1085

സയൻസിൻെറ കഥ

(രണ്ടാം ഭാഗം)

DISTRIBUTING LIBRARY
No.........
KOTTAYAM.

CICC BOOK HOUSE
T. B. ROAD, ERNAKULAM.
PHONE 3537

(Malayalam)

Sciencinte Katha–II

Science

By P. T. BHASKARA PANICKER

Gitanjali

Ottappalam–2

First Published May 1965

Printed at

INDIA PRESS, KOTTAYAM

Price Rs. 3·00

Copyright

P. T. Bhaskara Panicker

Publishers:

Sahitya Pravarthaka Co-operative Society Ltd., Kottayam, Kerala State

Sales Department:

NATIONAL BOOK STALL

Kottayam Kerala State India

സയൻസിന്റെ കഥ

(രണ്ടാം ഭാഗം)

DISTRIBUTING LIBRARY
No.
KOTTAYAM

പി. ടി. ഭാസ്കരപ്പണിക്കർ

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY
KOTTAYAM.

പ്രസാധകന്മാർ

സാഹിത്യപ്രവർത്തക സഹകരണസംഘം

നാഷനൽ ബുക്ക്സ്റ്റാൾ

കോട്ടയം

വില ക. 3.00

ഭാസ്കരപ്പണിക്കരുടെ കൃതികൾ

സയൻസിൻെറ കഥ (രണ്ടു ഭാഗങ്ങൾ)
ശാസ്ത്രപരിചയം (രണ്ടു ഭാഗങ്ങൾ)
ജീവശാസ്ത്രത്തിൻെറ വളർച്ച
നൂറു ചോദ്യങ്ങൾ
രോഗവും ചികിത്സയും
മനുഷ്യനിർമ്മിതമായ ചന്ദ്രൻ
ജീവൻെറ ഉത്ഭവം
സയൻസിൻെറ സന്ദേശം
മനുഷ്യൻെറ അനാട്ടമിയും ഫിസ്യോളജിയും
മനുഷ്യനെന്ന യന്ത്രം
ഗ്രഹാന്തരയാത്ര
മുന്നേറുന്ന സയൻസ്
സയൻസിൻെറ സംഭാവന
രണ്ടു വിജ്ഞാനശാഖകൾ
സ്പേസിലേക്കുള്ള യാത്ര
ജീവപ്രപഞ്ചം (പരിഭാഷ)
യന്ത്രങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനം

൩൫൦

S1703 B1051 75/64-65 1-1000

സയൻസിൻെറ കഥ തുടരുന്നു

കഴിഞ്ഞ ആഗസ്റ്റിലാണ് 'സയൻസിന്റെ കഥ' ഒന്നാം ഭാഗം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയതു്. ആ പുസ്തകത്തെപ്പററിയുണ്ടായ പല വിമർശനങ്ങളും മനസ്സിൽവെച്ചുകൊണ്ടാണ് രണ്ടാം ഭാഗം എഴുതിയതു്. അതിനാൽ, ചില ഭാഗങ്ങൾ കൂടുതലധികം സാങ്കേതികമായോ എന്നെനിക്കു സംശയമുണ്ടു്.

ഈ പുസ്തകം വായിക്കുന്നവരോടു് എനിക്കൊരഭ്യർത്ഥനയുണ്ടു്: നിങ്ങൾക്കിഷ്ടപ്പെട്ട വിഷയങ്ങളെപ്പററിയോ, ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെപ്പററിയോ, കൂടുതൽ വായിക്കുക. അങ്ങനെ നിങ്ങളുടെ ഉണൎന്നിരിക്കുന്ന ജിജ്ഞാസയെ തൃപ്തിപ്പെടുത്തുക.

രണ്ടാം ഭാഗം വിചാരിച്ചതിലും വലുതായി. സയൻസിൽ വമ്പിച്ച മാററങ്ങളുണ്ടായ കാലഘട്ടത്തെയാണല്ലോ ഇവിടെ അവതരിപ്പിക്കേണ്ടതു്.

ജനുവരി, 1965 —ഭാസ്കരപ്പണിക്കർ

10229

ഉള്ളടക്കം

1	രക്തസഞ്ചാരം	9
2	പുതിയ ഉപകരണങ്ങൾ	18
3	പ്രായോഗികഗണിതശാസ്ത്രം	30
4	ശാസ്ത്രീയസംഘങ്ങൾ	37
5	കെമിസ്ട്രിയുടെ തുടക്കം	46
6	മൈക്രോസ്കോപ്പിലൂടെ പുതിയൊരു ലോകം	53
7	വെളിച്ചത്തെപ്പററി	61
8	ഐസാക് ന്യൂട്ടൻ	68
9	ഗ്രാവിറേറഷൻസിദ്ധാന്തം	73
10	ജീവശാസ്ത്രത്തിൻെറ വളച്ച	81
11	വ്യവസായവിപ്ലവവും സയൻസും	91
12	രസതന്ത്രപുരോഗതി	109
13	വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ആരംഭം	119
14	ഫോസിലുകൾ	129
15	പ്രപഞ്ചോൽപത്തിയും ഭൂമിയുടെ ഘടനയും	139
16	മരണത്തിനെതിരായ സമരം	156
17	ശാസ്ത്രീയപുരോഗതി—പത്തൊമ്പതാംനൂറ്റാണ്ടിൽ	164
18	മൂലകങ്ങളുടെ വർഗ്ഗീകരണം	183
19	വിദ്യുച്ഛക്തി—ശാസ്ത്രവും നിയമങ്ങളും	190
20	വിദ്യുച്ഛക്തി പ്രായോഗികമാകുന്നു	205
	അനുബന്ധം	225
	സൂചിക	227

അദ്ധ്യായം 1

രക്തസഞ്ചാരം

രക്തം ശരീരം മുഴുവൻ ചുററിത്തിരിയുന്നുണ്ടെന്നു കേൾക്കുമ്പോൾ നമുക്കിന്നു് ഒരു പുതുമയും തോന്നുന്നില്ല. എന്നാൽ ഇക്കാര്യം അന്നുള്ളവരെ ബോദ്ധ്യപ്പെടുത്താൻ വില്യം ഹാർവിക്കു കുറച്ചൊന്നുമല്ല വിഷമിക്കേണ്ടിവന്നതു്. ഗാലെൻെറ സ്വാധീനശക്തിയാണു് അന്നും വൈദ്യശാസ്ത്രമേഖലയിൽ നടമാടിയിരുന്നതു്. രക്തത്തിന്നൊരുതരം വേലിയേററവും വേലിയിറക്കവുമുണ്ടെന്നും രക്തം ഹൃദയത്തിൻെറ വലതുവശത്തുനിന്നു് ഇടത്തോട്ടാണൊഴുകുന്നതെന്നും ഇങ്ങനെ ഒഴുകുന്നതു്, അവയ്ക്കിടയിലുള്ള ചെറുസുഷിരങ്ങളിലൂടെയാണെന്നും ഗാലെൻ പറഞ്ഞു. രക്തം സജീവതയുടെ (Vital spirit) നിർമ്മാതാവാണെന്നും ഗാലെൻ പറഞ്ഞു. ഈ ധാരണകൾ അനവധി നൂററാണ്ടോളം നിലനിന്നു.

പതിനാറാം നൂററാണ്ടോടുകൂടി, രക്തസഞ്ചാരത്തെപ്പററി പലർക്കും സൂചന ലഭിച്ചു. റിയാൽഡോ കൊളംബസ്, മൈക്കൽ സെർവററസ്, ഹിരോണിമസ് ഫാബ്രിഷിയസ്, ആൻഡ്രൂ സെസാൽവിനോ എന്നിവരെല്ലാമാണു് ഈ നിഗമനത്തിലേക്കെത്തിയവർ. (ഇററലിക്കാർ ഇന്നും കരുതുന്നതു സെസാൽവിനോവാണു രക്തസഞ്ചാരം കണ്ടുപിടിച്ചതെന്നാണത്രേ.) പക്ഷേ, ഇതു

പരീക്ഷണംകൊണ്ടു തെളിയിക്കാനവക്കൊക്കും കഴിഞ്ഞി ല്ല. വില്യം ഹാർവി മാത്രമാണു് ഇതു തെളിയിച്ചതു്. വേലിയേറ്റം—വേലിയിറക്കം എന്ന വിധത്തിലല്ല, ശരീ രത്തിലങ്ങനെ ചുറ്റിത്തിരിയുകയാണു രക്തമെന്നു ഹാർവി തീർത്തുപറഞ്ഞു.

1578-ൽ, ഇംഗ്ലണ്ടിലെ ഫോക്ക്സ്റ്റോണിൽ, ഹാർവി ജനിച്ചു. കാൻടർബറിയിലെ ഗ്രാമർസ്ക്കൂളിലും കേംബ്രിജിലും പഠിച്ചതിനുശേഷം, വൈദ്യശാസ്ത്രപഠന ത്തിന്നായി അദ്ദേഹം പാദ്വാസർവ്വകലാശാലയിലേക്കു പോയി. ഫാബ്രിഷിയസായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിൻെറ ആചാര്യൻ. ശരീരശാസ്ത്രം, എംബ്രിയോളജി (ഭ്രൂണശാ സ്ത്രം) എന്നീ ശാഖകളിൽ വലിയ വിദഗ്ധനായിരുന്നു ഫാബ്രിഷിയസ്. പാദ്വായിൽ പഠിക്കുമ്പോൾ, ഇററലി യിലെ യൂനിവേർസിററികളിലെ ഇംഗ്ലീഷ്വിദ്യാർത്ഥിക ളുടെ നേതാവായി ഹാർവി തിരഞ്ഞെടുക്കപ്പെട്ടു. 1602-ൽ അദ്ദേഹത്തിന്നു ഡോക്ടർബിരുദം ലഭിച്ചു— വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിൽത്തന്നെ. ലണ്ടനിലേക്കു വന്നു് അവി ടുത്തെ ബർത്തലോമ്യൂ ആസ്പത്രിയിൽച്ചേർന്നു. റോയൽ കോ ളേജിലെ പ്രൊഫസർപദവും അദ്ദേഹത്തിന്നു കിട്ടി. പിന്നീടു്, സ്റ്റൂവർട്ടു് രാജാക്കന്മാരുടെ (ജെയിംസ് ഒന്നാ മൻ, ചാറൽസ് ഒന്നാമൻ എന്നിവരുടെ) വൈദ്യനായു ള്ള നിയമനവും കിട്ടി. രാജകീയഭിഷഗ്വരനെന്ന നിലയ്ക്കു മന്ത്രവാദിനികളെന്ന കുറ്റം ആരോപിക്കപ്പെട്ടവരെ പരി ശോധിക്കലദ്ദേഹത്തിൻെറ സ്ഥിരമൊരു പ്രവൃത്തിയായി രുന്നു. അവരുടെ ശരീരത്തിൽ തീപ്പൊള്ളലേററതിന്റെ വടുക്കളുണ്ടോ എന്നതാണു പരിശോധന. ഈ പൊള്ള ലുകളാണു് ദുർമ്മൂർത്തികളുമായവക്കുള്ള ബന്ധത്തിന്നാ സ്പദം! എന്നാലങ്ങനെയൊന്നും ഹാർവി കണ്ടില്ലത്രേ.

ഇംഗ്ലണ്ടിലെ ആഭ്യന്തരയുദ്ധകാലത്ത് ചാറൽസ് ഒന്നാമൻെറകൂടെ ഹാർവിയും ഓടി രക്ഷപ്പെട്ടു—ഓക്സ് ഫോർഡിലേക്ക്. ലണ്ടനിലെ വസതിയിലദ്ദേഹം സൂക്ഷിച്ചുവെച്ച കുറിപ്പുകളെല്ലാം നശിപ്പിക്കപ്പെട്ടു. ഈ കുറിപ്പുകളിൽ, മറ്റു പലതിന്നും പുറമേ, പ്രാണികളുടെ പ്രത്യല്പാദനത്തെപ്പററിയുള്ള ഒരു വിവരണവുമുണ്ടായിരുന്നു. 1642 ഒക്ടോബറിലെ എഡ്ജ്ഹിൽ യുദ്ധസമയത്ത്, ഹാർവി ഒരു കുററിക്കാട്ടിലൊളിച്ചിരുന്ന് ഒരു പുസ്തകം ശ്രദ്ധാപൂർവ്വം വായിക്കുകയുണ്ടായത്രേ. പിന്നീടദ്ദേഹം യുദ്ധത്തിൽ മുറിയേററവരെ ചികിത്സിച്ചു. 1649-ൽ ചാറൽസ് രാജാവു വധിക്കപ്പെട്ടതോടുകൂടി ഹാർവി ലണ്ടനിലേക്കു മടങ്ങി. കുറച്ചുകാലം വെറുതെയിരുന്നു. 1654-ൽ അദ്ദേഹത്തെ 'റോയൽ കോളേജ് ഓഫ് ഫിസിഷ്യൻസി'ൻെറ അദ്ധ്യക്ഷസ്ഥാനത്തേക്കു സർവ്വസമ്മതമായി തിരഞ്ഞെടുത്തു. പക്ഷേ, വാർദ്ധക്യവും അനാരോഗ്യവും കാരണം ആ പദവി കൈവെടിയുകയാണദ്ദേഹം ചെയ്തതു്. 1657-ൽ ഹാർവി മരിച്ചു.

പലരേയും ഹാർവി ചികിത്സിച്ചു. ഫ്രാൻസിസ് ബേക്കണപ്പോലുള്ള പലരും ഹാർവിയുടെ 'രോഗി'കളായിരുന്നു. മററാരും ചെയ്യാത്ത പ്രവൃത്തിയാണദ്ദേഹം രക്തസഞ്ചാരത്തെപ്പററി നടത്തിയതു്. 1628-ൽ ലാറ്റിൻ ഭാഷയിൽ ഇതിനെപ്പററി ഒരു ചെറുപുസ്തകം (An Essay concerning the Motion of the Heart and Blood in Animals) അദ്ദേഹം രചിച്ചു. റോയൽ കോളേജിലെ പ്രസംഗങ്ങളിൽ ഈ കണ്ടുപിടുത്തത്തെപ്പററി അതിന്നു മുമ്പുതന്നെ അദ്ദേഹം പരാമർശിച്ചിരുന്നു. കൂടുതൽ തെളിവുകൾ കിട്ടിയിട്ടു മതി എഴുതുക എന്നു കരുതിയിട്ടാവാം ഇത്രയും താമസിച്ചതു്. ആ ഗ്രന്ഥം തുടങ്ങുന്നതിങ്ങനെ

യാണ്: "ആദ്യമായി ഞാൻ ശരീരം കീറിനോക്കാനാരംഭിക്കുകയും അങ്ങനെ ഹൃദയത്തിന്റെ ചലനത്തെപ്പററിയും ഉപയോഗങ്ങളെപ്പററിയും പഠിക്കുകയും പിന്നീട്ട സ്വന്തം പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ (മററുള്ളവർ എഴുതിവെച്ചതിലൂടെയല്ല) രക്തസഞ്ചാരത്തെപ്പററി പുതിയ കാര്യങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കാൻ ശ്രമിക്കുകയും ചെയ്തു. എൻെറ പ്രവൃത്തി കഠിനവും വിഷമകരവുമായിരുന്നു. ഫ്രാക്കാസ്റ്ററോവിനെപ്പോലെ, ദൈവത്തിന്നുമാത്രമേ ഹൃദയചലനത്തെപ്പററി അറിവുണ്ടാവൂ എന്നുപോലും എനിക്കു തോന്നി..."

എത്ര ബുദ്ധിമുട്ടുള്ള ജോലിയാണെങ്കിലും ചെയ്തുതീക്കാൻതന്നെ ഹാർവി മുതിന്നു. ശാസ്ത്രജ്ഞൻേറതായ സ്ഥിരോത്സാഹത്തോട്ടകൂടി പലതരം ജീവികളുടെയും ഹൃദയത്തെ അദ്ദേഹം പരിശോധിച്ചു—പന്നി, ആട്ട്, പട്ടി, തവള, പാമ്പ്, മത്സ്യം, ഞണ്ട്, ഞൗനി എന്നിങ്ങനെ പലതിൻെറയും. ഇവയുടെയെല്ലാം ശരീരം മുറിച്ചുനോക്കിയപ്പോൾ ശരീരമാകെ രക്തം സഞ്ചരിക്കുന്നുണ്ടെന്നു കണ്ടു. ഹൃദയത്തിൽനിന്നു രക്തം പോകുന്നതു ധമനികളിലേക്കാണ് (ആർട്ടറികളിലേക്ക്). ധമനികളിൽനിന്നു സിരകളിലേക്കും സിരകളിൽനിന്നു വീണ്ടും ഹൃദയത്തിലേക്കും രക്തം വരുന്നു.

ഹൃദയം പമ്പിനെപ്പോലെ പ്രവത്തിക്കുന്നൊരു മാംസപേശിയാണെന്നും ഹാർവി കണ്ടു. സങ്കോചിക്കുമ്പോൾ (systole) ഉള്ള ചലനം ധമനികളിൽ നാഡിമിടിപ്പായി (pulse) അനുഭവപ്പെട്ടും. ഗാലെനും അനുയായികളും ഇതിനോട്ട യോജിച്ചിരുന്നില്ല. അവർ പറഞ്ഞതു ഹൃദയവികാസ (diastole)മാണ് പ്രധാനമെന്നാണ്. കാരണം, ഈ ഘട്ടത്തിലാണ് ചൈതന്യവസ്തുക്കൾ (vital spirits) രക്തവുമായി ചേന്നിരുന്നതത്രേ.

രക്തസഞ്ചാരവ്യവസ്ഥയുടെ മെക്കാനിസമെന്തെന്നു ഹാർവിക്കു പറയുവാൻ സാധിച്ചു. ഹൃദയത്തിൽ നാലറയുണ്ടെന്നദ്ദേഹം പറഞ്ഞു—രണ്ടു വെൻട്രിക്കിളും രണ്ടു ഓറിക്കിളും. ഇടത്തെ വെൻട്രിക്കിൾ സങ്കോചിക്കുമ്പോൾ അതിലുള്ള രക്തം മുഖ്യധമനിയായ അയോർട്ടയിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു—അവിടെനിന്നു ചെറിയ ധമനികളിലേക്കു രക്തം വ്യാപിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അവസാനം രക്തം സിരകളിലെത്തുന്നു—ഈ സിരാരക്തം മടങ്ങിച്ചെല്ലുന്നതു വലത്തെ ഓറിക്കിളിലേക്കാണ്. ആ അറ ചുരുങ്ങുമ്പോൾ രക്തം വലത്തെ വെൻട്രിക്കിളിലേക്ക് എത്തുന്നു. വലത്തെ വെൻട്രിക്കിൾ സങ്കോചിക്കുമ്പോൾ രക്തം പൾമനറി ആർട്ടറി എന്നറിയപ്പെടുന്ന ധമനിയിലൂടെ ശ്വാസകോശങ്ങളിലേക്കു പോകുന്നു. അവിടെനിന്നു പൾമനറി സിരകളിലൂടെ രക്തം ഇടത്തെ ഓറിക്കിളിലെത്തുന്നു. ഇടത്തെ ഓറിക്കിൾ സങ്കോചിക്കുമ്പോൾ രക്തം ഇടത്തെ വെൻട്രിക്കിളിലേക്കും പോകുന്നു—ഇങ്ങനെയാണ് ആ വൃത്തം പൂർത്തിയാവുന്നതു്.

ഹൃദയത്തിൻെറ പ്രവർത്തനം വ്യക്തമായതോടുകൂടി രക്തസഞ്ചാരം പ്രദർശിപ്പിച്ചുകൊടുക്കേണ്ടതായ്‌വന്നു. ഹൃദയത്തിലൂടെ എത്ര രക്തം സഞ്ചരിക്കുന്നുണ്ടു്? ഹാർവി പറയുന്നു, ഓരോ പ്രാവശ്യവും ഹൃദയം അര ഔൺസ് രക്തം ചാമ്പിവിടുന്നുണ്ടെന്നു്. "ഈ രക്തത്തിന്നു്, അയോർട്ടയുടെ തുടക്കത്തിലുള്ള വാൾവുകൾകാരണം, തിരിച്ചു ഹൃദയത്തിലേക്കു പോകാൻ വയ്യാ. അരമണിക്കൂറിൽ ഹൃദയം ആയിരത്തിലേറെ പ്രാവശ്യം മിടിച്ചിരിക്കും."—എന്നും ഹാർവി പറഞ്ഞു. അങ്ങനെ, എത്ര രക്തം സഞ്ചരിച്ചുവെന്നു കണക്കാക്കാൻ കഴിഞ്ഞു. കണക്കു പറ

ഞ്ഞാൽമാത്രം വിശ്വസിക്കുന്നവക്ക് ഇതു കേട്ടു തൃപ്തിയായോ, എന്തോ?

ഹാർവിയുടെ സിദ്ധാന്തത്തിൽ ചില പോരായ്മകളുണ്ടായിരുന്നു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ കൈയിൽ മൈക്രോസ്കോപ്പില്ലായിരുന്നു. ധമനിയിൽനിന്നു സിരകളിലേക്കു രക്തം പോകുന്നതു കേശാകാരസിരകളിലൂടെ (കാപ്പിലറി) യാണല്ലോ. പക്ഷേ, മൈക്രോസ്കോപ്പില്ലാത്തതിനാൽ ഇവയെ കാണാൻ ഹാർവിക്കു കഴിഞ്ഞില്ല. മാൽപ്പീഗി എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ്, ഹാർവിയുടെ മരണാശേഷം, കാപ്പിലറികളെപ്പററി ആദ്യമായി പ്രസ്താവിച്ചതു്. ശ്വാസകോശങ്ങളിൽവെച്ചു രക്തത്തിനെന്താണു സംഭവിക്കുന്നതെന്നു മനസ്സിലാക്കാനും ഹാർവിക്കു കഴിഞ്ഞില്ല. അരിസ്റ്റോട്ടിലിനെപ്പോലെ, ശ്വാസകോശങ്ങളിൽ വെച്ചു രക്തം തണുപ്പിക്കപ്പെടുന്നുവെന്നത്രേ അദ്ദേഹവും കരുതിയതു്! കെമിസ്ത്രിയുടെ വികാസത്തോടുകൂടിയാണു് ശ്വാസോച്ഛ്വാസത്തിലുണ്ടാവുന്ന രാസപരിണാമങ്ങളെപ്പററി ശരിക്കൊരു ധാരണയുണ്ടാവുന്നതു്.

ഹാർവി സയൻസിന്നു മറെറാരു സംഭാവനകൂടി ചെയ്തു. എംബ്രിയോളജിയെപ്പററിയുള്ള അദ്ദേഹത്തിൻെറ പഠനം വളരെ ശാസ്ത്രീയമായിരുന്നു. അരിസ്റ്റോട്ടിൽ, ഫാബ്രിഷിയസ് എന്നിവരെപ്പോലെ കോഴിമുട്ടയ്ക്കകത്തുള്ള കോഴിക്കുഞ്ഞിൻെറ വളർച്ചയെപ്പററി അദ്ദേഹം കൃത്യമായി പഠിച്ചു. മുട്ട ഇട്ടതിനുശേഷം ഒന്നാംദിവസം, രണ്ടാംദിവസം, മൂന്നാംദിവസം—ഇങ്ങനെ ദിനംപ്രതി പരിശോധിച്ചുനോക്കി, 1651-ൽ അദ്ദേഹം ഒരു പുസ്തകമെഴുതി. (On the generation of animals). ഈ പ്രവൃത്തിയിലും, മൈക്രോസ്കോപ്പിൻെറ അഭാവം കാരണം, വേണ്ടത്ര മുന്നേറാനദ്ദേഹത്തിന്നു കഴിഞ്ഞില്ല. എങ്കിലും

പിന്നീട്ട പ്രാധാന്യംനേടിയ ഒരു സിദ്ധാന്തത്തെ അദ്ദേഹം ആവിഷ്കരിച്ചു: "ജീവനോടെ കുഞ്ഞുങ്ങൾക്കു പിറവികൊടുക്കുന്ന മനുഷ്യനും മററുള്ള ജീവികളും അണ്ഡങ്ങളിൽനിന്നാണുണ്ടാവുന്നതു്." ചില താണതരം ജീവികൾ ജീർണ്ണിക്കുന്ന വസ്തുക്കളിൽനിന്നാണുണ്ടാകുന്നതെന്നും അദ്ദേഹം പറഞ്ഞുവത്രെ.

രക്തസഞ്ചാരത്തെപ്പററിയുള്ള കണ്ടുപിടുത്തം പല പ്രധാന ഫലങ്ങളുമുണ്ടാക്കി. ഹൃദയത്തിന്റെ ഓറിക്കിളും വെൻട്രിക്കിളും എങ്ങനെ പമ്പുകൾപോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു എന്ന സംഗതി രക്തസഞ്ചാരത്തിൻെറ യാന്ത്രിക സ്വഭാവത്തെ പ്രകടിപ്പിച്ചു. അങ്ങനെ ജീവൻെറ പ്രവർത്തനത്തിൽ ചില യാന്ത്രികവശങ്ങളുണ്ടെന്നു തെളിഞ്ഞു.

ഡെക്കാർട്ടേയുടെ 'മനുഷ്യൻ' എന്ന പുസ്തകത്തിൽ മനുഷ്യൻെറ പല അവയവങ്ങളും യന്ത്രതുല്യങ്ങളാണെന്നു പറയുന്നു. അദ്ദേഹത്തിന്നു ജന്തുക്കളെല്ലാം വെറും യന്ത്രങ്ങളാണു്; മനുഷ്യനാകട്ടെ, ഒട്ടുമുക്കാലും യന്ത്രവും. മനുഷ്യശരീരത്തിലെ ധമനികളെ ഫൗണ്ടൻെറ കുഴലുകളായും മാംസപേശികളെയും ടെണ്ടനുകളെയും സ്പ്രിങ്ങുകളായും മററും അദ്ദേഹം താരതമ്യപ്പെടുത്തി.

ശരീരം ഒരു യന്ത്രമാണെങ്കിൽ അതിനെ നിയന്ത്രിക്കുന്നതു് ആത്മാവാണു്—മനസ്സാണു്. മനസ്സു ശരീരവുമായി ബന്ധപ്പെടുന്നതു മസ്തിഷ്കത്തിൻെറ അടിയിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന പീനിയൽ ഗ്രന്ഥി (Pineal gland) യിലൂടെയാണു്. അവിടെനിന്നു് അതു് ശരീരത്തിന്റെ ഇതരഭാഗങ്ങളിലേക്കും പോകുന്നു—നാഡികൾ, മസ്തിഷ്കം എന്നിവയിലൂടെ. ഇതാണു ഡെക്കാർട്ടേയുടെ മറ്റൊരു നിഗമനം.

ശാസ്ത്രഗവേഷണത്തിൽനിന്നെന്നതിലുമധികം തത്വചിന്താപരമായ യുക്തിയിൽനിന്നാണു് ഡെക്കാർട്ടേ

ഈ യാന്ത്രികസിദ്ധാന്തത്തിലെത്തിയതു്. പിന്നീട്ട് ഇററലിയിലെ ബോറില്ലി ഈ യാന്ത്രികസിദ്ധാന്തത്തെ കുറേക്കൂടി ജീവവസ്തുക്കളിലേക്കു വ്യാപിപ്പിക്കാനൊരു ശ്രമം നടത്തുകയുമുണ്ടായി.

നേപ്പിൾസിലാണു് ബോറില്ലി (1608—'79) ജനിച്ചതു്. നേപ്പിൾസിലും റോമിലും പ്രൊഫസറായി, കുറേക്കാലത്തേക്കദ്ദേഹം. ഫ്ളോറൻസിലെ അക്കാദമിയിലും അദ്ദേഹം പ്രവത്തിച്ചു. ജീവിതാവസാനം ഒരു സന്യാസിമഠത്തിൽ കഴിച്ചുകൂട്ടി. 'ജീവികളുടെ ചലന'ത്തെപ്പററിയുള്ള അദ്ദേഹത്തിൻെറ പ്രബന്ധത്തിൽ—1679-ലാണിതു പ്രസിദ്ധീകരിച്ചതു്—മെക്കാനിക്സ് എങ്ങനെ ജന്തുക്കളുടെ ചലനത്തെ ബാധിക്കുന്നുവെന്നദ്ദേഹം പറയുന്നു. ലിവറുകളും ത്രുക്കങ്ങളും ചേന്നാണു് എല്ലാ ചലനവും നടക്കുന്നതെന്നദ്ദേഹം സമത്ഥിച്ചു.

മനുഷ്യൻെറ നടത്തം, ഓട്ടം, ചാട്ടം, ഭാരംവഹിക്കൽ—ഈ മാതിരി ചലനങ്ങളിൽ വലിയ താൽപര്യമായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്നു്. പക്ഷികൾ പറക്കുന്നതും പുഴുക്കൾ ഇഴയുന്നതും മത്സ്യങ്ങൾ നീന്തുന്നതും മററും അദ്ദേഹം ചച്ചചെയ്തു. ആദ്യം ഒററയ്ക്കൊററയ്ക്കുള്ള മാംസപേശികളെപ്പററിയും പിന്നീട്ട ജന്തുവിൻെറ ആകെയുള്ള ചലനത്തെപ്പററിയുമാണദ്ദേഹം പഠനം നടത്തിയതു്.

ജന്തുക്കളുടെ ചലനത്തിൽ മെക്കാനിക്സിനുള്ള പരിധി എന്തെന്നദ്ദേഹത്തിന്നറിയാമായിരുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന്നു്, മാംസപേശികളുടെ സങ്കോചവികാസം മെക്കാനിക്സിന്നു വിശദീകരിക്കാവുന്നതല്ല. മാംസപേശികളെ ആശ്രയിച്ചാണല്ലോ ചലനം. ഞരമ്പുകളാണു് മാംസപേശികളെ പ്രേരിപ്പിക്കുന്നതെന്നു ബോറില്ലി പറഞ്ഞു. ഞരമ്പുകളിലെ ദ്രവം മാംസപേശികളിലെ രക്തവുമാ

യിച്ചേൻന്നിട്ടാണ വികാസമുണ്ടാകുന്നതെന്നും ബോറില്ലി തെററായി വാദിച്ചു.

മെക്കാനിക്സ് കൊണ്ടുമാത്രം മനുഷ്യശരീരത്തിന്റെ പ്രവത്തനങ്ങളെ വിശദീകരിക്കാൻ വയ്യെന്നു നമുക്കറിയാം. ഹൃദയം ജീവനുള്ള ഒരു പമ്പാണെന്നതു ശരിതന്നെ. അതിന്നുമുണ്ട് 'വാൾവുകൾ'—പമ്പിനുള്ളതുപോലെ. അസ്ഥികളും പേശികളും, ലിവറുകളും ത്തുക്കങ്ങളുമെന്നപോലെ പ്രവത്തിക്കുന്നു. എന്നാൽ രക്തസഞ്ചാരത്തിലും മാംസപേശികളുടെ പ്രവത്തനത്തിലും മെക്കാനിക്സിന്നപ്പുറമുള്ള പല കാൎയ്യങ്ങളുമുണ്ടല്ലോ.

എങ്കിലും ഹാർവി, ബോറില്ലി എന്നീ ശരീരശാസ്ത്രജ്ഞന്മാൎക്കു വളരെയേറെക്കാര്യങ്ങൾ ചെയ്യാൻ കഴിഞ്ഞു. 'വൈററൽ സ്പിരിട്ടി'ൻെറ മരണമണിയാണവർ മുഴക്കിയതു്. ഫിസ്യോളജിയുടെ പുരോഗതിയെ കുറെ നൂററാണ്ടായി പിടിച്ചുവെച്ചതു് ഈ ആശയമായിരുന്നുവല്ലോ.

അദ്ധ്യായം 2

പുതിയ ഉപകരണങ്ങൾ

പതിനേഴം പതിനെട്ടും നൂററാണ്ടുകളിൽ ശാസ്ത്രീയോപകരണങ്ങൾ പലതും കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. നിരീക്ഷണത്തിന്നും അളവിന്നുമാണിവയെ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത്. പല ശാസ്ത്രസിദ്ധാന്തങ്ങളും ശരിയാണോ എന്നു പരിശോധിച്ചിരുന്നതു് ഇത്തരം ഉപകരണങ്ങളുടെ സഹായത്തോടെയാണ്. കോപ്പർനിക്കസിന്റെ സിദ്ധാന്തം ശരിയാണെന്നു തെളിയിച്ചതു ടെലിസ്കോപ്പ് (ദൂരദർശിനി) ആണ്. 'പ്രകൃതി ശൂന്യതയെ വെറുക്കുന്നു' എന്ന അരിസ്റ്റോട്ടിലിൻെറ സിദ്ധാന്തം പരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടതു ബറോമീറ്ററിൻെറ ആഗമനത്തോടെയാണ്.

തത്ത്വപരമായ ഗവേഷണത്തോടൊപ്പംതന്നെ ഉപകരണനിർമ്മാണവും വളൎന്നു. ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർതന്നെയാണ് ഉപകരണങ്ങളെയും ആവിഷ്ക്കരിച്ചതു്. ഇതൊന്നും തങ്ങളുടെ പണിയല്ലെന്നവർ പറഞ്ഞില്ല. ഗലീലിയോ, ബോയിൽ, ഹുക്ക്, ന്യൂട്ടൻ എന്നിവരെല്ലാം താന്താങ്ങളുടെ സിദ്ധാന്തങ്ങളെ തെളിയിക്കാനുതകിയ ഉപകരണങ്ങളുണ്ടാക്കിയവരാണ്.

ടെലിസ്കോപ്പാണു ശാസ്ത്രവിജ്ഞാനസീമയെ വിപുലീകരിച്ച മുഖ്യോപകരണം എന്നു്, എവിടെയാണതാദ്യമുണ്ടായതെന്നു്, പറയാൻ വയ്യാ. ഏതായാലും കണ്ണട വ്യാപാരികളാണ് ടെലിസ്കോപ്പുണ്ടാക്കിയതെന്നാണു പറയപ്പെടുന്നതു്. (ഹാൻസ്‌ലിപ്പർഷെ എന്ന കണ്ണട വ്യാപാരിയാണോ അതല്ല, സക്കാരിയാസ് ജാൻസൻ

എന്ന വ്യാപാരിയാണോ—രണ്ടുപേരും ഡച്ചുകാരാണ്—ടെലിസ്കോപ്പിൻെറ ആവിഷ്കർത്താവ് എന്നു സംശയമാണ്.) 1608-ൽ തൻെറ മേശപ്പുറത്തു കിടന്നിരുന്ന രണ്ടു ലെൻസുകളെടുത്തു ലിപ്പർഷെ പരിശോധിക്കുകയായിരുന്നു. ലെൻസുകൾ അല്പം ദൂരത്താണു പിടിച്ചിരുന്നതു്. അവയിലൂടെ നോക്കിയപ്പോൾ അകലെയുള്ള പള്ളിഗോപുരം അടുത്തു കാണുന്നതായദ്ദേഹത്തിന്നു തോന്നി. ഈ അനുഭവംവെച്ചു് അദ്ദേഹം രണ്ടു ലെൻസുകളെക്കൊണ്ടു് ഒരു ടെലിസ്കോപ്പുണ്ടാക്കി. ഇതാണ് കഥ.

1609-ലാണ്, ലിപ്പർഷെയുടെ ടെലിസ്കോപ്പിൻെറ കാര്യം ഗലീലിയോ അറിഞ്ഞതു്. അതിൻെറ രചനയെപ്പററി മനസ്സിലാക്കിയശേഷം, കൂടുതൽ പരിഷ്കരിച്ച ഒരു ടെലിസ്കോപ്പാണു ഗലീലിയോ നിർമ്മിച്ചതു്. "ഈയ്യംകൊണ്ടുള്ളൊരു കുഴലിൻെറ രണ്ടററത്തും ഓരോ ലെൻസ് ഘടിപ്പിച്ചു നോക്കിയപ്പോൾ വെറുംകണ്ണുകൊണ്ടു നോക്കുന്നതിനെക്കാൾ ആയിരമിരട്ടി വലുതായി വിദൂരസ്ഥവസ്തുക്കളെ കാണാനെനിക്കു കഴിഞ്ഞു." ഗലീലിയോ എഴുതിവെച്ചിരിക്കുന്നതിതാണ്.

നക്ഷത്രശാസ്ത്രജ്ഞനായ ജോൺ കെപ്ലർ കൂടുതൽ കാര്യപ്രാപ്തിയുള്ളൊരു ദൂരദർശിനിയുണ്ടാക്കി. ലിപ്പർഷെയുടെയും ഗലീലിയോവിൻെറയും ടെലിസ്കോപ്പുകൾക്കു രണ്ടു ലെൻസുകളാണുണ്ടായിരുന്നതു്. രണ്ടിന്നുമിടയിൽ ഒരു ലെൻസുകൂടി കെപ്ലർ ഘടിപ്പിച്ചു. വാസ്തവത്തിൽ കെപ്ലറല്ല ഈ നക്ഷത്രക്കുഴലുണ്ടാക്കിയതു്—കെപ്ലറുടെ നിർദ്ദേശപ്രകാരം ജെസ്യൂട്ട് പാതിരിയായ ക്രിസ്റ്റോഫ് ഷീനർ ആണിതിൻെറ രചയിതാവ്. 'ഹിലിയോസ്റ്റോപ്പ്' എന്ന ഒരു കുഴലും—ഇതു സൂര്യനിരീക്ഷണത്തി

ന്നുള്ളതാണു്—ഷീനർ നിർമ്മിച്ച, ഗലീലിയോവിൻെറ ടെലിസ്കോപ്പിൻെറ മാതൃകയിൽ. അങ്ങനെയാണു് സൂര്യകളങ്കങ്ങളെപ്പററി ആദ്യം വിവരം ലഭിച്ചതു്. 1630-ലാണു ഷീനർ തൻെറ നിരീക്ഷണറിപ്പോർട്ടുകൾ പ്രസിദ്ധീകരിച്ചതു്.

പ്രകാശകിരണങ്ങളെ വക്രീകരിക്കുന്നവയായിരുന്നു ഗലീലിയോവിൻെറയും മററും നക്ഷത്രനിരീക്ഷണക്കുഴലുകൾ. അവയുടെ ലെൻസുകൾക്കു ശക്തി കുറവായിരുന്നു. വെളിച്ചത്തെ പല വർണ്ണങ്ങളായി വികിരണംചെയ്തിരുന്നവത്രേ, ആ ലെൻസുകൾ. ഈ കുറവുകൾ പരിഹരിക്കാനായി നീളംകൂടിയ കുഴലുകൾ ഉപയോഗിക്കുവാൻ തുടങ്ങി. ജോൺ വിവെലിയസ് എന്ന ജർമ്മൻ നക്ഷത്രശാസ്ത്രജ്ഞൻ 150 അടി കുഴൽനീളമുള്ളൊരു ടെലിസ്കോപ്പുണ്ടാക്കി. ഇതുകൊണ്ടും തൃപ്തിപ്പെടാതെ ഐസാക് ന്യൂട്ടൻ പ്രതിഫലനതത്വത്തെ ആസ്പദിച്ചൊരു ടെലിസ്കോപ്പു് സ്വയം നിർമ്മിച്ചു. വെളിച്ചത്തെ ഒരു കണ്ണാടിയിലൂടെ പ്രതിഫലിപ്പിക്കാനുള്ള ഏർപ്പാടിതിലുണ്ടായിരുന്നു. 1669-ലാണീ 'റിഫ്ളക്റ്റിങ്ങ്' ടെലിസ്കോപ്പുണ്ടാക്കിയതു്.

സ്പേസിലേക്കുള്ള കാഴ്ച വർദ്ധിപ്പിച്ചതു ടെലിസ്കോപ്പാണെങ്കിൽ, സൂക്ഷ്മാതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായ ജീവികളെ മനുഷ്യൻെറ ശ്രദ്ധയിൽക്കൊണ്ടുവന്നതു മൈക്രോസ്കോപ്പ് (സൂക്ഷ്മദർശിനി) ആണു്. ലഘു(simple)വെന്നും സങ്കീർണ്ണ(compound)മെന്നും രണ്ടുതരം മൈക്രോസ്കോപ്പുകളുണ്ടു്. ഭൂതക്കണ്ണാടിയെയാണു ലഘുസൂക്ഷ്മദർശിനിയെന്നു പറയുന്നതു്. ഒരൊററ ലെൻസാണതു്. കോമ്പൗണ്ടു് മൈക്രോസ്കോപ്പിൽ രണ്ടു ലെൻസുണ്ടു്—ഒരു കുഴലിൻെറ രണ്ടററത്തുമാണിവ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതു്.

ഗ്രീക്കുകാർക്കു ഭൂതക്കണ്ണാടി (Magnifying Glass) പരിചയമായിരുന്നു. അവരതിനെ 'കത്തിക്കാനുള്ള ചില്ല്' എന്നാണു് വിളിച്ചതു്—സൂര്യരശ്മികളെ കേന്ദ്രീകരിച്ചു ചൂട്ടുണ്ടാക്കാനതിന്നു കഴിവുണ്ടല്ലോ. അറബികൾക്കും റോജർബേക്കനും ഭൂതക്കണ്ണാടിയെപ്പററി അറിയാമായിരുന്നു. എന്നാൽ 1590-ൽ മാത്രമാണു്, കോമ്പൗണ്ടു് മൈക്രോസ്കോപ്പ്, സക്കാരിയസ് ജാൻസൻ എന്ന ഡച്ചു കണ്ണടവ്യാപാരി കണ്ടുപിടിച്ചതു്. രണ്ടു ലെൻസ് ഒരേ വരിയിൽ അല്പം അകലെ പിടിച്ച് അവയിലൂടെ നോക്കിയപ്പോഴാണു കോമ്പൗണ്ടു്മൈക്രോസ്കോപ്പിന്റെ ആശയം ജനിച്ചതു്. ശാസ്ത്രീയനിരീക്ഷണാർത്ഥം മൈക്രോസ്കോപ്പ് ആദ്യമായുപയോഗിച്ചതു ഗലീലിയോവാണു്. ഷഡ്പദങ്ങളുടെ ചലനത്തെപ്പററിയും അവയുടെ സങ്കീർണ്ണനേത്രങ്ങളെപ്പറ്റിയും ഈമാതിരി സൂക്ഷ്മദർശിനികളുപയോഗിച്ചാണു് അദ്ദേഹം പഠിച്ചതു്.

17-ാംശതകത്തിൻെറ മദ്ധ്യദശയിലാണു് കൂടുതൽ നല്ലോരു മൈക്രോസ്കോപ്പുണ്ടാക്കാൻ റോബർട്ടു് ഹുക്കിന്നു കഴിഞ്ഞതു്. ഒരു ഭാഗം പരന്നതും മറുഭാഗം ഉരുണ്ടതുമായ ലെൻസുകളാണദ്ദേഹം ഇതിലുപയോഗിച്ചതു്. ലെൻസുകൾ തമ്മിലുള്ള ദൂരം ആവശ്യാനുസൃതം നിയന്ത്രിക്കത്തക്കവണ്ണം, ഒരു കുഴൽ മററൊരു കുഴലിൽ ഇറക്കിവെച്ചിരിക്കയായിരുന്നു. ഒരു സ്റ്റാന്റിന്മേലാണു് മൈക്രോസ്കോപ്പ് വെച്ചിരുന്നതു്—നോക്കാനുള്ള വസ്തു ഒരു സൂചിമേലും. ചെറിയൊരു വിളക്കിൽനിന്നു് ആവശ്യമായ വെളിച്ചവും ലഭിച്ചിരുന്നു.

ലഘുമൈക്രോസ്കോപ്പുകൾ പലരും അക്കാലത്തുണ്ടാക്കി. അന്നത്തെ കോമ്പൗണ്ടു്മൈക്രോസ്കോപ്പുകളേക്കാളേറെ ഫലപ്രദങ്ങളായിരുന്നു ഇവയിലധികവും.

ല്യൂവെൻഹോക്ക് എന്ന ഡച്ചുകാരനാണ് ഏററവും നല്ല ലഘുമൈക്രോസ്കോപ്പുകൾ നിർമ്മിച്ചതു്. ചെറുവസ്തുക്കളെ 270 തവണ വലുതാക്കിക്കാണിക്കുന്ന ലെൻസുകളാണദ്ദേഹം ഉപയോഗിച്ചതത്രേ.

ജീവാണുക്കളെപ്പററി പലതും പഠിക്കാൻ മൈക്രോസ്കോപ്പുകൾ സഹായിച്ചു. വെറുംകണ്ണുകൊണ്ടു കാണാൻ കഴിയാത്ത നൂറുകണക്കിൽ സൂക്ഷ്മജീവികൾ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു.

അക്കാലത്തുതന്നെയാണ് ബറോമീററർ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതു്. വായുമർദ്ദം അളക്കാനുള്ള ബറോമീറ്റർ കണ്ടുപിടിച്ചതു ടോറിസെല്ലിയാണ്. അന്തരീക്ഷവായുവിന്റെ തൂക്കമാണ് വായുമർദ്ദമായനുഭവപ്പെടുന്നതു്. ഗലീലിയോവിൻെറ ഉത്തമശിഷ്യന്മാരിലൊരാളായിരുന്നു ഉന്നതകുലജാതനായ ടോറിസെല്ലി. പമ്പുകൊണ്ടു 34 അടിയിലധികം വെള്ളം പമ്പുചെയ്യാൻ കഴിയാത്തതെന്തുകൊണ്ടാണെന്ന് ഗലീലിയോവിനെ അലട്ടിയ ഒരു പ്രശ്നമായിരുന്നു. 'പ്രകൃതി ശൂന്യതയെ വെറുക്കുന്നു' എന്നതാണിതിന്നു് അന്നു നല്കപ്പെട്ടിരുന്ന വിശദീകരണം. എന്നാൽ 34 അടിയിലെന്തുകൊണ്ടു 'പ്രകൃതി ശൂന്യതയെ വെറുക്കുന്നു?' ഗലീലിയോ ഈ ചോദ്യത്തിനുത്തരം കാണാൻ ടോറിസെല്ലിയെ നിയോഗിച്ചു.

സാധാരണോഷ്ണത്തിൽ ദ്രവരൂപത്തിൽ നിലനില്ക്കുന്ന ഏക ലോഹം രസമാണല്ലോ. വെള്ളത്തെയപേക്ഷിച്ചു 13 ഇരട്ടിയിലേറെ തൂക്കമുള്ള രസത്തെയാണ് ടോറിസെല്ലി തൻെറ പരീക്ഷണത്തിന്നു് എടുത്തതു്. വെള്ളത്തിനെ ഉയർത്തുന്നതിൻെറ പതിമൂന്നിലൊരുഭാഗം രസത്തെ മാത്രമേ 'ശൂന്യതയെ വെറുക്കുന്ന പ്രകൃതി' ഉയർത്തുന്നുള്ളു എന്നു നിരീക്ഷണത്തിൽനിന്നദ്ദേഹത്തിന്നു മന

സ്സിലായി. വളരെ നീളമുള്ളൊരു സ്ഫടികക്കുഴൽകൊണ്ടൊരു പരീക്ഷണം നടത്തപ്പെട്ടു. കുഴലിൽ രസം നിറച്ചു. രസമുള്ളൊരു പാത്രത്തിലേക്ക് ആ കുഴലിനെ തലകീഴാക്കി നിർത്തി. വിരലുകൊണ്ടടച്ച്, കുഴലിലെ രസം പോകാത്തമട്ടിലാണതിനെ പാത്രത്തിലുള്ള രസത്തിൽ തലകീഴാക്കി മുക്കിയതു്, പിന്നീടു വിരലെടുത്തു. കുഴലിലെ കുറച്ചു രസം പാത്രത്തിലേക്കു വീണു. രസമൊഴിഞ്ഞ ഭാഗം ഒരു ശൂന്യസ്ഥലമായിത്തീൻു. 'ടോറിസെല്ലിയുടെ വാക്വം' എന്നാണീ ശൂന്യസ്ഥലത്തിന്നു പേർ. കുഴലിൽ 30 അംഗുലം ഉയരത്തിൽ രസം നില്ക്കുകയും, ബാക്കി ഭാഗത്തുള്ള രസം താഴെ വീഴുകയുമാണുണ്ടായതു്. വെള്ളം കൊണ്ടാണു് ഈ പരീക്ഷണം ചെയ്യുന്നതെങ്കിലതിന്റെ പതിമൂന്നിരട്ടി വെള്ളം കുഴലിൽ നില്ക്കും.

ഇതിന്നൊരു വിശദീകരണം കൊടുക്കണമല്ലോ. അതിന്നായി, ടോറിസെല്ലിയുടെ ശ്രമം. അടിയിലെ പാത്രത്തിലെ രസത്തിൻെറ മീതെയുള്ള വായുവിൻെറ അമച്ചയാണു് നീണ്ട കുഴലിൽ 30 അംഗുലം രസത്തെ താങ്ങിനിർത്തുന്നതു്. വായുനിറഞ്ഞ ഒരു സമുദ്രത്തിൻെറ അടിത്തട്ടിലാണു് നാം താമസിക്കുന്നതു്. അന്തരീക്ഷത്തിലുള്ള ഈ വായുവിന്നു തൂക്കമുണ്ടു് എന്നു് അതിനു മുമ്പുതന്നെ ടോറിസെല്ലി തെളിയിച്ചിരുന്നു. ഈ തൂക്കം കാരണമാണു് കുഴലിൽ രസം വീഴാതെ നില്ക്കുന്നതെന്നും അതിലധികം രസത്തെ താങ്ങിനിർത്താനതിന്നു കഴിവില്ലെന്നും ടോറിസെല്ലി പറഞ്ഞു. വെള്ളമാണു് രസത്തിനുപയോഗിക്കുന്നതെങ്കിൽ 34 അടി ഉയരത്തിലതിനെ കുഴലിൽ താങ്ങിനിർത്താൻ വായുമർദ്ദത്തിന്നു കഴിയുമെന്നും ടോറിസെല്ലി കണ്ടു.

ഇത്തരം പരീക്ഷണങ്ങൾ ചെയ്തു നോക്കിയപ്പോൾ

മറ്റൊരു കാര്യംകൂടി വിശദമായി; ദിവസാപ്രതി, കുഴലി ലെ രസസ്തംഭത്തിന്നു ചില വ്യത്യാസങ്ങളെല്ലാം വരുന്നുണ്ട്. വായുമർദ്ദത്തിലുണ്ടാവുന്ന വ്യത്യാസങ്ങളനുസരിച്ചാണീ മാററങ്ങൾ. വായുമർദ്ദം അളക്കാനുള്ളൊരുപകരണമായി ഈ കുഴലിനെ ഉപയോഗിക്കാമെന്നു മനസ്സിലായതങ്ങനെയാണ്. 'ബറോമീറ്റർ' എന്ന പേരു ലഭിച്ചതു പിന്നീടാണെങ്കിലും ടോറിസെല്ലിയുടെ ആ പരീക്ഷണക്കുഴലാണ് ബറോമീറ്ററായിത്തീർന്നതു്.

1647-ലാണ്, തൻെറ സിദ്ധാന്തം ശരിക്കും തെളിയിക്കാൻ കഴിയാതെ, ടോറിസെല്ലി മരിച്ചതു്. മരിക്കുമ്പോൾ അദ്ദേഹത്തിന്നു 39 വയസ്സേ ആയിരുന്നുള്ളു.

ടോറിസെല്ലിക്കു കഴിയാത്തതു പാസ്കലിന്നു കഴിഞ്ഞു. ഗണിത-ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞനും തത്ത്വചിന്തകനുമായിരുന്നു പാസ്കൽ (1623—'62). ഫ്രാൻസിലെ ഒരുൾനാട്ടിൽവെച്ച്, ഒരു മതപുരോഹിതൻേറയും ഡോക്ടരുടേയും നിയമജ്ഞൻേറയും സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ, പാസ്കലിന്റെ നേതൃത്വത്തിൽ നടന്ന പരീക്ഷണങ്ങളാണ്, വായുവിന്റെ തൂക്കവും ടോറിസെല്ലിക്കുഴലിലുള്ള രസത്തിൻെറ ലെവലും തമ്മിൽ ബന്ധമുണ്ടെന്നു തെളിയിച്ചതു്.

ഒരു കുന്നിൻെറ പല ഉയരത്തിലും ബറോമീററർ വെച്ചു നോക്കിയപ്പോൾ, അടിവാരത്തിലുള്ള മർദ്ദമല്ല മുകളിലുള്ളതെന്നു കണ്ടു. രസവിതാനത്തിൽ വ്യത്യാസങ്ങളുണ്ടായി. ഉയരംകൂടിയ സ്ഥലത്താണ് മർദ്ദം കുറവ്. ടോറിസെല്ലിയുടെ തത്ത്വപ്രകാരം വായുവിൻെറ തൂക്കം കുറയുന്നതിന്നനുസരിച്ചാണ് കുഴലിലെ രസവിതാനം താഴന്നതു്. അതാണു വാസ്തവത്തിലുണ്ടായതും.

ടോറിസെല്ലിയുടെ ബറോമീറ്ററിന്നു പിന്നീടു പല പരിഷ്കാരങ്ങളും വരുത്തി. എങ്കിലും തുറന്ന പാത്രത്തിൽ

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY KOTTAYAM 81924

രസവും അതിൻെറ മീതെ ഒരു കുഴലുമാണു് എല്ലാത്തരം ബറോമീറ്ററുകളിലും കാണുന്നതു്. രസമുപയോഗിക്കാത്തവയ്ക്കാണു് 'അനറോയ്ഡ് ബറോമീറ്റർ' എന്നു പറയുന്നതു്. ഇതിൽ വായുമർദ്ദത്തെ നേരിയ ഒരു പരന്ന ലോഹച്ചുരുളുകൊണ്ടാണു് അളക്കുന്നതു്. 1700-ലാണു് ലീബ്നിസ് എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഇതു കണ്ടുപിടിച്ചതു്.

വായുവിനെ നീക്കംചെയ്യാനുള്ള 'ഏർപമ്പും' ഇക്കാലത്താണു് ജർമ്മനിയിലെ ഓട്ടോവോൺ ഗറിക്ക് (1602—'86) കണ്ടുപിടിച്ചതു്. മുപ്പതാണ്ടുയുദ്ധത്തിന്റെ ഭീകരതകൾക്കിടയിൽ ഗറിക്ക് തൻെറ കുട്ടിക്കാലം കഴിച്ചു. 1631-ൽ സ്വന്തം സ്ഥലമായ മാഗ്ഡിബർഗ് ശത്രുക്കൾക്കടിപ്പെട്ടപ്പോൾ അദ്ദേഹം അവിടെനിന്നോടി രക്ഷപ്പെട്ടു—പിന്നീട്, യുദ്ധം കഴിഞ്ഞാണു് മടങ്ങിവന്നതു്.

ആദ്യത്തെ 'ഏർപമ്പ്' വെള്ളം നിറച്ച ഒരു പീപ്പയായിരുന്നു. പുറത്തുനിന്നുള്ള വായു അതിലേക്കു കടക്കില്ല. പീപ്പയിൽനിന്നു പമ്പുവഴി വെള്ളം വലിച്ചെടുക്കും. ആ പമ്പിന്നു തോലുകൊണ്ടുള്ള രണ്ടു കവാടങ്ങളുണ്ടായിരുന്നു. മല്ലന്മാരായ രണ്ടുപേർ പ്രയാസപ്പെട്ടാണു് പമ്പിനെ പ്രവർത്തിപ്പിച്ചിരുന്നതു്. അതിന്നകത്തെ അച്ചുതണ്ടിനെ (പിസ്റ്റൻ) ഉന്തിയും തള്ളിയും അവർ പ്രവർത്തിപ്പിച്ചു. ഇങ്ങനെ പീപ്പയിൽനിന്നു വെള്ളം മുഴുവൻ നീക്കംചെയ്യപ്പെട്ടുമ്പോൾ അതൊരു വായുശൂന്യസ്ഥലമാകുമല്ലോ — ഇതായിരുന്നു ഗറിക്കിൻെറ നോട്ടം. ഇടയ്ക്കു വായു ചോന്നു് അകത്തു കടന്നതിനാൽ ആദ്യത്തെ ഏർപമ്പു പരാജയപ്പെട്ടു. പിന്നീടു ചെമ്പുകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ ഒരു ഗോളത്തിൽനിന്നു വായുവിനെ നീക്കംചെയ്യാനായി ഗറിക്കിൻെറ ശ്രമം. വായു നീക്കംചെയ്യപ്പെട്ടതോടെ, പുറമെനിന്നുള്ള വായുവിൻെറ ആഘാതമേററു ചെമ്പു

ഗോളം തകൎന്നു. പിന്നീട്ടുള്ള പരീക്ഷണങ്ങളെത്തുടൎന്നാണ് സാമാന്യമൊരു ശൂന്യാവസ്ഥ സൃഷ്ടിക്കാൻ പററിയ ഒരു എയർപമ്പ് ഗറിക്ക് ആവിഷ്കരിച്ചതു്. (നൂറു ശതമാനവും ശൂന്യമായൊരു സ്ഥിതിയുണ്ടാക്കാൻ ഏററവും പുതിയ എയർപമ്പുകൾക്കുപോലും കഴിയില്ല.)

എയർപമ്പുകൊണ്ടു് ഗറിക്ക് രസകരങ്ങളായ പല പരീക്ഷണങ്ങളും ചെയ്തുനോക്കി. രണ്ടൎദ്ധഗോളങ്ങളെ തമ്മിൽച്ചേൎത്തു് അവയ്ക്കിടയിൽനിന്നുള്ള വായുവിനെ നീക്കംചെയ്തു് ഒരു വാകപം (ശൂന്യസ്ഥലം) സൃഷ്ടിച്ചതിനുശേഷം, ആ അൎദ്ധഗോളങ്ങളെ വേർതിരിക്കാൻ ഓരോ ഭാഗത്തും എട്ടെട്ടു കുതിരകളെക്കൊണ്ടു വലിപ്പിച്ചു. എന്നിട്ടും അവ വേർപെട്ടില്ലത്രേ. എന്താണിതിന്നു കാരണം? പുറമെയുള്ള വായുവാണവയെ അമൎത്തിപ്പിടിച്ചിരുന്നതു്. 'മാഗ്ഡിബർഗ് അൎദ്ധഗോള'ങ്ങളെന്നാണിവയ്ക്കു പേർ.

ഫ്രിക്ഷൻ (ഉരസൽ)കൊണ്ടു വിദ്യുച്ഛക്തിയുണ്ടാക്കാമെന്നും ഗറിക്ക് കാണിച്ചുതന്നു. ഗന്ധകംകൊണ്ടുള്ള ഒരു ഗോളത്തിനെ ഭൂമിക്കു സമാന്തരമായൊരച്ചുതണ്ടിൽ ഘടിപ്പിച്ചു. തിരിയുന്ന ഗോളത്തിന്മേൽ കൈ വെച്ചപ്പോൾ എന്തോ ഒരു വികാരം അനുഭവപ്പെട്ടു. തൂക്കം കുറഞ്ഞ തൂവലുകൾ, കടലാസുകഷണങ്ങൾ എന്നിവയെ ആ തിരിയുന്ന ഗോളം ആകൎഷിച്ചുമിരുന്നു. ഏതായാലും ഉരസൽതത്ത്വമുപയോഗിച്ചു വിദ്യുച്ഛക്തിയുൽപാദിപ്പിക്കാമെന്നദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു.

തർമോമീററർ മറെറാരു ശാസ്ത്രീയോപകരണമാണ്. ഗലീലിയോവിന്റെ ശിഷ്യന്മാരിലൊരാളായ കാസ്റ്റെല്ലി എഴുതുന്നതു്, തൻെറ ഗുരുനാഥൻ ചെറിയൊരുതരം തർമോമീററർ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നുവെന്നാണ്—ഇതിന്നു 'തർമോ സ്കോപ്പ്' എന്നാണു പേർ. ഒരു സ്ഫടികക്കുഴ

ലിൻെറ അററത്തു കോഴിമുട്ടയോളം വലിപ്പത്തിലൊരു ബൾബുണ്ടാക്കി. കൈകൊണ്ടു ബൾബിനെ ചൂടാക്കി കുഴലിൻെറ അററം വെള്ളം നിറച്ച ഒരു പാത്രത്തിൽ വെച്ചു. ബൾബിൽനിന്നു കൈയെടുത്തപ്പോൾ അതു തണുത്തുപോയി. ആ സമയം, പാത്രത്തിലെ വെള്ളം കുഴലിലേക്കു കയറി. ചൂടും തണുപ്പും ഉണ്ടാക്കുന്ന വ്യത്യാസങ്ങളെ തെളിയിക്കാൻ ഗലീലിയോ ആവിഷ്കരിച്ച 'തർമോസ്കോപ്പാ'ണിതു്. 1603-ലാണു് ഇതു പ്രദർശിപ്പിക്കപ്പെട്ടതു്.

1632-ൽ, ഒരു ഫ്രഞ്ച് വൈദ്യനായ ജീൻ റേ, ദ്രവമുപയോഗിച്ചു തർമോമീറ്ററുണ്ടാക്കാമെന്നു പറഞ്ഞു. ചൂടു കൂടുമ്പോൾ ദ്രവങ്ങൾ വികസിക്കുമെന്നതിൻേറയും തണുക്കുമ്പോൾ ചുരുങ്ങുമെന്നതിൻേറയും അടിസ്ഥാനത്തിൽ ചൂടിനെ അളക്കാൻ കഴിയുമെന്നാണു ജീൻ റേ വിചാരിച്ചതു്. ഗലീലിയോവിൻെറ തർമോസ്കോപ്പു പോലെതന്നെ—പക്ഷേ, വെള്ളംനിറച്ച—ഒരു കുഴലും ബൾബുമാണു് റേയുടെ ഉപകരണം. ബൾബു മുകളിലല്ല, അടിയിലാണെന്നു മാത്രം. ബൾബു ചൂടാകുമ്പോൾ, അതു വികസിക്കുമല്ലോ. കുഴലിൻെറ മുകൾഭാഗം അടച്ചിരുന്നില്ല. (ടസ്കനി പ്രഭുവാണു്, പിന്നീടു്, മുകളിലെ അററം അടച്ചതും വെള്ളത്തിന്നുപകരം വീഞ്ഞുപയോഗിച്ചതും.) ഫ്ളോറൻസിലെ അക്കാദമിയിൽ ഈ തർമോമീറ്ററാണു് അധികമായും ഉപയോഗിച്ചിരുന്നതു്.

വെള്ളം ഉറച്ചു കട്ടിയാവുന്ന നിലയും തിളയ്ക്കുന്ന നിലയും അടയാളപ്പെടുത്തി, ആദ്യകാലത്തെ ഈ തർമോമീറ്ററുകളുപയോഗിച്ചു ചൂടളക്കാൻ കഴിയുമെന്നു ഹ്യൂജെൻസ് എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ നിർദ്ദേശിച്ചു.

1714-ൽ ആണു് ഗേബ്രിയൽ ഡാനിയൽ ഫാറൻ

ഹീറ്റ് (1686—1736) എന്ന ജർമ്മൻ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ രസം നിറച്ച തർമോമീറ്ററുണ്ടാക്കിയതു്. ഇത്തരം തർമോമീററുകളെ 'ഫാറൻഹീററ്' തർമോമീററർ എന്നു പറയുന്നു. മനുഷ്യൻെറ ശരീരോഷ്ണത്തെ ഉയന്ന നിലയായും ഉരുകുന്ന ഐസിൽ ഉപ്പിട്ടാലത്തെ സ്ഥിതിയെ താണനിലയായും അദ്ദേഹം അടയാളപ്പെടുത്തി. (തിളയ്ക്കുന്ന വെള്ളത്തിൻെറ ഉഷ്ണത്തെ ഉയന്ന നിലയായെടുത്തതു പിന്നീടാണു്.) ഫാറൻഹീററ് തർമോമീറ്ററിൽ ഐസിൻെറ ഉഷ്ണം 32 ഡിഗ്രിയും തിളയ്ക്കുന്ന വെള്ളത്തിൻേറതു 212 ഡിഗ്രിയുമാണു്.

ഉഷ്ണമളക്കുവാൻ മററു മാത്രകളും നിർദ്ദേശിക്കപ്പെട്ടു. വെള്ളം ഉറച്ചു കട്ടിയാവുന്നതിന്നും തിളയ്ക്കുന്നതിന്നുമിടയിലുള്ള വ്യത്യാസത്തെ അദ്ദേഹം 80 സമഡിഗ്രികളായി വിഭജിച്ചു. റോമർ (1683—1757) എന്ന ഫ്രഞ്ചുകാരനാണിതു ചെയ്തതു്. സെൽസിയസ് (1701—'44) എന്ന സ്വീഡൻകാരൻ 'സെൻറിഗ്രേഡ്' തർമോമീററർ ആവിഷ്കരിച്ചു. ഇതിൽ, ഉരുകുന്ന ഐസിൻേറയും തിളയ്ക്കുന്ന വെള്ളത്തിൻേറയും ഇടയിൽ 100 ഡിഗ്രികളുണ്ടു്. പക്ഷേ, തിളയ്ക്കുന്ന വെള്ളത്തിൻെറ ഉഷ്ണം പൂജ്യം ഡിഗ്രിയായും ഉരുകുന്ന ഐസിൻേറതു നൂറു ഡിഗ്രിയായുമാണു് സെൽസിയസ് തൻെറ മാത്രകളെ നിർണ്ണയിച്ചതു്. ഇന്നത്തെ സെൻറിഗ്രേഡ് തർമോമീറ്ററുകളിൽ നേരെ വിപരീതമായയാണു് അളവുകൾ.

ശാസ്ത്രീയമായി ഒരുപകരണംകൂടിയുണ്ടു്—സമയമളക്കാനുള്ള ഘടികാരം. നിത്യജീവിതത്തിലിത്രയുമുപകരിക്കുന്ന മറെറാന്നുമില്ലല്ലോ. പൗരാണികഗ്രീസ്സിൽ ജലഘടികാരങ്ങളും നാഴികമണികളുമുണ്ടായിരുന്നു. 'സൺഡയല്ലു'മുണ്ടായിരുന്നു പല നാട്ടിലും. പക്ഷേ, അനവധി

പുരുഷാന്തരങ്ങൾക്കു ശേഷമാണ് ഇന്നു നാം ഉപയോഗിക്കുന്ന വാച്ചും ക്ലോക്കും മററും ആവിഷ്കരിക്കപ്പെട്ടതു്. ഡച്ചുകാരനായ ക്രിസ്ത്യൻ ഹ്യൂജെൻസ് 1658-ൽ ഘടികാരനിർമ്മാണത്തെപ്പററി ഒരു കൊച്ചുപുസ്തകം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. 'പെൻഡുലം'കൊണ്ടാണദ്ദേഹം സമയത്തെ തിട്ടപ്പെടുത്തിയതു്. എന്നാൽ കൃത്യമായി, സമയത്തിന്നനുസരിച്ചുമാത്രം ആടുന്ന ഒരു പെൻഡുലമുണ്ടാക്കാൻ ഹ്യൂജെൻസിന്നു കുറെക്കാലത്തെ ഗവേഷണം വേണ്ടിവന്നു.

സയൻസിന്റെ പ്രാഥമികാന്വേഷണത്തിന്റെ കാലഘട്ടമായിരുന്നു അതു്. എന്തും ഏതും അളക്കണമെന്നുള്ള ചിന്തയിൽനിന്നാണ് ചില 'തത്വചിന്താപരമായ ഉപകരണങ്ങൾ' ഉണ്ടായതു്: ശബ്ദത്തെ അളക്കാനുള്ള മാത്രകൾ; സമുദ്രത്തിന്നടിയിൽനിന്നു വെള്ളമെടുക്കാനുള്ള ഹുക്കിൻെറ ഒരു ബക്കറ്റ്; ബോയിൽ ആസൂത്രണംചെയ്ത ഹൈഡ്രോമീററർ; ഹ്യൂജെൻസിന്റെ സമുദ്രഘടികാരവും മൈക്രോമീറ്ററും, മറ്റും മറ്റും. കൃത്യമായി അളക്കാനും പുതിയ പ്രതിഭാസങ്ങളെ കണ്ടുപിടിക്കാനും ഈ ഉപകരണങ്ങളുടെ കണ്ടുപിടുത്തം വഴികാണിച്ചു. ഉപകരണങ്ങൾ നിർമ്മിക്കാനുള്ള പ്രായോഗികകൗശലത്തോടൊപ്പം, ശാസ്ത്രീയമായ പുതിയ സിദ്ധാന്തങ്ങളും വളർന്നുവരാൻ തുടങ്ങി.

അദ്ധ്യായം 3

പ്രായോഗികഗണിതശാസ്ത്രം

ഡെക്കാർട്ടേ പറഞ്ഞതു് എല്ലാ സയൻസിൻെറയും അന്വേഷണരീതി ഗണിതശാസ്ത്രപരമാണെന്നാണ്. ഗണിതശാസ്ത്രനിഗമനങ്ങളും പ്രവർത്തനരീതികളും ഇതര ശാസ്ത്രീയപ്രശ്നങ്ങളുടെ പരിഹാരത്തിന്നായി ഉപയോഗിക്കേണ്ടിവരുന്നുണ്ടല്ലോ. പതിനേഴും പതിനെട്ടും നൂററാണ്ടുകളിൽ ഗണിതശാസ്ത്രത്തിലുണ്ടായ പരിഷ്കാരങ്ങൾ ശാസ്ത്രീയാഭിവൃദ്ധിയെ സഹായിച്ചു.

'ലോഗാരിത്ത'പ്പട്ടികയുടെ സഹായത്തോടെ കണക്കുകൂട്ടലുകൾ ലഘൂകരിക്കപ്പെട്ടു. ഗുണിക്കലും ഹരിക്കലും വളരെ വേഗം നടത്താമെന്നു വന്നു. കൂട്ടലും കിഴിക്കലുമാണ് ക്രിയകളെങ്കിലും ഹരിതത്തിൻെറയും ഗുണനത്തിൻെറയും ഫലത്തിലെത്താം. വർഗ്ഗമൂലങ്ങളും ക്യൂബ്റൂട്ടുകളും മററും എളുപ്പത്തിൽ കണ്ടുപിടിക്കാം—ചെറിയൊരു ഹരിതംകൊണ്ടു്. ലോഗാരിത്തത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനം 10 ആണ്. 100 എന്നതു 10^2 ആണ്. ഇവിടെ മുകളിലെഴുതിയ ചെറിയ '2' എന്ന സംഖ്യയാണ് 100-ന്റെ ലോഗാരിത്തം. 1000 എന്നതു 10^3 ആണ്. '3' ആണ് 1000-ത്തിൻെറ ലോഗാരിത്തം. 100-നെ 1000 കൊണ്ടു ഗുണിക്കണം എന്നുവെക്കുക. 100-ൻെറ ലോഗാരിത്തവും (2) 1000-ത്തിന്റെ ലോഗാരിത്തവും (3) വെറുതെയങ്ങു കൂട്ടിയാൽ മതി ($2+3=5$). അപ്പോൾ 10^5 (അതായതു 100,000) ആണ് ഉത്തരം. ഇങ്ങനെ, തയ്യാറാക്കിയ ഒരു പട്ടിക നോക്കി ഏതു സംഖ്യയുടെയും ലോഗാ

രിത്തം കാണാനും അതുപയോഗിച്ചു വലിയ സംഖ്യകളെ എളുപ്പത്തിൽ പെരുക്കാനും കഴിയും.

ഹരിക്കാനും ലോഗാരിത്തമുപയോഗിക്കാം. ഒരു ലക്ഷത്തെ (10^5) 1000 കൊണ്ടു (10^3) ഹരിക്കണമെന്നു വയ്ക്കുക. ലക്ഷത്തിൻെറ ലോഗാരിത്തം 5 ആണ്; ആയിരത്തിൻേറതു മൂന്നും. 5-ൽനിന്നു 3 കുറയ്ക്കുക. 2 കിട്ടും. 10^2 ആണ് ഉത്തരം ($\frac{100000}{1000} = 100$). ഇങ്ങനെ ലോഗാരിത്തങ്ങളെ കൂട്ടി ഗുണനവും ഒന്നിൽനിന്നു മറേറതു കഴിച്ചു ഹരിതവും ചെയ്യാമെന്നു വന്നതോടുകൂടി വലിയ വലിയ സംഖ്യകളുപയോഗിച്ചു കണക്കുകൂട്ടുന്നതെളുപ്പമായിത്തീർന്നു.

ലോഗാരിത്തം കണ്ടുപിടിച്ചതു ജോൺ നേപ്പിയർ (1550—1617) ആണ് എന്നു പറയപ്പെടുന്നു. ജൂസ്റ്റ് ബർഗ് (1552—1632) എന്ന സ്വിററ്സർലാൻറുകാരൻ വ്യത്യസ്തമായ മറ്റൊരു സമ്പ്രദായം ആവിഷ്കരിക്കുകയുണ്ടായി. 1614-ൽ ആണ് നേപ്പിയർ, ലോഗാരിത്തത്തെപ്പറ്റിയുള്ള ഗ്രന്ഥം പുറത്തിറക്കിയത്. നേപ്പിയറിൻെറ ചങ്ങാതിയായ ഹെൻറി ബ്രിഗ്സ് (1561—1631), ഗ്രഷാംകോളേജിലെ ഗണിതശാസ്ത്രപ്രൊഫസറായിരുന്നു. നേപ്പിയറിന്റെ സമ്പ്രദായത്തെ ക്രമീകരിക്കാൻ സഹായിച്ചതു ബ്രിഗ്സ് ആണ്. 1624-ൽ പ്രസിദ്ധീകരിച്ച 'ലോഗാരിത്തത്തിൻെറ കണക്കി'ൽ മുപ്പതിനായിരം സംഖ്യകളുടെ ലോഗാരിത്തം ചേർത്തിരുന്നു.

കണക്കുകൂട്ടൽ ലഘൂകരിക്കാൻ നേപ്പിയർ മറ്റൊരു മാർഗ്ഗംകൂടി അവലംബിച്ചു—'നേപ്പിയറിൻെറ അസ്ഥിക'ളായിരുന്നു ഇവ—ഇടയ്ക്കു വിടവുകളുള്ള വടികൾ. പതിനേഴാം നൂററാണ്ടിൽ പലരും ഈ വടികളുപയോഗിച്ചു പെരുക്കലും ഹരിക്കലും നടത്തിയിരുന്നുവത്രേ.

ഇന്നു കണക്കു കൃത്യമായി കൂട്ടാനുള്ള മേലേക്കിട യന്ത്രങ്ങളുണ്ടു്—മണിച്ചട്ടംമുതൽ കോംപ്ടോമീററർവരെ. പതിനേഴാം നൂററാണ്ടിൽത്തന്നെ കണക്കുകൂട്ടാൻ യന്ത്രങ്ങളുണ്ടാക്കാമെന്നു പലരും പറഞ്ഞിരുന്നു. 1640-ൽ പ്രസിദ്ധീകരിച്ച ഒരു പുസ്തകത്തിൽ ജെ. സീർമാൻസ് യാന്ത്രികമായി കണക്കുകൂട്ടാൻ കഴിയുമെന്നു പ്രസ്താവിച്ചു. 1642-ൽ, പാസ്കൽ, കൂട്ടാനുള്ളൊരു ലഘുയന്ത്രംതന്നെ ആവിഷ്കരിച്ചു. പിന്നീട്ട്, മോർലാൻറ്, ലീബ്നിസ് എന്നിവരും ചില ഗണിതയന്ത്രങ്ങളുണ്ടാക്കി. പക്ഷേ, ഇവയൊന്നും അത്ര കൃത്യമായി പ്രവത്തിച്ചിരുന്നില്ലത്രെ. വളരെക്കാലത്തിനുശേഷമാണു് ഒരുവിധം തൃപ്തികരമായി കണക്കുകൂട്ടുന്ന യന്ത്രങ്ങൾ നിമ്മിക്കാൻകഴിഞ്ഞതു്.

'അനാലിററിക്കൽ ജ്യോമട്രി'യെന്ന ശാഖയുടെ കണ്ടുപിടുത്തത്തോടുകൂടി പിന്നെയും മുന്നേററമുണ്ടായി. സ്പേസിൽ ഒരു ബിന്ദുവിൻെറ സ്ഥാനം, പരസ്പരം കൂട്ടിമുട്ടുന്ന രണ്ടു രേഖകളിൽനിന്നോ മൂന്നു തലങ്ങളിൽനിന്നോ ഉള്ള ദൂരത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുമെന്നുള്ളതാണു് അനാലിററിക്കൽ ജ്യോമട്രിയുടെ അടിത്തറ. ഒരു ഈച്ച മുറിയിലങ്ങോട്ടുമിങ്ങോട്ടും പറക്കുന്നതു കട്ടിലിൽ അലസമായി കിടന്നിരുന്ന തൻെറ മനസ്സിലുണ്ടാക്കിയ ചലനത്തിൽനിന്നാണു് ഈ അടിസ്ഥാനത്തിലേക്കു ഡെക്കാർട്ടേ എത്തിയതു്. ഒരു പ്രത്യേകനിമിഷത്തിലെവിടെയാണു് ഈച്ച നില്ക്കുന്നതെന്നു തനിക്കു കണ്ടുപിടിക്കാൻ കഴിയുമെന്നദ്ദേഹം കണ്ടു. മൂന്നു തലങ്ങളിൽനിന്നു—രണ്ടു ചുമരുകളും ഉൾത്തട്ടുമാണു് ഈ മൂന്നു തലങ്ങൾ—ഈച്ച എവിടെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നുവെന്നു കാണാൻ കഴിയും.

അനാലിററിക്കൽ ജ്യോമട്രിയുടെ പ്രായോഗികാവശ്യമെന്താണു്? ഗ്രാഫ് വരയ്ക്കലാണതിൻെറ സവ്വപ്രശ

സ്തമായ പ്രയോജനം. രണ്ടു രേഖകൾക്കിടയിലുള്ള ബിന്ദുക്കളെ—രേഖയിൽനിന്നുള്ള ദൂരം കിട്ടിയാൽ—അടയാളപ്പെടുത്തിയാലതിൽനിന്നു മററു പലതും മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയും.

ഗണിതശാസ്ത്രത്തിൻെറ മറെറാരു ശാഖയാണു് 'ഡിഫറൻഷ്യൽ കാൽക്കുലസ്'., ആദ്യം കെപ്ലറും പിന്നീടു ഗലീലിയോവിൻെറ ശിഷ്യനായ കാവല്യെറിയുമാണ് പുതിയ ഈ വ്യവസ്ഥ നിർദ്ദേശിച്ചതെങ്കിലും, അതിനെ ഗണിതശാസ്ത്രത്തിലൊരു ആയുധമായി വളർത്തിക്കൊണ്ടുവന്നതു ന്യൂട്ടനും ലീബ്നിസ്സുമാണ്. അനന്തസംഖ്യകളെ ഗണിതശാസ്ത്രപരമായി പരിശോധിക്കാനുള്ളൊരു വഴിയാണ് കാൽക്കുലസ്. സാധാരണ കണക്കുകൂട്ടലിൻെറ പരിധിയിൽപ്പെടാത്ത അത്രയും ചെറിയ സംഖ്യകളായതുകൊണ്ടു്, കാൽക്കുലസ്സിന്നുമാത്രമേ ഇവയെ കൈകാര്യം ചെയ്യാനാവുകയുള്ളു.

സംഭാവ്യതാസിദ്ധാന്ത(Theory of probability)ത്തിൻെറ തുടക്കവും 17-ാംനൂററാണ്ടിലായിരുന്നു. ചൂതാട്ടത്തിൽനിന്നാണതു ജനിച്ചതു്. എങ്ങനെയാണു പകിട പന്ത്രണ്ടു കളിക്കുക, അഥവാ, എങ്ങനെയാണു താനുദ്ദേശിച്ചവിധം കാര്യങ്ങൾ നീങ്ങുക എന്നതിനെപ്പററിയുള്ള സ്ഥിതിവിവരശേഖരണത്തിന്നായി പാരീസിലെ ഒരു ചൂതുകളിക്കാരൻ, ശാസ്ത്രജ്ഞനായ പാസ്കലിനെ സമീപിച്ചു. പാസ്കൽ അമ്പരന്നു. അന്നത്തെ ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരിൽ സർവ്വഥാ പ്രകീർത്തിക്കപ്പെട്ട പിയറി ഫെർമാററിനോടു് (1601—'55) പാസ്കൽ ഇക്കാര്യം സൂചിപ്പിച്ചു. പാസ്കലും ഫെർമാററും തമ്മിലുള്ള കത്തിടപാ

ടിൽനിന്നു സംഭാവ്യതാസിദ്ധാന്തത്തിൻെറ ബീജം അങ്കുരിക്കുകയുംചെയ്തു.

ഇന്നു്, പ്രകൃതിയിലെ പല പ്രതിഭാസങ്ങളെപ്പററിയും (ഉദാഹരണത്തിന്നു്, ആററത്തിന്നകത്തു നടക്കുന്ന സംഗതികളെപ്പററി) പഠിക്കുന്നതു സംഭാവ്യതാസിദ്ധാന്തത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിലാണു്. ശാസ്ത്രീയാന്വേഷണത്തിലതിന്നു വലിയ സ്ഥാനമാണുള്ളതു്. ഭൗതിക-രാസ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ എന്തെന്തു സംഭവിക്കുന്നുവെന്നു തീർച്ചപ്പെടുത്തുന്നതു സംഭാവ്യതാസിദ്ധാന്തത്തിൻെറകൂടി സഹായംകൊണ്ടാണു്.

17-ാംശതകത്തിൽത്തന്നെയാണു് സ്റ്റാറ്റിസ്റ്റിക്സിന്റെ ഉദ്ഭവമുണ്ടായതു്. രാഷ്ട്രീയ ഗണിതശാസ്ത്രം (Political mathematics) എന്നായിരുന്നു അതിൻെറ ആദ്യത്തെ പേർ. സർ വില്യം പെററി(1623—'87)യാണിതിൻെറ ഉപജ്ഞാതാവു്. പാർലിമെൻറിന്നും ഭരണാധികാരികൾക്കും രാഷ്ട്രീയനേതാക്കൾക്കും പലവിധ വിവരങ്ങളും സമ്പാദിച്ചുകൊടുക്കുക എന്നതായിരുന്നു ഈ രാഷ്ട്രീയഗണിതത്തിൻെറ ഉദ്ദേശം. ഗ്രൂപ്പടിസ്ഥാനത്തിലാണു്, ഗ്രൂപ്പിലെ വ്യക്തികളെ ആസ്പദിച്ചല്ല, സ്ഥിതിവിവരങ്ങൾ സമ്പാദിച്ചതു്. ഒരു കൊല്ലം, ഇത്ര വയസ്സിന്നും ഇത്ര വയസ്സിന്നുമിടയിലുള്ള ഇത്ര പേർ മരിച്ചു എന്നറിഞ്ഞാൽ, ആ വിഭാഗത്തിൻെറ — ഗ്രൂപ്പിൻെറ — മരണത്തോതറിയാമല്ലോ. എന്നാൽ, ഈ മരിക്കുന്നവരാരെല്ലാമാണു് എന്നതിൽ സ്റ്റാററിസ്റ്റിക്സിന്നു താത്പര്യമില്ല. ഏകദേശം ഇത്ര കുട്ടികൾ എസ്. എസ്. എൽ. സി. പരീക്ഷയിൽ പാസ്സാവുമെന്നു സ്ഥിതിവിവരങ്ങൾകൊണ്ടു നിർണ്ണയിക്കാം— ആരെല്ലാം പാസ്സാവുമെന്നു പ്രവചിക്കാൻ വയ്യല്ലോ.

സ്ലാററിസ്റ്റിക്കിൻെറ പരിശോധനാമാർഗ്ഗങ്ങളുപയോഗിച്ചവരിൽ പ്രമുഖൻ ലണ്ടനിലെ കാപ്ററൻ ജോൺ ഗ്രോൺട് (1620—'74) ആയിരുന്നു. 1662-ൽ, വില്യം പെററിയുടെ സഹായത്തോടുകൂടിയാവാം, 'ജനനമരണത്തോതിൻെറ രാഷ്ട്രീയനിരീക്ഷണങ്ങളെ'പ്പററിയൊരു പുസ്തകം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. ആഴ്ചതോറും പള്ളിയിൽവെച്ചു നടത്തിയിരുന്ന നാമകരണകർമ്മത്തിൽനിന്നും ശവസംസ്കാരച്ചടങ്ങുകളിൽനിന്നും കിട്ടിയ കണക്കുകളാണിതിന്നടിസ്ഥാനം. (1603-ലെ മഹാമാരിക്കുശേഷം, ഓരോരുത്തരും മരിച്ചതിന്നുള്ള കാരണം പള്ളിറെക്കാർഡുകളിൽ രേഖപ്പെടുത്തിയിരുന്നു.)

പള്ളിയിലെ ഈ പട്ടികകൾ വിശകലനംചെയ്യാൻ ആദ്യം മുതിന്നതു് ഗ്രോൺട് ആണു്. തൻെറ നഗരത്തിൻെറ നന്മയ്ക്കാണിതദ്ദേഹം ചെയ്തതു്. കെട്ടുകെട്ടായി അട്ടത്തുവെച്ചിരുന്ന പല രേഖകളും പരിശോധിച്ചു്, അവയുടെ രത്നച്ചുരുക്കം ചെറിയ പട്ടികകളിലദ്ദേഹം രേഖപ്പെടുത്തി. ജനിക്കുന്നതധികവും ആൺകുട്ടികളാണെന്നും, ബാല്യദശയിലാണു് മരണത്തോതു് അധികമെന്നും, നാട്ടിൻപുറത്തെക്കാൾ മരണനിരക്കു കൂടുതലാണു് നഗരങ്ങളിലെന്നും ഇത്തരം കണക്കുകളിൽനിന്നു സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടു. ലണ്ടനിൽ ജനിച്ച നൂറു കുട്ടികളിൽ 36 കുട്ടികൾ ആറു വയസ്സിന്നു മുമ്പുതന്നെ മരിക്കുന്നുവെന്നുള്ള (17-ാംനൂററാണ്ടിലെ കഥയാണിതു്.) ഭയങ്കരസത്യവും ഗ്രോൺടിന്റെ വിശകലനത്തിൽനിന്നു വെളിവായി.

ഇന്നു സ്റ്റാററിസ്റ്റിക്കിനെ പലതരം ശാസ്ത്രീയപ്രശ്നങ്ങളുടെ പരിഹാരത്തിന്നും ഉപയോഗിക്കുന്നു—കെമിസ്ട്രി, ഫിസിക്സ്, ബയോളജി എന്നീ ശാസ്ത്രങ്ങളിലെ

ല്ലാം. ജനനത്തോതു്, മരണത്തോതു് എന്നിവയെപ്പറ്റിയും പ്രാദേശികമായ ജനസാന്ദ്രതയെപ്പററിയും ജനസംഖ്യാവദ്ധനവിനെപ്പററിയും മററും പലതും നമുക്കു 'വൈററൽ സ്റ്റാററിസ്റ്റിക്സി'ൽനിന്നു മനസ്സിലാക്കാം. ശാസ്ത്രീയസത്യങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കലല്ല, അതെത്രകണ്ടു സത്യമാണെന്നു പരിശോധിക്കലാണു് സ്റ്റാററിസ്റ്റിക്സിൻെറ ജോലി.

അദ്ധ്യായം 4

ശാസ്ത്രീയസംഘങ്ങൾ

ആശയവിനിമയം, ആശയവിമർശനം—ഇവ ശാസ്ത്രീയപുരോഗതിക്കാവശ്യമാണ്. ഇന്ന് ഒരു ശാസ്ത്രജ്ഞന്ന മറെറാരു ശാസ്ത്രജ്ഞനോട്ട സംസാരിക്കണമെങ്കിൽ ടെലിഫോണെടുത്താൽ മതി; അതല്ല കൂട്ടതൽ ചച്ച് വേണമെങ്കിൽ, എവിടെ വേണമെങ്കിൽ, വിമാനത്തിൽ പറന്നെത്താം. 17-ാം നൂറ്റാണ്ടിലെ സ്ഥിതി അതായിരുന്നില്ലല്ലോ. ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പരസ്പരം സമ്പക്കം പുലത്തിയതു വളരെ ക്ലേശിച്ചിട്ടാണ്. ശാസ്ത്രീയസംഘങ്ങളുടെ വളച്ചയോട്ടകൂടി ഇതിന്നല്പം പരിഹാരമുണ്ടായി. ഈ സംഘങ്ങളെ 'അദൃശ്യകലാശാലകൾ' എന്നാണ് വിളിച്ചിരുന്നത്. അന്നത്തെ ശാസ്ത്രീയസംഘങ്ങളിൽ പലതും ഇന്നും നിലവിലുണ്ട്. ആശയസംഘട്ടനത്തിന്നും യുക്തിപരമായ വിമർശനങ്ങൾക്കുമുള്ള പൊതുവേദികളാണിവ.

ഏററവും ആദ്യത്തെ ശാസ്ത്രീയസംഘം, ഒരുപക്ഷേ, 'പ്രകൃതിരഹസ്യങ്ങളെസ്സംബന്ധിച്ച അക്കാദമി' എന്ന പേരിൽ, മിക്കവാറും രഹസ്യമായൊരു സംഘമായിരുന്നു. 1560-ൽ, നേപ്പിൾസിലാണിതു സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടതു്. മന്ത്രവാദവും മററു് ആഭിചാരകമ്മങ്ങളും ചെയ്യുന്ന ഒരു കൂട്ടമാണിതെന്ന പേരിൽ, ആ സംഘം പിന്നീട്ട പിരിച്ചുവിടപ്പെട്ട. 1603-ൽ, റോമിൽ രണ്ടാമതും ഒരു അക്കാദമി രൂപംകൊണ്ട. ആദ്യത്തെ അക്കാദമിസ്ഥാപകനായ സെല്ലാപോർടയും ഗലീലിയോവും ഈ അക്കാദമിയിലുണ്ടായിരുന്നു. പ്രകൃതിരഹസ്യങ്ങളുടെ തിരശ്ശീലയെ

മാന്തിക്കീറുന്ന മാജ്ജാരൻെറ പേരിലാണു് ഈ സംഘം അറിഞ്ഞിരുന്നതു്. ഇന്നും ആ സംഘം (Society of the Lynxes) ബാക്കി നില്പുണ്ടു്.

പ്രസിദ്ധ ഇററാലിയൻ ശാസ്ത്രീയസംഘം(Academy of Experiments) പിന്നീട്ടു് അരനൂററാണ്ടു കഴിഞ്ഞാണുണ്ടായതു്. അക്കാലത്തുതന്നെയാണു് ഇംഗ്ലണ്ടിലും ഫ്രാൻസിലും പുതിയ ശാസ്ത്രീയസംഘങ്ങളുണ്ടായതു്. 1651-ൽ, ഫ്ളോറൻസിൽ, ഗ്രാൻറു് ഡ്യൂക്കു് ഫെർഡിനാൻഡും കുടുംബവുംകൂടി ഒരു ലാബറട്ടറിയുണ്ടാക്കി. (ഈ കുടുംബക്കാരധികവും ഗലീലിയോവിന്റെ ശിഷ്യന്മാരായിരുന്നു.) അവർ ഇററലിയിലും വെളിയിലുമുള്ള ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ തങ്ങളുടെ അരമനയിലേക്കു ക്ഷണിച്ചുവരുത്തി. ലാബറട്ടറി അവക്കായി വിട്ടുകൊടുത്തു. ഈ പ്രവത്തനങ്ങൾക്കു നേതൃത്വം നല്കിയ ടോറിസെല്ലിയും ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനായ വിവ്യാനിയും ഗലീലിയോവിൻെറ ശിഷ്യന്മാരായിരുന്നു.

1657-ൽ, ഫ്ളോറിൻസിലെ അക്കാദമിക്കു പ്രാധാന്യം കൂടി. മിക്ക ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും അക്കാദമിയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരുന്നു. മെക്കാനിക്കിൻെറ തത്വങ്ങൾ ജീവവസ്തുക്കളിൽ എത്രകണ്ടു പ്രായോഗികമാണു് എന്നന്വേഷിച്ചിരുന്ന ആൽഫ്രെഡോ ബോറില്ലി എന്ന ശരീരശാസ്ത്രജ്ഞൻ 'കാപ്പിലറി ആക്ഷ'നെപ്പററി പഠനംനടത്തുകയായിരുന്നു, അവിടെ. ചെറിയ കുഴലുകളിൽ വെള്ളം കയറുന്നതും വിളക്കിൻെറ തിരിയിലേക്കു് എണ്ണ എത്തുന്നതും കാപ്പിലറി ആക്ഷൻമുഖേനയാണെന്നു് അദ്ദേഹം കണ്ടു. ഫ്രാൻസിസ്‌കോറെഡി എന്ന ഭ്രൂണശാസ്ത്രജ്ഞനമക്കൂട്ടത്തിലുണ്ടായിരുന്നു. ചാണകത്തിൽനിന്നു വെറുതെ പുഴക്കളുണ്ടാവുമെന്ന അന്നത്തെ ധാരണയെ അദ്ദേ

ഹം എതിർത്തു. ഈച്ചകൾ ചാണകത്തിൽ വന്നിടുന്ന മുട്ട കളാണു് പിന്നീടു പുഴുക്കളായിത്തീരുന്നതെന്നു് അദ്ദേഹം കാണിച്ചുകൊടുത്തു. ആ സംഘത്തിലെ മററൊരംഗമായ നിക്കോലാസ് സ്റ്റെനോ എന്ന ഡാനിഷ് ശരീരശാസ്ത്ര ജ്ഞൻ വിനാളഗ്രന്ഥികളെപ്പററി പഠനംനടത്തുകയും ലിംഫും ഗ്രന്ഥികളും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ കണ്ടുപി ടിക്കുകയും ചെയ്തു. 'ക്രിസ്റ്റലോഗ്രാഫി' (അക്കങ്ങളെപ്പറ്റി യുള്ള പഠനം) എന്ന ശാസ്ത്രശാഖയുടെ സ്ഥാപകനും സ്റ്റെനോ ആയിരുന്നു. ഡൊമെനിക്കോ കാസ്സിനി എന്ന നക്ഷത്രശാസ്ത്രജ്ഞനാണു പിന്നീടു പാരീസ്സിലെ നക്ഷത്ര നിരീക്ഷണശാലയുടെ മേധാവിയായിത്തീന്നതു്.

ചൂടിനെപ്പററി ഇററലിയിലെ അക്കാദമി പഠനം നടത്തി. ഇതിന്നായി, പുതിയ തർമോമീറ്ററുകൾ അവർ ആവിഷ്കരിച്ചു—ഫ്ളോറൻടൈൻ തർമോമീറ്റർ എന്ന പേരിൽ. സ്ഫടികക്കുഴലുകൾ ഊതിവീപ്പിച്ചാണിവ നി ർമ്മിച്ചതു്. വെള്ളത്തിൻെറ ഘനീഭവിക്കൽ, ബാഷ്പീകര ണം, വെള്ളത്തിൻെറ മർദ്ദശക്തി, കാന്തശക്തി, വിദ്യുച്ഛ ക്തി, വായുമർദ്ദം ഇവയെപ്പററിയെല്ലാം അവർ ഗവേഷ ണംനടത്തി. ഗവേഷണഫലങ്ങൾ പ്രസിദ്ധീകരിക്ക പ്പെട്ടുകയും ചെയ്തു. 1667-ൽ അക്കാദമിയുടെ പ്രവർത്തനം സ്തംഭിച്ചതോടെ പ്രസിദ്ധീകരണവും നിലച്ചു.

ഇംഗ്ലണ്ടിലാണു് കൂടുതൽ ശാസ്ത്രീയസംഘങ്ങൾ പ്രവർത്തിച്ചിരുന്നതു്. അതിലൊന്നു് ഓക്സ്ഫോർഡിലാ യിരുന്നു: റോബർട്ട്ബോയിൽ, തൻെറ കൃതികളിൽ, ഈ സംഘത്തെപ്പറ്റി പ്രസ്താവിക്കുന്നുണ്ടു്. സർ വില്യം പെറ്റി യായിരുന്നു ഓക്സ്ഫോർഡ്സംഘത്തിൻെറ നെടുംതൂൺ. വൈദ്യശാസ്ത്രം, സർവേ, വാണിജ്യം, സ്റ്റാററിസ്റ്റിക്സ്— ഇവയിലെല്ലാം തത്പരനായിരുന്നു അദ്ദേഹം. ലണ്ടനിൽ,

'അദൃശ്യമായ' മററൊരു കലാലയമുണ്ടായിരുന്നു—കെട്ടിടങ്ങളോ അദ്ധ്യാപകന്മാരോ വിദ്യാത്ഥികളോ മേലധികാരികളോ ഇല്ലാത്ത ഒരു കലാലയം. പ്രതിഭാശാലികളിലേററവും മുമ്പന്മാരാണാസംഘത്തിലുണ്ടായിരുന്നതു്. പുതിയ പരീക്ഷണങ്ങളും അനുഭവങ്ങളുമായിരുന്നു അവരെ പരസ്പരം യോജിപ്പിക്കുന്ന കണ്ണി. പുതിയതു മനസ്സിലാക്കുക, ഓരോരുത്തരുടെയും പ്രവത്തനഫലങ്ങളന്വേഷിക്കുക, പ്രശ്നങ്ങളെപ്പററി ചച്ചചെയ്യുക—ഇതൊക്കെയാണു് സംഘാംഗങ്ങൾ ചെയ്തതു്. സയൻസിൽ സംഘടിതപ്രവത്തനത്തിൻെറ ആവശ്യമുണ്ടെന്നു മനസ്സിലാക്കിയ ഒരു കാലഘട്ടമായിരുന്നു അതു്. ആ സംഘമാണു 'റോയൽ സൊസൈററി'യായതു്.

'റോയൽ സൊസൈററി'യുടെ ഉത്ഭവത്തെപ്പററി ജോൺ വാലീസ് ഇങ്ങനെ എഴുതുന്നു:—"1645-ൽ, ആഭ്യന്തരയുദ്ധംകാരണം ഞങ്ങളുടെ ശാസ്ത്രീയപ്രവത്തനങ്ങൾ മന്ദീഭവിച്ചുകിടക്കുകയായിരുന്നു; ഞാനന്നു ലണ്ടനിലാണു താമസിച്ചിരുന്നതു്. പ്രകൃതിശാസ്ത്രത്തിൻെറയും വിജ്ഞാനപാരാവാരത്തിന്റെയും ഉള്ളിൽ മുങ്ങിത്തപ്പുന്ന പലരെയും ഞാനവിടെവെച്ചു പരിചയപ്പെട്ടു. 'പരീക്ഷണപരമായ തത്ത്വശാസ്ത്ര'മെന്നും 'നവീനതത്ത്വശാസ്ത്ര'മെന്നുമായിരുന്നു, ഈ മുങ്ങിത്തപ്പലിന്നവർ കൊടുത്ത പേർ. ആഴ്ചതോറും ഓരോ ദിവസം ലണ്ടനിൽ എവിടെയെങ്കിലുംവെച്ചു യോഗംചേരാൻ ഞങ്ങൾ തീരുമാനിച്ചു... ചിലപ്പോൾ ഡോക്ടർ ഗോഡാർഡിന്റെ, വുഡ്സ്ട്രീററിലുള്ള വസതിയിലാണു് യോഗംചേന്നതു്—ടെലിസ്കോപ്പും മൈക്രോസ്കോപ്പും മററുമുണ്ടാക്കാനുള്ള ലെൻസുകൾ ഉരച്ചെടുക്കുന്ന ഒരു സ്ഥലമായിരുന്നു അതു്. ചിലപ്പോൾ മററു സ്ഥലങ്ങളിലും ഗ്രഷാം കോളേജിലു

മാണ് ഞങ്ങൾ സമ്മേളിച്ചതു്." ഈ യോഗങ്ങളിൽ വൈദ്യന്മാരും നക്ഷത്രശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും പങ്കെടുത്തിരുന്നു. ലണ്ടനിൽ താമസിച്ചിരുന്ന വിദേശികളും അവയിൽ ഹാജരായി. പല വിഷയങ്ങളെപ്പററിയും ഇവർ ചർച്ചചെയ്തു. രക്തസഞ്ചാരം, രക്തവാഹിനികളിലെ വാൾവുകൾ, കോപ്പർനിക്കസിൻെറ സിദ്ധാന്തം, വാൽനക്ഷത്രങ്ങൾ, പുതിയ നക്ഷത്രങ്ങൾ, ജൂപ്പിറ്ററിൻെറ ചന്ദ്രന്മാർ, ചന്ദ്രൻെറ ഉപരിതലം, ടെലിസ്കോപ്പുപരിഷ്കാരം, വായുവിൻെറ തൂക്കം, ബറോമീറ്ററുകൾ, വീഴുന്ന വസ്തുക്കൾ—ഈമാതിരി സമസ്തവസ്തുതകളെപ്പററിയും അവർ ചർച്ചചെയ്തു.

1658-ൽ ഈ വാരാന്തയോഗങ്ങൾക്കു തടസ്സം നേരിട്ടു—അന്നത്തെ രാഷ്ട്രീയസ്ഥിതികാരണം. ക്രോംവെല്ലിൻെറ ഭരണത്തിനുശേഷം, ചാറൽസ് രണ്ടാമൻ വീണ്ടും അധികാരത്തിൽ വന്നതോടുകൂടിയാണ് സംഘത്തിൻെറ പ്രവത്തനം വീണ്ടുമാരംഭിച്ചതു്. 1662 ജൂലായിൽ, ഈ 'അദൃശ്യകലാലയ'ത്തിന്നു് അംഗീകരണം ലഭിച്ചു. രാജാവിൻെറ ശാസനപ്രകാരമുള്ളൊരു റോയൽ സൊസൈററിയായിത്തീൻ ആ സംഘം ഇന്നും നിലനില്ക്കുന്നു.

സംഘം പ്രവത്തിച്ചതിങ്ങനെയാണ്: ചില പ്രത്യേകപ്രശ്നങ്ങൾ പഠിക്കാൻ ചിലരെ നിയോഗിക്കും. (പഠന'ടീമു'കളെന്നാണ്, ഇന്നാണെങ്കിൽ, അവയെ വിളിക്കുക.) അവരുടെ പഠനറിപ്പോർട്ടുകൾ സംഘത്തിലവതരിപ്പിക്കും. സിദ്ധാന്തപരമായ കാര്യങ്ങളെപ്പറ്റി വീണ്ടും ഗവേഷണം നടത്തും—വേണമെന്നു തോന്നിയാൽ. രാസവസ്തുക്കളുടെ സംയോജനം, വായുവിൻ്റെ സാന്ദ്രത അളന്നുതിട്ടപ്പെടുത്തൽ, വെള്ളത്തിനെ അമത്താൻവയ്യാത്ത സ്ഥിതി—ഇവയെപ്പററിയെല്ലാം സംഘം കൂട്ടതലന്വേ

ഷണം നടത്തി. എന്നാൽ പ്രായോഗികമണ്ഡലത്തിലെ പ്രവത്തനങ്ങളിലൂടെയാണു് റോയൽ സൊസൈററി പ്രഖ്യാതി നേടിയതു്. ഖനനത്തിന്റെ സാങ്കേതികവശങ്ങൾ, തോക്കുകളിൽനിന്നു് ഉണ്ട പോകുമ്പോഴത്തെ തിരിച്ചടി, യാന്ത്രികപരിഷ്ക്കാരം, കപ്പൽനിമ്മാണം, നാവികശാസ്ത്രം—ഇവയെപ്പററിയുള്ള പഠനങ്ങൾ പ്രായോഗികപ്രാധാന്യമുള്ളവയായിരുന്നു.

1665 മാർച്ചുമാസംമുതൽ റോയൽ സൊസൈററിയുടെ പഠനറിപ്പോർട്ടുകൾ (Philosophical Transaction of the Royal Society) പ്രസിദ്ധീകരിക്കാൻ തുടങ്ങി. സംഘം സെക്രട്ടറി ഹെൻറി ഓൾഡൻബർഗാണു് ആദ്യം പ്രസിദ്ധീകരണച്ചെലവുകൾ വഹിച്ചതത്രേ. ഇന്നും ഇത്തരം റിപ്പോർട്ടുകൾ പ്രസിദ്ധീകരിക്കപ്പെടുന്നു. (ഇതിനെക്കാൾ പഴക്കംകൂടിയ ശാസ്ത്രീയപ്രസിദ്ധീകരണം ഫ്രാൻസിലെ 'സ്കോളേർസ് ജർണൽ' ആയിരുന്നു.) റോയൽ സൊസൈറ്റിയുടെ ശാസ്ത്രീയപ്രസിദ്ധീകരണവും ചച്ച്യും വിമശനവും പുതിയ ശാസ്ത്രീയാശയങ്ങൾക്കു വ്യാപ്തിയുണ്ടാക്കി: ശാസ്ത്രീയകണ്ടുപിടുത്തങ്ങളിലേതേതിന്നു മുൻഗണന കൊടുക്കേണ്ടതുണ്ടെന്നും അവർ തീരുമാനിച്ചു. ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ തമ്മിലുണ്ടായിരുന്ന അസൂയയും വിരോധവും കുറെയെല്ലാം പരിഹരിക്കാനും സംഘത്തിന്നു കഴിഞ്ഞു.

റോയൽ സൊസൈററിയുടെ ദീർഘകാലസേവനത്തിന്നിടയിൽ ബ്രിട്ടീഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരിലധികംപേരും ആ സംഘടനയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരുന്നു. വാസ്തുശില്പവിദഗ്ദ്ധനായ സർ ക്രിസ്റ്റോഫർ റെൻ ഇവരിലൊരാളായിരുന്നു. വാസ്തുശില്പത്തിന്നു പുറമെ, ജീവശാസ്ത്രം, നക്ഷത്രശാസ്ത്രം എന്നിവയിലും അദ്ദേഹത്തിന്നു താൽപര്യമുണ്ടായിരുന്നു. ഓമ്മക്കുറിപ്പുകളെഴുതിയ ജോൺ എവലിൻ,

സാമുവൽ പെപ്പിസ് എന്നിവരും, ശരീരത്തിലുണ്ടാവു ന്ന മുറികളുണക്കാൻ പററിയൊരു പൊടി കണ്ടുപിടിച്ച ഡിഗ്ബിയും, സംഘത്തിൻെറ ഒന്നാമത്തെ അദ്ധ്യക്ഷ നായ സർ റോബർട്ട് മുറേയും, ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനായ ബൗങ്കർപ്രഭുവും, വൈററൽ സ്റ്റാററിസ്റ്റിക്സ് വിദഗ്ദ്ധനാ യ സർ വില്യം പെററിയും, കെമിസ്ട്രിയുടെ പിതാവെ ന്നറിയപ്പെടുന്ന റോബർട്ട് ബോയിലും, മൈക്രോസ്കോ പ്പുനിർമ്മാതാവായ റോബർട്ട് ഹുക്കും, നക്ഷത്രശാസ്ത്രജ്ഞ നായ എഡ്മണ്ട് ഹാലിയും, സർ ഐസാക് ന്യൂട്ടനും റോയൽ സൊസൈററിയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ചില പേരു കളാണ്.

ഫ്രാൻസിലെ 'ശാസ്ത്രീയസൗഹാർദ്ദസംഘ'ത്തിൻെറ ആസ്ഥാനം മരിൻ മെർസിനെ (1588—1648) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ വീടായിരുന്നു. മററുള്ളവരുമായി കത്തെ ഴുത്തു നടത്തുന്നതിൽ മെർസിനെ അക്ഷീണനായിരുന്നു വത്രേ. അദ്ദേഹത്തിൻെറ കത്തുകൾക്കു ശാസ്ത്രീയപ്രസി ദ്ധീകരണങ്ങൾക്കുള്ള സ്ഥാനമാണ് അന്നുണ്ടായിരുന്നത്. സംഗീതത്തിലും ശബ്ദസംവിധാനത്തിലുമായിരുന്നു ഇദ്ദേ ഹത്തിൻെറ താൽപര്യം. ഒരു വയലിൻകമ്പിയുടെ നീളം, വണ്ണം, വലിവ് എന്നിവയും അതിൽനിന്നുണ്ടാവുന്ന ശ ബ്ദവുംതമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെപ്പററി അദ്ദേഹം പഠിക്കുക യും 1636-ൽ 'യൂനിവേർസൽ ഹാർമണി' എന്നൊരു ഗ്രന്ഥം പുറത്തിറക്കുകയും ചെയ്തു.

1630—1640 ദശാബ്ദക്കാലത്തു പാസ്കൽ, ഫെർമാററ്, ഡെക്കാർട്ടേ, ഗാസ്സെൻസി മുതലായ ഫ്രഞ്ചു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും പണ്ഡിതന്മാരുംതമ്മിൽ മെർസിനെയു ടെ വീട്ടിൽ അനൗപചാരികമായ ചില ചർച്ചകൾ നട ത്തിയിരുന്നു. പതുക്കെ, അതൊരു ചർച്ചാസദസ്സായി

മാറി. പ്രസിദ്ധശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെയെല്ലാം അതാകൎഷിച്ചു. മെർസീന്നെയുടെ മരണാനന്തരവും ഇതു തുടൎന്നു. പിന്നീട്, ലൂയി പതിന്നാലാമൻെറ ധനകാര്യമന്ത്രിയായ കോൽബാർട്ടിൻെറ ഉപദേശപ്രകാരം, 21 പേർ അംഗങ്ങളായുള്ള ഒരു ശാസ്ത്രീയഅക്കാദമി പാരീസ്സിൽ രൂപവൽക്കരിക്കപ്പെട്ടു. 1666 ഡിസംബറിലാണ് ഇതിൻെറ പ്രവൎത്തനം ആരംഭിച്ചതു്. ജന്തുശാസ്ത്രം, സ്വയം പ്രവൎത്തിക്കുന്ന ഈൎച്ചവാളുകൾ, ഉരസൽകൂടാതെ തിരിയുന്ന ചക്രങ്ങൾ—ഇങ്ങനെ പല വിഷയങ്ങളിലും അക്കാദമി പഠനംനടത്തുകയും പല പരിഷ്കാരങ്ങളും ഉണ്ടാക്കുകയും നിലവിലുള്ള തെറ്റിദ്ധാരണകൾ അനേകം തീൎക്കുകയുംചെയ്തു. ഡെന്മാൎക്കിലെ ജീൎണ്ണപ്രായമായ യുറാനിബർഗിലേക്കും (ഇവിടെയാണല്ലോ ടൈക്കോബ്രാഹേ പ്രവൎത്തിച്ചതും, തൻെറ നിരീക്ഷണശാല നിൎമ്മിച്ചതും) മദ്ധ്യരേഖയുടെ തൊട്ടുകിടന്നിരുന്ന ഫ്രഞ്ചുഗയാനയിലേക്കും അക്കാദമി നിരീക്ഷകന്മാരെ അയച്ചു. പാരീസ്സിലേതിനേക്കാൾ നീളംകുറഞ്ഞ പെൻഡുലമുള്ള ഘടികാരങ്ങൾക്കുമാത്രമേ ഫ്രഞ്ചുഗയാനയിൽ കൃത്യസമയം കാണിക്കാൻ കഴിയൂ എന്നു് ജീൻറിഷർ കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇതിനെത്തുടൎന്നു ഭൂമിയുടെ ആകൃതിയെപ്പററിയുള്ള അന്വേഷണം ആരംഭിച്ചു. ഇതിന്നു മുമ്പുതന്നെ, അക്കാദമിയിലെ സജീവാംഗമായ ജീൻപിക്കാർഡ് ഭൂമിയുടെ ചുററളവു കണക്കാക്കാനാരംഭിച്ചിരുന്നു.

ബാലിശമായ പരീക്ഷണങ്ങളും അക്കാദമിക്കാർ നടത്തി — ഉദാഹരണത്തിന്നു്, മഞ്ഞിൻകട്ടകൊണ്ടു ലെൻസുണ്ടാക്കൽ. അങ്ങനെ പലതും.

ജൎമ്മനിയിലും ശാസ്ത്രീയസംഘങ്ങളുണ്ടാക്കാൻ പല

പരിശ്രമങ്ങളുമുണ്ടായി. എല്ലാം പരാജയപ്പെട്ടു. 1700-ലാണ്, അവസാനം, ലീബ്നീസ് (1646—1716) എന്ന ജർമ്മൻ തത്വചിന്തകൻെറ നേതൃത്വത്തിൽ ഒരക്കാദമി സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടതു്. പഞ്ചാംഗം വിററു കിട്ടിയ കാശിൽനിന്നാണ് ഈ അക്കാദമിയുടെ പ്രവർത്തനത്തിന്നാവശ്യമായ പണം ഉണ്ടാക്കിയതത്രേ.

റഷ്യയിൽ, സെൻറ്പീറ്റേഴ്സ്ബർഗിൽ (പിന്നീട്ട ലെനിൻഗ്രാഡ്) 1724-ൽ, മഹാനായ പീററർ ഒരക്കാദമി സ്ഥാപിച്ചു. 1743-ൽ ആണ് ബെഞ്ചമിൻ ഫ്രാങ്ക്ളിൻെറ നേതൃത്വത്തിൽ അമേരിക്കയിൽ ഒരു സംഘമുണ്ടായതു്. അമേരിക്കൻ സയൻസ് അക്കാദമി രൂപം കൊണ്ടതു് 1780-ൽ മാത്രമാണ്.

ഈ 'അദൃശ്യകലാലയ'ങ്ങളും അവയിൽനിന്നു വളന്നുവന്ന പുതിയ തലമുറക്കാരായ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും സയൻസിന്നു വളരെ പ്രയോജനങ്ങളുണ്ടാക്കി. ചിന്താസാമ്രാജ്യത്തിന്നു വ്യാപ്തി കൂടി. കൃത്യമായ നിരീക്ഷണപരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്താൻ പലക്കും പരിശീലനം കിട്ടി. റിപ്പോർട്ടുകളെല്ലാം പ്രസിദ്ധീകരിക്കപ്പെട്ടു. നിസ്സ്വാത്ഥമായ സഹകരണത്തിൻെറ ഫലങ്ങൾ അവക്കു ബോധപ്പെട്ടു. ശാസ്ത്രീയസത്യം കണ്ടുപിടിക്കാൻ ഏതു നിസ്സാരപ്രവത്തനവും ഗുണകരമാണെന്നു് അവർ കണ്ടു.

ഇന്നു്, ലോകത്തിന്റെ പലഭാഗത്തും, ഓരോ ശാസ്ത്രത്തിന്നും പ്രത്യേകം പ്രത്യേകം സംഘങ്ങളുണ്ടു്. പുതിയ സാവ്വദേശീയസംഘടനകൾ രൂപംകൊള്ളുകയും ചെയ്യുന്നുണ്ടു്. ശാസ്ത്രതത്വങ്ങൾ പരസ്പരം കൈമാറാനുള്ള പൊതുവേദികളായി ഇവ നിലനില്ക്കുന്നു.

അദ്ധ്യായം 5

കെമിസ്ട്രിയുടെ തുടക്കം

'ആൽക്കെമി'യാണ് 17-ാം നൂറ്റാണ്ടോടുകൂടി കെമിസ്ട്രിയായി രൂപാന്തരപ്പെട്ടത്. ആൽക്കെമിയുടെ കുഴപ്പംപിടിച്ച സിംബലിസവും മിസ്റ്റിക്ക് രീതികളും ശാസ്ത്രത്തിന്നു ചേർന്നതായിരുന്നില്ല. എങ്കിലും പ്രായോഗികമായി പല കാര്യങ്ങളും ആൽക്കെമിയിൽനിന്നു പഠിക്കാൻ കഴിഞ്ഞു.

17-ാംനൂററാണ്ടിൻെറ തുടക്കത്തിൽ കിമിസ്ട്രി (Chymistry) എന്നറിയപ്പെട്ടിരുന്ന ആൽക്കെമിയുടെ ശ്രമം താണതരം ലോഹങ്ങളിൽനിന്നു സ്വർണ്ണമുണ്ടാക്കാനായിരുന്നു. വേറെ ചിലർ നിത്യയൗവനത്തിനുതകുന്ന, അമൃതതുല്യമായ, ഒരു ഔഷധം നിർമ്മിക്കാൻ ശ്രമിച്ചു. രാസപരീക്ഷണങ്ങൾ നൂറുകണക്കിലാണ് അവർ ചെയ്തുനോക്കിയത്. മെറ്റലർജിക്കൽ കെമിസ്ട്രിയിലവർ ബദ്ധശ്രദ്ധരായിരുന്നുവെന്നു പറയാം—സ്വർണ്ണമുണ്ടാക്കുന്ന തിരക്കിൽ. പാർസെൽസസ് മുതലായവരുടെ നേതൃത്വത്തിൽ വൈദ്യശാസ്ത്രപരമായ കെമിസ്ട്രിയും വളർന്നുവന്നു.

ജീൻ റേ എന്ന ഫ്രെഞ്ചുഭിഷഗ്വരൻ അക്കാലത്തെ ഒരു ലോഹരസായനശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നു. കാൽസിനേഷനിൽ (ചൂടുകൊണ്ട് ഒരു വസ്തുവിനെ ചൂർണ്ണമാക്കുന്ന 'നീററലി'ന്നാണിീ പേർ) വായുവിൻെറ പങ്കെന്താണെന്ന് അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇയ്യം നീറ്റുമ്പോളെങ്ങനെയാണതിൻെറ തൂക്കം കൂടുന്നതെന്നതിനെപ്പററി 1630-ൽ

അദ്ദേഹം ഒരു പുസ്തകംതന്നെ പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. ലോഹത്തിൽ വായു ചേൎന്നിട്ടാണ് ഈ തുക്കക്കൂട്ടതലുണ്ടാവുന്നതെന്നായിരുന്നു അനുമാനം. പക്ഷേ, ഇതിന്നുള്ള വിശദീകരണങ്ങൾ ഒട്ടും ശരിയായിരുന്നില്ല. വായു ചൂടാകുമ്പോൾ അതിൻ്റെ നേരിയ ഭാഗങ്ങൾ അകലുകയും സാന്ദ്രതകൂടിയ ഭാഗംമാത്രം നിലനില്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടാണിതു് എന്നാണദ്ദേഹം പറഞ്ഞതു്. സാന്ദ്രതകൂടിയ ഭാഗം ലോഹവുമായി ചേരുകയാണെന്നാണ് അദ്ദേഹം ഊഹിച്ചതു്. തീരെ തെററായ ഊഹം.

ഒരുപക്ഷേ, അക്കാലത്തെ ഏററവും വലിയ വൈദ്യരസായനശാസ്ത്രജ്ഞൻ വാൻ ഹെൽമോണ്ട് (1577—1644) എന്ന ബെൽജിയൻ പ്രഭുവായിരുന്നു. വായുവിൽനിന്നു വ്യത്യസ്തമായ പ്രകൃതിയിൽ മററു പല വാതകങ്ങളുമുണ്ടെന്നു് ആദ്യമായി വേർതിരിച്ചു പറഞ്ഞതു് അദ്ദേഹമാണ്. ഗാസ് (gas) എന്ന വാക്കു് ആദ്യമായുപയോഗിച്ചതു് അദ്ദേഹമത്രേ.

വാതകങ്ങളെ ഹെൽമോണ്ട് പല വകുപ്പുകളാക്കിതിരിച്ചു—വായുപോലുള്ള വാതകം, പുകപോലുള്ള വാതകം, കൊഴുത്ത വാതകം, വരണ്ട വാതകം, അടങ്ങാത്ത വാതകം—എന്നിങ്ങനെ, ഓരോന്നിൻെറയും സവിശേഷതകൾക്കനുസരിച്ചു്, രാസസംയോഗംകൊണ്ടു വാതകങ്ങളെ പരസ്പരം മാററാമെന്നും അദ്ദേഹം കണ്ടു. ഈ വാതകങ്ങളോരോന്നും ശേഖരിച്ചു പരിശോധിക്കാൻ സൗകര്യമില്ലാത്തതുകൊണ്ടു് അതിനെപ്പററി ശരിക്കുമുള്ള വിവരങ്ങൾ അദ്ദേഹത്തിന്നു ലഭിച്ചില്ല. സാധാരണവായുവിൽനിന്നു് അപ്പുറമുള്ള വാതകങ്ങളെപ്പററി ശരിയായ ആശയങ്ങൾ അദ്ദേഹത്തിന്നു ലഭിച്ചില്ല. ഒരു നൂറു വഷങ്ങൾക്കു ശേഷമാണ് ആ വിവരം ലഭിച്ചതു്. പലതരം

വായുവുണ്ടെന്നാണ്, ഗാസ് ഉണ്ടെന്നല്ല, മികച്ച രസതന്ത്രജ്ഞന്മാർ പലരും പ്രസ്താവിച്ചതത്രേ.

വെള്ളത്തിൽനിന്നാണ് എല്ലാമുണ്ടാവുന്നതെന്നും എല്ലാം അവസാനം വെള്ളമായി പരിണമിക്കുമെന്നുമുള്ള കൗതുകകരമായൊരു ധാരണയാണ് ഹെൽമോണ്ടിന്നുണ്ടായിരുന്നത്. ഈ കാര്യം തെളിയിക്കാൻ 200 റാത്തൽ ഉണങ്ങിയ മണ്ണുള്ള മൺപാത്രത്തിൽ 5 റാത്തൽ തൂക്കമുള്ളൊരു ചെടി നട്ടു. മണ്ണിനെ നനച്ചുകൊണ്ടിരുന്നു. ഇങ്ങനെ അഞ്ചുവർഷം കഴിഞ്ഞു. ഇപ്പോൾ ആ ചെടി ഒരു വൃക്ഷമായി മാറിയിരുന്നു—169 റാത്തൽ 3 ഔൺസായിരുന്നു അതിൻെറ തൂക്കം. മൺപാത്രത്തിലെ മണ്ണിന്നാകട്ടെ, ഇപ്പോൾ 200 റാത്തലിൽ 2 ഔൺസ് കുറവായിരുന്നു തൂക്കം. അങ്ങനെ ഹെൽമോണ്ടിൻെറ കണക്കുപ്രകാരം 5 കൊല്ലംകൊണ്ട് 164 റാത്തൽ മരത്തോലും ഇലയും വേരും ശാഖകളും വെള്ളത്തിൽനിന്നാണുണ്ടായത്. (വാസ്തവത്തിൽ വെള്ളത്തിന്റെ മാത്രമല്ല, വായുവിലെ കാർബൺഡയോക്സൈഡിൻെറയും ഭൂമിയിലുള്ള പല ലവണങ്ങളുടെയുംകൂടി പ്രവർത്തനഫലമാണ് ഈ മരമെന്ന് ഇന്നു നമുക്കറിയാം.)

ജോൺ റുഡോൾഫ് ഗ്ലോബർ (1604—'68) ഒരു ജർമ്മൻ വൈദ്യരസായനക്കാരനായിരുന്നു. രഹസ്യമായ രാസപദാർത്ഥങ്ങളും ഔഷധവീര്യമുള്ള വസ്തുക്കളുമുണ്ടാക്കി വിററ് അദ്ദേഹം ധാരാളം പണം സമ്പാദിച്ചു. ഇന്നും 'ഗ്ലോബറുടെ ഉപ്പ്' എന്നു പേരുള്ള ഒരൗഷധമുണ്ട്. അകത്തും പുറത്തുമുപയോഗിക്കാൻ പറ്റുന്ന മരുന്നാണ് തൻേറതെന്നു ഗ്ലോബർ അവകാശപ്പെട്ടു. 'വിനിഗറി'ന്നു പകരം ഭക്ഷണം കേടുവരാതെ സൂക്ഷിക്കാനതുപയോഗി

ക്കാമെന്നും അദ്ദേഹം തൻെറ വിശിഷ്ട ലവണത്തെ പുക ഴ്ത്തി. ഇന്നു് അതൊരു ലഘുവിരേചനവസ്തുവായി ഉപ യോഗിക്കുന്നു. സ്ഫടികം, കടലാസ്, ചായങ്ങൾ എന്നിവ യുടെ നിർമ്മാണത്തിലും ഈ രാസവസ്തു ഉപയോഗിക്കുന്നു. (സോഡിയം സൾഫേറ്റ് ഡെക്കാ ഹൈഡ്രേറ്റ് ആണു് ഗ്ലോബറുടെ ഉപ്പ്.)

ശാസ്ത്രീയമായി രസതന്ത്രഗവേഷണം നടത്തിത്തുട ങ്ങിയതു് ഐർലാൻറുകാരനായ റോബർട്ട് ബോയിൽ (1627—1691) ആണു്. ഈ ധിഷണാശാലി യൂറോപ്പു മുഴുവൻ സഞ്ചരിച്ചു. റോയൽ സൊസൈറ്റിയുടെ ആദ്യ കാലത്തെ അംഗങ്ങളിലൊരാളായിരുന്നു ഇദ്ദേഹം.

ആൽക്കെമിയിൽനിന്നു കെമിസ്ട്രിയെ രക്ഷപ്പെടു ത്താൻ ബോയിൽ പരിശ്രമിച്ചു. കെമിസ്ട്രിയെന്നതു പ്രായോഗികപദ്ധതിയെന്നതിൽക്കവിഞ്ഞ ഒരു ശാസ്ത്രമാ ണെന്നു് 1661-ൽ പ്രസിദ്ധീകരിച്ച പുസ്തകത്തിൽ ബോ യിൽ പറഞ്ഞു. പെട്ടെന്നു ഫലം കാണിക്കുന്നതെന്തെങ്കി ലും ചെയ്യുന്നതിലേറെ പ്രകൃതിപ്രതിഭാസങ്ങളെ വിശദീ കരിക്കുന്നതിലാണു് കെമിസ്ട്രി ശ്രദ്ധചെലുത്തേണ്ട തെന്നാണദ്ദേഹം വാദിച്ചതു്. ആശയങ്ങൾക്കും തത്ത്വ ങ്ങൾക്കും പ്രാധാന്യം നല്കാതെ വെറും പ്രായോഗികമാ യി മാത്രം വല്ലതും കാണിക്കുന്നതിനെ 'കരിപിടിച്ച പരീ ക്ഷണങ്ങ'ളെന്നദ്ദേഹം പുച്ഛിച്ചു തള്ളി.

ബോയിലിൻെറ ഗ്രന്ഥത്തിലാണു് മൂലക (Element) ത്തിൻെറ ആശയം ആദ്യം കൊണ്ടുവന്നതു്. "മിശ്രമല്ലാ ത്ത, ലഘുവായ, പ്രാകൃതമായ വസ്തുക്കളെയാണു് ഞാൻ മൂലകമെന്നു പറയുന്നതെ"ന്നും "ഇതിൽ മററു മൂലകങ്ങ ളൊന്നും കലരാത്തതുകൊണ്ടു് ഒരേയൊരു വസ്തു മാത്രമായി

രിക്കും ഇതിൻെറ ഉള്ളടക്ക''മെന്നും അദ്ദേഹം വ്യക്ത മാക്കി.

നാലു മൂലവസ്തുക്കളെക്കൊണ്ടാണ് (വായു, വെള്ളം, ഭൂമി, അഗ്നി) സർവ്വ വസ്തുക്കളും നിർമ്മിച്ചിട്ടുള്ളതെന്ന എംപിഡോക്കിൾസിൻെറ സിദ്ധാന്തമാണ് (നമ്മുടെ പഞ്ചഭൂതസിദ്ധാന്തത്തെപ്പോലെ) ലോകം അന്നുവരെ അംഗീകരിച്ചതു്. ആൽക്കെമിക്കാരാകട്ടെ, മൂലകങ്ങളുടെ എണ്ണം മൂന്നാക്കിച്ചുരുക്കി—ഗന്ധകം, രസം, ഉപ്പ്. പ്രകൃതിയിലെ പത്തിലൊരുഭാഗം വസ്തുക്കൾപോലും മേല്പറഞ്ഞ മൂന്നുനാലു മൂലകങ്ങളെക്കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയതല്ലെന്നു ബോയിൽ പറഞ്ഞു. അദ്ദേഹം പറഞ്ഞതു ശരിയായിരുന്നു. (ഇതുവരെയായി നൂറിലേറെ മൂലകങ്ങളെ വേർതിരിച്ചെടുത്തിരിക്കുന്നു. കൂടുതൽ ഇനിയും കണ്ടുപിടിക്കാനുമുണ്ടു്.)

വായുവിൻെറ രചനയെപ്പററി ബോയിൽ വലിയ അന്വേഷണങ്ങൾ നടത്തി. തീ കത്തുവാൻ വായുവിലെ ഒരു ഭാഗംമാത്രമേ ആവശ്യമുള്ളു എന്നദ്ദേഹം വ്യക്തമാക്കി. ഉദാഹരണത്തിന്നു്, ഒരു മെഴുകുതിരി കത്താൻ വായുവിൻെറ ഏതാനും അംശമേ വേണ്ടു. ഇങ്ങനെ കത്തുന്നതിനാവശ്യമായ ഭാഗമാണ് ഓക്സിജൻ. വായുവിൽ അഞ്ചിലൊരു ഭാഗം ഓക്സിജനാണ്. പക്ഷേ, ബോയിലിന്റെ ഭാഷയിൽ 'സൂര്യനിൽനിന്നോ നക്ഷത്രത്തിൽനിന്നോ ഉണ്ടായ ഏതോ വസ്തു'വായിരുന്നു ഇതു്. ഓക്സിജനാണിതെന്ന സംഗതി 18-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനത്തിൽ മാത്രമാണ് വ്യക്തമായതു്. ഓക്സിജനെ വേർതിരിച്ചെടുത്തതും അന്നാണ്.

തീ കത്തിക്കുന്ന 'വായുവിൻെറ അജ്ഞാതമായ ഈ ഭാഗം'തന്നെയാണ് ജന്തുക്കളെ ജീവിക്കാൻ സഹായിക്കു

ന്നതെന്ന നിഗമനത്തിൽ ബോയിൽ എത്തിച്ചേൎന്നു. ഒരു സ്ഫടികഭരണിയിൽ ജീവനുള്ള ഒരു ചുണ്ടെലിയേയും, കത്തുന്ന ഒരു മെഴുകുതിരിയും വെച്ച്, ഭരണിയിലുള്ള വായു പതുക്കെ മാററിക്കളഞ്ഞു. മെഴുകുതിരി കെട്ടുകയും ചുണ്ടെലി ചാവുകയും ചെയ്തു.

വായുവിൻെറ സ്ഥിതിസ്ഥാപകത്വത്തെപ്പററി (elasticity) മാനോമീററർ എന്നു പറയുന്ന U എന്ന ആകൃതിയിലുള്ള ഒരു കുഴൽകൊണ്ട് ബോയിൽ പല പരീക്ഷണങ്ങളും ചെയ്തു. ഈ കുഴലിന്റെ ഒരു ഭുജം അടച്ചിരുന്നു; മറ്റേ ഭുജം തുറന്നുമിരുന്നു. തുറന്ന ഭുജത്തിൽ രസം ഒഴിച്ചാൽ അടച്ച ഭുജത്തിൽ വായു വന്നു നില്ക്കുന്നു. പിന്നെയും രസമൊഴിച്ചാൽ ആ വായുവിന്റെ വ്യാപ്തം കുറയുന്നു. അമച്ചുകൂട്ടുംതോറും വായുവിൻെറ വ്യാപ്തം കുറഞ്ഞുകുറഞ്ഞു വരുന്നു. വായുവിന്റെ വ്യാപ്തവും അതിന്മേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന മൎദ്ദവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെപ്പററിയാണ് 'ബോയിൽ നിയമ'ത്തിൽ നിൎവ്വചിക്കുന്നതു്. "അടച്ചുറപ്പായ ഒരു സ്ഥലത്തു്, ഉഷ്ണത സ്ഥിരമായിരിക്കെ, വാതകത്തിന്മേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന മൎദ്ദവും അതിന്റെ വ്യാപ്തവും വിലോമാനുപാതത്തിലായിരിക്കും."

റോബർട്ട് ഹുക്ക് ആണല്ലോ, സൂക്ഷ്മദൎശിനിയുടെ സഹായത്തോടെ സസ്യത്തിലെ സെല്ലുകളെ ആദ്യം കണ്ടുപിടിച്ചതു്. വായുവിൻെറ ഘടനയിലും അദ്ദേഹം താൽപര്യം കാണിച്ചു. കത്തുന്നതിനെയും ശ്വസിക്കുന്നതിനെയും സഹായിക്കുന്ന വാതകമേതാണെന്ന് അദ്ദേഹം അന്വേഷിച്ചു. സസ്യങ്ങളുടെയും ജന്തുക്കളുടെയും വളൎച്ചയ്ക്കു വായു അത്യാവശ്യമാണെന്നദ്ദേഹം വിശ്വസിച്ചു; വായു നീക്കംചെയ്ത ഒരു പാത്രത്തിലിട്ട വിത്തുകൾ മുളയ്ക്കുന്നില്ലെന്നുമദ്ദേഹം കണ്ടു.

17-ാംനൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനത്തോടുകൂടി കെമിസ്ട്രി ഒരു യഥാൎത്ഥ ശാസ്ത്രമായി ഉയൎന്നിരുന്നു. സ്വൎണ്ണവും അമൃതുമുണ്ടാക്കാനുള്ള 'കമ്പം' അവസാനിച്ചു. രാസനിയമങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കാനായി എല്ലാവൎക്കും തിരക്ക്. സങ്കല്പത്തിൽ ചിലർ നിയമങ്ങളുണ്ടാക്കി. ഈ മാതിരിയൊരു സിദ്ധാന്തമാണ് 'ഫ്ളോജിസ്റ്റോൺ'സിദ്ധാന്തം. പക്ഷെ, ഈ സിദ്ധാന്തം പിന്നീടു നിരാകരിക്കപ്പെട്ടു. എങ്കിലും മററു പല ശരിയായ കാര്യങ്ങളും കണ്ടുപിടിക്കാനിതൊരു 'ഹൈപ്പോതെസിസ്' ആയി നിലനിന്നു. പല പ്രകൃതിപ്രതിഭാസങ്ങളേയും ഈ 'ഹൈപ്പോതെസിസ്' വ്യാഖ്യാനിച്ചു. പരീക്ഷണാത്മകമായ കെമിസ്ട്രിയുടെ ഉദയത്തോടുകൂടി ഫ്ളോജിസ്റ്റോൺസിദ്ധാന്തം തെററാണെന്നു തെളിയിക്കപ്പെട്ടു.

അദ്ധ്യായം 6

മൈക്രോസ്കോപ്പിലൂടെ പുതിയൊരു ലോകം

1660–ൽ, ഇംഗ്ലണ്ടിലെ റോയൽ സൊസൈററിക്കു ഹോളണ്ടിൽനിന്നു വിസ്മയംതുളുമ്പുന്ന ഒരു കത്തു കിട്ടി. സ്വന്തം കൈകൊണ്ടു താനൊരു മൈക്രോസ്കോപ്പുണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നുവെന്നും അതിലൂടെ നോക്കിയപ്പോൾ മഴവെള്ളത്തിൽ അനേകം സൂക്ഷ്മജീവികളെ കാണാൻ കഴിഞ്ഞുവെന്നും കത്തിൽ സൂചിപ്പിച്ചിരുന്നു. ഒരു മണൽത്തരിയുടെ സ്ഥലത്ത് ഇത്തരം അനേകമനേകം ജീവാണുക്കൾക്കിരിക്കാമെന്നാണു കത്തിൽ പറഞ്ഞിരുന്നത്.

കത്തെഴുതിയതു് ആന്റൺ ല്യൂവെൻഹോക്ക് (1632–1723) എന്ന ഡച്ചുകാരനാണ്. ഈ ചെറിയ ഉദ്യോഗസ്ഥൻ നൂറുകണക്കിൽ മൈക്രോസ്കോപ്പുകളുണ്ടാക്കി. ഓരോന്നിലും നോക്കിയപ്പോൾ അദ്ദേഹത്തിന്റെ കൗതുകം വദ്ധിച്ചു. ഈച്ചയുടെ 'മസ്തിഷ്ക'വും പേനിൻെറ കാലുകളും കാളയുടെ കണ്ണിലെ ചില്ലുപോലുള്ള ലെൻസും തേനീച്ചയുടെ വിഷസൂചിയും പുരുഷൻെറ ശുക്ലവും—എല്ലാമെല്ലാം അദ്ദേഹം പരിശോധിച്ചു.

തൻെറ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളെപ്പററി റോയൽ സൊസൈററിക്കു നാനൂറിൽപ്പരം കത്തുകൾ ല്യൂവെൻഹോക്ക് എഴുതി — ഡച്ചുഭാഷയിൽ. ഇവയുടെ വിവത്തനം റോയൽ സൊസൈററി പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. 1680–ൽ അദ്ദേഹത്തെ റോയൽ സൊസൈററിയിലംഗമാക്കി. വിശേഷപ്പെട്ട തൻെറ 26 മൈക്രോസ്കോപ്പുകൾ അദ്ദേഹം റോയൽ സൊസൈററിക്കു സംഭാവനചെയ്തുവത്രേ.

ല്യൂവെൻഹോക്കിനെ 'ബാക്ടീരിയോളജി' (ജീവാണുശാസ്ത്രം)യുടെ പിതാവായാണു് കണക്കാക്കുന്നതു്. ഇദ്ദേഹംതന്നെയാണു് 'പ്രോട്ടോസുവോളജി'യുടെ ആചാര്യനും. (ഒററസ്സെൽജീവികളാണു് 'പ്രോട്ടോസോവ'; ഇവയെപ്പററിയുള്ള ശാസ്ത്രമാണിതു്.) തൻെറ പല്ലിന്നിടയിലുള്ള 'എച്ചിൽ' പരിശോധിച്ചപ്പോഴാണു് ആദ്യമായി ബാക്ടീരിയയെ ല്യൂവെൻഹോക്ക് കണ്ടതു്. കെട്ടിനില്ക്കുന്ന വെള്ളത്തിലും ഒട്ടേറെ ഒററസ്സെൽജീവികളെ കണ്ടു. പല പരിതസ്ഥിതികളിലും, ബാക്ടീരിയ, പ്രോട്ടോസോവ എന്നിവയെപ്പററി അദ്ദേഹം പഠിച്ചു. രണ്ടു കൊമ്പുകളുള്ള ചില സൂക്ഷ്മജീവികളെ അദ്ദേഹം കണ്ടു. ഈ കൊമ്പുകൾ സദാ ചലിച്ചിരുന്നു. വേറെ ചിലതിന്നു് അതിവേഗം ചലിക്കുന്ന നേരിയ കാലുകളാണുണ്ടായിരുന്നതു്. വേറെ ചിലവ പതുക്കെ ഇഴഞ്ഞുപോയിരുന്നു—പാമ്പുകളെപ്പോലെ.

1688-ൽ ഒരു തവളക്കുഞ്ഞിൻെറ വാലിനെ മൈക്രോസ്കോപ്പിലൂടെ പരിശോധിച്ചുനോക്കിയപ്പോളാണു്, ആർട്ടറികളെയും (ധമനി) വെയിനുകളെയും (സിര) ബന്ധിപ്പിച്ചുകൊണ്ടുള്ള 'കാപ്പിലറി'കുഴലുകൾ 'കണ്ടുപിടിച്ചതു്'. ഇതിനു മുമ്പുതന്നെ, മാൽപ്പീഗി എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ കാപ്പിലറികളെ കണ്ടുപിടിച്ചതറിയാതെയാണു് ല്യൂവെൻഹോക്ക് ഇതു കണ്ടുപിടിച്ചതും അതു പെരുമ്പറയടിച്ചു പ്രഖ്യാപിച്ചതും!

മൈക്രോസ്കോപ്പിലൂടെ പുതിയൊരു ലോകത്തെ നമ്മുടെ മുമ്പിലവതരിപ്പിച്ചിട്ടാണു് അദ്ദേഹം 91-ാമത്തെ വയസ്സിൽ അന്തരിച്ചതു്. പുരുഷബീജങ്ങളെയും ചുവന്ന രക്താണുക്കളെയും അദ്ദേഹത്തിന്നു വിവരിക്കാൻ കഴിഞ്ഞു. മനുഷ്യരുടെയും സ്തന്യജീവികളുടെയും രക്ത

ത്തിലെ ചുവന്ന അണുക്കൾ വൃത്താകൃതിയിലാണെന്നും മത്സ്യത്തിൻേറയും തവളയുടേയും രക്താണുക്കൾ ഓവലാകൃതിയിലാണെന്നും അദ്ദേഹം കണ്ടു. ശാസ്ത്രസിദ്ധാന്തങ്ങളിലും നിയമങ്ങളിലുമായിരുന്നില്ല ല്യൂവെൻഹോക്കിന്നു താൽപര്യം. നിരീക്ഷണമായിരുന്നു ഇഷ്ടപ്പെട്ട വിഷയം.

റോയൽ സൊസൈററിക്കു ല്യൂവെൻഹോക്ക് എഴുതിയ കത്തുകളെ സനിഷ്കർഷം പഠിച്ച്, ആ വഴിക്കു നിരീക്ഷണം തുടൎന്നതു റോബർട്ട് ഹുക്ക് (1635—1703) ആണ്. മൈക്രോസ്കോപ്പിനെ പരിഷ്കരിക്കാനദ്ദേഹം പലതും ചെയ്തു—സ്വന്തമായിത്തന്നെ അദ്ദേഹം മൈക്രോസ്കോപ്പുകളുണ്ടാക്കിയിരുന്നു. ആദ്യത്തെ കോമ്പൗണ്ട് മൈക്രോസ്കോപ്പുണ്ടാക്കിയതും ലെൻസിനെ 'ഫോക്കസ്' ചെയ്യാനുള്ള ഏർപ്പാടുണ്ടാക്കിയതും ഹുക്കാണ്. നേരിയൊരു കോക്കിൻെറ പരിച്ഛേദം ഈ മൈക്രോസ്കോപ്പിലൂടെ പരിശോധിച്ചപ്പോൾ തേനീച്ചക്കൂടുപോലുള്ള ചെറിയ സുഷിരങ്ങൾ കണ്ടു. ഈ അറകൾക്കു 'സെൽ' എന്ന പേരു കൊടുത്തതദ്ദേഹമാണ്. ഓരോ ക്യൂബിക് അംഗുലം കോക്കിന്നകത്തും ഇതുപോലെ 1,200,000,000 സെല്ലുകളുണ്ടെന്നുപോലും അദ്ദേഹം കണക്കാക്കി! 1665-ലാണ്, ഹുക്കിൻെറ 'മൈക്രോഗ്രാഫിയ' എന്ന ഗ്രന്ഥം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയത്.

ഒരു 'സകലകലാപി'യായിരുന്നു ഹുക്ക്. വെളിച്ചം തരംഗങ്ങളായാണ് ചലിക്കുന്നതെന്നദ്ദേഹം സിദ്ധാന്തിച്ചു. ജ്യോതിർഗ്ഗോളങ്ങളുടെ ചലനം 'മെക്കാനിക്സി'ന്നൊരു ചോദ്യചിഹ്നമാണെന്ന് അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. പുതിയൊരുതരം ബാറോമീററർ ഉണ്ടാക്കാനും ക്ലോക്കുകളും വാച്ചുകളും പരിഷ്കരിക്കാനും അദ്ദേഹത്തിന്നു കഴിഞ്ഞു. വലി

ച്ചാൽ നീളുന്ന റബ്ബർപോലുള്ള വസ്തുക്കളെപ്പററി ഒരു നിയമംതന്നെ ഹുക്ക് കണ്ടുപിടിച്ചു. സ്പ്രിങ്ങുപോലെയും റബ്ബറുപോലെയുമുള്ള വസ്തുക്കളിൽ 'സ്ട്രെസ്സും സ്ട്രെയിനും' അനുപാതത്തിലാണെന്നാണീ നിയമം. പ്രതിഭാശാലിയായ ഈ മനുഷ്യൻ ഗർവ്വിഷ്ഠനും ക്ഷിപ്രകോപിയുമായിരുന്നുവത്രെ! മററുള്ളവർ കണ്ടുപിടിച്ചതിന്നുപോലും ഉത്തരവാദി താനാണെന്നു് അഹങ്കരിക്കുകയും ചെയ്തിരുന്നു.

വേറേയും മൈക്രോസ്കോപ്പിസ്റ്റുകളുണ്ടായിരുന്നു അക്കാലത്തു്. ഇററലിയിലും സ്പെയിനിലും കലാശാലകളിൽ വൈദ്യശാസ്ത്രാചാര്യനായിരുന്ന മാർസല്ലാ മാൽപ്പീഗി (1628—'94)യെപ്പററി മുമ്പു പറഞ്ഞുവല്ലോ. അദ്ദേഹം തൻെറ ശാസ്ത്രീയാന്വേഷണഫലങ്ങളെല്ലാം റോയൽ സൊസൈററിയെ അറിയിച്ചു. 1668-ൽ മാൽപ്പീഗി റോയൽ സൊസൈററിയിലംഗമായി.

1660-ലാണു് മാൽപ്പീഗി, തവളയുടെ ശ്വാസകോശങ്ങൾ പരിശോധിച്ചതു്. അങ്ങനെ 'കാപ്പിലറി'കൾ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. ശരീരത്തിൻെറ ഇതരഭാഗങ്ങളിലും കാപ്പിലറികളുണ്ടെന്നദ്ദേഹം കണ്ടു. ത്വക്കിൽ, ബാഹ്യചർമ്മത്തിന്നും അന്തശ്ചർമ്മത്തിന്നുമിടയിൽ 'മാൽപ്പീഗിയുടെ പടല'മെന്നൊരു ഭാഗമുണ്ടു്. ഇതിലടങ്ങിയ ചായമാണു് മനുഷ്യൻെറ തൊലി വെളുത്തതെന്നും കറുത്തതെന്നും നിർണ്ണയിക്കുന്നതത്രേ. ലിവർ, കിഡ്നി, പ്ലീഹ എന്നീ അവയവങ്ങളുടെ ഘടനയെപ്പററിയും മസ്തിഷ്കത്തിൻെറ വിവിധഭാഗങ്ങളെപ്പററിയും (വിശേഷിച്ചും അതിലെ 'ഗ്രേമാറ്ററി'നെപ്പററി) അദ്ദേഹം പഠിച്ചു. നാവിലെ രസാങ്കുരങ്ങളാണു് രുചിയറിയാനുള്ള ഉപകരണങ്ങളെന്നു് അദ്ദേഹമാണാദ്യമായി പ്രസ്താവിച്ചതു്.

പട്ടുനൂല്പുഴവിനെപ്പററിയും മൈക്രോസ്കോപ്പുപയോഗിച്ചു മാൽപ്പീഗി പഠിച്ചു. ശരീരത്തിലെങ്ങുമുള്ള വായുനാളങ്ങളിലൂടെയാണവ ശ്വസിക്കുന്നതെന്നു് അദ്ദേഹം കണ്ടു. സസ്യശാസ്ത്രത്തിലും അദ്ദേഹം ചില പരീക്ഷണങ്ങൾ ചെയ്തുനോക്കിയത്രേ.

ഷഡ്പദശാസ്ത്ര(Entomology)ത്തിൽ ആദ്യമായി പഠനമാരംഭിച്ചതു സ്വാമെർഡാം (1637—'80) എന്ന ഡച്ചുശാസ്ത്രജ്ഞനാണ്. മെഡിക്കൽ ബിരുദധാരിയായ ഇദ്ദേഹം പണവും പദവിയും വെടിഞ്ഞു തേനീച്ചകളെപ്പററിയും ഈച്ചകളെപ്പറ്റിയും പഠിക്കുകയാണുണ്ടായതു്. വളരെ ബുദ്ധിമുട്ടനുഭവിച്ചും നിരന്തരനിരീക്ഷണം നടത്തിയും സ്വാമെർഡാം എഴുതിവെച്ച കുറിപ്പുകൾ അദ്ദേഹത്തിന്റെ മരണശേഷം, ഹെർമാൻബോർഹാവ് എന്ന വൈദ്യനാണു പ്രസിദ്ധീകരിച്ചതു്. 1737-ൽ പ്രസിദ്ധീകരിച്ച ഈ ഗ്രന്ഥത്തിന്നു 'പ്രകൃതിയുടെ വേദഗ്രന്ഥം' എന്നാണു പേർ.

പ്രാണികളെ കീറിമുറിച്ചു നോക്കാനും മററുമായി സ്വാമെർഡാം പ്രത്യേകം ചില ഉപകരണങ്ങളുണ്ടാക്കി. കത്തിയും കത്തിരിയും സ്കാൽപെലും ലെൻസും ഉപയോഗിച്ചു പ്രാണികളുടെ ഓരോ അവയവവും വേർതിരിച്ചു പരിശോധിച്ചു. തലനാരിഴപോലുള്ള സ്ഫടികക്കുഴലുകളിലൂടെ പ്രാണികളുടെ ശരീരത്തിൽ ചായം കുത്തിക്കയററി, രക്തധമനികളെയും മററും കൂടുതൽ തെളിയിക്കാനദ്ദേഹം ശ്രമിച്ചു. തേനീച്ചകളുടേയും ഈച്ചകളുടേയും പടങ്ങൾ അദ്ദേഹം വരച്ചുണ്ടാക്കിയതിനെ കവച്ചുവെക്കാൻ പിന്നീട്ടു് ഒരു നൂറ്റാണ്ടിലാക്കും കഴിഞ്ഞില്ലപോൽ.

ജീർണ്ണിക്കുന്ന വസ്തുക്കളിൽനിന്നാണു് ആകസ്മികമായി ചില ജീവികളുണ്ടാകുന്നതെന്ന അരിസ്റ്റോട്ടി

ലിൻെറ തത്ത്വത്തെ സ്വാമെർഡാം ശക്തിപൂർവ്വമെതിർത്തു. അക്കാലത്തും ഈ ധാരണ പലക്കുമുണ്ടായിരുന്നു. ജീവവസ്തുക്കളിൽനിന്നേ ജീവികളുണ്ടാവൂ എന്നു സ്വാമെർഡാം തീർത്തുപറഞ്ഞു. ജീർണ്ണിക്കുന്ന വസ്തുക്കളിൽനിന്നു ജീവികളുത്ഭവിക്കില്ലെന്നുമാത്രമല്ല, ജീവികളിൽ ചിലതിന്നു വസ്തുക്കളെ ജീർണ്ണിപ്പിക്കാൻ കഴിയുമെന്നും അദ്ദേഹം വ്യക്തമാക്കി. ഹാർവിയെപ്പോലുള്ള ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർപോലും വിചാരിച്ചതു താണതരം ജീവികൾ ജീർണ്ണവസ്തുക്കളിൽനിന്നു് ആകസ്മികമായുത്ഭവിക്കുമെന്നാണു്.

സ്വാമെർഡാമിൻെറ ആശയമാണു് ശരിയെന്നു തെളിയിച്ചതു് ഫ്രാൻസിസ്കോ റെഡി (1629—'97) എന്ന ഇററലിക്കാരൻെറ പരീക്ഷണങ്ങളാണു്. ചത്ത പാമ്പു്, ചത്ത മത്സ്യം, പശുമാംസം എന്നിവ വേറേ വേറേ പാത്രങ്ങളിൽവെച്ചു് അടച്ചുറപ്പാക്കി വെച്ചു. ഈ വസ്തുക്കൾതന്നെ തുറന്ന പാത്രങ്ങളിലും വെച്ചു. തുറന്നു വെച്ച പാത്രങ്ങളിൽ ഈച്ചകൾക്കു വിഹരിക്കാമായിരുന്നു. കുറച്ചുദിവസം കഴിഞ്ഞപ്പോൾ തുറന്ന കുപ്പികളിൽ പുഴുക്കളെ കാണാറായി. അടച്ചുറപ്പായ കുപ്പികളിൽ പുഴുക്കളുണ്ടായില്ല. ചത്തുചീയുന്ന വസ്തുക്കളിൽനിന്നു മാത്രം ജീവികളുണ്ടാവില്ലെന്നു് ഈ പരീക്ഷണത്തിൽനിന്നു തെളിഞ്ഞു. തുറന്നുവെച്ച കുപ്പികളിൽ ഈച്ചകൾ മുട്ടയിട്ടതിനാലാണു് അവയിൽ പുഴുക്കൾ വളർന്നതു്. പിന്നീടു്, ഈച്ച കടക്കാത്തവിധം, ഒരു കമ്പിവലകൊണ്ടടച്ചുവെച്ച കുപ്പിയിൽ പച്ചമാംസമിട്ടു. അതു ചീഞ്ഞുവെങ്കിലും, ഈച്ചകൾക്കു പാത്രത്തിൽ കടക്കാൻ കഴിയാത്തതിനാൽ, അതിൽനിന്നു പുഴുക്കളുണ്ടായില്ല.

ഇംഗ്ലണ്ടിലെ മൈക്രോസ്കോപ്പിസ്റ്റുകളിൽ പ്രമുഖനായിരുന്നു നെഹമയ ഗ്രൂ (1641—1712) എന്ന

വൈദ്യശാസ്ത്രജ്ഞൻ. പിന്നീടിദ്ദേഹം റോയൽ സൊസൈററിയുടെ സെക്രട്ടറിയായി. സ്വന്തമായി ഒട്ടേറെ പരീക്ഷണങ്ങൾ അദ്ദേഹം നടത്തി. ചെടികളുടെ ഇലകളുടെ അടിഭാഗത്തുള്ള പത്രസുഷിരങ്ങൾ അദ്ദേഹമാണ് കണ്ടുപിടിച്ചതു്. ഇലകളാണ് സസ്യങ്ങളുടെ ശ്വസനാവയവങ്ങൾ എന്നായിരുന്നു ഗ്രൂവിൻെറ അഭിപ്രായം. സസ്യങ്ങളുടെ ലൈംഗികാവയവങ്ങളാണ് പുഷ്പങ്ങളിലുള്ളതെന്നും കേസരങ്ങൾ പുരുഷേന്ദ്രിയവും, പിസ്റ്റിൽ സ്ത്രൈണേന്ദ്രിയവുമാണെന്നും അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു.

ജർമ്മനിയിലെ പുരോഹിതനും ഗണിതഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞനുമായിരുന്നു അത്തനേസിയസ് കർച്ചർ (1601—1680). പ്രകാശശാസ്ത്രം, വൈദ്യശാസ്ത്രം, കാന്തശക്തി, ഭൂഗർഭശാസ്ത്രം ഇവയിലെല്ലാം താൽപര്യമുള്ള കർച്ചർ ഒരു ഭാഷാശാസ്ത്രജ്ഞൻകൂടിയായിരുന്നുവത്രേ. ഈജിപ്തിലെ ചിത്രലിപികളെ ലോകത്തിന്നു പരിചയപ്പെടുത്തിയതദ്ദേഹമാണ്. മൈക്രോസ്കോപ്പിലൂടെ എണ്ണപ്പെട്ട പല പഠനങ്ങളും അദ്ദേഹം നടത്തി. ശക്തിയേറിയ ഒരു മൈക്രോസ്കോപ്പിലൂടെ പ്ലേഗുരോഗികളുടെ രക്തം അദ്ദേഹം പരിശോധിച്ചു. അതിലെന്തോ പ്രത്യേകതരം ജീവാണുക്കൾ ദൃശ്യമായത്രേ. ഫ്രാൻസെസ്റ്റോവിൻെറ സിദ്ധാന്തത്തെ—രോഗബീജങ്ങൾവഴിക്കാണ് പകർച്ചവ്യാധികൾ പരക്കുന്നതെന്നാണീ സിദ്ധാന്തം—അദ്ദേഹം അനുകൂലിച്ചു. രോഗിയുടെ രക്തം ആദ്യമായി മൈക്രോസ്കോപ്പിലൂടെ പരിശോധന നടത്തിയതിദ്ദേഹമാണ്.

ല്യൂവെൻഹോക്ക്, ഹുക്ക്, മാൽപ്പീഗി, സ്വാമെർഡാം, ഗ്രൂ, കർച്ചർ—ഇങ്ങനെ പോകുന്നു മൈക്രോസ്കോപ്പിസ്റ്റുകളിൽ പ്രാതഃസ്മരണീയനാമങ്ങൾ. അണുജീവികളുടെയും സെല്ലുകളുടെയും ശരീരത്തിലെ അതിസൂക്ഷ്മ

ഭാഗങ്ങളുടെയും രചനയെപ്പററി നമുക്കു പരിജ്ഞാനമുണ്ടാക്കിത്തന്നവരാണവർ. അത്രയൊന്നും നല്ല മൈക്രോസ്കോപ്പുകൾ അവരുടെ കൈയിലില്ലായിരുന്നു. എന്നിട്ടും എത്ര കൃത്യമായിട്ടാണ് അവർ പലതും നിരീക്ഷിച്ചതു്! ഈ കാലഘട്ടത്തെ, 'മൈക്രോസ്കോപ്പുകളുടെ കാലഘട്ടം' എന്നാണു പറയുക. ഇവർ തുടങ്ങിവെച്ച പ്രവൃത്തി പിന്നീടു 19-ാം നൂററാണ്ടിൽ മാത്രമാണു തുടന്നതു്.

പുതിയൊരു ലോകം അവരാണ് നമുക്കു പരിചയപ്പെടുത്തിത്തന്നതു്.

Here

അദ്ധ്യായം 7

വെളിച്ചത്തെപ്പററി

കണ്ണിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന കണങ്ങൾ വസ്തുക്കളിന്മേൽ ചെന്നു തറക്കുമ്പോൾ കാഴ്ചയുണ്ടാവുന്നുവെന്നാണ് പഴയ പൈത്തഗോറസ്സ് സംഘക്കാർ സിദ്ധാന്തിച്ചത്. പ്ലാറേറാകക്ഷിക്കാർ പറഞ്ഞത്, വെളിച്ചത്തിൻെറ കിരണങ്ങളും നമ്മുടെ കണ്ണുകളും കാണുന്ന വസ്തുവും തമ്മിലുള്ള പരസ്പരപ്രവത്തനത്തിൽനിന്നാണ് കാഴ്ചയുണ്ടാവുന്നതെന്നാണ്. വെളിച്ചവും ഇരുട്ടും പ്രത്യേകതോതിൽ ചേന്നിട്ടാണ് വിവിധവണ്ണങ്ങളുണ്ടാവുന്നതെന്ന് അരിസ്റ്റോട്ടിൽ പ്രസ്താവിച്ചു. അൽഹസ്സൻ എന്ന അറബിശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ അഭിപ്രായത്തിൽ, വസ്തുവിൻെറ രൂപം കണ്ണിൽ പ്രവേശിക്കുകയും കണ്ണിലെ ലെൻസ് അതിനെ വ്യാഖ്യാനിക്കുകയും ചെയ്യുമ്പോഴാണ് നമുക്കു കാഴ്ച ലഭിക്കുന്നത്.

വെളിച്ചം, കാഴ്ച എന്നിവയെപ്പററിയുള്ള ശാസ്ത്രമാണ് ഓപ്ടിക്സ്. 17-ാം ശതകത്തിലാണ് ഈ ശാസ്ത്രത്തിൽ കുറേ അഭിവൃദ്ധിയുണ്ടായത്. മയിൽപ്പീലിയിലും മഴവില്ലിലുമുള്ള വണ്ണങ്ങളെപ്പററി പല വ്യാഖ്യാനങ്ങളും നമുക്കു ലഭിച്ചതക്കാലത്താണ്. വെളിച്ചത്തിൻെറ വിശ്വസിക്കാൻ വയ്യാത്ത ആ വേഗമുണ്ടല്ലോ, അതിനെ അളന്നു തിട്ടപ്പെടുത്താനും ചില ശ്രമങ്ങൾ നടന്നു.

വെളിച്ചത്തെപ്പററി മൗലികമായി രണ്ടു തത്ത്വങ്ങളാണന്നു നിലവിലുണ്ടായിരുന്നത്: വെളിച്ചം, ശബ്ദം പോലെ, തരംഗങ്ങളായിച്ചലിക്കുന്നുവെന്ന് ഒന്ന്; അതല്ല

ജ്വലിക്കുന്ന വസ്തുക്കളിൽനിന്നു കണങ്ങളായാണ് വെളിച്ചം പോകുന്നതെന്നു മറെറാന്നും. അടുത്ത കാലംവരെയും ഈ രണ്ടു സിദ്ധാന്തവും പഠനക്രമത്തിലുൾപ്പെട്ടിരുന്നു.

ലിയോനാർഡോ ഡാവിഞ്ചിയും ഗലീലിയോവുമാണ് പ്രകാശതരംഗസിദ്ധാന്തത്തിൻെറ പ്രണേതാക്കൾ. ബോലോണയിലെ ഗണിതശാസ്ത്രാചാര്യനായ ഫ്രാൻസെസ്കോമറിയ ഗ്രിമാൽഡി (1613—'63), ഏതു ദ്രവത്തെപ്പോലെയും അലകളായി ചലിക്കാൻ വെളിച്ചത്തിന്നു കഴിയുമെന്നു ഖണ്ഡിതമായി പ്രസ്താവിച്ചു. ഗ്രിമാൽഡിയാണ് വിഭംഗം (Diffraction) എന്ന പ്രത്യേകത—നേരിയവെളിച്ചം കടക്കാത്ത വസ്തുക്കളുടെ വക്കത്തുടെ വെളിച്ചം കടന്നുപോയിരുന്ന വസ്തുത—കണ്ടുപിടിച്ചതു്.

പ്രകാശതരംഗസിദ്ധാന്തത്തിൻെറ ഭാഗത്തുനിന്ന് അതിന്നു കൂടുതൽ തെളിവുകൾ നല്കിയതു് ഡച്ചു ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനായ ക്രിസ്ത്യൻ ഹ്യൂജെൻസ് (1629—'95) ആണ്. ഭാവനാസമ്പന്നനും ചിന്തകനുമായ ഇദ്ദേഹം സയൻസിന്നു് എണ്ണപ്പെട്ട പല സംഭാവനകളും നല്കി. ടെലിസ്കോപ്പിൻെറ 'നേത്രലെൻസി'ന്നു് ഇന്നും അദ്ദേഹത്തിൻെറ പേരാണുള്ളതു്. ശനി എന്ന വലിയ ഗ്രഹത്തിൻെറ ചുററുമുള്ള വലയം അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. ഘടികാരചലനത്തെ നിയന്ത്രിക്കാൻ പെൻഡുലമുപയോഗിച്ചതും അദ്ദേഹമാണ്. ഹ്യൂജെൻസിൻെറ 'ഡൈനാമിക്സ്' ആണ്, പിന്നീടു ന്യൂട്ടനെ പരസ്പരാകർഷണസിദ്ധാന്തത്തിലേക്കു നയിച്ചതു്.

1690-ലാണ് ഹ്യൂജെൻസിൻെറ പഠനം (Treatise on Light) പുറത്തു വന്നതു്. അദ്ദേഹം തരംഗസിദ്ധാന്തത്തിന്നനുകൂലമായി സർവ്വവാദങ്ങളും അതിലുന്നയിച്ചിരിക്കുന്നു. വെളിച്ചത്തിൻ്റെ ഒരു തരംഗശിഖരം (wave crest)

അതിൻെറ പിന്നാലെ ചില തരംഗങ്ങളുണ്ടാക്കാൻ പ്രേരിപ്പിക്കുന്നുവെന്നും ഇങ്ങനെ പുതുതായുണ്ടാവുന്ന തരംഗങ്ങളെല്ലാംകൂടിയാണ് വീണ്ടും ഒരു തരംഗശിഖരമുണ്ടാക്കുന്നതെന്നും ഇതു വീണ്ടും തരംഗങ്ങളെയുണ്ടാക്കുന്നുവെന്നുമാണ് ഹ്യൂജെൻസിൻെറ നിഗമനങ്ങൾ.

തരംഗങ്ങൾക്കു ചലിക്കുവാനെങ്കിലും മാധ്യമം വേണം—ഈ മാധ്യമം വായുവാകാനിടയില്ലെന്ന് ഹ്യൂജെൻസ് പറഞ്ഞു. കാരണം, വെളിച്ചത്തിന്ന് ഒരു വാകചത്തിലൂടെ പോകാൻ കഴിയുമെന്ന് അദ്ദേഹത്തിന്നറിയാമായിരുന്നു. അപ്പോൾ സവ്വവ്യാപിയായ ഒരു വസ്തു—ഈതർ എന്ന പേരിൽ—ഉണ്ടായിരിക്കണമെന്ന ധാരണയിലാണ് ഹ്യൂജെൻസ് എത്തിയതു്. 'ഈതർ' സങ്കോചവികാസശക്തിയുള്ള സൂക്ഷ്മകണങ്ങളാലുണ്ടാക്കപ്പെട്ടതാണെന്നും അതു സ്വസ്ഥാനം വിടാതെ പ്രകാശതരംഗങ്ങളെ ചലിപ്പിച്ചു വിടുകയാണെന്നും അദ്ദേഹം വാദിച്ചു. പിന്നീടു വളരെക്കാലത്തേക്കു്, കാണാനും അളക്കാനും വയ്യാത്ത ഈതർ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ അലട്ടി. ഇന്നാകട്ടെ, അങ്ങനെയൊന്നുണ്ടോ എന്നാണ് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ശങ്കിക്കുന്നതു്.

വെളിച്ചത്തെപ്പററിയുള്ള കണികാസിദ്ധാന്തത്തിൻെറ (Corpuscular theory) പ്രധാന പ്രണേതാവു് ഐസാക് ന്യൂട്ടനായിരുന്നു. ഇദ്ദേഹത്തിൻെറ നാനാവിധ പ്രവത്തനങ്ങളെപ്പററി വേറെതന്നെ പരാമർശിക്കണം. കോർപ്പസ്കുലർസിദ്ധാന്തം മാത്രമാണ് ശരിയെന്നു ന്യൂട്ടൻ പറഞ്ഞില്ല. പ്രകാശമുള്ള വസ്തുക്കളിൽനിന്നു ചെറുകണങ്ങളുടെ രൂപത്തിലാണ് വെളിച്ചം ബഹിർഗ്ഗമിക്കുന്നതെന്ന് ന്യൂട്ടൻ കണ്ടു. ഈ പ്രകാശകണങ്ങൾ 'ഈതറി'ൽ തരംഗങ്ങളായാണ് ചലിക്കുന്നതെന്നും

ആദ്യം ന്യൂട്ടൻ വിശ്വസിച്ചു. രണ്ടു സിദ്ധാന്തങ്ങളേയും ന്യൂട്ടൻ കൂട്ടിയോജിപ്പിക്കുകയാണുണ്ടായതു്. "പ്രകാശ കിരണങ്ങൾ വെളിച്ചത്തിൻെറ ഉത്ഭവസ്ഥാനത്തുനിന്നു വരുന്ന കണികകളാണെന്നു സങ്കല്പിച്ചാൽ ഇവ പ്രതി ഫലിക്കുമ്പോഴോ വക്രീഭവിക്കുമ്പോഴോ, വെള്ളത്തി ലൊരു കല്ലെറിഞ്ഞാലുണ്ടാവുന്ന അലകൾപോലെ, സ്വാ ഭാവികമായും ചില സ്പന്ദനങ്ങളുണ്ടാകണമല്ലോ," എന്നാ ണു് ന്യൂട്ടൻ പറഞ്ഞതു്. പക്ഷേ, കാലാന്തരത്തിൽ, കോർ പ്പസ്കുലർസിദ്ധാന്തത്തിലേക്കാണു് ന്യൂട്ടൻെറ ശ്രദ്ധ തിരിഞ്ഞതു്. വെളിച്ചം നേർരേഖകളിലൂടെയാണു് സഞ്ച രിക്കുന്നതെന്നും അതിനാൽ തരംഗസിദ്ധാന്തവും നേർ രേഖയിലൂടെയുള്ള ചലനവുമായി പൊരുത്തപ്പെട്ടുന്നി ല്ലെന്നുമായിരുന്നു ന്യൂട്ടൻെറ വാദം.

വെളിച്ചം ചെറുകണങ്ങളായാണോ തരംഗങ്ങളാ യാണോ, അതു രണ്ടുമല്ല, വിദ്യുത്കാന്തതരംഗങ്ങളെപ്പോ ലെയാണോ എന്ന കാര്യത്തെപ്പററി തീരുമാനമായിട്ടില്ല.

17-ാം നൂററാണ്ടിലാണു്, കണ്ണിന്നു കാഴ്ചയുണ്ടാവുന്ന തിനെപ്പററി പല വിശദീകരണങ്ങളും നല്കപ്പെട്ടതു്. കെപ്ളർ ഏറെക്കുറെ ആധുനികവാദങ്ങളോടടുത്ത നിഗ മനത്തിലാണെത്തിയതു്. കണ്ണിലെ ലെൻസ് പ്രകാശ രശ്മിയെ വക്രീകരിക്കുന്നുവെന്നും കണ്ണിൻെറ പിൻഭാഗ ത്തെ റെട്ടിനയിൽ തലകീഴായി ഒരു നിഴൽ വന്നുവീഴുന്നു ണ്ടെന്നും ഈ നിഴലാട്ടത്തെ തലച്ചോറു വ്യാഖ്യാനിക്കു മ്പോഴാണു കാഴ്ചയുണ്ടാവുന്നതെന്നും കെപ്ളർ പറഞ്ഞു. ദൂരദൃഷ്ടിയെപ്പററിയും ഹ്രസ്വദൃഷ്ടിയെപ്പററിയും കെപ്ളർ പ്രതിപാദിച്ചു; കണ്ണിൻെറ റെട്ടിനയിൽ ശരിക്കും പ്രതിബിംബം ചെന്നു വീഴാത്തതാണിതിന്നു കാരണമെ ന്നദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി.

വണ്ണങ്ങളെപ്പററി ആദ്യം തൃപ്തികരമായൊരു വിശദീകരണം ലഭിച്ചതു ന്യൂട്ടനിൽനിന്നാണ്. ഒരു പ്രിസം കൊണ്ടു് എന്തോ അലസമായി പരിശോധിക്കുകയായിരുന്നു ന്യൂട്ടൻ. ഇതിനെപ്പറ്റി ന്യൂട്ടൻ എഴുതുന്നു: "1665-ൽ ഞാനൊരു ത്രികോണപ്രിസമെടുത്തു വണ്ണങ്ങളെപ്പററി എന്തോ പഠിക്കുവാൻ ശ്രമിക്കുകയായിരുന്നു...എൻെറ മുറി ഞാൻ ഇരുട്ടാക്കി. ജാലകത്തിൽ ചെറിയൊരു ദ്വാരംമാത്രം ഉണ്ടായിരുന്നു, ആവശ്യമായ സൂര്യരശ്മി മുറിയിലേക്കു കടക്കാൻ. ഈ വെളിച്ചം വരുന്ന സ്ഥലത്തു ഞാനെൻെറ പ്രിസം പിടിച്ചു. മറുഭാഗത്തു്, ചുമരിൽ അതിൻെറ അപഭംഗം (Refraction) കാണാൻ കാത്തിരുന്ന ഞാൻ കണ്ടതു സന്തോഷകരമായ മറെറാരു കാര്യമായിരുന്നു."

വണ്ണങ്ങളെപ്പററി മറെറാരു പഠനം നടത്തുവാൻ ന്യൂട്ടൻ മുതിന്നു. പ്രിസങ്ങളും ലെൻസുകളും സ്ക്രീനും ഒരു പ്രത്യേകരീതിയിൽ വെച്ചു് അദ്ദേഹം വെളുത്ത പ്രകാശത്തിന്നു്—വെയിലിന്നു്—അത്ഭുതകരമായ വണ്ണങ്ങളുണ്ടെന്നു തെളിയിച്ചു. ഓരോ വണ്ണവും പ്രത്യേകതോതിലാണു കലന്നിരിക്കുന്നതു്. ചുവപ്പിൽനിന്നു വയലററുവരെയുള്ള സപ്തവണ്ണങ്ങളടങ്ങുന്ന 'സ്പെക്ട്ര'ത്തിൻെറ ഓരോ വണ്ണത്തിന്നും അതിൻേതായ വക്രീകരണമാണുള്ളതെന്നും ന്യൂട്ടൻ കണ്ടു. ഇന്നത്തെ ഭാഷയിൽ പറയുകയാണെങ്കിൽ ഓരോ വണ്ണത്തിനും അതിൻേറതായ തരംഗനീളമുണ്ടു്.

ന്യൂട്ടൻ എണ്ണമററ പരീക്ഷണങ്ങൾനടത്തി പലതും പഠിച്ചു. 'ന്യൂട്ടന്റെ വലയങ്ങൾ' എന്നറിയപ്പെടുന്ന പ്രതിഭാസവുമായി അദ്ദേഹം ഏറ്റുമുട്ടി. വണ്ണവും ഇരുട്ടും ഇട

വിട്ടുണ്ടാക്കിയ വൃത്തങ്ങളാണിവ. കട്ടിയുള്ള ഒരിരട്ട ക്കോൺവെക്സ് ലെൻസിൻെറ ഒരു ഭാഗം അമർത്തിയാൽ കിട്ടുന്നതാണ് ഈ വലയങ്ങൾ. ടെലിസ്കോപ്പുകളിൽ വർണ്ണവക്രീകരണം നടത്തുന്നതെന്തുകൊണ്ടാണെന്നു് അദ്ദേഹം പഠിച്ചു. ഇരട്ടമഴവില്ലിന്റെ ഉദാഹരണം അദ്ദേഹം ഉദ്ധരിച്ചു. പല വസ്തുക്കൾക്കും പല വർണ്ണങ്ങളുണ്ടാവുന്നതിൻെറ കാരണത്തെപ്പററിയും അദ്ദേഹം അന്വേഷണം നടത്തി. ഒരു പൂവു ചുവന്നിരിക്കുന്നു, മറെറാന്നു നീലനിറമാണ്. എന്തുകൊണ്ട്? അതിൽനിന്നു വരുന്ന വെളിച്ചത്തിൻെറ കിരണങ്ങൾ പല വഴിക്കാണു പ്രതിഫലിക്കുന്നതു്—അതാണതിന്നു കാരണമെന്നാണു ന്യൂട്ടൻ പറഞ്ഞതു്.

17-ാം നൂററാണ്ടിൽ മററു പലരും വെളിച്ചത്തിൻെറ ശാസ്ത്രത്തിലേക്കു വെളിച്ചംവീശി. പ്രകാശമുള്ള വസ്തുക്കളുടെ സമ്മർദ്ദംകാരണമാണ് വെളിച്ചമുണ്ടാകുന്നതെന്നാണ് ഡെക്കാർട്ടെ കരുതിയതു്. ഒരു റബ്ബർപന്തിനെ ഒരാളടിക്കുകയും അതു ചുമരിൽച്ചെന്നു തട്ടുകയും ചെയ്യുന്നതുപോലെയാണ് വെളിച്ചം പ്രതിഫലിക്കുന്നതെന്നു ഡെക്കാർട്ടെ കരുതി. ലിപ്സിഗിലെ (ഹോളൻറ്) ഗണിതശാസ്ത്രപ്രൊഫസറായിരുന്ന വിൽബ്രോഡ് സ്നെറ്റൽ (1591—1626) റിഫ്രാക്ഷൻെറ ഒരു നിയമത്തെത്തന്നെ ആവിഷ്ക്കരിച്ചു. ഗണിതശാസ്ത്രതൽപരനും ടൗലൂസിലൊരു മജിസ്ട്രേട്ടുമായിരുന്ന പിയറി ഫെർമാററ് (1601—'65) വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതിയെ സംബന്ധിച്ചു ചില നിഗമനങ്ങളിലെത്തി. റിഫ്രാക്ഷൻ അധികമായാൽ വേഗം കുറയുമെന്നാണദ്ദേഹം സ്ഥാപിച്ചതു്. എഡ്മി മാരിയററ് (1620—'84) എന്ന ഫ്രഞ്ചുശാസ്ത്രജ്ഞൻ സൂര്യൻെറയും ചന്ദ്രൻെറയും ചുററും ഇടയ്ക്കിടയ്ക്കു കാണുന്ന പ്രഭാമണ്ഡല

ത്തെപ്പററിയും നേത്രത്തിലെ റെട്ടിനയിലുള്ള ബ്ലൈൻഡ് സ്പോട്ടിനെ (Blind spot) പ്പററിയും മനസ്സിലാക്കി.

ഈമാതിരി പല പരീക്ഷണങ്ങളുടെയും ഫലമായി വെളിച്ചത്തിന്നു സ്ഥിരമായൊരു വേഗമുണ്ടെന്നു വ്യക്തമായി. ഈ വേഗം നിശ്ചയിക്കാനാണല്ലൊ ഗലീലിയോ വൃഥാ ശ്രമിച്ചതു്.

ഡാനിഷ് നക്ഷത്രശാസ്ത്രജ്ഞനായ റോമർ (1644—1710) ആണ് വെളിച്ചത്തിന്നു പ്രത്യേകമായൊരു വേഗമുണ്ടെന്നു് ആദ്യമായി കാട്ടിത്തന്നതു്. സുമാർ അതെന്താണെന്നും അദ്ദേഹം കണക്കാക്കി. 1670-ൽ, പാരിസ്സിലെ ഒരു നിരീക്ഷണാലയത്തിൽ പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കെ ജൂപ്പിറ്ററിൻെറ (?) ഒരു ചന്ദ്രൻെറ ഗ്രഹണം അദ്ദേഹം നിരീക്ഷിച്ചു. ജൂപ്പിറ്ററിൽനിന്നു ഭൂമി അകന്നുപോകുമ്പോഴാണിങ്ങനെ ഗ്രഹണങ്ങളുണ്ടാകുന്നതെന്നും അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി. ഗ്രഹണസമയം കുറിച്ചെടുത്തു. വെളിച്ചത്തിൻെറ വേഗം ഒരു സെക്കൻറിൽ 155,000 മൈലാണെന്നു് അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. (ശരിക്കിതു സെക്കൻറിൽ 186,280 മൈലാണ.) ആധുനികഫിസിക്സിന്നും നക്ഷത്രശാസ്ത്രത്തിന്നും അടിക്കല്ലിട്ടതു റോമറിൻെറ ഈ കണക്കുകൂട്ടലാണു്.

അദ്ധ്യായം 8

ഐസാക് ന്യൂട്ടൻ

വെസ്റ്റ്മിൻസ്റ്റർ അബിയിൽ ന്യൂട്ടൻെറ ശവകുടീരത്തിന്മേലുള്ള ശിലാലിഖിതമിതാണ്: "മനുഷ്യന്മാരേ, മാനവവംശത്തിൻെറ അഭിമാനത്തിനുവേണ്ടി ഇത്രയും മഹാനായൊരാൾ ജീവിച്ചുവെന്നതിൽ സ്വയം അഭിനന്ദിക്കുവിൻ!"

സ്പേസിലങ്ങനെ ചിന്നിച്ചിതറിക്കിടക്കുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളും ഗ്രഹങ്ങളും ഉപഗ്രഹങ്ങളും കൊള്ളിമീനുകളുമെല്ലാം ഒരേയൊരു വ്യവസ്ഥയുടെ വിവിധങ്ങളായ അവയവങ്ങളാണെന്നു്, ഇവയ്ക്കെല്ലാം മിക്കവാറും ഒരേ മാതിരിയുള്ള ചലനനിയമങ്ങൾ ബാധകമാണെന്നു്, ഗണിതശാസ്ത്രംകൊണ്ടും ചലനശാസ്ത്രംകൊണ്ടും തെളിയിച്ച മഹാനായ ശാസ്ത്രജ്ഞനാണു് സർ ഐസാക് ന്യൂട്ടൻ. അതുല്യമായിരുന്നു ആ പ്രതിഭ. ആപ്പിൾമരത്തിൽനിന്നു പഴം കീഴോട്ടു വീഴാൻ കാരണമെന്തോ, അതേ പ്രകൃതിശക്തിതന്നെയാണു് ചരാചരങ്ങളെയാകെ നിയന്ത്രിക്കുന്നതെന്നു് അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. പരസ്പരാകർഷണത്തിന്റേതായ ഈ ശക്തിയെ ഗുരുത്വാകർഷണം (ഗ്രാവിറേറഷൻ) എന്നു പറയുന്നു. ഗ്രാവിറേറഷൻ ഒരു പ്രപഞ്ചനിയമമാണെന്നു ന്യൂട്ടൻ പ്രസ്താവിച്ചു.

1642 ക്രിസ്തുമസ്സ്ദിവസമാണു് ന്യൂട്ടൻെറ പിറന്നാൾ. പാവപ്പെട്ട ഒരു കൃഷകന്റെ ശോഷിച്ച ഒരു കുട്ടി. പത്താംവയസ്സിൽ ഗ്രഹാം ഗ്രാമർസ്കൂളിൽ ചേർന്നു. അന്നുതന്നെ, യന്ത്രങ്ങളെക്കൊണ്ടു തിരുപ്പിടിക്കുന്നതിൽ

ന്യൂട്ടന്നു വലിയ വാസനയായിരുന്നുവത്രേ. 1661-ൽ കേംബ്രിജിലെ ട്രിനിററി കോളേജിൽ പ്രവേശിച്ചു—1665-ൽ ബിരുദമെടുക്കുകയും ചെയ്തു.

അക്കാലത്താണ് ലണ്ടനിൽ പ്ലേഗ് പടൎന്നുപിടിച്ചതു് (1655—'66). ന്യൂട്ടൻ നാട്ടിലേക്കു മടങ്ങി. അവിടെയുള്ള ആ അലസജീവിതകാലത്താണു പിന്നീടു കണ്ടുപിടിച്ച പലതിന്നുമദ്ദേഹം അടിത്തറയിട്ടതു്. "കണ്ടുപിടുത്തങ്ങൾക്കു പററിയ കാലമായിരുന്നു അതു്; ഗണിതശാസ്ത്രത്തിലും തത്ത്വശാസ്ത്രത്തിലുമാണ് ഞാൻ കൂടുതൽ ശ്രദ്ധചെലുത്തിയതു്," എന്നാണ് ന്യൂട്ടൻതന്നെ പറയുന്നതു്. ബൈനോമിയൻസിദ്ധാന്തം വേർതിരിച്ചെടുത്തതും കാൽക്കുലസ്സ് കണ്ടുപിടിച്ചതും വൎണ്ണങ്ങളെസ്സംബന്ധിച്ച പുതിയൊരു തത്ത്വമാവിഷ്കരിച്ചതും യൗവനത്തിന്റേതായ ഈ സുവൎണ്ണകാലത്താണ്. ഇക്കാലത്തുതന്നെ ഗ്രാവിറ്റേഷൻസിദ്ധാന്തവും അദ്ദേഹത്തിൻെറ മനസ്സിൽ രൂപം കൊണ്ടിരുന്നു. ആപ്പിൾ വീഴുന്നതു് അദ്ദേഹം കണ്ട കഥ പ്രസിദ്ധമാണല്ലോ.

ലണ്ടനിൽ പ്ലേഗ് നിയന്ത്രണത്തിലായതോടെ ന്യൂട്ടൻ കേംബ്രിജിലേക്കുതന്നെ മടങ്ങി എം. എ. ഡിഗ്രിയെടുത്തു. 1669-ൽ ട്രിനിറ്റി കോളേജിലെ ഗണിതശാസ്ത്രപ്രൊഫസറായി ചേൎന്നു. ഇക്കാലത്താണു കെമിസ്ട്രിയിൽ അദ്ദേഹം ചില ഗവേഷണങ്ങൾനടത്തിയതു്. വെളിച്ചത്തെപ്പററിയുള്ള അന്വേഷണപഠനങ്ങൾ മുഴമിച്ചതും ഇക്കാലത്തുതന്നെ. 1672-ൽ, തൻെറ ഗവേഷണഫലങ്ങൾ റോയൽ സൊസൈററിയെ അറിയിച്ചു.

ഇടയ്ക്കിടെ, തന്റെ ഗ്രാവിറേറഷൻസിദ്ധാന്തത്തിന്നു കൂടുതൽ തെളിവുകൾ ലഭിക്കാൻ ന്യൂട്ടൻ ആ പഠനത്തിലേക്കു ശ്രദ്ധ തിരിച്ചിരുന്നു. ന്യൂട്ടന്റെ ആരാധകന്മാരായ

ചങ്ങാതിമാരും സഹപ്രവത്തകരും അദ്ദേഹത്തിൻെറ ഗണിതവിജ്ഞാനപരമായ പ്രതിഭയെ മനസ്സിലാക്കി, മററു വിഷയങ്ങൾ വിട്ട ഗ്രാവിറേറഷൻകാര്യത്തിൽത്തന്നെ ശ്രദ്ധിക്കണമെന്നു് അദ്ദേഹത്തെ നിബ്ബന്ധിച്ചു. ഈ പ്രശ്നം പരിഹരിക്കാൻ മററാരുണ്ടു്? 1634-ൻെറ ഒടുക്കം എഡ്മണ്ട് ഹാലി എന്ന നക്ഷത്രശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ നിരന്തരനിബ്ബന്ധത്താൽ, ന്യൂട്ടൻ തൻെറ സമയം മുഴുവൻ ഇതിന്നായി വിനിയോഗിക്കാനൊരുങ്ങി. തൻെറ പഠനങ്ങൾ റോയൽ സൊസൈറ്റിയുടെ മാസികയിൽ പ്രസിദ്ധീകരിക്കാനാണു് ആദ്യം ആലോചിച്ചുറച്ചതെങ്കിലും, പിന്നീടു് അതൊരു പുസ്തകമായിത്തന്നെ പ്രസിദ്ധീകരിക്കാൻ റോയൽ സൊസൈററി തയ്യാറായി. പക്ഷേ, പണമില്ല; റോയൽ സൊസൈററിക്കുപോലും പുസ്തകം പുറത്തിറക്കാൻ അന്നു കഴിഞ്ഞില്ല. ഈ ഘട്ടത്തിലാണു് ഹാലി വീണ്ടും രംഗത്തു വന്നതു്. സ്വന്തം ചെലവിൽ പുസ്തകപ്രസാധനം ഹാലി ഏറെറടുത്തു. 1687 ജൂലായിൽ ന്യൂട്ടൻെറ പുസ്തകം വെളിച്ചം കണ്ടു—ലാററിൻഭാഷയിൽ 'പ്രിൻസിപ്പിയ' എന്ന പേരിൽ. അന്നു ശാസ്ത്രഗ്രന്ഥങ്ങളെല്ലാം ലാററിനിലാണു് എഴുതിയിരുന്നതു്.

ശാസ്ത്രീയമായ സദ്ഗശക്തി അതിൻെറ എല്ലാ തിരികളും നീട്ടിനിന്നിരുന്ന അക്കാലത്തു് അവിവാഹിതനായ ന്യൂട്ടൻ വാശിയോടെ അദ്ധ്വാനിച്ചു. ശാന്തിയും ഏകാന്തതയും കിട്ടാനദ്ദേഹം കൊതിച്ചു. തക്കത്തിനൊന്നും അദ്ദേഹം തയ്യാറില്ല. തന്റെ കൃതി പുറത്തിറക്കിയാൽ, അതിന്റെ പേരിൽ വിമശനവും മററുമുണ്ടാവും, അപ്പോൾ ചിലർ തന്നെ അനുകൂലിക്കും, ഇതൊക്കെ ബുദ്ധിമുട്ടാവും എന്നു് അറിയാമായിരുന്നതിനാൽ മടിച്ചുമടിച്ചിട്ടാണു് ന്യൂട്ടൻ പുസ്തകം എഴുതിത്തീത്തുതന്നെ. മാനസികാവസ്ഥയിൽ,

ന്യൂട്ടന്നു പല പ്രത്യേകതകളുമുണ്ടായിരുന്നുവത്രേ. ഊണിനു ക്ഷണിച്ചാൽ, വരാൻ മറക്കും. അഥവാ വന്നാലോ, വേഷത്തിലുംമററും തെല്ലും ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ടാവില്ല. തന്റെ ഇഷ്ടപ്പെട്ട പൂച്ചയ്ക്കു ലാബറട്ടറിയിലേക്കു പ്രവേശിക്കാനൊരു ദ്വാരമുണ്ടാക്കിക്കൊടുത്തു. പൂച്ച പെററു. പൂച്ചക്കുട്ടികൾക്കു പ്രത്യേകംപ്രത്യേകം ദ്വാരങ്ങളുണ്ടാക്കിക്കൊടുത്തുവത്രേ, ആ ധിഷണാശാലി! ഇരുപതുവഷത്തെ കുറിപ്പുകളെല്ലാം ന്യൂട്ടനോ, ന്യൂട്ടൻെറ പൂച്ചയോ കത്തുന്ന ഒരു മെഴുകുതിരി തട്ടിയിട്ടതിനാൽ, ചാമ്പലായിത്തീന്നു. ഇങ്ങനെ പല കഥകളുമുണ്ട്.

1689-ൽ, ന്യൂട്ടനെ പാർലിമെൻറംഗമായി തിരഞ്ഞെടുത്തു. പാർലിമെൻറ്ഹാളിൻെറ ഏതോ ഒരു വാതിൽ അടയ്ക്കണമെന്നഭ്യത്ഥിക്കുന്ന ഒരേയൊരു പ്രസംഗമേ അദ്ദേഹം ചെയ്തിട്ടുള്ളു. 1695-ൽ നാണയക്കമ്മട്ടത്തിൻെറ വാർഡനായി നിയമിക്കപ്പെട്ടു. വെള്ളിനാണയപരിഷ്കാരം വരുത്തിയതദ്ദേഹമാണ്. നാലുവഷാനന്തരം കമ്മട്ടത്തിൻെറ മേധാവിയായി, അദ്ദേഹം. മരണംവരെ, ഈ ഉദ്യോഗത്തിലായിരുന്നു. 1701 മുതൽ, ലണ്ടനിൽ തൻെറ അനന്തരവളുടെകൂടെ അദ്ദേഹം താമസിച്ചു.

ന്യൂട്ടൻ വിശ്വവിഖ്യാതനായാണ് ജീവിതാവസാനം കഴിച്ചത്. ലോകശാസ്ത്രജ്ഞന്മാക്കെല്ലാം ആരാധ്യനായിരുന്നു അദ്ദേഹം. 1669-ൽ ഫ്രഞ്ച്സയൻസ് അക്കാദമിയിലേക്കദ്ദേഹത്തെ തിരഞ്ഞെടുത്തു. 1703-ൽ റോയൽ സൊസൈററിയുടെ അദ്ധ്യക്ഷനായി. 1705-ൽ 'സർ' എന്ന പദവി നല്കപ്പെട്ടു. ഇതിന്നിടയിൽ, ജമ്മൻ ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനായ ലീബ്നിസുമായി നീണ്ടതും കടുത്തതുമായൊരു സമരംതന്നെ ന്യൂട്ടൻ നടത്തി. കാല്ക്കുലസ്സിനെസ്സംബന്ധിച്ചായിരുന്നു തക്കം. ആരാണ് കാല്ക്കുലസ് കണ്ടുപി

ടിച്ചതു്, ആരുടെ പദ്ധതിയാണു കൂടുതൽ കേമം എന്നതിനെപ്പറ്റിയുണ്ടായ വാദപ്രതിവാദത്തിൽ ന്യൂട്ടൻപറഞ്ഞതു്, താനാണു് കാല്ക്കുലസ്സിൻെറ ഉപജ്ഞാതാവെന്നും അനന്തമായ സംഖ്യകൾകൊണ്ടു കണക്കുകൂട്ടാനുള്ള വഴിയാണതെന്നുമാണു്. ലീബ്നിസ് കാല്ക്കുലസ് കണ്ടുപിടിക്കും മുമ്പുതന്നെ ന്യൂട്ടനതു പ്രയോഗിച്ചിരുന്നു. എങ്കിലും ന്യൂട്ടൻേറതിനേക്കാൾ നല്ലതായിരുന്നു ലീബ്നിസിൻെറ പദ്ധതി. അതാണു പിന്നീടു് അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടതും.

1727 മാർച്ച് 20-ാംതീയതി (85-ാം വയസ്സിൽ) ന്യൂട്ടൻ മരിച്ചു.

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY
KOTTAYAM.

അദ്ധ്യായം 9

ഗ്രാവിറേറഷൻ സിദ്ധാന്തം

'പ്രിൻസിപ്പിയ'യിൽ പറഞ്ഞ 'യൂനിവേർസൽ ഗ്രാവിറേഷൻസിദ്ധാന്ത'മാണു ന്യൂട്ടൻെറ ഏററവും വലിയ കണ്ടുപിടുത്തം. എല്ലാ വസ്തുക്കളും പരസ്പരം ആകഷിക്കുന്നുണ്ടു് എന്നും, ഈ ആകഷണബലം ഓരോ വസ്തുവിന്റെയുംദ്രവ്യരാശി(മാസ്)ക്കനുപാതമായിരിക്കുമെന്നും, അവതമ്മിലുള്ള ദൂരം ഈ ആകർഷണബലത്തെ സ്വാധീനിക്കുമെന്നും ന്യൂട്ടൻ പറഞ്ഞു. വസ്തുക്കൾതമ്മിൽ ദൂരം കൂടുമ്പോൾ ആകർഷണം കൂടുന്നതിന്നും ദൂരം കുറയുമ്പോളതു കുറയുന്നതിന്നും ഒരു ഗണിതസൂത്രവും ന്യൂട്ടൻ ഉന്നയിച്ചു. എന്നാൽ, ഈ 'ദ്രവ്യരാശി'യെന്നാലെന്തെന്നു്—അതും, ഭാരവുമായുള്ള വ്യത്യാസമെന്തെന്നു്—ന്യൂട്ടൻ വിശദമാക്കിയില്ല. ആകഷണസിദ്ധാന്തത്തിൻെറ ഭാഗമായി, ന്യൂട്ടൻ തൻെറ മൂന്നു ചലനനിയമങ്ങൾ ഉന്നയിച്ചു: 1. ഓരോ വസ്തുവും നേർരേഖയിലൂടെ ഒരേ വേഗത്തോടെ ചലിക്കുന്നു—പുറമെയുള്ള ബലങ്ങൾ ആ ചലനത്തിന്നു മാററമുണ്ടാക്കുന്നതുവരെ. 2. ചലനത്തിന്നുണ്ടാവുന്ന വ്യത്യാസം, ബലത്തിന്നനുപാതമായിരിക്കും; ബലം പ്രവത്തിക്കുന്നതിന്നനുസരിച്ചാവും ചലനം. 3. ഓരോ പ്രവത്തനത്തിന്നും തുല്യവും എതിരുമായ ഒരു പ്രതിപ്രവത്തനമുണ്ടു്; അഥവാ, രണ്ടു വസ്തുക്കളുടെ പരസ്പരാകർഷണം സദാ തുല്യവും വിപരീതവുമാണു്.

പരസ്പരാകഷണനിയമത്തിൻേറയും ചലനനിയമങ്ങളുടേയും ഫലമായി ഭൂമിയിലെ കാര്യങ്ങളെ ന്യൂട്ടൻ

പരിശോധിച്ചു. പെൻഡുലത്തിൻെറ ചലനം, വെള്ളത്തിൽ പാറിപ്പോകുന്ന വസ്തുക്കൾ, വായുവിൽക്കൂടി പോകുന്ന ശബ്ദം—ഇവയ്ക്കെല്ലാം ന്യൂട്ടൻ വിശദീകരണം നല്കി. സ്പേസിലെ ജ്യോതിർഗ്ഗോളങ്ങളെങ്ങനെ ഈ നിയമങ്ങളനുസരിക്കുന്നുവെന്നും അദ്ദേഹം ചൂണ്ടിക്കാട്ടി. പരസ്പരമാകർഷിക്കുന്ന രണ്ടു ജ്യോതിർഗ്ഗോളങ്ങളുടെ പെരുമാററം മിക്കവാറും ഒരേവിധമാണ്. എന്നാൽ മൂന്നു വസ്തുക്കൾ ചലിക്കുമ്പോഴാണ്, ചില പന്തികേടുകളനുഭവപ്പെടുക. സൂര്യൻ, ഭൂമി, ചന്ദ്രൻ ഇവയെ എടുക്കുക. ഒരു ഭാഗത്തു സൂര്യനും, അതോടൊപ്പം ഭൂമിയും ചന്ദ്രനെ ആകർഷിക്കുന്നു. അതിനാൽ, വിക്രഗതിയാണു ചന്ദ്രനു്.

കോപ്പർനിക്കസ്സിന്റെ സിദ്ധാന്തപ്രകാരമാണു സൗരമണ്ഡലത്തിലെ ഗോളങ്ങൾ ചലിക്കുന്നതെന്നും, ഇവയുടെ പ്രദക്ഷിണപഥങ്ങളെ നിർണ്ണയിക്കുന്നതു പരസ്പരാകർഷണമാണെന്നും ന്യൂട്ടൻ പറയുന്നു. വേലിയേററവും വേലിയിറക്കവും ഇതിന്നനുസരിച്ചാണ്. സൂര്യനും ചന്ദ്രനും ഒരേസമയം ഒരേമാതിരി ഭൂമിയെ ആകഷിക്കുന്നതിനാലാണു വേലിയേററമുണ്ടാകുന്നതു്. സൂര്യചന്ദ്രന്മാരുടെ ആകഷണം വിരുദ്ധമായിരിക്കുമ്പോൾ വേലിയിറക്കവും. ദുശ്ശകുനങ്ങളാണെന്നു പറയുന്ന വാൽനക്ഷത്രങ്ങളും പരസ്പരാകഷണസിദ്ധാന്തത്തിനു വിധേയമായാണു ചലിക്കുന്നതു്.

ന്യൂട്ടൻെറ 'പ്രിൻസിപ്പിയ', എന്താണു യഥാർത്ഥ ശാസ്ത്രീയരീതികളെന്നു സമഗ്രമായി ചിന്തനംചെയ്യുന്നുണ്ട്:

1. യഥാർത്ഥത്തിലുള്ളവയും, കാണിച്ചുകൊടുക്കാൻ പററിയവയുമായ വസ്തുതകളാണു പ്രകൃതിയിൽനിന്നു്, കാരണങ്ങൾ വിശദീകരിക്കാൻവേണ്ടി, ഉപയോഗിക്കേണ്ടതു്.

2. ഒരേമാതിരി കാര്യങ്ങൾക്ക് ഒരേമാതിരി കാരണങ്ങൾ നല്കുക. ഉദാ: മനുഷ്യൻ ശ്വസിക്കുന്നതിന്നും മൃഗങ്ങൾ ശ്വസിക്കുന്നതിന്നും ഒരേകാരണമേ കൊടുക്കാവൂ.

3. പരീക്ഷണത്തിലെ വസ്തുക്കൾക്കുണ്ടായിരുന്ന ഗുണങ്ങൾ മററു വസ്തുക്കൾക്കുമുണ്ടെന്ന രീതിയിൽ കാര്യങ്ങളനുമാനിക്കണം.

4. പരീക്ഷണപരമായ തത്വശാസ്ത്രത്തിൽ—സയൻസിൽ—കൂടുതൽ കൃത്യവും ശരിയുമായ ഒരു പ്രതിഭാസത്തിന്റെ വിശദീകരണത്തിലെത്തുംവരെ, തൽക്കാലത്തേക്കൊരു തത്വം സ്വീകരിച്ചു പരിശോധനനടത്തണം.

ഇവയൊക്കെ ന്യൂട്ടൻെറ മാത്രം ഗവേഷണാനുഭവമല്ല. കെപ്ളറും, ഗലീലിയോവും, ഹ്യൂജെൻസും, റെന്നും, വാലിസ്സുമെല്ലാം നല്കിയ നിർദ്ദേശങ്ങളെ ക്രോഡീകരിക്കുകയാണു ന്യൂട്ടൻ ചെയ്തതു്. പക്ഷേ, ഒറ്റപ്പെട്ടും ഊഹങ്ങളുടെമട്ടിലും നിലനിന്നിരുന്ന ആശയങ്ങളെ ശുദ്ധീകരിച്ചു് അവയിൽനിന്നും വലിയൊരു സിദ്ധാന്തത്തിൻെറ നെടുംതൂണുകളുണ്ടാക്കാൻ, ന്യൂട്ടനെപ്പോലുള്ള ഒരു ധിഷണാശാലി വേണ്ടിവന്നു.

പത്തിരുന്നൂറുകൊല്ലം ന്യൂട്ടൻെറ പ്രപഞ്ചസിദ്ധാന്തത്തിനെതിരില്ലായിരുന്നു. പ്രപഞ്ചത്തെ ഭൗതികമായും യാന്ത്രികമായും നോക്കുന്നതാണു ന്യൂട്ടൻെറ തത്വശാസ്ത്രമെന്നു പല ചിന്തകന്മാരും കരുതി. അവരുടെ വീക്ഷണത്തിൽ, പ്രപഞ്ചമെന്നതു വലിയൊരു യന്ത്രമാണു്; കണ്ണുമടച്ചു നിയമങ്ങളെ അനുസരിക്കുകയാണതു്. ഈ വാദത്തെ വോൾട്ടയർ അവതരിപ്പിക്കുന്നതു നോക്കൂ: "പ്രകൃതിയും ഗ്രഹങ്ങളുമെല്ലാം ശാശ്വതമായ ചില നിയമങ്ങൾക്കു വിധേയമാണു്. എന്നാൽ അഞ്ചടി പൊക്കമുള്ള ചെറി

യൊരു ജീവിക്കുമാത്രം, ഈ നിയമങ്ങളെയെല്ലാം പുച്ഛി ച്ചുകൊണ്ടു സ്വാഭീഷ്ടപ്രകാരം കഴിഞ്ഞുകൂടാമെന്നു വരു ന്നതു വളരെ വിശേഷമായിത്തോന്നുന്നില്ലേ?''

ന്യൂട്ടൻ വലിയൊരു ദൈവഭക്തനായിരുന്നു. തന്റെ സിദ്ധാന്തം ഭൗതികവാദപരമാണെന്നു ന്യൂട്ടനറിഞ്ഞാൽ അതു് അദ്ദേഹം നിഷേധിക്കുമായിരുന്നു.

ഇരുപതാംനൂററാണ്ടിൽ, ആപേക്ഷികതാവാദവും, ക്വാൻറം സിദ്ധാന്തവും, റേഡിയോ ആക്ടിവിററിയും ന്യൂട്ട ൻെറ 'മെക്കാനിക്സി'നെ ചാടിക്കടന്നിരിക്കുന്നു. ന്യൂട്ടൻ കരുതിയപോലല്ല പ്രപഞ്ചം ചലിക്കുന്നതു് എന്നും ഇന്നു നമുക്കറിയാം. ന്യൂട്ടന്നു് അറിയാത്ത അതിശക്തങ്ങളായ പല ബലങ്ങളും തത്വങ്ങളും പിന്നീടു വെളിവായതാണു കാരണം. പക്ഷേ, ഇതെല്ലാം ന്യൂട്ടൻെറ തത്വസംഹിതയെ ബലപ്പെടുത്തുകമാത്രമാണു ചെയ്യുന്നതു്.

ഗ്രാവിറ്റേഷൻസിദ്ധാന്തത്തിനുപുറമെ, മററു പല തും ന്യൂട്ടൻ സയൻസിന്നു നല്കി. പ്രകാശശാസ്ത്രത്തിന്ന ദ്ദേഹം പല നേട്ടങ്ങളുമുണ്ടാക്കി. എങ്കിലും എന്തൊരു വി നയമായിരുന്നു, ആ പ്രതിഭാശാലിക്കു്? "സമുദ്രതീരത്തിൽ കളിക്കുന്ന ഒരു കുട്ടിയെപ്പോലെ, ഒന്നോ രണ്ടോ കല്ലുക ളോ കക്കകളോ ഞാൻ പെറുക്കിയെടുത്തിരിക്കാം. എ ന്നാൽ, സത്യമാകുന്ന മഹാസമുദ്രം എൻെറ മുന്നിലതാ അജ്ഞാതമായങ്ങനെ കിടക്കുന്നു.'' എന്നാണു് ഒരു സംഭാ ഷണത്തിലദ്ദേഹം പറഞ്ഞതു്.

പ്രിൻസിപ്പിയയിലെ ഗണിതശാസ്ത്രനിഗമനങ്ങളും സമുദ്രതരംഗങ്ങളുടെ പ്രവാഹത്തെപ്പററിയുള്ള അറിവും നാവികഗതാഗതത്തിന്നു വളരെയേറെ സഹായിച്ചു. രാ ജാക്കന്മാൎക്കു ന്യൂട്ടൻെറ കുഴപ്പമുള്ള കണക്കുകൂട്ടലുകൾ മന സ്സിലാവണമെന്നില്ലല്ലോ. എന്നാൽ, ഇംഗ്ലണ്ടിനെ ഒരു

DISTRIBUTING LIBRARY

നാവികരാഷ്ട്രമായി ഉയൎത്തുന്നതിനുവേണ്ട എല്ലാ നടപടികൾക്കും അവർ ഒരുക്കമായിരുന്നു. നാവികശാസ്ത്രത്തിന്നാവശ്യമായ ഗണിത-നക്ഷത്രശാസ്ത്രത്തിന്നാണു് ഇംഗ്ലണ്ടിൽ രാജാവിൻെറ പിൻതുണ ലഭിച്ചതു്.

1675-ൽ, രാജകീയശാസനപ്രകാരം, ഗ്രീൻവിച്ചിലെ നിരീക്ഷണാലയം (ഓബ്സർവേറ്ററി) സ്ഥാപിതമായി. ഗ്രീൻവിച്ചിൽക്കൂടി പോകുന്ന ധ്രുവരേഖയ്ക്കു് ഭൂമിശാസ്ത്രത്തിൽ വലിയ സ്ഥാനമാണുള്ളതു്. "നാവികാവശ്യത്തിന്നായി നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഗതിയും ചന്ദ്രൻെറ ചലനങ്ങളും കൃത്യമായറിയാനും പരിശോധിക്കാനു"മാണീ മഹൽസ്ഥാപനം ആരംഭിച്ചതു്. രാജകീയനക്ഷത്രശാസ്ത്രജ്ഞനായ ജോൺ ഫ്ളാംസ്റ്റെഡിന്നു് (1646—1719) വേണ്ടിയാണു ചാൾസ് രണ്ടാമൻ ഈ നിരീക്ഷണാലയം നിൎമ്മിച്ചുകൊടുത്തതത്രേ.

യുവാവും പ്രതിഭാശാലിയുമായ ഫ്ളാംസ്റ്റെഡ് അക്ഷീണനിരീക്ഷണങ്ങൾകൊണ്ടു് ആയിരക്കണക്കിൽ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ സ്ഥാനം നിൎണ്ണയിച്ചു. പക്ഷേ, പൂൎണ്ണവിവരങ്ങൾ ലഭിക്കുംവരെ തൻെറ നിരീക്ഷണഫലങ്ങളദ്ദേഹം പുറത്തിറക്കിയില്ല. ഫ്ളാംസ്റ്റെഡിൻെറ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങൾ കഴിയുന്നവേഗം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തണമെന്നു് ന്യൂട്ടൻ, ഹാലി മുതലായ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ മുറവിളികൂട്ടി. ഫ്ളാംസ്റ്റെഡ് എതിരായിരുന്നുവെങ്കിലും, 1712-ൽ, ഗ്രീൻവിച്ചിലെ നക്ഷത്രപ്പഞ്ചാംഗം പരസ്യപ്പെടുത്തി. ഈ പ്രസിദ്ധീകരണത്തേക്കാൾ സമ്പൂൎണ്ണമായൊരു കാറ്റലോഗ് തയ്യാറാക്കാനായി ഫ്ളാംസ്റ്റെഡിൻെറ ശ്രമം. 1725-ൽ, ബ്രിട്ടനിലെ ജ്യോതിൎഗ്ഗോളങ്ങളെപ്പററി, മൂന്നു ഭാഗങ്ങളുള്ള ഒരു ബൃഹദ്ഗ്രന്ഥം, ഫ്ളാംസ്റ്റെഡ് മരിച്ചു് ആറു വൎഷത്തിനുശേഷം, പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തി. ഫ്ളാംസ്റ്റെ

ഡിനുശേഷം രാജകീയനക്ഷത്രശാസ്ത്രജ്ഞനായതു് ന്യൂട്ട ൻെറ ശിഷ്യനും ചങ്ങാതിയുമായ എഡ്മണ്ട് ഹാലി (1656—1742) ആയിരുന്നു.

ന്യൂട്ടൻെറ കാലത്തു് ജീവിച്ചതിനാൽ, ഹാലിയുടെ പ്രശസ്തി വേണ്ടത്ര പരന്നില്ല—ഇംഗ്ലണ്ടിലെ 'രണ്ടാമത്തെ' ശാസ്ത്രജ്ഞൻ മാത്രമായിരുന്നു അദ്ദേഹം. 22 വയസ്സിലദ്ദേഹം റോയൽ സൊസൈറ്റിയംഗമായി. 1703-ൽ ഓക്സ്ഫോർഡിലെ ജ്യോമട്രി പ്രൊഫസ്സറായി.

1704-ൽ, ഒരു വാൽനക്ഷത്രം ഇന്നസമയത്തു വീണ്ടും പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടുമെന്നു പറഞ്ഞതോട്ടുകൂടിയാണു് ഹാലിക്കു പ്രശസ്തി ലഭിച്ചതു്. ഈ വാൽനക്ഷത്രത്തിന്നു് ഹാലിയുടെ പേരാണു കൊടുത്തിരിക്കുന്നതു്. ഇതിന്നു മുമ്പ്, ന്യൂട്ടൻ മുതലായവർ, ധൂമകേതുക്കൾ ഇന്നസമയത്തു പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടുമെന്നു പ്രവചിച്ചിരുന്നു. പക്ഷേ, തെറ്റായ കണക്കുകൂട്ടൽകാരണം, അവരുടെ പ്രവചനങ്ങൾ ഫലിച്ചില്ല. ചില ധൂമകേതുക്കളുടെ പ്രദക്ഷിണപഥങ്ങളെ ശരിക്കും പഠിച്ചിട്ടാണു് ഹാലിക്കിങ്ങനെ കൃത്യമായി പ്രവചിക്കാൻ കഴിഞ്ഞതു്. 1531, 1607, 1682 എന്നീ വർഷങ്ങളിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ട ധൂമകേതുക്കൾ മിക്കവാറും സ്പേസിൽക്കൂടി ഒരേവഴിക്കാണു പോയതെന്നു ഹാലി കണ്ടു. ഇവ വെവ്വേറെ വാൽനക്ഷത്രങ്ങളല്ലെന്നും, ഒരേ നക്ഷത്രമാണതെന്നും ഹാലി ഊഹിച്ചു. 1758-ൽ അതു വീണ്ടും പ്രത്യക്ഷമാകുമെന്നു ഹാലി പറഞ്ഞു. അതു സംഭവിക്കുകയും ചെയ്തു. പിന്നീട്ട് 1835-ലും, 1910-ലും അതു പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടുകയുണ്ടായി.

കണക്കുകൂട്ടുന്നതിൽ യാതൊരു മടുപ്പുമില്ലാത്ത ഹാലി, ശാസ്ത്രീയമായി പലതും കണ്ടുപിടിക്കാൻ സഹായിച്ചു. കൗമാരപ്രായത്തിൽത്തന്നെ, സെൻറ് ഹെലിന

എന്ന ദ്വീപിൽച്ചെന്നു്, ആകാശനിരീക്ഷണംനടത്തി; 341 നക്ഷത്രങ്ങളുടെ സ്ഥാനം അന്നുതന്നെ അദ്ദേഹം നിർണ്ണയിച്ചു. 1679-ൽ തെക്കുഭാഗത്തുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഒരു കാററലോഗ് പ്രസിദ്ധീകരിച്ചതോടെ, 'തെക്കൻ ടൈക്കോ' ('സയൻസിൻെറ കഥ'—ഒന്നാംഭാഗം നോക്കുക; ടൈക്കോ, ആരെന്നറിയാൻ.) എന്ന പേർ അദ്ദേഹത്തിന്നു ലഭിച്ചു. ചില സ്ഥിരനക്ഷത്രങ്ങൾക്കുപോലും സ്ഥിതിക്കു മാററം വരുന്നുണ്ടെന്നും, അവയുടെ പ്രകാശത്തിന്നു വ്യത്യാസമുണ്ടാവുന്നുണ്ടെന്നും പറഞ്ഞതു് അദ്ദേഹമാണു്. ടെലിസ്കോപ്പിൽക്കൂടി നോക്കിയതിൻെറ ഫലമായി ലെൻസുകളും കണ്ണാടികളും എങ്ങനെയാണു ഫലപ്രദമായി ഉപയോഗിക്കേണ്ടതെന്നും അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി.

ഭൂമിയുടെ ആകർഷണം,കാന്തത്തിൻെറ ചലനത്തിൽ എന്തെങ്കിലും വ്യത്യാസം വരുത്തുന്നുണ്ടോ എന്നറിയാനായി ഹാലി, രണ്ടുപ്രാവശ്യം അമേരിക്കയിലേക്കു കപ്പൽയാത്ര നടത്തി. 1701-ൽ മടങ്ങിവന്നു് ഓരോ സ്ഥലത്തും കാന്തത്തിൻെറ ചലനവ്യത്യാസം കാണിച്ചുകൊണ്ടു് ഒരു പടം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. വാണിജ്യക്കാററുകൾ, കാലവർഷക്കാററുകൾ എന്നിവയെപ്പററി ഒരുവിധം ശരിയായ വിവരങ്ങളടങ്ങിയ നല്ലൊരു ഭൂപടവും ഹാലി തയ്യാറാക്കി.

മാനവരാശിയുടെ മരണത്തോതിനെപ്പററിയുള്ള കണക്കാണു്, ഒരുപക്ഷേ, ഒരു സാമാന്യഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനെന്നനിലയ്ക്കു ഹാലിയുടെ ഏററവും മുഖ്യസാമൂഹ്യസംഭാവന. വളൎന്നുവരുന്ന ഇൻഷ്വറൻസ്ബിസിനസ്സിന്നു് ഈ കണക്കുകളാവശ്യമായിരുന്നു.

ഒരു തമാശക്കാരനും ഭക്ഷണപ്രിയനുമായിരുന്ന

ഹാലി. 'ലണ്ടൻ കോഫിഹൗസി'ൽ 'റോയൽ സൊസൈറ്റിയുടെ വക ഭക്ഷണക്ലബ്ബ്' സ്ഥാപിച്ചതു ഹാലിയാണ്. റഷ്യൻചക്രവർത്തിയായ പീററർ ഇംഗ്ലണ്ടിലെ നാട്ടിൻപുറത്തു വേഷപ്രച്ഛന്നനായി സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കെ, ഹാലി അദ്ദേഹത്തിൻെറകൂടെ കൂട്ടുകയും, നല്ലൊരു ഭക്ഷണത്തിനുശേഷം, പീറ്ററിനെ ഒരു കൈവണ്ടിയിൽ കയററി 'രക്ഷവലിക്കുക'യും ചെയ്തുവത്രേ. 'അനാവശ്യ'മായ ശാസ്ത്രീയകാര്യങ്ങളിൽ തങ്ങളുടെ കുടുംബസ്വത്തു മുഴുവൻ നശിപ്പിക്കുകയാണ ഹാലി ചെയ്യുന്നതു് എന്നായിരുന്നുവത്രെ, ഹാലിയുടെ പത്നിക്കുള്ള ആവലാതി. ന്യൂട്ടൻെറ പുസ്തകം തൻെറ സ്വന്തം ചെലവിൽ പ്രസിദ്ധീകരിക്കാമെന്നേററ ഹാലിയെപ്പററി അദ്ദേഹത്തിൻെറ പത്നിക്കു് എന്തു തോന്നിയിരിക്കുമാവോ?

അദ്ധ്യായം 10

ജീവശാസ്ത്രത്തിന്റെ വളർച്ച

മൈക്രോസ്കോപ്പ് കണ്ടുപിടിച്ചതോടുകൂടി ജീവവസ്തുക്കളുടെ പല സങ്കീർണ്ണതകളും വെളിവായി. ശാസ്ത്രീയചർച്ചകളുടേയും കൂടിയാലോചനകളുടേയും ഉജ്ജ്വലമായ ഒരദ്ധ്യായംകൂടി തുറക്കപ്പെട്ടു. നാവികരാജ്യങ്ങളായ ഫ്രാൻസ്, ഇംഗ്ലണ്ട്, ഹോളണ്ട്, പോർത്തുഗൽ, സ്പെയിൻ എന്നിവരുടെ കപ്പലുകൾ പായ വിടർത്തി സപ്തസമുദ്രങ്ങളിലും നീന്തിക്കളിച്ചു. അറിയപ്പെടാത്ത രാജ്യങ്ങളും ദ്വീപുകളും കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. ആഫ്രിക്ക, ആസ്ട്രേലിയ, അമേരിക്ക എന്നീ വൻകരകളുടെ കടലോരങ്ങളിൽ കൂടി പോയ കപ്പലുകൾ അവിടവിടങ്ങളിൽനിന്നു ധാരാളം വിവരങ്ങൾ ശേഖരിച്ചു.

എന്തെല്ലാം പുതിയ അനുഭവങ്ങളാണ് ഈ നാവികന്മാർക്കുണ്ടായിരിക്കുക? പുതിയ മനുഷ്യർ; പുതിയ ജീവികൾ; പുതിയ സസ്യങ്ങൾ. തെക്കെ അമേരിക്കയിലെ പെറുവിൽനിന്ന്, മലമ്പനിക്കെതിരായി, കൊയിനാവിന്റെ തൊലി അരച്ചുകലക്കിക്കുടിക്കാൻ ഇവർ കൊണ്ടുവന്നു. വടക്കെ അമേരിക്കയിലെ 'ചുവന്ന ഇൻഡ്യാക്കാരെ' പ്രദർശനത്തിന്നായി യൂറോപ്പിലേക്കു കൊണ്ടുവന്നു. യൂറോപ്പിലെ കാടുകളിലും പുതിയതരം സസ്യങ്ങളും ജന്തുക്കളുമുണ്ടാവില്ലേ എന്ന് അവർ അന്വേഷണം തുടങ്ങി. പലതും കണ്ടുപിടിക്കുകയും ചെയ്തു.

അത്ഭുതകരമായ അനുഭവങ്ങൾ! പക്ഷേ, കൂട്ടത്തിൽ, ആശയക്കുഴപ്പവും! പഠിച്ചാലും പഠിച്ചാലും തീരാത്തത്ര

സസ്യങ്ങളും ജന്തുക്കളും ഗവേഷകന്മാരുടെ മുമ്പിൽ വന്നു. എന്തു ചെയ്യും? ജീവികളെ തരംതരമാക്കിത്തിരിക്കാതെ പഠനം പുരോഗമിക്കില്ലെന്ന നിലയായി. വർഗ്ഗീകരണം ലളിതമായിരിക്കണം, പ്രായോഗികമായിരിക്കണം, കഴിയുന്നത്ര ഉപയോഗപ്രദവുമായിരിക്കണം. മാത്രമല്ല, ലോകമെങ്ങുമുള്ള ജന്തുശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കും, സസ്യശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കും സ്വീകാര്യവുമാവണം ഈ വർഗ്ഗീകരണം. എങ്കിലല്ലേ ലോകത്തിലെ വിവിധ രാജ്യങ്ങളിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് ഇവയെപ്പററി കൂടുതൽ വിവരങ്ങൾ കൈമാറാൻ കഴിയൂ.

ലിനിയസ് എന്ന സ്വീഡൻകാരനാണ് യുക്തിയുക്തമായൊരു വർഗ്ഗീകരണപദ്ധതിയുണ്ടാക്കാനുത്സാഹിച്ചതു്. 1707-ൽ, ഒരു ദരിദ്രകുടുംബത്തിലാണ് ലിനിയസ് ജനിച്ചതു്. കുട്ടിക്കാലം മുതൽക്കേ പ്രകൃതിശാസ്ത്രജിജ്ഞാസുവായിരുന്നു. സർവ്വകലാശാലാപഠനാനന്തരം സസ്യശാസ്ത്രാചാര്യനായി ഉപ്സാലാ യൂനിവേർസിററിയിൽ ചേൎന്നു. അവിടുത്തെ സസ്യശാസ്ത്രവകുപ്പ് ലിനിയസ്സിന്റെ അധീനത്തിലായിരുന്നു. രണ്ടുകൊല്ലം കഴിഞ്ഞപ്പോൾ, പുതിയ സസ്യങ്ങളെ കണ്ടുപിടിക്കാനായി അദ്ദേഹം ലാപ്ലാണ്ടിലേക്കു പോയി. 'ലാപ്ലാണ്ടിലെ സസ്യങ്ങൾ' എന്ന ആദ്യപുസ്തകത്തോടുകൂടി ലിനിയസ്സിൻെറ കീർത്തി പരന്നുതുടങ്ങി.

1737-ൽ, ലിനിയസ്സിന്നു, ഹോളണ്ടിലെ ഹാർഡർവിക്ക് യൂനിവേർസിററിയിൽനിന്നു്, വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിലൊരു ബിരുദം ലഭിച്ചു. അവിടെവച്ചും അദ്ദേഹം സസ്യശാസ്ത്രപഠനം നടത്തി. സ്വകാര്യമായൊരു 'ബൊട്ടാനിക്കൽ ഗാർഡനി'ലെ ക്യൂരറ്ററായി അദ്ദേഹം പ്രവർത്തിച്ചു. ഹോളണ്ട്, ഫ്രാൻസ്, ഇംഗ്ലണ്ട് എന്നീ രാജ്യങ്ങ

ളിൽ സഞ്ചരിച്ച് അവസാനം സ്റ്റോക്ക്ഹോമിൽ ഒരു ഡോക്ടറായി പ്രാക്ടീസ് ചെയ്യാനാരംഭിച്ചു. 1741-ൽ ഉപ്സാലാ യൂനിവേർസിറ്റിയിലെ വൈദ്യശാസ്ത്രപ്രൊഫസറായി നിയമിതനായ അദ്ദേഹം, ഒരു കൊല്ലം കഴിഞ്ഞപ്പോൾ പറഞ്ഞു, തനിക്ക് സസ്യശാസ്ത്രപ്രൊഫസറായാൽ മതിയെന്ന്. അങ്ങനെ വീണ്ടും സസ്യശാസ്ത്രത്തിലേക്ക് അദ്ദേഹം തിരിച്ചുവന്നു. പ്രകൃതിശാസ്ത്രജ്ഞനെന്ന നിലയ്ക്കു പ്രഗത്ഭനായിരുന്ന ലിനിയസ്സിന്ന് രാജ്യസഞ്ചാരികൾ ജന്തുക്കളുടേയും സസ്യങ്ങളുടേയും മാതൃകകൾ അയച്ചുകൊടുത്തു. വിദ്യാർത്ഥികൾ ലിനിയസ്സിൻെറ സാന്നിദ്ധ്യം തേടി വന്നു. വിദ്യാർത്ഥികളും ആചാര്യനും പല പഠനയാത്രകളും നടത്തി. 1761-ൽ രാജാവ് അദ്ദേഹത്തിന്നു പ്രഭുപദവി നല്കി. 1778-ൽ ഉപ്സാലയിൽവെച്ച് അദ്ദേഹം മരിച്ചു.

തന്റെ കൈയിൽക്കിട്ടിയ നിരവധി സസ്യങ്ങളേയും ജന്തുക്കളേയും തരംതിരിക്കാനുള്ള മഹായത്നത്തിലേപ്പെട്ടിരിക്കുകയായിരുന്നു ആ ജീവിതം മുഴുവനും. എന്തും അടുക്കും ചിട്ടയോടുംകൂടി സജ്ജീകരിക്കുന്നതിലദ്ദേഹത്തിന്നു വലിയ ഇഷ്ടമായിരുന്നു. തൻെറകാലത്തുണ്ടായിരുന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെപ്പോലും ക്രമീകരിക്കാനൊരു ശ്രമം അദ്ദേഹം നടത്തിയത്രെ!

ലിനിയസ്സിന്നുമുമ്പു പലരും, പ്രത്യേകിച്ച് സ്വിററ്സർലാണ്ടിലെ കാസ്പർബോഹിൻ (1550—1624), ഇംഗ്ലണ്ടിലെ ജോൺ റേ (1628—1705) എന്നിവർ, ജീവവസ്തുക്കളെ ക്രമീകരിക്കുന്ന കാര്യത്തിൽ ശ്രദ്ധാലുക്കളായിരുന്നു. എന്നാൽ, ലിനിയസ്സിന്റെ സമ്പ്രദായത്തിന്നു ചില പ്രത്യേകതകളെല്ലാമുണ്ടായിരുന്നു. സസ്യങ്ങളെ ലിനിയസ് ക്രമീകരിച്ചതു്, കാണപ്പെടുന്ന പുഷ്പങ്ങളെ

അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ്—വിശിഷ്യ, പുഷ്പങ്ങളിലെ പ്രത്യുൽപാദനാവയവങ്ങളായ കേസരവും കോശവും നോക്കിയാണ്. സസ്യങ്ങളെ ആദ്യം വർഗ്ഗങ്ങളായിത്തിരിച്ചു—ഓരോ പുഷ്പത്തിലുമുള്ള കേസരങ്ങളുടെ എണ്ണത്തിന്നനുസരിച്ച്. കോശത്തിലെത്ര അടരുകളുണ്ടെന്നതനുസരിച്ചു വർഗ്ഗത്തെ 'ഓർഡറു'കളാക്കിത്തിരിച്ചു. ഓർഡറുകളെ ഭാഗിച്ചാണ് 'ജീനസ്സ്'ണ്ടായതു്. ജീനസ്സിനെ ഇനങ്ങളായും തിരിച്ചു. ജന്തുക്കളെ ലിനിയസ് ക്രമീകരിച്ചതു് ആറു വർഗ്ഗങ്ങളായാണ്: കുഞ്ഞുങ്ങളെ പ്രസവിക്കുന്ന സ്തന്യജന്തുക്കൾ; മുട്ടയിടുന്ന പക്ഷികൾ; ശ്വാസകോശങ്ങളുപയോഗിക്കുന്ന തവളയെപ്പോലുള്ള ഉഭയജീവികൾ; ഗില്ലുകളിൽക്കൂടി ശ്വസിക്കുന്ന മത്സ്യം; സ്വർണരോമമുള്ള ഷഡ്പദങ്ങൾ; പുഴക്കൾ.

ലിനിയസ്സിൻെറ സസ്യവർഗ്ഗീകരണസമ്പ്രദായം വളരെ സരളമാണ്. എന്നാൽ ജന്തുക്കളുടെ വർഗ്ഗീകരണം അത്ര നന്നായിരുന്നില്ല. (ഇന്നു്, സസ്യങ്ങളുടേയും ജന്തുക്കളുടേയും കാര്യത്തിൽ, വ്യത്യസ്തമാണ് വർഗ്ഗീകരണപദ്ധതി.) ജീനസ്സിന്നും, ഇനത്തിന്നും പ്രത്യേകം പേരിട്ടു് ഏതു ജീവിയേയും തിരിച്ചറിയാനുള്ള ഏർപ്പാടുണ്ടാക്കിയതാണ് ലിനിയസ്സിൻെറ അനശ്വരസംഭാവന. ഇരട്ടപ്പേരുകൊണ്ടാവണം ഏതു വസ്തുവിനേയും തിരിച്ചറിയുന്നതു്. സിംഹം Felis leo ആണ്. മനുഷ്യൻ Hemo sapiens ആണ്. ആലു് Ficus religiosa ആണ്. എവിടേയും ഈ പേരുകൾക്കു വ്യത്യാസം വരില്ല. ഏതു സസ്യത്തേയും ജന്തുവിനേയും ഇതുകാരണം എളുപ്പം തിരിച്ചറിയാം. ഓരോന്നിൻെറയും സ്വഭാവം, പ്രത്യേകത എന്നിവ നോക്കിയാണിങ്ങനെ പേരിടുന്നതു്.

സസ്യങ്ങളുടേയും ജന്തുക്കളുടേയും ഇനങ്ങൾ എന്നു

മെന്നും ഒരേമാതിരി ഇരിക്കുമെന്നും അവയ്ക്കു വലിയ വ്യത്യാസങ്ങളൊന്നും വരില്ലെന്നുമാണ് ലിനിയസ് കരുതിയതു്. സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടതിനുശേഷം ഇവയ്ക്കൊന്നും യാതൊരു മാററവും ഉണ്ടായിട്ടില്ലെന്നു ധരിച്ചിരുന്ന ലിനിയസ്സിനു (ഡാർവിൻെറ പരിണാമവാദത്തിന്നു ശാസ്ത്രചിന്തയിൽ സ്ഥാനം ലഭിച്ചതോടെ) സാരമായ ദൃഷ്ടിത്തിനേരിട്ടു. എങ്കിലും സസ്യക്രമീകരണകാര്യത്തിൽ ലിനിയസ്സിനെ മറക്കാൻ വയ്യ. ലണ്ടനിലെ 'ലിനിയൻ സംഘം' ഇന്നും സസ്യശാസ്ത്രപഠനംനടത്തുന്നുണ്ടു്. ലിനിയസ്സിന്റെ ഗ്രന്ഥശാലയും സസ്യശേഖരവും വാങ്ങാൻവേണ്ടി ഉണ്ടാക്കിയതാണീ സംഘം.

ഫ്രാൻസിലെ ബഫൺ പ്രഭു (1707—'88) അക്കാലത്തെ പ്രശസ്തന്മാരായ പ്രകൃതിശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരിലൊരാളായിരുന്നു. ബുദ്ധിമാനും രസികനും സുഭഗനുമായിരുന്ന അദ്ദേഹം, ലിനിയസ്സിൻെറ വർഗ്ഗീകരണപ്രസ്ഥാനത്തിലൊന്നും തല്പരനാവാതെ, ജീവജാലങ്ങളെപ്പററി മനോഹരമായ ഗദ്യസാഹിത്യം നിർമ്മിക്കുകയാണു ചെയ്തതു്. ചെറുപ്പത്തിൽ, അച്ഛന്റെ ആഗ്രഹത്തിന്നെതിരായി (അച്ഛനു മോഹം മകൻ നിയമം പഠിക്കണമെന്നായിരുന്നു.) ഫിസിക്സ്, ഗണിതം, കൃഷി എന്നിവയാണു് അദ്ദേഹം പഠിച്ചതു്. ആദ്യമായും താനൊരു ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞനാണെന്നു് അവകാശപ്പെട്ട ബഫൺ, വോൾട്ടേറിന്റെ ചങ്ങാതിയായിരുന്നു; ന്യൂട്ടന്റെ പഠനങ്ങളിൽ അതീവശ്രദ്ധാലുവും ആയിരുന്നു. പക്ഷേ, ഒരു സുഹൃത്തിൻെറകൂടെ യൂറോപ്പിലാകെ പര്യടനംകഴിച്ചു മടങ്ങിയെത്തിയ ബഫൺ പ്രകൃതിശാസ്ത്രവിദ്യാർത്ഥിയായിത്തീൎന്നു. 1732-ൽ അമ്മയിൽനിന്നു കുറെ സ്വത്തു കിട്ടി. ഇതോടുകൂടി പ്രകൃതിശാസ്ത്രത്തിൽ മാത്രമായി ശ്രദ്ധ. 1739-ൽ, രാജകീയോ

ദ്യാനപാലകനായും, മ്യൂസിയം അധിപനായും നിയമിക്കപ്പെട്ടു. അവിടെവെച്ചും, തൻെറ ഗ്രാമീണഭവനത്തിൽ വെച്ചും അദ്ദേഹം പ്രകൃതിശാസ്ത്രപഠനം തുടൎന്നു.

ബഫൊൻെറ സുസ്മരണീയമായ കൃതി പ്രകൃതിശാസ്ത്രത്തെപ്പററിയാണ്. ഓരോന്നിനെപ്പററിയും അറിവുള്ളതു മുഴവൻ ആ ഗ്രന്ഥസമാഹാരത്തിൽ കാണാം. ധാരാളം ചിത്രങ്ങളുള്ള 40 ഭാഗങ്ങളായാണ് അതു പ്രസിദ്ധീകരിച്ചതു്. ഇതിന്നു നാല്പത്തഞ്ചുകൊല്ലം വേണ്ടിവന്നു. അവസാനത്തെ എട്ടു ഭാഗങ്ങൾ, ബഫൊൻെറ മരണാനന്തരം പുറത്തു വന്നവയാണ്. ആദ്യഭാഗം ഒരു പൊതുമുഖവുരയാണ്. പിന്നത്തെ 14 ഭാഗങ്ങൾ മുഖ്യമായും സ്തന്യജീവികളെക്കുറിച്ചാണ്. പിന്നെ 7 ഭാഗങ്ങൾ പ്രകൃതിപഠനങ്ങളാണ്. 9 ഭാഗങ്ങൾ പക്ഷികളെപ്പററിയും ലോഹധാതുക്കളെപ്പറ്റിയുമാണ്. ബാക്കിയുള്ളവ ഇഴജന്തുക്കൾ, മത്സ്യങ്ങൾ, ജലത്തിലെ സ്തന്യജീവികൾ എന്നിവയെപ്പററിയും.

1749 മുതൽ (ആദ്യത്തെ ഭാഗം പുറത്തിറങ്ങിയതു് അന്നാണ്) ഈ ഗ്രന്ഥപരമ്പരക്കു വലിയ പ്രശസ്തി ലഭിച്ചു. ജനങ്ങൾക്കു മനസ്സിലാവുന്ന ഭാഷയിൽ പ്രകൃതിശാസ്ത്രം രചിക്കപ്പെട്ടതങ്ങനെയാണ്. ജീവവസ്തുക്കൾ, ഭൂമി എന്നിവയെപ്പററി വ്യക്തമായ പരാമൎശങ്ങളുണ്ടു്. ഒരു ശാസ്ത്രസാഹിത്യകാരനെന്ന നിലയിൽ ബഫൊൻ്റ സ്ഥാനം അദ്വിതീയമാണ്. ഫ്രഞ്ചുസാഹിത്യത്തിലെ ഉത്തമകൃതികളാണത്രെ ബഫൊൻെറ ഗ്രന്ഥങ്ങൾ.

വിഷയം മാത്രം നന്നായാൽപ്പോരാ, എഴുതുന്ന രീതിയും നന്നാവണമെന്നു ബഫൊന്നു നിൎബ്ബന്ധമുണ്ടായിരുന്നു. 1753-ൽ, ഫ്രഞ്ച് അക്കാദമിയിൽ അംഗമാക്കിയപ്പോൾ

ബഫൺ, ഭാഷാരീതിയെപ്പററി പറഞ്ഞതു്, "മനുഷ്യ ൻെറ ശൈലി, ആ മനുഷ്യൻതന്നെയാണു്," എന്നാണത്രെ! നന്നായി എഴുതിയ പുസ്തകങ്ങൾ മാത്രമേ ഭാഷയിൽ നിലനില്ക്കു എന്നും അദ്ദേഹം പ്രസ്താവിച്ചു.

ശാസ്ത്രത്തെ സരസവും സരളവുമായി വിവരിക്കുക മാത്രമല്ല ബഫൺ ചെയ്യുന്നതു്. നരവംശശാസ്ത്രത്തിന്നു് ആരംഭം കുറിച്ചതു ബഫണാണു്. കാട്ടുവർഗ്ഗക്കാരുടെ പ്രത്യേകതകൾ, കുട്ടികളുടെ സംഭാഷണരീതികൾ, വികാരങ്ങൾ മുഖത്തു പ്രകാശിക്കുമ്പോഴുണ്ടാവുന്ന ഭാവഭേദങ്ങൾ ഇവയെപ്പററിയെല്ലാം വിശദമായിപ്പഠിച്ചു. ഭൂഗർഭശാസ്ത്രത്തിനും ബഫൺ സംഭാവന നല്കി. ഭൂമിയുടെ ഉത്ഭവത്തെപ്പററി യുക്തിയുക്തമായ ഒരു സിദ്ധാന്തവും ഉന്നയിക്കപ്പെട്ടു—അക്കാലത്തു വച്ചു് ഏററവും നല്ല വാദഗതി അതായിരുന്നുവത്രെ.

പരിണാമസിദ്ധാന്തത്തിൻെറ പ്രണേതാക്കളിൽ ഒരാളാണു ബഫൺ എന്നു പറയാറുണ്ടു്. "എല്ലാ ജന്തുക്കളും ഒരേയൊരു കുടുംബത്തിൽപ്പെട്ടവരാണെ"ന്നു ബഫൺ തൻെറ പ്രകൃതിശാസ്ത്രചരിത്രത്തിൽ പറയുന്നു. "എല്ലാ ജീവികളും ഒരേയൊരു ജീവിയിൽനിന്നാണു് ആദ്യം ഉണ്ടായതു് എന്നാണതിന്നു് അർത്ഥ"മെന്നും ബഫൺ പ്രസ്താവിക്കുന്നു. പരസ്പരം ബന്ധപ്പെട്ട ജീവികൾ (ഉദാ: ചെന്നായ, നായ, കുതിര, കഴുത) ഒന്നിൽനിന്നു വളൎന്നതാവാനിടയില്ലേ എന്നദ്ദേഹം അന്വേഷിക്കുന്നു. "ഏററവും നല്ലതു ബാക്കിയാവു"മെന്ന സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ ആദ്യത്തെ കരടുരൂപവും ബഫണിൽ കാണാം. ജീവികൾ നിരന്തരം പെററുപെരുകി ലോകമാകെ നിറയാത്തതിന്നു കാരണം ശത്രുക്കളും പരിതസ്ഥിതികളുടെ പരിമിതികളുമാണെന്നു് അദ്ദേഹം പറയുന്നു.

ബയോളജിയിൽ ലിനിയസ്സും ബഫണും (18-ാം നൂററാണ്ടിൽ) പ്രാമുഖ്യം വഹിച്ചു. ശരീരശാസ്ത്രത്തിൽ ഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തിയിരുന്ന ഡച്ചുഡോക്ടർ ഹെർമൻ ബോവർഹാവും (1668—1738) ഇംഗ്ലീഷുപാതിരി സ്റ്റീഫൻ ഹെയിൽസും (1677—1761) പ്രശസ്തരായിരുന്നു. ഒരു നല്ല രസതന്ത്രജ്ഞനായിരുന്ന ബോവർഹാവിന്റെ 'കെമിസ്ട്രിയുടെ മൂലകങ്ങൾ' (1738) പല പരീക്ഷണങ്ങളേയും വിവരിക്കുന്നു. 1708-ൽ പ്രസിദ്ധീകരിച്ച പുസ്തകത്തിലാണു ശരീരം എന്തെല്ലാം ഭൗതിക-രസതന്ത്ര നിയമങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് എങ്ങനെ പ്രവർത്തിക്കുന്നുവെന്ന് അദ്ദേഹം പ്രകടമാക്കിയതു്. ഹെയിൽസിൻെറ പഠനം സസ്യങ്ങൾക്കു ഭക്ഷണം ലഭിക്കുന്നതിനെപ്പററിയായിരുന്നു. 'ഫോട്ടോ സിന്തസിസ്സി'ൻെറ അടുത്തുവരെ അദ്ദേഹമെത്തി. ഇലകളിലെ പച്ചനിറം സൂര്യപ്രകാശത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ, വായുവിലുള്ള കാർബൺ ഡയോക്സൈഡിൽനിന്നു ഭക്ഷണം നിർമ്മിക്കുന്നതിനെയാണ് ഫോട്ടോ സിന്തസിസ്സ് എന്നു പറയുന്നതു്. സസ്യരസം എങ്ങനെ സസ്യങ്ങളുടെ മുകളിലേക്കു കയറുന്നു എന്നതിനെപ്പററി ഏറെക്കുറെ നവീനമായൊരു വിശദീകരണവും ഹെയിൽസ് നല്കി. വേരുകൾ വലിച്ചെടുക്കുന്നതും ഇലകളിൽക്കൂടി ബാഷ്പമായി പോകുന്നതുമായ വെള്ളത്തിൻെറ തൂക്കംപോലും അദ്ദേഹം കണക്കാക്കി. പല സംഗതികളെപ്പററിയും ഹെയിൽസ് പഠിച്ചു. ജന്തുക്കളിലെ രക്തസഞ്ചാരം അളക്കാൻ അദ്ദേഹം പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി. വീടുകളിലെ വായുസഞ്ചാരത്തെപ്പററി അദ്ദേഹം ഒരു പുസ്തകം തന്നെ എഴുതി.

ആൽബർട്ട് വോൺ ഹാലർ (1708—'77) സ്വിറ്റ്സർലാണ്ടിലെ ഒരു വൈദ്യശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നു.

എന്താണു ജീവവസ്തു എന്നദ്ദേഹം പരിശോധിക്കുന്നു. 'ശരീരശാസ്ത്ര'മെന്ന ഹാലറുടെ കൃതിയിലാണു് ആദ്യമായി, പ്രേരകപ്രതിചലനത്തെപ്പററിയുള്ള പ്രസ്താവനയുള്ളതു്. തലച്ചോറിൽനിന്നു ഞരമ്പുകൾവഴിയാണു് വികാരാനുഭൂതികളുണ്ടാകുന്നതെന്നും അദ്ദേഹം കാണിച്ചു.

സസ്യങ്ങളെ വെള്ളത്തിലിട്ടാലതിൽനിന്നു് ഓക്സിജനുണ്ടാവുമെന്നു് ഇംഗ്ലണ്ടിലെ ജോസഫ് പ്രീസ്റ്റ ലി, വായുവിനെപ്പററിയുള്ള തൻെറ പഠനത്തിൽ (1774) സൂചിപ്പിച്ചു. ഓക്സിജൻ, സസ്യങ്ങളുടെ ശ്വാസോച്ഛ്വാസത്തിന്നാവശ്യമാണെന്നും പ്രീസ്റ്റ്ലി മനസ്സിലാക്കി. മറെറാരു രസതന്ത്രജ്ഞനായിരുന്ന ലവോയ്സ്യർ പറഞ്ഞു, ജന്തുക്കൾ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡും വെള്ളവും ശ്വസനത്തിൽ പുറത്തേക്കു വിടുന്നുണ്ടെന്നു്.

മനുഷ്യന്നു സസ്യങ്ങളെത്രകണ്ടാവശ്യമാണെന്നു് 18-ാം നൂററാണ്ടിലാണു തികച്ചും ബോദ്ധ്യമായതു്. കൃഷിശാസ്ത്രം വികസിച്ചു. കുതിരകൾ വലിക്കുന്ന ഉഴവുയന്ത്രങ്ങളും മററും ഉപയോഗിക്കാൻ തുടങ്ങി. ജെത്രോടൽ എന്ന കൃഷകനാണിതു കണ്ടുപിടിച്ചതു്. മാറിമാറി വിളവുകളിടുന്നതു നല്ലതാണെന്നു തെളിഞ്ഞു. പുതിയ മണ്ണിൽ പുതിയ സസ്യങ്ങൾ നട്ടുവളർത്താനും തുടങ്ങി. ഫ്രാൻസിൽ ഉരുളക്കിഴങ്ങും, ഇംഗ്ലണ്ടിൽ ടർണിപ്പും ഉണ്ടാക്കാൻ തുടങ്ങി. തെക്കേഅമേരിക്കയിൽനിന്നു റബ്ബർച്ചെടിയും പൂർവ്വേന്ത്യയിൽനിന്നു ശീമച്ചക്കയും സർവ്വത്ര എത്തി.

വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിൽ 'ഡിജിററാലിസ്' (ചെടിയിൽനിന്നു കിട്ടുന്ന ഔഷധം) ഉപയോഗിക്കാൻ തുടങ്ങിയതു് അന്നാണു്. മേലാകെ നീരുവന്നിരുന്ന ഒരു വൃദ്ധസ്ത്രീ കഷായമുണ്ടാക്കിക്കഴിക്കാൻ കൊടുത്തിരുന്നതിൽ ഈ ഔഷധവുമുണ്ടായിരുന്നു. വില്യം വിതറിങ് ഈ ഔഷ

ധത്തിൻെറ പ്രത്യേകത മനസ്സിലാക്കി. ഇന്നും ഹൃദയ രോഗങ്ങളിൽ ഈ മരുന്നു കൊടുക്കുന്നു.

നൂററാണ്ടുകളായി നാവികന്മാരെ, ഒരുതരം പകർച്ച വ്യാധിപോലെ അലട്ടിയിരുന്നൊരു രോഗമായിരുന്നു 'സ്കർവി'. പല്ലിൻെറ തൊണ്ണുകളിൽനിന്നു ചോര വരുന്നതുംമററുമാണിതിൻെറ ലക്ഷണങ്ങൾ. നാരങ്ങ കഴിച്ചാൽ ഈ രോഗം മാറുമെന്നും അന്നു കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. 'അസ്കോർബിക് ആസിഡാ'ണു്—വൈററമിൻ 'സി' യാണു്—ഇതിന്നു കാരണം എന്നു നമുക്കറിയാം. കുറേ ക്കാലം പച്ചക്കറികൾ കഴിക്കാതിരുന്നാലാണു് ഈ രോഗമുണ്ടാവുന്നതെന്നു മാത്രമേ അന്നു മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നുള്ളു.

40 കൊല്ലം നീണ്ടുനിന്ന വാദപ്രതിവാദാനന്തരമാണു് സ്കോട്ടിഷ് വൈദ്യശാസ്ത്രജ്ഞനായ ജെയിംസ് ലിൻഡ് (1716—'94) നാവികന്മാക്കുള്ള ഭക്ഷണത്തിൽ നാരങ്ങാനീരു് ഒരു പ്രധാനഭാഗമായിരിക്കണമെന്നു ശുപാർശചെയ്തതു്. ബ്രിട്ടീഷ്ഗവമ്മെണ്ടു് ഈ ശുപാർശ സ്വീകരിച്ചു. നാവികസേനയിൽനിന്നു് ഇതോടുകൂടി സ്കർവി നീക്കംചെയ്യപ്പെട്ടു. ബ്രിട്ടീഷ് നാവികന്മാരെ 'ലൈമീസ്' എന്നു കളിയാക്കിവിളിക്കുന്നതിക്കാരണത്താലാണു്. വൈററമിൻ 'സി' അടങ്ങിയതാണു നാരങ്ങാനീരു് എന്നു നമുക്കറിയാമല്ലൊ. നാവികന്മാക്കു് നാരങ്ങ ഒരു നിർബ്ബന്ധഭക്ഷണമാക്കുകയും ചെയ്തു.

അദ്ധ്യായം 11

വ്യവസായവിപ്ളവവും സയൻസും

അമേരിക്കയിലും ഫ്രാൻസിലും വിപ്ലവം നടന്നതു പതിനെട്ടാംനൂററാണ്ടിന്റെ അവസാനത്തിലാണ്. ഇക്കാലത്തുതന്നെയാണ വ്യവസായവിപ്ലവവും കെമിക്കൽ വിപ്ലവവും നടന്നതു്. സാധാരണഉപകരണങ്ങൾക്കു പകരം യന്ത്രങ്ങളുപയോഗിക്കാൻ തുടങ്ങിയതു വ്യവസായ വിപ്ലവത്തിലൂടെയാണ്. ഫാക്ടറിസമ്പ്രദായവും കൂട്ടായുള്ള ഉല്പാദനവും അതിന്റെ ഫലമാണ്. പഴയ തെററിദ്ധാരണകളെ വലിച്ചെറിഞ്ഞു് കെമിസ്ട്രിക്കു് ഉറച്ച അടിത്തറയുണ്ടാക്കുകയാണ കെമിക്കൽവിപ്ലവം ചെയ്തതു്.

'പരിണാമങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കുന്നുവെന്നതിന്നൊരു തെളിവാണ വിപ്ലവം' എന്നു പറയാറുണ്ടു്. വിപ്ലവത്തിന്നു കാരണമായ ശക്തികൾ വളൻു വികാസംകൈക്കൊള്ളുകയായിരുന്നു. പിന്നീടാണ കാണത്തക്കവണ്ണമുള്ള ഫലങ്ങൾ ഉളവാകുന്നതു്. അതോടുകൂടി സമൂഹത്തിൽ പെട്ടെന്നുള്ള പല ചലനങ്ങളുമുണ്ടാവുന്നു. 1775–ൽ ആരംഭിച്ച അമേരിക്കൻവിപ്ലവം, അവിടുത്തെ കോളനികളുടെ ശക്തിപ്രാപിക്കലിന്റെയും, തങ്ങളിനി കീഴാളരായിരിക്കുവാൻ തയ്യാറില്ലെന്ന ബോധത്തിന്റെയും ഫലമായിരുന്നു. സ്റ്റാമ്പുനിയമം (1765), ബോസ്റ്റൻ കൂട്ടക്കൊല (1770), ബോസ്റ്റൻ ടീപാർട്ടി (1773) എന്നീ നാഴികക്കല്ലുകൾ ഓക്കുക. അതുപോലെതന്നെ, ഉപരിവൎഗ്ഗക്കാരുടെ കുത്തകാവകാശങ്ങൾക്കെതിരായി ഫ്രഞ്ചു കൎഷകജനത ശബ്ദമുയൎത്തി മുന്നോട്ടു വന്നതു്, ഫ്രഞ്ചുതത്വചിന്തകന്മാരുടെ പുതിയ തത്വശാസ്ത്രം—അനീതിയെ

ചെറുക്കുക എന്ന തത്വശാസ്ത്രം—കുറെ വർഷങ്ങൾക്കിടയിലവിടെ ശക്തിപ്രാപിച്ചതിനെത്തുടന്നാണു്. 1789-ലാണു വിപ്ലവം ശരിക്കും പൊട്ടിത്തെറിച്ചതു്.

വ്യവസായവിപ്ലവം, കെമിക്കൽവിപ്ലവം ഇവയിലും ഇതുതന്നെ സംഭവിച്ചു. പ്രത്യേകിച്ചൊരു ശാസ്ത്രജ്ഞൻെറയും മനസ്സിൽനിന്നുത്ഭവിച്ചതല്ലായിരുന്നു ഇവ. തലമുറകളായി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും പണ്ഡിതന്മാരും ഒട്ടേറെ വിവരങ്ങൾ സമ്പാദിക്കുകയും പുതിയ സിദ്ധാന്തങ്ങളാവിഷ്കരിക്കുകയും ചെയ്തതിനെത്തുടന്നാണീ വിപ്ലവങ്ങൾ നടന്നതു്. വ്യവസായവിപ്ലവം, അതിൻെറ തുടക്കത്തിൽ, ശാസ്ത്രചരിത്രവുമായി ബന്ധപ്പെട്ടതായിരുന്നില്ല. എന്നാൽ, ശാസ്ത്രീയകണ്ടുപിടുത്തങ്ങൾ പലതും ഈ വിപ്ലവത്തിന്നു വഴിവെച്ചു എന്നതിന്നു സംശയമില്ല. വ്യവസായത്തിൽ ശാസ്ത്രീയചിന്തയ്ക്കും പ്രയോഗത്തിന്നും കൂടുതൽ സ്ഥാനമുണ്ടെന്നു വ്യക്തമായി. ചരക്കുല്പാദനത്തിൽ പല പരിഷ്കാരങ്ങളും വേണ്ടിവന്നു. ടെക്നോളജിയുടെ (സയൻസിൻെറ പ്രയോഗമാണു ടെക്നോളജി) വളർച്ചയായിരുന്നു ഇതിൻെറ സുപ്രധാന ഫലങ്ങളിലൊന്നു്.

വിപ്ലവകാലഘട്ടത്തിൽ ജീവിച്ചവരും, ആ വിപ്ലവം നയിച്ചവരുമായ രാജ്യതന്ത്രജ്ഞന്മാരും രാഷ്ട്രീയാചാര്യന്മാരും സൈനികമേധാവികളും സയൻസിൻെറയും ടെക്നോളജിയുടേയും നേട്ടങ്ങളെപ്പററി അജ്ഞന്മാരായിരുന്നില്ല. സയൻസിൽ പ്രഖ്യാതിനേടിയവരായിരുന്നു അമേരിക്കൻ വിപ്ലവനായകന്മാരിൽ പലരും—അവരിൽ പ്രധാനിയാണു ബെഞ്ചമിൻ ഫ്രാങ്ക്ളിൻ. അമേരിക്കൻ സ്വാതന്ത്ര്യപ്രഖ്യാപനത്തിലൊപ്പുവെച്ച ഒരാളാണു്, നരവംശശാസ്ത്രജ്ഞനും വൈദ്യശാസ്ത്രജ്ഞനുമായിരുന്ന ഡോ. ബെഞ്ചമിൻ റഷ്. തോമസ് ജെഫർസനാകട്ടെ, പ്രകൃതി

ശാസ്ത്രരഹസ്യങ്ങളിലേക്കു ചുഴിഞ്ഞിറങ്ങിയൊരു മഹാനായിരുന്നു. 1797-ൽ, വൈസ് പ്രസിഡൻറുപദവി സ്വീകരിക്കാൻ, കുതിരപ്പുറത്തു കയറി അദ്ദേഹം ഫിലാഡെൽഫിയയ്ക്കു പോകുമ്പോൾ, തൻെറ കൈയിൽ കുറെ 'ഫോസിലു'കളും അവയുടെ വിവരണങ്ങളും കരുതിയിരുന്നുവത്രെ! അമേരിക്കൻ തത്വശാസ്ത്രസദസ്സിലദ്ദേഹം അദ്ധ്യക്ഷത വഹിച്ചു. അങ്ങനെ, രാഷ്ട്രീയകാര്യങ്ങളും ശാസ്ത്രവും തമ്മിൽ ബന്ധമുണ്ടായിരുന്നുവെന്നു കാണാം.

1780-ൽ, മസ്സാച്ചുവെട്സിൽവെച്ചു പാസ്സാക്കിയ താൽക്കാലിക ഭരണഘടനയിലും, പിന്നീട് 1789 മാർച്ച് 4-ാംതീയതി അംഗീകരിച്ച അമേരിക്കൻ ഐക്യരാഷ്ട്രങ്ങളുടെ ഭരണഘടനയിലും സയൻസിന്നും കലകൾക്കും ആവശ്യമായ പ്രോത്സാഹനം നല്കാമെന്നു വ്യവസ്ഥയുണ്ട്. ഗ്രന്ഥകാരന്മാർക്കും ശാസ്ത്രീയഗവേഷണനടത്തുന്നവർക്കും പ്രത്യേകാവകാശങ്ങൾ നല്കണമെന്നുകൂടി അവയിലെഴുതിച്ചേർത്തിട്ടുണ്ട്.

ഫ്രഞ്ചുവിപ്ലവത്തിൻെറ ഭീകരദശയിൽ, സയൻസിനെ തീരെ ഒഴിവാക്കിയാലും തരക്കേടില്ലെന്നൊരു ധാരണ ചില നേതാക്കൾക്കുണ്ടായിരുന്നു. പ്രസിദ്ധ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ലവോയ്സ്യരെ പെട്ടെന്നു മരണശിക്ഷയ്ക്കു വിധിച്ചതിനെപ്പറ്റി ഒരു നേതാവു പറഞ്ഞുവത്രെ: "റിപ്പബ്ലിക്കിന്നു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെക്കൊണ്ടാവശ്യമില്ല!" പക്ഷേ, എല്ലാവരും ഇതംഗീകരിച്ചില്ല. ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെന്ന നിലയ്ക്കു വിപ്ലവശക്തികൾ ആരെയുംതന്നെ ശിക്ഷിച്ചില്ല—സർക്കാരിൻെറ ശത്രുക്കളെന്നനിലയ്ക്കാണവരെ ശിക്ഷിച്ചത്. പ്രഭുകുലത്തിൽ പിറന്നവനെന്ന നിലയ്ക്കാണു ലവോയ്സ്യർ 'ഗില്ലോട്ടിൻ'ചെയ്യപ്പെട്ടത്.

ഫ്രഞ്ചുവിപ്ലവനേതാക്കളിൽ പലക്കും സയൻസിൽ വലിയ താൽപര്യമായിരുന്നു. സൈനികോപകരണങ്ങളവക്കത്യാവശ്യമായിരുന്നു. നവീനസങ്കേതങ്ങളുപയോഗിച്ചാലല്ലെ പരിഷ്ക്കരിച്ച ആയുധങ്ങൾ നിമ്മിക്കാൻ കഴിയൂ? ഇവയുണ്ടാക്കിക്കൊട്ടക്കുന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരേയും വിപ്ലവകാരികളേയും അവക്കു വലിയ കാര്യമായിരുന്നു. അളവുകളെ ക്ലപ്തപ്പെട്ടത്തിയതും ഇവരാണു്. മെട്രിക്സമ്പ്രദായമുണ്ടായതിക്കാലത്താണു്.

1790-ൽ, അളവും തൂക്കവും നിജപ്പെട്ടത്താനൊരു കമ്മീഷൻ നിയോഗിക്കപ്പെട്ടു. പിന്നീട്ടു് ഒമ്പതു വർഷം, മെട്രിക്സമ്പ്രദായത്തിൻെറ വികാസത്തിന്നായവർ ശ്രമിച്ചു. മീററർ, ലിററർ, കിലോഗ്രാം, സെക്കൻഡു് എന്നീ യൂണിററുകളാണവരുപയോഗിച്ചതു്. പാരിസ്സിൽക്കൂടി പോകുന്ന സാങ്കല്പികമായ ധ്രുവാംശരേഖയുടെ ദൈർഘ്യത്തിൻെറ, കോടിയിലൊരുഭാഗമാണു് മീററർ. ഇതത്ര ശരിയല്ലെന്നു പിന്നീട്ടു വ്യക്തമായെങ്കിലും ഇന്നും മീറ്ററിന്നു വലിയ സ്ഥാനമാണു്, ലോകമെങ്ങും. ഫ്രഞ്ചുവിപ്ലവത്തിന്നു് അനേകവർഷങ്ങൾക്കുശേഷം, 1870-ൽ, ലോകശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ മെട്രിക്സിസ്റ്റത്തിൻെറ മൂന്നു യൂനിറ്റുകൾ—സെൻറിമീറ്റർ, ഗ്രാം, സെക്കൻഡു് —അംഗീകരിച്ചു.

ഫ്രഞ്ചുവിപ്ലവാനന്തരം, റിപ്പബ്ലിക്കിനെ ഒരു സാമ്രാജ്യമാക്കി മാററിയ നെപ്പോളിയനു സയൻസിൻെറ കാര്യത്തിൽ വലിയ താൽപര്യമായിരുന്നു. പല ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാക്കും അദ്ദേഹം ബഹുമതി നല്കി.

മെട്രിക് സമ്പ്രദായവും വ്യവസായ-രസതന്ത്രവിപ്ലവങ്ങളും മാത്രമായിരുന്നില്ല ഇക്കാലത്തു സയൻസിനുണ്ടായ വികാസം. ഫിസിക്സിൽ, പ്രത്യേകിച്ചും വിദ്യ

ഷ്കൃതിയിൽ, അത്ഭുതാവഹമായ മുന്നേറ്റമുണ്ടായി. ഫോസിലുകളെപ്പററിയുള്ള പഠനമാണു 'പാല്യന്റോളജി'. അതു വളരാൻ തുടങ്ങി; ഹർഷലും ലാപ്ലാസും പ്രപഞ്ചോത്ഭവത്തെപ്പററി പുതിയ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ ആവിഷ്കരിച്ചു; വസൂരിക്കെതിരായി ജെന്നർ, വാക്സിനേഷൻ കണ്ടുപിടിച്ചു; മാൽത്തൂസിൻെറ ജനസംഖ്യയെപ്പററിയുള്ള സിദ്ധാന്തത്തിന്നു പ്രചാരം ലഭിച്ചു.

അമേരിക്കൻവിപ്ലവത്തെപ്പററിയും ഫ്രഞ്ചുവിപ്ലവത്തെപ്പറ്റിയും പല ചരിത്രകാരന്മാരും എഴുതിയിട്ടുണ്ട്. എന്നാൽ വ്യവസായവിപ്ലവത്തിൻെറ ചരിത്രം നമുക്ക് അത്രയൊന്നും വിശദമല്ല. എന്നാൽ ഈ വിപ്ലവത്തിന്റെ അലകളാണിന്നു ലോകമെങ്ങും വീശുന്നതു്.

പലതരം കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളുമുണ്ടായതാണു വ്യവസായവിപ്ലവത്തിന്നൊരു കാരണം. കൈകൊണ്ടു പ്രവത്തിച്ചിരുന്ന യന്ത്രങ്ങൾക്കു പകരം പവർമഷിൻ വന്നു. ഫാക്ടറിവ്യവസ്ഥ വന്നു. കുടിൽവ്യവസായം തകൎന്നു. ഉൽപാദനമായിരുന്നു വ്യവസായവിപ്ലവത്തിന്റെ പ്രേരകശക്തി. പുതിയ രീതിയിൽ വളരെയേറെ ഉൽപന്നങ്ങൾ—ഉദാ: തുണി—ഉണ്ടാക്കാൻ കഴിഞ്ഞു. വ്യവസായവിപ്ലവത്തിൻെറ സന്തതികളാണു്, ഇരുപതാംനൂററാണ്ടിൽ ജീവിക്കുന്ന നാമെല്ലാം. പവർ ഉപയോഗിച്ച് ഉൽപാദനം നടത്താൻ തുടങ്ങുന്നതിന്നുമുമ്പുള്ള നിലയെപ്പററി ചിന്തിക്കാൻപോലും നമുക്കു വയ്യാതായിരിക്കുന്നു.

വ്യവസായവിപ്ലവത്തിൻെറ യന്ത്രങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചവരധികവും കേവലശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരായിരുന്നില്ല—സാങ്കേതികവിദഗ്ദ്ധന്മാരായിരുന്നു—ആശാരിമാർ, നെയ്ത്തുകാർ, മിൽത്തൊഴിലാളികൾ, ഉപകരണനിർമ്മാതാക്കൾ,

കൊല്ലന്മാർ എന്നിങ്ങനെ. അവരിൽ ചിലർ ഗണിത ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും മററു ചിലർ പുരോഹിതന്മാരുമായിരുന്നു. വ്യവസായവിപ്ലവത്തെ മുന്നോട്ടു തള്ളിനീക്കിയതു 'ബിസിനസ്സു'കാരാണു്. മുതലാളിമാരെന്നോ വ്യവസായസംഘാടകന്മാരെന്നോ ഇവരെ വിളിക്കാം. പഴയ നൂററാണ്ടുകളിൽ വിദേശവാണിജ്യത്തിന്നായി സമുദ്രമദ്ധ്യത്തിൽ കപ്പലോട്ടിയ സാഹസികന്മാരുമായി ഈ പുതിയ വ്യവസായസംഘാടകന്മാരെ താരതമ്യപ്പെടുത്താം. ഇവക്കാദ്യമേ അറിയാമായിരുന്നു വ്യവസായത്തിൻെറ സാങ്കേതികവികാസത്തിന്നു സയൻസും ഗവേഷണവും അത്യാവശ്യമാണെന്നു്. 1780-ൽ, ഇംഗ്ലണ്ടിലെ ഒരു വ്യവസായസംഘാടകനായ മാത്യൂ ബോൾടൺ ഇങ്ങനെ എഴുതി:

"കുറെക്കാലത്തേക്കു കെമിസ്ട്രിയായിരുന്നു എൻെറ വിശ്രമവിനോദം. ഇപ്പോൾ, 'ബിസിനസ്സി'ൽച്ചെന്നുപെട്ടതോടെ, കെമിസ്ട്രിയിൽ ശ്രദ്ധിക്കാനെനിക്കു നേരമില്ല—ഞായറാഴ്ചയൊഴികെ. മുമ്പത്തേക്കാൾ കുറെയേറെ ഞാൻ മുന്നോട്ടു നീങ്ങിയിരിക്കുന്നു—ഇപ്പോൾ, കെമിസ്ട്രിയുടെ ലോഹശാസ്ത്രവിഭാഗത്തിൽ ഏറക്കുറെ ഞാനൊരു പണ്ഡിതനാണു്...പല മാററങ്ങളും ഞാൻ വരുത്തിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയാണു്! ബിസിനസ്സുകാക്കു സയൻസിലുള്ള താൽപര്യം ഇതിൽനിന്നറിയാമല്ലൊ. മാത്രമല്ല, അവരിൽപ്പലരും അന്നത്തെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ സാമ്പത്തികമായി സഹായിച്ചിരുന്നു. ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാക്കു് അവർ കണ്ടുപിടിച്ചതു പ്രയോഗിക്കാനും, തങ്ങളുടെ അനുഭവം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ അറിയിക്കാനും, വ്യവസായസംഘാടകന്മാക്കു സാധിച്ചു. സയൻസിന്നും വ്യവസായത്തിന്നും ഈ സമ്പക്കം ഗുണകരമായിരുന്നു.

ഇംഗ്ലണ്ടിലാണു വ്യവസായവിപ്ലവം ആരംഭിച്ചതു്—കാരണം, കൽക്കരി, ഇരുമ്പു്, മരം മുതലായ അസംസ്കൃതവസ്തുക്കൾ ഇംഗ്ലണ്ടിൽ സുലഭമായിരുന്നു. പഞ്ചസാര, പരുത്തി എന്നിവ കോളനികളിൽനിന്നു് അവൎക്കു ലഭിച്ചിരുന്നു. ബ്രിട്ടീഷുകപ്പലുകൾക്കിവ കൊണ്ടുവരലായിരുന്നു മുഖ്യജോലി. സ്വതന്ത്രവാണിജ്യനയം ബിസിനസ്സുകാരെ ഒരററംവരെ വളൎത്തി. ഇംഗ്ലണ്ടിൽ വ്യവസായം വളരാനും മൂലധനം രൂപീകരിക്കാനും തുടങ്ങി.

വ്യവസായവിപ്ലവം ആരംഭിച്ചതുതന്നെ ചില കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളോടുകൂടിയാണു്. പല യന്ത്രങ്ങളും രംഗത്തു വന്നു. ഒരു യന്ത്രത്തിന്നു് അനേകംപേരുടെ പ്രവൃത്തി ചെയ്യാൻ കഴിവുണ്ടായിരുന്നു. ആവികൊണ്ടാണു് അധികം യന്ത്രങ്ങളും ഓടിയിരുന്നതു്.

18-ാം നൂററാണ്ടിൽ ഇംഗ്ലണ്ടു് വളൎന്നു—യന്ത്രങ്ങളുടെ ഉപയോഗത്തിൽനിന്നുള്ള വളൎച്ചയായിരുന്നു ഇതു്. തുണിവ്യവസായത്തിലാണു് ഇതു പ്രത്യക്ഷമായതു്. ചക്കയിൽനിന്നു സ്പിന്നിങ്ങ് ജെന്നിയും കൈത്തറിയിൽനിന്നു് ഓടുന്ന ഷട്ടിലും മററും ഉണ്ടായി. 1733-ൽ ആണു്, ജോൺ കേ, 'ഓടുന്ന ഷട്ടിൽ' ഉപയോഗിക്കാൻ തുടങ്ങിയതു്. അങ്ങോട്ടെറിഞ്ഞ ഓടം ഇങ്ങോട്ടുതന്നെ വന്നു! പലരുംകൂടി ചെയ്തിരുന്ന പ്രവൃത്തി ഒരാൾക്കുതന്നെ ചെയ്യാമെന്നുവന്നു. നെയ്ത്തിനെ ഇതു ലഘൂകരിച്ചു. ഇത്ര വേഗം നെയ്യാമെന്നുവന്നപ്പോൾ, കൈകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ നൂൽ മതിയാവാതെവന്നു. 'പത്തു നൂൽപ്പുകാർ വേണം ഒരു നെയ്ത്തുകാരന്നു് ആവശ്യമായ നൂൽ നൽകാൻ', എന്ന നില വന്നു. ചക്കയിലെ സ്പിൻഡിൽ, ഭൂമിക്കു സമാന്തരമായാണല്ലോ നില്ക്കുക. ഒരിക്കൽ ഒരു കേടുവന്ന ചക്ക, നൂൽപ്പുകാരനായ ജെയിംസ് ഹാർഗ്രേവ്സിന്റെ

ശ്രദ്ധയിൽപ്പെട്ടു. അപ്പോഴും, ചക്രവും സ്പിൻഡിലും കേട്ടുകൂടാതെ അതിലുണ്ടായിരുന്നു. സ്പിൻഡിൽ കുത്തനെയായിട്ടും അതു തിരിയുമെന്നു ഹാർഗ്രേവ്സ് കണ്ടു. കുറെയേറെ സ്പിൻഡിലുകളങ്ങനെ കുത്തനെ വെച്ചാൽ, ഒരേ സമയത്ത്, ഒരിഴ നൂലിന്നു പകരം, അനവധി ഇഴകൾ നൂല്ക്കാമല്ലോ എന്നദ്ദേഹത്തിന്നു തോന്നി. ഇതിനെത്തുടൎന്ന് അനേകം സ്പിൻഡിലുകളുള്ള ഒരു യന്ത്രം ഹാർഗ്രേവ്സ് ഉണ്ടാക്കി. ഇതാണു 'സ്പിന്നിങ്ങ് ജെന്നി'. 1765-ലെ മോഡലിൽ എട്ടു സ്പിൻഡിലുകളാണുണ്ടായിരുന്നതു്. പിന്നീടു സ്പിൻഡിലുകളുടെ എണ്ണം 80 വരെയാക്കി.

ഉണ്ടാക്കുന്ന നൂലിൻെറ ഗുണം വൎദ്ധിപ്പിക്കാനായി പിന്നീടുള്ള ശ്രമം. റിച്ചാർഡ് ആർക്റൈറ്റ് (1732—'92) ആണ് ഇതിൻെറ ഉപജ്ഞാതാവ്. വെറുമൊരു ബിസിനസ്സുകാരനായിരുന്നില്ല അദ്ദേഹം. യന്ത്രങ്ങളാവിഷ്ക്കരിക്കാൻ മിടുക്കനായിരുന്നു. ഒരു ബാർബറായിരുന്ന അദ്ദേഹം സ്വപ്രയത്നത്താലുയൎന്നു. 1769-ൽ 'വാട്ടർ ഫ്രെയിം' കണ്ടുപിടിച്ചു. വെള്ളംകൊണ്ടു പ്രവൎത്തിക്കുന്ന ഈ യന്ത്രത്തിൽ, പരുത്തിനൂലിനെ രണ്ടു് ഉരുളുകൾക്കിടയിൽക്കൂടി വിട്ടു; ഒന്നാമത്തെ ഉരുളിനേക്കാൾ വേഗത്തിലാണു രണ്ടാമത്തെ ഉരുൾ കറങ്ങിയിരുന്നതു്. ഇതു നൂലിൻെറ ഗുണം കൂട്ടി. അതിൻെറ ഉറപ്പു കൂടി; വണ്ണം കുറഞ്ഞു. ഊടിന്നും പാവിന്നും ഇതേ നൂൽ ഉപയോഗിക്കാമെന്നു വന്നു. പിന്നീടാണു്, ഒരു പാവപ്പെട്ട നെയ്ത്തുകാരനായ സാമുവൽ ക്രോംപ്ടൺ, സ്പിന്നിംഗ്ജെന്നിയും വാട്ടർഫ്രെയിമും കൂട്ടിയോജിപ്പിച്ചൊരു പുതിയ യന്ത്രമുണ്ടാക്കിയതു്. ഇതിന്നു 'സ്പിന്നിങ്ങ് മ്യൂൾ' എന്നാണു പേരിട്ടതു്. കൂടുതൽ നല്ല നൂലുണ്ടാക്കാൻ ഇതിന്നു കഴിഞ്ഞുവത്രെ.

നൂൽനൂൽപ്പുവ്യവസായത്തിലുണ്ടായ പരിഷ്കാരങ്ങൾ കാരണം, നൂൽപ്പുകാരനും നെയ്ത്തുകാരനും തമ്മിൽ ബന്ധം കീഴ്മേലായി. നെയ്ത്തുകാർക്കാവശ്യമായതിനേക്കാൾ നൂൽ മാർക്കററിലിറങ്ങി. നെയ്ത്തിനു ചില പരിവർത്തനങ്ങൾ ആവശ്യമായി. ഡോക്ടർ എഡ്മണ്ട് കാർട്ട്റൈറ്റ് നെയ്ത്തിൽ ചില പരിഷ്കാരങ്ങൾ വരുത്തി. നാല്പതു വയസ്സുവരെ ഒരു നെയ്ത്തുതറിപോലും അദ്ദേഹം കണ്ടിരുന്നില്ല. 1784-ൽ മാഞ്ചസ്റ്ററിലെ ചില നെയ്ത്തുകാരുമായി അദ്ദേഹം സംസാരിക്കുകയായിരുന്നു. ആർക്ക്റൈററിൻെറ സ്പിന്നിങ്ങ്മില്ലായിരുന്നു സംഭാഷണ വിഷയം. എത്രവേണമെങ്കിൽ അതുകൊണ്ടു നൂലുണ്ടാക്കാമെന്നും, ആ നൂലുമുഴവൻ നെയ്തുതീർക്കാനുള്ള നെയ്ത്തുകാരെ ഒരിക്കലും ലഭിക്കില്ലെന്നും കേട്ടപ്പോൾ, കാർട്ട്റൈററ് പറഞ്ഞുവത്രെ, പുതിയൊരു നെയ്ത്തുയന്ത്രമുണ്ടാക്കാൻ കഴിയുമെന്ന്. കാർട്ട്റൈററിൻെറതന്നെ വാക്കുകളിതാ: "ഇതസാധ്യമാണെന്നായിരുന്നു മാഞ്ചെസ്റ്ററിലെ ബിസിനസ്സുകാർ പറഞ്ഞതു്...അതിനെ ഞാൻ എതിർത്തു... ചതുരംഗംകളിക്കാൻപോലും ഒരു യന്ത്രമുണ്ടെന്നും ഞാനതു ലണ്ടനിൽവെച്ചു കണ്ടുവെന്നുമായി ഞാൻ. അതിനേക്കാൾ വിഷമമുണ്ടോ പുതിയൊരു നെയ്ത്തുയന്ത്രം കണ്ടുപിടിക്കാൻ?... കുറെദിവസം ഇതിനെപ്പററി ഞാൻ ആലോചിച്ചു. ഒരു ആശാരിയുടെ സഹായത്തോടെ ഞാൻ ഒരു മാതൃകായന്ത്രം ഉണ്ടാക്കി. അതുകൊണ്ടു തുണി നെയ്യാനും കഴിഞ്ഞു."

1787-ൽ ആണ് ഈ കണ്ടുപിടുത്തമുണ്ടായതു്. ആദ്യകാലത്തെ 'പവർലൂമു'കൾ അത്ര വിജയകരമായിരുന്നില്ല. ഈ യന്ത്രത്തെപ്പററി കോടതിയിൽ കേസ്സും കൂട്ടവുമായതിനാൽ അതുകൊണ്ടുള്ള ഫലം അനുഭവി

ക്കാൻ കുറേക്കാലം പിടിച്ചു. നെയ്ത്തുതൊഴിലാളികൾ ഈ കണ്ടുപിടുത്തത്തെ എതിർത്തു—തങ്ങളുടെ ജോലി നഷ്ടപ്പെട്ടേക്കുമോ എന്നായിരുന്നു അവരുടെ ഭയം. എങ്കിലും പവർലൂം പതുക്കെപ്പതുക്കെ പരിഷ്കരിക്കപ്പെട്ടുകയാണുണ്ടായതു്. അതു സാർവത്രികമാകാനും തുടങ്ങി. കാർട്ടറൈറ്റ്തന്നെയാണോ ആദ്യമായി ഈ യന്ത്രത്തെറിയുണ്ടാക്കിയതെന്നു തീർച്ചയില്ല. ഗ്ലാസ്ഗോവിലെ ജോൺ ഓസ്റ്റിനാണു് ഇതുണ്ടാക്കിയതെന്നും ഒരഭിപ്രായമുണ്ടു്. ഏതായാലും നെയ്ത്തുയന്ത്രപരിഷ്കാരത്തോടുകൂടി നെയ്ത്തുകാരും നൂൽപ്പുകാരുംതമ്മിലുള്ള ക്രമക്കേടു് ഇല്ലാതായി.

അപ്പോഴേക്കും പുതിയൊരു കുഴപ്പം തലയുയർത്തി. പുതിയ യന്ത്രങ്ങൾക്കു നൂൽക്കാനും നെയ്യാനുമായി വേണ്ടത്ര കുരുകളഞ്ഞ പരുത്തി കിട്ടാനില്ല! വയലിൽനിന്നു വരുന്ന പരുത്തിയുടെ കുരു കളയാൻതന്നെ അനവധി ദിവസം വേണ്ടിവന്നു. ഒരു റാത്തൽ പരുത്തിയുടെ കുരു കളയാൻ ഒരു ദിവസം വേണ്ടിവന്നുവത്രെ. കോനെക്റ്റിക്കട്ടിലെ വിറ്റ്നി (1765—1825) ഒരിക്കൽ ജോർജിയയിലെ ഒരു പരുത്തിവയലിൽ പോയി. നഥേനിയൽ ഗ്രീനിൻെറ—ഇവർ അമേരിക്കൻ വിപ്ലവജനറൽമാരിലൊരാളുടെ പത്നിയായിരുന്നു—എസ്റ്റേറ്റായിരുന്നു അതു്. ഒരു കേട്ടുവന്ന എംബ്രോയ്ഡറി ഫ്രെയിം, വിറ്റ്നി നന്നാക്കിക്കൊടുത്തപ്പോൾ, 'പരുത്തിയുടെ കുരുകളയാനൊരു യന്ത്രമുണ്ടാക്കാമോ ?' എന്നു നഥേനിയൽ ആ ചെറുപ്പക്കാരനോടു ചോദിച്ചു. 1793-ലാണിതു്. തോട്ടംമാനേജർ മില്ലറുടെ സഹായത്തോടെ വിറ്റ്നി ഈ പ്രവൃത്തിയിലേർപ്പെട്ടു. 'കോട്ടൻ ജിൻ' എന്ന യന്ത്രം (എൻജിനെന്ന വാക്കിൻെറ ചുരുക്കമാണു് 'ജിൻ') അങ്ങനെയാണു

കണ്ടുപിടിച്ചതു്. ഈ യന്ത്രത്തിൽ, ആദ്യമായി പരുത്തി, തുള്ളിച്ചാടുന്ന ഒരു പാത്രത്തിലേക്കിടും—അവിടെനിന്നു് അതു് ഉരുക്കുകൊണ്ടുള്ള ഒരു അഴിക്കൂട്ടിലെത്തും. അതിന്നകത്തു ചുററുന്ന ഉരുളിന്നു നീണ്ട മുള്ളുകളുണ്ടു്. ഈ മുള്ളുകൾ അഴിക്കൂട്ടിലെ പരുത്തിയിൽനിന്നു കുരുവിനെ വേർതിരിക്കും. ഇങ്ങനെ, ദിവസേന ഒരാൾക്കു് 200 റാത്തൽ പരുത്തി, കുരുകളയാമെന്നുവന്നു. തുണിവ്യവസായത്തിന്നാവശ്യമാംവണ്ണം പരുത്തി അവർക്കെത്തിച്ചുകൊടുക്കാനും കഴിഞ്ഞു. വിററ്നി, പിന്നീടു കോട്ടൻ ജിൻ ഉണ്ടാക്കാനൊരു ഫാക്ടറിയുണ്ടാക്കി. അപ്പോഴേക്കും തൻെറ ആദ്യത്തെ മോഡലിനെ അപഹരിച്ചു്, തെക്കുഭാഗത്തെ തോട്ടമുടമകൾ, ജിന്നുകളുണ്ടാക്കിയിരുന്നുവത്രെ. അവകാശസംരക്ഷണാർത്ഥം വിററ്നി കോടതിയെ സമീപിച്ചു. അങ്ങനെ കുറെ പണം ചെലവിട്ടു. പക്ഷേ, വിറ്റ്നി അടങ്ങിയില്ല. 1798-ൽ ഒരു ഗവമ്മെണ്ടു് കോൺട്രാക്ടു് കിട്ടി. പതിനായിരം റൈഫിളുണ്ടാക്കിക്കൊടുക്കാനുള്ളൊരു കരാറായിരുന്നു അതു്. എല്ലാംകൂടി ഒന്നിച്ചുണ്ടാക്കുന്നതിന്നു പകരം, ഓരോ ഭാഗവും വേറെവേറെയുണ്ടാക്കി, അവസാനം അവയെല്ലാം കൂട്ടിച്ചേർത്തു്, കരാറുപ്രകാരമുള്ള റൈഫിളുകൾ തക്കസമയത്തുതന്നെ വിറ്റ്നി ഉണ്ടാക്കിക്കൊടുത്തു. വിററ്നിക്കു ധാരാളം ലാഭം കിട്ടി.

'അമേരിക്കൻ കാര്യക്ഷമത' എന്നു പറയുന്നില്ലേ, അതാണു വിറ്റ്നി പ്രകടിപ്പിച്ചതു്. ഇന്നു് ഇതിനെ 'നോ-ഹൗ' (Know-How) എന്നും പറയാറുണ്ടു്. വ്യവസായവിപ്ലവം ഇംഗ്ലണ്ടിൽനിന്നു് അമേരിക്കയ്ക്കു കടന്നുവന്നതായിത്തോന്നി. കൂട്ടായ ഉൽപാദനമാണു് (മാസ് പ്രൊഡക്ഷൻ) അമേരിക്കയിൽ നടന്നതു്. പല ചെറിയ വസ്തുക്കളും, ഒരേമാതിരിയുണ്ടാക്കി ഇവയെല്ലാം

'അസംബിൾ' ചെയ്യുകയെന്നതാണ് 'മാസ് പ്രൊഡക്ഷ'ന്നടിസ്ഥാനം.

പുതിയ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളും യന്ത്രങ്ങളും 18-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ പ്രത്യേകതയായിരുന്നു. പക്ഷേ, യന്ത്രങ്ങളെ മാംസപേശികൊണ്ടോടിക്കാൻ വയ്യല്ലൊ. പ്രകൃതിയിൽ നിന്ന് എന്തെങ്കിലും 'പവർ' കിട്ടാതെ യന്ത്രവൽക്കരണം പ്രായോഗികമാവില്ല. നൂററാണ്ടുകളായി കാററോടിയന്ത്രങ്ങളാണിതിന്നുപയോഗിച്ചിരുന്നത്. എന്നാൽ കാററിനെ മാത്രം ആശ്രയിച്ചിരുന്നാൽ യന്ത്രം ഓടില്ലല്ലോ. ഒഴുകുന്ന വെള്ളത്തിൻെറ ശക്തികൊണ്ടു തിരിയുന്ന ചക്രങ്ങൾ ഇതിന്നുപയോഗിച്ചുനോക്കി. പക്ഷേ, ഒഴുക്കു കുറഞ്ഞാൽ, വെള്ളം കിട്ടാതായാൽ, വെള്ളം തണുത്തു കട്ടിയായാൽ ഈ വിദ്യ പരാജയപ്പെട്ടും. അവസാനം ആവിയെഞ്ചിൻ കണ്ടുപിടിച്ചപ്പോഴാണ്, ഇതിന്നൊരു പോംവഴിയുണ്ടായത്. കൊല്ലംതോറും എവിടെ വേണമെങ്കിലുപയോഗിക്കാവുന്നൊരു പവർ, അങ്ങനെ വ്യവസായത്തിന്നു കിട്ടി.

പണ്ടുതന്നെ, ആവിയുടെ മട്ടശക്തിയെപ്പററി ആളുകൾക്കു വിവരമുണ്ടായിരുന്നു. അലക്സാൻഡ്രിയയിലെ ഹീരോ (സയൻസിൻെറ കഥ-ഒന്നാംഭാഗം നോക്കുക.) ചെറിയൊരു ആവിയെഞ്ചിൻ ഉണ്ടാക്കിയിരുന്നു. 17-ാം നൂററാണ്ടിന്റെ മദ്ധ്യത്തിൽ എഡ്വാർഡ് സോമർസെററ്, ഒരു ആവിയന്ത്രത്തെപ്പററി പ്രസ്താവിച്ചു. ഇതുകൊണ്ടദ്ദേഹം വെള്ളം പമ്പുചെയ്തുവത്രെ. ആ നൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനത്തിൽ ഡെന്നിസ് പാപ്പിൻ എന്ന ഫ്രഞ്ചുകാരൻ, ഒരു ഉരുളിന്നകത്ത് ആവികൊണ്ടു പ്രവർത്തിക്കുന്ന 'പിസ്റ്റ'നെപ്പററി പ്രസ്താവിച്ചു. 1698-ൽ ഇംഗ്ലണ്ടിലെ തോമസ് സാവെറി ഒരു ആവിയെഞ്ചിൻെറ 'പേറെൻറു'

ണ്ടാക്കി. വള്ളോജാലജലയന്ത്രങ്ങളെ പ്രവത്തിപ്പിക്കാനാണിതു് ഉപയോഗിച്ചിരുന്നതു്.

കൽക്കരിഖനികളിൽനിന്നു വെള്ളം പമ്പുചെയ്യാൻ തോമസ് ന്യൂകോമെൻ ആവിഷ്ക്കരിച്ചതായിരുന്നു ആദ്യമായുപയോഗിച്ച ആവിയന്ത്രം. ഈ യന്ത്രത്തിൽ, കുത്തനെയുള്ളൊരു സിലിണ്ടറിന്നകത്തു്, ആവിശക്തി, ഒരു പിസ്റ്റനെ പ്രവത്തിപ്പിച്ചിരുന്നു. ഈ ആവിയെ പിന്നീടു തണുത്ത വായു തണുപ്പിച്ചു—അപ്പോൾ സിലിണ്ടറിലൊരു 'വാകം'മുണ്ടായി. അങ്ങനെ പിസ്റ്റൻ കീഴ്പോട്ടു വീണു. ഖനിയിലെ വെള്ളം പമ്പുചെയ്യാനിതുകൊണ്ടു കഴിഞ്ഞുവെങ്കിലും, പ്രാകൃതമായൊരു പമ്പാണു ന്യൂകോമെൻ ഉണ്ടാക്കിയതു്. 18-ാംനൂററാണ്ടിലിതിനെ പരിഷ്ക്കരിച്ചുവെങ്കിലും, ഇടയ്ക്കിടയ്ക്കു് അതിൻെറ പ്രവത്തനം നിലച്ചിരുന്നുവത്രെ.

1764-ൽ, ഒരു 'ന്യൂകോമെൻ എൻജിൻ', ഗ്ലാസ്ഗോ സവ്വകലാശാലയിൽവെച്ചു കേടുവന്നു. ഈ യന്ത്രത്തിൻെറ കേടുപാടു തീക്കാൻ, പ്രൊഫസർ ജോസഫ് ബ്ലാക്ക്, (അദ്ദേഹത്തിന്റെ ലാബറട്ടറിയിലായിരുന്നു ഈ എൻജിൻ) അതിനെ ജെയിംസ് വാട്ട് (1736—1819) എന്ന ഉപകരണനിമ്മാതാവിൻെറ പക്കൽ ഏല്പിച്ചു. വാട്ട്, എൻജിൻെറ കേടുപാടുകൾ തീത്തു് അതിനെ പ്രവത്തനക്ഷമമൊക്കി.

കൂടുതൽ നല്ലൊരു ആവിയെഞ്ചിനുണ്ടാക്കാനായി, വാട്ടിൻെറ ശ്രമം. ന്യൂകോമെൻ എഞ്ചിനിൽ, ഇന്ധനം കുറെയധികം പാഴാകുന്നു എന്നു വാട്ട് കണ്ടു. പിസ്റ്റന്റെ അടിയിലുള്ള ആവിയെ തണുപ്പിക്കുകയായിരുന്നുവല്ലൊ ചെയ്തിരുന്നതു്. ഓരോ പ്രാവശ്യവും ഇങ്ങനെ ചെയ്യു

മ്പോൾ വളരെയധികം ഇന്ധനം ചെലവാകുമല്ലോ. പിന്നീടത്രയും ആവിയുണ്ടാക്കാൻ പിന്നേയും വളരെ ഇന്ധനം ചെലവാക്കണം. എന്താണിതിന്നു കാരണമെന്നു പരിശോധിച്ചപ്പോഴാണ്, 'ലേറ്റൻറ് ഹീറ്റ്' എന്ന പ്രതിഭാസമാണിതിന്നു കാരണമെന്നു വാട്ടിന്നു മനസ്സിലായതു്. ഐസ് ഉരുകി വെള്ളമാകാനും, വെള്ളം നീരാവിയാകാനുംവേണ്ട 'ഒളിവിലുള്ള ചൂടാ'ണിതു്. ഇത്രയും ചൂട് ഉപയോഗിച്ചാലെ, പിന്നീടതിൻെറ ഉഷ്ണം കൂട്ടുകയുള്ളൂ.

ആവിയെൻജിൻ, ചൂടിനെ പ്രവൃത്തിയാക്കി മാററുന്നു. എൻജിൻെറ 'ഡ്യൂട്ടി' കൂട്ടാനാണു വാട്ടും കൂട്ടുകാരും ശ്രമിച്ചതു്. (എൻജിൻ ഓടിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഇന്ധനവും അതിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്ന പ്രവത്തനവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെയാണിവിടെ 'ഡ്യൂട്ടി' എന്നു പറയുന്നതു.) തൻെറ എൻജിനുകൾ ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തിയെന്തെന്നു വാട്ട പരിശോധിച്ചു. ഒരു കുതിര ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തിയുമായി ഇതിനെ താരതമ്യപ്പെടുത്തി. അങ്ങനെയാണ് 'ഹോർസ് പവർ' എന്ന ആശയമുണ്ടായതുതന്നെ. 33,000 റാത്തൽ തൂക്കമുള്ളൊരു വസ്തുവിനെ, ഒരു മിനുട്ടിൽ, ഒരടി നീക്കാനാവശ്യമായ പ്രവൃത്തിയാണ് ഒരു 'ഹോർസ് പവർ'.

ആവിയെഞ്ചിൻെറ ഡ്യൂട്ടി കൂട്ടാൻ വാട്ട് നടത്തിയ ശ്രമം വിജയിച്ചു. അതിൻെറ 'ഹോർസ് പവർ' വദ്ധിപ്പിക്കാനും വാട്ടിന്നു കഴിഞ്ഞു. സിലിണ്ടർ തണുപ്പിക്കാതെതന്നെ നീരാവിയെ ദ്രവീകരിക്കാനൊരു മാർഗ്ഗം അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇതുകാരണം, ഇന്ധനത്തിനു ഗണ്യമായ ലാഭമുണ്ടായി.

1769-ൽ, വാട്ട്, താൻ കണ്ടുപിടിച്ച യന്ത്രത്തിന്ന് ഒരു 'പേറ്റൻറ്' എടുത്തു. പിന്നീട്ടു പല പരിഷ്കാര

ങ്ങളും വരുത്തുകയും ചെയ്തു. 1782-ൽ ഉണ്ടാക്കിയ ഒരു 'ഇരട്ടപ്രവർത്തന'യന്ത്രം പിസ്റ്റൻെറ ഇരുവശത്തും ആവി കൊണ്ടുവന്നു വിടാൻ പററിയതായിരുന്നു. അങ്ങനെ, അന്തരീക്ഷമർദ്ദമല്ല, ആവിയാണ് ഇരുവശത്തുനിന്നും പിസ്റ്റനെ ഇരുഭാഗത്തേക്കും ചലിപ്പിക്കുന്നതെന്നുവന്നു. എൻജിൻെറ വേഗം ക്രമീകരിക്കാൻ ഒരു 'ഗവർണരും' വാട്ട് ഉണ്ടാക്കി. മുമ്പോട്ടും പിന്നോട്ടുമുള്ള പിസ്റ്റൻെറ ഗതിക്രമത്തെ, ചില 'ഗീർ' ചക്രങ്ങളെക്കൊണ്ടു വൃത്താകൃതിയിൽ ചലനമുണ്ടാക്കുവാനും വാട്ടിന്നു സാധിച്ചു. ചക്രങ്ങൾ തിരിയാൻ ഈ മാതിരി ചലനമാവശ്യമാണല്ലോ.

ഏററവും പരിഷ്കരിച്ച എൻജിനുണ്ടാക്കാൻ 1774-ൽ വാട്ട്, മാത്യു ബോൾട്ടനുമായി ഒരു കരാറിലെത്തി. അങ്ങനെയുണ്ടാക്കിയ യന്ത്രം യൂറോപ്പാകെ പരന്നു. ആദ്യം കൽക്കരിഖനികളിൽനിന്നു വെള്ളം തേവിക്കളയാനാണ് ഈ എൻജിനുകൾ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത്. അതിന്നുതന്നെ ധാരാളം എൻജിനുകൾ വേണ്ടിവന്നു. വെള്ളം പമ്പുചെയ്യുന്നതിന്നു പുറമെ, യന്ത്രങ്ങൾക്കു 'പവർ' നല്കാനും ഇത്തരം ആവിയന്ത്രങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കാൻ തുടങ്ങി. 'വാട്ടർ വീലി'(ജലചക്രം)നേക്കാൾ കാര്യക്ഷമത ഇവയ്ക്കുണ്ടായിരുന്നു. കൊല്ലത്തിലെപ്പോഴും പ്രവർത്തിക്കുന്നതും, എവിടെ വേണമെങ്കിൽ സ്ഥാപിക്കാൻ പററിയതുമായ ആവിയെഞ്ചിൻ, വ്യവസായത്തിൻെറ മുഖച്ഛായ ആകെ മാററി.

ആവിയന്ത്രങ്ങൾ അധികമധികം ഉപയോഗിക്കാൻ തുടങ്ങി. വ്യവസായവിപ്ലവത്തിന്നു വേഗംകൂടി. 'മാസ് പ്രൊഡക്ഷൻ' സാർവ്വത്രികമായി. യന്ത്രങ്ങളുണ്ടാക്കാനുള്ള യന്ത്രങ്ങളുണ്ടായി. യന്ത്രനിർമ്മാണവ്യവസായവും

വളൻവന്നു—ബോറിങ്ങ് മഷീനുകൾ, പ്ലെയിനിങ്ങ് മഷീനുകൾ, ഈൎച്ചവാൾയന്ത്രങ്ങൾ, പവർ ഹാമറുകൾ, പമ്പിങ മഷീനുകൾ എന്നിങ്ങനെ പല യന്ത്രങ്ങളും.

ഇത്തരം യന്ത്രങ്ങളെക്കൊണ്ടു ലോഹങ്ങളെ ഏതുരൂപത്തിലുമാക്കാൻ എളുപ്പമായിരുന്നു—പ്രത്യേകിച്ചും ഇരുമ്പും ഉരുക്കും. വ്യവസായവിപ്ലവത്തിന്നാവശ്യമായ പല യന്ത്രങ്ങളും ഉണ്ടാക്കിത്തുടങ്ങിയതിങ്ങനെയാണു്. 'മഷീൻ ടൂൾ' വ്യവസായം ഇംഗ്ലണ്ടിലാകെ വ്യാപിച്ചു. പുതിയ കമ്പനികൾ സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടു. വ്യവസായവിപ്ലവംകൊണ്ടു ജോലി നഷ്ടപ്പെട്ട പല കൈവേലക്കാൎക്കും മഷീൻടൂൾവ്യവസായത്തിൽ ജോലി ലഭിച്ചു.

പത്തൊമ്പതാം നൂററാണ്ടിൻെറ തുടക്കത്തിൽ ഇംഗ്ലണ്ടിൽ, വ്യവസായവിപ്ലവം അനവധി കുതിരശക്തിയോടെ ഇരമ്പിക്കയറുകയായിരുന്നു. പിന്നീട്ട് അതു ഫ്രാൻസിലേക്കും ജൎമ്മനിയിലേക്കും വ്യാപിച്ചു. കുറച്ചു കഴിഞ്ഞപ്പോൾ മറ്റു യൂറോപ്യൻരാജ്യങ്ങളിലേക്കും, അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലേക്കുംകൂടി വ്യവസായവിപ്ലവം എത്തി. 19-ാം നൂററാണ്ടിൽ ആദ്യം ആവികൊണ്ടുള്ള 'ലോക്കോമോട്ടീവ്'കൾ നിലവിൽ വന്നു. വണ്ടിയോടിക്കാനും ബോട്ടുകളോടിക്കാനും ഇത്തരം എൻജിൻ ഉപയോഗിച്ചു. ഗതാഗതസൗകൎയ്യം പതിന്മടങ്ങധികമായി. അസംസ്കൃതവസ്തുക്കൾ ഫാക്ടറിയിലേക്കും, ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ കമ്പോളത്തിലേക്കുമെത്തിക്കാൻ ഈ വേഗംകൂടിയ ഗതാഗതവ്യവസ്ഥ വളരെയേറെ സഹായിച്ചു. ഉൽപാദനവും വിതരണവും കാൎയ്യക്ഷമമായി. വിദ്യുച്ഛക്തി വന്നതോടെ വ്യവസായത്തിൽ മറ്റൊരു പരിവൎത്തനമുളവായി.

വ്യവസായവിപ്ലവം, വരാനിരിക്കുന്ന സാമൂഹ്യ

വിപ്ലവത്തിൻെറ മുന്നോടിയായിരുന്നു. ഇംഗ്ലണ്ടിലാണ് ഈ മാററങ്ങൾ ആദ്യം അനുഭവപ്പെട്ടതു്. ഉൽപാദനം വളരെയേറെ വദ്ധിച്ചുവെങ്കിലും, അതുകൊണ്ടുള്ള ഗുണ ഗണങ്ങൾ ലഭിച്ചതു ചുരുക്കം ചിലക്കു മാത്രമാണ്. അസ മമായ സാമൂഹ്യവളർച്ചയാണ് ഉണ്ടായതു്. ബിസിനസ്സി ലേപ്പെട്ടവർ ഭയങ്കര ലാഭം നേടി. തൊഴിലാളിവർഗ്ഗത്തി ന്നതിൻെറ മെച്ചം ലഭിച്ചില്ല. യന്ത്രവൽക്കരണം വന്ന തോടെ, അല്പം വൈദഗ്ദ്ധ്യമുള്ളവരെ മാത്രമേ തൊഴിലാ ളികളായി എട്ടക്കാവൂ എന്നും വന്നു. കൈത്തൊഴിലുക ളിലെ പരിചയം ഫാക്ടറികളിൽ അത്രയൊന്നും വില പ്പോകാതായി. മുതലാളികളും തൊഴിലാളികളുംതമ്മിലു ള്ള അന്തരങ്ങൾ വർദ്ധിപ്പിക്കാനും മഷീനുകൾ സഹാ യിച്ചു. ഇത്തരം മഷീനുകളുടേയോ ആവിയെൻജിൻേറ യോ ഉടമസ്ഥത തൊഴിലാളിക്കു ലഭിക്കാനിടയില്ലല്ലോ— അത്രയും ചെലവുകൂടിയ ഏർപ്പാട്ടകളാണവ. കെട്ടിടങ്ങ ളുടേയും യന്ത്രങ്ങളുടേയും ഉടമാവകാശം മുതലാളിമാക്കാ ണ്. അതേസമയം, ഫാക്ടറിയിലെ യന്ത്രങ്ങളെ പ്രവത്തി പ്പിക്കാൻ തൊഴിലാളികൾ വേണംതാനും. വർഗ്ഗസമരം മൂർച്ഛിച്ചു. 'കമ്മ്യൂണിസ്റ്റാ'ശയങ്ങൾ നാടെങ്ങും പരന്നു.

വ്യവസായവൽക്കരണത്തിൻെറ ആദ്യഫലങ്ങൾ എത്ര മോശമായിത്തോന്നിയാലും, അതെല്ലാവക്കും ഗുണം ചെയ്തു. ഉൽപാദനം വദ്ധിച്ചു; ഉൽപന്നങ്ങളധികം ഇറ ങ്ങി. കൂലി കൂടി; ജോലിസമയം കുറേശ്ശയായി കുറയാ നും തുടങ്ങി. ഉൽപന്നങ്ങൾ തൊഴിലാളികൾക്കുതന്നെ വാങ്ങാമെന്ന നില വന്നു. ജീവിതത്തിലവക്കു കൂടുതൽ വിശ്രമവും വിനോദിക്കാനവസരവും ലഭിച്ചു. വ്യവസാ

യവളച്ച്യയോടെ, ശാസ്ത്രീയഗവേഷണത്തിന്റെ ആവശ്യം വർദ്ധിച്ചു. വിജ്ഞാനപുരോഗതി, ടെക്നോളജിയിലും പരിവർത്തനങ്ങൾ വരുത്തി. ഉദാ: ഇലക്ട്രിക്കൽ വ്യവസായം. ഇതിൻെറയെല്ലാം ഫലമായി ലക്ഷക്കണക്കിലാളുകൾക്ക പുതിയ ജോലികളും ലഭിച്ചു.

അദ്ധ്യായം 12

രസതന്ത്രപുരോഗതി

18-ാം നൂററാണ്ടിന്റെ അവസാനദശകങ്ങൾ: കെമിസ്ട്രിയിൽ വിപ്ലവം നടക്കുന്നൊരു കാലമാണതു്. ദുർബ്ബലങ്ങളായ പഴയ ആശയങ്ങൾക്കു സ്ഥാനഭ്രംശം വന്നു. എങ്ങും പുതിയ ആശയങ്ങൾ പ്രതിഷ്ഠിക്കപ്പെട്ടു. ക്ഷമാപൂർവ്വമുള്ള ഗവേഷണങ്ങളുടെ മധുരഫലങ്ങളായിരുന്നു അവ. അനവധി വസ്തുക്കളെ ശേഖരിക്കുക, പരിശോധിക്കുക, തൂക്കിനോക്കുക, തിരിച്ചറിയുക, പല വാതകങ്ങളേയും വേർതിരിക്കുക ഇതെല്ലാം നടന്നതക്കാലത്താണു്. വായുവും വാതകവും രണ്ടും രണ്ടാണെന്നും കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. നാം ശ്വസിക്കുന്ന വായുവിൽ പല വാതകങ്ങളും അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടു്. ഇവയിൽ പ്രധാനം നൈട്രജനും ഓക്സിജനുമാണു്. ഗവേഷണപരമ്പരകളെത്തുടൎന്നു്, കെമിസ്ട്രി സ്വതന്ത്രമായൊരു ശാസ്ത്രമായി വളൎന്നുവെന്നു പറഞ്ഞാൽ മതിയല്ലോ.

വാതകങ്ങൾ സംഭരിക്കാനുള്ള ഒരു പാത്രം (ന്യൂമാറ്റിക് ട്രഫ്) കെമിസ്ട്രി ലാബറട്ടറിയിലെ ഒരു പ്രധാന ഉപകരണമായിത്തീൎന്നു. ഇംഗ്ലീഷ്ശാസ്ത്രജ്ഞനായ റവ: സ്റ്റീഫൻ ഹെയിൽസ് ആണു് ഈ 'ട്രഫ്' കണ്ടുപിടിച്ചതു്. റിട്ടോർട്ടുകളിൽനിന്നുള്ള ഈ കുഴലിൽക്കൂടി വരുന്ന വാതകത്തെ, തലകീഴാക്കി വെള്ളംനിറച്ച ഒരു പാത്രത്തിലാണു ശേഖരിച്ചിരുന്നതു്. വെള്ളത്തിലലിയാത്ത വാതകങ്ങൾക്കു വെള്ളവും, അല്ലാത്തതിന്നു രസവുമാണു് ഉപയോഗിച്ചിരുന്നതു്. നമ്മുടെ വിദ്യാലയങ്ങ

ളിലെ പരീക്ഷണശാലകളിലെ വായുസംഭരണികൾ വാസ്തവത്തിൽ ന്യൂമാററിക് ട്രഫുകളാണ്.

സോഡ, ലെമനേഡ് മുതലായ പാനീയങ്ങളുണ്ടാക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന കാർബൺഡയോക്സൈഡിനെ കണ്ടുപിടിച്ചു വേർതിരിച്ചതിക്കാലത്താണ്. ഗ്ലാസ്ഗോവിലെ പ്രൊഫസറായിരുന്ന ജോസഫ് ബ്ലാക്ക് (1728—'99) ഇതിനെ 'സ്ഥിരവായു' എന്നാണു വിളിച്ചത്. 1756-ലാണ് ബ്ലാക്ക്, തൻെറ കണ്ടുപിടുത്തം ഒരു പ്രബന്ധരൂപത്തിൽ റിപ്പോർട്ടുചെയ്തത്. നേരിയ ഒരു ക്ഷാരം കണ്ടുപിടിക്കാനുള്ള ശ്രമത്തിനിടയിലാണിതു സംഭവിച്ചത്.

മനുഷ്യരുടെ കിഡ്നികളിലും ബ്ലാഡറിലു(മൂത്രാശയം)മുള്ള 'കല്ലു'കളെ നീക്കംചെയ്യാൻ പററിയൊരു ഔഷധക്ഷാരം കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിൽ വ്യാപൃതനായ ബ്ലാക്കിന്ന്, മറെറാന്നാണു ലഭിച്ചത്.

ചുണ്ണാമ്പുകല്ലിനെ ചൂടാക്കിയാലതിൻെറ തൂക്കത്തിലൊരു ഭാഗം നഷ്ടപ്പെടുന്നുണ്ടെന്ന് അദ്ദേഹം കണ്ടു. അതിലടങ്ങിയ'കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ്,'വായുവിൽ ലയിക്കുന്നതാണിതിന്നു കാരണം. ഇങ്ങനെ ലഭിച്ച നൂറിൽ, വെള്ളം ചേർത്ത് അതിൽ സോഡാ കാർബണേററും കൂട്ടി. (സോഡാകാർബണേറ്റിൽ കാർബൺഡയോക്സൈഡുണ്ട്). കാർബൺഡയോക്സൈഡ്നൂറുമായിച്ചേർന്നു വീണ്ടും ചുണ്ണാമ്പുകല്ലായിത്തീർന്നു! ഇവിടെ ബ്ലാക്ക്, ഒരു വസ്തുവിനെ രണ്ടാക്കിത്തിരിക്കുകയും, രണ്ടു വസ്തുക്കളെച്ചേർത്ത് ആദ്യത്തെ വസ്തുവുണ്ടാക്കുകയും ചെയ്തു! ഇദംപ്രഥമമായൊരനുഭവമായിരുന്നു ഇത്.

ഒരു രാസപ്രക്രിയയുടെ വിവിധവശങ്ങളാദ്യമായി

വിവരിച്ചതു ബ്ലാക്കിൻെറ മേൽപ്പറഞ്ഞ പ്രബന്ധമാണ്. വായുവിൽനിന്നു വ്യത്യസ്തമായൊരു വാതകമിതാ കണ്ടു പിടിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു—'സ്ഥിരവായു', അഥവാ 'കാർബൻഡയോക്സൈഡ്'. അതു സ്വതന്ത്രമായി നിലനില്ക്കുന്നതാണെന്നദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. മററു വസ്തുക്കളുമായും അതു യോജിക്കും. ഒരു രാസവസ്തുവിൽനിന്നു മറെറാന്നിലേക്കു വാതകങ്ങളെ മാററാനതിന്നു കഴിയും. സ്വന്തമായി സ്വഭാവങ്ങളുള്ള പദാർത്ഥങ്ങളാവും ഒരു രാസപ്രക്രിയയുടെ ഫലമായുണ്ടാവുക.

ഫിസിക്സിലും കെമിസ്ത്രിയിലും ബ്ലാക്ക് ഒരു ആചാര്യനായിരുന്നു. ഉഷ്ണതയും ചൂടും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം ആദ്യമായവതരിപ്പിച്ചതു ബ്ലാക്കാണ്. ചൂടിൻെറ ആധിക്യമാണൊന്ന് (ഹീററ്); മറേറതാകട്ടെ (ഉഷ്ണത അഥവാ 'ടെംപറേച്ചർ') അതിന്റെ തീക്ഷ്ണതയെ കാണിക്കുന്നു. വെള്ളം ആവിയാവാൻ 'ലേറ്റെന്റ്ഹീററ്' വേണമെന്നു മുമ്പു സൂചിപ്പിച്ചുവല്ലൊ. ഇതിനെപ്പററിയുള്ള ആശയവും അദ്ദേഹം വിശദമാക്കി.

കാർബൻഡയോക്സൈഡിനെ വേർതിരിച്ചു പത്തു കൊല്ലമായപ്പോൾ 'കത്തിക്കാളുന്നൊരു വാതകം' വേർതിരിക്കപ്പെട്ടു. 1766-ൽ, ഹെൻറി കാവെൻഡിഷ് ആണ് ഇതിനെപ്പറ്റി—ഹൈഡ്രജനെപ്പറ്റി—ഒരു ലേഖനത്തിലാദ്യമായി പ്രസ്താവിച്ചതു്. സയൻസിൻെറ ചരിത്രത്തിൽ കാവെൻഡിഷിന്നു വലിയ സ്ഥാനമാണുള്ളതു്. സമ്പന്നനും, ലജ്ജാശീലനും, സ്ത്രീവിദ്വേഷിയുമായിരുന്നുവത്രെ ഈ തത്വചിന്തകൻ! രസതന്ത്രപരീക്ഷണമായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ തൊഴിലും വിനോദവും. 'പണ്ഡിതന്മാരിൽവെച്ചേററവും ധനികനും, ധനികരിൽവെച്ചേറ്റവും പണ്ഡിതനു'മായിരുന്നു, കാവെൻഡിഷ്. 'കാവെൻ

ഡിഷ് ഫിസിക്കൽ ലാബറട്ടറി' അദ്ദേഹത്തിൻെറ സ്മരണയെ ഇന്നും പുലൎത്തുന്നു.

അമ്ലങ്ങളിൽ ലോഹങ്ങളലിയിപ്പിച്ചാണ്, കാവെൻഡിഷ്, ഹൈഡ്രജനുണ്ടാക്കിയതു്. തുത്തനാകം, ഇയ്യം, ഇരുമ്പ് എന്നീ ലോഹങ്ങളുപയോഗിക്കുമ്പോൾ, എത്ര ഹൈഡ്രജൻ ലഭിക്കുന്നുണ്ടെന്നും അദ്ദേഹം കൃത്യമായി കണക്കാക്കിയത്രെ. ഓക്സിജനും—'ജ്വലിക്കുന്ന വാതകം'—താൻ കണ്ടുപിടിച്ചുവെന്നു കാവെൻഡിഷ് പറഞ്ഞു. വെള്ളത്തിൽ ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും എത്രയുണ്ടെന്നു കണക്കാക്കാനും അദ്ദേഹം മുതിൎന്നു.

18-ാം നൂററാണ്ടിൽ, വേർതിരിക്കപ്പെട്ട പ്രധാനമായൊരു വാതകമാണ് ഓക്സിജൻ. പ്രകൃതിയിലേററവുമധികമുള്ള മൂലകമാണിതു്. ഭൂഗോളത്തിൻെറ തൂക്കത്തിൽ പകുതിയും ഓക്സിജനാണെന്നു പറയാം. മററു പല മൂലകങ്ങളുമായും ചേൎന്നാണു ഭൂമിയുടെ പുറംതോട്ടിലതുള്ളതു്. സമുദ്രജലത്തിലാകട്ടെ, മൂന്നിലൊന്നു് ഓക്സിജനാണ്. (വെള്ളത്തിന്റെ ഒരു മോളിക്യൂളിൽ രണ്ടു് ആറ്റം ഹൈഡ്രജനും ഒരു ആറ്റം ഓക്സിജനുമാണുള്ളതു്.) നാം ശ്വസിക്കുന്ന വായുവിൻെറ അഞ്ചിലൊന്നു് ഓക്സിജനാണ്. പ്രകൃതിയിൽ സൎവ്വസാധാരണമാണതെന്നു മാത്രമല്ല, ജ്വലനത്തിന്നും ശ്വസനത്തിന്നും അതു കൂടിയേ കഴിയൂ. മററു മൂലകങ്ങളുമായിച്ചേൎന്ന് അതു പല കോമ്പൗണ്ടുകളും (വെള്ളം, തുരുമ്പ് എന്നിങ്ങനെ) ആയിത്തീരുന്നു. ഇതെല്ലാം ഏതു വിദ്യാൎത്ഥിക്കുമറിയാം. എന്നാൽ, പതിനെട്ടാം നൂററാണ്ടിൻെറ തുടക്കത്തിലിതൊന്നും ആൎക്കും അറിഞ്ഞുകൂടായിരുന്നു. മൂന്നുപേരാണ് ഓക്സിജൻ കണ്ടുപിടിച്ചതിന്നു് ഉത്തരവാദികൾ—പ്രീസ്റ്റ്ലി, ഷീൽ, ലവോയ്സ്യർ.

പല ശാസ്ത്രങ്ങളിലും വ്യാപൃതനായിരുന്ന, ജോസഫ്

പ്രീസ്റ്റ്ലി (1703—1804). 1774 ആഗസ്റ്റിലാണ്, ആദ്യമായി അദ്ദേഹം ഓക്സിജൻ ഉൽപാദിപ്പിച്ചതു്. ശക്തിയുള്ളൊരു ലെൻസുകൊണ്ട സൂര്യരശ്മിയെ കേന്ദ്രീകരിപ്പിച്ച 'മെർക്യൂരിക്ക് ഓക്സൈഡി'നെ അദ്ദേഹം ചൂടാക്കി. പ്രീസ്റ്റ്ലി പറഞ്ഞു, വായുവിൽനിന്നു 'ഫ്ളോജിസ്റ്റോൺ' ആട്ടിയോടിക്കപ്പെട്ടതാണു തൻെറ ഭരണിയിൽ വന്നുചേൎന്ന വാതകമെന്നു്! വാസ്തവത്തിലിതു് ഓക്സിജനായിരുന്നു. മങ്ങിക്കത്തിയിരുന്ന ഒരു മെഴുകുതിരി ഈ വാതകത്തിൽ, ശക്തിയായി ജ്വലിച്ചുവെന്നും അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു.

താൻെറ ലെൻസുകൊണ്ട പല വസ്തുക്കളേയും പ്രീസ്റ്റ്ലി ചൂടാക്കി. മറ്റു പല 'വാതക'ങ്ങളും അദ്ദേഹം ലാബറട്ടറിയിൽ നിൎമ്മിച്ചിരുന്നു. ക്ഷാരഗുണമുള്ള വായു (അമോണിയ), നൈട്രസ്'വായു (നൈട്രിക്കുമ്ലം), ഉഗ്രാമ്ലവായു (സൾഫർ ഡയോക്സൈഡ്), സമുദ്രാമ്ലവായു(ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ്) എന്നിങ്ങനെയുള്ള പേരിലാണീ 'വായു'ക്കളെ അദ്ദേഹം വിളിച്ചതു്. എന്നാൽ ഓക്സിജൻ കണ്ടുപിടിച്ചതോടെ അദ്ദേഹമെഴുതി: "സാധാരണവായുവിനേക്കാൾ ശ്വാസോച്ഛ്വാസത്തിന്നു് അഞ്ചാറിരട്ടി പറ്റിയതാണീ വായു." ജ്വലനത്തിന്നും മറെറല്ലാററിന്നും പററിയതാണിതു്. സാധാരണവായുവിൽ ജീവിക്കുന്നതിനേക്കാൾ സുഖമായി ചുണ്ടെലികൾ ഈ പുതിയ വായുവിൽ ജീവിക്കുന്നുണ്ടെന്നും അദ്ദേഹം പരീക്ഷിച്ചു മനസ്സിലാക്കി.

പ്രീസ്റ്റ്ലിയുടെ ജീവിതം ദുഷ്കരമായിരുന്നു. മതത്തിലായാലും രാഷ്ട്രീയത്തിലായാലും വിശാലമായ ആശയങ്ങളാണു് അദ്ദേഹത്തിന്നുണ്ടായിരുന്നതു്. ഇതുകാരണം ഉദ്യോഗം മാത്രമല്ല, വാസസ്ഥലംപോലും പലപ്പോഴും അദ്ദേഹത്തിന്നു മാറേറണ്ടിവന്നു. ഒരു ട്യൂട്ടറായും, സ്ക്കൂൾ

മാസ്റ്ററായും, സാഹിത്യകാരനായും, പുരോഹിതനായും അദ്ദേഹം ജോലിനോക്കി. ഏററവും നല്ലകാലം ചെലവഴിച്ചതു ബർമിങ്ങാമിലാണ്—ബോൾടൺ, വാട്ട്, എരാസ്മസ് ഡാവ്വിൻ എന്നിവരുടെ സ്നേഹിതനായിരുന്നു അദ്ദേഹം. പക്ഷേ, 1791-ൽ, ഒരു ജനക്കൂട്ടം വന്നു ബർമിങ്ങാമിലുള്ള പ്രീസ്റ്റ്ലിയുടെ ഭവനത്തെ കത്തിച്ചു ചാമ്പലാക്കി; പ്രീസ്റ്റ്ലി, ഫ്രെഞ്ചുവിപ്ലവത്തോട്ട് അനുഭാവം കാണിച്ചതാണത്രേ ഇതിനു കാരണം! മൂന്നുവഷത്തിനു ശേഷം മാതൃഭൂമി വിട്ട്, പ്രീസ്റ്റ്ലി അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിലേക്കു കുടിയേറിപ്പാത്തു. മരണംവരെ (1804) അദ്ദേഹം പെൻസിൽവേണിയയിലാണു താമസിച്ചതു്.

സ്വീഡനിൽ താമസിച്ചിരുന്ന ഔഷധനിമ്മാതാവായ വില്യം ഷീൽ (1742—'86) ഓക്സിജനെ വേർതിരിച്ചെടുത്ത ഒരു ജമ്മൻശാസ്ത്രജ്ഞനാണ്. 'വായുവും തീയും' എന്ന ലേഖനത്തിൽ (1777) ഓക്സിജൻനിമ്മാണത്തിന്റെ പല രീതികളും അദ്ദേഹം വണ്ണിച്ചു. 'മാംഗനീസ് ഡയോക്സൈഡ്' നന്നായിംപ്പാടിച്ച്, അതിനെ 'സൾഫ്യൂരിക്കമ്ല'വുമായിച്ചേക്കലായിരുന്നു, ഒരു വഴി. ഒരു തോൽസഞ്ചിയിലാണിങ്ങനെ ഉണ്ടാക്കിയ ഓക്സിജനെ അദ്ദേഹം ശേഖരിച്ചതു്. 1773-നു മുമ്പാണ്, മേൽപ്പറഞ്ഞ ലേഖനത്തിലധികഭാഗവും അദ്ദേഹം തയ്യാറാക്കിയതു്. അതിനാൽ, പ്രീസ്റ്റ്ലിക്കു മുമ്പുതന്നെ ഷീൽ, ഓക്സിജനുണ്ടാക്കിയെന്നുവേണം കരുതാൻ. 'അഗ്നിവായു' എന്നാണതിന്നദ്ദേഹം നൽകിയ പേർ. തൻെറ ലേഖനത്തിൽ, അന്തരീക്ഷവായുവിൽ, 'അഗ്നിവായു' എന്നും 'ചീത്തവായു' എന്നും രണ്ടു വായുക്കളുണ്ടെന്നദ്ദേഹം പ്രസ്താവിച്ചു. അഗ്നിവായു ഓക്സിജനും, ചീത്തവായു നൈട്രജനുമാണ്.

ദരിദ്രനും പ്രയത്നശാലിയുമായ ഷീൽ, ഏററവും

പ്രസിദ്ധനായ ഫാർമസിസ്റ്ററുകളിൽ ഒരാളായിരുന്നു. ക്ലോറിൻ, മാംഗനീസ്, ഹൈഡ്രോക്ലോറിക്കമ്ലം, ഗ്ലിസറോൾ, കോപ്പർ ആർസനൈററ് (ഇതിനെ 'ഷീലിന്റെ പച്ച' എന്നു പറയുന്നു)—ഇങ്ങനെ പലതിനെപ്പറ്റിയും അദ്ദേഹം പഠനം നടത്തി. വെള്ളിയുടെ ലവണങ്ങൾ (ഉദാ: സിൽവർ നൈട്രേററ്) വെളിച്ചവുമായിച്ചേന്നാൽ ഉണ്ടാവുന്ന ഫലങ്ങളും അദ്ദേഹം പഠിച്ചു. ഇതാണു പിന്നീട്ട ഫോട്ടോഗ്രാഫിക്കു വഴിവെച്ചതു്.

പ്രീസ്റ്റ്ലിയും ഷീലും ഓക്സിജനുണ്ടാക്കിയെങ്കിലും, ഓക്സിജൻെറ ഗുണങ്ങളെപ്പററി അവക്കുള്ള അറിവ് വിരളമായിരുന്നു. ഇക്കാര്യത്തിൽ ലവോയ്സ്യർ, (1743—'94) കുറെക്കൂടി മുന്നിൽ കടന്നു. ഉന്നതകുലജാതനായ ഈ ഫ്രഞ്ചുശാസ്ത്രജ്ഞൻ പറഞ്ഞു, ഏതുതരം ദഹനത്തിന്നും, ജ്വലനത്തിന്നും, ശ്വസനത്തിന്നും, തുരുമ്പുപിടിക്കലിന്നും ഓക്സിജനാണുത്തരവാദിയെന്നു്. വേഗംകൂടിയ ഓക്സിഡേഷനാണു ജ്വലനം എന്നു പറയാം. തുരുമ്പുപിടിക്കലാകട്ടെ, വേഗംകുറഞ്ഞ ഓക്സിഡേഷനാണു്. ലവോയ്സ്യരുടെ അക്ഷീണപരീക്ഷണങ്ങളാണു 'ഫ്ളോജിസ്റ്റോൺസിദ്ധാന്ത'ത്തെ തകർത്തതു്. കത്തുന്നതിൻെറ ഫലമായി 'ഫ്ളോജിസ്റ്റോണു'ണ്ടാവുമെന്ന തെററായ സിദ്ധാന്തം തിരുത്തപ്പെട്ടു. 'ഓക്സിജൻ' എന്ന വാക്കു് ആദ്യമായുപയോഗിച്ചതും ലവോയ്സ്യരാണു്. 'അമ്ലജം' എന്നാണു് ആ വാക്കിന്നത്ഥം. വെള്ളത്തിൻെറ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ, സൾഫർ, ഫോസ്ഫറസ് മുതലായ വസ്തുക്കൾ അമ്ലങ്ങളായിത്തീരുമെന്നും അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി.

ലവോയ്സ്യർ കെമിസ്ട്രിക്കു നല്കിയ ഏററവും വലിയ സംഭാവനയാണു് ഓക്സിജൻ. ഇതിനാൽ ആധുനിക കെമിസ്ട്രിയുടെ പിതാവ് ലവോയ്സ്യരാണെന്നു

തന്നെ പറയാം. എല്ലാ കാൎയ്യങ്ങളിലും താല്പൎയ്യമുള്ള ലവോയ്സ്യർ വലിയൊരു പരീക്ഷണകുതുകിയായിരുന്നു. ഒരു വൈരക്കല്ലു കത്തിച്ച് അതു കരിയാണെന്ന് അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. ഓക്സിജനും ഹൈഡ്രജനും കൂട്ടിച്ചേൎത്ത് വെള്ളമുണ്ടാക്കാമെന്ന കാവെൻഡിഷിൻെറ പരീക്ഷണം ലവോയ്സ്യറും നടത്തിയത്രെ.

പലതരം ലാബറട്ടറിയുപകരണങ്ങളും അദ്ദേഹം ഉണ്ടാക്കി. കൃത്യതയുള്ള തുലാസുകളും അളവുയന്ത്രങ്ങളും കൊണ്ടു മുമ്പൊന്നുമുണ്ടാവാത്തവിധം വസ്തുക്കളെ തൂക്കാനും അളക്കാനും അദ്ദേഹത്തിന്നു കഴിഞ്ഞു. രാസപ്രക്രിയകളിൽ 'ശക്തിസംഭരണനിയമം' പ്രവൎത്തിക്കുന്നുണ്ടെന്നു് അദ്ദേഹമാണ് ആദ്യമായിപ്പറഞ്ഞതു്. "ഒന്നും സ്വയമുണ്ടാവുന്നില്ല. ഓരോ പ്രക്രിയയുടേയും തുടക്കത്തിലും അവസാനത്തിലും, അതിലുള്ള വസ്തുക്കളാകെ തുല്യമായിരിക്കും... അവയ്ക്കു ചില കുററങ്ങൾ വന്നിട്ടുണ്ടാവുമെന്നു മാത്രം," എന്നാണ് ലവോയ്സ്യർ പറഞ്ഞതു്.

'മൂലകങ്ങൾ' എന്ന ആശയം ആദ്യമായി കെമിസ്ട്രിയിൽ കൊണ്ടുവന്നു വിശദീകരിച്ചതു് അദ്ദേഹമാണ്. മൂലകത്തിനെ രസതന്ത്രപരമായി വിച്ഛേദിക്കാൻ കഴിയില്ലെന്നു് അദ്ദേഹം വ്യക്തമാക്കി. മൂലകങ്ങളെ അദ്ദേഹം നാലാക്കിത്തിരിച്ചു: 1. 'അളക്കാൻ വയ്യാത്തതു്'—വെളിച്ചം, ചൂട്, ഓക്സിജൻ, നൈട്രജൻ, ഹൈഡ്രജൻ എന്നിവ. 2. ഓക്സിജനുമായി ചേരുമ്പോൾ അമ്ലമായിത്തീരുന്നവ—ഗന്ധകം, കാർബൺ, ഫോസ്ഫറസ് എന്നിവ. 3. ഓക്സിജനുമായിച്ചേൎന്ന് അതാതിൻെറ ഓക്സൈഡാവുന്ന ലോഹങ്ങൾ—വെള്ളി, ആർസനിക്, ആന്റിമണി, ചെമ്പ്, ഇരുമ്പ്, സ്വൎണ്ണം എന്നിവ. 4. മണ്ണുകൾ—ചുണ്ണാമ്പ്, മാഗ്നീസ്യ, അലുമിന, സിലിക്ക എന്നി

ങ്ങനെ. ലവോയ്സ്യറുടെ ലിസ്റ്റിൽപ്പെട്ട പല മൂലകങ്ങളും (വെളിച്ചം, ചൂട്, ചുണ്ണാമ്പ്, അലുമിന എന്നിവ) മൂലകങ്ങളല്ലെന്നു നമുക്കറിയാം. എങ്കിലും യഥാൎത്ഥത്തിൽ മൂലകങ്ങളായ 23 വസ്തുക്കൾ അദ്ദേഹത്തിൻെറ പട്ടികയിൽപ്പെട്ടിരുന്നു.

1787-ൽ, ലവോയ്സ്യർ മറ്റു രണ്ടു രസതന്ത്രജ്ഞന്മാരുമായി കൂടിയാലോചിച്ച് (സീമോവോ, ബെത്തലറ്റ് എന്നിവർ) കെമിസ്ട്രിയിൽ അംഗീകരിക്കേണ്ട പുതിയ നാമകരണവ്യവസ്ഥയെപ്പററി ഒരു പ്രബന്ധം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. വസ്തുക്കളുടെ രാസഗുണങ്ങൾക്കനുസരിച്ചാണ് അവയ്ക്കു പേർ കൊടുക്കേണ്ടതെന്നാണ് അവർ നിർദ്ദേശിച്ചതു്. ഇതിന്നുമുമ്പ്, തോന്നിയവിധമായിരുന്നു പേരുകൾ ഇട്ടിരുന്നതു്. അങ്ങനെ അഗ്നിവായു, ഓക്സിജൻ ആയി; സ്ഥിരവായു, കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് ആയി; കത്തുന്ന വായു, ഹൈഡ്രജനായി. കെമിസ്ട്രിക്കു സ്വന്തമായ ഒരു ഭാഷ വളൎന്നുവന്നു.

1789-ൽ ആണു് ലവോയ്സ്യർ, രസതന്ത്രപ്രമാണങ്ങളുടെ ഒന്നാമത്തെ പാഠ്യപുസ്തകമെന്നു പറയാവുന്ന തൻെറ കൃതി പ്രസിദ്ധീകരിച്ചതു്.

ഫ്രഞ്ച്വിപ്ലവത്തിൻെറ കാലത്തു ജീവിച്ചിരുന്ന ഏററവും വലിയ ശാസ്ത്രജ്ഞനദ്ദേഹമായിരുന്നു. പല ജോലികളും അദ്ദേഹത്തിന്നേൽപ്പിക്കപ്പെട്ടു. വെടിമരുന്നുണ്ടാക്കലായിരുന്നു മുഖ്യമായൊരു കടമ. എന്നാൽ തീവ്രവാദികളായ ചില വിപ്ലവകാരികൾക്കു പ്രഭുകുടുംബത്തിൽപ്പിറന്ന ലവോയ്സ്യറെ ശങ്കയായിരുന്നു. എന്തിനേറെ? 1792-ൽ, മദ്ധ്യകപ്രഭുക്കളിൽച്ചിലരെ ബന്ധനസ്ഥരാക്കിയകൂട്ടത്തിലിദ്ദേഹത്തെയും വിപ്ലവകാരികൾ പിടിച്ചു. ആറുമാസത്തിന്നുശേഷം അവരെയെല്ലാം

വിപ്ലവക്കോടതിമുമ്പാകെ ഹാജരാക്കി. ലവോയ്സ്യറും, വേറെ രണ്ടുപേരും മരണശിക്ഷയ്ക്കു വിധിക്കപ്പെട്ടു. മേയ് 8-ാം തീയതി അവരെ 'ഗില്ലോട്ടിൻ'ചെയ്തു. ലവോയ്സ്യറെ വധിച്ചതിനെപ്പററി ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനായ ലാഗ്രാങ്ങ് ഇങ്ങനെ പറഞ്ഞുവത്രെ: "ഒരു ഞൊടിയിൽ, ആ തല അററുവീണു. അത്തരമൊരു തലയ്ക്കുവേണ്ടി നമുക്കിനി എത്ര നൂററാണ്ടു കാത്തിരിക്കണമാവോ?"

18-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനം, ബ്ലാക്ക്, കാവെൻഡിഷ്, പ്രീസ്റ്റ്ലി, ഷീൽ, ലവോയ്സ്യർ മുതലായവരുടെ പ്രവത്തനഫലമായി കെമിസ്ട്രിക്കു് അടിത്തറയുണ്ടായി. ഇതുവരെ ഓരോന്നിലും എന്തെല്ലാമടങ്ങിയിട്ടുണ്ടെന്നതായിരുന്നു അന്വേഷണമെങ്കിൽ, ഇപ്പോൾ ഓരോന്നും എത്രയെത്രയുണ്ടു് എന്നായി പ്രശ്നം. വസ്തുക്കളുടെ ഗുണം പഠിക്കുവാൻ 'ക്വാളിറേററീവ് അനാലിസിസ്സ്', ഓരോന്നും എത്രയുണ്ടെന്നറിയാൻ 'ക്വാണ്ടിറേററീവ് അനാലിസിസ്സ്' ആവശ്യമായിവന്നു. ശാസ്ത്രീയ തുലാസ്സാണ് ഓരോന്നും എത്രയുണ്ടെന്നു പരിശോധിക്കാൻ സഹായിച്ച ഉപകരണം. വസ്തുക്കൾക്കു നാശം വരുന്നില്ല, മാററം വരുന്നേയുള്ളു എന്ന സിദ്ധാന്തം കെമിസ്ട്രിയുടെ വിശ്വാസപ്രമാണമായതും ഇക്കാലത്താണു്.

അദ്ധ്യായം 13

വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ആരംഭം

അംബർപോലുള്ള (ഒരുതരം അരക്ക്) വസ്തുക്കളെ ഒരു രോമത്തുണികൊണ്ടു വീണ്ടും വീണ്ടും തുടച്ചാലതിന്നു തൂക്കം കുറഞ്ഞ തൂവൽപോലുള്ള വസ്തുക്കളെ ആകർഷിക്കാൻ കഴിയുമെന്നു പണ്ടുതന്നെ അറിവുള്ളതായിരുന്നു. ക്രിസ്തുവിന്നുമുമ്പ് നാലാം ശതകത്തിൽ ജീവിച്ച തിയോഫ്രാസ്റ്റസ് ഇതിനെപ്പററി ചർച്ചചെയ്യുകയുണ്ടായി. റോമൻ പണ്ഡിതനായ പ്ലീനിയും, നാലു നൂററാണ്ടിനുശേഷം ഇതേകാര്യം ആവർത്തിച്ചു പറഞ്ഞു.

16-ാംനൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനം, എലിസബത്തു രാജ്ഞിയുടെ ഡോക്ടറായിരുന്ന സർ വില്യം ഗിൽബർട്ട് പല വസ്തുക്കളേയും ഇങ്ങനെ തുടച്ചുനോക്കി. ചെറുവസ്തുക്കളെ ആകഷിക്കാനുള്ള കഴിവ് ഇവയ്ക്കുണ്ടാവുന്നുണ്ടെന്നദ്ദേഹം കണ്ടു. ഈ ശക്തിക്കദ്ദേഹം 'ഇലക്ട്രിക്ക് ശക്തി' എന്നു പേരിട്ടു. (ഗ്രീക്കുഭാഷയിൽ 'അംബറി'ന്നുള്ള വാക്കിൽനിന്നു് 'ഇലക്ട്രിക്ക്' എന്ന വാക്കുണ്ടായി.) ഗിൽബർട്ടിൻെറ നിരീക്ഷണങ്ങൾ പലരുടേയും ചിന്തകളെ ഉണർത്തിവിട്ടു. അനേകംപേർ 'ഇലക്ട്രിസിററി'യെപ്പററി ഗവേഷണംനടത്തി—18-ാംനൂറ്റാണ്ടുവരെ ഗണ്യമായ ഫലങ്ങളൊന്നുമുണ്ടായില്ല.

18-ാംശതകത്തിൽ, ഉരസലിൽനിന്നുളവാകുന്ന ഇലക്ട്രിക് ചാർജ്ജുകളുണ്ടാക്കുവാനാണ് അധികമാളുകളും പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിയതു്. ഏതു വസ്തുവിനെ തുടക്കുന്നുവോ അതിന്നൊരു ചാർജ്ജു കിട്ടുന്നു. ഒരു റബ്ബർചീപ്പ്

കൊണ്ടു നാലഞ്ചുപ്രാവശ്യം മുടി ചീകിയാലതു ചെറിയ കടലാസ്സുകഷണങ്ങളെ ആകർഷിക്കുന്നതു കാണാം. 'സ്റ്റാററിക് ഇലക്ട്രിസിററി'യുടെ ഒരു ചാർജിന്നുദാഹരണമാണിതു്.

17-ാംനൂററാണ്ടിൻെറ ഉത്തരാദ്ധത്തിൽ ഓട്ടോ വോൺ ഗറിക്ക് എന്ന ജർമ്മൻശാസ്ത്രജ്ഞനുണ്ടാക്കിയ 'ഉരസൽയന്ത്ര'മാണ് ഇലക്ട്രിക് ചാർജ്ജുണ്ടാക്കുവാനാദ്യമായുപയോഗിച്ചതു്. അച്ചുതണ്ടിൽക്കിടന്നു തിരിയുന്ന ഒരു ഗന്ധകഗോളമാണതു്. ഗോളം തിരിയുമ്പോൾ വിരലുകൊണ്ടു് അതു തൊട്ടാൽ, 'ഇലക്ട്രോസ്റ്റാററിക് ചാർജ്' കിട്ടും. പ്രീസ്റ്റ്ലി, വാട്സൻ എന്നിവർ ഇതിനേക്കാൾ നല്ല ഇലക്ട്രോസ്റ്റാററിക് യന്ത്രങ്ങളുണ്ടാക്കിയെങ്കിലും, വോൺ ഗറിക്കിൻെറ യന്ത്രത്തിന്നായിരുന്നു പ്രചാരം.

സ്റ്റീഫൻ ഗ്രേ എന്ന ഇംഗ്ലീഷുകാരനാണ്, 1729-ൽ ഇലക്ട്രിസിററിയെ വാഹകവസ്തുക്കളിൽ(കണ്ടക്ടർ)ക്കൂടി കൊണ്ടുപോകാൻ കഴിയുമെന്നു തെളിയിച്ചതു്. ഏതുതരം വസ്തുവാണു വഹിക്കാനുപയോഗിക്കുന്നതെന്നതിന്നനുസരിച്ചു വിദ്യുൽവാഹകശക്തി വ്യത്യാസപ്പെടുന്നുണ്ടെന്നും ഗ്രേ പ്രസ്താവിച്ചു. ഒരു ലോഹക്കമ്പി, വിദ്യുച്ഛക്തിയെ അതിവേഗം വഹിക്കുന്നു. കട്ടപ്പുമുള്ളൊരു റബ്ബർ ചരടാകട്ടെ, അങ്ങനെ വിദ്യുച്ഛക്തിയെ വഹിക്കുന്നില്ല. ഇലക്ട്രിക്ക് കമ്പികളെ റബ്ബറുകൊണ്ടു പൊതിയുന്നതു് ഇതുകൊണ്ടാണ്. ഡെസാഗ്വലിയർ എന്ന ഫ്രഞ്ചുശാസ്ത്രജ്ഞനാണ്, 1736-ൽ വിദ്യുച്ഛക്തിയെ വഹിക്കുന്നതിൽ 'നല്ല കണ്ടക്ടർ'നും 'ചീത്ത കണ്ടക്ടർ'രുമുണ്ടെന്നു കണ്ടതു്.

ചില വസ്തുക്കൾക്കു വൈദ്യുതച്ചാർജ്ജ് ലഭിക്കുമ്പോൾ—ഉരസലാണിതിന്നു കാരണം—ചില വസ്തുക്കളെ ആകർഷിക്കാനും, മററു ചിലതിനെ അകററാനും

കഴിയും. 1734-ൽ, ലൂയി പതിന്നാലാമൻെറ ഉദ്യാനപാലകനായ ചാൾസ് ഡൂഫേ ഇതിനെപ്പററി ഒരു വിശദീകരണം നല്കി: വിദ്യുച്ഛക്തി, രണ്ടുവിധത്തിലുണ്ടു്. ഗ്ലാസ്സിൽ സിൽക്കുകൊണ്ടു് ഉരച്ചാലുണ്ടാവുന്നതാണു് ഒരുതരം. ഇതിന്നു 'സ്ഫടികവിദ്യുച്ഛക്തി'യെന്നു് അദ്ദേഹം പേരിട്ടു. ഉറച്ചു കട്ടിയായ പശകളിന്മേൽ രോമത്തുണി ഉരസിയാൽ കിട്ടുന്നതു 'പശ വിദ്യുച്ഛക്തി'യും! (അംബർ ഒരുവിധം പശയാണു്.) സ്ഫടികവിദ്യുച്ഛക്തി, അതേതരത്തിലുള്ള വിദ്യുച്ഛക്തിയോടടുക്കുന്നില്ല. അതേസമയം, പശവിദ്യുച്ഛക്തിയോടതു് അടുക്കുകയുംചെയ്യുന്നു! ഇലക്ട്രിസിററി, ഒരുവിധം ദ്രവമാണെന്നാണു് അന്നു കരുതിയിരുന്നതു്. അതിനാൽ, ഡൂഫേയുടെ തത്വത്തിന്നു്, വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ 'ദ്വിധാരാസിദ്ധാന്തം' എന്ന പേർ ലഭിച്ചു.

'ലെയ്ഡൻ ജാർ' എന്നൊരു വൈദ്യുതസംഭരണിയാണു്, വിദ്യുച്ഛക്തിയിലാളുകൾക്കുള്ള താൽപര്യം വദ്ധിപ്പിച്ചതു്. ഒരു ഭരണി; ഇയ്യംകൊണ്ടുള്ള ഒരു ലൈനിങ്ങുണ്ടു് അകത്തു്; ഇതിലാണു വിദ്യുച്ഛക്തി ശേഖരിക്കാൻ കഴിയുമെന്നു കണ്ടതു്.

ഇന്നു റേഡിയോവിലും മററും ഉപയോഗിക്കുന്നതുപോലുള്ള ഒരു 'ഇലക്ട്രിക്ക് കണ്ടൻസറാ'ണതു വാസ്തവത്തിൽ. ലെയ്ഡൻ ജാറിനെ, ശക്തിയുള്ള ഇലക്ട്രിക് ചാർജിന്നു വിധേയമാക്കാം. ആ ചാർജിനെ, പതുക്കെ മോചിപ്പിക്കാനുമതിന്നു കഴിയും—ചിലപ്പോൾ, 'ഷോക്കു'ണ്ടാക്കാനും ഇതിന്നു കഴിഞ്ഞിരുന്നു.

1745-ൽ ആണു്, ലെയ്ഡൻ ജാർ ഉണ്ടാക്കിയതു്. ഇതു കണ്ടുപിടിച്ച ഡച്ചുശാസ്ത്രജ്ഞനായ മുസ്ച്ചെൻബ്രോക്ക് താമസിച്ചിരുന്ന സ്ഥലമാണു് ലെയ്ഡൻ. ഇതേമാതിരിയൊരു ഭരണി, വോൺ ക്ലീസ്റ്റ് എന്നൊരു

ജർമ്മൻശാസ്ത്രജ്ഞനും ഉണ്ടാക്കിയത്രെ. വിദ്യുച്ഛക്തിയെ പ്പററി യൂറോപ്പിലും, റഷ്യയിലും, അമേരിക്കയിലും പലരും ഗവേഷണങ്ങൾനടത്താൻ തുടങ്ങി.

ബെഞ്ചമിൻ ഫ്രാങ്ക്ളിൻ (1706—'90) എന്ന പ്രസിദ്ധ അമേരിക്കൻ ഗവേഷകൻ ഈ ഘട്ടത്തിലാണ രംഗത്തു വന്നതു്. ചെസ്സകാര്യത്തിലെല്ലാം അഗാധപാണ്ഡിത്യമാണു് അദ്ദേഹത്തിന്നുണ്ടായിരുന്നതു്. പത്രം, അച്ചടി, പുസ്തകക്കച്ചവടം, പുസ്തകമെഴുത്തു്, നയതന്ത്രം ഇവയിലെല്ലാം അദ്ദേഹം ജീവിതത്തിൽ അപ്പപ്പോൾ ഇടപെടുകയുണ്ടായി. കണ്ണടകളുണ്ടാക്കി, അടുപ്പുണ്ടാക്കി (ഫ്രാങ്ക്ളിൻ സ്റ്റോവ്), ലൈറ്റ്നിങ്ങ് വടിയുണ്ടാക്കി (ഇടിവെട്ടേല്ക്കാതിരിക്കാൻ വലിയ കെട്ടിടങ്ങളുടെ മുകളിലുള്ള കമ്പി), കത്തീറ്റർ (മൂത്രം വലിച്ചെടുക്കാനുള്ള കുഴൽ) ഉണ്ടാക്കി. വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിൽ അദ്ദേഹം കൗതുകം പ്രദശിപ്പിച്ചു. അച്ചടിശ്ശാലകളിലുണ്ടാവുന്ന 'ലെഡ് പോയ്സനിങ്ങി'നെപ്പററി—കറുത്തീയംകൊണ്ടുള്ള വിഷം—നല്ലൊരു വിശദീകരണം അദ്ദേഹം നല്കി. പെൻസിൽവേണിയ ആശുപത്രിയുടെ മുഖ്യസ്ഥാപകനും ആദ്യത്തെ അദ്ധ്യക്ഷനും അദ്ദേഹമായിരുന്നു.

പക്ഷെ, ഫ്രാങ്ക്ളിന്റെ യോഗ്യത കിടക്കുന്നതു വിദ്യുച്ഛക്തിയെപ്പററിയുള്ള പഠനത്തിലാണു്. പ്രായോഗിക പ്രവൎത്തനത്തിലും സിദ്ധാന്തപരമായ കാര്യങ്ങളിലും അദ്ദേഹം ഒരേവിധം പ്രഗത്ഭനായിരുന്നു. നേരംപോക്കിന്നും, അച്ചടക്കപരിശീലനത്തിന്നും എല്ലാം വിദ്യുച്ഛക്തിയെപ്പററിയുള്ള ഗവേഷണം അദ്ദേഹത്തെ സഹായിച്ചുവത്രെ. 1749-ൽ, ലണ്ടനിലെ ഒരു കച്ചവടക്കാരന്നെഴുതിയ കത്തിൽ, ഫ്രാങ്ക്ളിൻ എഴുതുന്നു;

"ഉഷ്ണകാലമാണിവിടെ. ഇപ്പോൾ വിദ്യുച്ഛക്തിയെ

പ്പററിയുള്ള പ്രവൎത്തനത്തിന്നത്ര സുഖം പോരാ. അതി നാൽ, തമാശയ്ക്കു്, ഒരു വിരുന്നു നടത്താൻ തീർച്ചയാക്കി യിരിക്കയാണു്. വിരുന്നിന്നുള്ള കോഴിയെ, വിദ്യുച്ഛക്തി 'ഷോക്ക'കൊണ്ടാണു കൊല്ലുക; ലെയ്ഡൻ ജാറിൽനിന്നു ള്ള വിദ്യുച്ഛക്തിയുപയോഗിക്കുന്ന അടുപ്പിൽവെച്ചാണു് അതിനെ പാകംചെയ്യുക; ഇംഗ്ലണ്ടിലേയും, ജൎമ്മനിയിലേ യും, ഫ്രാൻസിലേയും, ഹോളണ്ടിലേയും എല്ലാ ഇലക്ട്രീ ഷ്യൻമാരുടേയും ആരോഗ്യത്തിന്നുവേണ്ടിയാണു ഞങ്ങൾ പാനോപചാരം നടത്തുക. വൈദ്യുതഗ്ലാസ്സുകളിലായിരി ക്കും പാനീയം പകൎന്നിരിക്കുക. ഇത്രയുമായാൽ വൈദ്യുത ബാറ്ററിയിൽനിന്നു് ഒരു വെടിമുഴക്കവും കേൾക്കാം!" എല്ലാം വിദ്യുച്ഛക്തിമയം!

വിദ്യുച്ഛക്തിയെപ്പററിയുള്ള ഫ്രാങ്ക്ളിൻെറ സി ദ്ധാന്തം, പിന്നീടൊരു നൂറ്റാണ്ടുകാലം, ശാസ്ത്രലോകത്തിൽ പ്രതിഷ്ഠനേടിയിരുന്നു. ഡ്യൂഫേയെപ്പോലെ ഫ്രാങ്ക്ളിനും, "വിദ്യുച്ഛക്തിയെന്നതു തൂക്കമില്ലാത്ത ഒരു ദ്രവമാണു്" എന്നും "സൂക്ഷ്മകണങ്ങളാണതിലുള്ളതു്" എന്നും പറഞ്ഞു. എന്നാൽ ഡ്യൂഫേയുടെ 'ദ്വിധാരാ'സിദ്ധാന്തത്തെ ഫ്രാങ്ക് ളിൻ ഖണ്ഡിച്ചു. ഇംഗ്ലീഷ്ശാസ്ത്രജ്ഞനായ വില്യം വാട്സന്റെ സൂചനയെത്തുടൎന്നു്, ഇലക്ട്രിസിറ്റി ഒരൊറ്റ ദ്രവമാണെന്നും, ഇതിന്നു് എങ്ങോട്ടുവേണമെങ്കിൽ ഒഴ കാൻ കഴിയുമെന്നും അദ്ദേഹം പറഞ്ഞുവത്രെ.

ഇലക്ട്രിസിററിയെ 'സ്ഫടിക'മെന്നും 'പശ'യെന്നും വേർതിരിച്ചതു ശരിയല്ലെന്നായിരുന്നു ഫ്രാങ്ക്ളിൻെറ വാദം. പകരം 'പോസിററീവ്' (+)എന്നും 'നെഗററീ വ്'(—)എന്നുമാണവയ്ക്കുദ്ദേഹം പേർകൊടുത്തതു്. ഫ്രാങ്ക് ളിൻെറ 'ഏകദ്രവ'സിദ്ധാന്തം നിരാകരിക്കപ്പെട്ടുവെ

ങ്കിലും, അദ്ദേഹമുന്നയിച്ച പോസിററീവും നെഗററീവും ഇന്നും ബാക്കിനില്ക്കുന്നു.

1752 ജൂണിലാണു്, പട്ടംപറപ്പിച്ചുകൊണ്ടുള്ള പ്രസിദ്ധ പരീക്ഷണം ഫ്രാങ്ക്ളിൻ നടത്തിയതു്. ആകാശത്തു കാണുന്ന ഇടിമിന്നൽ വൈദ്യുതാഗ്നിമാത്രമാണെന്നു് അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. ഇതിന്നായി പ്രത്യേകമൊരു ഉപകരണവും നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടു. പട്ടും മരക്കഷണങ്ങളുംകൊണ്ടുള്ള പ്രത്യേകമൊരു പട്ടമായിരുന്നു അതു്. ഇടിമിന്നലുണ്ടാവുമെന്നറിഞ്ഞാലതിനെ മേല്പോട്ടു വിടും. ഇടിമിന്നൽ പട്ടത്തെ വൈദ്യുതീകരിക്കും. പട്ടത്തിൻെറ നൂലിൽക്കൂടി അതു കീഴ്പോട്ടുവരും. പ്രത്യേകിച്ചും മഴപെയ്തു പട്ടവും നൂലുമെല്ലാം നനഞ്ഞിരിക്കുമ്പോൾ, വിദ്യുച്ഛക്തി അതിൽക്കൂടി വേഗം പ്രവഹിക്കും. ഈ വിദ്യുച്ഛക്തികൊണ്ടൊരു ലെയ്ഡൻ ജാർ ചാർജ്ജുചെയ്യാം. പല വിദ്യുൽ പരീക്ഷണങ്ങളും ഇതുകൊണ്ടു നടത്താം. ഇങ്ങനെ, ആളുകളുടെ കണ്ണുമഞ്ഞിപ്പിക്കുന്ന ഇടിമിന്നൽ വെറും വൈദ്യുതപ്രകാശമാണെന്നു് ഫ്രാങ്ക്ളിൻ വ്യക്തമാക്കി.

കെമിസ്റ്റ്രിയിലായിരുന്നു കൂടുതൽസമയം ചെലവിട്ടതെങ്കിലും, പ്രീസ്റ്റ്ലിയും കാവെൻഡിഷും വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ കാര്യത്തിലും താൽപര്യം പ്രകടിപ്പിച്ചിരുന്നു. 1767-ൽ പ്രീസ്റ്റ്ലി, 'വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഇന്നത്തെ സ്ഥിതിവിവരണം' എന്നൊരു ഗ്രന്ഥംതന്നെ പുറത്തിറക്കി—ഇലക്ട്രിസിററിയെപ്പററി അന്നറിവുള്ള എല്ലാ വിവരങ്ങളും ഇതിലുണ്ടായിരുന്നു. കാവെൻഡിഷാകട്ടെ, അനവധി വൈദ്യുതപരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി. ദൗർഭാഗ്യവശാൽ ഈ പരീക്ഷണഫലങ്ങളദ്ദേഹം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചില്ലത്രെ—ഒരുപക്ഷേ, പ്രസിദ്ധീകരണാർഹമാണതെന്നു് അദ്ദേഹത്തിന്നു തോന്നിയിരിക്കില്ല. അദ്ദേഹം എഴുതി

വെച്ച കുറിപ്പുകളെ 1879-ൽ ജെയിംസ് ക്ലാക്ക് മാക്കു് വെൽ പരിശോധിക്കുകയും, വ്യാഖ്യാനക്കുറിപ്പുകളോടെ അവ പ്രസിദ്ധീകരിക്കുകയും ചെയ്തു. അപ്പോഴാണു മന സ്സിലായതു്, പിന്നീടുണ്ടായ പല കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളുടേയും സൂചന, കാവെൻഡിഷു നല്കിയിട്ടുണ്ടെന്നു്.

സി. എ. കുളംബ് (1736—1806) വികസ്വരമായ വൈദ്യുതശാസ്ത്രത്തിന്നു പല നേട്ടങ്ങളുമുണ്ടാക്കി. ഇലക് ട്രിസിറ്റികൊണ്ടാകർഷിക്കപ്പെടുന്ന രണ്ടു ഗോളങ്ങൾ എത്ര ബലത്തോടെയാണു് ആകർഷിക്കപ്പെടുന്നതെന്നു് അദ്ദേഹം കണക്കാക്കി—ഒരുതരം തുലാസ്സുകൊണ്ടു്. ചാർജ്ജുചെയ്ത വസ്തുക്കളുടെ ആകർഷണശക്തിയെ ഒരു സ്കെയിലിലിട യാളപ്പെടുത്തിയിരുന്നു. വിദ്യുച്ഛക്തി, ഒരു കണ്ടക്ടറിലേക്കു വ്യാപിക്കുമ്പോൾ, ചാർജ്ജ് അതിന്നകത്തേക്കു കടക്കുന്നി ല്ലെന്നും, പുറമെമാത്രം വ്യാപിച്ചുകിടക്കുകയാണെന്നും അ ദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. വസ്തുക്കളുടെ പുറംഭാഗം ഉരുണ്ടതാണോ കുഴിഞ്ഞതാണോ എന്നതിന്നനുസരിച്ചു ചാർജിന്റെ സാ ന്ദ്രത കൂടുകയും കുറയുകയും ചെയ്യുമെന്നും കുളംബ് വ്യക്ത മാക്കി. ഏററവുമധികം വൈദ്യുതചാർജ്ജുണ്ടാവുക ഒരു കൂർത്ത സൂചിയുടെ അഗ്രത്തിലാണെന്നും അദ്ദേഹം സൂചി പ്പിച്ചു.

ഇത്രയൊക്കെപ്പറഞ്ഞതു 'സ്റ്റാറ്റിക് ഇലക്ട്രിസിറ്റി' യെപ്പററിയാണു്. 18-ാംനൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനം 'കറൻറ് ഇലക്ട്രിസിററി'യെന്ന പുതിയൊരാശയം ജന്മ മെടുത്തു. ഗാൽവാനി, വോൾട്ടാ എന്നീ രണ്ടു് ഇറ്റലിക്കാ രായ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരാണു് ഇതിന്നു വഴിതെളിയിച്ചതു്. വിദ്യുൽധാരയിൽ (കറൻറ് ഇലക്ട്രിസിററി) വൈദ്യുത ച്ചാർജ്ജ് എവിടേയും നില്ക്കുന്നില്ല—അനുസ്യൂതമങ്ങനെ പ്രവഹിക്കുകയാണു ചെയ്യുന്നതു്.

ബോലോണാ സർവ്വകലാശാലയിലെ ശരീരശാസ്ത്ര പ്രൊഫസറായ ല്യൂഗി ഗാൽവാനി (1737—'98) തവളകളെക്കൊണ്ടു ചില പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുകയായിരുന്നു. അദ്ദേഹത്തിന്റെ വാക്കുകൾ കേൾക്കുക: "ഞാനൊരു തവളയെ മുറിച്ചുവെച്ചു വേറെ എന്തെല്ലാമോ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുകയായിരുന്നു. മേശമേൽ, അല്പം ദൂരെ ഒരു വൈദ്യുതയന്ത്രമുണ്ടായിരുന്നു. ആരോ ഒരു കത്തിമുന കൊണ്ടു തവളയുടെ ഞരമ്പുകൾ തൊട്ടപ്പോൾ, കാലിലെ മാംസപേശികളാകെ സങ്കോചിക്കുന്നതു കാണാൻ കഴിഞ്ഞു."

ഇതിന്നെന്താണു കാരണം? വൈദ്യുതശക്തിയുള്ള എന്തുകൊണ്ടെങ്കിലും തവളയുടെ ഞരമ്പുകൾ തൊട്ടാൽ കാലിലെ പേശികൾ സങ്കോചിക്കുന്നുണ്ടെന്നദ്ദേഹം കണ്ടു. നൂറുനൂറു തവളകളെ ഇങ്ങനെ മുറിച്ചിട്ട്—തൻെറ പരീക്ഷണങ്ങളാവർത്തിച്ചുനോക്കി. അവസ്സുകത്തെന്തോ 'ജൈവവിദ്യുച്ഛക്തി'യുണ്ടെന്ന നിഗമനത്തിലാണ് ഗാൽവാനി എത്തിയതു്. ഞരമ്പുകളിൽക്കൂടിയാണീ വിദ്യുച്ഛക്തി പ്രവഹിക്കുന്നതെന്നും, അതാണു കാലുകൾ പിൻവലിക്കാൻ കാരണമെന്നും ഗാൽവാനി വാദിച്ചു.

പിന്നീടദ്ദേഹം കണ്ടു, ഒരിരുമ്പുകമ്പിയിന്മേൽ ചെമ്പുകമ്പികളെക്കൊണ്ടു് തവളയെ തൂക്കിയിട്ടാലും ഇതുതന്നെ സംഭവിക്കുമെന്നു്. 1786-ൽ, രണ്ടു ലോഹങ്ങളെക്കൊണ്ടു് ഒരു വില്ലുണ്ടാക്കി—ഒന്നു വെള്ളിയും മറ്റേതു് ഇരുമ്പും. ഇതിലേതെങ്കിലുമൊരു ഭാഗം തവളയുടെ കാലിനടുത്തുകൊണ്ടുചെന്നു ഞരമ്പുകളെത്തൊട്ടാൽ, ഉടൻ കാലുകൾ പിൻവലിക്കും. തവളകളിലെ 'ജൈവവിദ്യുച്ഛക്തി'തന്നെയാണിതിന്നു കാരണമെന്നു് ഗാൽവാനി കരുതി. തെറ്റെങ്കിലും തൻെറ വാദം യുക്തിപൂർവ്വം

സ്ഥാപിക്കാനദ്ദേഹം മുതിൻറു. പുറമെയുള്ള നെഗററീവ്വ ചാർജ്ജും, തവളയുടെ അകത്തുള്ള പോസിറ്റീവ്വചാർജ്ജും കൂടിച്ചേരുകയാണുണ്ടായതെന്നായിരുന്നു ഗാൽവാനിയുടെ യുക്തിവാദം.

അലക്സാൻഡ്രോ വോൾട്ടാ, ഗാൽവാനിയുടെ പരീക്ഷണങ്ങളാവത്തിച്ചു. പാവിയാ സവ്വകലാശാലയിലെ ഫിസിക്സ് പ്രൊഫസറായിരുന്നു ഇദ്ദേഹം. വൈദ്യുത ഗവേഷണങ്ങളാണ് വോൾട്ടായെ കീത്തിമാനാക്കിയത്. ആദ്യം ഗാൽവാനിയുടെ 'ജൈവ വിദ്യുച്ഛക്തി'സിദ്ധാന്തം വോൾട്ടാ സ്വീകരിച്ചുവെങ്കിലും, അനന്തരപരീക്ഷണങ്ങളിൽനിന്ന് ഈ സിദ്ധാന്തം തെററാണെന്ന് അദ്ദേഹത്തിന്നു മനസ്സിലായി. രണ്ടു ലോഹങ്ങളെ നനവുള്ളൊരു വസ്തുകൊണ്ടു ബന്ധിച്ചാൽ (ഉദാ: തവള) അതിൽക്കൂടി ഒരു വിദ്യുൽധാര പ്രവഹിക്കുമെന്നു വോൾട്ടാ കണ്ടു. ഈ വിദ്യുൽധാരയാണ് തവളകളുടെ കാലുകളിൽ സങ്കോചമുണ്ടാക്കിയതെന്നും, ഗാൽവാനിക്കു തെററുപറ്റിയെന്നും വോൾട്ടാ മനസ്സിലാക്കി.

വിദ്യുൽധാരയുടെ നിമ്മാണത്തിൽ ഏതു നനഞ്ഞ വസ്തുവിന്നും—നനഞ്ഞ തുണി, കടലാസ്സ്, മനുഷ്യൻെറ നാവ് എന്നിങ്ങനെ—ഒരു മാദ്ധ്യമമാകാമെന്ന് വോൾട്ടാ കണ്ടു. ഒരു വെള്ളിക്കരണ്ടിയും ചെമ്പുകമ്പിയും തമ്മിൽ ബന്ധിപ്പിച്ച് അവയെ നാവിന്മേൽ വെച്ചു നോക്കിയപ്പോൾ ഒരുതരം പുളിപ്പ് അദ്ദേഹത്തിന്നനുഭവപ്പെട്ടുവത്രെ.

'വോൾട്ടാ ബാറ്ററി' എന്ന വൈദ്യുതസംഭരണിയുണ്ടാക്കാനായി പിന്നീടു ശ്രമം. തുത്തനാകവും ചെമ്പും നനഞ്ഞ തോലുകൊണ്ടു ബന്ധിപ്പിച്ചു. ഇങ്ങനെ പത്തു

പതെണ്ണും ഒന്നിച്ചുവെച്ചു—അല്പമെങ്കിലും ശക്തിയുള്ളൊരു വൈദ്യുതധാരയുണ്ടാവാൻ.

1800 മാച്ച് 20-ാംതീയതി, വോൾട്ടാ, ലണ്ടനിലെ റോയൽ സൊസൈററി പ്രസിഡൻറ് സർ ജോസഫ് ബാങ്ക്സിന്നു് ഒരു കത്തെഴുതി. താൻ ഒരു പുതിയ ബാറ്ററി സജ്ജീകരിച്ചുവെച്ചിട്ടുണ്ടെന്നും, പാത്രങ്ങളെക്കൊണ്ടുള്ള ഒരു സെറ്റാണിതെന്നും അതിലെഴുതിയിരുന്നുവത്രെ. ഈ കത്തു വില്യം നിക്കൽസൻ (1753—1815) കണ്ടു. ലണ്ടനിലെ ഒരു എൻജിനീയറും, ഒരു ശാസ്ത്രീയ പ്രസിദ്ധീകരണമായിരുന്ന 'നിക്കൽസൻ ജർണ'ലിന്റെ പ്രസാധകനുമായിരുന്നു ഇദ്ദേഹം. ഒരുമാസത്തിന്നകം, നിക്കൽസൻ മറ്റൊരാളുടെ സഹായത്തോടെ ഒരു വോൾട്ടാ ബാറ്ററിയുണ്ടാക്കി. വെള്ളമാണു പാത്രത്തിലുള്ളതെങ്കിൽ, ഈ ബാറ്ററിയിൽനിന്നുണ്ടാവുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തി വെള്ളത്തെ ഹൈഡ്രജനായും ഓക്സിജനായും വിച്ഛേദിക്കുമെന്നും അവർ കണ്ടു. വിദ്യുച്ഛക്തികൊണ്ടുള്ള ഇത്തരം വിച്ഛേദനത്തിന്നു് 'ഇലക്ട്രോളിസിസ്' (വിദ്യുൽവിശ്ലേഷണം) എന്നാണു പേർ. ഈ ഏൎപ്പാടിന്നു വ്യവസായത്തിലും ഗവേഷണത്തിലും പ്രാധാന്യം ലഭിച്ചു.

'വോൾട്ടാ സെൽ'—ശാസ്ത്രപുരോഗതിയിലെ ഒരു നാഴികക്കല്ലാണു്. എന്നാൽ, രസതന്ത്രപരമായി വിദ്യുച്ഛക്തിനിൎമ്മാണം വളരെ ചെലവുകൂടിയതാണല്ലോ. വോൾട്ടാ സെല്ലുകളുടെ ഒരു വലിയ ബാറ്ററിക്കു വളരെയധികം ചെലവുവരും. ജനകീയാവശ്യങ്ങൾക്കു വിദ്യുച്ഛക്തി പ്രയോജനപ്പെടണമെങ്കിൽ, അതിന്റെ ഉൽപാദനച്ചെലവു കുറയണം. വിദ്യുൽക്കാന്തമെന്ന ആശയത്തിന്റെ ഉദയത്തോടെമാത്രമേ, ചെലവുചുരുക്കി വൈദ്യുതിയുണ്ടാക്കാൻ കഴിഞ്ഞുള്ളു.

അദ്ധ്യായം 14

ഫോസിലുകൾ

പാറകളിൽ ഊറൽപ്പാറകളെന്നൊരു തരമുണ്ട് (സെഡിമെന്ററി). ഈ പാറകൾ അട്ടക്കട്ടക്കായി രൂപം കൊള്ളുമ്പോൾ അതിന്നിടയിലുണ്ടായിരുന്ന സസ്യങ്ങളുടേയും ജന്തുക്കളുടേയും അവശിഷ്ടങ്ങൾ അവയിൽക്കാണാം. ഭൂഗർഭശാസ്ത്രപരമായ ഇത്തരം ജീർണ്ണാവശിഷ്ടങ്ങളെയാണു 'ഫോസില്വ'കളെന്നു പറയുന്നത്. പാറയുടെ അടരുകൾക്കിടയിൽ വലിയ മാററങ്ങളൊന്നും കൂടാതെ തന്നെ പലതും ബാക്കിനില്ക്കുന്നു. ചിലപ്പോൾ പാറയിൽക്കൂടി കിനിഞ്ഞുവരുന്ന വെള്ളമോ മറേറാ ഇവയെ മാറ്റിയിരിക്കും. ചിലപ്പോൾ വെറും അടയാളങ്ങളുടെ രൂപത്തിലാവും ഫോസിലുകൾ—ഇലകളുടേയോ, കുളമ്പടികളുടേയോ അടയാളങ്ങൾ. ഏററവും എളുപ്പം കിട്ടുന്ന ഫോസിലുകൾ കൽക്കരിഖനികളിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്നവയാണ്. പഴയകാലത്തെ പന്നച്ചെടികളുടെ ഇലകളുടേയും മററുമടയാളങ്ങളവയിൽക്കാണാമത്രെ.

പണ്ടുകാലംമുതൽക്കെ, ഫോസിലുകളെപ്പററി അറിവുണ്ടായിരുന്നു. ഹെരോഡോട്ടസ്, ക്സെനോഫൻ, എരാട്ടോസ്സ്റ്റനിസ് മുതലായവർ, കടലിലെ കക്കകൾ കരയിൽക്കാണുന്നതിനെപ്പററി പ്രസ്താവിക്കുകയുണ്ടായി. ക്രിസ്തുവിന്നു 300 വർഷങ്ങൾക്കുമുമ്പ് അരിസ്റ്റോട്ടിലെഴുതിയ 'മിറേറ്യാറിക്സ്' എന്ന ഗ്രന്ഥത്തിൽ, സമുദ്രജീവികളുടെ പുറംതോടുകൾതന്നെയാണു കരയിലും കാണപ്പെട്ടുന്നവയെന്നു പറഞ്ഞു. അതിനാൽ, കരയായി ഇന്നു

കാണുന്ന ചില ഭാഗങ്ങൾ പണ്ടു കടലായിരിക്കാമെന്നും അദ്ദേഹം അനുമാനിച്ചു.

മദ്ധ്യകാലത്തും—പിന്നീടു കുറെ നൂററാണ്ടുകളും—എന്താണീ ഫോസിലുകളെന്നു തികച്ചും മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നില്ല. 'ദൈവത്തിൻെറ അപൂർണ്ണസൃഷ്ടി'കളെന്നോ, 'പ്രളയകാലത്തു സമുദ്രത്തിൽനിന്നു ഭൂമിയിലേക്കു കൊണ്ടുവരപ്പെട്ട അവശിഷ്ടങ്ങ'ളെന്നോ മറ്റോ ആണ് ഇവയെന്നു കരുതിയിരുന്നുവത്രെ! 17-ാംനൂറ്റാണ്ടിലെ ഒരു ഫോസിൽസമ്പാദകനായ ഡോക്ടർ ജോൺ വുഡ്‌വാർഡ്, പ്രളയകാലത്താണിങ്ങനെ സംഭവിച്ചതെന്ന അഭിപ്രായക്കാരനായിരുന്നു. ല്യോനാർഡോ ഡാവിഞ്ചിയെപ്പോലെ ചിലർ ഇതിനെ എതിർത്തു. വടക്കനിറ്റലിയിൽ ജലസേചനത്തോട്ടകൾ വെട്ടാൻ നിയുക്തനായ അദ്ദേഹം, പാറകൾക്കിടയിലൂടെ തോട്ടവെട്ടിപ്പോകുമ്പോൾ, കക്കകളുടേയും ഞണ്ടുകളുടേയും മററും അടയാളങ്ങൾ കല്ലിൽപ്പതിഞ്ഞതായിക്കണ്ടു. അടുത്തുള്ള കടലിലെ ജീവികളെപ്പോലെയായിരുന്നു ഇവ. ഒരൊററവെള്ളപ്പൊക്കംകൊണ്ടല്ല ഇവ കരയിലെത്തിയതെന്നും അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. ഒരു കാലത്ത് ആ ഭാഗമെല്ലാം കടലിലാണ്ടതായിരിക്കണം ഇതിന്നു കാരണമെന്നദ്ദേഹം പറഞ്ഞു.

നിക്കോലാസ് സ്റ്റെനോ (1638—'87) ഡെന്മാർക്കിലെ ഒരു ശരീരശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നു. ഫോസിലുകളെപ്പററിയും ഇദ്ദേഹം പഠിച്ചു. കരയിൽക്കാണുന്ന കക്കകളും മററും ഒരുകാലത്ത് ആ പ്രദേശം കടലിന്നടിയിൽക്കിടന്നതുകൊണ്ടാണവിടെ വന്നതെന്നും, ഈ പാറകൾതന്നെ കടലിൽനിന്ന് ഊറിയുണ്ടായതാവണമെന്നും അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. പലപ്രാവശ്യമായി കടലിങ്ങനെ കരയി

ലേക്കു കയറുകയും പിൻവാങ്ങുകയും ചെയ്തിട്ടുണ്ടെന്നു പാറകളുടെ അട്ടുക്കുകൾ പരിശോധിച്ചാലറിയാം—സ്റ്റെനോവിന്റെ നിഗമനമിതായിരുന്നു. ആദ്യം അടിയിലെ അട്ടുക്കുകളാണു രൂപംകൊണ്ടതു്. പിന്നെ അതിന്റെ മുകളിൽ പുതിയ പുതിയ അടരുകളുണ്ടായതാണു്.

ഭൂമിയുടെ ഉൽഭവത്തെപ്പററിയുള്ള പഠനത്തിന്നു ബഫൺ, ഫോസിലുകളേയും ഉപയോഗിക്കുകയുണ്ടായി. ഭൂമിയിൽ സൎവ്വത്ര ഫോസിൽകക്കകൾ കാണാമെന്നദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. ഒരിക്കലല്ലെങ്കിൽ മറെറാരിക്കൽ, സമുദ്രം ഭൂമിമുഴവൻ വ്യാപിച്ചിരിക്കണം. ആ സമുദ്രജീവികളുടെ അവശിഷ്ടങ്ങളാണീ കക്കകൾ. പിന്നീടു വെള്ളം വററുകയോ, സമുദ്രം പിൻവാങ്ങുകയോ ചെയ്തിരിക്കാം. ആദ്യമാദ്യമുണ്ടായിരുന്ന ഈ ജീവികൾ പിന്നീടുണ്ടായവയിൽ നിന്നു പലതുകൊണ്ടും വ്യത്യസ്തങ്ങളാണു്. ജീവികളുടെ ചരിത്രം, (ഒന്നിനു പുറകെ മറെറാന്നു വന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതു്) ഫോസിലുകളിൽനിന്നു പഠിക്കാമെന്നദ്ദേഹം വാദിച്ചു.

19-ാംനൂററാണ്ടിൻെറ ഒന്നാംശതകത്തിൽ ഫോസിലുകളെപ്പറ്റിയുള്ള പഠനത്തിന്നു വ്യാപ്തി കൂടി. അക്കാലത്തെ ഫോസിൽസമ്പാദകന്മാരിൽ രണ്ടാളുകളായിരുന്നു ഫ്രഞ്ചുകാരായ ലാമാർക്കും കൂവിയറും. ഈ ഭൂതകാലാവശിഷ്ടങ്ങൾ അവരെ ആവേശംകൊള്ളിച്ചു. ലാമാർക്ക്, പാരിസ്സിന്റെ പരിസരങ്ങളിലുള്ളഫോസിലുകളെപ്പറ്റി കൃത്യമായൊരു പഠനംനടത്തി—ലേഖനരൂപത്തിലതു പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. തന്റെ സ്നേഹിതനായ ബ്രോംഗ്നിയാർടിന്റെ സഹായത്തോടെ, പാറകളുടെ അട്ടുക്കുകളെപ്പററി കുറെ വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുകയുംചെയ്തു.

ലാമാർക്കിന്റെ മുഴവൻ പേർ ജീൻ ബാപ്ടിസ്റ്റ്

ഷെവാലിയർ ഡി ലാമാർക്ക് എന്നാണ്. കഷ്ടപ്പാടിന്റെ ഒരു ദുരന്തകഥയാണ് ലാമാർക്കിന്റേതു്. പഠിച്ചതു പുരോഹിതനാവാനാണ്. പട്ടാളത്തിലാണ് ഓഫീസ്സറായിച്ചേന്നതു്. നിസ്സാരമായൊരു പെൻഷനോടുകൂടി പട്ടാളത്തിൽനിന്നു പിരിഞ്ഞു. പിന്നീട്ടുള്ള ജീവിതം വിഷമാൽവിഷമതരമായിരുന്നു. മദ്ധ്യധരണ്യാഴിതീരത്തെ സസ്യങ്ങളെപ്പററിയുള്ള ലാമാർക്കിന്റെ പഠനം ബഫനെ ആകഷിച്ചു. ബഫൻെറ സൗഹാദ്ദംകൊണ്ടു രാജകീയോദ്യാനത്തിൽ ചെറിയൊരു ജോലി ലഭിച്ചു. 1793-ൽ, ഉദ്യോഗക്കയററംകിട്ടി. ക്രമേണ അദ്ദേഹം ഒരു പ്രൊഫസറായി. ഇതുവരെ അദ്ദേഹം പഠിക്കാത്ത ജന്തുശാസ്ത്രത്തിലാണദ്ദേഹത്തെ പ്രൊഫസറാക്കിയതത്രെ! പിന്നീട്ടുള്ള ജീവിതംമുഴുവൻ പഠനവും ചിന്തയും തത്വാവിഷ്കാരവുമായിരുന്നു. എല്ലാം ജീവശാസ്ത്രത്തിൽ. ഭാവിയിലദ്ദേഹം അന്ധനായിത്തീന്നു. മകളുടെ ശുശ്രൂഷയിലായിരുന്നു അതിന്നുശേഷം കഴിഞ്ഞുകൂടിയതു്.

ലാമാർക്കിന്റെ മകൾ അച്ഛനോടു പറഞ്ഞിരുന്നുവത്രെ: "ഭാവിതലമുറകൾ അച്ഛനെ ബഹുമാനിക്കും." സസ്യങ്ങളും ജീവികളും തമ്മിൽ, പഴയകാലത്തെ ജീവികളും ഇന്നത്തെ ജീവികളും തമ്മിൽ, ബന്ധമുണ്ടെന്നു തെളിയിച്ചതും, 'ജീവശാസ്ത്രം' (ബയോളജി) എന്ന വാക്ക് ആദ്യമുപയോഗിച്ചതും ലാമാർക്കാണ്. അദ്ദേഹത്തെ എല്ലാ ജീവശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും ബഹുമാനിക്കുന്നു.

ലാമാർക്കിന്നു പരിണാമവാദവുമായി കുറെയേറെ ബന്ധമുണ്ട്. 1809-ൽ പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയ പുസ്തകത്തിൽ, വളഞ്ഞുതിരിഞ്ഞു് അദ്ദേഹം പരിണാമവാദത്തിൻെറ അടുത്തെത്തുന്നു. 18-ാംനൂററാണ്ടിലെ വർഗ്ഗീകരണവിദഗ്ദ്ധന്മാരായ ലിനിയസ്സിനേയും മററും പോലെ

ലാമാർക്കും ജീവികളെ ക്രമീകരിക്കാൻ ശ്രമിച്ചു. പക്ഷേ, ബഫനെപ്പോലെ ലാമാർക്കും കരുതി, വ്യക്തികളെന്ന നിലയ്ക്കല്ലാതെ ജീവികളെ ഇനംതിരിക്കുന്നതത്ര ശരിയല്ലെന്ന്. പ്രകൃതിയിലത്തരം ക്രമീകരണപദ്ധതിയൊന്നുമില്ലെന്നും, മനുഷ്യൻെറ മനസ്സിൽ മാത്രമാണിതു് ഉള്ളതെന്നും ലാമാർക്ക് വിശ്വസിച്ചു.

ജീവികൾ തമ്മിൽ പരസ്പരം വ്യത്യാസങ്ങളില്ലേ? എന്താണിതിന്നു കാരണം? ലാമാർക്ക് വ്യത്യാസങ്ങളേക്കാൾ പ്രാധാന്യംനല്കിയതു സാദൃശ്യങ്ങൾക്കാണ്. ഇനങ്ങൾ എന്നെന്നേക്കുമായി മാറാതെ നില്ക്കുമെന്ന ലിന്നിയസ്സിൻെറ ധാരണയോട്ട് അദ്ദേഹം യോജിച്ചില്ല. പ്രകൃതി, തുടർച്ചയായി വികസിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണെന്നും ജീവവസ്തുക്കളെ മാററിയും മറിച്ചും രൂപപ്പെടുത്തിയതു പ്രകൃതിയാണെന്നും അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. "ദൈവത്തിന്നും, പ്രപഞ്ചത്തിലെ ചരാചരങ്ങൾക്കുമിടയിൽ, ദൈവേച്ഛയുടെ പ്രതീകമായാണു പ്രകൃതി നില്ക്കുന്നതു്" എന്നായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിൻെറ സിദ്ധാന്തം.

ഫോസിലുകളിൽനിന്നു പണ്ടുണ്ടായിരുന്ന ജീവികളെപ്പററി ലാമാർക്ക് പഠിച്ചു. അന്നുള്ളതും ഇന്നുള്ളതുമായ സർവ്വജീവികളേയും ലാമാർക്ക് തൻ്റെ പട്ടികയിൽച്ചേർത്തു. ഒരു കോണിപോലായിരുന്നു ആ പട്ടിക. ഏററവും മുകളിൽ മനുഷ്യനും കുരങ്ങുമാണ്. ചില അവയവങ്ങൾ ഉണ്ടോ ഇല്ലയോ എന്നു നോക്കി(ഉദാ: സ്തന്യാവയവങ്ങൾ, ഹൃദയം, ശ്വാസകോശം, കാലുകൾ എന്നിവ)യായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിൻെറ ക്രമീകരണം. പക്ഷികളെ സ്തന്യജീവികൾക്കു താഴെവെച്ചു—കാരണം അവയ്ക്കു കുഞ്ഞുങ്ങളെ പ്രസവിക്കാനോ മുലകൊടുത്തു വളർത്താനൊ കഴിവില്ലല്ലൊ. ശീതരക്തജീവികളായ ഇഴജന്തുക്കൾക്ക് അദ്ദേഹം

ഉഷ്ണരക്തമുള്ളവയുടെ ചുവടെ സ്ഥാനം നല്കി—അവയ്ക്കു ശരിക്കുമുള്ള ഹൃദയവും ശ്വാസകോശവും ഇല്ലാത്തതിനാൽ. കാലില്ലാത്ത പാമ്പുകളെ കാലുള്ള പല്ലി(ഗൗളി)കളുടെ ചുവടെവെച്ചു. മീനുകൾ, ലാമാർക്കിൻെറ കോണിയുടെ അടിയിലാണ്—അവയ്ക്കു ശ്വാസകോശങ്ങളില്ലല്ലോ. മീനുകളുടെ ചുവടെയാണു നട്ടെല്ലില്ലാത്ത ജീവികൾ. നട്ടെല്ലില്ലാത്ത ജീവികളെപ്പററി വളരെയേറെ കാര്യങ്ങൾ ലാമാർക്ക് പഠിക്കുകയുമുണ്ടായി.

പ്രകൃതിയുടെ കോണികെട്ടിയുയർത്തിയതിന്നുശേഷം, ജീവികൾ തമ്മിൽ അവയവങ്ങളിൽ വ്യത്യാസമുണ്ടാവാനെന്താണു കാരണമെന്നു പറയണമല്ലൊ. പരിതസ്ഥിതിയനുസരിച്ചാണ് അവയവങ്ങളിൽ വ്യത്യാസമുണ്ടായതെന്നു ലാമാർക്ക് പറഞ്ഞു. ജിറാഫിന്നു നീണ്ട കഴുത്തുണ്ട്—കാരണം, മരങ്ങളിൽ ഉയരെയുള്ള ഇലകളതിന്നു കടിച്ചുതിന്നേണ്ടതായി വന്നിരുന്നു. താറാവിന്നു് ഇരപിടിക്കാൻ വെള്ളത്തിൽ നീന്തണം—അതുകൊണ്ട് അവയുടെ കാൽനഖങ്ങൾക്കിടയിൽ വലയുണ്ടായി. ഭൂമിക്കടിയിൽ ജീവിച്ച പല ജീവികൾക്കും കണ്ണിൻെറ ആവശ്യം ഇല്ലാത്തതുകൊണ്ട് അത്തരം ജീവികൾക്കു കണ്ണില്ല. ഉപയോഗിക്കുവാനാണ് അവയവങ്ങൾ. ഉപയോഗിക്കുംതോറും അവയ്ക്കു വ്യത്യാസം വന്നു. ഉപയോഗിക്കാത്തവ പതുക്കെയങ്ങനെ ഇല്ലാതാവുകയുംചെയ്തു. ഈമാതിരി സിദ്ധാന്തമുന്നയിച്ചതിനാൽ ലാമാർക്കിനെ പലരും എതിർത്തു.

ലാമാർക്കിൻെറ ഏററവും വലിയ തെററ്, പരിതസ്ഥിതിക്കനുസരിച്ച് ഓരോ ജീവിയുടേയും അവയവഘടനയിൽ വന്ന വ്യത്യാസങ്ങൾ, അനന്തരപരമ്പരകൾക്കു കൈമാററംചെയ്യാമെന്നു വാദിച്ചതാണ്. ഈ

ധാരണ ശരിയല്ല—അഥവാ, ലാമാർക്ക് വിചാരിച്ചതു പോലല്ല.

പക്ഷേ, പാരിസ്സിലെ ജ്യോളജി പ്രൊഫസറായ സെൻറ് ഹില്ലർ (1772—1844) ലാമാർക്കിനെ ഹാർദ്ദമായിപ്പിൻതാങ്ങി. ഫ്രഞ്ച് അക്കാദമിയിൽവെച്ച്, 1830-ൽ, സെൻറ്ഹില്ലർ, ലാമാർക്കിൻെറ വാദങ്ങളെ ഉച്ചൈസ്തരം ഉൽഘോഷിച്ചു. എങ്കിലും ഹില്ലർ തോറ്റു. ഈ വാദത്തിൽ അദ്ദേഹത്തെ എതിർത്തതു 'ജീവശാസ്ത്ര സർവ്വാധിപതി'യെന്നറിയപ്പെട്ടുന്ന ബാരൻ ക്യൂവിയർ ആയിരുന്നു.

ക്യൂവിയർ എന്ന ആ പരിശ്രമശാലിയായ മഹാശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ മുഴുവൻ പേരിതാ: ബാരൻ-ജോർജ്-ല്യോപോൾഡ്-ക്രെട്ടിൻ-ഫ്രെഡറിക്ക്-ഡാഗൊബെർ-ക്യൂവിയർ. (1769—1833). ഫോസിൽസമ്പാദകനും വർഗ്ഗീകരണവിചക്ഷണനുമായിരുന്നു അദ്ദേഹം. പ്രകൃതി ശാസ്ത്രത്തിൽ കോളേജുപ്രൊഫസറായും, പാരിസ് സർവ്വ കലാശാലാ ചാൻസലറായും, ഫ്രാൻസിലെ ഒരു പ്രഭുവായും അദ്ദേഹം ഉയൎന്നു. ദരിദ്രനായി ജനിച്ചു; ഒരു ജർമ്മൻ മിലിട്ടറിസ്കൂളിൽനിന്നു വിദ്യാഭ്യാസംനേടി—ഷില്ലറെപ്പോലുള്ള ജർമ്മൻ കവികളും മററും പഠിപ്പുമതിയാക്കി ഓടിരക്ഷപെട്ട സ്റ്റട്ഗാർടിലെ സ്കൂളിൽ. വിദ്യാഭ്യാസത്തിനുശേഷം ബർഗൻഡിയിലൊരു വീട്ടിൽ ട്യൂട്ടറായി ചേൎന്നു.

അരിസ്റ്റോട്ടിലിനെപ്പോലെ—ഇദ്ദേഹത്തിൻ്റെ വലിയൊരാരാധകനായിരുന്നു ക്യൂവിയർ—കടൽത്തീരത്തിൽ വെച്ചാണ് ഇദ്ദേഹം വൈദ്യശാസ്ത്രം പഠിച്ചതു്. പല താണതരം ജീവികളേയും ഇവിടെക്കണ്ടു—കക്കകൾ, പുഴുക്കൾ, സ്റ്റാർഫിഷ് എന്നിങ്ങനെ: കടൽ കൊണ്ടുവന്നു

നിക്ഷേപിച്ച ജീവികളും അവയുടെ അവശിഷ്ടങ്ങളും. തൻെറ മുമ്പിൽക്കണ്ട വസ്തുക്കളെ അദ്ദേഹം കായ്യമായി പഠിച്ചു. ഇവയുടെയെല്ലാം ചിത്രങ്ങൾ അദ്ദേഹം വരച്ചുണ്ടാക്കി. എല്ലാ വിശദാംശങ്ങളും കൃത്യമായി വരച്ചിരുന്ന ആ പടങ്ങൾ പലരുടേയും ശ്രദ്ധയാകഷിച്ചു. അവസാനം കൃവിയക്കു പാരിസ്സിൽ, 'താരതമ്യശരീരശാസ്ത്ര'പ്രൊഫസറായി നിയമനം കിട്ടി.

മനുഷ്യശരീരം മുറിച്ചുനോക്കാൻ കൃവിയർക്കു കഴിഞ്ഞിരുന്നില്ല. അതിനാൽ, മററു ജന്തുക്കളുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തിയാണ് അദ്ദേഹം മനുഷ്യൻെറ ശരീരശാസ്ത്രം പഠിച്ചതു്. ഓരോ ജീവിയുടേയും അവയവങ്ങൾതമ്മിലുള്ള സാദൃശ്യങ്ങളും അന്തരങ്ങളും അദ്ദേഹം പഠിച്ചു. ഒരു സിംഹത്തിന്റെ നഖങ്ങളും അതിന്റെ ദഹനേന്ദ്രിയവുംതമ്മിൽ ബന്ധമുണ്ടെന്നും, ഓരോ ജീവിയും മറ്റു ജീവികളുമായി ബന്ധപ്പെട്ടതാണെന്നും അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു.

ശരീരാവയവങ്ങൾ തനിയെ നിലനില്ക്കില്ലല്ലോ. ഏതെങ്കിലും ഒരു ജീവിയുടെ ഒരു പ്രത്യേകാവയവം നന്നായിപ്പഠിച്ചാൽ, മററു ഭാഗങ്ങളെങ്ങനെയിരിക്കുമെന്നു മനസ്സിലാക്കാം. പക്ഷികളെപ്പററി ഒരുവിധം കാര്യങ്ങളെല്ലാം പഠിച്ച ഒരാൾക്കു് ഒരു തൂവൽ കിട്ടിയാൽ മതി, അതിന്റെ നിറവും വലുപ്പവും മററും നോക്കി ആ പക്ഷി എങ്ങനെയിരിക്കുമെന്നു പറയാൻ അദ്ദേഹത്തിന്നു കഴിയും. ആ രീതിയിലാണു 'താരതമ്യശരീരശാസ്ത്രം' വളന്നതു്.

ഒരുഭാഗത്തു ശാസ്ത്രീയാന്വേഷണം — മറുഭാഗത്തു 'താരതമ്യശരീരശാസ്ത്ര'പഠനം—വാസ്തവത്തിലിവ രണ്ടും സമാന്തരപ്രവൃത്തികളാണു്. ഒരു കൈവിരലടയാളത്തിൽ നിന്നു വിദഗ്ദ്ധന്മാരായ ഡിററക്റ്റീവുകൾക്കു കൊലപാതകിയെ തിരിച്ചറിയാൻ കഴിയും. അതുപോലെയാണു്

ക്യൂവിയറും പറഞ്ഞതു്: "എനിക്കു് ഒരു ജന്തുവിൻെറ ഒരു പല്ലു തന്നാൽ മതി—ഞാൻ അതിനെ സംവിധാനം ചെയ്യാം!"

നരവംശശാസ്ത്രത്തിലും ചരിത്രാതീതകാലപഠനത്തിലും മററും ചിലപ്പോൾ ഒരു എല്ലോ പല്ലോ ആയിരിക്കും കിട്ടുക—അതിൽനിന്നുവേണം ആ ജന്തുവിനെ പുനഃസൃഷ്ടിക്കാൻ. ക്യൂവിയറാണു 'പാല്യൻടോളജി'(ഫോസിൽ ശാസ്ത്രം)യുടെ ഉപജ്ഞാതാവു്. ആനകളെപ്പോലെ ഇതര ജീവികളുണ്ടെന്നു് (ഉദാ: ഹിപ്പൊപ്പൊട്ടാമസ്, കണ്ടാമൃഗം എന്നിവ) ജന്തുക്കളുടെ ശരീരശാസ്ത്രം താരതമ്യപരമായിപ്പഠിച്ചു് അദ്ദേഹം തീരുമാനിച്ചതാണു്.

വലിയ പ്രളയമോ മറേറാ കാരണംകൊണ്ടാവണം, ചില ജന്തുക്കൾ മുച്ചൂട്ടും മുടിഞ്ഞതു്. ബൈബിളിൽപ്പറഞ്ഞ പ്രളയമാണു് ഇതിൽ അവസാനത്തേതെന്നും അദ്ദേഹം വിചാരിച്ചു. പക്ഷേ, എന്തായാലും ഒരു പ്രളയം കൊണ്ടൊന്നും ഒരുജാതിജന്തുക്കളാകെ നശിക്കില്ലെന്നും, എങ്ങനെയെങ്കിലും അവയിൽച്ചിലതെല്ലാം രക്ഷപ്പെട്ടുമെന്നും ക്യൂവിയർ പറഞ്ഞു. കുതിരകൾ ആദ്യമുണ്ടായ അതേമാതിരിയാണു് ഇന്നും ഏറെക്കുറെ കാണപ്പെടുന്നതെന്നും തൻെറ വാദത്തിന്നു തെളിവായി അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു.

1817-ൽ, ക്യൂവിയർ 'ജന്തുലോക'ത്തിലെ ക്രമീകരണത്തെപ്പററിയുള്ള തൻെറ ഗ്രന്ഥം പുറത്തിറക്കി. അവയുടെ രചനയെ ആസ്പദിച്ചാണു്, ജീവികളെ അദ്ദേഹം നാലാക്കിത്തിരിച്ചു.

പരിണാമം കോണിപ്പടികൾപോലെ, ഒന്നിന്നുപുറകെ ഒന്നായിട്ടല്ല എന്നും ഒരു ചക്രത്തിന്റെ ചുറ്റുമാണു പരിണാമമെന്നും അദ്ദേഹം സ്ഥാപിച്ചു.

കൃൂവിയർ ഒരു പ്രത്യേകതരക്കാരനായിരുന്നു. താരതമ്യപരമായ ശരീരശാസ്ത്രം, പാല്യൻടോളജി—ഇവയുടെ സ്ഥാപകനായിരുന്ന അദ്ദേഹം. ജന്തുക്കളുടെ ക്രമീകരണമധികവും നടത്തിയതദ്ദേഹമാണ്. പരിണാമവാദസിദ്ധാന്തത്തിലേക്കെത്തുവാനുള്ള പല പടികളും കൃൂവിയർ കയറി. ഇനങ്ങൾ മാറുന്നില്ലെന്ന അദ്ദേഹത്തിൻെറ ആശയം കുറെക്കാലം നിലനിന്നു.

കൃൂവിയർക്കുശേഷം, പാല്യൻടോളജിയിൽ വലിയൊരു പണ്ഡിതനായിരുന്നു റോബർട്ട് ഓവൻ (1804—'92). 1856 മുതൽ ബ്രിട്ടീഷ് മ്യൂസിയത്തിലെ പ്രകൃതിശാസ്ത്രവിഭാഗത്തിലെ ഡയറക്ടറായിരുന്ന ഇദ്ദേഹം വലിയൊരെഴുത്തുകാരനും നല്ലൊരു ശരീരശാസ്ത്രജ്ഞനുമായിരുന്നു. ഫോസിൽപല്ലുകളെക്കുറിച്ചദ്ദേഹം ഒരു വിദഗ്ധനായിരുന്നുവത്രെ. ചരിത്രാതീതകാലത്തെ പല ജന്തുക്കളേയും അദ്ദേഹം പുനഃസൃഷ്ടിച്ചു.

ഭൂമിയിൽ ഒരുകാലത്തുണ്ടായിരുന്ന ജീവികളെപ്പറ്റി ഫോസിലുകൾ കുറെയേറെ വിവരം നല്കി. ഏതു പാറകളിലാണോ അത്തരം ഫോസിലുകൾ കണ്ടതു് അവയെപ്പററിയും, ആ പാറകളുടെ കാലത്തെ പ്രകൃതിയെപ്പററിയും പലതും ഊഹിക്കാൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കു കഴിഞ്ഞു.

അദ്ധ്യായം 15

പ്രപഞ്ചോൽപത്തിയും ഭൂമിയുടെ ഘടനയും

നാം ജീവിക്കുന്ന ഭൂമിയെപ്പററിയുള്ള പഠനം പണ്ടു തന്നെ പല ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരേയും രസിപ്പിച്ചിരുന്നു. 18-ാം നൂററാണ്ടുവരെ ഇതിനെപ്പററി വളരെക്കുറച്ചു വിവരമേ ലഭിച്ചിരുന്നുള്ളു. ജ്യോളജിയെപ്പററി അന്നുള്ള വിവരങ്ങൾ, മൈനിങ്ങിലും (ഖനനം) എൻജിനീയറിങ്ങിലും ഉൾപ്പെട്ടവരിൽനിന്നു ലഭിച്ചവയായിരുന്നു. പാറകളെപ്പററിയോ, ഭൂമിയുടെ ഘടനയെപ്പററിയോ പ്രത്യേകമായ പഠനമൊന്നും അന്നു നടന്നിരുന്നില്ല.

18-ാംനൂററാണ്ടിൻെറ തുടക്കത്തിൽ ജമ്മനിയിലെ തത്വചിന്തകനും ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനുമായിരുന്ന വില്യം വോൺ ലീബ്നിസ് ഭൂമിയുടെ രൂപീകരണത്തെപ്പററി പുതിയൊരു സിദ്ധാന്തം ആവിഷ്ക്കരിച്ചു. ഡെക്കാർട്ടേയുടെ ചില നിഗമനങ്ങളെ ആശ്രയിച്ചായിരുന്നു, ഇതു്. സൂര്യനെപ്പോലെ ഭൂമിയും കത്തിക്കാളുന്നൊരു തേജഃപുഞ്ജമായിരുന്നുവെന്നും, അതു തണുത്തുറച്ചതാണു ഭൂമിയുടെ പുറംതോടെന്നും, ഭൂഗർഭത്തിലിപ്പോഴും ചുട്ടുപൊള്ളുന്ന ചൂടാണെന്നും ഡെക്കാർട്ടേ പ്രസ്താവിച്ചിരുന്നു. ഭൂമിയുടെ പൂർവ്വചരിത്രം എന്നത്ഥമുള്ള 'പ്രോട്ടാജിയ' എന്ന പുസ്തകത്തിൽ (1749) ലീബ്നിസ് ഇതെല്ലാം ഊന്നിപ്പറഞ്ഞു—ലീബ്നിസിന്റെ മരണാനന്തരമാണീ ഗ്രന്ഥം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചതു്. ഡെക്കാർട്ടേ പറഞ്ഞവിധം പുറംഭാഗം തണുക്കുമ്പോൾ, ഭൂമിക്കടിയിൽ ചില ഭാഗം പൊന്തിവരു

മല്ലോ. അപ്പോൾ പുറംതോടിന്നു് ഇടിച്ചിൽ പറ്റും. ചില ഭാഗം ഉയൎന്നുകിടക്കും. ഇങ്ങനെയാണു് പൎവ്വതങ്ങളും താഴ്വരകളും ഉണ്ടായതെന്നും ലീബ്നിസ് പറഞ്ഞു.

കൗണ്ട് ബഫനാകട്ടെ, ഭൂമിയുടെ ഉത്ഭവത്തെപ്പറ്റി കുറെക്കൂടി വിപുലമായൊരു സിദ്ധാന്തം ഉന്നയിച്ചു— 1778-ൽ പ്രസിദ്ധപ്പെട്ടത്തിയ പുസ്തകത്തിൽ. സൂൎയ്യനും ഒരു വാൽനക്ഷത്രവും തമ്മിലുള്ള കൂട്ടിമുട്ടലിൽനിന്നാണു് ഗ്രഹങ്ങളുണ്ടായതെന്നു് ബഫൺ പറയുന്നു. ഏഴു യുഗങ്ങളായാണു് ഭൂമിയും മററും രൂപീകരിക്കപ്പെട്ടതെന്നും ബഫന്നഭിപ്രായമുണ്ടു്. ആദ്യത്തെ യുഗം 3000വൎഷം നീണ്ടുനിന്നു. അന്നാണു സൂൎയ്യനും വാൽനക്ഷത്രവും തമ്മിൽ കൂട്ടിമുട്ടിയതു്. കത്തിജ്ജ്വലിക്കുന്ന വാതകം തണുത്തു് ഉരുകുന്ന ദ്രവമായിത്തീൎന്നു. രണ്ടാംയുഗത്തിൽ ഭൂമിയുടെ പുറംതോടിൽ വലിയ വിടവുകളുണ്ടാവുകയും അങ്ങനെ പ്രധാനപ്പെട്ട പൎവ്വതനിരകളുണ്ടാവുകയും ചെയ്തു. മൂന്നാംയുഗത്തിൽ, ഭൂതലമാകെ വെള്ളംകൊണ്ടു മൂടപ്പെട്ടു—ഇക്കാലത്താണു്, പ്രപഞ്ചസമുദ്രത്തിൽ, ജീവനാവിൎഭവിച്ചതു്. നാലാംയുഗത്തിൽ, പ്രളയം ഒതുങ്ങി; പക്ഷേ, അഗ്നിപൎവ്വതങ്ങൾ ഭയങ്കരമായി പൊട്ടിപ്പൊന്തി. പിന്നീടുണ്ടായ പ്രശാന്തയുഗത്തിൽ, ആനകളെപ്പോലുള്ള വലിയ ജന്തുക്കൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു—ധ്രുവപ്രദേശത്തു്; മദ്ധ്യരേഖാപ്രദേശത്തു സസ്യങ്ങളും വളൎന്നുതുടങ്ങി. ആറാം യുഗത്തിലാണു്, ഭൂമി വൻകരകളായി വിഭജിക്കപ്പെട്ടതു്; മനുഷ്യൻ ഭൂജാതനായി. ഏഴാംയുഗത്തിൽ—ആ യുഗമാണിപ്പോളിവിടെ — മനുഷ്യൻ പ്രകൃതിയെ കീഴടക്കാൻ തുടങ്ങി. ഭൂമി തണുത്തു മരവിച്ചു വാസയോഗ്യമല്ലാതായിത്തീരുംവരെ, മനുഷ്യനിവിടെ വാഴും. എല്ലാംകൂടി

98,000 വഷങ്ങളാണ് ഈ സപ്തയുഗങ്ങൾക്കുമായി ബഫൺ കണക്കാക്കിയതു്.

ഭൂമിയുടെ ഉത്ഭവത്തെപ്പററിയുള്ള ബഫൻെറ സിദ്ധാന്തം മുഴുവൻ ശരിയായിരുന്നില്ല. പക്ഷേ, പുതിയൊരു പന്ഥാവാണതു വെട്ടിത്തെളിയിച്ചതു്. ഭൂമിക്കു വളരെയേറെപ്പഴക്കമുണ്ടെന്നു പറഞ്ഞതാണേറ്റവും മുഖ്യകാര്യം. ബഫൺ വിചാരിച്ചതിലും എത്രയെത്രയോ പഴയതാണ് ഭൂമിയെന്നു് ഇന്നു നമുക്കറിയാമല്ലോ.

കരയൊന്നുമില്ലാതെ, ഭൂമി സവ്വം സമുദ്രമായിരുന്ന ഒരു കാലമുണ്ടായിരുന്നുവെന്നു ബഫൺ ഊഹിച്ചു. ഈ പ്രപഞ്ചസമുദ്രത്തിന്നു ഭൂമിയുടെ പുറംതോടുണ്ടായതിൽ സ്ഥാനമുണ്ടെന്നു വെർണർ കല്പിച്ചുകൊടുക്കുന്നു. അബ്രഹാം ഗോട്‌ലോബ് വെർണർ (1750—1817) ജമ്മനിയിലെ ഫ്രീബർഗ് സവ്വകലാശാലയിലെ മിനറാലജി പ്രൊഫസറായിരുന്നു. വളരെ ആത്മവിശ്വാസമുള്ളൊരു മനുഷ്യനും, വാഗ്മിത്വവും വൈദഗ്ദ്ധ്യവുമുള്ളൊരാചാര്യനുമായിരുന്നു അദ്ദേഹം. ജ്യോളജിയെ സരളമാക്കിത്തീർത്തതദ്ദേഹമാണ്. ധാരാളം വിദ്യാത്ഥികളദ്ദേഹത്തിന്നു ചുറ്റും വന്നുകൂടിയിരുന്നു. അദ്ദേഹം ഒന്നും എഴുതിയില്ല. അതിനാൽ ഫ്രീബർഗിലെത്തി, നേരിട്ടദ്ദേഹത്തിൽനിന്നു് പാഠങ്ങൾ പഠിച്ചാലെ ഒരാൾ നല്ലൊരു 'ജ്യോളജിസ്റ്റാ'വൂ എന്നായിരുന്നു അന്നത്തെ ധാരണ. ജ്യോളജിയിൽ, വെർണർ ഒരു സവ്വാധിപതിയായി; ഫ്രീബർഗ്, വലിയൊരു വിജ്ഞാനകേന്ദ്രവും.

സാക്സണിയിലെ ഖനികളിൽ, കീഴ്പോട്ടു പോകുംതോറും, പാറകളുടെ അടരുകൾ മാറിമാറിവരുന്നതദ്ദേഹം ശ്രദ്ധിച്ചു. വെർണർ, രാജ്യംവിട്ടു പുറത്തിറങ്ങിയിരുന്നില്ല. സാക്സണിയിൽക്കണ്ട അതേ ക്രമത്തിലാണ്

ലോകത്തിലെവിടേയും പാറയട്ടക്കുകളുണ്ടാവുകയെന്നദ്ദേഹമങ്ങു ഖണ്ഡിതമായിപ്പറഞ്ഞു. ഇടയ്ക്കിടെ സമുദ്രം വന്നു ഭൂമിയെ മുക്കിയതിനാലാണീ പടലങ്ങളുണ്ടായതെന്നും വെർണർ സിദ്ധാന്തിച്ചു. സമുദ്രങ്ങളുടെ അടിയിൽ മണ്ണുവന്നു് ഊറുമല്ലൊ. ഇങ്ങനെയുള്ള ഊറൽമണ്ണു് ചിലയിടത്തു കൂമ്പാരംകൂടിയതാണു പർവ്വതങ്ങളെന്നും (പിന്നീട്ട സമുദ്രം പിൻവലിഞ്ഞപ്പോൾ) വെർണർ അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. ഉള്ളിയുടെ പുറംതോൽ, അകത്തുള്ളതിനെ പൊതിയുംപോലെയാണീ പാറയട്ടക്കുകൾ ഒന്നിനോടൊന്നു തൊട്ടുരുമ്മിക്കിടക്കുന്നതെന്നുകൂടി വെർണർ വിശദീകരിച്ചു. ഭൂഗോളം, വെർണരുടെ സിദ്ധാന്തപ്രകാരം, പ്രളയജന്യമാണു്. റോമാക്കാർസമുദ്രദേവനെ 'നെപ്ട്യൂ' ണെന്നു വിളിച്ചിരുന്നതിനാൽ, വെർണരുടെ സിദ്ധാന്തത്തിന്നു 'നെപ്ട്യൂണിസം' എന്നു പേർകിട്ടി.

'നെപ്ട്യൂണിസ്ററു'കാർ ചെന്നു മുട്ടിയതു 'ബസാൾട്' എന്നറിയപ്പെട്ടുന്ന പാറയിലാണു്. എന്താണീ ബസാൾട് എന്നതിന്നു തൃപ്തികരമായൊരു വിശദീകരണം തരാനവൎക്കു കഴിഞ്ഞില്ല. ഊറൽപ്പാറകളിലങ്ങിങ്ങായി ഫോസിലുണ്ടാവും. എന്നാൽ ബസാൾടിലൊരൊററ ഫോസിലില്ല. അതിനാൽ, സമുദ്രത്തിൽനിന്നൂറിയുണ്ടായതാണെന്നു പറയാൻ ന്യായമില്ല. പാരിസ്സിൽവെച്ചു വൈദ്യശാസ്ത്രം പഠിച്ചു്, പിന്നീട്ട്, ഒരു പ്രകൃതിശാസ്ത്രമൃൂസിയത്തിലെ 'ക്യൂരേററ'റായിച്ചേൎന്ന ഗെററാർഡ് (1715—'86) ആണു്, ഇതിനെപ്പററി ശരിയായ ഒരു സൂചന ആദ്യം നല്കിയതു്.

സസ്യശേഖരണാൎത്ഥം ഫ്രാൻസിൻെറ നാനാഭാഗത്തും ഗെററാർഡ് പോയിരുന്നു. പലേടക്കും, സസ്യങ്ങ

ളിൽനിന്നു പാറകളിലേക്ക് അദ്ദേഹം ശ്രദ്ധതിരിച്ചു. വടക്കൻഫ്രാൻസിലെ, ലോഹധാതുക്കളടങ്ങിയ പാറകളുടെ പടം അദ്ദേഹം വരച്ചു. തെക്കെഫ്രാൻസിലദ്ദേഹമൊരു പദയാത്ര നടത്തി. അങ്ങനെ ഓവർഗ്നാസംസ്ഥാനത്തിലെത്തി. ദിവസംപ്രതി കിലോമീറ്ററുകളങ്ങനെ താണ്ടിപ്പോകുമ്പോൾ, ചില നാഴികക്കല്ലുകൾ കറുത്തതാണെന്നദ്ദേഹം കണ്ടു. അഗ്നിപർവ്വതത്തിൽവെച്ചു ചുട്ടെടുത്ത കല്ലുകളാവാം ഇവയെന്നു പെട്ടെന്നദ്ദേഹത്തിന്നങ്ങു തോന്നി. എവിടെനിന്നാണിവ കുഴിച്ചെടുത്തതു്, എന്നന്വേഷിച്ചു. കല്ലു വെട്ടിയ കുഴിയിൽച്ചെന്നു നോക്കി. ലാവാ ഉറച്ചു കട്ടിയായതുപോലുള്ള പാറകളാണവിടെ ക്കണ്ടതു്. ചുററുപാടും ഗെററാർഡ് പരിശോധിച്ചു. അവിടെക്കാണുന്ന കുന്നുകളെല്ലാം കെട്ടടങ്ങിയ അഗ്നിപർവ്വതങ്ങളാണെന്നു തെളിയിക്കാൻ ഗെറ്റാർഡിന്നു കഴിഞ്ഞു. ഈ അഗ്നിപർവ്വതപ്രദേശം നിറയെ ബസാൾട്ക്കല്ലുകളുണ്ടെന്നും അദ്ദേഹം കണ്ടു. പക്ഷേ, ബസാൾട്പാറ അഗ്നിപർവ്വതത്തിൽനിന്നുണ്ടായതാണെന്ന് അദ്ദേഹത്തിന്നു തോന്നിയില്ലത്രെ. എന്തോ ദ്രവം 'ക്രിസ്റ്റലീകരി'ച്ചതിന്റെ ഫലമാണിതെന്നാണദ്ദേഹം ഊഹിച്ചതു്.

ഗെറ്റാർഡിന്റെ സ്നേഹിതനായൊരു പ്രതിഭാശാലിയായിരുന്നു നിക്കോലാസ് ഡെസ്മാറെസ്റ്റ് (1725—1815). എന്താണു ബസാൾട് എന്നതിന്നു യുക്തിപരമായൊരു വിശദീകരണം കിട്ടിയതിദ്ദേഹത്തിൽനിന്നാണ്. ദരിദ്രനെങ്കിലും ബുദ്ധിമാനായ ഇദ്ദേഹം ഫ്രാൻസിലെ നിർമ്മാണവസ്തുഡൈറക്ടർ ആയി. ജ്യോളജിയായിരുന്നു ഇഷ്ടപ്പെട്ട വിഷയം. ഇതാണദ്ദേഹത്തിന്റെ ആയുസ്സു രക്ഷിച്ചതു്. കാൽനടയായി പലസ്ഥലത്തും സഞ്ചരിച്ചിരുന്നു—അതിന്നിടയിൽ, ആട്ടിടയന്മാരുടെ കുടിലു

കളിലുറങ്ങും, അവർ കഴിക്കുന്ന ഭക്ഷണത്തിൽ പങ്കുചേരും. പാവപ്പെട്ടവരുടെകൂടെ ജീവിക്കുന്ന ഒരാളെന്ന നിലയ്ക്കാണു്, 'ഭീകരഭരണ'ക്കാർ അദ്ദേഹത്തെ കൊല്ലാതെ വിട്ടതു്!

ഗെററാർഡ് പോയ സ്ഥലത്തുതന്നെ, ഡെസ്മാറെസ്ററും നടന്നു പരിശോധിച്ചു. ബസാൾടിൻെറ കൽത്തൂണുകളദ്ദേഹവും കണ്ടു. സമുദ്രത്തിൽനിന്നിത്തരം കല്ലുണ്ടാവാൻ യാതൊരു വഴിയുമില്ലെന്നു് അദ്ദേഹം തീർത്തുപറഞ്ഞു. ബസാൾട്, അഗ്നിപർവ്വതത്തിൽനിന്നുണ്ടായതാണെന്നദ്ദേഹത്തിന്നു തോന്നി. ഭൂമിക്കടിയിലെ ചൂടാണിവയെ നിർമ്മിച്ചതു്. ലാവ, ഉറച്ചു കട്ടിയായതാവാമിതു്. (അഗ്നിപർവ്വതം പൊട്ടിയൊലിച്ചുവരുന്ന ദ്രവമാണു ലാവ.)

ഗെററാർഡ് വിചാരിച്ചതിലുമധികം, ഭൂമിയുടെ നിർമ്മാണത്തിൽ, അഗ്നിപർവ്വതങ്ങൾക്കു പങ്കുണ്ടെന്നു് അദ്ദേഹം വാദിച്ചു. ബസാൾട്-സ്തംഭങ്ങൾ നിരനിരയായി നില്ക്കുന്ന വടക്കൻ ഐർലാണ്ടിലെ പ്രത്യേകതയെപ്പററിയുള്ള ലേഖനങ്ങളദ്ദേഹം പഠിച്ചു. ആ ഭാഗത്തും ധാരാളം അഗ്നിപർവ്വതങ്ങളുണ്ടായിരുന്നു എന്നായി ഇദ്ദേഹത്തിൻെറ നിഗമനം. ഊറൽപ്പാറകൾക്കിടയിലുള്ള വിടവുകളിൽ, അഗ്നിപർവ്വതത്തിൽനിന്നുള്ള ലാവ ഒഴുകിയതാണീ ബസാൾട് എന്നു് അദ്ദേഹം ഊഹിച്ചു. പല ഭൂഗർഭശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും ഈ വാദം സ്വീകരിച്ചു. അഗ്നിപർവ്വതങ്ങളുടെ ഈ നാടകീയസ്വഭാവം കണ്ടു പലരും അത്ഭുതപ്പെട്ടു. ഭൂമിയുടെ രൂപീകരണത്തിൽ ഏററവും വലിയ സ്ഥാനം വഹിച്ചതു് അഗ്നിപർവ്വത(വൊൾക്കാനോ)മാണെന്നുള്ള ധാരണയുണ്ടായ ഇവരെ 'വൾക്കാനിസ്റ്റ്'കൾ എന്നു വിളിച്ചു.

എഡിൻബറോവിലെ ജെയിംസ് ഹട്ടൻ (1726—'97) ആണ പാറകളുടെ രൂപീകരണത്തെപ്പററി യുക്തിപൂർവ്വമായൊരു സിദ്ധാന്തം ആവിഷ്കരിച്ചതു്. പാരിസ്സിലും ലെയ്ഡനിലുംവെച്ചു വൈദ്യശാസ്ത്രം പഠിച്ചു. പക്ഷേ, കൃഷി, കെമിസ്ട്രി, ജ്യോളജി എന്നിവയിലായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്നു താൽപര്യം. നവസാരമുണ്ടാക്കാനൊരു പദ്ധതി അദ്ദേഹമുണ്ടാക്കി. അതുകൊണ്ടു കുറെ പണം സമ്പാദിച്ചു. പിന്നീട്ട്, രാജ്യസഞ്ചാരത്തിന്നും പഠനത്തിന്നുമായി സമയം മുഴുവൻ വിനിയോഗിച്ചു. എഡിൻബറോവിലെ റോയൽ സൊസൈററിയുടെ സ്ഥാപകനായിരുന്നു ഹട്ടൻ; ഇംഗ്ലണ്ടിലേതുപോലൊരു സൊസൈററി.

മുപ്പതുവർഷം പഠനസഞ്ചാരം നടത്തിയിട്ടാണ്, 1795-ൽ, ഭൂമിയെപ്പററി ഒരു ഗ്രന്ഥം അദ്ദേഹം പുറത്തിറക്കിയതു്—മരണത്തിന്നു രണ്ടുവർഷങ്ങൾക്കുമുമ്പ്. "ഭൂമി ഉണ്ടായതിന്നു തെളിവോ, അതു നശിക്കുമെന്നതിന്നുറപ്പോ ഇല്ല." എന്നാണ് അദ്ദേഹം പറഞ്ഞതു്. പ്രകൃതിയുടെ പ്രവർത്തനം ഇന്നും തുടൻകൊണ്ടിരിക്കുകയാണെന്നും, ഈ പ്രവർത്തനമാണ ഭൂമിയുടെ ഉൽപത്തിക്കു കാരണമെന്നും ഇതേ കാരണംകൊണ്ടുതന്നെ ഭൂമി നിലനില്ക്കുമെന്നും ഹട്ടൻ വാദിച്ചു. ഈ സിദ്ധാന്തത്തെ 'യൂനിഫോമിറ്റേറിയനിസം' എന്നു വിളിക്കുന്നു.

നെപ്ട്യൂണിസ്റ്റാശയം, വൽക്കാനിസ്റ്റാശയം ഇവയിൽനിന്നെല്ലാം സ്വീകരിക്കേണ്ടതു് അദ്ദേഹം എടുത്തു. അവയിലെ അബദ്ധങ്ങളെ നിരാകരിച്ചു. ഹട്ടൻെറ തത്വസംഹിത ആകപ്പാടെ ഇതാണ്: (1) ഭൂമിക്കടിയിലുള്ള തീയിൻെറ ചൂടുകാരണമാണ സമുദ്രത്തിന്നടിയിൽനിന്നു കര വായുമണ്ഡലത്തിലേക്കുയൻവന്നതു്. (2) പതുക്കെപ്പതുക്കെ, ഭൂമിയുടെ ഉന്നതശിഖരങ്ങൾ തേഞ്ഞു

മാഞ്ഞുപോകുന്നു. ഇവയെ മഴയും പുഴയും കടലിലേക്കെത്തിക്കുന്നു. അങ്ങനെ ഒരുഭാഗത്തു കടലിൽനിന്നു കരയുണ്ടാവുന്നു—മറുഭാഗത്തു കര കടലിലേക്കുതന്നെ പോകുന്നു. (3) സമുദ്രത്തിൽ പവിഴപ്പുററുകളെപ്പോലെയുള്ള വസ്തുക്കളും കരയുണ്ടാവുന്നതിനെ സഹായിക്കുന്നു.

ഭൂമിയിൽനിന്നു പൊങ്ങിവന്നതാണു പർവ്വതങ്ങളെന്ന ഹട്ടന്റെ തത്വത്തെ 'പ്ലൂട്ടോണിസം' എന്നു പറയുന്നു. ഗ്രീക്കുകാരുടെ പാതാളരാജാവാണു പ്ലൂട്ടോ. ഭൂമിയിൽക്കാണുന്ന ഏതുവിധം പാറയും എങ്ങനെയുണ്ടായി എന്നു പറയാൻ പ്ലൂട്ടോണിസ്റ്റുകൾക്കു കഴിയും. ബസാൾട്ടുണ്ടാകാനുള്ള കാരണവും വിശദമായി. ലാവയിൽനിന്നുണ്ടായതാണെങ്കിലും, ഭയങ്കരമായ ചൂട്ടും മർദ്ദവും കാരണം അതിന്റെ രചനയാകെ മാറിയിരിക്കുന്നുവെന്നാണു ഹട്ടൻ പറഞ്ഞതു്. ഇതുപോലുള്ള സ്ഥിതിയിലാണു ചുണ്ണാമ്പുകല്ലു് മാർബിളായിത്തീരുന്നതും. ബസാൾട്, മാർബിൾ മുതലായ പാറകളെ രൂപാന്തരപ്പെട്ട പാറകളെന്നാണു ജ്യോളജിയിൽപ്പറയുന്നതു് (മെററമോർഫിക്കു് പാറകൾ).

ഹട്ടൻെറ പുസ്തകത്തിലിത്തരം കാര്യങ്ങളെല്ലാം വിശദമായി വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു. വളരെക്കാലം ആരുംതന്നെ—ജ്യോളജിപ്രൊഫസർമാർപോലും—ഈ ഗ്രന്ഥത്തെ കാര്യമായെടുത്തില്ല. ഹട്ടന്റെ ചങ്ങാതിയും ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനുമായ ജോൺ പ്ലേഫർ (1748—1819) ആണു് പ്ലൂട്ടോണിക്കു്സിദ്ധാന്തത്തിന്നു് അതിസരസമായൊരു വ്യാഖ്യാനം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയതു്. (1802)

കരയെ ജീർണ്ണിപ്പിക്കുന്നതു വെള്ളവും, കാററും, ചൂട്ടും മർദ്ദവും മാത്രമല്ല. ഹിമവാഹിനികൾക്കും അതിൽ വലിയ സ്ഥാനമുണ്ടു്. അദ്ദേഹത്തിൻെറ അഭിപ്രായത്തിൽ, പ്രകൃതിയുടെ ഏററവും ശക്തിയേറിയ ഉപകരണങ്ങളായി

രുന്നു ഹിമാനികൾ. എത്ര വലിയ ഭൂവിഭാഗങ്ങളേയും വഹിച്ചുകൊണ്ടു പോകാനിവയ്ക്കു കഴിയും. യൂറോപ്പു മുഴവൻ ഇങ്ങനെ 'ഗ്ലേസിയറു'കൾ നിറഞ്ഞ ഒരു കാലമുണ്ടായിരുന്നു എന്നു് 1803-ൽ, ലൂയി അഗാസിഡ് എന്ന സ്വിററ്സർലാണ്ടുകാരൻ സ്ഥാപിച്ചു. വടക്കനമേരിക്കയും ഹിമവാഹിനികളാലാവൃതമായിരുന്നു എന്നു് അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. ഇതോടുകൂടിയാണു ഹിമവാഹിനികൾക്കു നല്കപ്പെട്ടിരുന്ന പ്രാധാന്യം കൂടിയതു്.

നെപ്ട്യൂണിസ്റ്റുകൾ പ്ലൂട്ടോവാദക്കാരെ കഠിനമായെതിർത്തു. ചുട്ടുപഴുത്ത ലാവയിൽനിന്നാവില്ല ബസാൾട്ടുണ്ടായതെന്നും, ചൂടുള്ള ലാവ തണുത്തുറയ്ക്കുമ്പോൾ അതു സ്ഫടികതുല്യമായിത്തീരുമെന്നും ഹട്ടൻ പറഞ്ഞതിനെ അവർ പുച്ഛിച്ചു. ചൂടാക്കിയ ചുണ്ണാമ്പുകല്ലു് പൊടിഞ്ഞു നൂറായിത്തീരുകയല്ലാതെ, അതു മാർബിളായിത്തീരുമോ എന്നു് അവർ ചോദിച്ചു.

ഹട്ടന്റെ മറ്റൊരു സുഹൃത്തും, എഡിൻബറോവിലെ റോയൽ സൊസൈറ്റി അദ്ധ്യക്ഷനും, പരീക്ഷണാത്മകമായ ജ്യോളജിയുടെ ഉപജ്ഞാതാവുമായിരുന്നു സർ ജെയിംസ് ഹാൾ (1761—1832). ഹട്ടനുവേണ്ടി അദ്ദേഹം ചന്ദ്രഹാസമെടുത്തു. നെപ്ട്യൂണിസ്ററുകളുടെ എതിർപ്പിന്നു യാതൊരർത്ഥവുമില്ലെന്നു, ചില ലാബറട്ടറിപരീക്ഷണങ്ങൾകൊണ്ടു് അദ്ദേഹം വ്യക്തമാക്കി. സാധാരണ ചൂടുതട്ടിയാലുണ്ടാവുന്ന അതേ മാററങ്ങളല്ല, ഭയങ്കരമായ ചൂടും മർദ്ദവും ഒരേ സമയത്തേല്ക്കുമ്പോൾ വസ്തുക്കൾക്കുണ്ടാകുന്നതെന്നു് അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു.

ചുണ്ണാമ്പുകല്ലിനെ, അടച്ചുറപ്പായ ഒരു തോക്കിൻകുഴലിലിട്ടു ചൂടാക്കിയപ്പോൾ അതു നൂറായിത്തീരുകയല്ല, മാർബിളായി മാറുകയാണുണ്ടായതു്. മൗണ്ട് എററ്നയിൽ

നിന്നും സ്കോട്ലാണ്ടിൽനിന്നുമുള്ള ലാവയെ ഒരു കൊല്ലൻെറ ചൂളയിൽവെച്ചു ചൂടാക്കി പെട്ടെന്നു തണുപ്പിച്ചപ്പോൾ അതു സ്ഫടികതുല്യമായിത്തീൎന്നു. പതുക്കെത്തണുപ്പിച്ചാൽ അതു ബസാൾട്പോലുള്ള ക്രിസ്റ്റലുകളായിത്തീരുമെന്നും അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. ചൂടാക്കി, തണുപ്പിക്കുന്നതിൻെറ വേഗത്തിന്നനുസരിച്ച് വസ്തുക്കളുടെ രൂപത്തിൽ വ്യത്യാസം വരുമെന്നു ഹാളിന്നുതോന്നിയതു്, അദ്ദേഹം ഒരു ഗ്ലാസ്സുഫാക്ടറി സന്ദൎശിച്ചപ്പോഴാണത്രെ.

പാറകളുടെ രൂപീകരണത്തെപ്പററിയുള്ള പുതിയ സിദ്ധാന്തത്തിന്നു് ഏറക്കുറെ അംഗീകാരം ലഭിച്ചു. പാറകൾ അട്ടുകകളായി നിലനില്ക്കുന്നതിനെപ്പററിയുള്ള പഠനവും മുന്നേറി. നിരവധി വൎഷങ്ങളുടെ പ്രവൎത്തനഫലമായാണു് ഇങ്ങനെ പാറയട്ടുകകളുണ്ടാവുന്നതെന്നു ഹട്ടൻ പറയുന്നു. ഒരിക്കൽ ഇവ, സമുദ്രത്തിൻേറയോ വലിയ ജലാശയങ്ങളുടേയോ അടിയിലൂറിയിരിക്കണം. ഏതായാലും വില്യം സ്മിത്ത് (1769—1839) എന്ന സൎവ്വേവിദഗ്ധൻ ആണു് ഭൂമിയിൽ പാറകളിൽ പലതരം അട്ടുകകൾ നിലനില്ക്കുന്നതിന്നുള്ള ചില സംഗതികൾ വെളിക്കു കൊണ്ടുവന്നതു്. ഒരു എൻജിനീയറായ ഇദ്ദേഹത്തിന്നു പാറയട്ടുകകളിൽ (സ്ട്രാറ്റ) അതീവ താൽപൎയ്യമായിരുന്നു. അതിനാൽ 'സ്ട്രാററാസ്മിത്ത്' എന്നായിരുന്നു ഇദ്ദേഹത്തിൻെറ ഓമനപ്പേർ!

ഇംഗ്ലണ്ടിൽ പലേടത്തും സ്മിത്ത് കാൽനടയായിപ്പോയി—തോടുകൾ വെട്ടുമ്പോൾ, അതിൽക്കൂടി വെള്ളമൊഴുകിയാൽ ആ വെള്ളം പെട്ടെന്നുവററാത്ത പാറയട്ടുകകൾ കാണാനായിരുന്നു സ്മിത്തിൻെറ ശ്രമം. എവിടെ കുഴിച്ചാൽ കൽക്കരി കിട്ടും, ഓരോ കൃഷിഭൂമിയുടേയും മണ്ണിനെന്തെല്ലാം വിശേഷതകളുണ്ടു് ഇവയെപ്പററി

അറിയാനും, സ്മിത്തിന്നു പല സ്ഥലത്തുമെത്തേണ്ടി വന്നു. സ്മിത്ത് കൃഷിഭൂമിയുടെ വിലനിർണ്ണയിച്ചിരുന്നതു് അടിയിലുള്ള ഫോസിലുകളെ നോക്കിയാണത്രെ! അങ്ങനെ നോക്കിയപ്പോളാണു്, ഒരേ സ്ട്രാററത്തിൽ ഒരേമാതിരി ഫോസിലുകളാണുള്ളതെന്നു കണ്ടതു്. അപ്പോൾ, ഫോസിലുകളെ നോക്കി, അതേതു സ്ട്രാററമാണെന്നു തിരിച്ചറിയാനും സ്മിത്തിന്നു സാധിച്ചു. ജ്യോളജിയുടേയും സ്മിത്തിൻേറയും ഭാഗ്യത്തിന്നു്, 'ഇംഗ്ലണ്ടിലെ ഊറൽപ്പാറകൾ, റൊട്ടിക്കഷണങ്ങളിൽ ജാം തേച്ചു് അട്ടക്കിവെച്ച പോലെ' ആയിരുന്നുവത്രെ! ഏതാണു് ആദ്യമുണ്ടായതു്, പിന്നീട്ടുണ്ടായതു് ഏതു് എന്നെല്ലാം കീഴും മേലും നോക്കി നിർണ്ണയിക്കാമെന്നു വന്നു. അടിയിലുള്ളതിന്നു പഴക്കം കൂട്ടതലാണു്; മുകളിലുള്ളതു പുത്തനും. ഓരോ ഫോസിൽ നിക്ഷേപവുമുള്ള അട്ടക്കുകളുടെ പ്രത്യേകതകൾ സ്മിത്ത് കണ്ടുപിടിച്ചു. ചില സ്ഥലത്തു്, പഴയ പാറകളൊന്നും കണ്ടില്ലെങ്കിലും, ഫോസിൽ പരിശോധിച്ചു് ആ അട്ടക്കിൻെറ പഴക്കം നിർണ്ണയിക്കാൻ സ്മിത്തിന്നു കഴിഞ്ഞു.

1817-ൽ 'സ്ട്രാറ്റിഗ്രാഫിയെപ്പറ്റിയും ഫോസിലുകളെപ്പററി'യും എഴുതിയ ഗ്രന്ഥത്തിൽ സ്മിത്ത് തൻെറ അനുഭവങ്ങൾ വിവരിക്കുന്നു. കുറെ ഭൂഗർഭശാസ്ത്രപരമായ പടങ്ങളും അദ്ദേഹം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തി—ഇംഗ്ലണ്ടിലെ പാറയട്ടക്കുകളുടെ വിവരം കാണിച്ചു്. 1831-ൽ, അദ്ദേഹത്തിന്നു ജ്യോളജിയിൽ കീർത്തിമുദ്ര ലഭിച്ചു. പാറയട്ടക്കുകളെ വേർതിരിച്ചറിയാൻ ചെയ്ത സേവനങ്ങൾക്കാണു് ലണ്ടനിലെ ജ്യോളജിക്കൽ സൊസൈററി സ്മിത്തിന്നു ബഹുമതി നല്കിയതു്.

ജ്യോളജി, ഒരു ശാസ്ത്രമായിത്തീൻ്നു. ചാൾസ് ലിയെൽ (1797-1875) മൂന്നു ഭാഗങ്ങളുള്ള നല്ലൊരു

ജ്യോളജി പാഠ്യപുസ്തകം പുറത്തിറക്കി. ആദ്യം ഒരു വക്കീലായിരുന്ന ലിയെൽ, പിന്നീട്, ജ്യോളജിക്കായി ജീവിച്ചു. ഡാർവിൻെറ ഒരു അനുയായിയായിരുന്നു ഇദ്ദേഹം. വെസ്റ്റ്മിൻസ്റ്റർ ആബെയിലാണദ്ദേഹത്തെ സംസ്കരിച്ചതു്. തൻെറ കാലംവരെ അറിയപ്പെട്ടിരുന്ന സമസ്തവസ്തുതകളും, ലിയെൽ, ഗ്രന്ഥത്തിൽച്ചേർത്തിട്ടുണ്ടു്. പഴയ തെററുകൾ തിരുത്താനും, പുതിയ സംഗതികൾ നിരത്താനും അദ്ദേഹത്തിന്നു കഴിഞ്ഞു. ഭൂതലത്തിൻെറ നിമ്നോന്നതസ്വഭാവങ്ങൾക്കു കാരണം വെള്ളപ്പൊക്കവും പ്രളയവും മററുമാണെന്ന നെപ്ട്യൂണിയൻധാരണകളെ ലിയെൽ പിന്താങ്ങി. പർവ്വതങ്ങളുണ്ടാവുന്നതും, പാറകളുണ്ടാവുന്നതും, അവ അട്ടക്കുകളായി നിലനില്ക്കുന്നതും, പൊട്ടിപ്പോകുന്നതും, ജന്തുക്കളുടേയും സസ്യങ്ങളുടേയും ഫോസിലുകൾ അവയിൽ കാണപ്പെടുന്നതുമെല്ലാം ഇന്നും നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന പ്രക്രിയകളാണെന്നു് അദ്ദേഹം പ്രസ്താവിച്ചു.

പ്രപഞ്ചോൽപത്തി

ജ്യോളജി, ഭൂമിയുടെ രൂപീകരണത്തെപ്പററി പല സിദ്ധാന്തങ്ങളും നൽകിക്കൊണ്ടിരിക്കവെ, പ്രപഞ്ചരഹസ്യങ്ങളെപ്പററി നക്ഷത്രശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ നിദ്രാശൂന്യമായ രാത്രികളിൽ അന്വേഷണങ്ങൾനടത്തുകയായിരുന്നു. പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ഒരു ഭാഗം മാത്രമാണല്ലോ ഭൂമി. നക്ഷത്രശാസ്ത്രത്തിൽ ഇക്കാലത്തു പേരെടുത്തവർ ഹർഷലും ലാപ്ലാസുമായിരുന്നു. ജർമ്മനിയിൽ ജനിച്ച ഇംഗ്ലീഷുകാരനായിരുന്ന സർ വില്യം ഹർഷൽ പ്രപഞ്ചവൈപുല്യത്തെപ്പററി പുതിയതും ആവേശകരവുമായ ഒരാശയം ആവിഷ്കരിച്ചു. മാർകിസ് ഡി ലാപ്ലാസ് എന്ന ഫ്രഞ്ചു

പ്രഭുവാകട്ടെ, ന്യൂട്ടൻെറ സിദ്ധാന്തങ്ങൾക്കു പിൻതുണ നല്കിക്കൊണ്ട്, സൗരമണ്ഡലരൂപീകരണത്തിന്നുള്ള കാരണങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കി.

ഹനോവറിൽ(ജമ്മനി)1738-ൽ ആണ് ഹർഷൽ ജനിച്ചതു്. ഹർഷേലിൻെറ അച്ഛൻ പട്ടാളവാദ്യസംഘത്തിൽ ഒരംഗമായിരുന്നു. അതിനാൽ, കുട്ടിക്കാലത്തു ഹർഷലിന്നു സംഗീതത്തിലായിരുന്നു പ്രിയം. 14 വയസ്സിൽ, ബാൻഡിൽ ചേൻന്നു. അഞ്ചുവഷം കഴിഞ്ഞപ്പോൾ സംഗീതജ്ഞനായി ഇംഗ്ലണ്ടിൽ കഴിഞ്ഞുകൂടാൻ അങ്ങോട്ടു പോയി. 1766-ൽ ഒരു പള്ളിയിൽ ഗായകനായിച്ചേൎന്നു. തൻെറ സഹോദരിയേയും ഇംഗ്ലണ്ടിലേക്കു കൊണ്ടുവന്നു.

ഈ യുവഗായകന്നു നക്ഷത്രശാസ്ത്രത്തിൽ വലിയ കമ്പമായിരുന്നു. ശക്തിയുള്ള കുറെ ടെലിസ്കോപ്പുകൾ അദ്ദേഹം ഉണ്ടാക്കി. 1781 മാച്ചിൽ, ഇവയിലൊന്നിൽക്കൂടി, നക്ഷത്രനിരീക്ഷണംനടത്തുകയായിരുന്നു, ഹർഷൽ. വലിയൊരു ജ്യോതിൎഗ്ഗോളത്തെ അദ്ദേഹം കണ്ടു. ഇതൊരു വാൽനക്ഷത്രമാകുമെന്നു് അദ്ദേഹം കരുതി. എന്നാൽ അതു് 'യുറാനസ്' എന്ന ഗ്രഹമായിരുന്നു. പിറേറന്നു മുതൽ, ഹർഷൽ പ്രസിദ്ധനായിത്തീൎന്നു. റോയൽ സൊസൈററിയിൽ അദ്ദേഹത്തിന്നു് അംഗത്വം നല്കി. 1782-ൽ ജോർജ് മൂന്നാമൻ, വർഷംപ്രതി 200 പവൻ ശമ്പളത്തിൽ, ഇദ്ദേഹത്തെ രാജകീയനക്ഷത്രശാസ്ത്രജ്ഞനാക്കി നിയമിച്ചു. ഹർഷലിൻെറ സഹോദരി കരോളിനയും നല്ലൊരു നക്ഷത്രശാസ്ത്രജ്ഞയായിരുന്നു—എട്ടു വാൽനക്ഷത്രങ്ങളേയും, പല 'നെബുല'കളേയും(നക്ഷത്രപടലം) അവർ കണ്ടുപിടിച്ചുവത്രെ.

1780 മുതൽ 1821 വരെ, റോയൽ സൊസൈററി

പ്രസിദ്ധീകരണങ്ങളിൽപ്പലതിലും ഹർഷൽ എഴുതി. നക്ഷത്രങ്ങളെ തിരിച്ചറിയാനുള്ള ഒരു പദ്ധതി അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. ടെലിസ്കോപ്പ്, സ്പേസിൻെറ ഏതു ഭാഗത്തെ ലാക്കാക്കിവെക്കുന്നു എന്നതിന്നനുസരിച്ച്, ചിലപ്പോൾ 500 നക്ഷത്രങ്ങളെക്കാണാമെന്നും, ചിലപ്പോൾ ഒരു നക്ഷത്രത്തെ മാത്രമേ കാണാൻ കഴിയൂ എന്നും അദ്ദേഹം വ്യക്തമാക്കി.

'മിൽക്കി വേ' എന്നറിയപ്പെട്ടിരുന്ന സ്ഥലത്താണു നക്ഷത്രങ്ങൾ നിബിഡമായി സ്ഥിതിചെയ്തിരുന്നത്. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഒരു പംക്തിയാണതെന്നു ഹർഷൽ പറഞ്ഞു. "മിൽക്കി വേ ഒരു ദീർഘചതുരപ്പെട്ടിപോലാണ്; പെട്ടിയുടെ ഒരററം രണ്ടാക്കിപ്പിളന്നിരിക്കും; ഈ പെട്ടികളുള്ളിലാണ് സൂര്യൻ—ഒത്തനടുക്കല്ല—" ഇതാണ് ഹർഷൽ പറഞ്ഞത്. ആധുനികവിശ്വാസം, മിൽക്കി വേ ഒരു ഇരട്ടക്കോൺവെക്സ്ലെൻസ്പോലെയാണെന്നാണ് — അതിന്റെ നടുക്കെവിടെയോ ആണു സൂര്യനെന്നും. ഹർഷൽ ഇതിൻെറ അടുത്തെത്തിയിരുന്നു.

നക്ഷത്രശാസ്ത്രത്തിൽ, മററു പല പുതിയ ധാരണകളും ഹർഷൽ ഉണ്ടാക്കി. സ്പേസിൻെറ വിപുലതയിൽ, ഒരു പ്രപഞ്ചദ്വീപമാണു മിൽക്കി വേ എന്നദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. വികസ്വരമായ പ്രപഞ്ചത്തെപ്പററി ബോധവാനായിരുന്നു അദ്ദേഹം. പരന്നുകിടന്നിരുന്ന വസ്തുക്കളെങ്ങനെ കേന്ദ്രീകരിച്ചു ജ്യോതിർഗ്ഗോളങ്ങളായി എന്ന് അദ്ദേഹം കാട്ടിത്തന്നു. ആകാശം, "പച്ചപിടിച്ച ഒരു തോട്ടമാണെന്നും, അതിൽ പലനിറത്തിലുമുള്ള പൂന്തകിടുകളുണ്ടെ"ന്നുമാണ് അദ്ദേഹം കവിതയുടെ ഭാഷയിൽ പറഞ്ഞത്.

ലാപ്ലാസ് (1749—1827) ആകട്ടെ, ഹർഷലിനെ

പ്പോലെ ഗായകനായല്ല, ഒരു ശാസ്ത്രജ്ഞനെന്നനിലക്കു തന്നെയാണു കുട്ടിക്കാലംമുതല്ക്കേ പരിശീലനം നേടിയതു്. ഗണിതശാസ്ത്രത്തിൽ അദ്ദേഹം വിദഗ്ദ്ധനായി. പാരിസ്സിലെ മിലിട്ടറിസ്കൂളിലെ ഗണിതശാസ്ത്രപ്രൊഫസറായി ചേൎന്നു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ പ്രശസ്തകൃതി 'ആകാശത്തിലെ മെക്കാനിക്സി'നെപ്പററിയാണ്—1799 മുതൽ 1825 വരെ, അഞ്ചു ഭാഗങ്ങളായാണതു പ്രസിദ്ധീകരിച്ചതു്. ന്യൂട്ടൻെറ 'പ്രിൻസിപ്പിയ'യുടെ ഒരു ചുരുക്കം അതിലുണ്ടു്. സൎവ്വശക്തനായ ദൈവത്തെപ്പററി ഈ ഗ്രന്ഥത്തിലൊരു വാക്കുപോലുമില്ല. തികച്ചും ഭൗതികവാദാധിഷ്ഠമായിരുന്നു ലാപ്ലാസിൻെറ വീക്ഷണം. ഇതിനെപ്പററി നെപ്പോളിയൻ ലാപ്ലാസിനെ വിമർശിച്ചുവത്രെ. പ്രപഞ്ചോൽഭവത്തെപ്പറ്റിയുള്ളൊരു പുസ്തകത്തിൽ, സൎവ്വേശ്വരനെപ്പററിയൊന്നും പറയാത്തതെന്തുകൊണ്ടാണെന്ന നെപ്പോളിയൻെറ ചോദ്യത്തിന്നു ലാപ്ലാസ് ഉത്തരം പറഞ്ഞതിതാണ്: "അങ്ങനെയൊരു ഊഹത്തിൻെറ ആവശ്യംതന്നെ എനിക്കില്ലായിരുന്നു."

ലാപ്ലാസ് 'നെബുലാസിദ്ധാന്തം'കൊണ്ടാണു ഗ്രഹങ്ങളുടെ ചലനത്തിനു വിശദീകരണം നല്കിയതു്. മുൻപറഞ്ഞ ഗ്രന്ഥത്തിലല്ല, പ്രപഞ്ചവ്യവസ്ഥയെപ്പറ്റി മറ്റൊരു പുസ്തകത്തിലാണ് ഈ തത്വം അദ്ദേഹം അവതരിപ്പിച്ചതു്. കുറെക്കൂടി ലളിതമായൊരു പുസ്തകമാണിതു്. സൂര്യനും ഗ്രഹങ്ങളും ഉപഗ്രഹങ്ങളും ഒരേദിശയിലാണു തിരിഞ്ഞിരുന്നതു. ഇതിനെന്തു കാരണം? നെബുലയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിലാണിതദ്ദേഹം വിശദീകരിച്ചതു്.

രാത്രി ആകാശത്തേക്കു നോക്കുക. ചന്ദ്രൻെറ മീതെ ഒരു മൂടൽമഞ്ഞു് കാണാം. (മൂടൽമഞ്ഞു്, നീരാവി

യാണു്. ചന്ദ്രനിൽനിന്നെത്രയോ ദൂരെയാണതു്.) അക്കാലത്തെ നക്ഷത്രശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ നക്ഷത്രങ്ങളെ നോക്കിയപ്പോൾ, അവയുടെ മീതെ ഒരു മങ്ങലോ, മൂടലോ, കണ്ടു. ഈ മങ്ങലിന്നാണു് അവർ 'നെബുല' എന്നു പേർവിളിച്ചതു്.

ലാപ്ലാസിന്നറിയാമായിരുന്നു, നമ്മുടെ സൂര്യനും ഒരു നക്ഷത്രമാണെന്നു്. അതിനാൽ അദ്ദേഹം സിദ്ധാന്തിച്ചു, യുഗാന്തരങ്ങൾക്കുമപ്പുറം, നമ്മുടെ സൂര്യനെ അത്തരം ഒരു നെബുലാമേഘം വന്നു മൂടിയിരിക്കണമെന്നു്. സൂര്യനിൽനിന്നാരംഭിച്ചു്, അവസാനം കണ്ടുപിടിച്ച ഗ്രഹമായ യുറാനസ്സുവരെ, ഈ നെബുല നീണ്ടുപരന്നു കിടന്നിരുന്നുവത്രെ. സൂര്യൻെറ കൂടെ ഈ നെബുലയും തിരിഞ്ഞു—ഭൂമിയുടെക്കൂടെ വായുമണ്ഡലം തിരിയുംപോലെ. പക്ഷേ, നെബുലാമേഘത്തിന്നു വലിയ ചൂടായിരുന്നു. പതുക്കെക്കണ്ടു്, നെബുലയുടെ പാൎശ്വങ്ങൾ തണുക്കാൻ തുടങ്ങി. അതിന്നകത്തെ തപ്തബാഷ്പങ്ങൾ തണുത്തു. ലാപ്ലാസ് എഴുതുന്നു: "അതിനാൽ, സൂര്യന്റെ നെബുലയുടെ ഓരോ ഭാഗവും തണുത്തതു് ഓരോ അവസരത്തിലായതുകൊണ്ടു്, ഗ്രഹങ്ങൾ പല ഘട്ടങ്ങളിലായി ഉണ്ടായതായിരിക്കണം. ഇങ്ങനെ, ഉറച്ച വാതകസമൂഹമാണു നെബുല. സൂര്യൻ തണുത്തതോടുകൂടി, പാൎശ്വത്തിലെ ഈ നെബുലകളെ അവിടവിടെ കൈവിട്ടിരിക്കും."

ലാപ്ലാസിന്റെ നെബുലാസിദ്ധാന്തം, നക്ഷത്രശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെല്ലാം അംഗീകരിച്ചു. ഒരു നൂററാണ്ടുകാലം ഇതു് എതിരില്ലാതെ നിലനിന്നു. സൗരമണ്ഡലരൂപീകരണത്തിൽ, നെബുലാസിദ്ധാന്തത്തെ ഇന്നു പൊതുവെ അംഗീകരിക്കുന്നില്ല. അതിന്നു പകരം പുതിയ പല

തത്വങ്ങളും ആവിഷ്ക്കരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടെങ്കിലും എല്ലാവക്കും സ്വീകാര്യമായൊരു തത്വവും ഇതുവരെ കൊണ്ടുവരപ്പെട്ടിട്ടില്ല. ഇന്നും ഭൂമിയുടെ ഉൽഭവത്തേയും പ്രപഞ്ചോൽപത്തിയേയുംപററി വാശിയേറിയ അഭിപ്രായവ്യത്യാസങ്ങൾ നിലവിലുണ്ട്.

അദ്ധ്യായം 16

മരണത്തിനെതിരായ സമരം

പോയനൂററാണ്ടുകളിലെ സയൻസിൻെറ വളർച്ചയിൽ എണ്ണപ്പെട്ട പല പേരുകളും നാം പഠിച്ചു. രോഗങ്ങൾ മനുഷ്യരെ കാർന്നുതിന്നിരുന്ന നൂറ്റാണ്ടുകളായിരുന്നു ഇവ. പ്രസവമരണവും ശിശുമരണവും കണക്കററതായിരുന്നു. പ്ലേഗ് ഇടക്കിടെ പൊട്ടിപ്പുറപ്പെട്ട് ആയിരക്കണക്കിൽ പ്രാണൻ അപഹരിച്ചു. 18-ാംനൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനംവരെ, പകർച്ചവ്യാധികൾക്കെതിരായി ഒന്നും ചെയ്യാൻ വയ്യാതെ മനുഷ്യൻ അന്തംവിട്ടുനിന്നു. പിന്നീടാണ്, വസൂരി വരാതിരിക്കാനും നിയന്ത്രിക്കാനും ചില മാർഗ്ഗങ്ങളെല്ലാമുണ്ടെന്നു കണ്ടുപിടിച്ചതു്. ആ വഴികൾ പ്രയോഗിക്കാൻ തുടങ്ങിയതിൻെറ ഫലവും കണ്ടുതുടങ്ങി. പുതിയ ആശങ്കക്കു വകനല്കി. പ്രതിരോധവൈദ്യശാസ്ത്രം— പ്രിവൻറിവ് മെഡിസിൻ— ഇങ്ങനെയാണുണ്ടായതു്.

വസൂരി, ഒരു 'വൈറസ്' രോഗമാണെന്നു നാം പറയുന്നു. ഈജിപ്തിലും ഇന്ത്യയിലും ഈ രോഗത്തെപ്പററി— അതു ബീജങ്ങളിൽനിന്നുണ്ടാവുന്നതാണെന്നു— പണ്ടുതന്നെ ചില വിവരങ്ങളെല്ലാമുണ്ടായിരുന്നു. 10-ാംനൂറ്റാണ്ടുവരെ, യൂറോപ്പിൽ ഈ രോഗംതന്നെ ഉണ്ടായിരുന്നില്ല. പിന്നീടാണ്, ഒരു പകർച്ചവ്യാധിയായി അതു പരന്നുപിടിച്ചതു്. 18-ാംനൂറ്റാണ്ടാവുമ്പോഴേക്കും, ഇതിന്റെ ഭീഷണി സർവ്വത്ര വ്യാപിച്ചിരുന്നു. മനുഷ്യരാശിയുടെ മഹാമാരികളിലൊന്നായ ഈ രോഗം പിടിച്ച്, ആ നൂററാ

ണ്ടിൽ 600 ലക്ഷംപേർ മരിച്ചുവത്രെ — യൂറോപ്പിൽ മാത്രം! രോഗത്തിൽനിന്നു രക്ഷപ്പെട്ടവരാകട്ടെ വിരൂപികളുമായിത്തീൻ. മുഖത്തു വസൂരിക്കലകളില്ലാത്തവർ അന്നു ദുർലഭമായിരുന്നുവത്രെ.

ഒരിക്കൽ വസൂരിപിടിച്ചു് അതിൽനിന്നു രക്ഷപ്രാപിച്ചാൽപ്പിന്നെ ഈ രോഗം പിടിക്കില്ലെന്ന ഒരു വിശ്വാസം ഉണ്ടായിരുന്നു. ഇതുകാരണം മധ്യപൗരസ്ത്യദേശത്തിലുംമററും വസൂരിവ്രണത്തിൽനിന്നു വരുന്ന നീരെടുത്തു് ആളുകളെ കുത്തിവെച്ചിരുന്നുവത്രെ. ഇതിന്റെ ഫലമായി കുറച്ചു വസൂരി പിടിച്ചുവെങ്കിലും, പിന്നീടാരോഗം വരാതെകഴിക്കാമായിരുന്നു.

18-ാംനൂററാണ്ടിൽ, ലോകപര്യടനം കഴിഞ്ഞു തിരിച്ചെത്തിയ ലേഡി മേരി മോൺടേഗ് പറഞ്ഞു, കോൺസ്റ്റാൻറിനോപ്പിളിൽ തൻെറ ഭത്താവിന്റെകൂടെ താമസിക്കുമ്പോൾ, അവിടെയുള്ളവർ വസൂരികുത്തിവെക്കുന്നതായി താൻ നേരിട്ടു കണ്ടുവെന്നു്. ഇംഗ്ലണ്ടിലും വസൂരികുത്തിവെക്കൽ ഒരു പ്രതിരോധമാർഗ്ഗമായി സ്വീകരിക്കപ്പെടണമെന്നവർ ആവശ്യപ്പെട്ടു. 'തുക്കിയിലെല്ലാവരും ഈ ഓപ്പറേഷൻനടത്തുന്നു,'' എന്നാണവരെഴുതിയതു്.

ആദ്യം സ്വന്തം മക്കളെത്തന്നെ വസൂരികുത്തിവെക്കാനവർ സമ്മതിച്ചു. മാത്രമല്ല, രാജകുമാരിയോടും ഇതിന്നവർ ആവശ്യപ്പെട്ടുവത്രെ. തടവിൽക്കഴിയുന്ന ആറുപേരെ ഇങ്ങനെ കുത്തിവെച്ചുനോക്കി, കുഴപ്പമൊന്നുമില്ലെന്നു കണ്ടപ്പോളാണു്, രാജകുമാരി ഇതിന്നു വഴങ്ങിയതു്. ആ തടവുകാക്കു മോചനവും ലഭിച്ചു. പിറേറവഷംമുതൽ, വസൂരികുത്തിവെക്കൽ, വ്യാപിച്ചു. പിന്നീടാണു മനസ്സിലായതു്, ഇത്തരം വസൂരികുത്തിവെക്കൽകൊണ്ടു, ഗുണത്തോടൊപ്പം ദോഷവുമുണ്ടെന്നു്. ചില

പ്പോൾ കുത്തിവെച്ച ആളിൽനിന്നു രോഗം ചുററുമുള്ള പലക്കും പരക്കാനിടയുണ്ട്. ചിലപ്പോൾ കുത്തിവെച്ച ആൾക്കു മിതമായതോതുവിട്ടു വളരെ മാരകമായതോതിൽ രോഗം ബാധിക്കുകയും ചെയ്യും.

എഡ്വാർഡ് ജെന്നർ (1749—1823) ആണ് വസൂരിനിയന്ത്രണത്തിന്നു കൂടുതൽ നല്ലൊരു വഴി കണ്ടുപിടിച്ചതു്. ജോൺ ഹണ്ടർ എന്ന വിശ്രുതവൈദ്യശാസ്ത്രജ്ഞന്റെ ശിഷ്യനായിരുന്നു ഇദ്ദേഹം. ലണ്ടനിൽനിന്ന്, പഠിപ്പു പൂർത്തിയാക്കി, ജെന്നർ ഗസ്റ്ററിൽ വന്നു ഡോക്ടറായി പ്രാക്ടീസ്സാരംഭിച്ചു. ചിലക്കു വസൂരികുത്തിവെച്ചു. അവക്കതുകൊണ്ടു യാതൊരു ഫലവും കണ്ടില്ല. അന്വേഷിച്ചപ്പോഴാണു മനസ്സിലായതു്, ഇവക്കെല്ലാം ഗോവസൂരി എന്ന രോഗം പിടിപെട്ടിരുന്നുവെന്നു്. പശുവിനെക്കറന്നു ഗോവസൂരിരോഗം പിടിപെട്ടവക്കു വസൂരി പിടിപെടില്ലെന്നൊരു വിശ്വാസവും ആ നാട്ടിലുണ്ടായിരുന്നുവത്രെ. ഈ വിശ്വാസത്തിനെന്തെങ്കിലും ശാസ്ത്രീയാടിസ്ഥാനമുണ്ടോ എന്നു ജെന്നർ അന്വേഷിച്ചു.

സുധീരമായൊരു പരീക്ഷണത്തിന്നു ജെന്നർ ഒരുങ്ങി. ഒരു ഗോവസൂരിരോഗിയുടെ വ്രണത്തിൽനിന്നെടുത്ത പഴുപ്പ്, എട്ടുവയസ്സായ ഒരു കുട്ടിയുടെ ശരീരത്തിലേക്കു കുത്തിക്കയററി. ചെറിയൊരസ്വാസ്ഥത അനുഭവപ്പെട്ടതല്ലാതെ, വസൂരികുത്തിവെപ്പിൻെറ ബുദ്ധിമുട്ടുകളൊന്നും ആ കുട്ടിക്കുണ്ടായില്ല. അതേസമയം, ആ കുട്ടിയുടെ ശരീരത്തിലേക്കു പിന്നീടു വസൂരിയിൽനിന്നുള്ള പഴുപ്പ് കുത്തിവെച്ചു. ആ കുട്ടിക്കു വലിയ അസുഖമൊന്നും അനുഭവപ്പെട്ടില്ലത്രെ.

1798-ൽ, ജെന്നർ, ഗോവസൂരിപ്രയോഗത്തെപ്പററിയുള്ള തന്റെ പുസ്തകം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. 'വാക്സിനേഷൻ'

വഴി എങ്ങനെ വസൂരി നീക്കംചെയ്യാമെന്നദ്ദേഹം അതിൽ പ്രസ്താവിച്ചു. 'വാക്സിനിയ'എന്നാണു് ഗോവസൂരിക്കു പേർ. അങ്ങനെയാണു് വാക്സിനേഷനെന്ന പേർ കിട്ടിയതു്.

ജെന്നറുടെ പുസ്തകത്തിന്നു ലഭിച്ച പ്രതികരണം വിവിധരീതിയിലായിരുന്നു. രോഗബീജങ്ങളെ മനുഷ്യശരീരത്തിലേക്കു കുത്തിക്കയററുന്നതു തെററാണെന്നനിലക്കു്, പലരും അതിനെ എതിർത്തു. വേറെ ചിലർ പറഞ്ഞു, ഗോവസൂരികുത്തിവെച്ചാലവക്കു ഗോതുല്യമായ സ്വഭാവങ്ങളുണ്ടാകുമെന്നു്. കൊമ്പും വാലും മുളച്ചാലോ? അതേവർഷംതന്നെ, ജെന്നറിനെ എതിക്കാൻ ഒരു 'വാക്സിനേഷൻവിരുദ്ധസംഘ'വും രൂപീകൃതമായി.

എന്നാൽ, ജെന്നറുടെ കണ്ടുപിടുത്തത്തെ താരാട്ടുവാനും ആളുണ്ടായിരുന്നു. 1803-ൽ, 'ജെന്നേറിയൻസംഘം' രൂപംകൊണ്ടു—വാക്സിനേഷൻ പ്രചരിപ്പിക്കാൻ. 18 മാസത്തിൽ, ലണ്ടനിൽത്തന്നെ, 12,000 പേരെ വാക്സിനേററുചെയ്തു. വസൂരിമരണത്തോതു്, ലണ്ടനിൽ കാര്യമായി കുറഞ്ഞു. ബ്രിട്ടീഷ്പാർലിമെൻറ്, ജെന്നക്കു്, 30,000 പവൻ, കൃതജ്ഞതാപൂർവ്വം സമ്മാനംനല്കി.

വിദേശങ്ങളിലും വാക്സിനേഷൻ പ്രചരിച്ചു. ഫ്രഞ്ചുസൈന്യത്തിലാകെ വാക്സിനേഷൻ നിർബ്ബന്ധമാക്കി. ജെന്നറുടെ അഭ്യർത്ഥനപ്രകാരം, ഫ്രാൻസിൽ തടങ്ങലിൽവെച്ചിരുന്ന പല ബ്രിട്ടീഷുതടവുകാരേയും നെപ്പോളിയൻ മോചിപ്പിക്കുകകൂടിച്ചെയ്തുവത്രെ. അമേരിക്കയിലെ ഹാർവാർഡിലെവൈദ്യശാസ്ത്രപ്രൊഫസർ, ബെഞ്ചമിൻ വാട്ടർഹൗസ്, ജെന്നറുടെ ഒരു അനുയായിയായിരുന്നു. തൻെറ കുട്ടികളിൽത്തന്നെയാണദ്ദേഹം വാക്സിനേഷൻ ആദ്യം പരീക്ഷിച്ചതു്. വടക്കെ അമേരിക്കയിലെ

'ഇൻഡ്യക്കാർ' പോലും ജെന്നറെ പുകഴ്ത്തി. അവിടത്തെ പ്രാകൃതവർഗ്ഗക്കാരിലൊരുവിഭാഗം, ജെന്നർക്ക്, 1921-ൽ ഒരു സമ്മാനം അയച്ചുകൊടുത്തുവത്രെ—അവർക്കിടയിൽ നിന്നൊരു മഹാമാരി നീക്കംചെയ്തതിന്നു പാരിതോഷികമായി.

ഇങ്ങനെ, പ്രതിരോധചികിത്സ ഒരു ശാസ്ത്രമെന്ന നിലയ്ക്കു മുന്നേറാൻതുടങ്ങി. മനുഷ്യക്കൊയ്ത്തു നടത്തിയിരുന്ന വസൂരിയെപ്പോലുള്ള രോഗങ്ങൾക്കു നിവാരണമുണ്ടെന്നു കണ്ടുപിടിച്ചതോടെ, ആ വഴിക്കായി ഗവേഷണത്തിൻെറ ഗതി. വസൂരിക്കെതിരായി മാത്രമല്ല, ഡിഫ്ത്തീരിയ, സ്കാർലററ്ജ്വരം, കൊക്കക്കുര ഇവയ്ക്കെല്ലാമെതിരായി 'ഇമ്യൂണിററി' (രോഗം പരക്കാത്ത അവസ്ഥ) ഉണ്ടാക്കാൻ കഴിയുമെന്നുവന്നു.

മനുഷ്യന്നു സുഖമായും സന്തോഷമായും ഇവിടെ ജീവിക്കാൻ കഴിയില്ലെ? പല ചിന്തകന്മാരും ഇതിനെപ്പററി ഗാഢമായാലോചിച്ചു. പലരും പല തത്വചിന്തകളും ആവിഷ്കരിച്ചു. പലർക്കും അതെല്ലാമൊരാദർശമായി ത്തോന്നി. എന്നാൽ സമുദായത്തിനോ, വ്യക്തിക്കോ അങ്ങനെ സുഖകരമായിക്കഴിയാൻ കഴിയില്ലെന്നായിരുന്നു, 1761-ൽ, സ്കോട്ടിഷ് പണ്ഡിതനായ റോബർട്ട് വാലസ് പ്രസ്താവിച്ചതു്. അദ്ദേഹം ഒരു പുസ്തകത്തിലെഴുതി: "ആദർശം ഉണ്ടാകുന്നതുതന്നെ നാശത്തിന്നു വഴിവെക്കും." യുദ്ധം, ദാരിദ്ര്യം, രോഗം, ദുരിതം ഇവ സമൂഹത്തിൽനിന്നൊഴിവാക്കിയാൽ, ജനസംഖ്യ ഭയങ്കരമാംവിധം പെരുകുമെന്നും, ഭൂമിക്കിതിനെ താങ്ങാൻ കഴിയില്ലെന്നും വാലസ് വാദിച്ചു.

വാലസ്സിൻെറ അഭിപ്രായത്തിൽ, ഭൂമിയുടെ ഫലപുഷ്ടിക്കൊരു പരിധിയുണ്ടു്. മനുഷ്യൻെറ ജനസംഖ്യ

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY KOTTAYAM

'കണക്കററു വദ്ധിച്ചാൽ' എല്ലാവക്കും ഭക്ഷിക്കാനുള്ള വസ്തുക്കളിവിടെ ഉണ്ടാക്കാൻവയ്യെന്നും, വിശപ്പും, ഭക്ഷ്യക്കൊള്ളയും, പിടിച്ചുപറിയും, പൊതുക്കഴപ്പവുമാകും ഫലമെന്നും അദ്ദേഹം വാദിച്ചു. ചില കട്ടത്ത നടവടികളെട്ടത്തില്ലെങ്കിൽ ഇതിൽനിന്നു രക്ഷപ്പെടാൻ കഴിയില്ലെന്നും അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. വിവാഹങ്ങളുടെ എണ്ണം കുറയ്ക്കുക, സന്തത്യുൽപ്പാദനശേഷി ഇല്ലാതാക്കുക, കുറെ ആളെ എങ്ങനെയെങ്കിലും നശിപ്പിക്കുക—ഇതായിരുന്നു ആ പണ്ഡിതൻ കണ്ട പോംവഴികൾ. ഇതിന്നെല്ലാം നിയമമുണ്ടാക്കാൻ കഴിയുമൊ എന്നതായിരുന്നു പ്രശ്നം.

വാലസ്സിന്നു് ഒരു ശിഷ്യനെ ലഭിച്ചു, തത്വശാസ്ത്രജ്ഞനും മതപുരോഹിതനുമായ തോമസ് മാൽത്തൂസ്. (1766—1838) ജനപ്പെരുപ്പത്തിന്റെ വിപത്തു വീണ്ടും പ്രസ്താവിച്ചതിദ്ദേഹമാണു്. 1797-ൽ, വിദ്യാഭ്യാസാനന്തരം പുറത്തിറങ്ങിയ മാൽത്തൂസ്, കൂടുതൽനല്ലൊരു സാമൂഹ്യവ്യവസ്ഥയ്ക്കുവേണ്ടി നിലനിന്നിരുന്ന തൻെറ സ്വന്തം പിതാവുമായി തീവ്രമായ ഒരു വാദപ്രതിവാദത്തിന്നു മുതിന്നുവത്രെ. ആദർശസുന്ദരമായ നല്ലൊരു മാനവസമുദായമുണ്ടാക്കാൻ കഴിയുമെന്നു്, അച്ഛൻ. വയ്യെന്നു്, ഓക്സ്ഫോർഡിൽനിന്നിറങ്ങിയ മകൻ. ജനസംഖ്യ വദ്ധിച്ചുകൊണ്ടേയിരിക്കയാണെന്നും, അതിന്നനുസരിച്ചു ഭക്ഷ്യവസ്തുക്കളധികമാകുന്നില്ലെന്നും മാൽത്തൂസ് വാദിച്ചു. ഈ വാദത്തിനെത്തുടൻു്, 1798-ൽ മാൽത്തൂസ് ഒരു പുസ്തകം തന്നെ എഴുതി—ജനപ്പെരുപ്പത്തെപ്പററി. 1803-ൽ, ഇതിൻെറ രണ്ടാംപതിപ്പും പുറത്തുവന്നു. പിന്നേയും പിന്നേയും ഈ പുസ്തകം അദ്ദേഹം അച്ചടിച്ചിറക്കി.

ശാസ്ത്രീയപുരോഗതികാരണം, കാർഷികോൽപാ

ദനം കൂട്ടതലാക്കാൻ ധാരാളം കഴിവുകളുണ്ടെന്ന് മാൽത്തുസ് കണ്ടിരുന്നു. എന്നാലീ വർദ്ധനകൊണ്ടൊന്നും മനുഷ്യന്റെ സന്തതിപരമ്പരകളെ പോററാനാവില്ലെന്ന് അദ്ദേഹം പറയുന്നു. അതിനാൽ ചില നിയന്ത്രണങ്ങളത്യാവശ്യമാണ്. മുൻകരുതലുകളും നല്ലതുതന്നെ. ബ്രഹ്മചര്യം, ജനനനിരക്ക കുറയ്ക്കുക, വിവാഹപ്രായം നീട്ടുക, ഗർഭച്ഛിദ്രം — ഇവയെല്ലാമാണത്രെ മുൻകരുതലുകൾ. യുദ്ധം, ക്ഷാമം, ദുരിതം എന്നിവയും ജനസംഖ്യയെ ക്രമീകരിക്കാനുള്ള മററു വഴികളാണ്—മാൽത്തുസിൻെറ സിദ്ധാന്തത്തിൽ.

മാൽത്തുസിൻെറ സിദ്ധാന്തത്തിൻെറ പ്രണേതാക്കൾ അനവധിയാണ്. അത്രതന്നെയുണ്ട്, എതിരാളികളും. ഇന്നും ഇതൊരു തക്കവിഷയമാണ്. കഴിഞ്ഞ രണ്ടുനൂററാണ്ടുകളിലെ സാങ്കേതിക-ശാസ്ത്രീയപുരോഗതി, മനുഷ്യന്റെ ഭക്ഷ്യോൽപാദനക്കഴിവുകൾ വർദ്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ജനസംഖ്യ, ഇരട്ടിയായിരിക്കുന്നു. മാൽത്തുസിൻെറ പുസ്തകത്തിൽപ്പറഞ്ഞവിധമാണെങ്കിൽ, ഇത്രയും ജനസംഖ്യ വർദ്ധിച്ചാൽ മനുഷ്യൻെറ ജീവിതനിലവാരം ഉയരുകയില്ല. പക്ഷേ, നമുക്കറിയാം, ജീവിതനിലവാരം പണ്ടത്തെക്കാളെത്രയോ ഉയന്നിരിക്കുകയാണെന്ന്. അതിന്നു മറുപടിയായി മാൽത്തുസിൻെറ നവീനശിഷ്യന്മാർ പറയുന്നു, ക്ഷാമവും, വ്യാധിയും മററും ഇന്നും ഉണ്ടെന്ന്. ദുരിതങ്ങളും പൂർവ്വാധികം വർദ്ധിക്കുമെന്നവർ പറയുന്നു. രോഗം മാത്രം പണ്ടത്തേക്കാൾ കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നു. പ്രതിരോധചികിത്സയുടെ പ്രചാരവും, ദിവ്യൗഷധങ്ങളുടെ കണ്ടുപിടുത്തവുമാണിതിന്നു കാരണം. അതേസമയംതന്നെ, ആററംബോംബിനെപ്പോലുള്ള മാരകായുധങ്ങൾ മനുഷ്യൻ കണ്ടുപിടിച്ചതു്, ജനസംഖ്യ കുറയ്ക്കുന്നതിന്നുള്ള

ഒരു വഴിയായിപ്പരിണമിക്കില്ലെന്നാക്കറിയാം—എന്നാണവരുടെ ചോദ്യം.

യുദ്ധം കൂടാതെത്തന്നെ, ജനസംഖ്യ കുറയ്ക്കാനെന്തെങ്കിലും വഴി കണ്ടുപിടിക്കാൻ കഴിയുമോ? ജനസംഖ്യാവർദ്ധനവിന്നനുസരിച്ച് ഭൂമിയുടെ ഫലപുഷ്ടി വർദ്ധിപ്പിക്കാനും, കൂടുതൽ സ്ഥലം ജനവാസയോഗ്യമാക്കാനും കഴിയുമോ? കൂടുതൽ ഭക്ഷണമുണ്ടാക്കാനാവുമോ? ഇതിന്നെല്ലാം ശരിക്ക് ഉത്തരംകാണാതെ, മാൽത്തുസിൻെറ സിദ്ധാന്തത്തെച്ചൊല്ലിയുള്ള തക്കവും തീരില്ല. മാൽത്തുസിന്നു വിഭാവനംചെയ്യാൻ കഴിയുന്നതില്പമെത്രയോ സയൻസിന്റെ കഴിവുകൾ വർദ്ധിച്ചിരിക്കുന്നുവെന്നുമാത്രം നമുക്കു ധൈര്യമായിപ്പറയാം.

അദ്ധ്യായം 17

ശാസ്ത്രീയപുരോഗതി—
പത്തൊമ്പതാം നൂററാണ്ടിൽ

ഫ്രാൻസിൽ നെപ്പോളിയൻെറ സാമ്രാജ്യം തകൎന്നു (1815). അമേരിക്കയിലെ സമരംചെയ്തിരുന്ന കോളനികൾ, അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ എന്നപേരിൽ അഭിവൃദ്ധിപ്രാപിക്കാൻതുടങ്ങി. ഫ്രഞ്ച്-അമേരിക്കൻ വിപ്ലവത്തിൽനിന്നു പാശ്ചാത്യലോകം പഠിക്കേണ്ടതു പഠിച്ചു. അതിൽനിന്നു് അനുകരണാൎഹമായ വശങ്ങൾ സ്വീകരിച്ചു. സ്പെയിൻ, ഹംഗറി, ഫ്രാൻസ്, ഇററലി, ഗ്രീസ്, ലാററിനമേരിക്ക എന്നിങ്ങനെ പല രാജ്യങ്ങളിലും വിപ്ലവങ്ങൾ നടന്നു. താരതമ്യേന യുദ്ധങ്ങൾ കുറഞ്ഞൊരു കാലമായിരുന്നു ഇതു്. അമേരിക്കയിലെ ആഭ്യന്തരയുദ്ധം മാത്രമാണു കുറച്ചധികംകാലം നീണ്ടുനിന്നതു്. 18-ാംനൂററാണ്ടിലും, 19-ാംനൂററാണ്ടിലാദ്യവും യൂറോപ്പിനെ അലട്ടിയമാതിരിയുള്ള നീണ്ടതും രക്തപങ്കിലവുമായ യുദ്ധങ്ങളൊന്നുമിക്കാലത്തുണ്ടായിരുന്നില്ലെന്നേ ഇതിന്നൎത്ഥമുള്ളു.

19-ാംനൂററാണ്ടിനെ, ഒററവാക്കിൽ, 'പുരോഗതി' എന്നു വിശേഷിപ്പിക്കാം. സൎവ്വത്ര കാണാം, പുരോഗതിയുടെ വെളിച്ചം. രാഷ്ട്രീയമണ്ഡലത്തിൽ, സ്വാതന്ത്ര്യം, ജനാധിപത്യം, സമത്വം മുതലായ ആശയങ്ങൾക്കു ബലം കൂടി.

റഷ്യയിലും പ്രഷ്യയിലും അടിയാട്മയുടെ അവസാനാവശിഷ്ടങ്ങൾപോലും നീക്കംചെയ്യപ്പെട്ടു. അമേ

രിക്ക, അടിമത്തത്തെ നിരാകരിച്ചു. ബ്രിട്ടനിൽ തിര ഞ്ഞെടുപ്പുപരിഷ്കാരങ്ങൾ വന്നു. വിദേശീയാധിപത്യ ത്തിൽനിന്നു് ഇററലിയെപ്പോലുള്ള രാജ്യങ്ങൾ വിടുതി നേടി. സയൻസും ടെക്‌നോളജിയും ഈ 'പുരോഗതി'ക്ക ചൂട്ടുപിടിച്ചു. ആവിക്കപ്പലും റെയിൽവേവണ്ടിയും ടെലി ഗ്രാഫും ടെലിഫോണും, കേബിളും ദൂരത്തെ കീഴടക്കി. മരണത്തെ ജയിക്കാൻ 'അനസ്തേസിയ'യും (വേദനകൂടാ താക്കാൻ) 'ഏസെപ്ടിക് സർജറി'യും കണ്ടുപിടിക്ക പ്പെട്ടു.

ഈ പുരോഗതി, തന്നെത്താൻ വന്നതല്ല. ക്ഷമാശീ ലരും പ്രതിഭാശാലികളും ആശയസമ്പന്നരുമായ എത്ര യെത്രപേർ എങ്ങോകിടക്കുന്ന ലാബറട്ടറികളിൽ ആയു ഷ്കാലം കഴിച്ചുകൂട്ടി? പല പരീക്ഷണങ്ങളും ദയനീയ പരാജയങ്ങളായിക്കലാശിച്ചു. പ്രകൃതിരഹസ്യങ്ങൾ പുറ ത്തുവരാൻ കൂട്ടാക്കിയില്ല. ഗവേഷണത്തിന്നു പ്രാധാന്യം വദ്ധിച്ചു. ഇതിൻെറ ഫലമായി, സയൻസിൽ—കെമി സ്ട്രി, ഫിസിക്സ്, അസ്ട്രോണമി, ബയോളജി എന്നീ ശാഖകളിലെല്ലാം—അത്ഭുതാവഹമായ മുന്നേററമുണ്ടായി.

19-ാംനൂററാണ്ടിൻെറ തുടക്കത്തിൽ പല സിദ്ധാന്ത ങ്ങൾക്കും അടിത്തറ പാകിയിരുന്നു. ചില വിടവുകളും അ പൂണ്ണതകളും അങ്ങിങ്ങുണ്ടായിരുന്നു—അവകൂടി നികത്താ നായി ശ്രമം. സയൻസിൻെറ കൂലങ്കഷമായ ഈ പ്രവാ ഹത്തിന്നിടയിൽ ഹിപ്പോലിററ് ടെയിൻ (1828—'93) എന്ന ഫ്രഞ്ചുപണ്ഡിതൻ പറഞ്ഞുവത്രെ, കെമിസ്ട്രി, ഫിസിക്സ് എന്നിവയെപ്പോലെ സാഹിത്യനിരൂപണവും ചരിത്രവുംകൂടി സയൻസാണെന്നു്!

19-ാംനൂററാണ്ടിൽ 'തീച്ചയായ' പലതും പിന്നീടു 'സംശയ'മായി മാറി—സയൻസിൻ്റെ വളച്ച്, അങ്ങനെ

യാണ്. പല 'തീർച്ച'കളേയും അതു് ഇളക്കിപ്രതിഷ്ഠിക്കും. എങ്കിലും 19-ാംനൂററാണ്ടിലെ നേട്ടങ്ങൾ എണ്ണപ്പെട്ടവയാണ്. പല സംഗതികളിലും നമുക്കു ശുദ്ധവായുവും പുതുവെളിച്ചവും നല്കുന്ന വാതായനങ്ങൾ തുറക്കപ്പെട്ടതക്കാലത്താണ്.

'പുരോഗതി'യുടെ ഈ ശതകത്തിൽ, കെമിസ്ട്രിയാണു മറേറതു ശാസ്ത്രത്തേക്കാളും പുരോഗമിച്ചതു്. ഈ വേഗത്തിലുള്ള പോക്കിനെ സഹായിച്ചവരുടെ മുഴവൻ പട്ടികയും ഓക്കാൻ നമുക്കിവിടെ സ്ഥലമില്ല. കെമിസ്ട്രി പല ശാഖകളായിപ്പിരിഞ്ഞു—ഉദാ: ഇലക്ട്രോകെമിസ്ട്രി, അഗ്രിക്കൽച്ചറൽ കെമിസ്ട്രി, ഫിസിക്കൽ കെമിസ്ട്രി, സ്റ്റീരിയോ കെമിസ്ട്രി എന്നിങ്ങനെ. (ഇവയെന്തെന്നറിയാൻ തുടന്നു വായിക്കുക.)

കെമിസ്ട്രിയുടെ നായകന്മാരായ ബ്ലാക്ക്, കാവെൻഡിഷ്, ലവോയ്സ്യർ എന്നിവർ, രാസപ്രക്രിയകളിൽ കൃത്യതയ്ക്കു സ്ഥാനമുണ്ടെന്നു കണ്ടു. രസതന്ത്രദൃഷ്ട്യാ 'ശുദ്ധ' വസ്തുക്കളെ ഉണ്ടാക്കാമെന്നും വന്നു. ഇത്തരം 'ശുദ്ധരാസവസ്തു'ക്കളുപയോഗിച്ചു ജോസഫ് ലൂയിസ് പ്രൗസ്റ്റ് (1754—1826) എന്ന ഫ്രഞ്ചുശാസ്ത്രജ്ഞൻ കാണിച്ചുതന്നു, ഓരോ യൗഗികത്തിലും ഓരോ മൂലകങ്ങൾ പ്രത്യേകതോതിലടങ്ങിയിരിക്കുമെന്നു്. കെമിസ്ട്രിയുടെ മൂലക്കല്ലുകളിൽ ഒന്നാണു് ഈ സിദ്ധാന്തം. (Law of definite proportion.)

മാഞ്ചെസ്റ്ററിലെ സ്ക്കൂൾമാസ്റ്ററായ ജോൺ ഡാൽടൻ (1766—1844) കെമിസ്ട്രിക്കു ബലിഷ്ഠമായ ഒരു അടിത്തറയുണ്ടാക്കി. വർണ്ണങ്ങൾ തിരിച്ചറിയാൻ കഴിയാത്ത ആ കണ്ണുകൾകൊണ്ടു്, (അദ്ദേഹത്തിന്നു 'വർണ്ണാ

സ്ഥത'മുണ്ടായിരുന്നു) വർണ്ണങ്ങളെപ്പററിയും കാലാവസ്ഥ യെപ്പററിയും അദ്ദേഹം ഗവേഷണംനടത്തി. കാലാവ സ്ഥ കുറിച്ചെടുക്കുന്ന അദ്ദേഹത്തിൻെറ നോട്ടുബുക്കിൽ. തൻെറ ജീവിതത്തിലെ, 200,000 അനുഭവങ്ങൾ അ ദ്ദേഹം കുറിച്ചുവെച്ചിട്ടുണ്ടായിരുന്നു! 'കെമിക്കൽ ഫിലോ സഫിയുടെ പുതിയ അടിത്തറ' എന്ന പേരിലുള്ള പുസ്ത കത്തിൽ—മൂന്നു ഭാഗങ്ങളാണിതിന്നു്—ഡാൽടൻ തൻെറ ധാരണകളെല്ലാം ചേർത്തിട്ടുണ്ടു്. 1808-ലാണു് ഇതിൻെറ ഒന്നാംഭാഗം പുറത്തുവന്നതു്.

ഡെമോക്രിറ്റസ്സിൻേറയും മററും ('സയൻസിൻെറ കഥ'—ഒന്നാംഭാഗം നോക്കുക.) ആശയമാണു വസ്തുക്കളെ സംബന്ധിച്ച ഡാൽടനുണ്ടായിരുന്നതു്. ഏതു വസ്തുവും ആററങ്ങളെക്കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയതാണെന്നു് അദ്ദേഹം പറ ഞ്ഞു. ആററങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ആകഷ്ണംകൊണ്ടാണു് അവ നില്ക്കുന്നതെന്നും അദ്ദേഹം പ്രസ്താവിച്ചു. 'അറേറാ മിക്തൂക്കം' എന്ന ആശയം വളർത്തിക്കൊണ്ടുവന്നതു് ഡാൽടൻ ആണു്. സാധാരണതുലാസ്സുകൊണ്ടു് അറേറാ മിക്തൂക്കം അളക്കാൻ പററില്ല—ഉരുളക്കിഴങ്ങും ഉള്ളി യും തൂക്കിയെടുക്കുംപോലെ. എന്നാൽ, മൂലകങ്ങളുടെ ആററ ങ്ങളുടെ 'താരതമ്യപരമായ തൂക്കം' കാണാമെന്നദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. ഏതെങ്കിലും ഒരു മൂലകത്തെ അടിസ്ഥാനമാ ക്കി ആദ്യം എടുക്കണമെന്നു മാത്രം. അതിനേക്കാളെത്ര യധികം തൂക്കമുണ്ടു് മററു് ആററങ്ങൾക്കു് എന്നു കാണാ മല്ലൊ. അടിസ്ഥാനമായി ഹൈഡ്രജനാററത്തെയാണു ഡാൽടൻ എടുത്തതു്. പല മൂലകങ്ങളുടേയും താരതമ്യേന യുള്ള തൂക്കങ്ങളെപ്പററി പഠനംനടത്തി ഒരു നിയമം (Law of multiple proportion) ആവിഷ്കരിച്ചു: "രണ്ടുമൂലക ങ്ങൾ ചേർന്നു് ഒന്നിലധികം യൗഗികങ്ങളുണ്ടാവുമെങ്കിൽ,

ഈ യൗഗികങ്ങളിലെ ഓരോ മൂലകത്തിൻേറയും തോതു പൂൎണ്ണസംഖ്യകളായിരിക്കും."

ഡാൽടൻെറ അറേറാമിക്സിദ്ധാന്തം വളരെ പ്രയോജനപ്പെട്ടു—അനന്തരപഠനങ്ങൾക്കു്. ഇന്നു നമുക്കറിയാം, ആററം അല്ല, ഏറ്റവും ചെറിയകണമെന്നു്. ആറ്റം വിഭജിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഇന്നു്, ഹൈഡ്രൂജനെയല്ല, ഓക്സിജനെയാണു്, അറ്റോമിക്തൂക്കംനിൎണ്ണയിക്കുന്നതിന്നടിസ്ഥാനമൂലകമായെടുക്കുന്നതു്. 16.000 ആണു്, ഓക്സിജൻെറ അറേറാമിക്തൂക്കത്തിൻെറ മൂല്യം. ഇതിന്നനുസരിച്ചാണു മററു വസ്തുക്കളുടെ അറേറാമിക്തൂക്കം നാം കണക്കാക്കുന്നതു്.

വില്യം പ്രൗട്ട് (1785—1850) എന്ന ബ്രിട്ടീഷ് ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ, 1815-ൽ, വസ്തുക്കളെസ്സംബന്ധിച്ചു പുതിയൊരു നിയമം ആവിഷ്കരിച്ചു. എല്ലാ ആററങ്ങളും ഹൈഡ്രൂജനാറ്റങ്ങളെക്കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയവയാണെന്നു് അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. അങ്ങനെയാണെങ്കിൽ, എല്ലാ വസ്തുക്കളുടേയും അറേറാമിക്തൂക്കങ്ങൾ ഹൈഡ്രൂജൻെറ അറേറാമിക്തൂക്കത്തിൻെറ ഗുണനങ്ങളുണ്ടാവുമല്ലോ. അന്നു കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരുന്ന അറ്റോമിക്തൂക്കത്തിന്റെ മൂല്യങ്ങൾ പ്രൗട്ടിൻെറ സിദ്ധാന്തത്തെ തെളിയിച്ചതായിത്തോന്നി. കൂടുതൽ കൃത്യമായ ഫലങ്ങൾ ലഭിച്ചപ്പോഴാകട്ടെ, പ്രൗട്ടിൻെറ ധാരണ തെറ്റാണെന്നും തെളിഞ്ഞു. ഹൈഡ്രൂജനെക്കാൾ $35\frac{1}{2}$ ഇരട്ടിയാണു ക്ലോറിൻെറ അറേറാമിക്തൂക്കം. ($35\frac{1}{2}$ ഏതായാലും ഒന്നിൻെറ ഗുണനമല്ലല്ലൊ.) എല്ലാ ആററങ്ങളും ഹൈഡ്രൂജനാററങ്ങളെക്കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയതാണെന്ന ആശയം അങ്ങനെ നിരാകരിക്കപ്പെട്ടു.

പ്രൗട്ടിൻെറ സിദ്ധാന്തത്തിൽ അല്പം സത്യമുണ്ടെ

ന്നാണു പല കെമിസ്ററുകളും ഇന്നു പറയുന്നതു്. ഐസോടോപ്പുകളുടെ കണ്ടുപിടുത്തം ഈ ധാരണക്കു ബലം നല്കി.

എല്ലാ മൂലകങ്ങളും ഹൈഡ്രജനാററംകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയതാണെന്നുള്ള വാദം, പണ്ടു കരുതിയപോലെ, അത്ര സാങ്കല്പികമല്ല. ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഒരുവിധം നിശ്ചയമായിത്തന്നെ തെളിയിച്ചിരിക്കുന്നു, ഹൈഡ്രജൻെറ 4 ആററങ്ങളുടെ പ്രക്രിയയുടെ ഫലമായുണ്ടാവുന്ന ഹീലിയത്തിൻെറ ഒരാററമാണു സൂര്യൻെറ സർവ്വ ഊർജ്ജസ്വലതക്കും കാരണമെന്നു്! പ്രൗട്ടിൻെറ സിദ്ധാന്തത്തെ പഴയതലമുറ നിരാകരിച്ചു. ഇന്നത്തെ തലമുറ വീണ്ടും പ്രൗട്ടിനെ വാഴ്ത്തുന്നു. അന്നു് ഈ വാദം 'വങ്കത്ത'മായിരുന്നു; ഇന്നാകട്ടെ, 'യുക്തിയുക്ത'വും!

ആററങ്ങൾ രാസപരിണാമംവഴി. പരസ്പരംചേർന്നു സങ്കീർണ്ണങ്ങളായ ആററങ്ങളാവുന്നു എന്നു ഡാൽടൻ പറഞ്ഞു. ഇന്നു് ഇവയെ 'മോളിക്യൂള്'കൾ എന്നാണു പറയുക. (മോളിക്യൂൾ, എന്നതിന്നു 'ചെറിയകൂട്ടം' എന്നാണു ലാററിൻഭാഷയിലർത്ഥം.) ഒരു വസ്തുവിൻെറ ഏററവും ചെറിയകണത്തിന്നുള്ള പേരാണു മോളിക്യൂൾ. ഇതിന്നു്, ആ വസ്തുവിൻെറ എല്ലാ പ്രത്യേകതകളും ഉണ്ടായിരിക്കും. ഒരു മോളിക്യൂളിനെ രസതന്ത്രപരമായി വിഭജിക്കാം—പക്ഷേ, അവ വേറെ വേറെ വസ്തുക്കളായിപ്പിരിയും. ഒരു വിദ്യുൽധാരയെ വെള്ളത്തിൽക്കൂടി പ്രവഹിപ്പിച്ചാൽ, വെള്ളത്തിൻെറ മോളിക്യൂളുകളെ അതിൻെറ ആറ്റങ്ങളായി ഭിന്നിപ്പിക്കാം—ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും.

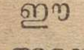
മോളിക്യൂൾ എന്ന ആശയത്തിൻെറ ഉപജ്ഞാതാവു് ഇററലിയിലെ ടൂറിനിലെ ഫിസിക്സ്പ്രൊഫസറായ അവോഗാഡ്രൊ (1776—1856) ആയിരുന്നു. വാതക

ങ്ങളുടെ മോളിക്യൂളുകളിലിദ്ദേഹത്തിന്നു വലിയ താൽപര്യമായിരുന്നു. മോളിക്യൂളുകൾ വളരെ അകന്നുനില്ക്കുന്നവയായും അങ്ങോട്ടുമിങ്ങോട്ടും കുതറിച്ചാടുന്നവയായും അദ്ദേഹത്തിന്നു തോന്നി. അവോഗാഡ്രോവിന്നറിയാമായിരുന്നു എല്ലാ വാതകങ്ങളും സങ്കോചിക്കുമെന്നും വികസിക്കുമെന്നും—മർദ്ദവും ഉഷ്ണതയും വ്യത്യാസപ്പെടുന്നതിന്നനുസരിച്ച്. അദ്ദേഹം ഒരു നിയമത്തിലെത്തി: മർദ്ദവും ഉഷ്ണവും സ്ഥിരമായിരിക്കെ, ഒരളവു വാതകത്തിലൊരേ എണ്ണം മോളിക്യൂളുകളാണുള്ളതു്—ഇതാണ് അവോഗാഡ്രോനിയമം. എല്ലാരസതന്ത്രജ്ഞന്മാരും ഇതു സ്വീകരിച്ചു. 18 ഗ്രാം വെള്ളത്തിൽ 602,000,000,000,000,000,000,000 മോളിക്യൂളുകളാണുള്ളതെന്നു് അദ്ദേഹം കണക്കാക്കുകപോലുംചെയ്തു. (6.02×10^{23}) എന്ന ഈ സംഖ്യയാണു്, അവോഗാഡ്രോവിൻെറ സംഖ്യ. പലതരം കണക്കാക്കലിന്നും ആവശ്യമാണീ സംഖ്യ.

പക്ഷേ, രസതന്ത്രജ്ഞന്മാർ അവോഗാഡ്രോനിയമത്തെ തികച്ചും സ്വീകരിച്ചില്ല. അരനൂററാണ്ടായി, ആറ്റം, മോളിക്യൂൾ എന്നീ വാക്കുകൾ തമ്മിലുള്ള ആശയക്കുഴപ്പം നിലനിന്നു. കാനിസാരോ (1826—1910) എന്ന ഇറ്റാലിയൻ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഈ തക്കം കുറെ തീർത്തു. വിപ്ലവകാരിയും, നിയമസഭാംഗവും, കെമിസ്ട്രി പ്രൊഫസറുമായിരുന്ന കാനിസാറോ, 1858-ൽ അവോഗാഡ്രോനിയമത്തെ വീണ്ടും കൊണ്ടുവന്നു. വസ്തുക്കളുടെ മോളിക്യൂളിൻെറ തൂക്കം കണ്ടുപിടിക്കാനിതുപകരിക്കുമെന്നു് അദ്ദേഹം പ്രഖ്യാപിച്ചു. (ഒരു മോളിക്യൂളിലെ ആററങ്ങളുടെ ആകെതൂക്കമാണു മോളിക്യുലർ തൂക്കം.)

അതിന്നിടയിൽ, അറിയപ്പെടുന്ന മൂലകങ്ങളുടെ എണ്ണം കൂടിക്കൂടി വന്നു. ലവോയ്സ്യർ 23 മൂലകങ്ങൾ

കണ്ടുപിടിച്ച കാര്യം മുമ്പു സൂചിപ്പിച്ചിരുന്നുവല്ലോ. ഹംഫ്രേ ഡേവിയാകട്ടെ (1778—1829) 47 മൂലകങ്ങളെ തിരിച്ചറിഞ്ഞു. ഉജ്ജ്വലനും ഉദ്ധതനുമായൊരു ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നു ഡേവി. ഖനിവേലക്കാർക്കുള്ള 'രക്ഷാദീപം' കണ്ടുപിടിച്ചതദ്ദേഹമാണ്. ലണ്ടനിലെ റോയൽ ഇൻസ്ടിററ്യൂട്ടിൻെറ തലവനുമായിരുന്നു ഡേവി. അദ്ദേഹത്തിന്റെ പ്രകടപ്രസംഗങ്ങൾ അനേകം ശ്രോതാക്കളെ ആകർഷിച്ചുവത്രെ. 'സയൻസ്' എന്ന വാക്കിനെ, അതിൻെറ വിപുലാർത്ഥത്തിൽ ആദ്യമായുപയോഗിച്ചവരിൽ ഹംഫ്രേ ഡേവിയും ഉൾപ്പെട്ടും. ഇലക്ട്രോകെമിസ്ട്രിയുടെ വികാസത്തിൽ ഡേവിക്കും അദ്ദേഹത്തിന്റെ ശിഷ്യനായ മൈക്കൽ ഫാരഡേക്കും വലിയ സ്ഥാനമുണ്ട്. സോഡിയം, പൊട്ടാസ്യം മുതലായ ചില മൂലകങ്ങളെ ആദ്യമായി വേർതിരിച്ചെടുത്തതു ഡേവിയാണ്.

കൂടുതൽ മൂലകങ്ങളെ തിരിച്ചറിയാൻ തുടങ്ങിയതോടെ, അവയെ ചിഹ്നങ്ങളുപയോഗിച്ച് അടയാളപ്പെടുത്തേണ്ട ആവശ്യം നേരിട്ടു. പഴയ ആൽക്കെമിചിഹ്നങ്ങൾ മതിയായിരുന്നില്ല. ഡാൽടൻ ഒരു വഴി കണ്ടുപിടിച്ചു. എന്നതു് ഓക്സിജനാററത്തേയും, എന്നതു ഹൈഡ്രജനാററത്തേയും, എന്നതു കാർബൺ ആററത്തേയും, എന്നതു് ഇരുമ്പിന്റെ ആറ്റത്തേയും പ്രതിനിധീകരിക്കുന്ന ചിഹ്നങ്ങളായി അദ്ദേഹം തിരഞ്ഞെടുത്തു. ഈ ചിഹ്നങ്ങളെ യോജിപ്പിച്ച്, കൂട്ടായ ആററങ്ങളെ അടയാളപ്പെടുത്തി. ഉദാഹരണത്തിനു വെള്ളത്തിനെ  എന്നിങ്ങനെയാണദ്ദേഹം ചിത്രീകരിച്ചതു്.

സ്വീഡനിലെ പ്രസിദ്ധ രസതന്ത്രജ്ഞനായ ബെർസീലിയസ് (1779—1848) ഒരദ്ധ്യാപകനായിരുന്നു,

മൂലകങ്ങളെ ചിത്രീകരിക്കാൻ സരളമായൊരു പദ്ധതി അദ്ദേഹം ആവിഷ്കരിച്ചു. ഓരോ മൂലകത്തേയും, ലാറ്റിൻഭാഷയിലതിനുള്ള ആദ്യാക്ഷരം വലുതായെഴുതുക. ഉദാഹരണത്തിന്നു്, സ്വർണ്ണത്തിന്ന് ലാററിനിൽ Aurum എന്നും കറുത്തീയ്യത്തിന്നു Plumbum എന്നുമാണു്. സ്വർണ്ണത്തിന്നു Au എന്നും, കറുത്തീയ്യത്തിന്നു Pb എന്നും, കാൽസിയത്തിന്നു Ca എന്നും കാർബന്നു C എന്നുമാണു ചിഹ്നങ്ങൾ. വെള്ളത്തിനെ, ചിഹ്നങ്ങളുപയോഗിച്ചു്, H_2O എന്നെഴുതാം. (ഇവിടെ H ൻെറ അടിയിലുള്ള ചെറിയ '2' കാണിക്കുന്നതു രണ്ടു ഹൈഡ്രജനാററങ്ങളുണ്ടെന്നാണു്.)

ബെർസീലിയസ് അക്കാലത്തെ ഏററവുംപ്രശസ്തനായ കെമിസ്ട്രിപ്രൊഫസറായിരുന്നു. സ്റ്റോക്ക്ഹോമിലെ അദ്ദേഹത്തിൻെറ ലാബറട്ടറിയാകട്ടെ, ഏററവും പ്രധാനപ്പെട്ട ഗവേഷണകേന്ദ്രവും. അനേകം വിദ്യാർത്ഥികൾ ആ വിജ്ഞാനകേന്ദ്രത്തിലേക്കു വന്നു—ഒരു പുണ്യക്ഷേത്രത്തിലേക്കെന്നപോലെ. ചിഹ്നങ്ങൾ ആവിഷ്കരിച്ചതു മാത്രമല്ല ബെർസീലിയസ്സിൻെറ യോഗ്യതക്കടിസ്ഥാനം. സെലിനിയം, സെരിയം, തോറിയം എന്നീ മൂലകങ്ങളെ കണ്ടുപിടിച്ചതദ്ദേഹമാണു്. ചില മൂലകങ്ങളെ ശുദ്ധിചെയ്തെടുക്കാനും അദ്ദേഹത്തിന്നു കഴിഞ്ഞു. ചില വസ്തുക്കളുടെ ആററംഗ്രൂപ്പുകൾ — കെമിക്കൽ റാഡിക്കൽ—പ്രക്രിയകളിൽപ്പെട്ടു ഛിന്നഭിന്നമാകാതെ നിലനില്ക്കുന്നുണ്ടെന്നും അദ്ദേഹം കണ്ടു—ഓരോ റാഡിക്കലും ഓരോ മൂലകത്തെപ്പോലെ പെരുമാറിയത്രെ. 'കെമിക്കൽ കാററലിസ്ററു'കളേയും അദ്ദേഹം ശ്രദ്ധിച്ചു. 'ഉറങ്ങിക്കിടക്കുന്ന ബന്ധങ്ങളെ ഉണർത്തുന്നവയാണു കാററലിസ്ററുകൾ.' അതേസമയം, ഒരു രാസപ്രക്രിയയിലും അവ നേരിട്ടുപങ്കെടുക്കുന്നുമില്ല.

മററു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെപ്പോലെ, പിന്നീട്ട തെററാണെന്നു തെളിഞ്ഞ പല തത്വങ്ങളും അദ്ദേഹം ആവത്തിച്ചു. 'ഓർഗാനിക്ക്— ഇനോർഗാനിക്ക്' വസ്തുക്കൾ തമ്മിൽ ഉള്ള അടിസ്ഥാനപരമായ വ്യത്യാസമെന്തെന്നു് അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. ഓർഗാനിക്ക്‌വസ്തുക്കളിൽ എന്തോ 'ചേതനാശക്തി'യുണ്ടെന്നും ഇനോർഗാനിക്ക്‌വസ്തുക്കളിൽ അതില്ലെന്നുമാണു വ്യത്യാസം. ഈ ധാരണ 1828-ൽ തകക്കപ്പെട്ടു. ജമ്മൻ കെമിസ്റ്റായ ഫ്രെഡറിക് വോഹ്‌ലർ (1800—'82) ബെർസീലിയസ് അസാദ്ധ്യമാണെന്നു കരുതിയ ഒരു കാര്യം ചെയ്തു. രണ്ടു് ഇനോർഗാനിക്ക്‌വസ്തുക്കളെ—അമോണിയ, സയനിക് അമ്ലം—തമ്മിൽച്ചേത്തു ചൂടാക്കിയപ്പോൾ, യൂറിയ എന്ന ഓർഗാനിക്ക്‌വസ്തു ലഭിച്ചു. (മൂത്രത്തിലടങ്ങിയ ഒരു വസ്തുവാണു് യൂറിയ) കെമിസ്റ്റിക്കാകെ പുതിയൊരു കാഴ്ചപ്പാടുണ്ടായി. യൂറിയ കൃത്രിമമായി നിമ്മിക്കാമെന്നു വന്നപ്പോൾ, വോഹ്‌ലർ ഒരു കാര്യം ഉറപ്പിച്ചു: ടെസ്റ്റ്ട്യൂബുകളിലെന്നപോലെ, അനവധി പ്രക്രിയകളാണു ജീവികളുടെ ശരീരത്തിലും നടക്കുന്നതു്. ('മെററബോളിസം' മുതലായ ചൈതന്യപ്രക്രിയകളെ രസതന്ത്രജ്ഞന്നു വിശകലനംചെയ്യാൻ കഴിയുമെങ്കിലും ജീവികളുടെ ശരീരങ്ങൾ, വോഹ്‌ലർ കരുതിയപോലെ, വെറും ലാബറട്ടറികളെപ്പോലല്ല എന്നതാണു വാസ്തവം.)

വോഹ്‌ലറുടെ ചരിത്രപ്രസിദ്ധമായ കണ്ടുപിടുത്തത്തിന്നു പെട്ടെന്നു വലിയ ഫലങ്ങളൊന്നുമുണ്ടായില്ല. പിന്നീടുള്ള വഷങ്ങളിൽ, മററു പല ഓർഗാനിക്ക്‌വസ്തുക്കളും ലാബറട്ടറിയിലുണ്ടാക്കി. എന്നാൽ, ക്രമീകൃതമായ പദ്ധതിയൊന്നുമുണ്ടായിരുന്നില്ല, ഓർഗാനിക്ക്‌വസ്തുക്കളുണ്ടാക്കാൻ. 19-ാംനൂററാണ്ടിന്റെ മദ്ധ്യകാലംവരെ ഇതാ

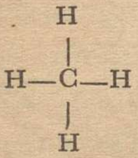
യിരുന്നു നില. ഇതിന്നർത്ഥം ഓർഗാനിക്ക് കെമിസ്ത്രിയിൽ ഗവേഷണം നടന്നിരുന്നില്ല എന്നല്ല. എണ്ണപ്പെട്ട പല കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളും, വരാനുള്ള കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളുടെ അടിത്തറ പാകിയതു് അന്നായിരുന്നു.

പക്ഷേ, ഓർഗാനിക്ക് കെമിസ്ത്രിക്കു് എന്തോ അവ്യക്തതകളുണ്ടായിരുന്നു. ഓർഗാനിക്‌വസ്തുക്കളെല്ലാം കാർബൻ എന്ന മൂലകത്തിൻെറ യൗഗികങ്ങളാണെന്നു് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. മാത്രമല്ല, ഒട്ടധികവും കാർബൻ, ഹൈഡ്രജൻ, ഓക്സിജൻ എന്നിവ ചേർന്നതുമായിരുന്നു. ഇടക്കു മാത്രം കാണാം മററു മൂലകങ്ങളുടെ ആററങ്ങൾ—നൈട്രജൻ, ഫോസ്ഫറസ്, സൾഫർ എന്നിങ്ങനെ. വളരെ വികൃതമായ രീതിയിലാണീ മൂലകങ്ങളുടെ ആററങ്ങൾ തമ്മിൽ ചേർന്നിരുന്നതു്. 1835-ൽ വോഹ്ലർ, ബെർസീലിയസ്സിന്നു് എഴുതി: "ഈ ഓർഗാനിക്ക് കെമിസ്ത്രി മനുഷ്യനെ ഭ്രാന്തുപിടിപ്പിക്കും. ഏതോ ഉഷ്ണമേഖലാവനാന്തരങ്ങളിലെ മുൾച്ചെടികൾക്കിടയിൽപ്പെട്ടാലത്തെ ഒരനുഭവമാണിതിലേക്കു കാലെടുത്തുവെച്ചാലെനിക്കു തോന്നുന്നതു്. രക്ഷപ്പെടാൻ യാതൊരു പോംവഴിയുമില്ല!" വോഹ്ലറാണു് ഈ കൊടുംകാനനത്തെ ആദ്യം വെട്ടിത്തെളിയിക്കാൻ കൊടുവാളെടുത്തതു് എന്നും ഓർക്കുക!

ഗെറാർട് (1816—'56) എന്ന ഫ്രഞ്ചുരസതന്ത്രജ്ഞൻ ഓർഗാനിക്ക് യൗഗികങ്ങളെ കൃത്യമായ ഒരു പരമ്പരയിലുൾപ്പെടുത്തി (Homologcus series) ഇംഗ്ലീഷുകാരനായ എഡ്വാർഡ് ഫ്രാങ്ക്ലാൻറ് (1825—'99) 'വാലെൻസി' എന്ന സിദ്ധാന്തം ആവിഷ്കരിച്ചു. ആറ്റങ്ങൾ കൂടിച്ചേരുന്നതു വാലെൻസിക്കനുസരിച്ചാണു്. ഉദാ: ഒരു ഹൈഡ്രജനാററത്തെ ഒരൊറ്റ ആറ്റവുമായി മാത്രമേ ചേർക്കാനാവൂ.

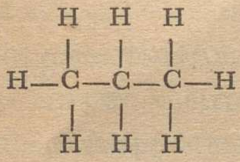
കാർബൻ ആററമാകട്ടെ, നാലു് ആററങ്ങളുമായി ചേരുന്നു. (അതിൻെറ വാലെൻസി 4 ആണു്.) ചിലപ്പോൾ കാർബൻെറ വാലെൻസി രണ്ടും ആകാറുണ്ടു്.

മീത്തെയിൻ, ഒരു ഓർഗാനിക്ക് യൗഗികമാണു്. അതിൻെറ ഒരു മോളിക്യൂളിൽ ഒരു കാർബൻ ആററവും നാലു് ഹൈഡ്രജനാറ്റങ്ങളുമുണ്ടു്—അങ്ങനെ CH_4 എന്നു് എഴുതാം. എന്നാൽ പിന്നീട്ടു്, ഇതിനെത്തന്നെ ചിത്രരൂപത്തിൽ കാണിക്കാൻ തുടങ്ങി.



ഇവിടെ C കാർബനാണു്. H ഹൈഡ്രജനാണു്. വരകൾ, ആററങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെക്കാണിക്കുന്നു.

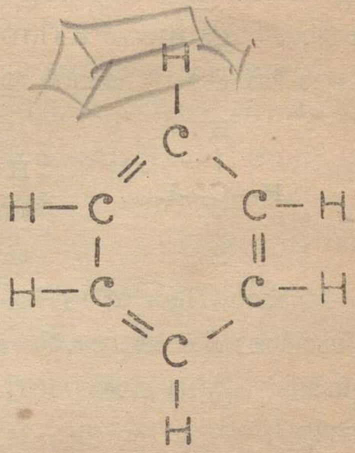
ഓർഗാനിക്ക് യൗഗികങ്ങളിൽ പല വസ്തുക്കളും ഇങ്ങനെ കാർബൻ ചങ്ങലകൾകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയതാണു്. 'പ്രൊപ്പെയിൻ' എന്ന ഓർഗാനിക്ക് വസ്തുവിൻെറ ചങ്ങലക്കെട്ടാണിതു്:



ഇവിടെ 3 കാർബനാറ്റങ്ങളും 8 ഹൈഡ്രജനാററങ്ങളുമാണുള്ളതു്. ഇതിനെത്തന്നെ ഘടനാപരമായി CH_3 CH_2 CH_3 എന്നെഴുതാം.

എന്നാൽ, ചില വസ്തുക്കളെ ഇങ്ങനെ ചങ്ങലക്കെട്ടായി കാണിക്കാൻ പറ്റില്ലെന്നു വന്നു. ഉദാ: ബെൻസീൻ. അതിൽ 6 കാർബനാററങ്ങളും 6 ഹൈഡ്രജനാററങ്ങളുമാണുള്ളതു്. ജർമ്മനിയിലെ കെക്യൂൾ (1829—'96) എന്ന രാസവിദഗ്ദ്ധനാണു് ഈ പ്രശ്നത്തെപ്പററി ചിന്തിച്ചതു്. 1865—ഒരു സായാഹ്നം. നല്ല തണുപ്പുണ്ടു്. തീയിന്നരികെയിരുന്നു് കെക്യൂൾ ഒന്നു മയങ്ങി. അദ്ദേഹം ഒരു

സ്വപ്നം കണ്ടു. തൻെറ മുമ്പിൽ ആററങ്ങൾ വന്നു നൃത്തം വെക്കുന്നൊരു സ്വപ്നം. മിന്നിത്തിളങ്ങുന്ന ആററങ്ങൾ പാമ്പുകളെപ്പോലെ പുളയുന്നതും വളയുന്നതും അദ്ദേഹം കണ്ടു. മാത്രമല്ല, പാമ്പുകളിലൊന്നു്, അതിൻെറ വാലു വിഴുങ്ങുന്നതും അദ്ദേഹം കണ്ടു. പെട്ടെന്നുണർന്ന കെകൂളിന്നെന്തോ ഒരാശയം മനസ്സിൽത്തട്ടി—ബെൻസീൻ മോളിക്യൂളിൻെറ ഘടനയെപ്പററി ഒരാശയം. അതു് അടച്ചുറപ്പായ ഒരു വളയമാണു്. ഓരോ കാർബണാററത്തിൻേറയും കൂടെ ഓരോ ഹൈഡ്രൂജനാറ്റം ഉണ്ടെന്നും അദ്ദേഹം ഊഹിച്ചു. ചിത്രം വരച്ചതിങ്ങനെയാണു്:



ഇങ്ങനെ ഓർഗാനിക്ക് യൗഗികങ്ങളെപ്പററിയുള്ള രഹസ്യങ്ങൾ വെളിവായിവരുമ്പോൾ ആണു് ജസ്റ്റസ് ലീബിഗ് (1803—'73) അഗ്രിക്കൽച്ചറൽ കെമിസ്ട്രിക്കു് അടിത്തറയിട്ടതു്. കാർഷികരസതന്ത്രം കൃഷിയെ എത്രമാത്രം സ്വാധീനിച്ചിട്ടുണ്ടെന്നു നമുക്കറിയാമല്ലോ. അതുപോലെ, ജീവികളെസ്സംബന്ധിച്ചുള്ള ബയോകെമിസ്ട്രിയുടേയും തുടക്കം അതായിരുന്നു. 1826-ൽ ഗെയ്സനിൽ ലീബിഗ് ഒന്നാന്തരമൊരു ലാബറട്ടറി സ്ഥാപിച്ചു. എന്തു താൽപര്യമായിരുന്നു ലീബിഗ്ഗിന്നു കെമിസ്ട്രിയിൽ എന്നതിന്നു് അദ്ദേഹം എഴുതിവെച്ചതു നോക്കുക: "ഗെയ്സനിലെ ലാബറട്ടറിയിൽ എല്ലാവരും അവനവ

വൻെറ പ്രവൃത്തിയിൽ മുഴകിയിരുന്നു. എല്ലാവക്കും ഇതൊരു ആനന്ദമായി അനുഭവപ്പെട്ടു... യൂറോപ്പിൽ, അന്നുള്ളവരിൽ ഏററവും കഴിവുള്ളവരാണ്, ദൈവഗത്യാ ഗെയ്സനിൽ വന്നുചേൎന്നതു്... ഓരോരുത്തരും സ്വയം വളരാൻ ശ്രമിക്കയായിരുന്നു... പ്രഭാതംമുതൽ പ്രദോഷം വരെ ഞങ്ങളെല്ലാം മിനക്കെട്ടിരുന്നു ജോലിചെയ്തു.''

വായുമണ്ഡലത്തിൽനിന്നു സസ്യങ്ങൾ നൈട്രജനും കാർബൻ ഡയോക്സൈഡും എടുക്കുന്നുണ്ടെന്നും, ഈ കാർബൻ ഡയോക്സൈഡും നൈട്രജനും വീണ്ടും വായുവിലേക്കുതന്നെ പോകുന്നുണ്ടെന്നും (അല്ലെങ്കിൽ അന്തരീക്ഷവായുവിൽ ഈ രണ്ടു വസ്തുക്കളും കാലാന്തരത്തിൽ ഇല്ലാതാവുമല്ലോ.) ലീബിഗ്ഗാണ് ആദ്യം ചൂണ്ടിക്കാട്ടിയതു്. സസ്യങ്ങൾ നശിക്കുമ്പോൾ ഇവ തിരിച്ചു വായുവിലേക്കു പോകുന്നു! 'നൈട്രജൻ സൈക്കിളി'നെപ്പററിയും ലീബിഗ് സിദ്ധാന്തിച്ചു. സസ്യത്തിന്നാവശ്യമായ പൊട്ടാഷ്, കാൽസിയം, സോഡ, ഫോസ്ഫറസ്, സൾഫർ എന്നിവ മണ്ണിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്നു. എങ്ങനെയാണു ഭൗതിക-രാസനിയമങ്ങൾ ശരീരത്തിൽ പ്രവൎത്തിക്കുന്നതെന്നു് അദ്ദേഹം വിശദീകരിച്ചു. ഉദാഹരണത്തിന്നു്, ശരീരത്തിലെ ഭക്ഷണം ഓക്സിജനുമായിച്ചേരുമ്പോഴുണ്ടാവുന്ന ചൂടാണു ശരീരത്തിന്നു കിട്ടുന്നതെന്നു് അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു.

19-ാംശതകത്തിൻെറ ഉത്തരാദ്ധത്തിൽ പലരും ഓർഗാനിക്ക്യൗഗികങ്ങളെ സങ്കലനംചെയ്തുണ്ടാക്കിയിരുന്നു. 'കോൾട്ടാറി'ലാണു് അധികംപേരും ശ്രദ്ധകേന്ദ്രീകരിച്ചതു്. കൽക്കരിയിൽനിന്നു കിട്ടുന്ന ഒരു ഉപോൽപ്പന്നമാണു കോൾട്ടാർ. ഈ പ്രയത്നങ്ങളിലൂടെ തൊട്ടാലൊട്ടുന്നതും നാറുന്നതുമായ ആ വസ്തു, വ്യവസായത്തിൽ വലിയ സ്ഥാനം നേടി. അതുവരേയും വിളക്കുകത്തിക്കാനുപ

യോഗിച്ചിരുന്ന ഗാസ് ഉണ്ടാക്കുമ്പോൾ (ഗാസ്‌ലൈററു കളായിരുന്നു അന്നു്) ധാരാളം കോൾട്ടാറുണ്ടായിരുന്നതു വെറുതെ കളയുകയായിരുന്നു. പിന്നീട്ട കുറച്ചുകാലം, കോൾട്ടാറിനെ കത്തിക്കാൻ ഉപയോഗിച്ചു. പിന്നീട്ട്, കോൾട്ടാറിൽനിന്നു വാററിയെടുത്ത സാരാംശം, ടർപ്പൻ ടൈനിന്നുപകരം, റബ്ബർ അലിയിപ്പിക്കാനായി ഉപയോ ഗിക്കാൻ തുടങ്ങി. കോൾട്ടാറിൻെറ ശരിയായ വില അറിഞ്ഞിരുന്നില്ല.

ഇംഗ്ലണ്ടിലെ വില്യം പെർക്കിൻ (1838—1907) എന്ന യുവശാസ്ത്രജ്ഞനാണു്, പല രാസവസ്തുക്കളും കോൾട്ടാറിൽനിന്നു സങ്കലിപ്പിച്ചെടുക്കാമെന്നു കാണിച്ച തു്. 18 വയസ്സുള്ള പെർക്കിൻ, ലാബറട്ടറിയിൽ കൃത്രിമ മായി കൊയിനാവുണ്ടാക്കാൻ ശ്രമിക്കുകയായിരുന്നു. കോൾട്ടാർകൊണ്ടാണു പരീക്ഷണം. അതു ഫലിച്ചില്ല. (1944 വരെ, കൊയിനാവ് കൃത്രിമമായി സങ്കലനംചെ യ്തുണ്ടാക്കാനാക്കും കഴിഞ്ഞില്ല.) പക്ഷേ, പരിശോധന യ്ക്കിടയിൽ, പെർക്കിൻ, വലിയൊരു കാര്യം കണ്ടുപിടി ച്ചു. കോൾട്ടാറിൽനിന്നു പർപ്പിൾനിറമുള്ള ഒരു ചായമു ണ്ടാക്കാമെന്നു് അദ്ദേഹം കണ്ടു. വ്യാവസായികമായി, ഈ ചായം നിർമ്മിക്കാൻ, പെർക്കിൻകുടുംബക്കാർ തയ്യാ റായി. ഉടൻ മറെറാരു ചായവും അദ്ദേഹത്തിന്റ ശ്രദ്ധ യിൽപ്പെട്ടു. അങ്ങനെ, നിർമ്മാണത്തിലും ഗവേഷണ ത്തിലും അദ്ദേഹം ശ്രദ്ധിച്ചു.

1868-ൽ, കാൾഗ്രേബ് (1841—1927), കാൾ ലീബർമാൻ (1842—1914) എന്നീ രണ്ടു ജർമ്മൻകെമി സ്റ്റുകൾ, കോൾട്ടാർ വാററിയെടുത്താൽക്കിട്ടുന്ന ചളി പോലുള്ള 'ആന്ത്രസീൻ' എന്ന വസ്തുവിനെക്കൊണ്ടു പരീ ക്ഷണങ്ങൾനടത്തുകയായിരുന്നു. 'അലിസറിൻ' എന്ന

ചുവന്ന ചായമുണ്ടാക്കാനവക്ക് കഴിഞ്ഞു. അതുവരെ, ഒരു ചെടിയുടെ വേരിൽനിന്നാണ് ഈ ചായമുണ്ടാക്കിയിരുന്നതു്. 1868-ൽ, ഫ്രാൻസ്, പോളന്റ്, ഇററലി, തുക്കി എന്നിവിടങ്ങളിലെല്ലാം ഈ സസ്യം കൃഷിചെയ്യാനാരംഭിച്ചു. അപ്പോഴാണ് ഈ പുതിയ വഴി കണ്ടുപിടിച്ചതു്. കൃഷിയാകെ തകൻരവെങ്കിലും ഓർഗാനിക്ക് കെമിസ്ട്രിയുടെ വലിയൊരു വിജയമായിരുന്നു അതു്. പുതിയ പല സസ്യങ്ങളും കൃഷിചെയ്യുന്നതിന്നു വഴിവെച്ചുകൊടുത്തതും ഓർഗാനിക്ക്കെമിസ്ട്രിയാണ്. ഉദാ: ബീററ് റൂട്ട്.

അഡോൾഫ് വോൺ ബെയർ (1835—1917) എന്ന പ്രസിദ്ധ ജമ്മൻ രസതന്ത്രജ്ഞൻ നീലച്ചായമായ 'ഇൻഡിഗോ'വിലാണ് ഗവേഷണം നടത്തിയതു്. 1880-ൽത്തന്നെ ഈ ചായത്തിൻെറ ഫോർമുല അദ്ദേഹത്തിന്നു കിട്ടി. പക്ഷേ, ലാഭകരമായി അതുണ്ടാക്കണമെങ്കിൽ, മററു പല പ്രശ്നങ്ങളും പരിഹരിക്കേണ്ടതുണ്ടല്ലോ. ബെയറും സഹപ്രവത്തകരും ഒരു സങ്കലിതൗഷധം ഉണ്ടാക്കി—'സാലിസിലിക്കാസിഡി'ൻെറ യൗഗികമായ 'ആസ്പിരിൻ'. മനുഷ്യരുടെ വേദന ശമിപ്പിക്കുന്നതിൽ ആസ്പിരിൻ വഹിക്കുന്ന പങ്ക് എത്ര മഹത്താണെന്നു്, അതിനെപ്പററി ആലോചിച്ചാലേ അറിയൂ. ഔഷധങ്ങളും ചായങ്ങളുംതമ്മിൽ അടുത്ത ബന്ധമാണുണ്ടായിരുന്നതു്. (നമ്മുടെ 'സൾഫാ' മരുന്നുകളുടെ ആവിർഭാവംതന്നെ, ചുവന്ന ചായം കണ്ടുപിടിക്കാനുള്ള അന്വേഷണത്തിൽ നിന്നായിരുന്നുവത്രെ.)

മഴവില്ലിൻെറ എല്ലാ വണ്ണങ്ങളും, അവയിൽനിന്നുണ്ടാക്കാവുന്ന ഉപവണ്ണങ്ങളും, ചായങ്ങളുടെ രൂപത്തിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു—സങ്കലിതവണ്ണച്ചായങ്ങൾ. ചായങ്ങളി

ലൊരു വ്യവസായംതന്നെ വളൎന്നുവന്നു. പലതരം സങ്കലിതൗഷധങ്ങളും കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. ആസ്പിരിൻെറ കാര്യം പറഞ്ഞില്ലെ, ഇതുപോലെ 19-ാംനൂററാണ്ടിലുണ്ടാക്കിയ സങ്കലിതൗഷധങ്ങളാണു് 'ആൻറിപൈറിൻ' എന്ന ജ്വരാന്തകനും, 'ഫെനാസെററിൻ' എന്ന വേദന കുറയ്ക്കാനുള്ള മരുന്നും. കൃത്രിമമായി സുഗന്ധദ്രവ്യങ്ങളുമുണ്ടാക്കി—കൃത്രിമച്ചായമെന്നപോലെ, സുഗന്ധവസ്തുവും ആദ്യമുണ്ടാക്കിയതു പെർക്കിൻ ആണു്.

കെമിസ്ട്രിയുടെ മറെറാരു നേട്ടമാണു് 'ഡൈനാമൈററ്'. 1845-ൽ, ജൎമ്മനിയിലെ, ഫ്രെഡറിക് ഷോയൻ കണ്ടുപിടിച്ചു, പരുത്തി നൈട്രിക്കമ്ലത്തിൽ കുതിൎത്താൽ അതു് (ഗൺകോട്ടൻ) നല്ലൊരു സ്ഫോടനവസ്തുവാകുമെന്നു്. പിറെറക്കൊല്ലം, അസ്കാനിയോ സോബ്രെറോ എന്ന ഇററലിക്കാരൻ, 'നൈട്രോഗ്ലിസറിൻ' എന്നൊരു വസ്തു ഉണ്ടാക്കി. ഹൃദയപ്രവൎത്തനത്തെ ത്വരിതപ്പെടുത്തിയിരുന്ന ഒരു ഔഷധമെന്നനിലയ്ക്കാണു് അതു് ആദ്യം രംഗത്തുവന്നതു്. സ്വീഡനിലെ ആൽഫ്രഡ് നോബൽ (1833—'96) ഒരു മനുഷ്യസ്നേഹിയും, ശാസ്ത്രജ്ഞനും, എൻജിനീയറുമായിരുന്നു. 1896-ൽ അദ്ദേഹം നൈട്രോഗ്ലിസറിനും, ഗൺകോട്ടനും, കളിമണ്ണും ചേൎത്തു് ഡൈനാമൈററുണ്ടാക്കി. (ഗ്രീക്കിൽ ഡൈനാമിസ് എന്നതിന്നു ശക്തിയെന്നാണൎത്ഥം.) സംഹാരത്തിനുള്ളതാണു ഡൈനാമൈററ് എന്നാണു പൊതുധാരണ. പാറ പൊട്ടിക്കാനും, ടണലുണ്ടാക്കാനും മററും എൻജിനീയർമാരെ ഇതു വളരെയേറെ സഹായിച്ചിട്ടുണ്ടു്.

1896-ൽ, നോബൽ മരിച്ചു. അദ്ദേഹം 9,000,000 ഡോളർ വരുന്നൊരു സംഖ്യ, വൎഷംതോറും കെമിസ്ട്രി, ഫിസിക്സ്, വൈദ്യശാസ്ത്രം, ശരീരശാസ്ത്രം, സാഹിത്യം,

സമാധാനം എന്നിവയ്ക്കു സമ്മാനം കൊടുക്കാനായി നീക്കി വെച്ചു. ഇതാണു നോബെൽസമ്മാനം.

19-ാംനൂററാണ്ടിൽ, ഫിസിക്കൽ കെമിസ്ട്രിയും വളരെ മുന്നേറി. ഫിസിക്സിന്നും കെമിസ്ട്രിക്കും ഇതിൽ സ്ഥാനമുണ്ടെന്നു്, പേരിൽനിന്നുതന്നെ അറിയാമല്ലൊ. പലതരം 'എനർജി'കളെപ്പറ്റിയുള്ള പഠനമാണു ഫിസിക്സ്—അതിൽനിന്നുണ്ടാവുന്ന ഭൗതികപരിണാമങ്ങളും. വസ്തുക്കളുടെ രചനയെപ്പററിയും അവയുടെ രാസപരിണാമങ്ങളെപ്പറ്റിയുമുള്ള സയൻസാണു കെമിസ്ട്രി. പല വസ്തുക്കളുടേയും ഭൗതികസ്വഭാവങ്ങളും രാസഗുണങ്ങളും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെപ്പററിയുള്ള ശാസ്ത്രമാണു ഫിസിക്കൽ കെമിസ്ട്രി.

ഫിസിക്കൽ കെമിസ്ട്രിയിലുണ്ടായ പുരോഗതി വേഗത്തിലങ്ങനെ പറഞ്ഞുതീക്കാനെ ഇവിടെ വയ്ക്കൂ. ഹംഫ്രേ ഡേവിയും മൈക്കൽ ഫാരഡേയും 'ഇലക്ട്രോ കെമിസ്ട്രി'യെ വികസിപ്പിച്ചു. ജൂലിയസ് തോംസൻ (1826—1909) എന്ന ഡാനിഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞൻ, മാർസെലിൻ ബെർതെലോട് (1827—1907) എന്ന ഫ്രഞ്ചുശാസ്ത്രജ്ഞൻ—ഇവരായിരുന്നു 'തർമോകെമിസ്ട്രി'ക്കു വികാസമുണ്ടാക്കിയവർ. ഇന്നത്തെ ഫോട്ടോഗ്രാഫിക്കിടവെച്ചതു്, 'ഫോട്ടോ കെമിസ്ട്രി'യിലുണ്ടായ അഭിവൃദ്ധിയാണു്. 1861-ൽ 'കൊലോയ്ഡ് കെമിസ്ട്രി' ക്കു തോമസ് ഗ്രഹാം എന്ന സ്കോട്ട്ലണ്ടുകാരൻ വിത്തു പാകി. പ്രൊഫസർ ജോസ് വില്ലാർഡ് (1839—1903) വൈദ്യുത-രാസ-ഉഷ്ണങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ബന്ധങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കി. ഡച്ചുകാരനായ വാൻഹോഫ് (1852-1911) ആണു് 'ഓസ്മോസിസ്' എന്തെന്നു പറഞ്ഞതു്. ആററ

ങ്ങളുടെ ക്രമീകരണത്തെപ്പററിയുള്ള 'സ്റ്റീരിയോ കെമിസ്ട്രി'യും വളൎന്നുവരാൻതുടങ്ങി.

വിദ്യുച്ഛക്തി പ്രവഹിക്കുന്ന വിലയനത്തിൽ വൈദ്യുതച്ചാർജ്ജുള്ള 'അയണു'(Ions)കളെപ്പററി സ്വീഡിഷ് പ്രൊഫസറായ അറേനിയസ് (1859—1927) പഠിച്ചു. അത്തരം വിലയനങ്ങളിലെത്ര അയണുകളടങ്ങിയിട്ടുണ്ടെന്നു കണക്കാക്കാമെന്നും അദ്ദേഹം കണ്ടു. ഇവരുടെയെല്ലാം പ്രവൎത്തനം ഒരു കാൎയ്യം വ്യക്തമാക്കി. ഫിസിക്സും കെമിസ്ട്രിയും, മററെല്ലാ ശാസ്ത്രങ്ങളും പരസ്പരം ബന്ധപ്പെട്ടാണു കിടക്കുന്നതു്. 19-ാംനൂററാണ്ടിൻെറ തിരക്കിലിതു പലരും മറന്നതാണു്.

താത്വികമായ ഈ വളർച്ചയിൽ, മൂലകങ്ങളെ പ്രത്യേകം ഗ്രൂപ്പുകളായിത്തിരിക്കാനും കഴിഞ്ഞു.

അദ്ധ്യായം 18

മൂലകങ്ങളുടെ വർഗ്ഗീകരണം

കെമിസ്ട്രിയിൽ മൂലകങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചു വളരെക്കാലം കഴിഞ്ഞാണു്, അവയെ ക്രമീകരിക്കാനാവുമെന്നു തെളിഞ്ഞതു്. മൂലകങ്ങൾ എങ്ങനെയോ ഉണ്ടായതല്ലെന്നും, അവതമ്മിൽ ചില ബന്ധങ്ങളെല്ലാമുണ്ടെന്നും കണ്ടതു പിന്നീടാണു്. റഷ്യയിലെ കെമിസ്റ്റായ ഡിമിട്രി മെൻഡലീവ് (1834—1907) ആണു്, മൂലകങ്ങളുടെ അറ്റോമിക്‍ത്തൂക്കങ്ങൾ തമ്മിലും, രാസ-ഭൗതികഗുണങ്ങളിലും ബന്ധമുണ്ടെന്നു കണ്ടതു്. ആധുനികകെമിസ്ട്രിയുടെ മുഖ്യസിദ്ധാന്തങ്ങളിൽ ഒന്നാണിതു്.

മെൻഡലീവിന്റെ ആശയം അദ്ദേഹത്തിന്റേതു മാത്രമല്ലായിരുന്നു. ഡാൽടൻ, അറ്റോമിക് തൂക്കത്തെക്കുറിച്ചുള്ള സിദ്ധാന്തം ആവിഷ്കരിച്ചു. ജർമ്മനിയിലെ പ്രൊഫസർ ഡോബെറീനർ (1780—1849) മൂലകങ്ങളെ മുമ്മൂന്നായി(Triads)ത്തിരിച്ചു. ട്രയാഡിലെ ഓരോ മൂലകത്തിന്റെയും അറ്റോമിക്‍ത്തൂക്കം ഒന്നുകിൽ മറ്റു രണ്ടു മൂലകങ്ങളുടേതിന്നു തുല്യമോ, അവയുടെ പാതിയോ ആയിരുന്നു. ട്രയാഡുകളിൽ ക്ലോറിൻ-ബ്രോമിൻ-അയഡിൻ ആയിരുന്നു ഒന്നു്. കാൽസിയം-ബേറിയം-സ്ട്രോൺഷിയമായിരുന്നു മറ്റൊന്നു്.

1865-ൽ, ജോൺ ന്യൂലാന്റ്സ് (1837—'98) എന്ന ബ്രിട്ടീഷുകാരൻ, അറ്റോമിക് തൂക്കങ്ങളെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി മൂലകങ്ങളെ ക്രമീകരിക്കാമെന്ന പുതിയൊരാശയം കൊണ്ടുവന്നു. ന്യൂലാന്റ്സിന്റെ ക്രമീകര

ണത്തിൽ, അക്ഷരങ്ങളാണ മൂലകങ്ങളെ പ്രതിനിധീകരിക്കുക. സംഖ്യകൾകൊണ്ട്, അറ്റോമിക്ളക്കപ്രകാരം അതിൻെറ സ്ഥാനമെന്തെന്നു നിർണ്ണയിക്കുന്നു. (അദ്ദേഹത്തിൻെറ പട്ടിക അനുബന്ധം (i) ആയി പുസ്തകാവസാനത്തിലുണ്ട്. അതു നോക്കുക.)

ഈ പട്ടികയിൽ എട്ടു കള്ളികളുണ്ട്. ഒരേ വരിയിലുള്ള മൂലകങ്ങളെല്ലാം (അതായതു് H_1, രണ്ടാമത്തെ കള്ളിയിലെ F_8, മൂന്നാമത്തെ കള്ളിയിലെ Cl_1 ഇവയെല്ലാം) ബന്ധപ്പെട്ടതാണെന്നു് അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. H_1 എന്നതിന്നത്ഥം ഒന്നാമത്തെ മൂലകമായ ഹൈഡ്രജനെന്നും, F_8 എന്നതിന്നത്ഥം എട്ടാമത്തെ മൂലകമായ ഫ്ളോറിൻ എന്നും, Cl_{15} എന്നതു പതിനഞ്ചാമത്തെ മൂലകമായ ക്ലോറിൻ എന്നുമാണ്. എട്ടു കള്ളികളിലായി നിരത്തിയ മൂലകങ്ങളിലെ ഓരോ വരിയും 'ഓക്റ്റേവ്' എന്ന പേരിലാണ് അദ്ദേഹം വിശേഷിപ്പിച്ചതു്.

ന്യൂലാൻറ്സിൻെറ വർഗ്ഗീകരണത്തിൽ, ഇനി കണ്ടുപിടിക്കാനുള്ള മൂലകങ്ങൾക്കു സ്ഥലം വിട്ടിട്ടില്ല. ചിലപ്പോൾ, യാതൊരു ബന്ധവുമില്ലാത്ത മൂലകങ്ങളെ ഒരേ 'ഓക്റ്റേവി'ൽ അദ്ദേഹം നിരത്തിവെച്ചു. അതിനാൽ പലരും ഈ പട്ടികയെ പുച്ഛിച്ചുതള്ളി.

മൂന്നാലുവഷമേ കഴിഞ്ഞുള്ളൂ. ന്യൂലാന്റ്സിൻെറ പട്ടിക ശരിയായ വഴിക്കുള്ളൊരു കാൽവെപ്പാണെന്നു മെൻഡലീവും, ജമ്മൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ജൂലിയസ് മെയറും (1830—'95) സ്വതന്ത്രമായി, അവർ നടത്തിയ പ്രവത്തനങ്ങളെ അടിസ്ഥാനമാക്കിപ്പറഞ്ഞു. ന്യൂലാന്റ്സിൻെറ സരളമായ ക്രമീകരണത്തെ അവർ പരിഷ്ക്കരിച്ചു. മൂലകങ്ങളെല്ലാം പ്രകൃത്യാതന്നെ ബന്ധപ്പെട്ടാണു നില്ക്കുന്നതെന്നു് അവർ പ്രഖ്യാപിച്ചു. ഇതിന്നു കുറെക്കൂടി വിശദീ

കരണം നല്കുകയാൽ, മെൻഡലീവിൻെറ പേരിലാണീ വർഗ്ഗീകരണപദ്ധതി അറിയപ്പെടുന്നതു്.

1869-ൽ, ലണ്ടനിൽവെച്ച നടത്തിയ ഒരു പ്രഭാഷണത്തിൽ, മെൻഡലീവ് പ്രസ്താവിച്ചു:

1. മൂലകങ്ങളെ അവയുടെ അറ്റോമിക്ക് തൂക്കങ്ങൾ അനുസരിച്ച ക്രമീകരിച്ചാൽ, ഒരേമാതിരി സ്വഭാവങ്ങൾ ഇടയ്ക്കിടെ ആവർത്തിക്കുന്നതായിക്കാണാം.

2. രാസഗുണങ്ങൾ ഒരേവിധത്തിലുള്ള മൂലകങ്ങൾക്കു് അറ്റോമിക്ക് തൂക്കം മിക്കവാറും സമമായിരിക്കും (ഉദാ: പ്ലാററിനം, ഇറിഡിയം, ഓസ്മിയം); അല്ലെങ്കിൽ ക്രമപ്രകാരം വർദ്ധിക്കുന്നതായിരിക്കും അവയുടെ അറേറാമിക്ക് തൂക്കം (ഉദാ: പൊട്ടാസ്യം, റുബിഡിയം, സെസിയം).

3. രാസഗുണങ്ങളും വാലെൻസിയും (കൂടിച്ചേരാനുള്ള കഴിവു്) അനുസരിച്ചാണു മൂലകങ്ങൾ ഗ്രൂപ്പുകളായി തരംതിരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതു്.

4. ഏററവും അകന്നുകിടക്കുന്ന മൂലകങ്ങളുടെ അറേറാമിക്ക് തൂക്കം ചെറുതായിരിക്കും.

5. മൂലകത്തിന്റെ അറ്റോമിക്ക് തൂക്കമാണു് അതിന്റെ സ്വഭാവം നിർണ്ണയിക്കുക. മോളിക്യൂളിൻെറ വലുപ്പമാണല്ലോ ഒരു യൗഗികത്തിൻെറ വിശേഷതകൾക്കാസ്പദം—അതുപോലെ.

6. ഇനിയും കുറെ മൂലകങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കാനുണ്ടു്.

7. ഒരു മൂലകത്തിൻെറ അറേറാമിക്ക് തൂക്കം, അതേ പരമ്പരയിലെ ഇതരമൂലകങ്ങളുടെ അറേറാമിക്ക് തൂക്കം നോക്കി ഊഹിക്കാം.

8. അറേറാമിക്ക് തൂക്കമനുസരിച്ചു്, മൂലകങ്ങളുടെ പൊതുഗുണങ്ങൾ അനുമാനിക്കാം.

ഈ നിഗമനങ്ങളെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി മൂലകങ്ങളെ വർഗ്ഗീകരിക്കാൻ പറ്റിയൊരു പട്ടിക (Periodic Table) അദ്ദേഹം ഉണ്ടാക്കി. (1871-ൽ അദ്ദേഹമുണ്ടാക്കിയ 'പിരേോഡിക് ടേബിൾ' അനുബന്ധം (ii) ആയി പുസ്തകാവസാനത്തിൽ ചേർത്തു നോക്കുക.)

ഇന്ന്, മെൻഡലീവിൻെറ 'പിരേോഡിക് ടേബിളി'ൽ സാരമായ പല വ്യത്യാസങ്ങളും വരുത്തിയിരിക്കുന്നു. എങ്കിലും, ഏററവും പുതിയ മൂലകങ്ങൾകൂടി, മെൻഡലീവിൻെറ വർഗ്ഗീകരണപദ്ധതിയിൽ ഉൾപ്പെടുത്താൻ പററും.

മെൻഡലീവിൻെറ പട്ടികയിൽ ചില ഒഴിഞ്ഞ ഭാഗങ്ങളുണ്ട്. ഒരേമാതിരിഗുണമുള്ള മൂലകങ്ങൾ ഒരേ ഗ്രൂപ്പിൽപ്പെടണമല്ലൊ. പുതിയ മൂലകങ്ങളെ കണ്ടുപിടിക്കാമെന്നദ്ദേഹം ഊഹിച്ചതു ശരിയാണ്. അങ്ങനെ കണ്ടുപിടിക്കുന്ന മൂലകങ്ങളുടെ ഗുണങ്ങൾ എന്തായിരിക്കുമെന്നുകൂടി അദ്ദേഹം വ്യക്തമാക്കി. ആപ്രവചനം ശരിയായി.

പുതിയ മൂലകങ്ങൾക്കായുള്ള അന്വേഷണം കാര്യമായിത്തുടന്നു. 'സ്പെക്ട്രം അനാലിസിസ്' ഇതിന്നേററവും നല്ലൊരു വഴിയായിരുന്നു. ഓരോ വസ്തുവിൻെറ സ്പെക്ട്രത്തിന്നുമുള്ള വ്യത്യാസമനുസരിച്ച പുതിയ മൂലകങ്ങളെ കണ്ടുപിടിക്കാമെന്നു മനസ്സിലാക്കി, ആവഴിക്ക് അന്വേഷണം തിരിഞ്ഞു.

1752-ൽ, തോമസ് മെൽവിൽ എന്ന മതവിദ്യാർത്ഥി, ഒരു പ്രിസത്തിൽക്കൂടി വെളിച്ചത്തെ കടത്തി; അതിൽനിന്നുണ്ടാവുന്ന സ്പെക്ട്രത്തിൽ എന്തോ പരിശോധിക്കുകയായിരുന്നു. ചില പ്രകാശരേഖകൾ കാണാൻ

കഴിഞ്ഞു. ഈ മഞ്ഞരേഖകൾ, സോഡിയത്തെക്കാണി ക്കുന്നു, എന്നു് ഇന്നു നമുക്കറിയാം.

ലണ്ടനിലെ വൈദ്യശാസ്ത്രജ്ഞനായ വില്യം വൊലാസ്റ്റൻ ഒരു സ്പെക്ട്രത്തിൽ, മററു വണ്ണങ്ങൾക്കിടയിൽ ചില കറുത്ത വരകൾ കണ്ടു. 1814-ൽ ഇതേ വരകളെ ജോസഫ് ഫ്രോൻഹോഫർ (1787—1826) കണ്ടു. എന്താണിവയെന്നറിഞ്ഞില്ലെങ്കിലും, ആ വരകൾക്കു ഫ്രോൻഹോഫറിന്റെ പേരാണു കിട്ടിയതു്. 'സ്പെക്ട്രോസ്കോപ്പ്' കണ്ടുപിടിച്ചതുമദ്ദേഹമാണു്. (സ്പെക്ട്രത്തെ പരിശോധിക്കാനുള്ള ഒരു കുഴലാണിതു്.) ഇതിൽ ഒരു കിരണാവലി ഒരു പ്രിസത്തിൽക്കൂടിപ്പോകുന്നു. ഒരു ടെലിസ്കോപ്പിൻെറ ലെൻസിൽക്കൂടി സ്പെക്ട്രത്തെ നോക്കുകയുംചെയ്യാം.

1859-ലാണു സ്പെക്ട്രംരേഖകളുടെ അത്ഥമെന്തെന്നു ഹീഡൻബർഗ്സവ്വകലാശാലയിലെ രണ്ടു പ്രൊഫസർമാർ കണ്ടുപിടിച്ചതു് — ഗുസ്റ്റാവ് കർചോവും (1824—'87) റോബർട്ടു് ബുൺസനും (1811—'95). (രണ്ടാമത്തെ ആളാണു്, 'ബുൺസൻ ബർണർ' കണ്ടുപിടിച്ചതു്.) സ്പെക്ട്രം അനാലിസിസിൻെറ നിയമങ്ങൾ അവർ ആവിഷ്കരിച്ചു — എന്തെല്ലാം സൂചനകളാണു് സ്പെക്ട്രത്തിലെ വരകളും വണ്ണങ്ങളും വിടവുകളും തരുന്നതെന്നവർ വ്യക്തമാക്കി. ഈ നിയമങ്ങൾ ലഭിച്ചതോടെ, പുതിയ മൂലകങ്ങളെ തിരിച്ചറിയാൻ തുടങ്ങി. ആദ്യം കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതു ഹീലിയമാണു് — ഭൂമിയിൽ മാത്രമല്ല, സൂയ്യനിലും. 1868-ൽ, ഒരു സൂര്യഗ്രഹണസമയത്തു്, സൂയ്യമണ്ഡലത്തെ സ്പെക്ട്രോസ്കോപ്പുകൊണ്ടു നോക്കുകയായിരുന്നു. ഉജ്ജ്വലമായ പലരേഖകളുംപ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു — ഒരു മഞ്ഞവെളിച്ചവും. ആദ്യം കരുതി, സോഡിയമാ

ണിതിന്നു കാരണമെന്നു്. എന്നാൽ ജാൻസ്സൻ (1884—1907) എന്ന ഫ്രഞ്ചുശാസ്ത്രജ്ഞൻ, മററൊരു നിഗമനത്തിലാണെത്തിയതു്: എന്തോ പുതിയൊരു മൂലകമാണതിന്നുകാരണമെന്നു് അദ്ദേഹം ഉറപ്പിച്ചുപറഞ്ഞു. ബ്രിട്ടീഷ് നക്ഷത്രശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരായ ഫ്രാങ്ക്ലാൻറും, ലോക്കിയറും (1836—1920) ഈ നിഗമനത്തോടാണു് യോജിച്ചതു്. ആ മഞ്ഞനിറം, ഇതുവരെ അറിയപ്പെട്ട വസ്തുക്കളുടേതൊന്നുമല്ലെന്നു് അവർ പ്രസ്താവിച്ചു. 'സൂര്യനിലുള്ളതു്' എന്നർത്ഥംവരത്തക്കവണ്ണം ഈ പുതിയ മൂലകത്തിന്നു 'ഹീലിയം' എന്നു് അവർ പേർ നല്കി.

1895വരെ, ഭൂമിയിൽ ഹീലിയമുണ്ടോ എന്നു കണ്ടുപിടിക്കാനുള്ള ശ്രമങ്ങൾ പലതും പരാജയപ്പെട്ടു. സർ വില്യം റാംസേ (1852—1916) റേഡിയോപ്രസാരമുള്ളൊരു വസ്തുവിനെ അമ്ലത്തിൽ വിലയിപ്പിച്ചുകൊണ്ടെന്തോ പരീക്ഷണം നടത്തുകയായിരുന്നു—അതിൽനിന്നുണ്ടായ വാതകത്തെ 'സ്പെക്ട്രംഅനാലിസ്സ്'ചെയ്തുനോക്കി. ഹീലിയത്തിൻെറ മഞ്ഞരേഖകൾ സ്പെക്ട്രത്തിൽ കണ്ടു. റേഡിയോപ്രസാരവസ്തുവിലാണു് ഹീലിയത്തെ കണ്ടുപിടിച്ചതെന്ന കാര്യം പ്രധാനമാണു്. റേഡിയോ ആക്ടീവ് വസ്തുക്കൾ ജീർണ്ണിക്കുമ്പോളുണ്ടാവുന്ന സ്ഥിരമായൊരു വസ്തുവാണു് ഹീലിയം.

മററു പല മൂലകങ്ങളും കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. അവയ്ക്കു പററിയ പേരുകളും നല്കപ്പെട്ടു. മെൻഡലീവിൻെറ കാലം മുതൽക്കിതു തുടരുന്നു. എല്ലാംകൂടി പ്രകൃതിയിൽ 92 മൂലകങ്ങളാണുള്ളതെന്നു കെമിസ്റ്റ്രിക്കാർ പറഞ്ഞു. പിര്യോഡിക്ക് ടേബിളിൽ ഉള്ള വിടവുകളിലുള്ള മൂലകങ്ങൾ കൂടി കണ്ടുപിടിച്ചാലെല്ലാമായി എന്നവർ കരുതി.

മെൻഡലീവിൻെറ പട്ടികയിലെ ഒഴിവുകളെല്ലാം

ഇന്നു പൂരിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. സങ്കലനംചെയ്ത്, പുതിയ ചില മൂലകങ്ങളെ മനുഷ്യനുണ്ടാക്കുകയും ചെയ്തിരിക്കുന്നു. 92-ൽ അധികമാണിന്നു മൂലകങ്ങൾ. യുറേനിയത്തേക്കാൾ അറേറാമിക്ക്ത്തൂക്കം കൂടിയവയാണ് മനുഷ്യനിർമ്മിതമൂലകങ്ങൾ. ('ട്രാൻസ്യുറാണിക്ക്മൂലകങ്ങൾ' എന്നാണിവയെ പറയുക.) ഇക്കൂട്ടത്തിലാദ്യം കണ്ടുപിടിച്ചതു നെപ്ട്യൂണിയമാണ്. പന്നീട്ട്, പ്ലൂട്ടോണിയം—ഇതു് ആററംബോംബുണ്ടാക്കാനുപയോഗിക്കുന്നു. മെൻഡലീവിൻെറ പിരേ്യാഡിക്ക് ടേബിൾ നിറഞ്ഞുകവിയുകയാണ് എന്നു പറയുകയാവും ശരി!

അദ്ധ്യായം 19

വിദ്യുച്ഛക്തി—ശാസ്ത്രവും നിയമങ്ങളും

വിദ്യുച്ഛക്തി സർവ്വത്ര പരന്ന കാലമാണിതു്. ഇലക്ട്രിസിറ്റിയെപ്പറ്റി ആളുകൾക്കു വിവരമില്ലാത്തൊരു കാലമുണ്ടായിരുന്നു എന്നാരെങ്കിലും പറഞ്ഞാലതു വിശ്വസിക്കാൻതന്നെ ഇന്നു വിഷമം തോന്നും. നെപ്പോളിയന്റെ കാലത്തു്, വെറും നേരമ്പോക്കിനുള്ളതായിരുന്ന ഇലക്ട്രിസിററി. അതു നിത്യജീവിതത്തിൽ മനുഷ്യക്കു പയോഗപ്പെട്ടതു വളരെക്കാലം കഴിഞ്ഞിട്ടാണു്.

ലണ്ടനിലെ റോയൽ ഇൻസ്റ്റിററ്യൂട്ട് ഡയറക്ടറായിരിക്കെ, മൈക്കൽ ഫാരഡേ, ഒരു ഇലക്ട്രിക്ക് യന്ത്രത്തിന്റെ പ്രവർത്തനത്തെപ്പററി അന്നത്തെ ധനകാര്യമന്ത്രിയായിരുന്ന ഗ്ലാഡ്സ്റ്റന്നു വിവരിച്ചുകൊടുത്തുവത്രെ. എങ്ങനെയാണതിന്റെ പ്രവർത്തനമെന്നു മനസ്സിലാക്കാൻ ഗ്ലാഡ്സ്റ്റന്നു കഴിഞ്ഞില്ല. അവസാനം. നിരാശനായി ഗ്ലാഡ്സ്റ്റൻ ചോദിച്ചുവത്രെ: "എന്താണിതുകൊണ്ടു് പ്രയോജനം?" ഫാരഡേ പറഞ്ഞു: "സർ, ഈ യന്ത്രം പ്പെട്ടുത്തിയാൽ, താങ്കൾക്കു് അടുത്തുതന്നെ അതിന്മേലൊരു നികുതിചുമത്താൻ കഴിയും, അതുതന്നെ!" ഇന്നു് ഓരോ ഡൈനാമോവും, ഓരോ ഇലക്ട്രിക്ക് മോട്ടോറും ഫാരഡേയുടെ ഫലിതരസത്തിലുള്ള ഈ പ്രവചനത്തെ ശരിവെയ്ക്കുന്നു.

കാലിടറിയാണു് വൈദ്യുതഗവേഷണം മുന്നേറിയിരുന്നതെന്ന കഥ നാം മുമ്പു മനസ്സിലാക്കിയല്ലോ. 19-ാം നൂററാണ്ടിന്റെ തുടക്കത്തിൽ, സിദ്ധാന്തപരമായി കുറെയേറെ ജ്ഞാനം നമുക്കു ലഭിച്ചിരുന്നു. എന്നാൽ, വിദ്യു

ച്ഛക്തികൊണ്ടുള്ള പ്രായോഗികഫലമാകട്ടെ, വട്ടപ്പൂജ്യ വും. വൈദ്യുതകാന്തത്തിൻെറ പ്രാധാന്യം മനസ്സിലാക്കി യതോടുകൂടിയാണ്, ഇലക്ട്രിസിററിക്ക് ദൈനംദിന ജീവിതത്തിൽ സ്ഥാനമുണ്ടെന്നനിലവന്നതു്.

വൈദ്യുതയുഗത്തിൻെറ പ്രണേതാവ് ഡാനിഷ് ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഹാൻസ് ക്രിസ്ത്യൻ ഈർസ്റ്റെഡ് (1777—1851) ആയിരുന്നു. കോപ്പൻഹാഗൻ സർവ്വ കലാശാലയിൽനിന്ന് ഉന്നതബിരുദങ്ങളെടുത്തശേഷം, സർക്കാർ അദ്ദേഹത്തെ വിദേശരാജ്യങ്ങളിലേക്ക് ഉപരി പഠനാർത്ഥം അയച്ചു. അഞ്ചുവർഷം കഴിഞ്ഞു ഡെന്മാർക്കി ലേക്കു മടങ്ങിവന്നു. 1806-ൽ കോപ്പൻഹാഗൻ സർവ്വ കലാശാലയിലെ ഫിസിക്സ് പ്രൊഫസറായ അദ്ദേഹം പല പരീക്ഷണങ്ങളും ചെയ്തുവരികയായിരുന്നു.

1807-ൽ, ഇലക്ട്രിസിററിക്കു കാന്തത്തിന്മേലെ ന്തെങ്കിലും സ്വാധീനശക്തിയുണ്ടോ എന്നു പരിശോധിക്കു കയായിരുന്നു ഈർസ്റ്റെഡ്. കാന്തങ്ങൾക്ക്, വിദ്യുൽധാര യുടെ ഫലമായി, ചലനമുണ്ടാകുമെന്ന് അദ്ദേഹം കണ്ടു. ഒരു കാന്തസൂചിയുടെ മീതെ ഒരു ചെമ്പുകമ്പിയിൽക്കൂടി വിദ്യുൽധാര പ്രവഹിച്ചിരുന്നു. കാന്തസൂചി തിരിഞ്ഞു— ഒരു പ്രത്യേകരീതിയിലായിരുന്നു ചലനം. ചെമ്പുകമ്പി യിലൂടെ ഏതു ദിശയിലാണു വിദ്യുൽധാര പ്രവഹിച്ചിരു ന്നതെന്നതിന്നനുസരിച്ച്, കാന്തസൂചിയിലെ ചലനവും വ്യത്യാസപ്പെട്ടു. 1821-ൽ തന്റെ പരീക്ഷണഫലങ്ങൾ, ഈർസ്റ്റെഡ് പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തി. ഗ്രാവിറ്റിയെപ്പോലെ, ഇലക്ട്രിസിററിക്ക്, അകലെയുള്ള വസ്തുക്കളെ ചലിപ്പി ക്കാൻ കഴിയുമെന്നുവന്നതിങ്ങനെയാണ്. വസ്തുക്കളെ സ്പർശിക്കാതെതന്നെ, വിദ്യുൽധാര കാന്തസൂചിയെ ചലി പ്പിച്ചുവല്ലോ. ഈർസ്റ്റെഡിന്റെ ഈ കണ്ടുപിടുത്തത്തെ

സർവ്വരും ശ്ലാഘിച്ചു. പല ബഹുമതികളും ആ ശാസ്ത്ര ജ്ഞനു ലഭിച്ചു. റോയൽ സൊസൈററി, ഈർസ്റ്റെഡിന്നു മെഡൽ നല്കി; ഫ്രാൻസിലെ ഇൻസ്റ്റിററ്യൂട്ട് 3,000 ഫ്രാങ്ക് സമ്മാനിച്ചു; കോപ്പൻഹാഗനിൽവെച്ച്, അദ്ദേഹത്തിൻെറ 50-ാം പിറന്നാൾ ഗംഭീരമായി ആഘോഷിക്കപ്പെട്ടു.

ഈർസ്റ്റെഡിന്റെ പരീക്ഷണഫലം ഫ്രഞ്ചുഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞനായ അരാഗോ(1786—1853)വിനെ കർമ്മോന്മുഖനാക്കി. 1820-ൽ അരാഗോ എഴുതി: "ഈർസ്റ്റെഡിൻെറ പരീക്ഷണങ്ങൾ ഞാൻ നടത്തിനോക്കുമ്പോൾ, അതേ വിദ്യുൽധാര, തൊട്ടുത്തുള്ള ഇരുമ്പഴികൾക്കും മാററമുണ്ടാക്കുന്നുണ്ടെന്നു ഞാൻ കണ്ടു. ഇരുമ്പുകമ്പികൾക്കു തല്ക്കാലത്തേക്കെങ്കിലും കാന്തശക്തി ലഭിച്ചപോലെ തോന്നി." ചെറിയ ഉരുക്കുകഷണങ്ങളെ വിദ്യുൽധാരയ്ക്കടുത്തുകൊണ്ടുവന്നാലവ സ്ഥിരകാന്തമായിത്തീരുമെന്നും അദ്ദേഹം കണ്ടു. (ഇത്രയുംകാലം നൂററാണ്ടുകളായി, ലോഡ്സ്റ്റോൺകൊണ്ടു മാത്രമാണു് ഉരുക്കിനെ സ്ഥിരകാന്തമാക്കി മാററിയിരുന്നതു്. പിന്നീട്, ഒരു ഉരുക്കുവടിയെ, കാന്തശക്തി ലഭിച്ച മറ്റൊരു ഉരുക്കുവടികൊണ്ടു കാന്തവൽക്കരിക്കാമെന്നും കണ്ടു.

ഒരു ഉദ്യോഗസ്ഥനും ശാസ്ത്രജ്ഞനുമെന്ന നിലയിൽ, ആവേശകരമായിരുന്നു അരാഗോവിൻെറ ജീവിതം, 1803-ൽ പാരിസ്സിലെ പോളിടെക്നിക്ക് സ്കൂളിലും, പിന്നീട് അവിടുത്തെ ഓബ്സർവേറ്ററിയിലും ചേർന്നു. 1806-ൽ, നക്ഷത്രശാസ്ത്രം പഠിക്കാൻ അരാഗോവിനെ സ്പെയിനിലേക്കയച്ചു. ഫ്രാൻസും സ്പെയിനുംതമ്മിലുണ്ടായ യുദ്ധത്തെത്തുടന്നു് അരാഗോ, ആൽജിയേഴ്സിലേക്കുരക്ഷപ്പെട്ടു. പല വിക്രമങ്ങൾക്കുംശേഷം, 1809-ൽ അദ്ദേഹം

ഫ്രാൻസിലേക്കു മടങ്ങിയെത്തി—നക്ഷത്രശാസ്ത്രനിരീക്ഷണത്തിന്റെ പഠനക്കുറിപ്പുകളോടുകൂടിത്തന്നെ! അദ്ദേഹം ഫ്രഞ്ച് അക്കാദമിയുടെ സ്ഥിരംസെക്രട്ടറിയായി തിരഞ്ഞെടുക്കപ്പെട്ടു. രാഷ്ട്രീയത്തിൽ കടുത്തൊരു പരിവർത്തനവാദിയായിരുന്നു അദ്ദേഹം. 1830-ലേയും 1848-ലേയും വിപ്ലവങ്ങളിലദ്ദേഹം പങ്കെടുത്തു. രണ്ടാം വിപ്ലവാനന്തരം, അരാഗോ, ഫ്രാൻസിലെ നാവിക-യുദ്ധമന്ത്രിയായി. ലൂയി നെപ്പോളിയൻ റിപ്പബ്ലിക്കിൻെറ പ്രസിഡൻറാകുന്നതിനെ അദ്ദേഹം എതിർത്തു. പക്ഷേ, നെപ്പോളിയൻ ജയിച്ചു. അതോടുകൂടി അരാഗോ രാഷ്ട്രീയമായി പിൻവാങ്ങി.

ആംപിയർ, അരാഗോവിന്റെ സഹപ്രവർത്തകനായിരുന്നു. പാരിസ് പോളിടെക്നിക്കിൽവെച്ചു് ആംപിയർ (1775—1836) 'ഇലക്ട്രോമാഗ്നെററിസ'ത്തെപ്പററി ഗവേഷണംനടത്തുകയായിരുന്നു. ആംപിയറിന്റെ അച്ഛൻ ഫ്രഞ്ചുവിപ്ലവത്തിൽ കൊല്ലപ്പെട്ടൊരു പണക്കാരനായിരുന്നു. ഗണിതശാസ്ത്രപ്രാവീണ്യംകൊണ്ടാണു് ആംപിയർ ആദ്യം പ്രസിദ്ധനായതു്. ആദ്യപ്രസിദ്ധീകരണം സംഭാവ്യതാസിദ്ധാന്തത്തെക്കുറിച്ചായിരുന്നു. 1809-ൽ, പോളിടെക്നിക്കിലെ ഗണിതശാസ്ത്രപ്രൊഫസറായിത്തീർന്നതിന്നുശേഷമാണു്, വൈദ്യുതപ്രതിഭാസങ്ങളുടെ അന്വേഷകനായിത്തീർന്നതു്.

ഇലക്ട്രിക്ക്കറന്റ്, കാന്തങ്ങളിലും തിരിച്ചിങ്ങോട്ടും, പ്രവർത്തിക്കുമെന്നു് ആംപിയർ ചൂണ്ടിക്കാട്ടി. ഇതിൻെറ കൃത്യമായ ഫോർമുലയും അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. 'ആംപിയർനിയമ'വും ആവിഷ്കരിക്കപ്പെട്ടു. വൈദ്യുതിയെ അളക്കാനുള്ള യൂനിറ്റിന്നു് ഇദ്ദേഹത്തിന്റെ പേരാണു നല്കിയിരിക്കുന്നതു്.

ജോർജ്ജ്സൈമൻ ഓം (1787—1854) എന്ന ജർമ്മൻ ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞനാണു്, വിദ്യുച്ഛക്തിയിൽ മറ്റൊരു നിയമദാതാവു്. കൊലോണിലെ ജെസ്യൂട്ട് കോളേജിൽ ഗണിതശാസ്ത്രപ്രൊഫസറായിരിക്കെ, വോൾട്ടാ ബാറ്ററികളെപ്പറ്റിയും, വിദ്യുൽധാരയെപ്പറ്റിയും അദ്ദേഹം പല ഗവേഷണവും നടത്തി. 1827-ൽ 'ഓംനിയമം' എന്ന മൗലികനിയമവും അദ്ദേഹം ആവിഷ്കരിച്ചു.

വിദ്യുൽധാരയുടെ പ്രവാഹത്തിൽ, പ്രതിരോധം (Resistance) പ്രധാനമായൊരിനമാണു്. പ്രതിരോധമുള്ളതിനാലാണു്, വിദ്യുൽപ്രവാഹംകൊണ്ടു ചൂടുണ്ടാവുന്നതു്. ബൾബിൽനിന്നു വെളിച്ചമുണ്ടാകുന്നതും പ്രതിരോധം കാരണംതന്നെ. അതേസമയം, കമ്പികളിൽക്കൂടി വിദ്യുൽധാര പോകുമ്പോൾ, പ്രതിരോധംകാരണം കുറെ വിദ്യുച്ഛക്തി അനാവശ്യമായി നഷ്ടപ്പെട്ടുപോകുന്നുമുണ്ടു്. ഈമാതിരിയുള്ള തടസ്സമാണു് അത്ലാന്തിക്ക്സമുദ്രത്തിൽ കമ്പിയിടുന്ന പ്രവൃത്തിയെ (കേബിൾ) അമാന്തപ്പെടുത്തിയതു്.

ജർമ്മനിയിലെ മറ്റു പല ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും ഓമിന്റെ നിഗമനങ്ങളുമായി യോജിച്ചില്ല. അതിനാൽ, വിഷണ്ണനായ ഓം, തൻെറ അദ്ധ്യാപകജോലി രാജിവെച്ചു—കുറെവർഷം ശാസ്ത്രസദസ്സുകളിൽനിന്നെല്ലാം ഒഴിഞ്ഞുമാറി, ഏകാകിയായിക്കഴിഞ്ഞുവത്രെ. പിന്നീടദ്ദേഹം ന്യൂറംബർഗിലും മ്യൂനിച്ചിലുമുള്ള സർവ്വകലാശാലകളിൽ ആചാര്യസ്ഥാനമേറ്റെടുത്തു. ശബ്ദശാസ്ത്രത്തിൽ പ്രത്യേകം പ്രാവീണ്യംനേടിയതക്കാലത്താണു്.

19-ാംനൂററാണ്ടിൻെറ പൂർവ്വാർദ്ധത്തിൽ, വിദ്യുച്ഛക്തിയിൽ എല്ലാംകൊണ്ടും പ്രശസ്തനാമം മൈക്കൽ ഫാരഡേയുടേതാണു്. ഒരു ദരിദ്രവിദ്യാർത്ഥി, മഹാനായൊരു

ശാസ്ത്രജ്ഞനായി ഉയന്നതിൻെറ ഐതിഹാസികമായ കഥയാണതു്. 1791-ൽ, സറേയിൽ ജനിച്ചു—ഒരിരുമ്പു പണിക്കാരൻെറ മൂന്നാമത്തെ മകനായി. പിന്നീട്ട ലണ്ടനിലേക്ക വന്നു ആ ദരിദ്രകുടുംബം. അവിടെ ഒരു വാഹനനിർമ്മാണക്കമ്പനിയിൽ അച്ഛന്നു ജോലി കിട്ടി. പ്രാഥമികവിദ്യാഭ്യാസത്തിന്നപ്പുറം ഫാരഡേ പോയില്ല. 13-ാം വയസ്സിൽ, ലണ്ടനിലൊരു ബുക്ക്ബൈൻഡറുടെ കീഴിൽ ഒരു ജോലി കിട്ടി.

ഒരു ശാസ്ത്രജ്ഞൻേറതായ അനന്തമായ കുതൂഹലത്തോടെ, താൻ ബൈൻഡുചെയ്തിരുന്ന ചില പുസ്തകങ്ങൾ ഫരഡേ വായിക്കാൻതുടങ്ങി. സയൻസുപുസ്തകങ്ങളിലായിരുന്നു വലിയ താൽപര്യം. ഒരു 'എൻസൈക്ലോപ്പേഡിയ'യിൽ, വിദ്യുച്ഛക്തിയെപ്പറ്റിയുള്ള ഒരു ലേഖനം, ഫാരഡേയെ വല്ലാതെ രസിപ്പിച്ചു. അങ്ങനെ, തന്റെ തട്ടിയുണർത്തപ്പെട്ട താൽപര്യം പുലർത്താൻ, ഫാരഡേ എങ്ങനെയോ കുറച്ചു പണമുണ്ടാക്കി, ശാസ്ത്രം പഠിപ്പിച്ചിരുന്ന ഒരു സ്ഥലത്തു പഠിക്കാൻ ചേന്നു.

ഇതറിഞ്ഞു ബുക്ക്ബൈൻറിങ്ഷാപ്പിൻെറ ഉടമസ്ഥനായിരുന്ന മി. ഡാൻസ്—ഇദ്ദേഹം റോയൽ ഇൻസ്റ്റിററ്യൂട്ടിലെ മെമ്പറായിരുന്നു — ഈ കുട്ടിയെ, റോയൽ സൊസൈറ്റി ഡയരക്ടരായിരുന്ന സർ ഹംഫ്രേ ഡേവിയുടെ ഒരു വിജ്ഞാനപ്രസംഗം കേൾക്കാൻ കൊണ്ടുപോയി. ഡേവിയുടെ പ്രസംഗങ്ങൾ ഫാരഡേയെ ആകഷിച്ചു. തനിക്കു പ്രസംഗത്തിൽനിന്നു മനസ്സിലായ കാര്യങ്ങൾ സംഗ്രഹിച്ചു്, ഫാരഡേ, ഡേവിക്കൊരു കത്തെഴുതി. കുറച്ചുദിവസം കഴിഞ്ഞു. ഫാരഡേയുടെ ചെററക്കുടിലിൻെറ മുമ്പിൽ വലിയൊരു കുതിരവണ്ടി വന്നുനിന്നു. ഒരാളിറങ്ങിവന്നു, ഡേവിയുടെ ഒരു കത്തു ഫാര

ഡേക്കു കൊടുത്തു. റോയൽ ഇൻസ്റ്റിററ്യൂട്ടിലേക്കു ക്ഷണിച്ചു കൊണ്ടുള്ള ഒരു കത്തായിരുന്നു അതു്. അവിടെ ഫാരഡേയെ, ഒരു ലാബറട്ടറി അസിസ്റ്റൻറായി നിയമിച്ചു—ആഴ്ചയിൽ 25 ഷില്ലിങ്ങാണു ശമ്പളം—അവിടത്തന്നെ താമസിക്കാനൊരു കൊച്ചുമുറിയും കൊടുത്തു. കുപ്പി കഴുകുക, ഉപകരണങ്ങൾ സജ്ജീകരിച്ചുകൊടുക്കുക മുതലായ പണിയാണു ചെയ്യേണ്ടതെങ്കിലും, അവിടെ നടക്കുന്ന ശാസ്ത്രീയ ഗവേഷണങ്ങളിൽ തനിക്കും ബന്ധപ്പെടാൻ കഴിഞ്ഞതിൽ ഫാരഡേ അത്യധികം സന്തുഷ്ടനായിരുന്നുവത്രെ.

ഫാരഡേയുടെ ബുദ്ധിപ്രാഭവം അഹംഭാവിയായ ഡേവിപോലും അംഗീകരിച്ചു. ആ ചെറുപ്പക്കാരനെ ഉയർത്തിക്കൊണ്ടുവരാൻ ഡേവി ആഗ്രഹിച്ചു. തന്റെകൂടെ യൂറോപ്യൻപര്യടനത്തിന്നു ഫാരഡേയെ കൂട്ടിക്കൊണ്ടുപോയി; പല ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരേയും ഫാരഡേക്കു പരിചപ്പെടുത്തിക്കൊടുത്തു. ഫാരഡേയെ ഒരിക്കലും തന്റെ തുല്യനായിക്കരുതാൻ ഡേവി തയ്യാറായിരുന്നില്ല. ഫാരഡേയുടെ ഗവേഷണഫലങ്ങളിലല്പം അസൂയാലുകൂടിയായിരുന്നു ഡേവി. പക്ഷേ, 'എന്താണു് അങ്ങയുടെ ഏററവും വലിയ ശാസ്ത്രീയ കണ്ടുപിടുത്തം?' എന്ന ചോദ്യത്തിന്നു ഡേവി മറുപടി പറഞ്ഞുവത്രെ: "മൈക്കൽ ഫാരഡേ!"

ധാരാളം ഗവേഷണം, അല്പം പ്രസംഗവും—ഇങ്ങനെയാണു് ഫാരഡേയുടെ ജീവിതം. 1820-ൽ ഒരു സ്വർണ്ണപ്പണിക്കാരന്റെ മകളായ സാറാ ബർണാർഡിനെ വിവാഹംകഴിച്ചു. നല്ലൊരു സഹധർമ്മിണി. റോയൽ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിലെ ഒരു മുറിയിൽ അവർ താമസമാക്കി. 1825-ൽ, ലാബറട്ടറിയുടെ ഡയരക്ടറായിത്തീർന്നു ഫാരഡേ. 1833-ൽ, കെമിസ്ട്രി പ്രൊഫസറായി നിയ

മനം ലഭിച്ചു. വർഷംപ്രതി 100 പവൻ ശമ്പളം—താമസി ക്കാനൊരു മുറിയും.

ശാസ്ത്രീയകാര്യങ്ങളിൽ പലരും ഫാരഡേയുടെ അഭിപ്രായം ആരാഞ്ഞിരുന്നു. അതിന്നെല്ലാം യാതൊരു ഫീസും അദ്ദേഹം വസൂലാക്കിയില്ല. 1830 മുതലാകട്ടെ, ശുദ്ധശാസ്ത്രത്തിലായി മുഴുവൻ ശ്രദ്ധയും—മററു കാര്യങ്ങളിലൊന്നും ഇടപെടാനദ്ദേഹത്തിന്നു സമയമില്ലായിരുന്നു. പലബഹുമതികളും ആ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഉപേക്ഷിച്ചു. 'സർ' സ്ഥാനം, പ്രൊഫസർപദവി, റോയൽ സൊസൈററിയുടെ അദ്ധ്യക്ഷസ്ഥാനംപോലും! അവസാനം, വളരെയേറെ നിർബ്ബന്ധങ്ങൾക്കുശേഷമാണത്രെ അദ്ദേഹം 300 പവൻ വാർഷികപ്പെൻഷൻ സ്വീകരിച്ചതു്. വയസ്സായി, ഓർമ്മനില്ലാതായപ്പോൾ, ഗവേഷണങ്ങളെല്ലാം കൈവിട്ടു്, വിക്ടോറിയാരാജ്ഞി ദാനംചെയ്ത ഒരു വീട്ടിൽ താമസമാക്കി. 1867-ലാണു ഫാരഡേ മരിച്ചതു്.

ചിന്നിച്ചിതറിക്കിടന്നിരുന്ന ശാസ്ത്രശകലങ്ങളെ ക്രോഡീകരിച്ചു്, അതിൽനിന്നെന്തെങ്കിലും കണ്ടുപിടിക്കാൻ പററിയൊരു അതിബുദ്ധിയായിരുന്നു ഫാരഡേക്കുണ്ടായിരുന്നതു്. കാന്ത-വൈദ്യുതബലങ്ങൾ പ്രവർത്തിക്കുന്ന രേഖകൾ ആദ്യമായിക്കണ്ടതു് അദ്ദേഹമാണു്. ഒരു പരന്ന കാർഡ്ബോർഡെടുത്തു് അതിന്മേലിരുമ്പുപൊടി വിതറി. എന്നിട്ടു്, അടിയിലൊരു കാന്തംവെച്ചു. കാർഡ്ബോർഡിൻെറ മുകളിൽ, കാന്തബലത്തിന്നനുസരിച്ചു് ഇരുമ്പുപൊടിവന്നടിഞ്ഞുകൂടി. പാർശ്വങ്ങളിൽ ബലം കുറവും ധ്രുവങ്ങളിലധികവുമായിരുന്നു. ഒരു ധ്രുവത്തിൽ നിന്നു് മററേ ധ്രുവത്തിലേക്കുള്ള രേഖകൾപോലെയായിരുന്നു ഇരുമ്പുപൊടി വിതരണംചെയ്യപ്പെട്ടിരുന്നതു്. ഈ മാതൃകയിൽനിന്നു്, മററു പലരേയും അമ്പരപ്പിച്ച പല

സാംഗതികളും ഫാരഡേ മനസ്സിലാക്കി. ഇതുപോലെത്തന്നെ, വിദ്യുൽക്കാന്തബലം അളക്കാനും, അരാഗോവിന്റെ വിദ്യുൽക്കാന്തപരീക്ഷണത്തിനുള്ള വിശദീകരണം നല്കാനും അദ്ദേഹത്തിന്നു കഴിഞ്ഞു. ആംപിയറിൻെറ വിദ്യുൽപ്രവാഹശക്തിയെസംബന്ധിച്ചുള്ള സിദ്ധാന്തത്തിന്നൊരു വിശദീകരണവും ഫാരഡേ നല്കി.

ഈർസ്റ്റെഡ്, അരാഗോ, ആംപിയർ എന്നിവർ കാന്തശക്തിയും വിദ്യുച്ഛക്തിയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം മനസ്സിലാക്കി. ചലനത്തിന്റെ പ്രാധാന്യം ഇവരൊന്നും അത്ര ശ്രദ്ധിച്ചില്ലെന്നു തോന്നുന്നു. ഫാരഡേയാകട്ടെ, അതു മനസ്സിലാക്കി. ഇലക്ട്രിക്കൽ ഡൈനാമോ, മോട്ടോർ എന്നിവയെ, പ്രായോഗികമായി അദ്ദേഹമുണ്ടാക്കി. ഇലക്ട്രിസിററി, കാന്തശക്തി, ചലനം, ഇവതമ്മിലെന്തോ പരസ്പരബന്ധമുണ്ടെന്ന് അദ്ദേഹം പ്രസ്താവിച്ചു. തൻെറ ഡയറിക്കുറിപ്പിലദ്ദേഹമെഴുതി: "1832 മാർച്ച് 26-നു വിദ്യുച്ഛക്തി, കാന്തശക്തി, ചലനം, എന്നിവതമ്മിലുള്ള പരസ്പരബന്ധത്തെ, അങ്ങുമിങ്ങും സമകോണായിക്കിടക്കുന്ന മൂന്നു രേഖകൾകൊണ്ടു പ്രതിനിധീകരിക്കാം... ഒരു രേഖ വിദ്യുച്ഛക്തിയാണെന്നും, മറെറാന്നു ചലനമാണെന്നും വെച്ചാൽ, മൂന്നാമത്തേതിൽ കാന്തശക്തിയുണ്ടാവും; അതല്ല, ഒരു രേഖയിൽ വിദ്യുച്ഛക്തിയും മറ്റേതിൽ കാന്തശക്തിയുമാണുള്ളതെങ്കിൽ, മൂന്നാമത്തേതിൽ ചലനമായിരിക്കും."

ഒരു ഇരുമ്പു ചുരുളിൻെറ നടുക്ക് ഒരിരുമ്പുകഷണം വെച്ച്, ചുരുളിലൂടെ വിദ്യുച്ഛക്തി പ്രവഹിപ്പിച്ചാൽ, അതൊരു വിദ്യുൽക്കാന്തമാകുമെന്ന് അരാഗോ കാണിച്ചു. ഫാരഡേയാകട്ടെ, ഇതിൻെറ വിപരീതവും ശരിയാണെന്നു തെളിയിച്ചു. അതായതു് കാന്തത്തിന്നു കറന്റ് ഉണ്ടാ

ക്കാൻ കഴിയുമെന്നു്. ഒരു ഇരുമ്പുവലയത്തിലദ്ദേഹം രണ്ടു കമ്പിച്ചുരുളുകളുണ്ടാക്കി. ഇവയിലൊന്നിനെ ഒരു ബാറ്ററിയുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തി—മറേറ അററം ഗാൽവനോമീറ്ററോടും. (ചെറിയ വിദ്യുൽപ്രവാഹത്തെ അളക്കാനുള്ളതാണിതു്.) മുകളിൽക്കൂടി കറൻറ് പോകുമ്പോൾ ആ ഇരുമ്പുവലയം കാന്തമായി. അപ്പോൾ മറേറ കമ്പിയിൽക്കൂടി വിദ്യുച്ഛക്തി പ്രവഹിക്കുന്നുണ്ടെന്നു ഗാൽവനോമീറ്റർ തെളിയിച്ചു. (രണ്ടാമത്തെ ചുരുൾ നേരിട്ടു ബാറ്ററിയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരുന്നില്ല.) ഈ വിദ്യുച്ഛക്തി എവിടുന്നുണ്ടായി? പിന്നീടു കുതിരലാടംപോലുള്ള ഒരു കാന്തത്തിൻെറ രണ്ടു ധ്രുവങ്ങൾക്കിടയിൽ ഒരു ചെമ്പുതകിടു ഘടിപ്പിച്ചു. കാന്തരേഖകളെ മുറിച്ചുകൊണ്ടായിരുന്നു ചെമ്പുതകിടിൻെറ നില. തകിടിൻെറ അച്ചുതണ്ടും അതിൻെറ വക്കും ഒരു ഗാൽവനോമീറ്ററുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തിയിരുന്നു. തകിടിനെ ഒരേവേഗത്തിൽ ചലിപ്പിക്കുമ്പോൾ, അതിൽനിന്നു വിദ്യുച്ഛക്തി വരുന്നുണ്ടെന്നു ഗാൽവനോമീറ്റർ തെളിയിച്ചു. വിദ്യുച്ഛക്തിയുണ്ടാക്കുന്ന ചലനമായിരുന്നു അതു്. ഭാവിയിൽ ഇലക്ട്രിക്ക്ഡൈനാമോ ഉണ്ടായതു് അപരിഷ്കൃതമായ ഈ പരീക്ഷണത്തിൽനിന്നാണു്! ഡൈനാമോവിൻെറ വിപരീതമായ ഇലക്ട്രിക്ക് മോട്ടോറിൻെറ ആദ്യത്തെ മാതൃകയായിരുന്നു ഇതു്.

ഡൈനാമോവിൻെറ സിദ്ധാന്തം ഫാരഡേ കണ്ടുപിടിച്ചതോടുകൂടി പല മാറ്റങ്ങളുമനുഭവപ്പെട്ടു. ഡൈനാമോ ഉണ്ടെങ്കിലാക്കും വിദ്യുച്ഛക്തി ലഭിക്കുമല്ലൊ. ഒഴുക്കിൻെറ ശക്തിയും ആവിശക്തിയും ചലനത്തെ വിദ്യുച്ഛക്തിയാക്കി മാററുന്നു—ഡൈനാമോവഴി. ചെമ്പുകമ്പിയിലൂടെ ആ വിദ്യുച്ഛക്തി ദൂരത്തേക്കു് എത്തിക്കാം,

'സ്റ്റെപ്പ്-അപ്പ്', 'സ്റ്റെപ്പ്-ഡൗൺ' ട്രാൻസ്ഫോർമറുകൾകൊണ്ടു വിദ്യുച്ഛക്തി ലാഭകരമായി എങ്ങുമെത്തിക്കാം. ഇന്നത്തെ ഗാർഹികജീവിതത്തിൽ വിദ്യുച്ഛക്തിക്കുള്ള സ്ഥാനം നമുക്കറിയാമല്ലോ. ഫാരഡേയുടെ ഗവേഷണത്തിൽനിന്നുണ്ടായ പ്രായോഗികമാററങ്ങളാണിവ.

സയൻസിന്നു്, ഫാരഡേ വേറെയും ചില നേട്ടങ്ങളുണ്ടാക്കി. എല്ലാ വസ്തുക്കൾക്കും ചില കാന്തഗുണങ്ങളുണ്ടെന്നദ്ദേഹം കണ്ടു. ശക്തിയേറിയ കാന്തമണ്ഡലത്തിൽപ്പെട്ട സ്ഫടികം, ബിസ്മത്ത് എന്നീ വസ്തുക്കൾ, കാന്തശക്തിക്കു ലംബമായി നില്ക്കുമെന്നു് (പ്രതികാന്തികമാണെന്നു്) അദ്ദേഹം കണ്ടു. ഇരുമ്പ് കാന്തരേഖയ്ക്കു സമാന്തരമായാണു നില്ക്കുക.

വെളിച്ചത്തിന്നുമുണ്ടു് കാന്തശക്തിയെന്ന ഫാരഡേയുടെ ഗവേഷണം, റേഡിയോതരംഗങ്ങളുടെ കണ്ടുപിടുത്തത്തിന്നിടനല്കി. 1845-ൽ, ഒരു വലിയ കാന്തത്തിന്റെ ധ്രുവങ്ങൾക്കിടയിൽ ഒരു ഗ്ലാസ്സുകട്ട വെച്ചു—കാന്തമണ്ഡലത്തിൻെറ ദിശയിൽ അങ്ങോട്ടൊരു വെളിച്ചം അയച്ചു. ഗ്ലാസ്സിൽക്കൂടി പോകുമ്പോൾ വെളിച്ചത്തിൻെറ ധ്രുവകരണതലം ഒന്നു ചുററിയതദ്ദേഹം കണ്ടു. "ഇതാ, ഞാൻ വെളിച്ചത്തിൻെറ ഒരു രശ്മിക്കു കാന്തശക്തിയുണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നു," എന്നാണത്രേ ഫാരഡേ സന്തുഷ്ടനായെഴുതിയതു്. വിദ്യുൽക്കാന്തരേഖകൾക്കു വിലങ്ങനെയുള്ള സ്പന്ദനങ്ങളാണു വെളിച്ചത്തിന്നുള്ളതെന്ന ഒരു സിദ്ധാന്തവും അദ്ദേഹം ആവിഷ്കരിച്ചു. വെളിച്ചത്തിൻെറ വിദ്യുൽക്കാന്തസ്വഭാവത്തിൻെറ ആദ്യചിത്രീകരണമായിരുന്നു ഇതു്. പിന്നീടിതിനെ ജെയിംസ് ക്ലാർക്ക് മാക്സ്വെൽ കൂടുതൽ വിശദീകരിച്ചു.

വിദ്യുൽവിശ്ലേഷണം (വിദ്യുച്ഛക്തികൊണ്ടുള്ള

രാസവിച്ഛേദം) ഫാരഡേയുടെ ശ്രദ്ധയാകർഷിച്ചു. ഈ പ്രക്രിയയെസ്സംബന്ധിച്ച് അനവധി കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളുണ്ടായി. എന്നാൽ, ഫാരഡേ പ്രയോഗിച്ച പദങ്ങളാണ് ഇന്നും ഉപയോഗത്തിലുള്ളതു്. ഇലക്ട്രോഡുകൾ (വൈദ്യുതീദ്വാരം), ആനോഡ്, കാത്തോഡ്, ഇലക്ട്രൊലൈററ് (ദ്രവം), അയണുകൾ — ഇവയെല്ലാമാണ് ആ വാക്കുകൾ.

ഫാരഡേ കെമിസ്ട്രിയിലും ചില ഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തി—ക്ലോറിൻ എന്ന വാതകത്തെപ്പററി വിശേഷിച്ചും. ക്ലോറിനെപ്പോലുള്ള വാതകങ്ങളെ ദ്രവമാക്കാനദ്ദേഹത്തിന്നു കഴിഞ്ഞു. വാതകങ്ങളുടെ വ്യാപനത്തെപ്പറ്റി അദ്ദേഹം പഠിച്ചു. ഇരുമ്പിൻെറ പല കൂട്ടലോഹങ്ങളും ഫാരഡേ ഉണ്ടാക്കി. പുതിയൊരുതരം സ്ഫടികം (ഓപ്ടിക്കൽ ഗ്ലാസ്സ്) അദ്ദേഹമുണ്ടാക്കി.

ശാസ്ത്രഗവേഷണം മുഴുവൻസമയത്തൊഴിലായെടുത്തു ജീവിച്ച പണ്ടത്തെ മഹാന്മാരായ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ഉത്തമനായൊരു മാതൃകയായിരുന്നു ഫാരഡേ.

ഫാരഡേക്കു തൻെറ ഗവേഷണങ്ങളിൽനിന്നു ലഭിച്ച വിവരങ്ങൾ അത്ലാന്തിക്ക്സമുദ്രത്തിന്നപ്പുറമുള്ള അമേരിക്കയിൽ, മറ്റൊരു ശാസ്ത്രജ്ഞനും, സ്വതന്ത്രമായിത്തന്നെ ലഭിച്ചുവത്രെ. ജോസഫ് ഹെൻറിയാണ് ഈ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ. ദാരിദ്ര്യത്തിലാണ് ഹെൻറിയും കുട്ടിക്കാലം കഴിച്ചതു്. അച്ഛൻ മരിച്ചതുകൊണ്ടു മുത്തശ്ശിയുടെ കൂടെയാണു താമസിച്ചതു്. 14 വയസ്സിൽ, ഒരു സ്വർണ്ണപ്പണിക്കാരൻെറ കീഴിൽ ജോലി പഠിച്ചു—പക്ഷേ, ആ പണി ഹെൻറിക്കിഷ്ടപ്പെട്ടില്ല. നാടകത്തിലായി പിന്നീടു താൽപര്യം—ഒരു പ്രസംഗമത്സരസമാജവും അദ്ദേഹം സംഘടിപ്പിച്ചു.

ഇങ്ങനെയിരിക്കെയാണ്, ഒരുദിവസം ഒരു സയൻസുപുസ്തകം അദ്ദേഹത്തിൻെറ കൈയിൽക്കിട്ടിയതു്. അതോടെ, നാടകജീവിതം നാടകീയമായവസാനിച്ചു! “ഞാൻ ശ്രദ്ധാപൂവ്വം വായിച്ച ഒന്നാമത്തെ പുസ്തകമായിരുന്നു അതു്. ചിന്തയുടേയും ആനന്ദത്തിൻേറയും പുതിയൊരു ലോകം അതെനിക്കു കാണിച്ചുതന്നു. ഇതുവരെയില്ലാത്ത ഒരു താൽപര്യം എനിക്കു പലതിലും ജനിച്ചു. കൂടുതലറിവുനേടാൻ എൻെറ ജീവിതം വിനിയോഗിക്കുമെന്ന ദൃഢമനസ്സോടെയാണ് ഞാനാഗ്രന്ഥം വായിച്ചുതീർത്തതു്.” ഹെൻറിതന്നെ ആ സംഭവം വിവരിച്ചതിങ്ങനെയാണ്.

ആദ്യം നിശാപാഠശാലയിലും, പിന്നീട്ട് ആൽബനിയിലെ അക്കാദമിയിലും ഹെൻറി ചേൎന്നു പഠിച്ചു. മറ്റുള്ളവരെ പഠിപ്പിക്കലായിരുന്നു ഉപജീവനമാൎഗ്ഗം—കൂട്ടത്തിൽ സ്വയം പഠിക്കലും. ഒരു എൻജിനീയറിംഗ് സർവേയറായി അദ്ദേഹം ന്യൂയോൎക്ക സംസ്ഥാനത്തിൽ ഒരു പൎയ്യടനംനടത്തി. 1826-ൽ, ആൽബനിഅക്കാദമിയിലെ ഗണിത-പ്രകൃതിശാസ്ത്രങ്ങളുടെ പ്രൊഫസറായി അദ്ദേഹത്തെ നിയമിച്ചു. പഠിപ്പിക്കലും, ഗവേഷണവും തന്നെയായി പിന്നീട്ട്. 1832-ലാണ് പ്രിൻസ്ടൻ സൎവ്വകലാശാലാ പ്രൊഫസറായിച്ചേൎന്നതു്.

വർഷങ്ങൾ കഴിഞ്ഞു. ഹെൻറിയുടെ ശാസ്ത്രീയപ്രശസ്തി പരന്നു. 1846-ൽ, വാഷിങ്ടനിൽ പുതുതായി രൂപീകരിച്ച സ്മിത്സോണിയൻ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂഷനിലദ്ദേഹം ഒന്നാംസെക്രട്ടറിയായിത്തീൎന്നു. മുപ്പതുവൎഷം ആസ്ഥാപനത്തിനെ പോഷിപ്പിക്കാനായി അദ്ദേഹം ക്ലേശിച്ചു. കാലാവസ്ഥാനിരീക്ഷണത്തിന്നു് അവിടെ ഏൎപ്പാടുണ്ടാക്കി. സൂൎയ്യകളങ്കങ്ങൾ, സൂൎയ്യൻെറ റേഡിയേഷൻ

എന്നിവയെപ്പററി അദ്ദേഹം ഗവേഷണംനടത്തിയതു് അവിടെവെച്ചാണു്.

വൈദ്യുതഗവേഷണത്തിൽ, ഫാരഡേയോളംതന്നെ നേട്ടങ്ങളുണ്ടു് ഹെൻറിക്കും. വേശിതവിദ്യൽധാരയെപ്പററി (Induced current)യുള്ള തൻെറ ഗവേഷണങ്ങൾ നേരത്തെ പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയിരുന്നുവെങ്കിൽ, ഇന്നത്തേക്കാൾ ലോകപ്രസിദ്ധനാകുമായിരുന്നു അദ്ദേഹം. സ്വയം വേശനം (Self induction) അദ്ദേഹത്തിൻെറ ഒരു പ്രധാന കണ്ടുപിടുത്തമാണു്. വിദ്യൽധാരയിൽ എ. സി. ക്കും ഡി. സി. ക്കും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസവും വെളിവാക്കപ്പെട്ടു. അതുപോലെതന്നെ, പച്ചിരുമ്പിൻെറ ചുററും ചുരുളുകളുടെ എണ്ണം കൂട്ടുന്നതിന്നനുസരിച്ചു വിദ്യൽക്കാന്തത്തിൻെറ ശക്തി കൂടുമെന്നും ഹെൻറി കണ്ടു. ഈ തത്വം ഉപയോഗിച്ചു് അദ്ദേഹം, 'തീവ്രകാന്തം' ഉണ്ടാക്കി. ഇതിലുപയോഗിക്കുന്നതു നേരിയ കമ്പിയാണു്—അതിനാൽ വളരെയേറെ ചുരുളുകളുണ്ടാക്കാം. ടെലിഗ്രാഫിന്നു് ഇടവരുത്തിയതിതാണു്. ശക്തിയേറിയ അനവധി വിദ്യൽക്കാന്തങ്ങൾ ഹെൻറി നിർമ്മിച്ചു. അതിലൊന്നു് ഒരു 3300 റാത്തൽ കട്ടിയെ ഉയർത്തിയത്രെ. പലതരം ഗാൽവനോമീററുകൾ, ഇലക്ട്രിക്ക് മോട്ടോറുകൾ, ഇലക്ട്രിക്ക് ബെൽ എന്നിവ ഹെൻറിയുണ്ടാക്കി.

വൈദ്യുതഗവേഷണത്തിൻെറ ആദിമാചാര്യന്മാരിൽ സ്മരിക്കേണ്ട പേരുകളിനിയുമുണ്ടു്. ഇംഗ്ലീഷുകാരനായ ചാൾസ് വീറ്റ്‌സ്റ്റോൺ (1802—'75) വൈദ്യുതപ്രതിരോധമളക്കാനുള്ള ഒരു ഉപകരണമുണ്ടാക്കി. 1833-ൽ ക്രിസ്റ്റി എന്നൊരാളാണിതു കണ്ടുപിടിച്ചതെങ്കിലും വീറ്റ്‌സ്റ്റോണാണിതു പ്രചരിപ്പിച്ചതു്. ഒരു കമ്പിയിൽക്കൂടി പോകുന്ന വിദ്യൽധാരയെ വീറ്റ്‌സ്റ്റോൺ അളന്നു, ഡൈനാ

മോവിനെ അദ്ദേഹം പരിഷ്കരിച്ചു. 1837-ൽ ഇലക്ട്രിക്ക് ടെലിഗ്രാഫും അദ്ദേഹം ആവിഷ്കരിച്ചു. ഇതിന്നുംപുറമേ, 'സ്റ്റിരിയോസ്കോപ്പ്' എന്ന വീക്ഷണോപകരണവും, 'കൺസെർടിന' എന്ന സംഗീതോപകരണവും അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു.

ഫാരഡേയുടെ പ്രവത്തനങ്ങളെ മുന്നോട്ടുകൊണ്ടു പോയ ബ്രിട്ടീഷുകാരനാണ് ജെ. പി. ജൂൾ. ഉഷ്ണത്തിന്റെ യാന്ത്രിക സമാങ്കം (Mechanical equivalent) എന്ന വിഷയത്തിലാണദ്ദേഹം മുഖ്യമായും ശ്രദ്ധിച്ചതു്. വോൾട്ടാ വിദ്യുച്ഛക്തികൊണ്ടു ചൂടുണ്ടാക്കുന്ന പദ്ധതിയെപ്പററിയുള്ള ഒരു പ്രബന്ധത്തിൽ, ജൂൾനിയമമെന്ന വൈദ്യുത പ്രമാണം അദ്ദേഹം ഉന്നയിച്ചു. ഒരു വിദ്യുൽവാഹകക്കമ്പിയിൽ ഉണ്ടാവുന്ന ചൂടിന്നും, അതിൻെറ പ്രതിരോധത്തിന്നും തമ്മിൽ ബന്ധമുണ്ടെന്നദ്ദേഹം കണ്ടു. ഈ നിയമപ്രകാരമാണ് ഇലക്ട്രിക്കടുപ്പുകളും ചൂളകളുംമററുമുണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നതു്. ജൂൾസ് പറഞ്ഞുവത്രെ: "ചൂടും വിദ്യുച്ഛക്തിയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെപ്പററിയുള്ള പഠനത്തെപ്പോലെ അത്രയും രസകരമായി യാതൊരു ശാസ്ത്രീയപഠനവുമില്ല."

19-ാം നൂററാണ്ടവസാനിക്കുമ്പോഴേക്കും ഇലക്ട്രിസിററി സിദ്ധാന്തമേഖലയിൽനിന്നു പ്രായോഗികമണ്ഡലത്തിലേക്കിറങ്ങിയിരുന്നു.

അദ്ധ്യായം 20

വിദ്യുച്ഛക്തി പ്രായോഗികമാകുന്നു

പത്തൊമ്പതാംനൂററാണ്ടിൻെറ മദ്ധ്യത്തിൽ പല വൈദ്യുതോപകരണങ്ങളും ലാബറട്ടറികളിൽനിന്നു പുറത്തുവന്നു. നവീനനാഗരികതയുടെ രൂപനിർണ്ണയംചെയ്യുന്ന കൊച്ചു യന്ത്രങ്ങളായിരുന്നു അവ. ഇലക്ട്രിസിറ്റി, സമൂഹത്തിൽ എണ്ണപ്പെട്ട പല മാററങ്ങളുമുണ്ടാക്കി.

ഒന്നാമതായി, വേഗത്തിലുള്ള വാർത്താവിനിമയം സാദ്ധ്യമാക്കിത്തീർത്തു വിദ്യുച്ഛക്തിയാണ്—ടെലിഗ്രാഫ്, ടെലിഫോൺ, കേബിൾ, വയർലെസ്സ്‌വരെ. രണ്ടാമതു്, അതു വെളിച്ചം കൊണ്ടുവന്നു—ആർക്ക്ലൈററ്, ബൾബ്. ഗതാഗതത്തെ അതു നവീകരിച്ചു: കുതിരവണ്ടിക്കുപകരം ഇലക്ട്രിക്ക്ട്രാമും ട്രെയിനും വന്നു. ഡൈരക്ട് കറൻറും (ഡി. സി.) ആവർത്തനകറൻറും (എ. സി.) ഉണ്ടാക്കുന്ന ഡൈനാമോകൾ, ഇലക്ട്രിസിററിയുടെ ഉപയോഗം കാര്യക്ഷമമാക്കി—സൗകര്യപ്രദവും, പ്രായോഗികവുമാക്കി. ഇലക്ട്രിക്ക്‌വെൽഡിങ്ങും ഇലക്ട്രോളിസിസ്സും വന്നു. വിലകുറഞ്ഞ അലുമിനിയം മാക്കററിലെത്തി. സ്വിച്ചുകൾ, ഫ്യൂസുകൾ, മീറ്ററുകൾ എന്നിങ്ങനെയുള്ള ഇലക്ട്രിക്കുപകരണങ്ങൾ സാർവ്വത്രികമായി.

ആംപിയറിൻേറയും ഫാരഡേയുടേയും ശുദ്ധശാസ്ത്രഗവേഷണങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ പ്രയോജനം വർദ്ധിപ്പിക്കാൻ കഴിഞ്ഞു. പുതിയ എൻജിനീയർമാരും ഡിസൈനർമാരും രംഗത്തിറങ്ങി. യാന്ത്രികമായ

കഴിവും ഭാവനയുമുള്ളവക്കേ നല്ല ഡിസൈനർമാരാകാൻ (ആസൂത്രകന്മാരാവാൻ) കഴിഞ്ഞുള്ളു.

യൂറോപ്പിലും അമേരിക്കയിലുമാണ് ഈ മാററങ്ങൾ ആദ്യം പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടതു്. വ്യവസായരംഗത്തു് അമേരിക്ക, പതുക്കെ യൂറോപ്പിൻെറ മുമ്പിൽക്കടന്നു ചാടിയതു് ഇക്കാലത്താണെന്നുപറയാം.

ടെലിഗ്രാഫിൻെറ പിതാവു് മോർസ് ആണ്. ഗ്രഹാംബെൽ ടെലിഫോണും, എഡിസൻ വിദ്യുൽദീപവും ഉണ്ടാക്കി. കഴിവും ഭാവനയുംതികഞ്ഞ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരായിരുന്നു ഇവരെല്ലാം.

ടെലിഗ്രാഫ്, ലോകരാജ്യങ്ങളെ, വൻകരകളെ, പരസ്പരം അടുപ്പിച്ചു. ഫ്രഞ്ചുവിപ്ലവകാലത്താണ് 'സെമാഫോർസിഗ്നൽ' സമ്പ്രദായം—കൊടിയും വെളിച്ചവുമുപയോഗിച്ചു്—നടപ്പിൽ വന്നതു്. ഒരുവിധം വിജയകരമായിട്ടതു തുടന്നു. ഭാഷയിലെ ഓരോ അക്ഷരത്തിന്നും ഓരോ സിഗ്നലാണ് ഉപയോഗിച്ചിരുന്നതു്. 1796-ന്നും 1816-നുമിടയിൽ, ബ്രിട്ടീഷ്കടൽസേന, വെളിച്ചംകൊണ്ടുള്ള സന്ദേശങ്ങൾ ഡോവറിൽനിന്നു ലണ്ടൻവരെ അയച്ചിരുന്നുവത്രെ. പ്രത്യേകം പരിശീലനംലഭിച്ച പ്രാവുകളേയും അതിവേഗം സന്ദേശങ്ങളയയ്ക്കാനുപയോഗിച്ചിരുന്നു. വാട്ടർലൂയുദ്ധത്തിൻെറ വിവരം ലണ്ടനിലെത്തിച്ചതു് പ്രാവുകളാണത്രെ!

വൈദ്യുതധാരയും വിദ്യുൽക്കാന്തവും കണ്ടുപിടിച്ചതോടെ, ടെലിഗ്രാഫി പ്രായോഗികമായി. സാമുവൽ ഫിൻലേ ബ്രീസ് മോർസ് (1791—1872) ഇതിന്നൊരു പ്രായോഗികമാർഗ്ഗം തേടിപ്പിടിച്ചു—1832-ൽ. അപ്പോഴേക്കും, വിദ്യുൽധാരയെ നട്ടക്കേവിടെയെങ്കിലുംവെച്ചു മുറിച്ചാൽ, ആ ധാരയാകെ നില്ക്കുമെന്ന വിവരം മോർസിന്നു

ലഭിച്ചിരുന്നു. ഇലക്ട്രിക്ക് ടെലിഗ്രാഫിൻെറ മൗലിക പ്രമാണംതന്നെ ഇതാണ്.

ഒരു ചിത്രകാരനായാണു മോർസ് പരിശീലനം നേടിയതു്—പക്ഷേ, അതിലദ്ദേഹം ജയിച്ചില്ല. 1832-ൽ യൂറോപ്പിൽനിന്നു് അമേരിക്കയ്ക്കു പോകുമ്പോൾ, കപ്പലിൽ വിദ്യുൽക്കാന്തത്തിൽ താൽപര്യമുള്ള ഡോ. ചാൾസ് ജാക്സനെക്കണ്ടു. പാരിസ്സിൽനിന്നു മടങ്ങുകയായിരുന്നു ജാക്സൻ. ആംപിയറിൻെറ ഗവേഷണങ്ങൾ അദ്ദേഹം നേരിട്ടു മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നു. ഒരു വിദ്യുൽക്കാന്തം അദ്ദേഹം ചിത്രകാരനു കാണിച്ചുകൊടുത്തു. അതു കൈയിലെടുത്തുനോക്കിയപ്പോൾ, മോർസിന്നു ടെലിഗ്രാഫിയുടെ ആശയം മനസ്സിലൂറി. തൻെറ ആശയത്തിന്നു കപ്പലിൽ വെച്ചുതന്നെ, പടംവരച്ചു രൂപംനല്കി. കുത്തും വരയും (dots and dashes)കൊണ്ടു വിദ്യുൽധാരയെ മുറിക്കാമെന്നു് അദ്ദേഹം ഭാവനയിൽ കണ്ടു.

തൻെറ പരീക്ഷണ-ടെലിഗ്രാഫ് പരിഷ്കരിക്കുകയും, ചിത്രകല പഠിപ്പിക്കുകയുമായിരുന്നു പിന്നീട് മോർസ് ചെയ്തതു്. 1835-ൽ അദ്ദേഹത്തെ ന്യൂയോക്ക് സർവ്വകലാശാലയിൽ കലകളിൽ ആചാര്യനായി നിയമിച്ചു. ഇവിടെവെച്ചു ഡന്നൽഗെയിൽ (1800—'83) എന്ന കെമിസ്ട്രിപ്രൊഫസറുമായി പരിചയപ്പെട്ടു. തനിക്കു നേരിട്ട ചില തടസ്സങ്ങളെ തരണംചെയ്യാൻ മോർസ്, ഗെയിലിൻെറ സഹായം തേടി. വിദ്യുൽക്കാന്തത്തെ പ്രവർത്തിപ്പിക്കാനുള്ള ശക്തി തൻെറ വിദ്യുൽധാരയ്ക്കില്ലായിരുന്നു—ഇതായിരുന്നു മുഖ്യമായ വിഷമം. ജോസഫ് ഹെൻറിയുടെ 'തീവ്രകാന്തം' (കഴിഞ്ഞ അദ്ധ്യായം നോക്കുക) ഉപയോഗിച്ചുകൂടെ എന്നു ഗെയിൽ, മോർസിനോടു ചോദിച്ചു. ഇതോടെ ആ വിഘ്നം തീർന്നു. ഓരോ

സ്ഥലത്തുമുള്ള പ്രാദേശികബാറ്ററികൾ അതാതു വിദ്യുൽധാരകളെ ശക്തിപ്പെടുത്തുമെന്നും അദ്ദേഹം ഊഹിച്ചു.

ന്യൂയോക്കിൽവെച്ചുതന്നെ, മോർസ്, ആൽഫ്രഡ് വെയിൽ എന്നൊരാളെ പരിചയപ്പെട്ടു. മോർസിൻെറ ഉപകരണം ആൽഫ്രഡ് വെയിലിന്നു വലിയ ഇഷ്ടമായി. മോർസിന്നു വേണ്ട സാമ്പത്തികസഹായം ആൽഫ്രഡും അച്ഛനുംകൂടി ചെയ്തുകൊടുത്തു. ആദ്യം 2,000 പവൻ കൊടുത്തു. ഇതുകൊണ്ടൊരു ടെലിഗ്രാഫ് സിസ്റ്റം മോർസുണ്ടാക്കി. 1838-ൽ ഒരു പേറ്റൻറിന്നുവേണ്ടി അദ്ദേഹം ശ്രമിച്ചുവെങ്കിലും പത്തുവഷത്തേക്കതനുവദിച്ചില്ലത്രെ.

മോർസ് തൻെറ വിദ്യ പരസ്യമായി പ്രകടിപ്പിച്ചു—അങ്ങനെയെങ്കിലും ആളുകൾക്കതിൽ വിശ്വാസവും താൽപര്യവുമുണ്ടാവട്ടെ എന്നു വിചാരിച്ച്. പക്ഷേ, ഇത്തരം 'വൈദ്യുതക്കളിക്കോപ്പ്'കളിൽ പണമിറക്കാൻ കക്കശന്മാരായ മുതലാളികൾ തയ്യാറായില്ല. അവസാനം മോർസ് അമേരിക്കൻ കോൺഗ്രസ്സിനെത്തന്നെ സമീപിച്ചു—സക്കാരിൽനിന്നുള്ള സഹായംകൊണ്ടെങ്കിലും ഒരു ടെലിഗ്രാഫ് സിസ്റ്റമേർപ്പെടുത്താൻ. വാഷിങ്ടനിലെ നിയമസഭാംഗങ്ങളിൽപ്പലരും കരുതിയതു മോർസ് ഒരു കമ്പക്കാരനും ദുവ്വാശിക്കാരനുമാണെന്നാണ്. ഇത്തരക്കാക്കു ധനസഹായംചെയ്താലിതുപോലെ മററു കമ്പക്കാരും ഫണ്ടുകളാവശ്യപ്പെട്ടുമെന്നവർ ഭയപ്പെട്ടുവത്രെ. അവസാനം, 1843-ൽ, വാഷിങ്ടനിൽനിന്നു ബാൾടിമോറിലേക്ക് ഒരു ടെലിഗ്രാഫ്കമ്പിയിടാൻ, സക്കാരിൽനിന്നു 30,000 ഡോളർ അനുവദിക്കപ്പെട്ടു.

ഒന്നാമത്തേതായ ഈ കമ്പിലൈനിട്ടതു് എസ്രാ കോർണലിൻെറ (കോർണൽ സവ്വകലാശാലയുടെ സ്ഥാപകൻ) നേതൃത്വത്തിലാണ്. ആദ്യം ഭൂമിയുടെ അടിയിൽ

ക്കുടി കമ്പി കൊണ്ടുപോകാനാണുദ്ദേശിച്ചതു്. ഇതു നട പ്പിലാക്കാൻ വിഷമമുണ്ടെന്നുവന്നപ്പോഴേക്കും, കിട്ടിയ പണത്തിൻെറ മൂന്നിൽ രണ്ടു ഭാഗവും ചെലവായിക്കഴി ഞ്ഞുവത്രെ. കോർണലിൻെറ ഉപദേശാനുസൃതം, കമ്പി ത്തൂണുകൾ നാട്ടി കമ്പി വലിച്ചുകെട്ടി. കമ്പിയും കമ്പി ത്തൂണുംതമ്മിൽ കൂട്ടിത്തൊടാതിരിക്കാൻ കുപ്പിക്കഴുത്തുക ളിലാണു കമ്പി ചുററിയതത്രെ. ഈ സന്നാഹം അവസാ നം ജയിച്ചു. 1844 മേയ് 24-ാംതീയതി, മോർസ്, ബാൾടിമോറിലുള്ള വെയിലിന്നു് ഒന്നാമത്തെ കമ്പിസ ന്ദേശമയച്ചു: "എന്തെല്ലാമാണു ദൈവം വരുത്തിവെക്കു ന്നതു്?" ഇതായിരുന്നുവത്രെ ആദ്യത്തെ സന്ദേശം.

അന്നേദിവസം, ഭാഗ്യവശാൽ, ബാൾടിമോറിൽ വെച്ചു് അമേരിക്കയിലെ ഡെമോക്രാററിക്പാർട്ടിയുടെ കൺവെൻഷൻ നടക്കുകയായിരുന്നു. വൈസ്പ്രസിഡ ൻറുസ്ഥാനാർത്ഥിയായി സൈലസ് റൈറ്റിനെ കൺവെൻ ഷൻ തിരഞ്ഞെടുത്തു. ഈ വിവരം അവിടെയുള്ള ആൽഫ്രഡ് വെയിൽ, മോർസിന്നു കമ്പിയടിച്ചു. മോർസ്, ഈ സന്ദേശം വാഷിങ്ടനിലുള്ള റൈറ്റിനെ അറിയിച്ചപ്പോൾ, താനാ സ്ഥാനാർത്ഥിത്വം സ്വീകരിക്കു ന്നില്ലെന്നു റൈറ്റ് പറഞ്ഞു. ഇക്കാര്യം മോർസ്, ബാൾടി മോറിലേക്കുമറിയിച്ചു. വെയിൽ, ഈ സംഗതി കൺ വെൻഷനെ അറിയിച്ചപ്പോൾ, 'ഇത്രവേഗം മറുപടികി ട്ടിയോ? തനി നുണയാണിതു്' എന്നു ഭാരവാഹികൾ പറ ഞ്ഞുവത്രെ. ഏതായാലും സംശയനിവൃത്തിക്കായി, റൈ റ്റിൻെറ അട്ടത്തേക്കൊരു നിവേദകസംഘത്തെ അയയ്ക്കാൻ തീരുമാനിച്ചു. അപ്പോഴാണവർക്കു മനസ്സിലായതു്, അദ്ദേ ഹത്തിൻെറ ആവശ്യാനുസൃതമാണു മോർസ്, ബാൾടി മോറിലേക്കു കമ്പിയടിച്ചതെന്നു്. ഈ സംഭവത്തോടു

കൂടി മോർസിൻെറ കമ്പിയടിക്കലിന്നു വലിയ സ്ഥാനം ലഭിച്ചുവെന്നു പറഞ്ഞാൽ മതിയല്ലോ.

മോർസിൻെറ 'പേറെറൻറി'നെ വകവെക്കാതെ, പല ടെലിഗ്രാഫ്കമ്പനികളും ഉടൻതന്നെ രൂപംകൊണ്ടു. തൻെറ പ്രത്യേകാവകാശം സ്ഥാപിച്ചുകിട്ടാൻ മോർസ് കോടതിയെ ശരണംപ്രാപിച്ചു. അവസാനം, ഒരു വലിയ ടെലിഗ്രാഫ്കമ്പനി സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടു. മോർസിന്നു് അർഹമായ പ്രതിഫലം കിട്ടി. ബഹുമതികൾ അദ്ദേഹത്തിന്നർപ്പിക്കപ്പെട്ടു.

കമ്പിക്കാലിന്മേൽക്കൂടി മാത്രമല്ല, കടലിന്നടിയിൽക്കൂടിയും, ടെലിഗ്രാഫി നടപ്പിലാക്കാമെന്നു മോർസ് പ്രകടമാക്കി. കടൽത്തീരത്തിന്നധികം ദൂരത്തല്ലാതെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന മുങ്ങിക്കപ്പലുകളിലാണു ടെലിഗ്രാഫി ആദ്യം ഉപയോഗിക്കാൻ തുടങ്ങിയതു്. എന്നാൽ, അത്ലാന്തിക്കിനെ മുറിച്ചുകടന്നു്, യൂറോപ്പിനേയും അമേരിക്കയേയും ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന ഒരു ലൈൻ വേണമെന്നായിരുന്നു ലോകത്തിന്നാഗ്രഹം. സൈരസ് വെസ്റ്റ്ഫീൽഡ് (1819—1892) എന്ന വ്യാപാരിയാണു്, അത്ലാന്തിക്ക്സമുദ്രത്തിൽ കമ്പിയിടാൻ സധൈര്യമിറങ്ങിയതു്. 1854-ൽ ഇതിന്നായി ഒരു കമ്പനിതന്നെ രൂപീകൃതമായി. 1857-ൽ കേബിൾ (കമ്പി) ഇടാൻ തുടങ്ങി—പിറെറക്കൊല്ലം ജോലി തീൎന്നു. 1858 ആഗസ്റ്റ് 16-ാംനു ഇംഗ്ലണ്ടിലെ വിക്ടോറിയാരാജ്ഞിയും അമേരിക്കയിലെ പ്രസിഡൻറ് ബുക്കാനനുംതമ്മിൽ സന്ദേശങ്ങൾ കൈമാറി. എന്നാൽ, ഫീൽഡിൻെറ വിജയം ക്ഷണികമായിരുന്നു. കുറച്ചു ദിവസങ്ങൾക്കകം, കേബിൾ നിർജ്ജീവമായി—എവിടേയോ അതു പൊട്ടിയിരിക്കണം. കമ്പി കത്തിയതാവണം. സമുദ്രത്തിലെ ഉപ്പുവെള്ളം, പൊതിഞ്ഞുകെട്ടിയ കമ്പി

യിന്മേൽ, ഒരു ലെയ്ഡൻജാറുപോലെ പ്രവർത്തിക്കുമെന്നു ഫാരഡേ മുന്നറിവു തന്നിരുന്നു. അങ്ങനെയായാൽ, കറന്റിന്നു ശക്തി കുറയും—വിദ്യുൽസന്ദേശങ്ങളുടെ വേഗവും കൃത്യതയും അതിന്നനുസരിച്ചു ചുരുങ്ങാനുമിടയുണ്ടല്ലോ. സമുദ്രത്തിനുള്ളിൽക്കൂടി സന്ദേശമയയ്ക്കാൻ 1858-ൽ കേബിൾ ഇട്ടവർ, വളരെ ശക്തിയേറിയ വിദ്യുൽധാരയാണത്രെ ഉപയോഗിച്ചതു്. ഈ ശക്തി, കമ്പിയെ പലയിടത്തും കത്തിച്ചു. അന്നത്തെ കമ്പിയും ഇൻസുലേഷനും ഇന്നത്തെപ്പോലെ നന്നായിരുന്നില്ല.

അമേരിക്കയിൽ ആഭ്യന്തരയുദ്ധം തുടങ്ങിയതോടുകൂടി, അത്‌ലാന്തിക്കിൽ കമ്പിയിടാനുള്ള ജാഗ്രത കുറഞ്ഞു. 1865ലാണു് ശ്രമം വീണ്ടുമാരംഭിച്ചതു്. ഇത്തവണ വില്യം തോംസനായിരുന്നു സാങ്കേതികവിദഗ്ധൻ. കമ്പി, ഇൻസുലേഷൻ, വിദ്യുൽധാര ഇവയെല്ലാം വേണ്ടവിധത്തിലാകാനദ്ദേഹം മുൻകൈയെടുത്തു. ഒരു കേബിൾ വാഹിനിക്കപ്പൽ ഐർലണ്ടിൽനിന്നു് 1866 ജൂലായി 13-ാംനു- പുറപ്പെട്ടു. ജൂലായി 28-ന്നു് അതു പണി പൂർത്തിയാക്കി, ന്യൂഫൗണ്ട്‌ലാന്റിൽ കരയ്ക്കണഞ്ഞു. വിക്ടോറിയാ രാജ്ഞിയും പ്രസിഡന്റ് ജോൺസനും പരസ്പരം സന്ദേശങ്ങളയച്ചു. ലണ്ടനിലും ന്യൂയോക്കിലും, ഈ സംഭവത്തിന്റെ വിജയമാഘോഷിക്കാൻ, സാധാരണജനങ്ങൾ പന്തം കൊളുത്തി പ്രകടനംനടത്തിയത്രെ.

തോംസന്നു 'സർ' പദവി ലഭിച്ചു. കേബിൾ ഇട്ടന്നതിലും മററും 'മിറർഗാൽവനോമീററർ' എന്ന ഉപകരണമാണു് തോംസനെ പരാജയത്തിൽനിന്നു രക്ഷിച്ചതു്. ഒരു ചെറിയ കണ്ണാടി. അതിനോടുകൂടി രണ്ടു ചെറിയ കാന്തങ്ങൾ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കും. ഒരു നേരിയ കമ്പിച്ചുരുളിലാണിവ തൂങ്ങിനില്ക്കുന്നതു്. കണ്ണാടിയിൽ പ്രകാശ

രശ്മികൾ ചെന്നാൽ, കണ്ണാടിയുടെ മുമ്പിൽവെച്ച സ്ക്രീനിലതിന്റെ പ്രതിഫലനം കാണാം. വിദ്യുൽധാര, കമ്പിയിൽക്കൂടി ഒരു ദിശയിൽ പോകുമ്പോൾ കണ്ണാടി ഒരു വഴിക്കു തിരിയും. പ്രവാഹഗതി മാറിയപ്പോൾ കണ്ണാടി എതിരായിത്തിരിയും. ഇതാണ് മിറർഗാൽവനോമീറ്റർ. 1867-ൽ തോംസൻ, മറ്റൊരുപകരണവും കറന്റ്രേഖപ്പെടുത്താൻ ഉണ്ടാക്കി. ഇതാണ് 'സൈഫൻ റെക്കോർഡർ'.

വെറുംതോംസൻ, 'ബാരൺകെൽവി'നായി, തന്റെ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളിൽനിന്ന് അനവധി പണം സമ്പാദിച്ചു. കേബിൾറെക്കാർഡിങ്ങുപകരണങ്ങൾക്കുപുറമെ, കുറിയ സൂചിയുള്ള വടക്കുനോക്കി, സമുദ്രത്തിലെ അലകളെ തിരിച്ചറിയാനുള്ള 'ടൈഡ്പ്രെഡിക്ടർ' എന്നിങ്ങനെ പലതും അദ്ദേഹം നിർമ്മിച്ചു. 1824-ൽ, ഒരു പ്രൊഫസറുടെ മകനായാണ തോംസൻ ജനിച്ചതു്. കേംബ്രിഡ്ജിലും ഗ്ലാസ്ഗോവിലും വിദ്യാഭ്യാസംകഴിച്ചു. ഗ്ലാസ്ഗോവിൽ 1846-ൽ പ്രൊഫസറായിച്ചേർന്നു. 53വർഷം അദ്ധ്യാപകനായിരുന്നു. തൻെറ വിറകാലയെ അദ്ദേഹം നല്ലൊരു ലാബറട്ടറിയാക്കി മാറ്റി. 1907-ലാണ് ബാരൺ കെൽവിൻ മരിച്ചതു്.

ശുദ്ധശാസ്ത്രത്തിലും തോംസൻ ഉത്തമപ്രവർത്തനം നടത്തി — ഇലക്ട്രോഡൈനമിക്സ്, തെർമോഡൈനമിക്സ് എന്നിവയിൽ വിശേഷിച്ചും. കൃത്രിമമായ റെഫ്രിജറേഷൻെറ (ശീതവൽക്കരണം) ആവശ്യം ഒന്നാമതായി ക്കണ്ടതു് അദ്ദേഹമാണ്. ഭക്ഷണം തണുപ്പിച്ചു സൂക്ഷിച്ചാൽ കേടുവരില്ലെന്നദ്ദേഹം കണ്ടു. (കെൽവിനേററർ എന്ന പേർ വന്നതിങ്ങനെയാണ്.) കെൽവിൻെറ അളവനുസരിച്ച് ഉഷ്ണതയുടെ ഏററവും കുറഞ്ഞ നില, മൈനസ് 273 ഡിഗ്രി (സെൻറിഗ്രേഡ്) ആണ്.

ശാസ്ത്രകാരനും ആവിഷ്ക്കർത്താവുമായ തോംസനെ, 1876-ലെ ഫിലാഡെൽഫിയാ ശാസ്ത്രീയപ്രദർശനത്തിൽ സമ്മാനം കൊടുക്കേണ്ടവരെ തെരഞ്ഞെടുക്കാനുള്ള ജഡ്ജി മാരിലൊരാളാക്കി നിയമിച്ചു. അവിടെവെച്ചാണദ്ദേഹം യാതൊരു പേരും പെരുമയുമില്ലാത്ത ഒരു ശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ അടുക്കൽ ചെന്നതു്. ആ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ, തോംസൻെറ ചെവിയിൽ എന്തോ വെച്ചുകൊടുത്തു. തോംസൻ അത്ഭുതപ്പെട്ടു പറഞ്ഞുവത്രെ: "ദൈവമേ, ഇതു സംസാരിക്കുന്നുണ്ടല്ലൊ!"

"അമേരിക്കയിൽ ഞാൻ കണ്ടതിലേറ്റവും അത്ഭുതകരമായ ഉപകരണമിതാണു്," എന്നാണീ സംഭവത്തെപ്പററി തോംസൻ പറഞ്ഞതു്. അതൊരു 'ടെലിഫോണാ'യിരുന്നു. അതു പ്രദർശിപ്പിച്ച ആളുടെ പേർ—അലെക്സാൻഡർ ഗ്രഹാംബെൽ.

1870-ൽ, കാനഡയിലേക്കു താമസം മാററിയ ഒരു സ്കോട്ട്ലാൻറുകാരനാണു് ഗ്രഹാംബെൽ. (1847—1922)ബധിരന്മാരെ പുതിയൊരു രീതിയിൽ പഠിപ്പിക്കാൻ അമേരിക്കയിലു വന്നതായിരുന്നു. കേൾക്കുന്ന ഭാഷയ്ക്കു പകരം, ബധിരന്മാൎക്കു 'കാണുന്ന ഭാഷ' വേണമല്ലൊ.

അത്തരമൊരു ഭാഷയുടെ ആവിഷ്ക്കർത്താവായിരുന്നു ഗ്രഹാംബെല്ലിൻെറ പിതാവു്. ബെല്ലിൻെറ കുടുംബം അനവധി തലമുറകളായി ഭാഷാപരമായ കാൎയ്യങ്ങളിൽ ശ്രദ്ധിച്ചുവരികയായിരുന്നു. "ഞാൻ വെറുമൊരു വിദ്യുച്ഛക്തിക്കാരൻ മാത്രമായിരുന്നുവെങ്കിലൊരിക്കലും ടെലിഫോൺ കണ്ടുപിടിക്കില്ലായിരുന്നു. ഇങ്ങനെയൊന്നു സാദ്ധ്യമാണോ എന്നു പരിശോധിക്കാനുള്ള വങ്കത്തം കേവലമൊരു ഇലക്ട്രിഷ്യനൊരിക്കലും ഉണ്ടാവില്ല. ശബ്ദസ്പന്ദനങ്ങളെപ്പററി ഞാനാദ്യമേ മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നു,

അതാണിതിന്നെനിക്കു പ്രചോദനം തന്നതു്," എന്നാണു് ബെല്ലിൻെറ അഭിപ്രായം.

ടെലിഫോണുണ്ടാക്കാൻ ബെല്ലിന്നു മുമ്പു പലരും ശ്രമിച്ചു. പക്ഷേ, ശ്രമം വൃഥാവിലായി. ബെല്ലിന്റെ ശ്രമങ്ങളും പരാജയത്തിലാണാദ്യം എത്തിയതു്. ബെല്ലിന്നു് ഇക്കാര്യത്തിൽ താൽപര്യം ജനിച്ചതു വിദ്യുച്ഛക്തി കൊണ്ടു് ഒരു ട്യൂനിങ്ങ്ഫോക്ക് (Tuning fork) സ്പന്ദിപ്പിക്കാൻ കഴിഞ്ഞുവെന്നു കേട്ടപ്പോഴാണത്രെ. ഒരു കമ്പിയിൽക്കൂടി ഒരേസമയം പല സന്ദേശങ്ങളുമയയ്ക്കുന്ന 'സംഗീതാത്മക ടെലിഗ്രാഫി'നെപ്പറ്റി ബെൽ സങ്കല്പിച്ചു. ഒരു ശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ സഹായത്തോടെ—തോമസ് വാട്സൻ—ഇതുണ്ടാക്കാൻ ശ്രമിക്കുമ്പോൾ, പരസ്പരം സംസാരിക്കാനുള്ള ഒരു ടെലിഗ്രാഫിനെപ്പററി ഇദ്ദേഹം ഓൎത്തു. പിന്നീടതിലായി ശ്രദ്ധ. അങ്ങനെയാണു്, ടെലിഫോൺ കണ്ടുപിടിച്ചതു്. വാട്സൻ ആ സംഭവം വിവരിക്കുന്നു:

"1875 ജൂൺ 2-ാംനു, പഴയപടി ചില പരിശോധനകൾ നടത്തിനോക്കുകയായിരുന്നു. സംഗതികളാകെ കുഴഞ്ഞുമറിഞ്ഞിരുന്നു. എനിക്കു ദേഷ്യം വന്നു. ബെല്ലിന്നു യാതൊരു ഉത്സാഹക്കുറവുമില്ല. പലതരം ട്രാൻസ്മിറ്ററുകളെ, സ്വാഭാവികമായും ഞാൻ പരിശോധിച്ചു—ഓരോ ശബ്ദമയച്ചുകൊണ്ടു്. ആ ശബ്ദം കേൾക്കുന്നുണ്ടോ എന്നറിയാൻ, ബെൽ, റിസീവറിൻെറ കമ്പികൾ 'ട്യൂൺ'ചെയ്യുമായിരുന്നു. ചെവിയിൽ റിസീവറമൎത്തിപ്പിടിച്ചിട്ടുണ്ടു്...ഞാൻ പരിശോധിക്കുന്ന ട്രാൻസ്മിറ്ററിൻെറ സ്പ്രിങ്ങുകളിലൊന്നു പെട്ടന്നു് സ്പന്ദിക്കാതായി. അതിനെ വീണ്ടും പ്രവൎത്തിപ്പിക്കാൻ ഞാനെടുത്തു. എന്തായിട്ടും അതു പ്രവൎത്തിക്കുന്നില്ല. പെട്ടെന്നു്, തൊട്ടമുറിയിൽ നിന്നു ബെല്ലിൻെറ ഉച്ചത്തിലുള്ള സ്വരം കേട്ടു: "എന്താ

ണവിടെ? എന്തിനിതു ചെയ്തു? ഒന്നും ചെയ്യുണ്ട. ഞാനൊന്നു നോക്കട്ടെ!''

''ഞാനദ്ദേഹത്തിന്നു സംഗതികൾ കാണിച്ചുകൊടുത്തു. അതു ലഘുവായൊരു കാര്യമായിരുന്നു. ട്രാൻസ്മിറ്ററിൻെറ രണ്ടു സ്പ്രിങ്ങുകൾ കൂട്ടിപ്പിണഞ്ഞിരുന്നു. സ്പ്രിങ്ങിലൊന്നു മുട്ടിനോക്കിയപ്പോൾ, വിദ്യുൽപ്രവാഹമുണ്ട് എന്നു തെളിഞ്ഞു. സ്പ്രിങ്ങിനെങ്ങനേയോ കാന്തശക്തി ലഭിച്ചിരിക്കുന്നു—അതാണിങ്ങനെ പിണയാൻ കാരണം. ബെല്ലിൻെറ ധാരണയിലുള്ള വിദ്യുച്ഛക്തിതന്നെയായിരുന്നു അതു്...റിസീവർ തൻ്റെ ചെവിയിൽ വെച്ച് ഇതെല്ലാം മനസ്സിലാക്കിക്കൊണ്ടിരിക്കയായിരുന്നു ബെൽ. നേരിയൊരു ശബ്ദം തൻ്റെ ചെവിയിൽ വന്നലയ്ക്കുന്ന ഒരു അസുലഭ നിമിഷമായിരുന്നു അതു്.''

അങ്ങനെ ഒരു സൂചന കിട്ടി. പിന്നീടു 40 ആഴ്ചകളായി തീവ്രപ്രയത്നംതന്നെ. പലതരം ഉപകരണങ്ങളുമുണ്ടാക്കി. 1876 മാർച്ച് 10. തൊട്ടമുറിയിൽനിന്നു ബെൽ വിളിച്ചു: ''മിസ്റ്റർ വാട്സൻ, ഒന്നിത്രത്തോളം വരാമോ?'' വാട്സനും ആ ശബ്ദം കേട്ടു.

കുറച്ചുദിവസങ്ങൾക്കുശേഷമാണു്, ഫിലാഡെൽഫിയയിലെ ശാസ്ത്രീയപ്രദർശനം. ജനങ്ങളവിടെവെച്ച് ഈ ദൂരശ്രവണയന്ത്രം കണ്ടു. എന്നിട്ടും അവർക്കു വിശ്വാസമായില്ല. ബെല്ലിൻെറ അമ്മാച്ചനായ ഗാർഡിനർ ഹബ്ബാർഡ് 'ബെൽ ടെലിഫോൺ സംഘം' എന്നൊരു സ്ഥാപനമുണ്ടാക്കി—ന്യൂയോർക്ക്, ഫിലാഡെൽഫിയ എന്നിങ്ങനെ നാലു് 'എക്സ്ചേഞ്ചുക'ളിലായി പ്രവർത്തിക്കുന്നൊരു ടെലിഫോൺകമ്പനി. വരിക്കാർ കുറവായിരുന്നു. കവർച്ചക്കാർക്കെതിരായ ഒരു 'അലാറ'മെന്ന നില

ണ്ടാണ പലതും ഇതുപയോഗിച്ചതു്. ദൂരത്തുള്ളവർ അപ്പോഴും ടെലിഗ്രാഫുവഴിക്കാണ സന്ദേശങ്ങളയച്ചിരുന്നതു്. പിന്നീടാണു്, ഒരു കമ്പനി, തങ്ങളുടെ ആഫീസിൽ ടെലിഫോൺ സ്ഥാപിച്ചതു്. ടെലിഗ്രാഫ്കമ്പി മാറ്റി ടെലിഫോൺകമ്പികളിട്ടുവിപ്പിച്ചു. ഇതോടുകൂടി പഴയ ടെലിഗ്രാഫ്കമ്പനിക്കാരും പുതിയ ടെലിഫോൺകമ്പനിക്കാരും തമ്മിൽ സാമ്പത്തികമായും സാങ്കേതികമായും നിയമപരമായും ഉഗ്രമായൊരു മത്സരംതന്നെ തുടങ്ങി. ബെല്ലും കൂട്ടുകാരും ജയിച്ചു. ടെലിഫോണിന്നുള്ള പ്രത്യേകത വിളംബരംചെയ്യപ്പെട്ടു.

ടെലിഫോണിനെ, സമർത്ഥമായ ഒരു ഉപകരണമാക്കിത്തീക്കണം. അതിന്നു് ഇലക്ട്രിക്കൽ എൻജിനിയറിംഗിൽ വലിയ മുന്നേററം വേണ്ടിവന്നു. കേന്ദ്ര എക്സ്ചേഞ്ചുകളും സ്വിച്ച്ബോർഡുകളും പരിഷ്ക്കരിക്കേണ്ടിവന്നു. ജോൺ കാർടിയെന്ന എൻജിനിയറാണിക്കാര്യത്തിൽ ശ്രദ്ധിച്ചതു്. 'ടെലിഫോൺ എൻജിനിയർ' എന്ന വാക്കുതന്നെ അദ്ദേഹമുണ്ടാക്കിയതാണു്. ദൂരത്തേക്കു സന്ദേശങ്ങളയയ്ക്കാനും, 'ഓട്ടമാററിക്ക് ഡയലിം'ഗിന്നും (ഇഷ്ടമുള്ള നമ്പറിൽ, എക്സ്ചേഞ്ചിന്റെ സഹായം കൂടാതെത്തന്നെ വിളിക്കാനുള്ള സൗകര്യം), അവസാനം 'വയർലെസ് ടെലിഫോണു'ണ്ടാക്കാനും ഒട്ടധികം പ്രശ്നങ്ങൾ നേരിടേണ്ടിവന്നു.

1915-ൽ, ന്യൂയോക്കിൽനിന്നു സാൻഫ്രാൻസിസ്കോവിലേക്കുള്ള ടെലിഫോൺകമ്പി ഇട്ടു. ഈ സംഭവം ആചരിക്കാനായി, ബെൽ, അതിദൂരെയുള്ള വാട്സനെ ഫോണിൽ വിളിച്ചുപറഞ്ഞു: "മിസ്റ്റർ വാട്സൻ, ഇത്രത്തോളമൊന്നു വരാമോ?" വാട്സൻ: "അവിടെ എത്തി

ച്ചേരാൻ ഒരാഴ്ചപിടിക്കുമല്ലോ, മി. ബെൽ.'' അന്നത്തെ കഥയാണിത്. ഇന്നു വിമാനംവഴി വേഗമെത്താം.

1890-ലാണ് 'വയർലെസ് ടെലിഗ്രാഫി' വളർന്നു തുടങ്ങിയതു്. ടെലിഫോണും വയർലെസ്സുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തി. അങ്ങനെയാണ് ഇന്നത്തെ റേഡിയോ ഉണ്ടായതു്. അതിൻെറ കഥ പിന്നെയൊരിക്കൽ പഠിക്കാം.

വേഗത്തിലുള്ള സന്ദേശവിനിമയം സയൻസിന്റെ വളർച്ചയിലൊരു മാററമുണ്ടാക്കി. ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ തമ്മിലുള്ള ഭൂമിശാസ്ത്രപരമായ അകൽച്ച ഇല്ലാതാക്കാനും, ശാസ്ത്രീയവിവരങ്ങൾ ലോകമെങ്ങും പരക്കാനും ഇതുമൂലം കഴിഞ്ഞു. കൂടുതൽ നല്ല അച്ചടിയന്ത്രം വന്നതോടുകൂടി, ശാസ്ത്രീയലേഖനങ്ങളും ഗ്രന്ഥങ്ങളും സർവ്വത്ര എത്തി. ഫാരഡേക്കും ജോസഫ് ഹെൻറിക്കും ഉണ്ടായപോലെ പരസ്പരമറിയാതെ, ഇനിമേൽ ആർക്കും പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തേണ്ടതായിവരില്ല.

തോമസ് അൽവാ എഡിസൻ (1847—1931) അമേരിക്കൻ ആവിഷ്കർത്താക്കളിൽ മുഖ്യനാണ്. പലതും ഇദ്ദേഹമുണ്ടാക്കി. പുതിയൊരുതരം ടെലിഗ്രാഫി (Quadruplex telegraphy) അദ്ദേഹം ആവിഷ്കരിച്ചു. ഓട്ടന്നവണ്ടിയിലും മററും ഉപയോഗിക്കാൻ പററിയൊരു ഏർപ്പാടാണിതു്. ബെല്ലിൻെറ ടെലിഫോൺട്രാൻസ്മിറ്ററിന്നു പകരം കാർബൺകൊണ്ടുള്ള ഒരു ട്രാൻസ്മിറ്റർ അദ്ദേഹമുണ്ടാക്കി. സിനിമാപടങ്ങളെടുക്കാനുള്ള ഒരു ക്യാമറ, മിമിയോഗ്രാഫ്, കൈനെടോസ്കോപ്പ്, വൈദ്യുതപേന, വിദ്യുച്ഛക്തികൊണ്ടു് വോട്ടെണ്ണാനൊരു യന്ത്രം, ഇരുമ്പയിരിനെ വേർതിരിക്കാനൊരു യന്ത്രം, സിമൻറുനിർമ്മാണത്തിന്നു പുതിയൊരു രീതി, പരിഷ്കരിച്ച ഇലക്ട്രിക്ക് ഡൈനാമോ, മോട്ടോർ—ഇങ്ങനെ

പലതും എഡിസൻ്റെ വകയായുണ്ട്. പക്ഷേ,അദ്ദേഹത്തിൻ്റെ ഏററവും പ്രധാനപ്പെട്ട കണ്ടുപിടിത്തം ഇലക്ട്രിക്ക് ബൽബ്ബാണ്. അക്ഷീണപ്രയത്നശാലിയായ എഡിസൻ്റെ ആപ്തവാക്യമിതായിരുന്നുവത്രെ: "പ്രവൎത്തിച്ച് കാത്തിരിക്കുന്നവൎക്ക് എല്ലാം ലഭ്യമാകും."

ഓഹിയോവിലെ മിലാനിലാണ് എഡിസൻ ജനിച്ചത്. മിഷിഗനിലെ സ്ക്കൂളിൽ പഠിച്ചു. പഠിപ്പിൽ പിന്നോക്കമായിരുന്നു. ലാബറട്ടറിയിൽക്കിടന്നു തിരിയാനായിരുന്നു മോഹം. 12 വയസ്സിൽ ഒരു പത്രവില്പനക്കാരനായി. പിന്നീട്ട തീവണ്ടിയിൽ മിഠായിവില്പ്പനക്കാരനായി, ജോലി. വണ്ടിയിലുള്ള തൻെറ മുറിയിലിരുന്ന്, ചില പരീക്ഷണങ്ങൾ അദ്ദേഹം നടത്തി. ഒരിക്കൽ അതുകാരണം വണ്ടിക്കു തീപിടിക്കുകതന്നെ ചെയ്തുവത്രെ! വണ്ടിയപകടമുണ്ടായ ഒരു ദിവസം, ഒരു കുട്ടിയുടെ ജീവൻ രക്ഷിച്ചതു് എഡിസനാണ്. കൃതജ്ഞതയോടെ, ആ കുട്ടിയുടെ അച്ഛൻ, എഡിസൻെറ വാസനയ്ക്കനുസരിച്ച് ടെലിഗ്രാഫി പഠിക്കാൻ ഏൎപ്പാടുചെയ്തുകൊടുത്തു. അങ്ങനെ എഡിസൻ വിദഗ്ദ്ധനായൊരു ടെലിഗ്രാഫിസ്റ്റായി. ജോലിസംബന്ധമായി കാനഡയിലും യു. എസ്. എ. യിലും അദ്ദേഹം സഞ്ചരിച്ചു.

ജോലിസ്ഥലത്തു കിടന്നുറങ്ങുന്നതു കണ്ടതിനാൽ എഡിസനെ ജോലിയിൽനിന്നു പിരിച്ചയച്ചു. ടെലിഗ്രാഫിസ്റ്റായി ജോലിനോക്കിക്കൊണ്ടിരിക്കുമ്പോഴും ചിലതെല്ലാം എഡിസൻ കണ്ടുപിടിച്ചു—അരമണിക്കൂർ കൂടുമ്പോൾ കൃത്യമായി 'സിഗ്നൽ' തരുന്ന ഒരു ഉപകരണമാണതിലൊന്ന്. പാററകളും മററും ഭക്ഷണമുറിയിൽ പ്രവേശിക്കുന്നതിനെത്തടയാൻ, ഇലക്ട്രിക്ക്കമ്പികൊണ്ടദ്ദേഹം മുറിയുടെ ചുററും ഒരു വേലികെട്ടിയത്രെ. പണ

ക്കാരുടെ തീൻമുറികളിൽ ഒരു 'ഫാഷ'നായി ഇത്തരം ഇലക്ട്രിക്ക്‌വേലികൾ കെട്ടാൻ തുടങ്ങി.

ജോലി നഷ്ടപ്പെട്ട്, 1869-ൽ ഒരു ഡോളർ പോക്കററില്ലും, കുറെയേറെ ആശയങ്ങൾ തലയിലുമായി എഡിസൻ ന്യൂയോക്കിലെത്തി. ഒരുദിവസം പെട്ടെന്ന്, ന്യൂയോക്കിലെ ടെലിഗ്രാഫ്കമ്പികളാകെ പ്രവത്തിക്കാതായി. ഓരോരുത്തരും ആളെ അയച്ചു, എന്താണ വിവരമെന്നറിയാൻ. 200 പേർ ടെലിഗ്രാഫ്കേന്ദ്രത്തിൽ വന്നു. ആ സമയത്ത്, എഡിസനും അവിടെ എത്തിയിരുന്നു. താൻ കേട്ട തീർത്തുകൊട്ടക്കാമെന്ന്, അവിടെയുള്ള മേലുദ്യോഗസ്ഥനോട്ട്, എഡിസൻ പറഞ്ഞു. പറഞ്ഞ വിധം, അല്പം മിനുട്ടിന്നുള്ളിൽ, ചെറിയൊരു റിപ്പേറിനെത്തുടർന്ന്, ടെലിഗ്രാഫ്സിസ്റ്റം ശരിപ്പെട്ടകയുംചെയ്തു. ഉടൻതന്നെ എഡിസനെ 300 ഡോളർ ശമ്പളത്തിൽ അവിടെ നിയമിക്കുകയും ചെയ്തുവത്രെ!

ഒഴിവുസമയത്ത് എഡിസൻ ഉണ്ടാക്കിയ സ്റ്റോക്കുപരിശോധിക്കാനുള്ള ഒരു യന്ത്രം 40,000 ഡോളർ കൊട്ടുത്ത് ഒരു കമ്പനി വാങ്ങി. ഒരയ്യായിരം ഡോളർ കിട്ടിയാലും എഡിസൻ തൃപ്തിപ്പെട്ടിരുന്നു!

ഇങ്ങനെ കിട്ടിയ പണംകൊണ്ട് എഡിസൻ ഒരു നല്ല വക്ക്ഷോപ്പു സ്ഥാപിച്ചു—ന്യൂജർസിയിൽ. പിന്നീടതു സ്ഥലം മാററി. ഈ വക്ക്ഷോപ്പുകളിൽവെച്ചാണ് എഡിസൻെറ വലിയ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളിൽപ്പലതുമുണ്ടായതു്—ഒന്നിൽനിന്നു മറെറാന്ന് എന്ന ക്രമത്തിൽ. ഒരു ഉദാഹരണമിതാ: ടെലിഫോൺട്രാൻസ്മിറ്ററിൻെറ പരിശോധനയ്ക്കിടയിൽ, സ്പന്ദിക്കുന്ന ഒരു ഡയാഫ്രം അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. ഈ സ്പന്ദനങ്ങളെ ഒരു മെഴുകു പലകയിൽക്കുറിച്ചെട്ടക്കാൻ പററുമോ എന്നായി പിന്നീ

ട്ടുള്ള പരീക്ഷണം. മോഡൽനിർമ്മാതാവായ ജോൺ ക്രൂസി, മുപ്പതു മണിക്കൂർ പ്രവർത്തിച്ച് ഒരു മോഡലുണ്ടാക്കിക്കൊടുത്തു. യന്ത്രം തിരിച്ച് എഡിസൻ പാടി: "Mary had a little lamb..." പിന്നീടതുവെച്ചു പാടിച്ചു: അതാ, എഡിസന്റെ ശബ്ദം: "Mary had a little lamb..." ഇങ്ങനെയാണു ഗ്രാമഫോൺ— ഫോണോഗ്രാം— കണ്ടുപിടിച്ചതു്.

1879-ൽ, എഡിസൻ, ഇലക്ട്രിക്ക്വിളക്കു കണ്ടുപിടിച്ചു. അതുവരെ, ബൾബ്ബിന്നു പകരം, കാർബൻ 'ആർക്ക്ലൈററാ'ണു് ഉപയോഗിച്ചിരുന്നതു്. 1807-ൽ ഹംഫ്രേ ഡേവി കണ്ടുപിടിച്ചതാണീ ആർക്ക്ലൈററ്. 1860-ൽ, പാരിസ്സിലും ലണ്ടനിലും ആർക്ക്ലൈറ്റുകൾ സ്ഥാപിച്ചു. ഇതിന്നു പിന്നേയും ചില പരിഷ്കാരങ്ങൾ വരുത്തി— ചാൾസ് ബ്രഷ് ആണു് പരിഷ്കർത്താവ്. എങ്കിലും അതിൻെറ തീക്ഷ്ണമായ വെളിച്ചം കണ്ണഞ്ചിപ്പിച്ചിരുന്നു. തീക്ഷ്ണത കുറയ്ക്കാമോ എന്ന ചോദ്യത്തിന്നു്, "ഇലക്ട്രിക്ക്ലൈററിന്റെ വെളിച്ചത്തിന്നു കുറവില്ല," എന്നായിരുന്നു മറുപടി.

പെൻസിൽവേനിയാ സർവ്വകലാശാലയിലെ പ്രൊഫസർ ജോർജ് ബാർക്കർ, ഇലക്ട്രിക്ക്ലൈറ്റിനെ ചെറുതാക്കിക്കൂടെ എന്ന പ്രശ്നമാലോചിക്കാനായി എഡിസനെ ക്ഷണിച്ചുവരുത്തി. കാർബൻ വടികളെ രണ്ടു ധ്രുവങ്ങളായുപയോഗിച്ച്, അവയ്ക്കിടയിലുള്ള കാർബൻ അണുക്കളിൽക്കൂടി വിദ്യുച്ഛക്തി പോകുമ്പോഴാണ്, ആർക്ക്ലൈററിലെ വെളിച്ചമുണ്ടാകുന്നതു്. എന്നാൽ, ബൾബ്ബോ? വായു നീക്കംചെയ്ത ഒരു സ്ഫടികക്കുപ്പിയിൽ നേരിയൊരു കമ്പിയിൽക്കൂടി വിദ്യുച്ഛക്തി വിടുമ്പോൾ ആ കമ്പി ചുട്ടുപഴുക്കുമ്പോഴാണു ബൾബ്ബ് 'കത്തു'ന്നതു്.

ഈ നേരിയൊരു കമ്പി എന്തുകൊണ്ടുണ്ടാക്കാം? നന്നായി ജ്വലിക്കണം, പക്ഷേ, കത്തിച്ചാമ്പലാവരുത്. പ്ലാററിനം മുതൽ പല വസ്തുക്കളേയും എഡിസൻ പരിശോധിച്ചു. 1879-ലാണ്, 'കാർബണൈസ്'ചെയ്ത നൂൽ, ഇതിന്നു് ഏററെക്കുറെ പററുമെന്നു കണ്ടുപിടിച്ചതു്. 100 മണിക്കൂർനേരം കത്തുന്ന 'കാർബൻ ഫിലമെൻറു'' വിളക്കുകൾ ഉണ്ടാക്കാൻ തുടങ്ങി എഡിസൻ. അതിന്നു ശേഷം ഇലക്ട്രിക്ക്ബൽബ്ബിന്നു പല മാററങ്ങളും വന്നിരിക്കുന്നു. ഇന്നു്, കാർബൻനൂലിന്നു പകരം, ടങ്സ്റ്റൻ ഫിലമെന്റാണുപയോഗിക്കുന്നതു്. തത്വം എഡിസന്റേതു തന്നെ.

എലിഹു തോംസൻ (1853—1937) എഡിസനെപ്പോലെ പലതും കണ്ടുപിടിച്ചു. 700 പേറെറൻറുകൾ (പ്രത്യേകഉപകരണങ്ങൾ) അദ്ദേഹം ഉണ്ടാക്കിയത്രെ—ഇലക്ട്രിക്ക് വെൽഡിങ്, ഇലക്ട്രിക്ക്മീററർ, എന്നിങ്ങനെ പലതിലും. തയിരുകലക്കാനൊരു വൈദ്യുതകടകോലും അദ്ദേഹമുണ്ടാക്കി. ഇംഗ്ലണ്ടിലെ മാഞ്ചെസ്റ്ററിൽ ജനിച്ചു്, കുട്ടിക്കാലത്തുതന്നെ അമേരിക്കയിൽ കുടിയേറിപ്പാർത്ത ജോൺസൻ, പലതരം യന്ത്രങ്ങളും പുതുതായുണ്ടാക്കി. ഇദ്ദേഹത്തിന്റെ കമ്പനികളാണു പിന്നീടു ജനറൽ ഇലക്ട്രിക്ക് കമ്പനി (G. E. C.) എന്ന പട്ടുക്കുററൻ സ്ഥാപനമായിത്തീന്നതു്. തൻെറ അവകാശങ്ങൾ സംരക്ഷിക്കാൻ ഒരുപാടു പണം വ്യവഹാരത്തിന്നായിച്ചെലവാക്കിയിരുന്നുവത്രെ തോംസൻ.

ഇലക്ട്രിക്കുപകരണങ്ങൾ വർദ്ധിച്ചതോടുകൂടി വിദ്യുച്ഛക്ത്യൽപാദനം മതിയാകാതെവന്നു. കൂടുതൽ സ്ഥലത്തേക്കു വിദ്യുച്ഛക്തി വ്യാപിപ്പിക്കുകയും, കൂടുതൽ കാര്യ

ങ്ങൾക്കായി വിദ്യുച്ഛക്തി ഉപയോഗിക്കുകയും ചെയ്തതോടെ, ബാറ്ററികൾകൊണ്ടൊന്നും വിദ്യുച്ഛക്തി 'സപ്ലൈ' ചെയ്യാൻ കഴിയാതെവന്നു. വിദ്യൽക്കാന്തത്തെ ആസ്പദിച്ചുള്ള ഡൈനാമോ രംഗത്തുവന്നതിങ്ങനെയാണ്—കൂടുതൽ വിദ്യുച്ഛക്തിയുണ്ടാക്കാൻ.

ഒരു ഡൈനാമോവിൻെറ മാതൃക, ഫാരഡേ ഉണ്ടാക്കിയിരുന്നു. കുതിരലാടംപോലുള്ള ഒരു വിദ്യൽക്കാന്തത്തിൻെറ നടുവിൽ ഒരു ചെമ്പുതകിടു തിരിയുന്നു. 1832-ൽ, പാരിസ്സിലെ പിക്സി, ആവർത്തനവിദ്യൽധാരയുണ്ടാക്കാൻ പ്രത്യേകിച്ചൊരു ഡൈനാമോ ഉണ്ടാക്കി. 1860-ൽ, പോസിനോറ്റിയും സീമൻസുംകൂടി 'കമ്യൂട്ടേട്ടർ' കണ്ടുപിടിച്ചു—ഇലക്ട്രിക്ക്കറൻറ്, ധാരമുറിയാതെ പ്രവഹിക്കാൻ, ഡൈനാമോവിൻെറ അച്ചുതണ്ടിലുപയോഗിക്കുന്നതാണിതു്. ആദ്യമായി, നല്ലൊരു വലിയ ഡൈനാമോ ഉണ്ടാക്കിയതു തിയോഫിൽഗ്രാം ആണ്. ഫിലാഡെൽഫിയാപ്രദർശനത്തിലാണതു് ആദ്യം കാഴ്ചയ്ക്കു വെച്ചതു്. എലിഹൂതോംസനും ചാൾസ്ബ്രഷും അവിടെ വെച്ച് അതു കണ്ടു. അതിനേക്കാൾ നല്ലൊരു ഡൈനാമോ ആവിഷ്കരിക്കാനവക്കു കഴിയുകയുംചെയ്തു—തെരുവിലെ ആക്ക്ലൈററുകൾക്കു വേണ്ട വൈദ്യുതി അങ്ങനെ ഉൽപാദിപ്പിച്ചു.

'എഡിസൻ ഇലക്ട്രിക്ലൈറ്റ്കമ്പനി'ക്കുവേണ്ടിയാണ്, ഒന്നാമത്തെ കേന്ദ്രപവർസ്റ്റേഷനുകളിലൊന്നു ന്യൂയോക്കിൽ സ്ഥാപിതമായതു്. എഡിസൻ്റെ സഹായികളിലൊരാളായ ഫ്രാൻസിസ് അപ്ടൻ ആണ് ഈ പവർസ്റ്റേഷൻ ആസൂത്രണംചെയ്തുണ്ടാക്കിയതു്. ഇങ്ങനെ വിദ്യുച്ഛക്തി കൂടുതലുൽപാദിപ്പിക്കാൻതുടങ്ങിയതോടുകൂടി, ഗ്യാസ്കമ്പനികൾ—ഗ്യാസ്ലൈറ്റുകൾക്കു കത്തുന്ന

വാതകം സപ്ലൈചെയ്തു ലാഭമുണ്ടാക്കിയിരുന്ന കമ്പനികൾ—എഡിസനെതിരായി മത്സരിച്ചു. വൈദ്യുതദീപങ്ങൾ കൊള്ളാത്തവയാണെന്നും, വിദ്യുച്ഛക്തി ആളെക്കൊല്ലിയാണെന്നും മററും ഗ്യാസ്കമ്പനികളുടെ ദല്ലാളികൾ പ്രചരിപ്പിച്ചു. പക്ഷേ, ജനങ്ങൾ അതു ശ്രദ്ധിച്ചില്ല,

വീടുകളിലേക്കും വിദ്യുച്ഛക്തിയെത്തി. ഇതോടുകൂടി ഇലക്ട്രിസിററികൊണ്ടു പ്രവർത്തിപ്പിക്കാവുന്ന ഗാർഹികോപകരണങ്ങൾ നിലവിൽവന്നു — ഇസ്തിരിപ്പെട്ടി, ഫാൻ, വാക്വംക്ലീനർ, എഗ്ബീററർ, സ്റ്റൗ, ഹീററർ എന്നിങ്ങനെ. വീട്ടിലും വ്യവസായത്തിലും വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ആവശ്യം വർദ്ധിച്ചു. ഇതോടുകൂടി ഭീമാകാരങ്ങളായ പവർ സ്റ്റേഷനുകൾ—ഹൈഡ്രോഇലക്ട്രിക്ക് പ്ലാൻറുകൾ—സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടു. നയാഗ്രാ വെള്ളച്ചാട്ടത്തിൽ ടർബൈനുകൾ വെച്ച് അതിൽനിന്നു വിദ്യുച്ഛക്ത്യുൽപാദനം തുടങ്ങി. അങ്ങനെ വൈദ്യുതയുഗം, അതിൻെറ സർവ്വ ശക്തിയോടും, സർവ്വ ഉജ്ജ്വലതയോടും കൂടി ആരംഭിച്ചു.

മൂലകങ്ങളുടെ വർഗ്ഗീകരണം—ന്യൂലാൻറ്സ്

H_1	F_8	Cl_{15}	Bo,Ni_{22}	Br_{29}	Pd_{36}	I_{42}	Pt,Ir_{50}
Li_2	Na_9	K_{16}	Cu_{23}	Rb_{30}	Ag_{37}	Cs_{44}	Te_{53}
Gl_3	Mg_{10}	Ca_{17}	Zn_{25}	Sr_{31}	Cd_{38}	Ba,V_{45}	Pb_{54}
B_4	Al_{11}	Cr_{19}	Y_{24}	Ce,La_{33}	U_{40}	Ta_{46}	Th_{56}
C_5	Si_{12}	Ti_{18}	In_{26}	Zr_{32}	Sn_{39}	W_{47}	Hg_{52}
N_6	P_{13}	Mn_{20}	As_{27}	Di,Mo_{34}	Sb_{41}	Nb_{48}	Bi_{55}
O_7	S_{14}	Fe_{21}	Se_{28}	Rh,Ru_{35}	Te_{43}	Au_{49}	Os_{51}

ഇംഗ്ലീഷക്ഷരം ഓരോ മൂലകത്തേയും പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു.

വലത്തുഭാഗത്തുള്ള സംഖ്യ, മൂലകത്തിൻെറ അറേറാമിക്ക്തൂക്കത്തിന്നനുസരിച്ചുള്ള അതിൻെറ ക്രമത്തെ കാണിക്കുന്നു.

ഉദാ: Au_{49} — Au=സ്വർണ്ണം 49=അറേറാമിക്ക്തൂക്കപ്രകാരം ഇക്കൂട്ടത്തിൽ സ്വർണ്ണത്തിന്ന 49–ാം സ്ഥാനമാണുള്ളതു്.

അനുബന്ധം ii

മൂലകങ്ങളുടെ വർഗ്ഗീകരണം—മെൻഡലീവ്

	Group I	Group II	Group III	Group IV	Group V	Group VI	Group VII	Group VIII
1	H=1							
2	Li=7	Be=9.4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27.3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35.5	
4	K=39	Ca=40	— =44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Ca=59, Ni=59
5	Cu=63	Zn=65	— =68	—=72	As=75	Se=78	Br = 80	
6	Rb=85	Sr=87	? Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—=100	Ru=104, Rh=104, Pd=106
7	Ag=108	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=123	Te=125	I =127	
8	Cs=133	Ba=137	? Di=138	? Ce=140	—	—	—	— — —
9	—	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	? Er=178	? La=180	Ta=182	W=184	—	Os=195, Ir=197, Pt=198
11	Au=199	Hg=200	Ti=204	Pb=207	Bi=208	—	—	
12	—	—	—	Th=231	—	U=240	—	—

വലത്തുവശത്തുള്ള സംഖ്യകൾ അറ്റോമിക് തൂക്കത്തെ കുറിക്കുന്നു.

സൂചിക

അരാഗൊ 192
അനാലിററിക്കൽ ജ്യോമട്രി 32
അറേറാമിക്സിദ്ധാന്തം 168
അവൊഗാഡ്രോ 169
ആർക്ക്റൈറ്റ് 98
ആൽഫ്രഡ് നോബൽ 180
ആംപിയർ 193
ഈർസ്റ്റെഡ് 191
എഡിസൻ 217—221
എഡ്വാർഡ് ജെന്നർ 158
എഡ്മണ്ട് ഹാലി 78—80
ഓപ്ടിക്സ് 61
ഓട്ടോവോൺ ഗറിക്ക് 25, 120
ഓർഗാനിക് കെമിസ്ട്രി 173—176
ഓം 194
കർച്ചർ 59
കെകൂൾ 175
കെൽവിൻ 211—213
കോൾടാർ 177, 178
ക്യൂവിയർ 135—137
ഗെറാർട് 176
ഗെററാർഡ് 142
ഗ്രഹാംബെൽ 213
ഗ്ലോബർ 48
ചാൾസ് ലിയെൽ 149
ചാൾസ്വീററ്സ്റ്റോൺ 203
ജസ്റ്റസ് ലീബിഗ് 176
ജെയിംസ് വാട്ട് 103
ജെയിംസ് ഹാൾ 147
ജോൺ പ്ലേഫർ 146
ജോസഫ്ബ്ളാക്ക് 110, 111
ജോസഫ് ഹെൻറി 201
ടോറിസെല്ലി 22—24
ട്രാൻസ് യുറാണിക്മൂലകം 189
ഡാൽടൻ 166
ഡിഫറൻഷ്യൽ കാൽക്കുലസ് 33
ഡെസ്മാറെസ്റ്റ് 143
നെപ്ട്യൂണിസം 142—145
നെഹമയഗ്രം 58
നോബൽസമ്മാനം 181
ന്യൂട്ടൻ 65, 68—72
പിരേയാഡിക്ക് ടേബിൾ 186
പ്രിൻസിപ്പിയ 70, 73—75
പ്രീസ്റ്റ്ലി 113—124
പ്രൗസ്റ്റ് 166
ഫാറൻഹീററ് 28
ഫിസിക്കൽ കെമിസ്ട്രി 181
ഫോസിൽ 127
ഫ്ളാംസ്റ്റെഡ് 77
ഫ്രാൻസിസ്കൊ റെഡി 58
ബറോമീററർ 22—24
ബഫൻ 85—87, 140, 141
ബെഞ്ചമിൻ ഫ്രാങ്ക്ളിൻ 123, 124
ബോറില്ലി 16
ബോയിൽ 49
മാൽപ്പീഗി 56
മാൽത്തുസ് 161
മെൻഡലീവ് 183—185
മോർസ് 206—210
മോളിക്യൂൾ 169
മൈക്കൽ ഫാരഡേ 194—200
റോബർട് ഹുക്ക് 21, 51, 55
റോമർ 28
റോയൽ സൊസൈററി 40—42
ലവോയ്സ്യർ 115—118
ലാമാർക്ക് 131—134
ലാപ്ലാസ് 152—155
ലിബ്നിസ് 139

ലോഗാരിത്തം 30, 31
ല്യൂവെൻഹോക്ക് 53, 54
വയർലെസ്സ് ടെലിഗ്രാഫി 216, 217
വാലസ് 160
വാക്സിനേഷൻ 157—159
വിററ്നി 100
വില്യം പെർക്കിൻ 178
വില്യം പ്രൗട് 168
വില്യം സ്മിത്ത് 148, 149
വില്യം ഷീൽ 114
വില്യം ഹർഷൽ 150, 151
വെർണർ 141
വോഹ്ലർ 173
വ്യവസായവിപ്ലവം 91—108
സെൻററ് ഹില്ലർ 135
സെസാൽവിനോ 9
സെൽസിയസ് 28
സംഭാവ്യതാസിദ്ധാന്തം 33
സ്വാമെർഡാം 57
സ്പെക്ട്രം അനാലിസിസ് 186
സ്പെക്ട്രോസ്കോപ്പ് 187
സ്റ്റാററിസ്റ്റിക്സ് 34, 35
സ്റ്റീഫൻഗ്രേ 120
സ്റ്റെനോ 130
ഹട്ടൻ 145—147
ഹാലർ 88
ഹിലിയോസ്കോപ്പ് 19
ഹെൽമോണ്ട് 47, 48
ഹംഫ്രേഡേവി 171

★

02

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY

KOTTAYAM

Cl. No. M500.   Acc. No. 81974

This book should be returned on or before the date last stamped below.

8 APR 1984
14 JUL 1984
16 JUN 1988
6 MAR 1992
29 MAY 1992
30 SEP 1995
19 AUG 2002
15 MAY 2004
06 NOV 2004
02 NOV 2005
3 MAR 2006
11 MAY 2006

81974

M 500
BHAS
ഭാസ്കരപ്പണിക്കർ. പി. ടി
സയൻസിന്റെ കഥ II

Indic Digital Archive Foundation
gpura.org