KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY

Call No 1407 Acc. No 45530

Author ബർണാഡ് ഷാ

Title [illegible]

BOOK To READER

* Thank you for not tearing my pages.
* Grateful for not Writing Comments or putting unsightly markings.

CALLING URGENT ATTENTION

1. Tearing of pages causes permanent damage to the Book. Please think of the Reader who finds missing pages after reading that far. It is cruelty to the innocent.

2. Writing Comments and putting markings disfigure the Book. Please take care.

Secretary

1360

ഡോക്ടര
ഐൻസ്റ്റൈനും

141

45530

ഗ്രന്ഥകർത്താ

ലിങ്കൺ ബാർണററ്

പരിഭാഷ

സി. എച്ച്. കുഞ്ഞപ്പ

മാതൃഭൂമി

പ്രസാധകന്മാർ

മാതൃഭൂമി പ്രിൻടിംഗ്
ആൻഡ് പബ്ലിഷിംഗ്
കമ്പനി, ലിമിററഡ്
കോഴിക്കോട്

വില 1 ഉറുപ്പിക 75 ന.പ.

1962

ഒന്നാം പതിപ്പ്

Copyright 1950 by Lincoln Barnett

Title: Prapanchavum Dr. Einsteinum
(The Universe & Dr. Einstein)

Author: Lincoln Barnett

Tran

Printed by Ku
at Math

The Mathrubhumi P ... cut-1

ആമുഖം

ആൽബട്ട് ഐൻസ്റ്റൈൻ

ഏറെക്കുറെ മനോമാത്രഗോചരമായ ഒരു ശാസ്ത്രവിഷയത്തെ ജനപ്രിയംകരമായ വിധത്തിൽ പ്രതിപാദിക്കാൻ വല്ലപ്പോഴും ശ്രമിച്ചിട്ടുള്ള ആരംക്കറിയാം താദൃശോദ്യമത്തിൻെറ അനല്പപ്രയാസങ്ങരം. ഒന്നുകിൽ അദ്ദേഹം പ്രശ്നത്തിൻെറ കാതലായ ഭാഗം ഒളിപ്പിച്ച്, ഉപരിപ്ലവവശങ്ങളോ അവ്യക്തസൂചനകളോ മാത്രം വായനക്കാരനു നല്കി, അങ്ങിനെ വായനക്കാരനിൽ തനിക്കു കാര്യം മനസ്സിലായെന്ന വ്യാമോഹം ജനിപ്പിച്ച്, അവനെ വഞ്ചിച്ചു കൊണ്ടു് ''സുഗ്രഹ''മാക്കുന്നതിൽ വിജയം നേടുന്നു; അല്ലെങ്കിൽ അദ്ദേഹം കാര്യത്തെക്കുറിച്ചു ഒരു വിദഗ്ദ്ധവിവരണം നല്കുന്നു—പക്ഷേ പരിചയം നേടീട്ടില്ലാത്ത വായനക്കാരൻ വിവരണം മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയാതെ അപ്പുറം വായിക്കാൻ വിമനസ്സായിത്തീരുന്ന ഒരു മട്ടിൽ.

ഈ രണ്ടു തരങ്ങളെയും ഇന്നത്തെ ജനപ്രിയംകരങ്ങളായ ശാസ്ത്രഗ്രന്ഥങ്ങളുടെ കൂട്ടത്തിൽ നിന്നു നീക്കി നിർത്തിയാൽ അത്ഭുതാവഹമാംവണ്ണം അത്ര കുറച്ചേ പിന്നെ അവശേഷിക്കുകയുള്ളു. എന്നാൽ ആ അവശേഷിക്കുന്ന അല്പം തീർച്ചയായും വളരെ വിലപ്പെട്ടതു തന്നെ. ശാസ്ത്രഗവേഷണത്തിൻെറ പ്രയത്നങ്ങളെയും ഫലങ്ങളെയും—അറിഞ്ഞു കൊണ്ടു്, ബുദ്ധിപൂർവ്വമായി—അനുഭവപ്പെടുത്താൻ പൊതുജനങ്ങരംക്കു് ഒരവസരമുണ്ടാക്കിക്കൊടുക്കണമെന്നതു് അതിപ്രധാനമായ കാര്യമാകുന്നു. ഓരോ ഗവേഷണഫലവും തൽക്ഷേത്രത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഏതാനും സ്പെഷലിസ്റ്റുകരം (സവിശേഷവൈദഗ്ദ്ധ്യം നേടിയവർ) ഏറെറടുത്തു് വിപുലപ്പെടുത്തി പ്രയോഗിക്കുക എന്നായാൽ പോരാ. അറിവിൻെറ ആകത്തുക ഒരു ചെറിയ സം

ഘത്തിന്നുള്ളിൽ ഒതുക്കി നിർത്തുന്നതു കൊണ്ടു് ഒരു ജനത്തിൻെറ ദാൎശനികചൈതന്യം ജഡപ്രായമാവും. അതു് ആദ്ധ്യാത്മികദാരിദ്ര്യത്തിൽ ചെന്നവസാനിക്കുകയും ചെയ്യും.

ലിങ്കൺ ബാർണററിൻെറ പുസ്തകം ജനകീയമായ ശാസ്ത്രഗ്രന്ഥരചനയിലേക്കുള്ള വിലപ്പെട്ട ഒരു മുതൽക്കൂട്ടാകുന്നു. സാപേക്ഷതാവാദത്തിൻെറ മുഖ്യാശയങ്ങൾ അത്യന്തഹൃദ്യമാം വിധം പ്രകാശിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. കൂടാതെ ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിൽ നമുക്കുള്ള അറിവിൻെറ തൽക്കാലസ്ഥിതി ശരിക്കു സ്പഷ്ടീകരിച്ചിരിക്കുന്നു. വസ്തുതകളെസ്സംബന്ധിച്ച നമ്മുടെ അറിവിന്നുണ്ടായ വളച്ച്, അനുഭവവിഷയമായ എല്ലാ സ്ഥിതിവിവരങ്ങളെയും ഉൾക്കൊള്ളാൻ തക്കവണ്ണമുള്ള ഒരു ഏകീകൃതതത്വസങ്കല്പത്തിനു വേണ്ടിയുള്ള ഉഴറലിനോടൊത്തു ചേൎന്നു് എങ്ങിനെ ഇന്നത്തെ സ്ഥിതിയിലേക്ക്—അത്രയെല്ലാം വിജയങ്ങൾ കൈവരിച്ചിട്ടും മൌലികതത്വസങ്കല്പങ്ങളുടെ സ്വീകാരത്തെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം ഒരനിശ്ചിതത്വമാകുന്ന സവിശേഷസ്വഭാവത്തോടു കൂടിയ ഇന്നത്തെ സ്ഥിതിയിലേക്കു്—നയിച്ചു എന്നു ഗ്രന്ഥകാരൻ കാണിച്ചു തരുന്നു.

പ്രിൻസ്റ്റൺ, ന്യൂ ജേഴ്സി
സപ്തംബർ 10, 1948

★

ഗ്രന്ഥകാരൻെറ കടപ്പാട്

ഈ പുസ്തകം രചിക്കുന്നതിൽ നൽകിയ സഹായോപദേശങ്ങൾക്കു ഞാൻ പ്രിൻസ്റ്റൺ സൎവ്വകലാശാലാ ഭൌതികശാസ്ത്രവകുപ്പിലെ ഡോക്ടർ അല്ലെൻ ജി. ഷെൻസ്റ്റൺ, ഡോക്ടർ വാലൻറീൻ ബാർഗ്മാൻ, പ്രിൻസ്റ്റണി (എൻ. ജെ.) ലെ ഉപരിപഠന ഇൻസ്റ്റിററ്യൂട്ടിലെ ഡോ. ഹെർമാൻ വെയിൽ, കാലിഫോർണ്യാ സാങ്കേതിക ഇൻസ്റ്റിററ്യൂട്ടിലെ ഡോ. എച്ച്. പി. റോബർട്ട്സൻ എന്നിവരോടു നന്ദി പറയാൻ ആഗ്രഹിക്കുന്നു.

ആദ്യത്തെ കൈയെഴുത്തുപ്രതി വായിച്ചു വിലപ്പെട്ട

വിമർശനിർദ്ദേശങ്ങൾ—വിശേഷിച്ച് വാനശാസ്ത്രവിഭാഗങ്ങളെസ്സംബന്ധിച്ച്—നൽകിയ ഹാർവാഡ് വ്യോമനിരീക്ഷണശാലയിലെ ഡോക്ടർ ഹാർലോ ഷേപ്ലിയോട് എനിക്കുള്ള ആദരം പ്രകാശിപ്പിക്കാനും ഞാൻ ആഗ്രഹിക്കുന്നു.

കൊളംബിയ സർവ്വകലാശാലയിൽ ഭൌതികശാസ്ത്രവകുപ്പിലെ ഡോക്ടർ വില്യം ഡബ്ല്യു. ഹാവൻസിനോ (ജൂനിയർ)ട് ഞാൻ സവിശേഷം കൃതജ്ഞതാബദ്ധനാകുന്നു. അദ്ദേഹം ആദ്യത്തെ കൈയെഴുത്തുപ്രതി, ഹാർപ്പേർസ് മാഗസീനിൽ അതു പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തുന്നതിനു മുമ്പും, ഇവിടെ ഇങ്ങിനെ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്ന അതിൻെറ വിപുലീകൃതരൂപവും രണ്ടും, വായിച്ചു പരിശോധിച്ചയാളാണ്; ഈ വസ്തുസ്ഥിതികൾ ഇങ്ങിനെ പ്രതിപാദിക്കുന്നേടത്ത് നേരിട്ട അനേകം പ്രയാസങ്ങൾ പരിഹരിക്കുന്നതിൽ തൻെറ സമയവും അറിവും ക്ഷമയോടും സൌഹാർദ്ദത്തോടും കൂടി സംഭാവന ചെയ്ത ആളുമാണ്.

ജീവചരിത്രക്കുറിപ്പ്

ആൽബെർട്ട് ഐൻസ്റ്റൈൻ, ആധുനികലോകത്തിലെ ഏററവും മഹാനായ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ, 1879—ൽ ജർമ്മനിയിലെ ഉൽമ് എന്നേടത്ത് ജൂതമാതാപിതാക്കളുടെ പുത്രനായി പിറന്നു. വളരെ ചെറുപ്പം മുതൽ അദ്ദേഹം ഗണിതവിദ്യയിൽ സവിശേഷവാസന പ്രകാശിപ്പിക്കുകയും—അഞ്ചാമത്തെ വയസ്സിൽ അദ്ദേഹം ഒരു തവ്വക്ക (വടക്കു നോക്കി) സൂചിയുടെ ഗതിയെക്കുറിച്ചു ചിന്തിക്കുകയുണ്ടായി—ഭൌതികശാസ്ത്രത്തിൻെറ താത്വികവശത്തിൽ അദ്ദേഹത്തിന്നു സവിശേഷതാൽപര്യം വളൎന്നുവരികയും ചെയ്തു. ചെറുപ്പക്കാരനായ ഐൻസ്റ്റൈൻ മുറസ്സുള്ള സാങ്കേതികപരിശീലനം തനിക്കാവശ്യമാണെന്നു തീരുമാനിച്ചു. അങ്ങിനെ പതിനേഴാം വയസ്സിൽ അദ്ദേഹം സൂറിക്കിലെ സ്വിസ് ഫെഡറൽ പോളിടെക്നിക്ക് സ്കൂളിൽ പ്രവേശിച്ചു. നാലു കൊല്ലം കഴിഞ്ഞു് ഗണിതശാസ്ത്രവും ഭൌതികശാസ്ത്രവും പഠിപ്പിക്കുവാനുള്ള യോഗ്യത സമ്പാദിച്ചു.

സ്വിറ്റ്സർലാണ്ടിലെ സ്വതന്ത്രമായ അന്തരിക്ഷം ഐൻസ്റ്റൈനെ ആകൎഷിച്ചിരിക്കണം. കാരണം, 1901—ൽ അദ്ദേഹം ഒരു സ്വിസ് പൌരനായി. സ്വിസ് പേററൻറ് ഓഫീസിൽ ഒരു സാങ്കേതികസഹായനായി നിയമിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്തു. തീൎച്ചയായും ഇതൊരു മികച്ച ഉദ്യോഗമൊന്നുമായിരുന്നില്ല. എന്നാൽ, ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ സാധാരണ തരത്തിലുള്ള മുഷിപ്പൻ ജോലികൾ ചെയ്ത് ഉപജീവനം തേടി തങ്ങളുടെ മനസ്സു താത്വികമായ ചിന്താവ്യാപാരങ്ങൾക്കായി തുറന്നു വിടണമെന്നാണ് ഐൻസ്റ്റൈൻ എന്നും അഭിപ്രായപ്പെട്ടിട്ടുള്ളത്. അങ്ങിനെ ചെയ്തു കൊണ്ട് അദ്ദേഹം പിന്നേയുമൊരു നാലു കൊല്ലം കഴിച്ചു. ഈ കാലത്ത് തന്നെ അദ്ദേഹത്തിൻെറ വിവാഹം കഴിഞ്ഞു. രണ്ടു് ആൺമക്കളും ഉണ്ടായി.

1905—ൽ പെട്ടന്നദ്ദേഹം ഒട്ടേറെ അസാധാരണങ്ങളായ പുത്തനാശയങ്ങരം മുന്നോട്ട വെച്ചു, അക്കൂട്ടത്തിൽ സവിശേഷസാപേക്ഷതാവാദവും. ഈ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളുടെ സ്വഭാവത്തേയും പിൽക്കാലഫലങ്ങളെയും മി. ബാർണററ് ഈ പുസ്തകത്തിൽ വിവരിച്ചിട്ടുണ്ട്.

അദ്ദേഹത്തിൻെറ ഗവേഷണങ്ങളുടെ പ്രസിദ്ധീകരണം ലോകവ്യാപകമായ ശ്രദ്ധയാകഷിച്ചു; ആദ്യം സൂറിക് സവ്വകലാശാലയിലും പിന്നെ പ്രാഗിലും പ്രൊഫസർ സ്ഥാനം ലഭിക്കുന്നതിനു ഹേതുവാകയും ചെയ്തു. 1913—ൽ അദ്ദേഹം ജമ്മനിയിലേക്കു മടങ്ങി; രാജകീയ പ്രഷ്യൻ സയൻസ് (ശാസ്ത്ര) അക്കാദമിയിലെ ഒരംഗവും ബെർലിൻ സവ്വകലാശാലയിലെ ഒരു പ്രൊഫസറുമായിട്ട്. പക്ഷേ ഈ ഉദ്യോഗങ്ങരംക്കു ചുമതലകളൊന്നുമില്ലായിരുന്നു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ ശരിക്കുള്ള പ്രവൃത്തി ഒരു ഭൌതികശാസ്ത്രഗവേഷണ ഇൻസ്റ്റിററ്യൂട്ടിൻെറ ഡയറക്ടരുടേതാണ്. ഇവിടെ അദ്ദേഹം തൻെറ ശ്രദ്ധ താത്വികചിന്താവ്യാപാരങ്ങളിലേക്കു തിരിച്ചു. 1914—ൽ ഒന്നാം ലോകയുദ്ധം പൊട്ടിപ്പുറപ്പെട്ടതൊന്നും അതിനൊരു തടസ്ഥമായില്ല. ജമ്മൻ പട്ടാളപ്രഭുത്വത്തെയും ജമ്മൻ സംസ്കാരത്തെയും അഭിന്നമായി ദശിക്കുന്ന തൊണ്ണൂററി രണ്ടു ജമ്മൻ ബുദ്ധിശാലികളുടെ വിജ്ഞാപനത്തിൽ ഒപ്പിടാൻ കൂട്ടാക്കാതെ അദ്ദേഹം തൻെറ ബുദ്ധിപരമായ സ്വാതന്ത്ര്യത്തെ പരിരക്ഷിക്കുകയും ചെയ്തു. 1916—ൽ അദ്ദേഹം സാമാന്യസാപേക്ഷതാവാദം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തി. ശേഷിച്ച യുദ്ധകാലത്തും യുദ്ധാനന്തരമുള്ള ആദ്യവഷങ്ങളിലും അതിനെ ഭേദപ്പെടുത്തുകയും വിപുലീകരിക്കുകയും ചെയ്തു.

1921 മുതൽ 1933 വരെ പ്രൊഫസർ ഐൻസ്റ്റൈൻ ലോകത്തിലെങ്ങും സഞ്ചരിക്കുകയും പ്രസംഗിയ്ക്കുകയും ചെയ്തു. അദ്ദേഹത്തിന്നൊരു നോബൽ സമ്മാനം ലഭിച്ചു; റോയൽ സൊസൈററിയുടെ ''കോപ്ലി'' മെഡൽ കിട്ടി; ഓക്സ്ഫോർഡ് സവ്വകലാശാല അദ്ദേഹത്തെ ഒരു ഓണററി ഡോക്ടർ ഓഫ് സയൻസ് ആക്കുകയും ചെയ്തു. ഈ വഷങ്ങളിൽത്തന്നെ അദ്ദേഹം, സ്വന്തം പിതൃപരമ്പരയെ ഓ

ത്തുകൊണ്ട്, സിയോണിസ (ഫലസ്തീനിൽ ജൂതക്കൊരു ദേശീയഗേഹം സ്ഥാപിക്കാനുള്ള പ്രസ്ഥാന)ത്തിനു കാര്യമായ പിൻതുണ നൽകി. യരൂശലേം സർവ്വകലാശാല സ്ഥാപിക്കുന്നതിൽ ഡോക്ടർ വൈസ്മാനുമായി സഹകരിച്ചു പ്രവർത്തിക്കുകയും ചെയ്തു.

1933–ൽ ഹിററ്ലറുടെ ആധിപത്യത്തിൽ ജർമ്മനിയിലെ ജൂതശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ മഹാശുദ്ധീകരണം ആരംഭിച്ചു. അക്കാലത്ത് ഡോക്ടർ ഐൻസ്റ്റൈൻ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ പാസഡേനയിൽ പ്രസംഗിക്കുകയായിരുന്നു. ശാസ്ത്രപ്രവർത്തനത്തിനു സ്വാതന്ത്ര്യം അനുവദിക്കാത്ത ജർമ്മനിയിലേക്കു തിരിച്ചു ചെല്ലാൻ അദ്ദേഹം കൂട്ടാക്കിയില്ല. പ്രതിഷേധമായി പ്രഷ്യൻ അക്കാദമിയിൽനിന്നു രാജി വെക്കുകയും ചെയ്തു. അദ്ദേഹം സ്ഥിരമായി ഐക്യനാടുകളിൽ പാർപ്പുറപ്പിച്ചു. പ്രിൻസ്റ്റണിലെ (ന്യൂ ജെർസി) ഉപരിപഠനസ്ഥാപനത്തിലൊരു പ്രൊഫസറാവുകയും ചെയ്തു. അദ്ദേഹം പാതിയും ജോലിയിൽ നിന്നൊഴിഞ്ഞ മട്ടിൽ കഴിച്ചുകൂട്ടിയ അന്ത്യവർഷങ്ങൾ, തൻെറ ഏകീകൃതക്ഷേത്രവാദം വികസിപ്പിച്ചു കൊണ്ടുവരുന്നതിനാണ് വിനിയോഗിച്ചിരുന്നത്. ന്യൂട്ടനു ശേഷം ജനിച്ച ഏററവും മഹാനായ ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നു അദ്ദേഹം. എഴുപത്താറാം വയസ്സിൽ 1955 ഏപ്രിൽ 18–ാംനു അന്തരിച്ചു.

തർജ്ജമക്കാരൻെറ കുറിപ്പ്

[മൂന്നു കൊല്ലമായി ഞാനീ ചുമതല ഏറെറടുത്തിട്ട്. ഇന്നേ മുഴുമിക്കാൻ സാധിച്ചുള്ളു. അതിന് എൻെറ മടിയേയും അറിവില്ലായ്മയേയും മുൻനിർത്തി വായനക്കാരോടു മാപ്പു ചോദിക്കുകയേ ഞാനിപ്പോൾ ചെയ്യേണ്ടതുള്ളു.

എനിക്കു കിട്ടിയ സഹായത്തിന്നു ഞാൻ കുറെയാളുകളോടു കടപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്: എന്നെ വിശ്വാസപൂർവ്വം ഈ ചുമതല ഏൽപ്പിച്ചവരോട്, എനിക്കിതിനു വേണ്ട സഹായങ്ങൾ ചെയ്തു തന്നവരോട്. ഒരാളോടും ഞാൻ പേർ പറഞ്ഞു

നന്ദി പറയുന്നില്ല. അവരോരോരുത്തരും ചെയ്ത ഉപകാരം, ''മയ്യേവ ജീർണ്ണതാം യാതു'' എന്നു ശ്രീരാമചന്ദ്രൻ ഒരു ഘട്ടത്തിൽ പറഞ്ഞതിനെ ഓർത്തു കൊണ്ട്, എന്നിൽത്തന്നെ തങ്ങി നിൽക്കട്ടേ എന്നേ ഞാൻ മറെറാരർത്ഥത്തിൽ പറയുന്നുള്ളു. മദിരാശി ഗവർമ്മേണ്ട് പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയ സാങ്കേതികപദതർജ്ജമകളോടാണധികം കടപ്പാട്. ആ പുസ്തകം തന്ന സഹപാഠിസുഹൃത്തിനോടും.

ക്ലേശിച്ചു വായിച്ചാൽ അർത്ഥം ഒരു മാതിരി ഒപ്പിച്ചെടുക്കാൻ സാധിക്കുമെന്നാണ് വിശ്വാസം. രണ്ടു വിസ്തൃതങ്ങൾ ഞാനെൻെറ വകയായി കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്നുണ്ട്. ഒന്നു് ഈ ഗ്രന്ഥത്തിൽ ഉപയോഗിച്ച സാങ്കേതികപദങ്ങളുടെ അർത്ഥം; മറെറാന്നു് അവിടവിടെ തത്വചിന്താപരമായ വാക്യങ്ങൾക്കു സമാന്തരങ്ങളായി (ശ്രുതിസ്മൃത്യാദികളിലേതെന്ന വിശ്വാസത്തിൽ) ഓർമ്മ വന്ന സംസ്കൃതപദ്യങ്ങൾ. ഏറെ വിസ്തൃതം വായനക്കാരുടെ മുമ്പിൽ വിളമ്പേണ്ടെന്ന വിചാരത്താൽ അവസാനനിമിഷം ഇവ എടുത്തു കളയുകയോ ചുരുക്കുകയോ ചെയ്തു കൂടായ്കയില്ല.

ഈ തർജ്ജമക്കാരൻെറ കഴിവുകേടിൻെറ നേർക്കു കാരുണ്യമുണ്ടാകണമെന്ന പ്രാർത്ഥനയോടു കൂടി ഇതവസാനിപ്പിക്കുന്നു.]

കോഴിക്കോട്,
29–12–'61.

സി.എച്ച്. കുഞ്ഞപ്പ

45530

പ്രപഞ്ചവും ഡോക്ടർ ഐൻസ്റ്റൈനും

ന്യൂയോക്കിലെ റിവർസൈഡ് പള്ളിയുടെ വെള്ളത്ത ചുമരുകളിൽ അറുന്നൂറു മഹാപുരുഷന്മാരുടെ രൂപങ്ങൾ കൊത്തി വെച്ചിട്ടുണ്ട്. പല കാലങ്ങളിൽ ജീവിച്ചവരായ ആ സിദ്ധരും ദാർശനികരും രാജാക്കന്മാരും കന്മായക്കല്ലിന്റെ അമരതയിൽ അവിടെയിരുന്നു് ശൂന്യങ്ങളായ അനശ്വരദൃഷ്ടികളെക്കൊണ്ടു് സ്ഥലകാലങ്ങളെ നിരീക്ഷിക്കുകയാണ്. ഒരു വിഭാഗം ശാസ്ത്രത്തിലെ അതിമേധാവികളെ ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. അവർ പതിന്നാലു പേരുണ്ട്—ഏതാണ്ട് ക്രി. മു. 370–നടുത്തു മരിച്ച ഹിപ്പൊക്രാററീസ് മുതൽ 1955–ൽ മരിച്ച ആൽബെർട്ട് ഐൻസ്റ്റൈൻ വരെ, നൂററാണ്ടുകളെ കൂട്ടിയിണക്കുന്നവരായിട്ട്. എന്നാൽ മൺ മറഞ്ഞ ഈ മഹാപുരുഷസംഘത്തിൽ, അതു രചിക്കുന്ന കാലത്ത് ജീവിച്ചിരുന്ന ഒരേ ഒരാൾ ഐൻസ്റ്റൈൻ ആയിരുന്നു എന്നതു് എടുത്തു പറയത്തക്ക സംഗതിയാണ്.

അതു പോലെത്തന്നെ എടുത്തു പറയത്തക്ക മറെറാരു സംഗതി, മാൻഹാററനിലെ ദർശനീയതമമായ പ്രൊട്ടസ്റ്റൻറ് പള്ളിയിൽ ആഴ്ച തോറും ആരാധനയ്ക്കായി വന്നു ചേരുന്ന ആയിരക്കണക്കിലാളുകളിൽ ഏറെക്കുറെ 99 ശതമാനവും ഐൻസ്റ്റൈന്റെ പ്രതിമ അവിടെ വരാനുള്ള കാരണം വിവരിക്കാൻ പ്രയാസപ്പെടും എന്നതാകുന്നു. അതവിടെ ഉണ്ടാവാൻ കാരണം ഇതാണ്: ഒരു തലമുറ മുമ്പ്, പള്ളിയിലെ ചിത്രരചന ആസൂത്രണം ചെയ്യപ്പെടുന്ന കാലത്ത്, ഡോക്ടർ ഹാരി എമേഴ്സൺ ഫോസ്ഡിക്, രാജ്യത്തിലെ

ഒരു കൂട്ടം പ്രധാനശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർക്ക്, ശാസ്ത്രത്തിൻെറ ചരിത്രത്തിൽ ഏററവും മഹാൻമാരായ പതിന്നാലാളുകളുടെ പട്ടികകൾ സമർപ്പിയ്ക്കാനാവശ്യപ്പെട്ടു കൊണ്ടു് കത്തുകൾ എഴുതി. അവർ തിരഞ്ഞെടുത്ത ആളുകളുടെ പട്ടികകൾ തമ്മിൽ വ്യത്യാസങ്ങളുണ്ടായിരുന്നു. മിക്കതിലും ആർക്കിമിഡിസ്, യൂക്ലിഡ്, ഗാലിലേയൊ, ന്യൂട്ടൺ എന്നിവരുണ്ടായിരുന്നു. എന്നാൽ ഒന്നൊഴിയാതെ എല്ലാ പട്ടികയിലുമുണ്ടു് ആൽബെർട്ട് ഐൻസ്റ്റൈൻെറ പേർ.

ഐൻസ്റ്റൈൻെറ ശാസ്ത്രീയപ്രാമാണ്യവും അതിനെക്കുറിച്ചുള്ള പൊതുജനബോധവും തമ്മിൽ അമ്പതിലധികം കൊല്ലക്കാലം—സവിശേഷസാപേക്ഷതാവാദം ആദ്യം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയ 1905 മുതൽക്കിങ്ങോട്ടു്—തുടരെ നില നിന്നു പോന്നിട്ടുള്ള ആ വിടവ്, നമ്മുടെ വിദ്യാഭ്യാസസമ്പ്രദായത്തിലുള്ള വിടവിൻെറ ഒരളവാകുന്നു. ഐൻസ്റ്റൈന്നു് അണുബോംബുമായി എന്തോ ബന്ധമുണ്ടു് എന്നു് മിക്ക പത്രവായനക്കാർക്കും ഏതാണ്ടൊക്കെ അസ്പഷ്ടമായി അറിയാം. അതിൽക്കവിഞ്ഞു അദ്ദേഹത്തിൻെറ നാമധേയം ദുർഗ്രഹതയുടെ ഒരു പര്യായം മാത്രമാകുന്നു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ ആധുനികശാസ്ത്രത്തിൻെറ സാരാംശങ്ങളാണെങ്കിലും അവ ഇനിയും ആധുനികപാഠ്യപരിപാടിയുടെ ഒരംശമായിക്കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. അപ്പോൾ പിന്നെ ഐൻസ്റ്റൈനെ, ഭൌതികയാഥാർത്ഥ്യത്തെ മനസ്സിലാക്കാനുള്ള മനുഷ്യൻെറ മന്ദയത്നത്തിൽ മഹാപ്രഭാവമേലുന്ന ചില പ്രപഞ്ചനിയമങ്ങളുടെ ഉപദ്രഷ്ടാവെന്നതിനേക്കാൾ, ഏതോ തരത്തിലുള്ള ഗണിത വിദ്യാപരമായ ഒരതിയാഥാർത്ഥ്യവാദിയെന്നു ഇന്നും നമ്മുടെ കോളേജ് ബിരുദധാരി—ഒന്നല്ല, അനേകം പേർ—കരുതുന്നതിൽ അത്ഭുതപ്പെടാനെന്തുള്ളു? സാപേക്ഷതാവാദം, അതിൻെറ ശാസ്ത്രീയപ്രാധാന്യത്തിന്നു പുറമെ, അതിന്നുപരിയായി, ലോക്ക്, ബെർകെലി, ഹ്യൂം മുതലായ ദാർശനികപ്രമാണികളുടെ ചിന്താസന്തതികളെ ശക്തിപ്പെടുത്തുകയും ശോഭനങ്ങളാക്കിത്തീർക്കുകയും ചെയ്യുന്ന ഒരു മുഖ്യദർശനസമ്പ്രദായത്തെ ഉൾക്കൊള്ളുന്നതാണെന്നു് അവനറിഞ്ഞു

കൂടാ. അതിൻെറ ഫലമോ, താൻ നിവസിക്കുന്ന നിഗൂഢക്രമവും മഹാവിശാലവും രഹസ്യമയവുമായ പ്രപഞ്ചത്തെക്കുറിച്ച് അവന്നൊരു ബോധവുമില്ലെന്നതും.

*　　　*　　　*　　　*

1955 ഏപ്രിൽ 18-ാംനു- ന്യൂ ജെർസിയിലെ പ്രിൻസ്റ്റണിൽ വെച്ച് അന്തരിച്ച ഡോക്ടർ ഐൻസ്റ്റൈൻ, ഒരു കാൽ നൂററാണ്ടിലധികം കാലം തന്നെയിട്ടു കുഴക്കിയ ഒരു പ്രശ്നത്തിന്നു് ഒടുവിൽ പരിഹാരം കണ്ടെത്തിയതായി തോന്നുന്നു. അതാണദ്ദേഹത്തിൻെറ ''ഏകീകൃതക്ഷേത്രവാദം.'' ഈ വാദം പ്രപഞ്ചത്തിലെ രണ്ടു മൌലിക ശക്തികളായ ഗുരുത്വാകർഷണത്തെയും (ഗ്രാവിറേറഷൻ) വിദ്യുൽകാന്തത്തെയും (എലെക്ട്രോമാഗ്നററിസം) ഭരിക്കുന്ന 'ഭൌതികനിയമങ്ങളെ പരസ്പരം പൊരുത്തപ്പെടുത്തുന്ന ഒരു സമീകരണ(ഇക്വേഷൻ)പരമ്പരയിലൂടെ പ്രകാശിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. പ്രകൃതിയിലെ പ്രതിഭാസങ്ങളൊക്കെയും ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നത്, കാര്യം കൊണ്ടു നോക്കിയാൽ, ഈ രണ്ട് അനാദിശക്തികളാണെന്നു ബോധപ്പെടുമ്പോഴേ ഈ കൃത്യത്തിൻെറ പ്രാധാന്യം മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയൂ. വൈദ്യുതിയെയും കാന്തശക്തിയെയും പ്രാചീനയവനരുടെ കാലം മുതൽ തന്നെ അറിയുകയും പഠിക്കുകയും ചെയ്തു പോന്നുവെങ്കിലും, ഒരു നൂറു കൊല്ലം മുമ്പു വരെ ഭിന്നപരിമാണങ്ങൾ ആയിട്ടാണ് പരിഗണിച്ചു പോന്നിട്ടുള്ളത്. എന്നാൽ പത്തൊമ്പതാം നൂററാണ്ടിൽ ഒയെർസ്റ്റെഡും ഫാരഡേയും നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങൾ, ഒരു വൈദ്യുതപ്രവാഹം എന്നും ഒരു കാന്തക്ഷേത്രത്താൽ വലയിതമാണെന്നും, മറിച്ച് ചില ക്ലൃപ്തപരിതസ്ഥിതികളിൽ കാന്തശക്തികൾക്കു വൈദ്യുതപ്രവാഹങ്ങളെ പ്രേരിപ്പിക്കാൻ കഴിയുമെന്നും തെളിയിച്ചു. ഈ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്നാണ്, പ്രകാശതരംഗങ്ങളും റേഡിയോതരംഗങ്ങളും മറെറല്ലാ വിധം വിദ്യുൽകാന്തവിക്ഷോഭങ്ങളും ആകാശ(Space)ത്തിൽ പ്രസരിപ്പിക്കുന്ന വിദ്യുൽകാന്തക്ഷേത്രത്തിൻെറ അസ്തിത്വം അറിയാൻ കഴിഞ്ഞത്. അങ്ങിനെ വൈദ്യുതിയും കാന്തത്വവും ഒരൊററ ശക്തിയാണെന്നു കരുതാം. ഗുരുത്വാകർഷ

ണം ഒഴിച്ച് ഭൌതികപ്രപഞ്ചത്തിലെ ബാക്കി ഏതാണ്ടെല്ലാ ശക്തികളും—ഘഷ്ണശക്തികഠം, മൌളികളുളകളിൽ അണുക്കളെ ഇണക്കി നിത്തുന്ന രാസശക്തികഠം, കൂടുതൽ വലിയ ദ്രവ്യകണങ്ങളെ ബന്ധിയ്ക്കുന്ന സാംസക്തികശക്തികഠം, വസ്തുക്കഠം തങ്ങളുടെ രൂപം നിലനിത്തുന്നതിന്നു ഹേതുവായ സ്ഥിതിസ്ഥാപകശക്തികഠം, എല്ലാം—വിദ്യുൽകാന്തമൂലങ്ങളാണ്. കാരണം, ഇവയെല്ലാം തന്നെ ദ്രവ്യത്തിൻെറ പരസ്പരപ്രവത്തനത്തെ ഉഠംക്കൊള്ളുന്നു; ദ്രവ്യങ്ങളെല്ലാം അണുക്കളെക്കൊണ്ടു ഘടിപ്പിയ്ക്കപ്പെട്ടവയാണ്; അണുക്കളാകട്ടെ, വൈദ്യുതകണങ്ങളാലും. എന്നിരുന്നാലും, ഗുരുത്വാകഷ്ണപരങ്ങളും വിദ്യുത്കാന്തപരങ്ങളുമായ പ്രതിഭാസങ്ങഠം തമ്മിലുള്ള സാദൃശ്യം അസാധാരണമാണ്. ഗ്രഹങ്ങഠം സൂര്യൻെറ ഗുരുത്വാകഷ്ണക്ഷേത്രത്തിൽ ചുററുന്നു. ഇലെക്ട്രോണുകഠം (ഋണവിദ്യുത്കണങ്ങഠം) അണുകേന്ദ്ര(ന്യൂക്ലിയസ്)ത്തിൻെറ വിദ്യുത്കാന്തക്ഷേത്രത്തിൽ കറങ്ങുന്നു. കൂടാതെ, ഭൂമി ഒരു വലിയ കാന്തം ആണ്. വല്ലപ്പോഴും ഒരു തവുക്ക ഉപയോഗപ്പെടുത്തീട്ടുള്ള ആക്കും പ്രത്യക്ഷമാകുന്ന ഒരു സവിശേഷവസ്തുതയാണിത്. സൂര്യന്നുമുണ്ട് ഒരു കാന്തക്ഷേത്രം. അതുപോലെ എല്ലാ നക്ഷത്രങ്ങഠംക്കും ഉണ്ട്.

ഗുരുത്വാകഷ്ണം വിദ്യുത്കാന്തജന്യമാണെന്നു്, രണ്ടും അഭിന്നമെന്നു്, കാണിക്കാൻ അനേകം ഉദ്യമങ്ങഠം നടന്നിട്ടുണ്ടെങ്കിലും അതൊക്കെ പരാജയപ്പെടുകയാണുണ്ടായിട്ടുള്ളത്—ഇതേ വരെ. ഐൻസ്റ്റൈൻ പോലും, ഈ വിഷയത്തിൽ താൻ വിജയം പ്രാപിച്ചു എന്ന് 1929–ൽ കരുതി, ഒരു ഏകീകൃതക്ഷേത്രവാദം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തുകയുണ്ടായി. പക്ഷേ പിന്നീട് അദ്ദേഹം അത് അപര്യാപ്തമെന്നു കൈയൊഴിച്ചു. 1949–ാം വഷത്തിൻെറ അവസാനനാളുകളിൽ പൂത്തിയാക്കിയ പുതിയ വാദം, അന്നത്തേതിനെക്കാളൊക്കെ വളരെയേറെ ഉയന്ന ഉന്നം വെച്ചിട്ടുള്ള ഒന്നാണ്. കാരണം, അതു നക്ഷത്രങ്ങഠംക്കവകാശമനുവദിക്കുന്ന ആകാശത്തിലെ ഗുരുത്വാകഷ്ണപരവും വിദ്യുത്കാന്തപരവുമായ അനന്തക്ഷേത്രങ്ങളെ മാത്രമല്ല, പരമാണു

വിൻെറ ഉള്ളിലെ ലഘുവും ഭയങ്കരവുമായ ക്ഷേത്രത്തെയും ഉൾക്കൊള്ളാൻ തക്കവണ്ണം ക്രമപ്പെടുത്തീട്ടുള്ള ഒരു കൂട്ടം പ്രപഞ്ചവ്യാപികളായ നിയമങ്ങളെയാണ് വിസ്തരിക്കുന്നത്. ഏകീകൃതക്ഷേത്രവാദത്തിൻെറ മഹനീയോദ്ദേശ്യം മുഴുവനും സാധിതമാകുമോ എന്ന് ഇനിയും അനേകം മാസങ്ങളിലെ, അഥവാ കൊല്ലങ്ങളിലെ, ഗണിതശാസ്ത്രപരവും പരീക്ഷണനിരീക്ഷണങ്ങളെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയുള്ളതുമായ പ്രവൎത്തനം കൊണ്ടേ തീരുമാനിച്ചു കൂടൂ. എന്നാൽ അതിൻെറ പ്രപഞ്ചവ്യാപിയായ വിശാലപടത്തിൽ അതു മുഴുവൻ വെളിപ്പെട്ടു കഴിഞ്ഞാൽ, ബ്രഹ്മാണ്ഡപിണ്ഡാണ്ഡങ്ങൾ—വളരെ വലുതും വളരെ ചെറുതും—തമ്മിലുള്ള വിടവു നികന്നു കാണും; നാനാവിധമായി കാണുന്ന പ്രപഞ്ചമാകെ ഒരേ വസ്തു കൊണ്ട് നെയ്യപ്പെട്ടതായി അനുഭവപ്പെടും. അവിടെ പദാൎത്ഥത്തെയും ചേതനയേയും തിരിച്ചറിയാനാവില്ല. താരാഗ്രഹമണ്ഡലങ്ങളുടെ പതുക്കെക്കെണ്ടുള്ള പരിവൎത്തനങ്ങൾ മുതൽ ഇലെക്ട്രോണുകളുടെ അനിയതങ്ങളായ പരക്കംപാച്ചലുകൾ വരെയുള്ള എല്ലാ ചലനവിശേഷങ്ങളും ആ അനാദിക്ഷേത്രത്തിൻെറ ഘടനയിലും സാന്ദ്രതയിലും വരുന്ന മാററങ്ങൾ മാത്രമായിത്തീരും.

ശാസ്ത്രത്തിൻെറ ലക്ഷ്യം നാം വസിക്കുന്ന ഈ ലോകത്തെ വിവരിച്ചു മനസ്സിലാക്കുകയാണ് എന്നതിനാൽ, ഒരൊററ സുസമ്മിളിതസിദ്ധാന്തത്തിൻെറ വ്യവസ്ഥകൾക്കുള്ളിൽ അങ്ങിനെ പ്രകൃതിയുടെ വൈവിധ്യത്തെ നിവ്വചിക്കുന്നതു കൊണ്ട്, ഐൻസ്റ്റൈൻ അതിൻെറ പരമോൽകൃഷ്ടലക്ഷ്യം പ്രാപിക്കും. എന്നാൽ ''മനസ്സിലാക്കുക'' എന്ന വാക്കിൻെറ അൎത്ഥത്തിനു് യാഥാൎത്ഥ്യത്തെ അന്വേഷിച്ചു കൊണ്ടുള്ള മനുഷ്യൻെറ ഓരോ അടിവെപ്പിലും സംകോചം സംഭവിക്കുന്നു. ശാസ്ത്രത്തിന്നു് (സയൻസിന്നു) ഇന്നും സാധ്യമല്ല, വൈദ്യുതി, കാന്തം, ഗുരുത്വാകഷ്ണം എന്നിവയെ ശരിക്കു ''വിവരിച്ചു മനസ്സിലാക്കിത്തരാൻ.'' അവ ചെയ്യുന്ന ഫലങ്ങളെ അളക്കുകയും പ്രവചിക്കുകയും ആവാം. എന്നാൽ അവയുടെ ആത്യന്തിക

സ്വഭാവത്തെക്കുറിച്ച്, ഏതാണ്ട് ക്രി. മു. 585—ന്നടുത്ത് 'അംബറി'ന്റെ (Amber) വൈദ്യുതീകരണത്തെക്കുറിച്ച് ആദ്യമായി പര്യാലോചിച്ച മിലേററസിലെ ഥേലിസിനെക്കാളധികമൊന്നും ആധുനികശാസ്ത്രത്തിന്നും അറിഞ്ഞുകൂടാ. മനുഷ്യന്നു് ഈ നിഗൂഢശക്തികൾ ''യഥാർത്ഥത്തിൽ'' എന്താണെന്നു വല്ലപ്പോഴും കണ്ടെത്താൻ കഴിയുമെന്ന ആശയത്തെ ഇന്നു ജീവിച്ചിരിയ്ക്കുന്ന ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ മിക്ക പേരും കൈയൊഴിച്ചിരിയ്ക്കുകയാണ്. ''വൈദ്യുതി'', ബെർട്രാൻഡ് റസ്സൽ പറയുന്നു, ''സെയ്ൻറ് പാൾസ് കത്തീഡ്രൽ (ഭദ്രാസനപ്പള്ളി) പോലെ ഒരു വസ്തുവല്ല; അതു വസ്തുക്കൾ പെരുമാറുന്ന ഒരു സമ്പ്രദായമാണ്. വൈദ്യുതീകൃതങ്ങളായാൽ വസ്തുക്കൾ എങ്ങിനെ പെരുമാറും എന്നും അവ വൈദ്യുതീകൃതങ്ങളാവുന്നത് ഏതു പരിതസ്ഥിതികളിലാണെന്നും പറഞ്ഞാൽ, പറയാനുള്ളതൊക്കെ പറഞ്ഞു കഴിഞ്ഞു.'' അടുത്ത കാലം വരെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അങ്ങിനെയൊരു സിദ്ധാന്തത്തെ പുച്ഛിച്ചു തള്ളുമായിരുന്നു. അരിസ്റ്റോട്ടലിന്റെ പ്രകൃതിവിജ്ഞാനീയമാണല്ലോ രണ്ടായിരത്തോളം കൊല്ലമായി പാശ്ചാത്യ ചിന്തയുടെ മേൽ ആധിപത്യം പുലർത്തിപ്പോന്നത്. ആ അരിസ്റ്റോട്ടൽ, *സ്വതഃസ്പഷ്ടങ്ങളായ തത്വങ്ങളിൽ* നിന്നു് ഹേതുവിചാരം വഴിയ്ക്കു മനുഷ്യന്നു് പരമയാഥാർത്ഥ്യത്തെ മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിയ്ക്കും എന്നു വിശ്വസിച്ചു. ഉദാഹരണമായി, ഈ പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഓരോന്നിന്നും യുക്തമായ ഒരു സ്വസ്ഥാനമുണ്ടെന്നത് സ്വതഃസ്പഷ്ടമായ ഒരു തത്വമാകുന്നു. അതു കൊണ്ട്, വസ്തുക്കൾ നിലത്തേയ്ക്കു വീഴുന്നത് അവയുടെ സ്വസ്ഥാനം അതാവുകകൊണ്ടാണെന്നും, പുക മുകളിലോട്ടു പൊങ്ങുന്നത് *അതിന്റെ* സ്വസ്ഥാനം അവിടെയാകയാലാണെന്നും നമുക്ക് അനുമാനം കൊണ്ടു തീരുമാനിക്കാം. അരിസ്റ്റോട്ടലിയൻ ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ലക്ഷ്യം സംഭവങ്ങളുണ്ടാകുന്നത് *എന്തു കൊണ്ട്* എന്നു വിവരിയ്ക്കുകയായിരുന്നു. സംഭവങ്ങൾ *എങ്ങിനെ* ഉണ്ടാകുന്നു എന്നു വിവരിയ്ക്കാൻ ഗാലിലേയോ ശ്രമിച്ചു തുടങ്ങിയപ്പോഴാണ് ആധുനികശാസ്ത്രം ജനിച്ചത്. അങ്ങിനെയത്രേ ഇന്നു

ശാസ്ത്രീയാന്വേഷണത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനമായ നിയന്ത്രിതപരീക്ഷണങ്ങളുടെ മാർഗ്ഗം ആരംഭിച്ചത്.

ഗാലിലേയോവിൻെറയും അടുത്ത തലമുറക്കാരനായ ന്യൂട്ടൻെറയും കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളിൽ നിന്ന് ശക്തികൾ, സമ്മർദ്ദങ്ങൾ, വലിവുകൾ, ദോലനങ്ങൾ, തരംഗങ്ങൾ എന്നിവയുടേതായ ഒരു യാന്ത്രികപ്രപഞ്ചം ഉദയം കൊണ്ടു. സാധാരണങ്ങളായ അനുഭവങ്ങളുടെ ഭാഷയിൽ വിവരിക്കാനോ സ്ഥൂലമായ ഒരു മാതൃക കൊണ്ട് ഉദാഹരിച്ചു കാണിക്കുവാനോ, ന്യൂട്ടൻെറ അത്ഭുതാവഹമാംവിധം കണിശങ്ങളായ ഗതിവിജ്ഞാനീയനിയമങ്ങളനുസരിച്ചു പ്രവചിക്കാനോ സാധിക്കാത്തതായി ഒരു പ്രാകൃതികപ്രക്രിയയും ഉള്ളതായി തോന്നിയില്ല. എന്നാൽ കഴിഞ്ഞ ശതാബ്ദം മറയും മുമ്പു തന്നെ ഈ നിയമങ്ങളിൽ നിന്നു ചില വ്യതിയാനങ്ങൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു. ഈ വ്യതിയാനങ്ങൾ വളരെ സ്വല്പമായിരുന്നാലും, ന്യൂട്ടൻെറ യന്ത്രോപമപ്രപഞ്ചമാകുന്ന സൌധം ആകെയങ്ങു തകൻു താഴാൻ തുടങ്ങത്തക്ക വിധം അത്ര മേൽ മൌലികസ്വഭാവത്തോടു കൂടിയവയായിരുന്നു. സംഭവങ്ങൾ *എങ്ങിനെ* ഉണ്ടാകുന്നു എന്നു വിവരിക്കാൻ ശാസ്ത്രത്തിനു കഴിയുമെന്ന ഉറപ്പ്, ഏതാണ്ട് ഇരുപതു കൊല്ലം മുമ്പു മുതൽ, മങ്ങിത്തുടങ്ങി. ഇന്നിപ്പോഴത്തെ നില, ശാസ്ത്രതൽപരനായ മനുഷ്യനു ''യാഥാർത്ഥ്യ''വുമായി വല്ല ബന്ധവുമുണ്ടോ, അഥവാ എന്നെങ്കിലും ഉണ്ടാകുമെന്നാശിക്കാമോ എന്നൊരു ചോദ്യത്തിൻെറ രൂപം കൊള്ളുകയാണ്.

II

ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ, നല്ല അയവോടു കൂടി പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഒരു യാന്ത്രികപ്രപഞ്ചത്തിൽ തങ്ങൾക്കുള്ള വിശ്വാസത്തെസ്സംബന്ധിച്ചു സംശയാലുക്കളാക്കുവാൻ ഹേതുവായിത്തീർന്ന ആദ്യഘടകങ്ങൾ, വിജ്ഞാനത്തിൻെറ അന്തർ—ബഹിർമണ്ഡലങ്ങളുടെ സീമകളിലാണുദയം കൊണ്ടത്—പരമാണുവിൻെറ അദൃശ്യമണ്ഡലത്തിലും ജ്യോതിർമ്മാലകളുടേ ഇടയിലെ ആകാശത്തിൻെറ നുലെത്താത്ത കയങ്ങളിലും. ഈ പ്രതിഭാസങ്ങളെ പരിമാണാത്മകമായി വിശദീകരിക്കുവാൻ, 1900—ത്തിനും 1927—നും മധ്യേ രണ്ടു മഹാവാദപദ്ധതികൾ ആവിഷ്കരിക്കപ്പെട്ടു. ഒന്നു, പദാർത്ഥത്തിൻെറയും ഊർജ്ജത്തിൻെറയും മൌലികമായ മാത്രയെ (യൂനിററ്) കുറിച്ചു പ്രതിപാദിക്കുന്ന ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം; മററേത്, ആകാശം കാലം പ്രപഞ്ചഘടന എന്നിവയെ സമഗ്രമായി പ്രതിപാദിക്കുന്ന സാപേക്ഷതാവാദം.

ഇന്നു് ഇവ രണ്ടും ആധുനികശാസ്ത്രചിന്തയുടെ നെടുംതൂണുകളായി അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. രണ്ടും സ്വസ്വക്ഷേത്രങ്ങളിൽ പ്രതിഭാസങ്ങളെ സുസംഗതങ്ങളായ ഗണിതശാസ്ത്രബന്ധങ്ങളുടെ രൂപത്തിൽ വിശദീകരിക്കുന്നു. ഇവ ന്യൂട്ടോണിയൻ ശാസ്ത്രത്തിൻെറ 'എങ്ങിനെ' എന്ന ചോദ്യത്തിനു് ഉത്തരം നൽകുന്നില്ല; അരിസ്റ്റോട്ടലിയൻ ശാസ്ത്രത്തിൻെറ 'എന്തു കൊണ്ടു്' എന്ന ചോദ്യത്തിനു ന്യൂട്ടൻെറ നിയമങ്ങൾ ഉത്തരം പറയാഞ്ഞതു പോലെത്തന്നെ. ഉദാഹരണത്തിനു്, അവ വെളിച്ചത്തിൻെറ വികിരണ—ഗമനങ്ങളെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന നിയമങ്ങളെ വളരെ സൂക്ഷ്മമാ

യി നിൎവ്വചിക്കുന്നു. എന്നാൽ, പരമാണു വെളിച്ചത്തെ വികിരണം ചെയ്യുന്നതിൻെറയും ആകാശത്തിലൂടെ വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതി സാധിക്കുന്നതിൻെറയും ശരിക്കുള്ള പ്രക്രിയ പ്രകൃതിയുടെ പരമരഹസ്യങ്ങളിൽ ഒന്നായിത്തന്നെ ശേഷിക്കുന്നു. അതു പോലെ തന്നെ, വികിരണധൎമ്മമാകുന്ന പ്രതിഭാസത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന നിയമങ്ങൾ, ഒരു നിശ്ചിതപരിമാണം ഉറേനിയത്തിൽ ഒരു നിശ്ചിത കാലത്തിന്നുള്ളിൽ ഒരു നിശ്ചിതസംഖ്യ വരുന്ന പരമാണുക്കൾ ശിഥിലമായി ഭവിക്കും എന്നു പ്രവചിക്കാൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാൎക്കു കഴിവു നൽകുന്നു. എന്നാൽ കൃത്യമായി ഏതു പരമാണുക്കൾക്കു ക്ഷയം സംഭവിക്കും, എങ്ങിനെയാണവയെ വിധ്വംസനാൎത്ഥം തിരഞ്ഞെടുക്കുന്നതു് എന്നിവ മനുഷ്യന്നു ഇനിയും ഉത്തരം കാണാൻ കഴിയാത്ത ചോദ്യങ്ങളാകുന്നു.

ഗണിതശാസ്ത്രപരമായ പ്രകൃതിവിവരണം സ്വീകരിക്കുന്നതോടു കൂടി, നമ്മുടെ അനുഭവത്തിൽപ്പെടുന്ന സാധാരണലോകത്തെ, ഐന്ദ്രിയജ്ഞാനവിഷയമായ ലോകത്തെ, കൈയൊഴിക്കാൻ ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ നിൎബ്ബന്ധരായിരിക്കയാണു്. ഈ പിൻവാങ്ങലിൻെറ ഗൌരവം മനസ്സിലാക്കണമെങ്കിൽ, ഭൌതികശാസ്ത്രത്തെ അധ്യാത്മശാസ്ത്രത്തിൽ നിന്നു വേർതിരിച്ചു നിൎത്തുന്ന ആ നേരിയ അതിർവരമ്പ് ഒന്നു കടന്നു വെയ്ക്കുക തന്നെ വേണം. യുക്തിവിചാരത്തിൻെറ ഉദയം തൊട്ടു തന്നെ സാക്ഷി—സത്തകൾ തമ്മിലും, വിഷയവിഷയികൾ തമ്മിലുമുള്ള ബന്ധത്തെ സ്പൎശിക്കുന്ന ചോദ്യങ്ങൾ തത്വചിന്തകന്മാരെ അലട്ടിത്തുടങ്ങീട്ടുണ്ടു്. ഇരുപത്തിമൂന്നു നൂററാണ്ടുകൾക്കു മുമ്പ് ഡിമോക്രിററസ് എന്ന യവനപണ്ഡിതൻ എഴുതി: ''മധുരം, കയ്പ്, ചൂടു്, തണുപ്പ്, അപ്പോലെത്തന്നെ നാനാവൎണ്ണങ്ങൾ—ഇവയെല്ലാം ആശയരൂപത്തിലേ നിലനിൽപുള്ളൂ, യഥാൎത്ഥത്തിൽ ഇല്ല. യഥാൎത്ഥത്തിൽ നിലനിൽപുള്ളവ നീക്കുപോക്കില്ലാത്ത കണങ്ങൾ, പരമാണു

ക്കാം, ആകാശത്തിൽ അവയുടെ ഗതികാം എന്നിവയാകുന്നു.'' നിറം രസം മണം ഒച്ച മുതലായ ഐന്ദ്രിയഗുണങ്ങളുടെ ആത്മഗതസ്വഭാവം ഗാലിലേയോവിന്നും അറിയാമായിരുന്നു. ''അവയൊന്നും തന്നെ ബാഹ്യവിഷയങ്ങളുടേതായി, ചിലപ്പോാം ആ ബാഹ്യവിഷയങ്ങളെ സ്പൃശിക്കുന്നതു കൊണ്ടുണ്ടാകാറുള്ള ഇക്കിളിയേയോ വേദനയേയോ അവയുടേതായി കണക്കാക്കിക്കൂടാത്തതു പോലെ അഥവാ അതിൽ കവിഞ്ഞു്, കരുതിക്കൂടാത്തതാകുന്നു.''

ജോൺ ലോക്കു് എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് ദാശ്നികൻ, പദാത്ഥത്തിൻെറ പ്രധാനങ്ങളും അപ്രധാനങ്ങളും എന്നു താൻ പേർവിളിച്ച ഗുണങ്ങളെ തമ്മിൽ വേർതിരിച്ചു്, അങ്ങിനെ ''വസ്തുക്കളുടെ യഥാത്ഥസാര''ത്തിൽ തുളച്ചു ചെന്നെത്താൻ ശ്രമിച്ചു. രൂപം, ഗതി, കഠിനത, രേഖാഗണിതഗുണങ്ങാം എന്നിവയെല്ലാം വിഷയത്തിൽത്തന്നെ സഹജങ്ങളായ പ്രധാനഗുണങ്ങളാണെന്നദ്ദേഹം കരുതി; എന്നാൽ നിറങ്ങാം, ശബ്ദങ്ങാം, രസങ്ങാം മുതലായ അപ്രധാനഗുണങ്ങാം ഇന്ദ്രിയങ്ങളുടെ മേൽ ചെയ്യുന്ന പ്രകൽപനങ്ങാം അഥവാ ആരോപങ്ങാം മാത്രമാണ്. ഈ വ്യത്യാസകല്പനയുടെ കൃത്രിമത്വം അനന്തരകാലീനരായ ദാശ്നികർക്കു സുസ്പഷ്ടമായിരുന്നു.

ജമ്മൻകാരനായ മഹാഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞൻ ലൈബ്നിററ്സ് എഴുതി: ''വെളിച്ചം, നിറം, ചൂടു് മുതലായവ മാത്രമല്ല ഗതി, രൂപം, വ്യാപ്തി എന്നിവ കൂടി വെറും ദൃശ്യഗുണങ്ങാം മാത്രമാണെന്നു തെളിയിക്കാൻ എനിക്കു കഴിയും.'' ഉദാഹരണമായി, നമ്മുടെ നേത്രേന്ദ്രിയം, ഒരു ഗോാംഫ് പന്തു് ഉരുണ്ടതാണെന്നു നമ്മോടു പറയുന്നു. അപ്പോലെ തന്നെ ദശനം, നമ്മുടെ സ്പശബോധത്തിൻെറ സാഹായ്യം കൂടിയുണ്ടാകുമ്പോാം, അതു് ഉരുണ്ടതും മിനുസമുള്ളതും ചെറുതുമാണെന്നു കൂടി നമ്മോടു പറയുന്നു. ഇവയെല്ലാം തന്നെ, വെളുപ്പ് എന്നു നാം നടപ്പനുസരിച്ചു നിവ്വചിക്കുന്ന ഗുണത്തിൽ കവിഞ്ഞു്, നമ്മുടെ ഇന്ദ്രിയങ്ങളിൽനിന്നു

പരമായി യാതൊരു യാഥാർത്ഥ്യവുമില്ലാത്ത ഗുണങ്ങളാകുന്നു.

അങ്ങിനെ ക്രമേണ ദാർശനികരും ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും അമ്പരപ്പിക്കുന്ന ഈ നിഗമനത്തിലെത്തി: ഓരോ വിഷയവും തൽഗുണങ്ങളുടെ ആകത്തുകയാകയാലും, ഗുണങ്ങൾക്കു നിലനില്പ് മനസ്സിൽ മാത്രമാകയാലും, ജഡചേതനാത്മകമായ ബാഹ്യപ്രപഞ്ചത്തിനു മുഴക്കെ, പരമാണുക്കൾക്കും നക്ഷത്രങ്ങൾക്കും ഒന്നും, ബോധത്തിൻെറ ഒരു രചന എന്ന നിലയ്ക്കല്ലാതെ, മനുഷ്യൻെറ ഇന്ദ്രിയങ്ങൾ രൂപപ്പെടുത്തിവെച്ച സംജ്ഞാത്മകപ്രതീകങ്ങളുടെ ഒരു സൌധമെന്ന നിലയ്ക്കല്ലാതെ, അസ്തിത്വമില്ല. ഭൌതികവാദത്തിൻെറ പരമശത്രുവായ ബെർക്കെലി അതിനെ ഇങ്ങിനെ ഭാഷപ്പെടുത്തി: ''സ്വർഗ്ഗത്തിലെ ഗാനകലവി മുഴുവനും, ഭൂമിയിലെ പ്രയോജനകരങ്ങളായ ഉപകരണങ്ങളത്രയും, ചുരുക്കത്തിൽ ലോകത്തിൻെറ വമ്പൻ ചട്ടക്കൂട്ടിൻെറ കൂട്ടായി നിൽക്കുന്ന വസ്തുക്കൾ മുഴക്കെ— അവയ്ക്കൊന്നിനുമില്ല, മനസ്സിനു ബാഹ്യമായി ഒരന്തസ്സാരം........അവയെ ഞാൻ ശരിക്കു കാണാത്തേടത്തോളം കാലം, അഥവാ അവ എൻെറയോ അല്ലെങ്കിൽ സൃഷ്ടമായ മററു വല്ല സത്വത്തിൻെറയോ മനസ്സിൽ നിൽപ്പുറപ്പിക്കാത്തേടത്തോളം കാലം, അവയ്ക്കു് ഒന്നുകിൽ യാതൊരു അസ്തിത്വവുമുണ്ടാവില്ല, അല്ലെങ്കിൽ അവ ഏതോ ശശ്വച്ചൈതന്യത്തിൻെറ മനസ്സിൽ നില നില്ക്കുണം''.[1] സ്ഥലകാല

---

[1] മാത്രാസ്പർശാസ്തു കൌന്തേയ
ശീതോഷ്ണസുഖദുഃഖദാ:
ആഗമാപായിനോഽനിത്യാ: —ഗീതാ

രൂപം ദൃശ്യം ലോചനം ദൃക്
തദ്ദൃശ്യം ദൃക് തു മാനസം
ദൃശ്യധീവൃത്തയ: സാക്ഷീ
ദൃഗേവ ന തു ദൃശ്യതേ. —ദൃഗ്ദൃശ്യവിവേകം

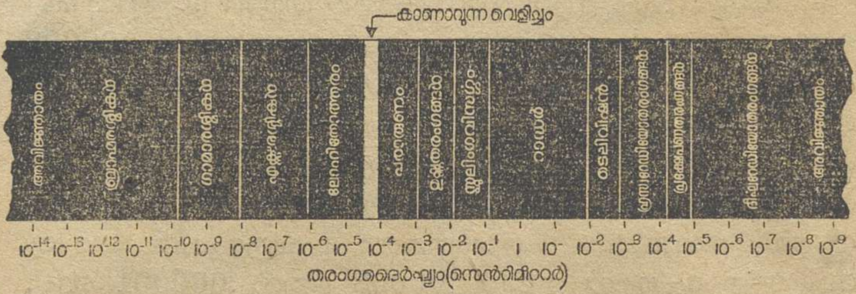
നേന്ദ്രിയൈന്നാനുമാനൈശ്ച
ന തൎക്കൈഃ ശക്യതേ വിഭും
ജ്ഞാതും നാരായണം ദേവം
വേദവേദ്യം സനാതനം —സ്കാന്ദപുരാണം

ങ്ങാം പോലും അന്തർദൃഷ്ടിയുടെ രൂപഭേദങ്ങളാണെന്നും, വർണ്ണം രൂപം വലിപ്പം മുതലായവയെക്കുറിച്ചുള്ള നമ്മുടെ സങ്കല്പങ്ങളെ എങ്ങിനെയൊ അങ്ങിനെ അവയേയും ബോധത്തിൽ നിന്നു വേർതിരിച്ചു നിർത്തുക സാധ്യമല്ലെന്നും തെളിയിച്ച ഐൻസ്റ്റൈനാകട്ടെ, ഈ വിചാരസരണിയെ അതിൻെറ പരമാവധിയോളം നീട്ടിക്കൊണ്ടുപോയി. സ്ഥലത്തിന്നു് അഥവാ ആകാശത്തിന്നു്, നാം കാണുന്ന വിഷയങ്ങാംക്കു് അതിലുള്ള സ്ഥാനക്രമം എന്നതിൽ കവിഞ്ഞൊരു വൈഷയികയാഥാർത്ഥ്യവുമില്ല; കാലത്തിന്നാകട്ടെ നാം അതിനെ അളക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന സംഭവക്രമത്തിൽ നിന്നു വ്യതിരിക്തമായ ഒരു സ്വാതന്ത്ര്യാസ്തിത്വവുമില്ല.

*　　　　*　　　　*　　　　*

ദാർശനികങ്ങളായ ഈ ഗഹനസൂക്ഷ്മതകാം ആധുനികശാസ്ത്രത്തെ അഗാധമായി ബാധിക്കുന്നു. കാരണം, ദാർശനികന്മാരിങ്ങിനെ വൈഷയികസത്തയെ സംവേദനങ്ങളുടെ ഒരു ഛായാലോകമാക്കിത്താഴ്ത്തിക്കളഞ്ഞപ്പോാം, മനുഷ്യേന്ദ്രിയങ്ങളുടെ അമ്പരപ്പിക്കുന്ന പരിമിതികാം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാക്കു ബോധപ്പെട്ടു. വല്ലപ്പോഴുമൊരിയ്ക്കൽ സൂര്യകിരണാവലിയിലേയ്ക്കു് ഒരു സ്ഫാടികത്രിപാർശ്വം നീട്ടിക്കാട്ടി, ഒരു തിരശ്ശീല മേൽ വീഴുന്ന വക്രിതസൌരവർണ്ണരാജി കണ്ടിട്ടുള്ള ഒരാാം ദൃശ്യമായ വെളിച്ചത്തിൻെറ സീമകാം മുഴുവൻ കണ്ടുകഴിഞ്ഞു. എന്തു കൊണ്ടെന്നാൽ, ചുകപ്പിൻെറയും വയലററി(ലോഹിതത്തി)ൻെറയും ഇടയിൽ വീഴുന്ന വികിരണങ്ങളെ ഉാംക്കൊള്ളാനേ മനുഷ്യദൃഷ്ടിക്കു സംവേദനശക്തിയുള്ളൂ. ഒരു സെൻറിമീററിൻെറ ലക്ഷത്തിൽ ഏതാനും അംശം മാത്രം വരുന്ന തരംഗദൈർഘ്യാന്തരം മതി, ദൃശ്യതയും അദൃശ്യതയും തമ്മിലുള്ള അന്തരം കുറിയ്ക്കാൻ. ചുകപ്പുവെളിച്ചത്തിൻെറ തരംഗദൈർഘ്യം .00007 സെ.മീ.യും വയലററിൻേറതു് .00004 സെ. മീ.യും ആകുന്നു.

പക്ഷേ സൂര്യനിൽ നിന്നു വേറെ തരത്തിലുള്ള വികിരണങ്ങളും ഉണ്ടാവുന്നുണ്ട്. ഉദാഹരണത്തിനു .00008 മുതൽ .032 സെ.മീ. വരെ തരംഗദൈർഘ്യമുള്ള പരാരുണരശ്മികൾ വെളിച്ചത്തിൻെറ ഒരു സംസ്കാരം ഉല്പാദിപ്പിക്കാൻ തക്കവണ്ണം കൃഷ്ണപടലത്തെ ക്ഷോഭിപ്പിക്കുന്നതിനു് അസമർത്ഥമാകുമാറ് അത്ര ദീർഘങ്ങളാകുന്നു; പക്ഷേ ത്വക്കു് അവയുടെ സംഘാതത്തെ ഉഷ്ണരൂപേണ അറിയുന്നു. അതു പോലെ തന്നെ .00003 മുതൽ .000001 സെ. മീ. വരെ തരംഗദൈർഘ്യമുള്ള ലോഹിതോത്തര(Ultra-violet) രശ്മികൾ കണ്ണിനു കാണാൻ കഴിയാത്ത വിധം അത്ര ഹ്രസ്വങ്ങളാകുന്നു. എങ്കിലും അവയെ ഒരു ഫോട്ടോഗ്രാഫികഫലകത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്താൻ സാധിക്കും. ലോഹിതോത്തരരശ്മികളേക്കാളും ഹ്രസ്വങ്ങളായ എക്സ്—രശ്മികളുടെ ''വെളിച്ചം''കൊണ്ടും ഫോട്ടോഗ്രാഫുകൾ ഉണ്ടാക്കാം. ഏറിയോ കുറഞ്ഞോ വരുന്ന ആവൃത്തി(Frequency)കളോടു കൂടിയ വേറെയും വിദ്യുത്കാന്തതരംഗങ്ങൾ ഉണ്ടു്—റേഡിയത്തിൻെറ ഗാമരശ്മികൾ, റേഡിയോതരംഗങ്ങൾ, ബ്രാഹ്മ(Cosmic)രശ്മികൾ. ഇവയെയെല്ലാം പല തരത്തിൽ കണ്ടറിയാൻ കഴിയും. തരംഗദൈർഘ്യത്തിൽ മാത്രമേ അവ വെളിച്ചത്തിൽ നിന്നു വ്യത്യസ്തമായിരിക്കുന്നുള്ളു. അതു കൊണ്ടു്, മനുഷ്യദൃഷ്ടി ലോകത്തിലെ ''വെളിച്ചങ്ങളി''ൽ ഏറിയ കുറും ഒതുക്കിയമർത്തിക്കളയുന്നുവെന്നും, മനുഷ്യനു തൻെറ ചുററുമുള്ള യാഥാത്ഥ്യത്തെക്കുറിച്ചു കാണാൻ കഴിയുന്നതിനെയാകെ അവൻെറ ദശ്നേന്ദ്രിയത്തിൻെറ പരിമിതികൾ വികൃതവും ബലഹീനവുമാക്കിത്തീക്കുന്നുവെന്നും പ്രത്യക്ഷമാണു്. അവൻ ഈ ലോകം വളരെ വ്യത്യസ്തമായി കാണും, അവൻെറ കണ്ണുകൾ—ഉദാഹരണാത്ഥം പറയുകയാണു്—എക്സ്—രശ്മികളെ സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം സംവേദനശക്തിയുള്ളവയായിരുന്നെങ്കിൽ.



വിദ്യുത്കാന്തവർണ്ണരാജി മനുഷ്യദൃഷ്ടിക്കു കാണാവുന്ന ഈ വികിരണത്തിൻെറ ഇടുങ്ങിയ പരിധി വെളിപ്പെടുത്തുന്നു. ഭൌതികശാസ്ത്രത്തിൻെറ കാഴ്ചപ്പാടിൽ നിന്നു നോക്കുമ്പോഠം റേഡിയോതരംഗങ്ങളും ദൃശ്യമായ വെളിച്ചവും വികിരണത്തിൻെറ ഉച്ചാവൃത്തിരൂപങ്ങളായ എക്സ്– രശ്മികഠം, ഗാമാരശ്മികഠം മുതലായവയും തമ്മിലുള്ള ഒരേയൊരു വ്യത്യാസം അവയുടെ തരംഗദൈർഘ്യത്തിലുള്ളതാകുന്നു. എന്നാൽ, ഒരു സെൻറിമീററിൻെറ ഒരുലക്ഷം കോടിയിൽ ഒരംശം മാത്രം തരംഗദൈർഘ്യമുള്ള ബ്രാഹ്മരശ്മികഠം മുതൽ അനന്തദീർഘങ്ങളായ റേഡിയോതരംഗങ്ങഠം വരെ വ്യാപിച്ചു കിടക്കുന്ന വിശാലാവധിയായ വിദ്യുത്കാന്തവികിരണത്തിൽ നിന്നു മനുഷ്യദൃഷ്ടി തിരഞ്ഞെടുക്കുന്നത് മേൽ കാണിച്ച ചാട്ടിൽ വെളുത്തു കാണുന്ന ഇടുങ്ങിയ പരിധിക്കുള്ളിൽ ഒതുങ്ങിക്കഴിയുന്ന അംശം മാത്രമത്രേ. അങ്ങിനെ മനുഷ്യനു താൻ വസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചത്തെക്കുറിച്ചുള്ള അഭിജ്ഞാനങ്ങഠം അവൻെറ നയനേന്ദ്രിയത്തിൻെറ പരിമിതികളാൽ സങ്കുചിതങ്ങളായിരിക്കുന്നു. തരംഗദൈർഘ്യങ്ങളെ ഈ ചാർട്ടിൽ ദശാംശസമ്പ്രദായത്തിലാണ് കുറിച്ചിട്ടുള്ളത്. അതായത് 10^3 സെൻറിമീററർ എന്നു പറഞ്ഞാൽ $10 \times 10 \times 10 = 1000$ എന്നർത്ഥം. $10^{-3} = \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{1000}$

പ്രപഞ്ചത്തെക്കുറിച്ചുള്ള നമ്മുടെ മുഴവൻ അറിവും നമ്മുടെ അന്യൂനങ്ങളല്ലാത്ത ഇന്ദ്രിയങ്ങളെക്കൊണ്ടു കറ പിടിച്ച മനസ്സങ്കല്പങ്ങളുടെ വെറുമൊരവശേഷം മാത്രമാണെന്ന യാഥാർത്ഥ്യബോധം സത്തയെക്കുറിച്ചുള്ള അന്വേഷണം വ്യർത്ഥമാണെന്നു തോന്നിക്കുന്നു. ഏതെങ്കിലുമൊന്ന് ഇന്ദ്രിയസംവേദ്യമായിത്തീരുന്നേടത്തല്ലാതെ യാതൊന്നിന്നും അസ്തിത്വമില്ലെങ്കിൽ, ഈ ലോകമാകെ വ്യക്തിഗതങ്ങളായ സംവേദനങ്ങളുടെ ഒരു കുറുപ്പില്ലാക്കുളരിയായി രൂപാന്തരപ്പെടണം. എന്നാൽ, നമ്മുടെ സംവേദനങ്ങളി

ലൂടെ അസാധാരണമായ ഒരു ക്രമം പ്രവർത്തിക്കുന്നുണ്ട്— നമ്മുടെ ഇന്ദ്രിയങ്ങൾ പരിഭാഷപ്പെടുത്തിത്തരുന്ന വസ്തുനിഷ്ഠമായ ഒരു സത്തയുടെ അടിത്തട്ട് അവിടെ ഉണ്ടായേക്കാമെന്ന പോലെ. ഒരു മനുഷ്യന്നും ചുകപ്പിനെക്കുറിച്ചോ 'മധ്യ സി' എന്ന സ്വരത്തെക്കുറിച്ചോ ഉള്ള തൻെറ ബോധം മററാരാൾക്കുള്ള അതേ ബോധം തന്നെയാണോ എന്നറിയാൻ ഒരിക്കലും സാധ്യമല്ലെന്നിരുന്നാലും, എല്ലാവരും നിറങ്ങൾ കാണുകയും സ്വരങ്ങൾ കേൾക്കുകയും ചെയ്യുന്നത് ഏറെക്കുറെ ഒരു പോലെയാണെന്ന സങ്കല്പത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുക സാധ്യമാണ്.

പ്രകൃതിയിലെ പ്രവർത്തനസംബന്ധിയായ സ്വരമേളനം ഈശ്വരകല്പിതമാണെന്നു ബെർക്കെലിയും ഡെസ്കാർട്ടസും സ്പിനോസയും പറഞ്ഞു. ഈശ്വരനെ ആശ്രയിക്കാതെ തന്നെ തങ്ങളുടെ പ്രശ്നങ്ങൾക്കു പരിഹാരം കാണുവാൻ കൂടുതൽ ഇഷ്ടപ്പെടുന്ന (അത്രയ്ക്ക് അതു കൂടുതൽ പ്രയാസമായി തോന്നുന്നുവെങ്കിലും) ആധുനികഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പ്രകൃതി ഏതോ നിഗൂഢരീതിയിൽ ഗണിതശാസ്ത്രതത്വങ്ങൾ അനുസരിച്ചു പ്രവർത്തിച്ചു വരുന്നു എന്നു് ഊന്നിപ്പറയുകയാണ്. പ്രകൃതിയുടെ ഈ ഗണിതശാസ്ത്രപരമായ സാമ്പ്രദായികത്വം നിമിത്തമാണ്, ഐൻസ്റ്റൈനെപ്പോലെയുള്ള തത്വവ്യവഹാരികൾക്കു് വെറുതെ, സമീകരണങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം കണ്ടെത്തി അങ്ങിനെ പ്രകൃതി നിയമങ്ങളെ ഉപദർശിക്കുവാനും പ്രവചിക്കുവാനും കഴിയുന്നത്. എന്നാൽ ഇന്നത്തെ ഭൌതികവിജ്ഞാനീയത്തിൻെറ പൊരുത്തക്കേട് ഇതാണ്: ഗണിതശാസ്ത്രോപായങ്ങളുടെ ഓരോ പരിഷ്കാരവും, നിരീക്ഷകനായ മനുഷ്യനും ശാസ്ത്രീയവിവരണത്തിന്നു വിഷയമായ വൈഷയികലോകവും തമ്മിലുള്ള വിടവിന്നു് ആഴം കൂട്ടുന്നു എന്നത്.

വെറും വലിപ്പം മാത്രം എടുത്തു നോക്കിയാൽ, മനുഷ്യൻ ബ്രഹ്മാണ്ഡപിണ്ഡാണ്ഡങ്ങളുടെ ഇടനിലയിൽ നില്ക്കുന്നു എന്നത് ഒരു പക്ഷേ അർത്ഥഗർഭമായിരിക്കാം. പരുക്കൻമട്ടിൽ ഇതിങ്ങിനെ പറയാം: ഒരു ഇലെക്ട്രോൺ (ഭൌതികവസ്തുക്കളിൽ ഏററവും ചെറുത്) മനു

ഷ്യനെ അപേക്ഷിച്ച് എത്രത്തോളം ചെറുതാണോ അത്രയ്ക്ക് ഒരു അതിബൃഹദ്രക്തനക്ഷത്രം (പ്രപഞ്ചത്തിലെ ഏററവും വലിയ ഭൌതികവസ്തു) മനുഷ്യനെ അപേക്ഷിച്ച് വലിപ്പം കൂടിയതാകുന്നു. അങ്ങിനെ വരുമ്പോഠം, ഇന്ദ്രിയങ്ങളുടെ തടവിൽ കിടക്കുന്ന മനുഷ്യരിൽ നിന്ന് ഏററവും ദൂരത്തുള്ള രംഗങ്ങളിലാണ് പ്രകൃതിയുടെ മുഖ്യങ്ങളായ ഗൂഢരഹസ്യങ്ങഠം കിടക്കുന്നതെന്നതിലോ, പഴയ ഭൌതികവിജ്ഞാനീയത്തിൻെറ സുപരിചിതങ്ങളായ ഉപമകളിലൂടെ സത്തയുടെ ആത്യന്തികഭാവങ്ങഠം വിവരിയ്ക്കാൻ കഴിയാതെവന്ന ശാസ്ത്രം അറിവിൽപ്പെടുന്ന ഗണിതശാസ്ത്രസംബന്ധിയായ ബന്ധങ്ങളെ അപ്പടി കുറിച്ചു വെയ്ക്കുന്നതു കൊണ്ടു തൃപ്തിപ്പെടേണ്ടി വരുന്നതിലോ, അത്ഭുതപ്പെടാനൊന്നുമില്ല.

45530

III

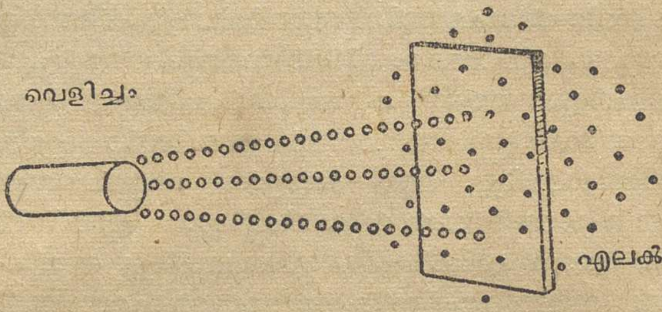
യാന്ത്രികവിവരണത്തിൽ നിന്ന ഗണിതവിദ്യാസംബന്ധിയായ കേവലാശയരൂപത്തിലേയ്ക്കുള്ള ശാസ്ത്രത്തിന്റെ പിൻവലിയലിൽ ആദ്യത്തെ കാൽവെപ്പുണ്ടായത് 1900-ൽ ആണ്. അന്നാണല്ലോ വികിരണപഠനങ്ങൾക്കിടയിൽ പൊന്തി വന്ന ചില പ്രശ്നങ്ങളെ നേരിടാൻ വേണ്ടി മാക്സ് പ്ലാങ്ക് തന്റെ ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം ആവിഷ്കരിച്ചത്. ചൂട പിടിച്ച വസ്തുക്കൾ ജ്വലിക്കാൻ തുടങ്ങുമ്പോൾ അവ ആദ്യം ഒരു ചുകപ്പുപ്രകാശം പരത്തുകയും പിന്നീട് ചൂട വർദ്ധിയ്ക്കുന്തോറും ആദ്യം കാവി, പിന്നെ മഞ്ഞ, പിന്നെ വെളുപ്പ് എന്നീ ക്രമത്തിൽ നിറം മാറുകയും ചെയ്യുമെന്നു പരക്കെ അറിയാവുന്നതാണല്ലൊ. അങ്ങിനെ ചൂട പിടിച്ച വസ്തുക്കൾ വിസർജ്ജിയ്ക്കുന്ന വികീർണ്ണോർജ്ജം തരംഗദൈർഘ്യത്തിന്നും ചൂടിന്നും അനുസരിച്ച് എങ്ങിനെ വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു എന്നു കാണിയ്ക്കുന്ന ഒരു നിയമം രൂപവല്കരിയ്ക്കാൻ കഴിഞ്ഞ നൂററാണ്ടിൽ വളരെ ക്ലേശിച്ചു പ്രയത്നിക്കപ്പെടുകയുണ്ടായി. എല്ലാ പ്രയത്നങ്ങളും പരാജിതങ്ങളായി—പ്ലാങ്ക് ഒടുക്കം പരീക്ഷണഫലങ്ങളെ തൃപ്തിപ്പെടുത്താൻ പോന്ന ഒരു സമീകരണം ഗണിതശാസ്ത്രത്തിന്റെ മാർഗ്ഗത്തിലൂടെ കണ്ടെത്തുന്നതു വരെ. വികീർണ്ണോർജ്ജത്തിന്റെ പ്രസരം ഇടതടവില്ലാത്ത ഒരു പ്രവാഹമായിട്ടല്ല, അനുസ്യൂതമല്ലാത്ത, അവിടവിടെ വിടവുകളോടുകൂടിയ, ശകലങ്ങൾ അഥവാ ഖണ്ഡങ്ങൾ ആയിട്ടാണ് എന്ന സങ്കല്പത്തിൽ അധിഷ്ഠിതമാണെന്നതത്രേ അദ്ദേഹത്തിന്റെ സമീകരണത്തിന്റെ അസാധാരണത്വം. ആ ഖണ്ഡങ്ങൾക്കദ്ദേഹം 'ക്വാണ്ടം' എന്നു പേരിട്ടു.

അങ്ങിനെ ഒരു സങ്കല്പത്തിന്നു വേണ്ട തെളിവുകളൊന്നും പ്ലാങ്കിന്നുണ്ടായിരുന്നില്ല. കാരണം, വികിരണത്തിൻെറ ശരിയ്ക്കുള്ള പ്രവത്തനക്രമം ആക്കും (അന്നും ഇന്നും) അറിഞ്ഞു കൂടാ. എന്നാൽ കേവലം വിചാരപരമായ അടിസ്ഥാനത്തിൽ അദ്ദേഹം ഈ നിഗമനത്തിലെത്തി: ഓരോ കചാണ്ടവും ഇ=എച്ച്വി (E=hv) എന്ന സമീകരണം പ്രകാരമുള്ള ഊർജ്ജത്തെ വഹിയ്ക്കുന്നു. ഇവിടെ വി എന്നത് വികിരണത്തിൻെറ ആവൃത്തിയും (ആവത്തന സംഖ്യ) എച്ച് എന്നത് പ്ലാങ്കിൻെറ സ്ഥിരസംഖ്യയുമാകുന്നു. ഈ സ്ഥിരസംഖ്യ ചെറുതും പക്ഷേ നിർഘ്ണവുമായ ഒരു സംഖ്യയാണ് (ഏറെക്കുറെ .000000000000000000000000006624). പിൽക്കാലത്ത് അത് പ്രകൃതിയിലെ ഏററവും മൌലികമായ സ്ഥിരസംഖ്യകളിലൊന്നാണെന്നു തെളിഞ്ഞിട്ടുമുണ്ട്. ഏതു വികിരണവിധിയിലും വിസൃഷ്ടോജ്ജത്തെ ആവൃത്തി കൊണ്ടു ഹരിച്ചാൽ കിട്ടുന്നതെപ്പോഴും എച്ചിനു സമമായിരിയ്ക്കും. അര നൂററാണ്ടു കാലമായി അണുഭൌതികശാസ്ത്രത്തിൻെറ കണക്കുകൂട്ടലുകളിൽ പ്ലാങ്കിൻെറ സ്ഥിരസംഖ്യ സവ്വപ്രധാനമായിരുന്നിട്ടും അതിൻെറ അളവിനെ വിശദീകരിയ്ക്കുക എന്നത്, വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതിവേഗത്തിൻെറ അളവിനെ വിശദീകരിയ്ക്കുക എന്ന പോലെ തന്നെ, അസാധ്യമായിരിയ്ക്കുന്നു. മററു സാവ്വലൌകികസ്ഥിരസംഖ്യകളെപ്പോലെ തന്നെ അതു് ഗണിതശാസ്ത്രസംബന്ധിയായ ഒരു വസ്തുതയാണ്. അതിന്നൊരു വിശദീകരണവും നല്കുക സാധ്യമല്ല. യുക്തിവിചാരക്കാരനായ മനുഷ്യന്നു്, പ്രകൃതിയുടെ ഏതു യഥാത്ഥനിയമവും യുക്തിശൂന്യമായി തോന്നാനാണിടയുള്ളതെന്നു് സർ ആർതർ എഡിങ്ങ്ടൺ ഒരിയ്ക്കൽ പറയുകയുണ്ടായി. അങ്ങിനെ പ്ലാങ്കിൻെറ കചാണ്ടതത്വം, ശാസ്ത്രം വെളിപ്പെടുത്തിയ സത്യമായ ചുരുക്കം പ്രകൃതിനിയമങ്ങളിൽ ഒന്നാണെന്നു് അദ്ദേഹം വിചാരിച്ചു.

* * *

പ്ലാങ്കിൻെറ അഭ്യൂഹത്തിൽ അന്തർഭവിച്ചുകിടന്ന ദൂര വ്യാപകങ്ങളായ സൂചനകൾ 1905 വരെ പുറമെ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു കണ്ടില്ല. അന്ന് ക്വാണ്ടംസിദ്ധാന്തത്തെ, സമകാലീനഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരിൽ അതിൻെറ പ്രാധാന്യം അറിഞ്ഞാദരിച്ച ഒരേ ഒരാളായ ഐൻസ്റ്റൈൻ, പുതിയ ഒരു രംഗത്തിലേക്കു വ്യാപിപ്പിച്ചു. പ്ലാങ്കിൻെറ വിശ്വാസം, താൻ വികിരണം സംബന്ധിച്ച സമീകരണങ്ങളിലെ വിടവുകൾ നികത്തുന്നേയുള്ളു എന്നായിരുന്നു. ഐൻസ്റ്റൈനാകട്ടെ, എല്ലാത്തരം വികീർണ്ണോർജ്ജവും—വെളിച്ചവും ചൂടും എക്സ്—റേയും—യഥാർത്ഥത്തിൽ ആകാശത്തിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്നതു വ്യതിരിക്തവും അനുസ്യൂതമല്ലാത്തതുമായ 'ക്വാണ്ട'കളായിട്ടാണെന്നു അവിതർക്കിതസിദ്ധാന്തമെന്ന നിലയ്ക്കു കരുതി. അങ്ങിനെ വരുമ്പോൾ, തീയിനു മുമ്പിലിരിക്കുന്ന നമുക്ക് അനുഭവപ്പെടുന്ന ചൂടിൻെറ സംവേദനം, വികീർണ്ണോഷ്മാവിൻെറ എണ്ണമററ ക്വാണ്ടകൾ നമ്മുടെ ത്വക്കിൽ വന്നടിക്കുന്നതിൻെറ ഫലമാണ്. അതു പോലെ തന്നെ, നിറത്തെസ്സംബന്ധിച്ച സംവേദനങ്ങളുടെ ഉത്ഭവം, വെളിച്ചത്തിൻെറ ക്വാണ്ട നമ്മുടെ നേത്രനാഡികളുടെ മേൽ വന്നടിക്കുന്നതിൽ നിന്നാണ്. ഈ വെളിച്ചത്തിൻെറ ക്വാണ്ട ഓരോന്നും മറേറാരോന്നിൽ നിന്നും വ്യത്യാസപ്പെടുന്നത് ഇ=എച്ച് വി എന്ന സമീകരണത്തിലെ വി ഭേദപ്പെടുന്നതിന്നനുസരിച്ചു തന്നെയായിരിക്കും.

ഈ ആശയത്തെ ഐൻസ്റ്റൈൻ സ്ഥിരീകരിച്ചു. അതദ്ദേഹം സാധിച്ചത്, പ്രകാശവൈദ്യുതഫലം എന്നറിയപ്പെടുന്ന അമ്പരപ്പിക്കുന്ന ഒരു പ്രതിഭാസത്തെ വളരെ കണിശമായി നിർവചിക്കുന്ന ഒരു നിയമത്തെ രൂപവല്ക്കരിക്കുക വഴിയാണ്. ശുദ്ധലോഹിതമായ വെളിച്ചത്തിൻെറ ഒരു സമൂഹ(Beam)ത്തെ ഒരു ലോഹഫലകത്തിൽ പ്രകാശിക്കാൻ അനുവദിച്ചാൽ, ആ ഫലകം എലക്ട്രോണുകളുടെ ഒരു വർഷം തന്നെ വിസർജ്ജിക്കും.



പ്രകാശവൈദ്യുതഫലത്തെ 1905—ലാണ് ഐൻസ്റ്റൈൻ വ്യാഖ്യാനിച്ചത്. വെളിച്ചം ഒരു ലോഹഫലകത്തിന്മേൽ വീഴുമ്പോൾ, ആ ഫലകം ഒരു എലക്ട്രോൺവർഷം പൊഴിക്കുന്നു. വെളിച്ചത്തെസ്സംബന്ധിച്ച അംഗീകൃതതരംഗസിദ്ധാന്തം കൊണ്ട് ഈ പ്രതിഭാസത്തെ വിവരിക്കാനാവില്ല. വെളിച്ചം എന്നത് ഊർജ്ജത്തിന്റെ ഒരനുസ്യൂതപ്രവാഹമല്ലെന്നും, ഒററപ്പെട്ടു നില്ക്കുന്ന കണങ്ങൾ അഥവാ ഊർജ്ജസമൂഹങ്ങൾ—അവയ്ക്കു അദ്ദേഹം ഫോട്ടോണുകൾ എന്നു പേരിട്ടു—അടങ്ങിയതാണെന്നുമുള്ള നിഗമനമാണ് ഐൻസ്റ്റൈൻ കൈക്കൊണ്ടത്. ഒരു ഫോട്ടോൺ ഒരു എലക്ട്രോണിനോടു ചെന്നടിക്കുമ്പോൾ, അതിന്റെ ഫലം ബില്ല്യിയാർഡ് പന്തുകളുടെ ഏററുമുട്ടലിന്നു സമാനമായിരിക്കും—മുകളിലെ ചിത്രത്തിൽ ലഘൂകരിച്ചു കാണിച്ച സങ്കല്പം പോലെ.

ആവൃത്തി കുറഞ്ഞ വെളിച്ചം, ഉദാഹരണത്തിന്നു മഞ്ഞയോ ചുകപ്പോ, ഫലകത്തിൽ വീഴുകയാണെങ്കിൽ അപ്പോഴും എലക്ട്രോണുകൾ വിസർജ്ജിയ്ക്കപ്പെടും—പക്ഷേ കുറഞ്ഞ വേഗത്തിൽ മാത്രം. ലോഹത്തിൽനിന്ന്, എലക്ട്രോണുകൾ തള്ളിത്തെറിപ്പിക്കുന്നതിന്റെ ഊക്ക് വെളിച്ചത്തിന്റെ നിറത്തെ മാത്രം ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു, അതിന്റെ ദൃഢതയെ അല്പം പോലും ആശ്രയിക്കുന്നില്ല. വെളിച്ചത്തിന്റെ ഉറവിടം ഗണ്യമായ ദൂരത്തേയ്ക്കു നീക്കുകയും മങ്ങിയ ഒരു മിനുങ്ങൽ മാത്രമാക്കിത്താഴ്ത്തുകയും ചെയ്താൽ, തള്ളിവരുന്ന എലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണം കുറയും, പക്ഷേ അവയുടെ ഗതിവേഗത്തിന്നു യാതൊരുനവും സംഭവിക്കുന്നില്ല. വെളിച്ചം മിക്കവാറും അദൃശ്യമാമ്മാറു മങ്ങിയാൽ പോലും പ്രവർത്തനം തൽക്ഷണമുണ്ടാകുന്നു.

എല്ലാ വെളിച്ചവും ഒററപ്പെട്ട നില്ക്കുന്ന കണങ്ങൾ അഥവാ ഊജ്ജമണികൾ—അവയ്ക്കു ഐൻസ്റ്റൈൻ ഫോട്ടോണുകൾ എന്നു പേരിട്ടു—ചേൎന്നുണ്ടാവുന്നതാണെന്നും, അവയിലൊന്നു് ഒരു എലക്ട്രോണോടു ചെന്നു മുട്ടിയാൽ തൽഫലമായ പ്രവൎത്തനം രണ്ടു ബില്ലിയാർഡ് പന്തുകളുടെ കൂട്ടിമുട്ടലിൻേറതിനോടു സമാനമായിരിക്കുമെന്നും സങ്കല്പിച്ചാൽ മാത്രമേ ഈ വിചിത്രഫലങ്ങളെ വിവരിക്കാനാവൂ എന്നു ഐൻസ്റ്റൈൻ തീരുമാനിച്ചു. അതിലും അപ്പുറം യുക്തിവിചാരം ചെയ്തു അദ്ദേഹം ഇങ്ങിനെ അനുമാനിച്ചു: ലോഹിതം ലോഹിതോത്തരം എന്നിവയുടേയും അത്തരം മററു ഉച്ചാവൃത്തിവികിരണഭേദങ്ങളുടെയും ഫോട്ടോണുകൾ, ചുകപ്പും പരാരുണവുമായ ഫോട്ടോണുകളേക്കാൾ ഏറെ ഊർജ്ജം ഉൾക്കൊള്ളുന്നു എന്നും, ലോഹഫലകത്തിൽ നിന്നു വിസൎജ്ജിക്കപ്പെടുന്ന ഓരോ എലക്ട്രോണിൻെറയും ഗതിവേഗം അതിനോടു ചെന്നു മുട്ടുന്ന ഫോട്ടോൺ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഊർജ്ജത്തിനു് ആനുപാതികമാണെന്നും. ഈ തത്വങ്ങളെ അദ്ദേഹം ചരിത്രപ്രധാനമായ ഒരു സമീകരണപരമ്പരയിലൂടെ പ്രകാശിപ്പിച്ചു. അതദ്ദേഹത്തിനു നോബൽസമ്മാനം നേടിക്കൊടുക്കുകയും കാണ്ടം ഭൌതികശാസ്ത്രത്തിലും വൎണ്ണരാജിനിരീക്ഷണത്തിലും പിൽക്കാലത്തുണ്ടായ പ്രവൎത്തനങ്ങളിൽ അത്യഗാധമായ സ്വാധീനം ചെലുത്തുകയും ചെയ്തു. ടെലിവിഷനും (ദൃശ്യപ്രക്ഷേപണം) പ്രകാശവൈദ്യുതസെല്ലിൻെറ മററു പ്രയോഗങ്ങളും എല്ലാം അവയുടെ ആവിർഭാവത്തിനു് ഐൻസ്റ്റൈൻെറ പ്രകാശവൈദ്യുതനിയമത്തോടു കടപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

*　　*　　*　　*

ഇങ്ങിനെ പ്രധാനമായ ഒരു പുതിയ ഭൌതികതത്വം മുന്നോട്ടു കൊണ്ടു വരുമ്പോൾത്തന്നെ ഐൻസ്റ്റൈൻ പ്രകൃതിയുടെ ഏററവും അഗാധവും ദുർഘടവുമായ ദുർഗ്രഹതകളിലൊന്നിനെ വെളിപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്തു. എല്ലാ പദാൎത്ഥങ്ങളും അണുക്കളെക്കൊണ്ടു നിൎമ്മിച്ചതാണെന്നും, ഈ അണുക്കളാകട്ടെ അതിലും ചെറിയ നിൎമ്മാണസാമഗ്രികളാ

യ എലക്ട്രോൺ, ന്യൂട്രോൺ, പ്രോട്ടോൺ എന്നിവയടങ്ങിയതാണെന്നുമുള്ള കാര്യത്തിൽ ഇന്നു് ആക്കും സന്ദേഹമില്ല. എന്നാൽ അതില്പം അധികം ആദരണീയമായ, വെളിച്ചം തരംഗങ്ങളാൽ നിമ്മിക്കപ്പെട്ടതാണെന്ന സിദ്ധാന്തവുമായി, വെളിച്ചവും അനന്യസൃതങ്ങളായ കണങ്ങളടങ്ങിയതാവാം എന്ന ഐൻസ്റ്റൈൻെറ സങ്കല്പം ഇടഞ്ഞു.

തരംഗസിദ്ധാന്തം കൊണ്ടു മാത്രം വിവരിയ്ക്കാവുന്നതായി വെളിച്ചത്തെസ്സംബന്ധിച്ച ചില പ്രതിഭാസങ്ങളുണ്ടെന്നതിന്നു സംശയമില്ല. ഉദാഹരണത്തിന്നു് കെട്ടിടങ്ങരം മരങ്ങരം കമ്പിക്കാലുകരം മുതലായ സാധാരണ വസ്തുക്കളുടെ നിഴലുകരം സുസ്പഷ്ടമായ അതിരുകളോടു കൂടി കാണുന്നു; എന്നാൽ, വളരെ നേരിയ ഒരു കമ്പിയോ രോമമോ ഒരു വെളിച്ചത്തിൻെറ പ്രഭവസ്ഥാനത്തിന്നും ഒരു യവനികയ്ക്കും മദ്ധ്യേ വെച്ചാൽ, അതിന്നു സ്പഷ്ടമായ ഒരു നിഴൽ തീരെ ഉണ്ടാകുന്നില്ല; വെള്ളത്തിലെ തിരകരം ഒരു ചെറിയ പാറയെ ചുററി വളയുന്നതു പോലെ ഇവിടെയും പ്രകാശരശ്മികരം അതിനെ ചുററി വളഞ്ഞു വെന്ന തോന്നലാണുണ്ടാകുന്നത്. അപ്പോലെ തന്നെ വൃത്താകാരമായ ഒരു ദ്വാരത്തിൽ കൂടി കടന്നു പോകുന്ന ഒരു പ്രകാശസമൂഹം, സുസ്പഷ്ടമായ ഒരു വട്ടമാണു് ഒരു യവനികയിൽ നിവേശിപ്പിയ്ക്കുന്നത്. എന്നാൽ ഈ ദ്വാരം ഒരു സൂചിമുന കടക്കാൻ മാത്രം വലിപ്പമുള്ളതായി ചുരുക്കുന്ന പക്ഷം, ആ വട്ടത്തിൽ, ഒരു സാധാരണ വെടിക്കുറിപ്പലകയിലെന്ന പോലെ, ഒരേ കേന്ദ്രത്തെ ചുററി ഒന്നിന്നു പുറകെ മറെറാന്നായി വെളിച്ചത്തിൻെറയും ഇരുട്ടിൻെറയും വൃത്തങ്ങരം നിറഞ്ഞു കാണാം. ഈ പ്രതിഭാസത്തിന്നു വിവത്തനം (Diffraction) എന്നാണു് പേർ. ഒരു തുറമുഖത്തിൻെറ ഇടുങ്ങിയ ദ്വാരത്തിലൂടെ കടക്കുമ്പോരം വളഞ്ഞു് അകന്നകന്നു പോകാനുള്ള കടൽത്തിരകളുടെ വാസനയോടു് ഇതിനെ ഉപമിയ്ക്കാറുണ്ടു്. ഒരു സൂചിപ്പഴുതിന്നു പകരം വളരെ അടുത്തു തൊട്ടു തൊട്ടു നില്ക്കുന്ന രണ്ടു സൂചിപ്പഴുതുകരം ഉപയോഗപ്പെടുത്തി നോക്കിയാൽ, ഈ

വിവർത്തനമാതൃകകൾ ഒരു കൂട്ടം സമാന്തരരേഖകളുടെ പരമ്പരയിൽ പരസ്പരം ലയിക്കുന്നു. ഒരു കളിപ്പൊയ്കയിൽ രണ്ടു തരംഗപരമ്പരകൾ അന്യോന്യം ഇടയുമ്പോൾ തരംഗശീർഷം ശീർഷവുമായി ചേരുന്നേടത്ത് പരസ്പരബലം വർദ്ധിക്കുകയും, ഒരു തരംഗത്തിന്റെ ശീർഷം മറ്റൊന്നിന്റെ പാദവുമായിച്ചേരുന്നേടത്ത് ഒന്നു മറേറതിനെ ദുർബ്ബലമാക്കുകയും ചെയ്യുമല്ലൊ. അതു പോലെ, തൊട്ടു നില്ക്കുന്ന സൂചിപ്പഴുതുകളുടെ സംഗതിയിൽ, രണ്ടു വെളിച്ചത്തിന്റെ തരംഗങ്ങൾ പരസ്പരം ബലപ്പെടുത്തുമ്പോൾ പ്രകാശരേഖകളും, രണ്ടു തരംഗങ്ങൾ അന്യോന്യം ദുർബ്ബലപ്പെടുത്തുന്നേടത്ത് ഇരുണ്ട രേഖകളും ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ പ്രതിഭാസങ്ങൾ—വിവർത്തനവും വ്യതികരണവും—രണ്ടും കണിശമായി തരംഗസ്വഭാവജങ്ങളാണ്; വെളിച്ചം ഒററപ്പെട്ടു നില്ക്കുന്ന കണങ്ങൾ കൊണ്ടു നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നതാണെങ്കിൽ, സംഭവിക്കാത്തവയും. രണ്ടു നൂററാണ്ടിലധികം കാലത്തെ പരീക്ഷണങ്ങളും തത്വവാദങ്ങളും വെളിച്ചം തരംഗങ്ങൾ അടങ്ങിയതായേ പററൂ എന്നു പ്രഖ്യാപിക്കുന്നു. എന്നിട്ടും, ഐൻസ്റ്റൈന്റെ പ്രകാശവൈദ്യുതനിയമം, വെളിച്ചം ഫോട്ടോണുകൾ അടങ്ങിയതായേ പററൂ എന്നു തെളിയിക്കുന്നു.

വെളിച്ചം തരംഗങ്ങളാണോ അതോ കണങ്ങളോ? ഈ മൗലികപ്രശ്നത്തിനു ഇതേ വരെ ഉത്തരം കണ്ടിട്ടില്ല. എന്നാൽ, വെളിച്ചത്തിന്റെ ദ്വൈതഭാവം, പ്രകൃതിയിലുടനീളം പരിലസിക്കുന്ന അഗാധതരവും ഏറെ ഗണനീയവുമായ ദ്വൈതഭാവത്തിന്റെ ഒരു വശം മാത്രമാകുന്നു.

* * *

വിചിത്രമായ ഈ ദ്വൈതഭാവത്തിന്റെ ആദ്യത്തെ സൂചന കിട്ടിയത് 1925–ലാണ്. അന്നു ലൂയി ഡിബ്രോഗ്ലി എന്ന ചെറുപ്പക്കാരനായ ഒരു ഫ്രഞ്ച് ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ സൂചിപ്പിക്കുകയുണ്ടായി, പദാർത്ഥവും വികിരണവും ഇട കലർന്നു കിടക്കുന്ന പ്രതിഭാസങ്ങളെ ഏററവും നന്നായി മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കുക, എലക്ട്രോണുകളെ ഒററപ്പെട്ട കണങ്ങളായല്ലാതെ തരംഗപരമ്പരകളാ

യി കണക്കാക്കുന്നതു കൊണ്ടാണെന്ന്. സുധീരമായ ഈ സങ്കല്പം, പദാൎത്ഥത്തിൻെറ പ്രാഥമികഘട്ടങ്ങളെക്കുറിച്ചു ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ സുസ്പഷ്ടാശയങ്ങരം പണിതുണ്ടാക്കിയ രണ്ടു ദശാബ്ദക്കാലത്തെ കഠാണ്ടം ഗവേഷണത്തെ നിഷേധിച്ചു. അപ്പോഴേയ്ക്ക് അണു എന്നത് ലഘുരൂപമായ ഒരു സൌരമണ്ഡലം പോലെ ചിത്രീകരിയ്ക്കപ്പെട്ടു പോന്നിരുന്നു. കേന്ദ്രത്തിൽ ഒരു ന്യൂക്ലിയസ് (Nucleus), അതിനു ചുററും വൃത്താകൃതിയിലോ അണ്ഡാകൃതിയിലോ ഉള്ള സഞ്ചാരപഥങ്ങളിൽ കൂടി കറങ്ങിക്കൊണ്ടു വ്യത്യസ്തസംഖ്യങ്ങളായ (ഹൈഡ്രജന്ന് 1, ഉറേനിയത്തിന്ന് 92) എലക്ട്രോണുകരം, എന്നിങ്ങനെ. എലക്ട്രോൺ അത്ര തന്നെ സുസ്പഷ്ടമായിരുന്നില്ല. എല്ലാ എലക്ട്രോണുകരംക്കും ഒരേ ദ്രവ്യരാശിയും (mass) ഒരേ വൈദ്യുതപ്രേഷണവു (Electric charge) മാണുള്ളതെന്നു പരീക്ഷണങ്ങരം തെളിയിച്ചു. അപ്പോരം പിന്നെ, അവ പ്രപഞ്ചരചനയ്ക്കാധാരഭൂതമായ അടിസ്ഥാനക്കല്ലുകളാണെന്നു കരുതുക സ്വാഭാവികമാണല്ലൊ. കഠിനവും സ്ഥിതിസ്ഥാപകവുമായ വെറും ഗോളങ്ങളായി അവയെ പരിഗണിക്കുക യുക്തിക്കു ചേൎന്നതാണെന്നും ആദ്യമൊക്കെ തോന്നി. പക്ഷെ കുറേശ്ശ കുറേശ്ശയായി അന്വേഷണം പുരോഗമിച്ചപ്പോരം, അവ കൂടുതൽ താന്തോന്നികളും നിരീക്ഷണ-മാനങ്ങരംക്കു വഴങ്ങാത്തവയും ആയി കണ്ടു. പല വിധത്തിലും അവയുടെ പെരുമാററം ഏതു പദാൎത്ഥകണത്തിനും ഇണങ്ങാത്ത വിധം അത്രയേറെ സങ്കീൎണ്ണമായി കാണപ്പെട്ടു. സർ ജെയിംസ് ജീൻസ് എന്ന ബ്രിട്ടീഷ് ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ പറഞ്ഞു: "കഠിനമായ ഗോളകത്തിനു സ്ഥലത്തിൽ ഒരു നിശ്ചിതസ്ഥാനമുണ്ട്. എലക്ട്രോണിന്നതില്ലെന്നാണ് വിചാരിക്കേണ്ടത്. കഠിനമായ ഒരു ഗോളകം നിശ്ചിതമായ ഒരു സ്ഥലപരിമാണം അവകാശപ്പെടുന്നു. എലക്ട്രോണിൻെറ കാൎയ്യത്തിൽ—അഥവാ ഒരു എലക്ട്രോണിന്നു സ്ഥലപരിമാണാവകാശം വേണമെന്നാലോചിക്കുന്നതു ഏറക്കുറെ, ഒരു പേടിക്കോ ഉൽക്കണ്ഠയ്ക്കോ ഒരനിശ്ചിതത്വത്തിന്നോ എത്ര സ്ഥലപരിമാണാവകാശം വേണമെന്നാലോചിക്കുന്നതു പോലെ അൎത്ഥശൂന്യമായിരിക്കും."

ഡി ബ്രോഗ്ലിയിൽ ഈ ''പദാർത്ഥതരംഗ''ത്തിന്റെ ദർശനം സിദ്ധിച്ച് ഏറെ കഴിയും മുമ്പ് തന്നെ ഷ്റോഡിംഗർ എന്ന പേരായ ഒരു ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ അതേ ആശയത്തെ വികസിപ്പിച്ച് അതിന്നു പരസ്പരബന്ധമുള്ള ഒരു ഗണിതശാസ്ത്രരൂപം നല്കി. പ്രോട്ടോണുകൾക്കും എലക്ട്രോണുകൾക്കും സവിശേഷമായ തരംഗകത്വവ്യങ്ങൾ കല്പിച്ച്, ക്വാണ്ടം പ്രതിഭാസത്തെ വിവരിക്കാൻ കെല്പാന്ന ഒരു സമ്പ്രദായത്തെ അദ്ദേഹം ആവിഷ്കരിച്ചു. ''തരംഗഗതിവിജ്ഞാനീയം'' (Wave-mechanics) എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഈ സമ്പ്രദായം 1927-ൽ ബലപ്പെട്ടു. അന്ന് ഡേവിസ്സൺ എന്നും ജർമർ എന്നും പേരായ രണ്ടു അമേരിക്കൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ, എലക്ട്രോണുകൾ ശരിക്കു തരംഗസ്വഭാവങ്ങൾ വെളിപ്പെടുത്തുന്നുണ്ടെന്നു പരീക്ഷണങ്ങൾ മുഖേന തെളിയിച്ചു. അവർ ഒരു എലക്ട്രോൺ സമൂഹത്തെ ഒരു ലോഹാക്ഷത്തിന്റെ നേക്കു തിരിച്ചു വിട്ടപ്പോൾ, വെളിച്ചം ഒരു സൂചിപ്പഴുതിലൂടെ കടത്തിയാലുണ്ടാവുന്നതിനോടു സമാനമായ വിവർത്തനക്രമങ്ങൾ അവക്കു ലഭിച്ചു[1] മാത്രമല്ല, അവരുടെ അളവുകൾ ഇത്രയും കൂടി വെളിപ്പെടുത്തി: ഒരു ഇലക്ട്രോണിന്റെ തരംഗദൈർഘ്യം ഡി ബ്രോഗ്ലിയുടെ $\lambda=h/mv$ എന്ന സമീകരണം (ഇവിടെ v എന്നതു എലക്ട്രോണിന്റെ ഗതിവേഗവും, m അതിന്റെ ദ്രവ്യരാശിയും h പ്ലാങ്കിന്റെ സ്ഥിരരാശിയും ആണ്) പ്രവചിക്കുന്ന കണിശമായ അളവിലുള്ളതാണെന്ന്. അതിലും വലിയ അത്ഭുതങ്ങൾ വരാനിരിക്കുന്നതേയുള്ളു; കാരണം, ഇലക്ട്രോണുകൾ മാത്രമല്ല, അണുക്കൾ മുഴുവനും, മോളിക്യൂളുകൾ പോലും, ഒരു അക്ഷതലത്താൽ വിവർത്തിതമാകുമ്പോൾ തരംഗക്രമങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നു എന്നും, അവയുടെ തരംഗദൈർഘ്യങ്ങൾ ഡി ബ്രോഗ്ലിയും ഷ്റോഡിം-

1 ഒരു അക്ഷം (Crystal), അതിന്റെ അംഗങ്ങളായ അണുക്കൾ ഒരേ നിരപ്പിലും വ്യവസ്ഥിതമായും ക്രമപ്പെടുത്തി വെച്ചിരിക്കുക നിമിത്തവും, അവയുടെ വ്യവസ്ഥിതിയിലുള്ള അടുപ്പം നിമിത്തവും, എക്സ്-റേയുടേതു പോലെ അത്ര ഹ്രസ്വങ്ങളായ തരംഗദൈർഘ്യങ്ങൾക്ക് ഒരു വിവർത്തനരേഖാവലിയെന്നപോലെ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

ഗറും പ്രവചിച്ചതു തന്നെയാണെന്നും പിൽക്കാലപരീക്ഷണങ്ങരം തെളിയിച്ചു. അങ്ങിനെ പദാത്ഥത്തിൻെറ എല്ലാ അടിസ്ഥാനഘടകങ്ങരംക്കു്—ജെ. ക്ലാക്ക് മാക്സ്‌വെലിൻെറ ഭാഷയിൽ, ''പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ അനശ്വരങ്ങളായ അസ്ഥിവാരക്കല്ലുകരംക്കു്''—മുഴക്കെ ക്രമേണ കാതൽ നഷ്ടപ്പെട്ടുന്നു. പഴഞ്ചനായ എലക്ട്രോൺഗോളം വൈദ്യുതോജ്ജത്തിൻെറ ഒരു തരംഗീഭൂതപ്രേഷണമായി തരം താഴുന്നു; അണുവാകട്ടെ തരംഗോപരിതരംഗമെന്ന നിലയ്ക്കുള്ളൊരു സമ്പ്രദായമായും. പദാത്ഥങ്ങരം മുഴക്കെ തരംഗങ്ങരംകൊണ്ടു നിമ്മിക്കപ്പെട്ടവയാണെന്നും നാം ഒരു തരംഗലോകത്തിലാണ് ജീവിക്കുന്നതെന്നും കരുതാനേ വഴിയുള്ളു.

ഒരു ഭാഗത്തു പദാത്ഥതരംഗങ്ങളും മറുഭാഗത്തു പ്രകാശകണങ്ങളും തമ്മിലുള്ള ഈ വിരോധാഭാസത്തെ രണ്ടാം ലോകയുദ്ധത്തിനു മുമ്പിലത്തെ ഒരു ദശാബ്ദകാലത്തുണ്ടായ പല സംഭവവികാസങ്ങളും പരിഹരിച്ചു. ഹൈസൻബർഗ് എന്നും ബോൺ എന്നും പേരായ ജമ്മൻ ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ക്വാണ്ടം പ്രതിഭാസങ്ങളെ, ഇഷ്ടാനുസാരം തരംഗഭാഷയിലോ കണഭാഷയിലോ കണിശമായി വിവരിക്കാൻ അനുവദിക്കുന്ന ഒരു പുതിയ ഗണിതശാസ്ത്രോപകരണം കണ്ടു പിടിച്ച്, അങ്ങിനെ, മുൻപറഞ്ഞ വിടവു നികത്തി. അവരുടെ സമ്പ്രദായത്തിൻെറ പിന്നിലുള്ള ആശയം ശാസ്ത്രത്തിൻെറ തത്വവിചാരത്തിൽ അഗാധസ്വാധീനം ചെലുത്തി. ഒരൊററ എലക്ട്രോണിൻെറ ഗുണങ്ങളെക്കുറിച്ചു ക്ലേശിക്കുക എന്നത് ഒരു ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞനെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം അത്ഥശൂന്യമാണെന്ന് അവർ വാദിച്ചു. ലാബറട്ടറിയിൽ അയാരം എലക്ട്രോൺ സമൂഹങ്ങളെക്കൊണ്ടു്, അഥവാ വഷ്ങ്ങളെക്കൊണ്ടു്, ആണ് പ്രവത്തിക്കുന്നത്. ഇവയിൽ ഓരോന്നിലും കോടാനുകോടി ഒററപ്പെട്ട കണങ്ങരം (അഥവാ തരംഗങ്ങരം) ഉണ്ടായിരിക്കും. അങ്ങിനെ നോക്കിയാൽ കൂട്ടത്തോടെയുള്ള പെരുമാററമേ, സ്ഥിതിവിവരക്കണക്കുകളും സംഭാവ്യതയെയും ആകസ്മികതയെയും ബാധിക്കുന്ന നിയമങ്ങളും

മാത്രമേ, അദ്ദേഹത്തിന്നാലോചനാവിഷയമാകേണ്ടതുള്ളു. അപ്പോരം ഒററപ്പെട്ട എലക്ട്രോണുകരം കണങ്ങളായാലും തരംഗസമ്പ്രദായങ്ങളായാലും, പ്രായോഗികമായി നോക്കിയാൽ, വ്യത്യാസമൊന്നും വരാനില്ല. കൂട്ടമായി നില്ക്കുമ്പോഴാകട്ടെ, അവയെ ഈ രണ്ടിൽ ഏതെങ്കിലും വിധത്തിൽ ചിത്രീകരിക്കാവുന്നതുമാണ്. ഉദാഹരണത്തിന് രണ്ടു ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കടൽക്കരയിൽ നില്ക്കുകയാണെന്നു വിചാരിക്കുക. അവരിലൊരാരം സമുദ്രതരംഗത്തെ വിശകലനം ചെയ്തു കൊണ്ടിങ്ങിനെ പറയാം: ''അതിൻെറ ശീഷ്ത്തിൻെറയും അതിൻെറ പാദത്തിൻെറയും സ്ഥാനങ്ങരം അതിൻെറ ഗുണങ്ങളെയും തീവ്രതയെയും സ്പഷ്ടമായി സൂചിപ്പിക്കുന്നു.'' അതേ സമയം മറേറയാരംക്കും അത്ര തന്നെ സാധുതയോടു കൂടി പറയാം: ''നിങ്ങരം ശീഷ്മെന്നു പറയുന്ന വിഭാഗം പ്രധാനമാകുന്നത് അതിൽ നിങ്ങരം പാദം എന്നു വിളിക്കുന്ന അംശത്തിൽ അടങ്ങിയതിനേക്കാരം ഏറെ ജലാണുക്കരം (മോളിക്യൂളുകരം) ഉണ്ടെന്നതു കൊണ്ടു മാത്രമാണ്.'' തദനുസാരമായി, തരംഗപ്രവത്തനത്തെക്കുറിക്കാനുള്ള ഷ്റോഡിംഗറുടെ സമീകരണത്തിൽ അദ്ദേഹം ഉപയോഗിച്ച ഗണിതശാസ്ത്രരീതിയെ ബോൺ എടുത്ത്, സ്ഥിതിവിവരക്കണക്കുകളുടെ ഭാഷയിൽ അതിനെ ഒരു ''സംഭവ്യത''യായി വ്യാഖ്യാനിച്ചു. എന്നു വെച്ചാൽ, അദ്ദേഹം ഒരു തരംഗത്തിൻെറ ഏതെങ്കിലുമൊരു ഭാഗത്തിൻെറ തീവ്രതയെ, ആ ബിന്ദുവിൽ വിസ്തരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കാവുന്ന കണങ്ങളുടെ ഒരളവായി കരുതി. അങ്ങിനെ, അതേ വരെ തരംഗസിദ്ധാന്തമനുസരിച്ചു മാത്രം വ്യാഖ്യാനിക്കാമായിരുന്ന വിവത്തനപ്രതിഭാസത്തെ അദ്ദേഹം ഏതാനും കണങ്ങരം—പ്രകാശകണങ്ങളോ എലക്ട്രോണുകളോ—ചില മാഗ്ഗങ്ങളിലൂടെ പോയി ചില സ്ഥാനങ്ങളിൽ ചെന്നെത്തുന്നതിൻെറ സംഭവ്യതയുടെ ഭാഷയിൽ പ്രതിപാദിച്ചു. അതായത് ''പദാത്ഥ തരംഗങ്ങരം'' താഴ്ന്നു സംഭവ്യതാതരംഗങ്ങളായി. നമ്മരം ഒരു എലക്ട്രോണിനെ, അല്ലെങ്കിൽ ഒരു അണുവിനെ, അഥവാ ഒരു സംഭവ്യതാതരംഗത്തെ, എങ്ങിനെ വിഭാവനം ചെയ്യുന്നു എന്നത് ഇവിടുന്നങ്ങോട്ട് അഗണ്യമായി

ത്തീരുന്നു. ഹൈസൻബഗ്ഗിൻെറയും ബോണിൻെറയും സമീകരണങ്ങൾ ഏതു തരത്തിൽ വിഭാവനം ചെയ്താലും യോജിയ്ക്കും. ഇഷ്ടാനുസാരം ഒരു തരംഗപ്രപഞ്ചത്തിലോ ഒരു കണപ്രപഞ്ചത്തിലോ അഥവാ പരിഹാസവിചക്ഷണനായ ഒരു ശാസ്ത്രജ്ഞൻ പറഞ്ഞ പോലെ ഒരു ''തരംകണ'' പ്രപഞ്ചത്തിലോ ആണ് നാം വസിക്കുന്നതെന്നു നമുക്കു വിഭാവനം ചെയ്യാമെന്നു വന്നിരിയ്ക്കുന്നു.

IV

അങ്ങിനെ ക്വാണ്ടം ഭൌതികശാസ്ത്രം വികിരണത്തിൻെറയും പദാൎത്ഥത്തിൻെറയും അടിസ്ഥാനമാത്രകളെ ഭരിക്കുന്ന ഗണിതശാസ്ത്രപരമായ പരസ്പരബന്ധങ്ങളെ വളരെ കണിശമായി നിൎവ്വചിക്കെത്തന്നെ, അതു രണ്ടിൻെറയും യഥാൎത്ഥസ്വഭാവത്തെ കൂടുതൽ ഇരുട്ടിലാക്കുകയാണ്. എന്നാൽ, ആധുനികരായ ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞരിൽ മിക്ക പേരും, എന്തിൻെറയെങ്കിലും യഥാൎത്ഥസ്വഭാവത്തെക്കുറിച്ചു വിചാരപ്പെടുന്നത് ഏറെക്കുറെ കവിഞ്ഞ ശുദ്ധതയായിട്ടത്രേ ഗണിക്കുന്നതു്. അവർ ''പ്രത്യക്ഷ'' വാദികൾ—അഥവാ ''അനുമാനപരീക്ഷണ'' വാദികൾ—ആണ്. ഒരു ശാസ്ത്രജ്ഞന്നു് തൻെറ നിരീക്ഷണങ്ങളെ റിപ്പോൎട്ടു് ചെയ്യുക എന്നതിൽക്കവിഞ്ഞ് ഒന്നും ആവില്ലെന്നാണ് അവരുടെ നില. അങ്ങിനെയാവുമ്പോൾ, അദ്ദേഹം ഭിന്നങ്ങളായ ഉപകരണങ്ങളെക്കൊണ്ട് രണ്ടു പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുകയും, അവയിൽ ഒന്നു വെളിച്ചം കണങ്ങളെക്കൊണ്ടു് നിൎമ്മിക്കപ്പെട്ടതാണെന്നും മറേറതു വെളിച്ചം തരംഗങ്ങളെക്കൊണ്ട് നിൎമ്മിക്കപ്പെട്ടതാണെന്നും വെളിപ്പെടുത്തുന്നതായി തോന്നുകയും ചെയ്യുന്ന പക്ഷം അദ്ദേഹം രണ്ടു ഫലങ്ങളെയും സ്വീകരിക്കണം. അവയെ പരസ്പരവിരുദ്ധങ്ങളായിട്ടല്ല, പരസ്പരപൂരകങ്ങളായി കണക്കാക്കുകയും വേണം. തനിച്ചായി എടുത്താൽ ഈ രണ്ടു സങ്കല്പങ്ങളിൽ ഒന്നും തന്നെ വെളിച്ചത്തെ വിവരിക്കാൻ പൎയ്യാപ്തമാവുന്നില്ല; രണ്ടും കൂടിയാകട്ടെ പൎയ്യാപ്തമാകും താനും. യാഥാൎത്ഥ്യത്തെ വിവരിക്കാൻ രണ്ടും ആവശ്യമാണ്. പിന്നെ ''ഏതാണ് യഥാൎത്ഥമായും സത്യം?'' എന്നു ചോദിക്കുന്നതിനു് അൎത്ഥമില്ല. കാരണം, ക്വാണ്ടം ഭൌതികശാസ്ത്രത്തിൻെറ അനുപനിഘണ്ടുവിൽ ''യഥാൎത്ഥത്തിൽ'' എന്നൊരു വാക്കേയില്ല.

എന്നു മാത്രമല്ല, ഏറെ സൂക്ഷ്മലോലങ്ങളായ ഉപകരണങ്ങറം കണ്ടു പിടിച്ചാൽ പിണ്ഡാണ്ഡത്തിൻെറ ഉള്ളിലേക്ക് കൂടുതൽ തുളച്ചു ചെല്ലാൻ മനുഷ്യനു കഴിവുണ്ടാകുമെന്നു പ്രത്യാശിക്കുന്നതും വെറുതെയാണ്. അണുപ്രപഞ്ചത്തിലെ എല്ലാ സംഭവങ്ങളെസ്സംബന്ധിച്ചുമുണ്ട് ഒരു നിശ്ചിതത്വം. അതിനെ ഇല്ലാതാക്കാൻ മാപനനിരീക്ഷണങ്ങളുടെ സൂക്ഷ്മതരത്വത്തിന് ഒരു കാലത്തും സാധ്യമല്ല. അണുക്കളുടെ പെരുമാററത്തിലുള്ള താന്തോന്നിത്തത്തിൻെറ അംശത്തിന്നു മനുഷ്യൻെറ പണിയായുധങ്ങളുടെ പരുക്കത്തെത്തെ കുററപ്പെടുത്തിക്കൂടാ. അതു് ''അനിശ്ചിതത്വതത്വം'' എന്നറിയപ്പെടുന്ന പ്രഖ്യാതമായ ഒരു ഭൌതികനിയമപ്രഖ്യാപനത്തിൽ ഹൈസൻബഗ്ഗ് 1927—ൽ തെളിയിച്ചിട്ടുള്ളതു പോലെ, കാര്യങ്ങളുടെ സ്വാഭാവിക നിലയിൽ നിന്നു താനേ തെഴുത്തു പൊന്തുന്നതാണ്. തൻെറ പ്രമേയം വിവരിച്ചു കാണിയ്ക്കുവാനായി ഹൈസൻബഗ്ഗ്, ചലിച്ചു കൊണ്ടിരിയ്ക്കുന്ന ഒരു എലക്ട്രോണിൻെറ സ്ഥാനവും ഗതിവേഗവും[1] അത്യന്തം ശക്തിമത്തായ ഒരു തിസൂക്ഷ്മദശ്കം ഉപയോഗപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടു് നിരീക്ഷിയ്ക്കാൻ ഒരു ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ നടത്തുന്ന ഒരു പരീക്ഷണത്തിൻെറ ഭാവനാചിത്രം രചിച്ചു. എന്നാൽ, മുമ്പു സൂചിപ്പിച്ചതു പോലെ, ഒററപ്പെട്ട ഒരു എലക്ട്രോണിന്നു ക്ലൃപ്തമായ ഒരു സ്ഥാനമോ ഗതിവേഗമോ ഉള്ളതായി തോന്നുന്നില്ല. ഒരു ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്നു്, ഒരു പാടു് എലക്ട്രോണുകളെ കൈകാര്യം ചെയ്യുമ്പോറം, എലക്ട്രോൺപെരുമാററത്തെ പ്രായേണ കണിശമായിത്തന്നെ നിർവ്വചിയ്ക്കാൻ കഴിയും. പക്ഷേ, പ്രത്യേകം ഒരു എലക്ട്രോണിന്നു് ആകാശത്തിൽ സ്ഥാനനിർണ്ണയം ചെയ്യാൻ ശ്രമിക്കുമ്പോറം, കവിഞ്ഞാൽ അദ്ദേഹത്തിന്നു പറയുവാൻ കഴിയുക, അപ്പറഞ്ഞ എലക്ട്രോണിൻെറ സ്ഥാനം, ആ എലക്ട്രോൺസമൂഹത്തിൻെറ സങ്കീർണ്ണവും ഇതരേതര വ്യാപ്തവുമായ തരങ്ഗചലനങ്ങളിൽ ഒരു സവിശേഷബി

1 ഭൌതികശാസ്ത്രത്തിൽ 'ഗതിവേഗം' എന്ന വാക്കു് എത്ര വേഗം എന്നതു പോലെത്തന്നെ ഏതു ഭാഗത്തേക്കു് എന്നും കുറിക്കുന്നു.

ന്ദുവാകാം—അതിന്നാണ് *സംഭവ്യത*—എന്നു മാത്രമായിരിക്കും. ഒററപ്പെട്ട എലക്ട്രോൺ ഒരു 'അവ്യക്ത'മാണ്—രാത്രിയിലെ കാറേറാ ഒരു ശബ്ദതരങ്ഗമോ പോലെ അത്രയും അനിശ്ചിതം. ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്ന എലക്ട്രോണുകളുടെ സംഖ്യ കുറയും തോറും അദ്ദേഹത്തിൻെറ നിഗമനങ്ങളുടെ അനിശ്ചിതത്വം ഏറും. ഈ അനിശ്ചിതത്വം മനുഷ്യൻെറ അപൂൎണ്ണശാസ്ത്രവിജ്ഞാനത്തിൻെറയല്ല, പ്രകൃതി വെച്ച ഒരു പരമസീമയുടെ, ലക്ഷണമാണ് എന്നു തെളിയിക്കാൻ ഹൈസൻബഗ്ഗ് തൻെറ ഭാവനാഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഭാവനാസൂക്ഷ്മദൎശകം നോക്കുന്ന വസ്തുവെ പതിനായിരം കോടി മടങ്ങ്—എന്നു വെച്ചാൽ, ഒരു എലക്ട്രോണിനോളം വലിപ്പമുള്ള വസ്തുവെ മനുഷ്യദൃഷ്ടിക്കു ഗോചരമാക്കാൻ മാത്രം—വലുതാക്കിക്കാണിക്കാൻ കെൽപിയന്നതാണെന്നു് ആദ്യമേ സങ്കല്പിച്ചു. പക്ഷേ ഇവിടെ പുതിയ ഒരു പ്രതിബന്ധം നേരിടുന്നു. കാരണം ഒരു എലക്ട്രോൺ പ്രകാശതരങ്ഗത്തെക്കാൾ ചെറുതാകയാൽ, അതിലും കുറഞ്ഞ തരങ്ഗദൈർഘ്യത്തോടു കൂടിയ വികിരണം ഉപയോഗപ്പെടുത്തിയാൽ മാത്രമേ ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞന്നു തൻെറ അന്വേഷണവിഷയത്തെ "പ്രകാശിപ്പിക്കാ"നാവുകയുള്ളൂ. എക്സ്–രശ്മികൾ പോലും നിഷ്പ്രയോജനങ്ങളാണ്. റേഡിയത്തിൻെറ ഉച്ചാവൃത്തികളായ ഗാമാരശ്മികൾക്കു മാത്രമേ ഇലക്ട്രോണിനെ ദൎശനക്ഷമമാക്കാൻ സാധിക്കൂ. എന്നാൽ സാധാരണ വെളിച്ചത്തിൻെറ ഫോട്ടോണുകൾ തന്നെ എലക്ട്രോണുകളുടെ മേൽ കഠിനമായ ശക്തി പ്രയോഗിക്കുന്നു എന്ന, പ്രകാശവൈദ്യുതിഫലം തെളിയിച്ച, സംഗതി ഇവിടെ സ്മരിക്കേണ്ടതുണ്ട്. അപ്പോൾ എക്സ്–രശ്മികൾ അവയുടെ മേൽ കൂടുതൽ പരുക്കൻമട്ടിൽ സമ്മൎദ്ദം പ്രയോഗിക്കുമല്ലോ. ഇനിയും അധികം ശക്തിമത്തായ ഗാമാരശ്മികളുടെ സമ്മൎദ്ദമാകട്ടെ അത്യാപൽക്കരമാവും.

അതു കൊണ്ട്, ഒരു എലക്ട്രോൺ "ഇതാ ഇവിടെ ഈ സ്ഥാനത്തുണ്ട്", അത് "ഇന്നിന്ന ഗതിവേഗത്തോടു

കൂടി'' സഞ്ചരിക്കുകയാണ്, എന്നു് ഉറപ്പിച്ചു പറയാൻ തക്കവണ്ണം ഒരേ സമയത്ത് ഒരു ഇലക്ട്രോണിന്റെ സ്ഥാനവും ഗതിവേഗവും നിർണ്ണയിക്കുക ഒരിക്കലും തീരെ സാധ്യമല്ല എന്നു് അനിശ്ചിതത്വതത്വം സ്ഥാപിക്കുന്നു. എന്തു കൊണ്ടെന്നാൽ, അതിന്റെ സ്ഥാനനിരീക്ഷണം എന്ന കർമ്മത്താൽ തന്നെ അതിന്റെ ഗതിവേഗം വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. മറിച്ച് എത്രയേറെ കണിശമായി അതിന്റെ ഗതിവേഗം നിർണ്ണയിക്കുന്നുവോ, അത്രയേറെ അതിന്റെ സ്ഥാനം അനിശ്ചിതമായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. ഒരു ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഒരു എലക്ട്രോണിന്റെ സ്ഥാനത്തെയും ഗതിവേഗത്തെയും കുറിച്ചുള്ള തന്റെ അളവുകളിലെ അനിശ്ചിതത്വത്തിന്റെ ഗണിതശാസ്ത്രസംബന്ധിയായ നീക്കുപോക്കുകൾ കണക്കാക്കി നോക്കുമ്പോൾ, അതെപ്പോഴും പ്ലാങ്കിന്റെ സ്ഥിരസംഖ്യയായ ''എച്ച്'' എന്ന നിഗൂഢപരിമാണത്തിന്റെ ഭേദകമാണെന്നു് അയാൾ കാണുന്നു.

*　　　*　　　*　　　*

അങ്ങിനെ ക്വാണ്ടം ഭൌതികശാസ്ത്രം, പഴയ ശാസ്ത്രത്തിന്റെ രണ്ടു നെടുംതൂണുകളെ, കാര്യകാരണബന്ധത്തെയും നിശ്ചിതത്വത്തെയും, തകർത്തു കളയുന്നു. എന്തു കൊണ്ടെന്നാൽ, സ്ഥിതിവിവരക്കണക്കുകളുടെയും സംഭവ്യതകളുടെയും ഭാഷയെ ആധാരമാക്കി കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നേടത്ത്, പ്രകൃതി നീക്കുപോക്കില്ലാത്ത ഒരു കാര്യകാരണക്രമത്തെ വെളിപ്പെടുത്തുന്നു എന്ന ആശയത്തെ പാടെ അതു് കൈയൊഴിക്കുന്നുവല്ലോ. അനിശ്ചിതത്വത്തിന്റെ നീക്കുപോക്കുകളെ അനുവദിക്കുന്നേടത്താകട്ടെ, അത് പ്രപഞ്ചത്തിലെ ഓരോ ഭൌതികപദാർത്ഥത്തിന്റെയും ഇന്നത്തെ സ്ഥാനവും ഗതിവേഗവും അറിയാമെങ്കിൽ അതിനെ ആധാരമാക്കി ശാസ്ത്രത്തിന്നു പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ ചരിത്രം എല്ലാക്കാലത്തേയ്ക്കുമായി പ്രവചിയ്ക്കുവാൻ കഴിയും എന്ന പഴയ പ്രത്യാശയെയും ഉപേക്ഷിയ്ക്കുന്നു. ഈ കൈയൊഴിക്കലിന്റെ ഒരുപോൽപന്നമാണ് സ്വാതന്ത്ര്യമായ ഇച്ഛാശക്തിയുടെ അസ്തിത്വത്തിന്നുള്ള ഒരു പുതിയ വാദം. കാരണം, ഭൌതി

കസംഭവങ്ങളം അനിശ്ചിതങ്ങളും ഭാവി പ്രവചനത്തിന്ന് അവിധേയവും ആണെങ്കിൽ, ഒരു പക്ഷേ ''മനസ്സെ''ന്നു പറയുന്ന ആ അവിജ്ഞാതവസ്തു ഇനിയും, ഒരു താന്തോന്നി പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ അനന്തങ്ങളായ അനിശ്ചിതത്വങ്ങളുടെ നടുവിലും, മനുഷ്യൻെറ ഭാഗധേയങ്ങൾക്കു വഴികാട്ടിയായിത്തീന്നേയ്ക്കാം. പക്ഷേ ഈ സങ്കല്പം ഭൌതികശാസ്ത്ര ജ്ഞന്നു ചിന്തിയ്ക്കേണ്ടതില്ലാത്ത ഒരു വിചാരലോകത്തിലേയ്ക്കാണ് കടന്നു ചെല്ലുന്നത്. കൂടുതൽ ശാസ്ത്രീയപ്രാധാന്യമുള്ള മറെറാരു നിഗമനം ഇതാണ്: ക്വാണ്ടംഭൌതികശാസ്ത്രത്തിൻെറ പരിണാമഗതിയിൽ, തൻെറ ഇന്ദ്രിയങ്ങളാകുന്ന കലുഷവാതായനങ്ങളുടെ മങ്ങലിലൂടെ പാളിനോക്കുന്ന മനുഷ്യനും നിലവിൽ ഉണ്ടായിരിയ്ക്കാവുന്ന വൈഷയികസത്തയും തമ്മിലുള്ള അതിർവരമ്പ് ദുർല്ലംഘ്യമായിത്തീന്നിരിയ്ക്കുന്നു. എന്തു കൊണ്ടെന്നാൽ, എപ്പോഴൊക്കെ അവൻ ''യഥാത്ഥമായ'' വൈഷയികലോകത്തെ ഭേദിച്ചു കടക്കാനും അവിടെ നടക്കുന്ന കാര്യങ്ങൾ അടുത്തു കണ്ടറിയുവാനും ശ്രമിയ്ക്കുന്നുവോ, അപ്പോഴൊക്കെയും തൻെറ നിരീക്ഷണമെന്ന പ്രക്രിയ കൊണ്ടു തന്നെ അവൻ അതിൻെറ പ്രവത്തനങ്ങളെ ഭേദപ്പെടുത്തുകയും വികൃതമാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ''യഥാത്ഥ'' ലോകത്തെ തൻെറ ഇന്ദ്രിയസംവേദനങ്ങളിൽ നിന്നു വേർതിരിച്ചു നിത്താൻ ശ്രമിയ്ക്കുമ്പോഴാകട്ടെ, അവന്നു പിന്നെ ഒരു ഗണിതശാസ്ത്രപദ്ധതിയല്ലാതെ മറെറാന്നും അവിടെ അവശേഷിക്കുന്നില്ല. ഒരു നേരിയ ഹിമശകലത്തിൻെറ രൂപവും കട്ടിയും സ്വഭാവവും മനസ്സിലാക്കാനുദ്യമിയ്ക്കുന്ന ഒരു കുരുടൻെറ നിലയാണ് ഏറെക്കുറെ അവന്നുള്ളത്. അതു വിരൽ കൊണ്ടോ നാവു കൊണ്ടോ തൊടേണ്ട താമസം, അലിഞ്ഞു പോകുന്നു. ഒരു തരംഗ—എലക്ട്രോൺ, ഒരു ഫോട്ടോൺ, ഒരു സംഭവ്യതാതരംഗം—അവ ഇന്ദ്രിയഗോചരമാവില്ല. അണുപ്രപഞ്ചത്തിലെ ഗണിതശാസ്ത്രസംബന്ധിയായ ബന്ധങ്ങളെ പ്രകാശിപ്പിക്കാൻ പ്രയോജനപ്പെടുന്ന വെറും പ്രതിരൂപങ്ങൾ മാത്രമാണവ.

ആധുനികശാസ്ത്രം എന്തിന്ന് ഇത്തരം ദുഗ്രഹങ്ങളായ വി

വരണസമ്പ്രദായങ്ങൾ ഉപയോഗപ്പെടുത്തണം എന്ന ചോദ്യത്തിനു ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ മറുപടി പറയുന്നു: ഗോചരസീമയ്ക്കപ്പുറത്തെ മൌലികപ്രതിഭാസത്തെ ഏതു യാന്ത്രികമാതൃകയെക്കാളുമേറെ കൃത്യമായി നിർവ്വചിക്കുന്നത് ക്വാണ്ടം ഭൌതികശാസ്ത്രത്തിൻെറ സമീകരണങ്ങൾ ആകകൊണ്ട്. ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ, അവ കാര്യം നേടുന്നു. അണുബോംബിനെ വിരിയിച്ച കണക്കുകൂട്ടലുകൾ അതു പരക്കെ ബോധ്യമാകുമാറു തെളിയിച്ചു കഴിഞ്ഞതാണല്ലൊ. അതുകൊണ്ട് പ്രായോഗികഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ ഉന്നം, പ്രകൃതിനിയമങ്ങളെ ഏറെയേറെ കണിശമായ ഗണിതശാസ്ത്രഭാഷയിൽ രൂപപ്പെടുത്തി വെക്കുകയാണ്. പത്തൊമ്പതാം നൂററാണ്ടിലെ ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ വൈദ്യുതിയെ ദ്രവരൂപമായി വിഭാവനം ചെയ്യുകയും, ആ രൂപകം മനസ്സിൽ വെച്ചു കൊണ്ട് നമ്മുടെ ഇന്നത്തെ വൈദ്യുതയുഗത്തെ ഉൽപാദിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യേടത്ത്, ഇരുപതാം നൂററാണ്ടിലെ ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ വാസന രൂപകങ്ങളെ ഒഴിവാക്കാനാണ്. വിദ്യുച്ഛക്തി ഒരു ദ്രവമല്ലെന്ന് അവന്നറിയാം. ‘‘തരംഗ’’ങ്ങൾ, ‘‘കണ’’ങ്ങൾ മുതലായ ചിത്രസംകൽപങ്ങൾ, പുതിയ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളുടെ വഴിക്കുള്ള ചൂണ്ടുപലകകളായി ഉപയോഗപ്പെടുന്നുവെങ്കിലും, യാഥാർത്ഥ്യത്തിൻെറ കണിശമായ ചിത്രണമായി സ്വീകരിക്കപ്പെട്ടു കൂടെന്നും അവന്നറിയാം. ഗണിതശാസ്ത്രത്തിൻെറ അമൂർത്തഭാഷയിൽ, വസ്തുക്കൾ എങ്ങിനെ പെരുമാറുന്നു എന്നു വിവരിക്കാൻ അവന്നു കഴിയും—അവ എന്താണെന്നു അവന് അറിഞ്ഞു കൂടാ, അഥവാ അറിയേണ്ടതില്ല, എന്നിരുന്നാലും.

എന്നാൽക്കൂടി, ശാസ്ത്രത്തിൻെറയും യാഥാർത്ഥ്യത്തിൻെറയും നടുവിലുള്ള വിടവ് ഒരു വെല്ലുവിളിയായിക്കാണുന്ന ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഇന്നുണ്ട്. ക്വാണ്ടം ഭൌതികശാസ്ത്രം ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന സ്ഥിതിവിവരക്കണക്കുകളുടെ മാർഗ്ഗം ഒരു താൽക്കാലികോപായം മാത്രമായിരിക്കണം എന്ന പ്രത്യാശ ഐൻസ്റ്റൈൻ ഒന്നിലധികം പ്രാവശ്യം പ്രകാശിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്. ‘‘ഈശ്വരൻ ഈ ലോകത്തെ

ക്കൊണ്ടു ചതുരംഗം കളിക്കുകയാണെന്നു വിശ്വസിക്കാൻ എന്നെക്കൊണ്ടാവില്ല'' എന്നദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. ശാസ്ത്രത്തിന്റെ നിരീക്ഷണത്തിന്റെ ഫലങ്ങളെ റിപ്പോർട്ടു് ചെയ്യുവാനും പരസ്പരം ബന്ധപ്പെടുത്തുവാനും മാത്രമേ സാധിക്കുകയുള്ളു എന്ന പ്രത്യക്ഷവാദത്തെ അദ്ദേഹം തള്ളിക്കളഞ്ഞു. ചിട്ടപ്പെട്ട സുസ്വരമായ ഒരു പ്രപഞ്ചത്തിൽ അദ്ദേഹം വിശ്വസിച്ചു. ജിജ്ഞാസുവായ മനുഷ്യന്നു ഇനിയും ഭൗതികയാഥാർത്ഥ്യത്തിന്റെ ജ്ഞാനം കൈവന്നു കൂടായ്കയില്ല എന്നദ്ദേഹം വിശ്വസിച്ചു. ഈ ലക്ഷ്യപ്രാപ്തിക്കായി അദ്ദേഹം അണുവിന്റെ ഉള്ളിലേക്കല്ല നോക്കിയതു്, പുറത്തേക്കു് നക്ഷത്രങ്ങളുടെ നേക്കു്, അവയ്ക്കുമപ്പുറത്തു് അനന്തവിശാലവും അത്യന്താഗാധവുമായ നിശ്ശൂന്യാകാശത്തിലേക്കു്, സ്ഥലകാലങ്ങളുടെ നേക്കു്, ആണു്.

V

"മനുഷ്യൻെറ ജ്ഞാനത്തെപ്പററി" (On Human Understanding) എന്ന തൻെറ മഹാഗ്രന്ഥത്തിൽ ജോൺ ലോക്ക് മുന്നൂറു കൊല്ലം മുമ്പ് എഴുതി: "ഒരു ചതുരംഗപ്പലകയിൽ നാം നിരത്തി വെച്ച അതേ കള്ളികളിൽത്തന്നെ നിൽക്കുന്ന ഒരു കൂട്ടം കരുക്കളെപ്പററി അവ അതേ സ്ഥാനത്താണെന്ന്, അഥവാ അവ നീങ്ങുകയുണ്ടായിട്ടില്ലെന്നു നാം പറയുന്നു, ഒരു പക്ഷേ ഇതിനകം ചതുരംഗപ്പലക ഒരു മുറിയിൽ നിന്നു മറെറാരു മുറിയിലേക്കു മാററിയിരിക്കാമെന്നു വന്നാൽ പോലും....ഈ ചതുരംഗപ്പലകയോ? അതു കപ്പൽമുറിയുടെ ഒരേ ഭാഗത്തു തന്നെ തുടരുന്നതായാൽ അപ്പോഴും നാം പറയും പലക അതേ സ്ഥാനത്താണെന്ന് —ഒരു പക്ഷേ, ആ പലക നില്ക്കുന്ന കപ്പൽ ഈ സമയമത്രയും ഓടിക്കൊണ്ടിരിക്കയാണെന്നിരുന്നാൽ കൂടി. കപ്പൽ അടുത്തുള്ള കരയിൽ നിന്നു ഒരേ ദൂരം പുലർത്തിപ്പോരുന്നതായാൽ, അപ്പോഴും നാം പറയും കപ്പൽ അതേ സ്ഥാനത്താണെന്ന്—ഈ സമയത്തിനകം ഭൂമി ഒന്നു ചുററിത്തിരിഞ്ഞു കഴിഞ്ഞു എന്നു വന്നാൽ പോലും. അങ്ങിനെ നോക്കിയാൽ, കരുക്കളും പലകയും കപ്പലും, അവ ഓരോന്നും, കൂടുതൽ ദൂരത്തുള്ള വസ്തുക്കളെ അപേക്ഷിച്ച് സ്ഥാനം മാറീട്ടുണ്ടെന്നു കാണാം."

ചലിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന, എന്നാൽ ചലിപ്പിക്കപ്പെടാത്ത, ചതുരംഗക്കരുക്കളുടെ ഈ കൊച്ചുചിത്രത്തിൽ സാപേക്ഷതയുടെ ഒരു തത്വം അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു—സ്ഥാനത്തിൻെറ സാപേക്ഷത. പക്ഷേ ഇവിടെ മറെറാരാശയം —ഗതിസാപേക്ഷത—സൂചിതമായി വരുന്നു. തീവണ്ടിയിൽ വല്ലപ്പോഴും സഞ്ചരിച്ചിട്ടുള്ള ആക്കും അറിയാം, എതിർവശത്തേക്കു സഞ്ചരിക്കുന്ന മറെറാരു വണ്ടി എത്ര വേഗം മിന്നി മറഞ്ഞു കടന്നു പോകുന്നു എന്നും, നേരെ മറി

ച്ച്, അതു താനിരിയ്ക്കുന്ന വണ്ടി പോകുന്ന അതേ വശത്തേയ്ക്കാണ് നീങ്ങുന്നതെങ്കിൽ എങ്ങിനെ മിയ്ക്കുവാറും നിശ്ചലമായി തോന്നിയേയ്ക്കുമെന്നും. ഈ ഫലത്തിൽ വരാവുന്ന ഒരു ഭേദഗതി, ന്യൂയോർക്കിലെ ഗ്രാൻഡ് സെൻട്രൽ ടെർമിനസ് പോലെ മൂടി മറയ്ക്കപ്പെട്ട ഒരു സ്റ്റേഷനിൽ വളരെയധികം തെററുധാരണയുണ്ടാക്കാൻ സമത്ഥമായേയ്ക്കും. വല്ലപ്പോഴമൊരിയ്ക്കൽ ഒരു തീവണ്ടി, യാത്രക്കാർ യാതൊരു പ്രത്യാഘാതവും അനുഭവപ്പെടാത്ത വിധം അത്രയും പതുക്കെ യാത്രയാരംഭിച്ചു എന്നു വരും. അങ്ങിനെയൊരു സന്ദർഭത്തിൽ വണ്ടിമുറിയുടെ ജനലിൽ കൂടി അവർ പുറത്തേക്കു നോക്കുമ്പോൾ അടുത്ത പാതയിൽ കൂടി മററൊരു വണ്ടി നീങ്ങുന്നതു കാണുന്ന പക്ഷം, ഏതു വണ്ടിയാണ് നീങ്ങുന്നത്, ഏതാണിളകാതെ നില്ക്കുന്നത് എന്നറിയാൻ അവക്കു യാതൊരു മാഗ്ഗവുമില്ല. ഏതു വണ്ടി എത്ര വേഗം എങ്ങോട്ടു നീങ്ങുന്നു എന്നു പറയാനും അവർ ആളാവില്ല. തങ്ങളുടെ സ്ഥിതി മനസ്സിലാക്കാൻ അവക്ക് ഒരൊററ വഴിയേ ഉള്ളു: വണ്ടിയുടെ മറുവശത്തുടെ പുറത്തു സ്റ്റേഷൻ പ്ലാററ്ഫോറമോ അടയാളവിളക്കോ പോലെ ഒത്തു നോക്കാൻ പററിയ ഒരു സ്ഥിരവസ്തുവെ നോക്കിക്കാണുക. ഗതിയുടെ ഈ ജാലങ്ങൾ സർ ഐസക് ന്യൂട്ടന്ന് അറിയാമായിരുന്നു; അദ്ദേഹം, പക്ഷേ, കപ്പലുകളെ ആധാരമാക്കി ചിന്തിച്ചു എന്നു മാത്രം. ശാന്തമായ ഒരു ദിവസമാണെങ്കിൽ കടലിൽ വെച്ചും നാവികന്ന്, തൻെറ കപ്പൽ തുറമുഖത്തു നിശ്ചലമായി നില്ക്കുമ്പോൾ സാധിയ്ക്കുന്നതുപോലെ, അത്രയും സുഖമായി ക്ഷൌരം ചെയ്യുകയോ സൂപ്പു കുടിയ്ക്കുകയോ ഒക്കെ ആവാം എന്നദ്ദേഹത്തിന്നറിയാമായിരുന്നു. കപ്പൽ അഞ്ചു നാഴികയോ പതിനഞ്ചുനാഴികയോ ഇരുപത്തഞ്ചുനാഴികയോ വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിച്ചു കൊള്ളട്ടെ, അവൻെറ പാത്രത്തിലെ വെള്ളവും കോപ്പയിലെ സൂപ്പും ഇളകാതെ നില്ക്കും. പുറത്തു കടലിലേയ്ക്കു നോക്കുന്നില്ലെങ്കിൽ തൻെറ കപ്പൽ എത്ര വേഗം സഞ്ചരിയ്ക്കുന്നു എന്നോ, അതു സഞ്ചരിയ്ക്കുന്നുണ്ടെന്നു തന്നെയോ, അറിയുക അവന്ന് അസാധ്യമാവും. കടൽ കോളു പിടിയ്ക്കുകയോ കപ്പൽ പെട്ടെന്നു ഗതി മാററുകയോ ചെയ്യു

ന്ന പക്ഷം അപ്പോൾ അവന്നു തന്റെ ചലാവസ്ഥയെക്കുറിച്ചു ബോധമുണ്ടാകും എന്നതു ശരി തന്നെ. എന്നാൽ കണ്ണാടി പോലെ ശാന്തമായ കടൽ, ഒച്ചയുണ്ടാക്കാത്ത ഒരു കപ്പൽ—ആദൎശഭൂതമായ ഈ അവസ്ഥകൾ ഉണ്ടെന്നു സമ്മതിച്ചു കഴിഞ്ഞാൽ പിന്നെ, കപ്പലിന്റെ ഡെക്കിന്നു ചുവട്ടിൽ സംഭവിയ്ക്കുന്ന യാതൊന്നു കൊണ്ടും—കപ്പലിന്റെ *അകത്തു* വെച്ചു നടത്തുന്ന ഏതു നിരീക്ഷണം കൊണ്ടും യാന്ത്രികപരീക്ഷണം കൊണ്ടും—കടലിലെ അതിന്റെ ഗതിവേഗം വെളിപ്പെടുകയില്ല. ഈ പരിഗണനകളിൽ നിന്നു പൊന്തി വരുന്ന ഭൌതികതത്വത്തെ 1687-ൽ ന്യൂട്ടൺ രൂപപ്പെടുത്തി വെച്ചിട്ടുണ്ട്. അദ്ദേഹം എഴുതി: "ഒരു പരിമിതസ്ഥലത്തുൾപ്പെട്ടു നില്ക്കുന്ന വസ്തുക്കളുടെ ഗതികൾ, ആ സ്ഥലം നിശ്ചലമായാലാകട്ടെ ഒരു നേർവരയിലൂടെ സമമായി മുന്നോട്ടു നീങ്ങുകയാണെങ്കിലാവട്ടെ, ആ വസ്തുക്കളെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം ഒന്നു തന്നെയായിരിയ്ക്കും." ഇതിനെയാണ് ന്യൂട്ടന്റെ അഥവാ ഗാലിലേയോയുടെ സാപേക്ഷതാതത്വം എന്നു പറയുന്നത്. അതു തന്നെ കൂടുതൽ വിശാലമായ ഭാഷയിൽ പറയാം: ഒരു സ്ഥലത്തു ബാധകമായ ഗതിനിയമങ്ങൾ ആ സ്ഥലത്തെ അപേക്ഷിച്ചു സമനിലയിൽ ചലിയ്ക്കുന്ന മറേറതു സ്ഥലത്തും ബാധകമാകും.

* * *

ഈ തത്വത്തിന്റെ ദാൎശനികപ്രാധാന്യം, അതു പ്രപഞ്ചത്തെക്കുറിച്ച് എന്തു പറയുന്നു എന്നതിലാണ് കിടക്കുന്നത്. ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ലക്ഷ്യം നാം ജീവിയ്ക്കുന്ന ഈ ലോകത്തെ മുഴുവനായും അതിന്റെ എല്ലാ ഭാഗങ്ങളെസ്സംബന്ധിച്ചും വിവരിയ്ക്കുകയാകയാൽ, ശാസ്ത്രജ്ഞന്നു പ്രകൃതിയുടെ സുസ്വരതയിൽ വിശ്വാസമുണ്ടാകണമെന്നത് അവനെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം ഒഴിച്ചു കൂടാത്തതാണ്. ഈ ഭൂമിയിൽ തനിയ്ക്കു വെളിപ്പെടുത്തിക്കിട്ടുന്ന ഭൌതികനിയമങ്ങൾ വാസ്തവത്തിൽ പ്രപഞ്ചനിയമങ്ങൾ തന്നെയാണെന്ന് അവൻ വിശ്വസിയ്ക്കുണം. അങ്ങിനെ ഒരാപ്പിൾപഴത്തിന്റെ പതനത്തെ സൂര്യന്നു ചുററുമുള്ള ഗ്രഹ

ങ്ങളുടെ ഭ്രമണത്തോടു ബന്ധപ്പെടുത്തുമ്പോഴ് ന്യൂട്ടൺ ഒരു പ്രപഞ്ചനിയമത്തിന്മേലാണ് ചെന്നു മുട്ടിയത്. അദ്ദേഹം തൻെറ ഗതിസാപേക്ഷതാതത്വത്തെ ഉദാഹരിച്ചതു കടലിലെ കപ്പലിനെക്കൊണ്ടാണെങ്കിലും, അദ്ദേഹത്തിനു യഥാർത്ഥത്തിൽ മനസ്സിലുണ്ടായിരുന്ന കപ്പൽ ഭൂമിയായിരുന്നു. ശാസ്ത്രത്തിൻെറ സാധാരണ കാര്യങ്ങൾക്കൊക്കെയും ഭൂമിയെ ഒരു സ്ഥിരവ്യവസ്ഥയായി പരിഗണിയ്ക്കാം. മലകൾ, മരങ്ങൾ, വീടുകൾ എന്നിവ നിശ്ചലങ്ങളും ജന്തുക്കൾ, മോട്ടോർവണ്ടികൾ, വിമാനങ്ങൾ എന്നിവ ചലങ്ങളും ആണെന്ന്, വേണമെങ്കിൽ, നമുക്കു പറയാം. എന്നാൽ ഒരു നക്ഷത്രഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ ദൃഷ്ടിയിൽ ഭൂമി നിശ്ചലമായിരിയ്ക്കുന്നതിനു പകരം ആകാശത്തിലൂടെ അതിസങ്കീർണ്ണവും അമ്പരപ്പിയ്ക്കുന്നതുമായ മട്ടിൽ സത്വരം ചുററിക്കൊണ്ടിരിയ്ക്കുകയാണ്. ഭൂമി മണിക്കൂറിൽ 1000 നാഴിക കണ്ടു് സ്വന്തം അച്ചുതണ്ടിന്മേലുള്ള ദൈനികഭ്രമണത്തിന്നും സെക്കണ്ടിൽ ഇരുപതു നാഴിക കണ്ടു് സൂര്യനു ചുററുമുള്ള വാർഷികപരിവർത്തനത്തിന്നും, പുറമെ അത്ര തന്നെ പരിചിതങ്ങളല്ലാത്ത വേറെയും ഒട്ടേറെ കറങ്ങലുകൾക്കു വിധേയമാണ്. പരക്കെ വിശ്വസിയ്ക്കപ്പെടുന്നതു പോലെ, ചന്ദ്രൻ ഭൂമിയ്ക്കു ചുററും പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്നില്ല; അവ പരസ്പരം പരിവർത്തനം ചെയ്യുകയാകുന്നു—അഥവാ കുറച്ചു കൂടി കണിശമായി പറഞ്ഞാൽ ഒരു പൊതുഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിനു ചുററും പരിവർത്തനം ചെയ്യുകയാണ്. കൂടാതെ, സൌരമണ്ഡലം മുഴുക്കെ അടുത്ത (പ്രാദേശിക) നക്ഷത്രവ്യൂഹത്തിനുള്ളിൽ സെക്കണ്ടിൽ 13 നാഴിക കണ്ടു സഞ്ചരിയ്ക്കുന്നുണ്ട്. പ്രാദേശികനക്ഷത്രവ്യൂഹമാകട്ടെ ആകാശഗംഗയ്ക്കുള്ളിൽ സെക്കണ്ടിൽ 200 നാഴിക കണ്ടു സഞ്ചരിയ്ക്കുന്നു. ആകാശഗംഗ മുഴുക്കെയോ, വിദൂരസ്ഥങ്ങളായ ബാഹ്യാകാശഗംഗകളെ (നക്ഷത്രസമൂഹങ്ങളെ) അപേക്ഷിച്ചു സെക്കണ്ടിൽ 100 നാഴിക കണ്ടു നീങ്ങുകയും. ഇതൊക്കെത്തന്നെ വ്യത്യസ്തങ്ങളായ വശങ്ങളിലേയ്ക്കും!

ന്യൂട്ടന്ന് അന്നു ഭൂചലനങ്ങളുടെ മുഴുവൻ സങ്കീർണ്ണതയും അറിയുക സാദ്ധ്യമായിരുന്നില്ലെങ്കിലും, അമ്പരപ്പിക്കു

മാറ് ബദ്ധപ്പെടുന്ന ഒരു പ്രപഞ്ചത്തിൽ സാപേക്ഷഗതിയെ യഥാർത്ഥ (അഥവാ 'കേവല') ഗതിയിൽ നിന്നു തിരിച്ചറിയുന്ന പ്രശ്നം അദ്ദേഹത്തെ ക്ലേശിപ്പിച്ചിരുന്നു. ''സ്ഥിരനക്ഷത്രങ്ങളുടേതായ വിദൂരമണ്ഡലങ്ങളിൽ, അഥവാ അവയ്ക്കു വളരെ അപ്പുറം, കേവലം നിശ്ചലമായ ഏതോ വസ്തുവുണ്ടാകാം'' എന്നദ്ദേഹം അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. പക്ഷേ മനുഷ്യന്റെ ഗോചരസീമയിൽ പെട്ട വല്ല വാനവസ്തുവെയും കൊണ്ടു് അതു തെളിയിക്കുവാൻ യാതൊരു വഴിയുമില്ലെന്നു് അദ്ദേഹം സമ്മതിച്ചു. നേരെ മറിച്ചു്, കേവലഗതിയെ ആധാരമാക്കി നക്ഷത്രങ്ങളുടേയും നക്ഷത്രസമൂഹങ്ങളുടേയും പരിവർത്തനത്തെ ബന്ധപ്പെടുത്താൻ പാകത്തിൽ ആകാശത്തെത്തന്നെ ഒരു സ്ഥിരമാപനവ്യവസ്ഥയായുപയോഗപ്പെടുത്താൻ പററിയേക്കും എന്നു ന്യൂട്ടൺ കരുതി. അദ്ദേഹം ആകാശത്തെ സ്ഥിരവും നിശ്ചലവുമായ ഒരു ഭൌതികയാഥാർത്ഥ്യമായി കണക്കാക്കി. ശാസ്ത്രത്തിന്റെ തക്ക്യുക്തി കൊണ്ടു് ഈ വിശ്വാസത്തെ ഉറപ്പിക്കാൻ സാധിക്കാതിരുന്നിട്ടും അദ്ദേഹം തന്റെ ദൈവവിശ്വാസത്തെ ആധാരമാക്കി അതിനോടൊട്ടിപ്പിടിച്ചു നില്ക്കുക തന്നെ ചെയ്തു. കാരണം, ന്യൂട്ടന്റെ ദൃഷ്ടിയിൽ, ആകാശം പ്രകൃതിയിൽ ഈശ്വരന്റെ ഐശ്വരമായ സർവ്വവ്യാപിത്വത്തിന്റെ പ്രതീകമാകുന്നു.

അടുത്ത രണ്ടു നൂററാണ്ടു കാലം, ന്യൂട്ടന്റെ ഈ അഭിപ്രായം നില നില്ക്കാൻ തന്നെയാണു് ഇടയുള്ളതെന്നു തോന്നി. എന്തു കൊണ്ടെന്നാൽ, പ്രകാശത്തെസ്സംബന്ധിച്ച തരംഗസിദ്ധാന്തം വളന്നു വന്നതോടു കൂടി ഒഴിഞ്ഞു കിടക്കുന്ന ആകാശത്തിന്നു ചില ഗതിഗുണങ്ങളൊക്കെ കല്പിക്കേണ്ടതാവശ്യമാണെന്നു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കണ്ടു. ആകാശം എന്നതു് ഏതോ തരത്തിലുള്ള ഒരു വസ്തുസാരമാണെന്നു തന്നെ സങ്കല്പിക്കേണ്ടിയിരുന്നു. ന്യൂട്ടന്റെ കാലത്തിന്നു മുമ്പു തന്നെ ഡെസ്കാർട്ടെ എന്ന ഫ്രഞ്ചു് ദാശനികൻ, വസ്തുക്കറം ദൂരം കൊണ്ടു വേർതിരിക്കപ്പെടുന്നു എന്നതു തന്നെ, അവയ്ക്കിടയിൽ ഒരു മാധ്യമം (Medium) ഉണ്ടെന്നു തെളിയിക്കുന്നതായി വാദിച്ചിരുന്നു. പതിനെട്ടും പത്തൊമ്പതും

നൂററാണ്ടുകളിലെ ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കാകട്ടെ, വെളിച്ചം തരംഗനിർമ്മിതമാണെങ്കിൽ ആ തരംഗങ്ങൾക്കു താങ്ങായി, കടൽത്തിരകളെ പ്രചരിപ്പിക്കുന്ന വെള്ളം പോലെയും നാം ശബ്ദമെന്നു പറയുന്ന കമ്പനങ്ങളെ പ്രേഷണം ചെയ്യുന്ന വായു പോലെയും, എന്തെങ്കിലും ഒരു മാധ്യമം കൂടിയേ കഴിയൂ എന്നതു സ്പഷ്ടമായിരുന്നു. അതുകൊണ്ട് ഒരു ശൂന്യസ്ഥലത്തുകൂടെ വെളിച്ചത്തിന്നു സഞ്ചരിക്കാമെന്നു പരീക്ഷണങ്ങൾ തെളിയിച്ചപ്പോൾ, ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ''ഈതർ'' എന്നൊരു സങ്കല്പവസ്തുവെ വിഭാവനം ചെയ്തു. അത് എല്ലാ സ്ഥലത്തും എല്ലാ പദാർത്ഥങ്ങളിലും നിറഞ്ഞിരിക്കണം എന്ന് അവർ തീരുമാനിച്ചു. കുറെ കഴിഞ്ഞു്, ഫാരഡേ, വൈദ്യുതശക്തികളെയും കാന്തശക്തികളെയും വഹിക്കുന്നതായി മറെറാരു തരം ഈതറിനെ വിവരിയ്ക്കുകയുണ്ടായി. ഒടുക്കം മാക്സ്വെൽ വെളിച്ചത്തിന്നു വിദ്യുൽകാന്തക്ഷോഭവുമായി അഭേദം സ്ഥാപിച്ചപ്പോൾ, ഈതറിൻെറ ഭാഗത്തെ വാദം ഉറച്ചു കഴിഞ്ഞതായിത്തന്നെ തോന്നി.

* * * *

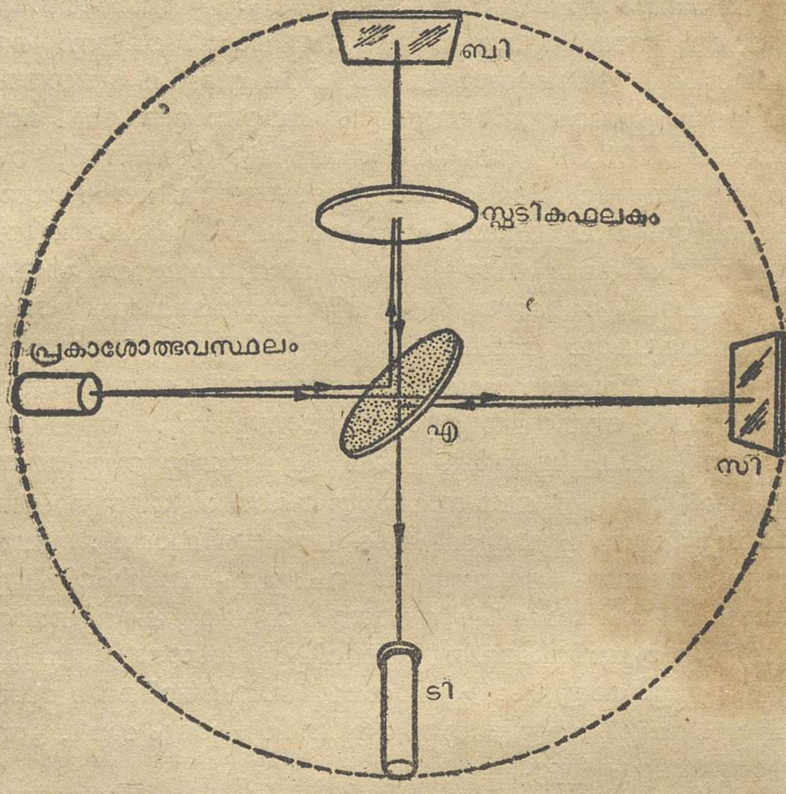
നക്ഷത്രങ്ങൾക്ക് ഇഷ്ടം പോലെ അലയാവുന്നതും വെളിച്ചത്തിന്നു, കുഴമ്പു നിറച്ച ഒരു പാത്രത്തിലൂടെ കമ്പനത്തിന്നെന്ന പോലെ, സഞ്ചരിക്കാവുന്നതുമായ ഒരദൃശ്യമാധ്യമത്താൽ വ്യാപ്തമായ ഒരു പ്രപഞ്ചം ന്യൂട്ടോണിയൻ ഭൌതികശാസ്ത്രത്തിൻെറ അന്ത്യഫലമായിരുന്നു. അതു് അറിയപ്പെടുന്ന എല്ലാ പ്രകൃതിപ്രതിഭാസങ്ങൾക്കും ഒരു യാന്ത്രികമാതൃകയായിത്തീൎന്നു. ന്യൂട്ടൻെറ സങ്കല്പപ്രപഞ്ചത്തിന് ആവശ്യമായിരുന്ന സ്ഥിരമായ മാപനവ്യവസ്ഥയും—കേവലവും നീക്കുപോക്കില്ലാത്തതുമായ ആകാശം—അതിനാൽ കൈവന്നു. എന്നിരുന്നാലും 'ഈതർ' ഏതാനും പ്രശ്നങ്ങളെ ഉന്നയിച്ചു. അതിൻെറ അസ്തിത്വം തെളിയിയ്ക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ല എന്നത് അക്കൂട്ടത്തിൽ അപ്രധാനമായിരുന്നില്ല. ഈതർ എന്നു പറയുന്ന അങ്ങിനെയൊരു വസ്തുവുണ്ടോ എന്ന് എല്ലാക്കാലത്തേയ്ക്കും ഉപകരിയ്ക്കുമാറു് കണ്ടെത്താൻ എ. എ. മിക്കൽസൻ, എന്നും

ഇ. ഡബ്ല്യൂ. മോർലി എന്നും പേരായ രണ്ടു അമേരിക്കൻ ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ 1881-ൽ ക്ലീവ്ലൻഡിൽ വെച്ച് പ്രഖ്യാതമായ ഒരു പരീക്ഷണം നടത്തി.

അവരുടെ പരീക്ഷണത്തിന്നു് അടിസ്ഥാനഭൂതമായ തത്വം വളരെ സരളമാണ്. ആകാശം മുഴക്കെ ഈതറിൻെറ ഒരു നിശ്ചലസമുദ്രമാണെങ്കിൽ, അപ്പോഠം ഈതറിലൂടെയുള്ള ഭൂമിയുടെ ഗതി, കടലിലൂടെയുള്ള ഒരു കപ്പലിൻെറ ഗതിവേഗത്തെ കപ്പൽക്കാർ അളക്കുന്ന് അതേ രീതിയിൽ, കണ്ടെത്താനും അളക്കാനും കഴിയേണ്ടതാണ് എന്നു അവർ യുക്തിപൂർവ്വം വാദിച്ചു. ന്യൂട്ടൻ ചൂണ്ടിക്കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു പോലെ, ശാന്തജലത്തിലൂടെയുള്ള ഒരു കപ്പലിൻെറ ഗതി, കപ്പലിൻെറ അകത്തു വെച്ചു നടത്തുന്ന യാതൊരു ഗതിപരീക്ഷണം കൊണ്ടും കണ്ടുപിടിക്കുക സാധ്യമല്ല. കപ്പൽക്കാർ ലോഗ് എന്നു പറയുന്ന വേഗമാത്ര കടലിലേക്കെറിയുകയും ലോഗ് ലൈനിലെ കെട്ടഴിയുന്നതു നോക്കിക്കാണുകയും ചെയ്തു്—അങ്ങിനെയാണ് കപ്പലിൻെറ ഗതിവേഗം കണക്കാക്കുന്നത്. അതു കൊണ്ട്, ഈതർക്കടലിലൂടെയുള്ള ഭൂമിയുടെ ഗതി കണ്ടുപിടിക്കാൻ മിക്കെൽസനും മോർലിയും ഒരു ലോഗ് പുറത്തേക്കെറിഞ്ഞു—ഇവിടെ ലോഗ് എന്നത് ഒരു പ്രകാശരശ്മിസമൂഹമാണെന്നു മാത്രം. കാരണം, യഥാർത്ഥത്തിൽ വെളിച്ചം ഈതറിലൂടെയാണ് സഞ്ചരിക്കുന്നതെങ്കിൽ ഭൂമിയുടെ ചലനത്താൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഈതർപ്രവാഹം അതിൻെറ (വെളിച്ചത്തിൻെറ) ഗതിവേഗത്തെ ബാധിക്കേണ്ടതാണ്. പ്രത്യേകമായി പറഞ്ഞാൽ, ഭൂമിയുടെ ചലനത്തിൻെറ അതേ ഭാഗത്തേക്കു് ക്ഷേപണം ചെയ്യുന്ന ഒരു പ്രകാശരശ്മി, ഈതർപ്രവാഹത്താൽ ഒട്ടൊന്നു മന്ദീഭവിക്കണം. ഒഴുക്കിനെതിരായി നീന്തുന്ന ഒരാളുടെ ഗതി തടസ്സപ്പെടുന്നതു പോലെയാണിതും. വ്യത്യാസം വളരെ ലഘുവായിരിക്കും. കാരണം, വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതിവേഗം (അത് 1849-ൽ തന്നെ കണിശമായി തിട്ടപ്പെട്ടത്തീട്ടുണ്ട്) സെക്കണ്ടിൽ 186,284 നാഴികയാണ്; സൂര്യനു ചുററുമുള്ള പരിവർത്തനത്തിൽ ഭൂമിയുടെ ഗതിവേഗമാക

ട്ടെ സെക്കണ്ടിൽ 20 നാഴിക മാത്രവും. അങ്ങിനെയാവുമ്പോാം ഈതർപ്രവാഹത്തിന്നെതിരായി വിടുന്ന ഒരു പ്രകാശരശ്മി സെക്കണ്ടിൽ 186,264 നാഴിക വേഗത്തിലും ഈതർപ്രവാഹത്തിനൊപ്പിച്ചു വിടുന്ന ഒരു രശ്മി സെക്കണ്ടിൽ 186,304 നാഴികക്കണക്കിലും സഞ്ചരിക്കണം. ഈ ആശയങ്ങരം ഉള്ളിൽ വെച്ചു കൊണ്ട് മിക്കെൽസനും മോർലിയും വെളിച്ചത്തിൻെറ ഈ വമ്പിച്ച വേഗത്തിൽ, സെക്കണ്ടിൽ ഒരു നാഴികയുടെ ലഘുവായ ഒരംശത്തിൻെറ പോലും ഭേദത്തെ കണ്ടു പിടിയ്ക്കത്തക്കവണ്ണം അത്ര സൂക്ഷ്മലോലമായ ഒരുപകരണം നിമ്മിച്ചു. ''വ്യതികരണമാത്ര'' (Interferometer), എന്നാണവർ അതിന്നു നൽകിയ പേർ. അത് ഒരു കൂട്ടം ദപ്പണങ്ങളാണ്. അവ ക്രമപ്പെടുത്തി വെച്ചിട്ടുള്ളത്, ഒരു പ്രകാശരശ്മിസമൂഹത്തെ രണ്ടാക്കി ഭേദിച്ച് ഒരേ സമയത്തു തന്നെ വ്യത്യസ്തഭാഗങ്ങളിലേയ്ക്കു മിന്നിച്ചയയ്ക്കാൻ തക്ക പാകത്തിലാണ്. പരീക്ഷണം മുഴവനും ആസൂത്രണം ചെയ്യതും നിവ്വഹിച്ചതും വളരെ ക്ലേശം സഹിച്ചു കൊണ്ടും വളരെ കണിശമായുമാണ്. അതിൻെറ ഫലങ്ങളെക്കുറിച്ച് സംശയിയ്ക്കാനില്ല. ഫലം ഇത്ര മാത്രവും: പ്രകാശരശ്മിസമൂഹത്തിൻെറ വേഗത്തിനു, അതു് ഏതു ഭാഗത്തേയ്ക്കു തിരിച്ചാലും ശരി, യാതൊരു ഭേദവും ഇല്ല.

മിക്കൽസൻ—മോർലി പരീക്ഷണത്തിൻെറ ഫലമായി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാക്ക് അമ്പരപ്പുണ്ടാകുന്ന മാഗ്ഗാന്തരങ്ങളെ അഭിമുഖീകരിയ്ക്കേണ്ടി വന്നു. ഒരു ഭാഗത്ത് അവക്ക് വൈദ്യുതി, കാന്തശക്തി, വെളിച്ചം എന്നിവയെസ്സംബന്ധിച്ചു വളരെയേറെ കാര്യങ്ങരം വിവരിച്ചു തന്ന ഈതർസിദ്ധാന്തത്തെ കൈയൊഴിയ്ക്കാം. അഥവാ ഈതറിനെ നില നിത്തണമെന്നു നിബ്ബന്ധമുള്ള പക്ഷം, അതിലുമധികം ആദരണീയമായ, ഭൂമി ചലിച്ചു കൊണ്ടിരിയ്ക്കുകയാണെന്ന, കോപ്പർനിക്കൻ സിദ്ധാന്തം ഉപേക്ഷിയ്ക്കേണ്ടി വരും. തരംഗങ്ങരംക്ക്—പ്രകാശതരംഗങ്ങരംക്കും വിദ്യുൽകാന്തതരംഗങ്ങരംക്കും—അവയ്ക്കാധാരമായി ഒരു മാധ്യമമില്ലാതെ നില നില്ക്കാമെന്നതിനേക്കാരം ഭൂമി നിശ്ചലമായി



[മിക്കൽസൻ—മോർലി വ്യതികരണമാത്ര ദർപ്പണങ്ങളുടെ ഒരു തരം വ്യവസ്ഥയാണ്. ഒരു പ്രകാശോത്ഭവസ്ഥാനത്തു നിന്നു് (മുകളിൽ ഇടത്ത്) ക്ഷേപണം ചെയ്യുന്ന ഒരു രശ്മിസമൂഹത്തെ ഭാഗിച്ച് ഒരേ സമയത്തു രണ്ടു ഭാഗങ്ങളിലേക്കയയ്ക്കാൻ തക്ക വിധമാണ് ദർപ്പണങ്ങൾ സജ്ജീകരിച്ചിട്ടുള്ളത്. എ. എന്ന ദർപ്പണമാണ് ഇങ്ങിനെ ചെയ്യുക. അതിൻെറ മുഖത്തു വളരെ നേരിയ ഒരു രസത്തേപ്പേ ഉള്ളു. അതു നിമിത്തം രശ്മിസമൂഹത്തിൽ ഒരംശത്തിനു ദർപ്പണത്തിലൂടെ കടന്നു സി (വലത്ത്) എന്ന ദർപ്പണത്തിലേയ്ക്കു ചെല്ലാം. ബാക്കിയുള്ള അംശം സമകോൺ അകലത്തിൽ ബി. എന്ന ദർപ്പണത്തിൻെറ നേർക്കു പ്രതിഫലിയ്ക്കും. പിന്നെ ബി. സി. എന്ന ദർപ്പണങ്ങൾ രശ്മികളെ എ. എന്ന ദർപ്പണത്തിൻെറ നേർക്കു പ്രതിഫലിപ്പിയ്ക്കുന്നു. അവിടെ അവ ഒത്തു ചേർന്നു ടി. എന്ന നിരീക്ഷകദൂരദർശിനിയിലേയ്ക്കു ചെല്ലുന്നു. എസിടി എന്ന രശ്മിസമൂഹത്തിന്നു എ. എന്ന ദർപ്പണത്തിൻെറ പ്രതിഫലകമുഖത്തിൻെറ പിന്നിലുള്ള കണ്ണാടിയുടെ കനത്തിലൂടെ മൂന്നു തവണ കടന്നു പോകേണ്ടതുള്ളതിനാൽ

നില്ക്കുകയാണെന്നു വിശ്വസിയ്ക്കുവാനാണ് ഏറെക്കുറെ എളുപ്പം എന്നായിരുന്നു അനേകം ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ തോന്നൽ. അതൊരു ഗുരുതരമായ കുഴപ്പമായിരുന്നു. ഒരു കാൽ നൂററാണ്ടു കാലത്തോളം അതു ശാസ്ത്രചിന്തനത്തെ പാടേ ഭിന്നിപ്പിച്ചു നിൎത്തുകയും ചെയ്തു. പുതിയ പല സങ്കല്പപ്രമാണങ്ങളും ഉന്നയിയ്ക്കപ്പെട്ടു, ഉപേക്ഷിയ്ക്കപ്പെടുകയും ചെയ്തു. മോർലിയും മററുള്ളവരും പരീക്ഷണം പിന്നെയും നടത്തി നോക്കി. നിഗമനം പഴയതു തന്നെ—ഈതറിലൂടെയുള്ള ഭൂമിയുടെ പ്രത്യക്ഷഗതിവേഗം സൂന്നം തന്നെ.

ഈ വിളംബത്തിന്റെ കോട്ടം തീക്കാൻ തക്കവണ്ണം അത്ര തന്നെ കനമുള്ള ഒരു തെളിഞ്ഞ കണ്ണാടിപ്പലക എബിടി എന്ന രശ്മിസമൂഹത്തെ ഇടയിൽ തടയാനായി എയുടേയും ബിയുടേയും ഇടയിൽ വെയ്ക്കും. സങ്കല്പത്തിലുള്ള ഈതർപ്രവാഹത്തിന്ന് അനുസരിച്ചും വിപരീതമായും സമകോൺ ആയും എ ബി ടിഎന്നും എ സി ടി എന്നുമുള്ള രശ്മിസമൂഹങ്ങളെ അയയ്ക്കാൻ സാധിയ്ക്കത്തക്ക വിധം ഉപകരണമാകെ പല ഭാഗങ്ങളിലേയ്ക്കും തിരിച്ചു വെച്ചു. ''ഒഴുക്കിനനുസരിച്ചു''ള്ള ഗതിയുടെ (ഉദാഹരണത്തിനു ബിയിൽ നിന്ന് എയിലേയ്ക്കുള്ള ഗതിയുടെ) കാലസംബന്ധിയായ കോട്ടം (എയിൽ നിന്നു ബിയിലേയ്ക്കുള്ള) ''ഒഴുക്കിന്നെതിരായ'' ഗതി കൊണ്ടു തീരും എന്ന് ഒററനോട്ടത്തിനു തോന്നിയേയ്ക്കാം. പക്ഷേ കാര്യം അങ്ങിനെയല്ല. ഒഴുക്കിന്നെതിരായി ഒരു നാഴിക മുകളിലോട്ടും പിന്നെ ഒരു നാഴിക താഴോട്ടും ഒരു തോണി തുഴഞ്ഞെത്തിയ്ക്കാൻ, തോണിയുടെ ഒഴുക്കിനു വക കണ്ടാൽ പോലും, നിശ്ചലജലത്തിലോ ഒഴുക്കു മുറിച്ചോ രണ്ടു നാഴിക തോണി തുഴയുന്നതിലുമധികം സമയം പിടിയ്ക്കും. ഈതർപ്രവാഹത്തിന്റെ ഫലമായി ഈ രണ്ടു രശ്മിസമൂഹങ്ങളിൽ ഏതിനെങ്കിലും വേഗവൎദ്ധനയോ വേഗന്യൂനതയോ സംഭവിച്ചുവെങ്കിൽ, ടിയിലുള്ള നിരീക്ഷണോപകരണം അതു കണ്ടുപിടിയ്ക്കുമായിരുന്നു.]

VI

മിക്കെൽസൻ–മോർലി പരീക്ഷണത്തിൻെറ ദുർഗ്ര ഹതയെക്കുറിച്ച ചിന്തിച്ച കൂട്ടത്തിൽ ഒരാം ബേണിലെ ഒരു പേററൻറ് ഓഫീസ് എക്സാമിനറായ ആൽബട്ട് ഐൻസ്റ്റെൻ എന്ന ചെറുപ്പക്കാരനായിരുന്നു. 1905–ൽ അന്നു പ്രായം ഇരുപത്തിയാറു മാത്രമായിരുന്ന അദ്ദേഹം ഈ ദുർഘടപ്രശ്നത്തിനൊരുത്തരം നിർദ്ദേശിച്ചു കൊണ്ട് ഒരു ലഘുപ്രബന്ധം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തി. ഭൌതികചിന്തന ത്തിൻെറ ഒരു പുതുലോകം തന്നെ തുറന്നു കാണിക്കുന്ന അ ടിസ്ഥാനത്തിലായിരുന്നു ആ പ്രബന്ധം എഴുതപ്പെട്ടത്. ഈതർസിദ്ധാന്തത്തെ തള്ളിക്കൊണ്ടാണദ്ദേഹത്തിൻെറ തുടക്കം തന്നെ. അതോടൊപ്പം തന്നെ, ആകാശം കേവലം നിശ്ചലമാണ്, അതിൻെറ ഉള്ളിൽ നിന്നു കൊണ്ടു സാപേ ക്ഷഗതിയിൽ നിന്നു കേവലഗതിയെ വേർതിരിച്ചറിയാ വുന്നതാണ്—അങ്ങിനെയുള്ള ഒരു സ്ഥിരവ്യവസ്ഥ അഥ വാ ചട്ടക്കൂട് ആണ് ആകാശം എന്ന ആശയം മുഴക്കെ കൈയൊഴിച്ചു കൊണ്ടും. മിക്കെൽസൻ–മോർലി പരീക്ഷ ണം അവിതർക്ക്യമായി സ്ഥാപിച്ച ഒരു വസ്തുത, ഭൂമിയുടെ ചലനം വെളിച്ചത്തിൻെറ വേഗത്തെ ബാധിക്കുന്നില്ല എന്നാകുന്നു. ഇത് ഒരു പ്രപഞ്ചനിയമത്തിൻെറ വെളി പാടായി ഐൻസ്റ്റെൻ മുറുകെപ്പിടിച്ചു നിന്നു. ഭൂമിയുടെ ഗതി എന്തായാലും വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതിവേഗം സ്ഥി രമാണെങ്കിൽ, അതു് സൂര്യൻെറയോ ചന്ദ്രൻെറയോ നക്ഷ ത്രത്തിൻേറയോ ഉൽക്കയുടേയോ—എന്തിന്, പ്രപഞ്ച ത്തിൽ എവിടെയെങ്കിലും സഞ്ചരിക്കുന്ന ഏതു വ്യവസ്ഥ യുടേയും—ഗതി എങ്ങിനെയിരുന്നാലും സ്ഥിരമായിരി ക്കണം എന്നദ്ദേഹം ന്യായവാദം ചെയ്തു. ഇതിൽ നിന്ന ദ്ദേഹം കൂടുതൽ വ്യാപകമായ ഒരു പൊതുതത്വം ഉന്നയിച്ചു. സമഗതികളായ സമ്പ്രദായങ്ങൾ സകലത്തിനും പ്രകൃതി

നിയമങ്ങൾ ഒന്നു തന്നെ എന്നദ്ദേഹം വാദിച്ചു. സരളമായ ഈ പ്രസ്താവന ഐൻസ്റ്റൈന്റെ സവിശേഷസാപേക്ഷതാവാദത്തിന്റെ സാരാംശമാകുന്നു. സമഗതികളായ എല്ലാ സമ്പ്രദായങ്ങൾക്കും ഗതിനിയമങ്ങൾ ഒന്നു തന്നെ എന്ന ഗാലിലേയോവിന്റെ സാപേക്ഷതാതത്വം അതിലുൾപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. പക്ഷേ അതിന്റെ ഭാഷ കൂടുതൽ വ്യാപകമാണ്; കാരണം, ഐൻസ്റ്റൈൻ ഗതിനിയമങ്ങളെ മാത്രമല്ല വെളിച്ചത്തെയും മററു വിദ്യുൽകാന്തപ്രതിഭാസങ്ങളെയും നിയന്ത്രിക്കുന്ന നിയമങ്ങളെക്കുറിച്ചുകൂടിയും ചിന്തിക്കുകയായിരുന്നു. അങ്ങിനെ അദ്ദേഹം ഒരു മൌലികമായ സിദ്ധാന്തത്തിൽ അവയെ മുഴുവൻ ഒന്നിച്ചു കൂട്ടി നിർത്തി: പ്രകൃതിപ്രതിഭാസങ്ങളൊക്കേയും, പ്രകൃതിനിയമങ്ങളൊക്കേയും, പരസ്പരം സാപേക്ഷമായി സമനിലയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന എല്ലാ വ്യവസ്ഥകൾക്കും ഒന്നു തന്നെ എന്ന സിദ്ധാന്തത്തിൽ.

ഒരു നോക്കിന് ഈ പ്രഖ്യാപനത്തിൽ വളരെ അമ്പരപ്പിക്കുന്നതായി യാതൊന്നുമില്ല. അതു പ്രകൃതിനിയമത്തിലെ സാർവ്വത്രികസുസ്വരതയെക്കുറിച്ച് ശാസ്ത്രജ്ഞന്നുള്ള വിശ്വാസത്തെ ആവർത്തിച്ചുറപ്പിക്കുക മാത്രമേ ചെയ്യുന്നുള്ളു. പ്രപഞ്ചത്തിൽ കേവലവും സ്ഥിരവുമായ ഒരു *പ്രമാണത്തെ*, (Frame of reference) മാപനാടിസ്ഥാനത്തെ, അന്വേഷിക്കേണ്ടതില്ലെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞനെ ഉപദേശിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. പ്രപഞ്ചം ഒരു ചഞ്ചലസ്ഥലമാണ്; നക്ഷത്രങ്ങളും നെബുലകളും നക്ഷത്രസമൂഹങ്ങളും ബാഹ്യാകാശത്തിലെ ഗുരുത്വാകർഷണവ്യവസ്ഥകൾ അത്രയും അനവരതം ചലിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. പക്ഷേ അവയുടെ ചലനങ്ങളെ പരസ്പരസാപേക്ഷമായി മാത്രമേ വിവരിക്കാനൊക്കുകയുള്ളു. കാരണം, ആകാശത്തിലെങ്ങും ദിഗ്ഭാഗങ്ങളില്ല, അതിരുകളുമില്ല. എന്നു മാത്രമല്ല, വെളിച്ചത്തെ ഒരളവുകോലായി ഉപയോഗിച്ച് ഏതെങ്കിലും ഒരു വ്യവസ്ഥയുടെ ''യഥാർത്ഥ''ഗതിവേഗം കണ്ടെത്താൻ ശ്രമിക്കുന്നതു ശാസ്ത്രജ്ഞനെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം വ്യർത്ഥമത്രേ. എന്തു കൊണ്ടെന്നാൽ വെളിച്ചത്തിന്റെ ഗതി

വേഗം പ്രപഞ്ചത്തിലെങ്ങും സ്ഥിരമാണ്—അതിനെ വെളിച്ചത്തിൻെറ ഉത്ഭവസ്ഥാനത്തിനുണ്ടാവുന്ന ഗതിയാകട്ടെ, ഗ്രാഹകത്തിനുണ്ടാവുന്ന ഗതിയാകട്ടെ ബാധിക്കുന്നമില്ല. പ്രകൃതി താരതമ്യപഠനത്തിനു പററിയ കേവലമാനദണ്ഡങ്ങളൊന്നും നല്ലുന്നില്ല. ആകാശമെന്നത് ഐൻസ്റ്റൈന്നു രണ്ടു നൂററാണ്ടു മുമ്പ് ലൈബ്നിററ്സ് എന്ന മറെറാരു മഹാനായ ജമ്മൻ ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞൻ സ്പഷ്ടമായി കണ്ടതു പോലെ, ''വസ്തുക്കളുടെ പരസ്പരബന്ധം, അഥവാ ക്രമം'' മാത്രമാകുന്നു താനും. അതിലിരിക്കാൻ വസ്തുക്കളില്ലെങ്കിൽ അത് ഒന്നുമല്ല, നിശ്ശൂന്യം.

കേവലമായ ആകാശത്തോടൊപ്പം തന്നെ, ഐൻസ്റ്റൈൻ കേവലമായ കാലത്തെയും—അനാദിയായ ഭൂതത്തിൽ നിന്ന് അനന്തമായ ഭാവിയിലേയ്ക്ക് ഒഴുകിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന, അനുസ്യൂതവും അന്യൂനാതിരേകവുമായ, വിട്ടുവീഴ്ചയറിയാത്തതും സാർവ്വത്രികവുമായ, കാലപ്രവാഹത്തെ—കൈയൊഴിച്ചു. സാപേക്ഷതാവാദത്തെ ചുററിനില്ക്കുന്ന ദുർഗ്രഹതയിൽ ഏററിയ കൂറും ഉടലെടുക്കുന്നത്, കാലബോധം വണ്ണബോധത്തെപ്പോലെ ഒരു സംവേദനരൂപമാണെന്നു സമ്മതിയ്ക്കാൻ മനുഷ്യനുള്ള വൈമനസ്യത്തിൽനിന്നാണ്. നിറം കാണാനൊരു കണ്ണില്ലെങ്കിൽ നിറമൊന്നൊന്നില്ല; അതു പോലെത്തന്നെ, ഒരു നിമിഷമെന്നോ ഒരു മണിക്കൂറെന്നോ ഒരു ദിവസമെന്നോ ഒന്നില്ല, അതിനെ അടയാളപ്പെടുത്താനൊരു സംഭവമില്ലെങ്കിൽ. ആകാശം എങ്ങിനെ ഭൌതികവസ്തുക്കളുടെ വെറും ഒരു സംഭവ്യക്രമമായിരിക്കുന്നുവോ അതു പോലെ കാലമെന്നത് സംഭവങ്ങളുടെ ഒരു വെറും സംഭവ്യക്രമമാകുന്നു. കാലത്തിൻെറ ആത്മനിഷ്ഠത ഐൻസ്റ്റൈൻെറ സ്വന്തം വാക്കുകളിൽ വിവരിക്കുകയാവും ഉത്തമം. അദ്ദേഹം പറയുകയാണ്: ''വ്യക്തിയുടെ അനുഭവങ്ങൾ ഒരു സംഭവപരമ്പരയുടെ രൂപത്തിൽ ക്രമപ്പെടുത്തീട്ടുള്ളതായി നമുക്കു തോന്നുന്നു. ഈ പരമ്പരയിൽ നമ്മുടെ ഓമ്മയിലുള്ള ഒററപ്പെട്ട സംഭവങ്ങൾ 'മുൻ' 'പിൻ' എന്ന അടിസ്ഥാനത്തിൽ ചിട്ടപ്പെടുത്തീട്ടുള്ള

തായി തോന്നുന്നു. അതു കൊണ്ട്, വ്യക്തിയെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം ഒരു ''ഞാൻ കാലം'', അഥവാ ആത്മനിഷ്ഠമായ കാലം, നിലവിലുണ്ടെന്നു വരുന്നു. ഇത്, ആ നിലയ്ക്ക്, അളക്കാവുന്നതല്ല. ഒരു മുൻകാലസംഭവത്തെ അപേക്ഷിച്ച് ഒരു പില്ക്കാലസംഭവത്തോടു കൂടുതൽ വലിയൊരു സംഖ്യ ബന്ധപ്പെടത്തക്കവണ്ണം, ഈ സംഭവങ്ങളോടു സംഖ്യകളെ ബന്ധിപ്പിയ്ക്കാൻ തീർച്ചയായും എനിയ്ക്കു സാധിയ്ക്കും. ഈ ബന്ധത്തെ എനിയ്ക്ക് ഒരു ഘടികാരം ഉപയോഗിച്ചു നിർവ്വചിയ്ക്കാം. ഘടികാരം നല്കുന്ന സംഭവക്രമത്തെ നിശ്ചിതസംഭവപരമ്പരയുടെ ക്രമവുമായി ഒത്തു നോക്കുകയേ വേണ്ടൂ. ഒരു ഘടികാരമെന്നു പറഞ്ഞാൽ നാം മനസ്സിലാക്കുന്നത്, എണ്ണാവുന്ന ഒരു സംഭവപരമ്പരയെ ഏല്പിച്ചുതത്തിത്തരുന്ന ഒന്ന് എന്നാണ്.''

നമ്മുടെ സ്വന്തം അനുഭവങ്ങളെ ഒരു ഘടികാരത്തോടോ (ഒരു പഞ്ചാംഗത്തോടോ) ഒത്തു നോക്കുന്നതു കൊണ്ട് നാം കാലത്തെ ഒരു വൈഷയികസങ്കല്പമാക്കിത്തീർക്കുന്നു. എങ്കിലും, ഒരു ഘടികാരമോ പഞ്ചാംഗമോ കുറിക്കുന്ന കാലാന്തരങ്ങൾ ഒരു വിധത്തിലും, ഈശ്വരകല്പനപ്രകാരം പ്രപഞ്ചത്തിന്നു മുഴുവൻ ബാധകമാക്കിച്ചെയ്തിട്ടുള്ള കേവലപരിമാണങ്ങളല്ല. മനുഷ്യൻ ഇന്നോളം ഉപയോഗപ്പെടുത്തീട്ടുള്ള എല്ലാ ഘടികാരങ്ങളും നമ്മുടെ സൌരവ്യവസ്ഥയോടു ബന്ധപ്പെടുത്തീട്ടുള്ളവയാണ്. ഒരു മണിക്കൂർ എന്നു നാം പറയുന്നത്, വാസ്തവത്തിൽ, ആകാശത്തിലൊരളവാണ്—ഖഗോളത്തിൻെറ പ്രത്യക്ഷദൈനികഭ്രമണത്തിൽ 15 ഡിഗ്രിയുടെ ഒരു ചാപഖണ്ഡം (Arc). നാം വർഷമെന്നു വിളിയ്ക്കുന്നതാകട്ടെ, സൂര്യനു ചുററും ഭൂമിക്കു സ്വന്തം മാർഗ്ഗത്തിലൂടെ ഉണ്ടായ പുരോഗതിയുടെ ഒരളവു മാത്രം. എന്നാൽ, ബുധനിലെ ഒരു നിവാസിക്കു കാലത്തെക്കുറിച്ചുള്ള സങ്കല്പങ്ങൾ വളരെ വ്യത്യസ്തങ്ങളായിരിയ്ക്കും. കാരണം, ബുധൻ നമ്മുടെ 88 ദിവസം കൊണ്ടു സൂര്യനു ചുററുമുള്ള യാത്ര നിർവ്വഹിയ്ക്കുന്നു; അതേ സമയം സ്വന്തം അച്ചുതണ്ടിന്മേൽ ഒരൊററ പ്രാവശ്യം ചുററുകയും ചെയ്യുന്നു. അപ്പോൾ, ബുധനിൽ ഒരു കൊല്ലമെന്നും

ഒരു ദിവസമെന്നും പറഞ്ഞാൽ രണ്ടും ഒന്നു തന്നെ. ശാസ്ത്രം സൂര്യന്റെ അയൽപക്കത്തു നിന്നു് അകലേയ്ക്കു നീങ്ങുമ്പോഴാകട്ടെ, കാലത്തെസ്സംബന്ധിച്ച നമ്മുടെ ഭൌമാശയങ്ങൾ പാടേ അർത്ഥശൂന്യമായിത്തീരുന്നു. കാരണം, പ്രമാണഭൂതമായ വ്യവസ്ഥയിൽ നിന്നു വിട്ടു കൊണ്ടു്, അതിൽ നിന്നു സ്വതന്ത്രമായ നിലയിൽ, നിശ്ചിതകാലാന്തരം എന്നൊന്നു് ഇല്ലെന്നാണു് സാപേക്ഷതാവാദം നമ്മോടു പറയുന്നതു്. ഒരു പ്രമാണവ്യവസ്ഥയെ ആശ്രയിക്കാത്ത നിലയിൽ, ഏകകാലത എന്നൊന്നില്ല; ''ഇപ്പോൾ'' എന്നൊന്നില്ല. ഉദാഹരണത്തിന്നു് ന്യൂയോർക്കിലുള്ള ഒരാൾ ലണ്ടനിലുള്ള ഒരു ചങ്ങാതിയോടു് ടെലിഫോണിൽ സംസാരിക്കുകയാണെന്നു വിചാരിക്കുക. ന്യൂയോർക്കിൽ അപ്പോൾ വൈകുന്നേരം ഏഴു മണിയും ലണ്ടനിൽ അദ്ധരാത്രിയും ആണെങ്കിൽ കൂടി, അവർ ''ഒരേ സമയത്തു്'' സംസാരിക്കുന്നു എന്നു നമുക്കു പറയാം. പക്ഷേ അതു്, അവർ രണ്ടു പേരും ഒരേ ഗ്രഹത്തിൽ പാർക്കുന്നവരാകയാലും അവരുടെ ഘടികാരങ്ങൾ ഒരേ നക്ഷത്രവ്യവസ്ഥയോടു ബന്ധപ്പെട്ടുത്തീട്ടുള്ളതിനാലുമാണു്. കാര്യം കുറേക്കൂടി കുഴപ്പം പിടിച്ചതാവും, ഉദാഹരണത്തിനു്, ആർക്ടറസ് നക്ഷത്രത്തിൽ 'ഇതാ ഇപ്പോൾ' എന്തു സംഭവിക്കുന്നു എന്നു അറിയാൻ നാം ശ്രമിക്കുകയാണെങ്കിൽ. ആർക്ടറസ് 38 ദീപ്തിവർഷം അകലെയാണു്. ഒരു ദീപ്തിവർഷം എന്നു പറഞ്ഞാൽ, ഒരു കൊല്ലം കൊണ്ടു വെളിച്ചം സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരമാണു്, മൊത്തത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ ആറു ലക്ഷം കോടി നാഴിക. 'ഇതാ ഇപ്പോൾ' ആർക്ടറസ്സുമായി റേഡിയോ വഴി ബന്ധം സ്ഥാപിക്കുവാൻ നാം ശ്രമിയ്ക്കുന്ന പക്ഷം നമ്മുടെ സന്ദേശം ഉദ്ദിഷ്ടസ്ഥാനത്തെത്താൻ 38 വർഷം പിടിയ്ക്കും, നമുക്കൊരു മറുപടി ലഭിയ്ക്കാൻ പിന്നെയും ഒരു 38 കൊല്ലം കൂടി[1]. ആർക്ടറസ്സിനെ നോക്കിക്കൊണ്ടു് നമ്മൾ ''ഇപ്പോൾ'' അതിനെ കാണുന്നു എന്നു പറയുമ്പോൾ, നാം വാസ്തവത്തിൽ കാണു

1 റേഡിയോതരംഗങ്ങൾ പ്രകാശതരംഗങ്ങളുടെ അതേ വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു.

ന്നത് സങ്കല്പമാത്രമായ ഒന്നാണ്—1918-ൽ സ്വന്തം പ്രഭവസ്ഥാനം വിട്ട പ്രകാശരശ്മികാം, നമ്മുടെ നേത്രനാഡികളിൽ വീശുന്ന ഒരു പ്രതിച്ഛായ മാത്രം. ആർക്ടുറസ് 'ഇപ്പോഠം' നിലവിലുണ്ടോ എന്നു പോലും, 1994-നു മുമ്പറിയുവാൻ പ്രകൃതി നമ്മെ അനുവദിക്കുന്നില്ല.[2]

*　　　　*　　　　*

വിചാരങ്ങഠം ഇങ്ങിനെയൊക്കെ പോയാലും, ഭൂമിയുമായി കെട്ടു പിണഞ്ഞു കിടക്കുന്ന മനുഷ്യന്ന് താൻ 'ഇപ്പോഠം' എന്നു വിളിയ്ക്കുന്ന ഈ "*ഇതേ നിമിഷം*" പ്രപഞ്ചത്തിന്നു മുഴുക്കെ ബാധകമാവില്ല എന്ന ആശയം അംഗീകരിയ്ക്കുക പ്രയാസമാണ്. എങ്കിലും ഐൻസ്റ്റൈൻ സവിശേഷസാപേക്ഷതാവാദത്തിൽ, ഉദാഹരണാൻമാനങ്ങളുടെ അനിഷേധ്യമായ ഒരു കാര്യക്രമം വഴിയായി, പരസ്പരബന്ധങ്ങളല്ലാത്ത വ്യവസ്ഥകളിൽ സംഭവങ്ങഠം ഏകകാലികമായുണ്ടാവുന്നതായി ചിന്തിയ്ക്കുന്നതു നിരത്ഥകമാണെന്നു തെളിയിയ്ക്കുന്നു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ വാദം വികസിക്കുന്നതു താഴെ പറയുന്ന രീതിയിലാണ്:

ഒന്നാമതായിത്തന്നെ ഒരു കാര്യം ധരിച്ചിരിയ്ക്കണം: ഭൌതികസംഭവങ്ങളെ വൈഷയികാടിസ്ഥാനത്തിൽ വിവരിയ്ക്കുക എന്ന കത്തവ്യത്തോടു കൂടിയ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ 'ഇത്', 'ഇവിടെ', 'ഇപ്പോഠം' എന്നിങ്ങിനെയുള്ള ആത്മനിഷ്ഠങ്ങളായ പദങ്ങഠം ഉപയോഗിച്ചു കൂടാ. അവനെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം സ്ഥല(ആകാശ)കാലസങ്കല്പങ്ങഠംക്കു ഭൌതികപ്രാധാന്യം സിദ്ധിയ്ക്കുന്നത്, സംഭവങ്ങളും വ്യവസ്ഥകളും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം നിർവ്വചിയ്ക്കപ്പെട്ടപ്പോഠം മാത്രമാകുന്നു. അയാഠംക്ക് സങ്കീണ്ണങ്ങളായ ഗതിരൂപങ്ങഠം (ഖഗോളഗതിവിജ്ഞാനീയം, വൈദ്യുതഗതിവിജ്ഞാനീയം മുതലായവയിൽ എന്ന പോലെ) അടങ്ങിയ കാര്യങ്ങളുമായി ഇട പെടേണ്ടി വരുമ്പോഠം, ഒരു വ്യവസ്ഥയിൽ കണ്ടെത്തുന്ന പരിമാണങ്ങളെ മറെറാന്നിലുണ്ടാവുന്നവയുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തുക നിരന്തരം ആവ

---

2 മൂലഗ്രന്ഥം എഴുതീട്ടുള്ളത് 1956-ൽ.

ശ്യമായിരിയ്ക്കും. ആ ബന്ധങ്ങളെ നിർവ്വചിയ്ക്കുന്ന ഗണിതശാസ്ത്രനിയമങ്ങളെ പരിണാമകനിയമങ്ങൾ എന്ന പേരിലാണറിയുന്നത്. ഏററവും സരളമായ പരിണാമകത്തിന്നു് ഉദാഹരണമായി ഒരു കപ്പലിൻെറ മുകൾത്തട്ടിലൂടെ ഉലാത്തുന്ന ഒരു മനുഷ്യനെ എടുക്കാം. അവൻ മുകൾത്തട്ടിലൂടെ മണിക്കൂറിൽ മൂന്നു നാഴിക വേഗത്തിൽ മുന്നോട്ടു നടക്കുകയും കപ്പൽ കടലിലൂടെ മണിക്കൂറിൽ 12 നാഴിക വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിയ്ക്കുകയുമാണെങ്കിൽ, കടലിനെ അപേക്ഷിച്ച് ആ മനുഷ്യൻെറ ഗതിവേഗം മണിക്കൂറിൽ 15 നാഴികയാണ്. അവൻ നടക്കുന്നത് എതിർവശത്തേയ്ക്കാണെങ്കിൽ കടലിനെ അപേക്ഷിച്ച് അവൻെറ ഗതിവേഗം മണിക്കൂറിൽ ഒമ്പതു നാഴികയാണെന്നു പറയേണ്ടതുമില്ലല്ലോ. അല്ലെങ്കിൽ, ഒരു മാററത്തിനു്; നാം ഒരു റെയിൽവേ ക്രോസിങ്ങിൽ മുട്ടുന്ന ആപൽസൂചകമണിയെ സങ്കല്പിയ്ക്കുക. മണി ഉല്പാദിപ്പിയ്ക്കുന്ന ശബ്ദതരംഗങ്ങൾ. പരിസരവായുവിലൂടെ സെക്കണ്ടിൽ 400 വാര വേഗത്തിൽ പരക്കുന്നു. ഒരു തീവണ്ടി സെക്കണ്ടിൽ 20 വാര വേഗത്തിൽ ക്രോസിങ്ങിൻെറ നേർക്കു കുതിയ്ക്കുകയാണ്. അപ്പോൾ തീവണ്ടിയെ അപേക്ഷിച്ച ശബ്ദത്തിൻെറ ഗതിവേഗം, തീവണ്ടി ആപൽസൂചകമണിയുടെ നേർക്കു അടുക്കുന്നേടത്തോളം കാലം, 420 വാരയും, തീവണ്ടി മണി കടന്നു കഴിയുമ്പോൾ മുതൽ സെക്കണ്ടിൽ 380 വാരയുമാകുന്നു. ഗതിവേഗങ്ങളെ ഇങ്ങിനെ കൂട്ടുന്നത്, പ്രത്യക്ഷമായ സാമാന്യബുദ്ധിയെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയാണ്. ഗാലിലേയോവിൻെറ കാലം മുതൽ സങ്കീർണ്ണഗതിയുടെ പ്രശ്നങ്ങളിൽ അതുപയോഗപ്പെടുത്തിപ്പോന്നിട്ടുമുണ്ട്. എന്നാൽ വെളിച്ചത്തെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം, അങ്ങിനെ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുമ്പോൾ ഗൌരവമേറിയ വിഷമങ്ങൾ പൊന്തി വരുന്നു.

ഐൻസ്റ്റൈൻ സാപേക്ഷതാവാദം സംബന്ധിച്ച തൻെറ ആദ്യപ്രബന്ധത്തിൽ, ഈ വിഷമങ്ങളെ മറെറാരു റെയിൽവേ സംഭവം ഉദാഹരിച്ചു കൊണ്ടു് ഊന്നിപ്പറയുകയുണ്ടായി. വീണ്ടും ഒരു ക്രോസിങ്ങ്. ഇക്കുറി അവിടെ

യുള്ളത് ഒരു അടയാളവെളിച്ചമാണ്. അതു പാതയിലൂടെ സെക്കണ്ടിൽ 186,284 നാഴിക വേഗത്തിൽ, അതായത് വെളിച്ചത്തിൻെറ സ്ഥിരമായ ഗതിവേഗത്തിൽ, (ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിൽ അതിനെ സി. എന്ന പ്രതിരൂപംകൊണ്ടു കുറിക്കുന്നു) രശ്മിസമൂഹത്തെ അയക്കുന്നു. ഒരു തീവണ്ടി വി. എന്ന നിശ്ചിതഗതിവേഗത്തിൽ അടയാളവെളിച്ചത്തിൻെറ നേക്കു നീങ്ങുന്നു. അപ്പോൾ, ഗതിവേഗങ്ങളെ കൂട്ടിയാൽ, തീവണ്ടിയെ അപേക്ഷിച്ചു പ്രകാശരശ്മിസമൂഹത്തിൻെറ ഗതിവേഗം തീവണ്ടി അടയാളവെളിച്ചത്തിൻെറ നേക്കു നീങ്ങുമ്പോൾ സി+വിയും തീവണ്ടി വെളിച്ചം കടന്നു കഴിയുമ്പോൾ മുതൽ സി—വിയും ആണെന്നത്രേ നിങ്ങൾ കരുതുക. പക്ഷേ ഈ ഫലം മിക്കൽസൻ-മോർലി പരീക്ഷണത്തിൻെറ ഫലങ്ങളുമായി നിരക്കുന്നില്ല. പ്രഭവസ്ഥാനത്തിൻെറ ഗതിയോ ഗ്രാഹകൻെറ ഗതിയോ വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതിവേഗത്തെ ബാധിക്കുന്നില്ല എന്നാണല്ലോ ആ പരീക്ഷണം കാണിച്ചു തന്നത്. ഈ വിചിത്രമായ വസ്തുതയെ ഒരു ഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിനെ ചുററിത്തിരിയുന്ന ഇരട്ടനക്ഷത്രങ്ങളുടെ പഠനവും സ്ഥിരീകരിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഈ ചലദ്വ്യവസ്ഥകളുടെ സൂക്ഷ്മമായ വിശകലനം, ഓരോ ദ്വന്ദ്വത്തിലേയും അടുത്തേക്കു വരുന്ന നക്ഷത്രത്തിൽ നിന്നു വരുന്ന വെളിച്ചം അകന്നു പോകുന്ന നക്ഷത്രത്തിൻെറ വെളിച്ചത്തിൻെറ അതേ ഗതിവേഗത്തോടു കൂടിയാണ് ഭൂമിയിലെത്തുന്നതെന്നു തെളിയിച്ചിരിക്കുന്നു. വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതിവേഗം പ്രപഞ്ചത്തിലങ്ങോളമിങ്ങോളം നീക്കുപോക്കില്ലാത്ത ഒരു സ്ഥിരപ്രമാണമാകയാൽ, ഐൻസ്റ്റൈൻെറ റെയിൽവേ പ്രശ്നത്തിലും അതു തീവണ്ടിയുടെ ഗതിവേഗത്താൽ അബാധിതമായിത്തന്നെയിരിക്കണം. തീവണ്ടി അടയാളവെളിച്ചത്തിൻെറ നേക്കു സെക്കണ്ടിൽ 10,000 നാഴിക വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്നു നാം സങ്കല്പിച്ചാൽ പോലും, തീവണ്ടിയിലുള്ള ഒരു നിരീക്ഷകൻ അപ്പോഴും അടുത്തേക്കു വരുന്ന പ്രകാശരശ്മിസമൂഹത്തിൻെറ ഗതിവേഗം കണക്കാക്കുന്നതു കൃത്യമായി സെക്കണ്ടിൽ 186,284 നാഴികയായിരിക്കും, ഒട്ടും ഏറുകയുമില്ല, കുറയുകയുമില്ല എന്നു വെളിച്ച

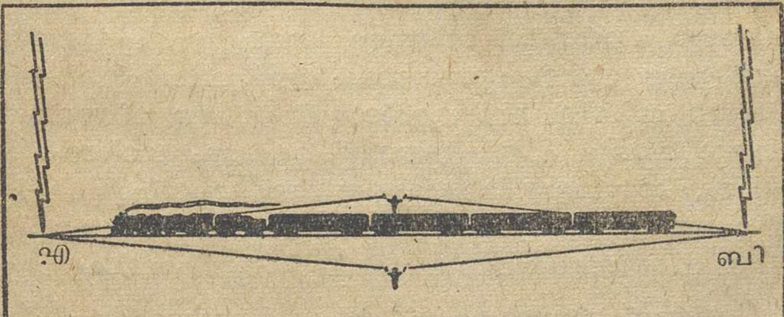
ത്തിൻെറ ഗതിവേഗത്തിൻെറ സ്ഥിരമൂല്യം എന്ന തത്വം നമ്മെ ബോധിപ്പിയ്ക്കുന്നു.

ഈ സ്ഥിതിവിശേഷത്തിൻെറ ഫലമായുണ്ടാവുന്ന ധൎമ്മസങ്കടം, ഒരു രവിവാരപ്രഭാതപ്പത്രത്തിലെ കടംകഥയിലും കുറെ കവിഞ്ഞു നില്ക്കുന്ന ഒന്നാണ്. നേരേ മറിച്ച് അതു പ്രകൃതിയിലെ ഒരഗാധദുർഗ്രഹതയെ മുന്നോട്ടു കൊണ്ടു വരികയാണ് ചെയ്യുന്നത്. (1) വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതിവേഗം സ്ഥിരമാണെന്ന തൻെറ വിശ്വാസവും (2) ഗതിവേഗങ്ങരം കൂട്ടുന്ന തത്വവും തമ്മിലുള്ള ഒട്ടുങ്ങാത്ത സംഘൎഷത്തിലാണ് പ്രശ്നം കിടക്കുന്നതെന്നു ഐൻസ്റ്റൈൻ കണ്ടു. രണ്ടാമതു പറഞ്ഞ തത്വം ഗണിതശാസ്ത്രത്തിൻെറ വിട്ടുവീഴ്ചയില്ലാത്ത (അതായത് രണ്ടും രണ്ടും നാലെന്ന) ഹേതുവാദത്തിൽ അധിഷ്ഠിതമായിത്തോന്നുന്നുവെങ്കിലും ആദ്യത്തേതിനെ പ്രകൃതിയുടെ ഒരു മൗലികനിയമമായി ഐൻസ്റ്റൈൻ ദൎശിച്ചു. അതു കൊണ്ട്, അദ്ദേഹത്തിൻെറ നിഗമനം, ചലവ്യവസ്ഥകളെ വിവരിയ്ക്കാൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനെ സമൎത്ഥനാക്കുന്ന ഒരു പുതിയ പരിണാമകച്ചട്ടം കണ്ടെത്തണമെന്നും അതിൻെറ ഫലങ്ങരം വെളിച്ചത്തെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം അറിയപ്പെട്ടിട്ടുള്ള വസ്തുതകരംക്കു നിരക്കുന്നതാവണമെന്നും ആയിരുന്നു.

* * *

ഐൻസ്റ്റൈൻ അന്വേഷിച്ചിരുന്നതെന്തോ അതിനെ, എച്ച്. എ. ലോറൻട്സ് എന്ന മഹാനായ ഡച്ച്ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ തൻെറ സ്വന്തമായ ഒരു വാദം സംബന്ധിച്ച് വളൎത്തിക്കൊണ്ടു വന്ന ഒരു സമീകരണപരമ്പരയിൽ അദ്ദേഹം കണ്ടെത്തി. ലോറൻട്സിൻെറ പരിണാമകപ്രക്രിയയുടെ ആദ്യത്തെ പ്രയോഗം ഇന്നിപ്പോരം മുഖ്യമായി, ശാസ്ത്രചരിത്രകാരന്മാൎക്കു മാത്രം താല്പൎയ്യമുള്ള വിഷയമാണെങ്കിലും സാപേക്ഷതാസിദ്ധാന്തത്തിൻെറ ഗണിതശാസ്ത്രപരമായ ചട്ടക്കൂടിൻെറ ഒരംശമെന്ന നിലയിൽ അതു ജീവിച്ചു പോരുന്നു. എന്നാൽ അതു പറയുന്നതെന്താണെന്നു മനസ്സിലാക്കാൻ, ഗതിവേഗങ്ങളെ കൂട്ടുന്ന പഴയ തത്വത്തിൻെറ കോട്ടങ്ങരം കാണേണ്ടതുണ്ട്.

ഈ കോട്ടങ്ങളെ ഐൻസ്റ്റൈൻ ഇനിയുമൊരു തീവണ്ടി ക്കഥ—തമാശക്കഥ—വഴിയായി ചൂണ്ടിക്കാണിച്ചു. ഒരിക്കൽക്കൂടി അദ്ദേഹം നീണ്ടു ഋജുവായ ഒരു പാതയെ വിഭാവനം ചെയ്യുന്നു. ഇക്കുറി നിരീക്ഷകൻ പാതയുടെ അടുത്തായി ഒരുയൎന്ന കെട്ടിന്മേലാണ്. ഇടിയും മിന്നലും തകൃതിയായിപ്പൊട്ടിപ്പുറപ്പെടുന്നു. രണ്ടു മിന്നൽപ്പിണരുകൾ പാതയിലെ എ. ബി. എന്ന ഭിന്നങ്ങളായ രണ്ടു സ്ഥാനങ്ങളിൽ ഒരേ സമയത്ത് വന്നടിക്കുന്നു. ഇവിടെ, ഐൻസ്റ്റൈൻ ചോദിക്കുകയാണ്, ''ഒരേ സമയത്ത്'' എന്നു പറയുമ്പോൾ നാം എന്താണൎത്ഥമാക്കുന്നത്? ഈ നിൎവ്വചനത്തെ നീക്കുപോക്കില്ലാതെ ഉറപ്പിക്കാൻ, നിരീക്ഷകൻ എ.യുടേയും ബി.യുടേയും ഒത്ത നടുക്കാണ് ഇരിക്കുന്നതെന്നും തൻെറ കണ്ണിളക്കാതെ തന്നെ ഒരേ സമയം എ.യെയും ബി.യെയും കാണാൻ സാധിക്കത്തക്കവണ്ണം ക്രമപ്പെടുത്തി വെച്ചിട്ടുള്ള ദൎപ്പണങ്ങൾ അദ്ദേഹത്തിന്നുണ്ടെന്നും ഐൻസ്റ്റൈൻ സങ്കല്പിക്കുന്നു. അങ്ങിനെയാവുമ്പോൾ, മിന്നൽപ്പിണരുകൾ കൃത്യമായി ഒരേ ക്ഷണത്തിൽ നിരീക്ഷകൻെറ ദൎപ്പണത്തിൽ പ്രതിഫലിച്ചു കാണുന്ന പക്ഷം, രണ്ടു മിന്നൽപ്പിണരുകളും ഏകകാലികമാ



ണെന്നു കരുതാം. ഒരു തീവണ്ടി പാതയിൽക്കൂടി മുന്നോട്ടു കുതിക്കുന്നു; രണ്ടാമതൊരു നിരീക്ഷകൻ വണ്ടികളിലൊന്നിൻെറ മുകളിൽ ആപൽക്കരമാംവിധം കുത്തിയിരിക്കുകയാണ്; അയാൾക്കുമുണ്ട് മുൻപറഞ്ഞ കെട്ടിന്മേലുള്ള അതേ ക്രമത്തിലേപ്പെടുത്തി വെച്ചിട്ടുള്ള ദൎപ്പണോ

പകരണം. ഈ ചലിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന നിരീക്ഷകൻ, മിന്നൽപ്പിണരുകൾ എ.യിലും ബി.യിലും വന്നു വീഴുന്ന അതേ ക്ഷണത്തിൽ, കെട്ടിന്മേലുള്ള നിരീക്ഷകൻെറ നേരെ എതിർവശത്തെത്തിയിരിക്കുകയാണ്. അങ്ങിനെയാണ് സംഭവിച്ചത്. മിന്നലുകൾ അവൻെറ ദൃഷ്ടിയിൽ ഏകകാലികമാവുമോ? ഇതാണ് ചോദ്യം. ഉത്തരമാകട്ടെ, ആവില്ല എന്നും. കാരണം, വണ്ടി ബി എന്ന മിന്നൽ പിണരിൽ നിന്നകന്നു് എ എന്ന മിന്നൽ പിണരിൻെറ നേക്ക് സഞ്ചരിക്കുകയാണെങ്കിൽ, അവൻെറ ദർപ്പണത്തിൽ ബി പ്രതിഫലിക്കുക എ.യുടെ പ്രതിഫലനം കഴിഞ്ഞു ഒരു സെക്കൻെഡിൻെറ ലഘുവായ ഒരംശം വൈകീട്ടാവും എന്നു സ്പഷ്ടമാണ്. ഇക്കാര്യത്തിൽ സംശയം തോന്നാതിരിക്കാൻ നമുക്കു തൽക്കാലം വണ്ടി, വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതിവേഗമായ സെക്കൻെഡിൽ 186,284 എന്ന അസാധ്യവേഗത്തിലാണ് സഞ്ചരിക്കുന്നതെന്നു സങ്കല്പിക്കുക. അങ്ങിനെയാവുമ്പോൾ മിന്നൽ—എ.യുടെ അതേ വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന മിന്നൽ—ബി ദർപ്പണങ്ങളിൽ പ്രതിഫലിക്കുകയേ ഇല്ല. കാരണം, അതിന്നു തീവണ്ടിയുടെ ഒപ്പമെത്തുക സാദ്ധ്യമല്ല. അതു കൊണ്ട് വണ്ടിയുടെ മേലുള്ള നിരീക്ഷകൻ, ഒരൊററ മിന്നൽപ്പിണരേ പാതയിൽ വീണുള്ളു എന്നു ഉറപ്പിച്ചു പറയും. വണ്ടിയുടെ വേഗം എന്തായാലും ശരി, ചലിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന നിരീക്ഷകൻ തൻെറ മുൻഭാഗത്തെ മിന്നലാണ് പാതയിലാദ്യം പതിച്ചതെന്നു് എപ്പോഴും ശഠിക്കും. അപ്പോൾ, നിശ്ചലനിരീക്ഷകനെ അപേക്ഷിച്ച് ഏകകാലികങ്ങളായ മിന്നൽപ്പിണരുകൾ, തീവണ്ടിയുടെ മുകളിലെ നിരീക്ഷകനെ അപേക്ഷിച്ച് ഏകകാലികങ്ങളല്ല.

മിന്നൽപ്പിണരുകളുടെ ഈ വിരോധാഭാസം, അങ്ങിനെ, ഐൻസ്റ്റൈൻെറ ദശ്നത്തിലെ അതിസൂക്ഷ്മവും ദുർഗ്രഹവുമായ സങ്കല്പങ്ങളിലൊന്നിനെ നാടകീയമായ വിധത്തിൽ ചിത്രീകരിക്കുന്നു. അതാണ് ഏകകാലികത്വത്തിൻെറ സാപേക്ഷത. മനുഷ്യൻ 'ഇപ്പോൾ' എന്ന തൻെറ അന്തർബോധം പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ എല്ലാ ഭാഗ

ങ്ങൾക്കും ബാധകമാണെന്നു കരുതിപ്പോകരുതെന്നു് അതു തെളിയിക്കുന്നു. കാരണം, ഐൻസ്റ്റൈൻ ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുകയുണ്ടായി, ഓരോ പ്രമാണവസ്തുവിനും (അഥവാ മാപനവ്യവസ്ഥയ്ക്കു്) സ്വന്തവും പ്രത്യേകവുമായ കാലമുണ്ടു്; കാലപ്രസ്താവം ഏതു പ്രമാണവസ്തുവെ പ്രമാണീകരിക്കുന്നുവെന്നു നമ്മെ അറിയിക്കാത്ത പക്ഷം, ഒരു സംഭവത്തിന്റെ കാലത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പ്രസ്താവത്തിന്നു യാതൊരൎത്ഥവുമില്ല. അതു കൊണ്ടു് ഗതിവേഗങ്ങളെ കൂട്ടുക എന്ന പഴയ തത്വത്തിലെ യുക്തിഭംഗം കിടക്കുന്നതു്, ഒരു സംഭവത്തിന്റെ കാലം പ്രമാണവ്യവസ്ഥയുടെ ഗത്യവസ്ഥയെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ലെന്നു മിണ്ടാതെയങ്ങു വക വെച്ചുകൊടുക്കുന്നേടത്താണു്. ഉദാഹരണത്തിന്നു് ഒരു കപ്പലിന്റെ മേൽത്തട്ടിൽ ഉലാത്തുന്ന ആളുടെ കഥയെടുത്തു നോക്കുക. അവിടെ ആ സഞ്ചരിക്കുന്ന കപ്പലിലെ ഒരു ഘടികാരം കുറിക്കുന്ന ഒരു മണിക്കൂറിൽ അയാൾ മൂന്നു നാഴിക സഞ്ചരിച്ചുവെങ്കിൽ, എങ്ങിനെയോ കടലിൽ നിശ്ചലമാക്കി നിൎത്തി വെച്ചിട്ടുള്ള ഒരു ഘടികാരപ്രകാരവും അയാളുടെ ഗതിവേഗം അതു തന്നെയായിരിക്കും എന്നു സങ്കല്പിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. മാത്രമല്ല, ഒരു മണിക്കൂറിൽ അയാൾ സഞ്ചരിച്ച ദൂരം, കപ്പലിന്റെ മേൽത്തട്ടിനെ (ചലദ്വ്യവസ്ഥ) പ്രമാണമാക്കി അളന്നാലും കടലിനെ (സ്ഥിരവ്യവസ്ഥ) പ്രമാണമാക്കി അളന്നാലും ഒരേ മൂല്യമുള്ളതായിരിക്കും എന്ന സങ്കല്പം കൂടി വക വെച്ചിരുന്നു. ഗതിവേഗങ്ങളെ കൂട്ടുന്നേടത്തു് ഇതു് രണ്ടാമത്തൊരു യുക്തിഭംഗമാകുന്നു. കാരണം, കാലത്തെപ്പോലെ ദൂരവും ഒരു സാപേക്ഷസങ്കല്പമാണു്; പ്രമാണവ്യവസ്ഥയെ ആശ്രയിക്കാത്തതായി സ്ഥലാ(ആകാശാ)ന്തരം എന്നൊന്നില്ലതാനും.

അതു കൊണ്ടു്, പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഉടനീളം എല്ലാ വ്യവസ്ഥകൾക്കും പൊരുത്തപ്പെടുന്ന ഭാഷയിൽ പ്രകൃതിപ്രതിഭാസങ്ങളെ വിവരിക്കാനാഗ്രഹിക്കുന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ സ്ഥലകാലങ്ങളുടെ അളവുകൾ മാറി വരാവുന്ന പരിമാണങ്ങളായി കണക്കാക്കിയേ പററൂ എന്നു ഐൻസ്റ്റൈൻ നി

ഷ്ഷിച്ചു. ശരിയ്ക്കു് അതു് തന്നെയാണ് ലോററൻട്സ് പരിണാമകത്തിലടങ്ങിയ സമീകരണങ്ങരം ചെയ്യുന്നത്. അവ വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതിവേഗത്തെ ഒരു സാർവ്വത്രിക സ്ഥിരമൂല്യമാക്കിപ്പുലർത്തുന്നു; പക്ഷേ, സ്ഥലത്തെയും കാലത്തെയും സംബന്ധിച്ച എല്ലാ അളവുകളും ഓരോ പ്രമാണവ്യവസ്ഥയുടെ ഗതിവേഗമനുസരിച്ച് ഭേദപ്പെടുത്തുന്നു.[3]

---

[3] ലോററൻട്സ് പരിണാമകം, ചലവ്യവസ്ഥകളിൽ നിരീക്ഷിക്കപ്പെടുന്ന സ്ഥലകാലങ്ങളെ താരതമ്യേന നിശ്ചലങ്ങളായ വ്യവസ്ഥകളിൽ നിരീക്ഷിക്കപ്പെടുന്നവയോട് ബന്ധപ്പെടുത്തുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന്, ഒരു വ്യവസ്ഥ അഥവാ പ്രമാണവസ്തു ഒരു പ്രത്യേക ഭാഗത്തേക്കു നീങ്ങുകയാണെന്നു കരുതുക. എന്നാൽ ഗതിവേഗങ്ങളെസ്സംബന്ധിച്ച പഴയ തത്വമനുസരിച്ച്, ഗതിയുടെ ഭാഗ (Direction) ത്തിന്നനുക്രമമായി ചലദ്‌വ്യവസ്ഥയെ മുൻനിർത്തി അളക്കുന്ന x^1 എന്ന ദൂരത്തിന് അഥവാ നീളത്തിന്ന് താരതമ്യേന നിശ്ചലമായ ഒരു വ്യവസ്ഥയെ മുൻനിർത്തി അളക്കുന്ന x എന്ന നീളത്തോടുള്ള ബന്ധത്തെ $x^1=x \pm v\ t$ എന്ന സമീകരണം കുറിക്കുന്നു. ഇവിടെ v എന്നത് ചലദ്‌വ്യവസ്ഥയുടെ ഗതിവേഗവും t കാലവുമാകുന്നു; ചലദ്‌വ്യവസ്ഥയെ മുൻനിർത്തി x^1 ന്നു സമകോണായും പരസ്പരം സമകോണായും അളന്നെടുക്കുന്ന y^1 എന്നും z^1 എന്നുമുള്ള മാനങ്ങരംക്കു(അതായത് കനത്തിന്നും വീതിക്കും) താരതമ്യേന നിശ്ചലമായ വ്യവസ്ഥയിലുള്ള y എന്നും z എന്നും ഉള്ള മാനങ്ങളോടുള്ള ബന്ധത്തെ $y^1=y$ യും $z^1=z$ ഉം കുറിക്കുന്നു. ഒടുവിലായി ചലദ്‌വ്യവസ്ഥയെ മുൻനിർത്തി സമയം ഗണിച്ചെടുക്കുന്ന t^1 എന്ന ഒരു കാലാന്തരത്തിന്നു താരതമ്യേന നിശ്ചലമായ വ്യവസ്ഥയെ മുൻനിർത്തി സമയം ഗണിച്ചെടുക്കുന്ന t എന്ന കാലാന്തരത്തോടുള്ള ബന്ധത്തെ $t^1=t$ കൊണ്ടും കുറിക്കുന്നു. മററു വാക്കുകളിൽ പറഞ്ഞാൽ പഴയ ഭൌതികശാസ്ത്രപ്രകാരം വിചാരവിഷയമായ വ്യവസ്ഥയുടെ ഗതിവേഗം ദൂരത്തെയും കാലത്തെയും ബാധിക്കുന്നില്ല. ഈ പൂർവ്വസങ്കല്പമാണ് മിന്നൽപ്പിണരുകളുടെ വിരോധാഭാസത്തിലേക്ക് നയിക്കുന്നത്. ലോററൻട്സ് പരിണാമകം, എല്ലാ നിരീക്ഷകരെസ്സംബന്ധിച്ചും, വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതിവേഗമായ c യെ സ്ഥിരമാക്കി നിർത്തിക്കൊണ്ടു്, ചലദ്‌വ്യവസ്ഥകളിൽ നിരീക്ഷിക്കപ്പെടുന്ന ദൂരങ്ങളെയും കാലങ്ങളേയും നിശ്ചലനായ നിരീക്ഷകൻെറ സ്ഥിതിഗതികളിലേക്കു മാററിയെടുക്കുന്നു. ലോററൻട്സ് പരിണാമകത്തിൻെറ സമീകരണങ്ങരം താഴെ ചേർക്കുന്നു. ഇവ മുകളിൽ എടുത്തുപറഞ്ഞവയും പ്രത്യക്ഷത്തിൽ അപര്യാപ്തങ്ങളുമായ പഴയ (രീതിയിൽ ഗ

45530

അങ്ങിനെ ലോറൻട്സ് തന്റെ സമീകരണങ്ങൾ ആദ്യമായി വികസിപ്പിച്ചു കൊണ്ടു വന്നത് ഒരു സവിശേഷപ്രശ്നത്തെ നേരിടുവാനായിരുന്നുവെങ്കിലും, ഐൻസ്റ്റൈൻ അവയെ ഒരു മഹാസാമാന്യവൽക്കരണത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനമാക്കിത്തീർത്ത്, സാപേക്ഷതാവാദസൌധത്തിൽ മറെറാരടിസ്ഥാനതത്വം കൂടി കൂട്ടിച്ചേർത്തു: ലോറൻട്സ് പരിണാമകം കൊണ്ടു ബന്ധപ്പെടുത്തുന്ന പക്ഷം, എല്ലാ വ്യവസ്ഥകളിലും പ്രകൃതിനിയമങ്ങൾ അവയുടെ സമരൂപത പാലിക്കും. ഗണിതശാസ്ത്രത്തിന്റെ അമൂർത്തഭാഷയിൽ ഇങ്ങിനെ പറഞ്ഞാൽ, ഈ അടിസ്ഥാനതത്വത്തിന്റെ പ്രാധാന്യം, ഒരു സാധാരണക്കാരനു പ്രത്യക്ഷമായി വരില്ല. എന്നാൽ ഭൌതികശാസ്ത്രത്തിൽ ഒരു സമീകരണം ഒരിക്കലും വെറുമൊരു അമൂർത്താശയമല്ല. പ്രകൃതി പ്രതിഭാസങ്ങളെ വിവരിയ്ക്കാൻ സൌകര്യപ്രദമായി ശാസ്ത്രജ്ഞൻ കാണുന്ന ഒരു തരം ചുരുക്കെഴുത്തുരൂപം മാത്രമാണത്. ചിലപ്പോഴൊക്കെ അത് ഭൌതികശാസ്ത്രസംബന്ധമായ ചിന്തനങ്ങളിൽ ഏർപ്പെട്ടിരിയ്ക്കുന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞന്നു്

ണിച്ചേടുക്കുന്ന) ബന്ധങ്ങളെ സ്ഥാനഭ്രഷ്ടങ്ങളാക്കി പകരം വന്നിരിക്കയാണ്.

$$x^1 = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}}$$

$$y^1 = y$$

$$z^1 = z$$

$$t^1 = \frac{t - (v/c^2)\, x}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}}$$

ഇവിടെ ഒരു സംഗതി കാണാവുന്നതാണ്. പഴയ പരിണാമകനിയമത്തിലെപ്പോലെതന്നെ y^1 ന്റെയും z^1 ന്റെയും മാനങ്ങളെ ഗതി ബാധിക്കുന്നില്ല. വെളിച്ചത്തിന്റെ ഗതിവേഗമായ c യെ അപേക്ഷിച്ച് ഒരു ചലദ്വ്യവസ്ഥയുടെ ഗതിവേഗമായ v ചെറുതാണെങ്കിൽ, അവിടെ ലോറൻട്സ് പരിണാമകത്തിലെ സമീകരണങ്ങൾ, ഗതിവേഗങ്ങളെ കൂട്ടുക എന്ന പഴയ തത്വത്തിലെ ബന്ധങ്ങളിലേക്കു തരം താഴുന്നതായി കാണാം എന്നും സ്പഷ്ടമായിത്തീരുന്നു. എന്നാൽ v യുടെ പരിമാണം c യുടേതിനെ അടുക്കുന്തോറും x^1 ന്റെയും t^1 ന്റെയും മൂല്യങ്ങൾ പാടെ മാറുന്നു.

 45530

വിജ്ഞാനത്തിൻെറ രഹസ്യലോകങ്ങളം തുറന്നു കാട്ടുന്ന ഒരു റോസെററാ ശില*ആയിരിയ്ക്കും.

---

* റോസെററാ ശില (Rosetta stone): ഈ കറുത്ത ശില 1799—ൽ നൈൽ നദീമുഖമായ റോസെററയിൽ കണ്ടെത്തി. അതിൽ മൂന്നു ഭാഷകളിൽ (ചിത്രലിപിയിലും ഉപയോഗത്തിലുള്ള ലിപിയിലും ഗ്രീക്ക്ലിപിയിലും) എഴുത്തുകളുണ്ടായിരുന്നു. ഈജിപ്തിലെ ചിത്രലിപിശാസനങ്ങളം വായിക്കാനുള്ള ആദ്യത്തെ സൂചന മുസ്യൈഷാംപോലിയോണിനു നൽകി എന്ന നിലയിലാണിതിന്നു പ്രസിദ്ധി. —തജ്ജമക്കാരൻ

VII

ഈ വസ്തുസ്ഥിതികളൊക്കെ സുസ്പഷ്ടമായ ഭാഷയിൽ വിവരിക്കാവുന്നതാണ്. എന്തു കൊണ്ടെന്നാൽ, സാപേക്ഷതാവാദത്തിൻെറ ദാശ്നികവും ഗണിതശാസ്ത്രപരവുമായ അടിസ്ഥാനങ്ങരം രൂപപ്പെടുത്തിക്കഴിഞ്ഞപ്പോരം മുതൽ, ഐൻസ്റ്റൈൻ അവയെ ലബോറട്ടറിയിൽ കൊണ്ടു വരേണ്ടിയിരുന്നു. അവിടെയാകട്ടെ, സ്ഥലകാലങ്ങളെന്ന അമൂത്തഭാവങ്ങരം വാരക്കോലും ഘടികാരവുമുപയോഗിച്ചു സഞ്ജീകരിക്കപ്പെടുന്നു. അങ്ങിനെ സ്ഥലകാലങ്ങളെക്കറിച്ചുള്ള തൻെറ മൌലികാശയങ്ങളെ ലബോറട്ടറിയുടെ ഭാഷയിലേക്കു പരിവത്തനം ചെയ്യുമ്പോരം അദ്ദേഹം ഘടികാരങ്ങളുടേയും (അളവു) കോലുകളുടേയും, അതേവരെ സംശയിക്കപ്പെട്ടിട്ടു പോലുമില്ലാതിരുന്ന ചില ഗുണങ്ങളെ ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുകയുണ്ടായി. ഉദാഹരണത്തിനു, ഏതെങ്കിലും ചലദ്വ്യവസ്ഥയോടു ചേന്നു നില്ക്കുന്ന ഒരു ഘടികാരം നടക്കുന്നത് ഒരു നിശ്ചലഘടികാരത്തിൽ നിന്നു ഭിന്നമായ താളത്തിലാണ്; ഏതെങ്കിലും ചലദ്വ്യവസ്ഥയോടു ചേന്നു നില്ക്കുന്ന ഒരു അളവുകോലിൻെറ നീളം ആ വ്യവസ്ഥയുടെ ഗതിവേഗമനുസരിച്ചു മാറുന്നു. പ്രത്യേകം എടുത്തു പറഞ്ഞാൽ, ഘടികാരം അതിൻെറ ഗതിവേഗം കൂടുന്തോറും പതുക്കെയാവുന്നു; അളവുകോലാകട്ടെ അതിൻെറ ഗതി ഏതു ഭാഗത്താണോ ആ ഭാഗത്തോട്ടു ചുരുങ്ങുന്നു. ഈ സവിശേഷങ്ങളായ മാററങ്ങരംക്ക് ഘടികാരത്തിൻെറ നിമ്മിതിയോടോ കോലിൻെറ ഘടനയോടോ യാതൊരു ബന്ധവുമില്ല. ഘടികാരം ഒരു ''പെൻഡുലം ഘടികാര''മാവാം; ''സ്പ്രിങ്ങ് ഘടികാര''മാവാം; ഒരു നാഴികവട്ട (Hour glass)യുമാവാം. അളവുകോൽ മരത്തിൻെറ വരവടിയോ, ലോഹത്തിൻെറ വാരക്കോലോ, പത്തുനാഴിക

നീളമുള്ള കേബിളോ ആവാം. ഘടികാരം പതുക്കെയാവുന്നതോ കോൽ ചുരുങ്ങുന്നതോ ഗതിപ്രതിഭാസങ്ങളല്ല. ഘടികാരത്തിൻെറയോ അളവുകോലിൻെറയോ ഒപ്പം സഞ്ചരിയ്ക്കുന്ന ഒരു നിരീക്ഷകന്ന് ഈ മാററങ്ങൾ കാണാൻ കഴിയുകയില്ല. പക്ഷേ നിശ്ചലനായ, എന്നു വെച്ചാൽ ചലദ്വ്യവസ്ഥയെ അപേക്ഷിച്ച് നിശ്ചലനായ, ഒരു നിരീക്ഷകൻ തൻെറ നിശ്ചലഘടികാരത്തെ മുൻനിത്തി നോക്കിയാൽ, സഞ്ചരിയ്ക്കുന്ന ഘടികാരം പതുക്കെയായിട്ടുണ്ടെന്നും, തൻെറ നിശ്ചലങ്ങളായ അളവുകോലുകളെ മുൻനിത്തി നോക്കിയാൽ, സഞ്ചരിയ്ക്കുന്ന കോൽ സംകോചിച്ചിട്ടുണ്ടെന്നും കാണും.

സഞ്ചരിയ്ക്കുന്ന ഘടികാരങ്ങളുടേയും വാരക്കോലുകളുടേയും ഈ വിചിത്രമായ പെരുമാററമാണ് വെളിച്ചത്തിൻെറ സ്ഥിരഗതിവേഗത്തിന്നു കാരണം. എല്ലായിടത്തും എല്ലാ വ്യവസ്ഥകളിലുമുള്ള എല്ലാ നിരീക്ഷകന്മാരും, അവരുടെ ഗത്യവസ്ഥ എന്തായാലും, തങ്ങളുടെ ഉപകരണങ്ങളിൽ വെളിച്ചം വീഴുന്നതും തങ്ങളുടെ ഉപകരണങ്ങളിൽ നിന്നു വെളിച്ചം ബഹിൎഗ്ഗമിയ്ക്കുന്നതും വളരെ കൃത്യമായി ഒരേ ഒരു ഗതിവേഗത്തോടു കൂടിയാണെന്നു കാണുന്നതിന്നു കാരണവും അതു തന്നെ. എന്തു്കൊണ്ടെന്നാൽ തങ്ങളുടെ സ്വന്തം ഗതിവേഗം വെളിച്ചത്തിൻെറതിനോട് അടുക്കുന്തോറും അവരുടെ ഘടികാരങ്ങൾ പതുക്കെയാവുന്നു. അവരുടെ വാരക്കോലുകൾ ചുരുങ്ങുന്നു. അവരളന്നെടുക്കുന്ന അളവുകളെല്ലാം താരതമ്യേന നിശ്ചലനായ ഒരു നിരീക്ഷകന്നു കിട്ടുന്ന മൂല്യങ്ങളുടെ നിലയിലേയ്ക്കു മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ചുരുങ്ങലുകളെ ഭരിയ്ക്കുന്ന നിയമങ്ങളെ ലോറൻട്സ് പരിണാമകം നിൎവ്വചിയ്ക്കുന്നു. അവ വളരെ സരളമാണു താനും. വേഗം കൂടുന്തോറും സംകോചവും കൂടും. വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതിവേഗത്തിൻെറ 90 ശതമാനം വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിയ്ക്കുന്ന ഒരു വാരക്കോൽ അതിൻെറ ഏതാണ്ട് പാതിയായി ചുരുങ്ങും. അതിനപ്പുറം സംകോചത്തോതിന്നു വേഗം കൂടുകയായി; കോലിന്നു വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതിവേഗം പ്രാപിയ്ക്കാൻ

കഴിയുന്ന പക്ഷം, അതു ചുരുങ്ങിച്ചുരുങ്ങി ഇല്ലാതാവും. അപ്പോലെത്തന്നെ, വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതിവേഗത്തോടെ സഞ്ചരിയ്ക്കുന്ന ഒരു ഘടികാരം തീരെ നിന്നു പോകും. ഇതിൽ നിന്നു്, എന്തു ശക്തികരം പ്രയോഗിച്ചാലും ശരി, വെളിച്ചത്തെക്കാരം വേഗം സഞ്ചരിയ്ക്കാൻ യാതൊന്നിനും കഴിയില്ലെന്നു സിദ്ധിയ്ക്കുന്നു. അങ്ങിനെ സാപേക്ഷതാവാദം പ്രകൃതിയുടെ മറെറാരു മൌലികനിയമം വെളിപ്പെടുത്തുന്നു: *വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതിവേഗം പ്രപഞ്ചത്തിലെ ഏററവും കവിഞ്ഞ സീമ കുറിയ്ക്കുന്ന ഗതിവേഗമാകുന്നു.*

ആദ്യത്തെ നോട്ടത്തിനു് ഈ വസ്തുതകരം ദഹിയ്ക്കാൻ പ്രയാസം തോന്നും. അതിനു കാരണം, ഒരു വസ്തു ചലിയ്ക്കുമ്പോഴായാലും നിശ്ചലമായിരിയ്ക്കുമ്പോഴായാലും ഒരേ അളവുകരം പാലിച്ചു പോരുന്നു എന്നും, ഒരു ഘടികാരം ചലിയ്ക്കുമ്പോഴും നിശ്ചലമായിരിയ്ക്കുമ്പോഴും ഒരേ താളം നില നിൎത്തുന്നു എന്നും പഴയ ഭൌതികശാസ്ത്രം, ന്യായരഹിതമായി, സങ്കല്പിച്ചതാണു്. അതങ്ങിനെയായിരിയ്ക്കണം എന്നു സാമാന്യബുദ്ധി ശാസിയ്ക്കുന്നു. പക്ഷേ, ഐൻസ്റ്റൈൻ ചൂണ്ടിക്കാണിച്ചതു പോലെ, സാമാന്യബുദ്ധി എന്നു പറയുന്നതു്, പതിനെട്ടു വയസ്സിനു മുമ്പു് മനസ്സിൽ പതിപ്പിച്ചു വെച്ചിട്ടുള്ള പക്ഷപാതങ്ങളുടെ ഒരട്ടി എന്നതിൽ കവിഞ്ഞൊന്നുമല്ല. പിൽക്കാലങ്ങളിൽ നമുക്കു നേരിടേണ്ടി വരുന്ന ഓരോ പുത്തൻ ആശയവും ''സ്വതസ്സിദ്ധങ്ങളായ'' ഈ സങ്കല്പങ്ങളുടെ കൂമ്പാരത്തോടു് ഏററു മുട്ടണം. തെളിയിയ്ക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ലാത്ത ഏതു തത്വത്തെയും സ്വതസ്സിദ്ധമെന്നു് എപ്പോഴെങ്കിലും അംഗീകരിയ്ക്കാൻ ഐൻസ്റ്റൈന്നുള്ള വൈമനസ്യം നിമിത്തമാണു് തനിയ്ക്കു മുമ്പുള്ള മറേറതു ശാസ്ത്രജ്ഞനേക്കാളും കൂടുതലായി പ്രകൃതിയുടെ അടിസ്ഥാനഭൂതങ്ങളായ യാഥാൎത്ഥ്യങ്ങളിലേയ്ക്കു ചുഴിഞ്ഞടുക്കാൻ അദ്ദേഹത്തിനു സാധിച്ചതു്. സഞ്ചരിയ്ക്കുന്ന ഘടികാരങ്ങരം പതുക്കെയാവുന്നു എന്നും സഞ്ചരിയ്ക്കുന്ന കോലുകരം സങ്കോചിയ്ക്കുന്നു എന്നും സങ്കല്പിയ്ക്കുക, അവ അങ്ങിനെ ചെയ്യുന്നില്ലെന്നു സങ്കല്പിയ്ക്കുകയേക്കാരം, എന്തുകൊണ്ടു വിചിത്രമാകണം എന്നദ്ദേഹം

ചോദിച്ചു. ഈ ഒടുവിൽ പറഞ്ഞ നില അനുക്തസിദ്ധമായി പഴയ ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ സ്വീകരിയ്ക്കാൻ ഹേതു, ഈ മാററങ്ങളെ പ്രത്യക്ഷമാക്കിത്തരാൻ തക്കവണ്ണം വലുതായ ഗതിവേഗങ്ങളുമായി മനുഷ്യൻ ദൈനംദിന ജീവിതത്തിൽ ഒരിയ്ക്കലും ഏററുമുട്ടേണ്ടി വരുന്നില്ല എന്നതാകുന്നു. ഒരു മോട്ടോർവാഹനത്തിൽ, ഒരു വിമാനത്തിൽ, വി–2 വാണത്തിൽ പോലും, ഒരു വാച്ചിൻെറ ഗതിമാന്ദ്യം അളക്കാനാവില്ല. ഗതിവേഗങ്ങൾ ഏതാണ്ട് വെളിച്ചത്തിൻേറതിനോട്ട് അടുത്തെത്തുമ്പോൾ മാത്രമേ സാപേക്ഷതാസംബന്ധിയായ ഫലങ്ങൾ കണ്ടെത്താൻ കഴിയുകയുള്ളു. സാധാരണ വേഗങ്ങളിൽ വരുന്ന സ്ഥലകാലാന്തരവ്യതിയാനം, പ്രായോഗികമായി നോക്കിയാൽ പൂജ്യമാണെന്നു ലോറൻട്സ്പരിണാമകത്തിലെ സമീകരണങ്ങൾ വളരെ സ്പഷ്ടമായി തെളിയിയ്ക്കുന്നു. അതു കൊണ്ട് സാപേക്ഷതാവാദം പഴയ ഭൌതികശാസ്ത്രത്തെ നിഷേധിയ്ക്കുന്നില്ല. പഴയ സങ്കല്പങ്ങൾ മനുഷ്യൻെറ സുപരിചിതാനുഭവങ്ങൾക്കു മാത്രം ബാധകമാവുന്ന സീമാവസ്ഥകളാണെന്ന് അതു കരുതുന്നുവെന്നേയുള്ളു.

*　　　　*　　　　*

അങ്ങിനെ തൻെറ ഇന്ദ്രിയങ്ങളുടെ മറയിലൂടെ ഗോചരീഭവിയ്ക്കുന്നതനുസരിച്ചു മാത്രം യാഥാർത്ഥ്യത്തെ നിർവ്വചിയ്ക്കാനുള്ള മനുഷ്യൻെറ വെമ്പൽ കെട്ടിപ്പൊക്കിയ തടസ്സത്തെ ഐൻസ്റ്റൈൻ അതിക്രമിച്ചു കടന്നു. പദാർത്ഥത്തിൻെറ പ്രാഥമികകണങ്ങൾ, നമ്മുടെ ഇന്ദ്രിയസംവേദനങ്ങളുടെ പരുക്കൻലോകത്തിൽ നാം കണ്ടെത്തുന്ന വലിപ്പം കൂടിയ കണങ്ങളെപ്പോലെ പെരുമാറുന്നില്ലെന്നു ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം കാണിച്ചു തന്നതു പോലെ തന്നെ, മഹാഗതിവേഗങ്ങളോടൊത്തുപോകുന്ന പ്രതിഭാസങ്ങളെ മനുഷ്യൻെറ മടിയൻകണ്ണുകൾക്കു കാണാവുന്ന വസ്തുക്കളുടെ ഉശീരു കെട്ട പെരുമാററത്തിൽ നിന്നു പ്രവചിയ്ക്കുക സാധ്യമല്ലെന്നു സാപേക്ഷതാവാദവും തെളിയിയ്ക്കുന്നു. സാപേക്ഷതാനിയമങ്ങൾ അസാധാരണസംഭവങ്ങളെക്കൊണ്ടു പെരുമാറുന്നുവെന്നും നാം കരുതിപ്പോകരുത്. നേരെമറിച്ച്,

നമ്മുടെ ഭൗമാനുഭവത്തിൽപ്പെടുന്ന സരളങ്ങളായ യാന്ത്രികസംഭവങ്ങൾ അപവാദങ്ങൾ മാത്രമായിത്തീരുമാറ് അത്ര അവിശ്വസനീയമാംവിധം സങ്കീർണ്ണമായ ഒരു പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ ഒരു സമഗ്രചിത്രമാണ് അവ നല്കുന്നത്. അണുവിന്റെ സത്വരപ്രപഞ്ചത്തിലെ ഭീമങ്ങളായ ഗതിവേഗങ്ങളോടും നക്ഷത്രലോകത്തിലെ സ്ഥലകാലങ്ങളുടെ വിശാലതകളോടും മല്ലടിക്കുന്ന ആധുനികശാസ്ത്രജ്ഞൻ, പഴയ ന്യൂട്ടോണിയൻ നിയമങ്ങൾ അപര്യാപ്തങ്ങളായി കാണുന്നു. എന്നാൽ സാപേക്ഷതാവാദമാകട്ടെ, ഓരോ സംഗതിയിലും അവനു പ്രകൃതിയുടെ പൂർണ്ണവും കൃത്യവുമായ വിവരണം നല്കുന്നു.

ഐൻസ്റ്റൈൻ സ്വതസ്സിദ്ധങ്ങളെന്നു കണ്ട സങ്കല്പങ്ങളെ പരീക്ഷിച്ചു നോക്കീട്ടുള്ളപ്പോഴൊക്കെയും അവയുടെ സാധുത വേണ്ടുവോളം സ്ഥിരീകരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. കാലാന്തരങ്ങൾക്കുണ്ടാവുന്ന സാപേക്ഷതാപരമായ മന്ദതയ്ക്ക് അഥവാ വിളംബത്തിന്നു 1936—ൽ ബെൽ ടെലഫോൺ ലബോറട്ടറീസിലെ എച്ച്. ഇ. ഐവ്സ് നടത്തിയ ഒരു പരീക്ഷണത്തിൽ നിന്നു് ഒന്നാംതരം തെളിവു ലഭിക്കുകയുണ്ടായി. വികിരണം ചെയ്യുന്ന ഒരു അണുവെ ഒരുതരം ഘടികാരമായി പരിഗണിക്കാം. കാരണം, അത് ഒരു സ്പെക്ട്രോസ്കോപ്പു കൊണ്ടു വളരെ കണിശമായി അളക്കാവുന്ന നിശ്ചിതാവൃത്തിയോടും തരംഗദൈർഘ്യത്തോടും കൂടിയ പ്രകാശം വിസർജ്ജിക്കുന്നു. ഐവ്സ് സമുന്നതഗതിവേഗങ്ങളോടു കൂടി സഞ്ചരിക്കുന്ന ഹൈഡ്രജൻ അണുക്കൾ വിസർജ്ജിക്കുന്ന വെളിച്ചത്തെ നിശ്ചലങ്ങളായ ഹൈഡ്രജൻ അണുക്കൾ വിസർജ്ജിക്കുന്ന വെളിച്ചവുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തി നോക്കിയപ്പോൾ, സഞ്ചരിക്കുന്ന അണുക്കളുടെ കമ്പനാവൃത്തി, കണിശമായും ഐൻസ്റ്റൈന്റെ സമീകരണങ്ങളിൽ പ്രവചിക്കുന്നതനുസരിച്ചു കുറയുന്നതു കണ്ടു. എന്നെങ്കിലുമൊരു ദിവസം ശാസ്ത്രം ഇതേ തത്വത്തെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം കൂടുതൽ രസകരമായ ഒരു പരീക്ഷണരീതി കണ്ടെത്തിയേക്കും. ഏത് ആവർത്തനഗതിയും കാലത്തെ അളക്കാൻ

പോരുമെന്നതിനാൽ, മനുഷ്യഹൃദയവും ഒരു തരം ഘടികാരമാണ് എന്ന് ഐൻസ്റ്റൈൻ ചൂണ്ടിക്കാണിച്ചിട്ടുണ്ട്. അപ്പോൾ സാപേക്ഷതാവാദമനുസരിച്ച് വെളിച്ചത്തിന്റേതിനോട് അടുത്തു നില്ക്കുന്ന ഗതിവേഗത്തോടു കൂടി സഞ്ചരിക്കുന്ന ഒരു മനുഷ്യന്റെ ഹൃദയസ്പന്ദം താരതമ്യേന മന്ദീഭവിക്കും—അതോടു കൂടി അവന്റെ ശ്വാസപ്രശ്വാസങ്ങളും മററെല്ലാ ശാരീരികപ്രക്രിയകളും. ഈ മന്ദീഭവിക്കൽ അവന്നു് അറിയാൻ കഴിയില്ല. എന്തു കൊണ്ടെന്നാൽ, അവന്റെ വാച്ചും അതേ തോതിനു മന്ദീഭവിച്ചിരിക്കുമല്ലോ. എന്നാൽ നിശ്ചലമായ ഒരു കാലമാപകത്തിന്റെ ദൃഷ്ടിയിൽ, അവന്നു "വാദ്ധക്യബാധ" ഒന്നു പതുക്കെയായിരിക്കും. ബക്ക് റോജേഴ്സിന്റേതു പോലുള്ള ഒരു സങ്കല്പലോകത്തിൽ, ഭാവിയിലെ ഒരു വിശ്വസീമാന്വേഷകൻ അണുശക്തിയാൽ ചലിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ഒരു ആകാശക്കപ്പലിൽ (Space ship) കേറി, ശൂന്യതയിലൂടെ സെക്കണ്ടിൽ 167000 നാഴിക വേഗത്തിൽ പാഞ്ഞു നടന്നു് പത്തു ഭൌമവർഷങ്ങൾക്കു ശേഷം ഭൂമിയിലേക്കു മടങ്ങി വരുന്നതും, എന്നിട്ടു ഭൌതികമായി അഞ്ചു വയസ്സേ തനിക്കു കൂടീട്ടുള്ളു എന്നു കാണുന്നതും വിഭാവനം ചെയ്യുക സാദ്ധ്യമാണ്.

VIII

ഭൌതികപ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ഗതിശാസ്ത്രത്തെ വിവരിയ്ക്കാൻ മൂന്നു പരിമാണങ്ങൾ ആവശ്യമുണ്ട്; കാലം, ദൂരം, ദ്രവ്യരാശി. കാലവും ദൂരവും സാപേക്ഷപരിമാണങ്ങളാകയാൽ, ഒരു വസ്തുവിൻെറ ദ്രവ്യരാശിയും അതിൻെറ ഗത്യവസ്ഥയ്ക്കനുസാരമായി ഭേദപ്പെടുന്നു എന്നു നമുക്ക് ഊഹിക്കാം. വാസ്തവം പറഞ്ഞാൽ, സാപേക്ഷതാവാദത്തിൻെറ ഏററവും പ്രധാനമായ പ്രായോഗിക ഫലങ്ങൾ ഈ തത്വത്തിൽ നിന്നു്—ദ്രവ്യരാശിയുടെ സാപേക്ഷതയിൽ നിന്നു്—ആണു് പൊന്തി വന്നിട്ടുള്ളതും.

സാമാന്യജനബോധമനുസരിച്ച് ''ദ്രവ്യരാശി'' എന്നതു് ''ഘന''(ത്തൂക്ക)ത്തിൻെറ മറെറാരു പര്യായമാണു്. ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഉപയോഗിയ്ക്കുമ്പോഴാകട്ടെ, ആ വാക്കു് പദാൎത്ഥത്തിൻെറ ഏറെക്കുറെ ഭിന്നവും കൂടുതൽ മൌലികവുമായ ഒരു ഗുണത്തെയാണു് കുറിക്കുന്നതു്— അതായതു്, ഗതിമാററത്തിൻെറ നേൎക്കുള്ള പ്രതിരോധത്തെ (Resistance to a change of motion). ഒരു സാമാനവാഹനത്തെ ചലിപ്പിയ്ക്കാൻ ഒരു ദ്വിചക്ര(ത്രിചക്ര)വാഹനത്തെ ചലിപ്പിയ്ക്കാൻ വേണ്ടതിലും ഏറെ ശക്തി ആവശ്യമാണു്. ദ്വിചക്രവാഹനത്തേക്കാൾ ഉറച്ച നിലയിൽ സാമാനവാഹനം ഗതിയെ പ്രതിരോധിയ്ക്കാൻ കാരണം അതിന്നു ദ്രവ്യരാശി കൂടുതലുള്ളതാണു്. പഴയ ഭൌതികശാസ്ത്രത്തിൽ, ഏതെങ്കിലും ഒരു വസ്തുവിൻെറ ദ്രവ്യരാശി സ്ഥിരവും നീക്കുപോക്കില്ലാത്തതുമായ ഒരു ഗുണമാകുന്നു. അങ്ങിനെ നോക്കിയാൽ, ഒരു സാമാനവാഹനത്തിൻെറ ദ്രവ്യരാശി, അതൊരു അരുപ്പാതയിൽ നിശ്ചലമായി നില്ക്കുകയാണെങ്കിലും ശരി, മണിക്കൂറിൽ 60 നാഴിക വേഗത്തിൽ നാടു മുറിച്ചു ഓടുകയാണെങ്കിലും ശരി, സെക്കണ്ടിൽ 60000 നാഴിക വേഗത്തിൽ ബാഹ്യാകാശത്തിലൂടെ പറക്കുകയാണെങ്കിലും ശരി, മാററ

മില്ലാതെ ഒന്നു തന്നെയായി നില്ക്കണം. എന്നാൽ സാപേക്ഷതാവാദം, ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിൻെറ ദ്രവ്യരാശി ഒരുവിധത്തിലും സ്ഥിരമല്ലെന്നും ഗതിവേഗത്തോടൊപ്പം വദ്ധിക്കുന്നുവെന്നും ഉറച്ചു പറയുന്നു. ഈ വസ്തുത കണ്ടെത്താൻ പഴയ ഭൌതികശാസ്ത്രത്തിന്നു കഴിയാതെ പോയതിൻെറ കാരണം സാധാരണാനുഭവത്തിൽ പെടുന്ന ദുബ്ബലങ്ങളായ വേഗവൃദ്ധികളിൽ ഉല്പാദിതങ്ങളാവുന്ന അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായ ദ്രവ്യരാശ്യാധിക്യങ്ങരം കുറിക്കാൻ കഴിയാത്ത വിധം മനുഷ്യൻെറ കരണങ്ങളും ഉപകരണങ്ങളും അത്ര മേൽ പ്രാകൃതങ്ങളായതുമാത്രമാണ്. വസ്തുക്കരം വെളിച്ചത്തിൻേറതിനോടു് അടുത്ത ഗതിവേഗങ്ങരം പ്രാപിക്കുമ്പോരം മാത്രമേ അവ ഗോചരീഭവിക്കുന്നുള്ളു. (പ്രാസംഗികമായി പറയട്ടെ, ഈ പ്രതിഭാസം നീളത്തിൻെറ സാപേക്ഷതാപരമായ സങ്കോചവുമായി പൊരുത്തം കെട്ടതല്ല. നമുക്കു ചോദിക്കാൻ തോന്നിപ്പോകുന്നു: എങ്ങിനെയാണൊരു വസ്തു ചെറുതാവുകയും അതേ സമയം തന്നെ കൂടുതൽ ഘനമുണ്ടുകയും ചെയ്യുക? സങ്കോചം, ഗതി ഏതു ഭാഗത്തേക്കാണോ അതിന്നു നേരെയാണെന്നു് ഇവിടെ ഓക്കുന്നതു കൊള്ളാം; വീതിയും കനവും ബാധിതമാവുന്നില്ല. എന്നു മാത്രമല്ല, ദ്രവ്യരാശി എന്നു പറഞ്ഞാൽ 'ഘന'മല്ല, ഗതിപ്രതിരോധമാണ് താനും.)

ഗതിവേഗമനുസരിച്ചു ദ്രവ്യരാശിയിലുണ്ടാകുന്ന വദ്ധന കാണിക്കുന്ന ഐൻസ്റ്റൈൻെറ സമീകരണം രൂപം കൊണ്ടു സാപേക്ഷതാവാദത്തിൻെറ മററു സമീകരണങ്ങരംക്കു സമാനം തന്നെ, ഫലങ്ങളെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം വളരെ കൂടുതൽ പ്രധാനമെങ്കിലും.

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

ഇവിടെ m എന്നതു് v എന്ന ഗതിവേഗത്തോടു കൂടി ചലിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിൻെറ ദ്രവ്യരാശിക്കും, m_0 അതു് നിശ്ചലമായിരിക്കുമ്പോഴത്തെ ദ്രവ്യരാശിക്കും, c വെളിച്ച

ത്തിൻെറ ഗതിവേഗത്തിനും പ്രതിനിധീഭവിയ്ക്കുന്നു. പ്രാഥമികബീജഗണിതം വല്ലപ്പോഴും പഠിച്ചിട്ടുള്ള ആക്കും എളുപ്പം കാണാം, v ചെറുതാണെങ്കിൽ—സാധാരണ അനുഭവത്തിൽ പെടുന്ന എല്ലാ ഗതിവേഗങ്ങളും അങ്ങിനെയാണ്—m_0വും m–ഉം തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം, പ്രായോഗികമായിനോക്കിയാൽ, പൂജ്യമായിരിക്കും എന്ന്. എന്നാൽ c യുടെ മൂല്യത്തോടു v അടുക്കുമ്പോഠം ദ്രവ്യരാശിയിലുണ്ടാകുന്ന വദ്ധന വളരെ വലുതാവും; ചലദ്വസ്തുവിൻെറ ഗതിവേഗം വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതിവേഗമാകുമ്പോഴേയ്ക്കു് അത് അനന്തമായിത്തീരും. പക്ഷേ അനന്തദ്രവ്യരാശിയോടു കൂടിയ ഒരു വസ്തു ഗതിയെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം അനന്തമായ പ്രതിരോധം ചെലുത്തുമെന്നതിനാൽ, ഒരിയ്ക്കൽക്കൂടി നാം യാതൊരു ഭൌതികവസ്തുവിനും വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതിവേഗത്തോടു കൂടി സഞ്ചരിയ്ക്കുക സാധ്യമല്ല എന്ന നിഗമനത്തിലെത്തുന്നു[1].

സാപേക്ഷതാവാദത്തിൻെറ നാനാവശങ്ങളിൽ, ദ്രവ്യരാശിവദ്ധനയുടെ തത്വമാണ് ഏററവുമധികം പരിശോധിച്ചു തെളിഞ്ഞു കണ്ടിട്ടുള്ളതും, പരീക്ഷണപ്രധാനരായ ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഏററവുമധികം ഫലപ്രദമാം വിധം ഉപയോഗപ്പെടുത്തീട്ടുള്ളതും. പ്രബലങ്ങളായ വൈദ്യുതക്ഷേത്രങ്ങളിൽ സഞ്ചരിയ്ക്കുന്ന എലക്ട്രോണുകളും വികിരണപ്രവത്തകങ്ങളായ പദാത്ഥങ്ങളുടെ കേന്ദ്രങ്ങഠം വിസജ്ജിയ്ക്കുന്ന ബീററാകണങ്ങളും വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതിവേഗത്തിൻെറ 99 ശതമാനത്തോളം വേഗം പ്രാപിയ്ക്കാറുണ്ട്. ഈ മഹാഗതിവേഗങ്ങളുമായിടപെടേണ്ട അണുഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം, സാപേക്ഷതാവാദം പ്രവചിയ്ക്കുന്ന ദ്രവ്യരാശിവദ്ധന, തക്വിഷയമാകേണ്ട ഒരു പ്രമേയമല്ല, തങ്ങളുടെ കണക്കുകൂട്ടലുകഠക്ക് അവഗണിയ്ക്കാൻ വയ്യാത്ത ഒരു അനുഭവമാണ്. വാസ്തവം പറഞ്ഞാൽ, പ്രോട്ടോൺ—സിൻക്രോട്ടോണിൻെറയും മററു പുതിയ അത്യൂജ്ജയന്ത്രങ്ങളുടേയും ഗതിക്രമങ്ങഠം, കണങ്ങളുടെ വേഗം വെളിച്ച

1 അനുബന്ധം നോക്കുക.

ത്തിൻെറ ഗതിവേഗത്തോടടുക്കുമ്പോഠം ഉണ്ടാകുന്ന ദ്രവ്യ രാശിയുടെ വദ്ധനയ്ക്കു വക കണ്ടു കൊണ്ടു തയ്യാറാക്കപ്പെട്ടി ട്ടുള്ളവയാകുന്നു.

ഐൻസ്റ്റൈൻ ദ്രവ്യരാശിയുടെ സാപേക്ഷതയെന്ന തൻെറ തത്വത്തിൽ നിന്നു് അനുമാനരീത്യാ, ലോകത്തിനു കണക്കാക്കാൻ വയ്യാത്ത പ്രാധാന്യമുള്ള ഒരു നിഗമനത്തി ലെത്തിച്ചേൎന്നു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ അനുമാനരീതി ഏതാ ണ്ടിപ്രകാരമായിരുന്നു: ഒരു ചലദ്വസ്തുവിൻെറ ഗതിയി ലുണ്ടാകുന്ന വദ്ധനയനുസരിച്ച് അതിൻെറ ദ്രവ്യരാശി വദ്ധിയ്ക്കുന്നതിനാലും, ഗതി ഊൎജ്ജത്തിൻെറ ഒരു രൂപാ ന്തരം (ഗതിശക്തി) ആകയാലും, ഒരു ചലദ്വസ്തുവിൻെറ വദ്ധിതദ്രവ്യരാശി അതിൻെറ വദ്ധിതോൎജ്ജത്തിൽ നിന്നു വരുന്നതാവണം. ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ ഊൎജ്ജത്തിന്നു ദ്രവ്യരാശിയുണ്ട്! ഐൻസ്റ്റൈൻ താരതമ്യേന സരളങ്ങ ളായ ഏതാനും ഗണിതശാസ്ത്രപ്പടികളിലൂടെ E എന്ന ഏതു് ഊൎജ്ജമാത്രയിലേയും തുല്യദ്രവ്യരാശിയായ m എന്ന തിൻെറ മൂല്യം കണ്ടെത്തുകയും അതു് $m=E/c^2$ എന്ന സമീ കരണത്താൽ പ്രകാശിപ്പിയ്ക്കുകയും ചെയ്തു. ഈ ബന്ധം സ്വീകരിച്ചു കഴിഞ്ഞാൽ, ചരിത്രത്തിലെ ഏററവും പ്രധാ നമായ, തീൎച്ചയായും ഏററവും വിഖ്യാതമായ, സമീകര ണം, $E=mc^2$ എന്നതു്, എഴുതാൻ ആവശ്യമായ ബീജഗണി തത്തിലെ ശേഷമുള്ള പടി ഏതു ഹൈസ്കൂഠംവിദ്യാൎത്ഥിയു ടേയും കഴിവിൽ കവിഞ്ഞതല്ല.

അണുബോംബിൻെറ വികാസത്തിൽ ഈ സമീകര ണം വഹിച്ച പങ്കു് മിയ്ക്ക പത്രവായനക്കാൎക്കും സുപരി ചിതമാണ്. ഭൌതികശാസ്ത്രത്തിൻെറ ചുരുക്കെഴുത്തിൽ അതു പറയുകയാണ്: ഒരു പദാൎത്ഥത്തിൻെറ കണത്തിൽ അടങ്ങിയ ഊൎജ്ജം ആ വസ്തുവിൻെറ ദ്രവ്യരാശിയെ (ഗ്രാം കണക്കിൽ) വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതിവേഗ (സെക്കണ്ടിൽ ഇത്ര സെൻറിമീററർ എന്ന കണക്കിൽ)ത്തിൻെറ വൎഗ്ഗം കൊണ്ടു ഗുണിച്ചു കിട്ടുന്നതിനോടു സമമായിരിയ്ക്കും. ഈ അ സാധാരണ ബന്ധം കൂടുതൽ സ്പഷ്ടമാകും, അതിലെ പദ ങ്ങഠംക്കു മൂൎത്തമൂല്യങ്ങഠം കല്പിച്ചാൽ. എന്നു വെച്ചാൽ, ഒരു

കിലോഗ്രാം (ഏകദേശം 2 റാത്തൽ) കൽക്കരി മുഴുവനും ഊർജ്ജമായി മാററിയാൽ, 2500 കോടി കിലോവാട്ട്മണിക്കൂർ വിദ്യുച്ഛക്തി, അഥവാ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ എല്ലാ ശക്ത്യുല്പാദനശാലകൾക്കും കൂടി, അവ നിൽക്കാതെ തുടർച്ചയായി പ്രവർത്തിക്കുന്ന പക്ഷം, രണ്ടു മാസം കൊണ്ടു് ഉല്പാദിപ്പിക്കാവുന്നത്ര ശക്തി, ലഭിക്കും.

ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിൽ നെടുനാളായി നില നിന്നുപോന്ന പല ദുർഗ്രഹതകൾക്കും $E=mc^2$ പരിഹാരം കാണുന്നു. റേഡിയത്തെയും ഉറേനിയത്തെയും പോലുള്ള റേഡിയോ(വികിരണ) പ്രവർത്തകങ്ങളായ വസ്തുക്കൾക്കു് എങ്ങിനെ വമ്പിച്ച ഗതിവേഗങ്ങളോടു കൂടിയ കണങ്ങളെ വിസർജ്ജിക്കാനും അനേകലക്ഷം വർഷങ്ങളോളം അങ്ങിനെ ചെയ്തു കൊണ്ടേയിരിക്കാനും സാധിക്കുന്നു എന്നു് അതു വിവരിക്കുന്നു. സൂര്യനും എല്ലാ നക്ഷത്രങ്ങൾക്കും എങ്ങിനെ അനേകായിരം കോടി വർഷങ്ങളോളം വെളിച്ചവും ചൂടും വികിരണം ചെയ്തു കൊണ്ടിരിക്കാൻ സാധിക്കുന്നു എന്നു് അതു വിവരിക്കുന്നു. കാരണം, സാധാരണ മട്ടിലുള്ള ദഹനപ്രക്രിയ കൊണ്ടാണു് നമ്മുടെ സൂര്യൻ ക്ഷയിക്കുന്നതെങ്കിൽ എത്രയോ യുഗങ്ങൾക്കു മുമ്പു തന്നെ ഭൂമി മരവിച്ചു ഇരുട്ടിൽ മരിച്ചു പോയേനെ. അതു് അണുക്കളുടെ കേന്ദ്രങ്ങളിൽ ഉറങ്ങിക്കിടക്കുന്ന ഊർജ്ജത്തിൻെറ വലിപ്പം വെളിപ്പെടുത്തുകയും, ഒരു നഗരത്തിൻെറ വിധ്വംസനത്തിനു ഒരു ബോംബിൽ എത്ര ഗ്രാം ഉറേനിയം ചെല്ലണമെന്നു മുൻകൂട്ടി കണക്കാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഒടുവിലായി, അതു് ഭൗതികയാഥാർത്ഥ്യത്തെസ്സംബന്ധിച്ച ചില മൗലികസത്യങ്ങൾ അനാവൃതങ്ങളാക്കുന്നു. സാപേക്ഷതാവാദത്തിനു മുമ്പ് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പ്രപഞ്ചത്തെ പദാർത്ഥമെന്നും ഊർജ്ജമെന്നും വ്യതിരിക്തങ്ങളായ രണ്ടു അംശങ്ങളടങ്ങിയ ഒരു പാത്രമായിട്ടാണു് സംകല്പിച്ചിരുന്നതു്—ആദ്യത്തേതു് ജഡം, സ്പൃശ്യക്ഷമം, ദ്രവ്യരാശി എന്നു വിളിക്കുന്ന ഒരു സവിശേഷഗുണത്തോടു കൂടിയതു്; രണ്ടാമത്തേതാകട്ടെ കർമ്മകുശലം, അദൃശ്യം, ദ്രവ്യരാശിരഹിതവും. പക്ഷേ ഐൻസ്റ്റൈൻ ദ്രവ്യരാശിയും ഊർജ്ജ

വും തുല്യങ്ങളാണെന്നു കാണിച്ചു. ദ്രവ്യരാശി എന്നു പറയുന്ന ഗുണം വെറും കട്ടിയായ ഊർജ്ജമാകുന്നു. വേറെ വാക്കുകളിൽ പറഞ്ഞാൽ, പദാർത്ഥം ഊർജ്ജമാണ്, ഊർജ്ജം പദാർത്ഥവും. വ്യതിരേകം താൽക്കാലികമായ അവസ്ഥാവിശേഷത്തെസ്സംബന്ധിച്ചതു മാത്രമാകുന്നു.

ഈ വിശാലതത്വത്തിന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ പ്രകൃതിയിലെ അനേകം കടംകഥകൾക്ക് ഉത്തരം കണ്ടെത്തി. ചിലപ്പോൾ കണങ്ങളുടെ ഒരു സമൂഹവും ചിലപ്പോൾ തരങ്ഗങ്ങളുടെ ഒരു സമ്മേളനവും ആയിത്തോന്നുന്ന വികിരണ—പദാർത്ഥങ്ങളുടെ അമ്പരപ്പിക്കുന്ന പരസ്പരസങ്കലനം, അഥവാ ഇതരേതരവ്യാപ്തി, കൂടുതൽ മനസ്സിലാക്കാവുന്നതായിത്തീർന്നു. ഒരു പദാർത്ഥമാത്ര എന്നും ഒരു വൈദ്യുതമാത്ര എന്നുമുള്ള എലക്ട്രോണിന്റെ ഉഭയനില, തരങ്ഗ—എലക്ട്രോൺ, ഫോട്ടോൺ, പദാർത്ഥതരങ്ഗങ്ങൾ, സംഭവ്യതാതരങ്ഗങ്ങൾ, ഒരു തരങ്ഗപ്രപഞ്ചം—ഇതിലൊന്നും അത്ര മേൽ വിരോധാഭാസം ഇല്ലെന്നു വന്നു. എന്തു കൊണ്ടെന്നാൽ ഈ എല്ലാ സംകല്പങ്ങളും അടിസ്ഥാനഭൂതമായ ഒരേ യാഥാർത്ഥ്യത്തിന്റെ വ്യത്യസ്തങ്ങളായ പ്രത്യക്ഷീകരണങ്ങളെ വിവരിക്കുക മാത്രമേ ചെയ്യുന്നുള്ളൂ. അവയിൽ ഏതെങ്കിലും ഒന്ന് ''യഥാർത്ഥമായി'' എന്താണെന്നു ചോദിക്കുന്നതിന്നു ഇനി മേൽ അർത്ഥമില്ലെന്നായി. പദാർത്ഥവും ഊർജ്ജവും ഒന്നു മറെറാന്നായി മാററാവുന്നതാകുന്നു. പദാർത്ഥം അതിന്റെ ദ്രവ്യരാശിയെ കൈയൊഴിച്ചു വെളിച്ചത്തിന്റെ വേഗത്തോടു കൂടി സഞ്ചരിക്കുന്നതായാൽ, അതിനെ നാം വികിരണം എന്നോ ഊർജ്ജം എന്നോ പറയുന്നു. നേരെ മറിച്ച്, ഊർജ്ജം ഉറച്ചു ജഡമാവുകയും നമുക്ക് അതിന്റെ ദ്രവ്യരാശി കണക്കാക്കാൻ കഴിയുകയും ചെയ്യുമ്പോൾ, നാം അതിനെ പദാർത്ഥം എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഇത്ര നാളും ശാസ്ത്രത്തിന്, അവ ഭൂമിയുമായി കെട്ടിപ്പിണഞ്ഞു കിടക്കുന്ന മനുഷ്യന്റെ സംവേദനങ്ങളെ സ്പർശിക്കുന്നേടത്ത്, അവയുടെ പരിണാമിഗുണങ്ങളെയും ബന്ധങ്ങളെയും കണക്കാക്കാനേ കഴിഞ്ഞിരുന്നുള്ളൂ. എന്നാൽ

1945 ജൂലായ് 16–ാംനു-സ്സിപ്പം, മനുഷ്യൻ ഒന്നിനെ മറെറാന്നാക്കി മാററാൻ സമർത്ഥനായിട്ടുണ്ട്. കാരണം, അന്നു രാത്രി ന്യൂ മെക്സിക്കോവിലെ അലാമോഗോർഡോവിൽവെച്ച്, മനുഷ്യൻ ആദ്യമായി ഗണ്യമായ ഒരു പരിമാണം വരുന്ന പദാൎത്ഥത്തെ വെളിച്ചവും ചൂടും ശബ്ദവും ഗതിയുമായി മാററി. ഇവയെയാണല്ലോ നാം ഊൎജ്ജമെന്നു പറയുന്നത്.

എന്നിട്ടും മൌലികമായ രഹസ്യം, ദുർഗ്രഹത, അവശേഷിക്കുന്നു. സംകല്പങ്ങളെ ഏകീകരിക്കുക എന്നേടത്തേക്കുള്ള ശാസ്ത്രത്തിൻെറ പോക്ക് മുഴുക്കെ—എല്ലാ പദാൎത്ഥങ്ങളെയും മൂലകങ്ങളാക്കിയും പിന്നെ ഏതാനും തരം കണങ്ങളാക്കിയും ചുരുക്കുക, ''ശക്തികളെ'' ''ഊർജ്ജം'' എന്ന ഏകസംകല്പമാക്കി ചുരുക്കുക, എന്നിട്ടു പദാൎത്ഥത്തെയും ഊർജ്ജത്തെയും രണ്ടിനെയും ഒരൊററ അടിസ്ഥാനപരിമാണമാക്കി ചുരുക്കുക—പിന്നെയും ചെന്നെത്തുന്നതു് അവിജ്ഞാതത്തിലേക്കാകുന്നു. നാനാപ്രശ്നങ്ങൾ ഒററയൊന്നിൽ ചെന്നു ലയിക്കുന്നു. അതിനു് ഒരു കാലത്തും ഉത്തരമുണ്ടായില്ലെന്നു വരാം: ഈ ദ്രവ്യരാശ്യൂൎജ്ജവസ്തുവിൻെറ കാതൽ എന്താണ്? ശാസ്ത്രം അന്വേഷിച്ചറിയുവാൻ യത്നിക്കുന്ന ഭൗതികയാഥാൎത്ഥ്യത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനഭൂതമായ അട്ടി എന്താണ്?

അങ്ങിനെ സാപേക്ഷതാസിദ്ധാന്തം, ക്വാണ്ടംസിദ്ധാന്തത്തെപ്പോലെ, സ്ഥലകാലങ്ങളിൽ ഉറച്ചു നിൽക്കുന്നതും ഒരിക്കലും പിഴയ്ക്കാത്ത, കൊണ്ടു നടത്താവുന്ന, ഒരു മഹായന്ത്രം പോലെ പ്രവൎത്തിക്കുന്നതും ആയ ന്യൂട്ടോണിയൻ പ്രപഞ്ചത്തിൽ നിന്നു മനുഷ്യബുദ്ധിയെ പിന്നെയും കൂടുതൽ ദൂരത്തേക്കു കൊണ്ടു പോകുന്നു. ഐൻസ്റ്റൈൻെറ ഗതിനിയമങ്ങൾ, ദൂരത്തിൻെറയും കാലത്തിൻെറയും ദ്രവ്യരാശിയുടെയും സാപേക്ഷതയെസ്സംബന്ധിച്ച അദ്ദേഹത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനതത്വങ്ങൾ, ഈ തത്വങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള അദ്ദേഹത്തിൻെറ നിഗമനങ്ങൾ ഇവയടങ്ങിയതിനെയാണ് സവിശേഷസാപേക്ഷതാവാദം എന്നു പറയുന്നതു്. മൂലഭൂതമായ ഈ പ്രബന്ധത്തിൻെറ പ്രസി

ഢീകരണത്തെത്തുടൎന്നു വന്ന ദശാബ്ദത്തിൽ അദ്ദേഹം ശാസ്ത്രീയവും ദാർശനികവുമായ ഈ വ്യവസ്ഥയെ സാമാന്യസാപേക്ഷതാവാദമാക്കി വികസിപ്പിച്ചു. അതിലൂടെയാണദ്ദേഹം നക്ഷത്രങ്ങരം, വാൽനക്ഷത്രങ്ങരം, ഉൽക്കകരം, നക്ഷത്രസമൂഹങ്ങരം എന്നിവയുടെ ദ്രുതഭ്രമണത്തെയും ഇരിമ്പ് കല്ല് ബാഷ്പം ജ്വാല എന്നിവയുടേതായ എല്ലാ ചലദ്‌വ്യവസ്ഥകളേയും നിസ്സീമദൂർഗ്രഹമായ നിശ്ശൂന്യതയിലൂടെ നയിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന നിഗൂഢശക്തിയെ പരിശോധിച്ചത്. ന്യൂട്ടൺ ഈ ശക്തിയെ സാർവ്വത്രികഗുരുത്വാകർഷണം എന്നു വിളിച്ചു. ഐൻസ്റ്റൈൻ ഗുരുത്വാകർഷണത്തെസ്സംബന്ധിച്ച തന്റെ സ്വന്തം സങ്കല്പത്തിൽ നിന്നു് പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ വിശാലമായ ശില്പത്തെയും ഘടനയെയും കുറിച്ചുള്ള സമഗ്രമായ ഒരു കാഴ്ച നേടി.

IX

ആൽബെട്ട് ഐൻസ്റ്റൈൻ പറകയാണ്: ''ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനല്ലാത്ത ഒരാാം 'ചതുമ്മാന'വസ്തുക്കളെക്കറിച്ച കോംക്കുമ്പോാം അലൌകികരഹസ്യങ്ങളെസ്സംബന്ധിച്ച ചിന്ത ഉണത്തി വിടുന്നതിൽ നിന്നു ഭിന്നമല്ലാത്ത ഒരു വികാരത്തിന്നു, ഒരു ദുർഗ്രഹമായ വിറയലിന്നു് വിധേയനാകുന്നു. എന്നിരുന്നാലും, നാം ജീവിയ്ക്കുന്ന ഈ ലോകം ഒരു ചതുമ്മാനസ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നതയാണെന്നതിനെക്കാാം സവ്വസാധാരണമായ ഒരു പ്രസ്താവനയില്ല.''

ഇവിടെ ഐൻസ്റ്റൈൻെറ ''സവ്വസാധാരണ''മെന്ന പദപ്രയോഗത്തെ ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനല്ലാത്ത ഒരാാം ചോദ്യം ചെയ്യേക്കാം. എങ്കിലും, ആശയങ്ങളിലേക്കാാം പദപ്രയോഗത്തിലാണ് ഏറെ ബുദ്ധിമുട്ട്. ''അവിച്ഛിന്നത'' (അനുസ്യൂതത) എന്ന വാക്കിൻെറ അത്ഥം ശരിയ്ക്കു മനസ്സിലാക്കിക്കഴിഞ്ഞാൽ പിന്നെ, ഒരു ''ചതുമ്മാനസ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നത'' എന്ന ഐൻസ്റ്റൈൻെറ പ്രപഞ്ചചിത്രം—പ്രപഞ്ചത്തെസ്സംബന്ധിച്ച എല്ലാ ആധുനികസങ്കല്പങ്ങളുടെയും അടിയിൽ കിടക്കുന്നത് ഈ വീക്ഷണമാണ്—തികച്ചും സ്പഷ്ടമായിത്തീരുന്നു. ''അവിച്ഛിന്നത'' എന്നു പറഞ്ഞാൽ അവിച്ഛിന്നമായി തുടന്നുകൊണ്ടേയിരിയ്ക്കുന്ന ഒന്നാണ്. ഉദാഹരണത്തിന്നു് ഒരു റൂാം (വര) വടി ഒരു ഏകമാനസ്ഥലാവിച്ഛിന്നതയാണ്. മിക്ക റൂാംവടികളും അംഗുലങ്ങളായും ഒരംഗുലത്തിൻെറ മാകാണി വരെയുള്ള ഭിന്നങ്ങളായും അടയാളപ്പെടുത്തീട്ടുള്ളവയായിരിയ്ക്കും.

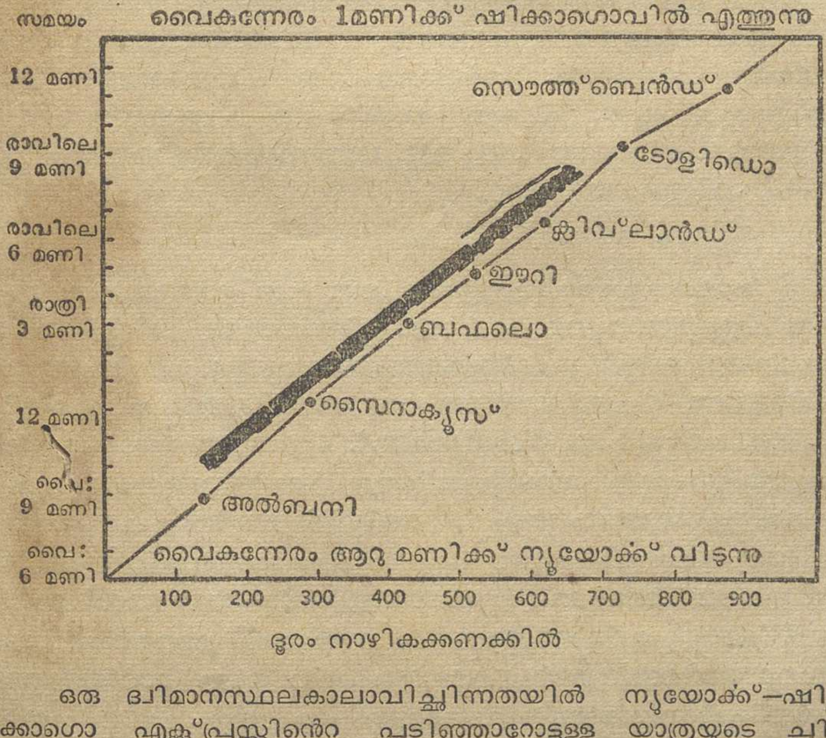
എന്നാൽ, ഒരംഗുലത്തിൻെറ പത്തു ലക്ഷത്തിലൊരംശം വരെയോ നൂറു കോടിയിലൊരംശം വരെയോ അടയാളപ്പെടുത്തീട്ടുള്ള ഒരു റൂാംവടിയെ സങ്കല്പിയ്ക്കുക സാധ്യമാ

ണ്. തത്വപരമായി നോക്കിയാൽ, വിന്ദുവിൽ നിന്നു വിന്ദുവിലേയ്ക്കുള്ള പടി അതിലും ചുരുങ്ങിയതായ്ക്കൂടാ യ്കയില്ല. ഒരു അവിച്ഛിന്നതയുടെ സവിശേഷഗുണം, ഏതെങ്കിലും രണ്ടു വിന്ദുക്കളുടെ അന്തരത്തെ തോന്നിയ വിധം എണ്ണമററ കൊച്ചുപടികകാളാക്കി ഭഗിയ്ക്കാം എന്ന താകുന്നു.

ഒരു തീവണ്ടിപ്പാത ഒരു ഏകമാനസ്ഥലാവിച്ഛിന്ന തയാകുന്നു. അതിന്മേലുള്ള ഒരു തീവണ്ടി എൻജിനീ യക്ക് ഒരൊററ സംയോജനവിന്ദുവിനെ ആധാരമാക്കി, അതായത് ഒരു സ്റ്റേഷനെയോ നാഴികക്കല്ലിനെയോ ആധാരമാക്കി, തൻെറ സ്ഥാനം വിവരിയ്ക്കാം. ഒരു ക ടൽക്കപ്പിത്താന്നാകട്ടെ, രണ്ടു മാനങ്ങളെസ്സംബന്ധിച്ചു ക്ലേ ശിയ്ക്കേണ്ടതുണ്ട്. കടലിൻെറ ഉപരിതലം ഒരു ദ്വിമാ നാവിച്ഛിന്നതയാകുന്നു. ഒരു കപ്പൽക്കാരന് തൻെറ ദ്വിമാനാവിച്ഛിന്നതയിൽ തൻെറ സ്ഥാനം നിർണ്ണയി ക്കുന്ന സംയോജനവിന്ദുക്കാം, ധ്രുവാംശരേഖയും അക്ഷാംശ രേഖയുമാകുന്നു. ഒരു വിമാനത്തിൻെറ പൈലട്ടിന്ന് ഒരു ത്രിമാനാവിച്ഛിന്നതയിലൂടെയാണ് വിമാനം നടത്തി ക്കൊണ്ടു പോകാനുള്ളത്. അതു കൊണ്ട് അദ്ദേഹത്തിന്നു അക്ഷാംശരേഖയും ധ്രുവാംശരേഖയും നോക്കിയാൽ പോര, നിലത്തുനിന്നു തൻെറ ഉയരവും കൂടി ആലോചിയ്ക്കേണ്ടതു ണ്ട്. ഒരു വൈമാനികൻെറ അവിച്ഛിന്നതയാണ് നാം കാണുന്ന നിലക്കുള്ള സ്ഥലം, അഥവാ ആകാശം. മററു വിധത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ നമ്മുടെ ലോകത്തിലെ സ്ഥലം (ആകാശം) ഒരു ത്രിമാനാവിച്ഛിന്നതയാകുന്നു.

ഗതിവിശിഷ്ടമായ ഏതെങ്കിലും ഒരു ഭൌതികസം ഭവത്തെ വിവരിയ്ക്കാൻ, വെറുതെ ആകാശത്തിലെ സ്ഥാനം കുറിച്ചതു കൊണ്ടായില്ല. കാലത്തിൽ എങ്ങി നെ സ്ഥാനമാററം വരുന്നു എന്നു കൂടി പറയേണ്ടതാവശ്യ മാകുന്നു. അങ്ങിനെ, ന്യൂയോക്ക്—ഷിക്കാഗോ എക്സ് പ്രസ്സിൻെറ പ്രവൎത്തനത്തെക്കുറിച്ചൊരു കൃത്യമായ ചിത്രം രചിയ്ക്കാൻ, അതു ന്യൂയോക്കിൽ നിന്ന് ആൽബെനിയിലേ യ്ക്കും സൈറാക്യൂസിലേയ്ക്കും ക്ലീവ്ലൻഡിലേയ്ക്കും ടോളി

ഡോവിലേയ്ക്കും ഷിക്കാഗോവിലേയ്ക്കും പോകുന്നു എന്നു മാത്രം പറഞ്ഞാൽ പോരാ, ഈ സ്ഥാനങ്ങളിലോരോന്നിനെയും സ്പർശിയ്ക്കുന്ന സമയങ്ങൾ കൂടി പറയണം. ഇതൊരു ടൈംടേബിൾ കൊണ്ടോ ദൃശ്യമായ ചാർട്ടു കൊണ്ടോ സാധിയ്ക്കാം. ന്യൂയോക്കിന്നും ഷിക്കാഗോവിനുമിടയിലുള്ള ദൂരം നാഴികക്കണക്കിൽ ഒരു കള്ളിക്കടലാസ്സിൽ വിലങ്ങനെ അടയാളപ്പെടുത്തുകയും മണിക്കൂറുകളും മിനുട്ടുകളും മേലോട്ട് അടയാളപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്താൽ, ആ പുറത്തിലൂടെ കോണോടു കോണായി ശരിയ്ക്കു വരയ്ക്കുന്ന ഒരു രേഖ, ഒരു ദ്വിമാനസ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നതയിലൂടെയുള്ള തീവണ്ടിയുടെ പുരോഗതിയെ ചിത്രീകരിയ്ക്കും. ഇത്തരം വിശദചിത്രീകരണം മിക്ക



ഒരു ദ്വിമാനസ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നതയിൽ ന്യൂയോക്ക്—ഷിക്കാഗൊ എക്സ്പ്രസ്സിന്റെ പടിഞ്ഞാറോട്ടുള്ള യാത്രയുടെ ചിത്രണം.

പത്രവായനക്കാക്കും സുപരിചിതമായിരിക്കും. ഉദാഹരണത്തിനു് ഒരു സ്റ്റോക്ക് മാക്കററ് ചാട്ട്, ഒരു ദ്വിമാന ഡോളർ—കാലാവിച്ഛിന്നതയിൽ ധനകാര്യസംഭവങ്ങളെ ചിത്രീകരിക്കുന്നു. അപ്പോലെ തന്നെ ന്യൂയോക്കിൽ നിന്നു ലോസ് ആഞ്ജലസിലേക്കുള്ള ഒരു വിമാനത്തിൻെറ യാത്രയെ ഒരു ചതുമ്മാനസ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നതയിൽ നല്ല പോലെ ചിത്രീകരിക്കാം. വിമാനം x ധ്രുവാംശത്തിലും y അക്ഷാംശത്തിലും z ഉയരത്തിലുമാണെന്ന വസ്തുതക്കു് കാലസംയോജകത്തിൻെറ അഭാവത്തിൽ ആ വ്യോമയാനസവ്വീസിൻെറ വ്യാപാരമാനേജരെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം ഒരത്ഥവുമില്ല. അങ്ങിനെ, കാലം നാലാമത്തെ മാനമാകുന്നു. ആ വ്യോമയാനത്തെ മുഴവൻ ഒന്നായിട്ടു കാണാൻ, ഒരു ഭൌതികയാഥാത്ഥ്യമായി കാണാൻ, ആഗ്രഹിക്കുന്ന ആളെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം അതു് നിലം വിടൽ, ഉയരൽ, പറക്കൽ, നിലത്തിറങ്ങൽ എന്നിവയുടെ പരസ്പരബന്ധമില്ലാത്ത ഒരു പരമ്പരയായി ഭാഗിക്കപ്പെട്ടുകൂടാ. പകരം അതു് ഒരു ചതുമ്മാനസ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നതയിലെ ഒരു അനുസ്യൂതവക്രരേഖയായി വിചാരിക്കപ്പെട്ടേ പററൂ.

* * *

കാലം സ്പശ്ക്ഷമമല്ലാത്ത ഒരു പരിമാണമാകയാൽ, ഒരു ചതുമ്മാനസ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നതയുടെ ചിത്രം വരക്കുകയോ മാതൃക രചിക്കുകയോ സാധ്യമല്ല, പക്ഷേ അതു വിഭാവനം ചെയ്യാം. അതിനെ ഗണിതശാസ്ത്രപരമായി ചിത്രീകരിക്കുകയും സാധ്യമാണു്. നമ്മുടെ സൌരവ്യവസ്ഥക്കപ്പുറം, ആകാശഗംഗയിലെ നക്ഷത്രസംഘങ്ങറാക്കും നക്ഷത്രമേഘങ്ങറാക്കുമപ്പുറം, നിശ്ശൂന്യതയിൽ കത്തിയെരിഞ്ഞു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഏകാന്തങ്ങളായ ബാഹ്യനക്ഷത്രസമൂഹങ്ങറാക്കുമപ്പുറം, പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ അത്യന്തവിശാലസീമകളെ വിവരിക്കാൻ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ അതൊക്കെയും സ്ഥലത്തിൻെറ മൂന്നും കാലത്തിൻെറ ഒന്നും മാനങ്ങളുടെ ഒരവിച്ഛിന്നതയായി വിഭാവനം ചെയ്തേ പററൂ. ഈ മാനങ്ങളെ വേർതിരിച്ചു നിത്താനാണു് നമ്മുടെ മനസ്സി

ലെ വാസന. നമുക്ക് സ്ഥലത്തെക്കുറിച്ചോർ ബോധമുണ്ട്. കാലത്തെക്കുറിച്ചുമുണ്ട് ഒരു ബോധം. പക്ഷേ ഈ വേർതിരിവ് കേവലം ആത്മനിഷ്ഠമാണ്. സവിശേഷ സാപേക്ഷതാവാദം തെളിയിച്ചിട്ടുള്ളതു പോലെ, സ്ഥലവും കാലവും വെവ്വേറെ നോക്കുമ്പോൾ, ഓരോ നിരീക്ഷകനെയും സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം, വ്യത്യാസപ്പെട്ടു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന സാപേക്ഷപരിമാണങ്ങളാകുന്നു. ശാസ്ത്രത്തിന്നാവശ്യമായതു പോലുള്ള പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ഏതു വിഷയനിഷ്ഠമായ വിവരണത്തിലും, കാലമാനത്തെ സ്ഥലമാനത്തിൽ നിന്നു മാററി നിൎത്തുക, ഒരു വീട്ടിൻെറയോ മരത്തിൻെറയോ ബെററിഗ്രാബിളിൻെറയോ നിഷ്കൃഷ്ടമായ ഒരു ചിത്രണത്തിൽ വീതി കനം എന്നിവയിൽ നിന്നു നീളത്തെ മാററിനിൎത്തുന്നതിനേക്കാൾ ഒട്ടും സുസാധമല്ല. സാപേക്ഷതാവാദത്തിൻെറ തത്വങ്ങളെ പ്രകാശിപ്പിക്കുന്നതിനു സൌകര്യമുള്ള ഒരു മാധ്യമമെന്ന നിലയിൽ സ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നതയുടെ ഗണിതശാസ്ത്രത്തെ വികസിപ്പിച്ചു കൊണ്ടു വന്ന ഹെർമൻ മിങ്കോവ്സ്കി എന്ന ജൎമ്മൻകാരനായ മഹാഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ അഭിപ്രായത്തിൽ, "വെവ്വേറെ നിലയിൽ സ്ഥലവും കാലവും വെറും നിഴലുകളായി മാറി മറിഞ്ഞിരിക്കുന്നു; അവയുടെ രണ്ടിൻെറയും ഏതോ തരത്തിലുള്ള ഒരു കൂട്ടിൽ മാത്രമേ വല്ല യാഥാൎത്ഥ്യവും നില നില്ക്കുന്നുള്ളു."

എന്നാൽ, ഈ സ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നത വെറുമൊരു ഗണിതശാസ്ത്രപരമായ രചന മാത്രമാണെന്നു കരുതിക്കൂടാ. ലോകം സ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നതയാകുന്നു; സത്ത മുഴക്കെ സ്ഥലകാലങ്ങൾ രണ്ടിലും നില നില്ക്കുന്നു; അവ രണ്ടും അവിഭാജ്യങ്ങളുമാകുന്നു. കാലത്തിൻെറ എല്ലാ അളവുകളും വാസ്തവത്തിൽ സ്ഥലത്തിലെ അളവുകളാണ്. വിപരീതനിലയിൽ, സ്ഥലത്തിലെ അളവുകൾ കാലത്തിലെ അളവുകളെ ആശ്രയിച്ചു നില്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. സെക്കൻഡുകൾ മിനുട്ടുകൾ മണിക്കൂറുകൾ ദിവസങ്ങൾ ആഴ്ചകൾ മാസങ്ങൾ ഋതുക്കൾ കൊല്ലങ്ങൾ ഒക്കെയും സൂര്യൻ ചന്ദ്രൻ നക്ഷത്രങ്ങൾ എന്നിവയെ അ

പേക്ഷിച്ച് സ്ഥലത്തിൽ ഭൂമിയ്ക്കുള്ള സ്ഥാനത്തിൻെറ അളവുകളാകുന്നു. അപ്പോലെ തന്നെ ധ്രുവാംശങ്ങളും അക്ഷാംശങ്ങളും—ആ പദങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചാണല്ലോ മനുഷ്യൻ ഭൂമിയിൽ തൻെറ സ്ഥലപരമായ സ്ഥാനം നിർണ്ണയിയ്ക്കുന്നത്—മിനുട്ടായും സെക്കൻഡായും അളന്നു കണക്കാക്കുന്നു; അവ കൃത്യമായി ഗണിയ്ക്കണമെങ്കിൽ, ദിവസത്തിൽ ഏതു സമയത്തെന്നും കൊല്ലത്തിൽ ഏതു ദിവസമെന്നും അറിയേണ്ടതുണ്ട്. ഭൂമധ്യരേഖ, കർക്കടായനവൃത്തം, ഉത്തരധ്രുവവൃത്തം മുതലായ ''അടയാളഭൂമി''കൾ മാറി വരുന്ന ഋതുക്കളെ കണക്കാക്കാനുള്ള നാഴികവട്ടകൾ മാത്രമാകുന്നു; മുഖ്യാക്ഷാംശം ദൈനികകാലത്തിൻെറ ഒരു സംയോജകമാണ്; ഉച്ചയാകട്ടെ സൂര്യൻെറ ഒരു കോൺ മാത്രവും.

അങ്ങിനെയൊക്കെയായാലും, സ്ഥല കാലങ്ങളുടെ തുല്യത ശരിയ്ക്കു സ്പഷ്ടമാകുന്നത് നാം നക്ഷത്രങ്ങളെക്കുറിച്ചു ചിന്തിക്കുമ്പോൾ മാത്രമാണ്. സുപരിചിതങ്ങളായ നക്ഷത്രക്കൂട്ടങ്ങളിൽ ചിലത് ''യഥാർത്ഥ''ങ്ങളാണ്—എന്നു വെച്ചാൽ, അവയുടെ ഘടകങ്ങളായ നക്ഷത്രങ്ങൾ പരസ്പരസാപേക്ഷമായി ഒരു ക്രമത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന, ശരിക്കുള്ള, ഗുരുത്വാകർഷണവ്യവസ്ഥകളാണെന്നർത്ഥം. മററുള്ളവ അങ്ങിനെ തോന്നിക്കുന്നവയാണ്—അവയുടെ ക്രമങ്ങൾ, പരസ്പരനിരപേക്ഷങ്ങളായ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ വീക്ഷണവീഥിയിൽ ഉണ്ടെന്നു തോന്നുന്ന സാമീപ്യം സൃഷ്ടിക്കുന്ന ദർശനയാദൃച്ഛികതകളാകുന്നു. അങ്ങിനെയുള്ള ദൃശ്യനക്ഷത്രക്കൂട്ടങ്ങൾക്കുള്ളിൽത്തന്നെ, നാം തുല്യപ്രകാശത്തോടു കൂടിയ രണ്ടു നക്ഷത്രങ്ങളെ കാണാനും അവ മാനത്ത് ''അടുത്തടുത്ത്'' ആണെന്നു പറയാനുമിടയുണ്ട്—എന്നാൽ യഥാർത്ഥത്തിൽ ഒന്നു 40 ദീപ്തിവർഷവും മറേറത് 400 ദീപ്തിവർഷവും ദൂരെയായേക്കും.

ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞൻ പ്രപഞ്ചത്തെക്കുറിച്ച് ഒരു സ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നതയെന്ന നിലയിൽ ചിന്തിക്കേണ്ടതുണ്ടെന്നു സ്പഷ്ടമാണ്. തൻെറ ദൂരദർശിനിയിൽക്കൂടി കണ്ണയക്കുമ്പോൾ, അദ്ദേഹം ആകാശത്തിൽ ബഹിർഭാഗ

ത്തേകഃ മാത്രമല്ല കാലത്തിൽ പുറകോട്ടേക്കും നോക്കുന്നു. അയാളുടെ സൂക്ഷ്മലോലങ്ങളായ ക്യാമറകൾക്ക് 50 കോടി ദീപ്തിവർഷം ദൂരത്തുള്ള ദ്വീപപ്രപഞ്ചങ്ങളുടെ മിന്നാട്ടങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കാൻ കഴിയും. ഈ മങ്ങിയ മിന്നാട്ടങ്ങൾ, ഭൗമകാലഗണനയിൽ, ആദ്യത്തെ നട്ടെല്ലുള്ള ജീവികൾ അതിപുരാതനങ്ങളായ മന്ദോഷ്ണസമുദ്രങ്ങളിൽ നിന്നു ഭൂമിയിലെ പുത്തൻഖണ്ഡങ്ങളിലേക്ക് പതുക്കെ ഇഴഞ്ഞുകേറാൻ തുടങ്ങിയ ആ കാലഘട്ടത്തിൽ തുടങ്ങിയതാണ് തങ്ങളുടെ ഈ യാത്ര. മാത്രമല്ല, ഈ വമ്പൻ ബാഹ്യവ്യവസ്ഥകൾ, നമ്മുടെ സ്വന്തം നക്ഷത്രസമൂഹത്തിൽ നിന്ന് അകലെ സെക്കൻഡിൽ 35000 നാഴികയോളം വരുന്ന അവിശ്വസനീയമായ ഗതിവേഗങ്ങളോടു കൂടി, വിസ്മൃതിയുടെ ലോകത്തിലേക്കു കുതിക്കുകയാണെന്ന് അയാളുടെ വർണ്ണരാജിദർശകം അയാളോടു പറയുന്നു. അഥവാ, കുറച്ചു കൂടി കണിശമായിട്ടാണെങ്കിൽ, അവ 50 കോടി വർഷം മുമ്പ് നമ്മളിൽ നിന്ന് അകന്നു പോവുകയായിരുന്നു എന്നു വേണം പറയുക. അവ "ഇപ്പോൾ" എവിടെയാണ് എന്ന്, അഥവാ അവ "ഇപ്പോൾ" നിലനിൽപ്പുണ്ടോ എന്നു പോലും, ആർക്കും പറയാനാവില്ല. നാം നമ്മുടെ പ്രപഞ്ചചരിത്രത്തെ ആത്മനിഷ്ഠങ്ങളായ മൂന്നു സ്ഥലമാനങ്ങളും ഒരു പ്രാദേശികകാലമാനവുമായി വിഭജിക്കുന്ന പക്ഷം, അപ്പോൾ പിന്നെ, ഈ നക്ഷത്രസമൂഹങ്ങൾക്ക് പുരാതനവും ക്ഷീണബലവുമായ പ്രകാശം ഒരു ഛായാഗ്രഹണ ഫലകത്തിൽ വീഴ്ത്തുന്ന മങ്ങിയ കറയെന്നതിൽ കവിഞ്ഞു ഐഷയികമായ യാതൊരു നിലനിൽപ്പുമില്ല.[1] അവ ശരിയായ സ്വന്തം പ്രമാണവ്യവസ്ഥയിൽ, എന്നു വെച്ചാൽ ചതുർമ്മാനസ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നതയിൽ, പെട്ട

1 നാഭാതി ശുക്ലമിവ ലോഹിതമിവാഥോ
കൃഷ്ണമഥാഞ്ജനം കാദ്രവം വാ
ന പൃഥിവ്യാം തിഷ്ഠതി നാന്തരിക്ഷേ
നൈതൽസമുദ്രേ സലിലം ബിഭർത്തി
—സനത്സുജാതീയം

നില്ക്കുമ്പോൾ മാത്രമേ അവയ്ക്കു ഭൌതികയാഥാത്ഥ്യമുണ്ടാകുന്നുള്ളു.

*　　　　*　　　　*

മനുഷ്യൻ ഭൂമിയിലെ തന്റെ ലഘുവായ വാസത്തിനിടയിൽ, താൻ കേന്ദ്രവിന്ദുവെന്ന നിലയിൽ, ഭൂതവത്തമാനഭാവികളെക്കുറിച്ചു സ്വന്തം വികാരത്തിനനുസൃതമായി സംഭവങ്ങളെ സ്വന്തം മനസ്സിൽ ക്രമപ്പെടുത്തി വെക്കുന്നു. എന്നാൽ, സ്വന്തം ബോധത്തിന്റെ ചുരുളുകളിലല്ലാതെ പ്രപഞ്ചം, യാഥാത്ഥ്യത്തിന്റേതായ വൈഷയികലോകം, ''സംഭവി''ക്കുന്നില്ല—അത് വെറുതെ നിലവിലിരിക്കുന്നു എന്നു മാത്രം. ഒരു ബ്രഹ്മാണ്ഡബുദ്ധിക്കു മാത്രമേ അതിന്റെ പൂൎണ്ണമായ അന്തസ്സോടു കൂടി അതിനെ വിഭാവനം ചെയ്യാനാവൂ.[1] പക്ഷേ ഒരു ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞൻ വിചാരിച്ചാൽ അതിനെ, പ്രതിരൂപാത്മകമായി, ഒരു ചതുൎമ്മാനസ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നതയായി, ചിത്രീകരിക്കാം. സാമാന്യസാപേക്ഷതാവാദവും അത് പ്രപഞ്ചത്തെ കൂട്ടിച്ചേൎത്തു നിൎത്തുകയും അതിന്റെ ആകൃതിയും വലിപ്പവും നിൎണ്ണയിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന അദൃശ്യശക്തിയായ ഗുരുത്വാകൎഷണത്തെക്കുറിച്ച് എന്തു പറയുന്നു എന്നതും മനസ്സിലാകണമെങ്കിൽ, സ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നതയെക്കുറിച്ചൊരു ജ്ഞാനം കൂടിയേ കഴിയൂ.

1　യഥാകാശേവകാശോസ്തി
ഗംഗായാം വീചയോ യഥാ
തദ്വച്ചരാചരം സൎവ്വം
ബ്രഹ്മണ്യുൽപദ്യ ലീയതേ
യോഗിനസ്തം പ്രപശ്യന്തി
ഭഗവന്തം സനാതനം.

—സനത്സുജാതീയം

X

സവിശേഷസാപേക്ഷതാവാദത്തിൽ ഐൻസ്റ്റൈൻ ഗതിപ്രതിഭാസത്തെ പഠിയ്ക്കുകയും മനുഷ്യനു ഭൂമിയുടെയോ മറേറതെങ്കിലും ചലദ്വ്യവസ്ഥയുടേയോ ''കേവല''ഗതി നിർണ്ണയിയ്ക്കാൻ ആധാരമാകുമാറു യാതൊരു സ്ഥിരമാനമാതൃകയും പ്രപഞ്ചത്തിലുള്ളതായിത്തോന്നുന്നില്ലെന്നു ചൂണ്ടിക്കാണിയ്ക്കുകയും ചെയ്തു. മറെറാരു വസ്തുവിനെ അപേക്ഷിച്ചുള്ള സ്ഥാനഭേദം എന്ന നിലയിലേ ഗതിയെ കണ്ടറിയാൻ കഴിയൂ. ഉദാഹരണത്തിനു് ഭൂമി സെക്കൻഡിൽ 20 നാഴിക വേഗത്തിൽ സൂര്യനു ചുററും സഞ്ചരിയ്ക്കുന്നതായി നമുക്കറിയാം. മാറി വരുന്ന ഋതുക്കൾ ഈ വസ്തുതയെ സൂചിപ്പിയ്ക്കുന്നു. എങ്കിലും നാനൂറു കൊല്ലം മുമ്പു വരെ, ആകാശത്തിൽ സൂര്യൻെറ സ്ഥാനമാററം ഭൂമിയ്ക്കു ചുററുമുള്ള സൂര്യൻെറ ഗതിയെ വെളിപ്പെടുത്തുന്നതായിട്ടാണ് ആളുകൾ കരുതിയത്. ഈ സങ്കല്പത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി പുരാതനജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞർ തികച്ചും പ്രായോഗികമായ ഒരു ഗഗനഗതിവ്യവസ്ഥ വികസിപ്പിച്ചു കൊണ്ടു വന്നു. ഗഗനത്തിലെ എല്ലാ പ്രധാനപ്രതിഭാസങ്ങളെയും വളരെ കൃത്യമായി പ്രവചിയ്ക്കാൻ അത് അവരെ സമർത്ഥരാക്കുകയും ചെയ്തിരുന്നു. അവരുടെ സങ്കല്പം സ്വാഭാവികമായ ഒന്നാണ്. കാരണം, ആകാശത്തിലൂടെയുള്ള നമ്മുടെ ഗതിയുടെ *വൈകാരികാനുഭവം* നമുക്കു സാദ്ധ്യമല്ല. ഭൂമി ശരിയ്ക്കു സഞ്ചരിച്ചു കൊണ്ടിരിയ്ക്കുകയാണെന്നു യാതൊരു ഭൌതികപരീക്ഷണവും ഇന്നേ വരെ തെളിയിച്ചിട്ടുമില്ല. മാത്രമല്ല, പ്രപഞ്ചത്തിലെ മറെറല്ലാ ഗ്രഹങ്ങളും നക്ഷത്രങ്ങളും നക്ഷത്രസമൂഹങ്ങളും ചലദ്വ്യവസ്ഥകളും നിരന്തരമായും അവിശ്രാന്തമായും സ്ഥാനം മാറിക്കൊണ്ടിരിയ്ക്കുന്നുവെങ്കിലും അവയുടെ ഗതികൾ പരസ്പരസാപേക്ഷമായി മാ

ത്രമേ നിരീക്ഷിയ്ക്കാനൊക്കു. ഒററ ഒന്നൊഴിച്ച് പ്രപഞ്ചത്തിലെ എല്ലാ വസ്തുക്കളും നീക്കം ചെയ്യുന്ന പക്ഷം, അവശിഷ്ടമായ ആ വസ്തു നിശ്ചലമായിരിയ്ക്കുകയാണോ അതോ സെക്കൻഡിൽ 100,000 നാഴിക വേഗത്തിൽ ശൂന്യതയിലൂടെ കുതിയ്ക്കുകയാണോ എന്നു പറയാൻ ആക്കും ആവില്ല. ഗതി ഒരു സാപേക്ഷാവസ്ഥയാണ്. താരതമ്യത്തിന് ഏതെങ്കിലും ഒരു പ്രമാണവ്യവസ്ഥ ഇല്ലെങ്കിൽ, ഒരൊററ വസ്തുവിൻെറയെങ്കിലും ഗതിയെക്കുറിച്ച് പറയുന്നതിന് അത്ഥമില്ല.

സവിശേഷസാപേക്ഷതാവാദം പ്രസിദ്ധപ്പെട്ടത്തിവളരെ കഴിയും മുമ്പു തന്നെ ഐൻസ്റ്റൈൻ ചലദ്വ്യവസ്ഥയിൽ സ്വയമേവ ചെലുത്തുന്ന ഭൌതികഫലത്താൽ —മറെറാരു വ്യവസ്ഥയെ പ്രമാണഭൂതമായി സ്വീകരിയ്ക്കാതെ—കണ്ടറിയാവുന്നതെന്ന നിലയ്ക്ക് ''കേവലം'' എന്നു കരുതാവുന്ന ഒരു തരം ഗതിയില്ലേ എന്നു ആലോചിച്ചു തുടങ്ങി. ഉദാഹരണത്തിന്നു *മൃദുവായി* ഓടുന്ന തീവണ്ടിയിലെ നിരീക്ഷകൻ, വണ്ടിയ്ക്കുള്ളിൽ നടത്തുന്ന പരീക്ഷണങ്ങളാൽ, താൻ ചലിയ്ക്കുകയാണോ അതോ നിശ്ചലനായിരിയ്ക്കുകയാണോ എന്നു പറയാൻ അസമത്ഥനാകുന്നു. എന്നാൽ വണ്ടിയിലെ എൻജിനീയർ പെട്ടെന്നു ബ്രേക്കിടുകയോ ആവി തുറന്നു വിടുകയോ ചെയ്യുന്ന പക്ഷം തൽഫലമായുണ്ടാകുന്ന കുലുക്കം നിമിത്തം, തൻെറ ഗതിവേഗത്തിലുണ്ടായ മാററം അയാൾക്കറിയാറാകും. വണ്ടി ഒരു വളവു തിരിയുകയാണെങ്കിൽ, ദിഗ്ഭേദത്തെ ചെറുക്കുന്നതിനായി തൻെറ ദേഹത്തിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന പുറത്തോട്ടുള്ള വലി കൊണ്ടു് അയാൾക്കറിയാറാവും വണ്ടിയുടെ ഗതിയ്ക്കു് ഒരു നിശ്ചിതമാറ്റത്തിൽ വ്യതിയാനം ഉണ്ടായിട്ടുണ്ടെന്നു്. അതു കൊണ്ട്, ഐൻസ്റ്റൈൻെറ യുക്തിവിചാരം ഇങ്ങിനെ പോയി: പ്രപഞ്ചത്തിലാകെ ഒരൊററ വസ്തു മാത്രമേ നിലവിലുള്ളു എന്നും അതു പെട്ടെന്നു ക്രമരഹിതമായി കറങ്ങാൻ തുടങ്ങിയെന്നും വന്നാൽ, അതിലെ നിവാസികൾക്ക് തങ്ങളുടെ ഗതി അസുഖകരമാകുമാറു ബോധപ്പെടും. ഇതു കൊണ്ടു്, ബലങ്ങളും ഗതി

വൃദ്ധികളും ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതു പോലെയുള്ള അസമരൂപഗതി, ''കേവലം'' ആയേക്കാമെന്നു വരാൻ വിരോധമില്ല. ശൂന്യാകാശം, സ്വസീമകാംക്കളിൽ കേവലഗതിയെ വേർതിരിച്ചറിയുക സാധ്യമായ ഒരു പ്രമാണവ്യവസ്ഥ ആയി ഉപയോഗപ്പെടാമെന്നും ഇതു കൊണ്ടു വരുന്നു.

ആകാശം ശൂന്യമാണെന്നും ഗതി സാപേക്ഷമാണെന്നും വാദിക്കുന്ന ഐൻസ്റ്റൈനെ അസമരൂപഗതിയുടെ പ്രത്യക്ഷത്തിൽ നിസ്തുലമായ സ്വഭാവം വല്ലാതെ, അത്യഗാധമായി, അസ്വസ്ഥനാക്കി. സവിശേഷസാപേക്ഷതാവാദത്തിൽ അദ്ദേഹം തൻെറ പ്രാരംഭതത്വമായി സ്വീകരിച്ചത്, പരസ്പരാപേക്ഷയാ *സമരൂപമായി* ചലിക്കുന്ന എല്ലാ വ്യവസ്ഥകാംക്കം പ്രകൃതിനിയമങ്ങൾ ഒന്നു തന്നെ എന്ന സരളമായ പ്രഖ്യാപനമായിരുന്നു. പ്രകൃതിയുടെ സാർവ്വത്രികസുസ്വരതയിൽ ദൃഢവിശ്വാസമുള്ള ആൾ എന്ന നിലയിൽ, അസമരൂപഗത്യവസ്ഥയോടു കൂടിയ ഒരു വ്യവസ്ഥ, പ്രകൃതിനിയമങ്ങൾ വ്യത്യസ്തങ്ങളായ, നിസ്തുലസവിശേഷതയോടു കൂടിയ, ഒരു വ്യവസ്ഥ ആകണം എന്നു വിശ്വസിക്കാൻ അദ്ദേഹം കൂട്ടാക്കിയില്ല. അതു കൊണ്ട്, തൻെറ സാമാന്യസാപേക്ഷതാവാദത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനപ്രാരംഭതത്വമായി അദ്ദേഹം പ്രഖ്യാപിച്ചു: എല്ലാ വ്യവസ്ഥകാംക്കം, അവയുടെ ഗത്യവസ്ഥ എങ്ങിനെയിരുന്നാലും ശരി, പ്രകൃതിനിയമങ്ങൾ ഒന്നു തന്നെ. ഈ പ്രമേയം വികസിപ്പിച്ചു വരുമ്പോൾ അദ്ദേഹം പുതിയ ഗുരുത്വാകർഷണനിയമങ്ങൾ ഗണിച്ചുണ്ടാക്കി. അവയാകട്ടെ മുന്നൂറു കൊല്ലമായി മനുഷ്യൻെറ പ്രപഞ്ചചിത്രത്തെ ആകൃതിപ്പെടുത്തിപ്പോന്ന മിക്ക സങ്കല്പങ്ങളെയും തകിടം മറിച്ചു.

*   *   *   *

ഐൻസ്റ്റൈൻെറ ചവിട്ടുപലക—പുതിയ യത്നങ്ങൾക്കാധാരം—ന്യൂട്ടൻെറ ജാഡ്യനിയമം (Law of Inertia) ആയിരുന്നു. ''ഏതൊരു വസ്തുവും അതിൻെറ നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ, അല്ലെങ്കിൽ ഒരു നേർവരയിലൂടെയുള്ള സമഗതിയിൽ, തുടരുന്നു—അതിൻെറ മേൽ പതിപ്പിച്ച ബ

ലങ്ങളാൽ അത് ആ അവസ്ഥ മാററാൻ നിർബ്ബന്ധമാവു ന്നില്ലെങ്കിൽ'' എന്നാണ് ആ നിയമം പറയുന്നത്. ഏതു സ്കൂൾക്കുട്ടിയ്ക്കും അറിയാവുന്ന കാര്യമാണല്ലോ അത്. അപ്പോൾ, പെട്ടെന്നു ഒരു തീവണ്ടി വേഗം ചുരുക്കുകയോ വർദ്ധിപ്പിയ്ക്കുകയോ വളവു തിരിയുകയോ ചെയ്യുമ്പോൾ നമുക്കുണ്ടാകുന്ന അസാധാരണങ്ങളായ ബോധങ്ങളെ ഉല്പാദിപ്പിയ്ക്കുന്നത് ജാഡ്യമാണെന്നു വരുന്നു. നമ്മുടെ ശരീരത്തിന്നു ഒരു നേർവരയിലൂടെ സമഗതിയായി തുടരുകയാണ് വേണ്ടത്. തീവണ്ടി അതിന്നെതിരായ ഒരു ബലം നമ്മുടെ മേൽ പതിപ്പിയ്ക്കുമ്പോൾ ജാഡ്യം എന്ന ഗുണം ആ ബലത്തെ എതിർക്കാനുള്ള പ്രവണത കാണിയ്ക്കുന്നു. പിന്നിലുള്ള ധാരാളം വണ്ടികളുടെ വേഗവൃദ്ധി സാധിയ്ക്കുവാനായി ഒരു എൻജിൻ ഏങ്ങുകയും ഞെരുങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നതിൻെറ കാരണവും ജാഡ്യം തന്നെ.

ഇതു മറെറാരു ചിന്തയ്ക്കു ഹേതുവാകുന്നു. വണ്ടികളിൽ നിറയെ സാമാനങ്ങളുണ്ടെങ്കിൽ എൻജിൻ, അവ ഒഴിവായിരുന്നാലത്തേക്കാൾ ഏറെ പണിയെടുക്കണം, ഏറെ കൽക്കരി കത്തിയ്ക്കുകയും വേണം. അതു കൊണ്ട് ന്യൂട്ടൻ തൻെറ ജാഡ്യനിയമത്തോടു രണ്ടാമതൊരു നിയമം കൂടി കൂട്ടിച്ചേർത്തു. ആ രണ്ടാമത്തെ നിയമം പറയുന്നത്, ഒരു വസ്തുവിന്നു വേഗവൃദ്ധി ഉണ്ടാക്കാൻ ആവശ്യമായ ബലത്തിൻെറ തുക ആ വസ്തുവിൻെറ ദ്രവ്യരാശിയെ ആശ്രയിച്ചിരിയ്ക്കുന്നുവെന്നും, ഒരേ ബലം വ്യത്യസ്തങ്ങളായ ദ്രവ്യരാശികളോടു കൂടിയ രണ്ടു വസ്തുക്കളിൽ പ്രയോഗിയ്ക്കുന്നതായാൽ, അത് വലിയതിലേക്കാൾ ചെറിയ വസ്തുവിൽ ഏറെ വേഗവൃദ്ധി ഉല്പാദിപ്പിയ്ക്കുമെന്നും ആകുന്നു. ഈ തത്വം മനുഷ്യൻെറ നിത്യാനുഭവങ്ങളുടെ വ്യാപ്തിയെ മുഴുവനും സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം—ഒരു തൊട്ടിൽവണ്ടി ഉന്തുന്നതു മുതൽ ഒരു പീരങ്കിവെടി പൊട്ടിക്കുന്നതു വരെ—സത്യമായിത്തന്നെയിരിയ്ക്കുന്നു. ഒരു പീരങ്കിയുണ്ടയേക്കാൾ വേഗത്തിലും ദൂരത്തിലും ഒരു കളിപ്പന്ത് എറിയാം എന്ന പ്രത്യക്ഷവസ്തുതയുടെ സാമാന്യവൽക്കരണം മാത്രമാണിത്.

എന്നാൽ, ഒരു ചലദ്വസ്തുവിൻെറ വേഗവൃദ്ധിയും അതിൻെറ ദ്രവ്യരാശിയും തമ്മിൽ യാതൊരു ബന്ധവുമില്ലെന്നു തോന്നുന്ന ഒരു പ്രത്യേകാവസ്ഥാവിശേഷമുണ്ട്. കളിപ്പന്തും പീരങ്കിയുണ്ടയും രണ്ടും, *വീഴുകയാവുമ്പോൾ* ഒരേ നിരക്കിലുള്ള വേഗവൃദ്ധി പ്രാപിയ്ക്കുന്നു. ഗാലിലേയോ ആണ് ഈ പ്രതിഭാസം ആദ്യം കണ്ടെത്തിയത്. വായുവിൻെറ പ്രതിരോധത്തിനു വക കണ്ടു കഴിഞ്ഞാൽ, വസ്തുക്കൾ എല്ലാം, അവയുടെ വലിപ്പവും ഘടനയും എങ്ങിനെയായിരുന്നാലും ശരി, കണിശമായി ഒരേ ഒരു നിരക്കിൽ വീഴുന്നു എന്നദ്ദേഹം പരീക്ഷണം കൊണ്ടു തെളിയിച്ചു. ഒരു കളിപ്പന്തും ഒരു കൈയുറുമാലും വ്യത്യസ്തവേഗങ്ങളിൽ വീഴുന്നത്, കൈയുറുമാൽ വായുവിൻെറ പ്രതിരോധത്തിന്നു കൂടുതൽ (ഉപരി) തലം ഉപായനീകരിയ്ക്കുന്നതു കൊണ്ടു മാത്രമാകുന്നു. ഒരു ഗോട്ടി, കളിപ്പന്ത്, പീരങ്കിയുണ്ട എന്നിങ്ങിനെ താരതമ്യത്തിന്നു പററിയ രൂപത്തോടു കൂടിയ വസ്തുക്കൾ, ഒരേ നിരക്കിലാണ് വീഴുന്നത് (ഒരു ശൂന്യസ്ഥലത്തിൽ കൈയുറുമാലും പീരങ്കിയുണ്ടയും തൊട്ടു തൊട്ടു തന്നെ വീഴും). ഈ പ്രതിഭാസം ന്യൂട്ടൻെറ ജാഡ്യനിയമത്തെ ലംഘിയ്ക്കുന്നതായി തോന്നും. കാരണം, എല്ലാ വസ്തുക്കളും കുത്തനെയാവുമ്പോൾ അവയുടെ വലിപ്പത്തെയോ ദ്രവ്യരാശിയേയോ പരിഗണിയ്ക്കാതെ ഒരേ ഗതിവേഗത്തിൽ എന്തിനു സഞ്ചരിയ്ക്കണം, അതേ വസ്തുക്കൾ തുല്യബലത്തോടു കൂടി വിലങ്ങനെ പ്രക്ഷേപിയ്ക്കപ്പെടുമ്പോൾ അവയുടെ ദ്രവ്യരാശികളാൽ നിഷ്കൃഷ്ടമായി നിശ്ചയിയ്ക്കപ്പെടുന്ന ഗതിവേഗങ്ങളോടു കൂടി സഞ്ചരിയ്ക്കുകയാണെന്നു വരുമ്പോൾ? ജാഡ്യാംശം വിലങ്ങനെയുള്ള (ക്ഷൈതിജ)തലത്തിൽ മാത്രമേ പ്രവൎത്തിക്കുന്നുള്ളു എന്നു തോന്നിപ്പോകും.

ഈ കുഴപ്പത്തിന്നു ന്യൂട്ടൻെറ പരിഹാരം അദ്ദേഹത്തിൻെറ ഗുരുത്വാകൎഷണനിയമത്തിൽ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. ഒരു ഭൌതികവസ്തു മറെറാരു വസ്തുവിനെ ആകൎഷിയ്ക്കുന്ന നിഗൂഢബലം ആകൎഷണവിഷയത്തിൻെറ ദ്രവ്യരാശിയോടൊപ്പം വൎദ്ധിയ്ക്കുന്നു എന്നു മാത്രമാണ് ആ നിയമം

പറയുന്നത്. വിഷയവസ്തു വലുതാവുന്നതനുസരിച്ച് ഗുരുത്വാകഷ്ണത്തിൻെറ പിടി കൂടുതൽ ബലിഷ്ഠമായിരിക്കും. ഒരു വിഷയം ചെറുതാണെങ്കിൽ, അതിൻെറ ജാഡ്യം അഥവാ ഗതിയെ പ്രതിരോധിക്കാനുള്ള പ്രവണത ചെറുതായിരിക്കും; പക്ഷേ ഗുരുത്വാകഷ്ണം അതിൻെറ മേൽ ചെലുത്തുന്ന ബലവും ചെറുതാവും. ഒരു വിഷയം വലുതാണെങ്കിൽ അതിൻെറ ജാഡ്യം വലുതാവും; എന്നാൽ ഗുരുത്വാകഷ്ണം അതിൻെറ മേൽ ചെലുത്തുന്ന ബലവും വലുതായിരിക്കും. അതു കൊണ്ട് ഏതു വിഷയത്തിൻെറയും ജാഡ്യത്തെ ജയിക്കുവാൻ ആവശ്യമുള്ള കൃത്യമായ കണക്കിനാണ് ഗുരുത്വാകഷ്ണം എപ്പോഴും ചെലുത്തപ്പെടുന്നത്. അതു കൊണ്ടു തന്നെയാണ് എല്ലാ വിഷയങ്ങളും അവയുടെ ജാഡ്യസംബന്ധിയായ ദ്രവ്യരാശി എന്തായാലും, ഒരേ നിരക്കിൽ വീഴുന്നത്.

അസാധാരണമായ ഈ ആകസ്മികസന്നിപാതം, ഗുരുത്വാകഷ്ണവും ജാഡ്യവും തമ്മിലുള്ള ഈ സമ്പൂൎണ്ണസമതോലനം, ''വിശ്വാസ''ബലത്താൽ അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടുവെങ്കിലും ന്യൂട്ടനു ശേഷം മൂന്നു നൂററാണ്ടു കാലത്തോളം അത് ആരും മനസ്സിലാക്കുകയോ വിവരിക്കുകയോ ചെയ്തില്ല. ആധുനികഗതിവിജ്ഞാനീയവും എഞ്ചിനിയറിങ്ങും മുഴുവൻ ന്യൂട്ടോണിയൻസങ്കല്പങ്ങളെ ആധാരമാക്കി വളൎന്നു വന്നവയാണ്. ന്യൂട്ടൻെറ നിയമങ്ങളനുസരിച്ചു തന്നെ ജ്യോതിൎഗ്ഗോളങ്ങളും പ്രവൎത്തിച്ചു പോരുന്നതായി തോന്നി. എന്നാൽ, ഐൻസ്റ്റൈന്ന്—അദ്ദേഹത്തിൻെറ എല്ലാ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളും തെളിയിക്കപ്പെടാത്ത സിദ്ധാന്തങ്ങളിലുള്ള സഹജമായ അവിശ്വാസത്തിൽ നിന്ന് ഉറന്നു പൊന്തിയവയാകുന്നു—ന്യൂട്ടൻെറ പല പ്രാഥമികസങ്കല്പങ്ങളോടും വെറുപ്പായിരുന്നു. ഗുരുത്വാകഷ്ണവും ജാഡ്യവും തമ്മിലുള്ള സമതോലനം കേവലം ആകസ്മികമാണെന്ന കാര്യത്തിൽ അദ്ദേഹം സംശയാലുവായിരുന്നു. വമ്പൻദൂരങ്ങളെ താണ്ടിച്ചെന്നു തൽക്ഷണം പ്രയോഗക്ഷമമാകാവുന്ന ഒരു ബലമാണ് ഗുരുത്വാകഷ്ണം എന്ന ആശയത്തെ അദ്ദേഹം തിരസ്കരിച്ചു. ഭൂമിക്ക് ആകാശാന്തരാളങ്ങ

ളിൽ കടന്നെത്തി ഒരു വിഷയത്തെ, ആ വിഷയത്തിന്റെ ജാഡ്യപ്രതിരോധത്തോടു് അത്ഭുതകരമാമ്മാറും നീക്കുപോക്കില്ലാത്ത വിധത്തിലും തുല്യമായ ഒരു ബലം കൊണ്ടു് തന്നിലേയ്ക്കു ആകർഷിയ്ക്കാൻ കഴിയുമെന്ന ആശയം സംഭവ്യത വളരെ കുറഞ്ഞ ഒന്നാണെന്നു് ഐൻസ്റ്റൈനു തോന്നി. അങ്ങിനെ, തന്റെ ആക്ഷേപങ്ങളിൽ നിന്നദ്ദേഹം ഗുരുത്വാകർഷണത്തെസ്സംബന്ധിച്ച ഒരു പുതിയ സിദ്ധാന്തം രൂപപ്പെടുത്തി. അതു്, ന്യൂട്ടന്റെ പ്രമാണഭൂതമായ പഴയ നിയമത്തെക്കാറം കൂടുതൽ നിഷ്കൃഷ്ടമായ ഒരു പ്രകൃതിചിത്രം നല്കുന്നതായിട്ടാണു് അനുഭവം.

XI

ഐൻസ്റ്റൈൻ തൻെറ സാധാരണമായ രചനാത്മ കവിചാരരീതിയനുസരിച്ച് സങ്കല്പസൃഷ്ടമായ ഒരു സ്ഥിതിവിശേഷം കൊണ്ടു കളമൊരുക്കി വെച്ചു. അതിൻെറ വിശദാംശങ്ങൾ മററു പല സ്വപ്നശീലരും അസ്വസ്ഥമായ ഉറക്കത്തിന്നിടയിലോ സ്വപ്നാടനക്കാരൻേറതിനു തുല്യമായ സങ്കല്പസഞ്ചാരക്ഷണങ്ങളിലോ ദശിച്ചിട്ടുള്ളവയാണ് എന്നതിനു സംശയമില്ല. അദ്ദേഹം അത്യുന്നതമായ ഒരു കെട്ടിടത്തെ ചിത്രീകരിച്ചു; അതിന്നുള്ളിൽ കെട്ടുകയറുകളററു തടവില്ലാതെ വീണു കൊണ്ടിരിയ്ക്കുന്ന ഒരു എലിവേററും (Elevator—ആളുകൾക്ക മുകളിലോട്ടും താഴോട്ടും, എല്ലാ തട്ടുകളിലും എത്താൻ സഹായമാവുന്ന ലിഫ്ററ്). ആ എലിവേററിന്നകത്ത് ഒരുക്കൂട്ടം ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ തങ്ങളുടെ സവാരിയ്ക്കൊരു ദുരന്തമുണ്ടായേയ്ക്കാമെന്ന ശങ്കയുടെ അലട്ടില്ലാതെ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തികൊണ്ടിരിയ്ക്കുയാണ്. അവർ തങ്ങളുടെ കീശയിൽ നിന്നു സാധനങ്ങൾ—ഒരു ഫൌണ്ടൻ പെൻ, ഒരു നാണ്യം, ഒരു ക്കൂട്ടത്താക്കോൽ—എടുക്കുകയും അവയെ പിടുത്തത്തിൽ നിന്നു വിടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഒന്നും തന്നെ സംഭവിയ്ക്കുന്നില്ല. പെന്നും നാണ്യവും താക്കോലും എല്ലാം കാററിലങ്ങിനെ തങ്ങി നില്ക്കുന്നതായിട്ട് ആ എലിവേററിലെ ആളുകൾക്ക തോന്നുന്നു. കാരണം, അവയെല്ലാം തന്നെ, എലിവേററോടും അതിലെ ആളുകളോടും കൂടെ, ന്യൂട്ടൻെറ ഗുരുത്വാകർഷണനിയമമനുസരിച്ച് ശരിയ്ക്ക് ഒരേ വേഗത്തിൽ വീണു കൊണ്ടിരിയ്ക്കുകയാണ്. എന്നാൽ, എലിവേററിലെ ആളുകൾക്ക തങ്ങളുടെ ദുരവസ്ഥ അറിഞ്ഞു ക്കൂടാത്തതിനാൽ, അവർ ഈ വിചിത്രസംഭവങ്ങളെ മറെറാരു സങ്കല്പത്തിലൂടെ വിവരിയ്ക്കാവുന്ന

താണ്. തങ്ങൾ ഏതോ ജാലവിദ്യ കൊണ്ടെന്ന പോലെ ഭൂമിയുടെ ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രത്തിനു പുറത്തെത്തിയിരിക്കുകയാണെന്നും വാസ്തവത്തിൽ ശൂന്യാകാശത്തിൽ എവിടേയോ തങ്ങി നില്ക്കുകയാണെന്നും അവർ വിശ്വസിക്കാം. അങ്ങിനെ വിശ്വസിക്കാൻ അവക്കു മതിയായ കാരണവുമുണ്ട്. അവരിൽ ഒരാൾ നിലത്തു നിന്നു ചാടുന്ന പക്ഷം ചാട്ടത്തിൻെറ ഊക്കിനു ശരിക്കും ആനുപാതികമായ ഗതിവേഗത്തോടു കൂടി അയാൾ തടവില്ലാതെ മുകൾത്തട്ടിൻെറ നേക്കു മൃദുവായി ഒഴുകുന്നു. അയാൾ തൻെറ പേനയോ താക്കോലുകളോ ഏതെങ്കിലും ഭാഗത്തേയ്ക്കു തള്ളിയാൽ അവ എലിവേററിൻെറ ചുമരിൽ മുട്ടുന്നതുവരെ സമവേഗമായി ആ ഭാഗത്തേയ്ക്കു ചലനം തുടരുന്നു. എല്ലാ വസ്തുക്കളും പ്രത്യക്ഷത്തിൽ ന്യൂട്ടൻെറ ജാഡ്യനിയമത്തെ അനുസരിക്കുകയും അതാതിൻെറ നിശ്ചലാവസ്ഥയിലോ ഒരു നേർവരയിലൂടെ സമവേഗമായ ചലനാവസ്ഥയിലോ തുടരുകയും ചെയ്യുന്നു. എലിവേററർ, എങ്ങിനെയോ, ഒരു ജാഡ്യവ്യവസ്ഥയായിത്തീൎന്നിരിക്കുന്നു. അതിൻെറ ഉള്ളിലുള്ള ആളുകൾക്ക്, തങ്ങൾ ഒരു ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രത്തിലൂടെ വീണു കൊണ്ടിരിക്കുകയാണോ അതോ എല്ലാ വിധം ബാഹ്യബലങ്ങളിൽ നിന്നും മുക്തരായി വെറുതെ ശൂന്യാകാശത്തിൽ ഒഴുകുകയാണോ എന്നു പറയാനൊരു വഴിയുമില്ല.

ഇനി ഐൻസ്റ്റൈൻ രംഗം മാററുകയായി. ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഇപ്പോഴും എലിവേററിൽത്തന്നെ. എന്നാൽ ഇക്കുറി അവർ യഥാൎത്ഥത്തിൽ ശൂന്യാകാശത്തിലാണുള്ളത്. ഏതു ജ്യോതിർഗ്ഗോളത്തിൻെറയും ആകർഷണശക്തിയിൽ നിന്നു ബഹുദൂരം അകലെ. എലിവേററിൻെറ മുകളിൽ ഒരു കേബ്ൾ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്; പ്രകൃത്യതീതമായ ഏതോ ശക്തി ആ കേബ്ൾ ചുററി വലിക്കുന്നു; സ്ഥിരമായ വേഗവൃദ്ധിയോടു കൂടി, എന്നു വെച്ചാൽ ക്രമത്തിൽ ഏറെയേറെ വേഗത്തോടെ, എലിവേററർ ''മുകളിലേയ്ക്കു'' നീങ്ങുന്നു. ഇപ്പോഴും എലിവേററിലുള്ള ആളുകൾക്കു തങ്ങളെവിടെയാണെന്നു യാതൊരു

വിവരവുമില്ല. വീണ്ടും അവർ തങ്ങളുടെ സ്ഥാനം കണക്കാക്കാൻ പരീക്ഷണങ്ങരം നടത്തുന്നു. ഇക്കുറി ഒരു വിശേഷമുണ്ട്. തങ്ങളുടെ കാലടി നിലത്തോടു കനക്കെ പററി നില്ക്കുന്നതായി അവർ കാണുന്നു. അവർ ചാടി നോക്കിയാൽ മുകരംത്തട്ടിലേയ്ക്കു് ഒഴുകിച്ചെല്ലുന്നില്ല. കാരണം, നിലം അവരോടൊപ്പം അവരുടെ അടിയിൽ മുകളിലോട്ടു വരുന്നു. അവർ കൈയിലുള്ള വസ്തുക്കളുടെ പിടുത്തം വിട്ടാൽ, ആ വസ്തുക്കരം ''വീഴ''ന്നതായി തോന്നുന്നു. വിലങ്ങനെ (Horizontal-ക്ഷൈതിജരീതിയിൽ) വസ്തുക്കളെറിഞ്ഞാൽ, അവ സമവേഗമായി ഒരു നേർവരയിലൂടെ നീങ്ങുന്നില്ല. അടിത്തട്ടിനെ ആധാരമാക്കി നോക്കുമ്പോരം ഒരു പരവലയവക്രരേഖ(Parabolic)യിലൂടെയാണ് നീങ്ങുന്നത്. അങ്ങിനെ, തങ്ങളുടെ ജനവാതിലില്ലാത്ത എലിവേററർ യഥാർത്ഥത്തിൽ നക്ഷത്രാന്തരാകാശത്തിലൂടെ പൊന്തിപ്പോവുകയാണെന്ന വിചാരമേയില്ലാത്ത ആ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ, തങ്ങരം സാധാരണ നിലയിൽ നിശ്ചലമായ ഒരു മുറിയിൽ ഭൂമിയുമായി നീക്കുപോക്കില്ലാത്ത വിധത്തിൽ ബന്ധപ്പെട്ടു കൊണ്ടും സാധാരണത്തോതിൽ ഗുരുത്വാകർഷണബലത്തിനു വിധേയരായും ഇരിയ്ക്കുകയാണെന്നു തീരുമാനിയ്ക്കുന്നു. തങ്ങളൊരു ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രത്തിൽ ഇളകാതെ നില്ക്കുകയാണോ അതോ ഗുരുത്വാകർഷണം അശേഷവുമില്ലാത്ത ബാഹ്യാകാശത്തിലൂടെ സ്ഥിരമായ ഗതിവൃദ്ധിയോടു കൂടി പൊങ്ങുകയാണോ എന്നറിയാൻ വാസ്തവത്തിൽ അവക്കു യാതൊരു മാർഗ്ഗവുമില്ല.

അവരുടെ മുറി, ബാഹ്യാകാശത്തിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ഒരു ഊക്കൻ ചക്രത്തൊട്ടിലിൻെറ വക്കിൽ ഘടിപ്പിച്ചാലും ഇതേ വിഷമം അവരെ നേരിടും. ചക്രത്തൊട്ടിലിൻെറ കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നകലേയ്ക്കു തങ്ങളെ വലിച്ചുകൊണ്ടു പോകാൻ ഏതോ ഒരപരിചിതബലം ശ്രമിയ്ക്കുന്നതായി അവക്കു തോന്നും. പുറമെ നില്ക്കുന്ന പഠിച്ചറിവുള്ള ഒരു നിരീക്ഷകൻ ഈ ബലം ജാഡ്യം (അഥവാ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിയ്ക്കുന്ന വസ്തുക്കളെസ്സംബന്ധിച്ചാക

മ്പോൾ പറയുമാറുള്ളതു പോലെ അപകേന്ദ്രകബലം)തന്നെ യാണെന്നു വേഗം മനസ്സിലാകും. എന്നാൽ മുറിയ്ക്കുള്ളി ലെ ആളുകൾ, പതിവു പോലെ, തങ്ങളുടെ വിചിത്രമായ സ്ഥിതിവിശേഷത്തെക്കുറിച്ചു ബോധമുള്ളവരല്ലാത്തതി നാൽ, വീണ്ടും ഈ ബലം ഗുരുത്വാകർഷണത്തിൻേറതാ ണെന്നു കരുതും. കാരണം, അവരുടെ മുറിയുടെ ഉള്ള് ഒഴിഞ്ഞതും അനലംകൃതവുമാണെങ്കിൽ, തങ്ങളെ അതി ൻെറ ഉള്ളിലെ ഉപരിതലങ്ങളിലൊന്നിൻെറ നേക്കു പി ടിച്ചു വലിയ്ക്കുന്ന ബലമല്ലാതെ മറ്റൊന്നുമില്ലല്ലൊ, ഏതാ ണടിത്തട്ട്, ഏതാണ് മുകൾത്തട്ട് എന്നു നിർണ്ണയിയ്ക്കുന്നേ ടത്ത് അവക്കൊരാധാരമായിട്ട്? അങ്ങിനെ വരുമ്പോൾ ഇതിൽ നിന്നെല്ലാം അസംഗനായി അകന്നു നില്ക്കുന്ന ഒരു നിരീക്ഷകൻ, കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിയ്ക്കുന്ന മുറിയുടെ ''പുറം ചുമരെ''ന്നു വിളിയ്ക്കാവുന്നത് ഉള്ളിലെ ആളുകളെസ്സംബ ന്ധിച്ചേടത്തോളം ''അടിത്തട്ടായി''ത്തീരുന്നു. ശൂന്യാ കാശത്തിൽ ''മേൽ'' ''കീഴ''കളില്ലെന്നു് ഒരു നിമിഷം ആലോചിച്ചാൽ കാണാം. ഇങ്ങു ഭൂമിയിൽ നാം ''കീഴെ'' എന്നു പറയുന്നതിന്നു ഗുരുത്വാകർഷണദിശ, ഗു രുത്വാകർഷണത്തിൻെറ പോക്ക് എങ്ങോട്ടാണ് എന്നു മാ ത്രമാണർത്ഥം. സൂര്യനിലുള്ള ഒരു മനുഷ്യന്ന്, ആസ്ത്രേ ലിയക്കാരും ആഫ്രിക്കക്കാരും ആർജൻറീനക്കാരുമെല്ലാം ദക്ഷിണഗോളാർദ്ധത്തിൽ തങ്ങളുടെ കാലടികളിൽ തൂങ്ങി നില്ക്കുകയാണെന്നു തോന്നും. അങ്ങിനെ നോക്കുമ്പോൾ, ദക്ഷിണധ്രുവത്തിൻെറ മുകളിൽ കൂടിയുള്ള അഡ്മിറൽ ബയഡിൻെറ വ്യോമയാനം രേഖാഗണിതസംബന്ധമായ ഒരു കെട്ടുകഥയാണ്; യഥാർത്ഥത്തിൽ അദ്ദേഹം അതി ൻെറ *അടിയിൽ* കൂടി തല കീഴായിട്ടാണ് പറന്നത്. അ ങ്ങിനെ ചക്രത്തൊട്ടിലിന്മേലെ മുറിയ്ക്കുള്ളിലെ ആളുകൾ തങ്ങൾ നടത്തുന്ന എല്ലാ പരീക്ഷണങ്ങൾക്കും, തങ്ങളുടെ മുറി ആകാശത്തിലൂടെ ''മുകളിലോട്ടു'' പായിയ്ക്കപ്പെട്ടു കൊണ്ടിരിയ്ക്കുമ്പോൾ തങ്ങൾ നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങൾ ക്കുണ്ടായ അതേ ഫലങ്ങൾ തന്നെ ഉണ്ടാകുന്നതായി കാ ണുന്നു. അവരുടെ കാലുകൾ ''നിലത്ത്'' ഉറച്ചു നില്ക്കും.

ഘനവസ്തുക്കൾ ''വീഴുന്നു''. ഒരിക്കൽക്കൂടി അവർ ഈ പ്രതിഭാസങ്ങളെല്ലാം ഗുരുത്വാകർഷണത്തിന്റെ ഫലങ്ങളാണെന്നു കരുതുകയും, തങ്ങൾ ഒരു ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രത്തിൽ നിശ്ചലരായിരിക്കുകയാണെന്നു വിശ്വസിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

* * * *

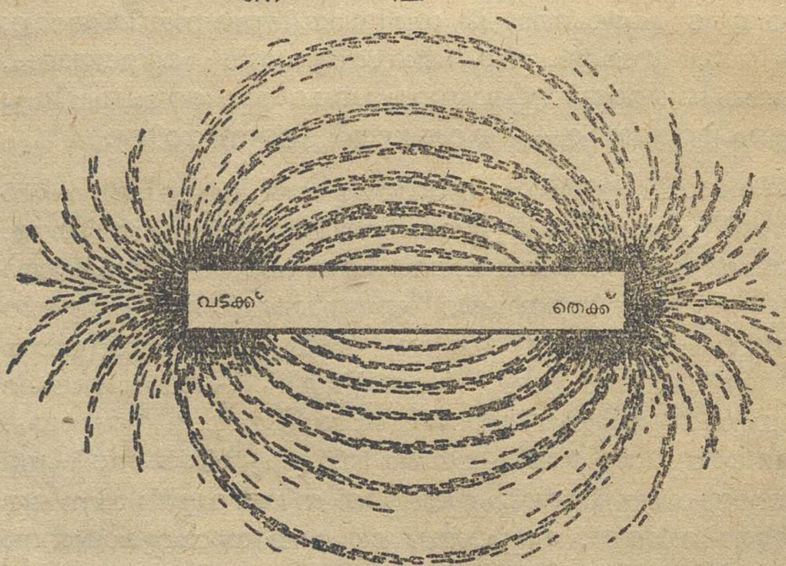
ഈ സാങ്കല്പികസംഭവങ്ങളെ മുൻനിർത്തി ഐൻസ്റ്റൈൻ സിദ്ധാന്തപരമായി അതിപ്രാധാന്യമിയന്ന ഒരു നിഗമനത്തിലെത്തി. ഗുരുത്വാകർഷണ—ജാഡ്യങ്ങളുടെ തുല്യതാതത്വം എന്നാണിതിനെ ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ വിളിക്കുന്നത്. ജാഡ്യശക്തികൾ (വേഗവൃദ്ധി, പ്രതിചലനം, അപകേന്ദ്രകശക്തികൾ മുതലായവ) ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന ഗതിയെ ഗുരുത്വാകർഷണശക്തികൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന ഗതിയിൽ നിന്നു വേർതിരിച്ചറിയാൻ യാതൊരു മാർഗ്ഗവുമില്ല എന്നു പ്രസ്താവിക്കുക മാത്രമാണതു ചെയ്യുന്നത്. ഈ തത്വത്തിന്റെ സത്യം ഏതു വൈമാനികനും അനുഭവമാകും; കാരണം, ഒരു വിമാനത്തിൽ ജാഡ്യത്തിന്റെ ഫലങ്ങളെ ഗുരുത്വാകർഷണത്തിന്റെ ഫലങ്ങളിൽ നിന്നു വേർപെടുത്തുക അസാദ്ധ്യമാണ്. ഒരു മുതലക്കൂപ്പിൽ നിന്നു മേലോട്ടു തിരിയുമ്പോഴത്തെ ശാരീരികാനുഭവം, ശരിക്കും അതിവേഗം കുത്തനെ ചരിഞ്ഞു പറന്നു തിരിയുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന അനുഭവം തന്നെയാണ്. രണ്ടു സംഗതിയിലും വൈമാനികർ ഗു.ഭാരം (ഗുരുത്വാകർഷണഭാരം) എന്നു വിളിക്കുന്ന സ്ഥിതിവിശേഷം പ്രത്യക്ഷമാകുന്നു. ചോര തലയിൽ നിന്നു ദൂരേക്കു് ആകർഷിക്കപ്പെടുന്നു, ദേഹം ഇരിപ്പിടത്തിലേക്കു കനക്കെ പിടിച്ചു വലിക്കപ്പെടുന്നു. ''അന്ധ''നായി, ഉപകരണങ്ങളുടെ സഹായമില്ലാതെ, പറക്കുന്ന വൈമാനികന്ന്, ഈ ഫലങ്ങളുടെ അഭിന്നസ്വഭാവം ഗൌരവമേറിയ ഒരു കാര്യമായിത്തീരാം, മാരകം പോലുമാവാം.

സാമാന്യസാപേക്ഷതയുടെ അടിക്കല്ലായ ഈ തത്വത്തിൽ ഐൻസ്റ്റൈൻ, ഗുരുത്വാകർഷണമാകുന്ന ദുർഘടത്തിന്നും, 'കേവല' ഗതിയുടെ പ്രശ്നത്തിന്നും രണ്ടിന്നും ഉത്ത

രം കണ്ടെത്തി. ആകെക്കൂടി നോക്കുമ്പോൾ, അസമരൂപഗതിയെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം, സവിശേഷമോ ''കേവല''മോ ആയി യാതൊന്നുമില്ലെന്ന് അതു തെളിയിച്ചു. എന്തു കൊണ്ടെന്നാൽ, ഒരു വസ്തു ആകാശത്തിൽ ഒററയ്ക്കു നിലനില്ക്കുകയാണെങ്കിൽ പോലും അതിൻെറ ഗത്യവസ്ഥ വെളിപ്പെടുത്തുമെന്നു വെച്ചിട്ടുള്ള അസമരൂപഗതിയുടെ ഫലങ്ങൾ, ഗുരുത്വാകർഷണത്തിൻെറ ഫലങ്ങളിൽ നിന്നു വേർതിരിച്ചറിയാൻ സാധ്യമല്ലാത്തവയാണ്. അങ്ങിനെ, ചക്രത്തൊട്ടിലിൻെറ കാര്യത്തിൽ ജാഡ്യത്തിൻെറ വലിവോ അപകേന്ദ്രകശക്തിയോ—തന്നിമിത്തം ഗതിയുടെ ഒരു ഫലവും—ആയി ഒരു നിരീക്ഷകൻ കാണുന്നതിനെത്തന്നെ മറെറാരു നിരീക്ഷകൻ ഗുരുത്വാകർഷണത്തിൻെറ സുപരിചിതമായ വലിവായി കാണുന്നു. ഗതിവേഗത്തിൻെറ ഭേദം കൊണ്ടോ ദിഗ്ഭേദം കൊണ്ടോ ഉണ്ടാകുന്ന മറേറതൊരു ജാഡ്യഫലവും ഇതു പോലെ തന്നെ, മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതോ നീക്കുപോക്കുകൾ വന്നു കൊണ്ടിരിക്കുന്നതോ ആയ ഒരു ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രം നിമിത്തമാണെന്നു പറയാവുന്നതാകുന്നു. അതു കൊണ്ട്, സാപേക്ഷതയുടെ പ്രാരംഭതത്വം ശരിയായിത്തന്നെയിരിക്കുന്നു; ഗതിയെ, സമരൂപമോ അസമരൂപമോ രണ്ടായാലും, ഏതെങ്കിലുമൊരു പ്രമാണവ്യവസ്ഥയേ അപേക്ഷിച്ചേ തിട്ടപ്പെടുത്താനാകൂ—കേവലഗതി എന്നൊന്നില്ല.

കേവലഗതിയാകുന്ന വേതാളത്തെ കൊല്ലാൻ ഐൻസ്റ്റൈൻ ഉപയോഗിച്ച വാൾ ഗുരുത്വാകർഷണമായിരുന്നു. എന്നാൽ ഈ ഗുരുത്വാകർഷണം എന്നു പറയുന്നത് എന്തൊന്നാണ്? ഐൻസ്റ്റൈൻെറ ഗുരുത്വാകർഷണം ന്യൂട്ടൻെറ ഗുരുത്വാകർഷണത്തിൽ നിന്നു തികച്ചും വ്യത്യസ്തമായ ഒന്നാണ്. അതൊരു ''ബല''മല്ല. പദാർത്ഥങ്ങൾക്കു പരസ്പരം ''ആകർഷിക്കാൻ'' സാധിക്കുമെന്ന ആശയം, ഐൻസ്റ്റൈൻെറ അഭിപ്രായത്തിൽ, പ്രകൃതിയേക്കുറിച്ചുള്ള തെററായ യാന്ത്രികസംകല്പങ്ങളിൽ നിന്നു വളർന്നു വന്ന ഒരു വ്യാമോഹമാണ്. പ്രപഞ്ചം ഒരു വലിയ യന്ത്രമാണെന്നു നാം വിശ്വസിക്കുന്നേടത്തോളം കാലം, അതിൻെറ നാനാ

ഭാഗങ്ങൾക്കും പരസ്പരം ''ബലം'' പ്രയോഗിക്കാൻ കഴിയും എന്നു വിചാരിക്കുക സ്വാഭാവികമാണ്. എന്നാൽ ശാസ്ത്രം സത്തയുടെ അടുത്തേക്ക് ഏറെയേറെ ചുഴിഞ്ഞിറങ്ങിച്ചെല്ലുന്തോറും, പ്രപഞ്ചം ഒട്ടുംതന്നെ ഒരു യന്ത്രത്തെപ്പോലെയല്ല എന്ന് ഏറെയേറെ തെളിഞ്ഞു വരുന്നു. അതു കൊണ്ട് ഐൻസ്റ്റൈന്റെ ഗുരുത്വാകഷ്ണനിയമത്തിൽ ബലത്തെക്കുറിച്ചു യാതൊന്നുമില്ല. അത് ഒരു ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രത്തിലെ വസ്തുക്കളുടെ—ഉദാഹരണം, ഗ്രഹങ്ങൾ—പെരുമാററം ''ആകർഷണ''ത്തെ ആധാരമാക്കിക്കൊണ്ടല്ല, അവ അനുസരിക്കുന്ന സഞ്ചാരപഥത്തെ ആധാരമാക്കി മാത്രമാണ് വിവരിക്കുന്നത്. ഐൻസ്റ്റൈന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണം എന്നതു ജാഡ്യത്തിന്റെ ഒരംശം മാത്രമാകുന്നു; നക്ഷത്രങ്ങളുടേയും ഗ്രഹങ്ങളുടേയും ഗതികൾ അവയുടെ സഹജമായ ജാഡ്യത്തിൽ നിന്നുറന്നു വരുന്നു; അവ അനുസരിക്കുന്ന സഞ്ചാരപഥങ്ങളാകട്ടെ സ്ഥലത്തിന്റെ—അഥവാ കുറച്ചു കൂടി കൃത്യമായി പറഞ്ഞാൽ സ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നതയുടെ മെട്രിക് (മാന) ഗുണങ്ങളാൽ നിർണ്ണയിക്കപ്പെടുന്നവയുമാകുന്നു.



ഒരു ദണ്ഡകാന്തക്ഷേത്രം

ഇതു വളരെയേറെ ആശയാത്മകമായി, വിരോധാഭാസപ്രതീതി പോലും ജനിപ്പിക്കുന്നതായി, തോന്നാമെങ്കിലും, ശൂന്യാകാശത്തിൽ കോടാനുകോടി നാഴികകൾ വിട്ടു നില്ക്കുന്ന പദാർത്ഥങ്ങൾക്ക് ആ ദൂരമത്രയും താണ്ടി പരസ്പരം ഭൌതികബലം പ്രയോഗിക്കുക സാധ്യമാണ് എന്ന സങ്കല്പത്തെ നാം പരിത്യജിക്കുന്ന നിമിഷം മുതൽ അതു സുസ്പഷ്ടമായിത്തീരുന്നു. ''ദൂരപ്രവർത്തനം'' എന്ന ഈ സങ്കല്പം ന്യൂട്ടന്റെ കാലം മുതൽ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ വിഷമിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഉദാഹരണത്തിനു, വൈദ്യുത—കാന്ത—പ്രതിഭാസങ്ങളെ മനസ്സിലാക്കുന്നതിൽ ഇതു വിശേഷിച്ചും ബുദ്ധിമുട്ടിനു ഹേതുവായി. ഇന്നിപ്പോൾ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരാരും, ദുർഗ്രഹവും പക്ഷേ ഏകകാലികവുമായ ഏതോ തരം ദൂരപ്രവർത്തനം കൊണ്ടു് കാന്തം ഒരിരുമ്പിൻ കഷണത്തെ ''ആകർഷിക്കു''ന്നു എന്നു പറയുകയില്ല. പകരം അവർ ഏതാണ്ടിങ്ങിനെ പറയും: കാന്തം അതിന്നു ചുററുമുള്ള സ്ഥലത്ത് ഒരു സവിശേഷഭൌതികപരിതസ്ഥിതി—അതിന്നവർ കാന്തക്ഷേത്രം എന്നാണ് പറയുക—സൃഷ്ടിക്കുന്നു എന്നും ഈ കാന്തക്ഷേത്രം പിന്നെ ഇരുമ്പിന്മേൽ പ്രവർത്തിച്ചു് മുൻകൂട്ടി പ്രവചിക്കാവുന്ന തരത്തിൽ ഇരുമ്പു പെരുമാറാൻ ഇട വരുത്തുന്നുവെന്നും. ഒരു കാന്തക്ഷേത്രം കാണാൻ എങ്ങിനെയിരിക്കുമെന്നു് ഏതു പ്രാഥമിക ശാസ്ത്രവിദ്യാർത്ഥിക്കുമറിയാം. കാരണം, ഒരു കാന്തത്തിന്റെ മുകളിൽ പിടിച്ച ഒരു കഷ്ണം കട്ടിക്കടലാസിന്റെ മുകളിലേക്ക് ഇരുമ്പുപൊടി വിതറുക എന്ന ലഘുക്രിയ കൊണ്ടു അതു കാണത്തക്കതാവും. കാന്തക്ഷേത്രവും വൈദ്യുതക്ഷേത്രവും ഭൌതികയാഥാർത്ഥ്യങ്ങളാണ്. അവയ്ക്കു സുനിശ്ചിതമായ ഒരു ഘടനയുണ്ട്. ജെയിംസ് ക്ലാർക്ക് മാക്സ്വെലിന്റെ ക്ഷേത്രസമീകരണങ്ങൾ—വൈദ്യുത എഞ്ചിനീയറിങ്ങിലും റേഡിയോ എഞ്ചിനീയറിങ്ങിലും കഴിഞ്ഞ നൂററാണ്ടിലുണ്ടായ എല്ലാ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളിലേക്കും വഴി ചൂണ്ടിയതു് അവയാണ്—അവയുടെ ഘടനയെ വിവരിക്കുന്നു. ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രമെന്നത് വിദ്യുത്കാന്തക്ഷേത്രമെന്ന പോലെത്തന്നെ ഒരു ഭൌതികയാഥാ

ത്ഥ്യമാണ്. അതിൻെറ ഘടനയെ ആൽബട്ട് ഐൻസ്റ്റൈൻെറ ക്ഷേത്രസമീകരണങ്ങൾ വിവരിക്കുന്നു.

*　　*　　*　　*

ഒരു കാന്തം അതിനു ചുററുമുള്ള ആകാശത്തിൽ ചില സവിശേഷഗുണങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നതായി മാക്സ്വെലും ഫാരഡേയും സങ്കല്പിച്ചുവല്ലൊ. അതു പോലെ തന്നെ, നക്ഷത്രങ്ങൾ, ചന്ദ്രന്മാർ, ആകാശത്തിലെ മററു വസ്തുക്കൾ, ഇവ ഓരോന്നും അതാതിനു ചുററുമുള്ള ആകാശത്തിൻെറ ഗുണങ്ങളെ നിർണ്ണയിക്കുന്നു എന്നു ഐൻസ്റ്റൈനും തീരുമാനിച്ചു. ഒരു കാന്തക്ഷേത്രത്തിലെ അയഃഖണ്ഡത്തിൻെറ ഗതിയെ ആ ക്ഷേത്രത്തിൻെറ ഘടന എങ്ങിനെ നിയന്ത്രിക്കുന്നുവോ അതു പോലെ ഒരു ഗുരുത്വാകർഷണ ക്ഷേത്രത്തിൽ ഒരു പദാർത്ഥത്തിൻെറ ഗതിയെ ആ ക്ഷേത്രത്തിൻെറ രേഖാഗണിതനില തിട്ടപ്പെടുത്തി വെയ്ക്കുന്നു. ഗ്രാവിറേറഷനെ (ഗുരുത്വാകർഷണം) സംബന്ധിച്ച് ന്യൂട്ടൻെറയും ഐൻസ്റ്റൈൻെറയും ആശയങ്ങളിലുള്ള വ്യത്യാസത്തെ സ്പഷ്ടമാക്കുവാനായി ചിലപ്പോഴൊക്കെ നഗരമധ്യത്തിലൊരു സ്ഥലത്ത് ഗോട്ടി കളിക്കുന്ന ഒരു കൊച്ചുകുട്ടിയുടെ ചിത്രം ഉദാഹരിക്കാറുണ്ട്. നിലം കുന്നും കുഴിയും നിറഞ്ഞതാണ്, ഒട്ടും സമനിരപ്പല്ല. തെരുവിനു തൊട്ട് ഒരെടുപ്പിൻെറ പത്താം നിലയിലുള്ള ആപ്പീസിൽ ഇരുന്നു നോക്കുന്ന ഒരു നിരീക്ഷകന്നു് നിലത്തെ ഈ നിരപ്പുകേട് കാണാൻ കഴിയുകയില്ല. ഗോട്ടികൾ നിലത്തിൻെറ ചില ഭാഗങ്ങളെ ഒഴിഞ്ഞു മാറുകയും വേറെ ചില ഭാഗങ്ങളുടെ നേക്കു നീങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നതായി കാണുന്ന ആയാൾ, ചില സ്ഥലങ്ങളിൽ നിന്നു ഗോട്ടികളെ അകററുകയും വേറെ ചില സ്ഥാനങ്ങളിലേക്ക് അവയെ ആകർഷിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന ഒരു ''ബലം'' പ്രവർത്തിക്കുന്നതായി കരുതിയേക്കും. എന്നാൽ ആ നിലത്തു നില്ക്കുന്ന മറെറാരു നിരീക്ഷകൻ ഗോട്ടികളുടെ ഗതിയെ നിയന്ത്രിക്കുന്നതു നിലത്തിൻെറ വളവുതിരിവുകളാണെന്നു പെട്ടന്നു തന്നെ കണ്ടറിയും. ഈ കൊച്ചുകെട്ടുകഥയിൽ, ഒരു ''ബലം'' പ്രവർത്തിക്കുന്നു എന്നു സങ്കല്പി

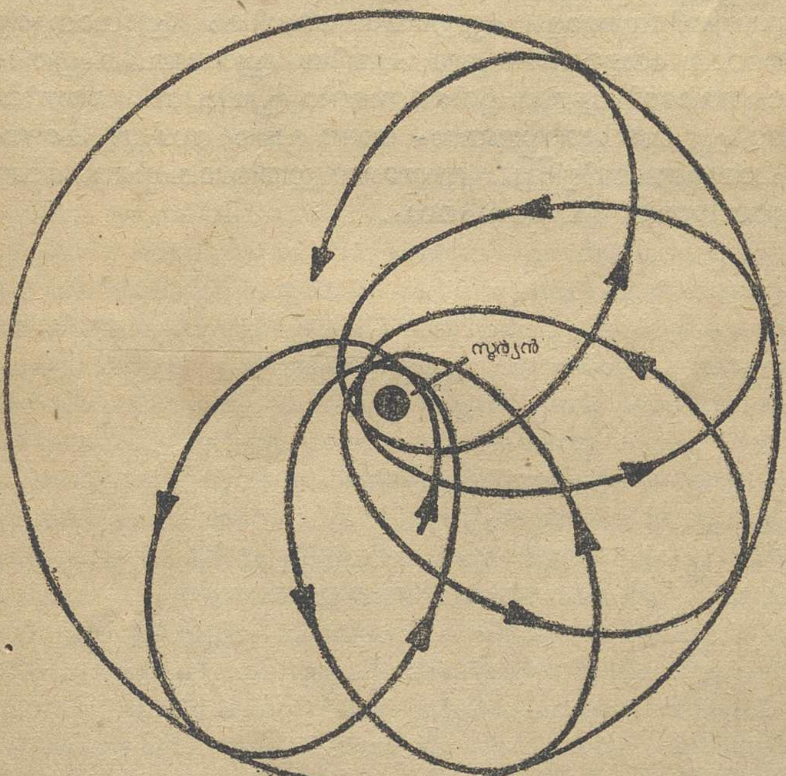
ക്കുന്ന മാളികമുകളിലെ നിരീക്ഷകൻ ന്യൂട്ടനും അങ്ങിനെ യാതൊരു സങ്കല്പത്തിൻെറയും ആവശ്യം നേരിടാത്ത നിലവിതാനത്തിലെ നിരീക്ഷകൻ ഐൻസ്റ്റൈനും ആകുന്നു. അതു കൊണ്ട് ഐൻസ്റ്റൈൻെറ ഗുരുത്വാകർഷണ നിയമങ്ങൾ സ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നതയുടെ ക്ഷേത്രഗുണങ്ങൾ വിവരിക്കുകമാത്രമേ ചെയ്യുന്നുള്ളു. പ്രത്യേകം എടുത്തു പറഞ്ഞാൽ, ഈ നിയമങ്ങളിൽ ഒരു കൂട്ടം, ഗുരുത്വാകർഷണം പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിൻെറ ദ്രവ്യരാശിയും അതിൻെറ ചുററുമുള്ള ക്ഷേത്രത്തിൻെറ ഘടനയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെ പ്രതിപാദിക്കുന്നു. അവയെ ഘടനാനിയമങ്ങൾ എന്നു വിളിക്കുന്നു. രണ്ടാമത്തെ കൂട്ടമാകട്ടെ, ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രങ്ങളിൽ ചലദ്വസ്തുക്കൾ സ്വീകരിക്കുന്ന മാർഗ്ഗങ്ങളെ വ്യവച്ഛേദിക്കുന്നു. അവയാണു ഗതിനിയമങ്ങൾ.

ഐൻസ്റ്റൈൻെറ ഗുരുത്വാകർഷണവാദത്തെ ഔപചാരികമായ ഒരു ഗണിതശാസ്ത്രപദ്ധതി മാത്രമാണെന്നു കരുതിപ്പോകരുത്. കാരണം, അതിൻെറ അധിഷ്ഠാനം അഗാധമായ പ്രപഞ്ചപ്രാധാന്യമുള്ള സങ്കല്പങ്ങളാകുന്നു. ഈ സങ്കല്പങ്ങളിൽ ഏററവും ഗണനീയമായിട്ടുള്ളത്, സ്വതന്ത്രമായ പദാർത്ഥം സ്വതന്ത്രമായ സ്ഥലത്തിലും കാലത്തിലും കുടി കൊള്ളുന്ന ദൃഢവും അവികാര്യവുമായ ഒരു സൌധമല്ല പ്രപഞ്ചം എന്നതാകുന്നു. നേരെ മറിച്ച് അത് അദൃഢമായ ഒരു അവിച്ഛിന്നതയാണ്; നിശ്ചിതമായ ഒരു ശില്പമില്ലാത്ത അതു വഴങ്ങുന്നതും വികാരിയുമാണ്, നിരന്തരം മാററത്തിനും വൈകൃതത്തിന്നും വിധേയമാണ്. പദാർത്ഥവും ചലനവുമുള്ളേടത്തൊക്കെ അവിച്ഛിന്നതയ്ക്ക് ഇളക്കമുണ്ടാവുന്നു. കടലിൽ നീന്തുന്ന ഒരു മത്സ്യം അതിനു ചുററുമുള്ള വെള്ളത്തെ ക്ഷോഭിപ്പിക്കുന്നതു പോലെ, ഒരു നക്ഷത്രമോ വാൽനക്ഷത്രമോ നക്ഷത്രസമൂഹമോ അത് ഏതിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്നുവോ ആ സ്ഥല-കാലത്തിൻെറ രേഖാഗണിതനിലയെ വികൃതമാക്കുന്നു.

ഐൻസ്റ്റൈൻെറ ഗുരുത്വാകർഷണനിയമങ്ങളെ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രപ്രശ്നങ്ങളിൽ ഉപയോഗപ്പെടുത്തിയാൽ കിട്ടു

ന്ന ഫലങ്ങൾ, ന്യൂട്ടൻ നല്കുന്നവയോടു വളരെ അടുത്തു നില്ക്കുന്നു. ഈ ഫലങ്ങൾ എല്ലാ സംഗതികളിലും എല്ലാപ്പോഴും സമാന്തരങ്ങളായി നില്ക്കുന്ന പക്ഷം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ, ന്യൂട്ടൻെറ നിയമത്തിലെ സുപരിചിതസങ്കല്പങ്ങളെത്തന്നെ പുലർത്തിപ്പോരാൻ വെമ്പുമായിരുന്നു; അപ്പം ബിതമെങ്കിലും പിടിയിലൊതുങ്ങാത്ത ഐൻസ്റ്റൈൻ സിദ്ധാന്തത്തെ തള്ളിക്കളയുകയും ചെയ്യുമായിരുന്നു. എന്നാൽ, സാമാന്യസാപേക്ഷതാവാദത്തെ മാത്രം അടിസ്ഥാനമാക്കി ഒട്ടേറെ വിചിത്രങ്ങളായ പുത്തൻപ്രതിഭാസങ്ങളെ കണ്ടെത്താനും, പഴയ ദുർഗ്രഹതകളിലൊന്നിനെയെങ്കിലും മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാക്കിത്തീർക്കാനും കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. പഴയ ദുർഗ്രഹത എന്നു പറഞ്ഞത്, ബുധൻ എന്ന ഗ്രഹത്തിൻെറ ക്രമം വിട്ട പെരുമാററത്തിൽ നിന്നനുഭവിക്കുന്നതാണ്. മററു ഗ്രഹങ്ങളെപ്പോലെ കൃത്യമായി അണ്ഡാകൃതിയിലുള്ള സ്വന്തം സഞ്ചാരപഥത്തിലൂടെ ചുററിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതിനു പകരം ബുധൻ പ്രതിവഷം തൻെറ മാർഗ്ഗത്തിൽ നിന്നു്, സ്വല്പമെങ്കിലും അമ്പരപ്പിക്കുന്ന അളവിൽ വ്യതിചലിക്കുന്നു. ഈ വ്യതിചലനത്തിനു ഹേതുവാകാൻ സാധ്യതയുള്ള എല്ലാ ഘടകങ്ങളെയും ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പരിശോധിച്ചു നോക്കി. എന്നാൽ ന്യൂട്ടോണിയൻ വാദത്തിൻെറ ചട്ടക്കൂട്ടിൽ ഒതുങ്ങി നില്ക്കുന്ന ഒരു സമാധാനം കാണാനവക്കു സാധിച്ചില്ല. ഐൻസ്റ്റൈൻ തൻെറ ഗുരുത്വാകർഷണനിയമങ്ങളെ രൂപവല്ക്കരിക്കുന്നതു വരെ, ഈ പ്രശ്നം പരിഹാരം കാണാതെ തന്നെ കിടന്നു. ഇതരഗ്രഹങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് ബുധനാണ് സൂര്യനു ഏററവും അടുത്തു നില്ക്കുന്നത്. അതു ചെറുതാണ്, വലിയ വേഗത്തോടെ സഞ്ചരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ന്യൂട്ടൻെറ നിയമമനുസരിച്ചു നോക്കിയാൽ, ഈ സംഗതികൾ, സ്വയമേവ, പ്രസ്തുതവ്യതിചലനത്തിനു ഹേതുവായ്ക്കൂടാ. ബുധൻെറ ചലനത്തെസ്സംബന്ധിച്ച ഗതിനിയമങ്ങൾ, മൌലികമായി നോക്കിയാൽ, മറേറതു ഗ്രഹത്തിൻെറയും ഗതിനിയമങ്ങളിൽ നിന്നു വ്യത്യസ്തമാകാൻ പാടില്ലല്ലോ. എന്നാൽ ഐൻസ്റ്റൈ

ൻെറ നിയമങ്ങളനുസരിച്ച് സൂര്യൻെറ ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രത്തിൻെറ തീവ്രതയും ബുധൻെറ വമ്പിച്ച ഗതിവേഗവും, ഒരു വ്യത്യാസം വരുത്തുന്നു—ബുധൻെറ അണ്ഡാകൃതിയിലുള്ള സഞ്ചാരപഥമാകെത്തന്നെ മുപ്പതു ലക്ഷം വർഷത്തിലൊരിക്കൽ ഒരു ചുററെന്ന കണക്കിൽ, സൂര്യനു ചുററും പതുക്കെ, എങ്കിലും നീക്കപോക്കില്ലാതെ, പരിവർത്തനം ചെയ്യുവാൻ ഹേതുവായിത്തീരുന്ന ഒരു വ്യത്യാസം. ഈ



ബുധൻെറ അണ്ഡാകൃതിയിലുള്ള സഞ്ചാരപഥത്തിൻെറ ഭ്രമണം വളരെയേറെ പെരുപ്പിച്ച നിലയിൽ. യഥാർത്ഥത്തിൽ ഈ അണ്ഡവൃത്തം ഒരു വൃത്താംശത്തിൻെറ 43 സെക്കൻഡു മാത്രമേ ഒരു നൂററാണ്ടു കാലം കൊണ്ടു മുന്നോട്ടു നീങ്ങുന്നുള്ളു.

കണക്കും, ബുധന്റെ ഗതിയുടെ ശരിക്കുള്ള അളവും തമ്മിൽ തികച്ചും പൊരുത്തപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അങ്ങിനെ നോക്കിയാൽ വലിയ ഗതിവേഗങ്ങളെയും പ്രബലങ്ങളായ ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രങ്ങളെയും കൊണ്ടു പെരുമാറുന്നേടത്ത് ഐൻസ്റ്റൈന്റെ ഗണിതശാസ്ത്രമാണ് ന്യൂട്ടന്റേതിനെക്കാൾ കണിശം.

ഇങ്ങിനെ ഒരു പഴയ പ്രശ്നത്തിനു പരിഹാരം കണ്ടുവെന്നതിനേക്കാളും എത്രയോ അധികം പ്രാധാന്യമുള്ള മറെറാരു നേട്ടമുണ്ട്—ഒരു പുതിയ പ്രാപഞ്ചികപ്രതിഭാസത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ഐൻസ്റ്റൈന്റെ പ്രവചനം. അതിനെക്കുറിച്ച് ഒരു ശാസ്ത്രജ്ഞനും അന്നു വരെ സ്വപ്നം കാണുകപോലുമുണ്ടായിട്ടില്ല. അതാണ് ഗുരുത്വാകർഷണം വെളിച്ചത്തിന്മേൽ ചെയ്യുന്ന ഫലം.

XII

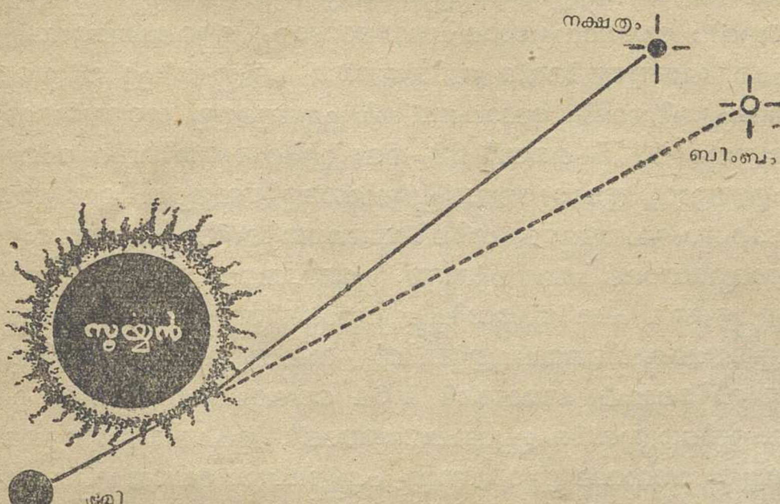
ഐൻസ്റ്റൈൻ ഈ ഫലം (ഗുരുത്വാകർഷണം വെളിച്ചത്തിന്മേൽ ചെയ്യുന്ന ഫലം) പ്രവചിക്കുവാൻ ഹേതുവായിത്തീൎന്ന വിചാരപരമ്പരയുടെ തുടക്കം മറെറാരു സാങ്കല്പികസ്ഥിതിവിശേഷമാകുന്നു. മുമ്പേത്തെപ്പോലെ ഇപ്പോഴും ഒരു എലിവേററർ തന്നെയാണ് രംഗത്തിന്റെ ആരംഭം. ഏതെങ്കിലും ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രത്തിൽ നിന്നു് എത്രയോ അകലെ, ശൂന്യാകാശത്തിലൂടെ, സ്ഥിരമായ വേഗവൃദ്ധിയോടുകൂടി എലിവേററർ ഉയരുകയാണ്. ഇക്കുറി, നക്ഷത്രാന്തരാളസഞ്ചാരിയായ ഏതോ ഒരു കൊള്ളക്കാരൻ, പെട്ടെന്നു ആലോചനാരഹിതമായി എലിവേറററിന്റെ നേർക്കൊരു വെടിയുണ്ട പായിക്കുന്നു. ഉണ്ട എലിവേറററിന്റെ ഒരു വശത്തെ ഭിത്തിക്കു തട്ടി അതു തുളച്ചു കടന്നു അപ്പുറത്തെ ഭിത്തിയെ, ആദ്യത്തെ ഭിത്തിതുളച്ചതിലും അല്പം താഴെയുള്ള ഒരു സ്ഥാനത്തുകൂടെ തുളച്ചു പുറത്തേക്കു വരുന്നു. ഇതിന്റെ കാരണം, പുറമെ നില്ക്കുന്ന വെടിക്കാരനു പ്രത്യക്ഷമാണ്. ന്യൂട്ടന്റെ ജാഡ്യനിയമമനുസരിച്ചു് ഉണ്ട ഒരു നേർവരയിലൂടെ പാഞ്ഞതാണെന്നു് അവന്നറിയാം. എന്നാൽ, വെടിയുണ്ട രണ്ടു ഭിത്തികൾക്കിടയിലുള്ള ദൂരം സഞ്ചരിയ്ക്കുമ്പോഴേയ്ക്കു് എലിവേററർ ആകെ കുറച്ചു ദൂരം ''മേലോട്ടു്'' സഞ്ചരിച്ചിട്ടുണ്ട്; തൽഫലമായി രണ്ടാമത്തെ വെടിയുണ്ടത്തുളയുണ്ടായതു് ആദ്യത്തേതിന്റെ നേരെ എതിർവശത്തല്ല, കുറച്ചു കൂടി നിലത്തിന്നടുത്തായിട്ടാണ്. എന്നാൽ, എലിവേറററിന്റെ ഉള്ളിലിരിക്കുന്ന ആളുകൾ, പ്രപഞ്ചത്തിൽ എവിടെയാണ് തങ്ങളെന്നു യാതൊരു വിവരവുമില്ലാത്തതിനാൽ, ആ സ്ഥിതിവിശേഷത്തെ വ്യാഖ്യാനിക്കുന്നതു് മറെറാരു വിധത്തിലാണ്. ഭൂമിയിൽ ദൂരത്തേക്കെറിയപ്പെടുന്ന ഏതു വസ്തുവും ഭൂമിയുടെ നേർക്കു് ഒരു പരവലയക്രമത്തിലൂടെ നീങ്ങുന്നു എന്നറിയുന്ന അവർ തങ്ങളൊരു ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രത്തിൽ നിശ്ചലരായിരിയ്ക്കുകയാണെന്നും തങ്ങളുടെ എലിവേറററിലൂടെ കട

ന്നു പോയ വെടിയുണ്ട നിലത്തെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം തികച്ചും സാധാരണമായ ഒരു വലയം രചിച്ചു കൊണ്ടു പോകയായിരുന്നുവെന്നും മാത്രമേ കരുതുകയുള്ളു.

ഒരു നിമിഷം കഴിഞ്ഞു് എലിവേററർ ആകാശത്തിലൂടെ മുകളിലേക്കങ്ങിനെ തുടരെ പോയിക്കൊണ്ടിരിക്കെത്തന്നെ, ഒരു പ്രകാശനാളം എലിവേറററിൻെറ ഒരു വശത്തുള്ളതുളയിലൂടെ പെട്ടെന്നു കടത്തി വിടുന്നു. വെളിച്ചത്തിൻെറ വേഗം വളരെ വലുതാകയാൽ, അതു പ്രവേശനദ്വാരവും എതിർവശത്തെ ഭിത്തിയും തമ്മിലുള്ള ദൂരത്തെ ഒരു നിമിഷത്തിൻെറ വളരെ ചെറിയ ഒരംശത്തിനുള്ളിൽ തന്നെ താണ്ടുന്നു. എങ്കിലും ആയിടയ്ക്കു് എലിവേററർ ഒരു ക്ലപ്തദൂരം മേല്പോട്ടു നീങ്ങുന്നുണ്ടല്ലൊ. അതു കൊണ്ടു് പ്രകാശനാളം ദൂരത്തുള്ള ഭിത്തിയിൽ തട്ടുന്നതു്, അതു പ്രവേശിച്ച സ്ഥാനത്തിനെയപേക്ഷിച്ചു് ഒരംഗുലത്തിൻെറ ലഘുവായ ഒരംശം താഴെയായിരിയ്ക്കും. എലിവേറററിൻെറ ഉള്ളിലെ നിരീക്ഷകൎക്കു് വേണ്ടേടത്തോളം ലോലങ്ങളായ മാപനോപകരണങ്ങൾ കൈവശമുണ്ടെങ്കിൽ അവൎക്കു് പ്രകാശനാളത്തിന്നു തട്ടിയ ഉലച്ചൽ, അതിൻെറ വളവ്, ശരിക്കളന്നു തിട്ടപ്പെടുത്താൻ കഴിയും. പക്ഷേ അവരതിന്നു് ഏതു വിധത്തിൽ കാരണം കണ്ടു പിടിയ്ക്കും എന്നാണു് ചോദ്യം. അവരിനിയും തങ്ങളുടെ എലിവേറററിൻെറ ചലനത്തെക്കുറിച്ചു ബോധവാന്മാരല്ല. തങ്ങളൊരു ഗുരുത്വാകൎഷണക്ഷേത്രത്തിൽ നിശ്ചലരായിരിയ്ക്കുകയാണെന്നാണു് അവരുടെ വിശ്വാസം. ന്യൂട്ടൻെറ തത്വങ്ങളിൽത്തന്നെ പററിപ്പിടിച്ചു നില്ക്കുന്ന പക്ഷം അവർ പാടെ അമ്പരന്നു പോകും. കാരണം, വെളിച്ചത്തിൻെറ രശ്മികൾ എല്ലായ്പ്പോഴും നേർവരയിലൂടെയാണു് സഞ്ചരിയ്ക്കുക എന്നു് അവർ നിഷ്കൎഷിയ്ക്കുമല്ലൊ. പക്ഷേ അവർ സവിശേഷസാപേക്ഷതാവാദവുമായി പരിചയപ്പെട്ടവരാണെങ്കിൽ, $m=E/c^2$ എന്ന സമീകരണമനുസരിച്ചു് ഊൎജ്ജത്തിനു ദ്രവ്യരാശിയുണ്ടെന്നു് അവർ ഓൎക്കും. വെളിച്ചമെന്നതു് ഈ ഊൎജ്ജത്തിൻെറ ഒരു രൂപാന്തരമാകയാൽ, വെളിച്ചത്തിനു ദ്രവ്യരാശിയുണ്ടെന്നും തന്നിമിത്തം ഒരു ഗുരുത്വാകൎഷണക്ഷേത്ര

ത്തിനാൽ ബാധിതമാകുമെന്നും അവർ അനുമാനിച്ചു. അതാണ് പ്രകാശനാളത്തിൻെറ ഉലച്ചലിനു കാരണം.

കേവലം താത്വികമായ ഈ പരിഗണനകളിൽ നിന്ന് ഐൻസ്റ്റൈൻ, മറേറതു ഭൌതികപദാൎത്ഥത്തേയും പോലെ വെളിച്ചവും ഒരു കനത്ത വസ്തുവിൻെറ ഗുരുത്വാകൎഷണക്ഷേത്രത്തിലൂടെ കടന്നു പോകുമ്പോൾ, ഒരു വക്രരേഖയിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്ന നിഗമനത്തിലെത്തി. സൂര്യൻെറ ഗുരുത്വാകൎഷണക്ഷേത്രത്തിൽ നക്ഷത്രവെളിച്ചത്തിൻെറ പഥം നിരീക്ഷിച്ച് തൻെറ സിദ്ധാന്തത്തെ പരീക്ഷിച്ചു നോക്കാവുന്നതാണെന്ന് അദ്ദേഹം അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. നക്ഷത്രങ്ങൾ പകൽസമയം അദൃശ്യങ്ങളാകയാൽ, ആകാശത്തിൽ നക്ഷത്രങ്ങളെയും സൂര്യനെയും ഒന്നിച്ചു കാണാവുന്ന ഒരൊററ അവസരമേയുള്ളു—ഗ്രഹണകാലം. അതു കൊണ്ട്, ഒരു ഗ്രഹണസമയത്ത് സൂര്യൻെറ ഇരുണ്ട മണ്ഡലത്തിൻെറ അതിരിന്നു തൊട്ടടുത്തുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഫോട്ടോ എടുത്തു മറെറാരവസരത്തിൽ എടുത്ത അതേ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഫോട്ടോകളുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തി നോക്കാവുന്നതാണെന്ന് ഐൻസ്റ്റൈൻ അഭിപ്രായപ്പെട്ടു.



സൂര്യൻെറ ഗുരുത്വാകൎഷണക്ഷേത്രത്തിൽ നക്ഷത്രവെളിച്ചത്തിൻെറ വിക്ഷേപം. സൂര്യമണ്ഡലത്തിൻെറ അടുത്തുള്ള ഒരു നക്ഷത്ര

ത്തിൽ നിന്നു വരുന്ന വെളിച്ചം സൂര്യൻെറ ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്ര ത്തിലൂടെ കടന്നു പോകുമ്പോൾ ഉള്ളിലോട്ട്, സൂര്യൻെറ നേർക്ക്, വള യുന്നതിനാൽ ഭൂമിയിലുള്ള നിരീക്ഷകൻെറ ദൃഷ്ടിയിൽ ആ നക്ഷ ത്രത്തിൻെറ ബിംബം പുറത്തേയ്ക്ക്, സൂര്യനിൽനിന്നു അകലേയ്ക്ക്, നീങ്ങിയതായി തോന്നും.

അദ്ദേഹത്തിൻെറ സിദ്ധാന്തപ്രകാരം, സൂര്യനു ചുററുമുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളിൽ നിന്നു വരുന്ന വെളിച്ചം സൂര്യൻെറ ഗുരു ത്വാകർഷണക്ഷേത്രത്തിലൂടെ കടന്നു പോകുമ്പോൾ ഉള്ളി ലോട്ട്, അതായത് സൂര്യൻെറ നേർക്ക്, ചരിഞ്ഞിരി യ്ക്കണം. അങ്ങിനെ വരുമ്പോൾ, ഭൂമിയിലുള്ള ഒരു നിരീ ക്ഷകന്ന് ആ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ബിംബങ്ങൾ ആകാശ ത്തിൽ അവയുടെ (നക്ഷത്രങ്ങളുടെ) സാധാരണ സ്ഥാന ങ്ങളിൽനിന്നു പുറത്തോട്ടു തള്ളി നില്ക്കുന്നതായി തോന്ന ണം. ഐൻസ്റ്റൈൻ, അങ്ങിനെ നിരീക്ഷ്യമാണമാകുന്ന വിക്ഷേപത്തിൻെറ 'ഡിഗ്രി' കണക്കാക്കുകയും സൂര്യ ൻെറ ഏററവും അടുത്ത നക്ഷത്രങ്ങളെസ്സംബന്ധിച്ചേട ത്തോളം വിക്ഷേപം ഒരു 'ആർക്കി'ൻെറ 1.75 സെക്കൻ ഡ് ആയിരിയ്ക്കുമെന്നു പ്രവചിയ്ക്കുകയും ചെയ്തു. അദ്ദേഹം തൻെറ സാമാന്യസാപേക്ഷതാവാദം മുഴുകെത്തന്നെ ഈ പരീക്ഷണത്തിൻെറ വിജയത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിയ്ക്കുമെന്നു വെച്ചതിനാൽ, ലോകത്തിൽ എങ്ങുമുള്ള ശാസ്ത്രതല്പരന്മാ രത്രയും 1919 മെയ് 29—ലെ ഗ്രഹണത്തിൻെറ ഫോട്ടോ എടുക്കാൻ ഭൂമധ്യരേഖാപ്രദേശങ്ങളിലേയ്ക്കു പോയ അന്വേ ഷകസംഘങ്ങളുടെ നിരീക്ഷണത്തിൻെറ ഫലങ്ങൾ ഉൽ ക്കണ്ഠയോടെ കാത്തിരുന്നു. അവരുടെ ചിത്രങ്ങൾ ശരി പ്പെടുത്തി പരിശോധിച്ചു നോക്കിയപ്പോൾ, സൂര്യൻെറ ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രത്തിൽ നക്ഷത്രവെളിച്ചത്തിനുണ്ടാ യ വിക്ഷേപം ശരാശരി 1.64 സെക്കൻഡാണെന്നു കണ്ടു. ഐൻസ്റ്റൈൻെറ പ്രവചനത്തോട്, ഉപകരണങ്ങളുടെ സൂ ക്ഷ്മത അനുവദിയ്ക്കാവുന്നത്ര പൂർണ്ണമായ യോജിപ്പാണല്ലോ ഈ സംഖ്യ കുറിയ്ക്കുന്നത്.

* * * *

സാമാന്യസാപേക്ഷതയെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ഐൻസ്റ്റൈൻ ചെയ്ത മറെറാരു പ്രവചനം കാലത്തെസ്സംബന്ധിച്ചതായിരുന്നു. സ്ഥല(ആകാശ)ഗുണങ്ങളെ എങ്ങിനെ ഒരു ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രം ബാധിയ്ക്കുന്നു എന്നു തെളിയിച്ച ശേഷം, സദൃശമെങ്കിലും ഒട്ടൊക്കെ കൂടുതൽ ദുർഗ്രഹമായ ഹേതുവാദത്തിലൂടെ ഐൻസ്റ്റൈൻ കാലസംബന്ധിയായ അന്തരങ്ങളും ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രം അനുസരിച്ച് ഭേദപ്പെടുന്നു എന്ന നിഗമനത്തിൽ എത്തി. സൂര്യനിൽ കൊണ്ടു ചെന്ന ഒരു ഘടികാരം ഭൂമിയിലേക്കാൾ സ്വല്പം താണ താളത്തിലേ നടക്കാവൂ. പ്രകാശവികിരണം ചെയ്യുന്ന സൌരാണുവിൽ നിന്നു ഭൂമിയിൽ അതേ മൂലകത്തിൻെറ ഒരണു പുറപ്പെടുവിയ്ക്കുന്നതിലും സ്വല്പം താഴ്ന്ന ആവൃത്തിയോടു കൂടിയ വെളിച്ചം ബഹിർഗ്ഗമിയ്ക്കേണ്ടതാകുന്നു. ഇവിടെ തരംഗദൈർഘ്യത്തിലുണ്ടാകുന്ന വ്യത്യാസം അളക്കാനാകാത്ത വിധം അത്ര ലഘുവായിരിയ്ക്കും. എന്നാൽ പ്രപഞ്ചത്തിൽ സൂര്യൻെറതിനെക്കാറം ശക്തിമത്തുക്കളായ ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രങ്ങറം ഉണ്ട്. ഇവയിലൊന്ന് ''സിരിയസ്സിൻെറ സഹചാരി'' എന്നു വിളിയ്ക്കുന്ന അസാധാരണനക്ഷത്രത്തെ—അവിടത്തെ ഒരു ഘനാംഗുലം പദാർത്ഥം ഭൂമിയിൽ ഒരു ടൺ തൂങ്ങാൻ തക്കവണ്ണം അത്ര അവിശ്വസനീയമായ സാന്ദ്രാവസ്ഥയിലുള്ള പദാർത്ഥത്തോടു കൂടിയ ഒരു വെള്ളക്കുള്ളനാണീ നക്ഷത്രം—ചൂഴ്ന്നു നില്ക്കുന്നു. എന്നാൽ അതിൻെറ വമ്പൻ ദ്രവ്യരാശി നിമിത്തം ഭൂമിയേക്കാറം മൂന്നിരട്ടി മാത്രം കൂടുതൽ വലിപ്പമുള്ള ഈ അസാമാന്യനായ കുള്ളന്, തൻെറ എഴുപതു മടങ്ങു വലിപ്പമുള്ള സിരിയസ്സിൻെറ ഗതികളെ ചഞ്ചലമാക്കാൻ കെല്പിയന്ന ഒരു ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രമുണ്ട്. (സ്വന്തം വികിരണത്തിൻെറ) ആവൃത്തിയെ, അളന്നു തിട്ടപ്പെടുത്താവുന്ന തോതിൽ മന്ദീഭവിപ്പിയ്ക്കാൻ കൂടിയും അതിൻെറ ക്ഷേത്രത്തിനു ശക്തിയുണ്ട്. മാത്രമല്ല, വണ്ണരാജിദർശകനിരീക്ഷണങ്ങറം, സിരിയസ്സിൻെറ

സഹചാരിയിൽ നിന്നു പുറപ്പെടുന്ന വെളിച്ചത്തിൻെറ ആവൃത്തി കൃത്യമായി ഐൻസ്റ്റൈൻ പ്രവചിച്ച അതേ കണക്കിൽ കുറയുന്നതായി തെളിയിച്ചിരിയ്ക്കുന്നു. ഈ നക്ഷത്രത്തിൻെറ വർണ്ണരാജിയിൽ തരംഗദൈർഘ്യത്തിനുണ്ടാകുന്ന വ്യതിയാനത്തെ ''ഐൻസ്റ്റൈൻ ഇഫക്റ്റ്'' എന്നാണ് ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ വിളിയ്ക്കുന്നത്. അതു സാമാന്യസാപേക്ഷതയ്ക്കു കൂടുതൽ തെളിവുമായിരിയ്ക്കുന്നു.

XIII

ഈ ഘട്ടം വരെ, സാമാന്യസാപേക്ഷതയുടെ സങ്കല്പങ്ങരം ഒററയൊററ ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രത്തിൻെറ പ്രതിഭാസങ്ങളെക്കുറിച്ചാണ് പ്രതിപാദിച്ചു പോന്നത്. എന്നാൽ പ്രപഞ്ചം അസംഖ്യേയങ്ങളായ ഭൌതികപദാർത്ഥങ്ങളെക്കൊണ്ടു നിറഞ്ഞിരിയ്ക്കുകയാണ്. ഉൽക്കകരം, ചന്ദ്രന്മാർ, വാൽനക്ഷത്രങ്ങരം, ധൂളീപടലങ്ങരം, കോടാനുകോടി നക്ഷത്രങ്ങരം—ഒക്കെ അവയുടെ ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രങ്ങളുടെ പരിമാണഗുണബന്ധങ്ങളാൽ, കൂട്ടങ്ങളായും മേഘങ്ങളായും, നക്ഷത്രസമൂഹങ്ങ(ആകാശഗംഗ)ളായും, ആകാശഗംഗകളെയുമതിക്രമിച്ച നക്ഷത്രസമൂഹവ്യവസ്ഥകളായും കൂട്ടി തിരിഞ്ഞു നില്ക്കുന്നവയാണ താനും. അപ്പോരം നാം സ്വാഭാവികമായി ചോദിയ്ക്കുന്നു: അവ ഏതിൽ അലഞ്ഞു തിരിയുന്നുവോ ആ സ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നതയുടെ (അനുസ്യൂതതയുടെ) സർവ്വംകഷമായ പരിമാണഗുണബന്ധസ്ഥിതിയെന്ത്? കുറെക്കൂടി ''പച്ച''യായി പറഞ്ഞാൽ, പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ആകൃതിയും വലിപ്പവും എന്താണ്, എങ്ങിനെയാണ്? ഈ ചോദ്യത്തിന്നുള്ള ആധുനികകാലത്തെ ഉത്തരങ്ങളൊക്കെയും, നേരിട്ടോ അല്ലാതെയോ, സാമാന്യസാപേക്ഷതയുടെ തത്വങ്ങളിൽ നിന്നു രൂപമെടുത്തിട്ടുള്ളവയാണ്.

ഐൻസ്റ്റൈൻെറ കാലത്തിനു മുമ്പ് പ്രപഞ്ചത്തെ ഒരനന്താകാശസമുദ്രത്തിൻെറ മധ്യത്തിൽ പൊന്തിക്കിടക്കുന്ന ഒരു പദാർത്ഥദ്വീപായിട്ടാണ് സാധാരണ വിഭാവനം ചെയ്തു പോന്നത്. ഇങ്ങിനെയൊരു സങ്കല്പമുണ്ടാകാൻ അനേകം കാരണങ്ങരം ഉണ്ട്. പ്രപഞ്ചം അനന്തമായിരിയ്ക്കണമെന്ന കാര്യത്തിൽ മിയ്ക്കു ശാസ്ത്രജ്ഞരും യോജിച്ചു; കാരണം, ആകാശത്തിന് എവിടെയെങ്കിലും ഒരന്തമുണ്ടാകാമെന്നു ഒരിയ്ക്കൽ സമ്മതിച്ചു കഴിഞ്ഞാൽ, അമ്പരപ്പുണ്ടാ

ക്കുന്ന ഈയൊരു ചോദ്യത്തെ നേരിടേണ്ടതുണ്ട്: ''അതിന്നപ്പുറത്ത് എന്താണുള്ളത്?'' പക്ഷേ, സമവിഭക്ത പദാൎത്ഥങ്ങളടങ്ങിയ ഒരനന്തപ്രപഞ്ചം ന്യൂട്ടോണിയൻ നിയമത്തിനു നിരക്കാത്തതാണ്. കാരണം, അങ്ങിനെയായാൽ, അപാരതയിലേക്കു നീണ്ടു പോകുന്ന എല്ലാ പദാൎത്ഥസമൂഹങ്ങളുടെയും ആകെ ഗുരുത്വാകൎഷണശക്തി അനന്തമാവും. ഗഗനാഭോഗങ്ങൾ അനന്തപ്രഭാഭാസുരമായിത്തീരുകയും ചെയ്യും. മാത്രമല്ല, ദുൎബ്ബലമായ മനുഷ്യനേത്രത്തിന്നു് നമ്മുടെ ആകാശഗംഗയുടെ വക്കിനപ്പുറത്ത് ആകാശദീപങ്ങൾ ചുരുങ്ങിച്ചുരുങ്ങി, അമേയശൂന്യതയുടെ അതിൎത്തികളിലെ ഒററപ്പെട്ടു നില്ക്കുന്ന ദീപസ്തംഭങ്ങളെപ്പോലെ ക്രമേണ നേരിയ കാവൽപ്പുരകളായി മങ്ങിപ്പരന്നു നില്ക്കുന്നതായി തോന്നുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ ഈ ദ്വീപപ്രപഞ്ചത്തിനുമുണ്ട് ബുദ്ധിമുട്ടുകൾ. അതിലടങ്ങിയ പദാൎത്ഥങ്ങൾ അനന്തമായ ഒരാകാശവുമായിത്തട്ടിച്ചു നോക്കുമ്പോൾ, നക്ഷത്രസമൂഹങ്ങൾ ഒരു മേഘത്തിലെ ജലകണങ്ങളെപ്പോലെ ചിന്നിച്ചിതറിപ്പോകാൻ അവയുടെ ഗതികളെ ഭരിക്കുന്ന ഗതിവിജ്ഞാനീയനിയമങ്ങൾ ഹേതുവായിത്തീരുക അനിവാര്യമാകത്തക്കവണ്ണം, അത്ര ചെറുതാണ്—അങ്ങിനെ പ്രപഞ്ചം തീരെ ശൂന്യമാവുകയും ചെയ്യും.

നക്ഷത്രപടലങ്ങൾ ഇങ്ങിനെ അലിഞ്ഞു് അപ്രത്യക്ഷമാകുന്ന ഈ ചിത്രം, ഐൻസ്റ്റൈൻെറ ദൃഷ്ടിയിൽ അശേഷം തൃപ്തികരമായിരുന്നില്ല. ഇവിടെ അടിസ്ഥാനപരമായ കുഴപ്പം, ഇന്ന് ഈ ഭൂമിയിൽ ഇന്ദ്രിയപ്രത്യക്ഷമാവുന്ന തരത്തിലുള്ള പരിമാണഗുണബന്ധങ്ങൾ തന്നെയാണ് പ്രപഞ്ചത്തിലാകെ എന്ന മനുഷ്യൻെറ സ്വാഭാവികമെങ്കിലും അനധികൃതമായ സങ്കല്പമാണെന്നദ്ദേഹം തീരുമാനിച്ചു. ഒരുദാഹരണം പറയാം: സമാന്തരങ്ങളായ രണ്ടു പ്രകാശകിരണാവലികൾ തമ്മിൽ കൂട്ടി മുട്ടാതെ ആകാശത്തിലൂടെ അനന്തമായങ്ങിനെ സഞ്ചരിക്കുമെന്നു നാം ഉറപ്പായി സങ്കല്പിക്കുന്നു. ഇതിന്നു കാരണം, യൂക്ലിഡിയൻക്ഷേത്രഗണിതത്തിൻെറ അപരിച്ഛിന്നതല

ത്തിൽ സമാന്തരരേഖകൾ ഒരിക്കലും കൂട്ടി മുട്ടുകയില്ലാത്തതാണ്. ഒരു ടെന്നിസ് കളിസ്ഥലത്തെന്ന പോലെ ബാഹ്യാകാശത്തിലും, ഒരു നേർവരയെന്നത് രണ്ടു ബിന്ദുക്കൾ തമ്മിലുള്ള ഏററവും ചുരുങ്ങിയ ദൂരമാണ് എന്നും നമുക്കുറപ്പു തോന്നുന്നു. എങ്കിലും, ഒരു നേർവര രണ്ടു ബിന്ദുക്കളുടെ ഇടയിലുള്ള ഏററവും ചുരുങ്ങിയ ദൂരം മാത്രമാണെന്നു യൂക്ലിഡ് ഒരിക്കലും *തെളിയിച്ചിട്ടില്ല;* അദ്ദേഹം, വെറുതെ തന്നിഷ്ടപ്രകാരം അങ്ങിനെ നേർവരയെ രണ്ടു ബിന്ദുക്കൾക്കിടയിലെ ഏററവും ചുരുങ്ങിയ ദൂരമായി *നിർവ്വചിക്കുക* മാത്രമേ ചെയ്തുള്ളു.

അപ്പോൾ, പ്രപഞ്ചത്തെ യൂക്ലിഡിയൻ ക്ഷേത്രഗണിതത്തിൻെറ ആവരണത്തിൽ ചിത്രണം ചെയ്തു കാണുന്ന മനുഷ്യനെ അവൻെറ പരിമിതങ്ങളായ സംവേദനങ്ങൾ വഞ്ചിക്കുകയാണെന്നു വന്നു കൂടേ എന്ന് ഐൻസ്റ്റൈൻ ചോദിച്ചു. ഭൂമി പരന്നതാണെന്നു മനുഷ്യൻ കരുതിയ ഒരു കാലമുണ്ടായിരുന്നു. ഇന്നിപ്പോൾ ഭൂമി ഉരുണ്ടതാണെന്ന വസ്തുത അവൻ അംഗീകരിക്കുന്നു. ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ, ന്യൂയോർക്ക് എന്നും ലണ്ടൻ എന്നും പോലുള്ള രണ്ടു വിന്ദുക്കൾക്കിടയിലെ ഏററവും ചെറിയ ദൂരം, അത്‌ലാന്തിക്ക് സമുദ്രത്തിലൂടെ ഒരു ഋജുവായ ദിഗ്ഗതിയല്ല, നോവാസ്കോഷ്യ, ന്യൂഫൗണ്ട്‌ലാൻഡ്, ഐസ്‌ലാൻഡ് എന്നിവ കടന്നു വടക്കോട്ടു നീങ്ങുന്ന ഒരു ''മഹാവൃത്തം'' ആണെന്ന് അവന്നറിയാം. ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം യൂക്ലിഡിൻെറ ക്ഷേത്രഗണിതം വിലപ്പോകുന്നില്ല. ഭൂമധ്യരേഖയിലെ രണ്ടു വിന്ദുക്കളിൽ നിന്ന് ഉത്തരധ്രുവത്തിലേക്ക് ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ വരക്കുന്ന ഒരു ഊക്കൻ ത്രികോണം, ഒരു ത്രികോണത്തിൻെറ അന്തർഭാഗത്തുള്ള കോണുകളുടെ ആകത്തുക എപ്പോഴും രണ്ടു സമകോണിനു് അഥവാ 180 ഡിഗ്രിക്ക് തുല്യമായിരിക്കും എന്ന യൂക്ലിഡിൻെറ സിദ്ധാന്തത്തെ തൃപ്തിപ്പെടുത്തുകയില്ല. അതു 180 ഡിഗ്രിയിലധികം വരും. ഗോളത്തിലേക്കൊന്നു നോക്കുകയേ വേണ്ടു

അതു സുസ്പഷ്ടമാകുവാൻ. ഇനി ആരെങ്കിലുമൊരാം ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ ഒരുക്കൻ വൃത്തം വരക്കുകയാണെങ്കിൽ അതിൻെറ വ്യാസവും പരിധിയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം സുപ്രസിദ്ധമായ 'പൈ' എന്ന മൂല്യത്തിലും കുറവാണെന്നു കാണും. യൂക്ലിഡിൻെറ സിദ്ധാന്തങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള ഈ വ്യതിയാനങ്ങരം ഭൂമിയുടെ വക്രത കൊണ്ടു വന്നിട്ടുള്ളതാണ്. ഭൂമിക്കു വക്രതയുണ്ടെന്ന സംഗതിയിൽ ഇന്നാക്കും സംശയമില്ലെങ്കിലും, മനുഷ്യൻ ഈ വസ്തുത കണ്ടെത്തിയതു ഭൂമിയിൽ നിന്നു പുറത്തു പോയി അതിനെ നിരീക്ഷിച്ചിട്ടല്ല. എളുപ്പം നിരീക്ഷിച്ചറിയാവുന്ന വസ്തുതകളുടെ ഗണിതശാസ്ത്രപരമായ ശരിയായ വ്യാഖ്യാനങ്ങരം കൊണ്ടു ഭൂമിയുടെ വക്രതയെ, ഈ ഉറച്ച ഭൂമിയിൽ നിന്നു

കൊണ്ടു തന്നെ, സുഖമായി ഗണിച്ചെടുക്കാവുന്നതേയുള്ളു. അപ്പോലെ, ജ്യോതിർഗ്ഗണിതപരമായ വസ്തുതയും അനുമാനചതുരതയും കൂട്ടിയിണക്കി ഐൻസ്റ്റൈൻ, പ്രപഞ്ചം മിക്ക ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും കരുതിയിരുന്നതു പോലെ അനന്തമോ യൂക്ലിഡിയനോ അല്ല, ഇതേ വരെ സങ്കല്പിച്ചിട്ടില്ലാത്ത മറ്റൊന്നാണ് എന്ന നിഗമനത്തിലെത്തി. യൂക്ലിഡിൻെറ ക്ഷേത്രഗണിതം ഒരു ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രത്തിൽ ശരിയാവുന്നില്ലെന്നു മുമ്പു ചൂണ്ടിക്കാണിച്ചിട്ടുള്ളതാണല്ലോ. പ്രകാശകിരണങ്ങൾ ഒരു ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രത്തിലൂടെ കടന്നു പോകുമ്പോൾ നേർവരയിലൂടെയല്ല സഞ്ചരിക്കുന്നത്. കാരണം, ആ ക്ഷേത്രത്തിൻെറ ക്ഷേത്രഗണിതനില അത്തരത്തിലുള്ളതാണ്—അതിന്നുള്ളിൽ നേർവരകൾ ഇല്ല. ആ പ്രകാശത്തിന്നു ഉണ്ടാകാവുന്ന ഏറ്റവും ഹ്രസ്വമായ ഗതി, ക്ഷേത്രത്തിൻെറ ക്ഷേത്രഗണിതപരമായ ഘടനയാൽ നിഷ്കൃഷ്ടമായി നിർണ്ണയിക്കപ്പെടുന്ന ഒരു വളവോ ഒരു മഹാവൃത്തമോ ആണ്. ഒരു ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രത്തിൻെറ ഘടനയെ രൂപപ്പെടുത്തുന്നത് ആകൃഷ്ടവസ്തുവിൻെറ—നക്ഷത്രമോ ചന്ദ്രനോ ഗ്രഹമോ—ദ്രവ്യരാശിയും ഗതിവേഗവുമാകയാൽ മൊത്തത്തിൽ പ്രപഞ്ചത്തിൻെറയാകെ ക്ഷേത്രഗണിതപരമായ ഘടനയെ രൂപപ്പെടുത്തുന്നത് അതിൻെറ ഭൌതികമായ ഉള്ളടക്കത്തിൻെറ ആകെത്തുകയാവണമെന്നു വരുന്നു. പ്രപഞ്ചത്തിലെ ഓരോ പദാർത്ഥകേന്ദ്രീകരണത്തിനുമൊത്തു തദനുസൃതമായി സ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നതയിൽ ഒരു വൈകൃതം സംഭവിക്കുന്നു. ഓരോ ഖഗോളവും ഓരോ ആകാശഗംഗയും സ്ഥലകാലത്തിൽ, കടലിലെ ദ്വീപിന്നു ചുററും ചുഴികളെന്ന പോലെ, പ്രാദേശികമായ ക്രമഭംഗങ്ങളെ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. പദാർത്ഥകേന്ദ്രീകരണത്തിൻെറ വലിപ്പം ഏറുന്നതനുസരിച്ചു തൽഫലമായി സ്ഥലകാലത്തിന്നു സംഭവിക്കാവുന്ന വളവും ഏറുന്നു. ഇതിൻെറ ആകെക്കൂടിയുള്ള ഫലമാകട്ടെ, സ്ഥലകാലാനുസൃതത്തിന്നാകെത്തന്നെ സംഭവിക്കുന്ന സർവ്വോപരിവിഷ്ടവക്രതയാകുന്നു. പ്രപഞ്ചത്തിലെ അസംഖ്യേയങ്ങളായ പദാർത്ഥദ്രവ്യരാശികൾ

എല്ലാം കൂടിയുണ്ടാകുന്ന സംയുക്തവൈകൃതങ്ങൾ, ആ അനുസ്യൂതത അടങ്ങു നില്ക്കുന്ന ഒരു ബ്രഹ്മാണ്ഡവക്രമായി സ്വയം പുറകോട്ടു വളയുവാൻ ഹേതുവായിത്തീരുന്നു.

അതു കൊണ്ട് ഐൻസ്റ്റൈന്റെ പ്രപഞ്ചം യൂക്ലിഡിയൻ പ്രപഞ്ചമല്ല; അതു പരിച്ഛിന്നവുമാണ്. ഭൂമിയോടൊട്ടി നില്ക്കുന്ന മനുഷ്യന്ന്, പ്രകാശകിരണം നേർവരയിലൂടെ അനന്തതയിലേക്കു നീണ്ടു പോകുന്നതായി തോന്നാം, ''നേരെ'' മുന്നോട്ടേക്കങ്ങിനെ അനന്തമായിപ്പോയിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു ഞാഞ്ഞൂലിന്നു ഭൂമി പരന്നതും അനന്തവുമായി തോന്നുന്നതു പോലെ. എന്നാൽ, പ്രപഞ്ചം സ്വഭാവേന യൂക്ലിഡിയൻ ആണെന്ന മനുഷ്യന്റെ ധാരണ, ഭൂമിയെക്കുറിച്ചുള്ള ഞാഞ്ഞൂലിന്റെ ധാരണ പോലെ, സ്വന്തം ഇന്ദ്രിയങ്ങളുടെ പരിമിതികൾ സമ്മാനിക്കുന്നതാണ്. ഐൻസ്റ്റൈൻ—പ്രപഞ്ചത്തിൽ നേർവരകളില്ല; മഹാവൃത്തങ്ങളേയുള്ളു. ആകാശം പരിച്ഛിന്നമെങ്കിലും അസീമമാണ്; ഒരു ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞൻ അതിന്റെ ക്ഷേത്രഗണിതസ്വഭാവത്തെ വിവരിക്കുക, ഒരു ഗോളോപരിതലത്തിന്റെ ചതുർമ്മാനരൂപമെന്നാവും. അന്തരിച്ച ബ്രിട്ടീഷ് ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞനായ സർ ജെയിംസ് ജീൻസിന്റെ, അത്ര തന്നെ ഭാവനാമാത്രമല്ലാത്ത വാക്കുകളിൽ പറഞ്ഞാൽ:

''സാപേക്ഷതാവാദം നമുക്കു വെളിപ്പെടുത്തിത്തന്നിട്ടുള്ള പുത്തൻ പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ, സരളവും സുപരിചിതവുമായ വസ്തുക്കളെ ആധാരമാക്കിക്കൊണ്ടുള്ള ഏററവും നല്ല ചിത്രീകരണം, ഒരു പക്ഷേ, ഉപരിതലത്തിൽ അവിടവിടെ ഉയൎന്നും താഴ്ന്നുമിരിക്കുന്ന ഒരു സോപ്പ് കുമിള ആയിരിക്കുമെന്നു തോന്നുന്നു. പ്രപഞ്ചം ഈ സോപ്പു കുമിളയുടെ ഉള്ളല്ല, അതിന്റെ ഉപരിതലമാകുന്നു. എന്നാൽ ഒരു കാര്യം നാം എപ്പോഴും ഓർത്തിരിക്കണം. സോപ്പുകുമിളകളുടെ ഉപരിതലത്തിന്നു രണ്ടു മാനങ്ങളേയുള്ളുവെങ്കിലും, പ്രപഞ്ചബുൽബുദത്തിന്നു നാലു് മാനങ്ങൾ—സ്ഥലത്തിന്റെ മൂന്നു മാനങ്ങളും കാലത്തിന്റെ ഒരു മാനവും—ഉണ്ട് എന്ന്. ഈ കുമിള ഊതി

വീർപ്പിച്ചിട്ടുള്ള വസ്തു, സോപ്പുപത, ആകട്ടെ, ശൂന്യകാലത്തോടു വിളക്കിച്ചേർത്തിട്ടുള്ള ശൂന്യാകാശമാണു താനും.''

ആധുനികശാസ്ത്രത്തിൻെറ മിക്ക സങ്കല്പങ്ങളെയും പോലെ, ഐൻസ്റ്റൈൻെറ അപരിച്ഛിന്നവും ഗോളരൂപവുമായ പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ പ്രത്യക്ഷീകരണം സാധ്യമല്ല— ഒരു ഫോട്ടോണിൻെറയോ എലക്ട്രോണിൻെറയോ പ്രത്യക്ഷീകരണം സാധ്യമല്ലാത്തതു പോലെ. എന്നാൽ ഫോട്ടോണിൻേറയും എലക്ട്രോണിൻേറയും കാര്യത്തിൽ എന്ന പോലെ, അതിൻെറ ഗുണങ്ങളെ ഗണിതശാസ്ത്രരീത്യാ വിവരിക്കാൻ കഴിയും. ആധുനികജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രത്തിൻെറ കിട്ടാവുന്നവയിൽ ഉത്തമമായ മൂല്യങ്ങളെടുത്ത് അവയെ ഐൻസ്റ്റൈൻെറ ക്ഷേത്രസമീകരണങ്ങളിൽ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നതു കൊണ്ട്, പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ *'വലിപ്പം'* ഗണിച്ചെടുക്കുക സാധ്യമാണ്. എന്നാൽ അതിൻെറ വ്യാസാർദ്ധനിർണ്ണയത്തിന്, ആദ്യം അതിൻെറ വളവ് (വക്രത) കണക്കാക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. പക്ഷേ, ഐൻസ്റ്റൈൻ തെളിയിച്ചിട്ടുള്ളതു പോലെ, ആകാശത്തിൻെറ ക്ഷേത്രഗണിതനില അഥവാ വളവ് നിർണ്ണയിക്കപ്പെടുന്നത് അതിൻെറ ഭൌതികമായ ഉള്ളടക്കത്താലാണെന്നതിനാൽ, ഈ ബ്രഹ്മാണ്ഡപ്രശ്നം പരിഹരിക്കണമെങ്കിൽ, പ്രപഞ്ചത്തിലെ പദാർത്ഥങ്ങളുടെ ശരാശരി സാന്ദ്രത (density) കുറിക്കുന്ന ഒരു സംഖ്യ കിട്ടിയേ കഴിയൂ.

ഭാഗ്യവശാൽ ഈ സംഖ്യ കിട്ടാനുണ്ട്. കാരണം, മൌണ്ട്‌വിൽസൺ നിരീക്ഷണാലയത്തിലെ എഡ്വിൻ ഹബ്ൾ എന്ന ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞൻ കുറെ വർഷങ്ങളോളം ഗഗനാഭോഗത്തിലെ മാതൃകയായി കണക്കാക്കാവുന്ന പ്രദേശങ്ങളെ സത്യദീക്ഷയോടുകൂടി പഠിക്കുകയും അവയിലടങ്ങിയ ശരാശരി പദാർത്ഥത്തുക ക്ലേശിച്ചു കണക്കാക്കുകയും ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. പ്രപഞ്ചത്തിലാകെ മൊത്തത്തിൽ ഒരു ഘന സെൻറിമീററർ സ്ഥലത്തു .0000000000000000000000000001 ഗ്രാം പദാർത്ഥമുണ്ടെന്ന നിഗമനത്തിലാണു ദ്ദേഹംഎത്തിച്ചേർന്നത്. ഈ സംഖ്യയെ ഐൻസ്റ്റൈൻെറ ക്ഷേത്രസമീകരണങ്ങളിൽ പ്രയോഗിച്ചു നോക്കിയാൽ,

പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ വക്രതയ്ക്ക് ഒരു ധനമൂല്യം ലഭിക്കുന്നതായി കാണാം. ആ മൂല്യമാകട്ടെ, പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ വ്യാസാർദ്ധം 3500 കോടി ദീപ്തിവർഷം അഥവാ 210,000,000,000,000,000,000,000, നാഴികയാണെന്നു വെളിപ്പെടുത്തുന്നു. ഐൻസ്റ്റൈന്റെ പ്രപഞ്ചം അപരിച്ഛിന്നമല്ലെങ്കിലും, ഓരോന്നും കോടിക്കണക്കിൽ ജ്വലിക്കുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളെയും ഗണനാതീതമായ അളവിൽ ലോലവാതകങ്ങളെയും ഇരുമ്പ്, കല്ല് തുടങ്ങിയവയുടെ തണുത്ത വ്യവസ്ഥകളെയും ബ്രഹ്മാണ്ഡഭസ്മങ്ങളെയും ഉൾക്കൊള്ളുന്ന കോടാനുകോടി ആകാശഗംഗകൾക്ക് ഇടം നല്കാൻ മാത്രം അത് അത്രകണ്ടു വമ്പിച്ചതാണ്. സെക്കണ്ടിൽ 186000 നാഴിക വേഗത്തിൽ ആകാശത്തൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്ന ഒരു സൂര്യകിരണാവലി, ഈ പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഒരു മഹാബ്രഹ്മാണ്ഡവൃത്തം രചിച്ച് പുറപ്പെട്ട ദിക്കിൽ തിരിച്ചെത്താൻ 20,000 കോടി ഭൌമവർഷത്തിൽ വളരെയധികമൊന്നും എടുക്കുകയില്ല.

45530

XIV

പക്ഷേ, ഐൻസ്റ്റൈൻ തൻെറ പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രം ആകൃതിപ്പെടുത്തിപ്പോന്ന കാലത്ത്, പിന്നീട് വളരെ കൊല്ലങ്ങൾക്കു ശേഷം മാത്രം വ്യാഖ്യാനിക്കപ്പെട്ട വിചിത്രമായ ഒരു ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രപ്രതിഭാസത്തെക്കുറിച്ച് അദ്ദേഹം അറിഞ്ഞിരുന്നില്ല. നക്ഷത്രങ്ങളുടേയും ആകാശഗംഗകളുടേയും ചലനങ്ങൾ, ഒരു വാതകത്തിലെ 'മോളിക്യൂള്'കളുടെ ഉന്നമില്ലാത്ത ഒഴുക്കു പോലെ, നിരുദ്ദേശ്യങ്ങളാണെന്നദ്ദേഹം കല്പിച്ചിരുന്നു. അവയുടെ അലഞ്ഞുതിരിയലുകളിൽ വല്ല ഏകതാനതയുടെയും യാതൊരു തെളിവുമില്ലാത്തതിനാൽ അദ്ദേഹം അവയെ ആകെയങ്ങവഗണിച്ച്, പ്രപഞ്ചത്തെ നിശ്ചലമായി കരുതി. എന്നാൽ, ദൂരദശിനിയുടെ ദശ്നസീമയുടെ അങ്ങേ അററങ്ങളിൽ പുറത്തോട്ടു നില്ക്കുന്ന ആകാശഗംഗകളിൽ ഒരു വ്യവസ്ഥിതഗതിയുടെ ലക്ഷണങ്ങൾ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ദൃഷ്ടിയിൽ പെട്ടു തുടങ്ങിക്കഴിഞ്ഞിരുന്നു. ഈ സീമാന്താകാശഗംഗകൾ, അഥവാ ''ദ്വീപപ്രപഞ്ച''ങ്ങൾ, ഒക്കെയും പ്രത്യക്ഷത്തിൽ നമ്മുടെ സൌരവ്യവസ്ഥയിൽ നിന്നും അവ തമ്മിൽത്തമ്മിലും വാങ്ങിയകന്നു കൊണ്ടിരിക്കയാണ്. ദൂരസ്ഥങ്ങളായ ആകാശഗംഗകളുടെ—അവയിൽ ഏററവും അകലത്തുള്ളത് ഏതാണ്ട് 50 കോടി ദീപ്തിവർഷം ദൂരെയാണ്—ഈ സംഘടിതപലായനം, താരതമ്യേന അടുത്തുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണ വ്യവസ്ഥകളുടെ അലസങ്ങളായ കറങ്ങലുകളിൽ നിന്നു കേവലം വ്യത്യസ്തമായ ഒരു കാര്യമാണ്. എന്തു കൊണ്ടെന്നാൽ, അത്തരം വ്യവസ്ഥിതമായ ഒരു ഗതിക്കു പ്രപഞ്ചത്തിൻെറയാകെ വക്രതയുടെ മേൽ വല്ലതും ഫലമുണ്ടാകും.

അതു കൊണ്ട് പ്രപഞ്ചം നിശ്ചലമല്ല; അതു വ്യാപി

ച്ചു വരികയാണ്—ഒരു സോപ്പുകുമിളയോ ബലൂണോ വീർത്തു വലുതാവുന്നതു പോലെ. പക്ഷേ ഈ സാദൃശ്യം തികച്ചും പൊരുത്തപ്പെടുന്നതല്ല. കാരണം, പ്രപഞ്ചത്തെ നാം ഒരു പുള്ളികളുള്ള—പുള്ളികളുകൾ പദാർത്ഥങ്ങളുടെ പ്രതീകങ്ങളായിരിക്കും—ബലൂണായി സങ്കല്പിക്കുന്ന പക്ഷം, ആ പുള്ളികളുകളും വ്യാപിച്ചു വരുമെന്നാണല്ലോ പ്രതീക്ഷിക്കുക. എന്നാൽ അതു സംഭവ്യമല്ല. കാരണം, അങ്ങിനെയായാൽ, അത്ഭുതലോകത്തിലെത്തിയ ആലിസ് തൻെറ പരിസരങ്ങളത്രയും തന്നോടൊപ്പം വലിപ്പം വെയ്ക്കുകയും ചെറുതാവുകയും ചെയ്തിരുന്നുവെങ്കിൽ തനിക്കു പെട്ടന്നു വലിപ്പത്തിൽ വരുന്ന മാററങ്ങളെക്കുറിച്ച് അനഭിജ്ഞയാകുമായിരുന്നതു പോലെ, നമ്മളും ആ വലിപ്പംവെക്കലിനെ കാണുമായിരുന്നില്ല. അതു കൊണ്ട്, കാലിഫോർണിയാ ഇൻസ്റ്റിററ്യൂട്ട് ഓഫ് ടെക്നോളജിയിലെ പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രജ്ഞൻ എച്ച്. പി. റോബർട്ട്സൻ ചൂണ്ടിക്കാണിച്ചതു പോലെ, പ്രപഞ്ചത്തെ പുള്ളികളുള്ളൊരു ബലൂണായി സങ്കല്പിക്കുമ്പോൾ, നാം ആ പുള്ളികളുകളെ ഉപരിതലത്തിൽ തുന്നിച്ചേർത്ത നീക്കുപോക്കില്ലാത്ത ശകലങ്ങളായി കരുതണം. ഭൗതികവസ്തുക്കൾ അവയുടെ അളവുകൾ നില നിർത്തുന്നു; അവയുടെ നടുവിൽ സ്ഥലം (ആകാശം) ആകട്ടെ, ശകലങ്ങൾക്കിടയിൽ ബലൂണിൻെറ പുറംതോൽ പോലെ, വലിയുന്നു.

ഈ അസാധാരണപ്രതിഭാസം പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തെ വളരെയേറെ സങ്കീർണ്ണമാക്കിത്തീർക്കുന്നു. ബഹിരാകാശഗംഗകളുടെ ദൂരത്തേയ്ക്കുള്ള പിൻവാങ്ങലിനെ സൂചിപ്പിയ്ക്കുന്ന വർണ്ണരാജിവിശകലനം (Spectroscopic analysis) (മിയ്ക്ക ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും വിശ്വസിയ്ക്കുന്നതു പോലെ) ശരിയാണെങ്കിൽ, അവ അന്തരീക്ഷാന്തരാളത്തിൽ അപ്രത്യക്ഷമായിക്കൊണ്ടിരിയ്ക്കുന്ന ഗതിവേഗം ഏതാണ്ട് അവിശ്വസനീയമായിരിയ്ക്കുന്നു. ദൂരം കൂടുന്നതനുസരിച്ചു അവയുടെ ഗതിവേഗം വർദ്ധിയ്ക്കുന്നതായി തോന്നുന്നു. ഏതാണ്ട് പത്തു ലക്ഷം ദീപ്തിവർഷങ്ങൾ അകലത്തുള്ള, താരതമ്യേന അടുത്തു നില്ക്കുന്ന, ആകാശഗംഗകൾ സെക്കണ്ടിൽ

വെറും നൂറു നാഴിക വേഗം സഞ്ചരിക്കേ, 25 കോടി ദീപ്തിവർഷം അകലത്തുള്ളവ സെക്കണ്ടിൽ 25000 നാഴിക എന്ന അവിശ്വസനീയമായ വേഗത്തോടു കൂടി—ഇതു വെളിച്ചത്തിൻെറ ഗതിവേഗത്തിൻെറ ഏതാണ്ട് ഏഴിലൊന്നു വരും—ദൂരത്തേക്കു പറക്കുകയാണ്. ഈ ദൂരപ്പെട്ട ആകാശഗംഗകളത്രയും, ഒന്നൊഴിയാതെ, നമ്മളിൽ നിന്നും അന്യോന്യവും അകലത്തേക്കു വാങ്ങിപ്പോവുകയാണെന്നതിനാൽ, പ്രപഞ്ചകാലഗണനയിലെ ഒരു ഘട്ടത്തിൽ, അവയെല്ലാം തന്നെ ഒരൊററ സമുജ്വലപ്രാരംഭരാശിയായി കൂടി നിന്നിരിക്കണം എന്നു നാം തീരുമാനിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. ഇനി, ആകാശത്തിൻെറ പരിമാണഗുണബന്ധങ്ങൾ അതുൾക്കൊള്ളുന്ന പദാർത്ഥത്താൽ ആകൃതിപ്പെടുന്നവയാണെന്നു വരുന്ന പക്ഷം, ആകാശഗംഗകളുടെ ആരംഭത്തിനു മുമ്പത്തെ കാലത്ത് പ്രപഞ്ചമെന്നത് അസുഖകരമാം വണ്ണം ചുങ്ങിച്ചുരുങ്ങിയതും തിങ്ങി വിങ്ങിയതുമായ ഒരു സംഭരണസ്ഥാനമായിരുന്നിരിക്കണം, അതിന്നു് അതിരു കവിഞ്ഞ വക്രതയുണ്ടായിരിക്കണം, അത് അവിഭാവ്യമാം വിധം അത്രയേറെ സാന്ദ്രമായി പദാർത്ഥങ്ങൾ കുത്തി നിറക്കപ്പെട്ടതുമായിരിക്കണം. പുറകോട്ടു വാങ്ങിപ്പോകുന്ന ആകാശഗംഗകളുടെ ഗതിവേഗത്തെ ആസ്പദമാക്കി നടത്തിയ കണക്കുകൂട്ടലുകൾ കൊണ്ട് അവ ഈ ചുങ്ങിച്ചുളുങ്ങിയ പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ''കേന്ദ്ര''ത്തിൽ നിന്നു് ഏതാണ്ട് 200 കോടി വർഷം മുമ്പ് തങ്ങളുടെ പലായനം ആരംഭിച്ചിരിക്കണമെന്നു കാണുന്നു.

*   *   *   *

വികസ്വരപ്രപഞ്ചമെന്ന ഈ ദുർഗ്രഹതയെ വിവരിച്ചു വിശദീകരിക്കാൻ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും പല വാദങ്ങളും ഉന്നയിച്ചിട്ടുണ്ട്. അബ്ബെ ലെമയ്ത്രെ എന്ന ബെൽജിയൻ പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ വകയാണ് ഇവയിലൊന്ന്. പ്രപഞ്ചോൽപത്തി ആ ആദ്യകാലത്തെ ഒരൊററ വമ്പിച്ച അണുവിൽ നിന്നാണെന്നും അതു പൊട്ടിത്തെറിച്ചപ്പോൾ പെട്ടെന്നുണ്ടായിത്തുടങ്ങിയതാണ് ഇന്നും നാം കണ്ടു കൊണ്ടിരി

ക്കുന്ന വികസനം എന്നുമത്രേ ഈ വാദം. തൽസദൃശമായ ഒന്നു് അടുത്തകാലത്ത് ജോർജ് വാഷിങ്ടൺ സർവ്വകലാശാലയിലെ ഡോക്ടർ ജോർജ് ഗാമോ പരസ്യപ്പെടുത്തീട്ടുണ്ട്. അതിൽ പ്രപഞ്ചം വികസിക്കാൻ തുടങ്ങുന്നതിനു മുമ്പ്, അതിന്റെ സാന്ദ്രോജ്വലമായ കേന്ദ്രത്തിൽ എങ്ങിനെ അതിലെ ഘടകാംശങ്ങൾ രൂപപ്പെടുത്തിപ്പോന്നിരിക്കണം എന്നതിന്റെ വിശദമായ ഒരു പുനശ്ചിത്രണമാണടങ്ങിയിരിക്കുന്നത്. ആരംഭത്തിൽ പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ കേന്ദ്രകം, ഇന്നിപ്പോൾ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ അന്തർഭാഗങ്ങളിൽ പോലും അവശേഷിക്കുന്നില്ലാത്ത വിധം അവിഭാവ്യമായ താപോഗ്രതയിൽ തിളച്ചു മറിയുന്ന സജാതീയമായ ആദിപാതകത്തിന്റെ ഒരു നരകം തന്നെ ആയിരുന്നു എന്നു ഡോക്ടർ ഗാമോ പറയുന്നു. (ഒരു സാമാന്യ നക്ഷത്രം മാത്രമായ സൂര്യന്റെ ചൂടു് ഉപരിതലത്തിലെ 5500 ഡിഗ്രി C. മുതൽ ഉള്ളിലെ 40,000,000 ഡിഗ്രി വരെ പോകുന്നുണ്ട്). ആ താപത്തിൽ യാതൊരു മൂലകങ്ങളുമില്ല, മോളിക്യൂളുകളുമില്ല, അണുക്കളുമില്ല—അന്തം വിട്ടു ക്ഷോഭിച്ചിളകി നില്ക്കുന്ന നിലയിൽ സ്വതന്ത്രങ്ങളായ ന്യൂട്രോണുകളല്ലാതെ ഒന്നുമില്ല. ആ പ്രപഞ്ചദ്രവ്യരാശി വികസിക്കാൻ തുടങ്ങിയപ്പോഴാകട്ടെ, ചൂടു കുറഞ്ഞു തുടങ്ങി; ഏതാണ്ടു നൂറുകോടി ഡിഗ്രിയായി താഴ്ന്നപ്പോഴേയ്ക്കു് ന്യൂട്രോണുകൾ ഒരു കൂട്ടമായി ഘനീഭവിച്ചു; എലക്ട്രോണുകൾ ബഹിർഗ്ഗമിക്കുകയും അവ കേന്ദ്രകങ്ങളോടു് ഒട്ടി നില്ക്കുകയും ചെയ്തു. അണുക്കൾ രൂപവൽക്കൃതങ്ങളായി. അങ്ങിനെയാണ് പ്രപഞ്ചപ്രഭാതത്തിലെ വിധിനിർണ്ണായകങ്ങളായ ആ അല്പനിമിഷങ്ങൾക്കകം ഈ പ്രപഞ്ചത്തിലെ എല്ലാ മൂലകങ്ങളും സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടതും, തുടർന്നു വന്ന 200 കോടി വർഷങ്ങളിലെ അനുസ്യൂതവികസനത്തിൽ അവയുടെ പങ്ക് നിർണ്ണയിക്കപ്പെട്ടതും.

വികസ്വരപ്രപഞ്ചത്തെക്കുറിച്ചു് ഏതാനും വർഷങ്ങൾക്കുമുമ്പ് കാലിഫോർണിയാ ഇൻസ്റ്റിററ്യൂട്ട് ഓഫ് ടെക്നോളജിയിലെ ഡോക്ടർ ആർ. സി. ടോൾമാൻ മുമ്പോട്ടു കൊണ്ടു വന്ന കുറെ കൂടുതൽ പഴക്കമുള്ള വാദം സൂചിപ്പിക്കുന്നത്

പ്രപഞ്ചവികസനമെന്നത് വെറുമൊരു താല്ക്കാലികാവസ്ഥയാകാം, അതിനെത്തുടർന്ന് പ്രപഞ്ചകാലഗണനയിലെ ഇനി വരാനിരിക്കുന്ന ഒരു യുഗത്തിൽ ഹ്രാസത്തിൻെറ ഒരു കാലഘട്ടമുണ്ടാകാം എന്നാണ്. ഈ ചിത്രണത്തിൽ കാണാവുന്ന പ്രപഞ്ചം സ്പന്ദിക്കുന്ന ഒരു ബലൂണാണ്; അതിൽ വികാസഹ്രാസങ്ങൾ ഒന്നിനു പുറകെ മററൊന്നായി അനന്തകാലത്തോളം അങ്ങിനെ ചക്രനേമിക്രമത്തിൽ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കും. ഈ പരിവൃത്തികളെ നിയന്ത്രിക്കുന്നത് പ്രപഞ്ചത്തിലെ പദാൎത്ഥത്തുകയിൽ വരുന്ന മാററങ്ങളാകുന്നു. കാരണം, ഐൻസ്റ്റൈൻ ചൂണ്ടിക്കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു പോലെ, പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ വക്രത അതിൻെറ ഉള്ളടക്കത്തെയാണല്ലൊ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഈ സിദ്ധാന്തത്തിനുള്ള ഒരു കുഴപ്പം, അതിൻെറ അടിസ്ഥാനം തന്നെ പ്രപഞ്ചത്തിൽ എവിടെയോ വെച്ച് പദാൎത്ഥം രൂപപ്പെട്ടു വരുന്നു എന്ന ആദ്യസങ്കല്പമാണെന്നതത്രേ. പ്രപഞ്ചത്തിലെ പദാൎത്ഥത്തിൻെറ ആകെത്തുക നിരന്തരം മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു എന്നത് നേരാണെങ്കിലും മാററം മുഴക്കെ ഒരു ഭാഗത്തേക്കു മാത്രമുള്ളതായിത്തോന്നുന്നു—തകൎച്ചയിലേക്ക്, പ്രലയത്തിലേക്ക്. പ്രകൃതിയിലെ പ്രതിഭാസങ്ങളൊക്കെയും, അവ ദൃശ്യങ്ങളാകട്ടെ അദൃശ്യങ്ങളാകട്ടെ, അണുവിന്നുള്ളിൽ നടക്കുന്നതാകട്ടെ ബാഹ്യാകാശത്തിലേതാകട്ടെ, എല്ലാം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ കാതലും ചൈതന്യവും ഒരിക്കലും തൃപ്തി കൈവരാത്ത ശൂന്യതയിലൂടെ ബാഷ്പം പോലെ നീക്കുപോക്കില്ലാതെ പരന്നു കൊണ്ടിരിക്കുന്നു എന്നാകുന്നു. സൂൎയ്യൻ പതുക്കെക്കെണ്ടെങ്കിലും തീൎച്ചയായും കത്തിയടങ്ങുകയാണ്, നക്ഷത്രങ്ങൾ എരിഞ്ഞടങ്ങുന്ന തീയിലെ ചത്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന കനൽക്കട്ടകളാണ്, പ്രപഞ്ചത്തിലെവിടെയും ചൂടു തണുപ്പായി മാറുന്നു, പദാൎത്ഥം വികിരണത്തിൽ പ്രലയം പ്രാപിക്കുന്നു, ഊൎജ്ജം (ചൈതന്യം) ശൂന്യാകാശത്തിൽ വെറുതെയങ്ങിനെ അപ്രത്യക്ഷമായ്ക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

അങ്ങിനെ പ്രപഞ്ചം അന്തിമമായ ഒരു "ഉഷ്ണ—മര

ണ''ത്തിലേയ്ക്കു്, അഥവാ, സാങ്കേതികഭാഷയിൽ പറഞ്ഞാൽ (Maximum entropy) ''മഹിഷ്ഠോഷ്ണദൌർല്ലഭ്യാ''വസ്ഥയിലേയ്ക്കും,പുരോഗമിച്ചു കൊണ്ടിരിയ്ക്കുകയാണു്. ഇനിയും അനേകകോടി വർഷങ്ങൾക്കു ശേഷം പ്രപഞ്ചം ഈ അവസ്ഥയിൽ എത്തുമ്പോൾ പ്രകൃതിയിലെ പ്രക്രിയകളത്രയും നിന്നു പോകും. ആകാശം മുഴക്കെ ഒരേ താപാവസ്ഥയിലാവും. ഊർജ്ജം ഒട്ടും ഉപയോഗപ്പെടുത്താൻ സാധിയ്ക്കുകയില്ല. കാരണം, അതത്രയും പ്രപഞ്ചത്തിലുടനീളം തുല്യമായി വിഭജിയ്ക്കപ്പെട്ടിരിയ്ക്കും. അന്നിവിടെ വെളിച്ചമുണ്ടാവില്ല, ജീവനുണ്ടാവില്ല, ചൂടുണ്ടാവില്ല—ഉണ്ടാവുക ശാശ്വതവും നീക്കുപോക്കില്ലാത്തതുമായ നിശ്ചലത മാത്രം. കാലത്തിന്നു തന്നെ ഒരന്തം വന്നെത്തും. എന്തു കൊണ്ടെന്നാൽ, ഉഷ്ണദൌർല്ലഭ്യാവസ്ഥയാണു് കാലത്തിൻെറ മേൽ—കീഴ് ചൂണ്ടിക്കാണിയ്ക്കുന്നതു്. ഉഷ്ണദൌർല്ലഭ്യാവസ്ഥ അനിശ്ചിതത്വത്തിൻെറ അഥവാ നിരുദ്ദേശ്യതയുടെ അളവാണു്. പ്രപഞ്ചത്തിലാകെ എല്ലാ വ്യവസ്ഥയും ക്രമവും അപ്രത്യക്ഷമാകുമ്പോൾ, അനിശ്ചിതത്വം മഹിഷ്ഠമാകുമ്പോൾ, ഉഷ്ണദൌർല്ലഭ്യാവസ്ഥ കൂടുക സാധ്യമല്ലാതെ വരുമ്പോൾ, കാര്യകാരണങ്ങളുടെ പൂർവ്വാപരക്രമം എന്നൊന്നില്ലാതാകുമ്പോൾ,—ചുരുക്കത്തിൽ പ്രപഞ്ചം തളന്നടിഞ്ഞാൽ, അവിടെ പിന്നെ കാലത്തിന്നൊരു പൂർവ്വാപരഭേദമുണ്ടാവില്ല, കാലം തന്നെയുമുണ്ടാവില്ല. ഈ വിധിയെ ഒഴിയ്ക്കാൻ യാതൊരു വഴിയുമില്ല. കാരണം, ശാസ്ത്രത്തിൻെറ പുരോഗതിയിൽ, അംഗീകൃതഭൌതികശാസ്ത്രത്തിൻെറ, കാര്യം കൊണ്ടു നോക്കിയാൽ കേടു തട്ടാതെ അവശേഷിയ്ക്കുന്ന, ഒരേയൊരു നെടുംതൂണായ ഉഷ്ണഗതിവിജ്ഞാനീയത്തിൻെറ രണ്ടാം നിയമമെന്നറിയപ്പെടുന്ന (Second Law of Thermodynamics) നിർണ്ണായകത്വം പ്രഖ്യാപിയ്ക്കുന്നതു്, പ്രകൃതിയിലെ ഈ മൌലികപ്രക്രിയകൾക്കു പ്രതിലോമഗതി സാധ്യമല്ല എന്നാണല്ലോ. പ്രകൃതി ഒരു ഭാഗത്തോട്ടു മാത്രമേ ചരിക്കൂ.

എന്നാൽ, ആധുനികരായ വേറെ ചില തത്വവാദികളുണ്ടു്, പ്രപഞ്ചം മനുഷ്യൻെറ നിസ്സാരമായ ദർശനസീമയ്ക്കു

പ്പുറത്ത് എവിടെയോ വെച്ച്, ഏതോ തരത്തിൽ, സ്വയം പുനർനിർമ്മിക്കുന്നുണ്ടാവും എന്ന് അഭിപ്രായപ്പെടുന്നവരായിട്ട്. ഊർജ്ജ-ദ്രവ്യരാശികളുടെ തുല്യതയെന്ന ഐൻസ്റ്റൈൻതത്വമനുസരിച്ചു നോക്കുമ്പോൾ, ആകാശത്തിൽ പരന്നു കിടക്കുന്ന വികിരണം ഒരിക്കൽക്കൂടി കട്ട പിടിച്ചു പദാർത്ഥകണങ്ങൾ—എലക്ട്രോൺ, ആററം, മോളിക്യൂൾ എന്നിവ—ആയിത്തീരുന്നതായും, അവ പിന്നെ കൂടിച്ചേർന്നു വിശാലതരഘടകങ്ങളാവുന്നതായും, ഈ ഒടുവിൽ പറഞ്ഞവ സ്വന്തം ഗുരുത്വാകർഷണത്തിൻെറ സ്വാധീനത കൊണ്ടു കൂടിച്ചേർന്ന് ധൂളീപടലങ്ങളും നക്ഷത്രങ്ങളും ഒടുവിൽ ആകാശഗംഗാവ്യവസ്ഥകളും ആയിത്തീരുന്നതായും വിഭാവനം ചെയ്യുക സാധ്യമാണ്. അങ്ങിനെ പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ജീവിതചക്രഗതി അനവസാനമായി തുടർന്നു പോകാം. വാസ്തവം പറഞ്ഞാൽ, ഗാമാരശ്മികൾപോലുള്ള അത്യൂർജ്ജവികിരണത്തിലെ ഫോട്ടോണുകൾക്ക്, ചില സവിശേഷപരിതസ്ഥിതികളിൽ, ഇലക്ട്രോണിൻെറയും പോസിട്രോണിൻെറയും ജോഡികളെ ഉല്പാദിപ്പിക്കാൻ തക്കവണ്ണം പദാർത്ഥവുമായി പരസ്പരപ്രവർത്തനം സാധിക്കും എന്നു ലബോറട്ടറി പരീക്ഷണങ്ങൾ തെളിയിച്ചിരിക്കുന്നു. കനം കുറഞ്ഞ മൂലകങ്ങളുടെ—ഹൈഡ്രജൻ, ഹീലിയം, ഓക്സിജൻ, നൈട്രജൻ, കാർബൺ—ആകാശത്തിൽ നിരാലംബമായി നില്ക്കുന്ന അണുക്കൾ പതുക്കെ കൂടിച്ചേർന്നു പൊടിയുടേയും വാതകത്തിൻെറയും ദൃതുക്കണ്ണോടികൊണ്ടുമാത്രം കാണാവുന്ന കണങ്ങളും മോളിക്യൂളുകളും ആയിത്തീരാമെന്ന് അടുത്തകാലത്ത് ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും തീരുമാനിച്ചിട്ടുണ്ട്. അവിടുന്നും ഇങ്ങോട്ട് ഹാർവാർഡിലെ ഡോ: ഫ്രെഡ് എൽ. വിപ്പ്ൾ 1948-ൽ പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയ തൻെറ ''പൊടിമേഘസങ്കല്പ''തത്വത്തിൽ, (Dust Cloud Hypothesis) നക്ഷത്രാന്തരാളാകാശത്തിലൂടെ പ്രപഞ്ചത്തിലാകെയുള്ള ദൃശ്യപദാർത്ഥങ്ങളുടേതിനോടു തുല്യമായ ദ്രവ്യരാശിയോടു കൂടിയ പരിമാണത്തിൽ നീങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന സൂക്ഷ്മപ്രപഞ്ചപ്പൊടി (Rarefied Cosmic Dust) എങ്ങിനെ ഒരു നൂറു

കോടി കൊല്ലം കൊണ്ടു് ഘനീഭവിച്ച നക്ഷത്രങ്ങളായി കട്ട പിടിയ്ക്കുക സാധ്യമാവുന്നു എന്നു വിവരിയ്ക്കുകയുണ്ടായി. വിപ്പ്ളിൻെറ അഭിപ്രായത്തിൽ കഷ്ടിച്ചു് ഒരംഗുലത്തിൻെറ അര ലക്ഷത്തിലൊരംശംമാത്രം വ്യാസം വരുന്ന ഈ പൊടിയുടെ കണങ്ങളെ നക്ഷത്രവെളിച്ചത്തിൻെറ ലോലസമ്മർദ്ദം ഒന്നിച്ചടിച്ചു കൂട്ടുന്നു. ഇതു് ഒരു വാൽനക്ഷത്രത്തിൻെറ സൂക്ഷ്മീഭൂതമായ വാൽ, സൌരഫോട്ടോണുകളുടെ ആഘാതത്താൽ സൂര്യനിൽ നിന്നു ദൂരത്തേയ്ക്കു വിക്ഷിപ്തമാകും പോലെ തന്നെയാണു്. ഈ കണങ്ങൾ ഒത്തുചേരുമ്പോൾ ഒരു കൂട്ടുണ്ടാവുന്നു, പിന്നെ ഒരു മേഘശകലം, പിന്നെയൊരു മേഘവും. ഈ മേഘം ഊക്കൻ തോതിലെത്തുമ്പോൾ (അതായതു് അതിൻെറ വ്യാസം 6,00,000 കോടി നാഴികയിൽ കവിയുമ്പോൾ) അതിൻെറ ദ്രവ്യരാശിയും സാന്ദ്രതയും ഒരു പുതിയ ഭൌതികപ്രക്രിയാപരമ്പര നടപ്പിൽ വരുത്താൻ മതിയാകും. ഗുരുത്വാകർഷണം ആ മേഘത്തിൻെറ ഹ്രാസത്തിന്നു കാരണമാകും; ഹ്രാസമാകട്ടെ അതിൻെറ ആഭ്യന്തരസമ്മർദ്ദവും ചൂടും വർദ്ധിയ്ക്കാൻ കാരണമാകും. ഒടുവിൽ, അതിൻെറ തകച്ചയുടെ ധവളോഷ്ണ(White hot)ഘട്ടങ്ങളിൽ അതു് ഒരു നക്ഷത്രമായി വികിരണം പൊഴിച്ചു തുടങ്ങും. നമ്മുടെ സൌരവ്യവസ്ഥ, ചില സവിശേഷപരിതസ്ഥിതികളിൽ, അങ്ങിനെയൊരു പ്രക്രിയയിൽ നിന്നു രൂപം കൊണ്ടതാവാം എന്നാണു് വാദം തെളിയിയ്ക്കുന്നതു്—ഇവിടെ നമ്മുടെ സൂര്യനാണു് പ്രസ്തുതനക്ഷത്രം, നാനാഗ്രഹങ്ങളാകട്ടെ മുഖ്യമേഘത്തിന്നകത്തു കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിയ്ക്കുന്ന രണ്ടാംകിട മേഘശകലങ്ങളിൽ നിന്നു ഘനീഭവിച്ച തണുത്ത കൊച്ചുപോൽപന്നങ്ങളും.

ഇത്തരം സംഭവങ്ങളുടെ സംഭവ്യതയെ മുൻകൂട്ടി സമ്മതിച്ചു കൊണ്ടു് നമുക്കൊടുവിൽ എത്തിച്ചേരാവുന്നതു്, ഉത്ഭവം ലയം, വെളിച്ചം ഇരുട്ടു്, ക്രമം ക്രമഭംഗം, ചൂടു് തണുപ്പു്, വികാസം ഹ്രാസം, ഇങ്ങിനെയുള്ള പരിവർത്തനങ്ങളെ യുഗയുഗാന്തരങ്ങളിലൂടെ അനവസാനമായങ്ങിനെ പുതുക്കിക്കൊണ്ടിരിയ്ക്കുന്ന, സ്വയം ശശ്വൽക്കരി

ക്കുന്നതും സ്പന്ദിക്കുന്നതുമായ, ഒരു പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ സങ്കല്പത്തിലാണ്. എങ്കിലും ഈ ചിത്രം പരക്കെ അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ല; കാരണം, അതിന്നുപോൽബലകമായി സ്പഷ്ടമായ തെളിവൊന്നും കണ്ടിട്ടില്ല. നക്ഷത്രാന്തരാളാകാശത്തിലെ കയമെത്താത്ത ശൂന്യതയിൽ എല്ലാ അളവിലും എല്ലാത്തരം സാന്ദ്രതയിലുമുള്ള പൊടിമേഘങ്ങൾ തങ്ങി നില്ക്കുന്നതായി കാണാമെങ്കിലും, അവ—എന്നെങ്കിലും ഒരു ദിവസം നമ്മുടെ ഭൂമിയുടെ നീലനഭസ്സിൽ സവാരി ചെയ്യുന്നൊരു കുമ്പാരമേഘം അടുത്ത ദിവസത്തെ ഇടിമിന്നലൊത്ത മഹാമാരിയാണോ അതോ കാററടിച്ചൊന്നിച്ചു കൂട്ടിയതും ഉടൻ തന്നെ പറത്തിയകററിക്കളയാൻ പോകുന്നതുമായ ഒരു ക്ഷണഭംഗുരമഞ്ജുജാലമാണോ എന്നുറപ്പിച്ചു പറയുക എങ്ങിനെ സാധ്യമല്ലയോ അതുപോലെ—നക്ഷത്രപ്രാഗ്രൂപങ്ങളാണെന്നു പറയാൻ മനുഷ്യൻെറ ക്ഷണികവും ഭൌമവുമായ കാഴ്ചപ്പാടിൽ നിന്നുകൊണ്ട് ആക്കും സാധിക്കുന്നതല്ല. എന്നാൽ, നമ്മുടെ സൌരവ്യവസ്ഥയുടെയോ ഒററയൊററ നക്ഷത്രത്തിൻെറയോ നാം യാതൊന്നിലുൾപ്പെട്ടു നില്ക്കുന്നുവോ ആ പ്രകൃതിവ്യവസ്ഥയുടെ ഏതെങ്കിലും അംശത്തിൻെറയോ ഉത്ഭവത്തെക്കുറിച്ചുള്ള അഭ്യൂഹങ്ങളിൽനിന്നു വ്യതിരിക്തമായിത്തന്നെ, പ്രപഞ്ചം ആകെയങ്ങ് ഇപ്പോഴും നിർമ്മിതമായി വരികയാവാം എന്ന അർത്ഥത്തിലുള്ള ഏത് അഭിപ്രായത്തിലും അന്തർഭവിച്ചു കിടക്കുന്ന താത്വികവും അനുഭവപരവുമായ വിഷമതകൾ. ജഡപ്രകൃതിയിൽ ഒന്നും തന്നെ ശുദ്ധമായ ഒരു സൃഷ്ടിപ്രക്രിയയാണെന്നു കുററമററ വിധത്തിൽ ചൂണ്ടിക്കാണിക്കാനൊക്കുകയില്ല. ഉദാഹരണത്തിനു് ബാഹ്യാകാശത്തിൽനിന്നു ഭൂമിയെ തുടരെത്തുടരെ ആക്രമിച്ചുകൊണ്ടിരിയ്ക്കുന്ന ദുർഗ്രഹമായ ബ്രാഹ്മരശ്മികൾ ഏതോ ആണവസൃഷ്ടിപ്രക്രിയയുടെ ഉപോല്പന്നങ്ങളാവാമെന്ന് ഒരു കാലത്തു വിചാരിച്ചിരുന്നു. പക്ഷേ അവ ആണവവിധ്വംസനത്തിൻെറ ഉപോല്പന്നങ്ങളാണെന്ന എതിർവാദത്തിന്നാണ് പിൻബലം അധികം. എല്ലാം തന്നെ, പ്രകൃതിയിൽ കാണാവുന്നതോ തത്വവിചാര

ത്തിൽ പ്രതിഷ്ഠ ലഭിച്ചതോ ആയ എല്ലാംതന്നെ, പ്രപഞ്ചം നീക്കുപോക്കില്ലാതെ ആത്യന്തികമായ അന്ധകാരത്തിലേക്കും വിനാശത്തിലേക്കും മുന്നോട്ടു മുന്നോട്ടു പോയ്ക്കൊണ്ടിരിക്കുകയാണെന്നത്രേ സൂചിപ്പിക്കുന്നത്.

ഈ വീക്ഷണഗതിയ്ക്കു ദാർശനികമായി ഒരതിപ്രധാന ഫലമുണ്ട്—അനുക്തസിദ്ധമാണത്. കാരണം, പ്രപഞ്ചം തളർന്നടിയുകയാണെങ്കിൽ, പ്രകൃതിപ്രക്രിയകളത്രയും ഒരൊററ വഴിയിൽക്കൂടിത്തന്നെയേ മുന്നോട്ടു നീങ്ങുന്നുള്ളു എന്നു വരികിൽ, എല്ലാററിനും ഒരാദിയുണ്ടായിരുന്നു എന്നത് ഒഴിച്ചു കൂടാത്ത ഒരു നിഗമനമാണല്ലോ. എങ്ങിനെയോ ഏതോ ഒരു കാലത്ത് അണ്ഡപ്രക്രിയകളത്രയും ആരബ്ധങ്ങളായി, ജ്യോതിർഗ്ഗോളങ്ങളെരിഞ്ഞു തുടങ്ങി, വിശാലമായ ഈ ദൃശ്യപ്രപഞ്ചമത്രയും ജന്മമെടുത്തു. മാത്രമല്ല, ശാസ്ത്രജ്ഞാനത്തിന്റെ ആഭ്യന്തരവും ബാഹ്യവുമായ സീമകളിൽ കണ്ടെത്താൻ കഴിഞ്ഞിട്ടുള്ള മിയ്ക്ക മാർഗ്ഗസൂചികളും സൃഷ്ടിയ്ക്കൊരു നിശ്ചിതകാലത്തെ നിർദ്ദേശിയ്ക്കാൻ പോന്നവയാകുന്നു. ഉറേനിയത്തിന്ന് അതിന്റെ ആണവോർജ്ജങ്ങൾ നഷ്ടപ്പെടുന്ന നീക്കുപോക്കററ തോതും അതിന്റെ രൂപവല്ക്കരണത്തിനു വഴി വെയ്ക്കുന്ന ഏതെങ്കിലുമൊരു പ്രാകൃതിക പ്രക്രിയയുടെ അഭാവവും ഭൂമിയിലുള്ള ഉറേനിയമത്രയും ഒരു നിശ്ചിതകാലഘട്ടത്തിൽ ജന്മമെടുത്തിരിക്കണം എന്നത്രേ സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. ആ കാലഘട്ടം, ഭൂഗോളഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ഏററവും മികച്ച ഗണനകൾ പ്രകാരം ഏതാണ്ട് ഇരുന്നൂറു കോടി കൊല്ലം മുമ്പായിരിയ്ക്കണം. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഉള്ളിൽ നടക്കുന്ന മെരുങ്ങാത്ത താപാണവപ്രക്രിയകൾ പദാർത്ഥത്തെ വികിരണമാക്കി മാററി മറിക്കുന്നതിന്റെ വേഗവും ഊക്കും നക്ഷത്രജീവിതത്തിന്റെ ദൈർഘ്യത്തെ ഏറെക്കുറെ ഉറപ്പായിത്തന്നെ ഗണിച്ചെടുക്കുവാൻ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞരെ സമർത്ഥരാക്കുന്നു. ഇന്നു നഭോവീഥിയിൽ ദൃശ്യങ്ങളായ മിയ്ക്ക നക്ഷത്രങ്ങളുടേയും ശരാശരി പ്രായമായി അവർ കണക്കാക്കീട്ടുള്ള സംഖ്യ 200 കോടി കൊല്ലമാകുന്നു. അങ്ങിനെ, ഭൂഗോളഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെയും നക്ഷ

ത്രഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെയും കണക്കുകരം, വാങ്ങി വാങ്ങിയകലുന്ന ആകാശഗംഗകളുടെ പ്രത്യക്ഷഗതിവേഗത്തെ മുൻനിർത്തി നടത്തുന്ന ഗണനകളെ അടിസ്ഥാനമാക്കി, പ്രപഞ്ചം 200 കോടി കൊല്ലം മുമ്പു തന്നെ വീക്കാൻ തുടങ്ങി എന്നു കണ്ടെത്തുന്ന പ്രപഞ്ചാരംഭവാദികളുടെ കണക്കിനോട് അത്ഭുതകരമായി ഒത്തിരിക്കുന്നുണ്ട്. ഇതേ കണക്കു തന്നെ ശരി വെയ്ക്കുന്നവയായി ശാസ്ത്രത്തിൻെറ മററു രംഗങ്ങളിൽ മററു അടയാളങ്ങളുമുണ്ട്. അങ്ങിനെ, പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ആത്യന്തികപ്രലയത്തെ ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുന്ന എല്ലാ തെളിവുകളും അത്ര തന്നെ ഉറപ്പായി കാലസീമയിൽ നിർണ്ണീതമായ ഒരു ഘട്ടത്തിൽ അതിൻെറ ജന്മത്തെയും കുറിയ്ക്കുന്നു.

സ്പന്ദിച്ചു കൊണ്ടേയിരിയ്ക്കുന്ന ഒരു അമരപ്രപഞ്ചമെന്ന—അവിടെ സൂര്യനും ഭൂമിയും അത്യാകാരങ്ങളായ രക്തനക്ഷത്രങ്ങളുമെല്ലാം താരതമ്യേന പുതുക്കക്കാരായിരിയ്ക്കും—ആശയത്തിനു വഴങ്ങാമെന്നു വെച്ചാലും, ആദ്യത്തെ ആരംഭമെന്ന പ്രശ്നം പിന്നെയും ശേഷിക്കുക തന്നെ ചെയ്യുന്നു. അതു സൃഷ്ടിയുടെ കാലത്തെ അപരിച്ഛിന്നമായ ഒരു ഭൂതകാലത്തേയ്ക്കു തള്ളി നീക്കുകയേ ചെയ്യുന്നുള്ളു. എന്തു കൊണ്ടെന്നാൽ, ആകാശഗംഗകളും നക്ഷത്രങ്ങളും നക്ഷത്രപ്പൊടിയും അണുക്കളും—എന്തിന് അണുവിൻെറ ഘടകങ്ങരംപോലും നെയ്തെടുക്കുന്നതിൻെറ, ഗണിതശാസ്ത്രപരമായി കുററമററ, വിവരണങ്ങരം തത്വവാദികരം മുന്നോട്ടു കൊണ്ടുവന്നിട്ടുണ്ടെങ്കിലും, ആ ഓരോ വാദത്തിൻെറയും ആധാരശില ''എന്തോ ഒന്നു'' നിലവിലുണ്ടായിരുന്നു എന്ന തെളിവില്ലാത്ത സ്വതഃസ്പഷ്ടമെന്നു കരുതപ്പെടുന്ന സങ്കല്പമാണ്[1]—ആ ഏതോ ഒന്നു സ്വതന്ത്രങ്ങളായ ന്യൂട്രോണുകളോ, ഊർജ്ജഖണ്ഡമോ, അഥവാ, പിന്നീട് നാനാവിധ പ്രപഞ്ചം എന്തൊന്നിൽ നിന്നു രൂപപ്പെട്ടു വന്നു

1 സദേവസോമ്യേദമഗ്ര ആസീൽ—ഛാന്ദോഗ്യം

വോ ആ ബ്രാഹ്മസാരം അല്ലെങ്കിൽ ജഗത്തത്വം മാത്രമോ എന്തായാലും അസ്തു.[1]

---

1 നാമരൂപവിനിർമ്മുക്തം
യസ്മിൻ സംതിഷ്ഠതേ ജഗൽ
തമാഹുഃ പ്രകൃതിം കേചി–
ന്മായാം വാന്യേ പരേത്വണ്വൻ

—വാസിഷ്ഠം

ത്വം വൈഷ്ണവീശക്തി, രനന്തവീര്യാ
വിശ്വസ്യ ബീജം പരമാസി മായാ
സമ്മോഹിതം ദേവി സമസ്തമേതൽ
ത്വം വൈ പ്രസന്നാ ഭുവി മുക്തിഹേതുഃ

—ദേവീമാഹാത്മ്യം

XV

പ്രായേണ പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ആദികാരണങ്ങളെക്കുറിച്ചു മൌനമവലംബിക്കുകയാണ് പതിവ്. അക്കാര്യം ദാശ്നികക്കും ഈശ്വരവാദികാക്കും വിട്ടു കൊടുക്കും. എങ്കിലും ആധുനിക ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരിൽ കലപ്പററ കേവല പരീക്ഷണവാദികാ മാത്രമേ, ഭൌതിക യാഥാത്ഥ്യത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനഭൂതമായ നിഗൂഢതയുടെ നേക്കു പുറംതിരിഞ്ഞു നിൽക്കുന്നുള്ളു. ഐൻസ്റ്റൈൻ—അദ്ദേഹത്തിൻെറ ശാസ്ത്രദശ്നം ചിലപ്പോാ ഭൌതികവാദപരമെന്നു പറഞ്ഞധിക്ഷേപിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്—ഒരിക്കൽ പറയുകയുണ്ടായി:

''നമുക്കനുഭവപ്പെടാവുന്നവയിൽ വെച്ചു ഏററവും മനോഹരവും ഏററവും അഗാധവുമായ വികാരം ദുർവിജ്ഞേയതയെക്കുറിച്ചുള്ള ബോധമാകുന്നു.[1] അതാണ്, എല്ലാ യഥാത്ഥ ശാസ്ത്രത്തിൻെറയും വിത്തുകാരൻ. ഈ വികാരവിശേഷം ആക്കു അവിജ്ഞാതമാണോ, ആക്കിനിമേലിൽ അത്ഭുതസ്തിമിതനായോ ഭയസ്തബ്ധനായോ നിൽക്കുക സാധ്യമല്ലയോ, അവൻ മരിച്ചതായേ കണക്കാക്കേണ്ടതുള്ളു. നമുക്കു ദുർഗ്രഹമായതു് യഥാത്ഥത്തിൽ നിലനിൽക്കുകയും, നമ്മുടെ അസമത്ഥങ്ങളായ കഴിവുകാക്കു ഏററവും പ്രാകൃതാവസ്ഥയിൽ മാത്രം കഷ്ടിച്ചു ബോധസീമയിൽ എത്തിക്കാവുന്ന ഏററവും സമുന്നത വിജ്ഞാനവും ഏററവും പ്രകാശമാനമായ സൌന്ദര്യവുമായി സ്വയം അതു പ്രകാശിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു എന്നറിയുക—ഈ അറിവ്, ഈ വികാരം, അതാണ് യഥാത്ഥ മതതല്പരതയുടെ കേന്ദ്രബിന്ദു.''

മറെറാരവസരത്തിൽ അദ്ദേഹം പ്രഖ്യാപിച്ചു: ''വിരാട് തത്വാനുഭവമാണ് ശാസ്ത്രഗവേഷണത്തിൻെറ ഏററവും പ്രബലവും ഉത്തമവുമായ പ്രേരകശക്തി.'' മിക്ക ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ നിഗൂഢതകളെക്കുറിച്ചു പറയുമ്പോാ, അതിൻെറ ഊക്കൻ ശക്തി

---

1 യോ ബുദ്ധേഃ പരതസ്തു സഃ —ഗീതാ

കളെയും അതിൻെറ ആരംഭങ്ങളെയും അതിൻെറ യുക്തിയുക്തതയേയും സുസ്വരതയേയും ഒക്കെക്കുറിച്ചു പറയുമ്പോഠം ഈശ്വരൻ എന്ന പദം ഉപയോഗിക്കാതെകഴിക്കാനാണ് നോക്കുക. പക്ഷെ, ഒരു നാസ്തികനെന്നു വിശേഷിപ്പിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള ഐൻസ്റ്റൈനു അങ്ങിനെ യാതൊരു വിലക്കുകളും ബാധകമല്ല. അദ്ദേഹം പറയുകയാണ്: ''നമ്മുടെ ലോലവും ദുർബലവുമായ മനസ്സുകളെക്കൊണ്ട് നമുക്കറിയാൻകഴിയുന്ന ലഘുലംശങ്ങളിലൂടെ സ്വയം പ്രകാശിക്കുന്ന സീമാതിരിക്തമായ ആ ഉൽക്കൃഷ്ടചൈതന്യത്തിൻെറ നേക്കുള്ള വിനീതമായ ഒരാദരാതിശയം—അതാണെൻെറ മതം. ദുർവ്വിജ്ഞേയമായ പ്രപഞ്ചത്തിലൂടെ പ്രകാശിതമാവുന്ന ഒരുൽക്കൃഷ്ടയുക്തിചൈതന്യത്തിൻെറ സാന്നിധ്യത്തെക്കുറിച്ചുള്ള അഗാധമായ വൈകാരികബോധം—അതാണെൻെറ ഈശ്വരസങ്കല്പം.''

ശാസ്ത്രത്തെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം, ഭൌതികയാഥാർത്ഥ്യത്തിൻെറ കൂടുതൽ അടുത്തെത്താൻ സഹായിച്ചേക്കുമെന്ന വിശ്വാസം വളർത്തുന്നവയായി രണ്ടു പടിവാതിലുകളാണ് തൽക്കാലം നിലവിലുള്ളത്. ഒന്ന്, ഒരു തലമുറമുമ്പു വാനശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ സ്വപ്നംകാണുകപോലും ചെയ്തിട്ടില്ലാത്തവിധം സ്ഥലകാലങ്ങളുടെ അഗാധതകളിലേയ്ക്കുത്രയേറെ ആഴത്തിൽ മനുഷ്യൻെറ കാഴ്ച, അചിരേണ കലിഫോർണിയയിലെ പാലോമർമലയിൽനിന്നു, പ്രക്ഷേപിക്കാൻപോകുന്ന ആ പുതിയ മഹാദൂരദർശിനി. ഇതേവരെ ദൂരദർശിനിയിൽക്കൂടെയുള്ള ദർശനത്തിൻെറ അങ്ങേ അററം, സാരാംശത്തിൽ 50 കോടി ദീപ്തിവർഷം അകലെ മങ്ങിമങ്ങി പാഞ്ഞുപോകുന്ന ആകാശഗംഗകളിലവസാനിച്ചിരുന്നു. പാലോമറിലെ ഇരുനൂറ് അംഗുലം പ്രതിഫലിനിയാകട്ടെ ആ സീമയെ ഒന്നിരട്ടിപ്പിക്കും; അപ്പുറത്തെന്തുണ്ടെന്നു കാണാൻ, അങ്ങിനെ മനുഷ്യനെ സാമർത്ഥനാക്കും. ഒരുപക്ഷെ അത്, സമാംഗികങ്ങളായ പുത്തൻ ആകാശസമുദ്രങ്ങളെയും ഒരു നൂറു കോടി ഭൌമവർഷങ്ങളിലൂടെ ഭൂമിയിലേക്കു നീന്തിയെ

ത്തുന്ന പുരാതനദീപ്തിയോടുകൂടിയ അസംഖ്യം പുത്തൻ വിദൂരാകാശഗംഗകളെയും മാത്രമേ വെളിപ്പെടുത്തിയുള്ള എന്നുവരാം. അതു മററു ചില കാര്യങ്ങളും വെളിപ്പെടുത്തിത്തന്നേക്കും: മനുഷ്യൻ അത്രയ്ക്കു നിസ്സാരനായി കഴിയുന്ന ഈ പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ അളവുകൾ കണിശമായി തിട്ടപ്പെടുത്താൻ അവനു കഴിയുമാറ് പ്രപഞ്ചവക്രതയുടെ പ്രത്യക്ഷമായ വല്ല തെളിവോ പദാൎത്ഥത്തിൻെറ സാന്ദ്രതയിലുള്ള ഏററക്കുറച്ചിലോ—അങ്ങിനെ ചിലതൊക്കെ.

ഈ അറിവിലേക്കുള്ള മറേറ പടിവാതിൽ ഐൻസ്റ്റൈൻ തൻെറ കഴിഞ്ഞ കാൽ നൂററാണ്ടുകാലത്തെ പ്രയത്നങ്ങൾക്കു മകുടംചാൎത്തിയ ഏകീകൃതക്ഷേത്രവാദം (Unified Field Theory) തുറന്നുതന്നേക്കാവുന്നതാണ്. ഇന്നു മനുഷ്യവിജ്ഞാനത്തിൻെറ ബാഹ്യസീമയെ സാപേക്ഷതാവാദവും അന്തസ്സീമയെ ക്വാണ്ടംവാദവും നിൎവ്വചിക്കുന്നു. സ്ഥലം കാലം ഗുരുത്വാകൎഷണം ഇന്ദ്രിയഗോചരങ്ങളല്ലാത്തവിധം അത്ര ദൂരവും അത്ര വിശാലവുമായ യാഥാൎത്ഥ്യങ്ങൾ—ഇവയെയൊക്കെസ്സംബന്ധിച്ച നമ്മുടെ സങ്കല്പങ്ങളത്രയും രൂപപ്പെടുത്തുന്നതു സാപേക്ഷതാവാദമാകുന്നു; അണു, പദാൎത്ഥ–ചേതനകളുടെ അടിസ്ഥാനമാത്രകൾ, ഇന്ദ്രിയഗോചരങ്ങളല്ലാത്തവിധം അത്ര അക്ലൃപ്തങ്ങളും അത്ര ലഘുവുമായ യാഥാൎത്ഥ്യങ്ങൾ—ഇവയൊക്കെസ്സംബന്ധിച്ച സങ്കല്പങ്ങളത്രയും രൂപപ്പെടുത്തുന്നതാകട്ടെ, ക്വാണ്ടംവാദവും. എന്നിരിക്കിലും ഈ രണ്ടു മഹാശാസ്ത്രവ്യവസ്ഥകളും നിലയുറപ്പിച്ചിട്ടുള്ളത് തികച്ചും വ്യത്യസ്തങ്ങളും പരസ്പരനിരപേക്ഷങ്ങളുമായ താത്വികാടിസ്ഥാനങ്ങളിലാണ്. അവ ഒരേ ഭാഷ സംസാരിക്കുന്നവയല്ല എന്നുപോലും പറയാം. ഏകീകൃതക്ഷേത്രവാദത്തിൻെറ ഉന്നം അവയ്ക്കുതമ്മിൽ ഒരു പാലം പണിയുകയാകുന്നു. ഐൻസ്റ്റൈൻ പ്രകൃതിയുടെ സുസ്വരതയിലും സമരൂപതയിലും വിശ്വസിച്ചുകൊണ്ടു, ആണവപ്രതിഭാസങ്ങളെയും ബാഹ്യാകാശപ്രതിഭാസങ്ങളെയും രണ്ടി

നെയും ഉൾക്കൊള്ളത്തക്കവണ്ണം ഒരൊററ ഭൌതികനിയമ സൌധം പണിതിരിയ്ക്കുന്നു.[1]

ഏകീകൃതക്ഷേത്രവാദം പ്രകൃതിയുടെ അപ്രതീക്ഷിതങ്ങളായ എന്തെന്തു പുത്തൻവശങ്ങളെ അനാവൃതങ്ങളാക്കും, പഴയ എത്രയെത്ര നിഗൂഢതകളെ സ്പഷ്ടങ്ങളാക്കും എന്നെല്ലാം പ്രവചിക്കാൻ ഇനിയും കാലമായിട്ടില്ല. എന്നാൽ അതിനു പ്രത്യക്ഷത്തിൽതന്നെ മറെറാന്നുമില്ലെങ്കിൽ, ഈയൊരു നേട്ടമുണ്ടായിട്ടുണ്ട്—അതു് ഒരൊററ അടിസ്ഥാനപ്രപഞ്ചനിയമസൌധത്തിൽ, ഗുരുത്വാകർഷണനിയമങ്ങളെയും വിദ്യുൽകാന്തവിജ്ഞാനനിയമങ്ങളെയും കൂട്ടിയിണക്കുന്നു എന്നതു്. സാപേക്ഷതാവാദം ഗുരുത്വാകർഷണശക്തിയെ, സ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നതയുടെ ക്ഷേത്രഗണിതപരമായ ഒരു ഗുണമാക്കിച്ചെയ്തതുപോലെ, ഏകീകൃതക്ഷേത്രവാദം വിദ്യുൽകാന്തശക്തിയെ—മറേറ മഹാപ്രപഞ്ചശക്തിയാണല്ലൊ അതു്—അങ്ങിനെത്തന്നെ സമാനസ്ഥാനീയമാക്കിച്ചെയ്യുന്നു. ഐൻസ്റ്റൈൻ ഒരിക്കൽ പറയുകയുണ്ടായി: ''അന്യോന്യം ഒരു ബന്ധവുമില്ലാത്തവയായി മാപനഗുരുത്വാകർഷണപരവും വിദ്യുൽകാന്തപരവുമെന്നിങ്ങിനെ, രണ്ടു സ്ഥലനിബന്ധങ്ങളുണ്ടെന്ന ആശയമേ തത്വവിചാരപരമായ ചൈതന്യത്തിനു പൊറുപ്പിച്ചുകൂടാത്തതാകുന്നു.'' എന്നിട്ടും, എത്രയെല്ലാം ശ്രമിച്ചിട്ടും അദ്ദേഹത്തിനു വിദ്യുൽകാന്തക്ഷേത്രനിയമങ്ങളെ സാമാന്യസാപേക്ഷതാവാദത്തിൽ ഉൾപ്പെടുത്താൻകഴിഞ്ഞില്ല. എന്നിട്ടാണു്, മുപ്പത്തിമൂന്നു കൊല്ലം ഗണിതശാസ്ത്രയുക്തികളുടെ എണ്ണമററ ദ്വാരങ്ങളെ നിരന്തരം പരിശോധിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നശേഷം അദ്ദേഹത്തിന്നു തൻെറ ഉദ്ദേശ്യം സാധിച്ചതായി തോന്നിയതു്. ഇവിടെ ഒരു ചോദ്യം പൊന്തിവരും; ഇതുകൊണ്ടു വിദ്യുൽകാന്തപ

---

1 അണോരണീയാൻ മഹതോ മഹീയാൻ
ആത്മാസ്യ ജന്തോർന്നിഹിതോ ഗുഹായാം
തമക്രതുഃ പശ്യതി വീതശോകോ
ധാതുഃ പ്രസാദാന്മഹിമാനമാത്മനഃ

—കഠോപനിഷത്ത്

ശക്തിയും ഗുരുത്വാകർഷണശക്തിയും ഭൗതികമായി ''ഒന്നുതന്നെ'' എന്നു തെളിയുന്നുണ്ടോ? അതേ എന്നു പറയുന്നത് ആവിയും മഞ്ഞുകട്ടയും വെള്ളവും എല്ലാം—അവയൊക്കെ ഒരേ വസ്തുവിൻെറ പ്രകാരാന്തരങ്ങളാണെങ്കിലും—''ഒന്നുതന്നെ'' എന്നു പറയുന്നതിലധികം ഒട്ടും ശരിയായിരിക്കില്ല. ഗുരുത്വാകർഷണപരവും വിദ്യുൽകാന്തത്വപരവുമായ ശക്തികൾ പരസ്പരനിരപേക്ഷങ്ങളല്ല, അവ വളരെ സത്യമായ ഭൗതികാർത്ഥത്തിൽ വേർതിരിയ്ക്കാനാവാത്തവയാണ് എന്നു തെളിയിക്കുകയത്രെ ശരിയ്ക്കു ഏകീകൃതസിദ്ധാന്തം ചെയ്യുന്നത്. കുറെക്കൂടി നിഷ്കൃഷ്ടമായി അതു ഗുരുത്വാകർഷണപരവും വിദ്യുൽകാന്തത്വപരവുമായ ശക്തികളെ, അവ രണ്ടിനെയും അടിസ്ഥാനപരമായി ബന്ധിക്കുന്ന ഒരഗാധതരസത്തയെ ആധാരമാക്കിക്കൊണ്ടു്—ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രവും വിദ്യുൽകാന്തത്വക്ഷേത്രവും രണ്ടും യാതൊന്നിൽ പ്രത്യേകം ക്ഷണികരൂപഭേദങ്ങളോ അവസ്ഥാവിശേഷങ്ങളോമാത്രമായിരിക്കുന്നു, ആ അടിസ്ഥാനഭൂതമായ പ്രപഞ്ചസാകല്യക്ഷേത്രത്തിനെ ആധാരമാക്കിക്കൊണ്ടു്—വിവരിക്കുന്നു.

ഏകീകൃതക്ഷേത്രവാദത്തിലന്തർഭവിച്ചുകിടക്കുന്ന സംഗതികൾ മുഴുക്കെ ഭാവിയിൽ നടക്കാനിരിക്കുന്ന പരീക്ഷണങ്ങളെക്കൊണ്ടു സ്ഥിരപ്പെടുകയാണെങ്കിൽ—അതിൻെറ സമീകരണങ്ങളിൽനിന്നു ക്വാണ്ടം ഭൗതികവിജ്ഞാനീയത്തിൻെറ നിയമങ്ങളെക്കൂടി ശരിപ്പെടുത്തിയെടുക്കാമെങ്കിൽ—പദാർത്ഥത്തിൻെറ ഘടന, മൌലികകണങ്ങളുടെ രൂപരചന, വികിരണത്തിൻെറ ഗതിവിജ്ഞാനീയം എന്നിവയെയും ആണവാധോലോകത്തിലെ മററു ദുർഗ്രഹസമസ്യകളെയും സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം നിർണ്ണായകങ്ങളായ പുത്തനറിവുകൾ കൈവരുമെന്നതിനു സംശയമില്ല. എങ്കിലും അവയൊക്കെ സാരാംശത്തിൽ വെറും ഉപോല്പന്നങ്ങൾമാത്രമായിരിക്കും. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ, ഏകീകൃതക്ഷേത്രവാദത്തിൻെറ ദാർശനികമായ മഹാനേട്ടം ആ പേരിൻെറ ആദ്യത്തെ പദത്തിൽ അന്തർഭവിച്ചുകിട

കുന്നതാണ്. അത് ഭൌതികലോകത്തെസ്സംബന്ധിച്ച മനുഷ്യസങ്കല്പങ്ങളുടെ സംയോജനത്തിലേക്കുള്ള ശാസ്ത്രത്തിൻെറ നെടിയ പോക്കിനെ യുക്ത്യനുസൃതമാംവിധം ലക്ഷ്യത്തിലെത്തിക്കുന്നു. കണ്ടുപിടുത്തങ്ങൾ, തത്വവിചാരം, ഗവേഷണം, ഹേതുവാദം എന്നിങ്ങിനെയുള്ള നാനാ പ്രവാഹങ്ങളും നൂററാണ്ടുകളിലൂടെ ശരിക്കു ഒരേ വിന്ദുവിലേക്കു നീങ്ങി തങ്ങളിലിടകലൎന്നു അനുനിമിഷം ഏറെയേറെ ആഴവും പരപ്പും കൂടുന്ന കൈവഴികളിലൂടെ മുന്നോട്ടു മുന്നോട്ടൊഴുകിക്കൊണ്ടാണിരുന്നത്. ആദ്യത്തെ നെടിയ മുന്നേററം ലോകത്തിലെ എണ്ണമററ വസ്തുക്കളെയത്രയും തൊണ്ണൂററിരണ്ടു പ്രാകൃതികമൂലകങ്ങളായി ചുരുക്കിയതായിരുന്നു. പിന്നെ ഈ മൂലകങ്ങളെ ഏതാനും മൂലകണങ്ങളായി ചുരുക്കി. ഇതോടുകൂടിത്തന്നെ ലോകത്തിലെ നാനാ ''ശക്തി''കൾ, ഓരോന്നോരോന്നായി, വിദ്യുൽകാന്തശക്തിയുടെ ഭിന്നരൂപങ്ങളാണെന്നും, പ്രപഞ്ചത്തിലെ നാനാവിധ വികിരണങ്ങൾ—വെളിച്ചം, ചൂട്, എക്സ് രശ്മികൾ, ഗാമരശ്മികൾ—ഭിന്നതരംഗദൈൎഘ്യങ്ങളോടും ആവൃത്തികളോടുംകൂടിയ വിദ്യുത്കാന്തവീചികളിൽ കവിഞ്ഞൊന്നുമല്ലെന്നും ബോധപ്പെട്ടു. ഒടുക്കം പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ രൂപവിശേഷങ്ങൾ ആകെത്തന്നെ ആററിക്കുറുക്കി ഏതാനും മൌലികപരിമാണങ്ങൾമാത്രമായി—സ്ഥലം, കാലം, പദാൎത്ഥം, ഊൎജ്ജം, ഗുരുത്വാകൎഷണം. എന്നാൽ സവിശേഷസാപേക്ഷതാവാദത്തിൽ ഐൻസ്റ്റൈൻ ഊൎജ്ജപദാൎത്ഥങ്ങളുടെ സമത തെളിയിച്ചു; സാമാന്യസാപേക്ഷതാവാദത്തിലാകട്ടെ സ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നതയുടെ അവിഭാജ്യതയും അദ്ദേഹം വെളിപ്പെടുത്തി. ഏകീകൃതക്ഷേത്രസിദ്ധാന്തം ഈ സംയോജനപ്രക്രിയയെ അതിൻെറ പരമകാഷ്ഠയിലെത്തിച്ച്, അതിനു മകുടംചാൎത്തുന്നു. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ അതിൻെറ ഉത്തുംഗഗംഭീരമായ കാഴ്ചപ്പാടിൽ പ്രപഞ്ചംമുഴുക്കെ ഒരൊററ പ്രാകൃതികമഹാക്ഷേത്രമായി വെളിപ്പെടുന്നു—അവിടെ ഓരോ നക്ഷത്രവും ഓരോ അണുവും ഓരോ അലഞ്ഞുതിരിയുന്ന വാൽനക്ഷത്രവും പതുക്കെ കറങ്ങുന്ന ആകാശഗംഗയും

കുതികൊള്ളുന്ന എലക്ട്രോണും അടിസ്ഥാനഭൂതമായ സ്ഥലകാലൈക്യത്തിലെ വെറുമൊരു കൊച്ചോളം ഒരു ക്ഷോഭം മാത്രമായി കാണപ്പെടുന്നു.[1] അങ്ങിനെ പ്രകൃതിയിലെ ഉപരിപ്ലവമായ സങ്കീർണ്ണതകൾ അഗാധമായ ഒരു സരളതയ്ക്കു വഴങ്ങേണ്ടി വരുന്നു. ഗുരുത്വാകർഷണശക്തിയും വിദ്യുൽകാന്തശക്തിയും തമ്മിലും പദാർത്ഥവും ഊർജ്ജവും തമ്മിലും വിദ്യുൽപ്രേഷണവും വിദ്യുൽക്ഷേത്രവും തമ്മിലും സ്ഥലവും കാലവും തമ്മിലും ഉള്ള ഭേദങ്ങളത്രയും അവ തമ്മിൽ വെളിപ്പെട്ടു കാണുന്ന ബന്ധങ്ങളുടെ വെളിച്ചത്തിൽ മങ്ങിപ്പോവുകയും പ്രപഞ്ചമാകുന്ന ചതുർമ്മാനാവിച്ഛിന്നതയുടെ രൂപാന്തരങ്ങളായി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. അങ്ങിനെ മനുഷ്യൻെറ ലോകസംബന്ധിയായ സംവേദനങ്ങൾ അത്രയും സത്തയെക്കുറിച്ചുള്ള അവൻെറ അമൂർത്തങ്ങളായ ഉൾക്കാഴ്ചകളെത്രയും ഒടുവിൽ ഒററയൊന്നിൽ ചെന്നു ലയിക്കുന്നു; പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ അഗാധവും അടിസ്ഥാനഭൂതവുമായ ഐക്യം പ്രത്യക്ഷമായി വരുന്നു.[2]

ഏകീകൃത ക്ഷേത്ര നിയമം ''എല്ലാ ശാസ്ത്രത്തിൻെറയും പരമലക്ഷ്യ''ത്തെ സ്പർശിക്കുന്നു. എല്ലാ ശാസ്ത്രത്തിൻെറയും പരമമായ ആ ലക്ഷ്യമാകട്ടെ, ഐൻസ്റ്റൈൻ ഒരവസരത്തിൽ നിർവ്വചിച്ചതിൻവണ്ണം, ''കഴിവുള്ളത്ര ഏററവും ചുരുങ്ങിയ എണ്ണം പ്രാരംഭ സങ്കല്പങ്ങളിൽനിന്നു, അഥവാ അനുക്തസിദ്ധങ്ങളെന്നു കരുതപ്പെടുന്ന പ്രാരംഭങ്ങളിൽനിന്നു ഹേതുവാദാനുമാനമനുസരിച്ചു, ഏററവും അ

---

1 ചിദാനന്ദ മഹാംഭോധൌ
ബഹുധാ വിശ്വ വീചയഃ
ഉൽപദ്യന്തേ വിനശ്യന്തേ
മായാ മാരുത സംഭ്രമാൽ.

യഥാ വാരിണി വർത്തന്തേ
തരംഗാവർത്ത വൃത്തയഃ
അനന്യാഃ പരിവർത്തന്തേ
തഥാ ബ്രഹ്മണി സൃഷ്ടയഃ

—വാസിഷ്ഠം

2 ഏകമേവാദ്വിതീയം ബ്രഹ്മ.

—ഛാന്ദോഗ്യം

ധികം എണ്ണംവരുന്ന പരീക്ഷണനിരീക്ഷണങ്ങരാംകൊണ്ട റിയപ്പെടുന്ന, വസ്തുതകളെ ഉരാംക്കൊള്ളുകയാകുന്നു.'' പ്രാരംഭങ്ങളെ കൂട്ടിയിണക്കാനും സങ്കല്പങ്ങളെ ഏകീഭവിപ്പിക്കാനും പ്രത്യക്ഷ ലോകത്തിൻെറ നാനാത്വത്തെയും പ്രത്യേകതയേയും ഭേദിച്ച് അതിന്നപ്പുറം കിടക്കുന്ന അവ്യാകൃതൈകത്വത്തെ പ്രാപിക്കുവാനുമുള്ള ചോദന ശാസ്ത്രത്തിൻെറ 'പുളിപ്പ്' മാത്രമല്ല, അതു മനുഷ്യബുദ്ധിയുടെ സർവ്വോൽക്കൃഷ്ടമായ ആവേശവുമാകുന്നു. വികാരിയും മായികവുമായ പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ അടിയിൽ അതിനെ കൂട്ടിയിണക്കിനിൎത്തുന്ന പരമവും അവികാരിയുമായ സത്തയുടെ അറിവുനേടുക[1]—അതിനുവേണ്ടിയാണ് ദാൎശനികനും യോഗിയും, (Mystic) അപ്പോലെതന്നെ ശാസ്ത്രജ്ഞനും, താന്താങ്ങളുടെ നാനാ അന്തൎമ്മുഖതപസ്യകങ്ങളിലൂടെ എന്നും യത്നിച്ചുപോന്നിട്ടുള്ളത്. ഇരുപത്തിമൂന്നിലധികം നൂററാണ്ടുകരാംക്കു മുമ്പ് പ്ലേറെറാ പ്രഖ്യാപിച്ചു: ''ജ്ഞാനത്തിൻെറ യഥാൎത്ഥകാമുകൻ എന്നും ശ്രമിക്കുന്നത് സത്തയെ കണ്ടെത്താനാണ്..............യാതൊന്നിൻെറ നിലനിൽപ്പ് വെറും തോന്നൽമാത്രമാണൊ ആ സംഖ്യയററ പ്രതിഭാസങ്ങളിൽ അവൻ വിശ്രമംകൊള്ളുകയില്ല.[2]

* * *

എന്നാൽ സത്തയെക്കുറിച്ചുള്ള മനുഷ്യൻെറ ഈ അന്വേഷണം അനുഭവത്തിൽ ഒരു തിരിച്ചടിപോലെയാണ്—എന്നു വെച്ചാൽ, പ്രകൃതിയുടെ വേഷപ്പകൎച്ചകളൊക്കെ നീക്കിക്കൊണ്ടു വരികെ, വിഷമത്തിൽ നിന്നു ക്രമവും നാനാത്വത്തിൽനിന്നു ഏകത്വവും പൊന്തിവരികെ, സംകല്പങ്ങരാം ഇണങ്ങിച്ചേരുകയും മൌലികനിയമങ്ങരാം ഏറെ

---

1 മയി സൎവ്വമിദം പ്രോതം
സൂത്രേ മണിഗണാ ഇവ —ഗീതാ

2 മായാ മനഃ സൃജതി കൎമ്മമയം ബലീയഃ
കാലേന ചോദിത ഗുണാനുമതേന പുംസഃ
ഛന്ദോമയം യദജയാൎപ്പിത ഷോഡശാരം
സംസാരചക്ര മജ കോതിതരേൽ ത്വദന്യഃ
—ഭാഗവതം

യേറെ സരളങ്ങളായ രൂപങ്ങൾ കൈക്കൊള്ളുകയും ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കെ, പ്രത്യക്ഷമായി വരുന്ന ചിത്രം അനുഭവത്തിൽ നിന്നു ഏറെയേറെ അകന്നതാവുന്നു—ശരിക്കു പറഞ്ഞാൽ, സുപരിചിതമായ ഒരു മുഖത്തിൻെറ പിന്നിൽ അതിൻെറ അസ്ഥിപഞ്ജരം എങ്ങിനെയോ അതിനേക്കാൾ അത്യധികം അന്യവും തിരിച്ചറിയാൻ പ്രയാസം കൂടിയതും. കാരണം ഒരു തലയോടിൻെറ ക്ഷേത്രഗണിതപരമായ അവസ്ഥ അതു താങ്ങുന്ന ടിഷ്യുവിൻെറ രൂപരേഖയെ മുൻകൂട്ടി നിശ്ചയിക്കുമ്പോൾ അങ്ങിനെയേ വരൂ. ഒരു മരത്തിൻെറ നമ്മുടെ ഇന്ദ്രിയങ്ങൾ രചിക്കുന്ന ബിംബവും തരങ്ഗഗതി വിജ്ഞാനീയം വിവരിക്കുന്ന ബിംബവും തമ്മിലോ, ഒരു വാസന്ത നിശീഥത്തിലെ നക്ഷത്രാങ്കിതമായ നഭസ്സിൻെറ ഒരു കാഴ്ചയും നമ്മുടെ സംവേദനപരമായ യൂക്ലിഡിയൻ ആകാശത്തിന്നുപകരം വന്നെത്തീട്ടുള്ള ചതുർമ്മാനാവിച്ഛിന്നതയും തമ്മിലോ യാതൊരു സാമ്യവുമില്ല.

പ്രാതിഭാസികത്തെ (Appearance) യഥാർത്ഥത്തിൽ നിന്നു വേർതിരിച്ചു പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ മൌലികമായ ഘടനയെ അനാവൃതമാക്കിക്കാണിക്കാനുള്ള യത്നത്തിൽ ശാസ്ത്രത്തിന്നു ''ഇന്ദ്രിയങ്ങളുടെ പ്രാകൃതത്വത്തെ'' അതിക്രമിക്കേണ്ടിവന്നിട്ടുണ്ട്. എന്നാൽ അതിൻെറ ഏററവും സമുന്നതങ്ങളായ സൌധങ്ങളെ, ഐൻസ്റ്റൈൻ ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുകയുണ്ടായി, ''ഉള്ളടക്കത്തിൻെറ ശൂന്യതയെന്ന വിലകൊടുത്തിട്ടു വേണ്ടിവന്നു വാങ്ങുക.'' ഒരു തത്വസങ്കല്പം ഐന്ദ്രിയാനുഭവങ്ങളിൽനിന്നു എത്രത്തോളം അകലുന്നുവോ അത്രത്തോളം അതിൻെറ ഉള്ളടക്കം ശൂന്യമാണ്. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ മനുഷ്യനു ശരിക്കറിയാൻ കഴിയുന്ന ഒരൊററ ലോകം, അവനുവേണ്ടി തൻെറ ഇന്ദ്രിയങ്ങൾ പണിയുന്ന ലോകമാകുന്നു. അവ പരാവർത്തനം ചെയ്യുന്നതും ഓർമ്മ സഞ്ചയിച്ചുവെക്കുന്നതുമായ എല്ലാ ബോധമുദ്രകളെയും അവൻ നിർമ്മാജ്ജനംചെയ്യുന്നപക്ഷം പിന്നെ ഒന്നും അവശേഷിക്കുന്നില്ല: ''കേവലസത്തയും ശൂന്യതയും ഒന്നുതന്നെ''[1] എന്ന സംക്ഷിപ്തവാക്യംകൊണ്ടു

1 ന സത്താന്നാസദുച്യതേ—ഗീതാ

ദാൎശനികനായ ഹെജൽ അൎത്ഥമാക്കിയത് അതാകുന്നു. ബന്ധമുക്തമായ ഒരു നിലനില്പിന്നു യാതൊരൎത്ഥവു മില്ല. അങ്ങിനെ, വിരോധാഭാസമെന്നേ പറയേണ്ടു, പ്രാതിഭാസികലോകമെന്നു ശാസ്ത്രജ്ഞനും ദാൎശനികനും വിളിക്കുന്ന ലോകം—വെളിച്ചത്തിന്റെയും നിറത്തി ന്റെയും ലോകം, നീല വാനിന്റെയും പച്ചയിലകളു ടേയും ലോകം, നെടുവീൎപ്പിടുന്ന കാററിന്റെയും മൎമ്മരം ളുകുന്ന വെള്ളത്തിന്റെയും ലോകം, മനുഷ്യേന്ദ്രിയങ്ങ ളുടെ ശാരീരികഘടന രൂപപ്പെടുത്തിവെക്കുന്ന ലോകം— തന്നെയാണ് പരിച്ഛിന്നനായ മനുഷ്യൻ തന്റെ കാത ലായ സ്വഭാവത്താൽ ബദ്ധനായിക്കിടക്കുന്ന ലോകം. എന്നാലോ, ശാസ്ത്രജ്ഞനും ദാൎശനികനും യാഥാൎത്ഥ്യത്തി ന്റേതെന്നു വിളിക്കുന്ന ലോകം—വൎണ്ണമില്ലാത്ത, ശബ്ദ മില്ലാത്ത, സ്പൎശക്ഷമമല്ലാത്ത, മനുഷ്യന്റെ സംവേദനങ്ങ ളുടെ തലത്തിനു ചോടെ ഒരു ഐസ്ബർഗ് (ഹിമമല) പോലെ കിടക്കുന്ന പ്രപഞ്ചം—പ്രതിരൂപങ്ങളുടെ ഒരു അസ്ഥിപഞ്ജരംമാത്രമാണതാനും.

ആ പ്രതിരൂപങ്ങളാകട്ടെ, മാറുന്നു. ഉദാഹരണത്തി നു, കഴിഞ്ഞ നൂററാണ്ടിലെ ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാൎക്കു ഒരു പനിനീർപ്പൂവിന്റെ ചുകപ്പ് ആത്മനിഷ്ഠവും സൌന്ദ ൎയ്യാസ്വാദനപരവുമായ ഒരു ബോധമാണെന്നറിയാമായിരു ന്നുവെങ്കിലും ''യഥാൎത്ഥത്തിൽ'' തങ്ങൾ ചുകപ്പ് എന്നു വിളിക്കുന്ന ഗുണം, ഭാസുരമായ 'ഈതറി'ന്റെ ഒരു സ്പന്ദ നമാണെന്നവർ വിശ്വസിച്ചു. ഇന്നാകട്ടെ, ചുകപ്പിനെ ഒരു തരംഗദൈൎഘ്യമായി വേർതിരിച്ചറിയുക സാധാര ണമായിരിക്കുകയാണ്. അതിനെ, ഫോട്ടോണുകളുൾ ക്കൊള്ളുന്ന ഊൎജ്ജത്തിന്റെ മൂല്യമായി കരുതുന്നതും അത്ര തന്നെ ശരിയായിരിക്കും. അങ്ങിനെയുള്ള പരിഗണന കളാണ് പ്രഖ്യാതനായ ഒരു ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞനെക്കൊ ണ്ടു് നാം തിങ്കൾ ബുധൻ വെള്ളി എന്നീ ആഴ്ചകളിൽ ക്വാണ്ടംവാദത്തെയും ചൊവ്വ വ്യാഴം ശനി എന്നീ ആഴ്ച കളിൽ തരങ്ഗവാദത്തെയും ഉപയോഗിക്കുന്നു എന്നു കുസൽകൂടാതെ വെട്ടിത്തുറന്നു പറയിച്ചത്. രണ്ടായാലും,

ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന സങ്കല്പങ്ങൾ തത്വപരമായ അമൂർത്തരചനകളാണ്. ശരിക്കു പരീക്ഷിച്ചുനോക്കുമ്പോൾ ഗുരുത്വാകർഷണം, വിദ്യുൽകാന്തത്വം, ഊർജ്ജം, ധാര, മൊമെൻടം (ദ്രവ്യവേഗം), അണു, ന്യൂട്രോൺ, മുതലായ സങ്കല്പങ്ങൾ അത്രയും, കാര്യങ്ങളുടെ ഉപരിതലത്തിന്നടിയിൽ ഉണ്ടെന്നു മനുഷ്യൻ കാണുന്ന സത്യമായ വൈഷയികസത്തയെ ചിത്രീകരിക്കാൻ സഹായമാകുന്നതിന്നു വേണ്ടി മനുഷ്യബുദ്ധി പണിതുണ്ടാക്കിയ ഉപരചനകൾ, കണ്ടുപിടുത്തങ്ങൾ, ഉല്ലേഖങ്ങൾ ആണെന്നുവരുന്നു. അങ്ങിനെ ഇന്ദ്രിയങ്ങളുടെ വഞ്ചിക്കുന്നതും കുഴഞ്ഞിമറിഞ്ഞതുമായ ചിത്രീകരണങ്ങളുടെ സ്ഥാനത്ത്, ശാസ്ത്രം ഭിന്ന സമ്പ്രദായങ്ങളിലുള്ള പ്രതിരൂപചിത്രീകരണം പകരം വെച്ചിരിക്കുകയാണ്. ഈ സമ്പ്രദായങ്ങൾ ഗണിതശാസ്ത്രപരമായി നിരന്തരം ഏറെയേറെ കണിശങ്ങളാവുന്നു എന്നത് അവയുടെ ഒരു സവിശേഷതയായിരിക്കുന്നുവെങ്കിൽക്കൂടി ഇന്നു ഏതെങ്കിലും ഒരു ശാസ്ത്രജ്ഞൻ, മുമ്പേത്തെ തെററുകൾ കണ്ടുപിടിക്കാനുള്ള തൻെറ കഴിവുനിമിത്തം, അന്തിമസത്യങ്ങൾ എടുത്തുപറയാൻ താനാളായെന്നു വിചാരിക്കുന്നതായി കണ്ടെത്തുക പ്രയാസമായിരിക്കും. നേരെമറിച്ച്, ആധുനികശാസ്ത്രവിചാരകുശലന്മാർക്കറിയാം, ന്യൂട്ടന്നറിയാമായിരുന്നതുപോലെ, തങ്ങൾ അതികായന്മാരുടെ ചുമലുകളിലാണ് നില്ക്കുന്നതെന്നു്, തങ്ങളുടെ പൂർവ്വന്മാരുടെ കാഴ്ചപ്പാട് തങ്ങൾക്കു വികലമായിത്തോന്നിയതുപോലെ തങ്ങളുടെ സവിശേഷമായ കാഴ്ചപ്പാട് അനന്തരഗാമികൾ വികലമായിക്കണ്ടേക്കുമെന്നും.

*　　*　　*

ഭാവിവെളിപാടുകളെസ്സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം എന്തൊക്കെ വാദാനങ്ങളുണ്ടായാലും ശരി, പ്രകൃതിയുടെ നാനാത്വത്തെ മനസ്സിലാക്കാനുള്ള മനുഷ്യൻെറ—ആ നാനാത്വത്തിലാണല്ലൊ അവൻ തന്നെത്തന്നെ ദർശിക്കുന്നത്—യത്നത്തിൽ ഏതാനും സീമാന്തരേഖകളിൽ ഇതിനകം തന്നെ എത്തിക്കഴിഞ്ഞു എന്നതു സംഭാവ്യമാകുന്നു. പിണ്ഡാണ്ഡത്തിലേക്കുള്ള—അണുവിൻെറ ഉള്ളിലേക്കുള്ള—

അവൻെറ ഇറങ്ങിച്ചെല്ലലിൽ അവനു അനിശ്ചിതത്വവും ദ്വൈതവും വിരോധാഭാസവും നേരിടേണ്ടിവരുന്നു—അവനെ താക്കീതുചെയ്യുന്നതായിത്തോന്നുന്ന വിലക്കുകൾ. താൻ എന്തിനെ നിരീക്ഷിക്കാൻ ഉദ്യമിക്കുന്നുവോ, ആ പ്രക്രിയകളെ ഭേദപ്പെടുത്തുകയോ വികലമാക്കുകയോ ചെയ്യാതെ, അവനു കാര്യങ്ങളുടെ കാതലോളം വളരെയേറെ ചുഴിഞ്ഞു ചെന്നുകൂടാ. ബ്രഹ്മാണ്ഡത്തെ ചികഞ്ഞുനോക്കുമ്പോഴാകട്ടെ, ഒടുവിൽ അവൻ എത്തിച്ചേരുന്നതു് അന്തിമവും രൂപഹീനവുമായ ഒരു സ്ഥല–കാല, ദ്രവ്യരാശ്യൂർജ്ജ,പദാർത്ഥ–ക്ഷേത്ര ഐക്യത്തിലാണ്—പരമവും അവികൃതവും ശശ്വത്തുമായ ഒരു ഭൂമിക! അതിന്നപ്പുറം പുരോഗമിക്കാനൊരിടമില്ലെന്നു തോന്നും.[1] ഗ്വേറേറാ പറയുകയുണ്ടായി: ''കാരാഗൃഹം ദർശനത്തിൻെറ ലോകമാണ്.'' ഈ കാരാഗൃഹത്തിൽനിന്നു രക്ഷപ്പെടാനുള്ളതെന്നു തോന്നുന്ന ഏതുമാർഗ്ഗവും, ശാസ്ത്രത്തിൻെറ നിരീക്ഷണത്തിൽ, പ്രതിരൂപാത്മകതയുടെയും, അമൂർത്തതയുടെയും ഒരു മങ്ങിയ ലോകത്തിലേക്ക് ഏറെ ഏറെ ആഴത്തിൽ നയിക്കുന്നതേയുള്ളു.

സമ്പൂർണ്ണമായ സമാകാരചിത്രണം സാധിക്കുന്നേടത്ത് ശാസ്ത്രീയമായ അറിവിൻെറ അങ്ങേ അററം, അതിക്രമിക്കുക സാധ്യമല്ലാത്ത അതിർവരമ്പ്, എത്തി എന്നുവരാം —എന്നുവെച്ചാൽ, നിരീക്ഷണവിഷയമാകുന്ന ഏതു പ്രതിഭാസത്തിനും സ്ഥാനമുണ്ടാവുകയും യാതൊന്നുംതന്നെ ചിത്രത്തിനു പുറത്തായിപ്പോകാതിരിക്കുകയും ചെയ്യുമാറ് അത്രമേൽ സിദ്ധാന്തവും പ്രകൃതിപ്രക്രിയയും അന്തിമമായി, കുററമററ നിലയിൽ, പൊരുത്തപ്പെടുന്നേടത്ത്. ഈ ലക്ഷ്യത്തിൻെറ സമീപനത്തിൽ ശാസ്ത്രം, ഇതേവരെ അതിൻെറ ഏററവും ഗണ്യമായ പ്രയോജനപ്രധാനവും പ്രയോഗപരവുമായ വമ്പൻ നേട്ടങ്ങൾ നേടീട്ടുണ്ട്. കാരണം, കാര്യങ്ങളുടെ യഥാർത്ഥ ''സ്വഭാവ''ത്തെക്കുറിച്ച് ഒന്നും പറയാതിരിക്കുമ്പോഴും അതു് അവയുടെ പരസ്പരബന്ധങ്ങൾ നിർവ്വചിക്കുന്നതിലും അവ ഏതിലുൾപ്പെടുന്നുവോ ആ സംഭവങ്ങളെ ചിത്രീകരിക്കുന്നതിലും വിജ

---

1 യഥാ പിണ്ഡേ തഥാ ബ്രഹ്മാണ്ഡേ

യിക്കുന്നുണ്ട്. ആൽഫ്രഡ് നോർത് വൈററ്ഹെഡ് പ്രഖ്യാപിക്കുകയുണ്ടായി, ''സംഭവമാണ് യഥാത്ഥ വസ്തുക്കളുടെ മാത്ര.'' ഇതുകൊണ്ടദ്ദേഹം ഉദ്ദേശിച്ചത്, തത്വവ്യവസ്ഥകളിൽ എന്തൊക്കെ മാററങ്ങരം വന്നാലും, അവയുടെ പ്രതിരൂപങ്ങളും സങ്കല്പങ്ങളും എത്രമേൽ അന്തഃശ്ശൂന്യങ്ങളായിരുന്നാലും ശരി, ശാസ്ത്രത്തിലെയും ജീവിതത്തിലെയും സാരഭൂതവും സ്ഥിരവുമായ വസ്തുതകരം ഉണ്ടാകലുകളും പ്രവത്തനങ്ങളും സംഭവങ്ങളുമത്രെ എന്നാകുന്നു. ഈ ആശയത്തിൽ അന്തഭ്വവിച്ചുകിടക്കുന്ന സംഗതികരം ഏററവും നന്നായി ചിത്രീകരിക്കാൻ, രണ്ടു എലക്ട്രോണുകളുടെ കൂട്ടിമുട്ടൽപോലുള്ള ഒരു ലഘു ഭൌതികസംഭവത്തെക്കുറിച്ചു ചിന്തിക്കുന്നതാവും ഉത്തമം. ആധുനികഭൌതികശാസ്ത്രത്തിൻെറ ചട്ടക്കൂട്ടിൽ ഒതുങ്ങിനിന്നുകൊണ്ടുതന്നെ നമുക്ക് ഈ സംഭവത്തെ, പദാത്ഥത്തിൻെറ രണ്ടു പ്രാഥമിക ബീജങ്ങളുടെ അല്ലെങ്കിൽ വൈദ്യുതോജ്ജത്തിൻെറ രണ്ടു പ്രാഥമികമാത്രകളുടെ സംഘട്ടനമായോ, കണങ്ങളുടെ അല്ലെങ്കിൽ സംഭവ്യതാതരങ്ഗങ്ങളുടെ സമ്മേളനമായോ അഥവാ ഒരു ചതുമ്മാനസ്ഥലകാലാവിച്ഛിന്നതയിലെ ചുഴികളുടെ ഇടകലരലായോ ചിത്രീകരിക്കാം. ഈ ഏററുമുട്ടലിലെ പ്രധാന പാത്രങ്ങരം ശരിക്ക് എന്താണെന്നു തത്വവാദം നിവ്വചിക്കുന്നില്ല. അങ്ങിനെ ഒരത്ഥത്തിൽ, എലക്ട്രോണുകരം ''യഥാത്ഥ''ങ്ങളല്ല, വെറും തത്വപരമായ പ്രതിരൂപങ്ങരംമാത്രം. നേരെമറിച്ചു കൂട്ടിമുട്ടൽ എന്നതു ''യഥാത്ഥ''മാണ്—സംഭവം ''യഥാത്ഥം.'' ഇതൊക്കെ ഏതാണ്ട്, സത്യമായ വൈഷയികലോകം, കുറെച്ചൊക്കെ അപ്പുറത്തേക്കു കാണാവുന്ന ഒരു പ്ലാസ്റ്റിക് കുംഭഗോപുരത്തിന്നടിയിൽ എന്നേക്കും പാതി മറഞ്ഞു കിടക്കുകയാണെങ്കിലെപ്പോലെയിരിക്കുന്നു. തത്വവാദത്തിൻെറ പ്രതിക്ഷണഭിന്നമായ കാഴ്ചപ്പാടിൽ വിരൂപവും വികൃതവുമായ അതിൻെറ ഇരുട്ടറഞ്ഞ മുകരംപ്പാട്ടിലൂടെ എത്തിനോക്കുന്ന മനുഷ്യൻ പ്രത്യക്ഷത്തിൽ സ്ഥിരങ്ങളായ ഏതാനും ബന്ധങ്ങളെയും ആവത്തിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന സംഭവങ്ങളെയും മങ്ങിമങ്ങിക്കാണുന്നു. ഈ ബന്ധങ്ങളു

ടേയും സംഭവങ്ങളുടേയും പതറാത്തതും സമാകാരവും ആയ ഒരു ചിത്രണം—അതാണവൻെറ അറിവിൻെറ ഏററവും വലിയ കഴിവ്. അവിടുന്നങ്ങോട്ട് അവൻ ശൂന്യതയിലേക്കു തുറിച്ചുനോക്കുന്നു.

ശാസ്ത്രവിചാരത്തിൻെറ പരിണാമത്തിൽ ഒരു വസ്തുത മനസ്സിൽ പതിയത്തക്കവണ്ണം സ്പഷ്ടമായിട്ടുണ്ട്. തന്നിൽ നിന്നപ്പുറത്തൊരു നിഗൂഢതയിലേക്കു വിരൽ ചൂണ്ടുന്നില്ലാത്തതായി ഭൌതികലോകത്തിൽ ഒരു നിഗൂഢത്യുമില്ല. ബുദ്ധിയുടെ എല്ലാ രാജപാതകളും തത്വവാദത്തിൻെറയും അഭ്യൂഹങ്ങളുടേയും എല്ലാ വഴികളും ഒടുക്കം ചെന്നെത്തുന്നത് മനുഷ്യൻെറ കൌശലത്തിന്നു അപ്പുറം കടന്നെത്താൻ കഴിയാത്ത ഒരുക്കൻ കയത്തിലേക്കാണ്. കാരണം, മനുഷ്യൻ സ്വന്തം സത്തയുടെ ഉപാധിയാൽ ബദ്ധനായിരിക്കുകയാണ്—സ്വന്തം പരിച്ഛിന്നതയാലും പ്രകൃതിയിൽ ഉറംപ്പെട്ടിരിക്കുക എന്ന അവസ്ഥയാലും. എത്ര ത്തോളം ഏറെ അവൻ തൻെറ ദശ്നപരിധി വികസിപ്പിക്കുന്നുവോ, അത്രത്തോളം ഏറെ സ്പഷ്ടമായി അവൻ കണ്ടറിയുന്നു, നീത്സ് ബോർ എന്ന ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ പറഞ്ഞതുപോലെ, ''നിലനിൽപ്പെന്ന മഹാനാടകത്തിൽ നാം കാണികളും നടന്മാരും ആണ്'' എന്ന വസ്തുത. അങ്ങിനെ മനുഷ്യൻ തൻെറ തന്നെ ഏററവും വലിയ നിഗൂഢതയായിരിക്കുകയാണ്. അവന്നു താൻ എവിടെ വീണു കിടക്കുന്നുവോ ആ വിശാലവും സമാവൃതവുമായ പ്രപഞ്ചത്തെ മനസ്സിലാകുന്നില്ല. കാരണം മറെറാന്നുമല്ല—അവനു തന്നെത്താൻ അറിഞ്ഞുകൂടാത്തതുതന്നെ. അവനു തൻെറ ജൈവപ്രക്രിയകളെക്കുറിച്ചു വളരെ കുറച്ചേ മനസ്സിലാകുന്നുള്ളു: തൻെറ ചുററുമുള്ള ലോകത്തെ കണ്ടറിയുവാനും യുക്തിവിചാരം ചെയ്യാനും സ്വപ്നം കാണാനുമുള്ള തൻെറ നിസ്തുലമായ കഴിവിനെക്കുറിച്ചാകട്ടെ, അത്രയും മനസ്സിലാകുന്നില്ല. തൻെറ സർവ്വോൽകൃഷ്ടവും ഏററവും നിഗൂഢവുമായ കഴിവിനെ—തന്നെയും കവിഞ്ഞു നിന്ന്, കണ്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന തന്നെ കാണാനുള്ള ക

ഴിവ്[1]—ആകട്ടെ അവനു ഒട്ടും അറിഞ്ഞുകൂടാ.

മനുഷ്യന്നു മറികടന്നു ചെല്ലാൻ കഴിയാത്ത ഒരു ന്യൂലാമാലക്കുടുക്കുണ്ട്, അതിൽനിന്നവനു രക്ഷയില്ല—അവൻ യാതൊന്നിനെ വിസ്തരിച്ചു കണ്ടറിയാൻ യത്നിയ്ക്കുന്നുവോ ആ ലോകത്തിൻെറ ഒരംശമാണ് താനെന്നതാണ് ആ ന്യൂലാമാല; അവൻെറ ശരീരവും അവൻെറ അഹന്ത നിറഞ്ഞ തലച്ചോറും ശബളാഭമായി നെയ്യപ്പെടുന്നത് നക്ഷത്രാന്തരാളാകാശത്തിൽ അലഞ്ഞുതിരിയുന്ന ഇരുണ്ട പൊടിമേഘങ്ങളുടെ ഘടകങ്ങളായ അതേ പ്രാഥമിക കണങ്ങളെക്കൊണ്ടുതന്നെയാകുന്നു; അവൻ, അങ്ങേ അററം അപഗ്രഥിച്ചുനോക്കിയാൽ അനാദിയായ സ്ഥല—കാല ക്ഷേത്രത്തിൻെറ ക്ഷണഭംഗുരമായ ഒരു രൂപഭേദം മാത്രമാകുന്നു. ബ്രഹ്മാണ്ഡത്തിൻെറയും പിണ്ഡാണ്ഡത്തിൻെറയും നടുവിൽ നില്ക്കുന്ന അവൻ നാലുപാടും പ്രതിബന്ധങ്ങളെ കാണുന്നു—ഒരുപക്ഷെ അവന്നു, പത്തൊമ്പതു നൂററാണ്ടു മുമ്പു സെയ്ൻറ് പാൾ ചെയ്തതുപോലെ, ഇവ്വിധം അമ്പരക്കാനേ നിവൃത്തിയുള്ളു എന്നാവാം: ''ഈശ്വരൻെറ വാക്കു കൊണ്ടു ലോകം സൃഷ്ടമായി—എന്നുവെച്ചാൽ അദൃശ്യങ്ങളായ വസ്തുക്കളെക്കൊണ്ട് ദൃശ്യമായത് നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടു.''

---

1 യൽ ചക്ഷുഷാ ന പശ്യതി
യേന ചക്ഷൂംഷി പശ്യതി
....
യൽ പ്രാണേന പ്രാണിതി........

—കേനോപനിഷത്ത്

അനുബന്ധം

തത്വവാദപരമായ ഭൌതികശാസ്ത്രത്തിൽ, ഒരു ക്ലപ്ത സങ്കല്പത്തിലേക്കതന്നെ പലപ്പോഴും അനേകം സമീപന മാർഗ്ഗങ്ങളുണ്ടാവും. 75–80 പേജുകളിൽ ജാഡ്യദ്രവ്യരാശി വർദ്ധനയുടെ തത്വം വിവരിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലൊ. അതു് ഒട്ടേറെ കോളേജ് ഭൌതികശാസ്ത്ര പാഠ്യപുസ്തകങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നതിനു സമാനവും എളുപ്പത്തിൽ മനസ്സിലാവുന്നതുമായ ഒരു ക്രമത്തെയാണ് അനുസരിക്കുന്നതു്. ഗണിതശാസ്ത്രത്തിൽ കുറച്ചു വ്യുൽപ്പത്തിയുള്ള വായനക്കാർ, ഡോക്ടർ ഐൻസ്റ്റൈൻ ''സാപേക്ഷത—സവിശേഷവും സാമാന്യവുമായ വാദം'' (Relativity, the Special and General Theory) എന്ന തൻെറ ഗ്രന്ഥത്തിൽ ഈ തത്വത്തെ വിശദീകരിച്ചിട്ടുള്ളതു വായിക്കാൻ ആഗ്രഹിച്ചേക്കാം. കാതലായ ചില ഉദ്ധരണങ്ങൾ, പ്രസാധകനായ പീററർ സ്മിത്തിൻെറ അനുവാദത്തോടെ ചുവടെ ചേർക്കുന്നു.

''സവിശേഷസാപേക്ഷതാവാദം ഹേതുവായി ഉണ്ടായിട്ടുള്ള ഏററവും പ്രധാനമായ, പൊതുസ്വഭാവത്തോടു കൂടിയ ഫലം, ദ്രവ്യരാശിയുടെ സങ്കല്പത്തെസ്സംബന്ധിച്ചതാകുന്നു. സാപേക്ഷതാവാദത്തിൻെറ ആവിർഭാവത്തിനു മുമ്പ് ഭൌതികശാസ്ത്രം മൌലികപ്രാധാന്യമുള്ള രണ്ടു കൺസർവേഷൻ (അവിനാശിത) നിയമങ്ങളെ അംഗീകരിച്ചിരുന്നു—അതായതു് ഊർജ്ജ കൺസർവേഷൻ നിയമവും ദ്രവ്യരാശി കൺസർവേഷൻ നിയമവും; ഈ രണ്ടു മൌലികനിയമങ്ങളും പരസ്പര നിരപേക്ഷങ്ങളായിത്തോന്നി. സാപേക്ഷതാവാദം അവയെ ഒരു നിയമമായി കൂട്ടിയിണക്കിയിരിക്കുന്നു....

''സാപേക്ഷതാവാദമനുസരിച്ചു്, *m* എന്ന ദ്രവ്യരാശിയോടു കൂടിയ ഒരു പദാർത്ഥവിന്ദുവിൻെറ ഗത്യൂർജ്ജം ഇ

നിമേൽ നല്കുന്നതു സുവിദിതമായ $m\frac{v^2}{2}$ എന്ന പ്രകാശനമല്ല,

$$\frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$ എന്ന പ്രകാശനമാണ്.

''താരതമ്യേന ലഘുവായ പരിഗണനകളിലൂടെ നാം ഈ നിഗമനങ്ങളിലെത്തിച്ചേരുന്നു: v എന്ന ഗതിവേഗത്തോടുകൂടി ചരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തു വികിരണരൂപത്തിൽ E_0 എന്ന തുക ഊർജ്ജം ഉൾക്കൊള്ളുമ്പോൾ—ഉൾക്കൊള്ളുന്ന പ്രക്രിയയിൽ ഗതിവേഗത്തിൽ ഭേദം സംഭവിക്കാതെതന്നെ—തൽഫലമായി അതിൻെറ ഊർജ്ജം

$$\frac{E_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$ എന്ന തുകയാൽ വദ്ധിയ്ക്കുന്നു.

''ആ വസ്തുവിൻെറ ഗത്യൂർജ്ജത്തിനു മുകളിൽ നൽകീട്ടുള്ള പ്രകാശനം വെച്ചുകൊണ്ടു നോക്കിയാൽ, വസ്തുവിൻെറ ഊർജ്ജം എന്തെന്നതു ഇങ്ങിനെയിരിക്കും

$$\frac{\left(m+\frac{E_0}{c^2}\right)C^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

''അങ്ങിനെ ആ വസ്തുവിനു $\left(m+\frac{E_0}{c^2}\right)$ എന്ന ദ്രവ്യരാശിയോടുകൂടിയ ഒരു വസ്തു v എന്ന ഗതിവേഗത്തോടുകൂടി ചരിക്കുന്നതായാലുണ്ടാകുന്ന അതേ ഊർജ്ജമുണ്ടാകും. അതുകൊണ്ടു നമുക്കു പറയാം: ഒരു വസ്തു E_0 എന്ന തുക വരുന്ന ഊർജ്ജം നേടുകയാണെങ്കിൽ അതിൻെറ ജാഡ്യദ്രവ്യരാശി $\frac{E_0}{c^2}$ എന്ന തുകയാൽ വദ്ധിക്കുന്നു; ഒരു വസ്തുവിൻെറ ജാഡ്യദ്രവ്യരാശി ഒരു സ്ഥിരസംഖ്യയല്ല, വസ്തുവിൻെറ

ഊർജ്ജത്തിൽ വരുന്ന ഭേദമനുസരിച്ചു ഭേദപ്പെടുന്നു. ഒരു വസ്തുവ്യവസ്ഥയിൽ ജാഡ്യദ്രവ്യരാശി അതിൻെറ ഊർജ്ജത്തിൻെറ ഒരളവായിട്ടുപോലും കണക്കാക്കാം. ഒരു വ്യവസ്ഥയിലെ ദ്രവ്യരാശിയുടെ കൺസർവേഷനെസ്സംബന്ധിച്ച നിയമം ഊർജ്ജത്തിൻെറ കൺസർവേഷൻ നിയമത്തിൽനിന്നു അഭിന്നമായിത്തീരുന്നു.........''

ഇംഗ്ലീഷിലെ സാങ്കേതികപദങ്ങൾക്കു മലയാള പദങ്ങൾ, അകാരാദിക്രമത്തിൽ

A

Abstract	=	അമൂർത്തം, ആശയപരം
Acceleration	=	വേഗവൃദ്ധി
Amber	=	അംബർ
Arc	=	ചാപഖണ്ഡം
Astronomy	=	ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രം, വാനശാസ്ത്രം
Atom	=	അണു, പരമാണു

B

Beam (of light)	=	പ്രകാശകിരണാവലി, രശ്മിസമൂഹം

C

Celestial Mechanics	=	ഖഗോള ഗതിവിജ്ഞാനീയം
Charge (Electric)	=	(വൈദ്യുത) പ്രേഷണം
Chemical	=	രാസ
Closed	=	അടഞ്ഞ, സീമിത
Cohesive	=	സാംസക്തിക
Concrete	=	മൂർത്ത
Conservation	=	അവിനാശിത
Cosmic Ray	=	ബ്രാഹ്മരശ്മി
Cosmogony	=	(പ്രപഞ്ച) ആരംഭവാദം
Cosmology	=	പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രം
Crystal	=	അക്കം
Crest (Wave)	=	(തരംഗ) ശീർഷം

D

Deflection	=	വ്യതിയാനം, വിക്ഷേപം
Density	=	സാന്ദ്രത
Diffraction	=	വിവർത്തനം

E

Elastic	=	സ്ഥിതിസ്ഥാപക

Electro Magnetism	=	വിദ്യുത് കാന്തത്വം
Empirical	=	അനുഭവം, പരീക്ഷണം സംബന്ധിച്ച
Energy	=	ഊർജ്ജം
Equation	=	സമീകരണം
Entropy	=	ഉഷ്ണദുർല്ലഭാവസ്ഥ

F

Field	=	ക്ഷേത്രം
Force	=	ശക്തി, ബലം
Frame of Reference	=	പ്രമാണം, മാപനാടിസ്ഥാനം
Frequency	=	ആവൃത്തി

G

Gas	=	വാതകം
Galaxy	=	നക്ഷത്രസമൂഹം, ആകാശ ഗംഗ, താരാപഥം
General Theory of Relativity	=	സാമാന്യ സാപേക്ഷതാ വാദം
Geophysicist	=	ഭൂഗോള ഭൗതിക ശാസ്ത്രജ്ഞൻ
Geometry	=	ക്ഷേത്രഗണിതം, രേഖാഗണിതം, പരിമാണഗുണബന്ധങ്ങൾ
Gravitation	=	ഗുരുത്വാകർഷണം

H

Harmonious	=	സുസമ്മിളിത, സുസ്വര
Hard	=	കഠിനം
Homogeneous	=	സമാംഗിക

I

Impression	=	സംസ്കാരം, മുദ്ര
Induce	=	പ്രേരിപ്പിക്കുക
Inertia	=	ജാഡ്യം
Infra-red	=	പരാരുണ
Interference	=	വ്യതികരണം
Intervals	=	അന്തരങ്ങൾ

L

Logical Empiricists	=	അനുമാന പരീക്ഷണവാദികൾ

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY
KOTTAYAM

Cl. No. M07 Acc. No. 45530

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

If the book is not returned on due date
a fine of ₹1 per day will be charged

M07
BAR-P

45530

ബാർണറ്റ് ലിങ്കൺ
പ്രപഞ്ചവും ഡോക്ടർ
ഐൻസ്റ്റൈനും

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY

Call No 1407 Acc. No 45530

Author ബർട്രന്റ് റസ്സൽ

Title വിവാഹവും ലൈംഗിക സദാചാരവും