KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY

Call No. 500 Acc. No. 11592

Author ഭാസ്കരപ്പണിക്കർ. പി.ടി

Title രണ്ടു വിജ്ഞാനശാഖകൾ

W

1120

No: 11592

PUBLIC LIBRARY

രണ്ടു വിജ്ഞാനശാഖകൾ

Rantu Vignanasakhakal

[Two Branches of Science]

BY

P. T. Bhaskara Panikker

First Impression—April, 1961
One Thousand Copies

PUBLISHERS:
THE MANGALODAYAM (Private) LTD.,
TRICHUR.

Price: Rs. 1—50

Printed at the Mangalodayam Press, Trichur.

രണ്ടു

വിജ്ഞാനശാഖകൾ

ഗ്രന്ഥകർത്താ:

പി. ടി. ഭാസ്കരപ്പണിക്കർ

പ്രസാധകന്മാർ:

മംഗളോദയം (പ്രൈവറ്റ്) ലിമിറ്റഡ്,

തൃശ്ശിവപേരൂർ.

1136/1961

വില: 1—50

NATIONAL BOOK ★ SPCS LTD. BR. KOTTAYAM

ഒന്നാംപതിപ്പ്:
ആയിരം കോപ്പി

H500
Bhg-R

തൃശ്ശിവപേരൂർ
മംഗളോദയം പ്രസ്സിൽ
അച്ചടിച്ചതു്.

കവർ:
കൃഷ്ണാ കമ്പനി,
തൃശ്ശിവപേരൂർ.

തുടക്കത്തിൽ

ഫിസിക്സ്, ജ്യോളജി എന്നീ ശാസ്ത്രങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിലെഴുതിയ ലഘുലേഖനങ്ങളാണു് 'രണ്ടു വിജ്ഞാനശാഖകൾ' എന്ന പേരിലുള്ള ഈ പുസ്തകത്തിൽ ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിരിക്കുന്നതു്. പ്രതിപാദ്യം മാത്രമല്ല പ്രതിപാദനരീതിയും ഞാൻ വായിച്ച ചില ഇംഗ്ലീഷുപുസ്തകങ്ങളിൽനിന്നെടുത്തതാണു്. ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ തികച്ചും തർജ്ജമപോലെയായിട്ടുണ്ടാവും.

കഴിയുന്നതും ലളിതമായി കുറെ ശാസ്ത്രീയവിവരങ്ങൾ സാധാരണവായനക്കാർക്കു കൊടുക്കുക എന്ന ഒരൊററ ഉദ്ദേശ്യംമാത്രമേ ഈ പുസ്തകത്തിന്നുള്ളു. കൂടുതൽ പഠിക്കണമെന്നാഗ്രഹമുള്ളവർ അടിസ്ഥാനഗ്രന്ഥങ്ങളിലേയ്ക്കു ശ്രദ്ധ തിരിക്കണം. എന്നാൽ അത്തരം അടിസ്ഥാനപുസ്തകങ്ങളൊന്നും ഇനിയും മലയാളത്തിൽ വന്നിട്ടില്ല.

ശാസ്ത്രസാഹിത്യം മലയാളഭാഷയിൽ ഇന്നും വളർന്നിട്ടില്ല. ഈ ദൌർബ്ബല്യം ചില നിരൂപകന്മാരെങ്കിലും ചൂണ്ടിക്കാണിക്കാൻ തുടങ്ങിയിട്ടുണ്ടു്. ഈ കോട്ടം പരിഹരിക്കാനെന്താണു് വഴി?

ഞാനൊരു വഴിയേ കാണുന്നുള്ളു: ശാസ്ത്രീയവിഷയങ്ങളെപ്പററി ധാരാളം—ധാരാളത്തിലധികം—അങ്ങു് എ

ഴുതുകയും പ്രസിദ്ധീകരിക്കുകയും ചെയ്യുകതന്നെ. ആദ്യം അവ വളരെ മെച്ചപ്പെട്ടതൊന്നുമാവില്ല—ആയിക്കൊള്ളട്ടെന്നല്ല പറയുന്നതു്. ഭാവിയിലിതിനേക്കാൾ നല്ല ശാസ്ത്രഗ്രന്ഥങ്ങളുണ്ടാവണമെങ്കിൽ ഇതല്ലാതെ വഴിയില്ല.

'രണ്ടു വിജ്ഞാനശാഖകൾ' ആ നിലയ്ക്കാണു് ഞാൻ പുറത്തിറക്കുന്നതു്. ഇതിന്നു സഹായിച്ച എല്ലാവൎക്കും എന്റെ നന്ദി.

മേയ് 1, 1961. ഭാസ്കരപ്പണിക്കർ

വിഷയവിവരം

ഭാഗം ഒന്നു്

ഭൌതികശാസ്ത്രം

		പേജ്
1.	വസ്തുവും ശക്തിയും	1
2.	പുതിയ രണ്ടു വാക്കുകൾ	6
3.	അദ്ഭുതൈശ്വര്യങ്ങളിലൊന്നു്	11
4.	അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്നു തെററു പററി!	13
5.	ഐസാക്ക്ന്യൂട്ടൻ	16
6.	രണ്ടു പ്രശ്നങ്ങൾ	20
7.	സമതുലനവും ആകർഷണവും	23
8.	ശക്തിയും പ്രവൃത്തിയും	28
9.	എനർജി	32
10.	യന്ത്രങ്ങൾ	36
11.	മർദ്ദശക്തി	40

ഭാഗം രണ്ടു്

ഭൂഗർഭശാസ്ത്രം

1.	ജ്യോളജി	49
2.	പ്രകൃതിയുടെ അക്ഷരമാല	53

3. ഭൂമി 56

4. ഭൂമിയുടെ ആകൃതിയും പ്രകൃതിയും 60

5. രണ്ടു പ്രക്രിയകൾ 62

6. വായുമണ്ഡലം 65

7. കാലാവസ്ഥ 70

8. പൊടിയുന്ന പാറകൾ 74

9. മലഞ്ചെരിവുകളും ഹിമവാഹിനികളും 78

10. സമുദ്രം 81

11. ഭൂമിക്കെത്ര വയസ്സായി? 85

ഭാഗം ഒന്നു്

ഭൗതികശാസ്ത്രം

വസ്തുവും ശക്തിയും

ലോകത്തിൽ പല വസ്തുക്കളുണ്ടു്; പലതരം ശക്തികളുമുണ്ടു്. വെള്ളം, വായു, ഇരുമ്പു് എന്നിങ്ങിനെ ലക്ഷക്കണക്കിൽ വസ്തുക്കൾ നമ്മുടെ ചുററുപാടും കാണും. ചൂടു്, വെളിച്ചം, ശബ്ദം, വിദ്യുച്ഛക്തി എന്നിങ്ങിനെ ശക്തിയുടെ (എനർജി) പല രൂപങ്ങളും നമുക്ക നിശ്ചയമുണ്ടു്. ചൂടു്, വെളിച്ചം എന്നിവ വസ്തുക്കളാണെന്നു പറഞ്ഞുകൂടാ. ഇവ ശക്തിയുടെ വിവിധരൂപങ്ങളാണു്. വസ്തുക്കളുടേയും ശക്തികളുടേയും ഭൌതികഗുണങ്ങളെപ്പററിയും സവിശേഷതകളെപ്പററിയുമുള്ള ശാസ്ത്രത്തിന്നാണു് ഫിസിക്സ്—അഥവാ ഭൌതികശാസ്ത്രം—എന്നു പറയുന്നതു്. ഇന്നു ഭൌതികശാസ്ത്രംതന്നെ പല അവാന്തര വിഭാഗങ്ങളായിത്തിരിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ചൂടു്, വെളിച്ചം, ശബ്ദം, കാന്തശക്തി, വൈദ്യുതശക്തി ഇവ ഓരോന്നിനെപ്പററിയും വേറെ വേറെ വിജ്ഞാനശാഖകൾ ഇതിന്നകം വളൎന്നുകഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു.

ഓരോ വിജ്ഞാനശാഖയ്ക്കും അതിന്റേതായ പ്രത്യേകപദങ്ങളുണ്ടു്. വ്യാകരണത്തിലാണെങ്കിലും കവിതയിലാണെങ്കിലും ഇത്തരം പദങ്ങൾ കാണാം. കൎത്താവു്, കൎമ്മം, ക്രിയ എന്നീ മാതിരി പദങ്ങൾ വ്യാകരണത്തിലും ഉപമ, ഉൽപ്രേക്ഷ, പ്രാസം എന്നീ മാതിരി പദങ്ങൾ അലങ്കാരത്തിലും ചില പ്രത്യേക അൎത്ഥം ഉൾക്കൊള്ളു

ന്നവയാണു്. പ്രത്യേക അത്ഥമുള്ള ഇത്തരം പദങ്ങളെയാണു് സാങ്കേതികപദങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നതു്. സയൻസിൻെറ സാങ്കേതികപദങ്ങൾ കഴിയുന്നതും ലോകത്തിലെങ്ങും ഒരേ മാതിരിയാവുകയാണു് നല്ലതെന്നാണു് വിദഗ്ദ്ധാഭിപ്രായം. ഇംഗ്ലണ്ടിലും, ജമ്മനിയിലും, റഷ്യയിലും, ചൈനയിലും ഒരേ സാങ്കേതികപദം വിവിധരൂപത്തിലറിയപ്പെടുന്നതിന്നു പകരം, ഏററവും പ്രചുരപ്രചാരമുള്ള പദം എല്ലാ രാജ്യങ്ങളിലും ഉപയോഗിക്കുകയാവും നല്ലതു്. ഫിസിക്സ് എന്ന ശാസ്ത്രത്തെ 'ഭൌതികശാസ്ത്രം' എന്നു വേണമെങ്കിൽ വിളിക്കാമെങ്കിലും, ഫിസിക്സ് എന്ന പദം സാധാരണക്കാക്കു പരിചയപ്പെടുത്തുകയാവും കൂടുതൽ നല്ലതു്. നിത്യജീവിതത്തിൽ സാമാന്യമായ അത്ഥത്തിൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്ന പല വാക്കുകളും ശാസ്ത്രീയാത്ഥത്തിൽ അല്പം ഭിന്നങ്ങളായിരിക്കും. എനർജി, ഫോർസ്, പവർ എന്നീ വാക്കുകൾക്കു പൊതുവെ ശക്തിയെന്നും ബലമെന്നുമാണു് അത്ഥമെങ്കിലും ഫിസിക്സിൽ ഇതിന്നോരോന്നിന്നും വ്യക്തവും നിർദ്ദിഷ്ടവുമായ അത്ഥമാണുള്ളതു്. ഇവയെ കൃത്യമായി അളന്നു തിട്ടപ്പെടുത്താനും കഴിയും. ആ നിലയ്ക്കു സയൻസിൻെറ സാങ്കേതികപദങ്ങൾ പഠിക്കാതെ നിവൃത്തിയില്ല. ഈ ലേഖനപരമ്പരയിൽ ആകാവുന്നത്ര ഇംഗ്ലീഷുപദങ്ങൾ തന്നെ ഉപയോഗിക്കാനാണു് ഉദ്ദേശിക്കുന്നതു്. ആദ്യമാദ്യം അല്പം ബുദ്ധിമുട്ടു് അനുഭവിക്കുമെങ്കിലും പതുക്കെപ്പതുക്കെ ആ വിഷമം തീരും.

ലോകം ചലനാത്മകമാണു്. ചലനമാണു് നിത്യസത്യമായ ഒരവസ്ഥ എന്നുകൂടി വേദാന്തഭാഷയിൽ പറ

യാം. ആകാശവിമാനവും, തീവണ്ടിയും, ബോട്ടും മാത്രമല്ല ചലിക്കുന്നതു്. ഫിസിക്സിൽ ചലനം (മോഷൻ) എന്ന വാക്കിന്നു കൂടുതൽ വിപുലമായ ഒരത്ഥമാണുള്ളതു്. ഒരു വീടോ, മരമോ നിശ്ചലമായിട്ടാണു് നില്ക്കുന്നതെങ്കിലും അതിവേഗം ഭ്രമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഭൂമിയിലാണു് അവ നില്ക്കുന്നതെന്ന കാര്യം നാം മറക്കരുതു്. ഭൂമി സൂര്യനു ചുററുമെന്നപോലെ, സൂര്യനും നക്ഷത്രസഞ്ചയങ്ങൾക്കിടയിൽ ചലിക്കുന്നുണ്ടു്. നാമോരോരുത്തരും ഭൂമിയുടെ ചലനത്തിൻെറ വേഗതയിൽ (ഒരു മണിക്കൂറിൽ 1800 കിലോമീററർ) സഞ്ചരിക്കുന്നുണ്ടു്. ഓടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു ബസ്സിൽ അടുത്തടുത്തിരിക്കുന്ന രണ്ടു യാത്രക്കാക്കു് അവർ ചലിക്കുന്നുണ്ടെന്നു തോന്നണമെന്നില്ല. എന്നാൽ റോഡിൽ നില്ക്കുന്ന ഒരാൾക്കു ബസ്സും, അതിലെ യാത്രക്കാരും, അതിവേഗം ചലിക്കുന്നുണ്ടെന്നു ബോധ്യമാവും. അപ്പോൾ ചലനമെന്നതു താരതമ്യപ്പെടുത്തുമ്പോൾ അല്പം വ്യത്യാസപ്പെട്ടു തോന്നും. ഒരു എക്സ്പ്രസ്സ് വണ്ടിയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന യാത്രക്കാരെ തമ്മിൽ താരതമ്യപ്പെടുത്തിയാൽ യാത്രക്കാരാരും ചലിക്കുന്നില്ല—അവർ വെറുതെ ഇരിക്കുകയാണു്. എന്നാൽ റെയിൽവെ പ്ലാററുഫോമിൽനിന്നു നോക്കുന്ന ഒരാൾക്കു യാത്രക്കാരെല്ലാം ദ്രുതഗതിയിലാണെന്നു തോന്നും. ഇതാണു് വ്യത്യാസം.

ചലനത്തിൽ വ്യത്യാസമുണ്ടെന്നു പറഞ്ഞുവല്ലോ. ഈ വ്യത്യാസം എങ്ങിനെയാണു് അളക്കുക? ഒരു നിശ്ചിതകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു നിശ്ചിതസമയത്തിൽ എത്ര ദൂരം സഞ്ചരിച്ചു എന്നു നോക്കിയിട്ടാണു് ഒരു വസ്തുവിൻെറ

വേഗത കണക്കാക്കുന്നതു്. നാല്പതു മൈൽ സ്പീഡിൽ ഒരു വണ്ടി ഓടുന്നു എന്നു പറഞ്ഞാലതിനർത്ഥം ശരാശരി ഒരു മണിക്കൂറിൽ നാല്പതു മൈൽ ഓടുന്നുവെന്നാണു്. ഒരു സെക്കൻറിൽ എത്ര അടി എന്ന തോതിലും വേഗത കണക്കാക്കാം. അല്ലെങ്കിൽ ഒരു സെക്കൻറിൽ എത്ര മീററർ എന്ന തോതിലും കണക്കാക്കാം. വേഗത കൂടുകയും കുറയുകയും ചെയ്യുന്നുണ്ടല്ലോ. സമയവും ദൂരവും തമ്മിലുള്ള തോതിനെയാണു് സ്പീഡ് എന്നു പറയുന്നതു്. ഒരേ സമയത്തിൽ ഒരേ ദൂരം സഞ്ചരിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിൽ സ്പീഡിന്നു വ്യത്യാസമൊന്നുമില്ല. ഒരു ഉദാഹരണമെടുക്കാം. ഒരു ബസ്സ് മണിക്കൂറിൽ ഇരുപത്തഞ്ചു മൈൽ വേഗതയിൽ ഓടുന്നുവെന്നു വെയ്ക്കുക. ഇതിന്നു വ്യത്യാസമൊന്നും വരുന്നില്ലെങ്കിൽ രണ്ടു മണിക്കൂറിൽ 25×2(=50) മൈൽ ദൂരം സഞ്ചരിക്കും. മൂന്നു മണിക്കൂറിൽ 25×3(=75) മൈൽ ദൂരം അതു് ഓടും. അപ്പോൾ ഒരേ വേഗതയിൽ പ്പോകുന്ന ഒരു വസ്തു ഒരു നിശ്ചിതസമയത്തിൽ ഇത്ര ദൂരം സഞ്ചരിച്ചു എന്നു നമുക്കു കണക്കാക്കാം.

സഞ്ചരിച്ച ദൂരം=സ്പീഡ്×സമയം

ഒരു സെക്കൻറിൽ 30 അംഗുലം ദൂരം നീങ്ങുന്ന ഒരു പന്തു് അഞ്ചു സെക്കൻറിൽ എത്ര ദൂരം സഞ്ചരിക്കുമെന്നു കണക്കാക്കാൻ സ്പീഡിനെ (30 അംഗുലത്തെ) സമയം കൊണ്ടു് (അതായതു് 5 കൊണ്ടു) പെരുക്കിയാൽ മതി. ഈ സൂത്രമുപയോഗിച്ചു് ഒരു വസ്തുവിൻെറ സ്പീഡും കാണാം. ഒരു കാർ നാലു മണിക്കൂറിൽ തിരുവനന്തപുരത്തുനിന്നു് ആലപ്പുഴ എത്തിയെന്നു വെയ്ക്കുക. തിരുവനന്തപു

ത്തുനിന്നു് ആലപ്പുഴയ്ക്കുള്ള ദൂരം 96 മൈലാണു്. സ്പീഡ് കണക്കാക്കുന്നതു് എങ്ങിനെയാണു്? സഞ്ചരിച്ച ദൂരത്തെ (96 മൈൽ) സമയംകൊണ്ടു (4 മണിക്കൂർ) ഹരിച്ചാൽ മതി.

$$\text{സഞ്ചരിച്ച ദൂരം} = 96 \text{ മൈൽ}$$

$$\text{സമയം} = 4 \text{ മണിക്കൂർ}$$

$$\text{സ്പീഡ്} = \frac{\text{സഞ്ചരിച്ച ദൂരം}}{\text{സമയം}} = \frac{96}{4}$$

$$= 24 \text{ മൈൽ (മണിക്കൂറിൽ).}$$

കാറിൻെറ വേഗത ശരാശരി ഒരു മണിക്കൂറിൽ 24 മൈലാണെന്നു കണക്കാക്കാം. ദൂരവും സമയവും മൈലിലോ, അടിയിലോ, മണിക്കൂറിലോ, മിനുട്ടിലോ, സെക്കൻഡിലോ, മീററരിലോ, കിലോമീററരിലോ പറയാം.

നമ്മളിൽ പലക്കും ഒരു കാറോ ബസ്സോ ഓടിക്കാനറിഞ്ഞെന്നുവരില്ല. എന്നാലും കാർ പെട്ടെന്നു ബ്രേക്കിട്ടുനിർത്തിയെന്നു നാം പറയാറുണ്ടു്. എന്താണു് ബ്രേക്കു്? കാറിൻെറ സ്പീഡു കുറയ്ക്കാനുള്ള ഒരു ഭാഗമാണതു്. ഡ്രൈവർ ബ്രേക്കിൽ ചവിട്ടിയാൽ വേഗത കുറയും. അമർത്തിച്ചവിട്ടിയാൽ കാർ അതിവേഗം നില്ക്കുകതന്നെ ചെയ്യും. അപ്പോൾ വേഗത കുറയ്ക്കാനാണു് ബ്രേക്കു്. വേഗത കൂട്ടാനായി ബ്രേക്കിൻെറ അടുത്തുതന്നെ മറെറാരു പാദകമുണ്ടു്. അതാണു് ആക്സിലരേററർ. ആക്സിലരേററിൽച്ചവിട്ടിയാൽ വേഗത കൂടും. അധികമധികം അമർത്തിച്ചവിട്ടിയാലതിന്നനുസരിച്ചു വേഗതയും വർദ്ധിക്കും. ഒരു കാർ ആദ്യത്തെ ഒരു മണിക്കൂറിൽ മുപ്പതു മൈലും, പിന്നത്തെ

മണിക്കൂറിൽ മുപ്പത്തഞ്ചുമൈലും, മൂന്നാമത്തെ മണിക്കൂറിൽ നാല്പതു മൈലും ഓടുന്നു. ഇവിടെ വേഗതയിൽ വദ്ധനവുണ്ടു്. ഒരു നിശ്ചിതസമയത്തു സ്പീഡിലുണ്ടാകുന്ന വദ്ധനവിനെയാണു് ശാസ്ത്രത്തിൽ ആക്സിലരേഷൻ എന്നു പറയുന്നതു്. മേൽപ്പറഞ്ഞ ഉദാഹരണത്തിൽ ആക്സിലരേഷൻ (വേഗതയിൽ വദ്ധനവ്) മണിക്കൂറിൽ അഞ്ചു മൈലാണു്. മുപ്പതു മൈൽ എന്നതു രണ്ടു മണിക്കൂറിൽ നാല്പതു മൈലായി. അതായതു രണ്ടു മണിക്കൂറിൽ പത്തു മൈൽ വേഗത കൂടി. അതുകൊണ്ടു് ഒരു മണിക്കൂറിലെ ആക്സിലരേഷൻ അഞ്ചു മൈലാണു്. വേഗത വദ്ധിക്കുന്നതു് എഞ്ചിൻെറ ശക്തി കൂടുമ്പോഴാണു്. എത്രകണ്ടു ശക്തിയിലോടുന്നുവോ അത്രകണ്ടു വേഗതയും വദ്ധിക്കുമല്ലോ. ഒരു തടിച്ച ആളേക്കാൾ വേഗത്തിൽ തടി കുറഞ്ഞ ഒരാൾക്കും, സാമാനങ്ങൾ കുത്തിക്കയററിയ ഒരു കാറിനേക്കാൾ വേഗത്തിൽ ഒരു ഒഴിഞ്ഞ കാറിന്നും ഓടാൻ കഴിയും എന്നു നമുക്കറിവുള്ളതാണല്ലോ.

സ്പീഡും ആക്സിലരേഷനും എന്താണെന്നു കഷ്ടിച്ചു വ്യക്തമായി എന്നു കരുതുന്നു. സംശയം തോന്നുന്നുണ്ടെങ്കിൽ സ്വന്തം ഒന്നിരുന്നു് ആലോചിച്ചുനോക്കൂ.

പുതിയ രണ്ടു വാക്കുകൾ—

ഇനർഷ്യയും ഫ്രിക്ഷനും

സയൻസിൽ 'ഇനർഷ്യ' എന്ന ഒരു വാക്കുണ്ടു്. അതിന്നു ലൂററിൻ ഭാഷയിൽ മടി (അലസത) എന്നാണർത്ഥം. നിശ്ചലമായി നില്ക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിന്നു നിശ്ചല

മായിരിക്കാനും, അനങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിന്നു് അനങ്ങിക്കൊണ്ടേ ഇരിക്കാനും ഉള്ളൊരു വാസനയുണ്ടു്. ഈ പ്രത്യേകഗുണത്തെയാണു് ഇനർഷ്യ എന്നു പറയുന്നതു്. മലയാളത്തിലുള്ള ചില ശാസ്ത്രപുസ്തകങ്ങളിൽ ഇതിനെ ജാഡ്യം എന്നാണു് വിളിച്ചിരിക്കുന്നതു്. നമുക്കെന്തായാലും ഇനർഷ്യ എന്ന വാക്കുതന്നെ പ്രയോഗിക്കാം. അങ്ങനെയാണല്ലോ നാം ആദ്യം തീരുമാനിച്ചതു്.

എല്ലാ വസ്തുക്കൾക്കും ഇനർഷ്യ എന്ന പൊതുഗുണമുണ്ടു്. ഒരു പന്തു് ഉരുളുന്നു എന്നു വെയ്ക്കുക—അല്ലെങ്കിൽ ഒരു പമ്പരം തിരിയുന്നു എന്നു വെയ്ക്കുക. എവിടെയെങ്കിലും ചെന്നു തടഞ്ഞാൽ പന്തും പമ്പരവും നിശ്ചലമാവും. അതുവരെ അതു തിരിയുകയോ ഉരുളുകയോ ചെയ്യും. അല്ലെങ്കിൽ, കുറെക്കഴിഞ്ഞാൽ അവയ്ക്കു നേരിടുന്ന പ്രതിരോധത്തിൻെറ (എതിർപ്പിൻെറ) ഫലമായി അവ നിശ്ചലമാവും. പ്രതിരോധത്തെ ജയിച്ചാലേ ചലിക്കാൻ കഴിയൂ. ഇങ്ങനെ പ്രതിരോധത്തെ ജയിക്കാനുള്ള ശക്തിയെയാണു് ബലം (Force) എന്നു പറയുന്നതു്. ഒരു വസ്തുവിൻെറ ഇനർഷ്യയ്ക്കു മാററം വരുത്തണമെങ്കിൽ ബലം പ്രയോഗിക്കണം. അനങ്ങാതിരിക്കുന്ന ഒരു പന്തിനെ ഉരുട്ടുന്നു. ഇതിന്നു ബലം പ്രയോഗിക്കണം. കുറച്ചു കഴിഞ്ഞാൽ ഉരുണ്ടുപോകുന്ന പന്തു നില്ക്കുന്നു. ഇതിന്നു ഭൂമിയുടെ പ്രതിരോധബലമാണു് സഹായിക്കുന്നതു്. അപ്പോൾ ഇനർഷ്യയെ ജയിക്കുന്നതെന്തോ, അതാണു് ബലം. ഒരു ബലം ഏതെങ്കിലുംവിധത്തിൽ പ്രയോഗിക്കാതെ അനങ്ങാതെ നില്ക്കുന്ന ഒന്നിനെ അനക്കാനോ, അനങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒന്നിനെ നിൎത്തുവാനോ സാധിക്കുകയില്ല.

ഒരു കാർ സ്റ്റാർട്ടുചെയ്യാനാണോ, അതോ ഓടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു കാറിൻെറ വേഗത കൂട്ടാനാണോ അധികം ബലം പ്രയോഗിക്കേണ്ടിവരിക? തീച്ച്യയായും കാർ സ്റ്റാർട്ടാക്കാനാണു് അധികം ബലം വേണ്ടതു്. കാരണം അതിൻെറ ഇനർഷ്യയെ ജയിക്കാനധികം വിഷമമുണ്ടു്. നേരിട്ടു് ഓടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിൻെറ വേഗത കൂട്ടുകമാത്രമേ വേണ്ടുവെങ്കിൽ ഇനർഷ്യയെ ജയിക്കേണ്ട, പ്രതിരോധബലത്തെമാത്രം ജയിച്ചാൽ മതി. ഓടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു വണ്ടിയുടെ എഞ്ചിൻ നിൎത്തിയാലും പിന്നേയും അതു കുറച്ചു ദൂരംകൂടി ഓടും. ഇതിന്നു കാരണവും ഇനർഷ്യതന്നെ.

തൂക്കം കൂടിയ വസ്തുവിന്നാണു് തൂക്കം കുറഞ്ഞ വസ്തുവേക്കാൾ ഇനർഷ്യ അധികം. വാസ്തവത്തിൽ ഒരു വസ്തുവിൻെറ തൂക്കം നോക്കിയാണു് അതിൻെറ ഇനർഷ്യതന്നെ കണക്കാക്കുന്നതു്. അതേസമയത്തു മനസ്സിലാക്കേണ്ട മറെറാരു വസ്തുതയുണ്ടു്. ഒരു വസ്തുവിന്നു ചന്ദ്രനിൽ തൂക്കം കുറയും. ഭൂമിയുടെ ഉൾഭാഗത്തു് ഒത്ത നടുവിൽ തൂക്കം തീരെ ഇല്ലാതാവും. പക്ഷേ, ഇങ്ങനെ തൂക്കത്തിൽ വന്ന വ്യത്യാസംകൊണ്ടു് അതിൻെറ ഇനർഷ്യയിൽ വ്യത്യാസം വരുന്നില്ല. ഇനർഷ്യ എല്ലാം സ്ഥലത്തും ഒന്നുതന്നെയായിരിക്കും.

ഫ്രിക്ഷൻ

നിഘർഷം എന്നു ചില മലയാളശാസ്ത്രപുസ്തകങ്ങളിൽ പറയപ്പെടുന്ന ഫ്രിക്ഷൻ എന്നാലെന്താണു്? പരസ്പരം തൊട്ടുരുമ്മിനിൽക്കുന്ന രണ്ടു വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള

ഉരസലിനെയാണു് ഫ്രിക്ഷൻ എന്നു പറയുന്നതു്. ഫ്രിക്ഷൻെറ ഫലമായി നീങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിൻെറ വേഗത ചുരുങ്ങുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന്നു് ഒരു സൈക്കിൾ ഓട്ടുമ്പോൾ, അതിൻെറ ചക്രങ്ങൾ റോഡിൽ ഉരുളുന്നു. റോഡിന്നും ചക്രത്തിന്നുമിടയിൽ ഫ്രിക്ഷനുണ്ടു്. ഇതുപോലെത്തന്നെ ചക്രം അതിൻെറ അച്ചുതണ്ടിന്മേലാണു് തിരിയുന്നതു്. അവിടേയും അച്ചുതണ്ടിൻേറയും ചക്രത്തിൻേറയുമിടയിൽ ഫ്രിക്ഷനുണ്ടു്. ഓരോ സ്ഥലത്തുമുള്ള ഫ്രിക്ഷൻ സൈക്കിളിൻെറ ചലനവേഗതയെ കുറയ്ക്കുന്നു. ഒരു യന്ത്രം നന്നെന്നും ചീത്തയെന്നും തീർച്ചയാക്കുന്നതിൽ മുഖ്യമായ ഒരു ഘടകം അതിന്നകത്തുള്ള ഫ്രിക്ഷനെ എത്രകണ്ടു ലഘൂകരിക്കാൻ യന്ത്രനിർമ്മാതാവിന്നു കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ടെന്നുള്ളതാണു്. ഫ്രിക്ഷൻെറ ഫലമായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ശക്തിയിലൊരു ഭാഗം വൃഥാ വിനിയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ഒരു കാർ ഓടാനുപയോഗിക്കുന്ന പെട്രോളിലധികഭാഗവും കത്തുന്നതു് ഫ്രിക്ഷനെ തരണംചെയ്യാനാണു്. ഫ്രിക്ഷനുണ്ടാവുന്ന സ്ഥലത്തെ ഭാഗങ്ങൾ അതിവേഗം തേഞ്ഞുപോവുകയും, റിപ്പേറുകൾ ആവശ്യമായി വരികയും ചെയ്യുന്നു. എൻജിന്നു് എണ്ണ കൊടുക്കുന്നതിൻെറ ആവശ്യം ഇപ്പോൾ എന്താണെന്നു മനസ്സിലായല്ലോ. കഴിവതും ഫ്രിക്ഷൻ കുറയ്ക്കാനാണു് അതു്. വാഹനങ്ങളുടെ ചക്രത്തിന്നും അച്ചുതണ്ടിന്നുമിടയിൽ ലോഹപ്പന്തുകൾ (ബാൾബേറിങ്ങ്) ഇടുന്നതും ഫ്രിക്ഷനെ ലഘൂകരിക്കാനാണു്. ഫ്രിക്ഷൻെറ ഫലമായി വളരെയേറെ ചൂടും യന്ത്രത്തിലുണ്ടാവുന്നുണ്ടു്. ഈ ചൂടു യഥാസമയം നീക്കംചെയ്യാൻ പല

വഴികളുമുണ്ടു്. എൻജിനകത്തു് ഒരു യന്ത്രവിശറി പ്രവ ത്തിക്കുന്നുണ്ടാവും; അല്ലെങ്കിൽ ഒരു ജലധാരയുണ്ടാവും. യന്ത്രനിർമ്മിതിയിൽ ഫ്രിക്ഷൻെറ ദോഷഫലങ്ങൾ കഴി യുന്നത്ര കുറയ്ക്കുവാൻ നോക്കുന്നതു് ഇങ്ങിനെയൊക്കെയാ ണു്.

ഒരു യന്ത്രത്തിന്നകത്തെ ഫ്രിക്ഷൻ കുറയ്ക്കേണ്ടതു് അത്യാവശ്യംതന്നെ. എന്നാൽ, ഫ്രിക്ഷൻ തീരെ ഇല്ലാ താവുന്നതു നല്ലതാണോ? കാറിൻെറ പുതിയ ടയറിന്മേൽ നിറച്ചു വരകളും പല്ലുകളും കാണാം. എന്തിനാണിവ? ടാറിട്ട നിരത്തിൽക്കൂടി കാറോടുമ്പോൾ വഴുക്കിപ്പോകാ തിരിക്കണമെങ്കിൽ കുറച്ചു ഫ്രിക്ഷൻ ആവശ്യമാണു്. അതുണ്ടാക്കാനാണു് ടയറിലെ വരകളും പല്ലുകളും മററും. ചിലപ്പോൾ ടാറിട്ട റോഡിൽ മണൽ വിതറിയിട്ടുണ്ടാ വും. അതിൻേറയും ആവശ്യം ഫ്രിക്ഷനുണ്ടാക്കാൻ സ ഹായിക്കുക എന്നതാണു്. നമുക്കു നടക്കാൻ കഴിയണമെ ങ്കിൽത്തന്നെ അല്പം ഫ്രിക്ഷൻ കൂടിയേ കഴിയൂ. നട്ടും ബോൾട്ടും തമ്മിൽ ഘടിപ്പിക്കാനും, ഒരു ആണി തട്ടിമേ ടി ഉറപ്പിക്കാനുമെല്ലാം കുറച്ചെങ്കിലും ഫ്രിക്ഷൻ ആവ ശ്യമാണു്. നവീനഭവനനിർമ്മാണവും മരസ്സാമാനങ്ങൾ നിർമ്മിക്കലുമെല്ലാം ഫ്രിക്ഷൻെറ തത്വത്തെ ആസ്പദിച്ചു ള്ളതാണു്. ഇങ്ങിനെയെല്ലാം നോക്കിയാൽ ഫ്രിക്ഷൻ ഏതു സമയത്തും അനാവശ്യമാണെന്നു പറഞ്ഞുകൂടാ. യന്ത്രത്തിലെ ഭാഗങ്ങൾ തമ്മിൽത്തമ്മിലുള്ള ഫ്രിക്ഷൻ ആകാവുന്നത്ര ഒഴിവാക്കാൻ നാം പരിശ്രമിക്കുന്നു. അതു പോലെത്തന്നെ സ്ക്രൂആണി, നട്ടു്, ബോൾട്ടു്, ആണി എന്നിങ്ങിനെ ഉറപ്പിച്ചു നിർത്തേണ്ട ചില വസ്തുക്കൾക്കു

ഫ്രിക്‌ഷൻ ആവശ്യമാണെന്നും നാം മനസ്സിലാക്കുന്നു. ലൂബ്രിക്കേഷൻ എന്ന പദ്ധതി ഫ്രിക്‌ഷൻ ലഘൂകരിക്കാനാണു്. ലൂബ്രിക്കേഷനുള്ള പ്രത്യേകതരം എണ്ണകളുണ്ടു്. ഇവയുടെ സമൃദ്ധിയായ ഉപയോഗം ഫ്രിക്‌ഷൻ കുറയ്ക്കാൻ വളരെയേറെ സഹായകമായിട്ടുണ്ടു്. മനുഷ്യശരീരത്തിൽ എല്ലുകൾക്കിടയിൽ പല സന്ധികളുമുണ്ടു്. സന്ധികൾ കൃത്യമായും കാര്യക്ഷമമായും പ്രവർത്തിക്കാൻ ഒരുതരം കൊഴുത്ത ദ്രാവകം അവിടങ്ങളിൽ ഉണ്ടാവുന്നുണ്ടു്. ഫ്രിക്‌ഷൻ കുറയ്ക്കാനുള്ള ഒരു ഏർപ്പാടാണു് ഇതും.

അത്ഭുതങ്ങളിലൊന്നു്

നമ്മുടെ ആചാര്യന്മാർ അമാനുഷന്മാർക്കുള്ള എട്ടു ഗുണങ്ങൾ പറഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്. ഇവയിലൊന്നു് ആകൃതി വലുതാക്കാനും ചെറുതാക്കാനുമുള്ള കഴിവാണു്. സാക്ഷാൽ ഹനൂമാനു് ഈ ഗുണമുണ്ടായിരുന്നുവെന്നാണു് പറയുന്നതു്. ലങ്കയ്ക്കു ചാടുന്ന ഹനൂമാനെ ഒരു രാക്ഷസനോ രാക്ഷസിയോ മറേറാ വിഴുങ്ങിയത്രേ. ഉടൻ ഹനൂമാൻ സ്വന്തം ശരീരം ചെറുതാക്കി ആ ഭീകരസത്വത്തിൻെറ ചെവിയിൽക്കൂടി രക്ഷ പ്രാപിച്ചുവെന്നും രാമായണം പറയുന്നു. നമ്മുടെ റബ്ബറിന്നും ഏതാണ്ടിതുപോലുള്ള ഗുണമുണ്ടു്. അതിനെ വലിച്ചുനീട്ടാൻ കഴിയും. ഈ മാതിരിയുള്ള സങ്കോചവികാസശക്തിക്കു് എലാസ്റ്റിസിററി എന്നാണു് പേരു പറയുക. ഒരു റബ്ബർച്ചരടിൻെറ രണ്ടററങ്ങൾ പിടിച്ചുവലിച്ചാൽ അതു നീളുന്നു. എന്നാൽ, പിടുത്തം വിട്ടാലോ? അതു പൂർവ്വസ്ഥിതിയെ പ്രാപിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഇങ്ങിനെ രൂപം മാറാൻ പല വസ്തുക്കൾക്കും സാദ്ധ്യമല്ല. ഖരവസ്തുക്കൾക്കു വളരെ വിഷമമാണു്. ഒരു ചൂരൽവടിയെ വളയ്ക്കാൻ കഴിയും. പിടി വിട്ടാൽ വളവു നിവരുകയും ചെയ്യും. ചൂരലിനെപ്പോലുള്ള വസ്തുക്കൾക്കു റബ്ബറിനോളമില്ലെങ്കിലും കുറച്ചു എലാസ്റ്റിസിററിയുണ്ടെന്നു വ്യക്തമാണു്. വായുവിനു തികച്ചും എലാസ്റ്റിസിററിയുണ്ടു്. ഒരു മുറിയിലുള്ള വായുവിനെ മുഴുവനും വേണമെങ്കിൽ ഒരു ഇരുമ്പുകുഴലിന്നകത്തു് അമത്തിയടക്കി നിത്താം. പക്ഷേ, കുഴൽ തുറന്നാൽ വായു മുറി മുഴുവൻ വ്യാപിക്കും. അപ്പോൾ റബ്ബറിന്നും വായുവിന്നും മററുമുള്ള ഈ ഗുണത്തെ നാം എങ്ങിനെ നിർവ്വചിക്കും? ബലം പ്രയോഗിച്ചാൽ രൂപത്തിന്നു മാററം വരികയും, ബലം വിട്ടാൽ ആദ്യത്തെ രൂപംതന്നെ അവലംബിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന ഒരു ഗുണമാണിതു്. അതാണു് എലാസ്റ്റിസിററി.

എലാസ്റ്റിസിററി എന്തിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും? ഒരു റബ്ബർച്ചരടിനെ പതുക്കെമാത്രം ഒന്നു വലിച്ചാൽ അതു് അല്പമൊന്നു നീളുന്നു. കൂടുതൽ ബലം പ്രയോഗിച്ചാൽ അതു പിന്നേയു നീളുന്നു. ഇനിയും കുറച്ചുകൂടി ബലം ഏല്പിച്ചാൽ അതു പരമാവധി നീളുന്നു. പിന്നീടതു നീളുകയില്ല. അപ്പോൾ ക്ഷമാശീലരായ മനുഷ്യരെപ്പോലെയാണു് റബ്ബറും! എലാസ്റ്റിസിററിയ്ക്കൊരു പരിധിയുണ്ടു്. ആ പരിധി വിട്ടാൽ പിന്നെ അതിന്നു രൂപമാററം വരില്ല. അതു പൊട്ടുകയോ ഒടിയുകയോ ചെയ്യും. 'എലാസ്റ്റിക് ലിമിററ്' എന്നു പറയുന്ന പരിധിയ്ക്കുള്ളിൽ മാത്രമേ സ്ഥിതിസ്ഥാപകതാതത്വത്തിനു പ്രവൎത്തി

ക്കാൻ കഴിയൂ. ഒരു സ്പ്രിങ്ങിന്നു് എലാസ്റ്റിസിററിയു ണ്ടു്. പക്ഷേ അതിന്നു താങ്ങാവുന്നതിലധികം ബലം പ്ര യോഗിച്ചാൽ സ്പ്രിങ്ങിൻെറ ചുരുൾ നിവരുകയും അതി ൻെറ എലാസ്റ്റിസിററി നഷ്ടപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ആ ഘട്ടം കഴിഞ്ഞാൽ പിന്നീടു് എലാസ്റ്റിസിററിയുടെ നിയ മങ്ങളൊന്നും അതിന്നു ബാധകമല്ല. കൂടുതൽ ബലം ഉ പയോഗിച്ചാൽ കൂടുതൽ വലിവുണ്ടാകുമെന്നു പറയുന്ന തു് എലാസ്റ്റിക് ലിമിററിൻെറ പരിധിക്കുള്ളിൽ മാത്രമാ ണു്. ഒരു വസ്തുവിൻെറ എലാസ്റ്റിക് ലിമിററ് എത്രയു ണ്ടോ അത്രയും ആ വസ്തുവിന്നു് എലാസ്റ്റിസിററിയുണ്ടെ ന്നു പറയാം. ഒരു ചൂരലിനോളം എലാസ്റ്റിസിററി മുളവ ടിയ്ക്കില്ല. ചൂരലിന്നാണു് അധികം എലാസ്റ്റിക്പരിധി യുള്ളതു് എന്നർത്ഥം.

അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്നു തെററു പററി!

രണ്ടായിരം കൊല്ലംമുമ്പു ഗ്രീസിൽ ഒരു മഹാബു ദ്ധിമാൻ ജീവിച്ചിരുന്നു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ പേർ അരി സ്റ്റോട്ടിൽ (384—322 ബി. സി.) എന്നായിരുന്നു. പ്രസി ദ്ധനായ പ്ലേറേറാ എന്ന തത്വചിന്തകൻെറ ശിഷ്യനാ യിരുന്നു അദ്ദേഹം. തർക്കം, ദർശനം, ഫിസിക്സ്, ജ്യോതി ശ്ശാസ്ത്രം, കാലാവസ്ഥാശാസ്ത്രം, ജീവിശാസ്ത്രം, മനശ്ശാ സ്ത്രം, സന്മാർഗ്ഗശാസ്ത്രം, രാഷ്ട്രമീമാംസ, സാഹിത്യനിരൂ പണശാസ്ത്രം എന്നിങ്ങിനെ മാനവവിജ്ഞാനത്തിൻെറ പല ശാഖകളിലുമായി അരിസ്റ്റോട്ടിൽ പഠനം നടത്തി ഇരുപത്തിരണ്ടു പ്രബന്ധങ്ങൾ രചിച്ചിട്ടുണ്ടു്. പക്ഷേ

ന്ദ്രിയങ്ങൾമുഖേനയാണു് നമുക്കു് അറിവു ലഭിക്കുന്നതെന്നും, യുക്തിചിന്തകൊണ്ടു് എന്തിൻെറയും അന്തസ്സത്തയിലേയ്ക്കു പ്രവേശിക്കാൻ നമുക്കു കഴിയുമെന്നും അദ്ദേഹം പ്രഖ്യാപിച്ചു. ലോകത്തിലുള്ള സർവ്വവസ്തുക്കളും ഭൂമി, വെള്ളം, വായു, തിയ്യ് എന്നിങ്ങിനെ നാലു പ്രാഥമികവസ്തുക്കൾ ചേർന്നുണ്ടായതാണെന്നും അദ്ദേഹം സ്ഥാപിച്ചു. ഇരുപതാംനൂററാണ്ടിൻെറ ഷഷ്ടിപൂർത്തിയോടടുത്ത ഇന്നു് അരിസ്റ്റോട്ടിലിൻെറ പല നിഗമനങ്ങളേയും ശാസ്ത്രീയകണ്ടുപിടുത്തങ്ങൾ മാററിമറിച്ചിട്ടുണ്ടെങ്കിലും, അത്രയും പണ്ടു മാനവവിജ്ഞാനത്തിൻെറ എല്ലാ ശാഖകൾക്കുമെന്നു തന്നെ പറയാം ഗണ്യമായ സംഭാവന നൽകിയതിൽ അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്നു വമ്പിച്ച ഒരു പങ്കുണ്ടു്. ഈ മഹാബുദ്ധിമാനായ അരിസ്റ്റോട്ടിൽ പറഞ്ഞു, തൂക്കം കൂടിയ ഒരു വസ്തുവും തൂക്കം കുറഞ്ഞ ഒരു വസ്തുവും ഒപ്പം ഒരേ ഉയരത്തിൽനിന്നു കീഴ്പ്പോട്ടിട്ടാൽ തൂക്കം കൂടിയ വസ്തുവാണു് ആദ്യം ഭൂമിയിലെത്തുക എന്നു്. ഒരു ഇരുമ്പുപന്തും ഒരു തൂവലും ഒരേ ഉയരത്തിൽനിന്നു കീഴ്പ്പോട്ടിട്ടാൽ തീർച്ചയായും ഇരുമ്പുപന്താണു് ആദ്യം ഭൂമിയിൽ വീഴുക എന്ന സാമാന്യവിചാരംവെച്ചു് ഒരു രണ്ടായിരം കൊല്ലം അരിസ്റ്റോട്ടിലിൻെറ പ്രസ്താവനയെ ചോദ്യം ചെയ്യാൻ ആരും തയ്യാറായില്ല. ഗലീലിയോ (1564—1642) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണു് അരിസ്റ്റോട്ടിലിൻെറ ഈ പ്രസ്താവനയെ ഒന്നു പരീക്ഷിച്ചുനോക്കാൻ പുറപ്പെട്ടതു്. ഇററലിയിലെ പൈസാ എന്ന സ്ഥലത്തു് ജനിച്ചു് ഒരു ഗണിതശാസ്ത്രപ്രൊഫസ്സറായി ജീവിച്ച അദ്ദേഹം പൈസായിലെ ചെരിഞ്ഞ ഗോപുരത്തിൻെറ മുകളിൽനിന്നു വ്യത്യസ്തവലിപ്പ

ുള്ള രണ്ടു ഇരുമ്പുഗോളങ്ങൾ താഴത്തേയ്ക്കിട്ടു. അത്ഭുത മെന്നേ പറയേണ്ടു, രണ്ടായിരം കൊല്ലമായി ധരിച്ചു വെച്ചിരുന്ന ആശയം ശരിയല്ലെന്നു പ്രഖ്യാപിച്ചുംകൊണ്ടു രണ്ടു ഗോളങ്ങളും ഒരേ സമയത്തുതന്നെ താഴെ വന്നുവീണു. ഈ കണ്ടുപിടുത്തത്തോടുകൂടി യാഥാസ്ഥിതികന്മാർ ഗലീലിയോവിനെ എതിർത്തു. നക്ഷത്രശാസ്ത്രത്തിലദ്ദേഹം നടത്തിയ ഗവേഷണങ്ങളുടെ ഫലങ്ങൾ ഒരു ഗ്രന്ഥമായി പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. അന്നത്തെ ഭരണാധികാരികൾ ആ ഗ്രന്ഥം നിരോധിച്ചു. ഗലീലിയോവിനെ ഇൻക്വിസിഷൻെറ പള്ളിക്കോടതി മുമ്പാകെ ഹാജരാക്കി. ഏതായാലും അരിസ്റ്റോട്ടിലിൻെറ ധാരണ തിരുത്തപ്പെട്ടു. ഏതു ബുദ്ധിമാനും തെററു പററാനിടയുണ്ടല്ലോ.

ഗലീലിയോ എന്തു പറഞ്ഞാലും, ഒരു തൂവലും പന്തും ഒരേ സമയത്തു് ഒരേ ഉയരത്തിൽനിന്നു കീഴ്പോട്ടിട്ടാൽ ഒപ്പമല്ലല്ലോ ഭൂമിയിൽ വന്നുവീഴുന്നതു്. അതിന്നെന്താണു് കാരണം? വായുവിൻെറ പ്രതിരോധശക്തിയാണിതിന്നു കാരണം. ഒരേ വലിപ്പത്തിലുള്ള രണ്ടു കടലാസ്സെടുത്തു് ഒന്നിനെ ചുരുട്ടി ഒരു ഉണ്ടയാക്കുക; മറേറതു ചുരുട്ടാതേയും വെയ്ക്കുക. ചുരുട്ടിയ കടലാസ്സും, ചുരുട്ടാത്ത കടലാസ്സും ഒരേ ഉയരത്തിൽനിന്നു കീഴ്പോട്ടിടുക. എന്തു സംഭവിക്കും? ചുരുട്ടാത്ത കടലാസ്സ വായുവിലങ്ങുമിങ്ങും പറന്നു കീഴ്പോട്ടു പതുക്കെമാത്രം വീഴും. ചുരുട്ടിക്കൂട്ടിയ കടലാസ്സാകട്ടെ പെട്ടെന്നു കീഴ്പോട്ടു വീഴുകയും ചെയ്യും. രണ്ടിൻേറയും തൂക്കത്തിൽ വ്യത്യാസമില്ല. എന്നിട്ടും ഒന്നു വേഗം താഴെ വീഴുന്നു. ഇതിന്നു കാരണമെന്താണു്? കീ

ഴ്ലോട്ടു വീഴുന്ന ഒരു വസ്തു വായുവിനെ പിളൎന്നാണു് സഞ്ചരിക്കുന്നതു്. ഇതിൻെറ ഫലമായി വായുവിനെ പിളൎത്താനുള്ള ബലം വേണ്ടിവരും. വായുവിൻെറ പ്രതിരോധശക്തി പരന്ന വസ്തുക്കളിന്മേലാവും അധികം ബാധിക്കുക. ചുരുട്ടിയ കടലാസ്സിന്മേൽ വായുവിൻെറ ബലം ബാധിക്കുന്നതിനേക്കാൾ പരന്ന കടലാസ്സിന്മേലതു ബാധിക്കും. ഇരുമ്പുപന്തിനേക്കാൾ പതുക്കെ തൂവൽ വീഴാൻ കാരണം വായുവിൻെറ ഈ പ്രതിരോധശക്തിയാണു്. ഒരു ശൂന്യപ്രദേശത്തിലാണു് പന്തും തൂവലും വീഴുന്നതെങ്കിൽ, ഈ വ്യത്യാസം കാണുകയില്ല. രണ്ടും ഒരേ സമയത്തു ഭൂമിയിൽ വന്നുവീഴും.

വായുവിൻെറ എതിർശക്തി പ്രവൎത്തിക്കുന്നതു വീഴുന്ന വസ്തുവിൻെറ ആകൃതി, പരപ്പു്, വേഗത എന്നിവയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. താഴോട്ടു വീഴുംതോറും ഒരു വസ്തുവിൻെറ വേഗത വൎദ്ധിച്ചുതന്നെ ഇരിക്കും. ഒരു വസ്തുവിൻെറ തൂക്കവും അതു കീഴ്ലോട്ടു വീഴുന്നതിൻെറ വേഗതയും തമ്മിൽ യാതൊരു ബന്ധവുമില്ല. എത്ര തൂക്കമധികമായാലും കുറഞ്ഞാലും വസ്തുക്കൾ വീഴുന്നതു് ഒരേ വേഗതയിലാണു്.

ഐസാക് ന്യൂട്ടൻ

ഗലീലിയോ മരിച്ച കൊല്ലം (1642) ഇംഗ്ലണ്ടിൽ മെലിഞ്ഞ ഒരു കുട്ടി ജനിച്ചു. ഭാവിയിൽ ഒരു മഹാശാസ്ത്രജ്ഞനായിത്തീൎന്ന ഐസാക് ന്യൂട്ടനായിരുന്നു ആ ശിശു. ശാസ്ത്രസദസ്സായ റോയൽ സൊസൈററിയുടെ പ്രസി

ഡൻറായും, പാർലിമെൻറിലെ അംഗമായും, ഫിസിക്സി ലും ഗണിതശാസ്ത്രത്തിലും ഒരു പ്രൊഫസ്സറായും ന്യൂട്ടൻ വിശ്വപ്രഖ്യാതനായി. 1685-ലാണു് ന്യൂട്ടൻെറ സുപ്രസിദ്ധമായ പരസ്പരാകർഷണസിദ്ധാന്തം പ്രഖ്യാപിക്കപ്പെട്ടതു്. പ്രപഞ്ചത്തിലെ ഓരോ കണവും മററൊരു കണത്തെ ആകർഷിക്കുന്നു എന്നും ഏതു രൂപത്തിലാണു് ഈ ആകർഷണബലം പ്രവർത്തിക്കുന്നതെന്നും സിദ്ധപ്പെടുത്തുന്ന പരസ്പരാകർഷണപ്രമാണം കണ്ടുപിടിക്കാനിടവരുത്തിയതു് ഒരു ആപ്പിൾപ്പഴം വീഴുന്ന കാഴ്ചയാണെന്നു പറയപ്പെടുന്നു. 1665-ലാണു് ഒരു ആപ്പിൾപ്പഴം വീഴുന്നതു ന്യൂട്ടനെ ചിന്തിപ്പിച്ചതു്. ഇരുപതുകൊല്ലത്തെ തീവ്രപഠനത്തിനുശേഷമാണു് പരസ്പരാകർഷണസിദ്ധാന്തം അദ്ദേഹം ആവിഷ്കരിച്ചതു്. നക്ഷത്രമണ്ഡലത്തിലാകെ ന്യൂട്ടൻെറ അന്വേഷണബുദ്ധിയും യുക്തിബോധവും വിഹരിച്ചുവെന്നു പറഞ്ഞാൽ തെററില്ല.

ന്യൂട്ടൻെറ മൂന്നു ചലനനിയമങ്ങൾ പ്രസിദ്ധമാണു്. ഗലീലിയോ തുടങ്ങിവെച്ചതും ന്യൂട്ടൻ പിൻതുടർന്നതുമായ പഠനപരമ്പരകളുടെ ആകത്തുകയാണു് ഈ മൂന്നു ചലനനിയമങ്ങൾ. വെളിച്ചത്തിൻെറ വേഗതയുടെ അടുത്തെത്തുമ്പോഴെല്ലാം ചലനനിയമങ്ങൾക്കു് അല്പസ്വല്പം വ്യത്യാസം വരുമെങ്കിലും പൊതുവെ ഇന്നും ന്യൂട്ടൻെറ ചലനനിയമങ്ങൾക്കു കാര്യമായ വ്യത്യാസമെന്നും വന്നിട്ടില്ല.

ഒന്നാമത്തെ നിയമമിതാണു്: "ഏതു വസ്തുവും ഒന്നുകിൽ വെറുതെ നില്ക്കുന്നു, അല്ലെങ്കിൽ ഒരു നേർരേഖ

യിൽക്കൂടി ക്ലപ്തവേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഇതിന്നു വ്യത്യാസം വരണമെങ്കിൽ എന്തെങ്കിലും ബലം പ്രയോഗിക്കുകതന്നെ വേണം." മുമ്പു പ്രതിപാദിച്ച ഇനർഷ്യ എന്ന തത്വത്തിനെ ആസ്പദിച്ചുണ്ടാക്കിയ നിയമമാണിതു്. ഒരു കാറിൻെറ വേഗത കൂട്ടാനും കുറയ്ക്കാനും ബലം പ്രയോഗിക്കണമെന്നപോലെ കാറിനെ തിരിക്കാനും—അതിനെ നേരായ ഗതിയിൽനിന്നു വ്യതിചലിപ്പിക്കാനും—ബലം പ്രയോഗിക്കണമെന്നു സാരം. ബലം പ്രയോഗിച്ചില്ലെങ്കിൽ അനങ്ങാതിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തു അനങ്ങുകയില്ല. ഒരു നേർരേഖയിൽ, ഒരു പ്രത്യേകവേഗതയിൽ, അനങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന വസ്തുവിൻെറ വേഗതയിലോ ദിശയിലോ ബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടാതെ വ്യത്യാസം വരികയുമില്ല. ഇതാണു് ഒന്നാമത്തെ ചലനനിയമം—ന്യൂട്ടൻെറ 'ഫസ്റ്റ് ലാ ഓഫ് മോഷൻ'.

ന്യൂട്ടൻെറ രണ്ടാമത്തെ നിയമമിതാണു്: "ഒരു വസ്തുവിൻെറ ആക്സിലരേഷൻ വസ്തുവിന്മേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലത്തിന്നു് അനുലോമമായും, വസ്തുവിൻെറ തൂക്കത്തിന്നു പ്രതിലോമമായും ഇരിക്കും."

വേഗതയിലുണ്ടാവുന്ന വ്യത്യാസത്തെയാണു് ആക്സിലരേഷൻ എന്നു പറയുന്നതെന്നു മുന്നദ്ധ്യായത്തിൽ സൂചിപ്പിച്ചുവല്ലോ. ഇതും വസ്തുവിൻെറ തൂക്കവും, പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലവും തമ്മിൽ ഒരു ബന്ധമുണ്ടെന്നാണു് രണ്ടാമത്തെ ചലനനിയമം. ആ ബന്ധത്തെ താഴെ പറയുംവിധം ചിത്രീകരിക്കാം.

ബലം = തൂക്കം × ആക്സിലരേഷൻ.

വേഗത വർദ്ധിപ്പിക്കണമെങ്കിൽ അതിന്നനുസരിച്ച ബലം വർദ്ധിപ്പിക്കണം. തൂക്കം അധികമുണ്ടെങ്കിൽ അതിന്നനുസരിച്ചും ബലം വർദ്ധിപ്പിക്കണം. ഇതാണു് രണ്ടാമത്തെ ചലനനിയമം—ന്യൂട്ടൻെറ 'സെക്കൻറ് ലാ ഓഫ് മോഷൻ'.

മൂന്നാമത്തെ നിയമമിതാണു്: "ജോഡികളായാണു് ബലം എപ്പോഴും പ്രവർത്തിക്കുന്നതു്. ഇവ ഓരോന്നും തുല്യവും അതേ സമയത്തുതന്നെ എതിരായി പ്രവർത്തിക്കുന്നവയുമാണു്." (Forces always act in pairs and the two forces in a pair are equal and opposite.)

ഇവിടെ എത്തുമ്പോഴാണു് ന്യൂട്ടൻ ഒരു മാർക്സിസ്റ്റായോ എന്നു തോന്നുന്നതു്. മാർക്സിൻെറ ദ്വന്ദ്വാത്മകഭൌതികവാദത്തിൻെറ (ഡയലക്റ്റിക്സിൻെറ) തത്വവും മിക്കവാറും ഇതുതന്നെയാണു്.

ഓരോ പ്രവൃത്തിക്കും എതിരായി തുല്യമായ ഒരു എതിർപ്രവർത്തനമുണ്ടു്. ഒരു ക്രിയയ്ക്കെതിരായി ഒരു പ്രതിക്രിയയുണ്ടു്. ന്യൂട്ടൻെറ ഭാഷയിൽത്തന്നെ പറഞ്ഞാൽ, "നിങ്ങൾ വിരലുകൊണ്ടു് ഒരു കല്ലിനെ അമർത്തിയാൽ, കല്ലു നിങ്ങളുടെ വിരലിനേയും ഇങ്ങോട്ടമർത്തുന്നുണ്ടു്."

ഒരു വാതിൽ തുറക്കുകയാണെന്നു വെയ്ക്കുക. വാതിലിനെ ഒരാൾ ഉന്തിത്തുറക്കുന്നു. അതേസമയത്തു വാതിൽ അയാളെ ഇങ്ങോട്ടും തുല്യശക്തിയിൽ ഉന്തുന്നുണ്ടു്! മേശപ്പുറത്തു വെച്ച ഒരു പുസ്തകം മേശയെ അമർത്തുന്നപോലെ മേശ പുസ്തകത്തെ ഇങ്ങോട്ടും തള്ളുന്നുണ്ടു്. ഇങ്ങിനെ ഉദാഹരണങ്ങൾ എത്ര വേണമെങ്കിൽ പറയാം.

ഏതു ക്രിയയ്ക്കും (Action) എതിരായി ഒരു പ്രതി ക്രിയ (Reaction) ഉണ്ടു്. അതേസമയം ഇവ തുല്യവുമാണു്. അതാണു് ന്യൂട്ടൻെറ മൂന്നാമത്തെ ചലനനിയമം.

മാർക്സും എംഗൽസും ആവിഷ്ക്കരിച്ച വൈരുദ്ധ്യാധിഷ്ഠിതഭൌതികവാദവും (ഡയലക്ടിക്കൽ മററീരിയലിസവും) പറയുന്നതിതാണു്—ഓരോന്നിനേയും കണ്ടാൽപ്പോരാ, അതിൻെറ നിഷേധത്തേയും കാണണം. എങ്കിൽ മാത്രമേ പൂർണ്ണമായും ഒന്നിനെ കണ്ടുവെന്നു പറയാൻ പാടുള്ളൂ.

രണ്ടു പ്രശ്നങ്ങൾ

ഒരു ചക്രത്തിൻെറ മീതെയുള്ള കയറിൻെറ ഒരററത്തു് ഒരു ഭാരം കെട്ടിത്തൂക്കിയിരിക്കുന്നു. കയറിൻെറ മറുഭാഗം പിടികൂടിയിരിക്കുന്നതു് ഒരു കുരങ്ങനാണു്. ഒരു വശത്തെ ഭാരവും മറുവശത്തെ കുരങ്ങും ഒരേ തൂക്കമാണു് എന്നു വെയ്ക്കുക. കുരങ്ങൻ അനങ്ങാതിരിക്കുകയാണു്. കയർ സമതുലനത്തിൽ നിൽക്കുന്നുണ്ടു്.

കുരങ്ങനല്ലേ? എത്രനേരം അനങ്ങാതിരിക്കും? കുരങ്ങൻ കയറിന്മേൽക്കൂടി മേൽപ്പോട്ടു പൊന്തുകയാണെന്നു വെയ്ക്കുക. മറുവശത്തുള്ള ഭാരത്തിന്നെന്തു സംഭവിക്കും? കുരങ്ങൻ കയറുംതോറും ആ ഭാരവും പൊന്തുമോ? അതോ താഴുമോ? ഈ ചോദ്യത്തിന്നു് ഉത്തരം കാണണം. ചക്രത്തിലുണ്ടാവുന്ന ഫ്രിക്ഷനും കയറിൻെറ തൂക്കവും നിസ്സാരമായിക്കണക്കാക്കിയാൽ മതി. എന്തു സംഭവിക്കും? പറയാമോ?

ഇവിടെയാണു് ന്യൂട്ടന്റെ ചലനനിയമങ്ങൾ പ്രയോഗിക്കേണ്ടതു്. കുരങ്ങൻ കയറിന്മേൽക്കൂടി മേൽപ്പോട്ടു കയറുമ്പോൾ ആക്സിലരേഷൻ മേൽപ്പോട്ടാണു്. ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാംചലനനിയമപ്രകാരം, കയറു കുരങ്ങനെമാത്രം താങ്ങിനിന്നാൽപ്പോരാ; ആക്സിലരേഷന്റെ തൂക്കവും അതിനുണ്ടാവും. ഇതിന്റെ ഫലമായി കയറിന്മേലുള്ള വലിവു വർദ്ധിക്കും. ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാമത്തെ ചലനനിയമപ്രകാരം, കയറിന്മേലുണ്ടായ ഈ വലിവു മറുഭാഗത്തുള്ള ഭാരത്തേയും ബാധിക്കും. അവിടേയും ആക്സിലരേഷൻ മുകളിലേയ്ക്കാണു് പ്രവർത്തിക്കുക. അപ്പോൾ എന്താണുണ്ടാവുക? കുരങ്ങൻ മുകളിലേയ്ക്കു പൊന്തും; അതേസമയംതന്നെ ഭാരവും മുകളിലേയ്ക്കു പൊന്തും. കുരങ്ങൻ കയറിന്മേൽക്കൂടി കീഴ്പ്പോട്ടിറങ്ങുകയാണെന്നിരിക്കട്ടെ, കയറിന്റെ വലിവു ചുരുങ്ങും. കുരങ്ങൻ കീഴ്പ്പോട്ടു് ഇറങ്ങിയാലതിന്നനുസരിച്ച് ഭാരവും കീഴ്പോട്ടു നീങ്ങും. ഇനി സ്വല്പം ഇതിനെപ്പററി ആലോചിക്കു. എന്നാൽ സംഗതി വ്യക്തമാവും.

ഇനി മറെറാരു പ്രശ്നത്തിലേയ്ക്കു കടക്കാം. കൂട്ടിന്നകത്തു് ഒരു പക്ഷി. പക്ഷിക്കു് ഒരു റാത്തൽ തൂക്കമുണ്ടെന്നു കരുതുക. കൂടിന്നു് അഞ്ചു റാത്തൽ തൂക്കമുണ്ടെന്നും വെയ്ക്കുക. കൂട്ടിന്നകത്താണു് പക്ഷി. പക്ഷി കൂട്ടിന്നുള്ളിൽ വട്ടത്തിൽ പറക്കുകയാണെന്നും വെയ്ക്കുക. ആ സമയത്തു കൂടിന്റെ തൂക്കം നോക്കിയാൽ അതിൽ പക്ഷിയുടെ തൂക്കം ഉൾപ്പെടുമോ?

ഇതിനെപ്പററിയൊരു കഥതന്നെയുണ്ടു്. ഒരു രസികൻ രണ്ടു ഗംഭീരപ്രൊഫസർമാരോടു് ഒരു ചോദ്യം ചോ

ദിച്ചുവത്രേ. ഒരു പ്രൊഫസരോടു ചോദിച്ചതു് അഞ്ചു റാത്തൽ തൂക്കമുള്ള ഒരു വലക്കൂട്ടിന്നകത്തു പറക്കുന്ന പക്ഷിയുടെ (1 റാത്തൽ) തൂക്കം കൂടിൻെറ തൂക്കത്തെ ബാധിക്കുമോ എന്നും പക്ഷിയുടേയും കൂടിൻേറയുംകൂടി തൂക്കം എന്തായിരിക്കും എന്നുമാണു്. മറെറാരു പ്രൊഫസരോടു ചോദിച്ചതു്, അടച്ചുറപ്പായ ഒരു സ്ഫടികക്കൂട്ടിന്നകത്തു (5 റാത്തൽ) 1 റാത്തൽ തൂക്കമുള്ള ഒരു പക്ഷിയുണ്ടെങ്കിൽ രണ്ടിൻേറയുംകൂടി തൂക്കം എന്തായിരിക്കുമെന്നും ആണു്. ഒരാൾ പറഞ്ഞു പക്ഷി പറക്കുന്ന കൂടിന്നു് 5 റാത്തൽ തൂക്കമേ ഉണ്ടാവൂ എന്നു്. മറേറ പ്രൊഫസർ പറഞ്ഞു, ആറു റാത്തൽ തൂക്കമുണ്ടാവുമെന്നു്. ഇതിലേതാണു് ശരി?

പക്ഷി, കൂട്ടിന്നകത്തിരിക്കുകയാണെങ്കിൽ പക്ഷിയുടേയും (1 റാത്തൽ) കൂടിൻേറയും (5 റാത്തൽ)കൂടി തൂക്കം 6 റാത്തലായിരിക്കുമെന്നു നിസ്തക്കമായ സംഗതിയാണു്. പക്ഷേ, കൂടു തൊടാതെ അതിന്നകത്തു പറക്കുന്ന പക്ഷിയുടെ കാര്യത്തിലോ? പക്ഷിയുടെ തൂക്കം കൂടിനെ ബാധിക്കുമോ?

വിശദമായി ഈ പ്രശ്നം ആലോചിച്ചാൽ രണ്ടു പ്രൊഫസർമാർ പറഞ്ഞതും ശരിയല്ലേ എന്നു തോന്നും. കൂട്ടിന്നകത്തെ പക്ഷി വീഴുന്നില്ല. വീഴാതിരിക്കണമെങ്കിൽ അതിനെ ആരെങ്കിലും താങ്ങിനിൽക്കണമല്ലോ. ഇവിടെ, വായുവാണു് പറക്കുന്ന പക്ഷിയെ കൂട്ടിന്നകത്തു വീഴാതെ നിലനിത്തുന്നതു്. പക്ഷിയെ ഒരു റാത്തൽ ശക്തിയോടുകൂടി വായു, താങ്ങിനില്ക്കുന്നു. പക്ഷിയാകട്ടെ, ഒരു റാത്തൽ ശക്തിയോടുകൂടി താഴോട്ടു വീഴാനും തുടങ്ങുന്നു. വലകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ കൂടായതുകൊണ്ടു്, പക്ഷിയു

ടെ തൂക്കം കൂടിനെ ബാധിക്കില്ല—അതു കീഴ്പോട്ടേയ്ക്കു പോകും. വായുവിന്നു പരന്ന ഒരു തലത്തെയല്ലാതെ വലക്കണ്ണികളെ തള്ളാൻ കഴിയില്ലല്ലോ. ആ നിലയ്ക്കു നോക്കിയാൽ ആദ്യത്തെ പ്രൊഫസർ പറഞ്ഞപോലെ കൂടിന്റേയും കൂട്ടിന്നകത്തു പറക്കുന്ന പക്ഷിയുടേയുംകൂടി തൂക്കം 5 റാത്തൽ മാത്രമായിരിക്കും. നേരെ മറിച്ച് അടച്ചുറപ്പായ ഒരു സ്ഫടികക്കൂട്ടിന്നകത്താണ് പക്ഷി പറക്കുന്നതെങ്കിൽ പക്ഷിയുടെ ഒരു റാത്തൽ തൂക്കംകൂടി കൂടിന്നുണ്ടാവും. കാരണം വായുവിന്റെ മർദ്ദം കൂടിനെ ബാധിക്കുമെന്നതുതന്നെ. രണ്ടിന്റേയുംകൂടി തൂക്കം ആറു റാത്തലായിരിക്കും.

അപ്പോൾ രണ്ടു പ്രൊഫസർമാരും പറഞ്ഞ ഉത്തരം ശരിയാണ്. ഈ പ്രശ്നത്തെപ്പററിയും കുറച്ചൊന്നിരുന്നു ചിന്തിക്കുന്നതു നല്ലതാണ്.

സമതുലനവും ആകർഷണവും

മേശപ്പുറത്ത് അതാ ഒരു പുസ്തകം. അതവിടെ നിശ്ചലമായിക്കിടക്കുന്നു. നാം മുമ്പു മനസ്സിലാക്കിയ മാതിരി അതിനെ നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽനിന്ന് അനക്കണമെങ്കിൽ എന്തെങ്കിലും ബലം പ്രയോഗിക്കണം. ബലം പ്രയോഗിക്കുംവരെ പുസ്തകം അനങ്ങാതെ കിടക്കും. ഇനി ഇതേ കാര്യംതന്നെ കുറേക്കൂടി ശാസ്ത്രീയമായിപ്പറഞ്ഞാൽ, പുസ്തകത്തിന്മേൽ പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ബലങ്ങൾ പരസ്പരം ഇല്ലാതാവുന്നതിനാലാണ് പുസ്തകം നിശ്ചലമായി, സമതുലനത്തിൽക്കിടക്കുന്നതു്.

സമതുലനത്തിൽ നില്ക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിനെ ഒന്നു ചലിപ്പിച്ചു എന്നു വെയ്ക്കുക. എന്തു സംഭവിക്കും? വീണ്ടും സമതുലനനിലയിലേയ്ക്കു തിരിച്ചുവരാൻ അതൊരു ശ്രമം നടത്തും. അല്ലെങ്കിൽ ചലനത്തെ വർദ്ധിപ്പിക്കാൻ പററിയ രീതിയിലതു പ്രവർത്തിക്കും.

ശാസ്ത്രദൃഷ്ട്യാ ഒരു വസ്തു സമതുലനാവസ്ഥയിലാണെന്നു പറഞ്ഞാലതിന്നർത്ഥം നിശ്ചലമാണെന്നല്ല. നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ സ്വാഭാവികമായും അതിനൊരു സമതുലിതാവസ്ഥയുണ്ടാവുമെങ്കിലും, ഒരു നേർരേഖയിൽക്കൂടി ഒരേ വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിന്നും സമതുലനമുണ്ടു്. വേഗത കൂട്ടുകയോ കുറയ്ക്കുകയോ ചെയ്താലും, നേർവഴിക്കല്ലാതെ പോയാലും സമതുലനനില നഷ്ടപ്പെടുന്നു.

അപ്പോൾ ഒരു വസ്തുവിനെ ഉന്തുകയോ തള്ളുകയോ ചെയ്യാത്ത ഒരു നിലയ്ക്കുപുറമെ, ഒരേ മാതിരി ബലം ഒരു വസ്തുവിന്മേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിൽ അത്തരം വസ്തുക്കൾക്കും സമതുലനമുണ്ടു് എന്നു വരുന്നു. എങ്കിലും, സമതുലനാവസ്ഥയിലാവണമെങ്കിൽ, ഒരു വസ്തുവിൻെറ നേക്കു വരുന്ന ബലങ്ങളെല്ലാം തമ്മിൽത്തമ്മിൽ തട്ടിക്കിഴിക്കണം. ഓടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു കാറിന്മേൽ നാലു ബലങ്ങൾ പ്രവർത്തിക്കുന്നുണ്ടു്. എങ്കിലും ഈ ബലങ്ങൾ പരസ്പരം തട്ടിക്കിഴിഞ്ഞുപോകുന്നു. ജോഡിയായാണു് ഇവ പ്രവർത്തിക്കുന്നതു്. ഭൂമി കാറിനെ ആകർഷിക്കുന്നു. ഈ ബലത്തിനെതിരായി, തുല്യശക്തിയോടുകൂടി, റോഡു കാറിനെ മേൽപ്പോട്ടു് ഉന്തുകയും ചെയ്യുന്നു. കാർ മുന്നോട്ടു

പോകുന്നതു എൻജിന്റെ ബലംകൊണ്ടാണല്ലോ. ഇതി ന്നെതിരായി വായുവിന്റെ പ്രതിരോധശക്തിക്കു പുറമെ മററു ബലങ്ങളും പ്രവർത്തിക്കുന്നുണ്ടു്. എങ്കിലും, എതിർ ബലത്തേക്കാളധികം ബലമുള്ളതുകൊണ്ടാണു് കാർ മു മ്പോട്ടു പായുന്നതു്.

ഭൌതികശാസ്ത്രത്തിൽ ഭൂമിയുടെ ആകർഷണബല ത്തിന്നു പ്രധാനമായ ഒരു സ്ഥാനമാണുള്ളതു്. ഇതു വേ ണ്ടവിധം കണക്കാക്കാതെ യാന്ത്രികപുരോഗതിതന്നെ സാധ്യമല്ല. ഒരു വസ്തു കീഴ്പോട്ടു വീഴുന്നതു് ആകർഷണ ബലംകൊണ്ടാണു്. ഒരാളുടെ തൂക്കവും ആകർഷണബല വുമായി ബന്ധമുണ്ടു്. ഉത്തരധ്രുവത്തിൽ ഒരാളുടെ തൂക്ക വും, കേരളത്തിൽ അതേ ആളുടെ തൂക്കവും ഒന്നായിരി ക്കില്ല. ഭൂമിയുടെ കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു് അകലുംതോറും ആ കർഷണബലവും കുറഞ്ഞുകുറഞ്ഞു വരുന്നു.

സോവിയററു സ്പുട്നിക്കുകൾ ആകാശത്തേയ്ക്കു തൊ ടുത്തു വിട്ടപ്പോഴും, ഒരു കോസ്മിക്കു് റോക്കററു ബാഹ്യാകാ ശത്തിലേയ്ക്കു വിട്ടപ്പോഴും, മറെറാരു റോക്കററു ചന്ദ്രനിൽ ച്ചെന്നിറങ്ങിയപ്പോഴും ഭൂമിയുടെ ആകർഷണബലത്തെ ത രണംചെയ്യാനുള്ള ഏർപ്പാടുകളാണു് അതിന്നു വഴിവെച്ച തു്. ചന്ദ്രനിലേയ്ക്കു് ഒരു റോക്കററു് എത്തണമെങ്കിൽ ഭൂ മിയുടെ ആകർഷണബലത്തെ ജയിച്ചു് അതിന്നു് ഉയ രാൻ കഴിയണമല്ലോ.

ഐസാക് ന്യൂട്ടൻ ആവിഷ്കരിച്ച പരസ്പരാകർഷണ നിയമപ്രകാരം, പ്രപഞ്ചത്തിലെ ഏതു രണ്ടു വസ്തുക്കളും തമ്മിലാകർഷിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടു്. ഓരോന്നിന്റെയും തൂക്ക

ത്തിലുള്ള ആധിക്യത്തിന്നനുസരിച്ച് ഈ ബലം വദ്ധി ക്കും; രണ്ടു വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള ദൂരം കൂടുംതോറും ആകഷണബലം കുറയുകയും ചെയ്യും. രണ്ടു വസ്തുക്കൾ ഒരു വാര ദൂരത്തിലാണെങ്കിൽ അവതമ്മിലുള്ള ആകഷണത്തിൻെറ നാലിലൊന്നേ ആ വസ്തുക്കൾ രണ്ടുവാര ദൂരത്തിലാണെ ങ്കിലുണ്ടാവൂ എന്നു കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഒരു റാത്തലു ള്ള വസ്തുവിനേക്കാൾ പത്തിരട്ടി ശക്തിയിലാണ് പത്തു റാത്തലുള്ള ഒരു വസ്തുവിനെ ഭൂമി ആകഷിക്കുന്നതു്. ഭൂമി യുടെ തൂക്കം ഇന്നുള്ളതിൻെറ ഇരട്ടിയായെന്നിരിക്കട്ടെ. മേൽപ്പറഞ്ഞ വസ്തുക്കളെ ഇരട്ടി ശക്തിയോടുകൂടിയാവും ഭൂമി ആകഷിക്കുക. അങ്ങനെ വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള ദൂര വും, വസ്തുക്കളുടെ തൂക്കവും ആകഷണബലത്തെ കൂട്ടുക യും കുറയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

എന്നാൽ ഒരു ചോദ്യം ഉത്ഭവിക്കുന്നു. പ്രപഞ്ച ത്തിലെ വസ്തുക്കളെല്ലാം പരസ്പരം ആകഷിക്കപ്പെടുന്നു ണ്ടെങ്കിൽ, പിന്നെ എന്താണ് അതു നമുക്ക് അനുഭവ പ്പെടാത്തതു്? കാരണം, അതു വളരെ തുച്ഛമാണെന്നതു തന്നെ. എങ്കിലും മേൽപ്പോട്ടെറിഞ്ഞ ഒരു കല്ല് വീഴുന്ന തും, ഒരു വസ്തുവിന്നു തൂക്കം ഉണ്ടാവുന്നതും ഈ ആകഷ ണബലംകൊണ്ടാണെന്ന വസ്തുത നമുക്ക് അനുഭവത്തിലു ള്ളതാണല്ലോ.

ഇതു സ്പുട്നിക്കുകളുടേയും ചന്ദ്രനിലേയ്ക്കുള്ള റോ ക്കററുകളുടേയും യുഗമാണ്. ഭൂമിയുടെ ആകഷണബലം ഇല്ലായിരുന്നുവെങ്കിൽ, ഇത്തരം കൃത്രിമഉപഗ്രഹങ്ങളെ ല്ലാം ഒരു നേർരേഖയിൽക്കൂടി ശൂന്യാന്തരിക്ഷത്തിൽ നീ

ങ്ങുമായിരുന്നു. എന്നാൽ ഒരു പ്രത്യേകപ്രദക്ഷിണപഥത്തിൽക്കൂടിയാണു് ഇവ സഞ്ചരിക്കുന്നതു്. കാരണം ആകർഷണബലംതന്നെ.

ഒരു വസ്തുവിൻെറ ഓരോ അണുവും ആകർഷിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടു്. എന്നാൽ, ഒരു ഘനവസ്തുവിൻെറ ഒരു പ്രത്യേകകേന്ദ്രത്തിലാണു് ആകർഷണബലങ്ങൾ ഒന്നിച്ചു പ്രവർത്തിക്കുന്നതെന്നു തോന്നും. ഒരു ചെറിയ പുസ്തകമെടുത്താൽ അതിൻെറ ഒത്ത നടുക്കു നമ്മുടെ വിരലിൻെറ അററത്തു വീഴാതെ നിർത്താം. ഇങ്ങനെ ഓരോ വസ്തുവിന്നും ഒരു ആകർഷണകേന്ദ്രമുണ്ടു്. ഇതാണു് സെൻർ ഓഫ് ഗ്രാവിററി—ഗുരുത്വാകർഷണകേന്ദ്രം.

ഒരു വസ്തുവിൻെറ ആകർഷണകേന്ദ്രം എത്രകണ്ടു താഴുന്നുവോ അത്രയ്ക്കു് അതിന്നു സ്ഥിരതയുണ്ടെന്നു പറയാം. ഒരു കാളവണ്ടിയിൽ വൈക്കോൽ ഉയരത്തിൽ വെച്ചിട്ടുണ്ടെന്നു കരുതുക; വേറൊന്നിൽ മരപ്പലകകളും. ഇതിൽ വൈക്കോൽവണ്ടിയാണു് കൂടുതൽ വേഗത്തിൽ മറിയാനെളുപ്പം. കാരണം, കൂമ്പാരംകൂട്ടിയ വൈക്കോലുള്ളതിനാൽ, ഭാരം നിറച്ച വണ്ടിയുടെ ആകെ ആകർഷണകേന്ദ്രം ഭൂമിയിൽനിന്നു് ഉയർന്നിട്ടുണ്ടാവും. തൂക്കം കൂടിയ വസ്തുക്കൾക്കാണു് തൂക്കം കുറഞ്ഞ വസ്തുക്കളേക്കാൾ സ്ഥിരതയുള്ളതു്. ഒരു വസ്തുവിനെ ആ സ്ഥിതിയിൽനിന്നു മാററണമെങ്കിൽ എത്ര അദ്ധ്വാനിക്കണമോ അതിന്നനുസരിച്ചു സ്ഥിരതയും വ്യത്യാസപ്പെടും. കൂടുതലദ്ധ്വാനിച്ചാലേ ഒരു വസ്തു നീങ്ങുകയുള്ളുവെങ്കിൽ അത്രയ്ക്കും അതിന്നു സ്ഥിരതയുണ്ടെന്നു വരുന്നു. വളരെ ലഘുവായി ഒരു വസ്തുവിൻെറ

സ്ഥിതിക്കു മാററം വരുത്താമെങ്കിലോ, അത്രയും സ്ഥിരത കുറവുമാണു്. ഒരു ജീപ്പും, പുതിയ മോഡലിൽ നിലത്തോടു പററിക്കിടക്കുന്ന ഒരു മോട്ടോർകാറും തമ്മിൽ താരതമ്യപ്പെടുത്തിയാൽ, മോട്ടോർകാറിൻെറ ആകർഷണകേന്ദ്രം വളരെ താഴ്ന്നിരിക്കുമെന്നതുകൊണ്ടു് അതിന്നാണു് അധികം സ്ഥിരത എന്നു പറയാം. ജീപ്പുകൾ കൂടുതൽ വേഗം മറിയാൻ കാരണവും ഇതുതന്നെ.

ശക്തിയും പ്രവൃത്തിയും

നാം ഒരു പ്രവൃത്തി ചെയ്യുന്നു എന്നു വെയ്ക്കുക. എന്താണു് ഇതിൻെറ അർത്ഥം? തലയിലൊരു ഭാരം ചുമന്നു നില്ക്കുകയാണെന്നു കരുതുക. അല്ലെങ്കിൽ എഴുതുകയോ വായിക്കുകയോ ആണെന്നു വെയ്ക്കുക. ഇതൊക്കെ പ്രവൃത്തിയാണു്. എന്നാൽ ശാസ്ത്രത്തിൽ പ്രവൃത്തി എന്നു പറഞ്ഞാൽ അതിന്നു കുറെക്കൂടി പരിമിതമായ ഒരു അർത്ഥമാണുള്ളതു്. ഒരു ബലം ഒരു വസ്തുവിനെ കുറച്ചു ദൂരം നീക്കിയാലതിന്നുമാത്രമേ ശാസ്ത്രത്തിൽ പ്രവൃത്തി എന്നു പറയൂ. ഒരു പെട്ടിയെ പൊക്കിയെടുത്തു് അല്പം നീക്കിവെയ്ക്കാം. അല്ലെങ്കിൽ പെട്ടിയെ ഉന്തിനീക്കാം. രണ്ടും പ്രവൃത്തിയാണു്. പ്രയത്നത്തിൻെറ ഫലമാണു് പ്രവൃത്തി.

പ്രവൃത്തി ചെയ്യാനുള്ള ശക്തിയാണു് എനർജി, അഥവാ പ്രയത്നശക്തി. പ്രയത്നശക്തിയും പ്രവൃത്തിയും തമ്മിൽ ദൃഢമായ ബന്ധമാണുള്ളതു് എന്നു വ്യക്തമാണല്ലോ. പവർ എന്നു പറയുന്നതു് ഒരു ക്ലിപ്തസമയത്തിന്നകത്തു പ്രവൃത്തി ചെയ്യുന്നതിൻെറ തോതിനെയാണു്.

എനർജി എന്നതിന്നത്ഥം പ്രവത്തിക്കാനുള്ള ശക്തി എന്നാണെങ്കിൽ, പവർ എന്നതു് ഒരു നിശ്ചിതസമയത്തിന്നകത്തു ചെയ്ത പ്രവൃത്തിയുടെ അളവാണു്. പ്രവത്തനവേഗതയ്ക്കനുസരിച്ച പവറും വ്യത്യാസപ്പെടും. ഉദാഹരണത്തിന്നു് ഒരു ഭാരത്തെ ഒരു സെക്കൻറിൽ ഒരടി ഉയരം പൊക്കാൻ വേണ്ടതിൻെറ ഇരട്ടി പവർ ഉപയോഗിച്ചാലേ അതിനെ ഒരു സെക്കൻറിൽ രണ്ടടി ഉയത്താൻ കഴിയൂ. പവറിനെ അളക്കുന്നതു ഹോർസ്പവർ, കിലോവാട്ട് എന്നീ അളവുകളെക്കൊണ്ടാണു്. ഒരു നിശ്ചിതസമയമാത്രയിൽ ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തിയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിലാണു് ഹോർസ്പവർ എന്നും കിലോവാട്ട് എന്നും മററുമുള്ള പദങ്ങളുണ്ടായതുതന്നെ. പ്രയത്നത്തെയെന്നപോലെത്തന്നെ പവറും അളന്നു കണക്കാക്കാവുന്നതാണു്.

വളരെ വിഷമമുള്ള പ്രവൃത്തികളുണ്ടു്. ഒരു ബുദ്ധിമുട്ടുള്ള കണക്കിന്നു് ഉത്തരം കണ്ടുപിടിക്കൽ, ഉദാഹരണമായെടുക്കുക. പക്ഷേ, ഭൌതികശാസ്ത്രദൃഷ്ട്യാ പഠിക്കലും, കണക്കുകൂട്ടലും, പാട്ടുപാടലും, ചിത്രം വരയ്ക്കലും ഒന്നും പ്രവൃത്തികളല്ല. പ്രവൃത്തിയെ പിന്നെ എങ്ങനെ കണക്കാക്കാം?

പ്രവൃത്തി=സഞ്ചരിച്ച ദൂരം X ഉപയോഗിച്ച ബലം.

യാന്ത്രികമായ ഒരു പ്രവൃത്തിയിൽ രണ്ടു ഘടകങ്ങളുണ്ടു്: ഒന്നാമതു്, ഒരു ബലം പ്രയോഗിക്കണം; രണ്ടാമതു് ആ ബലം ഒരു പ്രത്യേകദൂരംവരെ പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടാവണം. ഒരാൾ ഒരു തോണി തുഴയുന്നു, അല്ലെങ്കിൽ കോണി കയറുന്നു, എന്നു വെയ്ക്കുക. ഒരു ബലം ഇവിടെ

ഒരു പ്രത്യേകദൂരംവരെ പ്രവൎത്തിക്കുന്നുണ്ടു്. ഒരാൾ ഒരു ഭാരവും ചുമന്നു വെറുതെ അങ്ങിനെ നിന്നാൽ അയാൾ യാന്ത്രികമായി പ്രവൃത്തിയൊന്നും ചെയ്യുന്നില്ലെന്നു വ്യക്തമാണു്. ബലം ഉപയോഗിച്ചാൽമാത്രം പോരാ, അതു് ഒരു പ്രത്യേകദൂരം പ്രവൎത്തിക്കുകയുംവേണം. എന്നാൽ നിരന്തരമായി ഒരു ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നതെന്തിനാണു്? പ്രതിരോധശക്തിയെ നേരിടുവാൻതന്നെ. ഒരു വസ്തു ചലിക്കുന്നതിന്നെതിരായി യാതൊരു ശക്തിയും പ്രവൎത്തിക്കുന്നില്ലെങ്കിൽ പിന്നെ ബലം പ്രയോഗിക്കേണ്ട ആവശ്യമില്ലല്ലോ. ഒരു വസ്തുവിൻെറ ചലനത്തെ രണ്ടു ബലങ്ങൾ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നുണ്ടു്. ഒന്നാമതു്, ഭൂമിയുടെ ആകൎഷണബലം അതിനെ സദാ കീഴ്പോട്ടുതന്നെ വലിക്കുന്നു. രണ്ടാമതു്, ഫ്രിക്ഷൻ അതിൻെറ ചലനത്തെ വിഘ്നപ്പെടുത്തുന്നു.

ഒരു യന്ത്രം നല്ല യന്ത്രമാണോ അല്ലയോ, ഒരാൾ ഒരു നല്ല പണിക്കാരനാണോ അല്ലയോ എന്നു കാൎയ്യക്ഷമത നോക്കിയാണല്ലോ തീരുമാനിക്കുക. എന്താണു് കാൎയ്യക്ഷമത? എടുത്ത പ്രവൃത്തിയിൽ എത്ര തോതു ഫലപ്രദമായിരുന്നു എന്നതാണു് കാൎയ്യക്ഷമതയുടെ ആലംബം. ഒരാൾ ഒരു മണിക്കൂർ കൈക്കോട്ടെടുത്തു കിളച്ചു. വേറൊരാളും ഒരു മണിക്കൂർ കിളച്ചു. ഒന്നാമത്തെ ആൾ 4 വാഴക്കുഴി കുത്തി. രണ്ടാമത്തെ ആൾ അതുപോലെ 8 വാഴക്കുഴിയും. ഇവിടെ രണ്ടാമത്തെ ആൾക്കു കാൎയ്യക്ഷമത കൂടും. അതുപോലെത്തന്നെ ഒരു യന്ത്രത്തിന്നകത്തു നടക്കുന്ന പ്രവൃത്തിയും, അതിൽനിന്നു ഫലപ്രദമായുണ്ടായ പ്രവൃത്തിയും

തമ്മിലുള്ള തോതു നോക്കിയാണ് കാര്യക്ഷമത തീരുമാനിക്കുന്നതു്. ചുരുങ്ങിയ സമയംകൊണ്ടു കൂടുതൽ പ്രവൃത്തി ചെയ്യുക എന്നതാണ് കാര്യക്ഷമതയുടെ അടിസ്ഥാനം.

യാന്ത്രികപ്രവൃത്തിയെടുക്കുന്നതിൻെറ നിരക്കിനെയാണ് പവർ എന്നു വിളിക്കുന്നതു്. അതായതു്, പവർ= എടുത്ത പ്രവൃത്തി ÷ സമയം. ഒരു കപ്പലിൽ സാമാനങ്ങൾ നിറയ്ക്കുകയാണെന്നു വെയ്ക്കുക. ഒരാൾ തനിച്ചാണ് തുറമുഖത്തിൽ കിടക്കുന്ന സാമാനമെല്ലാം കപ്പലിന്നകത്താക്കുന്നതെങ്കിൽ ഒരുപാടു സമയം പിടിക്കും. അതിന്നുപകരം വല്ല യന്ത്രവുമാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതെങ്കിലോ? ആ ഒരാൾ ഒരു ദിവസംകൊണ്ടു ചെയ്ത പ്രവൃത്തി വളരെ കുറച്ചു സമയംകൊണ്ടു യന്ത്രം നിവ്വഹിക്കും. ഇങ്ങനെയാവുമ്പോൾ യന്ത്രത്തിന്നു മനുഷ്യനേക്കാൾ പവർ കൂടും എന്നു നമുക്കു പറയാം. കൂടുതൽ വേഗതയുണ്ടു് യന്ത്രത്തിന്നു്. ഒരു യന്ത്രത്തിൻെറ പവർ കണക്കാക്കുന്നതെങ്ങിനെയാണു്? ചെയ്ത പ്രവൃത്തിയെ വേണ്ടിവന്ന സമയംകൊണ്ടു ഹരിച്ചിട്ടാണതു കണക്കാക്കുന്നതു്. ഒരാൾ ഇരുപതു റാത്തൽ തൂക്കമുള്ള ഒരു ഭാരംകൊണ്ടു് 10 അടി ഉയരമുള്ള ഒരു കോണി 10 സെക്കൻഡുകൊണ്ടു കയറുന്നുണ്ടെങ്കിൽ, 200 റാത്തലിനെ 10 സെക്കൻഡുകൊണ്ടു പൊന്തിക്കുന്നു എന്ന നിലയ്ക്കു് ഒരു സെക്കൻഡിൽ 10 റാത്തലാണ് ശരാശരിവരുന്നതു്. ഇതാണ് പവർ.

ഒരു എൻജിന്നു് ഇത്ര ഹോർസ് പവർ ഉണ്ടു് എന്നു പറയാറുണ്ടു്. എന്താണ് ഈ ഹോർസ് പവർ എന്നു

പറഞ്ഞാൽ? പതിനെട്ടാംനൂററാണ്ടിൽ ഇംഗ്ലണ്ടിൽ ആവിയന്ത്രങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ച കാലത്തു്—ഇവ ഖനികളിലും മററും പ്രായോഗികമാക്കിത്തുടങ്ങിയ കാലത്തു്—ഇത്തരം യന്ത്രമുപയോഗിച്ചാൽ എത്ര കുതിരകളെ പ്രവൃത്തിയിൽനിന്നു് ഒഴിവാക്കാമെന്നു് അവക്കു കണക്കാക്കിപ്പറയേണ്ടതായി വന്നു. ഒരു യന്ത്രമുപയോഗിച്ചാൽ ഇരുപതു കുതിരകളെ ഒഴിവാക്കാം അല്ലെങ്കിൽ ഇരുപത്തഞ്ചു കുതിരകളെ ഒഴിവാക്കാം എന്നു കണക്കാക്കുന്നതിന്നു് ഒരു കുതിര എത്ര പ്രവൃത്തിയെടുക്കുമെന്നു കണക്കാക്കേണ്ടതായി വന്നു. ഇങ്ങിനെയാണു് കുതിരശ്ശക്തിയുടെ ഉത്ഭവം. ഒരു ഹോർസ് പവർ എന്നാൽ 75 കിലോഗ്രാമാണു്.

ആദ്യമുണ്ടായ ആവിയന്ത്രങ്ങൾക്കു കുറച്ചു കുതിരകളെ മാത്രമേ വേണ്ടെന്നു വെയ്ക്കാൻ കഴിഞ്ഞിരുന്നുള്ളു. ഇന്നാകട്ടെ, ഒരു കുതിരയ്ക്കു നില്ക്കാൻ വേണ്ടത്ര സ്ഥലംപോലുമില്ലാത്ത ഒരു ഏരോപ്ലേനിന്റെ എൻജിന്നു് ആയിരവും രണ്ടായിരവും കുതിരശ്ശക്തിയാണുള്ളതു്. ഒരു വലിയ ആവിയന്ത്രത്തിനാകട്ടെ, ഒരു ലക്ഷം ഹോർസ് പവർ ഉണ്ടായിരിക്കും.

എനർജി

പ്രവൃത്തി ചെയ്യാനുള്ള ശക്തിയെയാണു് എനർജി എന്നു പറയുന്നതു്. പ്രവൃത്തി ചെയ്യാനുള്ള കഴിവുണ്ടാവുന്നതെങ്ങിനെയാണു്? ഒരു ഭാരിച്ച സാധനം മുകളിൽനിന്നു കീഴ്പോട്ടു പെട്ടെന്നു വീഴുന്നുണ്ടെങ്കിൽ അങ്ങിനെ വീഴുന്ന സാധനത്തിന്നു പ്രവൃത്തിചെയ്യാനുള്ള കഴിവു

ണ്ടു്—അഥവാ എനർജിയുണ്ടു്. ഒരു വാച്ചിൻെറ സ്പ്രിങ്ങിനെ നാം ആദ്യം 'വൈൻഡു' ചെയ്തു മുറുക്കുന്നു. പിന്നീടു് ആ സ്പ്രിങ്ങിന്നു വാച്ചിൻെറ ചക്രങ്ങളേയും സൂചികളേയും ചലിപ്പിക്കാനുള്ള കഴിവുണ്ടു്. പ്രകൃതിയുടെ ഒരു ശക്ത്യുൽപാദനകേന്ദ്രമാണു് വെള്ളച്ചാട്ടം. വെള്ളച്ചാട്ടത്തിൻെറ ശക്തികൊണ്ടാണു് ഇന്നു ജലവിദ്യുച്ഛക്തി ഉണ്ടാക്കുന്നതു്. ഈ വിദ്യുച്ഛക്തിയാകട്ടെ എണ്ണമററ എഞ്ചിനുകളെ ഓടിക്കാൻ സഹായിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

മനുഷ്യൻെറ ഏററവും നല്ല ചങ്ങാതിയാണു് തീയ്. തീതന്നെയാണു് മനുഷ്യൻെറ ഭയങ്കരനായ ശത്രുവും. നിയന്ത്രണത്തിലായ തീയിൽനിന്നു നാം എന്തെല്ലാം ഗുണങ്ങളാണു് അനുഭവിക്കുന്നതു്? തീയിൽനിന്നു് ആവിയുണ്ടാക്കാം. ആ ആവികൊണ്ടു തീവണ്ടിയും കപ്പലും ഓടിക്കാം. ഭക്ഷണം പാകംചെയ്യാം.

വിദ്യുച്ഛക്തികൊണ്ടും ഉണ്ടാക്കാം ചൂടു്. ഒരു ബൾബ്ബിന്നകത്തുള്ള നേരിയ കമ്പിയിൽക്കൂടി വൈദ്യുതതരംഗം പ്രവഹിക്കുമ്പോഴാണു് ആ കമ്പിക്കു ചൂടുണ്ടായി അതു തിളങ്ങുന്നതു്. ഒരു ഇരുമ്പിൻകഷണത്തെ അതിതപ്തമാക്കിയാൽ അതു ചുവന്നു പഴുക്കുന്നതുപോലെ, കമ്പിയും ചൂടായി മിന്നിത്തിളങ്ങുന്നു.

ചൂടു തീയിൽനിന്നും, വൈദ്യുതശക്തിയിൽനിന്നും കൂട്ടി ഉരസലിൽനിന്നും ഉണ്ടാവുന്നു. കൽക്കരിയിലും വിറകിലും വെള്ളച്ചാട്ടത്തിലും എല്ലാം ചൂടു സംഭരിച്ചുവെച്ചിട്ടുണ്ടു്. വിറകും കൽക്കരിയും കത്തുന്നു. അവയ്ക്കു രാസ

പരിണാമം വരുമ്പോഴാണു് ചൂടുണ്ടാവുന്നതു് എന്നു സാരം.

എനർജിയെ രണ്ടുതരങ്ങളാക്കിത്തിരിക്കാം. ഒന്നു്, പൊട്ടെൻഷ്യൽ എനർജി. രണ്ടു്, കൈനെററിക് എനർജി. ഒരു കുന്നിൻെറ ശിഖരത്തിലൊരു വലിയ പാറയുണ്ടെന്നു കരുതുക. ആ കുന്നിൻെറ മുകളിൽനിന്നതിനെ ഒന്നിളക്കിവിട്ടാൽ അതു കീഴ്പോട്ടു വീഴുകയും പല നാശനഷ്ടങ്ങളും ഉണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യും. അതിൻെറ സ്ഥിതിയിൽനിന്നു് ആ കല്ലിന്നു ശക്തി ലഭിക്കുന്നു. കല്ലു കീഴ്പോട്ടു വീണു സമതലത്തിലെത്തിയാൽ അതിൻെറ ശക്തി നശിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇങ്ങിനെ ഒരു പ്രത്യേക സ്ഥിതിവിശേഷത്തിൻെറ ഫലമായി ലഭിക്കുന്ന എനർജിയെ പൊട്ടെൻഷ്യൽ എനർജി എന്നു പറയുന്നു. ഒരു മേശപ്പുറത്തുള്ള പുസ്തകത്തിലും, വലിച്ചുനീട്ടിയ സ്പ്രിങ്ങിലും, കൽക്കരിക്കൂമ്പാരത്തിലും, സ്റ്റോറേജ് ബാററിയിലും, കുലച്ച വില്ലിലും പൊട്ടെൻഷ്യൽ എനർജിയുണ്ടു്.

ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിൽനിന്നുണ്ടാവുന്ന എനർജിയെയാണു് കൈനെററിക് എനർജി എന്നു പറയുന്നതു്. മണിക്കൂറിൽ 500 നാഴിക വേഗത്തിൽ പറന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു വിമാനത്തിൻെറ എഞ്ചിൻ കുറച്ചുനേരം നിൎത്തിയാലും, ആദ്യത്തെ ചലനംകൊണ്ടുണ്ടായ ശക്തി വിമാനത്തെ കുറെ ദൂരംകൂടി ഓടിക്കും. അതിവേഗതയിൽ ഓടുന്ന ഒരു മോട്ടോർകാറിൻെറ എഞ്ചിൻ ഒരു ചെറിയ കയററത്തിൻെറ തുടക്കത്തിൽവെച്ചു നിൎത്തലാക്കിയാലും ആദ്യം ഓടുമ്പോഴുണ്ടായ ശക്തി

കാരണം ആ കയററം കയറുന്നതായി നമുക്ക് അനുഭവ പ്പെടും. അപ്പോൾ ചലനവേഗത വർദ്ധിക്കുംതോറും അതിന്നുള്ള കൈനെററിക് എനർജിയും വർദ്ധിക്കുമോ? ഉവ്വ്. അതുപോലെത്തന്നെ ആ വസ്തുവിൻെറ തൂക്കം വർദ്ധിക്കുംതോറും അതിന്നുള്ള കൈനെററിക് എനർജിയും വർദ്ധിക്കും. 10ടൺ തൂക്കമുള്ള ഒരു ലോറിയും 1ടൺ തൂക്കമുള്ള കാറും രണ്ടും മണിക്കൂറിൽ മുപ്പതുനാഴിക വേഗത്തിൽ ഓടുന്നുവെങ്കിൽ ആദ്യത്തേതിന്നു രണ്ടാമത്തേതിനേക്കാൾ പത്തിരട്ടിയുണ്ടാവും കൈനെററിക് എനർജി. എന്നാൽ വേഗതയിലുള്ള വ്യത്യാസം കൈനെററിക് എനർജിയെ എങ്ങിനെ ബാധിക്കും? ഒരു വാഹനം മണിക്കൂറിൽ 30നാഴിക വേഗത്തിലും മറെറാന്നു 60 നാഴിക വേഗത്തിലും ഓടുന്നുവെന്നു വെയ്ക്കുക. ഇതിൽ ആദ്യത്തേതിന്നേക്കാൾ നാലിരട്ടി എനർജിയുണ്ടു് രണ്ടാമത്തേതിന്നു്. വേഗതയുടെ വർഗ്ഗത്തിനനുസരിച്ചാണു് (Square of velocity) എനർജി വ്യത്യാസപ്പെടുന്നതു്. ഓടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു വാഹനത്തെ നിർത്തുന്നതിൽ ഈ തത്വം ഓർമ്മവെയ്ക്കണം. തോക്കിൽനിന്നു പോകുന്ന ഉണ്ടയുടേയും കവണയിൽനിന്നു പോകുന്ന കല്ലിൻേറയും കൈനെററിക് എനർജിക്കു മാരകഫലങ്ങളുണ്ടാക്കാൻ കഴിയും. എനർജിയെ ഒരുതരത്തിൽനിന്നു മറെറാന്നാക്കി മാററാൻ കഴിയും. ഒരു രൂപ നോട്ടു കൊടുത്താൽ നൂറു നയാപൈസ കിട്ടും. ഒരുറുപ്പികയും നൂറു നയാപൈസയും സമമാണു്. എത്ര എനർജി ചിലവിട്ടുവോ അത്രതന്നെ എനർജി നമുക്കു ലഭിക്കുകയും ചെയ്യും. ചൂടു് ഒരുതരം എനർജിയാണു്. അതിനെ വേണമെങ്കിൽ കെമിക്കൽ എനർജിയായും വൈദ്യ

തശക്തിയായും മാററാം. മാററിയാലും എനർജി കുറയി ല്ല. ചിലവിട്ടത്ര എനർജിതന്നെ നമുക്കു കിട്ടും. എനർ ജി നശിക്കുന്നില്ല. സംഭരിക്കപ്പെടുകയാണു് ചെയ്യുന്ന തു്. ഇതിനെപ്പററിയുള്ള നിയമം ഇതാണു്: എനർജി യെ രൂപഭേദപ്പെടുത്താമെന്നല്ലാതെ, അതിനെ ഇല്ലാതാ ക്കാനോ പുതുതായി സൃഷ്ടിക്കാനോ സാദ്ധ്യമല്ല. ലോക ത്തിൽ നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന മാററങ്ങളെല്ലാം എനർജി യിൽ വരുന്ന വ്യത്യാസങ്ങളാണു്. പലപ്പോഴും എനർജി നശിക്കുന്നില്ലെങ്കിലും അനാവശ്യമായിത്തീരാറുണ്ടു്. ഉ ദാഹരണത്തിന്നു്, ഒരു കാർ ഓടുമ്പോൾ, അതിലുണ്ടാവു ന്ന പകുതി ചൂടും റേഡിയേററിൽക്കൂടിപ്പോകുന്നു. അ ഞ്ചിലൊരു ഭാഗം ബഹിർഗ്ഗമിക്കുന്നു. പത്തിലൊരു ഭാഗം ചൂടു ഫ്രിക്ഷന്നെതിരായി പ്രവത്തിക്കുന്നു. ബാക്കിയുള്ള തു മാത്രമാണു് കാറിനെ ഓടിപ്പിക്കാൻ സഹായിക്കുന്ന തു്. ഇതൊക്കെ കഴിഞ്ഞിട്ടും എനർജി നഷ്ടപ്പെട്ടിട്ടില്ലെ ന്നാണോ പറയുന്നതു്? അതെ. പക്ഷേ അതു പുതിയ രൂപം കൈക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നുവെന്നുമാത്രം. മേല്പറഞ്ഞ ഉദാഹരണത്തിൽ എണ്ണയിലുണ്ടായിരുന്ന പൊട്ടൻഷ്യൽ എനർജി കൈനെററിക് എനർജിയായി മാറിയതും ശ്രദ്ധിക്കേണ്ട കാര്യമാണു്.

യന്ത്രങ്ങൾ

കഠിനപ്രയത്നം ചെയ്യാൻ മനുഷ്യൻ പലരുടേയും സഹായം തേടിയിട്ടുണ്ടു്. പലതരം ആയുധങ്ങളും, പല തരം മൃഗങ്ങളും, പലതരം ഉപകരണങ്ങളും മനുഷ്യന്നു്

ആവശ്യമായി വന്നു. മനുഷ്യനേക്കാൾ വേഗത്തിലും, കൂടുതൽ കാര്യക്ഷമതയോടുംകൂടി, പണിയെടുക്കാൻ യന്ത്രങ്ങൾക്ക കഴിയുമെന്നു ചരിത്രാതീതകാലംതൊട്ടുതന്നെ മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നു. ഇന്നാകട്ടെ, എങ്ങു തിരിഞ്ഞുനോക്കിയാലും, ഏതു തുറയിലും, യന്ത്രങ്ങൾ, നവീനരീതിയിലുള്ള യന്ത്രങ്ങൾ, കാണാം.

എത്ര സൂക്ഷ്മതയോടുകൂടി ഉണ്ടാക്കിയാലും, നേരത്തെ നാം മനസ്സിലാക്കിയ, എനർജിസിദ്ധാന്തപ്രകാരം, ഒരു യന്ത്രത്തിൽനിന്നുണ്ടാവുന്ന മുഴുവൻ എനർജിയും നമുക്ക് ഉപയോഗപ്രദമാവുന്നില്ല. കുറെ എനർജി അനിവാര്യമായും നഷ്ടപ്പെടും. ഇങ്ങനെ വരുന്ന എനർജിയുടെ നഷ്ടം പരമാവധി കുറയ്ക്കാനാണ് യന്ത്രങ്ങളുടെ കെട്ടും മട്ടും ഇടയ്ക്കു മാറുന്നത്. എന്നാൽ ഇങ്ങിനെ എനർജി യഥാൎത്ഥത്തിൽ നഷ്ടപ്പെടുന്നുണ്ടോ? ഇല്ല. കാരണം, എനർജി നശിക്കുന്നില്ല എന്നു പറഞ്ഞുവല്ലോ. അതു രൂപാന്തരം പ്രാപിക്കുന്നുവെന്നുമാത്രം. യന്ത്രത്തിലെ ഭാഗങ്ങൾ തമ്മിൽ ഉരസി ചൂടുണ്ടാവുന്നതും മററും ഈ നഷ്ടപ്പെടുന്ന എനർജി കാരണമാണ്. തീരെ ഉരസലില്ലാത്ത ഒരു യന്ത്രം ഇതുവരെ നിൎമ്മിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ല. പക്ഷേ, ഉരസൽ എത്രകണ്ടു കുറയ്ക്കാമോ അത്രയും കുറയ്ക്കാൻ ശ്രമം നടന്നിട്ടുണ്ട്. തീരെ ഫ്രിക്ക്ഷൻ (ഉരസൽ) ഇല്ലാത്ത ഒരവസ്ഥയിലും യന്ത്രത്തിന്നു പ്രവൎത്തിക്കാൻ കഴിയുകയില്ല എന്നും മുമ്പു സൂചിപ്പിച്ചുവല്ലോ.

എനർജി നഷ്ടപ്പെടുന്നുണ്ടെന്നറിഞ്ഞിട്ടുപോലും എന്തുകൊണ്ടാണ് നാം യന്ത്രങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നത്?

എനർജിയെ ഒരിടത്തുനിന്നു മറെറാരിടത്തേയ്ക്കു മാററുവാനും, എനർജിയുടെ രൂപം വ്യത്യാസപ്പെടുത്തുവാനുമാണിതു്. ഡൈനാമോ എന്ന യന്ത്രം യാന്ത്രികശക്തിയെ വിദ്യുച്ഛക്തിയാക്കി മാററുന്നു. വെള്ളത്തിൽനിന്നുണ്ടാവുന്ന എനർജിയെ 'ടർബൈനുകൾ' എന്നു പറയുന്ന ജലചക്രങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു വിദ്യുച്ഛക്തിയാക്കി മാററുന്നു.

യന്ത്രംകൊണ്ടു ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നതു നിയന്ത്രിക്കാനും കഴിയും. വേഗത കൂട്ടുവാനും കുറയ്ക്കുവാനും, ഇന്നദിക്കിലേയ്ക്കു പോകണമെന്നു നിർദ്ദേശിക്കുവാനും യന്ത്രങ്ങൾക്കു കഴിയും. ബലത്തെ ആവശ്യാനുസൃതം ഉപയോഗിക്കാൻ യന്ത്രങ്ങൾക്കു സാധിക്കുമെന്നതാണു് മറെറാരു പ്രയോജനം. അങ്ങിനെ, യന്ത്രങ്ങളിൽനിന്നു് എനർജി നഷ്ടം വരുന്നുണ്ടെങ്കിലും, യന്ത്രങ്ങളില്ലായിരുന്നുവെങ്കിൽ ഒരിക്കലും ആലോചിക്കാൻപോലും വയ്യാത്ത രീതിയിലാണു് ബലം പ്രയോഗിക്കാൻ യന്ത്രംമുഖേന കഴിയുന്നതു്.

ചലനമുള്ളപ്പോഴെല്ലാം കുറെ യാന്ത്രികശക്തി ചൂടായി മാറാതെ നിവൃത്തിയില്ല. ചൂടു യാന്ത്രികശക്തിയായി മാറുകയും പതിവില്ലേ? അതിന്നു സാദ്ധ്യതയില്ലേ? ഉണ്ടു്. യാന്ത്രികശക്തിയെ ചൂടാക്കി മാററാമെന്നപോലെ, ചൂടിൽനിന്നു കെമിക്കൽ എനർജിയും മറിച്ചു ചൂടും ഉണ്ടാക്കുവാനും കഴിയും.

ആവിയെഞ്ചിനും ടർബൈനുകളും 'ഹീററ് എഞ്ചിനു'കൾ ആണു് — ചൂടുകൊണ്ടു പ്രവർത്തിക്കുന്ന എഞ്ചിനുകളെ ഇങ്ങിനെയാണു് വിളിക്കുക. ആവിയുടെ ചൂടിൽനിന്നു് ഇവ യാന്ത്രികശക്തിയുണ്ടാക്കുന്നു.

ഭീമാകാരമായ ടർബൈനുകൾമാത്രം ഉണ്ടാക്കിയാൽ പ്പോരാ. സൂക്ഷ്മാതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായ—വളരെ വളരെ കൃത്യതയും ക്ലപ്തതയുമുള്ള—യന്ത്രങ്ങളും ഉണ്ടാക്കേണ്ടതുണ്ടു്. മഷീൻടൂൾ വ്യവസായം മിക്ക നവീനരാഷ്ട്രങ്ങളിലും വളൎന്നിരിക്കുന്നു. മഷീൻ ഡ്രോയിങ്ങും മററും ഇതിന്നാവശ്യമാണു്. എന്നാൽ ഇന്നു് ഇലക്ട്രോണിക് കംപ്യൂട്ടർ എന്ന യന്ത്രങ്ങളുപയോഗിച്ച നേരിട്ടു യന്ത്രങ്ങളുണ്ടാക്കാൻ കഴിയുമെന്നു കണ്ടിരിക്കുന്നു. ഡ്രോയിങ്ങിൻേറയും മററു കണക്കുകൂട്ടലിൻേറയും ആവശ്യമില്ലത്രെ. അതെല്ലാം ഇലക്ട്രോണിക് കംപ്യൂട്ടർ ചെയ്യും. ഒരു സെക്കൻേറിൽ ഏഴായിരമോ എണ്ണായിരമോ കണക്കുകൾ കൂട്ടാൻ പററിയ യന്ത്രമാണിതു്. കോടിക്കണക്കിൽ കണക്കു കൂട്ടാനുള്ള സ്റ്റെപ്പുകൾ ഈ യന്ത്രംമുഖേന വളരെ പെട്ടെന്നു ചെയ്തുതീൎക്കാൻ കഴിയും.

ഇന്ത്യയിൽ മഷീൻടൂൾവ്യവസായം ഇനിയും വേണ്ടത്ര മുന്നോട്ടു പോയിട്ടില്ല. നമ്മുടെ മില്ലുകൾക്കും ഫാക്ടറികൾക്കും വൎക്ക്ഷോപ്പുകൾക്കും വിദ്യുച്ഛക്തിക്കും വേണ്ട എല്ലാ യന്ത്രസാമഗ്രികളും നമ്മുടെ നാട്ടിൽത്തന്നെ ഉണ്ടാക്കാൻ കഴിയണം. ബാങ്ക്ളൂരിലും മററും ഇതിൻേറ ചില തുടക്കങ്ങൾ ആയിക്കഴിഞ്ഞുവെങ്കിലും, നമ്മുടെ ആവശ്യങ്ങൾ നിറവേററാനുള്ള കഴിവുകൾ ഇനിയും നാം നേടിക്കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. യന്ത്രനിൎമ്മാണത്തിന്നാവശ്യമായ അസംസ്കൃതപദാൎത്ഥം ഇരുമ്പാണു്. ധാരാളം ഇരുമ്പുണ്ടാക്കാനുള്ള പല വൻകിട പദ്ധതികളും ഇന്ത്യയിൽ നടപ്പിലാക്കിവരികയാണല്ലോ. ശ്രേയസ്കരമായ ഒരു ഭാവിക്കു വഴി തെളിയിച്ചുകൊടുക്കുകയാണിവയെല്ലാം.

യന്ത്രങ്ങൾ വന്നാൽ മനുഷ്യക്ക് ഇന്നുള്ള ജോലി നഷ്ടപ്പെടില്ലേ എന്നു ഭയപ്പെടുന്നവരുണ്ടു്. നമ്മുടെ പദ്ധതികൾക്കു രൂപം കൊടുക്കുമ്പോൾ തീച്ചയായും ഈ കാര്യം പരിഗണിക്കേണ്ടതാണു്. ആളുകൾക്കു തൊഴിലില്ലായ്മ സൃഷ്ടിക്കാനല്ല, നേരെമറിച്ചു്, കൃഷിയിലും മററും ഇന്നു് ആവശ്യത്തിലധികമുള്ള മിച്ചജനസംഖ്യയെപ്പോലും നിമ്മാണരംഗത്തിലേയ്ക്കു കൊണ്ടുവരാനാണു് വ്യവസായവല്ക്കരണം വേണമെന്നു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ വാദിക്കുന്നതു്.

മദ്ദശക്തി

മദ്ദം (പ്രെഷർ) എന്ന വാക്കിന്നുതന്നെ പകരമായി ബലം (ഫോർസ്) എന്ന വാക്കും പലപ്പോഴും പ്രയോഗിക്കാറുണ്ടു്. വാസ്തവത്തിൽ ഇവ രണ്ടും വളരെയേറെ ബന്ധപ്പെട്ട വാക്കുകളാണു്. എങ്കിലും അത്ഥത്തിൽ അവ തമ്മിൽ സാരമായ വ്യത്യാസവുമുണ്ടു്. വസ്തുക്കളുടെ ഇനഷ്ട്യയേയും വേഗതയേയും മാററം ചെയ്യുന്നതെന്തോ, അതാണു് ബലം. എന്നാൽ 'പ്രെഷർ' എന്ന വാക്കിന്നു് അത്ര വിപുലമായ അത്ഥമില്ല. പത്തു ചതുരശ്ര ഇഞ്ചു വിസ്താരമുള്ള ഒരു കടലാസ്സിന്മേൽ പത്തു റാത്തൽ ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നുവെന്നു കരുതുക. എന്നാൽ മദ്ദം ഒരു റാത്തൽ മാത്രമായിരിക്കും. പത്തു ചതുരശ്ര ഇഞ്ചു സ്ഥലത്താണു് പത്തു റാത്തൽ ബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നതു്. അപ്പോൾ ഒരു ചതുരശ്ര ഇഞ്ചു സ്ഥലത്തു് എത്ര ബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടും? ഒരു റാത്തൽ. അതാണു് മദ്ദം. നിശ്ചിതമായ ഒരു സ്ഥലത്തു പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലത്തെയാണു് മദ്ദം എന്നു വിളിക്കുന്നതു്.

പ്രെഷർ എല്ലാ ദിശകളിലേയ്ക്കും ഒരേമാതിരി പ്രവൎത്തിക്കുന്നു. പ്രെഷറിന്നു കാരണം ഒന്നുകിൽ വസ്തുവിൻെറ തന്നെ തൂക്കമാണു്. ഉദാഹരണത്തിന്നു്, വെള്ളം നിറച്ച ഒരു പാത്രത്തിൻെറ അടിത്തട്ടിനെ വെള്ളത്തിൻെറ തൂക്കം അമൎത്തുന്നുണ്ടു്. അതുപോലെത്തന്നെ ചിലപ്പോൾ വസ്തുക്കളുടേയും മററും പ്രവൎത്തനഫലമായും മൎദ്ദം വൎദ്ധിക്കുക പതിവുണ്ടല്ലോ.

ഒരു കുണ്ടൻപാത്രത്തിൻെറ ഏററവും അടിയിലും, ജലനിരപ്പിന്നടുത്തും മൎദ്ദം ഒപ്പമല്ല എന്നു നമുക്കറിയാം. ജലനിരപ്പിൽനിന്നു് അടിയിലേയ്ക്കു പോകുംതോറും മൎദ്ദം വൎദ്ധിക്കുന്നു. ഒരു മണ്ണെണ്ണടിന്നിൽ മുകളിലും, നടുവിലും, അടിയിലുമായി മൂന്നു ചെറിയ ദ്വാരങ്ങളുണ്ടാക്കി അതിൽ വെള്ളം നിറച്ചാൽ മൂന്നു ദ്വാരങ്ങളിൽക്കൂടിയും വെള്ളം ഒഴിഞ്ഞുപോകും. ഇതിൽ ഏററവും ശക്തിയായി വെള്ളം ഒഴുകുന്നതു് ഏററവും അടിയിലെ ദ്വാരത്തിൽക്കൂടിയാവും—കാരണം അവിടെയാണു് ഏററവുമധികം മൎദ്ദമുള്ളതു്. ഏററവും പതുക്കെ വെള്ളം കിനിയുന്നതു മുകളിലെ ദ്വാരത്തിൽക്കൂടിയാവും. ഒരു പുഴയ്ക്കു വിലങ്ങനെ ഒരു അണക്കെട്ടു കെട്ടിയിട്ടുണ്ടാവുമെന്നു വെയ്ക്കുക—അതിൽ വെള്ളം നിറഞ്ഞു വഴിയുന്നുണ്ടാവും. എവിടെയാവും ഏററവും അധികം മൎദ്ദം? വെള്ളത്തിൻെറ അടിയിൽത്തന്നെ. അപ്പോൾ അണക്കെട്ടിൻെറ വീതി മുകളിൽ ഇരുപതടിയാണെങ്കിൽ, അടിയിലേയ്ക്കു പോകുംതോറും കെട്ടിന്നു വണ്ണം കൂടും.

വെള്ളത്തിന്നു മാത്രമല്ല, വായുവിന്നുമുണ്ടു് മൎദ്ദം. ഭൂമിക്കു മുകളിലായിരമായിരം അടി ഉയരത്തിൽ വായു

വുണ്ടു്. ഈ വായുവിൻെറ മൎദ്ദം ക്രിസ്ത്വബ്ദം 1630 മുതൽ, ഗലീലിയോവിൻെറ കാലംമുതല്ക്കു്, വായുവിന്നു തൂക്കമുണ്ടെന്നുള്ള കാൎയ്യം വിശ്വസിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. ഗലീലിയോ ഒരു സ്ഫടികബൾബിൽനിന്നു വായു നീക്കംചെയ്തു് അതിൻെറ തൂക്കം നോക്കി. ബൾബിൽ വീണ്ടും വായു ചാമ്പിക്കയററി, തൂക്കംനോക്കിയപ്പോൾ വ്യത്യാസമുണ്ടെന്നു കണ്ടു. ഗലീലിയോവിൻെറ ശിഷ്യനായ ടോറിസെല്ലിയാണു് ആദ്യത്തെ മൎദ്ദമാപിനി—ബാറോമീററർ—വായുമൎദ്ദം അളക്കാനുള്ള ഉപകരണം—ഉണ്ടാക്കിയതു്. 1644-ലാണിതു്. അദ്ദേഹമുണ്ടാക്കിയ ബാറോമീറററിനെ പരിഷ്ക്കരിച്ചു് ഏററവും നവീനങ്ങളായ പല ഉപകരണങ്ങളും ഇതിനകം ഉണ്ടാക്കിക്കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. സമുദ്രനിരപ്പിൽ ശരാശരി 760 മില്ലിമീററർ രസത്തെ ഒരു കുഴലിന്നകത്തു താങ്ങിനിൎത്താൻ കഴിയുമെന്നും കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ബാറോമീറററിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നതു രസമാണു്. രസം എത്ര ഉയരത്തിൽ നില്ക്കുന്നുവെന്നു നോക്കി മൎദ്ദം കണക്കാക്കാം.

നിശ്ചലമായി നില്ക്കുന്ന ദ്രവങ്ങളുടെ മൎദ്ദശക്തിയെപ്പററിയാണിതുവരെ പറഞ്ഞതു്. എന്നാൽ ഒഴുകിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന വെള്ളത്തിൻെറ മൎദ്ദമോ? അതിന്നു വല്ല കണക്കുമുണ്ടോ? വെള്ളം ഒഴുകാൻ കാരണം മൎദ്ദശക്തിയിലുള്ള വ്യത്യാസം സമീകരിക്കാനാണെങ്കിലും, ഒഴുക്കിൻെറ ഫലമായി പല സങ്കീൎണ്ണതകളും സംജാതമാകുന്നുണ്ടു്. ഒരു അടച്ചുറപ്പായ കുഴലിൽക്കൂടി വെള്ളം ഒഴുകുന്നുണ്ടെന്നു വെയ്ക്കുക. വെള്ളത്തിൻെറ ഒഴുക്കിൻെറ വേഗത വൎദ്ധിക്ക

ന്നതിന്നും കുറയുന്നതിന്നുമനുസരിച്ച കുഴലിന്മേൽ ഉണ്ടാവുന്ന സമ്മർദ്ദത്തിന്നു വ്യത്യാസമുണ്ട്. ഒരു പ്രത്യേകവേഗതവരെ മിക്കവാറും നേർരേഖയിലൂടെയാണ് ജലകണങ്ങൾ പ്രവഹിക്കുന്നതെങ്കിലും, വേഗത ഒരു പരിധിയിൽ കവിഞ്ഞാൽ—'ക്രിററിക്കൽ വെലോസിററി'യിൽക്കവിഞ്ഞാൽ—ഒരുതരം വളഞ്ഞുപുളഞ്ഞ വഴിക്കാണ് വെള്ളത്തിൻെറ ഒഴുക്ക്. ഒഴുകുന്ന വെള്ളത്തിൻെറ നടുവിലാണ് അധികം വേഗത—കുഴലിൻെറ പാശ്ചങ്ങളിലതു കുറവുമാണ്. ഇതിനെപ്പററിയെല്ലാം സമഗ്രമായ പഠനം ആവശ്യമാണ്—ജലസേചനഎഞ്ചിനീയറിങ്ങിൻെറ അടിസ്ഥാനപ്രശ്നങ്ങളാണിവയെല്ലാംതന്നെ. പട്ടണങ്ങളിലേയ്ക്കു കുടിക്കാനും നാട്ടുകളിലേയ്ക്കു കൃഷിയാവശ്യത്തിന്നും വെള്ളം കൊണ്ടുവരുമ്പോൾ ഇതൊക്കെ ശ്രദ്ധിക്കണം.

വെള്ളം ശേഖരിക്കപ്പെട്ട ഒരിടത്തുനിന്നു പുറമേയ്ക്കു കൊണ്ടുവരുന്നതു തോട്ടുകൾവഴിക്കോ, പൈപ്പുകൾവഴിക്കോ ആവാം. ആദ്യം തോട്ടുകൾവഴിക്കു വെള്ളം കൊണ്ടുവരുന്നു. ചിലപ്പോൾ ചില സ്ഥലങ്ങളിൽ കോൺക്രീററുകൊണ്ടോ, ഇരുമ്പുകൊണ്ടോ, മരംകൊണ്ടോ ഉള്ള ജലവാഹിനികളും ആവശ്യമായേയ്ക്കും. പിന്നീട് ഒരിടത്ത് ആ വെള്ളം എത്തിയാലവിടെനിന്നു വലിയ കുഴലുകൾ വഴിക്കും കൊണ്ടുപോകാം. അടച്ചുറപ്പായ കുഴലുകളാണ് പൈപ്പുകൾ. അവയ്ക്കകത്തു നിറച്ചും വെള്ളമുണ്ടാവും. വെള്ളത്തിൻെറ മട്ടശക്തികാരണം അതു് ഒഴുകുന്നുമുണ്ടാവും. പൈപ്പുകളല്ലാത്ത ജലവാഹിനികളെല്ലാം തുറന്നുകിടക്കുന്നവയാണ്. വെള്ളമൊഴുകുന്ന തോട്ടുകൾ പലതര

ത്തിലുണ്ടു്. വെള്ളമൊഴുക്കിന്നു വലിയ വേഗതയില്ലെങ്കിലും, മണലോ പൂഴിയോ ആയ സ്ഥലമല്ലെങ്കിലും തോടുകൾക്കുകെത്തു പടവു വേണമെന്നോ സിമൻറിടണമെന്നോ നിർബ്ബന്ധമില്ല. തോടുകൾ പ്രകൃത്യാ ഉള്ളതാവാം—അല്ലെങ്കിൽ ഒരാവശ്യത്തിന്നുവേണ്ടി കൃത്രിമമായി ഉണ്ടാക്കിയതാവാം.

പൈപ്പുകളാണു് മലമുകളിലുള്ള വെള്ളം തോടുകളിൽക്കൂടി ഒഴുകിവന്നതിനെ പിന്നീടു പവർസ്റ്റേഷനുകളിലേയ്ക്കെത്തിക്കുന്നതു്. ഇത്തരം പൈപ്പുകളെ പെൻസ്റ്റോക് എന്നു പറയുന്നു. പ്രത്യേകം ശക്തിപ്പെടുത്തിയ കോൺക്രീററുകൊണ്ടാണു് പെൻസ്റ്റോക്കുണ്ടാക്കുന്നതു്. ഈ കുഴലിന്നെത്ര വിസ്താരമുണ്ടാകാമെന്നുള്ളതു വെള്ളത്തിൻെറ വേഗതയെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. വളവും തിരിവുമില്ലാത്ത ഒരു കുഴലിൽക്കൂടി വെള്ളം ഒഴുകുകയാണെങ്കിൽ ഫ്രിക്ഷൻ കാരണം വേഗതയിൽ വലിയ വ്യത്യാസമൊന്നും വരാനിടയില്ല. എന്നാൽ, അങ്ങനെ ഫ്രിക്ഷൻ തീരെ ഇല്ലാതാക്കാനുള്ള വഴികൾ ഇല്ല എന്നു തന്നെ പറയാം. വളവുകൾ കഴിയുന്നത്ര കുറയ്ക്കുകയും, കുഴലിൻെറ വ്യാസത്തിന്നു പെട്ടെന്നു വളരെയധികം വ്യത്യാസം വരുത്താതിരിക്കുകയും മററും വേണം; എങ്കിലേ ഫ്രിക്ഷൻ കുറയ്ക്കാൻ കഴിയൂ. കുഴലിൻെറ നീളം കൂടുംതോറും, ഫ്രിക്ഷൻകാരണം, വേഗത കുറയും. കുഴലിൻെറ വ്യാസം വർദ്ധിക്കുംതോറും ഫ്രിക്ഷൻ കുറയുകയും ചെയ്യും. കുഴലിൻെറ അകം പരുപരുത്തതാണെങ്കിൽ ഫ്രിക്ഷൻ കൂടുകയും, മിനുസമുള്ളതാണെങ്കിൽ ഫ്രിക്

ഷൻ കുറയുകയും ചെയ്യും. വേഗത കൂടുന്നതിന്നനുസരിച്ച ഫ്രിക്ക്ഷനും വൎദ്ധിക്കും.

പെൻസ്റ്റോക്കിൻെറ തുടക്കത്തിലുള്ള ജലാശയത്തിന്നു ഫോർബേ എന്നു പറയും. ഹൈഡ്രോ ഇലക്ട്രിക്സ്റ്റേഷന്നാവശ്യമുള്ള വെള്ളം സമയോചിതം എത്തിച്ചുകൊടുക്കാനുള്ള ജലാശയമാണിതു്. അതിന്നാവശ്യമുള്ള വെള്ളം ഫോർബേയിൽ സംഭരിച്ചിരിക്കണം—പെട്ടെന്നധികം വെള്ളം വേണ്ടിവന്നാൽ അതിന്നും. അധികമുള്ള വെള്ളം ഒഴുകിപ്പോകാനുള്ള ഓവും ഫോർബേയ്ക്കുണ്ടു്.

വെള്ളത്തിൽ പൊന്തിക്കിടക്കുന്ന ചപ്പുചവറുകൾ പൈപ്പിൽ പ്രവേശിക്കാതിരിക്കാനുള്ള മുൻകരുതലുകളും ചെയ്തിട്ടുണ്ടു്. ഫോർബേയിൽനിന്നുള്ള വെള്ളം പൈപ്പിലേയ്ക്കു പ്രവേശിക്കുന്നു. അതു ടർബയിനിലേയ്ക്കു ശക്തിയായി ഒഴുകുന്നു—വൈദ്യുതോല്പാദനത്തിന്നു്.

അണക്കെട്ടുകളുടെ കാര്യം പറയുമ്പോഴാണു് ആ വിഷയം കുറെക്കൂടി വിശദമാക്കേണ്ടിവരുന്നതു്. പലതരം അണക്കെട്ടുകളുണ്ടു്: മണ്ണുകൊണ്ടുള്ളതു്, പാറകൊണ്ടുള്ളതു്, കല്ലുകൊണ്ടു പടുത്തതും കോൺക്രീറ്റുകൊണ്ടുള്ളതും. ഉരുക്കുകൊണ്ടും മരംകൊണ്ടും അണക്കെട്ടുകൾ നിൎമ്മിക്കാറുണ്ടു്—ചെറിയ തോതിൽ. പടുത്തുയൎത്തിയ അണക്കെട്ടുകൾതന്നെ കമാനാകൃതിയിലുണ്ടു്, അല്ലാതെയുമുണ്ടു്. കോൺക്രീറ്റും കല്ലും ഉപയോഗിച്ചാണു് ഇവ പടുത്തുയൎത്തുന്നതു്. അധികമുള്ള വെള്ളം നീക്കംചെയ്യാൻ ചീപ്പുകളുണ്ടാവും. അണക്കെട്ടിൻെറ അടിത്തറ വെള്ളം കടക്കാത്തവിധം ഘനരൂപത്തിൽത്തന്നെ നിൎമ്മിക്കണം.

മണ്ണും അണക്കെട്ടുനിർമ്മാണത്തിലാവശ്യമാണ്. ഒരു സ്ഥലത്ത് ഏതുവിധം അണക്കെട്ടുകളാണ് നിർമ്മിക്കേണ്ടതു് എന്നു് അവിടത്തെ ഭൂപ്രകൃതിയും, മണ്ണിൻെറ തരവും, ലഭിക്കുന്ന സാധനങ്ങളും, കെട്ടിൻെറ ഉയരവും മററും കണക്കാക്കിയാണ് വിദഗ്ദ്ധന്മാർ തീരുമാനിക്കുന്നതു്.

അണക്കെട്ടുകളിൽ ശേഖരിച്ചുവെച്ച വെള്ളം ഉപയോഗിച്ചാണല്ലോ ജലവൈദ്യുതശക്തി ഉണ്ടാക്കുന്നതു്. കൃത്രിമമായ ഒരു വെള്ളച്ചാട്ടം ഇതിന്നാവശ്യമാണ്. ഹൈഡ്രോ ഇലക്ട്രിക്സ്റ്റേഷനുകളിൽ വെള്ളത്തിൻെറ ശക്തികൊണ്ടു ടർബൈനുകൾ തിരിയുന്നു. അവിടെയുള്ള ജെനറേററുകൾ യാന്ത്രികശക്തിയെ വിദ്യുച്ഛക്തിയാക്കി രൂപാന്തരപ്പെടുത്തുന്നു.

ഭാഗം രണ്ടു്

ഭൂഗർഭശാസ്ത്രം

ജ്യോളജി

നാം ഇരുപതാംനൂററാണ്ടിലാണ് ജീവിക്കുന്നതു്. സയൻസിൻെറ വസന്തകാലമാണിതു്. എന്നാൽ, ഇന്നു തളിർത്തു പൂത്തുനില്ക്കുന്ന പലതിൻേറയും ബീജാവാപം നടന്നതു പത്തൊമ്പതാംനൂററാണ്ടിലാണ്. കഴിഞ്ഞ നൂററാണ്ടിൻെറ തുടക്കത്തിൽത്തന്നെ പുതിയൊരു ശാസ്ത്രം—ജ്യോളജി(ഭൂഗർഭശാസ്ത്രം)—പിറവിയെടുത്തു. കുന്നിൻചെരിവുകളും പുഴകളുടെ താഴ്വരകളും, പാറകളുടെ അടുക്കടുക്കായിക്കിടക്കുന്ന അടരുകളും, പാറകളിലുള്ള പഴയ ജീവാവശിഷ്ടങ്ങളും (ഫോസിലുകൾ) സൂക്ഷ്മമായി പരിശോധിക്കപ്പെട്ടു.

നാം ജീവിക്കുന്ന ലോകം വളരെ വലുതാണെന്നു തോന്നും. എന്നാൽ സൂര്യനെ പ്രദക്ഷിണംചെയ്യുന്ന ഇതരഗ്രഹങ്ങളുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തിയാൽ നമ്മുടെ ഭൂമി ഒരു കൊച്ചുപയ്യൻ മാത്രമാണ്. എന്നാൽ, നമ്മെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം വേറെ ഏതൊരു ഗ്രഹത്തേക്കാളും പ്രാധാന്യം ഭൂമിക്കുണ്ടു്. നാം നമ്മുടെ ഭൂമിയെ അമ്മയെപ്പോലെ സ്നേഹിക്കുന്നു. "ജനനീ ജന്മഭൂമിശ്ച സ്വർഗ്ഗാദപി ഗരീയസീ"—എന്നാണ് ഭാരതീയസിദ്ധാന്തംതന്നെ. ഭൂമിദേവിയെ നമുക്കു മറന്നുകൂടാ.

എന്തെല്ലാം അത്യത്ഭുതങ്ങളുടെ ആവാസമാണീ ലോകം? ഈ ലോകത്തിൽ ജനിച്ച മനുഷ്യൻ എന്തൊരത്ഭുതസൃഷ്ടിയാണ്? നാലഞ്ചുലക്ഷം കൊല്ലങ്ങൾക്കു മുമ്പു

ഭൂമിയിൽ സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ട മനുഷ്യൻ അവൻെറ മസ്തിഷ്ക ത്തിൻെറ ശക്തി കാരണം ഭൂമിയുടെ യജമാനനായി മാറിയ ആ നീണ്ട കഥ രോമാഞ്ചമുണ്ടാക്കും. ഒരു കുററാന്വേഷകൻെറ കൂർമ്മബുദ്ധിയോടും സംശയത്തോടുംകൂടി, നിരവധി നിരീക്ഷണപരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തപ്പെട്ടു. ചോദ്യങ്ങൾ ഒന്നിനു പിറകെ മറെറാന്നായി വന്നുനിന്നു. എന്തു്? എങ്ങനെ? എവിടെ? എന്തുകൊണ്ടു്? എപ്പോൾ? ചോദ്യംചെയ്യാനുള്ള മനുഷ്യൻെറ ശക്തിയുണ്ടല്ലോ, അതാണു് സ്വാതന്ത്ര്യബോധത്തിൻേറയും സയൻസിൻേറയും തുടക്കം എന്നു വേണമെങ്കിൽ പറയാം. ഈ ചോദ്യങ്ങൾക്കു് ഉത്തരം കാണാനാണു് മനുഷ്യമസ്തിഷ്കത്തിൻെറ സന്തതിയായ ശാസ്ത്രം അവതരിച്ചതു്. സൂര്യോദയവും അസ്തമനവും നിത്യേന സംഭവിക്കുന്നു. എങ്ങനെ? എന്താണീ ഭൂമി? അതെങ്ങനെ ഉണ്ടായി? പാറകളും പുഴകളും മലകളും എങ്ങനെ ഉത്ഭവിച്ചു? എന്താണു് അഗ്നിപർവ്വതം? അതിൽനിന്നൊഴുകുന്നുവെന്നു പറയുന്ന ലാവ എന്ന ദ്രവമില്ലേ, അതെന്താണു്? ഇതിന്നെല്ലാം ഉത്തരം പറയണമെങ്കിൽ വസ്തു എന്നാലെന്താണു്, വസ്തുക്കളുടെ രചനയിലെന്തൊക്കെ വ്യത്യാസങ്ങളുണ്ടു് ഇവയെല്ലാമറിയണം. പഞ്ചഭൂതങ്ങളെക്കൊണ്ടാണു് സമസ്തപദാർത്ഥങ്ങളും ഉണ്ടാക്കിയിരുന്നതെന്ന പഴയ ആശയം ഇനി വിലപ്പോവുകയില്ല. രസതന്ത്രശാസ്ത്രം (കെമിസ്ട്രി) വളർന്നിരിക്കുന്നു. 'എന്തു്' എന്നതിന്നുത്തരം ആ ശാസ്ത്രത്തിൻെറ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പറയണം. ഒരു വസ്തുവും മറെറാരു വസ്തുവും തമ്മിലെന്തെല്ലാം വ്യത്യാസങ്ങളുണ്ടു്? ശാസ്ത്രം മറുപടി പറയണം.

എങ്ങനെ? എങ്ങനെയാണു് ഭൂമിയുണ്ടായതു്? ഭൂമിക്കകത്തും പുറത്തുമുള്ള മാററങ്ങൾ എങ്ങനെ സംഭവിച്ചു? എന്തെല്ലാം പ്രക്രിയകളാണിതിന്നു് ഇടവരുത്തിയതു്? ദൈവകോപത്തിൻേറയും ഈശ്വരാനുഗ്രഹത്തിൻേറയും ഫലമായാണോ ഭൂകമ്പങ്ങളും കൊടുങ്കാററുകളും വെള്ളപ്പൊക്കവും മററും ഉണ്ടാകുന്നതു്? അതോ, ഇതിന്നെല്ലാം വ്യക്തമായ, യുക്തമായ, കാരണങ്ങളുണ്ടോ?

പ്രകൃതിയോടു് എതു ചോദ്യം വേണമെങ്കിൽ ചോദിക്കാം. നിങ്ങൾക്കു് ഉത്തരം കിട്ടും. പക്ഷേ, എന്തു വേണം? മൌനിയായ പ്രകൃതി ചില സൂചനകൾ മാത്രമേ തരൂ. കഥകളിക്കാരൻെറ മുദ്രകളെപ്പോലെ പ്രകൃതിയും ചില മുദ്രകൾ കാണിച്ചുതരും. കഥകളിമുദ്രയെപ്പററി അറിഞ്ഞാലേ കഥകളി ആസ്വദിക്കാൻ കഴിയൂ. അതുപോലെ, പ്രകൃതിയുടെ ഭാഷ പഠിച്ചാൽമാത്രമേ പ്രകൃതിസത്യങ്ങൾ മനസ്സിലാവൂ. പ്രകൃതിയുടെ ഭാഷ പഠിക്കാൻ പല ശാസ്ത്രങ്ങളും പഠിക്കണം. അതിൽ പ്രധാനമായ ഒന്നാണു് ജ്യോളജി.

പലതും നിറഞ്ഞതാണു് ഭൂമി. ഭൂമിക്കു ചുററും അഗാധമായ സമുദ്രമാണു്. ധ്രുവപ്രദേശങ്ങൾ മഞ്ഞു നിറഞ്ഞവയാണു്. വായു, വെള്ളം, മഞ്ഞു്, ജീവവസ്തുക്കൾ, ലോഹധാതുക്കൾ, പാറകൾ, മണ്ണു് ഇങ്ങനെ പലതും ഭൂതലത്തിലും ഭൂഗർഭത്തിലുമുണ്ടു്. പലതരം ചലനങ്ങൾ ഭൂമിയിൽ ദിവസേന നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. സ്വന്തം അച്ചുതണ്ടിന്മേൽ, മണിക്കൂറിൽ 1000 നാഴിക വേഗത്തിൽ സ്വയം ചുററുകയും, സെക്കൻറിൽ 20 നാഴിക വേഗ

ത്തിൽ സൂര്യനെ പ്രദക്ഷിണംവെയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്ന ഗോളമാണു് ഭൂമി. ആ ചലനത്തിനു പുറമേ കാററും, മഴയും, തിരമാലകളും, ഹിമവാഹിനികളും, സമുദ്രപ്രവാഹങ്ങളും ഉളവാക്കുന്ന ചലനത്തിൻെറ ഫലമായി കടുംപാറകൾ പോലും നുരുമ്പിപ്പൊടിയുന്നു. ഭൂമിക്കടിയിലുള്ള ചുട്ടുപഴുത്ത വസ്തുക്കൾ തിളച്ചുമറിഞ്ഞു് അവസാനം അഗ്നിപർവ്വതങ്ങളിൽക്കൂടി പുറത്തു വരുന്നു. പഴയ പാറകൾ പൊടിയുന്നു; പുതിയ പാറകളുണ്ടാവുന്നു; അവസ്ഥം മാററം വരുന്നു. ഭൂമിയുടെ ചില ഭാഗങ്ങൾ കടലിൽ മുങ്ങുന്നു. മററു ചില ഭാഗങ്ങൾ കടലിൽനിന്നു തലയുയർത്തുന്നു. കാലാവസ്ഥയിലാകട്ടെ വലിയ വ്യത്യാസങ്ങൾ അനുഭവപ്പെടുന്നു.

ഇന്നലേയും ഇന്നുമായിത്തുടങ്ങിയതല്ല ഇതൊക്കെ. കഴിഞ്ഞ ഒരു മുന്നൂറുകോടി വർഷങ്ങളായി ഭൂമിയുടെ പുറംതോടിന്നു പലപല മാററങ്ങളും സംഭവിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കയാണു്. റോഡരുകിൽക്കിടക്കുന്ന ഒരു പാറക്കഷണം നോക്കു. ഒരു ജ്യോളജിസ്റ്റിൻെറ കണ്ണിൽ ആ പാറക്കഷണം വിലപിടിച്ച ഒരു ചരിത്രരേഖയാണു്. ഭൂമിയുടെ മഹാചരിത്രത്തിലെ ഒരു വരി ആ കല്ലിന്നും പാടാനുണ്ടു്! പല പാറകളുടെ അടരുകൾക്കുള്ളിലും അതാതുകാലത്തുണ്ടായിരുന്ന ജീവികളുടെ നഷ്ടാവശിഷ്ടങ്ങളും (ഫോസിലുകൾ) കണ്ടാൻ കഴിയും. ജ്യോളജിയുടെ ഒരു ഭാഗമായി ഫോസിൽശാസ്ത്രം (പാല്യന്റോളജി) വളർന്നിരിക്കുന്നു.

വെറും താത്ത്വികമായ ഒരു ശാസ്ത്രം മാത്രമല്ല ജ്യോളജി. അതിന്നു പ്രായോഗികജീവിതത്തിൽ സ്ഥാനമുണ്ടു്. കല്ക്കരിക്കും പെട്രോളിന്നുംവേണ്ടി നടത്തുന്ന അന്വേഷ

ണത്തിൽ ഭൂഗർഭശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരാണു് പ്രധാനികൾ. ഭൂമിക്കടിയിൽ എവിടെ വെള്ളമുണ്ടു് എന്നു തിരിച്ചറിയുന്നതിന്നും, ഓരോ സ്ഥലത്തേയും ഭൂപരമായ പ്രത്യേകതകൾ മനസ്സിലാക്കുന്നതിന്നും, മനുഷ്യനാവശ്യമായ വിലപിടിച്ച ലോഹധാതുക്കൾ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിന്നും മററും ജ്യോളജി ഒരു ശാസ്ത്രം എന്ന നിലയ്ക്കു നമ്മെ സഹായിക്കുന്നുണ്ടു്. വിശാലമായ ഒരു പ്രവർത്തനപരിധിയാണു് ജ്യോളജിക്കുള്ളതു്. കല്ലുകൾ വെട്ടിയെടുക്കുക; അവയെ പലവിധപരിശോധനകൾക്കും വിധേയമാക്കുക; കത്തിയുടെ മുനകൊണ്ടു കാഠിന്യവും, സൂക്ഷ്മദർശിനിയിൽക്കൂടി നോക്കി രചനയും പരിശോധിക്കുക; പലതരം ലോഹധാതുക്കളെ കണ്ടുപിടിക്കുക; ഫോസിലുകളെപ്പററി പഠിക്കുക—ഇങ്ങനെ രസാവഹമായ പലതും പഠിക്കാൻ ജ്യോളജി നമ്മെ സഹായിക്കുന്നു.

ഭൂമീദേവിയെപ്പററിയുള്ള ചരിത്രം പഠിക്കുന്നതോടുകൂടി നാം അറിയാതെതന്നെ ജ്യോളജി എന്ന ശാസ്ത്രത്തിൻെറ വിവിധാദ്ധ്യായങ്ങളും പഠിക്കുന്നു.

പ്രകൃതിയുടെ അക്ഷരമാല

ഇംഗ്ലീഷിൽ ഇരുപത്താറു് അക്ഷരങ്ങളുണ്ടു്. മലയാളത്തിൽ അൻപത്തൊന്നു് അക്ഷരങ്ങളുണ്ടു്. ഏതാൾക്കും വിജ്ഞാനത്തിലേയ്ക്കുയരണമെങ്കിൽ ആദ്യം അക്ഷരമാല വശമാക്കണം. ഇന്നത്തെ ഏതു മഹാപണ്ഡിതനും ഒരു കാലത്തു് അക്ഷരമാല പഠിക്കാൻ മിനക്കെട്ടിരുന്നിട്ടുണ്ടാവും.

എന്നാൽ, പ്രകൃതിക്കുമുണ്ടു് സ്വന്തമായി ഒരു അക്ഷരമാല. ഈ അക്ഷരമാല പഠിച്ചവർക്കുമാത്രമേ പ്രകൃതിയുടെ ഭാഷ മനസ്സിലാവൂ; പ്രകൃതി രചിച്ച മഹത്തായ ചരിത്രം വായിക്കാനാവൂ. പ്രകൃതിയുടെ അക്ഷരമാലയിൽ ഇരുപത്താറക്ഷരമല്ല, അൻപത്തൊന്നക്ഷരമല്ല ഉള്ളതു്. ആയിരമായിരം അക്ഷരങ്ങളുണ്ടു്. ഓരോ നക്ഷത്രവും പ്രകൃതിയുടെ മഹാകാവ്യമാണു്. ഓരോ കല്ലിൻകഷണവും, ഓരോ മണൽത്തരിയും, പ്രകൃതിയുടെ ബൃഹത്തായ അക്ഷരമാലയിലെ സ്വരങ്ങളും വ്യഞ്ജനങ്ങളും കൂട്ടക്ഷരങ്ങളുമാണു്.

നക്ഷത്രങ്ങൾ കവികളെമാത്രം ആവേശംകൊള്ളിക്കാനുള്ളതല്ല. മരുഭൂമിയിലും കടലിലും വഴി കാണാതെ ഉഴലുന്നവർക്കു നക്ഷത്രങ്ങൾ വളരെ പണ്ടുകാലംമുതല്ക്കുതന്നെ വഴികാട്ടികളായിരുന്നു. ധ്രുവനക്ഷത്രം എത്രയെത്രപേർക്കു നേർവഴി തെളിയിച്ചുകൊടുത്തിട്ടുണ്ടാവും? നക്ഷത്രങ്ങളെപ്പററി അറിവില്ലാത്തവർക്കു് ഒരു നക്ഷത്രവും മറെറാന്നുംതമ്മിൽ വലിയ വ്യത്യാസമൊന്നുമില്ല. എന്നാൽ ഒരു ഖഗോളശാസ്ത്രജ്ഞനു നക്ഷത്രങ്ങളെ വേർതിരിച്ചറിയാൻ കഴിയും. പ്രകൃതിയുടെ ഭാഷ അയാൾക്കറിയാം.

അതുപോലെത്തന്നെ, മേഘങ്ങൾ ആകാശമാകുന്ന പുസ്തകത്തിലെ അക്ഷരങ്ങളാണു്. വർത്തമാനവും ഭാവിയും അവസ്ഥ പറയാൻ കഴിയും. വരാൻപോകുന്ന വർഷത്തെപ്പററിയും കൊടുങ്കാററിനെപ്പററിയും മേഘങ്ങൾക്കു മുന്നറിയിപ്പു നല്കാൻ കഴിയും. വൈമാനികന്മാർ മേഘങ്ങളുടെ സന്ദേശം തികച്ചും മനസ്സിലാക്കാനുള്ള പ്രത്യേക

കഴിവുണ്ട്. പക്ഷികൾക്കാകട്ടെ, കാലാവസ്ഥയിൽ വരുന്ന വ്യത്യാസം മേഘങ്ങളിൽനിന്നു മുൻകൂട്ടിക്കണ്ടറിയുവാൻ കഴിയുമത്രേ.

ഒരു തൊഴിലാളി കൈക്കോട്ടുകൊണ്ടു് ഒരു തെങ്ങിൻകുഴി കുഴിക്കുകയാണു്. പെട്ടെന്നു കൈക്കോട്ടു് ഒരു കല്ലിന്മേൽ ചെന്നു മുട്ടുന്നു. ചാരനിറത്തിലുള്ള ഒരുതരം കല്ലാണതു്. സാധാരണക്കാരന്നു് അതു വെറുമൊരു കല്ലാണു്; എന്നാൽ, പ്രകൃതിയുടെ അക്ഷരമാല പഠിച്ചവക്കു് അതൊരു ചുണ്ണാമ്പുകല്ലാണു്. പണ്ടെന്നോ, കടൽക്കക്കകളിൽനിന്നുണ്ടായി രൂപാന്തരം പ്രാപിച്ചതാണതു്—ലക്ഷക്കണക്കിൽക്കൊല്ലങ്ങൾക്കുമുമ്പു്. ആ സ്ഥലം പണ്ടൊരു ജലാശയമായിരുന്നില്ലേ? പ്രകൃതിയുടെ ഭാഷ പഠിച്ചാൽ ഉത്തരം പറയാം.

ചിലപ്പോൾ, ചില കാടുകളുടെ ഒത്ത നടുക്കു പടുകൂററൻ പാറകൾ കാണാം. ഇതെങ്ങനെ അവിടെയെത്തി? ആരാണിത്ര വലിയ ഒരു കല്ലു് അവിടേയ്ക്കെത്തിച്ചതു്? പണ്ടൊരിക്കൽ ആ വഴിക്കു് ഒരു ഹിമവാഹിനി പ്രവഹിച്ചിട്ടുണ്ടാവും. അതിൻെറ കൂട്ടത്തിൽ വന്നതായിരിക്കാം ആ പടുകൂററൻ പാറ. പിന്നീടെത്രയോ കഴിഞ്ഞിട്ടാവും കാടുകളും മററും അവിടെ വളൎന്നതു്. പ്രകൃതീശ്വരിയുടെ രഹസ്യങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കാനെന്തു രസമാണു്!

എന്തെല്ലാം തരം കല്ലുകളാണു് നാം കാണുന്നതു്? ഇവയോരോന്നിന്നും ഓരോ കഥ പറയാനുണ്ടാവും. ഇവയെപ്പററി കൂടുതൽ സംഗതികൾ ഗ്രഹിക്കുവാൻ പല പുസ്തകങ്ങളും നോക്കേണ്ടതായി വരും; അതല്ലെങ്കിൽ അറിവുള്ളവരോടു ചോദിക്കേണ്ടതായി വരും. വീട്ടിൽ അലസ

രായി ഇരുന്നാൽ പ്രകൃതിയുടെ കാവ്യം വായിക്കാൻ കഴിയില്ല. അതിന്നു പുറത്തിറങ്ങണം. എന്തു കണ്ടാലും അതിനെപ്പററി കൂടുതലറിയാനുള്ള ഒരു ആഗ്രഹം ജനിക്കണം. ഒരു സസ്യമായാലും, പക്ഷിയായാലും, കല്ലായാലും അതിനെപ്പററി കഴിയുന്നത്ര വിവരം ശേഖരിക്കാൻ കൌതുകം കാണിക്കണം.

ചുററും നോക്കുക. ഓരോന്നിന്നും കാരണം കണ്ടുപിടിക്കാൻ ശ്രമിക്കുക. പ്രകൃതിയുടെ ഭാഷ വശമാക്കാനുള്ള വഴി അതുമാത്രമാണു്.

ഭൂമി

കയ്യിലൊരു നെല്ലിക്കയെടുത്തു നോക്കുംപോലെ ഭൂമിയെ നമുക്കൊന്നു പരിശോധിക്കാം. പാറകൊണ്ടുള്ള ഒരു ഗോളം; അതിൻെറ ചുററും ജലാവരണം; അതിന്നു ചുററും വായുമണ്ഡലം. ഇങ്ങിനെയാണതിൻെറ രചന. മിക്കവാറും ഒരു നെല്ലിക്കപോലെ!

വായുമണ്ഡലം ഭൂമിക്കു ചുററുമുള്ള വാതകങ്ങളും ബാഷ്പങ്ങളും നിറഞ്ഞതാണു്. പ്രധാനമായും നൈട്രജനും, ഓക്സിജനും ആണു് വായുമണ്ഡലത്തിലുള്ളതു്. പുറമെ കാർബൺഡയോക്സൈഡ് എന്ന വാതകവും, ചില നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളും വിരളമായുണ്ടു്. വായുമണ്ഡലത്തിൽ വരുന്ന വ്യത്യാസങ്ങളാണു് കാലാവസ്ഥയെ ബാധിക്കുന്നതു്. കാററു്, മേഘം, മഴ, മഞ്ഞു് എന്നിവ വായുമണ്ഡലത്തിലുണ്ടാവുന്ന മാററങ്ങൾക്കനുസരിച്ചാണു് ഉണ്ടാകുന്നതു്.

വായുമണ്ഡലത്തിന്നും ഭൂഗോളത്തിന്നുമിടയിലുള്ള താണു് ജലാവരണം. സമുദ്രങ്ങൾ, ഉൾക്കടലുകൾ, തടാകങ്ങൾ, കായലുകൾ, പുഴകൾ, ഇവയെല്ലാംകൂടി ഭൂഗോളത്തിൻെറ മുക്കാൽഭാഗം വരും. ഇതു മാത്രമല്ല. ഭൂമിയ്ക്കടിയിൽ ആയിരക്കണക്കിൽ അടി താഴത്തു പാറക്കെട്ടുകൾക്കിടയിലുള്ള സ്ഥലങ്ങളിലും വെള്ളം നിറഞ്ഞിരിക്കും. കിണറുകളിലും ചോലകളിലും മാത്രമല്ല, പലപ്പോഴും ആഴംകൂടിയ ഖനികളിലും വെള്ളം കാണാം.

ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിന്നു് 'ബയോസ്ഫേ്യർ' (ജീവമണ്ഡലം) എന്നുപറയുന്നു. ജീവികൾ ധാരാളമുള്ള ഭാഗമാണിതു്. ഈ പ്രദേശത്താണു് സസ്യങ്ങളും ജന്തുക്കളും നിബിഡമായി ജീവിക്കുന്നതു്. കണ്ണെത്താത്ത്ര നാഴിക ഉള്ളിലേയ്ക്കു തള്ളിക്കിടക്കുന്ന വൻകാടുകളും, ആയിരമായിരം ജീവിതപ്രത്യേകതകളുള്ള പലതരം ജീവികളും, ഭയങ്കരങ്ങളായ വന്യജന്തുക്കളും സർവ്വോപരി മനുഷ്യനും ബയോസ്ഫേ്യറിലാണു് വസിക്കുന്നതു്.

ബയോസ്ഫേ്യറിൻെറ തൊട്ടു് ഉള്ളിലുള്ള ഭാഗമാണു് 'ലിത്തോസ്ഫേ്യർ'. ഇതിനെ ശിലാമണ്ഡലം എന്നു പരിഭാഷപ്പെടുത്താം. പാറകളും അവസ്തുമീതെ മണ്ണും കൂടിക്കലർന്നതാണീ ഭാഗം. സുമാർ മുപ്പതു നാഴികയാണിതിൻെറ വണ്ണം. കരിങ്കല്ലിനെപ്പോലെയുള്ള, താരതമ്യേന ഘനം കുറഞ്ഞ പാറകളും 'ബസാൾട്ട്' മുതലായ ഘനം കൂടിയ പാറകളും ലിത്തോസ്ഫേ്യറിലുൾപ്പെടും.

ഭൂമിയെപ്പററി ചില വിവരങ്ങൾകൂടി അറിയുന്നതു രസാവഹമായിരിക്കും. (മില്യനെന്നു പറയുന്നതു പത്തു ലക്ഷമാണു്)

ഭൂമിയുടെ വലിപ്പം	മൈൽ
ഭൂമിയുടെ വ്യാസം (മധ്യരേഖ)	7,926.7
,, (ധ്രുവരേഖ)	7,900.0
മധ്യരേഖാഭാഗത്തു ചുററളവു്	24902
ധ്രുവാന്തരത്തിൽക്കൂടി ചുററളവു്	24860

വിസ്തീർണ്ണം	മില്യൻചതുരശ്രമൈൽ
സമുദ്രങ്ങളുടെ വിസ്തീർണ്ണം്	139.4
കരയുടെ വിസ്തീർണ്ണം	57.5
ഭൂഗോളത്തിൻെറ ആകെ വിസ്തീർണ്ണം.	196.9

ഘനമാനം, സാന്ദ്രത, തൂക്കം	മില്യൻ ക്യൂബിക് മൈൽ
ഭൂഗോളത്തിൻെറ ഘനമാനം	259.60
ഭൂഗോളത്തിൻെറ ശരാശരി സാന്ദ്രത.	5.517

ഭൂഗോളത്തിൻെറ തൂക്കം—5876 മില്യൻ മില്യൻ മില്യൻ ടൺ

ഭൂസ്ഥിതി

ഏററവും ഉയരമുള്ള പർവ്വതം—
29141 അടി സമുദ്രനിരപ്പിന്നു മീതെ

ഭൂതലത്തിൻെറ ശരാശരി ഉയരം 820 ,,

സമുദ്രത്തിൻെറ ഏററവും ആഴമുള്ള ഭാഗം—
35600 അടി സമുദ്രനിരപ്പിന്നു താഴെ

സമുദ്രത്തിൻെറ ശരാശരി ആഴം—12460 ,,

വാസ്തവത്തിൽപ്പറഞ്ഞാൽ, സമുദ്രത്തിൻെറ മീതെ പൊന്തിക്കിടക്കുന്ന ഭാഗമാണു് വൻകരകൾ. വൻകരക

ളോരോന്നും നിമ്നോന്നതങ്ങളാണു്. ചില സ്ഥലത്തു് എവറസ്റ്റു്വരെ അത്തു് ഉയരുന്നു. സമുദ്രത്തിൻെറ അടിത്തട്ടും ഇതേവിധം നിമ്നോന്നതമാണു്. ചില സ്ഥലത്തു് ആഴം കൂടുതലും ചില സ്ഥലത്തു കുറവുമാണു്. സമുദ്രത്തിൻെറ നടുക്കു കാണുന്ന ദ്വീപുകൾ ആഴിയുടെ അടിത്തട്ടിൽ ഉയൎന്നുനിൽക്കുന്ന പൎവ്വതങ്ങളാണു്. സമുദ്രത്തിലേററവും ആഴംകൂടിയ ഭാഗത്തിന്നു്—ഫിലിപ്പൈൻസ്ദ്വീപുകൾക്കടുത്തുള്ള ചാലഞ്ചർ കയത്തിന്നു—35,600 അടിയാണത്രേ ആഴം.

എന്തെല്ലാം ചേൎന്നാണു് ഭൂമി ഉണ്ടായിട്ടുള്ളതു്? തൂക്കംകൊണ്ടു നോക്കിയാൽ (ഭൂമിയിലെ വായു, പാറ, വെള്ളം എന്നിവയെല്ലാം ഉൾപ്പെടെ) താഴെ പറയുന്നവിധമാവും.

മൂലപദാൎത്ഥം	ശതമാനം
ഓക്സിജൻ	50
സിലിക്കോൺ	26
അലുമിനിയം	7
ഇരുമ്പു്	4
കാൽസിയം	3
സോഡിയം	2·4
പൊട്ടാസ്യം	2·3
മാഗ്നീഷ്യം	2·1
മററു മൂലകങ്ങൾ	3·2
	100%

ഭൂമിയുടെ ആകൃതിയും പ്രകൃതിയും

ഇന്നു ലോകസഞ്ചാരം ലഘുവായൊരു കാര്യമാണു്. ഡൽഹിയും, ടോക്കിയോവും, ബട്ടാവിയയും, മോസ്കോവും, സിഡ്നിയും, വാഷിങ്ങ്ടണും, കയ്റോവും, കേപ്ടൌണും, പെക്കിങ്ങും പാരീസ്സുമെല്ലാം ഇന്നു് ആകാശവിമാനംവഴി ബന്ധപ്പെട്ടുകിടക്കുന്നു. മണിക്കൂറിൽ മുന്നൂറും നാനൂറും അഞ്ഞൂറും നാഴിക വേഗതയിൽപ്പറക്കുന്ന വിമാനങ്ങഠം വിദൂരദേശങ്ങളെ അടുപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. എന്നാൽ, ഒരു പത്തുനാനൂറു വൎഷങ്ങഠംക്കുമുമ്പു ലോകപര്യടനമെന്നുവെച്ചാൽ ജീവൻ പണയംവെയ്ക്കുക എന്നായിരുന്നു അൎത്ഥം.

1519_ലാണു് ആദ്യമായി മഗലൻ എന്ന സാഹസികനാവികൻ ലോകപര്യടനമാരംഭിച്ചതു്. 1522_ൽ ആ ദീൎഘയാത്ര അവസാനിച്ചു. ലോകം ഒരു ഗോളമാണെന്നു തെളിഞ്ഞതങ്ങിനെയാണു്. ഇന്നൊക്കെ വൈമാനികന്മാൎക്കു ലോകം ചുററാൻ ഏതു വഴിക്കും പോകാം. ഇന്ന വഴിക്കു പോയാലിന്ന സ്ഥലത്താണെത്തുക എന്നു മുൻകൂട്ടി തിട്ടപ്പെടുത്താം. എന്നാൽ, പണ്ടു് ഇതിന്നു സാധ്യമല്ലായിരുന്നു. അനവധി നിരീക്ഷണപരമ്പരകളിൽനിന്നാണു് ലോകം ഒരു ഗോളമാണെന്നു തെളിയിക്കാൻ കഴിഞ്ഞതു്. ഗ്രഹണസമയത്തു ചന്ദ്രനിൽക്കാണുന്ന ഭൂമിയുടെ വൃത്താകാരത്തിലുള്ള നിഴലിൽനിന്നും വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ചക്രവാളത്തിൽനിന്നും മററുമാണു് ഭൂമി ഒരു ഗോളമല്ലേ എന്ന സംശയം നമ്മുടെ കാരണവന്മാൎക്കുണ്ടാ

യത്തുതന്നെ. ഏതായാലും, ലോകം ചുററിക്കറങ്ങി തിരിച്ചു വന്ന മഗലൻ ഇക്കാര്യം മിക്കവാറും നിസ്തക്കമാം വിധം തെളിയിച്ചു.

ഐസാക് ന്യൂട്ടൻ ഭൂമിയുടെ ആകർഷണശക്തിയെപ്പററി പഠനം നടത്തിയതോടുകൂടി എന്തു കാരണം കൊണ്ടാണു് ഭൂമി ഗോളാകൃതിയിലായതു് എന്നും കൂടുതൽ വ്യക്തമായി. ഭൂമി തൻെറ കേന്ദ്രത്തിലേയ്ക്കു ചുററുപാടുമുള്ള സവ്വവസ്തുക്കളേയും ശക്തിയായി ആകർഷിക്കുന്നു—അതിനാലാണു് ഭൂമിക്കു ഗോളാകൃതി ലഭിച്ചതു് എന്നാണു് ന്യൂട്ടൻ അഭ്യൂഹിച്ചതു്. ശക്തിയേറിയ കേന്ദ്രീകരണത്തിൻെറ ഫലമാണിതു്. ഇങ്ങിനെ കേന്ദ്രീകരിച്ച ഒരു ശക്തി സ്ഥിരമായി പ്രവത്തിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കെ ഏററവും കട്ടപ്പംകൂടിയ ഒരു ഉരുക്കുപന്താണു് ഭൂമിയെങ്കിൽപ്പോലും അതിന്നു ചതുരാകൃതിയിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുക സാദ്ധ്യമല്ലല്ലോ.

എന്നാലും, ഭൂമി തികച്ചും ഒരു ഗോളമല്ല. ഭൂമിയുടെ ദിനംപ്രതിയുള്ള സ്വയംഭ്രമണംകൊണ്ടു ഭൂമിയുടെ മദ്ധ്യരേഖയുടെ ഭാഗത്തു് ഒരു കേന്ദ്രശക്തി ഉണ്ടാവുന്നുണ്ടെന്നും ഇതിൻെറ ഫലമായി അവിടെ ഭൂമി അല്പംകൂടി പൊള്ളച്ചിട്ടുണ്ടെന്നും ന്യൂട്ടൻ കണക്കാക്കി. കേന്ദ്രശക്തി കുറയുകയാൽ ധ്രുവപ്രദേശങ്ങൾ അല്പം പരന്നുമിരിക്കും. 1735-ൽ പെറുവിലേയ്ക്കും 1736-ൽ ലാപ്പ്ലാൻറിലേയ്ക്കുമുള്ള പരീക്ഷണയാത്രകളിൽനിന്നു ന്യൂട്ടൻെറ കണക്കാക്കൽ ശരിയാണെന്നു തെളിഞ്ഞു. മദ്ധ്യരേഖാപ്രദേശത്തു ധ്രുവാന്തരങ്ങളിൽക്കൂടിയുള്ളതിനേക്കാൾ 27 മൈൽ കൂടുതൽ വ്യാസമുണ്ടു്.

പക്ഷേ, ഗോളാകൃതിയിലുള്ള ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലം കുണ്ടും കുന്നും നിറഞ്ഞതാണു്. അതിന്നെന്താണു് കാരണം? ഭൂമിയുടെ ബാഹ്യപടലത്തിൻെറ സാന്ദ്രതയിലുള്ള വ്യത്യാസമാണു് ഇതിന്നു കാരണം. ഭൂമിക്കു സ്വയം ഭ്രമണമില്ലായിരുന്നുവെങ്കിലും, പുറമെയുള്ള പാറകളുടേയും മററും സാന്ദ്രതകളിൽ വ്യത്യാസമില്ലായിരുന്നുവെങ്കിലും ഭൂമി തികച്ചും ഒരു ഗോളമാകുമായിരുന്നുവത്രെ. ബാഹ്യപടലത്തിൻെറ സാന്ദ്രതയിലുള്ള വൈവിധ്യം കാരണം വൻകരകളും, പർവ്വതനിരകളും, സമുദ്രതടങ്ങളും ഗോളാകാരമായ ഒരു കാതലിന്മേൽ ഒട്ടിപ്പിടിപ്പിച്ച വസ്തുക്കളെപ്പോലെ ഉന്തിയും താണും നില്ക്കുന്നുവെന്നുമാത്രം.

രണ്ടു പ്രക്രിയകൾ

ഭൂമിയുടെ ബാഹ്യപടലത്തിൽ മാററം വരുന്നുണ്ടെന്നു സൂചിപ്പിച്ചുവല്ലോ. എങ്ങിനെയാണിതു്? വായു, വെള്ളം, ഹിമം, ജീവജാലങ്ങൾ എന്നീ ശക്തികളുടെ പ്രവർത്തനഫലമായാണു് രണ്ടുതരത്തിലുള്ള ഭൂഗർഭശാസ്ത്രപരമായ പ്രക്രിയകൾ നടക്കുന്നതു്. ഡെന്യൂഡേഷൻ എന്നും ഡെപ്പോസിഷൻ എന്നുമുള്ള രണ്ടുതരം ക്രിയകളാണിവ. മണ്ണും പാറയും പ്രകൃത്യാ ദ്രവിച്ചുപോകുന്നതും അവ വേറെ ചിലയിടങ്ങളിൽച്ചെന്നു ശേഖരിക്കപ്പെടുന്നതുമാണ്നീ പ്രക്രിയകൾ. ഭൂഗർഭത്തിന്നകത്തും ചില മാററങ്ങൾ സംഭവിക്കുന്നുണ്ടല്ലോ. ഭൂകമ്പങ്ങളും ആഗ്നേയപ്രക്രിയകളും ഭൂമിക്കകത്തു പലവിധപരിണാമങ്ങളും സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ഇ

ങ്ങിനെ ബാഹ്യമായും ആന്തരമായും ഭൂമിയിൽ പല മാററങ്ങളും സംഭവിക്കുന്നു.

ഭൂമി സ്വയം തിരിയുന്നു. സൂര്യനെ പ്രദക്ഷിണംവെയ്ക്കുന്നു. ചന്ദ്രൻ ഭൂമിയെ ചുററിത്തിരിയുന്നു. സൂര്യചന്ദ്രന്മാരും ഇതരഗോളങ്ങളും ഭൂമിയെ ആകഷിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഈ കാരണങ്ങൾകൊണ്ടാണോ ഭൂമിയുടെ അകത്തും പുറത്തും ചെറുതും വലുതുമായ മാററങ്ങളുണ്ടാവുന്നതു്? അല്ല. എന്തെങ്കിലും ശക്തിയില്ലായിരുന്നുവെങ്കിൽ ഭൂതലത്തിന്നോ ഭൂഗർഭത്തിന്നോ വലിയ പരിവത്തനങ്ങളൊന്നും വരികയില്ലായിരുന്നു. ഭൂതലത്തിൽ മാററങ്ങൾ വരുത്താൻ വേണ്ട ശക്തി സൂര്യനിൽനിന്നും ലഭിക്കുന്നു. ഭൂഗർഭത്തിലാകട്ടെ, അവിടെ അടച്ചുപൂട്ടപ്പെട്ട ശക്തി ചൂടായി മാറുന്നതിൻെറ ഫലമായും ശക്തി സംജാതമാകുന്നു.

കാലാകാലമായി ഭൂമിയുടെ മുഖച്ഛായയും സ്വഭാവവിശേഷങ്ങളും മാറിമാറി വരികയാണു്. അതിന്നിടയിൽ ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ ഭൂമി പരന്നതും ഏകതാനതയോടുകൂടിയതുമായിരുന്നു. വേറെ ചില കാലങ്ങളിൽ അതു് ഉഗ്രമായി ചീറുകയും തുപ്പുകയും ചെയ്തിരുന്നു. ഒരു ഭാഗത്തു സൂര്യശക്തിയുടെ ഫലമായി സംഭവിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ജീണ്ണിക്കൽ, മറുഭാഗത്തു ഭൂമിക്കടിയിലുള്ള ശക്തികൾ പൊട്ടിത്തെറിച്ചുണ്ടാവുന്ന പ്രക്രിയകൾ—ഇവ രണ്ടും ഏതുകാലത്തും ലോകത്തിൽ നടന്നിരുന്നു.

ബാഹ്യപടലത്തിൽ വന്നിരുന്ന മാററങ്ങൾക്കു കാരണം സൂര്യൻ, വായു, വെള്ളം എന്നിവയാണു്. പാറ പൊട്ടിയതും, പാറക്കഷണങ്ങൾ വെള്ളത്തിലൊലിച്ചതും, അവയുടെ വക്കുകളും മൂക്കുകളും തേഞ്ഞുമാഞ്ഞു പോ

യതും, അവസാനം പൂഴിയും മണലുമുണ്ടായതും, പൂഴിമണൽ കാററത്തടിച്ചു പോയതും എല്ലാം നമുക്കറിയാവുന്ന കാര്യങ്ങളാണു്. അതുപോലെത്തന്നെ പലതരം മണ്ണുകളും വസ്തുക്കളും ശേഖരിക്കപ്പെടുന്നതും നമുക്കറിയാം. വിലയനരൂപത്തിൽ പല ഉപ്പുകളും ഒരിടത്തുനിന്നു മറെറാരു ഭാഗത്തേയ്ക്കു നീക്കംചെയ്യപ്പെടുന്നു. പല സ്ഥലത്തും സസ്യാവശിഷ്ടങ്ങൾ വന്നു് അടിഞ്ഞുകൂടുന്നു. മണൽ, മണ്ണു് എന്നീ വസ്തുക്കൾ ചളിരൂപത്തിൽ നീക്കംചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഭൂമിക്കകത്താകട്ടെ, ഭൂകമ്പവും ഭൂചലനങ്ങളും അടിയാകെ കുലുക്കുന്നു. ആഗ്നേയപ്രവൎത്തനങ്ങളുടെ ഫലമായുണ്ടാവുന്ന ചൂടും വാതകങ്ങളും അന്തൎഭാഗത്തു പല പരിണാമങ്ങളും സൃഷ്ടിക്കുന്നു.

ഒരു ജലാശയത്തിൽ പലതരം മരക്കട്ടികളും പാറികിടക്കുന്നുണ്ടെന്നു വെയ്ക്കുക. ഓരോ മരക്കട്ടിയും ഓരോ ആഴംവരെയാവും വെള്ളത്തിൽ പാറിക്കിടക്കുന്നതു്. എങ്കിലും ജലവിജ്ഞാനപരമായി ഈ മരക്കട്ടികളെല്ലാം ഒരുതരം സമതുലിതാവസ്ഥയിലാണു് ഉള്ളതെന്നു പറയാം. ഇതുപോലെത്തന്നെയെന്നു വെയ്ക്കുക, ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ പലതരം പാറക്കട്ടികളുമുണ്ടു്. ചില സ്ഥലത്തിലിവ പൊന്തിയും മററു ചിലസ്ഥലങ്ങളിൽ താണുമാണീ പാറകളുടെ കിടപ്പു്. ഭൂമിശാസ്ത്രപരമായ സമതുലനം നേടാനാണിങ്ങിനെ കിടക്കുന്നതും. ഇതിനെ 'ഐസോസ്റ്റാററിക ബാലൻസ്' (ഭൂമിശാസ്ത്രപരമായ സമതുലനം) എന്നു പറയുന്നു. പൎവ്വതങ്ങളും മററും വളരെ ഉയരത്തിൽ വീഴാതെ തലയുയൎത്തി നില്ക്കാൻ കാരണം ഈ സമതുലനാവസ്ഥതന്നെയാണു്.

ഭൂമിയിൽ, കരയും കടലും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം വളരെയധികം രസാവഹമാണു്. വടക്കെ അർദ്ധഗോളത്തിൽ അധികം കരയും, തെക്കെ അർദ്ധഗോളത്തിലധികം കടലുമാണല്ലോ ഉള്ളതു്. എങ്കിലും ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിൽ നേരെ വിപരീതവുമാണു് സ്ഥിതി. ഉത്തരധ്രുവത്തേക്കാൾ കര അധികമുള്ളതു ദക്ഷിണധ്രുവത്തിലാണു്. 81 ശതമാനം കരയും ഉത്തരാർദ്ധഗോളത്തിലാണു്. ഇതിങ്ങിനെയാവാൻ പല കാരണങ്ങളും ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പറയുന്നുണ്ടു്. ആ വാദമുഖങ്ങളിലേയ്ക്കൊന്നും ഇവിടെ കടക്കുന്നില്ല.

വായുമണ്ഡലം

മാററം—അതാണു് പ്രകൃതിനിയമം. ഇന്നലത്തെ പൂമൊട്ടു് ഇന്നത്തെ പൂവാകുന്നു; നാളത്തെ കായയാകുന്നു; അതു മററന്നാളത്തെ വിത്തുമാണു്. ഇന്നത്തെ കുരുന്നു ചെടി നാളത്തെ വടവൃക്ഷമായിത്തീരുന്നു. ജീവികൾക്കുണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന മാററങ്ങൾ വളരെ വേഗം മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയും. എന്നാൽ ജഡവസ്തുക്കൾക്കും വരുന്നില്ലേ മാററം? ഉവ്വു്. മലകളും മൈതാനങ്ങളും മാറുന്നില്ലെന്നു പറയുന്നതു ശരിയാവില്ല. ചൂടും തണുപ്പും മഴയും വെയിലും, കാററും ഒഴുക്കും ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തെയാകെ മാററുന്നു. ഈ മാററങ്ങൾ ഒന്നിനുമീതെ ഒന്നായി വന്നിട്ടാണു് അവസാനം ഗുണാത്മകമായ മാററങ്ങൾ ഉണ്ടാവുന്നതു്.

വായുമണ്ഡലത്തിനും വരുന്നുണ്ടു് മാററം. വായുമണ്ഡലത്തിന്നു പല പടലങ്ങളുമുണ്ടു്. ഒരു പടലത്തിന്നു

ട്രോപോസ്ഫേ്യർ എന്നും, മറെറാന്നിന്നു സ്ട്രാറേറാസ്ഫേ്യർ എന്നും അതിന്നും മുകളിലുള്ളതിനെ അയണോസ്ഫേ്യർ എന്നും പറയുന്നു. ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തെ വായുമണ്ഡലപടലങ്ങളിലുണ്ടാവുന്ന വ്യത്യാസങ്ങൾ എങ്ങിനെയെല്ലാം ബാധിക്കും എന്നതിനെപ്പററി കൊളംബിയാ സർവ്വകലാശാലയിലെ ജോർജ്ജ് റെന്നർ എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ പഠനം നടത്തി. പ്രകാശത്തിൻെറ പ്രസാരശക്തികാരണം വായുമണ്ഡലത്തിൻെറ വിവിധപടലങ്ങൾക്കു മാററം വരുന്നുണ്ടെന്നും, ഇതിൻെറ ഫലമായി കാററുകളുണ്ടാവുന്നുണ്ടെന്നും കാലാവസ്ഥയ്ക്കുതന്നെ വ്യത്യാസം വരുന്നുണ്ടെന്നും അദ്ദേഹം കണക്കാക്കി. കാലാവസ്ഥയെപ്പററിയുള്ള പഠനമാണ് മീറേറ്യാറോളജി.

* * * *

ചന്ദ്രനിലുള്ള ഒരു നക്ഷത്രശാസ്ത്രജ്ഞന്ന് ഒരു ദൂരദർശിനിയിൽക്കൂടി നോക്കിയാൽ എന്താണ് ഭൂമിയിൽ കാണാൻ കഴിയുക? വെറും കണ്ണുകൊണ്ടു നോക്കിയാൽപ്പോലും ഒരു പാടു കാര്യങ്ങൾ കാണാൻ കഴിഞ്ഞേക്കും. എന്നാൽ ഭൂമിയുടെ അന്തരിക്ഷത്തെപ്പററി അയാൾക്കു കാര്യമായ വിവരമൊന്നും ലഭിക്കില്ല. വായു അദൃശ്യമായതിനാല്തിനെപ്പററി വിവരമൊന്നും കിട്ടില്ല—പൊടിയും, പുകയും, മേഘവും ഒരുപക്ഷേ കാണാൻ കഴിയും.

വായുമണ്ഡലത്തിൽ നൈട്രജനും ഓക്സിജനും 4 : 1 എന്ന തോതിലാണുള്ളതു്. ഓക്സിജൻ പ്രാണവായുവാണ്—ജീവൻെറ നിലനില്പിന്നതു കൂടിയേ കഴിയൂ. നൈട്രജനാകട്ടെ, ഓക്സിജൻെറ വീര്യം അല്പം കുറയ്ക്കാൻ സഹാ

യിക്കുന്നു. നൈട്രജൻ, ഓക്സിജൻ എന്നിവയ്ക്കു പുറമെ (ഇവ രണ്ടും കൂടിയാൽത്തന്നെ സുമാർ 99 ശതമാനമായി) തുച്ഛമായ തോതിൽ ജലബാഷ്പവും, ചില അപൂർവ്വവാതകങ്ങളും, പൊടിപടലാദികളും വായുവിലടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഇവയെല്ലാം കൂടിച്ചേർന്ന ഒരു മിശ്രമാണു് വായു. വായുവിലുള്ള പുക, പൊടിപടലം, ജലബാഷ്പം എന്നിവയെ ആശ്രയിച്ചാണു് വെയിൽ, മഴ ആകാശത്തിൻെറ നിറം, കാലാവസ്ഥ എന്നിവയ്ക്കു വ്യത്യാസം വരുന്നതു്.

വായുമണ്ഡലത്തിന്നു് എത്ര കട്ടിയുണ്ടു്? താത്വികമായിപ്പറഞ്ഞാൽ 21,000 (ഇരുപത്തിഒരായിരം) മൈൽ കട്ടിയുണ്ടു് വായുമണ്ഡലത്തിന്നു്. അതിന്നുമപ്പുറം വായുവിൻെറ ഘടകങ്ങളുടെ അണുക്കൾക്കു നിലനില്ക്കാൻ കഴിയുകയില്ലത്രേ.

*   *   *   *

വായുമണ്ഡലത്തെപ്പററി നമുക്കു കുറച്ചുകൂടി പഠിക്കാൻ നോക്കാം. ട്രോപോസ്ഫേയ്റ് ഭൂമിക്കു മീതെ ഏഴു മൈൽ ഉയരംവരെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ എല്ലാ സ്ഥലത്തും ഇതിൻെറ കട്ടി ഒരേ മാതിരിയല്ല. ട്രോപോസ്ഫേയ്റിൻെറ ഉഷ്ണത 100 ഡിഗ്രിക്കും 130 ഡിഗ്രിക്കും (ഫാറൻഹീററ്) ഇടയിലായിരിക്കും. വായുവിൻെറ ഉഷ്ണത ഭൂമിയിൽനിന്നകലുംതോറും ഓരോ മുന്നൂറടിക്കു് ഓരോ ഡിഗ്രി എന്ന തോതിൽ കുറയുന്നു. വായുമണ്ഡലത്തിലെ ഘനംകൂടിയ അണുക്കൾ, പൊടിപടലങ്ങൾ, നീരാവി, ബാക്ടീരിയ, പുക, കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് എന്നിവ ട്രോപോസ്ഫേയ്റിലാണുള്ളതു്. വായുവിലെ നീ

രാവി ഘനീഭവിച്ചാണല്ലോ മേഘങ്ങളുണ്ടാവുന്നതു്. പല തരം മേഘങ്ങളുമുണ്ടു്. തൂവെള്ളനിറത്തിൽ പഞ്ഞി കെട്ടഴിച്ചപോലെയുള്ള മേഘാവലിക്കു 'കൃമുലസ്സ്' എന്നാണു് സാങ്കേതികനാമം. ഇരുണ്ടതും താണുകിടക്കുന്നതും മഴ മഞ്ഞു് എന്നിവയുടെ മുന്നോടിയായതുമായ മേഘത്തെ 'നിംബസ്' എന്നു വിളിക്കുന്നു. കട്ടിയായ നീരാവി കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ മേഘമാണു് 'സ്ട്രാററസ്'. നേരിയതും തൂവൽപോലെ ചീകി വെട്ടപ്പാക്കിയ രീതിയിലുള്ളതുമായ മേഘത്തെ 'സിരസ്സ്' എന്നും പറയുന്നു. മേഘങ്ങൾ അടിസ്ഥാനപരമായി കൃമുലസ്, നിംബസ്, സ്ട്രാററസ്സ്, സിരസ്സ് എന്നിങ്ങിനെ നാലു തരമാണു്. ഇവതമ്മിൽച്ചേൎന്നുള്ളതാണു് മിക്കവാറും എല്ലാ മേഘങ്ങളും.

സമുദ്രജലത്തിൻെറ സാന്ദ്രത എല്ലാ സ്ഥലത്തും ഒരേ വിധത്തിലായിരിക്കും. എന്നാൽ, വായുമണ്ഡലത്തിൽ വായുവിൻെറ സാന്ദ്രത ഓരോ സ്ഥലത്തും ഓരോ വിധമാണു്. വായുവിൻെറ മട്ടം അളക്കുന്നതു 'ബറോമീററർ' എന്ന ഉപകരണംകൊണ്ടാണു്. ശരാശരി സമുദ്രനിരപ്പിൽ ബറോമീറററിൽ 30 ഇഞ്ചു് രസം നില്ക്കുന്നു. വായുക്ഷോഭത്തിന്നനുസരിച്ചു് ഇതു ചിലപ്പോൾ 29 ഇഞ്ചായിക്കുറയുകയും 31 ഇഞ്ചായി വൎദ്ധിക്കുകയും ചെയ്യും. സമുദ്രനിരപ്പിനേക്കാൾ താണ ഒരു സ്ഥലത്തു ബറോമീററർ കൊണ്ടുപോയാൽ രസം മുപ്പതു് ഇഞ്ചിലധികം ഉണ്ടാവും. ഒരു ഉയൎന്ന പൎവ്വതത്തിന്മേൽ ബറോമീററർ കൊണ്ടുചെന്നാൽ അവിടെ മട്ടം 30 ഇഞ്ചിൽ കുറയുകയും ചെയ്യും. എവറസ്റ്റു് കൊടുമുടിയുടെ മുകളിൽ ബറോമീറററിലെ രസ

സ്തംഭത്തിന്നു വെറും ഒമ്പതു് ഇഞ്ചു മാത്രമേ ഉയരമുണ്ടാവൂ. ഇങ്ങിനെയുള്ള പരീക്ഷണങ്ങളിൽനിന്നു് ഒരു കാര്യം തെളിയുന്നു. വായുമണ്ഡലത്തിലെ വായുവിൻെറ പകുതിയും ഭൂമിക്കു മീതെ മൂന്നരനാഴികയ്ക്കുള്ളിലാണു് ഉള്ളതു്. ട്രോപോസ്ഫ്യേറിലാണു് വായുവിൻെറ മുക്കാൽ ഭാഗവും.

ട്രോപോസ്ഫ്യേറിൻെറ തൊട്ടു മുകളിലുള്ള പടലമാണു് സ്ട്രാറേറാസ്ഫ്യേർ. നാല്പതു നാല്പത്തഞ്ചു നാഴികവരെയാണിതിൻെറ കിടപ്പു്. സ്ട്രാറേറാസ്ഫ്യേറിലെ ഉഷ്ണത ഓരോ സ്ഥലത്തും ഓരോ മട്ടിലാവും. വാസ്തവത്തിൽ അവിടത്തെ സ്ഥിതിഗതികളെസ്സംബന്ധിച്ചുള്ള വിശദാംശങ്ങൾ ഇനിയും ലഭിച്ചിട്ടില്ല. എങ്കിലും മേൽപ്പോട്ടു പോകുംതോറും ഉഷ്ണത സാരമായൊന്നും കുറയുന്നില്ലെന്നാണു് നിരീക്ഷണങ്ങളിൽനിന്നു മനസ്സിലാവുന്നതു്. എന്നാൽ സ്ട്രാറേറാസ്ഫ്യേറിൻെറ ഏററവും മുകളിലെത്തുമ്പോഴേയ്ക്കും ഉഷ്ണത ഗണ്യമായിച്ചുരുങ്ങിയിരിക്കും, തീച്ച. അവിടെ വായുമട്ടം മിക്കവാറും നിസ്സാരമാണെന്നു പറയാം. വായു ചൂടുപിടിച്ചുണ്ടാവുന്ന തരംഗങ്ങളും സ്ട്രാറേറാസ്ഫ്യേറിൽ കുറവാണു്. പുകയോ, പൊടിയോ ഈ പടലത്തിലില്ല. ജലബാഷ്പവുമില്ല. അതിൻെറ ഫലമായി ക്യൂമുലസ്സ് മേഘങ്ങൾ കുറവാണു്. ബാക്ടീരിയയും അല്പം കാർബൺ ഡയോക്സൈഡും ഇവിടെയുണ്ടു്. മൂടൽമഞ്ഞിൻെറ കട്ടകളെപ്പോലെ സിരസ്സ് മേഘങ്ങളിവിടെയുണ്ടാവും. മദ്ധ്യരേഖയിൽനിന്നും ധ്രുവത്തിലേയ്ക്കു കിഴക്കുപടിഞ്ഞാറായാണു് അവിടെ കാററു വീശുന്നതു്.

വായുമണ്ഡലത്തിൻെറ ഏററവും പുറമെയുള്ള ഭാഗമാണു് അയണോസ്ഫേ്യർ. ഇവിടേയ്ക്കു മനുഷ്യനിരീക്ഷണത്തിന്നുതന്നെ വളരെ കുറച്ചുമാത്രമേ കടന്നുചെല്ലുവാൻ സാധിച്ചിട്ടുള്ളു. ഏററവും അടുത്തകാലത്തു സ്പേസിലേയ്ക്കു തൊടുത്തുവിടാൻ കഴിഞ്ഞ കൃത്രിമ ഉപഗ്രഹങ്ങളിൽനിന്നും റോക്കററുകളിൽനിന്നുമാണു് അയണോസ്ഫേ്യറിനെപ്പററി ലേശമെങ്കിലും വിവരങ്ങൾ ലഭിച്ചിരിക്കുന്നതു്. അയണോസ്ഫേ്യറിൽ. എന്തെല്ലാം പദാർത്ഥങ്ങളടങ്ങിയിട്ടുണ്ടു്? ഒരു പക്ഷേ, ഓക്സിജൻ, നൈട്രജൻ, ഹൈഡ്രജൻ, ഹീലിയം, മററു അപൂർവ്വവാതകങ്ങൾ—ഇവയൊക്കെ അവിടെ ഉണ്ടാവാം. ആകെയുള്ള വായുവിൽ സുമാർ ഒരു ശതമാനം അയണോസ്ഫേ്യറിലുണ്ടായിരിക്കുമെന്നു കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ആകാശത്തിൻെറ ആ വിദൂരമേഖലകളിൽക്കൂടി കൊള്ളിമീനുകൾ എക്സ്പ്രസ്സുകൾ പോലെ തലങ്ങും വിലങ്ങും പോകുന്നുണ്ടാവും. വൈദ്യുതകാന്തി പ്രസരിക്കുന്ന ഒട്ടനവധി പ്രക്രിയകളും അവിടെ നടക്കുന്നുണ്ടാവും. കോസ്മിക്ഡസ്റ്റ്—നക്ഷത്രധൂളികൾ—മാത്രമേ അവിടെ ഉണ്ടാവൂ. അയണോസ്ഫേ്യറിൻെറ അങ്ങേ അററത്തെ ഉഷ്ണത മൈനസ്സ് 400 ഡിഗ്രിയാണു് (ഫാറൻഹീററ്). അവിടെ വായുകണങ്ങൾ കിഴക്കുനിന്നു പടിഞ്ഞാറോട്ടു വിലങ്ങനെ നീങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

കാലാവസ്ഥ

ഭൂമിയുടെ കാലാവസ്ഥ മാറിമാറിക്കൊണ്ടിരിക്കും. ചിലപ്പോൾ പ്രസന്നമായും മററു ചിലപ്പോൾ കലുഷമാ

യും വേറെ ചിലപ്പോഠം ചീറുകയും പായുകയും ചെയ്തും ഭൂമി നമ്മെ അമ്പരപ്പിക്കുന്നു. ഇന്നലെ നല്ല വെയിലാണെങ്കിൽ, ഇന്നു നല്ല മഴയാണു്. ഇങ്ങിനെ കാലാവസ്ഥയിലുണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന വ്യത്യാസത്തിന്നു കാരണം ഭൂമിയുടെ തൊട്ടുകിടക്കുന്ന വായുമണ്ഡലത്തിൻെറ ചേഷ്ടകളാണു്. ഭൂമിയുടെ തൊട്ടുള്ള വായുമണ്ഡലത്തിലുണ്ടാവുന്ന പലതരം ചലനങ്ങളും കാലാവസ്ഥയെ ഒരു നിലയ്ക്കല്ലെങ്കിൽ മറെറാരു നിലയ്ക്കു ബാധിക്കുന്നു. വായുമണ്ഡലത്തിൻെറ ഈ പടലത്തിൻെറ പ്രത്യേകതകളെ അതിസൂക്ഷ്മമായിപ്പഠിച്ചു്, വിവരങ്ങഠം ശേഖരിച്ചു്, അതിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ കാലാവസ്ഥയിലുണ്ടാവാനിടയുള്ള വ്യത്യാസങ്ങഠം മിക്കവാറും മുൻകൂട്ടി പ്രവചിക്കാൻ നമ്മെ സഹായിക്കുന്ന ശാസ്ത്രമാണു് മീറേറ്യാറോളജി. ഉഷ്ണത, വായുവിൻെറ ചലനവേഗത, വായുമർദ്ദം, വായുവിലടങ്ങിയ നീരാവിയുടെ ശതമാനം, ഇങ്ങിനെ പല സംഗതികളും മനസ്സിലാക്കിയാണു് കാലാവസ്ഥ പ്രവചിക്കുവാൻ നിരീക്ഷണശാലകഠക്കു കഴിയുന്നതു്. കൊഡയ്ക്കനാലിലും, പൂനയിലും ഇത്തരം നിരീക്ഷണശാലകളുണ്ടു്. തിരുവനന്തപുരത്തും ചെറിയൊരു ഒാബ്സർവേററിയുണ്ടു്. ഒാബ്സർവേററികളാണു് വായുമണ്ഡലത്തെപ്പററി നിരീക്ഷണപരീക്ഷണങ്ങഠം നടത്തുന്നതു്.

ഭൂമിയിൽ കൊടുങ്കാററിൻെറ (Hurricane) ചില പ്രദേശങ്ങളുണ്ടു്. വായുമണ്ഡലത്തിൻെറ അടിഭാഗത്തുണ്ടാവുന്ന ചില ചലനങ്ങളാണു് കൊടുങ്കാററായിത്തീരുന്നതു്. കൊടുങ്കാററുള്ള പ്രദേശത്തു്, ചുററുപാടുമുള്ളതി

നേക്കാൾ, വായുമറ്റം ഒന്നും രണ്ടും ഇഞ്ചു കുറവായിരിക്കും. ഒരു കൊടുങ്കാററിൻെറ നീളം 100 നാഴികയിലധികം സാധാരണ ഉണ്ടാകാറില്ല. മറ്റം ചുരുങ്ങിയ സ്ഥലത്തേയ്ക്കു്, ചുററുപാടുനിന്നുമുള്ള വായു അതിവേഗം ആഞ്ഞടിക്കുന്നു. ഇതിൻെറ ഫലമായി പലപ്പോഴും കൊടുങ്കാററിൻെറ കൂടെ അതിവർഷവും വരാറുണ്ടു്. ഭയങ്കരമായ കാററും മഴയും. മരങ്ങൾക്കും കെട്ടിടങ്ങൾക്കും ജീവനും വൈദ്യുതത്തൂണുകൾക്കും ഒന്നും രക്ഷയില്ല! ലോകത്തിലിങ്ങിനെ പല ഹരിക്കേൻപ്രദേശങ്ങളുമുണ്ടു്. കൂടാതെ, ഭൂഖണ്ഡങ്ങളിൽ, സമതലപ്രദേശങ്ങളുടെ മീതെ സൈക്ലോൻ(ചുഴലിക്കാററു്)പ്രദേശങ്ങളെന്നറിയപ്പെടുന്ന ഭാഗങ്ങളുമുണ്ടു്.

സൂര്യൻെറ തേജസ്സ് ഭൂതലത്തിലെന്തെല്ലാം മാററങ്ങളാണുണ്ടാക്കുന്നതു്? ഉഷ്ണമേഖലയിൽ ഇത്തരം മാററങ്ങൾ സ്വാഭാവികമായും അധികമാണെന്നു കാണാം. ശൈത്യമേഖലയിലും സൂര്യാതപം എണ്ണംപറഞ്ഞ മാററങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നുണ്ടു്. ഏതായാലും, ഭൂമിയുടെ ധ്രുവങ്ങളിലും മധ്യരേഖയിലും ഉഷ്ണതയിലുള്ള അന്തരത്തെ ഇല്ലാതാക്കുന്ന തരത്തിലാണു് വായുപ്രവാഹം. നിരന്തരമായ ഒരു പ്രവാഹമാണിതു്. ഇങ്ങിനെ ഉണ്ടാവുന്ന കാററുകളാണു് വാണിജ്യക്കാററുകൾ എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്നതു്. ട്രോപോസ്ഫ്യേറിൻെറ അടിഭാഗത്താണു് ഈ പ്രവാഹങ്ങളെല്ലാം നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതു്.

ലോകത്തിൽ ചില സ്ഥലങ്ങൾ മരുഭൂമികളാകാനെന്താവും കാരണം? നീരാവിയുൾക്കൊള്ളുന്ന കാററു് ആ പ്രദേശങ്ങളിലേയ്ക്കൊന്നും ചെല്ലുന്നില്ല. അതേസമയത്തു

ചില സ്ഥലങ്ങളിൽ ധാരാളം മഴയുണ്ടാവുന്നതായും നമുക്കറിയാം. ഉദാഹരണമായി വടക്കെ ആഫ്രിക്കയിലെ മൊറോക്കോവിന്നു വടക്കും പടിഞ്ഞാറും സമുദ്രമാണുള്ളതു്. അവിടെ ആവശ്യത്തിന്നുള്ള മഴ കിട്ടുന്നു. ഫലസമൃദ്ധവും സസ്യശ്യാമളവുമാണാ പ്രദേശം ഒട്ടുമുക്കാലും. എന്നാൽ അതേമാതിരിതന്നെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ലിബിയ, ഈജിപ്തു്, സൌദി അറേബിയ എന്നീ രാജ്യങ്ങൾ മരുപ്രദേശങ്ങളാണു്. അതിശൈത്യവും അത്യുഷ്ണവും ഇടവിട്ടതാണവിടത്തെ കാലാവസ്ഥ. ഇതിന്നു കാരണം ആ രാജ്യങ്ങളിലേയ്ക്കു മഴക്കാററുകൾ വീശുന്നില്ലെന്നതുതന്നെ.

സമുദ്രത്തിലും കാലാവസ്ഥയെ നിർണ്ണയിക്കുന്ന ചില പ്രവാഹങ്ങളുണ്ടു്. ഇംഗ്ലണ്ടിലെ കടലോരങ്ങളെ ഒരു ഉഷ്ണപ്രവാഹം വന്നു സ്പർശിക്കുന്നതുകൊണ്ടു്, മിക്കവാറും അതേ അക്ഷാംശത്തിൽക്കിടക്കുന്ന മററു സ്ഥലങ്ങളേക്കാൾ ഉഷ്ണമവിടെയുണ്ടു്. മെക്സിക്കോ കടലിടുക്കിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന 'ഗൾഫ്സ്ട്രീം' എന്ന പ്രവാഹം ചുററുപാടുമുള്ള കാലാവസ്ഥയെ നിർണ്ണായകമാംവിധം ബാധിക്കുന്നുണ്ടു്. ഇങ്ങിനെ വളരെ ഉദാഹരണങ്ങളിതിന്നുണ്ടു്.

കൊടുങ്കാററുകളും ചുഴലിക്കാററുകളും മററും കാലാവസ്ഥയെയല്ലാ, രാജ്യത്തെത്തന്നെ ആകെ തകിടംമറിക്കാൻ കഴിവുററവയാണു്: അന്തരിക്ഷമട്ടത്തിൽ വരുന്ന വ്യത്യാസങ്ങളെ സമതുലനപ്പെടുത്തുവാനുള്ള ശ്രമത്തിലാണീമാതിരി പ്രചണ്ഡവാതങ്ങളുണ്ടാവുന്നതു്.

കാലാവസ്ഥയിലുള്ള വ്യത്യാസം ഒരു സ്ഥലത്തെ ജന്തുക്കളുടേയും സസ്യങ്ങളുടേയും ജീവിതത്തെ ബാധിക്കു

ന്നു. ഉഷ്ണമേഖലയിലാണു് ഭയങ്കരകാനനങ്ങളുള്ളതു്. അത്തരം കാട്ടുകളിലാണു് ആന, കണ്ടാമൃഗം, നരി, പുലി, മാൻ, കാട്ടുപോത്തു്, പെരുമ്പാമ്പുകൾ മുതലായവ ജീവിക്കുന്നതു്. മിതശീതോഷ്ണമേഖല ഫലസമൃദ്ധമാണു്. കുറുക്കൻ, ചെന്നായ, മാൻ എന്നിവയാണവിടെയധികം. ഇതുപോലെത്തന്നെ ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിലെ സസ്യങ്ങളും ജന്തുക്കളും സവിശേഷങ്ങളാണു്.

കാലാവസ്ഥയും മനുഷ്യജീവിതവുമായും ബന്ധമുണ്ടു്. അനുകൂലമായ കാലാവസ്ഥയുള്ള സ്ഥലത്താണു് മനുഷ്യൻ കൂട്ടംകൂട്ടമായി പാർക്കുന്നതു്. ആടുമാടുകളെ മേച്ചിരുന്ന ആര്യന്മാർ സിന്ധുവിൻെറ തീരത്തേയ്ക്കു വന്നതെന്തിനാണു്? അങ്ങിനെ ചരിത്രപരമായി നോക്കിയാൽ നാഗരികതത്തിൻെറ വളർച്ചയിലും കാലാവസ്ഥ അതിൻെറ പങ്കു നിർവ്വഹിച്ചതായിക്കാണാം. മനുഷ്യൻെറ ആരോഗ്യം കാലാവസ്ഥയെ ആശ്രയിച്ചാണിരിക്കുന്നതെന്നു് ഇനി വേറെ പറയേണ്ടതില്ലല്ലോ. ഒരു പഞ്ചാബിക്കു സാധാരണ ഒരു മലയാളിയേക്കാൾ ആരോഗ്യമുണ്ടെങ്കിലതിന്നു കാരണം ഇരുപ്രദേശത്തേയും കാലാവസ്ഥയിലുള്ള വ്യത്യാസമാകാനല്ലേ കാര്യമായും കാരണമുള്ളൂ?

പൊടിയുന്ന പാറകൾ

അത്യുന്നതമായ ഒരു പർവ്വതത്തിൻെറ അടിയുറച്ച ഒരു ഗാംഭീര്യം! ഒരു വലിയ പാറക്കെട്ടിനെ കുറച്ചുനേരം ഒന്നു നോക്കൂ: അതിൻെറ പരപ്പും, പരുപരുത്ത ഉപരിതലവും, എന്തും സഹിക്കാനുള്ള സന്നദ്ധതയും ആരേയും

അമ്പരപ്പിക്കും. അധ്വാനശീലനായ ഒരു കാഷ്ഠികത്തൊഴിലാളിയെപ്പോലെയാണത്ു്.

കഠിനഹൃദയന്മാരെ നാം ശിലാഹൃദയരെന്നു വിളിക്കാറുണ്ടു്. ഇതു കേട്ടാൽത്തോന്നുന്നതു കല്ലിന്നാണു് ഏററവും കാഠിന്യമെന്നല്ലേ? എന്നാൽ, കഠിനശിലകഠംപോലും പ്രകൃതിയുടെ ലാളനത്തിൽപ്പെട്ടു തേഞ്ഞുമാഞ്ഞു പോകുന്നുണ്ടു്. പാറകളിൽക്കൊത്തിയ ശിലാശാസനങ്ങഠം തന്നെ കാലാന്തരത്തിൽ തേഞ്ഞുപോയി അവ്യക്തമാകാറുണ്ടു്. കുളങ്ങളിലെ ചില കല്ലുകളിന്മേൽ തുണി അലക്കുകയും താളി ഉരസ്സുകയും ചെയ്യാറുണ്ടല്ലോ. അത്തരം കല്ലുകളിൽ അതിൻെറ പാടുകളും കുഴികളും വീഴാറുണ്ടു്. ഇങ്ങനെ പല ഉദാഹരണങ്ങളും നിത്യജീവിതത്തിൽ കാണാം. നൂററാണ്ടുകഠക്കുള്ളിൽ—ചിലപ്പോഠം ദശാബ്ദങ്ങഠക്കുള്ളിൽപ്പോലും—കല്ലുകഠം തേഞ്ഞുമാഞ്ഞു പോകുന്നു. അങ്ങനെയാണെങ്കിൽ, ആയിരമായിരക്കണക്കായി കൊല്ലങ്ങഠക്കുള്ളിൽ എന്തെല്ലാം ജീൎണ്ണതകളും മാററങ്ങളും കല്ലിന്നും പാറകഠക്കും സംഭവിച്ചിട്ടുണ്ടാവണം?

പ്രകൃതിയുമായുള്ള സമ്പൎക്കംമൂലം പാറകഠം ജീൎണ്ണിക്കുന്നു. നിരവധികാലം വേണം ഇതിന്നു്. ആദ്യം പരന്നു നീണ്ടുകിടക്കുന്ന പാറകളിൽ ചില വിള്ളലുകഠം കാണാം. ഇതിന്നു കാരണം ഉഷ്ണത്തിലുള്ള വ്യത്യാസമാണു്. ചൂടായിരിക്കുന്ന ഒരു വിളക്കിൻെറ കുപ്പിയിന്മേൽ ഒരു തുള്ളി വെള്ളം വീണാൽ കുപ്പി പൊട്ടുന്നുണ്ടല്ലോ. പകൽ മുഴുവൻ വെയിൽകൊണ്ടു ചുട്ടുപഴുത്ത പാറകഠം രാത്രിയായാൽ തണുക്കുന്നു. പാറകളുടെ പുറംഭാഗം വേഗത്തിൽ

തണുക്കുന്നു. അകം അത്ര വേഗത്തിൽ തണുക്കുന്നില്ല. ഇങ്ങനെ സംഭവിക്കുന്ന ഉഷ്ണവ്യത്യാസത്തിന്റെ ഫലമായി പാറകളിൽ ചില പോറലുകളും വിള്ളലുകളും ഉണ്ടാവുന്നു. ഈ വിള്ളലുകൾക്കുള്ളിൽക്കൂടി പിന്നീടു മഴ പെയ്തു വെള്ളം തുളച്ചുകയറുകയും കാലക്രമേണ വിള്ളലിന്റെ വീതിയും ആഴവും വർദ്ധിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ചില സ്ഥലങ്ങളിൽ, ഇങ്ങനെ വിള്ളലുകളിൽച്ചെന്ന വെള്ളം അതിശൈത്യംകാരണം ഉറച്ചു കട്ടിയാവുകയും, അങ്ങനെ വിടവു വലുതാകാൻ ഇടകൊടുക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അതുപോലെത്തന്നെ മരങ്ങളുടെ വേരുകളും—ഏററവും ചെറിയ സസ്യങ്ങളായ പുല്ലുകളുടെ വേരുകൾപോലും—പാറകളിൽ വിടവുണ്ടാക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്നു.

രസതന്ത്രപരമായ കാരണങ്ങളാലും പാറകൾ പൊടിയുന്നുണ്ട്. വായു, വെള്ളം എന്നിവയിൽ കാർബോണിക് ആസിഡ് എന്ന അമ്ലവസ്തു അടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. ഈ കാർബോണിക് അമ്ലം പാറകളിലും മററുമുള്ള ചിലചില അംശങ്ങളെ ദ്രവിപ്പിക്കുകയും, പാറകൾ തൽഫലമായി ജീർണ്ണിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. കരിങ്കല്ലിനെപ്പോലെയുള്ള കട്ടപ്പുംകൂടിയ പാറകൾ അത്ര എളുപ്പത്തിൽ രാസപ്രക്രിയകൾക്കു വശംവദമാകുന്നില്ലെങ്കിലും ചുണ്ണാമ്പുപാറ, മാർബിൾ, ജിപ്സം എന്നീ കട്ടപ്പംകുറഞ്ഞ പാറകൾ വളരെ എളുപ്പത്തിൽ മേൽപ്പറഞ്ഞ കാരണത്താൽ പരിണമിക്കുന്നവയാണ്.

ഇങ്ങനെ സൂര്യാതപമേററും, കാററിന്റെ ആഘാതം നേരിട്ടും, രാസപ്രക്രിയകൾക്കു വിധേയമായും, സസ്യ

ങ്ങളുടെ വളർച്ചയുടെ ഫലമായും പൊട്ടിപ്പൊടിയുന്ന പാറകൾ, ഭൂമിയുടെ ആകർഷണബലംകാരണം മലകളുടെ മുകളിൽനിന്നു കീഴ്പ്പോട്ടുരുളുന്നു. ചിലപ്പോൾ വെള്ളത്തിലൊലിച്ചും അവ കീഴ്പ്പോട്ടു നീങ്ങുന്നു. ഇതോടുകൂടി അവ വീണ്ടും ചെറുതാവുന്നു. ഇവതമ്മിലുരയുന്നു. ഇങ്ങനെ പാറക്കഷണങ്ങൾ പൊടിഞ്ഞുണ്ടാവുന്ന മണൽത്തരികൾ കാററത്തടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. കുത്തിയൊഴുകിപ്പായുന്ന പുഴകളും തോടുകളും, അലമാലകളെക്കൊണ്ടു് അമ്മാനമാടുന്ന കടലും, ശക്തിയായി വീശുന്ന കാററും പാറകളെ പൊടിക്കാൻ സഹായിക്കുന്നു. 'ശിലാഹൃദയ'രെന്നു പറഞ്ഞാലത്തെ വിഡ്ഢിത്തം ഇപ്പോൾ മനസ്സിലായോ?

ഭൂമിയിൽ പലതരം പാറകളുണ്ടു്. പാറകൾക്കിടയിൽ ചിലപ്പോൾ പഴയ കാലത്തെ ജന്തുക്കളുടേയും സസ്യങ്ങളുടേയും അവശിഷ്ടങ്ങളും അടയാളങ്ങളും കാണാം. ഇവയെ ഫോസിലുകൾ എന്നു പറയുന്നു. ഈ ജന്തുക്കളുടെ അവശിഷ്ടങ്ങൾ പണ്ടുകാലത്തെ ജീവികളുടെ കഥ പറയുന്നു. അടിയിലേയ്ക്കു പോകുംതോറും കൂടുതൽ താണതരം സസ്യങ്ങളുടേയും ജന്തുക്കളുടേയും അടയാളങ്ങളാണു് കാണുന്നതു്. ഈ ഫോസിലുകളെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി പാറകളുടെ പഴക്കം തീർച്ചയാക്കുകയാണു് ഭൂഗർഭശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ചെയ്യുന്നതു്. ഏററവും പഴക്കംകൂടിയ പാറകളിൽ യാതൊരു ഫോസിലുകളും കാണാനില്ല. ഇവയ്ക്കു് 180 ലക്ഷം കൊല്ലത്തെ പഴക്കമാണു് കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതു്. 'ആർക്കിയൻയുഗ'മെന്നാണിതിന്നു പറയുക. പിന്നീടുള്ളതു 'പ്രോട്ടോ സോയിക യുഗം' (100 ലക്ഷം കൊല്ലമാ

ണു് പഴക്കം), 'കാംബ്രിയൻയുഗം' (50 ലക്ഷം കൊല്ലംമുമ്പു്), 'ഓർഡോവിഷ്യൻയുഗം' (45 ലക്ഷം കൊല്ലം), 'സൈലൂരിയൻയുഗം' (40 ലക്ഷം വർഷം), 'ഡിവോണിയൻയുഗം' (35ലക്ഷം കൊല്ലം), 'കാർബോണിഫെറസ്സ്‌യുഗം' (30 ലക്ഷം വർഷങ്ങൾമുമ്പു്), 'ട്രയാസിക്ക്‌യുഗം' (22ലക്ഷം കൊല്ലം), 'ജുരാസിക്‌യുഗം' (13ലക്ഷം വർഷങ്ങൾ), 'ക്രിറേറഷ്യസ്‌യുഗം' (10ലക്ഷം വർഷം) എന്നിവയാണു്. ഈ ഓരോ യുഗത്തിന്നും അതിൻേറതായ പാറകളുണ്ടു്. അവയിലടങ്ങിയ ഫോസിലുകൾക്കും വ്യത്യാസമുണ്ടു്.

മലഞ്ചെരിവുകളും ഹിമവാഹിനികളും

ചെങ്കുത്തായി തലയുയർത്തി നിൽക്കുന്ന മലകളും അവയ്ക്കിടയിൽ പരന്നു കിടക്കുന്ന താഴ്വാരപ്രദേശങ്ങളും എങ്ങിനെയുണ്ടായി? എല്ലാ താഴ്വാരങ്ങളും ഒരേ വിധമാണോ? അതോ, അവയിലുമുണ്ടോ വ്യത്യാസങ്ങൾ? മനുഷ്യർക്കെന്നപോലെ താഴ്വാരകൾക്കുമുണ്ടത്രെ യൌവനവും വാർദ്ധക്യവുമെല്ലാം. തൊട്ടടുത്തുള്ള രണ്ടു കുന്നുകൾക്കിടയിൽ ചെങ്കുത്തായ പാർശ്വങ്ങളോടുകൂടിയ ഇടുങ്ങിയ ചിലതാഴ്വാരകളിൽക്കൂടി ഒരു കാട്ടരുവി കുതിച്ചു പായുന്നുണ്ടാവും. ഇത്തരം താഴ്വാരകൾ യൌവനദശയെ കാണിക്കുന്നു. ഇവയാണു് കാലക്രമേണ വിസ്താരം കൂടി വലുതാവുന്നതു്. ഇങ്ങിനെ പാർശ്വങ്ങൾ കുറേക്കൂടി ചെരിഞ്ഞു കിടക്കുന്ന താഴ്വാരകളെ വേണമെങ്കിൽ മദ്ധ്യ

വയസ്കരെന്നു വിളിക്കാം. പുഴകളുടേയും മററും പ്രവൎത്തന ഫലമായി താഴ്വാരങ്ങൾക്കു വിസ്താരം കൂടുകയും, കുന്നുകൾക്കിടയിലുള്ള പ്രദേശത്തിന്നു വ്യാപ്തി വൎദ്ധിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. കുതിച്ചുപായുന്ന പുഴകൾക്കുപകരം ആഴമുള്ള വയലുകളാണു് അവിടെ കാണുന്നതു്. പക്ഷേ, കൃഷി ചെയ്യാവുന്ന ഭൂമി വളരെക്കുറച്ചു മാത്രമേ ഉണ്ടാവൂ. നിമ്നോന്നതമായ ഒരു സ്ഥിതിയാണു് ആകെക്കൂടി അവിടെക്കാണുക. മഴപെയ്താൽ വെള്ളമെല്ലാം ഉടൻതന്നെ തോട്ടിലേയ്ക്കൊഴുകുന്നു. ഇത്തരം താഴ്വാരകളിൽ നിരത്തുകളുണ്ടാക്കുവാനും വസതികൾ നിൎമ്മിക്കുവാനും വിഷമമാണു്. ഇത്തരം താഴ്വാരകളാണു് പിന്നീടു വാൎദ്ധക്യദശയിലേയ്ക്കു കടക്കുന്നതു്. ഇതിനൊക്കെ വളരെയധികം കൊല്ലങ്ങൾ വേണ്ടിവരും. ഒന്നും രണ്ടും നൂററാണ്ടുകൾകൊണ്ടൊന്നും ഈ വ്യത്യാസം പ്രത്യക്ഷമാവുകയില്ല. മധ്യവയസ്സായ താഴ്വാരങ്ങളുടെ പാൎശ്വങ്ങൾ വീണ്ടും തേഞ്ഞു മാഞ്ഞു പോവുകയും, സമതലത്തിൻെറ വിസ്താരം വൎദ്ധിക്കുകയും ചെയ്തിട്ടാണു് താഴ്വാരത്തിന്നു വയസ്സാവുന്നതു്. അപ്പോഴേയ്ക്കും തോടിൻെറ വേഗത കുറഞ്ഞു കുറഞ്ഞു വരും. അതങ്ങിനെ വളഞ്ഞു പുളഞ്ഞു് ഒഴുകുന്നുണ്ടാവും. ചില കടുംപാറകൾ അങ്ങിങ്ങായി തലയുയൎത്തി നിൽക്കുന്നുണ്ടായിരിക്കുമെങ്കിലും, സാമാന്യേന സമതലപ്രദേശമാകെ കൃഷിയോഗ്യമായിത്തീൎന്നിരിക്കും. ഇങ്ങിനെ പാറകൾ പൊടിയുകയും, മണ്ണു് അരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതിൻെറ ഫലമായി നദീതടങ്ങൾ ഉണ്ടാവുന്നു. നദീതടസംസ്കാരങ്ങളെപ്പററിയും, നദീതടപദ്ധതികളെപ്പററിയും ധാരാളം കേട്ടറിവുള്ള നമുക്കു മാനവചരിത്രത്തിലും പുരോഗതിയിലും

അവയ്ക്കുള്ള സ്ഥാനം എന്താണെന്നു തികച്ചും അറിയുമല്ലോ.

ഹിമാലയത്തിൻെറ ഉന്നതനിലവാരങ്ങളിലോ ആൽപ്സ്പർവ്വതങ്ങളുടെ കൊടുമുടിപ്രദേശങ്ങളിലോ ഒരു ഹിമവാഹിനി അത്ര അത്ഭുതമൊന്നും ഉണ്ടാക്കുന്ന വസ്തുവല്ല. എന്നാൽ ഉഷ്ണമേഖലയിലും സമതലങ്ങളിലും താമസിയ്ക്കുന്നവക്കു ഹിമവാഹിനികൾ കൌതുകം തികഞ്ഞ വസ്തുക്കളാണെന്നതിന്നു സംശയമില്ല.

എന്താണു് ഒരു ഹിമവാഹിനി? കട്ടപിടിച്ച മഞ്ഞു് ഒന്നിച്ചു് ഉയൎന്ന സ്ഥലത്തുനിന്നു താഴോട്ടു് ഒഴുകുന്നു. ഇങ്ങിനെ അതൊഴുകുവാൻ കാരണമെന്താണു്? ഹിമം ഒരു ഘനപദാൎത്ഥമല്ലേ? പിന്നെ, അതെങ്ങിനെയാണു് ഒഴുകുന്നതു്? കാരണം പറയാം. അതിഭീമാകാരമായ ഒരു ഹിമക്കട്ട ഒരു സ്ഥലത്തു നിൽക്കുന്നുവെന്നു വെയ്ക്കുക. അതിൻെറ തൂക്കംകാരണം, ഹിമക്കട്ട ഭൂമിയോടു തൊട്ടു കിടക്കുന്ന ഭാഗം അല്പാല്പമായി ഉരുകുന്നു. നദികൾ നദീതടങ്ങളിൽക്കൂടി ഒഴുകുന്നതുപോലെ, ഹിമവാഹിനികൾക്കും അവയുടേതായ താഴ്വാരകളുണ്ടു്. എന്നാൽ, മഞ്ഞു കട്ടപിടിച്ചു് എത്ര കട്ടികൂടിയാലാണു് അതൊരു ഹിമവാഹിനിയായി രൂപാന്തരപ്പെടുക? ഏററവും ചുരുക്കത്തിൽ നൂറോ ഇരുനൂറോ അടിയെങ്കിലും കട്ടി വേണമത്രേ. ഇത്ര കട്ടിയാവുമ്പോൾ മഞ്ഞു മിക്കവാറും ഹിമമായിട്ടുണ്ടാവും. ഓരോ കൊല്ലത്തെ മഞ്ഞും ഇങ്ങിനെ കട്ടപിടിച്ചു് അടുക്കടുക്കായിട്ടാണത്രേ ഹിമവാഹിനിയായിത്തീരുന്നതു്. ഓരോ അടുക്കും ഓരോ വൎഷത്തെ ശേഖരമാണു്. അടി

യിലേയ്ക്കു പോകുംതോറും ഈ അടുക്കുകൾക്ക മുകളിലുള്ള ഹിമത്തിൻെറ തൂക്കംകാരണം, സാന്ദ്രത വർദ്ധിച്ചുവരുമെന്നും കണ്ടുപിടിച്ചിരിക്കുന്നു. മുകളിൽനിന്നുള്ള ഭാരിച്ച സമ്മർദ്ദംകാരണം അടിയിലുള്ള ഹിമം ഉരുകുന്നു. ചെങ്കുത്തായ സ്ഥലങ്ങളിലാണിതു സംഭവിക്കുന്നതെങ്കിൽ ആ ഹിമപ്രദേശം മുഴുവൻ ചലിക്കാനും തുടങ്ങും. അതാണു് ഹിമവാഹിനി.

സമുദ്രം

ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ 71 ശതമാനവും സമുദ്രമാണു്. 1400 ലക്ഷത്തിലധികം ചതു: നാഴിക വിസ്തീർണ്ണമുണ്ടു് ഇതിന്നു്. സമുദ്രത്തിൻെറ ശരാശരി ആഴം 12500 അടിയാണു്. ഹിമാലയത്തിൻെറ കൊടുമുടിയായ എവറസ്റ്റു് 29000ത്തിലധികം അടി ഉയരമുള്ളതാണു്. എന്നാൽ സമുദ്രത്തിലെ ഏററവും ആഴമുള്ള ചാലഞ്ചർഡീപ്പു് എന്ന സ്ഥലത്തിന്നു് 35600 അടിയാണു് ആഴം.

എത്രയെത്ര വെള്ളമാണു് സമുദ്രത്തിലുള്ളതു്? ലോകത്തിൻെറ കാലാവസ്ഥയേയും മാനവജീവിതത്തേയും എല്ലാം സമുദ്രം ഒരു തരത്തിലല്ലെങ്കിൽ മറെറാരു തരത്തിൽ ബാധിക്കുന്നു. സമുദ്രജലത്തിൽത്തന്നെ ഉഷ്ണപ്രവാഹങ്ങളും ശീതപ്രവാഹങ്ങളും ഉണ്ടു്. വായുവിൻെറ മട്ടത്തെ സമുദ്രം സ്വാധീനിക്കുന്നു. വായുവിലെ നീരാവി, കാർബൺ ഡയോക്സൈഡു്, ഉഷ്ണത എന്നിവയും ഒരററംവരെ സമുദ്രത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. എത്രയെത്ര ജീ

വികളും ധാതുക്കളുമാണു് സമുദ്രത്തിലുള്ളതു്? 450000തരത്തിലുള്ള പ്രാണിവർഗ്ഗങ്ങളെ(Insects)ക്കഴിച്ചാൽ ആകെയുള്ള ജീവികളിൽ അഞ്ചിൽ നാലുഭാഗവും സമുദ്രത്തിലാണു് ജീവിക്കുന്നതു്. പലതരം ഞണ്ടുകളും മത്സ്യങ്ങളും ശംഖുകളും ചിപ്പികളും കടലിൽ വാഴുന്നു. സമുദ്രത്തിൽ സസ്യങ്ങളില്ലെന്നു കരുതേണ്ട. എണ്ണായിരത്തോളം സമുദ്രസസ്യങ്ങളുണ്ടു്. ഇവയ്ക്കു് വാണിജ്യപരമായ പല ആവശ്യങ്ങളുമുണ്ടു്.

സമുദ്രത്തിലെ ധാതുലവണങ്ങൾക്കു് അററമില്ല. സമുദ്രജലത്തിൽ 3½ ശതമാനവും ധാതുക്കൾ കലന്നിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ 85 ശതമാനവും സാധാരണ ഉപ്പാണു്: സോഡിയം ക്ലോറൈഡു്. സമുദ്രജലം ഉപ്പളങ്ങളിൽവെച്ചു വററിച്ചു് ധാരാളം ഉപ്പു് എടുക്കുന്നുണ്ടു്. ശാന്തസമുദ്രത്തിലുള്ള ഉപ്പു് മുഴുവനെടുത്തു് അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ വിതരണം ചെയ്താൽ, ഒരു മൈൽ കട്ടിയിൽ ഉപ്പു് ശേഖരിക്കപ്പെടുമെന്നു കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു! സമുദ്രത്തിലേയ്ക്കു പുഴകളും മററും എത്രയെത്രയോ ഉപ്പു് കൊണ്ടുവരുന്നുണ്ടെങ്കിലും, സമുദ്രജലത്തിൻെറ ഉപ്പിൻെറ തോതു സാരമായൊന്നും വദ്ധിക്കുന്നില്ലത്രേ. ഉപ്പിന്നുപുറമെ, അറിയപ്പെടുന്ന എല്ലാ ധാതുക്കളും കുറച്ചെങ്കിലും സമുദ്രത്തിലുണ്ടു്. മാഗ്നീഷിയം പല കൂട്ടുലോഹങ്ങളുണ്ടാക്കാനും ആവശ്യമാണു്. അതു സമുദ്രത്തിൽനിന്നാണു് നികഷ്ണംചെയ്തെടുക്കുന്നതു്. സോഡിയവും പൊട്ടാസ്യവും സമുദ്രത്തിൽനിന്നു വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നു. സമുദ്രസസ്യങ്ങളിൽ ധാരാളം പൊട്ടാസ്യവും അയോഡിനും അടങ്ങിയി

ട്ടുണ്ടു്. ഇത്തരം സസ്യങ്ങളിൽനിന്നാണു് പൊട്ടാസ്യവും അയോഡിനും എടുക്കുന്നതു്. സമുദ്രത്തിൽ ബ്രോമിൻ എന്ന മൂലകം ചെറിയൊരു ശതമാനമുണ്ടെന്നു കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. മോട്ടോർ ഇന്ധനങ്ങളുണ്ടാക്കാൻ സമുദ്രത്തിൽനിന്നെടുത്ത ബ്രോമിൻകൂടിയേ കഴിയൂ എന്ന നില വന്നിരിക്കുന്നു.

ബ്രോമിൻ നിശ്ശേഷം കിട്ടാതാവും എന്ന ഭയം വെറുതെയാണത്രേ. സമുദ്രത്തിൽനിന്നു് ആവശ്യമുള്ള ബ്രോമിൻ എടുക്കാൻ പററും. സമുദ്രത്തിൽ ഒരു നാഴിക നീളം, ഒരു നാഴിക വീതി, ഒരു നാഴിക ആഴമുള്ള ഒരു തൊട്ടി നിർമ്മിച്ചാൽ, അതിനകത്തുള്ള വെള്ളത്തിൽനിന്നുമാത്രം 250,000 ടൺ ബ്രോമിൻ എടുക്കാമത്രേ! ഈ ബ്രോമിൻ വെള്ളത്തിൽനിന്നു വേർതിരിച്ചെടുക്കാനുള്ള വഴികഠം പൂതുക്കണം എന്നുമാത്രം. രാസവ്യവസായത്തിൽ വളരെയേറെ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവാണു് ക്ലോറിൻ. സമുദ്രം ക്ലോറിൻെറ ഒരു അക്ഷയപാത്രംതന്നെയാണെന്നു പറയാം. സമുദ്രത്തിലുള്ള സ്വർണ്ണത്തെ വേർതിരിച്ചെടുക്കാൻ സ്വർണ്ണത്തിൻെറ വിലയേക്കാഠം അധികം ചിലവു വരും. ഇല്ലെങ്കിൽ സമുദ്രത്തിലെ സ്വർണ്ണം മുഴുവൻ എടുത്താൽ ലോകത്തിലെ 200 കോടി ജനങ്ങളിലോരോരുത്തക്കും അയ്മ്പതിനായിരം രൂപയുടെ സ്വത്തുണ്ടാക്കാം. പക്ഷേ, ഇതു് ഇന്നു കടലാസ്സിൽ മാത്രമായങ്ങിനെ കിടക്കുകയാണു്.

എന്നാൽ, ധാതുക്കളെക്കാളധികം സമുദ്രസമ്പത്തു കിടക്കുന്നതു സമുദ്രജീവികളിലും സസ്യങ്ങളിലുമാണു്. സ

മുദ്രത്തിൽ 200000 തരം ജീവികൾ വസിക്കുന്നുണ്ടു് — എണ്ണായിരം തരം സസ്യങ്ങളും. ഇവയെപ്പററിയുള്ള വിജ്ഞാനശാഖ വളരേണ്ടതാവശ്യമാണു്. എന്നാൽ ഇവയിലധികവും വാണിജ്യപരമായ പ്രാധാന്യമുള്ളവയാണു്. ഇത്തരം സമുദ്രജീവികളേയും സസ്യങ്ങളേയും വളത്തിക്കൊണ്ടുവരാൻ എന്തെല്ലാമാണു് വഴികളെന്നു് ആരായേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. അവ നശിക്കാതെ നോക്കണമല്ലോ.

ഒരേക്കർ ഭൂമിയും ഒരേക്കർ സമുദ്രവുമെടുത്താൽ, സമുദ്രമാണത്രേ ഭൂമിയേക്കാൾ ഉൽപാദനക്ഷമതയുള്ളതു്. ഭൂമിയിൽ തരിശായിക്കിടക്കുന്ന അനേകായിരം ഏക്കർ സ്ഥലമുണ്ടു്. സമുദ്രത്തിലങ്ങിനെ തരിശില്ല. മാത്രമല്ല, ചില പ്രദേശങ്ങൾ നല്ല ഫലപുഷ്ടിയുള്ള പുഞ്ചപ്പാടങ്ങളേക്കാൾ സമ്പന്നവുമാണു്. സമുദ്രത്തിൽ വരൾച്ചയില്ല. സമുദ്രജലത്തിൽ സസ്യങ്ങളുടെ ആരോഗ്യപരമായ വളച്ചയ്ക്കു് ആവശ്യമായ ധാതുക്കളടങ്ങിയിരിക്കുന്നു — ആവശ്യത്തിന്നുള്ള നൈട്രേറും ഫോസ്ഫേറും സിലിക്കേറും അതിലുണ്ടു്. ഇതുപോലെത്തന്നെ ഭൂമിയിൽ ഏററവും മീതെയുള്ള മണ്ണു മാത്രമാണു് കാഷികോൽപാദനത്തെ സഹായിക്കുന്നതെങ്കിൽ കടലിൽ വളരെ ആഴംവരെ സസ്യങ്ങൾക്കു ജീവിക്കാൻ കഴിയും — അല്പമെങ്കിലും സൂര്യപ്രകാശം എത്തുന്ന സ്ഥലംവരെ (200 മുതൽ 800 അടി വരെ ആഴത്തിൽ) സസ്യങ്ങൾ ജീവിക്കുന്നു. ധ്രുവപ്രദേശത്തു സസ്യങ്ങളൊന്നും ഉണ്ടാവുന്നില്ല. എന്നാൽ ധ്രുവങ്ങളിലെ സമുദ്രങ്ങളിൽ ജീവജാലങ്ങളും സസ്യങ്ങളും ധാരാളമുണ്ടു്.

സമുദ്രത്തിൻെറ അടിത്തട്ടിനെപ്പററിയും പലതും അറിയാനുണ്ട്. അവിടെയുള്ള മണ്ണും ചളിയും എടുത്തു പരിശോധിച്ചാൽ ഭൂഗർഭശാസ്ത്രപരമായ പല വിവരങ്ങളും ലഭിക്കും.

സമുദ്രത്തിൻെറ അടിത്തട്ടു തനി നിരപ്പാണെന്ന പൊതുധാരണ ശരിയല്ല. ഭൂതലത്തേക്കാൾ നിമ്നോന്നതമാണ് സമുദ്രത്തിൻെറ അടിഭാഗം. സമുദ്രത്തിന്നടിയിൽ അതിഗംഭീരന്മാരായ പർവ്വതങ്ങളുണ്ട്. ചില സ്ഥലം ആറും ഏഴും നാഴിക ആഴത്തിലാണ്. വേറെച്ചില സ്ഥലങ്ങളത്രതന്നെയില്ല. പല രീതിയിലുമാണ് സമുദ്രത്തിൻെറ അടിത്തട്ടിൻെറ കിടപ്പ്. പുഴകളുടേയും മററും അഴിമുഖത്തിനുതൊട്ടും, തുറമുഖങ്ങളുടെ സമീപദേശത്തും, ചില ഉൾക്കടലുകളിലും മററും മാത്രമേ സമുദ്രത്തിൻെറ അടിഭാഗം എങ്ങിനെ കിടക്കുന്നു എന്ന സംഗതി ഇതുവരെയായി നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളു. ലോകത്തിലുള്ള നിബിഡങ്ങളായ കാനനങ്ങളിലേയ്ക്കു് ഇനിയും മനുഷ്യനെത്തിക്കഴിഞ്ഞില്ലെങ്കിൽ, അതിനെക്കാളെത്രയെത്രയോ സ്ഥലത്തു്—സമുദ്രങ്ങളുടെ വിശാലമായ അഗാധതയിലേയ്ക്കു്—മനുഷ്യൻ സ്പർശിക്കുകപോലും ചെയ്തിട്ടില്ല. എങ്കിലും സമുദ്രഗർഭത്തെപ്പററിയും മനുഷ്യൻ ഇന്നല്ലെങ്കിൽ നാളെ എല്ലാം മനസ്സിലാക്കും—തീർച്ച.

ഭൂമിക്കെത്ര വയസ്സായി?

നാം ജീവിക്കുന്ന ഈ ഭൂമിക്കെത്ര വയസ്സായി? പെട്ടെന്നു് ഉത്തരം പറയാനാരും ധൈര്യപ്പെടാത്ത ഒരു ചോ

ദൃമാണിതു്. ഐർലാൻറിലെ ഒരു ആർച്ച്ബിഷപ്പായിരുന്ന ഉഷർ(1581_1656) പറഞ്ഞതു് ക്രിസ്തുവിനുമുമ്പു് 4004_ാമാണ്ടിൽ ഒക്ടോബർമാസം 23_ാംനു- കാലത്തു് ഒമ്പതുമണിക്കാണു് ഭൂമി സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടതു് എന്നാണു്. ഇതു ശരിയല്ല എന്നു പറഞ്ഞിരുന്നവരെ അദ്ദേഹം മതദ്വേഷികളെന്ന മുദ്രകുത്തി. ഹിന്ദുക്കളുടെ ആദ്യകൃതികളിലൊന്നായ മനുസ്മൃതിയിൽ ബ്രഹ്മാവിൻെറ ഒരൊററ ദിവസത്തിനു തുല്യമാണു് ഭൂമിയുടെ ഭൂതവത്തമാനഭാവികളെല്ലാം കൂടിയാലതു്! ബ്രഹ്മാവിൻെറ ഒരു ദിവസം നമ്മുടെയെല്ലാം 4,320,000,000 വഷങ്ങളാണുതാനും. വിഷ്ണുപുരാണത്തിൽപ്പറഞ്ഞ പ്രകാരമാണെങ്കിൽ 1958_ലേയ്ക്കു ഭൂമി ജനിച്ചിട്ടു് 1,972,949,059 വർഷങ്ങളായി. അത്ഭുതമെന്നു പറയട്ടെ, ഇന്നു പലരും സുമാറായിപ്പറയുന്നതു ഭൂമിക്കു് ഇരുപതിനായിരം ലക്ഷം വയസ്സായി എന്നാണു്. മിക്കവാറും ഈ സംഖ്യയോടു് അടുത്തതാണു് വിഷ്ണുപുരാണക്കാരൻെറ കണക്കും!

എങ്ങിനെയാണു് ഭൂമിയുടെ വയസ്സു കണക്കാക്കുക? ആരെങ്കിലും പറഞ്ഞതും എഴുതിയതും അപ്പടി വിശ്വസിക്കുന്നതു ശാസ്ത്രീയബുദ്ധിക്കു യോജിച്ചതല്ലല്ലോ. എഡ്മണ്ട്ഹാലി (1656_1742) എന്ന ഗവേഷകൻ ഇതിന്നൊരു വഴി പറഞ്ഞു: കടലിലെ ഉപ്പുവെള്ളത്തിന്നു കാരണം, ഭൂമിയിൽനിന്നു പുഴകളിൽക്കൂടി കുറേശ്ശക്കുറേശ്ശയായി ഉപ്പു സമുദ്രത്തിൽച്ചെന്നു ലയിച്ചതാണു്. എത്ര കൊല്ലംകൊണ്ടാവും ഇങ്ങിനെ ഉപ്പു കടലിലേയ്ക്കൊഴുകിയതു് എന്നു കണക്കാക്കി നോക്കാമെന്നും, പക്ഷേ, ഒൗർഭാ

ഗ്യവശാൽ പഴയവരാരുംതന്നെ ഒരു രണ്ടായിരമോ മൂവ്വായിരമോ കൊല്ലം മുമ്പ് കടലിലലിഞ്ഞുചേൎന്ന ഉപ്പിൻെറ തോതെത്രയാണെന്നു കുറിച്ചുവെച്ചിട്ടില്ലെന്നും, അതിനാൽ ഇന്നതു കണക്കാക്കാൻ വിഷമമുണ്ടെന്നും പറഞ്ഞു. എങ്കിലും നാം പലരും വിചാരിക്കുന്നതിലധികം വയസ്സായിട്ടുണ്ട് ഭൂമിക്കു് എന്നു ഹാലി സമ്മതിച്ചു.

ജെയിംസ് ഹട്ടൻ (1726-1797) എന്ന സുപ്രസിദ്ധശാസ്ത്രജ്ഞനാണു് ഭൂമിയുടെ വയസ്സിനെപ്പററി ഒരു ധാരണയുണ്ടാക്കാൻ സഹായിച്ചതു്. ഭൂതലത്തിൽനിന്നു കൊത്തിയെടുക്കപ്പെട്ടവയാണു് ഇന്നു കാണുന്ന മലകളും പൎവ്വതങ്ങളുമെന്നും, പ്രകൃതിയുടെ അനുസ്യൂതങ്ങളായ പ്രവൎത്തനസമുച്ചയങ്ങളാണിതിന്നു കാരണമെന്നും, മണ്ണൊലിച്ചുപോകുന്നതുപോലെ വേറെച്ചിലടിക്കിൽ മണ്ണും മണലും ചെന്നു് അടിഞ്ഞു കൂടുന്നുണ്ടെന്നും അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. ഒരു കൊത്തുപ്പണിക്കാരൻ കല്ലിലോ മരത്തിലോ ഒരു കലാശില്പം കൊത്തിയുണ്ടാക്കുംപോലെ, പ്രകൃതി കൊത്തിയുണ്ടാക്കിയതാണു് ഭൂതലം. അട്ടക്കട്ടക്കായി ഭൂമിക്കടിയിലുള്ള പാറകളും മണ്ണുമെല്ലാം ഓരോ യുഗത്തിൻെറയും കാലഘട്ടത്തിൻെറയും പ്രാതിനിദ്ധ്യം വഹിക്കുന്നവയാണെന്നും അവയെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ഭൂമിയുടെ വയസ്സു കണക്കാക്കാമെന്നും ഹട്ടൻ സ്ഥാപിച്ചു.

എന്നാൽ, ഭൂമിയുടെ ചരിത്രത്തിൻെറ ഒരുവശം മാത്രമേ ഹട്ടൻ കണ്ടുള്ളു. വളരെയേറെ പരിശോധനക്കുശേഷം ഹട്ടൻ പറഞ്ഞുവത്രേ, "ഭൂമിയുടെ ആരംഭത്തിൻെറ യാതൊരു ലാഞ്ഛനയും എങ്ങും കാണുന്നില്ല" എന്നു്.

ഇതിൻെറ അത്ഥം ഭൂമിക്കു ആദ്യമോ അവസാനമോ ഇല്ലെന്നുള്ളതാണെന്നു അന്നു പലരും വ്യാഖ്യാനിച്ചു. ഭൂമിയെ ദൈവം സൃഷ്ടിച്ചതല്ലെന്നു ഹട്ടൻ പറഞ്ഞതായി ഈ വാദത്തെ അന്നത്തെ പുരോഹിതവൎഗ്ഗം എടുത്തു.

ഭൂഗർഭശാസ്ത്രപരമായ പ്രക്രിയകളുടെ തോതു തികച്ചും വേണ്ടമാതിരി മനസ്സിലാക്കാനോ കണക്കാക്കാനോ ഹട്ടനു കഴിഞ്ഞില്ല. പിന്നീടുണ്ടായവരാകട്ടെ, ഭൂമിയുടെ വയസ്സു കണക്കാക്കുന്നതിൽ ഒട്ടും ലോഭം കാണിച്ചില്ല. 1859_ൽ മഹാനായ ഡാർവിൻ, ഇംഗ്ലണ്ടിലെ ചോക്കുപാറകളുടെ മണ്ണൊലിപ്പിൻെറ തോതിൽനിന്നു കണക്കാക്കിപ്പറഞ്ഞുവത്രെ ആ ചോക്കുപാറകൾ അന്നത്തെ സ്ഥിതിയിലെത്താൻ 3000 ലക്ഷം കൊല്ലങ്ങൾ പിടിച്ചിരിക്കുമെന്നു. ഇന്നു നമുക്കറിയാം, ഈ മതിപ്പു അത്ര ശരിയൊന്നുമല്ലെന്നു.

അനന്തമായ കാലത്തെ ഇങ്ങിനെ അനിയന്ത്രിതമായ ധിഷണാശക്തികൊണ്ടു അളക്കുന്നതിനെതിരായി കെൽവിൻ എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ തടസ്സവാദമുന്നയിച്ചു. കെൽവിൻ പറഞ്ഞതു തണുത്തുകൊണ്ടുവരുന്ന ഒരു ചുട്ടുപഴുത്ത ഗോളമാണു ഭൂമിയെന്നതുകൊണ്ടും, അടിയിലേക്കു പോകുംതോറും ചൂടും പാറകളുടെ ഉഷ്ണചാലകതവും വൎദ്ധിക്കുന്നതിന്നനുസരിച്ചു ചിലതൊക്കെ കണക്കാക്കാമെന്നുമാണു. ഭൂമി ഉറച്ചുകിട്ടിയതിന്നുശേഷം എത്ര വൎഷങ്ങൾ കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ടാവുമെന്നു 1872_ൽ കെൽവിൻ ഗണിച്ചുണ്ടാക്കാൻ ഒരുങ്ങി. കെൽവിൻ കണക്കാക്കിയതു 4000 ലക്ഷം വൎഷങ്ങൾക്കുമുമ്പാണു ഭൂമി തണുത്തു കട്ടി

യാവാൻ തുടങ്ങിയതു് എന്നാണു്. കെൽവിൻെറ ഈ കണക്കിനെ അക്കാലത്തു പലരും ശക്തമായി എതിർത്തു. പ്രതിഷേധങ്ങളെയെല്ലാം വേണ്ടവിധം വകയിരുത്തിക്കൊണ്ടു് അവസാനം 200ലക്ഷവും 400 ലക്ഷവും കൊല്ലങ്ങളായിട്ടുണ്ടു് ഭൂമി തണുത്തു് ഉറയ്ക്കാൻതുടങ്ങിയിട്ടു് എന്ന നിലയിലെത്തി. 1897_ലാണിതു്. ഈ വാദത്തേയും ആർച്ചു് ബിഷപ്പു് ഗെയ്ക്കിയെപ്പോലുള്ളവർ ഖണ്ഡിക്കാതിരുന്നില്ല. ഇന്നുള്ളതിനേക്കാളധികം ഭൂഗർഭശാസ്ത്രപരമായ പ്രവർത്തനങ്ങൾ പണ്ടുകാലത്തുണ്ടായിരുന്നു എന്ന കെൽവിൻെറ വാദത്തെയാണു് ഗെയ്ക്കി എതിർത്തതു്.

വാദകോലാഹലങ്ങൾ വീണ്ടും വീണ്ടുമുണ്ടായി. കെൽവിനെ ഹാർദ്ദമായി അനുകൂലിച്ച ചിലരെങ്കിൽ, വേറെ ച്ചിലർ കക്ശമായി എതിക്കുകയും ചെയ്തു. റേഡിയോ ആക്റ്റിവിററി (റേഡിയോപ്രസരം) എന്ന പുതിയൊരു പ്രതിഭാസം കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതോടുകൂടി സ്ഥിതിയ്ക്കൊരു മാററം വന്നു. റേയ്ലിപ്രഭു എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ലോകത്തിലുള്ള പാറകളിലെല്ലാം റേഡിയത്തിൻെറ ലാഞ്ഛനകളുണ്ടെന്നു കണ്ടുപിടിച്ചു. കെൽവിൻ ഉദ്ദേശിച്ചപോലെ, പണ്ടുകാലത്തെ ചൂടുകൊണ്ടു മാത്രമല്ല ഏതുകാലത്തും ഭൂമിയിൽ സ്ഥിരമായി ചൂടുണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കയാണെന്നും തെളിഞ്ഞു.

മിക്കവാറും കൃത്യമായി ഭൂമിയുടെ വയസ്സു കണക്കാക്കണമെങ്കിൽ ആദികാലംമുതൽക്കു് ഇതുവരെ പ്രവർത്തിച്ച ഭൂഗർഭശാസ്ത്രപരമായ പ്രതിഭാസങ്ങളെ ഏതെങ്കിലും തന്നെ കണക്കിലെടുക്കണം. റേഡിയോ ആക്റ്റീവ്‌വസ്തു

ക്കളുടെ ജീർണ്ണിക്കൽ മാത്രമാണു് ഇങ്ങിനെ എന്നെന്നു
ള്ളൊരു പ്രക്രിയ. ഈ ജീർണ്ണിക്കലിൻെറ ഫലമായി യു
നിയം, തോറിയം മുതലായ ധാതുക്കൾ ഫീലിയം ക
യം (ലെഡ്) എന്നിവയായി മാറുന്നു. ഇങ്ങിനെ ഉണ്ടാ
ഫീലിയം ഒരു വാതകമായതുകൊണ്ടു് അതു രക്ഷപ്പെ
എന്നാൽ കാരീയം വസ്തുവിൽത്തന്നെ ബാക്കി നില്ക്കു
ഇതിൽനിന്നു് ഓരോ വസ്തുവിൻേറയും പഴക്കം കണ
ക്കുകയും ആവാം. ഇങ്ങിനെ റേഡിയോ ആക്ടിവിററി
ടെ ഫലമായുണ്ടായ കാരീയത്തിൻെറ വിവിധരൂപ
ളിൽനിന്നാണു് ഇന്നു ഭൂമിയുടെ വയസ്സിനെപ്പററി
ഏകദേശ്സ്വരൂപം ലഭിക്കുന്നതു്.

ഭൂമി ഉണ്ടായ കാലത്തു് ഒരു പ്രത്യേകതരം കാരീ
(207 എന്ന സൂചകസംഖ്യയോടു കൂടിയതു്) അതി
ണ്ടായിരുന്നില്ലെന്നും പിന്നീടാണതു് ഉണ്ടായതെന്
ഊഹിക്കുന്നതിൽ തെററില്ല. ഇന്നു കരിങ്കല്ലിലും മ
പാറകളിലും കാണുന്ന കാരീയം യുറേനിയം 235 എ
മൂലകത്തിൽനിന്നുണ്ടായതാണെന്നും ഊഹിക്കാം. യു
നിയത്തിൽനിന്നു റേഡിയോ ആക്ടിവിററികാരണം
ങ്ങിനെ കാരീയം ഉണ്ടാവണമെങ്കിൽ 54000 ലക്ഷം വ
ങ്ങൾ വേണമെന്നു കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അങ്ങി
നോക്കിയാൽ ഭൂമിയുടെ വയസ്സു് 34000വും 54000
ലക്ഷം വഷത്തിന്നിടയിലാണെന്നു കാണാം. ഇതൊ
സുമാർ കണക്കാണു്, കെട്ടോ!

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY
KOTTAYAM

Cl. No. 500 Acc. No. 11592

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

12 JUL 1999		
21 JUN 2001		

If the book is not returned on due date
a fine of 25 Ps. per day will be charged

500 11592

ഭാസ്കരപ്പണിക്കർ. പി.ടി

രണ്ടു വിജ്ഞാനശാഖകൾ

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY

Call No. 500 Acc. No. 11592

Author ഭാസ്കരപ്പണിക്കർ . പി. ടി

Title രണ്ടു വിജ്ഞാനശാഖകൾ

Indic Digital Archive Foundation

gpura.org