SO_3 \longrightarrow H_2O + SO_2$$

അടച്ച പാത്രത്തിൽ ചൂടാക്കിയാൽ 150° C ൽ സ്വയം ഓക്സീകരണ-നിരോക്സീകരണ വിധേയമായി സൽഫൂരിക് ആസിഡും സൽഫർ അവക്ഷേപവും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$3H_2SO_3 \longrightarrow 2H_2SO_4 + H_2O + S$$

3. വിസ്ഥാപനം ചെയ്യാവുന്ന രണ്ട് ഹൈഡ്രജനണുക്കൾ ഉള്ളതിനാൽ ഇതൊരു ഡൈബേസിക ആസിഡ് ആണ്. തന്മൂലം രണ്ടുതരം ലവണങ്ങൾ ഇതിനുണ്ട്—ഒരു ഹൈഡ്രജനണു വിസ്ഥാപിതമായി ഉണ്ടാകുന്ന ബൈസൽഫൈറ്റുകളും, രണ്ട് ഹൈഡ്രജനണുക്കൾ വിസ്ഥാപിതമായി ഉണ്ടാകുന്ന സൽഫൈറ്റുകളും.

$$H_2SO_3 + NaOH \longrightarrow NaHSO_3 + H_2O$$

കൂടുതൽ ആൽക്കലി ഉണ്ടെങ്കിൽ നോർമൽ സൽഫൈറ്റ് ഉണ്ടാകും.

$$H_2SO_3 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_3 + 2H_2O$$

SO_2 വാതകം ആൽക്കലി ലായനിയിൽ അവശോഷണം ചെയ്യുമ്പോഴും ഈ ലവണങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു. ആദ്യം നോർമൽലവണം ഉണ്ടാകുന്നു. തുടർന്ന് SO_2 കൊണ്ട് പൂരിതമാക്കുമ്പോൾ ബൈസൽഫൈറ്റ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2NaOH + SO_2 \longrightarrow Na_2SO_3 + H_2O$$
$$NaSO_3 + SO_2 + H_2O \longrightarrow 2NaHSO_3$$

4. ചില ലോഹങ്ങളും സൽഫ്യൂരസ് ആസിഡിൽ നിന്നും ഹൈഡ്രജൻ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു.

$$Mg + H_2SO_3 \longrightarrow MgSO_3 + H_2$$

ചില ലോഹകാർബണേറ്റുകളും പ്രവർത്തിച്ച് കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാക്കുന്നു

$$K_2CO_3 + H_2SO_3 \longrightarrow K_2SO_3 + CO_2 + H_2O$$

5. വായുസമ്പർക്കത്തിൽ ക്രമേണ ഓക്സിജൻ അവശോഷണം ചെയ്ത് സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$2H_2SO_3 + O_2 \longrightarrow 2H_2SO_4$$

6 നിരോക്സീകരണ സ്വഭാവം (സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് നോക്കുക).

സൽഫൈറ്റുകളും ബൈസൽഫൈറ്റുകളും

സൽഫ്യൂരസ് ആസിഡിന്റെ നോർമൽ ലവണങ്ങളാണ് സൽഫൈറ്റുകൾ. ആസിഡ് ലവണങ്ങളാണ് ബൈസൽഫൈറ്റുകൾ സോഡിയം ലവണങ്ങൾ താഴെ പറയുന്നതുപോലെ നിർമിക്കാം.

ഒരു സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനി ഉണ്ടാക്കി അതിനെ രണ്ടായി വിഭജിക്കുക ഒരു പകുതിയിൽ SO_2 കടത്തി പൂരിതമാക്കുക. ഈ ലായനിയിൽ $NaHSO_3$ ഉണ്ടായിരിക്കും. (ഈ ലായനി വറ്റിച്ചാൽ $NaHSO_3$ കിട്ടുന്നു)

$$NaOH + SO_2 \longrightarrow NaHSO_3$$

ഈ ലായനിയിലേക്ക് മറ്റേ പകുതി ലായനി ഒഴിച്ച് ഇളക്കുമ്പോൾ സോഡിയം സൽഫൈറ്റ് ലായനി ലഭിക്കുന്നു.

$$NaHSO_3 + NaOH \longrightarrow Na_2SO_3 + H_2O$$

ഈ ലായനി വറ്റിച്ച് Na_2SO_3 നിർമിക്കാം.

ആൽക്കലി ലോഹങ്ങളുടെ ലവണങ്ങളും ഇത്തരത്തിൽ ഉണ്ടാക്കാം. മറ്റ് സൽഫൈറ്റുകളും ബൈസൽഫൈറ്റുകളും ലോഹലവണലായനിയും ആൽക്കലി സൽഫൈറ്റ് ലായനിയും (അഥവാ ബൈസൽഫൈറ്റ് ലായനിയും) തമ്മിലുള്ള രാസവിയോജനംകൊണ്ടാണ് നിർമിക്കുന്നത്.

ഉദാഹരണം

$$CaCl_2 + Na_2SO_3 \longrightarrow CaSO_3 \downarrow + 2NaCl$$

ഗുണധർമങ്ങൾ

ഭൂരിഭാഗം ആസിഡിന്റെ ലവണങ്ങളുംകയാൽ അനായാസേന വിയോജിക്കുന്നു. നേർത്ത ആസിഡുകളുമായി പ്രവർത്തിച്ച് സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് മുക്തമാകുന്നു.

$$K_2SO_3 + 2HCl \longrightarrow 2KCl + H_2O + SO_2$$
$$KHSO_3 + HCl \longrightarrow KCl + H_2O + SO_2$$

ചൂടാക്കിയാൽ (വളരെ നാൾ വായുവിൽ തുറന്നുവെച്ചിരുന്നാലും) വായുവിലുള്ള ഓക്സിജൻ അവശോഷണം ചെയ്ത് സൽഫേറ്റ് ആയി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$2Na_2SO_3 + O_2 \longrightarrow 2Na_2SO_4$$

നിരോക്സീകരണപ്രവർത്തനത്തിൽ സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിനു് സമമാണു്. ആസിഡീകരിച്ച $KMnO_4$ ലായനിയെ നിറമില്ലാതാക്കുക, ആസിഡീകരിച്ച ഡൈക്രോമേറ്റ് ലായനിയുടെ നിറം പച്ചയാക്കുക, ക്ലോറിനെ ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡാക്കുക എന്നിവയെല്ലാം സൽഫൈറ്റുകളും സാധിപ്പിക്കുന്നു.

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5Na_2SO_3 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 5Na_2SO_4 + 3H_2O$$

$$K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 + 3Na_2SO_3 \longrightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 3Na_2SO_4 + 4H_2O$$

$$Cl_2 + H_2O + Na_2SO_3 \longrightarrow 2HCl + Na_2SO_4$$

സോഡിയം സൽഫൈറ്റ് ലായനിയിൽ സൽഫർ ചൂർണം ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോൾ സോഡിയം തയോസൽഫേറ്റ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Na_2SO_3 + S \longrightarrow Na_2S_2O_3$$

ഉപയോഗങ്ങൾ

വിപുലമായ തോതിൽ ആൽക്കലിലവണങ്ങൾ—പ്രത്യേകിച്ചു് സോഡിയം ലവണങ്ങൾ—മാത്രമേ നിർമിക്കപ്പെടുന്നുള്ളു. ഇവ കടലാസുനിർമാണത്തിൽ ധാരാളം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഒരു ആൻറിക്ലോർ ആയും ഉപയോഗിക്കുന്നു. സൽഫൈറ്റുകളും ബൈസൽഫൈറ്റുകളും അനവധി നിരോക്സീകരണങ്ങളിൽ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. ലാബറട്ടറിയിൽ ഇവ റീയേജൻറുകളാണു്. $NaHSO_3$ അയൊഡീൻ നിർമാണത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു (അന്യത്ര).

ഹൈപോസൽഫ്യൂറസ് ആസിഡ് അഥവാ ഡൈതയൊണസ് ആസിഡ്

ഈ ആസിഡിനു് ഹൈഡ്രോ സൽഫ്യൂറസ് ആസിഡ് എന്നും പേരുണ്ടു്. ഈ ആസിഡ് നേർത്ത ലായനിയായി പോലും അറിയപ്പെട്ടിട്ടില്ല. ലവണരൂപത്തിൽ മാത്രമേ ഇതിനു് അസ്തിത്വം ഉള്ളു.

സിങ്കു് ഹൈപോ സൽഫൈറ്റ് നിർമാണം

നിർജല ആൽക്കഹോളിൽ നിലംബനം ചെയ്ത സിങ്കുചൂർണം സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡു് അവശോഷണം ചെയ്തു് സിങ്കുഹൈപോ സൽഫൈറ്റ് ലായനി ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതു് ക്രിസ്റ്റലീകരിച്ചെടുക്കാം.

$$Zn + 2SO_2 \longrightarrow ZnS_2O_4$$

സോഡിയം ഹൈപോ സൽഫൈറ്റ് നിർമാണം

ലാബറട്ടറിയിൽ $Na_2S_2O_4$ നിർമിക്കാൻ സാദ്ധ്യമായ തണുത്ത $NaHSO_3$ ലായനിയിലേക്കു് സിങ്കുചൂർണം ചേർത്തു് അതിലേക്കു് SO_2 കടത്തിവിടുന്നു.

$$2NaHSO_3 + Zn + SO_2 \longrightarrow Na_2S_2O_4 + ZnSO_3 + H_2O$$

ഈ മിശ്രിതത്തിലേക്കു് ചുണ്ണാമ്പു കലക്കിയ വെള്ളം (പൾച്ചുണ്ണാമ്പു്) ചേർക്കുമ്പോൾ സിങ്കുഹൈഡ്രോക്സൈഡ്, അവക്ഷിപ്തമായി വേർതിരിയുന്നു.

$$ZnSO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaSO_3 + Zn(OH)_2 \downarrow$$

അവക്ഷേപം അരിച്ചുനീക്കികിട്ടുന്ന നിസ്യന്ദത്തിൽ സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് ചേർത്തു പൂരിതമാക്കുമ്പോൾ ജലയോജിത സോഡിയംഹൈപോസൽഫൈറ്റ് ക്രിസ്റ്റലുകൾ വേർതിരിയുന്നു. ($Na_2S_2O_4 \cdot 2H_2O$) ക്രിസ്റ്റലുകൾ അരിച്ചെടുത്തു് അസെറോൺകൊണ്ടു് കഴുകി സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡിനു മീതെ ഡെസിക്കേറ്ററിൽ വെച്ചു് ഉണക്കുമ്പോൾ നിർജല സോഡിയം ഹൈപോസൽഫൈറ്റ് കിട്ടുന്നു.

വൻതോതിൽ ഈ ലവണം നിർമിക്കുന്നതു് തണുപ്പിച്ച ജലത്തിൽ സിങ്കു് ചൂർണം നിലംബനംചെയ്തു് അതിൽക്കൂടി SO_2 കടത്തിവിട്ടാണു്. സിങ്കു് അലിഞ്ഞു് ZnS_2O_4 ലായനി ഉണ്ടാകും. ഈ ലായനിയിൽ സോഡിയം കാർബണേറ്റു് ചേർക്കുമ്പോൾ സിങ്കു് കാർബണേറ്റു് അവക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു. ഇതു് അരിച്ചുകിട്ടുന്ന നിസ്യന്ദത്തെ ($Na_2S_2O_4$ ലായനി) സോഡിയം ക്ലോറൈഡുകൊണ്ടു് പൂരിതമാക്കുമ്പോൾ $Na_2S_2O_4$ $2H_2O$ ക്രിസ്റ്റലുകൾ വേർതിരിയുന്നു. ഈ മിശ്രിതം പെട്ടെന്നു് 60°C വരെ ചൂടാക്കുമ്പോൾ നിർജല $Na_2S_2O_4$ കിട്ടുന്നു. ക്രിസ്റ്റലുകൾ അരിച്ചു് ആൽക്കഹോളിൽ കഴുകി നിർവാതനശ്രേണിയിൽ വെച്ചു് ഉണക്കിയെടുക്കുന്നു.

$$Zn + 2SO_2 \longrightarrow ZnS_2O_4$$
$$ZnS_2O_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow ZnCO_3 \downarrow + Na_2S_2O_4$$

ഉപയോഗം

സോഡിയം ഹൈപോസൽഫൈറ്റ്, സോഡിയം ഹൈഡ്രോസൽഫൈറ്റ്, ഹൈഡ്രോസ് മുതലായ പല പേരുകളിലറിയപ്പെടുന്ന ഈ ലവണം ശക്തമായ ഒരു നിരോക്സീകാരകമാണു്. വസ്ത്രങ്ങളിൽ നിറംപിടിപ്പിക്കുമ്പോൾ പല ചായങ്ങളേയും നിരോക്സീകരിച്ചു് അവയെ ലേയപദാർഥമാക്കിയശേഷമാണു് വസ്ത്രത്തിൽ പ്രവേശിപ്പിക്കുന്നതു് (ഉദാഹരണം ഇൻഡിഗോ). ഈ നിരോക്സീകരണത്തിനു് സോഡിയം ഹൈപൊസൽഫൈറ്റ് ധാരാളമായുപയോഗിക്കുന്നു. ജലങ്ങളിൽ ഈ ലവണം താഴെപ്പറയുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിനു വിധേയമാകുന്നതിനാലാണു് നിരോക്സീകരണം സാധിക്കുന്നതു്.

$$Na_2S_2O_4 + 2H_2O \longrightarrow 2NaHSO_3 + 2(H)$$

കേരളത്തിൽ റേ. സി.സി.യിൽ ഈ പദാർഥം വൻതോതിൽ നിർമിക്കുന്നു.

സൽഫർ ടൈഓക്സൈഡ് SO_3

ഉൽപാദനവിധികൾ

1. സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡും ഓക്സിജനും മേത്തു് കൂടാക്കി പ്ലാറ്റിനിത ആസ്ബസ്റോസിൽ കൂടി കടത്തിവിട്ടുമ്പോൾ സൽഫർ ടൈഓക്സൈഡു് ഉണ്ടാകുന്നു. പ്ലാറ്റിനം ഉൽപ്രേരകമാണു്. ആസ്ബസ്റോസു് പ്ലാറ്റിനത്തെ താങ്ങിനിർത്തുന്നതിനാണു്.

$$2SO_2 + O_2 \rightleftarrows 2SO_3$$

2. വിടിയോളകം എന്നറിയപ്പെടുന്ന ലവണങ്ങളെ (സൽഫേറ്റുകൾ) സേദനം ചെയ്യുമ്പോൾ SO_3 ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടു്. നീല വിടിയോളം (blue vitriol,

$CuSO_4 \cdot 5H_2O$), പച്ച വിട്രിയോളം (green vitriol, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$), ശ്വേത വിട്രിയോളം (white vitriol, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) എന്നിവയാണ് വിട്രിയോളം ലവണങ്ങൾ.

$$CuSO_4 \longrightarrow CuO + SO_3$$
$$FeSO_4 \longrightarrow FeO + SO_3$$
$$ZnSO_4 \longrightarrow ZnO + SO_3$$

ഈ ലവണങ്ങളിൽ ക്രിസ്റ്റൽ ജലം ഉള്ളതിനാൽ ജലയോജിത ലവണം സ്വേദനം ചെയ്യുമ്പോൾ ജലവും കൂടി ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ SO_3 ജലവുമായി സംയോജിക്കുകയും നിസ്യന്ദമായി സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് കിട്ടുകയും ചെയ്യും.

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

ഈ രീതിയിലാണ് സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് മുൻകാലങ്ങളിൽ നിർമിക്കപ്പെട്ടിരുന്നത്. സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡിന്റെ അപരനാമമായ വിട്രിയോളംതൈലം (Oil of vitriol) എന്നതും ഇങ്ങനെ ഉണ്ടായതാണ്.

(3) സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ശക്തിയായി ചൂടാക്കിയോ, P_2O_5 ചേർത്തു സ്വേദനംചെയ്തോ വിജലീകരിക്കുമ്പോൾ SO_3 ഉണ്ടാകുന്നു.

$$H_2SO_4 \longrightarrow H_2O + SO_3$$
$$H_2SO_4 + P_2O_5 \longrightarrow 2HPO_3 + SO_3$$

വൻതോതിലുള്ള നിർമാണം

(സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് നിർമാണം നോക്കുക)

ഗുണധർമങ്ങൾ

നിറമില്ലാത്ത ക്രിസ്റ്റലീയപദാർഥമാണ് സൽഫർ ട്രൈഓക്സൈഡ്. ജലത്തിൽ സീൽക്കാരശബ്ദത്തോടുകൂടി ലയിച്ച് സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം വളരെയധികം താപോത്പാദകമാണ്; തന്മൂലം താപനില ഉയർന്ന് നീരാവി ഉണ്ടാകുന്നതായി കാണാം. SO_3 സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡിന്റെ അൻഹൈഡ്രൈഡാണ്.

സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡിലും SO_3 ലയിക്കുന്നു. തൽഫലമായി പൈറോ സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് അഥവാ ഒലിയം ഉണ്ടാകുന്നു.

$$H_2SO_4 + SO_3 \longrightarrow H_2S_2O_7$$

ചൂടുപഴുത്ത കുഴലിൽകൂടി കടത്തിവിട്ടാൽ SO_3 വിയോജിച്ച് സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡും ഓക്സിജനുമുണ്ടാകുന്നു.

$$2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$$

പല ലോഹഓക്സൈഡുകളുമായും സംയോജിച്ച് സൽഫേറ്റുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഓക്സൈഡ് തരികളാണെങ്കിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിന്റെ ഊർജസ്വലത കാരണം താപദീപ്തി (incandescence) പ്രകടമാകുന്നു.

$$K_2O + SO_3 \longrightarrow K_2SO_4$$
$$BaO + SO_3 \longrightarrow BaSO_4$$

സൽഫൂരിക് ആസിഡ് H_2SO_4

രസവാദികളുടെ കാലത്തുതന്നെ അറിയപ്പെട്ടിരുന്ന പദാർഥമാണ് സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ക്രിസ്ടബും എട്ടാം നൂറ്റാണ്ടു മുതൽ അറബി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഈ പദാർഥം ഉപയോഗിച്ചിരുന്നതായി രേഖയുണ്ട്. ഫെറസ് സൽഫേറ്റ് ക്രിസ്റ്റലുകളുടെയും (പച്ച വിട്രിയോൾ) ആലത്തിന്റെയും (Potash alum) സോഡനും കൊണ്ടാണ് അക്കാലത്തു് ഇതു് നിർമിക്കപ്പെട്ടിരുന്നതു്. (വിട്രിയോൾ തൈലം എന്നായിരുന്ന ഇതിന്റെ പുരാതനനാമം). പതിനെട്ടാം നൂറ്റാണ്ടോടുകൂടി, ആവശ്യം വർധിച്ചപ്പോൾ വിപുലമായ തോതിലുള്ള നിർമാണം തുടങ്ങി. സൽഫർ, പൊട്ടാസിയം നൈട്രേറ്റ് ചേർത്തു് ജലമുള്ള പ്രത്യേക പാത്രത്തിൽ ജ്വലിപ്പിച്ചാണ് അക്കാലത്തു് ഇതു് നിർമിക്കപ്പെട്ടിരുന്നതു്. ഈ രീതി പല കാലഘട്ടങ്ങളിലായി പരിഷ്കരിച്ചാണ് ഇന്നും ഉപയോഗത്തിലിരിക്കുന്ന ''ലെഡ് ചേംബർ പ്രക്രിയ'' ആവിഷ്കരിക്കപ്പെട്ടതു്. ആധുനിക കാലത്തു് സൽഫൂരിക് ആസിഡ് നിർമിക്കപ്പെട്ടുന്നതു് മിക്കവാറും ''സമ്പർക്ക പ്രക്രിയ'' (Contact Process) യിൽ കൂടിയാണ്.

ആസിഡുകളിൽ വെച്ചു തന്നെയല്ല ഇന്നുപയോഗിക്കുന്ന രാസപദാർഥങ്ങളിൽ എല്ലാറ്റിലും വെച്ചു് ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ടതു് സൽഫൂരിക് ആസിഡാണ്. ഏതെങ്കിലും ഒരു ഘട്ടത്തിൽ സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ഉപയോഗിക്കാത്ത രാസവ്യവസായങ്ങളും ആധുനിക കാലത്തു് ഇല്ലെന്നു പറയാം. ഒരു ലക്ഷക്കണക്കിനു് ടൺ ആസിഡ് വർഷം തോറും നിർമിക്കപ്പെടുന്നു. കേരളത്തിൽ ആലുവായിലെ എഫ്. എ. സി. ടി. (F A C.T.) യിലും തിരുവനന്തപുരത്തെ ടൈറ്റാനിയം കമ്പനിയിലും സൽഫൂരിക് ആസിഡ് നിർമിക്കുന്നു. ''ഒരു രാജ്യത്തു് ഉണ്ടാക്കുകയും ഉപയോഗിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന സൽഫൂരിക് ആസിഡിന്റെ അളവു് ആ രാജ്യത്തിന്റെ വ്യവസായപുരോഗതിയുടെ മാനദണ്ഡമാകുന്നു'' ഇതു് എത്രയും അനുചിതമായ ഒരു പ്രസ്താവനയത്രെ.

പ്രകൃതിയിൽ സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ കാണപ്പെടുന്നില്ല. എന്നാൽ ചില നീരുറവുകളിൽ ഇതിന്റെ ചെറിയ അംശം കണ്ടെത്തുന്നുവരാം. ലോഹസൽഫൈഡുകളും ജലസാന്നിധ്യത്തിൽ വായുവിലുള്ള ഓക്സിജനുമായി പ്രവർത്തിച്ചു് ഓക്സീകൃതമാകുന്നതിനാലാണിതു്.

ലവണരൂപത്തിൽ (സൽഫേറ്റുകളും) പല ഖനിജങ്ങളിലും കാണപ്പെടുന്നുണ്ടു്. ജിപ്സം ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), എപ്സംലവണം ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) ഹെവിസ്പാർ ($BaSO_4$) മുതലായവ ഉദാഹരണങ്ങളാണു്.

ഉൽപാദനവിധികൾ

1. സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് ജലത്തിൽ ലയിപ്പിച്ചാൽ സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

2. സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും ഈ ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$H_2O_2 + SO_2 \longrightarrow H_2SO_4$$

3. ചില ജലയോജിത സൽഫേറ്റുകളുടെ സ്വേദനത്തിൽ സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് സ്വേദമായി ലഭിക്കുന്നു.

$$FeSO_4 \cdot 7H_2O \longrightarrow FeO + H_2SO_4 + 6H_2O$$

4. സൽഫർ സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡ് ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോഴും സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$S + 6HNO_3 \longrightarrow H_2SO_4 + 6NO_2 + 2H_2O$$

ലാബറട്ടറിനിർമാണം

ലാബറട്ടറിയിൽ സാധാരണയായി സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് നിർമിക്കാറില്ല എങ്കിലും താഴെക്കൊടുത്തിട്ടുള്ള നിർമാണരീതി ലെഡ് ചേംബർ പ്രക്രിയയുടെ തത്വം മനസ്സിലാക്കുന്നതിനു സഹായിക്കും. സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡും ഓക്സിജനും ചേർന്ന മിശ്രിതം നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ജലവുമായി സംയോജിച്ച് സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാക്കുന്നു. താഴെപ്പറയുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഫലമായിട്ടാണ് പ്രസ്തുത പരിവർത്തനം ഉണ്ടാകുന്നത്.

(a) ജലവും സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡും ചേർന്ന് സൽഫ്യൂറസ് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$$

(b) സൽഫ്യൂറസ് ആസിഡിനെ നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡായി ഓക്സീകരിക്കുന്നു.

$$H_2SO_3 + NO_2 \longrightarrow H_2SO_4 + NO$$

(c) നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് (NO) ഓക്സിജനുമായി സംയോജിച്ച് നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് പുനരുൽപാദിതമാകുന്നു.

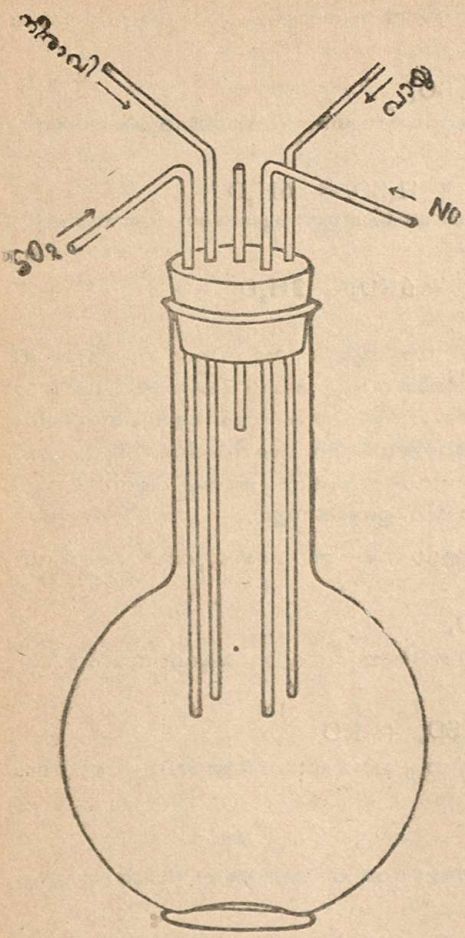
$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

(d) ഇങ്ങനെയുണ്ടാകുന്ന NO_2 വീണ്ടും സൽഫ്യൂറസ് ആസിഡിനെ ഓക്സീകരിക്കുന്നു.

മെക്കാനിസം ആധുനികസിദ്ധാന്തപ്രകാരം ഉള്ളതല്ല. വളരെ സങ്കീർണമായ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളാണ് ഇതിൽ നടക്കുന്നത്. (ഉൽപ്രേരണം നോക്കുക).

ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ (ചിത്രം 9_10) ഒരു 6 ലിറ്റർ ഫ്ളാസ്ക് അതിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള കഴലുകളോടുകൂടി സജ്ജമാക്കുക.

ആദ്യമായി നൈട്രിക് ഓക്സൈഡും വായുവും (ജല്ലെങ്കിൽ ഓക്സിജനും) ഫ്ളാസ്കിനകത്തേയ്ക്ക് കടത്തിവിടുക. പെന്തവാട്ടനിറമുള്ള നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് വാതകം ഫ്ളാസ്കിൽ ഉണ്ടാകുന്നു. അടുത്തതായി സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് കടത്തിവിടുന്നതോടുകൂടി നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ നിറം ഇല്ലാതാകുന്നതായി കാണാം. പിന്നീട് നീരാവി കടത്തിവിടുക. അപ്പോൾ ഫ്ളാസ്കിനടിയിൽ എണ്ണപോലുള്ള ദ്രവകരൂപത്തിൽ സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് സംഭ



ചിത്രം 9–10

തമാകും. ബാക്കിയുള്ള വാതകങ്ങളും ബഹിർഗമനക്കുഴൽവഴി പുറത്തെത്തുന്നു പൊതുസ്ഥാപനം. ഫ്ളാസ്കിൽ കിടക്കുന്ന ദ്രവം പരിശോധിച്ചാൽ അതു് സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡാണെന്നു് ബോദ്ധ്യമാകും.

സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡിന്റെ വ്യാവസായികനിർമാണം

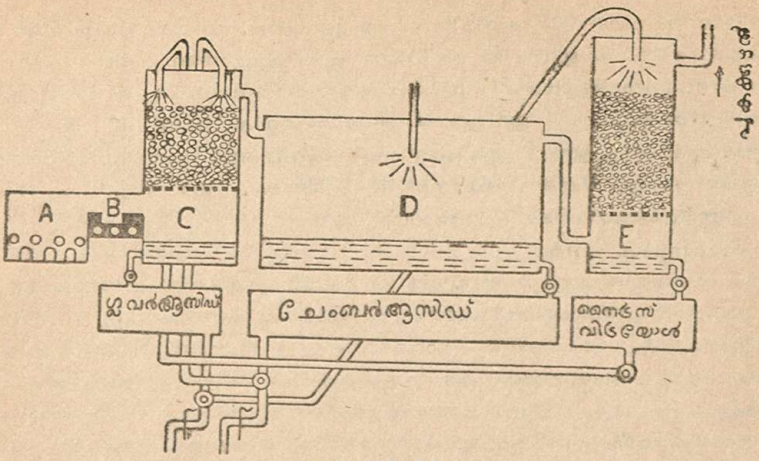
1. ലെഡ് ചേംബർ പ്രക്രിയ: ഈ പ്രക്രിയയുടെ തത്ത്വം മുൻ പരീക്ഷണത്തിൽ ഉള്ളതുതന്നെയാണു്. സൾഫർ ഡൈഓക്സൈഡും ഓക്സിജനും ജലവും തമ്മിൽ നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ ഉൽപ്രേരണത്തിൽ സംയോജിച്ചു് സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തനമാണിതു്. വ്യാവസായികമായി ശുദ്ധ നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡിനു പകരം നൈട്രിക് ആസിഡ് തപിപ്പിച്ചു കിട്ടുന്ന വാതകമിശ്രിതമാണു് ഉൽപ്രേരകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.

പ്ലാന്റു വിവരണം

ഈ പ്രക്രിയയിലുള്ള സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് പ്ലാന്റിനു് അഞ്ചു ഭാഗങ്ങളുണ്ടു്. (ചിത്രം 9–11)

A. പൈറൈറ്റ്സ് ബർണർ അഥവാ സൾഫർ ബർണർ

ചിത്രത്തിൽ (9–11) A എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള ഈ ഭാഗത്തു് സൾഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. അയേൺ പൈറൈറ്റ്സ് അഥവാ സൾഫർ വായുവിൽ കത്തിച്ചാണു് ഇതു സാധിക്കുന്നതു്.



ചിത്രം 9–11

B. നൈറ്റർപാത്രം

ഉയർന്ന താപനിലയിൽ A–യിൽ നിന്നു വരുന്ന സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ്–വായു മിശ്രിതത്താൽ തപ്തമായ ഈ നൈറ്റർപാത്രത്തിൽ (B) സോഡിയം നൈട്രേറ്റും സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡും ആണ് ഇവ തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടന്നു നൈട്രിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു ഉയർന്ന താപനില ആയതിനാൽ ഇവ ബാഷ്പീകരിച്ചു നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ്–നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് വാതകമിശ്രിതം ഉണ്ടാകുന്നു A–യിൽ നിന്നു പ്രവഹിക്കുന്ന വാതകപ്രവാഹത്തിൽ ഇവയും കൂടി കലരുന്നു.

C. ഗ്ലോവർ ടവർ

B–യിൽ നിന്നു വരുന്ന വാതകമിശ്രിതം ലെഡ് നിർമിതവും ഉംബശം മുഴുവനും അമ്ലസഹമായ ഇഷ്ടിക പതിച്ചതും ആയ ഒരു ടവറിൽ കൂടി കടന്നു പോകുന്നു (C). പൊട്ടിയ ഫ്ളിന്റ് കഷണങ്ങളാൽ നിറച്ചിട്ടുള്ള ഈ ഗ്ലോവർ ടവറിന്റെ മുകൾഭാഗത്തു നിന്ന് ലെഡ് ചേംബറുകളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന (D) നേർത്ത ആസിഡും (ചേംബർ ആസിഡും), ഗ്ലൂസ്റ്റാക് ടവറിൽ നിന്ന് (E) കിട്ടുന്ന നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകളും കലർന്ന സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡും (നൈട്രസ് വിടിയോളം) ധാരയായി വീഴുന്നു. ടവറിന്റെ ചുവട്ടിൽ നിന്ന് ചൂടുള്ള വാതകം പ്രവേശിക്കുന്നു. മുകളിലുള്ള ബഹിർഗമനക്കുഴലിൽ കൂടി വാതകങ്ങളും അടുത്ത ഭാഗമായ ലെഡ് ചേംബറുകളിലേക്ക് കടക്കുന്നു. നൈട്രസ് വിടിയോളിലെ നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡ് മുഖ്യമാക്കപ്പെടുന്നു. ഇതിന്റെ ചുവട്ടിൽ 78% സാന്ദ്രതയുള്ള ആസിഡ് സംഭരിക്കപ്പെടുന്നു.

D. ലെഡ് ചേംബറുകൾ

D എന്നതായി ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നതു ഒരു ലെഡ് ചേംബറാണെങ്കിലും, ലെഡ് ചേംബറുകളുടെ ഒരു പരമ്പരയാണു വേണ്ടതു്. സാധാരണയായി മൂന്നു മുതൽ ആറെണ്ണം വരെ കാണുന്നുണ്ടു്. ലെഡ് തകിടുകൾ കൊണ്ടു് നിർമിക്കപ്പെട്ട

ഈ ചേംബറുകൾക്ക് 200 ഘനമീറ്റർ വ്യാപ്തം കാണും. ഗ്ലോവർടവറിൽനിന്നു വരുന്ന വാതകമിശ്രിതം ഇവയിൽ വെച്ചാണ് പ്രതിപ്രവർത്തനവിധേയമാകുന്നത്. ഈ ചേംബറുകൾക്കുള്ളിലേക്ക് നീരാവി ആവശ്യാനുസരണം പ്രവേശിപ്പിക്കുന്നു. (ചിലപ്പോൾ ജലധാര). ഇവയ്ക്കുള്ളിൽ സൾഫ്യൂറിക് ആസിഡ് ദ്രാവകരൂപത്തിൽ സമാഹരിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ ആസിഡിനു (ചേംബർ ആസിഡ്) 65 മുതൽ 70% വരെ സാന്ദ്രത (മോർടിസ്ഥാനത്തിൽ) ഉണ്ടാകും. ഈ ആസിഡിൽ ഒരു ഭാഗം ഗ്ലോവർടവറിലേക്ക് പമ്പുചെയ്യപ്പെടുന്നു.

E. ഗെലൂസാക് ടവർ

ചേംബറുകളിൽ വെച്ച് സൾഫർ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ ഏകദേശം 98 ശതമാനവും ആസിഡായിത്തീർന്നുണ്ട്. അവശേഷിക്കുന്ന അല്പം സൾഫർ ഡൈഓക്സൈഡും നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകളും, വായുവിൽ നിന്നുള്ള നൈട്രജനും അല്പം ഓക്സിജനും കലർന്ന വാതകമിശ്രിതം, കോക്ക് നിറച്ചിട്ടുള്ളതും ഉയരം കൂടി വണ്ണം കുറഞ്ഞതുമായ ഗെലൂസ്സാക് ടവറിലേക്കു (E) പ്രവേശിക്കുന്നു. ഉയരം കൂടി വണ്ണം കുറഞ്ഞതുമായ ഗെലൂസ്സാക് ടവറിലേക്കു (E) പ്രവേശിക്കുന്നു. മുകളിൽ നിന്ന് 78% സൾഫ്യൂറിക് ആസിഡ് (ഗ്ലോവർടവറിന്നടിയിൽ സംഭരിക്കപ്പെടുന്ന ആസിഡ്) കീഴ്പ്പോട്ട് വീഴുന്നു. വാതകമിശ്രിതത്തിലുള്ളതും അന്യഥാ നഷ്ടപ്പെടാവുന്നതുമായ നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകളെ ഈ ആസിഡ് പൂർണമായി അവശോഷണംചെയ്യുന്നു. ഇപ്രകാരം കിട്ടുന്ന ആസിഡ് (നൈട്രസ് വിട്രിയോൾ) ഈ ടവറിന്റെ മുകളിലടിയുന്നു. ഇതു ഗ്ലോവർടവറിലേക്ക് പമ്പുചെയ്യുന്നു. അവിടെ അതിലലിഞ്ഞിട്ടുള്ള നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകളെ നിഷ്പ്രയാസം ചെയ്യാൻ വീണ്ടും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

പ്രവർത്തനരീതി

പൈറൈറ്റ്സ് ബർണറിൽ നിന്നു വരുന്ന പുകയുള്ള വാതകമിശ്രിതത്തിൽ 7% സൾഫർ ഡൈഓക്സൈഡും 10% ഓക്സിജനും 83% നൈട്രജനും ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ മിശ്രിതം നൈറ്റർപാത്രത്തിൽ നിന്ന് നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകളെയുംകൂടി ഗ്രഹിച്ചുകൊണ്ടാണ് ഗ്ലോവർടവറിൽ എത്തുന്നത്. ഇവ ടവറിൽ നടക്കുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങളെ തുടർന്നു കാണുക.

1. നേർത്ത ചേംബർ ആസിഡ് സാന്ദ്രീകരിക്കുന്നു.

2. നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകളെ ചേർന്ന സൾഫ്യൂറിക് ആസിഡിൽ നിന്ന് (നൈട്രസ് വിട്രിയോൾ) അവയെ മുക്തമാക്കി വാതകമിശ്രിതത്തിന്റെകൂടെ ലെഡ് ചേംബറുകളിലേയ്ക്കു നയിക്കുന്നു.

3. പുകയുള്ള വാതകമിശ്രിതം തണുപ്പിക്കുന്നതിന്റെ താപനില 50° മുതൽ 60°C വരെ ആകുന്നു.

4. ചേംബർ ആസിഡ് (65—70%) സാന്ദ്രീകരിക്കുന്നതിനാൽ ഇതിൽ നീരാവിയടങ്ങുകയും, അതിനാൽ വാതകമിശ്രിതം പ്രതിപ്രവർത്തനവിധേയമായി സൾഫ്യൂറിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. ആകെയുണ്ടാകുന്ന ആസിഡിന്റെ 25% ഈ ടവറിലാണ് ഉണ്ടാകുന്നത്.

ഗ്ലോവർ ടവറിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ആസിഡിന് (ഗ്ലോവർ ആസിഡ്) 73% സാന്ദ്രതയുണ്ട്. അപദ്രവ്യങ്ങൾ ഉള്ളതിനാൽ ഇതിനു തവിട്ടുനിറമുണ്ടായിരിക്കും. അതി

നാൽ ഇതിനു B. O. V. (Brown Oil of Vitriol) എന്നു പറയുന്നു. ഈ ആസിഡിന്റെ ഒരു ഭാഗം ഗേലൂസ്സാക് ടവറിലേക്കു പമ്പുചെയ്യുന്നു. ഗ്ലോവർടവറിൽ നിന്നു വരുന്ന വാതകങ്ങളും ലെഡ് ചേംബറുകളിൽ കൂടി കടക്കുമ്പോൾ അവയിൽ വെച്ചു നീരാവിയുമായി പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിലേർപ്പെടുന്നു. ചേംബറുകളിൽ 65—70% സാന്ദ്രതയുള്ള ആസിഡ് സംരേക്ഷപ്പെടുന്നു. ചേംബർ ആസിഡിന്റെ ഒരു ഭാഗം ഗ്ലോവർടവറിലേക്കു പമ്പുചെയ്യുന്നു. സൂപ്പർ ഫോസ്ഫേറ് നിർമ്മാണത്തിനും മറ്റും ചേംബർ ആസിഡ് നേരിട്ടുപയോഗിക്കുന്നു.

അവസാനത്തെ ലെഡ് ചേംബറിൽ നിന്നു പുറത്തു വരുന്ന വാതകങ്ങളും—പ്രധാനമായി നൈട്രജനും നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകളും അല്പം ഓക്സിജനും—ഗേലൂസ്സാക്ടവറിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു. ഇവ നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകളും മുഴുവനും ടവറിന്റെ മുകളിൽ നിന്നു വീണുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഗ്ലോവർ ആസിഡിൽ (78%) ലയിച്ചുചേർന്നു നൈട്രോറിത ആസിഡായും (നൈട്രസ്വിട്രിയോളും) ചുവട്ടിൽ സംരേക്ഷപ്പെടുന്നു. ഈ ആസിഡ് ഗ്ലോവർടവറിലേയ്ക്കു പമ്പുചെയ്യപ്പെടുന്നു. അവിടെ ഇതിലുള്ള നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകളും നിഷ്കാസിതമാകുന്നതിനാൽ പുനർപ്രയോഗക്കപ്പെടുന്നു.

ഉപയോഗശിഷ്ട വാതകങ്ങളും (spent gases) പുകക്കുഴൽവഴി അന്തരീക്ഷത്തിലായിക്കുന്നു.

ശുദ്ധീകരണവും സാന്ദ്രീകരണവും

ഈ പ്രക്രിയയിൽ നിന്നു കിട്ടുന്നതു 78 ശതമാനം സാന്ദ്രതയുള്ള ഗ്ലോവർ ആസിഡ് (B. O. V.), 65–70% സാന്ദ്രതയുള്ള ചേംബർ ആസിഡ് എന്നിവയാണു. ഇവയിൽ അപദ്രവ്യങ്ങളും ധാരാളം ഉണ്ടായിരിക്കും. ലെഡ് സൽഫേറും നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകളുമാണു പ്രധാന അപദ്രവ്യങ്ങളും. ഇക്കാരണത്താൽ ഗ്ലോവർആസിഡിനു തവിട്ടുനിറം ഉണ്ടായിരിക്കും. ചേംബർ ആസിഡ് നേരിട്ടുപയോഗിക്കുന്ന പല വ്യവസായങ്ങളും ഉണ്ട്. കൂടുതൽ സാന്ദ്രവും ശുദ്ധവുമായ ആസിഡ് വേണമെങ്കിൽ ഗ്ലോവർ ആസിഡ് വീണ്ടും സംസ്കരിക്കണം. ഇതിനെ നേർപ്പിച്ചു 60 ശതമാനത്തിൽ കുറവു സാന്ദ്രതയുള്ളതാക്കുമ്പോൾ ലയിച്ചിരിക്കുന്ന ലെഡ് സൽഫേറും അവക്ഷേപിക്കുന്നു. ഈ അവക്ഷേപം മണൽവിരിപ്പിൽകൂടി (Sand bed) അരിച്ചുനീക്കിയശേഷം വേണ്ടതു അളവിനിയം സൽഫേറു ചേർത്തു പുകക്കുമ്പോൾ നൈട്രജൻഓക്സൈഡുകളും മോചിപ്പിക്കപ്പെട്ടു നിറമില്ലാത്ത ആസിഡ് കിട്ടുന്നു. നേർത്ത ആസിഡിനെ സാന്ദ്രീകരിക്കുന്നതിനു പ്രത്യേക തരത്തിലുള്ള പാത്രങ്ങളിൽ വാറ്റിക്കപ്പെടുന്നു. ജലാംശം ക്രമേണ കുറഞ്ഞു 95 മുതൽ 98 % വരെ സാന്ദ്രതയുള്ള സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ഈരീതിയിൽ കിട്ടുന്നു. 100 % സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ഇതിൽ നിന്നു എളുപ്പത്തിൽ കിട്ടുന്നില്ല.

2. സമ്പർക്കപ്രക്രിയ (കോൺടാക്ട് പ്രക്രിയ)

സൽഫർ വായുവിൽ കത്തിച്ചുകിട്ടുന്ന സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് ഓക്സിജനുമായി അനുയോജ്യമായ ഒരു ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ പ്രവർത്തനത്തിനു വിധേയമാക്കുമ്പോൾ സൽഫർ ട്രൈഓക്സൈഡ് ഉദ്ദേശിയമായി ഉണ്ടാകുന്നു. (ഈ പ്രതി

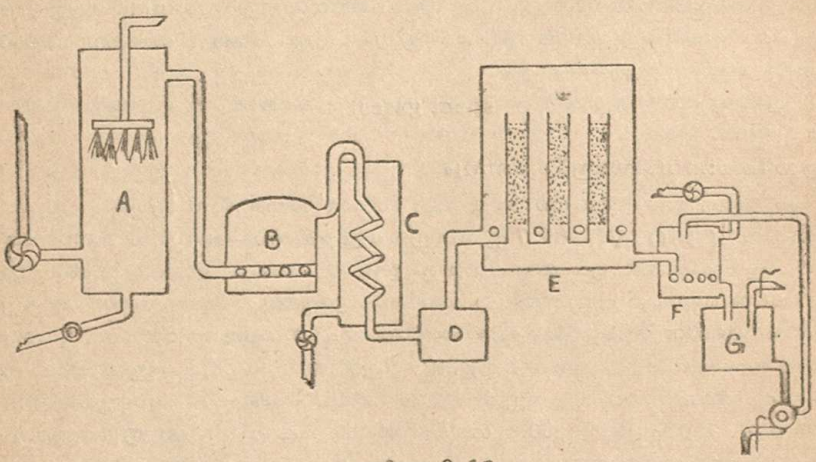
പ്രവർത്തനത്തെപ്പറ്റി മുന്നംഭാഗം 15_ാം അധ്യായത്തിൽ വിശദമായി വിവരിച്ചിട്ടുണ്ട്) പ്ലാറ്റിനീകൃത ആസ്ബസ്റ്റോസ് ആണ് മുൻകാലങ്ങളിൽ ഉൽപ്രേരകമായി ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത്. ആധുനികകാലത്തും, വിലക്കുറവുള്ളതും അത്ര എളുപ്പം നിഷ്ക്രിയമാകാത്തതുമായ വനേഡിയം പെൻറോക്സൈഡ് (V_2O_5) ആണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$
$$2SO_2 + O_2 \rightleftarrows 2SO_3$$

ഇപ്രകാരം കിട്ടുന്ന സൾഫർ ട്രൈഓക്സൈഡ് ജലത്തിൽ ലയിപ്പിച്ച് സൾഫൂരിക് ആസിഡ് കിട്ടുന്നു.

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

പ്ലാന്റ് വിവരണം



ചിത്രം 9_12

ചിത്രത്തിൽ A എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത് വായുവിലുള്ള ഈർപ്പം സാന്ദ്ര സൾഫൂരിക് ആസിഡു കൊണ്ട് അവശോഷണം ചെയ്ത് നീക്കുന്നതിനുള്ള ടവറാണ്. B എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത് ഉണങ്ങിയ സൾഫർ ട്രൈഓക്സൈഡ് കലർന്ന വായുവിൽ കത്തിക്കുന്നതിനുള്ള ചൂളയാണ്. ചൂളയിൽ നിന്നു വരുന്ന ചൂടുള്ള വാതകമിശ്രിതത്തിൽനിന്നും അതിലുള്ള അധികതാപം പ്രയോജനപ്പെടുത്തി നീരാവിയുണ്ടാക്കുന്നതിനുള്ള ബോയ്ലറാണ് C എന്നു കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്. D എന്നത് ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നത് വാതകത്തിലെ ധൂളി നീക്കംചെയ്യുന്നതിനുള്ള ഫിൽറ്റർസംവിധാനമാണ്. ഉൽപ്രേരകം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ചേംബർ E എന്നും സൾഫർ ട്രൈഓക്സൈഡ് ലയിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള സംവിധാനം F എന്നും അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. ആവശ്യാനുസരണം ജലം ചേർത്ത് നിശ്ചിത സാന്ദ്രതയുള്ള ആസിഡ് ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്ന ഭാഗമാണ് G.

പ്രവർത്തനം

പങ്കു ഉപയോഗിച്ചു്, കൂടിയ മർദത്തിൽ വായുവിനെ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് മുകളിൽ നിന്നു് മഴപോലെ പൊഴിയുന്ന ഒരു ടവറിൽ ചുവട്ടിൽ നിന്നു് മേല്പോട്ട് പ്രവേശിപ്പിക്കുന്നു. ഈർപ്പരഹിതമായ ഈ വായുവിലാണു് കഴുകുകളിൽകൂടി വരുന്ന ഉരുകിയ സൽഫർ ചൂളയ്ക്കകത്തു് കത്തുന്നതു്. സൽഫറിനെ സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡു് ആക്കുന്നതിനു വേണ്ടതിലധികം വായു കടത്തിവിടുന്നതിനാൽ ഉല്പന്നമായ വാതകമിശ്രിതത്തിൽ ധാരാളം ഓക്സിജൻ ബാക്കിയുണ്ടായിരിക്കും. ചൂളയിൽനിന്നു വരുന്ന ഉയർന്ന താപനിലയിലുള്ള (800–900°C) ഈ വാതകമിശ്രിതത്തിന്റെ സംഘടനം ഏകദേശം SO_2—10%, O_2—11%, N_2—79% എന്നിങ്ങനെയായിരിക്കും. ഈ വാതകമിശ്രിതത്തിലുള്ള താപത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗം ബോയിലറിൽ ജലം നീരാവിയാക്കാൻ പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നു. ഇവിടെ നിന്നു് പുറത്തുവരുന്ന വാതകത്തിനു് 300 മുതൽ 400°C വരെ താപനിലയുണ്ടാകും. വാതകമിശ്രിതം ''ഗാസു് ഫിൽറ്ററി''ൽ കൂടി കടത്തിവിടുമ്പോൾ അതിലുള്ള ധൂളി നിശ്ശേഷം നീക്കംചെയ്യപ്പെടുന്നു.

ശുദ്ധീകരിച്ച ഈ വാതകമിശ്രിതം അടുത്തതായി ഉൽപ്രേരക ചേംബറിലേക്കു് കടക്കുന്നു. ഇതിനു മുൻപു് വാതകത്തിൽ ധൂളി രൂപത്തിലുള്ള അപദ്രവ്യങ്ങളൊന്നും ഇല്ലെന്നു് പരിശോധിച്ചു് ബോദ്ധ്യപ്പെടുന്നു. ഉൽപ്രേരകം പല അടുക്കുകളായിട്ടാണു് ചേംബറിൽ വെച്ചിട്ടുള്ളതു് (ചില പ്ലാന്റുകളിൽ കഴുകുകളിലും). പരിവർത്തനം താപോത്പാദകമായതിനാൽ ഉൽപ്രേരകം 380—400°C താപനിലയിൽതന്നെ സ്ഥിതിചെയ്യും. താപനില അധികമാകാതിരിക്കുന്നതിനുവേണ്ടി പ്രത്യേക കഴുകുകളിൽ കൂടി ശീതജലം പ്രവഹിപ്പിക്കുന്നു. ഉൽപ്രേരകചേംബറിൽനിന്നു് പുറത്തുവരുന്ന വാതകത്തിലെ സൽഫർ ടൈഓക്സൈഡ് മാത്രം അവശോഷണം ചെയ്തു് സൽഫൂരിക് ആസിഡു് ആക്കുന്നതാണു് അടുത്ത ഘട്ടം. SO_3 ജലത്തിൽ നേരിട്ടു് ലയിപ്പിച്ചാൽ അത്യധികം താപം ഉണ്ടാകുന്നതുകൊണ്ടു് നീരാവിയും സൽഫർ ടൈഓക്സൈഡും ചേർന്നു് അതിയായി പ്പിക്കാൻ ക്ലേശമുള്ള ''ഫോഗ്'' (fog) ആണു് ഉണ്ടാകുന്നതു്. അതിനാൽ ലയനം പൂർണമാകുന്നില്ല. ഇക്കാരണത്താൽ SO_3 സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡിലാണു് (98%) ലയിപ്പിക്കുന്നതു്. പൈറോസൽഫൂരിക് ആസിഡ് ആണു് ഉണ്ടാകുന്നതു്.

$$H_2SO_4 + SO_3 \longrightarrow H_2S_2O_7$$

ഈ പദാർഥം മറ്റൊരു പാത്രത്തിലേയ്ക്കു് കടത്തിവിട്ടു് അതിൽ ആസിഡിന്റെ സാന്ദ്രത 98% ആയിരിക്കത്തക്കവണ്ണം ജലം ചേർത്തുകൊണ്ടിരിക്കും.

$$H_2S_2O_7 + H_2O \longrightarrow 2H_2SO_4$$

ചില പ്രധാന വസ്തുതകൾ

(1) ഉൽപ്രേരക ചേംബറിലേക്കു കടക്കുന്ന വാതകമിശ്രിതം ശുദ്ധമായിരിക്കണം; അപദ്രവ്യങ്ങൾ ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ പ്രവർത്തനത്തെ സ്തംഭിപ്പിക്കും.

(2) ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ താപനില അധികം കൂടാനോ കുറയാനോ പാടില്ല.

(3) 98% സൽഫൂരിക് ആസിഡിൽ SO_3 ലയിപ്പിച്ചുകൊണ്ടു് അതിലേയ്ക്കു്

വേണ്ടത്ര ജലം ചേർത്തുകൊണ്ടിരുന്നാൽ ശുദ്ധമായ സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡോ പൈറോ സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡോ ($H_2S_2O_7$) നിർമിക്കാവുന്നതാണ്.

ചേംബർപ്രക്രിയയും സമ്പർക്കപ്രക്രിയയും തമ്മിൽ താരതമ്യപഠനം

പൊതുവിൽ സമ്പർക്കപ്രക്രിയയാണ് ഈ രണ്ടു പ്രക്രിയകളിൽ വെച്ച് മികച്ചത്. നേരത്തെ ഞൊട്ട് പ്രയോഗത്തിലിരുന്ന ചേംബർപ്രക്രിയയിൽ ലഭിക്കുന്ന ആസിഡിന്റെ ശുദ്ധിയും സാന്ദ്രതയും കുറവായതിനാലാണ് സമ്പർക്കപ്രക്രിയ ആവിഷ്കരിക്കപ്പെട്ടത്. അതിനാൽ സമ്പർക്കപ്രക്രിയ അപരിഷ്കൃതമായ രീതിയാണ്.

ചേംബർരീതിയിൽ ഉണ്ടാക്കുന്ന ആസിഡ് നേർത്തതായിരിക്കും. ഇതു സാന്ദ്രമാക്കുന്നതും അപദ്രവ്യങ്ങളെ മാറ്റുന്നതും പല ക്ലേശകരമായ പ്രക്രിയകളും ആവശ്യമാണ്. എന്നാൽ റിയാജന്റുകളും സമ്പർക്കപ്രക്രിയയിലെ പോലെ അത്രയൊന്നും ശുദ്ധമായിരിക്കേണ്ടതില്ല. അശുദ്ധമായ സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉപയോഗിച്ചു കുറഞ്ഞ ചെലവിൽ ഉല്പാദനം നടത്താൻ ചേംബർരീതി ഉപയോഗിക്കാം. ശുദ്ധിക്കു വളരെ പ്രാധാന്യമില്ലാത്ത അമ്ലസരങ്ങളിൽ ഉദാഹരണമായി രാസവളനിർമാണത്തിൽ ഈ രീതി പ്രായോഗികമാണ്.

സമ്പർക്കരീതിയിൽ ശുദ്ധമായ ആസിഡ് ലഭിക്കുന്നു. കൂടാതെ ആവശ്യമെങ്കിൽ പൈറോ സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡും നിർമിക്കാം. ചേംബർപ്രക്രിയയിൽ വേണ്ടിവരുന്ന ഭീമാകാരമായ ചേംബറുകളും വേണ്ടുന്നുള്ളതും തലമാറാ ഉണ്ടാകുന്ന സ്ഥലലാഭവും ഈ രീതിയുടെ മറ്റു ചെച്ചുണ്ടുകളാണ്. വളരെ വിലക്കുറവുള്ള ഫെറിക് ഓക്സൈഡ് ഉൽപ്രേരകമായി ഉപയോഗിച്ച് സമ്പർക്കപ്രക്രിയയിൽ മലിനമായ സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിൽ നിന്നും ആദായകരമായി സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാക്കാം.

ഇന്ത്യയിലെ സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡ് നിർമാണം

ആദ്യകാലത്ത് ഇന്ത്യയിൽ സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡ് നിർമിച്ചിരുന്നത് ചേംബർ രീതിയിലായിരുന്നു. ഇവയിൽ ചിലതു ഇപ്പോഴും പ്രവർത്തിക്കുന്നുണ്ട്. ഇന്നുള്ള അമ്പതോളം പ്ലാന്റുകളിൽ മിക്കതിലും സമ്പർക്കപ്രക്രിയയാണ് അവലംബിച്ചിരിക്കുന്നത്. 1500000 ടണ്ണിലധികം ആസിഡാണ് പ്രതിവർഷം നിർമിക്കപ്പെടുന്നത്. ആലുവായിലെ എഫ്.എ.സി.ടി. (FACT)യിൽ നാലു പ്ലാന്റുകളിലായി ദിവസംപ്രതി 760 ടണ്ണോളം സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡും, 20 ടണ്ണോളം ഓലിയവും തിരുവനന്തപുരത്തെ ട്രാവൻകൂർ കെമിക്കൽസിൽ ദിവസേന 60 ടൺ ആസിഡും കേരളത്തിൽ നിർമിക്കപ്പെടുന്നു.

സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡിന്റെ ഗുണധർമങ്ങൾ

''സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡ്'' എന്നതു സാധാരണമായി 98% ആസിഡാണ്. ഈ സാന്ദ്രതയിൽ നിറവും മണവും ഇല്ലാത്ത എണ്ണപോലെയുള്ള ദ്രാവകമാണ്. ഇതിന്റെ ആപേക്ഷികഘനത്വം 1.84—ഉം തിളനില 338°C—ഉം

ആകുന്നു. ജലവുമായി ഏതനുപാതത്തിലും മിശ്രണീയമാണു്; മിശ്രണം നടക്കുമ്പോഴും വളരെ അധികം താപം മോചിപ്പിക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ താപനില 100°C-ൽ കൂടുതലാകുന്നു. (അതുകൊണ്ടു് നേർപ്പിക്കുമ്പോൾ ആസിഡു് ജലത്തിലേയ്ക്കു ചേർക്കുകയല്ലാതെ ജലം ആസിഡിലേയ്ക്കു് ഒഴിക്കാറില്ല. എന്തെന്നാൽ ഘനത്വം കുറവായതിനാൽ ഒഴിക്കുന്ന ജലം ശരിയായി കലരാതെ ആസിഡിന്റെ മുകളിൽ ഒരു പടലമായി നിലകൊള്ളുന്നു. ദ്രാവകപടലങ്ങളം പേരുന്നിടത്തു് അത്യധികം താപം ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ ദ്രാവകം പൊട്ടിത്തെറിച്ചേയ്ക്കാം.) ഇതിനു് പരിസരങ്ങളിൽ നിന്നു് ജലം (നീരാവിരൂപം) അവശോഷണം ചെയ്യാനുള്ള കഴിവുണ്ടു്. ഒരു ബീക്കർ നിറയെ ആസിഡു് തുറന്നുവെച്ചാൽ അൽപസമയം കൊണ്ടു് ആസിഡു് നേർത്തു് ബീക്കർ കവിഞ്ഞൊഴുകുന്നതു കാണാം. 98.3% H_2SO_4 ഉള്ള ആസിഡു് സ്ഥിരമായ തിളനില ഉള്ളതാണു് (338°C) ഇതിനെക്കാളും നേർത്ത ആസിഡു് കുറഞ്ഞ താപനിലയിൽ തിളച്ചു് നീരാവി നഷ്ടപ്പെട്ടു് സാന്ദ്രീഭവിക്കുന്നതിനാൽ തിളനില ക്രമേണ ഉയർന്നു് 338°C ആകും. 98.3%-ൽ കൂടുതൽ സാന്ദ്രമായ ആസിഡു് തിളക്കുമ്പോഴും (താപനില 338°C-ൽ കുറവായിരിക്കും) സൽഫർ ട്രൈഓക്സൈഡു് മുക്തമാകുന്നു.

സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡു് ഒരു വിഷപദാർഥമാണെന്നു പറഞ്ഞുകൂടെങ്കിലും അത്യധികം ആപല്ക്കരമായ ഒന്നാണു്. ദേഹത്തു വീണാൽ പൊള്ളൽ ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ സുഖപ്പെടുത്താൻ വിഷമകരമായ ആഴമുള്ള വ്രണങ്ങളം ഉണ്ടാകുന്നു. വീഴുന്ന ഭാഗത്തെ നിർജലീകരിക്കുന്നതാണിതിനു് പ്രധാനകാരണം; ജലവുമായി ചേരുമ്പോഴും അത്യധികം ചൂടുണ്ടാകുന്നതാണു് മറ്റൊന്നു്. വളരെ നേർത്ത അവസ്ഥയിൽ ഇതു് അപകടകാരിയല്ല.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

സുസ്ഥിരത്വം, നിർജലീകരണസ്വഭാവം, ആസിഡ് സ്വഭാവം, ഓക്സീകരണസ്വഭാവം എന്നിവയാണു് സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡിന്റെ രാസപരമായ പ്രത്യേകതകൾ.

(1) സാധരണഗതിയിൽ സ്ഥിരതയുള്ള യൗഗികമാണെങ്കിലും ഉയർന്ന താപനിലയിൽ നീരാവിയും സൽഫർ ട്രൈഓക്സൈഡുമായി വിയോജിക്കുന്നു. തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ ഇവ വീണ്ടും സംയോജിച്ചു് ആസിഡു് ഉണ്ടാകും.

$$H_2SO_4 \rightleftarrows H_2O + SO_3$$

ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ചൂടുപഴുത്ത കാർബൺ കഴലിലോ പ്ലാറ്റിനം കുഴലിലോ കൂടി കടത്തിവിടുമ്പോൾ വിയോജനം സംഭവിച്ചു് SO_2, O_2, H_2O എന്നിവയുണ്ടാകും.

$$2H_2SO_4 \xrightarrow{800°C} 2H_2O + 2SO_2 + O_2$$

(2) സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡിനു് സാന്ദ്രാവസ്ഥയിൽ ജലവുമായി അത്യധികം ആസക്തിയുണ്ടു്. തന്മൂലം ഇതു് പല വസ്തുക്കളിൽനിന്നും സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിലുള്ള ജലം മാറ്റുന്നു; ചില പദാർഥങ്ങളിൽ നിന്നു് അവയിലുള്ള ഹൈഡ്രജ

നെയും ഓക്സിജനെയും ജലരൂപത്തിൽ അവശോഷണം ചെയ്യുന്നു. അവയെ വിഘടിപ്പിക്കുന്നു. സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ജലവുമായി സംയോജിച്ച് ചില ഹൈഡ്രേറ്റുകളും ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്.

$$H_2SO_4 + n\ H_2O \longrightarrow H_2SO_4 . n\ H_2O$$

പ്രതിപ്രവർത്തനം താപോത്പാദകമായതിനാൽ താപനില ഗണ്യമായി വർദ്ധിക്കുന്നു. ചില പരീക്ഷണങ്ങളും നോക്കുക.

(a) നീലനിറമുള്ള ജലയോജിത കോപ്പർസൾഫേറ്റ് ക്രിസ്റ്റൽ ഒരു ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിൽ എടുത്ത് അതു മുങ്ങത്തക്കവണ്ണം സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്തു വെയ്ക്കുക. ക്രമേണ ക്രിസ്റ്റലിന്റെ നീലനിറം നഷ്ടപ്പെട്ട് ശ്വേതവർണമുള്ള ഒരു പദാർഥം അവശേഷിക്കും. നിർജല കോപ്പർ സൾഫേറ്റാണ് ഇതു്. ജലയോജിത കോപ്പർ സൾഫേറ്റിലെ ക്രിസ്റ്റൽ ജലം ആസിഡ് അവശോഷണം ചെയ്യുന്നതിനാൽ ക്രിസ്റ്റലിന്റെ നിറവും ആകൃതിയും നഷ്ടമാകുന്നു.

$$CuSO_4 \cdot 5H_2O + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + H_2SO_4 \cdot 5H_2O$$

(b) ഒരു ഡിഷിൽ കുറെ സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് എടുത്തു് ഭാരം നിർണയിക്കുക. അൽപസമയം വായുവിൽ തുറന്നുവെച്ചു കഴിഞ്ഞു് വീണ്ടും ഭാരം നിർണയിച്ചാൽ ഭാരം കൂടിയിരിക്കുന്നതായി കാണാം. വായുവിൽ നിന്നും ഈർപ്പം അവശോഷണം ചെയ്യുന്നതിനാലാണിതു്.

[മറ്റു പദാർഥങ്ങളിൽ ജലത്തിലുള്ള അനുപാതത്തിൽ ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും ഉണ്ടെങ്കിൽ (ജലമായി സ്ഥിതിചെയ്യണമെന്നില്ല) ഇവയെ ജലരൂപേണ അവശോഷണം ചെയ്യാനുള്ള കഴിവു് സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡിനുണ്ട്. മിക്ക കാർബണികപദാർഥങ്ങളും സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ഇത്തരം പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുന്നു.]

(c) ഓക്സാലിക് ആസിഡ് ക്രിസ്റ്റലുകളും ഒരു ടെസ്റ്റ് ട്യൂബിൽ എടുത്തു് സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്തു് ചൂടാക്കുക. കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡും കാർബൺ മോണോക്സൈഡും കലർന്ന വാതകമിശ്രിതം ഉണ്ടാകും. ഒരു തുള്ളി ചുണ്ണാമ്പുവെള്ളത്തെ പാലുപോലെയാക്കുന്നതിൽ നിന്നു് CO_2-ന്റെയും മിശ്രിതം നീലനിറത്തോടുകൂടി കത്തുമെന്നുള്ളതിൽ നിന്നും CO-ന്റെയും സാന്നിദ്ധ്യം പരിശോധിച്ചു നോക്കുക.

$$H_2C_2O_4 + H_2SO_4 \longrightarrow H_2SO_4 \cdot H_2O + CO + CO_2$$

$$\left[\ H_2C_2O_4 \xrightarrow{H_2SO_4} H_2O + CO + CO_2\ \right]$$

(d) ഒരു ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിൽ അല്പം പഞ്ചസാരയെടുത്തു് അതിൽ കുറെ സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്തു് കുറച്ചുസമയം വെയ്ക്കുക. പഞ്ചസാര കരിഞ്ഞു് ധാരാളം കരി ഉണ്ടാകുന്നതു കാണാം. പഞ്ചസാരയിൽ ഉള്ള ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും ജലത്തിലുള്ള അവയുടെ അനുപാതത്തിൽ തന്നെയാണു് സംയോജിച്ചിട്ടുള്ളതു്. ഈ ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡു് നീക്കുന്നതിനാൽ കാർബൺ അവശേഷിക്കുന്നു.

$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{H_2SO_4} 12C + 11H_2O$$

(e) ആൽക്കഹോളിൽ ധാരാളം സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോൾ അതിൽ നിന്നും ജലം മാറ്റപ്പെട്ട് എഥിലിൻ വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു.

$$C_2H_5OH \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_4 + H_2O$$

കടലാസ്, വസ്ത്രം, തടി മുതലായവയും സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡിൽ കരിഞ്ഞുപോകുന്നതു നിർജലീകരണംകൊണ്ടാണ്. സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ശരീരത്തിൽ പതിക്കുമ്പോഴും ഇതുതന്നെയാണു സംഭവിക്കുന്നത്.

3. സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് പ്രബലമായ ഒരു ആസിഡാണ്. പ്രത്യേകിച്ച് ജലസാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ നേർത്ത ആസിഡിനു എല്ലാ അമ്ലഗുണധർമ്മങ്ങളും ഉണ്ട് (സാന്ദ്ര ആസിഡിനു അതുതന്നെ പ്രോട്ടോൺ പ്രദാനശേഷി ഇല്ല. നീലലിറ്റ്മസിന്റെ നിറം ചുവപ്പാക്കുന്നു. അച്ചിച്ചാൽ നല്ല പുളിരസമുണ്ട്. പല ലോഹങ്ങളും നേർത്ത സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഹൈഡ്രജനെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു.

$$Mg + H_2SO_4 \longrightarrow MgSO_4 + H_2$$
$$2Al + 3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2$$

ലോഹഓക്സൈഡുകളും, ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളും, കാർബണേറ്റുകളും മുതലായവയുമായി പ്രവർത്തിച്ച് അതാതു ലോഹങ്ങളുടെ സൾഫേറ്റുണ്ടാക്കുന്നു.

$$CuO + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + H_2O$$
$$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$
$$CaCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + H_2O + CO_2$$
$$FeS + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2S$$

വിസ്ഥാപിതമാകാവുന്ന രണ്ടു ഹൈഡ്രജനണുക്കളും ഉള്ളതിനാൽ സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ദ്വിബേസികമാണ്. ആംശികമായ ഉദാസീനീകരണത്താൽ ബൈസൾഫേറ്റുകളും (ആസിഡ് സൾഫേറ്റ്) പൂർണമായ ഉദാസീനീകരണത്താൽ നോർമൽ സൾഫേറ്റുകളും (സൾഫേറ്റ്) ഉണ്ടാകുന്നു.

$$H_2SO_4 + NaOH \longrightarrow NaHSO_4 + H_2O$$
$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് മറ്റു ആസിഡുകളുടെ ലവണങ്ങളിൽ നിന്നും അതാതു ആസിഡുകളെ ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നു.

$$KNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow HNO_3 + KHSO_4$$
$$NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow HCl + NaHSO_4$$

(4) സാന്ദ്രാവസ്ഥയിൽ പ്രത്യേകിച്ച് ഉന്നത താപനിലയിൽ ഈ ആസിഡ് ഓക്സീകാരകമാണ്. നേർത്ത ആസിഡിനു ഈ ഗുണധർമം കാണുന്നില്ല. ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ മിക്കവാറും SO_2 ഉണ്ടാകുന്നു. സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ്,

$$H_2SO_4 \longrightarrow H_2O + SO_2 + (O).$$

എന്നിങ്ങനെ വിയോജിക്കുന്നതിനാലാണിത്. കാർബൺ, സൾഫർ എന്നിവ സാന്ദ്ര ആസിഡുമായി ചൂടാക്കുമ്പോൾ അവ യഥാക്രമം കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡ്, സൾഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് എന്നിവയായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$2H_2SO_4 \longrightarrow 2H_2O + 2SO_2 + 2(O)$$
$$C + 2(O) \longrightarrow CO_2$$
$$\overline{C + 2H_2SO_4 \longrightarrow CO_2 + 2SO_2 + 2H_2O}$$

ഇതുപോലെ,

$$S + 2H_2SO_4 \longrightarrow 3SO_2 + 2H_2O$$

(HI, HBr എന്നിവയെ യഥാക്രമം I_2, Br_2 എന്നിവയായി ഓക്സീകരിക്കുന്നു.—അനുബന്ധം).

(5) സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡും ലോഹങ്ങളും തമ്മിൽ ഉന്നത താപനിലയിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുമ്പോൾ ഓക്സീകരണം ഹൈഡ്രജൻ ലഭ്യമാകാത്തതു് ആസിഡിനെ ഓക്സീകരണസ്വഭാവത്തിനു് ഉദാഹരണമാണു്. നേർത്ത ആസിഡുമായി പ്രവർത്തനമില്ലാത്ത ചെമ്പു്, വെള്ളി മുതലായ ലോഹങ്ങൾപോലും സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡുമായി ഉന്നത താപനിലയിൽ പ്രവർത്തിച്ചു SO_2 ഉണ്ടാകുന്നു.

$$H_2SO_4 \longrightarrow H_2O + SO_2 + (O)$$
$$Cu + (O) \longrightarrow CuO$$
$$CuO + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + H_2O$$
$$\overline{Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O}$$

ഇതുപോലെ

$$Zn + 2H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

വിദ്യുത് രാസശ്രേണിയിൽ (electrochemical series) ഹൈഡ്രജനു മുകളിലുള്ള ലോഹങ്ങളും നേർത്ത സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡിൽ നിന്നു് ഹൈഡ്രജനെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യും. എന്നാൽ ഹൈഡ്രജനു താഴെയുള്ളവ നേർത്ത സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല. ശ്രേണിയിൽ ഹൈഡ്രജനു മുകളിലും താഴെയും ഉള്ള ഏല്ലാ മൂലകങ്ങളും സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിച്ചു് ലോഹസൾഫേറ്റും സൾഫർ ഡൈഓക്സൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

(6) അരോമാറ്റിക യൗഗികങ്ങളുമായി (aromatic compounds) സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ഉന്നതതാപനിലയിൽ പ്രവർത്തിച്ചു് അവയുടെ സൾഫോണിക് ആസിഡ് വ്യൽപന്നങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു. സൾഫോണിക് ആസിഡുകളും ജലത്തിൽ ധാരാളം ലേയത്വമുള്ളവയാണു്. ഉദാഹരണമായി ബെൻസീൻ

(C_6H_6),സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡു ചേർത്തു് ചൂടാക്കുമ്പോഴും ക്രമേണ അലിയുന്നു. ബെൻസീൻ സൾഫോണിക് ആസിഡു് ഉണ്ടാകുന്നതിനാലാണിതു്.

$$C_6H_6 + H_2SO_4 \longrightarrow C_6H_5SO_3H + H_2O$$

സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡിന്റെ ടെസ്റ്റുകൾ

1. നിറമോ മണമോ ഇല്ലാത്ത തൈലസമാനമായ ഘനദ്രവമാണു്.

2. ജലവുമായി ഏതനുപാതത്തിലും മിശ്രണീയമാണു്; മിശ്രണം അത്യധികം താപോത്സർജകമാണു്.

3. ചെമ്പു് ചേർത്തു് ചൂടാക്കുമ്പോഴും ശ്വാസംമുട്ടിക്കുന്ന പ്രത്യേക ഗന്ധമുള്ള സൾഫർ ഡൈഓക്സൈഡുണ്ടാകുന്നു.

4. ഇതിന്റെ ലായനിയിൽ ബേരിയം ക്ലോറൈഡു് ലായനി ചേർക്കുമ്പോഴും സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിൽ ലയിക്കാത്ത വെളുത്ത അവക്ഷേപം (ബേരിയം സൾഫേറ്റു്) ഉണ്ടാകുന്നു.

ഉപയോഗങ്ങൾ

വിപുലമായ തോതിൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ഒരു രാസപദാർഥമാണു് സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡു്. ഇതുപയോഗിക്കാത്ത രാസവ്യവസായങ്ങൾ ഇല്ലെന്നതന്നെ പറയാം. രാസവളങ്ങൾ നിർമിക്കാനാണു് ഏറ്റവും അധികം ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. അമോണിയം സൾഫേറ്റു്, സൂപ്പർ ഫോസ്ഫേറ്റു് എന്നിവയുടെ നിർമാണത്തിൽ H_2SO_4 ഉപയോഗിക്കുന്നു. നിർജലീകരണമാണു് പ്രധാനപ്പെട്ട മറ്റൊരു ധർമം. വാതകങ്ങളെ ശുഷ്കമാക്കുന്നതും യൗഗികങ്ങളെ നിർജലീകരിച്ചു് മറ്റു പദാർഥങ്ങൾ നിർമിക്കുന്നതും സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡും ധാരാളം ഉപയോഗിക്കുന്നു. പെട്രോളിയം ശുദ്ധീകരണത്തിനും സ്റ്റോറേജ് സെല്ലുകൾ നിർമിക്കാനും എണ്ണമറ്റ ഔഷധങ്ങൾ, ചായങ്ങൾ, വിസ്ഫോടകങ്ങൾ മുതലായവയുടെ ഉല്പാദനത്തിനും ധാരാളം ഉപയോഗിക്കുന്നു. നൈട്രിക് ആസിഡ്, ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ്, ടർടാറിക് ആസിഡ്, ഓക്സാലിക് ആസിഡ് മുതലായ അനവധി പദാർഥങ്ങൾ നിർമിക്കാനും H_2SO_4 ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇരുമ്പുതകിടുകൾ ഗാൽവനൈസ് (സിങ്ക് പൂശുക) ചെയ്യുന്നതിനുമുമ്പ് ലോഹപ്രതലത്തെ ശുചിയാക്കുന്നതിനു് നേർത്ത സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ആണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. പല ഖനിജങ്ങളേയും വിയോജിപ്പിച്ചു് അവയിലെ ലോഹങ്ങൾ വേർതിരിക്കാൻ സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ഉപയോഗിക്കുന്നു (ഉദാഹരണം: മോണാസൈറ്റ്, ഇൽമനൈറ്റ്).

കേരളത്തിൽ എഫ്. എ. സി. ആർ. (FACT)ൽ നിർമിക്കുന്ന ആസിഡു് പ്രധാനമായി അമോണിയം സൾഫേറ്റു്, സൂപ്പർ ഫോസ്ഫേറ്റു് എന്നീ രാസവളങ്ങൾ നിർമിക്കുന്നതിനാണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. ടൈറേനിയം ഫാക്ടറിയിൽ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന ആസിഡു് ഇൽമനൈറ്റിൽനിന്നു് ടൈറേനിയം ഡൈഓക്സൈഡ് (TiO_2)നിർമിക്കുന്നതിനു് പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നു. ഏറ്റവും ശ്രേഷ്ഠമായ വെളുത്ത പിഗ്മെന്റു് ആണു് TiO_2

സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡിൽ സൽഫർ, ഓക്സിജൻ ഹൈഡ്രജൻ എന്നീ മൂലകങ്ങൾ ഉണ്ടെന്നു തെളിയിക്കാനുള്ള പരീക്ഷണങ്ങൾ

1. **സൽഫർ:** സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡിൽ പെമ്പുകഷണങ്ങളും ഇട്ട് ചൂടാക്കുക. വർണരഹിതമായ ഒരു വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ വാതകം ശേഖരിച്ച് അതിൽ ജ്വലിക്കുന്ന ഒരു മഗ്നീഷ്യം റിബ്ബൺ തുടർന്നു കത്തുന്നതിനനുവദിച്ചാൽ മഞ്ഞനിറമുള്ള ചൂർണം പാത്രത്തിന്റെ പാർശ്വങ്ങളിൽ പറ്റിയിരിക്കുന്നതു കാണാം. ഈ പദാർഥം കത്തുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന മണം, കാർബൺ ഡൈസൽഫൈഡിലുള്ള അതിന്റെ ലേയത്വം എന്നിവയിൽ നിന്നും അതു സൽഫർ ആണെന്നു അനുമാനിക്കാം. പെമ്പും മഗ്നീഷ്യവും മൂലകങ്ങളായതിനാൽ ഈ സൽഫർ സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡിൽ നിന്നുണ്ടായതായിരിക്കണമെന്നു സ്പഷ്ടമാണു്.

2. **ഓക്സിജൻ:** സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡിന്റെ മധ്യം ചുട്ടുപഴുത്തതും ഒരഗ്രം ജലത്തിൽ മുങ്ങിക്കിടക്കുന്നതുമായ മൺകഴലിൽ തുള്ളികളായി ഒഴിക്കുക. വിഘടനം കൊണ്ടുണ്ടാകുന്ന വാതകം ജലത്തിനു മീതെ സംഭരിക്കുക. ഈ വാതകം നിറമില്ലാത്തതും മണമില്ലാത്തതുമായിരിക്കും. അറ്റത്തു് കനലുള്ള ഒരു ഈർക്കിൽ ഈ വാതകത്തിൽ ഇറക്കിയാൽ വീണ്ടും കത്തിപ്പിടിക്കുന്നു. ഈ വസ്തുതകളിൽ നിന്നും വാതകം ഓക്സിജനാണെന്നു തെളിയുന്നു.

3. **ഹൈഡ്രജൻ:** നേർത്ത സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡിൽ സിങ്ക് കഷണങ്ങളും ഇട്ടുമ്പോൾ നിറവും മണവും ഇല്ലാത്ത ഒരു വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ വാതകം ശേഖരിച്ച് കത്തിച്ചുനോക്കുക. മങ്ങിയ നീലനിറത്തോടുകൂടി കത്തുന്നു. ഈ വാതകം ഹൈഡ്രജനായിരിക്കണം. സിങ്ക് ജലവുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകാത്തതിനാൽ ഹൈഡ്രജൻ സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡിൽ നിന്നും ഉണ്ടായതായിരിക്കണം.

സൽഫേറ്റുകളും ബൈസൽഫേറ്റുകളും

സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ദ്വിക്ഷാരകമായതിനാൽ രണ്ടുതരം ലവണങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു എന്നു പഠിച്ചുകഴിഞ്ഞല്ലോ—സൽഫേറ്റുകളും ബൈസൽഫേറ്റുകളും. സൽഫേറ്റുകളെ നോർമൽ ലവണങ്ങളും ബൈസൽഫേറ്റുകളെ ആസിഡ് ലവണങ്ങളും എന്നു്. തന്മൂലം ബൈസൽഫേറ്റുകൾക്കു ക്ഷാരലായനികളെ ഉദാസീനമാക്കാനുള്ള കഴിവുണ്ടു്.

$$NaOH + NaHSO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$$

തപിപ്പിച്ചാൽ ബൈസൽഫേറ്റുകൾ ആദ്യം പൈറോ സൽഫേറ്റുകളായും വളരെ കൂടിയ താപനിലയിൽ സൽഫേറ്റുകളായും മാറും.

$$2NaHSO_4 \longrightarrow Na_2S_2O_7 + H_2O$$

$$Na_2S_2O_7 \longrightarrow Na_2SO_4 + SO_3$$

സോഡിയം, പൊട്ടാസിയം, ലെഡ്, മഗ്നീഷ്യം, കാൽസിയം, സ്ട്രോൺഷ്യം, ബേരിയം എന്നിവയുടെ സൽഫേറ്റുകൾ ഉയർന്ന താപനിലയിലും സ്ഥിരതയുള്ളവയാണു് മറ്റു സൽഫേറ്റുകൾ ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിയോജിച്ചു് സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡും, സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് മുതലായ ഉല്പന്നങ്ങളും ഉണ്ടാകും.

$$ZnSO_4 \longrightarrow ZnO + SO_3$$
$$2FeSO_4 \longrightarrow Fe_2O_3 + SO_3 + SO_2$$

ലെഡ്, ബേരിയം, സ്ട്രോൺഷ്യം എന്നിങ്ങനെ ചിലവയൊഴിച്ച് ബാക്കി എല്ലാ സൽഫേറ്റുകളും ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നവയാണ്. ബൈസൽഫേറ്റുകളും പൊതുവെ ലേയത്വം കൂടിയവയാണ്.

സോഡിയം സൽഫേറ്റ്, പൊട്ടാസിയം സൽഫേറ്റ്, മഗ്നീഷ്യം സൽഫേറ്റ്, ബേരിയം സൽഫേറ്റ്, അമോണിയം സൽഫേറ്റ്, ജിപ്സം ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), പ്ലാസ്റ്റർ ഒഫ് പാരീസ് ($2CaSO_4 \cdot H_2O$), കോപ്പർ സൽഫേറ്റ് ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) മുതലായ സൽഫേറ്റുകളും അമോണിയം ഫെറസ് സൽഫേറ്റ് $[(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \ 6H_2O]$ അമോണിയം ഫെറിക് സൽഫേറ്റ് അഥവാ ഫെറിക് ആലം $[(NH_4)_2 SO_4 \cdot Fe_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O]$ മുതലായ ഡബിൾ സൽഫേറ്റുകളും പ്രാധാന്യമുള്ളവയാണ്.

സൽഫേറ്റുകൾക്കുള്ള ടെസ്റ്റുകൾ

1. സൽഫേറ്റും ധാരാളം സോഡിയം കാർബണേറ്റും ചേർത്ത് കഴച്ച് കിട്ടുന്ന മിശ്രിതത്തെ കരിക്കട്ടയിൽ ഉണ്ടാക്കിയ ഒരു കുഴിയിൽ വെച്ച് ബ്ലോപൈപ്പിൽ ശക്തിയായി ചൂടാക്കുക. അവശിഷ്ടപദാർഥം ഒരു വെള്ളത്തകിടിൽ വെച്ച് ആസിഡീകരിക്കുക. വെള്ളിത്തകിടിൽ കറുത്ത പാടുണ്ടാകുന്നു.

$$2CuSO_4 + 2Na_2CO_3 + 5C \longrightarrow 2Na_2S + 2Cu + 7CO_2$$
$$Na_2S + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2S$$
$$H_2S + 2Ag \longrightarrow Ag_2S + H_2$$
(കറുത്ത പാട്)

2. സൽഫേറ്റുകളുടെ ജലലായനിയിൽ ബേരിയം ക്ലോറൈഡ് ലായനി ചേർക്കുമ്പോൾ വെളുത്ത അവക്ഷേപം ($BaSO_4$) ഉണ്ടാകും. ഇത് സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിൽ ലയിക്കുകയില്ല.

ഓലിയം $H_2S_2O_7$

പുകയുന്ന സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് എന്നും പൈറോസൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് എന്നും ഈ പദാർഥത്തിന് പേരുകൾ ഉണ്ട്.

സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡിൽ സൽഫർ ട്രൈഓക്സൈഡ് ലയിപ്പിച്ച് പൂരിതമാക്കുമ്പോൾ ഓലിയം ലഭിക്കുന്നു.

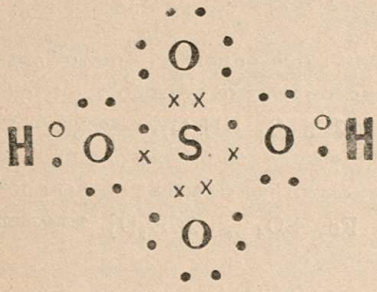
$$H_2SO_4 + SO_3 \longrightarrow H_2S_2O_7$$

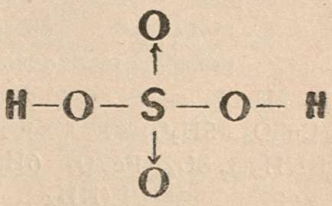
കൂടുതലായി അലിഞ്ഞു ചേർന്നിട്ടുള്ള SO_3 ചെറിയ തോതിൽ മുകതമാകുന്നതിനാൽ ഈ ആസിഡ് തുറന്നുവെച്ചാൽ പുകയുന്നു. സമ്പർക്കപ്രക്രിയയിൽ ഓലിയം മാധ്യമികോൽപന്നമാണ്. ഇതിന്റെ ലവണങ്ങളാണ് പൈറോസൽഫേറ്റുകൾ.

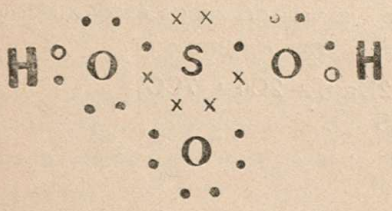
എണ്ണശുദ്ധീകരണശാലകളിലും വിസ്ഫോടകങ്ങളുടേയും പല ചായങ്ങളുടേയും നിർമാണത്തിലും ഓലിയം ധാരാളം ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

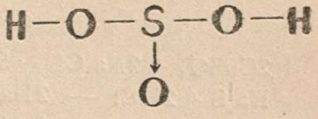
ഇലക്ട്രോണിക സൂത്രം

SO_2, SO_3 എന്നിവയുടെ ഇലക്ട്രോണിക സൂത്രം ഒന്നാം ഭാഗം അധ്യായം 12 ൽ ചർച്ചചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. H_2SO_3, H_2SO_4 എന്നിവയുടെ ഇലക്ട്രോണിക സൂത്രങ്ങളും ചുവടെ ചേർക്കുന്നു.









ചിത്രം 9_13

തയോസൽഫൂരിക് ആസിഡ്, $H_2S_2O_3$

ഈ ആസിഡ് ശുദ്ധാവസ്ഥയിൽ അറിയപ്പെട്ടിട്ടില്ല. നേർത്ത ലായനിയിൽ പോലും ഇതിന്റെ അസ്തിത്വം സംശയാതീതമായി സമർഥിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ല. തയോസൽഫൂരിക് ആസിഡിന്റെ വ്യൽപന്നങ്ങളും പലതുണ്ട്.

പ്രധാനപ്പെട്ട ലവണം സോഡിയം തയോസൽഫേറ്റ് ($Na_2S_2O_3$) ആണ്. ഈ ലവണത്തിന്റെ ലായനിയിൽ നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡോ നേർത്ത സൽഫൂരിക് ആസിഡോ ചേർക്കുമ്പോൾ തയോ സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നതായി പ്രതീക്ഷിക്കാം. എന്നാൽ അസ്ഥിരത കാരണം ഉണ്ടായാലുടനെ സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ്, സൽഫർ, ജലം എന്നിവയായി വിഘടിക്കുന്നു.

$$Na_2S_2O_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + [H_2S_2O_3]$$
$$[H_2S_2O_3] \longrightarrow H_2O + SO_2 + S$$

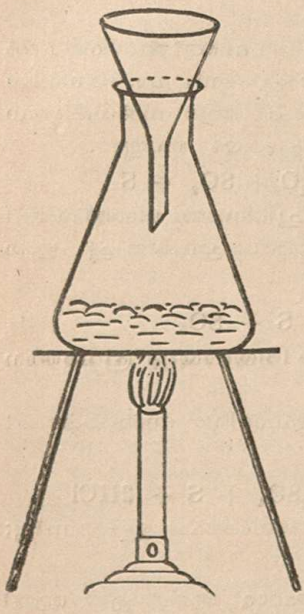
$$Na_2S_2O_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2 + S$$

സോഡിയം തയോസൽഫേറ്റ്, $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$

ഈ ലവണം സാധാരണമായി ''ഹൈപ്പോ'' (hypo) എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്നു.

നിർമാണം: സോഡിയം സൽഫൈറ്റ് ലായനിയിൽ സൽഫർ ലയിപ്പിച്ച് കിട്ടുന്ന സോഡിയം തയോസൽഫേറ്റ് ലായനി വാറ്റിച്ച് ഈ ലവണം നിർമിക്കാം.

$$Na_2SO_3 + S \longrightarrow Na_2S_2O_3$$



ചിത്രം 9–14

ചിത്രം 9–14 ൽ കാണുന്നതുപോലെ ഉപകരണങ്ങൾ സജ്ജീകരിക്കുക. കോണിക്കൽഫ്ളാസ്കിൽ സോഡിയം സൽഫൈറ്റിന്റെ പൂരിതലായനിയാണ്. ഇതിൽ പൊടിച്ച റോംബസൽഫർ പേർത്തു് തിളപ്പിക്കുക. നീരാവിയുടെ ബഹിർഗമനം കഴിയുന്നതും തടയുന്നതിനാണ് ഫണൽ വെച്ചിരിക്കുന്നതു്. ക്രമേണ സൽഫർ ലായനിയിൽ അലിഞ്ഞുചേരും. ഫ്ളാസ്കിലെ ലായനിയുടെ വ്യാപ്തം കുറയാതിരിക്കത്തക്കവണ്ണം ഇടയ്ക്കിടെ ജലം ചേർത്തുകൊണ്ടിരിക്കണം. അലിഞ്ഞുചേരാവുന്നിടത്തോളം സൽഫർ അലിഞ്ഞുകഴിയുമ്പോൾ മിശ്രിതം ചൂടോടെ അരിച്ചു കിട്ടുന്ന ലായനി തണുപ്പിച്ചാൽ സോഡിയം തയോസൽഫേറ്റ് ക്രിസ്റ്റലുകൾ വേർതിരിയുന്നു. ഇവ അരിച്ചെടുക്കാം.

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

സാമാന്യം മുഴപ്പുള്ള സുതാര്യമായ ക്രിസ്റ്റലുകളാണ്. സ്പർശിക്കുമ്പോൾ നനവുതോന്നുകയും ഈ പദാർഥം ജലത്തിൽ ധാരാളം ലയിക്കുന്നു. ചൂടാക്കുമ്പോൾ 48°C ൽ ഉരുകുന്നതുപോലെ തോന്നും. ഈ താപനിലയിൽ വിയോജനം സംഭവിച്ച് ക്രിസ്റ്റൽജലം വേർപെടുകയും ഈ ജലത്തിൽ നിർജലലവണം ലയിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതിനാലാണിതു്. ഈ ലായനി തണുപ്പിച്ചാൽ ക്രിസ്റ്റലുകൾ വേർപെടാതിരിക്കും; ലായനി അതിപൂരിതമാണ്. ഈ അതിപൂരിതലായനിയിലേക്ക് ഒരു ചെറിയ ക്രിസ്റ്റൽ ഫൈപ്പോ ഇട്ടാൽ തൽക്ഷണം ക്രിസ്റ്റലുകളായി ഖരീഭവിക്കുന്നു (ഒന്നാംഭാഗത്തിൽ അധ്യായം 13 നോക്കുക).

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

(1) **താപവിഘടനം:** ചൂടാക്കുമ്പോൾ 48°C ൽ ''ഉരുകു''ന്നു. താപനില 215°C ആകുമ്പോൾ ജലാംശം മുഴുവനും നീരാവിയായിപ്പോകുന്നു. കൂടുതൽ ചൂടാ

ക്കിയാൽ 223°C-ൽ വിയോജിച്ച് സോഡിയം സൽഫേറ്റും സോഡിയം പെന്റാസൽഫൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O \longrightarrow Na_2S_2O_3 + 5H_2O$$
$$4Na_2S_2O_3 \longrightarrow 3Na_2SO_4 + Na_2S_5$$

തുടർന്നു ചൂടാക്കിയാൽ Na_2S_5 വിഘടിച്ച് സൽഫർ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Na_2S_5 \longrightarrow Na_2S_4 + S$$

ഈ സൽഫർ ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിന്റെ വശങ്ങളിൽ മഞ്ഞനിറമുള്ള ചൂർണരൂപത്തിൽ കാണാം.

(2) നേർത്ത ആസിഡുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

വളരെ ദുർബലമായ ആസിഡുകൾപോലും ഈ ലവണത്തിൽ നിന്ന് സൽഫർ, സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് എന്നിവയെ മോചിപ്പിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ലായനിയിൽ നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് ചേർത്താൽ സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാവുകയും സൽഫർ അവക്ഷേപിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$Na_2S_2O_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2 + S$$

ക്രിസ്റ്റലോ ലായനിയോ വായുവിൽ തുറന്നുവെച്ചിരുന്നാൽ അന്തരീക്ഷത്തിലെ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡുമായി സാവധാനത്തിൽ പ്രവർത്തിച്ച് ഇതേ രാസപ്രവർത്തനം നടക്കുന്നു.

$$Na_2S_2O_3 + CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3 + S + SO_2$$

(3) ക്ലോറിൻ, ബ്രോമിൻ അയൊഡിൻ എന്നിവയുമായുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങൾ

ക്ലോറിൻ ജലവും ബ്രോമിൻ ജലവും തയോസൽഫേറ്റിനെ സൽഫേറ്റാക്കി ഓക്സീകരിക്കുന്നു. സൽഫർ അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകും.

$$Cl_2 + H_2O + Na_2S_2O_3 \longrightarrow Na_2SO_4 + S + 2HCl$$

(വളരെയധികം ക്ലോറിൻ ഉണ്ടെങ്കിൽ സൽഫർ അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നില്ല; സൽഫ്യൂറിക് ആസിഡാണുണ്ടാകുന്നത്).

ഈ സ്വഭാവം കാരണം സോഡിയം തയോസൽഫേറ്റ് ആന്റിക്ലോർ ആയി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

അയൊഡിനുമായുള്ള പ്രവർത്തനം വ്യത്യസ്തമാണ്. (അയൊഡിൻ നോക്കുക)

$$2Na_2S_2O_3 + I_2 \longrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$

(4) സിൽവർ ഹലൈഡുകളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

സിൽവർ ക്ലോറൈഡ്, സിൽവർ ബ്രോമൈഡ്, സിൽവർ അയൊഡൈഡ് എന്നിവ അലേയങ്ങളാണല്ലോ. എന്നാൽ ഇവ സോഡിയം തയോസൽഫേറ്റ് ലായനിയിൽ അലിയുന്നു. ചില സങ്കീർണലവണങ്ങളാണ് [ഉദാഹരണമായി $Na_3Ag(S_2O_3)_2$] ഉണ്ടാകുന്നതിനാലാണിത്. അനാവൃതമായ (exposed) ഫോട്ടോഗ്രാഫിക് പ്ലേറ്റുകളിൽ പ്രകാശം വീഴുന്നിടത്ത് സിൽവർ ഹലൈഡുകൾ സിൽവറായിത്തീർന്നിരിക്കും. ഈ പ്ലേറ്റ് ഹൈപ്പോ ലായനിയിൽ കഴുകുമ്പോൾ

പ്പോറിലുള്ള സിൽവർ ലവണങ്ങളും ലയിച്ചുപോകുന്നു; സിൽവർ ക്ലോറൈഡും ലയിക്കുന്നില്ല. ഈ പ്രക്രിയയ്ക്ക് സ്ഥിരീകരണം (fixing) എന്നു പറയുന്നു.

(5) സിൽവർ നൈട്രേറ്റ് ലായനിയുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

(i) സിൽവർ നൈട്രേറ്റ് അധികമുള്ളപ്പോൾ

ഒരു ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിൽ കുറെ സിൽവർ നൈട്രേറ്റ് ലായനിയെടുത്ത് അതിലേയ്ക്ക് ഒന്നരണ്ടു തുള്ളി സോഡിയം തയോസൽഫേറ്റ് ലായനി ചേർക്കുമ്പോൾ ഒരു വെളുത്ത അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ അല്പസമയത്തിനുള്ളിൽ അവക്ഷേപത്തിന്റെ നിറം ക്രമേണ മാറിത്തുടങ്ങും. വെളുപ്പിൽ നിന്ന് നിറം മഞ്ഞ, ഓറഞ്ച്, ചുവപ്പ്, തവിട്ട് എന്നിവയിൽ കൂടി കറുപ്പായിത്തീരുന്നതുകാണാം. കറുത്ത അവക്ഷേപം അവശേഷിക്കുന്നു. ഈ വർണങ്ങളി (play of colours) സിൽവർ തയോസൽഫേറ്റിന്റെ (വെളുത്ത അവക്ഷേപം) ജലവുമായുള്ള പ്രവർത്തനം കൊണ്ടുണ്ടാകുന്നതാണെന്നു കരുതപ്പെടുന്നു.

$$Na_2S_2O_3 + 2AgNO_3 \longrightarrow Ag_2S_2O_3 + 2NaNO_3$$

$$Ag_2S_2O_3 + H_2O \longrightarrow Ag_2S + H_2SO_4$$

സിൽവർ സൽഫൈഡിന്റെ സൂക്ഷ്മകണങ്ങളിൽ പ്രകാശം പതിക്കുമ്പോഴാണ് പല നിറങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നത്. കറുത്ത അവക്ഷേപം സിൽവർ സൽഫൈഡാണ്. തയോസൽഫേറ്റിന്റെ ഒരു ടെസ്റ്റ് ആണ് ഈ പരീക്ഷണം.

(ii) തയോസൽഫേറ്റ് അധികം ഉണ്ടെങ്കിൽ

ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിൽ അല്പം സോഡിയം തയോസൽഫേറ്റ് ലായനിയെടുത്ത് അതിൽ ഒന്നരണ്ടു തുള്ളി സിൽവർ നൈട്രേറ്റ് ലായനി ചേർക്കുക. വ്യത്യാസം ഒന്നും ഉള്ളതായി കാണാൻകഴിയുന്നില്ല; എന്നാൽ രാസപരിണാമം നടക്കുന്നുണ്ട്. സിൽവർ തയോസൽഫേറ്റ് അധികമുള്ള സോഡിയം തയോസൽഫേറ്റുമായി ചേർന്ന് ജലത്തിൽ ലേയത്വമുള്ള സോഡിയം സിൽവർ തയോസൽഫേറ്റ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Na_2S_2O_3 + AgNO_3 \longrightarrow NaAgS_2O_3 + NaNO_3$$

തയോസൽഫേറ്റുകളുടെ ടെസ്റ്റുകൾ

1. നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് ചേർത്ത് അല്പം ചൂടാക്കുമ്പോൾ മഞ്ഞനിറത്തിലുള്ള അവക്ഷേപവും (സൽഫർ) ശ്വാസം-മുട്ടിക്കുന്ന ഗന്ധമുള്ള നിറമില്ലാത്ത വാതകവും (SO_2) ഉണ്ടാകുന്നു (സൽഫൈറ്റുകളും ആസിഡു ചേർക്കുമ്പോൾ SO_2 നൽകും; എന്നാൽ സൽഫർ ഉണ്ടാകുന്നില്ല).

2. സിൽവർ നൈട്രേറ്റ് ലായനിയിലേക്ക് അല്പം തയോസൽഫേറ്റ് ലായനി ചേർത്താൽ വെളുത്ത ഒരവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു ക്രമേണ ഇതിന്റെ നിറം മാറിത്തുടങ്ങുന്നു. അല്പസമയം കൊണ്ട് മഞ്ഞ, ഓറഞ്ച്, ചുവപ്പ് മുതലായ നിറങ്ങൾ ഉണ്ടായി ഒടുവിൽ കറുത്ത അവക്ഷേപം അവശേഷിക്കുന്നു.

ഉപയോഗം

ഫോട്ടോഗ്രാഫിയിൽ സ്ഥിരീകരണത്തിനാണ് സോഡിയം തയോസൽഫേറ്റ് (ഹൈപ്പോ) ഏറ്റവും അധികം ഉപയോഗിക്കുന്നത്. അയൊഡിൻ ഉം

സൽഫോറസ്, സൽഫൈറസ്, തയോസൽഫോറസ് എന്നിവ തമ്മിൽ തിരിച്ചറിയുവാനുള്ള ടെസ്റ്റുകൾ

പരീക്ഷണം	സൽഫൈറസ്	സൽഫോറസ്	തയോസൽഫോറസ്
1. തപിപ്പിക്കുക	സൽഫോറും സൽഫൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു.	രാസപരിണാമം ഒന്നും ഇല്ല.	സൽഫോറും സൽഫൈഡും സൽഫറും ഉണ്ടാകുന്നു.
2. നേർത്ത ആസിഡ് (HCl) ചേർക്കുക.	SO_2 ഉണ്ടാകുന്നു.	പരിണാമം ഇല്ല.	SO_2 ഉണ്ടാകുന്നു; കൂടാതെ സൽഫർ അവക്ഷേപവും ഉണ്ടാകും.
3. ബ്രോമിൻ ജലം ചേർക്കുക.	ചുവപ്പുനിറം ഇല്ലാതാകുന്നു.	പരിണാമം ഇല്ല.	ചുവപ്പുനിറം ഇല്ലാതാകുകയും സൽഫർ അവക്ഷേപിക്കുകയും ചെയ്യും.
4. ആസിഡീകരിച്ച $KMnO_4$ ലായനി ചേർക്കുക.	ലായനിയുടെ നിറം ഇല്ലാതാകും.	വ്യത്യാസം ഒന്നും ഇല്ല.	ലായനിയുടെ നിറം നഷ്ടപ്പെടുകയും സൽഫർ അവക്ഷേപിക്കുകയും ചെയ്യും.
5. ലായനിയിൽ $BaCl_2$ ലായനി ചേർക്കുക.	സാന്ദ്ര HCl ൽ ലയിക്കുന്ന വെളുത്ത അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകും.	സാന്ദ്ര HCl ൽ ലയിക്കാത്ത വെളുത്ത അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകും.	അവക്ഷേപമില്ല.
6. $AgNO_3$ ലായനിയിൽ ഒരു തുള്ളി ലായനി ചേർക്കുക.	വെളുത്ത അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.	സാന്ദ്ര ലായനിയാണെങ്കിൽ ചെറിയ തോതിൽ വെളുത്ത അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകും.	വെളുത്ത അവക്ഷേപം ഉണ്ടായി അതിന്റെ നിറം പലതായി മാറുകയും ഒടുവിൽ കറുത്ത അവക്ഷേപം അവശേഷിക്കുകയും ചെയ്യും.

പ്പെട്ട പരിമാണാത്മകവിശ്ലേഷണങ്ങളിലും , ആൻറിക്ലോർ ആയും ഈ ലവണം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ചില ലേപനൗഷധങ്ങളിൽ ചേർക്കുന്നതിനും ചുരുങ്ങിയ തോതിൽ ഹൈപ്പോ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

പെർസൽഫൂരിക് ആസിഡ്-$H_2S_2O_8$

50% സാന്ദ്രതയുള്ള സൽഫൂരിക് ആസിഡ് വിദ്യുദ്വിശ്ലേഷണം ചെയ്യുമ്പോൾ ഈ ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$H_2SO_4 \rightleftharpoons H^+ + HSO_4^-$$

+ ഇലക്ട്രോഡ്

$$2HSO_4^- \longrightarrow H_2S_2O_8 + 2e$$

– ഇലക്ട്രോഡ്

$$2H^+ + 2e \longrightarrow H_2$$

പ്ലാറ്റിനം ഇലക്ട്രോഡുകളാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. പെർസൽഫൂരിക് ആസിഡും പെർസൽഫേറ്റുകളും സാധാരണ താപനിലയിൽ തന്നെ ശക്തമായ ഓക്സീകരണസ്വഭാവമുള്ളവയാണ്.

$$H_2S_2O_8 + H_2O \longrightarrow 2H_2SO_4 + (O)$$

പ്രധാനപ്പെട്ട ലവണം പൊട്ടാസിയം പെർസൽഫേറ്റ് ആണ് ($K_2S_2O_8$).

അനുബന്ധം

പ്രശീതകങ്ങൾ

സാധാരണ താപനിലയിൽ മർദം ചെലുത്തി ദ്രവീകരിക്കാവുന്ന പദാർഥങ്ങളെല്ലാം ഒരുതരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ പ്രശീതകങ്ങളായുപയോഗിക്കാം. എന്നാൽ ഇത്തരം പദാർഥങ്ങൾക്ക് വിഷവീര്യം (toxicity) ഉണ്ടായിരിക്കരുത്. ദ്രാവകം ബാഷ്പീഭവിക്കുമ്പോൾ അതു കുറെ താപം അവശോഷണം ചെയ്യും. ഇതാണ് ലീനതാപം (latent heat). ലീനതാപം പരിസരങ്ങളിൽ നിന്ന് സ്വീകരിക്കുന്നു. ഈ തത്ത്വമാണ് പ്രശീതനത്തിൽ പ്രയോജനപ്പെടുന്നത്. പ്രശീതകവാതകം ഉയർന്ന മർദത്തിനു വിധേയമാക്കുന്നു (ഇതു കൊണ്ട് താപനില ഉയരാം. വായു പ്രവാഹം കൊണ്ട് ഈ അധികതാപം നീക്കംചെയ്യാവുന്നതാണ്). ഇതിന്റെ താപനില സാധാരണ ഗതിയിലാകുമ്പോൾ വാതകം ദ്രാവകമായിത്തീരും. ഈ ദ്രാവകം, സാന്ദ്ര കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ് ലായനിയിൽ മുക്കിഇട്ടിരിക്കുന്ന കുഴലുകൾ വഴി പ്രവഹിക്കുന്നു. ഇവയിൽ മർദം ക്രമേണ കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നതിനാൽ ദ്രാവകം ബാഷ്പീഭവിക്കുന്നു. ഇതിനാവശ്യമായ താപം കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ് ലായനിയിൽ നിന്ന് അവശോഷണംചെയ്യപ്പെടുന്നു. തന്മൂലം ലായനിയുടെ താപനില 0°C-ലും വളരെ താഴെയാകും (ജലമാണെങ്കിൽ ഹിമീകരിക്കും; ലായനി ഹിമീകരിക്കാതെ ദ്രാവകമായിത്തന്നെയിരിക്കും) ഈ തണുത്തലായനിയിൽ പ്രത്യേകപാത്രങ്ങളിൽ ജലം ചെച്ചിരുന്നാൽ അതു തണുത്തു ഖരീഭവിച്ച് ഐസ് ആകുന്നു.

വാതകമായിത്തീർന്ന പ്രശീതകപദാർഥം വീണ്ടും മർദനയന്ത്രത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു. ഇവിടെ പദാർഥം ദ്രവീകൃതമായി വീണ്ടും കുഴലുകളിലേക്ക് ഒഴുകുന്നു; പ്രക്രിയകം ആവർത്തിക്കപ്പെടുന്നു.

ആദ്യകാലങ്ങളിൽ സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡാണ് പ്രശീതകമായി ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത്. ഇതു ലോഹങ്ങളുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാൽ കുഴലുകളും മറ്റു യന്ത്രഭാഗങ്ങളും ക്ഷാരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. കൂടാതെ ഇതൊരു വിഷപദാർഥവുമാണല്ലോ. അമോണിയാ (NH_3) വാതകമാണ് പിന്നീട് പ്രശീതകമായി ഉപയോഗിച്ചു വന്നതു. എന്നാൽ താരതമ്യേന അപകടകാരിയല്ലെങ്കിലും യന്ത്രങ്ങളിൽ നിന്ന് യാദൃച്ഛികമായി വാതകം രക്ഷപെട്ടാൽ അനാശാസ്യഫലമുണ്ടാക്കുന്നതിനാൽ ഈ വാതകത്തിന്റെയും പ്രയോഗം കുറഞ്ഞുവരികയാണ്. ആധുനികകാലത്തു, പ്രശീതകമായുപയോഗിക്കപ്പെടുന്നതു നിരുപദ്രവമായ ഡൈഫ്ളൂറോ ഡൈക്ലോറോമീഥേൻ (CCl_2F_2) ആണ്. ഇതിനു മറ്റുള്ളവയെക്കാളും കൂടുതൽ ലീനതാപം ഉള്ളതിനാൽ കൂടുതൽ കാര്യക്ഷമവുമാണ്. പല ഫ്ളൂറോ കാർബൺ മിശ്രിതങ്ങളും (ഉദാഹരണം: ഫ്രിയോൺ) ഇപ്പോൾ പ്രശീതകങ്ങളായി ധാരാളം ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്.

അഭ്യാസം

1. സൽഫറിൽ നിന്നും H_2S, SO_2, SO_3 എന്നിവ എങ്ങിനെ നിർമിക്കാം? ഇവ ഓരോന്നും ആസിഡീകരിച്ച $KMnO_4$ ലായനിയിൽ എങ്ങിനെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു?

2. സൽഫർ പ്രകൃതിയിൽ നിന്നും എങ്ങിനെ നിഷ്കർഷണംചെയ്യുന്നു? എങ്ങിനെ ശുദ്ധീകരിക്കപ്പെടുന്നു?

3. സൽഫറിന്റെ അപരരൂപങ്ങളും ഏവ? അവയുടെ നിർമാണം, ഗുണധർമങ്ങളും എന്നിവ വിവരിക്കുക.

4. സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് എന്തുകൊണ്ട് വിവർണീകരണസ്വഭാവം പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നു? ഈ ഗുണധർമത്തെ ക്ലോറിന്റെ വിവർണീകരണസ്വഭാവത്തോട് താരതമ്യപ്പെടുത്തുക.

5. സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് ലാബറട്ടറിയിൽ നിർമിക്കുന്നതെങ്ങിനെ? ഇതിന്റെ സൂത്രം നിർണയിക്കുന്നതിനുള്ള പരീക്ഷണം വിവരിക്കുക.

6. സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ ഓക്സീകരണസ്വഭാവം പ്രകടമാക്കാനുള്ള പരീക്ഷണങ്ങളും ഏവ? താഴെപ്പറയുന്നവയുമായി SO_2 എങ്ങിനെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു? അനുയോജ്യമായ പരിതസ്ഥിതികളും ഓരോ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിലും പ്രസ്താവിക്കുക:

(i) മഗ്നീഷ്യം (ii) സിങ്ക് (iii) ക്ലോറിൻ (iv) നൈട്രിക് ആസിഡ് (v) പൊട്ടാസിയം ഡൈക്രോമേറ്റ് (vi) സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ്

7. H_2S നിർമിക്കുന്നതെങ്ങിനെ? സൾഫൈഡുകളും ഇതിന്റെ ലവണങ്ങളുമാണെന്നു കരുതാം. എന്തുകൊണ്ടു?

8. H_2S താഴെ പറയുന്നവയുമായി എങ്ങിനെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു:

(i) നൈട്രിക് ആസിഡ് (ii) ബ്രോമിൻ (iii) SO_2 (iv) സിങ്ക് സൾഫേറ്റ് ലായനി (v) സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനി (vi) $KMnO_4$ ലായനി.

9. ലെഡ് ചേംബർ പ്രക്രിയ വിവരിക്കുക. ഈ പ്രക്രിയയ്ക്ക് പ്രചാരം കുറയാൻ കാരണം എന്തു?

10. കോൺടാക്ട് രീതിയിൽ സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ഉല്പാദനം വിവരിക്കുക. ഈ പ്രക്രിയയുടെ മെച്ചങ്ങളും ഏവ?

11. കോൺടാക്ട് രീതിയിൽ SO_3 ജലത്തിലല്ല ലയിപ്പിക്കുന്നതു; സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡിലാണു. എന്തുകൊണ്ടു?

12. സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് താഴെ പറയുന്നവയുമായി എങ്ങനെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു?

(i) കരി (ii) പഞ്ചസാര (iii) കോപ്പർ സൾഫേറ്റ് (iv) പൊട്ടാസിയം ക്ലോറൈഡ് (v) സിങ്ക് (vi) ഓക്സാലിക് ആസിഡ് (vii) പൊട്ടാസിയം ബ്രോമൈഡ്.

13. താഴെ പറയുന്ന വസ്തുതകൾ തെളിയിക്കുന്നതിനുള്ള പരീക്ഷണങ്ങൾ വിവരിക്കുക.

(i) സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ഓക്സീകാരകമാണു.

(ii) റോംബസൾഫറും പ്ലാസ്റ്റിക സൾഫറും രാസപരമായി ഒന്നുതന്നെ.

(iii) സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡിൽ സൾഫർ ഉണ്ടു.

(iv) സൾഫ്യൂറസ് ആസിഡ് ദ്വിബേസികമാണു.

(v) H_2S ഒരു ദുർബല ആസിഡാണു.

14. കുറിപ്പെഴുതുക

(i) സോഡിയം ബൈസൾഫൈറ്റ്

(ii) പൈറോസൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ്

(iii) പെർസൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ്

(iv) സോഡിയം ഹൈപോസൾഫൈറ്റ്

15. സോഡിയം തയോസൾഫേറ്റ് നിർമിക്കുന്നതെങ്ങിനെ? താഴെപ്പറയുന്നവയുമായി ഇതിന്റെ പ്രവർത്തനം വിവരിക്കുക.

(i) ക്ലോറിൻ (ii) അയൊഡിൻ (iii) നേർത്ത HCl (iv) സിൽവർ നൈട്രേറ്റ്.

16. താഴെപ്പറയുന്നവ തമ്മിൽ തിരിച്ചറിയുന്നതെങ്ങിനെ?

(i) സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡും ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡും

(ii) ഹൈഡ്രജനും ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡും

(iii) സൽഫൈറ്റും തയോസൽഫേറ്റും

(iv) സൽഫൈറ്റും സൽഫേറ്റും

17. ലായനികളിൽ ഉള്ള ലോഹ അയോണുകളെ തിരിച്ചറിയുന്നതിനു H_2S എങ്ങനെ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

10

അന്തരീക്ഷവായുവും അതിലെ ഘടകങ്ങളും

അന്തരീക്ഷം, വായുമണ്ഡലം എന്നീ വാക്കുകളും കൊണ്ട് നാം മനസ്സിലാക്കുന്നതു് ഭൂമിക്കു ചുറ്റും ആവരണമായി സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന അദൃശ്യമേഖലയെയാണു്. പുരാണപ്രോക്തമായ പഞ്ചഭൂതസിദ്ധാന്തപ്രകാരം ഇതു് വസ്തുനിർമിതിക്കാവശ്യമായ ഒരു ഘടകമൂലകമാണു്. ഈ സിദ്ധാന്തപ്രകാരം ജലം, ഭൂമി, അഗ്നി, ആകാശം എന്നിവയാണു് മറ്റു് അടിസ്ഥാനമൂലകങ്ങളും, പാശ്ചാത്യരുടെ ഇടയിലും ഏതാണ്ടിതുപോലെയുള്ള സങ്കല്പങ്ങളും നിലവിലുണ്ടായിരുന്നു. പതിനെട്ടാം ശതകത്തിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന ലവ്വാസിയേ, കവൻഡിഷ് മുതലായ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ വിശ്വപ്രസിദ്ധമായ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ കൂടിയാണു് വായു മിശ്രിതമാണെന്നു തെളിഞ്ഞതു്. നൈട്രജൻ, ഓക്സിജൻ, കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ്, നീരാവി, നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളും എന്നിവയുടെ മിശ്രിതമാണു് വായു. ഈ വാതകങ്ങളും കൂടാതെ പ്രത്യേക സ്ഥലങ്ങളിൽ ചില അവസരങ്ങളിൽ മാത്രം ഉണ്ടാകാവുന്ന ചില വാതകങ്ങളും വായുവിൽ കണ്ടെത്തപ്പെട്ടവരാം. മീഥേൻ, അമോണിയ, ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡു്, സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡു്, ഓസോൺ മുതലായവ ഇങ്ങനെ കണ്ടെത്തപ്പെട്ടവരുന്ന വാതകങ്ങളാണു്. ഇവയെ വായുവിലെ സ്ഥിരഘടകങ്ങളായി ഗണിക്കേണ്ടതില്ല. വായുവിന്റെ മിശ്രിതസ്വഭാവം നിർണയിക്കുന്നതിനു് വഴിതെളിച്ചിട്ടുള്ള ചില ആദ്യകാലപരീക്ഷണങ്ങളും രസാവഹമായിരിക്കും.

വായു ഒരു മൂലകമല്ലെന്നും ഒന്നിൽ കൂടുതൽ ഘടകങ്ങൾ ചേർന്നുള്ള മിശ്രിതമോ യൗഗികമോ ആയിരിക്കാമെന്നും സമർഥിച്ചതു് പ്രീസ്റ്റ്ലിയാണു് (1772). ഒരു പാത്രത്തിൽ അടക്കംചെയ്ത നിശ്ചിതവ്യാപ്തം വായുവിൽ കരി കത്തിക്കുകയാണു് അദ്ദേഹം ചെയ്തതു്. ഉല്പന്നമായ വാതകം സാന്ദ്ര പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡിൽ അവശോഷണംചെയ്തു മാറ്റുമ്പോൾ വായുവിന്റെ ആദ്യമുണ്ടായിരുന്ന വ്യാപ്തത്തിന്റെ $\frac{4}{5}$ ഭാഗം അവശേഷിച്ചു. അപ്പോൾ വായുവിൽ അതിന്റെ വ്യാപ്തത്തിന്റെ $\frac{1}{5}$ ഭാഗം ജ്വലനസഹായിയായ പദാർഥം ഉണ്ടെന്നു അദ്ദേഹം അനുമാനിച്ചു. ഇതേ കാലഘട്ടത്തിൽ ഷീലേ (1772) വായു രണ്ടു ഘട

കങ്ങളുടെ മിശ്രിതമാണെന്നു് അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. ഇവയിൽ ഒന്നു് ജ്വലനത്തിനും ശ്വസനത്തിനും ഉതകുന്ന ഒരു ''ശ്വാ'' ഘടകവും മറ്റേതു് ജ്വലനത്തിനും ശ്വസനത്തിനും പ്രയോജനപ്പെടാത്ത ഒരു ''അശ്വാ'' ഘടകവും ആണെന്നു് അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. നിപുണവും വിപുലവുമായ അനവധി പരീക്ഷണങ്ങളിൽ കൂടി വായുവിനെ സംബന്ധിക്കുന്ന പ്രസ്തുത അഭിപ്രായങ്ങളും ലവ്വാസിയേ സംശയാതീതമായി തെളിയിച്ചു. അദ്ദേഹത്തിന്റെ പരീക്ഷണങ്ങളും ഇങ്ങനെ സംഗ്രഹിക്കാം. നിശ്ചിതവ്യാപ്തം വായുവിൽ മെർക്കറി ചൂടാക്കുന്നു. അപ്പോൾ വായുവിന്റെ വ്യാപ്തം കുറഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കും. അതോടൊപ്പം മെർക്കറിക്കു മീതെ ചുവന്ന പൊടി ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്യും. വളരെ സമയത്തിനുശേഷം വ്യാപ്തം അഞ്ചിലൊന്നു കുറയുന്നു. ബാക്കി വരുന്ന വാതകത്തിൽ കത്തുന്ന മെഴുകുതിരി കെട്ടുപോകുന്നു; ഈ വാതകത്തിൽ പ്രവേശിപ്പിച്ച ചുണ്ടെലി ഉടനെ ചത്തുപോകുകയും ചെയ്യുന്നു. അതുകൊണ്ടു് ബാക്കി വരുന്ന വാതകം ജീവസന്ധാരണത്തിനു് പറ്റിയതല്ല. ഇതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ അതിനു് ''അസോട്ട്'' (azote) എന്ന പേർ നൽകപ്പെട്ടു ('A' എന്നതിനു് 'ഇല്ല' എന്നും 'zoe' എന്നതിനു് ജീവൻ എന്നുമാണു് ഫ്രഞ്ചു് ഭാഷയിൽ അർഥം. ഫ്രാൻസിൽ ഇന്നും അസോട്ട് എന്ന പേർ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ടു്).

മെർക്കറിക്കു മീതെ ഉണ്ടായ ചുവന്നപൊടി ശേഖരിച്ചു് അടച്ച ഒരു പാത്രത്തിൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ നിറമില്ലാത്ത ഒരു വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു. ആദ്യപരീക്ഷണത്തിൽ വായുവിന്റെ വ്യാപ്തത്തിൽ എത്ര കുറവുണ്ടായോ അത്രയും വ്യാപ്തം ഈ വാതകത്തിനുണ്ടായിരിക്കുമെന്നതു് ശ്രദ്ധേയമാണു്. അപ്പോൾ ഈ പുതിയ വാതകം വായുവിലെ ക്രിയാശീലഘടകമാണു്. ഇതിൽ ചുണ്ടെലിക്കു ജീവിക്കാം. വായുവിൽ കത്തുന്നവയെല്ലാം ഈ വാതകത്തിൽ അത്യുഗ്രമായി കത്തുന്നു. ഇതിൽ പല അയോഹങ്ങളും കത്തുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന ഉല്പന്നങ്ങളെ ജലത്തിൽ ലയിപ്പിക്കുമ്പോൾ ആസിഡുകൾ കിട്ടുന്നു. ഈ നിരീക്ഷണത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വായുവിലെ ക്രിയാശീലഘടകത്തെ 'ഓക്സിജൻ' എന്നദ്ദേഹം പേരിട്ടു.

(oxy = ആസിഡ് രുചി, genas = നിർമിക്കുക).

വായുവിലുള്ള മറ്റു ഘടകങ്ങളെപ്പറ്റി ശ്രദ്ധേയമായ പരീക്ഷണങ്ങളും കവെൻഡിഷ് നടത്തി. (1781–85) അന്തരീക്ഷവായു ഒരു പാത്രത്തിലടച്ചു് നിരന്തരമായി വിദ്യുത്-സ്ഫുലിംഗങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനത്തിനു് വിധേയമാക്കുമ്പോൾ വായുവിലെ ഓക്സിജനും നിഷ്ക്രിയഘടകമായ നൈടജനും (അസോട്ട്) തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടന്നു് തവിട്ടുനിറമുള്ള ഒരു വാതകമുണ്ടാകുന്നതായി അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. ഈ വാതകം ക്ഷാരലായനിയിൽ നിശ്ശേഷം അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടും. കൂടുതൽ ഓക്സിജൻ ചേർത്തു് വീണ്ടും വിദ്യുത് സ്ഫുലിംഗങ്ങൾക്കു വിധേയമാക്കി നൈടജൻ മുഴുവനും നീക്കാവുന്നതാണല്ലോ. ഇപ്രകാരം തുടർന്നു ചെയ്യുമ്പോൾ വളരെച്ചെറിയ ഒരു വാതകക്കുമിള അവശേഷിക്കുന്നതായി കവെൻഡിഷ് കണ്ടുപിടിച്ചു. ഈ വാതകം നൈടജനല്ലെന്നദ്ദേഹം അനുമാനിച്ചു. ഏതാണ്ടു് ഒരു ശതാബ്ദത്തോളം കഴിഞ്ഞു് റേലി, റാംസേ എന്നിവർ (Rayleigh,

Ramsay) നടത്തിയ ഗവേഷണങ്ങളുടെ ഫലമായി കവെൻഡിഷിന്റെ അനുമാനം ശരിയാണെന്നു തെളിയിക്കപ്പെട്ടു. വായുവിൽ വളരെ തുച്ഛമായ അളവിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ആർഗൺ, ഹീലിയം, നിയോൺ, ക്രിപ്റ്റോൺ, സ്സെനോൺ എന്നീ മൂലകവാതകങ്ങളാണ് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ട ഇവയാണ് അപൂലവാതകങ്ങൾ (rare gases) അഥവാ നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങൾ (inert gases).

വായുവിലുള്ള നീരാവി, കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് എന്നിവയുടെ സാന്നിധ്യം നിഷ്പ്രയാസം അവരുടെ ടെസ്റ്റുകളിൽ നിന്നു തെളിയിക്കാവുന്നതാണ്.

വായുവിന്റെ സംഘടനം

വായുവിലുള്ള ഘടകങ്ങളെ സ്ഥിരം, യാദൃച്ഛികം എന്നു രണ്ടിനങ്ങളായി തിരിക്കാം. നൈട്രജൻ, ഓക്സിജൻ, നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങൾ, കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡ്, നീരാവി എന്നീ വാതകങ്ങളും ധൂളിയും സ്ഥിരഘടകങ്ങളാണ്. യാദൃച്ഛികഘടകങ്ങൾ സ്ഥലകാലഭേദമനുസരിച്ചു വ്യത്യസ്തങ്ങളായിരിക്കും. സൽഫർയുഗികങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്ന വ്യവസായശാലകളുടെ സമീപത്തും അഗ്നിപർവതപ്രാന്തങ്ങളിലും എല്ലാം അല്പം സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് വായുവിൽ കാണപ്പെടുന്നു. ജൈവപദാർഥങ്ങൾ അടിഞ്ഞുകൂടി ജീർണിക്കുന്ന സ്ഥലങ്ങളിൽ ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡ്, മീഥേൻ മുതലായ വാതകങ്ങൾ കാണും. ജന്തുക്കളുടെ മൂത്രപുരിഷങ്ങൾ ധാരാളം കൂടിക്കിടക്കുന്നിടത്ത് അമോണിയ ഉണ്ടാകും. ഇടിയും മിന്നലും ഉണ്ടാകുമ്പോൾ നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. സന്ധ്യാസമയങ്ങളിൽ സമുദ്രതീരങ്ങളിൽ ഓസോൺ പെറിയതോതിൽ കാണപ്പെടുന്നു. ഇതുപോലുള്ള യാദൃച്ഛികഘടകങ്ങൾ അനവധിയുണ്ട്. വായുവിന്റെ ശരാശരി സംഘട്ടനം ചുവടെ ചേർക്കുന്നു.

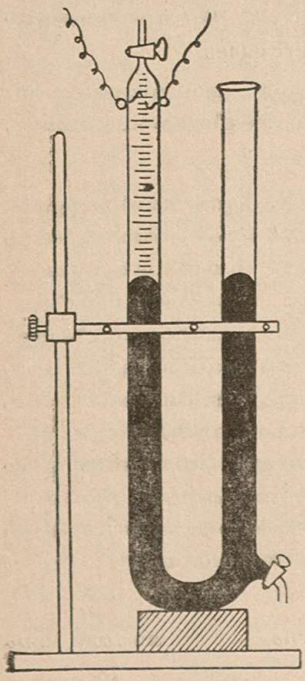
ഘടകം	വ്യാപ്തശതമാനം	ഭാരശതമാനം
നൈട്രജൻ	78.00	75 52
ഓക്സിജൻ	21.00	23.00
നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങൾ	0.94	1.40
കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ്	0.03	0.04
ബാക്കിയുള്ളവ (നീരാവിയും യാദൃച്ഛികഘടകങ്ങളും)	0.03	0 04

സംഘടനനിർണയവിധികൾ

A, യൂഡിയോമീറർ വിധിപ്രകാരം വ്യാപ്തശതമാനനിർണയം

നിശ്ചിതവ്യാപ്തം വായുവും നിശ്ചിതവ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജനും കലർത്തിയ മിശ്രിതത്തെ വിദ്യുത് സ്ഫുലിംഗങ്ങളാക്ക വിധേയമാക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന വ്യാപ്തക്കുറവിൽ നിന്നു വായുവിലെ ഓക്സിജന്റെ ശതമാനം കണക്കാക്കുന്നതാണ് ഈ പരീക്ഷണം. വായുവിലുള്ള ഓക്സിജൻ പൂർണമായി ഹൈഡ്രജനോടുകൂടി സംയോജിച്ചു ജലം ഉണ്ടാകുന്നതു കൊണ്ടാണ് വ്യാപ്തം കുറയുന്നതു. പരീക്ഷണം യൂഡിയോമീറർ എന്ന ഉപകരണത്തിലാണ് നടത്തുന്നതു. ഇതിന്റെ മുദ്രിതമായ അഗ്രത്തിൽ

രണ്ടു പ്ലാറ്റിനം ഇലക്ട്രോഡുകളും വിദ്യുത്സംഘലിംഗങ്ങളും ഉണ്ടാക്കത്തക്കവണ്ണം ഉരുക്കി ചേർത്തിട്ടുണ്ട്. (ചിത്രം 10–1) യൂഡിയോമീറ്ററിലെ അംശാങ്കനങ്ങളിൽ നിന്ന് അതിലുള്ള വാതകങ്ങളുടെ വ്യാപ്തം നോക്കിക്കാണിക്കാം.



ചിത്രം 10–1

യൂഡിയോമീറ്ററിൽ മെർക്കുറിക്കു മീതെ ഒരു നിശ്ചിതവ്യാപ്തം ശുദ്ധവായു ശേഖരിക്കുക. ഇതിന്റെ കൂടെ ഏകദേശം തുല്യ വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജനും ശേഖരിക്കുക. ഹൈഡ്രജൻ ചേർക്കുന്നതിനു മുമ്പും അതിനു ശേഷവും യൂഡിയോമീറ്ററിനകത്തും പുറത്തും മെർക്കുറിതലങ്ങളും സമമാക്കിക്കൊണ്ടു വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം കുറിക്കുക. പിന്നീടു വിദ്യുത്സംഘലിംഗങ്ങളും ഉണ്ടാക്കി വിടുമ്പോൾ വാതകങ്ങളും ചെറിയ സ്ഫോടനത്തോടുകൂടി സംയോജിക്കും. അതോടുകൂടി വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം ചുരുങ്ങുകയും ചെയ്യും. സംയോജനം പൂർത്തിയാകുമ്പോൾ സ്ഫുലിംഗനം നിർത്തിയിട്ടു യൂഡിയോമീറ്റർ പൂർവതാപനിലയിലേക്കു തണുക്കാൻ അനുവദിക്കുക. തണുക്കുമ്പോൾ മെർക്കുറിതലങ്ങളും സമമാക്കിക്കൊണ്ടു വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം കുറിക്കുക. യൂഡിയോമീറ്ററിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ജലത്തിന്റെ വ്യാപ്തം നിസ്സാരമാണ്.

ഈ നിരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്നു വായുവിലുള്ള ഓക്സിജന്റെ ശതമാനം കണക്കാക്കുന്നതു താഴെക്കൊടുക്കുന്ന മാതൃകാപരികലനത്തിൽ നിന്നു വ്യക്തമാകും.

ശുദ്ധവായുവിന്റെ വ്യാപ്തം	=	10 സെമീ³
ശുദ്ധവായു + ഹൈഡ്രജൻ	=	18 സെമീ³
സ്ഫോടനത്തിനു ശേഷമുള്ള വ്യാപ്തം	=	12 സെമീ³
ഹൈഡ്രജന്റെ വ്യാപ്തം	=	18 — 10 = 8 സെമീ³
സ്ഫോടനത്താൽ വ്യാപ്തത്തിൽ വന്ന കുറവു്	=	18 — 12 = 6 സെമീ³

വായുവിലുള്ള ഓക്സിജൻ മുഴുവനും അതിനു വേണ്ട ഹൈഡ്രജനുമായി സംയോജിച്ചു ജലമാകുന്നതിനാലാണു വ്യാപ്തം കുറയുന്നതു്. ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും 2:1 എന്ന വ്യാപ്താനുപാതത്തിൽ സംയോജിക്കുന്നു. അപ്പോൾ വ്യാപ്തം 3 മാത്ര കുറയുന്നെങ്കിൽ 2 മാത്ര ഹൈഡ്രജനും 1 മാത്ര ഓക്സിജനും ആണു സംയോജിക്കുന്നതു്. അതായതു് വ്യാപ്തക്കുറവിന്റെ $\frac{2}{3}$ ഭാഗം സംയോജിച്ചുപോയ ഹൈഡ്രജനും $\frac{1}{3}$ ഭാഗം സംയോജിച്ചുപോയ ഓക്സിജനുമാണു.

∴ സംയോജിച്ചുപോയ ഓക്സിജൻ = വ്യാപ്തക്കുറവ് $\times \frac{1}{3}$

$= 6 \times \frac{1}{3} = 2$ സെമീ³

∴ 10 സെമീ³ വായുവിൽ 2 സെമീ³ ഓക്സിജനുണ്ട്.

∴ വായുവിൽ ഓക്സിജന്റെ ശതമാനം $= \frac{2}{10} \times 100$

$= 20$

അതായത് വായുവിൽ 20% ഓക്സിജനും ഏകദേശം 80% നൈട്രജനും ഉണ്ട്. (നിശ്ചിതവ്യാപ്തം വായുവിൽ നിന്നും ആൽക്കലൈൻ പൈറോഗല്ലോൾ ലായനി ഉപയോഗിച്ച് ഓക്സിജൻ മാത്രം അവശോഷണംചെയ്യുമാറാക്കിട്ടുന്ന നൈട്രജന്റെ വ്യാപ്തം അളന്നും സംഘടനം നിർണയിക്കാം.)

B ഡൂമാസ് വിധിപ്രകാരം ഭാരശതമാനനിർണയം

നിശ്ചിതഭാരം വായു, കൃത്യമായ ഭാരം, നിർണയിക്കപ്പെട്ട കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ്, പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ്, ചൂടാക്കിയ കോപ്പർ തരികൾ എന്നിവയിൽ കൂടി യഥാക്രമം കടത്തിവിടുന്നു. കാൽസിയം ക്ലോറൈഡിൽ നീരാവിയും പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡിൽ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡും, കോപ്പറിൽ ഓക്സിജനും അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. മിച്ചം വരുന്ന വാതകം നൈട്രജനാണ്. (നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളും) ഈ വാതകം നിർവാതനം ചെയ്യപ്പെട്ടതും ഭാരം നിർണയിച്ചതുമായ ഒരു ഗ്ലാസ് ഗ്ലോബിൽ ശേഖരിക്കാം. പരീക്ഷണത്തിനു ശേഷം പാരോ ഭാഗങ്ങളുടെയും ഭാരം കൃത്യമായി നിർണയിക്കപ്പെടുന്നു. ഓരോ ഭാഗങ്ങളിലും ഉള്ള ഭാരവ്യത്യാസം അവയിൽ അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെട്ട ഘടകത്തിന്റെ ഭാരമാണ്; വായുവിന്റെ മൊത്തം ഭാരം അവയുടെ തുകയും. ഇതിൽ നിന്നും ഓരോ ഘടകത്തിന്റെയും ശതമാനങ്ങൾ കണക്കാക്കാം.

വായുവും ജീവജാലങ്ങളും

വായുവിലുള്ള ഓക്സിജനും കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡും ജീവജാലങ്ങളുടെ പ്രാണധാരണത്തിനു അവശ്യമാണ്. ജന്തുക്കൾ വായുവിലെ ഓക്സിജൻ ശ്വസനത്തിൽക്കൂടി ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. ശരീരത്തിൽ നടക്കുന്ന രാസപ്രക്രിയകളിൽ ഈ ഓക്സിജൻ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡും നീരാവിയുമായിത്തീരുന്നു. ഉച്ഛ്വസിക്കുന്നതു ഈ വാതകങ്ങളെയാണ്. സസ്യങ്ങൾ വായുവിൽ നിന്നും കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് അവശോഷണം ചെയ്തു സൂര്യപ്രകാശത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ നീരാവിയുമായി അസംഖ്യം പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ നടത്തി കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകളും, പ്രോട്ടീനുകളും മുതലായ കാർബണികയൗഗികങ്ങളെ സംശ്ലേഷണം ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയാണ് പ്രകാശസംശ്ലേഷണം അഥവാ ഫോട്ടോസിന്തസിസ്. സസ്യങ്ങളിലെ കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകളും മറ്റും ജന്തുക്കൾക്ക് ആവശ്യമായ ''ഇന്ധന''ങ്ങളാണ്. ഇവയുടെ ദഹനവും ശ്വാസോച്ഛ്വാസത്തിൽ സംഭവിക്കുന്നു. ദഹനത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഊർജമാണ് ജന്തുക്കളുടെ ജീവൻ നിലനിർത്തുന്നതു. വായുവിലെ നീരാവിയും നൈട്രജനും ജീവജാലങ്ങൾക്കു നേരിട്ടല്ലെങ്കിലും പരോക്ഷമായി ആവശ്യമാണ്. നീരാവി ശീതോഷ്ണസ്ഥിതി നിയന്ത്രിക്കുന്നതിൽ മുഖ്യമായ പങ്കു വഹിക്കുന്നു. നൈട്രജൻ യൗഗി

കങ്ങളും ജീവജാലങ്ങളുടെ വളർച്ചയ്ക്ക് അത്യാവശ്യമാണ്. വായുവിലുള്ള ധൂളിയും നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളും പ്രാണസന്ധാരണത്തിനു് ഒട്ടുംതന്നെ ആവശ്യമല്ല.

വായുവും വ്യവസായങ്ങളും

വായുവും അതിലുള്ള ഘടകങ്ങളും അനവധി വ്യവസായങ്ങളിൽ അസംസ്കൃത സാധനങ്ങളാണ് ഒട്ടുമുക്കാൽ ഖനിയാണല്ലോ വായു. വിലയും കൊടുക്കേണ്ടതില്ല

വായു അതേപടിയും അല്ലെങ്കിൽ അതിലുള്ള ഘടകങ്ങളും വേർതിരിച്ചും വ്യവസായങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു. വായു ദ്രവീകരിച്ചു് വാറ്റുമ്പോൾ ഓക്സിജൻ, നൈട്രജൻ, നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളും എന്നിവ ലഭിക്കുന്നു. ഇവയെല്ലാം വ്യാവസായിക പ്രാധാന്യമുള്ളവയാണല്ലോ.

വായു അതേപടി ഉപയോഗിക്കുന്ന അനവധി വ്യവസായങ്ങളും ഉണ്ട്. സൽഫൈഡ് അയിരുകളെ വറുക്കുമ്പോൾ (roast) ഓക്സൈഡും, SO_2 ഉം നിർമിക്കപ്പെടുമ്പോൾ വായുവിലെ ഓക്സിജൻ ആണ് അയിരിനെ ഓക്സീകരിക്കുന്നതു്. സൽഫർ വായുവിൽ കത്തിച്ചും SO_2 നിർമിക്കുന്നു. ഇതുപോലെ അനവധി ഓക്സൈഡുകളും വായു ഉപയോഗിച്ചാണ് നിർമിക്കുന്നതു്. വായുവിനെ വൈദ്യുത ആർക്കിൽ കൂടി കടത്തിവിട്ടു് കിട്ടുന്ന നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകളിൽ നിന്നാണ് നൈട്രിക് ആസിഡ് ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതു്.

ഇന്ധനങ്ങളുടെ ജ്വലനത്തിനും ഓക്സിജനാണ് ആവശ്യം. ഇവിടെയും വായു അതേപടി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങൾ

രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ പങ്കെടുക്കാത്തതിനാലാണ് ഇവയെ നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നതു്. ഇവയുടെ ഗ്രീക്കു് ഭാഷയിൽ നിന്നാണ് (''സംഭയോജകത'' നോക്കുക) ഇവയ്ക്ക് ''നിഷ്ക്രിയത്വം'' ഉണ്ടാകുന്നതു്. ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾകൊണ്ടു മാത്രമാണ് ഇവയെ തിരിച്ചറിയേണ്ടതു്. വായുവിൽ ഇവയുടെ ശതമാനം തുച്ഛമായതിനാൽ ''അസുലഭവാതകങ്ങൾ'' എന്നും പറയുന്നുണ്ട്. ഇവയുടെ ചില ഗുണധർമങ്ങൾ താഴെക്കൊടുക്കുന്നു.

നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളുടെ പൃഥക്കരണം

ഹീലിയം, റേഡോൺ എന്നിവയുടെ വായുവിലുള്ള ശതമാനം നിസ്സാരമായതിനാൽ ഇവ മറ്റു സ്രോതസ്സുകളിൽ (Sources) നിന്നാണ് ലഭിക്കുന്നതു്. വായുവിൽ നിന്നു് അക്രിയവാതകങ്ങളെ പൃഥക്കരിക്കാൻ അതിലുള്ള മറ്റു ഘടകങ്ങളെ രാസപരിണാമങ്ങൾക്കു വിധേയമാക്കി മറ്റുന്ന രാസവിധികളും ഘടകങ്ങളുടെ ഭൗതികഗുണധർമങ്ങളിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങളെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ള ഭൗതികവിധികളും ഉണ്ട്.

A രാസവിധികൾ

(i) അന്തരീക്ഷവായുവിനെ നിർജലകാൽസിയം ക്ലോറൈഡിലും പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡിലുംകൂടി യഥാക്രമം കടത്തിവിടുമ്പോൾ അതിലുള്ള

നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങൾ: ഗുണധർമങ്ങൾ

വാതകം	പ്രതീകം	ഘനത്വം ഗ്രാം/ലിറ്റർ (NTP)	അണു സംഖ്യ	അണു ഭാരം	തിളനില	വായുവിലുള്ള ശതമാനം (വ്യാപ്തം)	മറ്റു സവിശേഷതകൾ
ഹീലിയം	He	0.1785	2	4.00	—269°C	5.2×10^{-4}	സൂര്യനിൽ ധാരാളമുണ്ട്. ചില ഖനിജങ്ങളും ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഹീലിയം കിട്ടുന്നു. പ്രകൃതിവാതകത്തിലും ഉണ്ട്.
നിയോൺ	Ne	0.8999	10	20.18	—246°C	1.8×10^{-3}	
ആർഗൺ	Ar	1.783	18	39 94	—186°C	0.93	
ക്രിപ്റ്റോൺ	Kr	3.743	36	83 80	—152°C	1.00×10^{-4}	
സെനോൺ	Xe	5.896	54	131 80	—109°C	9.00×10^{-6}	
റേഡോൺ	Rn	9 97	86	222 00	—65°C	6.00×10^{-18}	റേഡിയോആക്റ്റീവ് മൂലകം. റേഡിയത്തിന്റെ വികഋനത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്നു.

നീരാവിയും കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡും നീക്കംചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഇങ്ങനെ ശുദ്ധമാക്കിയ വായുവിൽ കൂടി വിദ്യുത്സ്ഫുലിംഗങ്ങൾ കടത്തി അതിലുള്ള നൈട്രജനെയും ഓക്സിജനെയും തമ്മിൽ രാസികമായി സംയോജിപ്പിച്ച് നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകളാക്കാം. ഈ യൗഗികങ്ങൾ പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനിയിൽ അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ശേഷിക്കുന്ന ഓക്സിജനും നൈട്രജനും ചൂടാക്കിയ മഗ്നീഷ്യത്തിനു മീതെ കൂടി കടത്തിവിടുമ്പോൾ നീക്കംചെയ്യപ്പെടുന്നു.

$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$$
$$3Mg + N_2 \longrightarrow Mg_3N_2$$

ബാക്കിവരുന്ന വാതകം നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളുടെ മിശ്രിതമാണ്.

(ii) ശുദ്ധമാക്കിയ വായു ശക്തിയായി ചൂടാക്കിയിരിക്കുന്ന കാൽസിയം കാർബൈഡിൽക്കൂടി (CaC_2) പല തവണ സാവധാനത്തിൽ കടത്തിവിടുമ്പോൾ ഓക്സിജനും നൈട്രജനും നീക്കംചെയ്യപ്പെടുന്നു. ശേഷിക്കുന്ന വാതകമിശ്രിതം പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡിൽക്കൂടി കടത്തി അതിലുള്ള കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് (CaC_2 ഓക്സിജനുമായി പ്രവർത്തിച്ചുണ്ടാകുന്നതു്) അവശോഷണം ചെയ്തുകഴിഞ്ഞാൽ കിട്ടുന്നതു് നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളാണ്.

(iii) വായുവിൽ നിന്ന് CO_2, നീരാവി എന്നിവ നീക്കിയശേഷം ചൂടുപഴുത്ത കോപ്പർ പൊടിയിൽ കൂടി കടത്തിവിടുമ്പോൾ ഓക്സിജൻ കോപ്പറിൽ അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു ($2Cu + O_2 \longrightarrow 2CuO$). ബാക്കിയുള്ള വാതകത്തെ ചൂടാക്കിയ മഗ്നീഷ്യത്തിൽ കൂടി കടത്തി നൈട്രജനെയും നീക്കംചെയ്യുമ്പോൾ ($3Mg + N_2 \longrightarrow Mg_3N_2$) നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങൾമാത്രം അവശേഷിക്കുന്നു.

B ഭൗതികവിധികൾ

അന്തരീക്ഷവായുവിൽ നിന്നു് ആദ്യമായി ധൂളികളും കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ്, നീരാവി എന്നിവയും നിശ്ശേഷം മാറ്റി ശുദ്ധമാക്കിയ വാതകത്തെ മർദ്ദിച്ചും തണുപ്പിച്ചും ദ്രവീകരിക്കുന്നു. ഈ ദ്രാവകവായു ആംശികമായി വാറ്റുമ്പോൾ തിളനിലയിലുള്ള വ്യത്യാസം അനുസരിച്ച് അതിലെ ഘടകങ്ങൾ വേർതിരിക്കാം. ആദ്യം ബാഷ്പീകരിക്കുന്നതു് നൈട്രജനും നിയോണുമാണ്. ഇതു് ദ്രവീകരിച്ച് വീണ്ടും ആംശികമായി വാറ്റുമ്പോൾ അവ പരസ്പരം വേർതിരിയുന്നു. മിച്ചം വരുന്ന ദ്രാവകം ആംശികസ്വേദനം ചെയ്യുമ്പോൾ ഓക്സിജനും നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളുടെ മിശ്രിതവും കിട്ടുന്നു.

നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളെ വേർതിരിക്കൽ

രാസപരമായി നിഷ്ക്രിയത്വം പ്രദർശിപ്പിക്കുന്ന മൂലകങ്ങളായതിനാൽ നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളെ പരസ്പരം വേർതിരിക്കാൻ രാസവിധികൾ ഒന്നും സ്വീകാര്യമല്ല. അതിനാൽ ഭൗതികഗ്രഹണധർമ്മങ്ങളിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങളെ ആസ്പദമാക്കിയാണ് ഇവയെ വേർതിരിക്കുന്നതു്. സൂക്ഷ്മമായി നിയന്ത്രിക്കപ്പെട്ട പരിതസ്ഥിതികളിൽ ആംശികസ്വേദനം ആവർത്തിച്ച് നടത്തി നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളെ ഓരോന്നായി വേർതിരിക്കാം. മറ്റൊരു മാർഗം സക്രിയമാക്കപ്പെട്ട ചിരട്ടക്കരിയിൽ (activated Coconut charcoal) ഈ വാതകങ്ങളുടെ അധിശോഷണത്തെ

ആസ്വദമാക്കിയുള്ളതാണ്. സക്രിയ-ചിരട്ടക്കരിയുടെ അധിശോഷണശേഷി ഓരോ വാതകങ്ങൾക്കും വ്യത്യസ്തമാണ്, തന്നെയല്ല വ്യത്യസ്ത താപനിലകളിൽ അധിശോഷണശേഷിയിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങളും വിഭിന്നമായിരിക്കും. ഈ തത്വം ഉപയോഗിച്ച് നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളെ പരസ്പരം വേർതിരിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി-190°C ൽ നിയോൺ, ആർഗൺ, ക്രിപ്റ്റോൺ, ക്സെനോൺ എന്നിവ അധിശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു; ഹീലിയം അധിശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നില്ല. അതിനാൽ ഹീലിയംമാത്രം ഇത്തരത്തിൽ വേർതിരിക്കാം. 100°C ൽ നിയോൺ അധിശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നില്ല. അതിനാൽ ഹീലിയം ഒഴികെയുള്ള വാതകങ്ങളും അധിശോഷണം ചെയ്തിട്ടുള്ള കരിയുടെ താപനില 100°C ആയി ഉയർത്തുമ്പോൾ നിയോൺ വിമുക്തമാകും. ഇതുപോലെ അധിശോഷണം, അധിശോഷിതാവസ്ഥയിൽ നിന്നും വിമുക്തമാക്കൽ എന്നീ പ്രക്രിയകളും നിശ്ചിതതാപനിലകളിലും മർദങ്ങളിലും ശ്രേഢിച്ച് നടത്തി വാതകങ്ങളെ ഓരോന്നായി വേർതിരിക്കപ്പെടുന്നു.

ഹീലിയം

സൂര്യപ്രകാശത്തെപ്പറ്റി സൂക്ഷ്മപഠനം നടത്തിയപ്പോഴാണ് ഈ മൂലകം സൂര്യനിൽ ഉണ്ടെന്നും മനസ്സിലായി. അങ്ങനെ ഹീലിയം സൂര്യനിലാണും ആദ്യം കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതും; ഭൂമിയിലല്ല. അതുകൊണ്ടാണ് സൂര്യൻ എന്നർഥമുള്ള ഹീലിയോസ് (helios) എന്ന ഗ്രീക്ക് പദത്തിൽ നിന്നും വ്യൽപാദിപ്പിച്ച് ഹീലിയം എന്ന പേർ ഇതിനുണ്ടായതും. ഹീലിയം ഭൂമിയിൽ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതും ഏകദേശം മുപ്പതു കൊല്ലങ്ങൾക്കു ശേഷമാണ് (1894).

അന്തരീക്ഷവായുവിൽ ഇതിന്റെ ശതമാനം വളരെ തുഛമായതിനാലും ദ്രവകവായുവിന്റെ ആംശികസ്വേദനത്തിൽ നൈട്രജന്റെ കൂടെ രക്ഷപ്പെടുകയാലും ദ്രവകവായുവിൽ നിന്നും കാര്യമായി ഈ വാതകം നിർമിക്കപ്പെടുന്നില്ല. ചില റേഡിയോആക്ടീവ് ഖനിജങ്ങളിൽ ഹീലിയം അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ക്ലീവൈറ്റിലും കേരളത്തിലെ സമുദ്രതീരങ്ങളിൽ നിന്നും കിട്ടുന്ന മോണാസൈറ്റിലും ഹീലിയം ഉണ്ട്. ഖനിജം ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഹീലിയം മുക്തമാകുന്നു. മോണാസൈറ്റ് മണലിൽ ശരാശരി ഒരു ഗ്രാമിനു ഒരു മില്ലി ലീറ്റർ ഹീലിയം വീതം ഉണ്ട്. ഹീലിയം മുഖ്യമായും ലഭിക്കുന്നതു ''പ്രകൃതിവാതകം'' (natural gas) എന്നറിയപ്പെടുന്ന വാതകമിശ്രിതത്തിൽ നിന്നാണ്. പെട്രോളിയം ഖനികൾക്കടുത്തുള്ള പ്രദേശങ്ങളിലും മറ്റും ഭൂമിക്കടിയിൽ നിന്നും ലഭിക്കുന്നതാണ് ഈ വാതകമിശ്രിതം. മീഥേനാണ് ഇതിലെ മുഖ്യ ഘടകം. ചില പ്രകൃതിവാതകങ്ങളിൽ 8 വ്യാപ്തശതമാനം വരെ ഹീലിയം കാണുന്നുണ്ട്. ചിലതിൽ ഇതിലും വളരെ കുറച്ചു മാത്രമേ ഹീലിയം ഉള്ളൂ. എങ്കിലും ദശലക്ഷം ലീറ്റർ കണക്കിനു ഈ വാതകമിശ്രിതം ലഭിക്കുന്നതിനാൽ ധാരാളം ഹീലിയം ഇത്തരത്തിൽ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. പ്രകൃതിവാതകത്തിലെ മറ്റു ഘടകങ്ങളെ എല്ലാം ദ്രവീകരിച്ചു നീക്കിയാണ് ഹീലിയം വേർതിരിക്കുന്നതും.

നിറമോ മണമോ ഇല്ലാത്ത വാതകമാണ് ഹീലിയം. ഹൈഡ്രജനെഴിച്ചാൽ ഏറ്റവും ഘനത്വം കുറഞ്ഞ വാതകം ഇതത്രെ. വാതകങ്ങളിൽ വെച്ച് ഏറ്റവും ലേയത്വം കുറഞ്ഞതും ദ്രവീകരിക്കാൻ ഏറ്റവും ബുദ്ധിമുട്ടുള്ളതും ഹീലിയമാണ്. മറ്റു നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളെപ്പോലെ തന്നെ രാസസംയോജനശേഷിയില്ലായ്മയും ഏകാണുകതന്മാത്രകളായുള്ള (അതായത് അണുക്കളായുള്ള) സ്ഥിതിയും ഹീലിയത്തിൽ കാണും.

ഘനത്വം വായുവിനെക്കാളും വളരെ കുറവായതിനാലും ഹൈഡ്രജനെപ്പോലെ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഏർപ്പെടുന്നില്ല എന്നതിനാലും ഹീലിയം ബലൂണുകളിലും ആകാശക്കപ്പലുകളിലും ഉപയോഗിക്കുന്നു. സമുദ്രത്തിൽ വളരെയധികം ആഴത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നവർ ശ്വാസോച്ഛ്വാസത്തിനു വായുവിനു പകരം ഓക്സിജൻ-ഹീലിയം മിശ്രിതമാണുപയോഗിക്കുന്നത്. (ഉന്നതമർദ്ദത്തിൽ നൈട്രജൻ കൂടുതൽ രക്തത്തിൽ ലയിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഹീലിയത്തിനു ലേയത്വം കുറവാണു). അത്യധികം താണ താപനിലകളിൽ നടത്തപ്പെടുന്ന പരീക്ഷണങ്ങളിലും ദ്രവകഹീലിയം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

നിയോൺ

ദ്രവകവായുവിൽ നിന്നാണ് നിയോൺ വൻതോതിൽ ലഭിക്കുന്നത്. നിറവും മണവുമില്ലാത്ത വാതകമാണ് നിയോൺ. രാസപരമായി നിഷ്ക്രിയവുമാണ്. വളരെ കുറഞ്ഞ മർദ്ദത്തിൽ നിയോൺ നിറച്ചിട്ടുള്ള കഴലുകളിൽ വൈദ്യുതഡിസ്ചാർജ് (Electric discharge) നടത്തുമ്പോൾ മനോഹരമായ ഓറഞ്ചുനിറമുള്ള പ്രകാശധാര ഉണ്ടാകുന്നു. ഇത്തരം നിയോൺകഴലുകൾ പല ശ്രേണിയിലും നിർമിക്കാവുന്നതിനാൽ പരസ്യപ്പലകകളിലും ബോർഡുകളിലും ചില അലങ്കാരസാമഗ്രികളിലും ഈ തത്വം ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. നിയോണിന്റെ മുഖ്യമായ ഉപയോഗം ഇതുതന്നെയാണ്.

ആർഗൺ

നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളിൽ ആദ്യം കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടത് ഇതാണ്. വായുവിലുള്ള നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളിൽ ഏറ്റവും അധികം ഉള്ളതും ആർഗണാണ്.

നിറവും മണവും ഇല്ലാത്ത ഈ വാതകത്തിനു ഏതാണ്ടു ഓക്സിജനോളം ലേയത്വം ഉണ്ട്. ഇലക്ട്രിക് ബൾബുകളിൽ നിഷ്ക്രിയമായ അന്തരീക്ഷം ആവശ്യമാണല്ലോ. അല്ലെങ്കിൽ ബൾബിലുള്ള ഫിലമെന്റ് നശിച്ചുപോകും. നിർവാതനം ചെയ്യുമ്പോൾ ഫിലമെന്റ് ഉൽപതിക്കുന്നതിനാൽ ബൾബ് കറുത്തുതുടങ്ങും. ആദ്യകാലങ്ങളിൽ ബൾബുകളിൽ നൈട്രജനാണ് നിറച്ചിരുന്നത്. എന്നാൽ ആർഗൺ നിറച്ച ബൾബുകൾ കൂടുതൽ കാലം ഉപയോഗിക്കാമെന്നു കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. ഇപ്പോൾ ബൾബുകളിൽ ആർഗനോ, ആർഗൺ-നൈട്രജൻ മിശ്രിതമോ ആണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

അതുപോലെ തന്നെ വായുസമ്പർക്കമില്ലാതെ നടത്തേണ്ട പ്രക്രിയകൾക്കു കൃത്രിമമായ ഒരു നിഷ്ക്രിയാന്തരീക്ഷം ആവശ്യമാണ്. (ഉദാഹരണമായി ലോഹങ്ങളുടെ ദ്രവീകരണം, വെൽഡനം മുതലായവയിൽ). ഈ അവസരങ്ങളിൽ ആർഗൺ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

രാസസംയോജനശേഷിയില്ലെങ്കിലും ചില ശിഥിലയൗഗികങ്ങളും ആർഗണിൽ നിന്നു ലഭിക്കുന്നുണ്ടു്. ഉദാ: A. BF_3; A. $6H_2O$

ക്രിപ്റ്റോൺ

പ്രത്യേകമായ ഉപയോഗമൊന്നുമില്ലാത്ത ഒരു നിഷ്ക്രിയവാതകമാണിതു്.

ക്സെനോൺ

ഈ നിഷ്ക്രിയവാതകം അടുത്തകാലത്തു് രസതന്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ശ്രദ്ധയെ ആകർഷിച്ചിരിക്കുകയാണു്. ഇതിനു് പ്രത്യേക പരിതസ്ഥിതികളിൽ ഓക്സിജൻ, ഫ്ളൂറിൻ എന്നീ മൂലകങ്ങളുമായി സംയോജിക്കാനുള്ള കഴിവുണ്ടെന്നു് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഓക്സൈഡുകൾക്കും ഫ്ളൂറൈഡുകൾക്കും പുറമെ $Xe \cdot 6H_2O$ എന്ന സ്ഥിരതയുള്ള ഹൈഡ്രേറ്റും ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടു്. നിഷ്ക്രിയവാതകമെന്ന പേർ ക്സെനോണിന്റെ കാര്യത്തിൽ അനവർത്ഥമല്ലാതായിരിക്കുകയാണു്.

റേഡോൺ

വായുവിൽ ഈ വാതകം ഉണ്ടെന്നു് പറയാം; എന്നാൽ ശതമാനം നിസ്സാരമാണു്. അതിനാൽ വായുവിൽ നിന്നല്ല റേഡോൺ ലഭിക്കുന്നതു്. റേഡിയത്തിന്റെ റേഡിയോആക്ടിവു്വിഘടനത്തിൽ റേഡോൺ ഉണ്ടാകുന്നു. (റേഡിയോആക്ടിവിറ്റി നോക്കുക.)

റേഡിയത്തിന്റെ ഏതെങ്കിലും ലവണം (ക്ലോറൈഡു്, ബ്രോമൈഡു് എന്നിവയാണു് സാധാരണ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്) ജലത്തിൽ അലിയിക്കുന്നു. റേഡിയത്തിന്റെ ക്ഷയം കൊണ്ടു് റേഡോണും ഹീലിയവും പെരിയതോതിൽ ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കും. ഈ വാതകമിശ്രിതത്തിൽ വിദ്യുത്സ്ഫുലിംഗനം നടത്തി ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും സംയോജിപ്പിച്ചു നീക്കാം. ശേഷിക്കുന്ന റേഡോൺ-ഹീലിയം മിശ്രിതം ദ്രാവകവായുവിൽ തണുപ്പിച്ചു് റേഡോൺ മാത്രം ദ്രവീകരിക്കാം. ഹീലിയം വാതകമായിത്തന്നെയിരിക്കും.

അത്യധികം തീഷ്ണമായ വികിരണശക്തിയുള്ള ഒരു മൂലകമാണിതു്. ജനകമൂലകമായ റേഡിയത്തെക്കാളും അനേകം മടങ്ങു് വികിരണശേഷി റേഡോണിനുണ്ടു്. റേഡിയത്തിനു് അർദ്ധായുഷ്കാലം 1620 വർഷവും റേഡോണിന്റേതു് വെറും 3.825 ദിവസവും ആണു്. റേഡോൺ വിഘടിച്ചു് റേഡിയം A യും α കണവും (ഹീലിയം അണുകേന്ദ്രം) ഉണ്ടാകുന്നു.

തീവ്രമായ റേഡിയോആക്ടിവു് വികിരണശക്തിയുള്ളതിനാൽ നേരിയ സ്വർണക്കഴലുകളിലടച്ച റേഡോൺ അർബുദചികിത്സയിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ''റേഡിയം സൂചി'' എന്നറിയപ്പെടുന്നതു്. യഥാർത്ഥത്തിൽ സ്വർണക്കഴലിലടച്ച റേഡോണാണു്.

അഭ്യാസം

1. വായുവിന്റെ മിശ്രിതസ്വഭാവം മനസ്സിലാക്കാനുപയോഗിച്ച ആദ്യകാല പരീക്ഷണങ്ങളും ഏവ ?

2. വായുവിലെ ഘടകങ്ങളും ഏവ? ഓരോന്നിന്റെയും പ്രകൃതിയിലുള്ള ക്രിയാധർമങ്ങളും വിവരിക്കുക.

3. വായു ഒരു യൗഗികമല്ല; മിശ്രിതമാണു്. തെളിയിക്കുക.

4. വായുവിന്റെ സംഘടന എങ്ങനെ നിർണയിക്കപ്പെട്ടു.

5. രണ്ടു വാതകജാറുകളിൽ ഒന്നിലും നൈട്രജനും ഒന്നു് ആർഗണും നിറച്ചിരിക്കുന്നു. ഇവ തമ്മിൽ എങ്ങനെ തിരിച്ചറിയാം?

6. ഹീലിയം നിർമാണത്തെപ്പറ്റി ലഘുവിവരണം നൽകുക.

7. നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളുടെ വേർതിരിക്കൽ, ഉപയോഗം എന്നിവയെപ്പറ്റി വിവരിക്കുക? ഇവ എന്തുകൊണ്ടു് രാസസംയോജനങ്ങളിൽ പങ്കെടുക്കുന്നില്ല?

8. കുറിപ്പെഴുതുക

(a) നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളുടെ ഇലക്ട്രോണികസംരചന
(b) റേഡോൺ
(c) അന്തരീക്ഷവായുവിൽ നിന്നുള്ള രാസപദാർഥങ്ങൾ
(d) ജീവസന്ധാരണത്തിൽ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ പങ്കു്
(e) വായുവിന്റെ സംഘടനം
(f) വായുവിലെ മാട്ടുച്ചികഘടകങ്ങൾ

നൈട്രജൻ

പ്രതീകം: N　　സൂത്രം: N_2　　അണുസംഖ്യ: 7

അണുഭാരം: 14.008

ചരിത്രം

സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ ധാരാളമുണ്ടെങ്കിലും രാസപരമായ നിഷ്ക്രിയത്വം കൊണ്ടു് വളരെ താമസിച്ചുമാത്രം സൂക്ഷ്മമായി പഠിക്കപ്പെട്ട ഒരു മൂലകമാണിതു്. പത്തൊമ്പതാംനൂറ്റാണ്ടിന്റെ അവസാനംവരെ അന്തരീക്ഷവായുവിൽ നിന്നു് ഓക്സിജനും കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡും നീക്കിയതിനുശേഷമുള്ള വാതകമിശ്രിതത്തെയാണു് നൈട്രജൻ എന്നു് കരുതിയിരുന്നതു്. എന്നാൽ റേലിയും റാംസേയും ചേർന്നു നടത്തിയ (1894—96)പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്നു് അന്തരീക്ഷത്തിൽ നിന്നു കിട്ടുന്ന അവശിഷ്ടവാതകത്തിൽ നൈട്രജൻ കൂടാതെ ആർഗൺ മുതലായ നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളും ഉണ്ടെന്നു തെളിഞ്ഞു.

ഡാനിയൽ റുഥർഫോർഡാണു് (Daniel Rutherford, 1772) ഈ മൂലകത്തെ പറ്റി ആദ്യമായി പരാമർശിച്ചിട്ടുള്ളതു്. അന്തരീക്ഷവായുവിൽ നിന്നു് ഓക്സിജനും കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡും നീക്കിക്കഴിഞ്ഞാൽ (ഒരു ബെൽജാറിൽ അടക്കംചെയ്ത വായുവിൽ എലികളെ ഇട്ടുവെച്ചാണു് ഓക്സിജൻ നീക്കിയതു്; ക്ഷാരലായനിയിൽ അവശോഷണംചെയ്തു് കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡും) ജ്വലനസഹായിയല്ലാത്തതും ജീവസന്ധാരണത്തിനുതകാത്തതുമായ ഒരു വാതകം അവശേഷിക്കുമെന്നദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. ഈ വാതകത്തിനു് വിഷവായു എന്നർഥം വരുന്ന ''മെഫിറ്റിക വായു'' എന്ന പേരുകൊടുത്തു. ഈ ''വായു''വിനെപ്പറ്റി (വാതകങ്ങൾക്കു് ''വായു'' എന്നാണു് അക്കാലത്തു് പേരുണ്ടായിരുന്നതു്) വിശദമായി പഠിച്ചതിനുശേഷം, ലവ്വാസിയെ 1776—ൽ ഇതിനു് നിർജീവപദാർഥം എന്ന അർഥത്തിൽ അസോട്ടു്(azote) എന്ന പേരു നൽകി. ഈ പദാർഥം പൊട്ടാ

സിയം നൈട്രോറിൽ (നൈറ്റർ) ഉണ്ടെന്നു് തെളിഞ്ഞതോടെ നൈറ്ററിനെ ജനിപ്പിക്കുന്നതെന്നർഥമുള്ള ''നൈട്രജൻ'' എന്നപേർ ചാപ്റ്റാൽ (Chaptal—1790) ഇതിനു കൊടുത്തു.

ഉപസ്ഥിതി

വായുവിൽ ഏകദേശം 78 വ്യാപ്തശതമാനത്തോളം നൈട്രജൻ സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ കാണപ്പെടുന്നു. (75.5 ഭാരശതമാനം) അമോണിയ, നൈട്രിക് ആസിഡ്, പൊട്ടാസിയം നൈട്രേറ്റ് (നൈറ്റർ) സോഡിയം നൈട്രേറ്റ് (ചിലി സാൾട്പീറ്റർ) മുതലായവയിലും നൈട്രജനുണ്ട്. സകല ജീവജാലങ്ങളിലും കണ്ടുവരുന്ന പ്രോട്ടീനുകളിൽ 16 ശതമാനംവരെ നൈട്രജൻ ഉണ്ട്. പയർവർഗത്തിലുള്ള ചെടികളുടെ വേരുകളിൽ കാർബണികനൈട്രജൻയൗഗികങ്ങളും ഉയന്ന സാന്ദ്രതയിൽ കാണുന്നു.

ഉൽപാദനവിധികൾ

നൈട്രജൻ വായുവിൽ നിന്നു് എളുപ്പത്തിൽ ലഭിക്കുന്നു. ലാബറട്ടറിയിലെ ആവശ്യത്തിനു് വായുവിലുള്ള ഓക്സിജനെ ഫോസ്ഫറസ്, ചെമ്പു് മുതലായ പദാർഥങ്ങളുമായി സംയോജിപ്പിച്ചു് നീക്കംചെയ്യാം. ബാക്കിയുള്ളതു് നൈട്രജനായിരിക്കും. (കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡു് ആൽക്കലി ലായനിയിൽ അവശോഷണം ചെയ്തു് നീക്കാം). ഓക്സിജനെ ക്ഷാരീയ പൈറോഗാലോറേറ്റു് ലായനിയിൽ അവശോഷണം ചെയ്യും മാറാവുന്നതാണു്. ഇത്തരത്തിൽ വായുവിൽ നിന്നു ലഭിക്കുന്ന നൈട്രജനിൽ അന്തരീക്ഷത്തിലുള്ള നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളും കലർന്നിരിക്കും.

വായു ദ്രവീകരിച്ചശേഷം ആംശികമായി സേദനം നടത്തിയും നൈട്രജൻ നിർമിക്കാം—ഇതു് വ്യാവസായികരീതിയാണു്.

ശുദ്ധമായ നൈട്രജൻ നിർമിക്കുന്നതിനു് പല രാസവിധികളും ഉണ്ടു് :

(1) അമോണിയം ഡൈക്രോമേറ്റു് ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിഘടനം നടന്നു് നൈട്രജൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$(NH_4)_2\,Cr_2O_7 \longrightarrow N_2 + Cr_2O_3 + 4H_2O$$

ഓറഞ്ചു നിറമുള്ള അമോണിയം ഡൈക്രോമേറ്റു് ക്രിസ്റ്റലുകളെ ഒരു ഇഷ്ടികയിൽ ചെറിയ ഒരു കുന്നായി കൂട്ടിവെച്ചു് അതിൽ ചൂടുപഴുത്ത ഒരു ഗ്ലാസു് ദണ്ഡുകൊണ്ടു് സ്പർശിക്കുക. ഊർജസ്വലമായ പ്രവർത്തനം നടക്കുകയും തീപ്പൊരികളും പൊന്തിവരികയും ചെയ്യും—ഏകദേശം അഗ്നിപർവതം പൊട്ടുന്നതുപോലെ. പച്ചനിറമുള്ള ക്രോമിയം ഓക്സൈഡു് ചിതറുന്നതു കാണാം. ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിൽ ചൂടാക്കുമ്പോഴും ഇതുപോലെ തന്നെ. ഉല്പന്നമായ Cr_2O_3 നു് വളരെയധികം വ്യാപ്തമുള്ളതിനാൽ ഈ പദാർഥം ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിൽ നിറഞ്ഞു് പുറത്തേക്കു് വരും.

(2) ക്ലോറിൻവാതകം, ധാരാളം അമോണിയാവാതകവുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും നൈട്രജൻ ഉണ്ടാകും.

$$3Cl_2 + 8NH_3 \longrightarrow 6NH_4Cl + N_2$$

(3) സാന്ദ്രഅമോണിയാ ലായനിയും ബ്ലീച്ചിംഗ് പൗഡറും തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുമ്പോൾ നൈട്രജൻ ഉണ്ടാകുന്നു

$$2NH_3 + 3Ca(OCl)Cl \longrightarrow 3CaCl_2 + 3H_2O + N_2$$

(4) അമോണിയം നൈട്രൈറ്റ് ചൂടാക്കുമ്പോൾ നൈട്രജൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$NH_4NO_2 \longrightarrow 2H_2O + N_2$$

(5) അമോണിയ തപിപ്പിച്ച കോപ്പർ ഓക്സൈഡിൽ കൂടി കടത്തിവിടുമ്പോൾ നൈട്രജനായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$2NH_3 + 3CuO \longrightarrow 3Cu + 3H_2O + N_2$$

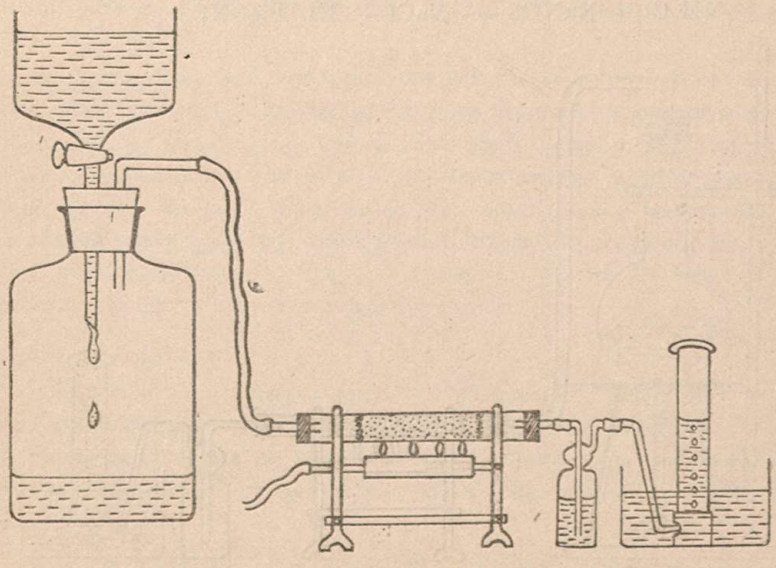
(6) അമോണിയ–നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് മിശ്രിതം ശരിയായ അനുപാതത്തിൽ തപ്തമായ കോപ്പർ വലയിൽ കൂടി കടത്തിയാൽ നൈട്രജൻ ലഭിക്കുന്നു.

$$4NH_3 + 6NO \longrightarrow 6H_2O + 5N_2$$

ലാബറട്ടറിനിർമാണം

I അന്തരീക്ഷ നൈട്രജൻ നിർമാണം

ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ ഒരു വലിയ കുപ്പിക്കുള്ളിൽ നിന്നും വായുവിനെ ജലം ഒഴിച്ചു് ആദ്യം ചെയ്തു് സാവധാനത്തിൽ ശക്തമായി തപിപ്പിച്ച കോപ്പർതരികളും നിറച്ചിട്ടുള്ള നീണ്ട ഒരു ദഹനനളിയിൽ കൂടി കടത്തിവിടുന്നു (ചിത്രം 11–1). വായുവിലുള്ള ഓക്സിജൻ കോപ്പറുമായി സംയോജിച്ചു് CuO ആയിത്തീരുന്നു.



ചിത്രം 11–1

ദഹനനാളിയിൽ നിന്നുള്ള ബഹിർഗമനക്കുഴൽ വഴി വരുന്ന വാതകത്തിൽ ഉണ്ടാകാവുന്ന അല്പം കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് അവശോഷണംചെയ്യാനായി വാതകത്തെ ഒരു പൊട്ടാഷ് ബംബിൽ കൂടി കുമിളിപ്പിക്കുന്നു ഈ വാതകം ജലത്തിനു മീതെ സംഭരിക്കാം.

ഈ നൈടജനിൽ നിഷ്ക്രിയവാതകംങ്ങളും ഉണ്ടായിരിക്കും. അതിനാൽ ഇതിനു രാസശുദ്ധമായ നൈടജനെക്കാൾ അൽപംകൂടി ഘനത്വം ഉണ്ട്.

II യൗഗികങ്ങളിൽ നിന്ന് ശുദ്ധമായ നൈടജൻനിർമാണം

അമോണിയം നൈട്രൈറ്റിന്റെ വിയോജനമാണ് ലാബറട്ടറിയിൽ ശുദ്ധമായ നൈടജൻനിർമാണത്തിനുപയോഗിക്കുന്നത്.

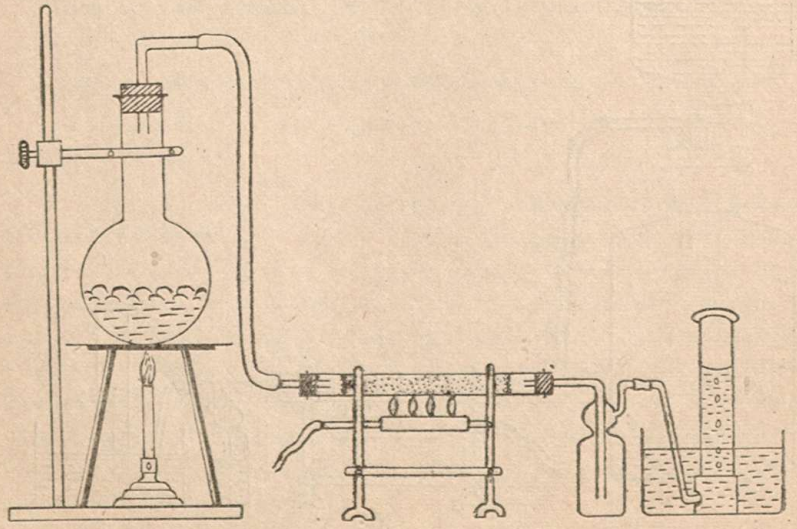
$$NH_4NO_2 \longrightarrow 2H_2O + N_2$$

അമോണിയം നൈട്രൈറ്റ്, ചൂടാക്കിയാൽ സ്ഫോടനശക്തിയോടെ വിയോജിക്കുന്ന ഒരു അസ്ഥിരയൗഗികമായതിനാൽ ഈ നിർമാണത്തിൽ സോഡിയം നൈട്രൈറ്റ് ലായനിയും അമോണിയം ക്ലോറൈഡ് ലായനിയും കലർന്ന മിശ്രിതമാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഇവ തമ്മിൽ ഉഭയവിഘടനം നടന്ന് അമോണിയം നൈട്രൈറ്റ്, ലായനിയിൽ ഉണ്ടായിക്കൊള്ളും.

$$NH_4Cl + NaNO_2 \longrightarrow NaCl + NH_4NO_2$$

തൽക്ഷണം വിയോജനം നടക്കുന്നതിനാൽ അധികമായി അമോണിയം നൈട്രൈറ്റ് കേന്ദ്രീകരിച്ച് വിസ്ഫോടനം ഒന്നും ഉണ്ടാകുന്നില്ല.

$$NH_4Cl + NaNO_2 \longrightarrow NaCl + 2H_2O + N_2$$



ചിത്രം 11_2

ചിത്രം 11_2 ൽ കാണുന്നതു പോലെ ഉപകരണങ്ങൾ സജ്ജീകരിക്കുക. അടിയുരുണ്ട ഫ്ളാസ്കിൽ സാന്ദ്ര അമോണിയം ക്ലോറൈഡ് ലായനിയും സാന്ദ്ര സോഡിയം നൈട്രൈറ്റ് ലായനിയും കലർത്തിയ മിശ്രിതമാണ് എടുക്കുന്നതു്. ഉല്പന്നമായ വാതകത്തിൽ അല്പം നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകാം. അതിനെ നിരോക്സീകരിച്ച് നൈട്രജനാക്കാനായി വാതകം ദഹനനളിയിൽ നിറച്ചിരിക്കുന്ന തപ്പുമായ കോപ്പർ തരികളിൽ കൂടി കടത്തുപോകുന്നു.

$$2Cu + 2NO \longrightarrow 2CuO + N_2$$

ദഹനനളിയിൽ നിന്ന് പുറത്തേക്ക് വരുന്ന വാതകത്തിൽ നിന്ന് നീരാവിയും അമോണിയയും മാറ്റുന്നതിന് അതിനെ സാന്ദ്ര സൾഫൂരിക് ആസിഡിൽ കൂടി കുമിളിപ്പിക്കുന്നു. ശുദ്ധവും ഈർപ്പമില്ലാത്തതുമായ വാതകം മെർക്കുറിയുടെ മീതെ ശേഖരിക്കാം. ഫ്ളാസ്ക് പെറുതായി ചൂടാക്കിയാലുടൻ വാതകം ഉണ്ടായിത്തുടങ്ങും. ഈ സമയത്തു് ചൂടാക്കൽ നിറുത്തേണ്ടതാണു്.

വ്യാവസായികനിർമാണം

വളരെയധികം വ്യാവസായികപ്രാധാന്യമുള്ള നൈട്രജൻ പല രീതികളിലും നിർമിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടു്. എല്ലാത്തിലും അന്തരീക്ഷവായുവിൽ നിന്നാണു് നൈട്രജൻ വേർതിരിക്കുന്നതു്. മുഖ്യമായ മാർഗം ദ്രാവകവായുവിന്റെ ആംശികസ്വേദനമാണു്. നൈട്രജന്റെ തിളനില—196°C ഉം ദ്രാവക ഓക്സിജന്റേതു്—183°C ഉം ആണു്. അതിനാൽ ആംശികസ്വേദനത്തിൽ തിളനില കുറവുള്ള നൈട്രജനാണു് ആദ്യം ബാഷ്പീഭവിക്കുന്നതു് (ഓക്സിജൻനിർമാണം നോക്കുക—അധ്യായം 3).

വായുവിലുള്ള ഓക്സിജനെ രാസമാർഗങ്ങളാൽ നീക്കംചെയ്യുന്ന രീതിയും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടു്. എന്നാൽ ഈ പ്രക്രിയ ആദായകരമായതായിരിക്കണം. ഉദാഹരണമായി പ്രൊഡ്യൂസർ വാതകം (നൈട്രജൻ + കാർബൺ മോണോക്സൈഡ്) കത്തിക്കുമ്പോഴും കിട്ടുന്നതു് N_2, CO_2 എന്നിവയുടെ മിശ്രിതമാണു്. ഈ മിശ്രിതത്തിൽ നിന്നു് CO_2 നീക്കംചെയ്തു് N_2 ശേഖരിക്കാം. ഹൈഡ്രജൻനിർമാണത്തിൽ (ലേൻ പ്രക്രിയ) നിരോക്സീകരണത്തിനു് പ്രൊഡ്യൂസർവാതകം ഉപയോഗിക്കുമ്പോഴും ഉല്പന്നം N_2 — CO_2 മിശ്രമാണു്. ഇതിൽ നിന്നുള്ള നൈട്രജനും നിഷ്പ്രയാസം വേർതിരിക്കാവുന്നതാണു്.

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

നൈട്രജൻ നിറമോ മണമോ ഇല്ലാത്ത വാതകമാണു്. ജലത്തിൽ നിസ്സാരമായ ലേയത്വമേ ഉള്ളു. വായുവിനെക്കാളും അല്പം ഘനത്വം കുറവാണു്. നൈട്രജൻ സ്വയം ജ്വലിക്കുന്നുമില്ല; ജ്വലനത്തെ അനുവദിക്കുന്നുമില്ല. ഉന്നതമർദത്തിൽ വളരെയധികം തണുപ്പിച്ചു് ഇതിനെ ദ്രവീകരിക്കാം. ദ്രാവകനൈട്രജനു് നിറമില്ല.

നൈട്രജൻ ഒരു വിഷപദാർഥമല്ല. എന്നാൽ അധികമർദത്തിൽ രക്തത്തിൽ കൂടുതലായി ലയിക്കുന്നതിനാൽ നാഡീവ്യൂഹത്തെ ബാധിക്കും.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

സാധാരണതാപനിലയിൽ നൈട്രജൻ ഒരു നിഷ്ക്രിയവാതകമാണെന്നു് കണ്ടുതാം; ഇതുമായി നേരിട്ടു് സംയോജിക്കുന്ന പദാർഥങ്ങളും വളരെ വിരളമാണു്. സാന്ദ്ര ആസിഡുകളും, ആൽക്കലികളും, ഓക്സീകാരക–നിരോക്സീകാരകങ്ങളും എന്നിവയൊന്നും ഇതുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല. എന്നാൽ തീവ്രമായ പരിതസ്ഥിതികളിൽ നൈട്രജൻ രാസവീര്യം പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നുണ്ടു്.

1. ക്ലിയ താപനിലയിൽ പല ലോഹങ്ങളും നൈട്രജനുമായി സംയോജിക്കുന്നു. അലൂമിനിയം, കാൽസിയം, മഗ്നീഷ്യം എന്നിവ ഇക്കൂട്ടത്തിൽപെടും. അതാതു ലോഹനൈട്രൈഡുകളാണു് ഉല്പന്നം.

$$3Mg + N_2 \longrightarrow Mg_3N_2$$

$$2Al + N_2 \longrightarrow 2AlN$$

ലിഥിയവുമായി സാധാരണ താപനിലയിൽ പോലും പെരിയ തോതിൽ നൈട്രജൻ സംയോജിക്കുന്നുണ്ടു് (ഇവയുടെ ജലാപഘടനത്താൽ അമോണിയ ഉണ്ടാകുന്നു).

(2) ബോറോൺ, സിലിക്കൺ എന്നീ അലോഹങ്ങളും —പ്രത്യേകിച്ചു് ചൂർണരൂപത്തിൽ—ഉന്നതതാപനിലയിൽ നൈട്രജനുമായി സംയോജിച്ചു് അവയുടെ നൈട്രൈഡുകളും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2B + N_2 \longrightarrow 2BN$$

ഈ യൗഗികങ്ങൾക്കു് കാഠിന്യം വളരെ കൂടും.

(3) അത്യുന്നതതാപനിലയിൽ (വൈദ്യുത ആർക്കിൽ) ഓക്സിജനുമായി സംയോജിച്ചു് നൈട്രിക് ഓക്സൈഡു് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$N_2 + O_2 \rightleftarrows 2NO$$

വായുവിൽ നിന്നും വൻതോതിൽ നൈട്രിക് ആസിഡു് നിർമിക്കാൻ ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

(4) ഉന്നതമർദത്തിലും ഉൽപ്രേരകസാന്നിധ്യത്തിലും അനുഗ്രഹണമായ തപനിലയിൽ നൈട്രജനും ഹൈഡ്രജനും തമ്മിൽ ഉഭയദിശീയമായി സംയോജിച്ചു് അമോണിയ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$$

ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം അമോണിയാനിർമാണത്തിനുപയോഗിക്കുന്നു. (അനുബന്ധം). ഉൽപ്രേരകം ഇരുമ്പു് ആണു്.

(5) ചൂടാക്കിയ കാൽസിയം കാർബൈഡുമായി നൈട്രജൻ സംയോജിച്ചു് കാൽസിയം സയനമൈഡു് ഉണ്ടാകുന്നു: കൂടെ കാർബൺ മുക്തമാകുന്നുണ്ടു്.

$$CaC_2 + N_2 \longrightarrow CaCN_2 + C$$

ഈ മിശ്രിതം നേരിട്ടു് കൃത്രിമ വളമായുപയോഗിക്കാം (നൈട്രോലിം). ജലാപഘടനം കൊണ്ടു് ഇതിൽ നിന്നും അമോണിയ ഉണ്ടാക്കാവുന്നതുമാണു്.

(6) ചില ഘനലോഹങ്ങളും നൈട്രജനിൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ ലോഹപ്രതലത്തിനു പ്രത്യേക സ്വഭാവങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. രാസസംയോജനം നടക്കുന്നുണ്ടോ എന്നതു വിവാദവിഷയമാണു.

നൈട്രജന്റെ ടെസ്റ്റുകൾ

(1) നിറവും മണവും ഇല്ലാത്ത വാതകം.

(2) ജ്വലനസഹായിയല്ല; സ്വയം ജ്വലിക്കുന്നുമില്ല.

(3) ചുണ്ണാമ്പുജലം ചേർത്തു കലുക്കിയാൽ വ്യത്യാസം ഒന്നുമില്ല (കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിൽ നിന്നു തിരിച്ചറിയാൻ ഈ പരീക്ഷണം മതിയാകും).

(4) ചൂടാക്കിയ മഗ്നീഷ്യത്തിൽ കൂടി കടത്തിവിട്ടാൽ പൂർണമായി അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടും. ഉല്പന്നമായ പദാർഥം ജലംചേർത്തു തിളപ്പിച്ചാൽ അമോണിയ ഉണ്ടാകും (ഈ പരീക്ഷണം കൊണ്ടു നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളിൽ നിന്നു നൈട്രജനെ തിരിച്ചറിയാം).

ഉപയോഗങ്ങൾ

(a) നൈട്രിക് ആസിഡ് നിർമാണത്തിൽ നൈട്രജനും ഓക്സിജനും (വായു) ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(b) അമോണിയാനിർമാണത്തിനും കാൽസിയം സയനമൈഡ് ഉണ്ടാക്കുന്നതിനും നൈട്രജൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(c) നിഷ്ക്രിയാന്തരീക്ഷം ആവശ്യമായി വരുമ്പോൾ നൈട്രജൻ മതിയാകും. (ഉദാഹരണമായി ഇലക്ട്രിക് ബൾബുകളിൽ നൈട്രജനോ നൈട്രജനും നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളുമായുള്ള മിശ്രിതമോ ഉപയോഗിക്കുന്നു.)

സക്രിയനൈട്രജൻ

സാധാരണഗതിയിൽ നൈട്രജൻ നിഷ്ക്രിയമാണു. എന്നാൽ താണമർദത്തിൽ നൈട്രജനെ വൈദ്യുതഡിസ്ചാർജിനു വിധേയമാക്കുമ്പോൾ സക്രിയമായ നൈട്രജൻ ലഭിക്കുന്നു. നിർമിക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന കഴലിനുള്ളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രത്യേകദീപ്തി ഇതിന്റെ സാന്നിധ്യം പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. സക്രിയമാക്കപ്പെട്ട നൈട്രജൻ വേഗത്തിൽ സാധാരണ നൈട്രജൻ ആയിത്തീരും. ഈ പദാർഥത്തിൽ നൈട്രജൻ അണുക്കളുണ്ടെന്നു കരുതപ്പെടുന്നു. സാധാരണനൈട്രജനിൽ നിഷ്ക്രിയമായ N_2 ആണുള്ളതു. സക്രിയനൈട്രജൻ ഫോസ്ഫറസ്, മഗ്നീഷ്യം, അലൂമിനിയം തുടങ്ങിയവയുമായി സാധാരണ താപനിലയിൽ നേരിട്ടു സംയോജിക്കുന്നു.

നൈട്രജൻ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ

നൈട്രജനു പ്രധാനമായി മൂന്നു ഹൈഡ്രൈഡുകളുണ്ടു—അമോണിയ (NH_3), ഹൈഡ്രസീൻ (N_2H_4), ഹൈഡ്രസോയിക് ആസിഡ് (N_3H) എന്നിവ. ഇതിൽ ആദ്യത്തെ രണ്ടും ബേസിക ഗുണധർമങ്ങളോടുകൂടിയവയാണു. മൂന്നാമത്തെയാകട്ടെ ഒരു ആസിഡാണു. ഇവയിൽ അമോണിയയെപ്പറ്റി മാത്രമേ ഇവിടെ പ്രതിപാദിക്കുന്നുള്ളൂ.

പുരാതനകാലം മുതൽക്കേ അറിയപ്പെട്ടിരുന്ന ശുദ്ധപദാർഥങ്ങളിലൊന്നാണ് അമോണിയം ക്ലോറൈഡ്. പാശ്ചാത്യരാജ്യങ്ങളിൽ ഇതിനു സാൽഅമോണിയാക്കം എന്നും നമ്മുടെ നാട്ടിൽ നവസാരം എന്നും ഉള്ള പേരുകളും ഇപ്പോഴും ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. ഈ പദാർഥം ചുണ്ണാമ്പു ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോൾ അമോണിയവാതകം ഉണ്ടാകുമെന്നു ആദ്യം കണ്ടുപിടിച്ചതു പ്രീസ്റ്റ്‌ലിയാണ് (1774). അദ്ദേഹം ഈ വാതകത്തിനു 'ക്ഷാരീയവായു' (alkaline air) എന്നാണു പേർ കൊടുത്തിരുന്നതു. ബെർത്തൊലെയാണ് 1785 ൽ അമോണിയയുടെ രാസസംഘടനം നിർണയിച്ചതു. 1800 ൽ ഡേവി ഇതിന്റെ സൂത്രം NH_3 ആണെന്നു സ്ഥാപിച്ചു.

ഉപസ്ഥിതി

വളരെ ക്രിയാശീലമുള്ള യൗഗികമായതിനാൽ ഇതു സ്വതന്ത്രമായി അധികം കാണുന്നില്ല. എന്നാൽ വായുവിൽ—പ്രത്യേകിച്ചു അഗ്നിപർവതങ്ങളുടെ പ്രാന്തപ്രദേശങ്ങളിൽ—ഇതു അല്പം കണ്ടേക്കാം. ചില നീരുറവകളിൽ അമോണിയം ലവണങ്ങളും ലയിച്ചിരിക്കുന്നു. ജൈവപദാർഥങ്ങളും വിയോജിക്കുമ്പോഴും ഈ വാതകം ഉണ്ടാകാറുണ്ടു. ജന്തുക്കളുടെ മലമൂത്രങ്ങളും ജീർണിക്കുമ്പോഴും ഈ വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു. രക്തത്തിലും മൂത്രത്തിലും ലേശം അമോണിയം ലവണങ്ങളും ഉണ്ടു.

ഉല്പാദനവിധികൾ

(1) നൈട്രൈഡുകളുടെ ജലവിശ്ലേഷണത്തിൽ അമോണിയ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Mg_3N_2 + 6H_2O \longrightarrow 3Mg(OH)_2 + 2NH_3$$

(2) നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകളെ ഹൈഡ്രജനുമായി കലർത്തി പ്ലാറ്റിനത്തിനു മീതെ (ഉത്പ്രേരകം) അനുയോജ്യമായ താപനിലയിൽ കടത്തിവിടുമ്പോൾ, അവ അമോണിയ ആയി നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$2NO + 5H_2 \longrightarrow 2H_2O + 2NH_3$$

(3) നൈട്രേറ്റുകളെ നവജാതഹൈഡ്രജൻ (ഉദാ: Al + KOH) കൊണ്ടു നിരോക്സീകരിച്ചാൽ അമോണിയ ഉണ്ടാകും.

$$KNO_3 + 8(H) \longrightarrow KOH + 2H_2O + NH_3$$

(4) അമോണിയം ലവണങ്ങളും ക്ഷാരങ്ങളും ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോൾ അമോണിയ ലഭിക്കുന്നു. അമോണിയം ലവണങ്ങളെ നേർത്ത സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡു ലായനി ചേർത്തു തിളപ്പിക്കുമ്പോഴും ജലാംശമില്ലാത്ത ചുണ്ണാമ്പു ചേർത്തു അല്പം ചൂടാക്കുമ്പോഴും അമോണിയ ഉണ്ടാകും.

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2NH_3 + 2H_2O$$

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O + 2NH_2$$

(5) ചില അമോണിയം ലവണങ്ങളും ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിയോജനം മൂലം അമോണിയയുണ്ടാകുന്നു.

$$(NH_4)_3PO_4 \longrightarrow HPO_3 + H_2O + NH_3$$

$$Na(NH_4)HPO_4 \longrightarrow NaPO_3 + H_2O + NH_3$$

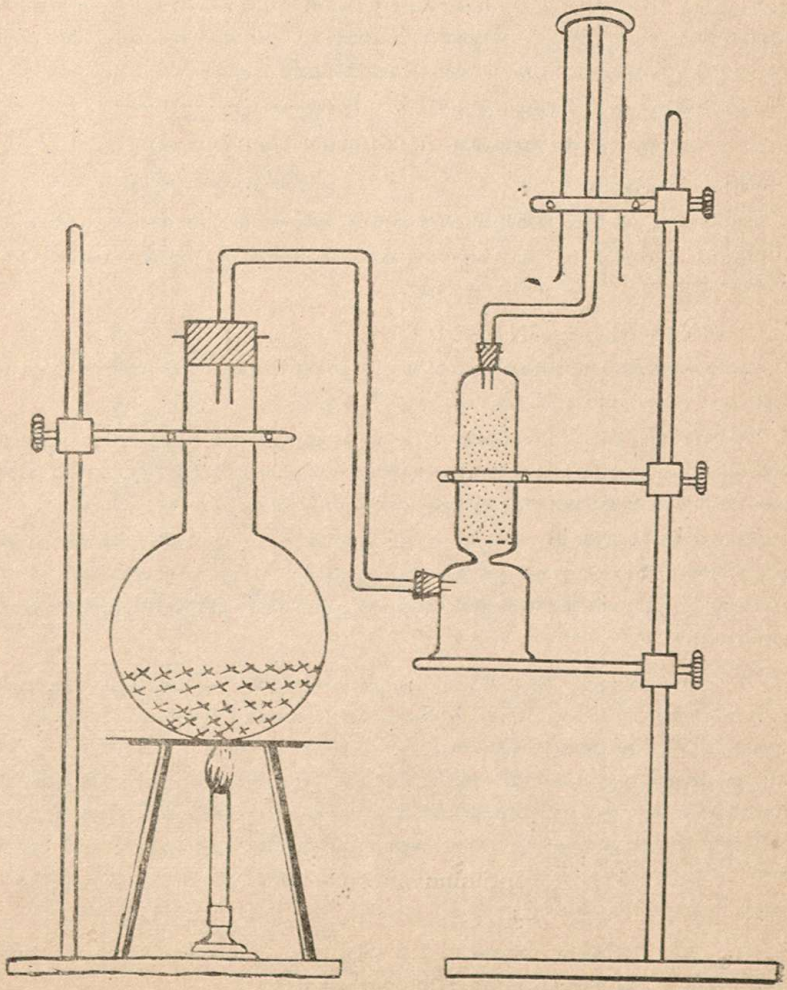
(മൈക്രോകോസ്മിക് ലവണം)

ലാബറട്ടറിനിർമാണം

അമോണിയം ക്ലോറൈഡും കുമ്മായവും (dry slaked lime, $Ca(OH)_2$) കലർന്ന മിശ്രിതം ചൂടാക്കിയാണ് ലാബറട്ടറിയിൽ അമോണിയ നിർമിക്കുന്നതു. (ചിത്രം 11—3).

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O + 2NH_3$$

ഉല്പന്നമായ വാതകമിശ്രിതത്തിൽ നീരാവിയുണ്ടായിരിക്കും. ഇങ്ങിനെ നീക്കം ചെയ്യുന്നതിനു് വാതകത്തെ നീറുകുമ്മായത്തിൽ കൂടി പ്രവഹിപ്പിക്കുന്നു. (സാധാരണമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ്, ഫോസ്ഫറസ് പെൻറോക്സൈഡ്, നിർജല കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ് എന്നിവയെല്ലാം അമോണിയയുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാൽ ഈ വാതകത്തെ ഈർപ്പരഹിതമാക്കാൻ ഇവയൊന്നും ഉപയോഗിച്ചുകൂടാ).



ചിത്രം 11_3

അടിയുരുണ്ട ഫ്ളാസ്കിൽ 1:3 എന്ന അനുപാതത്തിൽ കലർത്തിയ അമോണിയം ക്ലോറൈഡ് കുമ്മായ മിശ്രിതമാണു്. ഫ്ളാസ്കു് ചൂടാക്കുമ്പോഴം ഉണ്ടാകുന്ന വാതകം (ഈർപ്പമുള്ള അമോണിയ) നീറുകുമ്മായം (quick lime-CaO) നിറച്ചിട്ടുള്ള ഒരു ശോഷകസ്തംഭത്തിൽ കൂടി കടന്നുപോകുന്നു ഇവിടെ ജലാംശം മുഴുവനും അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നതിനാൽ സ്തംഭത്തിൽ നിന്നു പുറത്തുവരുന്ന വാതകം ഈർപ്പരഹിതമായ അമോണിയ ആയിരിക്കും. വായുവിനെക്കാൾ വളരെ ഘനത്വം കുറവുള്ളതിനാൽ വാതകം വായുവിനെ കീഴ്പ്പോട്ടു് വിസ്ഥാപിച്ചു് വാതകജാറുകളിൽ സംഭരിക്കുന്നു. (വാതകം നിറമില്ലാത്തതാകയാൽ ജാർ നിറഞ്ഞതറിയാനായി, ജലത്തിൽ നനച്ച ഒരു ലിറ്റ്മസ്പേപ്പർ (ചുവന്നതു്) ജാറിന്റെ വായിൽ കാണിച്ചാൽ മതി. വാതകം നിറഞ്ഞിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ ലിറ്റ്മസിന്റെ നിറം നീലയാകും)

അമോണിയയുടെ വ്യാവസായികനിർമാണം

I ഹേബർപ്രക്രിയ

നൈട്രജനും ഹൈഡ്രജനും തമ്മിൽ ഉന്നത മർദത്തിലും അനുയോജ്യമായ താപനിലയിലും ഉൽപ്രേരകസാന്നിധ്യത്തിൽ സംയോജിപ്പിച്ചാണു് വൻതോതിൽ അമോണിയ സംശ്ലേഷണംചെയ്യുന്നതു്.

$$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$$

സംയോജനത്തിനു് അനുഗ്രഹണമായ പരിതസ്ഥിതികളും താഴെപ്പറയുന്നവയാണു്.

(1) ഉൽപ്രേരകം ആവശ്യമാണു്; സ്പോഞ്ചുരൂപത്തിലുള്ള ഇരുമ്പു് ആണു് സാധാരണ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. അൽപം മോളിബ്ഡിനമോ മറ്റോ വർധകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ടു് (ഉൽപ്രേരണം നോക്കുക.)

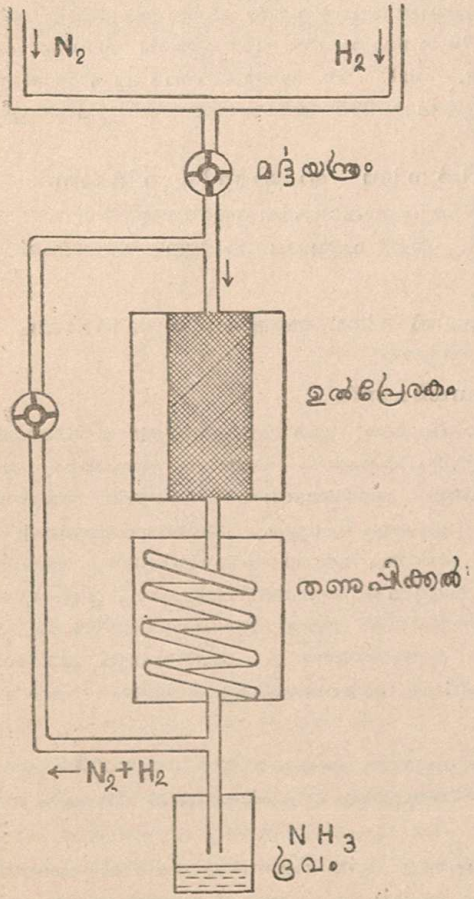
(2) പ്രതിപ്രവർത്തകങ്ങളുടെ മർദം കൂടുന്തോറും ഉല്പന്നമിശ്രിതത്തിലുള്ള അമോണിയയുടെ ശതമാനവും കൂടുതലായിരിക്കും (''ലെ ഷാത്ലിയർ തത്വം'' നോക്കുക) 200 അന്തരീക്ഷമോ അതിൽ കൂടുതലോ മർദം സാധാരണയായുപയോഗിക്കുന്നു.

3. സംയോജനം താപോത്സാരകമായതിനാൽ കഴിയുന്നതും താണതാപനിലയിൽ ആണു് സന്തുലനമിശ്രിതത്തിൽ ഏറ്റവും അധികം അമോണിയ ഉണ്ടാകുന്നതു (ലെ ഷാത്ലിയർതത്വം). എന്നാൽ കുറഞ്ഞ താപനിലയിൽ സന്തുലനാവസ്ഥയെ പ്രാപിക്കാൻ വളരെയധികം കാലതാമസം ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ വ്യാവസായികമായി ഉല്പാദനത്തിന്റെ തോതു് കുറഞ്ഞുപോകും. തന്മൂലം വളരെ ഉയർന്നതും താണതുമായ താപനിലകളും ഉല്പാദനത്തെ പ്രതികൂലമായി ബാധിക്കുന്നു. ഒരു ഇഷ്ടതമമായ (optimum) താപനിലയിലാണു് പ്രതിപ്രവർത്തനം നടത്തുന്നതു് (400—500°C)

4. നൈട്രജനും ഹൈഡ്രജനും 1:3 എന്ന വ്യാപ്തനുപാതത്തിൽ കലർത്തിയ മിശ്രിതമാണു് പ്രതിപ്രവർത്തനവിധേയമാക്കുന്നതു്.

5 ആർസനിക്, കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് ഇത്യാദി ഉൽപ്രേരകവിഷങ്ങളെ പ്രതിപ്രവർത്തനമിശ്രിതത്തിൽ നിന്നും പൂർണമായും മാറ്റിക്കളയേണ്ടതാണ്. ഇവ ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ കാര്യക്ഷമതയെ സാരമായി കുറച്ചുകളയുകയും അതിന്റെ ആയുർദൈർഘ്യം ചുരുക്കുകയും ചെയ്യും.

സംയന്ത്രം: ഹേബർപ്രക്രിയയിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന സംയന്ത്രത്തിന്റെ രൂപരേഖയാണ് ചിത്രം 11_4 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്.



ചിത്രം 11_4

ശുദ്ധമാക്കപ്പെട്ട ഹൈഡ്രജനും നൈട്രജനും പ്രത്യേകം നിർമിച്ച് അവയെ 3:1 എന്ന അനുപാതത്തിൽ കലർത്തുകയോ, അല്ലെങ്കിൽ അവയുടെ മിശ്രിതം നേരിട്ട് നിർമിക്കുകയോ ചെയ്യപ്പെടുന്നു. വാതകങ്ങളിൽ നിന്നും കാർബൺ മോണോക്സൈഡുണ്ടെങ്കിൽ അതിനെ നിശ്ശേഷം മാറ്റാനായി അമോണിയം കൽ കൃപ്രസ് ഫോർമേറ്റ് ലായനിയിൽ അവശോഷണം ചെയ്യിക്കുന്നുണ്ട്. വാതകമിശ്രിതം ആദ്യമായി മർദിക്കപ്പെടുന്നു. ഏതാണ്ട് ഇരുനൂറ് അന്തരീക്ഷമെങ്കിലും മർദം ഉപയോഗിക്കുന്നു. മിശ്രിതം വീണ്ടും അരിച്ച് ശുദ്ധിചെയ്ത ശേഷം ഉൽപ്രേരകം ഉൾക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന പരിവർത്തക ചേംബറിലേക്ക് കടത്തിവിടുന്നു. പ്രതിപ്രവർത്തനം ആരംഭിക്കാൻ വേണ്ടി ഊഷ്മാവ് കുറഞ്ഞത് 200°C എങ്കിലും ആക്കണമെങ്കിലും രാസപരിണാമം തുടങ്ങിക്കഴിഞ്ഞാൽ പ്രതിപ്രവർത്തനതാപം കൊണ്ട് ചേംബർ തപ്തമായിത്തന്നെ സ്ഥിതിചെയ്യുകൊള്ളും. അമിതമായി താപനില ഉയരാതിരിക്കുന്നതിനും ചേംബർ തണുപ്പിക്കേണ്ടതിനുള്ള സജ്ജീകരണവും സംയന്ത്രങ്ങളിൽ കാണുന്നുണ്ട്. 450–500°C-ൽ

താപനില നിർത്തിക്കൊണ്ട് അനുസ്യൂതമായി പ്രതിപ്രവർത്തനം നടത്തപ്പെടുന്നു. ചേംബറിൽ നിന്നു പുറത്തുവരുന്ന മിശ്രിതത്തിൽ ഏകദേശം 17—21% അമോണിയ ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ മിശ്രിതത്തിൽ നിന്നു് അമോണിയമാത്രം ദ്രവീകരിച്ചു് നീക്കംചെയ്യുകയാണു് അടുത്തഘട്ടം. ഉന്നതമർദ്ദത്തിലുള്ള മിശ്രിതം തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ അമോണിയ ദ്രാവകമായി വേർതിരിയുന്നു. ശേഷിക്കുന്ന നൈട്രജൻ—ഹൈഡ്രജൻ മിശ്രിതം മർദിച്ചു് വീണ്ടും പ്രതിപ്രവർത്തകമിശ്രിതത്തിന്റെ കൂടെ കടത്തിവിടുന്നു.

ഹേബർപ്രക്രിയയുടെ പരിഷ്കരിച്ച രൂപമാണു് ക്ലോഡ്പ്രക്രിയ (Claude's process). ഈ പ്രക്രിയയിൽ വളരെ ഉയർന്ന മർദമാണുപയോഗിക്കുന്നതു് (2000 അന്തരീക്ഷം). ഇതിൽ 70 ശതമാനംവരെ പരിവർത്തനം സാധ്യമാകുന്നുണ്ട്. ആലുവായിലെ എഫ്. എ. സി. ടി. യിൽ ഹേബർപ്രക്രിയയാണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. ദിവസേന ഏകദേശം 295 ടൺ അമോണിയ ഇവിടെ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടു്.

II കല്ലുരിയുടെ സ്വേദനത്തിൽ നിന്നു് അമോണിയാനിർമാണം

കല്ലുരിയുടെ ഭഞ്ജകസ്വേദനത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന പല ഉല്പന്നങ്ങളിൽ ഒന്നു് ''അമോണിയാക്കൽ ലിക്കർ'' ആണു്. ഇതു് ചുണ്ണാമ്പു ചേർത്തു് സ്വേദനംചെയ്യുമ്പോൾ അമോണിയ ലഭിക്കുന്നു.

III കാൽസിയം സയനൈഡിൽ നിന്നു് അമോണിയാ നിർമാണം (നൈട്രജൻ യൗഗികീകരണം നോക്കുക)

അമോണിയയുടെ ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

അമോണിയ നിറമില്ലാത്ത വാതകമാണു്. ഇതിനു് പ്രത്യേകമായ തീക്ഷ്ണഗന്ധവും ക്ഷാരരുചിയുമുണ്ടു്. വായുവിനെക്കാൾ ഘനത്വം കുറവാണു്. ജലത്തിൽ വളരെയധികം ലേയത്വമുണ്ടു്. ലയിക്കുമ്പോൾ താപനില ഉയരുന്നു; തന്നെയല്ല വ്യാപ്തം (ലായനിയുടെ) കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു. അങ്ങിനെ അമോണിയ ലായനിയുടെ സാന്ദ്രത കൂടുന്തോറും ഘനത്വം കുറഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. സംധാരണമായി വിപണനംചെയ്യുന്ന സാന്ദ്രമായ അമോണിയാലായനി (ലിക്കർ അമോണിയ) യുടെ ആപേക്ഷികഘനത്വം 0.88 ആണു്. ഈ ലായനിയിൽ 34—35 ശതമാനം അമോണിയ ഉണ്ടാകും (ഭാരശതമാനം). ജലത്തിലുള്ള ഇതിന്റെ അസമേന്യമായ ലേയത്വം ഫൗണ്ടൻ പരീക്ഷണത്താൽ പ്രകടമാക്കാം (''ഹൈഡ്രജൻ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ'' നോക്കുക).

സാധാരണ താപനിലയിൽ മർദപ്രയോഗം കൊണ്ടു് ഇതിനെ ദ്രവീകരിക്കാം. തിളനിലവിന്ദു = —33·4°C. ജലത്തെപ്പോലെ ദ്രാവക—അമോണിയ ഒരു നല്ല ലായകമാണു്.

അമോണിയ ഒരു വിഷപദാർത്ഥമല്ല; എന്നാൽ തന്നെയല്ല ചെറിയ തോതിൽ ആണെങ്കിൽ മണപ്പിക്കുന്നതു് ഉന്മേഷപ്രദമായിരിക്കും. എന്നാൽ കൂടിയ അളവിൽ ഇതു് കണ്ണിനു തകരാറുണ്ടാക്കും. വളരെ കൂടിയ അളവിൽ മൂക്കിൽ നിന്നു് രക്തസ്രാവവും അബോധാവസ്ഥയും ഉണ്ടാകും.

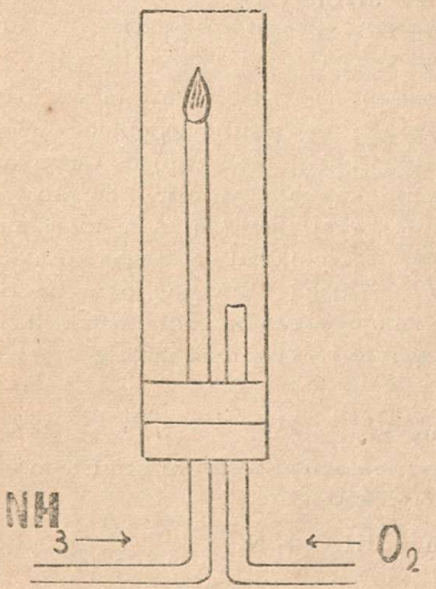
രാസഗുണധർമങ്ങൾ

(I) **ഓക്സിജനുമായുള്ള പ്രവർത്തനം**

a) അമോണിയ ജ്വലനസഹായിയല്ല; സാധാരണഗതിയിൽ വായുവിൽ ജ്വലിക്കുന്നുമില്ല. എന്നാൽ ശുദ്ധമായ ഓക്സിജനിൽ ഇളം മഞ്ഞനിറമുള്ള ജ്വാലയോടുകൂടി അമോണിയ കത്തുന്നു.

$$4NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 6H_2O + 2N_2$$

ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ (ചിത്രം 11—5) ഉപകരണങ്ങളും സജ്ജീകരിക്കുക. ഒരു കുഴലിൽ കൂടി അമോണിയാവാതകം കടത്തിവിടുക.



ചിത്രം 11—5

കത്തുന്ന ഒരു മെഴുകുതിരി കാണിച്ചാൽ അമോണിയ കത്തുന്നില്ലെന്നു കാണാം. രണ്ടാമത്തെ കുഴലിൽ കൂടി ഓക്സിജൻ കടത്തിവിടുക. ഇപ്പോൾ വീണ്ടും മെഴുകുതിരി കത്തിച്ച് അമോണിയാക്കുഴലിന്റെ അറ്റത്തു കാണിക്കുമ്പോൾ ഇളം മഞ്ഞ ജ്വാലയോടുകൂടി വാതകം കത്തുന്നതു കാണാം.

b) തപ്തമായ പ്ലാറ്റിനത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ (ഉൽപ്രേരകം) അമോണിയ ഓക്സിജനുമായി പ്രവർത്തിച്ച് നൈട്രിക് ഓക്സൈഡായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$4NH_3 + 5O_2 \longrightarrow 6H_2O + 4NO$$

ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം നൈട്രിക് ആസിഡ് നിർമാണത്തിനു വ്യാവസായികമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(2) **ലോഹങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം**

ക്രിയാശീലമുള്ള സോഡിയം, പൊട്ടാസിയം മുതലായ ലോഹങ്ങളും തപ്തമാക്കി അവയിൽ കൂടി അമോണിയ പ്രവഹിപ്പിക്കുമ്പോൾ ലോഹ അമൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു; ഹൈഡ്രജൻ വിസ്ഥാപിതമാകുന്നു.

$$2Na + 2NH_3 \longrightarrow 2NaNH_2 + H_2$$

ക്രിയാശീലത കുറവുള്ള ചില ലോഹങ്ങളുടെ പ്രതലത്തെ അമോണിയ കഠിനമാക്കുന്നു.

(3) ക്ലോറിനുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

a) അമോണിയ വേണ്ടതിലധികം ഉള്ളപ്പോൾ നൈട്രജനും അമോണിയം ക്ലോറൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2NH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow 6HCl + N_2$$
$$6NH_3 + 6HCl \longrightarrow 6NH_4Cl$$

$$8NH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow NH_4Cl + N_2$$

b) ക്ലോറിൻ വേണ്ടതിലധികമുണ്ടെങ്കിൽ നൈട്രജൻ ട്രൈക്ലോറൈഡും ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$NH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow NCl_3 + 3HCl$$

NCl_3 അസ്ഥിരമായ ഒരു യൗഗികമാണു്. ഈ പദാർഥം ഉഗ്രമായ സ്ഫോടനത്തോടുകൂടി വിയോജിക്കുന്നതിനാൽ അത്യധികം അപകടകരമായാണു്.

[അമോണിയയും അയൊഡിനും തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുമ്പോഴും സ്ഫോടനസ്വഭാവമുള്ള പദാർഥം ഉണ്ടാകുന്നു. അയൊഡിൻ ക്രിസ്റ്റലുകളെ സാന്ദ്ര അമോണിയാലായനിയുമായി ഒരു മോർട്ടറിൽവച്ചു് അരയ്ക്കുമ്പോൾ കറുത്ത ഒരു ഖരപദാർഥം ലഭിക്കുന്നു. ഈ പദാർഥം നനഞ്ഞിരിക്കുമ്പോൾ സ്ഫോടനം ഉണ്ടാകുന്നില്ല. മിശ്രിതം തറയിൽ ഒഴിച്ചു് അല്പം കഴിഞ്ഞു പദാർഥം ഉണങ്ങുമ്പോൾ, അതിൽ ചൂലുപയോഗിച്ചമർത്തിയാൽ നല്ല ശബ്ദത്തോടുകൂടി പൊട്ടുന്നതുകാണാം. തൽഫലമായി വയലറ്റ് നിറമുള്ള അയൊഡിൻബാഷ്പവും ഉണ്ടാകും. ചെറിയ തരികളും ചെറിയ പടക്കംപോലെ തീരെ അപകടരഹിതമാണെങ്കിലും മുഴുത്ത കട്ടകളും ഉഗ്രമായി പൊട്ടുന്നവയാണു്. ഈ പദാർഥത്തിൽ NI_3 അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടു്.]

(4) നിരോക്സീകരണസ്വഭാവം

തപ്തമായ കപ്രിക്ഓക്സൈഡിൽകൂടി അമോണിയ കടത്തിവിടുമ്പോൾ നിരോക്സീകരണം നടന്നു് കോപ്പർ വിസ്ഥാപിതമാകുന്നു.

$$3CuO + 2NH_3 \longrightarrow 3Cu + 3H_2O + N_2$$

(5) ക്ഷാരസ്വഭാവം

അമോണിയ ക്ഷാരസ്വഭാവമുള്ളതാണു്. അതുകൊണ്ടു് ആസിഡുകളെ ഉദാസീനീകരിച്ചു് ലവണം ഉണ്ടാകുന്നു. (എന്നാൽ സാധാരണ ക്ഷാരങ്ങളെപ്പോലെ ജലം ഉണ്ടാകുന്നില്ല).

$$2NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$$
$$NH_3 + HNO_3 \longrightarrow NH_4NO_3$$

ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് വാതകവുമായി സമ്പർക്കമുണ്ടാകുമ്പോൾ ധാരാളം വെളുത്ത 'പുക' ഉണ്ടാകും. അമോണിയം ക്ലോറൈഡിന്റെ സൂക്ഷ്മകണങ്ങളാണു് ഉണ്ടാകുന്നതിനാലാണിതു്.

$$NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$$

(6) ജലവുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

അമോണിയ ജലത്തിൽ അസാമാന്യമായി ലയിക്കുന്നു. ഈ ലായനി ദുർബലമായ ഒരു ആൽക്കലിയാണു് ഇതിൽ അമോണിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് (NH_4OH) ഉണ്ടെന്നു് കരുതാം എന്നാൽ അമോണിയയുടെ ഭൂരിഭാഗവും ലായനിയിൽ NH_3 ആയിത്തന്നെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു.

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4OH$$

ലായനി അധികസമയം തുറന്നുവെച്ചിരുന്നാൽ സാവധാനത്തിലും തിളപ്പിച്ചാൽ വേഗത്തിലും അതിലുള്ള അമോണിയ പൂർണമായി നിഷ്കാസിതമാകുന്നുണ്ടു്. അമോണിയലായനിക്കു് മറ്റു് ക്ഷാരങ്ങളുടെ സ്വഭാവം എല്ലാം ഉണ്ടു്.

അമോണിയയുടെ ടെസ്റ്റുകൾ

1. സവിശേഷമായ തീഷ്ണഗന്ധമുള്ള, നിറമില്ലാത്ത ഒരു വാതകമാണു്.

2. ജലത്തിൽ നനച്ച ഒരു ചുവന്ന ലിറ്റ്മസ് പേപ്പറിനെ ഈ വാതകം നീലയാക്കുന്നു.

3. ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡുമായി സമ്പർക്കമുണ്ടാകുമ്പോൾ (സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിൽ മുക്കിയ ഒരു ഗ്ലാസ്ദണ്ഡ് ഈ വാതകത്തിൽ കാണിച്ചാൽ മതി) ധാരാളം വെളുത്ത പുകച്ചുരുളുകൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെടും.

4. മെർക്കറസ് നൈട്രേറ്റ് ലായനിയിൽ മുക്കിയ ഒരു കഷണം ഫിൽറ്റർ പേപ്പർ ഈ വാതകത്തിൽ കറുക്കുന്നു.

ഉപയോഗങ്ങൾ

1. അമോണിയം സൾഫേറ്റ്, അമോണിയം ക്ലോറൈഡ്, അമോണിയം ഫോസ്ഫേറ്റ് മുതലായ അമോണിയം ലവണങ്ങളുടെ ഉല്പാദനത്തിൽ.

2. യൂറിയാ, സോഡാമൈഡ് ($NaNH_2$) മുതലായ യൗഗികങ്ങളുടെ നിർമാണത്തിൽ.

3. നൈട്രിക് ആസിഡ് നിർമാണത്തിൽ

4. അമോണിയാ-സോഡാ പ്രക്രിയയിൽ സോഡിയം കാർബണേറ്റ് നിർമാണത്തിനു്

5. പ്രശീതകമായിട്ടു്

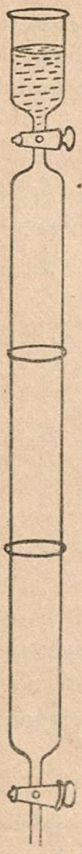
6. ചില വിസ്ഫോടകങ്ങളും നിർമിക്കാൻ

7. ലാബറട്ടറിയിൽ സാന്ദ്ര ലായനിയായും (അമോണിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ്) വാതകരൂപത്തിലും റീയേജൻറു് ആയിട്ടു്

8. ദ്രാവക അമോണിയ ചില പ്രക്രിയകളിൽ ലായകമായുപയോഗിക്കുന്നു.

അമോണിയയുടെ സംഘടനവും സൂത്രവും

ഒരറ്റത്തു് ടാപ്പും മറ്റേ അറ്റത്തു് ഒരു ഓപ്പൺ ഫണലും ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ഒരു ഗ്ലാസ് കുഴലാണ് അമോണിയയുടെ സംഘടനനിർണയിക്കുന്നതിനു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. (ഹോഫ്മൻ ഉപകരണം). (ചിത്രം 11—6 നോക്കുക).



ചിത്രം 11—6

ഗ്ലാസ് കഴലിന്റെ വ്യാപ്തം കൃത്യം മൂന്നായി വിഭജിക്കത്തക്കവണ്ണം കഴലിന്റെ പുറത്ത് രണ്ട് റബ്ബർവലയങ്ങളും ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ആദ്യംതന്നെ കഴലിനകത്തു് ശുദ്ധമായ ക്ലോറിൻ നിറയ്ക്കുക. ഫണലിൽ സാന്ദ്ര അമോണിയാ ലായനിയെടുത്തു് അതു് തുള്ളി തുള്ളിയായി കഴലിനകത്തേക്കു് വീഴ്ത്തുക. ഊർജ്ജസ്വലമായ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടന്നു് കഴലിൽ വെളുത്ത പുക നിറയും. താപനില അമിതമായി ഉയരുന്നെങ്കിൽ കഴലിന്റെ പുറത്തു് തണുത്ത വെള്ളം ഒഴിച്ചു് തണുപ്പിക്കണം. പ്രതിപ്രവർത്തനം പൂർണമായി, പുക മുഴുവൻ ലയിക്കുന്നതുവരെ അമോണിയാ ലായനി വീഴ്ത്തുക. പിന്നീടു് ഫണലിലുള്ള അമോണിയാലായനി കളഞ്ഞു് അതിൽ നേർത്ത സൾഫ്യൂറിക് ആസിഡ് നിറയ്ക്കുക. ആസിഡു് കഴലിലേക്കു് ഒഴിച്ചു് അതിൽ മിച്ചമുള്ള അമോണിയ ഇല്ലാതാക്കുക. അടുത്തതായി കഴൽ, ആഴമുള്ള ഒരു പാത്രത്തിൽ ജലം നിറച്ചു് അതിൽ നിർത്തിക്കൊണ്ടു് ടാപ്പ് തുറക്കുക. ജലം കഴലിലേക്കു് കയറും. ഉള്ളിലെയും പുറത്തെയും ജലതലങ്ങൾ സമമാക്കിക്കൊണ്ടു് കഴലിനുള്ളിലുള്ള വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം നോക്കുക. ഇതു് കഴലിന്റെ മൊത്തം വ്യാപ്തത്തിന്റെ (അതായതു് ക്ലോറിന്റെ വ്യാപ്തത്തിന്റെ) മൂന്നിലൊന്നാണെന്നു കാണാം. ഈ വാതകം നൈട്രജനാണെന്നു് പരിശോധിച്ചാൽ അറിയാവുന്നതാണു്.

ഈ പരീക്ഷണത്തിൽ ക്ലോറിൻ അമോണിയം ക്ലോറൈഡായിത്തീരുന്നു. അമോണിയയിൽനിന്നുള്ള ഹൈഡ്രജനുമായി പ്രവർത്തിച്ചു് HCl ഉണ്ടാകുകയും പിന്നീടു് ഈ HCl അമോണിയയുമായി പ്രവർത്തിക്കുകയുമാണു് ചെയ്യുന്നതു്. ക്ലോറിൻ അമോണിയയെ വിയോജിപ്പിക്കുമ്പോൾ നൈട്രജൻ മുക്തമാക്കപ്പെടുന്നുണ്ടു്. ഈ നൈട്രജനാണു് അവശേഷിക്കുന്നതു്. ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡിൽ ക്ലോറിൻ അതിനു തുല്യമായ വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജനുമായിട്ടാണല്ലോ സംയോജിക്കുന്നതു്. അപ്പോൾ കഴലിന്റെ വ്യാപ്തത്തോളം (ഇതു് ക്ലോറിന്റെ വ്യാപ്തമാണല്ലോ) ഹൈഡ്രജൻ അമോണിയയിൽനിന്നു് നീക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ മൂന്നിലൊന്നു വ്യാപ്തം നൈട്രജൻ അവശേഷിക്കുന്നു. അതായതു് അമോണിയയിൽ നൈട്രജനും ഹൈഡ്രജനും തമ്മിൽ 1:3 എന്ന വ്യാപ്താനുപാതത്തിലാണു് സംയോജിച്ചിട്ടുള്ളതു്.

പരികലനം

ഒരു വ്യാപ്തം നൈട്രജനും 3 വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജനും സംയോജിച്ചാണു് അമോണിയ ഉണ്ടാകുന്നതെന്നു് പരീക്ഷണത്തിൽ നിന്നു് അനുമാനിക്കാം. ഒരു വ്യാപ്തം നൈട്രജനിൽ n തന്മാത്രകം ഉണ്ടെന്നിരിക്കട്ടെ. അവൊഗാഡ്രോനിയമപ്രകാരം. 1 വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജനിലും n തന്മാത്രകം ഉണ്ടായിരിക്കണം.

∴ n നൈട്രജൻ തന്മാത്രകളും 3n ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്രകളുമായി സംയോജിച്ച് അമോണിയ ഉണ്ടാകുന്നു. അതായത് 1 നൈട്രജൻ തന്മാത്രയും 3 ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്രകളും സംയോജിച്ച് അമോണിയ ഉണ്ടാകുന്നു. നൈട്രജൻ, ഹൈഡ്രജൻ എന്നിവ സാധാരണ മൂലകപദാർത്ഥങ്ങളായതിനാൽ അവയുടെ അണുകത രണ്ടായിരിക്കും. അപ്പോൾ 2 നൈട്രജൻ അണുക്കളും $3 \times 2 = 6$ ഹൈഡ്രജൻ അണുക്കളുമായി സംയോജിക്കുന്നു.

∴ 1 നൈട്രജൻ അണുവിനു 3 ഹൈഡ്രജൻ അണുക്കളും എന്ന തോതിൽ സംയോജിച്ചാണ് അമോണിയ ഉണ്ടാകുന്നത്. അതായത് അമോണിയയുടെ എംപരിക സൂത്രം NH_3 എന്നാണ്.

അമോണിയയുടെ ബാഷ്പഘനത്വം 8.5 ആണെന്നു നിർണയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. അതിനാൽ തന്മാത്രാഭാരം $= 2 \times 8.5 = 17$.

'NH_3'യുടെ സൂത്രഭാരവും 17 തന്നെ. അതായത്, അമോണിയയുടെ തന്മാത്രാസൂത്രം $= NH_3$

അമോണിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ്

അമോണിയാലായനിക്കാണ് അമോണിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനി എന്നു പറയുന്നത്. അമോണിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനിരൂപത്തിൽ മാത്രം അറിയപ്പെടുന്ന ഒരു ക്ഷാരമാണ്. ലായനിയിൽ അമോണിയയുമായി സന്തുലനാവസ്ഥയുള്ളതിനാൽ ലായനിക്ക് അമോണിയയുടെ ഗന്ധമുണ്ട്. തുറന്നുവെച്ചിരുന്നാൽ ക്രമേണ അമോണിയ നഷ്ടപ്പെടും. ചൂടാക്കുമ്പോൾ വേഗത്തിൽ തന്നെ അമോണിയ പുറത്തുപോകും.

ഈ ലായനിയ്ക്ക് ക്ഷാരങ്ങളുടെ സ്വഭാവമുണ്ട്. ചുവന്ന ലിറ്റ്മസ് പേപ്പർ ഇതിൽ നീലയാകും. സ്പർശിച്ചാൽ വഴവഴപ്പുണ്ട്. ക്ഷാരരുചിയുമുണ്ട്. ആസിഡുകളെ ഉദാസീനീകരിക്കുന്ന ലവണലായനികളിൽ നിന്ന് അതാതു ലോഹഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളെ പലപ്പോഴും അവക്ഷേപിക്കുന്നു. ലവണങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങൾ ആസ്പദമാക്കി തരംതിരിച്ചുപറയുന്നതുപോലെ ലോഹഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളെ വർഗീകരിക്കാവുന്നതാണ്.

(a) സോഡിയം, പൊട്ടാസിയം, കാൽസിയം മുതലായ ലോഹലവണങ്ങളുമായി അമോണിയ ലായനിക്ക് പ്രകടമായ പ്രവർത്തനമില്ല. ഈ ലോഹങ്ങളുടെ ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളും ഉണ്ടാകുന്നെങ്കിൽ തന്നെ അവ ലേയങ്ങളായതിനാൽ അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകാനുള്ള സാധ്യതയില്ല.

(ഈ ലോഹഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളും അമോണിയം ലവണങ്ങളിൽ നിന്ന് അമോണിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡിനെ മോചിപ്പിക്കുന്നവയാണ്.)

(b) ചില ലോഹങ്ങളുടെ ലവണലായനിയിൽ അമോണിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ചേർക്കുമ്പോൾ ലോഹഹൈഡ്രോക്സൈഡ് അവക്ഷേപമായി ലഭിക്കുന്നു. ഈ അവക്ഷേപങ്ങൾക്ക് പലപ്പോഴും സവിശേഷമായ നിറം ഉണ്ടായിരിക്കും. ഇരുമ്പ്, അലുമിനിയം, ക്രോമിയം, ബിസ്മത്, മാംഗനീസ് എന്നീ ലോഹങ്ങളുടെ ലവണങ്ങളും ഇത്തരത്തിലുള്ളവയാണ്.

$$Pb(NO_3)_2 + 2NH_4OH \longrightarrow Pb(OH)_2 + 2NH_4NO_3$$
(വെളുത്ത അവക്ഷേപം)

$$FeSO_4 + 2NH_4OH \longrightarrow Fe(OH)_2 + (NH_4)_2SO_4$$
(പച്ചനിറം കലർന്ന ചളിപോലുള്ള അവക്ഷേപം)

$$FeCl_3 + 3NH_4OH \longrightarrow Fe(OH)_3 + 3NH_4Cl$$
(ബ്രൗൺ അവക്ഷേപം)

$$CrCl_3 + 3NH_4OH \longrightarrow Cr(OH)_3 + 3NH_4Cl$$
(ഇളംപച്ച അവക്ഷേപം)

$$MnSO_4 + 2NH_4OH \longrightarrow Mn(OH)_2 + (NH_4)_2SO_4$$
(മാംസനിറമുള്ള അവക്ഷേപം)

(c) ചില ലോഹ ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകൾ കൂടുതൽ അമോണിയയിൽ ലയിക്കുന്നു; തന്മൂലം ഈ ലോഹ ലവണലായനികളിൽ അമോണിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ചേർക്കുമ്പോൾ ലോഹ ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് അവക്ഷേപിക്കപ്പെട്ടുമെങ്കിലും കൂടുതൽ അമോണിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ചേർത്താൽ അവക്ഷേപം അലിയുന്നു. ലോഹ അയോണുകൾ അമോണിയയുമായി സംയോജിച്ച് ചില കോംപ്ലക്സ് അയോണുകൾ ഉണ്ടാകുന്നതിനാലാണിതു്. ചെമ്പ്, നിക്കൽ, സിങ്ക്, വെള്ളി എന്നീലോഹങ്ങളുടെ ലവണങ്ങൾ ഇത്തരത്തിലുള്ളവയാണു്. സിൽവർ ലവണങ്ങളിൽ നിന്നു് കിട്ടുന്ന അവക്ഷേപം സിൽവർ ഓക്സൈഡാണു്. ഇതു് പിന്നീടു് അമോണിയയിൽ ലയിക്കുന്നു.

$$CuSO_4 + 2NH_4OH \longrightarrow Cu(OH)_2 + (NH_4)_2SO_4$$
ഇളം നീല അവക്ഷേപം

$$Cu(OH)_2 + 4NH_3 \longrightarrow Cu(NH_3)_4(OH)_2$$
(കപ്രമോണിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് കടും നീലനിറമുള്ള ലായനി.)

ഇത്തരം പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഗുണാത്മകവിശ്ലേഷണത്തിൽ ലോഹ അയോണുകളെ തിരിച്ചറിയുന്നതിനു് അത്യധികം പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. അതുപോലെ മിശ്രിതങ്ങളിൽ നിന്നു് ഓരോ ലോഹങ്ങളെ അവക്ഷേപണംചെയ്തു് വേർതിരിക്കുന്നതിനും ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

അമോണിയം ലവണങ്ങൾ

സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡിനെ പോലെ അമോണിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡും ഒരു ക്ഷാരമാണു്—ദുർബലമാണെന്നു മാത്രം.

പല അമോണിയം ലവണങ്ങളും ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിഘടിക്കുന്നുണ്ടു്.

$$(NH_4)_2CO_3 \longrightarrow 2NH_3 + CO_2 + H_2O$$

$$NH_4Cl \rightleftharpoons NH_3 + HCl$$

പ്രബലആസിഡുകളുമായുണ്ടാകുന്ന അമോണിയംലവണങ്ങൾ ലായനിയിൽ ജലാപഘടനം കൊണ്ടു് ആൽക്കലിസ്വഭാവം പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നു.

മിക്ക അമോണിയംലവണങ്ങളും ഉൽപതിക്കുന്നു.

$(NH_4)_2 SO_4$, NH_4Cl, $(NH_4)_3 PO_4$, $(NH_4)NO_3$, $(NH_4)_2CO_3$, $Na(NH_4) HPO_4$ എന്നിവയാണ് പ്രധാന അമോണിയം ലവണങ്ങൾ. അമോണിയാവാതകം അതാതു് ആസിഡുകളിൽ അവശോഷണംചെയ്തു് ഈ ലവണങ്ങൾ നിർമിക്കപ്പെടുന്നു. അമോണിയം സൽഫേറ്റ് അതിപ്രധാനമായ ഒരു രാസവളമാണു്, അമോണിയം നൈട്രേറ്റ് ഒരു സ്ഫോടകപദാർഥമാണു്.

അമോണിയം കാർബണേറ്റ് ''സ്മെല്ലിങ്ങ് സാൾട്ട്'' ആയും ചില ഔഷധങ്ങളിലും ഉപയോഗിക്കുന്നു. സോഡിയം അമോണിയം, ഫൈഡ്രജൻ ഫോസ്ഫേറ്റ് (മൈക്രോകോസ്മികലവണം) ജന്തുകോശങ്ങളിൽ കണ്ടുവരുന്നുണ്ടു്.

അമോണിയം ക്ലോറൈഡ് ലോഹപ്രതലങ്ങൾ ശുചിയാക്കാനുള്ള 'ഫ്ളക്സ്' ആയും (ഈയം പൂശുമ്പോൾ ഈ പദാർഥം—നവസാരം—ഉപയോഗിക്കുന്നു) രാസവളമായും ഡ്രൈബാറ്ററിയിലും മറ്റും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

അമോണിയം ലവണങ്ങൾക്കുള്ള ടെസ്റ്റുകൾ

1. സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനി ചേർത്തു് ചൂടാക്കുമ്പോൾ അമോണിയയുടെ പ്രത്യേകമായ ഗന്ധം ഉണ്ടാകുന്നു.

2. നെസ്ലർ റിയേജൻറിൽ (അന്യത്ര) ഒന്നു രണ്ടു തുള്ളി അമോണിയം ലവണലായനി ചേർക്കുമ്പോൾ തവിട്ടുനിറമുള്ള അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.

(അമോണിയം ലവണങ്ങൾ എല്ലാം ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നവയാണു്).

അമോണിയം അയോൺ

Na^+, K^+ മുതലായ ആൽക്കലിലോഹ അയോണുകളോടു് വളരെ സാദൃശ്യമുള്ള ഒരു അയോണാണു് അമോണിയം അയോൺ, NH_4^+. അമോണിയം ലവണങ്ങളിലെ കാറ്റയോൺ ആണിതു്. ഒരു അമോണിയ തന്മാത്ര ഒരു H^+ അയോണുമായി (ആസിഡുകളിൽ നിന്നു്) ഉപസഹസംയോജകമായി സംയോജിക്കുമ്പോഴാണു് NH_4^+ അയോൺ സംജാതമാകുന്നതു്.

ദ്രാവക അമോണിയ

അമോണിയ അനായാസേന ദ്രവീകരിക്കാവുന്ന ഒരു വാതകമാണു്. സ്റ്റീൽ പാത്രങ്ങളിൽ ദ്രവകരൂപത്തിൽ ഭദ്രമായി അടച്ചാണു് അമോണിയ വിപണനം നടത്തുന്നതു്. ദ്രവകത്തിനു് ആപേക്ഷികഘനത്വം 0.683-ഉം സാധാരണ മർദത്തിൽ തിളനില -33.4° C ഉം ആണു്.

ഒരു ലായകമെന്ന നിലയിൽ ഇതിനു് ജലവുമായി വളരെ സാമ്യമുണ്ടു്. അകാർബണികയൗഗികങ്ങൾക്കു് ഇതു് ജലംപോലെ ഒന്നാംതരം ലായകമാണു്. ജലത്തിൽ ലയിക്കാത്തവയും ജലവുമായി പ്രതിപ്രവർത്തനം ഉണ്ടാകുന്നവയുമായ പല പദാർഥങ്ങളും കുഴപ്പമൊന്നുമില്ലാതെ ദ്രവക അമോണിയയിൽ ലയിയ്ക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി സോഡിയം, പൊട്ടാസിയം എന്നീ ലോഹങ്ങൾ ദ്രവക അമോണിയയിൽ ലയിയ്ക്കുന്നു; ഈ ലായനികൾക്കു് നീല നിറമുണ്ടു്. (രാസക്രിയാശേഷി കുറഞ്ഞ ലോഹങ്ങൾക്കു് അമോണിയയിൽ ലേയത്വം പ്രായേണ കുറവാ

ണ്ട്). ഇങ്ങനെയുണ്ടാകുന്ന ലായനികളിൽ ലോഹം അത്യധികം ക്രിയാശീലമായ അവസ്ഥയിലാണ് കാണുന്നത്. തന്മൂലം മറ്റു തരത്തിൽ സംഭവിക്കാത്ത പല പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളും ദ്രാവക അമോണിയാ-മാധ്യമത്തിൽ സുകരമായി നടക്കുന്നു.

ദ്രാവകരൂപത്തിൽ സൂക്ഷിക്കാനുള്ള വിഷമം ഒഴിച്ചാൽ ദ്രാവക അമോണിയ ജലംപോലെതന്നെ പ്രാധാന്യമുള്ള ഒരു ലായകമാണ്.

നെസ്ലർ റിയേജൻറ്

അമോണിയം അയോണിന്റെ (ലവണങ്ങളുടെ) സാന്നിധ്യം സൂചിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള ഈ റിയേജൻറ് ലായനി പത്തുലക്ഷത്തിലൊരംശം മാത്രം അമോണിയം ഉണ്ടെങ്കിൽപോലും, അതിന്റെ സാന്നിധ്യം ദൃഷ്ടമാക്കുന്നു. ഈ റിയേജൻറ് ആവശ്യമുള്ളപ്പോഴെല്ലാം ഉണ്ടാക്കുന്നതാണ് നല്ലത്. നിർമിച്ചു വെച്ചിരുന്നാൽ കേട് വരാവുന്നതാണ്.

നിർമാണം: ഒരു ടെസ്റ്റ് ട്യൂബിൽ ഏകദേശം 1 മില്ലി ഡിസ്റ്റിൽഡ് മെർക്കറിക് ക്ലോറൈഡ് ലായനി എടുത്ത് അതിലേയ്ക്ക് പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡ് ലായനി തുള്ളി തുള്ളിയായി ഒഴിച്ച് കുലുക്കുക. കട്ടം ചുവപ്പു നിറമുള്ള അവക്ഷേപം (HgI_2, മെർക്കറിക് അയൊഡൈഡ്) ആദ്യം ഉണ്ടാകും. ക്രമേണ പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡ് ചേർക്കുമ്പോൾ ഈ അവക്ഷേപം അതിൽ ലയിച്ച് ഒടുവിൽ നിറമില്ലാത്ത തെളിഞ്ഞ ഒരു ലായനി കിട്ടും. ഇതുവരെ KI ലായനി ചേർക്കണം. ഈ ലായനിയിൽ 1 മില്ലി പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് (അഥവാ സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ്) ലായനികൂടി ചേർത്ത് കുലുക്കുക. ഇപ്രകാരം ലഭിക്കുന്ന ലായനിയാണ് നെസ്ലർ റിയേജൻറ്. ഇതിൽ HgI_2 , KI എന്നിവ തമ്മിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഒരു സങ്കീർണലവണം ആണുള്ളത്.

$$2KI + HgCl_2 \longrightarrow HgI_2 \downarrow + 2KCl$$
$$2KI + HgI_2 \longrightarrow K_2HgI_4$$

(പൊട്ടാസിയം മെർക്കറി അയൊഡൈഡ്)

റിയേജൻറിന്റെ ഒന്നോ രണ്ടോ മില്ലി ഒരു ടെസ്റ്റ് ട്യൂബിൽ എടുത്ത് അതിലേയ്ക്ക് അമോണിയം ലവണലായനി ചേർത്താണ് ടെസ്റ്റ് നടത്തേണ്ടത്. (തവിട്ടുനിറത്തിലുള്ള അവക്ഷേപം, അമോണിയം ലവണലായനിയിലേയ്ക്ക് അല്പം റിയേജൻറ് ചേർത്താൽ കിട്ടിയില്ലെന്നു വരാം.)

ഹൈഡ്രസീൻ N_2H_4

അമോണിയപോലെതന്നെ ബേസികസ്വഭാവമുള്ള ഒരു ഹൈഡ്രൈഡാണ് ഹൈഡ്രസീൻ. നിറമില്ലാത്ത ക്രിസ്റ്റലീയപദാർഥമാണ്; ഇതിനു വിഷവീര്യമുണ്ട്. സാധാരണ താപനിലയിൽ ഇത് ദ്രാവകമാണ്. ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിയോജിച്ച് നൈട്രജനും അമോണിയയും കിട്ടുന്നു.

$$3N_2H_4 \longrightarrow 4NH_3 + N_2$$

അമോണിയപോലെ ഹൈഡ്രസീൻ ഒരു ദുർബലബേസ് ആണ്. ആസിഡുകളുമായി സംയോജിച്ച് ലവണങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$N_2H_4 + HCl \longrightarrow N_2H_4HCl$$

(ഹൈഡ്രസീൻ ഹൈഡ്രോക്ലോറൈഡ്)

H_2O_2, $KMnO_4$ മുതലായ ഓക്സീകാരകങ്ങളുമായി ഇതു സ്ഫോടനശക്തിയോടെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഉല്പന്നം നൈട്രജനാണ്.

$$2H_2O_2 + N_2H_4 \longrightarrow 4H_2O + N_2$$

ഇത്തരം പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ ചില റോക്കറ്റുകളിൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

ഹൈഡ്രസോയിക് ആസിഡ് N_3H

ഈ ഹൈഡ്രൈഡ് ഒരു ആസിഡാണ്. ഈ യൗഗികത്തിൽ ഒരു ഹൈഡ്രജനാണ് മറ്റൊരു മൂലകത്തിന്റെ ഒന്നിലധികം അണുക്കളുമായി സംയോജിച്ചിരിക്കുന്നു എന്നു ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടതാണ്. ഇത്തരം യൗഗികങ്ങൾ ദുർലഭമാണ്.

നിർജലമായ ഹൈഡ്രസോയിക് ആസിഡ് നിറമില്ലാത്തതും ഗതിശീലമുള്ളതുമായ ഒരു ദ്രാവകമാണ്. തിളനില 37°C. ഉഗ്രമായ ഒരു സ്ഫോടകവും വീര്യമുള്ള ഒരു വിഷവുമാണിത്. ജലവുമായി ഏതനുപാതത്തിലും മിശ്രണീയമാണ്. ലായനി ദുർബലമായ ഒരു ആസിഡാണ്. ഇതിന്റെ ലവണങ്ങളാണ് അസൈഡുകൾ. ഇവയിൽ പലതും സ്ഫോടകങ്ങളാണ്.

നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകളും ഓക്സിആസിഡുകളും

നൈട്രജന്റെ പ്രധാനപ്പെട്ട ഓക്സൈഡുകളുടെയും അവയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ആസിഡുകളുടെയും പട്ടികയാണ് താഴെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്.

ഓക്സൈഡ്	സൂത്രം	ആസിഡ്	സൂത്രം
നൈട്രസ് ഓക്സൈഡ് (ചിരിപ്പിക്കുന്ന വാതകം, laughing gas)	N_2O	—	—
നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ്	NO	—	—
നൈട്രജൻ ട്രൈഓക്സൈഡ്	N_2O_3	നൈട്രസ് ആസിഡ്	HNO_2
നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് (നൈട്രജൻ പെറോക്സൈഡ്) അഥവാ ഡൈനൈട്രജൻ ടെട്രോക്സൈഡ്.	NO_2 (N_2O_4)	—	—
നൈട്രജൻ പെന്റോക്സൈഡ്	N_2O_5	നൈട്രിക് ആസിഡ്	HNO_3
——	—	ഹൈപോ നൈട്രസ് ആസിഡ്	$H_2N_2O_2$
——	—	ഹൈപോ നൈട്രിക് ആസിഡ്	$H_2N_2O_3$

ഈ യൗഗികങ്ങളിൽ സർവപ്രധാനമായതു് നൈടിക് ആസിഡാണു്. മറ്റുള്ളവയെല്ലാം ഇതിൽ നിന്നു് നിർമിക്കാവുന്നതുമാണു്.

നൈടിക് ആസിഡ്–HNO_3

ആൽകെമിസ്റ്റുകൾക്കു് (രസവാദികൾ) പരിചിതമായിരുന്ന ഒരു യൗഗികമാണിതു്. പല ലോഹങ്ങളെയും അലിയിക്കാനുള്ള ഇതിന്റെ കഴിവു് മനസ്സിലാക്കിയ അവർ, ''പ്രബലദ്രവം'' എന്നർഥം വരുന്ന അക്വാഫോർടിസ് (aqua fortis) എന്ന പേരാണിതിനു നൽകിയിരുന്നതു്. നൈറ്റും ഗ്രീൻവിട്രിയോളും ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) ചേർത്തു് വാറ്റിയാണു് അക്വാഫോർടിസ് നിർമിച്ചിരുന്നതു് ഗ്ലൗബർ (1658) നൈടിക് ആസിഡ് നിർമിച്ചതു് നൈറ്റും സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡും ചേർത്തു് സേദനം ചെയ്താണു്. ലവ്വാസിയേ, കവെൻഡിഷ് എന്നിവരുടെ പഠനഫലമായി നൈടിക് ആസിഡു് ഹൈഡ്രജൻ, ഓക്സിജൻ, നൈടജൻ എന്നീ മൂലകങ്ങളും ചേർന്നുള്ള യൗഗികമാണെന്നു് സമർഥിക്കപ്പെട്ടു. ഗേലൂസ്സാക്കാണു് ഇതിന്റെ രാസസംഘടനം കൃത്യമായി നിർണയിച്ചതു്.

പ്രതിപ്രവർത്തനശേഷി വളരെ കൂടുതലുള്ളതിനാൽ സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ ഈ ആസിഡു് കാണപ്പെടുന്നില്ല. എന്നാൽ അന്തരീക്ഷവായുവിൽ ചിലപ്പോൾ അല്പം കാണാവുന്നതാണു്. മിന്നലുണ്ടാകുമ്പോൾ വായുവിലെ നൈടജനും ഓക്സിജനും സംയോജിച്ചു് ജലത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനവിധേയമാകുമ്പോൾ നൈടിക് ആസിഡു് ഉണ്ടാകുന്നു. സോഡിയം നൈടേറ്റും പൊട്ടാസിയം നൈടേറ്റും ഖനിജനിക്ഷേപങ്ങളായി കാണപ്പെടുന്നു. മണ്ണിൽ നൈടേറ്റുകളും ഉണ്ടു്.

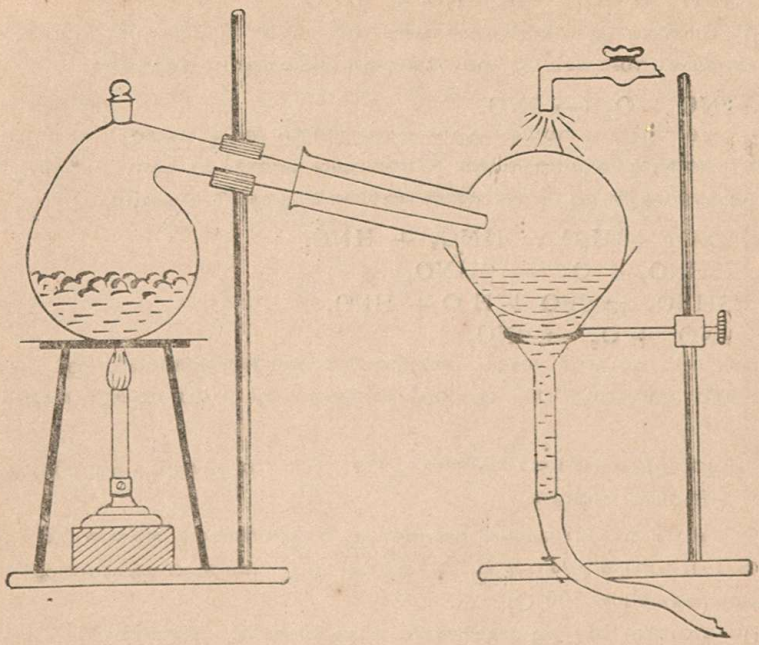
ലാബറട്ടറിനിർമാണം

നൈറ്റർ (പൊട്ടാസിയം നൈടേറ്റു്) സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡു് ചേർത്തു് വാറ്റിയാണു് ലാബറട്ടറിയിൽ നൈടിക് ആസിഡു് നിർമിക്കുന്നതു്.

$$KNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow KHSO_4 + HNO_3$$

താപനില ഏതാണ്ടു് 130°C –ൽ കൂടുതലാകരുതു്. ഉയർന്ന താപനിലയിൽ നൈടിക് ആസിഡു് വിയോജിക്കും.

സമഭാരം പൊട്ടാസിയം നൈടേറ്റും സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡും നനവില്ലാത്ത ഒരു റിട്ടോർട്ടിൽ എടുത്തു് ഇളക്കി ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ (ചിത്രം 11_7) സജ്ജീകരിക്കുക. റിട്ടോർട്ടിന്റെ വാൽ ഒരു അടിയുരുണ്ട ഫ്ളാസ്കിനുള്ളിൽ ചെന്നെത്താൻ പാകിയ വിധത്തിൽ ആയിരിക്കണം. ഗ്രാഹിയായുപയോഗിക്കുന്ന ഈ ഫ്ളാസ്കു് പുറമെ ശീതജലം ഒഴിച്ചു് തണുപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കണം. റിട്ടോർട്ടു് നിയന്ത്രിതമായി ചൂടാക്കുമ്പോൾ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടന്നു് ബാഷ്പരൂപത്തിൽ നൈടിക് ആസിഡു് ഉദ്ഗമിക്കുകയും (തിളനില 78.2°C) ബാഷ്പം തണുത്തു് ദ്രാവക നൈടിക് ആസിഡു് ഗ്രാഹിയിൽ സംഭരിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.



ചിത്രം 11_7

ഈ ആസിഡിൽ അല്പം ജലവും നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡും ഉണ്ടായിരിക്കും. നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ സാന്നിധ്യം കൊണ്ട് ആസിഡ് അല്പം മഞ്ഞനിറം ഉണ്ടായിരിക്കും. സാന്ദ്ര സൾഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്ത് പുനഃസേദനം ചെയ്താൽ ജലാംശം മാറിക്കിട്ടും. ഈ നിർജല ആസിഡിൽ കൂടി നനവില്ലാത്ത കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് അല്പസമയം കുമിളിപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നാൽ അതിൽ ലയിച്ചിട്ടുള്ള നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് മുക്തമാക്കപ്പെടുകയും ശുദ്ധമായതും നിറമില്ലാത്തതുമായ നൈട്രിക് ആസിഡ് അവശേഷിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

വ്യാവസായികമായി നൈട്രിക് ആസിഡ് നിർമാണം

I. ഓസ്വാൾഡ് പ്രക്രിയ (അമോണിയ–ഓക്സീകരണപ്രക്രിയ)

ഈ പ്രക്രിയയിൽ മൂന്നു ഘട്ടങ്ങളിലായി നൈട്രിക് ആസിഡ് സംശ്ലേഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

(a) അമോണിയാ വാതകം വായുവുമായി (അഥവാ ഓക്സിജനുമായി) കലർത്തി ഒരു പ്ലാറ്റിനം ഉൽപ്രേരകത്തിൽ കൂടി കടത്തി നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാക്കുന്നു. സാമാന്യം ഉയർന്ന താപനിലയിലാണ് പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുന്നത്.

$$4NH_3 + 5O_2 \longrightarrow 4NO + 6H_2O$$

(b) വാതകമിശ്രിതം തണുക്കുമ്പോഴും നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് അധികമുള്ള ഓക്സിജനുമായി സംയോജിച്ച് നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

(c) നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് വായുവിന്റെ (ഓക്സിജന്റെ) സാന്നിധ്യത്തിൽ ജലത്തിൽ അവശോഷണം ചെയ്യുമ്പോഴും നൈട്രിക് ആസിഡ് കിട്ടുന്നു. താഴെപ്പറയുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ ആവർത്തികമായി നടക്കുന്നു

$$2NO_2 + H_2O \rightleftarrows HNO_2 + HNO_3$$
$$(2HNO_2 + O_2 \longrightarrow 2HNO_3)$$
$$3HNO_2 \rightleftarrows 2NO + H_2O + HNO_3$$
$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

ഇവയിൽ മുഖ്യമായ ഘട്ടം അമോണിയ-ഓക്സീകരണമാണ്. ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുന്നതിനു ഏറ്റവും അനുഗ്രഹണമായ വ്യവസ്ഥകൾ താഴെപ്പറയുന്നു

(i) പ്രതിപ്രവർത്തകവാതകങ്ങൾ നീരാവി, ധൂളികൾ എന്നിവയിൽ നിന്നു മുക്തമായിരിക്കണം.

(ii) അധികതാപനിലയിൽ നടക്കുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തനം ആയതിനാൽ ഉൽപ്രേരക ചേംബറിൽ പ്രവേശിപ്പിക്കുന്നതിനു മുമ്പ് വാതകമിശ്രിതം തപ്തമായിരിക്കണം (ഏകദേശം 500°C)

(iii) ചേംബറിൽ പ്രവേശിക്കുന്ന മിശ്രിതത്തിൽ വളരെയധികം വായു ഉണ്ടായിരിക്കണം. സാധാരണയായി 9—12% അമോണിയ കലർന്ന വായുവാണ് പ്രതിപ്രവർത്തകമിശ്രിതമായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നത്.

(iv) ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ താപനില 820—940°C—ൽ ആയിരിക്കത്തക്കവണ്ണം വാതകപ്രവാഹവേഗം നിയന്ത്രിതമായിരിക്കണം.

(v) രാസപ്രവർത്തനം നടന്നശേഷം ബഹിർഗമിക്കുന്ന വാതകമിശ്രിതം അതിവേഗം തണുപ്പിക്കണം. അല്ലെങ്കിൽ ഉല്പന്നമായ നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് വിയോജിക്കാനിടയുണ്ട്.

സംയന്ത്രസംവിധാനം

സംയന്ത്രത്തിലെ മുഖ്യഭാഗങ്ങൾ മൂന്നാണ്.

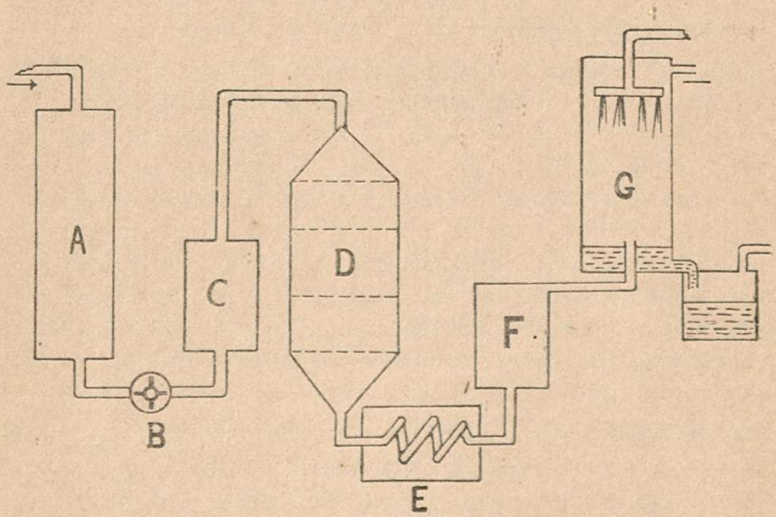
(i) ഉൽപ്രേരകചേംബർ സ്റ്റീൽകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ സിലിണ്ടർ ആകൃതിയുള്ള ഈ ചേംബറിൽ പ്ലാറ്റിനം കമ്പിവല അടുപ്പിച്ചുള്ള മൂന്നാലു തട്ടുകളായി പിടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.

(ii) ഓക്സീകരണചേംബർ: സ്റ്റീൽ ചേംബറാണിത്. ഇതിൽവെച്ച് നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് ഓക്സിജനുമായി സംയോജിക്കുന്നു.

(iii) അവശോഷണചേംബർ: കപ്പർഡ് സ് കഷണങ്ങൾ നിറച്ച ഒരു സ്റ്റെയ്ൻലസ് സ്റ്റീൽ ടവറാണിത്. മുകളിൽ നിന്നു താഴോട്ട് ജലപ്രവാഹമുണ്ട്.

വാതകമിശ്രിതം ചുവട്ടിൽ നിന്നും മേല്പോട്ടു പ്രവഹിപ്പിക്കുന്നു. ഇതിൽ ആണ് നൈട്രിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നത്.

സംയന്ത്രത്തിന്റെ വിവരണം ചിത്രം 11_8_ൽ നിന്നും വ്യക്തമാകും.



ചിത്രം 11_8

A. ഫിൽറ്റർ
B. സമ്മർദയന്ത്രം
C. താപവിനിമയകാരി
D. ഉൽപ്രേരകചേംബർ
E. ബോയ്ലർ
F. ഓക്സീകരണചേംബർ
G. അവശോഷണചേംബർ

വായുവിൽ 9 മുതൽ 12%വരെ അമോണിയ കലത്തി കിട്ടുന്ന മിശ്രിതം ഒരു ഫിൽറ്ററിൽ കൂടി (A) കടത്തി ശുദ്ധമാക്കിയശേഷം അല്പം മർദിക്കപ്പെടുന്നു. (B). വാതകമിശ്രിതം അടുത്തതായി തപ്തമാക്കി (C) ഉൽപ്രേരകചേംബറിലേക്കു (D) കടത്തിവിടുന്നു. ഇവിടെ നിന്നും ബഹിർഗമിക്കുന്ന ചൂടുള്ള വാതകം ജലത്തിൽ തഴ്ത്തിയിട്ടിരിക്കുന്ന കുഴലുകളിൽകൂടി പ്രവഹിപ്പിച്ചു (E) 50°Cവരെ തണുപ്പിക്കുന്നു. ഇതോടുകൂടി NO ഓക്സിജനുമായി സംയോജിച്ച് NO_2 ഉണ്ടാകുന്നു (F). ഈ വാതകമിശ്രിതം അവശോഷണചേംബറിൽ (G) ചുവട്ടിൽ നിന്നും മേല്പോട്ടു കടത്തിവിടുമ്പോൾ കീഴോട്ടുള്ള ജലപ്രവാഹവുമായി സന്ധിക്കുകയും 50% സാന്ദ്രതയുള്ള നൈട്രിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ആസിഡ് ബാഷ്പീകരിച്ചു സാന്ദ്രസൾഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്തു സ്വേദനം ചെയ്തും സാന്ദ്രീകരിക്കാം. നൈട്രേറ്റുകളുടെയും മറ്റും നിർമാണത്തിനുപയോഗിക്കുമ്പോൾ 50% ആസിഡ് നേരിട്ടു ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്.

ഊട്ടിക്കടുത്തുള്ള അരുവങ്കാട് എന്ന സ്ഥലത്തു് ഈ രീതിയിൽ ധാരാളം നൈട്രിക് ആസിഡ് ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. ''കോർഡൈറ്റ്'' എന്ന സ്ഫോടക പദാർഥത്തിന്റെ നിർമാണത്തിനാണു് അവിടെ നൈട്രിക് ആസിഡ് നിർമിക്കുന്നതു്.

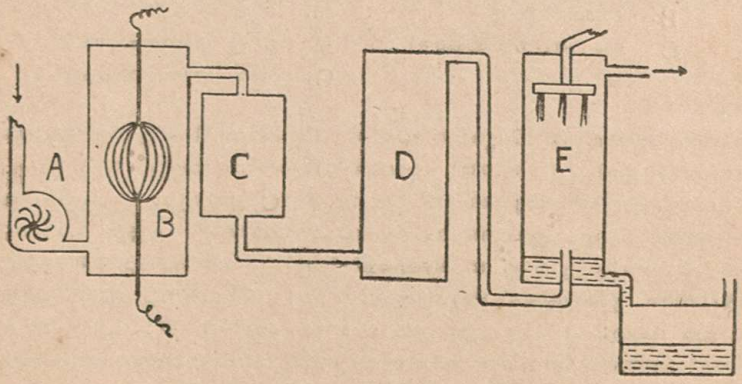
II ആർക് പ്രക്രിയകൾ

ഈ പ്രക്രിയ ഓസ്റ്റ്വാൾഡ് പ്രക്രിയയിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായിരിക്കുന്നതു് നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് നിർമാണത്തിൽ മാത്രമാണു്. വായുവിനെ അത്യുന്നതമായ താപനിലയ്ക്കു് വിധേയമാക്കുമ്പോൾ നൈട്രജനും ഓക്സിജനും തമ്മിൽ സംയോജിച്ചു് നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് കിട്ടുന്നു. ഉന്നതമായ താപനില ഇലക്ട്രിക് ആർക്കുകളിൽ ആണു് സംജാതമാകുന്നതു്. പലതരത്തിലുള്ള ആർക്കുകളും ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ടു്. ഇവയിൽ ബർക്ക്ലാൻഡ്-ഐഡ് ആർക് പ്രക്രിയ സാധാരണമായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നതാണു്. ധാരാളം വിദ്യുച്ഛക്തി കുറഞ്ഞ ചെലവിൽ ലഭിക്കുന്ന രാജ്യങ്ങളിൽ മാത്രമേ ഈ പ്രക്രിയ ആദായകരമായിരിക്കുകയുള്ളൂ. സ്വിറ്റ്സർലണ്ടു്, നോർവേ മുതലായ സ്ഥലങ്ങളിൽ ആർക് പ്രക്രിയയ്ക്കു് വളരെ പ്രചാരമുണ്ടെങ്കിലും നമ്മുടെ നാട്ടിൽ ഈ രീതി ഇനിയും പ്രായോഗികമായിട്ടില്ല.

ആർക്കിൽ കൂടി വായു കടത്തുമ്പോൾ ഏകദേശം 5% വരെ NO ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ വാതകം പെട്ടെന്നു് തണുപ്പിച്ചു് NO_2 ആയും പിന്നീടു് നൈട്രിക് ആസിഡായും മുൻ പ്രക്രിയയിൽ ഉള്ളതുപോലെ പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്നു.

$$N_2 + O_2 \rightleftarrows 2NO$$

ആർക് പ്രക്രിയയുടെ രൂപരേഖ ചിത്രം 11_9 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 11_9

ചിത്രത്തിൽ A എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നതു് വായുവിനെ വേഗത്തിൽ കടത്തിവിടാനുള്ള ഒരു ''ബ്ലോവർ'' (Blower) ആണു്. വൈദ്യുത ആർക് ഉപ

ക്കൊള്ളുന്ന ചേംബറാണു് B. ഇവിടെ ജലം കൊണ്ടു തണുപ്പിക്കപ്പെടുന്ന കോപ്പർ ഇലക്ട്രോഡുകൾക്കിടയിൽ വൈദ്യുത ആർക്കു് സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ആർക്കിന്റെ മണ്ഡലം പരത്തുന്നതിനായി ശക്തമായ വിദ്യുത്കാന്തത്തിന്റെ രണ്ടു ധ്രുവങ്ങൾ ഇതിന്റെ രണ്ടു വശത്തുമായി ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. കാന്തം കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതു്. ഈ സജീകരണത്താൽ ഉയർന്ന താപനിലയുള്ള ഒരു ''അഗ്നിഗോളം'' സൃഷ്ടിക്കാൻ സാധിക്കുന്നു. ഇതിൽക്കൂടി ശുദ്ധവായു കടന്നുപോകുമ്പോൾ (താപനില 3000°C-ൽ കൂടുതലാണു്) രാസപരിവർത്തനം നടന്നു് നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഇങ്ങനെ ഉണ്ടാകുന്ന വാതകമിശ്രിതം C എന്നടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്ന ശീതളനചേംബറിൽ വെച്ചു് അതിവേഗം തണുപ്പിക്കുന്നു. (ഇല്ലെങ്കിൽ നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് വിഘടിക്കും). തണുത്ത വാതകം ഓക്സീകരണചേംബറിൽ (D) കടത്തി അതിലുള്ള നൈട്രിക് ഓക്സൈഡിനെ ഓക്സിജനുമായി സംയോജിപ്പിച്ചു് നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. പിന്നീടു് വാതകം അവശോഷണ ചേംബറിൽ (E) വെച്ചു് ജലത്തിൽ അവശോഷണം ചെയ്തു് 50% നൈട്രിക് ആസിഡ് കിട്ടുന്നു (ഓസ്റ്റ്വാൾഡ് പ്രക്രിയ നോക്കുക).

ഈ ആസിഡിനെ കാൽസിയം കാർബണേറ്റ് (ചുണ്ണാമ്പുകല്ലു്) കൊണ്ടു് പ്രവർത്തിപ്പിച്ചു് കാൽസിയം നൈട്രേറ്റ് ആയി പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്ന രീതി നോർവേയിൽ പ്രചാരത്തിലുണ്ടു്. ഈ ലവണത്തിനു് നോർവീജിയൻ സാൾട്പീറർ എന്നു് പേരുണ്ടു്. ഇതു് ഒരു പ്രധാന രാസവളമാണു്.

$$CaCO_3 + 2HNO_3 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O + CO_2$$

III റിട്ടോർട്പ്രക്രിയ

ലാബാട്ടറിനിർമാണരീതിയുടെ വിപുലീകരണമാണീ പ്രക്രിയ. പൊട്ടാസിയം നൈട്രേറിനു പകരം വിലകുറഞ്ഞ സോഡിയം നൈട്രേറാണു് (ചിലി സാൾട്പീറർ) ഉപയോഗിക്കുന്നു എന്നതാണു് വ്യത്യാസം. അല്പം ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ചിലി ലവണവും സാന്ദ്രസൾഫൂരിക് ആസിഡും ചേർത്തു് വാറ്റുന്നതാണു് പ്രക്രിയ.

$$2NaNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow NaSO_4 + 2HNO_3$$

സ്വേദനം നടത്തുന്നതു് കാസ്റ്റ് അയേൺ റിട്ടോർട്ടിൽ ആണു്. ഉൽപന്നമായ നൈട്രിക് ആസിഡ്ബാഷ്പം ജലംകൊണ്ടു് തണുപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന സിലിക്കാ കുഴലുകളിൽ കൂടി കടത്തിവിടുമ്പോൾ ഘനീഭവിച്ചു് സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡ് കിട്ടുന്നു. സാന്ദ്ര ആസിഡ് നേരിട്ടു കിട്ടുമെന്നുള്ളതാണു് ഈ പ്രക്രിയയുടെ മെച്ചം.

നൈട്രിക് ആസിഡിന്റെ ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

ശുദ്ധ നൈട്രിക് ആസിഡ് നിറമില്ലാത്ത ഒരു ഗതിശീല ദ്രാവകമാണു്. സാധാരണമായി അലിഞ്ഞുചേർന്നിരിക്കുന്ന (നിർമാണത്തിനിടയിൽ അല്പം വിഘടനം ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ) നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് കാരണം അല്പം മഞ്ഞനിറം ഉണ്ടാകും. പ്രത്യേകമായ ഗന്ധമുണ്ടു്. വായുവുമായി സമ്പർക്കമുണ്ടായാൽ പുക

യുന്നു. സാന്ദ്രമായ ആസിഡിനു് ആപേക്ഷികഘനത്വം 1.52 ആണു്. തിളനില 78.2°C. ഇതു് ജലവുമായി ഏതനുപാതത്തിലും മിശ്രണീയമാണു്. മറ്റുള്ള ഖനിജആസിഡു് ലായനികളെപ്പോലെ നൈട്രിക് ആസിഡു് ലായനിയും തിളപ്പിക്കുമ്പോഴും താപനില ക്രമേണ വ്യത്യാസപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കും. 68 % ആസിഡു് മാത്രം സ്ഥിരമായ തിളനില (120.5°C) ഉള്ളതാണു്.

സാധാരണ ലാബറട്ടറിയിൽ റിയേജന്റു് ആയി ഉപയോഗിക്കുന്ന സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡിനു് 70–75 % സാന്ദ്രതയും 1.43—1.45 ആപേക്ഷികഘനത്വവും ഉണ്ടു്. തിളനില 86—90°C ആണു്.

സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡു് ജൈവപദാർഥങ്ങളുമായി അതിവേഗം പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ശരീരത്തിൽ വീണാൽ തൽക്ഷണം ചർമത്തിനു് മഞ്ഞനിറം ഉണ്ടാകും. കൂടുതൽ സമയം സമ്പർക്കമുണ്ടായാൽ അപായകരമായ പൊള്ളലും വ്രണവും ഉണ്ടാകും.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

(1) മറ്റു് സാധാരണ ആസിഡുകളെക്കാളും സ്ഥിരത കുറവാണു്. സാധാരണ താപനിലയിൽപോലും അല്പം വിഘടനം സംഭവിക്കുന്നുണ്ടു്. ചൂടാക്കുമ്പോഴും പ്രകടമായ വിഘടനം കൊണ്ടു് ചെംതവിട്ടുനിറമുള്ള നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡു് കിട്ടും.

$$4HNO_3 \longrightarrow 4NO_2 + O_2 + 2H_2O$$

ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിൽ ഒന്നോ രണ്ടോ തുള്ളി സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡു് എടുത്തു് ശക്തിയായി ചൂടാക്കുമ്പോൾ ക്രമേണ ബാഷ്പത്തിനു് ചെംതവിട്ടുനിറം ഉണ്ടാകുന്നതു കാണാം. ''ടൂബാക്കോ പൈപ്പിന്റെ'' ആകൃതിയിലുള്ള ഒരു മൺകഴലിന്റെ അറ്റം ഒരു തളികയിലെ വെള്ളത്തിൽ മുക്കിക്കൊണ്ടു് മധ്യഭാഗം ശക്തിയായി ചൂടാക്കി അതിലേക്കു് ആസിഡു് തുള്ളികം ഒഴിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നാൽ വിയോജനം കൊണ്ടുണ്ടാകുന്ന ഓക്സിജൻ ശേഖരിക്കാം. (ചിത്രം 11–10). നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡു് ജലത്തിൽ ലയിച്ചുപോകും. ശേഖരിക്കപ്പെടുന്ന വാതകം ഓക്സിജനാണെന്നു് പരീക്ഷണങ്ങളം കൊണ്ടു് മനസ്സിലാക്കാം.

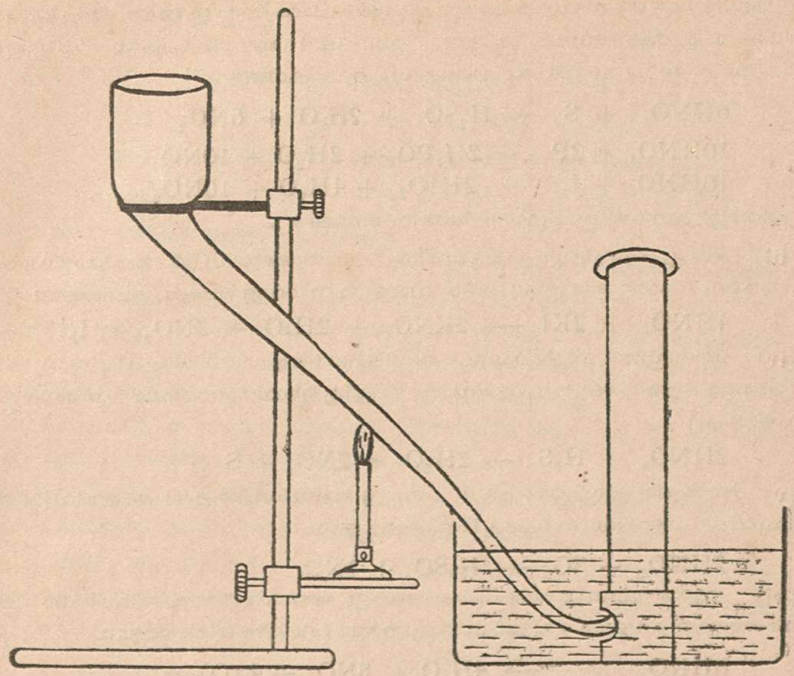
(2) ഓക്സീകരണപ്രവർത്തനം

നൈട്രിക് ആസിഡു് അതിശക്തമായ ഒരു ഓക്സീകാരകമാണു്. അനായാസമായി വിഘടിച്ചു് ഓക്സിജൻ ഉല്പാദിപ്പിക്കാനുള്ള പ്രവണതയാണിതിനു കാരണം. ഇങ്ങനെ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ നൈട്രിക് ആസിഡു് നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടണമല്ലോ. തൽഫലമായി ഉണ്ടാകുന്ന ഉല്പന്നം ആസിഡിന്റെ സാന്ദ്രത, താപനില മുതലായവയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. സാന്ദ്രമായ ആസിഡിൽ നിന്നു് നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡു് ആണു് സാധാരണ ഉണ്ടാകുന്നതു്.

$$2HNO_3 \longrightarrow H_2O + 2NO_2 + (O)$$

50% സാന്ദ്രമായ ആസിഡിൽ നിന്നു് നൈട്രിക് ഓക്സൈഡു് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2HNO_3 \longrightarrow H_2O + 2NO + 3(O)$$



ചിത്രം 11_10

നേർത്ത ആസിഡിൽ നിന്നു് നൈട്രസ് ഓക്സൈഡു് ഉണ്ടാക്കാം. ചിലപ്പോഴം അമോണിയം ലവണങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ വിയോജനരീതികളം ഒന്നും അലംഘനീയനിയമങ്ങളല്ല. നൈട്രിക് ആസിഡു കൊണ്ടു് ഒരു പദാർഥം അതിന്റെ പരമോന്നത നിലയിലേക്കു് ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു എന്നുള്ളതു് പ്രത്യേകം പ്രസ്താവ്യമാണു്. ഉദാഹരണങ്ങളം താഴെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്നു

(i) ചൂടാക്കിയ കാർബണിൽ സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡ് ഒഴിക്കുമ്പോളം ഓക്സീകരണം കൊണ്ടു് കരി ജ്വലിക്കുന്നു.

$$4HNO_3 \longrightarrow 2H_2O + 4NO_2 + 2\,(O)$$
$$C + 2(O) \longrightarrow CO_2$$

$$4HNO_3 + C \longrightarrow 2H_2O + CO_2 + 4NO_2$$

(അറ്റത്തു് കനലുള്ള ഒരു ഈർക്കിലി–തീക്കൊള്ളി–ചൂടാക്കിയ സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡിൽ മുക്കുമ്പോഴം ഇതേ പ്രതിപ്രവർത്തനം ആണു് നടക്കുന്നതു്. ഈർക്കിലി ജ്വലിക്കുന്നു. ചെംതവിട്ടു നിറമുള്ള നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് ധാരാളം ഉണ്ടാകുന്നു.

(ii) സൽഫർ, അയൊഡിൻ, ഫോസ്ഫറസ് എന്നീ അലോഹങ്ങളെ സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡുമായി ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോൾ അവ ക്രമേണ അലിഞ്ഞ് അവയുടെ ഓക്സിആസിഡുകളും കിട്ടുന്നു. നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡും ധാരാളം ഉണ്ടാകുന്നു. (അല്പം നൈട്രിക് ഓക്സൈഡും ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്).

$$6HNO_3 + S \longrightarrow H_2SO_4 + 2H_2O + 6NO_2$$

$$10HNO_3 + 2P \longrightarrow 2H_3PO_4 + 2H_2O + 10NO_2$$

$$10HNO_3 + I_2 \longrightarrow 2HIO_3 + 4H_2O + 10NO_2$$

(അതായത് മൂലകങ്ങളുടെ ഗ്രണധർമ്മങ്ങളം നോക്കുക).

(iii) സാന്ദ്ര ആസിഡും പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡിൽ ചേർക്കുമ്പോൾ ഓക്സീകരണം നടന്നു അയൊഡിന്റെ വയലറ്റ് നിറമുള്ള ബാഷ്പം ഉണ്ടാകുന്നു.

$$4HNO_3 + 2KI \longrightarrow 2KNO_3 + 2H_2O + 2NO_2 + I_2$$

(iv) ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡ് നൈട്രിക് ആസിഡിൽ കൂടി (സാന്ദ്രമോ നേർത്തതോ ആയി കൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ ഓക്സീകൃതമായി സൽഫർ ഉണ്ടാകുന്നു (അവക്ഷേപം).

$$2HNO_3 + H_2S \longrightarrow 2H_2O + 2NO_2 + S$$

(v) സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് സാന്ദ്ര ആസിഡിൽ കൂടി കടത്തിവിട്ടാൽ സൽഫൂരിക് ആസിഡായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$2HNO_3 + SO_2 \longrightarrow H_2SO_4 + 2NO_2$$

(vi) കറുത്ത ലെഡ് സൽഫൈഡ് സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡിന്റെ പ്രവർത്തനത്താൽ വെളുത്ത ലെഡ് സൽഫേറ്റായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$8HNO_3 \longrightarrow 4H_2O + 8NO_2 + 4(O)$$

$$PbS + 4(O) \longrightarrow PbSO_4$$

$$8HNO_3 + PbS \longrightarrow PbSO_4 + 4H_2O + 8NO_2$$

ഇതിനു പുറമേ ഫെറസ് ലവണങ്ങളെ ഫെറിക് ലവണങ്ങളായും ആർസനൈറ്റുകളെ ആർസനേറ്റുകളായും ടിന്നിനെ സ്റ്റാനിക് ഓക്സൈഡായും സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡ് ഓക്സീകരിക്കുന്നു.

3. ആസിഡ് സ്വഭാവം

നൈട്രിക് ആസിഡ് പ്രബലമായ ഒരു ആസിഡാണ്. എല്ലാ ആസിഡ് സ്വഭാവങ്ങളും പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നു. ഏകബേസികമാണ്. ലിറ്റ്മസിനെ ചുവപ്പിക്കുന്നു; പുളിരസമുണ്ട്. ബേസുകളെ ഉദാസീനീകരിച്ച് ലവണം ഉണ്ടാക്കുന്നു (നൈട്രേറ്റുകൾ). കാർബണേറ്റുകളിൽ നിന്നും CO_2 മുക്തമാക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിലുള്ള എല്ലാ ആസിഡും സ്വഭാവവും ഉണ്ടെങ്കിലും ലോഹങ്ങൾ വിരളമായി മാത്രമേ ഇതിൽ നിന്നും ഹൈഡ്രജൻ വിസ്ഥാപിക്കുകയുള്ളു. നേർത്ത അവസ്ഥയിൽ പോലും പ്രബല ഓക്സീകാരകമായതിനാലാണിതു്. വളരെ നേർത്ത ആസിഡും മഗ്നീഷ്യവും തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്.

$$Mg + 2HNO_3 \longrightarrow Mg(NO_3)_2 + H_2$$
$$CuO + 2HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2O$$
$$NaOH + HNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + H_2O$$
$$CaCO_3 + 2HNO_3 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O + CO_2$$

4. ലോഹങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

സ്വർണം, പ്ലാറ്റിനം മുതലായ ചില ഉത്തമ ലോഹങ്ങളെഴികെയുള്ള മറ്റെല്ലാ ലോഹങ്ങളും നൈട്രിക് ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഉല്പന്നങ്ങളും പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിന്റെ പരിതസ്ഥിതികളനുസരിച്ച് വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. ആസിഡിന്റെ സാന്ദ്രത, ലോഹത്തിന്റെ സ്വഭാവം, താപനില എന്നീ പരിതസ്ഥിതികളാണ് ഉല്പന്നങ്ങളെ നിയന്ത്രിക്കുന്നത്. നൈട്രിക് ആസിഡിന്റെ ഓക്സീകാരകസ്വഭാവമാണ് അതിന്റെ ആസിഡ് സ്വഭാവത്തെക്കാളും ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ പ്രകടമാകുന്നത്.

(i) ആസിഡിന്റെ സാന്ദ്രതാവ്യത്യാസം കൊണ്ട് ഉല്പന്നങ്ങളിൽ വരുന്ന വ്യത്യാസങ്ങളും കാണിക്കാൻ ചെമ്പുമായുള്ള പ്രവർത്തനം എടുക്കാം.

(a) സാന്ദ്ര ആസിഡിൽ കോപ്പർ അനായാസേന ലയിക്കുന്നു. ഊർജസ്വലമായ പ്രവർത്തനം നടന്നു കോപ്പർ നൈട്രേറ്റ് ലായനിയും നൈട്രജൻ ഡൈ ഓക്സൈഡും (ചെംതവിട്ടുനിറമുള്ള വാതകം) ഉണ്ടാകും.

$$Cu + 4HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2$$

(b) ആസിഡിന്റെ സാന്ദ്രത 50 % ആണെങ്കിൽ നൈട്രിക് ഓക്സൈഡാണ് ഉണ്ടാകുന്നത്. നിറമില്ലാത്ത ഈ വാതകം വായുവുമായി സമ്പർക്കമുണ്ടാകുമ്പോൾ ഓക്സിജനുമായി സംയോജിച്ച് ചെന്തവിട്ടുനിറമുള്ള നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡുണ്ടാകും.

$$3Cu + 8HNO_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO$$

(c) വളരെ നേർത്ത ആസിഡാണെങ്കിൽ (5 %) നൈട്രസ് ഓക്സൈഡുണ്ടാകും.

$$4Cu + 10HNO_3 \longrightarrow 4Cu(NO_3)_2 + 5H_2O + N_2O$$

ഇതുപോലെയുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങളും മറ്റു പല ലോഹങ്ങളുമായും സംഭവിക്കുന്നു.

സാന്ദ്ര ആസിഡ് $\longrightarrow$ നൈട്രേറ്റ് + ജലം + NO_2

നേർത്ത ആസിഡ് $\longrightarrow$ നൈട്രേറ്റ് + ജലം + NO

വളരെ നേർത്ത ആസിഡ് $\longrightarrow$ നൈട്രേറ്റ് + ജലം + N_2O

(ii) ലോഹത്തിന്റെ പ്രത്യേകത കൊണ്ട് ഉല്പന്നങ്ങളിൽ വരുന്ന വ്യത്യാസങ്ങളും താഴെപ്പറയുന്ന ഉദാഹരണങ്ങളിൽ നിന്നും വ്യക്തമാകും.

(a) മഗ്നീഷ്യം, മാൻഗനീസ് എന്നീ ലോഹങ്ങളും വളരെ നേർത്ത (1%) നൈട്രിക് ആസിഡിൽ നിന്നും ഹൈഡ്രജൻ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു.

$$Mg + 2HNO_3 \longrightarrow Mg(NO_3)_2 + H_2$$
$$Mn + 2HNO_3 \longrightarrow Mn(NO_3)_2 + H_2$$

(b) മെർക്കറി, നേർത്ത നൈട്രിക് ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ നൈട്രിക് ഓക്സൈഡും മെർക്കറസ് നൈട്രേറ്റും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2Hg + 8HNO_3 \longrightarrow 3Hg_2(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO$$

മെർക്കറിയും സാന്ദ്ര ആസിഡും തമ്മിൽ പ്രവർത്തിച്ച് മെർക്കറിക് നൈട്രേറ്റും നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡുമാണുണ്ടാകുന്നത്.

$$Hg + 4HNO_3 \longrightarrow Hg(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2$$

(c) സിങ്ക്, നൈട്രിക് ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ചെമ്പു പോലെ തന്നെയാണ്. എന്നാൽ വളരെ നേർത്ത ആസിഡിൽ നിന്നു സിങ്ക് നൈട്രേറ്റും അമോണിയം നൈട്രേറ്റും ഉണ്ടാകും.

$$4Zn + 10HNO_3 \longrightarrow 4Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$$

(d) ടിൻ നേർത്ത ആസിഡുമായി സിങ്കിനെ പോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഉല്പന്നങ്ങളും സ്റ്റാനസ് നൈട്രേറ്റും അമോണിയം നൈട്രേറ്റുമാണ്.

$$4Sn + 10HNO_3 \longrightarrow 4Sn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$$

എന്നാൽ സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡ് ടിന്നിനെ സ്റ്റാനിക് ഓക്സൈഡായി മാറ്റുകീരിക്കുന്നു. (അലാഹങ്ങളെ എന്നപോലെ). വെള്ളത്ത സജല സ്റ്റാനിക് ഓക്സൈഡ് (മെറ്റാസ്റ്റാനിക് ആസിഡ് $5SnO_2 \cdot H_2O$) അവക്ഷേപമായി കിട്ടുന്നു.

$$4HNO_3 \longrightarrow 2H_2O + 4NO_2 + 2(O)$$
$$Sn + 2(O) \longrightarrow SnO_2$$

$$4HNO_3 + Sn \longrightarrow SnO_2 + 2H_2O + 4NO_2$$

(e) അയേൺ: നേർത്ത ആസിഡും ഇരുമ്പും തമ്മിൽ പ്രവർത്തിച്ച് ഫെറസ് നൈട്രേറ്റും അമോണിയം നൈട്രേറ്റും ജലവും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$4Fe + 10HNO_3 \longrightarrow Fe(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O.$$

കൂടുതൽ സാന്ദ്രമായ ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഫെറിക് നൈട്രേറ്റും നൈട്രിക് ഓക്സൈഡും ഉണ്ടാകും.

$$2Fe + 8HNO_3 \longrightarrow 2Fe(NO_3)_3 + 4H_2O + 2NO$$

അതിസാന്ദ്രമായ നൈട്രിക് ആസിഡിൽ ഇരുമ്പിനു തീരെ പ്രവർത്തനം ഇല്ല. തന്നെയല്ല ഇപ്രകാരം സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡിൽ മുക്കിയെടുത്ത ഇരുമ്പ് അതിന്റെ സ്വാഭാവികമായ മറ്റു പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കും അശക്തമാണ്. ഇരുമ്പ് ''നിശ്ചേഷ്ടം''മാകുന്നതായി പറയപ്പെടുന്നു. നിശ്ചേഷ്ടമാക്കപ്പെട്ട ഇരുമ്പു ചൂടാക്കിത്തണുപ്പിക്കുകയോ, അതിന്റെ ഉപരിതലത്തെ അരം കൊണ്ടു രാകുകയോ ചെയ്താൽ നിശ്ചേഷ്ടത ഇല്ലാതാകുന്നുണ്ട്. നിക്കൽ, കോബാൾട്ട്, ക്രോമിയം മുതലായ മറ്റുചില ലോഹങ്ങളും സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡിൽ നിശ്ചേഷ്ടമാകുന്നുണ്ട്. നിശ്ചേഷ്ടതയെ സംബന്ധിച്ച് പല സിദ്ധാ

ന്തങ്ങളും ഉണ്ട്. ലോഹഓക്സൈഡിന്റെ കാണുവാൻ കഴിയാത്തതുസ്സ് ലോലമായ ഒരു പടലം പ്രതലത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ ലോഹവും റിയേജന്റും തമ്മിലുള്ള സമ്പർക്കം വിഛേദിക്കുന്നതിനാലാണ് നിശ്ചേഷ്ടതയുണ്ടാകുന്നതെന്ന് ഒരു പക്ഷമുണ്ട്. ഇതിനു ഉപോൽബലകമായി പൊട്ടാസിയം പെർമാൻഗനേറ്റ്, ക്രോമേറ്റ് ലായനികളെ മുതലായവയും ലോഹങ്ങളെ നിശ്ചേഷ്ടമാക്കുന്നു എന്ന വസ്തുത ചൂണ്ടിക്കാണിക്കപ്പെടുന്നു നിശ്ചേഷ്ടത പ്രകടമായി കാണുന്നതു് കാന്തം ആകർഷിക്കുന്ന ലോഹങ്ങളിലാണെന്നുള്ളതു് പ്രസ്താവ്യമാണ്. സ്റ്റെയ്ൻലസ് സ്റ്റീലുകളെ ക്ഷാരണത്തിനു വിധേയമാകാത്തതു് അവ നിഷ്പ്രയാസം നിശ്ചേഷ്ടമാകുന്നതുകൊണ്ടാണ്.

ഇപ്രകാരം മറ്റു് ആസിഡുകളിൽ നിന്നു് തികച്ചും വ്യത്യസ്തമായ രീതിയിൽ നൈട്രിക് ആസിഡ് ലോഹങ്ങളുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഈ പ്രത്യേകതയെ വ്യാഖ്യാനം നൽകുന്നതിനായി ചില സിദ്ധാന്തങ്ങളെ അവതരിപ്പിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. പ്രസക്തവും പ്രയോജനപ്രദവുമായ രണ്ടു സിദ്ധാന്തങ്ങളെ താഴെപ്പറയുന്നു.

(a) **ഓക്സീകരണ സിദ്ധാന്തം:** ഈ സിദ്ധാന്തപ്രകാരം നൈട്രിക് ആസിഡിനു് ലോഹങ്ങളെ ഓക്സീകരിക്കുന്നതിനുള്ള പ്രവണതയാണ് അതിന്റെ ആസിഡ് എന്ന നിലയിലുള്ള സ്വഭാവത്തെക്കാൾ കൂടുതലുള്ളതു്. അതായതു് ലോഹം ആദ്യം തന്നെ ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു. ലോഹ ഓക്സൈഡ് ക്ഷാരമായതിനാൽ ആസിഡുമായി ഉദാസീനീകരണം നടന്നു് ലവണം ഉണ്ടാകുന്നു. ചെമ്പുമായുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങളെ ഈ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ ഇപ്രകാരം രേഖപ്പെടുത്താം.

സാന്ദ്രആസിഡ്

$$2HNO_3 \longrightarrow H_2O + 2NO_2 + (O)$$
$$Cu + (O) \longrightarrow CuO$$
$$CuO + 2HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2O$$
$$Cu + 4HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$

നേർത്ത ആസിഡ്

$$2HNO_3 \longrightarrow H_2O + 2NO + 3(O)$$
$$3Cu + 3(O) \longrightarrow 3CuO$$
$$3CuO + 6HNO_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 3H_2O$$
$$3Cu + 8HNO_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO$$

വളരെ നേർത്ത ആസിഡ്

$$2HNO_3 \longrightarrow H_2O + N_2O + 4(O)$$
$$4Cu + 4(O) \longrightarrow 4CuO$$
$$4CuO + 8HNO_3 \longrightarrow 4Cu(NO_3)_2 + 4H_2O$$
$$4CuO + 10HNO_3 \longrightarrow 4Cu(NO_3)_2 + 5H_2O + N_2O$$

ടിന്നിനെ ടിൻ ഓക്സൈഡാക്കുക, ലോഹങ്ങളെ നിശ്ചേഷ്ടമാക്കുക എന്നീ സ്വഭാവങ്ങളും ഈ സിദ്ധാന്തത്തിനും ഉപോൽബലകമാണു്.

(b) നവജാതഹൈഡ്രജൻ സിദ്ധാന്തം: ഈ സിദ്ധാന്തപ്രകാരം ലോഹവും നൈട്രിക് ആസിഡും തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുമ്പോഴും സാധാരണ ആസിഡുകളെപ്പോലെ തന്നെ ഹൈഡ്രജൻ വിസ്ഥാപനം തന്നെയാണു് സംഭവിക്കുന്നതു്. എന്നാൽ നവജാതാവസ്ഥയിലുള്ള ഈ ഹൈഡ്രജൻ നൈട്രിക് ആസിഡിനെ നിരോക്സീകരിക്കുന്നു. നവജാതഹൈഡ്രജൻ നിരോക്സീകരിക്കുമ്പോഴും ഉണ്ടാകുന്ന ഉല്പന്നങ്ങളും അതിന്റെ ഉല്പത്തിക്കു് നിദാനമായ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുമല്ലോ. (അന്യത്ര). സിങ്കിന്റെ പ്രവർത്തനം നോക്കുക:

സാന്ദ്ര ആസിഡ്:

$$Zn + 2HNO_3 \longrightarrow Zn(NO_3)_2 + 2(H)$$
$$2HNO_3 + 2(H) \longrightarrow 2NO_2 + 2H_2O$$

$$Zn + 4HNO_3 \longrightarrow Zn(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2$$

നേർത്ത ആസിഡ് (1:1)

$$3Zn + 6HNO_3 \longrightarrow 3Zn(NO_3)_2 + 6(H)$$
$$2HNO_3 + 6(H) \longrightarrow 4H_2O + 2NO$$

$$3Zn + 8HNO_3 \longrightarrow 3Zn(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO$$

കൂടുതൽ നേർത്ത ആസിഡ്

$$4Zn + 8HNO_3 \longrightarrow 4Zn(NO_3)_2 + 8(H)$$
$$2HNO_3 + 8(H) \longrightarrow 5H_2O + N_2O$$

$$4Zn + 10HNO_3 \longrightarrow 4Zn(NO_3)_2 + 5H_2O + N_2O$$

നിരോക്സീകരണം മറ്റൊരു വിധത്തിലും നടക്കാവുന്നതാണു്.

$$4Zn + 8HNO_3 \longrightarrow 4Zn(NO_3)_2 + 8(H)$$
$$HNO_3 + 8(H) \longrightarrow NH_3 + 3H_2O$$
$$NH_3 + HNO_3 \longrightarrow NH_4NO_3$$

$$4Zn + 10HNO_3 \longrightarrow 4Zn(NO_3)_2 + 3H_2O + NH_4NO_3$$

അമോണിയം നൈട്രേറ്റുണ്ടാകുന്നതും മഗ്നീഷ്യവും മാൻഗനീസും നേർത്ത നൈട്രിക് ആസിഡിൽ നിന്നു് ഹൈഡ്രജൻ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നതും ഈ സിദ്ധാന്തത്തിനും ഉപോൽബലകമാണു്. എന്നാൽ ചെമ്പു്, വെള്ളി മുതലായ ലോഹങ്ങൾക്കു് ആസിഡിൽ നിന്നു് ഹൈഡ്രജൻ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യാൻ സാധ്യമല്ല. ഇവയുടെ കാര്യത്തിൽ ഈ സിദ്ധാന്തം അപ്രസക്തമാണു്.

ഇവയ്ക്കു പുറമേ നൈട്രസ് ആസിഡിന്റെ സന്നിധ്യം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഒരു സിദ്ധാന്തവും ഉണ്ടു്.

5. കാർബണികയൗഗികങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

നൈട്രിക് ആസിഡും കാർബണികയൗഗികങ്ങളുമായി രണ്ടു തരത്തിലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. പല പദാർഥങ്ങളെയും ഓക്സീകരിക്കുന്നു; ചില പദാർഥങ്ങളുമായി നൈട്രോയൗഗികങ്ങളും നൽകുന്നു.

ആസിഡ് ചൂടുള്ളിയ അളവിൽ മാത്രമേ ഉള്ളൂ. എങ്കിൽ പല കാർബണിക പദാർഥങ്ങളുടെയും നിറം മഞ്ഞയാകുന്നു. സങ്കീർണമായ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളാൽ നൈട്രോയൗഗികങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നതിനാലാണിതു്.

പഞ്ഞി, അറക്കപ്പൊടി മുതലായ സെല്ലുലോസിക പദാർഥങ്ങളും സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡു ചേർത്തു് ചൂടാക്കുമ്പോൾ പല മാധ്യമികയൗഗികങ്ങളും ഉണ്ടായി. ഒടുവിൽ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡു് ബെൻസീൻ, ഫീനോൾ മുതലായ യൗഗികങ്ങളെ അവയുടെ നൈട്രോ വ്യൽപന്നങ്ങളാക്കുന്നു.

$$C_6H_6 + HNO_3 \xrightarrow{(H_2SO_4)} C_6H_5NO_2 + HO_2$$

(ബെൻസീൻ) (നൈട്രോ ബെൻസീൻ)

ഇത്തരത്തിൽ കാർബണികയൗഗികങ്ങളിലെ H-അണുവിനു പകരം $-NO_2$ ഗ്രൂപ്പു് സ്ഥാപിക്കുന്ന പ്രക്രിയക്കാണു് നൈട്രീകരണം എന്നു പറയുന്നതു്.

പഞ്ചസാര, ഗ്ലൂക്കോസു് മുതലായ കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകളും സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡും ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഓക്സാലിക് ആസിഡു് ഉണ്ടാകുന്നു.

നൈട്രിക് ആസിഡിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

സിൽവർ നൈട്രേറ്റു്, ലെഡു് നൈട്രേറ്റു്, അമോണിയം നൈട്രേറ്റു്, കാൽസിയം നൈട്രേറ്റു് മുതലായ പല വ്യാവസായികപ്രധാനങ്ങളായ നൈട്രേറ്റുകളും നൈട്രിക് ആസിഡിൽ നിന്നുണ്ടാക്കപ്പെടുന്നു.

മിക്ക സ്ഫോടകപദാർഥങ്ങളും നിർമിക്കുന്നതിനു് നൈട്രിക് ആസിഡു് ആവശ്യമാണു്. നൈട്രിക് ആസിഡിന്റെ മുഖ്യമായ ഉപയോഗം ഇതാണു്. ട്രൈനൈട്രോ ഗ്ലിസറിൻ, ട്രൈനൈട്രോ ടൊളൂൻ (TNT), പിക്രിക് ആസിഡു്, ഗൺകോട്ടൺ മുതലായ സ്ഫോടകപദാർഥങ്ങളും നൈട്രിക് ആസിഡുപയോഗിച്ചു നിർമിക്കപ്പെടുന്നു. സെല്ലുലോയ്ഡു്, പ്ലാസ്റ്റിക്കുകൾ എന്നിവയുടെ നിർമാണത്തിനും നൈട്രിക് ആസിഡ് ആവശ്യമാണു്.

ചില ലോഹങ്ങളുടെ ശുദ്ധീകരണത്തിനു് നൈട്രിക് ആസിഡു് ആവശ്യമാണു്. ലോഹപ്രതലം ശുദ്ധീകരിക്കുന്നതിനും ലോഹത്തിൽ അടയാളം കൊത്തുന്നതിനും നൈട്രിക് ആസിഡു് ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

ലാബറട്ടറിയിലെ ഒരു മുഖ്യ റീയേജന്റു് ആണു് നൈട്രിക് ആസിഡു്.

നൈട്രിക് ആസിഡിൽ നൈട്രജനും ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും ഉണ്ടെന്നുള്ളതിനും തെളിവു്

ചുട്ടുപഴുത്ത ഒരു മൺകഴലിൽ സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡു് തുള്ളികം ഒഴിച്ചാൽ വിയോജനം ഉണ്ടാകുന്നു. വിയോജനത്തിലുണ്ടാകുന്ന വാതകമിശ്രിതം ഒരു ശീതളന മിശ്രിതത്തിൽ താഴ്ത്തി തണുപ്പിക്കപ്പെട്ട ഒരു U കഴലിൽ കൂടി കടത്തിവിടുക. മിശ്രിതത്തിലെ ചില പദാർഥങ്ങളും U കഴലിൽ ഘനീഭവിക്കും. പുറത്തുവരുന്ന വാതകത്തെ മെർകറിക്ക മീതെ വാതകജാറിൽ ശേഖരിക്കുക.

ജാറിൽ ശേഖരിച്ച വാതകം നിറവും മണവും ഇല്ലാത്തതാണു്. അറ്റത്തു് കനലുള്ള ഒരീർക്കിലി ഇതിൽ കാണിച്ചാൽ വീണ്ടും കത്തുന്നു. തന്മൂലം ഈ വാതകം ഓക്സിജനാണെന്നു് അനുമാനിക്കാം. അതായതു് നൈട്രിക് ആസിഡിൽ ഓക്സിജൻ ഉണ്ടു്.

U- കഴൽ ചൂടാക്കിയ ജലത്തിൽ വെയ്ക്കുക. ചെംതവിട്ടനിറമുള്ള ഒരു വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ വാതകം ചൂടാക്കിയ ചെമ്പുതരികളിൽ കൂടി കടത്തിവിടുക. രാസപ്രവർത്തനഫലമായി നിറമോ മണമോ ഇല്ലാത്ത ഒരു വാതകം കിട്ടും. ഇതു് നൈട്രജൻ ആണെന്നു് ടെസ്റ്റുകം കൊണ്ടു് മനസ്സിലാക്കാം.(നൈട്രജന്റെ ടെസ്റ്റുകം നോക്കുക). അപ്പോൾ നൈട്രിക് ആസിഡിൽ നൈട്രജൻ ഉണ്ടായിരിക്കണം.

U- കഴലിൽ അവശേഷിക്കുന്ന നിറവും മണവും ഇല്ലാത്ത ദ്രാവകം സോദനംചെയ്തു് ശുദ്ധമാക്കിയശേഷം പരിശോധിച്ചാൽ അതു് ജലമാണെന്നു് കാണാം. (ജലത്തിന്റെ ടെസ്റ്റുകം നോക്കുക). ജലത്തിൽ ഹൈഡ്രജനുണ്ടല്ലോ. അതിനാൽ, നൈട്രിക് ആസിഡിൽ ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടായിരിക്കണം.

നൈട്രേറ്റുകൾ

നൈട്രിക് ആസിഡിന്റെ ലവണങ്ങളാണു് നൈട്രേറ്റുകം. ലോഹങ്ങം, ലോഹഹൈഡ്രോക്സൈഡുകം, ലോഹ ഓക്സൈഡുകം, ലോഹകാർബണേറ്റുകം എന്നിവ നൈട്രിക് ആസിഡിൽ ലയിക്കുമ്പോം നൈട്രേറ്റുകം ഉണ്ടാകുന്നു. സാധാരണ നൈട്രേറ്റുകം നിർമിക്കുന്നതു് ഇപ്രകാരമാണു്.

ഗുണധർമങ്ങൾ: എല്ലാ നൈട്രേറ്റുകളും ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നവയാണു്.

ചൂടാക്കുമ്പോം എല്ലാ നൈട്രേറ്റുകളും വിയോജിക്കുന്നു. വിവിധ നൈട്രേറ്റുകം വിയോജിക്കുന്നതു് വിവിധ രീതികളിലാണു്.

(i) ആൽക്കലി ലോഹനൈട്രേറ്റുകം ചൂടാക്കുമ്പോം അവയുടെ നൈട്രൈറ്റുകളും ഓക്സിജനും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2KNO_3 \longrightarrow 2KNO_2 + O_2$$

(ii) മിക്കവാറും മറ്റെല്ലാ നൈട്രേറ്റുകളും വിയോജിക്കുമ്പോം ലോഹഓക്സൈഡും നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡും ഓക്സിജനും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2Cu(NO_3)_2 \longrightarrow 2CuO + 4NO_2 + O_2$$
$$2Pb(NO_3)_2 \longrightarrow 2PbO + 4NO_2 + O_2$$

(iii) മെർക്കറി, വെള്ളി മുതലായ ലോഹങ്ങളുടെ കാർബണേറ്റുകൾ ഉന്നതതാപനിലയിൽ വിയോജിക്കുന്നവയാണു്. അതിനാൽ ഇവയുടെ നൈട്രേറ്റുകൾ വിയോജിച്ചു് അതാതു ലോഹങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2Hg(NO_3)_2 \longrightarrow 2Hg + 4NO_2 + 2O_2$$
$$2AgNO_3 \longrightarrow 2Ag + 2NO_2 + O_2$$

450°C-നു താഴെയാണെങ്കിൽ സിൽവർ നൈട്രേറ്റു് ആൽക്കലിനൈട്രേറ്റുകളെപ്പോലെ വിയോജിച്ചു് സിൽവർ നൈട്രൈറ്റുണ്ടാകുന്നു.

$$2AgNO_3 \longrightarrow 2AgNO_2 + O_2$$

(iv) അമോണിയം നൈട്രേറ്റു് ചൂടാക്കുമ്പോൾ സ്ഫോടനത്തോടു കൂടി വിയോജിച്ചു് നൈട്രസ് കാർബൺഡും ജലവും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$NH_4NO_3 \longrightarrow N_2O + 2H_2O$$

നൈട്രേറ്റുകൾക്കുള്ള ടെസ്റ്റുകൾ

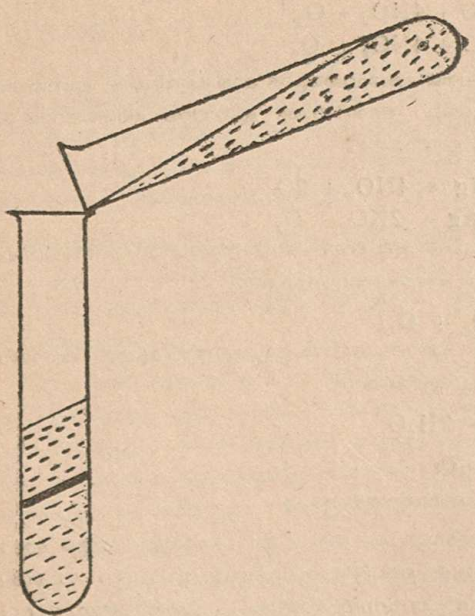
(ഇവ നൈട്രിക് ആസിഡിനും ബാധകമാണു്)

1. നൈട്രേറ്റുകളിൽ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്തു് അല്പം ചൂടാക്കുമ്പോൾ നിറമില്ലാത്ത എണ്ണപോലുള്ള ഒരു ദ്രാവകം ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിന്റെ പാർശ്വങ്ങളിൽ ഘനീഭവിച്ചു് ചുവട്ടിലേക്കു് ഒഴുകുന്നതു കാണാം. ശക്തിയായി ചൂടാക്കിയാൽ ബഷ്പം പത്തിനു് അല്പം ചെന്തവിട്ടുനിറം ഉണ്ടാകുന്നതു കാണാം. (നൈട്രിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നതും അതിന്റെ വിയോജനത്താൽ നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡുണ്ടാകുന്നതുമാണിങ്ങു്). മിശ്രിതത്തിൽ ഒരു കഷണം ചെമ്പു് ഇട്ടാൽ ധാരാളം ചെന്തവിട്ട നിറമുള്ള നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നതായി കാണാം. (സൽഫൂരിക് ആസിഡിന്റെ സാന്നിധ്യമില്ലാതെ ഈ ടെസ്റ്റു് നൈട്രിക് ആസിഡിനും ഉപയോഗിക്കാം.)

2. ശക്തിയായി ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിയോജിച്ചു് ചെന്തവിട്ട നിറമുള്ള വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു (ആൽക്കലിനൈട്രേറ്റുകളും അമോണിയം നൈട്രേറ്റും ഒഴിച്ചുള്ളവ).

3. **ബ്രൗൺ റിങ്ങ് ടെസ്റ്റ്**

ഒരു ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിൽ നൈട്രേറ്റിന്റെ ജലലായനിയെടുത്തു് അതിന്റെ വ്യാപ്തം പുതുതായി നിർമിച്ച ഫെറസ് സൽഫേറ്റ്ലായനി ഒഴിച്ചു കുലുക്കുക. ടെസ്റ്റ്ട്യൂബ് ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ (ചിത്രം 11_11) ചരിച്ചുപിടിച്ചു കൊണ്ടു് ഒരുവശത്തു കൂടി സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ധാരമുറിയാതെ ഒഴിക്കുക. ഘനത്വം കൂടുതലുള്ളതിനാൽ സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ടെസ്റ്റ് ട്യൂബിനകത്തു് ചുവട്ടിൽ പ്രത്യേക പടലമായി കിടക്കും. ആസിഡും മുകളിലുള്ള ലായനിയും സന്ധിക്കുന്നിടത്തു് തവിട്ടുനിറമുള്ള ഒരു വലയം (ബ്രൗൺറിങ്ങ്) ഉണ്ടാകുന്നതായി കാണാം. ടെസ്റ്റ്ട്യൂബ് കുലുക്കിയാൽ ഈ വലയം അപ്രത്യക്ഷമാകും.



ചിത്രം 11_11

നൈട്രിക് ആസിഡിനും നൈട്രേറ്റുകൾക്കുമുള്ള അതിസൂക്ഷ്മമായ ഒരു ടെസ്റ്റാണിത്. പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളും ഇപ്രകാരമാണ്:

(i) സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് നൈട്രേറ്റിൽ നിന്നും നൈട്രിക് ആസിഡും ഉണ്ടാക്കുന്നു.

(ii) നൈട്രിക് ആസിഡും ഫെറസ് സൾഫേറ്റും കൊണ്ട് നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2HNO_3 \longrightarrow H_2O + 2NO + 3(O)$$

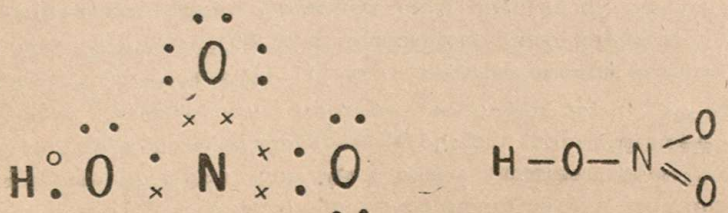
$$2FeSO_4 + H_2SO_4 + (O) \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$$

(iii) നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് അധികമുള്ള ഫെറസ് സൾഫേറ്റുമായി സംയോജിച്ച് ബ്രൗൺ നിറമുള്ള സംകലനയൗഗികം ഉണ്ടാകുന്നു ($FeSO_4 \cdot NO$). ഇതാണ് ബ്രൗൺ നിറത്തിൽ കാണുന്നത്.

(iv) അസ്ഥിരമായതിനാൽ ഈ യൗഗികം ചെറുചൂട് കൊണ്ട് വിയോജിച്ച് പോകുന്നു. തന്മൂലം ബ്രൗൺ നിറം അപ്രത്യക്ഷമാകും. കുപ്പിയിൽ സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡും, ലായനിയുമായി മിശ്രമാകുമ്പോഴും ഉണ്ടാകുന്ന ചൂടിൽ യൗഗികം വിയോജിക്കുന്നതിനാൽ വലയം അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നു.

ഇലക്ട്രോണിക സൂത്രം

നൈട്രിക് ആസിഡിന്റെ ഇലക്ട്രോണിക സൂത്രം ചിത്രം 11_12 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. അയണീകരണം കൊണ്ട് ഹൈഡ്രജൻ, നൈട്രേറ്റ് എന്നീ അയോണുകളും ഉണ്ടാകുന്നു.



ചിത്രം 11_12

കാർബണിക നൈട്രോയൗഗികങ്ങൾ

ചില കാർബണിക യൗഗികങ്ങളിലെ H അണുക്കളെ മാറ്റി അവസ്ഥ പകരം $-NO_2$ ഗ്രൂപ്പ് ഘടിപ്പിച്ച് ഉണ്ടാകുന്ന യൗഗികങ്ങളാണ് നൈട്രോയൗഗികങ്ങൾ. ഒരു യൗഗിക തന്മാത്രയും ഒരു നൈട്രിക് ആസിഡ് തന്മാത്രയും തമ്മിൽ പ്രവർത്തിച്ച് ഒരു H_2O തന്മാത്ര നീക്കംചെയ്യപ്പെട്ടാണ് ഇവ സംജാതമാകുന്നത്. അതിനാൽ ഇത്തരം പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ (നൈട്രേഷൻ) സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡിന്റെ സാന്നിധ്യം പലപ്പോഴും ആവശ്യമാണ്. സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡും സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡും കലർന്ന മിശ്രിതമാണ് (നൈട്രേഷൻ മിശ്രിതം) ഉപയോഗിക്കാറുള്ളത്. നൈട്രിക് ആസിഡിൽ ($HO-NO_2$), ഉള്ള OH ഗ്രൂപ്പും യൗഗിക തന്മാത്രയിലെ ഒരു H-അണുവും സംയോജിച്ച് ജല തന്മാത്ര (H_2O) ആയി വേർപെടുന്നു. ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം ഇപ്രകാരം ചിത്രീകരിക്കാം.

$$R-H + HO-NO_2 \xrightarrow{H_2SO_4} R-NO_2 + H_2O$$

R എന്നത് യൗഗികത്തിന്റെ H-അണു ഒഴികെയുള്ള ഭാഗമാണ്.

പഞ്ഞി (സെലുലോസ്) നൈട്രേറ്റലിനു വിധേയമാക്കുമ്പോൾ നൈട്രോസെലുലോസ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ പദാർഥമാണ് ഗൺകോട്ടൺ എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. ഇത് അത്യഗ്രമായി ജ്വലിക്കുന്ന ഒരു പദാർഥമാണ്. ഇതിന്റെ ഒരു രൂപഭേദമാണ് പുകയില്ലാത്ത വെടിമരുന്ന് (Smokeless gunpowder) എന്നറിയപ്പെടുന്ന കോർഡൈറ്റ്. സെലുലോയിഡിലും നൈട്രോസെലുലോസാണ് മുഖ്യ ഘടകം.

ഗ്ലിസറിൻ നൈട്രേറ്റലിനു വിധേയമാക്കി കിട്ടുന്ന നൈട്രോഗ്ലിസറിൻ (നൈട്രോഗ്ലിസറിൻ) ശക്തിയേറിയ ഒരു സ്ഫോടകമാണ്. ഇതിന്റെ രൂപഭേദമാണ് ഡൈനമൈറ്റ്.

ടൊളൂവിൻ നൈട്രേറ്റ് ചെയ്യുമ്പോൾ അത്യഗ്രമായ സ്ഫോടകസ്വഭാവമുള്ള ട്രൈനൈട്രോ ടൊളൂവിൻ (TNT) കിട്ടുന്നു.

ബെൻസീൻ, നാഫ്ത്തലീൻ, ഫീനോൾ മുതലായവയുടെ നൈട്രോവ്യുൽപന്നങ്ങളും വളരെയധികം വ്യാവസായിക പ്രാധാന്യമുള്ളവയാണ്. ട്രൈനൈട്രോ ഫീനോൾ ആണ് പിക്രിക് ആസിഡ്.

പുകയുന്ന നൈട്രിക് ആസിഡ്

സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡിൽ ധാരാളം നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് ലയിച്ചുണ്ടാകുന്ന ദ്രാവകമാണ് പുകയുന്ന നൈട്രിക് ആസിഡ്. ഇതിനു നല്ല മഞ്ഞനിറം (ബ്രൗൺ കലർന്ന) ഉണ്ട്. ഇതു വായുവിൽ ശക്തിയായി പുകയുന്നു. നൈട്രിക് ആസിഡിന്റെ എല്ലാ ഗുണധർമങ്ങളും ഇതിൽ തീവ്രമായികാണുന്നു. നൈട്രേറ്റലിനു പലപ്പോഴും ഈ ആസിഡാണ് ഉപയോഗിക്കേണ്ടിവരുന്നത്.

സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡിൽ അല്പം സ്റ്റാർച്ച് ചേർത്തു് സ്വേദനം ചെയ്യുമ്പോൾ പുകയുന്ന നൈട്രിക് ആസിഡു് സ്വേദമായി കിട്ടുന്നു. സ്റ്റാർച്ചിന്റെ ഓക്സീകരണം നടക്കുമ്പോൾ ധാരാളം നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡു് ഉണ്ടായി അധികമുള്ള നൈട്രിക് ആസിഡിൽ ലയിക്കുന്നതിനാലാണു് പുകയുന്ന നൈട്രിക് ആസിഡു് ഉണ്ടാകുന്നതു്.

അക്വാറീജിയ: (ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡു് നോക്കുക)

നൈട്രസ് ആസിഡു്, HNO_2

ശുദ്ധാവസ്ഥയിൽ ഈ ആസിഡു് നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ല. നേർത്ത ലായനിയായും ലവണരൂപത്തിലും ഈ ആസിഡു് അറിയപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. ആസിഡു് അസ്ഥിരമാണെങ്കിലും ലവണങ്ങളും (നൈട്രൈറ്റുകളും) സ്ഥിരതയുള്ളവയാണു്. നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡു് ജലത്തിൽ ലയിക്കുമ്പോൾ നൈട്രിക് ആസിഡിന്റെ കൂടെ നൈട്രസ് ആസിഡും ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ അസ്ഥിരമായതിനാൽ ഉടൻ തന്നെ ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു (ഓക്സിജൻ ലഭ്യമെങ്കിൽ).

$$2NO_2 + H_2O \longrightarrow HNO_3 + HNO_2$$
$$2HNO_2 + O_2 \longrightarrow 2HNO_3$$

ഉൽപാദനവിധികൾ

1 0°C-ൽ ജലത്തിൽ നൈട്രജൻ ട്രൈഓക്സൈഡു് ലയിപ്പിക്കുമ്പോൾ നൈട്രസ് ആസിഡു് ലായനിയുണ്ടാകുന്നു.

$$N_2O_3 + H_2O \longrightarrow 2HNO_2$$

2. തണുത്ത നൈട്രൈറ്റു് ലായനിയിൽ ഐസിൽ തണുപ്പിച്ച നേർത്ത ആസിഡു് ലായനി ചേർക്കുമ്പോൾ നൈട്രസ് ആസിഡു് ഉണ്ടാകുന്നു. ബേരിയം നൈട്രൈറ്റ് ലായനി ഐസിൽ തണുപ്പിച്ചു കൊണ്ടു് അതിലേക്കു് നേർത്ത സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡു് ചേർത്തു് ഇളക്കുമ്പോൾ ബേരിയം സൽഫേറ്റു് അവക്ഷേപിക്കപ്പെടുകയും നൈട്രസ് ആസിഡു് ലായനിയിൽ ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. തെളിഞ്ഞ ലായനി ഊറ്റിയെടുക്കുക.

$$Ba(NO_2)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + 2HNO_2$$

നൈട്രസ് ആസിഡു് ആവശ്യമുള്ള പല പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിലും സോഡിയം നൈട്രൈറ്റ് ലായനിക്കു് നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡും ആണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. ഈ ലായനിയിൽ സോഡിയം ക്ലോറൈഡും കൂടി ഉണ്ടായിരിക്കും. ഇതിന്റെ സാന്നിധ്യം ഇത്തരം പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ദോഷമുണ്ടാക്കുന്നില്ല.

ഗുണധർമങ്ങൾ

ലായനിയുടെ രൂപത്തിലേ ഈ ആസിഡു് അറിയപ്പെട്ടുള്ളൂ. ലായനിക്കു് ഇളം നീലനിറമുണ്ടു്. സാധാരണ താപനിലകളിൽപോലും വിയോജനം സംഭവിച്ചു് നൈട്രിക് ആസിഡും നൈട്രിക് ഓക്സൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$3HNO_2 \longrightarrow HNO_3 + H_2O + 2NO$$

നൈട്രസ് ആസിഡ് ലായനിയിൽ കൂടി വായു (ഓക്സിജൻ) കടത്തിവിട്ടാൽ ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം തുടർന്നു നടക്കുന്നു. ഉല്പന്നമായ NO ഓക്സിജനുമായി ചേർന്നു NO_2 ഉണ്ടാവുകയും ഇതു ജലത്തിൽ ലയിച്ച് നൈട്രിക് ആസിഡും നൈട്രസ് ആസിഡും ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇപ്രകാരമുണ്ടാകുന്ന നൈട്രസ് ആസിഡ് പിന്നും പരിവർത്തനവിധേയമായി NO ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നു, കൂടെ നൈട്രിക് ആസിഡും.

$$3HNO_2 \longrightarrow HNO_3 + H_2O + 2NO$$
$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$
$$2NO_2 + H_2O \longrightarrow HNO_3 + HNO_2$$

$$2HNO_2 + O_2 \longrightarrow 2HNO_3$$

(പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിന്റെ അവസാനഘട്ടത്തിലും അല്പം നൈട്രസ് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ

$$3HNO_2 + O_2 \longrightarrow 2HNO_3 + HNO_2$$

എന്നെഴുതുന്നതും ഒരു തരത്തിൽ ശരിയാണു്)

നൈട്രസ് ആസിഡ് ലായനി അല്പം ചൂടാക്കിയാൽ നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡും നൈട്രിക് ഓക്സൈഡും ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ ലായനി നരയുന്നതുകാണാം.

$$2HNO_2 \longrightarrow NO_2 + NO + H_2O$$

ഓക്സിജനുമായി സംയോജിച്ച് നൈട്രിക് ആസിഡാകാനുള്ള പ്രവണതയുള്ളതുകൊണ്ടു് ഇതു് നിരോക്സീകാരകമാണു്. ബ്രോമിൻ ജലവുമായും ആസിഡിഫൈ ചെയ്ത പൊട്ടാസിയം പെർമാൻഗനേറ്റ് ലായനിയുമായുമുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങളും നൈട്രസ് ആസിഡിന്റെ നിരോക്സീകരണസ്വഭാവം വ്യക്തമാക്കുന്നു.

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5(O)$$
$$5HNO_2 + 5(O) \longrightarrow 5HNO_3$$

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5HNO_2 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5HNO_3$$

$$Br_2 + H_2O \longrightarrow 2HBr + (O)$$
$$HNO_2 + (O) \longrightarrow HNO_3$$

$$Br_2 + H_2O + HNO_2 \longrightarrow 2HBr + HNO_3$$

പ്രബലനിരോക്സീകാരകങ്ങളോടു് നൈട്രസ് ആസിഡ് ഓക്സീകാരകമായും പ്രവർത്തിക്കുന്നുണ്ടു്. ഇതിൽ നടക്കുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തനം

$$2HNO_2 \longrightarrow H_2O + 2NO + (O)$$

എന്നുള്ളതാണു്.

ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡിനെ സൽഫർ ആയും സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിനെ സൽഫൂരിക് ആസിഡായും നൈട്രസ് ആസിഡ് ഓക്സീകരിക്കുന്നു.

$$H_2S + 2HNO_2 \longrightarrow 2H_2O + S + 2NO$$
$$SO_2 + 2HNO_2 \longrightarrow H_2SO_4 + 2NO$$

അരോമാറ്റിക് അമീനുകളുമായി (ഉദാഹരണം–അനിലീൻ) ആസിഡ് ലായനിയിൽ നൈട്രസ് ആസിഡ് പ്രവർത്തിച്ച് ഡയസോലവണങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു. ഇത്തരം ലവണങ്ങളും വളരെ പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നവയാണ്.

നൈട്രൈറ്റുകൾ

നൈട്രസ് ആസിഡിന്റെ ലവണങ്ങളാണ് നൈട്രൈറ്റുകൾ. ഇവ ആസിഡിൽ നിന്നല്ല നിർമിക്കപ്പെടുന്നത്.

ആൽക്കലി നൈട്രൈറ്റുകൾ അതാതു നൈട്രേറ്റുകളുടെ താപവിയോജനം കൊണ്ട് നിർമിക്കപ്പെടുന്നു.

$$2NaNO_3 \longrightarrow 2NaNO_2 + O_2$$

മറ്റുള്ള നൈട്രൈറ്റുകൾ ആൽക്കലിനൈട്രൈറ്റുകളും ലോഹലവണങ്ങളും തമ്മിലുള്ള ദ്വയവിഘടനം കൊണ്ടാണ് നിർമിക്കപ്പെടുന്നത്.

$$2NaNO_2 + BaCl_2 \longrightarrow Ba(NO_2)_2 + 2NaCl$$

ഗുണധർമങ്ങൾ: ആൽക്കലി നൈട്രൈറ്റുകൾ ഉയർന്ന താപനിലകളിലും സ്ഥിരതയുള്ളവയാണ്. മറ്റുള്ളവ വിയോജനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

$$Ba(NO_2)_2 \longrightarrow BaO + NO_2 + NO$$

നൈട്രേറ്റുകൾ എല്ലാം ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നവയാണ്. ലായനികളിലും ഖര നൈട്രേറ്റുകളിലും ആസിഡ് ഒഴിക്കുമ്പോൾ (ഉദാ: നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ്) വിയോജനം ഉണ്ടാകുന്നു. (ലായനിയിലാണെങ്കിൽ നൈട്രസ് ആസിഡിന്റെ സാന്നിധ്യം ഇള നീലനിറം കൊണ്ട് പ്രകടമാണ്.) NO, NO_2 എന്നീ വാതകങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2NaNO_2 + 2HCl \longrightarrow 2HNO_2 + 2NaCl$$
$$2HNO_2 \longrightarrow NO_2 + NO + H_2O$$

$$2NaNO_2 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + NO_2 + NO + H_2O$$

നൈട്രസ് ആസിഡിനെപ്പോലെതന്നെ നൈട്രേറ്റുകളും നിരോക്സീകാരകങ്ങളാണ്. സോഡിയം നൈട്രേറ്റാണ് ഏറ്റവും സാധാരണമായ നൈട്രേറ്റ്.

നൈട്രൈറ്റിനുള്ള ടെസ്റ്റുകൾ

1. നൈട്രൈറ്റുകളിൽ നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് ചേർക്കുമ്പോൾ ഇള നീലനിറമുള്ള ലായനി (നൈട്രസ് ആസിഡ്) ഉണ്ടാകുകയും തൽക്ഷണം വിയോജനത്താൽ വാതകനിർഗമനം ദൃശ്യമാകുകയും ചെയ്യുന്നു. ചെന്തവിട്ടു നിറമുള്ള നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

2. ആസിഡീകരിച്ച $KMnO_4$ ലായനിയുടെ ശോണവർണം ഇല്ലാതാകുന്നു.

3. അസെറ്റിക് ആസിഡും സ്റ്റാർച്ചും ചേർത്ത പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡ് ലായനിയിൽ നൈട്രൈറ്റുകൾ ചേർത്താൽ കട്ടം നീലനിറമുണ്ടാകും (അയൊഡിൻ മുക്തമാക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ).

4. നൈട്രൈറ് ലായനിയിൽ ആസിഡീകരിച്ച ഫെറസ് സൽഫേറ് ലായനി ചേർക്കുമ്പോഴും ലായനി മുഴുവനും തവിട്ടു നിറമുള്ളതായിത്തീരുന്നു. പൂടാക്കുമ്പോൾ ഈ നിറം പോകുകയും ചെയ്യുന്നു.

നൈട്രേറുകളും നൈട്രൈറുകളും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ

പരീക്ഷണം	നൈട്രൈറ്	നൈട്രേറ്
1. ലവണത്തിൽ നേർത്ത സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ചേർക്കുക.	ചെന്തവിട്ടു നിറമുള്ള വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു. ലായനിക്ക് ഇളം നീല നിറമുണ്ടാകും	ലവണം അലിയുന്നു മറ്റു വ്യത്യാസങ്ങൾ ഒന്നുമില്ല.
2. ലവണ ലായനിയിൽ അല്പം ആസിഡീകരിച്ച $KMnO_4$ ചേർക്കുക.	ശോണനിറം ഇല്ലാതാകുന്നു.	വ്യത്യാസമൊന്നുമില്ല
3. ലവണലായനിയിൽ നേർത്ത അസെറ്റിക് ആസിഡ്, സ്റ്റാർച്ച് ലായനി, പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡ് ലായനി എന്നിവ ചേർക്കുക.	കടുംനീലനിറം ഉണ്ടാകും.	നീലനിറം ഉണ്ടാകുന്നില്ല.
4. ലവണലായനിയിൽ ഇൻഡിഗോ ചേർക്കുക	ഇൻഡിഗോ ലായനി വർണരഹിതമാകും	വ്യത്യാസം ഒന്നും ഇല്ല
5 ലവണലായനിയിൽ ആസിഡീകരിച്ച $FeSO_4$ ലായനി ചേർക്കുക	ലായനി തവിട്ടു നിറമുള്ളതായിത്തീരുന്നു.	നിറവ്യത്യാസം ഉണ്ടാകുന്നില്ല.
6. ലവണലായനി $FeSO_4$ ലായനിയുമായി മിശ്രണം ചെയ്ത ശേഷം സാന്ദ്ര H_2SO_4 അരുകിൽ കൂടി ധാരയായി ഒഴിക്കുക.	ലായനി മുഴുവനും തവിട്ടു നിറമുള്ളതായിത്തീരുന്നു.	ലായനിയും ആസിഡും തമ്മിലുള്ള സന്ധിയിൽ തവിട്ടു നിറമുള്ള വലയം ഉണ്ടാകുന്നു.

നൈട്രസ് ഓക്സൈഡ് N_2O

നിർമാണം

അമോണിയം നൈട്രേറിന്റെ വിയോജനം കൊണ്ടാണ് നൈട്രസ് ഓക്സൈഡ് നിർമിക്കുന്നത്.

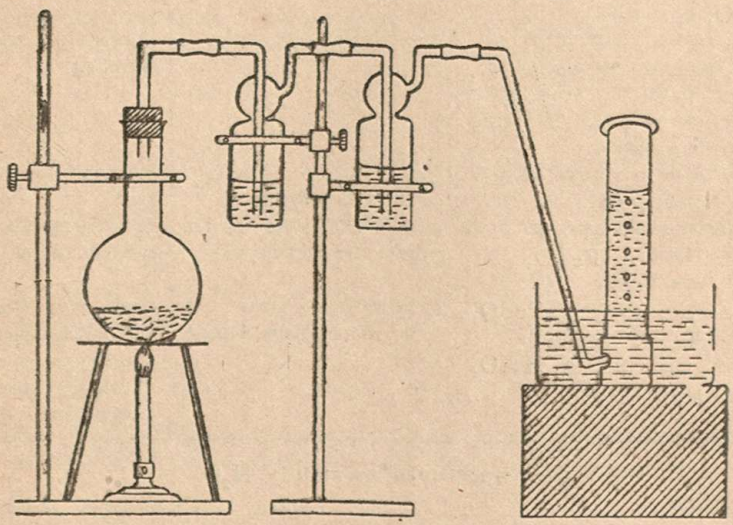
$$NH_4NO_3 \longrightarrow N_2O + 2H_2O$$

അമോണിയം നൈട്രേറ് ആദ്യം ഉരുകി പിന്നീട് ഏകദേശം 200°C-ൽ വിഘടിക്കുന്നു. പെട്ടെന്ന് അത്യധികം ചൂടാക്കിയാൽ സ്ഫോടനമുണ്ടായേക്കാം. അതിനാൽ അമോണിയം ക്ലോറൈഡ്–സോഡിയം നൈട്രേറ് മിശ്രിതം അമോണിയം നൈട്രേറിനു പകരം ഉപയോഗിക്കാം.

$$NH_4Cl + NaNO_3 \longrightarrow NH_4NO_3 + NaCl$$
$$NH_4NO_3 \longrightarrow N_2O + 2H_2O$$

ചിത്രത്തിൽ 11_13 കാണുന്നതുപോലെ ഉപകരണങ്ങൾ സജ്ജീകരിക്കുക. അടിയുരുണ്ട ഫ്ലാസ്കിൽ അമോണിയം നൈട്രേറ്റ് (അല്ലെങ്കിൽ NH_4Cl, $NaNO_3$ എന്നിവയുടെ മിശ്രിതം) എടുത്തിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന നൈട്രസ് ഓക്സൈഡിൽ അല്പം മാറ്റുള്ള നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകളും ക്ലോറിനും അപദ്രവ്യങ്ങളായി കലർന്നിരിയ്ക്കും. അതിനാൽ വാതകം പൊട്ടാസിയം പെർമാൻഗനേറ്റ് ലായനിയിലും പിന്നീട് പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനിയിലും കൂടി കടത്തിവിടുന്നു. ഇവയിൽ കൂടി കടന്നുപോകുമ്പോൾ പെർമാൻഗനേറ്റിൽ നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകളും ആൽക്കലിയിൽ ക്ലോറിനും അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ശുദ്ധമായ വാതകം പുട്ടവെള്ളത്തിന്റെ വിസ്ഥാപനം കൊണ്ട് ശേഖരിക്കണം (തണുത്ത ജലത്തിൽ സാമാന്യം ലേയത്വമുള്ളതിനാൽ).

ഈർപ്പമില്ലാത്ത വാതകം വേണമെന്നുണ്ടെങ്കിൽ സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡിൽ കൂടി കടത്തിയശേഷം മെർകുറിക്ക് മീതെ ശേഖരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 11_13

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

നിറമില്ലാത്ത ഈ വാതകത്തിനു് അല്പം മധുരമായ ഗന്ധമുണ്ടു്. തണുത്ത ജലത്തിൽ ഇതു് സാമാന്യമായി ലയിച്ചു് മാധുര്യമുള്ള ലായനി കിട്ടുന്നു. ചൂടുവെള്ളത്തിൽ ലേയത്വം വളരെ കുറവാണു്. ഘനത്വം വായുവിന്റെ ഏകദേശം പന്ത്രണ്ടിരട്ടിയാണു്.

ഈ വാതകം ശ്വസിച്ചാൽ ഉത്സാഹത്തുള്ളർച്ചയുണ്ടാകും; ചിരിക്കാനുള്ള പ്രവണതയും! (ചിരിപ്പിക്കുന്ന വാതകം എന്നും ഇതിനു പേരുണ്ടു്.) തുടർച്ചയായി ശ്വസിച്ചാൽ അബോധാവസ്ഥയുണ്ടാകും.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

നൈട്രസ് ഓക്സൈഡ് ഒരു ഉദാസീന ഓക്സൈഡാണ്. ജലലായനിയും ഉദാസീനമാണ്.

സ്വയം ജ്വലിക്കുന്നില്ല; എന്നാൽ മറ്റു പദാർഥങ്ങളെ ഈ വാതകത്തിൽ കത്തുന്ന അനായാസമായി വിഘടിച്ച് ഓക്സിജനുണ്ടാകുന്നതിനാലാണിതു്.

$$2N_2O \longrightarrow 2N_2 + O_2$$

അറ്റത്തു കനലുള്ള ഒരു ഈർക്കിലി ഈ വാതകത്തിൽ കാണിച്ചാൽ കത്തിപ്പിടിക്കും.

ജ്വലിക്കുന്ന കരി, ഫോസ്ഫറസ്, മഗ്നീഷ്യം, സൽഫർ, സോഡിയം മുതലായവ കൂടുതൽ ശോഭയോടെ നൈട്രസ് ഓക്സൈഡിൽ കത്തുന്നു.

$$C + 2N_2O \longrightarrow CO_2 + 2N_2$$
$$S + 2N_2O \longrightarrow SO_2 + 2N_2$$
$$Mg + N_2O \longrightarrow MgO + N_2$$

കൃശനാളത്തോടു കൂടി കത്തുന്ന സൽഫർ ഇതിൽ ചിലപ്പോൾ അണഞ്ഞു പോയേക്കാം. കാരണം നൈട്രസ് ഓക്സൈഡ് വിയോജിക്കുന്നതിനു് പ്രരംഭത്തിൽ നല്ല ചൂടാവശ്യമാണു്.

നൈട്രസ് ഓക്സൈഡിനുള്ള ടെസ്റ്റുകൾ

1. നിറമില്ലാത്തതും നേരിയ മധുരഗന്ധമുള്ളതുമായ വാതകം.

2. ജ്വലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന പദാർഥങ്ങളെ ഇതിൽ കൂടുതൽ ശോഭയോടെ കത്തും.

3. ഈ വാതകം ആൽക്കലൈൻ പൈറോഗല്ലോൾ ലായനിയിൽ അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നില്ല. (ഓക്സിജനുമായുള്ള വ്യത്യാസം).

4. നിറമില്ലാത്ത നൈട്രിക് ഓക്സൈഡുമായി മിശ്രണം ചെയ്യുമ്പോൾ ചെന്നവിട്ടനിറമുള്ള നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നില്ല. (ഓക്സിജനുമായുള്ള വ്യത്യാസം)

5. ശീതജലത്തിൽ സാമാന്യമായി ലയിക്കുന്നു.

ഉപയോഗം

ശസ്ത്രക്രിയ നടത്തുമ്പോൾ ബോധം കെടുത്തുന്നതിനു് ഈ വാതകം ആശുപത്രികളിൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

സൂത്രവും സംഘടനവും

ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡിന്റെ സംഘടനം നിർണയിക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണംതന്നെ ഇവിടെയും ഉപയോഗിക്കാം.

പെരുവിരലിന്റെ ആകൃതിയുള്ള കുഴലിൽ മെർക്കുറിയെടുത്തു് അതിന്റെ വിസ്ഥാപനം കൊണ്ടു് നൈട്രസ് ഓക്സൈഡു് ശേഖരിക്കുന്നു. കുഴലിന്റെ വിലങ്ങൻ ഭാഗത്തു് സോഡിയത്തിന്റെ ഒരു കഷണം എടുക്കുക. കുഴ

ലിൽ മെർകുറിയുടെ തലം കുറിക്കുക. (കഴലിനു പുറത്തു് അടയാളമിടാം). കഴലിൽ സോഡിയം ഇരിക്കുന്ന ഭാഗം ചൂടാക്കുക. സോഡിയം ജ്വലിക്കുന്നു. ജ്വലനം കഴിയുമ്പോഴും കഴൽ തണുക്കാനനുവദിക്കുക. ഇപ്പോഴും കഴലിലെ മെർകുറിതലം ആദ്യം ഉണ്ടായിരുന്നതുതന്നെയാണെന്നു കാണാം. അതായതു് പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിനു ശേഷം കഴലിൽ ഉള്ള വാതകത്തിനു് നൈട്രസ് ഓക്സൈഡിന്റെ വ്യാപ്തം തന്നെ ഉണ്ടായിരിക്കും.

കഴലിനകത്തുള്ള വാതകം നൈട്രജനാണെന്നു് പരീക്ഷണങ്ങളും കൊണ്ടു് തെളിയിക്കാം. അങ്ങുപോലെ ജ്വലനഫലമായി സോഡിയം ഓക്സൈഡു് ഉണ്ടാകുന്നു എന്നും മനസ്സിലാക്കാം. ഈ ഓക്സൈഡിലുള്ള ഓക്സിജൻ നൈട്രസ് ഓക്സൈഡിൽ നിന്നുണ്ടായതായിരിക്കണം. അപ്പോൾ (a) നൈട്രസ് ഓക്സൈഡിൽ നൈട്രജനും ഓക്സിജനും ആണു് ഉള്ളതെന്നും (b) ഒരു വ്യാപ്തം നൈട്രസ് ഓക്സൈഡിൽ ഒരു വ്യാപ്തം നൈട്രജൻ സംയോജിച്ചിരിക്കുന്നു എന്നും ഈ പരീക്ഷണത്തിൽ നിന്നു് മനസ്സിലാക്കാം.

പരികലനം

1 വ്യാപ്തം നൈട്രസ് ഓക്സൈഡിൽ 1 വ്യാപ്തം നൈട്രജനുണ്ടു്. 1 വ്യാപ്ത നൈട്രസ് ഓക്സൈഡിൽ n തന്മാത്രകൾ ഉണ്ടെങ്കിൽ അവൊഗാഡ്രോ നിയമപ്രകാരം 1 വ്യാപ്തം നൈട്രജനിലും n തന്മാത്രകൾ ഉണ്ടായിരിക്കും.

∴ n നൈട്രസ് ഓക്സൈഡു് തന്മാത്രകളിൽ n നൈട്രജൻ തന്മാത്രകൾ സംയോജിച്ചിരിക്കും.

1 നൈട്രസ് ഓക്സൈഡു് തന്മാത്രയിൽ 1 നൈട്രജൻ തന്മാത്ര സംയോജിച്ചിരിക്കണം.

നൈട്രജൻ തന്മാത്ര N_2 ആണല്ലോ. അപ്പോൾ നൈട്രസ് ഓക്സൈഡിന്റെ സൂത്രം N_2Ox എന്നെഴുതാം.

ഈ വാതകത്തിന്റെ ബാഷ്പീഭവനത്വം 22 ആണെന്നും തന്മൂലം തന്മാത്രാഭാരം $2 \times 22 = 44$ ആണെന്നും നിർണയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്.

$$N_2Ox = 44$$
$$N = 14;\ O = 16$$
$$\therefore 2 \times 14 + x \times 16 = 44$$
$$x = 1$$

അതായതു് നൈട്രസ് ഓക്സൈഡിന്റെ സൂത്രം N_2O എന്നാണു്.

നൈട്രസ് ഓക്സൈഡും ഓക്സിജനും

ഇവ തമ്മിൽ ചില സാദൃശ്യങ്ങളുണ്ടു്. ഇവ തമ്മിൽ തിരിച്ചറിയാൻ താഴെ പറയുന്ന പരീക്ഷണങ്ങളും സഹായിക്കുന്നു.

പരീക്ഷണം	N_2O	O_2
I സാമ്യങ്ങൾ		
1. ലക്ഷണം	നിറമില്ലാത്ത വാതകം.	നിറമില്ലാത്തവാതകം.
2. ജലത്തിൽ ലേയത്വം	സാമാന്യമായി ശീതജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നു.	അല്പം ലയിക്കുന്നു.
3 അറ്റത്തു കനലുള്ള ഈർക്കിലി കാണിക്കുക.	ഈർക്കിലി വീണ്ടും കത്തുന്നു.	വീണ്ടും കത്തുന്നു.
II വ്യത്യാസങ്ങൾ		
1. ഗന്ധം	മാധുര്യമുള്ള ഗന്ധം	ഗന്ധമില്ല
ഘനത്വം	വായുവിന്റെ ഏകദേശം $1\frac{1}{2}$ ഇരട്ടി	ഏകദേശം വായുവിന്റേതു തന്നെ.
3. ആൽക്കഹോളിൽ ലേയത്വം	നല്ല ലേയത്വമുണ്ട്.	അല്പം മാത്രം ലയിക്കുന്നു.
4. കൃശനാളത്തോട് കൂടി കത്തുന്ന സൽഫർ	കെട്ടുപോകും.	ഊർജസ്വലമായി കത്തുന്നു
5. ജ്വലിക്കുന്ന മഗ്നീഷ്യം	ജ്വലിച്ച് മഗ്നീഷ്യം ഓക്സൈഡും നൈട്രജനും ഉണ്ടാകുന്നു. വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തത്തിനു ഗണ്യമായ കുറവില്ല (അല്പം Mg_3N_2 കൂടി ഉണ്ടാകും.)	ജ്വലിച്ച് MgO മാത്രം ഉണ്ടാകുന്നു വാതകം ഒന്നും അവശേഷിക്കുന്നില്ല.
6. ആൽക്കലൈൻ പൈറോഗല്ലോൾ ലായനിയിൽ	അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നില്ല.	അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.
7. നൈട്രിക് ഓക്സൈഡുമായി മിശ്രണം	പരിവർത്തനം ഒന്നും ഇല്ല	ചെന്തവിട്ടുനിറമുള്ള നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

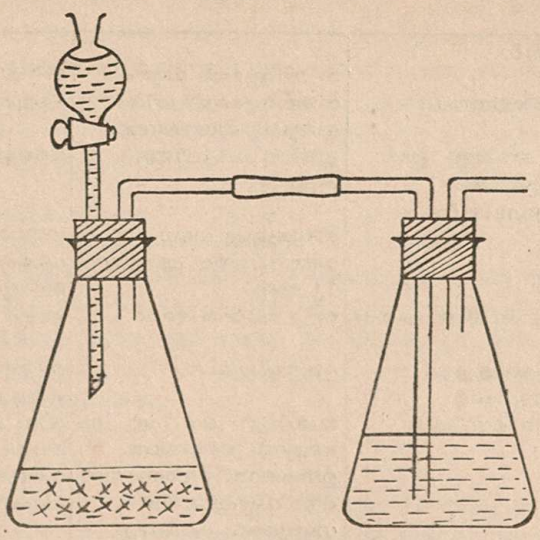
നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് NO

നിർമാണം

അമോണിയയുടെ ഉൽപ്രേരകസാന്നിധ്യത്തിലുള്ള ഓക്സീകരണത്താലും വായുവിനെ ഉന്നത താപനിലയിൽ പ്രതിപ്രവർത്തന വിധേയമാക്കിയും ഈ വാതകം ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന രീതികളും നൈട്രിക് ആസിഡ് നിർമാണത്തിൽ വിവരിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. ഈ വിധികളും ചെറിയ തോതിൽ നൈട്രിക് ഓക്സൈഡുണ്ടാക്കുവാൻ പറ്റിയവയല്ല ലാബറട്ടറിയിൽ നേർത്ത (1:1) നൈട്രിക് ആസിഡും ചെമ്പും തമ്മിൽ പ്രവർത്തിപ്പിച്ചുണ്ടാക്കുന്നതാണ് ഈ വാതകം നിർമിക്കുന്നത്.

$$3Cu + 8HNO_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO$$

ചിത്രം 11–14ൽ കാണുന്നതുപോലെ ഈ ലായനിയിൽ അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെട്ട് ഇരുണ്ട തവിട്ടുനിറമുള്ള $FeSO_4 \cdot NO$ എന്ന അസ്ഥിരയൗഗികം ഉണ്ടാകും. അപദ്രവ്യങ്ങളും രക്ഷപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.



ചിത്രം 11_14

പ്രതിപ്രവർത്തനം പൂർണമാകുമ്പോഴും രണ്ടാമത്തെ ഫ്ളാസ്കിൽ ($FeSO_4$ ലായനിയുള്ളതു്) വിടത്തി അതിനെ ചൂടുവെള്ളത്തിൽ വെയ്ക്കുക. $FeSO_4$. NO വിയോജിച്ചു് നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതു് ജലത്തിനു മീതെ സംഭരിക്കാം.

ഈപ്പു മില്ലാതാക്കുന്നതിനു് ഈ വാതകത്തെ സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡിൽകൂടി കടത്തി മെർക്കറിക്ക് മുകളിൽ ശേഖരിക്കണം.

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

നിറമില്ലാത്ത ഒരു വാതകമാണിതു്. വായുവുമായി സമ്പർക്കമുണ്ടായാലുടൻ പ്രതിപ്രവർത്തനമുണ്ടായി നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡുണ്ടാകുന്നതിനാൽ ഇതിന്റെ ഗന്ധം എന്തെന്നു് നിർണയിക്കുക സാധ്യമല്ല. ജലത്തിൽ ഗണ്യമായ ലേയത്വമില്ല. ഏകദേശം വായുവിന്റെ ഘനത്വമുണ്ടു്.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

1. സ്വയം കത്തുന്നില്ല. സാധാരണ ഗതിയിൽ ജ്വലനത്തെ അതിൽ അനുവദിക്കുകയുമില്ല എന്നാൽ ജ്വലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഹൈഡ്രജൻ, ഫോസ്ഫറസ്, മഗ്നീഷ്യം മുതലായവ ഇതിൽ തുടർന്നു ജ്വലിക്കുന്നു.

$$2H_2 + 2NO \longrightarrow 2H_2O + N_2$$

$$4P + 10NO \longrightarrow 2P_2O_5 + 5N_2$$

$$2Mg + 2NO \longrightarrow 2MgO + N_2$$

(Mg_3N_2 ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടു്.)

2. ഉന്നതതാപനിലയിൽ ഇതു് വിഘടിക്കുന്നു.

$$2NO \rightleftarrows N_2 + O_2$$

3. ചൂടാക്കിയ കോപ്പറിൽ കൂടി കടത്തിവിട്ടാൽ നൈട്രജനായി നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$2NO + 2Cu \longrightarrow 2CuO + N_2$$

4. ഓക്സിജനുമായി സാധാരണ താപനിലയിൽ സംയോജിച്ചു് ചെന്തവിട്ടു നിറമുള്ള നൈട്രജൻഡൈ ഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

5. ഫെറസ് സൽഫേറ്റ് ലായനിയിൽ ഈ വാതകം അവശോഷണംചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഉൽപന്നമായി കിട്ടുന്നതു് ശിഥിലബന്ധമായ $FeSO_4 \cdot NO$ എന്ന യൗഗികമാണു് (ഇരുണ്ട തവിട്ടുനിറം). ഈ യൗഗികം ഉയർന്ന താപനിലയിൽ വിയോജിച്ചു് NO പുനരുൽപാദിപ്പിക്കുന്നു. മറ്റു ഫെറസ് ലവണങ്ങൾക്കും ഇതുപോലെയുള്ള പ്രവർത്തനമുണ്ടു്.

6. സക്രിയകരിയുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ (ഉൽപ്രേരകം) ഈർപ്പരഹിതമായ നൈട്രിക് ഓക്സൈഡും ക്ലോറിനും തമ്മിൽ സംയോജിച്ചു് നൈട്രോസിൽ ക്ലോറൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2NO + Cl_2 \longrightarrow 2NOCl$$

7. നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് നിരോക്സീകാരകമായും പ്രവർത്തിക്കുന്നുണ്ടു്. ഇത്തരം പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് നൈട്രിക് ആസിഡായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു. ഉദാഹരണമായി അസിഡീകരിച്ച $KMnO_4$ ലായനിയുടെ നിറം നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് കടത്തിവിടുമ്പോൾ ഇല്ലാതാകുന്നു.

$$3\,[2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5(O)]$$
$$10NO + 15(O) \longrightarrow 5N_2O_5$$
$$5N_2O_5 + 5H_2O \longrightarrow 10HNO_3$$

$$6KMnO_4 + 9H_2SO_4 + 10NO \longrightarrow 3K_2SO_4 + 6MnSO_4 + 10HNO_3 + 4H_2O$$

8. ഹൈഡ്രജനുമായി നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് രണ്ടുതരത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഹൈഡ്രജൻ നൈട്രിക് ഓക്സൈഡിൽ കത്തുന്നു. നൈട്രജനും നീരാവിയും ഉണ്ടാകും.

$$2NO + 2H_2 \longrightarrow 2H_2O + N_2$$

നൈട്രിക് ഓക്സൈഡും ഹൈഡ്രജനും കൂടിയുള്ള മിശ്രിതം ചൂടാക്കിയ പ്ലാറ്റിനത്തിൽ കൂടി (ഉൽപ്രേരകം) കടത്തി വിട്ടാൽ അമോണിയ ഉണ്ടാകും

$$2NO + 5H_2 \longrightarrow 2H_2O + 2NH_3$$

ടെസ്റ്റുകൾ

1. നിറമില്ലാത്ത ഈ വാതകം വായുവുമായി കലർത്തിയാൽ ചെന്തവിട്ടു നിറമുള്ള നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

2. ഫെറസ് സൽഫേറ്റ് ലായനിയെ ഇരുണ്ട തവിട്ടു നിറമുള്ളതാക്കുന്നു.

3. അസിഡീകരിച്ച $KMnO_4$ ലായനിയുടെ ശോണനിറം ഇല്ലാതാകുന്നു.

സംഘടനവും സൂത്രവും

നൈടസ് ഓക്സൈഡിന്റെ സൂത്രം നിർണയിക്കുന്നതിനുപയോഗിക്കുന്ന പരീക്ഷണംതന്നെ ഇവിടെയും ഉപയോഗിക്കാം. വ്യാപ്തം അങ്കനം ചെയ്തിട്ടുള്ള ഒരു പെരുവിരൽ-കഴലിൽ നൈടിക് ഓക്സൈഡ് എടുത്തു് ഉള്ളിലും പുറമേയും ഉള്ള മെർകുറി തലങ്ങളും സമമാക്കി അതിന്റെ വ്യാപ്തം കുറിക്കുക. കഴലിൽ സോഡിയം എടുത്തു് ചൂടാക്കി പ്രതിപ്രവർത്തനം നടത്തിയശേഷം ഉപകരണം തണുപ്പിച്ചു് മെർകുറിതലങ്ങളും സമമാക്കിക്കൊണ്ടു് അവശേഷിക്കുന്ന നൈടജന്റെ വ്യാപ്തം കുറിക്കുക. നൈടജന്റെ വ്യാപ്തം നൈടിക് ഓക്സൈഡിന്റെ വ്യാപ്തത്തിന്റെ പകുതിയാണെന്നു കാണാം.

പരികലനം

1 വ്യാപ്തം നൈടിക് ഓക്സൈഡിൽ $\frac{1}{2}$ വ്യാപ്തം നൈടജൻ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഒരു വ്യാപ്തം വാതകത്തിൽ n തന്മാത്രകളും ഉണ്ടെന്നിരിക്കട്ടെ. അവോഗാഡ്രോ നിയമപ്രകാരം നൈടിക് ഓക്സൈഡിന്റെ n തന്മാത്രകളിൽ $\frac{n}{2}$ നൈടജൻ തന്മാത്രകളും ഉണ്ടെന്നു മനസ്സിലാക്കാം.

∴ 1 നൈടിക് ഓക്സൈഡ് തന്മാത്രയിൽ $\frac{1}{2}$ നൈടജൻ തന്മാത്ര സംയോജിച്ചിരിക്കണം. നൈടജൻ തന്മാത്ര N_2 ആണല്ലോ. അപ്പോൾ $\frac{1}{2} N_2$ എന്നതു് ഒരു നൈടജൻ അണുവാണു്.

∴ നൈടിക് ഓക്സൈഡിന്റെ സൂത്രം NOx എന്നായിരിക്കണം.

നൈടിക് ഓക്സൈഡിന്റെ ബാഷ്പഘനത്വം 15 ആണെന്നു് നിർണയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. അതിനാൽ തന്മാത്രാഭാരം $= 2 \times 15 = 30$

$NOx = 30;\ N = 14;\ O = 16$

∴ $14 + x \times 16 = 30$

∴ $x = 1$

അതായതു് നൈടിക് ഓക്സൈഡിന്റെ സൂത്രം $= NO$.

കുറിപ്പു്: ഈ വിധിയിൽ പെറിയ ഒരു കഴപ്പുമുണ്ടാകാം. സോഡിയം ചൂടാക്കുമ്പോൾ സോഡിയം പെറോക്സൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു ഈ പദാർഥം നൈടിക് ഓക്സൈഡുമായി പ്രവർത്തിച്ചു് സോഡിയം നൈട്രൈറ്റു് ഉണ്ടാകാം.

$$Na_2O_2 + 2NO \longrightarrow 2NaNO_2$$

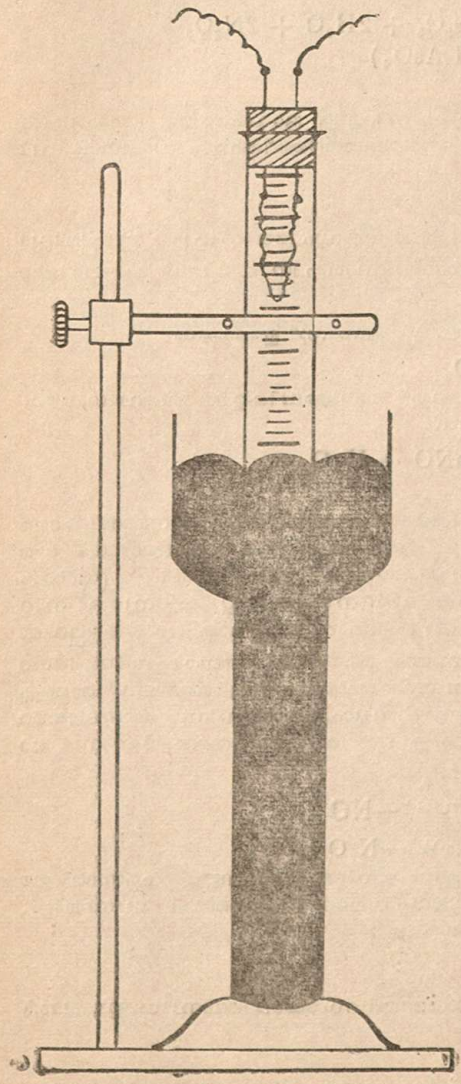
ഇക്കാരണത്താൽ, മിച്ചംവരുന്ന നൈടജന്റെ വ്യാപ്തം നൈടിക് ഓക്സൈഡിന്റെ വ്യാപ്തത്തിന്റെ പകുതിയിൽ അല്പം കുറവായിരിക്കും. സോഡിയത്തിനു പകരം ഇരുമ്പു് ഉപയോഗിക്കുന്നതായാൽ ഈ കഴപ്പു് ഉണ്ടാകുന്നില്ല.

ഇരുമ്പു് ചൂടാക്കി വിഘടനം ചെയ്തു് സംഘടനനിർണയം

അംശാങ്കിതമായ ഒരു കഴലാണു് ഇതിനുപയോഗിക്കുന്നതു്. കഴലിന്റെ രണ്ടറ്റവും തുറന്നതാണു്. ഒരറ്റം മുറുകെച്ചേരുന്ന ഒരു റബ്ബർ കോർക്കുകൊണ്ടടച്ചിരിക്കുന്നു. കോർക്കിൽ കൂടി അല്പം അകലത്തിൽ രണ്ടു് പ്ലാറ്റിനം കമ്പികളും കടത്തിയിട്ടുണ്ടു്. ഇവയുടെ കഴലിനകത്തെ അഗ്രങ്ങളും ലോലമായ ഒരു ഇരുമ്പു് കമ്പിച്ചുരുളും കൊണ്ടു് യോജിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. (ചിത്രം 11–15)

ഗ്ലാസ് കഴൽ ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ മെർകുറി നിറച്ചു് ഒരു ആഴമു

ള്ള പാത്രത്തിൽ മെർക്കറിക്ക മീതെ സജ്ജമാക്കുക. അതിനുള്ളിൽ ശുദ്ധമായ നൈട്രിക് മോണോക്സൈഡ് ശേഖരിച്ച് മെർക്കറി തലങ്ങളും സമമാക്കിക്കൊണ്ട് വ്യാപ്തം കുറിക്കുക. പിന്നീട്, ഫ്ലാറ്റിനം കമ്പികളും ഒരു അക്യുമുലേറ്ററിന്റെ അഗ്രങ്ങളോടു തൊടുക്കുമ്പോൾ ഇരുമ്പ് ചൂടുപഴുക്കുകയും പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇരുമ്പ് ജ്വലിച്ച് അയൺ ഓക്സൈഡാകും. നൈട്രജൻ അവശേഷിക്കും. ജ്വലനം തീരുമ്പോൾ ഉപകരണം തണുപ്പിച്ച് അവശിഷ്ടമായ നൈട്രജന്റെ വ്യാപ്തം (മെർക്കുറിതലങ്ങൾ സമമാക്കിക്കൊണ്ട്) കുറിക്കുക. നിരീക്ഷണം മുൻ പരീക്ഷണത്തിലുള്ളതുപോലെ തന്നെ. പരികലനവും അപ്രകാരം തന്നെയാണ്.



ചിത്രം 11–15

നൈട്രജൻ ടൈഓക്സൈഡ്

N_2O_3

(നൈട്രസ് അൻഹൈഡ്രൈഡ്)

അസ്ഥിരമായ ഒരു ഓക്സൈഡാണിത്. സാധാരണ താപനിലയിൽ പോലും ഇത് ഭാഗികമായി വിയോജിച്ച് നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡും നൈട്രിക് ഓക്സൈഡുമായിത്തീരുന്നു. നൈട്രസ് ആസിഡിന്റെ അൻഹൈഡ്രൈഡാണിത്.

നിർമാണം

(a) നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡും നൈട്രിക് ഓക്സൈഡും കലർന്ന മിശ്രിതം −30°C-ൽ തണുപ്പിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള ഒരു കഴലിൽ ക്ലിപ്തത്തിലിടുമ്പോൾ നൈട്രജൻ ടൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. നീലനിറമുള്ള ദ്രാവകമാണിത്.

$$NO_2 + NO \longrightarrow N_2O_3$$

(b) നേർത്ത നൈട്രിക് ആസിഡും (56%) ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡും ചേർത്തു് അൽപം ചൂടാക്കുമ്പോൾ നൈട്രജൻ ടൈഓക്സൈഡ് കിട്ടുന്നു. ഉല്പന്നമായ ബാഷ്പമിശ്രിതം ശീതളനമിശ്രിതത്തിൽ മുക്കിത്തണുപ്പിക്കപ്പെട്ടന്ന ഒരു കഴലിൽ കൂടി കടത്തിവിടുമ്പോൾ അതിൽ കടുംനില നിറമുള്ള നൈട്രജൻ ടൈഓക്സൈഡ് ദ്രാവകരൂപത്തിൽ സംഭൃതമാകുന്നു.

$$As_4O_6 + 4HNO_3 \longrightarrow 2As_2O_5 + 2H_2O + 2N_2O_3$$
$$(As_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3AsO_4)$$

ഗുണധർമങ്ങൾ

താണതാപനിലയിൽ ഇതു് കടുംനില നിറമുള്ള ദ്രാവകമാണു്. താപനില ഉയരുമ്പോൾ ചെന്തവിട്ടു നിറമുള്ള ഒരു വാതകമായിത്തീരുന്നു. ബാഷ്പം വിയോജിതമായിരിക്കും. ($NO_2 + NO$)

$$N_2O_3 \rightleftarrows NO_2 + NO.$$

ഏറെക്കാലം ഫോസ്ഫറസ് പെൻറോക്സൈഡുപയോഗിച്ചു് ഈർപ്പമില്ലാതാക്കിയ നൈട്രജൻ ടൈഓക്സൈഡ് സാധാരണ താപനിലയിലും വിഘടിക്കാതെയിരിക്കും.

ഐസ്-ജലത്തിൽ ലയിച്ചു് നൈട്രസ് ആസിഡു് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$N_2O_3 + H_2O \longrightarrow 2HNO_2$$

ആസിഡിയോക്സൈഡായതിനാൽ ഇതു് ആൽക്കലികളിൽ അവശേഷണം ചെയ്യപ്പെട്ടു് നൈട്രൈറ്റുകളും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$N_2O_3 + 2NaOH \longrightarrow 2NaNO_2 + H_2O$$

സംഘടനവും സൂത്രവും

വളരെ അസ്ഥിരമായതിനാൽ ഇതിന്റെ സംഘടനം വ്യാപ്തമാനമായി കാണുന്നതു് സാധ്യമല്ല. അതിനാൽ ഇതിലുള്ള നൈട്രജന്റെയും ഓക്സിജന്റെയും ഭാരങ്ങളും നിർണയിച്ചാണു് സൂത്രം നിർണയിക്കുന്നതു്. ബാഷ്പീകരിച്ചു് (വിഘടനവും ഉണ്ടായിരിക്കും) കിട്ടുന്ന വാതകം ഭാരം നിർണയിച്ച പെന്മുതരി നിറച്ച ഒരു കഴലിൽ കൂടി (തപ്താവസ്ഥയിൽ) കടത്തിവിടുന്നു. ഓക്സിജൻ കോപ്പറിൽ സംയോജിച്ചു് CuO ഉണ്ടാകുന്നു. ഉല്പന്നമായ നൈട്രജൻ ശേഖരിച്ചു് അതിന്റെ വ്യാപ്തം നിർണയിക്കുന്നു. കോപ്പറിനുണ്ടായ ഭാരവർധനവു് നൈട്രസ് ഓക്സൈഡിലുണ്ടായിരുന്ന ഓക്സിജന്റെ ഭാരമാണു്. വ്യാപ്തത്തിൽ നിന്നു് നൈട്രജന്റെയും ഭാരം കണക്കാക്കാം. നൈട്രജൻ-ഓക്സിജൻ ഭാരാനുപാതത്തിൽ നിന്നു് ഓക്സൈഡിന്റെ സൂത്രം കണക്കാക്കാമല്ലോ.

നൈട്രജൻഡൈഓക്സൈഡ്—NO_2

(ഡൈനൈട്രജൻ ടെട്രാക്സൈഡ്—N_2O_4)

ഇതു് നൈട്രജൻ പെറോക്സൈഡ് എന്നും അറിയപ്പെടുന്നുണ്ടു്. എന്നാൽ ഈ പേരു് ശരിയല്ല. ഇതിനു് ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡുമായി ബന്ധമില്ല. (ഓക്സൈഡുകളുടെ വർഗീകരണം നോക്കുക).

ഉല്പാദനവിധികൾ

1. നൈട്രിക് ഓക്സൈഡും ഓക്സിജനുമായി സംയോജിക്കുമ്പോൾ ഈ പദാർഥം ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

2. സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡ് ലോഹങ്ങളുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും NO_2 ഉണ്ടാകുന്നു. ചില അലോഹങ്ങളും NO_2 മുക്തമാക്കുന്നു. (അന്യത്ര)

3. ലെഡ് നൈട്രേറ്റ് മുതലായ മിക്ക ലോഹനൈട്രേറ്റുകളും വിയോജിക്കുമ്പോഴും ഓക്സിജനും നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2Pb(NO_3)_2 \longrightarrow 2PbO + 4NO_2 + O_2$$

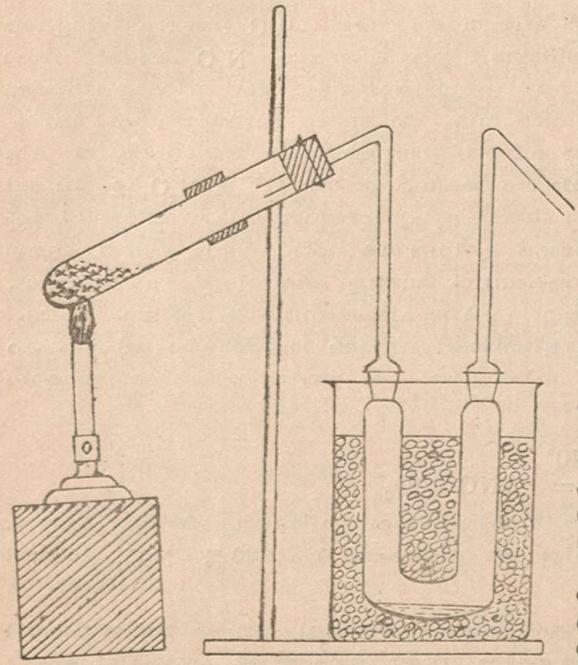
നൈട്രിക് ആസിഡിന്റെ താപവിയോജനംകൊണ്ടും NO_2 ഉണ്ടാകുന്നു.

$$4HNO_3 \longrightarrow 2H_2O + 4NO_2 + O_2$$

4 സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡും കടലാസ്, പഞ്ഞി മുതലായ സെലുലോസിക പദാർഥങ്ങളുമായി പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുമ്പോഴും NO_2 ഉണ്ടാകുന്നു.

ലാബറട്ടറിനിർമാണം

ലെഡ് നൈട്രേറ്റിന്റെ താപവിഘടനംകൊണ്ടാണ് ഈ പദാർഥം നിർമിക്കുന്നത്. ഉല്പന്നമായ ലെഡ്ഓക്സൈഡ് ഖരമായി അവശേഷിക്കുന്നു. വാതകമിശ്രിതം ($NO_2 + O_2$) ശീതീകരണത്തിനായി തണുപ്പിക്കപ്പെട്ട ഒരു U കഴലിൽക്കൂടി കടത്തുമ്പോഴും അതിലുള്ള നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡു മാത്രം ഘനീഭവിക്കുന്നു. ഓക്സിജൻ വാതകമായി കടന്നുപോകുന്നു. ഉപകരണസജ്ജീകരണം ചിത്രം 11_16 ൽ കാണാം.



ചിത്രം 11_16

ഹാർഡ് ഗ്ലാസ് കഴലിൽ പൊടിച്ചു ഉണങ്ങിയ ലെഡ് നൈട്രേറ്റ് ക്രിസ്റ്റലുകൾ എടുത്തിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ നിന്നും ഒരു നിർഗമനക്കഴൽ ഉല്പന്ന വാതകത്തെ ശീതീകരണമിശ്രിതത്തിൽ തണുപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന U-കഴലിലേക്കു നയിക്കുന്നു ഹാർഡ് ഗ്ലാസ് കഴൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിയോജനം നടന്നു (മൃദുവായ സ്ഫോടനം ഉണ്ടാകാം) ഉണ്ടാകുന്ന വാതക മിശ്രിതത്തിൽ നിന്നും നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് ആദ്യം പച്ച നിറമുള്ള ദ്രവകമായും പിന്നീട് നിറമില്ലാത്ത ക്രിസ്റ്റലുകളായും U-കഴലിൽ ഘനീഭവിക്കുന്നു.

പിന്നീട് U-കഴൽ ഘർഷപ്പെടുത്തി ചൂടുവെള്ളത്തിൽ വെയ്ക്കുമ്പോൾ ചെന്തവിട്ടനിറമുള്ള വാതകം ഉണ്ടാകും. വായുവിന്റെ മേല്പോട്ടുള്ള വിസ്ഥാപനം കൊണ്ട് ഇതു ശേഖരിക്കാം.

ഗുണധർമങ്ങൾ

സാധാരണ താപനിലയിൽ ഇതു് പെന്തവിട്ടനിറമുള്ള വാതകമാണു്. താപനിലയനുസരിച്ചു് നിറത്തിൽ മാറ്റം വരുന്നു. ഉന്നതതാപനിലയിൽ ഇതിനു് ഏകദേശം കറുപ്പു നിറമുണ്ടു്. താപനില വളരെ താഴ്ത്തുമ്പോൾ നിറം കുറഞ്ഞുവരുന്നു. ഇതു് N_2O_4, NO_2 എന്നിവയുടെ മിശ്രിതമായതിനാലാണു്.

നിറത്തിലും പ്രത്യേകമായ രൂക്ഷഗന്ധത്തിലും ഇതിനു് ബ്രോമിനോടു് അല്പം സാദൃശ്യമുണ്ടു്. എന്നാൽ ശ്രദ്ധിച്ചാൽ നിറത്തിലും മണത്തിലും ഇവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം സ്പഷ്ടമാണു്. കൂടാതെ NO_2 ജലത്തിൽ ലയിക്കുമ്പോൾ നിറമില്ലാത്ത ലായനിയാണു് കിട്ടുന്നതു്. ബ്രോമിൻ ലായനിക്കു് ചുവപ്പു നിറമുണ്ടു്.

നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡു് ഒരു വിഷപദാർഥമാണു്. താപനിലയനുസരിച്ചു് രാസഘടനയിൽ വ്യത്യാസം വരുന്ന ഒരു യൗഗികമാണിതു്. വളരെ തണുത്ത താപനിലയിൽ നൈട്രജൻ ടെട്രോക്സൈഡായി (N_2O_4) സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ ഏകദേശം 140°C-നു മുകളിൽ NO_2 ആയിട്ടാണു് സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതു്. ഇടക്കുള്ള താപനിലകളിൽ രണ്ടു തന്മാത്രാരൂപങ്ങളുടെയും സന്തുലനമിശ്രിതമാണു് ഈ പദാർഥം. ഓരോ താപനിലകളിലും മിശ്രിതത്തിന്റെ സംഘടനം വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. അതിനാൽ ഘനത്വം, നിറം മുതലായ ഭൗതികഗുണധർമങ്ങളും അതിനനുസരിച്ചു് വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. -9°C തഴെ നിറമില്ലാത്ത ക്രിസ്റ്റലുകളായി സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. ഇതു് പൂർണമായും N_2O_4 ആണു്. താപനില ക്രമേണ ഉയർത്തിയാൽ ക്രിസ്റ്റലുകൾ ഇളം മഞ്ഞനിറമുള്ള ദ്രാവകമായിത്തീരുന്നു. ദ്രാവകത്തിന്റെ നിറം താപനില ഉയരുന്തോറും കൂടി വരുന്നു. 21.9°C-ൽ ദ്രാവകത്തിനു് പെന്തവിട്ട നിറമുണ്ടു്. ഈ താപനിലയിൽ തിളച്ചു് അതേ നിറമുള്ള ബാഷ്പമാകുന്നു. ഇതിൽ 84.3 % N_2O_4-ഉം ബാക്കി NO_2 ഉം ഉണ്ടായിരിക്കും. ബാഷ്പം ചൂടാക്കുമ്പോൾ താപനില ഉയരുന്തോറും NO_2 തന്മാത്രകളുടെ ശതമാനം കൂടിവരുന്നതിനാൽ നിറവും കൂടുതൽ കൂടുതൽ ഇരുണ്ടുവരുന്നു. 140°C ആകുമ്പോൾ കറുത്തതും അതാര്യവുമായ വാതകമാണു്. ഇതിൽ NO_2 മാത്രമാണുള്ളതു്. തുടർന്നു് ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിയോജനം തുടങ്ങും. (നൈട്രിക് ഓക്സൈഡും ഓക്സിജനുമായി) ക്രമേണ നിറത്തിന്റെ കടുപ്പവും കുറയുന്നു. 620°C-ൽ വാതകം നിറമില്ലാതാകുന്നു. ഇതിൽ നൈട്രിക് ഓക്സൈഡും ഓക്സിജനുമാണുള്ളതു്.

$$N_2O_4 \overset{140^\circ}{\rightleftharpoons} 2NO_2 \overset{620^\circ}{\rightleftharpoons} 2NO + O_2$$

തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ ഈ വ്യതിയാനങ്ങളും വിലോമക്രമത്തിൽ കാണാം. സാധാരണ താപനിലയിൽ ഈ വാതകത്തിൽ 70–80 % N_2O_4 ഉണ്ടായിരിക്കും.

നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡു് കത്തുന്ന വാതകമല്ല, എന്നാൽ ജ്വലനസഹായിയാണു്. അറ്റുത്ത കനലുള്ള ഈർക്കിലി ഈ വാതകത്തിൽ കത്തിപ്പിടിക്കുന്നു.

$$2C + 2NO_2 \longrightarrow N_2 + 2CO_2$$

ജ്വലിക്കുന്ന ഫോസ്ഫറസ്, മഗ്നീഷ്യം മുതലായവയും ഇതിൽ തുടർന്നു കത്തുന്നു.

$$8P + 10NO_2 \longrightarrow 4P_2O_5 + 5N_2$$

ചൂടാക്കിയ ചെമ്പിൽ കൂടി കടത്തിയാൽ നൈട്രജനായി നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$4Cu + 2NO_2 \longrightarrow 4CuO + N_2$$

H_2S, ഈർപ്പമുള്ള SO_2 മുതലായ നിരോക്സീകാരകങ്ങളും സാധാരണ താപനിലയിൽതന്നെ ഇങ്ങനെയായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

$$H_2S + NO_2 \longrightarrow S + H_2O + NO$$

$$H_2O + SO_2 + NO_2 \longrightarrow H_2SO_4 + NO$$

ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ NO_2 ഓക്സീകാരകമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

തണുത്ത ജലത്തിൽ ലയിക്കുമ്പോഴും നിറമില്ലാത്ത ലായനി കിട്ടുന്നു. ഇതിൽ നൈട്രിക് ആസിഡ്, നൈട്രസ് ആസിഡ് എന്നിവയുണ്ട്.

$$2NO_2 + H_2O \longrightarrow HNO_3 + HNO_2$$

ആൽക്കലി ലായനികളുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും നൈട്രൈറ്റും നൈട്രേറ്റും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2NO_2 + 2NaOH \longrightarrow NaNO_2 + NaNO_3 + H_2O$$

(NO_2 ഒരു മിശ്ര അൻഹൈഡ്രൈഡാണെന്നു വ്യക്തം)

സാധാരണതാപനിലയിൽ നൈട്രസ് ആസിഡ് അസ്ഥിരമായതിനാൽ ജലത്തിൽ ലയിക്കുമ്പോഴും നൈട്രിക് ഓക്സൈഡും ഉണ്ടാകും.

$$3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO$$

ഇക്കാരണത്താൽ ഫെറസ് സൽഫേറ്റ് ലായനി ഈ വാതകം കടത്തിയാൽ ഇരുണ്ട നിറമുള്ളതായിത്തീരുന്നു. ($FeSO_4 \cdot NO$)

ജലത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ഇതു ഒരു നിരോക്സീകാരകമായും പ്രവർത്തിക്കുന്നു. അസിഡീകരിച്ച $KMnO_4$ ലായനിയുടെ നിറം ഇല്ലാതാക്കുന്നതും, അസിഡീകരിച്ച $K_2Cr_2O_7$ ലായനിയുടെ നിറം പച്ചയാക്കുന്നതും ബ്രോമിൻ ജലത്തിന്റെ നിറം ഇല്ലാതാക്കുന്നതും നിരോക്സീകരണസ്വഭാവത്തിനു ദൃഷ്ടാന്തങ്ങളാണു.

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 10NO_2 + 2H_2O \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 10HNO_3$$

$$K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 + 6NO_2 \longrightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 6HNO_3 + H_2O$$

$$Br_2 + 2H_2O + 2NO_2 \longrightarrow 2HBr + 2HNO_3$$

ടെസ്റ്റുകൾ

1. ചെമ്പവിട്ടനിറവും പ്രത്യേകമായ രൂക്ഷഗന്ധവും ഉള്ള ("നൈട്രസ്" ഗന്ധം) വാതകം.

2. ചൂടാക്കുമ്പോഴും വാതകം കറുപ്പാകുന്നു.

3. ജലത്തിൽ ലയിച്ച് നിറമില്ലാത്ത ലായനി കിട്ടും.

4. അസിഡീകരിച്ച $KMnO_4$ ലായനിയുടെ നിറം ഇല്ലാതാക്കുന്നു.

സംഘടനവും സൂത്രവും

നൈട്രിക് ഓക്സൈഡിന്റെ സൂത്രം നിർണയിക്കുന്നതുപോലെ ഇതുമായ് കൊണ്ട് വിയോജിപ്പിച്ച ഇതിന്റെ സൂത്രം നിർണയിക്കാം. എന്നാൽ പരീക്ഷണം ഉന്നതതാപനിലയിൽ നടത്തിയില്ലെങ്കിൽ ശരിയായ സൂത്രം കിട്ടുകയില്ല (വിയോജനം കൊണ്ട്). അതിനാൽ ഭാരസംഘടനം നിർണയിച്ച് അതിൽ നിന്നും എംപിരികസൂത്രം കണക്കാക്കുന്നതാണ് കൂടുതൽ മെച്ചമായതു്. നൈട്രജൻ ടൈഓക്സൈഡിന്റെ സംഘടനനിർണയത്തിൽ വിവരിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ വാതകം ചൂടാക്കിയ ചെമ്പിൽ കൂടി കടത്തിവിട്ട് കിട്ടുന്ന നൈട്രജന്റെ വ്യാപ്തവും ചെമ്പിന്റെ ഭാരവർദ്ധനവും നിർണയിച്ചാൽ നൈട്രജൻ-ഓക്സിജൻ ഭാരാനുപാതം കണക്കാക്കാം. ഇതിൽ നിന്നും എംപിരിക സൂത്രം NO_2 ആണെന്നു കിട്ടും.

ബാഷ്പഘനത്വം ഉന്നതതാപനിലയിൽ (140°C) നിർണയിക്കുമ്പോൾ തന്മാത്രാഭാരം 46 ആണെന്നു കാണാം. ഇതു് NO_2 എന്ന തന്മാത്രാസൂത്രത്തിനും അനുസൃതമാണ്. താഴ്ന്നതാപനിലകളിൽ ബാഷ്പഘനത്വം കൂടിവരുന്നു. ഇതിനു കാരണം N_2O_4-ന്റെ ശതമാനം കൂടുന്നതിനാലാണ്. ഓരോ താപനിലയിലും ഉള്ള N_2O_4-ന്റെയും NO_2-ന്റെയും ശതമാനങ്ങളും ബാഷ്പഘനത്വത്തിൽ നിന്നും കണക്കാക്കാവുന്നതാണ്.

നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡും ബ്രോമിൻ ബാഷ്പവും തമ്മിൽ തിരിച്ചറിയാനുള്ള ടെസ്റ്റുകൾ

ടെസ്റ്റ്	NO_2	Br_2
1. ബാഷ്പം ജലത്തിൽ കടത്തിവിടുക.	നിറമില്ലാത്ത ലായനി കിട്ടും.	ചുവന്ന ലായനി കിട്ടുന്നു. (നേർത്തതാണെങ്കിൽ മഞ്ഞ).
2. ബാഷ്പം കാർബൺ ടെട്രാക്ലോറൈഡിൽ കടത്തിവിടുക.	ലയിക്കുന്നില്ല	ലയിച്ച് ചുവന്ന ലായനി കിട്ടും.
3. ബാഷ്പം അസിഡീകരിച്ച $KMnO_4$ ലായനിയിൽ കടത്തിവിടുക.	ലായനിയുടെ നിറം ഇല്ലാതാകുന്നു.	നിറവ്യത്യാസം ഉണ്ടാകുന്നില്ല.
4. ബാഷ്പം $FeSO_4$ ലായനിയിൽ കടത്തിവിടുക.	ഇരുണ്ട തവിട്ടു നിറമുണ്ടാകും.	ഇരുണ്ട തവിട്ടു നിറം ഉണ്ടാകുന്നില്ല.
5. ബാഷ്പം സ്റ്റാർച്ച് ലായനിയിൽ കടത്തിവിടുക.	പ്രകടമായ മാറ്റം ഒന്നുമില്ല.	ലായനിക്ക് മഞ്ഞ നിറം ഉണ്ടാകുന്നു.

നൈട്രജൻ പെൻറോക്സൈഡ് N_2O_5
(നൈട്രിക് അൻഹൈഡ്രൈഡ്)

താണ താപനിലയിൽ മാത്രം സ്ഥിരതയുള്ള ഒരു യൗഗികമാണിത്. ഇത് നൈട്രിക് ആസിഡിൻെറ അൻഹൈഡ്രൈഡാണ്.

നിർമാണരീതികൾ

1. സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡിൽ ഫോസ്ഫറസ് പെൻറാക്ലൈഡ് ചേർത്ത് സേദനം ചെയ്യുമ്പോൾ ഇതുണ്ടാകുന്നു.

$$2HNO_3 + P_2O_5 \longrightarrow 2HPO_3 + N_2O_5$$

2, ഈർപ്പമില്ലാത്ത ക്ലോറിൻ 60°C-ൽ തപ്പമാക്കപ്പെട്ട സിൽവർ നൈട്രേറ്റിൽ കൂടി കടത്തി വിടുമ്പോൾ നൈട്രജൻ പെൻറാക്ലൈഡ് ഉണ്ടാകും.

$$4AgNO_3 + 2Cl_2 \longrightarrow 4AgCl + 2N_2O_5 + O_2$$

3. നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡും ഓസോണും തമ്മിൽ യോജിച്ച് N_2O_5 ഉണ്ടാകുന്നു.

$$N_2O_4 + O_3 \longrightarrow N_2O_5 + O_2$$

ഏതു രീതിയിൽ നിർമിച്ചാലും ഉല്പന്നം ഹിമീകരണ മിശ്രിതത്തിൽ തണുപ്പിച്ച ഗ്രാഹിയിൽ ആണ് ശേഖരിക്കേണ്ടത്.

ഗുണധർമങ്ങൾ

0°C-ൽ താഴെയുള്ള താപനിലകളിൽ ഇത് നിറമില്ലാത്ത ക്രിസ്റ്റലുകളാണ്. 29.5°C-ൽ ഉരുകുന്നു; ദ്രാവകത്തിനു കടും തവിട്ടുനിറമുണ്ട്. 50°C-ൽ പൂർണമായി വിഘടനം നടന്ന് നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡും ഓക്സിജനുമായിട്ടാണ് സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത്.

$$2N_2O_5 \longrightarrow 4NO_2 + O_2$$

ജലത്തിൽ സീൽക്കാരശബ്ദത്തോടെ ലയിച്ച് നൈട്രിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$N_2O_5 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3$$

ആൽക്കലികളിൽ പ്രവർത്തിച്ച് നൈട്രേറ്റുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

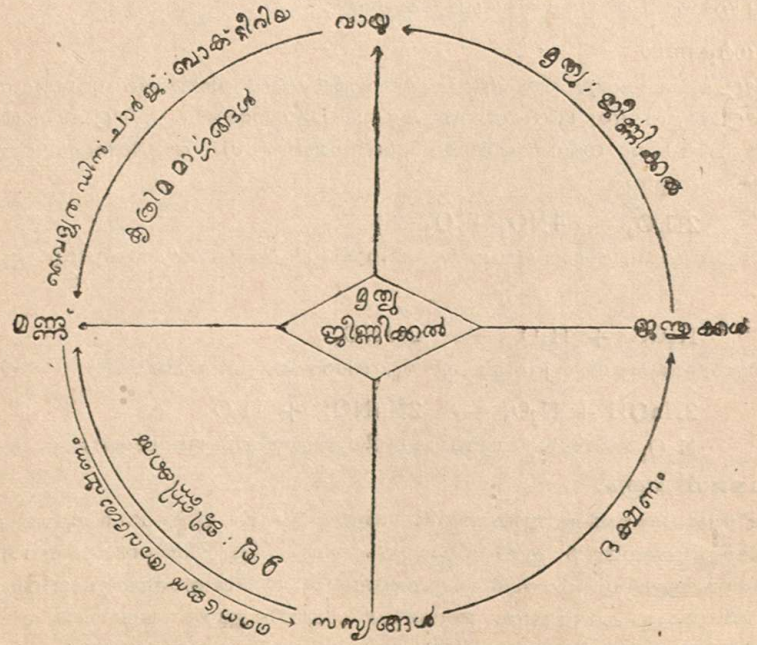
$$2NaOH + N_2O_5 \longrightarrow 2NaNO_3 + H_2O$$

N_2O_5 നൈട്രിക് ആസിഡിൻെറ അൻഹൈഡ്രൈഡാണ്.

നൈട്രജൻ ചക്രം

ജീവജാലങ്ങളുടെ അസ്തിത്വത്തിനും വളർച്ചയ്ക്കും ഒഴിച്ചു കൂടാൻ വയ്യാത്ത ഒരു മൂലകമാണ് നൈട്രജൻ. ഇതിൻെറ യൗഗികങ്ങളായ പ്രോട്ടീനുകൾ, കൊറാറിൻ, അമിനോ ആസിഡുകൾ, ആൽക്കലോയ്ഡുകൾ, യൂറിയ മുതലായവ ജീവജാലങ്ങളിൽ ധാരാളം കണ്ടുവരുന്നു. അന്തരീക്ഷവായുവിലുള്ള നൈട്രജനാണ് സസ്യങ്ങൾക്കും തദ്വാര ജന്തുക്കൾക്കും പ്രയോജനപ്പെടുന്നത്. മൂലകരൂപത്തിലുള്ള നൈട്രജനെ നേരിട്ട് പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്ന — സാത്മീകരിക്കുന്ന — സസ്യങ്ങൾ വളരെ

വിരളമാണു്. അന്തരീക്ഷ നൈടജനെ യൗഗികമാക്കി പരിവർത്തനം ചെയ്താൽ മാത്രമേ ജീവജാലങ്ങൾക്കു് പ്രയോജനപ്പെടുന്നുള്ളൂ. ഈ നൈടജൻ യൗഗികീകരണം (സ്ഥിരീകരണം,) മുൻകാലങ്ങളിൽ പ്രകൃതിതന്നെയാണു് നടത്തിയിരുന്നതു്. ആധുനികകാലത്തു് കടുംകൃഷിയും ജനപ്പെരുപ്പവും മറ്റും കൊണ്ടു് പ്രകൃതിയുടെ ഈ പ്രക്രിയകളും അപര്യാപ്തമായി വന്നിട്ടുള്ളതിനാൽ കൃത്രിമമായും നൈടജൻ യൗഗികീകരിക്കപ്പെട്ടുന്നുണ്ടു്. ഇപ്രകാരം പ്രാകൃതികവും കൃത്രിമവുമായ രീതികളിൽ യൗഗികീകൃതമായ അന്തരീക്ഷ നൈടജൻ സസ്യങ്ങൾക്കു് ലഭ്യമാകുന്നു. സസ്യങ്ങളിൽ നിന്നു് യൗഗികരൂപത്തിലുള്ള ഈ നൈടജൻ ജന്തുമണ്ഡലത്തിനും പ്രയോജനപ്പെടുന്ന പ്രകാരം പല പരിണാമങ്ങളും തരണംചെയ്തു് അന്തരീക്ഷ നൈടജൻ അവസാനം ജീവജാലങ്ങൾ ജീർണിക്കുമ്പോഴും മറ്റും വീണ്ടും മൂലകരൂപത്തിൽ അന്തരീക്ഷത്തിലേക്കു് തന്നെ തിരികെ എത്തുകയും ചെയ്യും. ഇങ്ങനെ നൈടജൻ ചക്രീയമായ പ്രക്രിയാപരമ്പരയിൽ കൂടി പ്രപഞ്ചത്തിലുള്ള ജൈവമണ്ഡലത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നതിന്റെ രൂപരേഖയാണു് ചിത്രത്തിൽ ചേർത്തിരിക്കുന്നതു് (ചിത്രം 11_17). ഇതാണു് നൈടജൻ ചക്രം എന്നറിയപ്പെടുന്നതു്.



ചിത്രം 11_17

നൈട്രജൻ സ്ഥിരീകരണം

അന്തരീക്ഷത്തിലുള്ള മൂലക നൈട്രജനെ യൗഗികമാക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണ് നൈട്രജൻ യൗഗികീകരണം അഥവാ നൈട്രജൻ സ്ഥിരീകരണം. യൗഗികമാക്കിയാലല്ലാതെ ഈ മൂലകം ജീവജാലങ്ങൾക്ക് ലഭ്യമാകുന്നില്ല. നൈട്രജന്റെ യൗഗീകീകരണവും തിരിച്ച് യൗഗികങ്ങളെ വിഘടിച്ച് നൈട്രജനാകുന്നതും അതിവിപുലമായ തോതിൽ പ്രകൃതിയിൽ നടക്കുന്നുണ്ട്. എന്നാൽ പ്രകൃതിദത്തമായ നൈട്രജൻ യൗഗികങ്ങളെ കൊണ്ട് ആധുനികകാലത്തെ മതിയാകുന്നില്ല. തന്മൂലം കൃത്രിമമായും നൈട്രജൻ യൗഗികീകരണം നടത്തപ്പെടുന്നു.

I. പ്രകൃതിയിലുള്ള സ്ഥിരീകരണ പ്രക്രിയകൾ

(i) മിന്നലുണ്ടാകുമ്പോൾ വായുവിലുള്ള നൈട്രജനും ഓക്സിജനും തമ്മിൽ സംയോജിച്ച് നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതു തണുക്കുമ്പോൾ ഓക്സിജനുമായി സംയോജിച്ച് നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ വാതകം ഓക്സിജന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ജലത്തിൽ ലയിച്ച് നൈട്രിക് ആസിഡായിത്തീരുന്നു. മഴവെള്ളത്തിൽ ലയിച്ച് ഈ നൈട്രിക് ആസിഡ് ഭൂമിയിൽ വീഴുന്നു. ഇതു മണ്ണിലുള്ള ക്ഷാരപദാർഥങ്ങളുമായി സംയോജിച്ച് നൈട്രേറ്റുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ യൗഗികങ്ങൾ സസ്യങ്ങൾ അവശോഷണം ചെയ്യുന്നു.

(ii) പയർ വർഗത്തിൽപ്പെട്ട ചില ചെടികളുടെ (leguminous plants) ഇളം വേരുകളിൽ കണ്ടുവരുന്ന ചില ഇനം ജീവാണുക്കൾക്ക് അന്തരീക്ഷ നൈട്രജനെ നേരിട്ട് സാത്മീകരിക്കാനുള്ള കഴിവുണ്ട്. ഇങ്ങനെ അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെട്ട നൈട്രജൻ ചെടികൾക്ക് വളമായിത്തീരുന്നു.

II കൃത്രിമമായി നൈട്രജൻ സ്ഥിരീകരണം

(i) വായുവിൽ നിന്ന് നൈട്രജൻ വേർതിരിച്ച് ഹൈഡ്രജനുമായി കലർത്തി ഉന്നത മർദത്തിൽ ഉൽപ്രേരകസാന്നിധ്യത്തിൽ സംയോജിപ്പിച്ച് അമോണിയ ഉണ്ടാക്കുന്നു (ഹേബർ പ്രക്രിയ). ഇതിനെ അമോണിയം സൽഫേറ്റ്, അമോണിയം ഫോസ്ഫേറ്റ് മുതലായ ലവണങ്ങളാക്കി മണ്ണിൽ ചേർത്ത് (രാസവളങ്ങൾ) ചെടികൾക്ക് ലഭ്യമാക്കുന്നു. ചില നൈട്രികാരക ബാക്ടീരിയങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനത്താൽ മണ്ണിലുള്ള അമോണിയം യൗഗികങ്ങൾ നൈട്രിക് ആസിഡായിത്തീരുന്നു. ആസിഡ് മണ്ണിലുള്ള ക്ഷാരപദാർഥങ്ങളെ ഉദാസീനീകരിച്ച് നൈട്രേറ്റുകളായി മാറുന്നു. ഇവയും ചെടികൾക്ക് പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

(ii) അമോണിയ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡുമായി ചേർത്ത് പ്രതിപ്രവർത്തന വിധേയമാക്കി ഉണ്ടാക്കുന്ന യൂറിയ എന്ന പദാർഥവും രാസവളമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

$$2NH_3 + CO_2 \longrightarrow \underset{\text{(യൂറിയ)}}{CO(NH_2)_2} + H_2O$$

(iii) അമോണിയ ഓക്സീകരിച്ച് നൈട്രിക് ഓക്സൈഡാക്കി അതിനെ നൈട്രിക് ആസിഡാക്കാം. (ഓസ്റ്റ്വാൾഡ് പ്രക്രിയ). ഇതിൽ നിന്ന് കാൽ

നിയം നൈട്രേറ്റ് മുതലായ നൈട്രേറ്റുകളും ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇവ രാസവളങ്ങളായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(iv) വായുവിനെ വൈദ്യുത ആർക്കിൽ കൂടി കടത്തുമ്പോൾ അതിലുള്ള നൈട്രജൻ ഓക്സിജനുമായി സംയോജിച്ച് നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതു് ഓക്സിജനുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന NO_2 ഓക്സിജന്റെ സന്നിധ്യത്തിൽ ജലത്തിൽ ലയിപ്പിച്ച് നൈട്രിക് ആസിഡ് സംശ്ലേഷണം ചെയ്യുന്നു (അന്യത്ര). ഇതിൽ നിന്നു് നൈട്രേറ്റുകളും നിർമിച്ച് രാസവളമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(v) കാൽസിയം കാർബൈഡ് ഉയർന്ന താപനിലയിൽ നൈട്രജനുമായി (വായുവിൽ നിന്നു് വേർതിരിക്കുന്നതു്) പ്രവർത്തിപ്പിക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന മിശ്രിതം (കാൽസിയം സയനമൈഡ്, കാർബൺ എന്നിവയടങ്ങിയതു്) നൈട്രോലിം എന്ന പേരിൽ നേരിട്ടു് വളമായുപയോഗിക്കുന്നു. ഈ പദാർഥത്തെ ജലവിയുമായി പ്രവർത്തിപ്പിച്ച് അമോണിയ നിർമിക്കുകയും ചെയ്യാം. അമോണിയയെ അമോണിയം ലവണങ്ങളാക്കാവുന്നതാണു്.

$$CaC_2 + N_2 \longrightarrow CaCN_2 + C$$
$$CaCN_2 + 3H_2O \longrightarrow CaCO_3 + 2NH_3$$

അഭ്യാസം

1. രാസപദാർഥങ്ങളിൽനിന്നു നൈട്രജൻ നിർമിക്കുന്നതെങ്ങിനെ? നൈട്രജനും കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡും തമ്മിൽ തിരിച്ചറിയാനുള്ള ടെസ്റ്റുകളും വിവരിക്കുക.

2. അമോണിയയിൽ നിന്നു് നൈട്രജനും നൈട്രജനിൽ നിന്നു് അമോണിയയും നിർമിക്കുന്നതിനുള്ള മാർഗങ്ങളും ഏവ?

3. ഒരു ജാറിൽ നിറച്ചിട്ടുള്ള വായുവിൽ മഗ്നീഷ്യം കത്തിച്ചുകിട്ടുന്ന "ബ്ലൂം" ജലം ചേർത്തു തിളപ്പിച്ചപ്പോഴും ഉണ്ടായ ബാഷ്പത്തിൽ നനവുള്ള ചുവന്ന ലിറ്റ്മസ് പേപ്പർ നീലയായിത്തീരുന്നു. എന്തുകൊണ്ടു്? പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളും വിശദീകരിക്കുക.

4. നൈട്രജൻ ഹൈഡ്രൈഡുകളും ഏവ? ഇവയിൽ പ്രധാനപ്പെട്ട ഒന്നിന്റെ ഉല്പാദനം വിവരിക്കുക.

5. "നൈട്രജൻ നിഷ്ക്രിയമാണു്"— ചർച്ച ചെയ്യുക.

6. അമോണിയയുടെ രാസ-ഭൗതികഗുണധർമങ്ങളും പ്രകടമാക്കാനുള്ള പരീക്ഷണങ്ങളും വിവരിക്കുക.

7. അമോണിയ താഴെപ്പറയുന്ന പദാർഥങ്ങളുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതെങ്ങിനെ?

(a) ക്ലോറിൻ

(b) ഓക്സിജൻ

(c) സോഡിയം

(d) ജലം

(e) കോപ്പർ ഓക്സൈഡ്

8. അമോണിയയുടെ സംഘടനവും സൂത്രവും നിർണയിക്കാനുള്ള പരീക്ഷണം വിവരിക്കുക.

9. അമോണിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡും ലോഹലവണങ്ങളും തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളും വിശദമാക്കുക. ഇതിന്റെ പ്രയോജനങ്ങളും ഏവ?

10. ദ്രാവകഅമോണിയ, ലിക്കർ അമോണിയ എന്നിവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം എന്തു്?

11. താഴെ പറയുന്ന ശോഷകങ്ങളും (desiccants) അമോണിയ, നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ്, നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ്, എന്നീ വാതകങ്ങളെ ഈർപ്പമില്ലാതാക്കാൻ ഉപയോഗിക്കാമോ എന്നു് പരിശോധിക്കുക.

(i) സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ്

(ii) നിർജല കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ്

(iii) കാസ്റ്റിക് പൊട്ടാഷ് കഷണങ്ങളും

(iv) നീറുകുമ്മായം

(v) ഫോസ്ഫറസ് പെന്റോക്സൈഡ്

12 അമോണിയം നൈട്രേറ്റിൽ നിന്നു് താഴെ പറയുന്നവ എങ്ങനെ നിർമിക്കാം ?

(a) ഒരു ആസിഡ്

(b) ഒരു ബേസ്

(c) ഒരു ഓക്സൈഡ്

13. വായുവിൽ നിന്നു് നൈട്രിക് ആസിഡ് എങ്ങിനെയുണ്ടാക്കപ്പെടുന്നു.

14. വ്യാവസായികമായി നൈട്രിക് ആസിഡ് നിർമിക്കുന്ന വിധികളും ഏവ ?

15. നൈട്രിക് ആസിഡും താഴെ പറയുന്നവയുമായുള്ള പ്രവർത്തനവും അതിനുള്ള പരിതസ്ഥിതികളും വിശദമാക്കുക.

(i) കാർബൺ

(ii) ഫോസ്ഫറസ്

(iii) സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡ്

(iv) പൊട്ടാസിയം അയൊഡൈഡ്

(v) ചെമ്പു്

(vi) സിങ്ക്

(vii) ഇരുമ്പ്

(viii) പഞ്ചസാര

16. നൈട്രേറ്റുകൾ എന്നാൽ എന്ത്? ഇവയുടെ താപവിഘടനം എപ്രകാരം നടക്കുന്നു? ഉദാഹരണസഹിതം വിശദമാക്കുക.

17. നൈട്രിക് ആസിഡിൽ നൈട്രജനുണ്ടെന്നു തെളിയിക്കുന്നതെങ്ങിനെ?

18. ഏതെങ്കിലും ഒരു നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡിന്റെ സൂത്രം നിർണയിക്കുന്നതെങ്ങിനെയെന്നു വിവരിക്കുക?

19. കുറിപ്പെഴുതുക

(a) ബ്രൗൺ റിംഗ് ടെസ്റ്റ്
(b) അക്വാറീജിയ
(c) നൈട്രജൻചക്രം
(d) നൈട്രസ് ആസിഡ്
(e) നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ്
(f) സക്രിയ നൈട്രജൻ
(g) നൈട്രോയൗഗികങ്ങൾ
(h) അമോണിയം ലവണങ്ങൾ
(i) നൈട്രൈഡുകൾ

20. അന്തരീക്ഷനൈട്രജനെ സ്ഥിരീകരിക്കുന്ന വിധികൾ ചുരുക്കിപ്പറയുക.

21. താഴെപ്പറയുന്നവ ചൂടാക്കുമ്പോൾ എന്തു സംഭവിക്കുന്നു

(i) അമോണിയം ഡൈക്രോമേറ്റ്
(ii) സിൽവർ നൈട്രേറ്റ്
(iii) ലെഡ് നൈട്രേറ്റ്
(iv) നൈട്രജൻ ടെട്രോക്സൈഡ് ക്രിസ്റ്റലുകൾ
(v) അമോണിയം നൈട്രേറ്റ്

22. താഴെപ്പറയുന്ന ഓരോ ജോടി പദാർഥങ്ങൾ തമ്മിൽ തിരിച്ചറിയുന്നതെങ്ങിനെ?

(a) നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡും ബ്രോമിൻബാഷ്പവും
(b) സോഡിയം നൈട്രൈറ്റും സോഡിയം നൈട്രേറ്റും
(c) നൈട്രസ് ഓക്സൈഡും നൈട്രിക് ഓക്സൈഡും
(d) ഓക്സിജനും നൈട്രസ് ഓക്സൈഡും

23. നൈട്രജൻഓക്സൈഡുകൾ ഓരോന്നും ജലം, ആൽക്കലിലായനി എന്നിവയുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതെങ്ങിനെ?

24. നൈട്രിക് ആസിഡിൽ നിന്നു താഴെ പറയുന്നവ നിർമിക്കുന്നതെങ്ങിനെ?

(a) N_2O
(b) NO
(c) NH_3
(d) N_2
(e) NO_2
(f) $Pb(NO_3)_2$

25. നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് ലാബറട്ടറിയിൽ നിർമിക്കുന്നതെങ്ങിനെ?

ഫോസ്ഫറസ്

പ്രതീകം P അണുഭാരം, 30.975

ചരിത്രം

പതിനേഴാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ അവസാനത്തോടെ മാത്രം അറിയപ്പെട്ട ഒരു മൂലകമാണിത്. ജൈവപദാർഥങ്ങളിൽ മാത്രം ഉള്ള മൂലകമെന്ന നിലയിലാണ് ഇത് അറിയപ്പെട്ടിരുന്നത്. ആദ്യമായി മൂത്രത്തിലും പിന്നീട് അസ്ഥിയിലുമാണ് ഫോസ്ഫറസ് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടത്. ഹാംബർഗിലെ ബ്രാൻഡ്, മൂത്രത്തെ വറ്റിച്ച് സ്വേദനംചെയ്താണ് ഈ മൂലകം കണ്ടെത്തിയത് (1674–75). ഈ കണ്ടുപിടിത്തം ബോയ്ലിനെ മനസ്സിലായി. അദ്ദേഹം വറ്റിച്ച മൂത്രവും മണ്ണും ചേർത്ത് സ്വേദനംചെയ്ത് ഫോസ്ഫറസ് നിർമിച്ചു. ഈ കണ്ടുപിടിത്തം 1680–ൽ പ്രസിദ്ധീകരിക്കപ്പെട്ടു. കങ്ഖൽ 1676–ൽ ഈ പദാർഥം സ്വയം കണ്ടുപിടിച്ചിരുന്നു. 1770–ൽ ഗാൺ എല്ലിൽ കാൽസിയം ഫോസ്ഫേറ്റ് കണ്ടുപിടിച്ചു; തുടർന്ന് ഷീലെ 1777–ൽ അസ്ഥിഭസ്മത്തിൽ നിന്ന് ഫോസ്ഫറസ് ഉണ്ടാക്കാനുള്ള പ്രക്രിയ ആവിഷ്കരിച്ചു. അടുത്തകാലം വരെ ഈ രീതിയിലാണ് ഫോസ്ഫറസ് ഉണ്ടാക്കിയിരുന്നത്. ഇരുട്ടത്തു മിന്നുന്ന ഈ പദാർഥം പലരെയും വശീകരിച്ചിരുന്നു. പ്രകാശമെന്നർഥമുള്ള ഫോസ് (Phos) എന്ന പദവും ''ഞാൻ വഹിക്കുന്നു'' എന്ന അർഥമുള്ള ഫീറോ (Phero) എന്ന പദവും (രണ്ടും ഗ്രീക്കുപദങ്ങളാണ്) കൂട്ടിച്ചേർത്താണ് ഫോസ്ഫറസ് എന്ന പേരുണ്ടായിട്ടുള്ളത്.

ഉപസ്ഥിതി

അത്യധികം പ്രതിപ്രവർത്തനശേഷിയുള്ള മൂലകമായതിനാൽ ഇത് ഒരിക്കലും പ്രകൃതിയിൽ സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ കാണപ്പെടുന്നില്ല, എന്നാൽ യൗഗിക രൂപത്തിൽ പല വിധത്തിലും പല സ്ഥലത്തും ധാരാളം കാണപ്പെടുന്നു. കാൽസിയം ഫോസ്ഫേറ്റ് — $Ca_3(PO_4)_2$–അസ്ഥിയിൽ ധാരാളം ഉണ്ട് (ഏകദേശം

58 മുതൽ 67% വരെ). കൂടാതെ കാർബണിക യൗഗികഘടകമായി തല ച്ചോറിലും നാഡീതന്തുക്കളിലും മജ്ജയിലും ഫോസ്ഫറസ് ഉണ്ട്. സാധാ രണ മണ്ണിൽ ഏകദേശം 0 1 % ഫോസ്ഫറസ് അടങ്ങിയിരിക്കും. ഖനിജ ഫോസ്ഫേറുകളും പലതും ഉണ്ട്. റോക്ക് ഫോസ്ഫേറു് $[Ca_3(PO_4)_2]$, അപാറ്റൈറ്റു് $[3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2]$, ക്ലോർ-അപാറ്റൈ റ്റു് $[3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCl_2]$ എന്നിവ ഉദാഹരണങ്ങളാണു്. മോണസൈറ്റിൽ സീരിയം, ലന്ഥാനം, തോറിയം മുതലായ ലോഹങ്ങളുടെ ഫോസ്ഫേറുകളും ഉണ്ടു്.

മുൻകാലങ്ങളിൽ അസ്ഥിയിൽ നിന്നായിരുന്നു ഫോസ്ഫറസ് ലഭിച്ചിരു ന്നതു്. അസ്ഥിയിൽ നിന്നു് കൊഴുപ്പും മറ്റും മാറ്റിയ ശേഷം കിട്ടുന്ന അസ്ഥി-സ്തോ ത്തിൽ നിന്നാണു് ഫോസ്ഫറസ് ഉല്പാദിപ്പിച്ചിരുന്നതു്. എന്നാൽ ധാരാളം ഫോസ്ഫറസ് അടങ്ങിയിട്ടുള്ള റോക്ക് ഫോസ്ഫേറു് (ഫോസ്ഫാറിക പ്പാറ) എന്ന ഖനിജം സുലഭമായിക്കിട്ടുന്നതിനാൽ ആധുനികകാലത്തു് ഇതിൽ നിന്നാണു് ഫോസ്ഫറസ് നിഷ്കർഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നതു്.

അസ്ഥിയിൽ നിന്നു് കാൽസിയം ഫോസ്ഫേറു് നിർമാണം

അസ്ഥികം ഉയർന്ന മർദത്തിലുള്ള നീരാവിയിൽ പുഴുങ്ങുന്നു. ഈ പ്രക്രിയ കൊണ്ടു് അസ്ഥിയിലുള്ള കൊഴുപ്പിന്റെ സിംഹഭാഗവും ചില കാർബണിക യൗഗികങ്ങളും നീക്കംചെയ്യപ്പെടുന്നു; കൂടാതെ അസ്ഥി സരന്ധ്രമാകുകയും ചെയ്യു ന്നു. ഈ അസ്ഥികം പൊടിച്ചെടുക്കുന്നതാണു് എല്ലുപൊടി (bone-meal). ഇതൊരു രാസവളമാണു്. എല്ലുപൊടിയിലുള്ള കൊഴുപ്പകം കാർബൺ ഡൈസൽഫൈഡു് കൊണ്ടു് കഴുകി പൂർണമായി മാറ്റുന്നു. ഇപ്രകാരം കിട്ടുന്ന കൊഴുപ്പില്ലാത്ത എല്ലുപൊടി ജെലാറ്റിൻ നിർമാണത്തിനു വിധേയമാ ക്കുന്നു. കാർബണികയൗഗികങ്ങളും എല്ലാം ബാഷ്പീകരിച്ചു് സോദമായി ലഭി ക്കുന്നു. റിട്ടോർട്ടിൽ അവശേഷിക്കുന്ന അസ്ഥിഭസ്മം ധാരാളം കരി അടങ്ങി യിട്ടുള്ളതിനാൽ വ്യാവസായികമായി വിവർണീകരണത്തിനു് ഉപയോഗിക്കുന്നു (ഉദാഹരണമായി പഞ്ചസാര ലായനിയുടെ വിവർണീകരണം). അസ്ഥിഭസ്മം നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡുകൊണ്ടു് നിഷ്കർഷണം ചെയ്യുമ്പോൾ അതിലുള്ള കാൽസിയം ഫോസ്ഫേറു് മാത്രം ലായനിയിൽ അലിയുന്നു. അലി യാതെ കിടക്കുന്ന അവശിഷ്ടം അരിച്ചു് കഴുകി ഉണക്കി എടുക്കുന്നതാണു് എല്ല കരി (അന്യത്ര). ലായനി ചൂടാക്കി ബാഷ്പീകരിച്ചു് ആസിഡു് നീക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്നതു് ശുദ്ധമായ കാൽസിയം ഫോസ്ഫേറാണു്.

വൻതോതിലുള്ള ഫോസ്ഫറസ് നിർമാണം

1 റിട്ടോർട്ടു് പ്രക്രിയ

(i) അസ്ഥിയിൽ നിന്നു് കിട്ടുന്നതോ ഖനിജമോ ആയ കാൽസിയം ഫോ സ്ഫേറു് (ആധുനിക കാലത്തു് ഫോസ്ഫേറു് പാറയാണുപയോഗിക്കു ന്നതു്). സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡുമായി മിശ്രണം ചെയ്യുമ്പോൾ ഫോസ് ഫോറിക് ആസിഡു് ഉണ്ടാകുന്നു. കാൽസിയം സൽഫേറു് അവക്ഷേപിക്കുന്നു.

$$Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 3CaSO_4 + 2H_3PO_4$$

(ii) ഇങ്ങനെ കിട്ടുന്ന ഉല്പന്ന മിശ്രിതത്തിൽ നിന്നും കാൽസിയം സൽഫേറ്റ് അരിച്ചുനീക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് ലായനി വറ്റിച്ച് വീണ്ടും ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഓർത്തോഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് (H_3PO_4) വിയോജിച്ച് മെറ്റാഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് (HPO_3). ഉണ്ടാകുന്നു

$$H_3PO_4 \longrightarrow H_2O + HPO_3$$

(iii) ഈ പദാർഥവും മരക്കരിയും ചേർത്തു ഇളക്കിക്കിട്ടുന്ന മിശ്രിതം അഗ്നിസഹകളിമണ്ണുകൊണ്ടുള്ള റിട്ടോർട്ടിൽ എടുത്തു ശക്തിയായി ചൂടാക്കുന്നു. തൽഫലമായി ഫോസ്ഫറസ് ബാഷ്പം, കാർബൺ മോണോക്സൈഡ്, ഹൈഡ്രജൻ എന്നീ വാതകങ്ങളും മുക്തമാകുന്നു. ഇവ ജലത്തിൽ കൂടി കടത്തിവിട്ടു തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ ഫോസ്ഫറസ് മാത്രം ജലത്തിനടിയിൽ ഘനീഭവിക്കുന്നു.

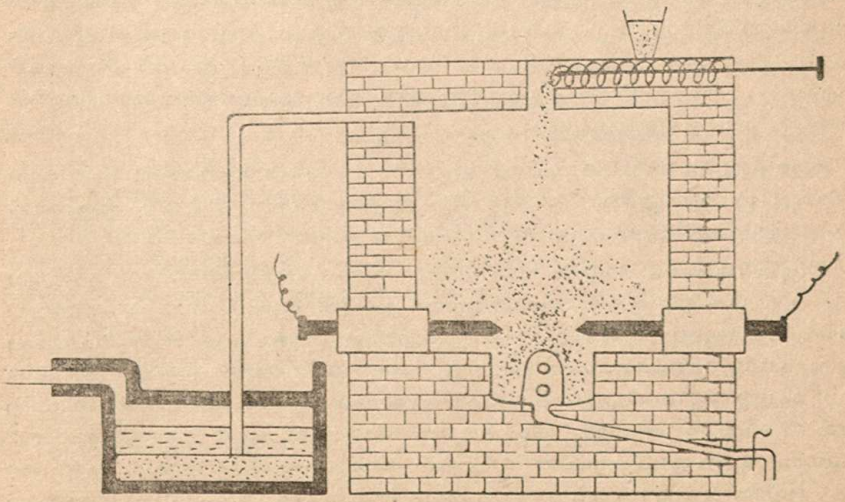
$$2HPO_3 + 6C \longrightarrow 6CO + H_2 + 2P$$

ഈ പ്രക്രിയയ്ക്ക് ഇന്നു വലിയ പ്രചാരമില്ല.

II ആർക്-ഫർണസ് പ്രക്രിയ (ആധുനിക രീതി)

ഈ പ്രക്രിയയിലും റിട്ടോർട്-പ്രക്രിയയിലുള്ളതുപോലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളാണ് നടക്കുന്നതു്. ഖനിജ-കാൽസിയം ഫോസ്ഫേറ്റാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡിനു പകരം അസിഡിക് ഓക്സൈഡായ സിലിക്ക (മണൽ) ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഉയർന്ന താപനില വൈദ്യുത ആർക്ക് കൊണ്ടുണ്ടാകുന്നു.

ഫോസ്ഫറസ് നിഷ്കർഷണത്തിനുള്ള ആർക്ക് ഫർണസിന്റെ ചിത്രം 12-1 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 12-1

ഈ ചൂള ഇഷ്ടികകൊണ്ടാണ് നിർമിച്ചിരിക്കുന്നത്. പൊടിച്ച ഫോസ്ഫേറ്റ് പാറയും വെള്ളമണലും കോക്കും കലർന്ന മിശ്രിതം ചൂളയുടെ മുകൾഭാഗത്തുള്ള സർപിലവാഹിയിൽ കൂടി കുറേശ്ശെ ചൂളയ്ക്കുള്ളിലേയ്ക്ക് നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു. ചൂളയുടെ ചുവട്ടിൽ ഇരുവശങ്ങളിൽനിന്നും ഓരോ തടിച്ച കാർബൺ ഇലക്ട്രോഡുകൾ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇവയ്ക്കിടയിലാണ് ആർക്ക് സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നത്. തന്മൂലം ഇതിനു ചുറ്റും അത്യന്തതാപനിലയുണ്ടാകും (ഏകദേശം 1200 മുതൽ 1600°C വരെ). മുകളിൽ നിന്ന് വീഴുന്ന മിശ്രിതം ഈ തപ്തമണ്ഡലത്തിലെത്തുമ്പോൾ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുന്നു.

ആർക്കിന്റെ ഉന്നതതാപനിലയിൽ മണൽ (സിലിക്ക) കാൽസിയം ഫോസ്ഫേറ്റുമായി പ്രവർത്തിച്ച് കാൽസിയം സിലിക്കേറ്റും ഫോസ്ഫറസ് പെന്റോക്സൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2SiO_2 \longrightarrow 3CaSiO_3 + P_2O_5$$

ഈ ഫോസ്ഫറസ് പെന്റോക്സൈഡ് തൽക്ഷണം കാർബണുമായി പ്രവർത്തിച്ച് നിരോക്സീകൃതമാകുന്നു.

$$P_2O_5 + 5C \longrightarrow 2P + 5CO$$

ഉല്പന്നങ്ങളായ ഫോസ്ഫറസ് ബാഷ്പവും കാർബൺ മോണോക്സൈഡും കലർന്ന വാതകമിശ്രിതം ഒന്നിനു പിറകെ ഒന്നായി പല പാത്രങ്ങളിൽ വെച്ചിട്ടുള്ള ജലത്തിലേക്ക് നയിക്കപ്പെടുന്നു. ഫോസ്ഫറസ് ബാഷ്പം ഇവയിൽ ഘനീഭവിച്ച് ദ്രാവകരൂപത്തിൽ സംഭരിതമാകുന്നു. ദ്രാവകം പിന്നീട് ഖരമായി തീരുന്നു. അലേയമായ കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് വാതകം പുറത്തേയ്ക്കു പോകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതു് ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കാം. ചൂളയ്ക്കുള്ളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന കാൽസിയം സിലിക്കേറ്റ് ഉരുകി ദ്രാവകാവസ്ഥയിൽ ചൂളയുടെ ചുവട്ടിൽ കിടക്കും. ഈ ദ്രാവകം കാലാകാലങ്ങളിൽ ഓവുകൾ വഴി പുറത്തേക്ക് എടുക്കാം. തണുക്കുമ്പോൾ ഉറച്ച ഖരമാകുന്നു. ഈ പദാർഥം സിമന്റു നിർമാണത്തിനും മറ്റും ഉപയോഗിക്കാം.

ഈ പ്രക്രിയ അവിച്ഛിന്നമായി തുടരുന്നു. വേണ്ടത്ര വേഗത്തിൽ പ്രതിപ്രവർത്തകമിശ്രിതം മുകളിൽ നിന്നു് ചേർത്തുകൊണ്ടിരുന്നാൽ മതി. ഇപ്രകാരം കിട്ടുന്നതു് ധാരാളം അപദ്രവ്യങ്ങൾ അടങ്ങിയ വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസ് ആണു്.

ശുദ്ധീകരണം: അശുദ്ധ ഫോസ്ഫറസ് ആദ്യമായി ജലത്തിനടിയിൽ വെച്ചു് ഉരുക്കിക്കിട്ടുന്ന ദ്രാവകം കാൻവാസിൽ കൂടിയോ പ്രത്യേകതരം തുകലിൽക്കൂടിയോ അരിക്കുമ്പോൾ അതിലുണ്ടാകാവുന്ന കാർബൺ തരികൾ നീക്കംചെയ്യപ്പെടുന്നു. പിന്നീട് പൊട്ടാസിയം ഡൈക്രോമേറ്റ്ലായനിയിൽ സൾഫ്യൂരിക്കാസിഡ് ചേർത്തുകിട്ടുന്ന മിശ്രിതം ചൂടാക്കി, ഉരുക്കിയ ഫോസ്ഫറസുമായി സമ്പർക്കത്തിൽ വെയ്ക്കുന്നു. അപദ്രവ്യങ്ങൾ ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ടുപോകുന്നു. ശുദ്ധമായ ഫോസ്ഫറസ് മാത്രം ദ്രാവകരൂപത്തിൽ ലായനിയുടെ ചുവട്ടിൽ കിടക്കും. ഇതു് കഴുകി ജലത്തിനടിയിൽ വെച്ച്, അനുയോജ്യമായ മൂശകളിൽ (moulds) തണുക്കാനനുവദിക്കുമ്പോൾ കഷണങ്ങളായി (സ്റ്റിക്കുകൾ) ഖരീഭവിക്കുന്നു. ഈ പദാർഥം

സേദനം ചെയ്യ് കൂടുതൽ ശ്രദ്ധീകരിക്കാം.

ഈ വിധത്തിൽ ലഭിക്കുന്നതു് ഫോസ്ഫറസിന്റെ ഒരു അപരരൂപമായ വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസ് ആണു്.

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസിനെക്കാളും കൂടുതൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നതു് അതിന്റെ അപരരൂപമായ ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ് ആണു്. ഇവ രണ്ടും കൂടാതെ അപ്രധാനങ്ങളായ മറ്റു ചില അപരരൂപങ്ങളും ഫോസ്ഫറസിനുണ്ടു്. ഇവ തമ്മിൽ ഭൗതികഗുണധർമങ്ങളിലും ചില രാസഗുണധർമങ്ങളിലും വ്യത്യാസങ്ങളുണ്ടു്. ഓരോ അപരരൂപങ്ങളെയും വിവരണങ്ങളും ചുവടെ ചേർക്കുന്നു.

I. ശ്വേത ഫോസ്ഫറസ് (വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസ്)

ഫോസ്ഫറസ് ബാഷ്പം ഘനീഭവിക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്നതു് വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസ് ആണു് (ഇതിനു് മഞ്ഞ ഫോസ്ഫറസ് എന്നും പറയുന്നുണ്ടു്). മെഴുകുപോലെ മൃദുവും ഏതാണ്ടു് അർധതാര്യവുമായ ഒരു ഖരമാണിതു്. വെളുത്തുള്ളിയുടെ ഗന്ധമാണിതിനുള്ളതു്. ആപേക്ഷികഘനത്വം 1 8 ആണു്. ഉരുകൽനില 44°C. തിളനില 287°C. ജലത്തിൽ അലേയമാണു്. എന്നാൽ കാർബൺ ഡൈസൽഫൈഡിലും കാർബണികലായകങ്ങളിലും ലേയത്വമുണ്ടു്.

ഫോസ്ഫറസിന്റെ അപരരൂപങ്ങളിൽ വെച്ചു് ഏറ്റവും പ്രതിപ്രവർത്തനശേഷിയുള്ളതു് ഈ രൂപത്തിനാണു്. ഇതിന്റെ ജ്വലനബിന്ദു 31°C ആണു്. അതായതു് അന്തരീക്ഷവായുവിൽ സ്വയം ജ്വലിക്കാനുള്ള സാധ്യതയുണ്ടു് (കത്തിക്കാതെ തന്നെ). ഇതിലും താണ താപനിലയിലും അന്തരീക്ഷവായുവിൽ ഇതു് സാവധാനത്തിൽ ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ ഓക്സീകരണത്തിൽ പ്രത്യക്കതരം സംഹരദീപ്തി (Phosphorescence) ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടു്. ഓക്സീകരണോൽപന്നങ്ങളും വെളുത്ത പുകയായി കാണാം. ഇരുട്ടുമുറിയിൽ തുറന്നുവെച്ചിരുന്നാൽ വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസ് അല്പം പച്ചനിറമുള്ള പ്രകാശം പരത്തുന്നതുകൊണ്ടു് മിന്നുന്നതായി കാണാം. വായുവുമായി പ്രവർത്തനം ഉണ്ടാകുന്നതിനാലും വളരെ താണ താപനിലയിൽ പോലും സ്വയം കത്തിപ്പിടിക്കുമെന്നതിനാലും വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസ് എപ്പോഴും ജലത്തിനടിയിലാണു് സൂക്ഷിക്കുന്നതു്.

ഇതിന്റെ ബാഷ്പം അതിശക്തമായ ഒരു വിഷമാണു്. അല്പം ഫോസ്ഫറസ് ശരീരത്തിൽ കടന്നാൽ മാരകമാണു്. വളരെ ചെറിയതോതിൽ ഇതു് അസ്ഥികളെ ജീർണിപ്പിക്കുന്നു.

2 ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ്

ഈ അപരരൂപത്തിനു് താരതമ്യേന പ്രതിപ്രവർത്തനശേഷി കുറവാണു്. ചുവപ്പുകലർന്ന കാപ്പിപ്പൊടി നിറമാണിതിനുള്ളതു്. പൂർണരൂപത്തിലുള്ള ഈ ഖരപദാർഥത്തിന്റെ ആപേക്ഷികഘനത്വം 2.2 ആണു്. സാധാരണമർദത്തിൽ ഇതു് ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഉരുകാതെ നേരിട്ടു് ബാഷ്പമാകുന്നു (ഉൽപതനം). കൂടിയ

മർദത്തിൽ 500°C നും 600°C നും ഇടക്കു ഉരുകുന്നു. ഖരാവസ്ഥയിൽ ഇതിനു് അല്പം വിദ്യുച്ചാലകതയുണ്ടു്. ജലത്തിലും കാർബണികലായകങ്ങളിലും ലയിക്കുന്നില്ല.

സാധാരണ താപനിലയിൽ ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസു് വായുവുമായി (ഓക്സിജനുമായി) പ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല. ഇതിന്റെ ജ്വലനബിന്ദു 260°C ആണു്. തന്മൂലം ഇതു് ജലത്തിനടിയിൽ സൂക്ഷിക്കേണ്ടതില്ല. ഖരാവസ്ഥയിൽ ഇതു് വിഷപദാർഥമല്ലെങ്കിലും ബഷ്പം വിഷപദാർഥമാണു്.

വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസിൽ നിന്നു് ഇതുണ്ടാക്കാൻ പല മാർഗങ്ങളും ഉണ്ടു്. (a) വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസിനെ നിർവാതമേഖലയിൽ (Vacuum) തപിപ്പിച്ചും (b) വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസിനെ വായുവിൽ തുറന്നുവെച്ചും (c) വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസിനെ അതുമായി പ്രവർത്തനമില്ലാത്ത ഒരു വാതകത്തിൽ 250°C-ൽ ചൂടാക്കിയും, ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസു് കിട്ടുന്നു.

വൻതോതിൽ ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസു് നിർമിക്കുന്നതു് ഇവയിൽ മൂന്നാമത്തെ പ്രക്രിയയിൽ കൂടിയാണു്. അടച്ച ഒരു ഇരുമ്പുപാത്രത്തിൽ വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസു് എടുത്തു് അല്പം അയൊഡിൻ കൂടി ചേർത്തു് (ഉൽപ്രേരകം) 250°C-ൽ ചൂടാക്കുന്നു. അകത്തുള്ള വായുവിലെ ഓക്സിജൻ തീരുന്നതിനു വേണ്ടത്ര ഫോസ്ഫറസു് കത്തുന്നു. അപ്പോൾ ഉള്ളിൽ നിഷ്ക്രിയമായ അന്തരീക്ഷം സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നു. തുടർന്നു് വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസു് വേഗത്തിൽ ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസായി രൂപാന്തരണം ചെയ്യുന്നു. പാത്രം തണുപ്പിച്ചു് അതിലുള്ള ഖരപദാർഥം (ഇതിൽ അല്പം വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസു് ഉണ്ടായിരിക്കും) സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡു് ലായനി ചേർത്തു് തിളപ്പിക്കുന്നു. വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസു് ഉണ്ടെങ്കിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനവിധേയമായിപ്പോകുന്ന (ഫോസ്ഫറസിന്റെ രാസഗുണധർമങ്ങളും നോക്കുക). അവശേഷിക്കുന്ന ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസു് ജലത്തിൽ കഴുകി ഉണക്കി എടുക്കാം.

3. സിന്ദൂര ഫോസ്ഫറസു് (സ്കാർലറ്റ് ഫോസ്ഫറസു്)

ശ്വേത ഫോസ്ഫറസിന്റെ കാർബൺ ഡൈസൽഫൈഡിലുള്ള ലായനി സാവധാനം ബാഷ്പീകരിക്കുമ്പോൾ മഞ്ഞനിറത്തിൽ ഒരു ഖരപദാർഥം ലഭിക്കുന്നു. ഇതു് താമ്രസംവിനാ കടുംചുവപ്പു നിറമുള്ള സിന്ദൂരഫോസ്ഫറസു് ആയിത്തീരുന്നു.

ഇതിന്റെ ഗുണധർമങ്ങളും വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസിന്റെയും ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസിന്റെയും ഇടയ്ക്കാണു്. ആപേക്ഷികഘനത്വം 1.87. ഇതും ഒരു വിഷപദാർഥമല്ല (ഖരരൂപത്തിൽ). ശ്വേത ഫോസ്ഫറസിനെ പോലെ വായുവിൽ അല്പം മിന്നുന്നുണ്ടു്. ക്ഷാര ലായനിയിൽ അല്പം ലയിക്കുന്നു. (ശ്വേത ഫോസ്ഫറസു് ആൽക്കലിയിൽ ലയിക്കും; ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസു് ലയിക്കുന്നില്ല). തീപ്പെട്ടി നിർമാണത്തിൽ ഇതുപയോഗിക്കുന്നുണ്ടു്.

4. ലോഹ ഫോസ്ഫറസ്

കറുത്ത ഫോസ്ഫറസ്, വയലറ്റ് ഫോസ്ഫറസ് എന്നിങ്ങനെ രണ്ടുതരത്തിൽ വിദ്യുച്ചാലകതയുള്ള ലോഹ ഫോസ്ഫറസ് അറിയപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഉയർന്ന താപനിലയിലോ കൂടിയ മർദത്തിലോ ഫോസ്ഫറസ് ബാഷ്പം ഘനീഭവിപ്പിച്ചാണ് ഇവ ഉണ്ടാക്കുന്നത്. ഇവയ്ക്ക് ഉരുകൽനില വളരെ കൂടുതലാണ്. ക്രിസ്റ്റലനരൂപങ്ങളായ ഇവയ്ക്ക് ആർസനിക്, ആൻറിമണി എന്നിവയുമായി സാമ്യമുണ്ട്. സാമാന്യം ഉയർന്ന താപനിലയിലും ഇവ ജ്വലിക്കുന്നില്ല

വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസും ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസും തമ്മിൽ പരസ്പര രൂപാന്തരീകരണം

ശ്രദ്ധയോടെ അടച്ച ഒരു ഗ്ലാസ് പാത്രത്തിൽ വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസ് എടുത്ത് 250°C-ൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ അല്പസമയത്തിനുള്ളിൽ അതു ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ് ആയിത്തീരുന്നതു കാണാം. ഈ പദാർഥം ശക്തിയായി ചൂടാക്കി ബാഷ്പീകരിച്ച് ആ ബാഷ്പം ജലത്തിനടിയിൽ തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ വീണ്ടും വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസ് കിട്ടുന്നു. ഇതിൽ നിന്ന് ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ്, വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസ് എന്നിവ ഒരേ പദാർഥത്തിന്റെ രൂപങ്ങളാണെന്ന് മനസ്സിലാക്കാം.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

രാസഗുണധർമങ്ങളും കുറെയൊക്കെ ഓരോ അപരരൂപങ്ങൾക്കും വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. പൊതുവെ ഫോസ്ഫറസ് ക്രിയാശീലത കൂടിയ ഒരു മൂലകമാണെന്നു പറയാം.

1. വായുവുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

ശ്വേത ഫോസ്ഫറസ് വായുവിൽ തുറന്നിരുന്നാൽ സാവധാനം ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് ഫോസ്ഫറസ് ടെട്രാക്സൈഡ് (P_2O_4), ഫോസ്ഫറസ് ട്രയോക്സൈഡ് (P_2O_3) എന്നിവയുണ്ടാകുന്നു. ഇവ പുകയുടെ രൂപത്തിൽ നിർഗമിക്കുന്നു. ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ സ്ഫുരദീപ്തിയും ഉണ്ടാകുന്നു. വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസ് വായുവിൽ പുകയുന്നതിനും ഇരുട്ടിൽ സ്വയം പ്രകാശിക്കുന്നതിനും ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനമാണ് കാരണം.

$$4P + 3O_2 \longrightarrow 2P_2O_3$$

ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസിനും മറ്റും ഈ സ്വഭാവമില്ല. എല്ലാ അപരരൂപങ്ങളും വായുവിൽ ചൂടാക്കിയാൽ ഉജ്ജ്വലശോഭയോടെ കൂടി കത്തുന്നു. ഉല്പന്നമായി ഉണ്ടാകുന്ന ധാരാളം പുക അടിയുമ്പോൾ കിട്ടുന്നത് ഫോസ്ഫറസ് പെൻറോക്സൈഡാണ്.

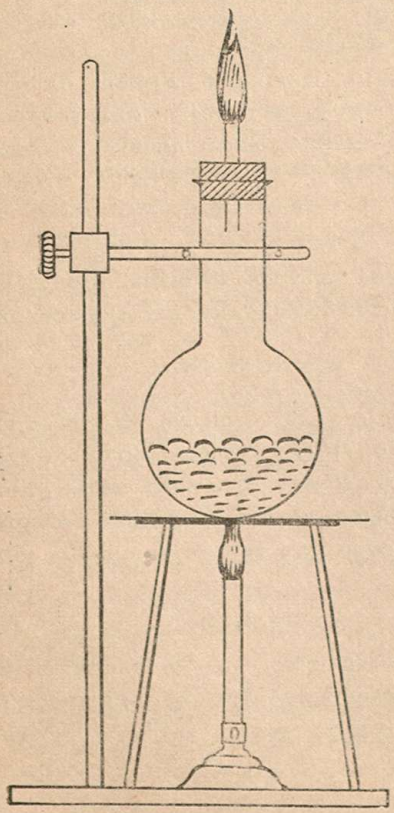
$$4P + 5O_2 \longrightarrow 2P_2O_5$$

ഇതിൽ അല്പം ഫോസ്ഫറസ് ട്രയോക്സൈഡും ഉണ്ടാകും.

ഫോസ്ഫറസിന്റെ ദീപ്തി: ഇരുട്ടുമുറിയിൽ തുറന്നുവെച്ചിരുന്നാൽ ഫോസ്

ഫോസ്ഫറസ് പച്ചനിറം കലർന്ന പ്രകാശത്തോടുകൂടി മിന്നുന്നു. ഈ പ്രതിഭാസം താഴെപ്പറയുന്ന പരീക്ഷണത്തിൽ ഉപയോഗിച്ച് ''ശീതളജ്വാല'' ഉണ്ടാക്കാം.

അടിയുരുണ്ട ഒരു ഫ്ളാസ്കിൽ കുറെ ജലം എടുത്തതിൽ അതിൽ ഒരു കഷണം വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസ് ഇടുക (ഫ്ളാസ്കിലുള്ള വായു കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡു കൊണ്ട് വിസ്ഥാപനംചെയ്യുന്നതു നന്നു) ഫ്ളാസ്കിന്റെ വായ് ഗ്ലാസ് കഴൽ ഉറപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ഒരു റബ്ബർ കോർക്കുകൊണ്ട് അടച്ചശേഷം ഫ്ളാസ്ക് ചൂടാക്കി തിളപ്പിക്കുക. നീരാവി കഴലിൽ കൂടി പുറത്തേക്കു ചീറ്റുന്നതോടൊപ്പം അല്പം ഫോസ്ഫറസ് ബാഷ്പവും ഉണ്ടാകും. തന്മൂലം ഇളംപച്ച നിറമുള്ള ജ്വാല കഴലിൽ നിന്നു ഉയരുന്നതു കാണാം. (ചിത്രം 12–2) (ഇരുട്ടുമുറിയിൽ ആണെങ്കിൽ ജ്വാല ശരിക്കും ദൃശ്യമാകും). ഒരു കഷണം കടലാസ് ഈ ജ്വാലയിൽ വെച്ചു നോക്കുക; അതു കത്തുകയില്ല. ജ്വാല ''ശീതള''മാണു.



ചിത്രം 12–2

2. ഹലജനകളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസ് ഹലജനകളുമായി നേരിട്ടു സംയോജിച്ചു ഫോസ്ഫറസ് ഹൈഡ്രൈഡുകളും ഉണ്ടാകുന്നു. ഫ്ളൂറിനിലും ക്ലോറിനിലും ഇതു ജ്വലിക്കുന്നു. ബ്രോമിനും അയൊഡിനുമായി സംയോജിച്ചു ബ്രോമൈഡും അയൊഡൈഡും ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടു. ബ്രോമൈഡും അയൊഡൈഡും അത്യധികം അസ്ഥിരങ്ങളാണു. ക്ലോറിനുമായി സാധാരണ താപനിലയിൽ സംയോജിക്കുമ്പോൾ (ഫോസ്ഫറസ് അധികം ഉണ്ടെങ്കിൽ) PCl_3 ഉണ്ടാകും. ക്ലോറിൻ കൂടുതലുണ്ടെങ്കിൽ PCl_5ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2P + 3Cl_2 \longrightarrow 2PCl_3$$

(ഫോസ്ഫറസ് ട്രൈക്ലോറൈഡ്)

$$2P + 5Cl_2 \longrightarrow 2PCl_5$$

(ഫോസ്ഫറസ് പെൻറാക്ലോറൈഡ്)

$$PCl_3 + Cl_2 \longrightarrow PCl_5$$

3. ഓക്സീകാരകങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം : ശക്തിയുള്ള ഓക്സീകാരകങ്ങളും ഫോസ്ഫറസിനെ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡായി ഓക്സീ

കരിക്കുന്നു (ജലത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ). സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആഡിഡു ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോഴും ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനമാണു നടക്കുന്നതു്.

$$4P + 10HNO_3 + H_2O \longrightarrow 4H_3PO_4 + 5NO_2 + 5NO$$

4. ക്ഷാരലായനിയുമായുള്ള പ്രവർത്തനം

ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ് ക്ഷാരലായനിയുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല. ശ്വേത ഫോസ്ഫറസ് സാന്ദ്രമായ ക്ഷാരലായനിയുമായി പ്രവർത്തിച്ചു് ഹൈപോ ഫോസ്ഫൈറ്റും ഫോസ്ഫീൻ വാതകവും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$4P + 3NaOH + 3H_2O \longrightarrow 3NaH_2PO_2 + PH_3$$

ശ്വേത ഫോസ്ഫറസ് ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസിൽ നിന്നു് ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം ഉപയോഗിച്ചു് മാറ്റപ്പെടുന്നു.

5. ലോഹങ്ങളുമായി സംയോജനം

ശ്വേത ഫോസ്ഫറസ് ഉന്നതതാപനിലയിൽ കാൽസിയം, മഗ്നീഷ്യം മുതലായ ലോഹങ്ങളുമായി സംയോജിച്ചു് ലോഹഫോസ്ഫൈഡുകളെ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$3Ca + 2P \longrightarrow Ca_3P_2$$

ഉപയോഗങ്ങൾ

ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ് ഏറ്റവും അധികം ഉപയോഗിക്കുന്നതു് തീപ്പെട്ടി നിർമാണത്തിലാണു് (അനുബന്ധം നോക്കുക). ശ്വേത ഫോസ്ഫറസ് P_2O_5, PCl_3 മുതലായ യൗഗികങ്ങളെ നിർമിക്കുന്നുപയോഗിക്കുന്നു. ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസും ഇതിൽ നിന്നാണുണ്ടാക്കുന്നതു്. ചില കൂട്ടലോഹങ്ങളിൽ ഫോസ്ഫറസ് ചേർക്കുന്നു (ഉദാഹരണം ഫോസ്ഫർ ബ്രോൺസ്). പല കാർബണിക-പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിലും ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ് ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസും ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ

ഗുണധർമങ്ങൾ	വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസ്	ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ്
1. വർണവും രൂപവും	വെളുത്ത മെഴുക പോലെയുള്ള ഖരം	ചുവപ്പു ചേർന്ന കാപ്പിപ്പൊടിനിറമുള്ള ചൂർണം.
2. ഗന്ധം	വെളുത്തുള്ളിയുടെ ഗന്ധം	ഗന്ധമില്ല.
3. ഉരുകൽനില	44°C	ഉന്നത മർദത്തിൽ മാത്രം ഉരുകുന്നു. (500–600°C)
4. ആപേക്ഷികഘനത്വം	1.82	2.2
5. ലേയത്വം	കാർബണികലായകങ്ങളിൽ ലയിക്കുന്നു.	കാർബണികലായകങ്ങളിൽ ലയിക്കുന്നില്ല.
6. വിഷസ്വഭാവം	വിഷപദാർഥമാണു്.	വിഷമല്ല.
7. പ്രതിപ്രവർത്തനശേഷി	കൂടുതലുണ്ടു്.	കുറവാണു്.
8. ജ്വലനനില	31°C	260°C

9. വായുസ്പർശത്തിൽ	സാവധാനം സ്ഫുരദീപ്തി യോടുകൂടി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.	പ്രവർത്തനമില്ല.
10. ക്ഷാരലായനിയുമായുള്ള പ്രവർത്തനം	ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഫോസ്ഫീനും ഹൈപ്പോഫോസ്ഫൈറ്റും ഉണ്ടാകുന്നു.	പ്രവർത്തനമില്ല.
11. ക്ലോറിനുമായി സംയോജനം.	ജ്വലിച്ച് PCl_3, PCl_5 എന്നിവ ഉണ്ടാകുന്നു.	ചൂടാക്കുമ്പോൾ മാത്രം PCl_3, PCl_5 എന്നിവ ഉണ്ടാകുന്നു.
12. വിദ്യുച്ചാലകത	തീരെയില്ല.	അൽപം ഉണ്ട്.
13. സ്ഥിരത	സ്ഥിരമല്ല. ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ് ആകാൻ പ്രവണതയുണ്ട്.	സ്ഥിരരൂപമാണ്.

ഫോസ്ഫറസ് ഹൈഡ്രൈഡുകൾ

ഫോസ്ഫറസിനു പ്രധാനമായും രണ്ടു ഹൈഡ്രൈഡുകളാണുള്ളത്—ഫോസ്ഫീൻ (PH_3), ഫോസ്ഫറസ് ഡൈഹൈഡ്രൈഡ് (P_2H_4) എന്നിവ. ഇവയിൽ ഫോസ്ഫീൻ വാതകമായും P_2H_4 ദ്രാവകമായും സാധാരണ താപനിലയിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. ഇവ കൂടാതെ ഖരരൂപത്തിലുള്ള പല ഹൈഡ്രൈഡുകളും നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്—P_5H_2, P_3H_2, $P_{12}H_2$ മുതലായവ.

ഫോസ്ഫീൻ—PH_3

നിർമാണരീതികൾ

1. ശ്വേതഫോസ്ഫറസിനെ സിങ്കും നേർത്ത സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡും ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന നവജാത ഹൈഡ്രജൻ ഉപയോഗിച്ച് നിരോക്സീകരിക്കുമ്പോൾ അല്പം PH_3 ഉണ്ടാകുന്നു.

$$P + 3(H) \longrightarrow PH_3$$

2. ലോഹ ഫോസ്ഫൈഡുകളെ ജലാപഘടനം ചെയ്യുമ്പോൾ ഫോസ്ഫീൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Ca_3P_2 + 6H_2O \longrightarrow 3Ca(OH)_2 + 2PH_3$$

ചില ഫോസ്ഫൈഡുകളെ നേർത്ത ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിപ്പിക്കേണ്ടിവരും.

$$Ca_3P_2 + 6HCl \longrightarrow 3CaCl_2 + 2PH_3$$

(അലോഹ ഹൈഡ്രൈഡുകളും നിർമിക്കാനുള്ള ഒരു പൊതു മാർഗമാണിത്. അമോണിയ, ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ് എന്നിവ യഥാക്രമം നൈട്രൈഡുകളുടെയും സൾഫൈഡുകളുടെയും ജലാപഘടനത്താലോ അവയെ ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിപ്പിച്ചോ നിർമിക്കാം).

3. ഫോസ്ഫോറസ് അസിഡ് ചൂടാക്കുമ്പോൾ സ്വയം ഓക്സീകരണനിരോക്സീകരണ വിധേയമായി ഫോസ്ഫീനും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$4H_3PO_3 \longrightarrow 3H_3PO_4 + PH_3$$

4. ശ്വേത ഫോസ്ഫറസ് സാന്ദ്ര ക്ഷാരലായനിയും ചേർത്തു് ചൂടാക്കുമ്പോഴും ഫോസ്ഫീൻ ഉണ്ടാകും.

$$4P + 3NaOH + 3H_2O \longrightarrow 3NaH_2PO_2 + PH_3$$

(ദ്രാവ്യം ഹൈപോഫോസ്ഫൈറസ്)

ഈ രീതിയിലാണു് ലാബറട്ടറിയിൽ ഫോസ്ഫീൻ നിർമിക്കുന്നതു്.

5. ഫോസ്ഫോണിയം അയൊഡൈഡും പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡും ചേർത്തു് ചൂടാക്കുമ്പോഴും PH_3 ഉണ്ടാകുന്നു. (Cf അമോണിയ നിർമാണം)

$$PH_4I + KOH \longrightarrow PH_3 + KI + H_2O$$

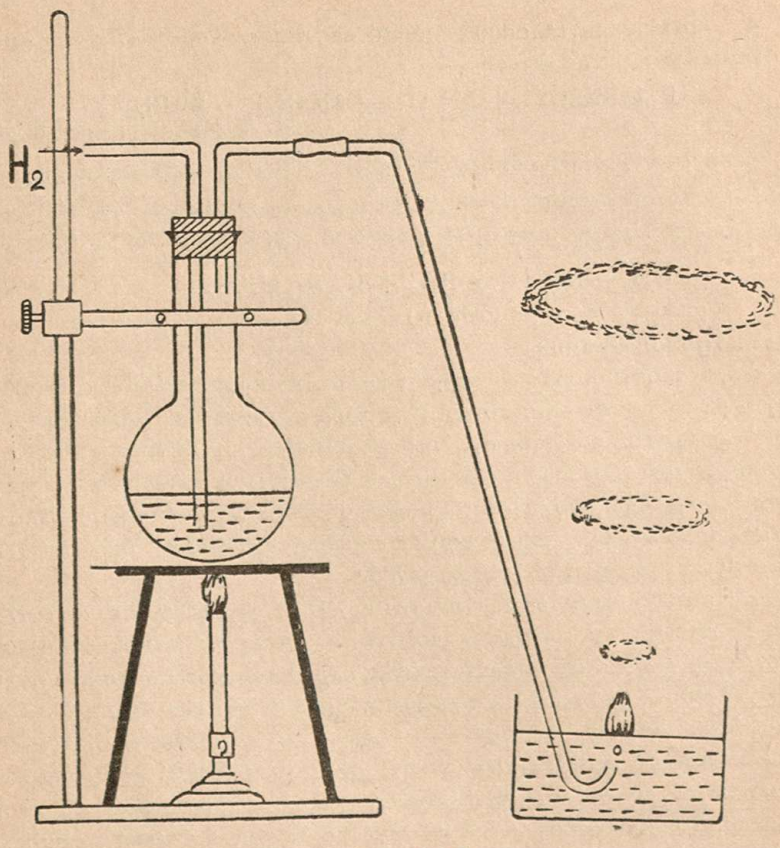
ശുദ്ധമായ ഫോസ്ഫീൻ നിർമിക്കുന്നതു് ഈ രീതിയിലാണു്

ലാബറട്ടറിനിർമാണം

ശ്വേത ഫോസ്ഫറസ് സാന്ദ്ര സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനി ചേർത്തു് ചൂടാക്കിയാണു് ഫോസ്ഫീൻ സാധാരണമായി നിർമിക്കുന്നതു്. ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം നേരത്തെ സൂചിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലൊ. ഉപകരണത്തിലുള്ള വായു മുഴുവനും ഏതെങ്കിലും നിഷ്ക്രിയവാതകം കൊണ്ടു് വിസ്ഥാപനം ചെയ്യേണ്ടതു് അത്യാവശ്യമാണു്. വായുവിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ഫോസ്ഫറസും ഫോസ്ഫീനും സ്വയം കത്തിപ്പിടിച്ചു് സ്ഫോടനം ഉണ്ടാകാവുന്നതാണു്. സാധാരണമായി ഹൈഡ്രുജനാണു് ഇതിനുപയോഗിക്കുന്നതു്.

ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ (ചിത്രം 12-3) ഉപകരണങ്ങൾ സജ്ജീകരിക്കുക. അടിയുരുണ്ട വാവട്ടമുള്ള ഫ്ളാസ്കിൽ (ബോംബ് ഫ്ലാസ്കു് 40% സാന്ദ്ര സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡും ശ്വേത ഫോസ്ഫറസും എടുക്കുക. മിശ്രിതത്തിൽ കൂടി കല്ലരി വാതകമോ ഹൈഡ്രുജനോ കടത്തി ഉപകരണത്തിലുള്ള വായു പൂർണമായും വിസ്ഥാപനംചെയ്യുക. (ലാബറട്ടറിയിലെ ബർണറിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന വാതകത്തിൽ വായു ഉണ്ടു്. അതിനാൽ ഈ വാതകം പരീക്ഷണത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നതു് അപകടകരമാണു്). ഫ്ളാസ്കിൽ നിന്നുള്ള പ്രധാന ട്യൂബിന്റെ അറ്റം ഒരു തളികയിലെടുത്തിട്ടുള്ള ജലത്തിൽ നിമഗ്നമാക്കി വെയ്ക്കുണം. ഈ വാതകം ശേഖരിക്കാറില്ല (അതുസ്സു് അപകടകാരിയാണതു്). ഫ്ളാസ്കു് അല്പം ചൂടാക്കുമ്പോൾ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടന്നു് ഫോസ്ഫീൻ ഉണ്ടാകുന്നു. പ്രധാന ട്യൂബിൽ നിന്നു് കുമിളകളായി വെളിയിൽ വരുന്ന ഫോസ്ഫീൻ വാതകം വായുവിൽ എത്തുമ്പോൾ സ്വയം കത്തിപ്പിടിക്കും. (തൽഫലമായി) ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതു പോലെ വൃത്താകാരമായ പുകച്ചുരുൾ ഒന്നിനു പുറകെ ഒന്നായി മേല്പോട്ടു് ഉയരുന്നതു കാണാം. വെളുത്ത പുക ഫോസ്ഫറസ് പെന്റോക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നതിനാലാണു്. വലയങ്ങൾ ഉയരുന്തോറും വികസിച്ചുവരുന്നു (വിസരണത്താൽ) [വോർടെക്സ് വലയങ്ങൾ].

ഫോസ്ഫീൻ വായുസമ്പർക്കമുണ്ടാകുമ്പോൾ സ്വയം കത്തിപ്പിടിക്കുന്നതു് അതിലുള്ള അപദ്രവ്യമായ P_2H_4 കാരണമാണു്. ഇതു് നീക്കംചെയ്യാൽ ഫോസ്ഫീൻ ഇപ്രകാരം കത്തിപ്പിടിക്കുകയില്ല. നിർഗമിക്കുന്ന വാതകം ശീതീകരണമിശ്രിതത്താൽ തണുപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു U-കഴലിൽ കൂടി കടത്തിവിട്ടു്



ചിത്രം 12–3

P_2H_4 മാത്രം അതിൽ ദ്രവീഭവിപ്പിക്കാം. U–കുഴലിൽ നിന്നു് ബഹിർഗമിക്കുന്ന ഫോസ്ഫീൻ ജലത്തിനു മുകളിൽ ശേഖരിക്കാവുന്നതാണു്.

ഗുണധർമങ്ങൾ

(1) നിറമില്ലാത്ത ഒരു വാതകമാണു് ഫോസ്ഫീൻ. ചീഞ്ഞ മത്സ്യത്തിന്റെ ദുർഗന്ധമുണ്ടു്. ഘനത്വം വായുവിനെക്കാളും അല്പം കൂടുതലാണു്. ജലത്തിൽ ഇതിനു് നിസ്സാരമായ ലേയത്വമേ ഉള്ളൂ. ഇതൊരു ഉഗ്ര വിഷപദാർഥമാണു്.

(2) ഇതൊരു സ്ഥിരയൗഗികമാണു്. ഉയർന്ന താപനിലയിൽ വിയോജിച്ചു ഫോസ്ഫറസും ഹൈഡ്രജനും ഉണ്ടാകും. 440°C–ൽ വിയോജനം പൂർണമാണു്.

$$2PH_3 \longrightarrow 2P + 3H_2$$

രാസഗുണധർമങ്ങളിൽ ഇതിനു് അമോണിയയുമായി സാമ്യമുണ്ടു്.

(3) ശുദ്ധമായ ഫോസ്ഫീൻ സാധാരണതാപനിലയിൽ വായുവുമായി

പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല. എന്നാൽ ഉയർന്ന താപനിലയിൽ (150°C) വായുവിൽ കത്തിപ്പിടിക്കുന്നു P_2O_5 ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2PH_3 + 4O_2 \longrightarrow P_2O_5 + 3H_2O$$

(4) അനായാസമായി വിയോജിച്ച് നവജാതഹൈഡ്രജൻ ഉല്പാദിപ്പിക്കാൻ പ്രവണതയുള്ളതിനാൽ ഫോസ്ഫീൻ ശക്തിയുള്ള ഒരു നിരോക്സീകാരകമാണ്. ലോഹലവണ ലായനികളെയും നൈട്രിക് ആസിഡിനെയും ഇതു നിരോക്സീകരിക്കുന്നു.

$$6AgNO_3 + PH_3 + 3H_2O \longrightarrow 6Ag + 6HNO_3 + H_3PO_3$$
$$3CuSO_4 + 2PH_3 \longrightarrow Cu_3P_2 + 3H_2SO_4$$

(അലോഹഹൈഡ്രൈഡായ H_2S നെറ രാസഗുണധർമങ്ങളും നോക്കുക.)

(5) ക്ലോറിനുമായി സമ്പർക്കമുണ്ടായാൽ ഫോസ്ഫീൻ കത്തിപ്പിടിക്കും. ഫോസ്ഫറസ് ട്രൈക്ലോറൈഡ്, ഫോസ്ഫറസ് പെൻറാക്ലോറൈഡ്, ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് എന്നിവയാണ് ഉല്പന്നങ്ങൾ.

$$PH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow PCl_3 + 3HCl$$
$$PH_3 + 4Cl_2 \longrightarrow PCl_5 + 3HCl$$

(6) ഫോസ്ഫീൻ ഒരു ഉദാസീന യൗഗികമാണ്. എന്നാൽ ഹൈഡ്രജൻ ഹലൈഡുകളുമായി സംയോജിച്ച് ഫോസ്ഫോണിയം ഹലൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു (അമോണിയപോലെ).

$$PH_3 + HX \longrightarrow PH_4X$$

PH_3 ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നുമില്ല; അമോണിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡുപോലുള്ള യൗഗികം ഉണ്ടാകുന്നുമില്ല.

ഉടസ്ഥകൾ

1. നിറമില്ലാത്തതും ചീഞ്ഞ മത്സ്യത്തിൻറെ ദുർഗന്ധമുള്ളതും ആയ വാതകമാണ്.
2. കോപ്പർ സൽഫേറ്റു ലായനിയിൽ കറുത്ത അവക്ഷേപം ഉണ്ടാക്കുന്നു (Cu_3P_2—കോപ്പർ ഫോസ്ഫൈഡ്)
3. വായുവിൽ കത്തുമ്പോൾ ധാരാളം വെളുത്ത പുകയുണ്ടാകുന്നു.

ഫോസ്ഫറസ് ഡൈഹൈഡ്രൈഡ്–P_2H_4.

ഫോസ്ഫീൻ ഉണ്ടാകുമ്പോഴെല്ലാം മിക്കവാറും ഈ ഹൈഡ്രൈഡും അപദ്രവ്യമായി ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. കാൽസിയം ഫോസ്ഫൈഡ് (ഇതിൽ Ca_3P_2 ഉണ്ടെന്നു കരുതാം) ജലവുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ഫോസ്ഫീനോടൊപ്പം ഈ പദാർഥവും ധാരാളം ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Ca_2P_2 + 4H_2O \longrightarrow 2Ca(OH)_2 + P_2H_4$$

വാതകമിശ്രിതം ശീതീകരണമിശ്രിതത്തിൽ തണുപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ഒരു U കുഴലിൽ കൂടികടത്തി P_2H_4 മാത്രം ദ്രവീകരിച്ചു ശേഖരിക്കാം.

വായുവിൻറെ സമ്പർക്കമുണ്ടായാൽ ഉടൻ കത്തിപ്പിടിക്കുന്ന യൗഗികമാണിതു്. സാധാരണതാപനിലയിൽപ്പോലും ഭാഗികമായി വിഘടിച്ച് ഫോസ്ഫീനും ഫോസ്ഫറസും ആയി മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

$$3P_2H_4 \longrightarrow 4PH_3 + 2P$$

(ഇതിനു സദൃശമായ സൂത്രമുള്ള ഹൈഡ്രസീനുമായി P_2H_4 നു വലിയ സാമ്യമില്ല)

അമോണിയയും ഫോസ്ഫീനും

ഗുണധർമങ്ങൾ	NH_3	PH_3
1. ലക്ഷണം	നിറമില്ല. സവിശേഷമായ രൂക്ഷഗന്ധം.	നിറമില്ല, ചീഞ്ഞ മീനിന്റെ ദുർഗന്ധം.
2. ലേയത്വം	ജലത്തിൽ അത്യധികം ലേയത്വമുണ്ട്. ലായനി ക്ഷാരീയമാണ്.	ജലത്തിൽ നിസ്സാര ലേയത്വമേ ഉള്ളൂ. ലായനിക്ക ക്ഷാരസ്വഭാവമില്ല.
3. വിഷഗുണം	ഉഗ്രവിഷമല്ല.	ഉഗ്രവിഷം
4. സ്ഥിരത	സാമാന്യമായി സ്ഥിരത യുണ്ട്. ഉന്നതതാപനില യിൽ വിയോജിക്കും.	അസ്ഥിരമാണ്.
5. ആസിഡുകളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം	ആസിഡുകളെ ഉദാസീന മാക്കി അമോണിയം ലവണങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു.	ആസിഡുകളുമായി പ്രവർത്തനമില്ല എന്നാൽ ഹൈഡ്രജൻ ഹലൈഡുകളുമായി (വാതകങ്ങളും) പ്രത്യേക പരിതസ്ഥിതികളിൽ സംയോജിച്ച് ഫോസ്ഫോണിയം ഹലൈഡുകളും ഉണ്ടാകുന്നു.
6. വിഘടനം	വളരെ ഉയർന്ന താപനിലയിലും വൈദ്യുതസ്ഫുലിംഗനം കൊണ്ടും മൂലകങ്ങളായി വിഘടിക്കുന്നു.	ഉയർന്ന താപനിലയിലും വൈദ്യുതസ്ഫുലിംഗനം കൊണ്ടും വിഘടിച്ച് ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസും ഹൈഡ്രജനും ഉണ്ടാകും.
7. ജ്വലനം	ഓക്സിജനിൽ ജ്വലിച്ച് നൈട്രജനും ജലവും ഉണ്ടാകും.	വായുവിലും ഓക്സിജനിലും ജ്വലിച്ച് ഫോസ്ഫറസ് പെൻറാക്സൈഡും ജലവും ഉണ്ടാകുന്നു.
8. നിരോക്സീകരണം	ജ്വലനസഹായിയല്ല. സാധാരണ താപനിലയിൽ നിരോക്സീകാരകമല്ല	ജ്വലനസഹായിയല്ല. ഏതു താപനിലയിലും നിരോക്സീകാരകമാണ്.
9. ലോഹലവണ ലായനികളിൽ പ്രവർത്തനം	ലോഹഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളും സാധാരണമായി ഉണ്ടാകുന്നു	ലോഹമോ ലോഹഫോസ്ഫൈഡോ അവക്ഷേപിക്കുന്നു.
10. നിർമാണ രീതികളും	(a) അമോണിയം ലവണങ്ങളും ആൽക്കലികളും പ്രവർത്തിച്ചും (b) നൈട്രൈഡുകളുടെ ജലാപഘടനം കൊണ്ടും (c) മൂലകങ്ങളെ നേരിട്ട് സംയോജിപ്പിച്ചും നിർമിക്കാം.	(a) ഫോസ്ഫോണിയം ലവണങ്ങളും ആൽക്കലികളും തമ്മിൽ പ്രവർത്തിപ്പിച്ചും (b) ഫോസ്ഫൈഡുകളുടെ ജലാപഘടനം കൊണ്ടും (c) ശ്വേത ഫോസ്ഫറസ് ക്ഷാരവുമായി പ്രവർത്തിപ്പിച്ചും നിർമിക്കാം. മൂലകങ്ങളെ തമ്മിൽ സംയോജിപ്പിച്ച് നിർമിക്കാൻ സാധ്യമല്ല.

ഫോസ്ഫീനിന്റെ സംഘടനവും സൂത്രവും

ശുദ്ധമായ ഫോസ്ഫീൻ വാതകം (നിശ്ചിത വ്യാപ്തം) ഒരു യൂഡിയോമീറ്ററിൽ എടുത്തു് വൈദ്യുതസ്ഫുലിംഗനം നടത്തി വിഘടിക്കുമ്പോഴും ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസും ഹൈഡ്രജൻ വാതകവും ഉണ്ടാകുന്നു. ഉല്പന്നമായ ഹൈഡ്രജന്റെ വ്യാപ്തം നിർണയിക്കപ്പെടുന്നു. പരീക്ഷണത്തിൽനിന്നു് ഒരു വ്യാപ്തം ഫോസ്ഫീനിൽ ഒന്നര വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജൻ അടങ്ങിയിരിക്കുമെന്നു് കാണാം. ഈ വസ്തുതയിൽ അവഗാഡ്രോ നിയമം പ്രയോഗിക്കുമ്പോഴും ഒരു ഫോസ്ഫീൻ തന്മാത്രയിൽ $1\frac{1}{2}$ തന്മാത്ര (3 അണുക്കൾ) ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടായിരിക്കണമെന്നു കിട്ടുന്നു. അതായതു് ഫോസ്ഫീന്റെ സൂത്രം P_xH_3 എന്നായിരിക്കണം. ഘനത്വത്തിൽനിന്നു് ഇതിന്റെ തന്മാത്രാഭാരം 34 ആണെന്നു് നിർണയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്.

$$PxH_3 = 34;\ P = 31;\ H = 1$$

$$\therefore\ x \times 31 + 3 \times 1 = 34$$

അതായതു് $x = 1$

$\therefore$ ഫോസ്ഫീനിന്റെ സൂത്രം PH_3 ആണു്.

ഫോസ്ഫറസ് ക്ലോറൈഡുകൾ

ഫോസ്ഫറസ് ഹലജനുകളുമായി സംയോജിച്ചു് പല യൗഗികങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു. ഇവയിൽ ഫോസ്ഫറസിന്റെ സംയോജകത മൂന്നോ (ട്രൈഹലൈഡുകൾ) അഞ്ചോ (പെൻറാഹലൈഡുകൾ) ആയിരിക്കും. ഇവയാണു് പ്രധാനപ്പെട്ടവ. മറ്റുള്ള ഹലൈഡുകളും നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. ബ്രോമൈഡുകളും അയൊഡൈഡുകളും അസ്ഥിരങ്ങളാണു്. പ്രധാനപ്പെട്ട ഫോസ്ഫറസ് ഹലൈഡുകൾ ഫോസ്ഫറസ് ട്രൈക്ലോറൈഡും (PCl_3) ഫോസ്ഫറസ് പെൻറാക്ലോറൈഡും (PCl_5) ആണു്.

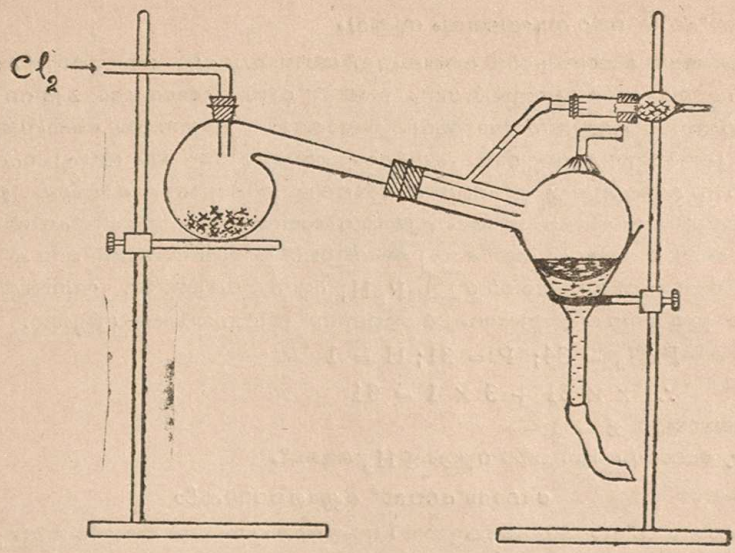
ഫോസ്ഫറസ് ട്രൈക്ലോറൈഡ് PCl_3

ലാബറട്ടറിനിർമാണം

ഫോസ്ഫറസും ക്ലോറിനും തമ്മിൽ നേരിട്ടു് സംയോജിപ്പിച്ചാണു് ഈ യൗഗികം നിർമിക്കുന്നതു്.

$$2P + 3Cl_2 \longrightarrow 2PCl_3.$$

ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതു പോലെ ഉപകരണം സജ്ജീകരിക്കുന്നു (ചിത്രം 12–4) ഉപകരണങ്ങളും എല്ലാം ഈർപ്പം ഇല്ലാത്തതായിരിക്കണം. റിട്ടോർട്ടിൽ കുറെ ഉണങ്ങിയ വെള്ള മണൽ എടുത്തു് അതിൽ കുറെ ഈർപ്പം കളഞ്ഞ ശുദ്ധ ഫോസ്ഫറസ് കഷണങ്ങളും എടുക്കുക. റിട്ടോർട്ടിന്റെ മുകളിലുള്ള ദ്വാരത്തിൽ കൂടി ഒരു വളഞ്ഞ കുഴൽ ഘടിപ്പിക്കുക. റിട്ടോർട്ടിന്റെ വാലിൽ ഒരു സോദനഫ്ളാസ്കു് ഘടിപ്പിക്കുക. ഇതു് ശീതജലം കൊണ്ടു് തണുപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. ഫോസ്ഫറസ് എടുക്കുന്നതിനു മുമ്പു് ഉപകരണത്തിൽ കൂടി ഈർപ്പമില്ലാത്ത കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡു് പ്രവഹിപ്പിച്ചു് അതിലുള്ള വായു നീക്കംചെയ്യേണ്ടതാണു്. സോദനഫ്ളാസ്കിൽ ഒരു കാൽസിയം ക്ലോറൈഡു് കുഴൽ കൂടി ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കണം. വളഞ്ഞ കുഴലിൽ കൂടി ശുദ്ധമായ ക്ലോറിൻ കടത്തിവിടുക. കുഴൽ ഫോ



ചിത്രം 12-4

സ്ഫറസിൽ നിന്ന് വളരെ അകന്നിരുന്നാൽ ഫോസ്ഫറസ് പെൻറാക്ലോറൈഡുണ്ടാകും. വളരെ അടുത്തിരുന്നാൽ ഫോസ്ഫറസ് കൂടി സേദനം ചെയ്യുവരും. ഇതു രണ്ടും സംഭവിക്കാത്ത വിധത്തിൽ കഴൽ വേണ്ടത്ര അകലത്തിൽ വെയ്ക്കണം. ക്ലോറിൻ മറ്റിയ ജ്വാലയോട് കൂടി കത്തുന്നു. ജ്വാലയുടെ അറ്റം ഫോസ്ഫറസിനെ സ്പർശിക്കത്തക്കവണ്ണം കഴൽ ശരിപ്പെടുത്തിയാൽ മതി. PCl_3 സേദനം ചെയ്ത് ഗ്രാഹിയിൽ സംഭരിക്കുന്നു. റിട്ടോർട്ടിൽ മിച്ചം വരുന്ന PCl_3 കൂടി ശേഖരിക്കാൻ, പരീക്ഷണം ഇതുപോലെയും കഴിയുമ്പോൾ റിട്ടോർട്ടിനെ ഒരു ജലബാത്തിൽ വെച്ച് 72-78°C ൽ ചൂടാക്കണം.

ഇപ്രകാരം കിട്ടുന്ന പദാർഥത്തിൽ അല്പം ഫോസ്ഫറസ് പെൻറാക്ലോറൈഡ് അപദ്രവ്യമായി അടങ്ങിയിരിക്കും. ശ്വേത ഫോസ്ഫറസ് ചേർത്ത് പുനഃ സേദനം ചെയ്ത് ഇതിനെ ശുദ്ധീകരിക്കാം. ഭദ്രമായി സീൽ ചെയ്ത കുപ്പികളിൽ ശേഖരിച്ചു വെയ്ക്കാം.

ഗുണധർമങ്ങൾ

നിറമില്ലാത്ത ഒരു ദ്രവകമാണ് ഫോസ്ഫറസ് ട്രൈക്ലോറൈഡ്. വായുവിൽ ശക്തിയായി പുകയുന്നു. തിളനില 76°C. ആപേക്ഷികഘനത്വം 1.613. രൂക്ഷമായ ഗന്ധമുണ്ട്.

ജലവുമായി ഊർജസ്വലതയോടെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു; ജലാപഘടനം നടന്ന് ഫോസ്ഫോറസ് ആസിഡും ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$PCl_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_3 + 3HCl$$

വായുവിലുള്ള ഈർപ്പം കൊണ്ട് ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുന്നതിനാലാണിത് വായുവിൽ പുകയുന്നത്.

ക്ലോറിനുമായി സംയോജിച്ച് ഫോസ്ഫറസ് പെൻറാക്ലോറൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു

$$PCl_3 + Cl_2 \rightleftharpoons PCl_5$$

ആൽക്കലികളുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ക്ലോറൈഡും ഫോസ്ഫൈറ്റും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$5NaOH + PCl_3 \longrightarrow Na_2HPO_3 + 3NaCl + 2H_2O$$

ഹൈഡ്രോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പുള്ള കാർബണികയൗഗികങ്ങളിൽ പ്രവർത്തിച്ച് OH ഗ്രൂപ്പുകളുടെ പകരം Cl ഗ്രൂപ്പുകൾ ചേർക്കുന്നു.

$$3CH_3OH + PCl_3 \longrightarrow 3CH_3Cl + H_3PO_3$$

മെഥിൽ ആൽക്കഹോൾ മെഥിൽ ക്ലോറൈഡ്

ഉപയോഗം

കാർബണികയൗഗികങ്ങളിൽ OH ഗ്രൂപ്പിനെ Cl ഗ്രൂപ്പ കൊണ്ട് പ്രതിസ്ഥാപനം ചെയ്യാനാണിത് ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

ഫോസ്ഫറസ് പെൻറാക്ലോറൈഡ്—PCl_5

ലാബറട്ടറിനിർമാണം

ഫോസ്ഫറസ് ട്രൈക്ലോറൈഡും ക്ലോറിനും തമ്മിൽ സംയോജിപ്പിച്ചാണ് ഫോസ്ഫറസ് പെൻറാക്ലോറൈഡ് ഉണ്ടാക്കുന്നത്.

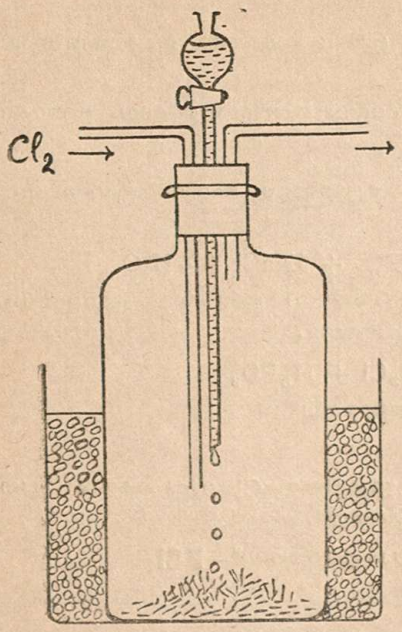
$$PCl_3 + Cl_2 \rightleftharpoons PCl_5$$

വായു വിസ്താരമുള്ള ഒരു വലിയ ഗ്ലാസ്കുപ്പി മൂന്നു ദ്വാരമുള്ള ഒരു കോർക്കുകൊണ്ടടയ്ക്കുക. ഒരു ദ്വാരത്തിൽ കൂടി ബിന്ദുപാതി ഫണലും രണ്ടാമത്തേതിൽ കൂടി അടിഭാഗം വരെ എത്തുന്ന അഗ്രം വളഞ്ഞ കുഴലും മൂന്നാമത്തേതിൽ കൂടി ഒരു ബഹിർഗമനകുഴലും കടത്തി ഉറപ്പിക്കുക (ചിത്രം 12.5). കുപ്പി ഐസ്-ജല മിശ്രിതത്തിൽ വെച്ച് തണുപ്പിക്കണം.

ബിന്ദുപാതിഫണലിൽ ഫോസ്ഫറസ് ട്രൈക്ലോറൈഡ് എടുക്കുക. ഈർപ്പമില്ലാത്ത ക്ലോറിൻ വാതകം കൊണ്ട് കുപ്പി നിറയ്ക്കുക. അതിനു ശേഷം സാവധാനത്തിൽ PCl_3 തുള്ളികളായി വീഴ്ത്തുക. എപ്പോഴും ക്ലോറിൻ മിച്ചം ഉണ്ടായിരിക്കത്തക്കവണ്ണം ധാരാളം ക്ലോറിൻ കുപ്പിയിലേക്ക് കടത്തിവിട്ടുകൊണ്ടിരിക്കണം. പ്രതിപ്രവർത്തനം നടന്ന് ഖരമായ ഫോസ്ഫറസ് പെൻറാക്ലോറൈഡ് കുപ്പിയിൽ സംഭരമാകും. പ്രതിപ്രവർത്തനതാപം കൊണ്ട് താപനില ഉയരാതിരിക്കാനാണ് കുപ്പി ഐസ്ജലത്തിൽ തണുപ്പിക്കുന്നത്.

ഗുണധർമങ്ങൾ

ഫോസ്ഫറസ് പെൻറാക്ലോറൈഡ് നിറമില്ലാത്ത ഒരു ക്രിസ്റ്റലനപദാർഥമാണ്. അപദ്രവ്യമായി അല്പം ക്ലോറിൻ ഉണ്ടെങ്കിൽ നേരിയ മഞ്ഞ



ചിത്രം 12_5

നിറം ഉണ്ടായിരിക്കും. വായുവിൽ ശക്തിയായി പുകയുന്നു. ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഇതു് വിയോജനത്തോടുകൂടി ഉൽപതിക്കുന്നു.

$$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$$

ജലവുമായി ഇതു് ഊർജസ്വലതയോടെ പ്രവർത്തിച്ചു് ജലാപഘടനം നടക്കുന്നു. ജലത്തിന്റെ പരിമാണമനുസരിച്ചു് രണ്ടു തരത്തിലുള്ള ഉല്പന്നങ്ങളും ഉണ്ടാകാം. പരിമിതമായി ജലം ഉണ്ടെങ്കിൽ ഫോസ്ഫറസ് ഓക്സിക്ലോറൈഡു് ഉണ്ടാകും. ജലം ധാരാളമുണ്ടെങ്കിൽ പൂർണമായ ജലാപഘടനം കൊണ്ടു് ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡാണു് ഉണ്ടാകുന്നതു്.

$$PCl_5 + H_2O \longrightarrow 2HCl + POCl_3$$

$$POCl_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_4 + 3HCl$$

കാർബണികയൗഗികങ്ങളിലെ OH ഗ്രൂപ്പുകളെ മാറ്റി പകരം Cl ഗ്രൂപ്പു സ്ഥാപിക്കാൻ PCl_5 പ്രയോജനപ്പെടുന്നു (PCl_3 പോലെ).

ഉദാഹരണം

$$CH_3OH + PCl_5 \longrightarrow POCl_3 + HCl + CH_3Cl$$

ഉപയോഗം

പ്രധാനമായും കാർബണികയൗഗികങ്ങളിൽ നിന്നു് ക്ലോറോവ്യുൽപന്നങ്ങൾ നിർമിക്കാനാണു് PCl_5 ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.

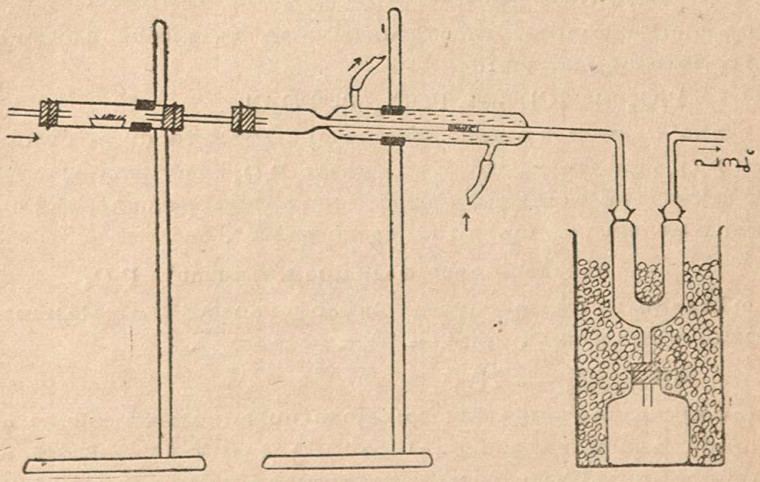
ഫോസ്ഫറസ് ഓക്സൈഡുകൾ

പ്രധാനമായി ഫോസ്ഫറസിനു് രണ്ടു് ഓക്സൈഡുകളാണുള്ളതു്. ഫോസ്ഫോറസ് ആസിഡിന്റെ അൻഹൈഡ്രൈഡായ P_2O_3 (ഫോസ്ഫറസ് ട്രൈഓക്സൈഡു്) ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡിന്റെ അൻഹൈഡ്രൈഡായ P_2O_5 (ഫോസ്ഫറസ് പെൻറോക്സൈഡു്)—എന്നിവ, മറ്റു ചില അപ്രധാന ഓക്സൈഡുകളും നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്.

ഫോസ്ഫറസ് ട്രൈഓക്സൈഡ് P_2O_3

ലാബറട്ടറിനിർമാണം: പരിമിതമായ അളവിൽ ഓക്സിജൻ ശ്വേത ഫോസ്ഫറസുമായി പ്രവർത്തിപ്പിച്ചാണ് P_2O_3 നിർമിക്കുന്നത്.

$$4P + 3O_2 \longrightarrow 2P_2O_3$$



ചിത്രം 12-6

ചിത്രത്തിൽ (12-6)ഉള്ളതുപോലെ ഉപകരണങ്ങൾ സജ്ജീകരിക്കുക. ഇടത്തെ അറ്റത്തുള്ള ഹാർഡ്ഗ്ലാസ് കഴലിൽ ശ്വേത ഫോസ്ഫറസ് എടുക്കുക. അല്പം പൂരിപ്പിക്കാണ് കഴലിൽ കൂടി ഈർപ്പമില്ലാത്ത വായു സാവധാനം കടത്തിവിടുക. ഹാർഡ്ഗ്ലാസ് കഴലിനോട് ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന കണ്ടൻസറിൽ കൂടി 60°C ലുള്ള ഉഷ്ണജലമാണ് കടത്തിവിടുന്നത്. ഇതിനകത്തുള്ള ഗ്ലാസ്വൂളിൽ അപദ്രവ്യമായുണ്ടാകുന്ന P_2O_5 തടഞ്ഞു നിർത്തപ്പെടുന്നു. ശീതീകരണമിശ്രിതത്തിൽ തണുപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന U-കുഴലിൽ ഫോസ്ഫറസ് ട്രൈഓക്സൈഡ് ദ്രവീഭവിക്കുന്നു. ചുവട്ടിൽ വെച്ചിരിക്കുന്ന കപ്പിയിൽ ഇതു സംഭൃതമാകുന്നു.

ഗുണധർമങ്ങൾ: കാഴ്ചയിൽ മെഴുകു പോലെയുള്ള വെളുത്ത ക്രിസ്റ്റലനപദാർഥമാണ് ഫോസ്ഫറസ് ട്രൈഓക്സൈഡ്. ഗന്ധം ശ്വേത ഫോസ്ഫറസിനേതു പോലെ തന്നെ (വെളുത്തുള്ളിയുടെ മണം). 23.8°C-ൽ ഉരുകി ദ്രവമാകുന്നു. തിളനില 173.1°C. കാർബണികലായകങ്ങളിൽ ലേയത്വമുണ്ട്. ജലത്തിൽ ലയിക്കും; ക്രമേണ ജലവുമായി സംയോജിച്ച് ഫോസ്ഫറസ് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$P_2O_3 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3PO_3$$

ഇത് ഒരു വിഷപദാർഥമാണ്.

ബാഷ്പഘനത്വം P_4O_6 എന്ന സൂത്രത്തിനു അനുസൃതമാണ്.

വായുവിൽ ഓക്സിജനുമായി സംയോജിച്ച് ഫോസ്ഫറസ് പെന്റോക്സൈഡ് ആകുന്നു.

$$P_2O_3 + O_2 \longrightarrow P_2O_5$$

താപനില 70°C-ൽ കൂടുതലാണെങ്കിൽ വായുവിൽ ജ്വലിക്കുന്നു.

ക്ലോറിനിൽ ജ്വലിച്ച് ഫോസ്ഫറസ് ഓക്സിക്ലോറൈഡും ഫോസ്ഫെറിൽ ക്ലോറൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$P_2O_3 + 2Cl_2 \longrightarrow POCl_3 + PO_2Cl$$

ഇതിനു പറയത്തക്ക ഉപയോഗമൊന്നുമില്ല. ഇതിന്റെ സൂത്രം സാധാരണമായി P_2O_3 എന്നാണു് എഴുതുന്നതു്. എങ്കിലും P_4O_6 എന്നു് ഇരട്ടിച്ചു് എഴുതുന്നതായിരിക്കും കൂടുതൽ ശരിയായിട്ടുള്ളതു്. തന്മാത്രാഭാരം (ഘനത്വത്തിൽ നിന്നു് നിർണയിക്കുന്നതു്) ഈ സൂത്രത്തിനു് അനുസൃതമാണു്.

ഫോസ്ഫറസ് പെന്റോക്സൈഡ് P_2O_5

നിർമാണം: ധാരാളം വായുവിൽ ഫോസ്ഫറസ് കത്തിച്ചാണു് ഈ പദാർഥം നിർമിക്കുന്നതു്. ഊർപ്പം തീരെ ഉണ്ടാകരുതു്.

$$4P + 5O_2 \longrightarrow 2P_2O_5$$

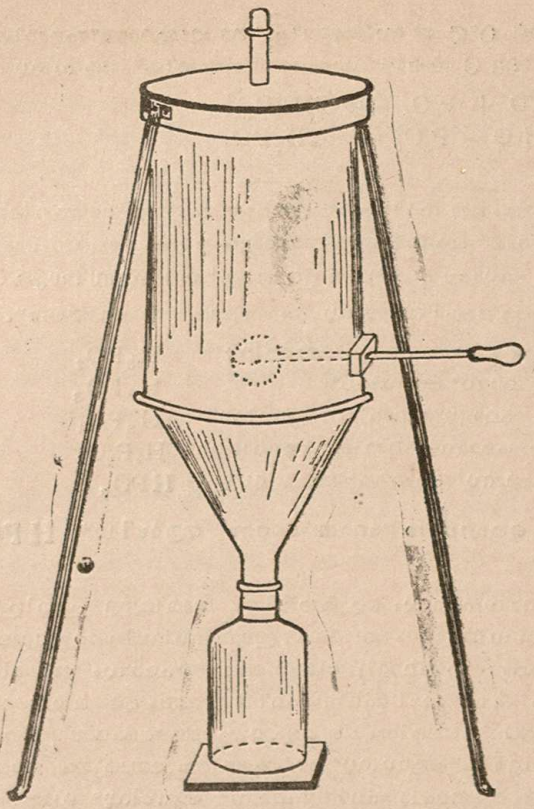
ഇരുമ്പു തകിടുകൊണ്ടുള്ള രണ്ടറ്റവും തുറന്ന സിലിണ്ടറാകൃതിയിലുള്ള പാത്രത്തിലാണു് ജ്വലനം നടത്തുന്നതു് (ചിത്രം 12-7). ഇതിന്റെ അടിയിൽ ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ ഒരു ഇരുമ്പുകൊണ്ടുള്ള ഫണലിലാണു് സിലിണ്ടർ നിറുത്തുന്നതു്. ഫണലിന്റെ ചുവട്ടിൽ വായു വിസ്താരം കൂടിയ ഒരു കപ്പി ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. സിലിണ്ടറിന്റെ ഒരു വശത്തായി അകത്തേക്കു് കടത്തിവെക്കാൻ പാകത്തിൽ ഒരു ചെമ്പു സ്പൂൺ ഉറപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ചട്ടകംപോലുള്ള ഇതിലാണു് ഫോസ്ഫറസ് കത്തിച്ചു് പാത്രത്തിനുള്ളിൽ കടത്തിവെക്കുന്നതു്. ഉപകരണത്തിന്റെ മുകൾഭാഗം ഒരു ഇരുമ്പുമൂടി കൊണ്ടു് ഉറപ്പിച്ചു് അടയ്ക്കാം.

സിലിണ്ടറിന്റെ വശത്തുള്ള ദ്വാരത്തിൽ കൂടി കത്തിത്തുടങ്ങിയ ഫോസ്ഫറസ് ഉൾക്കൊള്ളുന്ന സ്പൂൺ കടത്തുക. ജ്വലനം നടന്നു് ഫോസ്ഫറസ് പെന്റോക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതു് ഫണലിൽ കൂടി ചുവട്ടിലുള്ള കപ്പിയിൽ സംഭരിക്കപ്പെടുന്നു. കപ്പി ഒരു വെറിയ പലകപ്പുറത്താണു് വെച്ചിട്ടുള്ളതു്. പലക മാറ്റി കപ്പി തറയിൽ വെയ്ക്കുമ്പോൾ ഫണലിനടിയിൽകൂടി വായു സിലിണ്ടറിനകത്തു് കടന്നുകൊള്ളും. ഓരോ ദഹനത്തിനു ശേഷവും ഇപ്രകാരം പലക മാറ്റി വായു കടത്തിയതിനു ശേഷം, ആദ്യത്തെപ്പോലെ കപ്പി വെച്ചു് വീണ്ടും ദഹനം നടത്താം.

ഈ പദാർഥത്തിൽ അല്പം ഫോസ്ഫറസ് ട്രൈഓക്സൈഡും മറ്റും ഉണ്ടായേക്കാം. ചൂടാക്കിയ ഇരുമ്പുകഴലിലെടുത്തു് ഓക്സിജൻ കടത്തിവിടുമ്പോൾ മറ്റുള്ള ഓക്സൈഡുകളും P_2O_5 ആയിക്കിട്ടും.

ഗുണധർമങ്ങൾ

വിപുലായതനമായ ശ്വേതനിറമുള്ള ചൂർണമാണു് ഫോസ്ഫറസ് പെന്റോക്സൈഡ്. ഇതിനു് ഗന്ധമില്ല. ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ഉൽപ



ചിത്രം 12–7

തിക്കുന്നതല്ലാതെ ഉരുകുന്നില്ല. വായുവിൽ തുറന്നുവെച്ചാൽ നീരാവി വലിച്ചെടുക്കുന്നു. നീരാവിയും ജലവും അത്യാസക്തിയോടെ അവശോഷണം ചെയ്യാനുള്ള കഴിവുള്ളതിനാൽ ഈ പദാർഥം ഈർപ്പം മാറ്റാൻ വളരെ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. പല വാതകങ്ങളെയും ഇത്തരത്തിൽ ആണ് ഈർപ്പരഹിതമാക്കുന്നത്. വളരെ ശക്തമായ ഒരു നിർജലീകാരകമാണിത്. തന്മൂലം പല ആസിഡുകളിൽനിന്നും അവയുടെ അൻഹൈഡ്രൈഡുകൾ നിർമിക്കാൻ P_2O_5 ഉപയോഗിക്കുന്നു (Cl_2O_7, N_2O_5, SO_3 മുതലായവ നോക്കുക). ജലത്തിൽ ഇത് സീൽക്കാരത്തോടുകൂടി ലയിക്കുന്നു. ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളിലെല്ലാം ഫോസ്ഫറസ് പെന്റോക്സൈഡ് ജലവുമായി സംയോജിച്ച് ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$P_2O_5 + H_2SO_4 \longrightarrow 2HPO_3 + SO_3$$
$$P_2O_5 + 2HNO_3 \longrightarrow 2HPO_3 + N_2O_5$$
$$P_2O_5 + 2HClO_4 \longrightarrow 2HPO_3 + Cl_2O_7$$

ജലവുമായി 0°C-ൽ സംയോജിച്ച് മെറ്റാഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡാണുണ്ടാകുന്നത്; 100°C ൽ ഓർത്തോഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡുണ്ടാകുന്നു.

$$H_2O + P_2O_5 \longrightarrow 2HPO_3$$
$$3H_2O + P_2O_5 \longrightarrow 2H_3PO_4$$

ഉപയോഗം

പ്രധാനമായും ഒരു നിർജലീകാരകമായിട്ടാണിതുപയോഗിക്കുന്നത്. കൂടാതെ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാക്കാനും ഉപയോഗിക്കാം.

ഫോസ്ഫറസിന്റെ ഓക്സി ആസിഡുകൾ

പ്രധാനപ്പെട്ട ഓക്സി ആസിഡുകൾ താഴെ പറയുന്നവയാണ്.

ഹൈപ്പോ ഫോസ്ഫറസ് ആസിഡ്	H_3PO_2
ഫോസ്ഫറസ് ആസിഡ്	H_3PO_3
ഓർത്തോ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ്	H_3PO_4
പൈറോ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ്	$H_4P_2O_7$
മെറ്റാ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ്	HPO_3

ഹൈപ്പോ ഫോസ്ഫറസ് ആസിഡ് H_3PO_2

നിർമാണം

ശ്വേത ഫോസ്ഫറസും ആൽക്കലിയും തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ (ഫോസ്ഫീൻ നിർമാണം നോക്കുക) ഈ ആസിഡിന്റെ ലവണം ഉണ്ടാകുന്നു. (ഹൈപ്പോ ഫോസ്ഫൈറ്റ്). ശ്വേത ഫോസ്ഫറസും ബേരിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡും തമ്മിൽ ചൂടാക്കി ഫോസ്ഫീൻ മുഴുവനും മുക്തമായിക്കഴിയുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന ലായനിയിൽ(ബേരിയം ഹൈപ്പോ ഫോസ്ഫൈറ്റ്)ആവശ്യത്തിനുമാത്രം നേർത്ത സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ഒഴിക്കുമ്പോൾ ബേരിയം സൽഫേറ്റ് അവക്ഷേപിക്കുകയും ഹൈപ്പോ ഫോസ്ഫറസ് ആസിഡ് ലായനിയായി കിട്ടുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$3Ba(OH)_2 + 8P + 6H_2O \longrightarrow 3Ba(H_2PO_2)_2 + 2PH_3$$

ബേരിയം ഹൈപ്പോഫോസ്ഫൈറ്റ്

$$Ba(H_2PO_2)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2H_3PO_2$$

അവക്ഷേപം അരിച്ചുനീക്കിക്കിട്ടുന്ന ലായനി 130°C-ന താഴെ ശ്രദ്ധിച്ച് വാറ്റിച്ച ശേഷം ശീതീകരണമിശ്രിതത്തിൽ തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ ആസിഡ് ക്രിസ്റ്റലുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. സാധാരണയായി ഹൈപ്പോഫോസ്ഫറസ് ആസിഡിന്റെ നേർത്ത ലായനിയാണ് (10%) ഉപയോഗിക്കാറുള്ളത്.

ഗുണധർമങ്ങൾ: നിറമില്ലാത്ത ഹൈപ്പോഫോസ്ഫറസ് ആസിഡ് ക്രിസ്റ്റലുകൾ 26.5°C-ൽ ഉരുകുന്നു. കൂടുതൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിഘടിച്ച് (130°C) ഫോസ്ഫീൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$3H_3PO_2 \longrightarrow 2H_3PO_3 + PH_3.$$

ഹൈപൊ ഫോസ്ഫൈറ്റുകളും ചൂടാക്കുമ്പോഴും വിഘടിച്ച് ഫോസ്ഫീൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

ഈ ആസിഡും അതിന്റെ ലവണങ്ങളും വളരെ ശക്തിയുള്ള നിരോക്സീകാരകങ്ങളാണ്. ഇവ ലോഹലവണ ലായനികളിൽ നിന്നും ലോഹങ്ങളെയും ചില പ്പോഴും അവയുടെ ഹൈഡ്രൈഡുകളെയും അവക്ഷേപിക്കുന്നു.

$$H_3PO_2 + 2H_2O + 4AgNO_3 \longrightarrow 4Ag\downarrow + H_3PO_4 + 4HNO_3$$

$$3H_3PO_2 + 3H_2O + 2CuSO_4 \longrightarrow 2CuH\downarrow + 3H_3PO_3 + 2H_2SO_4$$

H_3PO_2 എന്ന സൂത്രത്തിൽ നിന്നും ഇതൊരു ത്രൈബസിക ആസിഡാണെന്നു തോന്നാം. യഥാർഥത്തിൽ ഇത് ഒരു ഏകബേസിക ആസിഡാണ്. അതായത് മൂന്നു H ആണുക്കളിൽ ഒരെണ്ണം മാത്രമേ അയൊണീകരിക്കുന്നുള്ളു.

ഈ ആസിഡും അതിന്റെ ലവണങ്ങളും നിരോക്സീകാരകങ്ങളായുപയോഗിക്കുന്നു. ചില ലവണങ്ങളും ടോണിക്കുകളിലുപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്.

ഫോസ്ഫറസ് ആസിഡ്– H_3PO_3

നിർമാണവിധികൾ

(1) P_2O_3 ജലത്തിൽ ലയിപ്പിക്കുമ്പോൾ ഫോസ്ഫറസ് ആസിഡ് കിട്ടുന്നു.

$$P_2O_3 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3PO_3$$

(2) PCl_3 ജലത്തിൽ ലയിക്കുമ്പോഴും ഈ ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$PCl_3 + 3H_2O \longrightarrow 3HCl + H_3PO_3$$

ഈ രീതിയിലാണിത് സാധാരണ നിർമിക്കാറുള്ളത്. ജലത്തിൽ PCl_3 ലയിപ്പിച്ചു കിട്ടുന്ന ലായനി (ഇതിൽ ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡും ഉണ്ടായിരിക്കും) വറ്റിച്ച് (180°C വരെ ചൂടാക്കി) അതിലുള്ള HCl ബഹിഷ്കരിക്കുന്നു. സാന്ദ്രമായ ഈ ലായനി തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ ഫോസ്ഫറസ് ആസിഡ് ക്രിസ്റ്റലുകൾ വേർതിരിയുന്നു.

ഗുണധർമങ്ങൾ: നിറമില്ലാത്ത പ്രസോദ്യമായ ക്രിസ്റ്റലുന പദാർഥമാണ് ഫോസ്ഫറസ് ആസിഡ്.

ചൂടാക്കുമ്പോൾ സ്വയം ഓക്സീകരണം—നിരോക്സീകരണങ്ങൾ സംഭവിച്ച് ഫോസ്ഫീനും ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$4H_3PO_3 \longrightarrow 3H_3PO_4 + PH_3$$

ഈ ആസിഡും അതിന്റെ ലവണങ്ങളും (ഫോസ്ഫൈറ്റുകൾ) നിരോക്സീകാരകങ്ങളാണ്. ലവണലായനികളിൽ നിന്നും അവയിലുള്ള ലോഹങ്ങൾ മുക്തമാക്കുന്നു.

$$2AgNO_3 + H_3PO_3 + H_2O \longrightarrow 2Ag\downarrow + H_3PO_4 + 2HNO_3$$

$$CuSO_4 + H_3PO_3 + H_2O \longrightarrow Cu\downarrow + H_3PO_4 + H_2SO_4$$

ഇതിന്റെ സൂത്രം H_3PO_3 എന്നാണെങ്കിലും ഇതു് ഒരു ദ്വിബേസിക ആസിഡാണു്. അതായതു് മൂന്നെണ്ണത്തിൽ രണ്ടു ഹൈഡ്രജനണുക്കളേ വിസ്ഥാപനീയങ്ങളായുള്ളു. സോഡിയം ഫോസ്ഫൈറ്റു് Na_2HPO_3 – യും കാൽസിയം ഫോസ്ഫൈറ്റു് $CaHPO_3$ – യുമാണു്.

ഇതിനു് പറയത്തക്ക ഉപയോഗങ്ങളില്ല.

ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡുകൾ

P_2O_5 ജലവുമായി പല അനുപാതത്തിൽ സംയോജിച്ചുള്ള മൂന്നു ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡുകളും ഉണ്ടു്.

$P_2O_5 + H_2O \longrightarrow 2HPO_3$ (മെറ്റാ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡു്)

$P_2O_5 + 2H_2O \longrightarrow H_4P_2O_7$ (പൈറോ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡു്)

$P_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4$ (ഓർത്തോ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡു്)

ഇവയിൽ പ്രധാനപ്പെട്ടതു് ഓർത്തോ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡാണു്. ഇതിൽ നിന്നു് ജലം ബഹിഷ്കരിച്ചു് മറ്റു രണ്ടും നിർമിക്കാവുന്നതാണു് (ബോറിക് ആസിഡുകളും സിലിസിക് ആസിഡുകളും നോക്കുക).

ഓർത്തോ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡു്

ഉൽപാദനവിധികൾ

(1) ലോഹഫോസ്ഫേറ്റുകളും സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡും തമ്മിൽ ദ്വയവിഘടനം നടക്കുമ്പോൾ ഇതുണ്ടാകുന്നു.

$$2Na_3PO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 3Na_2SO_4 + 2H_3PO_4$$

(2) ഫോസ്ഫറസു് പെന്റോക്സൈഡു് 100° C-ൽ ജലത്തിൽ ലയിക്കുമ്പോൾ;

$$P_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4$$

(3) ഫോസ്ഫറസിനെ സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡു കൊണ്ടു് ഓക്സീകരിക്കുമ്പോൾ;

$$4P + 10HNO_3 + H_2O \longrightarrow 4H_3PO_4 + 5NO_2 + 5NO$$

ഈ രീതിയാണു് ലാബറട്ടറിനിർമാണത്തിനുപയോഗിക്കുന്നതു്.

(4) മെറ്റാ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് അല്ലെങ്കിൽ പൈറോ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡു് ജലം ചേർത്തു് ചൂടാക്കുമ്പോൾ

$$2HPO_3 + 2H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4$$
$$H_4P_2O_7 + H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4$$

ലാബറട്ടറിനിർമാണം

അടിയുരുണ്ട ഒരു ഫ്ളാസ്കിൽ ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസും, സമവ്യാപ്തം ജലം ചേർത്ത നൈട്രിക് ആസിഡും (1:1) എടുക്കുക. മിശ്രിതം ഇടയ്ക്കിടെ കുലുക്കിക്കൊണ്ടു് ഫ്ളാസ്കു് സാവധാനം ചൂടാക്കുക. നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡു് ഉണ്ടാകുന്നതുവരെ ചൂടാക്കുക. പിന്നീടു് നിയന്ത്രിതമായി ചൂടാക്കണം. ഇല്ലെങ്കിൽ

പ്രതിപ്രവർത്തനം വളരെയധികം ഊർജസ്വലമായേക്കാം. ഫോസ്ഫറസ് മുഴുവനും ലയിച്ചു കഴിയുമ്പോൾ ഫ്ളാസ്കിനുള്ളിലെ ലായനി ഒരു ബാഷ്പീകരണപേസിനിലേയ്ക്ക് (ഫൈനാഡിഷ്) മാറ്റുക. ഇതിൽ അല്പം കൂടി സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡ് ചേർത്ത് (ഫോസ്ഫോറസ് ആസിഡുണ്ടെങ്കിൽ ഓക്സീകരിക്കുന്നതിനു വേണ്ടി) വറ്റിക്കുക. മിച്ചമുള്ള നൈട്രിക് ആസിഡും അല്പം ജലവും നിഷ്കാസിതമാകും. ലായനിയുടെ താപനില 180°C ആകുന്നതു വരെ ബാഷ്പീകരണം തുടരാം (ഇതിൽ കൂടുതൽ ചൂടാക്കിയാൽ മെറ്റാഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ പിന്നീടുള്ള ക്രിസ്റ്റലീകരണം സാധ്യമല്ലാതെ വരും). ഇപ്രകാരം കിട്ടുന്ന കഴമ്പുപോലുള്ള ലായനിയെ സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഒരു നിർവാത ഡെസിക്കേറ്ററിൽ വെയ്ക്കുക. ഡെസിക്കേറ്റർ പുറമെ ഐസും ഉപ്പും ചേർത്തുണ്ടാക്കിയ ഹിമീകരണമിശ്രിതത്തിൽ തണുപ്പിക്കുക. സാവധാനത്തിൽ ഓർത്തോ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡിന്റെ ക്രിസ്റ്റലുകളും ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ ക്രിസ്റ്റലുകളും പുനഃക്രിസ്റ്റലീകരിച്ചു ശുദ്ധമായ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് കിട്ടുന്നു.

വ്യാവസായിക നിർമാണം

അസ്ഥിഭസ്മമോ ഫോസ്ഫേറ്റ്പാറയോ (കാൽസിയം ഫോസ്ഫേറ്റ്) നേർപ്പിച്ച സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡുമായി (ആപേക്ഷികഘനത്വം 1.5) ചേർത്ത് വളരെനേരം മിശ്രണം ചെയ്യുമ്പോൾ കാൽസിയം സൽഫേറ്റും (അലേയമായതിനാൽ ഇത് അവക്ഷേപമായി കിട്ടുന്നു) ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് ലായനിയും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 2H_3PO_4 + 3CaSO_4$$

അവക്ഷേപം അരിച്ചു നീക്കിക്കിട്ടുന്ന ലായനി വറ്റിച്ച് സാധാരണയായി ആപേക്ഷികഘനത്വം 1 7 ഉള്ള സാന്ദ്ര ലായനിയായിട്ടാണ് ഓർത്തോ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് വിപണനം നടത്തുന്നത്. ഇതിൽ 85% H_3PO_4 ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ പദാർഥത്തിൽ ആസിഡ്, കാൽസിയം ഫോസ്ഫേറ്റ് [$Ca(H_2PO_4)_2$] അപദ്രവ്യമായി കാണും.

ഗുണധർമങ്ങൾ

നിറമില്ലാത്ത ക്രിസ്റ്റലന പദാർഥമാണിത്.

ഉരുകൽനില 42.4°C. ജലത്തിൽ വളരെയധികം ലേയത്വമുണ്ട്. ലായനി സിറപ്പുപോലുള്ളതാണ്. വ്യാവസായിക ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡിനെ (85%) സിറപ്പി ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് എന്നും പറയുന്നു.

ശുദ്ധമായ H_3PO_4 ക്രിസ്റ്റലുകളെ ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന പരിണാമങ്ങളും ശ്രദ്ധേയമാണ്. 42.4°C-ൽ ഉരുകുന്നു. താപനില 250°C ആകുമ്പോൾ ഭാഗികമായി ജലം നഷ്ടപ്പെട്ട് പൈറോ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2H_3PO_4 \xrightarrow{250°C} H_4P_2O_7 + H_2O$$

316°C-ൽ കുറേക്കൂടി ജലം നഷ്ടപ്പെട്ട് മെറ്റാ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് ആകുന്നു.

$$H_4P_2O_7 \xrightarrow{316^\circ C} 2HPO_3 + H_2O$$

ഈ പദാർഥം തണുപ്പിച്ചാൽ ഗ്ലാസ്പോലുള്ള ഖരപദാർഥം കിട്ടുന്നു. ഇതിൽ $(HPO_3)n$ ഉണ്ടെന്നു പറയപ്പെടുന്നു (ഗ്ലേഷ്യൽ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ്). തുടർന്നു ചൂടാക്കി ശോണോജ്വലമാക്കിയാൽ ജലം മിക്കവാറും പൂർണമായി നഷ്ടപ്പെടുകയും ഫോസ്ഫറസ് പെൻറോക്സൈഡ് ആകുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$2HPO_3 \longrightarrow H_2O + P_2O_5$$

സാമാന്യം പ്രബലമായ ഒരു ടൈബേസിക ആസിഡാണ് ഓർത്തോ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ്. തന്മൂലം മൂന്നു തരം ലവണങ്ങളും (ഫോസ്ഫേറ്റ്) ഇതിൽ നിന്നു കിട്ടുന്നു. ഉദാഹരണമായി 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3 എന്നീ മോളർ അനുപാതങ്ങളിൽ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡും സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡും കലർത്തി ഉദാസീനീകരിച്ച് കിട്ടുന്ന ലായനികളും വറിക്കുമ്പോൾ യഥാക്രമം സോഡിയം ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഫോസ്ഫേറ്റ് (പ്രൈമറി സോഡിയം ഫോസ്ഫേറ്റ്), സോഡിയം മോണോഹൈഡ്രജൻ ഫോസ്ഫേറ്റ് (ഡൈസോഡിയം ഹൈഡ്രജൻ ഫോസ്ഫേറ്റ്, സെക്കൻഡറി സോഡിയം ഫോസ്ഫേറ്റ്), ടൈസോഡിയം ഫോസ്ഫേറ്റ് (ടെർഷ്യറിസോഡിയം ഫോസ്ഫേറ്റ്)എന്നീ ലവണങ്ങളും കിട്ടുന്നു.

$$H_3PO_4 + NaOH \longrightarrow NaH_2PO_4 + H_2O$$
$$H_3PO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2HPO_4 + 2H_2O$$
$$H_3PO_4 + 3NaOH \longrightarrow Na_3PO_4 + 3H_2O$$

ഇവയിൽ ആദ്യത്തെ രണ്ടും ആസിഡ് ലവണങ്ങളും Na_3PO_4 നോർമൽ ലവണവുമാണ്. ആസിഡ് ലവണങ്ങളിൽ വേണ്ടത്ര സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ചേർത്തും Na_3PO_4 നിർമിക്കാം.

ഇവയിൽ NaH_2PO_4 ലായനി അസിഡിയമാണ്. Na_2HPO_4 ലായനി ഉദാസീനമാണ്. Na_3PO_4 ലായനി ക്ഷാരസ്വഭാവമുള്ളതുമാണ്.

സാധാരണ "സോഡിയം ഫോസ്ഫേറ്റ്" എന്നു പറയുന്ന ലവണം Na_2HPO_4 ആണ്.

ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് ലായനിയിൽ സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് അല്പാല്പമായി ഒരു ബ്യൂററ്റിൽ നിന്നു ഒഴിച്ച് ഉദാസീനീകരിക്കുമ്പോൾ മൂന്നു ഘട്ടങ്ങളിൽ നടക്കുന്ന ഉദാസീനീകരണത്തിന്റെ അന്ത്യം അറിയാൻ യോജ്യമായ സംസൂചകങ്ങളും കൊണ്ട് നിർണയിക്കാം. പ്രൈമറി ഫോസ്ഫേറ്റ് (NaH_2PO_4)ഉണ്ടാകുമ്പോൾ മെഥിൽഓറഞ്ചിന്റെ നിറം മാറും(പിങ്ക് ⟶ മഞ്ഞ). ഉദാസീനീകരണം രണ്ടാംഘട്ടത്തിൽ എത്തുമ്പോൾ (Na_2HPO_4) ഫിനോഫ്തലീൻ സംസൂചകത്തിന്റെ നിറം പിങ്ക് ആകുന്നു. ഉദാസീനീകരണത്തിന്റെ മൂന്നാംഘട്ടത്തിനു സാധാരണ സംസൂചകങ്ങളൊന്നും അനുയോജ്യമല്ല. ഉഷ്ണമള

മായ ആസിഡ് (55°C) ഉദാസീനീകരിക്കുമ്പോഴും സംസൂചകങ്ങളും കൃത്യമായ അന്ത്യം കാണിക്കുന്നു.

മറ്റുള്ള ആസിഡ് സ്വഭാവങ്ങളും എല്ലാം ഓർത്തോ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡിനുണ്ട്.

ഇതിന്റെ ലവണങ്ങളാണ് ഓർത്തോ ഫോസ്ഫേറ്റുകളും (അഥവാ ഫോസ്ഫേറ്റുകളും) ആസിഡിനെ വേണ്ടത്ര ബേസ് ഉപയോഗിച്ച് പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിച്ചും മറ്റു ലവണ ലായനികളിൽ സോഡിയം ഫോസ്ഫേറ്റ് ലായനി ചേർത്തും അവക്ഷേപിച്ചും (അലേയഫോസ്ഫേറ്റുകളും) ഫോസ്ഫേറ്റുകളും നിർമിക്കാം:

മൂന്നു സോഡിയം ഫോസ്ഫേറ്റുകളും ചൂടാക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളും ശ്രദ്ധേയങ്ങളാണ്.

(i) പ്രൈമറി സോഡിയം ഫോസ്ഫേറ്റ് ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിഘടിച്ച് ജലം നഷ്ടപ്പെട്ട് സോഡിയം മെറ്റാ ഫോസ്ഫേറ്റ് കിട്ടുന്നു.

$$NaH_2PO_4 \longrightarrow NaPO_3 + H_2O$$

(ii) സെക്കൻഡറി ഫോസ്ഫേറ്റ് ചൂടാക്കുമ്പോഴും ജലം നഷ്ടപ്പെട്ട് പൈറോ ഫോസ്ഫേറ്റ് ഉണ്ടാകും.

$$2Na_2HPO_4 \longrightarrow H_2O + Na_4P_2O_7$$

(iii) ടെർഷ്യറി ഫോസ്ഫേറ്റിനു വിഘടനം ഉണ്ടാകുന്നില്ല.

സോഡിയം, പൊട്ടാസിയം, അമോണിയം എന്നിവയുടെ ഫോസ്ഫേറ്റുകളും എല്ലാം ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നു. മറ്റുള്ള ഓർത്തോ ഫോസ്ഫേറ്റുകളും എല്ലാം ജലത്തിൽ അലേയങ്ങളാണ്.

ഉപയോഗങ്ങൾ

ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡും ഫോസ്ഫേറ്റുകളും രാസവള നിർമാണത്തിനു ധാരാളം ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. കാൽസിയം ഫോസ്ഫേറ്റ്, അമോണിയം ഫോസ്ഫേറ്റ് (അമോഫോസ്) മുതലായവ ഇതിനുദാഹരണങ്ങളാണ്. ഈ ആസിഡും അതിന്റെ ലവണങ്ങളും ലാബറട്ടറിയിൽ റീയേജന്റുകളാണ്. ചെറിയ തോതിൽ ഔഷധങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്.

അടുത്ത കാലത്തായി കേരളത്തിൽ ധാരാളം ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ഒരു യൗഗികമാണ് ടൈസോഡിയം ഫോസ്ഫേറ്റ് (T. S. P). ആലുവായിലെ ഇന്ത്യൻ റെയർ എർത്ത്സ് കമ്പനിയിൽ ഉപോല്പന്നമായി കിട്ടുന്ന ഈ ലവണം വസ്ത്രങ്ങൾ അലക്കാനും മറ്റു ശുചീകരണാവശ്യങ്ങൾക്കും ധാരാളം ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു.

ഓർത്തോഫോസ്ഫേറ്റുകൾക്കുള്ള ടെസ്റ്റുകൾ

(1) പദാർഥം സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡിൽ ലയിപ്പിച്ചു കിട്ടുന്ന ലായനിയുടെ ഒന്നോ രണ്ടോ തുള്ളികളും ധാരാളം നൈട്രിക് ആസിഡ് ചേർത്ത അമോണിയം മോളിബ്ഡേറ്റ് ലായനിയിലേക്ക് ഒഴിച്ച് ഇളക്കുമ്പോൾ പ്രത്യേകമായ മഞ്ഞ നിറത്തിലുള്ള അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു (അമോണിയം ഫോസ്ഫോ

മോളിബ്ഡേറ്റ്). അമോണിയം മോളിബ്ഡേറ്റ് ടെസ്റ്റ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഈ ടെസ്റ്റ് ആർസനേറ്റുകൾക്കും ബാധകമാണ്. എന്നാൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ മാത്രമേ അവക്ഷേപം ഉണ്ടാവുകയുള്ളു.

(2) ഫോസ്ഫേറ്റ് നേർത്ത നൈട്രിക് ആസിഡിൽ ലയിപ്പിച്ച് അതിൽ സിൽവർ നൈട്രേറ്റ് ലായനി ചേർക്കുക. അവക്ഷേപം ഒന്നും ഉണ്ടാവുകയില്ല. ഈ ലായനിയിലേയ്ക്ക് അമോണിയാലായനി ഇളക്കി തട്ടാതെ ഒഴിക്കുക. ചുവട്ടിലുള്ള ആസിഡ് ലായനിയും മുകളിലുള്ള അമോണിയാ ലായനിയും തമ്മിൽ സന്ധിക്കുന്ന ഉദാസീന മേഖലയിൽ മഞ്ഞനിറമുള്ള ഒരു വലയം ഉണ്ടാകും (ആർസിനൈറ്റുകൾക്കും ഇതുപോലെതന്നെ മഞ്ഞ വലയം ഉണ്ടാകും).

ഈ ടെസ്റ്റുകൾ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡിനും പ്രസക്തമാണ്.

മൈക്രോ കോസ്മിക് ലവണം $Na(NH_4)HPO_4 \cdot 4H_2O$

ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡിലുള്ള ഒരു ഹൈഡ്രജൻ അയോൺ സോഡിയം അയോൺ കൊണ്ടും മറ്റൊന്ന് അമോണിയം അയോൺ കൊണ്ടും വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുണ്ടാകുന്ന ലവണമാണിത്. മനുഷ്യരുടെ മൂത്രത്തിൽ ഈ ലവണം അല്പം ഉണ്ടായിരിക്കും. അങ്ങിനെയാണ് ഈ പേരുണ്ടായത് (microcosm–മനുഷ്യൻ).

അമോണിയം ക്ലോറൈഡും അതിന്റെ ആറിരട്ടി ഭാരം സെക്കൻഡറി സോഡിയം ഫോസ്ഫേറ്റും (ഡൈസോഡിയം ഹൈഡ്രജൻ ഫോസ്ഫേറ്റ്) ഉഷ്ണജലത്തിൽ പൂരിത ലായനികളാക്കി അവ തമ്മിൽ കലർത്തുമ്പോൾ ഈ ലവണം ഉണ്ടാകുന്നു. ലേയത്വം കുറഞ്ഞ സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് അവക്ഷേപിക്കപ്പെടും. ലായനി ചൂടോടെ അരിച്ചെടുത്തു വാറ്റിക്കുമ്പോൾ മൈക്രോകോസ്മിക് ലവണം ക്രിസ്റ്റലീകരിക്കും.

ഇതു ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിഘടിച്ച് സോഡിയം മെറ്റാഫോസ്ഫേറ്റ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഉന്നത താപനിലയിൽ (ദ്രാവകാവസ്ഥയിൽ) നിന്ന് ഈ $NaPO_3$ തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ ഗ്ലാസ്പോലെയുള്ള ഒരു ഖരപദാർത്ഥമാണ് കിട്ടുന്നത്. ഇത്തരം ''മൈക്രോ കോസ്മിക് ലവണ മുത്തുകൾ'' (ഒരു പ്യാറിനം കുടുക്കിൽ ഈ ലവണം ചൂടാക്കിക്കിട്ടുന്നത്) ഗുണാത്മക വിശ്ലേഷണങ്ങളിൽ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

പൈറോ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് $H_4P_2O_7$

ഓർത്തോ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് 220–240°C ൽ തപിപ്പിച്ചാണ് പൈറോ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് നിർമിക്കുന്നത്.

$$2H_3PO_4 \longrightarrow H_2O + H_4P_2O_7$$

നിറമില്ലാത്ത ക്രിസ്റ്റലന പദാർത്ഥമാണിത്. ജലത്തിൽ സാമാന്യമായി ലയിക്കുന്നു. കൂടിയ താപനിലയിൽ ഇതിൽ നിന്ന് ജലാംശം നഷ്ടപ്പെട്ട് മെറ്റാ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതിന്റെ ബേസികത 4 ആണ്; ഇതിന്റെ രണ്ടുതരം ലവണങ്ങളാണ് അറിയപ്പെട്ടിട്ടുള്ളത്. ഉദാഹരണം:— ഡൈസോഡിയം പൈറോ ഫോസ്ഫേറ്റ് ($Na_2H_2P_2O_7$), ടെട്രാ സോഡിയം പൈറോഫോസ്ഫേറ്റ് ($Na_4P_2O_7$).

പൈറോ ഫോസ്ഫോറുകൾക്കുള്ള ടെസ്റ്റുകൾ

1. ധാരാളം നൈട്രിക് ആസിഡ് ചേർത്ത അമോണിയം മോളിബ്ഡേറ്റ് ലായനിയിലേക്ക് ലവണം സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡിൽ ലയിപ്പിച്ചു കിട്ടുന്ന ലായനി അല്പം ചേർക്കുക. മഞ്ഞ നിറത്തിലുള്ള അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു (ഈ ടെസ്റ്റ് എല്ലാ ഫോസ്ഫേറുകൾക്കും പ്രസക്തമാണ്).

2. നേർത്ത നൈട്രിക് ആസിഡിൽ ലയിപ്പിച്ച് സിൽവർ നൈട്രേറ്റ് ലായനി ചേർത്തു് അതിൽ അല്പാല്പമായി അമോണിയാലായനി ഒഴിക്കുക. വെളുത്ത ക്രിസ്റ്റലൈൻ-അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.

മെറാഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് HPO_3

നിർമാണ രീതികൾ

(1) ഫോസ്ഫറസ് പെൻറോക്ലൈഡ് ഐസ്-ജലത്തിൽ ലയിപ്പിക്കുക.

$$P_2O_5 + H_2O \longrightarrow 2HPO_3$$

(2) ഓർത്തോ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡോ പൈറോഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡോ 316°C-ൽ ദീർഘനേരം ചൂടാക്കുക.

$$H_4P_2O_7 \longrightarrow 2HPO_3 + H_2O$$

$$2H_3PO_4 \xrightarrow{-H_2O} H_4P_2O_7 \xrightarrow{-H_2O} 2HPO_3$$

(3) സെക്കൻഡറി അമോണിയം ഫോസ്ഫേറ് ചൂടാക്കുക.

$$(NH_4)_2HPO_4 \longrightarrow NH_3 + H_2O + HPO_3$$

ലാബറട്ടറിയിൽ ഈ രീതിയിലാണ് നിർമിക്കുന്നതു്. അമോണിയയും നീരാവിയും നഷ്ടപ്പെട്ട് HPO_3 അവശേഷിക്കും.

ഗുണധർമങ്ങൾ

ഇതു് കാചസമമായ ഒരു പദാർഥമാണ് (ഗ്ലാസ്പോലെ). ജലത്തിൽ സാമാന്യമായി ലയിക്കും. ലായനി തിളപ്പിക്കുമ്പോൾ ഓർത്തോ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകും.

$$HPO_3 + H_2O \longrightarrow H_3PO_4$$

ശക്തിയായി ചൂടാക്കിയാൽ മെറാ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡിനെ നിർജലീകരിക്കാം.

$$2HPO_3 \longrightarrow P_2O_5 + H_2O$$

ഉരുകിയ മെറാ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡിൽ ലോഹഓക്സൈഡുകൾ ലയിച്ചു് സവിശേഷമായ നിറം ഉണ്ടാകുന്നു. ലോഹലവണങ്ങളിലെ കാറയോണുകളെ തിരിച്ചറിയാൻ ഈ വസ്തുത പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

മെറാഫോസ്ഫേറുകൾക്കുള്ള ടെസ്റ്റുകൾ

1. അമോണിയം മോളിബ്ഡേറ്റ് ടെസ്റ്റ് ഇവിടെയും പ്രസക്തമാണ്.

2. നേർത്ത നൈട്രിക് ആസിഡിൽ ലയിപ്പിച്ചു് സിൽവർ നൈട്രേറ്റ്

ലായനി ചേർക്കുക. പിന്നീട് ഇതിൽ അമോണിയാലായനി അല്പാല്പമായി ചേർക്കുമ്പോൾ വെളുത്ത ജിലാറ്റിൻപോലുള്ള അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.

3. മെറ്റാ ഫോസ്ഫേറ്റുകളുടെയും മെറ്റാ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡിന്റെയും ലായനികളും മുട്ടയുടെ വെള്ളയിൽ ചേർക്കുമ്പോൾ അതിൽ കൊയാഗ്ലുലീകരണം നടന്നു അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.

ഫോസ്ഫാറിക രാസവളങ്ങൾ

സസ്യങ്ങൾക്ക് മണ്ണിൽ നിന്നു യൗഗിക രൂപത്തിൽ ലഭ്യമാകേണ്ട പദാർഥങ്ങളിൽ ഒന്നാണ് ഫോസ്ഫറസ്. പ്രകൃതിയിൽ നടക്കുന്ന പ്രക്രിയകളാൽ മണ്ണിൽ എപ്പോഴും അല്പം ഫോസ്ഫറസ് യൗഗികങ്ങളും അടങ്ങിയിരിക്കും. എന്നാൽ ഈ ചെറിയ ശതമാനം ഫോസ്ഫറസ് കൊണ്ട് ആധുനികകാലത്തു മതിയാകുന്നില്ല. കൃഷിസ്ഥലങ്ങളിൽ നിന്നു തുടർച്ചയായി ഈ മൂലകം നഷ്ടപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ ചെടികൾക്ക് അവശോഷണം ചെയ്യാവുന്ന യൗഗികരൂപത്തിൽ ഈ മൂലകം മണ്ണിൽ ചേർക്കേണ്ടിവരുന്നു. ഫോസ്ഫറസ് അടങ്ങിയ ഇത്തരം യൗഗികങ്ങളാണ് ഫോസ്ഫാറിക രാസവളങ്ങൾ. ഫോസ്ഫറസിന്റെ യൗഗികങ്ങൾ ഏറ്റവും അധികം ഉപയോഗിക്കുന്നതു രാസവളങ്ങളിലാണ്.

1. എല്ലുപൊടി

എല്ലുപൊടിയിൽ ടൈകാൽസിയം ഫോസ്ഫേറ് ഉണ്ട്. $-Ca_3(PO_4)_2$. ഇതൊരു അലേയപദാർഥമായതിനാൽ സസ്യങ്ങൾക്ക് അവശോഷണം ചെയ്യാൻ വിഷമമാണ്. അസ്ഥികൾ ആവിയിൽ പുഴുങ്ങി സരന്ധ്രമാക്കിയ ശേഷം പൊടിച്ചെടുക്കുന്നതാണ് എല്ലുപൊടി. ഈ അവസ്ഥയിൽ ഇതു മണ്ണിലുള്ള ജീവാണുക്കളുടെയും രാസപദാർഥങ്ങളുടെയും പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് വിധേയമായി ചെടികൾക്ക് അവശോഷണം ചെയ്യാവുന്ന രൂപത്തിലാകുന്നുണ്ട്. സാവധാനത്തിൽ മാത്രം പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഒരു രാസവളമാണ് എല്ലുപൊടി. ഇതു വിപുലമായ തോതിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്.

2. സൂപ്പർ ഫോസ്ഫേറ്

ഫോസ്ഫാറികപ്പാറ $[Ca_3(PO_4)_2]$ പ്രകൃതിയിൽ ധാരാളം കാണപ്പെടുന്ന ഖനിജമാണ്. എന്നാൽ ഇതുകൊണ്ട് സസ്യങ്ങൾക്ക് കാര്യമായ പ്രയോജനമില്ല. ഇതിനെ ഒരു ലേയയൗഗികമാക്കിക്കിട്ടുന്ന രാസവളമാണ് സൂപ്പർ ഫോസ്ഫേറ്.

ഫോസ്ഫേറ് പാറ ചതച്ചു പൊടിച്ച് സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡും (70% ആസിഡ്) ചേർത്തു കുഴച്ചുകിട്ടുന്ന ലേഹ്യം പോലുള്ള മിശ്രിതം (പേസ്റ്റ്) ഒരുമിച്ചു കൂട്ടിയിട്ട് പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കാൻ അനുവദിക്കുന്നു CO_2, SiF_4, HCl മുതലായ വാതകങ്ങൾ ഉദ്ഗമിക്കുന്നു (അപദ്രവ്യങ്ങളിൽ നിന്ന്). പ്രതിപ്രവർത്തനം ചില ദിവസങ്ങൾക്കുള്ളിൽ പൂർത്തിയാകുമ്പോൾ അവശേഷിക്കുന്നതു മോണോ കാൽസിയം ഫോസ്ഫേറ്, കാൽസിയം സൽഫേറ്, ഫോസ്

ഫോറിക് ആസിഡ് എന്നിവയുടെ മിശ്രിതമാണ്. ഈ മിശ്രിതം ചൂടുള്ള വായുവിൽ ഉണക്കിക്കിട്ടുന്ന പദാർഥമാണ് സൂപ്പർഫോസ്ഫേറ്റ്.

$$5Ca_3(PO_4)_2 + 11H_2SO_4 \longrightarrow 4Ca(H_2PO_4)_2 + 11CaSO_4 + 2H_3PO_4$$

ടൈകാൽസിയം ഫോസ്ഫേറ്റിനെ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് ചേർത്തു പ്രവർത്തിപ്പിച്ചു കിട്ടുന്ന ട്രിപ്പിൾ ഫോസ്ഫേറ്റിൽ കൂടുതൽ ഫോസ്ഫറസ് ഉണ്ട്.

$$Ca_3(PO_4)_2 + 4H_3PO_4 \longrightarrow 3Ca(H_2PO_4)_2$$

കാൽസിയം മെറ്റാ ഫോസ്ഫേറ്റ് ആയും രാസവളങ്ങളിൽ ഫോസ്ഫേറ്റ് കൂടി ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്.

3. അമോഫോസ്

സസ്യങ്ങൾക്കു വേണ്ട നൈട്രജനും ഫോസ്ഫറസും അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഒരു ലവണമാണ് അമോണിയം ഫോസ്ഫേറ്റ്—$(NH_4)_2HPO_4$. അതിപ്രധാനമായ ഒരു രാസവളമാണിത്. ഇതിൽ നിന്ന് നൈട്രജനും ഫോസ്ഫറസും സസ്യങ്ങൾക്ക് അനായാസമായി ആഗിരണം ചെയ്യാവുന്നതിനാൽ ഈ പദാർഥം അടങ്ങിയ രാസവളങ്ങൾ ഉടൻ ഫലപ്രദമാണ്. ഇതിന്റെ വ്യാവസായിക നാമങ്ങളിൽ ഒന്നാണ് അമോഫോസ്.?

അമോഫോസും സൂപ്പർഫോസ്ഫേറ്റും ആലുവായിലെ FACT യിൽ ധാരാളം ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്.

അനുബന്ധം 1

തീപ്പെട്ടി വ്യവസായം

ആവശ്യമുള്ളപ്പോൾ തീയുണ്ടാക്കാനുള്ള ഉപകരണമാണ് ''തീപ്പെട്ടി'' ഇന്നത്തെ തീപ്പെട്ടിയുടെ പിന്നിൽ സുദീർഘമായ ഒരു ചരിത്രമുണ്ട്. തീയുടെ ആവശ്യം മനുഷ്യനു ആദികാലം മുതൽ അനുഭവപ്പെട്ടുവരുന്നതാണ്. ഇതുണ്ടാക്കുന്നായി ഓരോ കാലത്തും ഓരോ ഉപകരണങ്ങളും മനുഷ്യൻ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. ആദിമമനുഷ്യൻ തീ കെടുത്താതെ സൂക്ഷിക്കേണ്ടിവന്നിരുന്നു—കൃത്രിമമായി തീയുണ്ടാക്കാനുള്ള വിദ്യ അവനു പശമില്ലായിരുന്നു. അപായമില്ലാതെയും എന്നാൽ സൗകര്യപ്രദമായും തീയുണ്ടാക്കാനുള്ള വഴികളെപ്പറ്റി നടത്തപ്പെട്ട അന്വേഷണങ്ങളിൽ ഉണ്ടായിട്ടുള്ള ക്രമപ്രവൃദ്ധമായ പുരോഗതിയുടെ പരിണതഫലമാണ് നാമിന്നുപയോഗിക്കുന്ന തീപ്പെട്ടി.

മനുഷ്യൻ ആദ്യം ഉപയോഗിച്ച തീ ഉണ്ടാക്കാനുള്ള ഉപകരണം രണ്ടു തടിക്കഷണങ്ങളായിരിക്കണം. കാഠിന്യം കുറഞ്ഞ ഒന്നും കാഠിന്യം കൂടിയ മറ്റൊന്നും. ഇവ തമ്മിൽ ഉരയ്ക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന താപം കൊണ്ട് കാഠിന്യം കുറഞ്ഞ തടിക്കഷണം തീപിടിക്കുന്നു. ഉണങ്ങിയ മരം, മുള മുതലായവ തമ്മിൽ ഉരസി തീ ഉണ്ടാകുന്നതായിക്കണ്ട് അതിനെ പ്രായോഗികമായി അനുകരിച്ചാണ് ഇത്തരം ഉപകരണങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടത്. ഇത്തരത്തിൽ തീയുണ്ടാക്കുന്നതു തത്ത്വത്തിൽ വളരെ ലളിതമാണ്; എന്നാൽ പ്രായോഗികമായി അല്പം ബുദ്ധിമുട്ടുള്ള

താണു്. പിൽക്കാലത്തു് ഇതുയധികം സമയവും സാമഗ്രികളും ചില വാക്കാതെ തീയുണ്ടാക്കാനുള്ള ഉപകരണമുണ്ടായി. പൈറൈറ്റ്സും ഒരു ഇരുമ്പു കഷണവും തമ്മിൽ ഉരസുമ്പോഴും ഉണ്ടാകുന്ന തീപ്പൊരികളും ഉണങ്ങിയ ഇലയിലോ പഞ്ഞിയിലോ വീഴിച്ചു് തീയുണ്ടാക്കപ്പെട്ടു. ഇതിന്റെ പരിഷ്കൃത രൂപമാണു് ഫ്ളിന്റു് ഉപയോഗിച്ചുള്ള അഗ്നിനിർമാണം (ഫ്ളിന്റു് പൈറൈറ്റസ് പോലെ പെട്ടെന്നു് പൊട്ടിത്തകരുകയില്ല). ഇന്നു നാം ഉപയോഗിക്കുന്ന ''സിഗരറ്റു് ലൈറ്റർ'' ഇതേ തത്വത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു ഒന്നാണു്. ഇതിൽ കറങ്ങുന്ന ഒരു ചക്രം തിരിച്ചു് ഒരു പെറോഫോറിക് കൂട്ടുലോഹത്തിന്റെ ചെറിയ കഷണത്തിൽ ഉരസുമ്പോഴും ഉണ്ടാകുന്ന തീപ്പൊരികളും പെട്രോളിലോ സ്പിരിറ്റിലോ കുതിർത്ത ഒരു തിരിയിൽ വീണാണു് തീയുണ്ടാകുന്നതു്. സീരിയം എന്ന ലോഹം അടങ്ങിയ ചില സങ്കരലോഹങ്ങളും ഇത്തരത്തിൽ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

മേൽക്കണ്ട ഉപകരണങ്ങളിലെല്ലാം ഘർഷണം കൊണ്ടു് തീ ഉണ്ടാക്കുന്നു. എന്നാൽ രാസപ്രവർത്തനത്താൽ തീയുണ്ടാക്കാമെന്ന മനസ്സിലാക്കിയപ്പോഴാണു് ആദ്യത്തെ 'തീപ്പെട്ടി' ഉണ്ടായതു്. 1805-ൽ ചാൻസൽ ആണു് തീപ്പെട്ടി കണ്ടുപിടിച്ചതു്. ഇതിൽ പൊട്ടാസിയം ക്ലോറേറ്റും പഞ്ചസാരയും കലർന്ന മിശ്രിതം അറ്റത്തു് പിടിപ്പിച്ച ഒരു മരച്ചീളാണു് ഉപയോഗിച്ചതു്. ഒരു ചെറിയ കുപ്പിയിൽ വെച്ചിട്ടുള്ള സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡിൽ ഈ കോലിന്റെ മറ്റേതുള്ള അറ്റം മുക്കുമ്പോഴേക്കും തീയുണ്ടായി കോലു കത്തുന്നു. ഈ തീപ്പെട്ടി കൊണ്ടുനടക്കാൻ പ്രയാസമാണു്. തന്നെയല്ല, പലപ്പോഴും സ്ഫോടനം ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്യുന്നു. അപായകരമായ ഈ ഉപകരണത്തിനു് വലിയ പ്രചാരം കിട്ടിയില്ല. പിന്നീടു് രംഗത്തുവന്നതു് പൊട്ടാസിയം ക്ലോറേറ്റു്, ആന്റിമണി സൽഫൈഡു്, വഞ്ചിപ്പശ എന്നിവയുടെ മിശ്രിതം ഗ്ലൂകിപോലെ അറ്റത്തു് പിടിപ്പിച്ച കോലുകളാണു്. ഇതു് മണൽക്കടലാസിൽ ഉരച്ചു് തീ പിടിപ്പിക്കാം. ഇതിനു് വളരെക്കാലത്തേയ്ക്കു് പ്രചാരം ലഭിച്ചിരുന്നു. ഫോസ്ഫറസിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തം മേൽപറഞ്ഞ എല്ലാ ഉപകരണങ്ങളെയും കാലഹരണപ്പെടുത്തി. ഫോസ്ഫറസു് സ്വയം വായുവിൽ കത്തിപ്പിടിക്കുമല്ലോ.

തീക്കമ്പിൽ അറ്റത്തു് പൊട്ടാസിയംക്ലോറേറ്റു്, ആന്റിമണി സൽഫൈഡു്, പശ എന്നിവയുടെ കൂടെ വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസും അല്പം ഉണ്ടെങ്കിൽ ഉരസുമ്പോഴും ഉണ്ടാകുന്ന ചെറുചൂടിൽ ഫോസ്ഫറസു് കത്തിത്തുടങ്ങുകയും തുടർന്നു് രാസപദാർഥങ്ങളും ജ്വലനം ഏറ്റെടുക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിൽ മണൽക്കടലാസു് ആവശ്യമില്ല. എവിടെയുരച്ചാലും തീപ്പെട്ടിക്കോൽ കത്തും. ഈ തീപ്പെട്ടി പത്തൊമ്പതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ അവസാനത്തോടു കൂടി വളരെ പ്രചരിച്ചു. എന്നാൽ ഈ തീപ്പെട്ടി വളരെ അപകടകാരിയാണെന്നു് തെളിഞ്ഞു. ഒന്നാമതു് പെട്ടിക്കകത്തു് അടക്കംചെയ്ത കോലുകളും തമ്മിൽ ഉരസിയാൽ തീയുണ്ടാകാനിടയുണ്ടു്. കൂടാതെ വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസു് അതിഭയങ്കരമായ ഒരു വിഷവുമാണു്. ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസു് ഉപയോഗിച്ചുള്ള തീപ്പെട്ടികളും പിന്നീടു് അവിഷ്കരിക്കപ്പെട്ടു. നാം ഇന്നുപയോഗിക്കുന്ന ''അപകടമില്ലാത്ത തീപ്പെട്ടി''യിൽ (സേഫ്റ്റിമാച്ചു്) ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസാണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.

ഇതിലുള്ള കോലുകം എവിടെയുരച്ചാലും കത്തുന്നില്ല. അറുത്തു് രാസവസ്തുക്കം പുരട്ടിയ തീപ്പെട്ടിക്കോൽ തീപ്പെട്ടിയുടെ ഇരുവശങ്ങളിലും നിർമിച്ചിട്ടുള്ള പരുക്കൻ തലത്തിൽ ഉരച്ചാലേ കത്തുകയുള്ള. കാരണം ജ്വലനം ആരംഭിക്കാനുള്ള ഫോസ്ഫറസ് ഈ പരുക്കൻ തലത്തിലാണുള്ളതു്.

കട്ടപ്പമില്ലാത്ത വെള്ള മരത്തടികം യന്ത്രവാളിൽ അറുത്തു് അരിഞ്ഞു ചെറിയ ചീളുകളാക്കിയാണു് കോലുകം ഉണ്ടാക്കുന്നതു്. ഇവയുടെ അറ്റത്തു് ആദ്യം ഉരുകിയ മെഴുക പൂശുന്നു. പിന്നീടു് പൊട്ടാസിയം ക്ലോറേറ്റു്, ആൻറിമണി സൽഫൈഡു്, റെഡ്‌ലഡു് (Pb_3O_4), ഗ്ലാസ്പൂർണം മുതലായവ ചേർത്തു് അല്പം പശ കൂട്ടിയ ജലത്തിൽ കഴച്ച ലേഹ്യത്തിൽ മുക്കുന്നു. അറ്റത്തു് ഈ ഗ്ലൂകിപിടിപ്പിച്ച കോലുകം ഉണക്കിയെടുക്കുന്നു. ചിലപ്പോം സൽഫറും ചേർക്കുന്നുണ്ടു്.

തീപ്പെട്ടിയുടെ ഇരു പാർശ്വങ്ങളിലുമുള്ള പരുക്കൻ പ്രതലം, ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ്, ആൻറിമണി സൽഫൈഡു്, ഗ്ലാസ്പൂർണം, പശ എന്നിവയുടെ മിശ്രിതം തേച്ചു പിടിപ്പിച്ചുണക്കിയ കടലാസാണു്.

കോലുകം പെട്ടിയുടെ വശത്തുള്ള പ്രതലത്തിൽ ഉരയ്ക്കുമ്പോം ഘർഷണത്താൽ ചൂടുണ്ടാകുന്നു. ഈ ചൂടിൽ ഫോസ്ഫറസ് കത്തിപ്പിടിക്കുന്നു. ഇതോടൊപ്പം തീപ്പൊരികളും ഉണ്ടാകുന്നു. കോലിൻറെ അറ്റത്തു് കത്തിപ്പിടിക്കുന്ന രാസവസ്തുക്കളും (ആൻറിമണി സൽഫൈഡു്) അവയുടെ ജ്വലനത്തിനു് ഓക്സിജൻ നൽകാൻ കഴിവുള്ള പൊട്ടാസിയം ക്ലോറേറ്റു്, റെഡ്‌ലഡു് മുതലായവയും ഉണ്ടു്. തന്മൂലം നല്ല ജ്വാലയുണ്ടാകുന്നു. ഈ ജ്വലനത്തിൻറെ ചൂടുകൊണ്ടു് കോലു് കത്തിത്തുടങ്ങുന്നു.

അനുബന്ധം 2

രാസവളങ്ങൾ

സസ്യങ്ങളുടെ വളർച്ചക്കു് ആവശ്യമായ പ്രധാനപ്പെട്ട മൂലകങ്ങം നൈട്രജൻ, ഫോസ്ഫറസ്, പൊട്ടാസിയം എന്നിവയാണു്. വീര്യമുള്ള മണ്ണിൽ സസ്യങ്ങംക്കു് അവശോഷണം ചെയ്യാവുന്ന തരത്തിലുള്ള, ഈ മൂലകയൗഗികങ്ങം ഉണ്ടായിരിക്കും. എന്നാൽ ഇവ സസ്യങ്ങംക്കു് ആവശ്യമുള്ള അളവിൽ മണ്ണിൽ നിന്നു് ലഭ്യമല്ലെന്നു വരുമ്പോം ഇവയുടെ യൗഗികങ്ങം മണ്ണിൽ ചേർക്കേണ്ടിവരുന്നു. ഇപ്രകാരം ചേർക്കപ്പെടുന്ന നൈട്രജൻ, ഫോസ്ഫറസ്, പൊട്ടാസിയം യൗഗികങ്ങളാണു് രാസവളങ്ങം എന്നറിയപ്പെടുന്നതു്. രാസവളങ്ങം ഏതെങ്കിലും ഒരു മൂലകത്തിൻറെ മാത്രം യൗഗികമോ രണ്ടിൽ കൂടുതൽ മൂലകങ്ങളുടെ യൗഗികങ്ങം കലർന്ന മിശ്രിതമോ ആയിരിക്കാം. പൗഡി മിക്സ്ചർ, റോസ് മിക്സ്ചർ മുതലായവ മിശ്രവളങ്ങളാണു്. പല ഇനം സസ്യങ്ങംക്കും N, P, K എന്നീ മൂലകങ്ങളുടെ ആവശ്യം വ്യത്യസ്ത പരിമാണങ്ങളിലായിരിക്കും. ഈ ആവശ്യം ഓരോ ചെടിക്കും വിശകലനം ചെയ്തു പഠിച്ചു് തിട്ടപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ടു്. ''N P K അനുപാതം'' എന്നറിയപ്പെടുന്നതു് ഇതാണു്.

ഏറ്റവും കൂടിയ അളവിൽ സസ്യങ്ങംക്കു് ആവശ്യമുള്ളതും അതുകൊണ്ടു്

മണ്ണിൽ ചേർക്കേണ്ടതും നൈട്രജൻ യൗഗികങ്ങളാണ്. പ്രധാനപ്പെട്ട നൈട്രജൻ വളങ്ങളാണ് അമോണിയം സൽഫേറ്റ്, അമോണിയം നൈട്രേറ്റ്, യൂറിയ, നൈട്രോലിം മുതലായവയാണ്. കാൽസിയം നൈട്രേറ്റും ധാരാളം ഉപയോഗിക്കുന്നു (അധ്യായം 11 നോക്കുക).

പ്രധാനപ്പെട്ട ഫോസ്ഫാറിക് വളങ്ങളെപ്പറ്റി നേരത്തെ പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ട്.

പൊട്ടാസിയം യൗഗികങ്ങളും മിക്കവാറും മണ്ണിൽ ഉണ്ടായിരിക്കും. അതിനാൽ നൈട്രജൻ, ഫോസ്ഫറസ് എന്നിവയുടെ യൗഗികങ്ങളോളം തന്നെ പൊട്ടാസിയം യൗഗികങ്ങളും മണ്ണിൽ ചേർക്കേണ്ടതില്ല. നാടൻ വളമായ ചാരത്തിൽ പൊട്ടാസിയം കാർബണേറ്റ് ഉണ്ട്. കൂടാതെ പൊട്ടാസിയം സൽഫേറ്റ്, പൊട്ടാസിയം ക്ലോറൈഡ് എന്നിവയാണ് സാധാരണ പൊട്ടാഷ് വളങ്ങൾ.

ഇവയ്ക്കു പുറമേ ഒന്നിലധികം അവശ്യമൂലകങ്ങൾ അടങ്ങിയ യൗഗികങ്ങളും ധാരാളമുണ്ട്.

അമോണിയം ഫോസ്ഫേറ്റ്, പൊട്ടാസിയം നൈട്രേറ്റ് മുതലായവ ഇക്കൂട്ടത്തിൽ പെടുന്നു.

സസ്യത്തിന്റെ ആവശ്യവും മണ്ണിന്റെ സംഘടനവും കണക്കിലെടുത്തു് ഓരോ മൂലകങ്ങളുടെയും യൗഗികങ്ങളും നിശ്ചിത NPK അനുപാതം മണ്ണിൽ നിലനിർത്തത്തക്കവണ്ണം കലർത്തിയാണ് കൂട്ടുവളങ്ങളും ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. ചില രാസവളങ്ങളും മണ്ണിന്റെ അമ്ലത വർധിപ്പിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി അമോണിയം സൽഫേറ്റ് ജീവാണുക്കളുടെയും മറ്റും പ്രവർത്തനപരമ്പരകൾക്കധീനമാകുമ്പോൾ അതിലുള്ള നൈട്രജൻ സസ്യങ്ങൾക്കു ലഭ്യമാകുന്നുണ്ടെങ്കിലും മണ്ണിൽ അല്പം സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകാനിടയുണ്ട്. ആസിഡിന്റെ അളവു് ക്രമാതീതമായാൽ അതു് സസ്യത്തിനു് ഹാനികരമാണ്. ഇതുപോലെ ഹാനികരമായ പദാർഥങ്ങളെ നശിപ്പിച്ചു് മണ്ണിന്റെ അനുകൂലാവസ്ഥ നിലനിർത്തുന്നതിനായി ചില പദാർഥങ്ങളും ചേർക്കേണ്ടതാണു്. ഉദാഹരണമായി മണ്ണിന്റെ പുളിപ്പു് (അമ്ലത) നശിപ്പിക്കുന്നതിനു വേണ്ടി കക്ക ($CaCO_3$), കുമ്മായം ($Ca(OH)_2$), ഡോളൊമൈറ്റ് ($CaCO_3MgCO_3$) മുതലായവ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ പദാർഥങ്ങളും വളങ്ങളല്ലെങ്കിലും അവയും സസ്യങ്ങൾക്കു് അനുഗ്രഹമായ മണ്ണുണ്ടാക്കാൻ സഹായിക്കുന്നുണ്ട്.

മണ്ണിലുള്ള പൊട്ടാസിയം യൗഗികങ്ങളെ പെടികകൾക്കു് ലഭ്യമാക്കാൻ സോഡിയം ലവണങ്ങൾക്കു് കഴിവുണ്ട്. തന്മൂലം പൊട്ടാസിയം വളരെയധികം ആവശ്യമായ തെങ്ങുപോലുള്ള സസ്യങ്ങൾക്കു് സോഡിയം യൗഗികങ്ങളും പരോക്ഷമായി പ്രയോജനപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഇത്തരം വളങ്ങളിൽ ധാരാളം ഉപ്പു ചേർക്കാറുണ്ട്.

രാസവളങ്ങളും മണ്ണിൽ നിന്നു് ചെടിയിലേക്കു് അവശോഷണം ചെയ്യുന്ന പ്രക്രിയയുടെ ക്രിയാവിധിയിൽ ജീവാണുപ്രവർത്തനത്തിനു് മുഖ്യമായ സ്ഥാനമാണുള്ളതു്. അതിനാൽ ജീവാണുപ്രവർത്തനത്തിനു് സഹായകങ്ങളായ വസ്തുക്കളും വളത്തിനു മെച്ചംകൂട്ടുന്ന ഇക്കാര്യത്തിൽ ചാണകം വളരെ വിശിഷ്ടമാണു്. കൂടാതെ

ചരണകത്തിൽ ധാരാളം പൊട്ടാസിയം നൈട്രേറുണ്ടെന്നുള്ളതും പ്രത്യേകം പറയേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. പച്ചിലവളങ്ങളും, കമ്പോസ്റ്റും, എല്ലുപൊടി എന്നിവയും ഇക്കാര്യത്തിൽ പ്രയോജനപ്രദങ്ങളാണ്.

അഭ്യാസം

1. ഫോസ്ഫറസ് വൻതോതിൽ എങ്ങിനെ നിർമിക്കുന്നു? ഇതിന്റെ ഉപയോഗങ്ങളും ഏവ ?
2. ഫോസ്ഫറസിന്റെ അപരരൂപതയെപ്പറ്റി വിവരണം നൽകുക.
3. ഫോസ്ഫറസിന്റെ ഓക്സൈഡുകളും ഏവ ? ഇവ ഓരോന്നും ജലവുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതെങ്ങിനെ ?
4. അസ്ഥിയിൽ നിന്നും ഫോസ്ഫറസ്, ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് എന്നിവ നിർമിക്കുന്നതെങ്ങിനെ ?
5. ഫോസ്ഫറസിന്റെ പ്രധാനപ്പെട്ട ഓക്സി ആസിഡുകളും ഏവ ? ഓരോന്നും ഫോസ്ഫറസിൽ നിന്നും എങ്ങിനെ നിർമിക്കാം ? ഇവയുടെ ഓരോന്നിന്റെയും ബേസികത എത്ര ?
   ഇവയുടെ സോഡിയം ലവണങ്ങളും ചൂടാക്കുമ്പോൾ എന്തു സംഭവിക്കുന്നു?
6. ഫോസ്ഫീൻ നിർമാണം വിവരിക്കുക. ''അമോണിയയും ഫോസ്ഫീനും ഒരേ ഗ്രൂപ്പിൽ പെട്ട രണ്ടു മൂലകങ്ങളുടെ ഹൈഡ്രൈഡുകളാണ്. തന്മൂലം അവ തമ്മിൽ സാദൃശ്യമുണ്ടായിരിക്കണം'' പരിശോധിക്കുക.
7. താഴെ പറയുന്നവയുടെ നിർമാണം വിവരിക്കുക.
   (i) മൈക്രോ കോസ്മിക് ലവണം
   (ii) സോഡിയം മെറ്റാ ഫോസ്ഫേറ്റ്
   (iii) ഫോസ്ഫറസ് ട്രൈക്ലോറൈഡ്
   (iv) ഫോസ്ഫറസ് പെൻറാക്ലൈഡ്
   (v) ഓർത്തോ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ്
   (vi) സൂപ്പർ ഫോസ്ഫേറ്റ്
8. താഴെ പറയുന്ന യൗഗികങ്ങളും ജലവുമായി പ്രവർത്തിയ്ക്കുന്നതെങ്ങിനെ ?
   (i) P_2O_5
   (ii) PCl_5
   (iii) P_4O_3
   (iv) Ca_3P_2
9. ചെറു വിവരണങ്ങളും എഴുതുക
   (i) തീപ്പെട്ടി നിർമാണം
   (ii) ഫോസ്ഫാറിക് വളങ്ങൾ
   (iii) ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ്
   (iv) ഓർത്തോ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ്
10. താഴെ പറയുന്ന യൗഗികങ്ങളും തമ്മിൽ തിരിച്ചറിയുന്നതെങ്ങിനെ ?
   (i) സോഡിയം ഫോസ്ഫൈറ്റ്, സോഡിയം ഫോസ്ഫേറ്റ്

(ii) ഓർത്തോ ഫോസ്ഫേറ്റ്, മെറ്റാ ഫോസ്ഫേറ്റ്, പൈറോ ഫോസ്ഫേറ്റ്.

(iii) പ്രൈമറി സോഡിയം ഫോസ്ഫേറ്റ്, സെക്കൻഡറി സോഡിയം ഫോസ്ഫേറ്റ്, ടെർഷ്യറി സോഡിയം ഫോസ്ഫേറ്റ്.

11. ഒരു പദാർത്ഥം ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നു. അതു് അമോണിയം മോളിബ്ഡേറ്റ് ടെസ്റ്റിനു് വിധേയമാക്കുമ്പോൾ മഞ്ഞ അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു (ചൂടാക്കാതെ തന്നെ). ഇതിന്റെ ജലലായനിയിൽ ലിറ്റ്മസ് ചേർക്കുമ്പോൾ നീലയാകുന്നു. ഇതിനെപ്പറ്റി എന്തെല്ലാം അനുമാനിക്കാം?

12. താഴെ പറയുന്നവ വെള്ളത്ത ഫോസ്ഫറസിൽ നിന്നു് നിർമിക്കാൻ മാർഗങ്ങളും നിർദേശിക്കുക:

(i) സോഡിയം ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഫോസ്ഫേറ്റ്
(ii) ഹൈപ്പോ ഫോസ്ഫറസ് ആസിഡ്
(iii) ഫോസ്ഫറസ് പെൻറാ ക്ലോറൈഡ്
(iv) മൈക്രോ കോസ്മിക് ലവണം
(v) ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ്

ഇവ ഓരോന്നും ചൂടാക്കുമ്പോൾ എന്തു സംഭവിക്കും?

13. നൈട്രജനും ഫോസ്ഫറസും തമ്മിലുള്ള സാദൃശ്യങ്ങൾ ഏവ?

13

ആർസനിക്, ആൻറിമണി, ബിസ്മഥ്

ആവർത്തന പട്ടികയിലെ അഞ്ചാംഗ്രൂപ്പിൽ (ബി) പെട്ട N, P, As, Sb, Bi എന്നീ മൂലകങ്ങളിൽ അവസാനത്തെ മൂന്നു മൂലകങ്ങളാണിവ. തികച്ചും അലോഹസ്വഭാവമുള്ള നൈട്രജൻ മുതൽ രാസഭൗതിക ഗുണങ്ങളും ക്രമാനുഗതമായി മാറിവന്നു ബിസ്മഥിൽ നാം തികഞ്ഞ ലോഹസ്വഭാവം കാണുന്നു. ഈ ഉപഗ്രൂപ്പിൽ ആർസനിക്, ആൻറിമണി, ബിസ്മഥ് എന്നിവ തമ്മിൽ വളരെയധികം സാദൃശ്യങ്ങളും വ്യക്തമായി കാണാം. ഉപസ്ഥിതിയിലും വിദ്യുത് രാസഗുണധർമങ്ങളിലും നിർമാണത്തിലും യൗഗികങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനങ്ങളിലും എല്ലാം ഈ സാദൃശ്യം സ്പഷ്ടമാണു്.

ആർസനിക്

പ്രതീകം: As അണുഭാരം: 74.91

ചരിത്രം

യൗഗിക രൂപത്തിൽ പുരാതനകാലം മുതൽക്കേ അറിയപ്പെട്ടിരുന്ന ഒരു മൂലകമാണിതു്. ഇതിൻറെ ഓക്സൈഡായ വൈറ്റ് ആർസനിക് (പാഷാണം) ഔഷധമായി ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു (As_4O_6 ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡ്). കൂടാതെ റിയൽഗർ (As_2S_2), ഓർപിമെൻറ് (As_2S_3) എന്നീ ഖനിജങ്ങളും [ഇവ അരിതാരം എന്നറിയപ്പെടുന്നു] പൗരാണികർക്കു് പരിചിതമായിരുന്നു. പാശ്ചാത്യർ ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡ് ഔഷധങ്ങളിൽ ഉപയോഗിച്ചു തുടങ്ങിയതു് പരാസെൽസസിൻറെ (1493–1541) കാലം മുതൽക്കാണു്. ഭാരതത്തിൽ വളരെ പണ്ടു മുതൽ ഈ പദാർഥം ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. ഇതൊരു തീവ്രവിഷമാണു്. ആർസനിക് ഒരു മൂലകമായി അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടതു് പതിനെട്ടാം നൂറാണ്ടിലാണു് (1733).

ഉപസ്ഥിതി

മൂലകരൂപത്തിൽ അപൂർവമായി ആർസനിക് കാണപ്പെടുന്നുണ്ടു്. ആർസനി

കൗയൗഗികങ്ങളും മിക്ക ഖനിജങ്ങളിലും അപദ്രവ്യമായി അടങ്ങിയിരിക്കും. കൂടാതെ ആർസനിക്കൗയൗഗികങ്ങളായ പല ഖനിജങ്ങളും ഉണ്ട്. ഓർപിമെൻറ് (AS_2S_3), റിയാൽഗർ (AS_2S_2), മിസ്പിക്കൽ (FeAsS), കൊബാൾട്ടൈറ്റ് (CoAsS), ആർസിനൊളൈറ് (As_4O_6) മുതലായവ ആർസനിക് ഖനിജങ്ങളാണ്. മറ്റനവധി ആർസനിക് ഖനിജങ്ങളും കാണപ്പെട്ടുന്നുണ്ട്.

നിഷ്കർഷണം

I. മിസ്പിക്കൽ അഗ്നിസഹമായ കളിമണ്ണുകൊണ്ടുള്ള റിട്ടോർട്ടിലെ ടുത്തു് വയുസമ്പർക്കമില്ലാതെ തപിപ്പിക്കുന്നു. ഇതിലുള്ള ആർസനിക് മാത്രം ൽപതിച്ചു് ബാഷ്പമാകുന്നു. ഇരുമ്പു തകിടു ചുരുട്ടി കഴലുപോലാക്കി കിട്ടുന്ന പ്രത്യേക ഗ്രാഹികളിൽ ബാഷ്പം ഘനീഭവിക്കുന്നു. കഴലുകൾ നിവർത്തുമ്പോൾ അതിൽ ക്രിസ്റ്റലനരൂപത്തിൽ ആർസനിക് ഉണ്ടായിരിക്കും.

$$FeAsS \longrightarrow FeS + As$$

II. വെളുത്ത ആർസനിക് എന്നറിയപ്പെട്ടുന്ന ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡ് (As_4O_6) ധാരാളമായി പല സൽഫൈഡ്-അയിരുകളുടെയും ഭർജനത്തിൽ ഉപോൽപന്നമായി ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. ഈ പദാർഥം ൽപതിക്കുന്നതിനാൽ ചൂള യിൽ നിന്നു് ബഹിർഗമിക്കുന്ന ബാഷ്പത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കും. തണുത്ത ബാഷ്പത്തിൽ നിന്നു് ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡ് തരികൾ അരിച്ചും വൈദ്യു താവക്ഷേപണം ചെയ്തും ശേഖരിക്കാം. ഇതാണു് മുഖ്യമായി ആർസനിക് ഉണ്ടാ ക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.

വെളുത്ത ആർസനിക് മരക്കരി ചേർത്തു് അടച്ചുവെച്ചിരിക്കുന്ന അഗ്നിസഹ മായ കളിമൺ ക്രൂസിബിളിൽ തപിപ്പിക്കുമ്പോൾ നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$As_4O_6 + 6C \longrightarrow 4As + 6CO$$

ഇപ്രകാരം ഉണ്ടാകുന്ന ആർസനിക് ൽപതിച്ചു് ക്രൂസിബിളം അടയ്ക്കാനുപ യോഗിക്കുന്ന കമഴ്ത്തിവെച്ച ഫണൽപോലുള്ള ഇരുമ്പു മൂടികളുടെ അടിയിൽ ഘനീ ഭവിക്കുന്നു. ചാരനിറവും ചൂർണരൂപവുമുള്ള ഈ പദാർഥം പ്രക്രിയാന്ത്യത്തിൽ മൂടി തുറന്നു് ചുരണ്ടിയെടുക്കാം.

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

ആർസനിക് പല അപരരൂപങ്ങളിലും സ്ഥിതിചെയ്യുന്നുണ്ട്. ഇവയിൽ ചിലതു് ലോഹരൂപങ്ങളും ചിലതു് അലോഹരൂപങ്ങളുമാണു്. ലോഹരൂപ ങ്ങളാണു് സ്ഥിരത കൂടുതലുള്ളതു് (ലോഹ-അലോഹ അപരരൂപങ്ങളും ഉണ്ടാകുക എന്നതു് മെറ്റലോയ്ഡുകളുടെ സവിശേഷതയായികരുതപ്പെടുന്നുണ്ട്). പ്രധാന അപരരൂപങ്ങളുടെ നിർമാണവും ഗുണധർമങ്ങളും താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

1. മഞ്ഞ ആർസനിക് അഥവാ α-ആർസനിക്

ആർസനിക് ബാഷ്പം പെട്ടെന്നു് തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ ഈ അപരരൂപം കി ട്ടുന്നു. പ്രകാശം ഏല്ലുമ്പോൾ γ-രൂപമായി പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്നതിനാൽ ഈ പ്രക്രിയ ഇരുട്ടിൽ ചെയ്യുന്നതാണു് നല്ലതു്. തണുത്ത കാർബൺ ഡൈസൽ

ഫൈഡിൽ ലയിപ്പിച്ചു കിട്ടുന്ന ലായനി ഇരുട്ടിൽ ബാഷ്പീകരിക്കുമ്പോൾ മഞ്ഞ ആർസനിക്കിന്റെ ക്രിസ്റ്റലുകൾ ലഭിക്കുന്നു. ഈ പദാർഥം ശുദ്ധ ഫോസ്ഫറസ് എന്ന പോലെ വായുവിൽ ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ അല്പം ദീപ്തിയുള്ളതാണ്. വെളുത്തുള്ളിയുടെ ഗന്ധം ഇതിനുണ്ട്. ആപേക്ഷികഘനത്വം 2.026 ആണ്. കാർബൺ ഡൈസൽഫൈഡിൽ ലയിക്കുന്നു. ലീനാവസ്ഥയിൽ ഇതിന്റെ തന്മാത്രാഭാരം As_4 തന്മാത്രകൾക്കു അനുസൃതമാണ്. വളരെ താണ താപനിലയിൽപോലും ഇതു പ്രകാശം ഏല്പുമ്പോൾ γ-ആർസനിക് ആയിത്തീരുന്നു.

2. കറുത്ത ആർസനിക് അഥവാ β-ആർസനിക്

ആർസനിക് ബാഷ്പം ഹൈഡ്രജൻ പ്രവാഹത്തിൽ തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്നതു കറുത്ത മിനുക്കമുള്ള കണ്ണാടിപോലുള്ള നിക്ഷേപമാണ്. ഇതാണ് കറുത്ത ആർസനിക്. ആപേക്ഷികഘനത്വം 4.7 ആണ്. കാർബൺ ഡൈസൽഫൈഡിൽ ഇതു ലയിക്കുന്നില്ല. വായുവിൽ അല്പമൊക്കെ ചൂടാക്കിയാൽപോലും ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നില്ല. കൂടുതൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ (360°C) γ-ആർസനിക് ആയി പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്നു. സാധാരണ താപനിലയിൽ പരിവർത്തനം സാവധാനത്തിലേ നടക്കുകയുള്ളൂ.

3. ചാരനിറമുള്ള ആർസനിക് അഥവാ γ-ആർസനിക് (ചാര ആർസനിക്)

സാധാരണമായി കാണുന്ന രൂപം ഇതാണ്. മറ്റു രൂപങ്ങളും ക്രമേണ ഈ രൂപമായി സ്വയമേവ പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്നു. ആർസനിക്കിന്റെ അപരരൂപങ്ങളിൽവെച്ചു ഏറ്റവും സ്ഥിരത ഇതിനാണ്. ലോഹത്തിളക്കവും താപചാലകതയും വിദ്യുച്ചാലകതയുമുള്ള ഈ രൂപം ലോഹ-ആർസനിക് എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. ആപേക്ഷികഘനത്വം 5.73 ആണ്. കാർബൺ ഡൈസൽഫൈഡിൽ ലയിക്കുന്നില്ല. 450°C-ൽ ഉൽപതിക്കുന്നു. ബാഷ്പത്തിനു നിറമില്ല. ഇതിൽ As_4 തന്മാത്രകളാണുള്ളതു.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ആർസനിക്കിന്റെ എല്ലാ അപരരൂപങ്ങളും വായുവിൽ ജ്വലിച്ചു ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$4As + 3O_2 \longrightarrow As_4O_6$$

മഞ്ഞ ഫോസ്ഫറസ് സാധാരണ താപനിലയിൽ സാവധാനത്തിൽ ഓക്സീകൃതമാകുന്നു.

ഓക്സീകാരകങ്ങളും ആർസനിക്കിനെ ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡ് ആക്കുന്നു. സാന്ദ്ര നൈടിക് ആസിഡുപോലെ പ്രബലങ്ങളായ ഓക്സീകാരകങ്ങൾ അതിനെ ആർസനിക് ആസിഡായി ഓക്സീകരിക്കുന്നു.

$$6H_2SO_4 + 4As \longrightarrow As_4O_6 + 6SO_2 + 6H_2O$$
$$10HNO_3 + 4As + H_2O \longrightarrow 4H_3AsO_4 + 5NO_2 + 5NO$$

ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ആർസനിക് ഉരുക്കിയ ആൽക്കലികളിൽ ക്രമേണ ലയിച്ചു ചേരുന്നു. ആൽക്കലി ആർസനൈറ്റും ഹൈഡ്രജനും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2As + 6NaOH \longrightarrow 2Na_3AsO_3 + 3H_2$$

ശുളിരുപത്തിലാണെങ്കിൽ ആർസനിക് ക്ലോറിനിൽ കത്തുന്നു. ഉല്പന്നം ആർസനിക് ട്രൈക്ലോറൈഡാണ്.

$$2As + 3Cl_2 \longrightarrow 2AsCl_3$$

ആർസനിക് അക്വാറീജിയയിൽ ലയിക്കുമ്പോഴും $AsCl_3$ ആണ് ഉണ്ടാകുന്നത്.

ലോഹഗുണധർമങ്ങളും ഉള്ള ആർസനിക് പല ലോഹങ്ങളുമായി ചേർത്തു ഉരുക്കുമ്പോൾ കൂട്ടുലോഹങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ പ്രതിപ്രവർത്തനശേഷിയുള്ള ലോഹങ്ങളുമായി ചേരുമ്പോൾ ചില യൗഗികങ്ങളും ഉണ്ടാകാറുണ്ട്. സോഡിയം, അലൂമിനിയം, സിങ്ക് മുതലായവ ഇങ്ങനെ ആർസനിക്കുമായി സംയോജിച്ച് അവയുടെ ആർസനൈഡുകളും ഉണ്ടാകും.

$$3Na + As \longrightarrow Na_3As$$
$$3Zn + 2As \longrightarrow Zn_3As_2$$
$$Al + As \longrightarrow AlAs$$

ഉപയോഗങ്ങൾ

മറ്റു ലോഹങ്ങളുമായി ചേർത്തു കൂട്ടുലോഹങ്ങളും ഉണ്ടാക്കാനാണ് ആർസനിക് ഏറ്റവും അധികം ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ചില ആർസനിക് യൗഗികങ്ങളും നിർമിക്കുന്നതും ആർസനിക്കിൽ നിന്നാണ് (ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡിൽ നിന്നാണ് മിക്ക യൗഗികങ്ങളും നിർമിക്കുന്നത്).

യൗഗികങ്ങൾ

ആർസീൻ, AsH_3

നിർമാണരീതികൾ

(1) ലേയങ്ങളായ ആർസനിക് യൗഗികങ്ങളെ നവജാത ഹൈഡ്രജൻ കൊണ്ടു നിരോക്സീകരിക്കുമ്പോൾ ആർസീൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$AsCl_3 + 6(H) \longrightarrow 3HCl + AsH_3$$

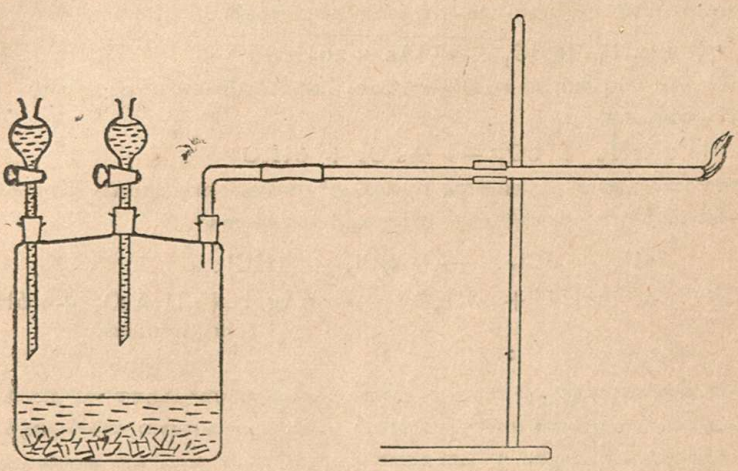
സിങ്കും നേർത്ത സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡും ഉപയോഗിച്ചാണ് ഇതിൽ നവജാത ഹൈഡ്രജൻ ലഭ്യമാക്കുന്നത്.

(2) ചില ലോഹആർസനൈഡുകളുടെ ജലാപഘടനം കൊണ്ടും ആർസീൻ ഉണ്ടാകുന്നു. ചില ആർസനൈഡുകൾ ജലവുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു; മറ്റു ചിലതു നേർത്ത ആസിഡുകൾ കൊണ്ട് ജലാപഘടനം ചെയ്യാം.

$$AlAs + 3H_2O \longrightarrow Al(OH)_3 + AsH_3$$
$$Zn_3As_2 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 3ZnSO_4 + 2AsH_3$$

ലാബറട്ടറിനിർമാണം

ആർസനിക് ട്രൈക്ലോറൈഡിനെ സിങ്കും നേർത്ത സൽഫൂരിക് ആസിഡും പ്രവർത്തിപ്പിച്ച് കിട്ടുന്ന നവജാത ഹൈഡ്രജൻ കൊണ്ട് നിരോക്സീകരിച്ചാണ് ആർസീൻ നിർമിക്കുന്നത്.



ചിത്രം 13_1

ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെയുള്ള ഒരു മൂന്നു കഴുത്തുള്ള കുപ്പിയിൽ സിങ്കും തുണ്ടുകടലാസും എടുക്കുന്നു. കുപ്പിയുടെ ഒരു ഗളത്തിൽ നേർത്ത സൽഫൂരിക് ആസിഡുള്ള ഒരു ടാപ്പ് ഫണൽ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. മറ്റൊരു ഗളത്തിൽ ആർസനിക് ട്രൈക്ലോറൈഡ് എടുത്തിട്ടുള്ള ഒരു ബിന്ദുപാതിഫണലും ഉറപ്പിക്കുന്നു. മൂന്നാമത്തെ ഗളത്തിൽ ഒരു ഗ്ലാസ് കഴലാണ് ഉറപ്പിക്കുന്നത്.

സിങ്കും തുണ്ടുകടലാസും മുടങ്ങാക്കവണ്ണം നേർത്ത സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ഒഴിക്കുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ മുക്തമായിത്തുടങ്ങും. ഈ അവസരത്തിൽ ആർസനിക് ക്ലോറൈഡ് തുള്ളികളായി മിശ്രണത്തിലേക്ക് ഒഴിക്കുന്നു. ആർസീൻ-ഹൈഡ്രജൻ മിശ്രണം കഴലിൽക്കൂടി ബഹിർഗമിക്കുന്നു.

അത്യധികം വിഷവീര്യമുള്ളതിനാൽ വാതകം സാധാരണയായി ശേഖരിക്കാറില്ല ഗ്ലാസ് കഴലിൽ കൂടി പുറത്തുവരുന്ന വാതകം കത്തിച്ചു കളയുകയാണ് പതിവ്. (മിശ്രണം ദ്രാവകവായുവിൽ തണുപ്പിച്ച കഴലിൽക്കൂടി കടത്തി AsH_3 മാത്രം ഖരീഭവിപ്പിച്ച് എടുക്കാം).

ഗുണധർമങ്ങൾ: ആർസീൻ നിറമില്ലാത്ത വാതകമാണ്. വെളുത്തുള്ളിയുടെ മണമുണ്ട്. ഘനത്വം വായുവിനെക്കാൾ വളരെ കൂടുതലാണ്. ജലത്തിൽ തുലോമായ ലേയത്വമേ ഉള്ളൂ; ലായനി ഉദാസീനവുമാണ്.

ആർസീൻ മാരകമായ ഒരു വിഷമാണ്.

ഇതൊരു അസ്ഥിരയൗഗികമാണു്. ചൂടാക്കിയാൽ വിഘടിച്ചു് ആർസനിക്കും ഹൈഡ്രജനുമായിത്തീരുന്നു.

$$2AsH_3 \longrightarrow 2As + 3H_2$$

വായുവിൽ ജ്വലിക്കുന്ന വാതകമാണു് ആർസീൻ. ഓക്സിജന്റെ ലഭ്യത പരിമിതമാണെങ്കിൽ ആർസനിക്കും നീരാവിയും ഉണ്ടാകും.

$$4AsH_3 + 3O_2 \longrightarrow 4As + 6H_2O$$

ധാരാളം ഓക്സിജനിൽ ജ്വലിക്കുമ്പോൾ ആർസീനിയസു് ഓക്സൈഡും നീരാവിയും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$4AsH_3 + 6O_2 \longrightarrow As_4O_6 + 6H_2O$$

അനായാസമായി വിഘടനം സംഭവിച്ചു് നവജാതഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകാവുന്നതിനാൽ ആർസീൻ ശക്തിയുള്ള നിരോക്സീകാരകമാണു്.

$$AsH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow AsCl_3 + 3HCl$$

$$6AgNO_3 + AsH_3 + 3H_2O \longrightarrow 6Ag\downarrow + \underset{\text{ആർസനിയസു്}}{H_3AsO_3} + 6HNO_3$$
ആസിഡു്

നേർത്ത സിൽവർ നൈട്രേറ്റു് ലായനിയിൽ നിന്നു് കറുത്ത സിൽവർ അവക്ഷേപിക്കുന്നു. എന്നാൽ സാന്ദ്ര സിൽവർ നൈട്രേറ്റു് ലായനിയിൽ ആർസീൻ അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെട്ടു് ഒരു മഞ്ഞ ലായനിയുണ്ടാകും. ഈ മഞ്ഞ ലായനി നേർപ്പിക്കുമ്പോൾ കറുത്ത സിൽവർ അവക്ഷേപം കിട്ടും.

$$AsH_3 + 6AgNO_3 \longrightarrow Ag_3As\ 3AgNO_3 + 3HNO_3$$

$$Ag_3As\ 3AgNO_3 + 3H_2O \longrightarrow 6Ag\downarrow + 3HNO_3 + H_3AsO_3$$

ആർസീനിന്റെ ടെസ്റ്റുകൾ

1. നിറമില്ലത്തെ വാതകം; വെളുത്തുള്ളിയുടെ ഗന്ധം.

2. നേർത്ത സിൽവർ നൈട്രേറ്റു് ലായനിയിൽ കറുത്ത അവക്ഷേപം ഉണ്ടാക്കുന്നു. സാന്ദ്ര സിൽവർ നൈട്രേറ്റു് ലായനിയിൽ അവശോഷിതമായി മഞ്ഞ ലായനിയുണ്ടാകുന്നു. ഈ ലായനി നേർപ്പിക്കുമ്പോൾ കറുത്ത അവക്ഷേപം കിട്ടും.

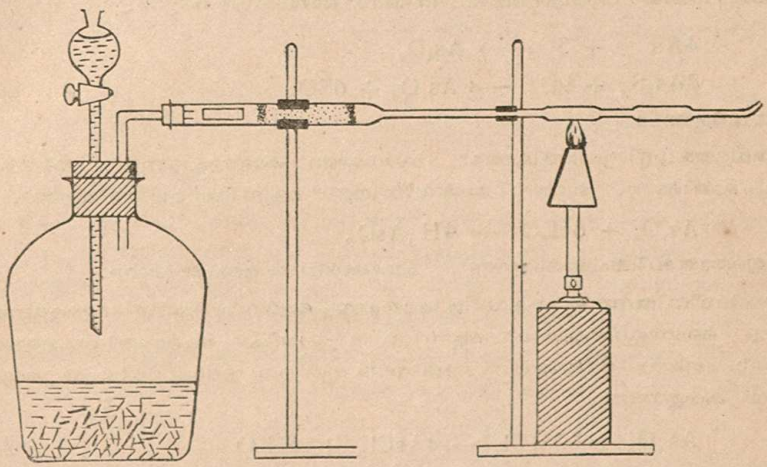
3. ഈ വാതകം കടന്നു പോകുന്ന ഒരു ഗ്ലാസ്കുഴൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ അവിടെ കറുത്ത, കണ്ണാടിപോലുള്ള നിക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ നിക്ഷേപം സോഡിയം ഹൈപോക്ലോറൈറ്റു് ലായനിയിൽ ലയിക്കുന്നു; എന്നാൽ ടാർടാറിക് ആസിഡിൽ ലയിക്കുന്നില്ല (Cf. SbH_3).

മാർഷ് ടെസ്റ്റു്

ലോഹങ്ങളും, ലവണങ്ങളും, മറ്റു യൗഗികങ്ങളും മുതലായവയിൽ ആർസനിക് അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടോ എന്നറിയുന്നതിനുള്ള സൂക്ഷ്മമായ ഒരു ടെസ്റ്റാണിതു്. നിത്യോപയോഗപദാർത്ഥങ്ങളിലും ക്ഷേണപദാർത്ഥങ്ങളിലും മറ്റും ആർസനിക്

ഉണ്ടോ എന്നറിയുന്നതിനും ശരീരത്തിനകത്തുള്ള ദ്രാവകങ്ങളിൽ ആർസനിക് ഉണ്ടോ എന്നറിയുന്നതിനും മറ്റും മാർഷ് ടെസ്റ്റ് ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. പദാർഥത്തെ നവജാത ഹൈഡ്രജൻ കൊണ്ട് നിരോക്സീകരിച്ചുണ്ടാകുന്ന വാതകമിശ്രിതം ചൂടാക്കുമ്പോഴും ആർസനിക്കിൻറെ കരുത്ത ദർപ്പണം ഉണ്ടാകുന്നെങ്കിൽ ആർസനിക്കിൻറെ സാന്നിധ്യം സംശയാതീതമാണ്.

ഇതിനുള്ള ഉപകരണമാണ് ചിത്രം 13_2 ൽ കാണുന്നത്.



ചിത്രം 13_2

കൂപ്പിയ്ക്കുള്ളിൽ ആർസനിക്കില്ലാത്ത സിങ്ക് കഷണങ്ങളും എടുത്തിരിക്കുന്നു. ടാപ് ഫണലിൽ ശുദ്ധമായ നേർത്ത സൽഫൂറിക് ആസിഡാണ് (ഇതിലും ആർസനിക്കിൻറെ ലേശംപോലും ഉണ്ടാകരുത്) കൂപ്പിയിൽ നിന്നു പുറത്തേക്കു വരുന്ന വാതകം ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ ഒരു കഴലിൽ കൂടി പോകണം. ഈ കഴലിൽ ലെഡ് അസറേറ്റു ലായനിയിൽ മുക്കി ഉണക്കിയ ഒരു ഫിൽറർ പേപ്പർ ചുരുളും അതിനപ്പുറം നിർജല കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ് കഷണങ്ങളും നിറച്ചിരിക്കുന്നു (ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡുണ്ടെങ്കിൽ ലെഡ് അസറേറ്റു പേപ്പറിലും നീരാവി കാൽസിയം ക്ലോറൈഡിലും അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നതിനാണിത്) വണ്ണമുള്ള ഈ കഴൽ വണ്ണം കുറഞ്ഞ മറ്റൊരു കഴലിനോട് ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു സിങ്ക് കഷണങ്ങളിൽ ആസിഡ് ഒഴിച്ച് ഹൈഡ്രജൻ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഈ വാതകം കഴലിൽ കൂടി പുറത്തേക്ക് ഒഴുകിക്കൊണ്ടിരിക്കും. ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ അറ്റത്തുള്ള ഗ്ലാസ് കഴൽ നന്നായി ചൂടാക്കുക അതിനുശേഷം ആർസനിക് ഉണ്ടോ എന്നു സംശയിക്കുന്ന പദാർഥം കൂപ്പിക്കുള്ളിൽ ചേർക്കുന്നു (ലായനി രൂപത്തിൽ). ആർസനിക് ഉണ്ടെങ്കിൽ AsH_3 ഉണ്ടാകും. ഈ വാതകം നിർഗമനക്കഴലിൻറെ തപ്തമായ ഭാഗത്തുകൂടി കടന്നു പോകുമ്പോൾ വിഘടി

പ്പിച്ചു പോകുന്നതിനാൽ തപ്തലോഹത്തിനും കഴലിന്റെ അഗ്രത്തിനും ഇടയ്ക്കുള്ള തണുത്ത ഭാഗത്തു് കറുത്ത ദർപ്പണമായി ആർസനിക് നിക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.

ആർസനിക് ഓക്സൈഡുകൾ

A. ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡ് (വെളുത്ത ആർസനിക്)–As_4O_6

ആർസനിക്കും ആർസനിക് സൽഫൈഡും ധാരാളം വായുവിൽ ഭർജിക്കുമ്പോൾ ഈ പദാർഥം ലഭിക്കുന്നു. സൽഫൈഡ് അയിരുകൾ ഭർജിക്കുമ്പോൾ ഉപോല്പന്നമായി ധാരാളം ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡ് കിട്ടുന്നു.

$$4As + 3O_2 \longrightarrow As_4O_6$$

$$2As_2S_3 + 9O_2 \longrightarrow As_4O_6 + 6SO_2$$

ഗുണധർമങ്ങൾ

വെളുത്ത ധൂളിരൂപത്തിലാണു് സാധാരണ കാണപ്പെടുന്നതു്. ജലത്തിൽ അല്പം ലയിക്കുന്നു. ലായനി ആർസീനിയസ് ആസിഡ് ലായനിയാണു്.

$$As_4O_6 + 6H_2O \longrightarrow 4H_3AsO_3$$

ഇതൊരു വിഷപദാർഥമാണു്. ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഉൽപതിക്കുന്നു.

ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡ് പ്രധാനമായും ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡാണെങ്കിലും ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിൽ ലയിച്ചു് ആർസനിക് ട്രൈക്ലോറൈഡും ജലവും ഉണ്ടാകുന്നു. അതിനാൽ ഇതിനെ ഉഭയധർമിയായ ഓക്സൈഡായും കരുതുന്നുണ്ടു്.

$$As_4O_6 + 12HCl \longrightarrow 4AsCl_3 + 6H_2O$$

സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനിയിൽ ലയിക്കുമ്പോൾ സോഡിയം ആർസനൈറ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$As_4O_6 + 12NaOH \longrightarrow 4Na_3AsO_3 + 6H_2O$$

തപിപ്പിക്കുമ്പോൾ ഏതാണ്ടു് 193°C-ൽ ഉൽപതിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ബാഷ്പത്തിൽ 800°C-ൽ താഴെ As_4O_6 തന്മാത്രകളാണുള്ളതു്. 1800°C ആകുമ്പോൾ പൂർണമായി വിയോജിച്ചു് As_2O_3 തന്മാത്രകളായി സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. (ആർസനിക് ട്രൈഓക്സൈഡ് എന്ന പേരും As_2O_3 എന്ന സൂത്രവും ഇതിനു് ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടു്).

ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡ് ഒരു നിരോക്സീകാരകമാണു്. ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ്, ക്ലോറീൻ, അയൊഡിൻ മുതലായവയെ സാധാരണ താപനിലയിൽ തന്നെ നിരോക്സീകരിക്കുന്നു.

$$As_4O_6 + 4H_2O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4H_3AsO_4$$

ആഴ്സനിക് ആസിഡ്

$$As_4O_6 + 4Cl_2 + 10H_2O \longrightarrow 4H_3AsO_4 + 8HCl$$

$$As_4O_6 + 4I_2 + 10H_2O \rightleftarrows 4H_3AsO_4 + 8HI$$

നവജാതഹൈഡ്രജൻ കൊണ്ട് ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡിനെ ആഴ്സീൻ ആക്കാം.

ഉപയോഗങ്ങൾ: കീടനാശിനികളിൽ ആർസിനിയസ് ഓക്സൈഡും ചില പ്പോഴും ചേർക്കുന്നുണ്ട്. ഔഷധങ്ങളിൽ ഇതും ഇതിന്റെ വ്യുല്പന്നങ്ങളും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഗ്ലാസ് നിർമാണത്തിലും ചില പിഗ്മെൻറുകളും (വർണകം) നിർമിക്കാനും ആർസനൈറേറുകളും ഉണ്ടാക്കുന്നതിനും ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡ് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

കുറിപ്പ്: ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡിന്റെ സൂത്രം 800°C വരെ യഥാർഥത്തിൽ As_4O_6 എന്നാണ്. ഈ താപനിലകളുകളിൽ As_4O_6 വിയോജിച്ച് As_2O_3 തന്മാത്രകളും ഉണ്ടാകുന്നു. 1800°C ൽ ഈ വിയോജനം പൂർത്തിയാകുന്നു. എങ്കിലും സാധാരണയായി As_2O_3 എന്നുള്ള സൂത്രവും ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്.

ആർസനൈറേറുകൾ

ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡ് ഒരു അമ്ല ഓക്സൈഡാണെന്നും ഇതു ജലത്തിൽ ലയിച്ച് ആർസീനിയസ് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുമെന്നും നേരത്തെ പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. ഈ ആസിഡ്—H_3AsO_3— രാസസ്ഥിരത കുറഞ്ഞ ഒന്നാണ്. എന്നിരുന്നാലും ആർസനൈറേറുകൾക്ക് കൂടുതൽ സ്ഥിരതയുണ്ട്.

ആൽക്കലി ലോഹ ആർസനൈറേറുകൾ നിർമിക്കാൻ അതാതു ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളെ ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡ് ചേർത്തു ചൂടാക്കിയാൽ മതിയാകും.

$$12NaOH + As_4O_6 \longrightarrow 4Na_3AsO_3 + 6H_2O$$

അലേയങ്ങളായ മറ്റു ലോഹ ആർസനൈറേറുകൾ ലോഹലവണലായനികളിൽ ആൽക്കലി ആർസനൈറേറ് ലായനി ചേർത്തു അവക്ഷേപമായി നിർമിക്കാം.

$$2Na_3AsO_3 + 3ZnSO_4 \longrightarrow Zn_3(AsO_3)_2 + 3Na_2SO_4$$

ലോഹലവണ ലായനികളിൽ നിന്ന് അവക്ഷേപിച്ച് കിട്ടുന്നതു പലപ്പോഴും ആസിഡ് ആർസനൈറേറുകളാണ്.

ആർസനൈറേറുകൾ നിരോക്സീകാരകങ്ങളാണ്. ഇവ ഓക്സിജൻ സ്വീകരിച്ച് ആർസനേറേറുകൾ ആയിത്തീരുന്നതിനാലാണിത്.

$$Na_3AsO_3 + Cl_2 + H_2O \longrightarrow Na_3AsO_4 + 2HCl$$
$$Na_3AsO_3 + H_2O_2 \longrightarrow Na_3AsO_4 + H_2O$$

ആർസനൈറേറുകൾ കീടനാശിനികളായും ചില ആർസനൈറേറുകൾ (ഉദാ:— കോപ്പർ ആർസനൈറേറ്) വർണകങ്ങളായും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ടെസ്റ്റുകൾ

1. ആർസനൈറേറ് ലായനിയിൽ ധാരാളം അമോണിയം മോളിബ്ഡേറേറ് ലായനിയും സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡും ചേർത്തു തിളപ്പിക്കുമ്പോൾ മഞ്ഞ നിറമുള്ള അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.

2. നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിൽ ആർസനൈറ്റ് ലയിപ്പിച്ചു കിട്ടുന്ന ലായനിയിൽ കൂടി ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡ് കടത്തുമ്പോഴും തൽക്ഷണം മഞ്ഞ നിറമുള്ള ആർസനിക് ട്രൈസൽഫൈഡ് അവക്ഷേപിക്കുന്നു. (ആർസനേറ്റുകളും വളരെനേരം H_2S കടത്തുമ്പോഴും മാത്രമേ ഈ അവക്ഷേപം നൽകുന്നുള്ളൂ).

3. ആർസനൈറ്റ് ലായനിയിൽ കോപ്പർ സൽഫേറ്റ് ലായനി ചേർക്കുമ്പോഴും പുല്ലിന്റെ പച്ചനിറമുള്ള അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു (കോപ്പർ ആർസനൈറ്റ് $CuHAsO_3$).

B. ആർസനിക് ഓക്സൈഡ് – As_2O_5

നിർമാണം

ഒരു പൈനാഡിഷിൽ കുറെ ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡ് എടുത്തു സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡ് ചേർത്തു തിളപ്പിക്കുക. ഓക്സൈഡ് ക്രമേണ ലയിച്ചു ചേരുന്നു. ധാരാളം നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡിന്റെ ഓക്സീകരണംകൊണ്ടു ആർസനിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നതിനാലാണിതു്. ലയനം പൂർത്തിയാകുമ്പോഴും ഡിഷിലുള്ള മിശ്രിതം ബാഷ്പീകരിക്കുക. അധികമുള്ള നൈട്രിക് ആസിഡ് നീങ്ങിക്കിട്ടുന്നു. വീണ്ടും വറ്റിച്ചു് ഏകദേശം 200°C–ൽ ചൂടാക്കി ജലാംശം മുഴുവനും മാറുമ്പോഴും ഡിഷിൽ ആർസനിക് ഓക്സൈഡ് അവശേഷിക്കുന്നു.

$$As_4O_6 + 4HNO_3 + 4H_2O \longrightarrow 4H_3AsO_4 + 2NO_2 + 2NO$$
$$4H_3AsO_4 \longrightarrow 2As_2O_5 + 6H_2O$$

(ലായനി വറ്റിച്ചു് തണുപ്പിക്കുമ്പോഴും ആർസനിക് ആസിഡിന്റെ ക്രിസ്റ്റലുകളും നിർമിക്കാം).

ഗുണധർമങ്ങൾ

നിറമില്ലാത്ത പ്രസാദ്യമായ പദാർഥമാണിതു്. ജലത്തിൽ സാമാന്യമായി ലയിക്കുന്നു. ലായനി ആർസനിക് ആസിഡ് ആണു്.

$$As_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3AsO_4$$

വളരെ ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ഓക്സിജൻ നഷ്ടപ്പെട്ടു് ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡാകുന്നു.

$$2As_2O_5 \longrightarrow As_4O_6 + 2O_2$$

ആർസനിക് ഓക്സൈഡും ആർസനിക് ആസിഡും ദുർബലങ്ങളായ ഓക്സീകാരകങ്ങളാണു്.

$$H_3AsO_4 + H_2S \longrightarrow H_3AsO_3 + H_2O + S$$
$$(2H_3AsO_3 + 3H_2S \longrightarrow 6H_2O + As_2S_3)$$

ആർസനേറ്റുകൾ

ആർസനിക് ആസിഡിന്റെ ലവണങ്ങളാണ് ആർസനേറ്റുകൾ. ആർസനൈറ്റുകളെ ഓക്സീകരിച്ചും ആർസനിക് ആസിഡിനെ ഉദാസീനീകരിച്ചും ആർസനേറ്റുകൾ നിർമിക്കാം.

$$Na_3AsO_3 + Cl_2 + H_2O \longrightarrow Na_3AsO_4 + 2HCl$$

$$3KOH + H_3AsO_4 \longrightarrow K_3AsO_4 + 3H_2O$$

അലേയങ്ങളായ ആർസനേറ്റുകൾ ലോഹലവണലായനിയിൽ ആൽക്കലി ആർസനേറ്റ് ലായനി ചേർത്തു് അവക്ഷേപിച്ചു് നിർമിക്കാം. ആർസനേറ്റുകൾക്കു്, പ്രത്യേകിച്ചു് ആസിഡു്-ലായനിയിൽ ഉർബലമായ ഓക്സീകരണസ്വഭാവമുണ്ടു്.

ടെസ്റ്റുകൾ

(1) ആർസനേറ്റ് ലായനിയിൽ ധാരാളം അമോണിയം മോളിബ്ഡേറ്റ് ലായനിയും സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡും ചേർത്തു് തിളപ്പിക്കുമ്പോൾ മഞ്ഞ അവക്ഷേപം കിട്ടുന്നു.

(2) നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിൽ ലയിപ്പിച്ച ആർസനേറ്റ് ലായനിയിൽ ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡ് കടത്തിവിടുമ്പോൾ പ്രകടമായ പ്രവർത്തനം ഉണ്ടാകുന്നില്ല. ലായനി തിളപ്പിച്ചു് H_2S തുടർച്ചയായി കടത്തിവിടുമ്പോൾ ആദ്യം ഇളം മഞ്ഞനിറമുള്ള സൽഫറും ഉടൻതന്നെ നല്ല മഞ്ഞനിറമുള്ള ആർസീനിയസ് സൽഫൈഡും അവക്ഷേപിക്കുന്നു.

(3) ആർസനേറ്റ് ലായനിയിൽ കോപ്പർ സൽഫേറ്റ് ലായനി ചേർക്കുമ്പോൾ ഇളംനീലനിറമുള്ള അവക്ഷേപം കിട്ടുന്നു.

ആർസനിക് ട്രൈക്ലോറൈഡ് $AsCl_3$

ആർസനിക് ക്ലോറിനിൽ കത്തുമ്പോൾ $AsCl_3$ ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡ് സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡു ചേർത്തുകിട്ടുന്ന മിശ്രിതം സേദനം ചെയ്താണ് സാധാരണയായി ഇതു നിർമിക്കുന്നതു്.

$$As_4O_6 + 12HCl \longrightarrow 4AsCl_3 + 6H_2O$$

നിറമില്ലാത്ത ദ്രവമാണിതു്. വായുവിൽ ശക്തിയായി പുകയുന്നു. ജലസമ്പർക്കത്തിൽ ജലാപഘടിതമാകുന്നു.

$$AsCl_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3AsO_3 + 3HCl$$

(മറ്റു് അലോഹ ക്ലോറൈഡുകളും പോലെ). ഉല്പന്നമായ ആർസീനിയസ് ആസിഡ് അവക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു (വേണ്ടത്ര ജലം ഇല്ലെങ്കിൽ).

ആർസനിക് സൽഫൈഡുകൾ

ആർസനിക്കിന്റെ മൂന്നു സൽഫൈഡുകളും താഴെ ചേർക്കുന്നു.

(i) ആർസനിക് ഡൈസൽഫൈഡ് (As_2S_2): റിയാൽഗർ എന്ന ഖനിജത്തിൽ As_2S_2 ഉണ്ടു്, ഇതിനു് ചുവപ്പുനിറമാണു്.

(ii) ആർസനിക് ട്രൈസൽഫൈഡ് (As_2S_3): ഓർപിമെൻറ് എന്ന ഖനിജത്തിൽ ഈ സൽഫൈഡാണുള്ളതു്. നിറം മഞ്ഞയാണു്. ആർസനൈറ്റ് ലായ

നിയിൽ ആസിഡ് ചേർത്തു് ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡ് കടത്തുമ്പോഴും ഈ യൗഗികം കിട്ടുന്നു. ആർസീനിയസ് ആസിഡിൽ H_2S കടത്തുമ്പോഴും ഇതാണു ണ്ടാകുന്നതു്.

(iii) ആർസനിക് പെൻറാസൽഫൈഡ് As_2S_5 ഏകദേശം 10% ഹൈഡ്രോ ക്ലോറിക് ആസിഡ് ചേർത്ത ചൂടുള്ള ആർസനിക് ആസിഡ് ലായനിയിൽ ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡ് കടത്തിവിട്ടപ്പോഴും ഇളംമഞ്ഞ നിറമുള്ള അവക്ഷേപ മായി കിട്ടുന്നതു് ആർസനിക് പെൻറാസൽഫൈഡ് ആണു്.

ഓർപിമെൻറ്, റിയാൽഗർ എന്നിവ പുരാതനകാലം മുതൽ ചായക്കൂട്ട കളിലും മറ്റും ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. അരിതാരം (As_2S_2) എന്നറിയപ്പെട്ടിരുന്ന പദാർഥം നീല നിറത്തോടുകൂടി കത്തുന്നതിനാൽ കരിമരുന്നു പ്രയോഗത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ടു്.

ആർസനൈറ്റും ആർസനേറ്റും ഫോസ്ഫേറ്റും തമ്മിൽ തിരിച്ചറിയുന്ന തിനുള്ള ടെസ്റ്റുകളാണു്.

പരീക്ഷണം	ആർസനൈറ്റ്	ആർസനേറ്റ്	ഫോസ്ഫേറ്റ്
1. ലായനിയിൽ ധാരാളം അമോണിയം മോളിബ്ഡേറ്റു ലായനിയും സാന്ദ്രനൈട്രിക് ആസിഡും ചേർക്കുക.	തിളപ്പിക്കുമ്പോഴും മഞ്ഞ അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകും.	തിളപ്പിക്കുമ്പോഴും മഞ്ഞ അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകും.	മഞ്ഞ അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു (തിളപ്പിക്കേണ്ട ആവശ്യമില്ല).
2. ലായനിയിൽ സിൽവർ നൈട്രേറ്റ് ലായനി ചേർക്കുക.	മഞ്ഞ അവക്ഷേപം.	ചോക്കലേറ്റ് നിറമുള്ള അവക്ഷേപം.	മഞ്ഞ അവക്ഷേപം.
3 ലായനിയിൽ മഗ്നീഷ്യമിശ്രിതം ചേർക്കുക ($MgCl_2+NH_4Cl+NH_4OH$).	അവക്ഷേപം ഇല്ല.	വെളുത്ത അവക്ഷേപം	വെളുത്ത അവക്ഷേപം
4. നേർത്ത HCl ൽ ലയിപ്പിച്ചു് H_2S കടത്തിവിടുക.	മഞ്ഞ അവക്ഷേപം.	വളരെനേരം H_2S കടത്തിവിട്ടപ്പോഴും മഞ്ഞ അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.	അവക്ഷേപം ഇല്ല.
5. ലായനിയിൽ കോപ്പർ സൽഫേറ്റ് ലായനി ചേർക്കുക.	പച്ച നിറമുള്ള അവക്ഷേപം	നീല നിറമുള്ള അവക്ഷേപം.	നീല നിറമുള്ള അവക്ഷേപം.
6. ലായനിയിൽ അയൊഡിൻ ജലം ചേർക്കുക.	നിറം ഇല്ലാതാകുന്നു.	നിറവ്യത്യാസമില്ല.	നിറവ്യത്യാസമില്ല.

ആൻറിമണി

പ്രതീകം: Sb ആണ്വഭാരം: 121.76

ചരിത്രം

പുരാതനകാലം മുതല്ക്കു മനുഷ്യരാശിക്കറിവുണ്ടായിരുന്ന ഒരു ലോഹമാണ് ആൻറിമണി. ഇതിൻെറ പല യൗഗികങ്ങളും പൗരാണികർ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. 'അഞ്ജന'മെന്നറിയപ്പെട്ടിരുന്നതു് ആൻറിമണി ടൈസൽഫൈഡ് അടങ്ങിയ ഖനിജമാണ്. ചുവന്ന ആൻറിമണി സൽഫൈഡ് ഖനിജമായ സ്റ്റിബ്നൈറ്റ് ആണു് ''മനയോല''. ഇവ രണ്ടും കൺമഷികളിലും ചായക്കൂട്ടുകളിലും ഔഷധമായും ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. ചൂട്ടി കണ്ണുമ്പോഴും മനയോല ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. അതുപോലെ കരിമരുന്നു പ്രയോഗത്തിലും മനയോല ഒരു പ്രധാനപ്പെട്ട പദാർഥമാണു്. ആൻറിമണി എന്ന പേർ എങ്ങിനെ ഉണ്ടായെന്നു് അറിവില്ല. മനയോലയുടെ പേരായ സ്റ്റിബ്നൈറ്റ് എന്ന വാക്കിൽ നിന്നാണു് സ്റ്റിബ്നം എന്ന ലത്തീൻ നാമം ആൻറിമണിക്കു് ഉണ്ടായതു്.

ഉപസ്ഥിതി

മൂലകാവസ്ഥയിൽ ദുർല്ലഭമായി ഈ മൂലകം പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്നുണ്ടു്. ആൻറിമണി ഖനിജങ്ങളിൽ പ്രധാനപ്പെട്ടവ താഴെ ചേർക്കുന്നു:

ആൻറിമണി ബ്ലൂം — Sb_2O_4

ആൻറിമണി ഓക്കർ (ആൻറിമണി കാവി) — Sb_2O_4

സ്റ്റിബ്നൈറ്റ് (അഞ്ജനം, മനയോല) — Sb_2S_3

മുഖ്യമായ ആൻറിമണി അയിർ സ്റ്റിബ്നൈറ്റു് ആണു്. ചൈനയിൽ വിപുലമായ സ്റ്റിബ്നൈറ്റു് നിക്ഷേപങ്ങളും ഉണ്ടു്. ബൊളിവിയാ, മെക്സിക്കോ, പെറു, ചെക്കോസ്ലാവാക്കിയ മുതലായ പല സ്ഥലങ്ങളിലും സ്റ്റിബ്നൈറ്റു് കാണപ്പെടുന്നു. ലോകത്താകെയുള്ള ആൻറിമണി ഉല്പാദനത്തിൽ ഏറെറവുമധികം ചൈനയിൽ നിന്നാണു് (30 ശതമാനത്തിൽ കൂടുതൽ). തെക്കേ ആഫ്രിക്കയിലും വളരെയധികം ആൻറിമണി ഖനനം ചെയ്യുന്നു.

നിഷ്കർഷണം

സ്റ്റിബ്നൈറ്റു് അയിർ ആദ്യംതന്നെ പ്ലവന പ്രക്രിയകളിൽ ഭാഗികമായി സാന്ദ്രീകരിക്കപ്പെടുന്നു. പുഷ്ടിപ്പെടുത്തിയ അയിർ ദ്രവണം (liquation) വഴി അപദ്രവ്യങ്ങളിൽ നിന്നും വേർതിരിക്കുന്നു. ചെരിഞ്ഞ തറയിൽ വെച്ചു് ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഉരുകൽനില കുറഞ്ഞ Sb_2S_3 ഉരുകി കീഴോട്ടു് ഒഴുകുന്നു. മണ്ണും മറ്റും ഉരുകാതെ അവശേഷിക്കുന്നു. ഇപ്രകാരം ശുദ്ധമാക്കപ്പെട്ട അയിർ ഇരുമ്പു ചേർത്തു് പ്രംബാഗോ ക്രൂസിബിളുകളിൽ ചൂടാക്കപ്പെടുന്നു.

$$Sb_2S_3 + 3Fe \longrightarrow 2Sb + 3FeS$$

ഉരുകിയ ലോഹം ക്രൂസിബിളിൻെറ ചുവട്ടിൽ ലഭിക്കുന്നു.

ആൻറിമണിയുടെ ശതമാനം കുറവുള്ള അയിരുകളും മറെറാരു രീതിയിലാണു് നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നതു്. അയിർ ഉയർന്ന താപനിലയിൽ വറുത്തു് അതിനെ ഓക്സൈഡു് ആക്കുന്നു.

$$2Sb_2S_3 + 9O_2 \longrightarrow 2Sb_2O_3 + 6SO_2$$

ഓക്സൈഡിനെ മരക്കരിയോ ആന്ത്രസൈറോ ചേർത്തു് ചൂടാക്കുന്നു. നിരോക്സീകരണം നടന്നു് ആൻറിമണി ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Sb_2O_3 + 3C \longrightarrow 3CO + 2Sb$$

ഇപ്രകാരം ലഭിക്കുന്ന ലോഹത്തിൽ ധാരാളം അപദ്രവ്യങ്ങളും ഉണ്ടായിരിക്കും. ഇതു് സോഡിയം കാർബണേറ്റും പൊട്ടാസിയം നൈട്രേറ്റും ചേർത്തു് അടച്ച പാത്രങ്ങളിൽ ഉരുക്കുന്നു. അപദ്രവ്യങ്ങളും ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു. പാത്രം തണുപ്പിച്ചു് ശുദ്ധമായ ആൻറിമണി ക്രിസ്റ്റലുകളും നിർമിക്കുന്നു (സ്റ്റാർ ആൻറിമണി എന്നറിയപ്പെടുന്നതു് ഇപ്രകാരം സംസ്കരിക്കപ്പെട്ട ആൻറിമണിയാണു്).

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

ആർസനിക്കിനെക്കാളധികം ലോഹസ്വഭാവമുള്ള ഈ മൂലകവും ഒരു മെറ്റലോയ്ഡ് ആണെന്നു കരുതാം. എന്നാലും സാധാരണമായി ഇതൊരു ലോഹമാണെന്നു് പറയുന്നതായിരിക്കും ഉചിതം. അലോഹ സ്വഭാവമുള്ള ചില അപരരൂപങ്ങളും നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടെങ്കിലും ഇവയെല്ലാം അസ്ഥിരങ്ങളാണു്. ക്രമേണ ലോഹരൂപമായി മാറുന്നവയുമാണു്.

വെള്ളിപോലെ തിളങ്ങുന്ന ഒരു ലോഹമാണിതു്. ആപേക്ഷികഘനത്വം 6·67 ഉരുകൽനില 630°C. കാഠിന്യം കൂടിയ ലോഹമാണെങ്കിലും ഭംഗ്രമണു് വിദ്യുച്ചാലകതയും താപചാലകതയും വളരെയില്ല. ഉരുകിയ ആൻറിമണി ഉറച്ചു് ഖരമാകുമ്പോൾ വ്യാപ്തം വർധിക്കുന്നു (ജലത്തിൻറെ ഹിമീകരണം പോലെ).

അപരരൂപങ്ങൾ

(1) മഞ്ഞ ആൻറിമണി (α-ആൻറിമണി): അലോഹ സ്വഭാവം ഏറ്റവും കൂടുതൽ ഉള്ള ആൻറിമണിയുടെ അപരരൂപമാണിതു്; ഏറ്റവും അസ്ഥിരമായതും —90°C സ്സൂകളിൽ സാധാരണ ആൻറിമണിയായി മാറുന്നു. ഇതു് കാർബൺ ഡൈസൽഫൈഡിൽ അല്പം ലയിക്കും.

(2) കറുത്ത ആൻറിമണി (β-ആൻറിമണി): മഞ്ഞ ആൻറിമണി —90°C ൽ കറുത്ത ആൻറിമണിയാകുന്നു. 40°C സ്സൂകളിൽ ഇതു് സാധാരണ ആൻറിമണിയാകുന്നു.

(3) സ്ഫോടക ആൻറിമണി: ലോഹ സ്വഭാവം കൂടിയ ഈ രൂപം ആൻറിമണി ടൈക്ലോറൈഡിൻറെ വിദ്യുദ്പഘടനം കൊണ്ടു് നിർമിക്കാം. ഗ്രാഫൈറ്റു് പോലെ തോന്നിക്കുന്ന ഈ പദാർഥത്തിനു് ആപേക്ഷികഘനത്വം 5·78 ആണു്. ഉരച്ചാൽ ഈ പദാർഥം സ്ഫോടനത്തോടുകൂടി സാധാരണ ആൻറിമണിയായി പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്നു ചൂടാക്കിയാൽ ഉഗ്രമായ സ്ഫോടനം ഉണ്ടാകും. ഇതു് ജലത്തിനടിയിൽ സൂക്ഷിക്കാം; എന്നാൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ (75°C) ഇതു് സീൽക്കാരത്തോടുകൂടി സാധാരണ ആൻറിമണിയാകുന്നു.

(4) സാധാരണ ആൻറിമണി.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

ഇതു് രാസപ്രവർത്തനശേഷിയുള്ള ഒരു മൂലകമാണു്. സാധാരണ താപനിലയിൽ വായുവുമായി പ്രവർത്തനമില്ലെങ്കിലും ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ഇതു് ജ്വലനത്തോടുകൂടി ഓക്സിജനുമായി സംയോജിക്കുന്നു—പ്രത്യേകിച്ചു് പൂർണിതമാണെങ്കിൽ; ആൻറിമണി ട്രൈഓക്സൈഡും ടെട്രോക്സൈഡും ഉല്പന്നങ്ങളാണു്.

$$4Sb + 3O_2 \longrightarrow 2Sb_2O_3$$
$$2Sb + 2O_2 \longrightarrow Sb_2O_4$$

ജലവുമായി സാധാരണ താപനിലയിൽ പ്രവർത്തനമില്ലെങ്കിലും ചുട്ടുപഴുത്ത ആൻറിമണി നീരാവിയുമായി ഊർജ്ജസ്വലമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു; ഹൈഡ്രജൻ വിസ്ഥാപിതമാകുന്നു.

$$2Sb + 3H_2O \longrightarrow Sb_2O_3 + 3H_2$$

ആൻറിമണിപ്പൊടി ക്ലോറിനിൽ കത്തിപ്പിടിച്ചു് ആൻറിമണി ക്ലോറൈഡുണ്ടാകുന്നു.

$$2Sb + 3Cl_2 \longrightarrow 2SbCl_3$$
$$2Sb + 5Cl_2 \longrightarrow 2SbCl_5$$

സൽഫർ, ആൽക്കലി ലോഹങ്ങൾ എന്നിവയുമായും ഇതു് ഉയർന്ന താപനിലയിൽ സംയോജിക്കുന്നു.

$$2Sb + 3S \longrightarrow Sb_2S_3$$
$$Sb + 3Na \longrightarrow Na_3Sb \text{ (സോഡിയം ആൻറിമണൈഡു്)}$$

ഘനലോഹങ്ങളും ആൻറിമണിയുമായി കൂട്ടുലോഹങ്ങളുണ്ടാകുന്നു.

ഓക്സീകാരകങ്ങളല്ലാത്ത ആസിഡുകളുമായി ആൻറിമണിക്കു് പ്രവർത്തനമില്ല. ചൂടാക്കിയ സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡിൽ ലയിച്ചു് ആൻറിമണി സൽഫേറ്റു് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2Sb + 6H_2SO_4 \longrightarrow Sb_2(SO_4)_3 + 6H_2O + 3SO_2$$

ചൂടുള്ള സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡിൽ ലയിച്ചു് ആൻറിമണിക്കു് ആസിഡു് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$4Sb + 10HNO_3 + H_2O \longrightarrow 4H_3SbO_4 + 5NO_2 + 5NO$$

അക്വാറീജിയയിൽ ലയിച്ചു് ആൻറിമണി പെൻറക്ലോറൈഡുണ്ടാകുന്നതു്.

ആൻറിമണി–കൂട്ടുലോഹങ്ങൾ

ആൻറിമണി ഘനലോഹങ്ങളുമായി ചേർന്നു കിട്ടുന്ന കൂട്ടുലോഹങ്ങൾക്കു് ആൻറിമണിയിൽ നിന്നു് സംജാതമാകുന്ന ചില സവിശേഷ ഗുണധർമങ്ങളും ഉണ്ടു്.

(i) ഖരീഭവിക്കുമ്പോൾ വ്യാപ്തം കൂടുക (ii) കാഠിന്യം (iii) കുറഞ്ഞ ഉരുകൽനില, എന്നീ സവിശേഷതകളാണിവ. പ്രാധാന്യമുള്ള ചില കൂട്ടുലോഹങ്ങളും ചുവടെ ചേർക്കുന്നു.

കൂട്ടുലോഹം	ശതമാന സംഘടനം					
	Sb	Pb	Sn	Cu	Zn	Bi
ടൈപ്പ് മെറ്റൽ (മുദ്രണലോഹം)	30	60	10	—	—	—
ബ്രട്ടാനിയ മെറ്റൽ	10.4	—	85.7	1	2 9	—
പ്യൂട്ടർ (Pewter)	7 1	—	89 3	1.8	—	1.8
ബെയറിംഗ് മെറ്റൽ	8	80	12	—	—	—

ടൈപ്മെറ്റൽ, ഖരീഭവിക്കുമ്പോൾ വ്യാപ്തം കൂടുന്നു. തന്മൂലം ഇതു് അച്ചു് (ടൈപ്) ഉണ്ടാക്കാനുപയോഗിക്കുന്നു. അക്ഷരങ്ങളുടെ വടിവിലുള്ള മുശകളിൽ, ഉരുക്കിയ ടൈപ്മെറ്റൽ ഉറയ്ക്കുമ്പോൾ ചുരുക്കം ചുളിവുമില്ലാത്ത നല്ല വടിവൊത്ത അച്ചുകൾ കിട്ടും. മറ്റുള്ളവയെല്ലാം വളരെ താണ താപനിലയുള്ളവയാണു്.

ആൻറിമണിയുടെ ഉപയോഗം

പ്രധാനമായി കൂട്ടുലോഹങ്ങൾ നിർമിക്കാനാണു് ആൻറിമണി ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. പ്രതിമകളിലും മറ്റും പൂശാനുള്ള വർണക്കൂട്ടിൽ തിളക്കമുണ്ടാക്കാനായി ആൻറിമണി–ചൂർണം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ആൻറിമണി യൗഗികങ്ങൾ നിർമിക്കാനും ലോഹം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഔഷധങ്ങൾ, ചായബന്ധകങ്ങൾ മുതലായവയുടെ നിർമാണത്തിനും ആൻറിമണി യൗഗികങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ആൻറിമണി ഹൈഡ്രൈഡ് (സ്റ്റിബീൻ)-SbH_3.

ആർസീൻ നിർമിക്കുന്നതുപോലെ സ്റ്റിബീൻ നിർമിക്കാം. ലോഹ ആൻറിമണൈഡുകളുടെ ജലാപഘടനം കൊണ്ടും ആൻറിമണിയൗഗികങ്ങളെ നവജാത ഹൈഡ്രജൻ കൊണ്ടു് നിരോക്സീകരിച്ചും സ്റ്റിബീൻ ലഭിക്കുന്നു.

ലാബറട്ടറിനിർമാണം: ആർസീൻ നിർമാണത്തിനുള്ള ഉപകരണത്തിൽ, അതേ രീതിയിൽ സ്റ്റിബീൻ നിർമിക്കുന്നു. ആൻറിമണി ടൈക്ലോറൈഡിൻറെ നിരോക്സീകരണം ആണു് പ്രതിപ്രവർത്തനം ($SbCl_3$ ഖരപദാർഥമാണു്. അതിനാൽ ഇതിൻറെ ലായനിയാണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്).

$$SbCl_3 + 6H \longrightarrow SbH_3 + 3HCl$$

ഗുണധർമങ്ങൾ: രൂക്ഷഗന്ധമുള്ള നിറമില്ലാത്ത വാതകമാണിത്. —17°C ൽ ദ്രവീഭവിക്കുന്നു. ജലത്തിൽ അലേയമായ ഈ പദാർഥം തികച്ചും ഉദാസീനമാണ്. ഇത് ഒരു വിഷപദാർഥമാണ്.

വളരെ അസ്ഥിരമായ യൗഗികമാണ്. സാധാരണ താപനിലയിൽപോലും വിഘടിക്കുന്നു. ഉയർന്ന താപനിലയിൽ വിഘടനം സ്ഫോടനത്തോടുകൂടി നടക്കുന്നു. $2Sb_6H_3 \longrightarrow 3H_2 + 2Sb$

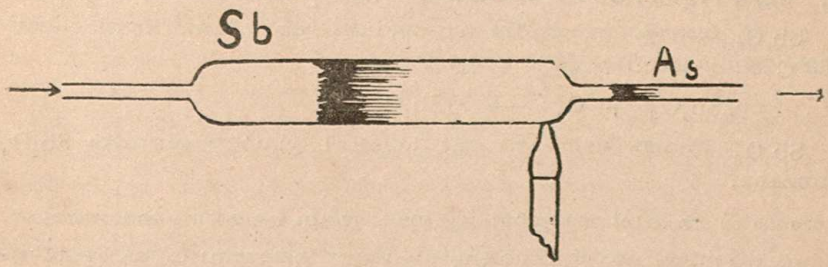
ഇത് വായുവിൽ ജ്വലിച്ച് Sb_2O_3 ഉണ്ടാകും.

$$2SbH_3 + 3O_2 \longrightarrow 3H_2O + Sb_2O_3$$

ആർസീനിനെക്കാൾ ശക്തമായ ഒരു നിരോക്സീകാരകമാണിത്.

ആൻറിമണിയുടെ ടെസ്റ്റ് (മാർഷ് ടെസ്റ്റ്)

ആർസനിക്കിൻറെ സാന്നിധ്യം പരിശോധിക്കാനുള്ള മാർഷ് ടെസ്റ്റ് ആൻറിമണിയുടെ സാന്നിധ്യം അറിയാനും ഉപയോഗിക്കാം. എന്നാൽ സ്റ്റിബീനിൻറെ കൂടിയ അസ്ഥിരത കാരണം വാതകം കഴലിലെ തപ്തഭാഗത്തു എത്തുന്നതിനു മുമ്പുതന്നെ വിഘടിക്കുന്നു. തന്മൂലം ലോഹദർപ്പണം ഉണ്ടാകുന്നതു ചൂടാക്കുന്ന ഭാഗത്തിനു മുമ്പാണ് (ചിത്രം 13_3 നോക്കുക).



ചിത്രം 13_3

ദർപ്പണത്തിൻറെ സ്ഥാനം നോക്കി ആർസനിക്കും ആൻറിമണിയും തിരിച്ചറിയാം. കൂടാതെ താഴെ പറയുന്ന ടെസ്റ്റുകളും ഉപയോഗിക്കാം.

(i) സ്വീച്ചിംഗ് പൗഡർ ലായനിയിൽ As അലിയും, Sb അലിയുന്നില്ല. (സോഡിയം ഹൈപോക്ലോറൈറ്റും ഉപയോഗിക്കാം).

(ii) സാന്ദ്ര ടാർടാറിക് ആസിഡ് ലായനിയിൽ Sb ലയിക്കും, As ലയിക്കുകയില്ല.

ആൻറിമണി ഓക്സൈഡുകൾ

1. ആൻറിമണി ട്രൈഓക്സൈഡ് Sb_2O_3

ആൻറിമണി സൽഫൈഡിൻറെ ഉന്നത താപനിലയിലുള്ള ദഹനം കൊണ്ടാണ് ഇതു നിർമിക്കുന്നത്.

$$2Sb_2S_3 + 9O_2 \longrightarrow 2Sb_2O_3 + 6SO_2$$

ആൻറിമണി വായുവിൽ ചൂടാക്കുമ്പോഴും ഈ പദാർഥം കിട്ടുന്നു.

$$4Sb + 3O_2 \longrightarrow 2Sb_2O_3$$

ജലത്തിൽ വളരെ കുറച്ചുമാത്രം ലയിക്കുന്ന വെളുത്ത പദാർഥമാണിത്. ഇത് ഉഭയധർമിയായ ഓക്സൈഡാണ്—അതായത് ആസിഡുകളെയും ബേസുകളെയും ഉദാസീനീകരിക്കാൻ ഇതിനു കഴിയും.

$$Sb_2O_3 + 2NaOH \longrightarrow 2NaSbO_2 + H_2O$$

(സോഡിയം മെറ്റാ ആൻറിമണൈറ്റ്)

$$Sb_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2SbCl_3 + 3H_2O$$

ആൻറിമണി ടൈഓക്സൈഡ് ആസിഡ് – പൊട്ടാസിയം ടാർട്രേറിൽ(പൊട്ടാസിയം ബൈടാർട്രേറിൽ) അനായാസമായി ലയിക്കുന്നു. ഉല്പന്നം പൊട്ടാസിയം ആൻറിമണൈൽ ടാർട്രേറാണ്.

$$2KHC_4H_4O_6 + Sb_2O_3 \longrightarrow 2K(SbO)C_4H_4O_6 + H_2O$$

ഈ പദാർഥമാണ് ടാർടാർ എമറാറിക്. ഇത് ഔഷധങ്ങളിലും ചായബന്ധകമായും ധാരാളം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

പെയിൻറുകളും ആൻറിമണി യൗഗികങ്ങളും നിർമിക്കാനാണ് ആൻറിമണി ടൈഓക്സൈഡ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

2. ആൻറിമണി ടെട്രോക്സൈഡ് Sb_2O_4

Sb_2O_3 ധാരാളം വായുവിൽ വറുക്കുമ്പോഴും ആൻറിമണി സൽഫൈഡ് 350°C-ൽ വറുക്കുമ്പോഴും ഈ ഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2Sb_2O_3 + O_2 \longrightarrow 2Sb_2O_4$$

Sb_2O_3 നേർത്ത നൈട്രിക് ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും Sb_2O_4 ഉണ്ടാകുന്നു.

നേരിയ തോതിൽ അമ്ലഗ്രഹണമുള്ള ഈ പദാർഥം ജലത്തിൽ അലേയമാണ്.

പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ചേർത്തു ഉരുക്കുമ്പോൾ പൊട്ടാസിയം ഹൈപോ ആൻറിമണേറ്റ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2KOH + Sb_2O_4 \longrightarrow K_2Sb_2O_5 + H_2O$$

ഈ ലവണത്തിനു നിദാനമായ ആസിഡ് അറിയപ്പെട്ടിട്ടില്ല.

ഗ്ലാസ്, പോഴ്സലേൻ എന്നിവയ്ക്ക് മഞ്ഞനിറം ഉണ്ടാക്കാൻ Sb_2O_4 ഉപയോഗിക്കുന്നു.

3. ആൻറിമണി പെൻറോക്സൈഡ്-Sb_2O_5

ആൻറിമണിടൈഓക്സൈഡിനെ സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡിൽ ലയിപ്പിച്ച് ആൻറിമണിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഈ മിശ്രിതം ശ്രദ്ധിച്ച് 400°C-ൽ താഴെ ചൂടാക്കിയാൽ ജലാംശം നഷ്ടപ്പെട്ട് Sb_2O_5 ലഭിക്കുന്നു.

$$Sb_2O_3 + 2HNO_3 + H_2O \longrightarrow H_4Sb_2O_7 + NO_2 + NO$$

$$H_4Sb_2O_7 \longrightarrow Sb_2O_5 + 2H_2O$$

ആൻറിമണി പെൻറോക്സൈഡ് മഞ്ഞനിറമുള്ള ഖരപദാർഥമാണ്. ചൂടാക്കു

സ്പോയം ക്രമേണ ഓക്സിജൻ നഷ്ടപ്പെട്ട് ആൻറിമണി ടെട്രാക്സൈഡും പിന്നീട് ആൻറിമണി ട്രൈഓക്സൈഡും ആയി മാറുന്നു.

$$2Sb_2O_5 \longrightarrow 2Sb_2O_4 + O_2$$
$$\overset{830°C}{2Sb_2O_4 \longrightarrow 2Sb_2O_3 + O_2}$$

Sb_2O_5 ജലവുമായി പല അനുപാതത്തിലും സംയോജിച്ച് പല ആൻറിമണിക് ആസിഡുകളും ഉണ്ടാകുന്നു. ഇവയിൽ പൈറോആൻറിമണിക് ആസിഡ് ($H_4Sb_2O_7$) ആണ് പ്രധാനപ്പെട്ടത്. ഇതിൻറെ ലവണമായ പൊട്ടാസിയം പൈറോ ആൻറിമണേറ്റ് സോഡിയം അയോണിനുള്ള പരീക്ഷകമാണ്.

ആൻറിമണി ക്ലോറൈഡുകൾ

1. ആൻറിമണി ട്രൈക്ലോറൈഡ്-$SbCl_3$

ആൻറിമണിയും ക്ലോറിനും തമ്മിൽ നേരിട്ട് സംയോജിപ്പിച്ച് ഇതുണ്ടാക്കാം. ആൻറിമണി ട്രൈഓക്സൈഡോ ആൻറിമണി ട്രൈസൽഫൈഡോ സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിൽ ലയിപ്പിച്ചാണ് സാധാരണമായി ഇത് നിർമിക്കുന്നത്.

$$Sb_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 3H_2O + 2SbCl_3$$
$$Sb_2S_3 + 6HCl \longrightarrow 3H_2S + 2SbCl_3$$

മിശ്രിതം സേദനം ചെയ്യുമ്പോൾ ആദ്യം ജലവും പിന്നീട് ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡും ഉന്നത താപനിലയിൽ ആൻറിമണി ട്രൈക്ലോറൈഡും ബാഷ്പമായി വരുന്നു. ബാഷ്പം ഘനീഭവിച്ച് പ്രസേദ്യമായ ഖരരൂപത്തിലുള്ള $SbCl_3$ ലഭിക്കുന്നു [ഇതിനു 'ആൻറിമണി വെണ്ണ' (butter of antimony) എന്നു പറയുന്നു]. ഇത് ജലത്തിൽ ചേർക്കുമ്പോൾ ജലാപഘടനം നടക്കുന്നു. ജലത്തിൻറെ പരിമാണമനുസരിച്ച് പ്രതിപ്രവർത്തനം വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. ആൻറിമണി ട്രൈക്ലോറൈഡ് ലായനി (HCl ൽ) ജലത്തിൽ ചേർക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന വെളുത്ത അവക്ഷേപം ആൻറിമണി ഓക്സിക്ലോറൈഡ് ആണ്.

$$SbCl_3 + H_2O \longrightarrow SbOCl + 2HCl$$
$$4SbCl_3 + 5H_2O \longrightarrow Sb_4O_5Cl_2\downarrow + 10HCl.$$

(വളരെയധികം ജലം ഉണ്ടെങ്കിൽ)

ഉന്നത താപനിലയിൽ പൂർണമായി ജലാപഘടനം നടന്ന് Sb_2O_3 ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2SbCl_3 + 3H_2O \longrightarrow Sb_2O_3 + 6HCl$$

2. ആൻറിമണി പെൻറാക്ലോറൈഡ് $SbCl_5$

ആൻറിമണി വളരെയധികം ക്ലോറിനിൽ ജ്വലിക്കുമ്പോൾ $SbCl_5$ ഉണ്ടാകും ($SbCl_3$ ഉം ഉണ്ടാകുന്നു).

ചൂടാക്കിയ ആൻറിമണി ട്രൈക്ലോറൈഡിൽ കൂടി ക്ലോറിൻ കടത്തിവിട്ടാണ് സാധാരണമായി ഇത് നിർമിക്കുന്നത്.

$$SbCl_3 + Cl_2 \longrightarrow SbCl_5$$

മഞ്ഞനിറവും ദുർഗന്ധവും ഉള്ള ഒരു ദ്രവമാണിത്. വായുവിൽ പുകയുന്നു. ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഭാഗികമായി വിയോജിച്ച് ആൻറിമണി ട്രൈക്ലോറൈഡും ക്ലോറിനും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$SbCl_5 \rightleftarrows SbCl_3 + Cl_2$$

ചൂടുവെള്ളത്തിൽ ജലവിശ്ലേഷണം ചെയ്യപ്പെട്ട് ജലയോജിത ആൻറിമണി പെൻറോക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2SbCl_5 + 5H_2O \longrightarrow Sb_2O_5 + 10HCl$$

ആൻറിമണി സൽഫൈഡുകൾ

1. ആൻറിമണി ട്രൈസൽഫൈഡ് Sb_2S_3

ഈ പദാർഥം പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്നു (സ്റ്റിബ്നൈറ്റ്). രണ്ടു നിറങ്ങളിൽ ഇതു് കാണപ്പെടുന്നുണ്ടു്. കറുത്തതും ചുവന്നതും ആൻറിമണിപ്പൊടിയും സൽഫറും ചേർത്തു് ചൂടാക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്നതു് കറുത്ത ആൻറിമണി സൽഫൈഡാണു്.

$$2Sb + 3S \longrightarrow Sb_2S_3 \text{ (കറുത്ത പദാർഥം)}$$

ആൻറിമണി ലവണങ്ങളുടെ നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിലുള്ള ലായനിയിൽ കൂടി H_2S കടത്തിവിടുമ്പോൾ ഓറഞ്ചുനിറത്തിലുള്ള Sb_2S_3 അവക്ഷേപമായി ലഭിക്കും.

$$2SbCl_3 + 3H_2S \longrightarrow Sb_2S_3 + 6HCl$$

ഓറഞ്ചുനിറമുള്ള Sb_2S_3 200°C നു മുകളിൽ ചൂടാക്കിയാൽ കറുത്ത നിറമുള്ള രൂപം ഉണ്ടാകുന്നു.

പല കരിമരുന്നു കൂട്ടുകളിലും ആൻറിമണി സൽഫൈഡ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. തീപ്പെട്ടക്കൊള്ളികളിൽ ആൻറിമണി സൽഫൈഡും പൊട്ടാസിയം ക്ലോറേറ്റും അലുമിനിയം പൊടിയും ഒന്നു രണ്ടു പാറക്കല്ലുകളും കടലാസിൽ പൊതിഞ്ഞു് വരിഞ്ഞു് കെട്ടിയിരിക്കും. ഏറിയുമ്പോൾ കല്ലുകൾ തമ്മിൽ ഉരസി ചൂടുണ്ടാകുകയും മിശ്രിതം സ്ഫോടനത്തോടുകൂടി ജ്വലിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. തീപ്പെട്ടി നിർമാണത്തിൽ ആൻറിമണി സൽഫൈഡ് ധാരാളം ഉപയോഗിക്കുന്നു. വർണകമായും റംബ്ബർവൾക്കനീകരണത്തിലും ചുവന്ന ആൻറിമണി സൽഫൈഡ് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

2. ആൻറിമണി പെൻറാസൽഫൈഡ്-Sb_2S_5

ആൻറിമണി പെൻറോക്സൈഡ് ലായനിയിൽ സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് ചേർത്ത മിശ്രിതത്തിൽ ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡിൻറെ പൂരിതലായനി ചേർക്കുമ്പോൾ കാവി നിറമുള്ള Sb_2S_5 അവക്ഷേപമായി കിട്ടുന്നു.

$$Sb_2O_5 + 5H_2S \longrightarrow 5H_2O + Sb_2S_5$$

ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിയോജിച്ച് ആൻറിമണി ട്രൈസൽഫൈഡും സൽഫറും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Sb_2S_5 \longrightarrow Sb_2S_3 + 2S$$

തീപ്പെട്ടി നിർമാണത്തിലും റബ്ബർ വൽക്കനീകരണത്തിലും ഈ പദാർഥം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ബിസ്മത്ത്

പ്രതീകം: Bi അണുഭാരം: 209.00

ചരിത്രം

കുറഞ്ഞ താപനിലയിൽ ഉരുകുന്ന ഈ ലോഹം ടിൻ, ലെഡ് എന്നിവയിൽ നിന്നും വേർതിരിച്ചു് അറിയപ്പെട്ടിരുന്നില്ല. എങ്കിലും ഇതിൻെറ യൗഗികങ്ങളം ഉപയോഗിച്ചിരിക്കാനിടയുണ്ടു്. പതിനാറാം നൂറ്റാണ്ടു മുതൽ പരിചിതമായിരുന്ന മൂലകമാണിതു്. ഇതിൻെറ യൗഗികമായ ബിസ്മത്ത് സബ്നൈട്രേറ്റു് ഉദരരോഗങ്ങൾക്കു് കൈക്കൊണ്ട ഔഷധമാണെന്നും പൗരാണികർക്കു് അറിയാമായിരുന്നു. ആധുനിക കാലത്തും ഈ യൗഗികം ഔഷധത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ടു്.

ഉപസ്ഥിതി

ലെഡ്, സിൽവർ, കോബാൾട്ട് അയിരുകളിൽ മൂലകരൂപത്തിൽ ഈ ലോഹം കാണുന്നുണ്ടു്. പ്രധാന ബിസ്മത്ത് അയിരുകളം, ബിസ്മത്ത് കാവി (Bismuth Ochre, Bi_2O_3), ബിസ്മത്ത് ഗ്ലാൻസ് (Bi_2S_3), ബിസ്മത്ത് സ്പാർ (ബിസ്മതൈറൈറ്റ്, $Bi_2O_2CO_3$) എന്നിവയാണു്.

നിഷ്കർഷണം

മൂലകരൂപത്തിൽ ബിസ്മത്ത് അടങ്ങിയ അയിരുകളിൽ നിന്നും ദ്രവണം (ലികേഷൻ) കൊണ്ടു് ലോഹം വേർതിരിക്കാം. ചരിച്ചുവെച്ചിരിക്കുന്ന ഇരുമ്പു കുഴലുകളിൽ അയിർ ചൂടാക്കുമ്പോൾ ബിസ്മത്ത് മാത്രം ഉരുകി കീഴോട്ടു് ഒഴുകുന്നു.

ധാരാളമായി കാണപ്പെടുന്ന ബിസ്മത്ത് ഗ്ലാൻസിൽനിന്നാണു് ലോഹം ഏറ്റവും അധികം നിർമിക്കപ്പെടുന്നതു്. സൽഫൈഡ് അയിർ ധാരാളം വായുവിൽ വറുത്തു് അതിനെ ഓക്സൈഡാക്കിയ ശേഷം മരക്കരി ചേർത്തു് ചൂടാക്കിയാണു് ബിസ്മത്ത് വേർതിരിക്കുന്നതു്.

$$2Bi_2S_3 + 9O_2 \longrightarrow 2Bi_2O_3 + 6SO_2$$
$$Bi_2O_3 + 3C \longrightarrow 2Bi + 3CO$$

ഇപ്രകാരം കിട്ടുന്ന അശുദ്ധ ലോഹം വിദ്യുദപഘടന രീതിയിൽ സംസ്കരിക്കപ്പെടുന്നു.

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

അല്പം റോസ് നിറം കലർന്ന ലോഹത്തിളക്കമുള്ള ഒരു മൂലകമാണിതു്. ക്രിസ്റ്റലനമായ ഈ ലോഹം കാഠിന്യമുള്ളതാണെങ്കിലും ഭംഗുരമാണു് ആപേക്ഷിക ഘനത്വം 9.8. ഉരുകൽനില 271°C. ആൻറിമണിപോലെ ഉരുകിയ ബിസ്മത്ത്

ഉരുള്ളുമ്പോൾ വ്യാപ്തം വർധിക്കുന്നു. ശക്തമായ ഒരു പ്രതികാന്തിക പദാർഥമാണിത്. താപ-വിദ്യുച്ചാലകതയുണ്ട്.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

രാസഗുണധർമങ്ങളിൽ ബിസ്മഥിനു് ആൻറിമണിയോടു് വളരെ സാദൃശ്യമുണ്ടു്.

ഈർപ്പമില്ലാത്ത വായുവിൽ ഇതിനു് പ്രവർത്തനമൊന്നുമില്ലെങ്കിലും ഈർപ്പമുള്ള വായുവിൽ ഇതിൻെറ ഉപരിതലം ലോലമായ ഓക്സൈഡു് പടലത്താൽ ആവൃതമാകുന്നു. തന്മൂലം ഇതിൻെറ തിളക്കം ഇല്ലാതാകും. ഉയർന്ന താപനിലയിൽ വായുവിൽ ജ്വലിച്ചു് ബിസ്മഥ് ഓക്സൈഡു് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$4Bi + 3O2 \longrightarrow 2Bi_2O_3$$

ജലവുമായി പ്രവർത്തനമില്ല. എന്നാൽ ശോണോജ്വലാവസ്ഥയിൽ നീരാവിയുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ വിസ്ഥാപനം ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2Bi + 3H_2O \longrightarrow Bi_2O_3 + 3H_2$$

ഓക്സീകാരകമല്ലാത്ത ആസിഡുകളുമായി പ്രവർത്തനമില്ല. സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡുമായി ചൂടാക്കുമ്പോൾ ക്രമേണ ലയിച്ചു് ബിസ്മഥ് സൽഫേറ്റ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2Bi + 6H_2SO_4 \longrightarrow Bi_2(SO_4)_3 + 6H_2O + 3SO_2$$

നൈട്രിക് ആസിഡിൽ (സാന്ദ്രത ഏതായാലും) അനായാസമായി ലയിച്ചു് ബിസ്മഥ് നൈട്രേറ്റു് ഉണ്ടാകുന്നു.

അക്വാറീജിയയിൽ ലയിച്ചു് $BiCl_3$ ഉണ്ടാകുന്നു. മറ്റു ലോഹങ്ങളുമായി രാസസംയോജനം ഇല്ല; കൂട്ടുലോഹങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

ബിസ്മഥ് കൂട്ടുലോഹങ്ങൾ

ആൻറിമണി-കൂട്ടുലോഹങ്ങളുടെ സവിശേഷതകളെല്ലാം ബിസ്മഥ്-കൂട്ടുലോഹങ്ങൾക്കും ഉണ്ടു് ഇവയുടെയും ഉരുകൽ നില കുറഞ്ഞിരിക്കും. പ്രധാനപ്പെട്ട ചിലതു് ചുവടെ ചേർക്കുന്നു.

കൂട്ടുലോഹം	ഉരുകൽ നില	ശതമാന സംഘടനം			
		Bi	Pb	Sn	Cd
വുഡ്സ് മെറൽ	71°C	50	25	12.5	12.5
റോസ് മെറൽ	93.75°C	50	25	25	—
ലിപോവിറ്റ്സ് മെറൽ	65°C	50	75	13	10

ഇവ കൂടാതെ വിവിധ ടൈപ്പ് മെറ്റലുകളിൽ ബിസ്മത്ത് ഉണ്ട്.

ഉപയോഗങ്ങൾ

ഉരുകൽ നില വളരെ കുറഞ്ഞ കുട്ടലോഹങ്ങൾ നിർമിക്കാനാണ് ബിസ്മത്ത് ധാരാളമായി ഉപയോഗിക്കുന്നത് (അഗ്നിബാധയെപ്പറ്റി മുന്നറിയിപ്പു കൊടുക്കുക, ബോയിലറുകൾക്കുള്ള രക്ഷാപ്ലഗുകൾ ഉണ്ടാക്കുക ഇങ്ങനെയുള്ള പലതിനും ഇത്തരം കുട്ടലോഹങ്ങൾ ആവശ്യമാണ്). ബിസ്മത്ത്–കുട്ടലോഹത്താൽ നിർമിച്ച സ്പൂൺ തിളയ്ക്കുന്ന ജലത്തിൽ ഉരുകും. ബിസ്മത്ത് നൈട്രേറ്റ് മുതലായ ചില യൗഗികങ്ങൾ നിർമിക്കാനും ഈ ലോഹം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ബിസ്മത്ത് ഹൈഡ്രൈഡ് (ബിസ്മതിൻ), BiH_3

അത്യധികം അസ്ഥിരമായ ഈ യൗഗികത്തിന്റെ അസ്തിത്വം സംശയാതീതമല്ല. ഇതിന് ശ്രോഡ്രൂപത്തിൽ ശേഖരിക്കാനും ഗുണധർമങ്ങൾ സസൂക്ഷ്മം പഠിക്കാനും സാധിച്ചിട്ടില്ല.

ബിസ്മത്തും മഗ്നീഷ്യവും സമഭാരം വീതം ചേർത്തുണ്ടാക്കുന്ന കുട്ടലോഹം 4N സൽഫൂരിക് ആസിഡിൽ ഇട്ടുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന ഹൈഡ്രജൻ വാതകം ഒരു കഴലിൽ കൂടി കടത്തിവിട്ട് കഴൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ, തപ്തഭാഗത്തിനിപ്പുറം തന്നെ തവിട്ടുനിറത്തിൽ ബിസ്മത്ത് നിക്ഷിപ്തമാകുന്നു. ഇത് BiH_3 ഉണ്ടാകുന്നതിനാലാണെന്ന് അനുമാനിക്കപ്പെടുന്നു. ബിസ്മത്ത് ദർപ്പണം ഏതെങ്കിലും ഒരു ബിസ്മത്ത് യൗഗിക ബാഷ്പം ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നതായിരിക്കണമല്ലോ. മഗ്നീഷ്യവും ആസിഡും ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന നവജാത ഹൈഡ്രജനാണ് നിരോക്സീകാരകം. ആർസനിക്, ആൻറിമണി എന്നിവയോടുള്ള സാദൃശ്യം കൂടി കണക്കിലെടുക്കുമ്പോൾ ബിസ്മതിൻ ഉണ്ടാകുന്നതായി ന്യായമായും അനുമാനിക്കാം. റേഡിയോആക്റ്റിവതയുള്ള ബിസ്മത്ത് ഉപയോഗിച്ച് പരീക്ഷണം നടത്തി (അടുത്ത കാലത്തു്) മേൽക്കണ്ട പരിതസ്ഥിതിയിൽ BiH_3 ഉണ്ടാകുന്നു എന്നു് തെളിയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ചെറിയ തോതിൽ ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്ന ഈ യൗഗികം ആൽക്കലിയിൽ കൂടുതലായി ലയിക്കുന്നതിനാൽ ഇതിനു് ആസിഡ് സ്വഭാവമുള്ളതായി കരുതുന്നു.

ബിസ്മത്ത് ഓക്സൈഡുകൾ

ബിസ്മതിനു് പല ഓക്സൈഡുകളും ഉണ്ട്. ഇവയിൽ ഓക്സിജൻ കുറഞ്ഞവ സാധാരണ ലോഹ ഓക്സൈഡുകളെപ്പോലെ ക്ഷാരഗുണധർമമുള്ളവയാണ്. എന്നാൽ ഓക്സിജൻ കൂടുതലുള്ളവയ്ക്ക് ഇതിനു പുറമേ അമ്ലഗുണധർമവുമുണ്ട്. ഇവ പ്രായേണ അസ്ഥിരങ്ങളാണ്.

പല ബിസ്മത്ത് യൗഗികങ്ങളിലും ഏക സംയോജക ബിസ്മതൈൽ റാഡിക്കൽ [— (BiO)] കാണുക സാധാരണമാണ് (SbO—റാഡിക്കലുള്ള ആൻറിമണിൽ യൗഗികങ്ങൾ പോലെ). ഈ റാഡിക്കലും മറ്റു് ആസിഡ് ആനയോണുകളുമായുള്ള പല ലവണങ്ങളും ഉണ്ട്. ബിസ്മത്ത് ഓക്സി ക്ലോറൈഡ് (BiOCl),

ബിസ്മത്തൈൽ നൈട്രേറ്റ് $[(BiO)NO_3]$ മുതലായവ ഉദാഹരണങ്ങളാണ്.

ബിസ്മത്ത് ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് — $Bi(OH)_3$ — ഒരു ബേസ് ആണ്.

1. ബിസ്മത്ത് മോണോക്സൈഡ്, BiO

ബിസ്മത്തൈൽ ഓക്സൈഡ് ചൂടാക്കുമ്പോഴും അവശേഷിക്കുന്ന കറുത്ത ധൂളിയാണ് ബിസ്മത്ത് മോണോക്സൈഡ്.

$$(BiO)_2C_2O_4 \longrightarrow 2BiO + 2CO_2$$

ക്ഷാരഗ്രാഹണമുള്ള ഈ പദാർഥം വായുവിൽ ചൂടാക്കുമ്പോഴും ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് ബിസ്മത്ത് ട്രൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$4BiO + O_2 \longrightarrow 2Bi_2O_3$$

2. ബിസ്മത്ത് ട്രൈഓക്സൈഡ് $2Bi_2O_3$

ബിസ്മത്ത് വായുവിൽ ജ്വലിക്കുമ്പോഴും ബിസ്മത്തിന്റെ ഓക്സിലവണങ്ങളും ശക്തിയായി ചൂടാക്കുമ്പോഴും ബിസ്മത്ത് സൽഫൈഡ് വായുവിൽ വറുക്കുമ്പോഴും ഈ യൗഗികം ഉണ്ടാകുന്നു.

$$4Bi + 3O_2 \longrightarrow 2Bi_2O_3$$
$$4Bi(NO_3)_3 \longrightarrow 2Bi_2O_3 + 12NO_2 + 3O_2$$
$$2Bi_2S_3 + 9O_2 \longrightarrow 2Bi_2O_3 + 6SO_2$$

ഇതു് മഞ്ഞനിറമുള്ള, ജലത്തിൽ ലയിക്കാത്ത ഖരപദാർഥമാണ്. ബേസികു് ഓക്സൈഡാണിതു്.

$$Bi_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2BiCl_3 + 3H_2O$$
$$Bi_2O_3 + 3H_2SO_4 \longrightarrow Bi_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

3. ബിസ്മത്ത് പെൻറോക്സൈഡ് Bi_2O_5

പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനിയിൽ ബിസ്മത്ത് ട്രൈഓക്സൈഡ് നിലംബനം ചെയ്തു് അതിൽ കൂടി ക്ലോറിൻ കടത്തിവിടുമ്പോഴും ഓക്സീകരണം നടന്നു് പൊട്ടാസിയം മെറ്റാബിസ്മത്തേറ്റ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ അവക്ഷേപം അരിച്ചെടുത്തു് നേർത്ത നൈട്രിക് ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിപ്പിക്കുമ്പോഴും മെറ്റാബിസ്മത്തിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതു് അരിച്ചെടുത്തു് ചൂടാക്കുമ്പോഴും ബിസ്മത്ത് പെൻറോക്സൈഡ് ഉണ്ടാകും.

$$2Cl_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HCl + 2(O)$$
$$2KOH + Bi_2O_3 + 2(O) \longrightarrow 2KBiO_3 + H_2O$$
$$4KOH + 4HCl \longrightarrow 4KCl + 4H_2O$$
$$2KBiO_3 + 2HNO_3 \longrightarrow 2KNO_3 + 2HBiO_3$$
$$2HBiO_3 \longrightarrow Bi_2O_5 + H_2O$$

ഈ പദാർഥത്തിൽ അല്പം ബിസ്മത്ത് ടെട്രോക്സൈഡും (Bi_2O_4) കൂടി ഉണ്ടാകാറുണ്ട്.

തവിട്ടു നിറമുള്ള ഒരു അസ്ഥിരയൗഗികമാണ് ബിസ്മത്ത് പെൻറോക്സൈഡ്.

ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ബിസ്മത്ത് ടെട്രാക്സൈഡും ഓക്സിജനുമായി വിഘടിക്കുന്നു.

$$Bi_2O_5 \longrightarrow Bi_2O_3 + O_2$$

സൾഫൂരിക് ആസിഡ്, നൈട്രിക് ആസിഡ് എന്നിവയുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ബിസ്മത്ത് ലവണവും ഓക്സിജനും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Bi_2O_5 + 3H_2SO_4 \longrightarrow Bi_2(SO_4)_3 + 3H_2O + O_2$$

ഇതൊരു ഓക്സീകാരകമാണ്; ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിനെ ഓക്സീകരിച്ച് ക്ലോറിൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Bi_2O_5 + 10HCl \longrightarrow 2BiCl_3 + 5H_2O + 2Cl_2$$

ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നില്ലെങ്കിലും ഇതൊരു അസിഡിയ ഓക്സൈഡാണ്. മെറ്റാബിസ്മത്തിക് ആസിഡ് ഇതുമായി ബന്ധപ്പെട്ടതാണ് ($Bi_2O_5H_2O$). ഈ ആസിഡും ($HBiO_3$) ഇതിൻെറ ലവണങ്ങളും—പ്രധാനമായും സോഡിയം, പൊട്ടാസിയം ലവണങ്ങൾ—ശക്തമായ ഓക്സീകാരകങ്ങളാണ്. ഇവ മാൻഗനീസ് ലവണങ്ങളെ സാധാരണ താപനിലയിൽതന്നെ പെർമാൻഗനേറ്റ് ആയി ഓക്സീകരിക്കുന്നു. ഇതു ബിസ്മത്തേറ്റുകളുടെ പ്രത്യേകതയാണ്.

4. മറ്റ് ഓക്സൈഡുകൾ

Bi_2O_4 (ബിസ്മത്ത് ടെട്രോക്സൈഡ്), Bi_2O_5 (ബിസ്മത്ത് ഹെക്സോക്സൈഡ്) എന്നീ അപ്രധാന ഓക്സൈഡുകളും നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

ബിസ്മത്ത് ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് $Bi(OH)_3$

ബിസ്മത്ത് ലവണലായനികളിൽ സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനി ചേർക്കുമ്പോൾ രാസവിഘടനം നടന്ന് ബിസ്മത്ത് ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് അവക്ഷേപമായി ഉണ്ടാകുന്നു.

$$BiCl_3 + 3NaOH \longrightarrow Bi(OH)_3 \downarrow + 3NaCl$$

ജലത്തിൽ അലിയാത്ത വെളുത്ത ഈ പദാർഥം ബേസിക് ഗുണങ്ങൾ മാത്രമുള്ള ഒന്നാണ്.

ആസിഡുകളിൽ ലയിച്ച് ബിസ്മത്ത് ലവണങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Bi(OH)_3 + 3HNO_3 \longrightarrow Bi(NO_3)_3 + 3H_2O$$

100°C-ൽ ബിസ്മത്ത് ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് മാഗിക വിഘടന വിധേയമായി ബിസ്മത്തൈൽ ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Bi(OH)_3 \longrightarrow (BiO)OH + H_2O$$

ബിസ്മഥൈൽ ലവണങ്ങൾക്ക് അടിസ്ഥാനമായ ബേസ് ഇതാണ്.

$$(BiO)OH + HCl \longrightarrow BiOCl + H_2O$$

ശക്തിയായി ചൂടാക്കുമ്പോൾ ബിസ്മഥ് ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ജലം പൂർണമായി നഷ്ടപ്പെട്ട് Bi_2O_3 ആകുന്നു.

$$2Bi(OH)_3 \longrightarrow Bi_2O_3 + 3H_2O$$

ബിസ്മഥ് ട്രൈക്ലോറൈഡ് $BiCl_3$

ബിസ്മഥ് ക്ലോറിനിൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഇതുണ്ടാകുന്നു.

$$2Bi + 3Cl_2 \longrightarrow 2BiCl_3$$

ബിസ്മഥ് ഓക്സൈഡ്, ഹൈഡ്രോക്സൈഡ്, കാർബണേറ്റ് എന്നിവ ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിൽ ലയിപ്പിച്ചും ഇതുണ്ടാക്കാം.

$$Bi_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2BiCl_3 + 3H_2O$$

നിറമില്ലാത്തതും പ്രസാദ്യവുമായ ഒരു ക്രിസ്റ്റലന പദാർഥമാണ് ബിസ്മഥ് ട്രൈക്ലോറൈഡ്. ജലത്തിൽ ലയിക്കും; എങ്കിലും ഉഭയദിശീയമായി ജലാപഘടിതമാകുന്നതിനാൽ വെളുത്ത ബിസ്മഥ് ഓക്സിക്ലോറൈഡ് അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.

$$BiCl_3 + H_2O \rightleftarrows BiOCl + 2HCl$$

ഇതു് ബിസ്ഥ്യൗഗികങ്ങളുടെ ഒരു ടെസ്റ്റാണ്. ബിസ്മഥ് ലവണം ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിൽ ലയിപ്പിച്ചുകിട്ടുന്ന ലായനിയുടെ രണ്ടുമൂന്നു തുള്ളികളും ഒരു ബീക്കർജലത്തിൽ ഒഴിക്കുമ്പോൾ വെളുത്ത അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.

ബിസ്മഥ് നൈട്രേറ്റ്-$Bi(NO_3)_3\ 5H_2O$

ഈ ലവണം ബിസ്മഥ്, അഥിനെറ കാർബണേറ്റ്, ഓക്സൈഡ്, ഹൈഡ്രോക്സൈഡ്, സൽഫൈഡ് മുതലായവ നൈട്രിക് ആസിഡിൽ ലയിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Bi_2O_3 + 6HNO_3 \longrightarrow 2Bi(NO_3)_3 + 3H_2O$$

നൈട്രിക് ആസിഡ് കൂടുതലില്ലെങ്കിൽ ജലാപഘടനം സംഭവിച്ച് വെളുത്ത അവക്ഷേപം-ബിസ്മഥൈൽ നൈട്രേറ്റ്-ഉണ്ടാകും.

$$Bi(NO_3)_3 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + BiONO_3$$

ബിസ്മഥ് നൈട്രേറ്റ് നിറമില്ലാത്ത ക്രിസ്റ്റലന പദാർഥമാണ്. ബിസ്മഥൈൽ നൈട്രേറ്റ് $Bi(OH)_2NO_3$ ആണെന്നും കരുതുന്നതാണ് കൂടുതൽ ശരി. ഈ പദാർഥം വയറുകടി, വയറിളക്കം മുതലായ ഉദരരോഗങ്ങൾക്കുള്ള ഔഷധങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു. കൂടാതെ ചർമത്തിനു് മാർദവം ഉണ്ടാക്കാനിതിനു കഴിവുള്ളതിനാൽ ചില സുഗന്ധലേപങ്ങളിലും മറ്റും ഇതുപയോഗിക്കാറുണ്ട്.

ബിസ്മഥ് ബേസിക് കാർബണേറ്റ് (ബിസ്മഥൈൽ കാർബണേറ്റ്) $(BiO)_2CO_3$

ബിസ്മത്തിനു നോർമൽ കാർബണേറ്റ് $Bi_2(CO_3)_3$ ഇല്ല. ബേസിക് കാർബണേറ്റ് ആണ് ബിസ്മത്തു കാർബണേറ്റ് എന്ന പേരിൽ അറിയപ്പെടുന്നതു്. ബിസ്മത്ത് ലവണലായനിയിൽ അമോണിയം കാർബണേറ്റു ചേർക്കുമ്പോഴും കിട്ടുന്ന അവക്ഷേപം ഈ പദാർഥമാണു്.

$$2BiCl_3 + 3(NH_4)_2CO_3 \longrightarrow (BiO)_2CO_3 + 6NH_4Cl + 2CO_2$$

ഇതിന്റെ ജലയോജിത രൂപമാണു് സാധാരണ ഉപയോഗിക്കുന്നതു് $2(BiO)_2CO_3 \cdot HO_2$.

ഉദരരോഗങ്ങൾക്കും ഈ പദാർഥം ഉപയോഗിക്കുന്നു. കൂടാതെ ഇതിൽകൂടി X-കിരണം കടന്നുപോകുന്നില്ല; അതിനാൽ ഉഹനേന്ദ്രിയങ്ങളുടെ X-കിരണ ഫോട്ടോ എടുക്കേണ്ടപ്പോഴും ഈ പദാർഥം കലക്കി ഉള്ളിലേക്കു കൊടുക്കുന്നു. ഇതിനു ബിസ്മത്ത്മീൽ എന്നു പറയുന്നു.

ബിസ്മത്ത് യൗഗികങ്ങൾക്കുള്ള ടെസ്റ്റുകൾ:

(1) ബിസ്മത്ത് ലവണലായനിയിൽ കൂടി ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡ് കടത്തിവിടുമ്പോഴും ഇരുണ്ട തവിട്ടുനിറമുള്ള സൽഫൈഡ് അവക്ഷേപം കിട്ടുന്നു. (Bi_2S_3).

(2) ബിസ്മത്ത് ലവണലായനി ധാരാളം ജലത്തിൽ ഒഴിച്ചാൽ വെളുത്ത അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.

(3) ബിസ്മത്ത് ലവണലായനിയിൽ അധികം അമോണിയം ഹൈഡ്രോക്ലൈഡ് ചേർക്കുമ്പോഴും വെളുത്ത അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ അവക്ഷേപം അരിച്ചെടുത്തു അല്പം ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിൽ ലയിപ്പിച്ചു കിട്ടുന്ന ലായനിയുടെ ഒന്നരണ്ടു തുള്ളി, ഒരു ബീക്കറിലെ ജലത്തിൽ ഒഴിക്കുമ്പോഴും വെളുത്ത അവക്ഷേപം കിട്ടുന്നു.

അനുബന്ധം-1.

$NH_3, PH_3, AsH_3, SbH_3, BiH_3$ എന്നിവ തമ്മിൽ താരതമ്യപഠനം

	NH_3	PH_3	AsH_3	SbH_3	BiH_3
1. നിർമാണ രീതികൾ					
(a) ജലാപഘടനം	നൈട്രൈഡുകളെ ജലാപഘടനം ചെയ്ത് നിർമിക്കാം. (ഉദാ: Mg_3N_2)	ഫോസ്ഫൈഡുകളുടെ ജലാപഘടനം കൊണ്ട് നിർമിക്കാം (ഉദാ. Ca_3P_2).	ആർസനൈഡുകളുടെ ജലാപഘടനം കൊണ്ട് നിർമിക്കാം (ഉദാ. AlAs)	സാധ്യമല്ല.	സാധ്യമല്ല.
(b) ലോഹമൂലക യൗഗികങ്ങളുടെ ആസിഡുകളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം.	ഈ രീതിയിൽ നിർമിക്കാം. എന്നാൽ അമോണിയ ലവണങ്ങൾ ആണ് കിട്ടുന്നത്.	നിർമിക്കാം.	നിർമിക്കാം.	നിർമിക്കാം	ഇത്തരം യൗഗികങ്ങൾ ഇല്ല. എന്നാൽ Mg-Bi കൂട്ടു ലോഹവും ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിച്ച് BiH_3 ഉണ്ടാകുന്നു.
(c) നവജാത ഹൈഡ്രജൻ കൊണ്ട് യൗഗികങ്ങളെ നിരോക്സീകരിച്ച് നിർമിക്കുന്ന രീതി.	സാധ്യമാണ്.	സാധ്യമാണ്.	സാധ്യമാണ്.	സാധ്യമാണ്.	സാധ്യമല്ല.
2. ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ					
(a) ലക്ഷണം	നിറമില്ലാത്ത വാതകം.	നിറമില്ലാത്ത വാതകം.	നിറമില്ലാത്ത വാതകം	നിറമില്ലാത്ത വാതകം	നിറമില്ലാത്ത വാതകം.
(b) ഗന്ധം	സവിശേഷമായ രൂക്ഷഗന്ധം.	ചീഞ്ഞ മൽസ്യത്തിന്റെ ദുർഗന്ധം.	വെളുത്തുള്ളിയുടെ ഗന്ധം	പ്രത്യേക തരം ദുർഗന്ധം.	അറിവില്ല.

(c) ജലലേയത്വം	അത്യധികം ലയിക്കുന്നു. ലായനി ആൽക്കലിയാണു്.	നിസ്സാരമായ ലേയത്വം ലായനി ഉദാസീന മാണു്.	നിസ്സാരമായ ലേയത്വം. ലായനി ഉദാസീന മാണു്.	അലേയമാണെന്നു കരുതാം.	അൽപലേയമാണു്. ലായനിക്കു് അമ്ലഗുണമാണു്.
(d) വിഷസ്വഭാവം	വിഷമല്ല	തീക്ഷ്ണ വിഷം	തീക്ഷ്ണ വിഷം.	വിഷപദാർഥം.	അറിവില്ല.
രാസഗുണധർമങ്ങൾ					
(a) സ്ഥിരത	സാമാന്യം സ്ഥിരതയുണ്ടു്. ഉന്നതതാപനിലയിൽ ഉഭയദിശീയമായി വിയോജിക്കുന്നു.	അസ്ഥിരമാണു്. സാധാരണ താപനിലയിൽ വിഘടിക്കുന്നതാണു്.	അസ്ഥിരമാണു്. സാധാരണ താപനിലയിൽ വിഘടിക്കുന്നു.	വളരെ അസ്ഥിരമാണു്.	അത്യധികം അസ്ഥിരമാണു്.
(b) ജ്വലനം	വായുവിൽ ജ്വലിക്കുന്നില്ല. ഓക്സിജനിൽ ജ്വലിച്ചു് നൈട്രജനും നീരാവിയും ഉണ്ടാകുന്നു.	വായുവിൽ ജ്വലിച്ചു് P_2O_5 ഉം നീരാവിയും ഉണ്ടാകുന്നു.	വായുവിൽ ജ്വലിച്ചു് As_2O_3 ഉം നീരാവിയും ഉണ്ടാകുന്നു.	വായുവിൽ ജ്വലിച്ചു് Sb_2O_3 ഉം നീരാവിയും ഉണ്ടാകുന്നു.	അറിവില്ല.
(c) ആസിഡുകളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം.	ക്ഷാരഗുണധർമമുള്ളതിനാൽ ആസിഡുകളെ ഉദാസീനമാക്കുന്നു.	ഉദാസീനമാണു്. ഹൈഡ്രജൻഹലൈഡുകളുമായി മാത്രം സംയോജിക്കുന്നു.	പ്രവർത്തനമില്ല.	പ്രവർത്തനമില്ല.	ആസിഡ് സ്വഭാവമുണ്ടെന്നു കരുതുന്നു.
(d) നിരോക്സീകാരക സ്വഭാവം	ഉയർന്ന താപനിലയിൽ നിരോക്സീകാരകമാണു് (ഉദാ. CuO).	നിരോക്സീകാരകമാണു്.	നിരോക്സീകാരകമാണു്.	നിരോക്സീകാരകമാണു്.	അറിവില്ല. നിരോക്സീകാരകമായിരിക്കണം.
(e) ക്ലോറിനുമായുള്ള പ്രവർത്തനം.	ഊർജസ്വലമായി പ്രവർത്തിച്ചു് നൈട്രജനും HCl ഉം ഉണ്ടാകുന്നു. നൈട്രജൻ ട്രൈക്ലോറൈഡ് ഉണ്ടാകാം.	ക്ലോറിനിൽ ജ്വലിക്കുന്നു. ഫോസ്ഫറസ് ക്ലോറൈഡുകളും HCl ഉം ഉണ്ടാകുന്നു.	ക്ലോറിനിൽ ജ്വലിച്ചു് $AsCl_3$ ഉം HCl ഉം ഉണ്ടാകുന്നു.	ക്ലോറിനിൽ ജ്വലിച്ചു് $SbCl_3$ ഉം HCl ഉം ഉണ്ടാകുന്നു.	അറിവില്ല

അനുബന്ധം 2

നൈട്രജൻ മൂലകകുടുംബം

നൈട്രജൻ, ഫോസ്ഫറസ്, ആർസനിക്, ആൻറിമണി, ബിസ്മത് എന്നിവ നൈട്രജൻ മൂലകകുടുംബത്തിൽപ്പെട്ട മൂലകങ്ങളാണ്. ഇവയെ ആവർത്തന പട്ടികയിൽ 5B ഗ്രൂപ്പിൽപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസത്തിൽ ഇവ തമ്മിലുള്ള സാദൃശ്യം നോക്കുക.

മൂലകം	അണുസംഖ്യ	ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം					
		K	L	M	N	O	P
നൈട്രജൻ	7	2	5				
ഫോസ്ഫറസ്	15	2	8	5			
ആർസനിക്	33	2	8	18	5		
ആൻറിമണി	51	2	8	18	18	5	
ബിസ്മത്	83	2	8	18	32	18	5

ഇവയെല്ലാം പുറംചട്ടയിൽ 5 ഇലക്ട്രോൺ വീതമുള്ളതാണ്. ഇവയുടെ സംയോജകത 5,3 എന്നിവയാകുന്നതിനുകാരണമാണ്.

ഈ മൂലകങ്ങളിൽ ഫോസ്ഫറസ് ഒഴികെയുള്ളവയെല്ലാം പ്രകൃതിയിൽ മൂലകരൂപത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്. യൗഗിക രൂപത്തിലും ധാരാളം ഇടങ്ങളിൽ കണ്ടുവരുന്നു.

ഭൗതിക ഗുണധർമങ്ങളിൽ ക്രമാനുഗതമായ വ്യതിയാനം ദൃശ്യമാണ്

	N	P	As	Sb	Bi
അണുഭാരം	14.008	30.98	74.91	121.76	209.00
ആപേക്ഷികഘനത്വം (ഖരരൂപത്തിന്റെ)	0.8792 (−210°C)	1.8232	5.7	6.58	9.8
ഉരുകൽനില	−210°C	44.1°C	814.5°C	630.5°C	271°C
അണുത്രിജ്യ	0.74	1.10	1.21	1.41	1.52

ബിസ്മത് ഒഴിച്ചുള്ള മൂലകങ്ങൾക്കെല്ലാം അപരരൂപങ്ങളുണ്ട്. നൈട്രജനും ഫോസ്ഫറസും അലോഹങ്ങൾതന്നെ. എന്നാൽ ഫോസ്ഫറസിനു ലോഹഗുണധർമങ്ങളും പ്രദർശിപ്പിക്കുന്ന അപരരൂപം ഉണ്ട്. ലോഹരൂപങ്ങളും അലോഹരൂപങ്ങളും ആർസനിക്കിനുണ്ട്—ഇതൊരു മെറ്റലോയ്ഡാണ്. ആൻറിമണിയും ഇതുപോലെയാണെങ്കിലും മിക്കവാറും ലോഹമെന്നു പറയാം. ബിസ്മത് തികച്ചും ലോഹംതന്നെ.

ഈ ഗ്രൂപ്പിലെ ആദ്യമൂലകമായ നൈട്രജൻ രാസഗുണധർമങ്ങളിൽ ചില പ്രത്യേക സ്വഭാവമുള്ളതാണ്, (ഈ സവിശേഷത മറ്റു ഗ്രൂപ്പുകളിലും കണ്ടുവരുന്നു. ഉദാഹരണമായി ഹാലജനുകളിൽ ഫ്ളൂറിൻ ചില പ്രത്യേകതകളും ഉള്ളതാണ്). ഉദാഹരണമായി നൈട്രജൻ സാധാരണ താപനിലയിൽ ഏറെക്കുറെ നിഷ്ക്രിയമാണ്. അത്യധികം ക്രിയാശേഷിയുള്ള മൂലകമാണ് ഫോസ്ഫറസ്. ശേഷമുള്ള മൂലകങ്ങളെക്കുറിച്ചും അങ്ങനെതന്നെ പ്രതിപ്രവർത്തനശേഷിയും ക്രമാനുഗതമായി കുറഞ്ഞുവരുന്നു. നൈട്രജനൊഴികെയുള്ളവയെല്ലാം വായുവിൽ ജ്വലിക്കുന്നു. ഉല്പന്നമായി ഓക്സൈഡുണ്ടാകുന്നു. അതുപോലെ നൈട്രജൻ ഒഴികെയുള്ളവയെല്ലാം ക്ലോറിൻ, സൽഫർ എന്നിവയുമായി നേരിട്ട് സംയോജിക്കുന്നുണ്ട്.

ഈ മൂലകങ്ങളെല്ലാംതന്നെ ഓക്സീകാരകമല്ലാത്ത ആസിഡുകളുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല.

ഇവയുടെ ഹൈഡ്രൈഡുകൾക്ക് RH_3 എന്ന പൊതുസൂത്രമുണ്ട്. ഏറെക്കുറെ ഒരേ രീതിയിൽ നിർമിക്കുകയും ചെയ്യാം. ഏറ്റവും സ്ഥിരതയും ക്ഷാരസ്വഭാവവും ഉള്ളത് അമോണിയയാണ്. മറ്റുള്ളവയിലും അണുഭാരം കൂടുന്നതനുസരിച്ച് സ്ഥിരത കുറഞ്ഞുവരുന്നു. അമോണിയ മാത്രം ക്ഷാരമാണ്. മറ്റുള്ളവ ജലത്തിൽ അല്പലേയങ്ങളും ഉദാസീനങ്ങളും ആണ്. PH_3 ഹൈഡ്രജൻ ഹാലൈഡുകളുമായി സംയോജിച്ച് ഫോസ്ഫോണിയം ലവണങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ AsH_3, SbH_3, BiH_3 എന്നിവയ്ക്ക് ഈ സ്വഭാവം തീരെ ഇല്ല.

ഈ മൂലകങ്ങൾക്കെല്ലാം ഒന്നിലധികം ഓക്സൈഡുകളും ഉണ്ട്. ഇവയിൽ മുഖ്യമായവ R_2O_3, R_2O_5 എന്നീ സൂത്രങ്ങളും ഉള്ളവയാണ്. അണുഭാരം കൂടുന്തോറും ഓക്സൈഡുകളുടെ അമ്ലസ്വഭാവം കുറയുന്നു. N_2O_3, P_2O_3, As_2O_3 എന്നിവ അമ്ലഓക്സൈഡുകളാണ്. Sb_2O_3 ഉഭയധർമിയായി കരുതാം. Bi_2O_3 ബേസിക് ഓക്സൈഡാണ്. പെൻറാഓക്സൈഡുകളെല്ലാം ആസിഡ്സ്വഭാവമുള്ളവയാണ്.

എല്ലാ മൂലകങ്ങളും ക്ലോറിനുമായി RCl_3 എന്ന ട്രൈക്ലോറൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. P, As, Sb എന്നിവയ്ക്ക് പെൻറാക്ലോറൈഡുകളും ഉണ്ട്. നൈട്രജൻ ട്രൈക്ലോറൈഡ് വളരെ അസ്ഥിരമാണ്. പിന്നീടുള്ള ട്രൈക്ലോറൈഡുകൾ അണുഭാരക്രമത്തിൽ സ്ഥിരത കൂടുതലുള്ളവയാണ്. ഇവയെല്ലാം പൂർണമായോ ഭാഗികമായോ ജലാപഘടിതമാകുന്നു.

ഈ മൂലകങ്ങൾക്കെല്ലാം സൽഫൈഡുകൾ ഉണ്ട്. ഇവയിൽ നൈട്രജൻറെയും ഫോസ്ഫറസിൻറെയും സൽഫൈഡുകൾ അസ്ഥിരങ്ങളും ജലവിഘടനം ചെയ്യപ്പെടാവുന്നവയുമാണ്. മറ്റുള്ളവയുടെ സൽഫൈഡുകൾക്ക് ജലവുമായി പ്രവർത്തനമില്ല. As_2S_3, Sb_2S_3 എന്നിവ ആൽക്കലികളിൽ ലയിക്കുന്നു. Bi_2S_3 ആൽക്കലിയിൽ അലേയമാണ്.

തികച്ചും അലോഹങ്ങളായ നൈട്രജൻ, ഫോസ്ഫറസ് എന്നിവ ലോഹങ്ങളുമായി സംയോജിച്ച് നൈട്രൈഡുകളും ഫോസ്ഫൈഡുകളും ഉണ്ടാകുന്നു. ഇവയ്ക്ക് ഓക്സി-ആസിഡ് ലവണങ്ങളില്ല. എന്നാൽ ആർസനിക്, ആൻറിമണി

എന്നിവ ചില ലോഹങ്ങളുമായി സംയോജിച്ച് ബൈനറി യൗഗികങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. ഇവയ്ക്ക് ചില ഓക്സി ആസിഡ് ലവണങ്ങളും ഉണ്ട്. ബിസ്മത്ത് മറ്റു ലോഹങ്ങളുമായി സംയോജിക്കുന്നില്ല. ഇതിനും ഓക്സി ആസിഡ് ലവണങ്ങളും ഉണ്ട്.

അഭ്യാസം

1. ആർസനിക്, ആൻറിമണിഎന്നിവയുടെ അപരരൂപത ഫോസ്ഫറസ് അപരരൂപതയോട് താരതമ്യപ്പെടുത്തുക.

2. ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡിൽ നിന്നും താഴെപ്പറയുന്നവ നിർമിക്കുന്നതെങ്ങിനെ?

(i) ആർസനിക്
(ii) $AsCl_3$
(iii) AsH_3
(iv) ആർസനിക് ആസിഡ്

3. നിങ്ങളുടെ കയ്യിൽ ഒരു ഖനിജം തന്നാൽ അതിൽ ആർസനിക്, ആൻറിമണി എന്നിവയുണ്ടോ എന്നു് എങ്ങിനെ പരിശോധിക്കും?

4. ആർസനിക്, ആൻറിമണി, ബിസ്മത്ത് ഇവ തമ്മിൽ ഉപസ്ഥിതി, നിഷ്കർഷണം എന്നിവയിലുള്ള സാദൃശ്യം വ്യക്തമാക്കുക.

5. താഴെ പറയുന്ന യൗഗികങ്ങളുടെ നിർമാണം വിവരിക്കുക.

(a) ടാർടാർ എമറിക്
(b) ആൻറിമണി പെൻറാക്ലൈഡ്
(c) ബിസ്മത്ത് കാർബണേറ്റ്
(d) ആർസീനിയസ് സൽഫൈഡ്
(e) ബിസ്മത്ത് ക്ലോറൈഡ്
(f) ആൻറിമണി ഓക്സിക്ലോറൈഡ്

6. ആൻറിമണി, ബിസ്മത്ത് എന്നിവയുടെ കൂട്ടലോഹങ്ങളും ഏവ? ഇവയുടെ സവിശേഷതകളും എന്തെല്ലാം?

7. ആൻറിമണി, ബിസ്മത്ത് എന്നിവ ലോഹമോ അലോഹമോ എന്നു് ചർച്ചചെയ്തു് നിർണയിക്കുക.

8. മെറ്റലോയ്ഡുകളും എന്നാൽ എന്തു്? ഉദാഹരണസഹിതം വിശദമാക്കുക.

9. ഗ്രൂപ്പ് 5 B മൂലകങ്ങളുടെ ഓക്സൈഡുകളും തമ്മിൽ താരതമ്യപ്പെടുത്തുക.

10. ആർസനേറ്റ്, ആർസനൈറ്റ്, ഫോസ്ഫേറ്റ് എന്നിവ തമ്മിൽ തിരിച്ചറിയാനുള്ള ടെസ്റ്റുകളും വിവരിക്കുക.

11. നിങ്ങൾക്ക് കിട്ടിയ ഒരു ലോഹം As, Sb, Bi എന്നിവയിൽ ഏതോ ഒന്നാണോ, ഏതാണെന്നും തീരുമാനിക്കുന്നതെങ്ങിനെ?

12. നൈട്രജൻ മൂലകകുടുംബത്തെപ്പറ്റി ഉപന്യസിക്കുക.

13. ഗ്രൂപ്പ് 5 B മൂലകങ്ങളുടെ ഹൈഡ്രൈഡുകളെപ്പറ്റി ചർച്ചചെയ്യുക.

14. ആൻറിമണിയും ബിസ്മഥും മാത്രം അടങ്ങിയ ഒരു കൂട്ടുലോഹം തന്നാൽ അതിൽ നിന്നും ഓരോന്നും എങ്ങിനെ വേർതിരിക്കും?

14

കാർബൺ

പ്രതീകം: C അണുഭാരം: 12.01

അവതരണം

അനാദികാലം മുതൽ മനുഷ്യൻ ഉപയോഗിച്ചുവരുന്ന ഒരു മൂലകമാണ് കാർബൺ. കരിയുടെ രൂപത്തിൽ ഇന്ധനത്തിനും ലോഹനിഷ്കർഷണത്തിനും ജലശുദ്ധീകരണത്തിനും മറ്റു പല പ്രക്രിയകളിലും ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. സാധാരണ മരക്കരി ഉമിക്കരി, ചിരട്ടക്കരി, വിളക്കുകരി മുതലായവയുടെ ഉപയോഗം സുപരിചിതമാണല്ലോ. പുരാതനകാലം മുതൽ ''ഇൻഡ്യൻ ഇങ്ക്'' നിർമിക്കുന്നതിന് കരി ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. പൊട്ടാസ്യം ഡൈക്രോമേറ്റ്, കൺമഷിയും കരിയുടെ അതിസൂക്ഷ്മകണങ്ങളും അടങ്ങിയ കൊളോയ്ഡുകളാണ്. ഇൻഡ്യൻ ഇങ്കും ഇതുതന്നെ. കരിക്കട്ടകളിൽ കൂടി അരിച്ച് ജലം ശുദ്ധിചെയ്യുന്നതും വളരെ പഴക്കമുള്ള പ്രക്രിയയാണ്. പല്ലുതേയ്ക്കുന്നതിനും ''ടൂത്ത് പേസ്റ്റുകളെ''ക്കാളും ഉത്തമമാണ് ഉമിക്കരി എന്നത്രെ ഡോക്ടർമാർ പറയുന്നത്. മാലിന്യങ്ങളെയും മറ്റും അധിശോഷണം ചെയ്യാനുള്ള കരിയുടെ കഴിവാണ് ഇത്തരം പ്രക്രിയകളിൽ നാം ഉപയോഗിക്കുന്നത്. വിഷവാതകമുള്ള അന്തരീക്ഷത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കേണ്ടിവരുമ്പോൾ ഉപയോഗിക്കുന്ന ''ഗ്യാസ്മാസ്കു''കളിൽ പ്രത്യേകതരത്തിൽ സക്രിയമാക്കപ്പെട്ട കരിയാണ് നിറച്ചിരിക്കുന്നത്. തുമ്പിക്കൈപോലുള്ള ഇത്തരം മുഖാവരണങ്ങളിൽ കൂടി മലിനവായു ഉള്ളിലേയ്ക്ക് കടക്കുമ്പോൾ അതിലുള്ള മാലിന്യങ്ങൾ കരിയിൽ അധിശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നതിനാൽ ശുദ്ധവായു മാത്രമേ മൂക്കിലേയ്ക്ക് കടക്കുന്നുള്ളൂ. ഖനിജങ്ങളായ കല്ലുകരി മുതലായവയും ചരിത്രാതീതകാലം മുതൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. മനുഷ്യൻ എക്കാലത്തും അമൂല്യമായി കരുതുന്ന വജ്രം (വൈരം), കാർബണിന്റെ ഒരു അപരരൂപമാണ്. പില്ലാലത്താണ് ഗ്രാഫൈറ്റ് എന്ന മറ്റൊരു അപരരൂപം മനുഷ്യന്റെ ശ്രദ്ധയിൽപ്പെട്ടത്. ഇതിനു വിദ്യുച്ഛാലനശേഷിയുള്ള

തിനാൽ ഇലക്ട്രോഡുകളിലും മറ്റും ഗ്രാഫൈറ്റ് ദണ്ഡുകളും ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ട. വളരെ മാർദവമുള്ള ഈ പദാർഥം റൂംപെൻസിലുകളിൽ നാം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ വിവിധരൂപങ്ങളിൽ മനുഷ്യനു സുപരിചിതമായിരുന്ന കരികലും, ഗ്രാഫൈറ്റ്, വൈരം എന്നിവയെല്ലാം ഒരേ മൂലകത്തിന്റെ അപരരൂപങ്ങളാണെന്നു 19-ാം ശതകത്തിന്റെ ആദ്യദശകത്തിലാണു തെളിയിക്കപ്പെട്ടതു്. 1797-ൽ ടെന്നന്റു് ആണു് വജ്രം വായുവിൽ ഉന്നതതാപനിലയിൽ കത്തുമെന്നു തെളിയിച്ചതു്. അല്ലൻ, പെപിസു് എന്നിവർ വജ്രം വായുവിൽ കത്തുമ്പോൾ (കരിയുടെ ജ്വലനോല്പന്നമായ) കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡുതന്നെയാണുണ്ടാകുന്നതെന്നു 1807-ൽ തെളിയിച്ചു. തുടർന്നു് ഗ്രാഫൈറ്റും വജ്രവും കാർബണിന്റെ അപരരൂപങ്ങളാണെന്നു് സമർഥിക്കപ്പെട്ടു. വിവിധതരം കരികളിൽ അല്പം അപദ്രവ്യങ്ങൾ ചേർന്നിട്ടുണ്ടായിരിക്കും. ഇവയെല്ലാം ഗ്രാഫൈറ്റിന്റെ ക്രിസ്റ്റൽ ഘടനയാണുള്ളതു്.

കാർബൺ യൗഗികങ്ങളുടെ പ്രാധാന്യം എത്രയെന്നു വിസ്തരിക്കേണ്ടതില്ല. ജൈവമണ്ഡലത്തിലുള്ള അസംഖ്യം യൗഗികങ്ങളും കാർബൺ യൗഗികങ്ങളാണു്. കാർബൺ യൗഗികങ്ങളും മാത്രം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഒരു രസതന്ത്രശാഖയുടെ (കാർബണിക രസതന്ത്രം) ആവിർഭാവം തന്നെ കാർബൺ യൗഗികങ്ങളുടെ പ്രാധാന്യത്തിനു് മതിയായ തെളിവാണു്. നമ്മുടെ ശരീരം കാർബൺ യൗഗികങ്ങളാൽ നിർമിതമാണു്. ആഹാരം, വസ്ത്രം, മരം, കടലാസു്, പ്ലാസ്റ്റിക്കുകൾ, ഔഷധങ്ങൾ, റബ്ബർ, ചായങ്ങൾ എന്നിങ്ങനെ മിക്ക നിത്യോപയോഗ പദാർഥങ്ങളും കാർബണികയൗഗികങ്ങളാണു്. കാർബണും കാർബൺ യൗഗികങ്ങളുമാണു് നമുക്കു് ആവശ്യമായ ഊർജം നൽകുന്ന ഇന്ധനങ്ങളും. മൂലകരൂപത്തിലും യൗഗികരൂപത്തിലും മനുഷ്യനു് ഇത്രമാത്രം പ്രയോജനപ്പെടുന്ന മറ്റൊരു മൂലകം ഇല്ല.

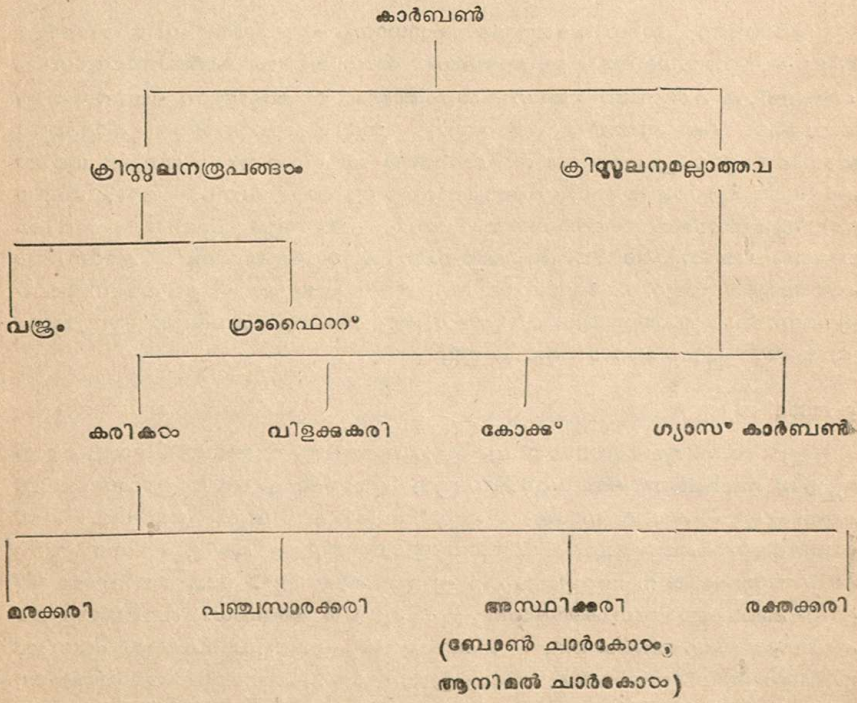
ഉപസ്ഥിതി

പ്രകൃതിയിൽ മൂലകാവസ്ഥയിലും യൗഗികങ്ങളായും സാർവത്രികമായി കാണപ്പെടുന്ന മൂലകമാണു് കാർബൺ. വജ്രവും ഗ്രാഫൈറ്റും സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ കാണപ്പെടുന്ന കാർബണാണു്. കല്ലുരിയിൽ കാർബണും അനവധി കാർബൺ യൗഗികങ്ങളും ഉണ്ടു്. വിവിധ രൂപങ്ങളിലുള്ള കരികളും സസ്യവസ്തുക്കളും ജന്തുക്കളിൽ നിന്നുള്ളവയും കരിച്ചാണു് കിട്ടുന്നതു്. സകല ജീവജാലങ്ങളിലും കാർബൺ യൗഗികങ്ങളാണുള്ളതു്. കൂടാതെ അനവധി ഖനിജങ്ങളിലും കാർബൺ യൗഗികങ്ങളും ഉണ്ടു്. പെട്രോളിയം, പ്രകൃതിവാതകങ്ങളും എന്നിവയിൽ കാർബൺ അതിന്റെ ഹൈഡ്രൈഡുകളായി (ഹൈഡ്രോ കാർബണുകൾ) കാണപ്പെടുന്നു. അന്തരീക്ഷവായുവിൽ ചെറിയ ശതമാനം കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡുണ്ടു്. പല ഖനിജങ്ങളും കാർബണേറ്റുകളാണു്. ഉദാഹരണമായി കലാമിൻ എന്ന സിങ്കു് അയിരിൽ സിങ്കു് കാർബണേറ്റും ($ZnCO_3$) സെറുസൈറ്റു് എന്ന ലെഡ്ഡു് അയിരിൽ ലെഡ്ഡു് കാർബണേറ്റും ($PbCO_3$), ആണുള്ളതു്. കക്കകളും, ശംഖുകളും, മുത്തു് എന്നിവയെല്ലാം കാൽസിയം കാർബണേ

റാണു്. ചുണ്ണാമ്പുകല്ലും കാൽസൈറ്റും എന്ന ഖനിജവും കാൽസിയം കാർബണേറ്റു തന്നെയാണു്.

കാർബണിന്റെ അപരരൂപത

ശുദ്ധമായ കാർബൺ രണ്ടു വ്യത്യസ്ത ക്രിസ്റ്റലനരൂപങ്ങളിൽ മാത്രമെ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നുള്ളു. വജ്രവും ഗ്രാഫൈറ്റും. പലതരം കരികം—അരൂപകാർബൺ എന്നു് കരുതപ്പെട്ടിരുന്നവ—യഥാർത്ഥത്തിൽ ഗ്രാഫൈറ്റിന്റെ ക്രിസ്റ്റൽ ഘടനയുള്ള വയാണു്. (അടുത്ത കാലത്തു് കാർബണിന്റെ മൂന്നാമതൊരു ക്രിസ്റ്റൽ രൂപം കൃത്രിമമായി നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതായി പ്രസ്താവനയുണ്ടു്). പലതരം കരികളിൽ അവയുടെ പ്രത്യേകമായ സൂക്ഷ്മഘടനകൊണ്ടും അവയുടെ നിർമാണരീതികൊണ്ടും അവയിലുള്ള അപദ്രവ്യങ്ങൾകൊണ്ടും ചില പ്രത്യേക ഗുണവിശേഷങ്ങൾ കാണുന്നുണ്ടു്. ഇവയെല്ലാം പ്രത്യേക അപരരൂപങ്ങളല്ല.



1. വജ്രം

പ്രകൃതിയിൽ കാണുന്ന കാർബണിന്റെ ശുദ്ധമായ രൂപമാണു് വജ്രം. വജ്രം ചില രാജ്യങ്ങളിൽ മാത്രമാണു് കാണപ്പെടുന്നതു്. വളരെ പണ്ടു മുതൽ ഏറ്റവും ഉത്തമമായ രത്നമായിവജ്രം കരുതപ്പെട്ടിരുന്നു. പശ്ചാത്യരും ഭാരതീയരും വജ്രത്തെ

വളരെ വിലമതിച്ചിരുന്നു. അക്കാലത്തു് ഭാരതത്തിൽ നിന്നാണു് വജ്രം ലഭിച്ചിരുന്നതു്. പ്രശസ്തമായ ഗോൽക്കൊണ്ടാ വജ്രഖനികളാണു് പണ്ടു് ''വൈരം വിളയുന്ന'' ഭൂമിയായിരുന്നതു്. പിൽക്കാലത്തു് ബ്രസീൽ, ആഫ്രിക്ക, ആസ്ട്രേലിയ എന്നിവടങ്ങളിലും വജ്രഖനികൾ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. റഷ്യയിലെ യാക്കുത്തിയ ഖനിയിൽ ആണു് ഏറ്റവും അധികം വജ്രം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന 'ചുരങ്ങൾ' കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതു്. എന്നാൽ ഇവിടെ നിന്നു് ഖനനം ചെയ്തെടുക്കാനുള്ള വൈഷമ്യം കൊണ്ടു് തെക്കേ ആഫ്രിക്കയിലെ ഖനികളിൽ നിന്നാണു് വജ്രം ഏറ്റവും അധികം ലഭിക്കുന്നതു്. ഭാരതത്തിലെ ഖനികൾ വളരെ കുറച്ചു മാത്രമേ വജ്രം ഇപ്പോൾ നൽകുന്നുള്ളൂ. ആഫ്രിക്കയിലെയും ബ്രസീലിലേയും ഖനികൾ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടപ്പോൾ ഇൻഡ്യയിലെ വജ്രനിക്ഷേപം മിക്കവാറും ചൂഷണം ചെയ്യപ്പെട്ടുകഴിഞ്ഞിരുന്നു. ഭാരതത്തിലെ രത്നനിക്ഷേപം വിദേശികളെ വളരെയധികം ആകർഷിച്ചിരുന്നു. പതിനെട്ടാം ശതകം വരെ ഇൻഡ്യയിൽ നിന്നു മാത്രമാണു് വജ്രം ലഭിച്ചിരുന്നതു്. വജ്രം ഖനനം ചെയ്യുന്ന രാജ്യങ്ങളിൽ ഇന്നു് ഇൻഡ്യ വളരെ പിന്നണിയിലാണു്. ലോകത്തു് ആകെയുള്ള വജ്രത്തിന്റെ സിംഹഭാഗവും (96%) ആഫ്രിക്കയിൽ നിന്നാണു് ലഭിക്കുന്നതു്. ഇൻഡ്യയിൽ മധ്യപ്രദേശിലും രാജസ്ഥാനിലും ആന്ധ്രപ്രദേശിലുമാണു് വജ്രം ലഭിക്കുന്നതു്.

വജ്രം ഭൂമിക്കടിയിൽ എങ്ങിനെ ഉണ്ടാകുന്നു എന്നു് ഇന്നും നിശ്ചിതമായി അറിയാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. എങ്കിലും ഭൂഗർഭത്തിൽ ഉള്ള അത്യുന്നത മർദത്തിലും ഉയർന്ന താപനിലയിലും കാർബൺ വജ്രമാകുന്നു എന്നു് കരുതപ്പെടുന്നു. മോയ്സ്സാൻ 1893–ൽ കൃത്രിമമായി വജ്രം നിർമിച്ചു. എന്നാൽ അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായ തരികളായതിനാൽ ഈ രീതി പ്രായോഗികമല്ല.

കൃത്രിമമായി വജ്രനിർമാണം: മോയ്സ്സാൻ ഉപയോഗിച്ച രീതി ഇപ്രകാരമാണു്. ഒരു ഗ്രാഫൈറ്റ് ക്രൂസിബിളിൽ ഇരുമ്പും ശുദ്ധമായ കരിയുമെടുത്തു് വൈദ്യുത ചൂളയിൽവെച്ചു് ചൂടാക്കപ്പെടുന്നു. ഈ ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ഇരുമ്പു് ഉരുകിക്കിട്ടുന്ന ദ്രാവകത്തിൽ (ഏകദേശം 3000°C) കാർബൺ ലയിക്കുന്നു. ഈ അവസ്ഥയിൽ ക്രൂസിബിളും പെട്ടെന്നു് ജലത്തിലിടുന്നു. താപനിലയിൽ വരുന്ന അത്യധികമായ വ്യത്യാസത്താൽ ഇരുമ്പു് പുറമേ ഘനീഭവിക്കുകയും തൽഫലമായി ഉള്ളിൽ അത്യധിക മർദം സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യും. ഈ പരിതസ്ഥിതിയിൽ ഇരുമ്പിൽ ലയിച്ചിട്ടുള്ള കാർബൺ വജ്രമായി ക്രിസ്റ്റലീഭവിക്കുന്നു. ക്രൂസിബിളിനകത്തുള്ള കട്ടയിൽ നിന്നു് ഇരുമ്പു മുഴുവനും ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിൽ ലയിപ്പിച്ചു് നീക്കംചെയ്യപ്പെടുമ്പോൾ ധാരാളം ഗ്രാഫൈറ്റ് തരികളും അവയുടെ കൂടെ അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായ ചില വജ്രത്തരികളും അവശേഷിക്കുന്നു.

ഈ വജ്രനിർമാണരീതി ഒട്ടുംതന്നെ പ്രായോഗികമല്ല; കാരണം, വജ്രം ഉണ്ടാകുന്നെങ്കിൽതന്നെ അവയുടെ വലിപ്പം വളരെ തുഛമാണു്. അടുത്തകാലത്തു് അത്യുന്നതമർദത്തിൽ ഗ്രാഫൈറ്റിനെ വജ്രമായി പരിവർത്തനം ചെയ്യാനുള്ള വിധികളും ആവിഷ്ക്കരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്, അമേരിക്കയിലെ ജനറൽ ഇലക്ട്രിക്ക് കമ്പനിയാണു് ഈ ഗവേഷണത്തിൽ വിജയം നേടിയിട്ടുള്ളതു്.

ഗുണധർമങ്ങൾ: ശുദ്ധവജ്രം നിറമില്ലാത്തതും സുതാര്യവുമായ ക്രിസ്റ്റലന പദാർഥമാണു്. പ്രകൃതിയിൽ കാണുന്ന പല വജ്രങ്ങളിലും വളരെ ചെറിയ തോതിൽ അപദ്രവ്യങ്ങൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നതിനാൽ നേരിയനിറം ഇവയ്ക്കുണ്ടായിരിക്കാം. മഞ്ഞ, പച്ച, നീല, ചുവപ്പു് മുതലായ നിറം കലർന്ന വജ്രങ്ങളും ഉണ്ടു്. ഉയർന്ന കാഠിന്യവും അപവർത്തനാങ്കവും വജ്രത്തിന്റെ പ്രത്യേകതകളാണു്. തന്നെയല്ല. മിക്ക പ്രതിപ്രവർത്തകങ്ങളും വജ്രവുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല. വിദ്യുച്ചാലകമല്ല. ആപേക്ഷികഘനത്വം 3.5 ആണു്. കാർബൺ രൂപങ്ങളിൽ ഏറ്റവും ഘനത്വം കൂടിയതും വജ്രം തന്നെ ആണു്. ഗ്രാസീലിൽ കറുത്ത നിറമുള്ള അതാര്യമായ ഒരുതരം വജ്രം കാണപ്പെടുന്നു. കാർബൊണാഡോ അഥവാ ബോർട്ട് എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഈ പദാർഥം പ്രത്യേകതരം ക്രിസ്റ്റൽ ഘടനയുള്ള വജ്രമാണു്. രത്നമായി ഈ പദാർഥം പ്രയോജനപ്പെടുന്നില്ലെങ്കിലും വജ്രത്തെ പോലെതന്നെ കാഠിന്യമുള്ളതിനാൽ വ്യാവസായികമായി പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. പാറകൾ തുരക്കുന്നതിനും രത്നങ്ങളും മറ്റും വെട്ടുന്നതിനും ഗ്ലാസ് മുറിക്കുന്നതിനും മറ്റുമുള്ള ഉപകരണങ്ങളിൽ ബോർട്ട് ഉപയോഗിക്കുന്നു. പ്രകൃതിദത്തമായ വജ്രം വളരെ ശ്രദ്ധിച്ചു് ''പട്ടം വെട്ടി'' യാണു് രത്നമാക്കുന്നതു്.

സാധാരണ താപനിലയിൽ വജ്രം നിഷ്ക്രിയമാണു്. വായുവിൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഉയർന്ന താപനിലയിൽ അതാര്യമാകുകയും പിന്നീടു് പൊട്ടിത്തെറിച്ചു് ഗ്രാഫൈറ്റു് ആകുകയും ചെയ്യും. താപനില വീണ്ടും ഉയർത്തിയാൽ ഓക്സിജനിൽ കത്തി കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് ആയിത്തീരുന്നു. പ്രബലങ്ങളായ ഓക്സികാരകങ്ങളുമായും ഉന്നത താപനിലയിൽ പ്രവർത്തിക്കും; ഉല്പന്നം CO_2 തന്നെ. ഉരുക്കിയ ആൽക്കലികളിൽ ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ടു് ആൽക്കലികാർബണേറ്റുകളും ഉണ്ടാകുന്നു.

ഉപയോഗം: രത്നമായിട്ടാണു് വജ്രം ഏറ്റവും അധികം ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. രത്നം മുറിക്കുന്നതും, മിനുക്കുന്നതും മറ്റുമുള്ള ഉപകരണങ്ങളിലും ഗ്ലാസ് മുതലായവ മുറിക്കുന്നതും ഉരയ്ക്കുന്നതുമുള്ള ഉപകരണങ്ങളിലും പാറ തുരക്കുന്നതുള്ള ഉപകരണങ്ങളിലും വജ്രവും ബോർട്ടും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

കുറിപ്പു്: § (1) മറ്റു രത്നങ്ങളെപോലെ വജ്രവും 'ക്യാരറ്റി'ലാണു് തൂക്കുന്നതു്. 1 ക്യാരറ്റ് = 0.2 ഗ്രാം.

§ (2) ഖനിയിൽ നിന്നു് കിട്ടുന്ന വജ്രം പാറക്കല്ലുപോലിരിക്കും. ഈ കട്ടകളെ വിദഗ്ധന്മാർ സശ്രദ്ധം ഉരസിയും പട്ടംവെട്ടിയും രത്നമാക്കുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയിൽ ഓരോ ചിലപ്പോഴും 58 ശതമാനംവരെ നഷ്ടപ്പെടുന്നു.

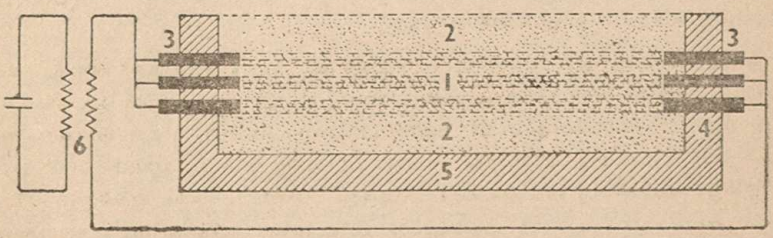
§ (3) ഉയർന്ന വിലയും ദുർല്ലഭതയും കൊണ്ടു് വജ്രത്തിന്റെ പല അനുകരണങ്ങളും വിപണിയിൽ വരുന്നു. എന്നാൽ. ഇത്തരം വ്യാജ രത്നങ്ങളും X-കിരണങ്ങളെ കടത്തിവിടുകയില്ല. യഥാർഥ വജ്രത്തിൽകൂടി X-കിരണങ്ങളും നിർബാധം കടന്നുപോകുന്നു. കാഠിന്യം കൊണ്ടും വ്യാജ രത്നങ്ങളെ തിരിച്ചറിയാം.

പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടാത്ത സ്റ്റോൺഷിഞ്ഞ് ടെട്രാനേറ്റ് ക്രിസ്റ്റലുകളും കൃത്രിമമായി നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഇവയ്ക്ക് വജ്രത്തെക്കാളും കൂടുതൽ ഉജ്ജ്വല ശോഭയുള്ളതിനാൽ അതിനെക്കാളും ആകർഷണീയമാണ്.

2. ഗ്രാഫൈറ്റ്

കാർബണിന്റെ മറ്റൊരു ക്രിസ്റ്റൽ രൂപമായ ഗ്രാഫൈറ്റ് പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്നു. പ്ലംബഗോ എന്ന ഖനിജം ഗ്രാഫൈറ്റാണ്. സിലോണിലും, സൈബീരിയയിലും, ഇറ്റലിയിലും, അമേരിക്കയിലും ഗ്രാഫൈറ്റ് ഖനനം ചെയ്യുന്നു. സിലോണിൽനിന്നു കിട്ടുന്ന ഗ്രാഫൈറ്റ് ആണ് ഏറ്റവും ശുദ്ധമായത്. ഇന്ത്യയിൽ ചില സ്ഥലങ്ങളിൽ ഗ്രാഫൈറ്റ് നിക്ഷേപം കാണുന്നുണ്ടെങ്കിലും ലാഭകരമായി ഖനനം ചെയ്യുന്നില്ല. കേരളത്തിൽ നെടുങ്ങാടും സമീപസ്ഥലങ്ങളിലും ഗ്രാഫൈറ്റ് കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. വർധിച്ച ചോദനം കാരണം പ്രകൃതിയിൽനിന്നു കിട്ടുന്ന ഗ്രാഫൈറ്റ് മതിയാകുന്നില്ല. അതിനാൽ കൃത്രിമമായി ധാരാളം ഗ്രാഫൈറ്റ് നിർമിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്.

കൃത്രിമ ഗ്രാഫൈറ്റ് നിർമാണം—അക്കിസൺ പ്രക്രിയ



ചിത്രം 14_1

1.	കാർബൺ ചാർജ്	4.	ചൂളഭിത്തി
2.	രോധനമിശ്രിതം	5.	ചൂളയുടെ അടിഭാഗം
3.	ചൂള ഇലക്ട്രോഡുകൾ	6	ട്രാൻസ്ഫോർമർ

ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലുള്ള വൈദ്യുത ചൂളയിലാണ് ഗ്രാഫൈറ്റ് നിർമിക്കുന്നത്. ഇതിനകത്തു മണലും ആൻത്രസൈറ്റും (അല്ലെങ്കിൽ പെട്രോളിയം കോക്ക്)ചേർന്ന മിശ്രിതം നിറച്ച് മണൽകൊണ്ട് മൂടിയ ശേഷം വിദ്യുച്ഛക്തി കടത്തിവിട്ട് ചൂള തപിപ്പിക്കുന്നു. ഇപ്പോൾ നിർമിതമായ ഈ ചൂളയിൽ കാർബൺ ദണ്ഡുകളാണ് ഇലക്ട്രോഡുകളായി ഉപയോഗിക്കുന്നത്. വൈദ്യുത ആർക്ക് സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ ഉയർന്ന താപനില സംജാതമാകുന്നു. ഏകദേശം 24–30 മണിക്കൂറോളം ഈ നിലയിൽ ചെയ്യുന്നു. ആദ്യം സിലിക്കൺ കാർബൈഡ് ഉണ്ടാവുകയും അതു പിന്നീട് വിഘടിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന കാർബൺ ഗ്രാഫൈറ്റ് രൂപത്തിലാവുകയും ചെയ്യും.

$$SiO_2 + 3C \longrightarrow SiC + 2CO$$

ചൂടയിൽ ഗ്രാഫൈറ്റ് അവശേഷിക്കുന്നു. സിലിക്കൺ കാർബൈഡ് ഈ പ്രക്രിയയിൽ ഉത്പാദിപ്പിക്കുന്നു. അതികഠിനമായ ഈ പദാർഥം ''കാർബൊറണ്ടം'' എന്നറിയപ്പെടുന്നു (സിലിക്കൺ യൗഗികങ്ങളും നോക്കുക).

ഗുണധർമങ്ങൾ: വളരെ മൃദുവായ ഗ്രാഫൈറ്റ് ക്രിസ്റ്റലുകൾക്ക് ഇരുണ്ട ചാരനിറവും ലോഹത്തിളക്കവും ഉണ്ട്. സ്പർശിച്ചാൽ എണ്ണപോലെ തോന്നിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ആപേക്ഷികഘനത്വം 2.2 ആണ്. വിദ്യുച്ചാലകതയും താപചാലകതയും ഉണ്ട്. കടലാസിൽ ഉരച്ചാൽ അടയാളം ഉണ്ടാകത്തക്കവണ്ണം മൃദുവായുള്ളതിനാലാണ് ഇതിന് ഗ്രാഫൈറ്റ് എന്നു പേരുണ്ടായത് (ഗ്രീക്ക് ഭാഷയിൽ ഗ്രാഫൊ എന്ന പദത്തിന് ''ഞാൻ എഴുതുന്നു'' എന്നാണർഥം). വളരെ ഉയർന്ന താപനിലയിൽപോലും ഉരുകുന്നില്ല. വായുവിൽ ചൂടാക്കിയാൽ കാര്യമായ പരിവർത്തനം ഒന്നും ഉണ്ടാകുന്നില്ല. ഓക്സിജനിലാണെങ്കിൽ ഉന്നത താപനിലയിൽ ജ്വലിക്കുന്നു; കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് ആണ് ഉല്പന്നം. ഉരുക്കിയ ആൽക്കലിയിൽ ഗ്രാഫൈറ്റിൽ പ്രവർത്തനമില്ല. പൊട്ടാസിയം ഡൈക്രോമേറ്റും സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂറിക് ആസിഡും ചേർത്തു ഗ്രാഫൈറ്റ് ചൂടാക്കുമ്പോൾ സാവധാനത്തിൽ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു. സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡിൽ ഇട്ട് ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഗ്രഫിറ്റിക് ആസിഡുണ്ടാകുന്നു ($C_7O_4H_4$). ഈ പദാർഥത്തിന് പച്ചനിറമാണുള്ളത്.

ഉപയോഗങ്ങൾ: ഗ്രാഫൈറ്റും പശയുള്ള കളിമണ്ണും ചേർത്ത് അരച്ച് കമ്പി പോലെ ആക്കിയെടുക്കുന്ന പദാർഥമാണ് പെൻസിലുകളിൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നത് (പെൻസിൽ ലെഡ്'' എന്നു പറയുന്ന പദാർഥം.) ഈ മിശ്രിതംതന്നെ ഇലക്ട്രോഡുകളും നിർമിക്കാനും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ഗ്രാഫൈറ്റ് ക്രൂസിബിളുകളും ആർക്കുകളിലെ ഇലക്ട്രോഡുകളും നിർമിക്കാനും ഗ്രാഫൈറ്റ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഗ്രാഫൈറ്റ് കൊളോയ്ഡീയമായി ജലത്തിലോ അനുയോജ്യമായ ഒരു എണ്ണയിലോ വികീർണനംചെയ്തു കിട്ടുന്ന പദാർഥങ്ങളും സ്നേഹകങ്ങളായി പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

3. കരികൾ

സസ്യഭാഗങ്ങളോ ജന്തുക്കളിൽനിന്നു കിട്ടുന്ന വസ്തുക്കളോ നീറ്റുമ്പോഴാണ് കരികൾ കിട്ടുന്നത്. മൂലപദാർഥങ്ങളിലെ കാർബൺ യൗഗികങ്ങൾ വിയോജിച്ചാണ് കാർബൺ (കരി) ഉണ്ടാകുന്നത്. മരക്കരി, ചിരട്ടക്കരി, ഉമിക്കരി, പഞ്ചസാരക്കരി, അസ്ഥിക്കരി, രക്തക്കരി മുതലായി അനവധി തരത്തിലുള്ള കരികൾ വ്യാവസായികമായി—കൂടിൽ വ്യവസായമായും വൻതോതിലും—ധാരാളം നിർമിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്. നിർമാണത്തിൽ ജൈവപദാർഥങ്ങളിൽ നിന്ന് വിഘടനം കൊണ്ട് ഉണ്ടാകുന്ന വാതകങ്ങൾഗമനത്താൽ കരികൾക്ക് സരന്ധ്രമായ ഘടനയുണ്ട്. തന്മൂലം ഇവയ്ക്ക് വളരെയധികം പ്രതലവിസ്തീർണം ഉണ്ടായിരിക്കും. കരികൾക്കുള്ള അധിശോഷണശേഷി ഇതുകൊണ്ടാണുണ്ടാകുന്നത്. വ്യാവസായികമായി പല വാതകങ്ങളെയും ദ്രാവകങ്ങളെയും ലായനികളെയും ശുദ്ധിചെയ്യുന്നതിന് കരികളുടെ അധിശോഷണശേഷി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ലായനികളിൽ

നിറം ഉണ്ടാക്കുന്നു അപദ്രവ്യങ്ങളും നീക്കാൻ കരികളിൽ കൂടി അരിച്ചാൽ മതിയാകും. ഉദാഹരണമായി പഞ്ചസാരഫാക്ടറികളിൽ നിറമില്ലാത്ത ശുദ്ധമായ പഞ്ചസാരയുണ്ടാക്കാൻ വറുത്തെടുത്ത കരിമ്പിൻനീരിനെ അസ്ഥികരിയിൽ കൂടി അരിക്കുന്നുണ്ട്. ഇത്തരം വർണനാശിനികളായ കരികളും സാധാരണ കരികളെ (ഉദാഹരണമായി ചിരട്ടക്കരി) ചില പ്രക്രിയകൾക്കു വിധേയമാക്കി സക്രിയമാക്കപ്പെടുമ്പോൾ കിട്ടുന്നു. ശുദ്ധീകരണ പ്രക്രിയകളിൽ സക്രിയകാർബണുകളും വളരെയധികം ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. നീരാവി, ക്ലോറിൻ, വായു മുതലായവയുടെ നിയന്ത്രിതപ്രവാഹത്തിൽ കരി നിശ്ചിതസമയം നിശ്ചിതതാപനിലയിൽ ചൂടാക്കിയാണു കരികളും സക്രിയമാക്കപ്പെടുന്നതു്.

മരക്കരി

തടിയുടെ (വിറകു്) ഭാഗികമായ ജ്വലനംകൊണ്ടാണു് ഇതു് സാധാരണമായി നിർമിക്കുന്നതു് (കുടിൽ വ്യവസായം). തടിക്കഷണങ്ങളും ക്ലനപോലെ അടുക്കിയിട്ടു് ഇതു മുഴുവനും ചെളികൊണ്ടു് പൊതിയുന്നു. വായുസഞ്ചാരത്തിനായി ക്ലനയുടെ മധ്യത്തിൽ കൂടി ഒരു ദ്വാരം ഉണ്ടായിരിക്കും. വായു ഉള്ളിൽ കടക്കാൻവേണ്ടി ചുവട്ടിലും ചെറിയ സുഷിരങ്ങളും ഉണ്ടായിരിക്കും. ചുവട്ടിലാണു് തീ കൊടുക്കുന്നതു്. വളരെ സാവധാനത്തിൽ (വായു ധാരാളം ഉള്ളിലേക്കു പ്രവേശിക്കാത്തതിനാൽ) തടി ദഹിക്കുന്നു. നീരാവി അവയിലുള്ള ബാഷ്പശീലമുള്ള പദാർഥങ്ങളും പുകഞ്ഞു പോകുന്നു. ഭാഗികമായ ജ്വലനം നടക്കുന്നതിനാൽ താപനില പ്രായേണ കുറവായിരിക്കും. ദിവസങ്ങളും കൊണ്ടു് പുഞ്ചിയാകുന്ന ഈ ''നീറൽ'' കഴിയുമ്പോൾ ആവരണമായ ചെളി പൊളിച്ചു മാറ്റി അകത്തുനിന്നു് അവശേഷിക്കുന്ന കരി ശേഖരിക്കും. കനലുകളും വെള്ളം തളിച്ചു് കെടുത്തുന്നു. ചിരട്ടക്കരിയും ഇതുപോലെയാണു് ചെറിയ തോതിൽ നിർമിക്കുന്നതു്. നമ്മുടെ നാട്ടിൽ വളരെയധികം ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉമിക്കരിയും ഇതേ രീതിയിൽ നിർമിക്കുന്നതു് പരിചിതമാണല്ലോ.

വൻതോതിൽ കരിയുണ്ടാക്കുന്നതു് അഗ്നിസഹകളിമണ്ണുകൊണ്ടുള്ള വലിയ റിട്ടോർട്ടുകളിൽ മരക്കഷണങ്ങളും അടച്ചു് ഉണങ്ങിസ്വേദനം ചെയ്യുന്നു. അതായതു് വായുവിന്റെ അഭാവത്തിൽ ഉള്ള സ്വേദനം. ബാഷ്പശീലമുള്ള അംശം വാതകരൂപത്തിൽ വേർപെടുന്നു. റിട്ടോർട്ടിൽ കരി അവശേഷിക്കും. റിട്ടോർട്ടിൽ നിന്നു് പുറത്തു വരുന്ന മിശ്രിതം തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ അതിൽ ഒരുഭാഗം ഘനീഭവിക്കുന്നു. ഈ ദ്രവക മിശ്രിതത്തിൽ രണ്ടു പടലങ്ങളും ഉണ്ടായിരിക്കും. അസെറ്റിക് ആസിഡ്, മെഥനോൾ, അസെറ്റോൺ എന്നിവയുടെ ജലലായനിയാണു് ഒരു പടലം (ഇതിനു് പൈറോലിഗ്നിയസ് ആസിഡ് എന്നു പറയുന്നു). മറ്റേ പടലം ഒരുതരം ടാർ ആണു് (വുഡ് ടാർ). ബാഷ്പത്തിൽ നിന്നു് ഘനീഭവിക്കാതെ ബാക്കിയുള്ള വാതകമിശ്രിതമാണു് വുഡ്ഗ്യാസ്. ഇതു് ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കാം. ഈ പ്രക്രിയയിൽ മരക്കരി ഉപോല്പന്നം മാത്രമാണു്. ബാഷ്പശീലമുള്ള മറ്റുള്ള പദാർഥങ്ങൾക്കുവേണ്ടിയാണു് ഉണങ്ങിസ്വേദനം നടത്തുന്നതു്.

ഗുണധർമങ്ങൾ: കറുത്ത സരന്ധ്രപദാർഥമാണു് മരക്കരി, ചിരട്ട, പൊതിമടൽ പലതരം മരത്തടികൾ മുതലായ ഓരോന്നിലും നിന്നു് കിട്ടുന്ന കരികൾ തമ്മിൽ അല്പാല്പം വ്യത്യാസങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കും. ആപേക്ഷികഘനത്വം 1.3 മുതൽ 1.9 വരെയുണ്ടാകാം. രന്ധ്രങ്ങളുള്ളതിനാൽ കോർക്കുപോലെ ജലത്തിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കും (സാന്ദ്രത കൂടുതലാണെങ്കിലും). ഇവയ്ക്കെല്ലാം വാതകങ്ങളെയും ലേയങ്ങളെയും അധിശോഷണം ചെയ്യാൻ അസാമാന്യമായ കഴിവുണ്ടു്. ചിരട്ടക്കരിക്കു് ഇതിനുള്ള ശേഷി വളരെ കൂടുതലാണു്. കരികൾ വിദ്യുച്ചാലകങ്ങളുമല്ല. കരികൾക്കാണു് കാർബൺ രൂപഭേദങ്ങളിൽ വെച്ചു് ഏറ്റവും രാസപ്രവർത്തനശേഷി കൂടുതൽ ഉള്ളതു്. വായുവിൽ ചൂടാക്കിയാൽ (250°—300°C) പെരിയ ജ്വാലയോടു കൂടി കത്തി കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡുണ്ടാകുന്നു. ഖനിജ–അപദ്രവ്യങ്ങൾ ആണു് ചാരമായി അവശേഷിക്കുന്നതു്. സാന്ദ്ര നൈടിക് ആസിഡും സാന്ദ്ര സൾഫൂരിക് ആസിഡും കരിയെ ഉന്നതതാപനിലയിൽ ഓക്സീകരിച്ചു് CO_2 ആക്കുന്നു. കരി ഒരു നല്ല നിരോക്സീകാരകമാണു്. പല ലോഹഓക്സൈഡുകളെയും നിരോക്സീകരിച്ചു് ലോഹം നിർമിക്കാൻ കരി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

$$C + ZnO \longrightarrow CO + Zn$$
$$CuO + C \longrightarrow CO + Cu$$

ഉപയോഗങ്ങൾ: മരക്കരി ഇന്ധനമായിട്ടാണു് ഏറ്റവും അധികം ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. ലോഹനിഷ്കർഷണത്തിനും വെടിമരുന്നിലെ ഘടകമായും മരക്കരി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഗ്യാസ്മാസ്കുകളിലും ചില ഔഷധങ്ങളിലും ജലശുദ്ധീകരണത്തിലും ചിരട്ടക്കരിയും മറ്റും ധാരാളം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

പഞ്ചസാരക്കരി: കരികളിൽവെച്ചു് ഏറ്റവും ശുദ്ധമായതു് പഞ്ചസാരക്കരിയാണു്. ഇതു് മിക്കവാറും ശുദ്ധമായ കാർബൺ ആണു്. അതിസൂക്ഷ്മമായ പൂർണരൂപത്തിലുള്ള പഞ്ചസാരക്കരി സക്രിയമാക്കുമ്പോൾ അധിശോഷണശേഷി വളരെ കൂടുതൽ ഉണ്ടാകുന്നു. പഞ്ചസാര ക്രിസ്റ്റലീകരിച്ചു് ശുദ്ധമാക്കിയശേഷം, രോഗികളായി അടച്ച ഒപ്പാറിനം ക്രൂസിബിളിൽ ശക്തിയായി തപിപ്പിച്ചാണു് ഈ പദാർഥം നിർമിക്കുന്നതു്. പഞ്ചസാരയിൽ നിന്നു് ജലം നഷ്ടപ്പെട്ടു് കരി അവശേഷിക്കുന്നു.

$$C_{12}H_{22}O_{11} \longrightarrow 12C + 11H_2O$$

ഔഷധങ്ങളിലും ഗവേഷണങ്ങളിലും പഞ്ചസാരക്കരി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

അസ്ഥിക്കരി

കൊഴുപ്പുനീക്കി ശുദ്ധിചെയ്ത അസ്ഥികൾ ഭക്ഷകസോദനത്തിനു വിധേയമാക്കുമ്പോൾ അതിലുള്ള ബാഷ്പശീലമുള്ള ഘടകങ്ങൾ വേർപെട്ടു് സോദമായി കിട്ടുന്നു. റിട്ടോർട്ടിൽ അവശേഷിക്കുന്ന ''അസ്ഥി ദ്സം'' നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിൽ കഴുകുമ്പോൾ അതിലുള്ള കാൽസിയം കാർബണേറ്റും കാൽസിയം ഫോസ്ഫേറ്റും അലിഞ്ഞുപോകുന്നു. കുറെ അപദ്രവ്യങ്ങൾ കലർന്ന കരി അവശിഷ്ടമായി കിട്ടുന്നു. ഇതാണു് അസ്ഥിക്കരി അഥവാ ദന്തക്കരി.

കറുപ്പുനിറമുള്ള ഈ ചൂർണം ലായനികളിൽ നിന്നു് വർണമുള്ള അപദ്രവ്യങ്ങളെ അധിശോഷണം ചെയ്യുന്നതിനു് പ്രത്യേക കഴിവുള്ളതാണു്. വിവർണനത്തിനാണു് ഈ പദാർഥം ഏറ്റവും അധികം ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. വിവർണനശേഷി കൊണ്ടാണു് ഇതിനു് ദന്തക്കരി എന്ന പേരുണ്ടായതു്.

രക്തക്കരി

കശാപ്പുശാലകളിൽ ഉപോല്പന്നമായി കിട്ടുന്ന രക്തം ഉണക്കി ഭഞ്ജകസ്വേദനം ചെയ്തുകിട്ടുന്ന കരിയാണു് രക്തക്കരി. അസ്ഥിക്കരിപോലെയുള്ള ഗുണധർമങ്ങളും ഇതിനുമുണ്ടു്.

വിളക്കുകരി

കാർബൺ കൂടുതലുള്ള കാർബണികയൗഗികങ്ങളും–ടർപെന്റൈൻ, മണ്ണെണ്ണ വെളിച്ചെണ്ണ, അസെറലീൻ മുതലായവ–പരിമിതമായി വായുവിൽ കത്തുമ്പോഴും ഭൂരിഭാഗം കാർബണും പൂർണമായി (CO_2 ആയി) ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നില്ല; സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ തന്നെ കറുത്ത പുകയായി മുക്തമാകുന്നു. ഈ ധൂളിതണുത്ത പ്രതലത്തിൽ പറ്റുമ്പോഴും വളരെ നേർമയുള്ള കാർബൺപൊടി കിട്ടുന്നു. ഇതാണു് വിളക്കുകരി. സസ്യഎണ്ണകളും കത്തിച്ചു് കിട്ടുന്ന കൺമഷി ഇതു തന്നെയാണു്.

ടർപെൻൈന്റൻ, കോൾടാർ മുതലായ കാർബണികവസ്തുക്കളും പരിമിതമായ വായുവിൽ കത്തിച്ചാണു് വൻതോതിൽ വിളക്കുകരി കിട്ടുന്നതു്. ജ്വലനത്താൽ ഉണ്ടാകുന്ന കറുത്ത പുക ചാക്കുതുണികൊണ്ടുള്ള അറകളിലേക്കു് നയിക്കപ്പെടുന്നു. ഇവിടെ കാർബൺ കണങ്ങളും നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു. ചാക്കുകളും കടയുമ്പോൾ അശുദ്ധമായ കരി കിട്ടും. ക്ലോറിനിൽ ചൂടാക്കിയും ജലത്തിൽ കഴുകിയും മറ്റും ശുദ്ധിചെയ്താണു് വിളക്കുകരി നിർമിക്കുന്നതു്.

ഭാരക്കുറവു തോന്നിക്കുന്ന കറുത്ത ചൂർണമാണിതു്. കണങ്ങൾക്കു് കൊളോയ്ഡീയ വലിപ്പമേ ഉള്ളൂ. അതിനാൽ പദാർഥങ്ങൾക്കു് കറുപ്പുനിറം കൊടുക്കാൻ വിളക്കുകരി പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. റബ്ബറിനു് കറുത്തനിറം കൊടുക്കുന്നതും, അച്ചടിമഷി, ഷൂപോളിഷു്, ഇൻഡ്യൻ ഇങ്കു് എന്നിവയുടെ നിർമാണത്തിനും വിളക്കുകരി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. കൺമഷിയിലും കറുത്ത ചായത്തിലും വിളക്കുകരിയാണുള്ളതു്.

കോക്കു്

കല്ലരിയുടെ ഭഞ്ജകസ്വേദനത്തിൽ റിട്ടോർട്ടിൽ അവശേഷിക്കുന്ന ഖരപദാർഥമാണു് കോക്കു്. ഈ പ്രക്രിയയിൽ ഇന്ധനവാതകമായ കല്ലരിവാതകം (കോൾ ഗാസു്) സ്വേദങ്ങളായി അമോണിയം ലവണങ്ങളടങ്ങിയ ജലലായനി (അമോണിയാക്കൽ ലിക്കർ), കോൾടാർ എന്നിവയും കിട്ടുന്നുണ്ടു്. ഈ ഉല്പന്നങ്ങളും എല്ലാം അത്യധികം വ്യാവസായിക പ്രാധാന്യമുള്ളവയാണു്.

കോക്കിൽ ഏകദേശം 80% മാത്രമേ കാർബൺ അടങ്ങിയിട്ടുള്ളൂ. 20% കാർബണിക-അകാർബണിക യൗഗികങ്ങളാണ്. കല്ലരിയുടെ തരഭേദമനുസരിച്ച് അതിൽ നിന്നു കിട്ടുന്ന കോക്കിന്റെ സംഘടനവും ഘനത്വവും വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കും.

കോക്കു് ഏറ്റവും അധികം ഉപയോഗിക്കുന്നതു് ലോഹനിഷ്കർഷണത്തിൽ നിരോക്സീകാരകമായിട്ടാണു്. ഇന്ധനമായും വ്യവസായങ്ങളിൽ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. വ്യാവസായികവാതകങ്ങളായ പ്രൊഡ്യൂസർ ഗാസു്, വാട്ടർഗാസു് എന്നിവ കോക്കിൽ നിന്നാണു് നിർമിക്കുന്നതു്.

ഗാസു് കാർബൺ

വിളക്കുകരി ഉണ്ടാകുന്ന അത്ര പരിതസ്ഥിതികളിലാണു് ഈ പദാർഥം ഉണ്ടാകുന്നതു്. കറുത്ത നിറമുള്ള പുക തപ്തമായ ഉപരിതലത്തിൽ സാവധാനം അടിഞ്ഞുകൂടാനനുവദിക്കുമ്പോൾ കാർബൺ കാഠിന്യമുള്ള പദാർഥമായി നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു. പാത്രങ്ങളുടെ അടിയിൽ പറ്റിപ്പിടിച്ചിരിക്കുന്ന കറുത്ത ശല്ക്കം (പൊറകം) സുപരിചിതമാണല്ലോ. ഇതു് ഗാസു് കാർബണാണു്. വൻതോതിൽ ഗാസു് കാർബൺ നിർമിക്കുന്നതും ഇതുപോലെ തന്നെയാണു്. കല്ലരി ഭഞ്ജകസേദനം ചെയ്യുമ്പോൾ റിട്ടോർട്ടിന്റെ ഉപരിഭാഗത്തു് ഗാസു് കാർബൺ നിക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതു് അടർത്തിയെടുക്കാം.

കാർബണിന്റെ കഠിനരൂപമാണിതു്. ചാരനിറം ചേർന്ന കറുത്ത പദാർഥമാണു്. ആപേക്ഷികഘനത്വം 2.35 ആണു്. കരികളെക്കാളും നിഷ്ക്രിയതയുള്ളതാണിതു്. വിദ്യുച്ചാലകതയും താപചാലകതയും ഉണ്ടെന്നുള്ളതു് ഇതിന്റെ പ്രത്യേകതയാണു്.

ഗാസു് കാർബൺ പ്രധാനമായി ഇലക്ട്രോഡുകളും നിർമിക്കാനാണുപയോഗിക്കുന്നതു്. ടോർച്ചു ലൈറ്റുകളിലും മറ്റും ഉള്ള ഡ്രൈസെല്ലിലെ കറുത്ത കാർബൺ ദണ്ഡു് ഗാസു് കാർബൺ കൊണ്ടുണ്ടാക്കുന്നു.

വിവിധ തരം കാർബണുകൾ ഒരേ പദാർഥം തന്നെയാണെന്നുള്ളതിനു് തെളിവുകൾ

1. എല്ലാ രൂപങ്ങളും ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ഓക്സിജനിൽ ജ്വലിച്ചു് കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡു് മാത്രമുണ്ടാകുന്നു.

2. ചൂർണരൂപത്തിൽ പൊടിച്ചു് ആൽക്കലി ചേർത്തു് വളരെ ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ചൂടാക്കിയാൽ എല്ലാറ്റിലും നിന്നു് ആൽക്കലി കാർബണേറ്റു് ഉണ്ടാകുന്നു.

3. ഒരേ ഭാരം വിവിധ രൂപങ്ങളും ഓക്സിജനുമായി സംയോജിച്ചുണ്ടാകുന്ന കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ ഭാരങ്ങളും ഒന്നുതന്നെയാണു്.

ഈ വസ്തുത സൽഫർ അപരരൂപങ്ങളെ പറ്റി ചർച്ചചെയ്യുമ്പോൾ വിവരിച്ചിട്ടുള്ള പരീക്ഷണം കൊണ്ടു് തെളിയിക്കാം (അധ്യായം 9).

കാർബണിന്റെ രാസഗുണധർമങ്ങൾ

സാധാരണ പരിതസ്ഥിതികളിൽ കാർബൺ ഫ്ളൂറിനുമായി മാത്രമേ സംയോജിക്കുന്നുള്ളൂ. മറ്റു മൂലകങ്ങളുമായി സംയോജിക്കുന്നില്ല.

$$C + 2F_2 \longrightarrow CF_4$$

കാർബണിന്റെ എല്ലാ അപരരൂപങ്ങളും ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ഓക്സിജനിൽ ജ്വലിച്ച് CO_2 ഉണ്ടാകുന്നു.

$$C + O_2 \longrightarrow CO$$

വളരെ ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ഹൈഡ്രജനുമായി സംയോജിച്ച് (2000°C) ഹൈഡ്രോക്കാർബണുകൾ (മുഖ്യമായി അസെറാലീൻ) ഉണ്ടാകുന്നു. ഹൈഡ്രജൻ പ്രവാഹത്തിൽ ഒരു കാർബൺ ആർക്ക് സൃഷ്ടിച്ചാൽ ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കും.

$$2C + H_2 \longrightarrow C_2H_2$$

ഉയർന്ന താപനിലയിൽ സൾഫർ, നൈട്രജൻ എന്നിവയുമായും ചില ലോഹങ്ങളുമായും സംയോജിക്കുന്നു.

$$C + 2S \longrightarrow CS_2$$

$$2C + N_2 \longrightarrow (CN)_2$$

(സയനജൻ)

$$4Al + 3C \longrightarrow Al_4C_3$$

(അലൂമിനിയം കാർബൈഡ്)

ചുട്ടുപഴുത്ത കരിക്കട്ടകളിൽകൂടി നീരാവി പ്രവഹിക്കുമ്പോൾ 'വാട്ടർഗാസ്' ഉണ്ടാകുന്നു.

$$C + H_2O \longrightarrow CO + H_2$$

ഈ വാതകമിശ്രിതം ($CO + H_2$) ഒരു ഇന്ധനമായും ഹൈഡ്രജൻ നിർമാണത്തിനും ഉപയോഗിക്കുന്നു (അധ്യായം 2).

ഉന്നതതാപനിലയിൽ വായുവുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ (അധികം കാർബൺ ഉണ്ടെങ്കിൽ) വായുവിലുള്ള ഓക്സിജനുമായി സംയോജിച്ച് കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഓക്സിജൻ വേണ്ടുവോളമുണ്ടെങ്കിൽ CO_2 ആണ് ഉണ്ടാകുന്നത്.

$$2C + O_2 \longrightarrow 2CO$$

ചുട്ടുപഴുത്ത കരിക്കട്ടകളിൽകൂടി (കോക്ക്) വായു പ്രവഹിപ്പിച്ചു കിട്ടുന്നതു് വായുവിലുള്ള നൈട്രജനും കാർബൺ മോണോക്സൈഡും ചേർന്ന മിശ്രിതമാണ്. ഇതാണ് പ്രൊഡ്യൂസർ വാതകം.

കാർബൺ ആണുക്കൾക്ക് മറ്റു ആണുക്കളുമായും അവ തമ്മിലും സഹസംയോജക ബോണ്ടുകൾ വഴി സംയോജിക്കാനുള്ള അസാധാരണമായ കഴിവുണ്ട്. ഇക്കാരണത്താൽ ലക്ഷോപലക്ഷം കാർബണികയൗഗികങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

കാർബൺ ഓക്സൈഡുകൾ

കാർബണിന്നു് മൂന്നു് ഓക്സൈഡുകളെ ഉണ്ടു്.

കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡു്-CO_2

കാർബൺ മോണോക്സൈഡു്-CO

കാർബൺ സബ്-ഓക്സൈഡു്-C_3O_2

ഇവയിൽ ഏറ്റവും പരിചിതമായതും പ്രധാനവും കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡാണു്. C_3O_2 അസ്ഥിരവും അപ്രധാനവുമായ ഒന്നാണു്. കാർബൺ മോണോക്സൈഡും പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നു.

കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡു് CO_2

അന്തരീക്ഷവായുവിൽ 0.03% കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡുണ്ടു്. ജീവജാലങ്ങളുടെ ശ്വാസോച്ഛ്വാസത്തിലും ഇന്ധനങ്ങളുടെ ജ്വലനത്തിലും ഇതു് ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. എന്നാൽ സസ്യങ്ങളിലെ പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിൽ ഇതു് രാസപ്രവർത്തനവിധേയമായിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയാണു്. ഇപ്രകാരം CO_2 പ്രകൃതിയിൽ ഉല്പാദിതമാകുന്നതും പ്രതിപ്രവർത്തനവിധേയമാകുന്നതുമായ പ്രക്രിയകൾ സന്തുലിതമായതിനാൽ വായുവിലുള്ള ഇതിന്റെ ശതമാനം പ്രായേണ സ്ഥിരമാണു്. ചില നീരുറവകളിൽ ഇതിന്റെ പൂരിതലായനി കാണപ്പെടുന്നുണ്ടു്. ചില ഗുഹകളിലും ഉപയോഗശൂന്യമായ പൊട്ടക്കിണറുകളിലും CO_2 കൂടിയ അളവിൽ കാണുന്നുണ്ടു് [നേപിൾസിലുള്ള ഗ്രോട്ടോഡെൽകെയ്നിലും ജാവായിലുള്ള പോയ്സൺ വാലിയിലും മറ്റും ഈ വാതകം ഭൂമിക്കടിയിൽ നിന്നു് പൊന്തിവരുന്നു].

മറ്റു പദാർത്ഥങ്ങളുമായി സംയോജിച്ചു് കാർബണേറ്റുകളായി ഈ പദാർത്ഥം പല ഖനിജങ്ങളിലും കക്കകളിലും മറ്റും കാണപ്പെടുന്നു—കാൽസൈറ്റു്, ചോക്കു്, മാർബിളം, ചുണ്ണാമ്പുകല്ലു്, കക്ക, മുത്തു് ഇവയെല്ലാം കാൽസിയം കാർബണേറ്റു് ആണു്. മാഗ്നൈസൈറ്റു് ($MgCO_3$), ഡോളൊമൈറ്റു് ($MgCO_3 \cdot CaCO_3$) മുതലായ പല ഖനിജങ്ങളും കാർബണേറ്റുകളാണു്.

ഉൽപാദനവിധികൾ

(1) കാർബൺ ഓക്സിജനിൽ ജ്വലിക്കുമ്പോൾ CO_2 ഉണ്ടാകുന്നു.

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

(2) ആൽക്കലി ലോഹങ്ങളുടെതൊഴിച്ചു് മറ്റുള്ള ലോഹകാർബണേറ്റുകൾ ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിഘടിച്ചു് CO_2 ഉണ്ടാകുന്നു.

ഉദാഹരണം

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$

3. ബൈകാർബണേറ്റുകളുടെ താപവിഘടനം കൊണ്ടും CO_2 ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Mg(HCO_3)_2 \longrightarrow MgCO_3 + H_2O + CO_2$$
$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

4. കാർബണികയൗഗികങ്ങളും വായുവിൽ ജ്വലിക്കുമ്പോഴും CO_2 ഉല്പന്നമാണു്.

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow 2H_2O + CO_2$$
$$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$$
$$C_2H_5OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

5. കാർബണേറ്റുകളും ബൈകാർബണേറ്റുകളും നേർത്ത ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും CO_2 ഉന്മുക്തമാകുന്നു.

$$BaCO_3 + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + H_2O + CO_2$$

ലാബറട്ടറിനിർമാണം

മാർബിളും കഷണങ്ങളും നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡും തമ്മിൽ പ്രവർത്തിപ്പിച്ചാണു് CO_2 സാധാരണ നിർമിക്കുന്നതു്. ഈ നിർമാണം കിപ്പ് ഉപകരണത്തിൽ നടത്താം (ഹൈഡ്രജൻ നോക്കുക—അധ്യായം 2). ഇതിന്റെ മധ്യഭാഗത്തുള്ള ബൾബിൽ മാർബിളും കഷണങ്ങളും നിറയ്ക്കുന്നു. 1:1 ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡാണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

വാതകത്തിലുണ്ടാകാവുന്ന ആസിഡും കണികകളും നീക്കുന്നതിനു് വാതകം സോഡിയം ബൈകാർബണേറ്റു് ലായനിയിൽക്കൂടി കുമിളിപ്പിക്കുന്നു. ഈ വാതകം സാന്ദ്ര സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡിൽക്കൂടി കടത്തി ശുഷ്കമാക്കിയശേഷം വായുവിന്റെ മേല്പോട്ടുള്ള വിസ്ഥാപനംകൊണ്ടോ അല്ലെങ്കിൽ മെർക്കുറിയുടെ വിസ്ഥാപനം കൊണ്ടോ ശേഖരിക്കാം.

ശുദ്ധീകരിച്ച സോഡിയം ബൈകാർബണേറ്റിന്റെ താപവിഘടനം കൊണ്ടും ശുദ്ധമായ CO_2 നിർമിക്കാം.

വൻതോതിലുള്ള നിർമാണം

പല രാസപ്രക്രിയകളിലും CO_2 ഉപോല്പന്നമാണു്. ഈ വാതകം മിക്കപ്പോഴും ശേഖരിക്കാറില്ല. കാരണം അതിന്റെകൂടെ മാറാൻ വിഷമമുള്ളതോ വിഷവീര്യമുള്ളതോ ആയ പദാർഥങ്ങളും ഉണ്ടാകാം. ചില പ്രക്രിയകളിൽ ഉപോല്പന്നം കാർബൺഡൈഓക്സൈഡു് ശേഖരിക്കാറുണ്ടു്. നുരപ്പിക്കൽ പ്രക്രിയകളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന CO_2 ശുദ്ധമായതിനാൽ ഇതു് ശേഖരിക്കുന്നു. ഇതിലെ ജലാംശം നീക്കംചെയ്യേണ്ടതാണു്. ചുണ്ണാമ്പുകല്ലു് മുതലായ കാർബണേറ്റുകളും ചൂളകളിൽ വെച്ചു് താപവിഘടനം ചെയ്യും CO_2 ലഭിക്കുന്നു. ഈ വാതകം ഉന്നത മർദത്തിൽ തണുപ്പിച്ചു് ദ്രാവകമാക്കിയോ ഉന്നത മർദത്തിൽ

വാതകരൂപത്തിലോ സ്റ്റീൽ സിലിണ്ടറുകളിൽ നിരച്ചാണു് വിപണനം ചെയ്യുന്നതു്.

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

നിറമില്ലാത്ത ഒരു വാതകമാണു് കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ്. മണമില്ലാത്ത ഈ വാതകത്തിനു് നേരിയ രുക്ഷഗന്ധമുണ്ടെന്നും ചിലർ പറയുന്നു. ലേശം പുളിപ്പുരസം ഉണ്ടു്. ജലത്തിൽ അല്പം ലയിക്കുന്നു. ഉന്നത മർദത്തിൽ ജലത്തിൽ വളരെയധികം ലയിക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ ഉന്നതമർദത്തിൽ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് ജലത്തിൽ ലയിച്ചിരിക്കുന്ന ലായനിയാണു് സോഡാജലം അഥവാ സോഡാ. കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിനു് വായുവിന്റെ $1\frac{1}{2}$ ഇരട്ടിയോളം ഘനത്വമുണ്ടു്. 31°C–നു താഴെ മർദിച്ചു് ഇതു് ദ്രവീകരിക്കാം. അന്തരീക്ഷമർദത്തിൽ ദ്രവകകാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിനു് സ്ഥിരതയില്ല. ദ്രവകം വേഗം ബാഷ്പീകരിച്ചാൽ ഖരമാകും. വാതകം തണുപ്പിച്ചാലും (അന്തരീക്ഷമർദത്തിൽ) ഖരമാണു് കിട്ടുന്നതു്. ഖരം വായുവിൽ തുറന്നുവെച്ചാൽ നേരിട്ടു് (ഉരുകി ദ്രവകമാകാതെ തന്നെ) ബാഷ്പീഭവിക്കുന്നു (ഉൽപതിക്കുന്നു). അതിനാൽ ഖര കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിനു് ''വരണ്ട ഐസ്'' എന്നു പറയുന്നു. CO_2 വിഷമല്ലെങ്കിലും ഇതിന്റെ അന്തരീക്ഷത്തിൽ ജന്തുക്കൾക്കു് ജീവിക്കാൻ സാധ്യമല്ല (ഓക്സിജന്റെ അഭാവം കൊണ്ടു്). ശ്വസിക്കുന്ന വായുവിൽ 20% ഓക്സിജനുണ്ടെങ്കിൽ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ ശതമാനം എത്രയെങ്കിലും അപകടമില്ലാതെ കൂട്ടാവുന്നതാണു്.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

സ്വയം ജ്വലിക്കുന്നില്ല, സാധാരണമായി മറ്റു പദാർഥങ്ങളുടെ ജ്വലനത്തെ അനുവദിക്കുകയുമില്ല. കത്തുന്ന മെഴുകുതിരിയും മറ്റും ഇതിൽ കെട്ടുപോകും. എന്നാൽ ഊർജസ്വലമായി കത്തുന്ന മഗ്നീഷ്യം, സോഡിയം മുതലായവ CO_2ലും തുടർന്നു് കത്തും.

$$2Mg + CO_2 \longrightarrow 2MgO + C$$

$$4Na + 3CO_2 \longrightarrow 2Na_2CO_3 + C$$

കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ ജലലായനി നേരിയ അമ്ലഗുണങ്ങൾ പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ കാർബോണിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നതായി കരുതാം.

$$H_2O + CO_2 \rightleftharpoons H_2CO_3.$$

എന്നാൽ ഈ ആസിഡിന്റെ അസ്തിത്വം സംശയാസ്പദമാണു്. ലായനി ചൂടാക്കിയാൽ അല്ലെങ്കിൽ അതിനു മീതെയുള്ള മർദം കുറച്ചാൽ ലയിച്ചിരിക്കുന്ന CO_2 മുഴുവനും ഉന്മുക്തമാകുന്നു.

ചില തപ്തലോഹങ്ങളും ജ്വലിക്കുന്ന കരിയും ഇതിനെ നിരോക്സീകരിക്കുന്നു.

$$Zn + CO_2 \longrightarrow ZnO + CO$$

$$C + CO_2 \longrightarrow 2CO$$

ആൽക്കലിയിൽ ഈ വാതകം അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെട്ട് കാർബണേറുകളും ബൈകാർബണേറുകളും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$CO_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$
$$CO_2 + NaOH \longrightarrow NaHCO_3$$

ചുണ്ണാമ്പു ലായനിയിൽ കൂടിയോ ബേരിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനിയിൽ കൂടിയോ CO_2 കടത്തിവിട്ടാൽ യഥാക്രമം കാൽസിയം കാർബണേറും, ബേരിയം കാർബണേറും എന്നിവയുണ്ടാകുന്നതിനാൽ തെളിഞ്ഞ ലായനി പാലുപോലെയാകും. എന്നാൽ തുടർന്നു CO_2 കടത്തിക്കൊണ്ടിരുന്നാൽ അലേയമായ വെള്ളത്ത കാർബണേറു് അവക്ഷേപം ലേയമായ ബൈകാർബണേറു് ആകുന്നതിനാൽ പാലുപോലെ കലങ്ങിയ മിശ്രിതം വീണ്ടും തെളിയുന്നു.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$$
$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

പ്രകാശസംശ്ലേഷണം (ഫോട്ടോസിന്തസിസ്) സൂര്യപ്രകാശം ഇലകളിൽ പതിക്കുമ്പോൾ അവയിലുള്ള പച്ചനിറമുള്ള ക്ലോറോഫിൽ എന്ന വർണകത്തിന്റെ ഉൽപ്രേരണശക്തി കൊണ്ടു് വായുവിലെ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് സസ്യങ്ങളിൽവച്ചു് ജലവുമായി സംയോജിച്ചു് കാർബോഹൈഡ്രേറുകളും ഓക്സിജനും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

മറ്റു് അനവധി യൗഗികങ്ങളും സസ്യങ്ങളിൽ ഉണ്ടാകുന്നതു് പ്രകാശവും ക്ലോറോഫിലും സാധ്യമാകുന്ന ഈ കാർബൺ സാത്മീകരണ പ്രക്രിയയിൽ കൂടിയാണു്. ഈ അതിസങ്കീർണമായ രാസപ്രക്രിയകളെയാണു് മൊത്തത്തിൽ പ്രകാശസംശ്ലേഷണം എന്നു പറയുന്നതു്. ജന്തുക്കൾ ഓക്സിജൻ ശ്വസിച്ച ശേഷം ഉച്ഛ്വസിക്കുന്ന കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് തിരിച്ചു് ഓക്സിജനാക്കി വായുവിലേക്കും കാർബൺയൗഗികങ്ങളാക്കി സസ്യങ്ങളിലേക്കും വേർതിരിച്ചു വിടുന്ന ഈ പ്രക്രിയയിലാണു് പ്രധാനമായി കാർബണികയൗഗികങ്ങളും പ്രകൃതിയിൽ സംജാതമാകുന്നതും വായുവിലെ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ ശതമാനം സന്തുലിതമായി നിലനില്ക്കുന്നതും.

CO_2-ന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

സോഡാജലം, ക്രുഷ്കരം, ലെമൊണേഡുകൾ മുതലായ പാനീയങ്ങൾ നിർമിക്കാൻ CO_2 വളരെയധികം ഉപയോഗിക്കുന്നു. സോഡിയം കാർബണേറു്, സോഡിയം ബൈകാർബണേറു് മുതലായ പദാർഥങ്ങളുടെ നിർമാണത്തിനും അഗ്നിശമനത്തിനും ധാരാളം CO_2 ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. വരണ്ട ഐസ് വളരെ താണ താപനിലയുള്ള ശീതളന മിശ്രിതങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടു്.

ടെസ്റ്റുകൾ

(1) നിറവും മണവും ഇല്ലാത്ത വാതകമാണ്.

(2) ഘനത്വം വായുവിനെക്കാൾ കൂടുതലാണ്.

(3) സ്വയം ജ്വലിക്കുന്നില്ല; ജ്വലനത്തെ അനുവദിക്കുന്നുമില്ല. കത്തുന്ന ഈർക്കിൽ ഇതിൽ ഇറക്കിയാൽ തൽക്ഷണം കെട്ടുപോകുന്നു.

(4) ചുണ്ണാമ്പുജലത്തെ ഈ വാതകം പാലുപോലെയാക്കുന്നു.

സംഘടനവും സൂത്രവും

സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ സംഘടനം നിർണയിക്കാനുള്ള പരീക്ഷണങ്ങളാണ് (അധ്യായം 9 നോക്കുക) ഇതിന്റെ കാര്യത്തിലും പ്രസക്തമാണ്. കാർബണിന്റെ രാസതുല്യാങ്കമോ നിർണയത്തിനുള്ള പരീക്ഷണത്തിൽ നിന്നും കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ ഭാരസംഘടനം കിട്ടുന്നു. ഇതിൽ നിന്നും കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ ഏംപിരിക സൂത്രം കണക്കാക്കാം. തന്മാത്രാഭാരം ഘനത്വത്തിൽ നിന്നും കണക്കാക്കാവുന്നതിനാൽ തന്മാത്രാസൂത്രം നിർണയിക്കാം.

വ്യാപ്തസംഘടനം നിർണയിക്കുന്നതും സൽഫർ ഡൈഓക്സൈഡിന്റേതുപോലെ തന്നെയാണ്. അവിടെ വിവരിച്ചിട്ടുള്ള ഉപകരണം തന്നെ (ചിത്രം 9-8) ഉപയോഗിക്കാം; സൽഫറിനു പകരം കാർബൺ (ശുദ്ധമായ പഞ്ചസാരക്കരി) ഉപയോഗിക്കണമെന്നു മാത്രം. ഉപകരണത്തിൽ നിശ്ചിത വ്യാപ്തം ഓക്സിജൻ നിറച്ചു് വേണ്ടതിലധികം കാർബൺ അതിൽ കത്തിക്കുമ്പോൾ ഓക്സിജൻ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡായിത്തീരുന്നു. ഓക്സിജന്റെ വ്യാപ്തത്തോളം കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് ലഭിക്കുന്നതായി പരീക്ഷണത്തിൽ നിന്നു മനസ്സിലാക്കാം. ഇതിൽ നിന്നു ഒരു വ്യാപ്തം കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിൽ ഒരു വ്യാപ്തം ഓക്സിജൻ സംയോജിച്ചിരിക്കുന്നതായി അനുമാനിക്കാം. ഈ വസ്തുതയിൽ അവൊഗാഡ്രോ നിയമപ്രയോഗത്താൽ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് തന്മാത്രയിൽ ഒരു തന്മാത്ര (രണ്ടണുക്കൾ) ഓക്സിജൻ ഉണ്ടെന്നു തീരുമാനിക്കാം. അപ്പോൾ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ സൂത്രം CxO_2 എന്നു കിട്ടുന്നു. ഇതിന്റെ സൂത്രഭാരം

$= 12{\cdot}01 \times x + 16 \times 2 = 32 + 12{\cdot}01x$

ഘനത്വത്തിൽ നിന്നു തന്മാത്രാഭാരം 44 ആണെന്നു കണക്കാക്കപ്പെട്ടുന്നു.

അപ്പോൾ $32 + 12{\cdot}01x = 44$

അതായതു് $x = 1$ (x ഒരു പൂർണസംഖ്യയായിരിക്കണമെന്നതിനാൽ)

∴ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ സൂത്രം $= CO_2$

ഇലക്ട്രോണിക സൂത്രം

കാർബൺ അണുവിന്റെ പുറംചട്ടയിൽ 4 ഇലക്ട്രോണുകളാണുള്ളതു്. അതിനാൽ അഷ്ടകം നേടാൻ നാലു് ഇലക്ട്രോണുകൂടി ആവശ്യമാണു്. ഓക്സിജൻ അണുവിനു് 6 ഇലക്ട്രോണുകൾ പുറം ചട്ടയിലുണ്ടു്. അതിനാൽ അഷ്ടകം

നടാൻ ഇതിനു് 2 ഇലക്ട്രോണകം മതി. സഹസംയോജത കൊണ്ടു് ഓരോ കാർബൺഅണുവും രണ്ടു ഓക്സിജനണുക്കളുമായി സംയോജിക്കുമ്പോൾ, കാർബൺ ഓരോ ഓക്സിജനണുക്കളുമായി നാലു് ഇലക്ട്രോണകം വീതം ഉംപ്പെട്ടന്ന ഓരോ ദ്വിബന്ധങ്ങളും സൃഷ്ടിക്കുന്നു. അതായതു് കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിനെ,

$$O = C = O$$

എന്നു് ചിത്രീകരിക്കാം. ഇലക്ട്രോണിക സൂത്രം ചിത്രം 14_2ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 14_2

കാർബോണിക് ആസിഡും ലവണങ്ങളും

കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ ജലലായനിക്കു് ക്ഷാരങ്ങളെ ഉദാസീനമാക്കാൻ കഴിവുണ്ടു്. തന്മൂലം ഈ ലായനിയിൽ കാർബോണിക് ആസിഡ് ഉണ്ടെന്നു് (H_2CO_3) കരുതപ്പെട്ടിരുന്നു. അതിദുർബലമായ ഈ ആസിഡിന്റെ അസ്തിത്വം ഇതുവരെ സമർഥിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ല. എന്നാൽ സാങ്കല്പികമായ ഈ ആസിഡിന്റെ ലവണങ്ങളും സുപരിചിതങ്ങളാണു്. ഒരു ദ്വിബേസിക ആസിഡായതിനാൽ നോർമൽ ലവണങ്ങളും (കാർബണേറ്റുകളും) ആസിഡ് ലവണങ്ങളും (ബൈകാർബണേറ്റുകളും) ഉണ്ടാകുന്നു. ഉദാസീനീകരണത്തിൽ ക്ഷാരം കൂടുതലുണ്ടെങ്കിൽ കാർബണേറ്റും CO_2 കൂടുതലുണ്ടെങ്കിൽ ബൈകാർബണേറ്റും ലഭിക്കുന്നു. NaOH ലായനിയെ CO_2 കൊണ്ടു് പൂരിതമാക്കിയാൽ സോഡിയം ബൈകാർബണേറ്റാണു് ലഭിക്കുന്നതു്.

$$2NaOH + CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$
$$Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow 2NaHCO_3$$

ചുണ്ണാമ്പു ജലത്തിൽ CO_2 കടത്തിവിടുമ്പോഴുള്ള പരിവർത്തനങ്ങളും നേരത്തെ വിവരിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ.

ആൽക്കലികളുമായി CO_2 പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും കാർബണേറ്റും ബൈകാർബണേറ്റും ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടു്. എന്നാൽ കാർബോണിക് ആസിഡിന്റെ ദുർബലത കൊണ്ടു് ദുർബലക്ഷാരങ്ങളായ ഘനലോഹ ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും ബേസിക് കാർബണേറ്റുകളാണു് ഉണ്ടാകുന്നതു്.

$Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$ — കോപ്പർ ബേസിക് കാർബണേറ്റു്
$Pb(OH)_2 \cdot PbCO_3$ — ലെഡു് ബേസിക് കാർബണേറ്റു്

മുതലായവ ഉദാഹരണങ്ങളാണു്.

കാർബണേറുകളും ബൈകാർബണേറുകളും നേർത്ത ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും (സാധാരണ താപനിലയിൽ തന്നെ) കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. മിശ്രിതം നുരഞ്ഞു പൊങ്ങുന്നതു കാണാം.

$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO_2$$
$$Ca(HCO_3)_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O + 2CO_2$$
$$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 + 4HCl \longrightarrow 2CuCl_2 + 3H_2O + CO_2$$

കാർബണേറുകളും എല്ലാം അസ്ഥിരങ്ങളാണ്. സോഡിയം, പൊട്ടാസിയം എന്നിവയുടെ കാർബണേറുകളും ഒഴികെയുള്ള എല്ലാ കാർബണേറുകളും ചൂടാക്കുമ്പോൾ വിയോജിച്ച് CO_2 ഉണ്ടാകുന്നു.

$$BaCO_3 \rightleftharpoons BaO + CO_2$$
$$PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2 \longrightarrow 2PbO + H_2O + CO_2$$

ബൈകാർബണേറുകളും വളരെ അസ്ഥിരങ്ങളായതിനാൽ ഇവയെല്ലാം 100°C ൽ താഴെത്തന്നെ വിഘടിക്കുന്നു.

$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$
$$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O + CO_2$$

ബൈകാർബണേറ് ലായനി ചൂടാക്കുമ്പോഴും ഇത്തരം വിഘടനങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു.

കാർബണേറുകളിൽ ആൽക്കലി കാർബണേറുകളും ഒഴികെയുള്ളവ എല്ലാം ജലത്തിൽ ലയിക്കാത്തവയാണ്. ബൈകാർബണേറുകളും എല്ലാം ലേയങ്ങളുമാണ്.

ആൽക്കലി കാർബണേറ് ലായനികളും ക്ഷാരസ്വഭാവമുള്ളവയാണ് (ജലാപഘടനം കൊണ്ട്). സോഡിയം കാർബണേറ് ലായനിയിൽ ലിറ്റ്മസിനു നീലനിറവും മെഥിൽ ഓറഞ്ചിനു മഞ്ഞനിറവും ഉണ്ടാകും.

അനവധി കാർബണേറുകളും ഖനിജങ്ങളായി കാണുന്നു. പ്രകൃതിജലങ്ങളിൽ ബൈകാർബണേറുകളും കാണാറുണ്ട് (അധ്യായം 4 നോക്കുക). സോഡിയം കാർബണേറ് (അലക്കുകാരം) സോഡിയം ബൈകാർബണേറ് (റൊട്ടിക്കാരം) മുതലായവ പ്രായോഗികപ്രാധാന്യമുള്ളവയാണ്.

കാർബണേറുകൾക്കുള്ള ടെസ്റ്റുകൾ

1. നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡുമായി സാധാരണ താപനിലയിൽ പ്രവർത്തിച്ച് നിറവും മണവും ഇല്ലാത്ത വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു (CO_2).

ഈ വാതകം തെളിഞ്ഞ ചുണ്ണാമ്പുജലത്തിൽ കുടിയോ ബേരിറ്റാജലത്തിൽ കുടിയോ കടത്തിവിട്ടാൽ ലായനി പാലുപോലെയാകുന്നു.

(ഒരു ഗ്ലാസ് ട്യൂബ് ലായനിയിൽ മുക്കി അതിന്റെ അറ്റത്തു് ഒരു തുള്ളി നിർത്തിക്കൊണ്ടു് വാതകത്തിൽ കാണിച്ചാലും ലായനിത്തുള്ളി വെളുത്തു് അതാര്യമാകും)

2. ജലലായനിയിൽ (ആൽക്കലി കാർബണേറ്റുകളും മാത്രമേ ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നുള്ളൂ) കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ് ഒഴിക്കുമ്പോഴും വെളുത്ത അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നു.

3. ജലത്തിൽ ലയിക്കാത്ത കാർബണേറ്റുകളും ചൂടാക്കുമ്പോഴും വിഘടിച്ചു് കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡുണ്ടാകുന്നു. ചുണ്ണാമ്പു ജലത്തിൽ കൂടി വാതകം കടത്തി വിട്ടു് പരിശോധിക്കുക.

കുറിപ്പു്: ഈ ടെസ്റ്റുകളിൽ (2) മുതൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നവ ബൈകാർബണേറ്റുകൾക്കും ബാധകമാണു്. ബൈകാർബണേറ്റുകളും എല്ലാം ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നു. ഇവയുടെ ജലലായനിയിൽ കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ് ചേർത്താൽ അവക്ഷേപം ഉണ്ടാകുന്നില്ല.

സോഡിയം കാർബണേറ്റും സോഡിയം ബൈകാർബണേറ്റും തമ്മിൽ തിരിച്ചറിയുന്നതിനുള്ള ടെസ്റ്റുകൾ

	പരീക്ഷണം	Na_2CO_3	$NaHCO_3$
1.	ജല ലേയത്വം	വളരെയധികം	വളരെ കുറവു്
2.	തപിപ്പിക്കുക	വ്യത്യാസം ഒന്നും ഇല്ല	വിഘടിച്ചു് നീരാവിയും കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡുംഉണ്ടാകുന്നു. CO_2 ചുണ്ണാമ്പു ലായനികൊണ്ടു് ടെസ്റ്റു ചെയ്യാം.
3.	ജല ലായനിയിൽ കാൽസിയംക്ലോറൈഡുലായനി ചേർക്കുക.	വെളുത്ത അവക്ഷേപം	അവക്ഷേപം ഇല്ല.
4.	ജല ലായനിയിൽ ഫിനോഫ്തലീൻ സംസൂചകം ചേർക്കുക.	ലായനിയുടെ നിറം പാടലമാകുന്നു. (പിങ്കു്)	നിറം ഉണ്ടാകുന്നില്ല.

കാർബൺ മോണോക്സൈഡ്-CO

ഉൽപാദനവിധികൾ

1. ശോണോജ്വലമായി ചൂടാക്കിയ കാർബണിന്റെ (കോക്ക്, കരി) മീതെകൂടി CO_2 കടത്തി വിടുമ്പോൾ കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$C + CO_2 \longrightarrow 2CO$$

നിയന്ത്രിതമായ അളവിൽ വായു ശോണോജ്വലമായ കോക്കിൽ കൂടി കടത്തി വിടുമ്പോഴും ഒരുപക്ഷേ ഇതേ പ്രവർത്തനം തന്നെ നടക്കുന്നതിനാലാവാം CO ഉണ്ടാകുന്നത്.

$$2C + O_2 \longrightarrow 2CO$$
$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$
$$CO_2 + C \longrightarrow 2CO$$

ഇപ്രകാരം കിട്ടുന്ന വാതകത്തിൽ വായുവിലുണ്ടായിരുന്ന നൈട്രജൻ ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ മിശ്രിതമാണ് ($CO + N_2$) പ്രൊഡ്യൂസർ ഗാസ്

2. ശോണോജ്വലമായി തപിപ്പിച്ച കർബണിൽ കൂടി നീരാവി കടത്തി വിടുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജനും കാർബൺ മോണോക്സൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു. (വാട്ടർ ഗാസ്).

$$C + H_2O \longrightarrow CO + H_2$$

3. ചില ലോഹഓക്സൈഡുകളും കരി ചേർത്തു ചൂടാക്കുമ്പോൾ ലോഹവും കാർബൺ മോണോക്സൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Fe_2O_3 + 3C \longrightarrow 2Fe + 3CO$$
$$ZnO + C \longrightarrow Zn + CO$$
$$CuO + C \longrightarrow Cu + CO$$

4. തപിപ്പിച്ച ചില ലോഹങ്ങളിൽ കൂടി CO_2 കടത്തിവിടുമ്പോൾ CO ആയി നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$Zn + CO_2 \longrightarrow CO + ZnO$$

5. ഫോർമിക് ആസിഡ് സാന്ദ്രസൽഫൂരിക് ആസിഡുകൊണ്ട് നിർജലീകരിക്കുമ്പോൾ CO ഉണ്ടാകുന്നു.

$$HCOOH \xrightarrow{H_2SO_4} H_2O + CO$$

ഓക്സാലിക് ആസിഡ് ഇതുപോലെ നിർജലീകരിക്കുമ്പോൾ CO, CO_2 എന്നിവയുണ്ടാകുന്നു.

$$H_2C_2O_4 \xrightarrow{H_2SO_4} H_2O + CO + CO_2$$

(ഈ ആസിഡുകളുടെ ലവണങ്ങളും — ഫോർമേറ്റ്, ഓക്സലേറ്റ് — സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും, ആദ്യം അതാതു് ആസിഡുകളും ഉണ്ടായി പിന്നീടു് നിർജ്ജലീകരണം നടക്കുന്നു).

6. പൊട്ടാസിയം ഫെറോസയനൈഡ് ക്രിസ്റ്റലുകളും സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡു ചേർത്തു് ചൂടാക്കുമ്പോഴും CO ഉണ്ടാകുന്നു.

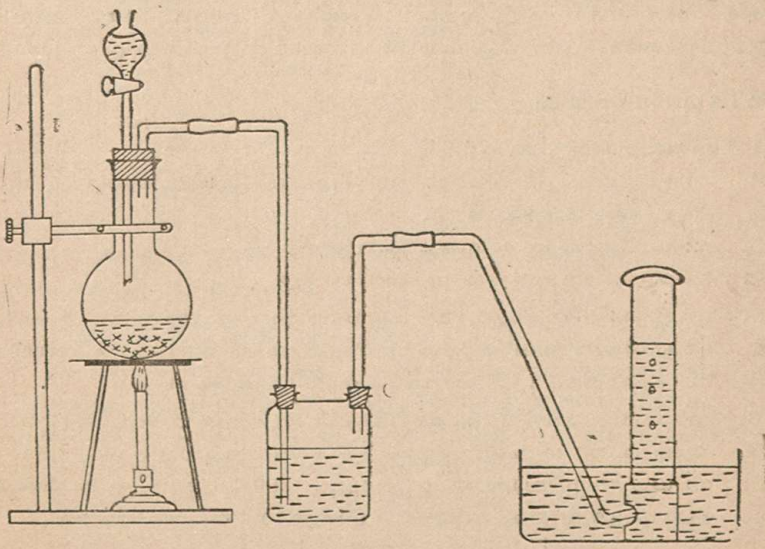
$$K_4Fe(CN)_6 + 8H_2SO_4 + 6H_2O \longrightarrow 4KHSO_4 + FeSO_4 + 3(NH_4)_2SO_4 + 6CO$$

ലാബാട്ടറിനിർമാണം

ഓക്സാലിക് ആസിഡ് ക്രിസ്റ്റലുകളും ചൂടുള്ള സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡുകൊണ്ടു് നിർജലീകരിച്ചുകിട്ടുന്ന CO, CO_2 മിശ്രിതത്തിൽ നിന്നു് CO_2 മാത്രം പൊട്ടാഷ് ലായനികൊണ്ടു് അവശോഷണംചെയ്തു മാറ്റിയാണു് സാധാരണയായി CO നിർമിക്കുന്നതു്.

$$H_2C_2O_4 \longrightarrow H_2O + CO + CO_2.$$

ചിത്രം 14—3 ൽ കാണുന്നതുപോലെ അടിയുരുണ്ട ഒരു ഫ്ളാസ്കിൽ ഓക്സാലിക് ആസിഡ് ക്രിസ്റ്റലുകളും എടുക്കുന്നു.



ചിത്രം 14—3

ഒരു ടാപ് ഫണലും നിർഗമനനാളിയും ഉറപ്പിച്ചിട്ടുള്ള റബ്ബർ കോർക്കു കൊണ്ടു് ഫ്ളാസ്കു് അടയ്ക്കുന്നു. ടാപ്ഫണലിൽ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് എടു

ക്കുന്നു. നിർഗമനക്കുഴൽ സാന്ദ്ര പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്ലൈഡ് നിറച്ച ഒരു വുഡ്ഫ് കുപ്പിയിലേയ്ക്ക് ഘടിപ്പിക്കുന്നു. വാതകം ഈ ലായനിയിൽ കൂടി കുമിളകളായി വരുമ്പോൾ അതിലുള്ള CO_2 അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. പുറത്തു വരുന്ന വാതകം ജലവിസ്ഥാപനം കൊണ്ട് ശേഖരിക്കുന്നു. ഈർപ്പമില്ലാത്ത വാതകം വേണമെങ്കിൽ വുഡ്ഫ് കുപ്പിയിൽ നിന്നു വരുന്ന വാതകത്തെ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡിൽ കൂടി കടത്തി ശുഷ്കമാക്കിയശേഷം മെർക്കറിക്കു മീതെ ശേഖരിക്കാം. ഓക്സാലിക് ആസിഡ് മുടങ്ങാക്കവണ്ണം സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് ഒഴിച്ച് ഫ്ളാസ്കു ചെറുതായി ചൂടാക്കുമ്പോൾ പ്രവർത്തനം നടക്കുന്നു.

2. ഫോർമിക് ആസിഡ് നിർജലീകരിച്ചും CO നിർമിക്കാറുണ്ട്. ഇതേ ഉപകരണം മതി. ടാപ് ഫണലിൽ ഫോർമിക് ആസിഡ് എടുക്കുന്നു (ഇതു ദ്രാവകമാണ്). ഫ്ളാസ്കിൽ സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ് എടുത്തു ചെറുതായി ചൂടാക്കണം. ഈ ആസിഡിലേക്ക് ഫോർമിക് ആസിഡ് തുള്ളിതുള്ളിയായി വീഴ്ത്തുമ്പോൾ നിർജലീകരണത്താൽ വാതകം ഉദ്ഗമിക്കുന്നു. ഇതിൽ CO മാത്രമേ ഉണ്ടാകുന്നുള്ളു. അതിനാൽ ആൽക്കലിലായനിയിൽ കൂടി കടത്തിവിടേണ്ടതില്ല. വാതകം നേരിട്ട് ജലത്തിനു മീതെ ശേഖരിക്കാം.

3 പൊട്ടാസിയം ഫെറോസയനൈഡ് ക്രിസ്റ്റലുകളും സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡും ചേർന്ന മിശ്രിതം ചൂടാക്കിയും CO നിർമിക്കുന്നുണ്ട്. പൊട്ടാസിയം ഫെറോ സയനൈഡ് ക്രിസ്റ്റലുകളുടെ പത്തിരട്ടി സൽഫൂരിക് ആസിഡ് എടുത്തു ചൂടാക്കുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയിൽ ഉണ്ടാകുന്ന CO മിക്കവാറും ശുദ്ധമാണ്.

ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

1. നിറമില്ലാത്ത വാതകം
2. നേരിയ ഒരു പ്രത്യേക മണമുണ്ട് (വിഷമായതിനാൽ മണത്തു നോക്കുന്നതു് ആപൽക്കരമാണ്).
3. വായുവിനെക്കാൾ ഘനത്വം കുറവാണ്.
4. ജലത്തിൽ നിസ്സാരമായ് ലേയത്വമേ ഉള്ള.
5. സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിലോ അമോണിയം ഹൈഡ്രോ ക്ലൈഡിലോ അലിയിച്ച കുപ്രസ് ലവണ ലായനികളിൽ (ഉദാ: കുപ്രസ് ക്ലോറൈഡ്) ഈ വാതകം ധാരാളം ലയിക്കുന്നു.
6. ഈ വാതകം അത്യധികം അപകടകരിയായ ഒരു വിഷമാണ് (നിറവും ശക്തിയായ ഗന്ധവും ഇല്ലാത്തതിനാൽ വായുവിൽ ഇതിന്റെ സാന്നിധ്യം മനസ്സിലാക്കാൻ എളുപ്പമല്ല). 800:1 എന്ന അനുപാതത്തിൽ പോലും ഈ വാതകം വായുവിൽ ഉണ്ടെങ്കിൽ അപായകരമാണ്.

രാസഗുണധർമങ്ങൾ

1. ഇളം നീലനിറമുള്ള ജ്വാലയോടുകൂടി വായുവിലും ഓക്സിജനിലും കത്തുന്നു. എന്നാൽ ഈ വാതകം ജ്വലനസഹായി അല്ല. കത്തുന്ന ഒരു

ഈർക്കിൽ CO നിറച്ച ഒരു ജാറിൽ ഇറക്കിയാൽ ഈർക്കിൽ കെട്ടുപോകും. എന്നാൽ ജാറിന്റെ വായിൽ വാതകം നീല ജ്വാലയോടുകൂടി കത്തുന്നതുകാണാം. (Cf: H_2). ജ്വലനം കൊണ്ട് കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. വാതകം കത്തിത്തീരുമ്പോൾ ജാറിൽ അല്പം ചുണ്ണാമ്പുലായനി ഒഴിച്ചാൽ അതു് കലുക്കുമ്പോൾ പാലുപോലെയാകുന്നതിൽ നിന്നു് CO_2 ഉണ്ടാകുന്നതായി അനുമാനിക്കാം. ഈ പരീക്ഷണം H_2, CO എന്നിവയെ തിരിച്ചറിയാൻ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

$$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$$

2. ക്ലോറിനുമായി സൂര്യപ്രകാശത്തിൽ സംയോജിക്കുന്നു.

$$CO + Cl_2 \longrightarrow COCl_2$$

ഉല്പന്നമായ ഫോസ്ജീൻ അഥവാ കാർബൊണിൽ ക്ലോറൈഡ് ഒരു വിഷപദാർത്ഥമാണു്.

സൽഫർ ബാഷ്പം ചേർത്തു്, ചൂടാക്കിയ ഒരു കഴലിൽകൂടി കടത്തിവിടുമ്പോൾ സംയോജനം നടന്നു് കാർബൊണിൽ സൽഫൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$CO + S \longrightarrow COS$$

3. ഓക്സിജനുമായിസംയോജിച്ചു് CO_2 ആയിത്തീരാനുള്ളപ്രവണതകൊണ്ടു് CO ഒരു നിരോക്സീകാരകമാണു്. പല ലോഹ ഓക്സൈഡുകളെയും ഉന്നത താപനിലയിൽ ലോഹങ്ങളായി നിരോക്സീകരിക്കുന്നു.

$$Fe_3O_4 + 4CO \longrightarrow 4CO_2 + 3Fe$$

(ഹൈഡ്രജൻ നിർമാണത്തിനുള്ള ബോൺ പ്രക്രിയ നോക്കുക)

ഇരുമ്പു് നിഷ്കർഷണത്തിൽ മുഖ്യമായ നിരോക്സീകാരകം CO ആണു്.

$$Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$$

നീരാവിയുമായി ഉൽപ്രേരകങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും ഇത്തരം നിരോക്സീകരണമാണു് സംഭവിക്കുന്നതു് (ഹൈഡ്രജൻ നിർമാണത്തിനുള്ള ബോഷ്പ്രക്രിയ നോക്കുക).

$$H_2O + CO \longrightarrow H_2 + CO_2$$

4. കാർബൺ മോണോക്സൈഡ്—ഹൈഡ്രജൻ മിശ്രിതം അനുയോജ്യമായ പരിതസ്ഥിതികളിലും തക്കതായ ഉൽപ്രേരകങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യത്തിലും പ്രവർത്തിപ്പിക്കുമ്പോൾ പല കാർബണികയൗഗികങ്ങളും കിട്ടുന്നു. പെട്രോളിയം പോലും ഇത്തരത്തിൽ സംശ്ലേഷണം ചെയ്യാവുന്നതാണു്.

$$CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$$

(മെഥനോൾ)

5. ഫോർമിക് ആസിഡിനെ നിർജലീകരിക്കുമ്പോൾ CO ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ ഇതു് ഫോർമിക് ആസിഡിന്റെ അൻഹൈഡ്രൈഡാണെന്നു് സംശയമുണ്ടാകാം. എന്നാൽ CO ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നില്ല. കൂടാതെ CO ആൽക്കലി

ലയനികളെ ഉദാസീനമാക്കി ഫോർമേറ്റുകളം ഉണ്ടാക്കുന്നുമില്ല. അതിനാൽ CO ഫോർമിക് ആസിഡിന്റെ അൻഹൈഡ്രൈഡല്ല. പക്ഷേ, ചൂടാക്കിയ ഖര സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡിൽ അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. സോഡിയം ഫോർമേറ്റാണ് ഉല്പന്നം.

$$NaOH + CO \longrightarrow H{\cdot}COONa$$

സാന്ദ്രമായ സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനിയും ഉയർന്ന താപനിലയിൽ CO അവശോഷണം ചെയ്യുന്നുണ്ട്. ഈ പ്രക്രിയ ഫോർമിക് ആസിഡ്, ഓക്സലിക് ആസിഡ് എന്നിവയുടെ നിർമാണത്തിനു പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. (സോഡിയം ഫോർമേറ്റ് ചൂടാക്കിയാൽ സോഡിയം ഓക്സലേറ്റ് ഉണ്ടാകുന്നു.

6. ഉയർന്ന മർദത്തിൽ (ചിലപ്പോൾ ഉയർന്ന താപനിലയും ആവശ്യമാണ്) CO നിക്കൽ, ഇരുമ്പ് മുതലായ ലോഹങ്ങളുമായി സംയോജിച്ച് ലോഹകാർബൊണിലുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Ni + 4CO \longrightarrow \underset{\text{(നിക്കൽ കാർബൊണിൽ)}}{Ni(CO)_4}$$

നിക്കൽ നിഷ്കർഷണത്തിൽ ഈ പ്രക്രിയ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

7. CO ഉഗ്രമായ വിഷമാണ്. രക്തത്തിലാണ് ഇതിന്റെ പ്രവർത്തനം. നാം ശ്വസിക്കുമ്പോൾ രക്തത്തിലുള്ള ഹിമോഗ്ലോബിൻ ഓക്സിജനുമായി സംയോജിച്ച് ഒരു അസ്ഥിര യൗഗികം ഉണ്ടാകുന്നതു വഴിയാണ് വായുവിലെ ഓക്സിജൻ ലഭ്യമാകുന്നത്. എന്നാൽ കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് കലർന്ന വായുവാണെങ്കിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനശേഷി കൂടുതലുള്ള കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് ഹിമോഗ്ലോബിനുമായി സംയോജിച്ച് നീലനിറമുള്ള ഒരു യൗഗികം ഉണ്ടാകുന്നു. തന്മൂലം ഹിമോഗ്ലോബിൻ പ്രവർത്തനരഹിതമാവുകയും ശരീരത്തിനു വേണ്ട ഓക്സിജൻ ലഭ്യമാകാതാകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ അവസ്ഥ കുറെ സമയം തുടരുമ്പോൾ മരണമായേക്കാം ഫലം.

ഉപയോഗങ്ങൾ

1. നിക്കൽ നിഷ്കർഷണത്തിൽ
2. ഫോർമിക് ആസിഡ്, മെഥിൽ ആൽക്കഹോൾ, ഫോസ്ജീൻ മുതലായവയുടെ നിർമാണത്തിൽ
3. വാട്ടർഗാസ്, പ്രൊഡ്യൂസർ ഗ്യാസ് എന്നിവയുടെ രൂപത്തിൽ ഇന്ധനമായും മറ്റും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

ടെസ്റ്റുകൾ

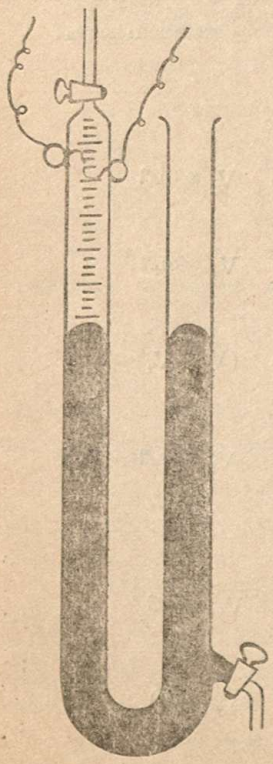
1. നിറവും മണവും ഇല്ലാത്ത വാതകം
2. ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നില്ല
3. ജ്വലനസഹായി അല്ല. നീലനിറമുള്ള ജ്വാലയോടുകൂടി വായുവിൽ കത്തുന്നു. ജ്വലനഫലമായുണ്ടാകുന്ന വാതകം തെളിഞ്ഞ ചുണ്ണാമ്പു ജലത്തെ പാലുപോലെയാക്കുന്നു.

4. പല്ലഡസ് ക്ലോറൈഡ് ($PdCl_2$) ലായനിയിൽ മുക്കിയ ഫിൽറ്ററർ പേപ്പർ കഷണം ഈ വാതകത്തിൽ ചുവപ്പായിത്തീരുന്നു.

5. സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിലോ സാന്ദ്ര അമോണിയാ ലായനിയിലോ കുപ്രസ് ക്ലോറൈഡ് ലയിപ്പിച്ചു കിട്ടുന്ന ലായനിയിൽ ഈ വാതകം പൂർണമായി അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

സംഘടനവും സൂത്രവും

കാർബൺ മോണോക്സൈഡും ഓക്സിജനും തമ്മിൽ സംയോജിച്ച് കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുമല്ലോ. ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ ഉൾപ്പെട്ട വാതകങ്ങളുടെ വ്യാപ്താനുപാതം നിർണയിച്ചാണ് കാർബൺ മോണോക്സൈഡിന്റെ സൂത്രം നിർണയിക്കുന്നത്.



ചിത്രം 14_4

ചിത്രം 14_4 ൽ കാണുന്ന ഉപകരണമാണ് ഈ പരീക്ഷണത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. U ആകൃതിയിലുള്ള ഒരു യൂഡിയോമീറ്ററാണിത്. ഇതിന്റെ ഒരു ഭുജത്തിന്റെ അഗ്രത്തായി ഒരു ടാപ്പുണ്ട്. ഈ ഭുജം അംശാങ്കിതവുമാണ്. മറ്റേ ഭുജം താഴ്ന്നതാണ്. അതിന്റെ ചുവട്ടിലായി ഒരു ടാപ്പുണ്ട്. അംശാങ്കിതമായ കഴലിൽ വിദ്യുത് സ്ഫുലിംഗനം നടത്താൻ പര്യാപ്തമായ വിധത്തിൽ രണ്ട് പ്ലാറ്റിനം ഇലക്ട്രോഡുകൾ ഉരുക്കിപ്പിടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഉപകരണത്തിൽ മെർക്കുറി നിറച്ചശേഷം അതിലെ അംശാങ്കിതമായ കഴലിൽ കുറെ ശുദ്ധമായ കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് ശേഖരിക്കുക. ഇരു കഴലുകളിലെയും മെർക്കുറി തലങ്ങൾ സമമാക്കിക്കൊണ്ട് വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം അംശാങ്കനങ്ങളിൽ നിന്ന് കുറിക്കുക. ഇതിന്റെ കൂടെത്തന്നെ ഏകദേശം ഇതേ വ്യാപ്തം ഓക്സിജൻകൂടി കടത്തിവിട്ട് ദ്രവകതലങ്ങൾ സമമാക്കി മിശ്രിതത്തിന്റെവ്യാപ്തം കുറിക്കുക. അനന്തരം ഇലക്ട്രോഡുകളെ പ്രേരകച്ചുരുളിനോട് യോജിപ്പിച്ച് വാതകത്തിൽ വിദ്യുത്-

സംഘലിംഗനം നടത്തുകയും കാർബൺമോണോക്സൈഡ് ഓക്സിജനുമായി സംയോജിക്കുന്നു. വേണ്ടതിലധികം ഓക്സിജനുള്ളതിനാൽ കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് മുഴുവനും കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡായിത്തീരും. ഉപകരണം രണ്ടാമത്തെ കഴിയുമ്പോഴും മെർക്കുറിതലങ്ങളും സമമാക്കി കുഴലിലവശേഷിക്കുന്ന വാതകമിശ്രിതത്തിന്റെ വ്യാപ്തം കുറിക്കുക. പിന്നീട് യൂഡിയോമീറ്ററിന്റെ താഴത്തെ ഭാഗത്തേയ്ക്ക് സാന്ദ്ര പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനി യൊഴിച്ച് അതിനെ അംശാങ്കിതകുഴലിൽ കൊണ്ടുവരിക. വാതകത്തിലുള്ള കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് മുഴുവനും ലായനി അവശോഷണം ചെയ്യുന്നു. തന്മൂലം വ്യാപ്തം കുറയുന്നു. വ്യാപ്തം കുറഞ്ഞു സ്ഥിരമായിക്കഴിയുമ്പോൾ അവശേഷിക്കുന്ന വാതകത്തിന്റെ (കാർബൺ മോണോക്സൈഡും ഓക്സിജനും ചേർന്നുള്ള) വ്യാപ്തം കുറിക്കുക. അവശേഷിക്കുന്ന വാതകം ഓക്സിജനാണെന്നു പരീക്ഷണങ്ങളും കൊണ്ടു ഏളുപ്പത്തിൽ മനസ്സിലാക്കാം. ഇതിൽ നിന്നും കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് ഓക്സിജനുമായി സംയോജിച്ച് കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നതായും അനുമാനിക്കാം.

പരികലനം

കാർബൺ മോണോക്സൈഡിന്റെ വ്യാപ്തം = V_1 മിലി

കാർബൺ മോണോക്സൈഡും ഓക്സിജനും ചേർന്നുള്ള മിശ്രിതത്തിന്റെ വ്യാപ്തം = V_2 മിലി

∴ ഓക്സിജന്റെ വ്യാപ്തം = $(V_2 - V_1)$ മിലി

സംഘലിംഗനം നടത്തിക്കഴിയുമ്പോഴുള്ള വാതകത്തിന്റെ (കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് + കൂടുതലുള്ള ഓക്സിജൻ) = V_3 മിലി

കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് അവശോഷണം ചെയ്തശേഷം അവശേഷിക്കുന്ന ഓക്സിജന്റെ വ്യാപ്തം = V_4 മിലി

∴ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ വ്യാപ്തം = $(V_3 - V_4)$

പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ട ഓക്സിജൻ

= $[(V_2 - V_1) - V_4]$

അപ്പോഴം നിശ്ചിത വ്യാപ്തം (V_1) കാർബൺ മോണോക്സൈഡുമായി സംയോജിക്കുന്നതിനു വേണ്ട ഓക്സിജന്റെയും (V_2—V_1—V_4), തൽഫലമായുണ്ടാകുന്ന കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെയും (V_3—V_4) വ്യാപ്തങ്ങൾ കിട്ടിക്കഴിഞ്ഞു. പരീക്ഷണത്തിൽ നിന്നു് ഈ വ്യാപ്തങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള അനുപാതം 2:1:2 ആണെന്നു് കിട്ടും. അതായതു് ഒരു വ്യാപ്തം കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് അതിന്റെ പകുതി വ്യാപ്തം ഓക്സിജനുമായി സംയോജിച്ചു് തുല്യവ്യാപ്തം കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

1 വ്യാപ്തം കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് + $\frac{1}{2}$ വ്യാപ്തം ഓക്സിജൻ
= 1 വ്യാപ്തം കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ്.

ഇതിൽ അവൊഗാഡ്രോനിയമം പ്രയോഗിച്ചു് സൂത്രം കണക്കാക്കാം. ഈ നിയമപ്രകാരം തുല്യവ്യാപ്തം വാതകങ്ങളിൽ തുല്യഎണ്ണം തന്മാത്രകം ഉണ്ടായിരിക്കണം. ഒരു വ്യാപ്തം വാതകത്തിൽ n തന്മാത്രകം ഉണ്ടെങ്കിൽ,

n കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് തന്മാത്രകം + $\frac{n}{2}$ ഓക്സിജൻ തന്മാത്രകം
= n കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് തന്മാത്രകം

∴ 1 കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് തന്മാത്ര $\frac{1}{2}$ ഓക്സിജൻ തന്മാത്രയുമായി സംയോജിച്ചു് 1 കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് തന്മാത്ര ഉണ്ടാകുന്നു.

$\frac{1}{2}$ ഓക്സിജൻ തന്മാത്ര = 1 ഓക്സിജൻ അണു. കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ തന്മാത്രാസൂത്രം CO_2 ആണെന്നു് സുസ്ഥാപിതമാണല്ലോ. അപ്പോഴം CO_2 ൽ നിന്നു് ഒരു ഓക്സിജൻ അണു മാറിയാൽ കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് തന്മാത്ര ആകുന്നു. അതായതു് കാർബൺ മോണോക്സൈഡിന്റെ സൂത്രം = CO.

ഘനതത്ത്വത്തിൽ നിന്നു് നിർണയിക്കപ്പെട്ട തന്മാത്രാഭാരം (28) ഈ സൂത്രം സ്ഥിരീകരിക്കുന്നു.

കാർബൺ സബ് ഓക്സൈഡ് C_3O_2

മലോണിക് ആസിഡിന്റെ അൻഹൈഡ്രൈഡാണിതു്. ഈ ആസിഡിനെ P_2O_5 ചേർത്തു് നിർജലീകരിച്ചാണു് നിർമിക്കുന്നതു്.

$$\begin{array}{l} COOH \\ | \\ CH_2 \\ | \\ COOH \end{array} + 2P_2O_5 \longrightarrow 4HPO_3 + C_3O_2$$

7°C ൽ ദ്രവീഭവിക്കുന്ന ഈ യൗഗികം ജലത്തിൽ ലയിക്കുമ്പോഴം മലോണിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

വായുവിൽ ജ്വലിച്ചു് കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡായിത്തീരുന്നു.

$$C_3O_2 + 2O_2 \longrightarrow 3CO_2$$

CO, CO_2 എന്നിവ തമ്മിൽ താരതമ്യപഠനം

പരീക്ഷണം	CO	CO_2
1. അവസ്ഥ	നിറമില്ലാത്ത വാതകം; മണമില്ലെന്നു പറയാം.	നിറവും മണവും ഇല്ലാത്ത വാതകം
2. ഘനത്വം	വായുവിനെക്കാൾ അൽപം കുറവ്	വായുവിനെക്കാൾ കൂടുതൽ
3. ജ്വലനം	വായുവിൽ ജ്വലിക്കുന്നു. നീല നിറമുള്ള ജ്വാല	കത്തുന്നില്ല
4. ലേയത്വം	ജലത്തിൽ നിസ്സാരമായ ലേയത്വം	സാമാന്യം ലേയത്വം ഉണ്ട്
5. ലിറ്റ്മസ്	ലിറ്റ്മസിന്റെ നിറം മാറുന്നില്ല	ലിറ്റ്മസിന്റെ നിറം ഈർപ്പമുണ്ടെങ്കിൽ ചുവപ്പാക്കുന്നു
6. ശരീരത്തിൽ ഉള്ള പ്രവർത്തനം	അപായകരമായ വിഷം	വിഷമല്ല
7. ചുണ്ണാമ്പുജലം ചേർത്തു കുലുക്കുക	മാറ്റം ഒന്നുമില്ല	ചുണ്ണാമ്പുജലം പാലുപോലെയാകുന്നു
8. ആൽക്കലിയുമായി പ്രവർത്തനം.	കൂടിയ മർദത്തിൽ തപിപ്പിച്ചാൽ ആൽക്കലിയുമായി സംയോജിച്ച് ഫോർമേറ്റ് ഉണ്ടാകും	സാധാരണ പരിതസ്ഥിതിയിൽ തന്നെ ആൽക്കലിയിൽ അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെട്ട് കാർബണേറ്റോ ബൈകാർബണേറ്റോ ഉണ്ടാകും
9. നിരോക്സീകരണ സ്വഭാവം	ലോഹ ഓക്സൈഡുകളെയും മറ്റും നിരോക്സീകരിക്കുന്നു	നിരോക്സീകാരകമല്ല
10. സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിൽ ലയിപ്പിച്ച കപ്രസ് ക്ലോറൈഡിൽ	അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു	അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നില്ല
11. പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ലായനിയിൽ	അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നില്ല	അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു

കാർബണിന്റെ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ (ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ)

ഹൈഡ്രോകാർബണുകളെപ്പറ്റി കാർബണിക രസതന്ത്രത്തിൽ സവിസ്തരം പ്രതിപാദിക്കുന്നുണ്ട്. (വാള്യം 3) ഇവയെല്ലാം കാർബണികയൗഗികങ്ങളായതിനാൽ അകാർബണിക യൗഗികങ്ങളുടെ കൂടെ ഇവയെപ്പറ്റി ചർച്ചചെയ്യുന്നില്ല.

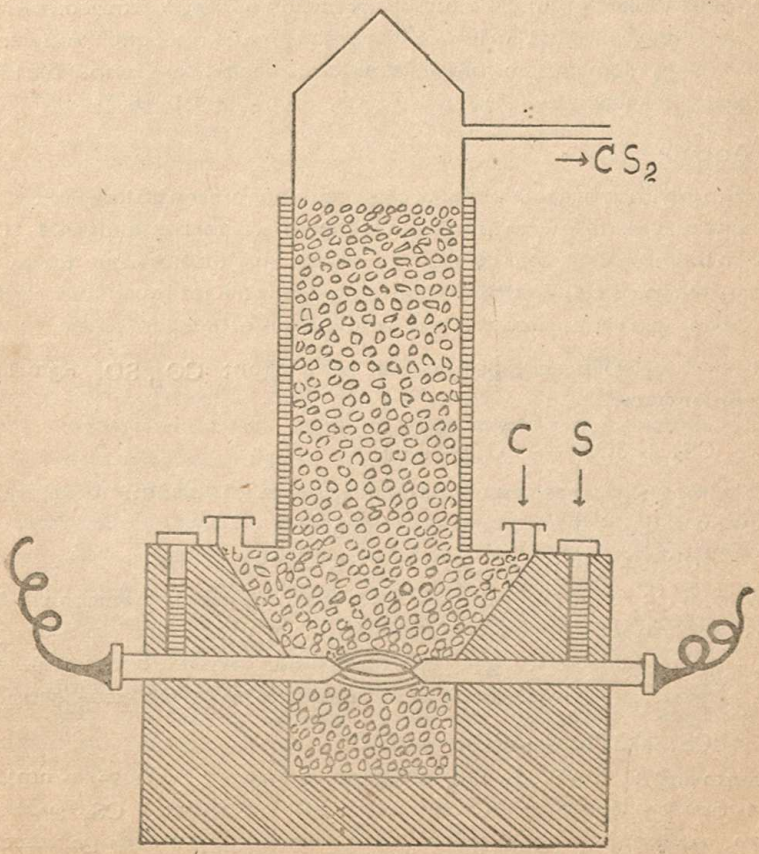
കാർബൺ ഡൈസൽഫൈഡ് CS_2

നിർമാണം

ഉയർന്ന താപനിലയിൽ സൽഫർ ബാഷ്പവും കാർബണും തമ്മിൽ സംയോജിപ്പിച്ചാണ് CS_2 ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നത്.

$$C + 2S \longrightarrow CS_2$$

പ്രത്യേക തരത്തിലുള്ള ഒരു വൈദ്യുതചൂളയാണ് ഇതിനു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു് (ചിത്രം 14–5).



ചിത്രം 14–5

ചൂളയുടെ ഒട്ടുമുക്കാലും കോക്ക് കഷണങ്ങൾ കൊണ്ട് നിറച്ചിരിക്കുന്നു. ചൂളയുടെ ചുവട്ടിലായി ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ സൽഫർ ക്രമമായി കടത്തിവിടുന്നതിനുള്ള ദ്വാരങ്ങൾ ഉണ്ട്. ചൂളയിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന രണ്ടു തടിച്ച കാർബൺ ഇലക്ട്രോഡുകളുടെ സഹായത്തോടെ വൈദ്യുത ആർക്ക് സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നു. തൽഫലമായുണ്ടാകുന്ന അത്യുന്നത താപനിലയിൽ സൽഫർ ബാഷ്പീഭവിച്ച് മുകൾഭാഗത്തിലുള്ള ചൂടുപഴുത്ത കോക്ക് കട്ടകളിൽ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ കാർബൺ ഡൈസൽഫൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ പദാർഥം ബാഷ്പമായി ചൂളയുടെ മുകൾഭാഗത്തുള്ള നിർഗമനക്കുഴൽ വഴി പുറത്തേക്കു കടക്കുന്നു. ശീതജലത്തിൽ താഴ്ത്തിയിട്ടിരിക്കുന്ന കുഴലുകളിൽ കൂടി ഈ ബാഷ്പം കടത്തി ദ്രവീഭവിപ്പിക്കുന്നു.

ഈ അശുദ്ധമായ ഉല്പന്നം ലെഡ് അസറേറ്റ് ചേർത്തു സോദനംചെയ്യുമ്പോൾ അതിലുള്ള സൽഫർ നീക്കംചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഫോസ്ഫറസ് പെൻറാക്ലൈഡ് ചേർത്തു പുനസ്സോദനം ചെയ്തു ജലാംശവും മാറ്റാം. ഇപ്രകാരം ലഭിക്കുന്നതു ശുദ്ധമായ പദാർഥമാണ്.

ഗുണധർമങ്ങൾ

ഇതു നിറമില്ലാത്ത ദ്രാവകമാണ്. വല്ലാത്ത ദുർഗന്ധമാണിതിനുള്ളതു്. ജലത്തിൽ ഒട്ടും ലയിക്കുന്നില്ല. തിളനില 46.25°C. ആപേക്ഷികഘനത്വം 1.29. കാർബണിക ലായകങ്ങളുമായി മിശ്രണീയമാണ്. സൽഫർ, ഫോസ്ഫറസ്, അയൊഡിൻ മുതലായവ ഇതിൽ ധാരാളം ലയിക്കുന്നു. പല സഹസംയോജക യൗഗികങ്ങളും ഇതിൽ ലയിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ബാഷ്പം വിഷമാണ്.

നീലനിറമുള്ള ജ്വാലയോടുകൂടി വായുവിൽ കത്തുന്നു; CO_2, SO_2 എന്നിവയാണ് ഉല്പന്നങ്ങൾ.

$$CS_2 + 3O_2 \longrightarrow CO_2 + 2SO_2$$

പരിമിതമായി മാത്രമേ വായു ലഭിക്കുന്നുള്ളെങ്കിൽ കാർബൺ മോണോക്ലൈഡും സൽഫറും ഉണ്ടാകും.

$$2CS_2 + 3O_2 \longrightarrow 2CO + 2SO_2 + 2S$$

തിളയ്ക്കുന്ന CS_2ൽ കൂടി ക്ലോറിൻ കടത്തിവിടുമ്പോൾ (അല്പം അയൊഡിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ) കാർബൺ ടെട്രാക്ലോറൈഡും (CCl_4) സൽഫർ മോണോക്ലോറൈഡും (S_2Cl_2) ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ ഉല്പന്നങ്ങളെ ആംശികമായി സോദനംചെയ്തു വേർതിരിക്കാം. ഈ രീതിയിലാണ് ഇവ വൻതോതിൽ നിർമിക്കപ്പെടുന്നതു്.

$$CS_2 + 3Cl_2 \longrightarrow CCl_4 + S_2Cl_2$$

ഉപയോഗങ്ങൾ: സൽഫർ, ഫോസ്ഫറസ് മുതലായ മൂലകങ്ങൾക്കും റബ്ബർ, കർപ്പൂരം മുതലായ കാർബണിക യൗഗികങ്ങൾക്കും ലായകമായി CS_2 ഉപയോഗിക്കുന്നു. റയോൺ (കൃത്രിമപ്പട്ട്) വ്യവസായത്തിൽ ഇതു ധാരാളം ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്.

അനുബന്ധം 1

കൽക്കരി

മണ്ണിനടിയിൽ നിന്നു് ഖനനം ചെയ്തു് എടുക്കുന്ന കറുപ്പോ ചാരനിറം കലർന്ന കറുപ്പുനിറമോ ഉള്ള അശുദ്ധകാർബണാണു് കല്ക്കരി. മൂലകരൂപത്തിലും യൗഗികങ്ങളായും ഇതിൽ ഏകദേശം 90% കാർബൺ അടങ്ങിയിരിക്കും. കൂടാതെ ഓക്സിജൻ, ഹൈഡ്രജൻ, നൈടജൻ, ചില ലോഹങ്ങൾ, സൽഫർ എന്നീ മൂലകങ്ങളും കല്ക്കരിയിൽ യൗഗികരൂപേണ കാണപ്പെടുന്നു.

ഭൂഗർഭത്തിൽ കല്ക്കരി ഉണ്ടാകുന്നതിനെപ്പറ്റി പല സിദ്ധാന്തങ്ങളും ഉണ്ടു്. എന്നാൽ മിക്ക സിദ്ധാന്തങ്ങളിലും കല്ക്കരിയുടെ ഉല്പത്തി ലക്ഷക്കണക്കിനു വർഷങ്ങൾക്കുമുമ്പു് ഭൂമിയിൽ വളർന്നിരുന്ന സസ്യങ്ങളിൽ നിന്നാണെന്നു് കരുതപ്പെടുന്നു. സസ്യങ്ങൾ കാലാന്തരത്തിൽ ഭൂമിക്കടിയിൽപ്പെട്ടു് അവിടെയുള്ള അത്യുന്നത മർദവും താപനിലയും കാരണം പലവിധ പരിവർത്തനങ്ങൾക്കും വിധേയമായിട്ടാണു് കല്ക്കരിയായി രൂപാന്തരപ്പെടുന്നതു്. സസ്യങ്ങളിലുണ്ടായിരുന്ന പല യൗഗികങ്ങളും നഷ്ടപ്പെടുകയും പുതിയ പലതും സംജാതമാകുകയും ചെയ്യുന്നുണ്ടാവാം. കൂടാതെ ആദ്യഘട്ടത്തിൽ മണ്ണിലുള്ള ജീവാണുക്കളുടെ പ്രവർത്തനത്താൽ ജീർണനവും നടന്നിരിക്കും. ഈ വിധത്തിലുള്ള പരിണാമപരമ്പരയിൽ പല ഘട്ടങ്ങളിൽ എത്തിയിട്ടുള്ള കല്ക്കരിയുടെ പ്രഭേദങ്ങൾ ഖനനം ചെയ്തു് എടുക്കുന്നുണ്ടു്. ഇവയിൽ പ്രധാനപ്പെട്ടവ പീറ്റു്, ലിഗ്നൈറ്റു് (നീലക്കരി), ബിറ്റുമിനീയ കല്ക്കരി, ആന്ത്രസൈറ്റു് എന്നിവയാണു്. ഈ ക്രമത്തിലാണു് പരിണാമവിധേയമാകുന്നതു്. ഒരുപക്ഷേ ഈ പരിവർത്തനത്തിന്റെ അവസാനഘട്ടമായിരിക്കാം ഗ്രാഫൈറ്റും വജ്രവും.

(i) തടി അനേകകാലത്തെ ജീവാണുപ്രവർത്തനത്താൽ ജീർണിച്ചുണ്ടാകുന്നതാണു് പീറ്റു്. കൽക്കരിയുടെ ഉൽപത്തിയിൽ ആദ്യഘട്ടമാണിതു്. ധാരാളം ജലാംശവും ബാഷ്പശീലമുള്ള യൗഗികങ്ങളും പീറ്റിലുണ്ടു്. ഇതിനു് കലോറിമൂല്യം വളരെ കുറവായിരിക്കും. (ii) കൂടുതൽ പഴക്കമുള്ളതും മർദത്തിന്റെയും ഉന്നത താപനിലയുടെയും പ്രവർത്തനത്തിനു് കൂടുതൽ വിധേയമാകുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്നതാണു് ലിഗ്നൈറ്റു്. ഇതിനു് തവിട്ടു കൽക്കരി എന്നും പറയുന്നു. തടിക്കു് ഗണ്യമായ പരിവർത്തനങ്ങൾ നടന്നിട്ടുണ്ടെങ്കിലും ലിഗ്നൈറ്റിൽ സസ്യാവശിഷ്ടങ്ങൾ അതേപടി കണ്ടെന്നുവരാം. ജലാംശം ഉണ്ടായിരിക്കും. എന്നാൽ ബാഷ്പശീലഘടകങ്ങൾ കുറവാണു്. ഈ പദാർഥമാണു് മദ്രാസിലെ നെയ്വേലിയിൽ ഖനനംചെയ്തെടുക്കുന്നതു്. ലിഗ്നൈറ്റിനു് പീറ്റിനെക്കാൾ കലോറിമൂല്യം കൂടുതലാണു്. (iii) കൂടുതൽ കാലത്തെ ഭൂഗർഭവാസഫലമായി പരിണാമം ഏറെക്കുറെ സമ്പൂർണമായ രൂപമാണു് ബിറ്റുമിനീയ കല്ക്കരി. ഇതാണു് സാധാരണ കല്ക്കരി. പരിണാമങ്ങൾ നിമിത്തം ഇതിൽ സസ്യാംശങ്ങൾ തുലോം തുലക്കമാണു്. ജലാംശം വളരെ കുറവായിരിക്കും; ബാഷ്പശീലഘടകങ്ങൾ ധാരാളമുണ്ടായിരിക്കുകയും ചെയ്യും. ചൂടാക്കിയാൽ ദീപ്തിയോടുകൂടി ജ്വലിക്കുന്നു. തീവണ്ടി എൻജിനിൽ ഈ കൽക്കരിയാണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. ഏറ്റവും അധികം ഖനനം ചെയ്തു് എടുക്കുന്നതും

ഈ കല്ലുരിയാണു്. (iv) പരിണാമപരമ്പരയുടെ അവസാന ഘട്ടമാണു് ആന്ത്രസൈറ്റ്. ഇതിൽ കാർബണിന്റെ ശതമാനം വളരെ കൂടുതലുണ്ടു്. ബാഷ്പശീല ഘടകങ്ങളും വളരെ കുറവായിരിക്കും. ഉന്നത താപനിലയിൽ മാത്രം ജ്വലിക്കുന്ന ഇതിനു് ജ്വാലയുണ്ടായിരിക്കുകയില്ല. കലോറിമൂല്യം ഏറ്റവും കൂടുതലുള്ളതു് ആന്ത്രസൈറ്റിനാണു്.

തടിയിൽ നിന്നു് കല്ലുരിവരെയുള്ള വിവിധ ഘട്ടങ്ങളുടെ ഒരു താരതമ്യപഠനമാണു് പട്ടികയിൽ ചേർത്തിട്ടുള്ളതു്. ജലാംശം നീക്കിയുള്ള പദാർഥത്തിന്റെ സംഘടനമാണു് പട്ടികയിലുള്ളതു്.

രൂപഭേദം	ഭൗതികരൂപം	ഭാരശതമാനസംഘടനം			കലോറിമൂല്യം കലോറി / ഗ്രാം
		കാർബൺ	ഹൈഡ്രജൻ	ഓക്സിജൻ	
മരത്തടി	—	50	6	44	4100
പീറ്റ്	കാഠിന്യം കറഞ്ഞ തവിട്ടു പദാർഥം	60	5.9	34.1	5500
ലിഗ്നൈറ്	ചാരനിറം കലർന്ന കറുത്ത ഭംഗുര പദാർഥം	67	5.2	27.8	6500
ബിറ്റുമിനിയ-കൽക്കരി	കറുപ്പുനിറം	88.4	5.6	6.0	8350
ആന്ത്രസൈറ്റ്	തിളക്കമുള്ള കറുപ്പുനിറം	94.1	3.4	2.5	8735
കരി (കോക്ക്)	കറുത്ത സരന്ധ്ര പദാർഥം	100	—	—	8100

കല്ലുരിയുടെ ഭഞ്ജകസ്വേദനം നടത്തുമ്പോൾ അതിലുള്ള വിവിധ ഘടകങ്ങൾ വേർതിരിയുന്നു (സാധാരണ ബിറ്റുമിനിയ കല്ലുരിയാണു് സ്വേദനം ചെയ്യുന്നതു്). കല്ലുരി പൊടിച്ചു് അഗ്നിസഹമായ കളിമണ്ണുകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ റിട്ടോർട്ടുകളിൽ അടച്ചു് (വായുവിന്റെ അസാന്നിധ്യത്തിൽ) ഉയർന്ന താപനിലയിൽ

തപിപ്പിക്കുന്നു. വിഘടനം സംഭവിച്ചു് ബാഷ്പശീലമുള്ള ഘടകങ്ങളും വാതകാവസ്ഥയിൽ നിർഗമിക്കുന്നു. ഈ ബാഷ്പം തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ അതിലുള്ള ചില ഘടകങ്ങളും ദ്രവീഭവിക്കുന്നു. നാലുല്പന്നങ്ങളാണു് ലഭിക്കുന്നതു്.

1. കോക്കു്: റിട്ടോർട്ടിനകത്തു് ഖരാവസ്ഥയിൽ ശേഷിക്കുന്ന പദാർഥമാണിതു്. ഇതിനെപ്പറ്റി നേരത്തെ പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ.

2. കോൾടാർ: സ്വേദനത്തിൽ ദ്രവീഭവിച്ചു കിട്ടുന്ന സങ്കീർണമായ ഒരു മിശ്രിതമാണിതു്. ബാഷ്പങ്ങളിൽ നിന്നും ആദ്യം ദ്രവീഭവിക്കുന്നതു് ഇതാണു്. നിരവധി കാർബണികയൗഗികങ്ങളും ഇതിലുണ്ടു്. കോൾടാറിന്റെ പുനസ്സ്വേദനം കൊണ്ടു് ബെൻസീൻ, ഫീനോൾ, നാഫ്ഥലീൻ മുതലായ അസംഖ്യം യൗഗികങ്ങളും വേർതിരിച്ചെടുക്കപ്പെടുന്നു. കോൾടാറിലുള്ള ധൂളിരൂപത്തിലുള്ള കാർബണും മറ്റും കലർന്ന ടാറുപോലുള്ള പദാർഥം റിട്ടോർട്ടിൽ അവശേഷിക്കുന്നു (കോൾടാർ പിച്ചു്). റോഡുകൾ ടാറുചെയ്യാനും മറ്റും ഇതുപയോഗിക്കുന്നു.

3. അമോണിയാക്കൽ ലിക്കർ: സ്വേദത്തിൽ രണ്ടാമതായി ഉണ്ടാകുന്ന ജലലായനിയാണിതു്. സ്വേദം ഒരുമിച്ചു് ശേഖരിക്കുമ്പോൾ കോൾടാർ പുവട്ടിലും അമോണിയാക്കൽ ലിക്കർ മുകളിലുമായി രണ്ടു പടലങ്ങളും ഉണ്ടാകും. ഇതിൽ നിന്നും അമോണിയ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു.

4. കല്ക്കരി വാതകം: സ്വേദനഫലമായുണ്ടാകുന്ന ബാഷ്പ മിശ്രിതത്തിൽ നിന്നും കോൾടാറും അമോണിയാക്കൽ ലിക്കറും ദ്രവീഭവിച്ചശേഷം ബാക്കി വരുന്ന പദാർഥങ്ങളും വാതകരൂപത്തിൽ തന്നെയിരിക്കും. ഈ മിശ്രിതമാണു് കോൾഗാസു്. ഹൈഡ്രജൻ, മീഥേൻ, കാർബൺ മോണോക്സൈഡു്, ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ മുതലായ ഇന്ധനവാതകങ്ങളും അടങ്ങിയ ഈ മിശ്രിതം ഇന്ധനമായും പ്രദീപകമായും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

കല്ക്കരിയുടെ സ്വേദനത്തിൽ നിന്നും ഉണ്ടാകുന്ന പദാർഥങ്ങളുടെ പരിമാണങ്ങളും ചുവടെ ചേർക്കുന്നു:

കൽക്കരി	കോക്കു്	കോൾടാർ	അമോണിയാക്കൽ ലിക്കർ	കല്ക്കരി വാതകം
100% 1 കിലോഗ്രാം	68 % 680 ഗ്രാം	6 % 63 മിലി	8 % 80 ഗ്രാം	18 % 343 ലീ

കല്ലുരിയുടെ കാര്യത്തിൽ ഇന്ത്യ സ്വയംപര്യാപ്തമാണ്. എണ്ണൂറിലധികം കല്ലുരിഖനികൾ ഇന്ത്യയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നുണ്ട്. പ്രധാനമായി ബിരുമിനീയ കല്ലുരിയാണിവിടെയുള്ളത്. മദ്രാസിലെ നെയ്വേലിയിൽ ലിഗ്നൈറ്റാണ് ഖനനം ചെയ്യുന്നത്. മൊത്തം കല്ലുരിയുടെ 90 ശതമാനവും പശ്ചിമബംഗാൾ, ബീഹാർ എന്നിവിടങ്ങളിൽ നിന്നാണ് കിട്ടുന്നത്. മധ്യപ്രദേശ്, ഒറീസ്സ, ആന്ധ്ര, മദ്രാസ്, ആസ്സാം, ഹിമാചൽപ്രദേശ്, ഗുജറാത്ത് എന്നിവിടങ്ങളിലും കല്ലുരിഖനികൾ ഉണ്ട്. കേരളത്തിൽ വക്കലെസ്സുട്ടുള്ള പ്രദേശങ്ങളിൽ കല്ലുരി നിക്ഷേപം ഉണ്ടെന്ന് പ്രസ്താവനയുണ്ട്. അറുനൂറിലധികം ലക്ഷം ടൺ കല്ലുരി പ്രതിവർഷം ഇൻഡ്യയിൽ ഖനനം ചെയ്യുന്നുണ്ട്. ബർമ, സിലോൺ മുതലായ രാജ്യങ്ങളും ഇൻഡ്യയിൽ നിന്നും കല്ലുരി ഇറക്കുമതി ചെയ്യുന്നുണ്ട്.

അനുബന്ധം 2

ഇന്ധനവാതകങ്ങൾ

അനേകം വാതകങ്ങളും ഇന്ധനത്തിനായി വൻതോതിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇവയിൽ മിക്കതും കാർബൺയൗഗികങ്ങളോ അവയടങ്ങിയ മിശ്രിതങ്ങളോ ആയിരിക്കും. പ്രധാനപ്പെട്ട ചില ഇന്ധനവാതകങ്ങളും ആണ് താഴെ ചർച്ച ചെയ്യപ്പെടുന്നത്.

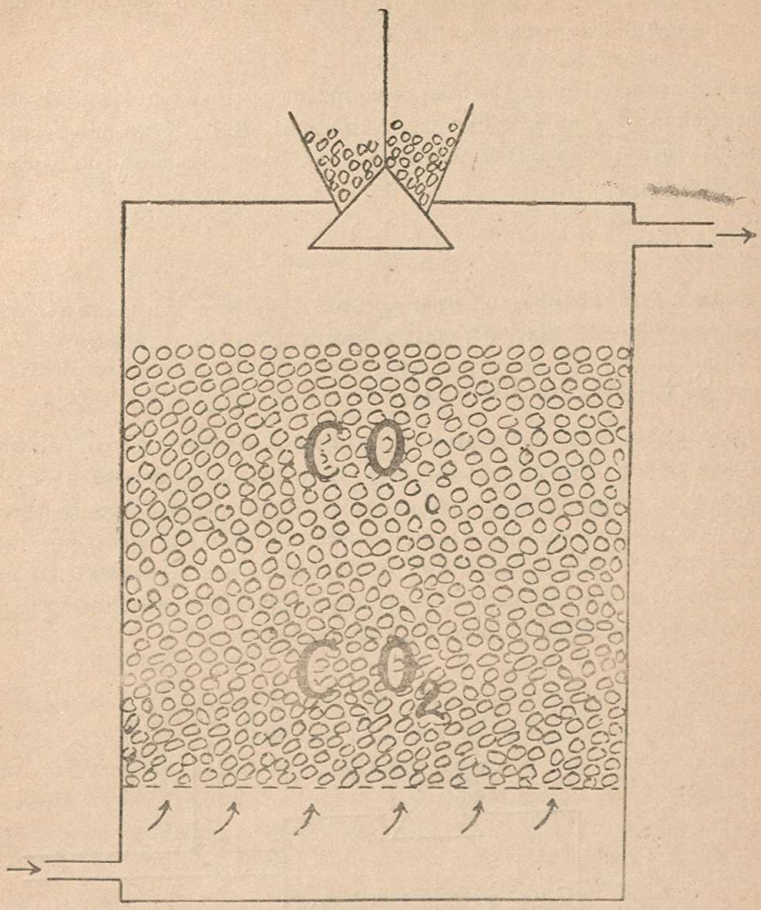
1. പ്രൊഡ്യൂസർ വാതകം

കാർബൺ മോണോക്സൈഡും നൈട്രജനും ചേർന്ന മിശ്രിതമാണിത്. ചൂട്ട പഴത്ത കോക്കിൽ കൂടി നിയന്ത്രിതമായി വായു കടത്തിവിട്ടാണ് ഈ വാതകം നിർമിക്കുന്നത് (ചിത്രം 14.6). വായുവിലെ ഓക്സിജൻ കാർബണുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. നൈട്രജൻ അതേപടി ഉല്പന്നമായ വാതകമിശ്രിതത്തിൽ ഉണ്ടാകും. പ്രതിപ്രവർത്തനം രണ്ടു ഘട്ടങ്ങളിൽ നടക്കുന്നു.

$$(i)\quad C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

$$(ii)\quad CO_2 + C \longrightarrow 2CO$$

വായുവിലുള്ള ഏകദേശം 78 ശതമാനത്തോളം നൈട്രജൻ (നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളും ഉൾപ്പെടെ) ഇതിലടങ്ങിയിരിക്കും. പ്രൊഡ്യൂസർ വാതകം നിർമിക്കാനുള്ള ഉപകരണത്തിന്റെ ചിത്രം ചുവടെ ചേർക്കുന്നു.



ചിത്രം 14_6

ഈ വാതകത്തിന്റെ സംഘടനം താഴെ കാണുന്നതുപോലെയാണ്.

CO	....	....	31·3%
H_2	....	....	6·3%
CH_4	....	....	2·4%
CO_2	....	....	0·7%
N_2	....	....	5·93%

H_2, CH_4 എന്നിവ വായുവിലും കോക്കിലും ഉള്ള ജലാംശത്തിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്നതാണ്.

ഉപകരണത്തിൽ നിന്നും പുറത്തുവരുന്ന വാതകത്തിന്റെ താപനില ഏകദേശം 500 മുതൽ 600°C വരെയായിരിക്കും.

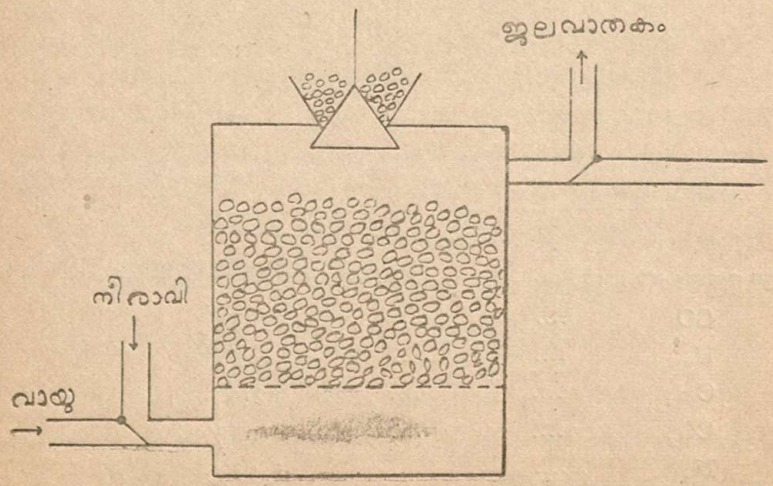
വളരെ കുറഞ്ഞ ചിലവിൽ നിർമിക്കാവുന്നു ഈ വാതകം ഇന്ധനമായിട്ടാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ആന്തർദഹന എൻജിനുകളിൽ പെട്രോളിനു പകരം ഇതു് ഉപയോഗിക്കാം. വൻതോതിൽ നൈട്രജൻ നിർമിക്കാനും പ്രോഡ്യൂസർ വാതകം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

2. വാട്ടർ ഗാസ്

കാർബൺ മോണോക്സൈഡ്–ഹൈഡ്രജൻ മിശ്രിതമായ ജലവാതകം ശോണോജ്വലമായ കോക്കിൽക്കൂടി നീരാവി കടത്തിവിടുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$C + H_2O \longrightarrow CO + H_2$$

ഈ പരിണാമം താപാവശോഷകമായതിനാൽ കുറേനേരം നീരാവി കടത്തിവിടുമ്പോൾ കോക്ക് തണുത്തുപോകും. അപ്പോൾ നീരാവി നിറുത്തിയിട്ട് വായു കടത്തിവിടുന്നു. ജ്വലനം നടന്നു് താപനില വീണ്ടും ഉയരും. ഈ അവസ്ഥയിൽ നീരാവിയുടെ പ്രവാഹം പുനരാരംഭിക്കുന്നു. അങ്ങിനെ ഇടവിട്ടുള്ള ഒരു പ്രക്രിയയാണിതു്. തന്മൂലം ഒന്നിലധികം ജനറേറ്ററുകൾ പ്രവർത്തിപ്പിച്ചാൽ മാത്രമേ അവിരാമമായി ജലവാതകം കിട്ടുകയുള്ളു. ഇതിന്റെ നിർമാണത്തിനുള്ള ജനറേറ്ററിന്റെ രേഖാരൂപം ചിത്രം 14–7ൽ കാണാം.



ചിത്രം 14–7

ജലവാതകത്തിന്റെ സംഘടനം ഇപ്രകാരമാണു്

CO	....	....	40—43·5%
H_2	....	....	45—51 %
CO_2	....	....	3—5·5 %
N_2	....	....	3—7 %
CH_4	....	....	3—7 %

CO_2, N_2 എന്നിവ കാർബൺ തപിപ്പിക്കാനായി വായു കടത്തിവിടുന്നതു കൊണ്ടുണ്ടാകുന്നവയാണു്.

ഉപയോഗങ്ങൾ: (1) ഇന്ധനമായി ഇതുപയോഗിക്കുന്നു (2) ഹൈഡ്രജൻ നിർമാണത്തിൽ (അധ്യായം 2) (3) ഇതിന്റെകൂടെ പകുതി വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജൻ ചേർത്തു് പല ഉൽപ്രേരകങ്ങളിൽ കൂടി കടത്തിവിടുമ്പോൾ മെഥനോൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$(CO + H_2) + H_2 \longrightarrow CH_3OH$$

വൻതോതിലുള്ള മെഥനോൾ സംശ്ലേഷണം ഈ രീതിയിൽ സാധിക്കുന്നു.

(4) ലോഹഓക്സൈഡുകളെ നിരോക്സീകരിച്ചു് ലോഹം ഉല്പാദിപ്പിക്കാൻ ചിലപ്പോൾ ഇതുപയോഗിക്കുന്നു.

3. അർധവാട്ടർ ഗാസു്

ജലവാതകം ഉണ്ടാകുന്നതു് ഒരു അവിരാമമായ പ്രക്രിയയിൽ കൂടിയല്ലെന്നു് പറഞ്ഞുവല്ലൊ. ഈ ദോഷം പരിഹരിക്കുവാൻ ശോണോജ്വലമായ കോക്കിൽ കൂടി നീരാവിയും വായുവും കലർന്ന മിശ്രിതം കടത്തിവിട്ടാൽ മതി. ഇങ്ങനെ കിട്ടുന്ന വാതകമാണു് 'അർധജലവാതകം'. ഇതിനു് ''മിശ്രവാതകം'' എന്നും മറ്റും പറയാറുണ്ടു്. ഇതിന്റെ ശരാശരി സംഘടനം ഇപ്രകാരമാണു്.

CO	....	....	27%
H_2	....	....	15%
CO_2	....	....	5·5%
CH_4	....	....	3·5%
N_2	....	....	49%

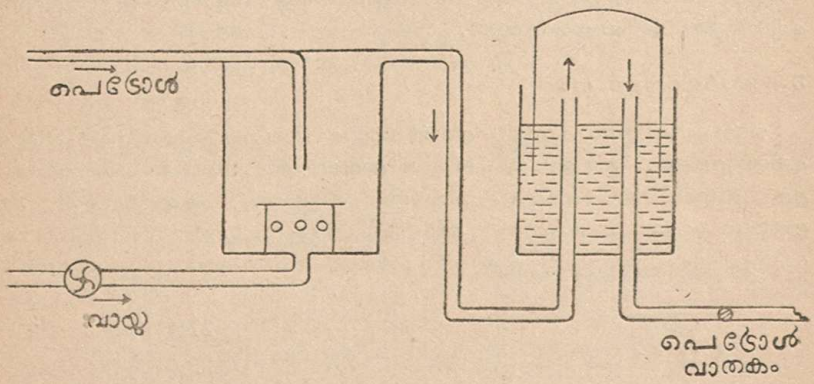
4. കല്ക്കരി വാതകം

ഇതിനെപ്പറ്റി അനുബന്ധം 1-ൽ പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. ഉപയോഗിക്കുന്ന കല്ക്കരി, സ്വേദനതാപനില എന്നിവയെ ആശ്രയിച്ചു് സംഘടനം അല്പം വ്യത്യസ്തമായിരിക്കാം. കല്ക്കരി വാതകത്തിന്റെ ശരാശരി സംഘടനം ഇപ്രകാരമാണു്.

ഹൈഡ്രജൻ	....	....	45—53%
മീഥേൻ	....	....	31—35%
അപൂരിത ഹൈഡ്രോ കാർബണുകൾ		....	3— 5%
കാർബൺ മോണോക്സൈഡ്		....	7— 8%
കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ്		....	1%
N_2, O_2 മുതലായവ		....	3— 8%

5. പെട്രോൾ വാതകം

പരിമിതമായ തോതിൽ വാതക ഇന്ധനം ആവശ്യമുള്ളപ്പോൾ പെട്രോൾ ബാഷ്പവും വായുവും തക്കതായ അനുപാതത്തിൽ കലർത്തിയ മിശ്രിതമുണ്ടാക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി പരീക്ഷണശാലകളിലും മറ്റും ഉള്ള ലാബറട്ടറികളിൽ ബർണറിൽ കത്തിക്കുന്നത് ഈ രീതിയിലുള്ള പെട്രോൾ വാതകമാണ്. സൗകര്യമുള്ള രീതിയിൽ ആവശ്യമുള്ളപ്പോൾ മാത്രം ഇതു നിർമിക്കപ്പെടാവുന്നതാണ്. ഒരു പരന്ന പ്രതലത്തിൽ പെട്രോളിനു മീതെ വായു പ്രവഹിപ്പിക്കുമ്പോൾ ബാഷ്പീകരണം സംഭവിക്കുകയും പെട്രോൾ ബാഷ്പവും വായുവും കലർന്ന മിശ്രിതം കിട്ടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിന്റെ നിർമാണതത്വം താഴെക്കാണുന്ന രേഖാരൂപത്തിൽ നിന്നു വിശദമാകും. (ചിത്രം 14_8.)



ചിത്രം 14_8

മോട്ടോർ ഉപയോഗിച്ചു വായു പമ്പുചെയ്യുന്നു. ഇതേ സമയം പെട്രോൾ തുള്ളികളായി ഒരു ലോഹപ്രതലത്തിൽ വീഴുന്നു. പ്രതലത്തിൽ പരക്കുന്ന ദ്രവത്തിൻമീതെ കൂടിയാണു വായു ഒഴുകുന്നതു്. അപ്പോൾ ബാഷ്പീകരണം സുഗമമായി നടക്കുന്നു. വാതകം ജലത്തിനു മീതെ പൊറിയ ടാങ്കുകളിൽ സംഭൃതമായിക്കൊള്ളും. ടാങ്കു നിറയുമ്പോൾ വൈദ്യുതസമ്പർക്കം വിച്ഛേദിക്കപ്പെടുന്നതിനുള്ള സജ്ജീകരണം ഉണ്ടു്. അതിനാൽ ടാങ്കു നിറയുമ്പോൾ മോട്ടോർ തനിയെ നിന്നു

പോകും. ടാങ്കിൽ നിന്നും വാതകം ഉപയോഗിച്ചു പോകുമ്പോഴും വീണ്ടും മോട്ടോർ പ്രവൃത്തിച്ചു് വാതകം ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടും.

അനുബന്ധം 3

ജ്വാലയും ജ്വാലകങ്ങളും

ജ്വലനം: താപവും പ്രകാശവും വികിരണം ചെയ്യുന്ന രാസപരിണാമമാണു് ജ്വലനം. ജ്വലനം നടക്കുന്നതിനു് സാധാരണമായി ഇന്ധനം, ഓക്സിജൻ, ഉയന്ന താപനില എന്നീ ഘടകങ്ങളുടെ സമ്മേളനം ആവശ്യമാണു്. ഇന്ധനം ജ്വലന വിധേയമാകുന്ന വസ്തുവാണു്. ഓക്സിജൻ ജ്വലനത്തിൽ ഓക്സീകാരകമാണു്. താപ നില ജ്വലനത്തിനു വേണ്ട പരിതസ്ഥിതിയാണു്. ഓക്സിജൻ എപ്പോഴും ജ്വലന ത്തിനു് വേണമെന്നില്ല. ഫ്ളൂറിൻ, ക്ലോറിൻ മുതലായ മൂലകങ്ങളിലും ചില യൗഗികങ്ങളിലും (ഉദാഹരണം N_2O, NO_2, ClO_2 മുതലായവ) പല പദാർഥ ങ്ങളും ജ്വലിക്കുമെന്നു് പഠിച്ചു കഴിഞ്ഞുവല്ലോ. ഓക്സിജനിലുള്ള ജ്വലനത്തെപ റ്റിയാണു് ഇവിടെ പരാമർശിക്കുന്നതു് (താപദീപ്തി–ജ്വലനമല്ല, ഇവിടെ നടക്കുന്നതു് താപോർജം പ്രകാശമായി മാറുന്ന ഭൗതിക–പരിണാ മമാണു്).

ഖരപദാർഥങ്ങളെ തപിപ്പിക്കുമ്പോഴെല്ലാം താപനില ഉയരുന്നതനുസരിച്ചു് അവ യുടെ ഉപരിതലത്തിന്റെ നിറം മാറുന്നു. ഉദാഹരണമായി ഒരു പ്ലാറ്റിനം കമ്പി യിൽക്കൂടി വൈദ്യുപ്രവാഹം നടത്തി നോക്കുക. (വിദ്യുത്ധാര ക്രമേണ കൂട്ടി താപനില ഉയർത്താം.) ആദ്യം തന്നെ കമ്പിയുടെ പ്രതലത്തിൽ മാഞ്ഞുകൊണ്ടി രിക്കുന്ന വർണദീപ്തി കാണാം. താപനില ഉയർത്തിക്കൊണ്ടിരുന്നാൽ കമ്പിയുടെ നിറം യഥാക്രമം ഇളം ചുവപ്പു്, ചുവപ്പു്, കടുംചുവപ്പു്, എന്നിവയാകും. വീണ്ടും താപനില ഉയർത്തിയാൽ ഇളം മഞ്ഞനിറം ഉണ്ടാകു കയും കമ്പി പ്രകാശം വികിരണം ചെയ്തുതുടങ്ങുകയും ചെയ്യും. വളരെ ഉയന്ന താപനിലയിൽ ശ്വേതവർണം ഉണ്ടാകുന്ന (വെളുത്ത പ്രകാശം വികിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു). ഇതാണു് ശ്വേതതപ്തവസ്ഥ. ജ്വലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന വൈദ്യുത ബംബ്, പെട്രോമാക്സ് വിളക്കു് അഥവാ ഗാസ്ലൈറ്റ് മുതലായവയിൽ ഉയർന്ന താപനില കൊണ്ടു് പ്രകാശവികിരണം ഉണ്ടാകുന്നു. താപനിലയനുസ രിച്ചു് വികിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രകാശത്തിന്റെ നിറവും വ്യത്യസ്തമായി രിക്കും. സാധാരണ ഖരപദാർഥങ്ങളുടെ തപനത്തിലുള്ള വിവിധ ഘട്ടങ്ങളും ചുവടെ ചേർക്കുന്നു.

പ്രത്യക്ഷവർണം	ഘട്ടം	താപനില
ഇളം ചുവപ്പു്	അല്പശോണോജ്വലാവസ്ഥ	500— 600°C
ചുവപ്പു്	ശോണോജ്വലാവസ്ഥ	600— 900°C
ഇളം മഞ്ഞ	വികിരണാരംഭഘട്ടം	900—1500°C
അതിദീപ്തമായ പ്രതലം	ശ്വേതതപ്തവസ്ഥ	1500—1800°C

മേൽ വിവരിച്ചിട്ടുള്ളതു് ജ്വലനമല്ലെങ്കിലും ഇതിലും താപവും പ്രകാശവു ഉത്പാദിപ്പെടുന്നുണ്ടു്, എന്നാൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം ഒന്നും നടക്കുന്നില്ല.

ജ്വലനം പലവിധത്തിലുണ്ടു്; വളരെ സാവധാനം നടക്കുന്നതു മുതൽ അതി വേഗം (സ്ഫോടനവേഗതയോടെ) നടക്കുന്നതുവരെ. ഒരു തരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ ജന്തുക്കളിൽ ആഹാരപദാർത്ഥങ്ങളെ ദഹിച്ചു് ഊർജ്ജമുണ്ടാകുന്നതു് വളരെ മന്ദമായി നടക്കുന്ന ജ്വലനമാണു്. ഇരുമ്പിന്റെ തുരുമ്പിക്കലും ഇക്കൂട്ടത്തിൽ പെടുത്താം. ഇന്ധനങ്ങളും മറ്റും കത്തുന്നതു് സാമാന്യം വേഗതയുള്ള ജ്വലനമാണു്. വെടിമരുന്നു്, ടി. എൻ. ടി, പെട്രോളം വായുകം, മുതലായവയുടെ ജ്വലനം അതിശീഘ്രമാണു് നടക്കുന്നതു്. ചിലപ്പോൾ വളരെ താണ താപനിലയിലും ജ്വലനം നടക്കുന്നു. ഫോസ്ഫറസു് ബാഷ്പത്തിന്റെ സാധാരണ താപനിലയിലുള്ള ദീപ്തി ഇതിനു ദോഹരണമാണു്. താപവികിരണമില്ലാതെയുള്ള—എന്നാൽ പ്രകാശം വികിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രത്യേക തരം ''ജ്വലനം'' രാസദീപ്തി എന്നറിയപ്പെടുന്നു. മിന്നാമിനുങ്ങു പരത്തുന്ന പ്രകാശം ഇത്തരത്തിലുണ്ടാകുന്നതാണു്.

ഓരോ പദാർത്ഥത്തിനും (ഇന്ധനം) പ്രത്യേകമായ ഒരു താപനിലയിലോ അതിനു മുകളിലോ മാത്രമേ ജ്വലിക്കാൻ സാധ്യമാകൂ. ഈ താപനിലയ്ക്കു് ആ പദാർത്ഥത്തിന്റെ ജ്വലനനില അഥവാ ജ്വലനതാപനില എന്നു പറയുന്നു. ചില ഉദാഹരണങ്ങളും നോക്കുക.

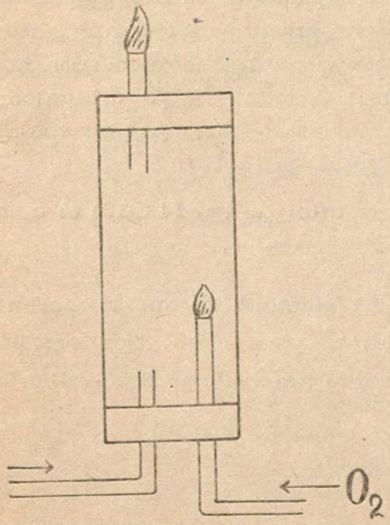
പദാർത്ഥം		വായുവിലുള്ള ജ്വലനബിന്ദു
വെളുത്ത ഫോസ്ഫറസു്	....	30°C
ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസു്	....	240°C
കരി	....	240—300°C
ഈഥർ ബാഷ്പം	....	340°C
മണ്ണെണ്ണ	....	360°C
പഞ്ചസാര	....	385°C
കല്ക്കരി	....	370—500°C
വജ്രം	....	800—850°C

ജ്വാല

രാസപരിണാമം നടക്കുമ്പോൾ താപവും പ്രകാശവും വികിരണംചെയ്യുന്നതേകമേഖലയാണു് ജ്വാലയെന്നറിയപ്പെടുന്നതു്. ഇന്ധനമോ അതിന്റെ വിഘടനോല്പന്നങ്ങളോ വായുവിലെ ഓക്സിജനുമായി സംയോജിക്കുമ്പോഴാണല്ലോ ഇതുണ്ടാകുന്നതു്. പ്രകാശം ധാരാളമുള്ള ജ്വാലയ്ക്കു് ദീപ്തനാളം എന്നും പ്രകാശമില്ലാത്ത ജ്വാലയ്ക്കു് അദീപ്തനാളം എന്നും പറയുന്നു. ബുൺസൺബർണറിലെ (പെട്രോളം വാതക ബർണർ) വായുസുഷിരം അടച്ചുകൊണ്ടു് കത്തിക്കുമ്പോൾ ദീപ്തനാളം ആണു് ഉണ്ടാകുന്നതു്. (മെഴുകുതിരിയും വിറകും കത്തുമ്പോഴും ദീപ്തനാളം ഉണ്ടാ

കുന്നു). ബർണറിന്റെ വായുസുഷിരം മുഴുവനും തുറന്നിട്ട് കത്തിക്കുമ്പോഴും അദീപ്തനാളമാണ് കാണുന്നത്. ഹൈഡ്രജൻ, കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് എന്നിവയുടെ ജ്വലനത്തിലും അദീപ്തനാളം ആണ് ഉണ്ടാകുന്നത്.

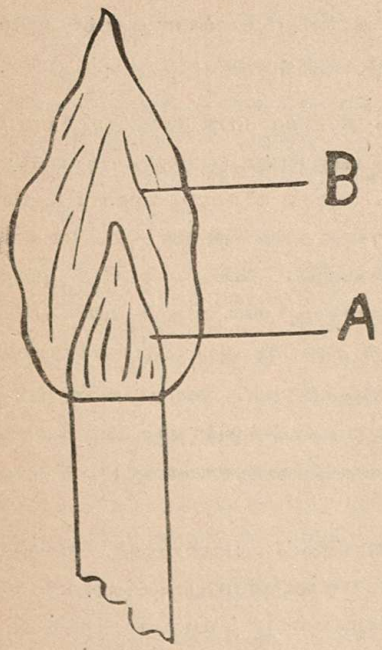
സാധാരണയായി ജ്വലിക്കുന്ന പദാർഥം ജ്വലനസഹായിയായ ഓക്സിജനിൽ കത്തുന്നു. എന്നാൽ നേരെ മറിച്ചുമാകാം. അതായത് പ്രത്യേക പരിതസ്ഥിതിയിൽ ഓക്സിജൻ ഇന്ധനത്തിൽ ജ്വലിക്കും. ഈ പരീക്ഷണം നോക്കുക. ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ വണ്ണമുള്ള ഒരു ഗ്ലാസ് കുഴൽ എടുത്ത് ചുവട്ടിൽ രണ്ട് ചെറുകുഴലുകൾ ഘടിപ്പിച്ച കോർക്കുകൊണ്ടടയ്ക്കുക. (ചിത്രം 14_9). ഗ്ലാസ് കുഴലിന്റെ മുകളിൽ ഒരു ദ്വാരമുള്ള കോർക്കുകൊണ്ടടച്ച് അതിൽക്കൂടി ഒരു ചെറിയ ഗ്ലാസ് കുഴൽ കടത്തുക. ചുവട്ടിലുള്ള ഒരു കുഴലിൽ കൂടി പെട്രോൾവാതകം കടത്തിവിട്ട് മുകളിലുള്ള നിർഗമനക്കുഴലിൽ കത്തിക്കുക. അവിടെ ഒരു ജ്വാല യുണ്ടാകും. ഈ സമയത്ത് ചുവട്ടിലുള്ള മറ്റേ കുഴലിൽ കൂടി ഓക്സിജൻ കടത്തിവിട്ടാൽ അതും ജ്വലിക്കുന്നതു കാണാം. പെട്രോൾ വാതകത്തിൽ ഓക്സിജൻ ജ്വലിക്കുന്നു എന്നാണ് സാരം.



ചിത്രം 14_9

ജ്വാലകൾ പലതരമുണ്ട്. ഇവയുടെ ഘടന ജ്വലിക്കുന്ന പദാർഥത്തിന്റെ തരം ഭേദമനുസരിച്ച് വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. ഹൈഡ്രജൻ, കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് എന്നിവ കത്തുമ്പോഴുള്ള ജ്വാലകൾ ഏറ്റവും ലളിതമാണ്. ഇവയിൽ രണ്ടു മേഖലകൾ മാത്രമേ കാണുന്നുള്ളൂ— ജ്വലിക്കാത്ത വാതകം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന അകത്തെ മേഖലയും പ്രതിപ്രവർത്തനം നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന പുറത്തെ മേഖലയും. ഇവയെ ചിത്രം 14_10 ൽ യഥാക്രമം A, B എന്നിങ്ങനെ അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു.

ഹൈഡ്രോ കാർബൺ ജ്വാലകൾക്ക് (മെഴുകുതിരി, മണ്ണെണ്ണ, പെട്രോൾവാതകം മുതലായവയുടെ ജ്വാലകൾ) നാലു മേഖലകളുണ്ടായിരിക്കും. (ചിത്രം 14_11). ചിത്രത്തിൽ ഇടതുവശമുള്ളത് മെഴുകുതിരിയുടെയും വലതുവശത്തുള്ളത് പെട്രോൾവാതകത്തിന്റെയും ജ്വാലകളാണ്.



(ചിത്രം 14–10)

ജ്വലിക്കാത്ത വാതകം ഉള്ള ഇരുണ്ട മേഖല (A), മഞ്ഞ കലർന്ന ശ്വേതദീപ്തിയുള്ള ദീപ്തമേഖല (B), നീലനിറമുള്ള ജ്വലനമേഖല (C), ജ്വാലയെ ആവരണം ചെയ്യുന്നതും അതു ദൃഷ്ടിഗോചരമല്ലാത്തതുമായ ചൂടു വാതകങ്ങളുടെ മേഖല (D) എന്നിവ ചിത്രത്തിൽ അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ ദീപ്തമേഖലയിൽ നിന്നാണു് പ്രകാശമതുയും താപത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗവും ലഭിക്കുന്നതു്. ജ്വാലയിലെ ഏറ്റവും ഉയർന്ന താപനില നീല മേഖലയ്ക്കാണു് (C). ഇവിടെയാണു് താപത്തിന്റെ ഭൂരിഭാഗവും ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നതു്.

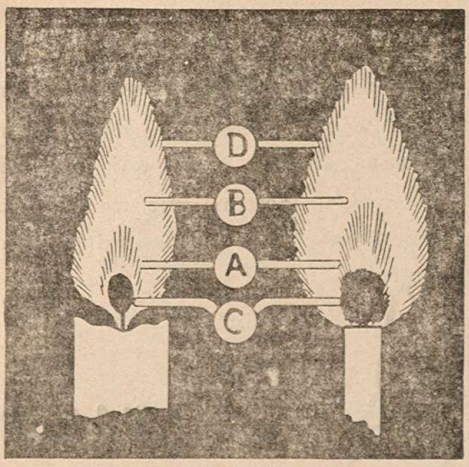
മേൽ വിവരിച്ചിട്ടുള്ളതു് ബർണറിന്റെ വായുസുഷിരം ഭാഗികമായി മാത്രം തുറന്നിരിക്കുമ്പോഴാ ഉള്ളതാണു്. വായുസുഷിരം മുഴുവനും തുറന്നു കൂട്ടത്തിൽ വായു പ്രവേശിപ്പിക്കുമ്പോഴാ ജ്വാലയുടെ ദീപ്തി കുറയുന്നു. ഇളം നീലനിറവും ഉയർന്ന താപനിലയും ഉള്ള ഈ അദീപ്ത നാളത്തിനു് രണ്ടു മേഖലകളാ മാത്രമേ ഉള്ളു (ചിത്രം 14–12).

ജ്വാലയുടെ വിവിധ മേഖലകളിലെ താപനില (ചിത്രം 14 – 13) ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ബർണറിലെ വായുസുഷിരം പൂർണമായി തുറന്നാൽ ജ്വലനം ബാരലിനകത്തേക്കു് കടന്നേക്കാം. ഇതിനു് ''തിരിച്ചുടി'' എന്നു പറയുന്നു. (ഈ അവസ്ഥയിൽ ബർണറിൽ തൊടുന്നതു് അപകടകരമാണു്; ബാരൽ ഉയർന്ന താപനിലയിലായിരിക്കും).

ബർണറുകൾ

ലാബറട്ടറികളിൽ പെട്രോളംവാതക ബർണറുകളാ സാധാരണമായി ഉപയോഗിക്കുന്നതു് (സ്പിരിറ്റ്ലാംപും ചിലപ്പോഴാ ഉപയോഗിക്കുന്നു). പെട്രോളംവാതക ബർണറുകളാ ബുൺസൺബർണറിന്റെ ഒരു വകഭേദം മാത്രമാണു്. ഇതിന്റെ അനുദൈർഘ്യപരിഛേദം ചിത്രം (14 – 14) ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 14_11

വാതകം ബർണറിൽ പ്രവേശിക്കുന്നത് A എന്ന കുഴലിൽക്കൂടിയാണ്. B എന്നത് ഈ വാതകത്തെ ജെറ്റ് ആക്കി ബാരലിനകത്തേക്ക് വിടാനുള്ള നാസാഗ്രമാണ്. C എന്നത് ബാരലിലേക്ക് വായു കടത്തിവിടാനുള്ള സുഷിരമാണ്. ബാരലിലുള്ള ഒരു സുഷിരവും അതിന്റെ ചുറ്റിലും കറക്കാവുന്ന ഒരു വളയം (D) കൊണ്ട് വേണ്ടത്ര തുറക്കുകയും അടയ്ക്കുകയും ചെയ്യാം. E എന്നത് ബാരൽ ആണ്. ഇതിൽ വായുവും വാതകവും തമ്മിൽ മിശ്രണം നടക്കുന്നു (ജ്വാല തിരിച്ചടിക്കുമ്പോൾ നാസാഗ്രത്തിൽ കത്തുന്നു).

ഉയർന്ന താപനിലയുള്ള ജ്വാല കിട്ടുന്നതിന് ബ്ലോപൈപ്പ് ബർണറുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇവയിൽ ഉപയുടെ സഹായത്തോടുകൂടി വാതകത്തിന്റെ കൂടെ വായു ധാരാളം കടത്തിയാണ് കത്തിക്കുന്നത്. മറ്റു പലതരത്തിലുള്ള ബർണറുകളും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ചില ജ്വാലകളുടെ താപനില താഴെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

A	**ബൺസൺബർണർ**	
(i)	വായുസുഷിരം അടച്ചിരുന്നാലുള്ള ദീപ്തനാളം	1000°C ൽ കുറവ്
(ii)	സുഷിരം ഭാഗികമായി തുറന്നിരുന്നാലുള്ള (സാധാരണ) ജ്വാല	1000—1400°C
(iii)	സുഷിരം പൂർണമായി തുറന്നിരുന്നാൽ ഉള്ള ഇളം നീല ജ്വാല	1400—1560°C
(iv)	വായുവിനു പകരം തനി ഓക്സിജൻ ഉപയോഗിക്കുമ്പോഴുള്ള ജ്വാല	1870°C
B	**മറ്റു ജ്വാലകൾ**	
(i)	ഹൈഡ്രജൻ–വായു ജ്വാല	1900°C
(ii)	ഓക്സി–ഹൈഡ്രജൻ ജ്വാല	2400°C
(iii)	അസെറ്റലീൻ–വായു ജ്വാല	2550°C
(iv)	ഓക്സീ–അസെറ്റലീൻ ജ്വാല	3200°C
(v)	വൈദ്യുത ആർക്	3760°C



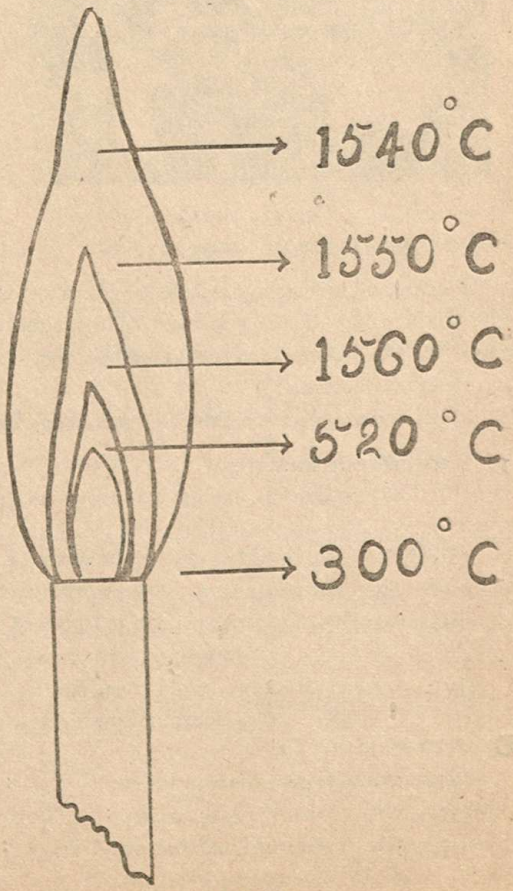
ചിത്രം 14-12

അനുബന്ധം 4

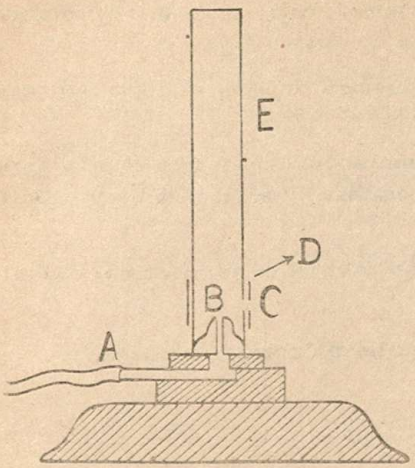
അഗ്നിശമനികൾ

കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് അന്തരീക്ഷത്തിൽ ജ്വലനം നടക്കുകയില്ലല്ലോ. ഈ തത്വം പ്രയോജനപ്പെടുത്തി അഗ്നിശമനികൾ നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. എന്നാൽ കാർബൺ ടെട്രാക്ലോറൈഡ് ബാഷ്പത്തിന്റെ നിഷ്ക്രിയത്വം പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്ന അഗ്നിശമനികളും ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്.

സാധാരണ സിനിമാശാലകളിലും ലാബറട്ടറികളിലും കാണുന്ന അഗ്നിശമനികൾ വളരെയധികം CO_2 ഉല്പാദിപ്പിച്ച് അഗ്നി ശമിപ്പിക്കാവുന്ന ഉപകരണങ്ങളാണ്. സിലണ്ടർ ആകൃതിയിലോ കോണികാകൃതിയിലോ ഉള്ള ഇരുമ്പു പാത്രങ്ങളാണിവ. ഇവയിൽ ഖരരൂപത്തിലും പൂരിത ലായനിയായും ഉള്ള സോഡിയം കാർബണേറ്റ് ജലശ്രിതം ധാരാളം വെച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇതിനു മുകളിൽ സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് നിറച്ചിട്ടുള്ള ഗ്ലാസ് കുഴൽ ഉണ്ട്.



ചിത്രം 14-13



ചിത്രം 14-14

ഗ്ലാസ്കുഴലുമായി തൊട്ടുനില്ക്കുന്ന ഒരു 'ഇടിയൻ' ഉപകരണത്തിന്റെ പുറത്തേക്ക് (മുകളിൽ) ഉന്തിനില്ക്കുന്നു. ഇടയിനിൽ ബലം പ്രയോഗിച്ച് അമർത്തിയാൽ ഉള്ളിലെ ഗ്ലാസ്കുഴൽ പെട്ടി അതിലുള്ള ആസിഡ് സോഡിയം കാർബണേറ്റിൽ വീഴും. അപ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡും ജലാംശവും ചേർന്ന് ഉപകരണത്തിന്റെ മുകളിൽ ഉള്ള ഒരു പാർശ്വക്കുഴലിൽ കൂടി ശക്തിയായി പുറത്തേയ്ക്ക് ചീറ്റും. ഈ ധാര അഗ്നിയുടെ നേർക്ക് തിരിച്ചാൽ ആ ഭാഗത്തു് CO_2 നിറഞ്ഞു് തീ കെട്ടടങ്ങും. യാദൃശ്ചികമായി ഇടിയൻ പ്രവർത്തിക്കാതിരിക്കുന്നതിനായി അതിൽ ഒരു ദ്വാരമുണ്ടാക്കി അതിൽ കൂടി പൊടിയ ഒരു കമ്പി കടത്തിവെച്ചിരിക്കും. കമ്പി മാറ്റിയാലേ ഇടിയനെ അമർത്തി ഉപകരണത്തെ പ്രവർത്തിപ്പിക്കാൻ സാധിക്കൂ.

പെട്രോൾ കത്തി ഉണ്ടാകുന്ന അഗ്നിയും വെടിമരുന്നിനു് തീപിടിച്ചാലുള്ള അഗ്നിയും ഈ ഉപകരണംകൊണ്ടു് കെടുത്താൻ പറ്റുകയില്ല. ഇങ്ങനെയുള്ള അവസരങ്ങളിൽ മറ്റു തരത്തിലാണു് അഗ്നിശമനം നടത്തുന്നതു്.

അഭ്യാസം

1. കരിയിൽ നിന്നു് താഴെപ്പറയുന്ന യൗഗികങ്ങളുടെ നിർമാണം വിവരിക്കുക: CO_2, CS_2 Na_2CO_3, $NaHCO_3$, CCl_4, ഗ്രാഫൈറ്റ്.

2. മൂന്നു വാതകജാറുകളിൽ ഓരോന്നിലും കാർബൺ മോണോക്സൈഡ്, കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ്, ഹൈഡ്രജൻ എന്നിവയാണു് നിറച്ചിരിക്കുന്നതു്. ഇവ തമ്മിൽ തിരിച്ചറിയുന്നതെങ്ങിനെ?

3. കാർബൺ-അപരരൂപങ്ങളെപ്പറ്റി ഉപന്യസിക്കുക.

4. കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് നിർമിക്കുന്നതെങ്ങിനെ? ഈ വാതകം താഴെപ്പറയുന്നവയുമായി എങ്ങിനെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു?

(a) ചുണ്ണാമ്പുജലം
(b) മഗ്നീഷ്യം
(c) സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ്

5. കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് ലാബറട്ടറിയിൽ നിർമിക്കുന്നതിനുള്ള പരീക്ഷണം വിവരിക്കുക. ഇതിന്റെ വ്യാപാരസായിക പ്രാധാന്യം വ്യക്തമാക്കുക.

6. കാർബൺ ഓക്സൈഡുകളുടെ സംഘടനവും സൂത്രവും നിർണയിക്കുന്നതെങ്ങിനെ?

7. സോഡിയം കാർബണേറ്റും ബൈകാർബണേറ്റും തമ്മിൽ തിരിച്ചറിയുന്നതിനുള്ള ടെസ്റ്റുകൾ പ്രസ്താവിക്കുക. ഓരോന്നിലും ഉള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനം വിശദീകരിക്കുക.

8. CO, CO_2, H_2 എന്നിവയുടെ മിശ്രിതങ്ങളിൽ നിന്നും ഓരോന്നും വേർതിരിക്കാനുള്ള മാർഗം ഏതു്?

9. താഴെ പറയുന്നവയുടെ വ്യാവസായിക നിർമാണം വിവരിക്കുക.

(i) അസ്ഥിക്കരി

(ii) വിളക്കുകരി

(iii) കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ്

(iv) ഗ്രാഫൈറ്റ്

ഓരോന്നിന്റെയും പ്രയോജനങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കുക.

10. കാരണം വിശദമാക്കുക.

(a) കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിൽ ജന്തുക്കൾ മരിക്കുന്നു.

(b) മാർബിളിൽ നിന്നും CO_2 നിർമിക്കുന്നതിനു് സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ഉപയോഗിക്കുന്നില്ല.

(c) കാറടിക്കുമ്പോൾ മെഴുകുതിരി കെട്ടുപോകുന്നു.

(d) CO നു് അത്യുഗ്രമായ വിഷവീര്യമുണ്ടു്.

(e) ചുണ്ണാമ്പു ജലത്തിൽ CO_2 കടത്തുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന വെളുത്ത അവക്ഷേപം വാതകപ്രവാഹം തുടർന്നാൽ ക്രമേണ അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നു.

(f) മെഴുകുതിരിയുടെ ജ്വാലയിൽ നിന്നും ധാരാളം കറുത്തപുക ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് കത്തുമ്പോൾ പുകയില്ല.

11. 1 കിലോഗ്രാം ശുദ്ധമായ കാൽസിയം കാർബണേറ്റിൽ നിന്നും എത്ര ഗ്രാം കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് നിർമിക്കാം? ഇതിന്റെ വ്യാപ്തം NTP യിൽ എത്ര ലീറ്റർ ആയിരിക്കും.? ഇത്രയും CO_2 ഏറ്റവും കുറഞ്ഞതു് എത്ര വ്യാപ്തം 1N പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡിൽ അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടും?

12. ലാബറട്ടറിയിൽ നിങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഇന്ധനവാതകം ഏതു്? അതിന്റെ നിർമാണം എപ്രകാരം നടത്തുന്നു?

13. പ്രൊഡ്യൂസർ വാതകം, വാട്ടർഗാസ് എന്നിവയെപ്പറ്റി ലഘുവിവരണങ്ങളും നൽകുക.

14. ലോഹ നിഷ്കർഷണത്തിൽ കോക്കു് ധാരാളമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. എന്തിനു് ? എങ്ങിനെ ? എന്തുകൊണ്ടു് ?

15. വജ്രവും ഗ്രാഫൈറ്റും പഞ്ചസാരക്കരിയും ഒരേ പദാർഥമാണെന്നു് തെളിയിക്കുന്നതെങ്ങിനെ ?

16. ഭൂഗർഭത്തിൽ വജ്രവും കല്ലുരിയും ഉണ്ടാകുന്നതെങ്ങിനെ ?

17. കല്ലുരിയുടെ പ്രയോജനങ്ങളും ഏവ ?

18. കരി സക്രിയമാക്കുന്നതെങ്ങിനെ ? എന്തിനു് ?

15

ബോറോൺ

പ്രതീകം: B അണുഭാരം: 10.81

അണുസംഖ്യ: 5

പുരാതനകാലത്തു് ഭാരതം, ടിബറ്റ്. ആർമീനിയ മുതലായ സ്ഥലങ്ങളിൽ നിന്നു് ഖനനം ചെയ്തിരുന്നതും ഫ്ളക്സ് ആയി ഉപയോഗിച്ചിരുന്നതുമായ ടിൻകർ എന്ന പദാർഥം സോഡിയം ടെട്രാബോറേറ്റ് (ബോറാക്സ്, പൊൻകാരം) ആണു്. ശുദ്ധീകരിച്ച ബോറാക്സിൽ നിന്നു് 1702-ൽ ഹോംബർഗ്, ബോറിക് ആസിഡ് (H_3BO_3) നിർമിച്ചു. 1807-ൽ സർ ഹംഫ്രിഡേവി ബോറിക് ആസിഡും പൊട്ടാസിയവും ചേർത്തു് ചൂടാക്കി അശുദ്ധമായ ബോറോൺ നിർമിച്ചു. ഒരു ലോഹമാണിതെന്നു് ശങ്കിച്ചു് അദ്ദേഹം ഈ മൂലകത്തെ ബോറാസിയം എന്നു് വിളിച്ചു; എന്നാൽ 1812-ൽ ഇതിന്റെ അലോഹസ്വഭാവം മനസ്സിലാക്കിയപ്പോഴേ പേരു് 'ബോറോൺ' എന്നു് മാറ്റി.

ഉപസ്ഥിതി: സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ ബോറോൺ കാണപ്പെടുന്നില്ല. ബോറിക് ആസിഡ്, ബോറേറ്റുകൾ എന്നീ രൂപങ്ങളിലാണു് ബോറോൺ പ്രകൃതിയിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതു്. ടസ്കനിയിലെ (ഇറ്റലി) ഉഷ്ണജലധാരകളിൽ അൽപം ബോറിക് ആസിഡ് (H_3BO_3) അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. വ്യവേസായികമായി ഈ ബോറിക് ആസിഡ് വേർതിരിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടെങ്കിലും മറ്റു് ഖനിജങ്ങളിൽ നിന്നാണു് ബോറോൺ യൗഗികങ്ങളും മിക്കവാറും ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതു്. പ്രധാനപ്പെട്ട ബോറേറ്റു് ഖനിജങ്ങളും ഇവയാണു്.

1. ടിൻകൽ അഥവാ ബോറാക്സ് ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$)
2. കോൾമനൈറ് - $Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$ (കാലിഫോർണിയ)
3. ഡാറൈാളൈറ് - $CaHBSiO_5$ (റഷ്യ)
4. യൂലക്സൈറ് അഥവാ ബോറോനാട്രോകാൽസൈറ്

$Na_2Ca_2(B_4O_7)_3 \cdot 18H_2O$ (ചിലി, പെറു)

5. ബോറസൈറ്റ് - $MgCl_2 \cdot 2Mg_3B_8O_{15}$ (സ്റ്റാസ്ഫർട്ട്)

ചുകയിലു, പരുത്തി മുതലായ ചില ചെടികളിലും ബോറോൺ കാണപ്പെടുന്നു.

നിർമാണം

ബോറോൺ ടൈഓക്സൈഡിനെ (B_2O_3) സോഡിയം, മഗ്നീഷ്യം മുതലായ ലോഹങ്ങളെ കൊണ്ട് നിരോക്സീകരിച്ചാണ് സാധാരണയായി ബോറോൺ നിർമിക്കുന്നത്. ഇത്തരത്തിൽ കിട്ടുന്ന ബോറോൺ ''അമോർഫസ് ബോറോൺ'' എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഇതിനു നിയതരൂപമില്ല.

$$B_2O_3 + 6Na \longrightarrow 2B + 3Na_2O$$

B_2O_3-യും സോഡിയം, പൊട്ടാസിയം, മഗ്നീഷ്യം എന്നിവയിൽ ഏതെങ്കിലും ഒരു ലോഹവും കൂടി ഒരു അടച്ച ക്രൂസിബിളിൽ എടുത്തു ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഓക്സൈഡ് നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു. മിശ്രിതം തണുത്തശേഷം നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് ചേർത്ത് തിളപ്പിക്കുമ്പോൾ, അവശേഷിക്കുന്ന ലോഹ ഓക്സൈഡും കൂടുതലുള്ള ലോഹവും അലിഞ്ഞുപോകുന്നതിനാൽ തവിട്ടുനിറമുള്ള അമോർഫസ് ബോറോൺ ലഭിക്കുന്നു.

ബോറോൺ ടൈക്ലോറൈഡ് ബാഷ്പവും ഹൈഡ്രജനും കലർന്ന മിശ്രിതം വിദ്യുത്-സ്ഫുലിംഗങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനത്തിനു വിധേയമാക്കുമ്പോഴും $MgO-MgF_2$ മിശ്രിതം ഉരുക്കി കിട്ടുന്ന ദ്രാവകത്തിൽ B_2O_3 ലയിപ്പിച്ച് വിദ്യുത്പഘടനം ചെയ്യുമ്പോഴും ബോറോൺ ലഭിക്കുന്നു. അഡമെൻടൈൻ ബോറോൺ അഥവാ ക്രിസ്റ്റലീയ ബോറോൺ എന്നു അറിയപ്പെടുന്നതു അരുപബോറോൺ, ഉരുകിയ അലുമിനിയത്തിൽ നിന്നു ക്രിസ്റ്റലീകരിക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന ഒന്നാണ്. അമോർഫസ് ബോറോണും അലുമിനിയവും ചേർത്ത് ഒരു ക്രൂസിബിളിൽ വെച്ച 1500°C-ൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ ബോറോൺ അലുമിനിയത്തിൽ ലയിച്ചു ചേർന്ന ഒരു ലായനി കിട്ടുന്നു. ഈ ലായനി തണുപ്പിച്ചശേഷം ലോഹം (Al) ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡു കൊണ്ട് അലിയിച്ചു നീക്കുമ്പോൾ ക്രിസ്റ്റലീയ ബോറോൺ അവശേഷിക്കുന്നു. ഈ പദാർഥം യഥാർഥത്തിൽ പല അലുമിനിയം ബോറൈഡുകളുടെയും ഒരു മിശ്രിതമാണെന്നു കരുതപ്പെടുന്നു. ഇതിൽ ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡു വളരെ നേരം പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ അമോർഫസ് ബോറോൺ കിട്ടും. ശുദ്ധമായ ബോറോൺ ക്രിസ്റ്റലുകളും, BCl_3 ബാഷ്പവും ഹൈഡ്രജനും കലർന്ന മിശ്രിതത്തിൽ, ജ്വലിക്കുന്ന ടാൻടലം ശലാകയുടെ പ്രവർത്തനം കൊണ്ടു നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

ഗുണധർമങ്ങൾ

ആവർത്തന പട്ടികയിലെ മൂന്നാമത്തെ ഗ്രൂപ്പിൽ പെട്ടതാണെങ്കിലും ബോറോൺ, നാലാം ഗ്രൂപ്പിലെ കാർബൺ, സിലിക്കൺ എന്നിവയുമായി (പ്രത്യേകിച്ച് സിലിക്കണുമായി) വളരെ സാദൃശ്യമുള്ള മൂലകമാണ്. ഭൗതികഗുണധർമങ്ങളിലും രാസഗുണധർമങ്ങളിലും യൗഗികങ്ങളിലും ക്രിസ്റ്റൽ ഘടനയിലും എല്ലാം ഈ സാദൃശ്യം വ്യക്തമാണ്.

അമോർഫസ് ബോറോണും അഡമന്റൈൻ ബോറോണും വ്യത്യസ്തങ്ങളായ അപരരൂപങ്ങളാണെന്നു് കരുതപ്പെട്ടിരുന്നു. എന്നാൽ ഇതു് തെറ്റാണെന്നു് തെളിയിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ആദ്യത്തേതു് അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായ ക്രിസ്റ്റലുകളാണടങ്ങിയതാണു്. അഡമന്റൈൻ ബോറോൺ ആകട്ടെ ശുദ്ധമായ ബോറോണല്ല. ശുദ്ധമായ ബോറോൺ ക്രിസ്റ്റലുകൾക്കും അമോർഫസ് ബോറോണിലെ ക്രിസ്റ്റലുകളുമായി വ്യത്യാസം ഒന്നും ഇല്ല. അതിനാൽ ബോറോൺ അപരരൂപത പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നില്ല.

അമോർഫസ് ബോറോൺ തവിട്ടു നിറത്തിലുള്ള പൊടിയാണു്. ശുദ്ധമായ ബോറോൺ ക്രിസ്റ്റലുകൾ വളരെ കാഠിന്യമുള്ളതും എളുപ്പം പൊടിഞ്ഞു പോകുന്നതും കടും തവിട്ടുനിറമുള്ളതുമാണു്. ബോറോൺ വിദ്യുത്ചാലകമല്ല. അതു് 2300°C-ൽ ഉരുകുന്നു. ബോറോൺ സാധാരണ താപനിലയിൽ നിഷ്ക്രിയമാണു്. എന്നാൽ ഉന്നത താപനിലയിൽ ക്രിയാശീലമുള്ളതാണു്. വായുവിലോ ഓക്സിജനിലോ ഏതാണ്ടു് 700°C-ൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഉഗ്രമായി കത്തുകയും ബോറോൺ ഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$4B + 3O_2 \longrightarrow 2B_2O_3$$

(വായുവിൽ കത്തുമ്പോൾ അല്പം നൈട്രൈഡുണ്ടാകുന്നുണ്ടു്).

കാർബൺ, മഗ്നീഷ്യം, അലുമിനിയം മുതലായ മൂലകങ്ങളുമായി ഉന്നതതാപനിലയിൽ ബോറോൺ സംയോജിച്ചു് ബോറൈഡുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$C + 4B \longrightarrow B_4C \; ; \; 3Mg + 2B \longrightarrow Mg_3B_2$$

ചെമ്പു്, വെള്ളി, സ്വർണം എന്നീ ലോഹങ്ങൾ ഒഴികെയുള്ള എല്ലാ ലോഹങ്ങളും ഉന്നത താപനിലയിൽ ബോറോണുമായി സംയോജിക്കുന്നു.

ഹലജനുകളുമായി ബോറോൺ ട്രൈഹലൈഡുകൾ കിട്ടുന്നു.

$$2B + 3X_2 \longrightarrow 2BX_3 \quad (X = F, Cl, Br, I)$$

ഫ്ളൂറിനുമായി സാധാരണ താപനിലയിലും മറ്റു ഹലജനുകളുമായി ഉന്നത താപനിലയിലും സംയോജനം നടക്കുന്നു.

സൽഫർ, നൈട്രജൻ എന്നിവയുമായി ഉന്നതതാപനിലയിൽ ബോറോൺ സംയോജിച്ചു് യഥാക്രമം ബോറോൺ സൽഫൈഡ്, ബോറോൺ നൈട്രൈഡ് എന്നീ യൗഗികങ്ങൾ ലഭിക്കുന്നു.

$$2B + 3S \longrightarrow B_2S_3$$
$$2B + N_2 \longrightarrow 2BN$$

ജലവുമായി പ്രവർത്തനം ഇല്ലെങ്കിലും ഉന്നതതാപനിലയിൽ നീരാവിയിൽ നിന്നും ബോറോൺ ഹൈഡ്രജനെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു.

$$2B + 3H_2O \longrightarrow B_2O_3 + 3H_2$$

ഇതുപോലെ തന്നെ NH_3, H_2S എന്നീ വാതകങ്ങളിൽ നിന്നും ബോറോൺ ഹൈഡ്രജനെ മുക്തമാക്കുന്നു.

$$2NH_3 + 2B \longrightarrow 2BN + 3H_2$$
$$3H_2S + 2B \longrightarrow B_2S_3 + 3H_2$$

നേർത്ത ആൽക്കലികളും ആസിഡുകളും ബോറോണുമായി പ്രവർത്തിക്കുകയില്ല. സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡ്, സാന്ദ്ര നൈട്രിക് ആസിഡ് എന്നീ ഓക്സീകാരക ആസിഡുകളും ബോറോണിനെ യഥാക്രമം ബോറോൺ ട്രൈഓക്സൈഡ് ബോറിക് ആസിഡ് എന്നിവയായി ഓക്സീകരിക്കുന്നു.

$$2B + 3H_2SO_4 \longrightarrow B_2O_3 + 3H_2O + 3SO_2$$
$$B + 3HNO_3 \longrightarrow H_3BO_3 + 3NO_2$$

സാന്ദ്ര ആൽക്കലികളുമായി ഉന്നത താപനിലയിൽ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജന്റെ വിസ്ഥാപനം ഉണ്ടാകുന്നു. (സിലിക്കൺപോലെ)

$$2B + 2KOH + 2H_2O \longrightarrow 2KBO_2 + 3H_2$$

ഉപയോഗം: ചില മിശ്രലോഹങ്ങളുണ്ടാക്കുമ്പോൾ ബോറോൺ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്.

ബോറോൺ യൗഗികങ്ങൾ

1. ബോറോൺ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ (ബോറേനുകൾ)

ബോറോണും ഹൈഡ്രജനുമായി നേരിട്ട് സംയോജിക്കുന്നില്ല. എന്നാൽ മഗ്നീഷ്യം ബോറൈഡ് അഥവാ ബെറിലിയം ബോറൈഡ്, നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് അഥവാ സൽഫൂരിക് ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ അനവധി ബോറോൺ ഹൈഡ്രൈഡുകളുടെ മിശ്രിതം ലഭിക്കുന്നു. ഡൈബോറേൻ (B_2H_6) എന്ന വാതകബോറേനും B_4H_{10}, B_5H_9, B_5H_{11} മുതലായ ദ്രവക ബോറേനുകളും $B_{10}H_{14}$ പോലുള്ള ഖരബോറേനുകളും ഇങ്ങനെ നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ബോറേനുകളും വായുവുമായി സമ്പർക്കമുണ്ടായാൽ സ്വയം കത്തുന്നു. ജലാപഘടനത്തിനു വിധേയമാകുകയും ചെയ്യും. ഇവയിലെ രാസബന്ധങ്ങളും പ്രത്യേക തരത്തിലുള്ളതാണ്.

2. ബോറോൺ ട്രൈഓക്സൈഡ് (ബോറിക് അൻഹൈഡ്രൈഡ് B_2O_3)

ബോറോൺ ഉന്നത താപനിലയിൽ ഓക്സിജനുമായി സംയോജിക്കുമ്പോൾ B_2O_3 ഉണ്ടാകുന്നു.

$$4B + 3O_2 \longrightarrow 2B_2O_3$$

സാധാരണയായി B_2O_3 നിർമിക്കപ്പെടുന്നതു് ക്രിസ്റ്റലീകരിച്ചു് ശുദ്ധമാക്കിയ ബോറിക് ആസിഡിനെ ചൂടാക്കി ജലാംശം മുഴുവനും വററിച്ചു കളഞ്ഞിട്ടാണു്.

$$2H_3BO_3 \longrightarrow B_2O_3 + 3H_2O$$

ഇത്തരത്തിൽ കിട്ടുന്ന B_2O_3 ഗ്ലാസ് പോലെയിരിക്കും. B_2O_3 അമ്ലീയ ഓക്സൈഡാണ്. ബോറിക് ആസിഡിന്റെ അൻഹൈഡ്രൈഡ് ആയതിനാൽ B_2O_3-യെ ബോറിക് അൻഹൈഡ്രൈഡ് എന്നും പറയുന്നു. ജലത്തിൽ ലയിക്കുമ്പോൾ ബോറിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2B_2O_3 + H_2O \longrightarrow \overset{+\,H_2O}{H_2B_4O_7} \longrightarrow \overset{4H_2O}{4HBO_2} \longrightarrow 4H_3BO_3$$

B_2O_3 ഗ്ലാസ് വ്യവസായത്തിൽ ധാരാളം ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

3. ബോറോൺ ട്രൈഫ്ലൂറൈഡ് BF_3

ബോറോൺ ഫ്ലൂറിനിൽ സ്വയം കത്തുമ്പോൾ BF_3 ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2B + 3F_2 \longrightarrow 2BF_3$$

B_2O_3, ഫ്ലൂർസ്പാർ (CaF_2), സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് എന്നിവയുടെ മിശ്രിതം ചൂടാക്കിയാണ് BF_3 സാധാരണമായി നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നത്.

$$3CaF_2 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 3CaSO_4 + 6HF$$
$$6HF + B_2O_3 \longrightarrow 3H_2O + 2BF_3 \uparrow$$

ജലവുമായി പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കുന്നതിനാൽ BF_3 വാതകം ഈർപ്പമില്ലാതെയാണ് ശേഖരിക്കുന്നത്. ബോറേറ്റുകളെ ഫ്ലൂർസ്പാർ, സാന്ദ്ര സൽഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ഇവയുമായി ചൂടാക്കുമ്പോഴും BF_3 ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ മിശ്രിതം ഒരു ഗ്ലാസ ബണ്ടിന്റെ അറ്റത്തു എടുത്തു നിറമില്ലാത്ത ഒരു ജ്വാലയുടെ സമീപത്തു കൊണ്ടു വരുമ്പോൾ ജ്വാലക്ക് പച്ചനിറം ഉണ്ടാകുന്നതു കാണാം. BF_3 വാതകത്തിന്റെ പ്രവർത്തനം മൂലമാണിതു്. ഈ പരീക്ഷണം ബോറേറ്റുകൾക്കുള്ള ഒരു ടെസ്റ്റ് ആണ്.

BF_3 രൂക്ഷഗന്ധമുള്ള വാതകമാണ്. ജലത്തിൽ കുറേ കൂടുതലായി ലയിക്കുമ്പോൾ ജലാപഘടന വിധേയമായി ഫ്ലൂബോറിക് ആസിഡും (HBF_4) ബോറിക് ആസിഡും (H_3BO_3) ഉണ്ടാകുന്നു.

$$4BF_3 + 3H_2O \longrightarrow 3HBF_4 + H_3BO_3$$

4. ബോറോൺ ട്രൈക്ലോറൈഡ് (BCl_3)

ചൂടാക്കിയ ബോറോണിൽ കൂടെയോ B_2O_3-കാർബൺ മിശ്രിതത്തിൽ കൂടിയോ ക്ലോറിൻ വാതകം കടത്തിവിടുമ്പോൾ BCl_3 ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2B + 3Cl_2 \longrightarrow 2BCl_3$$
$$B_2O_3 + 3C + 3Cl_2 \longrightarrow 3CO + 2BCl_3$$

സാധാരണ താപനിലയിൽ BCl_3 ഒരു വാതകമാണ് (തിളനില = 13°C).

ജലവുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ബോറിക് ആസിഡും ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$BCl_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3BO_3 + 3HCl$$

5 ബോറോൺ ട്രൈബ്രോമൈഡ് (BBr_3)

നിർമാണത്തിലും രാസഗുണങ്ങളിലും ഇത് BCl_3യോട് സാദൃശ്യമുള്ളതാണ്. സാധാരണ താപനിലയിൽ ദ്രാവകമാണ്. തിളനില 91°C

6. ബോറോൺ ട്രൈഅയൊഡൈഡ് (BI_3)

ചൂടാക്കിയ ബോറോണിൽ കൂടി ഹൈഡ്രജൻ അയൊഡൈഡ് വാതകം കടത്തിവിടുമ്പോൾ BI_3 ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2B + 6HI \longrightarrow 2BI_3 + 3H_2$$

സാധാരണ താപനിലയിൽ ഇത് ഖരമാണ്. ഉരുകൽനില = 43°C വായുവിൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ കത്തുകയും B_2O_3, I_2 എന്നിവയുണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$4BI_3 + 3O_2 \longrightarrow 2B_2O_3 + 6I_2$$

BBr_3, BCl_3 എന്നിവയോട് സദൃശമായ രാസഗുണങ്ങളാണ് BI_3 ഉള്ളത്.

7. ബോറോൺ സൽഫൈഡ് (B_2S_3)

ബോറോൺ ചൂടാക്കി അതിൽക്കൂടി H_2S കടത്തിവിടുമ്പോൾ B_2S_3 ലഭിക്കുന്നു.

$$2B + 3H_2S \longrightarrow B_2S_3 + 3H_2$$

നിറമില്ലാത്ത ഈ ഖരപദാർഥം, വായുവിൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ കത്തുന്നു.

$$2B_2S_3 + 9O_2 \longrightarrow 2B_2O_3 + 6SO_2$$

ജലവുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ബോറിക് ആസിഡും ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$B_2S_3 + 6H_2O \longrightarrow 2H_3BO_3 + 3H_2S$$

ടസ്കനിയിലെ ഉഷ്ണജലധാരകളിൽ കാണപ്പെടുന്ന ബോറിക് ആസിഡിന്റെ ഉല്പത്തിയിലുള്ള കാരണം ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനമാണെന്നു കരുതുന്നു.

8. ബോറോൺ നൈട്രൈഡ് (BN)

ബോറോൺ നൈട്രജനിലോ അമോണിയയിലോ ചൂടാക്കുമ്പോൾ BN ഉണ്ടാകുന്നു.

$$2B + N_2 \longrightarrow 2BN$$

$$2B + 2NH_3 \longrightarrow 2BN + 3H_2$$

വെളുപ്പു നിറമുള്ള ഈ ഖരപദാർഥത്തിന് ഗ്രാഫൈറ്റിന്റെ ക്രിസ്റ്റൽ ഘടനയാണുള്ളത്.

ഇതു നീരാവിയുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ (ഉന്നത താപനിലയിൽ ബോറിക് ആസിഡും അമോണിയായും ലഭ്യമാകുന്ന സാന്ദ്ര ആസിഡുകളുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ അമോണിയം ലവണവും ബോറിക് ആസിഡും ഉണ്ടാകുന്നു.

9. ബോറിക് ആസിഡ് (H_3BO_3)

B_2O_3 യും ജലവുമായി വ്യത്യസ്ത അനുപാതത്തിൽ സംയോജിച്ച് ഉണ്ടാകുന്ന മൂന്ന് ബോറിക് ആസിഡുകളും ശുദ്ധമായ രൂപത്തിൽ നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

(a) ഓർത്തോബോറിക് ആസിഡ്, H_3BO_3 $(B_2O_3 + 3H_2O)$

(b) മെറ്റാബോറിക് ആസിഡ്, HBO_2. $(B_2O_3 + H_2O)$

(c) ടെട്രാബോറിക് ആസിഡ്, $H_2B_4O_7$ $(2B_2O_3 + H_2O)$

ഇവയിൽ ഓർത്തോബോറിക് ആസിഡ് ആണ് സ്ഥിരമായിട്ടുള്ളത്. B_2O_3 ജലത്തിൽ ലയിക്കുമ്പോൾ H_3BO_3 ഉണ്ടാകുന്നു. ജലത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ മറ്റു രണ്ട് ആസിഡുകളും ഓർത്തോബോറിക് ആസിഡ് ആയിത്തീരുന്നു.

നിർമാണം

ബോറേറ്റുകളും ആസിഡുകളും തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ നിന്നാണ് ബോറിക് ആസിഡ് ലഭിക്കുന്നത്. വ്യാവസായികമായി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനു ധനിജ ബോറേറ്റുകളും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ലാബറട്ടറിയിൽ ബോറാക്സ് ആണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ടസ്കനിയിലെ ഉഷ്ണജലധാരയിൽനിന്നും ബോറിക് ആസിഡ് വേർതിരിക്കപ്പെടുന്നു.

പൂരിതമായ ബോറാക്സ് ലായനിയിൽ വേണ്ടതിലധികം സാന്ദ്ര ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് കലർത്തുമ്പോൾ വെളുത്ത ബോറിക് ആസിഡ് അവക്ഷേപമായിക്കിട്ടുന്നു. അവക്ഷേപം അരിച്ചുനീക്കി കഴുകിയശേഷം ചൂടുവെള്ളത്തിൽ നിന്നും ക്രിസ്റ്റലീകരിക്കുമ്പോൾ ശുദ്ധമായ ബോറിക് ആസിഡ് ലഭിക്കും.

$$Na_2B_4O_7 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + (H_2B_4O_7)$$
$$(H_2B_4O_7) + 5H_2O \longrightarrow 4H_3BO_3 \downarrow$$

ഗുണധർമങ്ങൾ

ഓർത്തോബോറിക് ആസിഡ് നിറമില്ലാത്ത ക്രിസ്റ്റലീയ പദാർഥമാണ്. തണുത്ത വെള്ളത്തിൽ അല്പം ലയിക്കുന്ന ഈ പദാർഥം ചൂടുവെള്ളത്തിൽ ധാരാളമായി ലയിക്കുന്നു. അതിനാൽ വെള്ളത്തിൽ നിന്നും ക്രിസ്റ്റലീകരിച്ച് ശുദ്ധമായ H_3BO_3 നിർമിക്കാം.

ഇതിനെ ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഏകദേശം 100°C-ൽ ഭാഗികമായി ജലം നഷ്ടപ്പെട്ട് മെറ്റാബോറിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$H_3BO_3 \longrightarrow HBO_2 + H_2O$$

140°C-ൽ കൂടുതൽ ജലം നഷ്ടപ്പെട്ട് ടെട്രാബോറിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$4HBO_2 + H_2B_4O_7 + H_2O$$

തുടർന്ന് ചൂടാക്കുമ്പോഴും ജലം മുഴുവനും നഷ്ടപ്പെട്ട് ബോറോൺ ട്രൈഓക്സൈഡ് അവശേഷിക്കുന്നു.

$$H_2B_4O_7 \longrightarrow H_2O + 2B_2O_3$$

ബോറിക് ആസിഡ് വളരെ വീര്യം കുറഞ്ഞ ഒരു ആസിഡാണ്. അതിന്റെ ലവണങ്ങളാണ് ബോറേറ്റുകളും. ഓർത്തോ ബോറേറ്റുകളും സ്ഥിരതയില്ലാത്തവയാണെങ്കിലും മറ്റു ബോറിക് ആസിഡ് ലവണങ്ങൾക്ക് സ്ഥിരതയുണ്ട്. മിക്ക ബോറേറ്റുകൾക്കും ജലത്തിൽ ലേയത്വം വളരെ കുറവാണ്.

ഉപയോഗം

ബോറിക് ആസിഡുകളും ബോറേറ്റുകളും ഗ്ലാസ് വ്യവസായത്തിലാണ് ഏറ്റവും അധികം ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നത്. ശാസ്ത്രീയോപകരണങ്ങളും മറ്റും നിർമിക്കുന്നതിനുപയോഗിക്കുന്ന ബോറോസിലിക്കേറ്റ് ഗ്ലാസുകളിൽ (പൈറക്സ് മുതലായവ) ബോറേറ്റുകൾ ചേർക്കപ്പെടാറുണ്ട്.

രോഗാണുനാശിനിയായും ബോറിക് ആസിഡ് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

പാലും മറ്റു ഭക്ഷണപദാർഥങ്ങളും കേടുവരാതെ സൂക്ഷിക്കുന്നതിനും ബോറിക് ആസിഡ് ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു വെടിക്കെട്ടുകളിൽ പച്ചനിറമുള്ള സ്ഫുലിംഗങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കാൻ ബോറിക് ആസിഡ് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

10. ബോറാക്സ് അഥവാ സോഡിയം ടെട്രാബോറേറ്റ്
(പൊൻകാരം)

$$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$$

ഏറ്റവും മുഖ്യമായ ബോറേറ്റാണ് ബോറാക്സ്. ഇന്ത്യ, ടിബറ്റ്, കാലിഫോർണിയ മുതലായ പല ഇടങ്ങളിലും ബോറാക്സ് നിക്ഷേപങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നുണ്ട് (ടിൻകൽ).

ബോറാക്സ് നിർമാണം

(a) ബോറിക് ആസിഡിൽ നിന്ന്: ഉഷ്ണജലധാരകളിൽ നിന്ന് വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന ബോറിക് ആസിഡ് ലായനിയിൽ വേണ്ടത്ര സോഡിയം കാർബണേറ്റ് ചേർത്തു വാറ്റിക്കുമ്പോൾ ബോറാക്സ് ക്രിസ്റ്റലുകൾ ലഭിക്കുന്നു.

$$4H_3BO_3 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2B_4O_7 + 6H_2O + CO_2$$

(b) കോൾമനൈറ്റിൽ നിന്ന്: ബോറാക്സ് പ്രധാനമായും കോൾമനൈറ്റിൽ നിന്നാണ് നിർമിക്കുന്നത്. മറ്റ് ബോറേറ്റ് ഖനിജങ്ങളിൽ നിന്നും ബോറാക്സ് നിർമിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്.

കോൾമനൈറ്റ് (അഥവാ മറ്റു ബോറേറ്റ് ഖനിജങ്ങൾ) നല്ലവണ്ണം പൊടിച്ച് സോഡിയം കാർബണേറ്റ് ലായനി ചേർത്തു തിളപ്പിക്കുന്നു.

അലേയമായ കാൽസിയം കാർബണേറ്റ് അവക്ഷേപമായി ഉണ്ടാകുന്നു. സോഡിയം മെടാബോറേറ്റും സോഡിയം മെറാ ബോറേറ്റും ലായനിയിൽ തങ്ങുന്നു.

$$Ca_2B_6O_{11} + 2Na_2CO_3 \longrightarrow 2CaCO_3 + Na_2B_4O_7 + 2NaBO_2$$

അവക്ഷേപം അരിച്ചുനീക്കി കിട്ടുന്ന ലായനി വാറ്റിക്കുമ്പോൾ ബോറാക്സ് ക്രിസ്റ്റലീകരിക്കുന്നു. അവശേഷിക്കുന്ന ലായനിയിൽ CO_2 കടത്തിവിട്ട് അതിലുള്ള $NaBO_2$ ബോറാക്സ് ആയി പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്നു. വീണ്ടും ലായനി വാറ്റിക്കുമ്പോൾ അതിലുള്ള ബോറാക്സ് ക്രിസ്റ്റലീകരിക്കുന്നു.

$$4NaBO_2 + CO_2 \longrightarrow Na_2B_4O_7 + Na_2CO_3$$

ഗുണധർമങ്ങൾ

(a) വെള്ളത്ത ക്രിസ്റ്റൽരൂപമുള്ള ഒരു പദാർഥമാണ് ബോറാക്സ്. അത് ജലത്തിൽ അലിയുന്നു. ബോറാക്സ് ലായനി സോഡിയം കാർബണേറ്റ് ലായനിപോലെ ക്ഷാരീയമാണ് (ജലാപഘടനം ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ).

(b) ബോറാക്സ് ചൂടാക്കുമ്പോൾ ക്രിസ്റ്റലന ജലം നഷ്ടമാകുകയും പൊരിഞ്ഞു വീർക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. തുടർന്ന് ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഉരുകി നിറമില്ലാത്ത ദ്രാവകമായിത്തീരും. ദ്രാവകം തണുക്കുമ്പോൾ നിറമില്ലാത്ത സുതാര്യമായ ഗ്ലാസ് കിട്ടുന്നു.

$$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O \longrightarrow Na_2B_4O_7 + 10H_2O$$

മറ്റു പല ഓക്സൈഡുകളെയും അലിയിക്കുന്നതിനു നിർജല ബോറാക്സിനു കഴിവുണ്ട്. അതിനാൽ വെൽഡനത്തിലും മറ്റും ലോഹങ്ങളുടെ ഉപരിതലം ശുദ്ധമാക്കുന്നതിനുവേണ്ടി ഇത് 'ഫ്ളക്സ്' ആയി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(c) അതുപോലെ തന്നെ ബോറാക്സ് ബീഡ് പരിശോധനയിലും ഈ തത്വം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ബോറാക്സ് ഉരുക്കിക്കിട്ടുന്ന നിർജല ബോറാക്സ് ഗ്ലാസിനെ അല്പം കോപ്പർ ലവണമോ മറ്റു ലവണങ്ങളോ ചേർത്ത് വീണ്ടും ചൂടാക്കുമ്പോൾ ലവണത്തിലെ ലോഹത്തിന്റെ ബോറേറ്റ് ഉണ്ടാവുകയും അതിന്റെ പ്രത്യേകനിറം ഈ ഗ്ലാസിനു കിട്ടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ നിറത്തിൽ നിന്ന് ലവണത്തിലെ ലോഹം ഏതാണെന്നു കണ്ടുപിടിക്കാം. ഈ പരീക്ഷണമാണ് ബോറാക്സ് ബീഡ് പരിശോധന എന്നപേരിൽ അറിയപ്പെടുന്നത്. ഒരു ഗ്ലാസ് കഴലിന്റെ അറ്റത്തു പിടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള പ്ലാറ്റിനം കമ്പിയുടെ അറ്റം വളച്ച് ചെറിയ ഒരു 'കുടുക്ക്' ആക്കിയ ശേഷം ആ കുടുക്കിന്റെ ഭാഗം ബർണറിൽ കാണിച്ച് ശക്തിയായി ചൂടുപഴുപ്പിക്കുക. കുടുക്കൊണ്ട് (ചൂടാറ്റുകുടി) ബോറാക്സിൽ സ്പർശിക്കുമ്പോൾ അതിൽ ഒരു കുട്ട ബോറാക്സ് പറ്റിപ്പിടിക്കുന്നു. വീണ്ടും കുടുക്ക് ജ്വാലയിൽവച്ച് ചൂടാക്കുമ്പോൾ ബോറാക്സ് നിർജലീകൃതമാവുകയും പൊരിഞ്ഞ് ഉരുകി ദ്രവമാകുകയും ചെയ്യുന്നതു കാണാം. നിറമില്ലാത്ത തെളിഞ്ഞ ദ്രാവകത്തുള്ളി കുടുക്കിൽപ്പെട്ടിരിക്കുകയും തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ ഒരു

മുത്തു (ബീഡു്) പോലെ ആയിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ മുത്തു കൊണ്ടു് ഏതെങ്കിലും ഒരു കോപ്പർ ലവണത്തിൽ സ്പർശിച്ചു് ഒരു ചെറിയ തരി ലവണം അതിൽ എടുത്തശേഷം നിറമില്ലാത്ത ഒരു ജ്വാലയിൽ (ഓക്സീകാരകജ്വാല) ചൂടാക്കുമ്പോൾ കോപ്പർ ബോറേറ്റു് ഉണ്ടായി മുത്തിൽ ലയിക്കുന്നു. മുത്തു് തണുക്കുമ്പോൾ നോക്കിയാൽ അതിനു് നല്ല നീലനിറം ഉള്ളതായി കാണാം.

$$Na_2B_4O_7 + CuO \longrightarrow 2NaBO_2 \cdot Cu(BO_2)_2$$

ഈ നീല മുത്തു് നിരോക്സീകാരകജ്വാലയിൽ ചൂടാക്കിയാൽ മുത്തിനു് ചുവപ്പു നിറം ഉണ്ടാകുന്നതായും കാണാം. കോപ്പർ ലവണങ്ങളുടെ പ്രത്യേകനിറങ്ങളാണിവ. ഇതുപോലെതന്നെ പല ലോഹങ്ങളുടെയും ലവണങ്ങളും ബോറാക്സു് ബീഡിനു അതാതിന്റേതായ വർണങ്ങളും നൽകുന്നതിനാൽ (പട്ടിക നോക്കുക) ഒരു ലവണത്തിൽ ഏതു ലോഹമാണുള്ളതു് എന്നു് പരിശോധിക്കാൻ ഗുണത്മക വിശ്ലേഷണത്തിൽ ഈ ടെസ്റ്റു് സഹായകമാണു്.

ലവണത്തിലെ ലോഹം	ബോറാക്സു് മുത്തിന്റെ നിറം	
	ഓക്സീകാരക ജ്വാലയിൽ	നിരോക്സീകാരക ജ്വാലയിൽ
ചെമ്പു്	നീല	ചുവപ്പു്
ഇരുമ്പു്	മഞ്ഞ	ഇളം പച്ച
കൊബാൾട്ടു്	നീല	നീല
ക്രോമിയം	മരതകപ്പച്ച	മരതകപ്പച്ച

(d) ബോറാക്സു് ലായനിയിൽ ആസിഡുകൾ ചേർക്കുമ്പോൾ ബോറിക് ആസിഡു് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Na_2B_4O_7 + 2HCl + 5H_2O \longrightarrow 2NaCl + 4H_3BO_3\downarrow$$

(e) സാന്ദ്രമായ ബോറാക്സു് ലായനിയിൽ മറ്റു ലവണലായനികൾ ചേർക്കുമ്പോൾ ബോറേറ്റുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഉദാഹരണമായി സിൽവർ നൈട്രേറ്റു് ലായനിയും സാന്ദ്ര ബോറാക്സു് ലായനിയും തമ്മിൽ കലർത്തുമ്പോൾ വെളുത്ത സിൽവർ ബോറേറ്റു് അവക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു.

$$Na_2B_4O_7 + 2AgNO_3 + 3H_2O \longrightarrow 2AgBO_2\downarrow + 2H_3BO_3 + 2NaNO_3$$

(f) നേർത്ത ബോറാക്സു് ലായനിയിൽ സിൽവർ നൈട്രേറ്റു് ലായനി ചേർക്കുമ്പോൾ തവിട്ടുനിറമുള്ള Ag_2O അവക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു. (ബോറാക്സു് ജലാപഘടനംമൂലം ആൽക്കലിയായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു).

$$Na_2B_4O_7 + 6H_2O + 2AgNO_3 \longrightarrow 2NaNO_3 + 4H_3BO_3 + Ag_2O\downarrow$$

ഉപയോഗം

(1) പ്രത്യേകതരം ഗ്ലാസ് നിർമിക്കുവാൻ

(2) ഔഷധങ്ങളും ഔഷധസോപ്പുകളും ഉണ്ടാക്കുവാൻ

(3) ചില രാസവളങ്ങളിൽ

(4) ഇരുമ്പു പാത്രങ്ങളിലും മറ്റും ''ഇനാമൽ'' പിടിപ്പിക്കുന്നതിനു

(5) ഫ്ളക്സ് ആയി

(6) പേപ്പർ, ചീട്ടുകാലം, ലിനൻ, തുണിത്തരങ്ങൾ മുതലായവ ഗ്ലേസ് ചെയ്യുന്നതിനു

(7) ലാബറട്ടറിയിൽ

ബോറേറ്റുകളുടെ ടെസ്റ്റുകൾ

(1) എഥിൽ ബോറേറ്റ് ടെസ്റ്റ്

ബോറേറ്റും സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡും ചേർത്തു ചൂടാക്കിയ ശേഷം അല്പം എഥിൽ ആൽക്കഹോൾ ചേർക്കുക. മിശ്രിതം തീപ്പെട്ടിച്ചു കിട്ടുന്ന ബാഷ്പം കത്തിക്കുമ്പോൾ ജ്വാലയുടെ വക്കുകൾ പച്ചനിറമുള്ളതായി കാണാം. ആൽക്കഹോളും ബോറിക് ആസിഡും (ബോറേറ്റിൽ ആസിഡിന്റെ പ്രവർത്തനം കൊണ്ടുണ്ടാകുന്നതു) സൽഫൂരിക് ആസിഡിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനവിധേയമായി എഥിൽ ബോറേറ്റ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ പദാർഥം ബാഷ്പശീലമുള്ളതാണ്. അതു ജ്വാലയ്ക്കു പച്ചനിറം ഉണ്ടാക്കുന്നു. ബോറോൺ യൗഗികങ്ങളും പലതും ജ്വാലകൾക്കു പച്ചനിറം നൽകുന്നു.

(2) ബോറോൺ ട്രൈഫ്ളൂറൈഡ് പരിശോധന

ഒരു ബോറേറ്റും ഫ്ളൂർസ്പാറും (കാൽസിയം ഫ്ളൂറൈഡും) തമ്മിൽ കലർത്തി അല്പം സാന്ദ്ര സൽഫൂരിക് ആസിഡിൽ കുഴച്ചു കിട്ടുന്ന മിശ്രിതം ഒരു ഗ്ലാസ് ട്യൂബിന്റെ അറ്റത്തെടുത്തു ഒരു ജ്വാലയുടെ അടിഭാഗത്തായി സമീപത്തു കൊണ്ടുവരുമ്പോൾ ജ്വാലയ്ക്കു പച്ചനിറം ഉണ്ടാകുന്നു. (BF_3 നോക്കുക).

അഭ്യാസം

1. ബോറോണിന്റെ പ്രധാന യൗഗികങ്ങൾ ഏവ? അവയുടെ നിർമാണരീതി ചുരുക്കിപ്പറയുക.

2. ബോറാക്സ് വൻതോതിൽ എങ്ങിനെ നിർമിക്കപ്പെടുന്നു? അതിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ എന്തെല്ലാം?

3. ബോറാക്സിൽ നിന്നു താഴെ പറയുന്നവ എങ്ങിനെ നിർമിക്കാം.

(a) ബോറോൺ (b) ബോറിക് ആസിഡ് (c) B_2O_3 (d) BF_3 (e) B_4C (f) BN (g) B_2S_3

4. കുറിപ്പെഴുതുക. (a) BF_3 ടെസ്റ്റ് (b) ബോറാക്സ് ബീഡ് പരിശോധന (c) ബോറിക് ആസിഡ്.

സിലിക്കൺ

പ്രതീകം: Si

അണുഭാരം: 28.09

അണുസംഖ്യ: 14

സിലിക്കൺയൗഗികങ്ങളായ സിലിക്കയും സിലിക്കേറ്റുകളും പുരാതന കാലം മുതൽ പരിചിതങ്ങളാണു്. ഗ്ലാസു്, കളിമണ്ണു് മുതലായവയിൽ സിലിക്കൺയൗഗികങ്ങളാണു് പ്രധാനമായുള്ളതു്. ഈ രണ്ടു വ്യവസായങ്ങളും വളരെക്കാലം മുമ്പുതന്നെ അഭിവൃദ്ധി പ്രാപിച്ചിട്ടുണ്ടു്. 1660–ൽ ടാക്കു്നിയസു് ആണു് ആദ്യമായി സിലിക്കയുടെ ആസിഡു് സ്വഭാവം മനസ്സിലാക്കിയതു്. 1787–ൽ ലവോസ്യേസിയെ, സിലിക്ക അജ്ഞാതമായ ഒരു മൂലകത്തിന്റെ ഓക്സൈഡാണെന്നു് അഭിപ്രായപ്പെട്ട മൂലക സിലിക്കൺ ആദ്യമായി നിർമിച്ചതു് ഗേലൂസ്സാക്കും തേനാർഡും കൂടിയാണു് (1809–11). സിലിക്കൺ ഫ്ളൂറൈഡു് വാതകത്തിൽ പൊട്ടാസിയം ചൂടാക്കിയാണു് അവർ അശുദ്ധമായ സിലിക്കൺ ഉണ്ടാക്കിയതു്. 1823–ൽ ബഴ്സീലിയസു് പൊട്ടാസിയവും പൊട്ടാസിയം സിലിക്കോ ഫ്ളൂറൈഡും കൂടി ചൂടാക്കി സിലിക്കൺ നിർമിച്ചു് അതിന്റെ അണുഭാരം നിർണയിച്ചു. കാർബണോടു് സാദൃശ്യമുള്ള ഒരു അലോഹ മൂലകമാണു് സിലിക്കൺ എന്നു് ഡേവി സമർഥിച്ചു.

ഉപസ്ഥിതി: ഭൂവല്ലത്തിൽ ഓക്സിജൻ കഴിഞ്ഞാൽ ഏറ്റവും അധികം കാണപ്പെടുന്ന മൂലകമാണു് സിലിക്കൺ (ഉദ്ദേശം 25%). യൗഗികാവസ്ഥയിൽ മാത്രമേ സിലിക്കൺ കാണപ്പെടുന്നുള്ളു. സിലിക്കൺ ഡൈഓക്സൈഡു് അഥവാ സിലിക്ക (SiO_2), സിലിക്കേറ്റുകളും എന്നീ രൂപങ്ങളിലാണു് സിലിക്കൺ കാണപ്പെടുന്നതു്. പാറക്കല്ലുകളും, മണ്ണു്, ചില രത്നങ്ങളും എന്നിവയെല്ലാം അല്പം അപദ്രവ്യങ്ങളും കലർന്ന സിലിക്കയാണു്; കളിമണ്ണു്, കരിങ്കല്ലു്, ആസ്ബസ്റ്റോസു്, പാറകളും മുതലായവയെല്ലാം സങ്കീർണങ്ങളായ സിലിക്കേറ്റുകളും.

നിർമാണം

സിലിക്കൺ ടെട്രാഫ്ളൂറൈഡ്, പൊട്ടാസിയം ഫ്ളൂറോസിലിക്കേറ്റ്, സിലിക്ക എന്നീ യൗഗികങ്ങളും നിരോക്സീകരിച്ചാണ് സിലിക്കൺ നിർമിക്കപ്പെടുന്നത് (ബോറോൺ നിർമാണം നോക്കുക) മഗ്നീഷ്യം, പൊട്ടാസിയം മുതലായ ലോഹങ്ങളാണ് നിരോക്സീകാരകങ്ങളായി ലാബറട്ടറിയിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

$$4K + K_2SiF_6 \longrightarrow 6KF + Si$$
$$SiF_4 + 4K \longrightarrow 4KF + Si$$

ശുദ്ധമായ സിലിക്കയും മഗ്നീഷ്യവും ചേർത്ത് ഒരു ക്രൂസിബിളിൽ ചൂടാക്കി കിട്ടുന്ന മിശ്രിതത്തിൽ നിന്ന് മഗ്നീഷ്യം ഓക്സൈഡ് ആസിഡുകൊണ്ട് അലിയിച്ചു നീക്കിയാൽ സിലിക്കൺ ലഭിക്കുന്നു.

$$SiO_2 + 2Mg \longrightarrow Si + 2MgO$$

ഇത്തരത്തിൽ കിട്ടുന്നത് അരൂപസിലിക്കൺ ആണ്.

പൊട്ടാസിയം ഫ്ളൂറോസിലിക്കേറ്റ് മഗ്നീഷ്യം ചേർത്ത് ചൂടാക്കിയും സിലിക്കയും കാൽസിയംകാർബൈഡും ചേർത്ത് ചൂടാക്കിയും കിട്ടുന്നത് ക്രിസ്റ്റലിത സിലിക്കൺ ആണ്.

$$K_2SiF_6 + 2Mg \longrightarrow 2KF + 2MgF_2 + Si$$
$$3SiO_2 + 2CaC_2 \longrightarrow 3Si + 4CO + 2CaO$$

അമോർഫസ് (അരൂപ) സിലിക്കൺ ഉരുക്കിയ സിങ്കിലോ അലൂമിനിയത്തിലോ അലിയിച്ചു കിട്ടുന്ന ലായനി തണുപ്പിക്കുമ്പോഴും സിലിക്കൺ ക്രിസ്റ്റലുകളും ഉണ്ടാകുന്നു. ലോഹം ആസിഡിൽ അലിയിച്ചു മാറ്റുമ്പോഴും സിലിക്കൺ ക്രിസ്റ്റലുകളും അവശേഷിക്കുന്നു.

സിലിക്കൺ ടെട്രാക്ലോറൈഡ് ($SiCl_4$) ബാഷ്പം ഉരുക്കിയ അലൂമിനിയത്തിൽ കൂടി കടത്തിവിടുമ്പോഴും നിരോക്സീകരണം കൊണ്ട് ഉണ്ടാകുന്ന സിലിക്കൺ അലൂമിനിയത്തിൽ ലയിക്കുന്നു.

$$3SiCl_4 + 4Al \longrightarrow 4AlCl_3 + 3Si$$

ഈ ലായനി തണുപ്പിച്ച്, അലൂമിനിയത്തെ ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡിൽ ലയിപ്പിച്ചു മാറ്റുമ്പോഴും സിലിക്കൺ ക്രിസ്റ്റലുകളും ലഭിക്കുന്നു.

അതിശുദ്ധമായ സിലിക്കൺ ക്രിസ്റ്റലുകളും ഉണ്ടാക്കുന്നത് സിലിക്കൺ ടെട്രാക്ലോറൈഡ് ബാഷ്പം ഹൈഡ്രജൻ കലർത്തി ഉന്നതതാപനിലയിൽ ചൂടാക്കി വിഘടനം ചെയ്യിച്ചു ഒരു ടാൻടലം കമ്പിയിൽ നിക്ഷിപ്തമാക്കിയാണ്. ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളിലും ഫോട്ടോസെല്ലുകളിലും അതിശുദ്ധമായ ക്രിസ്റ്റലിത സിലിക്കൺ ആവശ്യമാണല്ലോ.

''അരൂപസിലിക്കണും'' ''ക്രിസ്റ്റലിത സിലിക്കണും'' യഥാർഥത്തിൽ ഒരേ പദാർഥം തന്നെയാണെന്നും അവയുടെ ക്രിസ്റ്റൽ ഘടന ഒന്നുതന്നെയാണെന്നും

തെളിയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. (അവ രണ്ടും അപരരൂപങ്ങളാണെന്നു് കരുതപ്പെട്ടിരുന്നു).

വ്യാവസായികമായി സിലിക്കൺ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതു് സിലിക്കൺ ഡൈ ഓക്സൈഡും (മണൽ അഥവാ ക്വാർട്സ്) കല്ക്കരിയും ചേർത്തു് വൈദ്യുത ചൂള യിൽ അത്യധികം ചൂടാക്കിയാണു്.

$$SiO_2 + 2C \longrightarrow 2CO + Si$$

ഗുണധർമങ്ങൾ

അമോർഫസ് സിലിക്കൺ തവിട്ടുനിറമുള്ള പദാർഥമാണു്. ക്രിസ്റ്റലുകൾ ഏതാണ്ടു് കറുത്ത നിറമുള്ളവയും ലോഹശോഭയുള്ളവയുമാണു്. ഉരുകൽനില വളരെ കൂടുതലാണു് (1410°C). തിളനില 2193°C.

സിലിക്കൺ അപരരൂപത പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നില്ല ('അമോർഫസ് സിലിക്കൺ', 'ക്രിസ്റ്റലിത സിലിക്കൺ' എന്നിവ രണ്ടും ഒരേ ക്രിസ്റ്റൽ ഘടനയുള്ളവയാണു് എന്നു് സൂക്ഷ്മവീക്ഷണത്തിൽ അറിഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്). സാധാരണ താപനിലയിൽ സിലിക്കൺ ഫ്ളൂറിനുമായി മാത്രമേ സംയോജിക്കുന്നുള്ളൂ. എന്നാൽ ഉന്നത താപനിലയിൽ ഓക്സിജൻ, ഹലജനുകം, സൽഫർ, കാർബൺ മുതലായ അലോഹങ്ങളുമായും പല ലോഹങ്ങളുമായും സംയോജിച്ചു് ''സിലിസൈഡുകം'' ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Si + O_2 \longrightarrow SiO_2 \text{ (സിലിക്ക)}$$
$$Si + 2Cl_2 \longrightarrow SiCl_4 \text{ (സിലിക്കൺ ടെട്രാക്ലോറൈഡു്)}$$
$$Si + 2Mg \longrightarrow Mg_2Si \text{ (മഗ്നീഷ്യം സിലിസൈഡു്)}$$
$$C + Si \longrightarrow SiC \text{ (സിലിക്കൺ കാർബൈഡു്, കാർബോറണ്ടം)}$$

ആസിഡുകളുമായി പൊതുവെ സിലിക്കണിനു് പ്രതിപ്രവർത്തനമില്ലെങ്കിലും ഹൈഡ്രോഫ്ളൂറിക് ആസിഡുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിച്ചു് ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Si + 6HF \longrightarrow H_2SiF_6 + 4H_2$$

സാന്ദ്ര ആൽക്കലി ലായനികളുമായി ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജനെ വിസ്ഥാപനം ചെയ്യുന്നു (ബോറോൺ പോലെ).

$$Si + H_2O + 2KOH \longrightarrow K_2SiO_3 + 2H_2$$

ജലത്തിൽ സിലിക്കണിനു് പ്രവർത്തനം ഇല്ല. എന്നാൽ ഉന്നതതാപനിലയിൽ നീരാവിയുമായി സാവധാനം പ്രതിപ്രവർത്തനം നടക്കും.

$$Si + 2H_2O \longrightarrow SiO_2 + 2H_2$$

ഉപയോഗം

സിലിക്കൺ പല മിശ്രലോഹങ്ങളിലും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ഉരുക്കുകളിൽ സിലിക്കൺ പ്രത്യേക ഗുണങ്ങളും ഉണ്ടാക്കുന്നു. പ്രത്യേകിച്ചു് അവയിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ഓക്സിജൻ നിശ്ശേഷം മാറ്റി ശക്തിയും ദാർഢ്യവും ഉണ്ടാകുന്നു. ഇരുമ്പും സിലിക്കണും ചേർന്ന ''ഫെറോസിലിക്കൺ'' ധാരാളമായി നിർമിക്കപ്പെട്ട

ന്നുണ്ട്. കോപ്പർ, അലുമിനിയം എന്നിവയുടെ പല മിശ്രലോഹങ്ങളിലും സിലിക്കൺ ചേർക്കാറുണ്ട്.

സിലിക്കൺ ക്രിസ്റ്റലുകളും ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളിലും ഫോട്ടോസെല്ലുകളിലും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ചില ലോഹഓക്സൈഡുകളുടെ നിരോക്സീകരണത്തിലും സിലിക്കൺ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്.

സിലിക്കൺ യൗഗികങ്ങൾ

1. സിലിക്കൺ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ (സിലേനുകൾ)

മഗ്നീഷ്യം സിലിസൈഡും നേർത്ത ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡും തമ്മിൽ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ അനവധി സിലിക്കൺ ഹൈഡ്രൈഡുകളും ഉണ്ടാകുന്നു. ഉദാഹരണമായി,

$$Mg_2Si + 4HCl \longrightarrow 2MgCl_2 + SiH_4$$

(സിലിക്കോ മീഥേൻ അഥവാ മോണോസിലേൻ)

ഡൈസിലേൻ (സിലിക്കോ ഈഥേൻ, Si_2H_6), ട്രൈസിലേൻ (സിലിക്കോ പ്രൊപ്പേൻ, Si_3H_8), ടെട്രാസിലേൻ (സിലിക്കോ ബ്യൂട്ടേൻ, Si_4H_{10}) മുതലായ പല സിലേനുകളും നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഇവയെല്ലാം പാരഫിൻ ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾക്ക് സദൃശമായ സൂത്രം ഉള്ളവയാണെങ്കിലും വളരെ ക്രിയാശീലമുള്ളവയാണ്. വായുവിൽ സ്വയം കത്തി സിലിക്കയും ജലവും ലഭ്യമാക്കുന്നു.

$$SiH_4 + 2O_2 \longrightarrow 2H_2O + SiO_2$$

ജലവുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ സിലിക്കയും ഹൈഡ്രജനും ഉണ്ടാകുന്നു.

$$SiH + 2H_2O \longrightarrow SiO_2 + 4H_2$$

[മീഥേനും നീരാവിയും തമ്മിൽ ഉന്നത താപനിലയിൽ പ്രവർത്തിച്ച് ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകുന്നതിനു ഉൽപ്രേരകങ്ങളും ആവശ്യമാണ്.

$CH_4 + H_2O \rightleftarrows CO + 3H_2$]

2. സിലിക്കൺ ഡൈഓക്സൈഡ് (സിലിക്ക) $(SiO_2)x$

സിലിക്കണിൽ നിന്നും രണ്ട് ഓക്സൈഡുകളും ലഭിക്കുന്നു— സിലിക്കൺ മോണോക്സൈഡും (SiO) സിലിക്കൺ ഡൈഓക്സൈഡും (SiO_2). കാർബണിന്റെ കാര്യത്തിലെന്നപോലെ ഡൈഓക്സൈഡിനാണ് കൂടുതൽ സ്ഥിരതയുള്ളത്. എന്നാൽ CO_2 വാതകമാണ്. സിലിക്കയാകട്ടെ അത്യുന്നതതാപനിലയിൽ മാത്രം ഉരുകുന്ന ഒരു ഖരപദാർഥമാണ്. സിലിക്ക യഥാർഥത്തിൽ ഒരു പോളിമർ ആണെന്നു കണക്കാക്കാം.

സിലിക്ക മൂന്നതരം ക്രിസ്റ്റൽ രൂപങ്ങളിൽ (ബഹുരൂപത) പ്രകൃതിയിൽ കാണുന്നുണ്ട്—ക്വാർട്സ്, ട്രൈഡിമൈറ്റ്, ക്രിസ്റ്റോബലൈറ്റ് എന്നിങ്ങനെ. ഇവ

യിൽ സാധാരണ താപനിലയിൽ സ്ഥിരതയുള്ളതു് കാർട്സ് ആണു്. കാർട്സ് 870°C ൽ ടൈഡിമൈറ്റു് ആകുകയും 1470°C ൽ ക്രിസ്റ്റോബലൈറ്റു് ആകുകയും ചെയ്യുന്നു. 1710°C ൽ സിലിക്ക ഉരുകുന്നു. ഉരുക്കിയ കാർട്സ് തിരികെ തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ വിലോമപ്രക്രിയകൾ വളരെ സാവധാനമായേ നടക്കുകയുള്ളു. അതിനാൽ അതാതിന്റെ പരിവർത്തന താപനിലകളിൽ നിന്നു് പെട്ടെന്നു് തണുപ്പിച്ചാൽ ടൈഡിമൈറ്റും ക്രിസ്റ്റോബലൈറ്റും അതേപടി തന്നെ ലഭിക്കും. ഇക്കാരണത്താൽ മൂന്നു രൂപത്തിലും സിലിക്ക പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്നു. പാറകളിൽ പലപ്പോഴും സുതാര്യമായ വലിയ കാർട്സ് ക്രിസ്റ്റലുകളുടെ 'പറ്റം' കാണപ്പെടുന്നു. ഇവയാണു് ശിലാക്രിസ്റ്റലുകൾ. അല്പം അപദ്രവ്യങ്ങൾ കലർന്നിരിക്കുമ്പോൾ ഇവയ്ക്കു് ആകർഷകമായ നിറം കിട്ടുന്നു. ഇത്തരം ക്രിസ്റ്റലുകൾ രത്നങ്ങളായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. അമെഥിസ്റ്റ് എന്ന രത്നം അല്പം മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡ് അടങ്ങിയ കാർട്സ് ക്രിസ്റ്റലാണു്. നവരത്നങ്ങളിൽപെട്ട വൈഡൂര്യവും കാർട്സ് ക്രിസ്റ്റലാണു്. സാധാരണ മണൽ കാർട്സിന്റെ ചെറിയ തരികളാണു്.

ടൈഡിമൈറ്റ് ഷനീഭവിച്ച മാഗ്മയിലും ലാവകളിലും കാണപ്പെടുന്നു. ക്രിസ്റ്റോബലൈറ്റ് ചില അഗ്നിപർവതശിലകളിലും ഉല്ക്കാപിണ്ഡങ്ങളിലും (മീറ്റിയൊറൈറ്റ്) കാണുന്നു. ഈ മൂന്നു ക്രിസ്റ്റൽരൂപങ്ങൾക്കു പുറമേ സിലിക്ക അരൂപമായും ചില ഖനിജങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുന്നു. അഗേറ്റ് അപദ്രവ്യങ്ങൾ കലർന്ന അരൂപസിലിക്കയാണു്. കൃത്രിമമായും ഇതു് നിർമിക്കാം. ക്രിസ്റ്റലിത സിലിക്ക ഉരുകിയശേഷം തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ അതു് തിരികെ ക്രിസ്റ്റൽരൂപം പ്രാപിക്കാതെ ദ്രാവകഘടനയിൽത്തന്നെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതിനാൽ ഗ്ലാസ് പോലെയുള്ള പദാർഥമായിത്തീരുന്നു. ഇതു് അരൂപസിലിക്കയാണു്. അതിശീതീകരിക്കപ്പെട്ട ദ്രാവകമാണിതു്. ഇത്തരത്തിൽ നിർമിക്കപ്പെടുന്ന പദാർഥമാണു് 'കാർട്സ് ഗ്ലാസ്' അഥവാ ''സിലിക്കാ ഗ്ലാസ്''. 1839-ൽ ഗോഡിൻ ആണു് ആദ്യമായി സിലിക്കാ ഗ്ലാസ് നിർമിച്ചതു്. സിലിക്കാ ഗ്ലാസ് ചൂടാക്കുമ്പോൾ തുച്ഛമായി മാത്രമേ വികസിക്കുന്നുള്ളു. അതിനാൽ ചൂട്ട പഴപ്പിച്ച സിലിക്കാ ഗ്ലാസ് പെട്ടെന്നു് വെള്ളത്തിൽ മുക്കിയാലും അതു് ഉടഞ്ഞുപോകുന്നില്ല. ഇക്കാരണത്താൽ ക്രൂസിബിളം മുതലായ ശാസ്ത്രീയോപകരണങ്ങളും സിലിക്കാ ഗ്ലാസ് കൊണ്ടു് ധാരാളം നിർമിക്കപ്പെടുന്നു. സിലിക്കാഗ്ലാസിൽ കൂടി അൾട്രാവയലറ്റ് രശ്മി കടന്നുപോകുന്നതിനാൽ (സാധാരണ ഗ്ലാസ് ഈ രശ്മികളെ അവശോഷണം ചെയ്യും). സ്പെക്ട്രോ ഫോട്ടോ മീറ്ററുകളിലും മറ്റും സിലിക്കാ സെല്ലുകളും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ശുദ്ധമായ മണൽ പ്രത്യേക തരത്തിൽ ചൂടാക്കി നിർമിക്കപ്പെടുന്ന വിട്രിയോസിൽ എന്ന അർധതാര്യ പദാർഥവും ശാസ്ത്രീയോപകരണങ്ങളും നിർമിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

സിലിക്കാജെൽ

സിലിക്കൺ ടെട്രാക്ലോറൈഡിനെ ജലാപഘടനം ചെയ്യിച്ചോ അഥവാ സോഡിയം സിലിക്കേറ്റ് ലായനിയിൽ ആസിഡ് ചേർത്തോ ലഭിക്കാവുന്ന 'ഹൽവാ' പോലെയുള്ള സിലിസിക് ആസിഡ്ജെൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്നതും അരുപ സിലിക്കയാണ്. ഇപ്രകാരം നിർജലീകരിക്കപ്പെട്ട സിലിക്കാജെൽ ധാരാളം ഈർപ്പത്തെയും മറ്റു വാതകങ്ങളെയും അധിശോഷണം ചെയ്യുന്നതിനാൽ ഡെസിക്കേറ്ററുകളിലും മറ്റും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. മരുന്നുകളും മറ്റും ഈർപ്പമില്ലാതെ സൂക്ഷിക്കുന്നതിനു് അവയുടെ പാക്കേറ്റുകളിൽ ഒരു ചെറിയ സിലിക്കാജെൽ കിഴി പലപ്പോഴും ഇടാറുണ്ടു്.

സിലിക്ക മിക്ക രാസവസ്തുക്കളുമായും പ്രവർത്തിക്കുകയില്ല. എന്നാൽ ഹൈഡ്രോഫ്ളൂറിക് ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ സിലിക്കൺ ടെട്രാഫ്ളൂറൈഡുണ്ടാകുന്നു.

$$SiO_2 + 4HF \longrightarrow SiF_4\uparrow + 2H_2O$$

അരുപ സിലിക്ക കാസ്റ്റിക് ആൽക്കലി ലായനിയിൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ ലയിച്ചു് സിലിക്കേറ്റ് ഉത്പാദമാകുന്നു.

$$SiO_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$$

കാർബണേറ്റ് ആൽക്കലി ലായനിയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല. എന്നാൽ ഉരുക്കിയ ആൽക്കലിയുമായി സാവധാനത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. സിലിക്കയുടെ അമ്ലീയ സ്വഭാവം ഈ പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിൽ നിന്നും പ്രകടമാകുന്നു.

സോഡിയം കാർബണേറ്റ് ചേർത്തു് സിലിക്ക നന്നായി ചൂടാക്കുമ്പോൾ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് ആദേശം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

$$Na_2CO_3 + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + CO_2$$

വൈദ്യുത ചൂളയിൽവച്ചു് സിലിക്കയും കരിയും കൂടി 2000°C-ൽ ചൂടാക്കുമ്പോൾ സിലിക്കൺ കാർബൈഡ് (കാർബോറണ്ടം) ഉണ്ടാകുന്നു.

$$Si_1O_2 + 3C \longrightarrow SiC + 2CO$$

ഉപയോഗം: (1) വ്യാവസായികമായും ലാബറട്ടറികളിലും കെട്ടിടങ്ങളും മുതലായവ നിർമിക്കാൻ സിലിക്ക ഉപയോഗിക്കുന്നു. (2) സിലിക്കാ ഗ്ലാസ്, വിടിയോസിൽ എന്നിവ അനവധി ശാസ്ത്രീയോപകരണങ്ങളും നിർമിക്കുവാൻ സഹായകമാണു്. (3) പൈഡ്യൂര്യം, അമെഥിസ്റ്റ് മുതലായ പ്രകൃതിദത്തങ്ങളായ രത്നങ്ങളും (സിലിക്ക) ആഭരണങ്ങളിലും മറ്റും പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. (4) മണലും കാർട്സും പിഞ്ഞാണവസ്തുക്കളും, ഗ്ലാസ് എന്നിവയുടെ ഉല്പാദനത്തിനു് ഉപയോഗിക്കുന്നു. (5) സോഡിയം സിലിക്കേറ്റ്, സിലിക്കൺ കാർബൈഡ്, സിലിക്കൺ എന്നിവ സിലിക്കയിൽ നിന്നാണു് നിർമിക്കപ്പെടുന്നതു്. (6) അധിശോഷകമായി ഡെസിക്കേറ്ററുകളിലും ഈർപ്പം മാറ്റുന്നതിനും ലായകബാഷ്പങ്ങളും മറ്റും വീണ്ടെടുക്കുന്നതിനും ഉൽപ്രേരകങ്ങളിലും സിലിക്കാജെൽ ഉപ

യോഗിക്കപ്പെടുന്നു. (7) ചില ചൂളകളിൽ (ഫർണസ്) ഉരുത്തലങ്ങളിൽ സിലിക്കാ വിരിക്കൽ ആവശ്യമാണു്. (8) പല ലോഹങ്ങളും നിഷ്കർഷണം ചെയ്യുമ്പോൾ സിലിക്ക 'ഫ്ളക്സ്' ആയി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

3. സിലിക്കൺ കാർബൈഡ് (കാർബോറണ്ടം) SiC

സിലിക്കൺ കാർബണുമായി ഉന്നതതാപനിലയിൽ സംയോജിച്ചു് സിലിക്കൺ കാർബൈഡു് ഉണ്ടാകുന്നു. വൻതോതിൽ ഈ പദാർഥം നിർമിക്കുന്നതു് സിലിക്കയും കല്ക്കരിയും കൂടി വൈദ്യുത ചൂളയിൽ ഏകദേശം 2000°–C ൽ ചൂടാക്കിയാണു്.

$$SiO_2 + 3C \longrightarrow SiC + 2CO\uparrow$$

സിലിക്കൺ കാർബൈഡിനു് വൈരത്തിന്റെ ക്രിസ്റ്റൽ ഘടനയുള്ളതിനാൽ അതിനു് ഏകദേശം അതുത്തോളം കാഠിന്യം ഉണ്ടു്. അതിനാൽ വ്യാവസായികമായി ഈ പദാർഥത്തെ അപഘർഷകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

4. സിലിക്കൺ ഹാലൈഡുകൾ

$$SiX_4 \ (X = Cl, Br, I, F)$$

സിലിക്കൺ ഫ്ളൂറിനിൽ കത്തുമ്പോൾ SiF_4 വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു. സാധാരണമായി സിലിക്കൺ ടെട്രാഫ്ളൂറൈഡ് നിർമിക്കാൻ ഏറ്റവും ലളിതമായ മാർഗം മണലും കാൽസിയം ഫ്ളൂറൈഡും കലർത്തി സാന്ദ്ര സൾഫൂരിക് ആസിഡ് ചേർത്തു് ചൂടാക്കുകയാണു്.

$$2CaF_2 + 2H_2SO_4 \longrightarrow 2CaSO_4 + 4HF$$
$$4HF + SiO_2 \longrightarrow SiF_4\uparrow + 2H_2O$$

നിറമില്ലാത്ത ഈ വാതകം ജലത്തിൽ കടത്തി വിടുമ്പോൾ അലേയമായ സിലിസിക് ആസിഡും ഫ്ളൂറോസിലിസിക് ആസിഡ് (H_2SiF_6) ലായനിയും കിട്ടുന്നു.

$$3SiF_4 + 3H_2O \longrightarrow 2H_2SiF_6 + H_2SiO_3\downarrow$$

വാതകം ജലത്തിനടിയിൽ വച്ചിട്ടുള്ള മെർക്കറിയിലേക്കു് കടത്തി വിടുന്നതായാൽ അലേയമായ സിലിസിക് ആസിഡ് വാതകനിർഗമനത്തിനു് തടസ്സം ഉണ്ടാക്കുകയില്ല. അവക്ഷേപം അരിച്ചു നീക്കികിട്ടുന്ന ലായനി തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ ഹൈഡ്രോറിത ഫ്ളൂറോ സിലിസിക് ആസിഡ് ക്രിസ്റ്റലുകൾ ലഭിക്കുന്നു.

സിലിക്കയും കരിയും ചേർത്തു് ചൂടാക്കിക്കൊണ്ടു് അതിൽ കൂടി ക്ലോറിൻ പ്രവഹിപ്പിക്കുമ്പോൾ സിലിക്കൺ ടെട്രാക്ലോറൈഡ് ($SiCl_4$) ഉണ്ടാകുന്നു. നിറമില്ലാത്ത ഒരു ദ്രാവകമാണു് $SiCl_4$.

$$SiO_2 + 2C + 2Cl_2 \longrightarrow SiCl_4 + 2CO$$

$SiCl_4$ സാവധാനം ജലാപഘടന വിധേയമാകുമ്പോൾ സിലിസിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

$$SiCl_4 + 3H_2O \longrightarrow 4HCl + H_2SiO_3 \downarrow$$

$SiBr_4$, SiI_4 എന്നിവ $SiCl_4$ നോട് സാദൃശ്യമുള്ളവയാണ്.

5. കാർബണികസിലിക്കൺ യൗഗികങ്ങൾ

കാർബണിക യൗഗികങ്ങളിൽ കാർബൺ ഭാഗത്തെ സിലിക്കൺ അണുക്കളാൽ കൊണ്ട് പ്രതിസ്ഥാപനം ചെയ്യുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന യൗഗികങ്ങളാണ് ഇവ. ഉദാഹരണമായി $SiHCl_3$ (സിലിക്കോ ക്ലോറോഫോം), Si_3H_8 (സിലിക്കോ പ്രൊപ്പേൻ). പല കാർബൺ യൗഗികങ്ങൾക്കും സദൃശങ്ങളായ സിലിക്കൺ യൗഗികങ്ങളും ഉണ്ട് (ഒരേ ഗ്രൂപ്പിൽപെട്ട കാർബൺ, സിലിക്കൺ എന്നിവ തമ്മിലുള്ള സാദൃശ്യം വ്യക്തമാണല്ലോ). സിലേനുകളെപ്പറ്റി മുമ്പ് പറഞ്ഞിട്ടുള്ളതാണ്. ഇവയുടെ പല വ്യുല്പന്നങ്ങളും നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്—$SiHCl_3$, Si_2Cl_6 മുതലായവ.

പ്രത്യേകതരത്തിൽ നിർമിക്കപ്പെടുന്ന കാർബണികസിലിക്കൺ പോളിമറുകളാണ് സിലിക്കോണുകൾ. ഇവ പലതരത്തിലും പ്രയോജനകാരികളാണ്.

6. സിലിസിക് ആസിഡുകളും സിലിക്കേറ്റുകളും

സിലിക്കൺ ഒരു ആസിഡിക് ഓക്സൈഡാണ്. SiO_2 മാത്രകളും H_2O മാത്രകളും പല അനുപാതത്തിലും സംയോജിച്ചുണ്ടാകുന്ന യൗഗികങ്ങളാണ് സിലിസിക് ആസിഡുകൾ. പൊതുവെ $xSiO_2 \cdot yH_2O$ എന്ന സൂത്രമാണിവയ്ക്കുള്ളത്. ഇവയിൽ നിന്നുള്ള വ്യുൽപന്നങ്ങളായ അനവധി സിലിക്കേറ്റുകൾ (സിലിസിക് ആസിഡും ലവണങ്ങളും) ഉണ്ട്. എന്നാൽ പ്രധാനമായി മൂന്ന് ആസിഡുകൾ മാത്രമേ ശുദ്ധരൂപത്തിൽ നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളൂ.

ഓർത്തോ സിലിസിക് ആസിഡ് (H_4SiO_4); മെറ്റാ സിലിസിക് ആസിഡ് $[(H_2SiO_3)_x]$ അഥവാ H_2SiO_3; ബൈമെറ്റാ സിലിസിക് ആസിഡ് $[(H_2Si_2O_5)_x]$ അഥവാ $H_2Si_2O_5$.

സാന്ദ്ര സോഡിയം സിലിക്കേറ്റ് ലായനിയിൽ ആസിഡ് ചേർക്കുമ്പോൾ കട്ടപിടിച്ച കഞ്ഞിപോലെയുള്ള സിലിസിക് ആസിഡ് ജെൽ ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ പദാർഥം നിയന്ത്രിതമായി ചൂടാക്കി നിർജലീകരിച്ച് H_4SiO_4, H_2SiO_3 എന്നീ സംഘടനങ്ങളുള്ള പദാർഥങ്ങൾ നിർമിക്കാവുന്നതാണ്. സിലിക്കൺ ടെട്രാഹ്ലൈഡ് ജലാപഘടനം ചെയ്യുകിട്ടുന്ന സിലിസിക് ആസിഡ് അവക്ഷേപം H_4SiO_4 ആണെന്നു പറയുന്നു. എന്നാൽ ഇതിൽ നിന്ന് ഏളുപ്പത്തിൽ ജലം നഷ്ടമായി മെറ്റാ സിലിസിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകും. ജലലായനികളിൽ നിന്ന് അവക്ഷേപമായി കിട്ടുന്ന ഹൈഡ്രേറ്റിത സിലിക്കൺ ഡൈഓക്സൈഡ് പൊതുവെ സിലിസിക് ആസിഡായി കരുതപ്പെടുന്നു. $(C_2H_5)_2SiO_3$, $(C_2H_5)_4SiO_4$ മുതലായ എസ്റ്ററുകളും നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

സിലിസിക് ആസിഡ് ലവണങ്ങളായ സിലിക്കേറ്റുകളും മിക്കതും അലേയങ്ങളും സങ്കീർണഘടനയുള്ളവയും ആണ്. ആൽക്കലി സിലിക്കേറ്റുകളും ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നു.

സോഡിയം സിലിക്കേറ്റ് Na_2SiO_3

സിലിക്കയും സോഡിയം കാർബണേറ്റും (അഥവാ NaOH) ചേർത്തു ചൂടാക്കിയാണ് സോഡിയം സിലിക്കേറ്റ് നിർമിക്കുന്നത്.

$$Na_2CO_3 + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + CO_2$$

$$2NaOH + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$$

ഇതിൽ മറ്റു സോഡിയം സിലിക്കേറ്റുകളും അടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. പൊതുവെ $Na_2O \cdot nSiO_2$ എന്ന ഘടനയുള്ള ഈ യൗഗികം കാചസമമാണ്. ഇതിനെ ലേയഗ്ലാസ് എന്നു പറയുന്നു. ലേയ ഗ്ലാസിന്റെ ജലലായനിയാണ് വാട്ടർ ഗ്ലാസ് എന്ന പേരിൽ അറിയപ്പെടുന്നത്. ആസിഡിൽ പ്രവർത്തനമില്ലാത്ത സിമന്റും കോൺക്രീറ്റും നിർമിക്കുവാനും സോപ്പു നിർമാണത്തിനും വാട്ടർ ഗ്ലാസ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. സിമന്റുതറകളും മെച്ചപ്പെടുത്തുന്നതിനും വാട്ടർ ഗ്ലാസ് ലായനി ഉപയോഗിക്കാം. സിലിക്കാജെൽ വാട്ടർഗ്ലാസിൽ നിന്നും നിർമിക്കപ്പെടുന്നു. വാട്ടർഗ്ലാസ് ലായനിയിൽ ആസിഡ് ചേർക്കുമ്പോൾ അവക്ഷേപമായി കിട്ടുന്ന സിലിസിക് ആസിഡ് ജെൽ നിർജലീകരിച്ച് (ചൂടാക്കി) സിലിക്കാജെൽ ഉൽപാദിപ്പിക്കാം.

$$Na_2SiO_3 + 2HCl \longrightarrow H_2SiO_3 + 2NaCl$$

ഖനിജ സിലിക്കേറ്റുകൾ

ഭൂവല്ക്കത്തിൽ സിലിക്കൺ വളരെയധികമുള്ളതുകൊണ്ട് സർവസാധാരണങ്ങളായ കളിമണ്ണ്, പാറകം, കരിങ്കല്ല്, ആസ്ബസ്റ്റോസ്, ടാൽക്ക്, കൽച്ചട്ടിക്കല്ല്, അഭ്രം മുതലായി ഒട്ടനവധി ഖനിജങ്ങളും സിലിക്കേറ്റുകളാണ്. അതുപോലെ നവരത്നങ്ങളിൽപെട്ട മരതകം, പുഷ്യരാഗം, ഗോമേദകം എന്നിവയും മറ്റു അനവധി രത്നങ്ങളും (ഉദാഹരണം ചന്ദ്രകാന്തം) സിലിക്കേറ്റുകളാണ്. സിലിക്കേറ്റുകളുടെ അയണിക ക്രിസ്റ്റൽ ഘടനയുണ്ട്. X-രശ്മി വിഭംഗന പഠനങ്ങളിൽക്കൂടി സിലിക്കേറ്റുകളുടെ അതിസങ്കീർണമായ ക്രിസ്റ്റൽ ഘടനകളും നിർണയിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ചിലതിൽ $(SiO_4)^{4-}$, $(Si_2O_7)^{6-}$, $(Si_3O_9)^{6-}$ മുതലായ ആനയോണുകളുണ്ട്. മറ്റു ചിലതിൽ അനവധി (SiO_4) മാത്രുകളും ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന സിലിക്കേറ്റ് ശൃംഖലകളും കാണപ്പെടുന്നു. ഷീറ്റുകളും (പാളികളും) ആയി കോർത്തിണക്കപ്പെട്ട ഘടനയുള്ള സിലിക്കേറ്റുകളും ത്രിമാനമായി Si,O അണുക്കളും കോർത്തിട്ടുള്ള സങ്കീർണഘടനകളും ഉള്ള സിലിക്കേറ്റുകളും പല ഖനിജങ്ങളിലും കാണപ്പെടുന്നു. സിലിക്കൺ-ഓക്സിജൻ അണുക്കളും ചേർന്നുള്ള ആനയോണുകളുടെ ഇടയിൽ Na^+, Al^{3+}, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Li^+ എന്നീ കാറ്റയോണുകളും OH^-, F^-, Cl^- എന്നീ ആനയോണുകളും ആണ് സിലി

ക്കേറുകളിൽ കാണുന്നതു്. ക്രിസ്റ്റൽ ഘടനയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ സിലിക്കേറു് ഖനിജങ്ങളെ പല വർഗങ്ങളായി തരംതിരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ചില ഉദാഹരണങ്ങളും ചുവട്ടിൽ ചേർത്തിട്ടുണ്ടു്.

ഖനിജവർഗം	ഉദാഹരണങ്ങളും
ഫെൽഡ്സ്പാറുകളും (ത്രിമാനമായ ഘടന)	1. ഓർത്തോക്ലേസു്, $KAlSi_3O_8$ 2. സോഡലൈറ്റു്, $Na_4Al_3Si_3O_{12}Cl$
പൈറോക്സിനുകളും (സിലിക്കേറു് ശൃംഖലകളും)	1. വൊള്ളസ്റ്റൊണൈറ്റു്, $CaSiO_3$ 2. ടെമൊലൈറ്റു്, $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$ (ഒരുതരം ആസ്ബസ്റ്റോസു്) 3. ഡയോപ്പ്സൈഡു്, $CaMg(SiO_3)_2$
മൈക്ക (അഭ്രം) (സിലിക്കേറു് പാളികളും)	1. മസ്കൊവൈറ്റു്, $KAl_2Si_3(AlO)_{10}(OH)_2$ 2. ലെപ്പിഡൊലൈറ്റു്, $K_2Li_3Al_4Si_7O_{21}(OH, F)_3$
ഓർത്തോ സിലിക്കേറുകളും (SiO_4^{4-}, $Si_2O_7^{6-}$ മുതലായ അയോണുകളും ഉള്ളവ)	1. സിർക്കൺ, $ZrSiO_4$ 2. തോർവൈറൈറ്റു്, $Sc_2Si_2O_7$ 3 ബെറിൽ, $Be_3Al_2Si_6O_{18}$

സിലിക്കാ ഉദ്യാനം

ചെമ്പു്, കൊബാൾട്ടു്, മാൻഗനീസു്, നിക്കൽ, ഇരുമ്പു് മുതലായ ലോഹങ്ങളുടെ സിലിക്കേറുകളും അലേയങ്ങളും ആകർഷണീയങ്ങളായ നിറങ്ങളും ഉള്ളവയുമാണു്. ഈ തത്വമുപയോഗിച്ചാണു് ''സിലിക്കാ ഉദ്യാനം'' നിർമിക്കുന്നതു്.

സോഡിയം സിലിക്കേറു് ലായനിയിൽ ഈ ലോഹങ്ങളുടെ ഏതെങ്കിലും ഒരു ലേയമായ ലവണത്തിന്റെ ക്രിസ്റ്റൽ (ഉദാഹരണമായി കോപ്പർ സൽഫേറ്റു്) ഇട്ടാൽ ക്രമേണ ക്രിസ്റ്റലിൽ നിന്നു് ലവണം ലായനിയിലേക്കു് വിസരിക്കുകയും സിലിക്കേറു് അയോണുകളുമായി ചേർന്നു് അലേയമായ കോപ്പർ സിലിക്കേറു് ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഒരു ബീക്കറിലോ കപ്പിയിലോ ഉയരമുള്ള മറ്റു് ഗ്ലാസു് പാത്രത്തിലോ സോഡിയം സിലിക്കേറു് ലായനി (ഘനത്വം 1.1 ഗ്രാം / മിലീ) എടുത്തു് അതിനടിയിൽ പല ലോഹലവണങ്ങളുടെയും ചെറിയ ക്രിസ്റ്റലുകളും ചുവട്ടിലായി ഇട്ടു് അനക്കാതെ വെച്ചിരുന്നാൽ അഞ്ചാറു മണിക്കൂറുകൊണ്ടുള്ളിൽ ഓരോ ക്രിസ്റ്റലുകളിൽ നിന്നും ചെടികളുടെ രൂപത്തിൽ പല നിറത്തിലുള്ള സിലിക്കേറുകളും ഉണ്ടാകുന്നതു കാണാം. ഓരോ ചെടിയും

സാവധാനം വളർന്നുവരുന്നു. പല നിറത്തിലുള്ള ''സിലിക്കാ ജെൽകം'' അത്യധികം മനോഹരമായ ഒരു കൃത്രിമ ഉദ്യാനം സൃഷ്ടിക്കുന്നു.

കളിമൺ വ്യവസായവും സിറാമിക വ്യവസായവും

കളിമൺ പാത്രങ്ങൾ ബി. സി. 3400-ൽ തന്നെ നിർമിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. ഈജിപ്തിലാണു് ഈ വ്യവസായവും ഗ്ലാസു് വ്യവസായവും കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതു്. പോർസലേൻ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതു് ചൈനയിലായിരുന്നു. വെളുത്ത കളിമണ്ണു് (ചീനക്കളിമൺ) ഉപയോഗിച്ചു് പോർസലേൻ നിർമിക്കപ്പെടുന്നു. ചൈനാഡിഷു്, ചൈനാവെയർ മുതലായ പേരുകളും ഇന്നും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടു്. ഇഷ്ടിക, ഓടു്, ചട്ടികം, കലങ്ങൾ മുതലായവ സാധാരണ കളിമണ്ണിൽ നിന്നും തീരുന്നികം, പോർസലേൻ പാത്രങ്ങൾ, വൈദ്യുത ഉപകരണങ്ങൾ, ക്രൂസിബിളുകൾ, ഗ്ലാഷ്ബേസിനുകൾ, സാനിട്ടറി സാമഗ്രികൾ മുതലായവ വെളുത്ത കളിമണ്ണിൽ (കയൊളിൻ) നിന്നും ആണു് നിർമിക്കപ്പെടുന്നതു്. ഇന്നു് ലോകത്തെവിടെയും കളിമൺ വ്യവസായം അഭിവൃദ്ധിപ്രാപിച്ചിരിക്കുന്നു. ഭാരതത്തിൽ പ്രതിവർഷം 80 ലക്ഷം രൂപ വിലവരുന്ന മൺപാത്രങ്ങൾ കുടിൽവ്യവസായമായിത്തന്നെ നിർമിക്കപ്പെടുന്നു. കേരളത്തിൽ രണ്ടു് പോർസലേൻ ഫാക്ടറികളും (കണ്ണൂർ, ആലുവ) 193 ഓട്ടുകമ്പനികളും പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

കളിമണ്ണുകം രണ്ടുതരത്തിൽ ഉണ്ടു്. സാധാരണ കളിമണ്ണും വെളുത്ത കളിമണ്ണും (കയൊളിൻ) മഞ്ഞ കലർന്ന തവിട്ടുനിറമോ കറുപ്പുനിറമോ ആണു് സാധാരണ കളിമണ്ണുകംകളുള്ളതു്. കയൊളിൻ വെളുപ്പു നിറമുള്ളതാണു്. കളിമണ്ണുകം അലൂമിനോ സിലിക്കേറ്റുകളാണു് അപദ്രവ്യങ്ങൾ ധാരാളമുള്ളവയാണു് സാധാരണ കളിമണ്ണുകം. തന്മൂലം പല നിറങ്ങളും കാണാം. അയേൺ, മാൻഗനീസു്, കാൽസിയം, മഗ്നീഷ്യം എന്നിവയുടെ ലവണങ്ങളും ജൈവപദാർഥങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള അഴുക്കുകളും ആണു് സാധാരണ കാണുന്നതു്. കയൊളിനിൽ അപദ്രവ്യങ്ങൾ വളരെ തുച്ഛമായേ കാണുകയുള്ളൂ. ഏകദേശം $H_4Al_2Si_2O_9$ എന്ന സൂത്രമാണു് ശുദ്ധമായ കളിമണ്ണിനുള്ളതു്. കളിമണ്ണുകം വെള്ളം ചേർത്തു് കഴുകുമ്പോൾ നല്ല പശിമയുള്ളവയാണു്. ഈ 'ലേഹ്യം' പാത്രങ്ങളുടെയോ പ്രതിമകളുടെയോ മറ്റോ രൂപത്തിലാക്കി ഉന്നതതാപനിലയിൽ ''ചുട്ടെടുക്കുമ്പോൾ'' അവ അതേ രൂപത്തിൽ തന്നെ സരന്ധ്രമായ ഖരവസ്തുവായിത്തീരുന്നു. ഈ തത്ത്വമാണു് കളിമൺ വ്യവസായത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. സാധാരണ കളിമണ്ണിൽ നിന്നു് ചുട്ടുണ്ടാക്കുന്ന വസ്തുക്കൾക്കു് ചുവപ്പുള്ള തവിട്ടുനിറമോ മഞ്ഞനിറമോ ആണു് ഉണ്ടാകുന്നതു്. എന്നാൽ ശുദ്ധീകരിച്ച കയൊളിൻ ചുട്ടു് നിർമിക്കുന്ന വസ്തുക്കൾക്കു് വെളുപ്പു നിറമാണുണ്ടാകുക. ഇവയെല്ലാം തന്നെ ബിസ്കറ്റുപോലെ തീരെ ബലമില്ലാത്തവയാണു്. തന്നെയല്ല, സരന്ധ്രങ്ങളായതിനാൽ ധാരാളം വെള്ളം അവ അവശോഷണം ചെയ്യും. സാവധാനത്തിൽ അവയിൽ നിന്നു് വെള്ളം ചോർന്നുപോകുകയും ചെയ്യും. ഇവയുടെ ഉപരിതലം അനുയോജ്യമായ ഒരു ''ഗ്ലേസ്'' പൂശി വീണ്ടും ചൂടാക്കി ''ഗ്ലേസിതം''

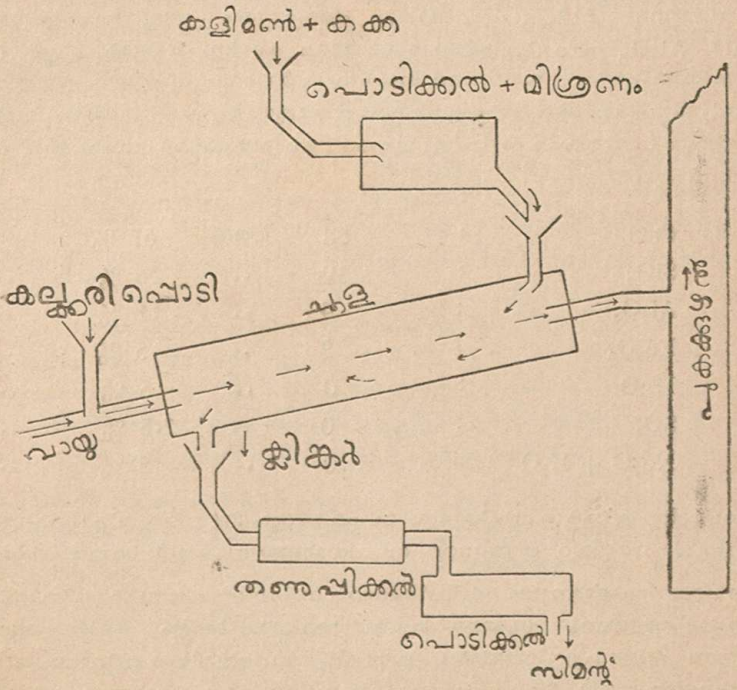
മാക്കുമ്പോൾ ഗ്ലാസുപോലെയുള്ള ഒരു സിലിക്കേറ്റ് 'ലേപം' ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ അവ മിനുക്കമുള്ളവയും രന്ധ്രമടഞ്ഞവയും ആയിത്തീരുന്നു.

സിറാമിക വസ്തുക്കൾ നിർമിക്കുമ്പോൾ കയൊളിൻ, ക്വാർട്ട്സ് പൊടി, ഫെൽഡ്സ്പാർ പൊടി എന്നിവ വെള്ളം ചേർത്ത് അരച്ച് കഴമ്പാക്കി കരുക്കളിൽ വച്ച് വേണ്ടവണ്ണം രൂപം പിടിപ്പിച്ച് ഉദ്ദേശം 1200°C-ൽ ചുടുമ്പോൾ ബലമില്ലാത്ത ''ബിസ്ക്കുകൊ'' (ബിസ്ക്കറ്റുകൊ) കിട്ടുന്നു. ഇവയെ അനുയോജ്യമായ ഒരു ഗ്ലേസിൽ മുക്കി വീണ്ടും ഉദ്ദേശം 1400°C-ൽ നിശ്ചിത സമയം ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഉപരിതലം നല്ല മിനുക്കമുള്ളതും ഗ്ലേസിതവുമാകുന്നു. പൊടിച്ച ഫെൽഡ്സ്പാർ, പൊടിച്ച ക്വാർട്സ്, ബോറാക്സ് മുതലായ പദാർഥങ്ങൾ നിർദിഷ്ടാനുപാതത്തിൽ കലർത്തി യുക്തമായ ഒരു ലായനിയിൽ കലക്കിയ കഴമ്പാണ് ഗ്ലേസനത്തിനു ഉപയോഗിക്കുന്നത്. വിലകുറഞ്ഞ പാത്രങ്ങൾക്കും മറ്റും ഉപ്പ് ഗ്ലേസ് ആയി ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. നിറമുള്ള ഗ്ലേസുകളും ആവശ്യമുള്ളപ്പോൾ കിട്ടുന്നുണ്ട്. ചിത്രവേലകളും മറ്റും സിറാമിക വസ്തുക്കളിൽ ഉണ്ടാക്കുന്നതിനു പറ്റിയ അകാർബണികവർണകങ്ങൾകൊണ്ടുള്ള ചായക്കൂട്ടുകളും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇവകൊണ്ട് അടയാളം പതിപ്പിച്ച ശേഷം ചുട്ടെടുക്കുമ്പോൾ ആണ് ഡിസൈനുകൾ പതിയുന്നത്.

സിമന്റ് (പോർട്ലാൻഡ് സിമന്റ്)

ജലം ചേർത്തു കുഴച്ചുവച്ചാൽ ക്രമേണ ഉറച്ച് പാറപോലെയാകുന്ന പദാർഥമാണ് "സിമന്റ്", ചുണ്ണാമ്പുകല്ലും കളിമണ്ണും ചേർത്തു ചൂടാക്കിക്കിട്ടുന്ന കട്ടകൾ പൊടിച്ചുകിട്ടുന്ന പൊടി ഇഞ്ചാരത്തിൽ വെള്ളം ചേരുമ്പോൾ ഉറച്ച് കട്ടയാകുന്നു ഈ പ്രക്രിയ റോമാക്കാർ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നുവത്രെ. പോർട്ലാൻഡ് ദ്വീപിൽ നിന്നും ലഭിച്ചിരുന്ന ഒരുതരം പാറ (പോർട്ലാൻഡ് കല്ല്) സിമന്റ് ഉണ്ടാക്കാൻ ഇംഗ്ലീഷുകാർ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. ഈ കല്ല് ചൂടാക്കിയ ശേഷം പൊടിച്ചുണ്ടാക്കുന്ന സിമന്റ് ഉണ്ടാക്കിയിരുന്നു. കൃത്രിമ സിമന്റാണ് ഇന്ന് ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നത്. 1796-ൽ ജെയിംസ് പാർക്കർ ആണ് ആദ്യമായി കൃത്രിമ സിമന്റ് ഉണ്ടാക്കിയതെന്നു കരുതപ്പെടുന്നു. കളിമണ്ണും ചുണ്ണാമ്പുകല്ലും കലർത്തിയ മിശ്രിതം ചുട്ടുപൊടിച്ചുണ്ടാക്കുന്ന ഈ പദാർഥം വെള്ളം ചേർത്തു ഉറയ്ക്കുമ്പോൾ പോർട്ലാൻഡ് കല്ല് പോലെയാകുന്നതിനാൽ (പച്ച കലർന്ന പാരമ്പര്യം) ഇത്തരം സിമന്റ് 'പോർട്ലാൻഡ് സിമന്റ്' എന്നറിയപ്പെടുന്നു. നമ്മുടെ അവശ്യസാധനങ്ങളിൽപ്പെട്ട ഒരു പദാർഥമാണ് സിമന്റ്. അമേരിക്ക, റഷ്യ, പശ്ചിമ ജർമനി, ജപ്പാൻ, ഇറ്റലി എന്നീ രാജ്യങ്ങളാണ് സിമന്റ് നിർമാണത്തിൽ മുൻപന്തിയിൽ നിൽക്കുന്നത്. ഭാരതത്തിൽ മദ്രാസ് പ്രസിഡൻസിയിലാണ് 1904-ൽ ആദ്യമായി ഒരു സിമന്റ് ഫാക്ടറി സ്ഥാപിതമായത്. നാല്പതോളം സിമന്റ് ഫാക്ടറികൾ ഇന്ന് ഭാരതത്തിലുണ്ട്. കേരളത്തിൽ കോട്ടയത്തും ഒരു സിമന്റ് ഫാക്ടറി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

ചുണ്ണാമ്പുകല്ല്, കക്ക [കാൽസിയം കാർബണേറ്], ജിപ്സം ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) എന്നിവയിൽ ഏതെങ്കിലും ഒന്നും കളിമണ്ണും (ചിലപ്പോൾ ക്വാർട്സ്, ഫെൽഡ്സ്പാർ എന്നിവയും) പൊടിച്ചോ അരച്ചോ നന്നായി കലർത്തി ഒരു പ്രത്യേക ചൂളയിൽ ശക്തിയായി ചൂടാക്കുന്നു. കാൽസിയം ലവണങ്ങൾക്ക് വിഘടനം സംഭവിച്ചുണ്ടാകുന്ന കാൽസിയം ഓക്സൈഡ് കളിമണ്ണിൽ പ്രവർത്തിച്ച് കാൽസിയം അലുമിനേറ്, കാൽസിയം സിലിക്കേറ് എന്നിവ നിർജലാവസ്ഥയിൽ ഉണ്ടാകുന്നു. സിമൻറ് ചൂള ഏതാണ്ട് മുന്നു മീറ്റർ വ്യാസവും 40 മുതൽ 150വരെ മീറ്റർ നീളവും ഉള്ള സിലിണ്ടർ ആകൃതിയുള്ളതാണ്. അല്പം ചരിച്ച് ഉറപ്പിക്കപ്പെട്ടതും ചൂള മെല്ലെ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ ഇതിനെ റോട്ടറി ചൂളയെന്നു പറയുന്നു.



ചിത്രം 16_1

ചൂളയുടെ ഉയർന്ന അറ്റത്തുകൂടി സിമൻറ് ഉണ്ടാക്കാനുള്ള മിശ്രിതം തുടർച്ചയായി അകത്തേക്ക് നിക്ഷേപിക്കുന്നു. ചരിവുള്ളതിനാൽ മിശ്രിതം മെല്ലെ കീഴ്പോട്ട് സഞ്ചരിക്കുന്നു. ചൂളയുടെ മറ്റേ അറ്റത്തുകൂടി മർദിച്ച വായുവും കല്ലുരിപ്പൊടിയും കടത്തിവിടുന്നു. കരിയുടെ ദഹനത്താൽ ചൂളയ്ക്ക് ആവശ്യമായ ചൂട് ലഭിക്കുന്നു. കൽക്കരിക്ക പകരം ആറ്റമൈസ് ചെയ്ത എണ്ണകളും ഉപയോ

ഗിക്കുന്നുണ്ട്. സിമൻറ് മിശ്രിതത്തിന്റെ കീഴ്പോട്ടുള്ള പ്രയാണത്തിൽ മിശ്രിതം നല്ലപോലെ ചൂടുപിടിച്ച് പ്രതിപ്രവർത്തന വിധേയമായി ചെറിയ കട്ടകളായി ചൂളയുടെ ചുവട്ടിലേക്ക് പോരുന്നു. ഈ കട്ടകൾ (സിമൻറ് ക്ലിങ്കർ) തണുപ്പിച്ച് പൊടിച്ചു കിട്ടുന്ന ചാരനിറമുള്ള പച്ചപ്പൊടിയാണ്. പോർട്ട് ലാൻഡ് സിമൻറ് അഥവാ സിലിക്കേറ്റ് സിമൻറ്.

സിമൻറിന്റെ സംഘടനം സങ്കീർണമാണ്. പല സാമ്പിളുകൾക്കും വ്യത്യസ്തമായ സംഘടനങ്ങളായിരിക്കും (മിശ്രിതത്തിലെ ഘടകങ്ങളും അവയുടെ അനുപാതവും അനുസരിച്ച്). സിമൻറ് ക്ലിങ്കറിൽ ടൈകാൽസിയം സിലിക്കേറ്റ് ($3CaO \cdot SiO_2$), കാൽസിയം ഓർത്തോസിലിക്കേറ്റ് (Ca_2SiO_4), ടൈകാൽസിയം അലുമിനേറ്റ് ($3CaO \cdot Al_2O_3$), മറ്റൊരു കാൽസിയം അലുമിനേറ്റ് ($12CaO \cdot 7SiO_2$), കാൽസിയം അലുമിനോഫെറൈറ്റ് ($4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$) എന്നിവയും അല്പം കാൽസിയം ഓക്സൈഡും (CaO) അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. സാധാരണയായി സിമൻറിന്റെ സംഘടനം പ്രസ്താവിക്കുന്നത് അതിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഓരോ ഓക്സൈഡുകളുടെയും മൊത്തം ശതമാനം കൊണ്ടാണ്. സാധാരണ സിലിക്കേറ്റ് സിമൻറുകളുടെ സംഘടനം താഴെ ചേർത്തിരിക്കുന്നു.

CaO	:	58	മുതൽ	67 %	വരെ
SiO_2	:	19	,,	26 %	,,
Al_2O_3	:	4	,,	11 %	,,
Fe_2O_3	:	2	,,	5 %	,,
MgO	:	0	,,	5 %	,,
SO_3	:	0	,,	2.5 %	,,
$Na_2O + K_2O$	:	0	,,	3 %	,,

സിമൻറ് ക്ലിങ്കർ പൊടിക്കുമ്പോഴും ഏകദേശം 3% വരെ ജിപ്സം കൂട്ടിക്കലർത്താറുണ്ട്. സിമൻറ് ഉറയ്ക്കുന്നതു സാവധാനത്തിലാക്കാൻ വേണ്ടിയാണിതു്.

വെള്ളം ചേർക്കുമ്പോൾ സിലിക്കേറ്റ് സിമൻറ് പ്ലാസ്റ്റിക രീതിയിലുള്ള കുഴമ്പായിത്തീരുന്നു. ക്രമേണ കുഴമ്പ് 'ഉറച്ചു' കട്ടപ്പം കൂടിയ കട്ടയായിത്തീരുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയിൽ (ഉറയ്ക്കൽ) സിമൻറിലെ വിവിധ നിർജല പദാർഥങ്ങൾക്ക് ജലീകരണവും (ഹൈഡ്രേഷൻ) ജലാപഘടനവും സംഭവിച്ച് ഹൈഡ്രേറ്റിത കാൽസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡും ക്രിസ്റ്റലുകളായി ഉണ്ടാകുന്നു. കാൽസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ക്രിസ്റ്റലുകളും വളർന്ന് കാൽസിയം സിലിക്കേറ്റ് കട്ടയിൽ പ്രവേശിക്കുന്നതിനാലാണ് ഉറപ്പ് ഉണ്ടാകുന്നതു്. മണലോ ചരലോ ചേർത്ത് സിമൻറ് ചാന്ത് ഉറയ്ക്കാൻ അനുവദിച്ചാൽ വളരെ കട്ടപ്പുള്ള കട്ടകളാണ് കിട്ടുന്നതു്. ചരൽ, കരിങ്കൽച്ചില്ലുകൾ, മണൽ, സിമൻറ് എന്നിവയുടെ മിശ്രിതം വെള്ളം ചേർത്തു് കുഴച്ചു കിട്ടുന്ന കുഴമ്പ് ഉറ

ച്ചാണു് കോൺക്രീറ്റു് ലഭിക്കുന്നതു്. ഇരുമ്പു കമ്പികളും തമ്മിൽ വലപോലെ ഘടിപ്പിച്ച ചട്ടത്തിൽ കോൺക്രീറ്റു് ഉറയ്ക്കാൻ അനുവദിച്ചു് 'റീ ഇൻഫോഴ്സ്ഡ് കോൺക്രീറ്റു്' വാക്കപ്പെടുന്നു. സിമൻറു് ഉറയ്ക്കുന്നതിനു് ധാരാളം ജലം ആവശ്യമായതിനാൽ ഉറയ്ക്കുമ്പോഴും ജലം കൊണ്ടു് നനച്ചു വെയ്ക്കണമെന്നുണ്ടു്. ഏതാണ്ടു് 24 മണിക്കൂർനേരം നനച്ചു നിർത്തിയാൽ ഉറയ്ക്കൽ നല്ലവണ്ണം നടക്കും.

മറ്റുതരം സിമൻറുകളും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ചുണ്ണാമ്പുകല്ലും ബോക്സൈറ്റും (Al_2O_3) ചൊടിച്ച കലത്തിൽ ഉരുക്കിക്കിട്ടുന്ന കട്ടകം പൊടിച്ചു് ''അലുമിനാ സിമൻറു്'' നിർമിക്കുന്നു. സിലിക്കേറ്റു് സിമൻറിനെക്കാളും വേഗം ഉറയ്ക്കുക, സമുദ്രജലത്തിൽ ദ്രവിച്ചു പോകാതിരിക്കുക എന്നിവയാണു് ഇതിന്റെ പ്രത്യേകതകൾ. സിലിക്കേറ്റു് സിമൻറിനെക്കാൾ വില കൂടുതലുള്ള അലുമിനാസിമൻറിൽ കാൽസിയം അലുമിനേറ്റു് ആണു് മുഖ്യമായിട്ടുള്ളതു്. നിറമുള്ള സിമൻറുകളും അമ്ലസഹസിമൻറുകളും നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്.

ഗ്ലാസു്

ഗ്ലാസു് വ്യവസായം അതിപുരാതനകാലത്തുപോലും നടപ്പിലുണ്ടായിരുന്നു. പ്രാചീന ഈജിപ്തിലും മെസപ്പൊട്ടേമിയായിലും ഗ്ലാസു് നിർമിച്ചിരുന്നു. (3400 ബി. സി). വൻതോതിലുള്ള ഗ്ലാസു് വ്യവസായം ബി. സി 1370-ൽ ആരംഭിച്ചതായി കരുതപ്പെടുന്നു. വറുത്തുപ്പായ ചില ഈജിപ്ഷ്യൻ കുടാകങ്ങളിൽ നിന്നു് ലഭിച്ചതു് 'നാട്രോൺ' (Na_2CO_3) പൊടിച്ച ക്വാർട്സുമായി കലർത്തി വലിയ ക്രൂസിബിളുകളിൽ ഉരുക്കിയതാണു് ഗ്ലാസു് ഉണ്ടാക്കപ്പെട്ടിരുന്നതു്. അലക്സാൻഡ്രിയായിൽ നിന്നു് ഗ്ലാസുവ്യവസായം മറ്റു ഭാഗങ്ങളിലേക്കു് വ്യാപിച്ചു. ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ രണ്ടാംദശകത്തിൽ മാത്രമാണു് ഗ്ലാസു് വ്യവസായം ഭാരതത്തിൽ അഭിവൃദ്ധിപ്പെട്ടതു്. പ്രതിവർഷം രണ്ടു ലക്ഷത്തിലധികം ടണ്ണ ഗ്ലാസു് ഇന്നു് ഭാരതത്തിൽ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നുണ്ടു്.

ചൂടാക്കുമ്പോൾ ക്രമേണ മൃദുവാകുന്നതും തണുക്കുമ്പോൾ അത്രപമായ കാചസമഖരമായിത്തീരുന്നതും സധാരണമായി സുതാര്യവും ആയ പദാർഥങ്ങളെ പൊതുവെ ഗ്ലാസു് എന്നു പറയുന്നു. പല സിലിക്കേറ്റുകളുടെയും മിശ്രിതങ്ങളാണു് ഇത്തരത്തിലുള്ളവയാണു്. ഗ്ലാസു് ഒരു യഥാർഥ ഖരമല്ല; അതിശീതീകരിക്കപ്പെട്ട ദ്രാവകമാണു്. അതിനാൽ ഗ്ലാസിനു് നിശ്ചിത ഉരുകൽനില ഇല്ല. ചൂടാക്കുമ്പോൾ ക്രമേണ ഗ്ലാസു് മൃദുവായിത്തീരുന്നു. ശ്യാനതയും ഇതോടൊപ്പം കുറഞ്ഞുവരുന്നു. മൃദുവാക്കി 'ഉരുക്കിയ' ഗ്ലാസുകൊണ്ടു് ഏതു രൂപത്തിലുള്ള വസ്തുക്കളും (പാത്രങ്ങളും, ബംഭ്യകളും, കഴലുകളും ഇത്യാദി) ഊതി നിർമിക്കാവുന്നതാണു്. സുതാര്യതയും ജലം മുതലായ ലായകങ്ങളിൽ അലേയത്വവും മിക്ക രാസവസ്തുക്കളുമായി പ്രവർത്തനമില്ലായ്മയും ഗ്ലാസിന്റെ സവിശേഷതകളാണു്. പൊതുവെ ലോഹസിലിക്കേറ്റുകളും, സിലിക്ക എന്നിവയുടെ മിശ്രിതങ്ങളാണു് ഗ്ലാസു്. സോഡിയം, പൊട്ടാസിയം, കാൽസിയം, ലെഡു്, അയേൺ, സിങ്കു്, അലുമിനിയം, മഗ്നീഷ്യം എന്നീ ലോഹങ്ങളുടെ സിലിക്കേറ്റുകളാണു് ഗ്ലാസുകളിൽ

അടങ്ങിയിട്ടുള്ളതു്. വിവിധതരം ഗ്ലാസുകളുടെ സംഘടനങ്ങളും വ്യത്യസ്തമായിരിക്കുന്നു.

സോഡാ—ലൈംഗ്ലാസ്

മൃദുഗ്ലാസ്, സോഡാഗ്ലാസ്, ലൈംഗ്ലാസ് എന്നീ പേരുകളിൽ അറിയപ്പെടുന്ന ഗ്ലാസ് ആണു് സാധാരണ ഗ്ലാസ്. കുപ്പികളും, ടംബ്ലറുകളും, പ്ലേറുകളും, ജനാലകളിലും മറ്റും പതിക്കാനുള്ള ചില്ലുകളും, ചിമ്മിനികളും, ഗ്ലാസ്ബണ്ടുകളും, കഴലുകളും, പേപ്പർവെയ്റ്റുകളും, കളിപ്പാട്ടങ്ങളും മുതലായ അനവധി വസ്തുക്കളും നിർമിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന സോഡാഗ്ലാസിൽ സോഡിയം സിലിക്കേറ്റ്, കാൽസിയം സിലിക്കേറ്റ് എന്നിവയാണുള്ളതു്. ഏതാണ്ടു് $Na_2O \cdot CaO\ 6SiO_2$ എന്ന സൂത്രമാണു് ഇതിനു് കാണുന്നതു്. സോഡിയം കാർബണേറ്റ്, കാൽസിയം കാർബണേറ്റ് (ചുണ്ണാമ്പുകല്ലു്), വെള്ളമണൽ (അഥവാ ക്വാർട്സ്) എന്നിവ നിർദിഷ്ടാനുപാതത്തിൽ കലർത്തി ഉരുക്കിയാണു് സോഡാഗ്ലാസ് ഉണ്ടാക്കുന്നതു്. വലിയ പ്രത്യേക ചൂളകളിലാണു് ഉരുക്കൽ നടത്തുന്നതു്. ഗ്ലാസ്ചൂളയ്ക്കു് ഏതാണ്ടു് 1400°C താപനിലയുണ്ടായിരിക്കും. ഈ ചൂളയിൽ പ്രൊഡ്യൂസർ വാതകം മുതലായ വാതകങ്ങളോ ഖനിജ എണ്ണകളോ ആണു് ഇന്ധനങ്ങളായി ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. പ്രതിപ്രവർത്തക പദാർഥങ്ങളും ഉന്നതതാപനിലയിൽ പ്രവർത്തനവിധേയമാകുന്നു.

$$CaCO_3 + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3 + CO_2$$
$$Na_2CO_3 + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + CO_2, \text{ ഇത്യാദി.}$$

പൊട്ടാഷ്–ലൈംഗ്ലാസ് (ബൊഹേമിയൻ ഗ്ലാസ് അഥവാ ഹാർഡ് ഗ്ലാസ്): ഇതു് നിർമിക്കുന്നതു് പൊട്ടാസിയം കാർബണേറ്റ്, കാൽസിയം കാർബണേറ്റ്, സിലിക്ക (മണൽ അഥവാ ക്വാർട്സ്) എന്നിവ ചേർത്തു് ഉരുക്കിയാണു്. ഇതിൽ പൊട്ടാസിയം സിലിക്കേറ്റും കാൽസിയം സിലിക്കേറ്റുമാണുള്ളതു്. സോഡാഗ്ലാസിനെക്കാളും കാഠിന്യവും ഉറപ്പും ഹാർഡ് ഗ്ലാസിനു് കൂടുതലാണു്. ഉരുകുന്നതിനും കൂടുതൽ താപനില വേണം. ഈ ഗ്ലാസ് രസതന്ത്ര ഉപകരണങ്ങളിൽ ധാരാളം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ഫ്ളിൻറ് ഗ്ലാസ്: ഹാർഡ് ഗ്ലാസ് ഉണ്ടാക്കുമ്പോഴും അല്പം റെഡ് ലെഡ് (ഈയച്ചുവപ്പു്, Pb_3O_4)കൂടി മിശ്രിതത്തിൽ കലർത്തി ഉരുക്കുമ്പോഴും കിട്ടുന്ന ഗ്ലാസാണു് ഇതു്. ഇതിൽ ലെഡ്സിലിക്കേറ്റും കൂടി അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ലെൻസുകളും, പ്രിസങ്ങളും, ഇലക്ട്രിക് ബൾബുകളും, വ്യാജരത്നങ്ങളും മുതലായവയുടെ നിർമാണത്തിനു് ഫ്ളിൻറ് ഗ്ലാസുപയോഗിക്കുന്നു.

ബോറോസിലിക്കേറ്റ് ഗ്ലാസുകൾ (പൈറക്സ് ഗ്ലാസ്): സോഡിയം സിലിക്കേറ്റ്, അലുമിനിയം സിലിക്കേറ്റ്, സിലിക്ക, സോഡിയം ബോറോ സിലിക്കേറ്റ്, അലുമിനിയം ബോറോ സിലിക്കേറ്റ് എന്നിവ ചേർന്ന ഗ്ലാസുകളാണു് ബോറോ സിലിക്കേറ്റ് ഗ്ലാസുകൾ (ഉദാ: പൈറക്സ് ഗ്ലാസ്). ഗ്ലാസ് നിർമാണത്തിനുള്ള മിശ്രിതത്തിൽ

അലുമിനയും ബോറിക് ആസിഡും (അല്ലെങ്കിൽ ബോറോൺ ട്രൈഓക്സൈഡ്, ബോറാക്സ് മുതലായവ) കൂടി ചേർത്ത് ഉരുക്കിയെടുത്താണ് ഇവ നിർമിക്കപ്പെട്ടത്. രാസപദാർഥങ്ങളുമായി പ്രവർത്തനമില്ലായ്മ, നല്ല കട്ടിപ്പ്, ദാർഢ്യം, തട്ടിയാലും മുട്ടിയാലും പെട്ടെന്ന് പൊട്ടാതിരിക്കുക മുതലായ പ്രശസ്ത ഗുണങ്ങളുള്ള ഈ ഗ്ലാസ് ശാസ്ത്രീയോപകരണങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുവാൻ വളരെയധികം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

യേനാ ഗ്ലാസ്: ബോറോസിലിക്കേറ്റ് ഗ്ലാസുകളിൽപ്പെട്ടതാണ് യേനാഗ്ലാസ്. പൈറക്സ് ഗ്ലാസുണ്ടാക്കുവാനുള്ള മിശ്രിതത്തിൽ ചേർക്കുന്ന അലുമിനയ്ക്കു പകരം ഭാഗികമായി സിങ്ക് ഓക്സൈഡ് ചേർത്തുണ്ടാക്കുന്നതാണ് യേനാ ഗ്ലാസ്. പൈറക്സ് ഗ്ലാസിനു തുല്യമായ ഗുണങ്ങളാണ് യേനാ ഗ്ലാസിനുള്ളത്.

പ്രാകാശിക ഗ്ലാസുകളിൽ ബോറോൺ ട്രൈഓക്സൈഡ്, ഫോസ്ഫറസ് പെന്റോക്സൈഡ് എന്നിവയും ബേരിയം ഓക്സൈഡ്, സിങ്ക് ഓക്സൈഡ് എന്നിവയും അടങ്ങിയിട്ടുള്ളതായി കരുതാം (ഈ ഓക്സൈഡുകളും സംയോജിച്ചിട്ടുള്ള യൗഗികങ്ങളും). ഇവയിൽ രണ്ടിനങ്ങളുണ്ട്: (1) ഫ്ളിൻറ് ഗ്ലാസ് (2) ക്രൗൺ ഗ്ലാസ്. ഫ്ളിൻറ് ഗ്ലാസിനെപ്പറ്റി മുമ്പ് പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ട്. ക്രൗൺ ഗ്ലാസിൽ ബേരിയം സിലിക്കേറ്റ് ഉണ്ടായിരിക്കും.

ക്രുക് ഗ്ലാസ്: കണ്ണടകളിൽ ക്രുക് ഗ്ലാസാണുപയോഗിക്കുന്നത്. ഇതിൽ ദർച്ചമേത്യ യൗഗികങ്ങളും ചേർക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ ഇവയിൽ കൂടി ദൃശ്യരശ്മികളും കടന്നുചെല്ലുമെങ്കിലും അൾട്രാവയലറ്റ് രശ്മികളും അവശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

കാർബൺ ഗ്ലാസ്; പിടിയോസിൻ: ഇവ രണ്ടും സിലിക്കയാണ്. കാർബൺ ഉരുക്കി തണുപ്പിച്ചു കിട്ടുന്നതാണ് സിലിക്ക ഗ്ലാസ് (കാർബൺ ഗ്ലാസ്) [സിലിക്ക നോക്കുക].

നിറമുള്ള ഗ്ലാസുകൾ

ഗ്ലാസ് നിർമാണമിശ്രിതത്തിലേക്ക് ചില പ്രത്യേക പദാർഥങ്ങൾ അല്പാല്പമായി ചേർത്തുരുക്കുമ്പോൾ നിറമുള്ള ഗ്ലാസ് ലഭിക്കുന്നു. നിറം വരുത്തുവാനുള്ള ചില പദാർഥങ്ങൾ ചുവടെ ചേർത്തിരിക്കുന്നു.

നിറം	ചേർക്കപ്പെടുന്ന പദാർഥം
ചുവപ്പ്	സ്വർണം, സെലിനിയം, കുപ്രസ് ഓക്സൈഡ്
പച്ച	ക്രോമിയം ഓക്സൈഡ്
മഞ്ഞ	കാഡ്മിയം സൽഫൈഡ്
വയലറ്റ്	മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡ്
നീല	കൊബാൾട് ഓക്സൈഡ്
വെളുപ്പ് (അതാര്യം)	സ്റ്റാനിക് ഓക്സൈഡ് (ക്രയോലൈറ്റ്)

ഗ്ലാസ് നിർമിക്കുമ്പോൾ ചേർക്കുന്ന അല്പമാത്ര പദാർഥങ്ങൾ

പല ഇനം ഗ്ലാസുകളുടെയും മുഖ്യഘടകങ്ങളും മാത്രമാണ് ഇതുവരെ പറഞ്ഞിട്ടുള്ളത്. എന്നാൽ വളരെ കുറച്ചുമാത്രം ഉള്ള ചില ഘടകങ്ങളും അപദ്രവ്യങ്ങളായും അറിഞ്ഞു ചേർക്കപ്പെടുന്നവയായും ഉണ്ട്. മണലിലും മറ്റും കാണുന്ന അല്പം അയേൺ ഓക്സൈഡ് എല്ലാ ഗ്ലാസുകളിലും കാണാം. അതുപോലെ ചൂളയിൽ നിന്ന് ഗ്ലാസിലേക്ക് അല്പം അയേൺ വ്യാപിക്കുന്നുമുണ്ട്. ഇക്കാരണത്താൽ ഗ്ലാസിനു നേരിയ പച്ചനിറം ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ നിറം മാറ്റി നിറമില്ലാതാക്കുന്നതിനു് ആവശ്യമുള്ള മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡ് ചേർക്കപ്പെടുന്നു. മാൻഗനീസ് ഡൈഓക്സൈഡ് ചേർക്കുമ്പോൾ ഗ്ലാസിനു കിട്ടുന്ന നേരിയ വയലറ്റ് നിറവും പച്ചനിറവു പരസ്പരം ഇല്ലാതാകുന്നു. ആഴ്സീനിയസ് ഓക്സൈഡ് മുതലായ മറ്റു പല പദാർഥങ്ങളും അല്പമായി ചേർത്തു് ഗ്ലാസിനു് പ്രത്യേക ഗുണങ്ങളും ഉണ്ടാക്കാം.

ഇനാമൽ: ഇരുമ്പു സാമാനങ്ങളിലും മറ്റും പിടിപ്പിക്കുന്ന ഒരു തരം ഗ്ലാസിന്റെ ലേപനം ആണു് ഇനാമൽ. ഇനാമൽ ചെയ്ത ഇരുമ്പുപാത്രങ്ങളും (കപ്പടിപ്പാത്രങ്ങളും) സുപരിചിതങ്ങളാണല്ലോ. ടിൻ ഓക്സൈഡ്, ആൻറിമണി ഓക്സൈഡ്, ബോറിയം സൽഫേറ്റ് മുതലായ വയടങ്ങിട്ടുള്ള സോഡാഗ്ലാസ് ആണു് ഇനാമൽ. ഉരുക്കിയ ഇനാമലിൽ പാത്രങ്ങളും മുക്കിയാണു് ഇനാമൽ പിടിപ്പിക്കുന്നതു്.

ഗ്ലാസ് നിക്ഷാരണം: (ഹൈഡ്രോഫ്ളൂറിക് ആസിഡു് നോക്കുക).

ചില ഗ്ലാസുകളുടെ സംഘടനം

	ഇജിപ്ഷ്യൻ ഗ്ലാസ് (1500 ബി.സി)	സാധാരണ സോഡാഗ്ലാസ്	ജനാലഗ്ലാസ്	പൈറക്സ് ഗ്ലാസ്
SiO_2	59—60 7%	72—74%	73—74%	80.6%
B_2O_3	—	—	—	11.9
Na_2O	29.8—30.5	17—18	12.6—13.5	3.8
K_2O	—	—	—	0.6
CaO	3.4— 3.9	7—8 5	12.5—14	0.2
MgO	2.6— 3	—	—	0.2
Al_2O_3	2.3—3.9	0.5—1	1—2	2.0
Fe_2O_3		0.04—0.07	0.1—0.2	0.1
MnO_2	0.4— 0 7	—	—	—

അനുബന്ധം A

കാർബണും സിലിക്കണും

	കാർബൺ	സിലിക്കൺ
സാദൃശ്യങ്ങൾ		
1.	ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം $1S^2, 2S^2, 2P^2$	ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം $1S^2, 2S^2, 2P^6, 3S^2, 3P^2$
2.	അലോഹം	അലോഹം
3.	ഉയർന്ന ഉരുകൽനില	ഉയർന്ന ഉരുകൽനില
4.	സംയോജകത 4	സംയോജകത 4
5	CO, CO_2 എന്നീ രണ്ട് ഓക്സൈഡുകളുണ്ട്. ഇവയിൽ CO_2 അസിഡിക് ആണ്.	SiO, SiO_2 എന്നീ രണ്ട് ഓക്സൈഡുകളിൽ SiO_2 അസിഡിക് ആണ്.
6.	ദ്രാവകങ്ങളായ ടെട്രാക്ലോറൈഡ് (CCl_4)	ദ്രാവകമായ ടെട്രാക്ലോറൈഡ് $(SiCl_4)$
7.	CH_4, C_2H_6, C_3H_8 മുതലായ യൗഗികങ്ങളുണ്ടാകുന്നു.	SiH_4, Si_2H_6, Si_3H_8 മുതലായ യൗഗികങ്ങളുണ്ടാകുന്നു.
8.	ലോഹങ്ങളുമായി ഉന്നതതാപനിലയിൽ സംയോജിച്ച് കാർബൈഡുകളുണ്ടാകുന്നു. ഇവ ജലാപഘടനംചെയ്ത് ഹൈഡ്രോകാർബണുകളുണ്ടാകുന്നു.	ലോഹങ്ങളുമായി സംയോജിച്ച് സിലൈസൈഡുകളുണ്ടാകുന്നു. Mg_2Siന്റെ ജലാപഘടനം കൊണ്ട് സിലിക്കൺ ഹൈഡ്രൈഡുകളുണ്ടാകുന്നു.
9.	ആൽക്കലി ലോഹകാർബണേറ്റുകൾ ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നു. മറ്റു കാർബണേറ്റുകൾക്ക് ലേയത്വം തുച്ഛമാണ്.	ആൽക്കലി ലോഹസിലിക്കേറ്റുകൾ ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നു. മറ്റു സിലിക്കേറ്റുകൾക്ക് ലേയത്വം തുച്ഛമാണ്.
10.	ഉയർന്ന താപനിലയിൽ കാർബൺ നീരാവിയെ നിരോക്സീകരിക്കുന്നു	ഉയർന്ന താപനിലയിൽ സിലിക്കൺ നീരാവിയെ സാവധാനം നിരോക്സീകരിക്കുന്നു.
അസാദൃശ്യങ്ങൾ		
1.	കാർബൺ സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ കാണപ്പെടുന്നു	സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ കാണപ്പെടുന്നില്ല.
2.	CO_2 വാതകമാണ്	SiO_2 ഖരമാണ്.
3.	അപൂരിത യൗഗികങ്ങളുണ്ട്	അപൂരിത യൗഗികങ്ങളില്ല.
4.	CCl_4 വളരെ നിഷ്ക്രിയമാണ്	$SiCl_4$ അസ്ഥിരമാണ്. ജലവുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.
5.	ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ ജലവുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല. (സാധാരണ താപനിലയിൽ)	സിലേനുകൾ ജലവുമായി പ്രവർത്തിച്ച് H_2 ഉണ്ടാകുന്നു.

6.	കാർബണും ഫ്ളൂറിനും അടങ്ങിയ ആനയോണുകളും അവയുടെ ബന്ധപ്പെട്ട ആസിഡുകളും ഇല്ല.	ഫ്ളൂവോസിലിക്കേറ്റ് (SiF_6^{2-}) അയോണും ഫ്ളൂവോസിലിസിക് ആസിഡും ഉണ്ട്.
7.	കാർബണേറ്റുകളിൽ CO_3^{2-} അയോണുകളാണുള്ളത്.	സിലിക്കേറ്റുകളിൽ, അനവധി സങ്കീർണ അയോണുകളും ഉണ്ട്.
8.	ആൽക്കലിയുമായി പ്രതിപ്രവർത്തനമില്ല.	ആൽക്കലിയുമായി പ്രതിപ്രവർത്തനം നടന്ന് H_2 ഉണ്ടാകുന്നു.
9.	അപരരൂപതയുണ്ട് (ഗ്രാഫൈറ്റ്, വൈരം)	അപരരൂപത ഇല്ല, (അഡമന്റൈൻ സിലിക്കൺ എന്നും അമോർഫസ് സിലിക്കൺ എന്നും അറിയപ്പെടുന്ന പദാർത്ഥങ്ങളും യഥാർത്ഥത്തിൽ ഒരേ ക്രിസ്റ്റൽ ഘടനയുള്ളവയാണ്).

അനുബന്ധം B

ബോറോണും സിലിക്കണും

	ബോറോൺ	സിലിക്കൺ
സാദൃശ്യങ്ങൾ		
1.	സ്വതന്ത്രമായി കാണപ്പെടുന്നില്ല	സ്വതന്ത്രമായി കാണപ്പെടുന്നില്ല.
2.	KBF_4, B_2O_3, BCl_3 എന്നിവയെ നിരോക്സീകരിച്ച് ബോറോൺ നിർമിക്കാം.	K_2SiF_6, SiO_2, $SiCl_4$ എന്നിവയെ നിരോക്സീകരിച്ച് സിലിക്കൺ നിർമിക്കാം.
3.	മഗ്നീഷ്യം ബോറൈഡും ആസിഡും ചേർത്ത് ബോറേൺ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ നിർമിക്കാം.	മഗ്നീഷ്യം സിലിസൈഡും ആസിഡും ചേർത്ത് സിലിക്കൺ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ നിർമിക്കാം.
4.	ഉയർന്ന ഉരുകൽനില ഉള്ള അലോഹം; ചാലകതയില്ല.	ഉയർന്ന ഉരുകൽനിലയുള്ള അലോഹം; ചാലകതയില്ല.
5.	അപരരൂപത ഇല്ല.	അപരരൂപത ഇല്ല.
6.	ബോറേനുകൾ വളരെ അസ്ഥിരങ്ങളാണ്.	സിലേനുകൾ വളരെ അസ്ഥിരങ്ങളാണ്
7.	BCl_3 ജലവുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ബോറിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.	$SiCl_4$ ജലവുമായി പ്രവർത്തിച്ച് സിലിസിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു.

8.	ഫ്ളൂവോ ബോറിക് ആസിഡും (HBF_4) ഫ്ളൂവോ ബോറേറ്റുകളും ഉണ്ട്.	ഫ്ളൂവോ സിലിസിക് ആസിഡും (H_2SiF_6) ഫ്ളൂവോ സിലിക്കേറ്റുകളും ഉണ്ട്.
9.	പല ബോറിക് ആസിഡുകളും ഉണ്ട്; ബന്ധപ്പെട്ട ബോറേറ്റുകളും.	പല സിലിസിക് ആസിഡുകളും ഉണ്ട്; ബന്ധപ്പെട്ട സിലിക്കേറ്റുകളും.
10.	ലോഹങ്ങളുമായി ബോറൈഡുകളും ഉണ്ടാകുന്നു.	ലോഹങ്ങളുമായി സിലിസൈഡുകളും ഉണ്ടാകുന്നു.
11.	N_2, ഹലജനുകളും, S, O_2 മുതലായ അലോഹങ്ങളുമായി സംയോജിക്കുന്നു.	N_2, ഹലജനുകളും, S, O_2 മുതലായ അലോഹങ്ങളുമായി സംയോജിക്കുന്നു.
12.	B_2O_3 ഉരുക്കിത്തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ ഗ്ലാസ് പോലെയാകുന്നു.	SiO_2 ഉരുക്കിത്തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ ഗ്ലാസ് പോലെയാകുന്നു.
13.	ആൽക്കലികളിൽ നിന്നു H_2 ആദേശം ചെയ്യുന്നു.	ആൽക്കലികളിൽ നിന്നു H_2 ആദേശം ചെയ്യുന്നു.
14.	B_4C വളരെ കാഠിന്യമുള്ളതാണു.	SiC വളരെ കാഠിന്യമുള്ളതാണു.

വ്യത്യാസങ്ങൾ

1.	സംയോജകത 3	സംയോജകത 4
2.	ബോറോണിനു ഈ സംയോജകതയുള്ള BH_3 ഇല്ല.	സിലിക്കണിനു ഈ സംയോജകതയുള്ള SiH_4 ഉണ്ട്.
3.	വിരളമായ മൂലകം.	ഓക്സിജൻ കഴിഞ്ഞാൽ ഏറ്റവും അധികം ഉള്ള മൂലകമാണു Si.
4.	H_3BO_3 സാമാന്യം ലേയത്വമുള്ളതാണു.	സിലിസിക് ആസിഡ് വളരെ തുച്ഛമായ ലേയത്വം ഉള്ളതാണു.
5.	ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം $1S^2, 2S^2, 2P$	ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം $1S^2, 2S^2, 2P^6, 3S^2, 3P^2$

അഭ്യാസങ്ങൾ

1. താഴെപ്പറയുന്നവ എങ്ങിനെ സിലിക്കയിൽ നിന്നും നിർമിക്കാം: (a) H_2SiF_6 (b) SiF_4 (c) SiC (d) ജല ഗ്ലാസ് (e) ശുദ്ധമായ ക്രിസ്റ്റലിത സിലിക്കൺ

2. സിലിക്ക, സിലിക്കേറ്റുകൾ എന്നിവയുടെ വ്യാവസായിക പ്രാധാന്യം വിശദമാക്കുക?

3. സിമന്റ് എന്നാൽ എന്ത്? സിമന്റ് നിർമാണത്തെപ്പറ്റി ചുരുക്കമായി വിവരണം നൽകുക?

4. ലഘുവിവരണങ്ങൾ എഴുതുക:

(a) സിലിക്കയുടെ രൂപാന്തരങ്ങൾ (b) സിലിക്കാജെൽ

(c) ഖനിജ സിലിക്കേറ്റുകൾ (d) സിലോക്സേനുകൾ

(e) ഗ്ലാസ് (f) കളിമണ്ണ്.

5. സിലിക്കൺ, ബോറോൺ, കാർബൺ എന്നീ മൂലകങ്ങൾ താഴെപ്പറയുന്ന പദാർഥങ്ങളുമായി എപ്രകാരം പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

(a) NaOH (b) ഹലജനുകൾ (c) ലോഹങ്ങൾ (d) ഗന്ധകം (e) ഓക്സിജൻ (f) നീരാവി

6. B_2O_3, SiO_2, CO_2 എന്നിവ തമ്മിൽ താരതമ്യപ്പെടുത്തുക.

ശബ്ദാവലി

അംശാങ്കിതം	graduated
അണുകേന്ദ്രം	nucleus
അണുഹൈഡ്രജൻ	atomic Hydrogen
അതാര്യം	opaque
അധിധാരണം	occlusion
അധിശോഷണം	adsorption
അനുദൈർഘ്യപരിഛേദം	longitudinl cross section
അന്തർദഹന എൻജിൻ	internal combustion engine
അപദ്രവ്യം	impurity
അപരരൂപത	allotropy
അപവർത്തനാങ്കം	refractive index
അപൂരിതം	unsaturated
അമ്ലീകരിച്ച (ആസിഡീകരിച്ച)	acidified
അയോൺ	ion
അവക്ഷേപം	precipitate
അവശോഷകം	absorbent
അവശോഷണം	absorption
ആംശികം	fractional
ആനോഡ്	anode
ആപേക്ഷികഘനത്വം	specific gravity
ആവർത്തന	periodic
ഇലക്ട്രോണികം	electronic
ഉദാസീനം	neutral
ഉന്മുക്തം	liberated
ഉപസ്ഥിതി	occurence
ഉഭയദിശീയം	reversible
ഉഭയധർമി	amphoteric
ഉരുകൽനില	melting point
ഉൽപതനം	sublimation
ഉൽപ്രേരകം	catalyst
ഉൽപ്രേരണം	catalysis
ഊർധ്വാധരം	vertical
ഏകബേസികം	monobasic
ഐസോടോപ്പ്	isotope
ഓക്സീകരണം	oxidation
കഠിനജലം	hard water
കാഥോഡ്	cathode
കാർബണികം	organic
കൊയാഗ്രുലീകരണം	coagulation
കേവലം	absolute
ക്ഷാരണം	corrosion
ക്രിയാവിധി	mechanism
ക്രിസ്റ്റലീകരണം	crystalisation
ഖനിജങ്ങൾ	minerals
ഗുണാത്മകം	qualitative
ഗ്രാഹി	receiver
ഘടന	structure
ഘനജലം	heavy water
ചക്രണം	spin
ചാലകത	conductivity
ചൂർണം	powder
ജലബാത്ത്	water bath
ജലയോജിതം	hydrated
ജലവാതകം	water gas
ജലാപഘടനം, ജലശ്ലേഷണം	hydrolysis
ജീവാണുപ്രവർത്തനം	bacterial action
തന്മാത്ര	molecule
താപനില	temperature
താപീയം	thermal

തിളനില boiling point
തുല്യാങ്കം equivalent
ത്രിമാനം threedimension
ത്രൈബേസികം tribasic
ദ്വയവിഘടനം double decomposition
ദ്വിബേസികം dibasic
ദ്രവ്യമാനസംഖ്യ mass number
നവജാതം nascent
നിക്ഷാരണം etching
നിരോക്സീകരണം reduction
നിരോക്സീകാരകം reductant
നിഷ്കർഷണം extraction
നിഷ്ക്രിയം inert
നിർഗമനക്കുഴൽ delivery tube
നിർജലം dehydrated
നിർവാതനം exhaustion
പട്ടിക table
പരികലനം calculation
പരിമാണാത്മകം quantitative
പ്രകൃതിവാതകം natural gas
പ്രക്രിയ process
പ്രതിപ്രവർത്തനം reaction
പ്രതിപ്രവർത്തകം reactant
പ്രതീകം symbol
പ്രബലം strong
പ്രഭേദങ്ങൾ different forms
പ്രശീതകം refrigerant
പ്രേരകച്ചുരുൾ induction coil
ബാഷ്പഘനത്വം vapour density
ബാഷ്പീകരണം vapourisation
ബിന്ദുപാതിനാളം dropping funnel
ഭഞ്ജകസ്വേദനം destructive distillation
ഭർജനം roasting
മണൽക്കടലാസ് sand paper
മൃദുജലം soft water
മൃദുകരിക്കൽ softening
യൗഗികം compound
രാസപരിണാമം chemical change
ലായകം solvent
ലീനം (ലേയം) solute
ലേയത്വം solubility
വർധകങ്ങൾ promoters
വാട്ടർ ഗാസ് water gas
വികിരണം radiation
വിദ്യുത് ധനം electropositive
വിദ്യുത്അപഘടനീയം electrolysible
വിദ്യുത്ഋണം electronegative
വിദ്യുദപഘടനം electrolysis
വിന്യാസം configuration
വിയോജനം dissociation
വിലോമം converse
വിശിഷ്ടതാപം specific heat
വിശ്ലേഷണം analysis
വിസരണം diffusion
വിസ്ഥാപനം displacement
വിസ്ഫോടകങ്ങൾ explosives
വെൽഡനം welding
ശലാക rod
ശിഥിലം loose
ശീതളനം cooling
ശോണോജ്ജ്വലം red hot
ശ്യാനത viscosity
സംകലന യൗഗികം addition compound
സംക്രമണം transition
സംഘടനം composition
സംതുലിതം balanced
സംയോജകത valency

സംയോജനം	combination
സംരചന	structure
സംശ്ലേഷണം	synthesis
സംസൂചകം	indicator
സക്രിയം	active
സങ്കീർണം	complex
സരന്ധ്രപ്ലഗ്ഗ്	porus plug
സഹസംയോജകത	covalency
സർപിളം	spiral
സുതാര്യം	transparent
സൂത്രം	formula
സ്ക്രബ്ബൽ	scrubbing
സ്ഥിരീകരണം	fixation
സ്ഫുലിംഗം	spark
സ്വേദനം	distillation
ഹൈലൈഡ്	halide
ഹിമീകരണ മിശ്രിതം	freezing mixture
റേഡിയോആക്ടീവ്	radio active

സൂചിക

അക്കിസൺ പ്രക്രിയ 373
അക്വാഫോർടിസ് 258
അക്വാറീജിയ 116, 128
അഗ്നിശമനികയം 412
അഡമെൻടൈൻ ബോറോൺ 417
അണുഹൈഡ്രജൻ ടോർച്ച് 21, 22
അർധവാട്ടർഗാസ് 405
അമാൽഗം 19, 79, 80, 81, 134
അമെഥിസ്റ്റ് 431
അമോണിയ 244
—ഉൽപാദനവിധികയം 244
—ഗുണധർമങ്ങയം 248
—ടെസ്റ്റുകയം 256
—ലാബോറട്ടറി നിർമാണം 244
—വ്യാവസായിക നിർമാണം 246
അമോണിയ (NH_3), PH_3, AsH_3, SbH_3 BiH_3 എന്നിവ തമ്മിൽ താരതമ്യപഠനം 362, 363
അമോണിയം മോളിബ്ഡേറ്റ് ടെസ്റ്റ് 325
അമോണിയം ഹൈഡ്രോക്ലൈഡ് 253
അമോഫോസ് 329
അമോർഫസ് ബോറോൺ 417
അയൊഡിൻ 94
—ഉപയോഗങ്ങയം 99
—ഗുണധർമങ്ങയം 96, 97
—ലാബറട്ടറി നിർമാണം 94
—പൽതോതിലുള്ള നിർമാണം 95
—ടെസ്റ്റുകയം 98
അയൊഡിന്റെ ഓക്സൈഡുകളും ഓക്സി-ആസിഡുകളും 156
അയൊഡോഫോം 99
അയൊഡൈഡുകയം 140
—ഉപയോഗങ്ങയം 141
—ടെസ്റ്റുകയം 140
അയോൺവിനിമയം 43
അയോൺവിനിമയറെസിനുകയം 44
അലൂമിനാസിമെൻറ് 441
അലൊഗാഡ്രോനേയിമം 113, 122, 124, 185, 384
അസെറലീൻ 16
അസ്ഥികരി 376
അസ്ഥിഭസ്മം 299, 300
അസ്റ്റാറൈൻ 105
ആൻറിമണി 347
—അപരരൂപങ്ങയം 348
—ഉപയോഗം 350
—ഗുണധർമങ്ങയം 348
—നിഷ്കർഷണം 347
ആൻറിമണി ടെട്രോക്സൈഡ് 352
ആൻറിമണിടൈഓക്സൈഡ് 351
ആൻറിമണി ട്രൈക്ലോറൈഡ് 353
ആൻറിമണി ട്രൈസൽഫൈഡ് 354
ആൻറിമണി പെൻറാക്ലോറൈഡ് 353
ആൻറിമണി പെൻറാഓക്സൈഡ് 352
ആൻറിമണി പെൻറാസൽഫൈഡ് 354
'ആൻറിമണിവെണ്ണ' 353
ആൻറിമണിഹൈഡ്രൈഡ് 350
—ഗുണധർമങ്ങയം 357
—ടെസ്റ്റ് 351
—ലാബറട്ടറി നിർമാണം 350
ആമ്പിയർ 99, 100
ആർക് പ്രക്രിയ 262

ആർഗൺ 234, 237
ആർസനിക് 335
—ഉപയോഗങ്ങൾ 338
—ഗുണധർമങ്ങൾ 336
—നിഷ്കർഷണം 336
ആർസനിക് ട്രൈക്ലോറൈഡ് 345
ആർസനിക് ഓക്സൈഡ് 344
—ഗുണധർമങ്ങൾ 344
—നിർമാണം 344
ആർസനിക് സൽഫൈഡുകൾ 345
ആർസനേറ്റുകൾ 345
—ടെസ്റ്റുകൾ 345
ആർസനൈറ്റുകൾ 343
—ടെസ്റ്റുകൾ 343
ആർസീനിയസ് ഓക്സൈഡ് 342
—ഉപയോഗങ്ങൾ 343
—ഗുണധർമങ്ങൾ 342
ആർസീൻ 338
—ഗുണധർമങ്ങൾ 339
—ടെസ്റ്റുകൾ 340
—ലാബറട്ടറിനിർമാണം 339
ഇനാമൽ 444
ഇൽമനൈറ്റ് 213
X-കിരണഫോട്ടോ 361
എഥിൽ ബോറേറ്റ് ടെസ്റ്റ് 426
'N. P. K' അനുപാതം 331
എല്ലുപൊടി 300, 328
ഓക്സിജൻ 24
—ഉപസ്ഥിതി 25
—ഉൽപാദനമാർഗങ്ങൾ 25
—ഗുണധർമങ്ങൾ 29
—ചരിത്രം 24
—ലാബറട്ടറി നിർമാണം 27
—വ്യാവസായിക നിർമാണം 28
ഓർത്തോഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് 322
—ഉപയോഗങ്ങൾ 325
—ഉല്പാദനവിധികൾ 322
—ഗുണധർമങ്ങൾ 323
—ടെസ്റ്റുകൾ 325
—ലാബറട്ടറിനിർമാണം 322
—വ്യവസായികനിർമാണം 323
ഓർത്തോഹൈഡ്രജൻ പാരാ ഹൈഡ്രജൻ 20, 21
ഓലിയം 215
ഓസോൺ 57
—ഉപയോഗം 62
—ഗുണധർമങ്ങൾ 60
—ടെസ്റ്റുകൾ 62
—ലാബറട്ടറി നിർമാണം 58
—സൂത്രനിർണയം 63
ഓസ്വാൾഡ് പ്രക്രിയ 259, 295
കഠിനജലത്തിന്റെ ദോഷങ്ങൾ പ്രയോജനങ്ങൾ 41
കഠിനജലവും മൃദുജലവും 40
കയൊളിൻ 437
കൽക്കരി 399
കൽക്കരി വാതകം 401, 405
കവൻഡിഷ് 3, 226, 227, 258
കളിമൺവ്യവസായവും സിറാമിക വ്യവസായവും 437
കാൽഗൺപ്രക്രിയ 44
കാസ്റ്റ നർ-കെൽനർ പ്രക്രിയ 79, 80
കാർബണിക സിലിക്കൺ യൗഗികങ്ങൾ 434
കാർബണേറ്റുകൾക്കുള്ള ടെസ്റ്റുകൾ 386
കാർബൺ 368
—അപരരൂപത 370
—ഗുണധർമങ്ങൾ 379
കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് 380
—ഉപയോഗങ്ങൾ 383
—ഗുണധർമങ്ങൾ 382
—ടെസ്റ്റുകൾ 384
—ലാബറട്ടറി നിർമാണം 381

—വൻതോതിലുള്ള നിർമാണം 381
—സംഘടനവും സൂത്രവും 384, 385
കാർബൺ ഡൈസൽഫൈഡ് 397
—ഉപയോഗങ്ങൾ 398
—ഗുണധർമങ്ങൾ 398
—നിർമാണം 397
കാർബൺമോണോക്സൈഡ് 388
—ഉപയോഗങ്ങൾ 392
—ഉൽപാദനവിധികൾ 388
—ഗുണധർമങ്ങൾ 390
—ടെസ്റ്റുകൾ 392
—ലാബറട്ടറി നിർമാണം 389
—സംഘടനവും സൂത്രവും 393
കാർബൺ സബ് ഓക്സൈഡ് 395
കാർബൊണാഡൊ 372
കാർബോണിക് ആസിഡ് 385
കിപ്പ് ഉപകരണം 7, 178
'കെൽപ്' 95
കോക്ക് 377
കോംടാർ 401
കോർഡൈറൈറ് 262, 275
ക്ലെനോൺ 235
ക്ലാർക് പ്രക്രിയ 42
ക്ലോറസ് ആസിഡ് 151
—നിർമാണം 151
ക്ലോറിക് ആസിഡ് 152
—ഗുണധർമങ്ങൾ 152
ക്ലോഡെപ്രക്രിയ 29, 248
ക്ലോറിൻ 73
—ആധുനിക നിർമാണവിധികൾ 79
—ഉപയോഗങ്ങൾ 87
—ഉല്പാദനവിധികൾ 74
—ഗുണധർമങ്ങൾ 82
ടെസ്റ്റുകൾ 87
—ലാബറട്ടറി നിർമാണം 76
വ്യാവസായിക നിർമാണം 77
ക്ലോറിൻ ഡൈഓക്സൈഡ് 150
ഗുണധർമങ്ങൾ 150
നിർമാണം 150
ക്ലോറിൻ ഹൈപ്പോക്ലൈഡ് 152
—ഗുണധർമങ്ങൾ 153
—നിർമാണം 152
ക്ലോറൈഡുകൾ 129
—ടെസ്റ്റുകൾ 130
ക്രിപ്റ്റോൺ 235
ക്രൂക്സ് ഗ്ലാസ് 443
ക്രൈയോഫാങ്സ് 57
ഖനിജസിലിക്കേറ്റുകൾ 435
ഗാസ്കാർബൺ 378
ഗിബ്സ്സെൽ 81, 82
ഗിബ്സ്രീതി 81
ഗെയ്സ്ലാക്ക് 258, 427
ഗെയ്സ്ലാക്ടവർ 204
ഗ്ലാസ് 441
ഗ്ലോവർടവർ 203, 204
ഗ്ലൗബർ 73, 258
ഗ്രാഫൈറ്റ് 373
—ഉപയോഗങ്ങൾ 374
—ഗുണധർമങ്ങൾ 374
ചാൻസൽ 330
ചാലകതാജലം 45
ചിലിസാൾപീറർ 263
ചുവന്ന ഫോസ്ഫറസ് 303
ചേംബർ ആസിഡ് 205
ചേംബർപ്രക്രിയയും സമ്പർക്ക പ്രക്രിയയും തമ്മിലുള്ള താരതമ്യപഠനം 208
ജലത്തിന്റെ സംഘടനം 45
ജലത്തിന്റെ സംരചന 53
ജലവിശ്ലേഷണം 55
ജലവാൾട്ടാമീറർ 49, 123
ജലശുദ്ധീകരണം 38
ജൂൾ-തോംസൺപ്രഭാവം 29
ജോൺമേയോ 24, 25
ടിങ്ചർഅയഡിൻ 96, 99
ടിറിയൻ പർപിൾ 88

ടുബാക്കോപൈപ്പ് 264
ടെന്നർ 369
ടിറേനിയം 19
ടൈനൈട്രോടൊളൂൻ 271
ടൈസോഡിയം ഫോസ്ഫേറ് 325
ഡാനിയൽ റ്റഥർഫോർഡ് 237
"ഡിഫ്ളോജിസ്റ്റിക്കേറ്റഡ് വായു" 25
ഡിറൈറ്റാണേറ്റർ 152
ഡീക്കൻ പ്രക്രിയ 126
ഡെന്നിസൺ 20
ഡെന്നീസ് വിധി 102
ഡേവി, സർഹംഫ്രി 416
ഡ്യൂട്ടേറിയം 19
ഡ്യൂമാസ് വിധി 46
തയോസൽഫൂരിക്കാസിഡ് 216
തീപ്പെട്ടിവ്യവസായം 329
തേനാർഡ് 427
ത്രിപഥരോധിനി 121
ദ്രാവകവായു 29
നവജാതഹൈഡ്രജൻ 17
നവസാരം 244
നിയോൺ 234
നിശ്ശബ്ദ വിദ്യുത്ഡിസ്ചാർജ് 58
നെസ്ലർ റിയേജൻറ് 256
—നിർമാണം 256
നൈട്രജൻ 237
—ഉല്പാദനവിധികം 238
—ഗുണധർമങ്ങൾ 241
—ടെസ്റ്റുകൾ 243
—ലാബറട്ടറിനിർമാണം 239
—വ്യാവസായിക നിർമാണം 241
—ഹൈഡ്രൈഡുകൾ 243
നൈട്രജൻചക്രം 293
നൈട്രജൻ ടൈഓക്സൈഡ് 287
—ഗുണധർമങ്ങൾ 288
—നിർമാണം 287
—സംഘടനവും സൂത്രവും 288
നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ് 288
—ഉൽപാദനവിധികം 288
—ഗുണധർമങ്ങൾ 290
—ടെസ്റ്റുകൾ 291
—ലാബറട്ടറിനിർമാണം 289
—സംഘടനവും സൂത്രവും 292
നൈട്രജൻ പെൻറോക്സൈഡ് 293
—ഗുണധർമങ്ങൾ 293
—നിർമാണരീതികൾ 293
നൈട്രജൻ സ്ഥിരീകരണം 295
നൈട്രസ് ആസിഡ് 276
—ഉല്പാദനവിധികം 276
—ഗുണധർമങ്ങൾ 276
നൈട്രസ് ഓക്സൈഡ് 279
—ഉപയോഗം 281
—ഗുണധർമങ്ങൾ 280
—ടെസ്റ്റുകൾ 281
—നിർമാണം 279
നൈട്രിക് ആസിഡ് 258
—ഉപയോഗങ്ങൾ 271
—ഗുണധർമങ്ങൾ 263, 264
—ലാബറട്ടറിനിർമാണം 258
—വൻതോതിൽ നിർമാണം 259
നൈട്രിക്ഓക്സൈഡ് 283
—ഗുണധർമങ്ങൾ 284
—ടെസ്റ്റുകൾ 285
—നിർമാണം 283
—സംഘടനവും സൂത്രവും 286
നൈട്രൈറ്റുകൾ 278
—ഗുണധർമങ്ങൾ 278
—ടെസ്റ്റുകൾ 278
നൈട്രോലിം 242
നൈട്രോ-വായു-സ്ഫിരിറ്റ് 24
നൈറ്റർ 24, 25
നൈറ്റർപാത്രം 203
പഞ്ചസാരക്കരി 376
പിക്രിക് ആസിഡ് 271
പീറ്റ് 399

പുകയുന്ന നൈട്രിക്ആസിഡ് 275
പെർക്ലോറിക് ആസിഡ് 153
ഗുണധർമങ്ങൾ 153
നിർമാണം 153
പെർക്ലോറിക് ആസിഡ് ടെസ്റ്റ് 68
പെർടൈറനിക് ആസിഡ്ടെസ്റ്റ് 68
പെട്രോൾവാതകം 406
പെർമുട്ടേറ്റ്പ്രക്രിയ 43
പെർസൽഫൂരിക്കാസിഡ് 221
പെറോക്സൈഡുകൾ 34
പൈറോഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് 326
പൈറൈറ്റ്സ്ബർണർ (സൽഫർ ബർണർ) 202
പൊട്ടാഷ്-ലൈംഗ്ലാസ് 442
പോയ്സൺപാലി 380
പ്രിംബാഗേ 373
പ്ലാസ്റ്റർ ഓഫ് പാരിസ് 215
പ്ലീസ്റ്റിലി 25, 74, 116, 186, 225, 244
പ്രൊഡ്യൂസർ വാതകം 379, 402
ഫീറോ 299
ഫെറോസിലിക്കൺ 14
ഫോസ്ജീൻ 391
ഫോസ്ഫറസ് 299
—ഉപയോഗങ്ങൾ 307
—ഉപസ്ഥിതി 299
—ഗുണധർമങ്ങൾ 303
—വൻതോതിലുള്ള നിർമാണം 300
ഫോസ്ഫറസ് ആസിഡ് 321
—ഗുണധർമങ്ങൾ 321
—നിർമാണവിധികൾ 321
ഫോസ്ഫറസ് ടൈട്രാക്ലൈഡ് 317
—ഗുണധർമങ്ങൾ 317
—ലാബറട്ടറി നിർമാണം 317
ഫോസ്ഫറസ് ട്രൈക്ലോറൈഡ് 313
—ഉപയോഗം 315
—ഗുണധർമങ്ങൾ 314
—ലാബറട്ടറി നിർമാണം 313
ഫോസ്ഫറസ് ട്രൈഹൈഡ്രൈഡ് 311
ഫോസ്ഫറസ് പെൻറാക്ലൈഡ് 318
—ഉപയോഗം 320
—ഗുണധർമങ്ങൾ 318
—നിർമാണം 318
ഫോസ്ഫറസ് പെൻറാക്ലോറൈഡ് 315
—ഉപയോഗം 316
—ഗുണധർമങ്ങൾ 315
—ലാബറട്ടറി നിർമാണം 315
ഫോസ്ഫീൻ 308
—ഗുണധർമങ്ങൾ 310
—നിർമാണ രീതികൾ 308
—ടെസ്റ്റുകൾ 311
—ലാബറട്ടറി നിർമാണം 309
—സംഘടനവും സൂത്രവും 313
ഫ്ളിൻറ് ഗ്ലാസ് 442
ഫ്ളറസൻസ് 99
ഫ്ളറിൻ 99
—ഉപയോഗങ്ങൾ 105
—ഗുണധർമങ്ങൾ 103
—നിർമാണം 100
—വൻതോതിൽ നിർമാണം 103
ഫ്ളറിൻ ഓക്സൈഡുകൾ 145
ഫ്ളർ അപാറൈറ്റ് 100
ഫ്ളർസ്പാർ 99, 100
ഫ്ളോജിസ്റ്റൺ 3, 24
ഫ്രിയോൺ 105
ഫ്രെമിലവണം 100, 101, 112
ബഴ്സിലിയസ് 427
ബക്ക്ലൻഡ്-ഐഡ് പ്രക്രിയ 262
ബർണറുകൾ 410
ബിസ്മഥ് 355
—ഉപയോഗങ്ങൾ 357
—ഗുണധർമങ്ങൾ 355, 356

ബിസ്മഥ് ടൈഓക്സൈഡ് 358
ബിസ്മഥ് ടൈക്ലോറൈഡ് 360
ബിസ്മഥ് നൈട്രേറ്റ് 360
ബിസ്മഥ് പെന്റോക്സൈഡ് 358
ബിസ്മഥ് മൊണോക്സൈഡ് 358
ബിസ്മഥ് ഹൈഡ്രൈഡ് 357
ബിസ്മഥ് ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് 359
ബൂൺസൺ ബർണർ 408
ബേയ്ൽ 299
ബോഷ് പ്രക്രിയ 12, 13
ബോറാക്സ് ബീഡ് പരിശോധന 424
ബോറിക് ആസിഡ് 422
—ഉപയോഗം 423
—ഗുണധർമങ്ങൾ 422
—നിർമാണം 422
ബോറോൺ 416
—ഉപയോഗം 419
—ഗുണധർമങ്ങൾ 417
—നിർമാണം 417
ബോറോൺ ടൈഅയൊഡൈഡ് 421
ബോറോൺ ടൈഓക്സൈഡ് 419
ബോറോൺ ടൈക്ലോറൈഡ് 420
ബോറോൺ ടൈഫ്ളൂറൈഡ് 420
ബോറോൺ ടൈഫ്ളൂറൈഡ് പരിശോധന 426
ബോറോൺ ടൈബ്രോമൈഡ് 421
ബോറോൺ നൈട്രൈഡ് 421
ബോറോൺ സൽഫൈഡ് 421
ബോറോൺ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ 419
ബോറോ സിലിക്കേറ്റ് ഗ്ലാസുകൾ 442

ബ്രിൻ പ്രക്രിയ 28
ബ്രോഡി ഓസോണൈസർ 59
ബ്രോമിൻ 88
—ഉപയോഗങ്ങൾ 93
—ഗുണധർമങ്ങൾ 91
—ടെസ്റ്റുകൾ 93
—ലാബറട്ടറി നിർമാണം 88
—[illegible]തോതിലുള്ള ഉല്പാദനം 89
ബ്രോമിന്റെ ഓക്സി ആസിഡുകളും 155
ബ്രോമൈഡുകൾ 135
—ടെസ്റ്റുകൾ 136
ബൗൺ ഓയിൽ വിടിയോം (B O V) 205
ബ്രൗൺ റിങ് ടെസ്റ്റ് 273
മനയോല 347
മരക്കരി 375
—ഗുണധർമങ്ങൾ 376
മസ്റ്റാർഡ് വാതകം 87
മാർഷ് ടെസ്റ്റ് 340, 351
മെർക് പ്രക്രിയ 65
മെറാ ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് 327
—ഗുണധർമങ്ങൾ 327
—നിർമാണ രീതി 327
മൈക്രോ കോസ്മിക് ലവണം 326
മോണാസൈറ്റ് 213, 233
മോയ്സ്സാൻ 100, 101, 371
മോർലിയുടെ പരീക്ഷണം 48, 49
യൂഡിയോമീറ്റർ 227, 228
യേനാഗ്ലാസ് 443
രക്തക്കരി 377
രാസ ശുദ്ധമായ ജലം 45
ലവോസിയേ 45, 164, 186, 258
ലാങ്മ്യൂർ 21
ലിൻഡേ പ്രക്രിയ 29
ലൂസിയാനാ രീതി 167
ലെഡ് ചേംബർ പ്രക്രിയ 200, 202, 203
ലെബ്ലാങ്ക് പ്രക്രിയ 126
ലേൻ പ്രക്രിയ 11, 391
വജ്രം 370
—ഉപയോഗം 372
—ഗുണധർമങ്ങൾ 372
വരണ്ട ഐസ് 382, 383
വർണക്കളി 219

വാട്ടർ ഗാസ് 404, 379
—ഉപയോഗം 405
വാൻമാർ 57
വാൻഹെൽമോൺട് 3
വിളക്ക കരി 377
വുഡ ഗാസ് 375
വോർടെക്സ് വലയങ്ങൾ 309
ശ്വേത ഫോസ്ഫറസ് 303, 307
ഷീലെ 25, 74, 225, 299
സൽഫർ, α 169
സൽഫർ, β 169, 170
സൽഫർ, γ 171
സൽഫർ, δ 171
സൽഫർ 164
—അപരരൂപത 169, 175
—ഉപയോഗങ്ങൾ 177
—ഗുണധർമങ്ങൾ 167
—നിഷ്കർഷണം 165
സൽഫർ അപരരൂപങ്ങളുടെ ഗുണധർമങ്ങൾ 172
സൽഫർ ടൈഓക്ലൈഡ് 198
—ഉല്പാദനവിധികൾ 198
—ഗുണധർമങ്ങൾ 199
സൽഫർ ഡൈഓക്ലൈഡ് 186
—ഉപയോഗങ്ങൾ 193
—ഗുണധർമങ്ങൾ 189
—ടെസ്റ്റുകൾ 192
—ലാബറട്ടറി നിർമാണം 187
—വ്യാവസായിക നിർമാണം 183
സൽഫ്യൂറിക്കാസിഡ് 209
—ഉപയോഗങ്ങൾ 213
—ഗുണധർമങ്ങൾ 208, 209
—ടെസ്റ്റുകൾ 213
—വ്യാവസായിക നിർമാണം 202
—ശുദ്ധീകരണവും സാന്ദ്രീകരണവും 205
സൽഫ്യൂറസ് ആസിഡ് 195
—ഗുണധർമങ്ങൾ 195
സൽഫൈറ്റുകളും ബൈസൽഫൈറ്റുകളും 196
സൽഫേറ്റുകളും ബൈസൽഫേറ്റുകളും 214
—ടെസ്റ്റുകൾ 215
സമ്പർക്ക പ്രക്രിയ 205
സിന്ദൂര ഫോസ്ഫറസ് 304
സിമൻറ് 438
സിലിക്കൺ 427
—ഉപയോഗം 429
—നിർമാണം 428
—ഗുണധർമങ്ങൾ 429
സിലിക്കൺ കാർബൈഡ് 433
സിലിക്കൺ ഡൈഓക്ലൈഡ് 430
സിലിക്കൺ ഹലൈഡുകൾ 433
സിലിക്കൺ ഹൈഡ്രൈഡ് 430
സിലിക്കാ ഉദ്യാനം 436
സിലിക്കാ ചെടികൾ 437
സിലിക്കാജെൽ 432
— ഉപയോഗം 432
സിലിക്കോൺ പ്രക്രിയ 14
സിസിലിയൻ രീതി 165
സിറപ്പി ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് 323
സീമെൻസ് ഓസോണൈസർ 58
സീമെൻസ് ഹാൽസ്കെ ഓസോണൈസർ 59, 60
സൂപ്പർ ഫോസ്ഫേറ്റ് 329
സോഡാ 382
സോഡാ പ്രക്രിയ 43
സോഡിയം ടെട്രാബോറേറ്റ് 423
—ഗുണധർമങ്ങൾ 424
—നിർമാണം 423
സോഡിയം തയോസൽഫേറ്റ് 216
—ഉപയോഗം 219
—ഗുണധർമങ്ങൾ 217

—നിർമാണം 217
സോഡിയം സിലിക്കേറ്റ് 435
സോഡിയം ഹൈപോ സൽഫേറ്റ് 197
—നിർമാണം 197, 198
സ്റ്റെക്ടോഫോട്ടോമീറ്റർ 431
സ്റ്റെല്ലിങ്സാംട്ട് 255
സ്റ്റാസ്ഫർട് ഖനിജങ്ങൾ 88, 89
സ്റ്റോറേജ് സെൽ 213
ഹൈഡ്രകം തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ 143, 152
ഹീലിയം 233
ഹൂക്ക്, റോബർട്ട് 24
ഹേംബർഗ് 416
ഹൈഡ്രജൻ 3
—ഉപയോഗങ്ങൾ 22
—ഉപസ്ഥിതി 3
—ഉൽപാദനമാർഗങ്ങൾ 4
—ഗുണധർമങ്ങൾ 14
—ടെസ്റ്റുകൾ 21
—നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനം 16
—വ്യാവസായിക നിർമാണം 10
—ഹൈഡ്രോകാർബണുകളിൽ നിന്ന് 13
ഹൈഡ്രജൻ അയൊഡൈഡ് 136
—ഗുണധർമങ്ങൾ 137
—ടെസ്റ്റുകൾ 138
—ലാബറട്ടറി നിർമാണം 137
ഹൈഡ്രജൻ ഐസോടോപ്പുകൾ 19
ഹോഫ്മാൻ ഉപകരണം 251, 252
ഹോഫ്മാൻവിധി 51, 52
ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് 116
—ഉൽപാദനവിധികൾ 116
—ഗുണധർമങ്ങൾ 118
—ടെസ്റ്റുകൾ 120
—ലാബറട്ടറി നിർമാണം 117
—സംഘടനവും സൂത്രവും 121
ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ് 63
—ഉപയോഗങ്ങൾ 69
—ഉൽപാദനം 63
—ഗുണധർമങ്ങൾ 66
—ലാബറട്ടറി നിർമാണം 64
—വ്യാവസായികോൽപാദനം 65
—സൂത്രവും സംരചനയും 70
ഹൈഡ്രജൻ ബ്രോമൈഡ് 131
—ഗുണധർമങ്ങൾ 133
—ടെസ്റ്റുകൾ 134
—ലാബറട്ടറിനിർമാണം 132
ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡ് 110
—ഗുണധർമങ്ങൾ 112
—ലാബറട്ടറിനിർമാണം 110
—സൂത്രം 113
ഹൈഡ്രജൻ സൽഫൈഡ് 177
—ഉപയോഗങ്ങൾ 183
—ഉൽപാദനവിധികൾ 177
—ഗുണധർമങ്ങൾ 179
—ടെസ്റ്റുകൾ 183
—ലാബറട്ടറിനിർമാണം 178
ഹൈഡ്രയഡികൾ ആസിഡ് 139
—ഗുണധർമങ്ങൾ 139
ഹൈഡ്രസീൻ 256
ഹൈഡ്രസോയിക് ആസിഡ് 257
ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ് 125
—ഗുണധർമങ്ങൾ 127
—ലാബറട്ടറിനിർമാണം 126
—വൻതോതിലുള്ള നിർമാണം 126

ഹൈഡ്രോഫ്ലൂറിക് ആസിഡ് 113
—ഉപയോഗങ്ങൾ 115
—ഗുണധർമങ്ങൾ 113
—ടെസ്റ്റുകൾ 114
ഹൈഡ്രോബ്രോമിക് ആസിഡ് 134
—ഗുണധർമങ്ങൾ 135
—ലാബറട്ടറിനിർമാണം 135
ഹൈഡ്രോളിസിസ് പ്രക്രിയ 13
ഹൈപ്പോ 217, 219
ഹൈപ്പോക്ലോറസ് ആസിഡ് 148
—ലബോറട്ടറിനിർമാണം 148
ഹൈപ്പോഫോസ്ഫറസ് ആസിഡ് 320
—ഗുണധർമങ്ങൾ 320
—നിർമാണം 320
റിട്ടോർട്ട് പ്രക്രിയ 263
റേഡിയംസൂചി 235
റേഡോൺ 235
സോഡാ-ലൈം ഗ്ലാസ് 442

MUNAVIRUL ISLAM ERNAKULAM COCHIN-11

ശുദ്ധിപത്രം

പേജ്	വരി	തെറ്റ്	ശരി
7	8	സംഘോടനമംലാതെ	സംഘോടനമില്ലാതെ
7	10	ജാി	ജാർ
7	12	വീണ്ടൂർ	വീണ്ടും
8	23	പ്രവത്തിച്ചുണാകുന്ന	പ്രവത്തിച്ചുണ്ടാകുന്ന
8	29	സിഗറ്റ്	സിഗാറ്റ്
13	20	ആസൂത്രം	ആസൂത്രണം
20	9	കാരമായ	കാര്യമായ
26	2	ഓക്സൈഡുകരം	ഓക്സൈഡുകരം
183	15	പരിണാത്മക	പരിമാണാത്മക
320	2	O°C	0°C
214	27	ബൈസൽഫേറ്റകരം	ബൈസൽഫേറ്റുകരം
243	11	തിളപ്പിപ്പാൽ	തിളപ്പിച്ചാൽ
255	3	അമോയ	അമോണിയ
259	4	ഡൈഓക്സൂഡിന്റെ	ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ
263	7	ഷ്ടിക്കാൻ	സൃഷ്ടിക്കാൻ
30	30	തൽഫലമായ	തൽഫലമായി
350	6	ബ്രട്ടാനിയ മെറ്റൽ	ബ്രിട്ടാനിയ മെറ്റൽ
360	18	ബിസ്ഥ് യൗഗികങ്ങളുടെ	ബിസ്മഥ് യൗഗികങ്ങളുടെ
377	18	ടർപെൻന്റൈൻ	ടർപൈന്റൈൻ
391	12	കാർബൊണിൽ ക്ലോറൈഡ്	കാർബൊണിൽ ക്ലോറൈഡു്

6425



മറ്റു ചില ഭൗതികശാസ്ത്ര പ്രസിദ്ധീകരണങ്ങൾ

1.	ഗണിതഭൗതിക പട്ടികകം	1.75
2.	രസതന്ത്രം നിത്യജീവിതത്തിൽ	6.00
3.	പ്രീ-ഡിഗ്രി രസതന്ത്രം (ഒന്നാം ഭാഗം)	9.00
4.	അകാർബണിക രസതന്ത്രത്തിലെ സമമിതി	4.50
5.	ഐൻസ്റ്റൈനും ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തവും	2.25
6.	മഴവില്ലും ഒമ്പതു നിറങ്ങളും	11.00
7.	മൗലികകണങ്ങൾ	5.00
8.	ഒന്ന്, രണ്ട്, മൂന്ന് ..... അനന്തം	10.00
9.	വിശ്ലേഷകജ്യാമിതി	5.75
10.	ആധുനികജ്യാമിതികം	5.00
11.	സാംഖ്യികം I	10.50
12.	സാമ്പിളനസർവെ	8 00
13.	പ്രീ-ഡിഗ്രി ത്രികോണമിതി	7.75
14.	വാസ്തവികസംഖ്യകളും മിതികസ്ഥലങ്ങളും	5.50
15.	സംഖ്യാത്മകവിശ്ലേഷണം	8 [illegible].75
16.	സാമാന്യശാസ്ത്രം	7.50



Indic Digital Archive Foundation

6425

SCHOOL
COCHIN-11
ERNAKULAM

749

പ്രീ ഡിഗ്രി

രസതന്ത്രം

രണ്ടാം ഭാഗം

178

കേരള ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട്

gpura.org