ജ്യോതിഷബാലബോധിനി

(ASTRONOMY FOR THE LAYMAN)

പി. കെ. കോരു

ജ്യോതിഷബാലബോധിനി

ASTRONOMY FOR THE LAYMAN

ഗ്രന്ഥകർത്താ :

പി. കെ. കോരു എം. എ; എൽ. ടി.

(പകർപ്പവകാശം)

PUBLISHERS :

THE MANGALODAYAM LTD.,

TRICHUR.

1953 ജൂൺ.

ഒന്നാം പതിപ്പ്: കോപ്പി 1000.

തൃശ്ശിവപേരൂർ

ഗീതാ പ്രസ്സിൽ അച്ചടിച്ചത്.

വില: 3 ക.

മുഖവുര

ജ്യോതിഷത്തിന്നു മാനവസംസ്കാരവുമായി ഒരഭേദ്യബന്ധമുണ്ടെന്നു തക്കമററ സംഗതിയാകുന്നു. സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരുടേയും നക്ഷത്രങ്ങളുടേയും നിയതസഞ്ചാരം, ഋതുക്കളുടെ ആവൎത്തനം മുതലായ സംഗതികൾ മനുഷ്യരുടെ അത്ഭുതത്തേയും ചിന്തയേയും ഉണൎത്തുന്നു. എന്നു മാത്രമല്ല, മനുഷ്യന്നുണ്ടാകാവുന്ന ശ്രേയസ്സിൻെറ ഉറവുകളാകുന്ന കൎമ്മങ്ങൾ കാലത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുകയും ആ കാലം ജ്യോതിസ്സുകളുടെ സഞ്ചാരത്തിൽ നിന്നുമാത്രം അറിയപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഭാരതീയരുടെ ജീവിതത്തിൽ ഇതു വളരെ സ്പഷ്ടമത്രെ. കൃഷിക്കാർ ഞാററുവേലകളെ നോക്കാതെ കൃഷി ചെയ്യുന്നില്ല. ഹിന്ദുക്കളുടെ സകല വൈദികാനുഷ്ഠാനങ്ങളും നക്ഷത്രവും തിഥിയും നോക്കീട്ടാകുന്നു ചെയ്യുന്നത്. സംക്രമദിവസം ഈശ്വരാരാധനക്കു പ്രത്യേകം പററിയ ദിവസമാകുന്നുവെന്നാണ് അവരുടെ വിശ്വാസം. അയനാരംഭമദ്ധ്യങ്ങളെക്കുറിക്കുന്ന സംക്രമങ്ങളെ അവർ ആഘോഷിക്കുന്നു മററുള്ളവരുടെ പല ആഘോഷങ്ങളിലും ഇതു നിഴലിച്ചെങ്കിലും കാണാം. സംവത്സരദൈൎഘ്യവും തീയതികളും ജ്യോതിസ്സുകളുടെ സഞ്ചാരത്തെത്തന്നെ ആശ്രയിക്കുന്നു.

കാലഗണനക്കുപയോഗമായ ശാസ്ത്രം എന്ന നിലയിലാണ് ജ്യോതിഷത്തെ ഭാരതീയാചാൎയ്യന്മാർ വേദാംഗമായി സ്വീകരിച്ചത്.

"വേദാസ്താവദ്യജ്ഞകൎമ്മപ്രവൃത്താ
യജ്ഞാഃ പ്രോക്താസ്തേ തു കാലാശ്രയേണ
ശാസ്ത്രാദസ്മാൽ കാലബോധോ യതഃ സ്യാ-
ദ്വേദാംഗത്വം ജ്യൌതിഷസ്യോക്തമസ്മാൽ."

എന്നു ശ്രീ ഭാസ്കരൻ വളരെ വ്യക്തമായിപ്പറയുന്നു. വേദാംഗജ്യോതിഷമെന്ന പുരാതനഗ്രന്ഥത്തിൽ ദിക്കാലദേശനിൎണ്ണയമല്ലാതെ മറെറാന്നും പ്രതിപാദിച്ചിട്ടില്ല. വിശ്വവിശ്രുതമായ ഭാരതീയജ്യോതിഷഗ്രന്ഥങ്ങളെല്ലാം ചെയ്തിട്ടുള്ളതും ഇതുതന്നെയാണ്. പാശ്ചാത്യരുടെ ഇടയിൽ ഇതിന്നുള്ള മാൎഗ്ഗങ്ങളെ ചിന്തിക്കുന്ന ശാസ്ത്രവിഭാഗത്തെ Astronomy എ

ന്നു പറയുന്നു. അതിനാൽ ഈ പുസ്തകത്തിൽ Astronomy എന്നതി ന്നു തുല്യമായി ജ്യോതിഷം എന്ന വാക്കും Astronomer എന്നതിന്നു തുല്യമായി ജ്യൌതിഷി എന്ന വാക്കും ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഈ പുസ്തകം എഴുതുന്നതിൽ കാൎയ്യമായ ഉദ്ദേശ്യം ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രത്തിൻെറ ക്രമപ്രവൃദ്ധമായ വളൎച്ചയെ വിശദമാക്കുകയാണ്. പൂൎവ്വന്മാരുടെ ചിന്തകൾ തുടൎന്നുപോകുക മാത്രമാണ് ആധുനികർ ചെയ്തിട്ടുള്ളത്. ഈ ശാസ്ത്രത്തിന്നു പ്രാചീനാധുനികമെന്നോ പൌരസ്ത്യപാശ്ചാത്യമെന്നോ ഉള്ള ഭേദം കല്പിക്കുന്നതു യുക്തമെന്നു തോന്നുന്നില്ല. അന്നും ഇന്നും ഇവിടേയും അവിടേയും നിരീക്ഷണങ്ങളുടേയും ചിന്തകളുടേയും സമ്പ്രദായങ്ങളിൽ സ്ഥായിയായി നില്ക്കുന്ന ഒരൈകരൂപ്യം അദ്ധ്യേതാക്കൾക്കു കാണാവുന്നതാണ്. മററു ഭൌതികശാസ്ത്രങ്ങളുടെ വളൎച്ച കൊണ്ടു ഇന്നു നിരീക്ഷണസൌകൎയ്യങ്ങൾ വൎദ്ധിച്ചിട്ടുള്ളതു മാത്രമാണ് ഭേദം. അതിനാൽ നിരീക്ഷണഫലങ്ങൾ സൂക്ഷ്മതരങ്ങളാവുകയും ആ ഫലങ്ങൾക്കനുസരിച്ച ചിന്തകൾ ശാസ്ത്രത്തിൽ കടന്നുകൂടുകയും ചെയ്തിട്ടുണ്ട്.

സാധാരണക്കാൎക്കു വായിക്കുവാൻ പററുന്ന ഭാഷയിലും രീതിയിലും ഒരു ജ്യോതിഷഗ്രന്ഥം മലയാളഭാഷയിലെഴുതി മദിരാശി സൎവ്വകലാശാല നിശ്ചയിക്കുന്ന പരിശോധകന്മാൎക്കു തൃപ്തിയായാൽ അതിന്നു സമ്മാനം കൊടുക്കുമെന്നു 1950 ഒക്ടോബർ 3-ാം തിയതി സൎവ്വകലാശാല പരസ്യം ചെയ്തു. പത്രം വഴി അതറിഞ്ഞ എൻെറ സുഹൃത്തു ശ്രീ. കെ. കെ. ചാത്തുഅച്ഛൻ M. A; L. T. എന്നെ സ്നേഹപൂൎവ്വം നിൎബ്ബന്ധിച്ച വഴിക്കാണ് ഞാൻ ഈ പുസ്തകം എഴുതുവാനാരംഭിച്ചത്. സമ്മാനം കാംക്ഷിച്ച് സ്വകീയമായ ചിന്താഗതിയിൽനിന്നോ സമ്പ്രദായങ്ങളിൽനിന്നോ ഒട്ടും തന്നെ വ്യതിചലിക്കരുതെന്നു അദ്ദേഹത്തിൻെറ ഒരു താക്കീത് കൂടിയുണ്ടായിരുന്നു. അതു ഞാൻ ആത്മാൎത്ഥതയോടുകൂടി അനുഷ്ഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. യാഥാസ്ഥിതികരായ ചില കേരളീയർ ഹിന്ദുജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രസിദ്ധാന്തങ്ങളെ സംബന്ധിച്ച് ചില മിഥ്യാവാദങ്ങൾ പത്രങ്ങളിൽ പരസ്യം ചെയ്താറുള്ളതു വായിക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടുള്ള എനിക്ക് എൻെറ പ്രതിപാദനം സൎവ്വകലാശാലാപരിശോധകന്മാൎക്കുകൂടി രുചിക്കാതെ വരുമോ എന്ന സംശയവും ഉണ്ടാവാതിരുന്നില്ല. സമ്മാനം എനിക്കു ലഭിച്ചു. അതു ഞാൻ എൻേറയും നാട്ടിൻേറയും ഭാഗ്യമായിക്കരുതുന്നു. സൎവ്വകലാശാലയോടും പരിശോധകന്മാരോടും എനിക്കുള്ള വിനീതമായ കൃതജ്ഞത ഇവിടെ രേ

ഖപ്പെടുത്തികൊള്ളട്ടെ. സമ്മാനം ലഭിച്ചിരുന്നില്ലെങ്കിൽ ഇങ്ങിനെ ഒരു പുസ്തകം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തുവാൻ എനിക്കു സാധിക്കുമായിരുന്നില്ല.

ഈ പുസ്തകം എഴുതുന്നതിൽ സൈമൻ ന്യൂക്കോമ്പ്, സേർ റോബർട്ട് ബാറം, എഡിങ്ട്ടൻ, സേർ ജെയിംസ് ജീൻസ് എന്നീ പണ്ഡിതന്മാർ സാധാരണജനങ്ങൾക്കുവേണ്ടി എഴുതീട്ടുള്ള പുസ്തകങ്ങളും, ആൎയ്യഭടീയം, സൂൎയ്യസിദ്ധാന്തം, സിദ്ധാന്തശിരോമണി, പഞ്ചസിദ്ധാന്തിക, കരണപദ്ധതി, യുക്തിഭാഷാ എന്നീ ഭാരതീയഗ്രന്ഥങ്ങളിലെ ഭുവനകോശാദി പ്രതിപാദകങ്ങളായ ഭാഗങ്ങളുമാണ് അധികം അവലംബിച്ചിട്ടുള്ളത്. ജ്യോതിഷം ഇന്നും വളൎന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു ശാസ്ത്രമാകയാൽ, പുതുതായി അറിഞ്ഞിട്ടുള്ള ചില സംഗതികളും ചില പുതിയ അഭിപ്രായങ്ങളും ഇതിൽ ഇല്ലെന്നു വരാം. വിശിഷ്യ പരമാണുശക്തിയെ സംബന്ധിച്ച ജ്ഞാനം അടുത്ത കാലത്തു വളരെ വൎദ്ധിച്ചിട്ടുള്ളതുകൊണ്ടു സൂൎയ്യന്റേയും നക്ഷത്രങ്ങളുടേയും അന്തൎഭാഗത്തെ സ്ഥിതികളുടെ വിവരണങ്ങളും മററും ഇന്നറിയുന്ന സ്ഥിതിക്ക് തന്നെ പൂൎണ്ണമായില്ലെന്നു വരും. ആപേക്ഷികസിദ്ധാന്തപരമായ സംഗതികളിലും ഈ വിധം ന്യൂനതയുണ്ടാവാം. ഇതെല്ലാം കാലക്രമംകൊണ്ടു പരിഹരിക്കുകയല്ലാതെ ഗത്യന്തരമില്ല. എങ്കിലും നാം അധിവസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ ഭൌതികരൂപം ഗ്രഹിപ്പാൻ ഈ ഗ്രന്ഥം ഉപകാരപ്രദമാകുമെന്നുതന്നെ വിശ്വസിക്കുന്നു. അതിനുതന്നെ ആദ്ധ്യാത്മികമായ ഒരു പ്രേരണാശക്തിയുണ്ടെന്നും ഞാൻ വിശ്വസിക്കുന്നു.

സംസ്കൃതം ഹിന്ദി എന്നീ ഭാഷകളായി എനിക്ക് വേണ്ടത്ര പരിചയമില്ലാത്തതിനാൽ ചില ന്യൂനതകൾ അവിടവിടെ ഉണ്ടായിരിക്കണം. ഉദാഹരണമായി Little Bear എന്ന നക്ഷത്രഗണത്തെ 'ലഘുബാലു' എന്നാണ് ഈ പുസ്തകത്തിൽ നാമകരണം ചെയ്തിട്ടുള്ളത്. ഇതു 18-ാം നൂററാണ്ടിൽ ജയപുരത്തെ മഹാരാജാവായിരുന്ന ജയസിംഹനെ, ഇംഗ്ലീഷുപുസ്തകങ്ങൾ നോക്കി, അനുകരിച്ചതാണ്. ഹിന്ദിയും സംസ്കൃതവും എനിക്ക് നല്ലവണ്ണം അറിഞ്ഞിരുന്നുവെങ്കിൽ അതു ലഘുഭല്ല എന്നോ, ലഘുഭാലു എന്നോ, ലഘുഭല്ലൂകമെന്നോ, ലഘുഋക്ഷം എന്നുതന്നേയുമോ ആകുമായിരുന്നു. ഇതു ശ്രീ. പി. എസ്സ്. സുബ്ബരാമപട്ടരവർകളാണ് ചൂണ്ടിക്കാണിച്ചത്. 'മൃഗശീഷ്'ത്തെ 'മകീര'മാക്കി തന്മയത്വം നല്കിയ കൈരളിക്ക് 'ലഘുബാലു'വും സ്വീകാൎയ്യമെന്നു സമാധാനിക്കുന്നു.

പുസ്തകം അച്ചടിച്ച് പ്രസിദ്ധംചെയ്യുവാൻ സദയം ഏറ്റെടുത്ത ശ്രീ. മംഗളോദയം കമ്പനിയോടും പ്രൂഫ് നോക്കിത്തന്ന സാഹിത്യനിപുണൻ സാഹിത്യശിരോമണി പുതുക്കോട്ട് ശ്രീ. പി. എസ്സ്. സുബ്ബരാമ പട്ടർ അവർകളോടും ഞാൻ വളരെ കൃതജ്ഞനാണ്.

പാവർട്ടി,
1—6—1953.

പി. കെ. കോരു

അദ്ധ്യായാനുക്രമണിക

ഭാഗം

മംഗളാചരണം

പൂർവ്വഖണ്ഡം

1. ഉപക്രമം 1
2. നക്ഷത്രഗണങ്ങൾ 8
3. ജ്യോതിസ്സുകളുടെ ദൈനികചലനം 39
4. ഭൂമിയുടെ ആകൃതിയും വലിപ്പവും 46
5. ആദിത്യൻെറ വാർഷികസഞ്ചാരം 59
6. ചന്ദ്രൻേറയും ഗ്രഹങ്ങളുടേയും സഞ്ചാരങ്ങൾ 76
7. പ്രാചീനസിദ്ധാന്തങ്ങൾ 88

അപരഖണ്ഡം

1. ആധുനികസിദ്ധാന്തങ്ങൾ 123
2. ദൂരദർശിനിയും വിരാജനിയും 144
3. ആധുനികസിദ്ധാന്തങ്ങൾ (തുടച്ച്) 157
4. സൌരവ്യൂഹം 185
5. നക്ഷത്രങ്ങൾ 222
6. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ അകലവും ആകാശഗംഗാസ്വരൂപവും 238
7. ആപേക്ഷികസിദ്ധാന്തം 249
8. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഉജ്വലതയും വലിപ്പവും 259
9. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഉത്ഭവം 272
10. സൌരവ്യൂഹത്തിൻേറയും ശുക്ലപടലങ്ങളുടേയും ഉത്ഭവകാലം 280

സൂചിക 288

ജ്യോതിഷബാലബോധിനി

പൂർവ്വഖണ്ഡം

മംഗളാചരണം

വിശ്വത്തിലെങ്ങും നിറഞ്ഞു കിടക്കുന്ന
വസ്തുക്കളേറെ മനോഹരം ചിന്മയം.
എന്നുമിവക്കൊക്കെക്കാരണമായിട്ടു-
മെന്നുമിവക്കൊക്കെയാധാരമായിട്ടും
മേവുന്നതേതൊന്നോയായതിൻമുമ്പിൽ ഞാൻ
വീണു നമസ്കാരംചെയ്‌വൂ സവിസ്മയം.
വിജ്ഞാനധാടിയും ബന്ധുവൃന്ദങ്ങളും
അന്നന്നു കയ്യിൽ വരുന്ന ധനങ്ങളും
ശൂന്യമായ് മേവുന്നതേതിന്റെ മുമ്പിലോ
ഖണ്ഡിച്ചു കാണുവാനാവാത്തതേതൊന്നോ,
ആയതിൻ ഭാവുകഭാസകമെന്നോണം
കോലകാലങ്ങളിൽ തത്തിക്കളിച്ചിട്ടും
ചണ്ഡപ്രതാപമാം മാർത്താണ്ഡമണ്ഡലം
ശീതളചന്ദ്രിക തൂകും ശശിധരൻ
വ്യോമത്തിൽ ചുററി നടക്കും കുജാദികൾ
അന്ധത വിട്ടു പ്രകാശം പ്രവേശിപ്പാൻ
രാത്രിയിൽ മിന്നി വിളിക്കുന്ന താരങ്ങൾ
മററും പലപല വ്യോമവിലാസങ്ങൾ
കൂട്ടത്തിൽ ഭൂമിയും കാലമാററങ്ങളും
എന്നുതുടങ്ങിയ സദ്‌വിഷയങ്ങളിൽ
ധന്യരാം സൂരികൾ വിജ്ഞാനതൃഷ്ണയാൽ
ചിന്തിച്ച ചിന്തകളേറെ മനോഹരം.
ആചാര്യവര്യരിൽ ഭക്തിയോടിന്നു ഞാ-
നായവ തെല്ലൊന്നു ചൊല്ലാൻ തുനിയുന്നു
സത്തുക്കളെന്നുടെയുദ്യമം സാദരം
സാഫല്യം ചേരാനനുഗ്രഹം നല്കട്ടെ.

1. ഉപക്രമം

ജ്യോതിഷം ഗഹനമായ ഒരു ശാസ്ത്രമായിത്തീൎന്നതു ചരിത്രകാലത്തിന്നിടയിലാണെങ്കിലും, അതിന്നുള്ള വിജ്ഞാനശകലങ്ങൾ ആഹ്ളാദത്തോടും ആശ്ചൎയ്യത്തോടുംകൂടി മനുഷ്യൻ സമ്പാദിക്കുവാൻ തുടങ്ങിയ കാലം തീൎച്ചയായും ചരിത്രാതീതമാകുന്നു. വിശാലമായ പുൽപ്രദേശങ്ങളിൽ ആടുമാടുകളെ മേച്ചും നദീതീരങ്ങളിൽ ഒരുമിച്ചു വസിച്ച് കൃഷി ചെയ്തും വിശ്രമം നേടി രാത്രികാലങ്ങളിൽ ആകാശം നോക്കി ആനന്ദിച്ചിരുന്ന മനുഷ്യരാണ് രാശിചക്രത്തിൽ കാണുന്ന നക്ഷത്രഗണങ്ങൾക്കു പേരിട്ടതെന്ന് ആടു, കാള, ഞണ്ടു, സിംഹം, കന്നിക, തേള്, വില്ലാളി, മീൻ എന്നീ അവയുടെ പേരുകൾതന്നെ നമ്മെ ബോദ്ധ്യപ്പെടുത്തുന്നു. അന്നും ആ ജ്ഞാനശകലങ്ങൾ മനുഷ്യൎക്ക് ദിഗ്ഭേദങ്ങളേയും കാലഭേദങ്ങളേയും അറിഞ്ഞ് തങ്ങളുടെ സംരംഭങ്ങളെ ക്രമപ്പെടുത്തുവാൻ സാധിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്.

ക്രിസ്തുവിന്നു 4000 കൊല്ലം മുമ്പ് ഈജിപ്തിൽ പണിത പിരമിഡ് എന്ന ശവകുടീരങ്ങളും ഏതാണ്ട് ആ കാലങ്ങളിൽ ബാബിലോണിന്നടുത്ത പ്രദേശങ്ങളിൽ പണിത ക്ഷേത്രങ്ങളും കൃത്യമായി കിഴക്കോട്ടുതന്നെ തിരിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ജ്യോതിസ്സുകളുടെ സഞ്ചാരവിശേഷങ്ങൾ അറിയാത്തവൎക്ക് ഇതിന്നു സാധിക്കുന്നതല്ല. ക്രിസ്തുവിന്നു 3000 കൊല്ലം മുമ്പു രാശിചക്രത്തെ 12 രാശികളായി ഭാഗിച്ച് ആ രാശികളേയും അവയെക്കുറിക്കുന്ന നക്ഷത്രഗണങ്ങളേയും ഈജിപ്തിലെ പുരോഹിതന്മാർ നാമകരണം ചെയ്തിരുന്നുവെന്ന് എച്ച്. ജി. വെൽസ് പറയുന്നു (The Outlines of History). ക്രിസ്തുവിന്ന് 2100-ലധികം കൊല്ലങ്ങൾക്കു മുമ്പു ജീവിച്ചിരുന്ന 'ഹീ' എന്നും 'ഹോ' എന്നും പേരുള്ള രണ്ടു ചീനശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അവരുടെ പ്രവൃത്തിയിൽ

ഉദാസീനരായി, അന്നുണ്ടായ ഒരു സൂൎയ്യഗ്രഹണം ഗണിച്ചു ചക്രവൎത്തിയേയും ജനങ്ങളേയും അറിയിക്കാഞ്ഞതിനാൽ വധിക്കപ്പെട്ടുവെന്നു ചീനക്കാരുടെ ഇതിഹാസങ്ങളിൽ പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഉത്തരായണാരംഭത്തിൽ യാഗം തുടങ്ങുവാൻ വട്ടം കൂട്ടിയിരുന്ന ഭാരതത്തിലെ മഹൎഷിമാർ ഉത്തരായണാരംഭത്തിൽ സൂൎയ്യൻ അവിട്ടം നക്ഷത്രത്തിൻെറ അന്ത്യത്തിലെന്നു തൈത്തിരീയബ്രാഹ്മണത്തിലും, മദ്ധ്യത്തിലെന്നു മൈത്ര്യോപനിഷത്തിലും, ആരംഭത്തിലെന്നു വേദാംഗജ്യോതിഷത്തിലും പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ടത്രെ. ഈ കാലങ്ങൾ ക്രിസ്താബ്ദത്തിന്നു ക്രമേണ 2360, 1880, 1400 എന്നീ കൊല്ലങ്ങൾക്ക് മുമ്പാണ്.

ആരാണ് ആകാശത്തിലെ നക്ഷത്രങ്ങളെ നിരീക്ഷണം ചെയ്ത് അവയെ ഗണങ്ങളായിത്തിരിച്ച് പേരിട്ടതെന്നും, സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരുടെ ഗതികൾ സൂക്ഷിച്ചു കണ്ട് കാലത്തെ സംവത്സരം, മാസം എന്നീ വിഭാഗങ്ങളാക്കിയതെന്നും, കാലഗണനയിൽ നക്ഷത്രം, തിഥി, ആഴ്ച എന്നീ വ്യവസ്ഥകൾ അവതരിപ്പിച്ചതെന്നും നാം ചരിത്രഗവേഷകന്മാൎക്ക വിട്ടുകൊടുക്കേണ്ട സംഗതികളായിട്ടാണ് ഇരിക്കുന്നത്.

കാൎയ്യമായ ജ്യോതിഷസിദ്ധാന്തഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ ഏററവും പുരാതനമായതു ക്രിസ്താബ്ദം 168_ൽ മുതനായ ടോളമിയെന്ന യവനപണ്ഡിതൻ നിൎമ്മിച്ച ആൽമജെസ്റ്റ് എന്ന ഗ്രന്ഥമാകുന്നു. അതിലുള്ള മിക്ക സംഗതികളും ടോളമിയുടേയും മൂന്നു ശതാബ്ദം മുമ്പ് ജീവിച്ചിരുന്ന ഹിപ്പാൎക്കസ്സ് എന്ന മഹാൻ പ്രഖ്യാപനം ചെയ്തവയാണത്രെ. അദ്ദേഹത്തിൻെറ നിരീക്ഷണങ്ങൾ വളരെ സൂക്ഷ്മമായിരുന്നുവെന്നു പണ്ഡിതന്മാർ പറയുന്നു. അദ്ദേഹത്തെ പാശ്ചാത്ത്യർ ജ്യോതിൎഗ്ഗണിതത്തിൻെറ പിതാവ് എന്ന നിലയിൽ ബഹുമാനിച്ചുവരുന്നുണ്ട്. നമ്മുടെ ഗണിതതന്ത്രങ്ങളിൽ കാണുന്ന മന്ദശീഘ്രവൃത്തങ്ങളും ചന്ദ്രൻെറ ദ്വിതീയ സംസ്കാരവും മററും ആൽമജെസ്റ്റിൽ പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഭാരതീയാചാൎയ്യന്മാരായ ആൎയ്യഭടൻ, വരാഹമിഹിരൻ, ബ്രഹ്മഗു

പ്തൻ, ഭാസ്കരൻ എന്നിവരിൽ ഏററവും പൌരാണികനായ ആൎയ്യഭടൻ അദ്ദേഹത്തിൻെറ ആൎയ്യഭടീയമെന്ന സിദ്ധാന്തഗ്രന്ഥം ക്രിസ്താബ്ദം 476_ലായിരുന്നു എഴുതിയത്. ഇതിലും മുമ്പുണ്ടായിരുന്ന ബ്രഹ്മസിദ്ധാന്തം, സൂൎയ്യസിദ്ധാന്തം എന്നിവകളിൽ പിന്നീട്ട പല മാററങ്ങളും വരുത്തിയതായി നിരൂപകന്മാർ അഭിപ്രായപ്പെടുന്നു.

ഈ മഹാന്മാരെല്ലാവരും ഭൂമി ഉരുണ്ടതാണെന്നു സമ്മതിക്കുക മാത്രമല്ല, അതിൻെറ വ്യാസം ഏതാണ്ട് കൃത്യമായി അളക്കുകയും ചെയ്തിരുന്നു. എന്നാൽ എല്ലാവരുംതന്നെ ഭൂമി നിശ്ചലമെന്ന അഭിപ്രായക്കാരായിരുന്നു. ഹിപ്പാൎക്കസ്സിന്നു മുമ്പു ജീവിച്ചിരുന്ന പൈതഗോറസ്സ് ഭൂമി സ്ഥിരമല്ലെന്നും അതിൻെറ ഭ്രമണംകൊണ്ടാണ് രാപ്പകലുകൾ ഉണ്ടാകുന്നതെന്നും പ്രസ്താവിച്ചിരുന്നു. അരിസ്റ്റാൎക്കസ്സ് എന്ന മറെറാരു യവനപണ്ഡിതൻ ഭൂമി ഓരോ സംവത്സരത്തിലും സൂൎയ്യന്നു ചുററും ഒരിക്കൽ സഞ്ചരിക്കുകൂടി ചെയ്യുന്നുണ്ടെന്ന് അഭിപ്രായപ്പെട്ടിരുന്നു. എന്നാൽ ഈ അഭിപ്രായങ്ങളെല്ലാം പ്ലാറേറാവിൻേറയും അദ്ദേഹത്തിൻെറ ശിഷ്യനായ അരിസ്റ്റോട്ടലിൻേറയും വാദങ്ങളിൽ വിശ്വസിച്ച ജനങ്ങൾ തീരെ ശ്രദ്ധിക്കാതെ പോയി. 1473_ൽ പ്രഷ്യയിൽ തോൺ എന്ന നഗരത്തിൽ ജനിച്ച പുരോഹിതനായി ജീവിച്ച കോപ്പർനിക്കസ്സാണ് ഈ സിദ്ധാന്തങ്ങളെല്ലാം പിന്നേയും ലോകസമക്ഷം ഉദ്ധരിച്ചത്. പിന്നീട്ട ഗലിലിയോ, കെപ്ലർ, ഇവരുടെ പരീക്ഷണനിരൂപണങ്ങളുടേയും സിദ്ധാന്തങ്ങളുടേയും പ്രകാശത്തിൽ ഈ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ സൎവ്വരാലും സമ്മതിക്കപ്പെട്ടു. ഇതെല്ലാം ഈ ചെറുപുസ്തകത്തിൽ പിന്നീട്ട പ്രസ്താവിക്കണമെന്നു കരുതുന്നു. ഭൂഭ്രമണസിദ്ധാന്തം ഭാരതീയൎക്കറിഞ്ഞിരുന്നുവെന്ന് ആൎയ്യഭടൻേറയും വരാഹമിഹിരൻേറയും വചനങ്ങളിൽനിന്നു കാണാം. എന്നാൽ ആ ആചാൎയ്യന്മാരാവട്ടെ മററു പ്രാമാണികന്മാരാവട്ടെ അതു സ്വീകരിച്ചുവെന്നതിന്നു തെളിവുകൾ വേണ്ടുവോളമില്ല. [മാതൃഭൂമി (1935) ആഴ്ചപ്പതിപ്പുകൾ. പുസ്തകം 13; ലക്കം W.

17, ഭാ 26, 27, 28—പുസ്തകം 13; ലക്കം W. 21, ഭാ 11, 12, 13, 14—പുസ്തകം 13; ലക്കം W. 22, ഭാ 31, 32, 33, 34 നോക്കുക.]

ന്യൂട്ടൻെറശേഷം അദ്ദേഹത്തിൻെറ ഭാരകാകർഷണസിദ്ധാന്തം അടിസ്ഥാനമാക്കി സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരുടേയും കുജാദിഗ്രഹങ്ങളുടേയും ഖഗോളസ്ഥാനങ്ങൾ നിൎണ്ണയിക്കുവാനുള്ള വിശിഷ്ടമാൎഗ്ഗങ്ങൾ തേടുന്നതിലായിരുന്നു ജ്യോതിഷികളുടെ ശ്രദ്ധ. ഇതിൽ വിജയം നേടിയതു ലെവെറിയർ (1811–1877) എന്ന ഫ്രഞ്ച് ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നു. 1857–ൽ ഹാൻസൻ എന്ന മററൊരു ഫ്രഞ്ച് ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ചന്ദ്രനെ കൃത്യമായി ഗണിപ്പാനുള്ള മാൎഗ്ഗങ്ങളും പരസ്യപ്പെടുത്തി. ഇവരുടെ ഗണിതപദ്ധതികളിൽ കണ്ടതായ ചില ന്യൂനതകൾ ശരിയാക്കിയത് അടുത്ത കാലംവരെ ജീവിച്ചിരുന്ന സൈമൻ ന്യൂക്കോമ്പ്, ജി. ഡബ്ള്യൂ. ഹിൽ, ഡബ്ള്യൂ. ബ്രൌൺ എന്നവരാണ്. ഇവരിൽ ബ്രൌൺ ചന്ദ്രഗണിതത്തേയും മറേറവർ ഗ്രഹഗണിതത്തേയും പൂൎവ്വാധികം സൂക്ഷ്മമാക്കി.

1838–ൽ ബർലിനിൽവെച്ച് ഒരു നക്ഷത്രത്തിൻെറ ഭൂമിയിൽനിന്നുള്ള അകലം അളന്നതുവരെ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ പ്രകാശത്തിൽ വരുന്ന മാററങ്ങളും, സ്ഥാനങ്ങളിൽതന്നെ അത്യല്പമായിക്കാണുന്ന ഭേദങ്ങളും മററു ചില ചില്ലറ സംഗതികളുമല്ലാതെ നക്ഷത്രമണ്ഡലത്തിൻെറ വലിപ്പത്തെ സംബന്ധിച്ചോ, സ്ഥാനഭേദങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചോ ആരും ഗൌരവത്തോടുകൂടി ചിന്തിച്ചിരുന്നില്ല. നക്ഷത്രങ്ങൾ ആകാശഗോളത്തിൽ സ്ഥാനം നിശ്ചയിക്കുന്ന കുറികൾ മാത്രമായിരുന്നു. 19–ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ഉത്തരാൎദ്ധം തൊട്ടു ജ്യൌതിഷികളുടെ കാൎയ്യമായ ശ്രദ്ധ നക്ഷത്രങ്ങളിന്മേലാവുകയും ജ്യോതിഷം എന്ന പേരുതന്നെ കൂടുതൽ അന്വൎത്ഥമായിത്തീരുകയും ചെയ്തു. ആ ശ്രദ്ധ ഇന്നും നിലനിന്നു വരുന്നു. അന്തരിക്ഷത്തിൻേറയും അതിനുള്ളിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന താരങ്ങളുടേയും ചരിത്രം ഇന്ന് ഏതൊരുവ

നേയും വിസ്മയഭരിതനാക്കും. ഈ വിഷയം ഈ ചെറുപുസ്തകത്തിൽ സ്പൎശിക്കുകമാത്രം ചെയ്യുന്നതാണ്.

ജ്യോതിഷത്തിൽ ജിജ്ഞാസുക്കളായവൎക്ക് ചുരുക്കം ചില സാങ്കേതികശബ്ദങ്ങളെങ്കിലും അവശ്യം അറിയേണ്ടതാകുന്നു. അത്യാവശ്യമായി വേണ്ട ചില ശബ്ദങ്ങളെ താഴെ വിവരിക്കുന്നു.

ആകാശത്തെ ഒരൎദ്ധഗോളത്തിൻെറ ആകൃതിയിലാണ് നാം കാണുന്നത്. സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരും ഗ്രഹങ്ങളും നക്ഷത്രങ്ങളും ഉദിച്ചസ്തമിച്ചു കാണുന്നതുകൊണ്ടു ഭൂമി അതിരില്ലാതെ പരന്നു കിടക്കുന്നുവെന്നു വിശ്വസിക്കുവാൻ തരമില്ല. അതിരോടുകൂടിയ ഈ ഭൂമിയുടെ പാൎശ്വങ്ങളിലും താഴത്തും ആകാശം വ്യാപിച്ചിരിക്കണം. അതിനാൽ ആകാശത്തെ ഭൂമിയുടെ ചുററുമായി സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന അഥവാ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നുവെന്നു തോന്നുന്ന ഒരു പൂൎണ്ണഗോളമായി കല്പിക്കാം. താഴത്തെ അൎദ്ധം ഭൂമിയുടെ മറവുകൊണ്ടു നാം കാണുന്നില്ല. ഈ കാണാത്ത അൎദ്ധത്തേയും കാണുന്നതിനേയും നാം നില്ക്കുന്ന സ്ഥാനം കേന്ദ്രമായ ഒരു വൃത്തം വേൎതിരിക്കുന്നതായിക്കാണുന്നു. ഈ വൃത്തത്തെ പൂൎവ്വന്മാർ ക്ഷിതിജം (Horizon) എന്നു നാമകരണം ചെയ്തു. ഒരു സ്ഥലത്തുനിന്നു നോക്കുന്നവൎക്കു ആകാശം പരന്ന ഭൂമിയെ ക്ഷിതിജത്തിൽ തൊടുന്നതായിത്തോന്നും. കിഴക്കു മുതലായ ദിക്കുകഠം ഈ വൃത്തത്തിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നതിനാൽ ഇതിനെ ദിക്ചക്രം എന്നു പറയാറുണ്ട്. പൂൎണ്ണഗോളമായിക്കരുതുന്ന ആകാശത്തെ ഖഗോളം (Celestial Sphere) എന്നു പറയുന്നു. ഖഗോളത്തിൽ തലക്കുമീതെയുള്ള സ്ഥാനത്തെ ഖമദ്ധ്യം (Zenith) എന്നു പറയുന്നു.

ഖഗോളസ്ഥമായ വസ്തുക്കഠം തമ്മിലോ സ്ഥാനങ്ങഠം തമ്മിലോ ഉള്ള അന്തരാളങ്ങളെ ഖഗോളത്തിലുള്ള വലിയ വൃത്തങ്ങഠം വഴി അളന്നു വ്യവഹരിക്കുന്നു. ഒരു വൃത്തപരിധിയെ അന്യോന്യം ലംബമായ രണ്ടു വ്യാസങ്ങളെക്കൊണ്ടു ഭാഗിച്ചാൽ അത് നാലു സമഭാഗമാകുന്നു. ഓരോ ഭാഗത്തിനും വൃത്ത

പാദം എന്നു പറയുന്നു. വൃത്തപാദത്തെ 90 സമഭാഗമാക്കിയാൽ ഓരോ ഭാഗത്തിന്നും ഭാഗം അല്ലെങ്കിൽ അംശം (Degree) എന്നു പറയുന്നു. ഭാഗത്തിൻെറ അറുപതിൽ ഒരംശത്തിന്നു കല അല്ലെങ്കിൽ ലിപ്ത (Minute) എന്നും, കലയുടെ അറുപതിൽ ഒരു ഭാഗത്തിന്നു വികല അല്ലെങ്കിൽ വിലിപ്ത (Second) എന്നും പറയുന്നു.

60 വികല (60″) = 1 കല
60 കല (60′) = 1 ഭാഗം
90 ഭാഗം (90°) = 1 വൃത്തപാദം
4 വൃത്തപാദം = 1 വൃത്തം (ചക്രം, മണ്ഡലം)

ഖമദ്ധ്യത്തിൽനിന്നു ക്ഷിതിജത്തിലേക്ക് ഏതു വശത്തും ഒരു വൃത്തപാദം അകലമാണെന്നു കാണാം. ഖമദ്ധ്യത്തിൽനിന്ന് ഒരു നക്ഷത്രത്തിൻേറയോ ഗ്രഹത്തിൻേറയോ ഖഗോളമാർഗ്ഗമായ അകലത്തിന്ന് അതിൻെറ നതി (Depression) അഥവാ ഖമദ്ധ്യാന്തരം (Zenith Distance) എന്നു പറയുന്നു. നതിയാകുന്ന വൃത്തഭാഗത്തെ ക്ഷിതിജംവരെ നീട്ടിയാൽ ആ നീട്ടിയ ഭാഗത്തിന്നു നക്ഷത്രത്തിൻേറയോ ഗ്രഹത്തിൻേറയോ ഉന്നതി (Altitude) എന്നു പറയുന്നു. നതിയും ഉന്നതിയും ഒരേ വൃത്തത്തിലാകുന്നു. ഈ വൃത്തം ഖമദ്ധ്യത്തിൽകൂടിപ്പോകുന്നുവെന്നും ഇതിൻെറ തലം ക്ഷിതിജവൃത്തതലത്തിന്നു ലംബ (Perpendicular)മായിരിക്കുമെന്നും കാണാം. ഈ വൃത്തത്തെ ദൃഗ്വൃത്തം (Vertical) എന്നു പറയുന്നു. ദൃഗ്വൃത്തം ക്ഷിതിജത്തെ സ്പശിക്കുന്ന സ്ഥാനംവരെ പൂർവ്വദിക്കിൽനിന്നോ പശ്ചിമദിക്കിൽനിന്നോ ഉള്ള അകലത്തെ നക്ഷത്രത്തിൻേറയോ ഗ്രഹത്തിൻേറയോ ദിക്ക് (Azimuth) എന്നു പറയുന്നു. നക്ഷത്രത്തേയോ ഗ്രഹത്തേയോ ഖഗോളത്തിൽ കാണുന്ന സ്ഥാനത്തെ അതിൻെറ ദിക്കുകൊണ്ടും ഉന്നതികൊണ്ടും ക്ലപ്തപ്പെടുത്തുന്നു.

പൂർവ്വപശ്ചിമദിക്കുകളിൽ കൂടിയും ഖമദ്ധ്യത്തിൽ കൂടിയും കല്പിക്കുന്ന വൃത്തത്തെ സമമണ്ഡലം (Prime Vertical)

എന്നും ഉത്തരദക്ഷിണദിക്കുകളിൽകൂടിയും ഖമദ്ധ്യത്തിൽകൂടിയും കല്പിക്കുന്ന വൃത്തത്തെ ദക്ഷിണോത്തരവൃത്തം (Meridian) എന്നും പറയുന്നു. ക്ഷിതിജം, സമമണ്ഡലം, ദക്ഷിണോത്തരം ഇവ മൂന്നും കൂടി ഖഗോളത്തെ എട്ടു സമഭാഗങ്ങളാക്കുന്നു. ഓരോ ഭാഗത്തിന്നും ഓരോ കപാലമെന്നു പറയാറുണ്ട്. ഇവയിൽ 4 കപാലങ്ങൾ ക്ഷിതിജത്തിന്നു താഴെ അദൃശ്യമായും ബാക്കി നാലും ക്ഷിതിജത്തിന്നു മീതെ ദൃശ്യമായും ഇരിക്കും. ക്ഷിതിജദക്ഷിണോത്തരസമമണ്ഡലങ്ങളെ ഖഗോളവൃത്തങ്ങളെന്നു പറയുന്നു. ഈ മൂന്നു ഖഗോളവൃത്തങ്ങളും ആറു സ്ഥാനങ്ങളിൽ അന്യോന്യം മുറിയുന്നു. ഈ ആറു സ്ഥാനങ്ങളേയും സ്വസ്തികങ്ങൾ എന്നു പറയാറുണ്ട്.

ദിവസത്തിൻെറ ഭാഗങ്ങളായ മണിക്കൂർ, മിനുട്ട്, സെക്കണ്ട് ഇവ ഇക്കാലത്ത് എല്ലാവൎക്കും അറിയും. ദിവസത്തിൻെറ 60–ൽ ഒരു ഭാഗത്തിന്നു നാഴികയെന്നും നാഴികയുടെ 60–ൽ ഒരു ഭാഗത്തിന്നു വിനാഴികയെന്നും പറയുന്നു. ഗുരുവായ ഒരക്ഷരത്തെ ഉച്ചരിക്കുവാനുള്ള കാലത്തെ നമ്മുടെ പൂൎവ്വന്മാർ ഗുൎവ്വക്ഷരമെന്നും, ആരോഗ്യമുള്ള ഒരാൾ ശ്വാസം വലിച്ചു പുറത്തു വിടുവാനുള്ള കാലത്തെ ഉച്ഛ്വാസകാലം അഥവാ പ്രാണകാലമെന്നും പറഞ്ഞു. 10 ഗുൎവ്വക്ഷരം കൂടിയാൽ ഒരു പ്രാണകാലമെന്നും 6 പ്രാണകാലം കൂടിയാൽ ഒരു വിനാഴികയെന്നുമാണ് വെച്ചിട്ടുള്ളത്. ഒരു പ്രാണകാലംകൊണ്ട് ആകാശഗോളം ഒരു കല തിരിയുന്നു.

ജ്യോതിഷം അനുഭവത്തോടും ആസ്വാദനത്തോടുംകൂടി അറിയണമെങ്കിൽ പ്രധാനമായ നക്ഷത്രങ്ങളെയെങ്കിലും അറിഞ്ഞിരിക്കണം. നിത്യം ഭ്രമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ആകാശത്തിലെ സ്ഥാനങ്ങളെക്കുറിക്കുന്ന ബിന്ദുക്കളാകുന്നു നക്ഷത്രങ്ങൾ. ഗ്രഹചാരങ്ങളേയും മററും നോക്കി അറിയണമെങ്കിൽ നക്ഷത്രങ്ങളെ പരിചയമുണ്ടായിരിക്കണം. അതിനാൽ ഇനിയത്തെ അദ്ധ്യായത്തിൽ നക്ഷത്രങ്ങളെ കണ്ടറിവാനുള്ള ചില മാൎഗ്ഗങ്ങളെപ്പറയുന്നു.

2. നക്ഷത്രഗണങ്ങൾ.

ആകാശത്തിൽ നോക്കിയാൽ നക്ഷത്രങ്ങൾ അസംഖ്യമെന്നു തോന്നും. എന്നാൽ അവയെ എണ്ണിക്കണക്കാക്കിയാൽ വെറും കണ്ണുകൊണ്ടു കാണാവുന്നവയുടെ എണ്ണം 6000ത്തിൽ അധികമുണ്ടായിരിക്കയില്ല. ദൂരദർശിനികൾ ഉപയോഗിച്ചാൽ അവയുടെ വലിപ്പമനുസരിച്ച് അവയിൽകൂടിക്കാണുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളുടെ എണ്ണം അതിരില്ലാതെ വർദ്ധിക്കും. കാലിഫോർണിയയിൽ മൌണ്ട് വിൽസൻ കുന്നിന്മേൽ സ്ഥാപിച്ചിട്ടുള്ളതും 100 ഇഞ്ച് വ്യാസമുള്ളതും ആയ ദൂരദർശിനിയിൽകൂടി ആകാശത്തിന്റെ ഫോട്ടോ എടുത്തു. അതിൽ കണ്ട നക്ഷത്രങ്ങൾ 150 കോടിയാകുന്നു. എന്നിരുന്നാലും ഒരുവിധം ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾ 500 ലധികമില്ല. ഇവ ആകാശത്തിൽ അങ്ങുമിങ്ങും വ്യവസ്ഥയില്ലാതെ ചിതറിക്കിടക്കുന്നതായിത്തോന്നും. കുറെ കാലം ഇവയെ നോക്കിയാൽ അടുത്തുള്ള കുറെ നക്ഷത്രങ്ങൾ കൂടി ഒരു മൃഗത്തിന്റേയോ, സർപ്പത്തിന്റേയോ, നദിയുടേയോ, മനുഷ്യന്റേയോ, ത്രികോണാദിക്ഷേത്രങ്ങളുടേയോ ആകൃതിയിൽ കണ്ടു എന്നു വരാം. ഭാവനയിൽ അവയെ ചില രേഖകളെക്കൊണ്ടു ചേർക്കേണ്ടിവരും. ഇങ്ങിനെ പലവിധ രൂപങ്ങളായി മനസ്സിൽ നിർത്തിപ്പോന്ന നക്ഷത്രങ്ങളെയാകുന്നു ഗണങ്ങൾ (Constellations) എന്നു പറയുന്നത്. ശോഭക്കനുസരിച്ച് ഓരോന്നിലുമുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളെ 1, 2, 3 * മുത

* എണ്ണങ്ങൾക്കു പകരം പാശ്ചാത്യർ ആൾഫാ, ബീററാ, ഗാമാ മുതലായ യവനഭാഷാലിപികളെ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ലായ എണ്ണങ്ങളെക്കൊണ്ടു സൂചിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യാം. കാലാന്തരത്തിൽ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ശോഭക്കു മാററം വരാറുണ്ട്. അതിനാൽ ചില ഗണങ്ങളിലെ ഒന്നാമത്തെ നക്ഷത്രമെന്നു പറഞ്ഞുവന്നിട്ടുള്ളത് അവശ്യം ഏററവും ശോഭയുള്ളതായിരിക്കയില്ല. ഇങ്ങിനെ നാം കാണുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളെ ഗണങ്ങളായിത്തിരിച്ച് പേരുകളോടുകൂടി മനസ്സിൽ നിൎത്തുവാൻ ഏവൎക്കും സാധിക്കും. അതോടുകൂടി ആകാശമണ്ഡലം പരിചയപ്പെടുകയും ചെയ്യും. സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരുടേയും ഗ്രഹങ്ങളുടേയും പലപ്പോഴായിക്കാണുന്ന ധൂമകേതുക്കളുടേയും ഖഗോളസ്ഥിതി കണ്ടത്തു മനസ്സിൽ നിൎത്തണമെങ്കിൽ നക്ഷത്രങ്ങളായി അല്പമെങ്കിലും പരിചയമാവാതെ നിവൃത്തിയില്ല. അതിനാൽ പ്രധാനമായ ചില ഗണങ്ങളെയെങ്കിലും താഴെ വിവരിക്കുന്നു.

സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരെപ്പോലെ നക്ഷത്രങ്ങളും ഉദിച്ചസ്തമിക്കുന്നതിനാൽ എല്ലാ കാലത്തും എല്ലാ സമയത്തും നക്ഷത്രങ്ങളുടെ സ്ഥിതി ഒരുപോലെയായിരിക്കയില്ല. ജനവരിമാസം അസ്തമനസമയത്തു കിഴക്കായിക്കാണുന്ന തിരുവാതിര മേയിമാസം അസ്തമനസമയത്തു പടിഞ്ഞാറായിരിക്കും. അതിനാൽ ഈ അദ്ധ്യായത്തിൽ പറയുന്ന കാലങ്ങളിലും സമയങ്ങളിലുംതന്നെ വായനക്കാർ ആകാശം നോക്കി നക്ഷത്രങ്ങളെ കാണേണ്ടതാണ്. നക്ഷത്രങ്ങളെ പരിചയമായവൎക്ക് ഈ നിബന്ധന ബാധകവുമല്ല. ആകാശത്തിൻെറ സ്ഥിതിക്ക് ദേശഭേദവുമുണ്ട്. എന്നാൽ കേരളത്തിൽ ഏതു സ്ഥലത്തും ഒരേ കാലത്തും സമയത്തും ഖഗോളസ്ഥിതി ഏതാണ്ട് ഒരുപോലെയിരിക്കും. മദ്ധ്യകേരളത്തിൽനിന്നു കാണുന്നപോലെയായിരിക്കും താഴെ വിവരിക്കുന്നത്.

ഡിസമ്പ്ര് 3–ാമത്തെ ആഴ്ച അസ്തമിച്ച് 9 മണിക്കോ, ജനവരി ആദ്യത്തെ ആഴ്ച 8 മണിക്കോ, ജനവരി 3–ാമത്തെ ആഴ്ച 7 മണിക്കോ കിഴക്കോട്ടു നോക്കിയാൽ, കിഴക്കുനിന്ന് അല്പം തെക്കോട്ടു മാറി ഏതാണ്ട് 40 ഭാഗം ഉയരത്തായി പരിലേ

ഖത്തിൽ കാണിച്ചപ്രകാരം ഒരു കൂട്ടം നക്ഷത്രങ്ങളെ കാണാം. ഇവയിൽ താഴത്തു വടക്കേതു ചുവന്നിരിക്കും. ഇതാകുന്നു തിരുവാതിരയെന്ന നക്ഷത്രം. മീതെ തെക്കേത് അല്പം നീലനിറമുള്ളതായിരിക്കും. കൂട്ടത്തിൽ ഏററവും ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രം

പരിലേഖം 1

അതാകുന്നു. കൂട്ടത്തിലുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾക്കെല്ലാംകൂടി ശബരഗണം (Orion) എന്നു പറയുന്നു. ശബര 1ഉം 2ഉം നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഇടയിലായി ഏതാണ്ട് ഒരുപോലെ ശോഭയുള്ള 3 നക്ഷത്രങ്ങളെ കാണുന്നവയെ ഭാരതീയർ ത്രിമൂൎത്തികൾ എന്നും പാശ്ചാത്യർ 'ഒറയൻെറ ബൽററ്' എന്നും പറയുന്നു. മൂന്നും കൂടിയ വര ഏതാണ്ട് 1½ ഫൂട്ട് നീളമുണ്ടെന്നു തോന്നും. ഇതു തോന്നൽ മാത്രമാണ്. ഓരോരുത്തൎക്കും ഓരോ വിധം തോന്നിയെന്നു വന്നേക്കാം. രണ്ടററത്തേയും നക്ഷത്രങ്ങൾ തമ്മിൽ ഏതാണ്ട് 2½ ഭാഗം, എന്നുവെച്ചാൽ രവിബിംബവ്യാസത്തിൻെറ 5 മടങ്ങ്, അകലമുണ്ട്. 1ഉം 7ഉം തമ്മിലുള്ള അകലം 17 ഭാഗവും, 2ഉം 7ഉം തമ്മിലുള്ളതു 9 ഭാഗവുമാകുന്നു. ഇതു മനസ്സിൽ വെച്ചാൽ മററു നക്ഷത്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള അകലം സുമാറു കണക്കാക്കുവാൻ ഉപയോഗമാകും. ഗണത്തിലെ 1ഉം 3ഉം നക്ഷത്രങ്ങളെ ചേൎക്കുന്ന രേഖയുടെ വടക്കു കാണുന്ന മൂന്നു ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങൾ കൂടിയ ഉപഗണത്തിന്നു

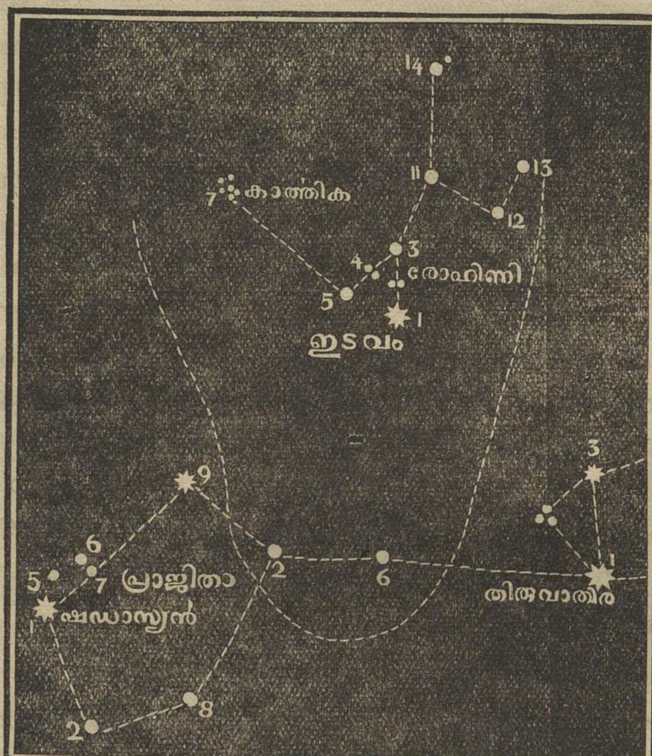
മകീരം എന്നു പറയുന്നു. ത്രിമൂൎത്തികളുടെ തെക്കഭാഗത്തു ഒരമ്പുപോലെ കാണുന്ന മൂന്നു നക്ഷത്രങ്ങളിൽ നടുവിലേത് ഒരു പ്രത്യേകപ്രകാശത്തിൽ പെട്ടതായിത്തോന്നും. ഈ വക പ്രകാശങ്ങൾ ആകാശത്തിൻെറ നാനാഭാഗത്തും ദൂരദൎശിനിക ളിൽക്കൂടിക്കാണാം.

ത്രിമൂൎത്തികളെ ചേൎക്കുന്ന രേഖ കീഴ്പ്പോട്ടു സുമാറ് 20° നീട്ടിയാൽ നീല നിറത്തിൽ വളരെ ശോഭയുള്ള ഒരു നക്ഷത്ര ത്തിൽ എത്തും. ഇതാകുന്നു ആകാശത്തിലുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളിൽ വെച്ച് ഏററവും ശോഭയുള്ളതായി നമുക്കു കാണപ്പെടുന്നത്. നമ്മുടെ നാട്ടിൽ ഇതിനെ ചിലർ രുദ്രൻ എന്നും, സംസ്കൃ തഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ ലുബ്ധകൻ എന്നും, ഇംഗ്ലീഷിൽ സൈരി യസ്സ് (Sirius) എന്നും പറയുന്നു. ഇതിൻെറ താഴത്തായി ഒരു സമകോണത്രികോണത്തിൻെറ മൂലകളിലായി സ്ഥിതിചെ യ്യുന്ന 3 നക്ഷത്രങ്ങളും, ഇതും, ഇതിൻെറ മീതെക്കാണുന്ന ഒരു നക്ഷത്രവും ചേൎന്നാൽ, ബൃഹച്ഛ്വാന (Canis Major) ഗ ണത്തിലെ പ്രധാനനക്ഷത്രങ്ങളായി. ഈ ഭാഗം ഒരു ചെറി യ ദൂരദൎശിനികൊണ്ടു നോക്കുന്നതു രസാവഹമാകുന്നു.

ഈ സമയത്തു തെക്കുകിഴക്ക് ക്ഷിതിജത്തിൽനിന്ന് അ ധികം ഉയരത്തല്ലാതെ കാണുന്ന ശുഭ്രനക്ഷത്രമാകുന്നു അഗ സ്ത്യൻ (Canopus). ഏതാണ്ടു നേർ തെക്കു കാണുന്ന നക്ഷ ത്രത്തെ അക്കർനാർ (Achernar) എന്നും കുറെ കൂടി പടി ഞ്ഞാറുമാറിക്കാണുന്നതിനെ ഫോമൽ (Faumal hot) എ ന്നും പറയുന്നു. ഫോമൽ ദക്ഷിണമീനം (Pisces Australis) എന്ന ഗണത്തിലെ ഏററവും ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രമാകുന്നു. അക്കർനാർ നക്ഷത്രത്തെ നദ്യന്തകം എന്നും പറയുന്നു. ഈ മൂന്നു നക്ഷത്രങ്ങളിലുംവെച്ച് ഏററവും ശോഭയുള്ളത് അഗ സ്ത്യനും, പിന്നത്തേതു അക്കർനാറും ആകുന്നു.

ഈ നക്ഷത്രങ്ങളെ കണ്ടതിൻെറ അടുത്ത ദിവസം ശ ബരഗണം അതേ ഉന്നതിയിൽ നില്ക്കുന്ന സമയത്തു തിരുവാ

തിരയെ നോക്കുക. അതിൻെറ നേർ വടക്കായി ഒരു വിധം ശോഭയുള്ള രണ്ടു നക്ഷത്രങ്ങളെക്കാണാം. പരിലേഖത്തിൽ ഇവക്ക് 6, 2 എന്ന് അക്കമിട്ടിരിക്കുന്നു. ഇവയുടെ മീതെയായി തിരുവാതിരപോലെത്തന്നെ ചുവന്ന ഒരു നക്ഷത്രത്തെക്കാണാം. ഇതു രോഹിണി (Hyades) എന്ന ഉപഗണത്തി



പരിലേഖം 2

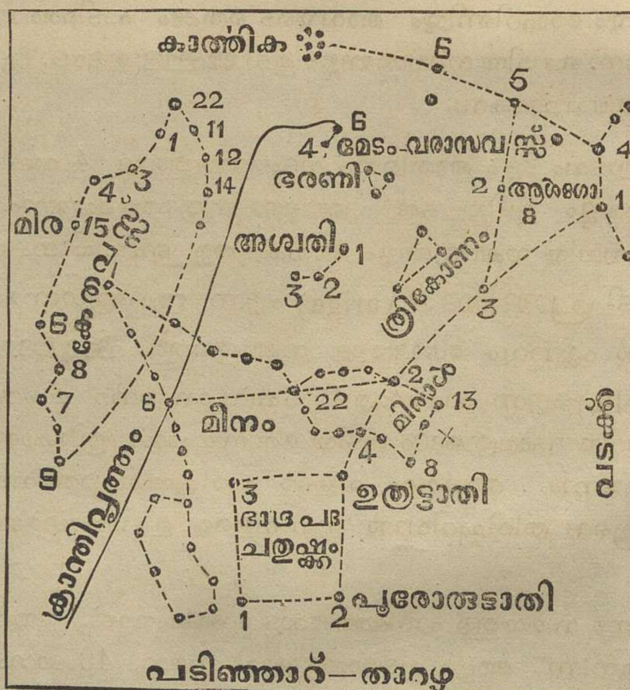
ലെ പ്രധാനനക്ഷത്രമാകുന്നു. ചിലപ്പോഠം ഇതിനെ മാത്രമായും രോഹിണിയെന്നു പറയും. ഇതിന്നു ബ്രഹ്മഷി (Aldebaren) എന്നുകൂടിപ്പേരുണ്ട്. രോഹിണിയിൽ ബ്രഹ്മഷി കൂടാ

തെ 3, 4, 5 എന്നക്കമിട്ട നക്ഷത്രങ്ങളും 1നും 3നും ഇടയിലു ള്ളവയും പെടും. രോഹിണിയുടെ മുകളിലായി അല്പം വടക്കോട്ടു നീങ്ങി അടുത്തടുത്തുള്ള ആറോ ഏഴോ നക്ഷത്രങ്ങൾ അടങ്ങി പ്രത്യേകശോഭയോടെ തിളങ്ങുന്ന കൂട്ടമാകുന്നു കാൎത്തിക (Pleiades) എന്ന ഉപഗണം. ആദ്യം പറഞ്ഞ 6ഉം 2ഉം കാൎത്തികയും രോഹിണിയും അവയുടെ തെക്കും പടിഞ്ഞാറുമായി ക്കാണുന്ന ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങളും കൂടി ഋഷഭ(ഇടവം,Taurus) നക്ഷത്രഗണമാകുന്നു.

ഇടവം 2ഉം അതിൻെറ വടക്കുഭാഗത്തുള്ള 4 വലിയ നക്ഷത്രങ്ങളും കൂടിയ ഒരു പഞ്ചഭുജക്ഷേത്രത്തെക്കാണാം. ഈ നാലു വലിയ നക്ഷത്രങ്ങളും അവക്കടുത്ത ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങളും കൂടി പ്രാജിതാ (Auriga) എന്ന നക്ഷത്രഗണമാകുന്നു. ഇതിൽ ഏററവും ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രത്തെ ഷഡാസ്യൻ (Capella) എന്നു പറയാറുണ്ട്. ഷഡാസ്യൻെറ മീതെയായി 3 ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങൾ കൂടിയ ഒരു സമപാശ്വത്രികോണത്തേയും കാണാം. ആകാശം വളരെ പരിചയമില്ലാത്തവൎക്കു ഷഡാസ്യനെ തിരിച്ചറിവാൻ ഇവ വളരെ ഉപയോഗമായിത്തിരുന്നു.

ഈ സമയത്തു പടിഞ്ഞാറോട്ടു നോക്കിയാൽ, നേർ പടിഞ്ഞാറുനിന്ന് അല്പം വടക്കോട്ടു മാറി സുമാറു 40 ഭാഗം ഉന്നതിയിൽ രണ്ടു നക്ഷത്രങ്ങളും അവയുടെ മീതെയായി അവയെപ്പോലെത്തന്നെ രണ്ടു നക്ഷത്രങ്ങളും കൂടി ഏതാണ്ട് ഒരു സമചതുരത്തെക്കാണാം. ഈ നാലു നക്ഷത്രങ്ങളേയുംകൂടി ഭാദ്രപദചതുഷ്ടം (Square of Pegasus) എന്നു പറയുന്നു. താഴത്തെ രണ്ടെണ്ണംകൂടി പൂരോരുട്ടാതിയും, മീതത്തെ രണ്ടെണ്ണം കൂടി ഉത്രട്ടാതിയും ആകുന്നു. പൂരോരുട്ടാതിയിലെ രണ്ടു നക്ഷത്രങ്ങളേയും ചേൎക്കുന്ന രേഖയെ വടക്കോട്ടു ആ രേഖയുടെ 4½ മടങ്ങ് നിട്ടിയാൽ നേർ വടക്ക് ക്ഷിതിജ

ത്തിൽനിന്ന് ഏതാണ്ട് 11 ഭാഗം ഉയരത്തായി ഭാദ്രപദങ്ങളോളം ശോഭയുള്ള മററൊരു നക്ഷത്രത്തിൽ എത്തും. ഇതാകുന്നു ധ്രുവൻ (Polaris). ഏതു നേരത്തും ഈ നക്ഷത്രത്തിൻെറ ഖഗോളസ്ഥിതിക്ക് വലിയ മാററമില്ലാത്തതിനാലാകുന്നു ഇതിനെ ധ്രുവനെന്നു പറയുന്നത്. ഉത്രട്ടാതിയിൽ വട



പരിലേഖം 3

ക്കഭാഗത്തുള്ള നക്ഷത്രം മിരാൻ (Audromeda) ഗണത്തിലെ ഏററവും ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രമാകുന്നു. അതും അതിൻെറ മീതെ വടക്കോട്ടു ചരിഞ്ഞ വളഞ്ഞ രേഖയിൽ 4, 2, 3 എന്ന് പരിലേഖത്തിൽ അക്കമിട്ടവയും 2ൻേറയും 4ൻേറയും ഇരുഭാഗത്തുമുള്ള ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങളും മിരാൻഗണത്തിൽ പെട്ടവയാകുന്നു. 8ൻേറയും 13ൻേറയും ഇടയിലായി × എന്നു പരിലേഖത്തിൽ അടയാളമിട്ടത് ഒരു നക്ഷത്രംപോലെത്തോന്നുമെങ്കി

ലും, അതു നക്ഷത്രമല്ല. ദൂരദർശിനിയിൽകൂടി അത് ഒരു ചെറിയ മേഘഖണ്ഡമായിത്തോന്നും. അത് ഒരു ശുക്ലപടലമാകുന്നു.

മിരാൾ 1ൽനിന്നു വടക്കോട്ടു ചാഞ്ഞുപോകുന്ന വളഞ്ഞ രേഖയെ ആ വഴിക്കു നീട്ടിയാൽ വളരെ ശോഭയുള്ള ഒരു നക്ഷത്രത്തിൽ എത്തും. ഇതു വരാസവസ്സ് (Perseus) നക്ഷത്രഗണത്തിലെ ഏററവും ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രമാകുന്നു. ഇതിൻെറ വടക്കുഭാഗത്തു കാണുന്ന അനവധി ചെറു നക്ഷത്രങ്ങളും ഇതിൻേറയും കാൎത്തികയുടേയും ഇടയിൽ കാണുന്ന ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളും വരാസവസ്സ് ഗണത്തിൽ പെട്ടവയാകുന്നു. മിരാൾ 3ൻേറയും വരാസവസ്സ് 5ൻേറയും മദ്ധ്യത്തിലായിക്കാണുന്ന നക്ഷത്രം വരാസവസ്സ് 2 എന്നതാകുന്നു. ഇതിനെ ആൾഗോൾ (Algol) എന്നുകൂടിപ്പറയുന്നു. ഇത് ഒരു ക്ഷയോപചയതാരമാകുന്നു. 59 മണിക്കൂറിന്നിടയിൽ കുറെ നേരത്തേക്ക് ഇതിൻെറ ശോഭ ക്രമേണ മങ്ങി പിന്നേയും വൎദ്ധിക്കുന്നു.

മിരാൾ 3ൻെറ തെക്കുഭാഗത്തു നീണ്ടു മെലിഞ്ഞ ഒരു സമപാൎശ്വത്രികോണം കാണുന്നതു ത്രികോണമൂൎത്തി (Triangulum) എന്ന നക്ഷത്രഗണമാകുന്നു. അതിൻേറയും തെക്ക് 2 ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളും പടിഞ്ഞാറേതിൻെറ അടുത്ത് അത്രതന്നെ ശോഭയില്ലാത്ത മറെറാരു നക്ഷത്രവും കൂടി അശ്വതി എന്ന ഉപഗണമാകുന്നു. അശ്വതിയുടേയും വരാസവസ്സ് 5 ൻേറയും ഇടയിലായി നന്നെ ചെറിയ മൂന്നു നക്ഷത്രങ്ങൾകൂടി ഒരു സമഭുജത്രികോണത്തിൻെറ ആകൃതിയിൽ കാണുന്നതു ഭരണി ഗണമാകുന്നു. അശ്വതിയും ഭരണിയും ഭരണിയുടേയും കാൎത്തികയുടേയും ഇടയിൽക്കാണുന്ന 2 നക്ഷത്രങ്ങളും കൂടി മേഷ (മേടം-Aries) നക്ഷത്രഗണമാകുന്നു.

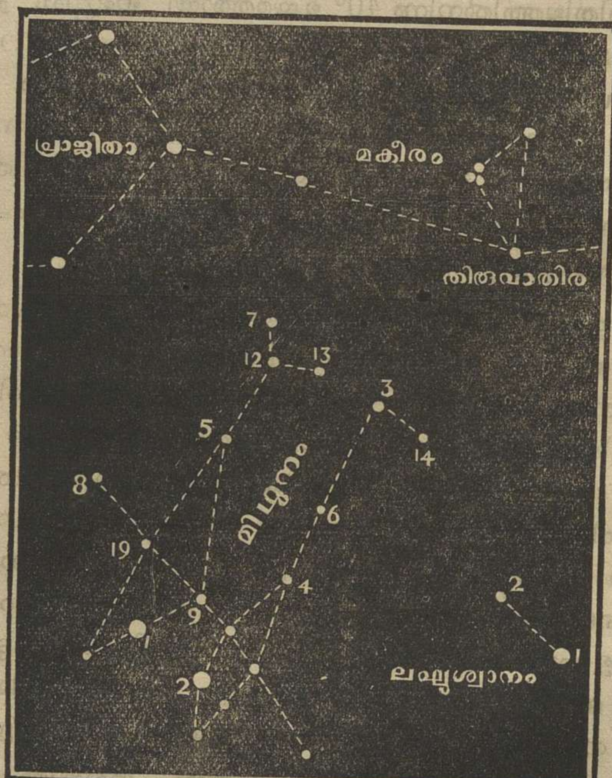
മിരാൾ 4, 2 എന്ന നക്ഷത്രങ്ങളിൽ കൂടികിടക്കുന്ന ഒരു നക്ഷത്രമാല കാണുന്നതിനെ കേരളീയർ 'എരിഞ്ഞിമാലപോ

ലെ’ എന്നു വിവരിക്കുന്നു. അവർ ഇതിനെ രേവതിയെന്നു പറയുന്നു. സൂൎയ്യസിദ്ധാന്താദിഗ്രന്ഥങ്ങൾപ്രകാരം മറെറാരു നക്ഷത്രമാകുന്നു രേവതി. അതു പറയാം. ഭാദ്രപദചതുഷ്ടത്തിൻെറ തെക്കു ഭാഗത്തു മറെറാരു നക്ഷത്രമാല കാണാം. ഈ രണ്ടു നക്ഷത്രമാലകളിൽനിന്നും പുറപ്പെടുന്ന രണ്ടു മങ്ങിയ വരി നക്ഷത്രങ്ങൾ തെക്കുഭാഗത്ത് ഒരു പക്ഷിയുടെ കൊക്കിൻെറ ആകൃതിയിൽ ഒരു മങ്ങിയ നക്ഷത്രത്തിൽ ചേരുന്നു. ഈ രണ്ടു വരികളും ഭാദ്രപദങ്ങളുടെ തെക്കുള്ള നക്ഷത്രമാലയും കൂടി മീനം (Pisces) നക്ഷത്രഗണമാകുന്നു. രണ്ടു വരികളും പക്ഷിമുഖാകൃതിയിൽ ചേരുന്ന നക്ഷത്രം മീനം 1 ആകുന്നു. സൂൎയ്യസിദ്ധാന്തപ്രകാരമുള്ള രേവതി മീനം 6 (Pisces) ആകുന്നു. ഇതു ഭാദ്രപദചതുഷ്ടത്തിൻെറ തെക്കുള്ള നക്ഷത്രമാലയിൽനിന്നു വരുന്ന വരിയിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. ഭാദ്രപദങ്ങളുടെ കിഴക്കുള്ള നക്ഷത്രമാല കൂടിച്ചേരുന്ന മീനം 22 എന്ന നക്ഷത്രത്തിലേക്കു മിരാൾ 2ൽനിന്നു വരുന്ന രേഖ നീട്ടിയാൽ ഈ നക്ഷത്രത്തിൽ കൂടിപ്പോകും. അശ്വതിയിലെ ശോഭയുള്ള രണ്ടു നക്ഷത്രങ്ങളെ ചേൎക്കുന്ന രേഖ പടിഞ്ഞാറോട്ടു നീട്ടിയാൽ ഇതിൻെറ അല്പം പടിഞ്ഞാറായിപ്പോകും. സൂൎയ്യൻ സഞ്ചരിക്കുന്ന മാൎഗ്ഗമായ ക്രാന്തിമണ്ഡലത്തിൽ രേവതി സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതിനാൽ അതിന്നു പ്രാധാന്യമുണ്ട്.

ഉത്രട്ടാതി, രേവതി, അശ്വതി, ഭരണി ഈ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ തെക്കുഭാഗത്തു കാണുന്നവയും ഒരുവിധം ശോഭയുള്ളവയും ആയ നക്ഷത്രങ്ങളെ കേതവസ്സ് (Cetus) നക്ഷത്രഗണമെന്നു പറയുന്നു. ഇവയിൽ മീനനക്ഷത്രവരികൾ പക്ഷിമുഖാകൃതിയിൽ ചേരുന്ന നക്ഷത്രത്തിന്നു നേരെ കാണുന്നതു വിചിത്ര (Mira) എന്നു കൂടിപ്പറയുന്ന കേതവസ്സ് 15 (Ocetus) എന്ന നക്ഷത്രമാകുന്നു. ഇതിനെ അടുപ്പിച്ച് കുറെ കാലം നോക്കികൊണ്ടിരുന്നാൽ ഇതിൻെറ പ്രഭ പെട്ടന്നു വൎദ്ധിക്കുന്നതും പിന്നീടു പതുക്കെ കുറഞ്ഞുവരുന്നതും കാണാം.

ഈ സമയത്തു നേർ വടക്കുനിന്ന് അല്പം പടിഞ്ഞാറോട്ടു മാറി ക്ഷിതിജത്തിൽനിന്നു 40° ഉയരത്തായി ഇംഗ്ലീഷ് M എന്ന അക്ഷരം പരത്തി എഴുതിയതുപോലെ കാണുന്നതു ജാതുൽകുരാസി (ജാതുൽ Cassiopeia) എന്ന ഗണമാകുന്നു. ഇവ ക്രമേണ പടിഞ്ഞാറുനിന്നു ജാതുൽ 2, 1, 3, 4, 5 എന്നാവയാകുന്നു. ജാതുൽ 4, 5 വരാസവസ്സ് 1 ഇവയുടെ ഇടയിൽ ഒരു വെളുത്ത നിറം കാണുന്നതു രണ്ടു ഭചയങ്ങൾ (ഭം=നക്ഷത്രം, ചയം=കൂട്ടം) അടുത്തു കിടക്കുന്നവയാകുന്നു.

ഇതുവരെ നക്ഷത്രങ്ങളെ നോക്കുവാൻ പറഞ്ഞ സമയങ്ങളിൽനിന്ന് ഒരു മണിക്കൂർകൂടികഴിഞ്ഞ് ആകാശം നോക്കിയാൽ, നക്ഷത്രങ്ങളെല്ലാം മുമ്പു കണ്ട സ്ഥാനങ്ങളിൽനിന്നു കുറെ പടിഞ്ഞാറോട്ടു മാറിയിരിക്കും. രുദ്രൻ കിഴക്കുനിന്നു സുമാറ് 20° തെക്കു മാറി 35ൽ അധികം ഭാഗം ഉന്നതിയിൽ എത്തിയിരിക്കും. ഭാദ്രപദചതുഷ്ടത്തെ ഏതാണ്ട് 30 ഭാഗം ഉയരത്തായി പടിഞ്ഞാറു കാണാം. ഈ സമയത്തു തിരുവാതിരയുടെ താഴെ അല്പം വടക്കോട്ടു മാറി രണ്ടു വരിയായി കുറെ നക്ഷത്രങ്ങളെക്കാണാം. ഈ രണ്ടു വരികളും മുകളിലേക്കു നീട്ടിയാൽ മകീരം അവയുടെ ഇടയിൽപ്പെടും. ഈ രണ്ടു വരികളിലും താഴത്തെ നക്ഷത്രങ്ങൾ വളരെ ശോഭയുള്ളവയാകുന്നു. ഇവയെ അശ്വിനീദേവകൾ എന്നു പറയുന്നു. ഇവയിൽ വടക്കേതിനെ ഇംഗ്ലീഷിൽ കാസ്റ്റർ എന്നും തെക്കേതിനെ പോളക്സ് എന്നും പറയും. ഇവ രണ്ടും ക്ഷിതിജത്തിൽനിന്ന് ഏതാണ്ട് 25 ഭാഗത്തിലധികം ഉന്നതിയിലായിരിക്കും. രണ്ടു വരികളിലും കൂടി കിടക്കുന്ന നക്ഷത്രങ്ങൾ എല്ലാംകൂടി മിഥുന (Gemini) നക്ഷത്രഗണമാകുന്നു. അശ്വിനീദേവകളുടെ തെക്കു നല്ല ശോഭയുള്ള ഒരു നക്ഷത്രം കാണുന്നതു പ്രോസിയോൺ എന്ന നക്ഷത്രമാകുന്നു. ഈനക്ഷത്രവും അതിൻെറ മീതെ കാണുന്ന ചെറിയ നക്ഷത്രവുംകൂടി ലഘുശ്വാനം (Canis minor) എന്ന ഗണത്തിലെ പ്രധാനനക്ഷത്രങ്ങളാകുന്നു. അശ്വിനിദേവ



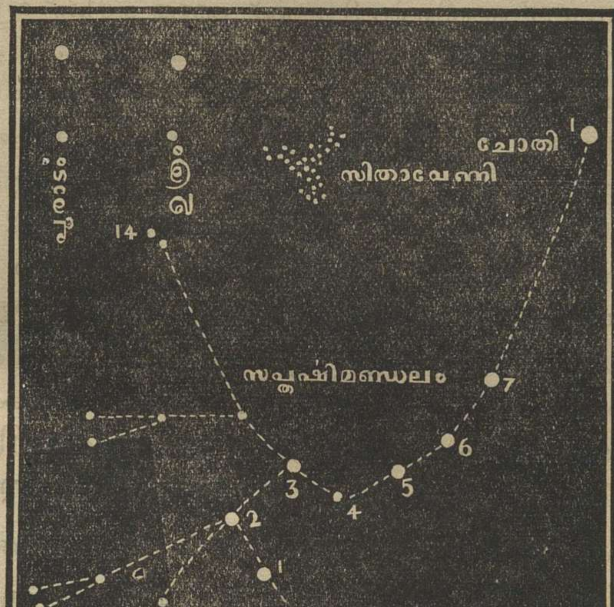
പരിലേഖം 4

കളും, പ്രോസിയോൺം അതിന്റെ മീതെയുള്ള നക്ഷത്രവും, രു ദ്രനും അതിന്റെ മീതെയുള്ളതും കൂടിയ കൂട്ടത്തെ **പുണർതം** എന്നു പറയുന്നു. പുണർതം പുഴന്തോണിപോലെയെന്നു പറയുന്നതു വാസ്തവമെന്നു കാണാം.

ഇതുവരെ നക്ഷത്രങ്ങളെ നോക്കിയത് അസ്തമിച്ച് 7 മണി മുതൽ 10 മണിവരെയായിരുന്നു. ബാക്കിയുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളെ ഇതേ സമയത്തുതന്നെ നോക്കണമെങ്കിൽ അഞ്ചാറു മാസം കാത്തിരിക്കേണ്ടിവരും. അതിനാൽ ഫിബ്രവരി ഒന്നാമ

ത്തെ ആഴ്ച പുലരുന്നതിന്നുമുമ്പ് 5 മണിക്ക് നോക്കുന്നതാണ് നല്ലത്. ജൂൺ മാസത്തിൽ രാത്രി 9 മണിക്കും, ജൂലായി മാസത്തിൽ 7 മണിക്കും ഈ സ്ഥിതിയിൽത്തന്നെയായിരിക്കും ഖഗോളം.

ഈ സമയത്ത് പടിഞ്ഞാറുവശത്ത് അശ്വിനീദേവകളും പ്രോസിയോണും അസ്തമിക്കുവാൻ പോകുന്നതായിക്കാണാം.



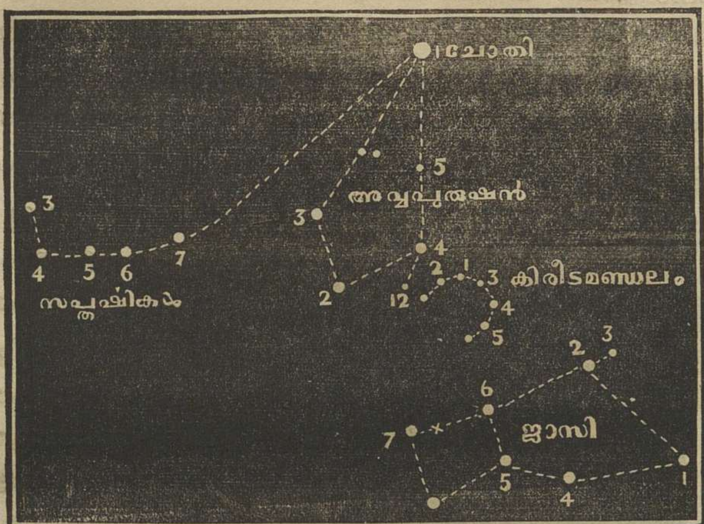
പരിലേഖം 5

ആകാശം നിമ്മലമാണെങ്കിൽ രുദ്രൻ തെക്കപടിഞ്ഞാറു ക്ഷിതിജത്തെ തൊട്ടനില്ക്കുന്നതു കാണാം. നേർ വടക്ക് ക്ഷിതിജത്തിൽനിന്നു 45 ഭാഗം ഉയരത്തായിക്കാണുന്ന 7 വലിയ നക്ഷത്രങ്ങൾ സപ്തർഷികളാകുന്നു. പടിഞ്ഞാറെ അററം മുതൽ കിഴക്കെ അററംവരെ ഇവയുടെ പേര് ക്രതു, പുലഹൻ, പുലസ്ത്യൻ, അത്രി, അംഗിരസ്സ്, വസിഷ്ഠൻ, മരീചി എന്നാകുന്നു. പുലഹനേയും ക്രതുവേയും ചേൎക്കുന്ന രേഖ സുമാറ് അതിൻെറ 8 മടങ്ങ് അതേ വഴിക്ക് നീട്ടിയാൽ ധ്രുവനക്ഷത്രത്തിൽ ചെല്ലും. സപ്തർഷികൾ 4, 5, 6, 7 ഇവയെ ചേൎക്കുന്ന വളഞ്ഞ രേഖ ആ വഴിക്ക് 28 ഭാഗം നീട്ടിയാൽ ഒരു വലിയ നക്ഷത്രത്തിൽ എത്തും. ഇതു ചുവന്നിരിക്കും. ഇതാകുന്നു ചോതി (Arcturus). "ചോതി ചോരത്തുള്ളിപോലെ". ചോതി ഈ സമയത്തു ഖമദ്ധ്യത്തിൽനിന്നു 25 ഭാഗം അകലെയായിരിക്കും. ദക്ഷിണോത്തരവൃത്തത്തിൻെറ അല്പം പടിഞ്ഞാറായിക്കാണുന്ന അനവധി ചെറുനക്ഷത്രങ്ങളുടെ കൂട്ടത്തിന്നു സീതാവേണി (Coma Bernices) എന്നു പേർ പറയുന്നു. സപ്തർഷികളും പരിലേഖത്തിൽ രേഖകളെക്കൊണ്ടു കൂട്ടിച്ചേൎത്തിട്ടുള്ള ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങളും കൂടി സപ്തർഷിമണ്ഡലം (Ursa Major-Great bear) എന്നു പറയപ്പെടുന്നു.

വസിഷ്ഠൻെറ അരികത്തു സൂക്ഷിച്ചുനോക്കിയാൽ കാണുന്ന നക്ഷത്രം അരുന്ധതിയാകുന്നു. മൂന്നിഞ്ച് വ്യാസമുള്ള ദൂരദർശിനിയിൽകൂടി വസിഷ്ഠനെത്തന്നെ രണ്ടായി കാണാം. വസിഷ്ഠൻ അതിനാൽ ഒരു ഇരട്ടനക്ഷത്രമാകുന്നു. ചിത്രത്തിൽ 14 എന്നടയാളംവെച്ച നക്ഷത്രവും ഇരട്ടയാകുന്നു. ഇവ അന്യോന്യം പരിവൎത്തനം ചെയ്യുന്നു. ഇങ്ങിനെ ആകർഷണംകൊണ്ടു ബദ്ധപ്പെട്ട് അടുത്തുനിന്ന് അന്യോന്യം പരിവൎത്തനം ചെയ്യുന്ന ഇരട്ടനക്ഷത്രങ്ങളെ ദ്വന്ദ്വതാരങ്ങൾ (Binary Stars) എന്നു പറയും. എല്ലാ ഇരട്ടകളും

ഖണ്ഡങ്ങളല്ല. ഏതാണ്ട് ഒരേ ദിക്കിൽ നില്ക്കുകയാണെങ്കിൽ മാത്രം അവ അടുത്തുകാണുന്നവയാവാം.

ഇനി ചോതിക്കു നേരെ വടക്കുകിഴക്കോട്ടു നോക്കുക. ചോ

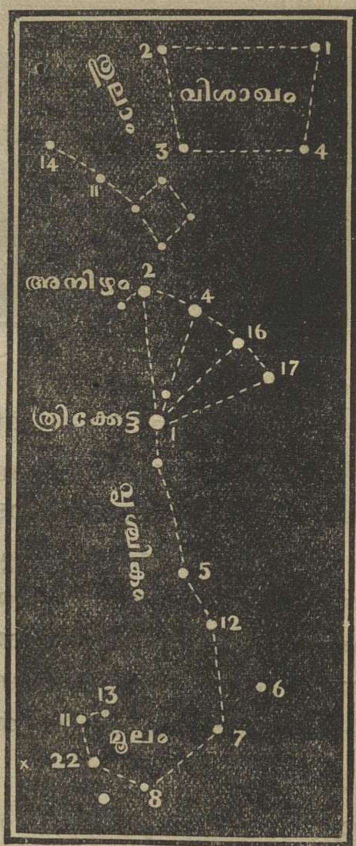


പരിലേഖം 6

തിയുടെ താഴെ വഴിക്കുവഴി അവ്വപുരുഷൻ (Bootes), കിരീടമണ്ഡലം (Corona Borealis), ജാസി(Hercules) എന്നി ഗണങ്ങളെ പരിലേഖത്തിൻെറ സഹായത്തോടുകൂടി ആകാശത്തിൽ കണ്ടറിവാൻ ഒട്ടും പ്രയാസമില്ല. ഇപ്പോൾ ഈ വഴിക്കു താഴെ ക്ഷിതിജത്തിൽനിന്നു 20 ഭാഗം ഉയരത്തായി നീലിമയോടുകൂടി മനോഹരമായി പ്രകാശിക്കുന്ന നക്ഷത്രം സുപ്രസിദ്ധമായ അഭിജിത്ത് (Vega) ആകുന്നു. ജാസിഗണം കിരീടമണ്ഡലത്തിൻേറയും അഭിജിത്തിൻേറയും ശരിക്ക് നടുവിലായിരിക്കും.

ചോതി ഒരു ഇരട്ടനക്ഷത്രമാകുന്നു. രണ്ടും തമ്മിൽ ഏതാണ്ട് 5 വികലയോളം അകലമുണ്ടെങ്കിലും ഒരു വലിയ ദൂരദർശി

നി കൂടാതെ ഇവയെ വേർതിരിച്ചു കണ്ടുകൂടാ. അവ്വപുരുഷൻ 5 ഇരട്ടയാകുന്നു. രണ്ടും തമ്മിൽ $2\frac{1}{2}$ വികലമാത്രം അകലത്താണെങ്കിലും ചെറിയ ദൂരദർശിനിയിൽകൂടിയും വേറിട്ടു കാണാം. അവ്വപുരുഷൻ 12 ഒരു ദ്വന്ദ്വതാരമാകുന്നു. ഭാഗതാരങ്ങൾ തമ്മിൽ അകലം $108\frac{1}{2}$ വികലയായതിനാൽ ഇവയെ വേർതിരിഞ്ഞു കാണുവാൻ ഒട്ടും പ്രയാസമില്ല. ജാസി 6ന്റേയും 7ന്റേയും നടുവിലായി ഒരു ഗോളഭചയമുണ്ട്. ഗോളഭചയം എന്നത് അന്യോന്യം ബന്ധമുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഗോളരൂപമായ ഒരു സമൂഹമാകുന്നു. നല്ല ഒരു നുള്ള് കടുക് എടുത്തു വിരിച്ച ഒരു തോർത്തുമുണ്ടിൽ രണ്ടോ മൂന്നോ ഇഞ്ച് ഉയരത്തുനിന്നു താഴത്തിട്ടാൽ കടുക് കിടക്കുന്ന ആകൃതിയിലായിരിക്കും മിക്ക ഗോളഭചയങ്ങളേയും ദൂരദർശിനികളിൽ കൂടി കാണുക. കാർത്തിക നക്ഷത്രക്കൂട്ടത്തെ കുറെക്കൂടി അകലത്തു കാണുവാൻ സാധിച്ചാൽ ഒരു ഗോളഭചയമായി തോന്നാം.



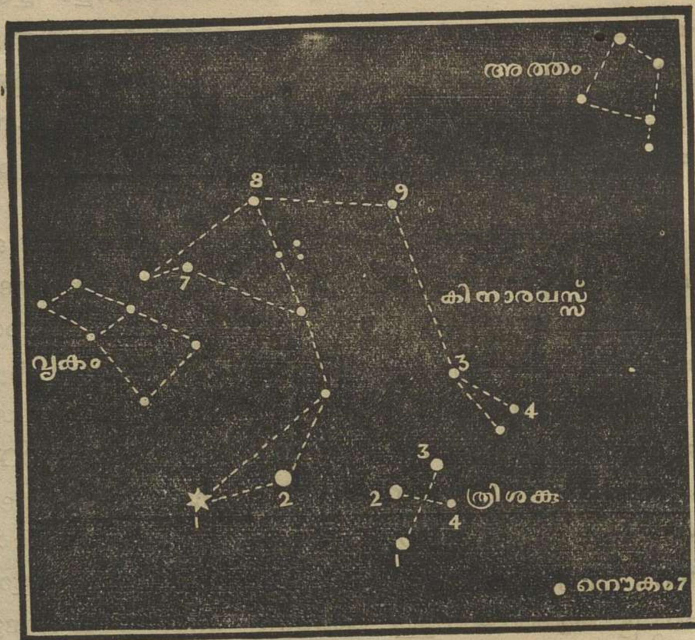
പരിലേഖം 7

ഇനി കിഴക്കുനിന്നു പതിനഞ്ചിരുപതു ഭാഗം തെക്കുമാറി നോക്കുക. തല പൊക്കി, വാൽ വളച്ച് പൊങ്ങി വരുന്ന ഒരു തേളിന്റെ ആകൃതിയിൽ വൃശ്ചിക (Scorpio) ഗണത്തെ കാ

ണാം. വാല് ക്ഷിതിജത്തിൽനിന്നു 12 ഭാഗത്തോളം ഉയരത്തായിരിക്കും. ഇതിൻെറ മീതെയുള്ള അഞ്ചു നക്ഷത്രങ്ങളും കൂടി അനിഴവും നടുക്കുള്ള മൂന്നും തൃക്കേട്ടയും ബാക്കിയെല്ലാം മൂലവുമാകുന്നു. തൃക്കേട്ടയിൽ വലിയ നക്ഷത്രം ചുവന്നിരിക്കും. അതിനെ ഇംഗ്ലീഷിൽ അൻറാരസ്സ് എന്നു പറയുന്നു.

വൃശ്ചികത്തിൻെറ മീതെയായി തോരണം തൂക്കുവാൻ ബന്ധിച്ച വാരികളുടെ ആകൃതിയിൽ 4 ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങൾ കാണുന്നവയാകുന്നു വിശാഖം. ഈ നാലും താഴെ കാണുന്ന ചില ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങളും കൂടിയാകുന്നു തുലാം (Libra) നക്ഷത്രഗണം. വടക്ക് കിരീടമണ്ഡലം തൊട്ടു തെക്കു വൃശ്ചികഗണംവരെ കിടക്കുന്ന നക്ഷത്രങ്ങൾ സർപ്പഗണവും (Serpent), സർപ്പധരഗണവും (Ophiacas–The Serpent bearer) ആകുന്നു. ഖഗരാട് (14-ാം പരിലേഖം നോക്കുക), ജ്ജാസി, തുലാം, അനിഴം, തൃക്കേട്ട ഈ നക്ഷത്രങ്ങളാൽ ചുററപ്പെട്ട ആകാശഭാഗത്തു കാണുന്ന എല്ലാ നക്ഷത്രങ്ങളും സർപ്പധരഗണത്തിൽപ്പെട്ടും.

ഇനി തെക്കോട്ടു നോക്കുക. നേർ തെക്കുനിന്ന് അല്പം കിഴക്കോട്ടു നീങ്ങി ഒരു സ്വസ്തിക (Cross) ത്തിൻെറ ആകൃതിയിൽക്കാണുന്ന വലിയ നക്ഷത്രങ്ങളാകുന്നു ത്രിശങ്കു (Southern Cross) ഗണം. ത്രിശങ്കുവിൻെറ കിഴക്കായി രണ്ടു വലിയ നക്ഷത്രങ്ങളെക്കാണാം. ഇതിൽ വലിയതു കിന്നാരവസ്സ് 1 (2 Centaurus) ആകുന്നു. കിന്നാരവസ്സിലെ മററു നക്ഷത്രങ്ങളെ പരിലേഖത്തിൽനിന്നു മനസ്സിലാക്കാം. 8ൻെറ താഴെക്കാണുന്ന മൂന്നു ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങളേയും ത്രിശങ്കുവിൻെറ മീതെക്കാണുന്ന നീണ്ട ത്രികോണത്തേയും പ്രത്യേകം നോക്കി തെററുകൂടാതെ മററു നക്ഷത്രങ്ങളെ തിരിച്ചറിയാം. കിന്നാരവസ്സിൻെറ കിഴക്കു കാണിച്ചിട്ടുള്ള 6 ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങൾ വൃകം (Wolf) എന്ന ഗണമാകുന്നു. കിന്നാരവസ്സിൽനിന്നു തെക്കോട്ടു മാറി കുറെക്കൂടി മീതെയായിക്കാണുന്ന 5 നക്ഷ



പരിലേഖം 8

ണ്ടാം അത്തം (Corvus) എന്ന ഗണമാകുന്നു. ഈ സമയത്തു, അതായതു ഫിബ്രവരി ആദ്യത്തെ ആഴ്ച്ച കാലത്തു 5 മണിക്ക് അത്തം നേർ തെക്കായിരിക്കും. ക്ഷിതിജത്തിൽനിന്നു 55 ഭാഗം ഉയരത്തുമായിരിക്കും.

കിന്നാരവസ്സ് 1 ഒരു ദ്വന്ദ്വനക്ഷത്രമാകുന്നു. 57 സംവത്സരത്തിൽ അതിലെ രണ്ടു താരങ്ങളും അന്യോന്യം പരിവൎത്തനം പൂൎത്തിയാക്കും. ഇവ നമുക്കു വളരെ അടുത്തവയാകുന്നു. ദൂരദൎശിനിയിൽക്കൂടി അടുത്തുനില്ക്കുന്ന വലിയ രണ്ടു താരങ്ങളായി ഇവയെ ഭംഗിയിൽക്കാണാം. ഇവയുടെ വളരെ അടുത്തു വലിയ ദൂരദൎശിനിയിൽക്കൂടി മാത്രം കാണുവാൻ സാധിക്കുന്ന ഒരു നക്ഷത്രമാകുന്നു നമുക്ക് ഏററവും അടുത്തത്. അതിന്നു ഇംഗ്ലീഷിൽ പ്രോക്സിമ സെൻേറാറി (Proxima Centauri, പ്രത്യാസന്ന കിന്നാരവസ്സ്) എന്നു പറയും.

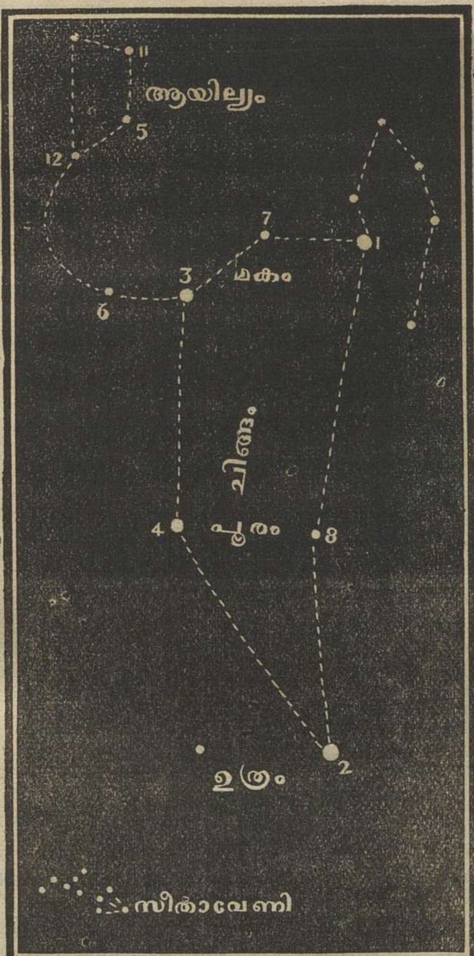
ഫിബ്രവരി മാസത്തിൽതന്നെ മററു നക്ഷത്രങ്ങളേയും കണ്ടറിയണമെന്നു വിചാരിച്ചാൽ, രാത്രി വളരെ നേരം ഉണൎന്നിരിക്കേണ്ടിവരും. അതിനാൽ ഈ മാസത്തിൽ ബാക്കിയുള്ള കാലം മനസ്സിലായ നക്ഷത്രങ്ങളെത്തന്നെ നോക്കി ആകാശം ഒന്നുകൂടി പരിചയപ്പെട്ടുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നതു നന്നായിരിക്കും. ഈ നക്ഷത്രങ്ങളെ നോക്കുന്നതിന്നിടയിൽ ഇവിടെ പറയാത്തതും പറയുവാൻമാത്രം ശോഭയുണ്ടെന്നു തോന്നുന്നതും ആയ ചില ജ്യോതിസ്സുകളെ ഇവയുടെ ഇടയിൽ കണ്ടുവെന്നു വരാം. അവ നക്ഷത്രങ്ങളെപ്പോലെ മിന്നിമിന്നിയിരിക്കയില്ല. അവയുടെ പ്രകാശം അടുത്തിരിക്കുന്ന വിളക്കിൻേറതുപോലെയിരിക്കും; മിന്നുകയില്ല. ഇങ്ങിനെ കാണുന്ന ജ്യോതിസ്സുകളെ അടുത്തടുത്ത ദിവസങ്ങളിൽ നോക്കുകയും അതോടുകൂടി അടുത്തുള്ള താരങ്ങളിൽനിന്നുള്ള അകലം നോക്കിവെക്കുകയും ചെയ്താൽ അവ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഇടയിൽകൂടി സഞ്ചരിക്കുന്നതായിക്കാണാം. അതുംകൂടികണ്ടാൽ അവ വ്യോമചാരികളായ ഗ്രഹങ്ങളെന്നു തീച്ചപ്പെട്ടുത്താം. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ദിവസേനയുള്ള ഖഗോളസ്ഥിതിക്ക് വരുന്ന മാററങ്ങളും ആകാശത്തിൻേറ നിത്യഭ്രമണവും കണ്ടുതന്നെ മനസ്സിലാക്കാം. ചന്ദ്രൻേറ ആകാശസഞ്ചാരവും നോക്കിക്കാണുവാൻ ഈ അവസരം ഉപയോഗിക്കാം. പക്ഷെ അതിന്നു ചന്ദ്രനെ വളരെ ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളുടെ അടുത്തായി കിട്ടണം. അങ്ങിനെ കിട്ടിയാൽ രാത്രി 8 മണിക്ക് ഒരു നക്ഷത്രത്തിൻേറ പടിഞ്ഞാറുള്ള ചന്ദ്രനെ പുലരുന്നതിന്നു മുമ്പുതന്നെ ആ നക്ഷത്രത്തിൻേറ കിഴക്കായിക്കാണാം. ഇതു രണ്ടു മണിക്കൂറിന്നിടയിൽ കണ്ടു എന്നും വരാം.

മാച്ച്മാസം മൂന്നാമത്തെ ആഴ്ച 10 മണിക്കോ, ഏപ്രിൽ മാസം ഒന്നാമത്തെ ആഴ്ച 9 മണിക്കോ ആകാശത്തെ നോക്കിയാൽ വടക്കും പടിഞ്ഞാറും കാണുന്ന നക്ഷത്രങ്ങൾ പരിചയപ്പെട്ടവയായിരിക്കും. കിഴക്കു രക്തവൎണ്ണത്തിൽ തിളങ്ങുന്ന ചോതിയേയും തെക്കു ശുഭ്രവൎണ്ണനായി പുഞ്ചിരി തൂകുന്ന അഗസ്ത്യ

നേയും കാണാം. തെക്കനിന്നു കുറെ കിഴക്കോട്ടു നീങ്ങി ത്രിശങ്കുവിനേയും കാണാം. അഗസ്ത്യനേയും ത്രിശങ്കുവിനേയും ചേക്കുന്ന രേഖയിലും അതിൻെറ മീതെ രുദ്രൻെറ കിഴക്കായിക്കാണുന്ന ഒരു മങ്ങിയ നക്ഷത്രംവരേയും വിസ്താരത്തിൽ കാണുന്ന നക്ഷത്രഗണമാകുന്നു ദക്ഷിണനൌകം (Argo Navis) എന്നു പറയപ്പെടുന്നതു്. അഗസ്ത്യൻ ഈ ഗണത്തിലെ പ്രധാന നക്ഷത്രമാകുന്നു. അഗസ്ത്യനും, ത്രിശങ്കുവിൻെറ മീതെ കാണുന്ന ഒരു നക്ഷത്രവും, ഇവയുടെ ഇടയിലായിക്കാണുന്ന ഒരു ചതുരശ്രവും, ആ ചതുരശ്രത്തിൻെറ താഴെ കുറെക്കൂടി നീളത്തിലുള്ള മറെറാരു ചതുരശ്രവും കൂടിയാൽ നൌകമായി. ഈ ചതുരശ്രങ്ങളുടെ മീതെക്കാണുന്ന വിസ്താരമുള്ള സമകോണത്രികോണം നൌകത്തിന്നു കെട്ടിയിരിക്കുന്ന പായയും അവിടന്നു മേല്പോട്ടു രുദ്രൻെറ കിഴക്കുള്ള ഒരു മങ്ങിയ നക്ഷത്രംവരെയുള്ളതു നൌകത്തിൻെറ പാമരവുമാകുന്നു. ആകാശത്തിലെ ഈ ഭാഗം അതിമനോഹരമായിത്തോന്നും.

കിഴക്കു ക്ഷിതിജത്തിൽനിന്നു 60° ഉയരത്തായി ചിങ്ങം (Leo) നക്ഷത്രഗണത്തെക്കാണാം. ഒന്നോ രണ്ടോ മണിക്കൂറു മുമ്പാണെങ്കിൽ നോക്കുവാൻ കുറെക്കൂടി സൌകൎയ്യമുണ്ടായിരിക്കും. നക്ഷത്രഗണം അല്പം താണിരിക്കും. ഇവിടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന പരിലേഖത്തിൻെറ സഹായത്തോടുകൂടി നക്ഷത്രങ്ങളെ എളുപ്പത്തിൽ തിരിച്ചറിയാം. ആയില്യം, മകം, പൂരം, ഉത്രം ഈ നാലു ചാന്ദ്രഗണങ്ങളുംകൂടി ചിങ്ങം (=സിംഹം) നക്ഷത്രഗണമാകുന്നു. ഉത്രം നക്ഷത്രങ്ങളുടെ താഴെ അല്പം വടക്കോട്ടു മാറി സീതാവേണി (Coma Berenices) എന്ന നക്ഷത്രഗണത്തേയും കാണാം. ചിങ്ങം നക്ഷത്രങ്ങളുടെ വടക്കായി ഇപ്പോൾ സപ്തൎഷിമണ്ഡലവുമുണ്ടായിരിക്കും.

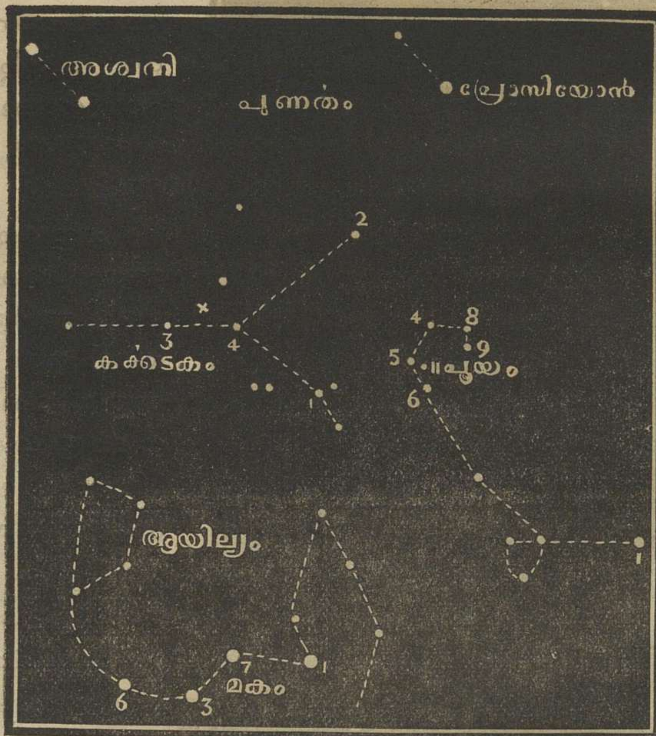
ചിങ്ങം 3 ഒരു ദ്വന്ദ്വനക്ഷത്രമാകുന്നു. രണ്ടു ഭാഗതാരങ്ങളും വലിയ നക്ഷത്രങ്ങളാകുന്നു. അവ തമ്മിലുള്ള അകലം 3½



പരിലേഖം 9

വികലമാത്രമാകുന്നു. ഒരു പരിവൎത്തനം മുഴുവിപ്പിക്കുവാൻ ഇവക്കു 407 സംവത്സരം വേണം.

ചന്ദ്രികയില്ലാതേയും ആകാശം തെളിഞ്ഞിരിക്കയും ചെയ്യുന്ന ഒരു രാത്രിയിൽചിങ്ങം നക്ഷത്രഗണം 30_ഓ,40_ഓ ഭാഗം ഉന്നതിയിൽ പൂൎവ്വകപാലത്തിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുമ്പോൾ, പുണർതത്തിൻേറയും മകത്തിൻേറയും ഇടയിലുള്ള ചെറുനക്ഷത്രങ്ങളെ നോക്കി മനസ്സിലാക്കാം. ആയില്യത്തിൻേറയും മകത്തിൻേറയും പടിഞ്ഞാറു ഭാഗത്തു കാണുന്ന ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങളാകുന്നു കക്കടകക (Cancer) ഗണം. ഇവക്ക് ഒരു ഞണ്ടിൻെറ ആകൃതിയില്ലെന്നില്ല. അതുകൊണ്ടാണ് ഈ ഗണത്തെ കക്കടകമെന്നു പറയുന്നതെന്നു ചിലരും, അതല്ല സൂൎയ്യൻ വാൎഷികസഞ്ചാരത്തിൽ ഇവിടെ എത്തുമ്പോൾ ഉത്തരായണം അ



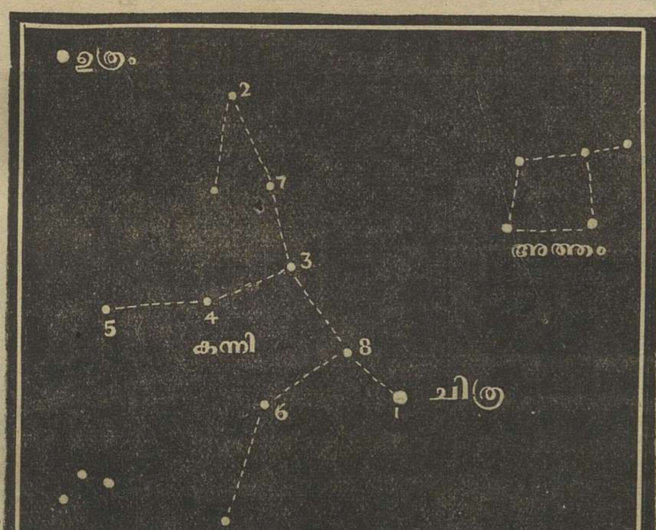
പരിലേഖം 10

വസാനിപ്പിച്ച് ദക്ഷിണായനം തുടങ്ങുന്നത് ഒരു ഞണ്ടു പിന്നോട്ടു നടക്കുന്നതുപോലെ തോന്നുന്നതുകൊണ്ടാണെന്നു വേറെ ചിലരും അഭിപ്രായപ്പെടുന്നു. കർക്കടകം 3, 4 എന്നവയുടെ പടിഞ്ഞാറുവശത്തു പരിലേഖത്തിൽ x എന്ന് അടയാളപ്പെടുത്തിയത് ഒരു ഛായമാകുന്നു.

കർക്കടകം നക്ഷത്രങ്ങളുടെ തെക്കുവശത്ത് ആറു നക്ഷത്രങ്ങളെ കാണുന്നവയാകുന്നു **പൂയം** എന്ന നക്ഷത്രഗണം. ഇതിന്ന് ഒരു വാൽക്കണ്ണാടിയുടെ ആകൃതിയുണ്ട്. ഇതല്ല പൂയം, കർക്കടകഗണത്തിന്റെ മദ്ധ്യത്തിൽ 3, 4 ഇവയടക്കം തെ

കവേടക്ക കാണുന്ന ഒരു വരി നക്ഷത്രങ്ങളാകുന്നു പൂയമെന്നും ഇത് ആയില്യമാണെന്നും ചിലർ പറയുന്നതു ശരിയല്ല. അതു സൂര്യസിദ്ധാന്താദി ഗ്രന്ഥങ്ങളിലെ അഭിപ്രായങ്ങളോടു യോജിക്കുന്നില്ല എന്നു മാത്രമല്ല, അതു ശരിയാണെങ്കിൽ, ഇവ രണ്ടും ഒരേ സമയത്തു ഉച്ചയാവുന്നതുകൊണ്ട് ഇന്നു കേരളത്തിൽ തന്നെ നടപ്പുള്ള നക്ഷത്രവാക്യങ്ങൾ ഇവയെ സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം ഒക്കാതെ വരികയും ചെയ്യും. ചിങ്ങം നക്ഷത്രഗണത്തിൽ അമ്മി പരിച്ചപോലെ കാണുന്നവ ആയില്യവും, വാൽക്കണ്ണാടി പൂയവുമാകുന്നു.

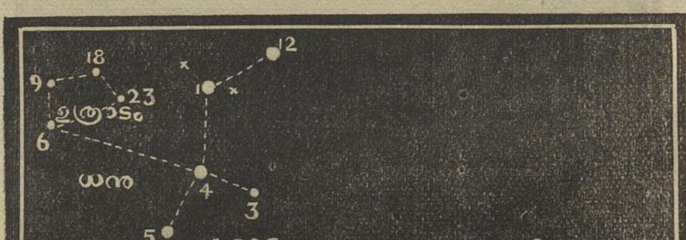
ചോതി നക്ഷത്രത്തിൽനിന്ന് ഏതാണ്ട് 4 ഭാഗം പടിഞ്ഞാറായിക്കാണുന്ന ചെറിയ പരന്ന സമപാശ്ചത്രികോണം



പരിലേഖം 11

അശ്വപുരുഷഗണത്തിൽ പെട്ടവയാകുന്നു. ഈ ത്രികോണത്തിന്റേയും അത്തത്തിന്റേയും ഇടയിൽ കിടക്കുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളെല്ലാം കന്നി (Virgo) നക്ഷത്രഗണത്തിൽ പെട്ടവയാകുന്നു. കന്നിയിലെ ഏററവും ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രമാകുന്നു ചിത്ര (Spica). “ചിത്ര മുത്തുപോലെ ഒന്ന്” എന്നു പറയാറുണ്ട്. ചിത്രയിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന ഒരു വരിയേയും, ആ വരിയിലെ രണ്ടു നക്ഷത്രങ്ങളിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന രണ്ടു ചെറിയ വളഞ്ഞ വരികളേയും നോക്കി കന്നി നക്ഷത്രഗണത്തെ എളുപ്പത്തിൽ മനസ്സിലാക്കാം.

മേയിമാസം മുതൽ ആഗസ്റ്റ്‌വരെയുള്ള കാലം കേരളത്തിൽ മഴകൊണ്ടും മഴക്കാറുകൊണ്ടും നക്ഷത്രം നോക്കുവാൻ പററിയ കാലമല്ല. സപ്തമ്പർ ഒന്നാമത്തെ ആഴ്ച 9 മണിക്കോ,



പരിലേഖം 12

മൂന്നാമത്തെ ആഴ്ച 8 മണിക്കോ, ഒക്ടോബർ ഒന്നാമത്തെ ആഴ്ച 7 മണിക്കോ നോക്കിയാൽ വൃശ്ചികഗണത്തെ തെക്കുപടിഞ്ഞാ

റു ക്ഷിതിജത്തിന്നു സമാന്തരമായി നില്ക്കുന്നതു കാണാം. വൃശ്ചികത്തിൻെറ അററമായ മൂലം നക്ഷത്രങ്ങളുടെ കിഴക്കായി അമ്പു തൊടുത്ത വില്ലിൻെറ ആകൃതിയിൽ കാണുന്ന നക്ഷത്രങ്ങൾ ധനു (Sagittarius) നക്ഷത്രഗണമാകുന്നു. പരിലേഖത്തിൻെറ സഹായത്തോടുകൂടി ഇവയെ അനായാസേന നോക്കി മനസ്സിലാക്കാം. 2, 3, 4, 5 ഇവ പൂരാടവും 6, 9, 18, 23 ഇവ ഉത്രാടവുമാകുന്നു. ഈ സമയത്തു തെക്കുകിഴക്കുള്ള വലിയ നക്ഷത്രം കണ്ണിൽപ്പെടാതിരിക്കയില്ല. അതു ഫോമൽ എന്ന നക്ഷത്രമാകുന്നു.

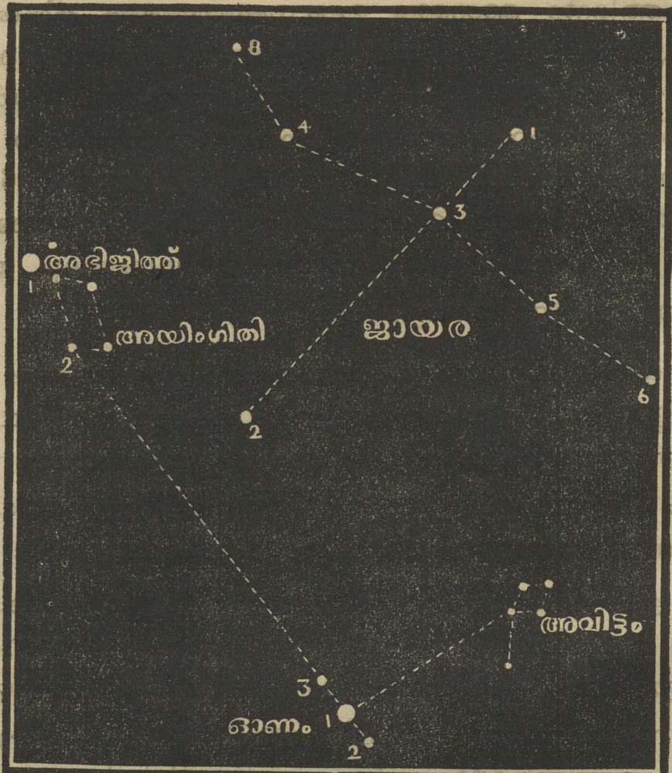
ധനു നക്ഷത്രഗണത്തിൽ അനവധി ശുക്ലപടങ്ങളും ഭചയങ്ങളും ഉണ്ട്. ഇതിൽനിന്ന് അല്പം പടിഞ്ഞാറു സർപ്പധരഗണത്തിൽ ആകാശഗംഗയുടെ* ഏററവും നിബിഡമായ ഒരു ഭാഗം കാണുന്നതു നമ്മുടെ ഉഡുപഞ്ജരത്തിൻെറ+ കേന്ദ്രമാണെന്നു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ തീരുമാനിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഈ സമയത്ത് ഏതാണ്ട് നേരെ മുകളിൽ മുഴക്കോലിൻെറ ആകൃതിയിൽ 3 നക്ഷത്രങ്ങളെ കാണുന്നതു ഓണം നക്ഷത്രമാകുന്നു. അതിൽ നടുക്കുള്ളതും അധികം ശോഭയുള്ളതുമായ നക്ഷത്രത്തിന്ന് ഇംഗ്ലീഷിൽ ആൾട്ടയർ (Altair) എന്നു പറയും. ഈ മുഴക്കോലിൻെറ മദ്ധ്യത്തിൽനിന്നു മുഴക്കോലിന്നെതിരായി വടക്ക് കിഴക്കോട്ട് ഒരു രേഖ സങ്കല്പിച്ച്, ആ രേഖയിൽ മുഴക്കോലുകൊണ്ടു മൂന്നു വെച്ചാൽ ഒരു താലിയുടെ ആകൃതിയിൽക്കാണുന്ന 5 നക്ഷത്രങ്ങളുടെ കൂട്ടത്തിൽ എത്തും. ഇതാകുന്നു അവിട്ടം (Dolphinus).

തിരുവോണം വടക്കുപടിഞ്ഞാറു തിരിഞ്ഞു നില്ക്കുന്നു. ഈ രേഖയെ ആ വഴിക്ക് നീട്ടി മുഴക്കോലുകൊണ്ട് എട്ടു വെച്ചാൽ അഭിജിത്ത് (Vega) എന്ന നക്ഷത്രത്തിൽ എത്തും. അഭി

* ഈ അദ്ധ്യായം അവസാനം നോക്കുക.

\+ അപരഖണ്ഡം 6-ാം അദ്ധ്യായം നോക്കുക.

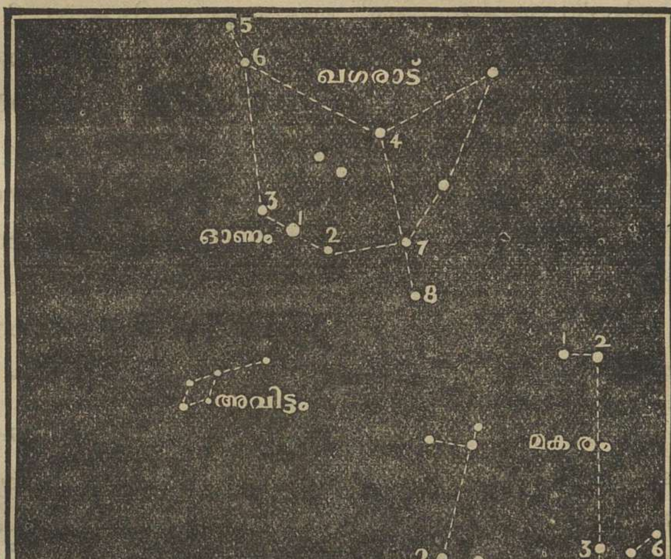


പരിലേഖം 13

ജിത്തു വളരെ ശോഭയുള്ള ഒരു നക്ഷത്രമാകുന്നു. അഭിജിത്തും അതിൻെറ അരികത്തുള്ള 5 ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങളുംകൂടി അയിംഗിതി (Lyra) എന്ന നക്ഷത്രഗണമാകുന്നു.

അവിട്ടത്തേയും അഭിജിത്തിനേയും ചേർക്കുന്ന രേഖയുടെ സുമാറ് മദ്ധ്യത്തിൽനിന്ന് ഏതാണ്ട് വടക്കുകിഴക്കോട്ട് ഒരു രേഖ സങ്കല്പിച്ചാൽ, അതിന്മേലും അതിൻെറ ഇരു ഭാഗത്തും കൂടി കാണുന്ന 7 നക്ഷത്രങ്ങളാകുന്നു ജായര (Cygnus=ഹംസം) നക്ഷത്രഗണത്തിലെ പ്രധാനനക്ഷത്രങ്ങൾ.

ഓണത്തിന്റെ വടക്കുകിഴക്കാകുന്നു അവിട്ടം. അതിന്റെ കുറെ അധികം കിഴക്കായി ഭാദ്രപദചതുഷ്ടത്തെക്കാണാം. ഭാ



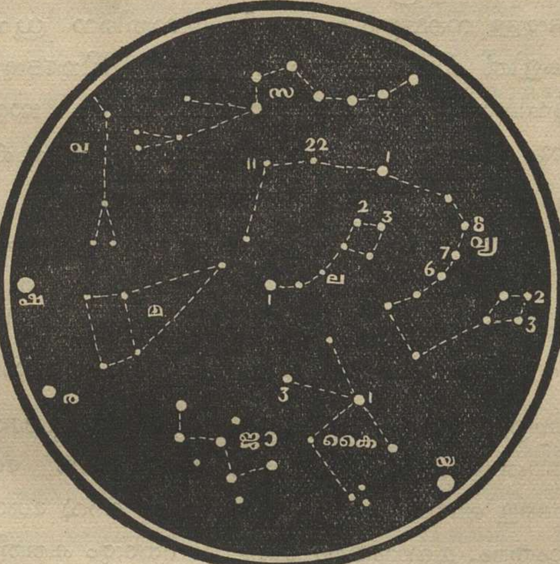
പരിലേഖം 14

ദ്രപദത്തിൻെറ മീതെയായി വൃത്താകൃതിയിൽ കാണുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളും ഭാദ്രപദചതുഷ്ടവും കൂടിയ സമൂഹത്തിന്നു **ബൃഹദശ്വഖണ്ഡം*** (Pegasus) എന്നു പറയുന്നു. ബൃഹദശ്വഖണ്ഡത്തിൻെറ തെക്കുഭാഗത്ത് അടുത്തടുത്തു കിടക്കുന്ന 6 ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങളെക്കാണാം. കാഴ്ചക്കു കുറെ അധികമുണ്ടെന്നു തോന്നുന്നതിനാൽ ഇവയെ ശതതാരകം (ചതയം) എന്നു പറയുന്നു. ചതയത്തിൻെറ മീതെയായി അവിട്ടത്തിൻെറ തെക്കു ഭാഗത്തായി കുറെ അധികം ചെറുനക്ഷത്രങ്ങളെക്കാണാം. ഇവ കുംഭം (Aquarius), മകരം (Capricorn) എന്നി ഗണങ്ങളിൽ പെട്ടവയാകുന്നു. ഈരണ്ടെണ്ണമായി അടുത്തു കിടക്കുന്ന നക്ഷത്രങ്ങൾ നോക്കി പരിലേഖത്തിൻെറ സഹായത്തോടുകൂടി കുംഭത്തേയും മകരത്തേയും തിരിച്ചറിയാം.

നക്ഷത്രങ്ങളെ സാമാന്യമായി പരിചയപ്പെടണമെന്നേ ഇവിടെ ഉദ്ദേശിച്ചിട്ടുള്ളു. നക്ഷത്രങ്ങൾ കൂടുതൽ പരിചയപ്പെടണമെന്നാഗ്രഹിക്കുന്നവർ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ അററ്ലാസ്സുകൾ നോക്കേണ്ടതാണ്. കേരളത്തിൽനിന്നു കാണുന്ന മിക്ക പ്രധാന നക്ഷത്രങ്ങളുടേയും സ്ഥാനങ്ങൾ ഇവിടെവിവരിച്ചിട്ടുണ്ട്. മേടം, ഇടവം മുതലായ 12 നക്ഷത്രഗണങ്ങൾ സൂൎയ്യൻെറ വാൎഷികസഞ്ചാരത്തെ സംബന്ധിച്ചവയാകയാൽ അവയെ സൌരഗണങ്ങളെന്നും അശ്വതി, ഭരണി മുതലായ 27 നക്ഷത്രഗണങ്ങൾ ചന്ദ്രൻെറ സഞ്ചാരത്തെ സംബന്ധിച്ചവയാകയാൽ അവയെ ചാന്ദ്രഗണങ്ങളെന്നും പറയാം. ചാന്ദ്രഗണങ്ങളിൽപ്പെട്ട മിക്ക നക്ഷത്രങ്ങളും സൌരഗണങ്ങളിൽപ്പെടും. ചാന്ദ്രഗണങ്ങളിൽ സൌരഗണങ്ങളിൽപ്പെടാത്തവയും ഉണ്ട്. അത്തം, ചോതി, പൂരോരുട്ടാതി, ഉത്രട്ടാതി, തിരുവാതിര, തിരുവോണം, അവിട്ടം ഇവയെല്ലാം ചാന്ദ്രഗണങ്ങളാണെങ്കിലും സൌരഗണങ്ങളിൽപ്പെടുകയില്ല.

* ഇതിൽ ഉത്രട്ടാതിയിലെ വടക്കേതു പെടുകയില്ല.

ദക്ഷിണധ്രുവത്തിന്നു ചുററുമുള്ള കുറെ നക്ഷത്രങ്ങളെ ഇവിടെനിന്നു കാണുകയില്ല. അവയെ ഒന്നുംതന്നെ ഇവിടെ വിവരിച്ചിട്ടില്ല. ഉത്തരധ്രുവത്തിന്റെ ചുററുമുള്ളവയിൽ ധ്രുവനേയും, സപ്തൎഷികളേയും, ജാതുൽഗണത്തേയും വിവരിച്ചിട്ടുണ്ട്. വേറേയും ചില പ്രധാനനക്ഷത്രങ്ങൾ ഉത്തരധ്രുവത്തിന്നു ചുററുമുണ്ട്. അവയെപ്പറയാം. സപ്തൎഷികൾ ഉച്ചയായി നില്ക്കു



ഷ. ഷഡാസ്യൻ
കൈ. കൈകവസ്സ്
ര. വരാസവസ്സ്
യ. ജായര
ജാ. ജാതുൽ
ല. ലഘുബാല്യ
വ്യ. വ്യാളം
വ. വനവിലാളം
സ. സപ്തൎഷികൾ
മ. മയഭീഫി

പരിലേഖം 15

മ്പോൾ അവയുടെ താഴെ ഏതാണ്ട് അവയുടെ ആകൃതിയിൽ 7 ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങളെക്കാണാം. ഇവയിൽ വാലിന്റെ ആകൃതിയിൽ വളഞ്ഞ വരിയുടെ അന്ത്യത്തിൽ ധ്രുവൻ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. ധ്രുവൻ സാമാന്യം ശോഭയുള്ളതാകുന്നു. മറേറവ ആറും ഒരുവിധം മങ്ങിയവയും ആകുന്നു. ഏഴും കൂടിയതിനെ

ലഘ്വൃബാല്യ (Ursa minor) എന്നു പറയുന്നു. സപ്തൎഷികളുടേയും ലഘുബാലുവിൻേറയും ഇടയിലായി പടിഞ്ഞാറെ ഭാഗത്തുനിന്നു തുടങ്ങി ലഘുബാലുവിലെ ചെറിയ ചതുരശ്രത്തെ ചുററി അല്പം കിഴക്കോട്ടു തെററി മേൽപ്പോട്ടു കയറി ജാസിയുടെ താഴെയായി ഒരു ചതുരശ്രത്തിൽ അവസാനിക്കുന്ന ഒരു വരി നക്ഷത്രങ്ങളാകുന്നു വ്യാളഗണം (Draco). ഇതിലെ ഏററവും ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രം വ്യാളം 1 എന്നതിനെ ധ്രുവൻേറയും സപ്തൎഷികളിൽ കിഴക്കെ അററത്തുള്ള മരീചിയുടേയും ഏതാണ്ട് നടുവിലായിക്കാണാം. വ്യാളത്തിൻേറയും ജാതുൽഗണത്തിൻേറയും ഇടയിലുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾ കൈകവസ്സ് (Cepheus) നക്ഷത്രഗണത്തിൽ പെട്ടവയാകുന്നു. കൈകവസ്സ് 1 എന്ന നക്ഷത്രം ധ്രുവൻേറയും ജായര 1ൻേറയും ഇടയിൽ ഏതാണ്ട് മദ്ധ്യത്തിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. ഷഡാസ്യൻ, വരാസവസ്സ് 1, ധ്രുവൻ ഇവയുടെ ഇടയിൽ മയദ്വീപി (Camelopard) എന്ന മങ്ങിയ നക്ഷത്രഗണത്തേയും കാണാം.

നക്ഷത്രങ്ങളുടെ പ്രത്യക്ഷപ്രകാശത്തെ ആസ്പദമാക്കി അവയെ തരങ്ങളായിത്തിരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഏററവും ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളെ ഒന്നാംതരമായും അവയിൽ കുറവു ശോഭയുള്ളവയെ രണ്ടാംതരം, മൂന്നാംതരം മുതലായവയായും കരുതി വരുന്നു. കുറെക്കൂടി കൃത്യമാക്കുവാൻവേണ്ടി ഈ തരങ്ങളെ മഹിമാങ്കം (Magnitude) എന്നു പറയുന്ന സംഖ്യകളെക്കൊണ്ടു സൂചിപ്പിക്കുന്നു. മഹിമാങ്കം കൃത്യം 1 ആയുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾക്ക് അങ്കം കൃത്യം 2 ആയുള്ള നക്ഷത്രത്തിൻെറ സുമാറ് $2\frac{1}{2}$ മടങ്ങ് ശോഭയുണ്ടായിരിക്കും. അങ്കം 2 ആയ നക്ഷത്രത്തിന്ന് അങ്കം 3 ആയ നക്ഷത്രത്തിൻെറ $2\frac{1}{2}$ മടങ്ങ് ശോഭയുണ്ടായിരിക്കും. ഏതാണ്ട് ഈ തോതിൽ ശോഭ കുറഞ്ഞുവരുന്നതോടുകൂടി മഹിമാങ്കം വൎദ്ധിച്ചുവരുന്നു. മഹിമാങ്കം 1 ആയ നക്ഷത്രത്തിൻെറ $2\frac{1}{2}$ മടങ്ങ് ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രത്തിന്നു മഹിമാങ്കം ശൂന്യമാകുന്നു. അതിൻേറയും $2\frac{1}{2}$ മടങ്ങ് ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രത്തിൻെറ മഹിമാ

ങ്കം—1 ആകുന്നു. ഏററവും ശോഭയുള്ള ജ്യോതിസ്സുകളുടെ മഹിമാങ്കം ഇങ്ങിനെ ഋണാത്മകമായിത്തീരുന്നു. മഹിമാങ്കം 6 ആയ നക്ഷത്രങ്ങളെ നമുക്ക് വെറും കണ്ണുകൊണ്ടുതന്നെ കാണുവാൻ സാധിക്കും. അതിലും ശോഭ കുറഞ്ഞ് മഹിമാങ്കം വദ്ധിക്കുന്ന താരങ്ങളെ ദൂരദശിനിയിൽക്കൂടി മാത്രമേ കാണുവാൻ കഴികയുള്ളു. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ പ്രത്യക്ഷപ്രകാശത്തെ കുറെക്കൂടി കൃത്യമായി പറയണമെന്നാഗ്രഹിക്കുന്നവർ മഹിമാങ്കം ദശാംശഭിന്നത്തോടുകൂടിപ്പറയുന്നു. ആരേയും ആകഷിക്കത്തക്കവണ്ണം ശോഭിക്കുന്ന ഇരുപതോളം നക്ഷത്രങ്ങളുടെ മഹിമാങ്കങ്ങൾ താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

രുദ്രൻ	—1·38	ചോതി	0·24	തിരുവോണം	0·89	ചിത്ര	1·21
അഗസ്ത്യൻ	—0·86	ശബര 2	0·34	തിരുവാതിര	0·5—1·1	തൃക്കേട്ട	1·22
കിനാരവസ്സ് 1	+0·06	പ്രോസിയോൺ	0·48	ത്രിശങ്കു 1	1·05	ഫോമൽ	1·29
അഭിജിത്ത്	+0·14	അക്കർനാർ	0·60	ബ്രഹ്മഷി	1·06	ജായര 1	1·33
ഷഡാസ്യൻ	+0·21	കിനാരവസ്സ് 2	0·86	മിഥുനം 2	1·21	ചിങ്ങം 1	1.34

തിരുവാതിര ക്ഷയോപചയതാരമാകുന്നു. ഏററവും ശോഭയുള്ളപ്പോൾ മഹിമാങ്കം 0·5 ഉം, ഏററവും ശോഭ കുറയുമ്പോൾ മഹിമാങ്കം 1·1 ഉം ആകുന്നു. മഹിമാങ്കവും നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ശോഭയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം കുറെക്കൂടി മനസ്സിൽപ്പതിയുവാൻ ചില നക്ഷത്രങ്ങളുടെ കൂടി മഹിമാങ്കവും പറയാം. അശ്വതിയിലെ മൂന്നു നക്ഷത്രങ്ങളുടെ മഹിമാങ്കങ്ങൾ 2·23, 2·72, 4·53 ഇവയാകുന്നു. രേവതിയുടെ മഹിമാങ്കം 5·15 ആകുന്നു. ധ്രുവൻേറതു 2·12 ഉം ആകുന്നു. ക്രതു തൊട്ടു മരീചിവരെയുള്ള സപ്തഷികളുടെ മഹിമാങ്കങ്ങൾ ക്രമേണ 1·95, 2·24, 2·54, 3·44, 1·68, 2·16, 1·91 ഇവയാകുന്നു.

അഞ്ചു ഗ്രഹങ്ങളെ മാത്രമേ ദൂരദശിനി കൂടാതെ കാണുവാൻ കഴികയുള്ളു. ഇവയിൽ ഏററവും ശോഭയുള്ളതു ശുക്രനാകുന്നു. ഇതിനെ ചിലപ്പോൾ അസ്തമിച്ച ഉടനെ പടിഞ്ഞാറു ഭാഗത്തും, ചിലപ്പോൾ ഉദയത്തിന്നു മുമ്പു കിഴക്കും കാണാം. ഇപ്രകാരം കാണുന്ന മറെറാന്നാകുന്നു ബുധൻ. ഇതു വളരെ

ചെറിയതാകുന്നു. ഇതിനെ സൂൎയ്യനിൽനിന്നു അധികം അകന്നു കാണുകയില്ല. മിക്കപ്പോഴും സന്ധ്യാപ്രകാശത്തിൽപ്പെട്ടു കാണുവാൻ സാധിക്കാതെ വരും. വ്യാഴം നല്ലവണ്ണം പ്രകാശമുള്ളതും, ശനി ഒരുവിധം മങ്ങിയതും, ചൊവ്വ ചുവന്നതും ആകുന്നു.

ആകാശം നിൎമ്മലവും നിലാവു തീരെയില്ലാതേയും ഇരിക്കുന്ന രാത്രികളിൽ ക്ഷിതിജത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗത്തുനിന്നു തുടങ്ങി എതിർ ഭാഗത്തു അവസാനിക്കുന്നതായ ഒരു പ്രഭാവലയത്തെ ക്കാണാം. ഇതു ഖഗോളത്തിൽ പല നിലയിലും നില്ക്കും. ഇതിനെ നമ്മുടെ പൂൎവ്വന്മാർ ആകാശഗംഗാ എന്നു വിളിച്ചു. പാശ്ചാത്യർ ഇതിനെ ഗാലക്സി അല്ലെങ്കിൽ ക്ഷീരപഥം (Milky way) എന്നു പറയുന്നു. ദക്ഷിണനൌകം, ബൃഹച്ഛ്വാനം, മിഥുനശബരാന്തരാളം, പ്രാജിതാ, വരാസവസ്സ്, ജാതുൽ, ജായര, സൎപ്പധരൻ, ധനു, വൃശ്ചികം, കിനാരവസ്സ് എന്നി നക്ഷത്രഗണങ്ങളിൽകൂടി നമ്മെ ചുററിക്കിടക്കുന്ന ഒരു പൂൎണ്ണവലയമായി ആകാശഗംഗ ശോഭിക്കുന്നു. വൃശ്ചികത്തിന്റേയും ജായരയുടേയും ഇടയിലുള്ള ഭാഗം രണ്ടായിപ്പിരിഞ്ഞതപോലെ ഇരിക്കും. ഒരു ദൂരദൎശിനിയിൽകൂടി നോക്കിയാൽ ഈ പ്രഭാവലയം അസംഖ്യം ചെറുനക്ഷത്രങ്ങാം അട്ടത്തട്ടത്തു കിടക്കുന്ന ഒരു കൂട്ടമായിക്കാണാം. മൌണ്ട് വിൽസൻ ദൂരദൎശിനിയിൽകൂടി കാണുന്ന 150 കോടി നക്ഷത്രങ്ങളിൽ വലിയ ഭാഗം ആകാശഗംഗയിലാകുന്നു.

3. ജ്യോതിസ്സുകളുടെ ദൈനികചലനം

(അഥവാ അഹോരാത്രചലനം)

നക്ഷത്രങ്ങളെ നോക്കി മനസ്സിലാക്കുന്നതോടുകൂടി അവയുടെ ദിവസംതോറുമുള്ള സഞ്ചാരത്തെക്കുറിച്ചും ചിലതെല്ലാം മനസ്സിലാക്കിയിരിക്കണം. എല്ലാ നക്ഷത്രങ്ങളും നേർ കിഴക്കുദിച്ച് ആകാശത്തിൽ പല ഭാഗങ്ങളിലുമായി സഞ്ചരിക്കുന്നതല്ല നാം കാണുന്നത്. ചിലതു നേർ കിഴക്കും, ചിലത് അവിടന്നു തെക്കു മാറിയും, മററു ചിലതു വടക്കു മാറിയും ഉദിക്കുന്നു. നേർ കിഴക്കുദിക്കുന്ന നക്ഷത്രം ഉദിച്ചു നേരെ മേല്പോട്ടു പൊന്തുന്നതോ ഖമദ്ധ്യത്തിൽ എത്തുന്നതോ ഇല്ല. ഉദിച്ച സ്ഥലത്തുനിന്ന് അല്പം തെക്കോട്ടു ചാഞ്ഞു പൊന്തുന്നു. ദക്ഷിണോത്തര രേഖയിൽ എത്തുമ്പോൾ ആ നക്ഷത്രം ഖമദ്ധ്യത്തിൽനിന്ന് അല്പം തെക്കു മാറി നില്ക്കും. പിന്നെ അവിടന്നു ക്രമേണ വടക്കോട്ടു ചാഞ്ഞു സഞ്ചരിക്കുന്നതു കാണാം. ഇതു നേർ പടിഞ്ഞാറുതന്നെ അസ്തമിക്കുന്നു. ഈ നക്ഷത്രം സഞ്ചരിക്കുന്ന മാർഗ്ഗത്തെ ആസകലമായി ആലോചിച്ചാൽ അതു തെക്കോട്ടു ചാഞ്ഞു നില്ക്കുന്ന ഒരദ്ധ്വൃത്തമായിക്കാണാം. നേർ കിഴക്കുനിന്നു തെക്കും വടക്കും മാറി ഉദിക്കുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളും തെക്കോട്ടു ചാഞ്ഞുതന്നെ പൊന്തുന്നു. കിഴക്കുദിക്കുന്ന നക്ഷത്രത്തിൻെറ സഞ്ചാരമാർഗ്ഗത്തിന്നു സമാന്തരമായി സഞ്ചരിച്ച് ഉദിക്കുമ്പോൾ നേർ കിഴക്കുനിന്ന് എത്ര തെക്കോട്ടോ വടക്കോട്ടോ മാറിയിരുന്നുവോ അത്രതന്നെ നേർ പടിഞ്ഞാറുനിന്നു തെക്കോട്ടോ വടക്കോട്ടോ മാറി അസ്തമിക്കുന്നു. ഈ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ മാർഗ്ഗങ്ങളും വൃത്തഖണ്ഡങ്ങൾ തന്നെ. തെക്കോട്ടു മാറി ഉദിച്ചവയുടെ മാർഗ്ഗത്തിൽ നമുക്കു കാണുവാൻ കഴിയുന്ന ഭാഗം അദ്ധ്വൃത്തത്തെ

ക്കാൾ ചുരുങ്ങിയും വടക്കോട്ടു മാറി ഉദിക്കുന്നവയുടെ മാൎഗ്ഗത്തിൽ നമുക്കു കാണുവാൻ കഴിയുന്ന ഭാഗം അൎദ്ധവൃത്തത്തെക്കാൾ അധികമായും ഇരിക്കും.

പടിഞ്ഞാറസ്തമിക്കുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളെല്ലാം പിന്നേയും കിഴക്കുദിക്കുന്നതുകൊണ്ടു നാം ക്ഷിതിജത്തിന്നു മീതെ കാണുന്ന സഞ്ചാരം ഖഗോളത്തിൽ ക്ഷിതിജത്തിന്നു താഴേയും തുടൎന്നു പോകുന്നുവെന്നുതന്നെ വിചാരിക്കണം. അപ്പോൾ എല്ലാ നക്ഷത്രങ്ങളും ഖഗോളത്തിൽ പൂൎണ്ണവൃത്തങ്ങളിൽകൂടി ആദ്യവസാനമില്ലാത്തതുപോലെ എന്നും എപ്പോഴും നമ്മുടെ ചുററും സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതായിക്കാണാം. എല്ലാ വൃത്തങ്ങളും അന്യോന്യം സമാന്തരമായിരിക്കും. കിഴക്കുദിക്കുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളുടെ മാൎഗ്ഗം എല്ലാ വൃത്തങ്ങളെക്കാളും വലിയതും തെക്കും വടക്കും മാറി ഉദിക്കുന്നവയുടെ വൃത്തങ്ങൾ ഈ മാററത്തിന്നനുസരിച്ചു ചെറിയവയും ആയിരിക്കും. വൃത്തങ്ങളെല്ലാം തന്നെ ഇവിടന്നു നോക്കുന്നവൎക്കു തെക്കോട്ട് ഒരേ നിലയിൽ ചാഞ്ഞതായും തോന്നും. ഈ വൃത്തങ്ങൾക്കു **ദ്യുവൃത്തങ്ങൾ** അല്ലെങ്കിൽ **അഹോരാത്രവൃത്തങ്ങൾ** (Diurnal circles) എന്നു പറയുന്നു.

എല്ലാ നക്ഷത്രങ്ങളും കിഴക്കുനിന്നു പടിഞ്ഞാറോട്ടു സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നാലും, അവ തമ്മിൽ അന്യോന്യമുള്ള അകലങ്ങൾക്കോ നക്ഷത്രഗണങ്ങളുടെ ആകൃതികൾക്കോ ഒരു മാററവും കാണുകയില്ല. എന്നിരിക്കുമ്പോൾ നക്ഷത്രങ്ങൾ ഖഗോളത്തിൽ ഉറപ്പിച്ച രത്നക്കല്ലുകളെപ്പോലെ സ്ഥിരമായി നിന്നു ഖഗോളം ഒന്നാകെ കിഴക്കുനിന്നു പടിഞ്ഞാറോട്ടു തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതായിത്തോന്നുന്നു. തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഗോളത്തിൻെറ അക്ഷാഗ്രങ്ങൾ എന്ന നിലയിൽ വടക്കു ക്ഷിതിജത്തിൽനിന്ന് അല്പം ഉയൎന്നും തെക്കു ക്ഷിതിജത്തിൽനിന്ന് അത്രതന്നെ താഴ്ന്നും ഇളകാത്തതായ രണ്ടു സ്ഥാനങ്ങൾ ഉണ്ടെന്നു കാണാം. ഈ സ്ഥാനങ്ങൾക്കു **ധ്രുവങ്ങൾ** (Celestial poles) എന്നു പറയുന്നു. ഫോട്ടോ എടുക്കുന്ന ഒരു കാമറ ഉ

ത്തരധ്രുവത്തിൻെറ നേൎക്ക രാത്രി വെച്ചുകൊടുത്താൽ ഉത്തരധ്രുവത്തിന്നു ചുററുമുള്ള നക്ഷത്രമാൎഗ്ഗങ്ങൾ ഫോട്ടോവിൽ പതിഞ്ഞു കിട്ടും. അവയെ വൃത്തഖണ്ഡങ്ങളായിക്കാണാം. അവയുടെ എല്ലാം കേന്ദ്രം ഒന്നുതന്നെയായിരിക്കും. അതത്രെ ഉത്തരധ്രുവത്തിൻെറ സ്ഥാനം. ഉത്തരധ്രുവത്തിന്നടുത്ത വൃത്തഖണ്ഡങ്ങൾ ചെറിയവയും അകന്നവ വലിയവയും ആയിരിക്കും.

ഉത്തരധ്രുവം ക്ഷിതിജത്തിൽനിന്ന് ഉയൎന്നിരിക്കയാൽ ഉത്തരധ്രുവത്തിന്നു വളരെ അടുത്തുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾ അവയുടെ ദൈനികചലനത്തിൽ ഒരിക്കലും ക്ഷിതിജത്തിന്നു താഴെപ്പോകയില്ല. അവ ഒരിക്കലും അസ്തമിക്കുന്നില്ല. പകൽസമയം വെളിച്ചംകൊണ്ടു മങ്ങുക മാത്രമേ ചെയ്യുന്നുള്ളു. ഇവയെ **നിരസ്തനക്ഷത്രങ്ങൾ** എന്നു പറയുന്നു. ദക്ഷിണധ്രുവത്തിൻെറ ചുററും ഒരിക്കലും നമ്മുടെ ക്ഷിതിജത്തിന്നു മീതെ വരാത്ത കുറെ നക്ഷത്രങ്ങളും ഉണ്ട്. ഇവയെ **നിരുദയനക്ഷത്രങ്ങൾ** എന്നു പറയുന്നു.

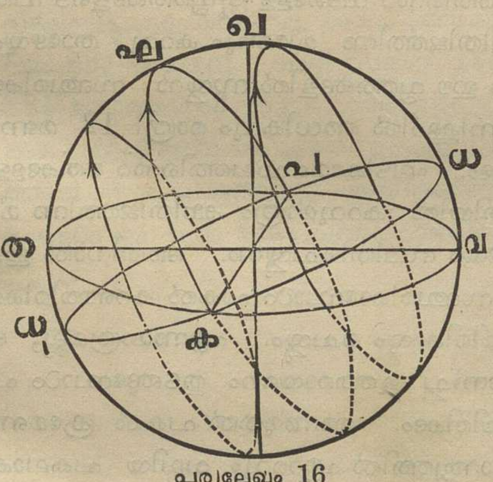
മദ്ധ്യകേരളത്തിൽ ഉത്തരധ്രുവം ക്ഷിതിജത്തിൽനിന്നു സുമാറ് 11 ഭാഗം ഉയൎന്നിരിക്കും. എന്നുവെച്ചാൽ മദ്ധ്യകേരളത്തിലെ **ധ്രുവോന്നതി** 11 ഭാഗമാകുന്നു. ദക്ഷിണധ്രുവം ക്ഷിതിജത്തിൽനിന്ന് ഇത്രതന്നെ താണിരിക്കും. രണ്ടു ധ്രുവങ്ങളിൽനിന്നും തുല്യദൂരത്തായി ആകാശത്തിൽ സങ്കല്പിക്കുന്ന വൃത്തത്തിന്നു **ഘടികാമണ്ഡലം** അല്ലെങ്കിൽ **വിഷുവന്മണ്ഡലം** (Celestial Equator) എന്നു പറയുന്നു. ഇതു കിഴക്കുദിക്കുന്ന നക്ഷത്രത്തിൻെറ സഞ്ചാരമാൎഗ്ഗമെന്നു സ്പഷ്ടമത്രെ. മദ്ധ്യകേരളത്തിൽ ഘടികാമണ്ഡലം ഖമദ്ധ്യത്തിൻെറ സുമാറ് 11 ഭാഗം തെക്കുവശത്തുകൂടിപ്പോകും. ഘടികാമണ്ഡലത്തിൽനിന്ന് ഉത്തരധ്രുവം വരെയുള്ള അകലവും ഖമദ്ധ്യത്തിൽനിന്ന് ഉത്തരസ്വസ്തികം വരെയുള്ള അകലവും ഒരു വൃത്തപാദമാകയാൽ, ഘടികാമണ്ഡലത്തിൽനിന്നു ഖമദ്ധ്യംവരെ ദക്ഷിണോത്തരവൃ

ത്തം വഴിയായ അകലം (ഘടികാമദ്ധ്യാന്തരാളം) ധ്രുവോന്നതിക്ക തുല്യമാകുന്നു. ദക്ഷിണോത്തരധ്രുവങ്ങളിൽക്കൂടിയും പൂൎവ്വപശ്ചിമ സ്വസ്തികങ്ങളിൽക്കൂടിയും സങ്കല്പിക്കുന്ന വൃത്തത്തിന്ന് ഉന്മണ്ഡലം എന്നു പറയുന്നു. ഉന്മണ്ഡലത്തിൻെറ ഉത്തരാൎദ്ധം ക്ഷിതിജത്തിന്നു മീതേയും ദക്ഷിണാൎദ്ധം താഴേയും ആയിരിക്കും. ഉന്മണ്ഡലം, ഘടികാമണ്ഡലം, ദക്ഷിണോത്തരവൃത്തം ഇവ മൂന്നുംകൂടിയ ഗോളമായി ആകാശത്തെ സങ്കല്പിക്കുമ്പോൾ അതിനെ വായുഗോളമെന്നും ഈ വൃത്തങ്ങൾക്ക വായുഗോളവൃത്തങ്ങളെന്നും ഭാരതീയജ്യൌതിഷികൾ പറയുന്നു.

നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ദൈനികചലനംപോലെത്തന്നെയാകുന്നു സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരുടേയും, ഗ്രഹങ്ങളുടേയും ദൈനികചലനം. എന്നാൽ ചില ഭേദങ്ങൾ ഉണ്ട്. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ദ്യുവൃത്തങ്ങൾക്ക് ഒരു കാലത്തും മാററമില്ല. ഒരു നക്ഷത്രം എന്നും അതിൻെറ ദ്യുവൃത്തത്തിൽ ചുററിക്കൊണ്ടിരിക്കും. എന്നാൽ സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരുടേയും ഗ്രഹങ്ങളുടേയും ദ്യുവൃത്തങ്ങൾ ദിവസേന മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

എല്ലാ കൊല്ലവും മാൎച്ച് 21-ാംതിയതി സൂൎയ്യൻ നേർ കിഴക്കുദിക്കുന്നു. ഘടികാമണ്ഡലമാൎഗ്ഗമായി സഞ്ചരിച്ച് ഏതാണ്ടു നേർ പടിഞ്ഞാറ് അസ്തമിക്കയും ചെയ്യുന്നു. ഉച്ചസമയത്തു സൂൎയ്യൻ ദക്ഷിണോത്തരഘടികാമണ്ഡലസംപാതത്തിലിരിക്കയാൽ ഖമദ്ധ്യത്തിൽനിന്നു തെക്കായിരിക്കും. നിലത്തുള്ള വസ്തുക്കളുടെ നിഴൽ അപ്പോൾ വടക്കോട്ടായിരിക്കയും ചെയ്യും. പിറെറ ദിവസം സൂൎയ്യൻ ഉദിക്കുന്നതു നേർ കിഴക്കായിരിക്കയില്ല, അവിടന്ന് അല്പം വടക്ക മാറീട്ടായിരിക്കും. ഈ മാററം 24 മണിക്കൂറിന്നുള്ളിൽ ക്രമേണ സംഭവിക്കുന്നതിനാൽ ആദ്യദിവസത്തെ അസ്തമനംതന്നെ നേർ പടിഞ്ഞാറുനിന്ന് ഈ മാററത്തിൻെറ പകുതിയോളം പടിഞ്ഞാറു മാറീട്ടുമായിരിക്കും. പിറെറ ദിവസത്തെ ഉദയത്തിന്നുശേഷം ഘടികാമണ്ഡലത്തിൻെറ തൊട്ടു വടക്കുഭാഗത്തുള്ള ഒരു ദ്യുവൃത്തമായിരിക്കും സൂൎയ്യസഞ്ചാര

മാറ്റും. പിറേറന്നു സൂൎയ്യൻ കുറെക്കൂടി വടക്കോട്ടു മാറി ഉദിക്കുകയും കുറെക്കൂടി വടക്കുള്ള ഒരു ദ്യുവൃത്തത്തിൽ സഞ്ചരിക്കയും ചെയ്യും. ഇങ്ങിനെ ജൂൺ 22-ാംതിയതിവരെ ക്രമേണ വടക്കോട്ടു മാറും. അന്നത്തെ സൂൎയ്യന്റെ ദ്യുവൃത്തം ഘടികാമണ്ഡലത്തിൽനിന്നു സൎവ്വത്ര 23½ ഭാഗം വടക്കായിരിക്കും. അന്നുതൊട്ടു സൂൎയ്യൻ ക്രമേണ തെക്കോട്ടു മാറി ഉദിക്കുന്നു. സപ്തമ്പർ 23. ാം തിയതി പിന്നേയും നേർ കിഴക്കുദിക്കും. പിറെറ ദിവസം നേർ കിഴക്കുനിന്നു തെക്കോട്ടു മാറി ഉദിക്കുന്നു. ഇങ്ങിനെ ഡിസമ്പ്ര് 22-ാംതിയതിവരെ തെക്കോട്ടു മാറിമാറി ഉദിക്കുകയും ആ ഉദയദിക്കുകൾക്കനുസരിച്ച ദ്യുവൃത്തങ്ങളിൽ സഞ്ചരിക്കയും ചെയ്യും. ഡിസമ്പ്ര് 22-ാംതിയതിയിലെ സൂൎയ്യന്റെ ദ്യുവൃത്തം സൎവ്വത്ര ഘടികാമണ്ഡലത്തിൽനിന്നു 23½ ഭാഗം തെക്കായിരിക്കും. ഈ ദിവസം കഴിഞ്ഞാൽ, സൂൎയ്യൻ ക്രമേണ വടക്കോട്ടു മാറി ഉദിക്കുവാൻ തുടങ്ങുന്നു. മാൎച്ച് 21-ാംതിയതി പിന്നേയും കിഴക്കുദിക്കുന്നു. സൂൎയ്യൻ വടക്കോട്ടു മാറി ഉദിക്കുന്ന കാലത്തെ ഉത്തരായണകാലമെന്നും, തെക്കോട്ടു മാറി ഉദിക്കുന്ന കാലത്തെ ദക്ഷിണായനകാലമെന്നും പറയുന്നു. ഡിസമ്പ്ര് 22-ാംതിയതിതൊട്ടു ജൂൺ 22-ാം തിയതിവരെ ഉത്തരായണകാല



പരിലേഖം 16

വകതപ. ക്ഷിതിജം വ, ക, ത, പ. ഉത്തര, പൂൎവ്വ, ദക്ഷിണ, പശ്ചിമ സ്വസ്തികങ്ങൾ. ഖ. ഖമദ്ധ്യം,ധ. ഉത്തരധ്രുവം, ധ, ദക്ഷിണധ്രുവം വഖത. ദക്ഷിണോത്തരവൃത്തം. കഘപ. ഘടികാമണ്ഡലം. (ഇതിന്റെ തെക്കും വടക്കും ദ്യുവൃത്തങ്ങളെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു) ധകധ, പ. ഉന്മണ്ഡലം.

വും ജൂൺ 22-ാംതിയതി മുതൽ ഡിസമ്പ്ര് 22-ാംതിയതി വരെ ദക്ഷിണായനകാലവുമാകുന്നു. ഉത്തരായണദക്ഷിണായന കാലങ്ങൾ കൂടിയ കാലത്തിന്നു സംവത്സരം എന്നു പറയുന്നു. സൂൎയ്യൻ ഏററവും വടക്കും, നേർ കിഴക്കും, ഏററവും തെക്കും ഉദിക്കുന്ന ദിവസങ്ങളിലെ സൂൎയ്യൻെറ ദ്യുവൃത്തങ്ങളുടെ ഖഗോള സ്ഥിതികൾ 16-ാം പരിലേഖത്തിൽനിന്നു കാണാം. ഈ പരിലേഖം നോക്കി ചില സംഗതികൾ നല്ലവണ്ണം ഗ്രഹിപ്പാനുണ്ട്. ദ്യുവൃത്തങ്ങൾ ഘടികാമണ്ഡലത്തെക്കാൾ ചെറിയവയാണെങ്കിലും ആകാശഭ്രമണത്താൽ അവക്കും ചുററുവാൻ 24 മണിക്കൂറുതന്നെ വേണം. ഉന്മണ്ഡലം ഘടികാമണ്ഡലത്തേയും ദ്യുവൃത്തങ്ങളേയും തുല്യാൎദ്ധങ്ങളായി ഭാഗിക്കുന്നു. ഉന്മണ്ഡലത്തിൻെറ ഉത്തരാൎദ്ധം ക്ഷിതിജത്തിന്നു മീതേയും ദക്ഷിണാൎദ്ധം ക്ഷിതിജത്തിന്നു താഴേയും സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ ഘടികാമണ്ഡലത്തിൻെറ വടക്കുള്ള ദ്യുവൃത്തങ്ങളുടെ പകുതിയിൽ അധികം ക്ഷിതിജത്തിന്നു മീതേയും കുറവു താഴേയും ആകുന്നു. അതിനാൽ ഈ വൃത്തങ്ങളിൽ സൂൎയ്യൻ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ പകൽ 12 മണിക്കൂറിൽ അധികവും രാത്രി 12 മണിക്കൂറിൽ കുറവുമായിരിക്കും. ഘടികാമണ്ഡലത്തിൻെറ തെക്കുള്ള ദ്യുവൃത്തങ്ങളുടെ പകുതിയിൽ കുറവുമാത്രം ക്ഷിതിജത്തിന്നു മീതേയും അധികം താഴേയും സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ ഈ വൃത്തങ്ങളിൽ സൂൎയ്യൻ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ പകൽ കുറഞ്ഞിരിക്കയും രാത്രി അധികമായിരിക്കയും ചെയ്യും. എന്നുമാത്രമല്ല, ദക്ഷിണായനം അവസാനിച്ച് ഉത്തരായണം തുടങ്ങുമ്പോൾ പകൽ ഏററവും കുറവായിരിക്കും. അന്നുമുതൽ പകൽ ക്രമേണ വൎദ്ധിച്ച് ഉത്തരായണാന്ത്യത്തിൽ ഏററവും വലിയ പകലാകുന്നു. അതിനാൽ പകൽ വൎദ്ധിച്ചുകൊണ്ടു വരുന്ന കാലത്തെ ഉത്തരായണകാലമെന്നു പറയാം. ഇതുപോലെ പകൽ കുറഞ്ഞു വരുന്ന കാലം ദക്ഷിണായനകാലവുമാകുന്നു. രണ്ട് അയനങ്ങളുടേയും മദ്ധ്യത്തിൽ സൂൎയ്യൻ കിഴക്കുദിച്ചു ഘടികാമണ്ഡലംവഴി സഞ്ചരിക്കുന്നതിനാൽ അന്നു രാവും പകലും സമമായിരിക്കും.

ആ ദിവസങ്ങളെ വിഷുദിവസങ്ങളെ (Equinoctial Days) ന്നു പറയുന്നു.

"അയനേ ദ്വേ ഗതിരുദഗ്ദക്ഷിണാൎക്കസ്യ വത്സരഃ
സമരാത്രിംദിവേ കാലേ വിഷുവദ്വിഷുവം ച തൽ."

അമരകോശം — കാലവൎഗ്ഗം.

ചന്ദ്രന്റെ ഉദയാസ്തമനങ്ങളും ദൈനികസഞ്ചാരവും സൂൎയ്യന്റേതുപോലെത്തന്നെ. ചിലപ്പോൾ ഉദയവും ചിലപ്പോൾ അസ്തമനവും പകലാവുന്നതുകൊണ്ട് അവ കാണുവാൻ സാധിച്ചില്ലെന്നു വരും. പൌൎണ്ണമിദിവസംമാത്രം രണ്ടും കണ്ടുവെന്നു വരാം. ചന്ദ്രനും സൂൎയ്യനെപ്പോലെ ദക്ഷിണോത്തരായണങ്ങൾ ഉണ്ട്. രണ്ടിനുംകൂടി സൂൎയ്യന്ന് ഒരു സംവത്സരം വേണം. എന്നാൽ ചന്ദ്രന്നു രണ്ടിന്നുംകൂടി 27 നക്ഷത്രകാലങ്ങൾ അടങ്ങിയ $27\frac{1}{3}$ ദിവസം മതി. ഘടികാമണ്ഡലത്തിൽനിന്നു തെക്കോട്ടും വടക്കോട്ടുമുള്ള കവിഞ്ഞ മാററം (അഥവാ പരമാപക്രമം) എന്നും $23\frac{1}{2}$ ഭാഗമല്ല. അതു സുമാറ് $18\frac{1}{2}$ കൊല്ലങ്ങൾക്കിടയിൽ $28\frac{1}{2}$ ഭാഗത്തിന്നും $18\frac{1}{2}$ ഭാഗത്തിന്നും ഇടയിൽ മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കും. ഗ്രഹങ്ങൾ ഒന്നുംതന്നെ എല്ലാ ദിവസവും ഒരേ ദ്യൂവൃത്തത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നില്ല. ഘടികാമണ്ഡലത്തിൽനിന്നുള്ള മാററങ്ങൾക്കും സദാ ഭേദം വന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

4. ഭൂമിയുടെ ആകൃതിയും വലിപ്പവും

സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരും ഗ്രഹങ്ങളും നക്ഷത്രങ്ങളും പടിഞ്ഞാറു ക്ഷിതിജത്തിന്നു താഴെ പോയി പിന്നേയും 12 മണിക്കൂർ കഴിയുമ്പോഠം കിഴക്ക് ക്ഷിതിജത്തിന്നു മീതെ പ്രത്യക്ഷമാകുന്നു. ഇങ്ങിനെ സംഭവിക്കണമെങ്കിൽ ഭൂമി ഒരു പിണ്ഡമായിരിക്കണം. ഈ പിണ്ഡം ഏതാണ്ട് ഗോളാകൃതിയിലുള്ളതാണെന്നും അതിൻെറ വലിപ്പം ഇത്രയെന്നും അതിപുരാതനകാലം മുതല്ക്കേ അറിഞ്ഞിരുന്നു. ഇതിന്നുള്ള തെളിവുകളെ താഴെപ്പറയാം.

ഭൂപൃഷ്ഠത്തിൻെറ മറവുകൊണ്ടാണ് ഭൂമിയിൽതന്നെ അകലെയുള്ള കാട്ടുതിയ്യ്പോലെ പ്രകാശമുള്ള വസ്തുക്കളെക്കൂടി നമുക്ക് കാണുവാൻ സാധിക്കാതെ വരുന്നത്. ഈ മറവു തട്ടുന്ന ഭാഗം ഭൂമിയിൽ എല്ലായിടത്തും വൃത്താകാരമായിക്കാണുന്നു. ഇതിന്നെയാകുന്നു നാം ക്ഷിതിജമെന്നു പറയുന്നത്. ക്ഷിതിജത്തിന്നപ്പുറത്തു പോകുന്ന സൂൎയ്യനുംകൂടി അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നു. ക്ഷിതിജത്തിൻെറ സമവൃത്താകൃതി സമുദ്രതീരങ്ങളിൽനിന്നു നല്ലവണ്ണം കാണാം. ഇങ്ങിനെ മറവുതട്ടുന്ന ഭാഗം എവിടേയും വൃത്താകാരമായിരിക്കേണമെങ്കിൽ മറയ്ക്കുന്ന സാധനം ഗോളാകൃതിയിലായിരിക്കണമെന്നു സ്പഷ്ടമത്രെ.

കരയിലേക്കു അടുത്തുവരുന്ന ഒരു കപ്പലിനെക്കാണുന്ന മാതിരി സുപ്രസിദ്ധമാണ്. ആദ്യം കാണുന്നതു കപ്പലിൻെറ പാമരാഗ്രം മാത്രമാകുന്നു. ക്രമേണ പാമരം അധികമധികം മറവിൽനിന്നൊഴിഞ്ഞ് കാണപ്പെടുന്നു. പിന്നെ കപ്പലിൻെറ മുകഠംഭാഗം കാണുവാൻ തുടങ്ങുന്നു. അപ്പഴും കപ്പലിൻെറ പാൎശ്വം വെള്ളം തൊടുന്ന ഭാഗം കാണുന്നില്ല. അതിനെ കടൽ മറച്ചിരിക്കുന്നു. കുറെ കഴിഞ്ഞ് കപ്പൽ കരക്ക് രണ്ടോ

മൂന്നോ നാഴിക അടുത്തെത്തുമ്പോഠം മാത്രമേ കപ്പലിൻെറ പാർശ്വം വെള്ളം തൊടുന്ന ഭാഗം കാണുന്നുള്ളു. ഇത് ഉരുണ്ട് വലിയ ഒരു കുന്നിൻെറ മുകളിൽ ഇരിക്കുന്ന ഒരാഠംക്കു താഴത്തുനിന്നു കുന്നിൻെറ മുകളിലേക്കു കയറിവരുന്ന ഒരാഠം ക്രമേണ പ്രത്യക്ഷമായി വരുന്നതുപോലെത്തന്നെ ഇരിക്കുന്നു.

പൂർണ്ണചന്ദ്രനിൽ ഭൂമിയുടെ നിഴൽ പതിയുമ്പോഴാണ് ചന്ദ്രഗ്രഹണമുണ്ടാകുന്നത്. നിഴൽ ചന്ദ്രനിൽ പ്രവേശിക്കുമ്പോഠം ആ നിഴലിൻെറ ആകൃതി നമുക്ക് കാണാം. അതു ചന്ദ്രൻ ഏതു നിലയിൽ നിന്നാലും സമവൃത്താകാരമായിരിക്കുന്നു. ഭൂമിയുടെ നിഴൽ എപ്പോഴും വൃത്താകാരമാണെങ്കിൽ ഭൂമി ഒരു ഗോളമായിരിക്കാതെ നിവൃത്തിയില്ല.

ഇനി ഭൂമിയുടെ നാനാഭാഗത്തും നക്ഷത്രങ്ങളെ നോക്കിയും ചില അളവുകഠം കണ്ടും കണക്കുകൂട്ടിയും നമുക്കൊന്നു സഞ്ചരിക്കാം. സഞ്ചാരം ആദ്യം കിഴക്കുപടിഞ്ഞാറാവട്ടെ. ചന്ദ്രഗ്രഹണം തുടങ്ങുന്നതു എല്ലാ സ്ഥലത്തുനിന്നും ഒരേ സമയത്തുതന്നെ കാണാം. ചന്ദ്രഗ്രഹണമുള്ള ഒരു ദിവസം ഗ്രഹണം തുടങ്ങുന്ന സമയം തലശ്ശേരിയിൽനിന്നു നക്ഷത്രങ്ങളെ നോക്കി കണക്കാക്കി വെക്കുക. അതേ ഗ്രഹണംതന്നെ തുടങ്ങുന്ന സമയം കടലൂര്നിന്നും നക്ഷത്രങ്ങളെ നോക്കി കണക്കാക്കുക. രണ്ടു സമയവും തമ്മിലുള്ള അന്തരം 17 മിനുട്ടോളമുണ്ടായിരിക്കും. ഗ്രഹണം തുടങ്ങുന്നത് ഒരേ സമയത്തുമാണ്. ഈ ഭേദം എങ്ങിനെ വരുന്നു? കടലൂര് തലശ്ശേരിയിൽനിന്നു നേർ കിഴക്കാണ്. ഗ്രഹണം തുടങ്ങുന്ന സമയം കടലൂര് തെക്കുവടക്കായി സങ്കല്പിക്കുന്ന മേലുകീഴ്തലം അവിടെ ഉച്ചയായി നില്ക്കുന്ന നക്ഷത്രത്തെ സ്പർശിച്ച് 17 മിനുട്ട് കഴിഞ്ഞതിൻെറശേഷം മാത്രം തലശ്ശേരി അതുപ്രകാരംതന്നെ സങ്കല്പിക്കുന്ന തലം അതേ നക്ഷത്രത്തെ സ്പർശിക്കുന്നുള്ളു. രണ്ടു സ്ഥലങ്ങളിലേയും ദക്ഷിണോത്തരവൃത്തങ്ങഠംക്കു തമ്മിൽ ആകാശം 17 മിനുട്ട് നേരം തിരിയുന്ന കോണിനോളം ചരിവുണ്ടെന്നു വരുന്നു. രണ്ടു ദക്ഷി

ണോത്തരവൃത്തങ്ങളും തമ്മിൽ 4¾ ഭാഗം ചരിവുണ്ടെന്നു വരുന്നു. അതിനാൽ കടലൂരിൽകൂടിയും തലശ്ശേരിയിൽകൂടിയും ഭൂമിക്ക് ചുററും പോകുന്നതായി സങ്കല്പിക്കുന്ന വൃത്തത്തിൻെറ പരിധിയിൽ രണ്ടു സ്ഥലങ്ങളേയും ചേൎക്കുന്ന രേഖ വൃത്തകേന്ദ്രത്തിൽ 4¾ ഭാഗം അഭിമുഖീകരിക്കുന്ന ഒരു ചാപഖണ്ഡത്തിൻെറ നിലയാകുന്നുവെന്നു വരുന്നു. അതിനാൽ രണ്ടു സ്ഥലങ്ങളും തമ്മിലുള്ള ദൂരത്തെ 4¾ കൊണ്ടു ഹരിച്ച് 360കൊണ്ടു പെരുക്കിയാൽ ആ വൃത്തത്തിൻെറ പരിധി കിട്ടും. ഈ കണക്കിൽ ചില ചെറിയ ഭേദങ്ങൾ വരുത്തുവാനുണ്ട്. ഇവിടെ കിട്ടുന്ന വൃത്തത്തിൻെറ കേന്ദ്രം ഭൂഗോളകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നകന്നിരിക്കും. ഭൂഗോളകേന്ദ്രം കേന്ദ്രമായി രണ്ടു സ്ഥാനങ്ങളിൽക്കൂടിയും പോകുന്ന വൃത്തത്തിൻെറ പരിധി വരുത്തുവാനാകുന്നു ഭേദങ്ങൾ വരുത്തുന്നത്. ഇങ്ങിനെ കിഴക്കുപടിഞ്ഞാറു സ്ഥാനങ്ങളിൽ നിന്നു പല പരീക്ഷണങ്ങൾ ചെയ്താലും എവിടേയും ഒരേ പരിധിതന്നെ കിട്ടും.

തെക്കുവടക്കും ഈ വിധം പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്താം. അതിന്നു കുറെക്കൂടി എളുപ്പമുണ്ട്. ചന്ദ്രഗ്രഹണത്തിന്നു കാത്തു നില്ക്കണമെന്നില്ല. ആദ്യത്തെ പരീക്ഷണങ്ങളിലും ചന്ദ്രഗ്രഹണത്തിന്നു കാത്തു നില്ക്കാതെ ടെലഗ്രാംകൊണ്ടു ഒരേ നിമിഷം അറിഞ്ഞ് അപ്പോഴുള്ള സ്വദേശസമയങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള അന്തരം കണ്ടാലും മതി. പൌരാണികകാലങ്ങളിൽ ടെലഗ്രാം ഇല്ലാഞ്ഞതിനാൽ മാത്രം ഒരേ നിമിഷം അറിയുവാൻ ചന്ദ്രഗ്രഹണത്തിന്നു കാത്തുനില്ക്കേണ്ടിവന്നിട്ടുണ്ടാവും. തിരുവനന്തപുരത്തു ഘടികാമണ്ഡലവും ദ്യുവൃത്തങ്ങളും സമമണ്ഡലത്തിൽ നിന്നു 8½ ഭാഗം തെക്കോട്ടു ചരിഞ്ഞിരിക്കും. ധ്രുവോന്നതിയും 8½ ഭാഗംതന്നെ. തിരുവനന്തപുരത്തിൻെറ നേരെ വടക്കായ കോയമ്പത്തൂരാവട്ടെ ഘടികാദ്യുമണ്ഡലങ്ങളുടെ ചരിവും ധ്രുവോന്നതിയും 11 ഭാഗം 2 കലക്കു തുല്യമാകുന്നു. ഇതിൽനിന്നു കോയമ്പത്തൂരും തിരുവനന്തപുരത്തുമുള്ള അധോദ്ധ്വരേഖകൾ ത

മ്മിലുള്ള ചരിവ് 2°_32′(=11°_2′__8°.30′) എന്നു വരുന്നു. ഈ രണ്ടു പ്രദേശങ്ങളും തമ്മിലുള്ള അകലത്തെ വൃത്തകലകളായ 21600 കൊണ്ടു പെരുക്കി 2°_32′നെ കലകളാക്കിക്കിട്ടുന്ന 152 കൊണ്ടു ഹരിച്ചാൽ, തിരുവനന്തപുരത്തുകൂടി തെക്കുവടക്കു വൃത്തമായിക്കല്പിക്കുന്ന ഭൂവേഷ്ടനത്തിൻെറ ദൈൎഘ്യം കിട്ടും. ഇങ്ങിനെ തെക്കുവടക്കായി പ്രദേശങ്ങളെ കണ്ട് പരീക്ഷണങ്ങൾ ചെയ്താൽ എപ്പോഴും ഒരേ വേഷ്ടനദൈൎഘ്യം കിട്ടും. ഈ ദൈൎഘ്യം മുമ്പു കിഴക്കുപടിഞ്ഞാറു കിട്ടിയ പരിധിയിൽനിന്നു വളരെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കയില്ല.

ഈ പരീക്ഷണങ്ങളിൽനിന്നു വരുന്നതു ഭൂമി ഏതാണ്ട് ഒരു സമഗോളമെന്നാകുന്നു. ആ ഗോളത്തിൻെറ പലവഴിക്കുമുള്ള വേഷ്ടനമാണ് പരീക്ഷണങ്ങളിൽ കിട്ടിയത്. ഭൂമിയുടെ ആകൃതിക്കു സമഗോളത്തിൽനിന്നുള്ള അല്പമായ ഭേദവും ഭൂഗോളത്തിൻെറ വ്യാസങ്ങളും പിന്നീടു പറയാം.

തെക്കുവടക്കുള്ള പരീക്ഷണങ്ങളിൽ ഘടികാമണ്ഡലത്തിൻെറ ചരിവും അതിന്നു തുല്യമായ ധ്രുവോന്നതിയും പല സ്ഥലത്തും പലതായിക്കണ്ടു. ഇതു ഒന്നുകൂടി പരിശോധിക്കേണ്ട സംഗതിയാകുന്നു. മദ്ധ്യകേരളത്തിൽ ധ്രുവോന്നതി 11 ഭാഗമാകുന്നു. തിരുവനന്തപുരത്ത് അതു 8½ ഭാഗവുമാകുന്നു. തെക്കോട്ടു പോകുംതോറും ധ്രുവോന്നതി ചുരുങ്ങുന്നു. ഇങ്ങിനെ കുറെ പോയാൽ ധ്രുവോന്നതിയും ഘടികാമണ്ഡലത്തിൻെറ ചരിവും ശൂന്യമായ ഒരു പ്രദേശത്തെത്തും. അവിടന്നു നേരെ കിഴക്കും പടിഞ്ഞാറും ഉള്ള ദേശങ്ങളിലെല്ലാം ധ്രുവോന്നതി ശൂന്യംതന്നെ. സുമേദ്ര, ബോർണിയോ എന്നീ ദ്വീപുകളുടേയും ആഫ്രിക്കാ വങ്കരയുടേയും മദ്ധ്യപ്രദേശങ്ങളിലും തെക്കെ അമേരിക്കയിലെ അമസോൻനദീമുഖത്തിൻെറ പടിഞ്ഞാറുള്ള പ്രദേശങ്ങളിലും ധ്രുവോന്നതി ശൂന്യമാകുന്നു. ഇവിടങ്ങളിൽ ഘടികാമണ്ഡലം സമമണ്ഡലത്തോടും ഉന്മണ്ഡലം ക്ഷിതിജത്തോടും ചേൎന്നു നില്ക്കും. എല്ലാ നക്ഷത്രങ്ങളേയും ഇവിടങ്ങളിൽനിന്നു

കാണാം. ഏതു നക്ഷത്രവും ദിനാദ്ധ്യം ക്ഷിതിജത്തിന്നു മീതേയും ദിനാദ്ധ്യം താഴേയും സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. ഉത്തരദക്ഷിണായനങ്ങാം ഇവടങ്ങളിലും ഉണ്ടെങ്കിലും എന്നും രാത്രിയും പകലും തുല്യമായിരിക്കും. ഇവിടങ്ങളിൽ നിത്യവിഷുതന്നെ. ഭൂമിയുടെ ചുററും ഉള്ള ഈ വിധം പ്രദേശത്തിന്നു നിരക്ഷപ്രദേശം എന്നു പറയുന്നു. കൃത്യമായി പറയുകയാണെങ്കിൽ നിരക്ഷപ്രദേശം ഭൂമിയുടെ ചുററും പോകുന്ന ഒരു രേഖമാത്രമാകുന്നു. അതിൻെറ തെക്കും വടക്കും സാക്ഷദേശങ്ങളുമാണ്. കൃത്യമായിപ്പറയണമെങ്കിൽ നിരക്ഷരേഖ (ചരിവില്ലാത്ത രേഖ—Equator) എന്നു പറഞ്ഞാൽ മതി. ഉജ്ജയനിയിൽനിന്നു നേരെ തെക്കുള്ള നിരക്ഷദേശത്തെ ഭാരതീയജ്യൌതിഷികാം 'ലങ്ക'യെന്നു പറയുന്നു. ഇപ്പോാം ഈ ലങ്ക സമുദ്രത്തിൽ ആണ്ടു കിടക്കുന്നുവെന്നു വിശ്വസിക്കേണ്ടിവരുന്നു. നിരക്ഷദേശത്തുനിന്നു മടങ്ങി നമുക്ക് നേരെ വടക്കോട്ടുതന്നെ സഞ്ചരിക്കാം.

വടക്കോട്ടു പോകുംതോറും ഘടികാവൃത്തമണ്ഡലങ്ങളുടെ ചരിവും, ധ്രുവോന്നതിയും, നിരസ്തോദയനക്ഷത്രങ്ങളുടെ എണ്ണവും ക്രമേണ വദ്ധിച്ചുവരുന്നു. രാപ്പകലുകളുടെ വ്യത്യാസവും അതുപോലെ വദ്ധിക്കുന്നു. ഡൽഹിയിൽ എത്തിയാൽ ഘടികാമണ്ഡലത്തിൻെറ ചരിവ് 28½ ഭാഗത്തെക്കാാം അധികമായിക്കാണും. അതിനാൽ അവിടെ സൂയ്യൻ ഖമദ്ധ്യത്തിൽ വരികയില്ല. ചന്ദ്രൻ 18½ കൊല്ലത്തിൽ ഒരിക്കൽ മാത്രം ഖമദ്ധ്യത്തിൽ എത്തും. അയനാന്ത്യങ്ങളിൽ രാപ്പകലുകളുടെ ദൈഘ്യങ്ങളിൽ വലിയ അന്തരമുണ്ടായിരിക്കും. ടക്കിസ്ഥാൻ, സൈബീരിയ എന്നീ പ്രദേശങ്ങളിൽ ധ്രുവോന്നതി 40 ഭാഗത്തെക്കാാം അധികമുണ്ടായിരിക്കയും അതിനാൽ സപ്തഷികാം കൂടി ഒരു കാലത്തും അസ്തമിക്കാതെ ഉത്തരധ്രുവത്തെ പ്രദക്ഷിണം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കയും ചെയ്യും. പിന്നേയും കുറെ വടക്കോട്ടു പോയാൽ ഉത്തരായണാന്ത്യത്തിന്നടുത്തുള്ള കുറെ ദിവ

സങ്ങളിൽ സൂൎയ്യൻ അസ്തമിക്കാതിരിക്കുന്നതു കാണാം. സൂൎയ്യൻ വടക്കുഭാഗത്തു വരുമ്പോഠം ക്ഷിതിജത്തിന്നു വളരെ അടുത്തു നില്ക്കും. 24 മണിക്കൂറിലൊരിക്കൽ പൂൎവ്വ, ദക്ഷിണ, പശ്ചിമോത്തരദിക്കുകളിൽകൂടി സൂൎയ്യൻ വലംവെച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. നിരക്ഷദേശത്തുനിന്നു ഭൂവേഷ്ടനത്തിൻെറ നാലിലൊന്നു ചെല്ലുന്നേടത്തു ഉത്തരധ്രുവവും ഖമദ്ധ്യവും ഒരുമിച്ചുനില്ക്കും. ഘടികാമണ്ഡലം ക്ഷിതിജത്തോടും ഉന്മണ്ഡലം സമമണ്ഡലത്തോടും ചേൎന്നുനില്ക്കും. ഘടികാമണ്ഡലത്തിൻെറ വടക്കുഭാഗത്തുള്ള നക്ഷത്രങ്ങഠം മാത്രം ഇവിടെ ദൃശ്യമാകുന്നു. ദക്ഷിണായനോത്തരാൎദ്ധത്തിലും ഉത്തരായണപൂൎവ്വാൎദ്ധത്തിലും സൂൎയ്യൻ ഘടികാമണ്ഡലത്തിൻെറ തെക്കാകയാൽ ഇവിടെ ക്ഷിതിജത്തിൻെറ താഴത്തായിരിക്കും. ഈ ആറു മാസവും ഇവിടെ നീണ്ടുനില്ക്കുന്ന ഒരു രാത്രിയാകുന്നു. ഉത്തരായണമദ്ധ്യത്തിൽ പതുക്കെപ്പെട്ടുക്കെ സൂൎയ്യനെ കണ്ടുതുടങ്ങും. സൂൎയ്യൻ വലംവെച്ചുകൊണ്ടിരിക്കയും ക്രമേണ ക്ഷിതിജത്തിൽനിന്നു ഉയൎന്നുയൎന്നു വരികയും ചെയ്യും. ഉത്തരായണാന്ത്യത്തിൽ സൂൎയ്യൻെറ ഉന്നതി 23½ ഭാഗമാകും. പിന്നീടു സൂൎയ്യൻ ക്രമേണ താണുവരുന്നു. ദക്ഷിണായനമദ്ധ്യം കഴിഞ്ഞാൽ സൂൎയ്യൻ പിന്നേയും ക്ഷിതിജത്തിന്നു താഴെപ്പോകുന്നു. ഇതോടുകൂടി 6 മാസം നീണ്ടുനിന്ന പകലും അവസാനിക്കുന്നു. ഈ പ്രദേശത്തെ ഭാരതീയഗ്രന്ഥങ്ങളിലെല്ലാം 'മേരു'വെന്നു പറയുന്നു. ധ്രുവം എന്ന വാക്കു ആകാശത്തുള്ള ഉറച്ച സ്ഥാനങ്ങഠംക്കു മാത്രം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

നിരക്ഷദേശത്തുനിന്നു തെക്കോട്ടു പോകുംതോറും വടക്കോട്ടു പോകുമ്പോഠം ഉണ്ടായതിന്നു വിപരീതമായ പല സംഗതികളും ഉണ്ടാകുന്നു. ഉത്തരധ്രുവം അദൃശ്യമാകുന്നു. ദക്ഷിണധ്രുവം ക്രമേണ ഉയൎന്നുവരുന്നു. ഉത്തരധ്രുവത്തിന്നടുത്തുള്ള നക്ഷത്രങ്ങഠം നിരുദയങ്ങളും ദക്ഷിണധ്രുവത്തിന്നടുത്തുള്ളവ നിരസ്തങ്ങളും ആയിത്തീരുന്നു. ഘടികാദ്യവൃത്തങ്ങളുടെ ചരിവ് തെക്കോട്ടായിരിക്കും. ദക്ഷിണായനത്തിൽ പകൽ വൎദ്ധിച്ചും, ഉത്തരാ

യണത്തിൽ പകൽ കുറഞ്ഞും വരുന്നു. ഇങ്ങിനെ ഏററവും തെക്ക ചെല്ലുമ്പോഠം ദക്ഷിണധ്രുവം ഖമദ്ധ്യത്തോട്ട ചേൎന്നു നില്ക്കും. ഘടികാമണ്ഡലം ഇവിടേയും ക്ഷിതിജത്തോട്ടം ഉന്മണ്ഡലം സമമണ്ഡലത്തോട്ടം ചേൎന്നു നില്ക്കുന്നു. ദക്ഷിണായനോത്തരാൎദ്ധത്തിലും ഉത്തരായണപൂൎവ്വാൎദ്ധത്തിലും ഇവിടെ എപ്പോഴും സൂൎയ്യനെക്കാണാം. സംവത്സരത്തിൽ ബാക്കി ആറു മാസം രാത്രിയായിരിക്കും. ഉത്തരായണാരംഭത്തിൽ സൂൎയ്യന്നു ക്ഷിതിജത്തിൽനിന്നു 23½ ഭാഗം ഉയരമുണ്ടായിരിക്കും. ഘടികാമണ്ഡലത്തിൻെറ തെക്കവശത്തുള്ള നക്ഷത്രങ്ങഠം മാത്രം ഇവിടെ ദൃശ്യമാകുന്നു. ഈ പ്രദേശത്തെ ഭാരതീയർ ബഡവാമുഖം എന്നു പറയുന്നു. മേരുവിൽ പകലാവുമ്പോഠം ബഡവാമുഖത്തു രാത്രിയും, മേരുവിൽ രാത്രിയാവുമ്പോഠം ബഡവാമുഖത്തു പകലും ആകുന്നു. മേരുവിൽ നക്ഷത്രങ്ങളും സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരും വലത്തോട്ട ചുററുന്നു. ബഡവാമുഖത്തു അവയെല്ലാം ഇടത്തോട്ടം ചുററുന്നു. ഈ ഭേദം ഭൂമിയുടെ ഉത്തരദക്ഷിണാൎദ്ധങ്ങളിൽ എവിടേയും കാണാം. ദക്ഷിണ ആഫ്രിക്കയിൽ കിഴക്കുദിക്കുന്ന സൂൎയ്യൻ വടക്കോട്ട ചാഞ്ഞു പൊന്തി വടക്ക ഭാഗത്തുകൂടെ പടിഞ്ഞാറു പോയി അസ്തമിക്കുന്നു.

ഈ വിവരിച്ച സംഗതികളെ സംക്ഷിപ്തമായി ആൎയ്യഭടൻ പറയുന്നതു കേഠക്കുവാൻ ഭാരതീയർ പ്രത്യേകം ഉത്സുകരായിരിക്കും. അതിനാൽ അതു അല്പം പറയാം.

"വൃത്തഭപഞ്ജരമദ്ധ്യേ കക്ഷ്യാപരിവേഷ്ടിതഃ ഖമദ്ധ്യഗതഃ
മൃജ്ജലശിഖിവായുമയോ ഭൂഗോളസ്സൎവ്വതോവൃത്തഃ."

ആൎയ്യഭടീയം ഗോളപാദം 6.

വൃത്താകാരമായ നക്ഷത്രക്കൂടിൻെറ മദ്ധ്യത്തിൽ ഗ്രഹകക്ഷകളെക്കൊണ്ടു ചുററപ്പെട്ട ആകാശഗോളമദ്ധ്യഗതനായി മണ്ണ്, വെള്ളം, തീയ്, വായു ഇവയെക്കൊണ്ടു നിൎമ്മിതമായതും ഏതു ഭാഗത്തും വൃത്താകാരമായതും ആയ ഭൂഗോളം സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു, എന്നു സാരം.

"സ്വമ്മേരുസ്ഥലമദ്ധ്യേ നരകാ ബഡവാമുഖശ്ച ജലമദ്ധ്യേ
അമരമരാ മന്യന്തേ പരസ്പരമധഃസ്ഥിതാന്നിയതം."

ഗോളപാദം 12.

സ്വർഗ്ഗവും മേരുവും സ്ഥലഭാഗത്തിൻെറ മദ്ധ്യത്തിലും നരകവും ബഡവാമുഖവും ജലഭാഗത്തിൻെറ മദ്ധ്യത്തിലും സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. സ്വർഗ്ഗവാസികളായ ദേവന്മാരും നരകവാസികളായ അസുരന്മാരും എന്നും അന്യോന്യം താന്താങ്ങളുടെ കീഴ്ഭാഗത്തായി മറേറവർ നില്ക്കുന്നുവെന്നു കരുതുന്നു.

"ദേവാഃ പശ്യന്തി ഭഗോളാർദ്ധമുദങ്മേരുസംസ്ഥിതാസ്സവ്യം
അപസവ്യഗം തഥാർദ്ധം ദക്ഷിണബഡവാമുഖേ പ്രേതാഃ."

ഗോളപാദം 16.

മേരുവിൽ ഇരിക്കുന്ന ദേവന്മാർ ഭഗോളത്തിൻെറ ഉത്തരാർദ്ധം വലത്തോട്ടു പോകുന്നതും ബഡവാമുഖവാസികളായ പ്രേതങ്ങൾ ദക്ഷിണഭഗോളാർദ്ധം ഇടത്തോട്ടു പോകുന്നതായും കാണുന്നു.

ഇപ്രകാരമുള്ള അഭിപ്രായങ്ങൾ മററു ജ്യോതിഷസിദ്ധാന്തഗ്രന്ഥങ്ങളിലും കാണാം. പുരാതനകാലംമുതല്ക്കുതന്നെ ഭൂമി ഒരു ഗോളമാണെന്നു ജ്യൌതിഷികൾ ഗ്രഹിച്ചിരുന്നു. പ്രാമാണികന്മാരായവരെല്ലാം ഭൂമിയുടെ വ്യാസവും ഒരുവിധം കൃത്യമായി അളന്നിട്ടുണ്ടായിരിക്കണം. ഭാരതീയഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ കാണുന്ന വ്യാസയോജനകളിൽ വ്യത്യാസമുണ്ട്. സൂര്യസിദ്ധാന്തം 1600 യോജന. ആര്യഭടീയം 1050 യോജന. സിദ്ധാന്തശിരോമണി (ഭാസ്കരൻ) 1581 യോജന. ഈ വ്യത്യാസങ്ങൾ മുഴുവൻ അളന്നതിൽ വന്ന വ്യത്യാസമാകുവാൻ വഴിയില്ല. പുരാതനകാലങ്ങളിൽ യോജനയെന്നു പറയുന്ന നീളം 2½ മൈൽ തൊട്ടു 8 മൈൽ വരെയുള്ള പല നിളങ്ങളായും പല ദേശക്കാർ ഉപയോഗിച്ചതായി ഓക്സ്ഫോർഡ് ഇന്ത്യാ ചരിത്രത്തിൽ പറഞ്ഞുകാണുന്നു. അതിനാൽ യോജനദൈർഘ്യഭേദംകൊണ്ടു വന്നതായിരിക്കാം ഭൂവ്യാസയോജനസംഖ്യയിൽ കാണുന്ന ഭേദങ്ങളെന്ന് ആലോചിക്കുവാൻ ന്യായമുണ്ട്. ആപ്റ്റേയുടെ നിഘ

ണ്ടുവിൽ 1 യോജന ഏതാണ്ട് 8മൈൽ നീളമുള്ള അളവ് എന്നു പറഞ്ഞിട്ടും ഉണ്ട്.

ഭൂമി ആകൃതിയിൽ ഗോളമാണെന്നു വന്നതോടുകൂടി അതിന്മേലുള്ള സ്ഥാനങ്ങളെ നിർണ്ണയിക്കുവാൻ അതിനെ പല വൃത്തങ്ങളെക്കൊണ്ടും ചുററപ്പെട്ടതായി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ സങ്കല്പിച്ചുപോന്നു. മേരുബഡവാമുഖങ്ങളിൽനിന്നു തുല്യദൂരത്തായി ഭൂമിയുടെ ചുററും സങ്കല്പിക്കുന്ന വൃത്തത്തിന്നു **നിരക്ഷവൃത്തം** (Equator) എന്നു പറയുന്നു. ഇവിടെ നില്ക്കുന്ന ആളുകൾക്കു ചരിവില്ലെന്നു സങ്കല്പിക്കുന്നു. വടക്കോട്ടും തെക്കോട്ടും പോകുംതോറും ഭൂപൃഷ്ഠത്തിൻെറ വളവുകൊണ്ട് അതാതു സ്ഥലങ്ങളിൽ നില്ക്കുന്നവക്ക് ചരിവ് വരുന്നു. ഈ ചരിവ് ധ്രുവോന്നതിക്കും ഘടികാമണ്ഡലത്തിൻെറ ചരിവിന്നും തുല്യമെന്നു കണ്ടു. ഈ ചരിവിന്നു **അക്ഷം** (Latitude) എന്നു പറയുന്നു. ഒരേ അക്ഷമുള്ള സ്ഥലങ്ങളിൽകൂടിപ്പോകുന്ന ഒരു രേഖ കല്പിച്ചാൽ അതു നിരക്ഷവൃത്തത്തിന്നു സമാന്തരമായിരിക്കും. ഈ വൃത്തങ്ങളെ **ആക്ഷവൃത്തങ്ങൾ** (Circles of Latitude) എന്നു പറയുന്നു. ആക്ഷവൃത്തങ്ങൾ നിരക്ഷവൃത്തത്തിൽനിന്നു വടക്കോട്ടും തെക്കോട്ടും പോകുംതോറും ചെറുതായി മേരുബഡവാമുഖങ്ങളിൽ അവ ബിന്ദുപ്രായമാകയും ചെയ്യുന്നു.

വടക്കോട്ടു പോയി അക്ഷം 23½ ഭാഗമാകുന്നതുവരെ സംവത്സരത്തിൽ സൂൎയ്യൻ രണ്ടുദിവസമെങ്കിലും ഖമദ്ധ്യത്തിൽകൂടി കടന്നുപോകും. 23½ ഭാഗം അക്ഷമായ വൃത്തത്തിൽ സൂൎയ്യൻ ഖമദ്ധ്യത്തിൽകൂടി ഒരിക്കൽ മാത്രമേ കടന്നുപോകയുള്ളൂ. അന്നു സൂൎയ്യൻ കക്കടകരാശിയിലായിരിക്കും. (൭-ാം അദ്ധ്യായം നോക്കുക). അതിനാൽ ആ ആക്ഷവൃത്തത്തെ **കക്കടകവലയം** (Tropic of Cancer) എന്നു പറയുന്നു. വടക്കോട്ടു പോയി അക്ഷം 66½ ഭാഗമാകുന്നതുവരെ കൊല്ലത്തിൽ എല്ലാ ദിവസവും സൂൎയ്യൻ ഉദിച്ചസ്തമിക്കുന്നു. അവിടന്നു തൊട്ടു സൂൎയ്യൻ ഉദിക്കാ

ത്ത ദിവസങ്ങളുടേയും അസ്തമിക്കാത്ത ദിവസങ്ങളുടേയും എണ്ണം വദ്ധിച്ചുവരുന്നു. അവസാനം മേരുവിൽ 6 മാസം ഒന്നായി രാത്രിയും 6 മാസം ഒന്നായി പകലും ഉണ്ടാകുന്നു. 66½ ഭാഗം അക്ഷമായ ആക്ഷവൃത്തത്തെ ഉത്തരവലയം (Arctic Circle) എന്നു പറയുന്നു. ഇതു മേരുവിൽനിന്നു സവ്വത്ര 23½ ഭാഗം അകലത്തായിരിക്കും.

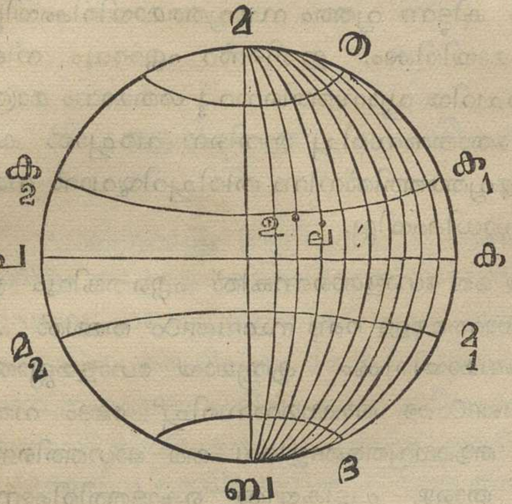
ഇതുപോലെ നിരക്ഷവൃത്തത്തിൽനിന്നു തെക്കോട്ടു ചെല്ലുമ്പോഴും ഉണ്ടാകുന്നു. അവിടെ സംവത്സരത്തിൽ ഒരു ദിവസം മാത്രം സൂൎയ്യൻ ഖമദ്ധ്യത്തിൽ വരുന്ന ദിവസം സൂൎയ്യൻ മകരരാശിയിലായിരിക്കും. അതിനാൽ തെക്കുഭാഗത്ത് അക്ഷം 23½ ഭാഗമായ വൃത്തത്തെ മകരവലയം (Tropic of Capricorn) എന്നു പറയുന്നു. 66½ ഭാഗം അക്ഷമായ വൃത്തത്തെ ദക്ഷിണവലയം (Antarctic Circle) എന്നു പറയുന്നു. ഈ വലയം ബഡവാമുഖത്തുനിന്നു സവ്വത്ര 23½ ഭാഗം അകലെയുമായിരിക്കും. ഈ ഭേദങ്ങളെല്ലാം ഉണ്ടാകുന്നതു സൂൎയ്യൻെറ ദക്ഷിണോത്തരായണംകൊണ്ടാണെന്നു മുമ്പു പറഞ്ഞ സംഗതികളിൽനിന്നു ഗ്രഹിക്കാം.

അക്ഷത്തെക്കൊണ്ടും ആക്ഷവൃത്തങ്ങളെക്കൊണ്ടും ഭൂമിയിൽ നിരക്ഷവൃത്തിൽനിന്നു വടക്കോട്ടും തെക്കോട്ടുമുള്ള നീക്കം അറിയാം. ഇതുപോലെ ഒരു നിശ്ചിതസ്ഥാനത്തുനിന്നു കിഴക്കോട്ടും പടിഞ്ഞാറോട്ടുമുള്ള നീക്കങ്ങളും അറിഞ്ഞാൽ ഭൂപൃഷ്ഠത്തിൽ ഏതു സ്ഥാനത്തേയും ക്ലപ്തമാക്കാം. ഗോളാകൃതിയിലുള്ള ഭൂമിയുടെ ചുററും സൂൎയ്യാദിജ്യോതിസ്സുകഠം കിഴക്കുനിന്നു പടിഞ്ഞാറോട്ടു സഞ്ചരിക്കുന്നതായിത്തോന്നുകനിമിത്തം കിഴക്കുള്ള സ്ഥലങ്ങളിൽ ഈ ജ്യോതിസ്സുകഠം കുറെ നേരം മുമ്പു ഉദയം കൊള്ളുമെന്നും, പടിഞ്ഞാറുള്ള സ്ഥലങ്ങളിൽ കുറെ കഴിഞ്ഞുമാത്രം ഉദയം കൊള്ളുമെന്നും ഇതിനിടയിൽ മനസ്സിലാക്കിയിരിക്കണം. ഉച്ചയാകുന്ന സമയങ്ങഠക്കും ഈ ഭേദങ്ങഠ ഉണ്ടായിരിക്കും. ഒരു സ്ഥലത്തു സൂൎയ്യൻ ഉച്ചയാകുമ്പോഠ അതിൻെറ

നേർ തെക്കും വടക്കുമുള്ള എല്ലാ സ്ഥലങ്ങളിലും ഉച്ചയാകും. ഈ സ്ഥലങ്ങളെയെല്ലാം ചേർത്താൽ മേരുതൊട്ടു ബഡവാമുഖം വരെ തെക്കുവടക്കായി കിടക്കുന്ന ഒരു വൃത്തപരിധ്യർദ്ധമുണ്ടാകും. ഇതിന്നു ആ സ്ഥലങ്ങളിലെ ധ്രുവകവൃത്തം (Circle of meridian) എന്നു പറയുന്നു. ഭൂമിയിൽ ഒരിടത്തുള്ള ധ്രുവകവൃത്തത്തെ ഒന്നാമത്തേതായി കല്പിച്ചു അതിന്റേയും അതിൽനിന്നു കിഴക്കോ പടിഞ്ഞാറോ ഉള്ള ധ്രുവകത്തിന്റേയും നേരെ മീതെ സൂര്യൻ വരുന്ന സമയങ്ങളുടെ അന്തരംകൊണ്ടോ വൃത്തങ്ങളുടെ അന്യോന്യമുള്ള ചരിവുകൊണ്ടോ അളന്നു രണ്ടാമത്തെ ധ്രുവകത്തിന്റെ സ്ഥാനത്തെ ക്ലപ്തപ്പെടുത്തുന്നു. പ്രഥമധ്രുവകത്തെ ഭാരതീയജ്യൌതിഷികന്മാർ ഭൂമദ്ധ്യരേഖ എന്നു പറഞ്ഞു പോന്നു. ഭാസ്കരാചാര്യർ അദ്ദേഹത്തിന്റെ സിദ്ധാന്തശിരോമണി ഗോളാദ്ധ്യായത്തിൽ താഴെ കാണുംപ്രകാരം പറയുന്നു.

"യല്ലങ്കോജ്ജയനീപുരോപരി കുരുക്ഷേത്രാദിദേശാൻ സ്പൃശൻ
സൂത്രം മേരുഗതം ബുധൈർന്നിഗദിതാ സാ മദ്ധ്യരേഖാ ഭുവഃ."

ലങ്ക, ഉജ്ജയനി, കുരുക്ഷേത്രം, മേരു ഈ സ്ഥലങ്ങളിൽക്കൂടിപ്പോകുന്ന രേഖയെ ഭൂമിയുടെ മദ്ധ്യരേഖയെന്നു ബുധന്മാർ പറഞ്ഞു എന്നു സാരം. പാശ്ചാത്യർ ഗ്രീനിച്ചിൽക്കൂടിപ്പോകുന്ന ധ്രുവകത്തെ പ്രഥമമെന്നു കല്പിച്ചു മററുള്ളവയെ ഇതിനോടുള്ള ചരിവുകൊണ്ടു വ്യവസ്ഥപ്പെടുത്തുന്നു. പരിലേഖത്തിൽ നിരക്ഷവൃത്തത്തേയും അതിന്നു സമാന്തരമായ ചില ആക്ഷവൃത്തങ്ങളേയും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഉജ്ജയനിയിൽക്കൂടിപ്പോകുന്ന ധ്രുവകവൃത്തമാകുന്നു 'മഉബ' എന്നത്. ഇതാകുന്നു ഭാരതീയസമ്പ്രദായപ്രകാരം ഭൂമദ്ധ്യരേഖ. ല എന്നതു കൽക്കത്താ പട്ടണത്തിന്റെ സ്ഥാനമാകുന്നു. ഇതിന്റെ അക്ഷം 22°–32' എന്നറിഞ്ഞാൽ ഇതു നിരക്ഷരേഖയിൽനിന്നു എത്ര വടക്കാണെന്നു ക്ലപ്തമായി. ഭൂമദ്ധ്യരേഖാതലവും കൽക്കത്താധ്രുവകതലവും തമ്മിൽ 12 ഭാഗം 35 കല ചരിവുണ്ട്. പാശ്ചാത്യസമ്പ്രദായപ്രകാരം ഇതു



പരിലേഖം 17.

ക: മേരു, ബ: ബഡവാമുഖം
ക പ: നിരക്ഷരേഖ.
ക$_1$ ക$_2$: കർക്കടകവലയം
മ$_1$ മ$_2$: മകരവലയം
ത, ദ: ഉത്തരദക്ഷിണവലയങ്ങൾ.
ഉ: ഉജ്ജയനി. അതിനാൽ
മ ഉ ബ: ഭൂമദ്ധ്യരേഖ.
ല. കൽക്കത്തയുടെ സ്ഥാനം.

12°-35′ കിഴക്കാണെന്നു പറഞ്ഞാൽ, കൽക്കത്ത ഭൂമദ്ധ്യരേഖയിൽനിന്നു എത്ര കണ്ട് കിഴക്കാണെന്നും ക്ലിപ്തമായി. സൂര്യൻ കൽക്കത്താ ദക്ഷിണോത്തരത്തിൽനിന്നു വായുഗോളഭ്രമണവശാൽ ഉജ്ജയനിയിലെ ദക്ഷിണോത്തരത്തിൽ വരുവാൻ $125\frac{5}{6}$ വിനാഴിക (= 755 പ്രാണൻ) വേണം. അതിനാൽ ഭാരതീയ സമ്പ്രദായപ്രകാരം കൽക്കത്തെയിലെ സ്വദേശവിനാഴിക $125\frac{5}{6}$ ഊനം എന്നോ സ്വദേശപ്രാണൻ 755 ഊനം എന്നോ പറയും.

പുരാതനകാലത്തു ഭൂമി ഒരു കൃത്യമായ ഗോളമാണെന്നു തന്നെ വിചാരിച്ചിരുന്നു. എന്നാൽ ആധുനികന്മാരുടെ സൂക്ഷ്മമായ അളവുകൾകൊണ്ടു ഭൂമി കൃത്യമായ ഗോളമല്ലെന്നും നിരക്ഷദേശത്തേക്കു അല്പം വീർത്തിരിക്കുന്നുവെന്നും കണ്ടിരിക്കുന്നു. മേരുതൊട്ടു ബഡവാമുഖംവരെ അകലം 7899·6 മൈൽസാണെങ്കിലും, നിരക്ഷവൃത്തത്തിന്റെ വ്യാസം 7926·6 മൈൽസാണെന്നു കണ്ടിരിക്കുന്നു. മേരുബഡവാമുഖങ്ങളിൽകൂടി ഭൂ

മിയെ ഛേദിച്ചാൽ കിട്ടുന്ന വൃത്തം സമവൃത്തമായിരിക്കയില്ല. അതു ഒരായതവൃത്തമായിരിക്കും. ഇതിൻെറ ഏററവും നീണ്ട വ്യാസം ഏററവും ചെറിയ വ്യാസത്തിൻെറ $\frac{1}{3}$ ശതമാനം മാത്രം അധികമാകയാൽ, തോതനുസരിച്ച് ഇതിനെ വരച്ചാൽ കിട്ടുന്ന ക്ഷേത്രത്തെ സമവൃത്തത്തിൽനിന്നു തിരിച്ചറിയുവാൻ നമ്മുടെ കണ്ണുകൾക്ക് സാധിക്കയില്ല.

ഭൂമി കൃത്യമായ ഒരു ഗോളമാണെങ്കിൽ ഏതെങ്കിലും ധ്രുവകം വഴി 1° അക്ഷാന്തരമുള്ള രണ്ടു സ്ഥലങ്ങൾ തമ്മിൽ എവിടേയും ഒരേ അകലമായിരിക്കും. കൃത്യമായ ഗോളമല്ലാത്തതിനാൽ ഈ അകലങ്ങൾക്കു അക്ഷമനുസരിച്ച് ഭേദം വരും. ഈ ഭേദങ്ങളേയും, ആക്ഷവൃത്തങ്ങളിലെ ഒരു ഭാഗത്തിൻെറ ദൈൎഘ്യങ്ങളേയും താഴെ പട്ടികയിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

അക്ഷം (ഭാഗം)	ധ്രുവകത്തിൽ 1 ഭാഗത്തിനു മൈൽസ്	ആക്ഷവൃത്തത്തിൽ 1 ഭാഗത്തിനു മൈൽസ്	അക്ഷം (ഭാഗം)	ധ്രുവകത്തിൽ 1 ഭാഗത്തിനു മൈൽസ്	ആക്ഷവൃത്തത്തിൽ 1 ഭാത്തിനു മൈൽസ്.
0	68·68	69·16	50	69·11	44·54
10	68·72	68·12	60	69·22	34.68
20	68·78	65·02	70	69·28	23·73
30	68·88	59·95	80	69·38	12.05
40	69·04	53·06	90	69·41	00·00

ധ്രുവകത്തിൽ കാണുന്ന ഭേദങ്ങൾ അതിൻെറ വളവിൻെറ അധികാല്പതകൊണ്ടും, ആക്ഷവൃത്തങ്ങളിൽ കാണുന്ന ഭേദങ്ങൾ വൃത്തങ്ങളുടെ അധികാല്പതകൊണ്ടും ഉണ്ടാകുന്നു.

5. ആദിത്യന്റെ വാർഷികസഞ്ചാരം.

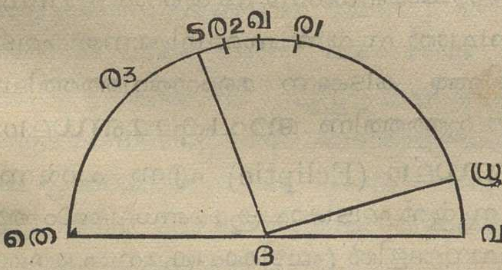
നക്ഷത്രങ്ങളെ രാത്രി നോക്കിക്കൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ ദിവസങ്ങളും ആഴ്ചകളും കഴിയുംതോറും ഒരേ സമയത്തുതന്നെയുള്ള അവയുടെ ഖഗോളസ്ഥിതിക്ക് മാററം വരുന്നതായിക്കാണുന്നു. ഏതെങ്കിലും ഒരു ദിവസം ഒരു നിശ്ചിതസമയത്തു കിഴക്കു കാണുന്ന നക്ഷത്രങ്ങൾ ദിവസങ്ങൾ കഴിയുംതോറും അതേ സമയത്തുതന്നെ അധികമധികം മേലോട്ടു കയറിയതായും, പടിഞ്ഞാറു കാണുന്നവ അധികമധികം കീഴോട്ടു താണതായും കാണപ്പെടുന്നു. മാസങ്ങൾ കഴിയുംതോറും കിഴക്കു അതേ സമയത്തുതന്നെ പുതിയ പുതിയ നക്ഷത്രഗണങ്ങൾ പ്രത്യക്ഷമാകുന്നു. പടിഞ്ഞാറു പരിചയമുള്ള നക്ഷത്രഗണങ്ങൾ ക്ഷിതിജത്തിന്നു താഴെ അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നു. ഇങ്ങിനെ ഒരു കൊല്ലം കഴിയുന്നതോടുകൂടി പിന്നേയും നക്ഷത്രങ്ങളെ പൂർവ്വസ്ഥിതികളിൽതന്നെ കാണുന്നു. നക്ഷത്രങ്ങളാണെങ്കിൽ ആകാശഗോളത്തിൽ ഉറപ്പിച്ച രത്നങ്ങളെപ്പോലെ അന്യോന്യമുള്ള അകലങ്ങൾക്കു ഭേദമില്ലാതെ ഇരിക്കയും ചെയ്യുന്നു. ഇതെല്ലാം ഓർത്തുനോക്കുമ്പോൾ സൂര്യൻ ആകാശത്തിൽ നക്ഷത്രങ്ങളെപ്പോലെ ഉറച്ചുനില്ക്കുന്ന വസ്തുവല്ല, അതു ക്രമേണ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഇടയിൽകൂടി പടിഞ്ഞാറുനിന്നു കിഴക്കോട്ടു സഞ്ചരിക്കുന്നതായിത്തോന്നുന്നു. ഒരു മാസത്തിന്റെ ആരംഭത്തിൽ സൂര്യാസ്തമനസമയത്തു ഖമദ്ധ്യത്തിന്നടുത്തു കണ്ടിരുന്ന നക്ഷത്രത്തെ ആ മാസം അവസാനിക്കുമ്പോൾ ഖമദ്ധ്യത്തിൽനിന്നു സുമാറ് 30° പടിഞ്ഞാറായി കാണാം. നക്ഷത്രത്തിന്നു ആകാശഗോളത്തിൽ ചലനമില്ലാത്തതിനാൽ * ഇതു സൂര്യൻ നക്ഷത്രത്തോടു 30° അടുത്തു വന്ന

* ആകാശഗോളം ആസകലമായി തിരിയുന്നതായിക്കാണുന്നുവെങ്കിലും, അതിന്മേൽ നക്ഷത്രങ്ങൾ സ്ഥലം മാറി നില്ക്കുന്നില്ലെന്നു സാരം.

തിൻെറ ഫലമാകുവാനേ വഴിയുള്ളു. പിന്നത്തെ മാസം അവസാനം സൂൎയ്യൻ കുറെക്കൂടി നക്ഷത്രത്തെ സമീപിക്കുന്നതിനാൽ, സൂൎയ്യാസ്തമനസമയത്തു നക്ഷത്രത്തെ ക്ഷിതിജത്തിൽനിന്നു 30° മാത്രം ഉയരത്തായിക്കാണാം. ഒരു മാസവുംകൂടികഴിയുമ്പോൾ സൂൎയ്യൻ അസ്തമിക്കുന്നതോടുകൂടി നക്ഷത്രവും അസ്തമിക്കുന്നു. പിന്നത്തെ മാസം സൂൎയ്യോദയത്തിന്നു മുമ്പു ആ നക്ഷത്രം കിഴക്കുദിക്കുന്നു. സൂൎയ്യോദയസമയത്തു നക്ഷത്രത്തെ ക്ഷിതിജത്തിൽനിന്നു സുമാറ് 30° ഉയരത്തായി കാണുകയും ചെയ്യാം. ഇതിൽനിന്നു ഗ്രഹിക്കേണ്ടതെന്തു? നാല് മാസം മുമ്പു നക്ഷത്രത്തിൻെറ പടിഞ്ഞാറായിരുന്ന സൂൎയ്യൻ ക്രമേണ നക്ഷത്രത്തെ പ്രാപിച്ച് ഇപ്പോൾ നക്ഷത്രത്തിൻേറയും കിഴക്കുഭാഗത്തെത്തിയിരിക്കുന്നു. ഇങ്ങിനെ നക്ഷത്രം മുമ്പിട്ട് മുമ്പിട്ട് ഉദിച്ച് 9 മാസം തികയുമ്പോൾ സൂൎയ്യൻ അസ്തമിക്കുമ്പോൾതന്നെ നക്ഷത്രം കിഴക്കുദിക്കുന്നു. പിന്നീടു ദിവസങ്ങൾ കഴിയുംതോറും സൂൎയ്യാസ്തമനസമയത്തു നക്ഷത്രത്തിൻെറ കിഴക്കുഭാഗത്തെ ഉന്നതി വൎദ്ധിച്ചുവരുന്നു. 3 മാസവുംകൂടി തികയുമ്പോൾ സൂൎയ്യാസ്തമനസമയത്തു നക്ഷത്രത്തെ പിന്നേയും ഖമദ്ധ്യത്തിൽ കാണാം. നക്ഷത്രത്തിൻെറ പടിഞ്ഞാറോട്ടുള്ള സഞ്ചാരമായിത്തോന്നുന്നതു സൂൎയ്യൻെറ കിഴക്കോട്ടുള്ള സഞ്ചാരമായി കാണുകയേവേണ്ടു. എന്നാൽ ഇതിൽനിന്നു സൂൎയ്യന്നു നക്ഷത്രങ്ങളിൽകൂടിയുള്ള ഈ സഞ്ചാരം വട്ടമെത്തിക്കുവാൻ ഒരു സംവത്സരം വേണമെന്നു കാണുകയും ചെയ്യാം.

സൂൎയ്യൻെറ ഉദയാസ്തമനങ്ങൾ ഒരു സംവത്സരത്തിന്നിടയിൽ വടക്കോട്ടും തെക്കോട്ടും തെററുമെന്നു നാം കണ്ടു. ഇതെങ്ങിനെ സംഭവിക്കുന്നു? കിഴക്കോട്ടുള്ള സഞ്ചാരവും തെക്കോട്ടും വടക്കോട്ടുമുള്ള നീങ്ങലും ഒന്നായിത്തന്നെ കഴിക്കണമല്ലോ. സൂൎയ്യൻ സഞ്ചരിക്കുന്ന മാൎഗ്ഗത്തിൻെറ കിടപ്പറിയുവാൻ നാം കുറെക്കൂടി പരിശ്രമിക്കണം. എല്ലാ ദിവസവും മദ്ധ്യാഹ്നത്തിന്നു സൂൎയ്യൻ ദക്ഷിണോത്തരവൃത്തത്തിലിരിക്കും. ചിലപ്പോൾ ഖമ

ദ്ധ്യത്തിൽനിന്നു തെക്കും ചിലപ്പോൾ വടക്കുമായിരിക്കും. സമനിരപ്പായിക്കിടക്കുന്ന ഒരു സ്ഥലത്തു നാട്ടിയ കുററിയുടെ നിഴലിൽനിന്നു ഖമദ്ധ്യത്തിൽനിന്നുള്ള ഈ ദൂരം മനസ്സിലാക്കാം. അതു ഭാഗം കലകളായിത്തന്നെ ഗണിക്കാം. സൂര്യൻ ഖമദ്ധ്യത്തിൽനിന്നു വടക്കാണെങ്കിൽ ഭാഗം കലകളായി കിട്ടുന്ന ഈ ദൂരത്തെ ഘടികാഖമദ്ധ്യാന്തരാളത്തോടു തുല്യമായ സ്ഥലത്തെ അക്ഷത്തോടു കൂട്ടിയാൽ ഘടികാമണ്ഡലത്തിൽനിന്നു സൂര്യന്റെ വടക്കുഭാഗത്തുള്ള ദൂരം അറിയാം. ഈ ദൂരത്തിനു സൂര്യന്റെ **അപക്രമം** അല്ലെങ്കിൽ **ക്രാന്തി** (Declination) എന്നു പറയുന്നു. സൂര്യൻ ഖമദ്ധ്യത്തിൽനിന്നു തെക്കായിരിക്കയും ഖമദ്ധ്യാന്തരം അക്ഷത്തെക്കാൾ കുറവായിരിക്കയും ചെയ്യുമ്പോൾ അക്ഷത്തിൽനിന്നു ഖമദ്ധ്യാന്തരം കളഞ്ഞതു സൂര്യന്റെ ഘടികാമണ്ഡലത്തിൽനിന്നു വടക്കോട്ടുള്ള നീക്ക് (അഥവാ ഉത്തരാപക്രമം) ആയിരിക്കും. സൂര്യൻ ഖമദ്ധ്യത്തിൽനിന്നു തെക്കും ഖമദ്ധ്യാന്തരം അക്ഷത്തെക്കാൾ അധികവുമായിരിക്കുമ്പോൾ ഖമദ്ധ്യാന്തരത്തിൽനിന്നു അക്ഷം കളഞ്ഞതു സൂര്യന്റെ ഘടികാമണ്ഡലത്തിൽ നിന്നു തെക്കോട്ടുള്ള നീക്കം (ദക്ഷിണാപക്രമം) ആയിരിക്കും. ഇതെല്ലാം പരിലേഖത്തിൽനിന്നു വ്യക്തമാകും.



പരിലേഖം 18

തെഖവ . ദക്ഷിണോത്തരവൃത്തം.

ധ്രു . ഉത്തരധ്രുവം.

ഖ . ഖമദ്ധ്യം.

ട . ദക്ഷിണോത്തരഘടികാമണ്ഡലസംപാതം

$ര_1$, $ര_2$, $ര_3$. മദ്ധ്യാഹ്നസമയത്തു സൂര്യന്റെ സ്ഥിതികൾ.

അതിൽ 'ടഖ' എന്നതു ഘടികാഖമദ്ധ്യാന്തരാളം. ഇതു സ്ഥലത്തെ അക്ഷത്തിനു തുല്യവുമാണ്.

ഈ പരീക്ഷണങ്ങറം ദിവസംതോറും, അതില്ലെങ്കിൽ പത്തോ പന്ത്രണ്ടോ ദിവസങ്ങറം കൂടുമ്പോറം, ഒരു കൊല്ലം മുഴുവൻ നടത്തിയാൽ, മാച്ച് 21-ാംതിയതി സൂൎയ്യന്നു അപക്രമമില്ലെന്നും അന്നുതൊട്ടു ദിവസങ്ങറം കഴിയുംതോറും ഉത്തരാപക്രമം വൎദ്ധിച്ച് ജൂൺ 22-ാംതിയതി ഉത്തരാപക്രമം 23½ ഭാഗത്തോളം വൎദ്ധിച്ച് പിന്നീടു ചുരുങ്ങി സപ്തമ്പർ 23-ാംതിയതി പിന്നേയും അപക്രമം ശൂന്യമാകുമെന്നും അന്നുതൊട്ടു ദക്ഷിണാപക്രമം വൎദ്ധിച്ച് ഡിസമ്പ്ര് 22-ാംതിയതി 23½ ഭാഗമായി പിന്നീട് ക്ഷയിച്ച് മാച്ച് 21-ാംതിയതിക്ക് അപക്രമം പിന്നേയും ശൂന്യമാകുമെന്നും കാണാം. തെക്കും വടക്കും കവിഞ്ഞ അപക്രമം, അഥവാ **പരമാപക്രമം** തുല്യമെന്നും കാണാം.

മാച്ച് 21-ാംതിയതി സൂൎയ്യൻ ഘടികാമണ്ഡലസ്ഥനാകുന്നു. പിന്നീടു നക്ഷത്രഗണങ്ങളിൽകൂടി കിഴക്കോട്ടു സഞ്ചരിക്കുംതോറും ഘടികാമണ്ഡലത്തിൽനിന്നു വടക്കോട്ടും മാറുന്നു. ഒരു ഗോളത്തിന്മേൽ ഘടികാമണ്ഡലവും സൂൎയ്യന്റെ ഈ സ്ഥാനങ്ങളും അടയാളം വെച്ചാൽ സൂൎയ്യൻ സഞ്ചരിക്കുന്നതു ഘടികാമണ്ഡലത്തിന്നു ചരിഞ്ഞു കിടക്കുന്ന മറെറാരുവൃത്തത്തിലാണെന്നു കാണാം. ഈ വൃത്തത്തിന്നു **അപക്രമമണ്ഡലം**, അഥവാ **ക്രാന്തിമണ്ഡലം** (Ecliptic) എന്നു പറയുന്നു. മാച്ച് 21-ാംതിയതി സൂൎയ്യൻ ഘടികാപക്രമമണ്ഡലങ്ങറം അന്യോന്യം മുറിയുന്ന സ്ഥാനങ്ങളിൽ (ഘടികാപക്രമസംപാതങ്ങളിൽ) ഒന്നിലായിരിക്കും. ഈ സ്ഥാനത്തിന്നു **പൂൎവ്വവിഷുവത്തു** (Vernal Equinox) എന്നു പറയുന്നു. പൂൎവ്വവിഷുവത്തിൽനിന്നു സൂൎയ്യൻ അപക്രമവൃത്തമാൎഗ്ഗമായി ഒരു വൃത്തപാദം സഞ്ചരിക്കുമ്പോറം പരമാപക്രമമായ 23½ ഭാഗത്തോളം ഘടികാവൃത്തത്തിൽനിന്നു നീങ്ങുന്നു. സൂൎയ്യൻ സഞ്ചാരം തുടങ്ങുന്നതോടുകൂടി ഘടികാമണ്ഡലത്തോടു അടുത്തുവരുന്നു. അപക്രമവൃത്തത്തിന്റെ പകുതി സഞ്ചരിച്ചു തീരുമ്പോറം സൂൎയ്യൻ പിന്നേയും ഘടികാമണ്ഡലസ്ഥനാകുന്നു. ഈ സ്ഥാനത്തു അപക്രമമണ്ഡ

ലം ഘടികാമണ്ഡലത്തെ മുറിഞ്ഞു തെക്കോട്ടു കടക്കുന്നു. ഇതു സ പ്തമ്പർ 23_ാംതിയതി. ഈ സ്ഥാനത്തിന്നു അപരവിഷു വത്ത് (Autumnal Equinox) എന്നു പറയുന്നു. സൂൎയ്യൻ പിന്നേയും സഞ്ചരിക്കുന്നതോടുകൂടി ദക്ഷിണാപക്രമം വൎദ്ധിച്ച് ഡിസമ്പ്ര് 22_ാം തിയതി അതു പരമാവസ്ഥയെ പ്രാപിക്കുന്നു. സൂൎയ്യൻ സഞ്ചാരം തുടങ്ങുന്നതോടുകൂടി ദക്ഷിണാപക്രമം ചുരു ങ്ങി മാൎച്ച് 21_ാംതിയതി. സൂൎയ്യൻ പിന്നേയും ഘടികാമണ്ഡല സ്ഥനാകുന്നു. അപ്പോഠം അപക്രമം ശൂന്യവുമാകുന്നു. അഭി മാനവിശ്വാസങ്ങളുടെ പ്രേരണയാൽ അന്ധരാവാത്തവൎക്ക് ഇ പ്പോഠംതന്നെ സംവത്സരം തുടങ്ങേണ്ടതും അവസാനിക്കേണ്ടു ണ്ടതും മാൎച്ച് 21_ാംതിയതിയാണെന്നു തോന്നീട്ടുണ്ടായിരി ക്കണം.

അപക്രമമണ്ഡലമെന്നു പറയുന്ന സൂൎയ്യസഞ്ചാരമാൎഗ്ഗം ഘടികാമണ്ഡലത്തെ പൂൎവ്വാപരവിഷുവത്തുകഠം എന്നു പറയുന്ന രണ്ടു പാതസ്ഥാനങ്ങളിൽ ഛേദിച്ച് പകുതി ഘടികാമണ്ഡല ത്തിൻെറ വടക്കും പകുതി തെക്കുമായി സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ഒരു വലിയ വൃത്തമാകുന്നു. പൂൎവ്വാപരവിഷുവത്തുകഠം തമ്മിൽ അ പക്രമമണ്ഡലമാൎഗ്ഗമായും ഘടികാമണ്ഡലമാൎഗ്ഗമായും അകലം ഒരു വൃത്താൎദ്ധമാണെന്നും വരുന്നു. രണ്ടു മണ്ഡലങ്ങളും തമ്മി ലുള്ള ചരിവ് 23½ ഭാഗമാകുന്നു. ആകാശത്തിൽ അപക്രമമണ്ഡ ലംസ്ഥിതിചെയ്യുന്നതു മീനം, മേടം, ഇടവം, മിഥുനം, കൎക്കടകം, ചിങ്ങം, കന്നി, തുലാം, വൃശ്ചികം, ധനു, മകരം, കുംഭം എന്നി 12 നക്ഷത്രഗണങ്ങളിൽകൂടിയാകുന്നു. ഇതു രേവതിയിൽകൂടി കടന്ന് കാൎത്തികക്കും രോഹിണിക്കും ഇടയിൽ കൂടിപ്പോയി അ ശ്വിനിദേവകളുടെ തെക്കുഭാഗത്തുകൂടിക്കടന്ന് മകത്തിൽ ഏററ വും പ്രകാശമുള്ള നക്ഷത്രത്തെ സ്പൎശിച്ച് അത്തത്തിന്നു നേരെ വടക്ക് വെച്ച് ഘടികാമണ്ഡലത്തിൻെറ തെക്കു കടന്ന് ചിത്ര യുടെ അടുത്തു തെക്കുഭാഗത്തുകൂടിപ്പോയി തുലാം 1 നേയും സ്പ ൎശിച്ച് വൃശ്ചികം 2 ൻെറ അടുത്തു തെക്കുഭാഗത്തുകൂടെ കടന്ന്

ഉത്രാടത്തിൻെറ വടക്കുഭാഗത്തുകൂടിയും ചിത്രയത്തിൻെറ തെക്കു ഭാഗത്തുകൂടിയും പോയി ഉത്രട്ടാതിക്ക് നേരെ അതിൽനിന്നു കുറെ തെക്ക്ഭാഗത്തുവെച്ച് ഘടികാമണ്ഡലത്തെ മുറിഞ്ഞ് വടക്കുഭാഗത്തേക്കു കടന്ന് പിന്നേയും രേവതിയിൽ ചെന്ന് ആകാശമണ്ഡലത്തെ ചുററിക്കിടക്കുന്നു.

അപക്രമവൃത്തത്തെ പൂർവ്വവിഷുവത്തു തൊട്ടു സൂർയ്യസഞ്ചാരമനുസരിച്ച് കിഴക്കോട്ടു 12 തുല്യരാശികളായി പൂർവ്വന്മാർ ഭാഗിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ രാശികൾക്ക് മേടം (Aries-മേഷം), ഇടവം (Taurus-ഋഷഭം), മിഥുനം (Gemini), കർക്കടകം (Cancer), ചിങ്ങം (Leo-സിംഹം), കന്നി (Virgo), തുലാം (Libra), വൃശ്ചികം (Scorpio), ധനു (Sagittarius), മകരം (Capricorn), കുംഭം (Aquarius), മീനം (Pisces) എന്നാകുന്നു പേരുകൾ. ഈ രാശികളെക്കുറിക്കുന്ന പൌരസ്ത്യശബ്ദങ്ങൾക്കും പാശ്ചാത്യശബ്ദങ്ങൾക്കും അർത്ഥം ഒന്നുതന്നെയെന്നുള്ളതു ഈ വിഭാഗത്തിൻെറ പൌരാണികത്വത്തെ കാണിക്കുന്നു. അപക്രമവൃത്തത്തിൻെറ ഏതു ഭാഗത്തുനിന്നും ഒരു വൃത്തപാദം അകലമുള്ള രണ്ടു സ്ഥാനങ്ങൾക്കും **രാശികൂടങ്ങൾ** എന്നു പറയുന്നു. സാങ്കേതികഭാഷയിൽ അപക്രമവൃത്തത്തിൻെറ **പാർശ്വങ്ങളാകുന്നു** രാശികൂടങ്ങൾ. ദക്ഷിണോത്തരധ്രുവങ്ങൾ ഘടികാമണ്ഡലത്തിൻെറ പാർശ്വങ്ങളുമാവുന്നു. അപക്രമവൃത്തത്തിനു എതിരായി രാശികൂടങ്ങളിൽക്കൂടിപ്പോകുന്ന വൃത്തങ്ങൾക്കും **രാശികൂടവൃത്തങ്ങൾ** അല്ലെങ്കിൽ **അപക്രമനതവൃത്തങ്ങൾ** എന്നു പറയുന്നു. അപക്രമവൃത്തത്തിലുള്ള 12 രാശികളുടെ ആദ്യന്തങ്ങളിൽക്കൂടി സങ്കല്പിക്കുന്ന 6 രാശികൂടവൃത്തങ്ങൾ ആകാശത്തെ ശശികലാകൃതിയിലുള്ള 12 തുല്യഖണ്ഡങ്ങളായി ഭാഗിക്കുന്നു. ഓരോ ഖണ്ഡവും അപക്രമവൃത്തത്തിൽ 30° വീതിയുള്ളതും അവിടന്നു ഇരുവശത്തേക്കും വീതി ചുരുങ്ങി രാശികൂടങ്ങളിൽ വീതി തീരെ ഇല്ലാത്തതായും ഇരിക്കും. ഈ 12 ഖണ്ഡങ്ങളേയും 12 രാശികളായിത്തന്നെ കരുതാം. അങ്ങി

നെ കരുതുമ്പോഠം ആകാശം മുഴുവൻ 12 രാശികളായി ഭാഗിച്ചിരിക്കുന്നുവെന്നു വരും. അപക്രമമണ്ഡലത്തോട്ടം രാശികൂടവൃത്തങ്ങളോട്ടംകൂടി സങ്കല്പിക്കുന്ന ആകാശത്തെ ഭഗോളമെന്നും ഈ വൃത്തങ്ങളെ ഭഗോളവൃത്തങ്ങളെന്നും പറയുന്നു.

ഭാരതീയജ്യോതിർഗണിതവിദഗ്ധന്മാർ ആകാശഗോളത്തെ മൂന്നു പ്രകാരം സങ്കല്പിച്ചതായി കണ്ടുകഴിഞ്ഞു. നാം കാണുന്ന നിലയിൽ അതിനെ ഖഗോളമായി സങ്കല്പിക്കുന്നു. ഇതിന്നാസ്സദമായതു ക്ഷിതിജമണ്ഡലംതന്നെ. സമമണ്ഡലവും ദക്ഷിണോത്തരവൃത്തവും ഇതിന്നു വിപരീതമായി നില്ക്കുന്നു. ഖഗോളം ദേശംതോറും വിഭിന്നമാകുന്നു. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ നിത്യമുള്ള പ്രത്യക്ഷഭ്രമണത്തെ ആസ്സദമാക്കി ആകാശത്തെ വായുഗോളമെന്നു പറയുന്നു. ഇതിൽ കാൎയ്യമായ വൃത്തം ഘടികാമണ്ഡലം. ഘടികാമണ്ഡലത്തിൻെറ ഭ്രമണം ആസ്സദമാക്കി സമയം കണക്കാക്കിവരുന്നു. ഇതിന്നു വിപരീതമായ ഉന്മണ്ഡലം കാരോ ധ്രുവകവൃത്തത്തിന്നും ഓരോന്നും സൂൎയ്യൻെറ വാഷികസഞ്ചാരമാൎഗ്ഗമായ അപക്രമമണ്ഡലത്തെ ആസ്സദമാക്കി ആകാശത്തെ ഭഗോളമായി സങ്കല്പിക്കുന്നു. ഈ മൂന്നു ഗോളങ്ങളിലും വെച്ചു ഏററവും സ്ഥിരമായതു ഭഗോളമത്രെ. ഇതിൻെറ മദ്ധ്യരേഖയായ അപക്രമമണ്ഡലത്തെ ആസ്സദമാക്കി ഭാരതീയർ നക്ഷത്രങ്ങളുടേയും ഗ്രഹങ്ങളുടേയും സ്ഥാനങ്ങളെ കുറിക്കുന്നു. അപക്രമമണ്ഡലത്തിൽനിന്നു രാശികൂടവൃത്തമാൎഗ്ഗമായി നക്ഷത്രങ്ങളുടേയും ഗ്രഹങ്ങളുടേയും തെക്കോട്ടോ വടക്കോട്ടോ ഉള്ള അകലത്തിന്നു വിക്ഷേപം (Latitude) എന്നു പറയുന്നു.

അപക്രമമണ്ഡലവും ഘടികാമണ്ഡലവും അന്യോന്യം മുറിഞ്ഞു കിടക്കുന്ന പാതസ്ഥാനങ്ങളാണല്ലോ പൂൎവ്വാപരവിഷുവത്തുകഠം. ഇവയിൽ പൂൎവ്വവിഷുവത്തു ഇപ്പോഠം രേവതിനക്ഷത്രത്തിൽനിന്നു 19° പടിഞ്ഞാറാണ്. ഈ സ്ഥിതിക്ക് ദക്ഷിണായനാരംഭത്തിൽ സൂൎയ്യൻ രേവതിയിൽനിന്നു 71° കിഴക്കും ഉത്തരായണാരംഭത്തിൽ 251°(=71°+180°) കിഴക്കും നില്ക്കു

ന്നു. എന്നാൽ വേദാംഗജ്യോതിഷം എന്ന പുരാതനഗ്രന്ഥത്തിൽ ഉത്തരായണാരംഭത്തിൽ സൂൎയ്യൻ അവിട്ടം നക്ഷത്രമൊരുമിച്ച് നിന്നതായി വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു. അവിട്ടം രേവതിയിൽനിന്നു 297° കിഴക്കാകുന്നു. അതിനാൽ വേദാംഗജ്യോതിഷകാലംതൊട്ടു ഇതുവരെ ഉത്തരായണാരംഭസ്ഥാനമായ അയനസന്ധി 46°(297°—251°) പടിഞ്ഞാറോട്ടു നീങ്ങിട്ടുണ്ടെന്നു വരുന്നു. ഏതു കാലത്തും ഈ അയനസന്ധിയുടെ 90° ഭാഗം കിഴക്കായിരിക്കും പൂൎവ്വവിഷുവത്ത്. അതിനാൽ ഇക്കാലത്തിന്നിടയിൽ പൂൎവ്വവിഷുവത്തും അതോടുകൂടി അപരവിഷുവത്തും 46° പടിഞ്ഞാറോട്ടു നീങ്ങിട്ടുണ്ടെന്നു വരുന്നു. വേദാംഗജ്യോതിഷകാലത്തു പൂൎവ്വവിഷുവത്തു രേവതിയുടെ 27°(46°-19°) കിഴക്കായിരുന്നു, എന്നുവെച്ചാൽ ഭരണി നക്ഷത്രത്തിൻെറ നേരെ തെക്കായിരുന്നു. ഗൎഗ്ഗമഹൎഷിയുടെ കാലത്തു പൂൎവ്വവിഷുവത്തു കാൎത്തികക്കടുത്തായിരുന്നു. അതിന്നും മുമ്പ് പൂൎവ്വവിഷുവത്തു മകീരത്തിലായിരുന്നു എന്നും അതിനാലാണ് സംവത്സരത്തിൻെറ മുമ്പിൽ നില്ക്കുന്നതു എന്നൎത്ഥത്തിൽ മകീരത്തിന്നു "ആഗ്രഹായണീ" എന്നു പേരുള്ളതെന്നും പറയുന്നു. ഇങ്ങിനെ പൂൎവ്വവിഷുവത്തിന്നു അപക്രമവൃത്തത്തിൽ പടിഞ്ഞാറോട്ടു ഒരു ഗതിയുണ്ടെന്നുള്ളതിന്നു പുരാതനഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ ധാരാളം തെളിവുകൾ കാണാം. ആധുനികനിരീക്ഷണംകൊണ്ടും പൂൎവ്വവിഷുവത്തു കൊല്ലത്തിൽ 50¼ വികലയോളം പടിഞ്ഞാറോട്ടു സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നു കണ്ടിരിക്കുന്നു.

നിരീക്ഷണംകൊണ്ടു അപക്രമമണ്ഡലവും അതിൻെറ പാൎശ്വങ്ങളായ രാശിക്കൂടങ്ങളും നക്ഷത്രങ്ങളെ സംബന്ധിച്ച് സ്ഥിരമാണെന്നും ഘടികാമണ്ഡലത്തിൻെറ സ്ഥാനത്തിന്നു മാററമുള്ളതിനാലാണ് വിഷുവത്തുകൾക്ക് സഞ്ചാരമുണ്ടാകുന്നതെന്നും കണ്ടിരിക്കുന്നു. ഈ വിഷുവൽസഞ്ചാരം നിമിത്തം ഘടികാമണ്ഡലത്തിന്നു അപക്രമമണ്ഡലത്തോടുള്ള ചരിവിന്ന് മാററം വരുന്നില്ല. അതിനാൽ രാശിക്കൂടങ്ങളും ധ്രുവങ്ങളും തമ്മിലുള്ള

അകലത്തിന്നും മാററം വരുന്നില്ല. ഉത്തരധ്രുവം ഉത്തരരാശികൂടത്തിന്നു ചുററും, ദക്ഷിണധ്രുവം ദക്ഷിണരാശികൂടത്തിന്നു ചുററും മന്ദമായി സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഒരു പരിവൎത്തനം പൂൎത്തിയാക്കുവാൻ സുമാറ് 26000 സംവത്സരം വേണ്ടിവരും. ഈ കാലം കൊണ്ടു വിഷുവത്തുകളും അപക്രമമണ്ഡലത്തിൽ സഞ്ചരിച്ച് വട്ടം തികക്കുന്നു. വിഷുവത്തുകളുടെ ഈ സഞ്ചാരത്തിന്നു അയനചലനം (Precession of Equinoxes) എന്നു പറയുന്നു.

പൂൎവ്വന്മാർ അപക്രമമണ്ഡലത്തെ 12 രാശികളായി ഭാഗിച്ച് അവയെ നാമകരണം ചെയ്യുന്ന കാലത്തു പൂൎവ്വവിഷുവത്തു മേഷം നക്ഷത്രഗണത്തിൻെറ പടിഞ്ഞാറെ അററത്തായിരുന്നു എന്നു കരുതുവാൻ ന്യായമുണ്ട്. ഈ സ്ഥാനം ഇന്നു കാണുന്ന പൂൎവ്വവിഷുവത്തിൽനിന്നു 23°യോളം കിഴക്കാകുന്നു. അയനാംശം എന്നു പറയുന്ന ഈ അകലം 71-84 കൊല്ലത്തിൽ 1° പ്രകാരം വൎദ്ധിക്കയും ചെയ്യുന്നു. ഭാരതീയർ ഇന്നും മേഷാദിയെന്നു പറയുന്ന ഈ സ്ഥാനംതൊട്ടു രാശികളെ കണക്കാക്കുകയും ഓരോ രാശിയിലും സൂൎയ്യൻ സഞ്ചരിക്കുന്ന കാലത്തെ സൌരമാസമായിക്കരുതി ആ മാസത്തിന്നു ആ രാശിയുടെ പേർ പറഞ്ഞുവരികയും ചെയ്യുന്നു. പാശ്ചാത്യർ പൂൎവ്വവിഷുവത്തുതൊട്ടാണ് രാശികളെ കണക്കാക്കുന്നത്. പൂൎവ്വവിഷുവത്തിനെ അവർ ഇന്നും മേഷാദിയെന്നൎത്ഥമുള്ള First point of Aries എന്നുതന്നെ വിളിച്ചുവരികയും ചെയ്യുന്നു.

ഭാരതീയസമ്പ്രദായപ്രകാരം ഏതു മാസത്തിലും സൂൎയ്യൻ ആ മാസത്തിൻെറ പേരോടുകൂടിയ നക്ഷത്രഗണത്തിൻെറ ഇടയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്നതു പ്രത്യേകം സുഖപ്രദമായ സംഗതിയാണെങ്കിലും, ഈ സമ്പ്രദായം തുടൎന്നുകൊണ്ടുപോയാൽ ദക്ഷിണോത്തരായണങ്ങളുടെ പ്രാരംഭമദ്ധ്യാന്ത്യങ്ങളും അവയെ ആശ്രയിച്ച് ഉണ്ടാകുന്ന ഋതുക്കളും പതിവായിപ്പറഞ്ഞുപോരുന്ന തിയതികൾ മുമ്പുമുമ്പായി വന്നുകൊണ്ടിരിക്കുമെന്നുള്ളതു ഒരു വലിയ അസൌകൎയ്യമാകുന്നു. ഏതാണ്ട് 1600 കൊല്ലം മുമ്പ്

മേടം 1-ാംതിയതി വന്നിരുന്ന ഉത്തരായണമദ്ധ്യം ഇന്നു മീനം 8-ാംതിയതിക്കടുത്തുണ്ടാകുന്നു. അന്നാകുന്നു യഥാൎത്ഥവിഷു. ഇതു തുടൎന്നുകൊണ്ടുപോയാൽ 450 കൊല്ലവുംകൂടികഴിയുമ്പോൾ ഉത്തരായണമദ്ധ്യം മീനം 1-ാംതിയതിയും, പിന്നേയും സംവത്സരങ്ങൾ കഴിയുമ്പോൾ കുംഭം 1-ാംതിയതിയും മകരം 1-ാംതിയതിയും വരുമെന്നതിന്നു സംശയമില്ല. ഇതു കൎഷകന്മാൎക്കു വലിയ അസൌകൎയ്യങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുവാൻ ഇടവരുത്തുമെന്നു കണ്ടറിഞ്ഞ് ഈ സമ്പ്രദായത്തെ മാററം ചെയ്യുവാൻ വേണ്ടുന്ന പരിശ്രമങ്ങൾ ചെയ്യേണ്ടതു നമ്മുടെ സ്വതന്ത്രഗവൎമ്മേണ്ടിൻേറയും വിദ്വജ്ജനങ്ങളുടേയും ചുമതലയാണെന്നു പ്രസ്താവിച്ചുകൊള്ളട്ടെ. ഇന്നത്തെ സമ്പ്രദായം ഒരു കൎഷകരാജ്യത്തിന്നു ഒട്ടും ചേൎന്നതല്ല.

സൂൎയ്യൻ അപക്രമവൃത്തത്തിൽകൂടി കിഴക്കോട്ടു സഞ്ചരിക്കുന്നു. സൂൎയ്യനോ മററു ജ്യോതിസ്സുകൾക്കോ ഇപ്രകാരം നക്ഷത്രഗണങ്ങളിൽകൂടി പടിഞ്ഞാറുനിന്നു കിഴക്കോട്ടുള്ള സഞ്ചാരത്തിന്നു ക്രമചാരം (Right Motion) എന്നും, ഇതിന്നെതിരായി കിഴക്കുനിന്നു പടിഞ്ഞാറോട്ടുള്ള സഞ്ചാരത്തിന്നു വക്രചാരം (Retrograde Motion) എന്നും പറയും. ക്രമചാരത്തിൽ ദിവസേന സഞ്ചരിക്കുന്ന കലവികലകൾക്ക് ഗതിയെന്നും വക്രചാരത്തിൽ ദിവസേന സഞ്ചരിക്കുന്നതിന്നു വിഗതിയെന്നും പറയുന്നു. ഒരു സംവത്സരത്തിൽ 365¼ ദിവസമായതുകൊണ്ടും ആ ദിവസങ്ങളിൽ സൂൎയ്യൻ നക്ഷത്രഗണങ്ങളിൽകൂടി 360° സഞ്ചരിക്കുന്നതുകൊണ്ടും സൂൎയ്യൻേറ ഗതി ഏതാണ്ട് 1°(=60′) ആകുന്നു. സൂക്ഷ്മമദ്ധ്യമഗതി 59′-8″.2 ആകുന്നു. ആധുനികയന്ത്രങ്ങളെക്കൊണ്ടോ, ചക്രം മുതലായ പ്രാചീനയന്ത്രങ്ങളെക്കൊണ്ടോ സൂൎയ്യൻേറ ഗതിയളന്നാൽ സൂൎയ്യന്നു എന്നും ഒരേ ഗതിയല്ലെന്നു കാണാം. മേഷാദിയിൽനിന്നു 78° ചെന്നേടത്തു സൂൎയ്യൻ ഏററവും മന്ദമായി സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഗതി 57′-10″മാത്രമായിരിക്കും. ഈ സ്ഥാനത്തിന്നു സൂൎയ്യൻേറ

മന്ദോച്ചം (Apogee) എന്നു പറയുന്നു. ഇവിടന്നു ഗതി ക്രമേണ വൎദ്ധിച്ചുവരുന്നു. കൃത്യം 6 രാശികൂടി സൂൎയ്യൻ സഞ്ചരിച്ചാൽ ചെല്ലുന്ന സ്ഥാനത്തു ഗതി 61′..10″യുമാകുന്നു. ഈ സ്ഥാനത്തെ സൂൎയ്യൻെറ പ്രതിമന്ദോച്ചം (Perigee) എന്നു പറയുന്നു.

സൂൎയ്യൻ മേഷാദിയിൽനിന്നു സഞ്ചരിച്ച് മേഷാദിയിൽ തന്നെ എത്തുവാൻ വേണ്ട കാലത്തെ നാം ഒരു സംവത്സരമെന്നു പറയുന്നു. ഇതിൻെറ ദൈൎഘ്യം 365°25636 ദിവസമാകുന്നു. നൂററാണ്ടുകഠം കഴിയുമ്പോഠം ഇതു അല്പം വൎദ്ധിച്ചുവരികയും ചെയ്യും. ഇതിന്നു നാക്ഷത്രവത്സരം (Siderial Year) എന്നു പറയുന്നു. ഈ ഗണനയിൽ അയനചലനത്തെ തീരെ കണക്കാക്കാത്തതിനാൽ ഈ സംവത്സരത്തെ നിരയനസംവത്സരം എന്നും പറയാം. നാം സൌരവത്സരം എന്നു പറയുന്നതും ഇതുതന്നെ. പൂൎവ്വവിഷുവത്തു തൊട്ടു പൂൎവ്വവിഷുവത്തുവരെ സൂൎയ്യൻ സഞ്ചരിക്കുന്ന കാലം അയനചലനം കൊണ്ടു അല്പം ചുരുങ്ങിയിരിക്കും. അതിൻെറ ദൈൎഘ്യം 365.24220 ദിവസമാകുന്നു. ഇതിന്നു ആൎത്തവത്സരം (Tropical Year) എന്നു പറയുന്നു. ഈ ഗണനയിൽ അയനചലനത്തെക്കൂടി ആലോചിക്കുന്നതിനാൽ ഇതിന്നു ആയനവത്സരം എന്നും പറയാം. അയനചലനത്തിൻെറ ഗതി വൎദ്ധിച്ചുവരികയാൽ നൂററാണ്ടുകഠം ചെല്ലുമ്പോഠം ഈ വത്സരം അല്പം ചുരുങ്ങി വരികയും ചെയ്യും.

സൂൎയ്യൻ ഉദിച്ച് അസ്തമിച്ച് പിന്നേയും ഉദിക്കുന്നതുവരെയുള്ള കാലത്തിന്നു സാവനദിനം എന്നു നാം പറയുന്നു. സൂൎയ്യൻെറ സ്ഥാനഭേദത്തെക്കൊണ്ടും ഗതിഭേദത്തെക്കൊണ്ടും സാവനദിനത്തിന്നു ചെറിയ ഭേദങ്ങഠം ഉണ്ടാകും. എങ്കിലും, ശരാശരിയെടുത്തു അതു ദിനദൈൎഘ്യമായി കല്പിക്കുന്നു. നമുക്ക് ദിനം ഉദയംതൊട്ടും, പാശ്ചാത്യൎക്ക അൎദ്ധരാത്രിതൊട്ടും തുടങ്ങുന്നു. സൂൎയ്യന്നു നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഇടയിൽക്കൂടി കിഴക്കോട്ടു ഗതി

യുള്ളതിനാൽ ഒരു നക്ഷത്രം ഉദിച്ച് പിന്നേയും ഉദിക്കുവാനുള്ള കാലം സാവനദിനത്തെക്കാൾ 10 വിനാഴിക (=4 മിനുട്ട്)യോളം കുറവുണ്ടായിരിക്കും. ഈ കാലത്തെ നാക്ഷത്രദിനം (Siderial day) എന്നു പറയുന്നു. ഒരു നക്ഷത്രവഷത്തിൽ 365.25636 സാവനദിനങ്ങളും 366.25636 നാക്ഷത്രദിനങ്ങളും അടങ്ങിയിരിക്കും.

സാക്ഷാൽ സൂൎയ്യന്റെ അപക്രമവൃത്തസ്ഥാനത്തെ സ്ഫുടസൂൎയ്യനെന്നു പറയുന്നു. സ്ഫുടസൂൎയ്യന്റെ ദിനഗതിക്ക് ഭേദമുള്ളതായി കണ്ടു. മന്ദോച്ചത്തിലോ പ്രതിമന്ദോച്ചത്തിലോ സ്ഫുടസൂൎയ്യനൊരുമിച്ചു മററൊരു സൂൎയ്യനെ കല്പിച്ച് അതു സൂൎയ്യന്റെ മദ്ധ്യമഗതിയോടുകൂടി അപക്രമവൃത്തത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നു വെച്ചാൽ, അതിന്റെ സ്ഥാനത്തിന്നു മദ്ധ്യമസൂൎയ്യനെന്നു പറയുന്നു. പൂൎവ്വവിഷുവത്തിൽ മദ്ധ്യമസൂൎയ്യൻ നില്ക്കുമ്പോൾ അവിടെ മൂന്നാമതൊരു സൂൎയ്യനെ സങ്കല്പിച്ച്, അതു സൂൎയ്യന്റെ മദ്ധ്യമഗതിയോടുകൂടി ഘടികാമണ്ഡലം വഴി സഞ്ചരിച്ചാൽ അതിന്റെ സ്ഥാനത്തിന്നു ഘടികാഗതമദ്ധ്യമസൂൎയ്യനെന്നു പറയുന്നു. ഈ സൂൎയ്യനെ കാലസൂൎയ്യനെന്നു പറഞ്ഞാലും തെററില്ല, സൌകൎയ്യമുണ്ട്.

നാം ആകാശത്തിൽ സൂൎയ്യനെ കണ്ടു പറയുന്ന സമയത്തിന്നു പ്രത്യക്ഷസമയം (Apparent Time) എന്നു പറയുന്നു. എന്നാൽ നമ്മുടെ ഘടികാരങ്ങൾ കാണിക്കുന്ന സമയം ഈ സമയമല്ല, അതു കാലസൂൎയ്യനിൽനിന്നു കണക്കാക്കുന്ന സമയമാകുന്നു. കാലസൂൎയ്യൻ ശരിക്ക് തെക്കുവടക്കു രേഖയിൽ വരുമ്പോൾ പ്രാദേശികസമയം (Local Time) 12 മണിയെന്നു പറയുന്നു. പ്രത്യക്ഷസമയത്തിൽ ചില മാററങ്ങൾ വരുത്തിയാൽ മാത്രമേ പ്രാദേശികസമയം ലഭിക്കയുള്ളു. പ്രത്യക്ഷസമയത്തിൽ കൂട്ടുകയോ കിഴിക്കുകയോ ചെയ്യേണ്ടു കാലത്തിന്നു സംസ്കാരം എന്നു പറയുന്നു. ഈ സംസ്കാരങ്ങളെ ജ്യൌതിഷി

കഠം ഗണിക്കുകതന്നെ വേണം. താഴെ എല്ലാ മാസം 1-ാംതിയതിക്കും ചെയ്യേണ്ട സംസ്കാരം മിനുട്ടിനു കൃത്യമായിക്കൊടുക്കുന്നു.

പ്രാദേശികസമയം = പ്രത്യക്ഷസമയം + സംസ്കാരം.

ജന. 1 + 3 മി.	മേയി 1 — 3 മി	സപ്ത. 1 — 10മി.	ഫിബ്ര. 14 + 15മി.
ഫിബ്ര. 1 + 13 മി	ജൂൺ 1 — 2 മി	ഒക്ടോ. 1 — 10മി	മേയി 15 — 4 മി
മാൎച്ച് 1 + 13 മി	ജൂലായി 1 + 3മി	നവ. 1 — 16മി	
ഏപ്രി. 1 + 4 മി	ആഗസ്റ്റ് 1 + 6മി	ഡിസ. 1 — 10മി	From.R. S. Ball.

ഇതിന്നും പുറമെ സാധരണഘടികാരങ്ങളിൽ കാണുന്നതു (കാണേണ്ടതും) പ്രാദേശികസമയമല്ല. അതു ഗ്രീനിച്ചിൽനിന്നു $72\frac{1}{2}°$ കിഴക്കുള്ള ധ്രുവകവൃത്തത്തിലെ പ്രാദേശികസമയമാകുന്നു. അതിന്നു ഇന്ത്യൻ സ്റ്റാണ്ഡാൎഡ് സമയം (I. S. T.) എന്നു പറയും. ഇന്ത്യൻ സ്റ്റാണ്ഡാൎഡ് സമയം 12 മണിയാണെങ്കിൽ, ഗ്രീനിച്ചിൽനിന്നു 76° മാത്രം കിഴക്കായ തിരുവന്തപുരത്തെ സമയം $(82\frac{1}{2}-76)\times4=26$ മിനുട്ട് കുറവായിരിക്കും. തിരുവനന്തപുരത്തെ പ്രാദേശികസമയം 11മ. 34. മി. ഇതു ഒക്ടോബർ 10-ാംതിയതിയാണെങ്കിൽ തിരുവനന്തപുരത്തെ പ്രത്യക്ഷസമയം കിട്ടുവാൻ (—10)+(—6). $\frac{10}{30}$ മിനുട്ട് പ്രാദേശികസമയത്തിൽനിന്നു കളയണം. എന്നു വെച്ചാൽ 12 മിനുട്ട് കൂട്ടണം. ഫലം 11മ. 46മി.

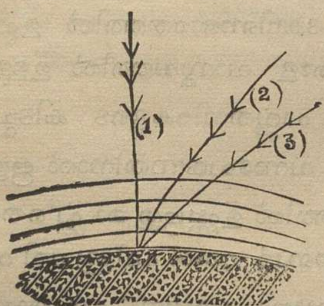
$82\frac{1}{2}°$ പൂൎവ്വരേഖയിൽനിന്നു പടിഞ്ഞാറുള്ള ദേശങ്ങളിൽ പ്രാദേശികസമയം ഇന്ത്യൻ സ്റ്റാണ്ഡാൎഡ് സമയത്തെക്കാഠം കുറവും, കിഴക്കുള്ള ദേശങ്ങളിൽ അധികവുമായിരിക്കും. ഒരു ഭാഗത്തിന്നു 4മി. (=10വിനാഴിക) വീതം കുറക്കുകയോ കൂട്ടുകയോ ചെയ്താൽ മതി. ഈ ഭേദങ്ങളെല്ലാം എല്ലാവരും ഗ്രഹിച്ചിരിക്കേണ്ടതു അത്യാവശ്യമാകുന്നു.

സൂൎയ്യന്നു ഉത്തരാപക്രമമുള്ളപ്പോഠം ഘടികാമണ്ഡലത്തിൻെറ വടക്കുള്ള ദ്യുവൃത്തങ്ങളിൽ സൂൎയ്യൻ സഞ്ചരിക്കുന്നു.

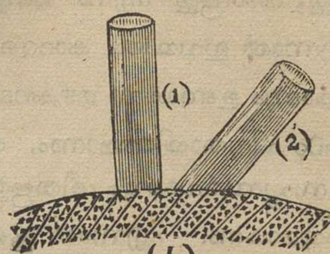
ഈ വൃത്തങ്ങളുടെ അൎദ്ധാധികം നിരക്ഷവൃത്തത്തിൻെറ വടക്കു ള്ള ദേശങ്ങളിൽ ക്ഷിതിജത്തിന്നു മീതെയായിരിക്കയാൽ അവിടങ്ങളിൽ പകൽ അധികമായും രാത്രി കുറവായും ഇരിക്കും. പകൽ സമയത്ത് സൂൎയ്യനിൽനിന്നു സ്വീകരിക്കുന്ന ഉഷ്ണം മുഴുവൻ രാത്രിസമയത്തു ഭൂമിക്കു വിട്ടുകളയുവാൻ സാധിക്കാതെ വരുന്നു. ഇങ്ങിനെ സൂൎയ്യന്നു ഉത്തരാപക്രമമുള്ള കാലം മുഴുവൻ ഉത്തര പ്രദേശങ്ങളിൽ ഉഷ്ണം വൎദ്ധിച്ചുവരുന്നു. സൂൎയ്യന്നു ദക്ഷിണാപക്രമമുള്ള കാലം പകൽ കുറഞ്ഞിരിക്കയും രാത്രി അധികമായിരിക്കയും ചെയ്യും. അതിനാൽ ഇക്കാലത്തു ശൈത്യം വൎദ്ധിച്ചു വരുന്നു. ഇങ്ങിനെ ഉത്തരായണത്തിൻെറ ഉത്തരാൎദ്ധവും ദക്ഷിണായനത്തിൻെറ പൂൎവ്വാൎദ്ധവും കൂടിയ വത്സരാൎദ്ധം ഉത്തര പ്രദേശങ്ങളിൽ ഉഷ്ണകാലവും, സംവത്സരത്തിൻെറ മറെറ അൎദ്ധം ശീതകാലവുമായിത്തീരുന്നു. ഭൂഗോളത്തിൻെറ ദക്ഷിണ പ്രദേശങ്ങളിൽ ഉഷ്ണകാലവും ശീതകാലവും ഇതിന്നു വിപരീതമായും ഉണ്ടാകുന്നു.

ഉഷ്ണകാലത്തു ഉഷ്ണം വൎദ്ധിക്കുവാൻ മറെറാരു കാരണവും കൂടി ഉണ്ട്. സാധാരണദിവസങ്ങളിൽതന്നെ കാലത്തും വൈകുന്നേരവും സൂൎയ്യരശ്മികൾക്ക് ചൂടു കുറവായും മദ്ധ്യാഹ്നത്തിന്നടുത്തു ചൂടു അധികമായും ഇരിപ്പാൻ കാരണം സൂൎയ്യൻെറ ഉന്നതിയിൽ വരുന്ന ഭേദംകൊണ്ടാണെന്നു കാണാം. വായുമണ്ഡലം ഭൂമിയെ സൎവ്വത്ര ചുററിക്കിടക്കുന്ന ഒരു തടിച്ച പുതപ്പാകുന്നു. സൂൎയ്യൻെറ ഉന്നതി കുറഞ്ഞിരിക്കുമ്പോൾ സൂൎയ്യരശ്മികൾക്കു ഭൂമിയിൽ എത്തുവാൻ ഈ പുതപ്പിൽകൂടി കുറെ അധികം ദൂരം സഞ്ചരിക്കണം. ഉന്നതി അധികമായാൽ പുതപ്പിൽകൂടി സഞ്ചരിക്കേണ്ട ദൂരം കുറയും. ഇതു അടുത്തഭാഗത്തുള്ള പരിലേഖത്തിൽനിന്നു വ്യക്തമാകും. അതിൽ ഭൂപൃഷ്ഠത്തിൻെറ ഒരു ഭാഗവും അതിൻെറ മീതെയുള്ള വായുമണ്ഡലഭാഗവും, വിവിധ ഉന്നതികളിൽനിന്നു വരുന്ന മൂന്നു രശ്മികളും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഉന്നതി അധികമായിരിക്കുമ്പോൾ രശ്മിക്കു വായുമണ്ഡലത്തെ

കടക്കവാനുള്ള ദൂരം കുറവെന്നും, 2ഉം 3ഉം രശ്മികളെപ്പോലെ ഉന്നതി കുറവായിരിക്കുമ്പോൾ വായുമണ്ഡലത്തെക്കടപ്പാൻ അധികം ദൂരം സഞ്ചരിക്കണമെന്നും കാണാം. വായുമണ്ഡലത്തിൽക്കൂടി രശ്മികൾ കടക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ കണങ്ങളിന്മേലും അതിലുള്ള ധൂളിജാലങ്ങളിന്മേലും അവ തട്ടി അവയുടെ ഉഗ്രത കുറഞ്ഞുപോകുന്നു. അധികം ദൂരം കടക്കവാനുള്ളപ്പോൾ അധികം കുറഞ്ഞുപോകും. സൂൎയ്യന്നു ഉത്തരാപക്രമമുള്ളപ്പോൾ



(a)



(b)

പരിലേഖം 19 പരിലേഖം 19

സൂൎയ്യന്റെ ശരാശരി ഉന്നതി ദക്ഷിണാപക്രമകാലത്തെ ശരാശരിയെക്കാൾ അധികമായിരിക്കും. അതിനാൽ ഈ കാരണം കൊണ്ടു ഉത്തരാപക്രമകാലത്തു ദക്ഷിണാപക്രമകാലത്തെപ്പോലെ സൂൎയ്യരശ്മികളുടെ ഉഗ്രതക്കു ക്ഷയം വരുന്നില്ല. വലത്തുള്ള പരിലേഖത്തിൽ ഒരേ വലിപ്പമുള്ള രണ്ടു രശ്മിജാലങ്ങൾ ഒരു പ്രദേശത്തു പതിയുന്നതായിക്കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. രണ്ടു രശ്മിജാലങ്ങളിലും അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ഉഷ്ണം ഒരുപോലെയാണെങ്കിലും ഒന്നിലുള്ളതു കുറവുസ്ഥലത്തും മറേറതിലുള്ളതു അധികം സ്ഥലത്തും വിതരണംചെയ്തതായിക്കാണാം. കുറഞ്ഞ സ്ഥലത്തു ഓരോ ചതുരശ്ര ഇഞ്ചിന്നും കിട്ടുന്ന ഉഷ്ണം അധികവും അധികമായ സ്ഥലത്തു ഓരോ ചതുരശ്ര ഇഞ്ചിന്നു കുറവും ആകുന്നു. ഈ കാരണങ്ങളെക്കൊണ്ടു് ഉന്നതനായ സൂൎയ്യന്നു നതനായ സൂൎയ്യനെക്കാൾ തപനശക്തി അധികമാകും.

ഈ കാരണങ്ങളെല്ലാം പ്രവൃത്തിക്കുവാൻ അവസരം നല്കുന്നതു സൂൎയ്യന്റെ ദക്ഷിണോത്തരായണങ്ങളാണെന്നു സ്പഷ്ടമത്രേ. അതിനാൽ അയനങ്ങൾ ഓരോ പ്രദേശത്തും സംവത്സരത്തെ ഉഷ്ണകാലമായും ശീതകാലമായും ഭാഗിക്കുന്നു.

നിരക്ഷരേഖയിൽ ഈ ഭേദം കാണുകയില്ല. എന്നാൽ അവിടന്നു വടക്കോട്ടും തെക്കോട്ടും ചെല്ലുംതോറും ഈ ഭേദം അധികമധികമായി വരുന്നു. ഈ ഭേദമാണ് സംവത്സരത്തെ പല ഋതുക്കളായി ഭാഗിക്കുന്നത്. ദക്ഷിണഭാരതത്തിൽ ഉഷ്ണഋതു, ശീതഋതു എന്നു രണ്ടു ഋതുക്കളേ വാസ്തവത്തിൽ ഉള്ളു. എന്നാൽ ഇവയിൽ കാററുകൊണ്ടും പൎവ്വതനിരകളുടെ കിടപ്പുകൊണ്ടും ഉണ്ടാകുന്ന മഴക്കാലങ്ങൾ വന്നുചേരുന്നതിനാൽ ഋതുക്കൾ പലതായിത്തോന്നും. കേരളത്തിൽ ഉഷ്ണഋതു മാൎച്ച് തൊട്ടു സപ്തമ്പർവരേയും ശീതഋതു ഒക്ടോബർ മുതൽ ഫിബ്രുവരി വരേയുമാകുന്നു. എന്നാൽ ജൂൺ, ജൂലായി, ആഗസ്ത് ഈ മാസങ്ങളിലും നവമ്പ്രിലും ഉണ്ടാകുന്ന മഴക്കാലങ്ങൾ സംവത്സരത്തെ 5 വിവിധ ഭാഗങ്ങളായി ഭാഗിക്കുന്നു. ഡിസമ്പ്ര്, ജനവരി ഒരുവിധം ശീതകാലം. ഫിബ്രുവരി, മാൎച്ച്, എപ്രിൽ, മേയി ഇവ ഉഷ്ണകാലം. ജൂൺ, ജൂലായി, ആഗസ്ത് ഇവ കാലവൎഷകാലം. സപ്തമ്പർ, ഒക്ടോബർ ഇവ പലവിധത്തിലും സുഖപ്രദമായ ഓണക്കാലം. നവമ്പ്ര് തുലാവൎഷകാലവുമാകുന്നു.

സംസ്കൃതഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ കാണുന്ന വസന്തം, ഗ്രീഷ്മം, വൎഷം, ശരത്ത്, ഹേമന്തം, ശിശിരം എന്ന ആറു ഋതുക്കൾ ഉത്തരഭാരതത്തിന്നു പററിയവയാകുന്നു. ചൈത്രം, വൈശാഖം, ജ്യേഷ്ഠം, ആഷാഢം, ശ്രാവണം, പ്രോഷ്ഠപാദം, ആശ്വിനം, കാൎത്തികം, മാൎഗ്ഗശീൎഷം, പൌഷം, മാഘം, ഫാൽഗുനം എന്നീ ചാന്ദ്രമാസങ്ങളെ ഇനിയത്തെ അദ്ധ്യായത്തിൽ വിവരിക്കുന്നതാണ്. ചൈത്രാദി ഈരണ്ടു മാസങ്ങൾക്കു വസന്താദി ആറു ഋതുക്കളാണെന്നാകുന്നു പുരാതനഭാരതീയാഭിപ്രായം. ഈ ആറു

ഋതുക്കളിൽ ഗ്രീഷ്മം അത്യുഷ്ണകാലവും ഹേമന്തം അതിശീതകാലവുമാകുന്നു.

ശീതമേഖലയിൽ വസിക്കുന്ന പാശ്ചാത്യർ സംവത്സരത്തെ മാൎച്ച് 21-ാം തിയതിതൊട്ടു മുമ്മൂന്നു മാസകാലങ്ങളെ സ്പ്രിങ്ങ് (Spring), സമ്മർ (Summer), ഓട്ടം (Autumn), വിൻറർ (Winter) എന്ന നാലു ഋതുക്കളായി ഭാഗിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇവയെ വേണ്ടിവരുന്നേടത്തു വസന്തം, ഗ്രീഷ്മം, ശരത്ത്, ഹേമന്തം എന്നായി തൎജ്ജമ ചെയ്യാം. ഗ്രന്ഥവിസ്താരഭയത്താൽ ഋതുക്കളെ വിവരിക്കുന്നില്ല.

6. ചന്ദ്രൻേറയും ഗ്രഹങ്ങളുടേയും സഞ്ചാരങ്ങൾ

1. ചന്ദ്രൻെറ സഞ്ചാരം.

അസ്തമനത്തിന്നുശേഷം ചന്ദ്രനേയും ആഹ്ളാദജനകമായ ചന്ദ്രപ്രകാശത്തേയും കുറെ ദിവസം കാണാതെയിരുന്ന് ചന്ദ്രൻ നമുക്ക് പിന്നേയും ദൃശ്യമാകുന്നതു പശ്ചിമാംബരത്തിൽ അസ്തമിച്ച സൂൎയ്യന്നടുത്തായി നടുക്ക് വീതികൂടിയ വൃത്തചാപത്തിൻെറ ആകൃതിയിലാകുന്നു. വാത്സല്യത്തോടുകൂടിയോ എന്നു തോന്നുമാറ് ഈ ചന്ദ്രനെ നാം ബാലചന്ദ്രൻ (Crescent moon) എന്നു പറയുന്നു. ഈ സമയത്ത് ചന്ദ്രൻ സൂൎയ്യനിൽനിന്നു 12 ഭാഗത്തിലധികം അകന്നിരിക്കും. ബാലചന്ദ്രൻെറ മുഴുത്ത ഭാഗം സൂൎയ്യനിലേക്കു തിരിഞ്ഞിരിക്കും. മുഴുത്ത ഈ മദ്ധ്യഭാഗത്തുനിന്നു ഇരുവശത്തേക്കും വളഞ്ഞു കൂൎത്തുവരുന്ന ശൃംഗങ്ങൾ (Horns) എന്ന ഭാഗങ്ങൾ സൂൎയ്യന്നെതിരായി തിരിഞ്ഞിരിക്കയും ചെയ്യും. ദിവസങ്ങൾ കഴിയുംതോറും ബാലചന്ദ്രൻ വലുതായി വരികയും സൂൎയ്യനിൽനിന്നു അകന്നുവരികയും ചെയ്യുന്നതിനാൽ, പ്രകാശം വൎദ്ധിക്കുകയും അതു അധികമധികം സമയം നീണ്ടുനില്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ആറ് ഏഴ് ദിവസങ്ങൾ കഴിയുമ്പോൾ സൂൎയ്യാസ്തമനസമയത്തു ചന്ദ്രനെ ഏതാണ്ട് ദക്ഷിണോത്തരവൃത്തത്തിൻെറ അടുത്തു കാണാം. ചന്ദ്രൻെറ ബാലദശ തീൎച്ചയായും കഴിഞ്ഞു. ശൃംഗങ്ങൾ ഇല്ലാതെയായി. ആകൃതിയിൽ ചന്ദ്രൻ ഒരൎദ്ധവൃത്തവുമായി. പിന്നേയും ദിവസങ്ങൾ കഴിയുംതോറും ചന്ദ്രൻ സൂൎയ്യനിൽനിന്നധികമധികം അകലുകയും വലുതായി വരികയും, നിലാവുള്ള സമയം അധികമാകയും ചെയ്യുന്നു. ആദ്യം കണ്ടതുമുതൽ രണ്ടാഴ്ച കഴിയുന്നതോടുകൂടി ചന്ദ്രൻ പൂൎണ്ണവൃത്താകൃതിയെ പ്രാപി

ക്കുന്നു. അന്ന് സൂൎയ്യൻ അസ്തമിക്കുന്നതോടുകൂടി ചന്ദ്രൻ കിഴക്കുദിക്കുന്നു. രാത്രി മുഴുവൻ നിലാവുണ്ടായിരിക്കും. ആ ദിവസത്തെ നാം **പൌൎണ്ണമി** എന്നും അന്നത്തെ ചന്ദ്രനെ **പൂൎണ്ണചന്ദ്രൻ** (Full moon) എന്നും പറയുന്നു.

പിറേറന്നു സൂൎയ്യൻ അസ്തമിച്ച് രണ്ടു നാഴിക കഴിഞ്ഞാലേ ചന്ദ്രൻ ഉദിക്കുന്നുള്ളു. ചന്ദ്രൻെറ പൂൎണ്ണവൃത്താകൃതിക്ക് കോട്ടം തട്ടിയിരിക്കും. പടിഞ്ഞാറുഭാഗത്തുനിന്നു അല്പം പോയതായി കാണും. പിന്നീടു ദിവസങ്ങൾ കഴിയുംതോറും ഈരണ്ടു നാഴിക വൈകി ചന്ദ്രൻ ഉദിക്കുകയും ചന്ദ്രൻെറ ആകൃതിക്ക് ക്ഷയം വന്നുകൊണ്ടിരിക്കയും ചെയ്യുന്നു. പത്തുപന്ത്രണ്ടു ദിവസം കഴിഞ്ഞാൽ പുലരുവാൻ സമയമുള്ളപ്പോൾ ചന്ദ്രനെ കിഴക്കുഭാഗത്തു ബാലചന്ദ്രാകൃതിയിൽ കാണാം. പക്ഷെ ഇതു ബാലചന്ദ്രനല്ല, വൃദ്ധചന്ദ്രനാകുന്നു. ഇപ്പോഴും ചന്ദ്രൻെറ മുഴുത്ത ഭാഗം സൂൎയ്യന്നു നേക്കും ശൃംഗങ്ങൾ സൂൎയ്യന്നെതിരായും ഇരിക്കും. പൌൎണ്ണമി കഴിഞ്ഞ് 14 ദിവസം കഴിയുമ്പോൾ ചന്ദ്രനെ തീരെ കാണുന്നില്ല. സൂൎയ്യൻ ഉദിക്കുന്നതോടുകൂടി ചന്ദ്രനും ഉദിക്കുന്നപോലെയിരിക്കും. അന്നു സൂൎയ്യൻ അസ്തമിക്കുമ്പോൾ, ചന്ദ്രൻ ക്ഷിതിജത്തിന്നു മീതെയുണ്ടായിരിക്കാം. സന്ധ്യാപ്രകാശത്തിൽപെട്ടു ചന്ദ്രനെ നമുക്കു കാണുവാൻ സാധിക്കുന്നില്ല. പിറേറന്നു സൂൎയ്യൻ അസ്തമിക്കുമ്പോൾ ചന്ദ്രനെ ആദ്യം കണ്ടതുപോലെ പടിഞ്ഞാറു സൂൎയ്യൻ അസ്തമിച്ച സ്ഥാനത്തിന്നടുത്തു ബാലചന്ദ്രനായിക്കാണാം. ഈ മാററങ്ങളെല്ലാം പൂൎത്തിയാകുവാൻ സുമാറു 29½ ദിവസം വേണം. ഈ കാലത്തെ നാം ഒരു **ചാന്ദ്രമാസ**മെന്നു പറയുന്നു. സൂൎയ്യാസ്തമനം കഴിഞ്ഞ ഉടനെ നിലാവു കാണുന്ന ചാന്ദ്രമാസാൎദ്ധത്തെ **ശുക്ലപക്ഷ**മെന്നും മറെറ അൎദ്ധത്തെ **കൃഷ്ണപക്ഷ**മെന്നും പറയുന്നു. നിലാവു തീരെയില്ലാത്ത ദിവസത്തിന്നു **അമാവാസി**യെന്നു പേർ.

സൂൎയ്യൻതന്നെ നക്ഷത്രഗണങ്ങളിൽകൂടി ദിവസേന ഏതാണ്ട് 1 ഭാഗം വീതം കിഴക്കോട്ടു സഞ്ചരിക്കുന്നു. ചന്ദ്രനാവ

ട്ടെ ഇങ്ങിനെ സഞ്ചരിക്കുന്ന സൂൎയ്യനിൽനിന്നും ദിവസേന കിഴക്കോട്ടു 12 ഭാഗത്തോളം അകന്നകന്നു പോകുന്നു. അതിനാൽ ചന്ദ്രൻ സുമാറു 13 ഭാഗംവീതം നക്ഷത്രഗണങ്ങളിൽകൂടി സഞ്ചരിക്കുന്നു. കുറെക്കൂടി കൃത്യമായിപ്പറഞ്ഞാൽ ചന്ദ്രൻെറ മദ്ധ്യമദിനഗതി 13°.10′–35″ ആകുന്നു. ചന്ദ്രൻെറ ഗതിയിലും ഏററക്കുറവുകൾ ഉണ്ട്. ചന്ദ്രൻ നക്ഷത്രഗണങ്ങളിൽകൂടി അപക്രമമണ്ഡലത്തിന്നു അടുത്തുതന്നെ സഞ്ചരിക്കുന്നു. കൃഷ്ണപക്ഷാന്ത്യത്തിൽ സൂൎയ്യനും ചന്ദ്രനും അപക്രമമണ്ഡലത്തിൻെറ ഒരേ സ്ഥാനത്തുതന്നെ നില്ക്കുന്നു. സൂൎയ്യൻ അപക്രമമണ്ഡലത്തിലും ചന്ദ്രൻ അതിൻെറ തെക്കോ വടക്കോ മാറിയുമായിരിക്കാം. പിന്നീടു രണ്ടും സഞ്ചരിക്കുന്നുവെങ്കിലും, ചന്ദ്രൻ സൂൎയ്യനെക്കാൾ വേഗം സഞ്ചരിച്ച്, അകന്നകന്നു പോകുന്നു. പൌൎണ്ണമാസ്യന്ത്യത്തിൽ ചന്ദ്രൻ സൂൎയ്യനിൽനിന്നു 180° അകന്നിരിക്കും. പന്ത്രണ്ടീതെ ഭാഗം അകലുവാനുള്ള കാലത്തെ ഒരു **തിഥി**യെന്നു പറയുന്നു. അമാവാസ്യന്ത്യം മുതൽ പൌൎണ്ണമാസ്യന്ത്യംവരെ ഇങ്ങിനെ ശുക്ലപക്ഷപ്രതിപദാദി 15 തിഥികളാകുന്നു. പൌൎണ്ണമി കഴിഞ്ഞാലും ചന്ദ്രൻ കിഴക്കോട്ടകന്നകന്നു പോകുന്നു. മറുവശത്തു സൂൎയ്യന്നടുത്തും വരുന്നു. അതിനാൽ പൌൎണ്ണമാസ്യന്ത്യം മുതൽ അമാവാസ്യന്ത്യംവരെ കൃഷ്ണപക്ഷപ്രതിപദാദി 15 തിഥികളും ഉണ്ടാകുന്നു.

ചന്ദ്രൻ സഞ്ചരിക്കുന്ന മാൎഗ്ഗത്തെ സൂക്ഷിച്ചുനോക്കിയാൽ അതിൻെറ ഒരു പകുതി അപക്രമമണ്ഡലത്തിൻെറ തെക്കുഭാഗത്തും മററെ പകുതി വടക്കുഭാഗത്തും സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതായിക്കാണാം. ഈ മാൎഗ്ഗത്തിന്നു **വിക്ഷേപവൃത്ത**മെന്നു പേര്. ചന്ദ്രൻ വിക്ഷേപവൃത്തമാൎഗ്ഗമായി സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ അപക്രമമണ്ഡലത്തെ തെക്കുനിന്നു വടക്കോട്ടു കടക്കുന്ന സ്ഥാനത്തെ **രാഹു** (പൂൎവ്വപാതൻ-Ascending Node of the Moon) എന്നും, അവിടന്ന് 6 രാശിയുംകൂടി സഞ്ചരിച്ച് അപക്രമവൃത്തത്തെ വടക്കുനിന്നു തെക്കോട്ടു കടക്കുന്ന സ്ഥാനത്തെ കേതു

(അപരപാതൻ–Descending node) എന്നും പറയുന്നു. രാഹുവിൽനിന്നു ചന്ദ്രൻ സഞ്ചരിക്കുന്നതോടുകൂടി അപക്രമവൃത്തത്തിൽനിന്നു അകന്നകന്നു വരുന്നു. ഈ അകലത്തിന്നു വിക്ഷേപം (Latitude) എന്നു പേര്. രാഹുവിൽനിന്നു 3 രാശി സഞ്ചരിച്ചാൽ പരമവിക്ഷേപമായി. അതു 5°–8′ ആകുന്നു. അതു വിക്ഷേപാപക്രമവൃത്തങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ചരിവിന്നു തുല്യമായിരിക്കയും ചെയ്യും. പിന്നേയും ചന്ദ്രൻ സഞ്ചരിക്കുന്നതോടുകൂടി വിക്ഷേപം ചുരുങ്ങിവരുന്നു. ഇങ്ങിനെ കേതുവിൽ എത്തുമ്പോൾ വിക്ഷേപം ശൂന്യമായിത്തീരുകയും കേതുവിൽനിന്നു ചന്ദ്രൻ അകന്നു പോകുന്നതോടുകൂടി ദക്ഷിണവിക്ഷേപം വദ്ധിച്ചുവന്ന് പിന്നേയും ചുരുങ്ങി ചന്ദ്രൻ രാഹുവിൽ എത്തുന്നതോടുകൂടി വിക്ഷേപം ശൂന്യമായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു.

രാഹുകേതുക്കൾ അപക്രമവൃത്തത്തിൽ സ്ഥിരമായ സ്ഥാനങ്ങളല്ല. അവക്ക് കൊല്ലത്തിൽ സുമാറ് 19¼ ഭാഗം വിതം വിഗതിയുണ്ട്. രാഹുകേതുക്കൾക്ക് ഇപ്രകാരം സഞ്ചാരമുള്ളതിനാൽ ഭാരതീയജ്യോതിഷത്തിൽ അവയെ ഗ്രഹങ്ങളായിക്കരുതിവരുന്നു. അവയെ തമോഗ്രഹങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നു. വിക്ഷേപവൃത്തത്തിൽ ചന്ദ്രൻ ഏററവും മന്ദമായി സഞ്ചരിക്കുന്ന സ്ഥാനത്തെ ചന്ദ്രമന്ദോച്ചം എന്നും ചന്ദ്രതുംഗം എന്നും പറയുന്നു. ചന്ദ്രമന്ദോച്ചം വിക്ഷേപവൃത്തമാൎഗ്ഗമായി കൊല്ലത്തിൽ 40–41′ വീതം കിഴക്കോട്ടു സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഏതാണ്ട് 9 കൊല്ലംകൊണ്ടു വട്ടം തികക്കുകയും ചെയ്യും.

ചന്ദ്രന്നു നക്ഷത്രഗണങ്ങളിൽകൂടി സഞ്ചരിച്ച് വട്ടം തികക്കുവാൻ 27.32 ദിവസം വേണം. ഇതനുസരിച്ച് അപക്രമവൃത്തത്തെ 27 സമഭാഗമാക്കി കല്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ ഭാഗങ്ങൾക്ക് അശ്വതി, ഭരണി, മുതലായ പേരുകളും കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഈ ഭാഗങ്ങളിലും അവയുടെ തെക്കും വടക്കുമായിട്ടാണ് അശ്വതി മുതലായ 27 നക്ഷത്രഗണങ്ങൾ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത്. ച

ന്ദ്രൻ അപക്രമവൃത്തത്തിന്നടുത്തുകൂടി സഞ്ചരിച്ച് അശ്വതി ഭാഗം പൂർത്തിയാക്കുന്ന കാലത്തെ അശ്വതി നക്ഷത്രകാലം എന്നു പറയുന്നു. ഇങ്ങിനെ 27 നക്ഷത്രകാലങ്ങളേയും കണക്കാക്കി വരുന്നു. അപക്രമവൃത്തത്തിൻെറ അശ്വിന്യാദി ഭാഗങ്ങളിൽ സൂര്യൻ സഞ്ചരിക്കുന്ന കാലങ്ങളെയാണ് അശ്വിന്യാദി 27 ഞാററുവേലകൾ എന്നു പറയുന്നത്.

അമാവാസ്യന്ത്യത്തിൽ സൂര്യനും ചന്ദ്രനും കൂടി നില്ക്കുന്നേടത്തുനിന്നു ചന്ദ്രൻ സഞ്ചരിച്ച് 27.32 ദിവസത്തിൽ വട്ടം തികച്ച് പിന്നേയും അവിടെ എത്തുമ്പോഴേക്കു സൂര്യൻ അവിടെനിന്നു സുമാറ് 27 ഭാഗം സഞ്ചരിച്ചിട്ടുണ്ടായിരിക്കും. അതിനാൽ പിന്നേയും സൂര്യനൊരുമിച്ചെത്തുവാൻ രണ്ടിൽ ചില്വാനം ദിവസവുംകൂടി വേണം. അതിനാൽ സൂര്യനിൽനിന്നു വിട്ട് ചന്ദ്രനു പിന്നേയും സൂര്യനെ പ്രാപിക്കുവാൻ 29½ ദിവസത്തോളം വേണ്ടിവരുന്നു. ഈ കാലത്തെ ചാന്ദ്രമാസമെന്നു പറയുന്നുവെന്നു മുമ്പ് പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ട്. സൂര്യൻ മേഷാദി 12 രാശികളിൽക്കൂടിപ്പോകുന്ന കാലങ്ങളെ 12 സൌരമാസങ്ങളായും കരുതിവരുന്നു. ഈ 12 സൌരമാസങ്ങൾക്കിടയിൽ 12 ചാന്ദ്രമാസങ്ങളും കഴിഞ്ഞ് 11 ദിവസത്തോളം അധികമുണ്ടായിരിക്കും. അതിനാൽ ഏതാണ്ട് മുമ്മൂന്നു കൊല്ലം കൂടുമ്പോൾ ഒരു ചാന്ദ്രമാസം സൌരമാസങ്ങളെക്കാൾ അധികമായിവരുന്നു. ഇതിനെ അധിമാസമെന്നും പറയുന്നു.

മുമ്മൂന്നു കൊല്ലങ്ങൾക്കിടയിൽ 37 ചാന്ദ്രമാസങ്ങൾ വരുന്നവയിൽ ഏതാണ് അധിമാസമായിക്കരുതേണ്ടതെന്നുള്ളതിന്നു ചില വ്യവസ്ഥകൾ ഉണ്ട്. അതു അല്പം പറയാം. സൂര്യൻ ഒരു രാശിയിൽനിന്നു അടുത്ത രാശിയിലേക്കു കടക്കുന്നതിനെ രണ്ടാമത്തെ രാശിയിലേക്കുള്ള സംക്രമം എന്നു പറയുന്നു. 37 ചാന്ദ്രമാസങ്ങൾക്കിടയിൽ 36 സംക്രമങ്ങളുണ്ടാകുവാനേ വഴിയുള്ളൂ. അതിനാൽ ഒരു ചാന്ദ്രമാസം സംക്രമരഹിതമായിരിക്കും. ഈ മാസത്തെയത്രെ അധിമാസമായിക്കരുതുന്നത്.

ഇതു സാമാന്യനിയമം. അധിമാസത്തെ ഹിന്ദുക്കാറം ശുഭകർമ്മങ്ങറംക്ക പററിയതായിക്കരുതുന്നില്ല. ചാന്ദ്രമാസങ്ങളെ നാമകരണം ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. പൌണ്ണമിദിവസം ചന്ദ്രനെ ഏതു നക്ഷത്രത്തോടുകൂടി കാണുന്നുവോ ആ പൌണ്ണമി ഉറംക്കൊണ്ട ചാന്ദ്രമാസത്തിന്നു ആ നക്ഷത്രത്തിന്റെ പേർ പറയുന്നു. ചൈത്രാദിപേരുകറം ഇങ്ങിനെ വന്നതാകുന്നു. ചൈത്രമാസത്തിൽ പൌണ്ണമിദിവസം ചന്ദ്രൻ ചിത്രനക്ഷത്രത്തോടുകൂടിയിരിക്കും. മററു മാസങ്ങളിലെ പൌണ്ണമിയിന്നാറം വിശാഖം, തൃക്കേട്ട, പൂരാടം മുതലായ നക്ഷത്രങ്ങളോടുംകൂടിയിരിക്കും. ചൈത്രാദിമാസങ്ങറം സാമാന്യേന മേഷാദിസംക്രമങ്ങറം ഉറംക്കൊണ്ടവയുമായിരിക്കും. അധിമാസത്തെ സംവത്സരഗണനയിൽപ്പെടുത്തുകയില്ല. ബാക്കി ചൈത്രമാസംതൊട്ട 12 ചാന്ദ്രമാസങ്ങറം അടങ്ങിയ കാലത്തെ ഒരു ചാന്ദ്രവർഷമെന്നു പറയുന്നു. പുരാതനസമ്പ്രദായപ്രകാരം ദക്ഷിണ ഇന്ത്യയിൽ സൌരവർഷവും, സൌരമാസങ്ങളും, തിയതികളും ഉത്തര ഇന്ത്യയിൽ ചാന്ദ്രവർഷവും, ചാന്ദ്രമാസങ്ങളും, തിഥികളും ഉപയോഗിക്കുന്നു. അറബികളെ അനുകരിച്ച് ഇവിടത്തെ മുഹമ്മദീയർ അധിമാസത്തെ വിടാതെ 12 ചാന്ദ്രമാസങ്ങളടങ്ങിയ കാലത്തെ സംവത്സരമായിക്കരുതുന്നു. അതിനാൽ ബാക്കിയുള്ളവക്ക് 36 വയസ്സാവുന്ന കാലത്തിന്നിടയിൽ ചില മുഹമ്മദീയക്ക് 37 വയസ്സാവാറുണ്ട്. മീലാദിനബി (നബിദിനം) മുതലായ വിശേഷദിവസങ്ങറം നമ്മുടെ ഏതു മാസത്തിലും വന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതിന്നു കാരണം ഈ സംവത്സരഗണനാസമ്പ്രദായമാകുന്നു.

2. ഗ്രഹങ്ങളുടെ സഞ്ചാരം.

കുറെ കാലം കാണാതിരുന്ന ശുക്രനെ സാധാരണയായി ആദ്യമായിക്കാണുക സൂര്യാസ്തമനത്തിന്നുശേഷം പടിഞ്ഞാറാകുന്നു. ക്ഷിതിജത്തിൽനിന്നു അധികം ഉയരത്തായിരിക്കയില്ല. ദിവസങ്ങറം കഴിയുംതോറും അസ്തമനസമയത്തു ശുക്രന്റെ

ഉന്നതി വദ്ധിച്ചുവരുന്നു. അതോടകൂടി ഗ്രഹത്തിൻെറ ശോഭയും വദ്ധിച്ചുവരുന്നു. നിലാവില്ലാത്ത രാത്രികളിൽ വഴി കണ്ടു നടക്കുവാൻ ആ പ്രകാശം ധാരാളംമതി. ശുക്രപ്രകാശത്തിൽ നമ്മുടെ നിഴൽകൂടിക്കാണാം. സൂൎയ്യന്നുതന്നെ ക്രമഗതി 1 ഭാഗത്തോളമുണ്ടായിരിക്കെ സൂൎയ്യനിൽനിന്നു കിഴക്കോട്ടകന്നുപോകുന്ന ശുക്രന്നു ഈ കാലത്തു ക്രമഗതിയാണെന്നു തീച്ചതന്നെ. കുറെ കാലം കാണ്മവാൻ സാധിക്കാതിരുന്നതു സൂൎയ്യന്നു വളരെ അടുത്തായതുകൊണ്ടായിരുന്നു. ഇങ്ങിനെ സൂൎയ്യന്നടുത്തായി സൂൎയ്യപ്രകാശത്തിൽ ഗ്രഹത്തെ മങ്ങിക്കാണാതാകുന്നതിന്നു ഗ്രഹത്തിൻെറ മൌഢ്യം എന്നു പറയുന്നു. മൌഢ്യകാലത്തു ഗ്രഹത്തിന്നു ക്രമഗതികൂടി ഉണ്ടെങ്കിൽ ആ മൌഢ്യത്തിന്നു ക്രമമൌഢ്യമെന്നു പറയും. ക്രമമൌഢ്യം കഴിഞ്ഞ് പടിഞ്ഞാറു ഉദയംകൊണ്ട ശുക്രൻ സൂൎയ്യനിൽനിന്നു അകന്നകന്നു വരുന്നു. ഇങ്ങിനെ കുറെ കാലം അകന്നതിൻെറശേഷം സൂൎയ്യനോടു അടുത്തടുത്തു വരുന്നു. ശുക്രൻെറ അടുത്തുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളെ ദിവസേന നോക്കിയാൽ, ഇപ്പോഴും ശുക്രന്നു ക്രമഗതിയുള്ളതായിക്കാണാം. പക്ഷെ കുറെ ദിവസം കഴിയുമ്പോറം ശുക്രൻ സൂൎയ്യനോടടുക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഇടയിൽ സ്തംഭിച്ചു നിന്നപോലെ തോന്നും. സൂൎയ്യനോടടുക്കുന്നതു സൂൎയ്യൻ കിഴക്കോട്ടു സഞ്ചരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു മാത്രമാകുന്നു. ഈ സ്തംഭനത്തിന്നുശേഷം ശുക്രൻ ക്രമഗതി മാററി വക്രഗതിയെ സ്വീകരിക്കുന്നു. എന്നു വെച്ചാൽ ശുക്രൻ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഇടയിൽ കിഴക്കുനിന്നു പടിഞ്ഞാറോട്ടു സഞ്ചരിക്കുന്നു. സൂൎയ്യൻ കിഴക്കോട്ടും സഞ്ചരിക്കുകയാൽ രണ്ടും മുമ്പത്തെക്കാറം വേഗം അടുക്കുന്നു. മൂന്നാഴ്ച കഴിയുന്നതിന്നു മുമ്പ് ഗ്രഹത്തിന്നു മൌഢ്യം വരുന്നു. ഇതിന്നു വക്രമൌഢ്യം എന്നു പേര്. വക്രമൌഢ്യം ഏതാണ്ട് പത്തു ദിവസത്തോളമുണ്ടാകും. വക്രമൌഢ്യം കഴിഞ്ഞാൽ ശുക്രനെ പുലരുന്നതിന്നു മുമ്പ് കിഴക്കു കാണാം. ജ്യോതിഷഭാഷയിൽ ശുക്രൻ വക്രമൌഢ്യം കഴിഞ്ഞ് കിഴക്കു ഉദയംകൊ

ളുന്നു. വക്രഗതി കുറെ ദിവസംകൂടി ഉണ്ടായിരിക്കും. നക്ഷത്രങ്ങളിൽകൂടിയുള്ള സൂൎയ്യൻെറ ഗതി കിഴക്കോട്ടും ഗ്രഹത്തിൻെറ ഗതി പടിഞ്ഞാറോട്ടുമായിരിക്കയാൽ അവ വേഗം അകന്നകന്നു വരുന്നു. സൂൎയ്യോദയസമയത്തു ശുക്രൻെറ ഉന്നതി വൎദ്ധിച്ചുവരുന്നു. പിന്നെ പശ്ചിമോന്മുഖമായ ഗതി മന്ദമായിത്തീൎന്നു ക്രമേണ ഇല്ലാതെയായി ഗ്രഹം ക്രമഗതിയെ സ്വീകരിക്കുന്നു. ഈ കാലത്തും ഗ്രഹം സൂൎയ്യനിൽനിന്നകലുകയും സൂൎയ്യോദയസമയത്തു ഗ്രഹത്തിൻെറ ഉന്നതി വൎദ്ധിച്ചുവരികയും ചെയ്യും. ഉന്നതി പരമാവസ്ഥയെ പ്രാപിച്ചു പിന്നീടു കുറയുവാൻ തുടങ്ങുന്നു. ഗ്രഹത്തിൻെറ ക്രമഗതി അപ്പോൾ സൂൎയ്യൻെറ ഗതിയെക്കാൾ അധികമായിരിക്കും. കുറെ ദിവസം കഴിയുമ്പോൾ സൂൎയ്യൻെറ വളരെ അടുത്തെത്തുകയാൽ, ഗ്രഹത്തെ കാണുവാൻ സാധിക്കാതെ വരുന്നു. ഇതു ഗ്രഹത്തിൻെറ ക്രമമൌഢ്യമാകുന്നു. ജ്യോതിഷഭാഷയിൽ പറയുകയാണെങ്കിൽ വക്രഗതിയോടുകൂടി കിഴക്കുദയംകൊണ്ട ഗ്രഹം ക്രമഗതിയോടുകൂടി കിഴക്കുതന്നെ അസ്തമിക്കുന്നു. സുമാറ് രണ്ടു മാസവുംകൂടിക്കഴിഞ്ഞാൽ പിന്നേയും ഗ്രഹം മുമ്പത്തെപ്പോലെ ക്രമഗതിയോടുകൂടി പടിഞ്ഞാറു ഉദയംകൊള്ളുന്നു. ഈ മാററങ്ങൾക്കെല്ലാംകൂടി സുമാറ് 19½ മാസം വേണം. സൂൎയ്യൻേറയും ഗ്രഹത്തിൻേറയും ഗതികളിൽ വരുന്ന പല ഭേദങ്ങളെക്കൊണ്ടും ഈ കാലത്തിന്നു ചെറിയ ഏററക്കുറവുകൾ ഉണ്ടായിരിക്കും. കിഴക്കായാലും പടിഞ്ഞാറായാലും ശുക്രനെ സൂൎയ്യനിൽനിന്നു 47½ ഭാഗത്തെക്കാൾ അകന്നു കാണുവാൻ സാധിക്കുന്നതല്ല.

ശുക്രൻെറ പശ്ചിമോദയം, വക്രഗതിയോടുകൂടിയ പശ്ചിമാസ്തമനം, പിന്നീടു വക്രഗതിയോടെ പൂൎവ്വോദയം, ക്രമഗതിയോടുകൂടിയ പൂൎവ്വാസ്തമനം, തുടൎന്നു പശ്ചിമോദയം, സൂൎയ്യനെ 47½ ഭാഗത്തെക്കാൾ വിട്ടുമാറായ്ക, ഇവയെല്ലാംകൂടി ആലോചിക്കുമ്പോൾ ശുക്രൻ സൂൎയ്യൻെറ ചുററും പോയിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന

ഒരു ഗ്രഹമാണെന്നുതന്നെത്തോന്നും. ഇതിനെപ്പററി പിന്നീടു പറയാം.

ബുധനെ സാധാരണ കാണുവാൻ പ്രയാസമാണ്. അതു സൂൎയ്യനിൽനിന്നു 28 ഭാഗത്തെക്കാറം അധികം അകന്നുനില്ക്കാറില്ല. ശുക്രൻെറ ഗതിയിൽപ്പറഞ്ഞ സകല മാററങ്ങളും ബുധൻെറ ഗതിയിലും കാണും. ഒരാവൃത്തിക്ക് കഷ്ടി 4 മാസം മതി. ഇതിന്നിടയിൽ ഒരു മാസത്തോളം ക്രമമൌഢ്യവും അര മാസത്തോളം വക്രമൌഢ്യവുമുണ്ടായിരിക്കും. ബാക്കിയുള്ള 2½ മാസത്തിൽ പകുതി കാലം പടിഞ്ഞാറും പകുതി കാലം കിഴക്കുമായിട്ടാണ് കാണുക. ബുധൻ വളരെ വലിയതുമല്ല. ഇതും സൂൎയ്യൻെറ ചുററും പോകുന്ന ഒരു ഗ്രഹമായിത്തോന്നും.

ബുധശുക്രന്മാരുടെ സഞ്ചാരത്തിൽനിന്നു പല പ്രകാരത്തിലും വ്യത്യാസമുള്ളതാകുന്നു ചൊവ്വ (കുജൻ), വ്യാഴം, ശനി ഇവയുടെ സഞ്ചാരം. സൂൎയ്യനിൽനിന്ന് ഇത്ര അകലത്തേ ഇവയെക്കാണുകയുള്ളു എന്നില്ല. ക്രമമൌഢ്യമല്ലാതെ ഇവക്ക് വക്രമൌഢ്യമില്ല. എങ്കിലും ക്രമഗതിയും വക്രഗതിയും ഉണ്ട്. വക്രഗതികാലത്തു ഏററവും പ്രകാശമുള്ളവയായിരിക്കും. ഈ മൂന്നു ഗ്രഹങ്ങളിലുംവെച്ച് ജനങ്ങളെ ഏററവും അധികം ആകർഷിക്കുന്നതു വ്യാഴമാകുന്നു. ഏററവും ശോഭയുള്ളതും അതുതന്നെ. ചിലപ്പോറം ഏതാണ്ട് ശുക്രനോളം ശോഭയുണ്ടായിരിക്കും. ശോഭകൊണ്ടു ശുക്രനെ ഒരിക്കലും അതിശയിക്കുന്നില്ല. ശനി ഒരുവിധം മങ്ങിയതാകുന്നു. ചൊവ്വ ചുവന്നതാകുന്നു. രണ്ടും വ്യാഴത്തെക്കാറം ചെറിയവയായിട്ടാണ് കാണപ്പെടുക. ഇവിടെ വ്യാഴത്തിൻെറ ഗതി ഒന്നാമതായി വിവരിക്കാം.

പുലരുന്നതിന്നു മുമ്പ് ആകാശം നോക്കാത്തവൎക്ക് ഇതു ആദ്യം ദൃശ്യമാകുക സൂൎയ്യാസ്തമനത്തോടുകൂടി കിഴക്കുഭാഗത്താണ്. കുറെ ഉദിച്ചുപൊങ്ങിയതിൻെറശേഷം അടുത്തുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളെക്കൂടി രണ്ടുമൂന്നു ദിവസം നോക്കിയാൽ വ്യാഴത്തിന്നു അപ്പോറം വക്രഗതിയുള്ളതായിക്കാണാം. ദിവസങ്ങറം കഴി

യുംതോറും സൂൎയ്യാസ്തമനസമയത്തു കിഴക്കഭാഗത്തുള്ള ഉന്നതി വൎദ്ധിച്ചുകൊണ്ടുവരികയും വക്രഗതി വിട്ടു ക്രമഗതി പ്രാപിക്കയും ചെയ്യും. മൂന്നു മാസം കഴിയുമ്പോൾ സൂൎയ്യാസ്തമനസമയത്തു ഈ ഗ്രഹത്തെ ദക്ഷിണോത്തരവൃത്തത്തിന്നടുത്തുതന്നെ കാണാം. പിന്നേയും സൂൎയ്യനോടടുത്തു വരുന്നു. അതിനാൽ സൂൎയ്യാസ്തമനസമയത്തു പശ്ചിമകപാലത്തിൽ കാണാം. ഇങ്ങിനെ സൂൎയ്യനെ വളരെ സമീപിക്കുന്നതോടുകൂടി മൌഢ്യത്തെ പ്രാപിക്കുന്നു. ഇപ്രകാരം കാണാതാവുന്നതിനേയും ജ്യൌതിഷികൾ ഗ്രഹത്തിൻെറ അസ്തമനമെന്നു പറയുന്നു. മൌഢ്യകാലം ഏതാണ്ട് ഒരു മാസത്തോളമുണ്ടാകും. അതു കഴിഞ്ഞാൽ ഗ്രഹത്തെ പുലരുന്നതിന്നു അല്പം മുമ്പു കിഴക്കു കാണാം. മൌഢ്യം കഴിഞ്ഞ് ഗ്രഹം കിഴക്കു ഉദയംകൊള്ളുന്നു എന്നു പറയും. ദിവസങ്ങൾ കഴിയുംതോറും സൂൎയ്യോദയത്തിന്നു അധികമധികം മുമ്പായി ഗ്രഹം കിഴക്കുദിക്കുന്നു. ഇങ്ങിനെ ഇരിക്കെ നാലുമാസം കഴിയുന്നതോടുകൂടി ഗ്രഹം വക്രഗതിയെ പ്രാപിക്കുന്നു. രണ്ടു മാസവുംകൂടിക്കഴിയുമ്പോൾ സൂൎയ്യോദയത്തിന്നു ഗ്രഹം പടിഞ്ഞാറസ്തമിക്കുന്നു. സൂൎയ്യൻ അസ്തമിക്കുന്നതോടുകൂടി ഗ്രഹം ഉദിക്കയും ചെയ്യുന്നു. ഈ മാററങ്ങൾ ഒരിക്കൽ ആവൎത്തിക്കുവാൻ സുമാറ് 13$\frac{1}{4}$ മാസം വേണം. വക്രഗതി ഏതാണ്ട് 4 മാസകാലത്തോളമുണ്ടാകും. വക്രഗതികൊണ്ടു 10° ത്തോളം ഗ്രഹം പിന്നോട്ടു പോകയും ചെയ്യുന്നു. വക്രഗതിയുള്ള കാലത്തിൻെറ മദ്ധ്യത്തിൽ ഗ്രഹവും സൂൎയ്യനും തമ്മിൽ ആറു രാശി അകലമുണ്ടായിരിക്കും. അതിനാൽ സൂൎയ്യൻ അസ്തമിക്കുമ്പോൾ ഗ്രഹം ഉദിക്കുന്നു, സൂൎയ്യൻ ഉദിക്കുമ്പോൾ ഗ്രഹം അസ്തമിക്കുന്നു.

ശനിയുടേയും ചൊവ്വയുടേയും ഗതികളും ഇപ്രകാരംതന്നെ. എല്ലാ മാററങ്ങളും ഒരിക്കൽ ആവൎത്തിക്കുവാൻ ഇവക്ക് ക്രമേണ 12$\frac{1}{2}$ മാസവും, 26 മാസവും വേണം. ശനിയുടെ വക്രഗതി 4$\frac{1}{2}$ മാസങ്ങളോളവും ചൊവ്വയുടേതു 2$\frac{1}{2}$ മാസങ്ങളോളവും നില്ക്കും. വക്രഗതികൊണ്ടു ഇവ ക്രമേണ 7 ഭാഗങ്ങളോളവും

19 ഭാഗങ്ങളോളവും പിന്നോട്ടു നീങ്ങും. മൌഢ്യകാലം ഇവക്ക് ഏതാണ്ട് ഒരു മാസത്തോളവും മൂന്നര മാസത്തോളവുമാകുന്നു.

വ്യാഴം, ശനി, ചൊവ്വ ഇവയുടെ ഭഗോളസഞ്ചാരങ്ങളെപ്പററി ആലോചിക്കുമ്പോൾ, ഇവ സൂൎയ്യനും ഭൂമിയും ഉൾപ്പെട്ട പ്രദേശത്തിൻെറ ചുററും സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഗ്രഹങ്ങളായിത്തോന്നും. ഇവയും ബുധശുക്രന്മാരും കാണപ്പെടുന്ന സ്ഥാനങ്ങൾ എപ്പോഴും സൂൎയ്യസഞ്ചാരമാൎഗ്ഗമായ അപക്രമമണ്ഡലത്തിലോ അതിന്നടുത്തോ ആയിരിക്കും. ചിലപ്പോൾ അപക്രമവൃത്തത്തിൻെറ വടക്കും ചിലപ്പോൾ തെക്കും കാണാം. അതിനാൽ ഈ ഗ്രഹങ്ങളുടെ സഞ്ചാരം സൂൎയ്യസഞ്ചാരതലത്തിൻെറ ഒരു ഭാഗത്തു തെക്കോട്ടും മറുഭാഗത്തു വടക്കോട്ടും ചരിഞ്ഞുനില്ക്കുന്ന തലങ്ങളിലാവാൻ മതി. പൂൎവ്വന്മാർ ഈ തലങ്ങളിൽ കിടക്കുന്ന സമവൃത്തങ്ങളിലാണ് ഗ്രഹങ്ങളെല്ലാം സഞ്ചരിക്കുന്നതെന്നു തിൎച്ചയാക്കി. അപക്രമവൃത്തത്തിൽനിന്നു അതാതു സമയം കാണുന്ന ഗ്രഹങ്ങളുടെ ആകാശമാൎഗ്ഗമായ ദൂരത്തിന്നു ചന്ദ്രൻേറതിന്നെന്നപോലെ വിക്ഷേപം എന്നു പറയുന്നു.

ക്രമഗതിയിൽ സൂൎയ്യൻ ഒരുമിച്ച് ഗ്രഹം നില്ക്കുന്ന സമയത്തെ കണക്കാക്കി രണ്ടു അടുത്ത രവിഗ്രഹയുതികളുടെ അന്തരാളകാലത്തെ ആ ഗ്രഹത്തിൻെറ മണ്ഡലകാലം എന്നു പറയുന്നു. 5 ഗ്രഹങ്ങളുടേയും ശരാശരി മണ്ഡലകാലം ദിവസത്തിന്നു കൃത്യമായിപ്പറയുന്നു. ബുധന്നു 116 ദിവസം, ശുക്രന്നു 584 ദിവസം, ചൊവ്വക്കു 780 ദിവസം, വ്യാഴത്തിന്നു 399 ദിവസം, ശനിക്കു 378 ദിവസം. ചന്ദ്രൻെറ മണ്ഡലകാലമാകുന്നു ചാന്ദ്രമാസമെന്നതു്. ആദിത്യൻേറയും ഗ്രഹങ്ങളുടേയും ഗതിഭേദങ്ങളെക്കൊണ്ടു ഗ്രഹങ്ങളുടെ മണ്ഡലകാലം അല്പമല്പം മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കും. കുറെ അധികം കാലത്തെ ശരാശരികൾ കണ്ട് അവയെ പഠിച്ചുവെച്ചു ശരാശരികളിൽനിന്നു വരുന്ന ഭേദങ്ങൾക്ക്

കാരണങ്ങളെ അന്വേഷിക്കുന്നു. ഈവിധം ക്ലേശഭൂയിഷ്ഠമായ ഗവേഷണങ്ങളെക്കൊണ്ടാണ് പൂർവ്വന്മാർ ശാസ്ത്രത്തെ പോഷിപ്പിച്ചത്. ആ ക്ലേശങ്ങളുടെ പാടുകൾ ഇന്നും അവരുടെ ഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ കാണാം. നമുക്ക് ആ പാടുകളെ വന്ദിക്കുക.

7. പ്രാചീനസിദ്ധാന്തങ്ങൾ.

ചരിത്രാതീതകാലം മുതല്ക്കുതന്നെ ഭൂമി ഉരുണ്ടതാണെന്ന വിശ്വാസം പൊതുജനങ്ങൾക്കില്ലെങ്കിലും, വിദ്വാന്മാൎക്കുണ്ടായിരുന്നതായിത്തോന്നുന്നു. വളരെ പ്രാചീനകാലങ്ങളിൽത്തന്നെ ഭൂമിയുടെ വ്യാസം ഏതാണ്ട് കൃത്യമായി അളക്കുവാനും അവൎക്കു സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഭൂമി ദിവസത്തിൽ ഒരു വട്ടം വീതം ഭ്രമണം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്നുണ്ടോ എന്ന സംശയവും ചിന്തകന്മാൎക്കുണ്ടായിരുന്നു. എങ്കിലും അതു തീൎച്ചയാക്കുന്ന കാൎയ്യം അത്ര എളുപ്പമായിരുന്നില്ല. ആകാശഗോളത്തിന്നുണ്ടെന്നു തോന്നുന്ന നിത്യഭ്രമണത്തിൻെറ സ്വഭാവം നാം കണ്ടു. ആദിത്യചന്ദ്രന്മാരേയും ഗ്രഹങ്ങളേയും നക്ഷത്രങ്ങളേയും ആ ഗോളത്തിൽ അതാതു സ്ഥാനങ്ങളിൽ വെച്ച് ദക്ഷിണോത്തരധ്രുവങ്ങളിൽ കുററി തറച്ചവണ്ണം ഉറപ്പിച്ച് കിഴക്കുനിന്നു പടിഞ്ഞാറോട്ടു ആ ഗോളം എന്നും തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്നപോലെത്തോന്നുന്നു. മേരുബഡവാമുഖങ്ങളിൽനിന്നു നോക്കുമ്പോൾ ഉത്തരദക്ഷിണധ്രുവങ്ങൾ തലക്കുമീതെയായി കാണപ്പെടുന്നു. ആകാശം തിരിയാതെ ഉറച്ചുനിന്ന് ഭൂഗോളം മേരുബഡവാമുഖങ്ങളിൽക്കൂടി സങ്കല്പിക്കുന്ന ഒരു നക്ഷത്രത്തിന്നു ചുററും ദിവസത്തിൽ ഒരു വട്ടം വീതം തിരിഞ്ഞാലും ആകാശത്തിൻെറ ദൈനന്ദിനചലനം നമുക്ക് തോന്നാവുന്നതാണ്. ആൎയ്യഭടാചാൎയ്യൻ പറയുന്നു—

"അനുലോമഗതിൎന്നൗസ്ഥഃ പശ്യത്യചലം വിലോമഗം യദ്വൽ
അചലാനി ഭാനി തദ്വൽ സമപശ്ചിമഗാനി ലങ്കായാം."

ഗോളപാദം 9.

[തോണിയിൽ ഇരുന്നു ഒരു വഴിക്ക് പോകുന്ന ഒരുവൻ (പുഴയുടെ ഇരുകരയിലുമുള്ള) അചലങ്ങളായ വസ്തുക്കളെ എതിർവഴി

ക്കു പോകുന്നതായി എങ്ങിനെ കാണുന്നുവോ അങ്ങിനെ അചലങ്ങളായ നക്ഷത്രങ്ങരം (നിരക്ഷരേഖയിലുള്ള) ലങ്കയിൽ നേരെ പടിഞ്ഞാറോട്ടു സഞ്ചരിക്കുന്നതായി കാണപ്പെടുന്നു എന്നു സാരം] എന്ന്. ഇതുമാത്രം കേട്ടാൽ ആൎയ്യഭടൻ ഭൂഭ്രമണസിദ്ധാന്തത്തിൽ വിശ്വസിച്ചിരുന്നുവെന്നു തോന്നും. പക്ഷെ അടുത്ത ശ്ലോകത്തിൽതന്നെ അദ്ദേഹം മററൊരു വിധം പറയുന്നു.

"ഉദയാസ്തമയനിമിത്തം നിത്യം പ്രവഹേന വായുനാക്ഷിപ്തഃ
ലങ്കാസമപശ്ചിമഗോ ഭപഞ്ജരസ്സഗ്രഹോ ഭ്രമതി."

[ദിവസേന പ്രവഹവായുവിനാൽ ആക്ഷിപ്തമായിട്ട് (=അടിക്കപ്പെട്ട്) ഉദയാസ്തമയങ്ങരംക്ക് കാരണമായിക്കൊണ്ട് നക്ഷത്രപഞ്ജരം ഗ്രഹങ്ങളോട്ടുകൂടി ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നു] എന്ന്. ഭാരതീയരുടെ ഗ്രന്ഥരചനാരീതിയനുസരിച്ച് നോക്കുമ്പോരം ഭൂഭ്രമണപക്ഷം ആൎയ്യഭടൻ പൂൎവ്വപക്ഷമെന്ന നിലയിൽ തള്ളി സ്വപക്ഷം സകാരണം പ്രഖ്യാപിച്ചതായിത്തോന്നുന്നു. "പ്രാണേനൈതി കലാം ഭൂഃ"1[പ്രാണകാലത്തിൽ ഭൂമി ഒരു കലപോകുന്നു], "ചയഗിയിങ്ങുശുഌൃക്ലു*"[ഭൂമി ഒരു ചതുൎയ്യുഗത്തിൽ 57753336 വട്ടം തികക്കുന്നു] എന്ന ദശഗീതികാപ്രസ്താവനകരം രാശിച്ചക്രത്തെ അപേക്ഷിച്ച് ദക്ഷിണോത്തരത്തിൻെറ, അഥവാ ഖമദ്ധ്യത്തിൻെറ ചതുൎയ്യുഗഭ്രമണങ്ങളെപ്പറയുവാൻ ഉപയോഗിച്ചു എന്നേ സന്ദൎഭത്തിൽനിന്നു ഗ്രഹിക്കുവാൻ സാധിക്കയുള്ളു.

പ്രാമാണികന്മാരായ പ്രാചീനഭാരതീയപണ്ഡിതന്മാരാരും തന്നെ ഭൂഭ്രമണം സമ്മതിച്ചിട്ടില്ല. പ്രസിദ്ധനായ വരാഹമിഹിരൻ തുറന്നു പറയുന്നു.

"ഭ്രമതി ഭ്രമസ്ഥിതേവ ക്ഷിതിരിത്യപരേ വദന്തി നോഡുഗണഃ
യദ്യേവം ശ്യേനാദ്യാ ന ഖാത് പുനഃ സ്വനിലയമുപേയുഃ."

പഞ്ചസിദ്ധാന്തിക, അദ്ധ്യായം 13—7.

---

* ച=6, യ=30, ഗി=300, യി=3000, ങു=50,000; ശു=700,000, ഌൃ=70,00,000, ക്ലു=5,00,00,000.

1'പ്രാണേനൈതി കലാം ഭം' എന്നും പാഠമുണ്ട്.

[ഭ്രമണയന്ത്രത്തിൽ വെച്ചതുപോലെ ഭൂമി ഭ്രമിക്കുന്നു, അല്ലാതെ നക്ഷത്രഗണമല്ല ഭ്രമിക്കുന്നത്, എന്നു ചിലർ പറയുന്നു. അങ്ങിനെയാണെങ്കിൽ പ്രാപ്പിടിയൻ മുതലായ പക്ഷികൾ ആകാശത്തുനിന്നു എങ്ങിനെ പിന്നേയും അവയുടെ കൂട്ടകളിൽ അണയും?] എന്ന്. ആൎയ്യഭടൻേറയും വരാഹമിഹിരൻേറയും കാലത്തിന്നുശേഷം 600 കൊല്ലങ്ങൾ കഴിഞ്ഞ് ഭാസ്കരാചാൎയ്യർ ഇതേ അഭിപ്രായംതന്നെ പറയുന്നു. പരമേശ്വരാചാൎയ്യാദി കേരളീയജ്യൌതിഷികളും ഭൂഭ്രമണത്തിൽ വിശ്വസിച്ചിരുന്നില്ല.

യവനാചാൎയ്യന്മാരിൽ ചിലർ ഭൂഭ്രമണവാദികളായിരുന്നു. എന്നാൽ അവിടേയും മഹാന്മാരായ മററു പണ്ഡിതന്മാർ ഈ വാദം സ്വീകരിക്കാതെയിരുന്നു കോപ്പർനിക്കസ്സി (1473—1543)ൻെറ കാലംവരെ ലോകമാസകലമുള്ള ജ്യൌതിഷികൾ ഭൂമി ഉറച്ചുനിന്ന് അതിൻെറ ചുററും സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരും ഗ്രഹങ്ങളും നക്ഷത്രങ്ങളും സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു എന്ന വിശ്വാസത്തിന്മേൽ അവരവരുടെ ജ്യോതിഷസിദ്ധാന്തങ്ങൾ ഉറപ്പിച്ചു പോന്നു. ഭൂഭ്രമണവിശ്വാസമുണ്ടായിരുന്നവൎക്കുപോലും വരാഹമിഹിരൻെറ ചോദ്യത്തിന്നു ഉത്തരം പറവാൻ സാധിച്ചിരുന്നില്ല. ഭൂമി എങ്ങിനെയാണ് അന്തരീക്ഷത്തിൽ ഉറച്ചുനില്ക്കുന്നതു എന്ന പ്രശ്നം പലൎക്കും തോന്നിയിരുന്നു. തീയിന്നു ചൂട്, വെള്ളത്തിന്നു തണുപ്പ്, എന്നതുപോലെ ഇളകാതെ നില്ക്കുന്നതു ഭൂമിയുടെ ഗുണമാണെന്നും മററും അവർ സമാധാനം കണ്ടു. സൂൎയ്യസിദ്ധാന്തകൎത്താവു—

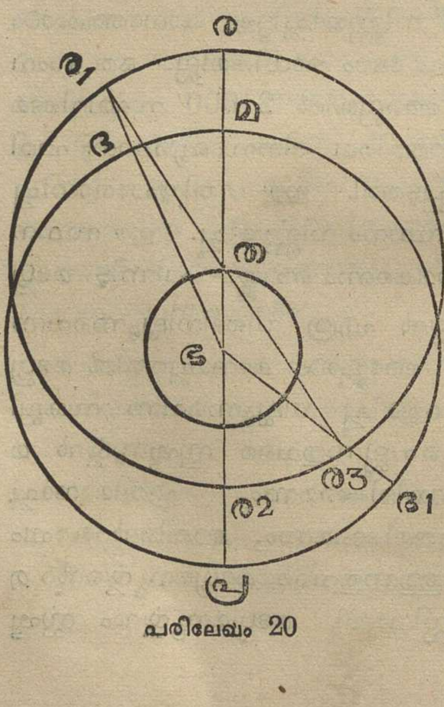
"മദ്ധ്യേ സമന്താദണ്ഡസ്യ ഭൂഗോളോ വ്യോമ്നി തിഷ്ഠതി
ബിഭ്രാണഃ പരമാം ശക്തിം ബ്രഹ്മണോ ധാരണാത്മികാം.
സൂ. സി. 12—32.

[ബ്രഹ്മാവിൻെറ ധാരണാത്മികയായ പരമശക്തിയെ ധരിച്ചുകൊണ്ടു ബ്രഹ്മാണ്ഡത്തിൻെറ ഏതു ഭാഗത്തുനിന്നും മദ്ധ്യത്തിലായി ഭൂഗോളം ആകാശത്തിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു] എന്നു മാത്രം പറഞ്ഞു.

ഭൂമി ഉറച്ചുനില്ക്കുന്നുവെന്നു വിശ്വസിച്ച പണ്ഡിതന്മാൎക്ക ചന്ദ്രനും സൂൎയ്യനും ഭൂമിക്ക് ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നു വിശ്വസിപ്പാൻ പ്രയാസമുണ്ടായില്ല. ഭാസ്കരൻ മുതലായവർ നക്ഷത്രങ്ങൾ ശീഘ്രതരമായി പടിഞ്ഞാറോട്ടു സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ സൂൎയ്യനും ചന്ദ്രനും മററു ഗ്രഹങ്ങളും അല്പം മന്ദമായി സഞ്ചരിക്കുന്നതിനാൽ, അവ നമുക്ക് ഭഗോളചാരികളായിത്തോന്നപ്പെടുന്നുവെന്നു സമൎത്ഥിച്ചു. എങ്കിലും ഗണിതപടുക്കളായിരുന്ന അവർ ദൈനികചലനത്തിൽനിന്നു സൂൎയ്യന്റെ വാൎഷികചലനത്തേയും ചന്ദ്രന്റെ മാസികചലനത്തേയും വേർപെടുത്തി ഭൂമിക്കു ചുററുമുള്ള വൃത്തങ്ങളിൽ അവ കിഴക്കു നോക്കി സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നു കല്പിച്ച് ഗണിതപദ്ധതികളെ രൂപവൽക്കരിച്ചു.

സൂൎയ്യന്റെ വാൎഷികചലനം പൂൎത്തിയാകുവാൻ വേണ്ട കാലം പൂൎവ്വന്മാർ ഏതാണ്ട് ശരിയായറിഞ്ഞു. ഭാരതത്തിലെ പൂൎവ്വാചാൎയ്യന്മാർ നിശ്ചയിച്ച കാലങ്ങളെല്ലാം അടുത്ത കാലത്തു സേർ സൈമൻ ന്യൂക്കോബ് നിൎണ്ണയിച്ചിട്ടുള്ള കാലത്തേക്കാൾ അധികമായിരുന്നു. എങ്കിലും ഭേദം അധികമില്ല. ഒരു സംവത്സരത്തിൽ സൂൎയ്യൻ 360° അല്ലെങ്കിൽ 21600′ സഞ്ചരിക്കുമല്ലോ. അതിനെ സംവത്സരത്തിലെ ദിനസംഖ്യകൊണ്ടു ഹരിച്ച് മദ്ധ്യമദിനഗതി തിട്ടപ്പെടുത്തി. ഈ ഗതിയുപയോഗിച്ചു ദിവസേനയുള്ള സൂൎയ്യന്റെ സ്ഥാനം നിൎണ്ണയിച്ചു. ഈ സ്ഥാനത്തെ മദ്ധ്യമസൂൎയ്യനെന്നു നാമകരണം ചെയ്തു. പിന്നീടു മദ്ധ്യമസൂൎയ്യനിൽനിന്നു സ്പഷ്ടസൂൎയ്യൻ എത്ര നീങ്ങിനില്ക്കുന്നുവെന്നു നിരീക്ഷണംകൊണ്ടറിഞ്ഞു. അപ്പോൾ മന്ദോച്ചത്തിൽ മദ്ധ്യമസൂൎയ്യനും സ്പഷ്ടസൂൎയ്യനും ഒരുമിച്ചു നില്ക്കുന്നുവെന്നു സങ്കല്പിച്ചാൽ, അവിടന്നു 6 രാശി ചെല്ലുന്നതുവരെ സ്പഷ്ടസൂൎയ്യൻ മദ്ധ്യമസൂൎയ്യന്റെ പിന്നിലായിരിക്കുമെന്നും, പ്രതിമന്ദോച്ചത്തിൽ രണ്ടും പിന്നേയും ഒരുമിക്കുമെന്നും, അതിന്റെശേഷം സ്പഷ്ടസൂൎയ്യൻ മന്ദോച്ചം എത്തുന്നതുവരെ മദ്ധ്യമസൂൎയ്യന്റെ മുമ്പിലായിരിക്കുമെന്നും മനസ്സിലാക്കി. മദ്ധ്യമസൂൎയ്യനും സ്പഷ്ട

സൂര്യനും തമ്മിലുള്ള അന്തരത്തെ മന്ദസംസ്കാരം എന്നു പറയുന്നു. ഇതിനെ സ്ഥൂലമായെങ്കിലും ഒരു ഗണിതനിയമത്തിൽ ഉൾപ്പെടുത്തുവാൻ പൂർവ്വന്മാർ സാധിച്ചു. സൂര്യൻ പോകുന്ന യഥാൎത്ഥമാൎഗ്ഗത്തെ അഥവാ സൂൎയ്യകക്ഷയെ അവർ ഒരു സമവൃത്തമെന്നുതന്നെ കരുതി. സകല ജീവജാലങ്ങൾക്കും ആധാരമായി പ്രത്യക്ഷദൈവമെന്ന നിലയിൽ വിചാരിച്ചുവന്ന സൂര്യൻ മറെറാരു മാൎഗ്ഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുമെന്നു കരുതുന്നതും പ്രയാസമായിരുന്നു. ഈ കക്ഷയിൽക്കൂടിയുള്ള ഗതിക്കു ഭേദം വന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നുവെന്നു വിശ്വസിക്കുന്നതു പ്രയാസമായിത്തോന്നിയിരിക്കണം. ആകാശത്തിൻെറ ഗോളാകൃതിയും, ദൈനികചലനഗതിയുടെ സ്ഥിരതയും പൂൎവ്വചിന്തകന്മാരെ ഈ വഴിക്കു നിയന്ത്രിച്ചിട്ടുണ്ടാവാം. ഇങ്ങിനെയാണെങ്കിൽ ആകാശത്തിൽക്കാണുന്ന കലാത്മകഗതി (Angular Velocity)ക്കു് ഭേദം വരുവാൻ കാരണമെന്തു്? ഇതിന്നു ക്ഷേത്രഗണിതപരമായ ഒരു സമാധാനം കണ്ടെത്തി. അതു സൂര്യൻ സഞ്ചരിക്കുന്നതു ഭൂഗോളമദ്ധ്യം കേന്ദ്രമായ കക്ഷാവൃത്തത്തിലല്ലെന്നും ഭൂഗോളമദ്ധ്യത്തിൽനിന്നു മന്ദോച്ചത്തിൻെറ നേൎക്കു കക്ഷാവ്യാസാൎദ്ധത്തിൻെറ ഒരു നിശ്ചിതാംശം നീങ്ങിയ സ്ഥാനം കേന്ദ്രമായി കക്ഷാവൃത്തതുല്യമായ മറെറാരു വൃത്തത്തിലാണെന്നുമായിരുന്നു. ഈ വൃത്തത്തിന്നു പ്രതിവൃത്തം അല്ലെങ്കിൽ പ്രതിമണ്ഡലം എന്നു പേരിട്ടു. പ്രതിവൃത്തത്തിൽ സൂര്യൻ നിയതഗതിയോടെ—അതു മദ്ധ്യമഗതി തന്നെ— സഞ്ചരിക്കുന്നതാ



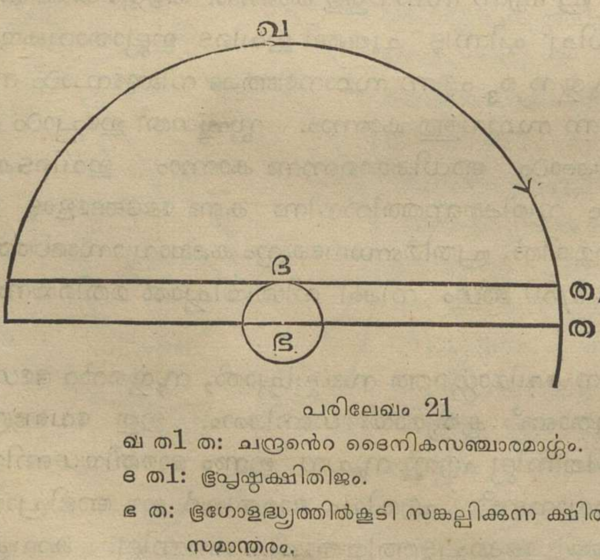
പരിലേഖം 20

യി സമാധാനിച്ചു. അപ്പോൾ ഭൂമിയിൽനിന്നു നോക്കുന്നവ ക്ക് സൂര്യന്റെ ഗതിയിൽ ഏററക്കുറവു കാണുന്നതാണ്. പ്ര തിമണ്ഡലകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു എപ്പോഴും സൂര്യന്നു ഒരേ ഗതി യുമായിരിക്കും. പരിലേഖത്തിൽ 'ഭ' ഭൂഗോളമദ്ധ്യമാകുന്നു. അതുതന്നെ കക്ഷ്യാകേന്ദ്രവും. മ, മന്ദോച്ചം; ത, പ്രതിമണ്ഡലകേ ന്ദ്രം. ര, $ര_1$, $ര_2$, $ര_3$ എന്നവ സൂര്യൻപ്രതിമണ്ഡലത്തിൽ സഞ്ച രിക്കുമ്പോൾ വരുന്ന 4 സ്ഥാനങ്ങളും മ, ദ, പ്ര, $ദ_1$ എന്നവ ക്ര മേണ ര, $ര_1$, $ര_2$, $ര_3$ ഈ സ്ഥാനങ്ങളിൽ സൂര്യൻ വരുമ്പോൾ കക്ഷ്യാവൃത്തത്തിൽ ഭൂഗോളമദ്ധ്യസ്ഥനായ ദ്രഷ്ടാവ് സൂര്യനെ ക്കാണുന്ന സ്ഥാനങ്ങളുമാകുന്നു. 'ര' എന്ന സ്ഥാനത്തു സൂര്യൻ നില്ക്കുമ്പോൾ നാം സൂര്യനെ 'മ' എന്ന മന്ദോച്ചത്തിൽക്കാണു ന്നു. അവിടന്നു $ര_1$ വരെ സൂര്യൻ നീങ്ങിയാൽ സൂര്യനെ ദ എ ന്ന സ്ഥാനത്തു കാണാം. സൂര്യൻ പ്രതിമണ്ഡലത്തിൽ നീങ്ങി യതിനെക്കാൾ കുറവായിട്ടാണ് കക്ഷ്യാമണ്ഡലത്തിൽ നീങ്ങിയ തായിട്ടു കാണുക. സൂര്യൻ ര എന്നവിടെനിന്ന് 6 രാശി സ ഞ്ചരിച്ച് $ര_2$ എന്ന സ്ഥാനത്തെത്തുമ്പോൾ സൂര്യനെ കക്ഷ്യാമ ണ്ഡലത്തിൽ പ്ര എന്ന സ്ഥാനത്തു കാണാം. ആദ്യം കണ്ട കുറ വ് കുറെ വദ്ധിച്ച് പിന്നീടു ചുരുങ്ങി ഇവിടെ ഇല്ലാതാവുകയും ചെയ്യുന്നു. സൂര്യൻ $ര_3$ എന്ന സ്ഥാനത്തേക്കു നീങ്ങുമ്പോൾ സൂ ര്യനെ ദ, എന്ന സ്ഥാനത്തു കാണാം. സ്പഷ്ടഗതി ഇപ്പോൾ മ ദ്ധ്യമഗതിയെക്കാൾ അധികമാണെന്നു കാണാം. ഇവിടെക്ക ണ്ട ഭേദങ്ങൾ നിരിക്ഷണത്തിൽനിന്നു കണ്ട ഭേദങ്ങളോടു ഒ ത്തിരിക്കണമെങ്കിൽ, പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രം കക്ഷ്യാവ്യാസാദ്ധത്തി ന്റെ സുമാറ് 3/80 ഭാഗം നീക്കി നിശ്ചയിച്ചാൽ മതിയെന്നും കണ്ടു.

ഇങ്ങിനെ രവിമാഗ്ഗത്തെ സങ്കല്പിച്ചാൽ, സൂര്യന്റെ ഭഗോ ളസ്ഥിതി ഏതാണ്ട് കൃത്യമായി ഗണിക്കാം. ഇതു വേണ്ടത്ര തൃപ്തികരമായിരുന്നില്ല എന്ന സൂചന ഇന്നും ഭാരതീയഗണിത ത്തിൽ കാണുവാനുണ്ട്. എങ്കിലും ഭാരതീയർ ഈ അഭിപ്രായ ത്തെ കാര്യമായി ഭേദപ്പെടുത്തിയതായിക്കാണുന്നില്ല. കാലക്ര

മത്തിൽ മന്ദോച്ചപ്രതിമന്ദോച്ചരേഖക്കും മന്ദമായ ചലനമുണ്ടെന്നു വിചാരിക്കേണ്ടിവരുന്നു. എന്നുവെച്ചാൽ പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രംതന്നെ ഭൂഗോളമദ്ധ്യത്തിൻെറ ചുററും ഒരു ചെറിയ വൃത്തത്തിൽ അതിമന്ദമായി സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നു സങ്കല്പിച്ചു. ഈ വൃത്തത്തെ മന്ദവൃത്തമെന്നു പറയുന്നു. ഇങ്ങിനെ മന്ദവൃത്തപരിധിമേൽ കേന്ദ്രമായ പ്രതിമണ്ഡലത്തിൻെറ പരിധിയിൽ സൂൎയ്യനെ സഞ്ചരിപ്പിച്ച് ഭാരതീയർ സൂൎയ്യൻെറ ഭഗോളസ്ഥാനത്തെ (സ്ഫുടസൂൎയ്യനെ) ഗണിച്ചുപോന്നു. ഹിപ്പാക്സ്സ്, ടോളമി മുതലായ യവനപണ്ഡിതന്മാർ രണ്ടിലധികം വൃത്തങ്ങളെ ഉപയോഗിച്ചു സൂൎയ്യനെ കുറെക്കൂടി സൂക്ഷ്മമായി ഗണിപ്പാൻ പരിശ്രമിച്ചതായിപ്പറഞ്ഞുകാണുന്നു.

ചന്ദ്രനെ സംബന്ധിച്ചും ഇപ്രകാരം പ്രതിമണ്ഡലത്തേയും, അതിൻെറ കേന്ദ്രം സഞ്ചരിക്കുന്ന മന്ദോച്ചവൃത്തത്തേയും സങ്കല്പിച്ചു. ചന്ദ്രൻെറ മന്ദോച്ചവൃത്തവ്യാസാദ്ധം കക്ഷാവ്യാസാദ്ധത്തിൻെറ സുമാറു 7/80 ഭാഗമായിട്ടാണ് പലരും സ്വീകരിച്ചത്.



സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരുടേയും ഗ്രഹങ്ങളുടേയും ഭൂമിയിൽനിന്നുള്ള അകലം നിൎണ്ണയിക്കുവാനും പൂൎവ്വന്മാർ പരിശ്രമിച്ചു.

പരിലേഖം 21

ഖ ത1 ത: ചന്ദ്രൻെറ ദൈനികസഞ്ചാരമാൎഗ്ഗം.

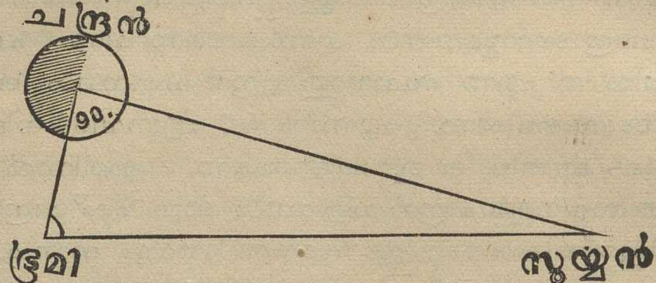
ദ ത1: ഭൂപൃഷ്ഠക്ഷിതിജം.

ഭ ത: ഭൂഗോളമദ്ധ്യത്തിൽക്കൂടി സങ്കല്പിക്കുന്ന ക്ഷിതിജസമാന്തരം.

ചന്ദ്രന്റെ അകലം നിർണ്ണയിക്കുവാൻ അവൎക്ക് ഏതാണ്ട് സാധിച്ചു. ചന്ദ്രസഞ്ചാരം കൃത്യമായി ഗണിക്കുവാൻ സാധിച്ചതോടുകൂടി ഭൂപൃഷ്ഠത്തിന്റെ ഒരു പ്രദേശത്തുള്ള ക്ഷിതിജതലത്തിന്നു സമാന്തരമായി ഭൂഗോളകേന്ദ്രത്തിൽക്കൂടി സങ്കല്പിക്കുന്ന ഒരു തലത്തിലെ ചന്ദ്രോദയാസ്തമനങ്ങൾ ഗണിക്കാമെന്നു വന്നു. പരിലേഖത്തിൽ 'ത' എന്ന സ്ഥാനത്തു ചന്ദ്രൻ വരുമ്പോൾ ആ അസ്തമനം സംഭവിക്കുന്നു. എന്നാൽ 'ദ' എന്നവിടെ നില്ക്കുന്ന ഒരാളുടെ ക്ഷിതിജം ദ $ത_1$ എന്നതാകുന്നു. അതിനാൽ '$ത_1$' എന്ന സ്ഥാനത്തു ചന്ദ്രൻ വരുമ്പോൾ അയാൾക്ക് ചന്ദ്രൻ അസ്തമിച്ചതായിക്കാണും. ഈ സമയത്തിന്റേയും ഗണിച്ച സമയത്തിന്റേയും അന്തരം ചന്ദ്രന്നു 'ത $ത_1$' എന്ന സ്വകക്ഷാഭാഗം സഞ്ചരിക്കുവാനുള്ള സമയമാകുന്നു. '$ത_1$ ത' എന്നതു ഭൂവ്യാസാൎദ്ധത്തിന്നു തുല്യം. അതിനാൽ ഭൂവ്യാസാൎദ്ധത്തോളം ചന്ദ്രന്നു സഞ്ചരിക്കുവാനുള്ള സമയമാണ് കിട്ടിയ അന്തരം എന്നു വരുന്നു. ദൈനികസഞ്ചാരമാൎഗ്ഗം സഞ്ചരിച്ചു തീൎപ്പാൻ ഇത്ര സമയം വേണമെന്നു അറിയുകയും ചെയ്യാം. ഈ സമയം കൊണ്ടു ഭൂവ്യാസാൎദ്ധത്തെ ഗുണിച്ചു നേരത്തെ കിട്ടിയ അന്തരം കൊണ്ടു ഹരിച്ചാൽ ചന്ദ്രകക്ഷാപരിധിയായി. ആൎയ്യഭടീയപ്രകാരം ഇപ്രകാരം കിട്ടിയ ചന്ദ്രകക്ഷാപരിധി 2,16,000 യോജനയാകുന്നു. ഇതിൽനിന്നു കിട്ടുന്ന ചന്ദ്രകക്ഷാവ്യാസം 68758 യോജന. $(=2,16,000 \div 3.1416)$. ഇതിന്റെ പകുതി ഭൂമിയിൽനിന്നു ചന്ദ്രനിലേക്കുള്ള ദൂരവുമാകുന്നു. ഇതു ആൎയ്യഭടീയ ഭൂവ്യാസാൎദ്ധമായ 525 യോജനയുടെ $65\frac{1}{2}$ മടങ്ങാണെന്നു കാണാം. ആധുനികപക്ഷപ്രകാരം ചന്ദ്രനിലേക്കുള്ള ശരാശരി ദൂരം ഭൂവ്യാസാൎദ്ധത്തിന്റെ 60.27 മടങ്ങാകുന്നു.

ഈ വിധത്തിൽ സൂൎയ്യന്റെ അകലം നിശ്ചയിക്കുക അത്ര എളുപ്പമല്ല. അസാദ്ധ്യമെന്നുതന്നെ പറയാം. ക്ഷിതിജത്തിലും അതിന്നു സമാന്തരമായ തലത്തിലും അസ്തമിക്കുന്ന സമയങ്ങളുടെ അന്തരം കൃത്യമായിക്കാണുവാൻ സാദ്ധ്യമല്ല. യവനന്മാ

രിൽ ചിലർ കൃത്യമായ അദ്ധചന്ദ്രനെ കാണുന്ന നേരത്തു സൂൎയ്യ ചന്ദ്രന്മാർ തമ്മിലുള്ള ദിഗന്തരം (പരിലേഖത്തിൽ ഭൂമിയിലഗ്ര മായ കോണ്) കണ്ട് അതിൽനിന്നു സൂൎയ്യന്റെ അകലം നിശ്ച



പരിലേഖം 22

യിക്കുവാൻ നോക്കിയതും ഫലപ്രദമായില്ല. അതിനാൽ പുരാതനഭാരതീയർ ചില സങ്കല്പങ്ങളെ അടിസ്ഥാനമാക്കി സൂൎയ്യന്റേയും ഗ്രഹങ്ങളുടേയും കക്ഷാപരിധികൾ കണക്കാക്കി. സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരടക്കം എല്ലാ ഗ്രഹങ്ങൾക്കും അവരവരുടെ പ്രതിമണ്ഡലങ്ങളിൽ ഒരേ യോജനാത്മകഗതിയാണെന്നായിരുന്നു ആ സങ്കല്പം. ആൎയ്യഭടൻ പറയുന്നതു നോക്കുക.

"ശശിരാശയഷ്ഠചക്രം
തേംശകലായോജനാനി യവഞഗുണാഃ
പ്രാണേനൈതി കലാം ഭൂഃ
ഖയുഗാംശോ ഗ്രഹജവോ ഭവാംശേൎക്കഃ.

ദശഗീതികാ—4

ചതുൎയ്യുഗത്തിലുള്ള ചന്ദ്രപൎയ്യയങ്ങളെ 12(·0)കൊണ്ടു പെരുക്കിയതു ചന്ദ്രൻ സഞ്ചരിക്കുന്ന രാശികൾ, അവയെ 30(യ), 60(വ), 10(ഞ) ഇവകൊണ്ടു തുടരെപ്പെരുക്കിയാൽ ചന്ദ്രൻ സഞ്ചരിക്കുന്ന അംശങ്ങളും, കലകളും, യോജനകളും ആയിത്തീരും. പ്രാണകാലംകൊണ്ടു ഭൂമി ഒരു കല പോകുന്നു. ആകാശപരിധിയോജനകളെ അവരവരുടെ യുഗപൎയ്യയങ്ങൾകൊണ്ടു ഹരിച്ചാൽ ഗ്രഹങ്ങളുടെ (ചന്ദ്രന്റേതടക്കം) കക്ഷാപരിധികൾ

കിട്ടും. സൂൎയ്യകക്ഷ നക്ഷത്രകക്ഷയുടെ 60(വ)ൽ ഒരംശമാകുന്നു. ഇതാണ് ഗീതികയുടെ സാരം. ചതുൎയ്യുഗത്തിൽ ഗ്രഹങ്ങൾ എത്ര വട്ടം (=പൎയ്യയം) പൂൎത്തിയാകുമെന്നു പൂൎവ്വഗീതികകളിൽ പറഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. ഗീതികയുടെ പൂൎവ്വാൎദ്ധംകൊണ്ടു ചന്ദ്രൻ ചതുൎയ്യുഗത്തിൽ എത്ര യോജന സഞ്ചരിക്കുമെന്നു വരുന്നു. ആകാശപരിധിയെ ഗ്രഹങ്ങളുടെ യുഗപൎയ്യയസംഖ്യകൊണ്ടു ഹരിച്ചാൽ അതാതു ഗ്രഹങ്ങളുടെ കക്ഷാപരിധികൾ കിട്ടുമെന്നു പറഞ്ഞതു ചന്ദ്രനും ബാധകമാകയാൽ, ചന്ദ്രനും മററെല്ലാ ഗ്രഹങ്ങളും ചതുൎയ്യുഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന യോജനകൾ ഒന്നുതന്നെയാണെന്നും അതുതന്നെയാണ് ആകാശപരിധിയെന്നും വരുന്നു. 'ഭവാംശേക്കഃ' എന്നതുകൊണ്ടു നക്ഷത്രകക്ഷയുടെ പരിധി സൂൎയ്യകക്ഷയുടെ 60 മടങ്ങാണെന്നു വരുന്നു.

ചതുൎയ്യുഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന യോജനകൾ എല്ലാ ഗ്രഹങ്ങൾക്കും ഒന്നായതുകൊണ്ടു ദിവസേന സഞ്ചരിക്കുന്ന യോജനകളും എല്ലാററിനും ഒന്നായിരിക്കണം. ഇതു 7906 യോജനയെന്നു ചന്ദ്രന്റേയോ മററു ഏതെങ്കിലും ഗ്രഹത്തിന്റേയോ പൎയ്യയസംഖ്യയിൽനിന്നും പൎയ്യയദിനത്തിൽനിന്നും കിട്ടുന്നു. ഈ യോജനകളെ പൎയ്യയദിനങ്ങളെക്കൊണ്ടു ഗുണിച്ചാൽ ഓരോ ഗ്രഹത്തിന്റേയും കക്ഷാപരിധി വരും. കക്ഷാപരിധികളും, കക്ഷാവ്യാസങ്ങളും, വ്യാസാൎദ്ധങ്ങളും, പൎയ്യയകാലങ്ങൾക്കു അനുപാതകമാണെന്നാണ് സങ്കല്പം. അതിനാൽ പൎയ്യയകാലങ്ങൾ അറിഞ്ഞാൽ ചന്ദ്രന്റെ അകലത്തിൽനിന്നു മററെല്ലാ ഗ്രഹങ്ങളുടേയും അകലങ്ങൾ കണക്കാക്കാം. സൂൎയ്യന്റെ പൎയ്യയകാലം 365·25 ദിവസങ്ങളും ചന്ദ്രന്റേതു 27·32 ദിവസങ്ങളുമാകുന്നു. 365·25 ÷ 27·32 = 13·36. സൂൎയ്യകക്ഷാവ്യാസാൎദ്ധം ചന്ദ്രകക്ഷാവ്യാസാൎദ്ധത്തിന്റെ 13·36 മടങ്ങാണെന്നു തീരുമാനിച്ചു. ഇതു ആധുനികഫലത്തിന്റെ 29ൽ ഒരംശം മാത്രമാകുന്നു. ഭൂചന്ദ്രന്മാരുടെ ഛായകൾ (Shadows) മിക്കവാറും സൂൎയ്യന്റെ ദൃഗ്വ്യാസ(കലാത്മകവ്യാസം)ത്തെ അപേക്ഷിച്ചിരിക്കയാൽ, ഇതുകൊണ്ടു സൂൎയ്യചന്ദ്രഗ്രഹണഗണിതങ്ങളിൽ പിഴവു പററുകയില്ല.

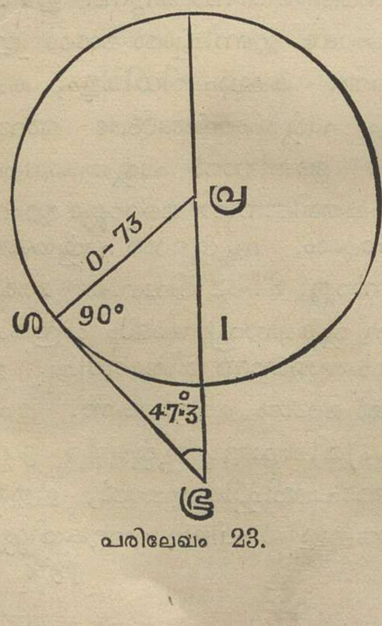
ഗ്രഹങ്ങളിൽ ബുധശുക്രന്മാരുടെ കക്ഷാവ്യാസങ്ങളെ ആദ്യമായി ആലോചിക്കാം. സൂര്യന്റെ പര്യയകാലം 365 ദിവസമെന്നും ശുക്രന്റെ മണ്ഡലകാലം 584 ദിവസമെന്നും മാത്രമേ ഇവിടെ കരുതുന്നുള്ളൂ. അത്രക്ക് കൃത്യമേ ഉദ്ദേശിക്കുന്നുള്ളൂ എന്നു സാരം. ശുക്രപര്യയകാലത്തിൽനിന്നുണ്ടാകുന്ന ഗതിയിൽനിന്നു സൂര്യപര്യയകാലംകൊണ്ടു കാണുന്ന ഗതി കളഞ്ഞാൽ രണ്ടും തമ്മിൽ അടുത്തു വരുന്ന ഗതി കിട്ടും. അതിനാൽ ഗ്രഹത്തിന്റെ പര്യയകാലം 'യ' ദിവസമെന്നുവെച്ചാൽ,

$$\frac{21600}{\text{യ}} - \frac{21600}{365} = \frac{21600}{584}$$

$$\text{അതിനാൽ } \frac{1}{\text{യ}} = \frac{1}{365} + \frac{1}{584} = \frac{584+365}{365\times584}$$

$$\therefore \quad \text{യ} = \frac{365\times584}{584+365} = 225.$$

ഇതു സ്ഥൂലമാകുന്നു. എങ്കിലും ഫലം ദിവസത്തിന്നു കൃത്യമായി വന്നിരിക്കുന്നു. ഇപ്രകാരം ബുധന്റെ മണ്ഡലകാലത്തിൽനിന്നു പര്യയകാലം 88 ദിവസമെന്നു കിട്ടും.



പരിലേഖം 23.

ശുക്രൻ സൂര്യനിൽനിന്നു കവിഞ്ഞകലുന്നതു $47\frac{1}{4}$ ഭാഗമാണെന്നു നിരീക്ഷണംകൊണ്ടു കണ്ടിട്ടുണ്ട്. ഇങ്ങിനെ വരണമെങ്കിൽ ശുക്രൻ സഞ്ചരിക്കുന്ന വൃത്തത്തിന്റെ വ്യാസാർദ്ധം(പ്രതിമണ്ഡലവ്യാസാർദ്ധം), അതിന്റെ കേന്ദ്രവും ഭൂമിയുമായുള്ള അകല (ശീഘ്രവൃത്തവ്യാസാർദ്ധം)ത്തിന്റെ 0.73 ഭാഗമാക

ണം. ഇതിൽ കുറഞ്ഞാൽ ശുക്രൻ പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രത്തിലോ അതിന്നു നേക്കോ നില്ക്കുന്ന സൂൎയ്യനിൽനിന്നു കവിഞ്ഞകലുന്നതു കുറയും, അധികമായാൽ കവിഞ്ഞകലുന്നതു അധകമാകും. പരിലേഖത്തിൽ ഭൂ ഭൂമിയും, ശ ശുക്രനും, പ്ര പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രവുമാകുന്നു. വൃത്തം ശുക്രന്റെ പ്രതിമണ്ഡലംതന്നെ. പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രം സൂൎയ്യനായാലും, സൂൎയ്യനിൽനിന്നു ഇപ്പുറത്തായാലും അപ്പുറത്തായാലും ശുക്രന്റെ യോജനാത്മകഗതിക്ക് ഭേദം വരികയല്ലാതെ, കാഴ്ചക്കു ഒരു ഭേദവും വരികയില്ല. പ്രശ÷ഭൂപ്ര എന്നതു ·73ന്ന് തുല്യമായിരിക്കണം. ഇപ്പോൾ ഭൂമിയിൽനിന്നു സൂൎയ്യനിലേക്കുള്ള ദൂരം 100 എന്നു വെക്കുക. പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം 100ക എന്നും വെക്കുക. എന്നാൽ പ്രതിമണ്ഡലവ്യാസാൎദ്ധം 73ക എന്നും, പരിധി 2×73ക×3·1416 എന്നും വരും. രവികക്ഷയുടെ പരിധി 2×100×3·1416. ഈ രണ്ടു പരിധികളേയും ശുക്രസൂൎയ്യന്മാരുടെ പൎയ്യയകാലങ്ങളെക്കൊണ്ടുഹരിച്ചാൽ കിട്ടുന്ന യോജനാത്മകഗതി തുല്യമായിരിക്കണമെന്നാണല്ലോ സങ്കല്പം. അതിനാൽ,

$$\frac{2\times 73\text{ക}\times 3{\cdot}1416}{225}=\frac{2\times 100\times 3{\cdot}1416}{365},\therefore\frac{73\text{ക}}{225}=\frac{100}{365}$$

$$\text{ക}=\frac{100\times 225}{73\times 365}={\cdot}84.$$

അതിനാൽ പൂൎവ്വന്മാരുടെ തുല്യയോജനഗതിസിദ്ധാന്തം സ്വീകരിക്കുന്നപക്ഷം ശുക്രസഞ്ചാരമാൎഗ്ഗത്തിന്റെ കേന്ദ്രം സൂൎയ്യനല്ല. സൂൎയ്യനിൽനിന്നു അതിന്റെ ദൂരത്തിന്റെ 16 ശതമാനം ഭൂമിയുടെ നേക്കു നീങ്ങിയ സ്ഥാനത്താണെന്നു വരുന്നു. പ്രതിമണ്ഡലവ്യാസാൎദ്ധം=73ക=61.

ബുധൻ കവിഞ്ഞതു സൂൎയ്യനിൽനിന്നു 28 ഭാഗംമാത്രം അകന്നു നില്ക്കുന്നു അതിനാൽ പ്രതിമണ്ഡലവ്യാസാൎദ്ധം ശീഘ്രവൃത്തവ്യാസാൎദ്ധത്തിന്റെ 0.47 ഭാഗമാകണം. അതിനാൽ

ബുധന്നു സമീകാരം $\frac{47ക}{88}=\frac{100}{365}$ എന്നു വരും. ഇതിൽനിന്നു

ക=·51. സൂൎയ്യന്റെ ഭൂമിയിൽനിന്നുള്ള അകലം 100 എന്നു വെച്ചാൽ, ബുധമാൎഗ്ഗത്തിന്റെ കേന്ദ്രം ഭൂമിയിൽനിന്നു 51ഉം, അതിന്റെ വ്യാസാൎദ്ധം $51\times0.47=24$ഉം. എന്നു വരുന്നു. അതിനാൽ ബുധൻ തന്റെ സഞ്ചാരത്തിൽ എപ്പോഴും ഭൂമിക്കും സൂൎയ്യന്നും ഇടയിലായിരിക്കും. ഒരിക്കലും സൂൎയ്യന്നപ്പുറത്ത് പോകാറില്ലെന്നു വരുന്നു.

ഇനി ചൊവ്വ, വ്യാഴം, ശനി ഇവയെപ്പററി ആലോചിക്കാം. ഇവിടെ സൂൎയ്യന്റെ ദിനഗതിയിൽനിന്നു ഇവയുടെ ദിനഗതി കളഞ്ഞാൽ, മണ്ഡലകാലഗതി കിട്ടും. ചൊവ്വയുടെ പൎയ്യയകാലം യ ദിനമെന്നുവെച്ചാൽ $\frac{1}{365}-\frac{1}{യ}=\frac{1}{780}$. അതിനാൽ $യ=\frac{780\times365}{780-365}=686$. ചൊവ്വയുടെ പൎയ്യയം പൎയ്യയകാലം 686 ദിവസമെന്നു വരുന്നു. ചൊവ്വക്കു ഏററവും വലിയ ക്രമഗതി സൂൎയ്യന്നു നേക്കു വരുമ്പോഴും, ഏററവും വലിയ വക്രഗതി സൂൎയ്യനിൽനിന്നു 6 രാശി നീങ്ങി നേരെ എതിരായി വരുമ്പോഴും കാണുന്നതിനാൽ ചൊവ്വയുടെ പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രവും സൂൎയ്യന്നു നേക്കായിരിക്കണം. പൎയ്യയകാലത്തിൽനിന്നു കണക്കാക്കി കിട്ടുന്ന മദ്ധ്യമചൊവ്വയിൽനിന്നു സ്പഷ്ടചൊവ്വ കവിഞ്ഞതു 46°–53′ നീങ്ങിക്കാണുന്നതിനാൽ ചൊവ്വയുടെ പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രത്തിന്റെ ഭൂമിയിൽനിന്നുള്ള അകലം കക്ഷാവ്യാസാൎദ്ധത്തിന്റെ ·73 ഭാഗമായിരിക്കണമെന്നു ക്ഷേത്രഗണിതംകൊണ്ടു കാണാം. ഭൂമിയിൽനിന്നു സൂൎയ്യന്റെ അകലം 100 എന്നും, പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രത്തിന്റെ അകലം 100 ക എന്നും വെച്ചാൽ കക്ഷാവ്യാസാൎദ്ധം $\frac{100ക}{0.73}$ ആ

യിരിക്കണം. പരിധി $\frac{200\text{ക} \times 3.1416}{0.73}$ എന്നു വരുന്നു. ചൊവ്വക്കും സൂൎയ്യനും ഒരേ യോജനാത്മകഗതിയെന്നു സങ്കല്പിക്കയാൽ,

$$\frac{200\text{ക} \times 3.1416}{0.73 \times 686} = \frac{200 \times 3.1416}{365}$$

$$\frac{\text{ക}}{0{\cdot}73 \times 686} = \frac{1}{365}$$

$$\text{ക} = \frac{0.73 \times 686}{365} = 1.37.$$

അതിനാൽ പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രം സൂൎയ്യനിൽനിന്നു അപ്പുറത്തെന്നു വരുന്നു. അപ്പോൾ പ്രതിമണ്ഡലവ്യാസാൎദ്ധം $= \frac{137}{.73} = 188.$

ആകയാൽ ചൊവ്വ തന്റെ സഞ്ചാരത്തിൽ സൂൎയ്യനേയും ഭൂമിയേയും ഒരുമിച്ചു ചുററുന്നു. സഞ്ചരിക്കുന്ന വൃത്തത്തിന്റെ കേന്ദ്രം സൂൎയ്യനിലുമല്ല, ഭൂമിയിലുമല്ല. അതു സൂൎയ്യന്റേയും അപ്പുറത്തു കിടക്കുന്നു. ഭൂമിയിൽനിന്നു നോക്കുന്നവൎക്കു ചൊവ്വ സൂൎയ്യനിൽനിന്നു എതിരായി വരുമ്പോൾ (എന്നുവെച്ചാൽ രണ്ടും തമ്മിൽ 6 രാശിഭേദമുണ്ടായിരിക്കുമ്പോൾ) ഏററവും അടുത്തിരിക്കയും, ഏററവും പ്രകാശമുള്ളതായിരിക്കയും ചെയ്യും. ചൊവ്വക്കു അപ്പോൾ വക്രഗതിയുമായിരിക്കും.

വ്യാഴത്തിന്റേയും ശനിയുടേയും മണ്ഡലകാലങ്ങൾ 399 ദിവസവും 378 ദിവസവും, അവയിൽനിന്നു വരുന്ന പൎയ്യയകാലങ്ങൾ 4283 ദിവസവും, 10,613 ദിവസവും ആകുന്നു. മദ്ധ്യഗ്രഹങ്ങളിൽനിന്നു സ്പഷ്ടഗ്രഹങ്ങളുടെ കവിഞ്ഞ നീക്കം 11°–51′യും 6°–28′യും ആകയാൽ പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രങ്ങളുടെ ഭൂമിയിൽനിന്നുള്ള അകലം കക്ഷ്യാവ്യാസാൎദ്ധങ്ങളുടെ 0·21ഉം 0.11ഉം ആയിരിക്കണം. ഭൂമിയിൽനിന്നു സൂൎയ്യന്റെ അകലം 100 എന്നുവെച്ചാൽ, പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രങ്ങളുടെ അകലം 246 എന്നും 320 എന്നും വരുന്നു.

ചന്ദ്രനെ അപക്രമവൃത്തത്തിൻെറ തെക്കും വടക്കും വിക്ഷേപിച്ചു കാണുന്നതുപോലെ ബുധൻ, ശുക്രൻ, ചൊവ്വ, വ്യാഴം, ശനി ഇവയേയും അപക്രമവൃത്തത്തിൻെറ തെക്കും വടക്കും വിക്ഷേപിച്ചു കാണാം. ഇവിടെ പ്രതിപാദിച്ച പൂർവ്വസിദ്ധാന്തപ്രകാരം ശീഘ്രോച്ചങ്ങളുടെ ചുററും അവരവരുടെ പ്രതിമണ്ഡലങ്ങളിൽ ഗ്രഹങ്ങൾ സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഈ പ്രതിമണ്ഡലങ്ങളുടെ തലങ്ങൾ അപക്രമവൃത്തതലത്തിന്നു ചരിഞ്ഞുനിന്നാൽ, ഗ്രഹങ്ങൾ സഞ്ചരിക്കുന്നതോടുകൂടി ആ ചരിവിന്നനുസരിച്ച് അപക്രമവൃത്തത്തിൻെറ തെക്കോട്ടും വടക്കോട്ടും തെററാതെ നിവൃത്തിയില്ല. പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രങ്ങൾതന്നെ അപക്രമവൃത്തതലത്തിലാണെന്നു നിരീക്ഷണഫലങ്ങളിൽനിന്നു കാണുകയും ചെയ്യാം. പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രത്തിലിരിക്കുന്ന ഒരു ദ്രഷ്ടാവ് ഗ്രഹം സ്വമാർഗ്ഗമായ പ്രതിമണ്ഡലത്തിൽ ഒരേ ഗതിയോടുകൂടി സഞ്ചരിക്കുന്നതായിക്കാണും. സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരുടെ മാർഗ്ഗങ്ങളേയും ഗതികളേയും മന്ദോച്ചത്തിൽനിന്നു കാണുംപോലെയിരിക്കും. പ്രതിമണ്ഡലം അപക്രമവൃത്തത്തെ രണ്ടു സ്ഥാനങ്ങളിൽ ഛേദിക്കുന്നതായും കാണും. ഈ സ്ഥാനങ്ങൾക്ക് അതാതു ഗ്രഹത്തിൻെറ **പാതങ്ങളെന്നു** പറയുന്നു. ഭൂമി പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു അകന്നു നില്ക്കയാൽ നാം ഗ്രഹങ്ങളെ ശീഘ്രമായും, മന്ദമായും, ക്രമമായും, വക്രമായും, കുടിലമായും സഞ്ചരിക്കുന്നതായിക്കാണുന്നു. പൂർവ്വന്മാർ പാതസ്ഥാനങ്ങളെ കൃത്യമായറിഞ്ഞ് ഗ്രഹവിക്ഷേപങ്ങളെ ഗണിച്ചു.

ഇങ്ങിനെ പൂർവ്വന്മാർ ചന്ദ്രൻെറ അകലം നിർണ്ണയിച്ചതിൻെറശേഷം സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരോടുകൂടിയ എല്ലാ ഗ്രഹങ്ങളും ദിവസേന സ്വമാർഗ്ഗങ്ങളിൽ ഒരേ യോജന സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്ന സങ്കല്പത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി സൂൎയ്യൻെറ അകലവും മററു ഗ്രഹങ്ങളുടെ ശീഘ്രവൃത്തവ്യാസാർദ്ധം എന്നുകൂടിപ്പറയാവുള്ള പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രഭൂമ്യന്തരാളവും നിർണ്ണയിച്ചു. ഈ സിദ്ധാന്തപ്രകാരം ഗ്രഹങ്ങൾ സൂൎയ്യന്നു ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്ന അഭിപ്രാ

യംതന്നെ അവൎക്കുണ്ടായിരുന്നില്ലെന്നു വിചാരിപ്പാനേ വഴിയുള്ളു. ബുധൻ സൂൎയ്യന്റെ മറുഭാഗത്തു കടക്കുന്നതുകൂടിയില്ല. വ്യാഴത്തിന്റേയും ശനിയുടേയും പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രങ്ങൾ സൂൎയ്യനെക്കാൾ ഇരട്ടിയിലധികം അകലെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. പുരാതനയവനപണ്ഡിതന്മാരുടെ അഭിപ്രായവും ഏതാണ്ട് ഇതുപോലെയായിരുന്നു. പൈതഗോറസ്സ്, അരിസ്റ്റാൎക്കസ്സ് മുതലായ അപൂൎവ്വം ചില സ്വതന്ത്രർ സൂൎയ്യനാണ് ഭൂമിയുടേയും ബുധൻ മുതലായ ഗ്രഹങ്ങളുടേയും സഞ്ചാരമാൎഗ്ഗങ്ങളുടെ കേന്ദ്രമെന്ന് അഭിപ്രായപ്പെടാതിരുന്നില്ല. പക്ഷെ അതു വിശ്വസിപ്പാൻ പണ്ഡിതന്മാർ ഒരുക്കമുണ്ടായിരുന്നില്ല. ഹിപ്പാൎക്കസ്സും ടോളമിയുംകൂടി ആ പണ്ഡിതന്മാരുടെ കൂട്ടത്തിലായിരുന്നു. ഇവരുടെ കാലം കഴിഞ്ഞ് സുമാറ് 1300ലധികം വൎഷങ്ങൾക്കശേഷം ഗ്രഹവ്യൂഹത്തിന്റെ കേന്ദ്രസ്ഥാനം സൂൎയ്യനാണെന്നു സഗൌരവം 'വ്യോമഗോളപരിവൎത്തനം' (De Revolutionibus Orbium Celestium) എന്ന വിശിഷ്ടഗ്രന്ഥത്തിൽ വാദിച്ചതു പോളണ്ടിലെ ജ്യോതിൎഗ്ഗണിതപണ്ഡിതനായിരുന്ന നിക്കോളാസ്സ് കോപ്പർനിക്കസ്സ് (1473—1543) ആയിരുന്നു. ഇതിനെപ്പററി പിന്നീടു പറയാം.

ഈ അദ്ധ്യായത്തിൽ പറഞ്ഞിട്ടുള്ള മണ്ഡലകാലങ്ങളും പൎയ്യയകാലങ്ങളും അവയിൽനിന്നു വരുത്തിട്ടുള്ള അകലങ്ങളും വളരെ സ്ഥൂലങ്ങളാണെന്നു വായനക്കാരുടെ ശ്രദ്ധയിൽ പെട്ടിട്ടുണ്ടായിരിക്കണം. സ്ഥൂലങ്ങളാണെങ്കിലും പൂൎവ്വന്മാരുടെ ചിന്താഗതിയും അതിൽനിന്നു സിദ്ധമായ സിദ്ധാന്തവും വിശദമാക്കുവാൻ ഇവ ധാരാളം മതി. പൂൎവ്വസൂരികളുടെ പ്രവൃത്തിയും ഇവിടെക്കാണുന്നപോലെ അത്ര എളുപ്പമായിരുന്നില്ല. അനേകാണ്ടുകളിലെ നിരീക്ഷണങ്ങളിൽ മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതായിക്കണ്ട കാലങ്ങളുടേയും ദൂരങ്ങളുടേയും മദ്ധ്യമങ്ങളെ ആവുംവണ്ണം സൂക്ഷ്മമായറിഞ്ഞും, സിദ്ധാന്തങ്ങളേയും അവയിൽനിന്നു ഗണിതപദ്ധതികളേയും രൂപവൽക്കരിച്ചും, ഗണിതാഗതഫല

ങ്ങളെനിരിക്ഷണഫലങ്ങളോട്ട ഒത്തുനോക്കിയും,വേണ്ടവിടെ ഭേദഗതികഠം വരുത്തിയും, തീവ്രയത്നം ചെയ്തതിൻെറ ഫലമായിട്ടാണ് അവരുടെസിദ്ധാന്തങ്ങളും കരണമാൎഗ്ഗങ്ങളും നിൎമ്മിച്ചിട്ടുള്ളതെന്നും; അവരുടെ സിദ്ധാന്തങ്ങഠം സാധാരണന്മാൎക്കു വ്യവസ്ഥയില്ലെന്നു തോന്നുന്ന ഗ്രഹഗതികഠംക്കും വ്യവസ്ഥകളെ ആവിഷ്കരിച്ചു എന്നും, അവയാണ് കോപ്പർനിക്കസ്സ് മുതലായ അനന്തരപണ്ഡിതന്മാൎക്കു മാൎഗ്ഗദൎശികളായിത്തീൎന്നതെന്നും ധരിച്ച്, ജ്യോതിഷശാസ്ത്രത്തിൻെറ അടിക്കല്ലുകഠം പാവിയ ആ പൂൎവ്വസൂരികളിൽ നമുക്ക് ബഹുമാനംതോന്നുവാൻ ധാരാളം അവകാശമുണ്ടെന്നു പ്രസ്താവിച്ചുകൊള്ളട്ടെ.

പ്രാചീനസിദ്ധാന്തങ്ങളിൽ ശീഘ്രോച്ചം സ്പഷ്ടസൂൎയ്യനൊരുമിച്ചല്ല, മദ്ധ്യമസൂൎയ്യനൊരുമിച്ചാണ് പരിവൎത്തനം ചെയ്യുന്നത്. വെറും ശീഘ്രോച്ചങ്ങളല്ല പൂൎവ്വന്മാർ പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രങ്ങളായിക്കല്പിച്ചത്. സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാൎക്കു ഭൂഗോളകേന്ദ്രത്തിൻെറ ചുററും സങ്കല്പിച്ചപോലെ ശീഘ്രോച്ചങ്ങളുടെ ചുററും മന്ദവൃത്തങ്ങളേയും ആ മന്ദവൃത്തപരിധികളിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന കേന്ദ്രങ്ങഠംക്കു ചുററും പ്രതിമണ്ഡലങ്ങളേയും സങ്കല്പിച്ച് ബുധൻ മുതലായ ഗ്രഹങ്ങളുടെ സ്പഷ്ടസ്ഥാനങ്ങഠം അഥവാ സ്ഫുടങ്ങഠം അവർ ഗണിച്ചുപോന്നു. ഈ ഗണിതങ്ങഠംക്കു അടിസ്ഥാനമായ സിദ്ധാന്തങ്ങഠം ശരിയാവാതിരുന്നതിനാൽ, ഗണിതഫലങ്ങഠം ദൃക്ഫലങ്ങളിൽനിന്നു പലപ്പോഴും വ്യതിചലിച്ചു. കേരളത്തിൽ ഇന്നും നടപ്പുള്ള പരഹിതദൃഗ്ഗണിതങ്ങഠം ഈ വിധം വ്യതിചലിച്ചവയാണെന്നു കേരളീയൎക്കു പൊതുവെ ബോദ്ധ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

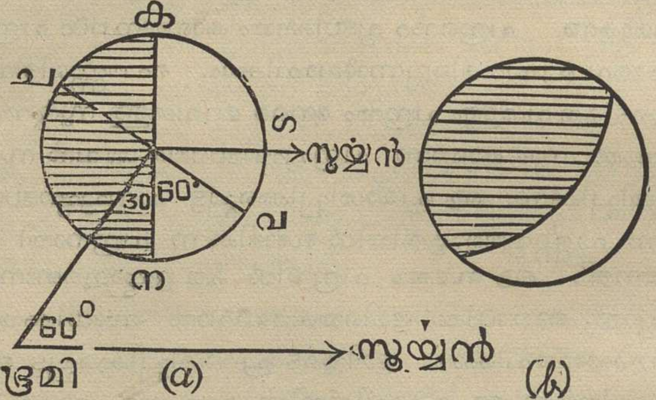
ഭൂമിക്കു ചുററും ചന്ദ്രനും അതിന്നു പുറമെയായി സൂൎയ്യനും സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നു ബോദ്ധ്യപ്പെട്ടവരും സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരുടെ ഭഗോളസ്ഥാനങ്ങഠം കൃത്യമായി ഗണിപ്പാൻ സാധിച്ചിരുന്നവരും ആയ പൂൎവ്വന്മാൎക്കു ചന്ദ്രൻെറ വൃദ്ധിക്ഷയങ്ങഠംക്കും ഗ്രഹണത്തിന്നും ഉള്ള കാരണങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചു ഒരു സംശയവുമ

ണ്ടായിരുന്നില്ല. എന്നു മാത്രമല്ല അവയെ ഒരുവിധം സൂക്ഷ്മമായി ഗണിപ്പാനും അവൎക്കു സാധിച്ചു.

ഭൂമിക്ക് സ്വയമേവ പ്രകാശമില്ലെന്നു രാത്രിയിൽ നമുക്കനുഭവമാകുന്നു. ചന്ദ്രന്റെ വൃദ്ധിക്ഷയം കാണുമ്പോൾ ചന്ദ്രനും സ്വയമേവ പ്രകാശമില്ലെന്നാലോചിക്കാം. പൌൎണ്ണമിദിവസം ഭൂമിയുടെ ഒരു വശത്തു ചന്ദ്രനും നേരെ മറുവശത്തു സൂൎയ്യനും നില്ക്കുകയാൽ നാം കാണുന്ന ചന്ദ്രപൃഷ്ഠാൎദ്ധത്തെ മുഴുവൻ സൂൎയ്യൻ പ്രകാശിപ്പിക്കുന്നു. ആ പ്രകാശിപ്പിക്കപ്പെട്ട ചന്ദ്രപൃഷ്ഠാൎദ്ധത്തെയാകുന്നു പൂൎണ്ണവൃത്താകൃതിയിൽ ശോഭിക്കുന്ന ചന്ദ്രനായി നാം കാണുന്നത്. ആ സമയം ചന്ദ്രനിൽ ഒരു ദ്രഷ്ടാവുണ്ടെന്നു സങ്കല്പിച്ചാൽ, അയാൾക്ക് ഭൂമിയെക്കാണുവാൻ സാധിക്കയില്ലെന്നു നമുക്കാലോചിക്കാം. ഭൂമിയുടെ പ്രകാശിപ്പിക്കപ്പെട്ട അൎദ്ധത്തെ ഭൂമിതന്നെ ആ ദ്രഷ്ടാവിൽനിന്നു മറയ്ക്കുന്നു. അമാവാസിദിവസം ഭൂമിയുടെ ഒരേവശത്തുതന്നെ ചന്ദ്രനും സൂൎയ്യനും നില്ക്കുന്നു. ചന്ദ്രൻ കഴിഞ്ഞ് സൂൎയ്യൻ—ഇപ്പോൾ സൂൎയ്യപ്രകാശം തട്ടുന്ന ചന്ദ്രപൃഷ്ഠാൎദ്ധത്തെ ചന്ദ്രൻതന്നെ നമ്മിൽനിന്നു മറയ്ക്കുന്നു.

ഇനി ശുക്ലപഞ്ചമിദിവസം സൂൎയ്യാസ്തമനസമയത്തെ സ്ഥിതിയൊന്നാലോചിക്കുക. സൂൎയ്യൻ ഭൂമിയുടെ പടിഞ്ഞാറുവശത്തായതിനാൽ ഭൂമിക്കടുത്തുള്ള ചന്ദ്രനിൽനിന്നും പടിഞ്ഞാറു വശത്തായിരിക്കും. അതിനാൽ ചന്ദ്രഗോളത്തിന്റെ പശ്ചിമാൎദ്ധം പ്രകാശിതമായിരിക്കും. ചന്ദ്രനെ സൂൎയ്യനിൽനിന്നു ഏതാണ്ട് 60° അകലെയായി നാം കാണുന്നു. അതിനാൽ ചന്ദ്രന്റെ നേരെ താഴത്തുനിന്നു 30° കിഴക്കോട്ടു ചരിഞ്ഞ ഒരൎദ്ധമായിരിക്കും നാം കാണുക. പരിലേഖത്തിൽ 'കഗന' ചന്ദ്രന്റെ പ്രശോഭിതാൎദ്ധവും 'ചനവ' നാം കാണുന്ന അൎദ്ധവുമാകുന്നു. ഈ അൎദ്ധത്തിൽ പ്രശോഭിതാൎദ്ധത്തിന്റെ മൂന്നിലൊരംശമേയുള്ളു. പ്രശോഭിതാൎദ്ധത്തെ മുഴുവൻ കാണുവാൻ സാധിച്ചിരുന്നെങ്കിൽ ചന്ദ്രനെ നാം ഒരു പൂൎണ്ണവൃത്തമായിത്തന്നെ കാണും. മൂന്നിലൊന്നു മാത്രം കാണുന്നതുകൊണ്ടു പൂൎണ്ണവൃത്തത്തിന്റെ മൂന്നി

ലൊന്നിൽ കുറവായ ഒരു ഭാഗം കവിഞ്ഞ വീതിയുള്ള ഒരു ചന്ദ്ര നെ നാം കാണുന്നു. വളവിൻെറ മൂന്നിലൊന്നു ആകാശത്തിൽ പതിഞ്ഞു കാണുന്നതുകൊണ്ടാണ് വൃത്തത്തിൻെറ മൂന്നിലൊ



പരിലേഖം 24.

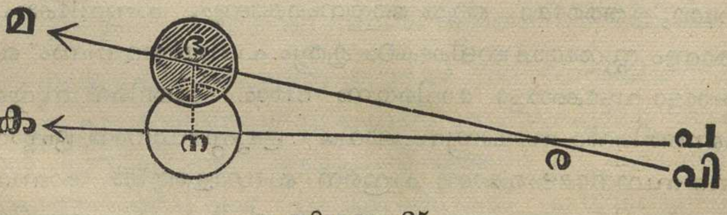
ന്നിൽ കുറവായി കാണപ്പെടുന്നത്. നാം അന്നു ചന്ദ്രനെക്കാണുന്നതും സകലസഹൃദയന്മാരും കണ്ടാഹ്ളാദിക്കുന്നതും ആയ ആകൃതി പരിലേഖത്തിൽ വലത്തു ഭാഗത്തു കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഈ സമയത്തു ഭൂഗോളത്തിൻെറ പടിഞ്ഞാറെ അദ്ധ്ം സൂര്യ്യനാൽ പ്രശോഭിതമായിരിക്കും. ഭൂമിയിലേക്കു തിരിഞ്ഞിരിക്കുന്ന ചന്ദ്രപൃഷ്ഠാദ്ധ്ത്തിൽ ഏതു ഭാഗത്തുനിന്നും അതിൻെറ $\frac{2}{3}$ ഭാഗം കാണുവാൻ സാധിക്കുന്നതിനാൽ, അവിടെ ഭൂമിയിൽ നിന്നു പ്രതിബിംബിക്കുന്ന സൂര്യ്യപ്രകാശം തട്ടുന്നു. അതിനാൽ സൂര്യ്യപ്രകാശം നേരിട്ടു തട്ടുന്ന ചന്ദ്രൻെറ ഭാഗം വളരെ ശോഭയോടും മററു ഭാഗം മങ്ങിയ ശോഭയോടുംകൂടി ചന്ദ്രനെ പൂണ്ണവൃത്താകാരത്തിൽ നാം കാണുന്നു. മങ്ങിയ ഭാഗത്തെ പാശ്ചാത്ത്യർ വിഭൂതിചന്ദ്രൻ എന്നത്ഥമുള്ള ആഷ്മൂൺ (Ash moon) എന്നു പറയുന്നു.

പഞ്ചമി കഴിഞ്ഞ് സൂര്യ്യനിൽനിന്നുള്ള ചന്ദ്രൻെറ ഭാഗാന്തരം വദ്ധിക്കുന്നതോടുകൂടി സൂര്യ്യപ്രകാശിതമായ ചന്ദ്രപൃ

ഷ്യാർദ്ധം നാം അധികമധികമായിക്കാണുന്നു. ഇതിനെ നാം ചന്ദ്രന്റെ വൃദ്ധിയെന്നു പറയുന്നു. അമാവാസി കഴിഞ്ഞ് ഇങ്ങിനെ സുമാറു 15 ദിവസം ചെല്ലുമ്പോൾ ചന്ദ്രന്റെ സൂര്യപ്രകാശിതാർദ്ധം മുഴുവൻ കാണുന്നു. ഇതത്രെ പൂർണ്ണചന്ദ്രൻ. പൌർണ്ണമി കഴിഞ്ഞതിന്റെശേഷം ചന്ദ്രന്റെ സൂര്യനിൽനിന്നുള്ള ദൂരം ഒരു വശത്തു 180°ത്തെക്കാൾ വർദ്ധിക്കുന്നതോടുകൂടി മറുവശത്തു അതിനെക്കാൾ ചുരുങ്ങി വരുന്നു. അതിനാൽ സൂര്യപ്രകാശിതാർദ്ധം നാം കാണുന്നതും ചുരുങ്ങിവരുന്നു. ഇതിനെ ചന്ദ്രന്റെ ക്ഷയമെന്നു പറയുന്നു. സുമാറ് 15 ദിവസവുംകൂടിക്കഴിയുമ്പോൾ ചന്ദ്രൻ സൂര്യനോടൊരുമിക്കുന്നു. അപ്പോൾ ചന്ദ്രന്റെ സൂര്യപ്രകാശിതാർദ്ധം നാം ഒട്ടും കാണുന്നില്ല. ആ ദിവസം അമാവാസിതന്നെ.

അമാവാസ്യന്ത്യത്തിൽ സൂര്യനും ചന്ദ്രനും അപക്രമവൃത്തത്തിന്റെ ഒരേ പ്രദേശത്തായിരിക്കും. അപ്പോൾ ചന്ദ്രൻ അപക്രമവൃത്തത്തിൽനിന്നു വിക്ഷേപംകൊണ്ടു അകന്നിരിക്കുന്നുവെങ്കിൽ ചന്ദ്രൻ സൂര്യനെ മറയ്ക്കയില്ല. ചന്ദ്രൻ ആ സമയത്തു അപക്രമവിക്ഷേപമണ്ഡലങ്ങളുടെ പാതസ്ഥാനങ്ങളായ രാഹുവിലോ, കേതുവിലോ, അവക്കടുത്തോ ആണെങ്കിൽ വിക്ഷേപം ഇല്ലാതിരിക്കുകയോ അല്പമായിരിക്കുകയോ ചെയ്യും. അതിനാൽ ചന്ദ്രൻ സൂര്യനെ മറയ്ക്കുന്നു. പരിലേഖത്തിൽ 'പക' എന്നതു



പരിലേഖം 25.

അപക്രമമണ്ഡലവും 'വിമ' എന്നതു വിക്ഷേപമണ്ഡലവും 'ര' രാഹുവും 'ദ' ചന്ദ്രബിംബമദ്ധ്യവും, 'ദന' വിക്ഷേപവുമാകുന്നു. വിക്ഷേപം ചന്ദ്രന്റേയും സൂര്യന്റേയും ബിംബവ്യാസാർദ്ധയോഗ

ത്തെക്കാൾ കുറവായതുകൊണ്ടു ചന്ദ്രൻ സൂൎയ്യബിംബത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗം മറച്ചതായിക്കാണുന്നു. ഇതു ഒരു അപൂൎണ്ണസൂൎയ്യഗ്രഹണ(Partial Solar Eclipse)മാകുന്നു. അമാവാസ്യാന്ത്യം രാഹുവിൽ വെച്ചുതന്നെ സംഭവിച്ചാൽ, ചന്ദ്രൻ സൂൎയ്യനെ മുഴുവൻ മറച്ചു എന്നു വരാം. അതു ഒരു പൂൎണ്ണഗ്രഹണ(Total Eclipse)മാകുന്നു. സൂൎയ്യന്റേയും ചന്ദ്രന്റേയും ഭൂമിയിൽനിന്നുള്ള അകലത്തിന്നു വൃദ്ധിഹ്രാസങ്ങൾ ഉള്ളതുകൊണ്ടു ആകാശത്തിൽ നാം കാണുന്ന അവയുടെ വലിപ്പങ്ങൾക്ക് അഥവാ ബിംബങ്ങൾക്ക് ഹ്രാസവും വൃദ്ധിയുമുണ്ടാകും. പൂൎണ്ണഗ്രഹണസമയത്തു ചന്ദ്രന്റെ ബിംബം സൂൎയ്യബിംബത്തെക്കാൾ ചെറുതാണെങ്കിൽ, ചന്ദ്രൻ സൂൎയ്യബിംബത്തിന്റെ മദ്ധ്യഭാഗം മറയ്ക്കുമെങ്കിലും ചുററും മറവിൽപ്പെടാത്തതായ ഒരു ഭാഗമുണ്ടായിരിക്കും. അതു ഒരു വലയമായിക്കാണും. ഇതിന്നു വലയഗ്രഹണം (Annular Eclipse) എന്നു പറയുന്നു.

ചന്ദ്രന്റെ ഗതി എല്ലായ്പോഴും സൂൎയ്യഗതിയെക്കാൾ അധികമായതുകൊണ്ടും രണ്ടും പടിഞ്ഞാറുനിന്നു കിഴക്കോട്ടായതുകൊണ്ടും ചന്ദ്രൻ സൂൎയ്യനെ മറയ്ക്കുവാൻ തുടങ്ങുന്നതു പടിഞ്ഞാറുഭാഗത്തും വിട്ടുപോകുന്നതു കിഴക്കുഭാഗത്തും ആയിരിക്കും. സാങ്കേതികഭാഷയിൽ സ്പൎശം പടിഞ്ഞാറും മോചനം കിഴക്കുമായിരിക്കും. ദ്രഷ്ടാവിന്റെ അക്ഷംകൊണ്ടും, സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരുടെ ദക്ഷിണമോ, ഉത്തരമോ ആയ അയനംകൊണ്ടും, ചന്ദ്രവിക്ഷേപംകൊണ്ടും സ്പൎശമോചനദിക്കുകൾ കൃത്യം പടിഞ്ഞാറുനിന്നും തെക്കോട്ടോ വടക്കോട്ടോ മാറിയെന്നു വരാം. ഇങ്ങിനെ സൂൎയ്യഗ്രഹണത്തിന്റെ സാമാന്യസ്വഭാവം. ഭൂപൃഷ്ഠസ്ഥനായ ദ്രഷ്ടാവിന്റെ സ്ഥാനഭേദംകൊണ്ടു ചന്ദ്രനെ ഖഗോളത്തിൽ കാണുന്ന സ്ഥാനത്തിന്നു ഭേദം വരും. അതിനാൽ ഒരു സ്ഥലത്തുനിന്നു കാണുന്ന സൂൎയ്യഗ്രഹണംപോലെതന്നെയായിരിക്കണമെന്നില്ല മറെറാരുസ്ഥലത്തുനിന്നു കാണുന്നത്. സ്പൎശമോചനസമയങ്ങൾക്കും സൂൎയ്യന്നു ഗ്രഹണം പററിയ അംശത്തിന്നും ഭേദമുണ്ടാ

വാം. ഒരു സ്ഥലത്തുള്ളവക്ക് ഗ്രഹണമുണ്ടെങ്കിലും മറെറാരു സ്ഥലത്തു ഉണ്ടായില്ലെന്നുതന്നെ വരും.

എല്ലാ സമയത്തും സൂൎയ്യനിൽനിന്നു ഭൂമിയുടെ മറുവശത്തുകൂടി കാ (Cone) രൂപത്തിൽ ഒരു ഛായ (നിഴൽ) ഉണ്ടായിരിക്കും. സൂൎയ്യനിൽനിന്നു 6 രാശി അകലത്തു അപക്രമവൃത്തമാൎഗ്ഗമായി ഈ ഛായ സഞ്ചരിക്കുന്നു. പൌൎണ്ണമാസ്യന്ത്യത്തിൽ സൂൎയ്യനിൽനിന്നു ചന്ദ്രൻെറ അകലവും 6 രാശിയാണല്ലോ. അതിനാൽ അപ്പോൾ ചന്ദ്രനും ഭൂഛായയും അപക്രമവൃത്തത്തിൻെറ ഒരേ പ്രദേശത്തായിരിക്കും. ഈ സമയത്തു ചന്ദ്രനു വിക്ഷേപമില്ലാതിരിക്കയോ ചന്ദ്രവിക്ഷേപം ചന്ദ്രൻേറയും ഭൂഛായയുടേയും ബിംബവ്യാസാൎദ്ധയോഗത്തെക്കാൾ കുറവായിരിക്കുകയോ ആണെങ്കിൽ ഭൂഛായയിൽ ചന്ദ്രൻ മുഴുവനോ ഏതാനുമോ കടന്നിരിക്കും. അങ്ങിനെ ചന്ദ്രൻെറ പൂൎണ്ണമോ അപൂൎണ്ണമോ ആയ ഗ്രഹണം ഉണ്ടാകുന്നു. വിക്ഷേപം കുറവാകണമെങ്കിൽ ചന്ദ്രൻ രാഹുവിൻേറയോ കേതുവിൻേറയോ അടുത്തായിരിക്കണം. ഭൂച്ഛായയുടെ ഗതി എല്ലായ്പോഴും സൂൎയ്യഗതിക്കു തുല്യമായിരിക്കും. ചന്ദ്രൻെറ ഗതി അതിനെക്കാൾ എപ്പോഴും അധികമായിരിക്കും. അതിനാൽ ചന്ദ്രൻെറ കിഴക്കുഭാഗത്തു സ്പൎശവും പടിഞ്ഞാറു ഭാഗത്തു മോചനവും ഉണ്ടാകുന്നു. ചന്ദ്രനെ കാണാവുന്ന എല്ലാ സ്ഥലങ്ങളിലും ഒരേ സമയത്തു ഗ്രഹണം തുടങ്ങുന്നതും അവസാനിക്കുന്നതും കാണാം. എല്ലായിടത്തും ഒരേ സമയത്തു ഗ്രഹണത്തിൻെറ സ്ഥിതി ഒന്നുതന്നെയായിരിക്കും.

സൂൎയ്യചന്ദ്രസഞ്ചാരഗണിതത്തിൽ വിദഗ്ധരായിരുന്ന പൂൎവ്വന്മാക്കു ചന്ദ്രഗ്രഹണവും സൂൎയ്യഗ്രഹണവും സൂക്ഷ്മമായി ഗണിപ്പാൻ സാധിച്ചിരുന്നു. ആമുഖാദ്ധ്യായത്തിൽ ഹീ, ഹോ എന്ന ചീനജ്യൌതിഷികൾക്ക് പററിയ അപകടം പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുള്ളതു ഓക്കുന്നുണ്ടായിരിക്കുമല്ലോ.

പൌരാണികന്മാരുടെ ശ്രദ്ധ ഗ്രഹസഞ്ചാരങ്ങളിലും ഗ്രഹണം മുതലായവകളിലും മാത്രമല്ല പതിഞ്ഞിരുന്നത്. നക്ഷത്ര

മണ്ഡലത്തിൻെറ ആകൃതിയിലും വലിപ്പത്തിലും, ഗ്രഹങ്ങളുടേയും ഭൂമിയുടേയും ഉത്ഭവത്തിലും ഉത്ഭവകാലത്തിലും പതിഞ്ഞിരുന്നു. നക്ഷത്രങ്ങൾ കോടാനകോടി നാഴിക അകലെയാണെന്നു തെളിവുകളുടെ നിർബ്ബന്ധംകൊണ്ടുമാത്രം നാം ഇന്നു വിശ്വസിക്കേണ്ടിവന്നതാണ്. മനുഷ്യന്നു സ്വയമേവ അതിന്നു മനസ്സില്ലാത്തപോലെത്തോന്നുന്നു. തൻെറ അല്പത പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ഏതു ഭാഗത്തും ആരോപിക്കുവാൻ അദ്ദേഹത്തിന്നു ഒരു വാസനയുണ്ട്. കോപ്പർനിക്കസ്സിൻെറ കാലത്തുകൂടി നക്ഷത്രങ്ങൾ അത്ര്യധികം അകലെയാണെന്നു വിശ്വസിക്കുവാൻ പണ്ഡിതന്മാർക്കുകൂടി പ്രയാസമുണ്ടായിരുന്നു. നാം തിരിയുമ്പോൾ ചുററുമുള്ള വസ്തുക്കൾ എതിർവശത്തേക്കു തിരിയുന്നു. നാം ഓടുമ്പോൾ ചുററുമുള്ളവ എതിർവശത്തേക്കു ഓടുന്നതായിത്തോന്നുന്നു. നാം സ്ഥലം മാറി നില്ക്കുമ്പോൾ ചുററുമുള്ള വസ്തുക്കളെ കാണുന്ന ദിക്കുകൾക്ക് മാററം സംഭവിക്കുന്നു. അടുത്തുള്ള വസ്തുവിൻെറ ദിക്ക് അധികം മാറുന്നു. അകലെയുള്ളവയുടേതു അല്പമെങ്കിലും മാറുന്നു. ഇതിന്നു പരിഭ്രംശം (Parallax) എന്നു പറയുന്നു. ഭൂമി സൂര്യന്നു ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിൽ, ഭൂമിയുടെ സ്ഥാനമാററത്തിന്നനുസരിച്ച് നക്ഷത്രങ്ങളെ കാണുന്ന ദിക്കിന്നും പരിഭ്രംശം കാണേണ്ടതല്ലേ എന്നു പണ്ഡിതന്മാർ വാദിച്ചു. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ അതിരററ ദൂരംകൊണ്ടാണ് അവക്ക് പരിഭ്രംശം കാണാതിരിക്കുന്നതു എന്നു അനവധിപേർ സമ്മതിച്ചില്ല. അവരുടെ വിശ്വാസം നക്ഷത്രങ്ങൾ നമ്മളിൽനിന്നു അത്ര അധികം ദൂരത്തല്ലെന്നായിരുന്നു. ഭാരതീയപൌരാണികസൂരികൾ എല്ലാം നക്ഷത്രങ്ങൾക്ക് ഒത്തൊരുമിച്ച് ഒരുകല കിഴക്കോട്ടു ഗതിയുണ്ടായിരിക്കണമെന്നും യോജനാത്മകഗതി അവക്കും ഗ്രഹങ്ങളെപ്പോലെത്തന്നെയാണെന്നും വിചാരിച്ചുവോ എന്നു തോന്നുമാറ് നക്ഷത്രകക്ഷാപരിധി, എന്നുവെച്ചാൽ ഗോളപൃഷ്ഠാകാരമായ നക്ഷത്രമണ്ഡലത്തിൻെറ മദ്ധ്യവേഷ്ടനം, സൂര്യകക്ഷയുടെ 60 മടങ്ങാണെന്നു പ്രഖ്യാപിച്ചു.

"ഭവേദ് ഭകക്ഷാ തിഗ്മാംശോർഭ്രമണം ഷഷ്ടിതാഡിതം
സർവ്വോപരിഷ്ടാദ് ഭ്രമതി യോജനൈസ്തൈർഭമണ്ഡലം.

സൂര്യ്യസിദ്ധാന്തം, അദ്ധ്യായം 12, ശ്ലോകം 80.

സൂര്യ്യഭ്രമണകക്ഷയെ 60 കൊണ്ടു ഗുണിച്ചാൽ നക്ഷത്രകക്ഷ ഉണ്ടാകുന്നു. എല്ലാററിന്നും ഉപരിയായി ആ യോജനകളെക്കൊണ്ടു നക്ഷത്രമണ്ഡലം ഭ്രമിക്കുന്നു, എന്നു സാരം. നക്ഷത്രകക്ഷക്കപ്പുറത്തും ആകാശം (Perhaps Space) വ്യാപിച്ചിരുന്നുവെന്നു അഭിപ്രായമുണ്ടായിരുന്നു. തുടന്നു സൂര്യ്യസിദ്ധാന്തം പറയുന്നു—

"കല്പോക്തചന്ദ്രഭഗണാ ഗുണിതാ ശശികക്ഷയാ
ആകാശകക്ഷാ സാ ജ്ഞേയാ കരവ്യാപ്തിതയാ രവേഃ."

ആയിരം ചതുർയ്യുഗങ്ങളടങ്ങിയ കല്പകാലത്തിൽ ചന്ദ്രൻ യോജനഗതികൊണ്ടു സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരമാണ് ആകാശകക്ഷ. സൂര്യ്യന്റെ കരങ്ങൾ എത്തുന്ന അതിരുമാണ് അത് എന്നു സാരം. ഈവിധം അഭിപ്രായങ്ങൾ എല്ലാ സിദ്ധാന്തഗ്രന്ഥങ്ങളിലും കാണാം. ആര്യ്യഭടീയത്തിൽ മാത്രം ചതുർയ്യുഗശശിസഞ്ചാരയോജനകളാണ് ആകാശകക്ഷയെന്നു പറയുന്നു. പൌരാണികസൂരികൾ പ്രായോഗികവശം മാത്രമായിരുന്നു അന്വേഷിച്ചതെന്നു ചിലർ അഭിപ്രായപ്പെടാറുണ്ട്. അല്ല. അവർ അന്വേഷിച്ചതു സത്യത്തെയായിരുന്നു. അതു എത്ര ഫലിച്ചുവോ ഇല്ലയോ എന്നു മറെറാരു പ്രശ്നം മാത്രമാണ്.

സൃഷ്ടികാലത്തേയും ജ്യോതിർഗ്ഗണിതദ്വാരാ അവർ അന്വേഷിക്കാതിരുന്നില്ല. ജ്യോതിഷവേദാംഗത്തിൽ സൂര്യ്യചന്ദ്രന്മാരെ ഗണിക്കുവാനുള്ള സൌകര്യ്യത്തിന്നുവേണ്ടി 5 സംവത്സരത്തെ ഒരു യുഗം (കൂടിച്ചേരുന്ന കാലമെന്നത്ഥം) എന്നു കല്പിച്ചതായിക്കാണുന്നു—

"ത്രിശത്യഹ്നാ സഷട്ഷഷ്ടിരബ്ദ, പഞ്ചർത്തവോഽയനേ
മാസാ ദ്വാദശ സൂര്യ്യാഃ സ്യുരേതൽ പഞ്ചഗുണം യുഗം. 28

366 ദിവസങ്ങളോടും 5 ഋതുക്കളോടും 2 അയനങ്ങളോടും കൂടിയതു അബ്ദം. അതിൽ 12 മാസങ്ങളും ആ മാസങ്ങളോടു സം

ബന്ധിച്ച 12 സൂൎയ്യന്മാരും (മാസവിഭാഗേന ദ്വാദശാദിത്യാ ഇതി ശ്രുതേഃ) ഉണ്ട്. ഇതിനെ 5കൊണ്ടു ഗുണിച്ചതു യുഗം, എന്നു ഇതിൻെറ സാരം. കാലക്രമേണ സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരുടേയും ഗ്രഹങ്ങളുടേയും ഗതികഠം കുറെക്കൂടി സൂക്ഷ്മമായറിഞ്ഞു. അപ്പോഠം ഇവയെല്ലാം മേഷാദിയിൽ ഒരുമിച്ചുനിന്നു അവരവരുടെ ഗതിയോടുകൂടി സഞ്ചരിച്ചു പിന്നേയും മേഷാദിയിൽ ഒരുമിച്ചെത്തുവാൻ എത്രകാലം വേണമെന്നു ഗണിച്ചുനോക്കി. അന്നറിഞ്ഞതനുസരിച്ച് ഈ കാലം 43,20,000 സംവത്സരമെന്നു കിട്ടി. ഈ യുഗത്തെ 10 ഖണ്ഡങ്ങളാക്കി അവയിൽ 4, 3, 2, 1 ഖണ്ഡങ്ങഠംക്കു കൃത, ത്രേത, ദ്വാപര, കലി എന്ന പേരുകളും കൊടുത്തു. വൎത്തമാനകാലം ഇതിൽ എവിടെ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നുവെന്നു അന്വേഷിച്ചപ്പോഠം ഈ കാലത്തിൽ 9 ഖണ്ഡങ്ങളും പത്താമത്തേതിൽ കുറെ സംവത്സരങ്ങളും കഴിഞ്ഞുവെന്നു കണ്ടു. 5000 കലിവൎഷം തികഞ്ഞതു 1899 എപ്രിൽ 13-ാം തിയതി വ്യാഴാഴ്ചയായിരുന്നു.

പണ്ഡിതന്മാർ ഈ യുഗാരംഭത്തിൽ ജന്തുക്കളുടെ സൃഷ്ടിയുണ്ടായെന്നും ചതുൎയ്യുഗാന്ത്യത്തിൽ അവയുടെ നാശമുണ്ടായിരിക്കുമെന്നും ആലോചിപ്പാൻ തുടങ്ങി. അങ്ങിനെയാവാമെങ്കിലും, ക്രമേണ ചിരകാലത്തെ സൂക്ഷ്മതരമായ നിരിക്ഷണംകൊണ്ടു മേഷാദിയിൽ ഗ്രഹങ്ങളെല്ലാം ഒരുമിച്ചുനിന്നു പിന്നേയും കൃത്യമായി മേഷാദിയിൽ ഒരുമിച്ചുകൂടണമെങ്കിൽ ഒരു ചതുൎയ്യുഗം പോരാ എന്നും 1000 ചതുൎയ്യുഗത്തോളം പോന്നതും കല്പം എന്നു പറയുന്നതുമായ കാലം വേണമെന്നും വിചാരിക്കേണ്ടതായി വന്നു. അപ്പോഠം ഗ്രഹങ്ങളുടെയെല്ലാം സൃഷ്ടി വൎത്തമാനകല്പത്തിൻെറ ആദിയിലെന്നു വിചാരിച്ചു. ഈ കല്പകാലം ബ്രഹ്മാവിൻെറ ഒരു ദിനമെന്നു സങ്കല്പിച്ചുതുടങ്ങി. "സ്യാദ്യുഗാനാം സഹസ്രം ദിനം വേദ സഃ സോഽപി കല്പോ ദ്യുരാത്രം തു കല്പദ്വയം." (ആയിരം യുഗങ്ങഠംകൂടിയതു ബ്രഹ്മാവിൻെറ ഒരു ദിനമാകുന്നു. അതുതന്നെ കല്പം. ബ്രഹ്മാവിൻെറ പകലും രാവും കൂടിയതു രണ്ടു

കല്പകാലമാകുന്നു.) എന്നു ഭാസ്കരാചാൎയ്യർ പറയുന്നു. കല്പത്തിന്റെ തുടക്കത്തിൽ സൃഷ്ടിയും അതിന്റെ അവസാനത്തിൽ പ്രളയവുമാകുന്നു. "സൃഷ്ടിരേഷാം ദിനാദൌ ദിനാന്തേ ലയഃ.' ഈ പറഞ്ഞതു ഒരു പഴയ ഭാഷയിലാണെങ്കിലും, ഗ്രഹങ്ങളുടേയും മററും ഉത്ഭവത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ചിന്തയാണ് ഇവിടെ കാണുന്നതു എന്നതിന്നു സംശയമില്ല. ഈവിധം ചിന്തകൾ മറെറാരുവിധത്തിൽ ഇന്നും തുടൎന്നുപോകുന്നുണ്ടെന്നു പിന്നീടു കാണാം. വൎത്തമാനകല്പത്തിൽ 453 ചതുൎയ്യുഗം കഴിഞ്ഞുപോയിട്ടുണ്ടത്രെ.

നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ദൈനികചലനത്തേയും * ഗ്രഹങ്ങളുടെ ഗതികളേയും സംബന്ധിച്ച ഭാസ്കരാചാൎയ്യരുടെ അഭിപ്രായം താഴെ ഉദ്ധരിക്കുന്ന ശ്ലോകങ്ങളിൽനിന്നു വ്യക്തമാകുന്നു.

"സൃഷ്ട്വാ ഭചക്രം കമലോത്ഭവേന
ഗ്രഹൈഃ സഹൈതൽ ഭഗണാദിസംസ്ഥൈഃ
ശശ്വദ്ഭ്രമേ വിശ്വസൃജാ നിയുക്തം
തദന്തതാരേ ച തഥാ ധ്രുവത്വേ. 13

തതോപരാശാഭിമുഖം ഭപഞ്ജരേ
സഖേചരേ ശീഘ്രതരേ ഭ്രമത്യപി
തദല്പഗത്യേന്ദ്രദിശം നഭശ്ചരാ-
ശ്ചരന്തി നീചോച്ചതരാത്മവൎത്മസു. 14

[നക്ഷത്രഗണങ്ങളുടെ ആദിയിൽ സംസ്ഥാപിതമായ ഗ്രഹങ്ങളോടുകൂടി ഭചക്രത്തെ ബ്രഹ്മാവിനാൽ സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ട് അതിനെ ശാശ്വതഭ്രമണത്തിന്നായി നിയമിക്കപ്പെട്ടു. അതിന്റെ അററങ്ങളിലുള്ള രണ്ടു താരങ്ങളേയും ഉറച്ചുനില്ക്കുവാനും നിയമിച്ചു. അതിന്നുശേഷം പടിഞ്ഞാറോട്ടു ഗ്രഹങ്ങളോടുകൂടി നക്ഷത്രപഞ്ജരം ശീഘ്രതരമായി സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കെ അതിനെക്കാൾ അല്പമായ ഗതിയോടുകൂടി ഗ്രഹങ്ങൾ ഉച്ചനീചത്വ

* ആൎയ്യഭടൻ ചതുൎയ്യുഗത്തെ നാലു സമഭാഗമാക്കി അവയെ കൃത, ത്രേത, ദ്വാപര, കലിയുഗങ്ങളായിത്തിരിക്കുന്നു.

ത്തോട്ടകൂടിയ തങ്ങളുടെ മാൎഗ്ഗങ്ങളിൽ സഞ്ചരിക്കയാൽ കിഴക്കോട്ട സഞ്ചരിക്കുന്നതായിത്തോന്നുന്നു, എന്നു സാരം.] ഇങ്ങിനെ പറയുമ്പോൾ സൃഷ്ടിയെല്ലാം കഴിച്ച് "ഭാനോമധശ്ശനൈശ്ചര, സുരഗുരു, ഭൌമാൎക്ക, ശുക്ര, ബുധചന്ദ്രാഃ." (നക്ഷത്രങ്ങളുടെ താഴെ ശനി, വ്യാഴം, ചൊവ്വ, സൂൎയ്യൻ, ശുക്രൻ, ബുധൻ, ചന്ദ്രൻ) എന്നു ആൎയ്യഭടൻ പറയുന്ന ക്രമത്തിൽ ഗ്രഹങ്ങളെ നിൎത്തി കല്പാദിയിൽ എല്ലാററിനോടും സഞ്ചരിക്കുവാനാജ്ഞാപിച്ചു എന്നു തോന്നിപ്പോകും. നക്ഷത്രങ്ങൾ വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിച്ചു. ഗ്രഹങ്ങൾ പതുക്കെ സഞ്ചരിച്ചു. ഉടനെത്തന്നെ,

"ലങ്കാനഗൎയ്യാമുദശാച്ച ഭാനോ-
സ്തസ്യൈവ വാരേ പ്രഥമം ബഭൂവ
മധോഃ സിതാദേൎദ്ദിനമാസവൎഷ-
യുഗാദികാനാം യുഗപൽ പ്രവൃത്തിഃ.

സിദ്ധാന്തശിരോമണി, മദ്ധ്യമാധികാരം—15.

[ലങ്കാനഗരിയിൽ സൂൎയ്യൻ ചൈത്രമാസത്തിൽ ശുക്ലപക്ഷാദിയിൽ സ്വവാരത്തിൽ ഉദയംകൊണ്ടു. ഇങ്ങിനെ ദിവസം, മാസം, വൎഷം, യുഗം മുതലായവയുടെ പ്രവൃത്തികൾ ഒന്നിച്ചുതുടങ്ങി.]

ആ ഞായറാഴ്ചയേയും പിന്നീടുള്ള ദിവസങ്ങളേയും 24 ഹോര(Hour)കളായി ഭാഗിച്ച്, അവക്ക് 'ശനൈശ്ചര, സുരഗുരു, ഭൌമാൎക്ക, ശുക്ര, ബുധ, ചന്ദ്രാ' എന്ന ക്രമത്തിൽ സൂൎയ്യൻ തൊട്ടു ആവൎത്തിച്ചുകൊണ്ടു അധിപന്മാരേയും കല്പിച്ചു. ആദ്യദിവസത്തെ പ്രഥമഹോരാനാഥൻ സൂൎയ്യൻ തന്നെ. ദ്വിതീയഹോരക്ക് ശുക്രൻ. ഈ ക്രമത്തിൽ 8-ാമത്തേയും, 15-ാമത്തേയും, 22-ാമത്തേയും ഹോരകൾക്കും നാഥൻ സൂൎയ്യനെന്നു വരും. 23, 24 ഈ ഹോരകൾക്ക് നാഥന്മാർ ശുക്രനും ബുധനുമാകും. ദിവസം ഒന്നു കഴിഞ്ഞു. പിറെറ ദിവസം പ്രഥമഹോരക്ക് നാഥൻ ഈ ക്രമത്തിൽ ചന്ദ്രൻ എന്നു വരും. അതിനാൽ ഈ ദിവസത്തെ ചന്ദ്രവാരമെന്നു പറയുന്നു. ഇങ്ങിനെ

നാലാമത്തെ, നാലാമത്തെ ഗ്രഹങ്ങളുടെ പേര് ആഴ്ചയിലെ 7 ദിവസങ്ങൾക്കും വന്നു ചേൎന്നു. യൂറോപ്പിൽ അടുത്ത കാലം വരെ പ്രധാനഭാഷയായിക്കരുതിവന്നിരുന്ന ഫ്രഞ്ചിൽ ആഴ്ചകളെ ഈവിധംതന്നെ നാമകരണം ചെയ്യുന്നു. ഇംഗ്ലീഷിൽ ചില ദിവസങ്ങൾക്ക് അവരുടെ പുരാതനദേവന്മാരുടെ പേരുകൾ കൊടുത്തതായിക്കാണുന്നു.

ഗ്രഹങ്ങളുടെ സഞ്ചാരത്തിന്നു കാരണം ആകൎഷണമായിരിക്കണമെന്നു പൂൎവ്വന്മാർ ഊഹിച്ചു. അവർ ആലോചിച്ചതു സൂൎയ്യസിദ്ധാന്തത്തിലെ ചില ശ്ലോകങ്ങളിൽനിന്നു കാണാം.

"അദൃശ്യരൂപാഃ കാലസ്യ മൂൎത്തയോ ഭഗണാശ്രിതാഃ
ശീഘ്രമന്ദോച്ചപാതാഖ്യാ ഗ്രഹാണാം ഗതിഹേതവഃ." 2-1

"തദ്വാതരശ്മിഭിർബദ്ധാസ്തൈസ്സവ്യേതരപാണിഭിഃ
പ്രാക്പശ്ചാദപകൃഷ്യന്തേ യഥാസന്നം സ്വദിങ്മുഖാഃ." 2-2

ശീഘ്രോച്ചം, മന്ദോച്ചം, പാതൻ ഇവ പ്രത്യക്ഷമായിക്കാണുവാൻ സാധിക്കാത്തവയും നക്ഷത്രസമൂഹത്തെ ആശ്രയിച്ചവയും കാലത്തിൻെറ മൂൎത്തികളും ആകുന്നു. ഇവയത്രെ ഗ്രഹഗതികൾക്ക് കാരണം. ഇവരുടെ വായുരൂപമായ രശ്മികളെക്കൊണ്ടു ബന്ധിക്കപ്പെട്ട ഗ്രഹങ്ങളെ വാമദക്ഷിണബാഹുക്കളെക്കൊണ്ടു അടുപ്പത്തിന്നു തക്കവണ്ണം ഇവ സ്വാഭിമുഖമായി പൂൎവ്വപശ്ചിമമാൎഗ്ഗങ്ങളിലേക്കു ആകൎഷിക്കുന്നു. ഇതെല്ലാം ഊഹങ്ങളാണ്. ഇവക്ക് ശാസ്ത്രീയരൂപം സ്വീകരിപ്പാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. സൂൎയ്യനും ഗ്രഹങ്ങളുമാണ് അന്യോന്യം ആകൎഷിക്കുന്നതെന്ന ഊഹം ഉണ്ടായിരുന്നതായിത്തോന്നുന്നില്ല. ആകൎഷിക്കുന്ന വസ്തുക്കൾ പ്രത്യക്ഷമായിക്കാണുവാൻ സാധിക്കാത്ത മന്ദോച്ചശീഘ്രോച്ചങ്ങളാണ്.

"പ്രവഹാഖ്യോ മരുത്താംസ്തു സ്വോച്ചാഭിമുഖമീരയേൽ
പൂൎവ്വാപരാപകൃഷ്ടാസ്തേ ഗതിം യാന്തി പൃഥഗ്വിധാം." 2-3

പ്രവഹൻ എന്ന വായു ഗ്രഹങ്ങളെ തൻെറ തൻെറ ഉച്ചസ്ഥാനങ്ങളിലേക്കു ചലിപ്പിക്കുന്നു. എന്നാൽ കിഴക്കോട്ടും പടിഞ്ഞാ

റോട്ടും അപകൃഷ്ടരായ ഗ്രഹങ്ങളുടെ ഗതി പലവിധത്തിലായി ത്തിരുന്നു.

"ദക്ഷിണോത്തരതോപ്യേവം പാതോ രാഹുസ്സ്വരംഹസാ
വിക്ഷിപത്യേഷ വിക്ഷേപം ചന്ദ്രാദീനാമപക്രമാൽ." 2_6

പാതസ്ഥനായ രാഹു തൻെറ ശക്തികൊണ്ടു അപക്രമമണ്ഡല ത്തിൽനിന്നു ചന്ദ്രാദികളെ തെക്കോട്ടും വടക്കോട്ടും നീക്കിനി ത്തുന്നു. ഈ നീക്കമാണ് വിക്ഷേപം.

'മഹത്ത്വാന്മണ്ഡലസ്യാക്കഃ സ്വല്പമേവാപകൃഷ്യതേ
മണ്ഡലാല്പതയാ ചന്ദ്രസ്തതോ ബഹ്വപകൃഷ്യതേ." 2_9

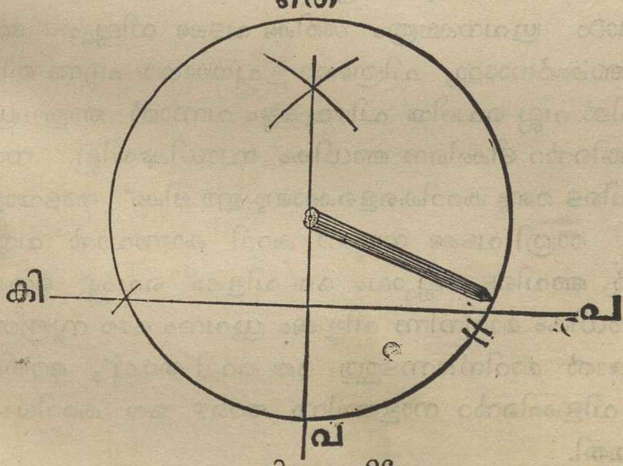
സൂൎയ്യമണ്ഡലം മഹത്തായതുകൊണ്ടു അതു അല്പം മാത്രം അപ കഷിക്കപ്പെടുന്നു (നീക്കപ്പെടുന്നു.) ചന്ദ്രമണ്ഡലം ചെറുതായ തുകൊണ്ടു അതു അധികം അപകഷിക്കപ്പെടുന്നു.

ഇന്നറിയുന്ന ഗുരുത്വാകഷണ(ഭാരകാകഷണം-Gravitation)മാവട്ടെ അതിൻെറ നിയമങ്ങളാവട്ടെ പൂൎവ്വന്മാക്കറിഞ്ഞി രുന്നില്ലെന്നും അവരുടെ ചില സങ്കല്പങ്ങളെത്തന്നെ അവർ സ്പഷ്ടമായിക്കണ്ടിട്ടില്ലെന്നും വ്യക്തമാണ്. എങ്കിലും ഗ്രഹസ ഞ്ചാരത്തിന്നു മതിയായ കാരണം വേണമെന്ന ആലോചന അ വക്കുണ്ടായിരുന്നു. ഇന്നത്തെ ചിലരെപ്പോലെ 'അതറിഞ്ഞി ട്ടെന്തിനാ?' എന്നു അവർ ചോദിച്ചില്ല. അവർ കാരണം കണ്ട തു പ്രവഹവായുവിലും മന്ദോച്ചശീഘ്രോച്ചപാതങ്ങളുടെ അപക ഷണങ്ങളിലുമാണ്.

ഈ അദ്ധ്യായത്തിൽ വിവരിച്ച പ്രാചീനസിദ്ധാന്തങ്ങളാ ണ് കോപ്പർനിക്കസ്സ്, കെപ്ലർ, ന്യൂട്ടൻ എന്നിവരുടെ ആധു നികസിദ്ധാന്തങ്ങൾക്കു അടിക്കല്ലുകളായിത്തീന്നതെന്നു ഇനിയ ത്തെ അദ്ധ്യായത്തിൽനിന്നു കാണാം. അതുകൊണ്ടാണ് ഇവ യെങ്കിലും ഇവിടെ വിസ്തരിച്ചത്.

ഈ അദ്ധ്യായം അവസാനിക്കുന്നതിന്നുമുമ്പു സൂക്ഷ്മമായ വടക്കു കാണുവാനുള്ള മാൎഗ്ഗത്തെപ്പറയാം. വെള്ളം ഒഴിച്ചോ

അവനതം (=ഗമനക്കാൽ) ഉപയോഗിച്ചോ നിരപ്പാക്കിയ ഒരു കളത്തിൽ 24 അംഗുലം വ്യാസാദ്ധമായി ഒരു വൃത്തം നിമ്മിച്ച് അതിൻെറ മദ്ധ്യത്തിൽ 12 അംഗുലം ഉയരത്തിൽ അഗ്രം കൂത്തിരിക്കുന്ന ഒരു കുററി ശരിക്ക് അധോദ്ധ്വമായി നാട്ടുക. ഈ കുററിക്ക് ശംകുവെന്നു പേര്. കാലത്തു ശംകുവിൻെറ നിഴൽ പടിഞ്ഞാറോട്ടായിരിക്കും. ക്രമേണ അതു ചുരുങ്ങുകയും മദ്ധ്യാഹ്നമാകുമ്പോഴേക്ക് നേർ വടക്കോട്ടോ തെക്കോട്ടോ തിരിയുകയും ചെയ്യുന്നു. മദ്ധ്യാഹ്നം കഴിഞ്ഞാൽ നിഴൽ പിന്നേയും നീളുകയും അസ്തമനത്തോടുകൂടി കിഴക്കോട്ടു തിരിയുകയും ചെയ്യും. ഇതിനിടയിൽ വൃത്തപരിധിയെ നിഴലിൻെറ അററം 2 പ്രാവശ്യം സ്പശിക്കുന്നു. കാലത്തു ശംകുവിൻെറ അരികത്തു ശ്രദ്ധയോടുകൂടി കാത്തിരുന്ന് നിഴലിൻെറ അററം വൃത്തപരിധിയെ കടക്കുന്നവിടെ അടയാളം വെക്കുക. വൈകുന്നേരം വൃത്തത്തി



പരിലേഖം 26.

ൻെറ കിഴക്കുഭാഗത്തും ഇപ്രകാരം ചെയ്യണം. പിറെറ ദിവസം കാലത്തും പടിഞ്ഞാറുഭാഗത്തെ അടയാളം വെക്കണം. സൂയ്യൻെറ അയനംകൊണ്ടു കാലത്തു വെക്കുന്ന രണ്ടടയാളങ്ങളും വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കും. രണ്ടു അടയാളങ്ങളും തമ്മിലുള്ള

അന്തരാളത്തെ മൂന്നു സമഭാഗമാക്കി ആദ്യദിവസം വെച്ച അടയാളത്തെ പിററെ ദിവസത്തെ അടയാളത്തിന്നു നേക്ക ഒരു ഭാഗം നീക്കുക. ഈ കിട്ടിയ അടയാളത്തേയും ആദ്യദിവസം സായാഹ്നത്തിൽ കിട്ടിയ അടയാളത്തേയും ചേക്കുന്ന രേഖ ശരിക്കു കിഴക്കുപടിഞ്ഞാറായിരിക്കും. ഇതിൽനിന്നു തെക്കുവടക്കു രേഖയും ഉണ്ടാക്കാം.

മറെറാരു മാൎഗ്ഗം ഇതിനെക്കാൾ കുറെക്കൂടി എളുപ്പമാണ്. ധ്രുവനക്ഷത്രം ഏതാണ്ട് വടക്കാകുന്നു. എന്നാൽ ശരിക്ക് വടക്കല്ല. കൃത്യമായ ധ്രുവത്തിൽനിന്നു അതു രേവതിയുടേയും അക്കർനാറിൻേറയും നേക്കായി, ചിത്രനക്ഷത്രത്തിൽനിന്നു എതിർവശത്തേക്കായി 64 കലയോളം നീങ്ങിനില്ക്കുന്നു. അതിനാൽ ധ്രുവത്തിൻെറ ചുററും ധ്രുവനക്ഷത്രം ആകാശം തിരിയുന്നതോടുകൂടി ഒരു ചെറിയ വൃത്തത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. രേവതിയോ, അക്കർനാറോ, ചിത്രയോ ദക്ഷിണോത്തരത്തിൽ എത്തുമ്പോൾ ധ്രുവനക്ഷത്രം ശരിക്കു വടക്കു നില്ക്കും. രേവതിയോ, അക്കർനാറോ, ചിത്രയോ ഉച്ചയായോ എന്നു തീച്ചയാക്കുന്നതിൽ വല്ല ചെറിയ പിഴവുകളും വന്നാൽ അതു ധ്രുവനക്ഷത്രത്തിൻെറ ദിക്കിനെ അധികം ബാധിക്കയില്ല. നാം നില്ക്കുന്നവിടെ രണ്ടു കുററികളെക്കൊണ്ടു ഈ ദിക്ക് അടയാളപ്പെടുത്താം. രാത്രി വടക്കു നാട്ടുന്ന കുററി കാണുവാൻ വയ്യാതെ വന്നാൽ, അവിടെ തല്ക്കാലം ഒരു വിളക്ക് വെച്ച് തെക്കോട്ടു കുറെ അധികം മാറിനിന്നു വിളക്കും ധ്രുവനും ഒരേ സൂത്രത്തിലായിക്കണ്ടാൽ മാറിനിന്നേടത്തു ഒരു കുററി തറച്ച്, അതിൻെറ ശേഷം വിളക്കിൻെറ നാളത്തിന്നു താഴെ ഒരു കുററിയും തറച്ചാൽ മതി.

ധ്രുവനക്ഷത്രം ഉത്തരധ്രുവത്തിന്നു ചുററും 64 കല വ്യാസാദ്ധമായ ഒരു ദ്യുവൃത്തത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. ദിവസത്തിൽ രണ്ടു പ്രാവശ്യം ധ്രുവൻ ദക്ഷിണോത്തരരേഖയെ കടക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഒരിക്കൽ ധ്രുവത്തിൻെറ മീതെ, പിന്നെ താഴെ.

മീതെ കടന്നതു തൊട്ടു താഴെ കടക്കുന്നതുവരെയുള്ള സമയം താഴെ കടക്കുന്നതുതൊട്ടു മീതെ കടക്കുന്നതുവരെയുള്ള സമയത്തിന്നു തുല്യമായിരിക്കയും ചെയ്യും. വടക്കോട്ടു തിരിച്ചുവെച്ച ഒരു ദൂരദശിനിക്കുഴലിൻെറ മദ്ധ്യരേഖയേയും നക്ഷത്രം ഇപ്രകാരം കടന്നുപോകുന്നുവെന്നു കണ്ടാൽ ദൂരദശിനി കൃത്യം വടക്കോട്ടു തിരിഞ്ഞു നില്ക്കുന്നുവെന്നു തീച്ചയാക്കാം. തെക്കുവടക്കു തിരിയത്തക്കവിധം കയററിയ ഒരു ദൂരദശിനിക്കുഴലിനെ രണ്ടു മൂന്നു ദിവസത്തെ പരീക്ഷണംകൊണ്ടു കൃത്യമാക്കി നിത്തീട്ടാകുന്നു ആധുനികന്മാർ നിരിക്ഷണശാലകളിൽ വടക്കു നിശ്ചയിക്കുന്നത്.

ജ്യോതിഷബാലബോധിനി

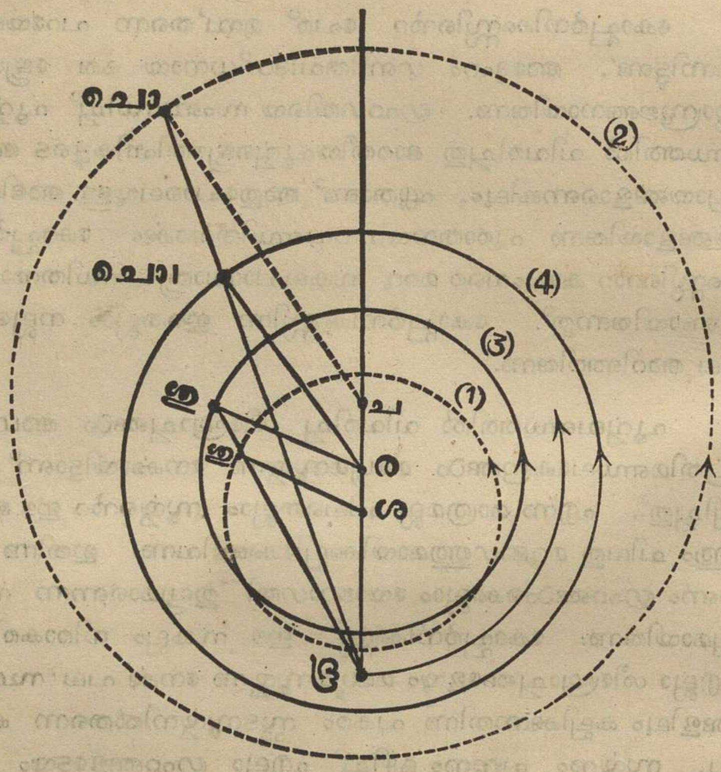
അപരഖണ്ഡം

1. ആധുനികസിദ്ധാന്തങ്ങൾ

കോപ്പർനിക്കസ്സിൻെറ പേര് മുമ്പ് തന്നെ പറയേണ്ടി വന്നിട്ടുണ്ട്. അദ്ദേഹം ഗണിതവിദഗ്ധനായ ഒരു ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നു. ഗ്രഹഗതിയെ സംബന്ധിച്ച് പൂർവ്വഖണ്ഡത്തിൽ വിവരിച്ചതു ഭാരതീയപൂർവ്വജ്യൌതിഷികളുടെ അഭിപ്രായങ്ങളാണെങ്കിലും, ഏതാണ്ട് അതുപോലെയുള്ള അഭിപ്രായങ്ങളായിരുന്നു പുരാതനയവനപണ്ഡിതന്മാൎക്കും കോപ്പർനിക്കസ്സിൻെറ കാലംവരെ മററു സകലപാശ്ചാത്യപണ്ഡിതന്മാൎക്കും ഉണ്ടായിരുന്നതു്. കോപ്പർനിക്കസ്സിന്നു ഇതെല്ലാം നല്ലപോലെ അറിഞ്ഞിരുന്നു.

പൂർവ്വഖണ്ഡത്തിൽ വിവരിച്ച ശീഘ്രോച്ചങ്ങൾ അഥവാ പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രങ്ങൾ മദ്ധ്യമസൂൎയ്യന്നു നേൎക്കായിട്ടാണ് കല്പിച്ചതു്. എന്നു മാത്രമല്ല ചിലതെല്ലാം സൂൎയ്യൻെറ ഈ ഭാഗത്തും ചിലതു മറുഭാഗത്തുമായികല്പിക്കേണ്ടിവന്നു. ഇതിന്നു കാരണം ഗ്രഹങ്ങൾക്കെല്ലാം യോജനഗതി തുല്യമാണെന്ന സങ്കല്പമായിരുന്നു. കോപ്പർനിക്കസ്സ് ഈ സങ്കല്പം നിരാകരിച്ചു. എല്ലാ ശീഘ്രോച്ചങ്ങളേയും മദ്ധ്യമസൂൎയ്യന്നു നേൎക്ക പല സ്ഥാനങ്ങളിലും കല്പിക്കുന്നതിന്നു പകരം സ്ഫുടസൂൎയ്യനിൽതന്നെ കല്പിച്ചു. സൂൎയ്യനും ചന്ദ്രനും ഒഴിച്ച് എല്ലാ ഗ്രഹങ്ങളുടേയും ശീഘ്രോച്ചവൃത്തം സൂൎയ്യകക്ഷതന്നെയെന്നു വെച്ചു. എന്നാൽ ശീഘ്രോച്ചവൃത്തവ്യാസാൎദ്ധത്തിൻെറയും പ്രതിമണ്ഡലവ്യാസാൎദ്ധത്തിൻെറയും തോതിന്നു മാററം വരുത്തുവാൻ പാടില്ല. ആ തോതു സൂൎയ്യനിൽനിന്നും മദ്ധ്യമങ്ങളിൽനിന്നും സ്പഷ്ടഗ്രഹത്തിൻെറ കവിഞ്ഞ നീക്കത്തെ ആശ്രയിച്ചതാണല്ലോ. ഈ നീക്കം നിരീക്ഷണസിദ്ധവും പറയത്തക്ക പിഴവുകൾ ഇല്ലാത്തതു

മാണ്. അതിനാൽ ബുധനേയും ശുക്രനേയും സംബന്ധിച്ച് ശീഘ്രോച്ചങ്ങളെ സൂര്യനിലേക്ക നീക്കി ശീഘ്രോച്ചവൃത്തവ്യാസാർദ്ധങ്ങളെ വലുതാക്കിയതോടുകൂടി പ്രതിമണ്ഡലവ്യാസാർദ്ധങ്ങളേയും, അതനുസരിച്ച് പ്രതിമണ്ഡലപരിധികളേയും, യോജനാത്മകഗതികളേയും അതേ തോതിൽ വർദ്ധിപ്പിച്ചു. ചൊവ്വ, വ്യാ



പരിലേഖം 27.

ഴം, ശനി ഈ ഗ്രഹങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചും ശീഘ്രോച്ചം സൂര്യനിലേക്ക നീക്കി. അപ്പോഠം ശീഘ്രോച്ചവൃത്തവ്യാസങ്ങഠം ചുരുങ്ങി. ഈ തോതിൽ പ്രതിമണ്ഡലവ്യാസാർദ്ധങ്ങളേയും, പരിധികളേയും, യോജനാത്മകഗതികളേയും ചുരുക്കുകയും ചെയ്തു. പരിലേഖത്തിൽ ശുക്രനെ സംബന്ധിച്ചും ചൊവ്വയെ സംബ

ന്ധിച്ചും കോപ്പർനിക്കസ്സ് ചെയ്ത ഈ മാററങ്ങളെ സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. അതിൽ ഭൂ ഭൂമിയും ര സൂൎയ്യനും ശ ശുക്രശീഘ്രോച്ചവും ച ചൊവ്വയുടെ ശീഘ്രോച്ചവുമാകുന്നു. 1ഉം 2ഉം വൃത്തങ്ങൾ ശുക്രൻേറയും ചൊവ്വയുടേയും പൂൎവ്വസിദ്ധാന്തമനുസരിച്ചുള്ള പ്രതിമണ്ഡലങ്ങളും, 3ഉം 4ഉം ഈ ഗ്രഹങ്ങൾക്ക് കോപ്പർനിക്കസ്സ് സങ്കല്പിച്ച പുതിയ കക്ഷകളുമാകുന്നു. 3ന്നും 4ന്നും കേന്ദ്രം ര എന്ന സൂൎയ്യൻതന്നെ. ശു, ചൊ, പൂൎവ്വസിദ്ധാന്തപ്രകാരം ശുക്രൻേറയും ചൊവ്വയുടേയും അന്തരീക്ഷസ്ഥാനങ്ങൾ. ശു, ചൊ, കോപ്പർനിക്കസ്സിൻെറ നൂതനസിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് ആ രണ്ടു ഗ്രഹങ്ങളുടേയും അന്തരീക്ഷസ്ഥാനങ്ങൾ. ഏതുപ്രകാരമായാലും ശുക്രനേയും, ചൊവ്വയേയും ഭൂമിയിൽനിന്നു കാണുന്ന ദിക്കുകൾക്ക് മാററമില്ല. ശുക്രൻേറയും ചൊവ്വയുടേയും പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രങ്ങളെ സൂൎയ്യനിലേക്കു മാററിയതോടുകൂടി അവയുടെ കക്ഷാപരിധിക്ക് വരുത്തിയ മാററങ്ങളും പരിലേഖത്തിൽ കാണാം.

ഈ മാററങ്ങളെക്കൊണ്ടു ഗ്രഹസഞ്ചാരസിദ്ധാന്തത്തിന്നു കുറെക്കൂടി സാരള്യവും ചാരുതയും വന്നുവെന്നതിന്നു സംശയമില്ല. സൂൎയ്യൻ ഭൂമിക്ക് ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്നതിന്നു പകരം ഭൂമി ബുധാദികളെപ്പോലെ സൂൎയ്യന്നു ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നു വെച്ചാൽ, സൂൎയ്യൻെറ സഞ്ചാരം മാത്രമല്ല, ഗ്രഹങ്ങളുടെ സഞ്ചാരങ്ങളും പൂൎവ്വസിദ്ധാന്തപ്രകാരംതന്നെ ഇപ്പോഴും കാണാം. ഉദാഹരണമായി, ശുക്രനും ഭൂമിയും സൂൎയ്യൻെറ ഒരു വശത്തായി വന്നുവെന്നു കരുതുക. ഈ രണ്ടും ഘടികാരത്തിൻെറ സൂചികൾ തിരിയുന്ന വശത്തിന്നു എതിരായി ഇടത്തോട്ടുപോയിക്കൊണ്ടിരിക്കെ ശുക്രൻ ഭൂമിയെക്കാൾ ശീഘ്രതരമായി സഞ്ചരിക്കുന്നതിനാൽ ഭൂമിയെ ശുക്രനോടു ചേൎക്കുന്ന രേഖ വലത്തോട്ടുതിരിയുന്നു. എന്നു വെച്ചാൽ ഭൂപൃഷ്ഠസ്ഥനായ ഒരു ദ്രഷ്ടാവിന്നു ശുക്രൻ വലത്തോട്ടു പോകുന്നതായിത്തോന്നുന്നു, അഥവാ ശുക്രന്നു വക്രഗതിയുണ്ടെന്നു കാണുന്നു. ചൊവ്വയും ഭൂമിയും സൂ

യ്യന്റെ ഒരുവശത്തായി വന്നുവെന്നു കരുതുക. ചൊവ്വ ഭൂമിയെക്കാറം മന്ദമായി സഞ്ചരിക്കുന്നു. അതിനാൽ ഭൂമിയെ ചൊവ്വയോടു ചേക്കുന്ന രേഖ വലത്തോട്ടു തിരിയുന്നു, അഥവാ ചൊവ്വക്കു വക്രഗതിയുള്ളതായിക്കാണുന്നു. ഈ വിധം ഗ്രഹങ്ങളുടെ എല്ലാതരം സഞ്ചാരങ്ങളും സ്തംഭനവും പ്രാചീനസിദ്ധാന്തത്തിലും ആധുനികസിദ്ധാന്തത്തിലും ഒരുപോലെതന്നെ വരുന്നു.

സാരള്യചാരുതകറംക്ക് മനുഷ്യന്റെ ഉറച്ചുകിടക്കുന്ന വിശ്വാസങ്ങളെ ഇളക്കുവാൻ സാധിച്ചില്ല. പ്രപഞ്ചവസ്തുക്കളുടേയും നക്ഷത്രമണ്ഡലത്തിന്റേയും രാശിച്ചക്രത്തിന്റേയും കേന്ദ്രഗതമായി സ്ഥിരമായി നില്ക്കുന്നുവെന്നു ആദികാലം മുതല്ക്കേ വിശ്വസിച്ചുപോന്ന ഭൂമി ബുധൻ മുതലായ താരാഗ്രഹങ്ങളുടെ കൂട്ടത്തിൽ ഇതുവരെ ഗ്രഹങ്ങളിൽ ഒന്നായിമാത്രം വിശ്വസിച്ചുപോന്ന സൂൎയ്യന്റെ ചുററും പോയിക്കൊണ്ടിരിക്കുക എന്നതു പണ്ഡിതന്മാക്കു വിശ്വാസയോഗ്യമായിത്തോന്നിയില്ല. പാശ്ചാത്യദേശങ്ങളിൽ അതു പ്ലാറേറാവിന്റെ അഭിപ്രായത്തിന്നും ഭാരതത്തിൽ അതു മഹഷിമാർ കരതലാമലകംപോലെ കണ്ടറിഞ്ഞ പരമാത്ഥത്തിന്നും വിരുദ്ധമായിരുന്നു.

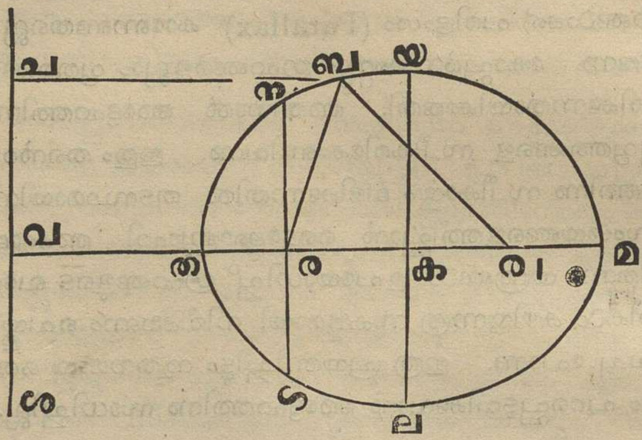
കോപ്പർനിക്കസ്സ് തന്റെ 'വ്യോമഗോളപരിവത്തനം' എന്ന ഗ്രന്ഥം 1540 ലായിരുന്നു പരസ്യം ചെയ്തത്. അവിടന്നു 60 കൊല്ലം കഴിഞ്ഞു 1600 ഫിബ്രവരി 17-ാംതിയതി റോമിൽവെച്ച് ജീവനോടെ തീയിലിട്ടു ദഹിപ്പിച്ചു കളഞ്ഞ ബ്രൂണോ എന്ന തത്വചിന്തകന്റെ പേരിൽ ചുമത്തിയ കാൎയ്യമായ അപരാധം അദ്ദേഹം കോപ്പർനിക്കസ്സിന്റെ സിദ്ധാന്തം വിശ്വസിച്ച് പരസ്യമായി പ്രഖ്യാപിച്ച് ഭൂമി പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ മദ്ധ്യത്തിലല്ല സ്ഥിതിചെയ്യുന്നുവെന്നു തുറന്നു പ്രസംഗിച്ചതായിരുന്നു. ഈ കാലത്തു ജീവിച്ചിരുന്ന ടൈക്കോബ്രാഹി എന്ന ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ബുധൻ, ശുക്രൻ, ചൊവ്വ, വ്യാഴം, ശനി, ഈ അഞ്ചു ഗ്രഹങ്ങളും സൂൎയ്യന്നു ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നു സമ്മതിച്ചുവെങ്കിലും ഈ ഗ്രഹങ്ങളും സൂൎയ്യനുംകൂടി ഉറച്ചുനില്ക്കു

ന്ന ഭൂമിക്ക് ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നുതന്നെ വാദിച്ചു. അദ്ദേഹത്തിൻേറയും മററു പണ്ഡിതന്മാരുടേയും കാൎയ്യമായ സംശയം ഭൂമി സൂൎയ്യൻെറ ചുററും പരിവൎത്തനം ചെയ്യുന്നുവെങ്കിൽ അന്തരീക്ഷത്തിൽ സ്ഥാനം മാറുന്നതിനാൽ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ സ്ഥാനങ്ങൾക്ക് പരിഭ്രംശം (Parallax) കാണേണ്ടതല്ലേ എന്നായിരുന്നു. കോപ്പർനിക്കസ്സും ഗ്രഹങ്ങളെല്ലാം വൃത്തങ്ങളിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതായിക്കരുതി. അതിനാൽ അദ്ദേഹത്തിന്നു മന്ദോച്ചവൃത്തങ്ങളെ സ്വീകരിക്കേണ്ടിവന്നു. ഇതും തൻെറ സിദ്ധാന്തത്തിന്നു സ്വീകാൎയ്യം ലഭിക്കുന്നതിൽ തടസ്ഥമായിനിന്നു. ഈ സംശയങ്ങളെത്തീൎപ്പാൻ ട്ടൈക്കോബ്രാഹി അക്കാലത്തുണ്ടായിരുന്ന യന്ത്രങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ഗ്രഹങ്ങളുടെ ഖഗോളസ്ഥിതികൾ കഴിയുന്നത്ര സൂക്ഷ്മമായി നിരീക്ഷണം ചെയ്തു എഴുതിവെച്ചു പോന്നു. ഇത്ര പ്രയത്നിച്ചിട്ടും നൂതനമായ ഒരു സിദ്ധാന്തം പുറപ്പെടുവിക്കുവാൻ അദ്ദേഹത്തിന്നു സാധിച്ചില്ല.

അദ്ദേഹത്തിൻെറ ശിഷ്യൻ കെപ്ലർ (1571—1630) എന്ന ജൎമ്മൻ ജ്യൌതിഷി ചെറുപ്പത്തന്നുതന്നെ കോപ്പർനിക്കസ്സിൻെറ സിദ്ധാന്തത്തിൽ വിശ്വസിച്ചുപോന്നു. എങ്കിലും മന്ദോച്ചവൃത്തങ്ങളെ അദ്ദേഹത്തിന്നു സുഖപ്രദമായിത്തോന്നിയില്ല. അതിനാൽ ടൈക്കോബ്രാഹിയുടെ നിരീക്ഷണഫലങ്ങൾ പരിശോധിച്ചു അവയെപ്പററി ഗാഢമായാലോചിച്ചു. അനേകം സങ്കല്പങ്ങളെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ഗണിതം ചെയ്ത് ഗണിതാഗതഫലങ്ങളെ നിരീക്ഷണഫലങ്ങളോടു ഒത്തുനോക്കിയതിൻെറ ശേഷം ആ യത്നശാലിയായ ധീമാൻ ഗ്രഹങ്ങളെല്ലാം വൃത്തങ്ങളിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്ന അഭിപ്രായത്തെ തള്ളി അവ പലവിധ ച്യുതികളോടുകൂടിയ ആയതവൃത്തങ്ങളിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നു അഭിപ്രായപ്പെട്ടു.

സമവൃത്തങ്ങളുടെ എല്ലാ വ്യാസങ്ങളും തുല്യമാണല്ലോ. ആയതവൃത്തങ്ങളുടേവ അങ്ങിനെയല്ല. വ്യാസങ്ങളിൽ ഒന്നു എല്ലാററിലും വെച്ച് വലിയതാകുന്നു. അതിന്നു ഉത്തമാക്ഷം

(Major axis) എന്നു പേര്. അതിൻെറ മദ്ധ്യത്തിൽകൂടി അതിന്നു ലംബമായ വ്യാസത്തിന്നു അധമാക്ഷം(Minor axis) എന്നു പറയുന്നു. അധമാക്ഷത്തിൻെറ ഒരഗ്രത്തിൽനിന്നു ഉത്തമാക്ഷാൎദ്ധത്തോളം അകലെയുള്ള ഉത്തമാക്ഷത്തിലെ രണ്ടു



പരിലേഖം 28.

തമ. ഉത്തമാക്ഷം.

യല. അധമാക്ഷം.

രാ ര$_1$,. നാഭികൾ.

ക. മദ്ധ്യം.

നര=രഗ=ഊൎദ്ധ്വകരം.

ചശ:നിയാമകരേഖ.

കര ÷ കത=രത ÷ തവ.

$$= \frac{\text{രബ}}{\text{ബച}} = \text{ച്യുതി.}$$

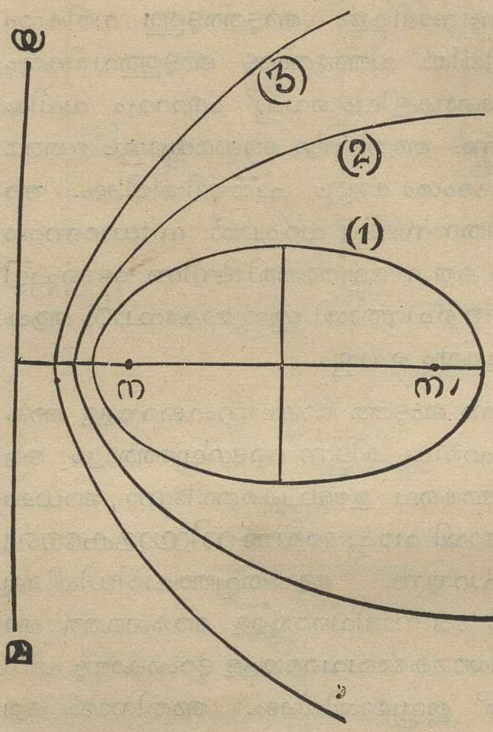
ബിന്ദുക്കളെ നാഭികളെന്നു പറയുന്നു. ഏതെങ്കിലും നാഭിയിൽനിന്നു ഉത്തമാക്ഷത്തിന്നു ലംബമായി പരിധിവരെയുള്ള അകലത്തിന്നു ഊൎദ്ധ്വകരം (Semilatus Rectum) എന്നു പറയുന്നു. ആയതവൃത്തഗണിതത്തിൽ ഇതിന്നു പ്രധാനമായ ഒരു സ്ഥാനമുണ്ട്. ഉത്തമാക്ഷമദ്ധ്യംതന്നെ ആയതവൃത്തത്തിൻെറ മദ്ധ്യം. മദ്ധ്യം തൊട്ടു നാഭിവരെയുള്ള അകലത്തെ ഉത്തമാക്ഷാൎദ്ധംകൊണ്ടു ഹരിച്ചു കിട്ടുന്ന ഭിന്നത്തെയാകുന്നു ആയതവൃ

ത്തത്തിൻെറ ച്യുതിയെന്നു പറയുന്നത്. രണ്ടു നാഭികളിൽനിന്നും പരിധിയിലുള്ള ഏതെങ്കിലും ബിന്ദുവിലേക്കുള്ള ദൂരങ്ങഠം കൂട്ടിയാൽ ഉത്തമാക്ഷത്തിന്നു തുല്യമായിരിക്കും. ഒരു നാഭിയിൽനിന്നു പരിധിയിലേക്കു സങ്കല്പിക്കുന്ന രേഖയെ ആയതവൃത്തത്തിൻെറ കരം (Radius Vector) എന്നു പറയുന്നു.

ആയതവൃത്തത്തിൻെറ ച്യുതി ഒന്നിൽ കുറവായിരിക്കും. ച്യുതി കുറയുംതോറും രണ്ടു നാഭികളും അടുത്തടുത്തു വരികയും ആയതവൃത്തം ആകൃതിയിൽ വൃത്തത്തോടു അടുത്തുവരികയും ചെയ്യും. എല്ലാ ഗ്രഹകക്ഷകളിലും വെച്ച് ഏററവും വലിയ ച്യുതി ബുധകക്ഷക്കാകുന്നു. അതിൻെറ അധമവ്യാസം ഉത്തമവ്യാസത്തിൻെറ 50ൽ ഒരംശം മാത്രം ചുരുങ്ങിയിരിക്കും. അതിനാൽ ബുധകക്ഷതോതനുസരിച്ചു വരച്ചാൽ സാധാരണന്മാരുടെ നോട്ടത്തിൽ അതു ഒരു സമവൃത്തത്തിൽനിന്നു ഭേദപ്പെട്ടിരിക്കയില്ല. ച്യുതി നന്നെ ചെറുതായി ശൂന്യമാകുമ്പോഠം ആയതവൃത്തം സമവൃത്തമാവുകയും ചെയ്യും.

ഒരു നാഭിയിൽനിന്നു അടുത്ത അക്ഷാഗ്രംവരെയുള്ള അകലത്തെ ച്യുതികൊണ്ടു ഹരിച്ചു കിട്ടുന്ന ദൈൎഘ്യത്തോളം ആ അക്ഷാഗ്രത്തിൽനിന്നു അകലെ ഊൎദ്ധ്വകരത്തിന്നോ അധമാക്ഷത്തിന്നോ സമാന്തരമായി വരച്ച രേഖക്കു നിയാമകരേഖ (Directrix) എന്നു പറയുന്നു. ആയതവൃത്തപരിധിയിലെ ഏതു ബിന്ദുവിൽനിന്നും ഒരു നാഭിവരെയുള്ള അകലത്തെ അതിൽനിന്നുണ്ടാക്കിയ നിയാമകരേഖവരെയുള്ള ദൂരംകൊണ്ടു ഹരിച്ചാലും ഫലം ച്യുതിക്ക് തുല്യമായിരിക്കും. അതിനാൽ ഒരു നാഭിയേയും നിയാമകത്തേയും ഉറപ്പിച്ച് ച്യുതി ഇന്നതെന്നു നിശ്ചയിച്ചാൽ ആയതവൃത്തത്തെ വരയ്ക്കാം. ഈ ഉപായം സ്വീകരിച്ചാൽ ച്യുതിയെ ഒന്നോ ഒന്നിലധികമോ ആക്കി വൎദ്ധിപ്പിക്കാം. ച്യുതി 1 നോടു അടുത്തുവരുംതോറും കേന്ദ്രവും, മറേറ നാഭിയും, ആയതവൃത്തത്തിൻെറ അകന്ന അററവും അകന്നകന്നുവരും. ച്യുതി 1നു തുല്യമാകുമ്പോഠം ആ അകന്ന അററ

ത്തു ആയതവൃത്തം മുറിഞ്ഞുണ്ടാകുന്ന രണ്ടററങ്ങളും അകന്നു പോകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ വക്രരേഖക്ക് ഉന്മീലിക (Parabola) എന്നു പറയുന്നു. ച്യുതി 1നെക്കാൾ വദ്ധിച്ചാൽ വക്രരേഖ ഉന്മീലികയെക്കാൾ വികസിക്കുന്നു. പരിലേഖത്തിലെ ആയതവൃത്തത്തിൻെറ ച്യുതി $\frac{3}{4}$ഉം, പ്രോന്മീലികയുടേതു ഏതാണ്ട് $2\frac{1}{2}$യും ആകുന്നു. ഉന്മീലികക്കു എല്ലായ്പ്പോഴും ച്യുതി 1തന്നെ. എല്ലാററിന്നും പൊതുവിലുള്ള നാഭി ന എന്നതും നിയാമകം യ മ എന്നതുമാകുന്നു. ധൂമകേതുക്കൾ ഉന്മീലികകളിലും പ്രോന്മീലികകളിലും സഞ്ചരിക്കാറുണ്ട്. ആകഷ്ണവശാൽ ഗതിഭേദം വന്ന് സഞ്ചാരമാൎഗ്ഗത്തിന്നു വക്രതവദ്ധിച്ചാൽ സഞ്ചാരമാൎഗ്ഗം ആയതവൃത്തമായി മാറിയെന്നുവരാം. അതുപോലെ വല്ല ഗ്രഹമോ, ധൂമകേതുക്കളോ സൂൎയ്യൻെറ ചുററും ആയതവൃത്തത്തിൽ സഞ്ചരിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ പുറമെയുള്ള ഗ്രഹങ്ങളുടെ ആകഷ്ണംകൊണ്ടു സഞ്ചാരപഥത്തിൻെറ വളവ് അല്പം ഒന്നു നിവന്നാൽ, പിന്നീടു ആ ഗ്രഹമോ ധൂമകേതുവോ ഉന്മീലികയി



പരിലേഖം 29.

(1) ആയതവൃത്തം.

(2) ഉന്മീലിക.

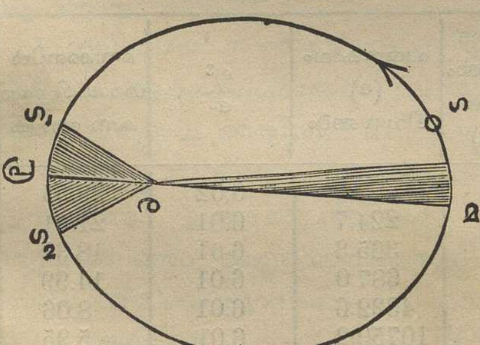
(3) പ്രോന്മീലിക.

ലോ പ്രോന്മീലികയിലോ സഞ്ചരിച്ചു എന്നും വരാം. അങ്ങിനെ സംഭവിച്ചാൽ ആ ഗ്രഹമോ ധൂമകേതുവോ പിന്നീട്ടു സൂൎയ്യനെ സമീപിക്കുന്നതല്ല. ഇതിന്നുള്ള ഉദാഹരണങ്ങൾ 4-ാം അദ്ധ്യായത്തിൽ കാണാം.

കെപ്ലർ തൻെറ ഗവേഷണഫലങ്ങളെ സംക്ഷിപ്തമായി താഴെ പറയുംപ്രകാരം 3 നിയമങ്ങളായി പ്രഖ്യാപിച്ചു.

1. എല്ലാ ഗ്രഹങ്ങളും സൂൎയ്യൻ നാഭികളിൽ ഒന്നാകുന്ന ആയതവൃത്തങ്ങളിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു.
2. ഓരോ ഗ്രഹത്തിൻേറയും സഞ്ചാരത്തിൽ സൂൎയ്യനേയും ഗ്രഹത്തേയും ചേൎക്കുന്ന കരംകൊണ്ടു തുല്യസമയങ്ങളിൽ തുല്യക്ഷേത്രഫലമുള്ള ത്രികോണങ്ങളെ ഉളവാക്കുന്നു.
3. ഗ്രഹകക്ഷകളുടെ ഉത്തമവ്യാസാൎദ്ധഘനത്തിന്നു അതാതു ഗ്രഹങ്ങളുടെ പൎയ്യയകാലവൎഗ്ഗം അനുപാതകമാകുന്നു.

ഇവയിൽ 1ഉം 2ഉം നിയമങ്ങളെക്കൊണ്ടു ഗ്രഹങ്ങളുടെ സഞ്ചാരത്തേയും 3-ാം നിയമംകൊണ്ടു ഭൂകക്ഷയുടെ ഉത്തമവ്യാസവും ഭൂമിയുടെ പൎയ്യയകാലവും അറിയുന്നവൎക്ക് മററു ഗ്രഹങ്ങളുടെ പൎയ്യയകാലങ്ങളിൽനിന്നു അവയുടെ കക്ഷകളുടെ ഉത്തമവ്യാസാൎദ്ധങ്ങളേയും കണക്കാക്കാം. കെപ്ലർ ഈ ഗണിതംകൊണ്ടു വരുത്തിയ ഫലങ്ങളോടു ടൈക്കോബ്രാഹിയുടെ നിരീക്ഷണഫലങ്ങൾ



പരിലേഖം 30

സാമാന്യേന ഒത്തുകണ്ടു. പരിലേഖത്തിൽ ര സൂൎയ്യനും, മ, പ്ര എന്നവ ആയതവൃത്തത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ഗ്രഹത്തിൻെറ മന്ദോച്ചവും പ്രതിമന്ദോച്ചവുമാകുന്നു. ഗ, ഗ$_1$, ഗ$_2$ എന്നവ

ഗ്രഹത്തിൻെറ സഞ്ചാരത്തിൽ മൂന്നു സ്ഥാനങ്ങളുമാകുന്നു. ഗ്രഹം 'മ ഗ' എന്ന കക്ഷാഭാഗവും '$ഗ_1$ $ഗ_2$' എന്ന കക്ഷാഭാഗവും സഞ്ചരിക്കുന്ന സമയങ്ങൾ തുല്യമെങ്കിൽ, 'മ ര ഗ' എന്ന ത്രികോണത്തിൻെറ ക്ഷേത്രഫലം '$ഗ_1$ ര $ഗ_2$' എന്ന ത്രികോണത്തിൻെറ ക്ഷേത്രഫലത്തിന്നു തുല്യമാകും. ഇതാകുന്നു രണ്ടാമത്തെ നിയമം. രമ, രഗ, എന്ന കരങ്ങൾ $രഗ_1$, $രഗ_2$, എന്ന കരങ്ങളെക്കാൾ നീളമുള്ളവയാകയാൽ ∠ഗരമ എന്ന കോണ് ∠$ഗ_1$ര$ഗ_2$ എന്ന കോണിനെക്കാൾ ചെറുതായിരിക്കും. ഇതിൽനിന്നു ഗ്രഹം മന്ദോച്ചത്തിൽ മന്ദമായും, പ്രതിമന്ദോച്ചത്തിൽ ശീഘ്രമായും സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നു വരുന്നു. പരിലേഖത്തിൽനിന്നു മന്ദോച്ചം മുതൽ പ്രതിമന്ദോച്ചംവരെ ഗ്രഹത്തിൻെറ ഗതി വദ്ധിച്ചുവരുമെന്നും പ്രതിമന്ദോച്ചംതൊട്ടു മന്ദോച്ചംവരെ ചുരുങ്ങിവരുമെന്നും കാണാം.

സൂയ്യനിൽനിന്നു ഗ്രഹങ്ങളുടെ അകലങ്ങളും, പയ്യയകാലങ്ങളും, ഗ്രഹങ്ങൾ ഓരോ സെക്കണ്ടിലും സഞ്ചരിക്കുന്ന നാഴികകളും കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. അകലങ്ങളും പയ്യയകാലങ്ങളും ഉപയോഗിച്ച് കെപ്ലരുടെ മൂന്നാം നിയമം ഒത്തുനോക്കിയിരിക്കുന്നു.

ഗ്രഹം	ഗ്രഹകക്ഷയുടെ ഉത്തമവ്യാസാദ്ധം (ല) (10 ലക്ഷം നാഴികകൾ)	പയ്യയകാലം (ദ) ദിവസങ്ങൾ	$\frac{ല^3}{ദ^2}$	സെക്കണ്ടിൽ ശരാശരി പോകുന്ന നാഴിക
ബുധൻ	36.0	88.0	6.02	29.55
ശുക്രൻ	67.2	224.7	6.01	21.61
ഭൂമി	92.9	365.3	6.01	18.38
ചൊവ്വ	141.6	687.0	6.01	14.99
വ്യാഴം	483.3	4332.6	6.01	8.06
ശനി	886.2	10759.2	6.01	5.95

R. S. Ball.

കെപ്ലർ തൻെറ ഗുരുനാഥൻെറ നിരീക്ഷണങ്ങൾ പരിശോധിച്ച്, ഗ്രഹസഞ്ചാരത്തിൻെറ സൂക്ഷ്മസ്വരൂപം ആലോചിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന കാലത്തു ഇററലിക്കാരനായ ഗലീലിയോ

(1564—1642) ഫ്ളോറൻസിലുള്ള സ്വഗൃഹത്തിൽനിന്നു വെനിസ്സിൽ അഭ്യാഗതനായി. അവിടെവെച്ച് ഹോളണ്ടിൽ അകലെയുള്ള വസ്തുക്കളെ അടുത്തെന്നപോലെ കാണുവാൻ സാധിപ്പിക്കുന്ന ഒരുപകരണം സ്ഫടികംകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയെന്നും യുദ്ധകാലത്തു ശത്രുസൈന്യങ്ങളുടെ സഞ്ചാരങ്ങളെ കണ്ടറിവാൻ നല്ലതാണെന്നു വിചാരിച്ച അധികൃതന്മാരുടെ കല്പനപ്രകാരം അതു രഹസ്യമായി വെച്ചിരിക്കയാണെന്നുമുള്ള വിവരം അറിഞ്ഞു. സ്വഗൃഹത്തിലേക്കു മടങ്ങി എത്തിയതിന്റെ ശേഷം അല്പദിവസങ്ങൾക്കുള്ളിൽ അദ്ദേഹവും സ്ഫടികകാചങ്ങളെ ഒരു കുഴലിൽ അതാതു സ്ഥാനങ്ങളിൽവെച്ച് അതുപോലെ ഒരുപകരണമുണ്ടാക്കി. ഈ ഉപകരണത്തെയാണ് നാം ഇന്നു ദൂരദർശിനി (Telescope) എന്നു പറയുന്നത്. ഇതു ക്രിസ്ത്വബ്ദം 1609 ലായിരുന്നു. ഗലീലിയോ ആദ്യം ഉണ്ടാക്കിയ ദൂരദർശിനിയെ പിന്നേയും പിന്നേയും പരിഷ്കരിച്ചു. ഇവയിൽ ഏററവും വലിയതിന്നു 30 മൈൽ അകലെയുള്ള വസ്തുക്കളെ 1 മൈൽ മാത്രം അകലെയുള്ളവയെപ്പോലെ കാണിപ്പാൻ സാധിച്ചിരുന്നു. ആ ദൂരദർശിനിയുടെ ഉപചയനശക്തി (Magnifying Power) 30 ആയിരുന്നു.

ഗലീലിയോ താൻ ഉണ്ടാക്കിയ ദൂരദർശിനിയിൽക്കൂടി ഗ്രഹങ്ങളേയും ആകാശഗംഗയേയും സൂക്ഷിച്ചുനോക്കി. വ്യാഴത്തെ നോക്കിയപ്പോൾ അതിന്റെ ബിംബം വിശദമായിക്കണ്ടു. എന്നു മാത്രമല്ല അതിനെ പരിവത്തനം ചെയ്യുന്ന 4 ഉപഗ്രഹങ്ങളേയും കണ്ടു. ഇതു കോപ്പർനിക്കസ്സ് വിഭാവനം ചെയ്ത സൌരവ്യൂഹത്തിന്റെ മാതൃകയായിത്തോന്നി. ശനിയെ നോക്കിയപ്പോൾ അതിനെ ചുററിക്കിടക്കുന്ന ഒരു വലയം പ്രത്യക്ഷമായി. ബുധശുക്രന്മാക്കു ചന്ദ്രന്നുള്ളതുപോലെ വൃദ്ധിക്ഷയവും കണ്ടു. ക്ഷയിച്ചും വദ്ധിച്ചും വരുന്ന ഗ്രഹങ്ങളുടെ ആകൃതിയും വലിപ്പവും കോപ്പർനിക്കസ്സിന്റെ സിദ്ധാന്തപ്രകാരം അവ സഞ്ചരിച്ചാൽ മാത്രം ഉണ്ടാകുന്ന രീതിയിലായിരുന്നു. ഉദാഹരണമായി പൂവ്വസിദ്ധാന്തപ്രകാരമാണെങ്കിൽ ബുധനെ ഒരിക്കലും പൂ

ർണ്ണവൃത്താകാരത്തിൽക്കാണുകയില്ല. എന്നാൽ ഗലീലിയോവിന്നു ബുധനെ പൂർണ്ണവൃത്താകാരത്തിൽ കാണുവാൻ സാധിച്ചു. ആകാശഗംഗയെ നോക്കിയപ്പോൾ, ആ പ്രഭാവലയം അസംഖ്യം ചെറുതാരങ്ങളുടെ സമൂഹമായിക്കണ്ടു. സന്തുഷ്ടനായ ഗലീലിയോ മററു പണ്ഡിതന്മാരേയും പ്രഭുക്കന്മാരേയും ഇതെല്ലാം കാണിച്ചുകൊടുത്തു. ക്രമേണ കോപ്പർനിക്കസ്സിൻെറ സിദ്ധാന്തം ശരിയാണെന്ന ബോധം അവരിൽ ഉദിച്ചു. ഗലീലിയോ ഇതെല്ലാം വിവരിച്ചുകൊണ്ടു ഒരു ഗ്രന്ഥം നിർമ്മിച്ചു. ഇതെല്ലാം യോറോപ്പിലെ പുരോഹിതന്മാരെ പരിഭ്രമിപ്പിക്കാതിരുന്നില്ല. എന്നാൽ അവക്കു കോപ്പർനിക്കസ്സിൻെറ അഭിപ്രായങ്ങൾക്കെതിരായി ഒരു വാദവും ഉണ്ടായിരുന്നില്ല. മന്ദോച്ചവൃത്തങ്ങളിൽ കണ്ടിരുന്ന ന്യൂനത കെപ്ലരും തീർത്തുകളഞ്ഞു. ഗലീലിയോ തൻെറ ഗ്രന്ഥത്തിൽ കോപ്പർനിക്കസ്സ് സിദ്ധാന്തമാണ് ശരിയെന്നു പലേടത്തും ഉറപ്പിച്ചു പറഞ്ഞിരുന്നതെല്ലാം മാററിയെഴുതുവാൻ പുരോഹിതക്കോടതി കല്പിച്ചു. ഈ കല്പനക്കാവട്ടെ കോപ്പർനിക്കസ്സിൻെറ സിദ്ധാന്തം ലോകർ സ്വീകരിക്കുന്നതിനെ തടയുവാൻ ഒട്ടും കെൽപുണ്ടായിരുന്നില്ല. പുരോഹിതവർഗ്ഗം കോപ്പർനിക്കസ്സിൻെറ സിദ്ധാന്തം ഗണിതത്തിന്നാസ്പദമാക്കാമെന്നു സമ്മതിക്കുകയും ഭൂമിയേയും അതിലെ പാപികളായ മനുഷ്യരേയും വിശ്വകേന്ദ്രനിവാസികളാക്കി പരിപാവനമായ ദിവ്യലോകത്തുനിന്നു വിദൂരസ്ഥന്മാരാക്കുന്ന വല്ല സംഗതികളും ഒളിഞ്ഞുകിടക്കുന്നുണ്ടെങ്കിൽ അവയെ കണ്ടുപിടിപ്പാൻവേണ്ടി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ വളരെ പ്രോത്സാഹിപ്പിക്കയും ചെയ്തു. ഗലീലിയോവിൻെറ ഗ്രന്ഥം മാററിയെഴുതിയതായിക്കേട്ടിട്ടില്ല.

ഗലീലിയോ മരിച്ച് 11¾ മാസം കഴിഞ്ഞപ്പോൾ ഇംഗ്ലാണ്ടിൽ ന്യൂട്ടൻമാരുടെ വീട്ടിൽ ഒരു ആൺകുട്ടി ജനിച്ചു. ഐസാക്ക് എന്നു നാമകരണം ചെയ്തു. ഈ കുട്ടിയാണ് സർവ്വശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരാലും ഇന്നും ആരാദ്ധ്യനായ സേർ ഐസാക് ന്യൂട്ടൻ (1642—1727) ആയിത്തീർന്നത്. ഗലീലിയോവും അതി

നുശേഷം ഹ്യൂഗൻസ്സും വസ്തുക്കളുടെ ചലനഭേദങ്ങളെ ഗണിക്കു ന്നതിന്നു ആസ്പദമായി പ്രതിപാദിച്ചിരുന്ന ചില മൌലികവസ്തു ധമ്മങ്ങളെ ഇദ്ദേഹം വ്യക്തമായി പ്രഖ്യാപിച്ചു. ആ ധമ്മങ്ങ ളെ വസ്തുക്കളുടെ (1) ജഡത്വം (അചേതനത്വം Inertia), (2) ആവേഗാനുപാതിത്വം (3) പ്രതികാരസമത്വം എന്നിങ്ങനെ ചുരുക്കത്തിൽപ്പറയാം.

(1) ഒരു വസ്തു ഒരു സ്ഥലത്തു സ്ഥിതിചെയ്യുന്നുവെങ്കിൽ പുറമെനിന്നു യാതൊരു ബലവും അതിന്മേൽ പ്രയോഗിക്കാതെ അതു ഇളകുന്നതല്ല, എന്നു മാത്രമല്ല, ഒരേ വഴിക്ക് ഒരേ വേഗ തയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന വസ്തുവിന്മേൽ പുറമെനിന്നു ബലം പ്ര യോഗിച്ചല്ലാതെ അതിൻെറ ചലനവേഗതക്കോ ചലിക്കുന്ന ദിക്കിന്നോ ഒരു മാററവും വരുന്നതല്ല. ഗണിതം കലൎത്തിയ പരിക്ഷണങ്ങളിൽനിന്നു ഇതു മനസ്സിലാക്കാം. ഈ വസ്തുധ ൎമ്മത്തെ ജഡത്വം എന്നു പറയുന്നു.

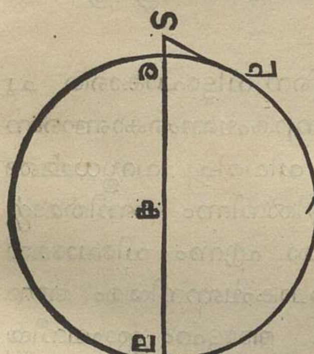
(2) ചലിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിൻെറ ചലനവേഗതകൊണ്ടു അതിൻെറ ദ്രവ്യമാനത്തെപ്പെരുക്കിയാൽ കിട്ടുന്ന ഫലത്തിന്നു ആവേഗം (Momentum) എന്നു പറയുന്നു. ഒരു വസ്തുവിൽ പുതുതായി ഉണ്ടാകുന്ന ചലനം അതിന്മേൽ ആരോപിക്കുന്ന ആവേഗത്തിന്നനുപാതകമായിരിക്കും. 4 റാത്തൽ തൂക്കമുള്ള ഒരു വസ്തു സെക്കണ്ടിൽ 60ടി വേഗത്തിൽ പടിഞ്ഞാറോട്ടു സ ഞ്ചരിച്ച് 8 റാത്തൽ തൂക്കമുള്ളതും നിശ്ചലമായതും ആയ ഒരു വസ്തുവോടു ചേൎന്നു രണ്ടും കൂടി സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നു വെക്കുക. രണ്ടുംകൂടിച്ചേൎന്നതിൻെറ ആവേഗം ആദ്യവസ്തുവിൻെറ ആവേ ഗമായ 240നു തുല്യമായിരിക്കണം. അതിനാൽ രണ്ടുംകൂടി ച്ചേൎന്നതിൻെറ ശേഷം ചലനവേഗത സെക്കണ്ടിൽ 20ടി $(=\frac{240}{12})$യായിരിക്കണം. ചലനം നേർ പടിഞ്ഞാറോട്ടുമായിരി ക്കും. രണ്ടു വസ്തുക്കളും കൂടിച്ചേരുമ്പോൾ രണ്ടാമത്തെ വസ്തു സെക്കണ്ടിൽ 40ടി പ്രകാരം തെക്കോട്ടു സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരു ന്നെങ്കിൽ രണ്ടും കൂടിച്ചേൎന്നു പടിഞ്ഞാറോട്ടു ആവേഗം 240ഉം

ത്തേക്കോട്ടു ആവേഗം 320ഉം ആവത്തക്കവിധത്തിൽ ഏതാണ്ട് തെക്കുപടിഞ്ഞാറോട്ടു സഞ്ചരിക്കും. സഞ്ചരിക്കുന്ന ദിക്കിലേക്കു ആവേഗം 400ഉം വേഗത സെക്കണ്ടിൽ 33⅓ടിയുമാകും. 32ടി തെക്കോട്ടു മാറിയാൽ 24ടി പടിഞ്ഞാറോട്ടു മാറും എന്ന വിധത്തിൽ സഞ്ചരിക്കയും ചെയ്യും. വേഗതക്കെന്നപോലെ ആവേഗത്തിന്നും ദിക്ക് ഗണ്യമെന്നു സാരം.

(3) നാം ഒരു കല്ലെടുത്തു നിലത്തു കിടക്കുന്ന ഒരു കല്ലിന്മേലെറിഞ്ഞാൽ നിലത്തുള്ള കല്ല് തകരുന്നതു അതിൽ നാം ബലം പ്രയോഗിച്ചിട്ടാകുന്നു. എന്നാൽ എറിഞ്ഞ കല്ലു എന്തിന്നു തകരുന്നു? അതിന്മേൽ ആർ ബലം പ്രയോഗിച്ചു? ഈ പ്രശ്നത്തിന്നു ന്യൂട്ടൻ കണ്ട ഉത്തരം നിലത്തു കിടന്നിരുന്ന കല്ല് പ്രതികാരമായി ഉപയോഗിച്ച ബലംകൊണ്ടു എറിഞ്ഞ കല്ല് തകൎന്നു എന്നാണ്. ഉപയോഗിച്ച ബലവും പ്രതികാരമായി ഉത്ഭവിച്ച ബലവും തുല്യമായിരിക്കും, അവയുടെ ദിക്കുകൾ നേരെ വിപരീതമായിരിക്കയും ചെയ്യും എന്നു ന്യൂട്ടൻ പരീക്ഷണങ്ങളെക്കൊണ്ടു കാണിച്ചു.

ഒരു കേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററും ഒരു വസ്തു സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നകന്നു പോകാതെ നിൎത്തുന്ന ഒരു ശക്തി ആ വസ്തുവിന്മേൽ പ്രവൎത്തിച്ചില്ലെങ്കിൽ, അതു ജഡത്വം ഹേതുവായി തല്ക്കാലം സഞ്ചരിക്കുന്ന ദിക്ക് നോക്കി കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു അകന്നകന്നു പോകും. കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നകന്നു പോകാതെ നിൎത്തുന്ന ശക്തിക്ക് അഭികേന്ദ്രശക്തി(Centripetal force)യെന്നു പറയുന്നു. ഒരു ചെറിയ കയറിന്റെ ഒരററത്തു കല്ല് കെട്ടി മറെറ അററം കയ്യിൽ പിടിച്ച് ചുററുമ്പോൾ കയ്യിന്മേൽ ഒരു വലി തോന്നുന്നതു കല്ലിൽ പ്രവൎത്തിക്കുന്ന അഭികേന്ദ്രശക്തിയുടെ പ്രതികാരമാകുന്നു. വൃത്തത്തിൽ ഒരു സാധനം സഞ്ചരിക്കണമെങ്കിൽ അതിന്മേൽ ഇങ്ങിനെ ഒരു ശക്തി പ്രവൎത്തിക്കണമെന്നു ഹ്യൂഗൽസ് മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നു. അദ്ദേഹത്തിന്റെ ശ്രദ്ധ ഗ്രഹസഞ്ചാരത്തിന്മേൽ പതിഞ്ഞില്ല. എന്നാൽ ചന്ദ്ര

ൻെറയും ഗ്രഹങ്ങളുടേയും കക്ഷാമാൎഗ്ഗമായ ഗതിക്കുള്ള കാരണം അന്വേഷിച്ചിരുന്ന ന്യൂട്ടൻ ഒരു ദിവസം തൻെറ തോട്ടത്തിൽ ഒരു പഴം (An apple) ഞെട്ടിയററ് വീഴുന്നതു കണ്ടു. ഉടനെ പഴം വീണതു ഭൂമിയുടെ ആകൎഷണംനിമിത്തമാണെന്നും ഈ ആകൎഷണംതന്നെയാണ് ചന്ദ്രനെ ഭൂമിയിൽനിന്നു വിട്ടുപോകാതെ നിൎത്തുന്നതെന്നും അദ്ദേഹത്തിന്നു തോന്നി. അന്നു ചന്ദ്രകക്ഷയുടെ വിസ്താരം അറിഞ്ഞിരുന്നു. അതിൽനിന്നു ഓരോ സെക്കണ്ടുതോറും ചന്ദ്രൻ ഭൂമിയിലേക്കു എത്രകണ്ടു പതിക്കുന്നു വെന്നു കണക്കാക്കി. പരിലേഖത്തിൽ ക എന്നതു ഭൂമദ്ധ്യവും



പരിലേഖം 31.

വൃത്തം ഭൂമിക്കു ചുററുമുള്ള ചന്ദ്രകക്ഷയുമാകുന്നു. 'ചഗ' എന്നതു അഭികേന്ദ്രശക്തിയില്ലെങ്കിൽ ചന്ദ്രൻ ഒരു സെക്കണ്ടിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന രേഖയാകുന്നു. ചന്ദ്രൻ മണിക്കൂറിൽ 2287 മൈൽ പ്രകാരം സ്വകക്ഷയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. അതിനാൽ ഒരു സെക്കണ്ടിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന 'ചഗ' എന്ന ദൂരം

$= \frac{2287 \times 1760 \times 3 \times 12}{60 \times 60} = \frac{2287 \times 176}{10}$ ഇഞ്ച്. ക്ഷേത്രഗണിതംകൊണ്ടു $ചഗ^2 = ഗര \times ഗല$. ഇതിൽനിന്നു $ഗര = 0{\cdot}05353$ ഇഞ്ച് എന്നു കിട്ടും. ഭൂപൃഷ്ഠത്തിൽ സാധനങ്ങൾ ഒരു സെക്കണ്ടിൽ പതിക്കുന്നതു 193·3 ഇഞ്ചാണെന്നു വെച്ചാൽ, അതു ചന്ദ്രകക്ഷയിൽ പതിക്കുന്നതിൻെറ 36·11 മടങ്ങാണെന്നു വരുന്നു. ഇതിൻെറ വൎഗ്ഗമൂലം 60·1. ചന്ദ്രകക്ഷാവ്യാസാൎദ്ധം ഭൂവ്യാസാൎദ്ധത്തിൻെറ ഏതാണ്ട് ഇത്ര മടങ്ങാകയാൽ, ഭൂകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു ദൂരം വൎദ്ധിക്കുംതോറും ഭൂമിയുടെ ആകൎഷണത്തിന്നു ശക്തി കുറഞ്ഞുവരുമെന്നും, ആ കുറവ് ദൂരത്തിൻെറ വൎഗ്ഗത്തിന്നു വ്യസ്താനുപാതമായിട്ടായിരിക്കാമെന്നും ന്യൂട്ടൻ ഊഹിച്ചു. ഈ നിയമം

സൂൎയ്യനും ഗ്രഹങ്ങൾക്കും വ്യാഴത്തിനും വ്യാഴത്തെ ചുററുന്ന 4 ഉപഗ്രഹങ്ങൾക്കും പററുമോ എന്നു അന്നറിയുന്ന അളവുകളെ ഉപയോഗിച്ചു ന്യൂട്ടൻ ഒത്തുനോക്കി. എല്ലാററിന്നും പററുന്നുണ്ടെന്നു കണ്ടു ന്യൂട്ടൻ തന്റെ ഗുരുത്വാകൎഷണനിയമം (Law of Gravitation) താഴെ പറയും പ്രകാരം പ്രഖ്യാപിച്ചു.

> "വിശ്വത്തിലുള്ള ഏതു രണ്ടു വസ്തുക്കളും അവയുടെ ദ്രവ്യമാനഘാതത്തിന്നു ക്രമാനുപാതമായും അവയുടെ ഗുരുത്വകേന്ദ്രങ്ങൾ (Centres of Gravity) തമ്മിലുള്ള ദൂരത്തിന്റെ വൎഗ്ഗത്തിന്നു വ്യസ്താനുപാതമായും അന്യോന്യം ആകൎഷിക്കുന്നു."

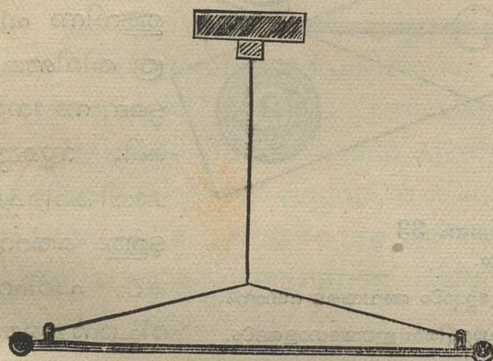
ഇതിന്നു ശേഷം ഗ്രഹങ്ങളെല്ലാം സൂൎയ്യനെ വിട്ടുപോകാതെ ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്നതു ഈ അന്യോന്യാകൎഷണംകൊണ്ടാണെങ്കിൽ കെപ്ലരുടെ നിയമങ്ങൾ മുമ്പു വിവരിച്ച വസ്തുധൎമ്മങ്ങളിൽനിന്നും ഗുരുത്വാകൎഷണനിയമത്തിൽനിന്നും ഗണിതമാൎഗ്ഗമായി അനുമാനിക്കുവാൻ സാധിക്കുമോ എന്നും വിലോമേന കെപ്ലരുടെ നിയമങ്ങളിൽനിന്നു ഗുരുത്വാകൎഷണനിയമം അനുമാനിച്ചുകൂടെ എന്നും ന്യൂട്ടൻ നോക്കി. അദ്ദേഹം ശ്ലാഘനീയമാംവണ്ണം ഇതിൽ വിജയം പ്രാപിച്ചു. ന്യൂട്ടന്റെ ക്രിയാപദ്ധതി ഈ ലഘുഗ്രന്ഥത്തിൽ കാണിക്കുവാൻ പററിയതല്ല. എങ്കിലും അദ്ദേഹം വരുത്തിയ ഗണിതസൂത്രങ്ങളിൽ ഒന്നു പ്രത്യേകം ഈ പുസ്തകത്തിൽ ഉപയോഗമുള്ളതാണ്. $ദ്ര^1$, $ദ്ര_2$ എന്നു ദ്രവ്യമാനമുള്ള രണ്ടു ഗോളങ്ങൾ 'ക' ഉത്തമവ്യാസാൎദ്ധമായ ഒരായതവൃത്തത്തിൽ 'പ' എന്ന പൎയ്യയകാലത്തിൽ അന്യോന്യം പരിവൎത്തനം ചെയ്യുന്നവയെങ്കിൽ,

$$പ^2 \div ക^3 = 4\pi^2 \div ഗ(ദ്ര_1 + ദ്ര_2)$$

ഇവിടെ π എന്നതു ഒരു വൃത്തപരിധിയെ വൃത്തവ്യാസംകൊണ്ടു ഹരിച്ചാൽ കിട്ടുന്ന 3·1416 എന്ന സംഖ്യയും ഗ എന്നതു ഒരു ഭാരപ്രമാണത്തോളം തൂക്കമുള്ള രണ്ടു ഗോളങ്ങൾ ഒരു ദൈൎഘ്യപ്രമാണത്തോളം രണ്ടു ഗോളകേന്ദ്രങ്ങളും വരുമാറ് വെച്ചാൽ

അവ രണ്ടും തമ്മിലുള്ള ആകഷ്ണശക്തിയുടെ അളവും ആകുന്നു. ഇതിന്നു ഗുരുത്വാകഷ്ണഗുണകാരം (Constant of Gravitation) എന്നു പേർ.

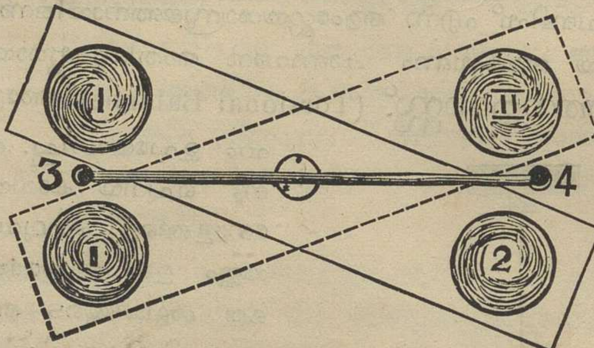
ഈ ഗുണകാരം കൃത്യമായി കാണുവാൻ ശ്രമിച്ചതു 1798ൽ ഹെൻറി കാവെണ്ടിഷ് എന്ന ആംഗ്ലേയശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നു. അതിലഘുവായ ആകഷ്ണം കാണുവാൻ അതിസൂക്ഷ്മമായ ഒരു വ്യാവത്തനതുലാസ്സ് (Torsional Balance) അദ്ദേഹം ഉപയോഗിച്ചു. രണ്ടു ചെറിയ കാരീയ ഗോളങ്ങളെ ലഘുവായതും ഉറപ്പുള്ളതുമായ ഒരു ശലാകയുടെ അററങ്ങളിൽ ഉറപ്പിച്ചു ഉറപ്പുള്ള പട്ടുനൂൽകൊണ്ടു തൂക്കിയിട്ടു ഇളകാതെ നിൎത്തുക. ഇയ്യക്കട്ടികളോടുകൂടിയ ശലാകയെ അല്പം തിരിച്ചാൽ അതു അങ്ങോട്ടുമിങ്ങോട്ടും ആടിക്കൊണ്ടിരിക്കും. ഒരാട്ടം പൂൎത്തിയാകുവാനുള്ള സമയത്തിൽനിന്നും കാരീയഗോളങ്ങളുടെയും ശലാകയുടേയും തൂക്കം നീളം ഇവയിൽനിന്നും ശലാക ഒരു കോണ് തിരിഞ്ഞുനിന്നാൽ അതിന്നു ഗോളങ്ങളിന്മേൽ പ്രയോഗിച്ച ശക്തി എത്രയുണ്ടെന്നു കണക്കാക്കാം. ഇങ്ങിനെ കണക്കാക്കിയ ഈ ഉപകരണത്തെ വ്യാവത്തനത്തുലാസ്സ് എന്നു പറയുന്നു.



വ്യാവത്തന തുലാസ്സ്
പരിലേഖം 32

ഗോളാകൃതിയിലുള്ള രണ്ടു വലിയ ഈയക്കട്ടികളെ മദ്ധ്യത്തിലുള്ള ഒരു കാലിന്മേൽ തിരിക്കാവുന്ന ഒരു മേശമേൽ കയററി രണ്ടു കട്ടികളും തുലാസ്സിൻെറ രണ്ടു ഗോളങ്ങളുടേയും മറുവശങ്ങളിൽ തുല്യദൂരത്തു വരത്തക്കവണ്ണം കാവണ്ടിഷ് മേശയെ നിൎത്തി. പിന്നീടു മേശ തിരിച്ച് കട്ടികളെ ഗോളങ്ങളുടെ മറു

ഭാഗങ്ങളിൽ വരുത്തി. ഇതിന്നു മേശ താഴ്ത്തി തിരിച്ച് പൊന്തിച്ചാൽ മതി. അപ്പോഠം ഗോളങ്ങളിന്മേലുള്ള ഈയക്കട്ടികളുടെ ആകൎഷണംനിമിത്തം ശലാക സ്വസ്ഥാനത്തിൽനിന്നു അല്പം തിരിഞ്ഞ് ഇരുവശത്തുമായി ആടിക്കൊണ്ടിരുന്നു. ആട്ടം നിന്നതിന്റെ ശേഷം ശലാക മുമ്പത്തെ സ്ഥാനത്തുനിന്നു എത്ര തിരിഞ്ഞിട്ടുണ്ടെന്നു നോക്കി, സൂക്ഷ്മമായി കുറിച്ചെടുത്തു. തെററുകഠം പരിഹരിപ്പാൻ ഇതെല്ലാം ആവൎത്തിച്ചു. ഈയക്കട്ടികളേയും ഈയഗോളങ്ങളോടുകൂടിയ വ്യാവൎത്തനതുലാസ്സിന്റെ ഒരു ഭാഗത്തേയും പരിലേഖത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



പരിലേഖം 33

1, 2. ഈയക്കട്ടികഠം.

I, II. മേശ തിരിച്ചപ്പോഠം അവയുടെ സ്ഥാനം.

3, 4. വ്യാവൎത്തനതുലാസ്സിലെ ഈയഗോളങ്ങഠം.

കാററുകൊണ്ടും മററും പ്രതിരോധവും വരാതിരിപ്പാൻ എല്ലാ ഉപകരണങ്ങളേയും ഭദ്രമായി മൂടി അതിൽ ഉണ്ടാക്കിയ ചില ദ്വാരങ്ങളിൽക്കൂടി വെളിച്ചം കടത്തി മററു ദ്വാരങ്ങളിൽ വെച്ച ചില കുഴൽക്കണ്ണാടികളിൽക്കൂടി ഗോളങ്ങളുടെ സ്ഥിതി നോക്കി കണ്ടു. കണ്ട അളവുകളിൽനിന്നു ഈയക്കട്ടികളും ചെറിയ ഗോളങ്ങളും തമ്മിലുള്ള ആകൎഷണം കണക്കാക്കി. ഇതിൽനിന്നു ഗുരുത്വാകൎഷണഗുണകാരത്തേയും ഗണിച്ചു. അതു $\frac{10{\cdot}69}{10^{*}}$ എന്നായിരുന്നു. എന്നുവെച്ചാൽ, ഓരോ റാത്തൽ തൂ

* 10^9=1000,000,000. (9 പത്തുകഠം ഒന്നായിപ്പെരുക്കിയത്).

ക്കമുള്ള രണ്ടു ഗോളങ്ങൾ അവയുടെ കേന്ദ്രങ്ങൾ 1 അടി അകലെയായി വെച്ചാൽ അവ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണം $\frac{1.069}{10^9}$ പൌണ്ഡൽ ആകുന്നു. കേരളക്കരയിലെ 1 റാത്തൽ തൂക്കത്തിന്നു തുല്യമാകുവാൻ 32.1 പൌണ്ഡൽ വേണം. ഭൂഗോളത്തിൻെറ ആകൃതിവൈരൂപ്യംകൊണ്ടു ഒരേ സാധനത്തിൻെറ തൂക്കത്തിൽ സ്ഥലത്തിന്നനുസരിച്ച് ഭേദങ്ങൾ കാണും. പൌണ്ഡലിന്നു ആ ഭേദമില്ല.

ഇതിൽനിന്നു ഭൂമിയുടെ ദ്രവ്യമാനം എളുപ്പത്തിൽ ഗണിക്കാം. കേരളം നിരക്ഷരേഖയിൽനിന്നു വളരെ അകലെയല്ലാത്തതുകൊണ്ടു കേരളത്തിലെ ഏതെങ്കിലും പ്രദേശത്തുനിന്നു ഭൂകേന്ദ്രത്തിലേക്കു 3963.3 മൈൽ എന്നുതന്നെ കരുതാം. ഈ കേന്ദ്രവും ഒരു റാത്തൽ ദ്രവ്യവും തമ്മിലുള്ള ആകർഷണം 32.1 പൌണ്ഡലാകുന്നു. അതുകൊണ്ടു ഭൂമിയുടെ ദ്രവ്യമാനം യ ട്ടൻ (=2240യ റാത്തൽ) ആണെന്നു കരുതിയാൽ താഴെ കാണുന്ന സമീകാരം കിട്ടും.

$$\frac{2240\text{യ} \times 1}{(3963{\cdot}3 \times 1760 \times 3)^2} \times \frac{1{\cdot}069}{10^9} = 32{\cdot}1$$

$$\therefore \text{യ} = \frac{32{\cdot}1 \times 10^9 \times (3963{\cdot}3 \times 5280)^2}{2240 \times 1{\cdot}069} = 5{\cdot}87 \times 10^{21}$$

ഭൂമിയുടെ തൂക്കം 5.87×10^{21} ട്ടൻ എന്നു കിട്ടുന്നു. ഭൂമിയോളം പോന്ന ഒരു ജലഗോളം ഇതിൻെറ $\frac{2}{11}$ ഭാഗം മാത്രമേ തൂങ്ങുകയുള്ളൂ. അതിനാൽ ഭൂദ്രവ്യത്തിൻെറ ശരാശരി സാന്ദ്രത $5\frac{1}{2}$ എന്നു പറയാം. ഭൂമിയുടെ ബാഹ്യദേശത്തുള്ള പാറകളുടെ ശരാശരി സാന്ദ്രത $2\frac{1}{2}$യുടേയും 3ൻേറയും ഇടയിലാകുന്നു. അതിനാൽ ഭാരം കൂടിയ ദ്രവ്യങ്ങൾ ഭൂമിയുടെ അന്തർഭാഗത്താണ് അധികമുള്ളതെന്നു വരുന്നു. ഒരുപക്ഷേ അധികം ഇരുമ്പായിരിക്കാം. സ്വർണ്ണത്തേക്കാളും പ്ലാററിനത്തേക്കാളും കട്ടികൂടിയ ദ്രവ്യങ്ങൾ ഭൂഗർഭത്തിലുണ്ടായെന്നും വരാം.

കാവണ്ടിഷ് തൻെറ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിയതു 1798 ലെന്നു പറഞ്ഞുവല്ലോ. ഇതിന്നു 23 കൊല്ലം മുമ്പ് നെവിൽ മാസ്ക്കലിൻ എന്നു പേരായ മറെറാരു ശാസ്ത്രജ്ഞൻ വേറെ ഒരു മാൎഗ്ഗമായി ഭൂമിയുടെ ദ്രവ്യമാനം കണക്കാക്കുവാൻ ശ്രമിച്ചു. അദ്ദേഹം സ്കോട്ടലാണ്ടിലെ പെൎത്ത്ഷയറിൽ ഉള്ള സ്കീഹാലിയപൎവ്വതം ആവുംവണ്ണം അളന്ന് അതിൻെറ തൂക്കം ഒരുവിധം കണക്കാക്കി. ഈ പൎവ്വതത്തിൻെറ പാൎശ്വത്തിൽ ഒരു കട്ട തൂക്കിയാൽ നക്ഷത്രങ്ങളെ നോക്കി കണക്കാക്കാവുന്ന അധോൎദ്ധ്വരേഖയിൽനിന്നു കട്ട കെട്ടിയ ചരട് ആകൎഷണംകൊണ്ടു പൎവ്വതത്തിൻെറ ഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിലേക്ക് ചരിഞ്ഞ് നില്ക്കും. ഈ ചെറിയ ചരിവ് കൃത്യമായി അളന്ന് ഭൂമിയുടെ ആകൎഷണവും പൎവ്വതത്തിൻെറ ആകൎഷണവും തമ്മിൽ താരതമ്യപ്പെടുത്തി ഭൂമിയുടെ ദ്രവ്യമാനം കണ്ടു. ഇതിൽനിന്നു അദ്ദേഹത്തിന്നു കിട്ടിയ ഭൂമിയുടെ ആക്ഷേപികസാന്ദ്രത 4.7 എന്നായിരുന്നു. ഈ മാൎഗ്ഗത്തിലുള്ള അനേകം അനിശ്ചിതാവസ്ഥകളെക്കൊണ്ടു കിട്ടിയ ഫലം കാവണ്ടിഷിന്നു കിട്ടിയ ഫലത്തോളം കൃത്യമായിക്കരുതിക്കൂടാ. വ്യാവൎത്തനത്തുലാസ്സ് പലവിധത്തിൽ പരിഷ്കരിച്ച് പലരും കാവണ്ടിഷിൻെറ പരീക്ഷണം സമ്പ്രദായഭേദത്തോടെ നടത്തി. അവരിൽ ചിലൎക്ക് ഭൂമിയുടെ ആപേക്ഷികസാന്ദ്രത 5.49 എന്നും വേറെ ചിലൎക്കു 5.53 എന്നും ലഭിച്ചു.

സൂൎയ്യനും ഭൂമിയും തമ്മിലുള്ള അകലം അറിഞ്ഞാൽ ഭൂമിയുടെ പൎയ്യയകാലത്തിൽനിന്നു സൂൎയ്യൻെറ ദ്രവ്യമാനം ഗണിക്കാം. ഭൂമിയുടേയും മററു ഗ്രഹങ്ങളുടേയും പൎയ്യയകാലങ്ങളും മന്ദോച്ചങ്ങളുടെ സ്ഥാനങ്ങളും നിരീക്ഷണംകൊണ്ടു കൃത്യമായി ത്തന്നെ കാണാം. കെപ്ലരുടെ മൂന്നാമത്തെ നിയമം വഴിയായി പൎയ്യയകാലങ്ങളിൽനിന്നു ഗ്രഹങ്ങളുടെ സൂൎയ്യനിൽനിന്നുള്ള ദൂരങ്ങളുടെ തോതും അറിയാം. എന്നിരിക്കെ, ആ തോതനുസരിച്ച് സൂൎയ്യനും ഗ്രഹങ്ങളും സ്ഥിതിചെയ്യുമ്പോൾ അവയിൽ ഏതെങ്കിലും രണ്ടെണ്ണം തമ്മിലുള്ള അകലം കണക്കാക്കുവാൻ

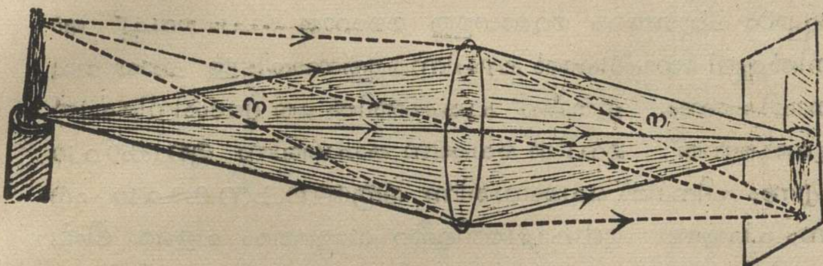
സാധിച്ചാൽ, മറെറല്ലാ അകലങ്ങളും അതിൽനിന്നറിയാം. സൂ ര്യ്യന്നു ചുററും ഗ്രഹങ്ങൾ സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ, ചൊവ്വയും ശുക്രനും ഭൂമിക്ക് വളരെ അടുത്തുവരുന്നു. ഇങ്ങിനെ അടുത്തുവരുമ്പോൾ ഭൂമിയും അടുത്തുവന്ന ഗ്രഹവും സൂര്യ്യൻെറ ഒരു വശത്തായിരിക്കും. ഗ്രഹങ്ങൾ എത്ര അടുത്തുവന്നാലും അതിസൂക്ഷ്മമായ നിരീക്ഷണം കൂടാതെ അവ തമ്മിലുള്ള അകലം നിർണ്ണയിക്കുവാൻ സാധിക്കുന്നതല്ല. അത്ര സൂക്ഷ്മമായ നിരീക്ഷണം സാധിച്ചതു ദൂരദർശിനിയുടെ ആവിർഭാവത്തിന്നുശേഷം മാത്രമായിരുന്നു. അതിനാൽ ദൂരദർശിനിയുടെ ഒരു ചെറിയ വിവരണത്തിന്നുശേഷം ഗ്രഹങ്ങളുടെ അകലത്തേയും മററു സംഗതികളേയും സംബന്ധിച്ച് പറയാം.

2. ദൂരദർശിനിയും വിരാജനിയും

വെള്ളെഴുത്തുള്ളവർ ഉപയോഗിക്കുന്ന കണ്ണട എല്ലാവരും കണ്ടിട്ടുണ്ടായിരിക്കും. അതിന്റെ ചില്ല് തൊട്ടു നോക്കിയാൽ നടുഭാഗം കുറെ തടിച്ചും അവിടന്നു നാലുഭാഗത്തേക്കും കുറെ തടി കുറഞ്ഞും ഇരിക്കുന്നതായിക്കാണാം. കണ്ണിൽനിന്നു കുറെ അകലെയായി ഈ ചില്ല് പിടിച്ച് അതിൽക്കൂടി അതിന്റെ അപ്പുറത്തു വളരെ അകലെയല്ലാതെയിരിക്കുന്ന ഒരു സാധനത്തെ നോക്കിയാൽ അതു അല്പം വലുതായിക്കാണും. ഈവിധം ചില്ലുകളെ സ്ഫടികകാചങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നു. മദ്ധ്യഭാഗം തടിച്ച കാചങ്ങളെ ഗഡുലകാചങ്ങൾ (Convex lens) എന്നു പറയുന്നു. മദ്ധ്യഭാഗം കുഴിഞ്ഞവയെ ദരിലകാചങ്ങൾ (Concave lens) എന്നു പറയുന്നു. ദരിലകാചങ്ങളിൽ കൂടി നോക്കിയാൽ വസ്തുക്കൾ ചെറുതായിക്കാണും.

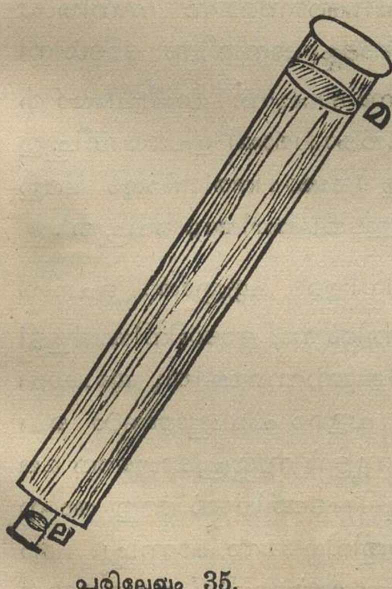
ഒരു ഗഡുലകാചത്തെ സൂര്യന്നു നേക്കു പിടിച്ച് മറുഭാഗത്തു ഒരു കടലാസ്സ് അങ്ങോട്ടും ഇങ്ങോട്ടും നീക്കി വേണ്ട സ്ഥാനത്തു പിടിച്ചാൽ, കാചത്തിന്മേൽ പതിച്ച രശ്മികളെല്ലാം അതിൽക്കൂടിക്കടക്കുമ്പോൾ വളഞ്ഞ് ഒരേ സ്ഥലത്തു കൂടുന്നതായിക്കാണാം. ഇവിടെയാണ് കടലാസ്സെങ്കിൽ ഒരു ചെറിയ സൂര്യൻ അതിൽ പതിഞ്ഞിട്ടുണ്ടായിരിക്കും. കാചത്തിന്നു രണ്ടോ മൂന്നോ ഇഞ്ച് വ്യാസമുണ്ടെങ്കിൽ കടലാസ്സു ചൂടുപിടിച്ച് കരിയുകയോ കത്തുകയോ ചെയ്യും. കിരണങ്ങൾ കേന്ദ്രീകരിക്കുന്ന സ്ഥാനത്തെ കാചത്തിന്റെ നാഭിയെന്നു പറയും. കാചമദ്ധ്യം തൊട്ടു നാഭിവരെയുള്ള അകലത്തെ നാഭ്യന്തരം (Focal Distance) എന്നു പറയുന്നു.

പരിലേഖത്തിൽ ഒരു മെഴുകുതിരിയുടെ നാളത്തിന്നു നേരെയായി ഒരു ഗണ്ഡൂലകാചം വെച്ച് അതിൽക്കൂടി പ്രവേശിക്കുന്ന നാളത്തിൻെറ രശ്മികൾ ഒരു പലകമേൽ പതിഞ്ഞതായി കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. നാളത്തിൻെറ മീതത്തെ ഭാഗത്തുനിന്നു



പരിലേഖം 34.

വരുന്ന രശ്മികൾ കാചത്തിൽക്കൂടിക്കടന്നു താഴേയും, താഴത്തെ ഭാഗത്തുനിന്നു വരുന്ന രശ്മികൾ കാചത്തിൽക്കൂടിക്കടന്നു മീതേയും കേന്ദ്രീഭവിക്കയാൽ നാളം തലതിരിഞ്ഞ നിലയിൽ പലകമേൽ കാണപ്പെടുന്നു. കാചത്തിൻെറ ഇരുപുറത്തും ന എന്നടയാളം വെച്ചതു ഇരുപുറവുമുള്ള നാഭികളാകുന്നു. സൂൎയ്യനെപ്പോലെ വളരെ അകലെയിരിക്കുന്ന വസ്തുക്കളിൽനിന്നു വരുന്ന സമാന്തരകിരണങ്ങൾ കേന്ദ്രീകരിക്കുന്ന സ്ഥാനമാകുന്നു നാഭി. മെഴുകുതിരിയുടെ നാളം കുറെ അടുത്തിരിക്കയാൽ നാഭിയിൽനിന്നു കുറെ അകലെ കിരണങ്ങൾ കേന്ദ്രീകരിക്കയും അവിടെ നാളത്തിൻെറ ഒരു പ്രതിച്ഛായ ഉണ്ടായിരിക്കയും ചെയ്തിരിക്കുന്നു.

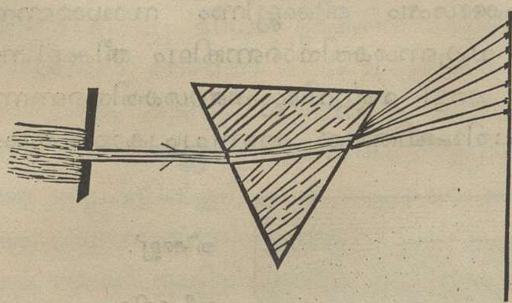


പരിലേഖം 35.
മ. മുഖകാചം.
ല. ആലോകനകാചം.

ഒരു ഗഡ്ഡുലകാചത്തെ ഒരു നീണ്ട കുഴലിന്റെ അററത്തു പിടിപ്പിച്ച് ആ കുഴൽ അകലെയുള്ള ഒരു വസ്തുവിന്റെ നേക്കു തിരിച്ചുവെച്ചാൽ, ആ വസ്തുവിന്റെ ഛായ കാചത്തിൽനിന്നു കുറെ അകലെ കുഴലിന്റെ അകത്തുതന്നെ ഉണ്ടാകുന്നു. അപ്പോൾ ഛായയുടെ മറുഭാഗത്തു മററൊരു കാചം വെച്ച് അതിൽക്കൂടി നോക്കിയാൽ കുഴലിന്നകത്തുണ്ടായിട്ടുള്ള ഛായ വലുതായിക്കാണും. ഇതാണ് ചുരുക്കത്തിൽ ഒരു ദൂരദൎശിനികയിൽ ഉണ്ടാകുന്നത്. മുമ്പിൽ വെക്കുന്ന കാചത്തിന്നു മുഖകാചം എന്നും പിമ്പിൽ വെക്കുന്നതിന്നു ആലോകനകാചം എന്നും പറയുന്നു. മുഖകാചത്തിന്റെ നാഭ്യന്തരം വളരെ ദീൎഘമായിരിക്കയും ആലോകനകാചത്തിന്േറതു ഹ്രസ്വമായിരിക്കുകയും ചെയ്താൽ മാത്രമേ നോക്കുന്ന സാധനം അടുത്തു വന്നതായിത്തോന്നുകയുള്ളു. വാസ്തവത്തിൽ മുഖകാചനാഭ്യന്തരം ആലോകനകാചനാഭ്യന്തരത്തിന്റെ എത്ര മടങ്ങുണ്ടോ അത്ര മടങ്ങു സാധനം നമ്മോടടുത്തതായിത്തോന്നുമെന്നു ഗണിതശാസ്ത്രം വഴി കാണാം. ഇങ്ങിനെ അടുപ്പിക്കുന്നതിന്നു ദൂരദൎശിനിയുടെ ഉപചയനശക്തിയെന്നു പറയുന്നു. ഗലീലിയോ തന്റെ ദൂരദൎശിനികയിൽ ആലോകനകാചമായി ഉപയോഗിച്ചതു ഒരു ദരിലകാചമായിരുന്നു. അതു മുഖകാചത്തിന്േറയും അതു വഴിയായുണ്ടാകുന്ന ഛായയുടേയും ഇടയിലായിരുന്നു വെച്ചത്.

ഇവിടെപ്പറഞ്ഞതു ദൂരദൎശിനിയുടെ എത്രയോ ചെറിയ ഒരു വിവരണമാണ്. വാസ്തവത്തിൽ നാം ദൂരദൎശിനിയിൽക്കൂടി നോക്കുന്ന സാധനം വ്യക്തമായിക്കാണണമെങ്കിൽ, മുഖകാചത്തിലും ആലോകനകാചത്തിലും വളരെ പരിഷ്കാരങ്ങൾ ചെയ്യുവാനുണ്ട്. സേർ ഐസാക് ന്യൂട്ടൻ സൂൎയ്യപ്രകാശത്തെ ഒരു സ്ഫടികത്രികോണഘനികയിൽക്കൂടിക്കടത്തിയാൽ അതു അനേകവൎണ്ണങ്ങളുള്ള രശ്മികളായി വേർതിരിയുമെന്നു കാണിച്ചു. അനേകവൎണ്ണങ്ങളുണ്ടെങ്കിലും അവയെ കാൎയ്യമായി 7 തരങ്ങളാക്കാമെന്നു കണ്ടു. അവ ഊത (Violet), പുഷ്ഷലം (Indigo), നീ

ലം (Blue), പച്ച (Green), മഞ്ഞ (Yellow), പിച്ഛിളം (Orange), ചുവപ്പ് (Red) ഇവയാകുന്നു. ഈ ക്രമം താഴെ കൊടുത്ത വിധം ഓമ്മവെക്കാം.



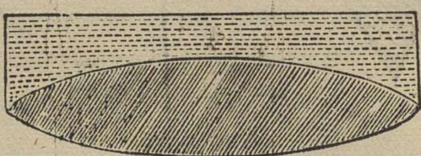
പരിലേഖം 36.

"ഊത, പുഷ്ഖല, നീലം, ച
പച്ചയും, മഞ്ഞ, പിച്ഛിളം,
ചുവപ്പു, മിവയേഴത്രെ
ക്രമാൽ വണ്ണങ്ങ൦ രാജികേ."

ഘനികയിൽക്കൂടിക്കടക്കുമ്പോ൦ ഊതരശ്മികറ അധികം വളയുകയും പിന്നീടുള്ളവ അതിൽ കുറവായി വളയുകയും ചെയ്യുന്നതിനാലാകുന്നു രശ്മികറ പലതായി വിരിഞ്ഞു വരുന്നത്. ഈ നിറങ്ങളിലുള്ള രശ്മികറ ഒന്നായിച്ചേന്നിട്ടാണ് ശുഭ്രരശ്മികളാവുന്നതെന്നു സേർ ഐസാക്ക ന്യൂട്ടൻ വിചാരിച്ചു. പരീക്ഷണാത്ഥം വൃത്താകാരമായ ഒരു പലകമേൽ അടയാളപ്പെടുത്തിയ വൃത്തകോണാംശങ്ങളെ ഈ ക്രമത്തിൽ ഈ വണ്ണങ്ങളുള്ള ചായങ്ങളിട്ട്, പലകയെ അതിശീഘ്രം തിരിച്ചു നോക്കിയപ്പോ൦ അതു ഒരുവിധം വെളുത്ത നിറമായിക്കണ്ടു.

ദൂരദശിനിയിലെ മുഖകാചത്തിൽക്കൂടി രശ്മികറ കടക്കുമ്പോ൦ അവ വക്രീഭവിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണല്ലോ നാഭിയിൽ കേന്ദ്രീഭവിക്കുന്നത്. അങ്ങിനെ ശുഭ്രവണ്ണമായ രശ്മികറ വക്രീഭവിക്കുന്നതോടുകൂടി അവ പല വണ്ണങ്ങളായി വേർതിരിയുകയും നാഭിയുടെ അടുത്തായി പല വണ്ണങ്ങളോടുകൂടിയ പ്രതി

ച്ഛായകളെ ഒന്നിന്നു മീതെ ഒന്നു കയറി അവ്യക്തമായി ഉണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിന്നു ഒരു നിവാരണം കണ്ടല്ലാതെ വ്യക്തമായ പ്രതിച്ഛായ ദൂരദർശിനിയിൽ ഉണ്ടാകയില്ല. പല പരീക്ഷണങ്ങൾക്കശേഷം തീക്കല്ലിന്നും സാധാരണസ്ഫടികത്തിന്നും ഒരേ വക്രണശക്തിയാണെങ്കിലും തീക്കല്ലിന്നു സ്ഫടികത്തിൻെറ ഇരട്ടി വർണ്ണവിശ്ലേഷണശക്തിയുണ്ടെന്നറിവായി. അതിനാൽ പരിലേഖത്തിൽ കാണിച്ചപ്രകാരം തീക്കല്ലിൻെറ



പരിലേഖം 37.

ഒരു ദരിലകാചവും സാധാരണ സ്ഫടികത്തിൻെറ ഒരു ഗദ്ധുലകാചവുംകൂടി ഇടതൂർത്തു വെച്ചാൽ കിരണങ്ങൾ വക്രീഭവിക്കുമെങ്കിലും അവ പല വർണ്ണങ്ങളായി വേർതിരിയുകയില്ല. ഈ ഉപായംകൊണ്ടു ഇവിടെ പ്രസ്താവിച്ച ന്യൂനത ഒരുവിധം തീൎന്നു പോകുന്നു. എങ്കിലും വലിയ കാചങ്ങളിൽ ഇതു തിരെ തീൎത്തുകളവാൻ സാധിക്കയില്ല. വർണ്ണങ്ങളായി വേർതിരിക്കാതെ കിരണങ്ങളെ വക്രീഭവിപ്പിച്ച് കേന്ദ്രീകരിക്കുന്ന കാചയോഗത്തിന്നു നിർവ്വർണ്ണകാചം (Achromatic Lens) എന്നു പേര്.

ആലോകനകാചവും ഒററക്കതന്നെ ഉപയോഗിക്കാറില്ല. സാധാരണയായി അതിൻേറയും മുഖകാചത്തിൻെറ നാഭിയുടേയും ഇടയിലായി മുഖകാചത്തിൽനിന്നു നാഭിവഴിയായി വരുന്ന കിരണങ്ങളെ ഒരുമിച്ചുകൂട്ടി ആലോകനകാചത്തിലേക്കാനയിക്കുവാൻ ക്ഷേത്രകാചം(Field Lens) എന്ന മറെറാരു കാച

പരിലേഖം 38.

വുംകൂടി ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നു. പരിലേഖത്തിൽ ചെറിയ ആലോകനകാചത്തിൻെറ മുമ്പിൽ ക്ഷേത്രകാചത്തെക്കാണിച്ചിക്കുന്നു. രണ്ടുംകൂടി ഒരു ചെറിയ കുഴലിൽ പിടിപ്പിച്ചിരിക്കും.

ഇവിടെ വിവരിച്ച വിധം ദൂരദർശിനിയിൽകൂടി സാധനങ്ങളെ നോക്കിയാൽ, താഴത്തെ ഭാഗം മീതെയായും മീതത്തെ ഭാഗം താഴെയായും കാണും. ജ്യോതിസ്സുകളെ നിരീക്ഷണം ചെയ്യുവാൻ ഇതാണ് നല്ലത്. അധികം ചില്ലുകൾ ഉപയോഗിച്ചാൽ ആ ചില്ലുകളിൽകൂടി കടക്കുന്നപ്രകാശം അല്പമെങ്കിലും മങ്ങിപ്പോകും. എന്നാൽ നിലത്തുള്ള വസ്തുക്കളെ ഇതുകൊണ്ടു നോക്കിയാൽ നമുക്ക് തൃപ്തിയാകയില്ല. അതിനാൽ നിലത്തുള്ള വസ്തുക്കളെ നോക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന ദൂരദർശിനിയിൽ തലതിരിഞ്ഞു നില്ക്കുന്ന പ്രതിച്ഛായയെ നിവൎന്നു നിൎത്തുവാൻ ഒരു ജോഡി കാചങ്ങൾകൂടി ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. ഈ ജോഡിയും ഒരു ചെറിയ കുഴലിൽ വെച്ച് ക്ഷേത്രകാചത്തിൻെറ മുമ്പിലായി സ്ഥാപിക്കുന്നു. മുഖകാചമൊഴിച്ച് ബാക്കിയുള്ള നാലു കാചങ്ങളും കൂടിയ കുഴലിന്നു ആലോകനക്കുഴൽ (Eye Piece) എന്നു പറയുന്നു. ആലോകനക്കുഴലിനെ വേറെ എടുത്തു ഒരു സൂക്ഷ്മദർശിനി (Microscope) ആയി ഉപയോഗിക്കുവാൻ പററും.

ഈ വിധത്തിലുള്ള ദൂരദർശിനികളുടെ വലിപ്പം അറിവാൻ മുഖകാചത്തിൻെറ വ്യാസം പറയുന്നു. ഉപചയനശക്തിയും കൂട്ടത്തിൽ പറയും. മുഖകാചത്തിൻെറ വലിപ്പത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും പ്രകാശനശക്തി. മുഖകാചത്തിന്നു 3 ഇഞ്ച് വ്യാസമുണ്ടെങ്കിൽ ആ ദൂരദർശിനിയുടെ രന്ധ്രമാനം (Apperture) മൂന്നിഞ്ചാണെന്നു പറയും. ഇത്ര വലിപ്പമുള്ള ഒരു ദൂരദർശിനിയിൽകൂടി ശുക്രൻെറ വൃദ്ധിക്ഷയവും, വ്യാഴത്തിൻെറ നാലു ഉപഗ്രഹങ്ങളും, ശനിയുടെ വലയവും, ആകാശഗംഗയിലെ ചില താരങ്ങളും പടലങ്ങളും, സൂൎയ്യനിലെ കളങ്കങ്ങളും, ചില ഇരട്ടനക്ഷത്രങ്ങളും നല്ലവണ്ണം കാണാം. ഉപചയനശക്തി 60, 80 എന്ന തോതിൽ ഉണ്ടായിരിക്കയും ചെയ്യും. നക്ഷത്രനിരീ

ക്ഷണശാലകളിൽ ഇതിലും വലിയ ദൂരദർശിനികൾ ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നു. കലിഫോർണിയയിലെ മൌണ്ട് വിൽസനിൽ സ്ഥാപിച്ചിട്ടുള്ള ഒരു ദൂരദർശിനിയാണ് അടുത്തകാലംവരെ ഈ വിധം ദൂരദർശിനികളിൽവെച്ച് ഏററവും വലുതായിരുന്നത്. എന്നാൽ ഇപ്പോൾ അവിടെത്തന്നെ 200 ഇഞ്ച് രന്ധ്രമാനമുള്ള മറെറാന്നുണ്ടാക്കീട്ടുണ്ട്. അതു സാധാരണയായി ഉപയോഗിച്ചുതുടങ്ങീട്ടില്ല.

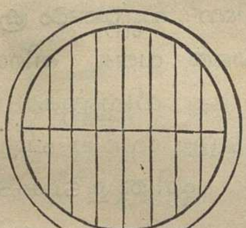
മുഖകാചത്തിന്നു പകരം വളരെ വിസ്താരമുള്ളതും നടുകുഴിഞ്ഞതുമായ ലോഹക്കണ്ണാടികളിൽനിന്നു ഗ്രഹതാരങ്ങളുടെ പ്രകാശം പ്രതിബിംബിച്ചുണ്ടാകുന്ന പ്രതിച്ഛായയെ മുമ്പു വിവരിച്ച ആലോകനക്കുഴലിൽകൂടി നോക്കിക്കാണുന്ന മറെറാരുവിധം ദൂരദർശിനിയും ഉണ്ട്. പ്രസിദ്ധനായ സേർ വില്യം ഹെർസച്ചൽ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നതു ഈ വിധം ദൂരദർശിനിയായിരുന്നു. ഈവക ദൂരദർശിനികൾ വളരെയധികം വലുതായിരിക്കും.

ദൂരദർശിനി എത്രതന്നെ നന്നായിരുന്നാലും അതിനെ ഉറപ്പുള്ള കാലുകളിന്മേൽ കയററി ആകാശത്തിൽ വേണ്ട സ്ഥലത്തേക്കു തിരിച്ചു, തിരിഞ്ഞുനില്ക്കുന്ന ദിക്കളക്കുവാൻ അങ്കിതവൃത്തങ്ങളും സൂക്ഷ്മദർശിനികളും ഉണ്ടെങ്കിലേ നിരീക്ഷണം സൂക്ഷ്മമാകയുള്ളു. അതെല്ലാം ഈ ചെറുപുസ്തകത്തിൽ വിവരിക്കുവാൻ ആലോചിക്കുന്നതു സാഹസമായിരിക്കും. എങ്കിലും അല്പം ചിലതു സൂചിപ്പിക്കാം. കിഴക്കുപടിഞ്ഞാറായി സ്ഥാപിച്ചിട്ടുള്ള രണ്ടു ഉറച്ച തൂണുകളിൽ കിടന്നു തിരിയുന്ന അക്ഷത്തിന്മേൽ നിർത്തി ആകാശത്തിലെ ദക്ഷിണോത്തരവൃത്തത്തിൽ മാത്രം തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ദൂരദർശിനിക്ക് സംതരണദർശിനി (Transit Instrument) എന്നു പറയുന്നു. ഇതിൻെറ തിരിച്ചൽ അളക്കുവാൻ മ്യൂറൽ സക്കിൾ എന്ന അംശകലാദ്യങ്കിതമായി ലോഹംകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ ഒരു വൃത്തവും അക്ഷത്തിന്മേൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കും. ഇതുകൊണ്ടാകുന്നു നക്ഷത്രങ്ങളും ഗ

ഹങ്ങളും ഉച്ചയാകുന്നതു നോക്കി അപ്പോഴത്തെ അവയുടെ ഉന്നതികഠം അളന്നു വരുന്നത്.

ദൂരദശിനിയെ മറെറാരു വിധവും സ്ഥാപിക്കാറുണ്ട്. ഏതു പ്രദേശത്താണ് ഇതിനെ സ്ഥാപിക്കുന്നതെങ്കിൽ അവിടെ ദക്ഷിണോത്തരധ്രുവങ്ങഠംക്ക് നേരെയായി ഉറപ്പുള്ള തെക്കുവടക്കു സ്തംഭങ്ങളിൽ കിടന്നു തിരിയുന്ന ഒരു അക്ഷത്തിന്മേൽ ഏതു ദിക്കിലേക്കും നോട്ടം വരത്തക്കവണ്ണം ഉറപ്പിക്കാവുന്ന ഒരു ദൂരദശിനി അക്ഷം തിരിയുന്നതോടൊപ്പം ഇഷ്ടമുള്ള അഹോരാത്രവൃത്തത്തിൽ നോക്കിത്തിരിയുന്നു. അക്ഷം ഒരു ദിവസത്തിൽ ഒരു വട്ടം വീതമായി ഒരു വലിയ ക്ലോക്കുയന്ത്രംകൊണ്ടു തിരിച്ചാൽ ദൂരദശിനി അഹോരാത്രവൃത്തത്തിൽ തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു നക്ഷത്രത്തെത്തന്നെ എപ്പോഴും നോക്കിനിന്നുകൊണ്ടുതിരിയും. ഒരു ജ്യോതിസ്സിനെത്തന്നെ സൂക്ഷിച്ച് നിരിക്ഷണം ചെയ്യുവാനും ആകാശഭാഗങ്ങളുടെ ഫോട്ടോ എടുക്കുവാനും ഈവിധം സ്ഥാപിച്ച ദൂരദശിനികളെ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇവക്ക് ധ്രുവൃത്തനിരീക്ഷണി (Equatorial) എന്നു പറയുന്നു.

ദൂരദശിനികളെ ഏതുവിധം കയററിയാലും, ജ്യോതിസ്സുകളെ അവയിൽകൂടി നോക്കി അവയുടെ ദിക്ക് നിശ്ചയിക്കുന്നതിൽ ഏററവും പ്രധാനമായ സംഗതി ജ്യോതിസ്സ് ദൂരദശിനിക്കുഴലിൻെറ കൃത്യമായ മദ്ധ്യത്തിൽ കാണപ്പെട്ടപ്പോഠം അതറിഞ്ഞ് വേണ്ട അളവുകഠം എടുക്കുന്നതാണ്. ജ്യോതിസ്സ്മദ്ധ്യത്തിൽ പ്പെട്ടുവെന്നറിവാനായി നന്നെ നേരിയ കമ്പികഠം ഒരേ



പരിലേഖം 39

അകലത്തിൽ മേൽകീഴായി അഞ്ചോ ഏഴോ എണ്ണവും അവയെ എല്ലാം വിലങ്ങനെ മദ്ധ്യത്തിൽ മുറിഞ്ഞുകൊണ്ടു ഒരു കമ്പിയും പിടിപ്പിച്ച ഒരു ചെറിയ കൂട് മുഖകാചത്തിൻെറ നാഭിയിൽത്തന്നെ വെച്ചിരിക്കും. ഈ കമ്പികഠംക്ക് ലൂതാസൂ

ത്രങ്ങൾ (Spider lines) എന്നു പറയുന്നു. കുഴലിൽകൂടി നോക്കി ജ്യോതിസ്സ് നടുക്കുള്ള കമ്പി വിലങ്ങനെയുള്ള കമ്പിയെ മുറിയുന്നവിടെ എത്തുമ്പോൾ അതു ദൂരദശിനിക്കുഴലിൻെറ മദ്ധ്യരേഖക്കു നേരെ വന്നുവെന്നറിയാം. വളരെ അടുത്തു നില്ക്കുന്ന രണ്ടു നക്ഷത്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ദൂരമോ, ഗ്രഹബിംബങ്ങളോ അളക്കുവാനും ഈ കൂട് ഉപയോഗമായിത്തീരുന്നു. ഇതിനെ ഇടത്തോട്ടും വലത്തോട്ടും വേണ്ടത്ര നീക്കുവാൻ പററിയ സ്കൂറുകളും ഉണ്ടായിരിക്കും.

ദൂരദശിനിയെപ്പോലെ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രഗവേഷണത്തിൽ ഉപയോഗമുള്ള മറെറാരു യന്ത്രമാകുന്നു വിരാജനി (Spectroscope). നേരെ വരുന്ന ഒരു ശുഭ്രകിരണാവലിയെ സ്ഫടികത്രികോണഫലനികയിൽ കൂടികടത്തിയാൽ അതു പലവിധ വർണ്ണങ്ങളായ കിരണാവലികളായി പലതരത്തിൽ വക്രീഭവിക്കുമെന്നു കണ്ടുവല്ലോ. ഈ കിരണങ്ങളെ ഒരു പലകമേൽ പതിപ്പിച്ചാൽ ഊത, നീല മുതലായ വിവിധ വർണ്ണങ്ങളുള്ള ഒരു പ്രകാശനിരയായിക്കാണാം. ഈ പ്രകാശനിരക്ക് വിരാജിക (Spectrum) എന്നു പറയുന്നു. പക്ഷെ അല്പം വിസ്താരമുള്ള ഒരു കിരണാവലിയെ ഇപ്രകാരം ചെയ്താലുണ്ടാവുന്ന വിരാജികയിൽ ഒരു വർണ്ണം മറെറാന്നിൻെറ മീതെ വീണ് വർണ്ണങ്ങൾ ക്രമമായും സ്പഷ്ടമായും കാണുവാൻ സാധിക്കാതെ വരും. വിരാജികയെ സ്പഷ്ടമാക്കുവാൻ കിരണാവലിയെ ഒരു നിർവ്വർണ്ണകാചത്തിൻെറ നാഭിയിൽ വെച്ച ലോഹത്തകിടിലുള്ള നേരിയ പിളപ്പിൽ കൂടികടത്തി കാചത്തിന്മേൽ പ്പതിപ്പിച്ചതിൻെറ ശേഷംമാത്രം ഫലനി

പരിലേഖം 40 (വിരാജനി)

കയിൽക്കൂടി കടത്തുന്നു. പിളപ്പ് കാചത്തിൻെറ നാഭിയിലാകയാൽ കാചം വിട്ട് പുറത്തു വരുന്ന കിരണങ്ങൾ സമാന്തരമായിരിക്കും. ഈ കിരണങ്ങൾ ഘനികയിൽപ്പതിച്ച് പുറത്തു വരുമ്പോൾ വർണ്ണങ്ങളായിത്തിരിഞ്ഞ്, വർണ്ണങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് വക്രീഭവിച്ച്, ഓരോ വർണ്ണമായ കിരണങ്ങൾ സമാന്തരമായി, എന്നാൽ പല വർണ്ണങ്ങളിലുള്ളവ വക്രതക്കനുസരിച്ച് പല വഴിക്കായി വരുന്നു. ഇവയെ ഒരു ചെറിയ ദൂരദർശിനിയിൽ പ്രവേശിപ്പിച്ചാൽ അതിൻെറ മുഖകാചത്തിൻെറ നാഭിയിൽ ആലോകനകാചത്തിൻെറ മുമ്പിൽ വക്രണത്തിന്നനുസരിച്ച് വഴിക്കുവഴിയായ സ്ഥാനങ്ങളിൽ കേന്ദ്രീകരിക്കുന്നു. ആലോകനകാചത്തിൽക്കൂടി നോക്കിയാൽ ഈ കേന്ദ്രീകൃതവർണ്ണങ്ങളെ വഴിക്കുവഴി സ്പഷ്ടമായിക്കാണാം. കിരണാവലിയെ ത്രികോണഘനികയിൽ പതിപ്പിക്കുവാൻ ഉപയോഗിച്ച പിളപ്പും കാചവും കൂടിയ കുഴലിന്നു സംധാനിക (Collimator) യെന്നു പറയുന്നു. സംധാനികയേയും ദൂരദർശിനിയേയും വേണ്ട ദിക്കുകളിലേക്കു ഘനികക്കു നേരെ തിരിച്ചുനിർത്തുവാൻ പററിയ രചനാവിശേഷങ്ങളും ഉണ്ടായിരിക്കും. ത്രികോണഘനിക കൂടാതെ രശ്മികളെ വർണ്ണങ്ങളായി വേർപ്പെടുത്തുവാനുള്ള മററു ഏപ്പാടുകളും ഇന്നറിയാം.

വിരാജനിയുടെ സംധാനികയെ സൂര്യന്നു നേരേയോ സൂര്യപ്രകാശം പ്രതിബിംബിക്കുന്ന വസ്തുക്കളുടെ നേരേയോ തിരിച്ചുവെച്ചു ദൂരദർശിനിയിൽക്കൂടി നോക്കിയാൽ ഒരു പ്രകാശനിര കാണാം. ഇതിൻെറ ഒരററം ഊതയും മറേറതു ചുവപ്പും ആയിരിക്കും. ഈ പ്രകാശനിരയെ മുറിഞ്ഞുകൊണ്ടു കിടക്കുന്ന അതിസൂക്ഷ്മമായ ഇരുണ്ട വരകളേയും വരകളുടെ കൂട്ടങ്ങളേയും കാണാം. എന്നാൽ ചൂടുകൊണ്ടു ശുഭ്രവർണ്ണമായിത്തിളങ്ങുന്ന ഘനവസ്തുക്കളേയോ ദ്രാവകങ്ങളേയോ നോക്കിയാൽ കാണുന്ന വിരാജികയിൽ ഈ ഇരുണ്ട രേഖകൾ ഉണ്ടാകയില്ല. വിരാജിക അവിച്ഛിന്നമായിരിക്കും. ചുട്ടു പ്രകാശിക്കുന്ന ബാഷ്പങ്ങളിൽ

നിന്നുണ്ടാവുന്ന വിരാജിക ഒരു പ്രകാശനിരയായിരിക്കയില്ല. പ്രകാശപാശങ്ങളും അവയുടെ കൂട്ടങ്ങളും ആയിരിക്കും. ഈ പാശങ്ങളുടെ ഇടയിൽ ഇരുളടഞ്ഞ പ്രദേശങ്ങളും കാണാം. ഉദാഹരണമായി ഒരു വിളക്കിൻെറ നാളത്തിൽ അല്പം ഉപ്പ് വെച്ചാൽ നാളം മഞ്ഞനിറമായിത്തീരും. സംധാനികയുടെ പിളപ്പിൻെറ മുമ്പിൽ ഈ നാളം വെച്ച് വിരാജനികൊണ്ടു പരിശോധിച്ചാൽ സൂൎയ്യവിരാജികയിൽ മഞ്ഞപ്രകാശം കാണുന്ന സ്ഥാനത്തു രണ്ടു മഞ്ഞപ്രകാശപാശങ്ങൾ കാണാം. സജ്ജിക (Sodium) ത്തിൻെറ ഏതു സംയുക്തദ്രവ്യം നാളത്തിൽ വെച്ചാലും ഈ മഞ്ഞപ്രകാശപാശങ്ങൾ കാണാവുന്നതാണ്. ഈ പ്രകാശപാശങ്ങൾ കാണുന്ന സ്ഥാനത്തുതന്നെ സൂൎയ്യവിരാജികയിൽ രണ്ടു കൃഷ്ണരേഖകൾ കാണുന്നു. ഒരു കുഴലിൽ കടക്കി വിദ്യുൽപ്രവാഹംകൊണ്ടു പ്രകാശിതമാക്കിയ അബ്ജനകവായു (Hydrogen)വെ സംധാനികയുടെ പിളപ്പിൻെറ മുമ്പിൽവെച്ച് പരിശോധിച്ചാൽ വിരാജികയിൽ ചുവപ്പ്, നില, ഊത ഈ പ്രകാശങ്ങൾക്കിടയിൽ കാണുന്ന കൃഷ്ണരേഖകളുടെ സ്ഥാനങ്ങളിലായി അതാതു നിറങ്ങളിലുള്ള പ്രകാശപാശങ്ങളെക്കാണാം. ഇങ്ങിനെയുള്ള പരീക്ഷണങ്ങളിൽനിന്നു, ബാഷ്പങ്ങളിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന പ്രകാശം പ്രത്യേകം വൎണ്ണങ്ങളോടുകൂടിയവയായിരിക്കുമെന്നും, അതിനാൽ അതിൻെറ വക്രത പ്രത്യേകം അളവോടുകൂടിയതായിരിക്കുമെന്നും, എന്നാൽ ആ വൎണ്ണത്തോടുകൂടിയ പ്രകാശം അതു പുറപ്പെടുന്ന വസ്തുവെക്കാൾ ചൂടു കുറഞ്ഞതും ആ വൎണ്ണത്തിലുള്ള പ്രകാശം പുറപ്പെടുവിക്കുന്നതുമായ ബാഷ്പത്തിൽകൂടി കടക്കുമ്പോൾ ബാഷ്പത്താൽ നിപാനം(Absorption) ചെയ്യപ്പെടുമെന്നും, അതിനാൽ ആ സ്ഥാനങ്ങളിൽ പ്രകാശപാശങ്ങൾക്കു പകരം കൃഷ്ണരേഖകൾ കാണപ്പെടുമെന്നും ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ മനസ്സിലാക്കി. ഒരാവരണത്തിൽകൂടി കടന്നുവരുന്ന ശുഭ്രപ്രകാശത്തിൻെറ വിരാജികയിൽ ഇരുണ്ട രേഖകൾ കണ്ടാൽ, ആ രേഖകളുടെ സ്ഥാനങ്ങളിലുള്ള പ്രകാശപാശങ്ങളെ ആവരണത്തിലെ വസ്തുക്കൾ നിപാനം ചെയ്യുന്നുണ്ടെന്നു മന

സ്സിലാക്കാം, അതിനാൽ ആ വസ്തുക്കളിന്നവയെന്നും മനസ്സി ലാക്കാം. ഇങ്ങിനെ സൂൎയ്യൻേറയും നക്ഷത്രങ്ങളുടേയും ചില രചനാവിശേഷങ്ങളും അവയിൽ അടങ്ങിയ ദ്രവ്യങ്ങളും ജ്യൌതിഷികൻമാക്കു ഗ്രഹിപ്പാൻ ഇടയായി.

നക്ഷത്രങ്ങളുടെ പ്രകാശത്തെ പരിശോധിക്കുമ്പോൾ വിരാജനിയിലെ സംധാനികയെ ഒരു വലിയ ദൂരദശിനിയുടെ മുഖകാചത്തിൻെറ നാഭിയോടു ചേൎത്തു വെക്കേണ്ടിവരും. എന്നാൽ മാത്രമേ പരിശോധിക്കുവാൻ വേണ്ടത്ര പ്രകാശം കിട്ടുകയുള്ളൂ.

ഈ അദ്ധ്യായം അവസാനിക്കുന്നതിന്നു മുമ്പ് പ്രകാശത്തെ സംബന്ധിച്ച് ഒരു സംഗതികൂടി പ്രസ്താവിക്കണമെന്നു തോന്നുന്നു. പ്രകാശത്തിന്നു അതുത്ഭവിക്കുന്ന സ്ഥാനത്തുനിന്നു നാലുപാടും പരക്കുവാൻ സമയം വേണമെന്നും, അതു സഞ്ചരിക്കുന്നതു തരംഗരൂപമായിട്ടാണെന്നുമാണ് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അനുമാനിച്ചിട്ടുള്ളത്. ഈ തരംഗങ്ങൾ സൎവ്വത്ര വ്യാപിച്ചു കിടക്കുന്ന കാശം (Ether) എന്ന വസ്തുവിൽ ഉണ്ടാകുന്നുവെന്നു സങ്കല്പിക്കുന്നതു പല ചിന്തകൻമാക്കും സൌകൎയ്യം നൽകിട്ടുണ്ട്. സമുദ്രതരംഗങ്ങളിൽ ഉയൎന്നതും താഴ്ന്നതും ആയ ഭാഗങ്ങൾ അഥവാ ഉച്ചവും നീചവും (Crest and Trough· മുടിയും അടിയും) നാം കാണുന്നു. ഒരു പ്രത്യേക അവസ്ഥയുടെ മൂൎദ്ധന്യത്തെ ഉച്ചമെന്നും അതിൻെറ ഏററവും താണ സ്ഥിതിയെ നീചമെന്നും കല്പിച്ചാൽ എല്ലാ തരംഗങ്ങളും ഉച്ചനീചങ്ങൾ പകലും രാത്രിയുംപോലെ ഇടകലൎന്നു ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന പരമ്പരകളെന്നു സങ്കല്പിക്കാം. ഉച്ചസ്ഥാനം തൊട്ടു അടുത്ത ഉച്ചസ്ഥാനംവരെയുള്ള അകലത്തിന്നു തരംഗത്തിൻെറ **വീചിവിസ്താര**മെന്നു പറയുന്നു. സൂൎയ്യപ്രകാശത്തിൽ കലൎന്നിരിക്കുന്ന പലവിധവൎണ്ണങ്ങളിലുമുള്ള രശ്മികളുടെ വീചിവിസ്താരങ്ങളെ വ്യവഹരിക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന പ്രമാണദൈൎഘ്യം 39.37 ഇഞ്ച് നീളമുള്ള മീററർ എന്ന അളവുകോലിൻെറ ലക്ഷത്തിലൊരംശത്തിൻെറ ലക്ഷത്തിലൊരംശമാകുന്നു. ഇതിന്നു അ

ണുമാത്ര എന്നു പേർ പറയുന്നു. അണുമാത്രാത്മകമായി പ ലവൎണ്ണങ്ങളിലുമുള്ള രശ്മികളുടെ വീചിവിസ്താരങ്ങൾ താഴെ പ റയുന്നു. ഊത-3930—4001, പുഷ്ഫലം 4000—4201, നീല 4200—4901, പച്ച 4900—5400, മഞ്ഞ 5400—5876, പിച്ഛിളം 5875—6439, ചുവപ്പ് 6438—7668.

ദൂരദൎശിനി ഉപയോഗിച്ച് ജ്യോതിസ്സുകളെ നിരീക്ഷണം ചെയ്യുവാൻ തുടങ്ങിയതോടുകൂടി മുമ്പു വിചാരിച്ചിരുന്നതുപോ ലെ നക്ഷത്രങ്ങൾ ആകാശഗോളത്തിൽ സ്ഥിരമല്ലെന്നും, അ വക്ക് നിരന്തരമായി ചലനം ഉണ്ടെന്നും അറിവായി. ഏതെ ങ്കിലും നക്ഷത്രം നമുക്ക് നേരെ അടുത്തുവരികയോ, നമ്മിൽ നിന്നു നേരെ അകന്നു പോകയോ ചെയ്യുന്നുണ്ടെങ്കിൽ അതു ദൂരദൎശിനിയിൽക്കൂടിയുള്ള സൂക്ഷ്മനിരീക്ഷണം സ്പഷ്ടമാകയില്ല. എന്നാൽ വിരാജനി വഴിയായ നിരീക്ഷണംകൊണ്ടു അതും അ റിയാം. നക്ഷത്രം നമ്മിൽനിന്നു അകന്നുപോകുമ്പോൾ അവ യിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന രശ്മികളുടെ വീചിവിസ്താരം അകന്നു പോകുന്ന വേഗതക്കു അനുസരിച്ച് വൎദ്ധിച്ചതായും നക്ഷത്രം സഞ്ചരിച്ച് നമുക്കടുത്തു വരുമ്പോൾ വീചിവിസ്താരം ചുരുങ്ങി യതായും നമുക്കനുഭവപ്പെടും. ഇതിൻെറ ഫലം വിരാജികയി ലെ കൃഷ്ണരേഖകളുടെ സ്ഥാനങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുന്നു. അകന്നു പോകുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളുടെ രശ്മികളിൽനിന്നുണ്ടാകുന്ന വിരാജിക യിൽ കൃഷ്ണരേഖകൾ സ്വസ്ഥാനത്തുനിന്നു ചുവപ്പിലേക്കും അടു ത്തുവരുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളുടെ രശ്മികളിൽനിന്നുണ്ടാവുന്ന വിരാജി കയിൽ കൃഷ്ണരേഖകൾ ഊതയിലേക്കും തെററിക്കാണും. ഈ വ്യതിയാനങ്ങളെ അളന്ന് ഭൂമിയേയും നക്ഷത്രത്തേയും ചേൎക്കു ന്ന സൂത്രത്തിൽ നക്ഷത്രത്തിന്നുള്ള സഞ്ചാരത്തിൻെറ വേഗത ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഗണിക്കുന്നു.

3. ആധുനികസിദ്ധാന്തങ്ങൾ (തുടച്ച്)

കെപ്ലരുടെ മൂന്നാംനിയമത്തിൽനിന്നു സൂൎയ്യനും സൂൎയ്യനെ ചുററി സഞ്ചരിക്കുന്ന ഗ്രഹങ്ങളും തമ്മിലുള്ള അകലത്തിന്റെ തോതു അഥവാ സൌരവ്യൂഹത്തിന്റെ തോതു അറിയുവാൻ സാധിക്കുമെന്നു പറഞ്ഞുവല്ലോ. ഗ്രഹങ്ങളുടെ പൎയ്യയകാലങ്ങളെ കൃത്യമായി അറിഞ്ഞ് അവയെ വൎഗ്ഗിച്ചാൽ, ആയതവൃത്തങ്ങളാകുന്ന ഗ്രഹപദ്ധതികളുടെ ഉത്തമവ്യാസാൎദ്ധഘനങ്ങളുടെ തോതായി. ഈ സംഖ്യകളുടെ ഘനമൂലങ്ങൾ കണ്ടാൽ ഉത്തമവ്യാസാൎദ്ധങ്ങളുടെ തോതും സിദ്ധിക്കുന്നു. മുമ്പു അറിഞ്ഞിരുന്ന അഞ്ചു താരാഗ്രഹങ്ങളുടേയും ഭൂമിയുടേയും പിന്നീടു ദൂരദർശിനിയിൽകൂടി കണ്ടറിഞ്ഞ ഇന്ദ്രൻ (Uranus), വരുണൻ (Neptune)* എന്ന ഗ്രഹങ്ങളുടേയും ഉത്തമവ്യാസാൎദ്ധങ്ങളുടെ തോതു താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ബുധൻ	38,710	ചൊവ്വ	1,52,369	ഇന്ദ്രൻ	19,19,098
ശുക്രൻ	72,333	വ്യാഴം	5,20,280	വരുണൻ	30,07,067
ഭൂമി	1,00,000	ശനി	9,53,884.		

(From Br. Nautical Almanac 1930.)

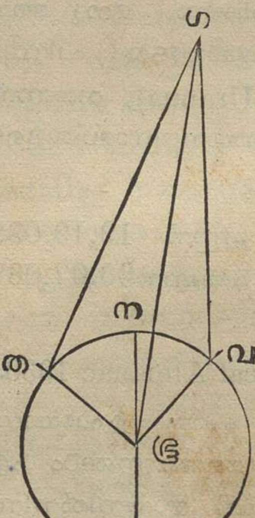
ഇവക്ക് കേരളീയ ജ്യോതിർഗണിതത്തിൽ പരക്കെ ഉപയോഗിച്ചു വരുന്ന ഭാഷയിൽ ഗ്രഹങ്ങളുടെ മദ്ധ്യമമന്ദകൎണ്ണങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നു. മന്ദകൎണ്ണം എന്നുവെച്ചാൽ സൂൎയ്യനിൽനിന്നു ഗ്രഹത്തിലേക്കുള്ള ദൂരമാകുന്നു. ഗ്രഹകക്ഷകൾക്ക് മന്ദോച്ചപ്രതിമന്ദോച്ചങ്ങളുള്ളതിനാൽ, ഈ മന്ദകൎണ്ണങ്ങൾക്ക് മാററം വ

---

* In Greek legend Uranus is the first king of Gods, which correspends to INDRA and in Roman mythology Neptune is the God of the Sea, which corresponds to Varuna.

ന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. മന്ദോച്ചസ്ഥാനം, കക്ഷാച്യുതി മുതലായവ അറിയുന്ന ജ്യൌതിഷികൻമാൎക്ക് ഇഷ്ടസമയത്തു ഗ്രഹങ്ങൾ തമ്മിൽ അന്യോന്യമുള്ള അകലങ്ങളുടെ തോതും ഗണിക്കുവാൻ സാധിക്കും. സൂൎയ്യന്റെ ഒരു വശത്തു ഭൂമിയും ചൊവ്വയും വരുമ്പോൾ മുമ്പു പറഞ്ഞ തോതനുസരിച്ച് (മന്ദകൎണ്ണഭേദങ്ങളെ തല്ക്കാലം അവഗണിച്ച്) രണ്ടു ഗ്രഹങ്ങളും തമ്മിലുള്ള അകലത്തിന്റെ തോതു 52369 (=1,52,369—1,00,000) എന്നു വരും. ഈ സംഖ്യക്കനുസരിച്ച ശരിയായ ദൂരം അറിഞ്ഞാൽ, മററു സംഖ്യകൾക്കനുസരിച്ച ദൂരങ്ങൾ അതിൽനിന്നും തോതിൽനിന്നും ത്രൈരാശികംകൊണ്ടു വരുത്തുകയും ചെയ്യാം.

ഇതിന്നായി ഭൂമിയിൽ കഴിയുന്നത്ര തെക്കുവടക്കു അകലമുള്ള രണ്ടു നിരീക്ഷണശാലകളിൽനിന്നു നോക്കുമ്പോൾ കാണുന്ന ചൊവ്വയുടെ ഖഗോളസ്ഥാനങ്ങൾ, ഒരേ സമയത്തുള്ളവ സൂക്ഷ്മമായി വരുത്തുന്നു. പരിലേഖത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള വൃത്തം ഭൂമിയും ഭൂ അതിന്റെ മദ്ധ്യവും, ന ന, എന്നതു നിരക്ഷവൃത്തവും, വ എന്നതു ഗ്രീണിച്ച് നിരീക്ഷണശാലയും ത എന്നതു തെക്കെ ആഫ്രിക്കയിലെ കേപ്പ്ടൌൺ നിരീക്ഷണശാലയും ഗ ഗ്രഹവുമാകുന്നു. ഈ രണ്ടു നിരീക്ഷണശാലകളും തമ്മിലുള്ള കിഴക്കുപടിഞ്ഞാറു നീക്കത്തിന്നു ഗണിതഫലങ്ങളിൽ ചില സംസ്കാരങ്ങൾ ചെയ്യേണ്ടിവരും. അവയെപ്പററിയുള്ള ആലോചന ഇവിടെ വിട്ടുകളയുന്നു. നിരീക്ഷണത്തിന്നുള്ള ഒരുക്കങ്ങൾ രണ്ടു നിരീക്ഷണശാലകളിലും ചെയ്തതിനുശേഷം



പരിലേഖം 41

ഒരു നിശ്ചിതദിവസം രാത്രി രണ്ടു സ്ഥലത്തുനിന്നും നിരീക്ഷണം ചെയ്തു ഗ്രഹം ദക്ഷിണോത്തരവൃത്തത്തിൽ വരുമ്പോൾ ഉള്ള ഖ

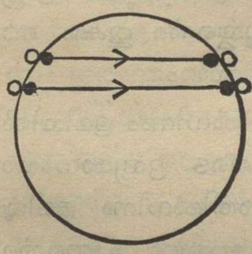
ഗോളസ്ഥാനങ്ങൾ കൃത്യമായി നിർണ്ണയിക്കുന്നു. ഈ രണ്ടു സ്ഥാനങ്ങളും തമ്മിലുള്ള അന്തരം 'തഗവ' എന്ന കോണിന്നു തുല്യമായിരിക്കും. ഇതു വ എന്ന സ്ഥാനത്തുനിന്നു ത എന്ന സ്ഥാനത്തേക്കു ദ്രഷ്ടാവ് നീങ്ങിനില്ക്കുമ്പോൾ ഗ്രഹത്തിൽ കാണുന്ന പരിഭ്രംശ (Parallax)മത്രെ. ഈ പരിഭ്രംശത്തിൽനിന്നും, വ, ത ഇവയുടെ സ്ഥാനങ്ങളിൽനിന്നും ഗ്രഹത്തിൻെറ ദിക്കിന്നു വിപരീതമായ (ലംബമായ) ഭൂവ്യാസാർദ്ധം ഗ്രഹത്തിൽ അഭിമുഖീകരിക്കുന്ന കോണ് കണക്കാക്കുന്നു. ഗ്രഹത്തിൻെറ പരിഭ്രംശം എന്നു പറയുന്ന ഈ കോണ് കുറെ വികലകളോളമേ ഉണ്ടായിരിക്കയുള്ളു. ഭൂവ്യാസാർദ്ധത്തെ വൃത്തവികലകളെക്കൊണ്ടു ഗുണിച്ച് ഈ പരിഭ്രംശംകൊണ്ടു ഹരിച്ചാൽ, ഗ്രഹത്തിൻെറ ഭൂമിയിൽനിന്നുള്ള ദൂരം വ്യാസാർദ്ധമായ വൃത്തത്തിൻെറ പരിധി കിട്ടും. ഇതിൽനിന്നു ഗ്രഹത്തിൻെറ ദൂരവും കണക്കാക്കാം. ഈ ദൂരത്തെ 1,00,000 കൊണ്ടും 152369 കൊണ്ടും പെരുക്കി 52369 കൊണ്ടു ഹരിച്ചാൽ ഭൂമിയിൽനിന്നു സൂൎയ്യൻെറയും, സൂൎയ്യനിൽനിന്നു ചൊവ്വയുടേയും അകലങ്ങൾ കിട്ടും. ഇങ്ങിനെ കിട്ടുന്ന ഭൂകക്ഷ്യാ ഉത്തമവ്യാസാർദ്ധം 929 ലക്ഷം മൈലാകുന്നു. മററു ഗ്രഹങ്ങളുടെ ഉത്തമവ്യാസാർദ്ധങ്ങളെ തോതിൽനിന്നു ത്രൈരാശികംകൊണ്ടു വരുത്തുകയും ചെയ്യാം. അവയെല്ലാം ഇനിയത്തെ അദ്ധ്യായത്തിൽ പറയുകയും ചെയ്യും.

ചൊവ്വ ഭൂമിക്ക് അടുത്തുവരുന്നതുപോലെ ശുക്രനും ഭൂമിക്ക് വളരെ അടുത്തുവരുന്നു. അപ്പോൾ ശുക്രനും ഭൂമിയും സൂൎയ്യൻെറ ഒരേ വശത്തായിരിക്കും. ഭൂമിയിൽനിന്നു നോക്കുന്നവൎക്കു സൂൎയ്യനേയും ശുക്രനേയും ഒരേ വഴിക്ക് കാണാം. പക്ഷേ ശുക്രന്നു അപ്പോൾ വക്രമൌഢ്യമദ്ധ്യമായിരിക്കയാൽ ശുക്രനെ സാധാരണ അങ്ങിനെ കാണുവാൻ സാധിക്കയില്ല. എന്നാൽ ചില കാലങ്ങളിൽ വക്രമൌഢ്യമദ്ധ്യം വരുമ്പോൾ ശുക്രന്നു വിക്ഷേപം നന്നെ കുറവായിരിക്കും. അപ്പോൾ ഭൂവാസികൾക്കു ശുക്രനെ സൂൎയ്യബിംബത്തിന്മേൽ ഒരു കറുത്ത പുള്ളി

യായിക്കാണാം. ഈ കറുത്ത പുള്ളി സൂൎയ്യബിംബത്തിന്മേൽക്കൂടി പടിഞ്ഞാറോട്ടു കടന്നു പോകും. ഇതിന്നു സുമാറ് $7\frac{1}{2}$ മണിക്കൂർ വേണ്ടിവരും. ഇതിന്നു ശുക്രസംതരണം (Transit of Venus) എന്നു പറയുന്നു. ശുക്രസംതരണം $105\frac{1}{2}$ കൊല്ലം, 8 കൊല്ലം, $121\frac{1}{2}$ കൊല്ലം, 8 കൊല്ലം ഈ ക്രമത്തിൽ കാലം കൂടുമ്പോൾ ആവൎത്തിച്ചുണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കും. ഓരോ 243 കൊല്ലത്തിൽ 4 വട്ടം. 1874 ഡിസമ്പ്ര് 9-ാം തിയതിയും 1882 ഡിസമ്പ്ര് 6-ാം തിയതിയും ശുക്രസംതരണമുണ്ടായി. ഇനി 2004 ജൂൺ 8-ാം തിയതിയും 2012 ജൂൺ 6-ാം തിയതിയും ശുക്രസംതരണമുണ്ടാകുമെന്നു കണക്കാക്കിയിരിക്കുന്നു. പിന്നത്തേതു 2117 ഡിസമ്പ്ര് മാസത്തിലായിരിക്കും. ബുധസംതരണം ഇടക്കിടെ ഉണ്ടാകാറുണ്ട്. 3 കൊല്ലം, 6 കൊല്ലം, 7 കൊല്ലം, 13 കൊല്ലം ഇങ്ങിനെയുള്ള കാലങ്ങൾ ഇടവിട്ടുണ്ടാകുന്നു. ശരാശരി 10 കൊല്ലത്തിലൊരിക്കൽ ഒരു ബുധസംതരണമുണ്ടാകും.

സംതരണാവസരങ്ങളിൽ ശുക്രനെ വളരെ സൌകൎയ്യത്തോടെ കാണാം. 1874ലും 1882ലും സംതരണമുണ്ടായപ്പോൾ നിരിക്ഷണം ചെയ്കയും അതിൽനിന്നു ഭൂമിയുടേയും ശുക്രൻേറയും സൂൎയ്യനിൽനിന്നുള്ള അകലം നിൎണ്ണയിക്കുകയും ചെയ്തു. ശുക്രസംതരണമുണ്ടാകുമ്പോൾ ശുക്രന്നു വക്രഗതിയും സൂൎയ്യന്നു ക്രമഗതിയും ആകയാൽ ശുക്രൻ കിഴക്കേ ഭാഗത്തു സൂൎയ്യബിംബത്തെ പ്രവേശിച്ച് പടിഞ്ഞാറെ ഭാഗത്തു വിട്ടുപോകുന്നു. എന്നാൽ ഭൂമിയിൽ എല്ലായിടത്തുനിന്നും കൃത്യം ഒരേ സമയത്തും സൂൎയ്യബിംബത്തിന്മേൽ ഒരേ വഴിക്കും പോകുന്നതായിക്കാണുകയില്ല. സൂൎയ്യഗ്രഹണസമയത്തു സ്പൎശ, ഗ്രാസ, മോചനങ്ങൾക്ക് ഭേദമുള്ളതുപോലെ ഇവിടേയും ഭേദമുണ്ടായിരിക്കും. ഭൂമിയിൽ തെക്കുവടക്കു ഭേദമുള്ള പ്രദേശങ്ങളിൽനിന്നു കാണുമ്പോൾ സൂൎയ്യബിംബമാകുന്ന വൃത്തത്തിൻെറ വടക്കും തെക്കുമായി സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന രണ്ടു വ്യത്യസ്തജ്യാവുകളിൽക്കൂടി ശുക്രൻ കടന്നുപോകുന്നതു കാണാം. (പരിലേഖം നോക്കുക) കടന്നുപോകുവാൻ വേണ്ടിവരുന്ന സമയങ്ങളിൽനിന്നു ഈ ജ്യാവുക

ളുടെ ദൈൎഘ്യങ്ങളും ബിംബകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നുള്ള അകലങ്ങ ളും ഗണിക്കാം. ഈ അകലങ്ങളുടെ അന്തരം വികലാത്മക മായി സിദ്ധിക്കും. ഇതു രണ്ടു നിരീക്ഷണസ്ഥാനങ്ങളും തമ്മി ലുള്ള അകലം സൂൎയ്യശുക്രന്മാരിൽ അഭിമുഖീകരിക്കുന്ന കോണു കളുടെ അന്തരമാകുന്നു. എന്നാൽ സൂൎയ്യനിലും ശുക്രനിലും അഭിമുഖീകരിക്കുന്ന കോണുകൾ നമ്മിൽനിന്നു അവയുടെ ദൂര ങ്ങൾക്കു വ്യസ്താനുപാതമായിരിക്കും. ദൂരങ്ങളുടെ തോതു അറി യുന്നതിനാൽ കോണുകളുടെ തോതും അറിയാം. അതിനാൽ കോണുകളുടെ അന്തരത്തിൽനിന്നു കോണുകൾതന്നെ കാണാം. പിന്നീടു ഇതിൽനിന്നു സൂൎയ്യന്നഭിമുഖമായി നില്ക്കുന്ന ഭൂവ്യാസാ ൎദ്ധം സൂൎയ്യനിൽ അഭിമുഖീകരിക്കുന്ന കോണ്, അഥവാ സൂൎയ്യന്റെ പരിഭ്രംശം, കണക്കാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഏതാണ്ടു ഈ വിധത്തിലായിരുന്നു 1874ലും 1882ലും ശുക്രസംതരണനിരീക്ഷണത്തിൽനിന്നു സൂൎയ്യന്റെ ദൂരം കണക്കാക്കിയത്. നിരീക്ഷ



പരിലേഖം 42.

ണങ്ങളിൽ കാൎയ്യമായ ബുദ്ധിമുട്ടു ഗ്രഹബിംബം സൂൎയ്യബിംബ ത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്നതും വിട്ടുപോകുന്നതും ആയ കൃത്യസമ യം സെക്കണ്ടുകൾക്കു ശരിയായിട്ടെങ്കിലും കാണുവാനായിരുന്നു. സൂൎയ്യന്റെ ചുററുമുള്ള ഇരുണ്ട (ആപേക്ഷികമായി) പ്രദേശത്തു നിന്നു ശുക്രബിംബം സൂൎയ്യബിംബത്തിലേക്കു കടന്നു കുറെ ദൂരം വട്ടത്തിൽ കറുത്ത പുള്ളിയായിക്കാണുന്ന ശുക്രനും പുറമെയുള്ള കറുത്ത പ്രദേശവും തമ്മിൽ ചേൎക്കുന്നതായ ഒരു ഇരുൾപാലം നിലനില്ക്കും. ഇപ്രകാരംതന്നെ ശുക്രബിംബം സൂൎയ്യബിംബ ത്തിൽനിന്നു പുറത്തു പോകുന്നതിന്നു മുമ്പും ആ ഇരുൾപാലം കാണാം. ഇതായിരുന്നു കൃത്യസമയം അറിയുവാൻ ബുദ്ധിമുട്ടാ യിത്തീൎന്നത്.

സൂൎയ്യന്റെ ദൂരം അറിഞ്ഞാൽ $പ^2 \div ക^3 = 4\pi^2 \div ഗ(ദ്ര_1 + ദ്ര_2)$ എന്ന സൂത്രത്തിൽനിന്നു സൂൎയ്യന്റേയും ഭൂമിയുടേയും ദ്രവ്യമാന

യോഗം കണക്കാക്കാം. അതിൽനിന്നു ഭൂമിയുടെ ദ്രവ്യമാനം കളഞ്ഞാൽ സൂൎയ്യന്റേതു ശേഷിക്കയും ചെയ്യും. ഭൂമിയുടെ തൂക്കം കണക്കാക്കുവാൻ ചെയ്തതുപോലെ, ഇവിടേയും ദ്രവ്യമാനയോഗം 'യ' ടൺ എന്നു വെക്കുക. എന്നാൽ

$$\frac{(365 \cdot 26 \times 24 \times 60 \times 60)^2}{(92900000 \times 5280)^3} = \frac{4 \times (3 \cdot 1416)^2 \times 10^9}{1 \cdot 069 \times 2240 യ}$$

ഇതിൽനിന്നു $യ = 1 \cdot 954 \times 10^{27}$ എന്നു കിട്ടും. സൂൎയ്യന്റേയും ഭൂമിയുടേയും ദ്രവ്യമാനയോഗം $1 \cdot 954 \times 10^{27}$ ടൺ എന്നു വരുന്നു. ഭൂമിയുടെ ദ്രവ്യമാനം $5 \cdot 87 \times 10^{21}$ ടൺ മാത്രമാകുന്നു. ഇതു കിഴിച്ചാൽ $1 \cdot 954 \times 10^{27}$ എന്നതിൽ ഉദ്ദേശിച്ചിട്ടുള്ള കൃത്യത്തിൽനിന്നു ഒരു ഭേദവും വരികയില്ല. സൂൎയ്യന്റെ തൂക്കം അപേക്ഷിച്ച് ഭൂമിയുടെ തൂക്കം നിസ്സാരമെന്നു സാരം.

ഇപ്രകാരം ചന്ദ്രന്റെ പൎയ്യയകാലത്തിൽനിന്നും ഭൂമിയിൽനിന്നുള്ള അകലത്തിൽനിന്നും ഭൂചന്ദ്രന്മാരുടെ ദ്രവ്യമാനയോഗം കുറെ അധികം കൃത്യമായി വരുത്തി അതിൽനിന്നു ഭൂമിയുടെ കൃത്യമായി വരുത്തിയ ദ്രവ്യമാനം കളഞ്ഞാൽ ചന്ദ്രന്റെ ദ്രവ്യമാനം സിദ്ധിക്കും. അതു $7 \cdot 2 \times 10^{19}$ ടൺ ആകുന്നു.

ന്യൂട്ടൻ പ്രസ്താവിച്ച വസ്തുധൎമ്മങ്ങളുടേയും ആവിഷ്കരിച്ച ഗുരുത്വാകൎഷണത്തിന്റേയും ഫലമായി ഭൂമി ഒരായതവൃത്തത്തിൽ അതിന്റെ നാഭികളിൽ ഒന്നിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന സൂൎയ്യനു ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഭൂമിയിലുള്ള എല്ലാ അണുക്കളേയും അകലത്തിന്റെ വ്യത്യാസംകൊണ്ടു ഒരേ ശക്തിയിൽ ആകൎഷിക്കുന്നില്ല. സൂൎയ്യനടുത്തുള്ള അണുക്കളെ അധികവും അകലെയുള്ള അണുക്കളെ കുറവും ആകൎഷിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഭൂകേന്ദ്രത്തിലുള്ള ആകൎഷണംകൊണ്ടുണ്ടാവുന്ന വക്രത മാത്രമേ ഭൂമിയുടെ ഏതു ഭാഗത്തുമുള്ള ദ്രവ്യത്തിന്റെ സഞ്ചാരപഥത്തിനു സംഭവിക്കുന്നുള്ളു. അതിനാൽ കേന്ദ്രത്തിന്മേലുള്ള ആകൎഷണത്തെക്കാൾ അധികം ആകൎഷണമുള്ള ഭാഗങ്ങളെല്ലാം അവയുടെ മേലുള്ള ആകൎഷണത്തിൽ കവിഞ്ഞു നില്ക്കുന്ന

ഭാഗത്തിൻെറ ശക്തികൊണ്ടു ഭൂകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു സൂൎയ്യനുനേ ക്കു വിട്ടു നില്ക്കുവാൻ പ്രചോദിതമാകുന്നു. എന്നു വെച്ചാൽ സൂൎയ്യന്നു നേക്കുള്ള ഭൂമിയുടെ ഭാഗത്തെ സൂൎയ്യനിലേക്കു മാററിനിൎത്തു വാൻ പററിയ ഒരു ശക്തി ഉത്ഭവിക്കുന്നു. ഇതു മാത്രമല്ല, കേന്ദ്രത്തിലുള്ള ആകൎഷണത്തെക്കാൾ കുറവു ആകൎഷണമുള്ള ഭാഗങ്ങളെല്ലാം ആകൎഷണത്തിൽ കുറഞ്ഞ ഭാഗത്തിൻെറ ശക്തി കൊണ്ടെന്നവണ്ണം ഭൂകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു സൂൎയ്യന്നെതിരായ ഭാഗത്തേക്കു വിട്ടു നില്ക്കുവാനും പ്രചോദിതമാകുന്നു. അതിനാൽ സൂൎയ്യൻെറ എതിർ വശത്തുള്ള ഭൂമിയുടെ ഭാഗത്തെ കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നു സൂൎയ്യന്നെതിരായ വശത്തേക്കു അകററിനിൎത്തുന്ന ഒരു ശക്തിയും ഉളവാകുന്നു. ഭൂദ്രവ്യങ്ങളുടെ അന്യോന്യമുള്ള ആകൎഷണം ഇതിന്നു അല്പമൊന്നു എതിരായി പ്രവൃത്തിക്കും. എങ്കിലും ഭൂമി ജലംകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ ഒരു ഗോളമായിരുന്നുവെങ്കിൽ, അതിൻെറ ആകൃതിക്കു വലിയ മാററം വരും. സദാ സൂൎയ്യന്നു നേരെയായും എതിരായും ഉള്ള ഭാഗങ്ങളിൽ ഭൂദ്രവ്യം നല്ലവണ്ണം മുഴച്ചുകൂടും. എന്നാൽ ഭൂമിയുടെ പലഭാഗങ്ങളും ഉറച്ചു കട്ടിയായതുകൊണ്ടു ഈ പ്രചോദനങ്ങൾക്ക് വശപ്പെടുന്ന ഭാഗങ്ങൾക്ക് ഒരു സ്ഥിതിഭേദവും വരുന്നില്ല. ആ ഭാഗങ്ങളുടെ ഗുരുത്വത്തിന്നു അതിലഘുവായ ഒരു മാററം മാത്രമുണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ ഭൂപൃഷ്ഠത്തിൽ അധികഭാഗവും ദ്രാവകാവസ്ഥയിൽ കിടക്കുന്ന സമുദ്രജലം ഈ പ്രചോദനത്തിന്നു വശപ്പെട്ടു സൂൎയ്യന്നു നേക്കായും സൂൎയ്യന്നെതിരായും രണ്ടു ഭാഗങ്ങളിൽ കുറഞ്ഞൊന്നു മുഴച്ചു കൂടുന്നു.

ഭൂമിയുടെ കക്ഷ്യ ഏതെങ്കിലും വിധത്തിൽ ചെറുതായി ഭൂമി സൂൎയ്യന്നു വളരെ അടുത്തു വന്നാൽ ആകൎഷണാന്തരംകൊണ്ടുണ്ടാവുന്ന പ്രചോദനശക്തി വൎദ്ധിച്ച് ഭൂമിയുടെ കട്ടിയായ ഭാഗങ്ങളും സ്വസ്ഥാനങ്ങളിൽനിന്നിളകി ഭൂമി ആകെ ചെറിയ ചെറിയ കഷണങ്ങളായി പൊട്ടിപ്പോകുവാൻപോലും വഴിയുണ്ട്. വ്യോമചാരികളായ ചില ഗോളങ്ങൾക്ക് ഇപ്രകാരമുള്ള

അനുഭവമുണ്ടായിട്ടുണ്ടെന്നുള്ളതിന്നു ലക്ഷ്യങ്ങൾ ഉള്ളതായി പിന്നിട്ടു പറയപ്പെടും. ഭൂമി സൂൎയ്യനിൽനിന്നു ഈ അതിരിനെക്കാൾ വളരെ അധികം അകലെ ഇരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഈവിധം ഒരത്യാഹിതം ഭൂമിക്കോ ഭൂവാസികൾക്കോ ഉണ്ടാകയില്ലെന്നു നമുക്കുറച്ചിരിക്കാം.

1850ൽ റോഷെ (Roche) എന്ന പണ്ഡിതൻ ഈ അതിരിനെ സംബന്ധിച്ച് ഗണിതശാസ്ത്രപരമായ ഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തി. ഒരു വലിയ ഗോളത്തിൻെറ ചുററും ഒരു ചെറിയ ഗോളം പരിവൎത്തനം ചെയ്യുന്നുവെന്നു വെക്കുക. രണ്ടിലേയും ദ്രവ്യത്തിന്നു ഒരേ സാന്ദ്രതയെങ്കിൽ, ചെറിയ ഗോളത്തിൻെറ കക്ഷാവ്യാസം വലിയ ഗോളത്തിൻെറ വ്യാസത്തിൻെറ 2.45 മടങ്ങിൽ കുറവായി വന്നാൽ ചെറിയ ഗോളം ആകൎഷണാന്തരംകൊണ്ടു പൊട്ടിത്തകരും. സാന്ദ്രതക്കു ഭേദമുണ്ടെങ്കിൽ, സാന്ദ്രത തുല്യമാകുന്നതുവരെ വലിയ ഗോളം വികസിക്കുകയോ ചുരുങ്ങുകയോ ചെയ്താലുണ്ടാവുന്ന വ്യാസത്തിൻെറ 2.45 മടങ്ങിനേക്കാൾ ചെറിയ ഗോളത്തിൻെറ കക്ഷാവ്യാസം ചുരുങ്ങിവന്നാൽ ചെറിയ ഗോളം തകൎന്നുപോകും. ഇതായിരുന്നു അദ്ദേഹം നിൎണ്ണയിച്ച അതിര്. ഇതിനെ 'പരിവൎത്തകരുടെ അപായസീമാ' എന്നു പറയാം.

ചന്ദ്രന്നു ഭൂമിമേലും ആകൎഷണശക്തിയുണ്ടായിരിക്കുമല്ലോ. വാസ്തവത്തിൽ ചന്ദ്രൻ ഭൂമിക്കു ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നു പറയുന്നതു അത്ര ശരിയല്ല. ഭൂമിയും ചന്ദ്രനും അവയുടെ ഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിൻെറ ചുററും പരിവൎത്തനം ചെയ്യുന്നു എന്നു പറയുന്നതാണ് ശരി. എന്നാൽ ഭൂമി ചന്ദ്രൻെറ 81 മടങ്ങിൽ അധികം ഭാരമുള്ളതും ഭൂമിയുടെ വ്യാസാൎദ്ധം രണ്ടു ഗോളങ്ങളും തമ്മിലുള്ള അകലത്തിൻെറ 60ൽ ഒരംശത്തോളമുള്ളതുമാകയാൽ ഈ ഗുരുത്വകേന്ദ്രം ഭൂകേന്ദ്രത്തിലല്ലെങ്കിലും ഭൂഗൎഭത്തിൽത്തന്നെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. അതുകൊണ്ടു ചന്ദ്രൻ ഭൂമിക്കു ചുററും പരിവൎത്തനം ചെയ്യുന്നുവെന്നു പറയുന്നു. സ്വഗൎഭത്തിലിരിക്കുന്ന ഭൂ

ചന്ദ്രഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററും ചന്ദ്രന്റെ ആകർഷണംകൊണ്ടു ഭ്രമിക്കും ഒരു പരിവൎത്തനമുണ്ട്. ഈ പരിവൎത്തനത്തിൽ ഭൂമിയിൽ ഓരോ അണുവിന്മേലുള്ള ചന്ദ്രാകർഷണം പരിവൎത്തനപഥത്തിന്റെ വക്രതക്കു ആവശ്യമായി വരുന്നുണ്ട്. എന്നാൽ ഭൂകേന്ദ്രത്തെക്കാൾ ചന്ദ്രന്നു അടുത്തു നില്ക്കുന്ന ഭൂഭാഗത്തിന്മേലും അകലെ നില്ക്കുന്ന ഭൂഭാഗത്തിന്മേലും ഉള്ള ആകർഷണങ്ങളിൽ ഒരംശം കേന്ദ്രത്തെക്കാൾ അടുത്ത ഭാഗങ്ങളെ കുറെക്കൂടി ചന്ദ്രനോടു അടുപ്പിക്കുവാനും അകന്ന ഭാഗങ്ങളെ കുറെക്കൂടി അകററുവാനും പററിയ പ്രചോദനമായിത്തീരുന്നു. ഈ പ്രചോദനത്തിന്നു വശപ്പെട്ടു സമുദ്രജലം ചന്ദ്രന്നു നേക്കും ചന്ദ്രന്നു എതിരായും മുഴച്ചുകൂടുന്നു.

ഇങ്ങിനെ സൂൎയ്യന്റെ ആകർഷണാന്തരംകൊണ്ടും ചന്ദ്രന്റെ ആകർഷണാന്തരംകൊണ്ടും സമുദ്രജലം സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരുടെ ദിക്കു നോക്കിനില്ക്കുന്ന ഭൂവ്യാസങ്ങളുടെ അഗ്രങ്ങളിൽ മുഴച്ചുകൂടിയിരിക്കെ ഭൂമി തന്റെ അക്ഷത്തിന്റെ ചുററും ഭ്രമിക്കയാൽ ഈ മുഴകൾ ഭൂമിയുടെ ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഇതിന്നു നാം വേലികയററമെന്നു പറയുന്നു. പ്രചോദനശക്തിക്ക് വേലാനിൎമ്മാണശക്തി (Tide Producing Force) എന്നു പറയുന്നു. ചന്ദ്രന്റെ ആകർഷണം സൂൎയ്യന്റെ ആകർഷണത്തെക്കാൾ എത്രയോ കുറവാണെങ്കിലും ചന്ദ്രൻ സൂൎയ്യനെക്കാൾ എത്രയോ അടുത്തിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു ഭൂവ്യാസം ചന്ദ്രന്റെ അകലത്തിന്റെ പറയത്തക്ക ഒരംശവും സൂൎയ്യന്റെ അകലത്തിന്റെ നിസ്സാരമായ ഒരു അംശവുമാകുന്നു. അതിനാൽ ചന്ദ്രാകർഷണാന്തരംകൊണ്ടുണ്ടാവുന്ന ചാന്ദ്രവേലാനിൎമ്മാണശക്തി സൌരവേലാനിൎമ്മാണശക്തിയെക്കാൾ എത്രയോ അധികമാകുന്നു. സൂൎയ്യനെക്കൊണ്ടുണ്ടാവുന്ന വേലി നാം അറിയുന്നതേ ഇല്ല. വേലികയററത്തെ ചന്ദ്രനായി എല്ലാവരും ബന്ധിപ്പിക്കുന്നു. എന്നാൽ രണ്ടു വാവുകൾക്കും സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരുടെ വേലാനിൎമ്മാണശക്തികൾ ഒരേ വഴിക്കു പ്രവൃത്തിക്കുന്നതിനാൽ

വേലികയററത്തിന്നു ശക്തി കൂട്ടുന്നു. രണ്ടു വാവുകൾക്കും ഇട യിലുള്ള ദിവസങ്ങളിൽ വേലികയററത്തിന്നു ശക്തി കുറഞ്ഞിരിക്കയും ചെയ്യുന്നു. ഇതു ഏവരുടേയും അനുഭവമത്രെ.

സമുദ്രജലത്തിന്നു മുഴച്ചുകൂട്ടുവാനും മുഴച്ച ജലത്തിന്നു സഞ്ചരിക്കുവാനും സമയം വേണം. അതിനാൽ വേലികയററം ചന്ദ്രനെ അനുഗമിക്കുന്നുവെങ്കിലും, ചന്ദ്രൻ ഒരുമിച്ചുതന്നെ സഞ്ചരിക്കുന്നില്ല. അതിന്നും പുറമെ തുറന്ന സമുദ്രത്തിൽ വെള്ളത്തിൻെറ കയററവും ഈ വിളംബകാലവും അധികമില്ലെങ്കിലും ഉൾക്കടലുകളിലും കായലുകളിലും വളരെ അധികമാകുന്നു. തുറന്ന സമുദ്രത്തിൽനിന്നു വരുന്ന മുഴച്ച വെള്ളം ഉൾക്കടലുകളിൽ തിങ്ങിക്കടക്കേണ്ടി വരികയാലാണ് കയററം വളരെ അധികമാകുന്നത്.

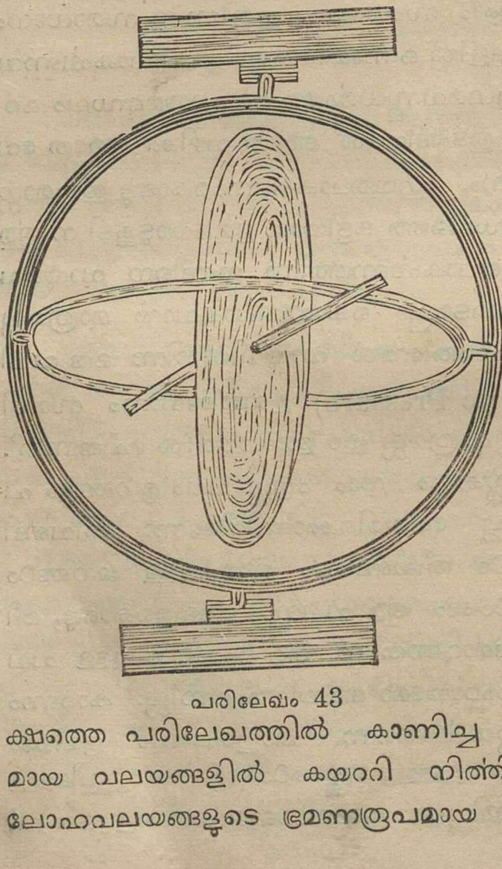
വേലികയററത്തെ നിത്യം അളന്നു കണക്കാക്കി സൂൎയ്യനെക്കൊണ്ടുണ്ടാകുന്നതും ചന്ദ്രനെക്കൊണ്ടുണ്ടാകുന്നതും വേർതിരിച്ചറിഞ്ഞ് അതിൽനിന്നു ചന്ദ്രൻെറ ദ്രവ്യമാനം കണക്കാക്കീട്ടുണ്ട്. ഇതു എത്രയും ദുൎഘടമായതും കൃത്യഫലം കിട്ടുവാൻ വളരെ പ്രയാസമുള്ളതുമായ മാൎഗ്ഗമാകുന്നു.

മേരുബന്ധവാമുഖഗതമായ അക്ഷത്തിന്നു ചുററും ദിവസത്തിൽ ഒരു വട്ടം വീതമായി ഭൂമി ഭ്രമിച്ചുകൊണ്ടിരിരുന്നാൽ, കൂട്ടിൽനിന്നു പറന്നുപോയ പക്ഷികൾ എങ്ങിനെ കൂട്ടിൽ മടങ്ങിവരും എന്ന വരാഹമിഹരാചാൎയ്യരുടെ ചോദ്യത്തിന്നു നാം ഇതുവരെ മറുപടി പറഞ്ഞിട്ടില്ല. ഭൂമി പടിഞ്ഞാറുനിന്നു കിഴക്കോട്ടു മേരുബന്ധവാമുഖങ്ങളെ ചേൎക്കുന്ന അക്ഷത്തിന്നു ചുററും ഒരു നക്ഷത്രത്തിൻെറ ഉദയംതൊട്ടുദയംവരെയുള്ള കാലമായ നാക്ഷത്രദിനത്തിൽ ഒരു വട്ടം വീതമായി നിത്യം ഭ്രമണംചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടു ജ്യോതിസ്സുകളോടുകൂടിയ ആകാശം നിത്യം കിഴക്കുനിന്നു പടിഞ്ഞാറോട്ടായി തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതായി നമുക്കനുഭവപ്പെടുന്നു എന്നാണല്ലോ ഭൂഭ്രമണസിദ്ധാന്തം. ഈ ഭ്രമണത്തിൽ ഭൂമിയിലെ മണ്ണും വെള്ളവുമല്ലാതെ അതിൻെറ ചുററു

മുള്ള വായുമണ്ഡലം പെട്ടിട്ടില്ലെന്നു വരാഹമിഹിരൻ ആലോചിപ്പാൻ വഴിയില്ല. ഭൂമിയുടെ വ്യാസവും പരിധിയും ഒരുവിധം കൃത്യമായി വരാഹമിഹിരന്നറിയാമായിരുന്നു. വായുമണ്ഡലത്തിന്നു ഭ്രമണത്തിൽ പങ്കില്ലെങ്കിൽ സദാ മണിക്കൂറിൽ 1000ത്തിൽപരം നാഴികവീതം ഊതുന്ന ഒരു കാററു ഭൂമിയുടെ നിരക്ഷപ്രദേശത്തുണ്ടായിരിക്കണം. ഇതു വരാഹമിഹിരന്നു കാണുവാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ടായിരിക്കണം. അതിനാൽ വായുമണ്ഡലത്തിന്നു ഭ്രമണത്തിൽ പങ്കില്ലെന്നായിരിക്കയില്ല ആചാൎയ്യൻെറ അഭിപ്രായം. ഏതെങ്കിലും നിലക്ക് വായുമണ്ഡലം ഭൂമിയോടുകൂടിത്തിരിഞ്ഞാൽ, ആ തിരിച്ചൽ എങ്ങിനെ നിലനിന്നുപോകും എന്നായിരുന്നിരിക്കാം സംശയം. ഇതിന്നുള്ള സമാധാനം ന്യൂട്ടൻെറ വസ്തുധൎമ്മങ്ങളിൽ ഒന്നാമത്തേതും ഗുരുത്വാകൎഷണവുമാണ് നല്കുന്നത്. പ്രഥമവസ്തുധൎമ്മത്താൽ വായുമണ്ഡലം ഒരിക്കൽ സഞ്ചരിക്കുവാൻ തുടങ്ങിയാൽ അതേ വഴിക്ക് അതേ വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കണം. ഗുരുത്വാകൎഷണംകൊണ്ടു ഈ മാൎഗ്ഗത്തെ വളച്ച് വായുമണ്ഡലത്തെ കട്ടിയായ ഭൂമിയോടുകൂടി നിൎത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. ഗുരുത്വാകൎഷണത്തിന്നു ഇങ്ങിനെ വായുവെ വളച്ചുകൊണ്ടു ഭൂമിയോടൊപ്പം കൊണ്ടുപോകുവാൻ മാത്രമല്ല സാധിക്കുന്നത്. ഭൂപൃഷ്ഠത്തിന്മേൽ വായുവിൽനിന്നു ഒരു വലിയ മൎദ്ദനം (Atmospheric Pressure) ഉണ്ടാക്കുവാനും സാധിക്കുന്നു. വായുമണ്ഡലം മാത്രമല്ല ഈ ഭ്രമണത്തിൽ ചേരുന്നത്. ഭൂമിയിലുള്ള സകലവസ്തുക്കളും നാം എല്ലാവരും മൃഗങ്ങളും പക്ഷികളും ഭൂമി ഒരുമിച്ച് പോയിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. തീവണ്ടിയിൽ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ തീവണ്ടിക്കും അതിലുള്ള ജനങ്ങൾക്കും സകലസാമാനങ്ങൾക്കും ആ ചലനം ഉള്ളതുകൊണ്ടു, തീവണ്ടിയിൽ നാം പെരുമാറുന്നതിന്നു ആ പൊതുവിലുള്ള ചലനം പ്രതിബന്ധമോ സഹായമോ ആയിത്തീരുന്നില്ല. കാരണം ന്യൂട്ടൻെറ പ്രഥമവസ്തുധൎമ്മംതന്നെ. അതുപോലെ ഭൂമിക്കും അതിലും അതിന്മേലും ഉള്ള വസ്തുക്കൾക്കും പൊതുവിലുള്ള ഭ്രമണം വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള ഭൌതികബന്ധങ്ങളെ ഒരു വി

ധത്തിലും ബാധിക്കുന്നില്ല. ആ ബന്ധങ്ങൾ ഭൂമിയും വായുമണ്ഡലവും നിശ്ചലമായ വിധത്തിൽതന്നെ നടന്നുപോകുന്നു. അതിസൂക്ഷ്മമായ പരീക്ഷണങ്ങളിൽനിന്നു മാത്രമേ ഭ്രമണമുണ്ടെന്നു നമുക്ക് തീച്ചപ്പെടുത്തുവാൻ സാധിക്കുകയുള്ളൂ. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ചലനത്തിൽനിന്നു നമുക്ക് ഊഹിക്കുവാനേ സാധിക്കയുള്ളൂ.

ഇനി ഭൂമിക്ക് ഭ്രമണമുണ്ടെന്നു സംശയംകൂടാതെ സ്ഥാപിക്കുന്ന ചില പരീക്ഷണങ്ങളെപ്പറയാം. ഭ്രമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു സാധനത്തിൻെറ അക്ഷത്തിന്മേൽ പ്രത്യേകശക്തികൾ ചെലുത്താതെ അക്ഷത്തിൻെറ ദിക്കിന്നു മാററം വരികയില്ലെന്നു വസ്തുധമ്മങ്ങളിൽനിന്നു ഗണിതശാസ്ത്രം കൊണ്ടു സ്ഥാപിക്കാം. സൈക്കൾ പോകുമ്പോൾ അതിൻെറ ചക്രങ്ങൾ അതിവേഗം തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കയാൽ മാത്രമാകുന്നു അതു ഇടത്തോട്ടോ വലത്തോട്ടോ മറിയാതിരിക്കുന്നത്. ലോഹംകൊണ്ടു ഒരുവിധം തൂക്കമുള്ള ഒരു വട്ടുണ്ടാക്കി അതിൻെറ മദ്ധ്യത്തിൽ ഒരക്ഷംവെച്ച് ആ അ



പരിലേഖം 43

ക്ഷത്തെ പരിലേഖത്തിൽ കാണിച്ച പ്രകാരം വൃത്താകാരമായ വലയങ്ങളിൽ കയററി നിത്തിയാൽ, ആധാരമായ ലോഹവലയങ്ങളുടെ ഭ്രമണരൂപമായ ചലനങ്ങളൊന്നും ആ

ധേയമായ ലോഹത്തട്ടിനെ ബാധിക്കുന്നതല്ല. ഇതിന്നു ഭ്രമീയന്ത്രം (Gyroscope) എന്നു പേര്. ഭ്രമീയന്ത്രത്തെ കാററുകൂടി തട്ടാത്തതായ ഒരു കണ്ണാടിപ്പെട്ടിയിൽ വെച്ച് ലോഹത്തട്ടിനെ വേഗത്തിൽ തിരിച്ചാൽ അതു വളരെ നേരം തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കും. ഇങ്ങിനെ തിരിയുമ്പോൾ അതിൻെറ അക്ഷം ഒരു നക്ഷത്രത്തിൻെറ നേക്കായിരുന്നുവെങ്കിൽ, തട്ട് തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന കാലത്തോളം ആ നക്ഷത്രത്തിൻെറ നേക്ക തന്നെ അക്ഷം തിരിഞ്ഞുനില്ക്കും. ഇതിൽനിന്നു നക്ഷത്രത്തിൻെറ ദിക്കിന്നു അന്തരീക്ഷത്തിൽ മാററം സംഭവിക്കുന്നില്ലെന്നും, ഭ്രമി തിരിയുന്നതോടുകൂടി ക്ഷിതിജത്തിന്നും ഖമദ്ധ്യത്തിന്നും അന്തരിക്ഷത്തിൽ മാററം വന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു മാത്രം ഭ്രമിയേയും അതിലുള്ള വസ്തുക്കളേയും അപേക്ഷിച്ച് നക്ഷത്രത്തിൻെറ ദിക്കിന്നും അതിനെ നോക്കിനില്ക്കുന്ന അക്ഷത്തിൻെറ ദിക്കിന്നും മാററമുള്ളതായി നമുക്ക് തോന്നുന്നു എന്നു വരുന്നു.

ഫൂക്കോട് (Foucault 1819—1668) എന്ന ഫ്രഞ്ച് ശാസ്ത്രജ്ഞൻ പാരിസ്സിലെ പാന്തിയൻ എന്ന കെട്ടിടത്തിൽ 200 അടി നീളമുള്ള ഒരു ചരടിന്മേൽ ഒരു ലോലകത്തെ കെട്ടിതൂക്കി, അതിനെ ആട്ടിക്കൊണ്ടിരുന്നു. സമയം കഴിയുംതോറും അതു ആടിക്കൊണ്ടിരുന്ന തലത്തിൻെറ ദിക്ക് നക്ഷത്രങ്ങളെപ്പോലെ കിഴക്കുനിന്നു പടിഞ്ഞാറോട്ടു പ്രദക്ഷിണം വെക്കുന്നതായി കണ്ടു. ഇതു നിരക്ഷരേഖയിൽവെച്ചു ചെയ്താൽ ദോലനതലത്തിന്നു മാററം വരുന്നില്ല. എന്നാൽ നിരക്ഷരേഖയിൽനിന്നു വടക്കോട്ടു വടക്കോട്ടു മാറി ചെയ്താൽ ദോലനതലത്തിൻെറ ഭ്രമണത്തിന്നു വേഗത വദ്ധിക്കുന്നതായിക്കാണാം. ഇങ്ങിനെ പല സ്ഥലങ്ങളിലുംനിന്നു ചെയ്താൽ ആ സ്ഥലങ്ങളിലെ അക്ഷജ്യാവു (Sin Latitude)കൾക്ക് അനുപാതമായി ദോലനതലഭ്രമണത്തിൻെറ വേഗത മാറുന്നു. ഇതിൽനിന്നു ഈ പരീക്ഷണം മേരുവിൽനിന്നു ചെയ്താൽ ഒരു ഭ്രമണം പൂത്തിയാക്കുവാൻ 24

മണിക്കൂറാണെന്നു അനുമാനിക്കാം. ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞന്മാക്കു ഒരു പ്രദേശത്തെ പരീക്ഷണത്തിൽനിന്നുമാത്രം ഈ അനുമാനം സാധിക്കുന്നതാണ്. ഈ ഭ്രമണത്തിൽനിന്നു നമുക്കെന്തു മനസ്സിലാക്കാം. മേരുവിൻെറ മീതെ ലോലകം തൂങ്ങിക്കിടക്കുന്നു. അതിൻെറ നേരെ താഴെ മേരുബന്ധവാമുഖരേഖക്കു ചുററും ഭൂമി ഭ്രമിക്കുന്നതിനാൽ ലോലകത്തിൻെറ ദോലനതലത്തിന്നു മാററം വരുവാൻ അവകാശമില്ല. അതു അന്തരീക്ഷത്തിൽ സ്ഥിരമായ ഒരു തലത്തിൽ ആടിക്കൊണ്ടു നില്ക്കുന്നു, ഭൂമി ആ തലത്തെ അപേക്ഷിച്ചു തിരിയുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഈ പരീക്ഷണങ്ങൾ കൂടാതെ ഭൂഭ്രമണത്തിന്നു തെളിവുകളായി വേറെയും ചില ന്യായങ്ങൾ പറയാം. ഭൂമി ഒരു ഗോളമാകുന്നു. അതു മേരുബന്ധവാമുഖത്തേക്കു ചുററും ഭ്രമിക്കുകയാണെങ്കിൽ, നിരക്ഷരേഖയിലുള്ള വസ്തുക്കൾക്ക് ഭ്രമണവശാലുള്ള വേഗത അധികവും അവിടന്നു വടക്കോട്ടും തെക്കോട്ടും മാറിക്കിടക്കുന്ന പ്രദേശങ്ങൾക്ക് ആ വേഗത കുറവും മേരുബന്ധവാമുഖങ്ങളിൽ കേവലം ശൂന്യവും ആയിരിക്കണം. അങ്ങിനെയാണെങ്കിൽ വടക്കുനിന്നു തെക്കോട്ടു നിരക്ഷരേഖയിലേക്കും, തെക്കുനിന്നു വടക്കോട്ടു നിരക്ഷരേഖയിലേക്കും ഊതുന്ന കാററുകളും ഒഴുകുന്ന സമുദ്രപ്രവാഹങ്ങളും ഭൂമിയുടെ നിരക്ഷപ്രദേശത്തു കിഴക്കോട്ടുള്ള വേഗത കിട്ടായ്കയാൽ പടിഞ്ഞാറോട്ടു തെററാതിരിക്കയില്ല. നിരക്ഷരേഖയുടെ വടക്കുള്ള പ്രദേശങ്ങളിലെ വടക്കൻ കാററുകൾക്കും തെക്കുള്ള പ്രദേശങ്ങളിലെ തെക്കൻ കാററുകൾക്കും ഈ ദിഗ്ഭ്രംശം വന്നു കാണുന്നു. ഇതിൽനിന്നും ഭൂമി പടിഞ്ഞാറുനിന്നു കിഴക്കോട്ടു തിരിയുന്നതായി അനുമാനിക്കാം.

വ്യാഴം, ശനി എന്നീ ഗ്രഹങ്ങൾ ഭ്രമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതായി ദൂരദർശിനികയിൽ കൂടിക്കാണാം. ഗ്രഹങ്ങളെക്കാൾ എത്രയോ വലിയ സൂര്യൻതന്നെ സ്വന്തം അക്ഷത്തിൻെറ ചുററും ഭ്രമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ചന്ദ്രനും ഒരു മാസത്തിൽ ഒരു വട്ടം വീതമുള്ള ഭ്രമണമുള്ളതുകൊണ്ടാകുന്നു അതിൻെറ ഒരു മുഖം മാ

ത്രം നാം കാണുന്നത്. ഈ സ്ഥിതിക്ക് ഭ്രമിക്ക് ഭ്രമണമുള്ളതു കൊണ്ടാണ് ആകാശം ഭ്രമിക്കുന്നതായി നമുക്ക് തോന്നുന്നതെന്നു ആലോചിക്കുന്നതാകുന്നു ന്യായം. എന്നു മാത്രമല്ല, ഭ്രമി സ്ഥിരമായി നിന്നു എത്രയോ അകലെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന സൂര്യ്യചന്ദ്രന്മാരും ഗ്രഹങ്ങളും നക്ഷത്രങ്ങളും 24 മണിക്കൂറുകൊണ്ടു ഭ്രമിയെ ഒരു വട്ടം ചുററുന്നുവെങ്കിൽ അവക്കു വേണ്ടിവരുന്ന വേഗത അതിഭയംകരവും ഭാവനാതീതവുമായിരിക്കും. ഇതായിരിക്കാം പൂർവ്വന്മാരിൽ ചിലരെ ഭ്രമിയാണ് തിരിയുന്നതെന്നു അഭിപ്രായപ്പെടുവാൻ പ്രേരിപ്പിച്ചത്.

ലഘുവായ ഒരു പരീക്ഷണവുംകൂടി ചെയ്തുനോക്കീട്ടുള്ളതാണ്. ഭ്രമിക്ക് ഭ്രമണമുണ്ടെങ്കിൽ, ഭ്രമണവശാലുണ്ടാകുന്ന വേഗത ഒരു ഉയന്ന സ്തംഭത്തിൻെറ മുകൾഭാഗത്തു അധികവും അടിഭാഗത്തു കുറവും ആയിരിക്കും. അതിനാൽ കാററില്ലാത്ത സമയം നോക്കി സ്തംഭത്തിൻെറ മുകളിൽനിന്നു താഴത്തേക്കു ഒരു കല്ല് ഇട്ടാൽ അതു നേർ താഴത്തുനിന്നു അല്പം കിഴക്കോട്ടു മാറി വീഴുവാൻ ഇടയുണ്ട്. ഈ പരീക്ഷണം ഇററലിയിലെ പൈസാ പട്ടണത്തിലുള്ള ചരിഞ്ഞ മണിമാളികയുടെ മുകളിൽനിന്നു ചെയ്തുനോക്കിയപ്പോൾ താഴത്തിട്ട സാധനം അല്പം കിഴക്കോട്ടു മാറി വീണതായിക്കണ്ടു എന്നു പറഞ്ഞുകാണുന്നു.

ഭ്രമിയുടെ ഈ നിത്യഭ്രമണംകൊണ്ടുതന്നെയാകുന്നു മേരുബദ്ധവാമുഖരേഖയായ അക്ഷത്തിൻെറ നോട്ടം എന്നും ഖഗോളത്തിൽ സ്ഥിരമായിക്കാണുന്നത്. സ്ഥിരമായ ദിക്കിലേക്കു നോക്കുന്ന ഈ അക്ഷത്തിൻെറ ചുററും ഭ്രമി തിരിയുമ്പോൾ ആകാശം ഈ അക്ഷം രണ്ടു വശത്തേക്കും നീട്ടിയാൽ ചെന്നു മുട്ടുമെന്നു തോന്നുന്ന സ്ഥാനങ്ങളിൽ കുററി തറച്ചുറപ്പിച്ചപോലെ എതിർവശത്തേക്കു തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്നപോലെ തോന്നുന്നു. ഈ ഭ്രമണത്തോടുകൂടി ഭ്രമി സൂര്യ്യനു ചുററും സ്വകക്ഷയിൽ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ അക്ഷത്തിൻെറ നോട്ടത്തിന്നു (ദിക്കിന്നു) മാററം വരുന്നില്ല. നക്ഷത്രങ്ങൾ വെറും കണ്ണുകളെക്കൊണ്ടു മാത്രമല്ല

യന്ത്രങ്ങളെക്കൊണ്ടുപോലും അളക്കുവാൻ പ്രയാസമായ ദൂരത്തു സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ ആകാശം അടുത്താണെന്നു തോന്നുന്നുവെങ്കിലും അനന്തമായ ദൂരത്താണെന്നു കരുതേണ്ടിവരുന്നു. ഭൂമിയുടെ അക്ഷം അനന്തദൂരത്തിരിക്കുന്ന ആകാശത്തിൽ ചെന്നു മുട്ടുന്ന സ്ഥാനത്തിന്നു ഭൂമിയുടെ കക്ഷയിലുള്ള സഞ്ചാരംകൊണ്ടു വരുന്ന ഭേദം കക്ഷയിൽ ഏതു സ്ഥാനത്തുനിന്നും നമുക്ക് ദൃശ്യമാകുന്നതല്ല. അതിനാൽ മേരുബന്ധവാമുഖരേഖ ആകാശത്തിൽ ചെന്നു മുട്ടുന്ന ഉത്തരദക്ഷിണധ്രുവങ്ങൾ നമുക്ക് അചലങ്ങളായിത്തോന്നുന്നു.

നക്ഷത്രങ്ങൾ ഇത്രയധികം അകലെയാണ് സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതെന്നു പൂർവ്വന്മാർ കരുതിയിരുന്നില്ല. നക്ഷത്രകക്ഷാപരിധി രവികക്ഷാപരിധിയുടെ 60 മടങ്ങ് മാത്രമായിട്ടാണ് ഭാരതീയസിദ്ധാന്തഗ്രന്ഥങ്ങൾ പറഞ്ഞു കാണുന്നത്. അങ്ങിനെയാണെങ്കിൽ ഭൂമി സൂര്യന്നു ചുററും സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ ഈ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ സ്ഥാനങ്ങൾക്ക് ഭ്രംശം വന്നു കാണണ്ടെ എന്നായിരുന്നു പൂർവ്വന്മാർക്ക ഭൂസഞ്ചാരസിദ്ധാന്തം സ്വീകരിപ്പാനുള്ള മുഖ്യമായ തടസ്ഥം. ദൂരദർശിനി ഉപയോഗിക്കുവാൻ തുടങ്ങിയതോടുകൂടി ചില നക്ഷത്രങ്ങൾക്കെങ്കിലും ഭൂസഞ്ചാരംകൊണ്ടു ഖഗോളസ്ഥാനപരിഭ്രംശം വരുന്നുണ്ടെന്നു കാണുവാൻ തുടങ്ങി. അതു പിന്നീടു പറയാം. ഇതുകൂടാതെ ഒരുവിധം ഭ്രംശഭ്രാന്തിയും നക്ഷത്രങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ നമുക്കുണ്ടാകുന്നുണ്ടെന്നു ദൂരദർശിനിനിരീക്ഷകന്മാർക്ക മനസ്സിലായി. അതിന്നു അപേരണം (Aberration) എന്നു പറയുന്നു.

തീവണ്ടിയിൽ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ, മഴ പെയ്യുന്നതു മിക്കവരും നോക്കീട്ടുണ്ടായിരിക്കും. സ്റ്റേഷനിൽ വണ്ടി നില്ക്കുമ്പോൾ മുകളിൽനിന്നു നേരെ താഴത്തേക്കു വീഴുന്ന മഴത്തുള്ളികൾ, വണ്ടി ഓടുവാൻ തുടങ്ങിയാൽ നല്ലവണ്ണം ചാഞ്ഞ് വണ്ടിക്കു നേരെ വന്നടിക്കുന്നതായിക്കാണാം. ഇതിന്നു കാരണം എന്തെന്നാലോചിക്കാം. മഴത്തുള്ളികൾ അപ്പോഴും നേരെ താഴത്തേ

ക്കതന്നെ വീഴുന്നു. കാററു ഇല്ലതന്നെ. മഴത്തുള്ളികൾ പെട്ടന്നല്ല താഴത്തെത്തുന്നത്. അവ ഒരു വേഗതയിൽ മുകളിൽനിന്നു താഴത്തേക്കു സഞ്ചരിക്കുന്നു. സഞ്ചരിക്കുന്നതോടുകൂടി നമ്മുടെ മുൻഭാഗത്തുള്ള മഴത്തുള്ളികൾ വണ്ടിയുടെ വേഗതക്കനുസരിച്ചും നമ്മോടടുത്തുവരുന്നു. പക്ഷെ വണ്ടിയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നവക്കു വണ്ടിയാണ് മഴത്തുള്ളികളോടടുക്കുന്നതു എന്ന ബോധമുണ്ടാകാതെ മഴത്തുള്ളികളാണ് വണ്ടിയോടടുക്കുന്നതെന്നു തോന്നുന്നു. അതിനാൽ മഴത്തുള്ളികളിൽ അവക്കു കീഴ്പോട്ടുള്ള യഥാത്ഥസഞ്ചാരത്തിന്നു പുറമെ, വണ്ടിയാത്രക്കാരോടടുത്തു വരുന്ന ഒരു സഞ്ചാരവും അവർ ആരോപിക്കുന്നു. ഈ ആരോപണത്തിൻെറ ഫലമായിട്ടാണ് മഴത്തുള്ളികൾ ചരിഞ്ഞു വീഴുന്നതായി യാത്രക്കാക്കു തോന്നുന്നത്. നേരെ മുകളിൽനിന്നു വീണുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന മഴത്തുള്ളികളെ യാത്രക്കാർ യഥാത്ഥസ്ഥാനങ്ങളിൽനിന്നു വണ്ടി ഓടുന്ന വശത്തേക്കു കുറെ നീങ്ങിനില്ക്കുന്ന സ്ഥാനങ്ങളിൽനിന്നു വരുന്നതായി സങ്കല്പിച്ചു പോകുന്നു.

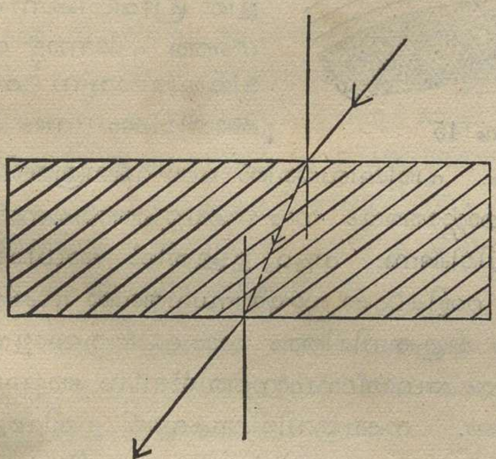
നക്ഷത്രങ്ങൾ നമുക്ക് പ്രത്യക്ഷമാകുന്നതു അവയുടെ വെളിച്ചംവഴിയാകുന്നു. വെളിച്ചം അതു പുറപ്പെടുന്ന സ്ഥലത്തുനിന്നു സഞ്ചരിച്ചിട്ടാണ് നമ്മുടെ കണ്ണുകളിൽ പ്രവേശിക്കുന്നത്. സഞ്ചാരവേഗത സെക്കണ്ടിൽ 1,86,000 മൈൽ വീതമാണെന്നു ഇന്നു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാക്കു നിരീക്ഷണംകൊണ്ടും പരിക്ഷണംകൊണ്ടും അറിയാം. ഇങ്ങിനെ നക്ഷത്രങ്ങളിൽനിന്നു വെളിച്ചം സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ ഭൂമിയും വെളിച്ചം കാണുന്ന ഭൂവാസികളും സെക്കണ്ടിൽ 18 മൈൽ വീതം സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഇതിൻെറ ഫലം വെളിച്ചം യഥാത്ഥത്തിൽ പുറപ്പെടുന്ന സ്ഥാനത്തുനിന്നു ഭൂമി സഞ്ചരിക്കുന്ന ദിക്കിലേക്ക് കുറെ നീങ്ങിയ ഒരു സ്ഥാനത്തുനിന്നു പുറപ്പെടുന്നതായി ഭൂവാസികൾക്ക് തോന്നുന്നു. വെളിച്ചത്തിൻെറ വേഗതയപേക്ഷിച്ചു ഭൂമിയുടെ വേഗത അല്പമായതിനാൽ ഈ നീക്കം അല്പമായിരിക്കും. എങ്കി

ലും ഇങ്ങിനെ ഒരു നീക്കമുണ്ടെന്നു സൂക്ഷ്മനിരീക്ഷണംകൊണ്ടറിയാം. ഈ നീക്കത്തിൻെറ സ്വഭാവം ഒന്നുകൂടി വിശദമാക്കാം. മേടമാസത്തിൽ സൂൎയ്യനെ മേടം രാശിയിൽ നാം കാണുന്നു. സൂൎയ്യനിൽനിന്നു ഭൂമിയെ നോക്കിയാൽ ഭൂമിയെ തുലാം രാശിയിൽ കാണാം. തുലാം രാശിയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ഭൂമി മകരം രാശി നോക്കി സഞ്ചരിക്കുന്നു. അതിനാൽ മേടമാസത്തിൽ എല്ലാ നക്ഷത്രങ്ങളും മകരം രാശിയിലേക്കു അല്പമൊന്നു നീങ്ങിക്കാണപ്പെടുന്നു. ഇങ്ങിനെ മാസങ്ങൾ മാറുംതോറും നക്ഷത്രങ്ങൾ നീങ്ങീട്ടുണ്ടെന്നു തോന്നുന്ന രാശിയും മാറുന്നു. ഈ രാശി എപ്പോഴും സൂൎയ്യനിൽനിന്നു കൃത്യം 3 രാശി (=90°) പിന്നിലായിരിക്കും. ഇതിൻെറ ഫലം അപക്രമവൃത്തത്തിൻെറ പാൎശ്വങ്ങളായ രാശികൂടങ്ങളിൽ നില്ക്കുന്ന നക്ഷത്രങ്ങൾ സ്വസ്ഥാനത്തിൻെറ ചുററും ഒരു നന്നെ ചെറിയ വൃത്തത്തിൽ ഒരു കൊല്ലംകൊണ്ടു സഞ്ചരിക്കുന്നു. അപക്രമവൃത്തത്തിൽതന്നെ നില്ക്കുന്ന ഒരു നക്ഷത്രം സ്വസ്ഥാനത്തുനിന്നു ഒരു വരയിൽ ഒരു കൊല്ലംകൊണ്ടു അങ്ങോട്ടുമിങ്ങോട്ടും നീങ്ങിക്കാണപ്പെടും. അപക്രമവൃത്തത്തിന്നും രാശികൂടങ്ങൾക്കും ഇടയിലുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾ സ്വസ്ഥാനം മദ്ധ്യമായ ഒരായതവൃത്തത്തിൽ ഒരു കൊല്ലംകൊണ്ടു സഞ്ചരിക്കുന്നതായിക്കാണും. നക്ഷത്രനിരീക്ഷകന്മാർ ഈ അപേരണത്തിന്നുള്ള സംസ്കാരം ചെയ്തിട്ടു മാത്രമാണ് നക്ഷത്രങ്ങളുടെ സ്ഥാനം ഗ്രഹിക്കുന്നതു്. മററു ജ്യോതിസ്സുകൾക്കും ഈ സംസ്കാരം വേണം. ഈ സംസ്കാരത്തിൻെറ പരമഫലം 20½ വികലമാത്രമാകുന്നു. ഇതു വെളിച്ചത്തിൻെറ വേഗതയെ ആശ്രയിച്ചതല്ലാതെ, നക്ഷത്രത്തിൻേറയോ ഗ്രഹത്തിൻേറയോ ദൂരത്തെ ആശ്രയിച്ചതുമല്ല.

അപേരണം ഭൂമി സ്വകക്ഷയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്നതിന്നു ന്യൂനതയററ ഒരു തെളിവാകുന്നു. ഗുരുത്വാകൎഷണസിദ്ധാന്തപ്രകാരം ആകൎഷണംകൊണ്ടു രണ്ടു ഗോളങ്ങൾ അന്യോന്യം പരിവൎത്തനം ചെയ്യുമ്പോൾ അവ രണ്ടും അവയുടെ ഗുരുത്വ

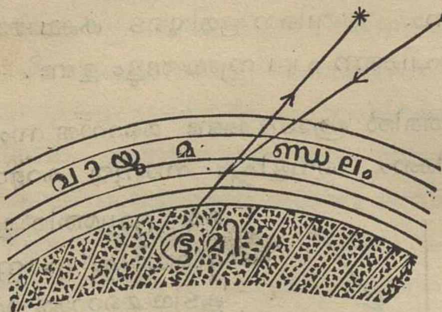
കേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററും സഞ്ചരിക്കണം. സൂൎയ്യൻെറ ദ്രവ്യമാനം ഭൂദ്രവ്യമാനത്തെക്കാൾ എത്രയോ അധികം മടങ്ങാകയാൽ അവയുടെ ഗുരുത്വകേന്ദ്രം സൂൎയ്യഗോളത്തിന്നകത്താണ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്. അതുകൊണ്ടു ഭൂമി സൂൎയ്യന്നു ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്നതായിത്തന്നെ കരുതണം. ഇങ്ങിനെ ഭൂമിയുടെ കക്ഷാമാൎഗ്ഗമായ സഞ്ചാരത്തെ സ്ഥാപിക്കുന്ന പല ന്യായങ്ങളും ഉണ്ട്.

നക്ഷത്രനിരീക്ഷണത്തിൽ ശ്രദ്ധിക്കേണ്ട മറെറാരു സംഗതിയും ഇവിടെ പ്രസ്താവിക്കാം. വെളിച്ചം സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ ഒരു ദ്രവ്യത്തിൽക്കൂടി സഞ്ചരിച്ച് സാന്ദ്രത കൂടിയ മറെറാരു ദ്രവ്യത്തിൽ പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ അല്പമൊന്നു കുനിയുന്നു. സാന്ദ്രത കൂടിയ ദ്രവ്യത്തിൽനിന്നു സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ ദ്രവ്യത്തിലേക്കു പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ അല്പമൊന്നു നിവരുകയും ചെയ്യുന്നു. വായുവിൽക്കൂടി സഞ്ചരിച്ച് ഒരു ഗ്ലാസ്സ് കട്ടിയിൽ പ്രവേശിച്ച് പിന്നേയും വായുവിൽക്കൂടിപ്പോകുന്ന ഒരു പ്രകാശരശ്മിയുടെ മാൎഗ്ഗം പരിലേഖത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഭൂമിയുടെ ചുററും കുറെ അധികം ദൂരം വായുമണ്ഡലം വ്യാപിച്ചുകിടക്കുന്നു. ഈ വായുമണ്ഡലത്തിൻെറ അടിഭാഗത്തിന്നു സാന്ദ്രത കൂടും. മേല്പോട്ടു ചെല്ലുംതോറും സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞുവരികയും ചെയ്യും. ഏതാണ്ട് 200 മൈൽ അകലത്തു വായു ഇല്ലെന്നുതന്നെ പറയാം. കുറെ കൂടിച്ചെന്നാൽ അന്തരീക്ഷം തീരെ ശൂന്യവുമായിരിക്കും. നക്ഷത്രങ്ങളിൽനിന്നു വരുന്ന വെളിച്ചം ശൂന്യമായ അന്തരീക്ഷ



പരിലേഖം 44

ത്തിൽ സഞ്ചരിച്ച് ക്രമേണ കട്ടികൂടി വരുന്ന വായുമണ്ഡലത്തിൽ പ്രവേശിച്ച് വായുമണ്ഡലത്തിൻെറ അടിയിൽ ജീവിച്ചു വരുന്ന നമ്മുടെ കണ്ണുകളിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു. വായുമണ്ഡലത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്നതോടുകൂടി നക്ഷത്രരശ്മികൾ കുനിയുവാൻ തുടങ്ങുന്നു. ഇങ്ങിനെ കുറെ കുനിഞ്ഞു കൊണ്ടാണ് രശ്മികൾ കണ്ണിൽ പ്രവേശിക്കുന്നത്. നമ്മുടെ കണ്ണുകളിൽ പ്രവേശിക്കുന്ന ഭാഗത്തെ പിന്നോട്ടു നീട്ടിയാലുണ്ടാവുന്ന വഴിക്കായിരിക്കും നാം നക്ഷത്രങ്ങളെ കാണുക. പരിലേഖത്തിൽ ഒരു നക്ഷത്രത്തിൽനിന്നു രശ്മി വരുന്ന മാർഗ്ഗത്തേയും നാം നക്ഷത്രത്തെക്കാണുന്ന ദിക്കിനേയും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. വളവു ഉള്ളതിൽ അധികമായിക്കാണിച്ചിട്ടുണ്ട്. രശ്മികൾക്കു വായുമണ്ഡലത്തിൽ സംഭവിക്കുന്ന ഈ അല്പമായ വക്രതനിമിത്തം നാം നക്ഷത്രങ്ങളേയും മററു ജ്യോതിസ്സുകളേയും യഥാർത്ഥസ്ഥാനത്തിൽനിന്നു അല്പമൊന്നു പൊങ്ങിക്കാണുന്നു. നക്ഷത്രനിരീക്ഷകന്മാർ ഇതിന്നുള്ള സംസ്കാരവും ചെയ്യുന്നു. ഖമദ്ധ്യത്തിൽകൂടി പ്രവേശിക്കുന്ന രശ്മികൾക്ക് വക്രത സംഭവിക്കുന്നില്ല. ഖമദ്ധ്യത്തിൽനിന്നു നക്ഷത്രങ്ങളുടെ അകലം വർദ്ധിക്കുംതോറും ഈ സംസ്കാരവും വർദ്ധിച്ചുവരുന്നു. അസ്തമിക്കുന്ന സൂര്യനെ നോക്കിയാൽ കേവലസമവൃത്താകൃതി വിട്ടു മേൽകീഴ്‌വിസ്താരം ചുരുങ്ങിക്കാണും. സൂര്യൻെറ മേൽഭാഗം അല്പമൊന്നു ഉയൎന്നിട്ടാണ് നാം കാണുന്നതെങ്കിലും, അടിഭാഗം അധികം ഉയൎന്നുകാണുന്നതിനാൽ വിസ്താരം ചുരുങ്ങിത്തോന്നുന്നു.



പരിലേഖം 45

അസ്തമിക്കുന്നതും ഉദിക്കുന്നതും ആയ സൂര്യനും ചന്ദ്രനും നക്ഷത്രഗണങ്ങളും കുറെ വലുതായിത്തോന്നുന്നുണ്ട്. ഇത് ഒരു

തോന്നൽ മാത്രമാണ്. വെറും മാനസികവ്യാമോഹം. സൂൎയ്യ ചന്ദ്രന്മാരുടെ വ്യാസങ്ങളോ രണ്ടു നക്ഷത്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ദൂരമോ ഭാഗം, കല, വികലകളായി അളന്നുനോക്കിയാൽ ഉദയസമയത്തും, അവ ഉച്ചയാവുമ്പോഴും, അസ്തമനസമയത്തും ഒരു ഭേദവും കാണുകയില്ല. സൂൎയ്യഗോളത്തിൻെറ വ്യാസം നാം കാണുന്നതു ഒരു കോണായിട്ടാണ്, അല്ലാതെ വാരയായിട്ടോ, അടിയായിട്ടോ, ഇഞ്ചായിട്ടോ അല്ല. ഈ കോണിൻെറ ഭുജങ്ങൾ കണ്ണുതൊട്ടു സൂൎയ്യൻവരെ നമുക്ക് ചെറുതായിത്തോന്നുന്നുവെങ്കിൽ സൂൎയ്യനെ ചെറുതായിത്തോന്നും. ഭുജങ്ങൾ വലുതായിത്തോന്നിയാൽ സൂൎയ്യനേയും വലുതായിത്തോന്നും. സൂൎയ്യൻ താണു നില്ക്കുകയും നാം അതിനെ നോക്കുകയും ചെയ്യുമ്പോൾ നിലത്തു നാം അറിയുന്ന എല്ലാ വസ്തുക്കളുടേയും അപ്പുറത്തായി സൂൎയ്യൻ ഇരിക്കയാൽ, അതു വളരെ അകലത്താണെന്നു നമുക്ക് തോന്നിപ്പോകുന്നു. അതോടുകൂടി കോണിൻെറ ഭുജങ്ങളും വലുതെന്നു തോന്നുന്നു. അതിനാൽ സൂൎയ്യൻ ഉദിക്കുമ്പോഴും അസ്തമിക്കുമ്പോഴും വലുതായിത്തോന്നുന്നു.

വെളിച്ചത്തിന്നു സഞ്ചരിക്കുവാൻ സമയം വേണമെന്നു ആദ്യം മനസ്സിലാക്കിയത് 1675ൽ റോമർ (Roemer) എന്നു പേരായ ഡെൻമാൎക്കിലെ ഒരു ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നു. ദൂരദൎശിനിയിൽകൂടി നോക്കിയാൽ വ്യാഴത്തിൻെറ ചുററും പരിവൎത്തനം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഉപഗ്രഹങ്ങളെക്കാണാം. അവയിൽ നാലെണ്ണം 1¾ ദിവസംതൊട്ടു 16¾ ദിവസംവരെയുള്ള കാലങ്ങളിൽ ഗ്രഹത്തിൻെറ ചുററും പൊയ്ക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഇങ്ങിനെ പൊയ്ക്കൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ ഈ ഉപഗ്രഹങ്ങൾ ഗ്രഹത്തിൻെറ മറവിൽപെട്ടു അദൃശ്യമാവുകയും കുറെ കഴിയുമ്പോൾ പുറത്തുവന്നു ദൃശ്യമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. നിരീക്ഷകന്മാർ ഉപഗ്രഹങ്ങൾ ഇങ്ങിനെ മറയുകയും പുറത്തുവരികയും ചെയ്യുന്ന സമയങ്ങൾ കണക്കാക്കി എഴുതിവെച്ചിരുന്നു. എന്നാൽ കണക്കാക്കിയ സമയവും, വാസ്തവത്തിൽ കാണുന്ന സമയവും ത

മ്മിൽ ഭേദം കണ്ടു. കുറെ കഴിയുമ്പോൾ ഈ ഭേദം തീൎന്നുപോകയും ചെയ്തിരുന്നു. പരിശോധിച്ചപ്പോൾ വ്യാഴം നമ്മിൽനിന്നു അകന്നിരിക്കുമ്പോൾ കണക്കാക്കിയതിൽനിന്നു താമസിച്ചു കാണുകയും വ്യാഴം അടുത്തിരിക്കുമ്പോൾ കണക്കാക്കിയ സമയത്തിന്നു മുമ്പു കാണുകയുമാണ് ഉണ്ടാകുന്നതെന്നു വ്യക്തമായി. ഇതിന്നു കാരണം വെളിച്ചം സഞ്ചരിച്ചിട്ടാണ് പുറപ്പെടുന്ന സ്ഥലത്തുനിന്നു നമ്മെ പ്രാപിക്കുന്നതെന്നും, അധികദൂരം സഞ്ചരിക്കുവാനുള്ളപ്പോൾ സംഭവം വൈകിക്കാണുന്നുവെന്നും, കുറവു ദൂരംമാത്രം സഞ്ചരിക്കുവാനുള്ളപ്പോൾ സംഭവം കുറെ മുമ്പിട്ടു കാണുന്നുവെന്നും റോമർ മനസ്സിലാക്കി. ഏതു സംഭവവും നാം അറിയുന്നതു സംഭവസ്ഥലത്തുനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന പ്രകാശം വഴിയാണല്ലോ. ഗ്രഹസഞ്ചാരമാൎഗ്ഗങ്ങൾ അന്നു കൃത്യമായി അറിഞ്ഞിരുന്നതുകൊണ്ടു അതാതു കാലത്തു ഭൂമിയിൽനിന്നുള്ള ഗ്രഹത്തിന്റെ അകലങ്ങളും അവയുടെ അന്തരങ്ങളും സൂക്ഷ്മമായിത്തന്നെ കണക്കാക്കാമായിരുന്നു. ഈ അന്തരങ്ങളിൽനിന്നും ഉപഗ്രഹങ്ങളുടെ മറവും, വെളിവും, കണക്കാക്കിയതും കണ്ടതും ആയ സമയഭേദങ്ങളിൽനിന്നും റോമർ വെളിച്ചം സെക്കണ്ടിൽ 1,86,000 മൈൽ പ്രകാരം സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നു കണക്കാക്കി. ഇതു 17-ാം നൂററാണ്ടിന്റെ അവസാനമായിരുന്നു. 19-ാം നൂററാണ്ടിന്റെ ആദ്യഘട്ടത്തിൽ ഫിസ്സോ, ഫൂക്കോട് മുതലായ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പരിക്ഷണശാലകളിൽവെച്ചുള്ള പരിക്ഷണങ്ങളിൽനിന്നും വെളിച്ചം സഞ്ചരിക്കുന്ന വേഗത കണക്കാക്കി.

സൂൎയ്യൻ അപക്രമവൃത്തത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതായിട്ടാണ് നാം കാണുന്നത്. ആ വൃത്തത്തിന്റെ പാൎശ്വങ്ങളാണ് രാശികൂടങ്ങൾ. ഭൂമിയുടെ അക്ഷം നില്ക്കുന്നതു ദക്ഷിണോത്തരധ്രുവങ്ങളെ നോക്കീട്ടാകുന്നു. ദക്ഷിണോത്തരധ്രുവങ്ങളിൽനിന്നു ദക്ഷിണോത്തരരാശികൂടങ്ങൾ $23\frac{1}{2}$ അംശം അകന്നിരിക്കുന്നു. ഭൂമി സൂൎയ്യന്നു ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്നതു അപക്രമവൃത്തതലത്തി

ലാണെന്നു സ്പഷ്ടമത്രെ. ഈ തലത്തിന്നു ലംബമായ രേഖ രാശിക്കൂടങ്ങളെ നോക്കിനില്ക്കുകയും ചെയ്യും. ഇതിൽനിന്നു ഭൂമിയുടെ അക്ഷം ഭൂമി സഞ്ചരിക്കുന്ന അപക്രമവൃത്തതലത്തിൻെറ ലംബത്തിന്നു 23½ ഭാഗം ചരിഞ്ഞുനില്ക്കുന്നുവെന്നു വരുന്നു. ഇങ്ങിനെ എന്നും ഒരു വശത്തേക്കു ചരിഞ്ഞുനില്ക്കുന്ന അക്ഷത്തിന്നു ചുററും തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടു ഭൂമി അപക്രമവൃത്തതലത്തിലുള്ള ഒരായതവൃത്തത്തിൽ സൂൎയ്യന്നു ചുററും സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. സൂൎയ്യൻ ഘടികാമണ്ഡലത്തിൻെറ വടക്കുള്ള കാലം മുഴുവൻ ഭൂമിയുടെ അക്ഷത്തിൻെറ വടക്കെ തല സൂൎയ്യന്നു നേക്കും, തെക്കെ തല സൂൎയ്യനിൽനിന്നകന്നും ചരിഞ്ഞിരിക്കും. ഈ കാലത്തിൻെറ മദ്ധ്യത്തിലാണ് വടക്കുള്ള അയനസന്ധി. അപ്പോഴായിരിക്കും അക്ഷത്തിൻെറ വടക്കെ അററം സൂൎയ്യനിലേക്കു ഏററവും ചരിഞ്ഞുനില്ക്കുക. ഇതുപോലെ സൂൎയ്യൻ ഘടികാമണ്ഡലത്തിൻെറ തെക്കുള്ള കാലം മുഴുവൻ അക്ഷത്തിൻെറ വടക്കെ അററം സൂൎയ്യനിൽനിന്നകന്നും തെക്കെ അററം അടുത്തും ചരിഞ്ഞുനില്ക്കും. ഈ കാലത്തിൻെറ മദ്ധ്യമായ തെക്കെ അയനസന്ധിയിൽ അക്ഷത്തിൻെറ വടക്കെ അററം സൂൎയ്യനിൽനിന്നു ഏററവും അകന്നു ചരിഞ്ഞിരിക്കും.

ഘടികാമണ്ഡലം അപക്രമമണ്ഡലത്തെ മുറിഞ്ഞു കിടക്കുന്ന പൂൎവ്വാപരവിഷുവത്തുകൾക്ക് അപക്രമവൃത്തമാൎഗ്ഗമായി ഒരു ചെറിയ വക്രഗതിയുണ്ടെന്നും അതിൻെറ ഫലമായി ധ്രുവങ്ങൾ കാലാന്തരത്തിൽ രാശിക്കൂടങ്ങളുടെ ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നും നാം കണ്ടുകഴിഞ്ഞു (5-ാം അദ്ധ്യായം നോക്കുക). വിഷുവത്തുകളുടെ ഈ സഞ്ചാരത്തെ അയനചലനമെന്നു നാം പറയുന്നു. അയനചലനത്തിന്നുള്ള കാരണവും സേർ ഐസാക് ന്യൂട്ടൻ ഗുരുത്വാകൎഷണമാണെന്നു സമൎത്ഥിച്ചു.

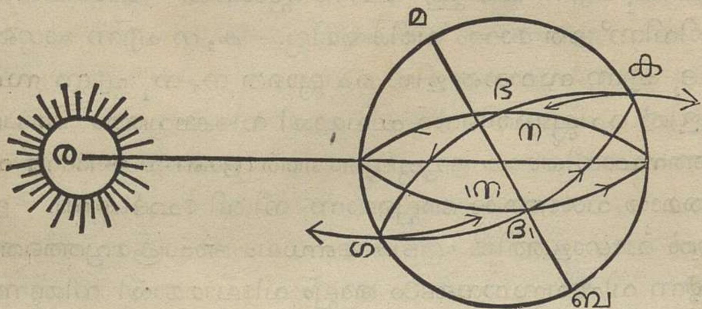
ഭൂമി കൃത്യമായ ഒരു ഗോളമല്ലെന്നും നിരക്ഷരേഖ വഴിയായി അല്പം വീൎത്തിരിക്കുന്നുവെന്നും നാം കണ്ടുകഴിഞ്ഞു. ഭൂമി ഉറച്ചുകട്ടിയാവുന്നതിന്നു മുമ്പു അക്ഷത്തിന്നു ചുററുമുള്ള ഭ്രമണം

കൊണ്ടു ഇങ്ങിനെ വീൎത്തുപോയതാണെന്നു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ വിചാരിക്കുന്നു. കുഴച്ച കളിമണ്ണ് ഒരു ഗോളമായി ഉരുട്ടി ഒരു പലകമേൽ വെച്ച് ആ ഗോളത്തിൻെറ മദ്ധ്യത്തിൽക്കൂടി പോകുന്ന രേഖയുടെ ചുററും പലകയെ വേഗം തിരിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നാൽ, ഗോളം ഒന്നമരുന്നതും നാലു ഭാഗത്തേക്കും വീക്കുന്നതും നമുക്കു കാണാം. ഈ നിലയിലായിരിക്കണം ഭൂമി നിരക്ഷരേഖയിൽ വീക്കുവാൻ ഇടയായത്.

സൂൎയ്യൻ ഭൂമിയെ ഒന്നായി ആകൎഷിക്കുകയല്ല ചെയ്യുന്നത്. സൂൎയ്യനിലുള്ള ഓരോ അണുവും ഭൂമിയിലുള്ള ഓരോ അണുവിനേയും ആകൎഷിക്കുന്നു. രണ്ടും കൃത്യമായ ഗോളങ്ങളാണെങ്കിൽ ഇതിൻെറ ഫലം രണ്ടു ഗോളങ്ങളുടേയും കേന്ദ്രങ്ങൾ തമ്മിൽ ആകൎഷിക്കുന്നതിന്നു തുല്യമാണെന്നു ഗണിതശാസ്ത്രംവഴി സ്ഥാപിക്കാം. എന്നാൽ ഭൂമി കൃത്യമായ ഒരു ഗോളമല്ല. ഭൂഗോളമദ്ധ്യത്തിൻെറ ചുററുമായി കഴിയുന്നത്ര വലിപ്പത്തിൽ കൃത്യമായ ഒരു ഗോളം നീക്കി ബാക്കിയുള്ളതു നിരക്ഷരേഖ വഴിയായി ഈ ഗോളത്തിൻെറ ചുററും പോകുന്ന ഒരു വലയമായി സങ്കല്പിക്കാം. അപ്പോൾ ഭൂമിമേലുള്ള സൂൎയ്യൻെറ ആകൎഷണത്തെ രണ്ടു വകുപ്പുകളായിത്തിരിക്കാം. ഒന്നാമത്തേതും മുഖ്യമായതും നടുക്കുള്ള വലിയ ഗോളത്തിന്മേലുള്ള ആകൎഷണംതന്നെ. അതു ആ ഗോളത്തിൻെറ കേന്ദ്രത്തിലാണെന്നു മിക്ക കാൎയ്യങ്ങൾക്കും സങ്കല്പിക്കാം. രണ്ടാമത്തേതു ചുററുമുള്ള വലയത്തിന്മേലുള്ള ആകൎഷണം. ഇതാകുന്നു അയനചലനമുണ്ടാക്കുന്നത്.

വടക്കുള്ള അയനസന്ധികാലത്തു സൂൎയ്യൻേറയും ഭൂമിയുടേയും സ്ഥിതി പരിലേഖത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ര എന്നതു സൂൎയ്യനും ക ദ ഗ $ദ_1$ എന്നതു വടക്കെ അയനസന്ധിയിൽ നില്ക്കുന്ന ഭൂമിയുടെ നിരക്ഷപ്രദേശവും മ, ബ എന്നവ മേരുബഡവാമുഖങ്ങളുമാകുന്നു. ന ദ $ന_1$ $ദ_1$ എന്നതു അപക്രമവൃത്തതലം ഭൂപൃഷ്ഠത്തെ ഛേദിക്കുന്ന രേഖയാകുന്നു. ഇതു അപക്രമമണ്ഡലത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഗ എന്ന ഭൂപ്രദേശത്തുള്ള സൂൎയ്യ

ൻെറ ആകഷ്ണം ഭൂകേന്ദ്രത്തിലുള്ളതിനെക്കാൾ അധികമായ തുകൊണ്ടു വേലികയററത്തിൻെറ കാരണങ്ങളിൽ കണ്ടതുപോ ലെ ആ പ്രദേശത്തെ ഭൂകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു സൂൎയ്യനു നേക്കു വലി ക്കുന്ന ഒരു ശക്തിയായിത്തീരുന്നു. ക എന്ന പ്രദേശത്തുള്ള ആ കഷ്ണം ഭൂകേന്ദ്രത്തിലുള്ള ആകഷ്ണത്തെക്കാൾ കുറവായതു കൊണ്ടു ഭൂകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു സൂൎയ്യനു വിപരീതമായ ദിക്കിലേ



പരിലേഖം 46

ക്കു വലിക്കുന്ന ഒരു ശക്തിയായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. ഭൂമി തെററനെ ഉരുണ്ട ഒരു ഗോളമായിരുന്നുവെങ്കിൽ ആ ഗോളത്തി ൻെറ സൂൎയ്യാഭിമുഖമായ വശത്തും എതിർവശത്തും തുല്യവും എ തിരായതും ആയ ശക്തികൾ അപക്രമതലത്തിൻെറ ഇരുവശ ത്തും പ്രവൎത്തിക്കുന്നതിനാൽ വേലികയററം ഉണ്ടാക്കുകയല്ലാതെ വേറെയൊന്നും ഉണ്ടാകുന്നതല്ല. എന്നാൽ നിരക്ഷരേഖയുടെ വഴിക്ക് ഗോളം വിട്ടുനില്ക്കുന്ന ഭാഗങ്ങളുള്ളതിനാൽ അപക്രമ വൃത്തതലത്തിൻെറ ഒരു വശത്തു സൂൎയ്യനോടടുത്ത ഭാഗത്തെ സൂ ൎയ്യനു നേക്കും മറുവശത്തു സൂൎയ്യനിൽനിന്നകന്ന ഭാഗത്തെ സൂ ൎയ്യനിൽനിന്നു എതിരായും വലിക്കുന്ന ശക്തികൾ നിരക്ഷപ്രദേ ശത്തിൻെറ ഗ, ക എന്ന ഭാഗങ്ങൾ അപക്രമതലത്തോടടുത്തു ഭൂമിയുടെ അക്ഷത്തെ നിൎത്തുവാൻ പററിയവയായിത്തീരുന്നു. ഭൂ മിക്ക് ഭ്രമണമില്ലെങ്കിൽ, അക്ഷം നിവരുകയും ചെയ്യും. ഭ്രമ ണമുള്ളതിനാൽ ഈ ശക്തികളുടെ ഫലം തിരെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടു പോകുന്നു,

ഈ ശക്തികൾ ഇല്ലെങ്കിൽ ക എന്ന ഭാഗം ക ദ എന്ന വഴിക്കു സഞ്ചരിക്കും. ഈ ശക്തികൾ ഉള്ളതിനാൽ ക എന്ന ഭാഗം ഒന്നു ക്രമേണ താണു സഞ്ചരിച്ച് അപക്രമത്തെ ന എന്നവിടെ ചെന്നു സ്പൃശിക്കും. ഗ എന്ന ഭാഗം ഈ ശക്തികളെക്കൊണ്ടുതന്നെ ഒന്നു ക്രമേണ പൊന്തി സഞ്ചരിച്ച് അപക്രമത്തെ ന$_1$ എന്ന ഭാഗത്തു ചെന്നു സ്പൃശിക്കും. അക്ഷത്തിൻെറ ചരിവിന്ന് ഒരു മാററം വരികയുമില്ല. ക, ഗ എന്ന ഭാഗങ്ങൾ ദ, ദ$_1$ എന്ന സ്ഥാനങ്ങളിൽ ചെല്ലാതെ ന, ന$_1$ എന്ന സ്ഥാനങ്ങളിൽ ചെല്ലുന്നതിൻെറ ഫലമായി നിരക്ഷവൃത്തം അപക്രമവൃത്തസ്ഥാനീയമായ ഭൂപൃഷ്ഠവൃത്തത്തെ ഭ്രമണവശത്തിന്നു വിപരീതമായ വശത്തേക്കു അല്പമൊന്നു നീങ്ങി ഛേദിക്കുന്നു. ഇതിനാൽ ഖഗോളത്തിൽ ഘടികാമണ്ഡലം അപക്രമവൃത്തത്തെ മുറിയുന്ന വിഷുവസ്ഥാനങ്ങൾ അല്പം വിലോമമായി നീങ്ങുന്നു.

ദക്ഷിണായനസന്ധിയിലും ഇപ്രകാരംതന്നെ സംഭവിക്കും. രണ്ടു അയനസന്ധികളുടേയും ഇടയിൽ ഇത്ര പ്രബലമായി സംഭവിക്കുന്നില്ലെങ്കിലും അയനമദ്ധ്യങ്ങൾവരെ ക്രമേണ കുറഞ്ഞു ഈ നീക്കം പിന്നേയും വൎദ്ധിച്ചുവരുന്നു. ചന്ദ്രനും അപക്രമവൃത്തത്തിന്നടുത്തായി സഞ്ചരിക്കുന്നതിനാൽ തൻെറ ആകൎഷണംകൊണ്ടു ഭൂമിയുടെ അക്ഷത്തെ നിവൎത്തി നിൎത്തുവാൻ പററിയ ശക്തികൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുകയും അവയെക്കൊണ്ടു അയനചലനത്തിൻെറ വേഗത വൎദ്ധിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അയനചലനത്തിന്നു സൂൎയ്യനും ചന്ദ്രനും കാരണമാകയാൽ ഇതിന്നു ചന്ദ്രരവിസംബന്ധിയായ അയനചലനം (Luni Solar Precession) എന്നു പറയുന്നു. ഗ്രഹങ്ങളെക്കൊണ്ടും അയനചലനം അല്പമായി സംഭവിക്കുന്നുണ്ട്.

ഗ്രഹങ്ങളുടെ സഞ്ചാരത്തിന്നും അയനചലനത്തിന്നും കാരണം പറയുവാൻ സാധിപ്പിച്ച ഗുരുത്വാകൎഷണസിദ്ധാന്തത്തെ വിദ്വാന്മാർ പ്രത്യേകം ശ്ലാഘിച്ചുപോന്നു. വ്യാഴത്തിൻേറയും ശനിയുടേയും ചുററും സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഉപഗ്രഹങ്ങൾ

ക്കും കെപ്ലരുടെ നിയമങ്ങൾ മൂന്നും പററുമെന്നു കണ്ടു. ഒരു ഗ്രഹത്തിൻെറ ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്ന ഉപഗ്രഹത്തിൻെറ ഗ്രഹത്തിൽനിന്നുള്ള അകലവും പയ്യയകാലവും അറിഞ്ഞാൽ ഗ്രഹത്തിൻേറയും ഉപഗ്രഹത്തിൻേറയും കൂടിയ ദ്രവ്യമാനമറിയാമെന്നായി. ഉപഗ്രഹങ്ങളില്ലാത്ത ഗ്രഹങ്ങൾ മററു ഗ്രഹങ്ങളിന്മേൽ ചെലുത്തുന്ന ആകർഷണശക്തി മനസ്സിലാക്കി അവയുടെ ദ്രവ്യമാനങ്ങളും ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കണക്കാക്കി വന്നു. ഇതിന്നിടയിൽ സേർ വില്ല്യം ഹെർസ്ച്ചൽ ദൂരദർശിനികൊണ്ടു ആകാശത്തെ പരിശോധിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നപ്പോൾ ഇന്ദ്രൻ (Uranus) എന്ന ഗ്രഹത്തെ കണ്ടെത്തി. ഗുരുത്വാകർഷണസിദ്ധാന്തം ഉപയോഗിച്ചു ഇന്ദ്രൻെറ ചലനവിശേഷങ്ങൾ അറിഞ്ഞു അതിൻെറ ഖഗോളസ്ഥാനങ്ങൾ മുൻകൂട്ടി കണക്കാക്കിപ്പോന്നു. ക്രമേണ ഈ കണക്കാക്കിയ സ്ഥാനങ്ങളിൽനിന്നു ഈ ഗ്രഹം തെററി നില്ക്കുന്നതായി മനസ്സിലായി. അപ്പോൾ വിദ്വാന്മാർ ഇന്ദ്രനെ സ്വപഥത്തിൽനിന്നു ആകർഷണംകൊണ്ടു തെററിക്കുന്ന മറെറാരു ഗ്രഹം ഉണ്ടായിരിക്കണമെന്നു ഊഹിക്കുവാൻ തുടങ്ങി. 1843ൽ കേമ്പ്രിഡ്ജ് സൎവ്വകലാശാലയിലെ ഒരു വിദ്യാൎത്ഥി മാത്രമായിരുന്ന ജോൺ സി. ആഡംസ് ഇന്ദ്രൻെറ വ്യതിയാനങ്ങളെ അടിസ്ഥാനമാക്കി അതിന്നു കാരണമായ ഗ്രഹത്തിൻെറ തൂക്കവും സൂൎയ്യനിൽനിന്നുള്ള അകലവും സഞ്ചരിക്കുന്ന മാൎഗ്ഗവും അതിനെക്കാണുന്ന ഖഗോളസ്ഥാനവും കണക്കാക്കി. 1845ൽ തനിക്കു കിട്ടിയ ഫലങ്ങൾ ശരിയോ എന്നു നിരീക്ഷണംകൊണ്ടറിവാൻ കേമ്പ്രിഡ്ജ് നിരീക്ഷണാലയാദ്ധ്യക്ഷനെ അറിയിച്ചു. ആഡംസിൻെറ ഗണിതത്തിൽ വിശ്വാസം പോരായ്കയാൽ, അദ്ധ്യക്ഷൻ അല്പം അമാന്തിച്ചു. അതിന്നിടയിൽ 1845ൽ ഫ്രാൻസിൽ ലെവെറിയർ എന്ന യുവാവും ഇന്ദ്രനെ വ്യതിചലിപ്പിക്കുന്ന ഗ്രഹത്തിൻെറ സ്ഥാനം കണക്കാക്കി 1846ൽ പ്രസിദ്ധം ചെയ്തു. രണ്ടു യുവഗണകന്മാൎക്കും കിട്ടിയ ഫലങ്ങളുടെ ഐകരൂപ്യം കണ്ടു വിസ്മയിച്ചു ചിലർ ഗ്രഹത്തെക്കാണുവാൻ ദൂരദർശിനികൊണ്ടു ആകാശം തിരയുവാൻ തുടങ്ങിയ യ

ത്താം ചില്ലറ അമാന്തങ്ങളെക്കൊണ്ടു വൃഥാവിലായി. 1846 സപ്തമ്പർ മാസത്തിൽ ലെവറിയരുടെ എഴുത്തു കിട്ടിയ ഡോക്ടർ ഗാലെ എന്ന ബർലിനിലെ നിരീക്ഷകൻ തന്റെ ദൂരദർശിനിയിൽകൂടി ഗ്രഹത്തെ കണ്ടെത്തി. ഈ സംഭവത്തിന്നടുത്തു ഡോക്ടർ ഗാലെ ആ പ്രദേശത്തെ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ പടം തയ്യാറാക്കിത്തീൎന്നിരുന്നതിനാൽ ദൂരദർശിനിയിൽ കൂടിക്കണ്ടതു ഒരു ഗ്രഹമാണെന്നു തീൎച്ചയാക്കുവാൻ അദ്ദേഹത്തിന്നു കട്ടും പ്രയാസമുണ്ടായില്ല. ഈ ഗ്രഹത്തെ നെപ്ററ്യൂൻ (വരുണൻ) എന്നു നാമകരണം ചെയ്തു. ആഡ്ംസും ലെവറിയരും ചെയ്ത ഈ പ്രവൃത്തി ഗണിതശാസ്ത്രത്തിലെ ഒരു വിസ്മയമായും ഗുരുത്വാകൎഷണസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ വിജയപതാകയായും ജ്യൌതിഷികളും മററു വിദ്വജ്ജനങ്ങളും കരുതി.

പലരും ദൂരദർശിനികൊണ്ടു ആകാശത്തെ പരിശോധിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നു. അവർ ചൊവ്വയുടേയും വ്യാഴത്തിന്റേയും ഇടയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന അനേകം ചെറുഗ്രഹങ്ങളെ കണ്ടെത്തി. 1801 മുതൽ 1880 വരെയുള്ള കാലത്തിന്നിടയിൽ കണ്ടറിഞ്ഞ 219 ഓളം ചെറുഗ്രഹങ്ങളുടെ ഒരു ലിസ്റ്റ് ന്യൂക്കോമ്പ് അദ്ദേഹത്തിന്റെ പോപ്പുലർ അസ്ട്രോണമി എന്ന പുസ്തകത്തിൽ കൊടുത്തിട്ടുണ്ട്. 1880ന്നു ശേഷവും പുതിയ ചെറുഗ്രഹങ്ങളെ കണ്ടെത്തീട്ടുണ്ട്. ഈ ചെറുഗ്രഹങ്ങളുടെ എണ്ണം ആയിരക്കണക്കായി പറയേണ്ടിവരും.

ആഡംസും ലെവെറിയരും വരുണനെക്കണ്ടതുപോലെ വരുണന്റെ വ്യതിയാനങ്ങളെ അടിസ്ഥാനമാക്കി അറിസോണാ നിരീക്ഷണശാലാധിപനായ ഡോക്ടർ പെർസിവൽ ലോവൽ പ്ലൂട്ടോ എന്ന ഒരു ഗ്രഹം വരുണന്റേയും അപ്പുറത്തുണ്ടെന്നു തീൎച്ചയാക്കി അതിന്റെ സ്ഥാനത്തേയും ഗതികളേയും ഗണിച്ചു. 15 കൊല്ലങ്ങൾക്കുശേഷം 1930 മാൎച്ചിൽ നിരീക്ഷകന്മാർ അതിനെ കണ്ടെത്തുകയും ചെയ്തു.

4. സൌരവ്യൂഹം

പൂർവ്വന്മാർ നക്ഷത്രങ്ങളെ ആകാശത്തിൽ സ്ഥിരമായി നില്ക്കുന്ന തേജോബിന്ദുക്കളായും സൂര്യ്യനേയും ചന്ദ്രനേയും ആകാശത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന മററു വസ്തുക്കളേയും ഗ്രഹങ്ങളായും കരുതിപ്പോന്നു. കേവലം വൃത്തങ്ങൾ അന്യോന്യം മുറിയുന്ന സ്ഥാനങ്ങളായ രാഹുകേതുക്കളേയും ഗ്രഹങ്ങളായിക്കരുതി. അവയെ തമോഗ്രഹങ്ങളെന്നു പറഞ്ഞു. ചൊവ്വ, ബുധൻ, വ്യാഴം, ശുക്രൻ, ശനി ഇവയെ താരാഗ്രഹങ്ങളെന്നും പറഞ്ഞു. സൂര്യ്യനു അതിപ്രധാനമായ ഒരു സ്ഥാനം അവർ നല്കിയിരുന്നുവെങ്കിലും, ആ സ്ഥാനം ഇന്നറിയുന്ന സംഗതികൾക്കനുസരിച്ചതല്ലായിരുന്നു. താരാഗ്രഹങ്ങൾ കേവലം സൂര്യ്യനെ അവലംബിച്ചുകൊണ്ടു അതിനെ ചുററിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നുവെന്നോ, ഭൂമി അവയുടെ കൂട്ടത്തിൽ ഒന്നു മാത്രമാണെന്നോ ഉള്ള വിവരം അവൎക്കുണ്ടായിരുന്നില്ല. ഭൂമിയുടെ ഉപഗ്രഹമായ ചന്ദ്രനു സൂര്യ്യനെപ്പോലെയുള്ള ഒരു സ്ഥാനംതന്നെ അവർ നല്കിയിരുന്നു. ഇതെല്ലാം ഭൂമിയേയും അതിലുള്ള അജ്ഞരായ നിവാസികളേയും സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം ശരിയെന്നു സമ്മതിക്കാമെങ്കിലും, ഇന്നുള്ള വിജ്ഞാനപ്രകാശത്തിൽ ഈ സങ്കല്പങ്ങൾക്കും ആലോചനകൾക്കും പറയത്തക്ക ന്യൂനതയുണ്ടെന്നുള്ളതിന്നു സംശയമില്ല.

ഇന്നു ചൊവ്വ, ബുധൻ മുതലായ ഗ്രഹങ്ങളുടെ കൂട്ടത്തിൽ ഒന്നു മാത്രമാണ് ഭൂമി എന്നു നാം അറിയുന്നു. ഈ ഗ്രഹങ്ങളിൽ ചിലതിൻെറ ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്ന ഉപഗ്രഹങ്ങളിൽ ഒന്നു മാത്രമാണ് ചന്ദ്രൻ. ഭൂമിയടക്കമുള്ള ഗ്രഹങ്ങൾ സൂര്യ്യൻെറ ചുററും സൂര്യ്യൻെറ ആകൎഷണത്താൽ ബദ്ധപ്പെട്ടവരായി

ആയതവൃത്തങ്ങളിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഇവകൾക്കു പുറമെ അനേകം ചെറുഗ്രഹങ്ങളും ധൂമകേതുക്കളും ഉൽക്കാസമൂഹങ്ങളും സൂര്യ്യനെ ചുററിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഈ വസ്തുക്കളെയെല്ലാം അവയുടെ സ്ഥാനങ്ങളിൽ സങ്കല്പിച്ചുകൊണ്ടു അവക്കെല്ലാംകൂടിപ്പറയുന്ന ശബ്ദമാണ് സൌരവ്യൂഹം (Solar System) എന്നത്. ഇതുവരെ ജ്യോതിഷം വളൎന്നുവന്ന രീതിയെ അല്പമെങ്കിലും വ്യക്തമാക്കുവാനുള്ള ഉദ്ദേശത്തോടുകൂടി പല സംഗതികളും ഏതാണ്ട് ചരിത്രക്രമത്തിൽ പറഞ്ഞുപോന്നു. എന്നാൽ അറിയേണ്ടതായ പല സംഗതികളും വിടേണ്ടിവന്നിട്ടുണ്ട്. അവയെ ഉൾപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടു ഈ അദ്ധ്യായത്തിൽ സൌരവ്യൂഹത്തെ സംക്ഷിപ്തമായി വൎണ്ണിക്കുന്നു.

I. സൂൎയ്യൻ

സൌരവ്യൂഹത്തിൻെറ കേന്ദ്രമാകുന്നു സൂൎയ്യൻ. അതു വലിപ്പംകൊണ്ടും തേജസ്സുകൊണ്ടും മററംഗങ്ങളെ എത്രയോ അതിക്രമിക്കുന്നു. നമ്മുടെ സകല ഐശ്വൎയ്യങ്ങളും നമുക്ക് സൂൎയ്യൻെറ കരങ്ങളിൽനിന്നു ലഭിച്ചിട്ടുള്ളവയാണ്. നമ്മുടെ ശരീരവും, ബുദ്ധിയും, ബോധവും, ആത്മാവുതന്നേയും ആ കരങ്ങൾ വഴിയായല്ലെ നമുക്ക് ലഭിച്ചിട്ടുള്ളതു എന്നുകൂടി ആലോചിക്കേണ്ടിവരുന്നു. ഈ തേജോഗോളത്തിൻെറ വ്യാസം 8,64,400 മൈലാകുന്നു. ഭൂമിയുടെ നിരക്ഷവ്യാസം 7927 മൈൽ മാത്രവുമാകുന്നു. ഭൂമിയെ 1 ഇഞ്ച് വ്യാസമുള്ളതായി സങ്കല്പിച്ചാൽ ആ തോതിൽ സൂൎയ്യൻെറ വ്യാസം 9 അടി 1 ഇഞ്ചായിരിക്കും. സൂൎയ്യവ്യാസം ഭൂവ്യാസത്തിൻെറ 109 മടങ്ങ് എന്നു വരുന്നു. ചന്ദ്രകക്ഷാവ്യാസം ഭൂവ്യാസത്തിൻെറ 60 മടങ്ങ് മാത്രമാകയാൽ ചന്ദ്രകക്ഷയോളം വലിയ ഒരു വലയത്തെ സൂൎയ്യഗോളത്തിന്മേൽ വെച്ചാൽ, സൂൎയ്യൻെറ ഒരു വലിയ ഭാഗം ആ വലയത്തിന്നു പുറത്തായിരിക്കും. ഭൂകക്ഷാവ്യാസം സൂൎയ്യവ്യാസത്തിൻെറ 215 മടങ്ങ് മാത്രമേയുള്ളൂ. സൂൎയ്യൻെറ ഘനപരിമാണം ഭൂമിയുടേതിൻെറ 13 ലക്ഷം മടങ്ങാകുന്നു. സൂ

യ്യഗോളത്തിൻെറ ശരാശരി സാന്ദ്രത 1.41 മാത്രമാകുന്നു. അതിനാൽ സൂയ്യൻെറ ദ്രവ്യമാനം ഭൂദ്രവ്യമാനത്തിൻെറ 3.33 ലക്ഷം മടങ്ങാണെന്നു വരും. സൂയ്യൻെറ ഉപരിഭാഗത്തും അന്തർഭാഗത്തും ഒരേ സാന്ദ്രതയാകുവാൻ തരമില്ല. സൂയ്യപ്രകാശത്തിൻെറ നിറത്തിൽനിന്നും, കുറെക്കൂടി സൂക്ഷ്മമായി ആ പ്രകാശത്തിൻെറ വിരാജികയിൽനിന്നും, സൂയ്യൻെറ ഉപരിഭാഗത്തെ ഉഷ്ണം 6000 ഡിഗ്രി സെൻററിഗ്രേഡാണെന്നു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അനുമാനിച്ചിരിക്കുന്നു. എന്നു വെച്ചാൽ സൂയ്യൻെറ ഉപരിഭാഗത്തിന്നു തിളക്കുന്ന വെള്ളത്തിൻെറ 60 മടങ്ങും ഉരുകിയ പച്ചിരുമ്പിൻെറ 4 മടങ്ങും ചൂടുണ്ടെന്നു സാരം. ഈ ഉഷ്ണത്തിൽ ഭൂമിയിൽ നമുക്ക് പരിചയമുള്ള എല്ലാ വസ്തുക്കളും കരിയുകയും, ഉരുകുകയും, ബാഷ്പമാകുകയും ചെയ്യുമെന്നു മാത്രമല്ല, സംയുക്തവസ്തുക്കൾ അവയുടെ സംയുക്താവസ്ഥ വെടിഞ്ഞു മൂലധാതുക്കളായി വേർതിരിയുകയും ചെയ്യും. സൂയ്യൻെറ പുറഭാഗത്തുള്ള ഈ ഉഷ്ണത്തിൽനിന്നും, പുറഭാഗത്തുനിന്നു ദിനംപ്രതി വിതരണം ചെയ്യുന്ന ഉഷ്ണത്തിൽനിന്നും വെളിച്ചത്തിൽനിന്നും മററു ശക്തികളിൽനിന്നും സൂയ്യഗോളത്തിൻെറ അന്തർഭാഗത്തെ ഉഷ്ണം ഇതിലധികമായിരിക്കണമെന്നു തീച്ചയാക്കാം. സൂയ്യൻെറ ബഹിർഭാഗത്തുനിന്നു വരുന്ന പ്രകാശത്തിൻെറ വിരാജികയെ പരിശോധിച്ചാൽ, അവിടത്തെ മർദ്ദനം ഭൂവായുമണ്ഡലമർദ്ദനത്തിൻെറ ആയിരത്തിലൊരംശം മാത്രമാണെന്നു അനുമാനിക്കാം. അത്യുഷ്ണംകൊണ്ടും മർദ്ദനക്കുറവുകൊണ്ടും ബഹിർഭാഗത്തെ വാതകം എത്രയോ നേരിയതായിരിക്കും. ഭൂമിക്കടുത്തു കാണുന്ന വായു ശുദ്ധജലത്തിൻെറ 773ൽ ഒരു ഭാഗം മാത്രം കട്ടിയുള്ളതാകുന്നു. എന്നാൽ സൂയ്യഗോളത്തിൻെറ ഉപരിഭാഗത്തുള്ള വാതകത്തിന്നു ശുദ്ധജലത്തിൻെറ പത്തു കോടിയോളം കോടിയിൽ ഒരു ഭാഗം മാത്രമേ കട്ടിയുള്ളു. അടിയിലേക്കു ചെല്ലുംതോറും മീതെയുള്ള ദ്രവ്യത്തിൻെറ ഭാരംകൊണ്ടു വാതകത്തിൻെറ മർദ്ദനവും കട്ടിയും കൂടി വരുന്നു. ഉഷ്ണവും വദ്ധിക്കുന്നു. സൂയ്യഗോളത്തിൻെറ കേന്ദ്രത്തിൽ മർദ്ദനം ഭൂവായുമണ്ഡലമർദ്ദനത്തിൻെറ

1000 കോടി മടങ്ങുണ്ടായിരിക്കുമെന്നു കണക്കാക്കാം. അവിടെ ദ്രവ്യത്തിന്റെ സ്വഭാവം വെറും വാതകരൂപമാകയില്ല. പാറപോലെ കട്ടിയായ ദ്രവ്യവുമായിരിക്കയില്ല. താഴെ പറയുംപ്രകാരം അണുക്കളുടെ അംഗങ്ങൾകൂടി വേറിട്ട് എല്ലാംകൂടി അടുത്തു ദ്രാവകപ്രായമായ നിലയിലാണ് സൂര്യഗോളത്തിന്റെ അന്തർഭാഗം എന്നാണ് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അനുമാനിച്ചിട്ടുള്ളത്. കേന്ദ്രത്തിലുള്ള ദ്രവ്യത്തിന്റെ കട്ടി ശുദ്ധജലത്തിന്റെ 85 മടങ്ങ്, എന്നുവെച്ചാൽ രസത്തിന്റെ 6¼ മടങ്ങ് ആയിരിക്കണം. കേന്ദ്രത്തിലെ ഉഷ്ണം 500 ലക്ഷം ഡിഗ്രി സെൻററിഗ്രേഡാവാൻ മതിയെന്നാണ് സേർ ജെയിംസ് ജീൻസ് 'നമ്മുടെ ചുററുമുള്ള പ്രപഞ്ചം' എന്ന പുസ്തകത്തിൽ പറയുന്നത്. ഇതു തൊട്ടു 200 ലക്ഷം ഡിഗ്രി വരെ കണക്കാക്കുന്നവരും ഉണ്ട്.

ദ്രവ്യത്തിന്നു ഇത്രയധികം കട്ടിയുണ്ടാകുവാൻ തരമുണ്ടോ എന്നു ആധുനികഭൌതികശാസ്ത്രങ്ങളുമായി പരിചയമില്ലാത്തവർ സംശയിച്ചേക്കാം. സൂര്യന്റെ അത്യുഷ്ണംകൊണ്ടു സംയുക്ത പദാർത്ഥങ്ങൾ അണുക്കളായി വേർതിരിയുമെന്നു പറഞ്ഞുവല്ലോ. അണു ഒരു കടുകിൻമണിപോലേയോ വെടിയുണ്ടപോലേയോ കട്ടിയായ ഒരു സാധനമാണെന്നും പക്ഷെ അതു നന്നെ ചെറുതായിരിക്കുമെന്നുമാണ് സാധാരണക്കാരുടെ ധാരണ. എന്നാൽ അങ്ങിനെയല്ലെന്നു 20-ാം നൂററാണ്ടിലെ സേർ ഏർണസ്റ്റ് റൂതർഫോർഡ് മുതലായ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ വെളിവാക്കിയിരിക്കുന്നു. മൂലധാതുക്കളുടെ അണു (Atom)ക്കളിൽ വെച്ച് ഏററവും വിഷമം കുറഞ്ഞ ഘടനയോടുകൂടിയതും ലഘുവായതും അബ്ജകനവാതക(Hydrogen) ത്തിന്റെ അണുവാകുന്നു. ഒരു ഘന ഇഞ്ച് അബ്ജനകത്തിൽ 8×10^{20} അണുക്കൾ ഉണ്ടെന്നു കരുതാം. അത്രക്കു ചെറുതാകുന്നു അണു. ഇതുതന്നെ കേന്ദ്രസ്ഥമായതും പ്രദ്യോതം (Proton) എന്നു പറയപ്പെടുന്ന

10^{20} എന്നുവെച്ചാൽ 20 പത്തുകൾ ഒന്നായിപ്പെരുക്കിയതെന്നർത്ഥം, അഥവാ 10 ലക്ഷം മടങ്ങ് കോടിവൎഗ്ഗം.

ത്തും ആയ ഒരു വസ്തുവിൻെറ ചുററും അതിൻെറ വലിപ്പത്തെ അപേക്ഷിച്ച് എത്രയോ അകലെയുള്ള ഒരു കക്ഷയിൽ ഏതാണ്ട് പ്രകാശത്തിൻെറ വേഗതയോടു താരതമ്യപ്പെടുത്താവുന്ന വേഗതയിൽ ചുററിത്തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു വിദ്യോത(Electron)വും കൂടിയതാകുന്നു. പ്രദ്യോതത്തിൻെറ തൂക്കത്തിൽ 1840ലൊരംശം മാത്രമേ വിദ്യോതത്തിന്നു തൂക്കമുള്ളു. അതിനാൽ അണുവിൻെറ തൂക്കം എന്നു പറയുന്നതു മിക്കവാറും പ്രദ്യോതത്തിൻെറ തൂക്കം മാത്രമാകുന്നു. സാധാരണ ഉഷ്ണാവസ്ഥയിൽ ഈ അണുവിൻെറ വലിപ്പം എന്നു പറയുന്നതു പുറത്തെ വിദ്യോതകക്ഷയുടെ വ്യാസത്തോളം വ്യാസമുള്ള ഒരു ഗോളത്തിൻെറ വലിപ്പത്തെയാണ്. അബ്ജനകവാതത്തിൽ സാധാരണയായി ഈ അണുക്കൾ തമ്മിലും ധാരാളം ഒഴിഞ്ഞ ദേശമുണ്ടായിരിക്കും. വാതകത്തിന്മേലുള്ള മർദ്ദനം ചുരുങ്ങുമ്പോൾ ഈ ദേശം വദ്ധിക്കുകയും, മർദ്ദനം വദ്ധിക്കുമ്പോൾ ഈ ദേശം ചുരുങ്ങുകയും ചെയ്യും. അതിനാലാകുന്നു മർദ്ദനംകൊണ്ടു വാതകങ്ങളുടെ ഘനപരിമാണം ചുരുങ്ങുന്നത്. ദ്രാവകങ്ങളിലും ഘനവസ്തുക്കളിലും അണുക്കൾ തമ്മിൽ ഇടം ഉണ്ടെങ്കിലും മർദ്ദനംകൊണ്ടു ആ ഇടം പറയാൻ മാത്രം ചുരുക്കുവാൻ സാധിക്കയില്ല.

ഇപ്പോൾ ഏററവും നേരിയ അബ്ജനകവാതകത്തിൻെറ അണുവെപ്പററിയാണ് പറഞ്ഞത്. ഹീലിയം എന്ന വാതകത്തിൻെറ കേന്ദ്രത്തിൽ 4 പ്രദ്യോതങ്ങളും 2 വിദ്യോതങ്ങളുംകൂടി കട്ടയായിട്ടുണ്ടായിരിക്കും. ആ കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു വളരെ അകലെയായി 2 വിദ്യോതങ്ങൾ അതിശീഘ്രം പരിവത്തനം ചെയ്യുന്നുമുണ്ടായിരിക്കും. പ്രാണവായുവിൻെറ കേന്ദ്രത്തിൽ 16 പ്രദ്യോതങ്ങളും 8 വിദ്യോതങ്ങളും ഒന്നായി കൂടിയിരിക്കും. ആ കേന്ദ്രത്തിൻെറ ചുററും 8 വിദ്യോതങ്ങൾ പല അകലങ്ങളിലായി പരിവത്തനം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. വാതകങ്ങളുടെ അണുക്കൾ മാത്രമല്ല ഇപ്രകാരം ഘടിപ്പിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളത്. സ്വർണ്ണം,

വെള്ളി, ചെമ്പ്, ഈയം, രസം മുതലായ ലോഹങ്ങൾ മൂലധാതുക്കളാകുന്നു. സ്വർണ്ണത്തിൻെറ അണു കേന്ദ്രത്തിൽ 197 പ്രദ്യോതങ്ങളും 118 വിദ്യോതങ്ങളും ചേൎന്നിരിക്കുന്നു. അതിൻെറ ചുററും 79 വിദ്യോതങ്ങൾ പരിവൎത്തനം ചെയ്യുന്നു. മൂലധാതുക്കളുടെ അണുക്കളുടെ തൂക്കം കേന്ദ്രത്തിലുള്ള പ്രദ്യോതങ്ങളുടെ എണ്ണത്തേയും, അവയുടെ രസശാസ്ത്രപരമായ ധൎമ്മങ്ങൾ പരിവൎത്തനം ചെയ്യുന്ന വിദ്യോതങ്ങളുടെ എണ്ണത്തേയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. കേന്ദ്രത്തിൽ ഒന്നോ രണ്ടോ പ്രദ്യോതങ്ങൾ അധികമോ കുറവോ ആവാം. അതനുസരിച്ച് അണുക്കളുടെ തൂക്കവും അധികമോ കുറവോ ആകുന്നു.

സൂൎയ്യനിൽനിന്നു നമുക്ക് കിട്ടുന്ന വെളിച്ചവും ഉഷ്ണവും നമ്മുടെ ഇന്ദ്രിയങ്ങൾ വഴിയായി അനുഭവപ്പെടാത്ത മററു ശക്തികളും തരംഗരൂപമായിട്ടാണ് സൂൎയ്യനിൽനിന്നു നാലു ഭാഗത്തേക്കും വികിരിണം ചെയ്യപ്പെടുന്നത്. മൂലധാതുക്കളുടെ അണുക്കളിലുള്ള പ്രദ്യോതവിദ്യോതങ്ങൾതന്നെ ഈവിധം ശക്തികളുടെ കൂട്ടുകളാണെന്നുതന്നെക്കരുതാം. ശക്തിയും ദ്രവ്യവുമായ ഭേദം ഒന്നു നേരെപ്പോകുന്ന തരംഗങ്ങളാണെന്നും മറേറതു കുട്ടക്കിൽപ്പെട്ടതുപോലെ ചുററും ചുററുമായിപ്പോകുന്ന തരംഗങ്ങളാണെന്നും മാത്രമെന്നു ആധുനികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അഭിപ്രായപ്പെടുന്നു. അണുകേന്ദ്രങ്ങളുടെ ചുററും കക്ഷകളിലായി അതിശീഘ്രം സഞ്ചരിക്കുന്ന വിദ്യോതങ്ങൾ ആ സഞ്ചാരംകൊണ്ടും ശക്തികളുടെ ഇരിപ്പടമാകുന്നു. അണുക്കൾക്ക് ക്ഷോഭം തട്ടുമ്പോൾ പ്രദ്യോതങ്ങളുടെ ശക്തി കുറെ പുറത്തേക്കു വിട്ടു പുറത്തുള്ള കക്ഷകളിൽനിന്നു അകത്തുള്ള കക്ഷകളിലും, പുറമെനിന്നു ശക്തിയെ സ്വീകരിച്ച് അകത്തുള്ള കക്ഷകളിൽനിന്നു തെററി പുറത്തുള്ള കക്ഷകളിലും വിദ്യോതങ്ങൾ സഞ്ചരിക്കുന്നു. അണുകേന്ദ്രങ്ങളുടെ വിച്ഛേദനംകൊണ്ടും സംയോജനംകൊണ്ടും അഥവാ നാശംകൊണ്ടുതന്നേയും ശക്തി ഉളവായി തരംഗരൂപമായി പുറത്തു പോകുന്നു. സൂൎയ്യനിൽനിന്നു നമുക്ക് കിട്ടുന്ന പ്രകാശ

വും ഉഷ്ണവും എങ്ങിനെയുണ്ടാകുന്നു എന്നതു വളരെക്കാലം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ആലോചിച്ചിട്ടുള്ള കാര്യമാണ്. ആദ്യകാലങ്ങളിൽ സൂര്യൻ കത്തിജ്വലിക്കുന്ന ഒരു സാധനമെന്നു കരുതിയിരുന്നു. അങ്ങിനെയാണെങ്കിൽ എത്രയോ മുമ്പുതന്നെ സൂര്യഗോളം കത്തി എരിഞ്ഞ് ചാമ്പലായിപ്പോകുമായിരുന്നു. ഗുരുത്വാകർഷണസിദ്ധാന്തത്തിൻെറ ആവിർഭാവം മുതല്ക്ക് സൂര്യൻ സ്വദ്രവ്യത്തിൻെറ ഗുരുത്വാകർഷണംകൊണ്ടു ചുരുങ്ങിവരികയും അതോടുകൂടി ചൂടുപിടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നുവെന്നു ആലോചിപ്പാൻ തുടങ്ങി. വീഴുന്ന വസ്തുക്കൾ ചൂടു പിടിക്കുന്നതും ചിററികകൊണ്ടടിക്കുമ്പോൾ ചൂടുണ്ടാകുന്നതും അനുഭവമാണല്ലോ. ഒരു ഗോളം ചുരുങ്ങുക എന്നതു നാലുപുറത്തുനിന്നും ദ്രവ്യം കേന്ദ്രത്തിലേക്കു വീഴുക മാത്രമാണ്. ഈ വിധത്തിൽ ഉണ്ടാകുമെന്നു കണക്കാക്കാവുന്ന ഉഷ്ണം ഇപ്പോഴത്തെ ശക്തിവിതരണത്തിന്നു മതിയാകയില്ലെന്നു വ്യക്തമായി. ഭൂമിയിൽ നക്ഷത്രം വീഴുന്നതുപോലെ സൂര്യഗോളത്തിലും വീഴുന്നുണ്ടെന്നും അതിൽനിന്നാണ് സൂര്യന്നു ഇത്രയധികം ഉഷ്ണം കിട്ടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതെന്നും ആലോചിച്ചു. ഇതും സൂക്ഷ്മമായ ഗണിതംവഴി ആലോചിച്ചവക്കു തൃപ്തികരമായിത്തോന്നിയില്ല. ഇരുപതാം നൂററാണ്ടിൽ അണുക്കളുടെ സ്വഭാവം ഏതാണ്ട് മനസ്സിലായതോടുകൂടിയാണ് നിരന്തരം വിതരണം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന പ്രകാശവും ഉഷ്ണവും മററു ശക്തികളും എങ്ങിനെ സൂര്യനിലുണ്ടാകുന്നുവെന്നു അറിവായത്. ആദ്യകാലങ്ങളിൽ സൂര്യൻ തീരെ ചൂടില്ലാത്തതും എന്നാൽ എത്രയോ അധികം വലിയതുമായ ഒരു ഗോളമായിരുന്നിരിക്കണം. ഗുരുത്വാകർഷണവശാൽ ചുരുങ്ങിവരികയും അങ്ങിനെ ചുരുങ്ങുന്നതോടുകൂടി ചൂടുപിടിച്ചുവരികയും ചെയ്തിട്ടുണ്ടാവും. ചൂടു അധികമാകുംതോറും അണുക്കളുടെ അസ്വസ്ഥത വർദ്ധിച്ച് അങ്ങുമിങ്ങും ശീഘ്രം സഞ്ചരിച്ച് അന്യോന്യം തട്ടിയുണ്ടാകുന്ന പ്രദ്യോതവിദ്യോതങ്ങളുടെ സ്ഥാനഭ്രംശംകൊണ്ടും ചിലപ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന വിനാശംകൊണ്ടും ഉളവാകുന്ന ശക്തി

യാണ് സൂര്യ്യന്റെ ഉഷ്ണത്തിന്നും പ്രകാശത്തിന്നും കാരണമെന്നു തെളിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. ഏതെല്ലാം നിലയിലാണ് അണുക്കളിൽ ഈ മാററം വരുന്നതെന്നു തീച്ച് പറഞ്ഞുകൂടെങ്കിലും ഈ മാററങ്ങൾ ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നുവെന്നും, അതാണ് സൂര്യ്യന്റെ ഉഷ്ണത്തിന്നും പ്രകാശത്തിന്നും കാരണമെന്നും എല്ലാവക്കും ബോദ്ധ്യമായിരിക്കുന്നു. ഒരു സെക്കണ്ടിൽ വികിരിണം ചെയ്യുന്ന ശക്തികൾക്കു സൂര്യ്യൻ സ്വശരീരത്തിൽനിന്നു 40 ലക്ഷം ട്ടൺ ദ്രവ്യം ചിലവാക്കുന്നു എന്നാണ് കണക്കാക്കീട്ടുള്ളത്. ഈ തോതനുസരിച്ച് ദ്രവ്യം ചിലവാക്കുവാൻ സൂര്യ്യന്ന് ഇനിയും അനേകം കോടി വഷങ്ങൾ സാധിക്കുന്നതാണ്. സൂര്യ്യന്നു വാദ്ധക്യം വരുന്നതോടുകൂടി ചിലവാക്കുന്ന ദ്രവ്യത്തിന്നും തന്മൂലമായി സൂര്യ്യനിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന ശക്തികൾക്കും കുറവു വരുമെന്നും അതിനാൽ സൂര്യ്യന്റെ ആയുഷ്ക്കാലം കുറെ അധികം നീണ്ടുനില്ക്കുമെന്നും സേർ ജയിംസ് ജീൻസ് മുതലായവർ സയുക്തികം പ്രതിപാദിക്കുന്നു.

സൂര്യ്യനിലുള്ള അണുക്കളുടെ പുറമെയുള്ള വിദ്യോതങ്ങൾ ഓരോന്നോരോന്നായി ഉഷ്ണംകൊണ്ടു വിട്ടുപോയിട്ടും അകത്തേക്കു ചെല്ലുംതോറും പ്രദ്യോതങ്ങളും, മററു അണുകേന്ദ്രങ്ങളും, വിദ്യോതങ്ങളും ശക്തിവിതരണംചെയ്യുന്നതോടുകൂടി വളരെ അടുത്തു വരുന്നതിനാലാണ് സൂര്യ്യന്റെ കേന്ദ്രത്തിലുള്ള ദ്രവ്യത്തിന്നു മുമ്പ് പ്രസ്താവിച്ചപ്രകാരം കട്ടി കൂടീട്ടുള്ളതെന്നു നമുക്ക് മനസ്സിലാക്കാം. ഭാരമേറിയ അണുകേന്ദ്രങ്ങളും രവികേന്ദ്രത്തിന്നടുത്തുണ്ടെന്നു വരാം. എന്നുവെച്ചാൽ, സ്വർണ്ണം രസം, റേഡിയം, ഉരാനിയം എന്നീ ധാതുക്കളുടെ കേന്ദ്രങ്ങളെക്കാൾ കട്ടികൂടിയ കേന്ദ്രങ്ങളും ഉണ്ടാവാം. വിരാജികയിൽനിന്നും മററും മനസ്സിലാക്കുന്നതു സൂര്യ്യഗോളത്തിന്റെ ബഹിർഭാഗത്തെ മാത്രമാണ്.

സൂര്യ്യനെ നാം നോക്കുമ്പോൾ പ്രകാശത്തോടുകൂടിക്കാണുന്ന ഭാഗത്തിന്നു ദീപ്തിമണ്ഡലം (Photosphere) എന്നു പറയുന്നു. ഒരു ചെറിയ ദൂരദശിനിയിൽക്കൂടി നോക്കിയാൽ, ദീപ്തി

മണ്ഡലം വെള്ളം വററിയ കഞ്ഞിപോലെയാണ് കാണുന്നത്. ഈ കാഴ്ച ചില ലോഹങ്ങളുടെ ബാഷ്പങ്ങൾ മേഘരൂപമായി ദീപ്തിമണ്ഡലത്തിൽ വൎത്തിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണെന്നറിയുന്നു. മിക്കപ്പോഴും ദൂരദൎശിനിയിൽകൂടി ദീപ്തിമണ്ഡലത്തിൽ വലിയ കറുത്ത അടയാളങ്ങളെക്കാണാം. ഈ അടയാളങ്ങൾ സൂൎയ്യബിംബത്തിൻെറ കിഴക്കു പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു 12 തൊട്ടു 14 ദിവസംകൊണ്ടു പടിഞ്ഞാറു മറഞ്ഞുപോകുന്നു. ഈ അടയാളങ്ങളിൽ ചിലവ അല്പം ദിവസം മാത്രവും ചിലവ കുറെ മാസങ്ങളോളവും നിലനിന്നു കാണുന്നു. ഈ അടയാളങ്ങളെ നോക്കി സൂൎയ്യൻ തൻെറ അക്ഷത്തിൻെറ ചുററും സുമാറ് 25 ദിവസത്തിൽ ഒരു വട്ടം വിതമായി ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നുവെന്നറിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ ഭൂമിക്ക് സങ്കല്പിച്ചവിധത്തിൽ ഒരു നിരക്ഷവൃത്തവും അതിൻെറ ദക്ഷിണോത്തരപാൎശ്വങ്ങളും സൂൎയ്യന്നും കല്പിക്കാം. നിരക്ഷപ്രദേശത്തു കുറെ വേഗത്തിലും അവിടന്നു തെക്കോട്ടും വടക്കോട്ടും നീങ്ങുംതോറും കുറെ മന്ദമായും സൂൎയ്യൻ ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നു. നിരക്ഷദേശത്തുനിന്നു 30° നീങ്ങിയേടത്തു ഭ്രമണത്തിന്നു 26½ ദിവസം വേണം. സൂൎയ്യൻെറ ബഹിൎഭാഗം വളരെ ആഴത്തോളം വാതകമായിരിക്കണമെന്നതിന്നു ഇതൊരു തെളിവാണ്. നിരക്ഷദേശത്തുനിന്നു അല്പം തെക്കോട്ടും വടക്കോട്ടും നീങ്ങി കുറെ വിസ്താരത്തിലുള്ള രണ്ടു മേഖലകളിൽ മാത്രമാണ് കറുത്ത അടയാളങ്ങൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നത്. ഈ അടയാളങ്ങളെ രവികല്മഷങ്ങൾ (Sun Spots) എന്നു പറയുന്നു.

രവികല്മഷങ്ങളുടെ ആകൃതി വിവിധമാകുന്നു. ചിലപ്പോൾ രണ്ടും മൂന്നും കല്മഷങ്ങൾ ഒന്നായിച്ചേരുകയും ചിലപ്പോൾ ഒന്നു പലതായി വേൎതിരിയുകയും ചെയ്യും. കല്മഷങ്ങളുടെ അകത്തെ ഭാഗം വളരെ ഉരുണ്ടിരിക്കും. അതിൻെറ അതിര് അല്പം വിസ്താരത്തിൽ ഒരുവിധം ശോഭയോടുകൂടിയതും നാലു ഭാഗ

സൂചന:—സൂൎയ്യനെ ദൂരദൎശിനിയിൽകൂടി നോക്കുമ്പോൾ ഒരു മഷിക്കണ്ണാടി ആലോകനകാചത്തിൻെറ പിന്നിൽ വെച്ചിരിക്കണം. അല്ലെങ്കിൽ കണ്ണിന്നു അപകടം പററും.

ത്തുമുള്ള ദീപ്തിമണ്ഡലത്തിൽനിന്നു നീണ്ടു കിടക്കുന്ന ജിഹ്വകളെക്കൊണ്ടു നിറഞ്ഞതും ആയിരിക്കും. കല്മഷങ്ങൾ സൂൎയ്യന്റെ ഭ്രമണംകൊണ്ടു പൂൎവ്വഭാഗത്തു പ്രത്യക്ഷപ്പെടുമ്പോഴും പശ്ചിമഭാഗത്തു മറയുമ്പോഴും സൂൎയ്യബിംബത്തിന്റെ പരിധിയിൽ അല്പം കുഴിഞ്ഞതുപോലെ കാണാം. അതിനാൽ കല്മഷങ്ങൾ സൂൎയ്യന്റെ ദീപ്തിമണ്ഡലത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന കുഴികളെപ്പോലെയിരിക്കുന്നു. ഈ പ്രദേശം കാഴ്ചക്കു ഇരുണ്ടിരുന്നാലും വിരാജനികൊണ്ടു പരിശോധിക്കുമ്പോൾ പ്രകാശവും ഉഷ്ണവും ധാരാളമുള്ള പ്രദേശമായിക്കാണുന്നു. നാലു ഭാഗത്തുമുള്ള പ്രകാശത്തെക്കാൾ ഇവിടെ പ്രകാശം കുറഞ്ഞതിനാൽ മാത്രം ഇരുണ്ടതായി കാണപ്പെടുന്നു.

കല്മഷങ്ങൾ ചില കാലങ്ങളിൽ കുറവും ചില കാലങ്ങളിൽ അധികവുമായിരിക്കും. $11\frac{1}{2}$ സംവത്സരത്തിന്നിടയിൽ ഈ ഏററക്കുറവുകൾ ഒരു വട്ടം സംഭവിക്കുന്നു. പിന്നേയും അവ ആവൎത്തിക്കുന്നു. ഇതിന്നനുസരിച്ച് ഭൂമിയുടെ കാന്തശക്തിക്കും മേരുബഡവാമുഖങ്ങളിൽ ഉണ്ടാകാറുള്ള ധ്രുവദീപ്തിക്കും ഏററക്കുറവുകളുണ്ടെന്നു കണ്ടിരിക്കുന്നു.

സൂൎയ്യന്റെ ഉപരിഭാഗം പല വേഗതകളിൽ ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നതിനാൽ, നദികളിൽ ഉണ്ടാകാറുള്ളതുപോലെ ദീപ്തിമണ്ഡലത്തിലുണ്ടാകുന്ന ചില ചുഴലികളാണ് കല്മഷങ്ങളെന്നും ഈ ചുഴലികളിൽക്കൂടി അന്തൎഭാഗത്തുള്ള ബാഷ്പങ്ങൾ മേല്പോട്ടു വരുമ്പോൾ അവയുടെ പെട്ടന്നുണ്ടാകുന്ന വികാസംകൊണ്ടു തണുക്കുകയാൽ അവിടെ ഉഷ്ണവും പ്രകാശവും കുറയുന്നു എന്നുമാണ് ആധുനികാഭിപ്രായം.

സൂൎയ്യന്റെ പൂൎണ്ണഗ്രഹണസമയത്തു ദീപ്തിമണ്ഡലത്തെ ചന്ദ്രൻ തീരെ മറയ്ക്കുന്നു. ആ അവസരത്തിൽ സൂൎയ്യമണ്ഡലത്തിന്റെ ചുററും ഒരേ വീതിയിൽ ചുവന്നതും അതിമനോഹരവുമായ ഒരാവരണം കാണാം. ഇതിന്നു രാഗമണ്ഡലം (Chromosphere) എന്നു പേര്. രാഗമണ്ഡലത്തിൽനിന്നു പല

പ്പോഴും പല പ്രക്ഷേപകങ്ങൾ (Prominences) അനേകസഹസ്രം നാഴിക ഉയരുന്നതും നാലു ഭാഗവും പ്രസരിക്കുന്നതും കാണാം. വിരാജനികൊണ്ടുള്ള പരിശോധനയിൽനിന്നു രാഗമണ്ഡലവും അതിൽനിന്നുള്ള പ്രക്ഷേപകങ്ങളും ഉഷ്ണംകൊണ്ടു തിളങ്ങുന്ന അബ്ജനകവാതകമാണെന്നു കണ്ടിരിക്കുന്നു.

പൂൎണ്ണഗ്രഹണസമയത്തുതന്നെ വീതി നന്നെ കുറഞ്ഞ രാഗമണ്ഡലത്തിൻെറ ചുററും രവിബിംബവ്യാസത്തിൻെറ കാൽ ഭാഗം വിസ്താരത്തിൽ മങ്ങിയ ശുഭ്രവൎണ്ണത്തിൽ ഒരാവരണവും കൂടിക്കാണാം. ഇതിന്നു കിരീടമണ്ഡലം (Corona) എന്നു പറയുന്നു. ഇതിൻെറ നാലു കോണുകളിൽ കുറെ അധികം വിസ്താരമുള്ളതിനാൽ ഇതിൻെറ ആകൃതി ഏതാണ്ട് ഒരു സമചതുരമാകുന്നു. സൂൎയ്യമണ്ഡലത്തിന്നടുത്തുകൂടി ചില ധൂമകേതുക്കൾ സഞ്ചരിക്കുന്നതു നിരീക്ഷണം ചെയ്യുവാനിടയായിട്ടുണ്ട്. അവ കിരീടമണ്ഡലത്തിൽക്കൂടികടന്നിട്ടും അവക്ക് ഒരു വിധത്തിലുമുള്ള മാററം വരാതെ കണ്ടതിനാൽ കിരീടമണ്ഡലത്തിലെ വസ്തു വളരെ നേരിയ ധൂളിപടലമായിരിക്കണമെന്നു വിചാരിക്കുന്നു. ഈ വിധം ധൂളിപടലം സൂൎയ്യമണ്ഡലത്തിൻെറ ചുററും കുറെ അധികം ദൂരം വ്യാപിച്ചിരിക്കുന്നുവെന്നു കരുതുവാൻ ന്യായമുണ്ട്. സൂൎയ്യാസ്തമനത്തിന്നുശേഷം രാശിച്ചക്രം വഴിയായി ആയതവൃത്താൎദ്ധാകൃതിയിൽ കാണുന്ന പ്രകാശം ഈ ധൂളികളെക്കൊണ്ടുണ്ടാകുന്നതായിക്കരുതുന്നു. ഇതിന്നു രാശിമണ്ഡലപ്രകാശം (Zodiacal Light) എന്നു പറയുന്നു. ചിലർ ചന്ദ്രനില്ലാത്ത നിൎമ്മലരാത്രികളിൽ ഈ പ്രകാശം രാശിച്ചക്രം മുഴുവൻ വ്യാപിച്ചതായിക്കാണുന്നു. അതു ശരിയാണെങ്കിൽ കിരീടമണ്ഡലത്തിൻെറ ഉപരിഭാഗം ഭൂകക്ഷവരെയെങ്കിലും വ്യാപിച്ചതായിക്കരുതണം.

II. ചന്ദ്രൻ

ചന്ദ്രൻ ഗ്രഹങ്ങളിൽ ഒന്നായ ഭൂമിയുടെ ചുററും പോയിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഉപഗ്രഹങ്ങളിൽ ഒന്നു മാത്രമാണെങ്കിലും ന

മ്മുടെ ശ്രദ്ധയെ ഗ്രഹങ്ങളെക്കാൾ അധികം ആകർഷിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവാകുന്നു. രാത്രികാലങ്ങളിൽ നമുക്ക് ചന്ദ്രനിൽനിന്നു കിട്ടുന്ന പ്രകാശം നമ്മെ ആഹ്ളാദിപ്പിക്കുന്നു. അനേകശതാബ്ദം ചന്ദ്രന്റെ ശീതളരശ്മിയിൽ ആനന്ദിച്ചു വളൎന്നിട്ടുള്ള എല്ലാ ജീവജാലങ്ങളുടേയും മേൽ ചന്ദ്രൻ തന്റെ വശ്യവൃത്തി പ്രയോഗിച്ച് അവയുടെ ജീവിതത്തേയും മനസ്സിനേയും പല വിധത്തിൽ ഭേദപ്പെടുത്തിയതായിക്കാണാം. ചന്ദ്രന്റെ വൃദ്ധിക്ഷയത്തിൽനിന്നു ചന്ദ്രനു സ്വയമേവ പ്രകാശമില്ലെന്നും സൂൎയ്യപ്രകാശത്തിന്റെ ചന്ദ്രനിൽനിന്നുള്ള പ്രതിബിംബം മാത്രമാണ് ചന്ദ്രികയായി നാം കാണുന്നതെന്നും അനുമാനിക്കാം.

ചന്ദ്രനിൽ നാം ചില അടയാളങ്ങൾ കാണുന്നു. ആ അടയാളങ്ങൾക്ക് ആകെക്കൂടി ഒരു മുയലിന്റെ ആകൃതിയുള്ളതിനാൽ ചന്ദ്രനെ നാം ശശാങ്കനെന്നു പറയുന്നു. ചന്ദ്രൻ എന്ന വാക്കിന്നു ആഹ്ളാദിപ്പിക്കുന്നവൻ എന്നൎത്ഥവുമാണ്. കുറെ കാലം ജനങ്ങൾ ഈ അടയാളങ്ങളെ സമുദ്രങ്ങളെന്നു വിചാരിച്ചു പോന്നു. ദൂരദൎശിനികൊണ്ടു പരിശോധിക്കുമ്പോൾ ചന്ദ്രപൃഷ്ഠം മുഴുവൻ ചൈതന്യമററ അഗ്നിപൎവ്വതങ്ങളെക്കൊണ്ടും അവയിൽനിന്നു മുമ്പു പുറപ്പെട്ടിട്ടുള്ള ഉരുകിയ പാറകളെക്കൊണ്ടും പലവിധ ഭസ്മങ്ങളെക്കൊണ്ടും നിറഞ്ഞിരിക്കുന്നതായിക്കാണാം. ആ പാറകളുടേയും ഭസ്മങ്ങളുടേയും നിറഭേദംകൊണ്ടു മാത്രമാണ് ചന്ദ്രനിൽ നാം കാണുന്ന അടയാളങ്ങൾ.

ചന്ദ്രൻ 27⅓ ദിവസംകൊണ്ടു ഭൂമിക്കു ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഈ സഞ്ചരിക്കുന്ന സമയത്തെല്ലാം ഒരേ മുഖംതന്നെ ചന്ദ്രൻ നമുക്ക് പ്രത്യക്ഷമാക്കുന്നതിനാൽ, ഈ 27⅓ ദിവസംകൊണ്ടുതന്നെ തന്റെ അച്ചുതണ്ടിന്റെ ചുററും ഒരു വട്ടം ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നുവെന്നു മനസ്സിലാക്കാം. എന്നാൽ ഭ്രമണഗതിക്ക് ഭേദമില്ലാത്തതിനാലും പരിവൎത്തനഗതിക്ക് ഭേദമുള്ളതിനാലും ചന്ദ്രന്റെ പടിഞ്ഞാറുവശത്തും കിഴക്കുവശത്തും സാധാരണ കാണുന്ന ഭാഗം വിട്ടു അല്പവുംകൂടി നമുക്ക് കാണാം. ഇതിന്നു

ചന്ദ്രദോളനം (Libration of the Moon) എന്നു പേര്. ചന്ദ്രൻ നമ്മിൽനിന്നു ശരാശരി 2,39,000 മൈൽ അകലെയാകുന്നു. ഇതിൽനിന്നും ചന്ദ്രന്റെ ശരാശരി ബിംബവ്യാസത്തിൽനിന്നും ചന്ദ്രഗോളത്തിന്റെ വ്യാസം 2160 മൈലാണെന്നു കണക്കാക്കാം. ചന്ദ്രഗോളത്തോളം പോന്ന ഒരു ജലഗോളത്തിന്റെ 3½ മടങ്ങ് മാത്രമാകുന്നു ചന്ദ്രന്റെ തൂക്കം. ഭൂമിയുടെ ആകർഷണം ഭൂപൃഷ്ഠത്തിലുള്ള സാധനങ്ങളിന്മേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നതിന്റെ ആറിൽ ഒരംശം മാത്രം ചന്ദ്രന്റെ ആകർഷണം ചന്ദ്രപൃഷ്ഠത്തിലുള്ള സാധനങ്ങളിന്മേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. കമ്പിത്തുലാസ്സിൽ ഇവിടെ 6 റാത്തൽ തൂങ്ങുന്ന ഒരു സാധനം ചന്ദ്രനിൽ 1 റാത്തൽ മാത്രമേ തൂങ്ങുകയുള്ളു. ചന്ദ്രമണ്ഡലത്തിന്റെ ചുറ്റും ഒരു വായുമണ്ഡലമുണ്ടായാലും അതിനെ പിടിച്ചു നിർത്തുവാൻ മാത്രം ചന്ദ്രാകർഷണത്തിന്നു ശക്തിയില്ല. നിരീക്ഷണം കൊണ്ടു ചന്ദ്രപൃഷ്ഠത്തിൽ വായുമണ്ഡലമില്ലെന്നു കണ്ടിരിക്കുന്നു. ആകാശമാർഗ്ഗമായ സഞ്ചാരത്തിൽ പലപ്പോഴും ചന്ദ്രൻ നക്ഷത്രങ്ങളെ മറയ്ക്കാറുണ്ട്. നക്ഷത്രങ്ങൾ ഒരേ വേഗതയിൽ ചന്ദ്രനോടടുത്തുവന്നു പെട്ടെന്നു മറയുകയും, മറവുകഴിഞ്ഞു, അതേ വേഗതയിൽ പെട്ടെന്നു പുറത്തു വരികയും ചെയ്യുന്നു. ചന്ദ്രന്റെ ചുറ്റും വായുമണ്ഡലമുണ്ടെങ്കിൽ, വായുവിൽ പ്രവേശിക്കുന്ന രശ്മികളുടെ വക്രതകൊണ്ടു, മറയുമ്പോൾ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ വേഗത മന്ദീഭവിക്കയും പുറത്തു വരുമ്പോൾ ശീഘ്രീഭവിക്കയും വേണം. ചന്ദ്രബിംബത്തിൽ വെള്ളമോ ഹിമമോ ഉണ്ടായിരിപ്പാനും തരമില്ല. വായുമർദ്ദനമേല്ക്കാത്ത വെള്ളവും ഹിമവും അല്പനേരംകൊണ്ടു ആവിയായിത്തീരുകയും അതു ചന്ദ്രനെ വിട്ടുപോകയും ചെയ്യും.

നക്ഷത്രങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് ചന്ദ്രന്റെ ഒരു ഭ്രമണത്തിന്നു 27⅓ ദിവസമാണെങ്കിലും സൂര്യനെ അപേക്ഷിച്ച് 29½ ദിവസം വേണം. അതിനാൽ ചന്ദ്രപൃഷ്ഠത്തിൽ ഓരോ പ്രദേശത്തും 14¾ ദിവസത്തോളം പോന്ന പകൽ കഴിഞ്ഞ് അത്ര

പോന്ന ഒരു രാത്രിയുണ്ടാകുന്നു. പകൽസമയത്തു കടുത്ത ചൂട്ടും രാത്രിസമയത്തു അതിനെക്കാൾ അസഹ്യമായ തണുവും ഉണ്ടായിരിക്കും.

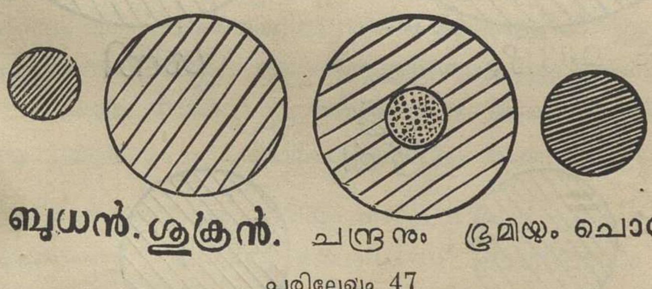
III. ഭൂമിയും മററു ഗ്രഹങ്ങളും

ഭൂമിയുടേയും മററു ഗ്രഹങ്ങളുടേയും സൂൎയ്യനിൽനിന്നുള്ള അകലം, ഗോളവ്യാസം, തൂക്കം, സാന്ദ്രത, പൎയ്യയകാലം, സെക്കണ്ടിൽ കക്ഷകളിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന നാഴിക ഇവയെല്ലാം താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

ഗ്രഹം	സൂൎയ്യനിൽനിന്നുള്ള മദ്ധ്യമദൂരം		ഗോളവ്യാസം (മദ്ധ്യമം)		തൂക്കം 10^{21} ടൺ	സാന്ദ്രത		പൎയ്യയ കാലം (ദിവസം)	സെക്കണ്ടിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നദൂരം
	ലക്ഷം നാഴിക	ഭൂമിയുടെദൂരം 1	നാഴിക	ഭൂമി 1		ജലം 1	ഭൂമി 1		
ബുധൻ	360	0·387	3,009	0·381	0·322	6·85	1·23	87·97	29·55
ശുക്രൻ	672	0·723	7,575	0·957	4·739	4 85	0·87	224·70	21·61
ഭൂമി	929	1·000	7,913	1·000	5·870	5·58	1·00	365·26	18·38
ചൊവ്വ	1416	1·524	4,216	0·533	0·625	4·01	0·72	686·98	14·99
വ്യാഴം	4833	5·203	85,743	10·84	1846·1	1·38	0·25	4332·6	8·06
ശനി	8862	9·539	71,115	8·99	522·2	0·72	0·13	10,759	5·95
ഇന്ദ്രൻ	17828	19·19	30,878	3.90	84·5	1 22	0·22	30,687	4·20
വരുണൻ	27935	30·07	32,932	4·16	98 1	1·11	0·20	60,127	3·36
പ്ളൂട്ടോ	37160	40·	—	—	—	—	—	സുമാറ് 250 കൊല്ലം.	2·96

പട്ടികയിൽനിന്നു പല സംഗതികളും ഗ്രഹിക്കാം. എങ്കിലും ആദ്യമായി സൂൎയ്യനെ പരിവൎത്തനം ചെയ്യുന്ന 9 പ്രധാന ഗ്രഹങ്ങളുടേയും താരതമ്യവലിപ്പവും അവയുടെ സ്ഥിതിയും മനസ്സിൽ നല്ലവണ്ണം പതിയുന്നതു അത്യാവശ്യമാകുന്നു. ഇതിന്നായി 15 മൈൽ വ്യാസമുള്ളതും സമനിരപ്പായതും പുല്ലുപോലും ഇല്ലാതെ ഒഴിഞ്ഞതും ആയ വൃത്താകാരമായ ഒരു മൈതാനത്തെ സങ്കല്പിക്കുക. ഇതിൻെറ മദ്ധ്യത്തിൽ 12ടി 1ഇ വ്യാസമുള്ള, എന്നുവെച്ചാൽ ദീൎഘകായനായ ഒരു പുരുഷൻെറ ഇരട്ടി

ഉയരമുള്ള ഒരു തേജോഗോളത്തെ സങ്കല്പിക്കുക. ഇതിനെ സൂൎയ്യനെന്നുവെച്ചാൽ, ഇതിൽനിന്നു 326 വാര അകലെയായി സമവൃത്തത്തിൽനിന്നു വലിയ ഭേദമില്ലാത്ത ഒരായതവൃത്തത്തിൽ അതിമന്ദം സഞ്ചരിക്കുന്നതും 1 ഇഞ്ച് വ്യാസമുള്ളതും ആയ ഒരു പുന്നക്കായയെ ഭൂമിയെന്നു കരുതാം. ഇതു കേന്ദ്രമായി 5 ടി വ്യാസമുള്ള ഒരു വൃത്തത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന കടലക്കുരു തുല്യമായിരിക്കും ചന്ദ്രൻ. തേജോഗോളത്തിന്റേയും പുന്നക്കായയുടേയും ഇടയിൽ 126 വാരയും 236 വാരയും അകലെ തേജോഗോളത്തിന്റെ ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്ന ഒരു ഉണങ്ങിയ നെല്ലിക്കക്കുരുവും ഒരു പച്ചനെല്ലിക്കയും ബുധശുക്രന്മാരെന്നു സങ്കല്പിക്കാം. പുന്നക്കായയുടെ വഴിയിൽനിന്നു 170 വാരയോളം വിട്ടു സാവധാനത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന പുന്നക്കുരു ചൊവ്വയുമായിരിക്കും. ഈ നാലു ഗ്രഹങ്ങളുടേയും ചന്ദ്രന്റേയും വലിപ്പം താരതമ്യത്തിന്നു വേണ്ടി താഴെ പരിലേഖത്തിൽ കൊടുക്കുന്നു. ഇവക്കും പു

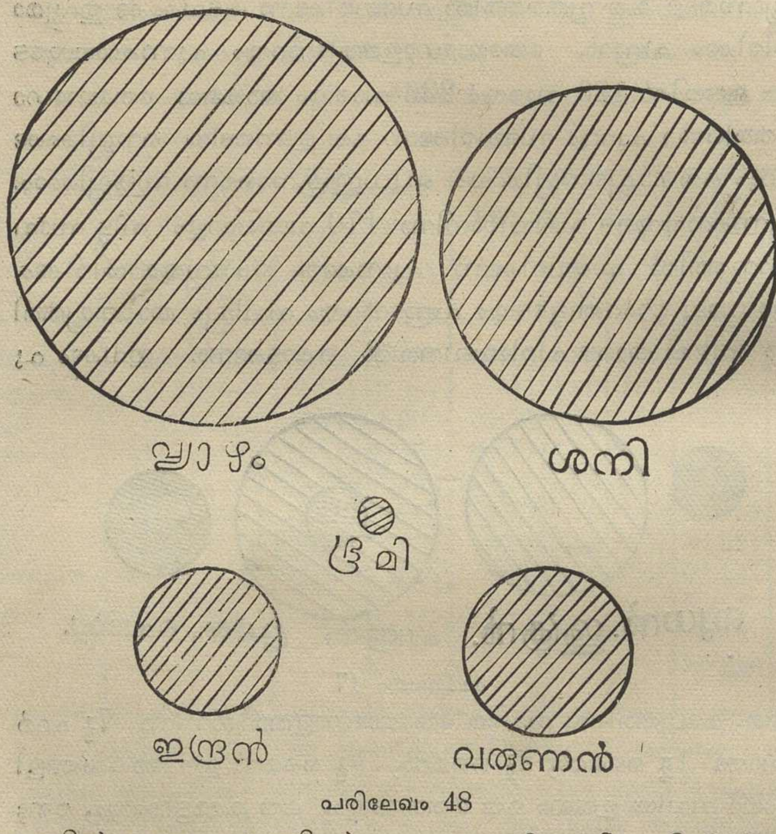


ബുധൻ. ശുക്രൻ. ചന്ദ്രനും ഭൂമിയും. ചൊവ്വ.

പരിലേഖം 47

റമെ, മദ്ധ്യത്തിലെ വലിയ തേജോഗോളത്തിൽനിന്നു 7½ ഫർലോങ്ങ് 1¾ മൈൽ, 2½ മൈൽ, 3½ മൈൽ ഈ അകലങ്ങളിലായി വലിയ ഉരുണ്ട ഒരു മത്തങ്ങയും, ഒരു കുമ്മട്ടിക്കയും, രണ്ടു ഇടത്തരം വടോപുളി നാരങ്ങകളും ഇടത്തോട്ടു ചുററിക്കൊണ്ടിരുന്നാൽ സൌരവ്യൂഹത്തിലെ പ്രധാന ഗോളങ്ങളുടേയും അവ സഞ്ചരിക്കുന്ന മാൎഗ്ഗങ്ങളുടേയും ഒരു ചിത്രമായി. അവസാനം പറഞ്ഞ 4 ഗോളങ്ങളും വ്യാഴം, ശനി, ഇന്ദ്രൻ, വരുണൻ എന്നീ വലിയ ഗ്രഹഗോളങ്ങളെ സങ്കല്പിച്ചാണെന്നു പറയേണ്ടതി

ല്പ. വ്യാഴത്തിൻെറ വ്യാസം ഭൂവ്യാസത്തിൻെറ സുമാറ് 11 മടങ്ങാകുന്നു. അതിനാൽ ഭൂമിയെക്കാണിച്ച തോതിൽനിന്നു തോതു അഞ്ചിലൊന്നായിച്ചുരുക്കി ഈ 4 ഗ്രഹങ്ങളേയും താഴെ പരിലേഖത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. അവയുടെ മദ്ധ്യങ്ങളിലെല്ലാം അതേ തോതിൽ ഭൂമിയേയും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. നമ്മുടെ മൈതാ



പരിലേഖം 48

നത്തിൽ വരുണപഥത്തിൻേറയും പറമെ 2 നാഴിക വീതിയിൽ ഒഴിഞ്ഞ സ്ഥലം ഇനിയും ഉണ്ട്. ഇതിൻെറ പുറത്തെ പരിധിയിൽ ഒരു നെല്ലിക്കയുംകൂടി 250 കൊല്ലംകൊണ്ടു തേജോഗോളത്തെ ചുററുന്നതായി സങ്കല്പിച്ചാൽ സൌരവ്യൂഹത്തിൻെറ മാതൃക ഏതാണ്ട് മുഴുവനായി.

മാതൃക പൂത്തിയാവണമെങ്കിൽ ചൊവ്വക്കു പകരം നില്ക്കു ന്ന പുന്നക്കുരുവിൻേറയും വ്യാഴത്തിന്നു പകരം നില്ക്കുന്ന ഉരുണ്ട മത്തങ്ങയുടേയും ഇടയിൽ നെടിയതും നേരിയതുമായ ആയിര ത്തിൽപുറം പൂഴിത്തരികഠം തേജോഗോളത്തിന്നു ചുററും, മൂ ന്നോ നാലോ കടലക്കകളും ഇരുപതോളം കടുകിൻമണികളും മത്തങ്ങ, കുമ്മട്ടിക്ക, പുന്നക്കുരു, നാരങ്ങകഠം ഇവയുടെ ചുററും, അനവധി നേരിയ പൂഴിത്തരികഠം ഒററയായും കൂട്ടമായും അ ത്യായതവൃത്തങ്ങളിൽ തേജോഗോളത്തിന്നു ചുററും സഞ്ചരി ക്കണം.

175ൽപരം ചതുരശ്ര നാഴിക വിസ്തീണ്ണമുള്ള നമ്മുടെ മൈതാനത്തിലെ കാൎയ്യമായ നിവാസി രണ്ടാഠം ഉയരമുള്ള തേ ജോഗോളം മാത്രമാണ്. ബാക്കിയുള്ള വസ്തുക്കളിൽ ഏററവും വലിയതു ഒരു മത്തങ്ങ മാത്രമാകുന്നു. ഈ മൈതാനത്തിലെ ശൂന്യത നമ്മെ അമ്പരപ്പിക്കുന്നു. ഈ മൈതാനം വിട്ടാൽ നാ ലു പുറവും ആയിരക്കണക്കിൽ നാഴികകഠംക്കുള്ളിൽ ശൂന്യതയ ല്ലാതെ മറെറാന്നുമില്ല. ഈ അത്യത്ഭുതമായ ശൂന്യതക്കിടയിൽ സ്ഥാപിതമായ സൌരവ്യൂഹത്തിൻേറയും അതിലെ നിവാസി കളായ നമ്മുടേയും പ്രപഞ്ചമദ്ധ്യത്തിലുള്ള സ്ഥാനം എന്തോ!

ഓരോ ഗ്രഹത്തെപ്പററിയും അല്പം ചില സംഗതികഠംകൂടി പറയുവാനുണ്ട്. 1772ൽ ബോഡ്സ് എന്നൊരാഠം ഗ്രഹ ങ്ങളുടെ സൂൎയ്യനിൽനിന്നുള്ള അകലങ്ങഠം തമ്മിൽ ബന്ധമു ണ്ടെന്നു വിചാരിച്ചു. 0, 3, 6, 12 മുതലായ സംഖ്യകളെ എ ഴുതി അവയോടു 4 കൂട്ടിയാൽ

4, 7, 10, 16, 28, 52, 100, 196, 388, 772.

എന്നീ സംഖ്യകഠം കിട്ടും. ഈ സംഖ്യകഠം ഗ്രഹങ്ങളുടെ സൂ ൎയ്യനിൽനിന്നുള്ള അകലങ്ങഠംക്ക് അനുപാതകമായിരിക്കും എ ന്നായിരുന്നു അദ്ദേഹം വിചാരിച്ചത്. അന്നു ശനിവരെയുള്ള ഗ്രഹങ്ങളേ അറിഞ്ഞിരുന്നുള്ളു. ചൊവ്വയുടേയും വ്യാഴത്തിൻേറ

യും ഇടയിലുള്ള ചെറുഗ്രഹങ്ങളേയും അറിഞ്ഞിരുന്നില്ല. ഇവ ക്കും, ശനി മുതല്ക്കുള്ള ഗ്രഹങ്ങൾക്കും ഉള്ള സംഖ്യകളെ വിട്ടാൽ അദ്ദേഹത്തിൻെറ ഊഹം ഏതാണ്ട് ശരിയായിരുന്നു. അകല ങ്ങൾക്ക് അനുപാതകമായ സംഖ്യകളെ താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

3.9,	7.2,	10,	15.2,	26.5,	52.0,	95.4,	191.9,	300.7,	400
ബു	ശു	ഭൂ	ചൊ	ചെ.ഗ്ര	വ്യാ	ശ	ഇ	വ	പ്ലൂ

ഗ്രഹങ്ങളിൽ വെച്ച് ഏററവും ചെറിയതും സൂൎയ്യന്നു ഏ ററവും അടുത്തതും ബുധനാകുന്നു. സൂൎയ്യന്നു ചുററും പരിവൎത്ത നം ചെയ്യുമ്പോൾ അതിൻെറ ഒരേ മുഖംമാത്രം സൂൎയ്യന്നു നേക്കു തിരിഞ്ഞിരിക്കുമെന്നാണ് ഇതുവരെയുള്ള നിരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്നു അനുമാനിച്ചിട്ടുള്ളത്. ഗ്രഹം ഉറച്ചു കട്ടിയാവുന്നതിന്നു മുമ്പ് അതിന്മേലുണ്ടായിരുന്ന വേലികയററം ഭ്രമണത്തിന്നു തട സ്ഥമായിത്തീരുകയും, ആ തടസ്ഥംമൂലം ക്രമേണ ഭ്രമണം മ ന്ദീഭവിക്കയും ചെയ്തു. ഇങ്ങിനെ പരിവൎത്തനകാലത്തിൽ ഒരു ഭ്രമണം എന്നായിത്തീൎന്നു. അതിനാൽ പരിവൎത്തനം ചെയ്യു മ്പോൾ സദാ സൂൎയ്യനെ ഒരേ മുഖംതന്നെ ഗ്രഹം കാണിക്കുന്നു. ചന്ദ്രന്നു ഭൂമിയെസംബന്ധിച്ചുള്ള നില വരുവാനും കാരണം വേലികയററംതന്നെ.

പിന്നത്തെ ഗ്രഹമായ ശുക്രൻ 23ൽ ചില്വാനം മണിക്കു റിൽ ഒരിക്കൽ സ്വന്തം അക്ഷത്തിന്നു ചുററും തിരിയുന്നുവെന്നു ചില നിരീക്ഷകന്മാർ അഭിപ്രായപ്പെട്ടിരുന്നു. എന്നാൽ കുറെ മുമ്പു സ്കെപ്പാരലി എന്ന നിരീക്ഷകനും അടുത്ത കാലത്തു പെർസിവൽ ലോവലും സൂക്ഷ്മമായി നിരീക്ഷണം ചെയ്തു തീരു മാനിച്ചിട്ടുള്ളതു ബുധനെപ്പോലെത്തന്നെ ശുക്രനും പരിവൎത്ത നത്തോടുകൂടി ഒരേ മുഖംതന്നെ സൂൎയ്യനെക്കാണിക്കുന്നു എന്നാ ണ്. ശുക്രൻെറ വൃദ്ധിക്ഷയങ്ങൾ ദൂരദൎശിനിയിൽകൂടിക്കാണു വാൻ വളരെ ഭംഗിയുള്ളതാകുന്നു. വക്രമൌഢ്യത്തിന്നു മുമ്പു പടിഞ്ഞാറും, അതിന്നുശേഷം കിഴക്കും ബാലചന്ദ്രാകാരത്തിൽ അതിനെ വലുതായിക്കാണാം. അപ്പോഴാണല്ലോ ഈ ഗ്രഹം

നമ്മോട്ട ഏററവും അടുത്തിരിക്കുക. ക്രമമൌഢ്യത്തിന്നു മുമ്പും പിമ്പും ഏതാണ്ട് പൂൎണ്ണചന്ദ്രാകൃതിയിൽ കാണാമെങ്കിലും, അധികരിച്ച അകലംകൊണ്ടു ഗ്രഹം ചെറുതായിരിക്കും. ശുക്രൻെറ ചുററും പരിവൎത്തനം ചെയ്യുന്ന ഉപഗ്രഹങ്ങൾ ഇല്ല. ശുക്രൻ എന്ന വാക്കിന്നു വെളുത്തതു എന്നാണൎത്ഥം. ഇത്ര വെളുത്തിരിപ്പാൻ കാരണം അതിനെ ആവരണം ചെയ്തിട്ടുള്ള കട്ടിയായ മേഘപടലങ്ങളിൽനിന്നു സൂൎയ്യപ്രകാശം നല്ലവണ്ണം പ്രതിബിംബിക്കുന്നതിനാലാണെന്നു നിരീക്ഷകന്മാർ അഭിപ്രായപ്പെടുന്നു.

ബുധൻേറയും ശുക്രൻേറയും ഒരൎദ്ധംതന്നെ എന്നും സൂൎയ്യാഭിമുഖമാകയാൽ അവിടെ കഠിനമായ ചൂടും മറെറ അൎദ്ധത്തിൽ അത്യധികം തണവും ഉണ്ടായിരിക്കും. ബുധൻെറ സൂൎയ്യാഭിമുഖമായ ഭാഗത്തു സദാ 350 ഡിഗ്രി സെൻററിഗ്രേഡ് ഉഷ്ണമുണ്ടാകുമെന്നു നിരീക്ഷണവിദഗ്ധർ തീൎച്ചപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു.

ശുക്രൻ കഴിഞ്ഞാൽ സൂൎയ്യന്നടുത്ത ഗ്രഹം ഭൂമിയാണല്ലോ. ഭൂമിയുടെ പുറഭാഗത്തെ സ്ഥിതിയും കാലാവസ്ഥയും നമുക്ക് നല്ലവണ്ണം അറിയാം. കാലാവസ്ഥകളിൽ കാണുന്ന ഭേദത്തിന്നു കാരണം ഭ്രമണാക്ഷം പരിവൎത്തനതലത്തിലേക്കു 23½ ഭാഗം ചരിഞ്ഞുനില്ക്കുന്നതുകൊണ്ടാണെന്നു നാം കണ്ടുകഴിഞ്ഞു. ദിവസത്തിൽ ഒരു വട്ടം വീതം ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടു പകൽ സഹിക്കുവാൻ വയ്യാത്ത ചൂടും രാത്രി അതുപോലെ അസഹ്യമായ തണവും ഉണ്ടാകുന്നില്ല. ഈ സ്ഥിതികൊണ്ടും, ആദ്യകാലം മുതല്ക്കേ ഇവിടെ വേണ്ടത്ര വെള്ളവും, പ്രാണവായുവും, അംഗാരാമ്ലവായുവും ഉണ്ടായിരുന്നതുകൊണ്ടും ആകുന്നു ഭൂപൃഷ്ഠം ജീവജാലങ്ങൾക്കു വാസയോഗ്യമായിട്ടുള്ളത്.

അഗ്നിപൎവ്വതങ്ങൾ വമിക്കുന്ന ഉരുകിയ പാറ കണ്ടാൽ ഭൂമിയുടെ അന്തൎഭാഗം ഇപ്പോഴും വളരെ ചൂടുള്ളതും ദ്രാവകാവസ്ഥ

യിൽ ഇരിക്കുന്നതുമാണെന്നു തോന്നും. ചൂടുള്ളതുതന്നെ. എന്നാൽ ഭൂമിയുടെ ചലനവിശേഷങ്ങളിൽനിന്നു അന്തർഭാഗം കട്ടിയാണെന്നനുമാനിച്ചിരിക്കുന്നു. വലിയ ചൂടുണ്ടായിട്ടും മേൽഭാഗത്തുള്ള പാറകളുടെ മൎദ്ദനംകൊണ്ടാകുന്നു പാറകൾ ഉരുകാതിരിക്കുന്നത്. ജലാശയങ്ങളിൽനിന്നു വെള്ളം താണുചെന്നു ആവിയാകുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന കവിഞ്ഞ മൎദ്ദനംകൊണ്ടു മേലെയുള്ള പാറകൾ പൊട്ടുകയും ദ്വാരങ്ങൾ തുറക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ആവി പുറത്തുപോകുന്നതോടുകൂടി താഴെയുള്ള മൎദ്ദനം മുമ്പത്തെക്കാൾ കുറവായിത്തീരുന്നു. അപ്പോൾ പാറ ഉരുകി ദ്വാരങ്ങളിൽകൂടി പുറത്തു വരുന്നു. ഇങ്ങിനെയാകുന്നു അഗ്നിപൎവ്വതങ്ങളുടെ പ്രവൃത്തി. ഭൂമിയുടെ വളരെ ഉള്ളിലുള്ള സ്ഥിതി ആൎക്കും നല്ലവണ്ണം അറികയില്ല. ലോഹമയമായിരിപ്പാനാണ് വഴി. ഭൂമിക്കുള്ള കാന്തശക്തിക്കു അതായിരിക്കണം കാരണം.

ചൊവ്വ ഭൂമിയെക്കാൾ എത്രയോ ചെറിയ ഗ്രഹമാണെങ്കിലും, ഗ്രഹകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു 5800ഉം 14,500ഉം മൈലുകൾ അകലെയായി 7 മ 39 മി 14 സെക്കണ്ടിലും 30 മ 17 മി, 54 സെക്കണ്ടിലും അതിനെ ചുററുന്ന രണ്ടു കൊച്ചു ഉപഗ്രഹങ്ങൾ അതിനുണ്ട്. ഗ്രഹം 24 മ 38 മി 22.7 സെക്കണ്ടിൽ ഒരു വട്ടം വീതമായി പരിവൎത്തനതലത്തിലേക്കു 27° ചരിഞ്ഞുനില്ക്കുന്ന അക്ഷത്തിന്നു ചുററും ഭ്രമണം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ചൊവ്വയിലെ സംവത്സരം നമ്മുടെ 687 ദിവസത്തോളമുണ്ടായിരിക്കും. അവിടത്തെ ആകാശം നിൎമ്മലമായിരിക്കയാൽ ഗ്രഹപൃഷ്ഠം നമുക്ക് വ്യക്തമായിക്കാണാം. ഗ്രഹത്തിൻെറ ചുവന്ന നിറത്തിന്നു കാരണമിതാകുന്നു.

ഗ്രഹത്തിൻെറ ഭ്രമണകാലം സുമാറ് 24½ മണിക്കൂറും ഉപഗ്രഹങ്ങളിൽ ഒന്നിൻെറ പരിവൎത്തനകാലം സുമാറ് 7½ മണിക്കൂറും ആകയാൽ ആ ഉപഗ്രഹം ചൊവ്വയുടെ ദിക്ചക്രത്തിൽ പടിഞ്ഞാറുദിച്ച് കിഴക്കസ്തമിക്കുന്നു. ഉദിച്ചസ്തമിക്കുന്നതിന്നു ഏതാണ്ട് 5½ മണിക്കൂർ മതി. അതിനാൽ ചൊവ്വയിൽ ഈ

ഉപഗ്രഹത്തിൻെറ 2 ഉദയമോ, 2 അസ്തമനമോ ഒരേ രാത്രിയിൽതന്നെ പലപ്പോഴും കാണാം. ഇതിന്നിടയിൽ തൻെറ വൃദ്ധിക്ഷയങ്ങളും ഉണ്ടായിരിക്കും. ചൊവ്വയിൽ കവികളുണ്ടെങ്കിൽ അവരുടെ ഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ ഇതിൻെറ വൎണ്ണന ധാരാളമുണ്ടായിരിക്കും. മറെറ ഉപഗ്രഹത്തിൻെറ പൎയ്യയകാലം ഗ്രഹഭ്രമണകാലത്തെക്കാൾ കഷ്ടി 5⅔ മണിക്കൂറ് മാത്രം അധികമാകയാൽ, അതു കിഴക്കുതന്നെ ഉദിച്ചു പടിഞ്ഞാറുതന്നെ അസ്തമിക്കും. ഗതി അതിമന്ദമായിരിക്കും. ഉദിച്ചസ്തമിക്കുവാൻ 66 മണിക്കൂറോളം വേണം. അതിനിടയിൽ 2½ ദിവസത്തിലധികം കഴിയും. ഇതിൻേറയും വൃദ്ധിക്ഷയം വിചിത്രമായിരിക്കും.

ചൊവ്വ സൂൎയ്യനിൽനിന്നു ഭൂമിയെക്കാൾ 1½ മടങ്ങോളം മാത്രം അകലെയാകയാൽ, പൊതുവിൽ അവിടത്തെ കാലാവസ്ഥ ഭൂമിയിലുള്ളതിനെക്കാൾ തണവു കൂടിയതായിരിക്കും. ചൊവ്വയുടെ ദിനദൈൎഘ്യത്തിന്നും ഭ്രമണാക്ഷത്തിൻെറ ചരിവിന്നും ഭൂമിയുടേവയോടു അടുപ്പമുണ്ടാകയാൽ, അവിടത്തെ ഋതുക്കൾക്ക് ഭൂമിയിലെ ഋതുക്കളോടു വളരെ സാദൃശ്യമുണ്ടായിരിക്കണം. നിരീക്ഷകന്മാർ ചൊവ്വയുടെ നിരക്ഷവൃത്തപാൎശ്വങ്ങളിൽ ഉഷ്ണകാലത്തു കുറയുന്നതും ശീതകാലത്തു വൎദ്ധിക്കുന്നതുമായ വെളുത്ത അടയാളങ്ങൾ കാണാറുണ്ട്. ഇതു വെള്ളം തണവുകൊണ്ടു ഉറച്ചു കിടക്കുന്ന ഹിമസമുച്ചയങ്ങളാകുവാനാണ് വഴി.

ഉത്തരഭാഗത്തെ ഹിമസമുച്ചയം ഉരുകുന്ന കാലത്തു ഗ്രഹത്തിൻെറ ഉത്തരഭാഗത്തു വലക്കണ്ണികളെപ്പോലെ സംഘടിപ്പിച്ചതായ ചില രേഖകൾ ഇരട്ടയായി കാണപ്പെടുന്നു എന്നു ചില നിരീക്ഷകന്മാർ കരുതി, അവിടത്തെ ബുദ്ധിമാന്മാരായ നിവാസികൾ ജലസേചനത്തിന്നുണ്ടാക്കിയ ചാലുകളാണ് ഇവ എന്നും, ആ ചാലുകളുടെ വക്കത്തുള്ള വൃക്ഷലതാദികൾ തഴക്കുമ്പോഴാണ് ചാല് ഇരട്ടിച്ചതായിത്തോന്നുന്നതെന്നും വാദിച്ചു. പക്ഷെ അടുത്ത കാലത്തെ സൂക്ഷ്മതരമായ നിരീക്ഷണങ്ങൾ കൊണ്ടു ചാലുകൾ ഇരട്ടിക്കുന്നതു ഒരു തോന്നൽ മാത്രമായിരു

ന്നൊന്നും, ചൊവ്വയിലെ ജലസേചനപദ്ധതി വാദത്തിന്നു അടിസ്ഥാനമില്ലെന്നും അഭിപ്രായപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. പ്രത്യേകിച്ച് ഉച്ച സമയത്തുകൂടി നിരക്ഷരേഖയിൽ ഉഷ്ണം 10 ഡിഗ്രി സെൻററിഗ്രേഡായിരിക്കയുള്ളു എന്നും, അസ്തമിക്കുന്നതിന്നു മുമ്പിൽ അതു വെള്ളം ഉറയ്ക്കുവാൻ പററിയ വിധത്തിൽ താണുപോകുമെന്നും, രാത്രി നമ്മെപ്പോലെയുള്ളവക്ക് ഒരു വിധത്തിലും സഹിക്കുവാൻ വയ്യാത്ത ശൈത്യമുണ്ടാകുമെന്നും നിരീക്ഷണങ്ങളിൽനിന്നു മനസ്സിലാക്കുവാൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഏതായാലും ബുദ്ധിമാന്മാരായ ജീവികഠം ചൊവ്വയിൽ നിവസിക്കുന്നുണ്ടെന്നുള്ളതിന്നു അഭിജ്ഞന്മാർ നിസ്സംശയം സമ്മതിക്കുന്ന ലക്ഷണങ്ങഠം ഒന്നുമില്ല. കലഹംകൊണ്ടു ചൊവ്വയെ പാപപങ്കിലമാക്കുവാൻ നമ്മെപ്പോലെയുള്ളവർ ചൊവ്വയിൽ താമസിക്കുന്നില്ലെന്നുള്ളതിന്നു തെളിവുകളുണ്ടെന്നു കരുതുകയും ചെയ്യാം. ജീവിതവൈചിത്ര്യത്തിന്നു അതിരുകഠം ഇല്ലാത്തതിനാൽ, ഈ കാൎയ്യത്തിൽ ഒന്നുംതന്നെ നമുക്ക് തീൎച്ചയായിപ്പറഞ്ഞുകൂടാ.

ചൊവ്വയുടേയും വ്യാഴത്തിൻേറയും ഇടയിലുള്ള ചെറുഗ്രഹങ്ങളിൽ പലതിൻേറയും സഞ്ചാരമാൎഗ്ഗങ്ങളും പൎയ്യയകാലങ്ങളും ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ നിൎണ്ണയിച്ചിട്ടുണ്ട്. ചിലതെല്ലാം അധികം ആയതമായ വൃത്തങ്ങളിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതിനാൽ, നമ്മുക്കടുത്തു വരാറുണ്ട്. അവയുടെ അകലം അളന്നും സൌരവ്യൂഹത്തിൻെറ തോതു നിശ്ചയിക്കുവാൻ ശ്രമിച്ചിട്ടുണ്ട്. സെറസ്, പാലാസ്, ജൂനോ, വെസ്റ്റ എന്നീ നാലെണ്ണങ്ങളുടെ വ്യാസങ്ങഠം ക്രമത്തിൽ 485 മൈ, 304 മൈ, 118 മൈ, 243 മൈലുകളാണെന്നു നിൎണ്ണയിച്ചിട്ടുണ്ട്. 20 മൈലിലധികം വ്യാസമില്ലാത്തവയും ഈ ചെറുഗ്രഹങ്ങളുടെ കൂട്ടത്തിലുണ്ട്. വലിയ പിണ്ഡങ്ങളുടെ അടുത്തുവരുന്ന ഗോളങ്ങഠം പിണ്ഡത്തിൻെറ ആകൎഷണാന്തരംകൊണ്ടു പൊട്ടിത്തകരുമെന്നു മുമ്പു പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ട്. ചൊവ്വയുടേയും വ്യാഴത്തിൻേറയും ഇടയിൽ മുമ്പുണ്ടായിരുന്ന സാമാന്യം വലിയ ഒരു ഗ്രഹം അത്യായതവൃത്ത

ത്തിൽ സഞ്ചരിക്കയാൽ വ്യാഴത്തിൻെറ അരികത്ത് അതിരു ക വിഞ്ഞ് വരികയും, അപ്പോഠ ആ ഗ്രഹം പൊട്ടിച്ചിതറിപ്പോകയും ചെയ്തതിൽനിന്നുത്ഭവിച്ചവയാണ് ഈ ചെറുഗ്രഹങ്ങളെന്നാണ് ഇപ്പോഠ വിശ്വസിച്ചുപോരുന്നത്.

ഗ്രഹങ്ങളിൽവെച്ച് ഏററവും വലിയതാകുന്നു വ്യാഴം. അതിൻെറ ഭ്രമണകാലം 9 മ 55 മി 20 സെ ആകുന്നു. അതിനെ ഒരു ചെറിയ ദൂരദശിനിയിൽകൂടിക്കാണുന്നതുതന്നെ മനോഹരമായ ഒരു കാഴ്ചയാകുന്നു. അതു തെററന്നെ ഉരുണ്ടതായിട്ടല്ല നാം കാണുന്നത്. ഒരു വശം എതിരായ വശത്തേക്കാഠ അല്പം വിസ്താരം കൂടിയിരിക്കും. വിസ്താരം കൂടിയ വഴിക്കാകുന്നു അതിൻെറ നിരക്ഷരേഖ. നിരക്ഷരേഖക്കു സമാന്തരമായി രണ്ടു ഭാഗത്തും നിളത്തിൽ കിടക്കുന്നവയും മങ്ങിയ ചുവപ്പോടുകൂടിയതും ആയ പടലങ്ങളും അവയിൽ ചില ഇരുണ്ട അടയാളങ്ങളും കാണാം. നാം കാണുന്നതു ഉറച്ച ഗ്രഹപൃഷ്ഠമല്ലെന്നും അതിൻെറ മീതെയുള്ള മേഘപടലങ്ങളെയാണെന്നും ശാസ്ത്രവിദഗ്ധന്മാർ പറയുന്നു. മേഘപടലങ്ങഠതന്നെ വളരെ തണുത്ത അംഗാരാമ്ലവാതകം ഉറച്ച ദ്രാവകബാഷ്പങ്ങളാവാം. ദൂരദശിനിയിൽകൂടി നോക്കുമ്പോഠ നമ്മെ ആദ്യമായി ആകർഷിക്കുന്നതു അതിൻെറ ഇരുവശങ്ങളിലായിക്കാണുന്ന നാലു ഉപഗ്രഹങ്ങളാണ്. അല്പനേരം ഗ്രഹത്തെ നോക്കിക്കൊണ്ടിരുന്നാൽ ഉപഗ്രഹങ്ങഠ ഗ്രഹത്തോടു അല്പം അടുക്കുന്നതും അതിൽനിന്നു അകലുന്നതും കാണാം. ഇപ്പോഠ വ്യാഴത്തിൻെറ ചുററും 9 ഉപഗ്രഹങ്ങഠ സഞ്ചരിക്കുന്നതായി അറിയും. അവയുടെ ഗ്രഹത്തിൽനിന്നുള്ള ദൂരവും പര്യയകാലങ്ങളും താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

ഉപ ഗ്രഹം	ഗ്രഹത്തിൽനിന്നു ള്ള ദൂരം (മൈൽ)	പര്യയകാലം ദി. മ മി. സെ	ഉപ ഗ്രഹം	ഗ്രഹത്തിൽനിന്നു ള്ള ദൂരം (മൈൽ)	പര്യയകാലം
I	2,61,000	1 18 27 34			സുമാറ്
II	4,15,000	3 13 13 42	VI	—	251ദിവസം
III	6,64,000	7 3 42 33	VII	—	265 ,,
IV	11,67,000	16 16 32 11	VIII	—	26 മാസം
V	1,12,000	0 11 57 22	IX	—	3 കൊല്ലം

From Ball's Story of the Heavens.

ഇതിൽ IX-ാമത്തേതിന്നും VIII-ാമത്തേതിന്നും ഗതി വക്രമാകുന്നു. ഇതു അസാധാരണമാകുന്നു. ഉപഗ്രഹങ്ങളെല്ലാം ആദ്യകാലങ്ങളിൽ ഗ്രഹങ്ങളിൽനിന്നു വിട്ടുപോയ അംശങ്ങളാണെന്നാണ് അഭിജ്ഞമതം. നമ്മുടെ ചന്ദ്രൻ ഒരു കാലത്തു ഭൂമിയുടെ ഭാഗമായിരുന്നു എന്നും ചന്ദ്രൻ വേർപെട്ടുപോയ സ്ഥാനത്താണ് ശാന്തസമുദ്രമെന്നും ചിലർ വിശ്വസിക്കുന്നു. അങ്ങിനെയാവാൻ വഴിയുണ്ടെന്നു ഈ ഭാഗം 9-ാം അദ്ധ്യായത്തിൽനിന്നു കാണാം. വ്യാഴത്തിൻെറ ആദ്യത്തെ 7 ഉപഗ്രഹങ്ങളും വ്യാഴത്തിൽനിന്നുതന്നെ ഉത്ഭവിച്ചവയായിരിക്കണം. അവ ഗ്രഹഭ്രമണത്തിൻെറ വഴിക്കുതന്നെ ഗ്രഹത്തെ പരിവൎത്തനം ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ അവസാനത്തെ രണ്ടും അങ്ങിനെയല്ല. ഗ്രഹഭ്രമണത്തിന്നെതിരായ വഴിക്കാകുന്നു അവ പരിവൎത്തനം ചെയ്യുന്നത്. ഈ രണ്ടു ഉപഗ്രഹങ്ങളും ഗ്രഹത്തിൻെറ ആകൎഷണംകൊണ്ടു പുറമെയുള്ള പിണ്ഡങ്ങളെ ബദ്ധരാക്കി തൻെറ ചുറവും പരിവൎത്തനം ചെയ്യിപ്പിച്ചതായിരിക്കണം. ഇതു എങ്ങിനെ സംഭവിക്കുന്നു എന്നു ഈ അദ്ധ്യായത്തിൻെറ അവസാനം പറയും. (ഈ ഭാഗം ഒന്നാം അദ്ധ്യായത്തിലെ ആയതവൃത്തവിവരണവും നോക്കുക) ശനിയുടെ 9-ാമത്തെ ഉപഗ്രഹവും വരുണൻെറ ഏകമായ ഉപഗ്രഹവും ഇങ്ങിനെ ഉത്ഭവിച്ചവയാവാൻ വഴിയുണ്ട്. പ്ലൂട്ടോ എന്ന പുതിയ ഗ്രഹം വരുണൻെറ ഉപഗ്രഹങ്ങളിൽ ഒന്നായിരുന്നു എന്നും പുറമെനിന്നുള്ള ആകൎഷണംകൊണ്ടു വരുണനെ വിട്ടു ഗ്രഹമായി സഞ്ചരിക്കുന്നുവെ

ന്നം ചിലർ അഭിപ്രായപ്പെട്ടുന്നു. ഇതിന്നു മതിയായ പുറത്തുനിന്നുള്ള ആകൎഷണം വിഭാവനം ചെയ്യുവാൻതന്നെ പ്രയാസം കാണുന്നു.

സൌരവ്യൂഹത്തിൽ രണ്ടാമത്തെ വലിയ ഗ്രഹമാകുന്നു ശനി. അതിന്റെ ഭ്രമണകാലം 10 മ 14 മി ആകുന്നു. ദൂരദൎശിനിയിൽകൂടി നോക്കിയാൽ ഒന്നാമതായിക്കാണുന്നതു അതിന്റെ ചുററമുള്ള ഒരു ശുഭ്രവലയമാകുന്നു. ചെറിയ ദൂരദൎശിനിയിൽകൂടി ഇതു ഒററവലയമെന്നു തോന്നുമെങ്കിലും വലിയവയിൽകൂടി ഇതു മൂന്നെണ്ണമായിക്കാണാം. ഉപഗ്രഹങ്ങളെപ്പോലെ ഈ മൂന്നു വലയങ്ങളും ഗ്രഹത്തിന്നു ചുററും വെവ്വേറെ പൎയ്യയകാലങ്ങളിൽ പോയിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഈ വലയങ്ങളെ ഗ്രഹം നില്ക്കുന്ന സ്ഥിതിയനുസരിച്ച് വീതിയുള്ള ഒരു വരയായും, വീതി കുറഞ്ഞും കൂടിയുമുള്ള ആയതവൃത്തങ്ങളായും കാണാം. വലയങ്ങളെ അല്പം വീതിയുള്ള ആയതവൃത്തമായിക്കാണുമ്പോൾ, ഗ്രഹത്തെ അതിന്നുള്ളിൽ വെച്ച ഒരു പന്തുപോലെ ഭംഗിയിൽ കാണാം. ഈ വലയങ്ങൾ കൂടാതെ ശനിക്ക് പത്തു ഉപഗ്രഹങ്ങളും ഉണ്ട്. ഈ ഉപഗ്രഹങ്ങളുടെ എല്ലാററിന്റേയും കക്ഷകൾക്കുള്ളിലാകുന്നു വലയങ്ങളുടെ സ്ഥിതി. ഈ വലയങ്ങൾ മൂന്നും ശനിയുടെ മൂന്നു ഉപഗ്രഹങ്ങളായിരുന്നു എന്നും റോഷെ ചൂണ്ടിക്കാണിച്ച അപായസീമയുടെ ഉള്ളിൽ കടക്കയാൽ പൊട്ടിത്തകൎന്നുപോയി ആ കഷണങ്ങൾ ശനിയുടെ ചുററും പരിവൎത്തനം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്നവയെയാണ് നാം ഇന്നു വലയങ്ങളായിക്കാണുന്നതെന്നും വിചാരിപ്പാൻ ന്യായമുണ്ട്. ശനിയുടെ പത്തു ഉപഗ്രഹങ്ങളുടെ പേരുകളും, ഗ്രഹകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നുള്ള ദൂരങ്ങളും, പൎയ്യയകാലങ്ങളും താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

ഉപഗ്രഹം	ഗ്രഹത്തിൽനിന്നുള്ള ദൂരം (മൈൽ)	പൎയ്യയകാലം ദി. മ. മി. സെ.
മീമാസ്	115,000	0 22 37 6
എനസിലാഡ്സ്	148,000	1 8 53 7
ററിത്തിസ്	183,000	1 21 18 26
ഡയോണി	235,000	2 17 41 9
റിയം	329,000	4 12 25 12
ററിററാൻ	760,000	15 22 41 27
ഹൈപ്പേരിയൻ	921,000	21 6 38 31
ഇയാപ്പെററസ്	2215,000	79 7 56 40
ഫോബ്	—	550 10 34
തെമിസ്	—	20 20 24

Ball's Story of the Heavens.

ഇന്ദ്രനും വരുണനും അവരുടെ അക്ഷങ്ങൾക്കു ചുററും തിരിയുന്ന കാലം ഇപ്പഴും നിൎണ്ണയിച്ചിട്ടില്ല. ഇന്ദ്രന്നു നാലു ഉപഗ്രങ്ങളും വരുണന്നു ഒരു ഉപഗ്രഹവും ഉണ്ട്. അവയുടെ ഗ്രഹത്തിൽനിന്നുള്ള അകലങ്ങളും പൎയ്യയകാലങ്ങളും താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

ഇന്ദ്രന്റെ ഉപഗ്രഹങ്ങൾ—

1. ഏരീൽ 119,000 മൈ. 2 ദി 12 മ 29 മി 21 സെ.
2. അംബ്രീൽ 166,000 ,, 4 ,, 3 ,, 27 ,, 37 ,,
3. ററിററാനിയ 272,000 ,, 8 ,, 16 ,, 56 ,, 30 ,,
4. ഓബറോൻ 364,000 ,, 13 ,, 11 ,, ' ,, 6 ,,

വരുണന്റെ ഉപഗ്രഹം—

220,000 ,, 5 ,, 21 ,, 2 ,, 44 ,,

പ്ലൂട്ടോ എന്ന അവസാനത്തെ ഗ്രഹത്തിന്റെ സഞ്ചാരമാൎഗ്ഗത്തേയും വലിപ്പത്തേയും ഭ്രമണത്തേയും പററി ഇപ്പഴും വേണ്ടവിധം കൃത്യമായി അറിവായിട്ടില്ല. ഗ്രഹം ഏതാണ്ട് ഭൂമിയോളം വലിപ്പമുണ്ടായിരിക്കണം എന്നൂഹിച്ചിരിക്കുന്നു.

IV. ധൂമകേതുക്കൾ അഥവാ വാൽനക്ഷത്രങ്ങൾ.

ഒരു കാലത്തു ഗ്രഹണംതന്നെ ജനങ്ങളെ ഭയാക്രാന്തരാക്കിയിരുന്നു. ഇന്നും അതിൻെറ ലക്ഷണങ്ങൾ ജനങ്ങളുടെ ആചാരങ്ങളിൽ കാണുന്നുണ്ട്. ഗ്രഹസഞ്ചാരവും നിരീക്ഷകന്മാരെ വിസ്മയിപ്പിക്കാതിരുന്നില്ല. എങ്കിലും ഗ്രഹഗതികളിലുള്ള നിയമങ്ങൾ ഗ്രഹിച്ച് അവയുടെ ഖഗോളസ്ഥാനങ്ങളും, ഗ്രഹണം മുതലായവയും ഗണിക്കുവാൻ പ്രാചീനകാലത്തുതന്നെ സാധിച്ചു. ഇതു പ്രപഞ്ചം നിയമാത്മകമാണെന്ന ബോധത്തെ കൂടി ജനങ്ങളിൽ ഉൽപാദിപ്പിച്ചു. എങ്കിലും ചില വ്യോമസംഭവങ്ങൾ അടുത്ത കാലംവരെ ജനങ്ങളെ പരിഭ്രമിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നു. ഈ സംഭവങ്ങൾ നിയമാതീതമായി ജനങ്ങൾക്കു തോന്നി. അവയിൽ ഒന്നാകുന്നു ധൂമകേതുക്കളുടെ അപ്രതീക്ഷിതമായ വെളിവാട്. കുറച്ചുകാലംമാത്രം ഈ അത്ഭുതവസ്തു ആകാശത്തിൽ കാണപ്പെട്ടു പിന്നേയും അന്തരീക്ഷത്തിൻെറ അഗാധതയിൽപ്പോയി മറയുന്നു. മറെറാരു സംഭവമാകുന്നു ഇടക്കിടെ ഉണ്ടാകാറുള്ള നക്ഷത്രപ്രപാതം, അഥവാ ഉൽകാപതനം. ഇടക്ക് ചില പുതിയ നക്ഷത്രങ്ങൾതന്നെ ആകാശത്തു കാണപ്പെടാറുണ്ട്. ഈ സംഭവങ്ങളെല്ലാം അഹിതസൂചകങ്ങളാണെന്നു വിദ്വാന്മാർപോലും ഇന്നു വിശ്വസിക്കുന്നു.

പുരാതനകാലങ്ങളിൽ കാണപ്പെട്ട അനേകം ധൂമകേതുക്കളെപ്പററി പ്രാചീനഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ പറഞ്ഞിട്ടുണ്ടത്രേ. അടുത്ത കാലത്തും ഈവക സംഭവങ്ങളെ എഴുതിവെച്ചിട്ടുണ്ട്. 1680ൽ ഒരു വലിയ ധൂമകേതു പ്രത്യക്ഷമായി. ഒക്ടോബർ മാസം തൊട്ടു കാണുവാൻ തുടങ്ങിയ ഈ വസ്തു ഡിസമ്പ്ര് 18-ാം തിയതിവരെ സൂര്യനോടടുത്തു വന്നു. അല്പം ദിവസങ്ങൾക്കുള്ളിൽ സൂര്യനെ വലംവെച്ച്, വന്ന വഴിക്കുതന്നെ പോയി. എപ്രിൽമാസത്തോടുകൂടി തീരെ അപ്രത്യക്ഷമായി. ധൂമകേതുവിൻെറ സഞ്ചാരവും ഗുരുത്വാകർഷണനിയമങ്ങൾക്ക് അധീനമായിരിക്കണമെന്നു കരുതിയ സേർ. ഐസാക്ക് ന്യൂട്ടൻ അതിൻെറ സ

ഞ്ചാരമാൎഗ്ഗം നിൎണ്ണയിച്ചു. അദ്ദേഹത്തിന്നു അതു ഉന്മീലികയിൽനിന്നു വിഭിന്നമെന്നു തോന്നിയില്ല. അങ്ങിനെയാണെങ്കിൽ ആ ധൂമകേതു സൌരവ്യൂഹത്തിന്നു പുറത്തുനിന്നു വന്നു ഒരു പക്ഷെ ഏതെങ്കിലും പുറത്തുള്ള വലിയ ഗ്രഹത്തിൻെറ ആകൎഷണംവഴി സൌരവ്യൂഹത്തെ പ്രവേശിച്ച് സൂൎയ്യൻെറ ആകൎഷണത്തിൽപെട്ട് അതിനെ സമീപിച്ച് വലംവെച്ച്, അപ്പോഠം വൎദ്ധിച്ച് വന്ന വേഗതയോടുകൂടി സൂൎയ്യനെ വിട്ട് ഇനി വരാത്തവണ്ണം അന്തരീക്ഷത്തിലേക്കുതന്നെ മടങ്ങിപ്പോയിരിക്കണം. ചലനഗണിതനിയമങ്ങഠം പരിചയമില്ലാത്ത വായനക്കാർ പ്രത്യേകം ചിലതു ഓൎക്കുവാനുണ്ട്. സൂൎയ്യൻെറ നേൎക്കു വരുന്ന വസ്തുക്കഠം സൂൎയ്യനിൽ പതിക്കുകമാത്രം ചെയ്യും. നേൎക്കു വരാത്തവ അതിനെ ചുററി പ്രോന്മീലിക വഴിയായോ, ഉന്മീലിക വഴിയായോ, ആയതവൃത്തം വഴിയായോ സഞ്ചരിച്ചു വിട്ടുപോകും. പഥത്തിൻെറ ആകൃതി സൂൎയ്യനിൽനിന്നുള്ള അകലത്തേയും അപ്പോഴുള്ള വേഗതയേയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. പഥം പ്രോന്മീലികയോ ഉന്മീലികയോ ആയാൽ പിന്നെ ആ വസ്തു മടങ്ങിവരികയില്ല. ആയതവൃത്തമാണെങ്കിൽ മടങ്ങിവരാതെ കഴികയുമില്ല. ഇതെല്ലാം പോകുന്ന വഴിക്ക് മററാരും ആകൎഷിച്ചില്ലെങ്കിൽ. ഇതു സൂൎയ്യനെ സംബന്ധിച്ചു മാത്രമല്ല, ആകൎഷിക്കുന്ന ഏതു വസ്തുവെ സംബന്ധിച്ചും ശരിയാകുന്നു. ഇതു ഇടയിൽ പറഞ്ഞതുമാത്രം. ന്യൂട്ടൻ ധൂമകേതുവിൻെറ മാൎഗ്ഗം ഉന്മീലികയെന്നു നിൎണ്ണയിച്ചു. പക്ഷെ ഹാലി എന്ന ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞൻ പണ്ടു വന്നിട്ടുള്ള ധൂമകേതുക്കളുടെ റിക്കാർഡുകഠം പരിശോധിച്ചു ഇതിൻെറ പരിവൎത്തനകാലം 575 സംവത്സരങ്ങളായിരിക്കണമെന്നു ഊഹിച്ചു. 531ലും 1106ലും ഇതുപോലത്തെ ധൂമകേതുക്കഠം ഉണ്ടായിരുന്നു. ഈ ഊഹം ശരിയാണെങ്കിൽ ഈ ധൂമകേതു ഇനി 2255ലായിരിക്കും പ്രത്യക്ഷപ്പെടുക. പൎയ്യയകാലം ക്ലുപ്തമായ ധൂമകേതുക്കഠം സഞ്ചരിക്കുന്നതു ആയതവൃത്തങ്ങളിലായിരിക്കും. അത്യായതവൃത്തങ്ങളുടെ ഒരു നാഭിക്കടുത്ത പ്രദേശം മാത്രം കണ്ടാൽ, അതു ഉന്മീലികയിൽനിന്നു തിരിച്ചറിയുവാൻ

പ്രയാസപ്പെട്ടും. ഇതിന്നും പുറമെ ഉന്മീലികയിൽ സഞ്ചരിക്കു ന്ന ധൂമകേതുക്കളുടെ പഥങ്ങൾ ഗ്രഹങ്ങളുടെ ആകൎഷണംകൊണ്ടു ഗതിയിൽ ഭേദം വന്ന് അത്യായതവൃത്തങ്ങളാകുവാനും, നേരെ മറിച്ചു അത്യായതവൃത്തരൂപമായ പഥങ്ങൾ ഗതിഭേദംകൊണ്ടു ഉന്മീലികയാകുവാനും എളുപ്പമുണ്ട്. അതിനാൽ സൌരവ്യൂഹത്തിൻെറ പുറമെനിന്നു വന്ന ധൂമകേതുക്കൾ സൌരവ്യൂഹത്തിലെ സ്ഥിരവാസികളാകുവാനും, സ്ഥിരവാസികൾ വിട്ടു പോകുവാനും വഴിയുണ്ട്.

1682ൽ മറെറാരു ധൂമകേതു പ്രത്യക്ഷമായി. ഹാലി അതിൻെറ സഞ്ചാരമാൎഗ്ഗം വളരെ നിഷ്കൎഷയോടെ ഗണിച്ചു. അതിൻെറ പൎയ്യയകാലം 75 കൊല്ലമാണെന്നു കണ്ടു. പഴയ റിക്കാർഡുകൾ പരിശോധിച്ചപ്പോൾ കെപ്ലർ അതിനെ 1607ൽ കണ്ടിരുന്നു എന്നറിഞ്ഞു. അതിന്നും മുമ്പു 1531ലും 1456ലും വലിയ ധൂമകേതുക്കളെ കണ്ട റിക്കാർഡുകളും ഉണ്ട്. ഇവയിൽ നിന്നെല്ലാം പൎയ്യയകാലം 75½ കൊല്ലമെന്നും, ഈ ധൂമകേതു 1758ൽ പിന്നേയും കാണപ്പെട്ടുമെന്നും ഒരു വിധം തീൎച്ചയാക്കി. എങ്കിലും വലിയ ഗ്രഹങ്ങളുടെ ആകൎഷണംകൊണ്ടു മടങ്ങിവരുന്നതിൽ താമസം വരുമോ എന്നു സംശയിച്ചിരുന്നു. ആ കാലം സമീപിച്ചപ്പോൾ ക്ലെയറൗട്ട് എന്ന ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞൻ വളരെ യത്നിച്ച് വ്യാഴത്തിൻേറയും ശനിയുടേയും ആകൎഷണംകൊണ്ടു 618 ദിവസത്തോളം താമസം നേരിടാമെന്നു കണ്ട് 1759 ഏപ്രിൽ മാസത്തിലായിരിക്കും അതിൻെറ പിന്നത്തെ വരവെന്നു പ്രഖ്യാപിച്ചു. ഈ ധൂമകേതു ആ തവണ സൂൎയ്യന്ന് ഏററവും അടുത്തുവന്നതു 1759 മാൎച്ച് 12-ാംതിയതിയായിരുന്നു. ഈ ധൂമകേതുവെ ഹാലിയുടെ ധൂമകേതു (Halley's Comet) എന്നു പറഞ്ഞു വരുന്നു. ഇതാണ് 1910 ഏപ്രിൽ മേയിമാസങ്ങളിൽ ഇവിടെ കാണപ്പെട്ടത്. ഒരു ദിവസം പുലരുന്നതിന്നു മുമ്പ് കണ്ടതായി ഓൎക്കുന്നുണ്ട്. അതിൻെറ നക്ഷത്രംപോലെയുള്ള ഭാഗം ഉദിച്ചിട്ടുണ്ടായിരുന്നില്ല. കേതുവെന്ന ഭാഗം

കിഴക്കു ക്ഷിതിജം തൊട്ടു നാല്പതു അമ്പതു ഭാഗം ഉയരത്തേക്കു നീണ്ടു കിടന്നിരുന്നതായി ഓൎക്കുന്നു. കേതുവിന്നു വളരെ വിസ്താരവും ശോഭയും ഉണ്ടായിരുന്നു. പിന്നീട് അസ്തമനത്തിന്നു ശേഷം പടിഞ്ഞാറു ക്ഷിതിജത്തിൽനിന്നു കുറെ ഉയരത്തായി കണ്ടിരുന്നു. കേതുവിന്നു ഒരു ചെറിയ വളവുണ്ടായിരുന്നു. പതിനാറു പതിനേഴു ഭാഗത്തോളം നീട്ടമുള്ള അതിന്റെ അടിഭാഗം വീതി ചുരുങ്ങിയതും മുകറം ഭാഗം വീതിയേറിയതുമായിരുന്നു. ഇങ്ങിനെ കുറെ ദിവസം കണ്ടു. ദിവസംതോറും അതു ചെറുതായി വന്നു തീരെ കാണാതായി. ഇതു ചെറുപ്പത്തിൽ കണ്ട ഓൎമ്മയിൽനിന്നു മാത്രം എഴുതുന്നതാണ്.

ഇപ്പോഠ 3ഉം, 5ഉം, 7ഉം, 13ഉം കൊല്ലങ്ങളിൽ സൂൎയ്യനെ അത്യായതവൃത്തങ്ങളിൽ പൎയ്യയനം ചെയ്യുന്ന കുറെ ധൂമകേതുക്കളെ ജ്യൌതിഷികഠക്കറിയാം. ഒരിക്കൽ മാത്രം കണ്ട് പിന്നെ കാണാത്തതായ ധൂമകേതുക്കളും ഉണ്ട്.

ധൂമകേതുക്കളുടെ പഥം അപക്രമവൃത്തത്തിന്നരികത്തുതന്നെ വേണമെന്നില്ല. ആകാശത്തിൽ ഏതു ഭാഗത്തും പ്രത്യക്ഷമായി ഏതു വഴിക്കും സഞ്ചരിച്ച് സൂൎയ്യനെ ചുററി ഏതെങ്കിലും വഴിക്ക് പോയെന്നു വരാം.

ധൂമകേതുക്കളെ വെറും കണ്ണുകൊണ്ടു കാണാവുന്നതിന്നു മുമ്പ് ദൂരദൎശിനികളിൽക്കൂടി കാണുമ്പോഠ ചിലത് ഒരു മേഘശകലംപോലേയും ചിലതു ഒരു മങ്ങിയ നക്ഷത്രംപോലേയും കാണപ്പെടുന്നു. ദിവസം കഴിയുംതോറും മങ്ങിയ നക്ഷത്രംപോലെയിരിക്കുന്ന കേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററുമുള്ള ആവരണം വൎദ്ധിച്ചു വരുന്നു. സൂൎയ്യനോട് അടുക്കുന്നതോടുകൂടി ആവരണത്തിന്റെ തുടൎച്ചയെന്ന നിലയിൽ ഒരു കേതു(കൊടിക്കൂറ എന്നൎത്ഥ)വും ഉണ്ടാകുന്നു. കേതു എല്ലായ്പ്പോഴും സൂൎയ്യനിൽനിന്നു എതിർഭാഗത്തേക്കു തിരിഞ്ഞിരിക്കും. കേതു ചെറുതും വലുതുമാകാം.

സൌരവ്യൂഹത്തിൽ സ്ഥിരവാസികളായ ധൂമകേതുക്കളുടെ പഥങ്ങളായ ആയതവൃത്തങ്ങളുടെ ഒരററം സൂൎയ്യന്നടുത്തും മറെറ

അററം ഏതെങ്കിലും വലിയ ഗ്രഹത്തിൻെറ കക്ഷക്കടുത്തും കിട ക്കുന്നതിനാൽ ധൂമകേതുക്കാം സൌരവ്യൂഹത്തിൻെറ പുറത്തുള്ള അന്തരിക്ഷഭാഗങ്ങളിൽനിന്നു സഞ്ചരിച്ച് സൌരവ്യൂഹത്തിൽ പ്രവേശിച്ച് അതാതു ഗ്രഹങ്ങളുടെ ആകൎഷണംകൊണ്ടു പഥ ങ്ങാംക്ക് വക്രത വരികയാൽ ഇവിടെ സ്ഥിരവാസികളായി കൂ ടിയവയാണെന്നു വിചാരിപ്പാൻ ന്യായമുണ്ട്.

ധൂമകേതുക്കളുടെ കേന്ദ്രത്തിൽകൂടിയും പുറമെയുള്ള നക്ഷ ത്രങ്ങളെക്കാണുവാൻ സാധിക്കുന്നതിനാൽ കേന്ദ്രം തന്നെ ഗ്ര ഹങ്ങളെപ്പോലെ കട്ടിയായ വസ്തുവാണെന്നു കരുതിക്കൂടാ. ഒന്നു കിൽ ധൂമരൂപമായതോ, അല്ലെങ്കിൽ ചെറു കട്ടകാം അന്യോ ന്യം വളരെ അടുത്തല്ലാതെ ഒന്നായിച്ചേൎന്നവയോ ആയിരിക്കാം. സൂൎയ്യന്നടുത്തു വരുമ്പോാം ആവരണവും കേതുവും ഉണ്ടായി വ ൎദ്ധിച്ച് വരുന്നതിനാൽ കേന്ദ്രം സൂൎയ്യൻെറ ഉഷ്ണംകൊണ്ടു ബാ ഷ്പമായി മാറുന്ന വസ്തുക്കളെക്കൊണ്ടു നിൎമ്മിച്ചതായിരിക്കണം. കേന്ദ്രം വാതകമായിരുന്നുകൂടാ. ചുരുങ്ങിയ വാതകപിണ്ഡത്തി ന്നു ഗുരുത്വാകൎഷണംകൊണ്ട് ഒന്നായി നില്പാൻ സാധിക്കുന്നത ല്ല. ധൂമകേതുക്കളുടെ അനേകലക്ഷം നാഴിക നീണ്ടു കിടക്കുന്ന കേതുക്കളിൽകൂടി ഭൂമിയും മററു ഗ്രഹങ്ങളും കടന്നുപോകാറുണ്ട്. എങ്കിലും ഈ ഗ്രഹങ്ങളുടെ ഗതികളിൽ ഒരു ഭേദവും വന്നുകാ ണാറില്ല. അതിനാൽ കേതുവിലെ ദ്രവ്യം വളരെ നേൎമ്മയുള്ള താണെന്നു വരുന്നു. കേതു സൂൎയ്യനിൽനിന്നു എതിരായ ഭാഗ ത്തേക്കു തിരിഞ്ഞിരിപ്പാൻ കാരണം സൂൎയ്യരശ്മികാംക്കുണ്ടെന്നറി യുന്ന ലഘുവായ മൎദ്ദനശക്തിയാകുന്നു. എന്നു വെച്ചാൽ സൂൎയ്യ രശ്മികളുടെ അടി തട്ടി അകന്നു പോകുന്നു. കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നും ആവരണത്തിൽനിന്നും പുറപ്പെടുന്ന കേതുവിലെ ലഘുവായ ദ്രവ്യം സൂൎയ്യന്നടുത്തു വരുന്ന ഓരോ തവണയും ധൂമകേതുക്കാം ക്ക് നഷ്ടമായിപ്പോകുന്നു. ആവൎത്തിച്ചു വന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ധൂ മകേതുക്കളുടെ കേതു ചെറുതായി വരുന്നു. അതിനാൽ കേതുവി ൻെറ വലിപ്പച്ചെറുപ്പം നോക്കി സൌരവ്യൂഹത്തിലെ സ്ഥിരവാ

സിയെന്ന നിലയിൽ ധൂമകേതുക്കൾക്ക് എത്ര പഴക്കം വന്നിട്ടുണ്ടെന്നുകൂടി ഊഹിക്കാം.

വെറും കണ്ണുകൊണ്ടു കാണാവുന്ന ധൂമകേതുക്കൾ വളരെ അപൂർവ്വമാണെങ്കിലും ദൂരദർശിനിയിൽകൂടികാണുന്നവ ഓരോ കൊല്ലവും ആറോ ഏഴോ ഉണ്ടായിരിക്കും. വെറും കണ്ണുകൊണ്ടു കാണുവാൻ സാധിക്കുമ്പോൾ ഇവ അശുഭസൂചകങ്ങളെന്നും അല്ലാത്തപ്പോൾ വിശേഷഫലങ്ങളില്ലാത്തവയാണെന്നും കരുതുന്നതു ന്യായരഹിതമാകുന്നു.

V. ഉൽക്കകൾ.

ഇരുട്ടുള്ള മിക്ക രാത്രികളിലും ആകാശത്തിൽ നോക്കിക്കൊണ്ടിരുന്നാൽ നക്ഷത്രങ്ങൾ വീഴുന്നതുപോലെ കാണാം. ആകാശത്തിൽ ഒരു തേജസ്സ് ഇരുപതോ മുപ്പതോ ഭാഗം നിമിഷനേരംകൊണ്ടു സഞ്ചരിച്ച് മാഞ്ഞു പോകുന്നു. ചിലപ്പോൾ ഒരു തീക്കട്ട കുറെക്കൂടിപ്പതുക്കെ കുറെ അധികം ദൂരം സഞ്ചരിക്കുന്നതായിക്കാണാം. അപൂർവ്വം ചില അവസരങ്ങളിൽ ഈ തീക്കട്ടകൾ നിലത്തെത്താറുണ്ട്. അവയെ പരിശോധിക്കുമ്പോൾ വലിയതോ ചെറിയതോ ആയ ശിലകളായിരിക്കും. ഇവയിൽ ചിലതു വെറും കല്ലുകൾ തന്നെ. ചിലതു ലോഹപിണ്ഡങ്ങളുമായിരിക്കും. ഇങ്ങിനെ വീണ പിണ്ഡങ്ങളെ പല കാഴ്ചബങ്കളാവുകളിലും സൂക്ഷിച്ചിട്ടുണ്ട്. മദിരാശി കാഴ്ചബങ്കളാവിൽ 6 ചെറിയ കല്ലുകൾ സൂക്ഷിച്ചിട്ടുണ്ട്. 1914 ഏപ്രിൽ 6-ാം തിയതി പൊന്നാനി താലൂക്ക് കുററിപ്പുറത്തു വീണ കല്ലാണ് അവയിൽ ഏററവും വലിയത്. അതിൻെറ തൂക്കം 7 റാത്തലാകുന്നു. 1896ൽ മധുരയിലെ തിരുപ്പത്തൂരിൽ വീണ കല്ലിൻെറ തൂക്കം 7 ഔൺസ് മാത്രമാകുന്നു. കൽക്കത്താ കാഴ്ചബങ്കളാവിൽ അനവധി ടൺ തൂക്കമുള്ള ഒരു വ്യോമശില സൂക്ഷിച്ചുവെച്ചിട്ടുണ്ടത്രെ. തെക്കെ ആഫ്രിക്കയിൽ ജോഹനസ്സ്ബർഗ്ഗിലെ കാഴ്ചബങ്കളാവിൽ ഏതാണ്ട് പത്തു പന്ത്രണ്ട് ഘനടി പരിമാണമുള്ള ഒരു കല്ല് കണ്ടിട്ടുണ്ട്. മററും അനേകം കാഴ്ചബ

ങ്ങളാവുകളിൽ ഈ വിധം കല്ലുകറം വെച്ചിട്ടുണ്ട്. ഈ ലോഹ ശിലാപിണ്ഡങ്ങളിലെ ദ്രവ്യം നമുക്ക് അപരിചിതമല്ല. അതു ഭൂമിയിൽ കാണുന്ന കല്ലുകളും ലോഹങ്ങളും തന്നെയാകുന്നു. എന്നാൽ പരിശോധിച്ചാൽ അവയെ തിരിച്ചറിവാൻ പററിയ ലക്ഷണങ്ങറം കാണാം. കടലിൻെറ അടിയിൽനിന്നു കിട്ടുന്ന കല്ലുകളിൽ ചിലത് ഈ ലക്ഷണങ്ങളോടുകൂടിയവയാകുന്നു. അവ കടലിൽ വീണ വ്യോമശിലകളായിരിക്കണം.

വലിയ കല്ലുകറം വീഴുമ്പോറം അവ പൊട്ടി ഇടിമുഴക്കം പോലെ ശബ്ദമുണ്ടാക്കുന്നു. എല്ലാം അത്യുഷ്ണംകൊണ്ടു കത്തി ജ്വലിക്കുന്നപോലേയും ഇരിക്കും. ഭൂമിയിൽ വീണാൽ ആ ശക്തിയോടുകൂടി കുറെ അധികം ആഴത്തിൽ ആണ്ടുപോകുന്നു. അവയെ എല്ലായ്പോഴും കുറെ ആഴം കുഴിച്ചെടുക്കേണ്ടിവരും. അമേരിക്കയിൽ അറിസോണ എന്ന സ്ഥലത്തു ചരിത്രാതീത കാലത്തു വീണ ഒരു ശില വളരെ വിസ്താരത്തിൽ അധികം ആഴത്തിൽ ഭൂമിയിലുണ്ടാക്കിയ ദ്വാരം ഇപ്പോഴും കാണുന്നുണ്ടു പോൽ.

ഇപ്രകാരം വീഴുന്ന കല്ലുകറംക്ക് ഉഷ്ണം എവിടെനിന്നുണ്ടാകുന്നു? അന്തരീക്ഷത്തിൽ സൂര്യൻേറയും നക്ഷത്രങ്ങളുടേയും അടുത്തല്ലാതെ ഇത്രയധികം ഉഷ്ണമില്ല. മിക്ക പ്രദേശങ്ങളും വളരെ തണുത്തിരിക്കും. നക്ഷത്രങ്ങളിൽനിന്നാണ് ഈ കല്ലുകറം പുറപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതെങ്കിൽത്തന്നെ ഇവിടെ എത്തുമ്പോഴേക്കും വളരെ തണുത്തുപോകും. മററു ഗ്രഹങ്ങളിലുള്ള അഗ്നിപർവ്വതങ്ങളിൽനിന്നാണോ ഇവ പുറപ്പെടുന്നതെന്നും ഗവേഷകന്മാർ സംശയിക്കാതിരുന്നിട്ടില്ല. ഇപ്പോറം അതും ആരും വിശ്വസിക്കുന്നില്ല. വായുമണ്ഡലത്തിൽ അതിവേഗമുള്ള സഞ്ചാരംകൊണ്ട് ഇത്ര ഉഷ്ണം ഉണ്ടാകാമെന്നാണ് ശാസ്ത്രപക്ഷം. സേർ വില്യം തോമ്സൻ സെക്കണ്ടിൽ 125 അടി വീതം സഞ്ചരിപ്പിച്ച ഒരു സാധനത്തിൻെറ മുൻവശത്ത് ഒരു ഉഷ്ണമാപനി (Thermometer) പിടിപ്പിച്ചു നോക്കിയപ്പോറം, അതിൽ ഒരു ഡിഗ്രി ഉ

ഷ്ണം വൎദ്ധിച്ചതായി കണ്ടു. ഭൌതികശാസ്ത്രതത്വങ്ങളനുസരിച്ച് ഇപ്രകാരം വൎദ്ധിക്കുന്ന ഉഷ്ണം വേഗതയുടെ വൎഗ്ഗത്തിന്നനുപാതകമായിരിക്കും. ഭൂമി സ്വകക്ഷയിൽ സെക്കണ്ടിൽ 98000 ടി വീതം സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഈ സഞ്ചാരത്തിൽ നിശ്ചലമായ ഒരു ശിലാകഷണത്തെ കണ്ടുമുട്ടിയാൽ അതു വായുമണ്ഡലത്തിൽ ഭൂമിയുടെ വേഗതയോടുകൂടി സഞ്ചരിക്കുന്നതായി അനുഭവപ്പെടും. അതിൽനിന്നുണ്ടാകുന്ന ഉഷ്ണം $(98000 \div 125)^2 = 6,00,000$ ഡിഗ്രിയായിരിക്കണമല്ലോ. ഈ ഉഷ്ണത്തിൻെറ നൂറിലൊരംശത്തിൽ ഉരുകി ബാഷ്പമാവാത്ത വസ്തുക്കളില്ല. വായുമണ്ഡലത്തിൻെറ ഉപരിഭാഗത്തുള്ള വായു വളരെ നേരിയതായതുകൊണ്ട് അതിൽ ഭൂമിയുടെ വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതിനാലുണ്ടാകുന്ന ഉഷ്ണം 6,00,000 ഡിഗ്രിയോളമുണ്ടാകയില്ല. എങ്കിലും കല്ലുകളേയും ലോഹങ്ങളേയും ഉരുക്കി ബാഷ്പമാക്കുവാനും ഭസ്മമാക്കുവാനും മതിയായ ഉഷ്ണം ഉണ്ടാകുമെന്നു തീൎച്ചതന്നെ. ഭൂമിയായി കൂട്ടിമുട്ടുന്ന പിണ്ഡങ്ങളുടെ വേഗതകൊണ്ടും വായുമണ്ഡലത്തിലെ സഞ്ചാരവേഗത വൎദ്ധിച്ചുവെന്നു വരാം. വീഴുന്ന ശിലകളെ ഭൂതലത്തിൽനിന്നു 200 ഓളം മൈൽ ഉയരത്തു പ്രജ്വലങ്ങളായി കണ്ടിട്ടുണ്ട്. അതിനാൽ അത്ര ഉയരമെങ്കിലും വായുമണ്ഡലം വ്യാപിച്ചിരിക്കുന്നുവെന്നു തീൎച്ചയാക്കാം. ഏതാണ്ട് ഒരുവിധം കട്ടിയുള്ള വായു 50 മൈൽ ഉയരത്തോളമേയുള്ളുവെന്നു പറയുന്നു.

ഈ ശിലാലോഹപിണ്ഡങ്ങൾ എവിടെനിന്നു വരുന്നു? സാധാരണ രാത്രികളിൽ കുറെ അധികം നേരം നോക്കിക്കൊണ്ടിരുന്നാൽ മൂന്നോ നാലോ നക്ഷത്രപാതം കാണാം. എന്നാൽ ചില രാത്രികളിൽ അനേകശതം തേജോബിന്ദുക്കൾ ആകാശത്തിൽ നാനാഭാഗത്തേക്കും പായുന്നതു കാണാം. ഇവയെ ഉൽക്കകൾ (Shooting Stars—meteors) എന്നു പറയുന്നു. ഇവ ആകാശത്തിൽ പായുന്ന മാൎഗ്ഗങ്ങളെ ഇരുവശത്തേക്കും നീട്ടിയാൽ, എല്ലാം ഖഗോളത്തിൽ ഒരു സ്ഥാനത്തുകൂടിപ്പോകുന്ന

തായിക്കാണാം. ഈ സ്ഥാനത്തിന്നു ഉൽക്കാപതനത്തിൻെറ വികിരണകേന്ദ്രം (Radiant Point) എന്നു പറയുന്നു. അപ്പോൾ വികിരണകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു ഉൽക്കകൾ നാലുഭാഗത്തേക്കും പായുന്നുവെന്നു വരുന്നു. ഉൽക്കാപിണ്ഡങ്ങൾ ഭൂമണ്ഡലത്തോട് അടുത്തുവരുന്ന ദിക്കാണ് വികിരണകേന്ദ്രത്തിൻെറ ദിക്കെന്നു മനസ്സിലാക്കാം.

മുപ്പത്തിമൂന്നോ മുപ്പത്തിനാലോ സംവത്സരങ്ങൾ കൂടുമ്പോൾ ചിങ്ങം രാശിയിലുള്ള ഒരു വികിരണകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു അനേകസഹസ്രം ഉൽക്കകൾ പായുന്നതായിക്കാണാം. 1799, 1833, 1866 ഈ കൊല്ലങ്ങളിൽ നവമ്പ്ര് 12, 13 ഈ തിയതികളിൽ (തുലാം 27, 28 തിയതികളിൽ) അമേരിക്കയിലും യൂറോപ്പിലും ഈ ഉൽക്കാപതനം കാണുവാൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്. അന്നു ചെയ്ത നിരീക്ഷണങ്ങളിൽനിന്നു സൂര്യന്നു ചുററും ഇന്ദ്രകക്ഷവരെ നീണ്ടുകിടക്കുന്ന ഒരു അത്യായതവൃത്തത്തിൽ സ്വകക്ഷയിൽ പത്തിലൊരംശം വ്യാപിച്ചു കിടക്കുന്ന ഒരു ഉൽക്കാസമൂഹം സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നുവെന്നും, സൂര്യനെ തുലാം രാശിയുടെ അന്ത്യത്തിൽ കാണുന്ന കാലം അതായതു ഭൂമി സ്വകക്ഷയിൽ മേടം രാശിയുടെ അവസാനത്തിലെത്തുമ്പോൾ അവയുടെ കക്ഷയെ കടന്നുപോകുമെന്നും, അപ്പോൾ കക്ഷയുടെ ആ ഭാഗത്തു ഉൽക്കാസമൂഹവും ഉണ്ടെങ്കിൽ, അവയെ ഭൂമി അഭിമുഖീകരിക്കേണ്ടിവരുമെന്നും, ഇങ്ങിനെ സംഭവിക്കുന്നതു 33¼ കൊല്ലത്തിലൊരിക്കലാണെന്നും ജ്യൌതിഷികൾക്കു തീച്ചയാക്കുവാൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇങ്ങിനെ ഉണ്ടാകുമ്പോൾ ഭൂമിയുടെ ഭ്രമണംമൂലം എല്ലായിടത്തും ഉൽക്കാപതനം കണ്ടില്ലെന്നു വരും. രാത്രിസമയത്തു ചിങ്ങം രാശി കാണുന്ന നേരം നിരീക്ഷകൻ ഉള്ള പ്രദേശത്തെ വായുമണ്ഡലം ഭ്രമണവശാൽ ഉൽക്കാസമൂഹത്തെ അഭിമുഖീകരിക്കയും വേണം.

ഇത്രതന്നെ ഭയംകരമാകാറില്ലെങ്കിലും എല്ലാ കൊല്ലവും ആഗസ്റ്റ് മാസത്തിൽ വരാസവസ്സ് നക്ഷത്രഗണത്തിലെ ഒരു

വികിരണകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നുള്ള ഉൽക്കാപതനം കാണാറുണ്ട്. ഇതിന്നും കാരണം ഭ്രകക്ഷതൊട്ടു പ്ലൂട്ടോവിൻെറ കക്ഷക്കപ്പുറം വരെ നീണ്ടു കിടക്കുന്നതും 124 കൊല്ലം പൎയ്യയകാലമായതും ആയ ഒരു ഉൽക്കാസമൂഹമാണെന്നു നിൎണ്ണയിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ സമൂഹം സ്വകക്ഷ മുഴുവൻ വ്യാപിച്ചു കിടക്കയാലാണ് എല്ലാ കൊല്ലവും ഭ്രമി ഇതിനെ അഭിമുഖികരിക്കേണ്ടി വരുന്നത്.

ഇവ കൂടാതെ ചെറിയതും വലിയതുമായ ഉൽക്കാസമൂഹങ്ങളും ചെറുപിണ്ഡങ്ങളും മററു അണുപ്രായമായ വസ്തുക്കളും സൌരവ്യൂഹത്തിലും അതിന്നു പുറത്തും സഞ്ചരിക്കുന്നുണ്ടെന്നു വിചാരിക്കേണ്ടിവരുന്നു. അവയെ ഭ്രമി എതിരിടേണ്ടിവരുമ്പോഴാണ് നക്ഷത്രപതനങ്ങളും, ഉൽക്കാമാരികളും, ശിലാപതനങ്ങളും ഉണ്ടാവുന്നത്. ചെറിയ പിണ്ഡങ്ങാം ഉഷ്ണംകൊണ്ടു ഉജ്വലമായി വായുമണ്ഡലത്തിൽതന്നെ ബാഷ്പമായും ഭസ്മമായും പോകുന്നു. അല്പം വലിയവ തീരെ നശിക്കാതെ ഭ്രമിയിൽ പതിക്കുന്നു. അത്യധികം തപിതമായ പിണ്ഡങ്ങാം പെട്ടന്നു തണുത്തുപോകയാൽ, അവയിൽ ചില മാററങ്ങാം വരുന്നു. ആ മാററങ്ങളെക്കൊണ്ടാകുന്നു അവയെ പിന്നീടു തിരിച്ചറിയുന്നത്.

സൌരവ്യൂഹത്തിൻെറ പുറത്തുനിന്നു വരുന്ന ഉൽക്കാസമൂഹങ്ങാം സൂൎയ്യൻെറ ആകൎഷണംമൂലം സൂൎയ്യനെ സമീപിച്ച് ചുററി പിന്നേയും സൂൎയ്യനെ വിട്ടുപോകും. ഇവയുടെ കക്ഷകാം ഉന്മീലികയോ പ്രോന്മീലികയോ ആവാം. ഗ്രഹങ്ങളുടെ ആകൎഷണംകൊണ്ടു ഇവയുടെ കക്ഷകളുടെ ആകൃതി ആയതവൃത്തമായി മാറാത്ത പക്ഷം ഇവ തിരിച്ചുവരുന്നതല്ല. മാറിയാൽ ഇവ പിന്നേയും പിന്നേയും വന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന സ്ഥിരവാസികളായി സൌരവ്യൂഹത്തിലെ അംഗങ്ങളായി കൂടാം. സിംഹരാശിസംബന്ധിയായ ഉൽക്കാസമൂഹം പുറത്തുനിന്നു വരുന്ന വഴിക്ക് സൂൎയ്യൻെറ ഇടത്തുഭാഗത്തുകൂടി പോകേണ്ടതിന്നു പകരം ഇന്ദ്രൻെറ വളരെ അരികെ വന്നതിനാൽ അതിൻെറ ശക്തിയായ

ആകൎഷണം നിമിത്തം വലത്തുഭാഗത്തേക്കു തള്ളപ്പെട്ടതിനാലാണ് അതു സൌരവ്യൂഹത്തിലെ സ്ഥിരവാസിയായി ഇന്നും സൂൎയ്യനെ ചുററിസഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതെന്നും, അതിനാലാണ് സഞ്ചാരപഥം ഇന്ദ്രകക്ഷവരെ നീണ്ടുകിടക്കുന്നതെന്നും അഭിജ്ഞന്മാർ പറയുന്നു. ഈ സംഭവം ഉണ്ടായതിൽപിന്നെ ഈ ഉൽക്കാസമൂഹം നൂറിലധികം വട്ടം സൂൎയ്യനെ വലംവെച്ചിട്ടില്ലെന്നും അവർ അഭിപ്രായപ്പെടുന്നു. അതിനാലാണത്രെ ഉൽക്കാസമൂഹം സ്വകക്ഷയിൽ പത്തിലൊരംശം മാത്രം വ്യാപിച്ചിട്ടുള്ളത്. പഴക്കം അധികമാകുമ്പോഠം ഗ്രഹങ്ങളുടെ ആകൎഷണം നിമിത്തം ഈ സമൂഹം സ്വകക്ഷയിൽ അധികം വ്യാപിക്കുമെന്നും അനുമാനിക്കുന്നു. വരാസവസ്സ്സംബന്ധിയായ ഉൽക്കാസമൂഹത്തിന്നു നല്ലവണ്ണം പഴക്കം തട്ടീട്ടുണ്ടെന്നു ഈ അഭിപ്രായത്തിൽനിന്നു വരുന്നു.

ധൂമകേതുക്കളുടേയും ഉൽക്കാസമൂഹങ്ങളുടേയും സഞ്ചാരമാൎഗ്ഗങ്ങഠംക്ക് വളരെയധികം സാദൃശ്യമുണ്ട്. ഇവയിൽ പലതും സഞ്ചരിക്കുന്ന തലങ്ങഠംതന്നെ അപക്രമതലത്തിൽനിന്നു എത്രയോ വേറിട്ടു നില്ക്കുന്നു. വാസ്തവത്തിൽ സിംഹസംബന്ധിയും വരാസവസ്സ്സംബന്ധിയും ആയ ഉൽക്കാസമൂഹങ്ങളുടെ പഥങ്ങളിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ധൂമകേതുക്കളേയും നിരീക്ഷകന്മാർ കണ്ടിട്ടുണ്ട്. ധൂമകേതുക്കളായി സഞ്ചരിച്ച് ആവരണവും കേതുവുമണിഞ്ഞ് സാധുക്കളായ ഭൂവാസികളെ ഭയപ്പെടുത്തി കാലാന്തരത്തിൽ ആ അംശം നശിച്ച് പോയിട്ടായിരിക്കാം ഉൽക്കകളായി ആ സാധുക്കളെത്തന്നെ മറെറാരു വിധത്തിൽ പരിഭ്രമിപ്പിക്കുന്നത്. ഇവ മിക്കവയും സൌരവ്യൂഹത്തിന്നു പുറത്തുനിന്നു കുടിയേറിപ്പാൎത്ത പരദേശിയരുമാവാം. ഏതായാലും ഈ രണ്ടു വസ്തുക്കളെ സംബന്ധിച്ചും അനേകം സംഗതികഠം ഇന്നും അജ്ഞാതമായിരിക്കുന്നു. ഭാവിഗവേഷണങ്ങളിൽനിന്നു അവയെല്ലാം ഗ്രഹിക്കാറാവുമെന്നാശിക്കാം.

5. നക്ഷത്രങ്ങൾ

പൂർവ്വഖണ്ഡം രണ്ടാം അദ്ധ്യായത്തിൽ കാര്യമായി നക്ഷത്ര ഗണങ്ങളെ ആകാശത്തിൽ കണ്ടറിവാനുള്ള മാർഗ്ഗങ്ങളാണ് പറഞ്ഞത്. കൂട്ടത്തിൽ ചില ഭചയങ്ങളേയും, ഇരട്ട നക്ഷത്രങ്ങളേയും, ക്ഷയോപചയതാരങ്ങളേയും പറഞ്ഞു. ദൂരദർശിനി നിർമ്മിച്ച് അതിനെ പരിഷ്ക്കരിക്കുവാൻ തുടങ്ങിയതോടുകൂടിയാണ് നക്ഷത്രലോകത്തിൻെറ അപാരതയും മഹത്വവും ക്രമേണ ബോദ്ധ്യപ്പെട്ടത്.

ഒന്നാമതു ആകാശഗംഗ വെറും ഒരു പ്രകാശമല്ല. നാം കാണുന്ന അവിച്ഛിന്നപ്രകാശം അടുത്തടുത്തുള്ള അസംഖ്യം നക്ഷത്രങ്ങളിൽനിന്നു വരുന്ന പ്രകാശങ്ങളെ നമുക്ക് വേർതിരിക്കുവാൻ സാധിക്കാതിനാൽ തോന്നുന്നതാകുന്നു. ആകാശഗംഗയുടെ മദ്ധ്യത്തിൽകൂടിപ്പോകുന്ന മഹാവൃത്തത്തിൻെറ കേന്ദ്രത്തിൽ നാം സ്ഥിതിചെയ്യുന്നപോലെത്തോന്നുന്നു. ഈ വൃത്തത്തിൽനിന്നു അതിൻെറ പാർശ്വങ്ങളിലേക്കു നീങ്ങുംതോറും കൂട്ടമായിക്കിടക്കുന്ന ചെറുനക്ഷത്രങ്ങളുടെ സംഖ്യ ചുരുങ്ങിവരുന്നു. എന്നാൽ പ്രകാശമുള്ള വലിയ നക്ഷത്രങ്ങളെ ആകാശത്തിൻെറ ഏതു ഭാഗത്തും ഏതാണ്ട് ഒരുപോലെ വിതരണം ചെയ്തതായിക്കാണുന്നു.

കാർത്തിക അടുത്തടുത്തു നക്ഷത്രങ്ങൾ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ഒരു ഭചയമാകുന്നു. ചെറിയ ദൂരദർശിനിയിൽകൂടി അതിൽ 40ഓ 50ഓ നക്ഷത്രങ്ങളെക്കാണാം. വലിയവയിൽകൂടി 600ൽ പരം നക്ഷത്രങ്ങളെ എണ്ണീട്ടുണ്ട്. ഫോട്ടോ എടുത്തു അതിൽ 2000ൽപരവും എണ്ണീട്ടുണ്ടത്രെ. ഈ നക്ഷത്രങ്ങളെല്ലാം ശോ

ഭയുള്ള ഒരു വസ്തുവിൽ അന്തർഭൂതമായതിനാലാകുന്നു കാന്തിക ക്കു ഒരു പ്രത്യേകതിളങ്ങൽ നാം കാണുന്നത്. കക്കടകഗണ ത്തിലെ മങ്ങിയ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഇടയിൽ ഒരു ഭചയമുണ്ടെന്നു പൂൎവ്വഖണ്ഡം രണ്ടാം അദ്ധ്യായത്തിൽ പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ട്. പ രിലേഖത്തിൽ അതിൻെറ സ്ഥാനത്തെ അടയാളപ്പെടുത്തീട്ടുമു ണ്ട്. അതിൻെറ പേര് അളിഗ്രാമഭചയം (Bee Hive Cluster) എന്നാകുന്നു. അതിനെ ഒരു ചെറിയ ദൂരദശിനിയിൽകൂടി നോ ക്കിയാൽ അതിൻെറ ആകൃതി ഒരു തേനീച്ചക്കൂട്ടപോലെയിരി ക്കും. നക്ഷത്രങ്ങളെ വേറിട്ടു കാണുകയില്ലെങ്കിലും അതു അ സംഖ്യം നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഒരു കൂട്ടമാണെന്നു തോന്നാതിരിക്കയി ല്ല. സിതാവേണിയും അസംഖ്യം നക്ഷത്രങ്ങൾ അടങ്ങിയ ഒരു ഭചയമാകുന്നു. വരാസവസ്സ് നക്ഷത്രഗണിതത്തിൻെറ വ ടക്കുഭാഗത്തു, എന്നുവെച്ചാൽ താഴത്തു കിടക്കുന്ന രണ്ടു ഭചയ ങ്ങൾ ഉണ്ട്. ബൃഹച്ഛ്വാനഗണത്തിൽ അവിടവിടെ ചില പ്രകാശങ്ങൾ കാണുന്നവ ദൂരദശിനിയിൽകൂടി നോക്കിയാൽ ഭം ഗിയുള്ള ഭചയങ്ങളാണെന്നു കാണാം. മദ്ധ്യകേരളത്തിൽനി ന്നു കാണുവാൻ സാധിക്കാത്തവയും നിരക്ഷരേഖയുടെ ദക്ഷിണ പ്രദേശങ്ങളിൽനിന്നു നല്ലവണ്ണം കാണാവുന്നവയും ആകാശഗം ഗയുടെ കഷണങ്ങളെന്നു തോന്നുന്നവയും ആയ രണ്ടു വലിയ നക്ഷത്രസമൂഹങ്ങൾ ഉണ്ട്. ഇവയിൽ ഒന്നു മറേറതിനെക്കാൾ ചെറുതാകുന്നു. മാഗലൻ എന്ന നാവികൻ ഇവയെ ആദ്യം കാണുവാൻ ഇടയായതിനാൽ ഇവയെ മാഗലമേഘങ്ങൾ (Magellanic Clouds) എന്നു പറയുന്നു. വലിയ ദൂരദശിനിക ളിൽകൂടി ഇവയെ നല്ലവണ്ണം നക്ഷത്രങ്ങളായി വേർതിരിച്ചു കാണാം.

ഈ ഭചയങ്ങളെല്ലാം ആകാശത്തിൽ അല്പമെങ്കിലും വിസ്തീ ൎണ്ണമുള്ളവയാകുന്നു. ഈ വൎഗ്ഗത്തിൽപ്പെട്ടവയല്ലാതെ, ചെറിയ ദൂരദശിനിയിൽകൂടിയും മങ്ങിയ നക്ഷത്രത്തെപ്പോലെ കാണുന്ന നൂറോളം ഭചയങ്ങൾ ഉണ്ട്. അവയിൽ ഒന്നോ രണ്ടോ മാത്ര

മേ വെറും കണ്ണുകൾക്ക് ദൃശ്യമാകയുള്ളു. വലിയ ദൂരദശിനിയിൽകൂടി ഇവയെ നക്ഷത്രസമൂഹങ്ങളായിക്കാണാം. ചിലതു വലുതും ചിലതു ചെറുതും ആയിരിക്കും. എല്ലാററിൻേറയും ആകൃതി വത്തുളം തന്നെ. ഇവ മിക്കവയും ആകാശഗംഗയിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നുവെന്നു മാത്രമല്ല അധികം എണ്ണവും കാണപ്പെടുന്നതു ഖഗോളത്തിൻെറ ഒരദ്ധത്തിലുമാകുന്നു. ഇതിന്നുള്ള കാരണം പിന്നീടു മനസ്സിലാവും.

ഒററ നക്ഷത്രങ്ങളായി നമുക്ക് തോന്നുന്ന വളരെയധികം നക്ഷത്രങ്ങൾ ദൂരദശിനിയിൽകൂടി നോക്കുമ്പോൾ രണ്ടോ, മൂന്നോ, നാലോ, അധികമോ ആയി വേർതിരിയുന്നു. വസിഷ്ഠനും അരുന്ധതിയും വളരെ അടുത്തു നില്ക്കുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളാകുന്നു. ഇതു വെറും കണ്ണുകൊണ്ടുതന്നെ കാണാം. എന്നാൽ എത്ര സൂക്ഷിച്ചുനോക്കിയാലും വസിഷ്ഠനെ ഒററ നക്ഷത്രമായല്ലാതെ തോന്നുകയില്ല. മൂന്നിഞ്ചിൽ കുറയാതെ രന്ധ്രമാനമുള്ള ഒരു ദൂരദശിനിയിൽകൂടി വസിഷ്ഠനെ രണ്ടായിക്കാണാം. ധ്രുവനക്ഷത്രംതന്നെ വലിയ ദൂരദശിനിയിൽകൂടി രണ്ടായി പിരിയുന്നു. നമുക്കേററവും അടുത്താണെന്നു കരുതിവരുന്ന കിന്നാരവസ്സ് 1 എന്ന നക്ഷത്രത്തെ ചെറിയ ദൂരദശിനിയിൽകൂടി ഏതാണ്ട് ഒരേ വലിപ്പമുള്ള രണ്ടു നക്ഷത്രങ്ങളായിക്കാണാം. അതിൽ ഒന്നു വലിയ ദൂരദശിനിയിൽകൂടി രണ്ടായിക്കാണാം. ആ രണ്ടെണ്ണത്തിൽ ചെറുതിനെ പ്രത്യാസന്ന കിന്നാരവസ്സ് (Proxima Centauri) എന്നു പറയുന്നു. ഇന്നറിയുന്നേടത്തോളം ഇതാകുന്നു നമുക്ക് ഏററവും അടുത്ത നക്ഷത്രം.

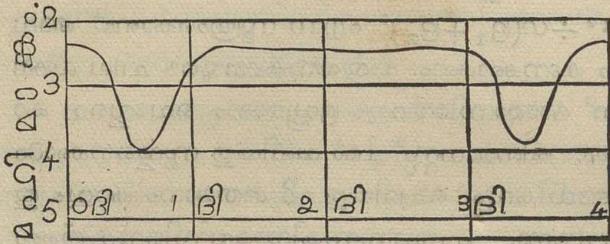
ചില നക്ഷത്രങ്ങളെ ഒന്നായോ അടുത്തായോ കാണുന്നു. അവ നമ്മിൽനിന്ന് ഒരേ സൂത്രത്തിലോ ഏതാണ്ട് ഒരേ സൂത്രത്തിലോ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടു മാത്രമാകുന്നു. ചിലതു അന്യോന്യം ബന്ധപ്പെട്ടു പരിവത്തനം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്നവയാകയാൽ അടുത്തിരിക്കുന്നു. ഇവയെ ദ്വന്ദ്വതാരങ്ങൾ (Binaries) എന്നു പറയുന്നു. വസിഷ്ഠനും ധ്രുവവും വെറും ഇ

രട്ടനക്ഷത്രങ്ങളാകുന്നു. കിനാരവസ്സ് 1 ഒരു ദ്വന്ദ്വമെന്നു പറയാം. വാസ്തവത്തിൽ അത് ഒരു ത്രയതാരകമാകുന്നു. അനേകം ദ്വന്ദ്വതാരങ്ങളേയും അവയുടെ പര്യ്യയകാലങ്ങളേയും ജ്യോതിഷികൾക്കറിയാം. നമ്മിൽനിന്നുള്ള ദൂരം അറിഞ്ഞാൽ, പര്യ്യയനകക്ഷകളുടെ വിസ്താരവും അറിയാം. ഇവയിൽനിന്ന് '$\text{പ}^2 \div \text{ക}^3 = 4\pi^2 \div \text{ഗ}(\text{ദ}_1 + \text{ദ}_2)$' എന്ന സൂത്രംകൊണ്ട് അവയുടെ ദ്രവ്യമാനം കണക്കാക്കാം. പര്യ്യയനകക്ഷയുടെ ചില ലക്ഷണങ്ങളിൽനിന്ന് ഓരോന്നിന്റേയും ദ്രവ്യമാനം വെവ്വേറെ കാണുകയും ചെയ്യാം. കിനാരവസ്സ് 1ൽ വലിയതു സൂര്യ്യനെക്കാൾ 14 ശതമാനം അധികവും ചെറിയതു 3 ശതമാനം കുറവും തൂക്കമുള്ളവയെന്നറിയുന്നു. പ്രത്യാസന്നകിനാരവസ്സിന്റെ തൂക്കം നിശ്ചയിക്കുവാൻ ഇതുവരെ കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. അതു നന്നെ ചെറിയ ഒരു ചുവന്ന നക്ഷത്രമാണെന്നു മാത്രം അറിയാം.

രുദ്രൻ, പ്രോസിയോൺ എന്നീ വലിയ രണ്ടു നക്ഷത്രങ്ങളും ദ്വന്ദ്വങ്ങളാകുന്നു. എന്നാൽ ഇവയെ വലിയ ദൂരദർശിനികളിൽകൂടി ദ്വന്ദ്വങ്ങളായിക്കാണുകയില്ല. വിരാജനിയിൽകൂടി പരിശോധിക്കുമ്പോൾ വിരാജികയിലെ ഇരുണ്ട വരകളുടെ എതിർ വശങ്ങളിലേക്കുള്ള നീക്കങ്ങളിൽനിന്ന് ഒന്നു നമുക്ക് നേരേയും മറേറത് എതിരായും സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നറിയാം. ഇങ്ങിനെയാണത്രെ അവയെ ദ്വന്ദ്വങ്ങളാണെന്നു നിർണ്ണയിച്ചിട്ടുള്ളത്. രുദ്രനിലെ വലിയ താരത്തിന്റെ തൂക്കം സൂര്യ്യന്റെ 2·45 മടങ്ങാണെന്നും ചെറിയതിന്റേതു 0·82 ഭാഗം മാത്രമാണെന്നും അറിയാം. പ്രോസിയോൻ വലിയതിന്റെ തൂക്കം സൂര്യ്യന്റെ 124 ശതമാനവും ചെറിയതിന്റേതു 39 ശതമാനം മാത്രവുമാകുന്നു. വലിപ്പത്തിലും ശോഭയിലും ഇവ തമ്മിൽ ഇതിൽ കവിഞ്ഞ നിലയിൽ അന്തരമുണ്ട്.

നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ദൂരം നിശ്ചയിക്കുന്ന പ്രധാനമാർഗ്ഗങ്ങളെ പിന്നീടു വിവരിക്കാം. പൂർവ്വഖണ്ഡത്തിൽ ചില താരങ്ങളുടെ പ്രകാശത്തിനു വൃദ്ധിക്ഷയമുണ്ടെന്നു പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. ഈ

വൃദ്ധിക്ഷയം പല പ്രകാരത്തിലാകുന്നു. ചിലതിൽ പ്രകാശം കുറെ നേരം ഒരുപോലെ നില്ക്കും. ക്രമേണ ചുരുങ്ങി ഏററവും താണനിലയിലെത്തുന്നു. പിന്നീട്ട ചുരുങ്ങിവന്ന വിധത്തിൽ തന്നെ വൎദ്ധിച്ച് മുമ്പുള്ള നിലയെ പ്രാപിക്കുന്നു. ഇതു ക്ലുപ്ത സമയങ്ങളിൽ ആവൎത്തിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. തിരുവാതിരയിൽ നിന്നു വടക്കുഭാഗത്തുള്ള പ്രാജിത 2 എന്ന നക്ഷത്രവും മിരാൾ എന്ന ഗണത്തിലെ ആൾഗോൾ എന്ന നക്ഷത്രവും ഈ വിധത്തിലുള്ള ക്ഷയോപചയതാരങ്ങളാകുന്നു. ആൾഗോളിൻെറ മഹിമാങ്കം മിക്കപ്പോഴും 2.5 ആകുന്നു. ഇങ്ങിനെ ഏതാണ്ട് 2½ ദിവസം കഴിഞ്ഞാൽ കുറച്ചുനേരംകൊണ്ടു പ്രകാശം മങ്ങി മഹിമാങ്കം 4 ആയിത്തീരുന്നു. പിന്നെ പ്രകാശം വൎദ്ധിച്ച് അത്രനേരംകൊണ്ടു മഹിമാങ്കം പിന്നേയും 2.5 ആകുന്നു. ആകെ ആവൎത്തനകാലം 2ദി. 20മ. 49 മിനുട്ടാണെന്നു കണ്ടിരിക്കുന്നു. പ്രകാശത്തിൻെറ ഏററക്കുറവുകൾ പരിലേഖത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതിന്നുള്ള കാരണം ഒരു പ്രകാശമുള്ള നക്ഷത്രത്തിൻെറ ചുററും പരിവൎത്തനം ചെയ്യുന്ന ഇരുണ്ട നക്ഷത്രം അല്പസമയത്തേക്ക് ആദ്യത്തേതിൻെറ ഒരു ഭാഗം ക്രമേണ നമ്മിൽനിന്നു മറച്ച് പിന്നെ ആ മറവ് വിപരീതക്രമത്തിൽ നീങ്ങിപ്പോകുന്നതുകൊണ്ടാകുന്നു. എന്നു വെച്ചാൽ പ്രകാശമുള്ള നക്ഷത്രത്തിന്നു നമ്മെ സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം കുറേനേരത്തേക്കു ഗ്രഹണമുണ്ടാകുന്നു. ഈ ക്ഷയോപചയരീതി വേറേയും നക്ഷത്രങ്ങൾക്കുണ്ട്. ക്ഷയോപചയക്രമവും ആവൎത്തനകാലവും, ചുററും പോകുന്ന ഇരുണ്ടതോ മങ്ങിയതോ ആയ നക്ഷത്രത്തിൻെറ വലിപ്പത്തേ

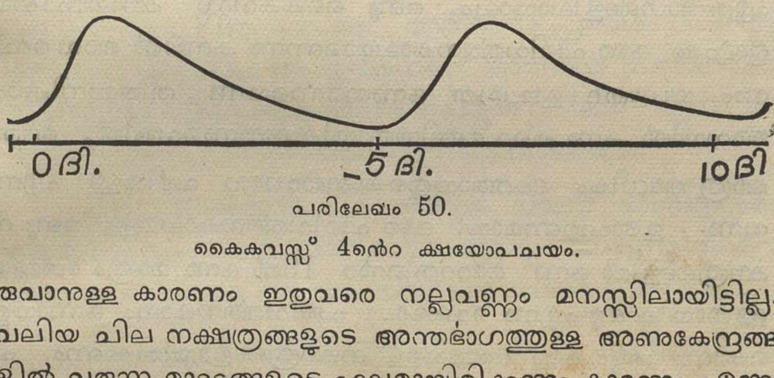


പരിലേഖം 49.

ആൾഗോൾതാരത്തിൻെറ ക്ഷയോപചയം.

യും, പരിവത്തനകാലത്തേയും, പരിവത്തനതലത്തിൻെറ ചരിവിനേയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കും.

ചില നക്ഷത്രങ്ങറം മങ്ങിയിരിക്കും. പെട്ടന്ന് അതു പ്രകാശമുള്ളതായിത്തീരുന്നു. പിന്നീട്ട സാവധാനത്തിൽ മങ്ങിപ്പോകുന്നു. കുറെ കാലം കഴിയുമ്പോറം അതു പിന്നേയും പ്രകാശമുള്ളതായിത്തീരുന്നു. ഇത് ആദ്യമായി കണ്ടതു കൈകവസ്സ് 4 (Cepheus) എന്ന നക്ഷത്രത്തിലാകുന്നു. അതിനാൽ ഈ വിധം നക്ഷത്രങ്ങളെ കൈകവസ്സ് ക്ഷയോപചയങ്ങറം എന്നു പറഞ്ഞു വരുന്നു. സാധാരണനക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഇടയിലും ഗോളഭചയങ്ങളിലും മററും ഈ വിധം ക്ഷയോപചയതാരങ്ങറം ധാരാളമുണ്ട്. ഇവയുടെ പ്രകാശത്തിൽ വരുന്ന ഏററക്കുറവിൻെറ ക്രമം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ലിപികയിൽനിന്നു മനസ്സിലാക്കാം. നക്ഷത്രത്തിൻെറ പ്രകാശത്തിൽ ഈ വിധം മാററം വ



പരിലേഖം 50.

കൈകവസ്സ് 4ൻെറ ക്ഷയോപചയം.

രുവാനുള്ള കാരണം ഇതുവരെ നല്ലവണ്ണം മനസ്സിലായിട്ടില്ല. വലിയ ചില നക്ഷത്രങ്ങളുടെ അന്തഭാഗത്തുള്ള അണുകേന്ദ്രങ്ങളിൽ വരുന്ന മാററങ്ങളുടെ ഫലമായിരിക്കണം കാരണം എന്നൂഹിക്കുന്നതേയുള്ളൂ. ഈ വിധം ക്ഷയോപചയങ്ങളുടെ സാധാരണത്വം കണ്ട് ഇതു നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ശൈശവാദി വാദ്ധക്യാന്തം വരുന്ന ഒരു ദശാഘട്ടത്തിൽ എല്ലാ നക്ഷത്രങ്ങറംക്കും വരുന്ന സ്ഥിതിയാണെന്നു ജ്യൌതിഷികളിൽ ചിലർ വിശ്വസിക്കുന്നു.

ഒരു കാര്യം നിരീക്ഷകന്മാർ മനസ്സിലാക്കിട്ടുള്ളത് ഇവിടെപ്പറയാം. ചെറിയ മാഗലമേഘത്തിൽ ദൂരദശിനിയിൽക്കൂടി

അനവധി കൈകവസ്സ് ക്ഷയോപചയങ്ങളെക്കാണാം. ഈ നക്ഷത്രങ്ങളെല്ലാം അന്തരീക്ഷത്തിലെ ഒരു ചെറിയ പ്രദേശത്തുള്ളവയാകയാൽ നമ്മിൽനിന്ന് ഒരേ ദൂരത്താണെന്നു വിചാരിക്കുന്നതിൽ തെററില്ല. അതിനാൽ അവിടത്തെ എല്ലാ നക്ഷത്രങ്ങളേയും സംബന്ധിച്ച് ഇവിടെനിന്നു കാണുന്ന പ്രകാശത്തിന്ന് അനുപാതകമായിരിക്കും അവയുടെ യഥാൎത്ഥ ഉജ്വലത എന്നു വരുന്നു. 1912ൽ ഇവയെ ഒരു നിരീക്ഷകൻ പരിശോധിച്ചപ്പോൾ കുറവു ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ക്ഷയോപചയ പരിവൎത്തനകാലം കുറവാണെന്നും, അധികം ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളുടെ കാലം അധികമാണെന്നും കണ്ടു. എന്നു മാത്രമല്ല നക്ഷത്രത്തിന്റെ യഥാൎത്ഥ ഉജ്വലതയും പരിവൎത്തനകാലവും തമ്മിൽ ഒരു നിയതബന്ധമുണ്ടെന്നു കണ്ട് അതും മനസ്സിലാക്കി. അപ്പോൾ മാഗലമേഘത്തിലെന്നല്ല ആകാശത്തിന്റെ ഏതു ഭാഗങ്ങളിലായാലും, രണ്ടു കൈകവസ്സ് ക്ഷയോപചയങ്ങൾക്ക് ഒരേ പരിവൎത്തനകാലമാണെന്നു കണ്ടാൽ അവ രണ്ടിന്നും യഥാൎത്ഥ ഉജ്വലത ഒന്നുതന്നെയെന്നു തീരുമാനിക്കാം. അവയിൽ ഒന്നു കുറെ മങ്ങിയതായിക്കാണുന്നുവെങ്കിൽ, അത് അത്ര അധികം ദൂരത്തായതുകൊണ്ടാവാനേ വഴിയുള്ളു എന്നു വന്നു. ഉദാഹരണമായി ഒരേ പരിവൎത്തനകാലമുള്ള രണ്ടു നക്ഷത്രങ്ങളിൽ ഒന്ന് മറേറതിന്റെ 16ൽ ഒന്നു മാത്രം ശോഭയുള്ളതായിക്കണ്ടു എന്നു വെക്കുക. പരിവൎത്തനകാലം ഒന്നായതുകൊണ്ടു രണ്ടും ഒരേ ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളായിരിക്കണം. പക്ഷെ നമുക്ക് ഒന്നു മങ്ങിക്കാണുന്നതിനാൽ അത് അധികം അകലെയാണെന്നു കരുതുകതന്നെവേണം. എത്ര അകലെ? കാഴ്ചക്കുള്ള പ്രകാശം അകലത്തിന്റെ വൎഗ്ഗത്തിന്നു വ്യസ്താനുപാതമാകയാൽ 16ൽ ഒരു ഭാഗം മാത്രം ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രം 16ന്റെ വൎഗ്ഗമൂലമായ 4 മടങ്ങ് അകലെയാണെന്നു തീൎച്ചയാക്കാം. ഇതു നക്ഷത്രങ്ങളുടെ അകലം നിശ്ചയിക്കുന്നതിൽ വളരെ ഉപയോഗമുള്ളതായിത്തീരുമെന്നു പിന്നീടു കാണാം.

കൈകവസ്സ് ക്ഷയോപചയതാരങ്ങളുടെ പ്രകാശപരിവൎത്തനകാലം കുറെ മണിക്കൂർ മുതൽ അനേകമാസംവരേയും ഉണ്ട്. കൈകവസ്സ് 4ൻെറ പരിവൎത്തനകാലം 5⅓ ദിവസമാകുന്നു. കേതവസ്സ് ഗണത്തിലെ മിര എന്ന നക്ഷത്രവും ഈ വൎഗ്ഗത്തിൽപ്പെട്ടതാകുന്നു. അതിൻെറ പ്രകാശപരിവൎത്തനകാലം 11 മാസമാകുന്നു. അതിനെ മിക്ക രാത്രികളിലും വെറും കണ്ണുകൊണ്ടു കാണ്മാൻ സാധിക്കയില്ല. കാണ്മാൻ തുടങ്ങിയാൽ 40 ദിവസംകൊണ്ട് ഉച്ചത്തെ പ്രാപിക്കുന്നു. അപ്പോൾ ഒരു വിധം നല്ല പ്രകാശമുള്ള നക്ഷത്രമായിരിക്കും. ഉടനെ ക്ഷയിക്കുവാൻ തുടങ്ങുന്നു. പക്ഷെ പതുക്കെ. 2 മാസംകൊണ്ടു കാണ്മാൻ സാധിക്കാത്ത നിലയെത്തും. പിന്നത്തെ 8 മാസം ദൂരദൎശിനിയിൽകൂടി മാത്രം അതിനെക്കാണാം. ഏതാണ്ട് ഈ കാലം മുഴുവനും അതിൻെറ പ്രകാശം വളരെ മന്ദമായി ക്ഷയിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. എട്ടുമാസം കാണാതിരുന്ന് 3 മാസം മാത്രം കാണുകയും ആ കാലത്ത് അതിൻെറ പ്രകാശം വൎദ്ധിച്ചും ക്ഷയിച്ചും വിരികയും ചെയ്യുകയാലാണ് അതിനെ പാശ്ചാത്യപൂൎവ്വന്മാർ മിര എന്നു നാമകരണം ചെയ്തത്. 'മിര' എന്ന വാക്കിന് "അതിശയകരമായത്" എന്നാകുന്നു അൎത്ഥം.

ചില താരങ്ങളുടെ പ്രകാശത്തിൽ വരുന്ന മാററങ്ങൾക്ക് ഒരു നിയമവും കാണ്മാൻ കഴികയില്ല. അനിയന്ത്രിതമെന്നപോലെ അവയുടെ പ്രകാശം വൎദ്ധിച്ചും കുറഞ്ഞും കാണാം.

ചിലപ്പോൾ ആകാശത്തിൽ പുതിയ നക്ഷത്രങ്ങൾ കാണാറുണ്ട്. 1572 നവമ്പ്ര് 11-ാം തിയതി ജാതുൽനക്ഷത്രഗണത്തിൽ ടൈക്കോബ്രാഹി ഒരു പുതിയ നക്ഷത്രത്തെ കണ്ടു. അപ്പോൾ തന്നെ അതിന്നു രോഹിണിയോളം ശോഭയുണ്ടായിരുന്നു. കുറച്ചു ദിവസം അതിൻെറ ശോഭ വൎദ്ധിച്ചുവന്ന് ശുക്രനോളം ശോഭയുള്ളതായിത്തീൎന്നു. കണ്ണിന്നു സൂക്ഷ്മതയുള്ളവൎക്ക് അതിനെ പകൽകൂടിക്കാണാമായിരുന്നു. ഡിസമ്പ്ര് മാസത്തിൽ അതു മങ്ങുവാൻ തുടങ്ങി. മേയിമാസമാകുമ്പോഴേക്കും

അതു കാണാതെയായി. ആ കാലത്തു ദൂരദശിനിയുണ്ടായിരുന്നില്ല. 1604ൽ സപ്പധര (Ophiuchus) ഗണത്തിൽ ഒരു പുതിയ നക്ഷത്രത്തെ കണ്ടതിന്റെ ചരിത്രം കെപ്ലർ എഴുതീട്ടുണ്ട്. 1866ൽ കിരീടമണ്ഡലഗണത്തിൽ വസിഷ്ഠനോളം ശോഭയുള്ള ഒരു നക്ഷത്രം പെട്ടന്നു കാണപ്പെട്ടു. ഇങ്ങിനെ ഇടക്കിടെ കാണാറുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾ ഇരുണ്ട് മങ്ങിക്കിടക്കുന്ന ചില നക്ഷത്രങ്ങളുടെ സ്ഫോടനംകൊണ്ടായിരിക്കാമെന്നു ചില ആധുനികപരമാണുഗവേഷകന്മാർ അഭിപ്രായപ്പെട്ടുന്നു.

ദൂരദശിനിയുടെ ആവിർഭാവം മുതല്ക്കു് മാത്രം ജ്യൌതിഷികൾക്ക് പരിചയമായി വന്നിട്ടുള്ളവയാണ് ശുക്ലപടലങ്ങൾ. ഇവ മൂന്നു തരങ്ങളായിട്ടുണ്ട്. ഒന്നാമത്തെ തരം വേനൽമേഘം പോലേയോ, എഞ്ചിനിൽനിന്നു വമിക്കുന്ന നീരാവിപോലേയോ ചിതറിക്കിടക്കുന്നു. ജായരഗണത്തിൽ ഇപ്രകാരമുള്ള ഒരു ശുക്ലപടലം വളരെ നീളത്തിൽ കിടക്കുന്നു. ശബരഗണത്തിൽ ത്രിമൂത്തികളുടെ തെക്കുഭാഗത്തായി ഒരമ്പുപോലെ കാണുന്ന മൂന്നു നക്ഷത്രങ്ങളിൽ നടുക്കുള്ളതിനെ ആവരണം ചെയ്തു കിടക്കുന്നതും കാത്തികഗണത്തെ ആസകലം മൂടിക്കിടക്കുന്നതും ഇതുപോലത്തെ ശുക്ലപടലങ്ങളാകുന്നു. ഈവക ശുക്ലപടലങ്ങൾ മേഘഖണ്ഡങ്ങളെപ്പോലെ ഇരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു മേഘശുക്ലപടലങ്ങൾ (Irregular Nebulae) എന്നു അവയെപ്പറയാം. മേഘശുക്ലപടലങ്ങളെല്ലാം വളരെ നേരിയ വാതകങ്ങൾ മാത്രമാകുന്നു. രണ്ടാമത്തെ തരം ദൂരദശിനിയിൽകൂടി ഗ്രഹങ്ങളെ കാണുന്നതുപോലെയിരിക്കും. മിക്കതും വൃത്താകാരമായിരിക്കും. മദ്ധ്യത്തിൽ നക്ഷത്രംപോലെ ഒരു പ്രകാശമേറിയ ഭാഗവും ഉണ്ടായിരിക്കും. അഭിജിത്തിന്നടുത്തുള്ള ഒരു ശുക്ലപടലം അണ്ഡാകൃതിയിലുള്ള ഒരു വലയംപോലെയിരിക്കുന്നു. പ്രായേണ ഇവയെ ഗ്രഹബിംബങ്ങളെപ്പോലെ കാണുന്നതുകൊണ്ടു ഗ്രഹശുക്ലപടലങ്ങൾ (Planetary Nebulae) എന്നു പറയുന്നു. ഇപ്രകാരമുള്ള ശുക്ലപടലങ്ങൾ ആകാശത്തിൽ അല്പശത

ങ്ങളോളമേ ഉള്ളൂ. മൂന്നാമത്തെ തരം ശുക്ലപടലങ്ങളാകുന്നു ഏററവും പ്രധാനമായത്. ആകൃതിയിൽ അവ പട്ടുനൂൽപ്പുഴുവിൻെറ കൂട്ടുപോലെയിരിക്കും. ചിലപ്പോഠം വൃത്താകൃതിയോടടുത്തതും കാണാം. ഇവയെ കോശശുക്ലപടലങ്ങഠം എന്നു പറയാം. കട്ടികൂടിയ മദ്ധ്യത്തിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന ബാഹുക്കഠം ക്രമേണ വലിപ്പമേറിവരുന്ന വൃത്തങ്ങളിൽ വളഞ്ഞു കിടക്കുന്ന ആകൃതിയിലും ഇവയിൽ ചിലതിനെ കാണാം. അതിനാൽ ഇവയെ സംവൃതശുക്ലപടലങ്ങഠം (Spiral Nebulae) എന്നും പറയുന്നു. അമേരിക്കയിലുള്ള 100 ഇഞ്ച് രന്ധ്രമാനത്തോടുകൂടിയ ദൂരദർശിനിയിൽകൂടി ഈ വിധം 20 ലക്ഷത്തിൽപരം ശുക്ലപടലങ്ങളെ കാണാമെന്നു പറയുന്നു. ഇവയിൽ വെറും കണ്ണുകൊണ്ടു കാണാവുന്നതു ഒന്നു മാത്രമേയുള്ളൂ. പൂർവ്വഖണ്ഡത്തിൽ മിരാഠം നക്ഷത്രഗണത്തിൻെറ വടക്കുഭാഗത്തു അതിനെ കാണാമെന്നു പറഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. പരിലേഖത്തിൽ അതിൻെറ സ്ഥാനം അടയാളപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. ഒരു നിരിക്ഷകൻ ഇതിനെ കൊമ്പിൻെറ ഉള്ളിൽ വെച്ച വിളക്കുപോലെ കാണാമെന്നു പറഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ഒരു ചെറിയ ദൂരദർശിനിയിൽകൂടി ഇതിനെ വ്യക്തമായിക്കാണാം. ആകൃതിയിൽ നീണ്ട അണ്ഡംപോലെ ഇരിക്കും. മദ്ധ്യഭാഗത്തുനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന ബാഹുക്കഠം ചുററിക്കിടക്കുന്നതും കാണാം. വലിയ ദൂരദർശിനിയിൽകൂടി ഇതിൻെറ ബഹിർഭാഗത്തെ വെവ്വേറെ നക്ഷത്രങ്ങളായിത്തന്നെ തിരിച്ചു കാണാം. ഈ വിധം ശുക്ലപടലങ്ങഠം ആകാശത്തിൽ ഏതു ഭാഗത്തും ഏതാണ്ടൊരുപോലെ അടുത്തു കിടക്കുന്നതായിക്കാണാം. ചില ദിക്കിൽ കുറെ അധികമായും കാണാതെയില്ല.

ശുക്ലപടലങ്ങളെക്കൊണ്ടും ആകാശഗംഗയിലെ ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങളെക്കൊണ്ടും നിറഞ്ഞു തിളങ്ങുന്ന ഭാഗങ്ങളിൽ ചില ഇരുണ്ട ഭാഗങ്ങഠം കാണാം. ഇവയെ ഭൂമിക്ക് നേരെ തുറന്നിരിക്കുന്ന ആകാശതുരങ്കങ്ങളോ എന്നു തോന്നും. അങ്ങിനെ വ

രാൻ അവകാശവുമില്ല. അതിനാൽ ഇവ ചില കൃഷ്ണപടല ങ്ങളുടെ മറവാണെന്നാണ് അഭിജ്ഞന്മാർ പറയുന്നത്. ഈ വക മറവുകളിൽ പ്രധാനമായ ഒന്നു ശബരഗണത്തിലുള്ള മേഘശ്രുക്ലപടലത്തിലും മറെറാന്നു ധനുനക്ഷത്രഗണത്തിലും ആകുന്നു.

നക്ഷത്രങ്ങളെ ദൂരദശിനികൊണ്ടു നിരീക്ഷണം ചെയ്യും അവയുടെ ഛായാപടം എടുത്തും അവയുടെ സ്ഥാനനിണ്ണയം ചെയ്യുവാൻ തുടങ്ങിയതോടുകൂടി പണ്ടു വിചാരിച്ചിരുന്നതുപോലെ അവ ഖഗോളത്തിൽ സ്ഥിരങ്ങളല്ലെന്നും അവക്ക് അതിമന്ദമായ ചലനമുണ്ടെന്നും ബോദ്ധ്യമായി. എന്നാൽ ഈ ചലനത്തിൽ എല്ലാററിലും പൊതുവിലുള്ള ഒരു ഭാഗമുണ്ടെന്നു സംശയിപ്പാൻ ഇടയായി. അതു നക്ഷത്രങ്ങളിൽ ഒന്നായ സൂൎയ്യൻേറയും അതോടുകൂടി എല്ലാ ഗ്രഹങ്ങളുടേയും ചലനംകൊണ്ടു തോന്നുന്നതാണെന്നും, ഈ ചലനം ജാസി നക്ഷത്രഗണത്തിൻെറ നേക്കാണെന്നും, അനവധി നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ചലനത്തെ പരിശോധിച്ചതിൻെറശേഷം തീച്ചയാക്കി. ഇതു ആദ്യമായിച്ചെയ്തതു സേർ വില്യം ഹെർസച്ചൽ (1738—1822) ആയിരുന്നു. പിന്നീടു ആർഗലാണ്ടർ മുതലായവരും ഈ വിഷയത്തെക്കുറിച്ചാലോചിച്ചു. ഇവക്ക് കിട്ടിയ ഫലങ്ങളിൽ ചില ചില്ലറ ഭേദങ്ങറം ഉണ്ടെങ്കിലും സൂൎയ്യൻ അഭിമുഖീകരിച്ച് സഞ്ചരിക്കുന്ന ഖഗോളസ്ഥാനം ജാസി നക്ഷത്രഗണത്തിൽതന്നെയെന്നു രണ്ടു പേരും സമ്മതിക്കുന്നു. ഇതിൻെറ ഫലമായി എല്ലാ നക്ഷത്രങ്ങളും അവരവരുടെ അകലം അനുസരിച്ച് ജാസിയിൽനിന്നു ദൂരേക്ക് മാറുകയും ഖഗോളത്തിൽ ജാസിക്കെതിരായ ദക്ഷിണനൌകത്തിൻെറ സ്ഥാനത്തേക്കു നീങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു. ഒരു നടക്കാവിൽകൂടി കാറിൽ പോകുമ്പോറം മുമ്പിലുള്ള മരങ്ങറം ഇടത്തോട്ടും വലത്തോട്ടും അകലുന്നതും പിന്നിലുള്ളവ അടുക്കുന്നതും നമുക്കനുഭവമാണല്ലോ. അതുപോലെയാകുന്നു നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഈ ചലനം. ഹെർസച്ചലിൻെറ കാലത്തു നക്ഷത്രങ്ങളു

ടെ യഥാൎത്ഥദൂരം അറിഞ്ഞിരുന്നില്ല. അതിനാൽ സൂൎയ്യൻെറ വേഗത നിശ്ചയിക്കുവാനോ ആലോചിക്കുവാൻതന്നേയോ സാധിച്ചിരുന്നില്ല. അടുത്ത കാലത്തു സൂൎയ്യൻ ചുററുമുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് സെക്കണ്ടിൽ 12 മൈൽ വീതം സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നു നിൎണ്ണയിച്ചിരിക്കുന്നു.

സൂൎയ്യഗോളത്തിൻെറ അന്തരീക്ഷചലനംകൊണ്ടു മററു നക്ഷത്രങ്ങ൦ക്കു കാണുന്ന ചലനം കഴിച്ചാലും അവക്ക് പലവഴിക്കായി സഞ്ചാരമുള്ളതായിക്കാണുന്നു. ആകെക്കൂടിക്കാണുന്ന ഖഗോളചലനത്തിന്നു നക്ഷത്രങ്ങളുടെ **അന്തരീക്ഷചലനം** (Proper Motion) എന്നു പറയുന്നു. ആകാശത്തിൽ ഒരേ പ്രദേശത്ത് അടുത്തുകാണുന്ന ചില നക്ഷത്രങ്ങ൦ കൂട്ടത്തോടെ ഒരേ വഴിക്ക് സഞ്ചരിക്കുന്നതായി അറിയുന്നു. സപ്തൎഷികളിൽ 2, 3, 4, 5, 6 ഇവയും സപ്തൎഷിമണ്ഡലത്തിലെ മററു രണ്ടു ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങളും കിരീടമണ്ഡലത്തിൽ ഏററവും ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രവും, പ്രാജിതഗണത്തിലെ 2-ാം നക്ഷത്രവും മററു വേറെ ചില നക്ഷത്രങ്ങളും ഒരേ വഴിക്കു സഞ്ചരിക്കുന്ന ഒരു കൂട്ടമാണത്രെ. ഈ കൂട്ടത്തിൽ അല്പം അകലെ കിടക്കുന്ന രുദ്രനും പെടും. സപ്തൎഷികളിലെ 1ഉം 7ഉം മറെറാരു വഴിക്ക് സഞ്ചരിക്കുന്നു. അതിനാൽ കാലാന്തരത്തിൽ സപ്തൎഷിമണ്ഡലത്തിൻെറ ആകൃതിക്കു മാററം വരും. ഋഷഭഗണത്തിലെ 39 ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങ൦ ഒന്നായി ഒരേ വഴിക്കും വരാസവസ്സ് ഗണത്തിലെ 10 ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങളും മററ് അടുത്തുള്ള 8 നക്ഷത്രങ്ങളും കൂടി ഒന്നായി മറെറാരു വഴിക്കും സഞ്ചരിക്കുന്നതായറിയുന്നു. മററു ചില നക്ഷത്രങ്ങളും ഒരേ വഴിക്കായി സഞ്ചരിക്കുന്നുണ്ടായിരിക്കണം. ഇതിന്നു **നക്ഷത്രപ്രവാഹം** (Star Drift) എന്നു പറയാറുണ്ട്. നക്ഷത്രപ്രവാഹത്തെ ഓൎത്തുനോക്കുമ്പോ൦, കാഴ്ച അനുസരിച്ച് മാത്രമാണ് നക്ഷത്രങ്ങളെ ഗണങ്ങളായിത്തിരിച്ചിട്ടുള്ളതെങ്കിലും, ചില ഗണങ്ങളിൽപ്പെട്ട നക്ഷത്രങ്ങ൦ക്ക് ഏതാണ്ട് ഒരേ വഴിക്കു നാം കാണുന്നു എന്ന ബന്ധത്തിന്നു പു

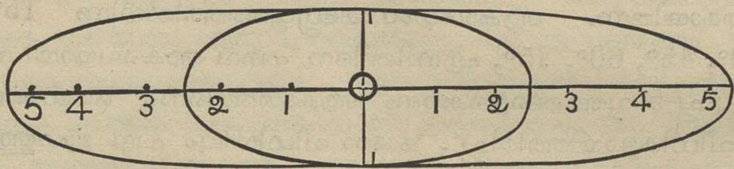
റമെ, അതിനേക്കാൾ അടുത്തതും അൎത്ഥവത്തായതും ആയ ചി ല ബന്ധങ്ങളും ഉണ്ടെന്നു വരുന്നു. ഭചയങ്ങളിലെ നക്ഷത്ര ങ്ങൾ മിക്കവയും അന്യോന്യാകൎഷണംകൊണ്ടും, അടുപ്പംകൊ ണ്ടും, ഉത്ഭവംകൊണ്ടും ബന്ധപ്പെട്ടവയാണെന്നു തീൎച്ചയാക്കാം.

ആകാശഗംഗയുടെ കിടപ്പും, അതിലുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളുടെ അതിരററ എണ്ണവും അവയെ അപേക്ഷിച്ച് മററു നക്ഷത്രങ്ങ ളുടെ സ്ഥിതിയും എണ്ണവും കണ്ടാലോചിച്ച് ഇവയെല്ലാം അ ന്യോന്യബന്ധങ്ങളോടുകൂടി ഒരേ മണ്ഡലത്തിൽപ്പെട്ടവയാ ണോ, അങ്ങിനെയാണെങ്കിൽ ആ മണ്ഡലത്തിൻെറ ആകൃതി യും അതിൽ സൂൎയ്യൻെറ സ്ഥാനവും എന്തായിരിക്കും എന്നു മുമ്പു കെപ്ലരും, ശ്രീശങ്കരാചാൎയ്യോപമനായ തത്വചിന്തകൻ കാൻററും, മററു ചിലരും ആലോചിച്ചതുപോലെ നിരീക്ഷണ വിചക്ഷണനായ സേർ വില്യം ഹെർസച്ചൽ ആലോചിക്കു വാൻ തുടങ്ങി. ഈ ആലോചനയെ സഫലമാക്കുവാൻ അദ്ദേ ഹത്തിന്നു പല പ്രതിബന്ധങ്ങളും ഉണ്ടായിരുന്നു. ആ കാലത്ത് ഒരു നക്ഷത്രത്തിൻേറയും ദൂരം അറിഞ്ഞിരുന്നില്ല. എല്ലാ നക്ഷ ത്രങ്ങൾക്കും യഥാൎത്ഥപ്രകാശം ഒന്നുതന്നെയായിരിക്കണമെന്ന് ആലോചിക്കുന്നതു ന്യായരഹിതമെന്ന് അദ്ദേഹത്തിന്ന് തോ ന്നി. ചില നക്ഷത്രങ്ങൾ മങ്ങിക്കാണുന്നത് അവയുടെ ചെ റുപ്പംകൊണ്ടു മാത്രമാവാം, ചിലതു മങ്ങിക്കാണുന്നതു സ്വയം അധികം പ്രകാശമില്ലാത്തതിനാലാവാം, ചിലത് അത്യധിക ദൂരംകൊണ്ടും മങ്ങിക്കാണുന്നവയായിരിക്കാം. പ്രകാശമുള്ള ന ക്ഷത്രങ്ങൾ നമുക്കടുത്താവാനാണ് അധികം അവകാശമെന്നു സാമാന്യേന കരുതാമെങ്കിലും ഒന്നിനേയും കുറിച്ച് ഒന്നുംതന്നെ ഉറപ്പിച്ചുകൂടാ. ഈ വിഷമങ്ങളെല്ലാം പൂൎണ്ണമായി ധരിച്ചുകൊ ണ്ട് അദ്ദേഹം പല വഴികളും ആലോചിച്ചു. അവയെയെല്ലാം വിസ്തരിക്കുന്നത് ഇവിടെ സാദ്ധ്യമല്ല. അവയിൽ ഒരു വഴി ത ൻെറ ദൂരദശിനിയെ ആകാശത്തിൻെറ പല ഭാഗത്തേക്കും തിരി ച്ച് വെച്ച് അതിൽക്കാണുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളുടെ എണ്ണം തിട്ട

പ്പെടുത്തുകയായിരുന്നു. അതിൽനിന്നു നക്ഷത്രപഞ്ജരത്തിന്റെ ആകൃതി ഒരുവിധം ഊഹിക്കാമെന്ന് അദ്ദേഹം വിചാരിച്ചു. 20 ഇഞ്ച് രന്ധ്രമാനമുള്ള ഒരു ദൂരദർശിനിയായിരുന്നു ഇതിനുപയോഗിച്ചത്. അതിൽകൂടി 15 കല വ്യാസമുള്ള ഒരു വൃത്തം മാത്രം ഒരു നോട്ടത്തിൽ കാണാമായിരുന്നു. എന്നു വെച്ചാൽ ദൂരദർശിനിയുടെ ദൃക്ക്ഷേത്രം 15 കല വ്യാസമുള്ള ഒരു വൃത്തമായിരുന്നു. ആകാശഗംഗാമദ്ധ്യവൃത്തത്തിൽനിന്നു 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, എന്നിങ്ങിനെ പലെ അകലെയായി സങ്കല്പിച്ച 5 വൃത്തങ്ങളെക്കൊണ്ട് ആകാശത്തിന്റെ ഒരദ്ധ്ത്തെ 6 വീഥികളായിത്തിരിച്ച്, ഓരോ വീഥിയിലും പല ഭാഗത്തും ദൂരദർശിനിയുടെ ദൃക്ക്ഷേത്രത്തിൽക്കാണുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളെ എണ്ണി ശരാശരി ഒരു ദൃക്ക്ഷേത്രത്തിൽ എത്ര നക്ഷത്രങ്ങളെക്കാണുമെന്നു കണക്കാക്കി. ഫലം പ്രഥമാദിഖണ്ഡങ്ങളിലെ എണ്ണം 53, 24, 14, 8, 5, 4 എന്നിങ്ങിനെയായിരുന്നു.

ദൂരദർശിനി തിരിക്കുന്ന വഴിക്കുള്ള എല്ലാ നക്ഷത്രങ്ങളേയും കാണുക, ജ്യോതിസ്സുകളെല്ലാം ഒരേ അകലത്തായി നില്ക്കുക ഈ രണ്ടു ഉപാധികളും ഒത്താൽ നിരീക്ഷണഫലത്തിൽനിന്നു ഭപഞ്ജരത്തിന്റെ ആകൃതി കൃത്യമായിത്തന്നെ കാണാം. ദൂരദർശിനിയിൽ ഒരു നോട്ടത്തിന്നു കാണുന്ന അന്തരിക്ഷഭാഗം കൂടികാകൃതി(Cone shape)യിലായിരിക്കും. ഒരേ ആകൃതിയുള്ള കൂടികകളുടെ ഉള്ള് അതിന്റെ നീളത്തിന്റെ ഘനത്തിന്ന് അനുപാതകമാകുമെന്നു ഗണകന്മാക്കറിയാം. അതിനാൽ കൂടികകളുടെ ഉള്ളിന്ന് അനുപാതകമായിരിക്കേണ്ട നക്ഷത്രസംഖ്യകളുടെ ഘനമൂലങ്ങൾക്കനുപാതകമായിരിക്കും കൂടികകളുടെ ദൈർഘ്യം. അതിനാൽ മുമ്പ് പറഞ്ഞ വീഥികളുടെ അതിര് 53, 24, 14, 8, 5, 4 എന്നീ സംഖ്യകളുടെ ഘനമൂലങ്ങൾക്ക് അനുപാതകമായ അകലങ്ങളിലായിരിക്കണം. 53ന്റെ ഘനമൂലം 3·76ഉം 4ന്റേത് 1·59ഉം ആകുന്നു. അതിനാൽ ആകാശഗംഗയുടെ മദ്ധ്യരേഖയിലേക്കുള്ള അകലം 3·76 ആണെങ്കിൽ അതിന്നെ

തിരായ വശത്തേക്കുള്ള അകലം 1·59 എന്നു വരുന്നു. നക്ഷത്രപഞ്ജരത്തിൻെറ ഏററവും ചെറിയ വ്യാസം 1·59 ആണെങ്കിൽ ഏററവും വലിയ വ്യാസം 3·76. അഥവാ ഏററവും ചെറിയ വ്യാസം 1 ആണെങ്കിൽ, ഏററവും വലിയതു 3·76 ÷ 1·59 = 2·37. നാം ഈ പഞ്ജരത്തിൻെറ മദ്ധ്യത്തിലെന്നും വന്നു. ഈ ആകൃതി പരിലേഖത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഉള്ളി



പരിലേഖം 51.

ലുള്ളത് ഈ ആകൃതിയും പുറമെയുള്ളതു പിന്നീടു ഭേദപ്പെടുത്തിയ ആകൃതിയും ആകുന്നു. ഇപ്പോൾ കിട്ടിയ ആകൃതി ശരിയാവണമെങ്കിൽ ആദ്യം പറഞ്ഞ ഉപാധികൾ രണ്ടും ഒത്തിരിക്കണം. ഉപാധികൾ രണ്ടും ഭപഞ്ജരത്തിലില്ലായ്കയാൽ പല ഭേദങ്ങളും കല്പിക്കേണ്ടിവന്നു.

ഒന്നാമതു നക്ഷത്രപഞ്ജരത്തിൻെറ അകന്നതോ അടുത്തതോ ആയ അതിരുവരെ ഹെർസച്ചലിൻെറ ദൂരദശിനിയിൽ കൂടികാണുവാൻ സാധിച്ചിരുന്നില്ല. രണ്ടാമത് ആകാശത്തിൽ അവിടവിടെ നക്ഷത്രങ്ങൾ അടുത്തടുത്ത കൂട്ടങ്ങളായി കാണപ്പെടുന്നു. അതിനാൽ ഈ ആകൃതിക്കുതന്നെ പലേടത്തും നീണ്ടുകിടക്കുന്ന ഭാഗങ്ങളെ കല്പിക്കേണ്ടിവരും. നക്ഷത്രങ്ങൾ എല്ലാം അന്യോന്യം ഒരേ അകലത്തു നില്ക്കുന്നു എന്നു വിചാരിച്ചതും ശരിയല്ല. അധികം ശോഭയുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾ പ്രായേണ നമുക്കടുത്തിരിക്കും. ദൂരദശിനിയുടെ ഓരോ ദൃക്ക്ഷേത്രത്തിലും കണ്ട നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ശോഭയെക്കൂടി ആലോചിക്കുമ്പോൾ സൂൎയ്യന്നടുത്തുള്ള അന്തരീക്ഷഭാഗത്തു നക്ഷത്രങ്ങൾ കുറെയധികം അടുത്തടുത്തു സ്ഥിതിചെയ്യുന്നുവോ എന്നു തോന്നി. ഇതെല്ലാം ആലോചിച്ച് സെർ വില്യം ഹെർസച്ചലിന്നും അദ്ദേഹത്തി

ൻെറ അടുത്ത അനുഗാമികൾക്കും ഭപഞ്ജരത്തിൻെറ കൃത്യമായ ആകൃതി സുദൃഢമായിപ്പറയുവാൻ സാധിച്ചില്ല. ഭപഞ്ജരത്തിൻെറ ഏററവും അടുത്ത അതിരിനെക്കാൾ 5 മടങ്ങ് അകലെയായിരിക്കണം ഏററവും അകലെയുള്ള അതിരെന്നും, ഭപഞ്ജരത്തിൻെറ മദ്ധ്യത്തിലാണ് സൂൎയ്യൻ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതെന്നും, സൂൎയ്യന്നടുത്തു നക്ഷത്രങ്ങൾ അന്യോന്യം അടുത്തു നില്ക്കുന്നുവെന്നും വിചാരിക്കുന്നതാണ് ഏതാണ്ട് ശരിയായിരിക്കുക എന്നുമാത്രം അവൎക്കു പറയുവാൻ സാധിച്ചു. ഇവയിൽ ഏതെല്ലാം ഊഹങ്ങളാണ് ശരിയെന്നു പിന്നീടു കാണാം.

കഴിഞ്ഞ ശതാബ്ദാൎദ്ധത്തിൽ നക്ഷത്രങ്ങളുടേയും ഭചയങ്ങളുടേയും, പടലങ്ങളുടേയും അകലം ഏതാണ്ട് വിശ്വാസയോഗ്യമായ നിലയിൽ കണക്കാക്കുവാൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഭപഞ്ജരത്തിൻെറ ആകൃതി വില്യം ഹെർസച്ചൽ ആലോചിച്ചതുപോലെയാണെന്നും, എന്നാൽ സൂൎയ്യൻ ഭപഞ്ജരകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു പറയത്തക്ക അകലത്തു സ്ഥിതിചെയ്യുന്നുവെന്നും, കോശശുക്ല പടലങ്ങളെല്ലാം നാം അധിവസിക്കുന്ന ഭപഞ്ജരത്തിന്നു പുറത്തുള്ള ഭപഞ്ജരങ്ങളാണെന്നും വിശ്വാസയോഗ്യമായ നിലയിൽ നിരീക്ഷണനിരൂപണഗണനവിചക്ഷണന്മാരായ ജ്യൌതിഷികൾക്കു നിൎണ്ണയിക്കുവാൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇനിയത്തെ അദ്ധ്യായത്തിൽ ജ്യോതിസ്സുകളുടെ അകലത്തെ നിൎണ്ണയിച്ച മാൎഗ്ഗങ്ങളിൽ ചിലതു പറയാം.

6. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ അകലവും ആകാശഗംഗാസ്വരൂപവും

അടുത്തു ചെല്ലുവാൻ സാധിക്കാത്ത വസ്തുക്കളുടെ അകലം അളക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന മാൎഗ്ഗങ്ങളിൽ പ്രഥമവും പ്രധാനവുമായതു ക്ഷേത്രഗണിതമാൎഗ്ഗമാകുന്നു. ഈ മാൎഗ്ഗത്തിൽ സാരമായ ഭാഗം ഒരു ഉപതാനരേഖ(Base line)യും അതിൻെറ അഗ്രങ്ങളിൽനിന്നളക്കാവുന്ന രണ്ടു കോണുകളുമാകുന്നു. പരിലേഖത്തിൽ 'ദന' എന്നത് ഉപതാനരേഖയും 'ഗ' എന്നതു ദൂരം അറിയേണ്ട വസ്തുവും ആകുന്നു. 'ദന' എന്ന ഉപതാനത്തിൻേറയും ∠ഗദന, ∠ഗനദ ഈ കോണുകളുടേയും അളവുകൾ കൃത്യമായി അറിഞ്ഞാൽ ക്ഷേത്രഗണിതം വഴി ദഗ, നഗ എന്ന രണ്ടു രേഖകളേയും കൃത്യമായി കണക്കാക്കാം. ∠ദഗന എന്നത് ഉപതാനാഗ്രങ്ങളിൽനിന്നു വസ്തുവെ കാണുന്ന ദിക്കുകളുടെ അന്തരമാകുന്നു. ഇതിന്ന് ഉപതാനത്തെ അപേക്ഷിച്ച് 'ഗ' എന്ന വസ്തുവിൻെറ ദിഗ്ഭ്രംശം (Parallax) അല്ലെങ്കിൽ 'പരിഭ്രംശം' എന്നു പറയുന്നു.

പരിലേഖം 52.

ചന്ദ്രൻെറ ദൂരം അളന്ന മാൎഗ്ഗത്തിൽ ഭൂവ്യാസാൎദ്ധം ഉപതാനവും ഉപതാനാഗ്രങ്ങളായ ഭൂപൃഷ്ഠസ്ഥാനത്തുനിന്നും ഭൂകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നും ചന്ദ്രബിംബമദ്ധ്യത്തെക്കാണുന്ന സൂത്രങ്ങളും ഭൂവ്യാസാൎദ്ധവുമായുള്ള കോണുകളും ചന്ദ്രഗതി വഴിക്ക് അറിഞ്ഞി

രുന്നു. ഭൂവ്യാസാർദ്ധം ചന്ദ്രനിൽ അഭിമുഖീകരിക്കുന്ന കോണിനെ ചന്ദ്രന്റെ പരിഭ്രംശമെന്നു പറയുന്നു. ഇവിടെ ചന്ദ്രന്നു നേരിട്ടു നില്ക്കുന്ന, എന്നു വെച്ചാൽ ഭൂചന്ദ്രസൂത്രത്തിന്നു വിലങ്ങനെ നില്ക്കുന്ന, ഭൂവ്യാസാർദ്ധത്തെയാണ് നാം ഉപതാനമായി കരുതുന്നത്. സൂര്യന്റെ ദൂരം അളന്ന മാർഗ്ഗത്തിൽ ഭൂപൃഷ്ഠത്തിൽ അകലെ നില്ക്കുന്ന രണ്ടു നിരീക്ഷണശാലകൾ തമ്മിലുള്ള അകലത്തെയാണ് ഒന്നാമത് ഉപതാനമായിക്കരുതുന്നത്. എങ്കിലും ഗണിതത്തോടുകൂടിയോ ഗണിതത്തിന്നുശേഷമോ സൂര്യബിംബകേന്ദ്രത്തിന്ന് അഭിമുഖമായി നില്ക്കുന്ന ഭൂവ്യാസാർദ്ധം സൂര്യനിൽ അഭിമുഖീകരിക്കുന്ന കോണിനെ സൂര്യന്റെ പരിഭ്രംശമായിപ്പറയുന്നു. സൂക്ഷ്മമായ നിരീക്ഷണപദ്ധതികൾ ഉണ്ടെങ്കിൽ ഉപതാനരേഖയുടെ ലക്ഷമോ പത്തു ലക്ഷമോ മടങ്ങുള്ള അകലങ്ങളെ ഏതാണ്ട് കൃത്യമായി ഗണിക്കാം. സ്ഖലിതങ്ങൾ തീരെ ഒഴിക്കുവാൻ സാധിച്ചില്ലെന്നേ വരികയുള്ളു.

സൂര്യനിൽനിന്നു ഭൂമിയുടെ അകലം അറിയുന്നതോടുകൂടി നമുക്ക് വളരെ ദൈർഘ്യമുള്ള ഒരു ഉപതാനരേഖ കരസ്ഥമാകുന്നു. സൂര്യന്നു ചുററുമുള്ള സഞ്ചാരംകൊണ്ടു ഭൂമി ഒരിക്കൽ നില്ക്കുന്ന സ്ഥാനത്തുനിന്നു 6 മാസം കഴിയുമ്പോൾ 18,60,00,000 മൈൽ അകലെപ്പോകുന്നു. ഇതിനെ ഉപതാനരേഖയായിക്കരുതി ഈ രണ്ടു സ്ഥാനങ്ങളിൽനിന്നും നക്ഷത്രങ്ങളെ നോക്കുമ്പോൾ അവയുടെ ഖഗോളസ്ഥാനങ്ങൾക്കു ഭ്രംശം വരുന്നുണ്ടെങ്കിൽ, അവയുടെ അകലം ആ ഭ്രംശത്തിൽനിന്നു നമുക്ക് കണക്കാക്കാം. ഇങ്ങിനെ കണക്കാക്കുന്നതിൽ നിരീക്ഷണം ചെയ്തു കിട്ടുന്ന ഫലങ്ങളിൽനിന്നു സൂര്യന്റേയും നക്ഷത്രങ്ങളുടേയും അന്തരിക്ഷസഞ്ചാരംകൊണ്ടുണ്ടാവുന്ന സ്ഥാനമാററങ്ങളെ വകവെക്കുവാൻ കുറെ പാടുപെടാതെ നിവൃത്തിയില്ല. ദൂരദർശിനിയുടെ ആവിർഭാവത്തിന്നു മുമ്പ് നക്ഷത്രങ്ങളുടെ സ്ഥാനമാററം ഒട്ടുംതന്നെ കാണുവാൻ സാധിച്ചിരുന്നില്ല. അതിനാലായിരുന്നു ഭൂമി സൂര്യന്നു ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നു സമ്മതിക്കുവാൻ ധിഷ

ണാനിധികളായ പണ്ഡിതന്മാർകൂടി മടിച്ചത്. ദൂരദശിനികൊണ്ടു നക്ഷത്രങ്ങളെ നിരീക്ഷണം ചെയ്യുവാൻ തുടങ്ങിയപ്പോഴാണ് അവക്ക് അപേരണം, അന്തരിക്ഷചാരം മുതലായ സ്ഥാനമാററങ്ങറം നിരീക്ഷകന്മാർ കണ്ടുതുടങ്ങിയത്. ചില നക്ഷത്രങ്ങളുടെ അന്തരീക്ഷസഞ്ചാരം മററുള്ളവയുടേതിനെക്കാറം വളരെയധികമായിക്കണ്ടപ്പോറം, അവ നമുക്ക് കുറെ അടുത്തതാണെന്നു ജ്യൌതിഷികറം സംശയിക്കുവാൻ തുടങ്ങി. ഇങ്ങിനെ 1838ൽ ജമ്മൻ ജ്യൌതിഷിയായ ബസ്സൽ ജായരഗണത്തിലെ ഒരു നക്ഷത്രം (ജായര 61) നമുക്ക് വളരെ അടുത്തതാണെന്നു വിചാരിച്ച് അതിൻെറ ദൂരം നിശ്ചയിക്കുവാൻ വട്ടംകൂട്ടി. രണ്ടു കൊല്ലത്തോളം ജായര 61ന്ന് അടുത്തുള്ള നന്നെ ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ സ്ഥാനങ്ങളോടു താരതമ്യപ്പെടുത്തി പല അളവുകളും എടുത്ത് കണക്കാക്കി, ഭൂകക്ഷയുടെ വ്യാസാദ്ധം ഈ നക്ഷത്രത്തിൽ 0.35 വികലയോളം പോന്ന ഒരു കോണ് അഭിമുഖീകരിക്കുന്നു എന്നു കണ്ടു. സാങ്കേതികഭാഷയിൽ നക്ഷത്രത്തിൻെറ വാഷികപരിഭ്രംശം 0·35 വികലയെന്നു തീച്ച്യാക്കി. അടുത്ത കാലത്തു എഡിങ്ങ്ട്ടൻ സ്വീകരിച്ചുകാണുന്ന വാഷികപരിഭ്രംശം 0.31 വികലയാകുന്നു. എന്നുവെച്ചാൽ ഇതു നമ്മിൽനിന്നു സൂൎയ്യനെക്കാറം 6,65,000 മടങ്ങ് അകലെയാകുന്നു. സെക്കണ്ടിൽ 1,86,000 മൈൽ വീതം സഞ്ചരിക്കുന്ന വെളിച്ചം ഈ നക്ഷത്രത്തിൽ നിന്നു പുറപ്പെട്ടാൽ ഇവിടെ എത്തുവാൻ $10\frac{1}{2}$ കൊല്ലം വേണം. സാധാരണ ഉപയോഗിച്ചു വരുന്ന ഭാഷയിൽ ജായര 61 എന്ന നക്ഷത്രത്തിൻെറ ദൂരം $10\frac{1}{2}$ ദീപ്തിവഷമാകുന്നു. ഒരു ദീപ്തിവഷത്തിന്നു $5{\cdot}87\times10^{12}$* നാഴികയെന്നു കാണാം.

ഈ കാലത്തിന്നടുത്തുതന്നെ ഹെൻഡർസൻ, സ്ട്രോവ്, എന്നിവർ കിനാരവസ്സ് 1, അഭിജിത്ത് എന്നീ നക്ഷത്രങ്ങളു

---

* 12 പത്തുകളെ ഒന്നായിപ്പെരുക്കിയ ഫലത്തെ ചുരുക്കത്തിന്നുവേണ്ടി 10^{12} പത്തെ (സ്വാഘാതം പന്ത്രണ്ട്) എന്നെഴുതുന്നു. ഉം 10^2=100, 10^5=1,00,000.

ടേയും അകലങ്ങൾ അളന്നു. ഇവ ക്രമേണ 4·31 ദീപ്തിവഷ്വും 27 ദീപ്തിവഷ്വുമാകുന്നു. കിനാരവസ്സ് 1ന്നടുത്തു നില്ക്കുന്ന പ്രത്യാസന്നകിനാരവസ്സാകുന്നു നമുക്ക് ഏററവും അടുത്ത നക്ഷത്രം. അതിൻെറ അകലം 4·27 ദീപ്തിവഷം മാത്രമാകുന്നു. അതു എത്രയോ പ്രകാശം കുറഞ്ഞ നക്ഷത്രമാകയാൽ വലിയ ദൂരദശിനികളിൽക്കൂടിയല്ലാതെ അതിനെക്കാണുവാൻ സാധിക്കയില്ല. ആകാശത്തിൽവെച്ച് ഏററവും ശോഭയുള്ള രുദ്രൻ എന്ന നക്ഷത്രത്തിൻെറ ദൂരം 8·6 ദീപ്തിവഷ്വും പ്രോസിയോൻെറ ദൂരം 10·9 ദീപ്തിവഷ്വും, രോഹിണിയുടേതു 21·7ഉം ഷഡാസ്യൻേറതു 27·2ഉംആകുന്നു. ഇവയെല്ലാമാകുന്നു അറിയുന്നേടത്തോളം നമുക്ക് വളരെ അടുത്ത നക്ഷത്രങ്ങൾ. ധ്രുവനക്ഷത്രം നമ്മിൽനിന്നു 46·5 ദീപ്തിവഷം അകലെയാണത്രെ.

കൈകവസ്സ്ക്ഷയോപചയതാരങ്ങളെപ്പററി മുമ്പു പറഞ്ഞതു ഓക്കുന്നുണ്ടായിരിക്കും. ചില കൈകവസ്സ്ക്ഷയോപചയതാരങ്ങളുടേയും അകലം ക്ഷേത്രഗണിതമാഗ്ഗമായി നിശ്ചയിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇങ്ങിനെ അളന്ന ഒരു ക്ഷയോപചയതാരത്തിൻെറ 100ൽ ഒരംശംമാത്രം പ്രകാശമുള്ള മറെറാരു ക്ഷയോപചയതാരത്തെക്കാണുകയും, അവക്ക് രണ്ടിന്നും ഒരേ പ്രകാശപരിവത്തനകാലമായിരിക്കയും ചെയ്താൽ, രണ്ടാമത്തേതു മറേറതിൻെറ 10 മടങ്ങ് അകലെയാണെന്നു തീച്ച്യയാക്കാം. ഈ പത്തു മടങ്ങ് അകലമുള്ള താരം ഒരു ഭചയത്തിലോ ശുക്ലപടലത്തിലോ ആയെന്നു വരാം. അവിടെ ദീഘപരിവത്തനകാലമുള്ള മറെറാരു കൈകവസ്സ്ക്ഷയോപചയതാരമുണ്ടെങ്കിൽ, അതിൻെറ പരിവത്തനകാലവും തേജസ്സും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം നിശ്ചയിക്കാം. അതിന്നുശേഷം മറെറാരു പ്രദേശത്തു അതേ പരിവത്തനകാലമുള്ള ഒരു കൈകവസ്സ്ക്ഷയോപചയതാരത്തെ 25ൽ ഒരംശം തേജസ്സുള്ളതായി ഇവിടന്നു കണ്ടാൽ, അതു മുമ്പു കണ്ട ഭചയത്തെക്കാളോ പടലത്തെക്കാളോ 5 മടങ്ങ് അകലെയാണെന്നനുമാനിക്കാം. മിക്ക ഭചയങ്ങളിലും ശുക്ലപടലങ്ങളിലും കൈകവസ്സ്ക്ഷയോപചയങ്ങൾ ധാരാളം ഉള്ളതിനാൽ

ഇങ്ങിനെ പടിപടിയായി വളരെ അകലെയുള്ള ഭചയങ്ങളുടേയും ശുക്ലപടലങ്ങളുടേയും അകലം നിണ്ണയിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഈ വിധത്തിൽ 10 ലക്ഷം ദീപ്തിവഷംവരെയുള്ള അകലത്തെ നിണ്ണയിക്കാമെന്നാണ് വിദഗ്ധന്മാർ പറയുന്നത്. 100 ദീപ്തിവഷം അകലംതന്നെ ക്ഷേത്രഗണിതമാഗ്ഗംകൊണ്ടു നിശ്ചയിക്കുവാൻ വളരെ പ്രയാസമാണത്രെ. പരിവത്തനകാലം അതിദീഗ്ഘമായ കൈകവസ്സ്ക്ഷയോപചയങ്ങാം സൂയ്യനെക്കാാം 10,000ത്തിലധികം മടങ്ങ് തേജസ്സുള്ളവയാണ്. അതിനാൽ അന്തരീക്ഷത്തിൻെറ അഗാധതയിലേക്കു കുറെയൊക്കെ എത്തിനോക്കുവാൻ ജ്യൌതിഷികാംക്ക് സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്.

ആകാശത്തിൽ അവിടവിടെയായിക്കാണുന്ന പുതിയ താരങ്ങളുടെ യഥാത്ഥ ഉച്ചതേജസ്സ് എല്ലാററിന്നും ഒരുപോലെയാണെന്നുള്ളതിന്നു തെളിവുകളായ ന്യായങ്ങളുണ്ട്. അതിനാൽ ഇവിടന്നു ഒരു പുതിയ താരം മങ്ങിക്കാണുന്നുവെങ്കിൽ അതു അധികം ദൂരത്തായതുകൊണ്ടു മാത്രമാകുന്നു. ഇങ്ങിനെ പുതിയ താരങ്ങളുടെ കവിഞ്ഞ പ്രകാശത്തിൽനിന്നു അവ കാണപ്പെട്ടന്ന പ്രദേശത്തിൻെറ ദൂരം നിണ്ണയിക്കാവുന്നതാണ്.

നീലനിറമുള്ള എല്ലാ താരങ്ങാംക്കും ഒരേ യഥാത്ഥ തേജസ്സാണെന്നു ജ്യൌതിഷികാം മനസ്സിലാക്കീട്ടുണ്ട്. അതിനാൽ നീലനക്ഷത്രങ്ങളുടെ പ്രകാശത്തിൽനിന്നു അവയുടെ അകലം നിണ്ണയിക്കാം.

നക്ഷത്രങ്ങളിൽനിന്നു വരുന്ന പ്രകാശത്തെ വിരാജനികൊണ്ടു പരിശോധിച്ചാൽ അതു സഞ്ചരിച്ച ദൂരത്തിൻെറ ലക്ഷ്യങ്ങളായി ചില ലക്ഷണങ്ങാം കാണാമെന്നും, അവയിൽനിന്നു ദൂരത്തെ അനുമാനിക്കാമെന്നും പറയുന്നു. പക്ഷെ അതിന്നുള്ള ന്യായങ്ങാംക്കടിസ്ഥാനമായ ചില സംഗതികളിൽ ധാരാളം അവ്യവസ്ഥയുണ്ട്.

നൂറോളമുള്ള ഗോളഭചയങ്ങളുടെ അകലം കൈകവസ്സ്ക്ഷയോപചയതാരങ്ങാംവഴി നിണ്ണയിക്കുവാൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്.

ഇവയിൽ ഏററവും അടുത്തതു കിനാരവസ്സ് നക്ഷത്രഗണത്തിലാകുന്നു. അതിൻെറ ദൂരം 22,000 ദീപ്തിവർഷമാകുന്നു. ഏററവും അകന്ന ഗോളഭചയം 2,20,000 ദീപ്തിവർഷം അകലേയുമാകുന്നു. ഇവയുടെ എല്ലാം ദിക്കും ദൂരവും അറിയുന്നതിനാൽ മൌണ്ട് വിൽസൻ നിരീക്ഷണശാലാദ്ധ്യക്ഷനായിരുന്ന ഡോക്ടർ ഷേപ്ലി ഇവയെ അന്തരീക്ഷത്തിൽ അതാതു സ്ഥാനത്തു സങ്കല്പിച്ചു. ഇവയെല്ലാം ആകാശഗംഗാമദ്ധ്യതലത്തിൽ നീണ്ടു കിടക്കുന്ന ഒരു മണ്ഡലത്തിൽ ഉൾപ്പെടുന്നു. ഈ മണ്ഡലത്തിൻെറ ഏററവും നീണ്ട വ്യാസം 2,50,000 ദീപ്തിവർഷം ദൈർഘ്യമുള്ളതാകുന്നു. ഈ മണ്ഡലത്തിൻെറ വശത്തായി സൂര്യൻ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതിനാലാകുന്നു മുമ്പു പറഞ്ഞതുപോലെ ഇവയെ ആകാശത്തിൻെറ ഒരർദ്ധത്തിൽ മാത്രമായി നാം കാണുന്നത്. വൃശ്ചികസപ്തധരഗണങ്ങളിൽ അതിനിബിഡമായി മേഘംപോലെ കാണുന്ന ആകാശഗംഗാഖണ്ഡം ഈ മണ്ഡലത്തിൻെറ മദ്ധ്യത്തിലാണെന്നും അതിൽനിന്നു 47,000 ദീപ്തിവർഷം അകന്ന ഒരു പ്രദേശത്താണ് സൂര്യൻ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതെന്നും നിർണ്ണയിച്ചിരിക്കുന്നു.

ആകാശഗംഗയിലെ നക്ഷത്രങ്ങളുടേയും മേഘഗ്രഹശുക്ലപടലങ്ങളുടേയും ഇടയിൽ സർവ്വേക്കല്ലുകൾപോലെയാണ് ഗോളഭചയങ്ങളുടെ സ്ഥിതിയെന്നു ഒരു വിധം വ്യക്തമായിട്ടുണ്ട്. ആകാശഗംഗാമണ്ഡലത്തിൻെറ കേന്ദ്രം ഗോളഭചയമണ്ഡലകേന്ദ്രമായ നക്ഷത്രമേഘത്തിലാകുന്നു. വില്യം ഹെർസച്ചലും തൻെറ അനുഗാമികളും നിശ്ചയിച്ച ആകൃതിതന്നെയാണ് ആകാശഗംഗാമണ്ഡലത്തിനുള്ളത്. എന്നാൽ അവർ വിചാരിച്ചതുപോലെ സൂര്യൻ ആകാശഗംഗാമണ്ഡലകേന്ദ്രസ്ഥനല്ല. മദ്ധ്യത്തിൽനിന്നകലെ ശരാശരിയെക്കാൾ കുറെ അധികം പ്രകാശമുള്ള നക്ഷത്രസമൂഹത്തിലെ അംഗമായിട്ടാണ് സൂര്യൻ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്. ഈ സമൂഹത്തില നക്ഷത്രങ്ങളെയാണ് നാം വളരെ പ്രകാശമുള്ളവയായിക്കാണുന്നത്. ഇവയെല്ലാംകൂടി

ഒരു പ്രത്യേകഭേദമെന്ന നിലയിൽ വർത്തിക്കുന്നു. ആകാശഗംഗാമദ്ധ്യതലത്തിന്നു വളരെ അടുത്താകുന്നു ഈ സമൂഹത്തിന്റെ മദ്ധ്യം.

ആകാശഗംഗയിലെ നക്ഷത്രങ്ങളും മററും സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന അന്തരീക്ഷദേശത്തിന്റെ സ്വരൂപം ഒന്നു നന്നായി മനസ്സിൽ ഉറപ്പിക്കേണ്ടതാകുന്നു. ഇതു വിസ്താരത്തിന്റെ അഞ്ചിലൊന്നു മാത്രം മദ്ധ്യത്തിൽ കനമുള്ള ഒരു 'ഇഡ്ലി'പോലെയാകുന്നു. ഇതിന്റെ മദ്ധ്യതലം ഒരു വൃത്തംതന്നെ. ആ വൃത്തത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലാകുന്നു വൃശ്ചികസപ്പധരഗണങ്ങളിൽ നാം കാണുന്ന നിബിഡമായ നക്ഷത്രമേഘം സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത്. ആ കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു വ്യാസാദ്ധത്തിന്റെ സുമാറ് $\frac{2}{5}$ ഭാഗം അകലത്ത് മദ്ധ്യവൃത്തതലത്തിന്നടുത്തുതന്നെ കേന്ദ്രമായ ഒരു ഉപസമൂഹത്തിലെ അംഗമാകുന്നു സൂൎയ്യൻ. ഇവിടന്നു വിപുലമായ നക്ഷത്രമണ്ഡലത്തിന്റെ വിസ്താരമേറിയ ഭാഗത്തേക്കു നോക്കുമ്പോൾ എണ്ണമില്ലാത്തോളം നക്ഷത്രങ്ങളെ ഒന്നായിക്കാണുന്നതുകൊണ്ടാണ് വെറും പ്രകാശരൂപമായി ആകാശഗംഗയെ നാം കാണുന്നത്.

ആകാശഗംഗാമണ്ഡലത്തിലെ നക്ഷത്രങ്ങളെല്ലാം ഒരു ചലനവുമില്ലാതെ നിന്നാൽ അവയെല്ലാം ഗുരുത്വാകൎഷണംകൊണ്ടു കേന്ദ്രത്തിലേക്കു പതിച്ച് അടിഞ്ഞുകൂടും. അങ്ങിനെ വരാതിരിക്കുന്നത് ഈ നക്ഷത്രങ്ങളെല്ലാം ഒരു കേന്ദ്രത്തിന്നു ചുററും സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതിനാലായിരിക്കണമെന്നു ഫ്രാൻസിലെ ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്ന ഹെൻറി പോൻകരെ 1913ൽ അഭിപ്രായപ്പെടുകയും അങ്ങിനെയാണെങ്കിൽ ഏററവും പുറത്തുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾ 50 കോടി വൎഷംകൊണ്ട് ഒരു പരിവൎത്തനം തികക്കണമെന്നു ഗണിക്കുകയും ചെയ്തു. അക്കൊല്ലംതന്നെ ഒരു നിരിക്ഷകൻ ഇതു നോക്കിക്കണ്ടെത്തായി പ്രസ്താവിച്ചു. ഭൂമി ഒരു പമ്പരംപോലെ തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. അതിന്റെ അക്ഷത്തിന്നു ദിഗ്മാററം വരുന്നതു ഗോളാകൃതിയിൽനിന്നു ക

വിഞ്ഞു നില്ക്കുന്ന ഭാഗങ്ങളിന്മേൽ സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരുടെ ആകൎഷണംകൊണ്ടാണെന്നു നാം കണ്ടു. സൌരവ്യൂഹംതന്നെ ഒരു പമ്പരമാകുന്നു. ഇതിൻെറ അക്ഷം ദക്ഷിണോത്തരരാശികൂടങ്ങളെ ചേൎക്കുന്ന രേഖയുമാകുന്നു. ഈ സൌരവ്യൂഹാക്ഷത്തിന്ന് ആകാശഗംഗാപശ്ചാത്തലത്തെ അപേക്ഷിച്ച് 37 കോടി കൊല്ലത്തിൽ വട്ടം തികക്കുന്ന ഒരു ചലനമുണ്ടെന്നാണ് നിരീക്ഷകൻ കണ്ടത്. പിന്നീട് അളവുകളെല്ലാം കുറെക്കൂടി കൃത്യമാക്കി 37 കോടിയെന്നതിനെ മാററി 53 കോടിയാക്കുകയും ചെയ്തു. എഡിങ്ട്ടൻ ഇത് അക്ഷത്തിൻെറ ചലനമല്ലെന്നും പശ്ചാത്തലത്തിൻെറ എതിർവശത്തേക്കുള്ള ചലനമാണെന്നും അഭിപ്രായപ്പെട്ടു.

ആകാശഗംഗാമണ്ഡലത്തിൻെറ ഭ്രമണം പമ്പരത്തിൻെറ ഭ്രമണംപോലെയല്ല. കേന്ദ്രത്തിന്നടുത്തുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾ കുറെ വേഗത്തിലും അകലെയുള്ളവ കുറെ മന്ദമായും സഞ്ചരിക്കും. ഇതു സൌരവ്യൂഹത്തിലെ ഗ്രഹങ്ങളെപ്പോലെയത്രെ. അങ്ങിനെ സൂൎയ്യന്ന് ഒരു പരിവൎത്തനം തികക്കുവാൻ 23 കോടി കൊല്ലം വേണമെന്നാണ് കണക്കാക്കീട്ടുള്ളത്. ഈ പരിവൎത്തനയാത്രയിൽ സൂൎയ്യനും അടുത്തുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളും ഏതാണ്ട് സെക്കണ്ടിൽ 200 മൈൽ വീതം സഞ്ചരിക്കുന്നു.

ആകാശഗംഗാമണ്ഡലത്തിൻെറ വിസ്താരവും ഭ്രമണകാലവും അറിഞ്ഞാൽ, ആകൎഷണഗണിതവിദഗ്ധന്മാൎക്ക് അതിൻെറ ദ്രവ്യമാനം കണക്കാക്കാം. ഇങ്ങിനെ ആകാശഗംഗാമണ്ഡലത്തിൽ സൂൎയ്യനിലുള്ള ദ്രവ്യത്തിൻെറ 24,000 കോടി മടങ്ങ് ദ്രവ്യമുണ്ടെന്നു കണ്ടിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ നാം കാണുന്ന മേഘശുക്ലപടലങ്ങളിലും ഗ്രഹശുക്ലപടലങ്ങളിലും ഉള്ള ദ്രവ്യവും പെട്ടും. നമുക്കറിയുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ശരാശരി തൂക്കത്തെക്കാൾ സൂൎയ്യൻെറ തൂക്കം കുറെ അധികമാകുന്നു. ഈ സംഗതികളെല്ലാം ആലോചിച്ച് ആകാശഗംഗയിൽ 40,000 കോടി നക്ഷത്രങ്ങളുണ്ടെന്നു ചിലർ അഭിപ്രായപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ആറിഞ്ചു

ദൂരദർശിനിയിൽകൂടി ഫോട്ടോ എടുത്തു കിട്ടുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളുടെ എണ്ണം 150 കോടി മാത്രമാകുന്നു. അതിനാൽ ആകാശഗംഗ യിലെ ഒരു ചെറിയ അംശം നക്ഷത്രങ്ങളെ മാത്രമേ നമ്മുടെ നിരീക്ഷണവിദഗ്ദ്ധന്മാർക്കുകൂടിക്കാണുവാൻ സാധിച്ചിട്ടുള്ളു. ആ കാശഗംഗയുടെ ദ്രവ്യമാനംതന്നെ രവിദ്രവ്യമാനത്തിൻെറ 11,000 കോടിയാണെന്നും 18,000 കോടിയാണെന്നും ചിലർ അഭിപ്രായപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

ആകാശഗംഗാമണ്ഡലനിരൂപണത്തിൽനിന്നു കോശശ്രു ക്ലപടലങ്ങളെ വിട്ടതു വായനക്കാരുടെ ശ്രദ്ധയിൽ പെട്ടിരിക്കും. ഇതിന്നു കാരണം വിശേഷിച്ചൊന്നുമല്ല. നമുക്ക് കുറെ അടു ത്തതാണെന്നു വിചാരിക്കുവാൻ ന്യായമുള്ള കോശശ്രുക്ലപടലം മിരാഠം നക്ഷത്രഗണത്തിൽ കാണുന്നതാകുന്നു. ഇതു M31 എ ന്ന നമ്പ്ര്കൊണ്ട് അറിയപ്പെടുന്നു. ഇതിൻെറ അകലം ന മ്മിൽനിന്നു 9,00,000 ദീപ്തിവൎഷമാണത്രെ, എന്നു വെച്ചാൽ ആകാശഗംഗയുടെ കവിഞ്ഞ വിസ്താരത്തിൻെറ 3·6 മടങ്ങ്. ഇതിലും അടുത്ത മറെറാരു കോശശ്രുക്ലപടലമുണ്ട്. അതു ത്രി കോണമണ്ഡലത്തിലെ M33 എന്നതാകുന്നു. ഇതാണ് നമു ക്ക് ഏററവും അടുത്തത്. ഇതിൻെറ അകലം നമ്മിൽനിന്നു 850,000 ദീപ്തിവൎഷമാകുന്നു, ആകാശഗംഗാമഹാവ്യാസത്തി ൻെറ 3.4 മടങ്ങ്. ഇതിൻെറ ആകൃതി പട്ടുനൂൽ പുഴുവിൻെറ കൂടുപോലെയല്ല. ഏതാണ്ട് സമവൃത്തംപോലെയാകുന്നു. മണ്ഡ ലത്തിൻെറ മദ്ധ്യവൃത്തത്തിന്നു നേരെയാണ് നമ്മുടെ സ്ഥിതി. മറെറാരുവശത്തുനിന്നു നോക്കിയാൽ ഇതിൻേറയും ആകൃതി പ ട്ടുനൂൽ പുഴക്കൂടുപോലെയാവാം. ഈ രണ്ടു കോശശ്രുക്ലപടലങ്ങ ളെപ്പോലെ, ഇതുവരെ കണ്ടിട്ടുള്ള 20 ലക്ഷത്തിൽപരം കോശ ശ്രുക്ലപടലങ്ങൾ ആകാശഗംഗയുടെ പുറത്തു കിടക്കുന്നു. അതു കൊണ്ടുതന്നെയാണ് അവയെ ആകാശഗംഗാമണ്ഡലനിരൂപ ണത്തിൽനിന്നു കേവലം വിടേണ്ടിവന്നത്.

കോശശ്രുക്ലപടലങ്ങളെ ദൂരദർശിനികൊണ്ടും വിരാജനികൊ ണ്ടും പരിശോധിക്കുമ്പോൾ അവ ഓരോന്നും ആകാശഗംഗാമ

ണ്ഡലത്തെപ്പോലെ നക്ഷത്രങ്ങളെക്കൊണ്ടും ധൂമങ്ങളെക്കൊണ്ടും മേഘശുക്ലപടലാദികളെക്കൊണ്ടും നിറഞ്ഞതായിക്കാണുന്നു. അതിനാൽ നമ്മുടെ ആകാശഗംഗാമണ്ഡലവും കോശശുക്ലപടലങ്ങളിൽ ഒന്നു മാത്രമാണെന്നു വിശ്വസിക്കുന്നു. അടുത്തുള്ള ചില കോശശുക്ലപടലങ്ങളുടെ തൂക്കം കണക്കാക്കീട്ടുണ്ട്. M31ൻെറ തൂക്കം സൂര്യൻെറ 350 കോടി മടങ്ങ് മാത്രമാകുന്നു. അറിഞ്ഞേടത്തോളം അടുത്തുള്ള കോശശുക്ലപടലങ്ങളിൽ കുറെ അധികം വലിയ ഒരു ശുക്ലപടലമാണ് നമ്മുടെ ആകാശഗംഗാമണ്ഡലം. പ്രപഞ്ചത്തിൽ വെച്ച് ഏററവും വലിയ കോശശുക്ലപടലം നമ്മുടേതാണെന്നു വിചാരിക്കുവാൻ ന്യായവുമില്ല.

അന്തരീക്ഷസാമ്രാജ്യത്തിലെ ഗ്രാമങ്ങളാണ് കോശശുക്ലപടലങ്ങൾ. അവയിൽ കുറെ വലിയ ഒരു ഗ്രാമമാകുന്നു ആകാശഗംഗാമണ്ഡലം. ഇവിടത്തെ നിവാസികളാകുന്നു നക്ഷത്രങ്ങൾ. ഇവയുടെ ഇടയിൽ വലിപ്പംകൊണ്ടും പ്രഭാവംകൊണ്ടും സൂര്യനെക്കാൾ മഹാന്മാരും എളിയവരുമുണ്ടെന്നു പിന്നിട്ടു കാണാം. ഇവയിൽ സാമാന്യം ഭേദമായ ഒരു മദ്ധ്യവർത്തിയാണ് നമുക്ക് ഈശ്വരനെന്നു കരുതുന്നതിൽ ഒരു തെററുമില്ലാത്ത ആദിത്യൻ. നമ്മുടെ നക്ഷത്രഗ്രാമത്തിൻെറ അതിര് ഒരു വിധം നാം മനസ്സിലാക്കീട്ടുണ്ട്. സാമ്രാജ്യത്തിന്ന് അതിരുണ്ടോ ഇല്ലയോ? അതിരുണ്ടെന്നാണ് പ്രബലപ്പെട്ടുവരുന്ന അല്ല, പ്രബലപ്പെട്ടിട്ടുള്ള ആധുനികാഭിപ്രായം. കുറെക്കൂടി കൃത്യമായിപ്പറയുകയാണെങ്കിൽ അതിരില്ലെങ്കിലും, പരിമിതമായതെന്നാണ് അഭിപ്രായം. അതിനെ ഗോളമെന്ന നിലയിൽ കരുതിയാൽ അതിൽ പ്രകാശത്തിന്നു സഞ്ചരിക്കുവാൻ കഴിയുന്ന ദൂരത്തിൻെറ 500ൽ ഒരംശം മാത്രം അടുത്തു കിടക്കുന്ന ഗ്രാമങ്ങളെ മാത്രമേ ഏററവും വലിയ ദൂരദർശിനികൊണ്ടു കാണുവാൻ സാധിച്ചിട്ടുള്ളു. ഈ ഗ്രാമങ്ങളിലേക്കുള്ള ദൂരം 14 കോടി ദീപ്തിവർഷമാണെന്നു ഡോക്ടർ ഹബ്ബ്ബൾ മുതലായ ഗവേഷകാഗ്രേസരന്മാർ അഭിപ്രായപ്പെടുന്നു. ഗ്രാമങ്ങൾ സീതാവേണി കന്നി മുതലായ ന

ക്ഷത്രങ്ങളുടെ വഴിക്ക് അധികം അടുത്തടുത്തു കാണുന്നുണ്ടെങ്കിലും സാമാന്യേന ഒരേ അകലത്തായി അന്തരീക്ഷത്തിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നുവെന്നു സങ്കല്പിച്ചിട്ടാണ് ഈവിധം ദൂരങ്ങളെ ഊഹിക്കുന്നത്.

ചില കോശശുക്ലപടലങ്ങളുടെ ബഹിർഭാഗത്തെ ദൂരദർശിനികൊണ്ടു വെവ്വേറെ നക്ഷത്രങ്ങളായി വേർതിരിക്കുവാൻ സാധിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും, അവയുടെ അന്തർഭാഗത്തെ അങ്ങിനെ വേർതിരിക്കുവാൻ സാധിച്ചിട്ടില്ല. അന്തർഭാഗത്തെ ദ്രവ്യം മിക്കവാറും വാതകരൂപത്തിലാണിപ്പോഴും ഇരിക്കുന്നതെന്നും, അവിടെ ഇപ്പോഴും സൂര്യനെപ്പോലെയുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾ ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നുണ്ടെന്നും ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ വിശ്വസിക്കുന്നു.

7. ആപേക്ഷികസിദ്ധാന്തം

ഇത്രയും പറഞ്ഞ സ്ഥിതിക്ക് ആപേക്ഷികസിദ്ധാന്തത്തെ ഒന്നു സ്പർശിക്കയെങ്കിലും ചെയ്യാതെ നിവൃത്തിയില്ല. ഒരു ഗോളത്തിൻെറ പുറഭാഗത്തുമാത്രം സഞ്ചരിക്കുവാൻ കഴിയുന്ന ഒരു ജീവിക്ക് സഞ്ചരിക്കുന്ന ദേശത്തിന്നതിരില്ല. എങ്കിലും ആ ദേശം പരിമിതമാകുന്നു. ഗോളപൃഷ്ഠത്തിന്നു അതിരില്ലായ്മയും എന്നാൽ പരിമിതാവസ്ഥയും ഒരുമിച്ചു വരുവാൻ കാരണം അതു എവിടേയും നീളത്തിന്നും വീതിക്കും ലംബമായ ഘനത്തിൻെറ വശത്തേക്കു വളയുന്നതുകൊണ്ടും വളഞ്ഞ് ഒരുമിച്ച് കൂടുന്നതുകൊണ്ടും ആകുന്നു. വൃത്തപരിധിയും പരിമിതവും അതിരില്ലാത്തതും ആകുന്നു. ഗോളപൃഷ്ഠനിവാസിയായ ജീവിക്ക് നീളവും വീതിയുമല്ലാതെ ഘനം എന്ന ഒന്നുണ്ടെന്നറിവാൻ സാധിക്കയില്ലെങ്കിൽ ഗോളപൃഷ്ഠത്തിൻെറ പരിമിതാവസ്ഥ ചില അനുമാനങ്ങളെക്കൊണ്ടു ഗ്രഹിക്കുവാനല്ലാതെ അതു കാണുവാനോ വിഭാവനം ചെയ്യുവാനോ സാധിക്കുന്നതല്ല. എന്നുവെച്ചാൽ ഒരു ദ്വൈമാനികജീവിക്കു ഒരു ത്രൈമാനികവസ്തുവിൻെറ ബാഹ്യം പരിമിതമെന്നറിവാൻ പ്രയാസമുണ്ട്. അതുപോലെത്തന്നെ നീളം, വീതി ഘനം എന്നീ മൂന്നു മാനങ്ങളെമാത്രം അറിവാൻ സാധിക്കുന്ന ത്രൈമാനികരായ നമുക്ക് ചതുർമാനികലോകത്തിൻെറ ബാഹ്യം മാത്രമായ ത്രൈമാനികദേശത്തിന്നു അതിരില്ലെങ്കിലും അതു പരിമിതമാകുന്നുവെന്നു പറയുന്നതു ആശ്ചര്യകരമായിരിക്കും. എങ്കിലും നാം അധിവസിക്കുന്നതും നീളം, വീതി, ഘനം ഈ മൂന്നു മാനങ്ങളെക്കൊണ്ടു വ്യവഹരിച്ചുവരുന്നതും ആയ പ്രപഞ്ചം ഒരു ചതുർമ്മാനികലോകത്തിൻെറ ബാഹ്യം മാത്രമാണെന്നും അതിൽ ഏതു വഴിക്കു പോയാലും അതിരില്ലെന്നു തോന്നുമെങ്കിലും അതു പരിമിതമാകുന്നു എന്നുമാണ് ആ

32 *

പേക്ഷികസിദ്ധാന്തം നമ്മെ ഉൽബോധിപ്പിക്കുന്നത്. ഭൂമിയുടെ ഏതു വശത്തേക്കു പോയാലും ഒരു തടസ്ഥവും കൂടാതെ പുറപ്പെട്ട സ്ഥലത്തുതന്നെ എത്തുന്നതുപോലെ കോശശുക്ലപടലങ്ങളായ നക്ഷത്രഗ്രാമങ്ങളെക്കൊണ്ടു നിറഞ്ഞ ഈ പ്രത്യക്ഷലോകത്തിൽ ഏതെങ്കിലും ഒരു ദിക്കു നോക്കി പോയിക്കൊണ്ടിരുന്നാൽ, പുറപ്പെട്ട സ്ഥലത്തുതന്നെ എത്തും. അതിനാൽ ഒരു നക്ഷത്രത്തിൽനിന്നു പുറപ്പെട്ട രശ്മികൾ അനേകകോട്യബ്ദത്തെ സഞ്ചാരത്തിനുശേഷം പുറപ്പെട്ടമ്പോൾ ആ നക്ഷത്രം നിന്നിരുന്ന സ്ഥാനത്തു ഒരുമിച്ചുകൂടി അതിൻെറ ഒരു മങ്ങിയ പ്രേതരൂപത്തെ ഉത്ഭവിപ്പിച്ചു എന്നു വരാം.

ദൃശ്യവസ്തുക്കളുടെ നാലാമത്തെ മാനം സമയമാകുന്നു. വസ്തുക്കളിൽനിന്നു പ്രകാശരൂപമായും ശബ്ദരൂപമായും മററും വരുന്ന ചില തരംഗങ്ങളിൽനിന്നാണ് നമുക്ക് വസ്തുജ്ഞാനമുണ്ടാകുന്നത്. എന്നുവെച്ചാൽ വസ്തുക്കളെ നാം ഇന്ദ്രിയങ്ങൾവഴി നേരിട്ടു ഗ്രഹിക്കുന്നില്ല. ഇന്ദ്രിയങ്ങൾ ഗ്രഹിക്കുന്നതു തരംഗങ്ങളാകുന്നു. ഈ തരംഗങ്ങളിൽനിന്നുണ്ടാവുന്ന മാനസികഭാവങ്ങളെ നാം വ്യാഖ്യാനിച്ച് വസ്തുക്കൾക്ക് രൂപം, സ്ഥാനം മുതലായ ചില ധർമ്മങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. വ്യാഖ്യാനമല്ലാതെ യഥാർത്ഥത്തെ നാം കാണുന്നില്ല. എന്നാൽ ഈ വ്യാഖ്യാനത്തിൽ സമയത്തെ നാം വസ്തുക്കളിൽനിന്നു വേർപെടുത്തി നിയതഗതിയോടെ ഒഴുകുന്ന ഒരു പ്രവാഹമായിക്കല്പിച്ച്, നീളം, വീതി, ഘനം എന്നീ മൂന്നു മാനങ്ങളെക്കൊണ്ടു വസ്തുക്കൾക്ക് രൂപവും സ്ഥാനവും നല്കുന്നു. സമയത്തിന്നു വസ്തുക്കളുടെ ചരിത്രത്തിലല്ലാതെ വേറെ ഒരു സ്ഥാനവുമില്ല. ഇതു വ്യാഖ്യാതാക്കളായ നമ്മുടെ വ്യാമോഹങ്ങളിൽ ഒന്നു മാത്രമാണ്. സമയത്തിൻെറ കലപ്പില്ലാതെ വസ്തുക്കളില്ല. നീളം, വീതി, ഘനം, സമയം ഈ നാലു മാനങ്ങളും തുല്യനിലയിൽ കലൎന്ന ഒരു ഗണിതതന്ത്രത്തിന്നു മാത്രമേ യഥാർത്ഥവസ്തുസ്വഭാവം വെളിവാക്കുവാൻ സാധിക്കയുള്ളു. ഈ നാലു മാനങ്ങളേയും ആസ്പദമാക്കി ഉണ്ടാക്കിയ ഗ

ണിതതന്ത്രത്തിന്നു പഴയ ഗണിതംകൊണ്ടു മനസ്സിലാക്കുവാൻ സാധിക്കാത്ത ചില സംഗതികളെ സകാരണം വിശദീകരിപ്പാൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്. അവയിൽ ഒന്നാണ് ബുധകക്ഷയുടെ മന്ദോച്ചപ്രതിമന്ദോച്ചരേഖയുടെ നിരീക്ഷണസിദ്ധമായ ഭ്രമണഗതി. ആ ഗതിക്ക് മുഴുവൻ കാരണം പറവാൻ ഗുരുത്വാകൎഷണസിദ്ധാന്തത്തിന്നു സാധിച്ചിരുന്നില്ല. മറെറാന്നാണ് സൂൎയ്യബിംബത്തിൻെറ അരികിൽകൂടി വരുന്ന നക്ഷത്രരശ്മികളുടെ വക്രത. ഇതു പൂൎണ്ണഗ്രഹണസമയത്തേ കാണുവാൻ സാധിക്കയുള്ളു. നക്ഷത്രങ്ങളിൽനിന്നു പുറപ്പെട്ടു സഞ്ചരിക്കുന്ന പ്രകാശത്തിന്നു നക്ഷത്രത്തിൻെറ തൂക്കത്തേയും വലിപ്പത്തേയും അനുസരിച്ച് ശക്തി ക്ഷയിക്കുന്നതിനാൽ നക്ഷത്രവിരാജികയിലെ ഇരുണ്ട രേഖകൾ ചുവപ്പുവൎണ്ണത്തിൻെറ നേക്കു തെററിക്കാണണമെന്നു ഈ ഗണിതതന്ത്രപ്രകാരം കാണുന്നതും പരീക്ഷണത്തിൽ ഒത്തു കാണുന്നു. ഇതു നക്ഷത്രം അടുത്തായാലും അകലെയായാലും സംഭവിക്കും. രുദ്രൻെറ ചുററും പരിവൎത്തനം ചെയ്യുന്ന നക്ഷത്രത്തിൻെറ തൂക്കം അറിഞ്ഞതിൻെറശേഷം അതിൻെറ വ്യാസം കണക്കാക്കുവാൻ സാധിച്ചത് ഈ തത്വത്തെ അവലംബിച്ചാകുന്നു. ഗ്രഹശുക്ലപടലങ്ങളുടെ മദ്ധ്യത്തിൽക്കാണുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളുടെ സ്വഭാവം മനസ്സിലാക്കുവാൻ സാധിച്ചതും ഈ തത്വം മൂലമാകുന്നു. ചതുൎമ്മാനഗണിതതന്ത്രത്തിൻെറ ദ്രഷ്ടാവും നിൎമ്മാതാവുമായ ഋഷിവൎയ്യൻ ഡോക്ടർ ആൽബെട്ട് ഐൻസ്റ്റിൻ ആകുന്നു. ഈ ഗണിതതന്ത്രത്തിലേക്കു ഇവിടെ പ്രവേശിക്കുവാൻ സാധിക്കയില്ല. ഇതുപ്രകാരം നാം ഒരു വസ്തുവെ നോക്കി അതിനെ സംബന്ധിച്ച് ഗ്രഹിക്കുന്ന അളവുകൾ ആ വസ്തുവെ അപേക്ഷിച്ച് നമുക്കുള്ള ചലനവേഗതയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. ദ്രഷ്ടാവിൻേറയും ദൃശ്യവസ്തുവിൻേറയും ചലനങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ചായിരിക്കും ദ്രഷ്ടാവിന്നുണ്ടാകുന്ന വസ്തുസ്വരൂപജ്ഞാനം. അതിനാൽ ഈ ഗണിതതന്ത്രതത്വത്തെ ആപേക്ഷികസിദ്ധാന്തം (Theory of Relativity) എന്നു പറയുന്നു. ഋജുവെന്നു നമുക്കു തോന്നുന്ന രേഖകൾ വക്രമായിരിക്കാം. വക്ര

മെന്നു തോന്നുന്നവ ഋജുവായിരിക്കാം. അപരിമിതമെന്നു കരുതിപ്പോന്ന അന്തരീക്ഷം പരിമിതമായിത്തീൎന്നു. ഗുരുത്വാകൎഷണത്തെ ആപേക്ഷികസിദ്ധാന്തം നിഷേധിക്കുന്നു. ഗ്രഹങ്ങളെല്ലാം കഴിയുന്നതും ഋജുരേഖയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതാണ് നമുക്ക് ആയതവൃത്തങ്ങളിൽ പോകുന്നതായിത്തോന്നുന്നത്. എന്നാൽ ചുരുങ്ങിയ പരിധികൾക്കുള്ളിൽ യഥാൎത്ഥഗണിതത്തിന്റെ ആസന്നരൂപമെന്നു കരുതാവുന്ന ഗുരുത്വാകൎഷണഗണിതത്തിൽനിന്നു കിട്ടുന്ന ഫലങ്ങൾ ആ പരിധിക്കുള്ളിൽ വിശ്വസനീയവുമാണ്. ചെറിയ അന്തരങ്ങൾ അനുഭവത്തിൽപ്പെടുകയില്ലെന്നു സാരം.

ഐൻസ്റ്റിനും അദ്ദേഹത്തെത്തുടൎന്നു ഡി. സിററർ മുതലായവരും ദ്രവ്യപ്രപഞ്ചത്തിന്റെ സ്വഭാവത്തെ പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ട്. അവരുടെ അഭിപ്രായങ്ങളെ അല്പമൊന്നു ഇവിടെപ്പറയാം.

ഐൻസ്റ്റിന്റെ സിദ്ധാന്തപ്രകാരം പ്രപഞ്ചത്തിലുള്ള ആസകലമായ ദ്രവ്യത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും അതിന്നാധാരമെന്നു കരുതുന്ന അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ വലിപ്പം. ദ്രവ്യം ചുരുങ്ങിയാൽ വക്രത ചുരുങ്ങി അന്തരീക്ഷം വലുതായിരിക്കും. ദ്രവ്യം അധികമായാൽ വക്രത അധികമായി അന്തരീക്ഷം ചെറുതായിരിക്കും. ഇതാണത്രെ ബന്ധം. അതിനാൽ പ്രപഞ്ചത്തിൽ ദ്രവ്യം എത്രയുണ്ടെന്നറിഞ്ഞാൽ അതിന്റെ വലിപ്പം നിശ്ചയിക്കാം. ഈ നിശ്ചയിച്ചതിൽനിന്നു വിഭിന്നമായി വേറിട്ട് അന്തരീക്ഷ (Space)മേ ഇല്ല. സൂൎയ്യന്റേയും നക്ഷത്രങ്ങളുടേയും വലിപ്പം ഓൎത്തു അന്തരീക്ഷത്തിൽ വളരെ ദ്രവ്യമുണ്ടെന്നു കരുതിക്കൂടാ. ഇവയെല്ലാം അതാതിന്റെ വലിപ്പങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് എത്രയോ മടങ്ങ് അകലെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നുവെന്നു നാം കണ്ടുകഴിഞ്ഞു. വെളിച്ചം സെക്കണ്ടിൽ 1,86,000 നാഴിക സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഒരു മിനുട്ടിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന 1·116 കോടി നാഴികയെ 1 ഇഞ്ചായി സങ്കല്പിച്ചാൽ, സൂൎയ്യൻ ഒരു ചെറിയ കടുകിൻമണി

യോളമേ ഉണ്ടായിരിക്കയുള്ളു. സൂൎയ്യന്നു ചുററുമുള്ള ഗ്രഹങ്ങളും മററും വെറും ധൂളികളുമാകും. ഭൂമിയിൽനിന്നു സൂൎയ്യനിലേക്കുള്ള ദൂരം $8\frac{1}{3}$ ഇഞ്ചായിരിക്കും. ഈ തോതിൽ അടുത്ത നക്ഷത്രത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം 36 മൈലുകളോളമുണ്ടാകും. ഈ കട്ടകിൻമണിക്കുളേയും മററും പ്രദ്യോതവിദ്യോതങ്ങളായിത്തകൎത്തു 36 മൈൽ വ്യാസാൎദ്ധമുള്ള ഗോളത്തിൽ ഒരുപോലെ വിതരണം ചെയ്താൽ അവിടെ എത്ര ദ്രവ്യമുണ്ടാകുമെന്നു സാധിക്കുമെങ്കിൽ ആലോചിക്കാം. കേവലം ശൂന്യമല്ലെന്നേയുള്ളു. നമുക്കടുത്തുള്ള ശുക്ല പടലങ്ങളുടേയും മററും ദ്രവ്യമാനവും അകലവും നോക്കിക്കണക്കാക്കിയാൽ അന്തരീക്ഷത്തിൽ സൎവ്വത്ര ശരാശരി വായുവിൻെറ $\frac{1.94}{10^{28}}$ ഭാഗം മാത്രം സാന്ദ്രതയുള്ള ഒരു നേരിയ വസ്തുവുണ്ടായിരിക്കും. ഇതു 4 ഇഞ്ച് നീളവും വീതിയും ഘനവും ഉള്ള പ്രദേശത്തു 1 പ്രദ്യോതവും 1 വിദ്യോതവും വീതം മാത്രമാണെന്നു സേർ ജെയിംസ് ജീൻസ് പറയുന്നു. ദൂരദശിനിയിൽക്കൂടി കാണുന്നതും കാണാത്തതുമായ പ്രദേശത്തുള്ള ദ്രവ്യത്തിൻെറ ഒരു സാമാന്യമതിപ്പാണ് ഇത്. അന്തരീക്ഷത്തിലെ ദ്രവ്യം ഇത്ര നേരിയതാണെങ്കിൽ ഐൻസ്റ്റിൻെറ പ്രപഞ്ചാന്തരീക്ഷവാദപ്രകാരം അതിൻെറ വ്യാസാൎദ്ധം 8400 കോടി ദീപ്തിവൎഷമാണെന്നും പരിധി 52,800 കോടി ദീപ്തിവൎഷമാണെന്നും വരുമത്രെ. ഇതിൽ ഉൾപ്പെട്ടതാണ് ഇതുവരെ കണ്ടിട്ടുള്ളതും കാണാത്തതുമായ സകലകോശശുക്ലപടലങ്ങളും. ഇതിൻെറ സ്വഭാവം ആപേക്ഷികഗണിതതന്ത്രംകൊണ്ടു വ്യവഹരിക്കാമെങ്കിലും തിരെ ഭാവനാതീതമാകുന്നു. ഭൂപൃഷ്ഠത്തിൽ ഏതു സ്ഥാനവും ഭൂപൃഷ്ഠത്തിൻെറ കേന്ദ്രമായി വിചാരിക്കാവുന്നതുപോലെ ഈ പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഏതു സ്ഥാനവും അതിൻെറ കേന്ദ്രമാകുന്നു. ദ്രഷ്ടാവിരിക്കുന്ന സ്ഥാനംതന്നെ അയാൾക്ക് കേന്ദ്രം. അവിടന്നു 52,800 കോടി ദീപ്തിവൎഷം ഒരേ ദിക്കു നോക്കി സഞ്ചരിച്ചാൽ അവിടെത്തന്നെ എത്തുകയും ചെയ്യും. അന്തരീക്ഷത്തിൻെറ പരിധി 52,800 കോടി ദീപ്തിവൎഷമാണെന്നു പറയുന്നതിന്നു ഇതു മാത്രമാണ് അൎത്ഥം.

ഐൻസ്ററിൻെറ പ്രപഞ്ചത്തിന്നകത്തു പല മാററങ്ങളും വന്നുകൊണ്ടിരിക്കുമെങ്കിലും ആസകലമായി അതിന്ന് ഒരു മാററവുമില്ല. അതിന്നു വികാസമാവട്ടെ സങ്കോചമാവട്ടെ ഉണ്ടാകുന്നില്ല. അകലത്തിൻെറ വൎഗ്ഗത്തിന്നു വ്യസ്താനുപാതമായ ആകൎഷണം വസ്തുക്കഠം തമ്മിലുണ്ടെന്നു സങ്കല്പിക്കുവാൻ അനുവദിക്കുന്ന സമീകാരങ്ങഠം ആപേക്ഷികഗണിതതന്ത്രത്തിലുണ്ടെങ്കിലും അകലത്തിന്നനുപാതമായ വികൎഷണമുണ്ടെന്നു വരുത്തുന്ന സമീകാരങ്ങളും അതിലുണ്ട്. ആകൎഷണവികൎഷണങ്ങഠം തുല്യമായ നിലയിലാണ് ഐൻസ്ററിൻപ്രപഞ്ചത്തിൻെറ നില്പ്. സംഗതിവശാൽ ആകൎഷണം വികൎഷണത്തെക്കാഠം അധികമായിവന്നാൽ പ്രപഞ്ചം ക്രമേണ ചുരുങ്ങുകയും വികൎഷണം ആകൎഷണത്തെക്കാഠം അധികമായാൽ അതു വികസിക്കുകയും ചെയ്യും. അകലം അധികമായാൽ ആകൎഷണത്തിന്നു ശക്തി കുറയുന്നു. എന്നാൽ അകലം വൎദ്ധിക്കുംതോറും വികൎഷണത്തിന്നു ശക്തി വൎദ്ധിച്ചുവരുന്നു. രണ്ടിൻേറയും അതിരിൽ ആകൎഷണവികൎഷണങ്ങഠം തുല്യമായിരിക്കും. അങ്ങിനെയിരുന്നാൽ പ്രപഞ്ചം ഒരേ നിലയിൽ നില്ക്കുകയും ചെയ്യും. ഈ നിൽപ്പ് മുനമേൽ നില്ക്കുന്ന സൂചിയുടേതുപോലെ അസ്ഥിരവുമാകുന്നു. അതിന്നെങ്ങോട്ടും വീഴാം.

ഐൻസ്ററിൻെറ പ്രപഞ്ചാന്തരീക്ഷസ്വഭാവവാദത്തിന്നു കാൎയ്യമായ ന്യൂനതയുണ്ടെന്നു പറയുന്നു. പരിമിതമായ പരിധിക്കുള്ളിൽ ആപേക്ഷികസിദ്ധാന്തപ്രകാരം വസ്തുക്കളുടെ സ്വഭാവത്തിൽ നീളം, വീതി, ഘനം, സമയം ഇവ നാലും തുല്യനിലയിൽ കലൎന്നതായിട്ടാണ് കരുതിട്ടുള്ളതെങ്കിലും ആസകലപ്രപഞ്ചത്തിൽ ഐൻസ്ററിൻ ഇത് അത്ര നിഷ്കൎഷയോടെ ഗണിച്ചിട്ടില്ല. ഈ ന്യൂനത തീൎത്തുകളവാനായിരിക്കാം 1917ൽ ലിഡൻ സൎവ്വകലാശാലയിലെ ഗണിതശാസ്ത്രപണ്ഡിതനായ ഡി. സിററർ ആപേക്ഷികസിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് പ്രപഞ്ചസ്വഭാവത്തെ ചൎച്ചചെയ്തത്. അദ്ദേഹം സങ്കല്പിച്ച പ്രപഞ്ചത്തിൽ

ദ്രവ്യമാനത്തെ അപേക്ഷിച്ചല്ല അതിൻെറ വലിപ്പം. എന്നു മാത്രമല്ല അത് അതിൻെറ സ്വഭാവമെന്ന നിലയിൽ സ്വയമേവ സദാ വികസിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കയും ചെയ്യും. ആപേക്ഷികസിദ്ധാന്തപ്രകാരം ദ്രഷ്ടാവിൽനിന്ന് അകലുംതോറും സമയത്തിൻെറ ഗതി മന്ദീഭവിച്ച് വരുന്നതിനാൽ അവിടെനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന പ്രകാശരശ്മികളുടെ വീചിവിസ്താരം വർദ്ധിക്കുകയും അതിനാൽ ആ പ്രകാശത്തിൻെറ വിരാജികയിൽ ഇരുണ്ട രേഖകൾ ചുവപ്പിൻെറ വഴിക്കു തെററിക്കാണുകയും ചെയ്യും. ഇതു പ്രകാശത്തിൻെറ ഉത്ഭവസ്ഥാനം നമ്മിൽനിന്നകലുമ്പോൾ വിരാജികയിലെ രേഖകൾ തെററുന്നതിൽനിന്നും, ഐൻസ്ററിൻെറ പ്രപഞ്ചവാദപ്രകാരം നക്ഷത്രങ്ങളിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന പ്രകാശം അതിൻെറ തൂക്കത്തേയും വലിപ്പത്തേയും ആശ്രയിച്ച് മാറുന്നതിൽനിന്നും വിഭിന്നമാണ്. ഈ ലക്ഷണങ്ങളോടുകൂടിയ ഇന്നത്തെ പ്രപഞ്ചാന്തരീക്ഷങ്ങളുടെ വ്യാസാർദ്ധം 200 കോടി ദീപ്തിവത്സരങ്ങളാണെന്നു ഡി. സിററർ അഭിപ്രായപ്പെട്ടു.

നിരിക്ഷകന്മാർ അകലെയുള്ള കോശശുക്ലപടലങ്ങളിൽനിന്നു വരുന്ന പ്രകാശത്തിൻെറ വിരാജികകളിൽ കൃഷ്ണരേഖകൾ ചുവപ്പിലേക്കു നല്ലവണ്ണം തെററിയതായിക്കാണുന്നു. ഇതിനുള്ള ഏകകാരണം ശുക്ലപടലങ്ങൾ നമ്മിൽനിന്ന് അകന്നുപോകുന്നതാണെന്നു വിചാരിച്ചാൽ, അവയെല്ലാം സെക്കണ്ടിൽ 1000ത്തിൽപരം നാഴികവീതം നമ്മിൽനിന്നു പാഞ്ഞുപോകുന്നുവെന്നു വിചാരിക്കേണ്ടിവരും. ചിലതിന്നെല്ലാം സെക്കണ്ടിൽ 5000ത്തോളവും 7000ത്തോളവും നാഴിക ഗതിയുള്ളതായിക്കരുതേണ്ടിവരുന്നു. ഇതു വിശ്വസിക്കുവാൻ പ്രയാസം. എന്നാൽ ഡി. സിററരുടെ അഭിപ്രായപ്രകാരം വിരാജികയിലെ കൃഷ്ണരേഖാവ്യതിയാനം മുഴുവൻ ശുക്ലപടലങ്ങളുടെ പലായനം കൊണ്ടുതന്നെ വരണമെന്നില്ല. അവയുടെ വെറും ദൂരംകൊണ്ടും ഇതിൽ ഒരു വലിയ ഭാഗം സംഭവിക്കാം. ബാക്കിയുള്ളതു മാത്രമേ പലായനംകൊണ്ടുണ്ടാവുന്നതായിക്കരുതേണ്ടതുള്ളു. സ്വ

യമേവ ശൂക്ലപടലങ്ങൾ അന്യോന്യം അകന്നുവരുന്നുവെന്നും ഡി. സിററർ വാദിക്കുന്നുണ്ട്. അതിനാൽ ജ്യൌതിഷികൾ ഐൻസ്ററിൻെറ പ്രപഞ്ചാന്തരീക്ഷവാദത്തിൽ വിശ്വാസം വിട്ട് ഡി. സിററരുടെ വാദത്തിൽ വിശ്വസിക്കുവാൻ തുടങ്ങി. എന്നാൽ ഡി. സിററർ പ്രപഞ്ചത്തിലുള്ള ദ്രവ്യത്തെ തിരെ അവഗണിച്ച് പ്രപഞ്ചം ശൂന്യമെന്ന നിലയിലാണ് തൻെറ അന്തരീക്ഷവാദവും ഗണിതവും കൊണ്ടുപോയത്. അദ്ദേഹത്തിൻെറ വാദപ്രകാരം അന്തരീക്ഷത്തിന്നു വക്രതയുണ്ടെങ്കിലും അതിൻെറ വികാസംകൊണ്ട് ഒരു സ്ഥാനത്തുനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന പ്രകാശം സഞ്ചരിച്ച് പുറപ്പെട്ട സ്ഥാനത്തുതന്നെ വരുന്നതല്ല. നിരീക്ഷകന്മാരാവട്ടെ M33, M31 എന്ന ശൂക്ലപടലങ്ങളുടെ പ്രേതരൂപങ്ങളെ അവക്ക് എതിരായ ഖഗോളസ്ഥാനങ്ങളിൽ h3433, M83 എന്ന ശൂക്ലപടലങ്ങളായിക്കാണുന്നുവോ എന്നു ശങ്കിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

അടുത്ത കാലത്തു ബൽജിയത്തിലെ ഗണിതവിദഗ്ധനായ ആബെ. ജി. ലേ മെയിററും മററു ചിലരും ഐൻസ്ററിൻേറയും ഡി. സിററരുടേയും വാദങ്ങൾ അന്യോന്യം വിരുദ്ധമല്ലെന്നും പ്രപഞ്ചം ഐൻസ്ററിൻ വിചാരിച്ച വിധത്തിൽ തുടങ്ങി വികർഷണം ആകർഷണത്തേക്കാൾ അധികമായി വരികയാൽ ക്രമപ്രവൃദ്ധമായി വികസിക്കുവാൻ തുടങ്ങി അവസാനത്തിൽ ദ്രവ്യത്തിൻെറ ശൂന്യപ്രായതകൊണ്ടു ഡി. സിററരുടെ ശൂന്യപ്രപഞ്ചമായി കലാശിക്കുമെന്നും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇന്നത്തെ ചിന്ത നാം അധിവസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചം ഐൻസ്ററിൻപ്രപഞ്ചത്തിൽനിന്നു തുടങ്ങി സഞ്ചരിച്ച് (=മാറിക്കൊണ്ട് വന്ന്) ഡി. സിററർപ്രപഞ്ചത്തിലേക്ക് എത്രകണ്ട് പോയിട്ടുണ്ടെന്നാണ്. ഹബ്ബിൾ കണക്കാക്കിയ സംഗതികളിൽനിന്ന് എഡിങ്ങ്ട്ടൻ ഐൻസ്ററിൻ വിചാരിച്ച വിധത്തിൽ തുടങ്ങിയപ്പോൾ അതിൻെറ വ്യാസാർദ്ധം 120 കോടി ദീപ്തിവർഷമായിരുന്നുവെന്നും വികസിച്ച് ഇപ്പോൾ വ്യാസാർദ്ധം 200

കോടി ദീപ്തിവർഷമായിട്ടുണ്ടെന്നും കണക്കാക്കി. പക്ഷെ നിരീക്ഷണംകൊണ്ട് ഇന്നു കാണുന്ന സംഗതികളെല്ലാം പ്രപഞ്ചത്തെ സംബന്ധിച്ചുള്ള ഏതുവിധ സങ്കല്പത്തിന്നും കൃത്യമായി ഒത്തു കാണുന്നില്ല. കോശഗുച്ഛപടലങ്ങളുടെ പലായനഗതി ദൂരത്തിന്നനുപാതകമാകുമെന്നു ഡി. സിററർ പറഞ്ഞതു ശരിക്ക് ഒക്കുന്നില്ല. ഏതാണ്ട് അനുപാതമായിക്കരുതി അതിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കി പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ആയുഷ്കാലത്തിൽ ഇതുവരെ കഴിഞ്ഞ കാലം കണക്കാക്കിക്കിട്ടുന്നത് അനേകശതകോടിവർഷങ്ങളാണെങ്കിലും, മററു ചില ലക്ഷണങ്ങളിൽനിന്ന് അനുമാനിക്കാവുന്ന കാലത്തിൽനിന്ന് ഇത് എത്രയോ മടങ്ങ് ചുരുക്കവുമാണ്. വിരാജികയിലെ ഇരുണ്ട രേഖകൾ ചുവപ്പിലേക്കു തെററിക്കാണുവാൻ ഇവിടെ പ്രസ്താവിച്ച കാരണങ്ങൾക്ക് പുറമെ വേറേയും കാരണങ്ങളുണ്ടെന്ന് അടുത്ത കാലത്തു ചിലർ അഭിപ്രായപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അന്തരിക്ഷത്തിൽ അടുത്തുകൂടി കോശഗുച്ഛപടലങ്ങളോ ഭചയങ്ങളോ ആയിത്തിരാത്ത ദ്രവ്യം വളരെ നേരിയ നിലയിൽ ഇപ്പോഴും ഉണ്ടെന്നും അതിൽക്കൂടി രശ്മികൾ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ തരംഗവിചികൾക്ക് വിസ്താരം കൂടി വിരാജികയിലെ കൃഷ്ണരേഖകൾ ചുവപ്പിലേക്കു തെററാവുന്നതാണെന്നും അവർ പറയുന്നു. ഒരു നിയമത്തിലും പെടാതെ അമിതമായിക്കാണുന്ന കൃഷ്ണരേഖാവ്യതിയാനങ്ങൾ ഇതുകൊണ്ടുണ്ടാവുന്നതുമാവാം.

ഏതുവിധമായാലും ഇന്നത്തെ പ്രപഞ്ചം വികസിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നുവെന്ന് എല്ലാവരും സമ്മതിക്കുന്നു. ഐൻസ്ററിൻ തന്നെ താൻ ആദ്യം ഉപയോഗിച്ച ഗണിതതന്ത്രത്തിൽ ഒരു വികർഷണവും കൂടിക്കലർത്തി തൻെറ ആദ്യസിദ്ധാന്തത്തെ അല്പം ഭേദപ്പെടുത്തി, ഗണിതവും നിരീക്ഷണവും പ്രപഞ്ചം വികസിക്കുന്നു എന്ന അഭിപ്രായത്തിന്ന് ആനുകൂല്യം നൽകുന്നു. പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ അന്ത്യഗതി എന്തായിരിക്കുമെന്ന് ആർക്കും പറഞ്ഞുകൂടാ. അന്ത്യഗതി അതിവിദൂരമെന്നു കരുതി തീർച്ചയായും ആശ്വസിക്കാം.

ഇവയെല്ലാം ഇന്നത്തെ ജ്യൌതിഷപണ്ഡിതന്മാരുടെ ചിന്തകൾ വായനക്കാരെ അല്പമൊന്നു പരിചയപ്പെടുത്തുവാൻ പറഞ്ഞതാണ്. ഇനിയത്തെ അദ്ധ്യായത്തിൽ പ്രപഞ്ചത്തേയും അന്തരീക്ഷത്തേയും, മററു കോശശുക്ലപടലങ്ങളേയും വിട്ട്, നാം അധിവസിക്കുന്ന കോശശുക്ലപടലമാകുന്ന ആകാശഗംഗാമണ്ഡലത്തിലെ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ സ്വഭാവത്തെക്കുറിച്ച് അല്പമൊന്നാലോചിക്കാം.

8. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഉജ്ജ്വലതയും വലിപ്പവും.

സൂൎയ്യന്റേയോ, ചന്ദ്രന്റേയോ, ഗ്രഹങ്ങളുടേയോ അകലം അറിഞ്ഞാൽ അവയുടെ വലിപ്പം നിൎണ്ണയിക്കുവാൻ ഒട്ടും പ്രയാസമില്ല. ദൂരദശിനികൂടാതെതന്നെ സൂൎയ്യചന്ദ്രന്മാരുടെ ബിംബവ്യാസം കലകളായോ വികലകളായോ അളക്കാം. ദൂരദശിനിയിൽകൂടി നോക്കിയാൽ, എല്ലാ ഗ്രഹങ്ങൾക്കും പറയത്തക്ക ബിംബമുള്ളതായിക്കാണാം. ആ ബിംബവ്യാസങ്ങളും വികലകളായി ആലോകനകാചത്തിന്റെ നാഭിയിൽ വെക്കുന്ന നേരിയ കമ്പികൾ വഴിയായി കൃത്യമായളക്കാം. ദ്രഷ്ടാവിന്നഭിമുഖമാണല്ലോ ഇങ്ങിനെ കിട്ടുന്ന വ്യാസം. ഗ്രഹത്തിന്റെ അകലമായ നാഴികകളെ വ്യാസത്തിലുള്ള വികലകളെക്കൊണ്ടു പെരുക്കി വൃത്തവ്യാസാൎദ്ധത്തിന്നു തുല്യമായ ചാപത്തിലുള്ള വികലകളെക്കൊണ്ടു ഹരിച്ചാൽ ഗ്രഹത്തിന്റെ വ്യാസം നാഴികകളായിക്കിട്ടും.

ഈ വിധത്തിൽ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ വ്യാസം കണക്കാക്കുവാൻ സാധിക്കുന്നതല്ല. എത്ര വലിയ ദൂരദശിനിയിൽകൂടി നോക്കിയാലും നക്ഷത്രങ്ങൾക്ക് ബിംബം കാണുകയില്ല. അവയെ ശോഭയുള്ള ബിന്ദുക്കളായേ കാണുകയുള്ളൂ. ചിലപ്പോൾ ബിംബമുണ്ടെന്നു തോന്നുന്നതു ദൂരദശിനിയുടെ മുഖകാചത്തിന്റെയും മററും ന്യൂനതകളെക്കൊണ്ടും നാം ഗ്രഹിക്കുന്നതിലുള്ള ചില ന്യൂനതകളെക്കൊണ്ടും ഉണ്ടാകുന്നതാണ്. ഇതിനാൽ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ വ്യാസം മററു മാൎഗ്ഗങ്ങളിൽകൂടി നിശ്ചയിക്കേണ്ടിവരുന്നു.

I. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഉഷ്ണനില.

ഒന്നാമതായി നക്ഷത്രങ്ങളുടെ പുറഭാഗത്തുള്ള ഉഷ്ണനിലയാണ് നിശ്ചയിക്കേണ്ടത്. ചൂടുപിടിച്ചുവരുന്ന ഒരു സാധന

ത്തിൻെറ വൎണ്ണം ചുവപ്പ്, ഇളംചുവപ്പ്, മഞ്ഞ, വെളുപ്പ് ഇവയായി മാറുന്നതു നാം കാണുന്നു. ഉഷ്ണം വൎദ്ധിക്കുംതോറും നിറം മാറിവരുന്നു. അതിനാൽ നക്ഷത്രത്തിൻെറ നിറത്തിൽനിന്നു തന്നെ അതിൻെറ ഉഷ്ണനില ഏതാണ്ട് മനസ്സിലാക്കാം. ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാൎക്ക് ഇതു മനസ്സിലാക്കുവാൻ സൂക്ഷ്മതരമായ മാൎഗ്ഗങ്ങളുണ്ട്. നക്ഷത്രത്തിൽനിന്നു വരുന്ന പ്രകാശത്തെ വിരാജനിയിൽകൂടി കടത്തി പരിശോധിച്ചാൽ, ചുവപ്പുതൊട്ട് ഊതവരെയുള്ള നിറങ്ങൾ ഏതു തോതിൽ കലൎന്നിരിക്കുന്നുവെന്നു കാണാം. ഏററവും അധികമുള്ള നിറമായിരിക്കും കാഴ്ചയിൽ നക്ഷത്രത്തിൻെറ നിറം. ഈ ഏററവും അധികമായ നിറം എത്ര ഉഷ്ണം ഉള്ളപ്പോഴാണ് ഉണ്ടാകുന്നതെന്നു പ്ലാങ്ക് മുതലായ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പരീക്ഷണങ്ങളിൽനിന്നു മനസ്സിലാക്കിട്ടുണ്ട്. ഇങ്ങിനെ ഒരുവിധം കൃത്യമായിത്തന്നെ നക്ഷത്രത്തിൻെറ വൎണ്ണത്തിൽനിന്ന് അതിൻെറ ഉഷ്ണനില മനസ്സിലാക്കുന്നു.

സൂൎയ്യനിൽനിന്നും നക്ഷത്രങ്ങളിൽനിന്നും പ്രകാശം മാത്രമല്ലാ വികിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നത്. പലതരം തരംഗങ്ങളും അവയിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്നു. മിക്കവയും അദൃശ്യങ്ങളാണ്. ഇവയിൽ വീചിവിസ്താരം കൂടിയ ചില തരംഗങ്ങളാണ് ചൂടുണ്ടാക്കുന്നത്. വീചിവിസ്താരം കുറവുള്ള തരംഗങ്ങൾക്ക് രാസപരിണാമങ്ങൾ (Chemical Changes) വരുത്തുവാൻ കഴിയും. ഇവയാണ് രോഗബീജങ്ങളെ നശിപ്പിക്കുന്നതും, സസ്യങ്ങൾക്ക് വായുവിൽനിന്ന് അംഗാരത്തെ സ്വീകരിപ്പാൻ സാധിപ്പിക്കുന്നതും. ഈ തരം അദൃശ്യരശ്മികൾ ഫോട്ടോകടലാസ്സിൽ മാററങ്ങൾ വരുത്തുന്നു. ചൂടുണ്ടാക്കുന്ന രശ്മികളുടെ തീക്ഷ്ണത പ്രത്യേകതരം സൂക്ഷ്മമായ ചില ഉഷ്ണമാപനികൾ വഴിയായും ഗ്രഹിക്കാം. തരംഗരൂപമായ എല്ലാ തരം രശ്മികളും ശക്തിവാഹകരാകുന്നു. പരീക്ഷണങ്ങളെക്കൊണ്ട് ഓരോ നിലയിലുള്ള ഉഷ്ണത്തിലും തപിച്ചുനില്ക്കുന്ന ഓരോ ചതുരശ്ര ഇഞ്ചിൽനിന്നും ഇന്നിന്നവിധത്തിൽ പുറപ്പെടുന്ന ഇത്ര ശക്തിയുണ്ടായിരിക്കുമെ

ന്നു കണക്കാക്കീട്ടുണ്ട്. ഇതു ലിപിക(Graph)വഴി വിശദമാക്കുകയും ചെയ്യാം. ഇങ്ങിനെ 2000°, 3000°, 4000°, മുതലായ ഉഷ്ണനിലകളുടെ ഒരുവിധം ചിത്രങ്ങൾ നമുക്ക് ലഭ്യമാകുന്നു. സൂര്യനേയോ, നക്ഷത്രങ്ങളേയോ വിരാജനി, ഉഷ്ണമാപനി, ഫോട്ടോകടലാസ്സ് മുതലായ സാമഗ്രികൾ ഉപയോഗിച്ചു പരിശോധിച്ച് അവയുടെ ഉഷ്ണനിലയുടെ ലിപികകൾ അഥവാ ചിത്രങ്ങൾ വരക്കാം. പരീക്ഷണശാലകളിൽ ഉണ്ടാക്കിവെച്ചിട്ടുള്ള ഉഷ്ണനിലചിത്രങ്ങളോട് ഈ ചിത്രങ്ങൾ താരതമ്യപ്പെടുത്തി സൂര്യൻേറയും നക്ഷത്രങ്ങളുടേയും പുറഭാഗത്തെ ഉഷ്ണം കണക്കാക്കുന്നു. ഇങ്ങിനെ വെറും വർണ്ണത്തിൽനിന്നും, ഒട്ടാകെ വികിരണം ചെയ്യുന്ന ശക്തികളുടെ വിതരണരൂപത്തിൽനിന്നും നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഉഷ്ണനില കണക്കാക്കിവരുന്നു.

ഇങ്ങിനെ സൂര്യൻെറ ബഹിർഭാഗത്തെ ഉഷ്ണനില 6000° സെൻററിഗ്രേഡാണെന്നും, രുദ്രൻേറതു 11,000°യാണെന്നും നിർണ്ണയിച്ചിരിക്കുന്നു. അപൂർവ്വം ചില നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഉഷ്ണനില ഇതിലും അധികമാകുന്നു. 'പ്ലാസ്കററിൻെറ താരം' എന്നറിയപ്പെടുന്ന നക്ഷത്രത്തിൻെറ പുറഭാഗത്തുള്ള ഉഷ്ണം 28,000°യാകുവാൻ മതി. രുദ്രൻ അല്പം നീലനിറത്തോടുകൂടി കാണപ്പെടുന്നതിൻെറ കാരണം അതിൻെറ ഉഷ്ണനിലയാകുന്നു. തിരുവാതിര, ചോതി, തൃക്കേട്ട മുതലായ ചുവന്ന നക്ഷത്രങ്ങളുടെ പുറഭാഗത്തെ ഉഷ്ണനില 3000°യുടെ അടുത്താകുന്നു. സാമാന്യമായി നക്ഷത്രങ്ങളുടെ പുറഭാഗത്തുള്ള ഉഷ്ണനില 2500° മുതൽ 30,000°വരെ കാണുമെന്നു പറയാം. ചുവന്ന നക്ഷത്രങ്ങൾ പ്രകാശതരംഗങ്ങളെക്കാൾ അധികം ഉഷ്ണതരംഗങ്ങളെ പുറപ്പെടുവിക്കുന്നു. നമ്മുടെ കണ്ണുകൾക്ക് പ്രകാശത്തെപ്പോലെ ഉഷ്ണത്തേയും കണ്ടറിവാൻ സാധിക്കുമെങ്കിൽ, ആകാശത്തിൻെറ സ്വഭാവംതന്നെ മാറിയതായിത്തോന്നും. ചുവന്ന നക്ഷത്രങ്ങൾ അത്യധികം തേജസ്സോടുകൂടി പ്രകാശിക്കും. ഇന്നു മങ്ങി ചെറുതായിക്കാണുന്ന ചില താരങ്ങൾ ആകാശത്തിലെ ഒന്നാംതരം നക്ഷത്രങ്ങളായി കാണപ്പെടും.

II. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഉജ്ജ്വലതയും വലിപ്പവും

നക്ഷത്രങ്ങളുടെ മഹിമാങ്കം ഇവിടെനിന്നു കാണുന്നവൎക്ക തോന്നുന്ന പ്രകാശത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. വളരെ പ്രകാശമുള്ള ഒരു നക്ഷത്രം അതിൻെറ അകലംകൊണ്ടു അതിനെക്കാൾ പ്രകാശം കുറഞ്ഞതും, എന്നാൽ നമുക്ക് കുറെക്കൂടി അടുത്തതും ആയ ഒരു നക്ഷത്രത്തെക്കാൾ മങ്ങിയതായിത്തോന്നാം. എല്ലാ നക്ഷത്രങ്ങളേയും സൂൎയ്യനേയും ഒരു അകലത്തു നിൎത്തിയാൽ നക്ഷത്രങ്ങൾ സൂൎയ്യൻെറ എത്ര മടങ്ങ്, അല്ലെങ്കിൽ ഏതംശം ശോഭയുള്ളതായിക്കാണുന്നുവോ, അതാണ് അവയുടെ യഥാൎത്ഥ പ്രകാശം. ഈ യഥാൎത്ഥപ്രകാശത്തെ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഉജ്ജ്വലത (Luminosity) എന്നു പറയുന്നു. ഇതു നക്ഷത്രത്തിൻെറ പ്രത്യക്ഷശോഭയെക്കാണിക്കുന്ന മഹിമാങ്കത്തിൽനിന്നും ദൂരത്തിൽനിന്നും കണക്കാക്കാം. പ്രത്യക്ഷശോഭ ദൂരത്തിൻെറ വൎഗ്ഗത്തിന്നു വ്യസ്താനുപാതമാണല്ലോ. അതിനാൽ ഒരു നക്ഷത്രത്തിൻെറ പ്രത്യക്ഷശോഭയെ അതിൻെറ അകലത്തിൻെറ വൎഗ്ഗംകൊണ്ടു ഗുണിച്ചു സൂൎയ്യൻെറ അകലത്തിൻെറ വൎഗ്ഗംകൊണ്ടു ഹരിച്ചാൽ നക്ഷത്രത്തിൻെറ ഉജ്ജ്വലത ലഭിക്കുന്നു. നക്ഷത്രത്തിൻെറ പ്രത്യക്ഷശോഭ സൂൎയ്യൻെറ പ്രത്യക്ഷശോഭയുടെ അംശമായി കണക്കാക്കയും വേണം. സൂൎയ്യൻെറ പ്രകാശം പൂൎണ്ണചന്ദ്രപ്രകാശത്തിൻെറ 6,19,000 മടങ്ങാണെന്നും, പൂൎണ്ണചന്ദ്രപ്രകാശം ഷഡ്ഡാസ്യൻ (പ്രാജിതാ 1) എന്ന നക്ഷത്രത്തെക്കാൾ 90,000 മടങ്ങ് ശോഭയുള്ളതാണെന്നും സോൾനർ എന്ന ജ്യൌതിഷി കണക്കാക്കിയിരിക്കുന്നു.

ഉജ്ജ്വലത പ്രകാശത്തെമാത്രം സൂചിപ്പിക്കുന്നു. പ്രത്യക്ഷപ്രകാശത്തിൽ നക്ഷത്രത്തിൻെറ വൎണ്ണത്തിന്നനുസരിച്ച് ചില സംസ്കാരങ്ങൾ ചെയ്തതിൻെറ ശേഷം ഈ പറഞ്ഞവിധം ഫലം വരുത്തിയാൽ നക്ഷത്രത്തിൻെറ സമസ്തവികീൎണ്ണശക്തിയായി. നക്ഷത്രത്തിൻെറ ഉപരിഭാഗത്തെ ഉഷ്ണത്തിൽനിന്നു ഓരോ ചതുരശ്ര ഇഞ്ചിൽനിന്നും വികിരണം ചെയ്യുന്ന ശക്തി കണക്കാക്കാം.

ഇതുകൊണ്ടു നക്ഷത്രത്തിൻെറ സമസ്തവികീർണ്ണശക്തിയെ ഹരിച്ചാൽ നക്ഷത്രഗോളത്തിൻെറ ബാഹ്യതലം ഇത്ര ചതുരശ്ര ഇഞ്ചാണെന്നു കിട്ടും. അതിൽനിന്നു നക്ഷത്രത്തിൻെറ വ്യാസവും ഘനപരിമാണവും കണക്കാക്കുകയും ചെയ്യാം. ഇങ്ങിനെ കണക്കാക്കുമ്പോൾ ചില നക്ഷത്രങ്ങൾ സൂര്യൻെറ എത്രയോ മടങ്ങ് ഉജ്ജ്വലമാണെന്നും അവയിൽ ചിലതു സൂര്യനെക്കാൾ എത്രയോ വലിയവയാണെന്നും വരുന്നു. സ്. ഡൊറാഡസ്സ് എന്ന നക്ഷത്രം സൂര്യനെക്കാൾ 3,00,000 മടങ്ങ് ഉജ്ജ്വലമായതാണത്രെ. എന്നാൽ വൃകം 359 എന്ന ഒരു ചെറിയ നക്ഷത്രത്തിൻെറ ഉജ്ജ്വലത സൂര്യൻെറ ഉജ്ജ്വലതയുടെ 50,000ത്തിൽ ഒരംശം മാത്രമാകുന്നു. സ്. ഡൊറാഡസ്സിൻെറ ഉജ്ജ്വലത വൃകം 359ൻെറ ഉജ്ജ്വലതയുടെ 1500 കോടി മടങ്ങാണെന്നു വരുന്നു. ഇത്ര വലിയ അന്തരം അധികം കാണുകയില്ലെങ്കിലും സാമാന്യേന നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഉജ്ജ്വലതയിൽ വലിയ അന്തരമുണ്ട്.

നക്ഷത്രങ്ങളുടെ വലിപ്പത്തിലും ലക്ഷം മടങ്ങായി കണക്കാക്കേണ്ട വിധത്തിൽ അന്തരം കാണുന്നു. തൃക്കേട്ടയുടെ വ്യാസം സൂര്യവ്യാസത്തിൻെറ 450 മടങ്ങാണത്രെ. അതിനാൽ അതിൻെറ ഘനപരിമാണം സൂര്യൻേറതിനെക്കാൾ 911 ലക്ഷം മടങ്ങ് വലിയതാണെന്നു വരുന്നു. എന്നാൽ അതിൻെറ തൂക്കം സൂര്യൻെറ 40ഓ 50ഓ മടങ്ങ് മാത്രമേയുള്ളു. എന്നു വരുമ്പോൾ തൃക്കേട്ടയിലെ ദ്രവ്യത്തിൻെറ ശരാശരി സാന്ദ്രത സൂര്യദ്രവ്യത്തിൻെറ സാന്ദ്രതയുടെ ഏതാണ്ട് 20 ലക്ഷത്തിലൊരംശമാകുന്നു. ഇങ്ങിനെയുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളുടേയും അന്തർഭാഗം കട്ടികൂടിയതാകുവാനേ തരമുള്ളു. അല്ലാതെ ഇത്ര ഉജ്ജ്വലതയുണ്ടാകുവാൻ മതിയായ അണുപരിണാമങ്ങൾ അവിടെ ഉണ്ടാകയില്ല. പുറഭാഗത്തായി സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന നേരിയ വാതകംകൊണ്ടാകുന്നു ഇവക്ക് ഇത്ര വലിപ്പമുള്ളത്. അവ്വപുരുഷൻ 1 എന്ന നക്ഷത്രം സൂര്യൻെറ 640 ലക്ഷം മടങ്ങും തിരുവാതിര 156 ലക്ഷം മടങ്ങും വലിയതാണെന്നു കണ്ടിരിക്കുന്നു.

ഇത്ര വലിയ നക്ഷത്രങ്ങൾ വളരെ അധികമില്ല. മിക്കവക്കും സൂൎയ്യനോടു താരതമ്യപ്പെടുത്താവുന്ന വലിപ്പമേ ഉള്ളു. രുദ്രൻ സൂൎയ്യൻെറ 26 മടങ്ങ് പ്രകാശമുള്ളതും അതിൻെറ വ്യാസം സൂൎയ്യവ്യാസത്തിൻെറ 58% മാത്രം അധികമായതും ആകുന്നു. അതിൻെറ തൂക്കം സൂൎയ്യൻെറ 2.45 മടങ്ങാകുന്നു. രുദ്രൻെറ ചുററും പരിവൎത്തനം ചെയ്യുന്ന ചെറുനക്ഷത്രത്തിൻെറ വ്യാസം സൂൎയ്യവ്യാസത്തിൻെറ 30ൽ ഒരംശം മാത്രമാകുന്നു. എന്നു വെച്ചാൽ അതു സൂൎയ്യൻെറ 27000ത്തിൽ ഒരംശം മാത്രം വലിപ്പമുള്ളതാകുന്നു. അതിൻെറ തൂക്കം സൂൎയ്യൻെറ 0.82 ഭാഗത്തോളമുണ്ട്. അതിനാൽ അവിടെയുള്ള ദ്രവ്യം സൂൎയ്യനിലുള്ള ദ്രവ്യത്തെക്കാൾ എത്രയോ കട്ടികൂടിയതെന്നു വരുന്നു. അതിലെ 1 ഘന ഇഞ്ച് ദ്രവ്യം 1 ടൺ തൂങ്ങുമെന്നു കണക്കാക്കാം. 1 ഘന ഇഞ്ച് സ്വൎണ്ണത്തിൻെറ തൂക്കം 11 ഔൺസോളമേ ഉണ്ടാകയുള്ളു. പ്രോസിയോൻ നക്ഷത്രത്തിൻെറ ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്ന നക്ഷത്രത്തിൻെറ സ്ഥിതിയും ഏതാണ്ട് ഇതുപോലെത്തന്നെയാകുന്നു.

ഇൻററർഫറോ മിററർ (Interfero Meter) എന്ന ഒരു ഉപകരണം ഉപയോഗിച്ച് വളരെ വലിയ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ വ്യാസം നേരിട്ട് അളക്കുവാൻ സാധിക്കുമത്രെ. അളന്നു കിട്ടിയ ഫലങ്ങൾ എല്ലാം മുമ്പ് പറഞ്ഞ മാൎഗ്ഗത്തിൽകൂടി കിട്ടിയ ഫലങ്ങളോടു ഒത്തു വരുന്നുണ്ട്. രുദ്രൻെറ ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്ന ചെറിയ നക്ഷത്രത്തിൻെറ വ്യാസം കണക്കാക്കിയതു ഐൻസ്റ്റിൻെറ ആപേക്ഷികസിദ്ധാന്തം വഴിയാണെന്നു മുമ്പ് പറഞ്ഞിട്ടുണ്ട്.

III. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ തൂക്കം

സൂൎയ്യൻെറ തൂക്കം കണക്കാക്കുവാൻ സാധിച്ചതു അതിൻെറ ചുററും പരിവൎത്തനം ചെയ്യുന്ന ഗ്രഹങ്ങളുടെ അകലം, പൎയ്യയകാലം ഇവയിൽനിന്നാകുന്നു. നക്ഷത്രങ്ങളെല്ലാം സൂൎയ്യനെപ്പോലെയുള്ള ഗോളങ്ങളാണെങ്കിലും ഒന്നിൻേറയും ചുററും ഗ

ഹങ്ങരം സഞ്ചരിക്കുന്നതായി ദൂരദർശിനിയിൽക്കൂടിയോ വിരാജനിയിൽക്കൂടിയോ കാണുവാൻ സാധിച്ചിട്ടില്ല. എന്നാൽ രണ്ടു നക്ഷത്രങ്ങരം ആകർഷണവശാൽ അന്യോന്യം ബദ്ധപ്പെട്ടവരായി പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്ന ദ്വന്ദ്വതാരങ്ങരം ധാരാളമുണ്ട്. ദ്വന്ദ്വതാരങ്ങളുടെ അകലം അറിഞ്ഞാൽ രണ്ടു താരങ്ങളും തമ്മിലുള്ള അകലവും അറിയാം. അതിൽനിന്നും പര്യയകാലത്തിൽനിന്നും ഓരോന്നിന്റെ കക്ഷകളിൽ കാണുന്ന ചില ലക്ഷണങ്ങളിൽനിന്നും അവയുടെ തൂക്കം വെവ്വേറെ അറിയാമെന്നു മുമ്പ് പറഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. കിനാരവസ്സ് 1ലെ രണ്ടു നക്ഷത്രങ്ങളുടെ തൂക്കവും അവിടെ പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ട് (അപരഖണ്ഡം 5-ാം അദ്ധ്യായം). ഇതേ വിധത്തിൽത്തന്നെ പ്രോസിയോൻ നക്ഷത്രത്തിന്റെ തൂക്കം സൂര്യന്റെ തൂക്കത്തിന്റെ 1.24 മടങ്ങാണെന്നും, അതിന്റെ ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്ന നന്നെ ചെറിയ നക്ഷത്രത്തിന്റേതു സൂര്യന്റെ 39% മാത്രമാണെന്നും കണ്ടിരിക്കുന്നു. പ്ലാസ്കററിന്റെ നക്ഷത്രം ഒരു ദ്വന്ദ്വതാരമാകുന്നു. അതിൽ ഒന്നു സൂര്യന്റെ 75 മടങ്ങും മറേറതു 63 മടങ്ങും തൂക്കമുള്ളവയായിരിക്കണം. ബൃഹച്ഛ്വാനം 27 എന്ന നക്ഷത്രം 4 എണ്ണം കൂടിയവയാണത്രെ. അവയുടെ എല്ലാം കൂടിയ തൂക്കം സൂര്യന്റെ 940 മടങ്ങാണെന്നു കണ്ടിരിക്കുന്നു. സൂര്യനെക്കാരം തൂക്കം കുറഞ്ഞ നക്ഷത്രങ്ങളും കുറെ അധികമുണ്ട്. ക്രൂഗർ 60 എന്ന ദ്വന്ദ്വതാരത്തിലെ ഭാഗതാരങ്ങളിൽ ഒന്നിനു സൂര്യന്റെ 25%വും മറേറതിന്നു 20%വും മാത്രമേ തൂക്കമുള്ളു. തൂക്കം അറിയുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ശരാശരി തൂക്കത്തെക്കാരം അല്പം അധികമാകുന്നു സൂര്യന്റെ തൂക്കം. ഉജ്ജ്വലതയിലും ഘനപരിമാണത്തിലും നക്ഷത്രങ്ങരം തമ്മിൽ വലിയ അന്തരമുണ്ടെങ്കിലും അത്ര വലിയ അന്തരം അവയുടെ തൂക്കത്തിൽ കാണുന്നില്ല. അതിനാൽ പ്രപഞ്ചവസ്തുക്കളിൽ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ സ്ഥാനം അവയുടെ തൂക്കത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു എന്നു കരുതാം. അണുക്കരം ഒരു തരത്തിൽ പെടുന്നതുപോലെയും സംയുക്തദ്രവ്യങ്ങളുടെ കണങ്ങരം ഒരു തരത്തിൽ പെടുന്നതുപോലെയും, ഉ

പഗ്രഹങ്ങൾ ഒരു തരത്തിലും, ഗ്രഹങ്ങൾ മററൊന്നിലും പെടുന്നതുപോലേയും, സൂൎയ്യനും മററു നക്ഷത്രങ്ങളും ഒരേ തരത്തിൽ പെടുന്ന വസ്തുക്കളെന്നു വരുന്നു. ഇതേ വിധത്തിൽ ഭചയങ്ങൾ ഒരു തരത്തിലും ശുക്ലപടലങ്ങൾ മററൊരു തരത്തിലും പെടുന്നു. പ്രപഞ്ചം നാം ഒന്നേ അറിയുന്നുള്ളു.

IV. പലതരം നക്ഷത്രങ്ങൾ.

നക്ഷത്രങ്ങൾ തമ്മിൽ പ്രകാശത്തിലും വലിപ്പത്തിലും വളരെ അന്തരമുണ്ടെങ്കിലും, അവയുടെ തൂക്കം നോക്കുമ്പോൾ അവയെല്ലാം ഒരേ വൎഗ്ഗത്തിൽപ്പെട്ടവയെന്നു വരുന്നു. ചുവന്ന നക്ഷത്രങ്ങളിൽ രണ്ടു തരങ്ങളുണ്ട്. ക്രൂഗർ 60ൽ വലിയതിൻെറ തൂക്കം സൂൎയ്യൻെറ നാലിലൊന്നാണെങ്കിലും വ്യാസം സൂൎയ്യവ്യാസത്തിൻെറ മൂന്നിലൊന്നു മാത്രമാകുന്നു. അതിനാൽ അതിലുള്ള ദ്രവ്യം സൂൎയ്യദ്രവ്യത്തിൻെറ 7 മടങ്ങ് കട്ടികൂടിയതാകുന്നു. ഭൂമിയെക്കാൾ രണ്ടുമടങ്ങോളം കട്ടി. ഇതിൻെറ ഉപരിഭാഗത്തെ ഉഷ്ണം 3200°യാകയാൽ ഇതു ചുവന്നിരിക്കുന്നു. ഉജ്ജ്വലത സൂൎയ്യൻെറ 400ൽ ഒരംശം മാത്രമേയുള്ളു. ചെറിയതിൻെറ തൂക്കം സൂൎയ്യൻെറ അഞ്ചിലൊന്നും, വ്യാസം ആറിലൊന്നും, സാന്ദ്രത 40ൽ ഒന്നും മാത്രമാകുന്നു. ഉപരിഭാഗത്തെ ഉഷ്ണം ഇതിന്നും 3200°തന്നെ. ഉജ്ജ്വലത സൂൎയ്യൻെറ 14,000ത്തിൽ ഒരു ഭാഗവുമാകുന്നു. പ്രത്യാസന്നകിന്നാരവസ്സ് ഇതുപോലെ ചുവന്നതും ചെറിയതും, തൂക്കം കുറഞ്ഞതുമാകുന്നു. ഇവയെക്കാൾ പ്രകാശം കൂടുമെങ്കിലും, സൂൎയ്യനെക്കാൾ വളരെ കുറവു പ്രകാശമുള്ളതും ഏതാണ്ട് ചുവന്നതും ആയ നക്ഷത്രങ്ങൾ ധാരാളമുണ്ട്. സൂൎയ്യൻെറ നിറം മഞ്ഞ കലൎന്ന വെളുപ്പാണെന്നു പറയാം.

തിരുവാതിര, ചോതി, തൃക്കേട്ട മുതലായ അപൂൎവ്വം ചില നക്ഷത്രങ്ങൾ ചുവന്നവയാണെങ്കിലും ഇവിടനുള്ള കാഴ്ചക്കുതന്നെ വലിയവയാകുന്നു. അവ വളരെ ഉജ്ജ്വലമായവയും സൂൎയ്യനെക്കാൾ ലക്ഷക്കണക്കായി വലിയവയുമാണ്. ഇവയൊന്നും തൂ

ക്കംകൊണ്ടു സൂൎയ്യനെ 100 മടങ്ങിലധികം കവിഞ്ഞു നില്ക്കുന്നില്ല. ദ്രവ്യത്തിൻെറ ശരാശരി സാന്ദ്രത വളരെ ലഘുവുമാകുന്നു. കവിഞ്ഞ വലിപ്പംകൊണ്ടു മാത്രം ഇത്രയധികം പ്രകാശമുള്ളവയായിരിക്കുന്നു. ഇവയെ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ചുവന്ന ഭീമതാരങ്ങൾ (Red Giants) എന്നു പറഞ്ഞു വരുന്നു.

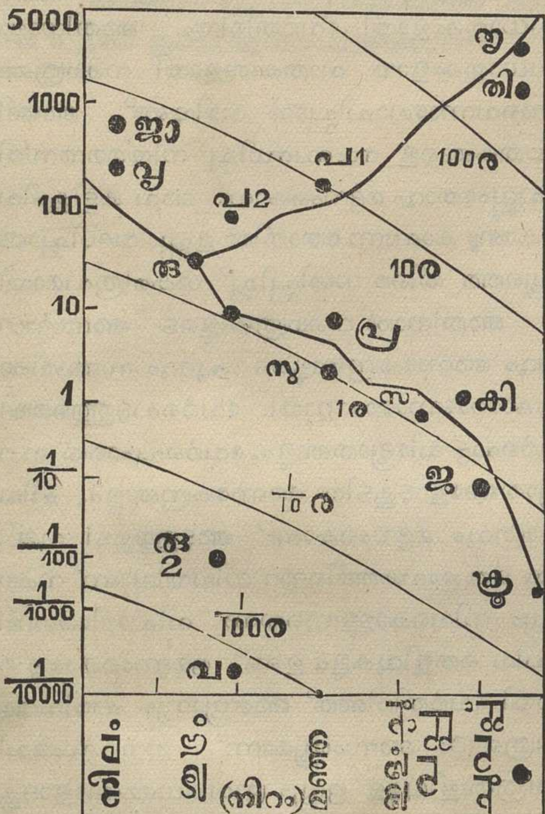
വെളുത്ത ഒരുതരം നക്ഷത്രങ്ങൾ നന്നെ ചെറിയവയാകുന്നു. എങ്കിലും അവ തൂക്കത്തിൽ അത്ര ചുരുങ്ങിയവയല്ല. ഇവയിലെ ദ്രവ്യം വളരെ കട്ടികൂടിയതാകുന്നു. ഉപരിഭാഗത്തെ പ്രകാശവും ഉഷ്ണവും സൂൎയ്യനെക്കാൾ അധികമാണെങ്കിലും ഇവയുടെ ചെറുപ്പംകൊണ്ടു വളരെ മങ്ങിയവയായിട്ടാണ് ഇവിടെ കാണപ്പെടുന്നത്. രുദ്രൻേറയും പ്രോസിയോനിൻേറയും ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്ന മങ്ങിയ നക്ഷത്രങ്ങൾ ഈ കൂട്ടത്തിൽ പെട്ടവയാകുന്നു. വാൻമാനൻെറ നക്ഷത്രം എന്നറിയപ്പെടുന്നതു ഭൂമിയെക്കാൾ വലുതല്ല. ഉപരിഭാഗത്തെ ഉഷ്ണം 7000° ആണത്രെ. അതിൻെറ തൂക്കം നല്ലപോലെ അറിയുകയില്ലെങ്കിലും സൂൎയ്യൻെറ തൂക്കത്തിൻെറ അഞ്ചിലൊന്നു കുറയാതെയുണ്ടായിരിക്കണമെന്നൂഹിക്കുന്നു. ഇതു ശരിയാണെങ്കിൽ ഭൂദ്രവ്യത്തിൻെറ സാന്ദ്രതയെക്കാൾ ഇതിലുള്ള ദ്രവ്യത്തിന്നു ശരാശരി 66,000 മടങ്ങ് സാന്ദ്രതയുണ്ടായിരിക്കണം. ഒരു ഘനഇഞ്ച് കരിങ്കല്ലിൻെറ തൂക്കം $1\frac{1}{2}$ ഔൺസിൽ അധികമുണ്ടാകയില്ല. ഒരു ഘനഇഞ്ച് സ്വൎണ്ണം 11 ഔൺസോളം തൂക്കമായിരിക്കാം. എന്നാൽ വാൻമാനൻെറ നക്ഷത്രത്തിലെ ഒരു ഘനഇഞ്ച് ദ്രവ്യം $5\frac{1}{2}$ ടണ്ണെങ്കിലും തൂക്കുമെന്നു കാണുന്നു. ഈവിധം താരങ്ങളെ വെളുത്ത കൃശതാരങ്ങൾ (White Dwarfs) എന്നു പറയുന്നു. ഇവ വളരെ അധികമില്ല. ഗ്രഹശുക്ലപടലങ്ങളുടെ മദ്ധ്യസ്ഥരായ താരങ്ങൾ ഈ വൎഗ്ഗത്തിൽ പെട്ടവയാകുന്നു.

V. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ അനുക്രമത.

മററുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളെല്ലാം അവയിൽ എന്തെല്ലാം ഭേദങ്ങൾ ഉണ്ടെങ്കിലും അവയുടെ വൎണ്ണങ്ങളുടേയോ വിരാജികാസ്വ

ത്രുപത്തിൻേറയോ ക്രമത്തിൽ ആലോചിച്ചാൽ അനുക്രമമായ ഒരു പരമ്പരയിൽ പെട്ടുന്നതായിക്കാണാം. വൎണ്ണം ചുവപ്പ്, ഇളംചുവപ്പ്, മഞ്ഞ, വെളുപ്പ്, നീല ഈ വിധത്തിൽ മാറുന്നതോടുകൂടി നക്ഷത്രങ്ങളുടെ വലിപ്പവും ഉജ്ജ്വലതയും വൎദ്ധിക്കുന്നതായിക്കാണാം. ഇവക്ക് പ്രമുഖാനുക്രമതാരങ്ങൾ (Stars of the Main Sequence) എന്നു പറയുന്നു. വലിപ്പം വൎദ്ധിക്കുന്നതിനെക്കാൾ എത്രയോ അധികം മടങ്ങാണ് പ്രകാശം വൎദ്ധിക്കുന്നത്. ഈ വൎഗ്ഗത്തിൽപെട്ട താരങ്ങളുടെ വ്യാസങ്ങളിൽ ഒന്നും സൂൎയ്യവ്യാസത്തിൻെറ 20 മടങ്ങിലധികമില്ല. ഒന്നുംതന്നെ 20ൽ ഒരംശത്തിൽ കുറവുമില്ല. എന്നാൽ ഉജ്ജ്വലത സൂൎയ്യൻെറ 10,000 മടങ്ങ് അധികമുള്ളവയും 10,000ത്തിൽ ഒരംശത്തോളം കുറവായവയും ഉണ്ട്. വ്യാസം സൂൎയ്യൻെറ ½ ഭാഗം തൊട്ട് 1½ മടങ്ങുവരെയുള്ള അതൃത്തികളിൽ അറിയുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളിൽ മിക്കതും പെടും. ഇവയുടെ ഉജ്ജ്വലതയുടെ അതിര് സൂൎയ്യൻെറ നൂറിലൊരംശം തൊട്ട് നൂറുമടങ്ങുവരെ എന്നു വിചാരിച്ചാൽ വലിയ തെററില്ല. ഈ അതിരുകളിൽനിന്നു വിട്ട നക്ഷത്രങ്ങൾ പ്രമുഖാനുക്രമതാരങ്ങളിൽ അധികമില്ല. എച്ച്. എൻ. റസ്സൽ എന്ന ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ആദ്യം നിൎമ്മിച്ചതും അതിനാൽ റസ്സൽ പ്രലേഖം (Russell Diagram) എന്നറിയപ്പെടുന്നതും, സേർ ജെയിംസ് ജീൻസിൻെറ "നമ്മുടെ ചുററുമുള്ള പ്രപഞ്ചം" (The Universe Around Us) എന്ന പുസ്തകത്തിൽനിന്നു സ്വീകരിച്ച് ഇവിടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതുമായ പരിലേഖത്തിൽനിന്ന് ഈ സംഗതികളെല്ലാം നല്ലവണ്ണം ഗ്രഹിക്കാം. സൂൎയ്യൻെറ ഉജ്ജ്വലത 1 എന്നു കരുതി മററുനക്ഷത്രങ്ങളുടേവ അതിൻെറ അംശങ്ങളായും മടങ്ങുകളായും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു 100ര, 10ര, ര, $\frac{1}{10}$ര, $\frac{1}{100}$ര എന്നവയെല്ലാം വ്യാസത്തിൻെറ അളവുകളാകുന്നു. 10ര എന്ന വരയിൽ ഉള്ള നക്ഷത്രങ്ങളുടെ വ്യാസം സൂൎയ്യവ്യാസത്തിൻെറ പത്തു മടങ്ങായിരിക്കും. മീതെയുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളുടെ വ്യാസം അധികവും താഴെയുള്ളവയുടെ വ്യാസം കുറവും ആയിരി

ക്കം. ഉദാഹരണമായി പ്രാജിത 1ൽ ഒന്നാമത്തേതിന്റെ വ്യാസം സൂൎയ്യവ്യാസത്തിന്റെ പത്തു മടങ്ങാണെന്നും, ഉജ്വലത സൂൎയ്യന്റെ 100 മടങ്ങാണെന്നും നിറം മഞ്ഞയാണെന്നും പരി



തൃ. തൃക്കേട്ട
തി. തിരുവോണം
ജാ. ജാസി 24
വൃ. വൃശ്ചികം 13
രു. രുദ്രൻ
$പ_2$. പ്രാജിത 1ൽ രണ്ടാമത്തേതു
$പ_1$. പ്രാജിത 1ൽ ഒന്നാമത്തേതു
ഓ. ഓണം
$പ്ര_1$. പ്രോസിയോൻ
സൂ. സൂൎയ്യൻ
സ. 70 സപ്തധരനിൽ ഒന്നാമത്തേതു
കി കിന്നാരവസ് 1ൽ രണ്ടാമത്തേതു
ജ. ജായര 61
ക്രൂ. ക്രൂഗർ 60ൽ രണ്ടാമത്തേതു
$രു_2$. രുദ്രൻ—ചെറിയതു
വ. വാൻമാനന്റെ നക്ഷത്രം.

പരിലേഖം 53.

ലേഖത്തിൽനിന്നു കാണാം. രുദ്രന്റെ ചുറ്റും സഞ്ചരിക്കുന്ന ചെറിയ നക്ഷത്ര($രു_2$ എന്നതു)ത്തിന്റെ വ്യാസം സൂൎയ്യവ്യാസത്തിന്റെ ഏതാണ്ട് 3%മെന്നും ഉജ്വലത സൂൎയ്യന്റെ ഏതാണ്ട് $\frac{1}{400}$ ഓളമാണെന്നും നിറം വെളുപ്പാണെന്നും കാണാം.

VI. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ അന്തൎഭാഗം.

നക്ഷത്രങ്ങളുടെ അന്തൎഭാഗത്തെ സ്ഥിതികളെല്ലാം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാൎക്കറിയുന്ന വസ്തുധൎമ്മങ്ങളിൽനിന്നും ഗണിതത്തിൽനിന്നും

അനുമാനിക്കുകയല്ലാതെ നിവൃത്തിയില്ല. ഉഷ്ണം കുറഞ്ഞ താരങ്ങളുടെ ബഹിർഭാഗത്തു സംയുക്തദ്രവ്യങ്ങളുടെ കണങ്ങൾ ഉണ്ടെന്നു വന്നേക്കാം. ഉഷ്ണം അധികമായ താരങ്ങളുടെ ബഹിർഭാഗത്തു ദ്രവ്യം മൂലധാതുക്കളായി വേർതിരിയും. അതിനാൽ ദ്രവ്യങ്ങളെല്ലാം മൂലധാതുക്കളായ വാതകങ്ങളായി നക്ഷത്രങ്ങളിൽ നിലകൊള്ളുന്നുവെന്നാലോചിപ്പാൻ വഴിയുണ്ട്. അങ്ങിനെയാണെങ്കിൽ വാതകങ്ങളെ സംബന്ധിച്ച നിയമമനുസരിച്ച് അകത്തേക്കു ചെല്ലുംതോറും മർദ്ദനംകൊണ്ട് അവ കട്ടികൂടിവരികയും, ഗണിതംകൊണ്ടു കാണുന്ന തോതിൽ ഉഷ്ണം വർദ്ധിച്ചാൽ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ദ്രവ്യത്തെ തീരെ നശിപ്പിച്ച് ശക്തിരൂപമായി മാററുകയും ചെയ്യും. അതിനാൽ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ അന്തർഭാഗത്തേക്കു ചെല്ലുംതോറും അണുകേന്ദ്രങ്ങളുടെ ചുററും സഞ്ചരിക്കുന്ന വിദ്യോതങ്ങളെ ഓരോന്നോരോന്നായി വേർപെടുത്തുമെങ്കിലും, അങ്ങിനെ വേർപെട്ട വിദ്യോതങ്ങളും, വേർപെടാതെ ബാക്കിനില്ക്കുന്ന വിദ്യോതങ്ങളോടുകൂടിയ അണുകേന്ദ്രങ്ങളും, ചില അണുകേന്ദ്രങ്ങൾ മാത്രവും മർദ്ദനംകൊണ്ട് അടുത്തുകൂടി വർദ്ധിച്ച ഉഷ്ണത്തോടുകൂടിയ ഒരു ദ്രാവകത്തിൻെറ നിലയിലാണ് നക്ഷത്രഗർഭത്തിലുള്ള ദ്രവ്യം നിലകൊള്ളുന്നതെന്നു വിചാരിക്കേണ്ടിവരുന്നു. ഇതിന്നു ചില തെളിവുകളും ഉണ്ട്. ഭ്രമണംകൊണ്ടു രണ്ടും മൂന്നും നാലുമായി വേർതിരിഞ്ഞ് അന്യോന്യം പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്ന നക്ഷത്രങ്ങൾ അസംഖ്യമാണ്. ഇതു സംഭവിക്കണമെങ്കിൽ നക്ഷത്രങ്ങളിലുള്ള ദ്രവ്യം ദ്രാവകധർമ്മങ്ങളോടുകൂടിയവയാവാതെ നിവൃത്തിയില്ലെന്നു ഗണിതശാസ്ത്രം സ്ഥാപിക്കുന്നു. എഡിങ്ങ്ടൻ മുതലായ പണ്ഡിതന്മാരുടെ അഭിപ്രായപ്രകാരം നക്ഷത്രങ്ങളുടെ അന്തർഭാഗത്തുള്ള ഈ ദ്രാവകപ്രായമായ ദ്രവ്യത്തിൻെറ ഉഷ്ണനില 3 കോടി ഡിഗ്രി സെൻററിഗ്രേഡ് മുതൽ 6 കോടിവരെയായിരിക്കണമെന്നാകുന്നു. ചിലർ സൂര്യൻെറ അന്തർഭാഗത്തെ ഉഷ്ണം 2 കോടി ഡിഗ്രി മാത്രമാണെന്നും അഭിപ്രായപ്പെടുന്നുണ്ട്. പ്രദ്യോതവിദ്യോതങ്ങൾ വേർപെട്ട് എല്ലാം അടിഞ്ഞുകൂടുന്നതിനാലാകുന്നു അന്തർഭാഗങ്ങൾക്ക് കട്ടി

കൂടുന്നത്. അണുക്കളുടെ തൂക്കം മുഴുവൻ പ്രദ്യോതങ്ങളുടെ തൂക്കമാണല്ലോ. വെളുത്ത കൃശതാരങ്ങളിൽ ഈ വിധം ദ്രവ്യം മാത്രം ബാക്കിനില്ക്കുന്നതുകൊണ്ടാകുന്നു അവ ചെറിയവയെങ്കിലും വളരെ തൂക്കമുള്ളവയായിരിക്കുന്നത്.

9. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഉത്ഭവം

ഈ കാണുന്ന പ്രപഞ്ചം അനാദിയാണെന്നോ, അല്ലെങ്കിൽ ആദിയിൽ എങ്ങിനെ ഉത്ഭവിച്ചുവെന്നോ ഒരു കാലത്തും മനുഷ്യബുദ്ധിക്ക് അവഗമ്യമാകുമെന്നു തോന്നുന്നില്ല. ഇന്നു നക്ഷത്രങ്ങളായും കോശശുക്ലപടലങ്ങളായും കാണുന്ന ദ്രവ്യം അവ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന അന്തരിക്ഷത്തിൽ സർവ്വത്ര ഒരേ വിധത്തിലെന്ന നിലയിൽ നിന്നിരുന്നു എന്നു സങ്കല്പിച്ചാൽ അതിൽനിന്നു ഇന്നറിയുന്നതും അറിയുവാൻ കഴിയുന്നതും ആയ വസ്തുധർമ്മങ്ങളുടെ നിരന്തരമായ പ്രവൃത്തികൊണ്ടു ഇന്നത്തെ സ്ഥിതിയെ പ്രാപിച്ച വഴി ഒരുവിധം കാണാമെന്നേ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പറയുന്നുള്ളു. അന്തരീക്ഷത്തിൻെറ വിസ്താരത്തിന്നനുസരിച്ച് അതിൽ അധികം ദ്രവ്യമില്ല. ഇവിടെ ഒരു കടുകിൻമണി, ഇവിടന്നു മുപ്പതോ, നാല്പതോ നാഴിക പോയാൽ അവിടെ ഒന്നോ രണ്ടോ കടുകിൻമണികൾ, ഇടക്ക് കുറെക്കൂടി വലിയവ, പക്ഷെ അതിലധികം ചെറിയവ, ഈ നിലയിലാണ് അന്തരിക്ഷത്തിൽ നമുക്കടുത്ത പ്രദേശത്തു നാം ദ്രവ്യം കാണുന്നത്. മററുള്ള പ്രദേശങ്ങളിൽ ദ്രവ്യം ഇതിലും വിരളമാണത്രെ. കോശശുക്ലപടലങ്ങളുടെ ഇടയിലുള്ള പ്രദേശങ്ങളും കേവലം ശൂന്യമെന്നു പറയാം. ഇന്നുള്ള സകല വസ്തുക്കളേയും അന്തരീക്ഷത്തിൽ ഒരുപോലെ വിതരണം ചെയ്താൽ ദ്രവ്യത്തിൻെറ സാന്ദ്രത നമ്മുടെ ചുററുമുള്ള വായുവിൻെറ $\frac{1 \cdot 94}{10^{28}}$ ഭാഗം മാത്രമായിരിക്കുമെന്നു കണക്കാക്കിയിരിക്കുന്നു. ഈ നേർമ്മ പറയാമെന്നല്ലാതെ എന്താണെന്നു നമുക്ക് ഗ്രഹിക്കുവാൻ സാധിക്കയില്ല.

ഇത്രയും നേരിയ വസ്തുവിൽനിന്നു ഈ കാണുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളും മററും എങ്ങിനെ ഉത്ഭവിച്ചു എന്നാണ് ആലോചിക്കു

ന്നത്. ആകഷ്ണംകൊണ്ടു അവിടവിടെ ഒന്നായി അടിഞ്ഞുകൂടി ശുക്ലപടലങ്ങളും നക്ഷത്രങ്ങളും ഉത്ഭവിച്ചുവെന്നൂഹിക്കാം. നമ്മുടെ ചുററും കാണുന്ന വായു ഇങ്ങിനെ അടിഞ്ഞുകൂടാത്തതു എന്തുകൊണ്ട്? നിശ്ചലമാണെന്നു തോന്നുന്ന വായുവിൻെറ കണങ്ങൾ സ്വയമേവ ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. അവ അന്യോന്യം തട്ടിമുട്ടി അങ്ങുമിങ്ങും പായുന്നു. ഇങ്ങിനെ സംഖ്യയില്ലാത്ത വായുകണങ്ങൾ നിരന്തരം നമ്മുടെ ശരീരത്തിൽ വന്നടിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന നമ്മുടെ അനുഭവമാണ് നാം ചൂടെന്നു പറയുന്നത്. അടച്ചുവെച്ച വായുകണങ്ങളുടെ ഈ അടികളെയാണ് വായുവിൻെറ മദ്ദനമെന്നു പറയുന്നതും. ഏതെങ്കിലും ഒരു പ്രദേശത്തു കുറെ വായു ഒന്നായി കൂടിയാൽ അതിൻെറ പുറഭാഗത്തു പായുന്ന കണങ്ങളെ വിട്ടുപോകാതെ പിടിച്ചുനിത്തുവാൻ പോന്ന ആകഷ്ണം ഒന്നായിക്കൂടിയ വായുവിന്നുണ്ടെങ്കിൽ മാത്രമേ ആ വായു ഒന്നായി കൂടിനില്ക്കുകയുള്ളു. ചന്ദ്രബിംബത്തിൻെറ ചുററും മുമ്പുണ്ടായിരുന്ന വായുവിൻെറ കണങ്ങളെ പിടിച്ചുനിത്തുവാൻ ചന്ദ്രൻെറ ആകഷ്ണത്തിന്നു കഴിയാഞ്ഞതിനാലാണ് അവയെല്ലാം ചന്ദ്രനെ വിട്ടുപോയത്. ഇവിടെ കാണുന്ന വായു കുറെ ഒന്നായി കൂടിയാൽ, ആ കൂട്ടത്തിന്നു പുറഭാഗത്തുള്ള കണങ്ങളെ പിടിച്ചുനിത്തുവാൻ സാധിക്കാത്തതിനാൽ, ആ കൂട്ടം സ്ഥിരമായി നില്ക്കുയാവട്ടെ, പുറമെനിന്നു മററു വായുകണങ്ങളെ ആകഷിച്ച് കൂട്ടത്തിൽകൂട്ടി വദ്ധിക്കുകയാവട്ടെ ഉണ്ടാകയില്ല.

ആദിയിൽ അന്തരീക്ഷത്തിലുണ്ടായിരുന്ന നേരിയ വസ്തു നമുക്ക് തീച്ചയാക്കുവാൻ സാധിക്കാത്ത ഏതെങ്കിലും ക്ഷോഭം വഴിക്ക് ഒന്നായിക്കൂടി സ്ഥിരമായി നില്ക്കണമെങ്കിൽ, ഇന്നു ഓരോ കോശശുക്ലപടലത്തിലും കാണുന്നതിൽ കുറവല്ലാത്ത ദ്രവ്യം ഉണ്ടായിരിക്കണമെന്നു ഗണിതശാസ്ത്രംവഴി സ്ഥാപിക്കാം. സഹസ്രലക്ഷം കണക്കിലുള്ള സൂയ്യന്മാരുണ്ടാകത്തക്ക ദ്രവ്യത്തിന്നേ ആദികാലത്തിൽ ഒന്നായി കൂടിനില്ക്കുവാൻ സാധിക്കയുള്ളു. അ

വിടവിടെ ഉണ്ടായ ക്ഷോഭംവഴി സമസ്താന്തരീക്ഷത്തിലെ നേരിയ വസ്തു ഈ വിധത്തിൽ കഷണങ്ങളായി വേർതിരിഞ്ഞിരിക്കാം. കുളത്തിൽനിന്നെടുത്തു പറമ്പിൽ പരത്തിയ ചളി കഷണംകഷണങ്ങളായി വേർതിരിഞ്ഞു കട്ടകളാവുന്നതുപോലെ എന്നു വിചാരിക്കാം. ഇങ്ങിനെ വേർതിരിയുന്ന ആദ്യപിണ്ഡങ്ങളിലെ വസ്തു ആകർഷണവശാൽ പിണ്ഡകേന്ദ്രത്തോടടുത്തു കട്ടികൂടി വരുന്നു. ഇങ്ങിനെ കട്ടികൂടി വരുമ്പോൾ, ആദ്യത്തെ ക്ഷോഭത്തിൽ അല്പം ഭ്രമണമുണ്ടായിരുന്നുവെങ്കിൽ, ആ ഭ്രമണത്തിൻെറ വേഗതയും പിണ്ഡത്തിൻെറ വലിപ്പം ചുരുങ്ങുന്നതോടുകൂടി വർദ്ധിച്ചുവരാതെ നിവൃത്തിയില്ല. ഇങ്ങിനെ ഭ്രമിക്കുന്ന പിണ്ഡം ഗോളാകൃതി വിട്ടു പരന്നുപോകയും ചെയ്യും. ഭ്രമണമില്ലെങ്കിൽ ഗോളാകൃതിക്ക് ഒരു കോട്ടവും തട്ടുകയില്ല. ദൂരദർശിനികളിൽകൂടി ഗോളാകൃതിയിലും പല തോതിലും പരന്ന ആകൃതിയിലും കോശപടലങ്ങളെക്കാണുന്നു. ഭ്രമണവേഗത കൂടുമ്പോൾ പിണ്ഡത്തിൻെറ മദ്ധ്യഭാഗത്തുനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന വസ്തുക്കൾ മദ്ധ്യത്തെ ചുററിക്കിടക്കുന്ന വലയങ്ങളായിത്തീരും. ഇങ്ങിനെയുള്ള ശുക്ലപടലങ്ങളേയും കുറെ അധികം കാണുന്നു.

ഭ്രമണമുണ്ടായാലും ഇല്ലെങ്കിലും, കാലം ചെല്ലുമ്പോൾ ആദ്യപിണ്ഡങ്ങൾക്കു കട്ടികൂടി വരുന്നു. മിരാൾ നക്ഷത്രഗണത്തിൽ കാണുന്ന M 31 എന്ന കോശശുക്ലപടലത്തിൻെറ സാന്ദ്രത വെള്ളത്തിൻെറ $\frac{5}{10^{22}}$ ഭാഗവും വായുവിൻെറ $\frac{6\cdot5}{10^{19}}$ ഭാഗവുമാകുന്നു. മററു ശുക്ലപടലങ്ങളുടേയും നമ്മുടെ ആകാശഗംഗാമണ്ഡലത്തിൻേറയും സാന്ദ്രത ഇതിൻെറ നൂറു മടങ്ങിൻേറയും നൂറിലൊരംശത്തിൻേറയും ഇടയിലാകുന്നു. ഇത്ര കട്ടിയുള്ള ദ്രവ്യം ഒന്നിച്ചുകൂടി സ്ഥിരമായി നില്ക്കുവാൻ അതിൽ നൂറോ ആയിരമോ കണക്കായിപ്പറയാവുന്ന സൂര്യന്മാരുണ്ടാകുവാനുള്ള ദ്രവ്യമുണ്ടായാൽ മതി. കട്ടികൂടിയ വസ്തുക്കൾക്ക് ആകർഷണം കൂടുമല്ലോ. ഇന്നു നാം കാണുന്ന ഭചയങ്ങളിലെ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ എണ്ണും ഈ സംഖ്യകളിൽനിന്നു വ്യത്യാസപ്പെട്ടതല്ല. അതി

നാൽ ആദ്യപിണ്ഡങ്ങൾ ആകർഷണവശാൽ ചുരുങ്ങി അതിലു ള്ള ദ്രവ്യത്തിന്നു ഇവിടെപ്പറഞ്ഞ സാന്ദ്രത എത്തിയ ഘട്ടത്തിൽ അവ പിന്നേയും ഖണ്ഡങ്ങളായി വേർതിരിഞ്ഞിട്ടുണ്ടായിരിക്ക ണം. ഇവയും ആകർഷണവശാൽ കട്ടികൂടി ഒരു ഘട്ടം എത്തു മ്പോൾ പിന്നേയും ഖണ്ഡങ്ങളായി വേർതിരിയുന്നു. ഈ ഖ ണ്ഡങ്ങൾ പിന്നേയും കട്ടികൂടി നക്ഷത്രങ്ങളായിത്തീരുന്നു. ഒരേ ഖണ്ഡത്തിൽനിന്നുണ്ടായ നക്ഷത്രങ്ങളെല്ലാം ആദ്യഘട്ടത്തിൽ ഒരേ കൂട്ടമായി നില്ക്കും. ആ കൂട്ടത്തിന്നു ഭ്രമണമില്ലെങ്കിൽ അ തിലെ നക്ഷത്രങ്ങൾ അടുത്തടുത്തു നിന്നു ഗോളഭചയങ്ങളായി ത്തീരും. വലിയ ഭ്രമണമുണ്ടെങ്കിൽ അവ അകന്നുനില്ക്കുകയും അവയുടേയും കോശശുക്ലപടലത്തിലെ മററു നക്ഷത്രങ്ങളുടേയും പരിവർത്തനത്തിലും ആകർഷണത്തിലും പെട്ടു അന്യോന്യം അ കന്നുപോകയും ചെയ്യേക്കാം. കൂട്ടംകൂട്ടമായി സഞ്ചരിക്കുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളും ഭചയങ്ങളും ഇപ്രകാരമുത്ഭവിച്ചവയാവാൻ വഴി യുണ്ട്. പഴക്കം ചെല്ലുംതോറും ഒന്നായി സഞ്ചരിക്കുന്ന കൂട്ട ങ്ങളിൽനിന്നു ചെറിയ ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങൾ ആകർഷണം കൊണ്ടുണ്ടാവുന്ന അധികരിച്ച ഗതികൊണ്ടു ഈ കൂട്ടങ്ങളെ തീരെ വിട്ടുപോകുന്നു. ആകാശഗംഗാമണ്ഡലകേന്ദ്രത്തിൽനി ന്നു 47,000 ദീപ്തിവർഷം അകന്ന ഒരു പ്രത്യേക നക്ഷത്രക്കൂട്ടത്തി ലെ അംഗമാകുന്നു സൂര്യൻ എന്നു മുമ്പു പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഈ കൂട്ടവും ഇങ്ങിനെ ഉത്ഭവിച്ചതാവാനേ വഴിയുള്ളൂ. ആകാശ ത്തിൽ വളരെ ശോഭയോടുകൂടിക്കാണുന്ന നക്ഷത്രങ്ങൾ മിക്കവെ യും ഈ കൂട്ടത്തിൽ പെട്ടവയുമാകുന്നു. ദൂരദർശിനിയിൽകൂടി അ ടുത്ത കോശശുക്ലപടലങ്ങളെ നോക്കുമ്പോൾ അവയിലും ധാ രാളം വേറെവേറെയായി നില്ക്കുന്ന നക്ഷത്രക്കൂട്ടങ്ങളെക്കാണു ന്നുണ്ട്.

ഒററ നക്ഷത്രങ്ങളായിത്തീർന്ന ഗോളങ്ങൾ ആകർഷണം കൊണ്ടു പിന്നേയും ചുരുങ്ങിവരുന്നു. അതോടുകൂടി അവയുടെ ഉഷ്ണം വർദ്ധിക്കയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ഘട്ടത്തിലായിരിക്കണം ത്രു

ക്കം കൂടിയവയും കുറഞ്ഞവയുമായ പലവിധ അണുക്കളുടേയും ഉത്ഭവം. പിന്നേയും ഉഷ്ണം കൂടുകയും കട്ടി വദ്ധിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതോടുകൂടി അണുക്കളുടെ കേന്ദ്രവിദ്ര്യാതങ്ങറം വേർപെടുവാനും ശക്തിരൂപമായി മാറുവാനും തുടങ്ങുന്നു. ഇതിൻെറ സ്വരൂപം സൂയ്യനെ സംബന്ധിച്ചും നക്ഷത്രങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചും ഒരുവിധം മുമ്പു വിവരിച്ചിട്ടുണ്ട്.

അധികം ഭ്രമണമുള്ള നക്ഷത്രങ്ങറം അവയുടെ വലിപ്പവും അന്തഭാഗത്തെ സ്ഥിതിയും അനുസരിച്ച് ദ്വന്ദ്വതാരങ്ങളായിപ്പിരിയുന്നു. അന്യോന്യാകഷ്ണംകൊണ്ടുണ്ടാവുന്ന വേലിയുടെ ഒരു ഫലം അവ അകന്നകന്നു പോകയാകുന്നു. ദ്വന്ദ്വതാരങ്ങളായിപ്പിരിഞ്ഞവയിൽ ഒന്നോ അല്ലെങ്കിൽ രണ്ടും ഭ്രമണവശാൽ പിന്നേയും ഈരണ്ടായിത്തിരിയുന്നു. ഈ ഭാഗങ്ങളും പിന്നേയും ഈരണ്ടായിയെന്നു വരാം. ഇങ്ങിനെ രണ്ടോ, മൂന്നോ, നാലോ, അധികമോ മാത്രമുള്ള ചെറിയ നക്ഷത്രക്കൂട്ടങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു. ദ്വന്ദ്വങ്ങളായി മാറാത്തവ ഒററയായും നില്ക്കുന്നു. ഇപ്രകാരം ഉത്ഭവിച്ച ദ്വന്ദ്വതാരങ്ങറം മിക്കവയും ഇന്നും വിരാജനികൊണ്ടു മാത്രം ദ്വന്ദ്വങ്ങളാണെന്നറിവാൻ സാധിക്കുന്നവയാണ്. ദൂരദശിനിയിൽകൂടി ദ്വന്ദ്വങ്ങളായിക്കാണുന്നവ മിക്കവാറും ശുക്ലപടലഖണ്ഡങ്ങറം നക്ഷത്രങ്ങളായിപ്പിരിയുന്നതോടുകൂടി ആകഷ്ണംകൊണ്ട് അന്യോന്യം പരിവത്തനംചെയ്തുപോന്നവയായിരിക്കണം. ഇവയുടെ കക്ഷകളുടെ ച്യുതി സാമാന്യേന ഇന്നും അധികമായിക്കാണുന്നു. വിരാജനി ദ്വന്ദ്വങ്ങളുടെ കക്ഷകറം അധികവും അല്പച്യുതിയോടുകൂടിയവയാകുന്നു. ഈ സംഗതിയും ഇവയുടെ ഉത്ഭവങ്ങളിലുള്ള വ്യത്യാസത്തെ കാണിക്കുന്നു. സൌരവ്യൂഹത്തിൽതന്നെ അത്യായതവൃത്തസഞ്ചാരികളായ ഉൽക്കാചയങ്ങളും, ധൂമകേതുക്കളും പുറമെനിന്നു വന്നവരാണെന്നു വിചാരിക്കേണ്ടിവരുന്നു.

നമ്മുടെ സൂയ്യൻ ദ്വന്ദ്വതാരങ്ങളിൽ ഒന്നല്ല. അതിൻെറ ചുററും കുറെ ഗ്രഹങ്ങളാണ് സഞ്ചരിക്കുന്നത്. ഇതു നക്ഷത്ര

ങ്ങളുടെ ഇടയിൽ സാധാരണമാണെന്നു കരുതുവാൻ നിരീക്ഷണത്താലോ മററുവിധത്തിലോ അവകാശം കാണുന്നില്ല. ആകാശഗംഗാമണ്ഡലത്തിൻേറയോ മററു കോശശ്ശുക്ലപടലങ്ങളുടേയോ അന്തഃഭാഗത്തു നക്ഷത്രങ്ങൾ അന്യോന്യം വളരെ അകലെയായി നില്ക്കുന്നു. മററു നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ആകൎഷണംകൊണ്ടും ശുക്ലപടലത്തിൻെറ ആസകലമായ ഭ്രമണവേഗതകൊണ്ടും നിയന്ത്രിതമായ സഞ്ചാരവും അവക്കുണ്ട്. അതിനാൽ വേറിട്ട് ഉത്ഭവിച്ച നക്ഷത്രങ്ങൾ അവയുടെ സഞ്ചാരങ്ങളിൽ വളരെ അടുത്തുവരികയെന്നതു കാലാന്തരത്തിൽ ഒരിക്കൽ സംഭവിക്കാവുന്ന സംഗതിമാത്രമാണ്. എന്നാൽ സൂൎയ്യനും മറെറാരു വലിയ നക്ഷത്രവും ഒരിക്കൽ അടുത്തുവന്നിട്ടുണ്ടാവണം. അപ്പോൾ ആ നക്ഷത്രത്തിൻെറ ആകൎഷണംകൊണ്ടു സൂൎയ്യഗോളത്തിൻെറ ഉപരിഭാഗത്തുള്ള ദ്രവ്യം വേലികയററത്തിൽ സമുദ്രജലമെന്നപോലെ ഒരു ഭാഗത്തേക്കു മുഴച്ചുകൂടീട്ടുണ്ടായിരിക്കും. നക്ഷത്രം സൂൎയ്യനിൽനിന്നു അകന്നു പോകുന്നതോടുകൂടി പുകയിലസിഗാറിൻെറ ആകൃതിയിൽ ഒരു ഭാഗം സൂൎയ്യനിൽനിന്നു വിട്ടു മുമ്പുള്ള ഭ്രമണവേഗതമൂലം സൂൎയ്യൻെറ ചുററും പരിവൎത്തനം ചെയ്യുവാൻ തുടങ്ങിയിരിക്കും. ഇവ കാലാന്തരത്തിൽ ഖണ്ഡങ്ങളായി വേർപെട്ടു ഗ്രഹഗോളങ്ങളായിത്തീൎന്നുവെന്നാണ് ഇപ്പോൾ ജ്യൌതിഷികൾ വിശ്വസിച്ചുവരുന്നത്. നക്ഷത്രം അകലെയായിരുന്നപ്പോൾ ആകൎഷണം കുറവായിരുന്നതിനാലും അടുക്കുംതോറും ആകൎഷണം വൎദ്ധിച്ചു പിന്നീടു നക്ഷത്രം അകലുമ്പോൾ ആകൎഷണം കുറഞ്ഞുവന്നതിനാലും സൂൎയ്യനിൽനിന്നു വിട്ടുപോന്ന ഭാഗത്തിൻെറ മദ്ധ്യം വിസ്താരമുള്ളതായും ഇരുഭാഗത്തേക്കും കൂൎത്തതായും ഇരിക്കണമെന്നു വ്യക്തമാകുന്നു. രണ്ടു നക്ഷത്രങ്ങളും സഞ്ചരിച്ചിരുന്ന മാൎഗ്ഗങ്ങൾ ഒരേ തലത്തിലല്ലായിരുന്നതിനാൽ വിട്ടുനിന്ന ഭാഗം ഒരു പിരിഞ്ഞ ചുരുട്ടുപോലെയായിട്ടുണ്ടാകും. ഇതാകുന്നു ഗ്രഹങ്ങൾ സഞ്ചരിക്കുന്ന തലങ്ങൾ തമ്മിലും അവയുടെ ലംബങ്ങളും ഗ്രഹങ്ങളുടെ ഭ്രമണാക്ഷങ്ങൾ തമ്മിലും ചുരുങ്ങിയ ദിഗ്ഭേദം ഇന്നും കാണുവാനുള്ള കാരണം.

ഗ്രഹങ്ങളിൽ മദ്ധ്യത്തിലുള്ള വ്യാഴവും ശനിയും വലിയവയായിരിപ്പാനും അവിടന്ന് ഇരുവശത്തേക്കുമുള്ളവ ചെറിയവയായിരിപ്പാനും കാരണം അതാതുകാലം അകന്നുപോന്ന ദ്രവ്യത്തിൻെറ ഏററക്കുറവാണെന്നും മനസ്സിലാക്കാം. സൂൎയ്യന്നടുത്ത ഗ്രഹങ്ങൾക്ക് കട്ടികൂടുവാനും അകന്ന ഗ്രഹങ്ങൾക്ക് കട്ടി കുറഞ്ഞിരിപ്പാനും ഉള്ള കാരണവും ഇവിടെക്കാണാം. സൂൎയ്യനിൽനിന്ന് ആദ്യം വേർപെട്ട ഭാഗം വളരെ നേരിയതും പിന്നീടു വിട്ടതു കുറെ കട്ടികൂടിയതുമാവാൻ അവകാശമുണ്ടല്ലോ. ഗ്രഹങ്ങളായിത്തീൎന്നതിൻെറ അവശിഷ്ടങ്ങൾ കുറെ ഉൽക്കാസമൂഹങ്ങളിലും ധൂമകേതുക്കളിലും ഉണ്ടാകുവാനും മതി.

1916ൽ സേർ ജെയിംസ് ജീൻസ് ഈ അഭിപ്രായം അവതരിപ്പിച്ചതിന്നു മുമ്പു ജ്യൌതിഷികൾ അധികവും വിശ്വസിച്ചുപോന്നിരുന്നതു ലാപ്പലസ്സ് (1749—1827) എന്ന ഫ്രഞ്ച് ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ അഭിപ്രായമായിരുന്നു. അതുപ്രകാരം ഭ്രമണം ചെയ്തുകൊണ്ടിരുന്ന ഒരു ചെറിയ ശുക്ലപടലത്തിൽനിന്നു സൂൎയ്യനും ഗ്രഹങ്ങളും ഉത്ഭവിച്ചു. ഭ്രമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കെ ശുക്ലപടലം ചുരുങ്ങുകയും ഓരോ ഘട്ടങ്ങളിൽ അതിൻെറ പുറഭാഗത്തുനിന്ന് ഓരോ വലയങ്ങൾ വിട്ടു നില്ക്കുകയും കാലാന്തരത്തിൽ ഈ വലയങ്ങൾ ഒന്നായിക്കൂടി ഗ്രഹങ്ങളാവുകയും അന്തർഭാഗം പിന്നേയും ചുരുങ്ങി സൂൎയ്യനാവുകയും ചെയ്തു. ഈ അഭിപ്രായം സ്വീകരിക്കുന്ന പക്ഷം ഗ്രഹകക്ഷാതലങ്ങളുടെ വിഭിന്നതക്കും ഗ്രഹഭ്രമണാക്ഷങ്ങളുടെ പലപ്രകാരത്തിലുള്ള ചരിവിന്നും കാരണം കാണുവാൻ സാധിക്കയില്ല. കക്ഷകളുടെ ആയതവൃത്താകൃതികൾക്കും കാരണം കാണുന്നില്ല. വലയരൂപത്തിൽ വേറിട്ടുപോയ ഭാഗം ഒന്നായിക്കൂടി ഒരു ഗോളമാകുവാനും പ്രയാസം. ലാപ്പലസ്സിൻെറ കാലത്തു ശുക്ലപടലങ്ങളുടെ സ്വഭാവവും നല്ലവണ്ണം അറിഞ്ഞിരുന്നില്ല. രണ്ടു നക്ഷത്രങ്ങളുടെ സംഘട്ടനംകൊണ്ടാണ് ഗ്രഹങ്ങളുണ്ടായതെന്നും ചിലർ അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. ഇതും ശാസ്ത്രലോകം സ്വീകരിച്ചില്ല.

സൂൎയ്യനു ഗ്രഹങ്ങൾ ഉത്ഭവിച്ച രീതിയിൽതന്നെ ഗ്രഹങ്ങൾക്ക് ഉപഗ്രഹങ്ങളും ഉണ്ടായി എന്നു വിശ്വസിക്കുന്നു. ഉത്ഭവകാലത്തു ഗ്രഹങ്ങൾ കുറെക്കൂടി ആയതമായ വൃത്തങ്ങളിൽ സഞ്ചരിച്ചിരുന്നു. ആ കാലത്ത് ഓരോ ഗ്രഹം മററു ചില ഗ്രഹങ്ങളോടോ സൂൎയ്യനോടുതന്നേയോ കുറെ അടുത്തു വന്നുവെന്നു വരാം. അപ്പോഴുണ്ടായ വേലികളിൽനിന്ന് ഉപഗ്രഹങ്ങൾ ഉത്ഭവിച്ചിരിക്കാം.

രണ്ടു നക്ഷത്രങ്ങൾ അടുത്തുവന്നു ഗ്രഹങ്ങളെ ഉൽപാദിപ്പിക്കുവാൻ പ്രയാസമാണെന്നു നാം കണ്ടു. അതുകൊണ്ടു നക്ഷത്രങ്ങളെ ചുററുന്ന ഗ്രഹങ്ങൾ സാധാരണവുമല്ല. എങ്കിലും അനേകലക്ഷം ശുക്ലപടലങ്ങളും ഓരോന്നിലും അനേകകോടി താരങ്ങളും ഉണ്ടായിരിക്കെ, സൂൎയ്യനും അതിനു ചുററും പോകുന്ന ഗ്രഹങ്ങളുമല്ലാതെ വേറെയൊരിടത്തും ഇങ്ങിനെയുണ്ടാകയില്ല എന്നു വിചാരിക്കുന്നതു സാഹസവും അശാസ്ത്രീയവുമായിരിക്കും. എങ്കിലും ഇപ്രകാരമുള്ള വ്യൂഹങ്ങൾ അതിദുൎല്ലഭമാണെന്നു വിചാരിക്കുവാൻ ന്യായങ്ങൾ ഉണ്ട്.

10. സൌരവ്യൂഹത്തിൻേറയും ശുക്ലപടലങ്ങളുടേയും ഉത്ഭവകാലം.

സൂൎയ്യൻേറയും ഗ്രഹങ്ങളുടേയും ഉത്ഭവകാലത്തെപ്പററി പൌരാണികന്മാർ ആലോചിക്കാതിരുന്നില്ല. അവരുടെ ഊഹം ഗ്രഹങ്ങളെല്ലാം ഒരേ സൂത്രത്തിൽ നിന്നിരുന്ന കാലത്തായിരുന്നു ഇവയുടെ ഉത്ഭവം എന്നായിരുന്നു. ഇനിയും ഇവ ഒരേ സൂത്രത്തിൽ വരുമ്പോൾ ഇവ അവ്യക്തത്തിൽ ലയിക്കുമെന്ന് അവർ വിശ്വസിച്ചപോലെത്തോന്നുന്നു. മനുഷ്യരുടെ പരിക്ഷണനിരീക്ഷണസിദ്ധമായ വിജ്ഞാനങ്ങളെ അടിസ്ഥാനമാക്കി കുറെക്കൂടി വിശ്വസനീയമായ രീതിയിൽ ഈ പ്രശ്നത്തെപ്പററി ലോകർ വീണ്ടും ആലോചിപ്പാൻ തുടങ്ങിയത് അടുത്തകാലത്താകുന്നു. 1715ൽ, എന്നു വെച്ചാൽ 236 കൊല്ലം മുമ്പു, ഹാലി എന്ന പ്രസിദ്ധജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞൻ കടൽവെള്ളത്തിലെ ഉപ്പു നദികൾവഴിയായി കൊല്ലംതോറും ഒലിച്ചുവന്നതാണെന്ന വിശ്വാസത്തിന്മേൽ ഭൂമിയുണ്ടായി നദികൾ ഒഴുകുവാൻ തുടങ്ങീട്ടു കാലം എത്രയായെന്നു കണക്കാക്കാമെന്നു വിചാരിച്ചു. അദ്ദേഹത്തിന്നു തൃപ്തികരമായ ഒരു ഫലവും ലഭിച്ചില്ല. പിന്നീടു ഭൂഗർഭശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഭൂമിയിൽ അവിടവിടെയായി അടിഞ്ഞുകൂടീട്ടുള്ള മണ്ണിൻേറയും ആ വിധം പാറകളിൽനിന്നുത്ഭവിച്ച പാറകളുടേയും ആഴം കണക്കാക്കി അതിൽനിന്നു ഭൂമിയുടെ പ്രായം നിശ്ചയിക്കാമെന്നു കരുതി. പാറകളുടെ പഴക്കം അനുസരിച്ച് അവിടവിടെക്കാണുന്ന ഘനങ്ങളെല്ലാം കൂട്ടി അവക്ക് 5,29,000 ഫൂട്ട് കിട്ടി. 1000 കൊല്ലത്തിൽ 1 ഫൂട്ട് മണ്ണുണ്ടാവുമെന്നു വെച്ചാൽ ഇവിടെക്കണ്ട മണ്ണുണ്ടാകുവാൻ 53 കോടി കൊല്ലം വേണമെന്നും, 4000 കൊല്ലത്തിൽ 1 ഫൂട്ട് പ്രകാരം 212 കോ

ടി കൊല്ലം വേണമെന്നും കാണാമല്ലോ. വിദഗ്ധന്മാർ പലതും ആലോചിച്ച ഭൂമിയുടെ പഴക്കം 160 കോടി കൊല്ലമായിരിക്കണമെന്നു കണക്കാക്കി. ഈ ശ്രമം മററൊരുവിധത്തിൽ ഫലപ്രദമായിത്തീൎന്നു. ഭൂമിയിൽ പാറകളുടെ മേൽഭാഗത്തു മണ്ണടിഞ്ഞുകൂട്ടവാൻ തുടങ്ങി ഇതുവരെയുള്ള സുദീൎഘകാലത്തിൽ പകുതിയോളം കാലം ഭൂമി സസ്യങ്ങളാവട്ടെ ജന്തുക്കളാവട്ടെ ഇല്ലാതെ കിടന്നുവെന്നും പിന്നീട്ട ക്രമേണ ഓരോ തരം ജീവികഠം ഉണ്ടായിയെന്നും എല്ലാററിൻേറയും അവസാനമായി മനുഷ്യനും ഉണ്ടായിയെന്നും അവർ മനസ്സിലാക്കി. അനേകതരം ജീവികഠം ഉണ്ടായി നശിച്ചുപോയിട്ടുണ്ടെന്നും, ഉണ്ടായിട്ടുള്ള എല്ലാതരം ജീവികഠക്കും ഉത്ഭവംകൊണ്ടുതന്നെ പരമ്പരകളെക്കുറിക്കുന്ന ഒരു ബന്ധമുണ്ടെന്നും മനസ്സിലാക്കി. ഇതെല്ലാം പരിണാമവാദത്തെ പലവിധത്തിലും സഹായിച്ചു.

ഭൂമിയിൽ കുഴിച്ചാൽ ഉഷ്ണം ക്രമേണ വൎദ്ധിച്ചുവരുന്നു. സൎവ്വത്ര ഒരേ വിധത്തിൽ ഉഷ്ണമുള്ള ഒരു ഗോളം ക്രമേണ തണുത്തു മേൽഭാഗത്തുനിന്നു മദ്ധ്യത്തിലേക്ക് ഇന്നു കാണുന്ന തോതിൽ ഉഷ്ണം വൎദ്ധിക്കുന്ന സ്ഥിതിയിൽ എത്തുവാൻ എത്ര കാലം വേണമെന്നു ഭൌതികശാസ്ത്രവിദഗ്ധന്മാർ ഗണിച്ചു. അവൎക്കു കിട്ടിയ ഫലം ഭൂഗൎഭശാസ്ത്രജ്ഞന്മാൎക്കു കിട്ടിയതിൽനിന്നു വളരെ വിഭിന്നമായിരുന്നില്ല.

ഇരുപതാം നൂററാണ്ടോടുകൂടിയാണല്ലോ അണുക്കളെക്കുറിച്ചുള്ള അറിവ് വൎദ്ധിച്ചുവന്നത്. ഉരാനിയം എന്ന ഒരു മൂലധാതുവുണ്ട്. കാലം ചെല്ലുമ്പോഠം അതിൻെറ ചില അണുക്കഠം വിദ്യോതപ്രദ്യോതങ്ങളെ വിട്ടുകളഞ്ഞ് കാരീയത്തിൻെറ അണുക്കളായിത്തീരുന്നു. ഇന്ന അണു, അല്ലെങ്കിൽ ഇന്ന ഭാഗത്തെ അണു ഇന്ന സമയത്ത് ഇങ്ങിനെ അധഃകൃതമാകുമെന്നു പറഞ്ഞുകൂടായെങ്കിലും, ശരാശരി നോക്കുമ്പോഠം ഈ വൃത്തി ഒരു ക്ലോക്കിൻെറ സൂചികളുടെ പരിവൎത്തനംപോലെ കൃത്യമായി നടന്നുവരുന്നതായിക്കാണുന്നു. 1 ഔൺസ് ഉരാനിയം 10 കോടി

കൊല്ലത്തിൽ ഇപ്രകാരം 0.013 ഔൺസും, 100 കോടി കൊല്ല ത്തിൽ 0.116 ഔൺസും, 200 കോടി കൊല്ലത്തിൽ 0.216 ഔൺസും, 300 കോടി കൊല്ലത്തിൽ 0.306 ഔൺസും കാരീയം സംജാതമാകും. ഭാഗ്യവശാലെന്നപോലെ ഇങ്ങിനെയുണ്ടാകുന്ന ഈയം ആദ്യംതൊട്ടുള്ള ഈയത്തിൽനിന്നു അണുഭാരം (Atomic Weight) വഴി തിരിച്ചറിയുകയും ചെയ്യാം. പാറകളുടെ ഉള്ളിൽ കുടുങ്ങിക്കിടക്കുന്ന ഉരാനിയംകഷ്ണങ്ങൾ പരിശോധിച്ച് അ തിൽ മാററം വന്ന ഈയം എത്രയെന്നു കണക്കാക്കി ശാസ്ത്രജ്ഞ ന്മാർ ഈ പാറകൾ ഉറച്ച് കട്ടിയായി 140 കോടി കൊല്ലങ്ങളാ യെന്നു അഭിപ്രായപ്പെടുന്നു.

ഉരാനിയത്തിന്റെ ഒരു വകഭേദമുണ്ട്. രണ്ടു തരങ്ങളും ഈയമായി മാറുന്നതു വെവ്വേറെ തോതുകളിലാകുന്നു. ഇന്നു ഭൂ മിയിൽ ബാക്കി കിടക്കുന്ന രണ്ടു തരങ്ങളും ഇന്ന തോതിലാണെ ന്ന് കണക്കാക്കി, അതിൽനിന്നു റതർഫോർഡ് എന്ന ശാ സ്ത്രജ്ഞൻ ഭൂമിയുടെ പ്രായം 340 കോടി കൊല്ലത്തിൽ കുറവാ യിരിക്കുമെന്നും, മിക്കവാറും ഇതിലും വളരെക്കുറവായ ഒരു കാ ലമായിരിക്കണമെന്നും അഭിപ്രായപ്പെട്ടു.

ബുധകക്ഷ്യയുടെ ചില മാററങ്ങളെക്കുറിച്ചാലോചിച്ച് ഗ്ര ഹങ്ങളുടെ ഉത്ഭവകാലം 100 കോടി കൊല്ലങ്ങൾക്ക് മുമ്പും 1000 കോടി കൊല്ലങ്ങൾക്കു പിമ്പും ആയിരിക്കണമെന്നും ച ന്ദ്രകക്ഷാസ്വരൂപത്തിൽനിന്നു 400 കോടി കൊല്ലങ്ങൾക്ക് മു മ്പായിരിക്കണമെന്നും ജ്യൌതിഷികൾ അഭിപ്രായപ്പെടുന്നു.

എല്ലാംകൂടി ആലോചിക്കുമ്പോൾ ഭൂമിയുടെ ഉത്ഭവം 200 കോടി കൊല്ലങ്ങൾക്ക് മുമ്പാണെന്നു വിചാരിക്കുന്നതായിരിക്കും ഏററവും നല്ലതെന്നു സേർ ജെയിംസ് ജീൻസ് അഭിപ്രായപ്പെ ടുന്നു. മിക്ക ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും ഇന്നു പറഞ്ഞുവരുന്നതു ഈ കാ ലംതന്നെയാകുന്നു.

ആകാശഗംഗാമണ്ഡലത്തിലും മററു കോശസ്തൂപപടല ങ്ങളിലും ഉള്ള നക്ഷത്രങ്ങളുടെ പ്രായം അനുമാനിക്കുവാനും

ഗണകോത്തമരും ഭൌതികശാസ്ത്രവിദഗ്ധരും ആയ ജ്യൌതിഷികൾക്ക് ചില മാർഗ്ഗങ്ങളുണ്ട്. ഇവയിൽ ഏററവും പ്രധാനമായതു 'നക്ഷത്രശക്തിസമത്വവാദ'മാകുന്നു. ചലനംകൊണ്ടു മാത്രം ഒരു വസ്തു ധരിക്കുന്ന ശക്തി അതിൻെറ ദ്രവ്യമാനാർദ്ധത്തെ വേഗതവർഗ്ഗംകൊണ്ടു പെരുക്കിക്കിട്ടിയ സംഖ്യകൊണ്ടു കണക്കാക്കാം. ഉത്ഭവത്തിൽ നക്ഷത്രങ്ങൾക്ക് അവയുടെ സഞ്ചാരവേഗതയിൽനിന്നും ദ്രവ്യമാനത്തിൽനിന്നും കണക്കാക്കുന്ന ശക്തി എത്രതന്നെ വിഭിന്നമായിരുന്നാലും വേണ്ടത്ര കാലം ചെല്ലുമ്പോൾ എല്ലാതരം നക്ഷത്രങ്ങൾക്കും ഉള്ള ശരാശരി ശക്തി തുല്യമായിത്തീരും. ഈ കാലം ഗണിക്കുകയും ചെയ്യാം. ഇതാണ് 'നക്ഷത്രശക്തിസമത്വവാദം'. പലവിധത്തിൽ തൂക്കമുള്ള വാതകകണങ്ങൾ ഒന്നായിക്കലർത്തിയാൽ അല്പനേരംകൊണ്ട് ഓരോ വാതകത്തിൻേറയും കണങ്ങളിൽ കാണുന്ന ശരാശരി ശക്തി തുല്യമായിരിക്കുമെന്നു പരീക്ഷണങ്ങളിൽനിന്നും ഗണിതത്തിൽനിന്നും മനസ്സിലാക്കാം. കലർത്തുന്ന സമയത്തു കണങ്ങളുടെ സഞ്ചാരവേഗതാ ശരാശരി എല്ലാററിന്നും തുല്യമായിരിക്കും. അതിനാൽ ശക്തി കണങ്ങളുടെ തൂക്കത്തിന്ന് അനുപാതമാകുന്നു. അതിനാൽ പലവിധവാതകങ്ങളിലും ഉള്ള ശക്തി അവയെ കലർത്തുന്ന സമയത്തു വിഭിന്നമായിരിക്കും. എന്നാൽ അല്പനേരംകൊണ്ട് അന്യോന്യമുള്ള സംഘട്ടനംമൂലം അധികം ശക്തിയുള്ള കണങ്ങൾ അവയുടെ ശക്തി കുറവുള്ളവക്ക് നല്കി എല്ലാതരം കണങ്ങൾക്കും ശരാശരി ശക്തി തുല്യമായി വരുന്നു. തൂക്കം അധികമുള്ള കണങ്ങൾ മന്ദമായും, കുറവുള്ളവ ശീഘ്രമായും സഞ്ചരിക്കുന്നതായിക്കാണാം. ഇതുപോലെ ഭാരമേറിയ നക്ഷത്രങ്ങൾ മന്ദമായും ഭാരം കുറഞ്ഞവ ശീഘ്രമായും അന്തരീക്ഷത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. പ്രായേണ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ വർണ്ണവും വിരാജികയും അവയുടെ തൂക്കത്തിന്നനുസരിച്ചിരിക്കും. വർണ്ണവും വിരാജികയും നോക്കി നക്ഷത്രങ്ങളെ തരംതിരിച്ച്, ഓരോ തരത്തിൻേറയും ശരാശരി തൂക്കവും ശരാശരി വേഗതയും കണ്ട് അവയിൽനിന്നു

ചലനവശാലുള്ള ശക്തി കണക്കാക്കിയാൽ, അത് എല്ലാതരങ്ങൾക്കും കൃത്യമായല്ലെങ്കിലും ഏതാണ്ട് തുല്യമായിക്കാണുന്നു. തുല്യത പ്രാപിക്കുന്നത് വാതകകണങ്ങളിലെന്നപോലെ സംഘട്ടനംകൊണ്ടല്ല. അന്യോന്യമുള്ള ആകർഷണംകൊണ്ടാകുന്നു. തൂക്കമധികമുള്ള ഒരു താരവും കുറവുള്ള ഒന്നും അന്യോന്യം ആകർഷിക്കുമ്പോൾ, തൂക്കം കുറവുള്ളതു മറേറതിനെക്കാൾ ശീഘ്രതരമായി സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഇങ്ങിനെ ചെറിയതിന്നു ശക്തി കൂടി വരുന്നു. ഈ വിധത്തിലാണ് ചിരകാലംകൊണ്ടു പലതരങ്ങളിലുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾക്കു ശരാശരി ശക്തി തുല്യമായി വരുന്നത്. ഇന്നത്തെ നിലയിൽ പൂർണ്ണതുല്യത വന്നുചേർന്നിട്ടില്ല. എങ്കിലും ഒരുവിധം തുല്യതയുണ്ട്. വളരെ ഭാരമേറിയ നക്ഷത്രങ്ങൾക്കു ശക്തി കുറവായിക്കാണുന്നു. ഭാരം വളരെ ചുരുങ്ങിയവക്ക് ശക്തി കുറെക്കൂടിയുണ്ട്. മദ്ധ്യവർത്തികൾക്കാണ് ശരാശരി ശക്തി എല്ലാററിലും വെച്ച് അല്പം അധികമായിക്കാണുന്നത്. ഗണിതവിദഗ്ധന്മാർ ഇതിൽനിന്നു തീർച്ചയാക്കുന്നതു നക്ഷത്രങ്ങൾ ഉണ്ടായിട്ട് 5 ലക്ഷം കോടി മുതൽ 10 ലക്ഷം കോടിവരെ കൊല്ലങ്ങളായിട്ടുണ്ടെന്നാണ്. ഇതു നമ്മുടെ ഗ്രഹവ്യൂഹത്തിൻെറ പ്രായത്തിൻെറ 2500 മടങ്ങ് മുതൽ 5000 മടങ്ങ് വരെയുള്ള കാലവുമാകുന്നു. നക്ഷത്രങ്ങൾ ഉണ്ടായി എത്ര കോടി കൊല്ലങ്ങൾ കഴിഞ്ഞിട്ടാണ് നമ്മുടെ ആദിത്യൻെറ ചുററും സഞ്ചരിക്കുവാൻ ഗ്രഹങ്ങളുണ്ടായതെന്ന് ഓർത്തുനോക്കേണ്ട സംഗതിയാകുന്നു.

ദ്വന്ദ്വതാരങ്ങളുടെ കക്ഷകളിൽ ച്യുതിസംബന്ധമായി വന്ന മാററങ്ങളും, അന്തരീക്ഷസഞ്ചാരികളായ ഭചയങ്ങളിലെ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ വലിപ്പവും സ്ഥിതിയും ആലോചിക്കുമ്പോഴും കിട്ടുന്ന ഫലം ഇതുതന്നെയെന്നു പറയുന്നു. ഭചയങ്ങളുടെ സഞ്ചാരത്തിൽ നക്ഷത്രങ്ങൾ അന്യോന്യം അകന്നുപോകുന്നുവെന്നും ചെറിയ നക്ഷത്രങ്ങൾ വലിയവയെക്കാൾ വേഗത്തിൽ കൂട്ടം പിരിയുന്നുവെന്നും മുമ്പു പറഞ്ഞിട്ടുണ്ട്.

നാലാമത്തെ മാൎഗ്ഗം നക്ഷത്രഗോളങ്ങളിൽനിന്നു വികിരണം ചെയ്യുന്ന ശക്തിയുടെ തുകയെപ്പററി ആലോചിക്കുകയാണ്. ഈ ശക്തി നക്ഷത്രങ്ങളിലുള്ള ദ്രവ്യത്തിൻെറ നാശത്തിൽനിന്നുണ്ടാകുന്നുവെന്നു മുമ്പ് പറഞ്ഞിട്ടുണ്ടല്ലോ. അതിനാൽ കാലം ചെല്ലുംതോറും നക്ഷത്രങ്ങൾ തൂക്കത്തിലും വലിപ്പത്തിലും ക്ഷയിച്ചുവരുന്നു. വികിരണം ചെയ്യുന്ന ശക്തി നക്ഷത്രത്തിന്നു പ്രായം ചെല്ലുംതോറും കുറഞ്ഞു വരികയും ചെയ്യുന്നു. സൂൎയ്യൻ സെക്കണ്ടിൽ സ്വശരീരത്തിൽനിന്നു 40 ലക്ഷം ട്ടൻ ദ്രവ്യം ശക്തിരൂപത്തിൽ വികിരണം ചെയ്യുന്നു. ഈ തോതിൽ സൂൎയ്യനിലുള്ള ദ്രവ്യം മുഴവൻ ശക്തിരൂപമായി മാറുവാൻ 1½ ലക്ഷം കോടി കൊല്ലങ്ങൾ വേണ്ടിവരും, അഥവാ, മതി. മുഴവൻ ഈ തോതിൽ മാറുകയില്ലെന്നു തീൎച്ചതന്നെ. ഒരു നിലയെത്തുമ്പോൾ ശക്തിവികിരണം തീരെ നിലച്ച് സൂൎയ്യൻ ക്രമേണ തണുത്ത് ഇരുണ്ടുപോകാം. സൂൎയ്യൻെറ തൂക്കം ഇന്നുള്ളതിൻെറ പകുതിയാകുമ്പോൾ ശക്തിവികിരണം ഇന്നുള്ളതിൻെറ അരയ്ക്കാൽ ഭാഗം മാത്രമേയുണ്ടാകയുള്ളു. പിന്നേയും ചുരുങ്ങിപ്പോകും. ഇങ്ങിനെ സൂൎയ്യൻ തീരെ കെട്ടു പോകുവാൻ 1½ ലക്ഷം കോടി കൊല്ലത്തെക്കാൾ എത്രയോ മടങ്ങ് അധികം കാലം വേണ്ടിവരും. കഴിഞ്ഞുപോയ കൊല്ലങ്ങളിൽ സൂൎയ്യൻെറ തൂക്കം കണക്കാക്കിട്ടുള്ളതു സേർ ജെയിംസ് ജീൻസിൻെറ "നമ്മുടെ ചുററുമുള്ള പ്രപഞ്ചം" എന്ന ഗ്രന്ഥത്തിൽനിന്നു താഴെ ഉദ്ധരിക്കുന്നു. ഇതിൽനിന്നു സൂൎയ്യൻെറ തൂക്കം ഇന്നുള്ളതിൻെറ—

ഇപ്പോൾ സൂൎയ്യൻെറ തൂക്കം						1
200	കോടി	കൊല്ലം	മുമ്പു	സൂൎയ്യൻെറ	തൂക്കം	1.00013
1,00,000	,,	,,	,,	,,	,,	1.07
2,00,000	,,	,,	,,	,,	,,	1.16
5,70,000	,,	,,	,,	,,	,,	2.0
7,10,000	,,	,,	,,	,,	,,	4.0
7,40,000	,,	,,	,,	,,	,,	8.0
7,50,000	,,	,,	,,	,,	,,	20.0
7,60,000	,,	,,	,,	,,	,,	100.0

പത്തു മടങ്ങായിരുന്ന കാലത്തിന്നു മുമ്പുള്ള കാലങ്ങളിൽ സൂൎയ്യ ൻെറ ദ്രവ്യനാശം അതിരററതായിരുന്നുവെന്നും ആ കാലത്തെ ആയുഷ്കാലഗണനയിൽ ഗണ്യമാക്കേണ്ടതില്ലെന്നും കാണാം. ഈ വിധം കണക്കു സൂൎയ്യനെപ്പോലെ മററു നക്ഷത്രങ്ങൾക്കും പ ററിയതാകുന്നു. ഇതിൽനിന്നു സൂൎയ്യൻ മുതലായ നക്ഷത്രങ്ങൾ ഉണ്ടായിട്ടു 8 ലക്ഷം കോടി കൊല്ലങ്ങളിലധികമായിട്ടില്ലെന്നു വരുന്നു. ഇതു മുമ്പു കണ്ട കാലാവധിക്കുള്ളിൽ വരികയും ചെ യ്യുന്നു.

എസ്. ഡൊറാഡ്സ്പോലെ അപൂൎവ്വം ചില അത്യുജ്ജ ലതാരങ്ങളുടെ കാലം ഇതിൽനിന്നു ഗ്രഹിപ്പാൻ പ്രയാസമുണ്ട്. പക്ഷെ അവയുടെ കൂട്ടങ്ങളിലുള്ള മററു നക്ഷത്രങ്ങൾ ഉത്ഭവിച്ച തോടുകൂടി അവയും ഉത്ഭവിച്ചിട്ടുണ്ടായിരിക്കണം. എന്തോ അ ജ്ഞാതമായ കാരണംകൊണ്ടു തടഞ്ഞുപോയ ശക്തിവികിരണം അടുത്ത കാലത്തു ആരംഭിച്ചതായിരിക്കാമെന്നു വിദഗ്ധജ്യൌ തിഷികൾ പറയുന്നു.

സൂൎയ്യന്നു അനേകകോടി വൎഷം ജീവിതം ഇനിയുമുണ്ടെന്നു ഈ പ്രസ്താവനകളിൽനിന്നു ഗ്രഹിക്കാം. ഭൂമിയുടെ നിലയും ശ്രേയസ്സും സൂൎയ്യൻെറ സ്ഥിതിഗതികളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. യാ ദൃച്ഛികമായ വല്ല സംഭവങ്ങളും ഉണ്ടാകാത്തപക്ഷം അനേകല ക്ഷം കൊല്ലങ്ങളോളം ഭൂമി ജീവികൾക്ക് നിവാസയോഗ്യമായി രിക്കും. ഈ കാലത്തിൽ ഒരു വലിയ ഭാഗം ഭൂമിയിൽ മനുഷ്യ നും ഉണ്ടായിരിക്കും. മനുഷ്യന്നു തൻെറ ആദ്ധ്യാത്മികഭൌതി കസംസ്കാരങ്ങളെ വളൎത്തിക്കൊണ്ടുവരുവാനും പതുക്കെയായാലും ദേവതുല്യന്മാരാകുവാനും സമയം ലഭിക്കും. അവസരം അയാൾ തന്നെ ഉണ്ടാക്കണം. ഇപ്പോൾ ചിലരെല്ലാം ഗന്ധൎവ്വതുല്യരാ യിട്ടുണ്ട്. ഇതിൽ മതിമറക്കാതെ ശാസ്ത്രചിന്തയിലും, ആദ്ധ്യാ ത്മികബോധത്തിലും, കലാസ്വാദനങ്ങളിലും ഉറപ്പിച്ച വിനയ ത്തോടുകൂടി യത്നശാലികളായി യഥാൎത്ഥയശസ്വികളായിത്തീ

രുവാൻ അന്തരീക്ഷവർത്തികളായ താരങ്ങളെ ഉല്ലാദിപ്പിച്ച് നിലനിർത്തിവരുന്ന ആ ശക്തി—അതു ദിവ്യമല്ലാതെ മററെന്താണ്?—എന്നും സഹായമായിരിക്കട്ടെ.

ശുഭം.

സൂചിക

(ഭാഗങ്ങൾ നോക്കുക)

അക്കർനാർ 11, 37
അഗസ്ത്യൻ 11, 26, 37
അണുമാത്ര 155, 156
അത്തം 24
അത്രി 20
അധമാക്ഷം 128
അധിമാസം 80
അനിഴം 23
അന്തരിക്ഷചലനം (നക്ഷത്രങ്ങളുടെ—) 233
അൻറാരസ്സ് 23
അപക്രമനതം 64
അപക്രമമണ്ഡലം 62
അപക്രമം 61
അപായസീമാ 164
അപേരണം 172
അഭിജിത്ത് 21, 31, 37
അമാവാസി 77
അയനചലനം 67, 182
അയിംഗിതി 32
അരിസ്റ്റോട്ടൽ 3
അരുന്ധതി 20
അവിട്ടം 31
അശ്വപുരുഷൻ 21
അശ്വതി 15
അശ്വിനീദേവകൾ 17
അഹോരാത്രവൃത്തങ്ങൾ 40
അളിഗ്രാമഭചയം 223
അക്ഷവൃത്തങ്ങൾ 54
അക്ഷം 54
അംഗിരസ്സ് 20
അംശം 6
ആകാശഗംഗാ 38, 234, 236, 237, 238, 243—246
ആകാശപരിധി 97
ആൽഗോൾ 15
ആൽട്ടയർ 31
ആദിത്യൻ (വാർഷികചാരം) 59, 60, 61, 62
ആര്യഭടൻ 2, 3, 88, 89, 90, 96
ആര്യഭടീയം 3, 52, 53
ആത്മജെസ്റ്റ് 2
ആയതവൃത്തം 127
ആയില്യം 26, 29
ആലോകനകാചം 146
ആലോകനക്കുഴൽ 149
ആവേഗാനുപാതിതം 135
ഇന്ദ്രൻ 157, 183, 210
ഉച്ഛ്വാസകാലം 7
ഉജ്ജയനി 50
ഉഡുപഞ്ജരം 31
ഉത്തമാക്ഷം 127
ഉത്തരവലയം 55

ഉത്തരായണകാലം 43
ഉത്രട്ടാതി 13
ഉത്രം 26
ഉത്രാടം 31
ഉൽക്കകൾ 216—221
ഉന്നതി 6
ഉന്മണ്ഡലം 42
ഉന്മീലിക 130
ഉപചയനശക്തി 133, 146
ഊർദ്ധ്വകരം 128
ഋതുക്കൾ 74, 75
ഋഷഭഗണം 13
എഡിങ്ടൻ 256
ഐൻസ്റ്റിൻ 251, 252, 254
ഒറയൻ 10
ഓണം 31, 37
കന്നി 30
കപാലം 7
കൎക്കടകം 27
കൎക്കടകവലയം 54
കരം 129
കല 6
കല്പം 112
കക്ഷ (സൂൎയ്യ—) 92
കാൎത്തിക 13, 122
കാവെണ്ടിഷ് 139
കാശം 155
കാസ്റ്റർ 17
കിനാരവസ്സ് 23, 37
കിനാരവസ്സ് (1) 224
കിനാരവസ്സ് (2) 37
കിനാരവസ്സ് (പ്രത്യാസന്ന—) 224
കിരീടമണ്ഡലം 21, 195
കുംഭം 34
കൃശതാരങ്ങൾ(വെളുത്ത—)267
കൃഷ്ണപടലങ്ങൾ 232
കൃഷ്ണപക്ഷം 77
കേതവസ്സ് 16
കേതു 78
കെപ്ലർ 3, 127, 133
കൈകവസ്സ് 36
കൈകവസ്സ് ക്ഷയോപചയങ്ങൾ 227, 228
കോപ്പർനിക്കസ്സ് 3, 90, 123, 126
കോശശുക്ലപടലങ്ങൾ 8, 231, 246
ക്രതു 20
ക്രമചാരം 68
ക്രാന്തി 61
ക്രാന്തിമണ്ഡലം 16, 62
ഖഗോളം 5, 65
ഖമദ്ധ്യം 5
ഖമദ്ധ്യാന്തരം 6
ഗതി 68
ഗഡൂലകാചം 144
ഗലീലിയോ 3, 132, 133
ഗാലക്സി 38
ഗുരുത്വാകൎഷണം 138, 139
ഗുർവ്വക്ഷരം 7
ഗ്രഹങ്ങൾ 25, 198
ഗ്രഹങ്ങളുടെ അകലം 97
ഗ്രഹണം 107, 108, 109
ഗ്രഹസഞ്ചാരം 81—87
ഗ്രീനിച്ച് 56
ഘടികാമണ്ഡലം 41
ചതയം 34
ചന്ദ്രൻ 195—198
,, പൂൎണ്ണ—77
,, ബാല—76

ചന്ദ്രസഞ്ചാരം 76—81
ചന്ദ്രതുംഗം 79
ചന്ദ്രശൃംഗങ്ങൾ 76
ചന്ദ്രമന്ദോച്ചം 79
ചന്ദ്രൻെറ അകലം 95
,, വൃദ്ധിക്ഷയം 106
ചാന്ദ്രഗണങ്ങൾ 34
ചാന്ദ്രമാസം 77
ചാന്ദ്രവൎഷം 81
ചിങ്ങം 26, 37
ചിത്ര 30, 37
ചെറുഗ്രഹങ്ങൾ 206
ചൊവ്വ 38, 85, 86, 101, 204, 205, 206
ചോതി 20, 37
ച്യുതി 127, 129
ജഡത്വം 135
ജായര 32, 37
ജാസി 21, 23
ജീൻസ് (സേർ ജെയിംസ് —) 189, 195, 268, 282
ഞാററുവേല 80
ടൈക്കോബ്രാഹി 127
ടോളമി 2
ഡി. സിററർ 252, 254
തമോഗ്രഹങ്ങൾ 79
തിരുവാതിര 10, 37
തുലാം 23
തൃക്കേട്ട 23, 37
ത്രികോണമൂൎത്തി 15
ത്രിമൂൎത്തികൾ 10
ത്രിശങ്കു 23, 37
ദക്ഷിണനൌകം 26
ദക്ഷിണവലയം 55
ദക്ഷിണായനകാലം 43
ദക്ഷിണോത്തരവൃത്തം 7, 42
ദരിലകാചം 144
ദിക്‌വൃത്തം 5
ദിക്ക് 6
ദിനം. സാവന—69
,, നാക്ഷത്ര—70
ദീപ്തിമണ്ഡലം 192
ദൃഗ്‌വൃത്തം 6
ദൂരദൎശിനി 133, 134
ദൈനികചലനം 39
ദ്യുവൃത്തം 40
ദ്വന്ദ്വതാരങ്ങൾ 20, 224
ധനു 31
ധൂമകേതു 211, 216
ധ്രുവകവൃത്തങ്ങൾ 56
ധ്രുവൻ 14, 25, 35, 37, 241
ധ്രുവങ്ങൾ 40
ധ്രുവോന്നതി 41
നതി 6
നത്യന്തകം 11
നക്ഷത്രഗണങ്ങൾ 8
നക്ഷത്രപ്രവാഹം 233
നക്ഷത്രങ്ങളുടെ
അന്തർഭാഗം 163
ഉജ്ജ്വലത 261
ഉത്ഭവം 272
ഉഷ്ണനില 259
തരങ്ങൾ 266
തൂക്കം 264
നാഭി 128, 144
നാഭ്യന്തരം 144

നാഴിക 7
നിയാമകരേഖ 129
നിരക്ഷപ്രദേശം (രേഖ,വൃത്തം) 50, 54
നിരക്ഷനക്ഷത്രങ്ങൾ 41
നിരുദയനക്ഷത്രങ്ങൾ 41
നിവ്ണ്ണകാചം 148
ന്യൂട്ടൻ 4, 134, 137, 138, 147
ന്യൂക്കോമ്പ് (സൈമൻ) 4
പഞ്ചസിദ്ധാന്തിക 89
പരിഭ്രംശം 110, 127
പാതൻ (പൂവ്വ—, അപര—) 78, 79
പാശ്ചങ്ങൾ 65
പുണർതം 18
പുലസ്ത്യൻ 20
പുലഹൻ 20
പൂയം 28
പൂരാടം 26
പൂരോരുട്ടാതി 13
പൂരം 26
പൈതഗോറസ്സ് 17
പൌണ്ണമി 77
പ്രതികാരസമതചം 135
പ്രതിമണ്ഡലം (വൃത്തം) 92, 99
പ്രതിമന്ദോച്ചം 69
പ്രതിമണ്ഡലകേന്ദ്രങ്ങൾ 103
പ്രത്യാസന്നകിനാരവസ്സ് 24
പ്രപഞ്ചവികസനം 257, 258
പ്രമുഖാനുക്രമതാരങ്ങൾ 268
പ്രവഹവായു 89, 115
പ്രാജിതാ 13
പ്രാണകാലം 7
പ്രോക്സിമ സെൻേറാറി 24
പ്രോന്മീലിക 130
പ്രോസിയോൻ 17, 37, 225
പ്ലാറേറാ 3
പ്ളൂട്ടോ 184, 210
ഫൂക്കോട് 169
ഫോമൽ 11, 37
ബഡവാമുഖം 53
ബുധൻ 37, 84, 99, 100, 202, 203
ബുധസംതരണം 160
ബൃഹച്ഛാനം 11, 223
ബൃഹദശ്വഖണ്ഡം 34
ബോഡ്സിൻെറ നിയമം 201
ബ്രഹ്മഗുപ്തൻ 2
ബ്രഹ്മഷി 12, 37
ബ്രഹ്മസിദ്ധാന്തം 3
ബ്രൌൺ (ഡബ്ളിയു—) 4
ഭഗോളം 65
ഭരണി 15
ഭാദ്രപദചതുഷ്കം 13
ഭാരകാകഷ്ണസിദ്ധാന്തം 4
ഭാസ്കരൻ 54, 90, 113, 114
ഭീമതാരങ്ങൾ (ചുവന്ന) 267
ഭൂഗോളം 46, 47, 48
ഭൂദ്രവ്യമാനം 141
ഭൂഭ്രമണന്യായങ്ങൾ 168, 171
ഭൂമദ്ധ്യരേഖ 56
ഭൂമി 203, 204
,, ഉത്ഭവകാലം 280—282
ഭ്രമിയന്ത്രം 169
മകം 26
മകരം 34
മകരവലയം 55
മന്ദകർണ്ണം 157
മന്ദവൃത്തം 94
മന്ദസംസ്കാരം 92
മന്ദോച്ചം 69

മയദ്വീപി 36
മരീചി 20
മഹിമാങ്കം 36, 37
മാഗലമേഘങ്ങൾ 223
മിഥുനം 17, 37
മിരാൾ 14
മീനം 16
മൂലം 23
മേരു 51
മേഷം (=ഭമേടം) 15
മൌഢ്യം (വക്ര—, ക്രമ—) 82
മ്യൂറൽ സൎക്കിൾ 151
യുഗം 112
രന്ധ്രമാനം 149
രവികല്മഷം 193
രവിദ്രവ്യമാനം 162
രാഗമണ്ഡലം 194
രാശികൾ 64
രാശികൂടങ്ങൾ 64
രാശികൂടവൃത്തങ്ങൾ 64
രാശിമണ്ഡലം 195
രാഹു 78
രുദ്രൻ 11, 37, 225
രേവതി 16
രോഹിണി 12
ലഘുബാല്യ 36
ലഘുശ്വാനം 17
ലങ്ക 50
ലംബം 6
ലാപ്പ്ലസ്സ് 278
ലിപ്ത 6
ലുബ്ധകൻ 11
ലൂതാസൂത്രങ്ങൾ 151
ലെവെറിയർ 4
ലേ മെയിററർ 258
വക്രചാരം 68
വത്സരം. ആയത— ആർത— നാക്ഷത്ര —നിരയന— സൌര— 69
വരാഹമിഹിരൻ 23, 89, 90, 166, 167
വരാസവസ്സ് 15, 223
വരുണൻ 157, 184, 210
വസിഷ്ഠൻ 20, 224
വായുഗോളം 42, 65
വാരക്രമം 114, 115
വികല 6
വിചിത്ര 16
വിഗതി 68
വിനാഴിക 7
വിരാജനി 144, 152
വിരാജിക 152
വിലിപ്ത 6
വിഷുക്കൾ 45
വിഷുവത്ത് പൂർവ്വ— 62
,, അപര— 63
വിഷുവന്മണ്ഡലം 41
വിക്ഷേപം 69, 79
,, പരമ— 79
വിക്ഷേപവൃത്തം 79
വീചിവിസ്താരം 155
വൃകം 23
വൃത്തം 6
വൃത്തപാദം 56
വൃശ്ചികഗണം 22
വേദാംഗജ്യോതിഷം 66
വേലാനിൎമ്മാണശക്തി 165
വേലികയററം 165
വ്യാവൎത്തനത്തുലാസ്സ് 139
വ്യാളഗണം 36

വ്യാഴം 38, 84, 85, 101, 207
ശതതാരകം 34
ശനി 38, 85, 86, 101, 209
ശബരഗണം 10
ശബര (2) 37
ശീഘ്രോച്ചങ്ങൾ 123, 124
ശുക്രൻ 37, 82, 83, 98, 99, 202, 203
ശുക്രസംതരണം 16
ശുക്ലപടലം 15, 231
,, (ഉത്ഭവകാലം) 283—286
ശുക്ലപക്ഷം 77
ഷഡാസ്യൻ 13, 37
സമമണ്ഡലം 6
സപ്തഷ്ഷികൾ 20
സപ്പഗണം 23
സപ്പധരഗണം 23
സമയം. പ്രത്യക്ഷ—70
പ്രാദേശിക—70
സ്റ്റാണ്ടാഡ്—71
സാക്ഷദേശം 50
സിദ്ധാന്തശിരോമണി 53
സീതാവേണി 20, 26, 223
സൂര്യൻ 186, 195
,, കാല—, മദ്ധ്യമ—, ഘടികാഗ
തമദ്ധ്യമ—, സ്ഫുട— 70
സൂര്യസിദ്ധാന്തം 3, 29, 53, 90,
111, 115
സൈരിയസ്സ് 11
സൌരഗണങ്ങൾ 35
സൌരവ്യൂഹം 157, 185
സംക്രമം 80
സംതരണദശിനി 150
സംധാനിക 153
സംവത്സരം 44
സ്വദേശപ്രാണൻ 57
സ്വദേശവിനാഴിക 57
സ്വസ്തികം 7
ഹബ്ബർ 256
ഹാൻസൻ 4
ഹാലി 213, 280
ഹിൽ (ജി. ഡബ്ളിയു—)4
ഹിപ്പാക്സ്സ് 2
ഹീ 1
ഹോ 1
ഹോരാധിപന്മാർ 114
ഹെർസ്ച്ചൽ 232, 234, 236
ഹംസം 32
ക്ഷയോപചയതാരങ്ങൾ 15, 226,
227, 228
ക്ഷിതിജം 5
ക്ഷീരപഥം 38
ക്ഷേത്രകാമം 149
റസ്സൽ (എച്ച്. എൻ.—) 268
റൂതർഫോർഡ് 282
റോമർ 177
റോഷെ 164

ശുദ്ധിപത്രം

ഭാഗം	വരി	അബദ്ധം	സുബദ്ധം
11	22	**Faumal hot**	**Fomalhaut**
42	1	ഘടിക മദ്ധ്യാന്തരാളം	ഘടികാഖമദ്ധ്യാന്തരാളം
65	15	ഓരോന്നും	ഓരോന്നു.
67	13	71_64	71·64
71	11	$72\frac{1}{2}°$	$82\frac{1}{2}°$
77	14	സസ്സ്ഥന്നെതിരായും	സൂസ്ഥന്നെതിരായും
79	20	40_41′	40°_41′
88	17	ഒരു നക്ഷത്രത്തിന്നു ചുററും	ഒരു അക്ഷത്തിന്നു ചുററും
96	13	ഖയുഗാംശോ	ഖയുഗാംശേ
99	3	അധകമാകും	അധികമാകും
100	12	പശ്ചയം പശ്ചയകാലം	പശ്ചയകാലം
109	4	കൂടി കാ	കൂടികാ
110	25	ഒരകല	ഒരു കല
111	9	ഗുണിതാ	ഗുണിതാഃ
111	26	ത്രിശത്ര്യഹ്നാ	ത്രിശത്ര്യഹ്നാം
,,	,,	സഷട്ഷഷ്ടിരബ്ദ	സഷട്ഷഷ്ടിരബ്ദഃ
114	10	മുദശാശ്ച	മുദയാശ്ച
115	12	ബദ്ധാസ്സ്റ്റേ	ബദ്ധാസ്സ്റ്റേഃ
115	13	സ്വാദിങ്മുഖാഃ	സ്വാദിങ്മുഖം
137	23	36·11	3611
140	27	$\frac{10{\cdot}69}{10}$	$\frac{1{\cdot}069}{10^9}$
169	15	എന്നു	എന്നും
169	16	1819_1668	1819_1868
170	12	മേരുബദ്ധവാമുഖത്തേക്ക	മേരുബദ്ധവാമുഖരേഖക്ക
181	18	നിത്തുവാൻ	നിവത്തുവാൻ
190	14	വികിരിണം	വികിരണം
192	6	വികിരിണം	വികിരണം
193	26	ഉരുണ്ടിരിക്കും	ഇരുണ്ടിരിക്കും
195	27	ഉപഗ്രഹങ്ങളിൽ ഒന്നു	ഉപഗ്രഹം

209	7	ചുററമുള്ള	ചുററുമുള്ള
214	25	എന്നൎത്ഥ	എന്നൎത്ഥം
214	29	മരൈ	മററെ
224	24	കാണുന്നു.	കാണുന്നതു

131-ാം ഭാഗത്തെ പരിലേഖത്തിൽ ഗ കറുത്ത ത്രികോണത്തിന്റെ ഒരു മൂലയിൽ വരികയും, 168-ാം ഭാഗത്തെ പരിലേഖം പുസ്തകം തിരിച്ചുപിടിച്ചു നോക്കുകയും വേണം. 156-ാം ഭാഗം 3, 4, 5 ഈ വരികൾ താഴെ കാണുംപ്രകാരം തിരുത്തണം.

“ഊത 3930—4000, പുഷ്ലം 4001—4200, നീല 4201—4900, പച്ച 4901—5400, മഞ്ഞ 5401—5875, പിച്ഛിളം 5876—6438, ചുവപ്പ് 6439—7668.”