GENERAL SCIENCE

FOR FORM IV

MALAYALAM

(Prepared according to the latest Madras syllabus: suited for use in Cochin & Travancore Secondary Schools also)

SPECIMEN COPY

by

C. S. VENKATARAMAN, B. A., L. T.,

Headmaster, Board High School, Manjeri

[FIRST EDITION]

MADRAS

SRINIVASA VARADACHARI & Co.

2/16, MOUNT ROAD

Copyright Reserved] 1949. [PRICE : Rs. 1/4.

സാമാന്യശാസ്ത്രം

നാലാം ഫാറത്തിലേയ്ക്ക്

S. V. & CO. SPECIMEN COPY MADRAS.

സി. എസ്സ്. വെങ്കിട്ടരാമൻ ബി. എ. എൽ. ടി,

ഹെഡ്മാസ്റ്റർ, ബോർഡ് ഹൈസ്കൂൾ,

മട്ടാഞ്ചേരി.

ശ്രീനിവാസ വരദാചാരി & കമ്പനി.

2/16, മൌണ്ട് റോഡ്, മദിരാശി.

വില] 1949 [Rs. 1/4.

PREFACE.

This book is written according to the syllabus in General Science finalised for the Reorganised Secondary School Course in March 1949. Only such matters as have vital relation to experiences within the reach of High School pupils have been dealt with in this book.

The Malayalam equivalents of the ' Scientific Terms' are those given in the booklets published by the Govt. of Madras in April 1947.

It is hoped that this book would meet the requirements of the pupils in Form IV. Teachers are requested to offer their suggestions so that improvements can be effected.

15-12-49. The Author.

വിഷയവിവരം

വിഭാഗം ഒന്നു

അദ്ധ്യായം		പേജ്
1	അളവു	1
2	അളവു (തുടർച്ച)	4
3	ബലം	9
4	ബലം (തുടർച്ച)	12
5	ലഘുയന്ത്രങ്ങൾ—ലീവർ	15
6	ലീവർ (തുടർച്ച)	16
7	തുലാസ്സു	18
8	തുലാസ്സു (തുടർച്ച)	20
9	തുലാസ്സു (തുടർച്ച)	24
10	തുലാസ്സു (തുടർച്ച)	25
11	സ്ഥിതിസ്ഥാപകത്വം	29
12	സ്പ്രിംഗ് തുലാസ്സു	32

വിഭാഗം രണ്ടു

13	വായുമണ്ഡലം	34
14	ബറോമീററർ അല്ലെങ്കിൽ വായു മർദ്ദമാപകം	55
15	ബറോമീററർ (തുടർച്ച)	38
16	ബറോമീററർ (തുടർച്ച)	40
17	ബോയിൽ നിയമം	42
18	ബോയൽ നിയമം	44
19	വായുപ്പമ്പു	47
20	മററുമർദ്ദകപമ്പുകൾ	49
21	പീച്ചാംകുഴൽ (Syringe)	50
22	ബലപ്പമ്പു	51

23	സൈഫൺ	52
24	വായുമണ്ഡലം—വായുവിലെ അംശങ്ങൾ	56
25	ചില മൂലധാതുക്കൾ വായുവിൽ ചൂടുപിടിച്ചാൽ—അവയിൽ കാണുന്ന മാററങ്ങൾ	66
26	ഓക്സൈഡുകൾ	69
27	ശ്വാസകോശങ്ങളും മനുഷ്യൻ ശ്വസിക്കുന്ന സമ്പ്രദായവും	72
28	ശ്വാസകോശങ്ങളും മനുഷ്യൻ ശ്വസിക്കുന്ന സമ്പ്രദായവും (തുടച്ച്)	74
29	മനുഷ്യൻ ശ്വസിക്കുന്ന സമ്പ്രദായം (തുടച്ച്)	78
30	സസ്യങ്ങളുടെ ശ്വാസോച്ഛ്വാസം	79
31	സസ്യങ്ങളുടെ ശ്വാസോച്ഛ്വാസം (തുടച്ച്)	81
32	തവള, തവളക്കുഞ്ഞു, മത്സ്യം എന്നിവയുടെ ശ്വാസോച്ഛ്വാസം	82
മൂന്നാം വിഭാഗം		
33	വെള്ളം	86
34	വെള്ളം (തുടച്ച്)	91
35	വെള്ളം—ശുദ്ധീകരണം	93
36	കഠിന ജലവും മൃദുജലവും	98
37	വെള്ളത്തിൻെറ രാസയോഗം	101
38	ഹൈഡ്രജൻ	104
39	ഹൈഡ്രജൻ (തുടച്ച്)	106
40	ഹൈഡ്രജൻ (തുടച്ച്)	109
41	വിലയനം	112
42	വിലയനം (തുടച്ച്)	114
43	വാതകങ്ങളും വിലയനവും	118
44	അക്കീഭവനം (Crystalisation)	119
45	അക്കീഭവനം (തുടച്ച്)	121

46	കാലാവസ്ഥയും ശീതോഷ്ണസ്ഥിതിയും—ബാഷ്പീഭവനവും സാന്ദ്രീകരണവും (Condensation)	125
47	മഴ, മഞ്ഞു, മൂടൽമഞ്ഞു	127
48	ബാഷ്പീഭവനവും തണുപ്പും	130
49	വെള്ളത്തിൻെറ ഘനീഭവനാങ്കം	133
50	വെള്ളത്തിൻെറ ക്വഥനാങ്കം	136
വിഭാഗം നാലു		
51	മണ്ണും അതിൽ അടങ്ങിരിക്കുന്ന പോഷകപദാർത്ഥങ്ങളും	139
52	വേരും അതിൻെറ രചനയും	142
53	വേരുകളും അവയുടെ മുഖ്യ പ്രവൃത്തികളും	146
54	പ്രകൃതിയിലെ നൈട്രജൻ ചിത്രം	149
55	വളം—കുഴിക്കൽ	152
56	അഭിസരണം (Osmosis)	154
57	ചെടികൾക്കുള്ള ഭക്ഷണം	157
58	ബാഷ്പവിസർജ്ജനം	159
59	ബാഷ്പവിസർജ്ജനം (തുടർച്ച)	161
അഞ്ചാം വിഭാഗം		
60	സമുദായത്തെ ദീനങ്ങളിൽനിന്നു രക്ഷിക്കുവാൻ	163
61	കീറിവെക്കലും കുത്തിവെക്കലും	164
62	അശുദ്ധവായുവിനാൽ ഉണ്ടാകുന്ന ദീനങ്ങൾ—വായുസഞ്ചാരം—ശരിയായി ശ്വസിക്കേണ്ടുന്ന മാർഗ്ഗം	166
63	ഉപകാരികളും ഉപദ്രവികളുമായ സൂക്ഷ്മാണുപ്രാണികൾ	169
64	മലിനം നീക്കം ചെയ്യൽ	172
ആറാം വിഭാഗം		
66	കല്ക്കരി—കല്ക്കരിവാതകം, കീൽ മുതലായവ	177
67	അമോണിയാവാതകം	179

68 പെട്രോലിയം—ഭൂമിയിൽ എവിടെ കിട്ടുന്നു 181

69 പെട്രോലിയം (തുടൎച്ച) 182

70 മാർബിൾ, കക്കമുതലായവ 185

71 കാർബൺഡൈ ഓക്സൈഡ് സജ്ജീകരണം—ഗുണങ്ങൾ 187

72 കുമ്മായക്കൂട്ടു, ശീമക്കുമ്മായം കോൺക്രീററു 189

73 കടലാസ്സു ഉണ്ടാക്കൽ 191

ഏഴാം വിഭാഗം

74 പ്രകൃതിശക്തികളെ നിയന്ത്രിച്ച് ഉപയോഗപ്പെടുത്താൻ 193

75 വിദ്യുത്ധാരണയുടെ ഉഷ്ണീകരണം (തുടൎച്ച) 194

76 കമ്പിത്തപ്പാലും അതിന്റെ പ്രവൎത്തനവും 196

77 കമ്പിത്തപ്പാലും അതിന്റെ പ്രവൎത്തനവും (തുടൎച്ച) 189

തെററു രീക്കുക 201

സാമാന്യശാസ്ത്രം

വിഭാഗം ഒന്നു

അദ്ധ്യായം 1

(അളവു്)

<u>നീളം:-</u> നീളം അളക്കുവാൻ അളവുകോൽ നാം ഉപയോഗിക്കുന്നു. നാട്ടുപുറങ്ങളിൽ പ്രചാരത്തിലുള്ളതു് ആശാരിക്കോലാകുന്നു. എന്നാൽ ശാസ്ത്രപഠനത്തിന്നു വാരയിലോ മീററരിലോ അക്കമിട്ട അളവു കോലാണു ഉപയോഗിക്കാറ്. വാരയളവുകോലിനേക്കാൾ മീററളവു കോലിന്നാണു സൌകര്യം അധികമുള്ളതു്.

വാരയളവുകോലിലെ വിഭാഗങ്ങൾക്കും പെരുക്കങ്ങൾക്കും എളുപ്പമായ ഒരു ബന്ധമില്ല. എന്നാൽ മീററളവുകോലിലെ വിഭാഗങ്ങൾക്കും പെരുക്കങ്ങൾക്കും സൌകര്യമായ ഒരു ബന്ധമുണ്ടു്. ഈ സംഗതി താഴെ പ്രസ്താവിക്കുന്ന വിഷയങ്ങളിൽ നിന്നു നല്ലവണ്ണം മനസ്സിലാക്കാം.

<u>വാരയുടെ വിഭാഗങ്ങളും പെരുക്കങ്ങളും.</u>

12 ഇഞ്ചു – 1 അടി
3 അടി – 1 വാര
220 വാര – 1 ഫർലാങ്ങ്
8 ഫർലാങ്ങ് – 1 മൈൽ

മീററരിൻെറ വിഭാഗങ്ങളും പെരുക്കങ്ങളും:—

10 മില്ലിമീററർ (മി. മീ.) – 1 സെൻററിമീററർ (സെ. മീ)
10 സെ. മീ. – 1 ഡെസിമീററർ (ഡെ. മീ.)
10 ഡെ. മീ. – മീററർ (മീ.)

10 മീ. – 1 ഡക്കാമീററർ (ഡക്കാ. മീ)
10 ഡക്കാ. മീ. – 1 ഹെക്ടോമീററർ (ഹെ. മീ.)
10 ഹെ. മീ. – 1 കിലോമീററർ (1 കി. മീ)

ഈ പട്ടികകളിൽനിന്നു ഒരു സംഗതി വിശദമാകുന്നു. ഒരു മൈലിനെ വാരയോ അടിയോ മററോ ആയി മാററുന്നതു് എളുപ്പമല്ല. എന്നാൽ മീററിനേ കിലോമീററോ മില്ലിമീററോ ആയി ഉയത്തുകയോ താഴത്തുകയോ ക്ഷണം ചെയ്യാം. ഉദാഹരണമായി 518. 38 മൈലിന്നു വാരയെത്രഎന്നറിയുന്നതു് എളുപ്പത്തിൽ സാദ്ധ്യമല്ല; കടലാസിൽ പെരുക്കിക്കാണണം. എന്നാൽ 518.38 മീററിന്നു 51838 സെൻറിമീററർ അഥവാ .51838കിലോമീററർ എന്നു എളുപ്പത്തിൽ പറയാം.

മീററിൻെറ വിഭാഗങ്ങളും പെരുക്കങ്ങളും എളുപ്പത്തിൽ കാണുവാൻ സാധിക്കുന്നതു് അവ ദശോഹരിമിന്നിതങ്ങളാകയാലാണു 518 38 മീററിനെ സെൻററിമീറററാക്കുവാൻ ഈ സംഖ്യയെ 100കൊണ്ടു പെരുക്കണമല്ലോ. അതിന്നു ഡെസിമൽ (Decimal) സ്ഥാനം വലത്തോട്ടു 2 അക്കം കണ്ടു നീക്കിക്കത്തിയാൽ മതിയാകും. 1000 മീറററാണല്ലോ ഒരു കിലോമീററർ. അതിനാൽ സംഖ്യയുടെ ഇടത്തോട്ടു 3 അക്കം കണ്ടു ഡെസിമൽ സ്ഥാനം നീക്കണം. അതായതു 518. 38 മീ = .51838 കിലോമീററർ.

അളവു കോൽ ഉപയോഗിക്കുന്നതിൽ ചില നിബന്ധനകൾ നാം അനുസരിക്കേണ്ടവയാണു. അവ:-

1 കോലിൻെറ അററങ്ങൾ അളവു കുറിച്ചെടുക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കരുതു്.

2 അളവു് എടുക്കുന്ന ഭാഗവും കോലിൽ അക്കമിട്ട ഭാഗവും അളക്കുമ്പോൾ തൊട്ടിരിക്കണം —എന്നിവയാണു.

ഓർമ്മിക്കേണ്ടുന്ന ചില തുകകൾ:—

1 1 ഇഞ്ചു = 2. 54 സെ. മീ.
5 മൈൽ = 8 കി. മീ. (സുമാർ)

b ക്ഷേത്രഫലം (area):—

തലങ്ങളുടെ ക്ഷേത്രഫലം കാണുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന മാത്ര (unit) ചതുരശ്രയിഞ്ചോ ചതുരശ്രസെൻറിമീററരോ ആണ്. ഭുജങ്ങൾക്ക ഒരിഞ്ചു് നീളമുള്ള ചതുരത്തിൻെറ അളവാണ ചതുരശ്രയിഞ്ചു്. അതുപോലെ തന്നെ, ഭുജങ്ങൾക്ക ഒരു സെ. മീ. നീളമുള്ള ചതുരത്തിൻെറ അളവു ചതുരശ്ര സെൻറിമീററർ ആകുന്നു. ഈ മാത്രകളുടെ വിഭാഗങ്ങളോ പെരുക്കങ്ങളോ ആയിരിക്കും ഒരു തലത്തിൻെറ ക്ഷേത്രഫലം. ചില ക്ഷേത്ര ഗണിത രൂപങ്ങളുടെ ക്ഷേത്രഫലം കാണുവാനുള്ള സൂത്രം താഴെ ചേർത്തിരിക്കുന്നു.

1 ചതുരം (Square) = നീളം × നീളം
2 സമകോണ ചതുരം = നീളം × വീതി
3 സമാന്തര ചതുഷ്കോണം
(□m) = നീളം × ഉന്നതി (altitude)
4 ത്രികോണം (Triangle) = $\frac{1}{2}$ പാദം × ഉന്നതി
5 വൃത്തം = πr^2

(πr^2 = 22/7; r = വ്യാസാർദ്ധം)

(N. B- നീളം ഇഞ്ചിലാണ അളക്കുന്നതെങ്കിൽ ബാക്കി അളവുകളും അതേ തോതിലാവണം.; അപ്പോൾ ഉത്തരം ചതുരശ്ര ഇഞ്ചിലാണെന്നു ധരിക്കണം; നീളം സെ.മീററിൽ കണ്ടാൽ ഉത്തരം ചതുരശ്ര സെൻറി മീറററിലായിരിക്കും)

(c) ഘനമാനം (Volume) ഒരു പാത്രത്തിൻെറ ഉൾ-അളവു, ഒരു മരത്തടിയുടെ ആകെയളവു, ഒരു സ്ഥലത്തിൽ ക്രമവാരമായി കൂട്ടിയിട്ടുള്ള മണ്ണിൻെറ അളവു എന്നിവയെല്ലാം ഘനമാനത്തിലാണ കുറിക്കുക. ഇതിനുള്ള മാത്ര ഘനയടിയോ ഘനസെൻററിമീററരോ ആണ്. ഒരടി ഭുജമുള്ള ഒരു സമഘന (cube)ത്തിൻെറ അളവു ഒരുഘനയടിയാണ്. ഭുജത്തിൻെറ അളവു 1 സെ. മീ ആയാൽ, അങ്ങിനത്തെ സമഘനത്തിൻെറ അളവു ഒരു ഘന സെ. മീററരായിരിക്കും. ചില രൂപങ്ങളുടെ ഘനമാനം കാണുവാനുള്ള സൂത്രം:—

1 സമഘനം = (നീളം) ^{3} .

2 സമകോണ ചതുര ഘനം = നീളം × വീതി × ഉയരം

3 ത്രിപാർശ്വം (prism) = ത്രികോണ പാദ-ക്ഷേത്രഫലം × ഉയരം

4 ഉരുളം = πr^2 × ഉയരം

അദ്ധ്യായം 2

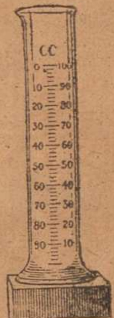
അളവ് (തുടർച്ച)

ഘനമാനം അളക്കുവാനുള്ള ചില ഉപകരണങ്ങൾ

എണ്ണ, പാൽ എന്നിവയുടെ അളവ് കാണാൻ നാം ചില ഉപകരണങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. വീടുകളിൽ നാഴി, ഇടങ്ങഴി, പറ മുതലായവയാണ് ഇതിനുള്ളത്. ഈ അളവുകൾ എല്ലാ രാജ്യങ്ങളിലും ഉള്ളവയല്ല. ഇത്തരം അളവുകൾ ദേശന്തോറും മാറി

ട്ടുള്ളവയായിയ്ക്കാണാം. എന്നാൽ ശാസ്ത്രപഠനത്തിന്നു ചില പ്രത്യേക പാത്രങ്ങളാണു ഉപയോഗിക്കാറുള്ളതു്. അവയുടെ വിവരണം താഴെ ചേർത്തിരിക്കുന്നു.

1 അംശാങ്കിതജാർ (Graduated jar) ഇതിന്റെ ചിത്രം [ചിത്രം 1] നോക്കുക. ഒരു ഗ്ലാസുസിലിണ്ടറിൽ അക്കങ്ങൾ ഇട്ടിരിക്കും. തുറന്ന മുഖത്തിന്റെ അടുക്കെയായി c. c. (ഘ. സെ.) എന്നെഴുതിയിരിക്കും. രണ്ടു അടയാളങ്ങളുടെ ഇടയിലെ ദൂരം 1 c. c. ആകുന്നു. ഈ ഉപകരണംകൊണ്ടു ദ്രാവകങ്ങൾ അളന്നെടുക്കാം. 40 c.cm. വെള്ളം വേണമെന്നു കരുതുക. ഒരു ബീക്കറിൽ നിന്നു ജാഗ്രതയായി ഇതിലേക്കു വെള്ളമൊഴിക്കുക. ചോട്ടിലെ '0'ൽനിന്നു 30 c. cm എന്ന അക്കം എത്തിയാൽ സൂക്ഷിച്ചു വെള്ളം ഒഴിക്കാൻതുടങ്ങണം 40 c. c എന്ന അക്കം എത്തിയാൽ ഒഴിക്കുന്നതു നിർത്തണം. ജാറിൽ പററിനിൽക്കുവാൻ ഇടയുള്ള വായുകണങ്ങളെ 40 എന്ന അക്കം എത്തുന്നതിന്നു മുമ്പുതന്നെ, നീക്കം ചെയ്യുവാൻ മറക്കരുതു. വായനക്കുറിപ്പെടുക്കുമ്പോൾ വളരെ സൂക്ഷിക്കണം. ദ്രാവകത്തിന്റെ ഉപരിതലത്തിൽ ഒരു വക്രതലം (Meniscus) കാണും. രസമല്ലാത്ത ബാക്കി ദ്രാവകങ്ങളുടെ വിഷയത്തിൽ ഈ വക്രതലം കുറച്ചൊന്നു് ഉള്ളിലേക്കു താണിരിക്കും. രസത്തിൽ മാത്രം ഈ തലം മദ്ധ്യോന്നതമായിരിക്കും. വെള്ളം ഉപയോഗിച്ചാൽ വായനക്കുറിപ്പു് എടുക്കുമ്പോൾ നമ്മുടെ ദൃഷ്ടിപഥം ഈ തലത്തിന്റെ ഏററവും കുഴിഞ്ഞ അടിഭാഗത്തിലൂടെ ക്ഷൈതിജ രേഖയായിപ്പോകണം. അപ്പോൾ അംശാങ്കിത ജാറിൽ നിന്നു നാം വായിക്കുന്ന അക്കം കുറിച്ചെടുക്കണം. ഈ



ചിത്രം 1

അക്കമാണു് ഉപരിതലത്തെ കാണിക്കുക. രസമാണു ദ്രാവകമായി

ചിത്രം 2

ഉപയോഗിക്കുന്നുവെങ്കിൽ, ദൃഷ്ടിപഥം ക്ഷൈതിജ രേഖയായിട്ടു് ഉയന്നതലത്തെ സ്പർശിച്ചിരിക്കുമ്പോഠം ജാറിൽ കാണുന്ന അക്കമാണു എടുക്കേണ്ടതു്.

ഇമ്മാതിരി പരിശോധന നടത്തി ആവശ്യമായ അളവുവെള്ളം എടുത്തു് ജാറിലെ വെള്ളം വൃത്തിയായ ബീക്കറിലേക്കു പകന്നാൽ ബീക്കറിൽ നാം ഉദ്ദേശിച്ച അളവു വെള്ളം ഉണ്ടായിരിക്കും.

ഈ ഉപകരണംകൊണ്ടു ചെറിയ ഘനവസ്തുക്കളുടെ ഘനമാനം കാണാം. ഘനവസ്തു ഒരു സ്ഫടികയടപ്പായിരിക്കട്ടെ. ഇതു ജാറിൽ കൊള്ളുന്നതായിരിക്കണം. ഒരു ചരടുകൊണ്ടു ഘനവസ്തു കെട്ടി ജാറിൽ താഴ്ത്തേണ്ടി വരും. അപ്പോഠം വസ്തു ജാറിൻെറ ഭിത്തികളിൽ തട്ടി താഴുവാൻ പ്രയാസപ്പെടരുതു്. ആരംഭത്തിൽ ജാറിൽ ഒരു കൃത്യ അളവുവരെ വെള്ളം ഒഴിച്ചു് ഉപരിതലം കുറിക്കുന്ന അക്കം കുറിച്ചെടുക്കുക. പിന്നീടു ഘന വസ്തു വെള്ളത്തിൽ പതുക്കെ താഴ്ത്തുക. ഘനവസ്തുവിൽ വായുകണങ്ങഠം പററിനിൽക്കരുതു. നിൽക്കുന്ന പക്ഷം അവയെല്ലാം നീക്കണം. പതുക്കെപ്പതുക്കെ ചരടിളക്കിയാൽ വായുകണങ്ങഠം നീങ്ങിപ്പോകും. പിന്നീടു, ഇപ്പോഠം വെള്ളത്തിന്നുള്ള ഉപരിതലം കുറിക്കുന്ന അക്കം കാണണം. ഈ രണ്ടു വായനക്കുറിപ്പുകഠംക്കു തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമായിരിക്കും ഘന വസ്തുവിൻെറ അളവു.

2. ബ്യൂററു് (Burette)

ഘനയളവു കാണേണ്ടതിലേക്കു വേറൊരു ഉപകരണം

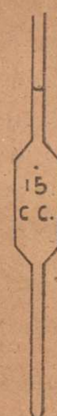
ഉണ്ട്. അതിന്നുബ്യൂററ്റ് (Burette) എന്നാണു പേർ. അതിന്റെ രൂപമാണു 2-ാം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു. ഇതു കൊണ്ടു ഒരു C. C. അളവിന്റെ ഭിന്നാംശങ്ങൾ അളന്നെടുക്കാം. ഉദാഹരണമായി 20.5 c.c,30.2 c cm എന്നിത്തരം അളവുകൾ വലിച്ചെടുക്കുവാൻ സാധിക്കുന്നതാണു.

നീണ്ടതും നേരിയതും ആയ ഒരു കുഴൽ ഈ ഉപകരണത്തിൽ ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ കുഴൽ കീഴ്ഭാഗത്തു വളരെ നേരിയതായി തീൎന്നിരിക്കും. ഈ ഭാഗത്തോടു ഒരു ചെറു റബ്ബർ കുഴൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കും. അതിനോടു നാസാഗ്രം തുറിച്ചു കാണുന്നതായ ഒരു ഗ്ലാസു കുഴൽ ചേൎത്തിരിക്കും. റബ്ബർ കുഴലിന്റെ ഉപരി ഒരു കുഴലടപ്പ് (Stopcock) വെച്ചിരിക്കും. നേരിയ നീണ്ട കുഴലിൽ അടിത്തട്ടിൽനിന്നു കുറേ മുകളിലായി അക്കങ്ങൾ കണ്ടു തുടങ്ങും. മേൽഭാഗത്തുള്ള തുറന്നമുഖത്തിന്റെ കുറേ ചോടെയാണു '0' എന്ന അക്കം തുടങ്ങുക. '0'ത്തിന്നും '1' എന്ന അക്കത്തിന്നും ഇടയിലെ ദൂരം ഒരു ക്യൂ. സെ. (ഘനസെന്റീമീററർ ക്യൂബിക്ക് സെൻറിമീററർ എന്നു പറയും) ആകുന്നു. ഈ ഘനമാനത്തെ 10വിഭാഗങ്ങൾ ആയിഭാഗിച്ചിരിക്കും.

ഇതിൽ നിന്നു 15.2. c. c. (ഘ. സെ.) ദ്രാവകം വലിച്ചെടുക്കുവാൻ ആഗ്രഹിക്കുന്നു എന്നു് കരുതുക. ഒരു ഫണലി (Funnel) ലൂടെ തന്നെ ദ്രാവകം ബ്യൂററ്റിൽ ഒഴിക്കുക. ഫണൽ നീക്കം ചെയ്യുക. കുഴലടപ്പു തുറന്നു ഊക്കോടെ നാസാഗ്രത്തിൽ കൂടി ദ്രാവകം ഒഴുകുവാൻ ഇടയാക്കിയാൽ റബ്ബർ കുഴലിലും നാസാഗ്രത്തിലും ഉള്ള വായുകണങ്ങൾ നീങ്ങിപ്പോകും. പിന്നീടു അടപ്പമൎത്തി ദ്രാവകം പുറമെ പോകുവാൻ ഇടയാക്കുക. 10 c. cm എന്ന അക്കം ദ്രാവകത്തിന്റെ ഉപരിതലം കാണിക്കുമ്പോൾ അടപ്പിന്മേലുള്ള കൈ വിടുക. നാസാഗ്രത്തിന്റെ ചോട്ടിൽ ദ്രാവകമൊന്നും ഇല്ലാത്ത ഒരു ബീക്കർ വെക്കുക. 24.c.cm എന്ന

അക്കം ആകുന്നതുവരെ ദ്രാവകം ബീക്കറിലേക്കു ഇറങ്ങി വരട്ടെ. അതിന്നു ശേഷം തുള്ളി തുള്ളിയായി ദ്രാവകം വീഴട്ടെ. 25. 2 c. c എന്ന അക്കം എത്തിയ ഉടനെ അടപ്പിന്മേലുള്ള അമർച്ച വിടുക. എന്നാൽ ബീക്കറിലേക്കു 15. 2 c.c. ദ്രാവകമാണു പകന്നിരിക്കുക.

3 പിപ്പെററ് (Pipette)—3ാം ചിത്രം നോക്കുക. അതു പിപ്പററിൻേറതാണു. നടുവിൽ വണ്ണമുള്ള ഒരു കുഴലാണിതു്. വണ്ണമുള്ള ഭാഗത്തു ഇതുകൊണ്ട് അളന്നെടുക്കാവുന്ന ദ്രാവകത്തിൻെറ ഘനമാനം കാണിച്ചിരിക്കും. കുഴലിൻെറ ഉപരിഭാഗത്തു മുഖത്തിൻെറ കീഴിലായി ഒരു കുറി കാണാം. ഇതിൻെറ കീഴ്ഭാഗം കുറച്ചു കൂർത്തിരിക്കും. ഗോളത്തിൽ അടയാളപ്പെടുത്തിയതോ അതിൻെറ പെരുക്കങ്ങളായവയോ ആയ ഘനമാനം ആണ് ഈ ഉപകരണംകൊണ്ടു അളക്കാവുന്ന അളവുകൾ.


ചിത്രം 3

ദ്രാവകമുള്ള ബീക്കറിന്നുള്ളിൽ ഉപകരണത്തിൻെറ കൂത്ത ഭാഗം താഴ്ത്തുക. മറേറ അററത്തിലൂടെ ദ്രാവകം മേൽപ്പോട്ടു വലിച്ചെടുക്കുക. കുഴലിലെ കുറി കവിഞ്ഞു ദ്രാവകം പൊന്തിയാൽ വലിക്കുന്നതു നിത്തണം. പെട്ടെന്നു ഇടത്തെ തള്ളവിരൽകൊണ്ടു ഉപകരണത്തിൻെറ മുഖം അടയ്ക്കുക. ബീക്കറിൽനിന്നു ഉപകരണം മേൽപ്പോട്ടെടുക്കുക. വലത്തെ കൈകൊണ്ടു ഗോളം പിടിച്ചു മുഖത്തിന്മേലുള്ള തള്ളവിരൽ സ്ഥാനം വിടാതിരിക്കത്തക്കവണ്ണം തിരിച്ചു തുടങ്ങുമ്പോൾ ദ്രാവകം തുള്ളിയായി വീണു തുടങ്ങും. എപ്പോഴാണോ ദ്രാവകതലം കുറിയിൽ എത്തുന്നതു് അപ്പോൾ തള്ളവിരൽ അമത്തിപ്പിടിക്കണം. പിന്നീടു നാസാഗ്രത്തെ യാതൊന്നും ഉള്ളിലില്ലാത്ത ഒരു ബീക്കറിന്നുള്ളിൽ ആക്കണം. പിന്നീടു തള്ളവിരൽ ഉയത്തിയാൽ ദ്രാവകം ബീക്കറിലേക്കു വീഴും. ദ്രാവകം മുഴുവനും വീണതിന്നുശേഷം നാസാഗ്രംകൊണ്ടു ബീക്കറിൻെറ ഭിത്തി

യെ തൊടിയിച്ച് ഉപകരണം നീക്കണം. ഇപ്പോഠം ബീക്കറിൽ പിപ്പററിൽ അടയാളപ്പെടുത്തിയ അളവുള്ള ദ്രാവകം ഉണ്ടായിരിക്കും.

4 ഔൺസു ഗ്ലാസു (Ounce glass) :– രോഗികഠംക്ക ദ്രാവകങ്ങളായ മരുന്നു അളന്നു സേവിക്കവാൻ കൊടുക്കേണ്ടതിലേക്ക് ഈ ഉപകരണം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ചെറിയ ഒരു ടംബ്ളറിൻെറ ആകൃതി ഇതിന്നുണ്ടായിരിക്കും. ഗ്ലാസുപാത്രത്തിൻെറ ഭിത്തിയിൽ $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1 എന്നീ അക്കങ്ങഠം ചേർത്തിട്ടുള്ളതു് ounce അളവിനെ കാണിക്കുന്നു. ഇതു വാസ്തവത്തിൽ ചെറിയൊരു അംശാങ്കിതജാർ ആണു.

അദ്ധ്യായം 3

—ബലം—

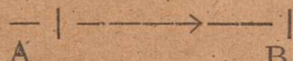
ഭൂമിയുടെ ആകർഷണം:—

നിലത്തിൽ കിടക്കുന്ന ഒരു കല്ലുരുഠം ഉരുട്ടുക. വലിയ പ്രയാസം തോന്നുകയില്ല. നേരെ മറിച്ചു, അതു ഉയർത്തി നോക്കുക. ഘനം തോന്നും. പദാർത്ഥം ഒന്നാണെങ്കിലും ഇത്തരം അനുഭവത്തിന്നു കാരണമെന്തു്?

ഭൂമിക്കു എതിരായി പൊന്തിക്കുമ്പോഠം ഭാരമധികം തോന്നുന്നു. എന്നാൽ ഭൂമിക്കു സമാന്തരമായി നീക്കുമ്പോഠം അതനുഭവപ്പെടുന്നില്ല. ആയതിനാൽ ഈ സംഗതിക്കു കാരണം ഭൂമിയുടെ ആകർഷണമാണു.

ഈ വിഷയത്തെപ്പററി സേർ ഐസക്ന്യൂട്ടനാണ് ആദ്യം പ്രസ്താവിച്ചതു്. ഭൂമിയുടെ ആകൎഷണ ശക്തിയാണ് ഒരു പദാൎത്ഥത്തിന്നു അതിൻെറ ഘനം നൽകുന്നതെന്നു് അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി ഈ ആകൎഷണ ശക്തിയാൽ പദാൎത്ഥങ്ങളെല്ലാം ഭൂമിയുടെ നടുവിലേക്കു പോകുവാൻ ശ്രമിക്കയാകുന്നു.

ഒരു പദാൎത്ഥത്തിൻെറ ഘനം എന്നതു് ഒരു ബലം (force) ആണു്. ബലംപ്രയോഗിച്ചു് പലതര പ്രവൃത്തികളും ചെയ്യാം. അനങ്ങാത്തതായ ഒരു വസ്തുവെ അനങ്ങുവാൻ സംഗതി വരുത്തുന്നതും അനങ്ങുന്ന ഒരു വസ്തുവെ ചേഷ്ടയില്ലാതാക്കുന്നതും ഒരു രീതിയിൽചലിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിൻെറ ഗതി, ചലനവേഗം (velocity) എന്നിവയിൽ മാററം വരുത്തുന്നതും ബലം ആണു്. ഒരു ബലത്തെ ഒരു രേഖകൊണ്ടു് വരച്ചു് കാണിക്കാം.



A B എന്ന രേഖ ഒരു ബലത്തെ കുറിക്കുന്നതെങ്ങിനെ എന്നു വിശദമാക്കാം. ഒരു ബലം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ മൂന്നുസംഗതികൾ പൂൎത്തിയാകണം. അവ (1) ബലം പ്രയോഗിക്കുന്ന സ്ഥാനം, (2) ബലത്തിൻെറ പരിമാണം, (3) ബലത്തിൻെറ ഗതി കാണിക്കുന്ന ദിശ (direction)—എന്നിവയാണു. ഓരോ രേഖയിലും ഇവയെല്ലാം ഉണ്ടു്. A എന്ന സ്ഥാനം രേഖയുടെ ആരംഭ സ്ഥാനമാണല്ലോ; അതു പ്രേരിത സ്ഥാനത്തെ കാണിക്കും. A B എന്ന നീളം രേഖയുടെ അളവു കുറിക്കുന്നു; അതായതു് രേഖക്കു ഒരളവു് ഉണ്ടു; അതു ബലത്തിന്നും വേണമല്ലോ. A B എന്ന രേഖക്കു ബലത്തിന്നുള്ളപോലെ ഒരു ദിശിയുണ്ടു; ഈ ദിശിയെ രേഖയിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു് ശരാഗ്രം (arrow head) കൊണ്ടാണു്.

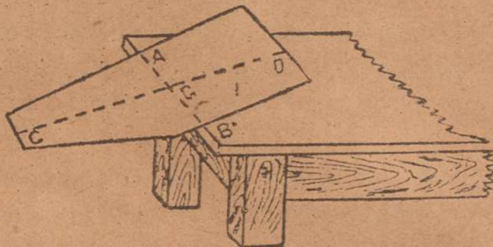
ബലത്തിൻെറ പരിമാണം രേഖയിൽ കാണിക്കുന്നതെങ്ങിനെയെന്നു അറിഞ്ഞിരിക്കേണ്ടതാണ്. ബലത്തിൻെറ പരിമാണം 500 ഗ്രാം തൂക്കം എന്നിരിക്കട്ടെ. 100 ഗ്രാമിന്നു ഒരു ഇഞ്ചു എന്ന തോതെടുക്കുക. അപ്പോൾ 5 ഇഞ്ച് 500 ഗ്രാമിനെ കുറിക്കുമല്ലോ.

ഒരു പദാൎത്ഥത്തിൽ പലെ ബലങ്ങൾ ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തി തന്നെ ഒരു ബലം ചെയ്യും. ഈ ഏകബലത്തെ പരിണാമബലം (resultant force) എന്നു പറയും. ഈ ഏകബലത്തിന്നു ഒരു സ്ഥാനമുണ്ട്. ആ സ്ഥാനത്തിൽ ഈ ഏക ബലം പ്രയോഗിച്ചാൽ മററ ബലങ്ങൾ ചെയ്യുന്ന ഫലംതന്നെയാണ ഉണ്ടാവുക. ഈ സ്ഥാനത്തെയാണ ഭാരകഷ്ണ കേന്ദ്രം (centre of gravity) എന്നു പറയുക.

ബലത്തെപ്പററി വേറൊരു വിഷയം കൂടി അറിയണം. ഒരു പദാർത്ഥത്തിൽ പ്രയോഗിച്ചിട്ടുള്ള ബലങ്ങളുടെ പരിമാണങ്ങളുടെ ആകത്തുകയായിരിക്കും പരിണാമ ബലത്തിൻെറ പരിമാണം. ഈ ബലങ്ങൾ ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തിയെ ഇല്ലാതാക്കുന്ന ഒരു ഏക ബലം ഉണ്ട്. അതിന്നു സമതുലിതബലം എന്നാണ പറയാറ്. ഇതിൻെറ പരിമാണം പരിണാമബലത്തിന്നു തുല്യമായിരിക്കും; പക്ഷേ ഇതിൻെറ ദിശി പരിണാമബലത്തിൻേറതിന്നു വിപരീതമായിരിക്കും.

ഭാരകഷ്ണ കേന്ദ്രം എന്തെന്നു പറഞ്ഞുവല്ലോ. അതിൻെറ നിർവചനം താഴെ ചേക്കുന്നു. ഒരു പദാൎത്ഥത്തിൻെറ തൂക്കം ഏതു സ്ഥാനത്തു കേന്ദ്രീഭവിച്ചിരിക്കുന്നുവെന്നു കരുതാമോ അതാണ് ആ പദാൎത്ഥത്തിൻെറ ഭാരകഷ്ണകേന്ദ്രം.

ഈ ബിന്ദു കാണുവാൻ ഒരു എളുപ്പവഴിവിവരിക്കാം. പദാൎത്ഥം നേരിയ തകിടാണെന്നു് വിചാരിക്കുക.



ചിത്രം 4

തകിടിനെ മേശയുടെ ഒരു വക്കത്തു വെക്കുക. ക്രമേണ കുറേശ്ശയായി തകിടിനെ വക്കിൽനിന്നു വിട്ടു് നീക്കുക, ഒരു സ്ഥലത്തെത്തുമ്പോറം തകിടു മറിഞ്ഞുവീഴുവാൻ ആരംഭി ക്കും. ആ സ്ഥാനം കുറിക്കുവാൻ തകിടിൽ വക്കിൽക്കൂടി A B എന്ന രേഖ വരക്കുക തകിടിനെ വേറൊരു മട്ടിൽ ആക്കി വക്കിൻെറ അടുക്കെ വെച്ചു് മുൻ വിവരിച്ച പരിശ്രമം ആവൎത്തിക്കുക. അപ്പോറം കിട്ടുന്ന രേഖ C. D ആകട്ടെ. ഈ രണ്ടു രേഖകളും തമ്മിൽ മുറിയുന്ന ബിന്ദു G ആകട്ടെ. എന്നാൽ G എന്ന ബിന്ദു തകിടിൻെറ ഭാരകേന്ദ്രം ആണു് (ചിത്രം 4 നോക്കുക.)

അദ്ധ്യായം 4

ബലം (തുടൎച്ച)

<u>സ്ഥിരത (Stability):—</u>

സാധനങ്ങളെ രണ്ടു വിധത്തിലാണു വീഴാതെ സൂക്ഷിക്കുക. ഒന്നാമതായി അതിനെ കെട്ടിത്തൂക്കും; രണ്ടാമതായി അതിനെ ഒരു താങ്ങിന്മേൽ വെക്കും.

കെട്ടിത്തൂക്കുമ്പോൾ സാധനത്തിന്നു സ്ഥിരാവസ്ഥ ഉണ്ടാകുന്നതു ഏതു് വിധത്തിലാണെന്നു മനസ്സിലാക്കാൻ ശ്രമിക്കാം.

കെട്ടിത്തൂക്കുന്ന സ്ഥാനത്തിന്നു് ചോട്ടിലാണു ഭാകർഷണം എന്നിരിക്കട്ടെ. അപ്പോൾ സാധനം ഇളക്കിയാലും ചെരിച്ചാലും അതു വേഗം പഴയ സ്ഥാനം പ്രാപിക്കും. ഈ അവസ്ഥയിൽ സാധനം സ്ഥിരസമതുലനം(stable equilibriun) വസ്ഥയിൽ ആണു. ഈ സ്ഥിതിയിൽ സ്ഥിരത അധികമാവാൻ അവലംബന ബിന്ദുവിൽ നിന്നു ഭാകർഷണ കേന്ദ്രം താണു വരണം.

കെട്ടിത്തൂക്കുമ്പോൾ ഭാകർഷണ കേന്ദ്രം മുകളിലാണെന്നിരിക്കട്ടെ. കുറച്ചൊന്നു ചെരിച്ചാൽ സാധനം സ്ഥാനംതെററി മറിയുന്നു. അതു കെട്ടിത്തൂക്കിട്ടുള്ളതു് അസ്ഥിരാവസ്ഥയിലാണു. ഈ അവസ്ഥയിൽ ഭാകർഷണകേന്ദ്രം അവലംബന സ്ഥാനത്തിന്നു മീതെയായിരിക്കും. അവലംബനത്തിൽനിന്നു സ്ഥാനം നീങ്ങുന്തോറും അസ്ഥിരത വർദ്ധിച്ചുവരും.

കെട്ടിത്തൂക്കുന്ന സ്ഥാനവും ഭാകർഷണ കേന്ദ്രവും ഒന്നായിത്തീരുമ്പോൾ സാധനം ചെരിച്ചാലും മറിയുകയില്ല. അതു നിത്തിയ സ്ഥാനത്തു നിലച്ചു നിൽക്കും. ഈ അവസ്ഥക്കു ഉദാസസമതുലനം (Neutral equilibrium) എന്നാണു് പേർ.

സാധനത്തെ താങ്ങിന്മേൽ വെക്കുമ്പോൾ ഈ അവസ്ഥകളുടെ സമ്പ്രദായത്തെ പരാമർശിക്കാം.

ഭാകർഷണ കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നുള്ള ലംബരേഖ ഒരു സാധനത്തിൻെറ പാദ (base)ത്തിന്നകത്തു വീണാൽ സാധനം സ്ഥിരാവസ്ഥയിൽ ഇരിക്കും

ഈ ലംബരേഖ പാദത്തിന്നു പുറമെ വീണാൽ അതു അസ്ഥിരാവസ്ഥയിലാണ്. അതായതു ചെറു അനക്കം തട്ടിയാൽ സാധനം നിലം പതിക്കും.

ഭൂാകർഷണ കേന്ദ്രവും താങ്ങുന്ന സ്ഥാനവും ഒരിടത്തിലായാൽ സാധനം ഉദാസീനാവസ്ഥയിലാണു.

ഭാരം നിറച്ച ഒരു വണ്ടിയിൽ ഭൂാകർഷണകേന്ദ്രം പാദത്തിന്നു പരിയാണു. ഈ വണ്ടി സമനിരപ്പല്ലാത്ത പാതയിൽക്കൂടി പോകുമ്പോൾ ഭൂാകർഷണകേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നുള്ള ലംബരേഖ പാദത്തിന്നു പുറമെ വീഴാൻ ഇട വന്നേക്കാം. അപ്പോൾ വണ്ടി മറിയും. വളരെ ക്രന്വാരമായി ഭാരം കയററിയാൽ മറിയുന്നതു എളുപ്പത്തിൽ സംഭവിക്കും. വൈക്കോൽ നിറച്ച വണ്ടി ഉദാഹരണമായി എടുക്കുക. ഇവിടെ ഭൂാകർഷണ കേന്ദ്രം പാദത്തിൽനിന്നു എത്രയോ ഉയന്നിരിക്കും. അപ്പോൾ അസ്ഥിരത വർദ്ധിക്കും. അതായതു ചെരിവുള്ള പാതയിൽ കൂടി വണ്ടി പോകുമ്പോൾ കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നുള്ള ലംബരേഖ പാദത്തിന്നു പുറമെ വീണേക്കാം. തന്മൂലം വണ്ടി മറിയുവാൻ എളുപ്പമുണ്ടു്. വണ്ടിയിൽ കല്ലാണ് നിറച്ചിട്ടുള്ളതു എന്നു വിചാരിക്കുക. ഈ വണ്ടി വൈക്കോൽ നിറച്ച വണ്ടിയെപ്പോലെ അത്ര എളുപ്പത്തിൽ മറിയുന്നതല്ല. ഇതിലെ ഭൂാകർഷണ കേന്ദ്രം വൈക്കോൽ നിറച്ച വണ്ടിയിലെ കേന്ദ്രത്തേക്കാൾ താണിട്ടാണ്. അതുകൊണ്ടു മറിയുന്നതു വളരെ എളുപ്പത്തിൽ സംഭവിക്കയില്ല.

അദ്ധ്യായം 5

ലഘുയന്ത്രങ്ങൾ

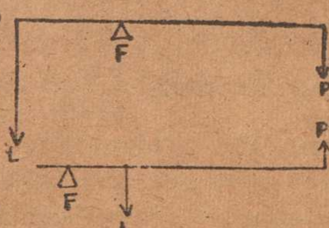
ഉത്തോലകം (lever) അല്ലെങ്കിൽ ലീവർ:—

നാം ഉപയോഗിക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങളെ മൂന്നു വകയായിത്തിരിക്കാം. ഈ വക യന്ത്രങ്ങളെ ലഘു യന്ത്രങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നു. അവ (1) ഉത്തോലകം അഥവാ ലീവർ (2) ചക്രം (pulley) (3) പ്രവനതലം (inclined plane) എന്നിവയാണു.

ഈ അദ്ധ്യായത്തിൽ ലീവർ എന്ന ലഘുയന്ത്രത്തെപ്പററി ചില സംഗതികൾ പഠിക്കാം.

ലീവർ എന്ന ഉപകരണത്തിൽ ഒരു ആലംബം (Fulerum) ത്തിന്നു ചുററും തിരിയുന്ന ഒരു ദണ്ഡു (rod)—കോൽ—ഉണ്ടായിരിക്കും. ഇതിൻെറ സഹായത്താൽ ഒരു ശക്തി ഒരു ഭാരത്തെ ഉയർത്തുകയോ താഴ്ത്തുകയോ ചെയ്യും.

ലീവർ മൂന്നു തരമുണ്ടു. ഒന്നാമത്തെ തരം ലീവറിൻെറ ആധാരം ഭാരത്തിന്നും ശക്തിക്കും ഇടയിലാണു് (ചിത്രം 5(a) നോക്കുക.) ഇത്തരം ലീവറിന്നു ത്രാസു കത്രിക എന്നിവ ഉദാഹരണങ്ങളാകുന്നു.



ചിത്രം 5 a. b.

രണ്ടാമത്തെ തരം ലീവറിൽ ഭാരം, ശക്തിക്കും ആധാരത്തിന്നും ഇടയിലായിരിക്കും. (ചിത്രം 5 b നോക്കുക). അ ട ക്കാ ക്ക ത്തി ,

കൈവണ്ടി, റിക്ഷ, തോണിയിൽ തണ്ടു വലിക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന തുഴ എന്നിവ ഉദാഹരണങ്ങളാകുന്നു. (ചിത്രം 6 നോക്കുക.)

മൂന്നാമത്തെതരം ലീവറിൻ ആധാരം ഒരററത്തും ഭാരം മറേറയററത്തും ശക്തി ഇടയിലും ആയിരിക്കും. ചവണ ഈ വകുപ്പിൽ പെട്ടതാണ്. തട്ടാന്മാർ ഉപയോഗിക്കുന്ന കൊടിൽ, നമ്മുടെ ശരീരത്തിലെ കീഴ്ക്കൈത്തണ്ടു എന്നിവ മററുദാഹരണങ്ങളാകുന്നു.

ചിത്രം 6

അദ്ധ്യായം 6

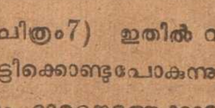
ലീവർ (തുടർച്ച)

യന്ത്രങ്ങളെ സംബന്ധിച്ച ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ യാന്ത്രികലാഭം (mechanical advantage) എന്നൊരു സംജ്ഞ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. അതു് ഒരു തുകയാണ്. $\frac{\text{ഭാരം}}{\text{ശക്തി}}$ എന്നബന്ധത്തേയാണ് അതു കുറിക്കുന്നതു. $\frac{\text{ഭാരം}}{\text{ശക്തി}} = \frac{\text{ശക്തിഭുജം}}{\text{ഭാരഭുജം}}$ എന്നു് തെളിയിക്കാവുന്നതാണ്. ആധാരത്തിന്നും ശക്തിക്കും ഇടയിലെ ലംബദൂരത്തെ ശക്തി ഭുജം എന്നും ആധാരത്തിന്നും ഭാരത്തിന്നും ഇടയിലെ ലംബദൂരത്തെ ഭാരഭുജം എന്നും പറയുന്നു.

രണ്ടാംതരം ലീവറിൽ യാന്ത്രികലാഭം എപ്പോഴും ഒന്നിലധികവും മൂന്നാംതരത്തിൽ ഇതു എപ്പോഴും ഒന്നിൽ ചുരുങ്ങിയും ഇരിക്കും

ഒന്നാംതരത്തിൽ യാന്ത്രികലാഭം ചില അവസരങ്ങളിൽ ഒന്നിലധികവും മററവസരങ്ങളിൽ ഒന്നിൽ ചുരുങ്ങിയും ഇരിക്കും. ഈ സംഗതി ശക്തി ഭുജത്തിൻെറ നീളത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. ഭാരത്തേക്കാൾ ശക്തി ആധാരത്തിൻെറ അടുക്കെയാകുമ്പോൾ ശക്തിഭുജം ഭാരഭുജത്തേക്കാൾ ചെറുതായിരിക്കും. അപ്പോൾ യാന്ത്രിക ലാഭം ഒന്നിൽ ചുരുങ്ങിയിരിക്കും.

യാന്ത്രികലാഭം ഒന്നിലധികമായാൽ ശക്തിയേക്കാൾ ഭാരം അധികമാണ്. അതായതു വലിയൊരു ഭാരത്തെ ചെറിയൊരു ശക്തികൊണ്ടു നീക്കാം. ഇത്തരം പ്രവൃത്തി പടുപണി ആവാനെ നിവൃത്തിയുള്ളു. നേരെ മറിച്ചു, യാന്ത്രികലാഭം ഒന്നിൽ ചുരുങ്ങിയാൽ അപ്പോഴത്തെ പണി മിനുസപ്പണിയായിരിക്കും. ഉദാഹരണമായി, റെയിൽവെ ആപ്പീസ്സുകളിൽ പാർസൽ കൊണ്ടുപോകാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന



ചിത്രം 7

കൈവണ്ടി (wheelbarrel) എടുക്കുക. (ചിത്രം7) ഇതിൽ വലിയ ഭാരം അട്ടിയിടുന്നു. ഇതിനെ ഒരാൾ ഉരുട്ടിക്കൊണ്ടുപോകുന്നു, ഇതു മിനുസപ്പണി അല്ല. ഇവിടെ ശക്തിഭുജം, ഭാരഭുജത്തെക്കാൾ വലുതാണ്. അതുകൊണ്ടാണ് ഇതു സാദ്ധ്യമാകുന്നതു്. തീപ്പൊരി എടുക്കുന്നതു്, സൂക്ഷിച്ചു വേണം; ഇതു മിനുസപ്പണി ആണ്. ഇതിന്നു കൊടിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഈ ഉപകരണത്തിൽ ശക്തിഭുജം ഭാരഭുജത്തേക്കാൾ ചെറുതായിരിക്കും.

×—▬—×

അദ്ധ്യായം 7

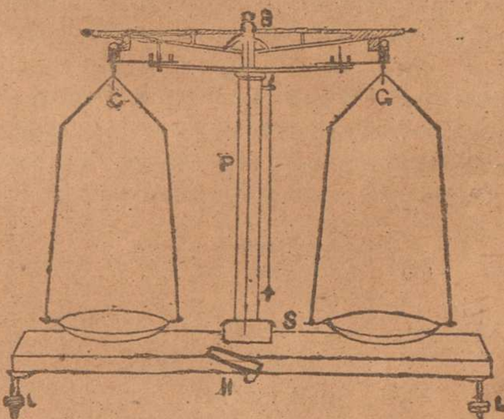
ത്തുലാസ്സ്

ത്തുലാസ്സ് എന്ന ഉപകരണം ഒന്നാംതരത്തിൽപെട്ട ഒരു ലീവറാണ്. ഇതിൽ ആധാരം ഭാരത്തിന്നും ശക്തിക്കും നടുവിലാണ് ആയതിനാൽ ശക്തിഭുജം ഭാരഭുജത്തിന്നു തുല്യമാണ്. അതുകൊണ്ടു ഭാരം = ശക്തി ആയിത്തീരുന്നു. ഒരു പദാർത്ഥത്തിൻെറ ശരിയായ തൂക്കം ഈ ഉപകരണംകൊണ്ടു കാണാം.

പീടികകളിൽ സാമാനം തൂക്കി വിൽക്കാൻ ത്തുലാസു ഉപയോഗിക്കുന്നു. പദാർത്ഥം ഒരു പിടി അധികമായാൽ യാതൊരു വൈഷമ്യവുമില്ല. ആയതിനാൽ ഇതിലെ ഭാഗങ്ങൾ വളരെ ജാഗ്രതയോടെ ഉണ്ടാക്കീട്ടില്ല. എന്നാൽ സ്വർണ്ണം തൂക്കുമ്പോൾ ജാഗ്രത വേണം.തട്ടാൻെറ ത്തുലാസിൻെറ നിർമ്മാണത്തിൽ ചില പരിഷ്ക്കാരങ്ങൾ ഉണ്ടാകും. ആധാരത്തോടനുബന്ധിച്ചിട്ടുള്ള സൂചിയുടെ നീളം അധികമാണ്. ശാസ്ത്ര വിഷയങ്ങളിൽ കാണുന്ന തൂക്കങ്ങളുടെ കൃത്യതയെ ആശ്രയിച്ചാണ് ഫലം ഇരിക്കുക. ആയതിനാൽ ഈ ആവശ്യങ്ങളിലേക്ക് ഉപയോഗിക്കുന്ന ത്തുലാസ്സ സംസ്കരിച്ചതായിരിക്കണം. അത്തരം ഒരു ത്തുലാസു താഴെ വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു

ഈ ഉപകരണത്തിൻെറ ചിത്രം നോക്കി ഭാഗങ്ങളെ പരിശോധിക്കുക. (ചിത്രം 8) ഇതിൽ B എന്നക്കമിട്ടതു ത്തുലാദണ്ഡം ആകുന്നു. ദണ്ഡിന്നു നിഷ്പ്രയാസം തിരിയുവാൻ സഹായിക്കുന്ന ആധാരം ദണ്ഡിൻെറ നടുവിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന കത്തിവായ (knife-edge) ആകുന്നു. ഈ കത്തിവായയുടെ പാദം മേല്പോട്ടാണ്. ഇതിൻെറ വായ, ഉയരുന്നതും താഴുന്നതും ആയ ഒരു വടിയുടെ ഉപരി നിൽക്കുന്നു. ഈ വടി ഒരു പൊള്ളയായ സ്തംഭ pillar)ത്തിൽ നീങ്ങുന്നു. ഇതിനെ സഹായിക്കുന്നതു H എന്ന

അറസ്റ്റ്മെണ്ട് (Arrestment) അതായതു് നിൎത്തൽപ്പിടിയാകുന്ന സ്തംഭം ഒരു പലകയുടെ നടുവിലാണു ഉറപ്പിച്ചിട്ടുള്ളതു്. ഈ പലകയുടെ ചോട്ടിൽ L എന്ന പിരിയാണികൾ കാണാം ഇവയെ



ചിത്രം 8

തിരിച്ച് പലകയെ ക്ഷൈതജത്തിൽ ആക്കാം. അങ്ങിനെ ആയിത്തീൎന്നിരിക്കുന്നുവോ എന്നറിയാൻ സ്തംഭത്തിന്റെ അടുക്കെ തൂക്കീട്ടുള്ള ഒലുമ്പ (Plumbline)യിലെ ചരട്, സ്തംഭത്തിന്റെ അടിയിലുള്ള വളയത്തിന്റെ നടുവിലാണോ എന്നു നോക്കണം. ചില തുലാസുകളിൽ വളയത്തിന്നു പകരം മേല്പോട്ടു തുറിച്ചു നില്ക്കുന്ന ഒരാണിയുണ്ടാകും. ഒലുമ്പയിൽ തൂങ്ങിക്കിടക്കുന്ന ലോഹത്തിന്റെ അഗ്രം ഈ ആണിയുടെ അഗ്രത്തിന്നു നേരെ ആണോ എന്നു നോക്കിയാലും മതി. തുലാദണ്ഡിന്റെ നടുവിൽനിന്നു കീഴോട്ടു ഒരു നീളമുള്ള സൂചി ഉണ്ടു്. ഇതിന്റെ അഗ്രം ഒരു സ്കെയിലിന്മേൽ തട്ടാതെ അതിന്റെ മുമ്പിൽ ഉള്ള H എന്ന പിടിയമൎത്തിയാൽ ആടുന്നതാണു്. Hനെ ഇടത്തു ഭാഗത്തു തിരിച്ചു

വെച്ചാൽ സൂചി ആടുകയില്ല. ആധാരത്തിൽനിന്നു കുറച്ചുകലെ ഇരുഭാഗത്തും കൊക്കികാം കാണാവുന്നതാണ്. ആധാരത്തിൽനിന്നു കൊക്കികാംക്കുള്ള ദൂരം തുല്യമാണ് ഈ കൊക്കികളിൽനിന്നു G എന്ന തട്ടുകാം തൂങ്ങിക്കിടക്കുന്നു. ഇവയുടെ തൂക്കം സമമായിരിക്കും H എന്ന പിടി പൊന്തിച്ചാൽ സ്തംഭത്തിലെ വടി ഉയരും. അതോടൊപ്പം തട്ടും ആടും. തട്ടുകളിൽ തൂക്കമില്ലാത്തപ്പോാം സ്കെയിലിലെ ഇരു ഭാഗത്തേക്കും നടുവിൽനിന്നു സൂചി കൃത്യമായി ആടിത്തുടങ്ങണം. ഇതൊരുവിധം ശരിപ്പെടുത്തുവാൻ തുലാദണ്ഡുകളുടെ ഇരുഅററങ്ങളിലും വട്ടംപിരിയും ഏർപ്പാട് ഉണ്ട്. അവയെ പാകംപോലെ തിരിച്ചു സൂചി ആടുവാൻ ഇടയാക്കാം.

അദ്ധ്യായം 8

തുലാസ്സ് (തുടച്ച്)

മുൻ അദ്ധ്യായത്തിൽ വിവരിച്ച തുലാസിലെ ഭാഗങ്ങളെ പററി പൂർണ്ണമായ ഒരു വിവരണം ഉണ്ടായിരിക്കണം.

ഇതിലെ സൂചി നീളമുള്ളതായിരിക്കണം. ദണ്ഡു ആടുമ്പോാം ഉണ്ടാകുന്ന ചലനം പ്രത്യക്ഷപ്പെടുവാനാണ് ഇതിന്നിത്ര നീളമുള്ളതു്. ദണ്ഡു ആടി സ്ഥിരാവസ്ഥയെ വേഗം പ്രാപിച്ചാൽ ദണ്ഡിൻെറ ചലനം പരിശോധിക്കാവുന്നതല്ല. അതുകൊണ്ടു, ഉപകരണത്തിൻെറ ആകർഷണകേന്ദ്രം ആധാരത്തിൻെറ അടുക്കെയായിരിക്കണം.

ക്ഷണത്തിൽ സ്ഥിരാവസ്ഥ പ്രാപിക്കുന്നതു നല്ലതല്ല, പക്ഷേ, ഈ സംഗതിയിൽ മനസ്സിരുത്തി തുലാസു നിർമ്മിക്കുമ്പോാം വേറൊരു അസൌകര്യം ഉണ്ടാകും. തുലാസു മറിഞ്ഞു വീഴാൻ നോക്കും. തൂക്കുന്ന അവസരത്തിൽ ഓരോ പ്രാവശ്യവും

തുലാസു മറിയുന്നതായാൽ ബുദ്ധിമുട്ടാണല്ലോ. ഇതിൻെറ നിവാരണത്തിന്നു ദണ്ഡിന്നു കട്ടി കൂട്ടണം. വല്ലാതെ കട്ടി കൂടിയാൽ തുലാസുകൊണ്ടു് ഉപയോഗമില്ലാതെ വരും. ആവശ്യത്തെ മുൻനിൎത്തി, ഈ രണ്ടു വിപരീത നിബന്ധനകളേയും ഇണക്കി തുലാസുകൾ ഉണ്ടാക്കണം. കട്ടി കൂടാതിരിക്കുവാനാണു് ദണ്ഡിൽ അവിടവിടെയായി തുറന്ന ഭാഗങ്ങൾ ഉള്ളതു്.

മൂന്നാമതൊരു വിഷയം കൂടി തുലാസിൽ ഓൎമ്മിക്കേണ്ടതുണ്ടു്. അതു കള്ളത്തുലാസാകാതെയിരിക്കണം. അതിന്നു കൃത്യത വേണം. ഇതിന്നു തുലാസിൻെറ ഭുജങ്ങൾ സമമായിരിക്കുകയും തട്ടിൻെറ തൂക്കങ്ങൾ തുല്യമായിരിക്കുകയും വേണം.

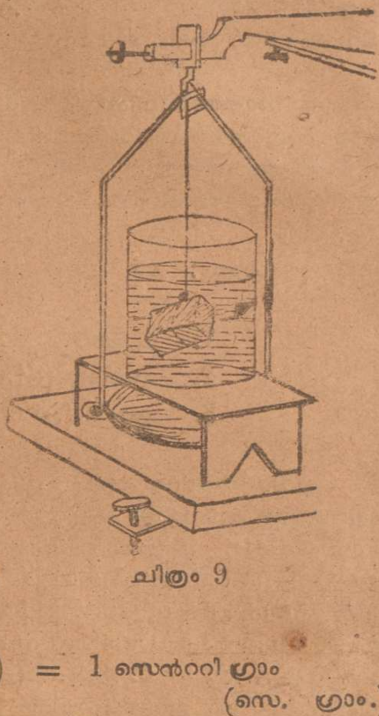
സംഗ്രഹം: ഒരു നല്ല തുലാസ്സിന്നു വേണ്ട ഗുണങ്ങൾ—

1: സൂക്ഷ്മ ഗ്രഹണശക്തി (Sensibility)
2. സ്ഥിരത (Stability)
3. കൃത്യത (Accuracy)

ഇവയിൽ ഒന്നും രണ്ടും വിപരീതഗുണങ്ങളാണു. എന്നാൽ ഏതിനാണു പ്രാധാന്യം കൊടുക്കേണ്ടതെന്നതു് ആവശ്യത്തെ അനുസരിച്ചിരിക്കും. വളരെ ചെറിയ ഭാരങ്ങൾ തൂക്കിക്കാണാൻ ആദ്യത്തെ നിബന്ധനക്കു പ്രാധാന്യം ഉണ്ടു. അതിന്നുള്ള തുലാസുകളിൽ സ്ഥിരത വിലവെക്കാറില്ല. മറിഞ്ഞു വീഴാതിരിക്കാൻ തുലാദണ്ഡിൻെറ ചോട്ടിലായി സ്തംഭത്തിൽനിന്നു ഇരുഭാഗത്തേക്കും പുറപ്പെടുന്ന താങ്ങുകൾ ഉണ്ടു. (ചിത്രത്തിൽ സ്തംഭത്തിൻെറ ഉപരിഭാഗത്തിലായി ഇവയെ കാണാം)

തുലാസിലെ ഓരോ കൊക്കിയിലും ഈരണ്ടു കൊളുത്തുണ്ടു്. ഇതിൻെറ ആവശ്യം അറിഞ്ഞിരിക്കണം. ആദ്യത്തെ കൊളുത്തിൽനിന്നാണു തട്ടു തൂക്കീട്ടുള്ളതു്. തട്ടിൽ പദാൎത്ഥം വെക്കാതെ തൂക്കുമ്പോൾ രണ്ടാമത്തെ കൊക്കിയിൽ നിന്നാണു പദാൎത്ഥം കെട്ടി

യീടാറ്. ഉദാഹരണമായി, ഒരു പദാത്ഥത്തിന്റെ തൂക്കംവെള്ളത്തിൽ എത്രയെന്നു കാണണമെന്നിരിക്കട്ടെ. അപ്പോൾ രണ്ടാമത്തെ കൊളുത്തിൽനിന്നാണു കെട്ടിത്തൂക്കേണ്ടതു (ചിത്രം 9 നോക്കുക)



ചിത്രം 9

തട്ടിന്മീതെ തുലാസു തൊടാതെ ഒരു പീഠം വെക്കണം. അതിന്മേൽ വെള്ളമുള്ള ഒരു ബീക്കർ വെച്ച പദാത്ഥത്തെ രണ്ടാമത്തെ കൊക്കിയിൽനിന്നു ചരടുകൊണ്ടു തൂക്കി വെള്ളത്തിൽ ആഴ്ത്തി നിത്തുക.

തുലാസിൽ പദാർത്ഥങ്ങൾ തൂക്കുവാൻ തൂക്കപ്പെട്ടി വേണം. പെട്ടിയിൽ തൂക്കക്കട്ടികൾ ഉണ്ടാകും. ഇവ ഗ്രാം തൂക്കങ്ങൾ ആണു കാണിക്കുക. വലിയ തൂക്കക്കട്ടികളുടെ അടുക്കെയായി ഗ്ലാസുമൂടിയുള്ള കള്ളികളിൽ മില്ലിഗ്രാം തൂക്കങ്ങൾ വെച്ചിരിക്കും.

ഗ്രാമിന്നും മില്ലിഗ്രാമിന്നും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം അറിഞ്ഞിരിക്കണം.

10 മില്ലിഗ്രാം (മി. ഗ്രാ) = 1 സെൻററിഗ്രാം (സെ. ഗ്രാം.)

10 സെ. ഗ്രാം = 1 ഡെസിഗ്രാം (ഡെ. ഗ്രാം

10 ഡെ. ഗ്രാം = 1 ഗ്രാം

1000 ഗ്രാം = 1 കിലോഗ്രാം (കി. ഗ്രാം)

പെട്ടിയിലെ തൂക്കക്കട്ടികൾ താഴെ പ്രസ്താവിക്കുന്നവയാണ്. അവ:—

തൂക്കം	എണ്ണം	ആകൃതി
1 മി ഗ്രാം	ഒരെണ്ണം	ത്രികോണം
2 മി ഗ്രാം	രണ്ടെണ്ണം	ചതുരം
5 മി ഗ്രാം	ഒരെണ്ണം	ഷഡ്കോണം
10 മി ഗ്രാം	ഒരെണ്ണം	ത്രികോണം
20 മി ഗ്രാം	രണ്ടെണ്ണം	ചതുരം
50 മി ഗ്രാം	ഒരെണ്ണം	ഷഡ്കോണം.
100 മി ഗ്രാം	ഒരെണ്ണം	ത്രികോണം
200 മി ഗ്രാം	രണ്ടെണ്ണം	ചതുരം
500 മി ഗ്രാം	ഒരെണ്ണം	ഷഡ്കോണം

മില്ലിഗ്രാം തൂക്കക്കട്ടികൾക്കു പുറമെ ഗ്രാം തൂക്കക്കട്ടികൾ ഉണ്ട്. അവയിൽ 1 ഗ്രാം, 10 ഗ്രാം, 100 ഗ്രാം, 1000ഗ്രാം എന്നിവ ഓരോന്നും ഒരെണ്ണവും 2 ഗ്രാം 20 ഗ്രാം 2000ഗ്രാം എന്നിവ രണ്ടെണ്ണവും 5 ഗ്രാം, 50 ഗ്രാം' 500 ഗ്രാം എന്നിവ രണ്ടെണ്ണവും ആയിരിക്കും.

തൂക്കക്കട്ടികളെ കൈകൊണ്ടു പെരുമാറരുത്. അവയെ ഉപയോഗിക്കുവാൻ പെട്ടിയിൽ ഒരു ചവണ ഉണ്ടായിരിക്കും.

മില്ലിഗ്രാം തൂക്കക്കട്ടികൾ അലുമിനിയം കൊണ്ടായിരിക്കും ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കുക. ആയതിനാൽ അവയിൽ 'കറ' വേഗം തട്ടുകയില്ല. ഗ്ലാസുമൂടിയുള്ളതിനാൽ പെട്ടിയിൽ നിന്നു വീണു നഷ്ടപ്പെടാൻ ഇടയില്ല.

അദ്ധ്യായം 9

തുലാസ്സ് (തുടർച്ച)

പദാൎത്ഥങ്ങളുടെ തൂക്കം കാണുവാൻ തുലാസു ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ ചില സംഗതികളിൽ മനസ്സിരുത്തണം.
അവ—

1 സ്തംഭം കുത്തനെയായിരിക്കണം; ഇതിന്നു പലകയുടെ അടിയിലുള്ള പിരിയാണികൾ തിരിച്ചു ഒലുമ്പ ശരിപ്പെടുത്തിയാൽ മതി.

2 തൂക്കുവാനുള്ള പദാർത്ഥം ഇടത്തെ തട്ടിലും തൂക്കക്കട്ടികൾ വലത്തെത്തട്ടിലും ആണു വെക്കേണ്ടതു്.

3 തൂക്കപ്പെട്ടി വലത്തു ഭാഗത്താണു വെച്ചിരിക്കേണ്ടതു്.

4 തൂക്കക്കട്ടികൾ ചവണകൊണ്ടു മാത്രമെ എടുത്തു സ്ഥാനം മാററുവാൻ പാടുള്ളു.

5 വായനക്കുറിപ്പുകൾ കുറിച്ചെടുക്കുന്ന അവസരത്തിൽ മാത്രമെ പിടി ഉയൎത്തി വലത്തോട്ടു തിരിച്ചു വെയ്ക്കാവു. മററവസരങ്ങളിൽ പിടി ഇടത്തായിരിക്കണം.

6 തുലാസിന്നുള്ള ഗ്ലാസറയുടെ മുൻഭാഗം വായനക്കുറിപ്പുകൾ എടുക്കുമ്പോൾ തുറന്നിട്ടിരിക്കുന്നതു്.

7 തുലാസിലെ സൂചി സ്കെയിലിൻെറ മുമ്പിൽ ആടുവാൻ പാകത്തിൽ വട്ടം പിരിയും തിരിച്ചു് ശരിപ്പെടുത്തണം.

8 ചൂടുള്ള പദാൎത്ഥങ്ങൾ തുലാസിൽ തൂക്കുവാൻ പാടില്ല.

9 തൂക്കക്കട്ടികൾ കഴിവുള്ളേടത്തോളം തട്ടിൻെറ മദ്ധ്യത്തിൽ വെക്കേണ്ടതാണു.

10 ഉപയോഗിച്ച തൂക്കക്കട്ടികളുടെ തുക കാണുവാൻ പെട്ടിയിലെ ഒഴിഞ്ഞ കള്ളികൾ നോക്കി തൂക്കം കുറിച്ചെടുത്തു ആകെത്തൂക്കം കാണേണ്ടതാണു.

11 പദാർത്ഥത്തിൻെറ തൂക്കം കണ്ടതിന്നുശേഷം തൂക്കക്കട്ട കഠം സ്ഥാനത്തിൽതന്നെ പെട്ടിയിൽ വെയ്ക്കണം.

12 സൂചി പാകത്തിൽ ആടുവാൻ ഇടയാക്കിയതിന്നുശേഷം പദാർത്ഥത്തിൻെറ തൂക്കം കാണുന്നതുവരെ വട്ടം പിരിയും വീണ്ടും തിരിക്കരുതു്. ഉപയോഗം കഴിഞ്ഞതിന്നുശേഷം തുലാസിന്നുള്ള ഗ്ലാസറയുടെ മുൻവശത്തെ മൂടി അടയ്ക്കുവാൻ മറക്കരുതു്.

തുലാസിൽ പൊടിയോ മററൊ തട്ടരുതു്. ഇതിൻെറ ഭാഗങ്ങളിൽ കറ തട്ടാതിരിക്കുവാൻ സൂക്ഷിക്കണം. ഇതിന്നു ഒരു ജാഗ്രത എടുക്കാറുണ്ടു്. ഗ്ലാസറയുടെ ഒരു മൂലയിൽ ചെറിയൊരു ബീക്കറിലായി സാംഫ്യൂറിക്കമ്ലം ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ അമ്ലം വായുവിലെ നീരാവിയെ വലിച്ചെടുക്കും. അപ്പോഠം തുലാസിൽ കറ തട്ടുകയില്ല.

അദ്ധ്യായം 10

തുലാസു (തുടർച്ച)

തുലാസു ഉപയോഗിച്ചു് ഒരു സാധനത്തിൻെറ തൂക്കം കാണുവാനുള്ള മാർഗ്ഗം ചുരുക്കി വിവരിക്കാം.

ഒന്നാമതായി, തുലാസിൽ പദാർത്ഥങ്ങളൊന്നും ഇല്ലാതിരിക്കുമ്പോഠം ആടുന്ന സൂചി വന്നു നിൽക്കാവുന്ന സ്ഥാനം ആദ്യത്തിൽ കാണണം. ഈ സ്ഥാനത്തിന്നു 'ശൂന്യബിന്ദു' (zero point എന്നു പേർ.

നല്ലൊരു തുലാസിൽ, സൂചി ആടുവാൻ തുടങ്ങിയാൽ വേഗത്തിൽ വിരാമസ്ഥാനം പ്രാപിക്കയില്ല. ഈ സ്ഥാനം കണക്കുകൂട്ടി കാണേണ്ടതാണു്

സ്തംഭത്തിന്മേലുള്ള സ്കെയിലിൽ നിന്നു, സൂചി എത്തിച്ചേരുന്ന ഇടത്തെ സ്ഥാനവും അടുത്ത വലത്തെ സ്ഥാനവും പിന്നെയുള്ള ഇടത്തെ സ്ഥാനവും കുറിച്ചെടുത്തു താഴെ കാണിച്ചപ്രകാരം പട്ടികയിൽ ചേർക്കുക.

	ഇടം	വലം
ശരാശരി		
ശരാശരികളുടെ ശരാശരി		

	ഇടം	വലം
	2 4	16
ശ. ശ.	3	16
ശ. ശ. കളുടെ ശ. ശ.	9.5	

വലത്തെപ്പട്ടികയിൽ ഏതോ ഒരു പരിശ്രമഫലമാണു് കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു്. കണക്കു കൂട്ടുന്ന സമ്പ്രദായം വ്യക്തമാകുവാൻ തുകകൾ സഹായിക്കുമല്ലോ.

ഇമ്മാതിരി കാണുന്ന ശരാശരികളുടെ തുക, ഭാരമില്ലാത്തപ്പോൾ തുലാസു തരുന്ന ശൂന്യബിന്ദുവാണു. ഒരു അവലംബനബിന്ദുവിൽനിന്നു കെട്ടിത്തൂക്കീട്ടുള്ള ലോലകം ആടുമ്പോൾ വിരാമസ്ഥാനത്തിൽനിന്നു ഇരുഭാഗത്തും സമമായ ദൂരം നീങ്ങും എന്ന സംഗതിയെ അടിസ്ഥാനമാക്കീട്ടാണു ഗണനരീതി കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു്.

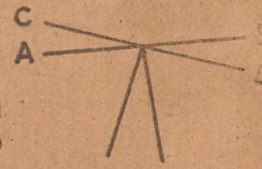
ഇതിന്നുശേഷം ഇടത്തെത്തട്ടിൽ സാധനം വെച്ച് വലത്തെത്തട്ടിൽ തൂക്കക്കട്ടികൾ ചേർത്തു പിടി വലത്തോട്ടു തിരിച്ചു സൂചി

സ്റ്റേയിലിൻെറ മുമ്പാകെ ക്രമമായ മട്ടിൽ ആടുന്നുവോ എന്നു നോക്കുക. സൂചി ഇടത്തോട്ടധികം പോകുന്നതായാൽ വലത്തെ തട്ടിൽ തൂക്കക്കട്ടികൾ അധികമാണെന്നു മനസ്സിലാക്കണം. പിടി ഇടത്തോട്ടു കൊണ്ടുവന്നു് തൂക്കക്കട്ടികൾ ചുരുക്കി വീണ്ടും പരിശ്രമമാവർത്തിക്കുക. ഇങ്ങിനെ ചുരുക്കി സ്റ്റേയിലിൻെറ മുമ്പാകെ സൂചി ആടുവാൻ ഇടയാക്കുക.

തൂക്കക്കട്ടികൾ ചേർക്കുന്നതും ചുരുക്കുന്നതും പിടി ഇടത്തുഭാഗത്തിരിക്കുമ്പോൾ മാത്രമെ ചെയ്യുവാൻ പാടുള്ളു. സൂചി ആടുന്ന മട്ടു നോക്കുവാൻ പിടി വലത്തോട്ടാക്കണം.

ഇങ്ങിനെ ചെയ്തതിനുശേഷം സൂചി കാണിക്കാവുന്ന വിരാമബിന്ദു കാണുക. ഇതിന്നു, ശൂന്യബിന്ദു കാണുവാൻ പ്രയോഗിച്ച മാർഗ്ഗംതന്നെയാണു അനുസരിക്കേണ്ടതു്. ഉദാഹരണമായി, 'വിരാമബിന്ദു'വിന്നുള്ള തുക '9' എന്നാകട്ടെ.

ഇടത്തെത്തട്ടും വലത്തെത്തട്ടും സമമായ ഭാരം കാണിക്കുമ്പോൾ വിരാമബിന്ദു 9. 5 ആയിരിക്കണം. ചിത്രം നോക്കുക (ചിത്രം 10)



ചിത്രം 10

ഇവിടെ A B എന്നതു് തട്ടുകളിൽ തുല്യഭാരമുള്ളപ്പോൾ ദണ്ഡിന്നുള്ള അവസ്ഥയാണു കാണിക്കുന്നതു. സൂചി A B ക്കു് ലംബമായിരിക്കും. അതു് കാണിക്കുന്ന, വിരാമബിന്ദു 9. 5 ആണെന്നാണല്ലോ നാം വിചാരിച്ചിട്ടുള്ളതു്. ഭാരങ്ങൾ തട്ടിൽ ചേർത്തതിന്നു ശേഷമുള്ള ദണ്ഡിൻെറ അവസ്ഥ CD ആണു. സൂചി '9' എന്ന ബിന്ദുവിലാണല്ലോ വിരമിക്കേണ്ടതു്. അതായതു സൂചി ഇവിടെ ഇടത്തോട്ടു നീങ്ങി ഇരിക്കുന്നു. അതിന്നു ലംബമായിരിക്കണം C D എന്ന ദണ്ഡു. ചുരുക്കിപ്പറയുമ്പോൾ, ദണ്ഡിൻെറ വലത്തെ ഭുജം താണിരിക്കുന്നതിനാൽ തൂക്കക്കട്ടികൾ അധികമാണു്.

സാധനത്തിൻെറ തൂക്കം സെൻറിഗ്രാംവരെ കൃത്യമാകണമെങ്കിൽ 10 മി. ഗ്രാം കണ്ടു വലത്തെ തട്ടിൽനിന്നു നീക്കം ചെയ്യുക. ഇപ്പോഴുള്ള വിരാമ ബിന്ദു 10.3 എന്നാകട്ടെ

ഇവിടെ 9.5 ൻെറ ഇടത്തുള്ളതും വലത്തുള്ളതും ആയ രണ്ടു വിരാമബിന്ദുക്കൾ കിട്ടീട്ടുണ്ട്.

ഇമ്മാതിരി ശൂന്യ ബിന്ദുവിൻെറ ഇടത്തും വലത്തുമായി രണ്ടു വിരാമബിന്ദുക്കൾ കിട്ടിയശേഷം തൂക്കം കൃത്യപ്പെടുത്താവുന്നതാണ.

9.5 ആയാൽ ഇരുതട്ടും സമമാണ. അതായതു് പദാൎത്ഥത്തിൻെറ തൂക്കമാണ തൂക്കക്കട്ടികൾ കാണിക്കുക. 10.8നെക്കാൾ 9 എന്ന ബിന്ദു 9.5 ൻെറ അടുക്കെയാകകൊണ്ടു 9 കിട്ടിയപ്പോൾ വലത്തെ തട്ടിൽ ചേൎത്ത തൂക്കമാണ ശരിയായിട്ടുള്ളതു്. ആ തൂക്കം കുറിച്ചെടുക്കേണ്ടതാണ്.

തൂക്കം തുലാസിൽ നിന്നു കാണുന്നവസരത്തിൽ അനുസരിക്കേണ്ടുന്ന സമ്പ്രദായം ഒരു നോട്ടത്തിൽ നോക്കി അറിയുവാൻ താഴെ ചേൎത്തിട്ടുള്ള പട്ടിക സഹായിക്കും.

ഇടത്തെ തട്ടിൽ ഭാരം	വലത്തെ തട്ടിൽ തൂക്കക്കട്ടികൾ	തിരിയുംനിലകൾ		ശൂന്യബിന്ദു അഥവാ വിരാമ ബിന്ദു	സ്വീകരിക്കേണ്ടുന്ന തൂക്കം
		ഇടം	വലം		
○	○	2, 4 } 3	16	9.5	
ഗ്ലാസടപ്പു	18.62 ഗ്രാം	3, 4 } 3.5	13.1	8.3	വലത്തെതട്ടിൽ ഭാരമധികം
	18.61 ,,	2, 3 } 2.5	16	9.3	ടി
	18.60 ,,	3, 4 } 3.5	17.5	10.5	ഇവിടെ 9.3 എന്നതും 10.5 നേക്കാൾ 9.5 ൻെറ അടുക്കെയാകയാൽ തൂക്കം 18.61 ഗ്രാം.

N. B—ശൂന്യബിന്ദുവിന്റെ ഇടത്തും വലത്തും ആയി രണ്ടു തുകകഠം കിട്ടുന്നതുവരെ 10 മി. ഗ്രാം തൂക്കക്കട്ടികഠം നീക്കം ചെയ്തു വിരാമബിന്ദു കാണേണ്ടതാണ്.

അദ്ധ്യായം 11

സ്ഥിതിസ്ഥാപകത്വം (elasticity)

തുലാസുപയോഗിച്ചുകാണുന്ന ഒരു സാധനത്തിന്റെ തൂക്കം ഭൂമിയിൽ എല്ലായിടത്തും ഒരുപോലെ ഇരിക്കയില്ല. തൂക്കം ഭൂമിയുടെ ആകർഷണത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും എന്നു് അറിയുന്ന സംഗതിയാണല്ലോ. ഈ ആകർഷണം ഒരേ സ്ഥാനത്തിൽ എപ്പോഴും സ്ഥിരമായിരിക്കും. ഭൂമിയുടെ കേന്ദ്രത്തിനും പദാർത്ഥത്തിന്റെ സ്ഥാനത്തിന്നും ഇടയിലുള്ള ദൂരം ചുരുങ്ങുമ്പോഠം ഈ ആകർഷണശക്തി അധികമാകും; അതായതു തൂക്കം അധികമാകും. ഉഷ്ണമേഖലയിലെ ഒരു സ്ഥാനത്തിൽ പദാർത്ഥത്തിന്നുള്ള തൂക്കത്തേക്കാഠം ശീതമേഖലയിൽ അതിന്നു തൂക്കം അധികമുണ്ടു്. ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിൽ ഭൂമിയുടെ കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നുള്ള ദൂരം ഉഷ്ണമേഖലകളിൽ ഉള്ള ദൂരത്തേക്കാഠം ചുരുങ്ങിയിരിക്കും. തുലാസുപയോഗിച്ചു തൂക്കം കാണുമ്പോഠം ഈ വ്യത്യാസം പ്രത്യക്ഷപ്പെടുകയില്ല. ഇടത്തെത്തട്ടിന്നു ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിൽ എത്രകണ്ടു തൂക്കം അധികമാകുമോ അത്രകണ്ടു വലത്തെ തട്ടിന്നും തൂക്കം വർദ്ധിക്കും. തുലാസുപയോഗിക്കുമ്പോഠം നാം തട്ടുകഠം സമപ്പെടുത്തുകയാണു ചെയ്യുന്നതു്. അതുകൊണ്ടു് ആകർഷണ ശക്തിക്കുള്ള വ്യത്യാസം നാം ഗണിക്കുന്നതേയില്ല.

സ്പ്രിംഗ് തുലാസുപയോഗിക്കുമ്പോഠം തൂക്കത്തിൽ വ്യത്യാസം നേരിടുന്നതു് അനുഭവപ്പെടുന്നതാണു്.

സ്പ്രിംഗ് തുലാസിൻെറ വിവരണം 12ാം അദ്ധ്യായത്തിൽ ചേർത്തിട്ടുണ്ട്. അതു മനസ്സിലാക്കാൻ പദാർത്ഥങ്ങൾക്കുള്ള സ്ഥിതിസ്ഥാപകത്വം എന്തെന്നറിയണം.

ഒരു നേരിയ റബ്ബർ കഷണം എടുക്കുക. അതിൻെറ ഒരററം പിടിച്ചു മറേറ അററം നീട്ടുക. റബ്ബർ വലിഞ്ഞു നീളുന്നു. എന്നാൽ വലിക്കൽ ഇല്ലാതാക്കിയാൽ റബ്ബർ പൂർവ്വ സ്ഥിതിയെ പ്രാപിക്കും. റബ്ബറിന്നു സ്ഥിതി സ്ഥാപകത്വമുണ്ടെന്നു പറയുന്നു. ബലം ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ നീളുന്ന സാധനം ബലം നീക്കിയാൽ പൂർവ്വ സ്ഥിതിയെ പ്രാപിക്കുന്നതായാൽ അത്തരം പദാർത്ഥങ്ങൾ സ്ഥിതിസ്ഥാപകത്വമുള്ളവയാണു.

സ്ഥിതിസ്ഥാപകപദാർത്ഥങ്ങൾക്കുള്ള ഒരു നിയമം എളുപ്പത്തിൽ പഠിക്കാവുന്നതാണ്. ഒരു റബ്ബർ ചരടെടുക്കുക. അതിന്മേൽ കുറേ അകലെയായി രണ്ടു മൊട്ടുസൂചികൾ തറക്കുക. റബ്ബർ കെട്ടിത്തൂക്കുക. ചരടിൽ വളവു പിരിവുകൾ ഇല്ലാതിരിക്കുവാൻ ഒരു ചെറു തട്ടു ചോട്ടിൽ തൂക്കുക. സൂചികൾ തൊട്ടിരിക്കത്തക്ക വണ്ണം ഒരു സ്കെയിൽ നിർത്തുക. സൂചികൾക്കിടയിലെ നീളം കാണുക. തട്ടിൽ 50 ഗ്രാം തൂക്കക്കട്ടികൾ ചേർക്കുക. ഈ സമയത്തുള്ള സൂചികൾക്കിടയിലെ നീളം കുറിച്ചെടുക്കുക. പിന്നീടു 50 ഗ്രാം വീതം തൂക്കം തട്ടിൽ മൂന്നുനാലു തവണ ചേർത്ത് ഓരോ അവസരത്തിലും സൂചികൾക്കിടയിലെ ദൂരം കാണുക. 50 ഗ്രാം കണ്ടു തൂക്കം ചുരുക്കി സൂചികൾക്കിടയിലെ നീളം കാണുക. ഈ വായനകളെല്ലാം പട്ടികയിൽ ചേർത്ത് അവസാനത്തെ കള്ളി പരിശോധിക്കുക.

തട്ടിലെ ഭാരം	ഭാരംചേർക്കുമ്പോഴം നീളം	ഭാരംഎടുക്കുമ്പോഴം നീളം	ശരാശരി നീളം	വലിവു	ഭാരവൃദ്ധന	വലി / ഭാരവൃദ്ധന
0	30cm	30cm	30			
50	32cm	32cm	32	32--30 =cm	50--0 =50 ഗ്രാം	2/50=.04
100	34cm	34cm	34	34--32 =2cm	100--50 =50 ഗ്രാം	2/50=.04
... .	....	... ...	....	... .	... ...	... ...

$\frac{\text{വലിവു}}{\text{ഭാരവൃദ്ധന}}$ എന്ന തുക ഒരു സ്ഥിര സംഖ്യയാണ്, അതായതു വലിവ് ഭാരവൃദ്ധനക്കു ക്രമാനുപാതമാകുന്നു.

ഈ സംഗതി യെങ്ങ് (Young) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് ആദ്യം പ്രസ്താവിച്ചതു്. ഭാരം വളരെ അധികമായാൽ സ്ഥിതിസ്ഥാപകത്വം നീങ്ങിപ്പോയി ചരടുതന്നെ പൊട്ടുവാൻ ഇടവരും അതുകൊണ്ടു വലിവിന്നും ഭാരത്തിന്നും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം സ്ഥിതിസ്ഥാപകത്തിന്നുള്ള അതിർത്തികൾക്കിടയിൽ മാത്രം ബാധിക്കുന്നതാണ്.

എല്ലാപദാർത്ഥങ്ങൾക്കും സ്ഥിതിസ്ഥാപകത്വമുണ്ടു്. ചിലവയിൽ ഇതു നല്ലവണ്ണം കാണാം. മററു ചിലവയിൽ ഇതു തീരെ

ഇല്ലാതിരിക്കും. പൂർണ്ണമായ സ്ഥിതിസ്ഥാപകത്വം ഗ്ലാസിന്നാണുള്ളതു്; പക്ഷേ ഇതിന്നുള്ള സീമ അഥവാ അതിർത്തി വളരെ ചുരുങ്ങിയിരിക്കും.

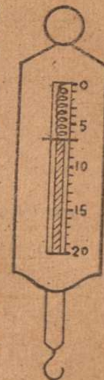
വലിവിൻെറ അളവു അധികമാകണമെങ്കിൽ പദാർത്ഥത്തിൻെറ നീളം അധികമാകണം. തിര്യക്ഛേദം (cross-section) അധികമായാൽ അളവു ചുരുങ്ങും. ഭാരം വർദ്ധിക്കുന്തോറും വലിവിൻെറ അളവു അധികമാവും.

അദ്ധ്യായം 12

സ്പ്രിംഗ്ത്തുലാസ്സ്

വലിവു ഭാരത്തിനു ക്രമാനുപാതമാണെന്നുള്ള തത്വത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കീട്ടാണു സ്പ്രിംഗ്ത്തുലാസു ഉണ്ടാക്കീട്ടുള്ളതു്.

ഒരാണിയിൽനിന്നു് ഒരു സ്പ്രിംഗ് താണുകിടക്കും. സ്പ്രിംഗ് ഒരു ഉറയിൽ വെച്ചിരിക്കും. ഉറയിൽ ഒരു പിളർപ്പുണ്ടാകും. സ്പ്രിംഗിൻെറ അടിയിൽനിന്നു് ഉറയിലെ പിളർപ്പിൽക്കൂടി തുറിച്ചുനിൽക്കുന്ന സൂചി പുറമെ വന്നിട്ടുള്ളതു കാണാം. സ്പ്രിംഗിൻെറ അടിയിൽ ഒരു കൊളുത്തുണ്ടു്. സൂചിയുടെ അടുക്കെയായി പിളർപ്പിൻെറ വലത്തു വശത്തുള്ള ഒരു സ്കെയിലിൽ നിന്നാണു്, കൊളുത്തിൽ തൂക്കിയിടുന്ന പദാർത്ഥത്തിൻെറ തൂക്കം കാണുക. കൊളുത്തിൽ ഭാരമില്ലാതിരിക്കുമ്പോഴും സൂചി '0' എന്ന അക്ക



ചിത്രം 11

ത്തിനെതിരായിരിക്കും. റാത്തൽ അളവാണു തുലാസു കാണിക്കുന്നതെന്നിരിക്കട്ടെ. 10 എന്ന അക്കത്തിന്നെതിരായി സൂചി വരുമ്പോൾ കൊളുത്തിൽ 10 റാത്തൽ ഭാരമുണ്ടായിരിക്കും. '0'ത്തിന്നും '10'ന്നും ഇടയിലെ നീളത്തിന്റെ ഇരട്ടിയായിരിക്കും '0'ത്തിന്നും '20'ന്നും ഇടയിലെ നീളം. (ചിത്രം 11)

ഈ തുലാസ്സിൽ ഒരു തട്ടു മാത്രമേ ഉള്ളു. ഈ തുലാസുകൊണ്ടു ഉഷ്ണ മേഖലയിലെ ഒരു സ്ഥലത്തിൽ തൂക്കീട്ടുള്ള പദാർത്ഥത്തെ ശീതമേഖലയിലെ ഒരു സ്ഥലത്തിൽ ചെന്നു തൂക്കി നോക്കുമ്പോൾ തൂക്കം അധികം ആയിട്ടുണ്ടെന്നു കാണും. ഇങ്ങിനെ അനുഭവപ്പെടുവാൻ കാരണം ഭൂമി ഉരുണ്ടതാകാത്തതു കൊണ്ടാണു. ഉഷ്ണമേഖലയിലെ സ്ഥലത്തിൽനിന്നു ഭൂമിയുടെ കേന്ദ്രത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം അധികവും, പദാർത്ഥത്തിന്നുള്ള തൂക്കം ചുരുക്കവുമാണു്.

വിഭാഗം രണ്ട്

അദ്ധ്യായം 13

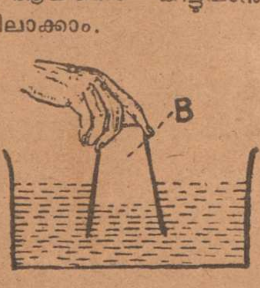
(വായുമണ്ഡലം)

വായുവിൻെറ മർദവും വ്യാപകത്വവും-ഉപയോഗങ്ങൾ, വായു ചാമ്പുവാനുള്ള യന്ത്രം (air-pump)

വായുവിന്നു് എല്ലാഭാഗത്തേയ്ക്കും മർദശക്തി ഉപയോഗിക്കുവാൻ സാധിക്കും. ഇക്കാരണത്തിലാകുന്നു റബ്ബർ ബ്ളാഡറി (bladder)ൽ നമുക്കു് കാററു നിറക്കുവാൻ സാധിക്കുന്നതു്. മോട്ടോർ വണ്ടിയിലെ ടയറും ചവിട്ടു വണ്ടിയിലെ ടയറും കാററു ചാമ്പുമ്പോൾ നിറയുന്നതും ഇതേ കാരണത്താലാകുന്നു.

വായുവിനെ അമത്തി അതിൻെറ ആയതനം ചുരുക്കുവാൻ സാധിക്കും. വായു നിറച്ച ഫുട്ബാൾ (കാൽപന്തു—football) ഞെങ്ങുന്നതു് ഇക്കാരണം കൊണ്ടാകുന്നു. ഒരു പരന്ന പാത്രത്തിൽ വെള്ളം എടുക്കുക. ഒരു ബീക്കറിൻെറ അടിഭാഗം പിടിച്ചു് അതിൻെറ മുഖം വെള്ളത്തിൻെറ ഉള്ളിലേയ്ക്കു് തള്ളി നിർത്തുക. (ചിത്രം 12 നോക്കുക) വെള്ളം ബീക്കറിൻെറ ഉള്ളിലേക്കു കുറച്ചൊന്നു തള്ളിനിൽക്കും. കൈവിട്ടാൽ ബീക്കർ മേല്പോട്ടു പൊന്തും. ആയതിനാൽ, വായുവിനെ അമത്തി ചുരുക്കാമെന്നും മർദശക്തി ചുരുങ്ങിയാൽ ആദ്യത്തെ ആയതനം കിട്ടുവാൻ വായു ശ്രമിക്കുന്നതാണെന്നും നമുക്കു മനസ്സിലാക്കാം.

വാതകങ്ങൾ അവയ്ക്കു് കിട്ടുന്ന സ്ഥാനങ്ങളിലെല്ലാം വ്യാപിക്കും. ഈ സംഗതിയാകുന്നു പൂവിൻെറ മണം അനുഭവിക്കുവാൻ നമ്മെ സഹായിക്കുന്നതു്. പൂവിൽ നിന്നു് പുറപ്പെടുന്ന മണത്തോടുകൂടിയ വാതകം വായുവിൽ പരക്കുന്നു. ഒരു മുറിയുടെ മൂലയിൽ കത്തിച്ചു വെച്ചിരിക്കുന്ന ചന്ദനത്തിരിയുടെ വാസന വീടുമുഴ



ചിത്രം 12

വനും പരക്കുന്നതു് വായുവിന്നുള്ള വ്യാപകശക്തികൊണ്ടാകുന്നു.

അമർത്തപ്പെട്ട വായു ആദ്യത്തെ ആയതനം എടുക്കുവാൻ ശ്രമിക്കുന്നുവെന്നു് മുകളിൽ വിസ്തരിച്ചുവല്ലോ. കുട്ടിക്കാലത്തു 'പാവിട്ട' ത്തോക്കുകൊണ്ടു് നാം കളിക്കാതെ ഇരുന്നിരിക്കയില്ല. അതിൽ ഇട്ടിരിക്കുന്ന കായ് പുറമെ വരുന്നതു് വായുവിൻെറ അമർച്ചശക്തിയാൽ ആകുന്നു.

വായുവിന്നു് മർദ്ദശക്തിയുള്ളതിനാലാകുന്നു മോട്ടോർവണ്ടിയിൽ പോകുന്നതു്, കട്ടവണ്ടിയിൽ യാത്രചെയ്യുന്നതിനേക്കാറം സുഖമായി തോന്നുന്നതു്. മോട്ടോറിലെ ടയറിൽ കാററു നിറച്ചിരിക്കുന്നു. പാതയിലെ ഒരു കല്ലിന്മേൽ ടയർ കയറിപ്പോകുമ്പോറം ടയറിൻെറ ഉള്ളിലുള്ള വായു ഞെങ്ങുന്നു. അതിനാൽ കല്ലുകൊണ്ടുള്ള ഉപദ്രവം നാം അനുഭവിക്കുന്നില്ല. കട്ടവണ്ടിച്ചക്രം കല്ലിന്മേൽ കയറുമ്പോറം വണ്ടിയൊന്നു് പൊന്തിവശാവുകയും നമുക്കു് വല്ലാത്ത കുലുക്കം തട്ടുകയും ചെയ്യുന്നു. വായുവിൻെറ മർദശക്തി ആസ്പദമാക്കീട്ടാകുന്നു വായുപമ്പു, ജലപ്പമ്പു മുതലായവ പ്രവൎത്തിക്കുന്നതു്.

അദ്ധ്യായം 14

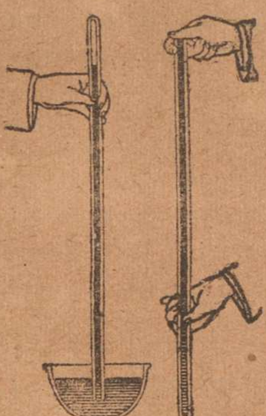
(Barometer)

ബറോമീററർ അല്ലെങ്കിൽ—വായുമർദ്ദമാപകം.

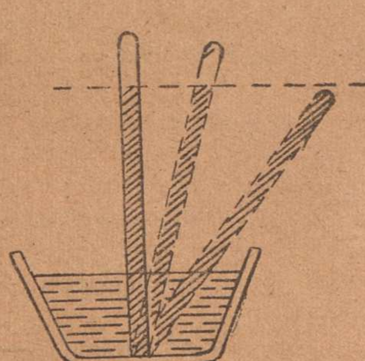
വായുവിന്നു് ഭാരമുണ്ടെന്നും അതു് മർദ്ദം (Pressure) പ്രേരിപ്പിക്കുമെന്നും പഠിച്ചു കഴിഞ്ഞിരിക്കുമല്ലോ. ഈ പാഠത്തിൽ വായുവിൻെറ മർദ്ദം അളക്കുവാനുള്ള ഉപകരണത്തെപ്പററിയാണു പഠിക്കുവാൻ പോകുന്നതു്.

ഭാജനബറോമീററർ (Cistern barometer)

വായു മർദ്ദം പ്രേരിപ്പിക്കുന്നുവെങ്കിൽ അതിൻെറ അളവു് എങ്ങിനെയാണു് കണക്കാക്കേണ്ടതു്? മുൻകൂറായി അറിവുള്ള സാന്ദ്രത (Density)യോടുകൂടിയ ഒരു ദ്രാവകസ്തംഭ (Liquid column) ത്തെ വായുവിനാൽ താങ്ങി നിൎത്തിപ്പിയ്ക്കുക. അപ്പോൾ ഉള്ളതായ സ്തംഭത്തിൻെറ ഉയരം കണ്ടു മർദ്ദം എത്രയാണെന്നു് നമുക്കു് ഗണിച്ചെടുക്കാം. വായുവിൻെറ മർദ്ദശക്തിയെ കണക്കാക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണത്തിന്നു് ബറോമീററർ (Baros–ഭാരം അല്ലെങ്കിൽ മർദ്ദനശക്തി—Metron—മാപകം) അല്ലെങ്കിൽ വായുമർദ്ദമാപകം എന്നാകുന്നു പേർ. രസം ഉപയോഗിച്ചിട്ടുള്ള ബറോമീറററാണു് നാം സാധാരണമായു് ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നതു്. ഗലീലിയോവിൻെറ ശിഷ്യനും ഇററലിരാജ്യത്തിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞനും ആയ ടാറിസിലി (Torricelli) ആയിരുന്നു 1644ൽ ആദ്യമായി വായുമർദ്ദമാപകം നിൎമ്മിച്ചതു്.



ചിത്രം 13



ചിത്രം 14

സുമാർ 3 അടി നീളമുള്ളതും 5 മി. മീ വ്യാസത്തോടുകൂടിയതും വൃത്തിയുള്ളതും കട്ടിയുള്ളതുമായ ഒരു ഗ്ലാസ്സു് കുഴൽ എടുക്കുക. ഇതിൻെറ ഒരററം അടഞ്ഞതായിരിയ്ക്കണം. ശുദ്ധമായതും നീർ

ത്തുള്ളികളില്ലാത്തതും ആയ രസം കുഴലിൻെറ ഉള്ളിൽ പതുക്കെ കുറേശ്ശക്കുറേശ്ശയായി നിറയ്ക്കുക; തുറന്ന ഭാഗത്തിൽ കഷ്ടിച്ച് 1 സെ. മീ. ദൂരത്തേക്ക് രസം നിറക്കാതെ വെയ്ക്കുക. ഒരു വിരൽ കൊണ്ടു് കുഴലിൻെറ വായ അടച്ച്, വായുഭാഗം ഒരററത്തുനിന്നു മറേറ അററംവരെ വേഗത്തിൽ ചലിയ്ക്കത്തക്കവിധത്തിൽ കുഴലിൻെറ വായ കീഴ്പ്പോട്ടിരിക്കത്തക്കവണ്ണവും മേല്പോട്ടിരിക്കത്തക്കവണ്ണവും ആയി രണ്ടോ മൂന്നോ പ്രാവശ്യം കുഴൽ പൊന്തിയ്ക്കുക. പിന്നീട് രസംകൊണ്ടു് കുഴൽ നിറക്കുക. തുറന്ന അററം വിരൽകൊണ്ടു് മൂടി, കുഴലിനെ തല കീഴ്പ്പോട്ടാക്കിപിടിച്ച്, ഒരു ഗ്ലാസു പാത്രത്തിലുള്ള രസത്തിൽ കുഴലിൻെറ വായ് മുക്കുക. പിന്നെ വിരൽ നീക്കം ചെയ്ത് കുഴലിനെ ലംബമായി പിടിക്കുക. കുഴലിൽ നിറച്ച് രസമില്ലെന്നും കുറച്ചൊന്നു കീഴ്പ്പോട്ടു് രസം താണിരിയ്ക്കുന്നുവെന്നും അനുഭവപ്പെടുന്നു. ഈ രസസ്തംഭത്തെ താങ്ങി നിൽക്കുന്നതു് വായുവിൻെറ മർദ്ദശക്തിയല്ലാതെ മററൊന്നുമല്ല.

കുഴൽ ചെരിക്കുക. കുഴലിൽ രസം ക്രമേണ കയറുന്നതായി കാണാം. നല്ലവണ്ണം ചെരിയ്ക്കുന്നുവെങ്കിൽ ജാഗ്രതയോടെ ഉണ്ടാക്കിയ ഒരു ബറോമീററിൽ രസം പൂത്തിയായ് കയറി നിൽക്കും. ആയതിനാൽ, കുഴലിലെ രസത്തിന്നുമീതെ ഒഴിവായ സ്ഥലം ഉണ്ടു്. ഇതൊരു ശൂന്യ സ്ഥാന (vacuum) മാകുന്നു. ഈ സ്ഥലത്തിന്ന് 'ടാറിസിലിയുടെ ശൂന്യസ്ഥാന'മെന്നാകുന്നു പേർ. വായുമർദ്ദകമാപകത്തിലെ രസത്തെ വായു മർദ്ദശക്തിയാണു് താങ്ങി നിൽക്കുന്നതു്. രസസ്തംഭത്തിൻെറ ലംബമായ നീളം അതായതു് വായുമർദ്ദകമാപകത്തിലെ ഉയരം സമുദ്രവിതാനത്തിൽ സുമാർ 30 ഇഞ്ച് അല്ലെങ്കിൽ 76 സെ. മീ. ആകുന്നു. ഈ നീളം ഗ്ളാസുപാത്രത്തിലുള്ള രസത്തിൻെറ സമതലത്തിൽനിന്നു് കുഴലിൽ പൊന്തി നിൽക്കുന്ന രസത്തിൻെറ തലംവരെയാണു് കണക്കാക്കുക. കുഴൽ ചെരിച്ചാലും പൊന്തിച്ചാലും ഇതിൻെറ വായ ഗ്ളാസുപാത്രത്തിലെ രസത്തിൽ ഇരിയ്ക്കുന്നേടത്തോളം, ബറോമീററർ കാണിയ്ക്കുന്ന രസസ്തംഭത്തിൻെറ നേർ ഉയരത്തിന്ന് വ്യത്യാസമുണ്ടാവുകയില്ല. കുഴൽ വിസ്താരമുള്ളതായാലും അതിൻെറ

പരിച്ഛേദം ഓരോ ഇടത്തിൽ ഓരോമാതിരി ആയിരുന്നാലും ഈ നീളം മാറുന്നതല്ല. വായുവിൻെറ മർദശക്തി വ്യത്യാസപ്പെട്ടുന്ന പക്ഷം ഈ ഉയരവും മാറും; മർദം ചുരുങ്ങിയാൽ, സ്തംഭത്തിൻെറ ഉയരം ചുരുങ്ങും. ആയതിനാൽ ഈ രസസ്തംഭം വായുവിൻെറ മർദ്ദശക്തിയെ അളക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്നു.

അദ്ധ്യായം 15

ബറോമീററർ (തുടർച്ച)

രസം ഉപയോഗിച്ച ബറോമീററർ സമുദ്രവിതാനത്തിൽ 30" ഉയരം കാണിക്കുന്നു. എന്നാൽ ജലം ഉപയോഗിച്ച ബറോമീററിൻ നീളം മാറുന്നതാണ്. രസത്തെ സംബന്ധിച്ച ജലത്തിൽ ഗുരുത്വം ചുരുങ്ങിയതാണ്. അതുകൊണ്ടു ജല ബറോമീററിൻെറ നീളം വർദ്ധിക്കും. വെള്ളത്തേക്കാൾ രസത്തിൻെറ ഗുരുത്വം 13.6 മടങ്ങു അധികമാണ്. അതുകൊണ്ടു വെള്ളമുള്ള ബറോമീററിൻെറ നീളം $30'' \times 13.6$ എന്നായിരിക്കും.

മററു ദ്രാവകങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുമ്പോഴുള്ള നീളവും ഗണിക്കാം. ദ്രാവകങ്ങളുടേതിനേക്കാൾ രസത്തിൻെറ ഗുരുത്വംഎത്ര മടങ്ങു അധികമാണെന്നറിയണം. രസബറോമീററിൻെറ നീളത്തെ ഈ തുകകൊണ്ടു പെരുക്കണം. ഉദാഹരണമായി, ഗ്ലിസറിൻ ഉപയോഗിച്ച ബറോമീററിൻെറ നീളം $30'' \times 11$ എന്നായിരിക്കും; കാരണം, രസത്തിൻെറ ഗുരുത്വം ഗ്ലിസറിൻെറതിനേക്കാൾ 11 മടങ്ങു അധികമായിരിക്കും.

രസമാണ് ബറോമീറററുകളിൽ ഉപയോഗിക്കുക. രസത്തിൻെറ ഗുണങ്ങളാണ് ഉപയോഗത്തിന്നു കാരണം.

1. രസം ഗ്ളാസിൽ പററിപ്പിടിക്കുകയില്ല. ബറോമീററിൻെറ ഉയരം വായുവിൻെറ മർദ്ദത്തെ ആസ്പദിച്ചിരിക്കും. മർദ്ദം ചുരുങ്ങിയാൽ ഉയരം താഴും, നേരെ മറിച്ചു മർദ്ദം അധികമായാൽ ഉയരം അധികമാകും. ആയതിനാൽ, മർദ്ദത്തിന്നനുസരിച്ചു രസം ഉയരുകയും താഴുകയും ചെയ്യും. ഈ അവസരങ്ങളിൽ രസം ഗ്ളാസിൽ പററിപ്പിടിച്ചാൽ ഉപകരണം ശരിയായ ഉയരം കാണിക്കുകയില്ല. അതുകൊണ്ടു രസം ഉപയോഗിക്കുന്നതു് വലിയ സൌകര്യമാണ്. രസത്തിന്നു മാത്രമേ ഗ്ളാസിൽ പററിപ്പിടിക്കാത്ത ഗുണമുള്ളു.

2. രസം തിളങ്ങുന്ന വസ്തുവാണ്. അതുകൊണ്ടു രസം നിൽക്കുന്ന ഉപരിതലം വ്യക്തമായ്ക്കാണാം.

3. രസമല്ലാതെ വേറെ ദ്രാവകങ്ങളാണെങ്കിൽ ബറോമീററിൻെറ ഉയരം വളരെ നീളമുള്ളതായിരിക്കും. രസം ആണെങ്കിൽ ഉയരം അളക്കാവുന്ന ഒന്നാണ്.

4. ചൂടുകൊണ്ടു രസം വേഗത്തിൽ ബാഷ്പമാവുകയില്ല. സൂര്യൻെറ ചൂടുതട്ടി മററു ദ്രാവകങ്ങൾ ബാഷ്പമായ് തീരുകയും ഉപകരണം കുറിക്കുന്ന ഉയരം ചുരുങ്ങുകയും ചെയ്യും. രസം ബാഷ്പകമാകുന്ന ഉഷ്ണത(temperature) ഉയന്ന നിലയിലുള്ളതാണ്. അതുകൊണ്ടു വായുവിന്നുള്ള ഉഷ്ണതയിൽ രസം വേഗത്തിൽ ബാഷ്പമായി പരിണമിക്കുകയില്ല. ഈ സൌകര്യത്താൽ ഉപകരണം തരുന്ന ഉയരം വ്യത്യാസപ്പെടുകയില്ല.

5. രസം വൃത്തിയാക്കി എടുക്കുന്നതു പ്രയാസമായതല്ല. മസിലിനിൽ അരിച്ച് വൃത്തിയാക്കാം. മററു ദ്രാവകങ്ങൾ മലിനപ്പെട്ടാൽ വൃത്തിയാക്കുന്നതു ക്ളിഷ്ടമായ കാര്യമാണ്.

ജീവിതത്തിൽ ഭാജനബറോമീററർ അല്ല ഉപയോഗിക്കാറ്. അതിനെ സംസ്കരിച്ച ഉപകരണമാണ്. ഉപയോഗത്തിൽ ഉള്ളതു്. ഇതിന്നു പുറമെ ദ്രാവകം ഇല്ലാത്ത ഉപകരണവും ഉണ്ടു്. അതിന്നു 'അനിറോയിഡ്' (aneroid) ബറോമീററർ എന്നാകുന്നുപേർ.

അദ്ധ്യായം 16

ബറോമീററർ (തുടർച്ച)

ഒരു സ്ഥലത്തിലെ മർദ്ദം എപ്പോഴും ശാശ്വതമല്ല. ശരാശരി തുകയിൽനിന്നു് 5% കണ്ടു് ഇതു് വ്യത്യാസപ്പെട്ടു് കണ്ടേക്കാവുന്നതാണു്. ആയതിനാൽ ഒരു സ്ഥലത്തിലെ വായുവിൻെറ മർദ്ദനശക്തി എല്ലായ്പ്പോഴും ഒന്നായിത്തന്നെയിരിയ്ക്കയില്ല. ഒരു ദിവസത്തിലെ ശീതോഷ്ണസ്ഥിതിയിൽ ഉള്ള മാററങ്ങൾ മാപകത്തിലെ താഴ്ചകളിൽനിന്നു പരിഗണിക്കാവുന്നതാകുന്നു. ഉയരത്തിനു് സംഭവിക്കുന്ന മാററത്തിൻെറ തോതനുസരിച്ചു് ശീതോഷ്ണ സ്ഥിതിയെപ്പററി ക്ളിപ്തമായ ഒരു അറിവു സമ്പാദിയ്ക്കാം. ബറോമീററിൻെറ ഉയരം പെട്ടെന്നു താഴുന്ന പക്ഷം വായുവിൽ നീരാവി നിറഞ്ഞിരിയ്ക്കുന്നതിനാൽ നല്ല കുളിർമ്മയുള്ള ഒരു ദുർദ്ദിനത്തെ താമസംകൂടാതെ പ്രതീക്ഷിയ്ക്കാം എന്നു് മനസ്സിലാക്കാം. അന്തരീക്ഷ പരിശോധനകൾ നടത്തുന്ന ആപ്പീസിൽനിന്നു് പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന മേപ്പുകളിൽ അതായതു് പടങ്ങളിൽ വായുവിൻെറ മർദ്ദനശക്തി, കാററിൻെറ ഗതിയുടെ രീതി എന്നിത്യാദി വിഷയങ്ങളെ കുറിക്കുന്നതിനു പുറമെ ശീതോഷ്ണ സ്ഥിതി, കാലാവസ്ഥ എന്നിവയുടെ ഒരു ചെറു വിവരണം കൂടി ചേർത്തിരിക്കും. പൂനാവിലെ ആബ്സർവേറററിയിൽ നിന്നു ദിവസേന പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തുന്ന ശീതോഷ്ണ റിപ്പോർട്ടുകൾ നോക്കുക. മലകളുടെ ഉയരവും ഖനികളുടെ ആഴവും തീർമ്മാനപ്പെടുത്തുവാൻ ബറോമീറററുകൾ ചിലപ്പോൾ ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടു്. ആകാശക്കപ്പലുകളും ആകാശവിമാനങ്ങളും എത്രകണ്ടു വായുവിൽ ഉയരുന്നു എന്നു് അറിയേണ്ടതിലേക്കു് ഇക്കാലങ്ങളിൽ ഈ ഉപകരണം സഹായിക്കുന്നു.

ദിനംപ്രതിയുള്ള മർദ്ദം കുറിക്കുവാൻ വായുമർദ്ദലേഖകം (barograPh) എന്ന ഉപകരണം ഉപായാഗിക്കുന്നു. ആനിറോയിഡ് ബറോമീറററാണു് ഇതിലെ പ്രധാന ഭാഗം. ഇതിൽ പൊള്ളയായവയും വായു നീക്കം ചെയ്തവയും ആയ ആറോ എട്ടോ അള

ക്കകറം ഉണ്ടാകും. ഇവയെല്ലാം ഒന്നിന്നു മീതെ ഒന്നായി നല്ല വണ്ണം ഉരുക്കിച്ചേർത്തിരിക്കും. ഉപകരണത്തിന്നു തൂക്കമധികമുണ്ടാവുകയില്ല. വായു തട്ടി തകിടു ഉള്ളിലേക്കു താഴമ്പോറം ഉപകരണം തട്ടാതിരിക്കുവാൻ അളുക്കുകറംക്കുള്ളിൽ സ്പ്രിംഗ് ചുരുട്ടിവെച്ചിരിക്കും. സ്പ്രിംഗിൻെറ സ്ഥിതിസ്ഥാപകത്വം താഴ്ചയെ കുറച്ചൊന്നു ക്രമപ്പെടുത്തും. വായുവിൻെറ മർദ്ദകത്തിന്നനുസരിച്ച് താഴ്ച അധികമാവുകയോ ചുരുങ്ങുകയോ ചെയ്യും. ഈ താഴ്ചയെ കാണിക്കുവാൻ അളുക്കിൻെറ ഉപരിതലത്തിൽനിന്നു ക്ഷൈതിജത്തിലായി നിൽക്കുന്ന നീണ്ട സൂചിയുണ്ട്. ഈ സൂചിയുടെ അററം ഒരു കടലാസിന്മേൽ തട്ടും. ഈ കടലാസു ഉരുളിന്മേൽ ചുററിയിരിക്കും. ഉരുറം ഒരാഴ്ചയിൽ ഒരു വട്ടം ചുററും. അപ്പോറം കടലാസിന്മേൽ സൂചി അടയാളപ്പെടുത്തും. ഈ അടയാളങ്ങറം ഉണ്ടാകുന്ന രേഖ സമാന്തരമായിരിക്കയില്ല. ഉയർച്ചയും താഴ്ചയും ഉള്ള രേഖയായിരിക്കും. ഈ രേഖയിലെ ബിന്ദുക്കളെ നോക്കി അതാതു സമയത്തിലെ മർദ്ദം ഗണിക്കാം.

ഈ ഉപകരണം അത്യാവശ്യമായ ഒന്നാണ്. പരീക്ഷണശാലകളിൽ ദിനംപ്രതിയുള്ള മർദ്ദം കുറിക്കുവാൻ ഈ ഉപകരണം ഉപകരിക്കും.

ഒരു സ്ഥാനത്തിലെ മർദ്ദം അറിഞ്ഞാൽ അവിടത്തെ ഉയരം കണക്കാക്കാം. കടൽനിരപ്പിൽ നിന്നു 1000 അടി ഉയന്നാൽ വായു മർദ്ദമാപകത്തിൽ ഒരു ഇഞ്ചു താഴ്ച ഉണ്ടാകും. ഈ സംഗതിയെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി ഒരു പ്രദേശത്തിലെ ഉയരം കാണാം. ഉദാഹരണമായി, വായു മർദ്ദമാപകം ഊട്ടിയിൽ 23 ഇഞ്ചു കാണിക്കും. അതായതു സമുദ്രനിരപ്പിലെ അളവിൽനിന്നു 7 ഇഞ്ച് താഴ്ചയുണ്ട്. ആയതിനാൽ, സമുദ്രനിരപ്പിൽ നിന്നു ഊട്ടി 7000 അടി ഉയന്നിരിക്കുന്നു.

ബറോമീററർ കാണിക്കുന്ന മർദ്ദം എന്നതിനു അത്ഥമെന്തു? കുഴലിലെ രസ സ്തംഭം വായു പുറമെയുള്ള സ്തംഭത്തെ താങ്ങി നിൽക്കുന്നു എന്നാണു അത്ഥം. വായു മർദ്ദം 76 സെ.മീ എന്നു പറഞ്ഞാൽ, 76. സെ. മീ. ഉയരമുള്ള ഒരു സ്തംഭത്തിൻെറ

ബലവും വായുസ്തംഭത്തിൻെറ ബലവും തുല്യമാകുന്നു എന്നാണു നാം മനസ്സിലാക്കേണ്ടതു്. ബറോമീററർ കുഴലിൻെറ മുഖവിസ്താരത്തിന്നും രസത്തിൻെറ ഉയരത്തിന്നും യാതൊരു ബന്ധവുമില്ല. ഏതുതരം കുഴൽ ഉപയോഗിച്ചാലും ഉയരം വ്യത്യാസപ്പെടുകയില്ല.

അദ്ധ്യായം 17

ബോയിൽ നിയമം

കുടുങ്ങിയ ഒരു പാത്രത്തിലെ വായു മർദ്ദം ചില നിബന്ധനകളെ അനുസരിക്കും. ബോയിൽ എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണു് ഈ വിഷയം ആദ്യം മനസ്സിലാക്കിയതു്. താപം സ്ഥിരമായിരിക്കുമ്പോൾ, ഒരേ അളവുള്ള ഒരു വാതകത്തിൻെറ മർദം ആയതന(volume)ത്തിന്നു വിലോമാനുപാതമായിരിക്കും. ഇതാണു് ബോയിൽ നിയമം.

വിലോമാനുപാതകം എന്നാൽ എന്തെന്നു അറിഞ്ഞിരിക്കേണ്ടതാണു്. രണ്ടു സംഖ്യകൾ തമ്മിൽ ബന്ധമുണ്ടെന്നിരിക്കട്ടെ. അവയിൽ ഒന്നു വർദ്ധിക്കുമ്പോൾ മറേറതു ചുരുങ്ങി എന്നു വരാം ഉദാഹരണമായി 100 ഘ സെ. ദ്രാവകങ്ങളും പല മുഖവിസ്താരമുള്ള ഉരുൾ പാത്രങ്ങളും എടുക്കുക. ഈ ദ്രാവകം അവയിൽ ഒഴിക്കുക. എല്ലാപാത്രങ്ങളിലും ഒരേ ഉയരത്തിൽ ദ്രാവകം നിൽക്കുകയില്ല. വിസ്താരമധികമുള്ള പാത്രത്തിൽ ഉയരം ചുരുങ്ങിയും, ചുരുങ്ങിയ വിസ്താരമുള്ള പാത്രത്തിൽ ഉയരം വർദ്ധിച്ചും ഇരിക്കും അതായതു വിസ്താരമധികമായാൽ ഉയരം ചുരുങ്ങും. എത്രകണ്ടു ഒരു സംഖ്യ വർദ്ധിക്കുന്നുവോ അത്ര കണ്ടു മറേറ സംഖ്യ ചുരുങ്ങുന്നുവെന്നു വന്നാൽ ഈ സംഖ്യകൾ വിലോമാനുപാത സംഖ്യകളാണു്.

കുടുങ്ങിയ പാത്രത്തിലുള്ള വാതക മർദം പാത്രത്തിൻെറ ആയതനത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. ആയതനം എത്ര കണ്ടു അധികമാകുന്നുവോ അത്രകണ്ടു മർദം ചുരുങ്ങും.

ഇതു സ്ഥാപിക്കാൻ ബോയിലുപകരണം ഉപയോഗിക്കാം. ഇതിൻെറ ഭാഗങ്ങളിൽ പ്രധാനമായതു 'A' എന്ന അടയാളപ്പെടുത്തിയ കുഴലാണ്. ഇതിൻെറ ഒരററം അടഞ്ഞിരിക്കും. മറേറ അററം തുറന്നതാണ്. ഈ അററം ഒരു റബ്ബർ കുഴലോടു ചേത്തിരിക്കുന്നു. ഈ കുഴൽ കട്ടികൂടിയതും നീളമുള്ളതുമാണ്. ഇതിൻെറ മറേറ അററം ഇരുഭാഗവും തുറന്നിട്ടുള്ള കുഴലോടു (B നോക്കുക) ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കും. റബ്ബർ കുഴലിൽ രസം ഉണ്ടായിരിക്കും. B എന്ന കുഴൽ ഉയത്തീട്ടും താഴ്ത്തീട്ടും A എന്ന കുഴലിലെ വായുവിൻെറ ആയതനം വ്യത്യാസമാക്കാം. കുഴലുകളിൽനിന്നു അളവുകൾ എടുക്കാൻ അവയുടെ അടുക്കെയായി ഒരു അളവുകോൽ കാണാം. (ചിത്രം 15 നോക്കുക.)

ഉപകരണത്തിൽനിന്നു A എന്ന കുഴലിലെ വായുവിൻെറ മർദം കാണുന്ന സമ്പ്രദായം താഴെ വിശദമാക്കുന്നുണ്ട്. B എന്ന കുഴലിലെ രസവിതാനം കുറിക്കുന്ന അക്കം 20 സെ. മീ. എന്നും A. എന്ന കുഴലിലെ രസവിതാനം 10 സെ. മീ. എന്നും ആണെങ്കിൽ കുടുങ്ങിയ സ്ഥാനത്തിലെ വായുവിൻെറ മർദം പ്രകൃതിയിലെ വായുവിൻെറ മർദത്തേക്കാൾ അധികമാണു. ബറോമീററർ കാണിക്കുന്ന രസ സ്തംഭത്തിൻെറ നീളം കണക്കാക്കി കുഴലുകളിലെ രസവിതാനങ്ങളുടെ വ്യത്യാസം കൂട്ടുക. ഈ തുക ആയിരിക്കും A എന്ന കുഴലിലെ മർദം. B എന്ന കുഴലിലെ രസവിതാനം A എന്ന കുഴലിലെ രസവിതാനത്തേക്കാൾ ചോട്ടിലാണെങ്കിൽ രസവിതാനങ്ങൾക്കുള്ള സംഖ്യകളുടെ വ്യത്യാസം ബറോമീററർ കാണിക്കുന്ന നീളത്തിൽ നിന്നു കിഴിക്കേണ്ടതാണ്.

ചിത്രം 15

അദ്ധ്യായം 18

ബോയിൽ നിയമം.

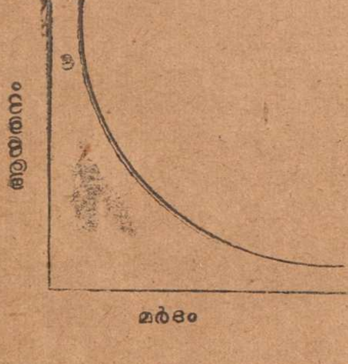
ബോയിൽ ഉപകരണത്തിൽനിന്നു ബോയിൽനിയമം സ്ഥാപിക്കാം. B എന്ന കുഴൽ കീഴ്പോട്ടു കൊണ്ടുവരിക. ഒരു സ്ഥാനത്തിൽ നിൎത്തുക. A എന്ന കുഴലിലെ വായുവിൻെറ ആയതനം കാണുവാൻ കുഴലിലെ വായുവിൻെറ നീളം കുറിച്ചെടുത്താൽ മതി. കുഴലിൻെറ മുഖവിസ്താരം എല്ലായിടത്തും ഒരുപോലെയാകയാൽ ഘനമാനം നീളത്തിന്നു ക്രമാനുപാതമാകുന്നു. പിന്നീടു കുടുങ്ങിയ സ്ഥാനത്തിലെ വായുവിൻെറ മർദ്ദം കണക്കാക്കുക.

B എന്ന കുഴൽ ഉയൎത്തി വേറൊരു സ്ഥാനത്തിൽ വെച്ചു, ഇതേ പരിശ്രമം ആവൎത്തിക്കുക. ഇമ്മാതിരി, അഞ്ചാറു സ്ഥാനങ്ങളിൽ മർദ്ദവും ആയതനം കുറിക്കുന്ന നീളവും കാണുക. ഓരോ പ്രാവശ്യവും കിട്ടിയ തുകകളെ പെരുക്കുക. ഫലം സ്ഥിരസംഖ്യ ആയിരിക്കും.

മർദ്ദം $\times$ ആയതനം $=$ സ്ഥിരസംഖ്യ. അതുകൊണ്ടു മർദ്ദം അധികമായാൽ ആയതനം ചുരുങ്ങുന്നതാണ്.

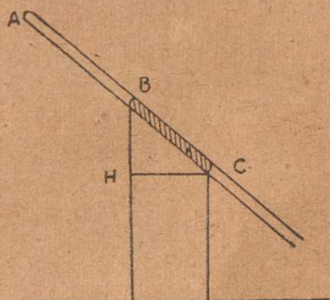
മർദ്ദത്തിന്നും ആയതനത്തിന്നും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെ കാണിക്കുന്ന ഗ്രാഫ് വരക്കുക. ഗ്രാഫിൻെറ ആകൃതി ചിത്രത്തിൽകാണിച്ചമാതിരി ആയിരിക്കും (ചിത്രം 16 നോക്കുക).

ചിത്രം16



ബോയിൽ നിയമം ശരിയോ എന്നു നോക്കുവാൻ താഴെ വിവരിച്ചിട്ടുള്ള ഉപകരണവും ഉപയോഗിക്കാം. ഇതിൽ നീളമുള്ള ഒരു നേരിയ കുഴലുണ്ടു്. ഇതിൻെറ ഒരററം അടഞ്ഞിരിക്കും. ഉള്ളിൽ സുമാർ 10 സെ. മീ. നീളമുള്ള രസതന്തു ഉണ്ടാകും. ഈ കുഴലിനെ ഒരു സ്കെയിലിനോടു ബന്ധിച്ചിരിക്കും.

കുഴലിനെ പല സ്ഥാനങ്ങളിൽ വെയ്ക്കാവുന്നതാണ്. ഒര വസ്ഥ ചിത്രത്തിൽ (ചിത്രം 17 നോക്കുക) കാണിച്ചതായിരിക്കട്ടെ. തുറന്ന മുഖം കീഴ്ഭാഗത്തേക്കാണ്. കുഴൽ ചെരിഞ്ഞിട്ടാണ്. സമാന്തര രേഖ മേശപ്പുറം കാണിക്കുന്നു. പുറം വായുവിനു C എന്ന സ്ഥാനത്തിൽ മർദ്ദം പ്രയോഗിക്കുവാൻ കഴിയും. ഇതിനുള്ള മർദ്ദം കുടുങ്ങിയ ഭാഗത്തിലെ വായുവിന്റെ മർദ്ദത്തേക്കാൾ അധികമാണ്. BC എന്നതു് രസതന്തുവിനെ കുറിക്കുന്നു. C എന്ന സ്ഥാനത്തിലെ മർദ്ദത്തിൽനിന്നു CB എന്ന രസതന്തു തരുന്ന മർദ്ദം കഴിച്ചാൽ കുടുങ്ങിയ സ്ഥാനത്തിലെ മർദ്ദം കാണാം. C എന്ന സ്ഥാനത്തിലെ മർദ്ദം പുറംവായുവിന്റെ മർദ്ദമാണല്ലോ. ഇതു ബ റോ മീറററിൽ നിന്നു കാണാം. CB തരുന്ന മർദ്ദം ഈ രസതന്തുവിനുള്ള മ ർ ദ്ദം ആ ണ്.



ചിത്രം 17

മർദ്ദം എപ്പോഴും കുത്തനെയുള്ള നീളംകൊണ്ടാണ് കുറിക്കുക C B രസമാകയാൽ ബറോമീററർ കാണിക്കുന്ന നീളത്തിൽനിന്നു C Bക്കു ഒത്ത H B എന്ന ലംബദൂരം കിഴിച്ചാൽ A Bക്കുള്ളിലെ വായുവിന്റെ മർദ്ദം കിട്ടും.

മുഖം മേല്പോട്ടായാൽ C B എന്ന തന്തുവിന്നു് ഒത്ത ലംബദൂരം ബറോമീററർ തരുന്ന നീളത്തോടു കൂട്ടേണ്ടതാണ്. കുഴൽ ക്ഷൈതിജത്തിലായാൽ കൂട്ടുവാനുള്ള നീളം പൂജ്യമായിരിക്കും.

വായനക്കുറിപ്പുകൾ പട്ടികയിൽ ചേർക്കുക.

വായു മർദ്ദം ബാറോമീററിൽ നിന്നു $\}$ = B സെ. മീ.

കുഴൽനിൎത്തിയ മാതിരി.	കുഴിയിലെ വായുവിൻെറ ആയതനം ∝ A B എന്നനീളം = 'V'	H B അതായതു് രസതന്തുവിൻെറ ലംബദൂരം + അഥവാ −	∴ കുഴലിലെ വായുവിൻെറ മർദ്ദം B ± H = P സെ മീ.	P × V
(1) ചെരിഞ്ഞ മുഖം മേല്പോട്ടു (വലത്തുഭാഗം) (2) ക്ഷൈതിജത്തിൽ (3) ചെരിഞ്ഞു മുഖം കീഴ്പോട്ടു (വലത്തു ഭാഗം) (4) കുത്തനെ മുഖം കീഴ്പോട്ടു (5) ചെരിഞ്ഞു മുഖം കീഴ്പോട്ടു (ഇടത്തു ഭാഗം) (6) ചെരിഞ്ഞു മുഖം മേല്പോട്ടു (ഇടം) (7) കുത്തനെ മുഖം മേല്പോട്ടു.				

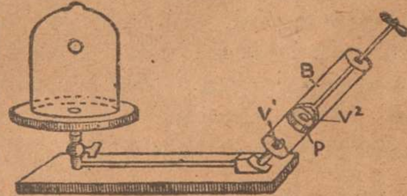
P × V എന്ന തുക എല്ലാ പരിശ്രമത്തിലും ഒരേ സംഖ്യതന്നെ ആയിരിക്കുന്നതാണു്.

N. B. പരിശ്രമഫലം പരിശോധിച്ചാൽ തുകകൾക്കു അധികമൊന്നും വ്യത്യാസമുണ്ടാകയില്ല. തുകകളിൽ കാണാവുന്ന പ്രമാദം (error) ശതമാനമാക്കിയാൽ നിസ്സാരമായിരിക്കും. ആയതിനാൽ P × V സ്ഥിരസംഖ്യയാണെന്നു വിചാരിക്കാം. ഇതാണല്ലോ ബോയിൽ നിയമം.

അദ്ധ്യായം 19

വായുപ്പമ്പ് (air-pump)

വായുപ്പമ്പും അതിൻെറ പ്രവൎത്തനവും : ഒരു പാത്രത്തിൽ നിന്നു വായു നീക്കം ചെയ്യേണ്ടതിലേക്ക് വായുപ്പമ്പ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. വിദ്യുദ്ദീപങ്ങളിൽ കാണുന്ന ബൾബുകളിൽനിന്നു് വായു നീക്കുവാൻ ഈ ഉപകരണമാണുപയോഗിയ്ക്കാറ്. എക്സ്-റേ (X-ray)എന്ന ഉപകരണത്തിലെ വായു നീക്കം ചെയ്തിട്ടുള്ളതു വായുപ്പമ്പിൻെറ സഹായത്താലാണ്.



ചിത്രം 18

എളുപ്പത്തിൽ പ്രവൃത്തിക്കുന്ന ഒരു പമ്പാണു ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു് (ചിത്രം 18). ഇതിൽ B എന്നൊരു ബാരൽ ഉണ്ടു്. അതിൽ ഒരു പിസ്റ്റൺ അഥവാ ചാമ്പുകോൽ (P) മേലയെ ടുക്കുന്നു. പിസ്റ്റണിൽ മേല്പോട്ടു തുറക്കുന്ന വാൽവു V^2 ഉണ്ടു്. ബാരലിൻെറ മേൽഭാഗത്തു ഒരു ചെറു ദ്വാരമുണ്ടു്. ബാരലിൻെറ ചോട്ടിൽനിന്നു ഒരു ചെറു കുഴൽ പുറമെ വരുന്നു. ഈ കുഴൽ ഒരു പ്ളാട്ടുഫാറത്തിൽ ചെന്നവസാനിക്കുന്നു. ഈ പ്ളാട്ടു ഫോറത്തിൻെറ അടിയിലെ ചെറു കുഴലിൽ അടക്കുവാനും തുറക്കുവാനുമുള്ള ഒരുപിരിയാണി (Screw) സ്ഥാപിച്ചിരിക്കുന്നു. ബാരലും ചെറുകുഴലും ചേരുന്നേടത്തു് വേറൊരു വാൽവ് (V^1) കാണാം. ഇതുംമേല്പോട്ടു മാത്രമേ തുറക്കുകയുള്ളു. ഏതു പാത്രത്തിൽനിന്നു വായു നീക്കം ചെയ്യേണമോ അതു് പ്ളാട്ടുഫാറത്തിന്മേൽ കമഴ്ത്തിവെക്കേണ്ടതാണു; ഇങ്ങനെ ചെയ്യുമ്പോൾ അതിൽ കാണുന്ന ദ്വാരം പാത്രത്തിൻെറ ഉള്ളിൽ പെടണം. പ്രവൎത്തനസമയത്തു ചെറുകുഴലിലെ സ്ക്രൂ അടക്കണം.

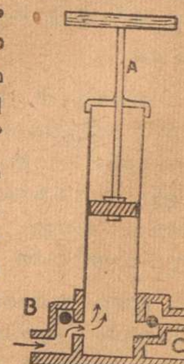
പ്രവൎത്തനം:—പിസ്റ്റൺ (Piston) ബാരലിൻെറ അടിയിലായിരിക്കട്ടെ. അതു പൊന്തിക്കുമ്പോൾ V^2 എന്ന വാൽവ് അടയുകയും V^1 എന്ന വാൽവ് തുറക്കുകയും ചെയ്യും. അപ്പോൾ പാത്രത്തിൽനിന്നു വായു ബാരലിലേക്കു കടക്കും. പിസ്റ്റൺ താഴ്ത്തുമ്പോൾ V^1 അടയുകയും V^2 തുറക്കുകയും ചെയ്യുന്നതാണ്. വായുവിന്ന് വ്യാപകത്വമുള്ളതിനാൽ V^2 വിൻെറ ചോട്ടിൽ ഇരുന്ന വായു ഈ വാൽവ് വഴിക്കു പിസ്റ്റണിൻെറ മേല്പോട്ട് എത്തിച്ചേൎന്ന്, ബാരലിലെ ദ്വാരത്തിലൂടെ പുറമെ പോകുന്നു. പിസ്റ്റൺ വീണ്ടും പൊക്കുമ്പോൾ V^1 തുറക്കുകയും V^2 അടയുകയും ചെയ്യും. ഈ അവസരത്തിൽ പാത്രത്തിൽനിന്ന് വീണ്ടും വായു ബാരലിലേക്ക് വരുന്നു. പിസ്റ്റൺ രണ്ടാമത്ത് താഴ്ത്തുമ്പോൾ V^2 തുറന്ന് ഈ വായു പുറമെ പോകുന്നു. ഇമ്മാതിരി, പിസ്റ്റൺ മേല്പാട്ട് പൊന്തിക്കുമ്പോൾ പാത്രത്തിൽനിന്നു ബാരലിലേക്കു വരികയും കീഴ്പോട്ടു താഴ്ത്തുമ്പോൾ ബാരലിലെ വായു പുറമെ പോകുകയും ചെയ്യുന്നതിനാൽ പാത്രത്തിലെ വായു നീക്കം ചെയ്യുന്നതു എളുപ്പമുള്ളതായിത്തീരുന്നു. കുറെ പ്രാവശ്യം ചാമ്പുമ്പോൾ പാത്രത്തിൽനിന്നു നല്ലപോലെ വായു നീങ്ങുന്നതാണ്.

ഈ യന്ത്രത്താൽ പാത്രത്തിലുള്ള വായു മുഴുവനും നീക്കുവാൻ സാധിക്കയില്ല. വാൽവുകൾക്കു ന്യൂനതയുണ്ട്. കുറെ തവണ ചാമ്പുമ്പോൾ വായു ഒരുവിധം ഒഴിഞ്ഞുപോകുന്നതിനാൽ, ബാക്കിയാകുന്ന വായുവിന്നു വാൽവുകളെ തുറക്കുവാൻ ശക്തി പോരാതെ വരും. ഇക്കാരണത്താൽ വായു മുഴുവനും നീക്കം ചെയ്യുവാൻ സാധിക്കുന്നതല്ല. എന്നാൽ, ചില പ്രത്യേക വായുപ്പമ്പുകളാൽ വായു മുഴുവനും നീക്കംചെയ്യാവുന്നതാണ്. അങ്ങിനത്തെ പമ്പുകളുടെ വിവരണം ഇവിടെ ചേൎത്തിട്ടില്ല.

അദ്ധ്യായം 20

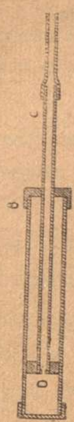
മററു മർദ്ദകപമ്പുകൾ

ഫുട്ടു ബാളിൽ കാററു നിറക്കുവാൻ സമ്മർദ്ദനപമ്പാണു് (Compression pump) ഉപയോഗിക്കുക. ഈ ഉപകരണത്തിൽ ഒരു കുഴലും അതിൽ കൊള്ളുന്ന ഒരു പിസ്റ്റണും ഉണ്ടായിരിക്കും. കോലിന്റെ അററത്തു ഒരു തോൽവട്ടു (Leather washer) മുറുക്കിപ്പിടിപ്പിച്ചിരിക്കും. വട്ടിന്റെ ആകൃതി കമഴ്ത്തിവെച്ച ഒരു കോപ്പയുടേതുപോലെയാണു്. അതിനാൽ പിസ്റ്റൺ ചാമ്പുമ്പോൾ വായു കീഴ്പ്പോട്ടു മാത്രമേ അമൎന്നു കടക്കുകയുള്ളു.



ചിത്രം 19.

19-ാം ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതു് ഒരുതരം സമ്മർദ്ദനപമ്പാണു്. A എന്ന പിസ്റ്റണിനെ മേല്പോട്ടുയൎത്തുമ്പോൾ B എന്ന വാംവു മേല്പോട്ടു നീങ്ങി പുറമെനിന്നു വായു ബാരലിലേക്കു കടക്കുന്നു. അതേ സമയത്തു C താണു് ബാരലിൽനിന്നു വായു പുറമെ പോകാതെ അടഞ്ഞുനില്ക്കുന്നു. പിസ്റ്റൺ താഴ്ത്തുമ്പോൾ Bഅടയുകയും C തുറക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അപ്പോൾ ബാരലിലെ വായു ഊക്കോടെCഎന്ന സ്ഥാനത്തോടു ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ടയർ മുതലായ സ്ഥലത്തിൽ നിറയുന്നു. സൈക്കിൾ പമ്പും ഒരു മർദ്ദകപമ്പാണു്. ചിത്രം 20 നോക്കുക. CD എന്ന പിസ്റ്റൺ പൊള്ളയാണു്. C എന്ന ഭാഗത്തു ഒരു ചെറിയ കുഴൽ മൂലം പമ്പിനെ ടയറോടു ചേൎക്കും. A എന്ന കുഴൽ മേല്പോട്ടു ഉയൎത്തിയാൽ പുറമെ നിന്നു വായു പിസ്റ്റണിന്നു



ചിത്രം 20

മീതെ Bയിലൂടെ കുഴലിൽ നിറയും. Aതാഴ്ത്തുമ്പോൾ പിസ്റ്റൺ B കടന്നു മേല്പോട്ടുയരും. അപ്പോൾ കുഴലിന്നകം പുറമെയുള്ള വായുവിനോടു ബന്ധം ഇല്ലാതെ ആയിത്തീരും. അതോടൊപ്പം A D എന്ന സ്ഥാനത്തിലെ വായുവിന്റെ മർദനം അധികമാകും. അപ്പോൾ D എന്ന വാംവു

ത്തുറക്കും. കുഴലിലെ വായു ടയറിലേക്കു കടക്കും. പലതവണ A എന്ന കുഴൽ ചാമ്പുമ്പോൾ ടയറിൽ നല്ലവണ്ണം വായു നിറയും.

അദ്ധ്യായം 21

പീച്ചാംകുഴൽ (Syringe)

പീച്ചാങ്കുഴൽ വളരെ ലഘുവായ ഒരു ഉപകരണമാണ്. ഇതിൽ ഒരു കുഴൽ ഉണ്ടായിരിക്കും. ഇതിൻെറ ഒരററം ഒരു ചെറു കുഴലിൽ അവസാനിക്കും. ഈ ചെറുകുഴലിൻെറ അഗ്രം കുറച്ചൊന്നു കൂർത്തിരിക്കും. കുഴലിന്നുള്ളിൽ കൊള്ളുന്ന ഒരു പിസ്റ്റൻ ഉണ്ടായിരിക്കും.

ചെറുകുഴൽ വെള്ളത്തിന്നുള്ളിൽ ആക്കി പിസ്റ്റൺ താഴ്ത്തുക. പിന്നീടു പിസ്റ്റൺ ഉയർത്തിയാൽ കുഴലിലേക്കു വെള്ളം കയറിവരും. ഉപകരണം പുറമെ എടുത്തു പിസ്റ്റൺ അമർത്തിത്താഴ്ത്തുമ്പോൾ വെള്ളം ചെറുകുഴലിലെ അററത്തിൽനിന്നു പുറമെ ഊക്കോടെ പോകും. വെള്ളം ഞെക്കിയാൽ അമരുകയില്ല എന്ന തത്വത്തെ ആസ്പദമാക്കീട്ടാണു ഈ ഉപകരണം പ്രവർത്തിക്കുന്നതു്.

ഇൻജെക്ക്ഷൻ ചെയ്യുവാൻ വൈദ്യൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണം ഇതാണു്. സൂചിപോലെയുള്ള ഭാഗം പൊള്ളയാണ്; അതാണു ചെറുകുഴൽ.

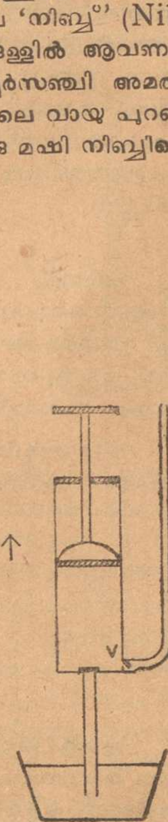
ഫൌണ്ടൻപെന്നിൽ മഷിനിറക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന കുഴൽ ഇതേമാതിരിയാണ്. പക്ഷേ അതിൽ ചില്ലറ വ്യത്യാസം കാണാം. കുഴലിൻെറ മേൽഭാഗത്തു ഒരു ചെറു റബ്ബർസഞ്ചി ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കും. അതാണു ഈ ഉപകരണത്തിലെ പിസ്റ്റൺ.

ആരംഭത്തിൽ കുഴലിൻെറ അററം മഷിപ്പാത്രത്തിൽ താഴ്ത്തും. പിന്നീടു റബ്ബർ ഞെക്കും. അപ്പോൾ കുഴലിലെ വായു കുമിളയിട്ടു പുറമെ പോകും. റബ്ബറിൻെറ മുകളിൽനിന്നു കൈവിരൽ അയച്ചുവിടുമ്പോൾ വായു ഉണ്ടായിരുന്ന സ്ഥാനത്തേക്കു മഷി കയറിച്ചെല്ലും. കുഴൽ പുറമെ എടുത്താൽ മഷി വീഴുന്നതല്ല. പെന്നിൽ കുഴലിൻെറ അഗ്രം നിർത്തി റബ്ബർ അമർത്തിയാൽ മഷി പെന്നിന്നുള്ളിൽ വീഴും.

ചില ഫൌണ്ടൻപെന്നുകളിൽ മഷിനിറക്കുവാനുള്ള സൌകര്യം പെന്നിൽ തന്നെ ഉണ്ടാകും. അവ 'സ്വയം പൂരിത' (self-filling) ഫൌണ്ടൻപെന്നുകളാകുന്നു. പെന്നിലെ കുഴലിൽ (barrel) ഒരു റബ്ബർ സഞ്ചി ഉണ്ട്. ചുളിവുകൾ കൂടാതെ ഇതു കുഴലിൽ വെച്ചിരിക്കും. കുഴലിൻെറ മേൽഭാഗത്തുള്ള ഒരു പിളപ്പിൽ ഒരു പിത്തള ലീവർ കാണാം. പെന്നിലെ 'നിബ്ബ്' (Nib) മഷിയിൽ താഴ്ത്തും. നിബ്ബിലെ ദ്വാരം മഷിക്കുള്ളിൽ ആവണം. പിന്നീടു ലീവർ ഉയർത്തും. അപ്പോൾ റബ്ബർസഞ്ചി അമർത്തപ്പെടും. നിബ്ബിലെ ദ്വാരത്തിലൂടെ സഞ്ചിയിലെ വായു പുറമെ പോകും. ലീവർ താഴ്ത്തിയാൽ സഞ്ചിയിലേക്കു മഷി നിബ്ബിലെ ദ്വാരംവഴിക്കു കയറും.

അദ്ധ്യായം 22

ബലപ്പമ്പ്.



ചിത്രം 21

ബലപ്പമ്പു Force pump):— ഈ ഉപകരണത്തിൻെറ ചിത്രം നോക്കുക. ഇതിൽ ഒരു വിസ്താരമായ കുഴൽ ഉണ്ട്. അതിൻെറ അടിയിൽനിന്നു് ഒരു ചെറുകുഴൽ പുറപ്പെടുന്നു. ഈ കുഴലുകൾ ചേരുന്നേടത്തു് ഒരു വാൽവു് ഉണ്ട്. ഈ വാൽവു് മേല്പോട്ടു മാത്രം തുറക്കുന്നതാണ്. വലിയ കുഴലിൽനിന്നു് വലത്തുഭാഗത്തു് ഒരു കുഴൽ പൊന്തിനില്ക്കുന്നതു് നോക്കുക. വലിയ കുഴലിനോടു ഈ കുഴൽ ചേരുന്ന സ്ഥാനത്തു് V എന്നു അടയാളപ്പെടുത്തി കാണിച്ചിരിക്കുന്ന വേറൊരു വാൽവു് ഉണ്ട്. ഈ വാൽവു് വലിയ കുഴലിൽനിന്നു് വലത്തുഭാഗത്തുള്ള കുഴലിൻെറ അകത്തേയ്ക്കു മാത്രമേ തുറക്കുകയുള്ളു. വലിയ കുഴലിൽ ഒരു പിസ്റ്റണുണ്ട്. ചെറുകുഴലിൻെറ അറ്റം ഒരു തൊട്ടിയിലെ വെള്ളത്തിൽ താഴ്ന്നിരിക്കുമാറു് വെയ്ക്കുക.

പ്രവൎത്തനം ആരംഭിക്കുമ്പോൾ പിസ്റ്റൺ വിസ്താരമേറിയ കുഴലിൻെറ അടിയിൽ ഇരിക്കട്ടെ. അപ്പോൾ വാൾവുകൾ രണ്ടും അടഞ്ഞിരിക്കും. പിസ്റ്റൺ മേല്പോട്ടു വലിക്കുമ്പോൾ വലിയ കുഴലിലെ അമൎച്ചശക്തി ചുരുങ്ങുന്നതിനാൽ തൊട്ടിയിലെ വെള്ളം ചെറുകുഴലിൻെറ മേൽഭാഗത്തിരിക്കുന്ന വാൾവു് തുറന്നു് വലിയ കുഴലിൽ കടക്കുന്നു. പിസ്റ്റൺ താഴ്ത്തുമ്പോൾ വെള്ളത്തിൻെറ ഘനത്താൽ ഈ വാൾവു് അടയും. ഈ അവസരത്തിൽ വെള്ളം V എന്ന വാൾവു തുറന്നു് വലത്തുഭാഗത്തു് കാണിച്ചിരിക്കുന്ന കുഴലിലേക്കു് കടക്കും. അടുത്ത പ്രാവശ്യം പിസ്റ്റൺ പൊന്തിക്കുമ്പോൾ ചെറുകുഴലിൻെറ അററത്തിലിരിക്കുന്ന വാൾവു് മാത്രം തുറക്കുകയും ജലാശയത്തിലെ വെള്ളം വലിയ കുഴലിൽ എത്തിച്ചേരുകയും ചെയ്യുന്നു.

പിന്നീടു്, പിസ്റ്റൺ താഴ്ത്തുമ്പോൾ ഈ വാൾവു് അടയുകയും V എന്ന വാൾവു് തുറക്കുകയും ചെയ്യുന്നതാണു്. അപ്പോൾ വെള്ളം വലത്തേക്കുഴലിൽ അധികം ഉയരത്തേക്കു പൊന്തുന്നു. ഇമ്മാതിരി ചാമ്പുകോൽ ചാമ്പുമ്പോൾ വലത്തെ കുഴലിൽ ക്രമേണ വെള്ളം പൊന്തിപ്പൊന്തി അററത്തിൽനിന്നു പുറത്തേക്കു ചാടുന്നു.

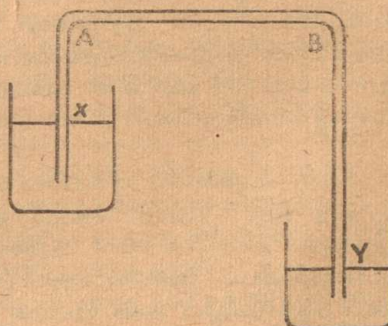
തീയെഞ്ചിനുകളിൽ (In fire engines) കാണുന്ന ഉപകരണം ഈ പമ്പിനെ പരിഷ്കരിച്ചു് ഉണ്ടാക്കിട്ടുള്ളതാണു്.

അദ്ധ്യായം 23

സൈഫൺ

ഈ ഉപകരണത്തിനാൽ ഉയൎന്ന സ്ഥാനത്തിലുള്ള ദ്രാവകത്തെ താണസ്ഥലത്തേക്കു, ആദ്യസ്ഥാനത്തിലെ ദ്രാവകത്തിൻെറ അടിഭാഗം ഇളകിമറിയാതെ, കൊണ്ടു വരാവുന്നതാണു്. ഈ ഉപകരണത്തിൽ രണ്ടു പ്രാവശ്യം സമകോണായി വളക്കപ്പെട്ട ഒരു ഗ്ലാസുകുഴലുണ്ടു. അതിൻെറ ഒരു ഭുജം മറേറ ഭുജത്തിനേക്കാൾ

നീളം ചുരുങ്ങിയതാകുന്നു. കുഴലിൽ ദ്രാവകം നിറച്ച് രണ്ടു വായും വിരലുകൾ കൊണ്ടടക്കുക. രണ്ടു പാത്രത്തിൽ വെള്ളമെടുത്തു്, ഒരു പാത്രത്തെ കുറച്ചുയരേയായും മററതു താഴെയായും വെച്ചിരിക്കേണ്ടതാണു. ഉയരത്തിൽ ഇരിക്കുന്ന പാത്രത്തിലെ വെള്ളത്തിനുള്ളിൽ ചെറിയ ഭുജത്തിൻെറ വായ കടത്തി കൈവിരൽ വിടുക; വലിയ ഭുജത്തിൻെറ അററം താഴേയുള്ള വെള്ളത്തിനുള്ളിൽ നിർത്തുക. ഈ അററം താഴെയുള്ള വെള്ളത്തിന്മീതെ വെള്ളം തൊടാതെ നിർത്തിയാലും വിരോധമില്ല. കുഴൽ നിവർത്തിപ്പിടിയ്ക്കുക. താഴെയുള്ള പാത്രത്തിലേക്കു് വെള്ളം ഒഴുകി വീഴുന്നു. 22-ാംചിത്രത്തിൽനിന്നു ഈ ഉപകരണത്തെപ്പററി മനസ്സിലാക്കാം.



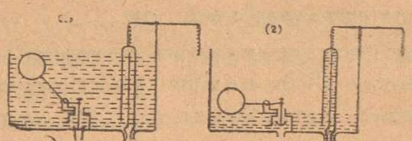
ചിത്രം 22

X-ഉം Y-യും എന്നു് കാണിച്ചിട്ടുള്ള ദ്രവസമതലങ്ങളിന്മേൽ വായുവിൻെറ അമർച്ച്ശക്തിയാണുള്ളതു്. A എന്ന സ്ഥാനം Xനു നേരെ മീതെ ചെറിയ ഭുജത്തിലുള്ളതാകുന്നു. ഇവിടത്തെ അമച്ച് ശക്തി ചുരുങ്ങിയതാകുന്നു. X- എന്ന സ്ഥാനത്തിലെ വായുവിൻെറ അമച്ച്ശക്തിയിൽ നിന്നു AX എന്ന ദ്രാവക സ്തംഭത്തിൻെറ അമച്ച്ലക്തിയെ കിഴിച്ചാൽ A എന്ന സ്ഥാനത്തിലെ അമർച്ച ശക്തി കിട്ടും. അതേമാതിരി B എന്ന സ്ഥാനത്തിലെ അമർച്ചശക്തി കിട്ടുവാൻ, വായുവിൻെറ അമച്ച്ശക്തിയിൽ നിന്നു BY എന്ന ദ്രാവകസ്തംഭത്തിൻെറ അമർച്ചശക്തി കിഴിക്കണം. BY എന്ന സ്തംഭം AX-നേക്കാൾ നീളമുള്ളതാകുന്നു ആയതിനാൽ B എന്നിടത്തിലെ അമർച്ചശക്തി Aഎന്നിടത്തിലുള്ളതിനേക്കാൾ ചെറുതാകുന്നു. ഇതിൻെറ തുക, X എന്ന സമതലത്തിനും Y എന്ന സമതലത്തിനും തമ്മിലുള്ള നീളവ്യത്യാസത്തിനു ക്രമാനുപാതമായിരിക്കും- (Proportional) ആ

യതിനാൽ, ദ്രാവകത്തെ തടസ്ഥപ്പെടുത്തുന്നില്ലെങ്കിൽ, A-യിൽ നിന്നു B- ഭാഗത്തേക്കു വെള്ളം ഒഴുകിക്കൊണ്ടിരിക്കും. AB എന്ന ഭാഗത്തു ഒരു കുഴൽ-അടപ്പു (Stopcock) ഉണ്ടെന്നിരിക്കട്ടെ. അതു തുറന്നുവിട്ടാൽ നീളം ചുരുങ്ങിയ ഭാഗത്തേക്കു ദ്രാവകം ഒഴുകുകയും ഉൽക്ഷേപണിയുടെ പ്രവത്തനം നില്ക്കുകയും ചെയ്യും.

ഒരു പാത്രത്തിൽനിന്നു മറേറ പാത്രത്തിലേക്കു വായുവിൻെറ അമർച്ചശക്തിയാണു് ദ്രാവകത്തെ ഒഴുകുവാൻ സമ്മതിക്കുന്നതു്. ആയതിനാൽ, ദ്രാവകം വെള്ളമാണെങ്കിൽ, കടൽ നിലപ്പിൽ AX എന്ന ഉയരം 34 അടിയിൽ ചുരുങ്ങിയിരിക്കണം; ഈ 34 അടിയാണല്ലോ ജലഭാരമാപിനിയുടെ ഉയരം

സൈഫണിൻെറ തത്വത്തെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തീട്ടാണു് 'ഫ്ളഷു-ടാങ്കു്' (flush tank) ഉണ്ടാക്കീട്ടുള്ളതു്. ഇതിൻെറ പ്രവത്തനം മനസ്സിലാക്കാൻ താഴെ ചേത്തിട്ടുള്ള 23-ാം ചിത്രം പരിശോധിക്കുക. ഇത്തരം തൊട്ടി (ടാങ്കു-tank) കറം പട്ടണങ്ങളിലെ കക്കൂസുകളിൽ മലം ഉടനടി കഴുകിക്കളയുവാൻ ഉപകരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 23

തൊട്ടിയുടെ വലത്തുവശം കാണുന്നതാണു് സൈഫൻ സുമാർ 3" വ്യാസവും 12" നീളവും ഇതിന്നുണ്ടാവും. ഇതിന്നുള്ളിൽ ഒരു തകിടു ഇതിനെ രണ്ടായി ഭാഗിക്കുന്നു. തകിടു പുറം കുഴലിൻെറ മേൽതട്ടു്വരെ ഉണ്ടാകയില്ല. 3" താണിട്ടാണുണ്ടാവുക. ഇതിലെ വലത്തെ അറഭാഗമാണു് തൊട്ടിയിലെ വലത്തെ കുഴലിൽ അടങ്ങുനില്ക്കുക. ഇടത്തെ അറയുടെ ചോട്ടിലായി ഒരു ദ്വാരമുണ്ടാകും. ഈ സൈഫണിനെ പൊന്തിക്കാൻ ലീവർ ഏർപ്പാടുണ്ടു്. സൈഫൺ അടങ്ങു നിൽക്കുന്ന തൊട്ടിയിലെ കുഴലിലൂടെ ആണു് വെള്ളം ഊക്കോടെ വീണു കക്കൂസിലെ മലം കഴുകുക.

തൊട്ടിയുടെ ഇടത്തു ഭാഗത്തു കാണുന്ന കുഴലിൽക്കൂടി ആണു തൊട്ടിയിലേക്കു വെള്ളം കടക്കുക. ഈ പ്രവേശനത്തെ ക്രമപ്പെടുത്തുവാൻ ഒരു അടപ്പുണ്ടു്. ആ അടപ്പു തനിയെ തുറക്കുകയും അടയുകയും ചെയ്യും. ആ സൌകര്യത്തിന്നാണു് ഒരു ലീവറും അതോടു ഘടിപ്പിച്ച പ്ളവനി (float)യും ഉള്ളതു്.

തൊട്ടിയിൽ വെള്ളം നിറഞ്ഞിരിക്കുമ്പോൾ ഇടത്തെ കുഴലിന്റെ മുഖം അടച്ചിരിക്കും. വലത്തു കാണുന്ന ചങ്ങല വലച്ചാൽ സൈഫൻ കുറച്ചൊന്നു പൊന്തുകയും വലത്തേ കുഴലിലേക്കു വെള്ളം വീഴുകയും തത്സമയം സൈഫണിലെ വലത്തെ അറയിലെ മർദ്ദം ചുരുങ്ങുകയും ഇടത്തെ അറയിൽ നിന്നു വെള്ളം വലത്തെ അറയിൽ നിറഞ്ഞുവശാവുകയും ചെയ്യും. ചങ്ങലയിലെ പിടിവിട്ട ഉടനെ സൈഫണിന്റെ നീളമുള്ള നാളമായി, വലത്തെ അറയും അതിനോടു ബന്ധിച്ച കുഴലും, പരിണമിക്കും. അതുകൊണ്ടു വെള്ളത്തിന്റെ വിതാനം ഇടത്തെ അറയിലെ ദ്വാരത്തിന്റെ ചോട്ടിൽ ആകുന്നതുവരെ പുറമെ ഒഴുകും. ഇതേ അവസരത്തിൽ ഇടത്തെ ലിവറിലെ ഫ്ളോട്ടു (പ്ളവനി) താണുവരും. അപ്പോൾ അടപ്പു പൊന്തും. തത്ഫലമായി, തൊട്ടിയിലേക്കു വെള്ളം കടന്നു അതു നിറയും. കക്കൂസിന്റെ മേൽഭാഗത്താണു തൊട്ടി സ്ഥാപിച്ചിരിക്കുക. പിടിക്കുവാനുള്ള ചങ്ങല താണുകിടക്കും. വലത്തെ ഭാഗത്തെ കുഴൽ കക്കൂസിന്റെ ഉള്ളിലോളം പ്രവേശിച്ചിരിക്കും.

സൈഫണിന്റെ തത്വം വേറേയും ആവശ്യങ്ങൾക്കു പ്രയോഗിക്കുന്നുണ്ടു്. ഈ പ്രയോഗം അധികവും പട്ടണപ്രദേശങ്ങളിലാണു് കാണുക. വീട്ടിലെ മലിനപ്പെട്ട വെള്ളം പുറം ചാലുകളിലേക്കു പോകണമല്ലോ. അവകളിലെ ദുഷിച്ച വെള്ളത്തിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന വിഷവായുക്കൾ വീട്ടിലെ കുഴലുകളിൽക്കൂടെ നല്ലവെള്ളം വന്നു നിറയുന്ന സ്ഥലങ്ങളിൽ വരരുതു്. ഇതു് തടയുവാൻ സൈഫൻ ഏർപ്പാടു വെയ്ക്കും.

ചിത്രം 24

ഹോട്ടലുകളിൽ കൈ കഴുകുവാനും മററും 'ബേസിൻ'(basin) ഉണ്ടാകും. ചീത്ത വാതകങ്ങൾ കീഴ്ഭാഗത്തിൽ നിന്നു ഇതിൽ വരാതിരിക്കാൻ നോക്കണം. ഇതിന്നു 'trap' (കെണി) ഏർപ്പെടുത്തും. കെണിയുടെ സമ്പ്രദായം 24-ാം ചിത്രത്തിൽനിന്നു മനസ്സിലാക്കാം. ഉള്ളിലേക്കു ചെല്ലുന്ന കുഴലിൻെറ താഴെഅററം വെള്ളത്തിന്നടിയിലാണു. ഇപ്പോൾ വലത്തെ കുഴലിലൂടെവാതകങ്ങൾ പൊങ്ങിവന്നു ഇടത്തെ കുഴലിലേക്കു കടക്കയില്ല.

ഇമ്മാതിരി ഒരു കെണി ബേസിൻ ചോട്ടിൽ ഏപ്പെടുത്തിയാൽ രക്ഷകിട്ടുമല്ലോ.

അദ്ധ്യായം 24

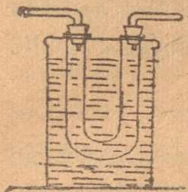
B വായുമണ്ഡലം — വായുവിലെ അംശങ്ങൾ — ഗുണാത്മകം (Qualitative) യോഗവും ആയതന (Volumetric) യോഗവും

വായു

നാം നിവസിക്കുന്ന ഭൂമിക്കുചുററും വായു ഉണ്ടു്. ഈ വായുവിനെ ആണു് നാം ശ്വസിക്കുന്നതു്. അതിൽക്കൂടിയാണു് നാം നടക്കുന്നതു്. സുമാർ 200 മൈൽ ദൂരത്തോളം വായുവുണ്ടത്രെ. പക്ഷേ അഞ്ചുമൈലിന്നു മുകളിൽ വായു വളരെ നേർമ്മയുള്ളതായ്ത്തീരുന്നു. അങ്ങനത്തെ നേരിയ വായുവിനെ ശ്വസിക്കുന്നതു് അതിപ്രയാസമായതാണെന്നു വൈമാനികർ പറയുന്നു. വായുവിനെ കാണുവാനോ മണത്തറിയുവാനോ നമുക്ക് സാധിക്കു

ന്നില്ലെങ്കിലും നമുക്ക ചുററം അതു് ഉണ്ടെന്നു് നമുക്കറിയാം. നാം വേഗത്തിൽ നടക്കുമ്പോൾ എന്തോ ഒന്നു് ചില്ലറ തടസ്ഥത്തെ ചെയ്യുന്നുവെന്നു നമുക്ക തോന്നുന്നു. ഇതു് വായുവാണു്.

വായു ഒരു മൂലധാതുവല്ല.



ചിത്രം 25.

മനുഷ്യർ വളരെക്കാലങ്ങളോളം ഇതൊരു മൂലക (element) മാണെന്നു് വിശ്വസിച്ചിരുന്നു. 18–ാം നൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനകാലങ്ങളിൽ, വിശ്രുത ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരായ ബ്ളാക്ക (Black) പ്രീസ്റ്റിലി (Priest- (ley ലവായിസിർ (Lavoisier) എന്നിവർ പലേ പരിശോധനകൾമൂലം സന്ദേഹമില്ലാത്ത വിധത്തിൽ വായു ഒരു മൂലധാതുവല്ലെന്നു് കാണിച്ചു.

വായുവിൻെറ അപഗ്രഥനം

പരീക്ഷ 1:— 25-ാം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചപോലെ കാക്ക് വളഞ്ഞ ചെറ കുഴലുകൾ എന്നിവ ചേർത്തിട്ടുള്ളതും Uൻെറ ആകൃതിയിലുള്ളതും ആയ ഒരു നേരിയ ഗ്ലാസു കുഴൽ എടുക്കുക. ഒരു ബീക്കറിനുള്ളിൽ ഉപ്പും പൊടിച്ച ഹിമവും ചേർത്തു് ഹിമമിശ്രമണത്തിൻെറ നടുവിലായി ഈ ഗ്ലാസു കുഴലിനെ നിർത്തുക. ചെറ കുഴലിൻെറ ഒരററത്തിൽക്കൂടി വായു വലിച്ചെടുക്കുക. U-കുഴൽ കൂടെ കൂടെ ബീക്കറിൽനിന്നു് പുറമെ എടുത്തു് അതിനെ പരിശോധിക്കുക. ശുഭ്രതുഷാരംപോലെയുള്ള ഒരു സാധനം U-കുഴലിനുള്ളിൽ കണ്ടു തുടങ്ങുന്നു. ഹിമമിശ്രണം വെച്ചിട്ടുള്ള ബീക്കറിൻെറ പുറമേയും ഇതേമാതിരിയുള്ള ഒരു മട്ടു് കാണുന്നു. കുഴലിലെ തുഷാരവും ബീക്കറിൻെറ പുറമെയുള്ള സാധനവും വെള്ളമായിരിയ്ക്കണമല്ലൊ.

ആയതിനാൽ വായുവിൽ ജലാംശം ബാഷ്പാകൃതിയിൽ ഇരിയ്ക്കുന്നു.

ഇതേ ഫലം എളുപ്പമായ ഒരു പരിശോധനയാൽ മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണ്. ഒരു വാച്ചുഗ്ലാസിൽ നീരില്ലാത്ത ഒന്നുരണ്ടു് കാൽസിയം ക്ലോറൈഡിൻെറ (Calcium Chloride) കഷണങ്ങൾ ഇട്ടു് ഒരിടത്തിൻ ഗ്ലാസു വെയ്ക്കുക. കുറേ നിമിഷങ്ങൾക്കുള്ളിൽ ഇവ മുഴുവനും ദ്രവമായ്ത്തീരുന്നതായ്ക്കാണാം വെള്ളത്തിനെ വലിച്ചെടുക്കവാനുള്ള സാമത്ഥ്യം കാൽസിയം ക്ലോറൈഡിന്നു ഉണ്ടു്. ഇങ്ങനത്തെ പദാത്ഥങ്ങളെ വിദ്രാവക (Deliquescent) വസ്തുക്കൾ എന്നു പറയുന്നു.

അങ്ങാടിയിൽനിന്നു മേടിക്കുന്ന ഉപ്പു് മഴക്കാലങ്ങളിൽ തുറന്ന പാത്രങ്ങളിലാക്കി വെച്ചിരിക്കുമ്പോൾ ഈറനായിരിക്കുമല്ലൊ. മേടിക്കുന്ന ഈ ഉപ്പു് ശുദ്ധമായതല്ല. ഇതിൽ മാഗ്നീസിയം ക്ലോറൈഡ് ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ സാധനമാണ് വായുവിൽനിന്നു് വെള്ളത്തെ വലിച്ചെടുക്കുന്നതു്. നല്ലതായ ഉപ്പു വിദ്രാവക വസ്തുവല്ല.

ജലാശയങ്ങളിലെ വെള്ളം സൂൎയ്യൻെറ ചൂടിനാൽ ആവിയായി മാറി വായുവിൽ കലന്നിരിക്കും. ഈ ആവിയുടെ അളവു് ഓരോ സ്ഥലങ്ങളിൽ ഓരോ വിധമായിരിക്കും. ഉഷ്ണമേഖലാ പ്രദേശങ്ങളിൽ മഴ അധികം പെയ്യുന്നതിനാൽ അവിടങ്ങളിൽ വായുവിൽ നീരാവി ജാസ്തി ഉണ്ടാകും; മരുഭൂമികളിലാകട്ടെ വളരെ ചുരുക്കമേ ഉണ്ടാവുകയുള്ളു. മരുഭൂമികളിലെ വായുവിൽ 100 ആയതനത്തിൽ ഒന്നു മുതൽ രണ്ടു് ആയതനത്തേക്കാൾ കവിഞ്ഞതോതു് നീരാവിയ്ക്കു് ഒരിക്കലും ഉണ്ടാവുകയില്ല.

വായുവിലെ നീരാവിയുടെ തോതനുസരിച്ചു് നമുക്കു് ചില ദിവസങ്ങളിൽ സുഖവും മററു ദിവസങ്ങളിൽ സുഖമില്ലായ്മയും ഉണ്ടാകും. ദേഹത്തിൻെറ ഉഷ്ണത രോഗമില്ലാത്ത ഒരുവന്നു് 98. 6°F ആകുന്നു. ഇതു് നിയതമായതാകുന്നു. ദേഹത്തിലെ രാസ

വികാരങ്ങളാലാകുന്നു ഈ ഉഷ്ണത നിലനിന്നുപോരുന്നതു്. ദേഹത്തിലെ ത്വക്കിൽനിന്നു് പുറപ്പെടുന്ന വിയർപ്പിന്റെ ബാഷ്പീഭവനത്താലും ദേഹത്തിൽനിന്നു് ചൂടു് വായുവിലേക്കു് വികീർണ്ണമായു് (Radiate) പോകുന്നതിനാലും ആണു് നിയതമായ ഒരു ഉഷ്ണത ദേഹത്തിനു് ഉണ്ടായിരിക്കുന്നതു്. വായു ഈറൻ ഉള്ളതാണെങ്കിൽ ഈ ബാഷ്പീഭവനം പതുക്കെയാണു് സംഭവിക്കുക; നേരെ മറിച്ചു്, വായുവിനു് വറംച്ച ഉണ്ടെങ്കിൽ ഈ സംഗതി വളരെ വേഗത്തിൽ നടക്കും. ഈ രണ്ടവസ്ഥകളിലും നമുക്കു് അസുഖതയാണു് അനുഭവപ്പെടുക. ബാഷ്പീകരണം വേഗം സംഭവിക്കേണ്ടതിലേക്കു് നേരിയ വസ്ത്രം വിശറി എന്നിവ നാം ഉപയോഗിക്കുന്നു. വേനൽക്കാലത്തു് നിലത്തിലും മററും വെള്ളം തെളിക്കുന്നതു് ബാഷ്പീകരണത്തെ നിയന്ത്രിക്കുവാനാകുന്നു. ദേഹത്തിൽനിന്നു് ക്രമമായ രീതിയിൽ വേണ്ടടത്തോളം മാത്രം ബാഷ്പീഭവനം ഉണ്ടാക്കുവാൻ വേണ്ടിയാകുന്നു തുറന്ന വായുസഞ്ചാരമുള്ള സ്ഥലങ്ങളിൽ നമ്മുടെ ദിവസങ്ങളിലെ മുക്കാൽ ഭാഗവും കഴിച്ചു കൂട്ടുവാൻ നാം ശ്രമിക്കുന്നതു്. വായുസഞ്ചാരമുള്ള മുറികറം വീടുകളിൽ ഉണ്ടായിരിക്കേണമെന്നു പറയുന്നതിലുള്ള സാരവും ഈ ബാഷ്പീഭവനവിഷയത്തെ മുൻനിത്തീട്ടാകുന്നു.

പരീക്ഷ 2:—വെള്ളവീശുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന ചുണ്ണാമ്പു (Slaked lime) ഒരു ബീക്കറിലെ വെള്ളത്തിൽ ചേക്കുക. ബീക്കർ നല്ലവണ്ണം കുറേനേരത്തോളം കുലുക്കി ഒരിടത്തു് വെക്കുക. ദ്രാവകം തെളിഞ്ഞതിനുശേഷം മേൽഭാഗത്തു് ഇരിക്കുന്ന തെളിവായ വിലയനത്തിന്റെ അടിഭാഗം ഇളകാതെ വിലയനത്തെ ഒരു കുപ്പിയിൽ ഒഴിച്ചു കാക്കു് ഇട്ടു മൂടിവെക്കുക. കുപ്പിയിലെ

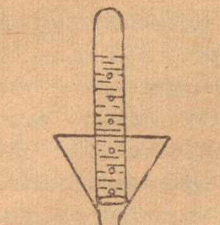
വെള്ളം ചുണ്ണാമ്പുവെള്ളമാകുന്നു. ഈ വെള്ളം ഒരു ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിൽ കുറെ എടുക്കുക. ഈ വെള്ളത്തെ അതിൽ കൂടി വായുകണങ്ങൾ കുമിളായിട്ടു വരുവാൻ സഹായിക്കുന്ന ഒരു ഉപകരണത്തോട് ചേർക്കുക. 26-ാം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചപോലെ ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിനെ ശരിപ്പെടുത്തി വായുവിനെ വിലയനത്തിൽക്കൂടി വലിച്ചെടുത്താലും മതിയാകും. യാതൊരു നിറവുമില്ലാത്ത ചുണ്ണാമ്പുവെള്ളം പാൽനിറമുള്ളതായ്ത്തീരുന്നു. കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്നു മാത്രമേ ഈ ഗുണമുള്ളു.

ആയതിനാൽ വായുവിൽ കാർബൺ ഡൈ-ആക്സയിഡ് (Carbon-di-oxide) എന്ന വാതകം ഉണ്ട്.

ചിത്രം 26

ചുണ്ണാമ്പു വെള്ളത്തിൽക്കൂടി വായു വലിച്ചെടുക്കൽ

പ്രാണികൾ ശ്വാസോച്ഛ്വാസം ചെയ്യുമ്പോളും, വിറകു കത്തുമ്പോളും പ്രാണികളും സസ്യങ്ങളും ചീഞ്ഞളിയുമ്പോളും കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് ഉണ്ടായ വായുവിൽ കലന്നു ചേരുന്നു. ഒരുവൻ ദിവസന്തോറം 1000 ഗ്രാം തൂക്കമുള്ള ഈ വാതകത്തെ ഉച്ഛ്വസിക്കുന്നു; കല്ക്കരി, വിറക്, എണ്ണ എന്നിവയിൽ നിന്നും ഈ വാതകം ഉത്ഭവിക്കുന്നു; കാട്ടിലെ മരങ്ങൾ ജീർണ്ണിച്ച് നശിച്ചിട്ടും ഈ വാതകം വേത്ര വായുവിൽ ചേരുന്നു. എന്നിരുന്നിട്ടും 10000 ആയതനത്തിങ്കൽ മൂന്നുമുതൽ നാലുഭാഗം മാത്രമെ ഈ വാതകം നിയതമായിട്ട് വായുവിൽ ഉണ്ടാകയുള്ളു. ചില പ്രത്യേക കാരണങ്ങളാൽ ചില



ചിത്രം 27 കാർബൺ ഡൈ – ഓക്സൈഡിൽ സസ്യങ്ങൾ വരുത്തുന്ന മാററം.

ദേശങ്ങളിലെ വായുവിൽ 1%- ഓളമോ കുറച്ച് അധികമോ ഈ വാതകം വായുവിൽ ഉണ്ടായി എന്നു വന്നേക്കാം. വായുവിൽ കാർബൺ ഡൈയോക്സൈഡ് വാതകത്തിന് മുമ്പു പ്രസ്താവിച്ച നിയതമായ തോതു് ഉണ്ടായിരിക്കുവാനുള്ള കാരണം സസ്യലോകമാകുന്നു. സസ്യങ്ങളിലെ പച്ചനിറത്തോടുകൂടിയ ഭാഗങ്ങൾ സൂര്യവെളിച്ചമുള്ളപ്പോൾ ഈ വാതകത്തെ സ്വീകരിച്ച് അതിൽ നിന്നു് അംഗാരത്തെ വേർവിടുത്തി സസ്യങ്ങൾക്കുവേണ്ട പോഷകത്തിനെ ശേഖരിയ്ക്കുന്നു. ഈ ഭൌതികവികാരത്തിൻെറ ഫലമായിട്ടു് സസ്യങ്ങൾ ഓക്സിജനെ പുറമെ വിടുന്നു. ഈ സംഗതിയെ ഒരു പരിശോധനമൂലംകാണിക്കാവുന്നതാണ്. കിണററിലെ വെള്ളമോ പമ്പുവെള്ളമോ ഒരു ഫ്ളാസ്റ്റിൽ നിറച്ചു് അതിനുള്ളിൽ ഒരു ചെടിയുടെ ഒട്ടുംതന്നെ വാടാത്ത ഇലകൾ ഇടുക. കാക്കം മററു ഉപകരണങ്ങളും 27–ാം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചമാതിരി ശരിപ്പെടുത്തുക. ഈ സാധനത്തെ സൂര്യവെളിച്ചം കൊള്ളത്തക്കവണ്ണം ഒരിടത്തു് വെയ്ക്കുക. ഇലകളിൽ നിന്നു് ചില വാതകബിന്ദുക്കൾ പൊന്തി ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിൽ ശേഖരിയ്ക്കുന്നു. പരിശോധിച്ചു നോക്കുമ്പോൾ ഈ വാതകം ഓക്സിജനാണെന്നു് തെളിയും.

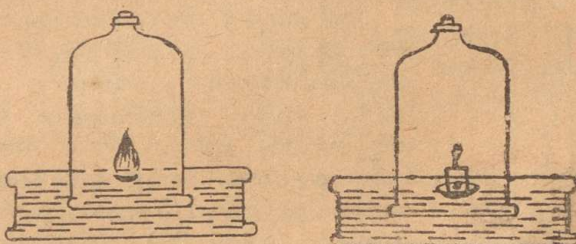
പരീക്ഷ 3:—ഒരു മൂശ (Crucible) യെടുത്തു് അതിൽ ഒരു കഷണം മാഗ്നീസിയംനാട ഇടുക. മണ്ണുകൊണ്ടു് നാട മൂടുക. മൂശ നല്ലവണ്ണം ചൂടുപിടിപ്പിക്കുക. കുറെ നേരം ചൂടുപിടിച്ചശേഷം മൂശ തണുപ്പിക്കുക. പിന്നീടു നാട പുറമെ എടുത്തു് പരിശോധിയ്ക്കുക. നാടയിൽ യാതൊരുമാററവും ഉണ്ടായിട്ടില്ലെന്നു് അറിയുക.

മൂശയിൽതന്നെ വീണ്ടും നാട ഇടുക. ഇത്തവണ മണ്ണുകൊണ്ട് നാട മൂടാതെ വെയ്ക്കുക. നല്ലവണ്ണം ചൂടുപിടിപ്പിയ്ക്കുക. ഫലം എന്തെന്ന് കുറിയ്ക്കുക. സാധാനത്തിനു ഒരു മാററം സംഭവിച്ചിരിയ്ക്കുന്നു. മൂശയും ലോഹവും തൂക്കിനോക്കേണ്ടുന്ന ബുദ്ധിമുട്ടും നീങ്ങാം വിലവെയ്ക്കുകയില്ലെങ്കിൽ, ആരംഭത്തിലും അവസാനത്തിലും തൂക്കം കാണുക. ഈ പരീക്ഷയുടെ അവസാനത്തിൽ മാഗ്നീസിയംനാടയ്ക്കു് തൂക്കത്തിൽ വർദ്ധനയുണ്ടെന്നു തെളിയും.

സാധനങ്ങൾ കത്തുവാൻ വായു ആവശ്യമാണെന്നു് ഈ പരീക്ഷണത്തിൽനിന്നു് മനസ്സിലാക്കാമല്ലോ- ചൂടുപിടിയ്ക്കുമ്പോൾ കത്തിയ സാധനത്തിൻെറ നിറവും ഗുണവും വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിയ്ക്കുന്നുവെന്നും അതിൻെറ തൂക്കം അധികരിച്ചിരിയ്ക്കുന്നുവെന്നും പരിശോധിച്ചറിയുക. ഈ മാററം ശാശ്വതമാണെന്നുകൂടി മനസ്സിലാക്കുക. വായുവിൽ വേറെസാധനങ്ങൾക്കും രാസവികാരം നടക്കുന്നുണ്ട്. ഉദാഹരണമായ്, ഇരുമ്പ് തുരുമ്പ് പിടിക്കുന്നു. ഈ വികാരം നടക്കുമ്പോൾ സാധനങ്ങളുടെ തൂക്കവും വർദ്ധിക്കും. ഈ കാരണത്താലാണ് ഇരുമ്പിന്മേൽ നാം വാർണിഷുതേക്കുന്നതു്; ഇരുമ്പിൻെറ മുകളിൽ ഇനാമൽ (Enamel) പിടിപ്പിയ്ക്കുന്നതും വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ സഹായത്താൽ ഇരുമ്പിന് നാകം പൂശുന്നതും തുരുമ്പുപിടിക്കാതെ ഇരുമ്പിനെ സൂക്ഷിയ്ക്കുവാനാകുന്നു. ഇങ്ങനെ ചെയ്യുന്നതിനാൽ വായുവിന് ഇരുമ്പിനോടു സമ്പക്കം ഉണ്ടാകുന്നില്ല. ഈ സന്ദർഭത്തിൽ ഒരു പ്രശ്നം ഉത്ഭവിച്ചേയ്ക്കാം. വായുമുഴുവനും ഈ വികാരത്തിൽ ഏർപ്പെടുന്നുണ്ടോ?

പരീക്ഷ 4:—വാതകങ്ങളെ ശേഖരിക്കുവാൻ ഉതകുന്ന ഒരു പാത്രം (വാതകശേഖരപാത്രം—Pneumatictrough) ത്തിൽ രണ്ടോ മൂന്നോ ഇഞ്ചു് ആഴത്തിൽ വെള്ളംവിടുക. ഒരു കാക്കിൻെറ മുകളിൽ ഒരു ചെറിയമെഴുകുതിരിക്കഷണം നിർത്തി വെള്ളത്തിന്മേൽ പൊന്തിക്കിടക്കുവാൻ സമ്മതിക്കുക. മെഴുകുതിരകത്തിച്ച്അതിൻെറ മുകളിൽ മണിയുടെ ആകൃതിയിലുള്ള ഒരു കുപ്പിഭരണി കമഴ്ത്തിവെക്കുക. ഈ ഭരണിയുടെ അടിയിൽ ഒരു ദ്വാരം ഉണ്ടു്. അതിന്ന് ഒരു അടപ്പു് ഉണ്ടു്. കമിഴ്ത്തുന്ന സമയത്തു് ഈ അടപ്പു് തുറന്നുവെക്കുക. വെള്ളത്തിൻെറ നിരാ

നം നോക്കിക്കുറിയ്ക്കുക. വേഗത്തിൽ അടപ്പ് സ്ഥാനത്തിൽ വെക്കുക. കുറച്ചുനേരത്തോളം മെഴുകുതിരി കത്തുകയും പിന്നെ കെട്ടുപോകയും ചെയ്യുന്നു. കുപ്പി ഭരണിയിൽ പതുക്കപ്പെതുക്കെ വെള്ളം കയറുന്നു. കുറെ കഴിഞ്ഞതിൽപിന്നെ ഒട്ടുംതന്നെ വെള്ളം കയറാത്ത അവസ്ഥ വരുന്നു. ഇപ്പോഴം പൊന്തിയിരിയ്ക്കുന്ന വെള്ളത്തിൻെറ ഉയരം വെള്ളത്തിൻെറ മുകളിൽ ആദ്യം ഉണ്ടാ

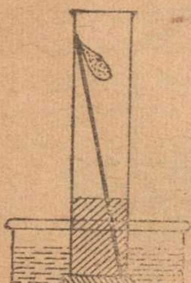


ചിത്രം 28—വായുവിൻെറ 'സംയോജക' മട്ടു പഠിക്കുവാൻ.

യിരുന്ന ഉയരത്തിൻെറ $\frac{1}{5}$ ആകുന്നു. അയതിനാൽ മെഴുകുതിരികത്തുമ്പോഴം വായുവിൻെറ $\frac{1}{5}$ ഭാഗം കത്തുവാൻ ചെലവഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു എന്നു് ഊഹിക്കേണ്ടിവരുന്നു. പരിശോധനശേഷം ഭരണിയിലെ മെഴുകുതിരി കത്താത്തതിനാൽ ഭരണിയിൽ ഉള്ള ബാക്കി വാതകത്തിനു് മെഴുകുതിരിവെളിച്ചത്തെ കത്തുന്ന അവസ്ഥയിൽ നിർത്തുവാൻ കഴിയുകയില്ല എന്നു് തെളിയുന്നു. ഒരു ചീനപ്പിഞ്ഞാണത്തിൽ ഒരു ചെറിയ കഷണം മഞ്ഞഭാസ്വരം—(Yellow phosphorus) ഇട്ടു് മെഴുകുതിരിക്കു് പകരം ഈ പിഞ്ഞാണത്തെ വെള്ളത്തിൽ പൊന്തിയിരിക്കത്തക്കണ്ണം വെച്ചു് ഇതേ പരീക്ഷ നടത്തുക. മഞ്ഞഭാസ്വരം തനിയെ കത്തുന്നതാകുന്നു

ഇരിമ്പുപൊടി ഉപയോഗിച്ചു് ഇതേ പരീക്ഷ കുറച്ചൊരു ഭേദഗതിയോടുകൂടി നടത്താവുന്നതാണു്.

ഒരു മസലിൻ തുണിയിൽ കുറെ ഇരിമ്പുപൊടി ഇട്ടു് മസ ലിൻ കെട്ടുക. ഒരു ഇരിമ്പുവടിയുടെ അററത്തു് ഈ സഞ്ചി കെ ട്ടിവെയ്ക്കുക. സഞ്ചിമേൽ വെള്ളം പകരുക. വെള്ളത്തിൽ തല കീഴ്ക്കാന്തുക്കമായി വെച്ചിരിയ്ക്കുന്ന ഒരു ഭരണിയ്ക്കുള്ളിലെ വാ യുവിൽ സഞ്ചി ഇരിയ്ക്കത്തക്കവണ്ണം ഇരിമ്പുവടി ഭരണിയിൽ ക ടത്തുക. ഈ ഉപകരണത്തെ രണ്ടുമൂന്നു ദിവസത്തേയ്ക്കു് ഇതേ നിലയിൽ വെയ്ക്കുക.



ചിത്രം 29—ഇരുമ്പുപൊടി ഉപയോഗിച്ചു വായുവിൻെറ സംയോജകം അറിയുവാൻ.

ആരംഭത്തിൽ ഭരണിയിൽ ഉള്ള വായുവിൻെറ ആയതനം അറിഞ്ഞിരിയ്ക്കണം. മൂന്നു ദിവസത്തിനുശേഷം പരിശോധിച്ചു നോക്കിയാൽ, വെള്ളം ഭരണിക്കുള്ളിൽ പൊന്തിനില്ക്കുന്നതായും ഈ പൊന്തയ വെള്ളത്തിൻെറ ആയതനം മുമ്പു് അളന്നുകണ്ടതായ ആയതനത്തിൻെറ 1/5 ആയിരിയ്ക്കുന്നതായും കാണാം. (ചിത്രം 29) ഭരണിയുടെ മുഖം വെള്ളത്തിനുള്ളിൽ ഇരിയ്ക്കുന്ന അവസരത്തിൽ ഗ്ലാസുതട്ടുകൊണ്ടു് മുഖം മൂടി ഭരണിയെ മേശമേൽ നിവത്തിവെയ്ക്കുക. പിന്നീടു് അതിൻെറ മൂടി തുറന്ന ഉടനെ കത്തുന്ന ഒരു ഈക്കിലു് ഭരണിക്കുള്ളിൽ കടത്തുക. തീ ഉടനെ കെട്ടുപോകുന്നു.

ഈ പരിശോധനകളിൽനിന്നു് വായുവിലെ $\frac{1}{5}$ ഭാഗം, സാധനങ്ങൾ കത്തുമ്പോൾ ശക്തിയോടെ സാധനങ്ങളിൽ വികാരത്തെ ഉണ്ടാക്കുവാൻ ഉപയോഗപ്പെടുന്നുവെന്നും വായുവിലെ $\frac{4}{5}$ ഭാഗം ശക്തിഹീനമായതാണെന്നും നമുക്കു മനസ്സിലാക്കാം. ശക്തിയോടുകൂടിയ വായുഭാഗത്തെ ഓക്സിജനെന്നും ശക്തിഹീനമായ വായുഭാഗത്തെ 'നൈററ്റജൻ' (Nitrogen) എന്നും ആണു വിളിക്കാറു്.

വായുവിലെ ഘടകങ്ങൾക്കു് ഒരു കൃത്യമായ തോതില്ല. ഓരോരോ ദിക്കിലെ വായുവിൽ ഈ ഘടകങ്ങൾ വ്യത്യസ്തപ്പെട്ട തോതിൽ ഓരോരോ മാതിരിയിലാണിരിയ്ക്കുന്നതു്. പട്ടണങ്ങളി

ലും വ്യവസായശാലാഭാഗങ്ങളിലും ഉള്ള വായുവിലെ കാർബൻ-ഡൈഓക്സൈഡിൻെറ തോത് ഗ്രാമങ്ങളിലും മലമുകളിലും ഉള്ള ഈ വാതകത്തിൻെറ തോതിനേക്കാൾ എത്രയോ അധികമായതാണ്. ഋതുക്കൾ മാറുമ്പോളെല്ലാം വായുവിലെ നീരാവിത്തോതിനു ഏററക്കുറച്ചൽ ഉണ്ടാകുന്നു. എല്ലാവിധ വായുക്കളിലും ഓക്സിജനിന്നും നൈററ്റജനിന്നും ഉള്ള ബന്ധം കൃത്യമായ് ഇരിയ്ക്കാതെ സുമാർ 1:4 എന്നായിട്ടാണ് കാണുന്നതു്. ഒരു സ്ഥാനത്തിലെ വായു പരിശോധിച്ചു കിട്ടുന്ന തോതിന്നനുസരിച്ച് ഓക്സിജനിനേയും നൈററ്ജെനിനേയും കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്ന അവസരത്തിൽ കുറച്ചെങ്കിലും ചൂടു ഉണ്ടാകുന്നില്ല. ആയതിനാൽ വായു ഒരു രാസയൌഗികപദാർത്ഥം (Chemical compound) അല്ല; വെറും ഒരു മിശ്രപദാർത്ഥമാണ്.

ഓക്സിജൻ, നൈററ്റജൻ, കാർബൺഡൈയോക്സയിഡ്, നീരാവി എന്നിവയ്ക്കു പുറമെ ചില അപൂർവ്വങ്ങളായ വാതകങ്ങൾ വായുവിൽ ഉണ്ട്. ഇവയുടെ ആയതനത്തോതു് വളരെ ചുരുങ്ങിയതാണ്, (സുമാർ $1^{0}/_{0}$ മാത്രമെ ഉണ്ടാവുകയുള്ളു). ഈ അപൂർവ്വവാതകങ്ങളിൽ മുഖ്യമായവ ആർഗണം (Argon) ഹീലിയം (Heliun) ആകുന്നു. വായുവിൽ കലൎന്നുചേരാതെ അതിൽ പാറിക്കിടക്കുന്ന സാധനങ്ങളെ ഈ വിഷയം പഠിയ്ക്കുമ്പോൾ വിസ്മരിച്ചുപോകരുതു്. വായു തെളിഞ്ഞതും നിർമ്മലമായതും ആണെന്നു് നമുക്കു തോന്നുന്നുവെങ്കിൽ അതിൽ അനവധി പൊടിപടലങ്ങളുണ്ടെന്നു് ഒരു ഇരുട്ടുമുറിയിലേക്കു് സൂൎയ്യപ്രകാശകിരണം കടത്തിയാൽ എളുപ്പത്തിൽ മനസ്സിലാക്കാം. ആ കിരണത്തിൽ അനേകം പൊടികൾ പാറിക്കളിയ്ക്കുന്നതുകാണാം. സസ്യങ്ങൾ, പ്രാണികൾ, ധാതുക്കൾ എന്നിവയുടെ സൂക്ഷ്മമായ അംശങ്ങൾ എന്നുവേണ്ട ഏതുവിധ അണുക്കളും വായുവിൽ ഉണ്ടായിരിയ്ക്കും. അണുപ്രാണികൾ (Bacteria), ചെടികളുടെ പരാഗം—പൂമ്പൊടി— (Pollen) ,വൈക്കോൽകഷണങ്ങൾ മുതലായവ ഉള്ളതായി പരിശോധനകൾ കാണിച്ചുതരും. പട്ടണങ്ങളിലെ വായുവിൽ പൊടിപടലം വേണ്ടതിലധികം ഉണ്ടാകും. ഓരോ പട്ടണങ്ങളുടെ സമ്പ്രദായത്തെ അനുസരിച്ചു് ഈ പൊ

ടിപടലത്തിൻെറ തോതു് ഓരോ വിധമായിരിക്കും. സമുദ്രതല ത്തിൽ പൊടിയുടെ തോതു് വളരെ ചുരുക്കമെ ഉണ്ടാകയുള്ളു; മലമുകളിൽ ഒട്ടുംതന്നെ ഉണ്ടായിരിക്കയില്ല.

സംഗ്രഹം:— വായുവിലെ പ്രധാന അംശങ്ങൾ ഓക്സി ജനും നൈററ്റജനനും ആകുന്നു. വായുവിൽ മററംശങ്ങളും ഉണ്ടു്. അവ നീരാവി, കാർബൺ-ഡൈ-ഓക്സൈഡ്, എന്നിവയാണു്. അപൂർവ്വവാതകങ്ങളായ ആർഗൺ, ഹീലിയം എന്നിവയും വായുവിലെ അംശങ്ങളാണു്.

വായു ഒരു രാസയൌഗികപദാർത്ഥമല്ല. അതൊരു മിശ്ര പദാർത്ഥമാണു്. വായുവിൽ 1/5 ഭാഗം ഓക്സിജനും 4/5 ഭാ ഗം നൈററ്റജനും ആണു്.

അദ്ധ്യായം 25

ചില മൂലധാതുക്കൾ വായുവിൽ ചൂടു പിടിച്ചാൽ

അവയിൽ കാണുന്ന മാററങ്ങൾ

വായുവിൽ ഓജക്സിജനുണ്ടല്ലോ. പദാർത്ഥങ്ങൾ ഈ വാത കത്തോടു് സംയോജിക്കുമ്പോൾ ചില മാററങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. മൂലധാതുക്കൾ ഓജക്സിജനോടു് സംയോജിച്ചു ഓക്സൈഡ് കൾ (oxides) ഉണ്ടാകുന്നു.

കത്തുന്ന മാഗ്നീസിയം ഓക്സിജൻകൊണ്ടു ചെല്ലുക ളു് അതിശോഭയോടെ കത്തുന്നു. അവസാനം ഒരു വെളുത്ത സാധനം ബാക്കിയാകുന്നു. ഈ സാധനം മാഗ്നീസിയം-ഓ ക്സൈഡ് ആണു്.

ഇതേ വളുത്ത സാധനമാണ് ഈ പദാൎത്ഥം വായുവിൽ കത്തുമ്പോഴും ഉണ്ടായിത്തീൎന്നതു്.

ഗന്ധകം അല്ലെങ്കിൽ സൾഫർ (sulphur) വായുവിൽ കത്തുമ്പോൾ അതൊരു വാതകമായി മാറിപ്പോകുന്നു. ഇതിന്നൊരു പ്രത്യേക വാസനയുണ്ടു്. ഈ വാതകത്തെ സൾഫർ-ഡൈ-ഓക്സൈഡ് (sulphur-di-oxide) എന്നു പറയുന്നു. ഗന്ധകം ഓക്സിജനിൽ പ്രജ്വലിച്ചു കത്തുമ്പോഴും സൾഫർ-ഡൈ-ഓക്സൈഡ് തന്നെയാണ് ഉണ്ടാവുക.

ഒരു പരീക്ഷണ കുഴലിൽ ഗന്ധകം ഇട്ടു കുഴൽ ചൂടിപിടിപ്പിക്കുക. അതു ഉരുകി മഞ്ഞയായ ഒരു ദ്രാവകമാകും. വീണ്ടും ചൂടാക്കിയാൽ ദ്രാവകം കറുത്തു തുടങ്ങുകയും കുറേശ കട്ടിവെച്ചു തുടങ്ങുകയും ചെയ്യും. ചൂടിപ്പിടിക്കുന്നതു തുടൎന്നാൽ നല്ലവണ്ണം കറുത്തു വശാവുകയും പാത്രം കമഴ്ത്തിയാൽ കൂടി ഒഴുകാത്ത വിധത്തിൽ അതു കട്ടിയുള്ളതായിത്തീരുകയും ചെയ്യും. പിന്നീടു നിറം കറുത്തിരുണ്ടു വരും. പക്ഷേ സാധനം ഒഴുകിത്തുടങ്ങും. അവസാനം ഇതു തിളക്കും. കുഴലിൽ നിന്നു വരുന്ന ഗന്ധകവാതകം തീ പിടിക്കുകകൂടിചെയ്യും.

ഗന്ധകം തിളക്കാൻ തുടങ്ങിയതും തീ നീക്കം ചെയ്യുക. ചൂടുപ്പിടിച്ചപ്പോൾ കണ്ട ഓരോ വിഷയവും പ്രതിലോമമായി കണ്ടുതുടങ്ങും.

ചെമ്പു് അഥവാ കോപ്പർ വായുവിൽ ചൂടാക്കിയാൽ മാറുന്നതായ്ക്കാണുകയില്ല. അതു ഓക്സിജനിൽ കത്തുന്ന പക്ഷംകറുത്ത ഒരു പൊടിയായിത്തീരും. ഈ പൊടി കോപ്പർ- ഓക്സൈഡ് ആണ്. ചെമ്പുപാത്രം പെരുമാറാതെ വായുവിൽ കിടക്കുന്ന പക്ഷം കുറച്ചൊന്നു കറുത്തോ നീല നിറമായോ മാറും. ചെമ്പു വായുവിലെ ഓക്സിജനോടു ചേൎന്നു കോപ്പർ- ഓക്സൈഡ

ആവാൻ ശ്രമിക്കുന്നു. വായുവിൽ നീരാവി ഉണ്ടെങ്കിൽ ഇതു വായുവിലെ കാർബൺ-ഡൈഓക്സൈഡോട് സംയോജിച്ചു കോപ്പർ-കാർബോണേററ് ആയിത്തീരുന്നതാണ്.

പദാർത്ഥങ്ങൾ വായുവിൽ ഓക്സൈഡുകളായി മാറുന്നതു രണ്ടു പ്രകാരത്തിലാണ്. ഒരു രീതിയിയിൽ ഈമാററം പെട്ടെന്നുണ്ടാകും. മറേറതിൽ കാലതാമസം നേരിടും.

ഈ മാററം നടക്കുമ്പോഴെല്ലാം ചൂടോ വെളിച്ചമോ ഉണ്ടാകും ഓക്സിജ(oxygem)നോട് നേരിട്ടു ചേരുമ്പോൾ നല്ല ചൂടും അതിശോഭയും പ്രത്യക്ഷപ്പെടും. ഈ സംപക്കം പതുക്കെ നടക്കുമ്പോൾ ചൂടെല്ലാം വായുവിനാലോ മറേറാ നീക്കം ചെയ്യപ്പെടും. ഇരുമ്പു വായുവിൽ തുരുമ്പുപിടിക്കുന്നതു നോക്കുക. അധികം ചൂടു ഉണ്ടെന്നു അനുഭവപ്പെടുന്നില്ല. മാഗ്നീസ്യം വായുവിൽ കുറേ ദിവസത്തേക്കു തുറന്നു വെക്കുക. അതു വെളുത്ത പൊടിയാവാൻ ശ്രമിക്കുന്നു. വലിയ ചൂടോ വെളിച്ചമോ അനുഭവമാകുന്നല്ല.

എന്നാൽ ഉത്ഭൂതമാകുന്ന ചൂടു നഷ്ടമാകാതിരിക്കുന്ന പക്ഷം ഏതു സാധനത്തിൻെറ വിഷയത്തിലും ചൂടുണ്ടാകും. ചില എണ്ണകളിൽ വായുവിൽതന്നെ ഓക്സീകരണം (oxidation) നടക്കും അങ്ങിനത്തെ ഒരെണ്ണയാണ് ലിൻസീഡെണ്ണ (linsee oil). ഈ എണ്ണ ചായക്കൂട്ടിൽ ചേക്കുന്നു. ലിൻസീഡെണ്ണ തുടച്ച ഒരു തുണിക്കെട്ടു അജാഗ്രതയിൽ വലിച്ചെറിയുന്നതു പ്രത്യേകിച്ചു സൂക്ഷിക്കണം. അതു വായുവിനോടു ചേൻ വികാരത്തെ പ്രാപിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന ചൂടു നഷ്ടപ്പെടാത്തപക്ഷം താപക്രമം (temperature) വർദ്ധിച്ചു തുണിക്കെട്ടു കത്തും. തുണി വലിച്ചെറിഞ്ഞ ഉടനെ മാററം നടന്നു എന്നു വന്നേക്കില്ല. ഒന്നോ രണ്ടോ ദിവസം കഴിഞ്ഞു സംഭവിച്ചേക്കാം.

ഇതുപോലെത്തന്നെ ഈച്ചപ്പൊടി കൂട്ടിയിടുന്നതോ, കീറക്കടലാസ്സു കൂട്ടിയിടുന്നതോ അപകടമാണ്. ഇവ വായുവിനോടു ചേരുമ്പോളുള്ള ചൂട് ജ്വലനാവസ്ഥയെ പ്രാപിച്ചു തീ ഉണ്ടാകും. ഉഷ്ണരാജ്യങ്ങളിൽ വൈക്കോൽക്കണ്ട കാരണം കൂടാതെ തീ പിടിക്കുന്നതായ്ക്കാണാം. വൈക്കോൽ വായുവിനോടു ചേർന്ന് ചൂടു വർദ്ധിച്ച് തീ ഉണ്ടായതാണ്.

കരി അഥവാ കാർബൺ വായുവിൽ കത്തുന്നു. കത്തുമ്പോൾ കാർബൺ-ഡൈ-ഓക്സൈഡായി മാറുന്നു.

അദ്ധ്യായം 26

ഓക്സൈഡുകൾ.

മൂലക(element)ങ്ങൾ ഓക്സിജനിനോടു ചേരുമ്പോളാണ് ഓക്സൈഡുകൾ ഉണ്ടാവുക. രാസപരിണാമങ്ങ(chemical change)ളാൽ ഏതു പദാർത്ഥങ്ങളെ അപഗ്രഥിക്കാൻ സാധിക്കയില്ലയോ അവയാണ് മൂലകങ്ങൾ.

ഇരിമ്പു (iron) തുരുമ്പുപിടിച്ചാൽ ഇരിമ്പു-ഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഇരിമ്പുപൊടി ഉപയോഗിച്ചു 4-ാം പരീക്ഷ 24-ാം അദ്ധ്യായത്തിൽ നടത്തിയല്ലോ. അതിലെ ഇരിമ്പുപൊടി നാലഞ്ചു ദിവസംകഴിഞ്ഞു നോക്കിയാൽ തുരുമ്പുപിടിച്ചിരിക്കുന്നതു കാണാം. നനവുള്ള വായുവിലെ ഓക്സിജനിനോടു ഇരിമ്പു സംയോജിച്ച് ഓക്സൈഡാവുകയാണ് ചെയ്യുതു്.

ഇമ്മാതിരി സംയോജിക്കുമ്പോൾ സാധനങ്ങൾക്ക് തൂക്കം കൂടുകയാണ് ചെയ്യുക. സാധനങ്ങൾ കത്തിജ്വലിച്ച് സംയോജിക്കുമ്പോഴും ഘനം വർദ്ധിക്കും.

ഒരു മൂശയും അതിൽ ചേൎന്ന മാഗ്നീസിയവും കൃത്യമായി തൂക്കുക. മൂശ അടച്ചു ചൂടുപിടിപ്പിക്കുക. കൂടക്കൂടെ മൂശ തുറന്നു ഉടനെത്തന്നെ അടക്കുക. കുറെ കഴിഞ്ഞതിന്നുശേഷം മൂശ തണുപ്പിച്ചു തൂക്കുക. തൂക്കം അധികമായിരിക്കും. മൂശക്കുള്ളിൽ മാഗ്നീസിയം അല്ല ഉണ്ടായിരിക്കുക. വെളുത്തനിറമുള്ള മാഗ്നീസിയമാക്സൈഡ് ആണ് ബാക്കിയാവുക. മൂലക-ഓക്സൈഡ് മൂലകത്തേക്കാൾ തൂക്കം കൂടിയതാണ്.

ഓക്സീകരണം നടക്കുമ്പോൾ സാധനങ്ങളുടെ തൂക്കം അധികമാകുന്നു.

ഓക്സൈഡുകൾ മൂന്നു തരമാണ്. അവ അമ്ളിക-ഓക്സൈഡ് (acidic oxide) ലവണാധാര-ഓക്സൈഡ് (basic oxide) ഉദാസീന-ഓക്സൈഡ് (neutral oxide) എന്നിവയാണ്. അലോഹ(non-metal)ങ്ങളിൽനിന്നു കിട്ടുന്ന ഓക്സൈഡുകളെ വെള്ളത്തിൽ അലിയിക്കുക. എന്നാൽ ദ്രവത്തിന്നു ചില പ്രത്യേകഗുണങ്ങൾ ഉള്ളതായ്ക്കാണാം. ഇവ നീലലിററ്മസിനെ ചുവപ്പാക്കിത്തീൎക്കുന്നു. ഇവ സാന്ദ്രാ(concentrated)വസ്ഥയിൽ തീക്ഷ്ണസ്വഭാവികളാകുന്നു. വീൎയ്യം ചുരുങ്ങിയ വിലയന (solution)ങ്ങളാണെങ്കിൽ അവക്ക് ഒരു പുളിപ്പുരസം ഉണ്ടാകും. അമ്ളങ്ങളുടെ സാന്ദ്രവിലയനങ്ങളിൽ വെള്ളംചേൎത്തു വീൎയ്യം ചുരുക്കീട്ടു വേണം സ്വാദുനോക്കാൻ. അലോഹ-ഓക്സൈഡുകളിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്ന വിലയനങ്ങളെ അമ്ള(acid)ങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നു. ഗന്ധകം(സൾഫർ)തരുന്ന ഓക്സൈഡിൽനിന്നു സൾഫ്യൂറിക്കമ്ളം, കാർബൺ തരുന്ന ഓക്സൈഡിൽനിന്നു കാർബോണിക്കമ്ളം, ഭാസ്വരം (ഫോസ്ഫറസ്) തരുന്ന ഓക്സൈഡിൽനിന്നു ഫോസ്ഫോറിക്കമ്ളം, നൈട്രജൻ തരുന്ന ഓക്സൈഡിൽനിന്നു നൈട്രിക്കമ്ളം എന്നിവ ലഭിക്കുന്നു. ഇത്തരം അലോഹ-ഓക്സൈഡുകളേയാണ് അമ്ളിക-ഓക്സൈഡുകൾ എന്നു വിളിക്കാറുള്ളൂ.

ലോഹങ്ങളിൽനിന്നു കിട്ടുന്ന ഓക്സൈഡുകളെ രണ്ടു വകപ്പായിപ്പിരിക്കാം. അവ ലവണാധാര-ഓക്സൈഡുകളും ഉദാസീന-ഓക്സൈഡുകളുമാണ്.

ലോഹ-ഓക്സൈഡുകളിൽ വെള്ളംചേർത്തിളക്കിയാൽ ചിലവ മാത്രമേ വെള്ളത്തിൽ അലിയുകയുള്ളു. ഇങ്ങിനത്തെ ലോഹ-ഓക്സൈഡുകളെയാണു ലവണാധാര-ഓക്സൈഡുകൾ എന്നു പറയാറ്. വെള്ളത്തിൽ അലിയാത്തവ ഉദാസീന-ഓക്സൈഡുകൾ ആണ്.

കാൽസിയം-ഓക്സൈഡ് വെള്ളത്തോടു നല്ലവണ്ണം സംയോജിക്കും. അതുപോലെതന്നെ പൊട്ടാസിയം-ഓക്സൈഡും സോഡിയം- ഓക്സൈഡും ചേരും. മാഗ്നീസിയമാക്സൈഡ് വെള്ളത്തിൽ നല്ലവണ്ണം അലിഞ്ഞുചേരുകയില്ല. കോപ്പർ ഓക്സൈഡ്, ഇരിമ്പാക്സൈഡ്, സിങ്കാക്സൈഡ്, നിക്കൽ-ഓക്സൈഡ്, സിലിക്കണാക്സൈഡു എന്നിവ തീരെ അലിയുകയില്ല.

ലവണാധാര-ഓക്സൈഡുകൾ വെള്ളത്തിൽ അലിഞ്ഞുണ്ടാവുന്ന വിലയനങ്ങൾ ക്ഷാര(alkali)ങ്ങൾ ആകുന്നു. നേർത്ത (dilute) ക്ഷാരങ്ങൾക്കു തീക്ഷ്ണമായ സ്വാദുണ്ടു; വീര്യക്ഷാരങ്ങളുടെ സ്വാദുനോക്കരുത്. ക്ഷാരങ്ങൾ ഖാദക(corroisve)ങ്ങളാണു. നേർത്ത ക്ഷാരങ്ങൾ ചുവന്ന ലിററ്മസിനെ നീലനിറമാക്കും. ക്ഷാരങ്ങൾ അമ്ളങ്ങളോടു യോജിച്ച ലവണ(salt)ങ്ങൾ തരുന്നു. ഉദാഹരണമായി കാൽസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡോടു് ഹൈഡ്രോക്ലോറിക്ക് അമ്ളം (Hydrochloric acid) ചേർത്താൽ കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ് എന്ന ലവണം ഉണ്ടാകും.

കാൽസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് + ഹൈഡ്രോ

ക്ലോറിക്ക് അമ്ളം→

കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ് + വെള്ളം

ഉദാസീന ഓക്സൈഡുകളോടു അമ്ളങ്ങൾ ചേർത്താലും ലവണങ്ങൾ കിട്ടുന്നതാണ് ഉദാ: കോപ്പർ ഓക്സൈഡ് + നൈട്രികാമ്ളം→ കോപ്പർ-നൈട്രിയിററ് + വെള്ളം.

അദ്ധ്യായം 27

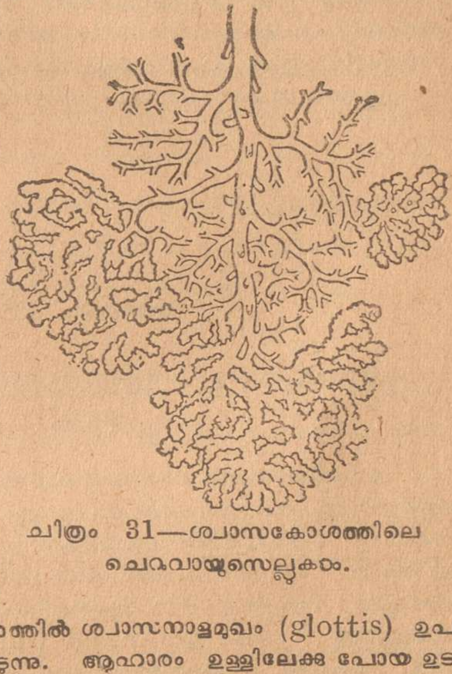
ശ്വാസകോശങ്ങളും മനുഷ്യൻ ശ്വസിക്കുന്ന സമ്പ്രദായവും.

ശ്വാസോച്ഛ്വാസം ചെയ്യാതെ ജീവിക്കുന്നതു സാദ്ധ്യമല്ല. ഈ വ്യാപാരം നടത്തുവാൻ മനുഷ്യർക്ക ശ്വസനേന്ദ്രിയമാണുള്ളതു്. ഉച്ഛ്വസിക്കുമ്പോൾ ഓക്സിജൻ ഉൾക്കൊള്ളുകയും ശ്വസിക്കുമ്പോൾ കാർബൺഡൈഓക്സൈഡിനെ നാം പുറമെ വിടുകയും ആണു് ചെയ്യുന്നതു്.

ശ്വസനേന്ദ്രിയത്തിൽ പ്രധാനമായതു ശ്വാസകോശ(lung)ങ്ങളാണു്. മനുഷ്യന്റെ മാറിടത്തിനുള്ളിൽ രണ്ടു ശ്വാസകോശങ്ങളുണ്ടു്. ഹൃദയത്തിന്റെ ഇടത്തും വലത്തും ആയി ഇവ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. ശ്വാസകോശങ്ങളിൽ നിന്നു പുറത്തേയ്ക്കു രണ്ടു വഴികളുണ്ടു്. ഒരു വഴി മൂക്കിൽ ക്കൂടിയാകുന്നു. ഇതു നാസാമാർഗ്ഗമാകുന്നു. മറെറാരു വഴിവായിൽക്കൂടിയാകുന്നു. ഇതു മുഖമാർഗ്ഗമാകുന്നു. ഈ രണ്ടു മാർഗ്ഗങ്ങളും തൊണ്ടയിൽവെച്ച്‌ ചേരുന്നു. നാസാമാർഗ്ഗത്തിൽ രണ്ടു കുഴലുകൾ ഉണ്ടു്. ഈ കുഴലുകളെ വേർതിരിക്കുന്നതു് ഒരു ഭിത്തിയാകുന്നു. ഈഭിത്തി നാസാമാർഗ്ഗത്തിന്റെ നടുവിൽ ക്കൂടി ചെല്ലുന്നു. നാസാമാർഗ്ഗം എല്ലായ്പ്പോഴും തുറന്നിരിയ്ക്കും. മുഖമാർഗ്ഗത്തെ നമ്മുടെ ഇഷ്ടംപോലെ തുറക്കുകയും അടക്കുകയും ചെയ്യാം. ആഹാരം കഴിയ്ക്കേണ്ടതിലേക്കു വായും ശ്വസിയ്ക്കേണ്ടതിലേക്കു മൂക്കും ആണു് പററിയ അവയവങ്ങളെങ്കിലും വായിൽക്കൂടി എളുപ്പത്തിൽ ശ്വാസകോശങ്ങളിലേക്കു വായു ചെല്ലും. ആഹാരത്തിനുള്ള വഴിയും

ചിത്രം 30
ശ്വാസോച്ഛ്വാസം ചെയ്യുമ്പോൾ വായു പോകുന്ന വഴി

വായുവിനുള്ള വഴിയും തൊണ്ടയുടെ കീഴ്ഭാഗത്തിൽ വ്യത്യാസപ്പെട്ടവയാണ്. അന്നനാള(gullet)ത്തലൂടെ ആഹാരം ആമാശയത്തിലേക്ക് പോകുന്നു. ശ്വാസനാളം (wind-pipe) എന്നു വിളിയ്ക്കപ്പെടുന്നതും മൂലാസ്ഥി (cartilage) കൊണ്ടുള്ളതുമായ ഒരു കുഴൽവഴി നാം ശ്വസിക്കുന്ന വായു ശ്വാസകോശങ്ങളിൽ എത്തുന്നു. അന്നനാളവും ശ്വാസനാളവും ഒന്നിനോടൊന്നു തൊട്ട് സമാന്തരമായി കിടക്കുന്നു. ശ്വാസനാളം മുൻഭാഗത്തും അന്നനാളം അതിൻെറ പിന്നിലും ആകുന്നു സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത്. ശ്വാസനാളം എപ്പോഴും തുറന്നിരിക്കും. എന്നാൽ ആഹാരം ഉള്ളി



ചിത്രം 31—ശ്വാസകോശത്തിലെ ചെറുവായുസെല്ലുകൾ.

ലേക്കു ചെല്ലുന്ന അവസരത്തിൽ ശ്വാസനാളമുഖം (glottis) ഉപജിഹ്വാവിനാൽ മൂടപ്പെടുന്നു. ആഹാരം ഉള്ളിലേക്കു പോയ ഉടനെ ഈ മുഖം തുറന്നുകളയും. ശ്വാസനാളം കീഴ്പ്പോട്ടു നീണ്ടുപോയി മാറിടത്തിൻെറ മദ്ധ്യത്തിൽവെച്ചു രണ്ടു ഉപശ്വാസനാളങ്ങളായി പിരിയുന്നു. ഒരുനാളം ഇടത്തെ ശ്വാസകോശത്തിലേക്കും വലത്തുഭാഗത്തുള്ള നാളം വലത്തെ കോശത്തിലേക്കും ചെല്ലുന്നു. ഈ ഉപശ്വാസനാളങ്ങൾ കോശങ്ങളിൽവെച്ചു ഭിന്നിച്ച് ഭിന്നിച്ച് നേരിയ സൂക്ഷ്മശ്വാസനാളങ്ങളായിത്തീരുന്നു. ഈ സൂക്ഷ്മശ്വാസനാളങ്ങൾ ശ്വാസകോശത്തിൻെറ എല്ലാ മൂലകളിലും എത്തിച്ചേരുന്നു. ഈ സൂക്ഷ്മശ്വാസനാളങ്ങളുടെ അററത്തിൽ നേരിയ വായുസഞ്ചികൾ ഉണ്ട്. ശ്വാസകോശത്തിൻെറ അധികഭാഗ

വും ഈ കുഴലുകളാലും വായുസെല്ലുകളാലും നിറഞ്ഞിരിക്കും. ഓരോ ശ്വാസകോശത്തിലേക്കും പ്രത്യേക രക്തനാളികൾ ഒഴുകുന്നു. ഹൃദയത്തിൽനിന്നു അശുദ്ധരക്തത്തെ കൊണ്ടുവരുന്ന രക്തനാളി പിരിഞ്ഞു പിരിഞ്ഞു നേരിയ സൂക്ഷ്മരക്തനാളികളായി പരന്നു വായുസഞ്ചികളുടെ ചുറ്റും വ്യാപിച്ചിരിക്കും. ഈ സൂക്ഷ്മനാളികൾ ഇല്ലാത്ത ശ്വാസകോശഭാഗംതന്നെ ഇല്ല.

അദ്ധ്യായം 28

ശ്വാസകോശങ്ങളും മനുഷ്യൻ ശ്വസിക്കുന്ന സമ്പ്രദായവും (തുടൎച്ച)

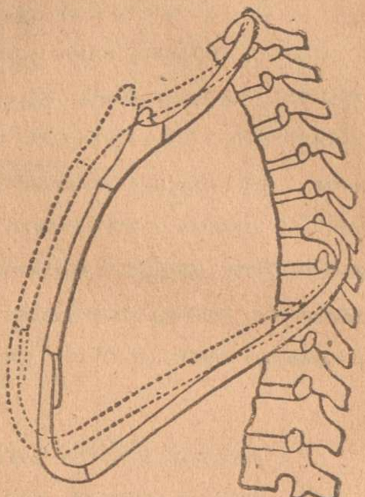
ശ്വസിക്കുമ്പോൾ ശ്വാസകോശങ്ങളിൽവെച്ചു വായുവിലെ ഓക്സിജൻ രക്തത്തിലേക്കു ചേരുകയും രക്തത്തിലെ മലിനവാതകമായ കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ് ശ്വാസകോശങ്ങളിൽ കടന്നു ശ്വാസനാളംവഴി മൂക്കിലൂടെ പുറമെ പോകുകയും ചെയ്യുന്നു. വാസ്തവത്തിൽശ്വസനേന്ദ്രിയം മാത്രമല്ല ഈ വ്യാപാരം ചെയ്യുന്നതു്. നാം ഉച്ഛ്വസി (inspire) ക്കുന്ന ഓക്സിജൻ രക്തംവഴി ദേഹത്തിലെ 'ടിഷ്യൂ'ക്കളിൽ വ്യാപിക്കുന്നു അവയിലുള്ള മലിനവാതകമായ കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ് രക്തത്തിൽ ചേൎന്നു ശ്വസകോശത്തിൽഎത്തി, ശ്വസി(respire) ക്കുമ്പോൾ നിൎഗ്ഗമിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ആയതിനാൽ, മനുഷ്യശരീരത്തിൽ രണ്ടു വ്യാപാരങ്ങൾ നാം ശ്വാസോച്ഛ്വാസം ചെയ്യുമ്പോൾ സംഭവിക്കുന്നു. ഈ വ്യാപാരത്തിൽ ധാതുക്കളെല്ലാം ഏൎപ്പെടുന്നു. ഈ വ്യാപാരം 'ടിഷ്യുശ്വസനം' (Tissue respiration) ആകുന്നു. രണ്ടാമത്തെ വ്യാപാരത്തിൽ ശ്വാസകോശങ്ങൾ ഏൎപ്പെടുന്നു. ഇതു 'ശ്വാസകോശശ്വസനം' (Pulmonary respiraction) ആകുന്നു.

ശ്വാസകോശമൂലം കൊള്ളുന്ന വായുവിലെ ഓക്സിജനെ സ്വീകരിച്ചു ധാതുക്കളിലേക്കു എത്തിക്കുന്നതു രക്തമാകുന്നു. ധാതുക്കളിലെ കാർബൺഡൈഓക്സൈഡിനെ ശേഖരിച്ചു ശ്വസിക്കേണ്ട തിലേക്ക് ശ്വാസകോശങ്ങളിൽ എത്തിക്കുന്നതും രക്തം തന്നെയാകുന്നു. ഈ ഏർപ്പാടു നടക്കേണമെങ്കിൽ, ശ്വാസകോശങ്ങളിൽ സദാപി ചലനം ഉണ്ടാകണം. ഉള്ളിലേക്കു വായു കടക്കുകയും അതിൽനിന്നു ഓക്സിജൻ ചോരയിൽ ചേരുകയും വേണം; ചോരയിൽനിന്നു കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ് ശ്വാസകോശങ്ങളിലേക്കു കടക്കുകയും അവയിൽനിന്നു പുറമെ ഒഴിയുകയും വേണം.

'ശ്വാസകോശശ്വസന'ത്തിൽ രണ്ടു വ്യക്തങ്ങളായ ക്രിയകൾ ഉണ്ട്. വായു ഉള്ളിലേക്കു പോകുന്നതു ഉച്ഛ്വാസമാകുന്നു. കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ് പുറമെ പോകുന്നതു് ശ്വാസമാകുന്നു. ഒരു പുരുഷനിൽ മിനുട്ടിനു 16 തവണ ഈ രണ്ടു വ്യാപാരങ്ങളും നടക്കുന്നു. മാറിടത്തിലെ മാംസപേശികളും മററും വരുത്തിക്കൂട്ടുന്ന ശ്വാസേകോശങ്ങളുടെ സംകോചവികാസങ്ങാൽ ഈ ശ്വാസോച്ഛ്വാസം നടന്നുപോകുന്നു. മർദ്ദം (pressure) അധികമുള്ള ഒരു സ്ഥാനത്തിൽനിന്നു ചുരുങ്ങിയ സ്ഥാനത്തേക്കു വാതകം ചെല്ലും; ഉഷ്ണതയിൽ വ്യത്യാസമില്ലെങ്കിൽ വാതകത്തിന്റെ ആയതനം മർദ്ദത്തിന്റെ വിലോമാനുപാതം ആയിരിക്കും. ഈ വിഷയം പ്രകൃതിയിലെ മുഖ്യമായ ഒരു നിയമമാണ്.

ശ്വാസകോശങ്ങൾ വികസിക്കുമ്പോൾ, അവയിലെ ആയതനം അധികമാവുകയും മർദ്ദം അതിനോടൊപ്പം ചുരുങ്ങുകയും ചെ

യ്യുന്നു. ആയതിനാൽ വായു ഉള്ളിലേക്കു പാഞ്ഞു ചെല്ലുന്നു. ശ്വാസകോശങ്ങൾ ചുരുങ്ങുമ്പോൾ, ഉള്ളിലെ ആയതനം, ചുരുങ്ങുകയും അതിലെ മർദ്ദം വർദ്ധിക്കുകയും വാതകം പുറമെ പോകയും ചെയ്യുന്നു. ശ്വാസം ഇല്ലാത്തപ്പോഴും ശ്വാസകോശത്താൽ മാറിടം നിറഞ്ഞിരിക്കും. ആയതിനാൽ ശ്വാസകോശങ്ങൾ വികസിക്കുവാൻ മാറിടകോശം വിസ്താരം വെയ്ക്കണം. മാറിടത്തിലെ മാംസപേശികൾ (muscle)ളുടെ ചലനമാകുന്നു ഈ വിസ്താരത്തെ ഉണ്ടാക്കുന്നതു്. ശ്വാസകോശങ്ങൾ വിസ്താരം വെക്കുമ്പോൾ ശ്വസനം സംഭവിക്കുന്നു. മാറിടത്തിലെ മാംസപേശികൾ ചുരുങ്ങുമ്പോൾ, മാറിടപഞ്ജരത്തിന്റെ വിസ്താരം ചുരുങ്ങുകയും ശ്വാസകോശങ്ങളുടെ ആയതനം ചെറുതാകയും ചെയ്യുന്നു. അപ്പോൾ നാം ശ്വസിക്കുന്നു.



ചിത്രം 32—മാറിടകോശത്തിന്റെ വിസ്താരം ശ്വസിക്കുമ്പോൾ അധികം ആകുന്നു എന്നു കാണിക്കുന്ന ചിത്രം.

മാറിടപഞ്ജരത്തിന്റെ മുൻവശത്തു മദ്ധ്യത്തിൽ മാറെല്ലു് (Breast bone) ഉണ്ടു്. പാർശ്വഭാഗങ്ങളിൽ വാരിയെല്ലുകൾ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. ഈ വാരിയെല്ലുകളുടെ ഇടയിൽ മാംസപേശികൾ ഉണ്ടാകും. ഈ പഞ്ജരത്തിന്റെ പിൻവശത്തിൽ നട്ടെല്ലു കാണാം. വാരിയെല്ലുകൾ നട്ടെല്ലിലെ കശേരുക്കളിൽ ചെന്നവസാനിക്കുന്നു. ഈ മാറിടപഞ്ജരത്തിന്റെ മേൽഭാഗം കഴുത്താകുന്നു. ഈ സ്ഥാനത്തേയും ഉദരത്തേയും വേർപെടുത്തുന്ന ഉദരവിതാനം (diaphragm) ഈ അറയുടെ അടിയിൽ കാണാം;

ആകപ്പാടെ പഞ്ജരം പൊള്ളയായ ഒരു ശങ്കി(cone)ന്റെ ആകൃതിയിലാകുന്നു. 12 ജോടി വാരിയെല്ലുകൾ ഉണ്ട്. കഴുത്തിൽനിന്നു ഉദരത്തോടടുക്കുമ്പോൾ വാരിയെല്ലുകളുടെ നീളം വർദ്ധിക്കുന്നു. വാരിയെല്ലുകളെ രണ്ടുതരങ്ങളായ മാംസപേശികൾ കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്നു. ഒരുതരംപേശി ചുരുങ്ങുമ്പോൾ വാരിയെല്ലുകൾ പൊന്തുന്നു. മറേറത്തരംപേശി സംകോചക്രിയയിൽ ഏർപ്പെട്ട് വാരിയെല്ലുകളെ താഴ്ത്തുന്നു.

ശ്വാസനം നടക്കുമ്പോൾ വാരിയെല്ലിലെ ഒരു കൂട്ടം മാംസപേശികൾ ചുരുങ്ങുകയും വാരിയെല്ലുകൾ പൊന്തുകയും ചെയ്യുന്നു. ചോട്ടിലെ വാരിയെല്ലുകൾ നീളമുള്ളവയാകുന്നു. അവ പൊങ്ങിവരുമ്പോൾ നീളം ചുരുങ്ങിയ വാരിയെല്ലുകളുടെ സ്ഥാനത്തിൽ അവ വരുന്നു. അപ്പോൾ നെഞ്ചറയുടെ വിലങ്ങനെയുള്ള വീതി വലുതായിത്തീരുന്നു. വാരിയെല്ലുകളോടാണല്ലോ മാറെല്ലു ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതു്. വാരിയെല്ലുകൾ പൊന്തുമ്പോൾ മാറെല്ലു മുന്നോക്കം പോകുന്നു. ഈ തള്ളലിനാൽ പിന്നിൽനിന്നു മുൻഭാഗത്തേക്കു മാറിടപഞ്ജരം നീളംവെക്കുന്നു. ഇതിനും പുറമെ ഉദരവിതാനം ചുരുങ്ങുന്നു. അപ്പോൾ അതു പരന്നു വശാകുന്നു. സാധാരണമായി ഇതു കഴുത്തുഭാഗത്തേക്കു കുഴിവോടുകൂടിയതായിരിക്കും. ഇതു ചുരുങ്ങുകയും ഇതിന്റെ കുഴിവു നിവരുകയും ചെയ്യുമ്പോൾ ഉദരഭാഗത്തേക്ക് ഇതു താണു ചെല്ലുന്നു. അപ്പോൾ 'മാറക്കൂട' മുകളിൽനിന്നു കീഴ്പ്പോട്ടു നീളം വെക്കുന്നു. ചുരുക്കിപ്പറയുന്നതായാൽ മാറിടപഞ്ജരത്തിന്റെ വിസ്താരം വർദ്ധിക്കുന്നു; ശ്വാസകോശങ്ങൾ വികസിക്കുകയും വായു ഉള്ളിലേക്കു ഊക്കോടെ വരികയും ചെയ്യുന്നു.

ശ്വാസനവേളയിൽ ഇപ്പോൾ വിസ്തരിച്ച വ്യാപാരങ്ങളെല്ലാം വിപരീതരീതിയിൽ സംഭവിക്കുന്നു. ആദ്യമായി ചുരുങ്ങിയപേശികളല്ലാത്തവ ഈ വ്യാപാരത്തിൽ ചുരുങ്ങിത്തുടങ്ങുന്നു. അപ്പോൾ വാരിയെല്ലുകൾ താഴുന്നു. ഈ താഴ്ചയിനാൽ പഞ്ജരത്തിന്റെ വിലങ്ങനെയുള്ള നീളം ചുരുങ്ങുന്നു. മാറെല്ലു പിന്നോക്കം നീങ്ങി മുൻഭാഗത്തിനും പിൻഭാഗത്തിനും ഇടക്കുള്ള നീളവും ചുരുങ്ങുന്നു. ഇതിനുംപുറമെ, ഉദാരവിതാനചർമ്മം കുഴിവുള്ള പൂർവ്വാവസ്ഥയെ

പ്രാപിച്ച മാറിടകോശത്തിൻെറ ആഴം ചുരുങ്ങുന്നു. ഇതിൻെറയെല്ലാം ഫലമായി മാറിടപഞ്ജരത്തിൻെറ ആയതനം ചുരുങ്ങുകയും ശ്വാസകോശങ്ങൾ സംകോചിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അപ്പോൾ കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ് നിരാകരിക്കപ്പെടുന്നു.

അദ്ധ്യായം 29

മനുഷ്യൻ ശ്വസിക്കുന്ന സമ്പ്രദായം.

(തുടർച്ച)

ശ്വാസകോശങ്ങൾ ചലനത്തെ പ്രാപിക്കുന്ന രീതി മനസ്സിലാക്കിക്കഴിഞ്ഞതിന്നു ശേഷം ശ്വാസകോശങ്ങളിലെ സൂക്ഷ്മനാളികളിൽവെച്ച രക്തത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന വാതകത്തിൻെറ കൈമാററത്തെപ്പററി പഠിക്കുവാൻ നമുക്കു ശ്രമിക്കുകതന്നെ. ശ്വാസകോശങ്ങളിലെ സഞ്ചികളുടെ ചുററും സൂക്ഷ്മരക്തനാളികൾ പരന്നുകിടക്കുന്നതായി നാം പഠിച്ചുവല്ലോ. ശ്വാസനാളം പിരിഞ്ഞു പിരിഞ്ഞു രോമസദൃശങ്ങളായ കുഴലുകളായിത്തീർന്നു ശ്വാസകോശസഞ്ചികളിൽ അവസാനിക്കുന്നതായി നമുക്കു അറിയാമല്ലോ. ശ്വാസകോശങ്ങളിലേക്കു വരുന്ന ചോരയിൽ കാർബൺഡൈഓക്സൈഡിൻെറ തോതു് അധികരിച്ചിരിക്കുകയും ഓക്സിജൻെറ തോതു കുറഞ്ഞിരിക്കുകയും ചെയ്യും. നാം ഉച്ഛ്വസിക്കുന്ന വായുവിൽ ഓക്സിജൻെറ തോതു വർദ്ധിച്ചും കാർബൺഡൈഓക്സൈഡിൻെറ തോതു ചുരുങ്ങിയും ഇരിക്കും. സൂക്ഷ്മരക്തനാളികളുടെ ഭിത്തികളും വായുസഞ്ചികളുടെ ഭിത്തികളും വളരെ നേരിയവയാകുന്നു. ആയതിനാൽ ചോരയിലെ വാതകത്തിനും ശ്വാസകോശത്തിലെ വായുവിനും തമ്മിൽ വ്യാപനം (Diffusion) നടക്കുന്നതാണു്. ഈ വ്യാപനം ചില നിയമങ്ങളെ അനുസരിച്ചായിരിക്കും. അതിൻെറ ഫലമായി വായുസഞ്ചിയിൽനിന്നു ചോരയിലേക്കു ഓക്സിജനും ചോരയിൽനിന്നു വായുസഞ്ചിയിലേക്കു കാർബൺഡൈഓക്സൈഡും പ്രസരിച്ചുതുടങ്ങുന്നതാണ്. ഈ കൈമാററത്താൽ ചോരയിലെ മലിനമായ കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ് നീങ്ങി

പ്പോകുകയും ഓക്സിജൻ വന്നുചേരുകയും ചെയ്യുന്നതിനാൽ ചോര ശുദ്ധമായിത്തീൎന്ന ഹൃദയത്തിലേക്ക് ഒഴുകുന്നു. ഹൃദയത്തിൽനിന്നു ശുദ്ധമായ ചോര അംഗങ്ങളിലേക്കു ചെല്ലുമ്പോൾ അതിൽ ഓസിജൻ ഉണ്ടായിരിക്കുകയും അംഗധാതുക്കൾക്കു ഈ വായു ലഭിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

രക്തം ഒഴുകുമ്പോൾ കുടൽമാലയിൽനിന്നു രക്തത്തിൽ കലൎന്നുചേൎന്ന ആഹാരസാരം അംഗധാതുക്കളിൽ വന്നു നിറഞ്ഞിരിക്കും. ടിഷ്യൂ ശ്വസനത്താൽ ധാതുക്കളിൽ ഓക്സിജൻ ചെല്ലുമ്പോൾ ഈ ആഹാരസാരത്തിന്നു ഓക്സീകരണം സംഭവിക്കുന്നു. ഈ ക്രിയയുടെ ഫലമായി ധാതുവൎദ്ധനക്കു ആവശ്യമായ സാധനങ്ങൾ ഉണ്ടായിത്തീരുന്നു. തൽഫലമായി, നമുക്കു പ്രവൎത്തനശക്തി ലഭിക്കുന്നു.

അദ്ധ്യായം 30

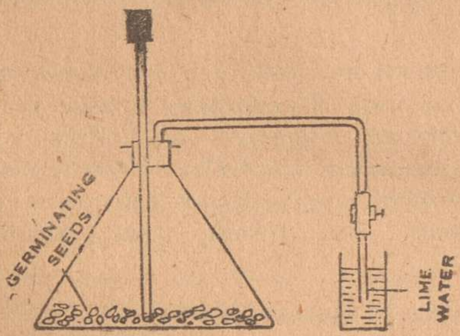
സസ്യങ്ങളുടെ ശ്വാസോച്ഛ്വാസം.

മനുഷ്യരും മററുള്ള ജന്തുക്കളും ശ്വസിക്കുന്നതുപോലെതന്നെ സസ്യങ്ങളും ശ്വസിക്കുന്നു. നല്ലവായു ജന്തുക്കൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. കാർബൺഡൈഓക്സൈഡിനെ അവ പുറത്തേക്കു വിടുന്നു.

ഇതുപോലെ സസ്യങ്ങളും ശ്വാസോച്ഛ്വാസം ചെയ്യുന്നുണ്ടെന്നു പരീശോധനകൾമൂലം മനസ്സിലാക്കാം.

ഒരു ഫ്ലാസ്കും അതിന്നുപററിയ ഒരു കാക്കും. എടുക്കുക, കാക്കിൽക്കൂടി രണ്ടു കുഴലുകൾ കടത്തുക. നീളമുള്ള കുഴൽ ഫ്ലാസ്കിന്റെ അടിയിൽ എത്തേണ്ടതാണ്. ഈ കുഴലിന്റെ മുകൾഭാഗം ഒരു ഫണലിന്റെ വിസ്താരമുള്ള ഭാഗംപോലെ ഇരിക്കേണ്ടതാണ് മറേറകുഴൽ ഫ്ളാസ്കിന്റെ ഉള്ളിലേക്കു അധികം താണിരിക്കരുത്. ഈ കുഴലിനെ ചിത്രത്തിൽ (ചിത്രം 33) കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ഒരു റബ്ബർകുഴലിനോടു ചേൎക്കുക. റബ്ബർകുഴലിനെ ഒരു

ക്ലിപ്പു(clip)കൊണ്ടു അമൎത്തിവെക്കുക. ഫ്ളാസ്ക്കിനുള്ളിൽ മുളച്ചു വരുന്ന കുറെ വിത്തു് ഇടുക. നീളമുള്ള കുഴലിൻെറ മേൽഭാഗം വേറൊരു കാക്ക്കൊണ്ടു മൂടുക. രണ്ടു ദിവസംകഴിഞ്ഞു ഫ്ളാസ്കിലെ



ചിത്രം 33

ചെറുകുഴലോടു ചേൎത്തിട്ടുള്ള റബ്ബർകുഴലിൻെറ അററത്തിൽ ഒരു ചെറുകുഴൽ ചെലുത്തി അതിൻെറ തുറന്ന അററം ഒരു ബീക്കറിലെ ചുണ്ണാമ്പുവെള്ളത്തിൽ താഴ്ത്തുക. അമൎത്തി (clip) അയച്ചുവിട്ടു ഫണലിലെ കാക്ക് നീക്കീട്ടു് ഫ്ളാസ്കിലേക്കു വെള്ളം ഒഴിക്കുക. അപ്പോൾ ബീക്കറിലെ ചുണ്ണാമ്പുവെള്ളം പാൽനിറമുള്ളതായിത്തീരുന്നു.

ചുണ്ണാമ്പുവെള്ളം പാൽനിറമുള്ളതാവാൻ കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ് (Carbon-di-oxide) വേണം. ആയതിനാൽ, ഫ്ളാസ്കിൽനിന്നു കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ് പുറപ്പെട്ടു് ചുണ്ണാമ്പുവെള്ളത്തോടു് യോജിച്ചിരിക്കണം. ഫ്ളാസ്കിലെ മുളക്കുന്ന വിത്തായിരിക്കണം ഈ വാതകത്തെ ഉത്ഭാവിപ്പിച്ചിരിക്കുക.

മുളച്ചുപൊന്തുന്ന വിത്തുകൾക്കു പകരം ചെടിയുടെ കൊമ്പു്, മൊട്ടു് മുതലായ ഏതെങ്കിലും ഭാഗങ്ങൾ ഫ്ളാസ്കിൽ ഇട്ടു ഇതേ പരിശോധന നടത്താം. അപ്പോഴും ഇതേ ഫലംതന്നെയാണ് കിട്ടുക.

ആയതിനാൽ സസ്യങ്ങൾ മനുഷ്യരെപ്പോലെ ശ്വസിയ്ക്കുന്നു. എന്നാൽ സസ്യങ്ങൾക്ക ജീവികൾക്കുള്ളപോലെ പ്രത്യേകമായ ശ്വസനേന്ദ്രിയമില്ല. സസ്യങ്ങളുടെ സൎവ്വഭാഗങ്ങളും ശ്വാസോച്ഛ്വാസം ചെയ്യുന്നു.

അദ്ധ്യായം 31

സസ്യങ്ങളുടെ ശ്വാസോച്ഛ്വാസം (തുടൎച്ച)

തടികളിൽ വായു ശ്വസിക്കേണ്ടതിലേക്കുള്ള ഏൎപ്പാടുകളുണ്ട് തൈയ്യുകളിൽ സൂക്ഷ്മരന്ധ്രങ്ങളാണുള്ളതു്. പ്രായംചെന്ന സസ്യങ്ങളുടെ വല്ക്കത്തിൽ അണ്ഡാകൃതിയിലുള്ള ചെറുദ്വാരങ്ങളാണ് ഉണ്ടാവുക. സസ്യങ്ങളുടെ അന്തർഭാഗങ്ങളിലേക്കു വായു ഈ ദ്വാരങ്ങളിൽക്കൂടി ചെല്ലുന്നു. ഈ രന്ധ്രങ്ങൾക്ക് ചൎമ്മസുഷിര (lentical)ങ്ങളെന്നാകുന്നു പേർ.

ഇലയുടെ രചനയിൽനിന്നു ശ്വാസോച്ഛ്വാസക്രിയക്കു ഇലകളിൽ സൌകൎയ്യങ്ങളുണ്ടെന്നു കാണാം. സാധാരണമായി ഒരിലയിൽ രണ്ടു തലങ്ങൾ ഉണ്ട്. ഉപരിതലത്തിന്മേലും അധോതലത്തിന്മേലും തൊലി (ക്യൂട്ടിൻ-cutin)ഉണ്ട്. ഈ തൊലിയിൽ പത്രസുഷിരങ്ങൾ (stomata) ഉണ്ട്. സൂക്ഷ്മദൎശക (microseope) ത്തിന്റെ സഹായത്താൽ മാത്രമേ ഇവയെ കാണുവാൻ കഴിയുകയുള്ളു. ഉപരിതലത്തിൽ ഈ സുഷിരങ്ങൾ വളരെ ചുരുക്കവും അധോതലത്തിൽ അധികവുമായിരിക്കും.

ഇലയിലെ പത്രസുഷിരങ്ങളിൽക്കൂടി സസ്യത്തിന്റെ എല്ലാ ഭാഗത്തേക്കും വായുസഞ്ചാരത്തിനുള്ള ഏൎപ്പാടുണ്ട്. ഇലയിലെ സെല്ലുകൾക്കിടയിലുള്ള സ്ഥാനങ്ങളെല്ലാം മററുഭാഗങ്ങളിലെ സെല്ലുകൾക്കിടയിലുള്ള സ്ഥാനങ്ങളോടു ബന്ധിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ആയതിനാൽ ഇല ശ്വസിക്കുന്ന വായു മററു ഭാഗങ്ങളിലേക്കും കിട്ടുന്നു.

ശ്വാസോച്ഛ്വാസം നടക്കുമ്പോൾ ഓക്സിജനെ ഉൾക്കൊണ്ടു കാർബൺഡൈഓക്സൈഡിനെ പുറമെ വിടുകയാണല്ലോ സസ്യങ്ങൾ ചെയ്യുന്നതു്. ഈ ഓക്സിജൻ പുറമെയുള്ള വായുവിൽ ഉ

ള്ളതാണ്. കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ് സസ്യത്തിലെ കാർബണിൽനിന്നാണ് ഉണ്ടാകുന്നത്. ആയതിനാൽ ശ്വാസോച്ഛ്വാസം ക്ഷയകരമായ ഒരു വ്യാപാരമാകുന്നു. ശ്വാസോച്ഛ്വാസവേളയിൽ സസ്യവിഭവം വിഭജിക്കപ്പെടുന്നു. സസ്യത്തിലെ കാർബൺ ഓക്സിജനോടു ചേർന്ന് കാർബൺഡൈ ഓക്സൈഡായിമാറുന്നു. അപ്പോൾ സസ്യത്തിന്റെ ഘനം ചുരുങ്ങുന്നതാണ്.

അദ്ധ്യായം 32.

തവള, തവളക്കുഞ്ഞു, മത്സ്യം, എന്നിവയുടെ ശ്വാസോച്ഛ്വാസം

ജീവികൾ ശ്വാസോച്ഛ്വാസം ചെയ്യുമ്പോൾ രണ്ടു വ്യാപാരം നടക്കുന്നു. ഒന്നാമതായി ദേഹത്തിലെ മലിനപദാൎത്ഥമായ കാർബൺഡൈ ഓക്സൈഡ് പുറമെ പോകുന്നു, രണ്ടാമതായി ഓക്സിജനെ ശ്വാസകോശങ്ങൾ സ്വീകരിച്ച് രക്തത്തിലേക്കു എത്തിക്കുന്നു. രക്തം ഈ വാതകത്തെ വഹിച്ചുകൊണ്ടു ദേഹാംശങ്ങളിലെ ധാതുക്കളിലേക്കു ഒഴുകുന്നു. ധാതുക്കളിൽ ഓക്സീകരണം നടക്കുകയും തദ്വാര അംഗങ്ങളുടെ വളർച്ചക്കും പ്രവൎത്തനത്തിന്നും വേണ്ടിവരുന്ന ശക്തി ഉണ്ടായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു.

എല്ലാ ജീവികളുടെയും ദേഹഘടന ഓരോമാതിരിയിൽ ഉള്ളതല്ല ശ്വാസോച്ഛ്വാസം നടത്തുവാൻ പ്രത്യേകതരത്തിലുള്ള അവയവങ്ങൾ കാണാവുന്നതാണ്.

തവള

ജലത്തിലും കരയിലും വസിക്കുന്ന ചില ജീവികളിൽ രണ്ടുവിധ ശ്വസനേന്ദ്രിയങ്ങൾ കാണുന്നു. അവയിൽ ശ്വാസകോശങ്ങളും ഗില്ലുകളും (gill) ഉണ്ടാകും. ഇവ വെള്ളത്തിൽ നീന്തുമ്പോൾ ഗില്ലുകളാണ് ശ്വസിക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്നത്. കരയിൽ ഇരിക്കുമ്പോൾ ശ്വാസകോശങ്ങളുടെ സഹായത്താലാണ്

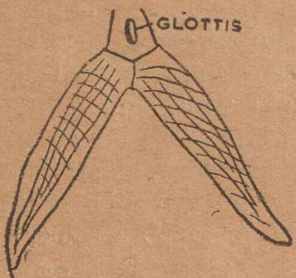
ഇവ ശ്വസിയ്ക്കുക. തവള, പച്ചത്തവള (Toad) എന്നിവയിൽ ഇങ്ങനത്തെ ശ്വസനേന്ദ്രിയസൌകര്യങ്ങൾ കാണുന്നുണ്ട്.

തവളകൾ കരയിലും വെള്ളത്തിലും ജീവിക്കേണ്ടതിലേക്കുള്ള സൌകര്യങ്ങളെല്ലാം പൂർത്തിയായി ഉണ്ട്. വെള്ളത്തിലാണ് തവള പാറുന്നത്. മുട്ടകൾ കൂട്ടംകൂട്ടമായി വെള്ളത്തിൽകിടക്കും. മുട്ടവിരിഞ്ഞ് ഭേകശിശുക്കൾ പുറമെവരുന്നു. ഈ തവളക്കുഞ്ഞുങ്ങൾ (Tadpales) ചെറുമത്സ്യങ്ങളെപ്പോലെ ഇരിക്കും. ഭേകശിശുവിന്റെ കഴുത്തു-ഭാഗത്തിൽനിന്നു തൂവലുകളുടെ ആകൃതിയിലുള്ള മൂന്നു സാധനങ്ങൾ പുറപ്പെട്ടുവരുന്നു. ഇവയുടെ സഹായത്താലാണ് 'പൊട്ടില (തവളക്കുഞ്ഞു)കൾ ശ്വസിക്കുന്നത്. ഇവയെ പുറംഗില്ലുകൾ എന്നു പറയുന്നു. വെള്ളത്തിലെ വായുവിലുള്ള ഓക്സിജനെ ഈ ഭാഗങ്ങളിൽവെച്ചു ഇവ ഉൾക്കൊള്ളുകയും കാർബൺഡൈ ഓക്സൈഡിനെ വെള്ളത്തിൽ വിടുകയും ചെയ്യുന്നു. തവളക്കുഞ്ഞുങ്ങൾ വളർന്നുവരുന്നതോടുകൂടി പുറം ഗില്ലുകൾ വീണുതുടങ്ങുന്നു. ഈ അവസരത്തിൽ 4 ജോടി പിളർപ്പുകൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു. ഈ പിളപ്പുകളോടു ചേർന്നിട്ട് മത്സ്യങ്ങളിലുള്ളപോലെ ഉൾഗില്ലുകൾ കാണാവുന്നതാണ്. ഇവയുടെ മീതെ ഒരു തോല് വളരുന്നു. ഈ ഉൾഗില്ലുകൾ ആദ്യം വളർന്നുണ്ടായിരുന്ന ഗില്ലുകളിൽനിന്നു വ്യത്യസ്തപ്പെട്ടവയാണ്.

ചിത്രം 34
തവളക്കുഞ്ഞുകളുടെ ഗില്ലുകൾ

അംഗങ്ങളെല്ലാം പൂർണ്ണവളർച്ചയെ പ്രാപിക്കുകയും തവളയുടെ വാൽ ഇല്ലാതായിതീർന്ന് ഇതു് തള്ളിച്ചാടുകയും ചെയ്യുമ്പോൾ ശ്വാസകോശങ്ങൾ വളർന്നുതുടങ്ങുന്നു. 'പൊട്ടിലി'യുടെ ആകൃതി തീരെ വിട്ട് തവളയുടെ രൂപം ധരിക്കുന്നകാലങ്ങളിൽ ഈ ജീവി ഗില്ലുകളിൽകൂടിയും ശ്വാസകോശങ്ങളിൽകൂടിയും ശ്വാസോച്ഛ്വാസം ചെയ്യുന്നു.

ശ്വാസകോശങ്ങൾ നീണ്ടുചുരുങ്ങുന്ന സഞ്ചികൾ ആകുന്നു. ദേഹത്തിൻെറ ഉപരിഭാഗത്തിൽ ഹൃദയത്തിൻെറ ഇരുവശത്തും ഓരോ സഞ്ചികൾ കാണാം. ഈ ശ്വാസകോശങ്ങളുടെ പുറം ഭിത്തികളിൽ നേരിയ ചാലുകളുണ്ട്. ഈ ചാലുകളിൽ അനവധി രക്തക്കുഴലുകൾ പരന്നുകിടക്കുന്നു. ഈ ശ്വാസകോശങ്ങൾ മുൻവശത്തു വായിലേക്കു തുറക്കുന്നു. ശ്വാസോച്ഛ്വാസം ചെയ്യുമ്പോൾ ഈ ജന്തു വായ അടച്ചുവെച്ചിരിക്കും. വായിൻെറ അടിത്തട്ടു താഴുകയും മൂക്കിലെ ദ്വാരങ്ങളിലൂടെ വായു ഉള്ളിലേക്കു ചെല്ലുകയും ചെയ്യുന്നു. പിന്നീട് വായിൻെറ അടിത്തട്ട് പൊങ്ങി നാസാദ്വാരങ്ങൾ അടഞ്ഞു വായു ശ്വാസകോശത്തിലേക്ക് കടക്കുന്നു.



ചിത്രം 34 (b)
തവളയുടെ
ശ്വാസകോശങ്ങൾ

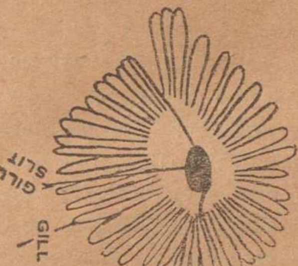
ശ്വാസകോശങ്ങൾ ചുരുങ്ങുമ്പോൾ നാസാദ്വാരങ്ങൾ തുറക്കുകയും വായു പുറമെ പോകുകയും ചെയ്യുന്നു.

തോലിലെ സുഷിരങ്ങളുടെ സഹായത്താൽ വായു വലിച്ചെടുക്കുവാനും അവയിൽക്കൂടിത്തന്നെ ദേഹത്തിലെകാർബൺഡൈഓക്സൈഡ് പുറത്തേക്ക് വിടുവാനും ഇതിനു സാധിക്കും.

മത്സ്യം

മത്സ്യങ്ങൾ ഗില്ലുകളുടെ സഹായത്താലാണ് ശ്വസിക്കുന്നത്. വെള്ളത്തിനുള്ളിൽ ജീവിക്കുന്ന ജീവികൾക്ക് ശ്വസിക്കുവാൻ പററിയ അവയവങ്ങളാണിവ. മത്സ്യത്തിൻെറ ഗില്ലുകൾ ചെറുകുഴലുകളാകുന്നു. ഇവ ഗില്ലറകളുടെ ഉള്ളിൽആണ്. ഈ ഗില്ലുകൾ മത്സ്യത്തിൻെറ തൊണ്ടയോടു ചേർന്നിരിക്കും. പുറമെ

യായി ചില പിളപ്പുകളിലാണു് ഇവ അവസാനിക്കുന്നതു്. ഈ അറയുടെ ഭിത്തികൾ എല്ലുകൊണ്ടോ ഉപാസ്ഥികൊണ്ടോ ഉള്ളവയായിരിക്കും. കാർബൺഡൈ ഓക്സൈഡ് വഹിച്ചുകൊണ്ടുവരുന്ന രക്തക്കുഴലുകൾ നേരിയ സൂക്ഷ്മനാളികളായിത്തീർന്നു് ഈ ഗില്ലുകൾക്കു ചുററും വട്ടം വെയ്ക്കുന്നു. മത്സ്യം വെള്ളം കുടിച്ചു് അറപ്പിളർപ്പിൽ കൂടി വെള്ളം പുറമെ വിടുന്നു ഈ വെള്ളത്തിൽ വായു അലിഞ്ഞു ചേർന്നിരിക്കും. ഈ വായുവിലെ ഓക്സിജനെ നാളികൾ വലിച്ചെടുക്കുകയും നാളികളിലെ കാർബൺഡൈ ഓക്സൈഡിനെ വെള്ളത്തിലേക്കുവിടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രവൃത്തിനടക്കുന്നതു് അറയിലെ വെള്ളത്തിൽ ഗില്ലുകൾ ഉള്ളതുകൊണ്ടാണു്.



ചിത്രം 35

മൂന്നാംവിഭാഗം

അദ്ധ്യായം 33

<u>വെള്ളത്തിൻറ പ്രാധാന്യത.</u> എല്ലാവിധ ജീവജാലങ്ങറംക്കും വെള്ളം അത്യാവശ്യമാകുന്നു. ഈ പദാൎത്ഥം വേണ്ടത്ര പ്രകൃതിയിൽ കിട്ടുന്നുണ്ട്, ഇതു ഒഴിച്ചുകൂടാത്ത ഒന്നാണ്. ആയതിനാൽ എല്ലാവൎക്കും ഇതിനെപ്പററി അറിയുവാൻ അഭിരുചി ഉണ്ടായിരിക്കുന്നതു സ്വാഭാവികമാണ്. ഭൂമിയുടെ 5/7 ഭാഗം ജലമാകുന്നു. വായുമണ്ഡലത്തിൽ നീരാവിയുായി ഇതു ഇരിക്കുന്നു. മണ്ണിനുള്ളിൽ ഇതിനെ കാണാം. ജീവജാലങ്ങളിലും സസ്യലോകത്തിലും ഇതു ഉണ്ട്. മനുഷ്യരുടെ ശരീരത്തിൽ 70% ജലാംശകമാകുന്നു. വത്തക്ക (Water melon)യിൽ 90% വെള്ളമാകുന്നു.

വെള്ളമില്ലെങ്കിൽ ഭൂമിയിൽ ജീവികഠം ഉണ്ടാവുകയില്ലെന്നു് പറയുന്നതു് ഒട്ടുംതന്നെ അതിശയോക്തിയല്ല. ജീവിക്കുന്ന പ്രാണികളെല്ലാം ജലമയങ്ങളാകുന്നു. അവക്കു് സദാപി വെള്ളത്തിൻെറ അംശങ്ങഠം വേണം. വെള്ളമില്ലെങ്കിൽ ഭൂലോകത്തിൽ ചേഷ്ടകളില്ല. മനുഷ്യരും മൃഗങ്ങളും മരിച്ചുപോകും; സസ്യങ്ങഠം വാടി നശിക്കും; ഭൂലോകം മരുഭൂമിയായ് ഭവിക്കും.

വെള്ളത്തിൻെറ ഉത്ഭവസ്ഥാനങ്ങഠം

ഏതു മൂലസ്ഥാനത്തിൽനിന്നാണ് വെള്ളം ഉത്ഭവിച്ചു വരുന്നതു്? 'എവിടെ നിന്നാണോ മഴ പെയ്തു വെള്ളം ഉണ്ടായതു് അവിടേക്കുതന്നെ അതു് വീണ്ടും ആവിയായി പൊങ്ങിപ്പോകും' ചുരുക്കി പറയുന്നതായാൽ, അവസാനിക്കാത്തതും ശാശ്വതവുമായ ചുററിത്തിരിയലാണ് ജലപരിമണാമചക്രത്തിനു് ഉള്ളതു്, സൂൎയ്യരശ്മിയാൽ സമുദ്രം, തടാകം, പുഴ കുളം എന്നീ ജലാശയങ്ങളിലെ വെള്ളം ആവിയായി മാറുന്നു. ഊ മാററത്തിനു ബാഷ്പീഭവനമെന്നാകുന്നുപേർ. ബാഷ്പീഭവനത്തിൻെറ മട്ട് പ

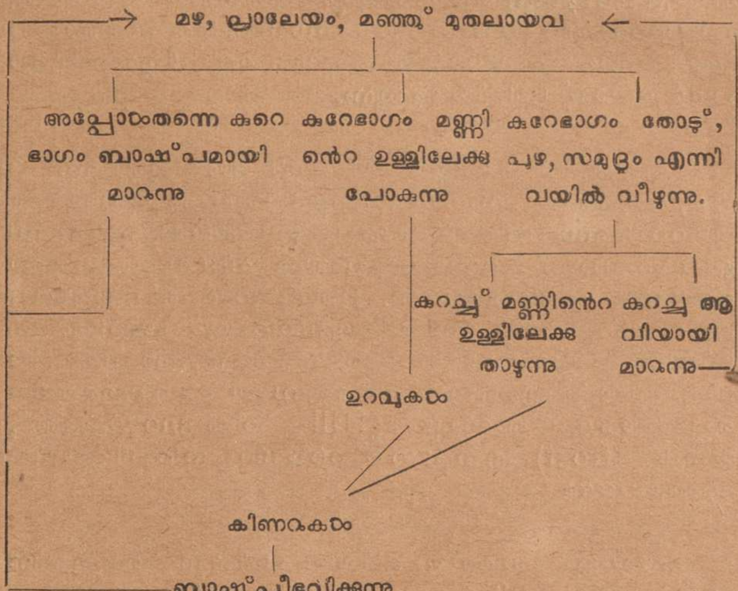
ല സംഗതികളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. അവ: (1) ഉഷ്ണത (2) വായുവിന്റെ മർദ്ദനശക്തി (3) വായുവിൽ ഉള്ള നീരാവി (4) വായുവിന്റെ ചലനം എന്നിവ ആകുന്നു. വായുവിൽ എത്രകണ്ടു് നീരാവി ഉണ്ടെന്നു് കുറിക്കുവാൻ ആർദ്രത (Humidity) എന്ന സംജ്ഞയാണു് ഉപയോഗിക്കുക. കാലാവസ്ഥയിൽ ഉണ്ടായിത്തീരുന്നു ചില ഭേദഗതികളും നമ്മുടെ ജീവിതരീതിയിലെ ചില സമ്പ്രദായങ്ങളും വായുവിന്റെ ഈ ആർദ്രതയുടെ ഏററക്കുറച്ചിലിനെ ആശ്രയിച്ചാണു് ഇരിക്കുന്നതു്. നീരാവികൊണ്ടു് വായു പരിപൂരിതമായ് (Saturated) തീരുമ്പോൾ അതു് മേഘമായ് മേൽപോട്ടു പൊന്തുന്നു. എപ്പോഴാണോ ഗഗനമണ്ഡലത്തിൽ തണുത്ത കാററാടുകൂടി മേഘം സംഘടിക്കുന്നതു് അപ്പോൾ ഇതു് വിസ്താരത്തെ പ്രാപിച്ച് മഴയായ് ഭൂമിയിൽ പെയ്യുന്നു.

പ്രകൃതിയിൽ പരിശുദ്ധമായ വെള്ളം മഴവെള്ളമാകുന്നു. പക്ഷേ, വെള്ളത്തിൽ സാധനങ്ങൾ നല്ലപോലെ അലിയുന്നതുകൊണ്ടു് വായുമണ്ഡലത്തിൽക്കൂടി മഴപെയ്തു ചോട്ടിലേക്കു് വെള്ളം വീഴുമ്പോൾ വായുവിൽ ഉണ്ടാകാൻ ഇടയുള്ള ചില വാതകങ്ങൾ ഈ വെള്ളത്തിൽ അലിഞ്ഞുചേരുന്നു. ഇതിനുംപുറമെ പൊടിപ്പടലം, കരിപ്പൊടി, അണുപ്രാണികൾ എന്നിവയെയും മഴവെള്ളം ഭൂമിയിലേക്കു് പതിക്കുമ്പോൾ അടിച്ചുകൊണ്ടുവരുന്നു. ഈ കാരണങ്ങളാൽ ഭൂമിയിൽ എത്തിച്ചേരുന്നതിനു മുമ്പായി മഴ വെള്ളം മലിനപ്പെട്ടുപോകുന്നു. ആലിപ്പഴം (Hill), ഹിമം Snow), മഞ്ഞു്, തുഷാരം (frost) എന്നിവയായ് വായുവിലെ നീരാവി ഭൂമിയിൽ എത്തിച്ചേരുന്നു.

മഴയായും ഹിമമായും ഭൂമിയിൽ പതിക്കുന്ന വെള്ളത്തിനു എന്തു സംഭവിക്കുന്നു? അതിലെ കുറച്ചു ഭാഗം വീണ്ടും നീരാവിയായി മാറുന്നു. വേറൊരു ഭാഗം മണ്ണിൽ ഊറി ഭൂമിയുടെ ഉള്ളിലേക്കു് ചെല്ലുന്നു; അധികഭാഗവും തടാകങ്ങൾ, പുഴ, സമുദ്രം എന്നീ ജലാശയങ്ങളിൽ ചെന്നു് എത്തുന്നു. വെള്ളം സദാപി ആവിയായ് മാറുകയും തണുത്തു് വീണ്ടും വെള്ളമായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ബാഷ്പീഭവനവും സാന്ദ്രീകരണവും (Conde-

nation) അവസാനിക്കുകയില്ല. മേഘം ആവിർഭവിക്കുക, മഴയാ യ് പെയ്യുക, പുഴയായ് ഒഴുകുക, സമുദ്രത്തിൽചെന്നു് വീഴുക, വീണ്ടും മേഘമായി മാറുക എന്നീ സംഭവങ്ങൾ ആവർത്തിച്ചു കൊ ണ്ടേ ഇരിക്കും. ഈ ആവർത്തനത്തെ ജലപരിണാമചക്രം എന്നാ ണു് പറയുക എന്നു് പ്രസ്താവിച്ചു കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നുവല്ലോ. ഈ പരിണാമത്തെ താഴെ ചേർത്തിട്ടുള്ള ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

വെള്ളം



വെള്ളത്തിന്റെ വകഭേദങ്ങൾ.

പ്രകൃതിയിൽ കാണുന്ന വെള്ളത്തെ മഴവെള്ളം, ഉറവുവെള്ളം, പുഴ, കുളം അല്ലെങ്കിൽ കിണറു് എന്നിവയിലെ വെള്ളം, സമുദ്ര

ജലം എന്നിവകകളായി വേർതിരിക്കാം.

ഭൂമിയെ തൊടുന്നതിനുമുമ്പ് വലിയ പാത്രങ്ങളിൽ പിടിച്ചു് സൂക്ഷിക്കുന്ന വെള്ളമാകുന്നു മഴവെള്ളമെന്നതു്. ആദ്യത്തെ മഴയുടെ ഊക്കിനാൽ മേൽപ്പുരയിലെ അഴുക്കുകളെല്ലാം നല്ലവണ്ണം നീങ്ങിപ്പോകുന്നുവെങ്കിൽ മേൽപ്പുരകളിൽനിന്നു് വീഴുന്ന വെള്ളത്തെ ശുദ്ധമായ മഴവെള്ളമായ് കരുതാം. ബർമ്യൂഡാ (Bermuda) എന്ന രാജ്യക്കാർക്ക് കുടിക്കുവാനുള്ള വെള്ളം മഴവെള്ളം മാത്രമാകുന്നു. മുക്കാൽ വീടുകളിലും മേൽപ്പുരയിൽ മുരളിപോലുള്ള ഓടുകൾ ഉണ്ടായിരിക്കും. ഇവയെ വേണ്ടപോലെ പരത്തിയിരിക്കുന്നതിനാൽ മഴപെയ്യുമ്പോൾ ഇവയിൽ വീഴുന്ന വെള്ളമെല്ലാം കീഴ്ഭാഗത്തു് ശരിപ്പെടുത്തീട്ടുള്ള വൃത്തിയായ ചാൽവഴിക്കു് വീട്ടിൻെറ ഒരു ഭാഗത്തു് കെട്ടിയുണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്ന തൊട്ടിയിൽചെന്നു് ശേഖരിക്കും. ബർമ്യൂഡാവിൽ ആണ്ടു മുഴുവനും മഴപെയ്യുകയില്ല.

<u>ഉറവുവെള്ളം</u>:- ഒരു സ്ഥലത്തിലെ മണ്ണിൻെറ സമ്പ്രദായത്തേയും ഒരു സമയത്തിൽ പെയ്യുന്ന മഴയുടെ അളവിനേയും ആണു്, എത്രകണ്ടു് മഴവെള്ളം മണ്ണിൻെറ ഉള്ളിലേക്കു് പോകുന്നു എന്ന സംഗതി ആശ്രയിച്ചിരിക്കുക. ആകപ്പാടെ നോക്കുന്നതായാൽ, പെയ്യുന്ന മഴയുടെ വലിയ ഒരു ഓഹരി മണ്ണിൻെറ ഉള്ളിലേക്കു് കടക്കുന്നു. ഇങ്ങിനെ മണ്ണിൻെറ ഉള്ളിൽ ശേഖരിക്കപ്പെടുന്ന വെള്ളത്തിൻെറ ഒരു ഭാഗം ആർട്ടീഷൻ (Artesian) കിണറു അല്ലെങ്കിൽ തുരങ്കകിണറ് എന്നു പറയപ്പെടുന്ന ഉറവായ് പൊന്തി വരുന്നു. ഫ്രാൻസു് രാജ്യത്തിലെ ആർട്ടിഷ് (Artois) എന്ന സംസ്ഥാനത്തിൻെറ പേരിൽനിന്നാണു് ആർട്ടിഷൻ കിണറ് എന്ന സംജ്ഞ ഉണ്ടായിട്ടുള്ളതു്. വളരെ ആഴത്തിൽനിന്നാണു് ഈ ഉറവുകളിലെ വെള്ളം വരുന്നതു്. ഈ വെള്ളം വളരെ ശുദ്ധമായിരിക്കും. ഇന്ത്യയിൽ ഇങ്ങനത്തെ ഉറവുകൾ വളരെ ചുരുക്കമാണു്. ഉറവുകളുടെ സഹായത്താൽ ഇന്ത്യാനിവാസികൾക്കു് കുടിക്കുവാനുള്ള വെള്ളം കിട്ടുവാൻ തീരെ അസാദ്ധ്യമാകുന്നു.

കിണറുകൾ:— മണ്ണിൻെറ അടിയിലേക്ക് പോകുന്ന വെള്ളം എല്ലായ്പോഴും ഉറവുകളായിട്ട് പൊന്തി വരുന്നില്ല. വെള്ളം ഇറക്കുന്ന സ്ഥാനത്തേക്ക് നമുക്ക് കിണറുകൾ കുത്തേണ്ടി വരുന്നു. ചില പ്രദേശങ്ങളിൽ ഇവക്ക് വളരെ ആഴമുണ്ടാകും. വേറെ ചില ഇടങ്ങളിൽ ആഴം അധികമുണ്ടാവുകയില്ല. ആഴമില്ലാത്ത കിണറുകളിൽനിന്ന് കുടിയ്ക്കുവാനും മററും വെള്ളം ഉപയോഗിക്കുന്നത് ആപൽക്കരമാകുന്നു. വളം സൂക്ഷിക്കുവാനുള്ള കുഴികൾ, കന്നുകാലികൾക്കുള്ള ആലകൾ, ചളിക്കുഴി (Cess Pool) കൾ മുതലായവയ്ക്കടുത്തുള്ള ഇങ്ങനത്തെ കിണറുകളിൽനിന്ന് ഒരു കാലത്തും വെള്ളം കുടിയ്ക്കരുത്. ഭൂമിയുടെ ഉപരിഭാഗത്തുള്ള വെള്ളത്തിൻെറ വലിവി (Drainage)ൽ സാധാരണമായ് കാണുവാൻ ഇടയുള്ള ദോഷബീജങ്ങൾ ആഴമില്ലാത്ത കിണറുകളിലെ വെള്ളത്തിൽ ഉണ്ടാകാതെ നിവൃത്തിയില്ല.

പുഴയിലും തടാകത്തിലും ഉള്ള വെള്ളം:— മുക്കാലിലധികം പട്ടണങ്ങൾക്കും കിട്ടുന്ന വെള്ളം പുഴയിൽനിന്നോ തടാകത്തിൽനിന്നോ ആയിരിക്കും. മദിരാശിയിലേ വെള്ളം 'റെഡ് ഹിൽസ്' (Redhills) എന്ന തടാകത്തിൽനിന്നാണ് കുഴൽ വഴിക്ക് കൊണ്ടുവരുന്നത്. തൃശ്ശിനാപ്പള്ളിയിൽ കാവേരി നദിയിൽനിന്നും, രാജമന്ത്രിയിൽ ഗോദാവരി നദിയിൽനിന്നും പമ്പടിച്ചിട്ടാണ് വെള്ളം എടുക്കുന്നത്. ഇങ്ങനത്തെ വെള്ളത്തിൽ മലിനങ്ങൾ കലർന്നു ചേരുവാനുള്ള സൌകര്യങ്ങൾ അധികമുണ്ട്. (1) കാലപ്പകച്ച (2) വെള്ളം ഒഴുകുന്ന നിലങ്ങളുടെ സമ്പ്രദായം (3) ചാക്കടകൾ അല്ലെങ്കിൽ അഴുക്കു ചാലുകൾ, (4) വ്യവസായശാലകളിലെ മലിനങ്ങൾ, (5) പുഴവക്കിലുള്ള കായ്കറിത്തോട്ടങ്ങളിലെ സസ്യഭാഗങ്ങൾ എന്നിവയെ പുഴയുടെ അടുക്കെ നിത്തുകയോ പുഴയിലേക്കു തന്നെ തള്ളി വിടുകയോ ചെയ്യുന്ന ചില ദേശങ്ങളിലെ സമ്പ്രദായങ്ങൾ മുതലായവയാണ് പുഴവെള്ളത്തിൽ എത്ര കണ്ട് മലിനങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കുമെന്ന് തീച്ചപ്പെടുത്തുക.

സമുദ്രജലം:— നമുക്ക് അറിവുള്ള മുക്കാലിലധികം നിർജീവ പദാർത്ഥങ്ങൾ വിലയനാവസ്ഥയിൽ സമുദ്രജലത്തിലുണ്ട്. വെറും വെള്ളം മാത്രമെ ആവിയായി മാറുന്നുള്ളു. ആയതിനാൽ സമു

ദ്രജലത്തിൽ നിർജീവപദാൎത്ഥങ്ങൾ ബാക്കിയായ് നിൽക്കുന്നു. ഇതിനും പുറമെ, വെള്ളത്തിൽ അലിഞ്ഞു ചേരുന്ന പല വിധ പദാർത്ഥങ്ങളെ സമുദ്രത്തിലേക്കു പുഴകൾ അടിച്ചെടുത്തു് ഒഴുക്കിക്കൊണ്ടേയിരിക്കുന്നു. ആയതിനാൽ സമുദ്രജലത്തിൽ നിർജീവപദാൎത്ഥങ്ങളുടെ അളവു വർദ്ധിച്ചുകൊണ്ടുതന്നെ വരുന്നു. സമുദ്രജലം ഒരു കഷായമായിക്കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. അതു് ഒരു സന്തപ്തിതവിലയിനമാണു ആയതിനാൽ സമുദ്രത്തിലെ നിർജീവ പദാർത്ഥങ്ങളുടെ അളവു വർദ്ധിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും സമുദ്രജ ലത്തിലെ പദാർത്ഥങ്ങളുടെ ശതമാനതോതു് ഒന്നുതന്നെയാണു്. ഇ പദാർത്ഥങ്ങളിൽവെച്ചു് അധികമുള്ളതു് ഉപ്പു് (സോഡിയം ക്ലോറൈഡു് ആണു്. സമുദ്രം ഉപ്പിൻെറ വിളനിലമാകുന്നു.

അദ്ധ്യായം 34

വെള്ളം (തുടച്ച്)

<u>ധാതുമയമായ വെള്ളം:</u>– ചില ഉറവുകളിൽനിന്നു വരുന്ന വെള്ളത്തിൽ പല വിധ ഖനിജഭാഗങ്ങൾ നല്ലവണ്ണം അലിഞ്ഞു് ചേൎന്നിരിക്കും. ഇങ്ങനത്തെ വെള്ളത്തെയാണു് ഖനിജമായ (Mineral) വെള്ളം എന്നു പറയുന്നതു്. ദഹനക്കുറവു , വാതം മുതലായ ദീനങ്ങൾ പിടിപെട്ട രോഗികൾക്കു് ഇങ്ങനത്തെ വെള്ളം നല്ല ഗുണം ചെയ്യുമെന്നു് എല്ലാവരും വിശ്വസിച്ചു പോരുന്നു.

<u>മലിനങ്ങൾ:</u>—പദാർത്ഥങ്ങൾ മുക്കാലും, വെള്ളത്തിൽ അലിയുന്നതുകൊണ്ടു്, വെള്ളത്തെ ശുദ്ധമായ അവസ്ഥയിൽ സൂക്ഷിക്കുന്നതു പ്രയാസമാകുന്നു ഇതിൽ ഉണ്ടായേക്കാവുന്ന മലിനങ്ങൾ നിർജീവപദാൎത്ഥങ്ങളുടേതോ സജീവപദാൎത്ഥങ്ങളുടേതോ ആയിരിക്കും നിർജീവപദാർത്ഥങ്ങളാൽ ഉണ്ടാകുന്ന മാലിന്യം അധികവും നമുക്കു ദേഹോപദ്രവത്തെ ചെയ്യാത്തവയാകുന്നു. എന്നാൽ ചീഞ്ഞളിയുന്ന ജീവികളുടേയോ സസ്യങ്ങളുടേയോ ഭാഗങ്ങളോടു് വെള്ളം ചേരുന്ന പക്ഷം ആ വെള്ളം കുടിക്കുന്നതു് അപകടമാകുന്നു. അഴുക്കു ചാലുകളിൽനിന്നോ കന്നുകാലികളെ കെട്ടുന്ന ആലകളിൽനിന്നോ കക്കൂസു് മുതലായ സ്ഥലങ്ങ

ളിൽനിന്നോ പുറപ്പെടുന്ന നീച്ചാലുകളോ വാതകങ്ങളോ വെള്ളത്തോട്ട് കലൻ വശാകുന്നതായാൽ അനവധി മലിനാംശങ്ങൾ വെള്ളത്തിൽ ചേരുകയും അതിനെ കുടിപ്പാൻ പാടില്ലാതാക്കി തീക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ചിലപ്പോൾ മലിനജലത്തിനു ദുർഗ്ഗന്ധവും ദുർസ്വാദും ഉണ്ടായിരിക്കും; ഗന്ധവും ദുർസ്വാദും ഇല്ലാത്ത മലിനജലവും ഉണ്ട. അലിഞ്ഞുചേരുന്ന മലിനങ്ങൾക്ക പുറമെ അലിഞ്ഞുചേരാത്ത ചെറു പൊടികളും വെള്ളത്തിൽ കാണാം.

വെള്ളത്തിൽ ഉള്ള ചില ഖനിജലവണങ്ങൾ

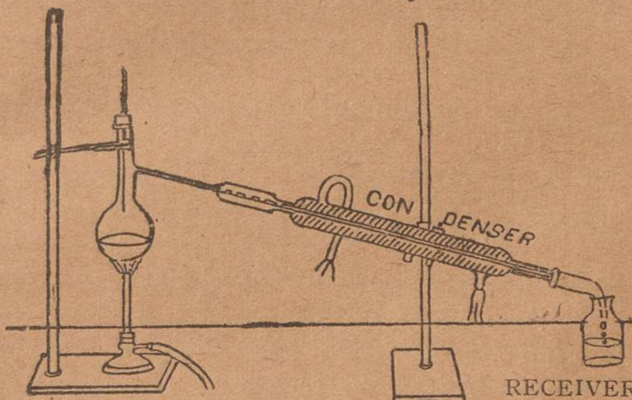
കാർബണെയിററ് (Capbonate)	30
സൾഫെയിററ (Sulphate	20%
ക്ലോറൈഡ് (Choloride)	7%
കാൽസിയഭാഗം	17%
മാഗ്നീസിയഭാഗം	5%
സോഡിയഭാഗം	10
സിലിക്ക (Silica)	11
	100

വെള്ളവും രോഗങ്ങളും:— സജീവപദാൎത്ഥങ്ങൾ അലിഞ്ഞുചേൎന്നിട്ടുള്ള വെള്ളം, പ്രത്യേകിച്ച് അഴക്കചാലിൽനിന്നുള്ള മലിനങ്ങൾ കലൎന്നിട്ടുള്ള വെള്ളം, വളരെ ഉപദ്രവത്തെ ചെയ്യുന്നതാണെന്ന് പ്രസ്താവിച്ചുവല്ലോ. ഇങ്ങനത്തെ വെള്ളം കുടിക്കുമ്പോൾ അതിസാരം, ചോരപോക്ക്, വിഷൂചിക, സന്നിപാതജ്വരം എന്നീ ദീനങ്ങൾ പിടിപെടുന്നത് എളുപ്പമാണ്. ഇങ്ങനത്തെ വെള്ളത്തിനു നല്ല തെളിവും സ്വാദും ഉണ്ടായി എന്നു വന്നേക്കാം; പക്ഷെ വിഷബീജങ്ങൾ ഇരിക്കാവുന്നതുകൊണ്ട പലവിധ രോഗങ്ങൾ ഉത്ഭവിച്ചു തുടങ്ങുന്നു. സാംക്രമിക രോഗങ്ങൾ പരക്കവാൻ ഇടയുണ്ടെന്ന് സംശയമുള്ളപ്പോൾ കുടിക്കുന്ന വെള്ളത്തിന്റെ സ്ഥാനത്തെ നല്ലപോലെ പരിശോധിക്കുകയും അതിനെ ശുദ്ധമാക്കി സൂക്ഷിക്കുവാൻ കൂടുതൽ ഉപയോഗപ്രദമായ ശ്രമങ്ങൾ നടത്തുകയും വേണം.

അദ്ധ്യായം 35

വെള്ളം—ശുദ്ധീകരണം

വെള്ളത്തെ ശുദ്ധീകരിക്കൽ:—വെള്ളത്തിൽ കടന്നുകൂടുന്ന എല്ലാ പദാർത്ഥങ്ങളേയും നീക്കംചെയ്യുവാൻ ഉത്തമമായ മാർഗ്ഗം



ചിത്രം 35 വാററിയെ

വാററിയെടുക്കൽ (Distillation) തന്നെയാണ്. ഉപദ്രവം ചെയ്യുന്നവയും ചെയ്യാത്തവയും ആയ എല്ലാമലിനങ്ങളേയും ഈ മാർഗ്ഗത്താൽ നിക്കം ചെയ്യാം. പക്ഷെ ഇതു നടത്താൻ വളരെ ചെലവുണ്ട്. നമ്മുടെ വീടുകളിൽ വെള്ളം കുടിക്കത്തക്കവണ്ണം ആക്കിത്തീർക്കുവാൻ അതിനെ കുറെ നിമിഷം തിളപ്പിച്ചാൽ മതിയാകും. ഉയൻ്റ ഉഷ്ണതയിൽ വിഷാണുബീജങ്ങൾ നശിക്കുന്നുവെന്നു് അറിഞ്ഞിരിക്കേണ്ടതാകുന്നു.

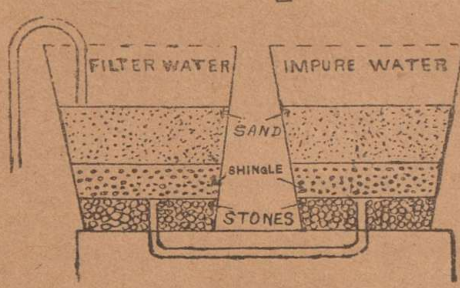
ചിത്രം 36

ഒരു പട്ടണത്തിലേക്കോ മറേറാ ആവശ്യമുള്ള വെള്ളം ഉപയോഗപ്രദമാക്കുവാൻ പലവിധ ഏർപ്പാടുകൾ ഉണ്ടു. അവ

യിൽ മുഖ്യമായവ (1) ഊറവാൻ സമ്മതിക്കൽ (Sedimenticn) (2) അരിച്ചെടുക്കൽ (Filtrafion) (3) ഓക്സീകരണം. (Oxidation) എന്നിവയാകുന്നു.

ഊറവാൻ സമ്മതിക്കൽ:- വലിയ തൊട്ടികളിൽ വെള്ളം നിറച്ച് അതിൽ അലിഞ്ഞു ചേരാത്ത പൊടികൾ അടിഭാഗത്തു വീഴേണ്ടതിലേക്കായി ചിലേടങ്ങളിൽ വെള്ളം കെട്ടി നിറുത്താറുണ്ട്. ഊറൽ (Sendiment) വേഗത്തിൽ വീഴേണ്ടതിലേക്കു പടിക്കാരം (Alum) ചേർക്കുക പതിവാണ്. മണ്ണും വണ്ടലും ചോട്ടിലേക്കു വീണുതുടങ്ങുമ്പോൾ സജീവാംശങ്ങളിൽ കുറെ ഭാഗം ഇവക്കിടയിൽ പെട്ടു പോകും. ഈ രീതിയാൽ ചീത്തയായ വെള്ളം തീരെ ഉപയോഗപ്രദമാകുന്നതല്ല.

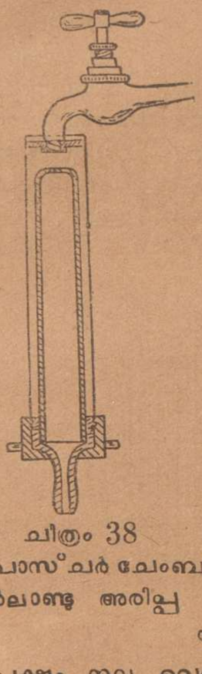
അരിച്ചെടുക്കൽ:- പുഴകളിൽനിന്നും ജലസംഗ്രഹസ്ഥാന (Reservoir)ങ്ങളിൽ നിന്നും പട്ടണങ്ങളിലേക്കു വരുന്ന വെള്ളത്തെ മണൽനിറച്ച ചില പ്രത്യേക അരിപ്പകളുടെ സഹായത്താലാണു മലിനരഹിതമാക്കിത്തീർക്കുന്നതു.



ചിത്രം 37 മണൽ നിറച്ച അരിപ്പകൾ

അരിപ്പകളിൽ ചരലു, മണലു എന്നിവ അട്ടിയട്ടിയായി നിറച്ച് അവകളിൽകൂടി വെള്ളം കടത്തിക്കൊണ്ടു പോകും; ഈ ഉപകരണത്തിൽ രണ്ടു അരിപ്പകളുണ്ടാകും. അവയുടെ അടിഭാഗങ്ങളെ ഒരു കുഴൽ ചേർക്കുന്നതായിരിക്കും. മ

ലിനങ്ങളിൽ ചിലവ അരിപ്പകളിൽ തങ്ങിനില്ക്കും; മററു ചിലവ പരിപൂർണ്ണമായ മാററത്തെ പ്രാപിക്കും. അരിപ്പയിൽനിന്നു പുറമെ വരുന്ന വെള്ളം നല്ലതായിരിക്കും. ബെങ്കളൂർ എന്നപോലെ ചില പട്ടണങ്ങളിൽ മണൽ അരിപ്പകൾക്കു പകരം യന്ത്ര സഹായത്താൽ വേല എടുക്കുന്ന ചില അരിപ്പകളാണുള്ളതു. ഈ അരിപ്പകൾ വളരെ വേഗത്തിൽ നല്ലപോലെ അലിഞ്ഞു ചേരാത്ത മാലിന്യങ്ങളെ നീക്കം ചെയ്യുന്നു.



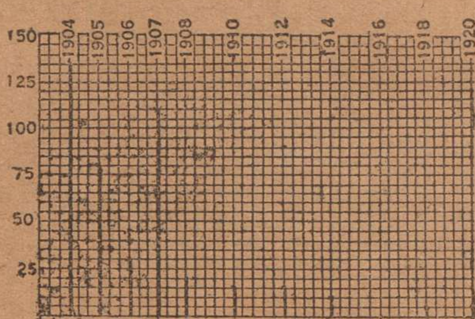
ചിത്രം 38
പാസ്ചർ ചേംബർലാണ്ട അരിപ്പ

വീടുകളിൽ ഉപയോഗിക്കേണ്ടതിലേക്കു പലതരത്തിലുള്ള അരിപ്പകൾ വിൽക്കപ്പെടുന്നു. ഈ അരിപ്പയിൽ ചെറു സുഷിരങ്ങളോടുകൂടി ഒരു ഭാഗമുണ്ടു. ഇതിനുള്ളിൽ വെള്ളം ഊക്കോടെ വീഴുമ്പോൾ, വീഴുന്ന ഊക്കിനാൽ വെള്ളം സുഷിരങ്ങളിൽകൂടി പുറത്തേക്കു വരുന്നു. അലിയാത്ത അഴുക്കു പദാർത്ഥങ്ങളെല്ലാം അരിപ്പക്കുള്ളിൽ തങ്ങിപ്പോകുന്നു. റെയിൽവെ ആപ്പീസുകളിൽ വെള്ളം അരിക്കേണ്ടതിന്നുള്ള ഏർപ്പാടു നിങ്ങൾ കണ്ടിരിക്കുമല്ലോ. അതിൽ ഒന്നിന്നുമീതെ ഒന്നായി മൂന്നു ചട്ടികൾ വെച്ചിരിക്കും. ഇവയെല്ലാം മുക്കാലി ഉപകരണത്തിന്മേലാണു നിൎത്തിയിരിക്കുക. ചട്ടികളിൽ മണലൊ കരിക്കട്ടയോ ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ സാധനങ്ങളാണു അരിക്കുന്ന വിഷയത്തിൽ ഏർപ്പെടുന്ന മുഖ്യ സാധനങ്ങൾ.

സസ്യബീജാംശങ്ങളാൽ കലുഷിതമായിരിക്കുന്ന വെള്ളം വായുവിൽ വെച്ചിരിക്കുന്ന പക്ഷം നല്ല വെള്ളമാകുവാൻ ശ്രമിക്കുമെന്നു പണ്ടുകുപണ്ടേ അറിയുന്ന ഒരു വിഷയമാണു താഴെ വിവരിക്കുന്ന മാതിരിയിലാണു ഈ സംഗതി സംഭവിക്കുന്നതു. വെള്ളത്തിൽ കുറച്ചൊന്നു വായു ‘അലിയും. അലിഞ്ഞുചേരുന്ന വായുവിലെ ഓക്സിജൻ

സസ്യാംശങ്ങളെ ഭസ്മമാക്കിത്തീർക്കുന്നു. അപ്പോൾ വെള്ളത്തിൽ ജീവിക്കുന്ന പ്രാണികൾക്കു ആവശ്യമാകുന്ന ഭക്ഷണം കിട്ടാതെ അവ നശിക്കുന്നു. കുടിക്കേണ്ടുന്ന വെള്ളത്തെ വേണ്ട വിധത്തിൽ നല്ലതാക്കിത്തീർക്കുവാൻ ഈ സമ്പ്രദായത്തെ മാത്രം ആശ്രയിക്കാവുന്നതല്ല.

വിഷൂചിക, വിഷമജ്വരം എന്നീ ദീനങ്ങൾ പരക്കുന്ന കാലങ്ങളിൽ വെള്ളത്തിൽ ഉണ്ടായേക്കാവുന്ന വിഷാണുബീജങ്ങളെ നീക്കം ചെയ്‌വാൻ പററിയ മാർഗ്ഗം ഒരു പ്രത്യേക രീതിയിലുള്ളതാകുന്നു. വിദ്യുഛക്തി അധികം ചെലവു കൂടാതെ കിട്ടുന്ന സ്ഥലങ്ങളിൽ, ഓക്സിജനെ വിദ്യുഛക്തിയുടെ പ്രയോഗങ്ങളാൽ ഓസോൺ (Ozone) ആക്കി മാററാം. ഈ വാതകത്തിന്റെ സഹായത്താൽ വെള്ളത്തെ മലിനരഹിതമാക്കാം. വിദ്യുഛക്തിയുടെ സഹായത്താൽ ഓസോൺ ഉണ്ടാക്കി വെള്ളത്തെ നല്ലതാക്കുവാൻ വേണ്ടുന്നതായ ഉപകരണസൌകര്യങ്ങൾ ഉള്ളതു്, പാരിസ്സു പട്ടണത്തിന്റെ അന്തസ്സിനെ വർദ്ധിപ്പിക്കുന്ന സംഗതിക



അരിക്കാത്തപ്പോൾ അരിച്ചപ്പോൾ

ചിത്രം 39

[അരിക്കലും ദേഹസൌഖ്യവും—വിഷമജ്വരത്താൽ 1000,000 ആളുകളിൽ എത്രകണ്ടു ആളുകൾ മരിച്ചു എന്നു കാണിക്കുന്നതു്]

ളിൽ മുഖ്യമായ ഒന്നാകുന്നു. ഇക്കാലങ്ങളിൽ വെള്ളത്തെ മലിനങ്ങളില്ലാത്ത പദാൎത്ഥമാക്കുവാൻ അതായതു് കുടിക്കേണ്ടതിലേക്കു് ഉപയോഗപ്രദമാക്കിത്തീൎക്കുവാൻ സാധാരണമായി ഉപയോഗിച്ചുപോരുന്നതു് ക്ലോറീൻ (Chorine) ആകുന്നു. 1914 മുതൽ 1918 വരെ നീണ്ടുനിന്ന മഹായുദ്ധത്തിൽ ഹരിതകവായുപ്രയോഗം ഈ ആവശ്യത്തിന്നു് സഫലമായിരുന്നുവെന്നുള്ള റിപ്പോൎട്ടു് ഉണ്ടു്. ഹരിതകവാതകം കിട്ടേണ്ടതിലേക്കു് ഹരതകവാതകവിലയനമോ വൎണ്ണനാശകചൂൎണ്ണമോ (Bleaching Powder) ആണു് ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നതു്. വലിയ പട്ടണങ്ങളിൽ കുടിക്കേണ്ട ആവശ്യത്തിലേക്കു്, വെള്ളത്തെ മലിനഹീനമാക്കുവാൻ, ക്ലോറീൻവാതകം അലിയിച്ച വെള്ളത്തെ, മണൽ അരിപ്പകളിൽകൂടി അരിച്ചിട്ടാണു് ഇക്കാലങ്ങളിൽ അവിടത്തെ നിവാസികൾക്കു് വിതരണം ചെയ്യുന്നതു്. നല്ലതാക്കിത്തീൎത്ത വെള്ളത്തെ കുടിക്കുന്നതായാൽ നാട്ടിലുള്ളവരുടെ അരോഗതാവസ്ഥ വളരെ നല്ലമട്ടിൽ ഇരിക്കും എന്നതു് മേലെ ചേൎത്തിട്ടുള്ള പടത്തിൽനിന്നു് വിശദമാകുന്നതാണു്.

യാത്ര ചെയ്യുമ്പോഴോ തല്ക്കാലം ഒരു സ്ഥലത്തിൽ ഒററപ്പെട്ടു താമസിക്കേണ്ടി വരുമ്പോഴോ പ്രകൃതിയിൽ കിട്ടുന്ന വെള്ളം കുടിക്കുത്തക്കതോ അല്ലയോ എന്നു് അറിഞ്ഞിരിക്കണം. യാത്ര ചെയ്യുന്നവരുടെ കൈവശം പ്രാഥമിക ചികിത്സക്കായി എപ്പോഴും അയോഡിൻ വിലയനം (Tincture of Iodine) ഉണ്ടാകുമല്ലോ. ഇതു ഉപയോഗിച്ചു അവൎക്കു ആവശ്യമുള്ള വെള്ളത്തെ നല്ലതാക്കിത്തീൎക്കാം. $\frac{1}{4}$ ഗാലൻ വെള്ളത്തിൽ ഒരു തുള്ളി അയോഡിൻ വിലയനം ചേൎത്തു അര മണിക്കൂറോളം ഒരു പാത്രത്തിൽ അടച്ചു ഒരിടത്തിൽ വെച്ചിരിക്കുന്നതായാൽ ആ വെള്ളം കുടിക്കുവാൻ പററിയതായിത്തീരും.

ഒരു പാത്രത്തിലെ വെള്ളം കുടിക്കത്തക്കതോ അല്ലയോ എന്നു് കണ്ടുപിടിക്കുവാൻ എളുപ്പമായ രണ്ടു സൂത്രങ്ങൾ ഉണ്ടു.

1. ഒരു ഗ്ലാസിലെ വെള്ളത്തിൽ ഒരു കല്ക്കണ്ടക്കഷണം ഇടുക; പാത്രത്തെ ഒരു വൃത്തിയായ തട്ടുകൊണ്ടു് അടച്ചു രാത്രി മുഴുവനും ചൂടുള്ള ഒരിടത്തിൽ വെക്കുക; രാവിലെ തട്ടു തുറന്നു

നോക്കുമ്പോഠം വെള്ളം തെളിഞ്ഞിരിക്കുന്നപക്ഷം ഗ്ലാസിലെ വെള്ളം കുടിയ്ക്കുവാൻ പററിയതാണ്.

2. ഒരു ഗ്ലാസിലെ വെള്ളത്തിൽ രണ്ടോ മൂന്നോ ഗ്രെയിൻ പൊട്ടാസിയം പെർമാൻഗനെയിററ് (Potassium Permanganate) ഇട്ട് മൂടി ഒന്നോ രണ്ടോ മണിക്കൂറ് ഒരിടത്തിൽ അടച്ചു വെക്കുക. വെള്ളത്തിൻെറ നിറം നല്ല പാടലവർണ്ണമായിരിയ്ക്കുന്നുവെങ്കിൽ വെള്ളം കുടിയ്ക്കുന്നതിൽ യാതൊരു തരക്കേടും ഇല്ല.

അദ്ധ്യായം 36

കഠിനജലവും മൃദുജലവും

പതുക്കെ പതയുന്നതും വേഗം പതയുന്നതുമായ വെള്ളങ്ങഠം.

ചില വെള്ളങ്ങളെ പതുക്കെ പതയുന്നവയെന്നും വേറെ ചിലവയെ വേഗം പതയുന്നവയെന്നും പറയാറുണ്ടു. വെള്ളത്തിൽ പലവിധ സാധനങ്ങഠം അലിഞ്ഞു ചേന്നിരിക്കുന്നതായാൽ അതിൽ സൊപ്പ് അത്ര വേഗം പതയുന്നതല്ല. സോപ്പുവെള്ളം അങ്ങനെത്തെ വെള്ളത്തിൽ ഒഴിച്ചാൽ തയിരുപോലുള്ള ഒരു അവക്ഷേപവസ്തു (Precipitate) വെള്ളത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്നു. അങ്ങനത്തെ വെള്ളത്തെ പതുക്കെ പതയുന്ന ജലം അല്ലെങ്കിൽ കഠിനജലം എന്നാണ് പറയുക. സോപ്പ് വെള്ളം ചേത്താൽ 'വേഗം പതയുന്ന' വെള്ളത്തെ മൃദുജലം അല്ലെങ്കിൽ 'വേഗം പതയുന്ന' വെള്ളം എന്നു കരുതാവുന്നതാണ്.

വെള്ളത്തിൽ അലിഞ്ഞുചേരുന്ന സാധനങ്ങളാണു വെള്ളത്തെ ഇമ്മാതിരി ഗുണമുള്ളാതക്കിത്തീക്കുന്നതു. മഴവെള്ളം ഒഴിച്ചു ബാക്കിയുള്ള എല്ലാ വെള്ളങ്ങളിലും ലവണങ്ങഠം അലിഞ്ഞു

ചേൎന്നിരിക്കും. സോഡിയലവണങ്ങൾ, കാൽസിയലവണങ്ങൾ, മാഗ്നീസിയലവണങ്ങൾ എന്നിവയാണു സാധാരണമായി വെള്ളത്തിൽ ചേൎന്നിരിക്കുക. കാൽസിയലവണങ്ങളും മാഗ്നീസിയലവണങ്ങളുമാണു് അഴുക്കുകളെ നീക്കം ചെയ്യുന്നതിന്നുപകരിക്കേണ്ടുന്ന സോപ്പിനോടുകൂടി ആദ്യത്തിൽ സംയോജിക്കുന്നതു്. അപ്പോൾ തയിരുപോലുള്ള അവക്ഷേപമുണ്ടാകുന്നു. സോപ്പു ഈ ആവശ്യത്തിലേക്കു് ചെലവാകുന്നു; അഴുക്കിനെ നീക്കംചെയ്യുന്ന പത പുറപ്പെടുന്നില്ല. ഈ ലവണങ്ങളുടെ തോതു് വൎദ്ധിക്കുന്നതോടൊപ്പം വെള്ളത്തിന്റെ കഠിനാവസ്ഥയും അധികരിയ്ക്കുന്നു. കാൽസിയലവണങ്ങളും മാഗ്നീസിയലവണങ്ങളും മാത്രം എന്തുകൊണ്ടു് വെള്ളത്തെ കട്ടപ്പമാക്കിത്തീൎക്കുന്നു? പൊതുവിൽ ഒരു പോലെയുള്ള പല ഗുണങ്ങളോടുകൂടിയ രണ്ടു ലോഹങ്ങളാകുന്നു കാൽസിയവും മാഗ്നീസിയവും. ഇവയുടെ കാർബണെയിററം (Carbonate) ബൈകാർബണെയിററം (Bicarbonate) ഒരേമാതിരിയിലുള്ള ലവണങ്ങളാണു്. കുമ്മായം (Quicklime) ആയിത്തീരുന്ന കുമ്മായക്കല്ലു് (Limestone) ശാസ്ത്രദൃഷ്ട്യാ നോക്കുന്നപക്ഷം കാൽസിയം കാർബണെയിററു് (Calcium Carbonate) ആകുന്നു. സേലംജില്ലയിൽ ധാരാളമായു് കണ്ടുവരുന്ന മാഗ്നസയിട്ടു് (Magnesite) എന്ന പദാൎത്ഥം മാഗ്നീസിയംകാർബണെയിററു് അല്ലാതെ വേറെയൊന്നുമല്ല. ഈ സാധനത്തിൽനിന്നാണു് വയറിളക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന എപ്സംലവണം (Epsom salt) ഉണ്ടാക്കുന്നതു്. ഇവയുടെ ക്ലോറൈഡു (Clhorides) കളും സൾഫെയിററ (Sulphate) കളും എല്ലാവൎക്കും പരിചയമുള്ളവയായ യൌഗികപദാൎത്ഥങ്ങളാണു്. ഇവയിൽ ചില പദാൎത്ഥങ്ങൾ വെള്ളത്തിൽ അലിഞ്ഞു ചേരുന്നു. ഇവയാണു് വെള്ളത്തെ കഠിനജലമാക്കുന്നതു്.

രണ്ടുവിധ കാഠിന്യങ്ങൾ ഉണ്ടു്. ഒരു വകയിൽ കാഠിന്യത്തെ എളുപ്പത്തിൽ നീക്കം ചെയ്യാം. അതു് താൽക്കാലിക കാഠിന്യമാകുന്നു. വേറൊരുതരം കട്ടപ്പം സ്ഥിരമായ കട്ടപ്പമാകുന്നു. ബൈകാർബണെയിററുകൾ അലിഞ്ഞു ചേൎന്നിരിയ്ക്കുന്ന വെള്ളം താൽക്കാലിക കാഠിന്യമുള്ളതാകുന്നു. ക്ലോറൈഡുകളും സൾഫെയിററുകളും ഉള്ള വെള്ളം സ്ഥിരമായ കാഠിന്യമുള്ളതാകു

ന്നു. തിളപ്പിച്ചോ ചുണ്ണാമ്പു ചേർത്തോ ബൈകാർബണേറ്റുകളെ ഈ വെള്ളത്തിൽനിന്നു എളുപ്പത്തിൽ നീക്കാവുന്നതാകുന്നു. ആയതിനാലാണ് ഈ ധനമൂലം (Positive Radical) ത്തോടു കൂടിയ ലവണങ്ങൾ അലിഞ്ഞുചേർന്നിരിക്കുന്ന വെള്ളത്തെ താൽക്കാലിക കഠിനജലം എന്നു പറയുന്നതു്. സ്ഥിരകാഠിന്യത്തോടുകൂടിയ വെള്ളത്തെ മൃദുജലമാക്കിത്തീർക്കുന്നതു് എളുപ്പമായ സംഗതിയല്ല. വാററിയെടുത്തിട്ടോ അല്ലാത്ത പക്ഷം സോഡിയം കാർബണേയിട്ടുചേർക്കേണ്ടുന്ന തോതിൽ ചേർത്തിട്ടോ ഇത്തരം വെള്ളത്തെ ഭൌതികപ്രയോഗങ്ങളാൽ മൃദുജലമാക്കിത്തീർക്കാം.

സാധനങ്ങൾ പാകം ചെയ്യേണ്ടുന്നതിന്നും വെള്ളം കുടിക്കേണ്ടതിന്നും അല്പം കാഠിന്യമുള്ള വെള്ളം ഉപയോഗിച്ചാൽ യാതൊരു തരക്കേടും നേരിടുന്നതല്ല. എന്നാൽ അതികാഠിന്യമുള്ള വെള്ളം വാതരോഗികൾക്കു ഉപദ്രവത്തെ ചെയ്യും. ഇന്ത്യയിൽ ലല്പ കാഠിന്യമുള്ള വെള്ളം മാത്രം കിട്ടുന്ന ചില പ്രദേശങ്ങളിലെ നിവാസികളിൽ 10%കണ്ടു വാതരോഗികളോ തൊണ്ടവനെ (Goiter)ത്താൽ കഷ്ടപ്പെടുന്നവരോ ആയിരിക്കും. സോപ്പിട്ടു വസ്ത്രങ്ങൾ അലക്കി വൃത്തിയാക്കേണ്ടതിലേക്കും പാത്രങ്ങളിൽ വെള്ളം കുറെ നേരത്തേക്കു തിളപ്പിക്കേണ്ടതിലേക്കും കഠിനജലം ഒരിക്കലും ഉപയോഗിക്കരുതു്. കാൽസിയലവണമോ മാഗ്നീസിയലവണമോ കടപ്പമുള്ള വെള്ളത്തിൽ ഉള്ളതുകൊണ്ടു് സോപ്പു അനാവശ്യമായി നശിക്കുന്നതിനു പുറമെ വെള്ളത്തിൽ ഒട്ടുന്ന ഒരു അവക്ഷേപം കൂടി ഉണ്ടായിത്തീരുന്നു. കഠിനജലം ആവിയായി മാറിത്തുടങ്ങിയതിനുശേഷം തിളപ്പിക്കുന്ന പാത്രത്തെ നാം പരിശോധിച്ചാൽ അതിന്നുള്ളിൽ ഒരു പാട (Scale) കാണാം. ഈ പാട ചൂടിനെ സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം നല്ല ചാലക (Conductor) മല്ല. ആയതിനാൽ ചൂടു പിടിപ്പിക്കുമ്പോൾ വിറകു അനാവശ്യമായി ചെലവാകുന്നു. $\frac{1}{4}$'' കട്ടിയുള്ള പാടയുള്ള ഒരു പാത്രത്തിൽവെള്ളം. തിളപ്പിക്കുമ്പോൾ സാധാരണ വേണ്ടിവരുന്നതിനേക്കാൾ $1\frac{1}{2}$ ഇരട്ടി വിറകു വേണ്ടി വരുന്നു.

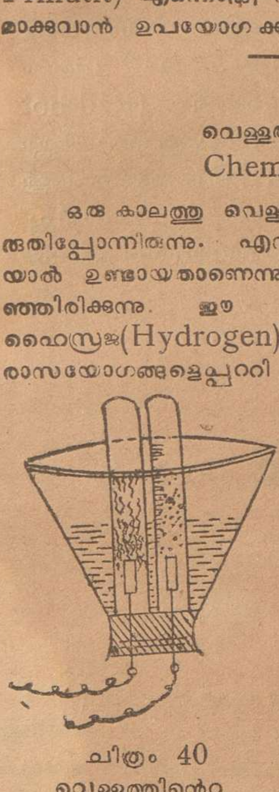
ആയതിനാൽ മൃദുജലം ഉപയോഗിക്കുന്നതിൽ പലവിധ ഗുണങ്ങളുണ്ടു്. തുണികൾ കഴുകി വൃത്തിയാക്കേണ്ടതിലേക്കും കുളി

ക്കേണ്ടതിലേക്കും കഠിനജലത്തെ മൃദുജലമാക്കുവാൻ വീടുകളിൽ ഉപയോഗിക്കത്തക്ക വിധത്തിലുള്ള ഉപകരണങ്ങറം മേടിക്കുവാൻ കിട്ടുന്നതാണ്. ചില്ലറവ്യവസായശാലകളിൽ വെള്ളത്തിൻെറ കാഠിന്യം തീർക്കേണ്ടതിലേക്കു ആദ്യത്തിൽ സോഡിയം കാർബണെയിററു ചേർത്തു വെള്ളത്തെ അരിച്ചു കളഞ്ഞതിന്നു ശേഷമെ ആവശ്യങ്ങറംക്കായി ഉപയോഗിക്കാറുള്ളു. വലിയ തോതിൽ പ്രവൃത്തികറം നടത്തുന്ന വ്യവസായശാലകളിൽ പെർമ്യൂട്ടീററു Prmutit) എന്നൊരു സമ്പ്രദായമാണ് വെള്ളത്തെ മൃദുലജലമാക്കുവാൻ ഉപയോഗക്കുന്നതു്.

അദ്ധ്യായം 37

വെള്ളത്തിൻെറ രാസയോഗം
Chemical composition

ഒരു കാലത്തു വെള്ളം ഒരു മൂലക (Element)മാണെന്നു കരുതിപ്പോന്നിരുന്നു. എന്നാൽ അതു് രണ്ടു മൂലകങ്ങളുടെ ചേർച്ചയാൽ ഉണ്ടായതാണെന്നു് പരിശോധനകറംമൂലം തെളിയിച്ചു കഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ഈ വാതകങ്ങറം ഓക്സിജ(Oxygen)നും ഹൈഡ്രജ(Hydrogen)നും ആകുന്നു. യൌഗിക പദാൎത്ഥങ്ങളുടെ രാസയോഗങ്ങളെപ്പററി പരിശോധനകറം മൂലമാണു പഠിക്കുക. വെള്ളത്തിൻെറ ആയതനയോഗത്തെ (Volumetric composition) പഠിക്കുവാൻ സാധാരണമായി വിദ്യുൽ-വിച്ഛേദനം (Electrolysis) ആണ് നടത്തുക. ഈ സമ്പ്രദായം താഴെ വിവരിക്കുന്നു. കുഴൽഭാഗം വിസ്താരമുള്ള ഒരു നാളമെടുക്കുക. അടിയിൽ ഒരു കാക്കാ ഉറപ്പിക്കുക. ഇതിൽക്കൂടി രണ്ടു പ്ളാട്ടിനക്കമ്പി ചെലുത്തിയിരിക്കണം. ഈ കമ്പികളുടെ ഉറംഭാഗത്തിലെ അററത്തിൽ പ്ളാട്ടിനത്തിൻെറ നേരിയ ഒരു തകിടു് കെട്ടിവെക്കുക. നാളത്തിൽ ഗന്ധകികാമ്ളത്തിൻെറ കുറെ തുള്ളികറം ചേൎത്ത

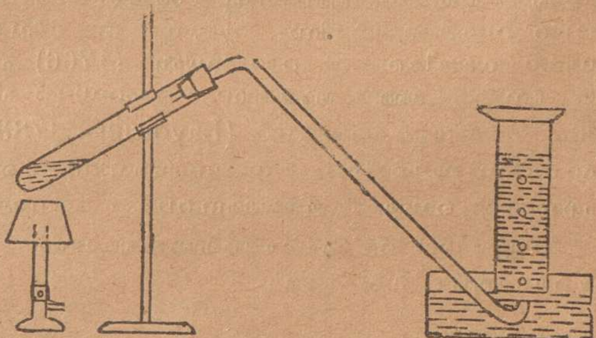


ചിത്രം 40
വെള്ളത്തിൻെറ

വെള്ളം നിറക്കുക. തകിടിൻെറ മേൽഭാഗത്തു വെള്ളം നിറച്ച ടെസ്റ്റ്ട്യൂബുകൾ നിൎത്തുക. പ്ളാട്ടിനക്കമ്പികളുടെ അററങ്ങളെ ഒരു ബാറററിയോടു ഘടിപ്പിക്കുക. കുറെ കഴിയുമ്പോൾ കുഴലുകളിൽ വാതകം ശേഖരിക്കുന്നതായിക്കാണാം. കുറെ നേരത്തേയ്ക്കു് വിദ്യുഛേദനം നടന്നശേഷം, കുഴലുകളെ പരിശോധിക്കുന്നതായാൽ ഒന്നിൽ മറേറതിനേക്കാൾ ഇരട്ടി ആയതനം (Volume) ഉള്ള വാതകമുള്ളതായ്ക്കാണാം. അധികമളവുള്ള വാതകം ഇരിക്കുന്ന ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിനുള്ളിൽ ഒരു കത്തുന്നകോൽ കടത്തുന്നപക്ഷം മങ്ങിയ പ്രകാശത്തോടു്കൂടി വാതം കത്തിത്തുടങ്ങും. ഈ വാതകം ഹൈഡ്രജൻ ആകുന്നു. ഒരു രക്തതപ്തക്കൊള്ളി (Red-hot spinter) യാകട്ടെ മറേറവാതകത്തിൽ ജ്വലിച്ചു കത്തുന്നതായിക്കാണാം; ഈ വാതകം ഓക്സിജൻ ആകുന്നു. ഒരു ആയതനമുള്ള ഓക്സിജൻ രണ്ടായതനമുള്ള ഹൈഡ്രജനോടു് സംയോജിച്ചു് വെള്ളമായ്ത്തീരുവെന്നു് ഈ വിശേഷപരിശോധനയിൽനിന്നു് നാം പഠിക്കുന്നു.

ഓക്സിജൻെറ സജ്ജീകരണം:— വെള്ളത്തിൽനിന്നു ഓക്സിജൻ വിദ്യുൽവിച്ഛേദനം വഴിക്കു ലഭിക്കാവുന്നതാണല്ലോ. ഈ വാതകസജ്ജീകരണം വേറെ വിധത്തിലും നടത്താം.

പൊട്ടാസിയംക്ലോറെയിട്ടിനോടു മാംഗനീസ്ഡൈഓക്സൈഡ് ചേർത്തു് ചൂടു പിടിപ്പിക്കുന്നതായാൽ, ഓക്സിജൻ കിട്ടും. ഈ ക്രിയയിൽ മാംഗനീസു-ഡൈ-ഓക്സൈഡിൽ നിന്നല്ല ഓക്സിജൻ വരുന്നതു്; അതു ക്ലോറെയിട്ടിൽ നിന്നാണു. വാതകം വേഗം വരുന്നതിനെ ഓക്സൈഡ് സഹായിക്കുന്നു. ഭരണികളിൽ ഓക്സിജൻ പിടിക്കുന്ന സമ്പ്രദായം ചിത്രത്തിൽ (ചിത്രം 41) നിന്നു മനസ്സിലാക്കാം.



ചിത്രം 41 ഓക്സിജൻെറ സജ്ജീകരണം.

ഓക്സിജൻെറ ഗുണങ്ങൾ: 1 മണമില്ല 2 നിറമില്ല 3 വെള്ളത്തിൽ കുറച്ചു മാത്രമെ അലിയുകയുള്ളു. വായുവോക്കാറ കുറച്ചൊന്നു് സാന്ദ്രത (density) കൂടിയതാണു് 4 ദഹനസഹായി (supporter of combustion) ആകുന്നു.

അദ്ധ്യായം 38.

ഹൈഡ്റജൻ

(HYDROGEN)

——:o:——

പൊതുവെയുള്ള പ്രസ്താവന. തീയിൻെറ സഹായത്താൽ തന്നെയെ കത്തുന്ന വാതകങ്ങളിൽ നിന്നു് ഹൈഡ്ജൻെറ വ്യക്തിത്വം വേർതിരിച്ചറിയുവാൻ സാധിക്കാതെ അനേക കുഴപ്പങ്ങൾ ശാസ്ത്രലോകം വളരെക്കാലത്തേയ്ക്കു് അനുഭവിച്ചു. ശുദ്ധമായ അവസ്ഥയിൽ വേറെ വാതകങ്ങളാൽനിന്നു് വ്യത്യസ്തപ്പെട്ട നിലയിൽ ഹൈഡ്രജനെ സജ്ജീകരിച്ചതു് കാവൻഡിഷു് (1766) എന്ന ആംഗ്ലേയ രസശാസ്ത്രജ്ഞൻ ആയിരുന്നു. ഹൈഡ്രജൻ എന്ന നാമധേയം നൽകിയതു് ലവായിസർ (Lavoisier—1783)—എന്നു ഫ്റാൻസ് രാജ്യത്തിലെ രസശാസ്ത്രജ്ഞനാണ്. ഹൈഡ്രജൻ എന്നതിനു് വെള്ളത്തെ ഉണ്ടാക്കുന്ന വാതകം എന്നാകുന്നു അർത്ഥം. വെള്ളത്തിലെ ഒരു മൂലകം ആകുന്നതു കൊണ്ടാണു് ഈ പേർ ഈ വാതകത്തിനു് നൽകിയതു്.

പ്രകൃതിയിൽ സ്വതന്ത്രനിലയിൽ ഹൈഡ്രജനെ കാണുന്നില്ല. ഈ വാതകം അടങ്ങിയ യൌഗിക പദാർത്ഥങ്ങൾ വേണ്ടത്ര ഉണ്ടു്. വെള്ളത്തിൽ ഇതൊരംശം ആണെന്നു് പ്രസ്താവിച്ചുവല്ലോ. കാർബണോടു സംയോജിച്ചു് അനവധി യൌഗികപദാർത്ഥങ്ങൾ ഇതിൽനിന്നുത്ഭവിയ്ക്കുന്നു. അങ്ങനത്തെ പദാർത്ഥങ്ങൾ പെട്രോലിയ (Petroleum) ത്തിൽ കാണുന്നു. അമ്ലങ്ങളിലും ഈ വാതകം സംയോജിച്ചിരിക്കുന്നു.

സജ്ജീകരണം.

1· വെള്ളത്തിൽനിന്നു.

വെള്ളത്തിൽ ഹൈഡ്രജൻ ഉള്ളതുകൊണ്ടു് ഈ മൂലകത്തെ അതിൽനിന്നു് ലഭിപ്പാൻ ശ്രമിച്ചുനോക്കാം. രണ്ടുവഴികളാൽ വെള്ളത്തിൽനിന്നു് ഈ വാതകത്തെ വേർതിരിക്കാം. (*a*) വിദ്യുവിച്ഛേദനത്താൽ ഈ വാതകം ലഭിയ്ക്കേണ്ടുന്ന പ്രകാരം വിവരിച്ചു കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നുവല്ലോ. (*b*) വെള്ളത്തിലെ ഓക്സിജൻ ഭാഗത്തോടു് ലോഹങ്ങളെ സംയോജിപ്പാൻ സമ്മതിച്ചു് ഹൈഡ്രജൻവായുവിനെ വേർപെടുത്താവുന്നതാണ്. ചില ലോഹമൂലകങ്ങൾ ഈ ആവശ്യത്തെ നല്ലപോലെ നിർവ്വഹിക്കുന്നു. സാധാരണമായ ഉഷ്ണതയിൽ സോഡിയവും പൊട്ടാസിയവും വെള്ളത്തിൽ ഇട്ട ഉടനെ വെള്ളത്തിൽ വിയോഗത്തെ നടത്തുന്നു.

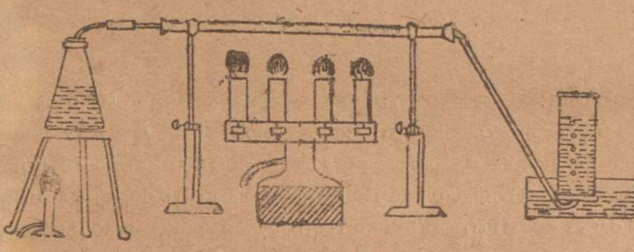
പരീക്ഷ:— ഒരു ഗ്ലാസ്സ് ഭരണിയെ വെള്ളം കൊണ്ടു് നിറച്ചു്, വെള്ളം വെച്ചിരിയ്ക്കുന്ന ഒരു പാത്രത്തിൽ തലകീഴ്ക്കാന്തൂക്കമായി വെള്ളം ഒഴിഞ്ഞു പോകാത്തവിധത്തിൽ നിൎത്തുക. നനവില്ലാത്ത കത്രികയുപയോഗിച്ചു് മണ്ണെണ്ണക്കുള്ളിൽവെച്ചു്, ഒരു ചെറുപയറുവണ്ണത്തിൽ സോഡിയക്കഷ്ണത്തെ മുറിച്ചെടുക്കുക. രന്ധ്രമയമായ ഒരു കാൎയത്തകിടിൽ ഈ മുറിച്ചെടുത്ത സോഡിയത്തെ പൊതിയുക ഈ സാധനത്തെ ഗ്ലാസ്സ്ഭരണിയിന്നടിയിൽ വെക്കുക. ഒരു വാതകം കുമിളയിട്ടു വരുകയും ഭരണിയിൽ നിറയുകയും ചെയ്യുന്നു. ഭരണി നിറഞ്ഞാൽ അതിന്റെ അടിഭാഗം മേല്പോട്ടായിരിയ്ക്കത്തക്കവണ്ണം പിടിച്ചു് അതിന്റെ ഉള്ളിലേയ്ക്കു് ഒരു കത്തുന്ന ഈർക്കൽ കടത്തുക. വാതകം കത്തുന്നതായിക്കാണാം.

വികാരത്തെ താഴെ കാണിച്ചിട്ടുള്ള രീതിയിൽ സൂചിപ്പിക്കാവുന്നതാണ്.

സോഡിയം + വെള്ളം → ഹൈഡ്രജൻ + സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് (Sodium hydroxide)

സോഡിയം ഹൈഡ്റോക്സൈഡ് ഒരു വെളുത്ത പദാർമാണ്. വെള്ളത്തിൽ ഇതു് നല്ലവണ്ണം അലിയും. സോഡിയം ഇട്ട വെള്ളത്തിൽ ഈ സാധനം വിലയനാവസ്ഥയി ഇരിക്കും. വെള്ളം വററിക്കുന്നപക്ഷം സോഡിയംഹൈഡ്രോക്സൈഡ് കിട്ടുന്നതാകുന്നു.

ഉയൎന്ന ഉഷ്ണതയിലിരിക്കുന്ന വെള്ളത്തിൽനിന്നു മാഗ്നീസിയം സിങ്ക് (zinc)ഇരിമ്പു എന്നിവ വെള്ളത്തെ വിഛേദിപ്പിച്ച് ഹൈഡ്രജൻ തരുന്നു. ചുട്ടുപഴുക്കുന്ന ഇരുമ്പിൽക്കൂടി നീരാവിയെ കടത്തികൊണ്ടു ചെല്ലുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകുന്ന സമ്പ്രദായം 42-ാം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ വാതകം ഉണ്ടാകുന്നതോടുകൂടി ഇരിമ്പാകട്ടെ ഇരിമ്പോക്സൈഡായി (Iron-oxide മാറുന്നു.



ചിത്രം 42.

അദ്ധ്യായം 39—ഹൈഡ്രജൻ (തുടൎച്ച)

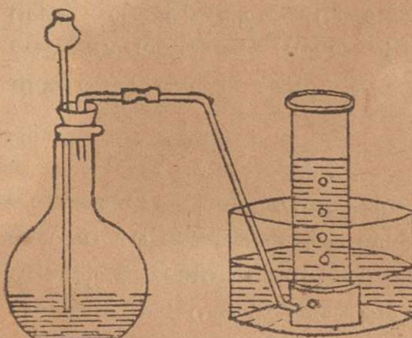
അമ്ലങ്ങളിൽനിന്നു, സജ്ജീകരണം

അനേകം അലോഹ ഓക്സൈഡുകൾ വെള്ളത്തിൽഅലിയുന്നുവെന്നും അങ്ങിനെകിട്ടുന്ന വിലയനങ്ങൾ നീലലിട് മസിനെ ചുകപ്പാക്കിത്തീൎക്കുന്നുവെന്നും മുമ്പു സൂചിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. ഇങ്ങനെ പെരുമാറുന്ന അനവധി പദാൎത്ഥങ്ങൾ ഉണ്ടു. അവയെല്ലാംഅമ്ലങ്ങളാകുന്നു. അവയ്ക്കെല്ലാം പൊതുവിൽ ചില ഗുണങ്ങളുണ്ടു.

a) അവയെല്ലാം പുളിക്കം. (b) അമ്ലങ്ങളിലെല്ലാം ഹൈഡ്രജൻ സംയോജിച്ചിരിക്കുന്നു; ഈ വാതകത്തെ ലോഹങ്ങളുടെ സഹായത്താൽ അമ്ലങ്ങളിൽനിന്നു സ്ഥാനാന്തരപ്പെടുത്താവുന്നതാണു്. (Dsplace)

അമ്ലങ്ങളുടെ ഗുണങ്ങളിൽ രണ്ടാമതായി പറഞ്ഞതിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കിട്ടാകുന്നു ലാബറട്ടറികളിൽ ഹൈഡ്രജൻ ശേഖരിക്കുന്നതു്. വീര്യം ചുരുങ്ങിയ സാംഫ്യൂറിക്കു് അമ്ലത്തോടു സിങ്ക രാസക്രിയയിൽ ഏർപ്പെട്ടു ഹൈഡ്രജനെ സ്ഥാനാന്തരപ്പെടുത്തും

രണ്ടു ദ്വാരങ്ങളോടുകൂടിയ ഒരു കുപ്പി എടുക്കുക. ഇതിന്നു പകരം രണ്ടു ദ്വാരങ്ങളോടുകൂടിയ റബ്ബർ കാക്കിനാൽ മുഖം അടക്കാവുന്ന ഒരു ഫ്ളാസ്കു് എടുക്കാം. ഈ ദ്വാരങ്ങളിൽ ഒന്നിൽ കൂടി വാൽ നീളമുള്ള ഒരു നാളവും മറേറതിൽകൂടി വാതകം വരേണ്ടതിലേക്കു പാകത്തിൽ വളച്ചു ശരിയാക്കിയ ഒരു ഗ്ലാസു കുഴലും കടത്തുക. രണ്ടു ദ്വാരങ്ങളോടുകൂടിയ കുപ്പിയാണെങ്കിൽ ഏകമായ ദ്വാരത്തോടുകൂടിയ ഒരു റബ്ബർ കാക്കു കുപ്പിയുടെ ദ്വാരങ്ങളിൽ ഉണ്ടായിരിക്കണം. നാളവും കുഴലും കാക്കിലെ ദ്വാരങ്ങളിൽകൂടി കടത്തേണ്ടവയാണു്. കാക്കു സ്ഥാനത്തിൽ വെക്കുന്നതിനുമുമ്പു് കുപ്പിയുടെ (ഫ്ളാസ്കിൻെറ)ഉള്ളിൽ സിങ്ക ഇടുക.(സിങ്ക ശുദ്ധമായതായിരിക്കരുതു്; അതിനെ ചെറു കഷണങ്ങളാക്കീട്ടു വേണം കുപ്പിക്കുള്ളിൽ ഇടുവാൻ)നാളത്തിൻെറവാൽ കുപ്പിയുടെ അടി തൊടത്തക്കവണ്ണമായിരിക്കണം. ഉപകരണം ശരിപ്പെടുത്തിയതിന്നു ശേഷം അതിൽനിന്നു് വായു ഒഴിഞ്ഞു പോകരുതു്. നാളത്തിൽ കൂടി വീര്യം ചുരുങ്ങിയ സാംഫ്യൂറിക അമ്ളം (Dilute) Sulphuric Adid) പകരുക. ഫ്ളാസ്കിനുള്ളിൽ ഊക്കോടെ



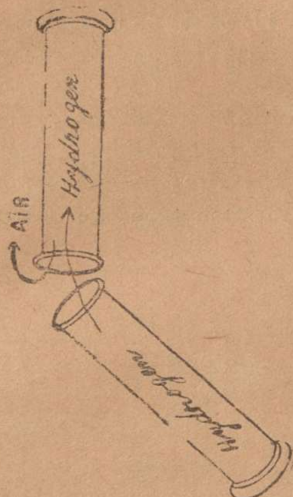
ചിത്രം 43

അബ്ജനകവായുവിനെ സജ്ജീകരിക്കുന്ന രീതി

പത അല്ലെങ്കിൽ നുര (Effervescence) പുറപ്പെടുന്നതു കാണാം. വളരെ താമസിയാതെ ഒരു വാതകം ഗ്ലാസ് ഭരണിയിൽ നിറഞ്ഞു തുടങ്ങുന്നു. ആരംഭത്തിൽ ഗാസിനെ ഒരു ടെസ്റ്റ് ട്യൂബിൽ പിടിച്ച് തയുടെ അടുക്കെ കൊണ്ടുപോവുക. ഗാസ് പൊട്ടുന്നശബ്ദമുണ്ടാകുന്നു. പിന്നേയും ഗാസു പിടിച്ചു തീയുടെ അടുക്കെ കൊണ്ടുപോകുക. പിന്നേയും ഗാസു പൊട്ടുന്നതായി കേൾക്കാം. ഇങ്ങിനെ കുറെ തവണയോളം ചെയ്തതിന്നുശേഷം ഗാസു പട്ടാതെ തീ തട്ടുമ്പോൾ അതു തനിയേ കത്തുന്നതായ്ക്കാണാം. പിന്നീട് ഭരണിയിൽ വാതകം ശേഖരിക്കുന്നതു യാതൊരു സന്ദേഹവും കൂടാതെ നടത്താം.

ഹൈഡ്രജൻവായുവിൻെറ ഗുണങ്ങൾ:— ഈ വാതകത്തിന്നു നിറമാകട്ടെ, രുചിയാകട്ടെ, വാസനയാകട്ടെ ഇല്ല. ഗാസ് ഭരണിയുടെ മുഖത്തിൽ ഒരു കത്തുന്ന ഈക്കൽകൊണ്ടു ചെല്ലുമ്പോൾ വാതകം തനിയെ കത്തുന്നതായ്ക്കാണാം. ഈക്കൽ ഉള്ളിലേക്കു തള്ളിയാൽ, ഈക്കലിൽ തീ ഉണ്ടാകയില്ല. ആയതിനാൽ വാതകം കത്തുമെങ്കിലും അതിൽ സാധനങ്ങൾ കത്തുന്നതല്ല.

ഗാസിന്നു ഘനം ചുരുങ്ങും. മുഖം മേല്പോട്ടാക്കിയ ഒരു പാത്രത്തിൽനിന്നു വാതകം വേഗത്തിൽ ഒഴിഞ്ഞു പോകുന്നു. ഒരു പാത്രത്തിൽനിന്നു മുഖം കീഴ്പ്പോട്ടാക്കിയ വേറൊരു പാത്രത്തിലേക്കു ഈ വാതകത്തെ വിടാം (ചിത്രം 17). ഈ വാതകം സോപ്പുകുമളയിൽ നിറയുവാൻ സമ്മതിക്കുന്നതായാൽ അതു വേഗത്തിൽ മേല്പോട്ടു വായുവിൽ പൊങ്ങിപ്പോകും. വായുവിനെ കീഴ്പ്പോട്ടു തള്ളുവാനുള്ള സൌകര്യം വാതകത്തിന്നു ഒരു



ചിത്രം 44— അബജനകവായു ഘനംചുരുങ്ങിയതാകുന്നു.

പാത്രത്തിനുള്ളിൽ കിട്ടുന്നുവെങ്കിൽ അതു അവിടെ നിറഞ്ഞുനില്ക്കും. ഇതിനു ഘനത്വം വളരെ ചുരുക്കമായതിനാൽ ആകാശയാന (Balloon) ങ്ങളിലും ആകാശക്കപ്പലുകളിലും ഈ വാതകത്തെ നിറക്കുകയുണ്ടായിട്ടുണ്ടു. പക്ഷെ 1914-18ലെ മഹായുദ്ധകാലങ്ങളിൽ ഇതിനു പകരം ഹീലയം(Heilium) എന്ന വാതകമാണ്. ഈ സാധനങ്ങളിൽ ഉപയോഗിച്ചതു്. ഹൈഡ്രജൻ വാതകം കത്തുന്നതാകയാൽ അപകടങ്ങൾ വളരെ നേരിട്ടുതുടങ്ങിയതിനാലാണ് ഹീലിയത്തെ ഈ ആവശ്യത്തിനു സ്വീകരിച്ചതു്. ഹീലിയം വാതകത്തിനു ഹൈഡ്രജൻവായുവിനോളം ഘനത്വം ഇല്ല.

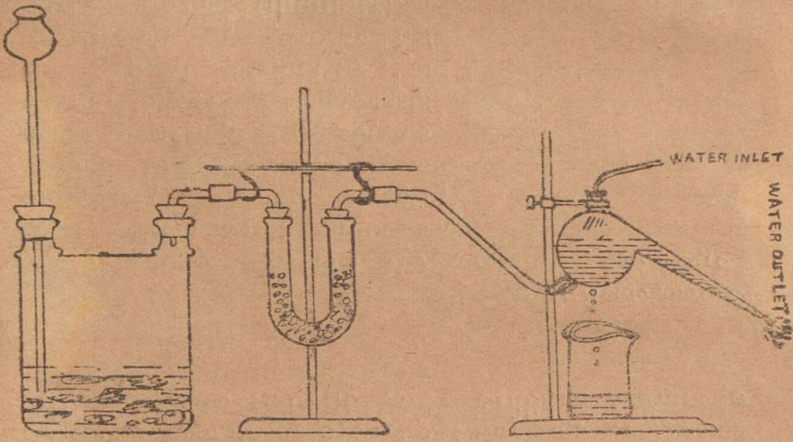
ഹൈഡ്രജൻ ഓജസ്സുള്ള ഒരു ധാതുവാകുന്നു. അലോഹങ്ങളോട്ട് വേഗത്തിൽ സംയോജിക്കുന്നു. ക്ലോറിനോടു ചേർന്ന് ഹൈഡ്രോക്ലോറിക്കമ്ലമ (Hydrochoric acid) മായി മാറുന്നു; നൈട്രജനോടു ചേർന്നു നവസാര (ചാര)വാതകം അല്ലെങ്കിൽ അമോണിയ (Ammonia) ആയിത്തീരുന്നു; ഓക്സിജിനോടു സംയോജിക്കുമ്പോൾ വെള്ളമായി പരിണമിക്കുന്നു.

അദ്ധ്യായം 40

ഹൈഡ്രജൻ (തുടർച്ച)

പരീക്ഷ:— ഹൈഡ്രജൻ വാതകത്തിൽ നീരാവിയില്ലാത്തതാക്കിത്തീർക്കുവാൻ ഈ വാതകം ശേഖരിക്കുന്ന ഉപകരണത്തോടു്

കാൽസികം ക്ലോറൈഡ് നിറച്ച ഒരു U-കുഴൽ ഉപയോഗിക്കുക. കുഴലിൻെറ മറേറ അററം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചപോലുള്ള ഒരു വളഞ്ഞ കുഴലിനോട് ഘടിപ്പിക്കുക, ഉപകരണത്തിൽ നിന്നു' വായുവെല്ലാം പോയെന്നു തീർച്ചപ്പെട്ടാൽ ഹൈഡ്രജനെ കത്തിക്കുക. തീയിനെ റിട്ടാർട്ടിൻെറ (Retort) തണുത്ത ഭാഗത്തിൽ തട്ടത്തക്കവണ്ണം ശരിപ്പെടുത്തുക (ചിത്രം 18). റിട്ടാർട്ടിൻെറ ചുവട്ടിൽ നല്ലപോലെ ഉണങ്ങിയതായ ഒരു ബീക്കർ വെയ്ക്കുക. ബീക്കറിൽ കുറെ വെള്ളത്തുള്ളികൾ ശേഖിക്കുന്നതാണ്.

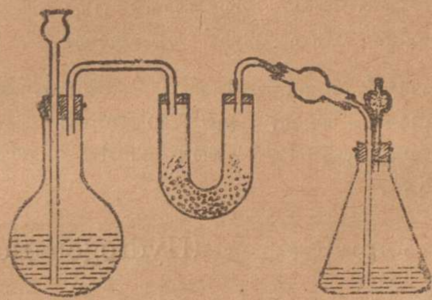


ചിത്രം 45 വെള്ളത്തിൻെറ സംശ്ലേഷണം

ഹൈഡ്രജന്നു യൌഗികപദാത്ഥങ്ങളെ ക്ഷീണിപ്പിക്കുവാൻ (Reduce) സാമത്ഥ്യമുണ്ട്. ഹൈഡ്രജൻ ഓക്സിജനോടു വേഗത്തിൽ ചേരുന്നതിനാൽ, യൌഗികപദാത്ഥങ്ങളിൽ നിന്നു് ഓക്സിജനെ ഇതു് അപഹരിക്കുന്നു.

ഉദാഹരണം:— കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ് അടങ്ങിയ കുഴലിൽ കൂടി ഈ വാതകത്തെ പോകുവാൻ സമ്മതിച്ചു് അതിലെ നീരാവി എല്ലാം നീക്കിയതിനു ശേഷം വാതകത്തെ ഒരു വിധം ചൂടുപിടിപ്പിച്ച കോപ്പറോക്സൈഡ് ഉള്ള കുഴലിലൂടെ കൊണ്ടുചെല്ലുന്നതായാൽ വാതകം കോപ്പറോക്സൈഡിലെ ഓക്സിജനെ അപഹരിച്ചുകളയും.

ഈ പരീക്ഷയിൽ, കോപ്പറോക്സൈഡ് 'ക്ഷയ'ത്തെ പ്രാപിച്ചിരിക്കുന്നു, എന്നോ, ഹൈഡ്രജൻ കോപറോക്സൈഡിനെ ക്ഷീണിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു, എന്നോ, നാം പറയുന്നു.



ചിത്രം 46.

വെള്ളത്തിന്റെ ഭാരയോഗം (Gravimetric composision) കാണാവുന്നതാണ്. കോപ്പറോക്സൈഡു വെച്ചിട്ടുള്ളകുഴൽ പരിശോധനകൾക്കു് മുമ്പും പിമ്പും തൂക്കിനോക്കണം. രാസവികത്താൽ ഉണ്ടാകുന്ന വെള്ളംശേഖരിക്കണം. അതിന്റെതൂക്കവുംകാണണം. വെള്ളം ആവിയായിമാറി തൂക്കം ചുരുങ്ങാതിരിക്കുവാനുള്ളജാഗ്രതകൾ എടുക്കേണ്ടതാകുന്നു. വെള്ളത്തിന്റേയും ഓക്സിജന്റേയും തൂക്കങ്ങൾഅറിഞ്ഞതിന്റെശേഷം, ഹൈഡ്രജന്റെ തൂക്കം കാണുന്നതിൽ പ്രായാസമില്ലല്ലോ. കൃത്യമായ് ചെയ്ത പരീക്ഷകളിൽ നിന്നു കിട്ടീട്ടുള്ള ഫലം എന്തെന്നാൽ 1ഗ്രാം ഹൈഡ്രജനോടു 7·94 ഗ്രാംഓക്സിജൻ ചേർന്ന് 8.94ഗ്രാം വെള്ളം തരുന്നു എന്നതാകുന്നു

ഓക്സി--ഹൈഡ്രജന്റെ സഹായത്താൽ വേലനെടുക്കുന്ന ഉലക്കുഴൽ (Blowpipe)

ഹൈഡ്രജൻ കത്തുമല്ലോ. അതിനെ ശുദ്ധമായ ഓക്സിജനിൽ കത്തിപ്പിയ്ക്കാം. ഈ വിഷയത്തെ സംബന്ധിച്ചതായ ഒരു ഉപകരണ

മാകുന്നു ഓക്സി—ഹൈഡ്രജൻ ഉലക്കുഴൽ Oxyhydrogen blow-pipe. ഇതിൽ രണ്ടു കുഴലുണ്ടാകും. ഒന്നു മററതിൻെറ ഉള്ളി ലായിരിക്കും. പുറമെയുള്ള കുഴലിൽക്കൂടി ഹൈഡ്രജൻ വന്നു കൊണ്ടിരിക്കും. ഈ വായുവിനെ കത്തിക്കും. ഉള്ളിലെ കുഴലി ൽ കൂടി ഓക്സിജൻ ഊക്കോടെ വരുന്നതായിരിക്കും. അ പ്പോഠം തീയിനു് നിറം തീരെ ഇല്ലാതാവും.

ഈ തീക്കു് അത്യുഷ്ണമുണ്ടു്. ലോഹങ്ങഠം ഉരുക്കുവാൻ ഈ തീ ഉപയോഗിക്കാം. ഈ കാലത്തിൽ ഹൈഡ്രജന്നു പ കരം ഇതേ ഉപകരണത്തിൽ അസിട്ടിലിൻ വാതകമാണു് ഉപ യോഗിക്കുന്നതു്.

ഹൈഡ്രജപ്രയോഗം (Hydrogenation)

കൊഴുപ്പുകഠം ഉറക്കേണ്ടതിലേക്കു് നവീനകാലങ്ങളിൽ ഹൈഡ്രജൻ ഉപയോഗിച്ചുതുടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. കൃത്രിമവെണ്ണ (Margarine) ഉണ്ടാക്കുന്നതു മഹായുദ്ധ കാലത്തിൽ ആണു് ആവിർഭവിച്ചതു്. അക്കാലത്തു സൈന്യങ്ങളുടെ ആവശ്യത്തി ലേക്കു് വേണ്ടത്ര വെണ്ണ കിട്ടാതെ വന്നു. വാസനകൊണ്ടും, രു ചികൊണ്ടും ചില എണ്ണകളൊന്നും അവക്കു് ഇഷ്ടപ്പെടാതെ ആയി. സംഗതിവശാൽ ചൂട്ടുള്ള എണ്ണയിക അബ്ജനകവായു വിനെ കുമളയിടുവാൻ സമ്മതിച്ചപ്പോഠം അതു: ഉറക്കുകയും അ തിൻെറ നിറം വെളുത്തതാകയും ചെയ്തു. ഇങ്ങനെ ആണു് ആദ്യം കൃത്രിമവെണ്ണ കണ്ടുപിടിക്കുവാൻ ഇടയായതു്. ഈ വി കാരം വേഗത്തിൽ ഉണ്ടാകുവാൻ എണ്ണയിൽ നേരിയ നിക്കൽ (Nickel) പൊടികഠം ചേർത്താൽ മതിയാകുന്നതാണു്.

അദ്ധ്യായം 41 വിലയനം

ഉപ്പു, പഞ്ചസാര എന്ന ഘനപദാർത്ഥങ്ങഠം വെള്ളത്തിൽ ഇട്ടാൽ അവ അലിഞ്ഞു പോകുന്നു. അവവെള്ളത്തോടു ചേൻ്നു് ഒരു വലിയന (solution മായിത്തീരുന്നു. പഞ്ചസാര ചേ ത്താൽ പഞ്ചസാര വിലയനമാണു്; ഉപ്പുചേത്താൽ ഉപ്പുവിലയ നമാണു്.

എല്ലാപദാൎത്ഥങ്ങൾക്കും വെള്ളം ആയിരിക്കയില്ല വിലായക (solvent) ദ്രാവകം. അയൊഡീൻ മെതിലേററഡ് സ്പിരിററി (methylated spirit) ലാണ് അലിയുക; ഗന്ധകമാകട്ടെ കാർബൺഡൈസൽഫൈഡി (corbonbisulphide) ക അലിഞ്ഞു ചേരും.

വിലയനം ലഭിക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന ദ്രാവകത്തിന്നു വിലായകം എന്നാണ് പേർ. അലിയുന്ന പദാൎത്ഥത്തെ വിലേയം (soluted) എന്നു വിളിക്കുന്നു.

വിലയനത്തിനു ചില ഗുണങ്ങൾ ഉണ്ടു. അതിനു വിലേയത്തിന്റേറയും വിലായകത്തിന്റേറയും ഇടകലൎന്ന സ്വാദും നിറവും ഉണ്ടാകും. വിലയനം ഒരു ഇടത്തിൽ അനങ്ങാതെ വെച്ചിരുന്നാൽ കൂടി വിലേയം പാത്രത്തിന്റെ അടിഭാഗത്തു അവക്ഷേപിക്കുകയില്ല.

ദ്രാവകങ്ങളിൽ അലിയുന്ന പദാർത്ഥങ്ങളെ വിലയനീയവസ്തുക്കൾ (soluble substances) എന്നാണ് പറയാറ.

മണൽ വെള്ളത്തിൽ അലിയില്ല. മണൽ ചേൎത്തവെള്ളം ഇളക്കി ഒരിടത്തിൽ വെച്ചിരുന്നാൽ കുറച്ചു കഴിഞ്ഞ ശേഷം മണൽ അവക്ഷേപിക്കുന്നതു കാണാം.

ഒരളവു വെള്ളത്തിൽ ഇഷ്ടം പോലെ ഉപ്പലിയിക്കാൻ സാധിക്കയില്ല. അലിയുന്ന ഉപ്പിന്നൊരു കണക്കുണ്ടു. ആ തോതു കവിഞ്ഞാൽ ഉപ്പു അവക്ഷേപിക്കുന്നതാണു. ആരംഭത്തിൽ കുറച്ച് ഉപ്പു ചേൎക്കുക. ഉപ്പു വിലയനം കിട്ടും; കുറച്ചുകൂടി ഉപ്പു ചേൎത്തിളക്കുക. ഉപ്പ് അലിയും. വീണ്ടും ചേൎക്കുക. ഉപ്പ് അലിയുകയില്ല. ആവുന്നിടത്തോളം ഉപ്പലിഞ്ഞു ലഭിക്കുന്ന വിലയനം പരിപൂരിത (saturated) മായ ഉപ്പു വിലയനമാണ്. ഇതേമാതിരി അലിയ

ന്ന ഓരോ പദാൎത്ഥത്തിന്നും ഒരു പരിപൂരിത വിലയനമുണ്ടു ഒരു നിശ്ചിതായതനമുള്ള ദ്രാവകത്തിൽ പദാൎത്ഥം അലിഞ്ഞു ചേരാതെയുള്ള അവസ്ഥവരുമ്പോൾ ഉണ്ടായിത്തീരുന്ന വിലയനം പരിപൂരിത വിലയനമാണ്.

പരിപൂരിത വിലയനം ചില ഉപാധികളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. ഒന്നാമതായി പദാർത്ഥത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും; രണ്ടാമതായി ഉഷ്ണത വൎദ്ധിച്ചാൽ വിലേയത്തിൻെറ അളവു അധികമാകും. അതായതു് ഉഷ്ണത അധികമായാൽ താണ ഉഷ്ണതയിലുള്ള പരിപൂരിത വിലയനം അപരിപൂരിത (unsaturated) മായിത്തീരും. ഉയൎന്ന ഉഷ്ണതയിൽ വീണ്ടും പദാർത്ഥം ചേൎത്തു പരിപൂരിതാവസ്ഥ ഉണ്ടാക്കിത്തീൎക്കാവുന്നതാണ്.

വിലയനത്തെ ചൂടാക്കുമ്പോൾ ദ്രാവകം ബാഷ്പമായിപ്പോകുന്നു. അവസാനം വിലേയം ബാക്കിയാകുന്നു.

പദാർത്ഥം തെറിച്ചു പോകാതെ വിലയനത്തെ ജാഗ്രതയോടെ വററിക്കുമ്പോൾ അവസാനത്തിൽ ലഭിക്കുന്ന വിലേയത്തിൻെറ തൂക്കം വിലയനം ഉണ്ടാക്കുവാൻ ചേൎത്ത വിലേയത്തിൻെറ തൂക്കത്തിന്നു തുല്യമായിരിക്കും. വററിച്ചതിനു ശേഷം കിട്ടുന്ന പദാർത്ഥത്തിൻെറ ഗുണങ്ങൾ ആരംഭത്തിൽ ചേൎത്ത പദാൎത്ഥത്തിൻെറതായിരിക്കും. വിലയനത്തിന്നും വിലേയത്തിൻെറ ഗുണമുണ്ടാകും.

അദ്ധ്യായം 42 വിലയനം (തുടൎച്ച)

വിലയനീയത (solubility)

ഓരോരു സാധനങ്ങൾക്കുള്ള വിലായകം വെവ്വേറെയാവാം എന്നു പ്രസ്താവിച്ചുവല്ലോ. വെള്ളത്തിൽ പാരഫിൻ മെഴുകു് (paraffin wax) അലിയുകയില്ല. എന്നാൽ അതു ബെൻസീനി (benzene)ൽ അലിഞ്ഞുചേരും. വെള്ളത്തിൽ അലിയാത്ത മിക്കസാധനങ്ങൾക്കും ആൽക്കഹോൾ (alcohol) വിലായകമാണ് ആൽക്കഹൊളിൽ അലിഞ്ഞുകിട്ടുന്ന വിലയനങ്ങൾക്കു ടിങ്ചർ

(tincture) കൾ എന്നാകുന്നു പേർ. ചെഞ്ചല്യം (resin) ട ർപ്പെൻടൈൻ (turpentine) തൈലത്തിലാണു നല്ലവണ്ണം അ ലിയുക ഇങ്ങിനെ കിട്ടുന്ന വിലയനമാണു് വാർണ്ണീഷു്. ബെൻ സിനിൽ കൊഴുപ്പുകളും എണ്ണയും അലിയും. അതുകൊണ്ടു് വ സ്ത്രങ്ങളിൽ തട്ടുന്ന മെഴുക്കുകറകൾ എന്നിവ നീക്കം ചെയ്യാൻ ബെൻസിൻ ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടു്.

അതുകൊണ്ടു ഒരുപദാർത്ഥത്തിൻെറ വിലയനസമ്പ്രദായം പ്രസ്താവിക്കുമ്പോൾ വിലായകമെന്തെന്നു അറിഞ്ഞിരിക്കണം

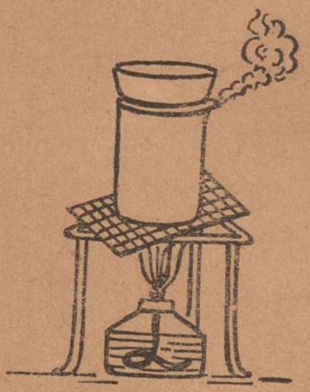
അളവറിയുന്ന വിലായകത്തിൽ എത്ര തൂക്കം വിലേയം അലി യും എന്നു അറിയുന്നതു് ശാസ്ത്രപഠനത്തിനു് ഉപകരിക്കും. ഒരു നി ശ്ചിതോഷ്ണതയിൽ 100 ഗ്രാം വിലായകത്തിൽ ഏററവും അലി യുന്ന വിലേയത്തിൻെറ തൂക്കമാണു് സാധനത്തിൻെറ വിലയ നീയത എന്നതു്. ഉദാഹരണമായി 30°c ലായി100 ഗ്രാം വെ ള്ളത്തിൽ 35. 8 ഉപ്പിലധികം അലിയുകയില്ല. ആയതിനാൽ 30°cൽ ഉപ്പിൻെറ വിലയനീയത 35 8ഗ്രാമാകുന്നു.

ഉഷ്ണതയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുമല്ലോ സാധനത്തിൻെറ വില യനീയത. ആയതിനാൽ വിലയനീയത പറയുമ്പോൾ ഉഷ്ണത പറയുവാൻ മറക്കരുതു്.

വിലയനീയത കാണുന്ന മാർഗ്ഗം താഴെ വിവരിച്ചിട്ടുണ്ടു ആ വശ്യമുള്ള ഉഷ്ണതയിൽ പരിപൂരിത വിലയനം ഉണ്ടാക്കണം പരി പൂരിതമോ എന്നു് അറിയുവാൻ സാധനത്തിൻെറ കഷണം വില യനത്തിൽ കുറേ നേരമിരിക്കുവാൻ ഇടയാക്കണം.

ഒരു വൃത്തിയായ ബേസിൻ (basin) തൂക്കണം. ഈ ബേസി നിലേക്കു പരിപൂരിത വിലയനമരിച്ചെടുക്കണം. ബേസിനും വിലയനവും തൂക്കണം. ബേസിൽ മുക്കാലി (tripod stand) മേൽ വെച്ചു തിളപ്പിക്കണം; തെറിച്ചു യാതൊ ന്നും പുറത്തു പോവാതിരിക്കാൻ മൂടിവെക്കണം. ദ്രാവകം തിള

ഷ്പിക്കുമ്പോൾ നീരടുപ്പു (water - bath) ഉപയോഗിക്കുന്നതു് സൌകര്യമായിരിക്കും. നല്ലവണ്ണം ബാഷ്പീഭവനം സംഭവിച്ചതിന്നു ശേഷം ബേസിൻ തൂക്കണം. വീണ്ടും നീരടുപ്പിൽ 15 നിമിഷം വെച്ചു് ചൂടാക്കിയതിന്നു ശേഷം തൂക്കണം. തൂക്കത്തിൽ വ്യത്യാസമില്ലെന്നു കണ്ടാൽ അപ്പോഴത്തെ തൂക്കം കുറിച്ചിടുക്കണം.



(ചിത്രം 47)

ബേസിനിൻെറ തൂക്കം = a ഗ്രാം

(ബേസിൻ + വിലയനം) തൂക്കം = b ഗ്രാം

∴ ദ്രാവകത്തിൻെറ തൂക്കം = (b–a) ഗ്രാം

(ബേസിൻ + വിലേയം) തൂക്കം = c ഗ്രാം

∴ വിലേയത്തിൻെറ തൂക്കം = (c–a) ഗ്രാം

∴ വിലായകത്തിൻെറ തൂക്കം = (b–c) ഗ്രാം

ആയതിനാൽ (b–c) ഗ്രാം വിലായകത്തിൽ (c–a) ഗ്രാം വിലേയം അലിയും

∴ 100 ഗ്രാം വിലായകത്തിൽ $\frac{(c-a)}{(b-c)} \times 100$ ഗ്രാം വിലേയം അലിയും

ഉഷ്ണത ആദ്യം കുറിച്ചിട്ടിരിക്കുമല്ലോ. അതുകൊണ്ടു വിലയനീയത എത്ര എന്നു പറയാവുന്നതാണു്. ഉഷ്ണത $t^{o}C$ ആ

കട്ടെ. എന്നാൽ t^{o}Cൽ വിലേയത്തിൻെറ വിലയനീയത$\frac{(c-a)}{b-c}\times$ 100ഗ്രാം ആകുന്നു.

ഉഷ്ണത ഉയരുമ്പോളുള്ള വിലയനീയത കാണാൻ വേഗത കൂട്ടുന്ന ഒരു മാർഗ്ഗം കൈക്കൊള്ളേണ്ടതാണ്. ഒരു പാത്രത്തിലേക്കു കൃത്യമായ അളവുള്ള വെള്ളം ഒഴിക്കുക. 2 ഗ്രാം സാധനം തൂക്കി പൊതിയാക്കി വെക്കുക. പരിപൂരിത വിലയനം ഉണ്ടാക്കുവാനുള്ള സാധനത്തേക്കാളും തൂക്കമുള്ള ഒരു സാധനക്കഷ്ണം വെള്ളത്തിൽ വെക്കുക. വെള്ളം ചൂടാക്കി ഏതു ഉഷ്ണതയിൽ അത് അലിഞ്ഞു ചേരുന്നു എന്നു കാണുക. ഒരു പൊതി ചേർത്ത് അതിലെ സാധനം അലിയുമ്പോളുള്ള ഉഷ്ണത കുറിക്കുക. വേറൊരു പൊതിയിലെ സാധനമിട്ട അതിന്നാവശ്യമുള്ള ഉഷ്ണത കാണുക. ഇമ്മാതിരി മൂന്നു നാലു തവണ പരിശോധന നടത്തുക.

എന്നാൽ ഉഷ്ണതയും അലിയുന്ന സാധനത്തിൻെറ തൂക്കവും കാണാം. വിലായകത്തിൻെറ അളവു 50 c.cm (ക്യൂ. സെ) ആണെങ്കിൽ അതിൻെറ തൂക്കം 50 ഗ്രാമാണ്.

ആയതിനാൽ 50 ഗ്രാമിൽ, ഓരോ ഉഷ്ണതയിൽ അലിയുന്ന തൂക്കം എത്രയെന്ന് അറിയാമല്ലോ. ഈ കുറിപ്പുകളിൽനിന്നു വിലയനീയത കണക്കാക്കാം.

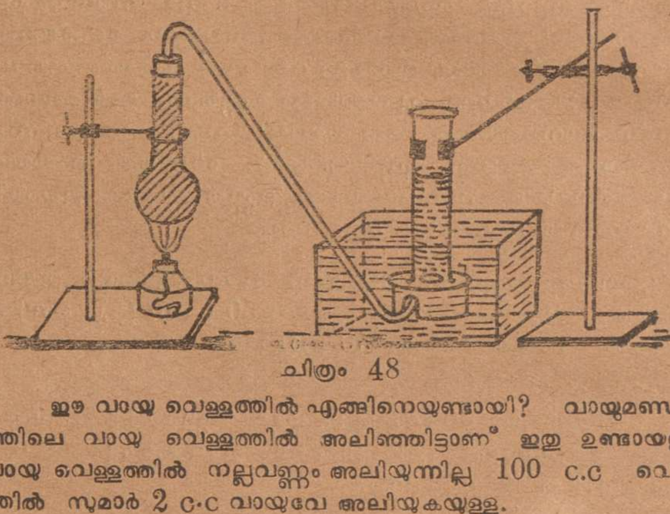
ഈ പരിശോധനയിലെ ഫലം വളരെ കൃത്യമായിരിക്കയില്ല. ചൂടാക്കുമ്പോൾ എടുത്ത വെള്ളത്തിൻെറ തൂക്കം കുറേശ്ശ ചുരുങ്ങും. ഈ കുറവു വകവെക്കാതെയാണ് പരിശോധന നടത്തീട്ടുള്ളതെന്നു് ഓർമ്മിക്കണം.

ഫലം ഒരു ഗ്രാഫിൽ വരച്ചുകാണിക്കാം. പല പദാർത്ഥങ്ങളുടെ ഫലം ഓരേ ഗ്രാഫിൽ വരക്കുന്ന പക്ഷം വിലയനീയതയെ താരതമ്യപ്പെടുത്തി പഠിക്കാവുന്നതാണ്.

അദ്ധ്യായം 43

വാതകങ്ങളും വിലയനവും

കിണററിലെ വെള്ളം ചൂടാക്കിയാൽ അതിൽ നിന്നു പുറപ്പെടുന്ന ഒരു വാതകം ശേഖരിക്കാം. ഈ വാതകം വായുവല്ലാതെ മറെറാന്നും അല്ല. ഈ വായു സജ്ജീകരിക്കുവാനുള്ള ഏർപ്പാടു ചിത്രത്തിൽ നിന്നു മനസ്സിലാക്കുക.



ചിത്രം 48

ഈ വായു വെള്ളത്തിൽ എങ്ങിനെയുണ്ടായി? വായുമണ്ഡലത്തിലെ വായു വെള്ളത്തിൽ അലിഞ്ഞിട്ടാണ് ഇതു ഉണ്ടായതു്. വായു വെള്ളത്തിൽ നല്ലവണ്ണം അലിയുന്നില്ല 100 c.c വെള്ളത്തിൽ സുമാർ 2 c.c വായുവേ അലിയുകയുള്ളു.

കിണററിലെ വെള്ളം ചൂടാക്കുമ്പോഴാണല്ലോ വായു പുറമേ പോയതു്. ആയതിനാൽ ഉഷ്ണത അധികമാകുന്തോറും വായുവിന്റെ വിലയനീയത ചുരുങ്ങിച്ചുരുങ്ങിവരും. ഘനപദാർത്ഥങ്ങളിൽ ഈ രീതിയല്ല നാം കണ്ടതു്. ഉഷ്ണത വർദ്ധിക്കുമ്പോഴും ഘനപദാർത്ഥങ്ങളുടെ വിലയനീയത വർദ്ധിക്കുകയാണു ചെയ്യുക.

കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ് വെള്ളത്തിൽ കുറച്ചൊന്നു അലിയും 'സോഡാവാട്ടർ' (soda water) അങ്ങനത്തെ വിലയനമാ

ണ്. സോഡാക്കപ്പി ഉടച്ചതും കുമിളകൾ പുറപ്പെടുന്നു. മർദ്ദത്തിൽ നിർത്തിയിരുന്ന കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ് കുമിളകളാണിവ. ഇവ പോയതിനു ശേഷം ശക്തിയില്ലാത്ത 'സോഡാവാട്ടർ' ചൂടാക്കുന്ന പക്ഷം, കുമിളകൾ വീണ്ടും പുറപ്പെടുന്നു. വെള്ളത്തിൽ അലിഞ്ഞു ചേർന്നിരുന്ന കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ് വാതകത്തിൻെറ കുമിളകളാണ് ഇപ്പോൾ പുറത്തു വരുന്നതു്.

ഓക്സിജനും വെള്ളത്തിൽ അലിയും; പക്ഷേ വിലയനീയത വളരെ ചുരുക്കമാണ്. ഹൈഡ്രജൻ വെള്ളത്തിൽ അലിയുകയില്ല. ക്ലോറീൻ നല്ലവണ്ണം അലിയും. ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് വാതകം വല്ലാതെ അലിയും.

വായു വെള്ളത്തിൽ അലിയുന്നതു് മത്സ്യങ്ങൾക്കു വളരെ ഉപകാരമുള്ളതാണ്. അലിഞ്ഞു ചേർന്നിട്ടുള്ള വായുവിലെ ഓക്സിജനിനെ ആണ് ഗില്ലുകൾക്കു ചുററുമുള്ള നാളികൾ വലിച്ചെടുക്കുന്നതു്.

അദ്ധ്യായം 44

അക്കീഭവനം (crystallisation)

കല്ലുണ്ടം പരിശോധിക്കുന്നതായാൽ അതിൽ പ്രത്യേക ആകൃതിയിലുള്ള പാർശ്വങ്ങൾ ഉണ്ടെന്നനുഭവപ്പെടും. ഉപ്പിനു കല്ലുണ്ടത്തിൻെറ ആകൃതി അല്ല ഉണ്ടാവുക. ഓരോ പദാർത്ഥത്തിനു ഓരോ ആകൃതി ഉണ്ടാകും.

ഇന്തുപ്പിനു സമഘന (prism) ത്തിൻെറ ആകൃതിയും. ആല (പടിക്കാരം) ത്തിനു് അഷ്ടഫലകീയാ (octahidral) കൃതിയും വെങ്കല്ലി (quartz) നു് ഷഡ്പാർശ്വാകൃതിയും കാൽസൈററി (calcite) നു് സമചതുർഭുജപാർശ്വാ (rhombohedren) കൃതിയും ആണ് കണ്ടുവരുന്നതു്.

മയിൽത്തുത്ത (blue vitriol) ത്തിനു ആകൃതിയുണ്ടെങ്കിലും അതു് വിഷമം പിടിച്ചതാണ്.

ഇമ്മാതിരി നിശ്ചിതാകൃതികളോടുകൂടിയ പദാർത്ഥങ്ങളെ അക്ക (crystal) ങ്ങൾ എന്നാണ് പറയാറ്. മാണിക്യാദികൾക്ക സ്വാഭാവികമായി അക്കീയാകൃതി ഉണ്ടു. പക്ഷേ ഭംഗിക്കു വേണ്ടി ചെത്തി ശരിപ്പെടുത്തി ഇവക്കു കൃത്രിമമായ രൂപങ്ങൾ കൊടുക്കുന്നു. പളുങ്കിന്നു അക്കീയാകൃതിയില്ല. പക്ഷെ മുറിച്ചു ഇതിന്നു പല ആകൃതികളും കൊടുക്കാം. കരിക്കു സ്വന്തമായി, സ്വാഭാവീകമായ ഒരു ആകൃതിയില്ല. പളുങ്കു, കരി എന്നീ പദാർത്ഥങ്ങളെപ്പോലെ അക്കീയാകൃതി ഇല്ലാത്തവ അനാകാര (amorphous) പദാർത്ഥങ്ങളാണ്.

അക്കങ്ങളെ പരീക്ഷണ ശാലകളിൽ ഉണ്ടാക്കാം. മുറിയുടെ ഉഷ്ണതയിൽ നിന്നു 5°C എങ്കിലും ഉയൎന്ന ഉഷ്ണതയിൽ ആലത്തിന്റെ ഒരു പരിപൂരിതവിലയനം ഉണ്ടാക്കുക. വിലയനത്തിന്നു ഇളക്കം തട്ടാത്ത വിധത്തിൽ ഒരിടത്തിൽ വെക്കുക. അതിൽ ചെറു അക്കങ്ങൾ കാണാം. അവയിൽ നിന്ന് നല്ലതെന്നു തോന്നുന്ന ഒരക്കം എടുത്ത് അക്കം വിലയനത്തിന്റെ മദ്ധ്യത്തിലായി നിൽക്കത്തക്കവണ്ണം കെട്ടിത്തൂക്കുക. ഒരാഴ്ച കഴിഞ്ഞു കൊട്ടിത്തൂക്കിയ കഷണം പരിശോധിക്കുക. ആലത്തിന്റെ വലിയ ഒരക്കം കാണാം. അതിന്റെ പാർശ്വങ്ങളെല്ലാം നല്ല പോലെ തെളിഞ്ഞു പ്രത്യക്ഷപ്പെടും.

അന്യസാധനങ്ങളോടു തൊട്ടിരുന്നാൽ അക്കങ്ങൾക്കു പൂർണ്ണരൂപം ഉണ്ടാവുകയില്ല. പാത്രത്തിന്റെ അടിഭാഗം തട്ടീട്ട് അക്കങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നുവെങ്കിൽ അക്കത്തിന്നുള്ള വാസ്തവ രൂപം കാണുന്നതല്ല. അനേകമക്കങ്ങൾ കൂട്ടം കൂട്ടമായി പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു വരുമ്പോൾ തമ്മിൽ തട്ടി നല്ല വലുപ്പം അവക്കു ഉണ്ടാകയില്ല. ഉയൎന്ന താപത്തിലെ പരിപൂരിതവിലയനത്തെ പെട്ടെന്നു തണുപ്പിച്ചാൽ അക്കങ്ങളുണ്ടാകുവാനുള്ള സമയം ചുരുങ്ങുന്നതിനാൽ അക്കങ്ങൾ വളരെ ചെറിയ തരികളായിരിക്കും.

ഈ സംഗതികളെ മുൻനിൎത്തീട്ടാണ് നല്ല അക്കം ഉണ്ടാ

ക്കാൻ ചെറു അക്കത്തെ കെട്ടിത്തൂക്കി കുറേ ദിവസങ്ങൾ കഴിച്ചു പരിശോധിച്ചതു്.

അദ്ധ്യായം 45
അക്കീഭവനം (തുടച്ച്)

കർപ്പൂരം ചൂടാക്കിയാൽ ഉരുകാതെ ബാഷ്പമായിത്തീരുന്നു. ഇതുപോലെ തന്നെ അയൊഡീൻ (iodine) ചൂടാക്കുമ്പോൾ അയൊഡീൻ വാതകമായി പരിണമിക്കുന്നു. ഉരുകാതെതന്നെ പദാർത്ഥങ്ങൾ ബാഷ്പമായിത്തീരുന്ന സമ്പ്രദായം ഉൽപതനം(sublimation) എന്ന ക്രിയ ആകുന്നു.

അയൊഡീൻ വാതകത്തെ തണുപ്പിക്കുന്നതായാൽ അയൊഡീൻ അക്കങ്ങൾ കിട്ടുന്നതാണ് കർപ്പൂരവാതകം തണുപ്പിച്ചാലും കർപ്പൂരാക്കങ്ങൾ ഉണ്ടാകും.

നാകം പൂശിയ ഇരിമ്പു (galvansied iron) നിങ്ങൾ കണ്ടിരിക്കുമല്ലോ. ഇരിമ്പുവലകളെ ഉരുകിയ സിങ്കിൽ മുക്കീട്ടാണു നാകം പൂശിയ ഇരുമ്പുതകിടുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നതു്. ഇത്തരം തകിടുകളിന്മേൽ പരിശോധിക്കുന്നപക്ഷം സിങ്കന്റെ അക്കങ്ങൾ കാണാം. സൾഫറിൽ നിന്നു് രണ്ടു തരം അക്കങ്ങൾ ലഭിക്കാവുന്നതാണ്. ഒരു തരം ചതുർഭുജ പാർശ്വാകൃതിയുള്ളതാണ്. കാർബൺ ബൈസൾഫൈഡിൽ സൽഫർ അലിയിച്ചു പരിപൂരിതമാക്കുക. അരിച്ചു വായുവിൽ വെക്കുക. അപ്പോൾ ചതുർഭുജ പാർശ്വാകൃതിയുള്ള അക്കങ്ങൾ കിട്ടും. ഗന്ധകം (സൾഫർ) ഉരുക്കിത്തണുക്കുവാൻ വെയ്ക്കുക. ഉടനെ തന്നെ അതിന്റെ മുകളിൽ ഒരു പാടകണ്ടുതുടങ്ങും. പാടമേൽ രണ്ടു ദ്വാരങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കി അടിയിലുള്ള ദ്രാവകത്തെ പുറമെ കളയുക. അപ്പോൾ മങ്ങിയ മഞ്ഞനിറമുള്ളതും സൂചിയുടെ ആകൃതിയുള്ളതും ആയ ഏകനത പാർശ്വസൾഫർ കിട്ടും

അക്കങ്ങളെ ചൂടാക്കുമ്പോളുള്ള ഫലം ഒരേ സമ്പ്രദായത്തിലുള്ളതല്ല. ആലം, പൊൻകാരം (borax) എന്നിവ ചൂടുതട്ടിയാൽ ഉരുകി തിളച്ചു തുടങ്ങും. എന്നാൽ വെടിയുപ്പു (Nitre)

ഉരുകാൻ ഉയന്ന ഉഷ്ണത ആവശ്യമാണ. ഇന്തുപ്പ അത്രവേഗമൊന്നും ഉരുകുകയില്ല.

ചില അക്കങ്ങളെ ചൂടാക്കിയാൽ പരീക്ഷണക്കുഴലിൻെറ മേൽഭാഗങ്ങളിൽ വെള്ളം കാണാവുന്നതാണ്. ഉദാഹരണമായി, മയിൽതുത്താക്കങ്ങൾ ഒരു പരീക്ഷണക്കുഴലിൽ ചൂടാക്കുക. പരീക്ഷണക്കുഴലിൻെറ ഉപരിതലത്തിൽ വെള്ളത്തുള്ളികൾ കാണുകയും മയിൽ തുത്തത്തിൻെറ നിറം വെളുപ്പാവുകയും ചെയ്യുന്നതാണ്. ഈ വെള്ളത്തിന്ന അക്കീകരണജലം (water of crystallisation) എന്ന പേരുണ്ട. ചൂടാക്കിയതിന്ന ശേഷം ബാക്കിയാകുന്ന പദാൎത്ഥം നിൎജ്ജല (anhydrous) പദാൎത്ഥമാണ്. മാഗ്നീസിയം സൾഫെയിററ് ചൂടാക്കിയാലും അക്കീകരണജലം കിട്ടും.

എല്ലാ അക്കങ്ങളിലും അക്കീകരണജലം ഉണ്ടാവണമെന്നില്ല. ഇന്തുപ്പ, വെടിയുപ്പ എന്നിവയിൽനിന്ന അക്കീകരണജലം കിട്ടുന്നതല്ല.

അക്കങ്ങളിൽ വെള്ളം ഉണ്ടാവണമെന്ന നിൎബന്ധമില്ല. ജലാണു അക്കങ്ങളിൽ സംപൂൎണ്ണമായ രാസക്രിയയിൽ ഏൎപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടെന്നു കരുതാവുന്നതല്ല. എങ്കിലും വെറും ഭൌതികമാററം (physial change) അല്ല. കോപ്പർസൾഫെയിററ് അക്കങ്ങൾ പലമാതിരിയിലുണ്ട. ഒരു ജലാണു മാത്രം ഉള്ള കോപ്പർസൾഫെയിററും ($CuSO_4$, H_2O) അഞ്ചുജലാണു ഉള്ള കോപ്പർസൾഫെയിററും ($CuSO_4$, 5 H_2O) ഉണ്ടെന്നു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാക്കറിയാം.—7°Cൽ വേർതിരിയുന്ന ഉപ്പിൻെറ അക്കത്തിൽ 2 ജലാണു ആണ് ഉണ്ടാവുക; എന്നാൽ നാം പരീക്ഷണശാലകളിൽ ഉണ്ടാക്കുന്ന ഉപ്പിൻെറ അക്കത്തിൽ 10 ജലാണു കാണും NaCl, (10 H_2O) ഏഴു ജലാണുവും 10 ജലാണുവും ഉള്ള സോഡിയം കാർബണെയിററ് ഉണ്ട.

ചില അക്കങ്ങളുടെ നിറം അതിലെ അക്കീകരണജലത്തിൻെറ തോതിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. കോബാൾട്ട് ക്ലോറൈഡ്

(cobalt chloride) അക്കത്തിൽ 6 ജലാണു ഉണ്ടെങ്കിൽ അതി ൻെറ നിറം ഇളം വയലററനിറമായിരിക്കും. അതിനെ 120^oC ഉ ഷ്ണതയോളം ചൂടാക്കിയാൽ അതിലെ അക്ലീകരണ ജലം എ ല്ലാം നീങ്ങിപ്പോയി നിറം കടും നീലമാകും. ഈ ഗുണത്തെ ആസ്പദപ്പെടുത്തി ഈ പദാർത്ഥത്തിൻെറ വിലയനംകൊണ്ടു് കാമുകന്മാർ സ്വകാര്യക്കത്തുകരം എഴുതുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. അക്കത്തിൻെറ വിലയനം കൊണ്ടു എഴുതിയാൽ കടലാസിലെ അക്ഷരങ്ങരം തെളിഞ്ഞു കാണുകയില്ല. ഈ എഴുത്തു തീയ്ക്കു് മീ തെ കാട്ടി വേഗം വലിച്ചെടുത്താൽ ചൂടു തട്ടുന്നതോടു കൂടി അ ക്ഷരങ്ങരംക്കു് നീലനിറംവെച്ചു് തെളിഞ്ഞു കണ്ടുതുടങ്ങും. കട ലാസു വായുവിൽ വെച്ചിരുന്നാൽ ക്രമേണ അക്ഷരങ്ങൽ മങ്ങും.

കോബാരംട്ടു് ക്ലോറൈഡു് അക്കത്തിൻെറ നിറം അക്ലീക രണ ജലത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നുവെന്നു വേറൊരു പരിശോധ നകൊണ്ടും മനസ്സിലാക്കാം. ഈ അക്കത്തിൻെറ വിലയനത്തിൽ ആൽക്കഹോരം ഒഴിക്കുക. കുറച്ചുകഴിഞ്ഞാൽ, ആൽക്കഹോരം അക്ലീകരണജലം വലിച്ചെടുക്കുന്നതിനാൽ ദ്രാവകത്തിൻെറ നിറം കടും നീലമായി മാറുന്നതാണു്.

മയിൽതുത്തത്തിൻെറ അക്കം നീലമാണല്ലോ. ഇതിൽ 5 ജ ലാണു ഉണ്ടു. അതിനെ സരംഫ്യൂറിക്കു് അമ്ലത്തിൽ ഇട്ടാൽ 4 ജ ലാണു നീങ്ങി വെളുത്ത നിറമുള്ള കോപ്പർസരംഫെയിററു് അ ക്കം കിട്ടും. മയിൽതുത്ത അക്കത്തെ 100^oC വരെ ചൂടാക്കി യാൽ 4 ജലാണു നഷ്ടമായി വെളുത്ത കോപ്പർസരംഫെയിററ അക്കം ഉണ്ടാകുന്നു. നിർജ്ജലമായ കോപ്പർ സരംഫെയ്ററു് കിട്ടുവാൻ 200^oC വരെ ചൂടാക്കേണ്ടതാണു.

അക്കങ്ങളുടെ നിറം അക്ലീകരണജലത്തെ ആശ്രയിച്ചി ട്ടാണു് ഉണ്ടാവുക എന്നതിന്നു് മാഗ്നീസിയം പ്ളാട്ടിനോ സ യനൈഡു് എന്ന അക്കം പരിശോധിച്ചാൽ മതി. 7 ജലാ

ണു ഉണ്ടെങ്കിൽ നിറം നല്ല ചുവപ്പായിരിക്കും. 50°C ഉഷ്ണതയിൽ ഇതിൽ 5 ജലാണുവേ ഉണ്ടാകയുള്ളു. അപ്പോൾ നിറം മഞ്ഞയായിരിക്കും. 100 Cൽ ജലാണു രണ്ടാണ്; നിറം വെളുപ്പും.

ചൂടുള്ളകുപ്പിയിൽ അക്ങ്ങളെ ഇട്ട് അടപ്പിട്ടുവെച്ചാൽ അവയിൽ മാററം കാണുകയില്ല. പക്ഷെ തുറന്ന മട്ടിൽ അക്ങ്ങൾ ഇരിക്കുന്നപക്ഷം ചില അക്ങ്ങൾ നനവുതട്ടി ദ്രാവകമാകും. കോബാൾട്ട ക്ലോറെഡ് പദാർത്ഥം ഇമ്മാതിരിയാണു മാറുക. വെളുത്ത കോപ്പർ സൾഫെയിററ് വായുവിൽ വെച്ചാൽ വായുവിൽ നിന്നു നീരാവി വലിച്ചെടുത്തു നീല നിറമാകും. ഈതറി(ether) ൽ വെള്ളം കലന്നാൽ വെള്ളം നീക്കം ചെയ്യുവാൻ വിലയനത്തിൽ വെളുത്ത കോപ്പർ സൾഫെയിററ് ഇട്ടുവെയ്ക്കും. വാതകങ്ങളിലെ നീരാവി വലിച്ചെടുക്കാൻ കാൽസിയം ക്ലോറൈഡ് ഉപയോഗിക്കും. നീരാവിവലിച്ചെടുക്കാൻ ശക്തിയുള്ള അക്ങ്ങൾ വിദ്രാവക (deliquescent) വസ്തുക്കളാണ്.

വായുവിൽ ചില അക്ങ്ങളെ വെച്ചിരുന്നാൽ അവ തന്നിയെ മങ്ങി പൊടിഞ്ഞുവശാകും. ഈ ക്രിയ നടന്ന ശേഷം പദാർത്ഥം തൂക്കുന്നതായാൽ ഘനം ചുരുങ്ങിയതായി അനുഭവപ്പെടും. ഇത്തരം പദാർത്ഥങ്ങൾ പ്രസ്ഫുടക (efflorescent) വസ്തുക്കളാണ്. ചവുക്കാരം (Washing soda), മയിൽതുത്തം, സോഡിയം സൾഫെയിററ് (ഇതിനെ ഗ്ലോബേർസ്സാൾട്ട എന്നും പറയാറുണ്ട്) എന്നിവ പ്രസ്ഫുടക വസ്തുക്കൾക്കു ഉദാഹരണങ്ങളാകുന്നു.

അദ്ധ്യായം 46

കാലാവസ്ഥയും ശീതോഷ്ണ സ്ഥിതിയും—ബാഷ്പീഭവനവും സാന്ദ്രീകരണവും Condensation)

—::*::—

കാലാവസ്ഥയും ശീതോഷ്ണസ്ഥിതിയും

പ്രകൃതിയിലെ വിചിത്രതകൾക്ക് മുഖ്യകാരണം കാലാവസ്ഥയും ശീതോഷ്ണസ്ഥിതിയും ആകുന്നു. ഒരു ദേശത്തിലെ സസ്യങ്ങളും ജന്തുക്കളും എവയെല്ലാമായിരിക്കേണമെന്ന് തീർമ്മാനപ്പെടുത്തുന്നതു് ഈ രണ്ടു സംഗതികളെ ആശ്രയിച്ചാകുന്നു. മനുഷ്യന്റെ ജീവിതം സമ്പ്രദായം എന്നിവയും ഈ രണ്ടു വിഷയങ്ങളാൽ മാററത്തെ പ്രാപിക്കുന്നു. കാലാവസ്ഥയിലും ശീതോഷ്ണസ്ഥിതിയിലും ഉണ്ടാകുന്ന മാററങ്ങൾ സൂര്യനിൽനിന്നു് ലഭിക്കുന്ന ചൂടിന്റെ ഉയർച്ച താഴ്ചയെ അനുസരിച്ച് ഇരിക്കും. ഒരു സ്ഥാനത്തിൽ വീഴുന്ന സൂര്യന്റെ ചൂടാകട്ടെ രശ്മികളുടെ കോണു, ദിവസത്തിന്റെ ദീർഘം എന്നീ ഇനങ്ങളെ ആശ്രയിച്ചാണിരിക്കുന്നതു്. ഉഷ്ണമേഖലയിൽ ഉള്ള പ്രദേശങ്ങളിൽ പകലിനും രാത്രിക്കും ഉള്ള സമയവ്യത്യാസം അധികമില്ല; സൂര്യന്റെ രശ്മികൾ കുത്തനെ വീഴുന്നു. ആയതിനാൽ ഈ പ്രദേശങ്ങളിൽ ഉഷ്ണത പൊന്തിനില്ക്കും. ഇവിടെ ശീതോഷ്ണസ്ഥിതി സാധാരണമായ് ഉഷ്ണമായതായിരിക്കും. ഒരു സ്ഥാനത്തിലെ ശീതോഷ്ണസ്ഥിതിയെ മുഖ്യമായി തിട്ടപ്പെടുത്തുന്നതു് അവിടത്തെ ഉഷ്ണത ആണു്. ഇതിനും പുറമെ വായുവിലുള്ള നീരാവിയുടെ തോതു്, കടൽനിരപ്പിൽ നിന്നുള്ള ഉയർച്ച, കടലോരസാമീപ്യം അഥവാ വിസ്താരമേറിയ പദാർത്ഥസമൂഹ

ത്തിൻെറ അട്ടപ്പം, സമുദ്രത്തിലെ ഒഴുക്കകറം, കാററ് മുതലായ മററ ചില സംഗതികളും ഉഷ്ണത്തിൻെറ നിലയിൽ മാററത്തെ ഉണ്ടാക്കുന്നു.

കാലാവസ്ഥയിലും ശീതോഷ്ണസ്ഥിതിയിലും മുഖ്യമായ മാററങ്ങറം ഉണ്ടായിത്തീരുന്നതു് ഒരു സ്ഥാനത്തിലെ നീരാവിയുടെ തോതു വ്യത്യാസപ്പെടുന്നതു കൊണ്ടാകുന്നു. ചിലപ്പോറം വായു വററംച്ചയെ പ്രാപിച്ചതായും ചിലപ്പോറം കുളിർമ്മയുള്ളതായുമിരിക്കും. വായുവിൽ ഉള്ള ബാഷ്പസഞ്ചയം മഴയായിട്ടും മഞ്ഞായിട്ടും മൂടൽമഞ്ഞായിട്ടും അവസ്ഥാനുസരണം മാററത്തെ സ്വീകരിയ്ക്കുന്നു.

പുറമെ നിന്നുള്ള ചൂടുകൂടാതെ ഒരു സാധനം പതുക്കെ ബാഷ്പാവസ്ഥയെ പ്രാപിയ്ക്കുന്ന രീതിയെ ആകുന്നു ബാഷ്പീഭവനം എന്നു നാം പറയുന്നതു്. ഈ ബാഷ്പീഭവനം

1 ഉഷ്ണതയുടെ ഉയച്ച,

2. ബാഷ്പീഭവനം സംഭവിയ്ക്കുന്ന സമതലത്തിൻെറ ക്ഷേത്രഫലാധിക്യം,

3 ഈസമതലത്തിൽക്കൂടി കാററ് വീശിക്കൊണ്ടിരിയ്ക്കൽ എന്നീ സംഗതികളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും.

സാന്ദ്രീകരണം (Condensation) എന്നതു് ബാഷ്പാവസ്ഥയിൽ ഇരിയ്ക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിനെ തണുപ്പിച്ച് ദ്രാവകാവസ്ഥയിലേക്ക മാററുന്നതാകുന്നു. ഇതു് ബാഷ്പീഭവനത്തിൻെറ വിപരീതമാകുന്നു. കുഴൽവെള്ളം, കിണറുകളിലെ വെള്ളം എന്നിവയിൽനിന്നു് നല്ല പരിശുദ്ധമായ വെള്ളം കിട്ടുവാൻ വെള്ളം തിളപ്പിച്ച് ഉണ്ടാവുന്ന നീരാവിയെ തണുത്ത ഒരു സ്ഥാനത്തേയ്ക്കു് കൊണ്ടുചെല്ലും; അപ്പോറം നീരാവി ശുദ്ധജലമായ് പരിണമിക്കും. തണുത്തതലത്തിൽ തട്ടുമ്പോറം നീരാവി സാന്ദ്രീകരിയ്ക്കുകയാണ് ചെയ്യുന്നതു.

അദ്ധ്യായം 47

മഴ, മഞ്ഞു, മൂടൽ മഞ്ഞു

മഴ

വായുവിൽ ഒരോരിക്കൽ ഒരോ ആയതനം ഉള്ള നീരാവി ഉണ്ടായിരിക്കും. ചിലപ്പോഠം നീരാവിയുടെ തോതു് വളരെ വർദ്ധിച്ചിരിക്കും. അപ്പോഠം കാലാവസ്ഥ അസഹനീയമായി തോന്നുന്നു. വായുവിൽ പൂർണ്ണമായ നീരാവി ഉള്ളതിനാൽ നമ്മുടെ ദേഹത്തിൽ നിന്നു് വിയപ്പിനെ വായു വലിച്ചെടുക്കുന്നില്ല. അന്നു് അത്യുഷ്ണമാണെന്നു നാം പറയുന്നു. അന്നു് ആകാശം മേഘം കൊണ്ടു് മൂടിയിരിക്കുവാൻ ഇടയുണ്ടു്. തണുത്ത കാററു വീശുന്നപക്ഷം നീരാവി തണുത്തു് പെരുന്തുള്ളികളായി ത്തീരുന്നു. പിന്നീടു മഴയായി പെയ്യുന്നു.

പുഴകഠം, തടാകങ്ങഠം, സമുദ്രം എന്നീ ജലാശയങ്ങളിൽനിന്നു വെള്ളം ബാഷ്പീഭവിച്ചു് നീരാവിയായി പൊങ്ങി വായുവിൽ കലരുന്നു. ബാഷ്പീഭവനം പ്രകൃതിയിലെ ചില വിശേഷങ്ങളാലും നടക്കുന്നുണ്ടു്. നീരാവി വായുവിനെക്കാഠം എത്രയോ ഘനം ചുരുങ്ങിയതാകുന്നു. അതു കൊണ്ടു്, നീരാവി മേൽപോട്ടു പൊങ്ങി ഉപരിഭാഗങ്ങളിലേക്കു പോകുന്നു. അവിടെ വായുവിൻെറ ഉഷ്ണത വളരെ താണതാകുന്നു. സമുദ്രവിതാനത്തിൽ നിന്നു ഉയരം അധികമാകുന്തോറും വായുവിൻെറ അമച്ച് ശക്തി ചുരുങ്ങുന്നു. ആയതിനാൽ നീരാവിയുടെ ആയതനം വർദ്ധിക്കുന്നു. നീരാവി തണുത്തു തുടങ്ങുന്നു. അപ്പോഠം അതു് ഘനം ചുരുങ്ങിയതും നേർമ്മയായതും ആയ നീർത്തുള്ളികളായി മാറുന്നു. പൊടിപടലം പോലെ ഇവ വായുവിൽ പാറിപ്പറക്കുന്നു. ഇവയെ ആണു് നാം മേഘങ്ങഠം എന്നു പറയുന്നതു്. ഇമ്മാതിരിയത്തെ ഒരു മാററം തീവണ്ടി ഇഞ്ചിനിലെ പുകക്കുഴലിൻെറ അടുക്കെയായി കാണാം. വെള്ളം തിളയ്ക്കുമ്പോഠം ഉണ്ടാകുന്ന നീരാവി പാത്രത്തിൻെറ മുഖത്തായി തണുത്തു് പുകപോലെ പൊങ്ങിപ്പോകുന്നതു് നിങ്ങഠം കണ്ടിരിക്കുമല്ലോ. ഈ പുകക്കു് മേഘത്തിനോടു് സാദൃശ്യമുണ്ടു.

മേഘത്തിലെ നേരിയ തുള്ളികഠം കൂട്ടിച്ചേർന്നു് പെരും തു

ള്ളികളായി തീരും. ഈ തുള്ളികളുടെ ഘനം വായുവിനേക്കാൾ അധികമാകുമ്പോൾ അവ മഴയായി കീഴ്പ്പോട്ടു വീഴുന്നു.

മഞ്ഞു

സാധാരണയായി വായുവിൽ അതിൽ കൊള്ളാവുന്നത്ര നീരാവി ഇരിയ്ക്കുകയില്ല. കാററു വീശാത്ത രാത്രികളിൽ ചൂടിൻെറ വികിരണ(Radiation)ത്താൽ വായുവിൻെറ ഉഷ്ണത പെട്ടെന്നു താഴുന്നു. അപ്പോൾ വായുവിലുള്ള നീരാവി ജാസ്തിയായിത്തീരുന്നു. വായുവിന്നു എത്രത്തോളം നീരാവിയെ എടുക്കാമോ അത്രത്തോളം എടുത്തതായ അവസ്ഥ വന്നുചേരുന്നു. ഈ സ്ഥിതിയിൽ പരിപൂർണ്ണലയം (Saturated) വസ്ഥയെ നീരാവി പ്രാപിയ്ക്കുന്നു. വികിരണം ഹേതുവായിട്ടു തെളിവുള്ള രാത്രികളിൽ ചില പദാർത്ഥങ്ങൾ നല്ലവണ്ണം തണുത്തുവശാകുന്നു. അവയുടെ അടുക്കെയുള്ള വായു അധികം തണുപ്പുള്ളതായിത്തീരുന്നു. ഈ അട്ടിയിലെ വായുവിൽ വേണ്ടതിലധികമുള്ള നീരാവി ഉണ്ടാകാതെ നിവൃത്തിയില്ലല്ലൊ. അപ്പോൾ അധികമാകാനിടയുള്ള നേരിയ നീർത്തുള്ളികൾ മഞ്ഞാ (Dew)യിട്ട് തണുത്ത സാധനങ്ങളുടെ മുകളിൽ കണ്ടുതുടങ്ങുന്നു. ജനലുകളുടെ ഗ്ലാസുകളിൽനിന്നും തുത്തനാകം അടിച്ചിട്ടുള്ള മേൽപുരകളിൽനിന്നും മരങ്ങളുടെ ഇലകളിൽനിന്നും തണുപ്പുകാലങ്ങളിൽ അതിരാവിലെ മഞ്ഞു് ഇററിററു വീഴുന്നതു നിങ്ങൾക്കു അനുഭവമാണല്ലോ.

മൂടൽമഞ്ഞു്

നല്ല ചൂടുള്ള ഒരു ദിവസം ബാഷ്പീഭവനത്താൽ പകൽ സമയത്തു് വായുവിൽ വളരെ നീരാവി ഉണ്ടായിത്തീരും. ഈ നീരാവി വായുവിൽ കലൻറു നിൽക്കും. രാത്രി പ്രസന്നമായതും അനക്കമില്ലാത്തതും ആയാൽ, ഭൂമിയുടെ തലത്തിൻെറ അടുക്കെയുള്ള വായുവിൻെറ അട്ടി നല്ലപോലെ തണുക്കും. അപ്പോൾ നീരാവിയുടെ തോതു് വർദ്ധിക്കുന്നു. വർദ്ധിച്ച നീരാവി നേരിയ കണങ്ങളായി പരിണമിച്ച് വായുവിൽ തിങ്ങിനില്ക്കുവാൻ തുടങ്ങുന്നു. ഇതു നിലത്തിൻെറ അടുക്കെയുള്ള

വായുവിലാണ് സംഭവിയ്ക്കുക. ഈ അവസ്ഥയെ മൂടൽമഞ്ഞു് എന്നു് നാം പറയുന്നു. ചതുപ്പുസ്ഥലവും വായുവിൽ കരിപ്പൊടിയൊ നേരിയപൊടിയൊ ഉണ്ടായിരിക്കലും മൂടാംമഞ്ഞു് ഉണ്ടാകുന്നതിനെ സഹായിക്കുന്നു. വലിയ പട്ടണങ്ങളിലും വലിയ താഴ്വരകളിലും സാധാരണമായി മൂടൽമഞ്ഞു് ഉണ്ടാകാറുണ്ടു്.

അദ്ധ്യായം 48

ബാഷ്പീഭവനവും തണുപ്പും.

—:o:—

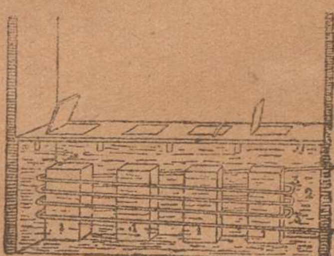
ബാഷ്പീഭവനം നടക്കുമ്പോൾ തണുപ്പുണ്ടാകും. ആൽക്കഹോളിലോ ഈതറിലോ കൈമുക്കി വീശുക. ദ്രാവകം കാണാതാകുന്നു; നല്ല തണുപ്പു തോന്നുന്നതാണ്. ദ്രാവകസ്ഥിതിയിൽ നിന്നു ബാഷ്പസ്ഥിതിയിലേക്കു മാറുവാനായി ഗുപ്തോഷ്ണം (latent heat) നഷ്ടപ്പെടുന്നു. അപ്പോൾ തണുപ്പുണ്ടാകുന്നു.

വെള്ളം തിളച്ചു ആവിയാകുമ്പോൾ ചൂടു നഷ്ടമാകുന്നുണ്ടെങ്കിലും ഉഷ്ണത കയറുകയില്ല. വെള്ളം മുഴുവനും ആവി ആകുന്നതുവരെ വെള്ളത്തിന്റെ ക്വഥനാങ്കം സ്ഥിരമാണ്. നഷ്ടമാകുന്ന ചൂടു എത്രയെന്നു വ്യക്തമാക്കി അറിയുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന സംജ്ഞയാണ് ഗുപ്തോഷ്ണം എന്നതു്. വെള്ളം ബാഷ്പമാകുവാനുള്ള ഗുപ്തോഷ്ണംനീരാവിയുടെ ഗുപ്തോഷ്ണമാണ്; ഇതിനെ, വെള്ളം ആവിയാകുമ്പോഴത്തെ ഗുപ്തോഷ്ണം എന്നും പറയാറുണ്ടു്. കണക്കു കൂട്ടുവാനും മററും ഈ സംജ്ഞക്കു് ഒരു നിർവചനം വേണം. 1ഗ്രാം വെള്ളം ഉഷ്ണതയിൽവ്യത്യാസമില്ലാതെ ആവിയാകുവാൻ എടുക്കുന്ന ഉഷ്ണപരിമാണമാണ് നീരാവിയുടെ ഗുപ്തോഷ്ണം

വേഗത്തിൽ ബാഷ്പീഭവിക്കുന്ന പദാർത്ഥങ്ങളിൽ അധികം തണുപ്പനുഭവപ്പെടും. ആൽക്കഹോളിലെക്കാട്ടിലും ഈതർ വേഗം ബാഷ്പീഭവിക്കും. അതുകൊണ്ടു, ഈതർ ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ നല്ല തണുപ്പനുഭവപ്പെടും. അമോണിയാദ്രാവകവും വേഗം ബാഷ്പീഭവിക്കും.

ഹിമം ഉണ്ടാക്കുവാൻ അമോണിയാ ദ്രാവകം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഈ ദ്രാവകത്തെ ആവിയാക്കിയാൽ നല്ല തണുപ്പുകാട്ടും. അപ്പോഴുള്ള ഉഷ്ണത 0°C—ൽനിന്നു താണുനിൽക്കും.

അമോണിയാവാതകത്തെ അമച്ചശക്തി പ്രയോഗിച്ച് ദ്രാവകമാക്കാം. ഒരുടിക്കിൽ ഈ ദ്രാവകം ശേഖരിതമായിരിക്കും. ഈ ടിക്കിന്റെ മേൽഭാഗത്തിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന ഒരു കുഴൽ ഉപ്പുവെള്ളം ഉള്ള ഒരു പാത്രത്തിൽ വെച്ചിരിക്കുന്ന ഭരണികൾക്ക് ചുററം വളയം വെക്കുന്നതാണ് (ചിത്രം 48) പിന്നീട് ഈ കുഴലിന്റെ അററം പാത്രത്തിൽനിന്നു പുറമെവന്നു് ഒരു ആവിശീതിനിയിൽ എത്തിച്ചേരുന്നു. ഈ ആവിശീതിനിയിൽ അമച്ചശക്തി പ്രയോഗിക്കുവാനുള്ള സൌകര്യം ഉണ്ടാകും. ഈ ശീതിനിയിൽ ഉള്ള ദ്രാവകം ആദ്യം പ്രസ്താവിച്ച ദ്രാവകസ്ഥാനത്തേക്ക് കൊണ്ടു പോകാവുന്നതാണ്.



ചിത്രം 49

1. ശുദ്ധജലം നിറച്ചിട്ടുള്ള ഭരണികൾ.
2- ഉപ്പുവെള്ളം.
3. അമോണിയവാതകം വഹിച്ചുകൊണ്ടു് ഭരണികൾക്ക് ചുററം വളയം വെക്കുന്ന കുഴൽ.

ദ്രാവകസ്ഥാനത്തിൽനിന്നു് പുറമെ വരുന്ന കുഴൽ തുറക്കുമ്പോൾ ദ്രാവകം വാതകമായാത്തീരുന്നു. ഈ വാതകത്തിന് വലിയ തണുപ്പുണ്ടാകും. ഈ തണുപ്പുള്ള വാതകമാണ് ഉപ്പുവെള്ളത്തിൽ വളയം വെക്കുന്നതു്. ആയതിനാൽ ഉപ്പുവെള്ളം തണുക്കുന്നു. അ

തിൻെറ താപക്രമം $0^\circ C$—ൽനിന്നു താണുപോകാം. അപ്പോഠം ഭരണികളിൽ വെച്ചിരിക്കുന്ന ശുദ്ധജലം (pure water) ഹിമക്കട്ടയായിത്തീരുന്നു.

പാത്രത്തിൽനിന്നു പുറമെ വരുന്ന വാതകം ആവി ശീതിനിയിൽ എത്തി അമച്ച്ശക്തി ഏല്ക്കുമ്പോഠം വീണ്ടും കുഴൽ വഴിക്കു പാത്രത്തിൽ എത്തി ഉപ്പുവെള്ളത്തെ തണുപ്പിക്കുന്നതിൽ ഏല്പെടുന്നു.

അദ്ധ്യായം 49

വെള്ളത്തിൻെറ ഘനീഭവനാങ്കം.

(FREEZING POINT)

—— : o : ——

ബാഷ്പീഭവനത്തിന്നു വിപരീതമാണല്ലോ സാന്ദ്രീകരണം. സാന്ദ്രീകരണത്തിന്നു ഉഷ്ണത കുറയണം. നീരാവി തണുത്തസ്ഥലത്തിൽ തട്ടുമ്പോഠം വെള്ളത്തുള്ളിയായിത്തീരുന്നു.

വായുവിൽ നീരാവിയുണ്ടു. വായുവിന്നു വലിച്ചെടുക്കാവുന്നത്ര നീരാവി വായുവിൽ ഉണ്ടെങ്കിൽ നീർത്തുള്ളികഠം എല്ലാം സ്ഥാനത്തും കാണാം. ഒരു ഗ്ലാസ്സുബീക്കറിൽ വെള്ളം ഒഴിക്കുക. വെള്ളത്തിൽ ഹിമക്കട്ടക്കഷണവും ഉപ്പും ചേക്കുക. വെള്ളത്തിൽ തെർമോമീററിൻെറ ഗോളം (ബഠംബു) താഴ്ത്തുക. ഉഷ്ണത ചുരുങ്ങുന്നതായിക്കാണാം. ഈ അവസരത്തിൽ ബീക്കറിൻെറ പുറംഭാഗം സൂക്ഷിച്ചുനോക്കിക്കൊണ്ടിരിക്കുക. ബീക്കറിൻെറ പുറം മങ്ങുന്നതായും ഒരു ദ്രാവകം പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നതായും അനുഭവമാകും. ഈ ദ്രാവകം വെള്ളമാണെന്നു് പരിശോധനമൂലം തെളിയിക്കാം. മങ്ങൽ കാണുമ്പോഠം ഉഷ്ണത കുറിച്ചെടുക്കേണ്ടതാണു്.

വെള്ളം ബീക്കറിൻെറ പുറംഭാഗത്തു എവിടെനിന്നുവന്നു ?. അതു വായുവിനിൽന്നുതന്നെ വന്നിരിക്കണം. പാത്രത്തിനുള്ളിലുള്ള പദാൎത്ഥങ്ങഠം ഉഷ്ണത ചുരുക്കിയെന്നു തെർമോമീററിൽനിന്നു മനസ്സിലായിരിക്കും. ഉഷ്ണത ചുരുങ്ങിയപ്പോഠം ബീക്കറിന്നു ചുററുമുള്ള വായു തണുക്കുകയാണുണ്ടായതു്. ഈ തണുപ്പിനാൽ വായുവിന്നു നീരാവിയെ ഉഠംക്കൊള്ളാനുള്ള ശക്തി ചുരുങ്ങി. ക്രമേണ വായുവിലെ നീരാവി നീർത്തുള്ളികളായി ബീക്കറിൻെറ പുറംഭാഗത്തു വീണു. മങ്ങൽ ആ ആരംഭഘട്ടത്തെയാണു് കുറിച്ചതു്.

ഏതു ഉഷ്ണതയിലാണോ വായു നീരാവിയാൽ സംപൂരിതമാകുന്നു, ആ ഉഷ്ണതയെ തുഷാരാങ്കം (dew point) എന്നാണു

വിളിക്കാറ്. മഞ്ഞൽ കാണുമ്പോൾ ഉള്ള ഉഷ്ണത ഉഹിനാങ്കത്തെ കാണിക്കുന്നു.

വെള്ളം ഘനീഭവിച്ചാണു് ഹിമം ഉണ്ടാകുന്നതു; വെള്ളം ഘനീഭവിക്കുന്നതു് ഒരു പ്രത്യേക ഉഷ്ണതയിലാണ്. ഇതൊരു സ്ഥിരാങ്കമാണ്. ഈ അങ്കത്തെ വെള്ളത്തിന്റെ ഘനീഭവനാങ്കം (freezing point) എന്നു വിളിക്കുന്നു.
വെള്ളത്തിന്റെ ഘനീഭവനാങ്കവും ഹിമം ഉരുകുവാനുള്ള ദ്രവീകരണാങ്കവും ഒന്നുതന്നെയാണ്.

ഈ അങ്കം കാണുവാൻ ഒരു തെർമോമീററർ ഉണ്ടാക്കുവാനുള്ള ഗ്ലാസ്സുകുഴൽ വേണം.

അടയിൽ ഒരു ചെറിയ ഗോളമുള്ള ഒരു ഗ്ലാസ്സുകുഴൽ എടുക്കുക. കുഴലിന്റെ വിസ്താരം വളരെ നേരിയതാകുന്നു. തുറന്ന അററത്തു ഒരു നാളം ചേർത്തു വൃത്തിയുള്ളതും നീർത്തുള്ളികൾ ഇല്ലാത്തതും ആയ രസം പകരുക. ഗോളം ചൂടു പിടിപ്പിയ്ക്കുക. നാളത്തിലെ രസത്തിൽക്കൂടെ കുറെ വായു കണങ്ങൾ പുറമെ പോകും (ചിത്രം 50). കുറെ രസം ഗോളത്തിലേയ്ക്കു കടക്കും. ചൂടു പിടിപ്പിക്കുകയും തണുപ്പിയ്ക്കുകയും എന്ന പ്രവൃത്തികൾ വീണ്ടും വീണ്ടും ചെയ്തു രസംകൊണ്ടു ഗോളം നിറയ്ക്കുക. ഗോളത്തിലെ രസത്തെ ജാഗ്രതയോടെ തിളപ്പിച്ചു കുഴലിലെ വായു വെല്ലാം കളയുക. അപ്പോൾ കുഴലിലും ഗോളത്തിലും രസം വന്നു നിറയും. ഏതു് ഉഷ്ണത കുറിക്കേണമെന്നു വിചാരിയ്ക്കുന്നുവൊ അതിനെക്കാട്ടിലും വർദ്ധിച്ച ഒരു ഉഷ്ണതയിൽ ഉപകരണത്തെ വെയ്ക്കുക. ഈ അവസ്ഥയിൽ നാളത്തിന്റെ ചുവട്ടിൽ കുഴലിന്റെ മേൽഭാഗം ചൂടുപിടിപ്പിച്ചു ഉരുക്കിച്ചേർക്കുക; പിന്നീടു് നാളത്തെ നീക്കം ചെയ്യുക.

ചിത്രം 50

താപമാപകത്തിലെ സ്ഥിരാംശങ്ങളെ അടയാളപ്പെടുത്തുവാൻ.

മേൽ വിവരിച്ച മാതിരി ഉണ്ടാക്കിയ ഒരു കുഴലിന്റെ ഗോളത്തിനു ചുററും ചെറിയ പൊടിക്കഷണങ്ങളാക്കിയ നല്ല ഹിമം വെയ്ക്കുക; ഹിമംതന്നെ ഒരു നാളത്തിനുള്ളിൽ ഇരിയ്ക്കട്ടെ (ചിത്രം 51) കുറെ കഴിഞ്ഞശേഷം കുഴലിനെ രസം എവിടെ സ്ഥിരമായിനിൽക്കുന്നുവോ ആ സ്ഥാനം അടയാളപ്പെടുത്തുക. ഈ സ്ഥാനം ഹിമം ഉരുകുന്ന ഉഷ്ണതയെ കുറിയ്ക്കുന്നു. ഈ അങ്കം തന്നെയാണ് വെള്ളത്തിന്റെ ഘനീഭവനാങ്കവും.

ചിത്രം 51

വെള്ളത്തിന്റെ ഘനീഭവനാങ്കം 0°C അല്ലെങ്കിൽ 32°F ആകുന്നു.

അദ്ധ്യായം 50

വെള്ളത്തിന്റെ ക്വഥനാംകം.

(BOILING POINT)

—— :o; ——

വെള്ളം തിക്കുന്നതു് ഒരു പ്രത്യേക അങ്കത്തിലാണു്. ഈ അങ്കമാണു വെള്ളത്തിന്റെ ക്വഥനാങ്കമെന്നതു്.

വെള്ളം മുഴുവനും നീരാവി ആവുന്നതുവരെ നാം ചൂടാക്കിയാലും തിളക്കുമ്പോഴ് ഉഷ്ണതയിൽ വ്യത്യാസമുണ്ടാകയില്ല. ആയതിനാൽ ക്വഥനാങ്കം ഒരു സ്ഥിരാങ്കമാണു്.

ഈ സ്ഥിരാങ്കം അടയാളപ്പെടുത്താൻ ഹിമാങ്കം അടയാളപ്പെടുത്തിയ കുഴൽതന്നെ എടുക്കുക. ഇതിനെ ഹിപ്സോമീററിൽ സ്ഥാപിക്കുക. ഈ ഉപകരണത്തിൽ അടിഭാഗത്തുനിന്നു ആവിവരാനുള്ള ഏർപ്പാടുണ്ടു് (ചിത്രം 52). ഈ ആവി ഗോളത്തേയും കുഴലിന്റെ ഒട്ടധികം ഭാഗത്തേയും ചുററിച്ചുഴലുന്നതാണു്. ആവി പുറപ്പെടുന്ന വെള്ളത്തിന്റെ ഉപരിതലം തൊടാതെ സുമാർ $1\frac{1}{2}$" മീതെ ആയിരിക്കണം ഗോളം. കുറെ സമയം കഴിഞ്ഞതിനുശേഷം, കുഴലിലെ രസം ഒരു സ്ഥിരമായ സ്ഥാനത്തിൽ നില്ക്കുന്നതായിക്കാണാം. ഈ സ്ഥാനമാണു വെള്ളത്തിന്റെ ക്വഥനാംകത്തെ കുറിക്കുന്നതു്.

ചിത്രം 52.

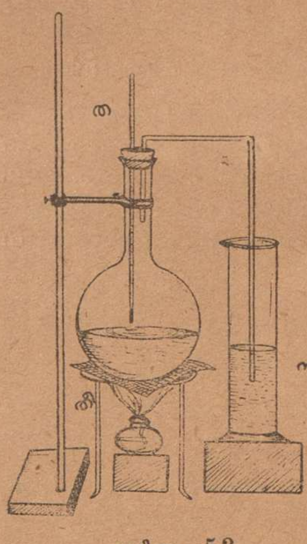
ഈ പരീക്ഷണത്തിൽ ആവി തട്ടുവാൻ ഇടയാക്കിയതു ശുദ്ധ ജലത്തിന്റെ ക്വഥനാങ്കം കാണുവാനാണു്. ആവി കുഴലിന്നിടയിൽ തട്ടുമ്പോഴ് തണുത്തതു് ശുദ്ധജലമാകുമല്ലോ. അതുകൊണ്ടു കുഴൽ കാണിക്കുന്നതു ശുദ്ധജലത്തിന്റെ ക്വഥനാങ്കമാണു്.

ക്വഥനാങ്കം വായുവിൻെറ മർദ്ദത്തെ ആശ്രയിരിക്കും. മർദ്ദം അധികമായാൽ ക്വഥനാങ്കം ആദ്യത്തേതായിരിക്കയില്ല. അതു കുഴലിൽ ഉയർന്നൊരു സ്ഥാനമായിരിക്കും.

പരീക്ഷണത്തിൽ എടുത്ത കുഴലിനെ ഹിമാങ്കത്തിന്നും 760 മി. മീ. വായുസമർദ്ദമുള്ളപ്പോൾ ശുദ്ധജലത്തിന്നുള്ള ക്വഥനാങ്കത്തിന്നും ഇടയിലുള്ള ദൂരത്തെ സെൻടിഗ്രേഡ് (Centigrade) തെർമോമീററിൽ നൂറായിട്ടാണ് ഭാഗിച്ചിരിക്കുക. ഹിമാങ്കം 0^{0} സെൻടിഗ്രേഡും ക്വഥനാങ്കം 100^{0} സെൻടിഗ്രേഡും ആണ്. ഈ അങ്കങ്ങളെ $0^{0}C$ എന്നും $100^{0}C$ എന്നും ആണ് ചുരുക്കി എഴുതുക.

വായുവിൻെറ മർദ്ദം 1 മി. മീ. കണ്ടു അധികമാകുമ്പോൾ ക്വഥനാങ്കത്തിൽ $\cdot 034^{0}C$ ഉയർച്ച ഉണ്ടാകും.

മർദ്ദം അധികമാകുമ്പോൾ ക്വഥനാങ്കം ഉയരും എന്ന സംഗതി പരീക്ഷമൂലം കാണാവുന്നതാണ്.



ചിത്രം 53.

53-ം ചിത്രം നോക്കുക. ക്വഥനാങ്കം എത്രയെന്നു തെർമോമീററർ കാണിക്കുന്നതാണ്. കുഴലിൻെറ തുറന്ന അറ്റം രസത്തിന്നുള്ളിൽ ആകത്തക്കവണ്ണം സിലിണ്ടറിൽ രസം ഒഴിക്കുക. ഇപ്പോൾ ഫ്ളാസ്കിലെ വായുസമർദ്ദം പുറം വായുവിന്നുള്ളതിനേക്കാൾ അധികമാണല്ലോ. ഫ്ളാസ്കിലെ വെള്ളം തിളയ്ക്കുന്നത് നിലച്ചിരിക്കുന്നതായ്ക്കാണാം. വീണ്ടും തിളക്കുമ്പോൾ ഉഷ്ണത എത്രയെന്നു നോക്കിയാൽ ഉയർന്നതായിരിക്കും.

മർദ്ദം താഴുമ്പോൾ താണ ഉഷ്ണതയിലും വെള്ളം തിളയ്ക്കും ഒരു ഫ്ളാസ്കിൽ വെള്ളം ഒഴിച്ചു തിളപ്പിക്കുക. തിളയ്ക്കുന്ന അവസരത്തിൻ ദീപം നീക്കി മുഖം കാക്കുകൊണ്ടടക്കുക. ഫ്ളാസ്ക് കമിഴ്ത്തി വെയ്ക്കുക. അതിന്റെ അടിഭാഗത്തായി ഒരു ബേസിൻ വെക്കുക. ഫ്ളാസ്കിൻമീതെ വെള്ളം ഒഴുക്കുക (ചിത്രം 54) ഫ്ളാസ്ക് തണുത്ത് അതിന്റെ ഉള്ളിലുള്ള ആവി ഘനീഭവിച്ച് വെള്ളത്തുള്ളികളായി മാറുന്നതിനാൽ ഫ്ളാസ്കിന്റെ ഉള്ളിലെമർദ്ദം ചുരുങ്ങുന്നു. വെള്ളം ഫ്ളാസ്കിൻമീതെ വീണുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ തിള ഉണ്ടായ്ക്കൊണ്ടിരിക്കും, ആയതിനാൽ മർദ്ദം ചുരുങ്ങുമ്പോൾ ക്വഥനാങ്കം ചുരുങ്ങുന്നുവെന്നു തെളിയുന്നതാണ്.

ചിത്രം 54.

ഒരു ഫ്ളാസ്കിൽ വെള്ളമെടുക്കുക. വെള്ളത്തിനുള്ളിൽ തെർമാമീററിന്റെ ഗോളം താഴ്ത്തി തിളക്കുമ്പോളുള്ള ക്വഥനാങ്കം കുറിച്ചെടുക്കുക. വെള്ളത്തിൽ ഉപ്പ് അലിയിക്കുക. വീണ്ടും ക്വഥനാങ്കം കാണുക. ക്വഥനാങ്കം ഉയർന്നിരിക്കും. വിലയനങ്ങളുടെ ക്വഥനാങ്കം വിലായക (Solvent) ത്തിന്റെതിനേക്കാൾ ഉയർന്നതാണ്.

വിഭാഗം നാല്

അദ്ധ്യായം 51

മണ്ണും അതിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന പോഷകപദാർത്ഥങ്ങളും.

ഒരു ബീക്കറിൽ കുറെ മണ്ണെടുത്തു് അതിൽ വെള്ളം ഒഴിച്ചു ഇളക്കി മേശപ്പുറത്തു വെയ്ക്കുക. കുറെനേരം കഴിഞ്ഞതിനുശേഷം ബീക്കർ പരിശോധിയ്ക്കുക. അതിൻെറ അടിയിൽ പൊടിക്കല്ലുകളും അവയുടെ മീതെ മണലും അതിൻെറ ഉപരിഭാഗത്തു ചളിയും അതിനുമേൽ വെള്ളവും വെള്ളത്തിൽ പൊന്തിക്കിടക്കുന്ന ഇലപ്പൊടി വൈക്കോൽതുരുമ്പുകൾ എന്നിവപോലെ ചില സസ്യാംശങ്ങളും കാണാം.

ബീക്കറിൽ ഇപ്പോഴുള്ള വെള്ളം പരിശോധിച്ചാൽ ചില സംഗതികൾ മനസ്സിലാക്കാം. ഒരു ചീന പിഞ്ഞാണ (china-dish) ത്തിൽ ഇതിലെ വെള്ളം കുറച്ചെടുത്തു് വററിക്കുക. പിഞ്ഞാണത്തിൽ എന്തോ ബാക്കിയുണ്ടാവുന്നതാക്കാണാം. ഈ സാധനം വെള്ളത്തിൽ അലിഞ്ഞിട്ടുണ്ടായിരിക്കണം.

അലിഞ്ഞിരുന്ന ആ സാധനം പല ലവണ (salt) ങ്ങളും കൂടിക്കലൎന്നതായിരിയ്ക്കാനാണ് ഇട. മണ്ണിൽ പലതരത്തിലുള്ള ലവണങ്ങളും ഉണ്ടു്. അവയിൽ മുഖ്യമായവ കുറിയുപ്പു (common salt), സോഡിയം നൈട്രയിററ് (Sodium nitrate), പൊട്ടാസിയം-നൈട്രയിററ് (Potassium nitrate) മഗ്നീസിയം സൾഫെയിററ് (Magnesisum sulphate), കാൽസിയം-ബൈകാർബനെററ് (Calciumbi-carbonate) എന്നിത്യാദികളാകുന്നു.

ആഹാരപദാർത്ഥങ്ങളെ സമ്പാദിക്കുവാൻ ജീവിലോകം അധികവും മണ്ണിനെയാണ് ആശ്രയിക്കുന്നതു്. സസ്യഭോജികൾക്കു വേണ്ടിവരുന്ന കായ്കറികൾ (മണ്ണിൽ വളരുന്ന) ചെടികളിൽനിന്നാണ് കിട്ടുന്നതു്. മാംസഭുക്കുകൾക്കും വേണ്ട സാധനങ്ങൾ സസ്യോപജീവികളായ മൃഗങ്ങളിൽനിന്നല്ലെ കിട്ടുന്നതു്. ഞാഞ്ഞൂൾ മാത്രം മണ്ണുതന്നെ തിന്നിട്ടു ജീവിക്കുന്ന ഒരു ജന്തുവാണ്.

ചിത്രം 55

പാറപൊടിഞ്ഞു മണ്ണായിത്തീരുന്നു. വായുവിന്റെയും ഒഴുകുന്ന വെള്ളത്തിന്റെയും ശക്തിയാൽ പാറകൾ പൊട്ടിപ്പൊളിഞ്ഞു തരികളായിത്തീരുന്നു. ഭൂമിയുടെ ആകർഷണശക്തിയാൽ ഇത്തരികൾ ഭൂമിയുടെ ഉള്ളിൽ പെടുകയും കാലാന്തരത്തിൽ മിനുസമുള്ള പൊടയായി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പൊടിയെല്ലാം സംയോജിച്ചു നിബിഡമായിത്തീരുമ്പോൾ അതിനെ നാം മണ്ണ് എന്നു വ്യവഹരിക്കുന്നു.

പ്രകൃതിയിലും ഗുണങ്ങളിലും മണ്ണുകൾ തമ്മിൽ അന്തരങ്ങൾ ഉണ്ട്. വായു, വെള്ളം എന്നിവ എല്ലാ മണ്ണിലും ഒരേ രീതിയിൽ

അല്ല പ്രവേശിയ്ക്കുന്നതു്. വായു, വെള്ളം എന്നിവയെ എല്ലാ മണ്ണും ഒരേ മട്ടിൽ അല്ല പിടിച്ചു നിൎത്തുന്നതു്. സസ്യങ്ങൾക്കു് വേണ്ടുന്ന പോഷകസാധനങ്ങൾ എല്ലാ മണ്ണിലും ഒരേ തോതിലല്ല ഉള്ളതു്.

ചില മണ്ണിൽ മണൽഭാഗം അധികമായിരിയ്ക്കും. ചേറാകുവാൻ സഹായിയ്ക്കുന്ന ഭാഗമുള്ള മണ്ണു് കളിമണ്ണാകുന്നു. ചീഞ്ഞളിഞ്ഞ സസ്യാംശത്തിൻെറ ശതമാനം വൎദ്ധിച്ചിരിക്കുന്ന മണ്ണു് കുപ്പമണ്ണാകുന്നു. ഒരേ തോതിലുള്ള മണലും കളിമണ്ണും മിതമായ തോതിലുള്ള കുപ്പമണ്ണും കൂടിച്ചേൎന്നിട്ടുള്ള മൃത്തിക പരിമരാശിമണ്ണാ (Loam) കുന്നു.

സസ്യവളൎച്ചക്കു ഉതകുന്നതു് പശിമരാശിമണ്ണാകുന്നു.

വേരും അതിൻെറ രചനയും.

——:o:——

സാധാരണയായി കരയിലെ ഒരു ചെടിയിൽ വേര് മണ്ണിൻെറ അടിയിലാണ് ഇരിയ്ക്കുക. ഇതിനു നിറം ഉണ്ടാകയില്ല. കമ്പാകട്ടെ മൊട്ടാകട്ടെ ഇലയാകട്ടെ പൂവാകട്ടെ കായാകട്ടെ ഒന്നും ഇതിൽ ഉണ്ടാകയില്ല.

ചിത്രം 56.

വേരുകളെല്ലാം ചേന്നതിനു സസ്യമൂലവ്യൂഹം എന്നു പേരിടാവുന്നതാകുന്നു. രണ്ടുവിധ സസ്യമൂലവ്യൂഹങ്ങൾ ഉണ്ട്. ഒരേപ്പാടിൽ ആണിവേര് (taproot) എന്നൊരു ഭാഗമുണ്ട്. സസ്യത്തിൻെറ തടി ഭൂമിയുടെ ഉള്ളിലേയ്ക്ക് ചെല്ലുന്ന ഭാഗമാണ് ആണിവേര്. ഈ ആണിവേരിൽനിന്നു അനേക ഉപശാഖകൾ പൊട്ടിപ്പുറപ്പെടുന്നു. ഈ ഉപശാഖകളിൽനിന്നു നേരിയവേരുകൾ പുറപ്പെട്ടു നാലുഭാഗത്തും പരന്നു പടരുന്നു. ഈ സമ്പ്രദായത്തിലുള്ള ഏപ്പാടിനു നരായമൂലവ്യൂഹം എന്നാകുന്നു

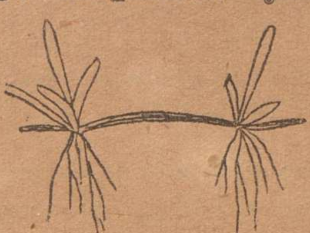
ചിത്രം 57.

ആണിവേരിൻെറ സമ്പ്രദായം.

പേർ. രണ്ടാമത്തെ ഏർപ്പാടിൽ ആണിവേര് ഇല്ല. തടിയുടെ കണ്ടയിൽനിന്നു സുമാർ ഒരേ നീളമുള്ള അനവധി വേരുകൾ പൊട്ടി മണ്ണിനുള്ളിൽ പരക്കുന്നു. ഈ ഏർപ്പാടിനു അസ്ഥാനാഗത മൂലവ്യൂഹം (Adventitious root system) എന്നാകുന്നു പേർ. തെങ്ങ്, പന, നെല്ല്, ചോളം എന്നീ സസ്യങ്ങളിൽ ഇത്തരം വേരുകൾ കണ്ടുവരുന്നു. മാവ്, പിലാവ് പുളി, വേപ്പ് ചന്ന വയ്ക്കു ആണിവേരുകൾ ഉണ്ട്.

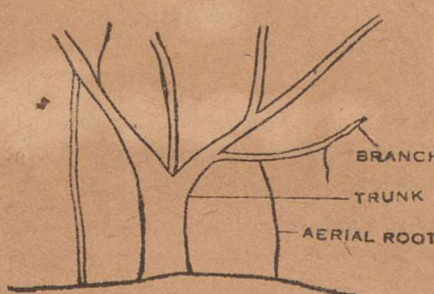
കാററിനാലോ ജന്തുക്കളാലോ വേരോടെ പറിച്ചിടപ്പെടാതെ സസ്യത്തെ നിലത്തിൽ ഉറപ്പിച്ചുനിർത്തുവാൻ ഉപകരിക്കുകയാകുന്നു വേരിൻെറ മുഖ്യമായ പ്രവൃത്തി. വേരിന്നു ബലമുള്ളതുകൊണ്ടാണ് വായുവും വെളിച്ചവും ഇലകളിൽ തട്ടത്തക്കവണ്ണം തടിയും വളൎന്നു വലുതാകുന്നത്.

വേരുകളിൽ പലമാതിരി രചനകളോടുകൂടിയവ ഉണ്ട്. നൂലുപോലുള്ള വേരുകളെ നാരുവേരു (Fibrous root) കൾ എന്നു പറയാം. പുല്ലിൽ ഇങ്ങനത്തെ വേരുകളാണ് കണ്ടുവരുന്നത്. ചോളത്തിൻെറ മൂലവ്യൂഹത്തിനു ബലം തീരെ ഇല്ല. ആയതിനാൽ ഇതിൻെറ തടി വീഴാതിരിക്കുവാൻ തടിയുടെ അടിയിലുള്ള കമ്പുകളിൽനന്നു അസ്ഥാനാഗത മൂലങ്ങൾ പുറപ്പെട്ടു മണ്ണിൻെറ ഉള്ളിലേക്ക ചെല്ലുന്നു. ഈ വേരുകൾ ആണിവേരിൽനിന്നല്ല പുറപ്പെടുന്നത്; ഈ ചെടിക്ക് ആണിവേരേ ഇല്ല. ആണിവേരിൻെറ രേഖാപൽ



ചിത്രം 58
[നാരുവേരു (പുല്ലിൻെറ)]

ശാഖകളായി പിരിയാതെ ചെടികളിൽ കണ്ടുവരുന്ന വേരുകൾ അസ്ഥാനാഗത വേരുകളാകുന്നു. സാധാരണയായി വേരുകളെ മണ്ണിന്റെ അടിയിലാണ് കണ്ടുവരാറുള്ളതെങ്കിലും ചില ചെടികളിൽ വേര് പുറമെ വരുന്നതായും കാണുന്നുണ്ട്. ഇവ വായുമണ്ഡലവേരു (Aerial root) കൾ അതായത് വേട്ടുകൾ ആകുന്നു. തെക്കനിന്ത്യയിൽ സാധാരണയായി ആൽമരം എവിടേയും കാണാം. ഇതിനു വണ്ണമുള്ള തടിയും സമതലത്തിൽ വളരുന്ന കൊമ്പു ഉണ്ട്. ആലിനു വയസ്സാകുമ്പോൾ ആണിവേരിനു മരം താങ്ങി നില്ക്കുവാനുള്ള ബലം ഇല്ലാതെ വന്നേക്കാം. എന്നാൽ ഈ മരം വേഗത്തിൽ വീണുപോകുന്നില്ല. കൊമ്പുകളിൽനിന്നു വേട്ടുകൾ പുറപ്പെട്ടു ചോട്ടിലേക്കു താണുതുടങ്ങുന്നു. കുറെ കാലങ്ങളോളം ഇവ വായുവിൽതന്നെ തൂങ്ങിക്കിടക്കും. ഇവ വളർന്നു ഭൂമിയിൽ എത്തുകയും കൊമ്പുകളെ താങ്ങി നില്ക്കുന്ന സ്തംഭങ്ങളായ്ത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ രീതിയിലുള്ള വേട്ടുകളെ ഊന്നു(Buttress)



ചിത്രം 59
ആൽമരത്തിലെ വായുമണ്ഡലവേരുകൾ
(വേട്ടുകൾ)

വേരുകൾ എന്താണ് പറയുക ചില ചെടികൾ മററു ചെടികളിൽ നിന്നു് യാതൊരു വാസ്തവാഹാരസത്തും സ്വീകരിക്കാതെ മററുള്ളവയുടെ തടിയിൽ വളരുന്നു. ഇവ പരാവലംബി (Epiphyte) കൾ ആകുന്നു. മററു ചെടികളിൽ പററിക്കൂടി അവയിൽനിന്നു ആഹാരം വലിച്ചെടുക്കുന്ന ചില പരാണ്ഡജീവികൾ (Parasites) ഉണ്ട്. ഇവയിൽ ചിലവ, മുഴുവൻ ആഹാരത്തിനും ഭോജനദാതാ

വിനെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല. ഇവയുടെ ഇലമൂലം കുറച്ചെല്ലാം ആഹാരം ഇവ സമ്പാദിയ്ക്കുന്നു. ഇവയിൽനിന്നു പ്രത്യേകവേരുകൾ പുറപ്പെട്ട് ഇവ പററിക്കൂടിയിരിയ്ക്കുന്ന സസ്യങ്ങളുടെ ഉള്ളിലേക്കു ചെല്ലുന്നു. അവ ബാക്കി ആഹാരത്തെ ഇവക്ക് എത്തിച്ചുകൊടുക്കുന്നു. ഇത്തരം വേരുകൾക്കു ചൂഷകങ്ങൾ (Haustoria) എന്നാകുന്നു പേർ.

തടിക്ക് ബലം ചുരുങ്ങിയ ചില ചെടികൾ നിലത്തിൽ പടരുന്നതിനുപകരം മററു ചെടികളുടെ തടിമേലും മററും കയറി വളരുന്നു. കുരുമുളകുവള്ളിയും വെററിലക്കൊടിയും ഇത്തരം ചെടികൾക്ക് ഉദാഹരണങ്ങളാകുന്നു. വള്ളിയുടെ കമ്പുകളിൽ നിന്ന് വേരു പൊട്ടി അത് വളരുന്ന സാധനത്തിന്മേൽ പിടികൂടുന്നു. ഇങ്ങനത്തെ വേരുകൾ പരിവേഷ്ടന വേരുകൾ (Clasping roots) ആകുന്നു.

ഇലയിന്മേല്പൊട്ടി (Bryophyllum) എന്ന ചെടിയിൽ വേരുകൾ ഇലയുടെ വക്കിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്നു. ഇവ പത്രവേരു (Leaf-root) കളാകുന്നു. ഈ ചെടിയുടെ ഇല ചളിപ്രദേശത്തു വീണാൽ, ഇലയിൽനിന്ന് വേരുകൾ ഉണ്ടായി പുതിയ ഒരു ചെടി വളരുവാൻ തുടങ്ങുന്നു.

അദ്ധ്യായം 53

വേരുകളും

അവയുടെ മുഖ്യ പ്രവൎത്തികളും.

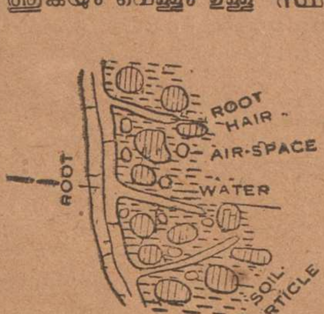
—— :o: ——

സസ്യങ്ങളെ മണ്ണിൽ പിടിച്ചുനിൎത്തുന്നതിനു പുറമെ വേരുകൾ മുഖ്യമായ വേറൊരു പ്രവൃത്തി ചെയ്യുന്നു.

ഇവ വെള്ളവും ലവണദ്രാവകങ്ങളും മണ്ണിൽ നിന്നു വലിച്ചെടുക്കുന്നു. ഇലയിൽക്കൂടി സസ്യം വായുവിൽനിന്നു് സ്വീകരിക്കുന്ന കാർബൺഡൈ ഓക്സൈഡൊഴിച്ചു ബാക്കി ആഹാരപദാൎത്ഥങ്ങളെല്ലാം മണ്ണിൽനിന്നു വേരു വഴിക്കു സസ്യത്തിനു ലഭിക്കുന്നു.

---

12 മണ്ണിൽനിന്നു് ആഹാരദ്രവ്യങ്ങളെ സ്വീകരിക്കുന്നതു വേരുകളാകുന്നു. ആണിവേരപ്പാടുള്ള ചെടികളിൽ, ആണിവേരു് മണ്ണിന്റെ ഉള്ളിൽ ആഴത്തിൽചെന്നു് ചെടിയെ വീഴാതെ നിൎത്തുകയും വെള്ളം ഉള്ള സ്ഥലം കണ്ടു പിടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ആണിവേരിൽ നിന്നു് ശാഖകൾ പുറപ്പെടുന്നു. ഇവ ഭൂമിക്കു സമാന്തരമായിട്ടും മററും ആണിവേരിന്റെ നാലുഭാഗത്തിലും പരക്കുന്നു. ഈ ശാഖകളിൽനിന്നു അനേക ഉപശാഖകൾ എല്ലാ ഭാഗത്തിലേക്കും പൊട്ടിപ്പോകുകയും മണ്ണിന്റെ തരിക്കിടയിലുള്ള വെള്ളത്തെ സ്വീകരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ഉപശാഖകളും പിരിഞ്ഞു് നേരിയ സൂക്ഷ്മമൂലങ്ങളായ്ത്തീരുന്നു. മണ്ണിന്റെ തരികളുടെ ചുററും ഉള്ള ദ്രാവകത്തിൽ



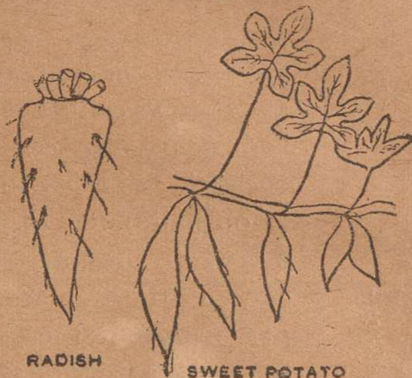
ചിത്രം 60. മണ്ണിൽ സൂക്ഷ്മമൂലങ്ങൾ കിടക്കുന്ന മാതിരി.

ലവണങ്ങൾ അലിഞ്ഞു ചേൎന്നിരിക്കും. ഈ ദ്രാവകം തരികളുടെ പുറം ഒരു പാടപോലെയാണിരിക്കുക. വേരിൻെറ മൃദുഭാഗങ്ങൾ മാത്രമേ ദ്രാവകത്തെ വലിച്ചെടുക്കുകയുള്ളു. വേരിനു മൂപ്പാകുമ്പോൾ അതിൻെറ മേൽഭാഗം കട്ടിവെക്കുകയും വെള്ളം അതിൽ കൂടി കടക്കാതെ ആവുകയും ചെയ്യുന്നു. എല്ലാവേരുകളുടേയും അററത്തിൻെറ കുറച്ചു മേലിലായി വേർരോമങ്ങൾ (Roo-hairs) വളരുന്നു. ഈ വേർരോമങ്ങളാകുന്നു വെള്ളം വലിച്ചെടുക്കുന്നതിൽ ഏൎപ്പെടുന്നതു, ഇവ ശാഖാവേരുകൾ അല്ല. ഇവ വേരിൻെറ മുകളിൽ വളരുന്ന ചില അനുബന്ധങ്ങൾ ആകുന്നു. ഇവയ്ക്കു പ്രത്യേകങ്ങളായ ചില വേലകൾ ചെയ്യുവാനുണ്ടു്. ഇവ നേരിയവയും ബലഹീനമായവയും ആകയാൽ, ചെടി പറിച്ചെടുക്കുമ്പോൾ ഇവ പൊട്ടിപ്പോകുന്നു.

ചിത്രം 61. കടുകുചെടിയിലെ വേർരോമങ്ങൾ (Root hairs)

വേരുകൾ മൂന്നാമതൊരു കൃത്യം ചെയ്യുന്നുണ്ടു്. അവ ആഹാരസത്തിനെ ശേഖരിച്ചു സൂക്ഷിക്കുന്നു. മണ്ണിൻെറ ഉള്ളിൽ ശീതോഷ്ണസ്ഥിതി മുതലായ ചില പ്രകൃതിവിഷയങ്ങൾക്കു അധികരിച്ച വ്യത്യാസങ്ങൾ ഇല്ല. കാലാവസ്ഥയിലെ മാററങ്ങളോ കന്നുകാലികളോ മണ്ണിൻെറ അടിയിൽ ഉള്ള സസ്യഭാഗങ്ങളെ വേഗത്തിൽ കേടുവരുത്തുകയില്ല. വേരുകൾ മണ്ണിന്നടിയിലാകയാൽ ആഹാരസത്തു വേരുകളിൽ ആണ് ശേഖരിക്കപ്പെടുന്നതു്. രണ്ടു കൊല്ലങ്ങളോളം ജീവിക്കുന്ന സസ്യങ്ങൾ ദ്വിവാൎഷിക (Biennial)ങ്ങളാകുന്നു. അവയിൽ വേര

ലാണ് ആഹാരസത്തു ശേഖരിയ്ക്കുന്നതു്. ആദ്യത്തെ കൊല്ലത്തിൽ വേരു തടിച്ചു അതിനുള്ളിൽ ആഹാരസത്തു് നിറയുന്നു. ഈ സത്തിനെയാണ് രണ്ടാമത്തെ കൊല്ലത്തിൽ ചെടി കായിന്നും പൂവിന്നും ആയി ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. മുള്ളങ്കി, കാരട്ട് (Carrot), തക്കാരിക്കിഴങ്ങ് (Turnip), ബീററ (Bee) എന്നിവ ദ്വിവാർഷികങ്ങളാകുന്നു. ഇവയിൽ ആണിവേരു തടിച്ചു് ആഹാരസത്തു അതിൽ നിറയുന്നു. ശർക്കരക്കിഴങ്ങ്, ഡാലിയാ (Dahlia)ക്കിഴങ്ങ എന്നിവ സസ്യങ്ങളിലെ അസ്ഥാനാഗതവേരുകൾ തടിച്ചു വണ്ണംവെച്ചവയാകുന്നു. ഇവയിലും ആഹാരസത്തുണ്ടു്.



ചിത്രം 62.
വേരുകളി ആഹാരശേഖരം.

അദ്ധ്യായം 54

പ്രകൃതിയിലെ നൈട്രജൻ ചിത്രം

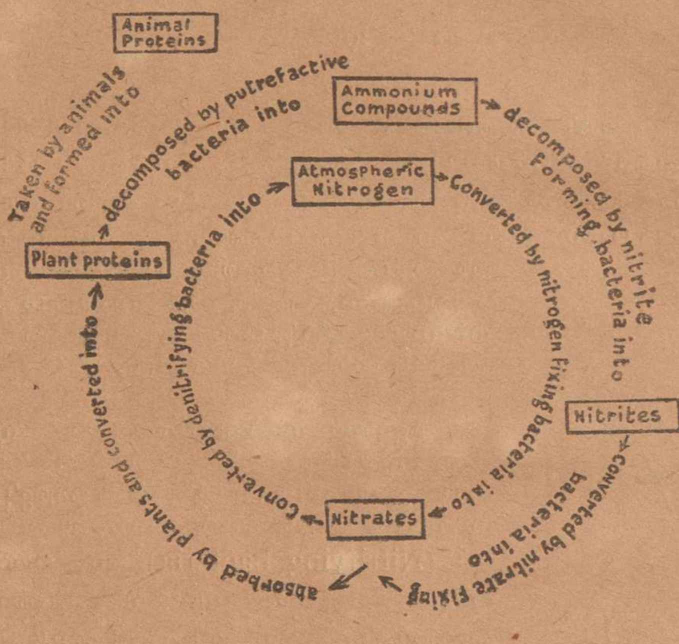
—— :o: ——

പ്രകൃതിയിൽ നൈട്രജൻ വാതകം സംയുക്തിവസ്ഥയിലും സംസ്രവണാവസ്ഥയിലും കാണപ്പെടുന്നു. ജീവികളുടെ ജീവിതധാരത്തിനു നൈട്രജൻ ആവശ്യമുണ്ട്. ജീവികൾ ഇതിനെ യൌഗിക പദാർത്ഥങ്ങളിൽ നിന്നാണ് സ്വീകരിക്കുന്നത്. സസ്യങ്ങൾ ഈ മൂലകത്തെ യൌഗികപദാർത്ഥമായിട്ട് ശേഖരിക്കുന്നു. ആയതിനാൽ സസ്യങ്ങൾ തിന്നുമ്പോൾ ജീവികൾക്ക് ഈ മൂലകം യൌഗികാവസ്ഥയിൽ ലഭിക്കുന്നു.

ചിത്രം 63
നൈട്രജനാണു
പ്രാണികൾ

മണ്ണിലെ സജീവനൈട്രെയിററ വസ്തുക്കളെ സൂക്ഷ്മാണുപ്രാണികൾ നൈട്രെയിററുകളായി മാററുന്നു. ഈ കൃത്യത്തിൽ ഏർപ്പെടുന്ന സൂക്ഷ്മാണുപ്രാണികളെ നൈട്രജനാണുപ്രാണി (Nitrifying bacteria) കൾ എന്നാണ് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ വിളിക്കുന്നത്. നൈട്രെയിററുകളെ മണ്ണിൽനിന്നു വലിച്ചെടുത്തു സസ്യം ഔജസ്ദ്രവത്തെ ദേഹാംഗങ്ങളിൽ ശേഖരിക്കുന്നു. ജീവികൾ മരിക്കുമ്പോൾ സൂക്ഷ്മാണു പ്രാണികൾ വീണ്ടും ഈ സജീവവസ്ത്വംശത്തോടു സംയോജിക്കുകയും നൈട്രെയിററ് ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്യുന്നു. സസ്യങ്ങൾ ഈ പദാർത്ഥത്തെ പിന്നെയും സ്വീകരിക്കുകയും ഈ ചക്രം പുനരാവർത്തിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.

സജീവവസ്തുക്കളെ നൈട്രെയിററുകളാക്കി മാററുന്ന സൂക്ഷ്മാണുക്കൾ ഉണ്ടെന്നു മനസ്സിലാക്കിയല്ലോ. ഈ നൈട്രേററു



ചിത്രം 64.

കളെ നൈട്രജൻ വാതകമായി മാററുന്ന സൂക്ഷ്മാണുപ്രാണികളും ഉണ്ട്. ഈ പ്രാണികൾ സസ്യങ്ങൾക്ക് യാതൊരു ഗുണത്തേയും ചെയ്കയില്ലെന്നു എടുത്തുപറയേണ്ടാവശ്യമില്ലല്ലോ.

ചില നൈട്രജനാണുപ്രാണികൾ വായുവിൽനിന്നു നേരിട്ടു നൈട്രജൻവാതകത്തെ വലിച്ചെടുത്തു നൈട്രെയിററുകളെ സസ്യ

ങ്ങൾക്കു് നല്കുന്നു. ഇങ്ങനത്തെ അണുപ്രാണികൾ പയറു്, അവര എന്നീ ചെടികളിലെ വേരുകളിലുള്ള മുഴകളിൽ ചിലപ്പോൾ വസിക്കുമത്രേ. ഈ പ്രാണികൾ മൺതരികൾക്കിടയിൽ ഉള്ള വായുവിൽനിന്നു നൈട്രജൻവാതകത്തെ വലിച്ചെടുത്തു സസത്തിനു ആവശ്യമായ നൈട്രേറ്റുകളെ ഉണ്ടാക്കുന്നു.

അദ്ധ്യായം 55

വളം—കുഴിക്കൽ

——:o:——

ചെടി നല്ലവണ്ണം വളരുവാനും നല്ലപോലെ കായ്ക്കുവാനും വേണ്ടി സസ്യത്തിനു പുറമം മണ്ണിനോടു ചേർക്കുന്ന സാധനത്തെ ആണ് വളം എന്നു പറയുന്നതു്. സജീവ വസ്തുക്കളടങ്ങിയ വളം നിർജ്ജീവപദാർത്ഥങ്ങളടങ്ങിയ ഉരം എന്നു രണ്ടുതരം വളങ്ങൾ ഉണ്ടു്. പശു, എരുമ, കുതിര, കഴുത, ആടു് എന്നിവയുടെ ചാണകം; എല്ല്, മാംസം, ചോര, കൊമ്പു് എന്നിത്യാദി സജീവാംശങ്ങൾ; സസ്യങ്ങൾ ചീഞ്ഞളിഞ്ഞ കുപ്പമണ്ണു് അല്ലെങ്കിൽ ചളിമണ്ണു്—എന്നിവയെല്ലാം സജീവവസ്തുക്കളടങ്ങിയ വളങ്ങളാകുന്നു. നിർജ്ജീവവസ്തുക്കളടങ്ങിയ വളങ്ങൾ പ്രാണിലോകത്തിൽ നിന്നല്ല ലഭിക്കുന്നതു്. മണ്ണിലെ ധാതുക്കളിൽനിന്നോ വ്യവസായശാലകളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ചില പദാർത്ഥങ്ങളിൽനിന്നോ ആണ് ഇത്തരം വളം കിട്ടുന്നതു്.

സോഡിയം നൈട്രയിററ്, അമോണിയം സൽഫയുററ്, കാൽസിയം സൂപ്പർ ഫാസ്ഫയിററ്, പൊട്ടാസിയം സൽഫെയററ് എന്നിവയാകുന്നു വ്യവസായശാലകളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ചില വളങ്ങളിലെ സാമഗ്രികൾ. കുതിരയുടെയും കന്നുകാലികളുടെയും ചാണകം, പക്ഷിക്കാട്ടം (Guano) എല്ലുപൊടി, വെണ്ണീർ, കുപ്പമണ്ണു എന്നിവയാണ് സാധാരണമായി സജീവവസ്ത്വംശം അടങ്ങിയ വളമായി കൃഷിക്കാർ ഉപയോഗിച്ചുപോരുന്നതു്.

വളം ചേർക്കുന്ന വിഷയത്തിൽ താഴെ പറഞ്ഞിട്ടുള്ള വിഷയങ്ങൾ ഓർമ്മിക്കേണ്ടതാകുന്നു:— (1) വേണ്ടസമയത്തിൽ വേണ്ടവിധത്തിൽ വളം ചേർക്കണം. നഷ്ടമാകാതെ കുറേശ്ശകുറേശ്ശയായി വേരുകൾ സ്വീകരിക്കുന്ന മട്ടിൽ വളം സസ്യങ്ങൾക്ക് ഇട്ടു

കൊടുക്കണം. (2) സജീവവസ്തുാംശം അടങ്ങിയ വളങ്ങൾ നല്ല പോലെ ചീഞ്ഞളിഞ്ഞു് വികാരപ്പെട്ടതിനുശേഷമേ വളമായി ഉപയോഗിക്കുവാൻ പാടുള്ളു. അല്ലെങ്കിൽ വേരുകൾ കേടുവന്നും പോകും. (3) വ്യവസായശാലകളിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന ലവണങ്ങൾ വളമായി ഉപയോഗിയ്ക്കുമ്പോൾ സസ്യങ്ങളെ നനയ്ക്കണം. ഒഴുകുന്ന വെള്ളം ഇവയെ അലിയിച്ചോ അടിച്ചോ കൊണ്ടുപോകുവാൻ ഇടയുള്ളതുകൊണ്ടു് മഴക്കാലങ്ങളിൽ ലവണവളങ്ങൾ ഉപയോഗിയ്ക്കരുതു്. (4) പുതിയ സസ്യങ്ങൾക്കു് വളം ചേക്കുന്നതു് അത്ര നന്നല്ല. (5) സസ്യങ്ങളുടെ മുരടിൻെറ ചുവട്ടിൽ വളം വെക്കരുതു്; വേരിൽനിന്നു കുറച്ചകലേയായി നാലുപാടും ചാലുകീറി വളം ചേക്കുന്നതായാൽ പുതുതായി പൊടിച്ചുവരുന്ന വേരുകൾ വളങ്ങളെ വലിച്ചെടുത്തു സസ്യങ്ങളിലേയ്ക്കു് എത്തിച്ചു കൊടുക്കും (6) സജീവവസ്തുാംശം അടങ്ങിയ വളങ്ങൾ ലവണങ്ങളേക്കാൾ സസ്യങ്ങൾക്കു് ഗുണം ചെയ്യുന്നവയാകുന്നു.

കുഴിയ്ക്കൽ

വിത്തു മുളയ്ക്കേണമെങ്കിൽ നിലം ഇളകിമറിഞ്ഞിരിയ്ക്കേണം തറച്ച നിലത്തിൽ സസ്യങ്ങളുടെ വേരിന്നു ഉള്ളിലേയ്ക്കു് കടന്നു ചെല്ലുവാനുള്ള ശക്തി പോരാതെവരും. രണ്ടാമതു തറച്ച നിലങ്ങളിൽ മഴവെള്ളം ഉള്ളിലേയ്ക്കു് വേഗത്തിൽ താഴുകയില്ല. ആയതിനാൽ വിത്തു വിതയ്ക്കുന്നതിനുമുമ്പു മണ്ണു് ഇളക്കണം. ഇതിനു മൂന്നു മാർഗ്ഗങ്ങളാണുള്ളതു്. അവ കന്നുപൂട്ടൽ, ചാലുകീറൽ, കുഴിയ്ക്കൽ എന്നിവ ആകുന്നു.

അദ്ധ്യായം 56

അഭിസരണം (OSMOSIS)

—— : : ——

സസ്യങ്ങൾ വേരിൻെറ സഹായത്താലും തടിയുടെ സഹായത്താലും ആണ് മണ്ണിലെ ഭക്ഷണപദാൎത്ഥങ്ങൾ വലിച്ചെടുക്കുന്നത് ഈ സംഗതി പരീക്ഷണംമൂലം കാണാവുന്നതാണ്.

ഇയോസിൻ (eosin) ചായമോ ചുവന്ന മഷിയോ വെള്ളത്തിൽ കലക്കുക. വെളുത്ത ചീരത്തൈ പറിച്ചെടുത്തു ഈ വലയനം ഉള്ള പാത്രത്തിൽ, വേരു് വിലയനത്തിന്നകത്താകത്തക്കവണ്ണം വെക്കുക. പിറെറദിവസം തൈ പരിശോധിക്കുക. ഇലമേൽ ചായത്തിൻെറ നിറം അവിടവിടെയായിക്കാണാം. തൈയിലെ തടി മുറിച്ചു നോക്കുക. മുറിവായിൽ ചായക്കുറികൾ ഉണ്ടാകും. വേറൊരിടത്തിൽ തൈ മുറിച്ചു നോക്കുക. അവിടെയും ചായക്കുറികൾ കാണാം. വെള്ളം തടിയിലെ ചില ചാലുകൾവഴിക്കാണ് മേല്പോട്ടുയരുന്നതു്.

ചീരത്തൈക്കു പകരം ഒരു ചെടിയുടെ ചില്ലി മുറിച്ചെടുത്തു പരിശോധന നടത്തുക. ചായക്കുറികൾ നടുവിൽ കാണുകയില്ല. ചെടിയുടെ മൃദുകാതൽ (sapwood) ഭാഗത്തിലൂടെ ആണ് മണ്ണിലെ ഭക്ഷണപദാൎത്ഥവിലയനം കയറിയിരിക്കുക.

തടിയുടെ നടുവിൽ കാതൽ ഉണ്ടാകും. കാതൽ തൊലിയുടെ ഉൾഭാഗത്തായി മൃദുകാതൽ ഉണ്ടു. ഈ സമ്പ്രദായം എല്ലാം ചെടികളിലും കാണുകയില്ല. ഉദാഹരണമായി ചീരത്തൈയിൽ കാതൽ ഇല്ല.

വേരുകളുടെ ഉള്ളിലേക്കു മണ്ണിൽനിന്നു നീരു കടക്കുന്നുവെന്നു പഠിച്ചുവല്ലോ. ഈ പ്രവേശനം അഭിസരണം (osmosis) എന്ന വ്യാപാരം വഴിക്കു് ആണു.

ഒരു വേരിന്റെ അററത്തിൽ സെല്ലുകൾ കാണാം. ഈ സെല്ലുകൾക്കു നേരിയ സെൽഭിത്തി (cell- wall) കളുണ്ടു്. പാർച്ച്മെണ്ടു് (parchment) പോലെ വളരെ നേരിയ സുഷിരങ്ങളോടുകൂടിയവയാണിവ. ഇവയിലൂടെ ദ്രാവകം കടക്കും. ഭിത്തികൾക്കുള്ളിൽ സെൽസാരവും പ്രോട്ടോപ്ലാസ (protoplasm) വും കാണാം. സെൽസാരത്തിൽ മധുരസത്തിന്നു പുറമെ വേറെ പദാർത്ഥങ്ങളും ഉണ്ടു്. ഈ കുഴമ്പിന്നു ധല്ല കട്ടി ഉണ്ടാകും. എരുക്കിന്റെ തൈ മുറിക്കുക. ഒരു നീരു് തുളുമ്പി മേല്പോട്ടുയരുന്നു; ഇതിന്നു കട്ടി കൂടും. സെല്ലിലെ സാരം ഇതേ രീതിയിലാണിരിക്കുക. വേരിലെ ഇത്തരം സെല്ലുകളുടെ ഉള്ളിലേക്കാണു മണ്ണിൽനിന്നു വെള്ളം കടക്കുന്നതു്. മണ്ണിലെ വെള്ളത്തിന്റെ സാന്ദ്രത സെൽസാരത്തേക്കാൾ ചുരുങ്ങിയതാണു്. ഇക്കാരണത്താലാണു അഭിസരണംവഴിക്കു മണ്ണിലെ നീരു ഉള്ളിലേക്കു പ്രവേശിച്ചതു്.

വാൽ നീളമുള്ള തിസിൽ ഫനൽ (thistle funnel) എടുക്കുക. പരന്ന ഭാഗത്തായി പാർച്ച്മെണ്ടു കെട്ടുക. കെട്ടു നല്ലവണ്ണം മുറുക്കിയിരിക്കണം. മുറുക്കാത്തപക്ഷം ഫനലിന്നുള്ളിൽ ഒഴിക്കുന്ന ദ്രാവകം ഒഴുകിപ്പോകും. ഇതു സംഭവിക്കരുതു. ഉപകരണം ശരിപ്പെടുത്തിയതിന്നുശേഷം ഇതിന്നുള്ളിൽ പരിപൂരിതമായ പഞ്ചസാരവിലയനം ഒഴിച്ചു ഉപരിതലം കാണിക്കുന്ന സ്ഥാനം കുറിക്കുക. ഒരു ബീക്കറിൽ വെള്ളമെടുത്തു് പാർച്ച്മെണ്ടു കെട്ടിയ ഭാഗം വെള്ളത്തിൽ ആഴ്ത്തുക. ഫനൽ നിവർന്നു നില്ക്കാനുള്ള ഏർപ്പാടു ചെയ്യുക. പിറേറ ദിവസം ചെന്നു പരിശോധിക്കുക. കുഴലിലെ ദ്രാവകതലം ഉയർന്നു നില്ക്കും. ബീക്കറിലെ വെള്ളം ഉള്ളിലേക്കു കടക്കാതെ ഇതു സംഭവിക്കയില്ലല്ലോ.

സാന്ദ്രത ചുരുങ്ങിയ ദ്രാവകമാണു വെള്ളം. അതുകൊണ്ടാണു് സാന്ദ്രത കൂടിയ ദ്രാവകഭാഗത്തേക്കു വെള്ളം പ്രവേശിച്ചതു്. ഈ

വ്യാപാരമാണ് അഭിസരണം. സാന്ദ്രതകൂടിയ ദ്രാവകത്തേയും സാന്ദ്രത അത്രത്തോളം ഇല്ലാത്ത ദ്രാവകത്തേയും സുഷിരമയമായ ഒരു പടലം വേർതിരിക്കപക്ഷം അഭിസരണവ്യാപാരപ്രകാരം ചുരുങ്ങിയ സാന്ദ്രത ഉള്ളദ്രാവകം മററെ ദ്രാവകത്തിന്നുള്ളിൽ കടന്ന് ഇരു ദ്രാവകവും ഒരേ സാന്ദ്രതയുള്ളയുള്ളതാകുവാൻ ശ്രമിക്കും.

ചെടിയിലെ വേരുകളിലെ ഒരു സെല്ലിൽനിന്നു വേറൊരു സെല്ലിലേക്കു ദ്രാവകത്തിൻെറ ഒഴുക്ക് ഉണ്ടാകുന്നതും അഭിസരണത്താൽ ആകുന്നു.

ചെടിക്കു ചുററും മണ്ണിലെ നീരു സാന്ദ്രത കൂടിയതാണെങ്കിൽ ചെടിയുടെ നീരു മണ്ണിലേക്കൊഴുകി ചെടിതന്നെ വാടിപ്പോകും. ആയതിനാൽ കൃത്രിമവളം മണ്ണിൽ അധികംചേക്കുന്നതു ഗുണപ്രദമല്ല.

അദ്ധ്യായം 57

ചെടികൾക്കുള്ള ഭക്ഷണം.

——:o:——

ഏതുവിധ പ്രാണി (സസ്യങ്ങളേയും ജീവികളേയും ഈ വാക്കിൽ ഉൾപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു) യായാലും വേണ്ടില്ല, അതിന്നു ആഹാരം കൂടാതെ ജീവിക്കുവാൻ കഴികയില്ല. സസ്യങ്ങൾക്കും ആഹാരം വേണം. സസ്യങ്ങൾ മണ്ണിൽ ലയിച്ചുകിടക്കുന്ന ധാതുലവണങ്ങളാണു ആഹാരപദാർത്ഥമായി സ്വീകരിക്കുന്നതു്. സസ്യങ്ങൾക്കു കിട്ടുന്ന ലവണങ്ങളിൽ അനേക വികാരങ്ങൾ നടന്നതിന്നു ശേഷമേ അവ ആഹാരസത്തായി പരിണമിക്കുകയുള്ളു.

ധാതുലവണങ്ങളെ സസ്യാഹാരം എന്നു വിളിക്കാറുണ്ടു്. വാസ്തവത്തിൽ ഈ ലവണങ്ങൾ ആഹാരമേ അല്ല ആഹാരം എന്നതു ദേഹാംഗങ്ങളുടെ പോഷകത്തെ ചെയ്യുന്നതായിരിക്കണം. ലവണങ്ങൾ യാതൊരു നവശക്തിയേയും നല്കുകയില്ല. ആയതിനാൽ ഇവ സസ്യാഹാരമല്ല. സസ്യം ഈ ലവണങ്ങളെ ചില സാധനങ്ങളായി മാററുന്നു. അവ ദ്രാക്ഷാമധുരവസ്തുവോ ധാന്യന്ത്വറോ ആയിരിക്കും. ഇതാകുന്നു വാസ്തവത്തിൽ സസ്യത്തിൻെറ ആഹാരം.

സസ്യാഹാരം എന്നു വിളിച്ചുവരുന്ന പദാർത്ഥങ്ങളിൽ വെള്ളം മുഖ്യമായതാകുന്നു. അതില്ലാതെ ഒരു സസ്യവും വളരുന്നതല്ല. കടിയിൽക്കൂടിയും ഇലയിൽക്കൂടിയും ചെടിക്കു വെള്ളം ഉൾക്കൊള്ളുവാൻകഴിയുന്നതല്ല. ആയതിനാൽ വേരല്ലാതെ വേറൊരവയവം ഈ വിഷയത്തിൽ ഏൎപ്പെടുന്നില്ല.

സസ്യാഹാരസത്തായ ധാന്യന്ത്വറ ഉണ്ടാക്കുവാൻ വെള്ളം അത്യാവശ്യമാകുന്നു: സസ്യങ്ങളിൽ അധിക ഭാഗവും ജലമയമായതാകുന്നു. ചില ശാഖാദ്രവ്യങ്ങളിൽ ·90% വെള്ളമുണ്ടു്. ഇവയി

ലെ മൃദുവായ ഭാഗങ്ങൾക്കു ഒരു ബലം കൊടുക്കുന്നതു ഈ വെള്ളമാകുന്നു. വെള്ളമില്ലെങ്കിൽ ചെടികൾ നിവൎന്നു നില്ക്കയില്ല. വെള്ളം തിങ്ങിപ്പോയാൽ ചെടിയുടെ ഘനത്താൽ ചെടി ചുവട്ടിലേയ്ക്കു തലതാഴ്ത്തി വീണുതുടങ്ങുന്നു. അതു വാടി ഉണങ്ങിപ്പോകും.

വെള്ളത്തിൽ മണ്ണിലുള്ള അനവധി ലവണങ്ങൾ അലിയുന്നതാണു്. ആയതിനാൽ വേരു് വെള്ളം വലിച്ചെടുക്കുമ്പോൾ അതിനോടൊപ്പം അനവധി ലവണങ്ങളേയും ആകൎഷിച്ചെടുക്കുന്നു. ഈ ലവണങ്ങൾ ഇലയിൽ എത്തിച്ചേരുകയും അവിടെ ആഹാരസത്തായി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ കാരണത്താൽ സസ്യങ്ങൾക്കു വെള്ളം ഴിച്ചുകൂടാത്തതായി വരുന്നു.

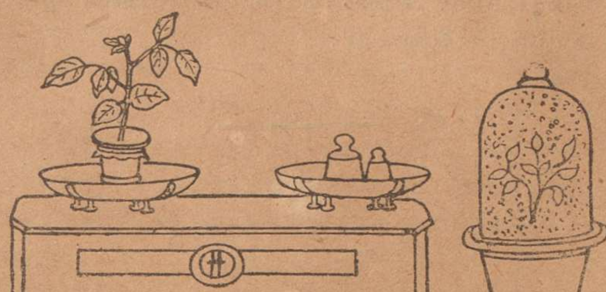
അദ്ധ്യായം 58

ബാഷ്പവിസർജ്ജനം

TRANSPIRATION.

——:o:——

നമ്മുടെ ത്വക്കിൽക്കൂടി സദാപി വിയർപ്പ് പുറമെ പോകുന്നതു പോലെ ചെടിയുടെ മുകളിൽനിന്നു സദാപി വെള്ളം നഷ്ടമായ്ക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഈ സമ്പ്രദായത്തെ 'ബാഷ്പവിസർജ്ജനം' എന്നാണ് പറയാറ്. ചെടികളിൽനിന്നു ജലം നഷ്ടമായിപ്പോകുന്നു എന്നു് പരിശോധനമൂലം തെളിയിക്കാവുന്നതാണ്. വെള്ളം നനച്ച് ചട്ടിയിൽ വളർത്തുന്ന ഒരു ചെടി കൊണ്ടുവരിക. ചട്ടിയുടെ ഭാഗങ്ങളും മണ്ണിന്റെ ഉപരിതലവും ഒരു റബ്ബർ കഷണംകൊണ്ടു മൂടിക്കെട്ടുക. ഇങ്ങനെ ചെയ്യുമ്പോൾ തടി പുറത്തേക്കു തുറിച്ചു



ചിത്രം 65. ചെടികളിൽനിന്നു ബാഷ്പവിസർജ്ജം നടക്കുന്നു എന്നു കാണിക്കുവാൻ

നില്ക്കുവാനുള്ള ദ്വാരം റബ്ബർതുണിയിൽ ഉണ്ടാകണം. ചെടിയുടെ മുകളിൽ ഒരു ബെൽജാർ കമഴ്ത്തിവെയ്ക്കുക. കുറെ സമയം കഴിയുന്നതിനുമുമ്പായി ഗ്ലാസിന്റെ ഉപരിഭാഗത്തിൽ നീർത്തുള്ളികൾ

കണ്ടുതുടങ്ങും. ഉവ വണ്ണംവെച്ച ഒഴുകിത്തുടങ്ങും. പാത്രത്തിൻെറ ഭാഗങ്ങളും മണ്ണും നല്ലവണ്ണം മൂടിയിരിക്കുന്നതിനാൽ ഇത്രയധികം വെള്ളം ചെടിയിൽനിന്നുതന്നെ വന്നിരിക്കണം. ഇതേമാതിരിയുള്ള വേറൊരു ചട്ടിയെടുക്കുക. ഇതിൽ ചെടിമാത്രം ഉണ്ടാകരുത്. ആദ്യത്തേപ്പോലെ. റബ്ബർകൊണ്ടു മൂടിക്കെട്ടി റബൽജാർ അതിൻെറ മുകളിൽ കമഴ്ത്തിവെയ്ക്കുക. യാതൊരുവിധ തുള്ളികളും ജാറിൽ കാണുന്നില്ല. ആയതിനാൽ നീർത്തുള്ളികൾ ചെടിയിൽനിന്നു് ഉത്ഭവിച്ചവയാണെന്നതിന്നു സംശയമേ ഇല്ല.

ചട്ടിയിലെ ചെടിയെ ചട്ടിയോടുകൂടി ഒരു ത്രാസിൽ വെച്ച വലത്തെത്തട്ടിൽ തൂക്കക്കട്ടികളിട്ടു സമനിലപ്പെടുത്തുക. കുറെനേരം കഴിഞ്ഞതിന്നുശേഷം പരിശോധിക്കുന്നതായാൽ ഇടത്തെതട്ടു പൊന്തുന്നതായിക്കാണാം. പരിശോധനയുടെ അവസാനത്തിൽ സമനിലപ്പെടുവാൻ നീക്കം ചെയ്യേണ്ടിവന്നതായ തൂക്കം നഷ്ടപ്പെട്ട വെള്ളത്തിൻെറതാകുന്നു.

അദ്ധ്യായം 59

ബാഷ്പവിസർജ്ജനം. (തുടച്ച്)

—— :o: ——

ബാഷ്പവിസർജ്ജനം (Tanspiration) നല്ലവണ്ണം ഉണ്ടാകുന്നുവെങ്കിലും അതിൻെറ അളവു പല സംഗതികളെ ആസ്പദിച്ചിരിക്കുന്നു. ചെടിയുടെ സമ്പ്രദായമാണു് വെള്ളത്തിൻെറ അളവു തീച്ചപ്പെടുത്തുക. ഉദാഹരണമായി തടിച്ച ഇലകളോടുകൂടിയതും പതുക്കെ വളരുന്നതുമായ ചെടികളിൽ ഈ ബഹിഷ്കരണം വളരെ ചുരുങ്ങിയിരിക്കുകയും നേരെമറിച്ച് നേരിയ ഇലകളോടുകൂടിയതും വേഗത്തിൽ വളരുന്നതുമായ ചെടികളിൽ ഈ ബഹിഷ്കരണം വദ്ധിച്ചിരിക്കുകയുമാണു് പതിവു്. ഒരേ ചെടിയിൽതന്നെ സമയവ്യത്യാസത്തെ ആസ്പദിച്ചാണു് ഈ ബഹിഷ്കരണം നടക്കുന്നതു്. ഉദാഹരണമായി, രാവിലേയും വൈകുന്നേരവും ബഹിഷ്കരണത്തിൻെറ തോതു് വളരെ കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നതാണു്; നട്ടുച്ചക്കു ഈ ബഹിഷ്കരണം അത്യധികമായും രാത്രിക്കു തീരെ ഇല്ലാതേയും ഇരിക്കും. സൂര്യവെളിച്ചം, ചൂടു്, അനക്കമില്ലാത്ത വായു, ഇരുട്ടു്, തണുപ്പു്, വരൾച്ച, മഞ്ഞു് എന്നിവയെല്ലാം സസ്യങ്ങളിൽനിന്നുള്ള ജലബഹിഷ്കരണത്തിൽ വ്യത്യാസത്തെ ഉണ്ടാക്കുന്നു. വായുവിലുള്ള നീരാവിയേയും വായുവിന്നു വലിച്ചെടുക്കുവാൻ കഴിയുന്ന നീരാവിയേയും അനുസരിച്ചു ബഹിഷ്കരണം മാറുന്നതാകുന്നു. സൂര്യപ്രകാശം, ചൂടു്, വരൾച്ച, കാററു് എന്നിവ ബഹിഷ്കരണത്തെ വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നു. ഇരുട്ടു്, തണുപ്പു്, വായുവിന്നു അനക്കമില്ലായ്മ, വായുവിലുള്ള നീരാവിയുടെ സാന്നിദ്ധ്യം എന്നിവ ബഹിഷ്കരണത്തെ ചുരുക്കുന്നു. ബാഷ്പീഭവനത്തിന്നു സഹായിക്കുന്ന എല്ലാ വിഷയങ്ങളും ജലബഹിഷ്കരണത്തെ ഉണ്ടാക്കുന്നു. എന്നാൽ ബാഷ്പീഭവനം (Evaporation) ഇതിൽനിന്ന വ്യത്യസ്തപ്പെട്ടതാകുന്നു. ഒരേ സമതലവിസ്താരമുള്ള ചെടിയിൽനിന്നും വെള്ളത്തിൽനിന്നും പോകുന്ന

നീരാവിയുടെ തോതു ഒന്നല്ല. ഈ ബാഷ്പവിസർജ്ജനം സസ്യത്തിൻെറ പ്രോട്ടോപ്ലാസ (Protoplasam) ത്തിൻെറ അധീനത്തിലാകുന്നു നടക്കുന്നതു്.

ഇലയിൽനിന്ന വെള്ളം എങ്ങിനെ വററിപ്പോകുന്നു? വേതവലിച്ചെടുക്കുന്ന വെള്ളം എന്തുകൊണ്ടു ഇവയിൽനിന്നു വററിപ്പോകണം? ഈ പ്രശ്നങ്ങൾക്കു് ഉത്തരം കിട്ടുവാൻ ഇലയുടെ രചന ഓർമ്മിച്ചാൽ മതിയാകും. ഇലയുടെ കീഴ്തൊലിൽ സൂക്ഷ്മപത്രസുഷിരങ്ങൾ (Stomata) ഉണ്ടല്ലോ. സൂക്ഷ്മദർശിനിയുടെ സഹായത്താൽ മാത്രമേ ഇവയെ കാണുവാൻ കഴിയുകയുള്ളു. ഉപരിതലത്തിൽ ഈ സൂക്ഷ്മരന്ധ്രങ്ങൾ വളരെ ചുരുക്കവും അധോതലത്തിൽ അധികവുമായിരിയ്ക്കും. സൂര്യനോടു എതിരായിരിക്കുന്ന ഭാഗത്തിൽ അധികമായ ബാഷ്പവിസർജ്ജനം നടക്കാതിരിക്കുവാനാണു് ഈ ഏപ്പാടുള്ളതു്. ഈ സുഷിരങ്ങളിൽക്കൂടി ആകുന്നു ബാഷ്പവിസർജ്ജനം ഉണ്ടാകുന്നതു്.

5ാം വിഭാഗം—ആരോഗ്യശാസ്ത്രം.

അദ്ധ്യായം 60

സമുദായത്തെ ദീനങ്ങളിൽ നിന്നു രക്ഷിക്കുവാൻ.

—— : o : ——

വ്യക്തിപരമായ ആരോഗ്യാനുഷ്ഠാനങ്ങൾ.

നവീന കാലങ്ങളിൽ ജീവിതദശമുഴുവനും ഒരുവനു രോഗങ്ങളോടു മല്ലിടുവാൻ ചെലവഴിക്കേണ്ടിവരുന്നു. ഈ ആയോധനത്തെ ലഘൂകരിച്ച സമുദായത്തിൻെറ ആരോഗ്യത്തെ നിലനിത്തുവാൻ പരിഷ്കൃതരാജ്യങ്ങളിലെ ഭരണകത്താക്കന്മാർ ആരോഗ്യവകുപ്പ ഏപ്പെട്ടുത്തിയിരിക്കുന്നു. ആരോഗ്യ ഡിപ്പാട്ട്മെണ്ടുകാർ എന്തുതന്നെ ചെയ്താലും പ്രജകളിൽ ഓരോരുത്തരും വ്യക്തിയെ സംബന്ധിച്ച ചില ആരോഗ്യനിനമങ്ങൾ അനുഷ്ഠിക്കുന്നില്ലെങ്കിൽ ഭരണകത്താക്കന്മാരുടെ സദുദ്ദേശം നിഷ്ഫലമാകുന്നാണു്.

സമുദായത്തിനു ഗുണം ചെയ്യേണ്ടതിലേക്ക് ഓരോ പ്രജയും ശരീരവൃത്തി, നല്ലാഹാരം, മലിനരഹിതവസ്ത്രധാരണം, വ്യയാമം, പ്രവൃത്തിയും വിശ്രമവും എന്നീ വിഷയങ്ങളിൽ മനസ്സിരുത്തേണ്ടതുണ്ടു്. ഇതിനും പുറമെ ഒരുവൻ നിവസിയ്ക്കുന്ന ഗൃഹത്തിൽ പാകത്തിലുള്ള വായുസഞ്ചാരവും നല്ല വെളിച്ചവും ഉണ്ടായിരിയ്ക്കണം. കുടിയ്ക്കുവാനുള്ള ശുദ്ധജലം ഗൃഹത്തിൽ ലഭിയ്ക്കണം. വെള്ളം കെട്ടിനില്ക്കാതെ നല്ല നീരൊഴുക്കം വീട്ടിനുചുററും ഉണ്ടാകണം. വീട്ടിലെ മാലിന്യങ്ങളെ നീക്കംചെയ്യുവാനുള്ള സൌകര്യങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കണം.

സാംക്രമികരോഗങ്ങൾ പരക്കുന്ന കാലങ്ങളിൽ സൂക്ഷ്മാണുപ്രാണികൾ ചെയ്യുന്ന ഉപദ്രവങ്ങളിൽനിന്നു മോചനം നേടുവാൻ ആരോഗ്യവകുപ്പുദ്യോഗസ്ഥന്മാർ പറയുന്ന കീറിവെയ്ക്കലിലോ കുത്തിവെയ്ക്കലിലോ സഹകരിക്കേണ്ടതു ഓരോരുത്തൻെറയും കടമയാകുന്നു

അദ്ധ്യായം 61

കീറിവെക്കലും കുത്തിവെക്കലും.

—— :o: ——

കീറിവെപ്പു് എന്നതെന്തെന്നു എല്ലാവൎക്കും അറിയുന്ന വിഷയമാണു്. വസൂരി പിടിപെടുന്നതിൽനിന്നു ഒരു രക്ഷ ഇതു നല്കുന്നു.

പ്ലേഗ്, വിഷൂചിക, വിഷജ്വരം, കണ്ഠരോഗം (Diphtheria) മുതലായ രോഗങ്ങൾ പരക്കാതിരിക്കുവാനും കുത്തികെക്കുവാനുള്ള മരുന്നുകൾ വൈദ്യന്മാർ കണ്ടുപിടിച്ചുകഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു.

സമുദായികപരമായ ആരോഗ്യാനുഷ്ഠങ്ങൾ.

ഓരോരുത്തരും അവരവരുടെ ആരോഗ്യത്തെപ്പററി മാത്രമാണല്ലോ ശ്രദ്ധിക്കുക. ആരോഗ്യഡിപ്പാർട്ടുമെണ്ടു് സമുദായത്തിന്റെ ആകമാനആരോഗ്യവിഷയത്തിൽ ആണു് ദൃഷ്ടിപതിപ്പിക്കുന്നതു്. പട്ടണത്തിലെ വായു ശുദ്ധമായിരിക്കുവാൻ വേണ്ടുന്ന ഏൎപ്പാടുകളെല്ലാം ഗവൎമ്മെണ്ടാണു ചെയ്യേണ്ടതു്. വ്യവസായശാലാനിൎമ്മാണത്തെ സംബന്ധിച്ച നിയമങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കി തിരക്കധികമുള്ള പട്ടണഭാഗങ്ങളിൽ ശാലകൾ കെട്ടാതെ നോക്കേണ്ടുന്ന ചുമതല ഈ ഡിപ്പാർട്ടുമെണ്ടുകാൎക്കുണ്ടു്. ഈ ഡിപ്പാർട്ടുമെണ്ടു തെരുവിലെ പാതകൾ വെട്ടപ്പുവരുത്തുകയും പൊടി ശമിക്കുവാൻ പാതു നനക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഗവൎമ്മെണ്ടു ചിലവിന്മേൽ കളിത്തോട്ടങ്ങളും ഉപവനങ്ങളും സ്ഥാപിക്കുന്നു. ജലകഷ്ടമുള്ള ദിക്കിൽ ജലവിതരണത്തിലുള്ള ഏൎപ്പാടുകൾ ചെയ്യുന്നു. ജലം മലിനപ്പെടുമ്പോൾ കാലറ (വിഷൂചിക) മുതലായവ സാംക്രമികരോഗങ്ങൾ പരക്കുവാൻ ഇടയുണ്ടായി അനേകായിരം ജനങ്ങൾ ക്ഷണനേരത്തിൽ മരിച്ചുപോകുവാൻ സംഗതിയുള്ളതിനാൽ പട്ടണത്തിലേക്കു വരുന്ന വെള്ളത്തെ അതിന്റെ ഉത്ഭവസ്ഥാനത്തുതന്നെ പരിശോധിച്ചു് ശുദ്ധീകരിച്ചു വൃത്തിയുള്ള കുഴലുകളിൽ ശുദ്ധമായ അവസ്ഥയിൽ പട്ടണനിവാസികൾക്കു് എത്തിച്ചുകൊടുക്കുന്നു.

പട്ടണങ്ങളിലെ മലിനവെള്ളം ഒഴുകിപോകേണ്ടതിലേക്ക ഓവുകൾ കെട്ടുന്നു. ഈ ഡിപ്പാർട്ടുമെണ്ടുകാർ തോട്ടികളേയും കുപ്പവണ്ടിക്കാരേയും നിശ്ചയിച്ചു തെരുവുകൾ അടിച്ചു വൃത്തിയാക്കുന്നു.

സാംക്രമികരോഗങ്ങളെ പരക്കുവാൻ അനുവദിയ്ക്കാതെ നശിപ്പിക്കുകയാകുന്നു ആരോഗ്യഡിപാർട്ടുമെണ്ടുകാരുടെ മുഖ്യമായ കൃത്യം. പ്രത്യേകമായി തെയ്യാറാക്കുന്ന മരുന്നുകളെ സാംക്രമികരോഗങ്ങൾ പരക്കുന്ന പ്രദേശങ്ങളിലെ നിവാസികളുടെ ദേഹത്തിൽ കുത്തിവെച്ചും രോഗികളെ ഒററപ്പെടുത്തിയും രോഗികൾ താമസിച്ച വീടുകളിലെ വിഷബീജം നീക്കിയും ആണു് സാംക്രമികരോഗബാധയെ ജയിക്കുവാൻ ഗവർമ്മേണ്ടു മുതിരുന്നതു്.

അദ്ധ്യായം 62.

അശുദ്ധവായുവിവാൽ ഉണ്ടാകുന്ന ദീനങ്ങൾ—വായുസഞ്ചാരം—ശരിയായി ശ്വസിക്കേണ്ടുന്ന മാർഗ്ഗം—ദീർഘശ്വാസ വ്യായാമങ്ങൾ—കൃത്രിമമായ ശ്വാസോച്ഛ്വാസം—പ്രാണവായു ശ്വസനം.

—::*::—

അശുദ്ധവായുവിനാൽ ഉണ്ടാകുന്ന ദീനങ്ങൾ.

ആളുകൾ ഇക്കാലങ്ങളിൽ ഗ്രാമങ്ങൾ വിട്ടു പട്ടണങ്ങളിൽ ചെന്നു പാർക്കുവാൻ തുടങ്ങുന്നു. പട്ടണങ്ങളിലെ ജനസംഖ്യ വർദ്ധിച്ചുകഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. അവിടങ്ങളിൽ വീടുകൾ സ്ഥലമുള്ളേടത്തെല്ലാം കയററുന്നു. പകൽ മുഴുവനും വാഹനങ്ങൾ പൊടി പറപ്പിച്ചുകൊണ്ടു് ഓടുന്നു. ചുരുക്കത്തിൽ, പട്ടണങ്ങളിൽ നല്ല വായു കിട്ടുകയില്ല. അവിടത്തെ നിവാസികൾക്കു് അശുദ്ധവായു ശ്വസിക്കുന്നതുകൊണ്ടു് പലവിധ രോഗങ്ങൾ പിടിപെടുന്നു.

അശുദ്ധവായു ശ്വസിക്കുന്നതിനാൽ അധികം പേർക്കും ക്ഷയം എന്ന രോഗം ഉണ്ടാകുന്നു. ട്യൂബർകിൾ (Tubercle) എന്ന രോഗാണു പാതയിലെ പൊടിയിൽ ചേർന്നു പട്ടണനിവാസികളിൽ ഈ ദീനത്തെ പരത്തുന്നു. പട്ടണത്തിൽ ജീവിക്കുന്ന എല്ലാവരുടെ ദേഹത്തിലും ക്ഷയരോഗാണുക്കൾ ഉണ്ടു്. പക്ഷെ ചിലരിൽ

മാത്രം ഇവ രോഗത്തെ ഉളവാക്കുന്നു. നമ്മുടെ ദേഹത്തിന്ു വിഷ ബീജങ്ങളോടു പൊരുതുവാൻ സ്വാഭാവികമായി ഒരു ശക്തിയുണ്ടു്. പക്ഷെ ദേഹം ക്ഷീണിച്ചിരിയ്ക്കുമ്പോളോ ഓജസ്സു ചുരുങ്ങിയിരിക്കു മ്പോളോ രോഗാണുക്കൾ കോപിക്കയും നമുക്കു് ദീനം പിടിപെടു കയും ചെയ്യുന്നതാണു്. ഈ ദീനത്തിന്റെ ലക്ഷണങ്ങൾ ഏതു അ വയവത്തിലും കാണാം. ശ്വാസകോശങ്ങളും മേദോഗ്രന്ഥി (lymph gland) കളും വേഗത്തിൽ രോഗലക്ഷണങ്ങളെ പ്രദർശി പ്പിക്കും. കരൾ, കുടൽമാലകൾ, ഗുല്മം (പ്ലീഹ), വൃക്കകൾ എല്ലു കൾ, സന്ധികൾ, തലച്ചോറു് എന്നിവയിൽ ഏതെങ്കിലും ഒരവ യവത്തേയോ അതിലധികം അവയവങ്ങളേയോ ഈ ദീനം ഉപദ്ര വിക്കാം. ശ്വാസകോശങ്ങളെ ഉപദ്രവിക്കുന്ന ക്ഷയത്തെ രാജയ ക്ഷ്മാവു്—ക്ഷയക്കുര–Phthisis) എന്നു വിളിക്കാറുണ്ടു്.

വായുമൂലം പരക്കുന്ന വേറെയും ദീനങ്ങൾ ഉണ്ടു്. ശ്വാസകോശ രോഗം, ബാംബേപ്പനി, ചുമ (കുര), അള്ളുമുറിച്ചൽ (Bron- chitis) എന്നിവ വായുവിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന രോഗാണുക്കൾ പര ത്തുന്ന ചില രോഗങ്ങൾ ആകുന്നു. ഈ രോഗങ്ങൾ പിടിപെട്ടാൽ പനി, ശ്വാസനാളത്തിൽ പുണ്ണു്, തലവേദന, കൈകാലുകളിൽ തളച്ച്, ബലഹീനത എന്നീ ഉപദ്രവങ്ങൾ കണ്ടുതുടങ്ങും,.

ശുദ്ധവായു ശ്വസിക്കുന്നപക്ഷം ഈ സാംക്രമികരോഗങ്ങൾ പിടിപെടാതെ കഴിക്കാം. തിക്കും, തിരക്കും, പൊടിയും അധികമുള്ള സ്ഥലങ്ങളിൽ ശുദ്ധവായു എളുപ്പത്തിൽ കിട്ടുവാൻ വലിയ പ്രയാസമുണ്ടു്. ആയതിനാൽ ഇങ്ങനത്തെ സ്ഥലങ്ങളിൽ അതാ യതു പട്ടണങ്ങളും, വൃത്തികെട്ട സ്ഥലങ്ങൾ, പൊടി ശേഖരിക്കുന്ന സ്ഥലങ്ങൾ എന്നിവയിൽ താമസിക്കരുതു്.

വായുസഞ്ചാരം.

വീടുകളിൽ നല്ല വായുവിൻെറ ഓട്ടം ഉണ്ടാകുവാനുള്ള സൌകര്യങ്ങളിരിക്കണം. നാം ശ്വാസിക്കുന്ന വായുവിനെത്തന്നെ വീണ്ടും ശ്വാസിക്കുന്നപക്ഷം നമുക്കു ലഭിക്കുന്ന വായു മലിനമായതായിരിക്കും. ശ്വാസോച്ഛ്വാസത്താൽ, ശ്വാസകോശത്തിൽനിന്നു മലിനപദാർത്ഥങ്ങളോടൊപ്പം അധികമായ തോതിലുള്ള അംഗാരകദ്വിപ്രാണയുതിയെയാണല്ലോ നാം പുറമെ വിടുന്നതു്. വായു അശുദ്ധമായ്തീരുന്നതിനാൽ അതിനെ ശ്വാസിക്കുമ്പോൾ ചോര ശുദ്ധമാകുകയില്ല. നേരെ മറിച്ചു അതിൽ മലിനങ്ങൾ വർദ്ധിക്കും. തദ്വാരാ, തലവേദന, സുഖമില്ലായ്മ എന്നീ ഉപദ്രവങ്ങൾ ആരംഭിക്കും. ആയതിനാൽ നാം വസിക്കുന്ന വീടുകളിൽ നല്ല വായുവിൻെറ സഞ്ചാരം വേണ്ടതാകുന്നു. ഈ ആവശ്യത്തിനായി കെട്ടിടങ്ങളിൽ വാതിലുകൾക്കും ജനലുകൾക്കും എതിരിലായി വേറെ വാതിലുകളും ജനലുകളും ഉണ്ടായിരിക്കണം. ഇവയെ തരമുള്ളപ്പോളെല്ലാം തുറന്നുവെച്ചിരിക്കണം. തുറന്ന സ്ഥലങ്ങളിലോ എതിരിലുള്ള ജനലുകൾ തുറന്നിട്ടിരിക്കുന്ന മുറികളിലോ ഉറങ്ങുന്നവക്കു ജലദോഷം, തലവേദന എന്നീ സുഖക്കേടുകൾ ഉണ്ടാകയില്ല.

അദ്ധ്യായം 63.

ഉപകാരികളും ഉപദ്രവികളുമായ സൂക്ഷ്മാണുപ്രാണി (Bacterium) കൾ

(Bacteria)

—— : o : ——

സൂക്ഷ്മാണുപ്രാണികൾ എല്ലായിടത്തുമുണ്ടു്. ഭൂമിക്കുള്ളിലും ഭൂമിയുടെ തലത്തിലും വായുവിലും വെള്ളത്തിലും നാം അതിനെ കണ്ടേക്കാം. നിലം അടിച്ചുകോരുന്നവൻ അനേകായിരം അണുപ്രാണികളെ നിലത്തിൽനിന്നു വായുവിൽ പരക്കുവാൻ സമ്മതിക്കുന്നു. മോട്ടോർ ഓടിക്കുന്നവൻ ലക്ഷംകണക്കായി ഇത്തരം പ്രാണികളെ പാതയിലുള്ള പൊടിയിൽനിന്നു വായുവിലേയ്ക്കു് പരത്തുന്നു. ആഹാരം കഴിക്കുമ്പോഴും വെള്ളം കുടിക്കുമ്പോഴും ആയിരം കണക്കായി നാം ഈ പ്രാണികളെ നമ്മുടെ ദേഹത്തിനുള്ളിൽ ചെല്ലുവാൻ അനുവദിക്കുന്നു.

ഈ പ്രാണികൾ എത്രയും സൂക്ഷ്മതങ്ങളായ സസ്യങ്ങളാകുന്നു. ശരാശരി അളവെടുക്കുന്നതായാൽ ഇവയുടെ വ്യാസം സുമാർ $\frac{1}{200000}$ അംഗുലം ആകുന്നു.

സസ്യങ്ങളിൽ കാണുന്ന പച്ചനിറം ഇവയ്ക്കു് ഇല്ലാത്തതിനാൽ സസ്യവർഗ്ഗത്തിൽ പെട്ടവയാണെങ്കിലും ഇവയ്ക്കു നിർജ്ജീവപദാർത്ഥങ്ങളിൽനിന്നു ആഹാരസത്തിനെ സമ്പാദിക്കുവാൻ കഴിയുകയില്ല. പ്രാണികളുടെ അംശങ്ങളെ ആണു് ആഹാരത്തിനു ഇവ ആശ്രയിക്കുന്നതു്.

ഈ അംശം പ്രാണനുള്ള ഭാഗങ്ങളോ ചത്തതോ ആയിരിക്കും. ഈ സൂക്ഷ്മാണുപ്രാണികളിൽ ചിലവ ചീഞ്ഞളിഞ്ഞ സസ്യഭാഗങ്ങളേയോ ജീവിഭാഗങ്ങളേയോ തിന്നുന്നു. ഇവ ശവഭോജികൾ (Saphropytes) ആകുന്നു. വേറെ ചിലവ പ്രാണനുള്ള സസ്യങ്ങളുടേയോ ജീവികളുടേയോ രസം വലിച്ചുകുടിച്ചു ജീവിക്കുന്നു. ഇവ പരാന്നഭോജികൾ ആകുന്നു. സൂക്ഷ്മാണുപ്രാണികളിൽ മുക്കാലിലധികത്തിന്റേയും വളർച്ചക്കു മററും പ്രാണവായു ആവശ്യമാകുന്നു. എന്നാൽ ഈ പ്രാണികളിൽ ചിലവയ്ക്കു് പ്രാണവായു തീരെ പററുകയില്ല. വായുവിലെ നനവു, മിതമായ ചൂടു, ഈ പ്രാണികൾ ഇഷ്ടപ്പെടുന്ന ആഹാരം എന്നിവ കിട്ടിയാൽ ഈ അണുപ്രാണികൾ വല്ലാതെ വളൎന്നു പെരുകും. ഒരിടത്തിൽ ഒരു അണുപ്രാണിയുണ്ടെങ്കിൽ കുറെ മണിക്കൂറിനുള്ളിൽ അതു കോടിക്കണക്കായി അണുപ്രാണികളെ ഉൽപാദിപ്പിക്കും.

അണുപ്രാണികളെല്ലാം ഉപദ്രവികളാണെന്നു ഒരു തെററിധാരണ പൊതുവേയുണ്ടു്. ഇതു് അബദ്ധമാണു്. എത്രയോ നിരുപദ്രവികളായ അണുപ്രാണികൾ ഉണ്ടു്. ഈ അണുപ്രാണികളിൽ ചിലവ ഉപകാരംകൂടിയും ചെയ്യുന്നു.

ചിലവ സാധനങ്ങളെ പുളിപ്പിക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്നു. ചീഞ്ഞളിഞ്ഞു ദുൎഗ്ഗന്ധത്തെ പരത്തി സുഖക്കേടുകളെ ഉണ്ടാക്കുന്ന ചില പ്രാണ്യംശങ്ങളെ നിർജ്ജീവപദാൎത്ഥങ്ങളാക്കി മാററുന്നതു വേറെ ചില അണുപ്രാണികളാകുന്നു. ഇത്തരം അണുപ്രാണികളില്ലെങ്കിൽ ഭൂലോകത്തിലെ ശവങ്ങളിൽ മാററങ്ങൾ സംഭവിക്കയില്ല. എവിടെ നോക്കിയാലും ശവമയമായിരിക്കും. കാലാന്തരങ്ങളിൽ ശവങ്ങളെ സൂക്ഷിക്കുവാൻ സ്ഥലസൌകൎയ്യം പോരാതെ വന്നേക്കും. എന്നാൽ ശവങ്ങളെ മണ്ണാക്കിത്തീൎക്കുന്ന ഈ പ്രാണികൾ ചെയ്യുന്ന ഉപകാരം നോക്കുക! പ്രാണികൾ ചീഞ്ഞളിഞ്ഞു മണ്ണായിത്തീരുന്ന വളം പ്രാണികളുടെ വളൎച്ചയ്ക്കു് എത്ര ഗുണപ്രദമാകുന്നു.

പാൽ തൈരായിത്തീരുന്നതു് ഒരുവിധ അണുപ്രാണിയുടെ സഹായത്താലാകുന്നു. ഈ പ്രാണി ലാക്ടിക് അമ്ലം (Lactic acid) ഉണ്ടാക്കേണ്ടതിലേക്കു് ഉപകരിക്കുന്നു. ഇത്തരപ്രാണികൾ സ്ഥിരമായി ആമാശയത്തിൽ ജീവിക്കുന്നുണ്ടു്. ആഹാരത്തോടൊപ്പം ആമാശയത്തിൽ എത്തിച്ചേരുന്ന ചില വിഷബീജങ്ങളെ ഇവ നശിപ്പിക്കുന്നു. വായിലും കുടൽമാലയിലും വേറെ ചില അണുപ്രാണികൾ ഉണ്ടു്. ഇവയിൽ അധികഭാഗവും നിരുപദ്രവികളാകുന്നു.

ഉപദ്രവം ചെയ്യുന്ന അനേകം അണുപ്രാണികളും ഉണ്ടു്. വെണ്ണ നാറുന്നതും പാൽകട്ടി ചീയുന്നതും അണുപ്രാണികളുടെ ഉപദ്രവത്താൽ ആകുന്നു. ഇതേമാതിരി ദേഹത്തിനു ഉപദ്രവത്തെ ചെയ്യുന്ന അണുപ്രാണികൾ അസംഖ്യം ഉണ്ടു്. ഇവയുടെ ഉപദ്രവം അസഹ്യമായതിനാൽ ഗുണംചെയ്യുന്ന അണുപ്രാണികളെ നാം വിസ്മരിച്ചു എല്ലാ സൂക്ഷ്മാണുപ്രാണികളും ഉപദ്രവികളാണെന്നു വിശ്വസിച്ചു പോരുന്നു. രോഗങ്ങളെ ഉണ്ടാക്കുന്ന സൂക്ഷ്മാണുപ്രാണിവർ രോഗജന്യാണുക്കൾ ആകുന്നു. ഈ അണുക്കൾക്കു് ദീനങ്ങളെ ആസ്പദമാക്കി പ്രത്യേക പേരുകൾ ഉണ്ടു.

സൂക്ഷ്മാണുപ്രാണികൾ ദേഹത്തിൽ നിവസിച്ചു് പെരുകുമ്പോൾ ഒരുതരം വിഷപദാൎത്ഥത്തെ ഉണ്ടാക്കുന്നതുകൊണ്ടാണു് ദീനങ്ങൾ ഉത്ഭവിക്കുന്നതു്. ഈ വിഷത്തെ നശിപ്പിക്കുവാൻ ശരീരം പ്രതിവിഷ (Anti-toxin) ത്തെ ശേഖരിക്കുന്നു. സൂക്ഷ്മാണുപ്രാണികൾ ഉണ്ടാക്കുന്ന വിഷത്തെ നശിപ്പിക്കത്തക്കനിലയിൽ ശക്തിയുള്ള പ്രതിവിഷങ്ങളെ ദേഹം വേഗത്തിൽ സൃഷ്ടിക്കുന്നുവെങ്കിൽ, ഈ പ്രാണികൾ വരുത്തിക്കൂട്ടുന്ന രോഗത്തിൻനിന്നു മോചനമുണ്ടാവുകയും വളരെക്കാലം പിന്നീടു അതേരോഗം പിടിപെടാതിരിക്കയും ചെയ്യും.

അദ്ധ്യായം 64.

മലിനം നീക്കം ചെയ്യൽ

——:o;——

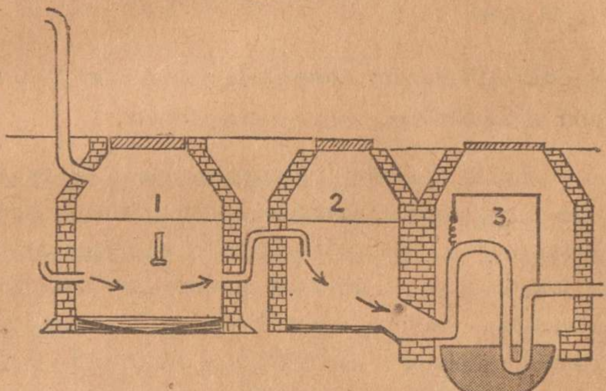
വീടുകളിലെ മലിനം നീക്കം ചെയ്യുന്നതു് അത്യാവശ്യമാണു് സൂര്യ്യ വെളിച്ചത്തിന്നും തീയ്ക്കും അണുപ്രാണികളെ നശിപ്പിക്കുന്നതിൽ പങ്കുണ്ടു്. വീടുകളിലെ മലിനം തീ കത്തിച്ചു വെണ്ണീറാക്കിയാൽ നല്ലതാണു്. മലിനം ചീഞ്ഞളിയരുതു്. താമസിക്കുന്ന സ്ഥലങ്ങളുടെ അരികെ കൂട്ടുവാൻ ഇടവരുത്തരുതു്.

നാട്ടും പുറങ്ങളിൽ മലവിസർജ്ജനാദികളിൽ ജാഗ്രത എടുക്കാറില്ല. ഇതു് ആശാസ്യമായതല്ല. മലം അറപ്പും ദുർഗന്ധവും ഉണ്ടാക്കുന്നു. പക്ഷെ അതു വിശേഷപ്പെട്ട വളമാണു്. മലം നീക്കം ചെയ്തു് ഗുണപ്രദമാക്കേണ്ടതാണു്. മലം മൂത്രം എന്നിവ വലിയ കുഴിയിൽ വീഴാൻ ഇടയാക്കി മീതെ മണ്ണിടണം. മണ്ണിന്നുള്ളിൽ കിടന്നു ചീഞ്ഞു അതു വളമായിത്തീരും. മലം വളമായിത്തീരുവാൻ സഹായിക്കുന്നതു് സൂക്ഷ്മാണുപ്രാണികളാണു്. മലം ആഴമുള്ള കുഴികളിൽ കെട്ടിനില്ക്കുവാൻ ഇടയാക്കരുതു്. അവ തുറന്നിടുന്നതു് നന്നല്ല: മലം ദ്രാവകരൂപത്തിലാണെങ്കിൽ അടുത്ത ഭാഗത്തിലെ മണ്ണിലേക്കു പ്രവേശിച്ചു അവിടമെല്ലാം മലിനപ്പെടും. അടുത്തുള്ള കിണറുകളുങ്ങളെല്ലാം കേടുവരും. വെള്ളം നിലത്തിന്മേൽ പരന്നാൽ മണ്ണിലുള്ള അണുപ്രാണികൾ വേഗത്തിൽ മലിനത്തെ ഓക്സീകരിക്കും. കുഴികളിൽ കൂടക്കൂടെ പുതുമണ്ണിടുന്നതു് ഓക്സീകരണത്തെ സഹായിക്കും.

നാട്ടും പുറങ്ങളിലെ വീട്ടുകളിൽ 'സെപ്ടിക്ക്' മറപ്പുര ഉണ്ടാക്കുന്നതു് ഗുണപ്രദമായിരിക്കും.

ഇത്തരം ഒരു മറപ്പുരയുടെ ചിത്രം നോക്കുക. ഇതിൽ മൂന്നറയുണ്ടു്. 1ാം അറയിൽ ആണു് മലം വീഴുക. തൊടിയിലെ

മലിനമലവും ഈ അറയിൽ വീഴാൻ ഇടയാക്കാം. മലിനം ഈ തൊട്ടിയിൽവെച്ച് രൂപാന്തരപ്പെട്ടു ദ്രാവകമായിത്തീരും. ഇതു സംഭവിക്കാൻ ഇടയാക്കുന്നതു് സൂക്ഷ്മാണുപ്രാണികളാണു. കട ലാസു, തുണി, മരത്തുരമ്പുകൾ എന്നിനയെല്ലാം രണ്ടുമൂന്നു ദിവസ ത്തിന്നുള്ളിൽ ഓക്സീകരിക്കപ്പെടും. മാററം ഉണ്ടാകുമ്പോൾ ഉണ്ടാ



ചിത്രം 66.

കുന്ന ദൂഷിച്ച വായു പോകാൻ തൊട്ടിയിൽനിന്നു ഉയർന്നുനില്ക്കുന്ന ഒരു കുഴലുണ്ടാകും. തൊട്ടിയിലെ മലം ഇളകി മറിയാതിരിക്കാൻ തൊട്ടിയുടെ വാല്പങ്ങളിൽനിന്നു തൂറിച്ചുനില്ക്കുന്ന 'ബാഫൾ' (baffle) സഹായിയ്ക്കും. മലം ദ്രാവകമാകുമ്പോൾ കൊഴുപ്പുഭാഗം ചെറുചെറു തരികളായി മാറുന്നു. സാന്ദ്രത ചുരുങ്ങുന്നതിനാൽ 1-ാം അറയിലെ ദ്രാവകത്തിൻെറ മീതെ ഒരു പാടയായിയ്ത്തീരുന്നു. അപ്പോൾ വായു ഉള്ളിലേക്കു പോകയില്ല. ഇതൊരു സൌകര്യമാണു്. മലത്തെ ദ്രവമാക്കുന്ന സൂക്ഷ്മാണുപ്രാണികൾക്കു വളൎന്നു ജീവിക്കുവാൻ വായു പാടില്ല.

1-ാം അറയിൽനിന്നു 2-ാം അറക്കു കുഴലുണ്ടു്. അതിൽക്കൂടി 1-ാം അറയിലെ ദ്രാവകം 2-ാം അറയിലേക്കു ഒഴുകുന്നു. 2-ാം അറ

യിൽവെച്ച് മലിനാംശം വീണ്ടും ഒക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു. എന്നിട്ടും അറയ്ക്കുടിയിൽ മലിനം ഉണ്ടാകും. അതു നീക്കം ചെയ്യാനാണു 3-ാം അറയിലെ സൈഫൺ. ഇതു 3-ാം അറയിൽനിന്നു മണ്ണിന്നിടയിലുള്ള ഓവുചാലിൽക്കൂടി മണ്ണിന്നു പുറമെപോകുന്നു. ചാലിൽക്കൂടി ഒഴുകുമ്പോൾ അണുപ്രാണികൾ ബാക്കിയാവാനിടയുള്ള മലിനത്തെ നശിപ്പിക്കും.

3-ാം അറ ചിലപ്പോൾ കാണുകയില്ല. സൈഫൺ 2—ാം അറയിൽതന്നെ ഉണ്ടായിരിക്കും.

പട്ടണങ്ങളിൽ ' ചാക്കട 'ച്ചാലുകളുണ്ടാവും. വീടുകളിലെ മലിനം കെട്ടി നില്ക്കാതെ ചാക്കടച്ചാലുകളിൽ വീഴണം. ചാക്കടച്ചാലുകളിലെ മലിനമെല്ലാം അവസാനത്തിൽ അടുത്തുള്ള ഒരു പുഴയിലാണ് ചെന്നു വീഴുക. അവിടെയുള്ള അണുപ്രാണികൾ മലിനത്തെ ഒക്സീകരിക്കും. മലിനം പുഴയിൽ ചേരുന്നതിന്നടുത്ത് അധികം വീടുകൾ ഉണ്ടാവരുത്. പുഴയിൽവെച്ച് കുറെയെല്ലാം മലിനം നിർദ്ദോഷമായിത്തീരാം. പുഴയിൽ മലിനം കലരുവാൻ സംഗതി വരുത്തുന്നതു ഉത്തമമായ പ്രവൃത്തി അല്ല. ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ മലിനം നശിപ്പിക്കുവാൻ ഇപ്പോളുള്ളതിനേക്കാൾ വിശേഷപ്പെട്ട മാർഗ്ഗങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതായിരിക്കുമെന്നു് നമുക്ക് വിശ്വസിക്കാം. വിദ്യുച്ഛക്തി ഉപയോഗിച്ചു പുഴയിൽ മലിനം ചേരുന്നതിന്നു മുമ്പു അതിനെ നിർദ്ദോഷമുള്ളതാക്കിതീർക്കുവാൻ ശ്രമങ്ങളുണ്ടത്രെ.

ആറാം വിഭാഗം—പ്രാണികളുടെ സാമുദായിക ജീവിതം.

അദ്ധ്യായം 65.

—:0:—

തേനീച്ചകളും ഉറമ്പുകളും.

തേനീച്ചകളും ഉറമ്പുകളും കൂട്ടംകൂട്ടമായി വസിക്കുന്ന ജീവികളാകുന്നു. ഇവ കൂട്ടിൻെറ നന്മയ്ക്കുവേണ്ടി ഒത്തൊരുമിച്ച് ജോലിചെയ്യുന്നു. ഈ ജീവികളെ സാമുദായിക ജീവികളെന്നു് വിളിക്കുന്നു.

ചിത്രം 67.

തേനീച്ച. ഒരു തേനീച്ചക്കൂട്ടിൽ മൂന്നുവിധം തേനീച്ചകളെ കാണാം. (ചിത്രം 10). അവ രാജ്ഞി, അലസൻ, വേലക്കാർ എന്നിവയാകുന്നു. രാജ്ഞിയാകുന്നു മുട്ടയിടുന്നതു്. അലസന്മാർ ആൺതേനീച്ചകളാകുന്നു പൂർണ്ണ വളർച്ച് എത്തീട്ടില്ലാത്തവയും മുട്ടയിടാത്തവയും ആയ തേനീച്ചകളാകുന്നു വേലക്കാർ.

എന്നിവ പൂക്കളിൽനിന്നു് കൊണ്ടുവന്നു് ഇവ തേനീച്ച ക്രട്ടിലെ അറകളിൽ സൂക്ഷിയ്ക്കുന്നു. അറ കെട്ടിയുണ്ടാക്കുക, രാജ്ഞി ഇടുന്ന മുട്ടകഠം കീടദശയിലിരിക്കുമ്പോഠം അവയെ പോററി വളത്തുക, അറകഠം (അടകഠം) കേടു വരാതെ നോക്കുക, രാജ്ഞിക്കു വേണ്ട സൌകര്യങ്ങഠം ഉണ്ടാക്കി കൊടുക്കുക, ശത്രുക്കളോടു എതൃക്കുക എന്നിത്യാദി ഭാരമേറിയ പ്രവൃത്തികളെല്ലാം വേലക്കാർ നടത്തുന്നു. ക്രട്ടിലെ ഈച്ചകഠം അവരവരുടെ പ്രവൃത്തികളെ മത്സരബുദ്ധി കൂടാതെ കൂട്ടിന്റെ നന്മക്കായി എപ്പോഴും പ്രവൃത്തിക്കുന്നു.

ഉറമ്പു്, ഇവയിലും മൂന്നുവിധം ക്രട്ടുകാരെ കാണുന്നു. ഇവ ആൺ–ഉറമ്പുകഠം, പെണ്ണുറമ്പുകഠം, വേലക്കാർ എന്നിവരാകുന്നു. വേലക്കാക്കു ചിറകുകളില്ല. ആൺ-ഉറമ്പിന്നും പെണ്ണുറമ്പിന്നും ചിറകുകഠം ഉണ്ടു്. ചിറകുള്ള ഉറമ്പുകഠം ചില പ്രത്യേക അവസരങ്ങളിൽ മാത്രമെ പറക്കുകയുള്ളു. പെണ്ണിന്റെ പ്രവൃത്തി മുട്ടകഠം ഇടുക മാത്രമാകുന്നു. വേലക്കാരാണു് പുററിന്റെ രക്ഷയ്ക്കും വൃത്തിയ്ക്കും വേണ്ടി അതിപ്രയത്നം ചെയ്യുന്നതു്. വേലക്കാരിൽ ചിലക്കു് വലിപ്പം കൂടിയ തല കാണുന്നു. അവ വല്ലാതെ കടിക്കും.

7-ാം വിഭാഗം—സുഖസൌകര്യത്തിനുള്ള പ്രകൃതിസാധനങ്ങൾ.

——:o:——

കല്ക്കരി—കല്ക്കരിവാതകം കീൽമുതലായവ.

അംഗാരകത്തിൻെറ ഒരു വകഭേദകമാകുന്നു കല്ക്കരി. ചില ദിക്കുകളിൽ കല്ക്കരി മണ്ണിൽനിന്നു കുഴിച്ചെടുക്കുന്നു, വളരെ കാലങ്ങൾക്കുമുമ്പ് വലിയ കാടുകൾ മണ്ണിൻെറ അടിയിൽപ്പെട്ടു് ഭൂമിയുടെ അമച്ചശക്തിയാലും ഉള്ളിലുള്ള ചൂടിനാലും കാലാന്തരത്തിൽ കരിയായി മാറിനല്ലവണ്ണം ഉറച്ചവശായ സാധനമാകുന്നു കല്ക്കരി.

വിറക്, കല്ക്കരി മുതലായവയെ വായു അകത്തു കടക്കാതെ ആക്കീട്ടുള്ള പാത്രങ്ങളിലിട്ടു ചൂടുപിടിപ്പിച്ചാൽ അവയിൽനിന്നു് വാതകങ്ങളും കീൽ മുതലായ വേറെ ചില സാധനങ്ങളും കിട്ടും. ഇങ്ങനെ ചെയ്യുന്നതിന്നു് 'നിർനീരമായ വാററിയെടുക്കൽ' dry-distillation) എന്നാകുന്നു പേർ. കല്ക്കരികൊണ്ടു് ഈ ക്രിയ നടത്തുന്നപക്ഷം ചില പ്രത്യേകതരവാതകങ്ങളെ ശേഖരിക്കാം. ഒരു ഇരുമ്പുകൊണ്ടുള്ള വാൽപാത്രത്തിൽ (Retort) കല്ക്കരിയിട്ടു് ചൂടുപിടിപ്പിക്കുക. താപക്രമം 1200°Cൽ അധികമാകുമ്പോൾ 1) കല്ക്കരിവാതകം (Coal gas) 2) കീൽ (Coal (tar) 3) അമോണിയ വാതകം എന്നിവ കിട്ടുന്നതാണു്. ഇവയെ വേർതിരിച്ചെടുക്കാം. ഈ വാതങ്ങളെ ഒരു ആവിശീതിനി Condenser) യിൽക്കൂടി വിടുക. കീൽവാതകമെല്ലാം ദ്രവക,

മായിത്തീരും. ആവിശീതിനിയിൽനിന്നു് വരുന്ന കുഴൽവെള്ളത്തിൽ വന്നു അവസാനിക്കട്ടെ. അപ്പോൾ അമോണിയാവാതകം വെള്ളത്തിൽ അലിയും. ഈ വെള്ളം ചൂടുപിടിച്ചാൽഅമോണിയാവാതകം വീണ്ടും കിട്ടുന്നതാണ്. വെള്ളം വെച്ചിരിക്കുന്ന പാത്രത്തിൻെറ മൂടിയിൽക്കൂടി രണ്ടു ദ്വാരങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കും. അവയിൽ ഒന്നിൽക്കൂടിയാണു് റിട്ടോർട്ടിൽനിന്നു വരുന്ന കുഴൽ വെള്ളത്തിൻെറ ഉള്ളിലേക്കു പോകുന്നതു്. മറെറ ദ്വാരത്തിൽക്കൂടി വെള്ളം തൊടാതെയുള്ള വേറൊരു കുഴൽ പുറമെ വരുന്നു. അതിൽക്കൂടി ബാക്കിയായ കല്ക്കരി വാതകം വരുന്നതാണു്.

ഈ കല്ക്കരിവാതകം കത്തും. ഈവാതകത്തെ ശുദ്ധീകരിച്ചു വലിയ പാത്രങ്ങളിൽ ശേഖരിക്കാം. അവിടെനിന്നു കുഴൽവഴിക്കു കൊണ്ടുപോയി യന്ത്രശാലകളിലെ വലിയ യന്ത്രങ്ങൾ പ്രവൎത്തിപ്പിക്കുവാനും അവിടങ്ങളിലെ വിളക്കുകൾ കത്തിക്കുവാനും ഉപയോഗിക്കാം.

ഈ കീലിൽനിന്നാണു് ബെൻസയിൻ, കാർബോളിക് അമ്ലം, നാഫ്തലീൻ മുതലായവ കിട്ടുന്നതു്. ഇങ്ങിനെ കിട്ടുന്ന ബെൻസയിൻ മുതലായ സാധനങ്ങളെക്കൊണ്ടു് പലവിധ ചായങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കാം.

അദ്ധ്യായം 67.

അമോണിയാവാതകം.

——:o:——

അമോണിയാവാതകം:—ഒരു ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിൻെറ മുഖത്തു് അതിനു് പററിയ ഒരു അടപ്പു ഇടുക. ഈ അടപ്പിലെ ദ്വാരത്തിൽ കൂടി ഒരു കുഴൽ കടത്തുക. കുഴലിൻെറ അററം ട്യൂബിൻെറ ഉള്ളിലേക്കു അധികം ചെല്ലേണ്ട ആവശ്യമില്ല. ഈ കുഴലിൻെറ മറെറ അററം കുറച്ചൊന്നു വളഞ്ഞിരിക്കണം. വളഞ്ഞഭാഗം മേല്പോട്ടാക്കി, ട്യൂബ് ഒരു താങ്ങുകാലിന്മേൽ ഉറപ്പിക്കുക. കുറെ നവസാരത്തോടു (Sal-ammoniae—അമോണിയംക്ലോറൈഡ്) അതിൻെറ തൂക്കത്തിൻെറ ഇരട്ടികുമ്മായം (കാൽസിയം ഓക്സൈഡ്—Calcium oxide) കലൎത്തുക. ഈ കലൎപ്പിനെ ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിൽ ഇട്ടു്, കാക്കകൊണ്ടു മുഖം നല്ലപോലെ അടക്കുക. ടെസ്റ്റ് ട്യൂബ് ചൂടു പിടിപ്പിക്കുക. വളഞ്ഞഭാഗത്തു വേറൊരു ടെസ്റ്റ് ട്യൂബ് കമിഴ്ത്തി നിൎത്തുക. ഈ ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിൽഒരു വാതകം ശേഖരിതമാകും. ഈ സംഗതി വാതകത്തിനുള്ള വാസനയിൽ നിന്നു മനസ്സിലാക്കാം.

ഈ വാതകത്തിൻെറ ചില ഗുണങ്ങൾ:—സ്വാഭാവികഗുണങ്ങൾ താഴെ ചേൎത്തവ ആകുന്നു.(1) നിറമില്ല.(2) ശീതോഷ്ണമായ ഒരു വാസന ഉണ്ടു് (3) വായുവിനേക്കാൾ ഘനം കുറഞ്ഞിയതാകുന്നു. (4) വെള്ളത്തിൽ അലിയും.

ചില രാസഗുണങ്ങൾ:—(1) നനഞ്ഞ ചുവന്ന ലിട്മസ്സു കടലാസിനെ ഇതു് നീല നിറമാക്കിത്തീൎക്കും (2) ഹൈഡ്രോക്ലോറിക്കമ്ലം അടുക്കെക്കൊണ്ടുവന്നാൽ ഈ വാതകം അതിനോടു ചേൎന്നു

പുകയുടെ രൂപത്തിൽ അമോണിയംക്ലോറൈഡായിത്തീരുന്നു (3) അമോണിയാദ്രാവകത്തോടു മയിൽത്തുത്തുദ്രാവകം ചേർത്താൽ ആദ്യത്തിൽ പച്ചനിറത്തിൽ ഒരു അവക്ഷേപം (precipitate) കിട്ടും, എന്നാൽ അമോണിയാദ്രാവകം അധികമായാൽ കട്ടയായിരുന്ന അവക്ഷേപം അലിഞ്ഞു നീലനിറമുള്ള ഒരു ദ്രാവകമായി

അമോണിയാദ്രാവകം ഹിമക്കട്ട ഉണ്ടാക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നുവെന്നു നാം മുമ്പു പഠിച്ചുവല്ലോ.

അദ്ധ്യായം 68.

പെട്റോലിയം (Petroleum) ഭൂമിയിൽ എവിടെ കിട്ടുന്നുവെന്നു—

—— : o : ——

പെട്രോലിയം മണ്ണിൽനിന്നു കുഴിച്ചെടുക്കുന്ന ഒരു എണ്ണയാകുന്നു. മണ്ണെണ്ണ എന്നാണു പേർ പറയേണ്ടതു്. എന്നാൽ ആ പേർ ശുദ്ധീകരിച്ചെടുക്കുന്ന എണ്ണക്കാണു ഉപയോഗിക്കാറ്. പലവിധ ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ അടങ്ങിയ ഒന്നാകുന്നു മണ്ണിൽനിന്നു കുഴിച്ചെടുക്കുന്ന എണ്ണ. ഹൈഡ്രോകാർബൺ എന്നതു ഹൈഡ്രജനും കാർബണും ചേൎന്നു കിട്ടുന്ന യൌഗികപദാൎത്ഥമാണു്.

പാരസീക (Persia) ക്കാണു് ആദ്യമായി ഈ എണ്ണയെപ്പററിയുള്ള അറിവു് ഉണ്ടായിരുന്നതു്. എന്നാൽ 19-ാം നൂററാണ്ടിൽ മാത്രമെ ഇതു് ഒരു വ്യവസായ പദാൎത്ഥമായിത്തീൎന്നതു്. ഇപ്പോൾ അനവധി യന്ത്രങ്ങളും വാഹനങ്ങളും ഈ എണ്ണയുടെ സഹായത്താൽ ഓടുന്നുണ്ടു്. റോട്ടുകൾ നേരയാക്കേണ്ടതിലേക്കു കട്ടിയായ പെട്രോലിയം ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടു്

ഭൂമിയുടെ പല ഭാഗത്തും മണ്ണിന്നടിയിലായി ഈ എണ്ണ കണ്ടുവരുന്നു. അമേരിക്കയിൽനിന്നു വളരെ എണ്ണ കിട്ടുന്നുണ്ടു്. റഷ്യ, പേൎഷ്യ, ആസാം, ബൎമ്മ, റുമേനിയ എന്നീ ദിക്കുകളിൽ ഈ എണ്ണയുടെ ഉറവുകൾ അനവധി ഉണ്ടു്.

പെട്രോലിയത്തിൽനിന്നു അനേകം സാധനങ്ങൾ കിട്ടുന്നു. മണ്ണിൽനിന്നു ഈ എണ്ണ എടുക്കുമ്പോൾ അതു വളരെ മലിനപ്പെട്ടിരിക്കും. അതു മഞ്ഞിയതവിട്ടു നിറത്തോടുകൂടിയതും കൊഴുത്തതും ആയ ഒരു എണ്ണയായിരിക്കും.

അദ്ധ്യായം 69.

പെട്റോലിയം (തുടൎച്ച)

—— : ၀ : ——

ഈ എണ്ണയിലെ ഹൈഡ്രോകാർബണുകളെ വേർതിരിച്ചെടുക്കുവാൻ ആംശികസ്രാവണം എന്ന സമ്പ്രദായമാണ് നടത്തുക. ഈ ക്രിയയാൽ പ്രത്യേകങ്ങളായ ഉഷ്ണതകളിൽ വിവിധങ്ങളായ പദാൎത്ഥങ്ങൾ വാററിയെടുക്കാവുന്നതാണ്. ഒരു റിട്ടോർട്ടിൽ പെട്രോലിയം ഒഴിക്കുക. റിട്ടോർട്ടിൻെറ ഉഷ്ണത കാണിക്കുവാൻ ഗോളത്തിലുള്ള ദ്വാരത്തെ മൂടിയിരിക്കുന്ന കാക്കിലൂടെ ഒരു ഉഷ്ണതാമാപകം (thermometer) കടത്തുക. റിട്ടോർട്ടിൻെറ വാൽഭാഗത്തിൽ ഒരു ഫ്ളാസ്ക് വെക്കുക. ഈ ഫ്ളാസ്ക് തണുത്തവെള്ളത്തിൽ പൊന്തിക്കിടക്കട്ടെ. ഫ്ളാസ്കിൻെറ മുഖം വെള്ളത്തിൽ നിന്നു വിട്ടിരിക്കണം. റിട്ടോർട്ട് ചൂടു പിടിപ്പിക്കുക.

70°C നും 90°C നും ഇടയിലായി ഫ്ളാസ്കിൽ പെട്രോൾ ശേഖരിതമാകും. മോട്ടോർ വാഹനങ്ങൾ ഓടിക്കുവാൻ പെട്രോൾ വേണം.

90°C നും, 150°C നും ഇടയിൽ ബെൻസീനും നാഫ്തയും കിട്ടുന്നു. ചായവും, വാൎണ്ണീഷും ഉണ്ടാക്കുവാൻ നാഫ്ത ഉപയോഗിക്കാമല്ലോ.

150°C നും, 300°C നും ഇടയിൽ കറോസീൻ (kerosene) കിട്ടുന്നു. വിളക്കുകൾ കത്തിക്കുവാൻ മണ്ണെണ്ണ നാം ഉപയോഗിക്കുന്നു. 150°C നു മുകളിൽ നിറമുള്ള മണ്ണെണ്ണ കിട്ടുന്നു. എന്നാൽ 180°C നു മുകളിൽ നല്ല വെളുത്ത മണ്ണെണ്ണയാണു് ഉണ്ടാവുക.

റിട്ടോർട്ടിൽ ബാക്കിയായ ദ്രാവകം തണുപ്പിക്കുക. അതിൽ പലവിധ പാറഫിനുകൾ (paraffins) ഉണ്ടാകും. അവയിൽ മുഖ്യമായതു പാറഫിൻ—മെഴുകാകുന്നു. ഇതു മെഴുകുതിരി ഉണ്ടാക്കുവാൻ ഉപകരിക്കുന്നു. ഈ റിട്ടോർട്ടിൽ ബാക്കിയായതു തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ കട്ടിയായ ഭാഗം നീക്കം ചെയ്തതിൽപ്പിന്നെ കിട്ടുന്ന ദ്രാവകത്തിൽനിന്നാണു് വാസിലീനും (vaseline) ലൂബ്രിക്കേയിററിങ്ങ് (lubricating) എണ്ണയും കിട്ടുന്നതു്. ഇവ യന്ത്രങ്ങൾ കേടു വരാതിരിക്കുന്നതിനു ഉപയോഗപ്പെടുന്നവയാണു്. ലൂബ്രിക്കേയിററിങ്ങ് എണ്ണ നല്ലപോലെ പരിഷ്കരിച്ചാൽ കിട്ടുന്നതു വിരേചനത്തിനു പററിയ മരുന്നാകുന്നു. ഇവയെല്ലാം വേർതിരിച്ചെടുത്തതിൻെറ ബാക്കിയാകുന്ന പെട്രോളിയം-കരി (petroleum coke) വിറകുപോലെ കത്തിക്കുവാൻ ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നു. ഈ കരിയിൽനിന്നാണു വിദ്യുച്ഛക്തി തരുന്ന സെല്ലുകളിലെ കാർബൺ-ദണ്ഡുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നതു്.

പെട്രോളിയത്തിൽനിന്നു ആംശികസ്രാവണത്താൽ കിട്ടുന്ന പദാർത്ഥങ്ങളുടെ വിവരം താഴെ ചേർത്തിട്ടുള്ള പട്ടികയിൽ കാണാം.

പേർ	ക്വഥനാങ്കം	ഉപയോഗം
പെട്രോലിയം	40°—70°C	മെഴുക്കിളക്കാൻ ; വസ്ത്രങ്ങളിൽനിന്നു.
പെട്രോൾ	70°—90°C	വിറകിന്നു പകരം
നാഫ്താ	80°—120°C	ചായം, വാർണ്ണീഷു ഉണ്ടാക്കാൻ
ബെൻസീൻ	120°—150°C	”
കറോസീൻ	150°—300°C	വിളക്കു കത്തിക്കാൻ

—— :o: ——

അദ്ധ്യായം 70.

മാർബിൾ, കക്കമുതലായവ.

——:o:——

മാർബിൾ (വെണ്ണക്കല്ലു) വളരെ മിനുസമുള്ളതും ഉറപ്പുള്ളതും ആണ്. അതു വെള്ളത്തിൽ അലിയുകയില്ല.

മാർബിൾ എന്നതു കാൽസിയംകർബണെയിററ് ആണ്. ഈ പദാൎത്ഥം പല രൂപത്തിൽ കണ്ടുവരുന്നു. ചോക്കും, കുമ്മായക്കല്ലും കാൾക്ക്സ്പാറും, കക്കയും ഇതേ പദാൎത്ഥമാണ്.

കുമ്മായക്കല്ലു (limestone) നല്ലവണ്ണം ചൂടാക്കുക. പിന്നീടു തണുത്തതിന്നുശേഷം കുറച്ചു വെള്ളത്തിൽ ഇടുക. 'ഹിസ്', എന്നൊരു ശബ്ദം ഉണ്ടാകും. വിലയനം ചുവന്ന ലിട്മസിനെ നീലനിറമാക്കും. കുമ്മായക്കല്ലു ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഒരു രാസക്രിയ നടക്കുന്നു.

മാർബിൾ, ചോക്ക് മുതലായവ ചൂടാക്കിയാലും കിട്ടുന്ന പദാൎത്ഥം കുമ്മായക്കല്ലു ചൂടാക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്നതില്നിന്നു വ്യത്യാസപ്പെട്ടതല്ല.

ഈ പദാൎത്ഥങ്ങൾ ചൂടാക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന സാധനത്തിന്നു കുമ്മായം (quicklime) എന്നാകുന്നു പേർ. കുമ്മായം വെള്ളത്തോടു കലരുവാൻ ഇടയാക്കിയതു ചുണ്ണാമ്പു (slaked lime) ആണ്. ചുണ്ണാമ്പു വെള്ളത്തിൽ നല്ലവണ്ണം അലിയുകയില്ല. അലിഞ്ഞുകിട്ടുന്ന വിലയനം ചുണ്ണാമ്പുവെള്ളമാകുന്നു.

മാർബിൾ, ചോക്ക്, കുമ്മായക്കല്ല്, കക്ക എന്നിവയെല്ലാം ഒരേ യൌഗിക പദാർത്ഥമാണ്. സ്വാഭാവിക ഗുണങ്ങൾ ഒരു പക്ഷെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കാം. രാസഗുണങ്ങൾ ഒരേമാതിരി ഉള്ളവയാണ്, മാർബിൾ കട്ടപ്പമുള്ളതാണ്. കുമ്മായക്കല്ല് വേഗത്തിൽ പൊട്ടില്ല. കക്കെ ചോക്കിനേക്കാൾ ഉറപ്പുണ്ട്. ചോക്ക് വേഗം പൊടിക്കാം ഇവയ്ക്കു തമ്മിൽ കുറേശ്ശ നിറ വ്യത്യാസമുണ്ട്. എന്നാൽ ഓരോന്നും നല്ലവണ്ണം ചൂടാക്കിയാൽ കുമ്മായമയ്മാറുന്നു.

കക്ക ചുട്ട്കുമ്മായം (ഇത്തിൽ) ഉണ്ടാക്കുന്നതു ചൂളകളിൽ ആണ്. നല്ല കുമ്മായം ഉണ്ടാക്കുവാൻ കക്കയോടു നേരിട്ടു വിറകു ചേർക്കുകയില്ല. ഇരിമ്പു വലമേൽ ഉള്ള കക്ക നല്ലവണ്ണം കത്തുന്ന തീയുടെ സഹായത്താൽ വറുത്തിട്ടാണ് നല്ല കുമ്മായം ഉണ്ടാക്കുന്നതു്.

കുമ്മായക്കല്ല് ചൂടാക്കിയതിന്നുശേഷം തൂക്കി നോക്കിയാൽ തൂക്കം ചുരുങ്ങിയിരിക്കും. ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഒരു വാതകം പദാർത്ഥത്തിൽനിന്നു നീങ്ങിപ്പോകുന്നു. ഈ വാതകം കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ് ആണ്.

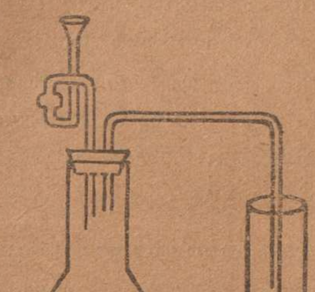
അദ്ധ്യായം 71.

കർബൺഡൈഓക്സൈഡ്—സംജ്ജീകരണം—ഗുണങ്ങൾ.

——:o:——

കാർബണേയിററിൽനിന്നു ഈ വാതകം ലഭിക്കുവാൻ സുഖകരമായ വേറൊരു വഴി ഉണ്ടു്. കാർബണേയിററിനോടു അമ്ലം ചേർത്താൽ മതി.

ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചമാതിരിയുള്ള ഉപകരണം ശരിപ്പെടുത്തുക. ഫ്ളാസ്കിൽ മാർബിൾ കഷണങ്ങളാണുള്ളതു്. രക്ഷണഫനലൽ (safcty funnel) ആണു് ഉപയോഗിച്ചിട്ടുള്ളതു്. ദ്രാവകം ഒഴിച്ചതിനുശേഷം ഫനലിൽ കുറെ ദ്രാവകം ബാക്കിയാകും. ആയതിനാൽ ഫ്ളാസ്കിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന വാതകം ഫനൽവഴി പുറമെ പോകയില്ല. നേർത്ത (dilute) ഹൈഡ്രോക്ലോറിക്ക് അമ്ലം ആണു് ഫ്ളാസ്കിൽ ഒഴിക്കുക. സിലിണ്ടറിൽ കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ് ശേഖരിതമാകും.



ചിത്രം 68.

ഗുണങ്ങൾ: സ്വാഭാവികഗുണങ്ങൾ—(1) നിറമില്ല. (2) വളരെ ശക്തി കുറഞ്ഞമട്ടിൽ ഒരു പുളിപ്പുരസം വാതകത്തിനു ഉണ്ടു. (3) വായുവേക്കാൾ ഘനം കൂടിയതാണു് (4) വെള്ളത്തിൽ അലിയും.

രാസഗുണങ്ങൾ:—(1) ദഹനവിരോധി (non-supporter of combustion) ആണ്; കത്തുന്ന തിരി വാതകത്തിൽകാണിക്കുന്നപക്ഷം അതു കെട്ടുപോകും (2) ചുണ്ണാമ്പുവെള്ളത്തിൽ വാതകം ചേരുന്നപക്ഷം ചുണ്ണാമ്പുവെള്ളം പാൽനിറമുള്ളതായിത്തീരും. ഇതിന്നു കാരണം, ചുണ്ണാമ്പു + കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ് = കാൽസിയംകാർബണെയിററ. ഇതിൻെറ തരികളാണ് പാൽനിറമുണ്ടാകുന്നതു്.

രണ്ടാമത്തെ ഗുണംകൊണ്ടു വാതകത്തെ വേർതിരിച്ചറിയാം. മററു വാതങ്ങൾക്ക ഈ ഗുണമില്ല.

അഗ്നിശമനയന്ത്രത്തിൽനിന്നു ഈ വാതകമാണ ഊക്കോടെ പുറപ്പെടുന്നതു്. ആപ്പീസുകളിലെ വരാന്തച്ചുമരുകളിൽ ചുവന്ന ചായം അടിച്ച ഒരു ഉപകരണം തറച്ചിരിക്കാം. ഇതാണ അഗ്നിനാശകയന്ത്രം. ഇതിന്നുള്ളിൽ സോഡിയംകാർബണെററ് വിലയനമുണ്ടാകും. ഇതോടു കലരാതെ ഒരു സ്ഥാനത്തിൽ സൾഫ്യൂരിക്കമ്ലം സൂക്ഷിച്ചിരിക്കണം. ഉപകരണം എടുത്തു തല കീഴാക്കി ഊക്കോടെ നിലത്തടിക്കുന്നപക്ഷം അമ്ലം വെച്ചിരിക്കുന്നഭാഗം പൊട്ടി ദ്രാവകത്തോടു കലരും. പെട്ടെന്നു ഊക്കോടെ വാതകം ഉണ്ടാകും. ഈ വാതകമാണ് തീയിൽ തട്ടേണ്ടതു്.

'സോഡാവാട്ടറിൽ' ഈ വാതകം ആണ് വെള്ളത്തിൽ അലിച്ചിട്ടുള്ളതു്. അതിന്നു പുറമെ വാതകം ശക്തിയായ മർദ്ദത്തിലാണ് കുപ്പിയിൽ ഉണ്ടായിരിക്കുക. കുപ്പി തുറന്നതും കുമിളയിട്ടു പുറമെ വരുന്നതു് ഈ വാതകമാണ്.

അദ്ധ്യായം 72.

കുമ്മായക്കൂട്ട്, ശീമക്കുമ്മായം, കോൺക്രീററ്.

—:o:—

കുമ്മായക്കല്ലിൽ വെള്ളം തെളിച്ചാൽ അതിനു പൊടിഞ്ഞു കുമ്മായമായിത്തീരും. ഈ കുമ്മായംകൊണ്ടാണു നാം കുമ്മായക്കൂട്ട് (mortar) ഉണ്ടാക്കുന്നത്. കുമ്മായത്തോടു മണൽ ചേൎത്തു വെള്ളം ഒഴിച്ച് ഇടിക്കുന്നു. അപ്പോൾ കിട്ടുന്ന കൂട്ടാകുന്നു കുമ്മായക്കൂട്ട്. ഇഷ്ടികകൾക്കിടയിൽ ഈ കൂട്ട് ഇട്ടു നാം ചുമരു മുതലായതു കെട്ടുന്നു. കുറെ കഴിഞ്ഞാൽ കുമ്മായം ഉറയ്ക്കുന്നു. ഈ സന്ദൎഭത്തിൽ ഒരു രാസപരിണാമം നടക്കുന്നു. കുമ്മായക്കൂട്ടു വായുവിലെ കൎബ്ബൺഡൈഓക്സൈഡിനോടു ചേരുന്നു. അപ്പോൾ അതു വീണ്ടും കുമ്മായക്കല്ലായിത്തീരുവാൻ ശ്രമിക്കുന്നു. ഈ സമയത്തു 'കൂട്ടി'ലെ മണൽത്തരികളിൽ ഒരു ശക്തിയുണ്ടായി കുമ്മായക്കൂട്ടു ഉറക്കുന്നു. ഈ ഉറച്ച സാധനമാണ് കല്ലുകൾ വഴുതി വീഴാതെ ചുമരിനെ ബലവത്തായി നിൎത്തുന്നത്.

സിമൻറ് അഥവാ ശീമക്കുമ്മായം:—ഇക്കാലത്തിൽ വീടു കെട്ടുവാൻ സിമൻറ് (ശീമക്കുമ്മായം) ആണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. സിമൻറും കുമ്മായക്കല്ലുകൊണ്ട് ഉണ്ടാക്കിയതാണ്. കുമ്മായക്കല്ലിനോടു 'കളിമണ്ണ്' ശരിയായ തോതിൽ ചേൎത്തു ചൂളയിൽ ഇട്ടു ചുടുപിടിപ്പിക്കും. അപ്പോൾ ഒരു കട്ടയായ സാധനം കിട്ടും. ഈ, കട്ട പൊടിച്ചു കിട്ടുന്നതാണ് ശീമക്കുമ്മായം എന്നത്. പോൎട്ട്ലൻഡ് സിമൻറ് (Portland cement) പേരു കേട്ടതാണ്. തെൻ ഇന്ത്യയിൽ കോയമ്പത്തൂരിന്നടുത്തുള്ള മധുക്കരയിൽ ശീമക്കുമ്മായം ഉണ്ടാക്കുന്നുണ്ട്.

കോൺക്രീററ് (Concrete) :—കോൺക്രീററ് പണി മുഴു വനും ശീമക്കമ്മായം കൊണ്ടാകുന്നു. ശീമക്കമ്മായം, കരിങ്കൽ ചില്ലുകരം, മണൽ, വെള്ളം എന്നിവ കൂട്ടിക്കലത്തിട്ടാണ്, കോൺ ക്രീററ് ഉണ്ടാക്കുന്നതു്. 1 : 2 : 4 എന്ന തോതിൽ ശീമക്കമ്മാ യം, മണൽ, കരിങ്കൽ കഷ്ണങ്ങരം എന്നിവ ചേത്താൽ ഒരുവിധം നല്ല കോൺക്രീററ് കിട്ടും. 1 : 2 : 3 എന്ന തോതിൽ ചേക്കുന്ന താണെങ്കിൽ വെള്ളത്തിന്നടിയിൽക്കൂടി ഉപയോഗിക്കാവുന്ന കോ ൺക്രീററ സാധനങ്ങരം ഉണ്ടാക്കാം. ആദ്യം ഇവയെല്ലാം കൂട്ടിക്ക ലത്തും. പിന്നീടു കലപ്പിനെ ആവശ്യമുള്ളതായ അച്ചിലിടും. അച്ചി ലിട്ടതിൽപിന്നെ കലപ്പിൽ വെള്ളം പകരും. ശീമക്കമ്മായം വെള്ളത്തോടു ചേന്ന് ഉറച്ചു കട്ടിയാകും. അപ്പോരം കലപ്പിൻെറ 7 ആയതനത്തിന്നു പകരം 4·5 ആയതനമേ അവസാനത്തിൽ ഉണ്ടാകയുള്ളു. കലപ്പ് ഒന്നുരണ്ടു് മണിക്കൂറിനകം ഉണങ്ങി ഉറച്ചു തുടങ്ങും. എന്നാൽ പൂണ്ണമായ മാററം സംഭവിക്കാൻ ഒന്നൊന്നര കൊല്ലം വേണ്ടിവരുമത്രേ. കോൺക്രീററ് സാമാനങ്ങരംക്കു ഉറപ്പു കൂടുവാൻ കലപ്പിനുള്ളിൽ ഉറക്കുന്നതിനു മുമ്പു് ഇരിമ്പു വടികരം വെയ്ക്കുക പതിവുണ്ടു്.

അദ്ധ്യായം 73.

കടലാസു ഉണ്ടാക്കൽ.

—— :o: ——

കീറത്തുണി, മുള, വൈക്കോൽ, ചില മരത്തിന്റെ ഭാഗങ്ങൾ എന്നിവയാണു് കടലാസ്സുണ്ടാക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. കീറത്തുണികൊണ്ടു ഉണ്ടാക്കുന്ന കടലാസ്സു വളരെ വിശേഷപ്പെട്ടതാണു.

കടലാസ്സുണ്ടാക്കുന്നതിലേക്കു്:—മരത്തടിയെ ഘനം കുറച്ചരത്തു് പിന്നീടവയെ കഷണം കഷണമാക്കി കുതിരുവാൻ വെള്ളത്തിൽ ഇട്ടു വെക്കുക. കുറേ ദിവസം കഴിഞ്ഞതിനുശേഷം ഇതിട്ടിരിക്കുന്ന പാത്രത്തിൽ കാത്സിയം-ബൈ-സൾഫൈററ് (Calcium-bi-sulphite) ചേക്കണം. ഇങ്ങനെ ചെയ്യുമ്പോൾ മരത്തിലെ സസ്യാംശം അതായതു് സെല്യൂലോസ്സ് (cellulose) വേർതിരിഞ്ഞു കിട്ടും. പാത്രത്തിലുള്ള സാധനത്തിൽ വെള്ളം കുറച്ചുകൂടി ഒഴിച്ചു നല്ലവണ്ണം തിളപ്പിക്കണം. തിളപ്പിക്കുന്ന അവസരത്തിൽ കുറച്ചു് സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡു് (Sodium Hydroxide) ചേക്കണം. തിളപ്പിച്ചുകിട്ടുന്ന സാധനത്തെ നല്ലവണ്ണം അരച്ചു ഒരു കുഴമ്പുപോലെ ആക്കിത്തീക്കണം. ഇതിനു കടലസ്സുകുഴു് (Paperpulp) എന്നാകുന്നു പേർ. ബലത്തിന്നായ്ക്കൊണ്ടു് ഈ കുഴിൽ കളിമണ്ണും ചേക്കാം. വണ്ണനാശകചൂണ്ണം (bleaching powder) എന്ന പദാത്ഥം ചേത്തു് വെളുത്തതാക്കിത്തീക്കാം. ഈ കുഴമ്പിനെ ഒരു തൊട്ടിയിൽ ഒഴിച്ചു് പാകത്തിൽ വെള്ളം ചേക്കുക. ഈക്കല്യകൾ നിരത്തിവെച്ചു കുതിരയുടെ വാൽ രോമംകൊണ്ടു് ബന്ധിച്ചു് ഒരു പായ ഉണ്ടാക്കുക. അതിന്റെ മേൽ ഒരു തുണി പരത്തുക. തുണിയുടെ ഉപരി ഒരു ചതുരശ്രവട്ടം

വെക്കുക. പായോടൊപ്പം ഈ ചട്ടം പൊന്തിച്ചെടുത്തു് തൊട്ടിയിലെ ദ്രാവകത്തിൽ ചട്ടത്തിന്റെ വക്കു് തൊടത്തക്കവണ്ണം ആക്കുക. പിന്നീടു് ചട്ടംകൊണ്ടു് ദ്രാവകം ഇളക്കുക. ദ്രാവകത്തിലെ തരികൾ ഇളകി മറിഞ്ഞുതുടങ്ങുമ്പോൾ ചട്ടം ലംബമായി താഴ്ത്തി ചട്ടം സമനിരപ്പിലാക്കി ദ്രാവകത്തിൽനിന്നു് മേൽപ്പോട്ടു് എടുക്കുക. അപ്പോൾ തുണിമേൽ ഒരു നേരിയ അട്ടി കണ്ടുതുടങ്ങും. നീർ വലിഞ്ഞ ഉടനെ ചട്ടം നീക്കി പായോടൊപ്പം തുണിയെ ഒരു ഫ്ലാനൽ തുണിമേൽ പരത്തി വെക്കുക. പായും അതിന്മേലുള്ള തുണിയും ഒന്നിച്ചു ചുരുട്ടിയെടുക്കുക. എന്നാൽ ഫ്ളാനൽതുണിയിൽ കടലാസ്സു് പതിഞ്ഞിരിക്കുന്നതായിക്കാണാം. ഈ ഫ്ളാനൽ തോരാനിട്ടു് എട്ടുപത്തുമണിക്കൂർ കഴിഞ്ഞു് ഫ്ളാനലിനിന്നു കടലാസ്സു് വേറിട്ടെടുക്കുക. പിന്നീടു്, ഉണ്ടാക്കിയ കടലാസ്സിന്മേൽ ഉരസി മിനുസം വരുത്തുക.

ദ്രാവകത്തിൽ ചട്ടം വെക്കുന്നതിന്നു മുമ്പു് കഞ്ഞിപ്പശയും പടികക്കാര വിലയനവും ചേർത്താൽ കിട്ടുന്ന കടലാസ്സു് കുറേക്കൂടിയും നല്ലതായിത്തീരും.

വ്യവസായശാലകളിൽ, കടലാസ്സുകുഴു് ഉണ്ടാക്കേണ്ടതിലേക്കും യന്ത്രങ്ങൾ ഉണ്ടു. നീരു് വലിച്ചെടുക്കുന്നതു് ആവിയുടേയും ചൂടുള്ള ഉരുളകളുടേയും സഹായത്താലാകുന്നു.

വിഭാഗം 8.

പ്രകൃതിശക്തികളെ നിയന്ത്രിച്ച് ഉപയോഗപ്പെടുത്താൻ.

അദ്ധ്യായം 74.

—— : : ——

വിദ്യുദ്ധാരണയുടെ ഉഷ്ണീകരണം

ലോഹക്കമ്പികളിൽക്കൂടി വിദ്യുദ്ധാര പ്രവഹിക്കുന്നു. എന്നാൽ എല്ലാമാതിരി കമ്പികളിലുംക്കൂടിയുള്ള പ്രവാഹം ഒരുപോലെയല്ല. ചില കമ്പികളിൽക്കൂടി പ്രവഹിക്കുമ്പോൾ അവയ്ക്ക് വിദ്യുത്ശക്തിയെ സ്വല്പമായോ അധികമായോ തടഞ്ഞുനിറുത്തുവാൻ കഴിയും. ചെമ്പുകമ്പിയിൽക്കൂടി പോകുമ്പോൾ ഈ തടസ്ഥം തീരെ ഉണ്ടാകുകയില്ലെന്നുതന്നെ പറയാം. ഇരുമ്പ്, പ്ലാററിനം മുതലായ ലോഹങ്ങൾകൊണ്ടുണ്ടാക്കപ്പെട്ട കമ്പികളിൽക്കൂടി പോകുമ്പോൾ തടസ്ഥം അധികരിച്ചിരിക്കും. അതുമാത്രമല്ല, കമ്പിയുടെ നീളം കൂടിക്കൂടിവരുതോറും അപ്രകാരംതന്നെ അതിന്റെ വ്യാസം ചുരുങ്ങിച്ചുരുങ്ങി വരുതോറും പ്രസ്തുത പ്രതിരോധവും (Resistance) കൂടിക്കൂടിവരുന്നതാണ്. ഇങ്ങനെ തടസ്ഥം അധികമാകുംതോറും ചൂടും അധികരിച്ചുവരും. ചൂടുവർദ്ധിക്കുന്നതോടുകൂടി ശോഭയും ഉജ്ജ്വലമായി പ്രകാശവും അധികരിക്കുന്നതാണ്.

ചിത്രം 96.

ഈ പ്രമാണത്തെ ആസ്പദമാക്കീട്ടാണ് വിദ്യുദ്ദീപങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കീട്ടുള്ളത്. വിദ്യുദ്ദീപങ്ങളിൽ വേഗം ഉരുകാത്ത കാർബൺ (Carbon) ടങ്ങ്സ്റ്റൺ (Tungsten) എന്നീ പദാർത്ഥങ്ങളുടെ നേർമ്മയായ തന്തുക്കളാകുന്നു വിദ്യുദ്ധാരയെ തടയുന്നത്. ചിത്രം 96 വിദ്യുദ്ദീപത്തിന്റെ ബൾബിനുള്ളിൽനിന്ന് വായു നീക്കം ചെയ്തിരിക്കും. അതിലെ തന്തുക്കളിൽക്കൂടി വിദ്യുദ്ധാര ഒഴുകുമ്പോൾ അവ ചൂടു പിടിച്ചു ജ്വലിച്ചുതുടങ്ങും. അപ്പോൾ പ്രകാശം കിട്ടും.

അദ്ധ്യായം 75.

വിദ്യുദ്ധാരയുടെ ഉഷ്ണീകരണം

(തുടച്ച്)

——:o:——

വിദ്യുദ്ദീപങ്ങരം കൂടാതെ മേൽപ്പറഞ്ഞ പ്രമാണത്തെ അനുസരിച്ചു ഉണ്ടാക്കപ്പെട്ട ഉപകരണങ്ങരം വേറെയും ഉണ്ട്. ഉദാഹരണമായി അയസ്സംയോജകയന്ത്രം, വിദ്യുത്ഇസ്തരിപ്പെട്ടി മുതലായവയെ പറയാം.

അയസ്സംയോജകയന്ത്രം :—ഇതിൽ 'നൈക്രോം' എന്ന മിശ്രലോഹംകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ ഒരു കമ്പിയുണ്ട്. ഈ മിശ്രലോഹക്കമ്പിക്ക് വിദ്യുദ്ധാരയെ പ്രതിരോധം ചെയ്യാനുള്ള

ചിത്രം 70.

ശക്തി അധികമായുണ്ട്. വിദ്യുദ്ധാര ഈ കമ്പിയിൽക്കൂടി ഒഴുകുമ്പോരം ഉതിൻെറ ഇഷ്ണത അധികരിച്ചുവരുന്നു. നൈക്രോം കമ്പിച്ചുരുളിൻെറ ഇടയിൽ ഒരു ഇരുമ്പുകഷണം ഉണ്ട്. ഈ ഇരുമ്പുകഷണം ചൂടുപിടിയ്ക്കുന്നു. ഇങ്ങിനെ ചൂടുപിടിച്ച ഇരുമ്പിൻെറ കൂർത്ത ഭാഗം കൂട്ടിച്ചേർക്കേണ്ടുന്ന വസ്തുക്കളിൽ വെച്ചാൽ അവ ഉരുകി കൂടിച്ചേരുന്നതാണ്.

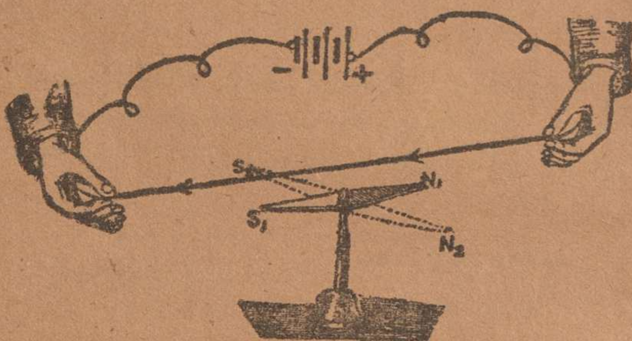
വിദ്യുത് ഇസ്തരിപ്പെട്ടി:—കരി കത്തിച്ചിട്ടാണ് സാധാരണ ഇസ്തരിപെട്ടി ചൂടുപിടിപ്പിക്കാറുള്ളത്. വിദ്യുത് ഇസ്തരിപ്പെട്ടിയിൽ വിദ്യുദ്ധാരയാണ് ഈ പ്രവൃത്തി ചെയ്യുന്നത്. വിദ്യുത് ഇസ്തരിപ്പെട്ടി ആകൃതിയിൽ സാധാരണ ഇസ്തരിപ്പെട്ടിപോലെ തന്നെ. എന്നാൽ ചൂടുപിടിപ്പിക്കേണ്ടതിലേക്കു നൈക്രോംകൊണ്ടുണ്ടാക്കീട്ടുള്ള കമ്പിച്ചുരുളുകൾ ഉണ്ടാകും. ഈ ചുരുളിൽക്കൂടെ വിദ്യുത് ശക്തി പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ പെട്ടിയുടെ അടി ചൂടുപിടിക്കും. പ്രവാഹത്തിൻെറ ശക്തിയെ ഇഷ്ടംപോലെ ശരിപ്പെടുത്ത ഉഷ്ണതയെ വേണ്ടവിധം നിലനിൎത്താനും കഴിയും.

അദ്ധ്യായം 76.

കമ്പിത്തപ്പാലും അതിൻെറ പ്രവൎത്തനവും

—— : o : ——

വിദ്യുച്ഛക്തി ഒരു കമ്പിയിൽക്കൂടി പ്രവഹിക്കുമ്പോൾ അതിൻെറ ചുററും ഒരു കാന്തക്ഷേത്രം (magnetic field) ഉണ്ടായ്ത്തീരുന്നു. ഇതു നമുക്കു താഴെ വിവരിച്ചിട്ടുള്ള പരീക്ഷമൂലം അറിയാം. ഒരു ബാററരിയുടെ ദ്വാരങ്ങൾ നീളമുള്ളതായ രോധിത



ചിത്രം 71.

ചെമ്പുകമ്പി (insulatted copper wire) കൊണ്ടു ചേർക്കുക. ഈ കമ്പിയെ ഒരു വടക്കുനോക്കി (artificial magnet) അഥവാ കൃത്രിമകാന്തത്തിൻെറ മുകളിലായി പിടിക്കുക. വടക്കുനോക്കിയിൽ ഒരു ദിഗ്ഭ്രംശം (declination) കാണാവുന്നതാണ്. കമ്പിയെ വടക്കുനോക്കിയുടെ താഴെപിടിയ്ക്കുക. ആദ്യത്തെ ദിഗ്ഭ്രംശത്തിന് വിപരീതമായ ഒരു ഭ്രംശം കാണുന്നതാണ്. ഒരു കാന്ത

സൂചിയിൽ ദിഗ്ഭ്രംശം ഉണ്ടാകേണമെങ്കിൽ അതിന്റെ അടുക്കെ മറെറാരു കാന്തസൂചികൊണ്ടു വരണം. ആയതിനാൽ, ഈ ദിഗ്ഭ്രംശത്തിന്നു കാരണം വിദ്യുച്ഛക്തിയെ വഹിച്ചുകൊണ്ടുപോകുന്നകമ്പിയുടെ ചുററുമുള്ള കാന്തക്ഷേത്രമായിരിക്കണം.

ചിത്രം 72.

കമ്പിക്കു പകരം കമ്പിച്ചുരുളുപയോഗിക്കുന്നപക്ഷം, ആ ചുരുളുതന്നെ ഒരു കാന്തമായി പ്രവൎത്തിക്കും. ഈ ചുരുളിന്നുള്ളിൽ പതമുള്ള ഒരു ഇരുമ്പുകോൽ വെക്കുന്നപക്ഷം, ചുരുളിന്റെ കാന്തശക്തി അധികരിക്കുന്നതാണ്. ഈ സംഗതികളെ ആസ്പദമാക്കീട്ടാകുന്നു, വിദ്യുൽ-കാന്ത (electro-magnet) ങ്ങരം ഉണ്ടാക്കുന്നതു്.

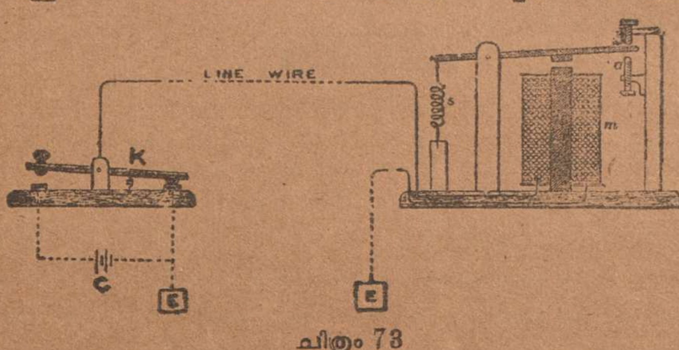
കമ്പിത്തപ്പാലും അതിൻെറ പ്രവർത്തനവും (തുടർച്ച).

—— :o: ——

കമ്പിത്തപ്പാലിലെ മുഖ്യഭാഗം വിദ്യുൽകാന്തമാകുന്നു. വിദ്യുൽകാന്തത്തിൻെറ ഒരു ഗുണം നല്ലവണ്ണം മനസ്സിലാക്കണം. അതിലെ കമ്പിച്ചുരുളിൽക്കൂടി വിദ്യുദ്ധാര ഉള്ളപ്പോൾ ഉപകരണം ഒരു കാന്തമായിരിക്കും. ധാര മുറിയുമ്പോൾ ഉപകരണത്തിൻെറ കാന്തശക്തി ഇല്ലാതായ്ത്തീരുന്നു.

കമ്പിത്തപ്പാലിലെ സാമഗ്രികൾ: (1) ബാററി (2) താക്കോൽ (Key) (3) മോർസുശബ്ദജനകം (Morse Sounder) എന്നിവയാകുന്നു.

ഇവയെ കൂട്ടിയിണക്കേണ്ടതു ചിത്രത്തിൽനിന്നു മനസ്സിലാക്കുക (ചിത്രം 30). K എന്ന താക്കോൽ വർത്തമാനം അയക്കേണ്ട ആപ്പീസിലാണുണ്ടാവുക. m എന്നതു ശബ്ദജനകം ആകുന്നു.



ചിത്രം 73

ഇതു കമ്പി സ്വീകരിയ്ക്കേണ്ട ആപ്പീസിലായിരിക്കും. C എന്നതു് ബാററി ആണ്. ഈ ബാററിയിലെ ദ്വാരത്തിൽനിന്നു് താക്കോൽ വഴിക്കു m എന്നതിലേയ്ക്കു് രോധിതകമ്പിയുണ്ടു്. ഇതിനു ലൈൻ (Line) കമ്പി എന്നാകുന്നു പേർ. വിദ്യുച്ഛക്തി പ്രവഹിക്കുവാൻ m-നെ വേറൊരു കമ്പിമൂലം ബാററിയിലെ മറേറ ദ്വാരത്തോടു ചേൎക്കേണ്ടതാകുന്നു. എന്നാൽ ഇതിനുപകരം m-ൽ നിന്നു് ഒരു ചെറു ചെമ്പുകമ്പി മണ്ണിൻെറ ഉള്ളിലേയ്ക്കും C-ൽ നിന്നു് വേറൊരു ചെറുചെമ്പുകമ്പി മണ്ണിൻെറ ഉള്ളിലേയ്ക്കും ചെലുത്തിവെച്ചിരിക്കും. ഈ ഏൎപ്പാടാണു് സാധാരണയായു് കണ്ടുവരുന്നതു്. ആയതിനാൽ ലൈൻ-കമ്പിയാൽ ഉണ്ടാകുന്ന ചേൎച്ചയെ പൂൎത്തിയാക്കാനുള്ളതു ഭൂമിയാകുന്നു. വിദ്യുദ്ധാര ഒഴുകുവാൻ ഭൂമി അനുകൂലിക്കുന്നതാണു്.

കമ്പിത്തപ്പാലിൻെറ പ്രവൎത്തനം മനസ്സിലാക്കുവാൻ ശബ്ദജനകത്തിൻെറ ഭാഗങ്ങൾ അറിഞ്ഞിരിക്കേണ്ടതാണു്.

ശബ്ദജനകത്തിലെ മുഖ്യഭാഗം വിദ്യുൽ-കാന്തമാകുന്നു, ഈ കാന്തത്തിൻെറ മീതെ പതമുള്ള ഒരു അൎമച്ചർ (Armature) വെച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ ഇരുമ്പുകട്ട ഒരു ലീവറി (Lever) നോടു് ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ലീവറിലെ ആധാരം സ്ഥാപിച്ചിട്ടുള്ള അററത്തിൻെറ അടുക്കെ ഒരു സ്പ്രിങ്ങ് കാണാവുന്നതാണു്. ലീവറിൻെറ മറേറ അററം പിച്ചളകൊണ്ടു കെട്ടിയിരിയ്ക്കും. ഈ അററത്തിൻെറ മുകളിലും താഴത്തും ഓരോ ആണി ഉണ്ടായിരിക്കും.

കമ്പിത്തപ്പാലിലെ താക്കോൽ അമൎത്തുമ്പോൾ വിദ്യുദ്ധാര പൂൎത്തിയാകുന്നു. ഇതിൻ ഫലമായി അപ്പോൾതന്നെ കമ്പി സ്വീകരിക്കേണ്ട ആഫീസിലെ നാദകത്തിലുള്ള വിദ്യുൽ-കാന്തം പ്രവൎത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ആ ഉപകരണം കാന്തമായ്ത്തീരുകയും

അർമച്ചറിനെ പിടിച്ചുവലിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അർമച്ചർ അതായത് ഇരുമ്പുകട്ട കാന്തത്തിൽവന്നു തട്ടുമ്പോൾ ലീവറിലെ പിച്ചള കെട്ടിയ അററം താഴെയുള്ള ആണി (a) മേൽവന്നു അടിച്ചു ഒരു ശബ്ദം ഉണ്ടാക്കുന്നു. താക്കോൽ വിട്ടാൽ വിദ്യുദ്ധാര മുറിയുന്നു. അപ്പോൾ m എന്ന ശബ്ദജനക ഭാഗം കാന്തമായ്ത്തീരുകയും അർമച്ചർ മേല്പോട്ടു പൊങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു. അപ്പോൾ ലീവറിലെ പിച്ചള കെട്ടിയ അററം മുകളിൽ ഉള്ള ആണി (d) യിൽ ചെന്നു തട്ടി ശബ്ദിക്കുന്നു. താക്കോൽ അമത്തിവിടുന്ന സമ്പ്രദായത്തേയും സമവ്യത്യാസത്തേയും ആസ്പദമാക്കി വേർതിരിച്ചറിയാവുന്ന രണ്ടുവിധം ശബ്ദങ്ങൾ പുറപ്പെടുവിക്കാം. ആണിമേൽ തട്ടുന്ന രണ്ടു 'ടിക്' ശബ്ദങ്ങൾക്കിടയിലെ സമയം ചുരുങ്ങിയിരിക്കുമ്പോൾ അതിനെ 'കട്ട്' എന്നാണു് പറയുക. ഈ സമയം അധികരിച്ചിരിക്കുമ്പോൾ അതിനെ 'കട്ട്' എന്നാണു പറയുക. ഈ ശബ്ദങ്ങളെക്കൊണ്ടു് അമേരിക്കയിലെ 'മോർസ്' (Morse) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ചില അക്ഷരസങ്കേതങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കി. അതിൽ 'കട്ട്' എന്ന ശബ്ദം പുള്ളിയായും 'കട്ട്' എന്ന ശബ്ദം വരയായും കാണിച്ചിരിക്കും.

പേജ്ജ്	വരി	അബദ്ധം	സുബദ്ധം
3	18	$\pi r^2 = \frac{22}{7}$	$\pi = \frac{22}{7}$
15	10	Fnlerum	Fulcurm
80	7	സ്ഥിതിസ്ഥാപകത്വം	സ്ഥിതിസ്ഥാപകത്വം
65	2	ഡൈ-ഡ്	ഡൈഡ
66	19	ഓക്സിജൻകൊണ്ടു	ഓക്സിജനിൽകൊണ്ടു
67	1	വളുത്ത	വെളുത്ത
	4	മാ) റ	മാറി
	6	ഗന്ധുകം	ഗന്ധകം
	9	പരീക്ഷണകുഴലിൽ	പരീക്ഷണക്കുഴലിൽ
	"	ഗന്ധുകം	ഗന്ധകം
	12	ഝുടങ്ങുകയും	തുടങ്ങുകയും
68	19	lins e oil	linseed oil
71	14	Corrolsve	Corrosive
	25	നൈട്രയിററ്	നൈടിയെററ്
72	21	എല്ലാപ്പോഴും	എല്ലായ്പ്പോഴും
74	24	Pulmonary respiraction	Pulmonary respiration
81	12	Ientical	lenticel
	17	microseope	microscope
83	7	TadPales	Tadpoles
	14	ആകൃതിയില്ലള്ള	ആകൃതിയിലുള്ള
	25	ഉൾഗീല്ലുകൾ	ഉൾഗില്ലുകൾ
	30	വതളയുടെ	തവളയുടെ
85	4	ഗിർല്ലുകൾക്ക	ഗില്ലുകൾക്ക
	12	ഓക്സസിനെ	ഓക്സൈഡിനെ

പേജു	വരി	അബദ്ധം	സുബദ്ധം
87	21	Hill	Hail
88	1	Condenation	Condensation
	1	ആവീർഭവിക്കുക	ആവിർഭവിക്കുക
	4	ജലപരിണംചക്രം	ജലപരിണാമചക്രം
	19	വെർള്ളം	വെള്ളം
89	3	മഴവെള്ളമെണ്ണതു്	മഴവെള്ളമെന്നതു്
90	10	ഉതരി	ഉപരി
92	11	Choloride	Chloride
93	,,	ചിത്രം 35 വാററിയെ	ചിത്രം 35 വാററിയെ
94	6	Sendiment	Sediment
100	15	തെണ്ടവമന (Goiter) ത്താൻ	തൊണ്ടവീക്ക (Goitre) ത്താൽ
101	8	Prmutit	Permutit
	16	കഞ്ഞിരിക്കുന്നു	കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു
	17	ൈഡ്രജനും	ഹൈഡ്രജനും
102	9	വാതം	വാതകം
	12	ജരു	ഒരു
104	4	തനയെ	തനിയെ
	16	കാണുന്നില്ല	കാണുകയില്ല
106	9	Zine	Zinc
108	9	തയുടെ	തീയുടെ
	17	പട്ടാതെ	പൊട്ടാതെ
	19	സന്നേഹവും	സന്ദേഹവും
	23	ജ്ജക്കൽ	ജ്ജൗക്കൾ
	25	കത്തുമെങ്കിലു	കത്തുമെങ്കിലും
109	9	Heilium	Helium

പേജു	വരി	അബദ്ധം	സുബദ്ധം
109	18	———	ഇതാവശ്യമില്ല
	21	Hy drochoric	Hydrochloric
	28	നീരാവിയില്ലാത്താ താക്കിത്തീർക്കുവാൻ	നീരാവിയില്ലാതാക്കി ത്തീർക്കുവാൻ
110	6	ചിത്രം 18	ചിത്രം 45
112	12	തുടങ്ങിയിരിക്കണെ	തുടങ്ങിയിരിക്കുന്നു
	17	ചൂട്ടുള്ളഎണ്ണയിൽ	ചൂടുള്ള എണ്ണയിൽ
	18	അളു :	അളു
113	4	Corbonbisulphide	Carbonbisulphide
	7	Soluted	Solute
	8	ഗുണാങ്ങൽ	ഗുണങ്ങളും
114	1	പരീപൂരിത	പരിപൂരിത
119	22	Octahidral	Octohedral
119	24	Rhombohcdren	rhombohedron
121	13	Galvansied	Galvanised
126	20	മാറാറുന്നതാകുന്നു	മാററുന്നതാകുന്നു
133	7	വായുലിൽ	വായുവിൽ
139	21	Magnesium	Magnesium
143	16	ഇല്ല	ഇല്ല
143	24	രേഖാപൽ	ശരേഖാപ
144	22	എന്താണു്	എന്നാണു്
146	11	ആണിവോരപ്പോടുള്ള	ആണിവേരേപ്പോടുള്ള
147	8	Roo-hairs	Root-hairs
148	10	Bee	Beet
157	22	9(%	90%
160	5	റബ്ബർ	റബ്ബർ
,,	,,	റബെൽജാർ	ബെൽജാർ

പേജു	വരി	അശുദ്ധം	ശുദ്ധം
166	1	അശ്ലുദ്ധവായുവിനാൽ	അശുദ്ധവായുവിനാൽ
166	4	കൃത്രിമമായ	കൃത്രിമമായ
173	4	എന്നിനയെല്ലാം	എന്നിവയെല്ലാം
,,	8	വദർത്ഥങ്ങളിൽനിന്നു	പദാർത്ഥങ്ങളിൽനിന്നു
174	4	മണ്ണിന്നു പുരി	മണ്ണിന്നുപരി
,,	16	ഉന്നമമായ	ഉത്തമമായ
,,	17	നശപ്പിക്കുവാൻ	നശിപ്പിക്കുവാൻ
,,	20	തീക്കുവാൻ	ത്തീക്കുവാൻ
175	1	ജീവ്	ജീവി
182	12	ലേഖരിതമാകും	ശേഖരിതമാകും
115	1	മാർബറം	മാർബിറം
187	1	കാർബൺഡൈ ഓക്സൈഡ്	കാർബൺഡൈ ഓക്സൈഡ്
191	1	ഉണ്ടക്കൽ	ഉണ്ടാക്കൽ

GENERAL SCIENCE

FOR FORM IV

MALAYALAM

(Prepared according to the latest Madras syllabus: suited for use in Cochin & Travancore Secondary Schools also)

SPECIMEN COPY

by

C. S. VENKATARAMAN, B. A., L. T.,

Headmaster, Board High School, Manjeri

[FIRST EDITION]

MADRAS

SRINIVASA VARADACHARI Co.

2/16, MOUNT ROAD

Copyright Reserved] 1949. [PRICE : Rs. 1/4.

Indic Digital Archive Foundation

gpura.org