ഡിഎൻഎ മുതൽ സൂപ്പർമനുഷ്യൻ വരെ

പി. കേശവൻ നായർ

ഡി.എൻ.എ. മുതൽ
സൂപ്പർ മനുഷ്യൻ വരെ

രചന

©
Rachana Books
266 Sreenagar
Kollam-691021
Ph : 0474-2763638
Mob: 94474 16577

DNA Muthal Super Manushyan Vare
(Poular Science)
P. Kesavan Nair
First Edition
October 2012
Cover Design
Vinu & Soordas
Printed at:
KOPPARA, Kollam, Ph: 0474-2733139, '159

Rs. 90/-

No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means without prior written permission of the publisher.

R - 72 1/2012 - 13 D1/8 K

ഡി.എൻ.എ. മുതൽ
സൂപ്പർ മനുഷ്യൻ വരെ

(ശാസ്ത്രം)

പി. കേശവൻ നായർ

രചന ബുക്സ്

പി. കേശവൻ നായർ

സാമൂഹ്യ പ്രവർത്തകൻ, എഴുത്തുകാരൻ സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങ്ങിന്റെ പ്രപഞ്ചം, പ്രപഞ്ചം, പ്രപഞ്ചനൃത്തം, ഭൗതികത്തിനപ്പുറം, ബോധത്തിന്റെ ഭൗതികം, മനുഷ്യമനസ്സും ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തവും, മാർക്സിസം ശാസ്ത്രമോ, കശുവണ്ടിതൊഴിലാളി സമരചരിത്രം, Beyond Red എന്നിവ കൃതികൾ.

വിലാസം : ഐക്യരഴികത്ത്
തേവള്ളി
കൊല്ലം 691009

ആമുഖം

കഴിഞ്ഞ അഞ്ചു വർഷകാലത്തിനിടയിൽ ഞാൻ മാതൃഭൂമി, കലാകൗമുദി, ദേശാഭിമാനി, കേസരി എന്നീ ആഴ്ചപ്പതിപ്പുകളിലും മറ്റ് ആനുകാലികങ്ങളിലും എഴുതിയ പതിനാലു ലേഖനങ്ങളുടെ സമാഹാരമാണ് 'ഡി.എൻ.എ മുതൽ സൂപ്പർമനുഷ്യൻ വരെ' എന്ന ഈ പുസ്തകം. ഇതിലെ ലേഖനങ്ങളെല്ലാം ആധുനിക ശാസ്ത്രത്തിന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ രചിക്കപ്പെട്ടവയാണ്.

പ്രപഞ്ചത്തിലെ ജീവപരിണാമത്തെ വിശിഷ്യ മനുഷ്യപരിണാമത്തെകുറിച്ചാണ് ആദ്യ ലേഖനത്തിൽ പരിശോധിക്കുന്നത്. ഇതിൽതന്നെ പ്രധാനപ്പെട്ട രണ്ട് കാര്യങ്ങളാണ് അന്വേഷണവിധേയമാക്കുന്നത്. ഭൂമിയിൽ ജീവന്റെ ഭാവി പരിണാമം എങ്ങനെയായിരിക്കും? ഭൂമിയിലല്ലാതെ പ്രപഞ്ചത്തിൽ മറ്റെവിടെയെങ്കിലും ജീവൻ നിലനിൽക്കുന്നുണ്ടോ? "ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ ഒരു നൂറ്റാണ്ടി"ൽ ഐൻസ്റ്റിന്റെ ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം ശാസ്ത്രത്തെയും തത്ത്വചിന്തയേയും എങ്ങനെ വിപ്ലവകരമായ പരിവർത്തനത്തിനു വിധേയമാക്കി എന്ന് പരിശോധിക്കുന്നു. കാലത്തിന് തുടക്കം മാത്രമല്ല ഒടുക്കവും ഉണ്ട്. ഇതിനർത്ഥം പ്രപഞ്ചത്തിനൊരു തുടക്കവും ഒടുക്കവും ഉണ്ട് എന്നാണ്. കാലത്തിന് ആകൃതിയുണ്ടെന്നാണ് ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം. "ദൈവം പകിടകളിക്കില്ലെന്ന" ലേഖനത്തിൽ ശാസ്ത്രനിശ്ചിതത്വവാദത്തെയും (Scientific determinism) അനിശ്ചിതത്വതത്ത്വത്തെയും (Uncertainity Principle) പഠനവിധേയമാക്കുന്നു. ലോകപ്രശസ്തശാസ്ത്രജ്ഞനായ സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങ് തന്റെതന്നെ തമോഗർത്തസിദ്ധാന്തത്തിന് നല്കിയ പുതിയ ഭാഷ്യമാണ് "സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങ്ങും തമോഗർത്തങ്ങളും". പ്രകൃതിബലങ്ങളുടെ രഹസ്യം തേടുന്നത് സർവ്വതിന്റെയും സിദ്ധാന്തം (Theory of everything-TOE) കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനുള്ള ശ്രമത്തിന്റെ ഭാഗമാണ്. ഇതിനുള്ള പരിശ്രമമാണ് സ്വിറ്റ്സർലാൻഡിലെ സെന്റർ ഫോർ യുറോപ്യൻ ന്യൂക്ലിയർ റിസർച്ചിലെ (CERN) ഹാഡ്രോൺ കൊളയിഡറിൽ ഇപ്പോൾ നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന പരീക്ഷണം.

പ്രപഞ്ചം എന്തുകൊണ്ട് ഇന്നു നാം കാണുന്ന രൂപത്തിലായി? ഉത്തരം വളരെ ലളിതമാണ്. നമ്മൾ ഇവിടെ ഉള്ളതുകൊണ്ട്. ഈ

ആശയത്തെ ആധാരമാക്കിയാണ് മാനവികതാതത്ത്വം (Anthropic Principle) ആവിഷ്ക്കരിച്ചത്. ഇതിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കി മാനവികതാ പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രം (Anthropic cosmology) എന്നൊരു പുതിയ വിജ്ഞാനശാഖതന്നെ വികസിച്ചിട്ടുണ്ട്. പ്രപഞ്ചത്തിൽ മനുഷ്യന്റെ സ്ഥാനം എന്താണെന്നുള്ളതാണ് ഇതിന്റെ മുഖ്യപഠന വിഷയം. ആധുനിക ഭൗതികത്തിലെ ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തവും ക്വാണ്ടം ഭൗതികവും സ്ഥൂലപ്രപഞ്ചത്തെയും സൂക്ഷ്മപ്രപഞ്ചത്തെയും കുറിച്ചുള്ള നമ്മുടെ അറിവ് അഗാധമാക്കിയിട്ടുണ്ട്. മുൻകാലങ്ങളിൽ ഭൗതികാതീതം (Metaphysical) എന്ന് കരുതിയ പലതും അതിന് ഇന്ന് വിശദീകരിക്കാൻ കഴിയുന്ന സ്ഥിതിവിശേഷം സംജാതമായിരിക്കുന്നു. ഇൻഡോ - അമേരിക്കൻ സിവിൽ ന്യൂക്ലിയർ സഹകരണ കരാർ 123 നമ്മുടെ രാജ്യത്തിന് രാഷ്ട്രീയമായും സാമ്പത്തികമായും പാരിസ്ഥിതികമായും ദോഷം ചെയ്യുന്നതാണ്. ലോക പ്രശസ്ത ന്യൂറോശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഡോ. എസ്സ്. രാമചന്ദ്രൻ രചിച്ച 'വെളിപ്പെടുന്ന മനസ്സ്' (The Emerging Mind) എന്ന പുസ്തകത്തിന്റെ ഒരു സംക്ഷിപ്ത അവലോകനമാണ് 'മസ്തിഷ്കസംസ്ക്കാരം'.

'മതം, ശാസ്ത്രം, സാകല്യചിന്തകൾ' എന്ന പ്രബന്ധം ആലുവായിലെ ഇൻസ്റ്റിട്യൂട്ട് ഓഫ് സയൻസ് ആന്റ് റിലീജിയൻ സംഘടിപ്പിച്ച ഒരു സെമിനാറിൽ ഞാൻ അവതരിപ്പിച്ചതാണ്. ഈ പ്രബന്ധത്തിൽ ഭാരതീയ ദർശനവും ക്രിസ്തുമതദൈവശാസ്ത്രവും തമ്മിലുള്ള സമാനതകൾ ചർച്ച ചെയ്യപ്പെടുന്നുണ്ട്. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം അണുവിന് (Atom) വസ്തുസ്വഭാവം/ ദ്രവ്യഗുണം ഇല്ലെന്ന് വെളിപ്പെടുത്തി കഴിഞ്ഞിരിക്കുകയാണ്. ഈ വെളിപ്പെടുത്തലിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഭൗതികവാദത്തെ ഖണ്ഡിച്ചുകൊണ്ട് എഴുതിയതാണ് 'ദ്രവ്യം ഒരു മിഥ്യ'. ആധുനിക ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിൽ നിന്നും ഉരുത്തിരിഞ്ഞു വന്നിട്ടുള്ള ശാസ്ത്രദർശനത്തിന് ഭാരതീയഅദ്വൈതദർശനവുമായി സാദൃശ്യമുണ്ട്. ആധുനിക ലോകത്തെ ഏറ്റവും വിജയകരമായ സിദ്ധാന്തമാണ് ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തമെങ്കിലും അതിന്റെ പല സമസ്യകൾക്കും ഇനിയും ഉത്തരം കണ്ടെത്തേണ്ടിയിരിക്കുന്നു.

പലപ്പോഴായി എഴുതിയിട്ടുള്ളതാണ് ഇതിലെ ലേഖനങ്ങൾ എന്നുള്ളതുകൊണ്ട് ആശയങ്ങളുടെ ആവർത്തനം ഇതിൽ കടന്നുകൂടിയിട്ടുണ്ട്. എന്റെ അറിവിന്റെ പരിമിതികൊണ്ട് ചില തെറ്റുകളും ഉണ്ടായിട്ടുണ്ടാവാം. ഇതു പ്രസിദ്ധീകരിക്കാൻ സന്മനസ്സുകാട്ടിയ രചനാ ബുക്സിനോടും അതിന്റെ സാരഥി ശ്രീ. കെ. ഭാസ്കരനോടും നന്ദി പറയാൻ ഈ അവസരം ഞാൻ വിനിയോഗിക്കുന്നു.

പി. കേശവൻ നായർ

ഉള്ളടക്കം

1. ഡി.എൻ. എ മുതൽ സൂപ്പർ മനുഷ്യൻ വരെ
2. ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ ഒരു നൂറ്റാണ്ട്
3. കാലത്തിന്റെ തുടക്കം
4. ദൈവം പകിട കളിക്കുമോ?
5. സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങും തമോഗർത്തങ്ങളും
6. പ്രകൃതി ബലങ്ങളുടെ രഹസ്യം തേടി
7. മനുഷ്യന്റെ പ്രപഞ്ചം
8. ഭൗതികം ഭൗതികത്തിനപ്പുറത്തേയ്ക്ക്
9. ന്യൂക്ലിയർ കരാർ 123 - ഒരു പാരിസ്ഥിതിക വീക്ഷണം
10. മസ്തിഷ്ക സംസ്കാരം
11. മതം, ശാസ്ത്രം, സാകല്യചിന്തകൾ
12. ദ്രവ്യം ഒരു മിഥ്യ
13. ആധുനികശാസ്ത്രത്തിന്റെ അദ്വൈതം
14. ക്വാണ്ടം ഭൗതികത്തിലെ സമസ്യകൾ

ഡി.എൻ.എ. മുതൽ സൂപ്പർ മനുഷ്യൻ വരെ

പ്രപഞ്ചത്തിലെ ജീവപരിണാമത്തെ വിശിഷ്യ മനുഷ്യപരിണാമത്തെ കുറിച്ച് നമ്മുക്ക് പരിശോധിക്കാം. പ്രധാനപ്പെട്ട രണ്ട് കാര്യങ്ങളാണ് ഇവിടെ നമ്മൾ അന്വേഷണവിധേയമാക്കുന്നത്. ഭൂമിയിലെ ജീവന്റെ ഭാവി പരിണാമം എങ്ങനെയായിരിക്കും? ഭൂമിയിലല്ലാതെ പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ മറ്റെവിടെയെങ്കിലും ജീവൻ നിലനിൽക്കുന്നുണ്ടോ?

കാലത്തിനനുസരിച്ച് വസ്തുക്കൾ ക്രമരാഹിത്യത്തിലേക്കും അവ്യവസ്ഥയിലേക്കും (Chaos) നീങ്ങുന്നതാണ് നമ്മുടെ സാധാരണ അനുഭവം. ഈ നിരീക്ഷണത്തെ നമ്മുക്ക് ഒരു നിയമത്തിന്റെ പരിധിയിൽ കൊണ്ടുവരാൻ സാദ്ധ്യമാണ്. ഇത് താപഗതികത്തിന്റെ രണ്ടാം നിയമമാണ്.ഈ നിയമമനുസരിച്ച് പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ മൊത്തം ക്രമരാഹിത്യം അഥവാ എൻട്രോപി (entropy) എല്ലായ്പ്പോഴും സമയത്തിനനുസരിച്ച് വർദ്ധിക്കുന്നു. എന്നാൽ ജീവൻ എന്ന പ്രതിഭാസത്തിൽ നാം കാണുന്നത് അവ്യവസ്ഥയിൽ നിന്നും വ്യവസ്ഥയിലേക്കുള്ള (order) പ്രയാണമാണ്. ജീവന്റെ നിലനിൽപ്പിന് അടിസ്ഥാനമായ പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിൽ നടക്കുന്നത് ലളിതതന്മാത്രകളായ ജലം, ഓക്സിജൻ, കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡ് മുതലായവ സൗരോർജ്ജത്തിന്റെ സഹായത്താൽ കൂടുതൽ സങ്കീർണ്ണങ്ങളായ തന്മാത്രകളായി മാറുന്നതാണ്. ഈ പ്രക്രിയ എൻട്രോപിക്ക് എതിരാണ്. മനുഷ്യൻ ഉൾപ്പടെയുള്ള എല്ലാ ജീവികളുടെയും ശരീരം നിലനിൽക്കുന്നത് എൻട്രോപ്പിയെ ശക്തമായി ചെറുത്തുകൊണ്ടാണ്. ശരീരം അസാധാരണമായ ക്രമബദ്ധത പുലർത്തുന്നു. ജീവൻ എന്നത് ക്രമരാഹിത്യത്തിനെതിരെ നിലനിൽക്കാനും പ്രത്യുല്പാദനം നടത്താനും കഴിവുള്ള ഒരു ക്രമീകൃത വ്യവസ്ഥയാണ്. ജീവന് സ്വയം ക്രമീകൃതവും സ്വതന്ത്രവുമായ വ്യവസ്ഥയുണ്ടാക്കാൻ കഴിവുണ്ട്. ഇതിന് ക്രമീകൃതമായ ഊർജ്ജസ്രോതസ്സുകളിൽ നിന്നും ക്രമരഹിതഊർജ്ജം ഉണ്ടാ

ക്കുന്നു. ക്രമീകൃതഊർജ്ജരൂപമായ ആഹാരം, സൂര്യപ്രകാശം, വൈദ്യുതി എന്നിവയിൽ നിന്നും ജീവൻ ക്രമരഹിതമായ താപം സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ഈ രീതിയിൽ മൊത്തതിലുള്ള ക്രമരാഹിത്യം വർദ്ധിക്കുമ്പോൾ തന്നെ സ്വന്തം ക്രമവും പ്രത്യുല്പാദനത്തിലൂടെ യുണ്ടാകുന്ന ജീവന്റെ ക്രമവും വർദ്ധിക്കുന്നു. ഒരു ജീവിക്ക് രണ്ട് ഘടകങ്ങളാണുള്ളത്. ഒരു ജീവി എങ്ങനെ സ്വയം നിലനിൽക്കണം എങ്ങനെ പുനരുല്പാദനം നടത്തണം എന്നതിനുള്ള നിർദ്ദേശങ്ങൾ അടങ്ങുന്നതാണ് ഒന്നാമത്തെ ഘടകം. ഈ നിർദ്ദേശങ്ങൾ നടപ്പാക്കുന്നതിനുള്ള സംവിധാനമാണ് രണ്ടാമത്തെ ഘടകം. ജീവശാസ്ത്രത്തിൽ ഒന്നാമത്തെതിന് ജീനുകളെന്നും രണ്ടാമത്തേത്തിന് ഉപാപചയം (metabolism) എന്നും പറയുന്നു.

ഭൂമിയിലെ സൂക്ഷ്മജീവികളായ ബാക്ടീരിയ മുതൽ വലിയ വൃക്ഷങ്ങളും നമ്മെ പോലുള്ള മൃഗങ്ങളും വരെ കാർബൺ എന്ന രാസമൂലകത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ളതാണ്. അതായത് ജീവൻ എന്നതിന്റെ അടിസ്ഥാനം കാർബൺ അണുക്കളുടെ ശൃംഖലയാണ്. ഇതിൽ കാർബണ് പുറമെ ഓക്സിജൻ, നൈട്രജൻ, ഫോസ്ഫറസ് തുടങ്ങിയ അണുക്കളും ഉണ്ടാകും. സിലിക്കോൺ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള ജീവനെയും നമ്മുക്ക് വേണമെങ്കിൽ സങ്കൽപ്പിക്കാം. എന്നാൽ കാർബണിന്റെ രാസവിശേഷതകൊണ്ട് ജീവന് ഏറ്റവും അനുയോജ്യം അതാണ്. മറ്റ് മൂലകങ്ങളുമായി ഒത്തുചേരാൻ വളരെയധികം കഴിവുള്ള മൂലകമാണ് കാർബൺ. സിലിക്കോണാണ് ജീവന്റെ അടിസ്ഥാനമൂലകമെങ്കിൽ നമ്മുടെ പ്രപഞ്ചത്തിലെ ഇപ്പോഴത്തെ ഭൗതികസ്ഥിരാങ്കങ്ങൾക്ക് മാറ്റം വരുമായിരുന്നു. പ്രത്യക്ഷത്തിൽ നമ്മുടെ പ്രപഞ്ചം കാർബൺ അടിസ്ഥാനമായ ജീവപരിണാമത്തിനനുയോജ്യമായ നിലയിൽ രൂപകല്പന ചെയ്തതാണെന്നാണ് തോന്നുന്നത്. പ്രപഞ്ചപരിണാമത്തെയും ജീവപരിണാമത്തെയും പരിശോധിക്കുന്നതിന് ശാസ്ത്രം ആവിഷ്കരിച്ചിട്ടുള്ളതാണ് മാനവികതാതത്വം (Anthropic principle). ശക്തമാനവികതാതത്വമെന്നും ദുർബലമാനവികതാതത്വമെന്നും രണ്ടു വിഭാഗങ്ങൾ ഇതിനുണ്ട്. ശക്തമാനവികതാതത്വമനുസരിച്ച് നമ്മുടെതുൾപ്പടെ നിരവധി പ്രപഞ്ചങ്ങളുണ്ടാവാം. ഓരോ പ്രപഞ്ചത്തിലെയും ഭൗതികസ്ഥിരാങ്കങ്ങളും വ്യത്യസ്ഥമായിരിക്കും. പ്രപഞ്ചങ്ങളിൽ ചിലതിൽ ജൈവവ്യവസ്ഥയുടെ നിർമ്മാണഘടകമായ കാർബൺ പോലുള്ള മൂലകങ്ങൾ ഉണ്ടാകാനുള്ള സാദ്ധ്യതകളുണ്ട്. ശക്തമാനവികതാതത്വത്തെക്കാൾ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കിടയിൽ സ്വീകാര്യതയുള്ളത് ദുർബലമാനവികതാതത്വത്തിനാണ്. ദുർബലമാനവികതാതത്വമനുസരിച്ച് നമ്മുടെ പ്രപഞ്ചം ഇന്നുള്ള രീതിയിലായ

തുകൊണ്ട് നാം അതിനെ കാണുന്നു. മറ്റൊരു തരത്തിലായിരുന്നെ ങ്കിൽ നാം ഇവിടെ ഉണ്ടാകുമായിരുന്നില്ല.

പ്രപഞ്ചചരിത്രത്തിന്റെ ഇപ്പോഴത്തെ ഘട്ടത്തിൽ നമ്മുടെ ഗ്രഹ മായ ഭൂമിയിൽ മാത്രമാണോ നമ്മെ പോലുള്ള ജീവികളുള്ളത്? ആയി രത്തി അഞ്ഞൂറ് കോടി വർഷം മുമ്പ് മഹാവിസ്ഫോടനത്തിൽ നിന്നും പ്രപഞ്ചം തുടങ്ങുമ്പോൾ കാർബൺ ഉണ്ടായിരുന്നില്ല. പ്രപഞ്ചം അന്ന് അത്യുഗ്രതാപനിലയിലായിരുന്നു. ആ അവസ്ഥയിൽ ദ്രവ്യം പ്രോട്ടോൺ,ന്യൂട്രോൺ എന്നീ കണങ്ങളുടെ രൂപത്തിലായിരുന്നു. പ്രപഞ്ചം വികസിക്കാൻ തുടങ്ങിയതോടെ അത് തണുക്കാൻ തുട ങ്ങി. മഹാവിസ്ഫോടനത്തിനു ശേഷം ഒരു മിനിട്ട് കഴിഞ്ഞപ്പോൾ പ്രപഞ്ചതാപം നൂറുകോടി ഡിഗ്രി സെൽഷ്യസിലേക്ക് താണു. ഇത് സൂര്യനിലെ താപനിലയുടെ നൂറിരട്ടിയാണ്. ഈ താപനിലയിൽ ന്യൂട്രോണുകൾ ക്ഷയിച്ച് പ്രോട്ടോണുകളായി മാറണം. എന്നാൽ ഇതു മാത്രമല്ല അപ്പോൾ സംഭവിച്ചത്. എല്ലാ ന്യൂട്രോണുകളും പ്രോട്ടോണുകളായി മാറിയിരുന്നെങ്കിൽ പ്രപഞ്ചം ന്യൂക്ലിയസിൽ പ്രോട്ടോൺ മാത്രമുള്ള ഹൈഡ്രജൻ കൊണ്ടുള്ളതായി മാറിയേനെ. പ്രപഞ്ചത്തിലുള്ള ദ്രവ്യം മുഴുവൻ ഹൈഡ്രജൻ കൊണ്ടുള്ളതായി മാറിയേനെ. കുറേ ന്യൂട്രോണുകൾ പ്രോട്ടോണുകളുമായി കൂട്ടിയി ടിച്ച് ഹീലിയം ന്യൂക്ലിയസ്സുകളുണ്ടായി. ഹീലിയത്തിന്റെ ന്യൂക്ലിയസിൽ 2 പ്രോട്ടോണുകളും രണ്ട് ന്യൂട്രോണുകളുമുണ്ട്. ഹൈഡ്രജനെയും ഹീലിയത്തെക്കാളും ഭാരമുള്ള കാർബൺ, ഓക്സിജൻ എന്നീ മൂല കങ്ങൾ ആദ്യകാല പ്രപഞ്ചത്തിൽ രൂപം കൊണ്ടിരുന്നില്ല. ഹൈഡ്ര ജനിൽ നിന്നും ഹീലിയത്തിൽ നിന്നും ജൈവവ്യവസ്ഥ ഉണ്ടാകില്ല. ആദ്യകാലപ്രപഞ്ചം അണുക്കൾ സംയോജിച്ച് തന്മാത്രകളാകാൻ പറ്റാ ത്തത്ര ഉയർന്ന താപനിലയിലായിരുന്നു.

പ്രപഞ്ചം തുടർന്നും വികസിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയും തണുക്കു കയും ചെയ്തു. ചില മേഖലകളിൽ ദ്രവ്യസാന്ദ്രത മറ്റ് ചില മേഖല യിലുണ്ടായിരുന്നതിനേക്കാൾ ഉയർന്നതായിരുന്നു. അധികദ്രവ്യമുള്ള മേഖലയിലെ ഗുരുതാകർഷണം അവയുടെ വികാസത്തെ കുറച്ചു. ഒടു വിൽ അവ ഗ്യാലക്സികളും നക്ഷത്രങ്ങളുമായി രൂപം പ്രാപിച്ചു. മഹാ വിസ്ഫോടനത്തിനു ശേഷം ഇരുനൂറ് കോടി വർഷം കഴിഞ്ഞാണ് നക്ഷത്രങ്ങളുടെയും ഗ്യാലക്സികളുടെയും രൂപീകരണം ആരംഭിച്ച ത്. ചില ആദ്യകാല നക്ഷത്രങ്ങൾ സൂര്യനേക്കാൾ വളരെ ഏറെ ഭാര മുള്ളവയായിരുന്നു. ഇത്തരം നക്ഷത്രങ്ങൾ ആദിമ ഹൈഡ്രജനെയും ഹീലിയത്തെയും ന്യൂക്ലിയർ സംയോജനത്തിലൂടെ (nuclear fusion) കാർബൺ, ഓക്സിജൻ, ഇരുമ്പ് എന്നീ ഭാരമുള്ള മൂലകങ്ങളെ ഉണ്ടാ

ക്കി. ഇത് സംഭവിച്ചത് ആയിരം കോടി വർഷം മുമ്പാണ്. അതിനു ശേഷം ആദിമനക്ഷത്രങ്ങൾ സൂപ്പർനോവ സ്ഫോടനത്തിൽ പൊട്ടിത്തെറിച്ചു. പൊട്ടിത്തെറിയുടെ ഫലമായി ഭാരമുള്ള മൂലകങ്ങൾ നക്ഷത്രാന്തരീയസ്ഥലത്ത് വിതരണം ചെയ്യപ്പെട്ടു. അവ വീണ്ടും ഗുരുത്വാകർഷണം മൂലം ഒരുമിച്ച് കൂടി പുതിയ തലമുറയിലെ നക്ഷത്രങ്ങൾക്ക് ജന്മം കൊടുത്തു.

നക്ഷത്രങ്ങൾ വളരെ ദൂരെയാണ്. അവയ്ക്ക് ഗ്രഹങ്ങളുണ്ടെങ്കിൽ അവയെ നേരിട്ട് നിരീക്ഷിക്കാൻ നമ്മുക്ക് സാദ്ധ്യമല്ല. എന്നാൽ അവയ്ക്ക് ഗ്രഹങ്ങളുണ്ടെങ്കിൽ അവയുടെ സാന്നിദ്ധ്യം നമ്മുക്കറിയാം. വിദൂരസ്ഥനക്ഷത്രങ്ങൾക്ക് ഗ്രഹങ്ങളുണ്ടെന്ന് മനസ്സിലാക്കിയത് പൾസാറുകളുടെ (Pulsar) കണ്ടുപിടിത്തത്തോടെയാണ്. പൾസാറുകൾ കത്തിയെരിഞ്ഞ ന്യൂട്രോൺ നക്ഷത്രങ്ങളാണ്. കൃത്യമായ നിരക്കിൽ അനുസ്യൂതം സ്പന്ദനങ്ങളായി ഊർജ്ജകിരണങ്ങളെ ഉൽസർജിക്കുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളാണിവ. പൾസാറുകളുടെ സ്പന്ദനനിരക്കിൽ വ്യത്യാസം കാണുന്നതിന് കാരണം അവയ്ക്കു ചുറ്റും ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന ഗ്രഹങ്ങളാണ്. പൾസാറുകൾക്ക് ചുറ്റുമുള്ള ഗ്രഹങ്ങളിൽ ജീവൻ നിലനിൽക്കാനുള്ള യാതൊരു സാദ്ധ്യതയുമില്ല. പൾസാറായി രൂപം പ്രാപിക്കുന്നതിനു മുമ്പുനടന്ന സൂപ്പർനോവ സ്ഫോടനത്തോടെ അവയുടെ ഗ്രഹങ്ങളിലെ ജീവൻ മുഴുവൻ തുടച്ചുനീക്കപ്പെടും. പൾസാറുകൾക്കും ഗ്രഹങ്ങളുണ്ടെന്ന വസ്തുത സൂചിപ്പിക്കുന്നത് നമ്മുടെ ഗാലക്സയിലുള്ള പതിനായിരം കോടി നക്ഷത്രങ്ങളിൽ ചിലതിൽ ഗ്രഹങ്ങളുണ്ടാവാമെന്നാണ്. ഈ ഗ്രഹങ്ങളിൽ ചിലതിൽ ജീവന് നിലനിൽക്കാൻ കഴിയുന്ന അവസ്ഥ ഉണ്ടാവാം.

ആദ്യകാലനക്ഷത്രങ്ങളിൽ നിന്നും പൊട്ടിത്തെറിച്ച അവശിഷ്ടങ്ങളിൽ നിന്നാണ് ഏകദേശം 500 കോടി വർഷം മുമ്പ് നമ്മുടെ സൗരയൂഥം രൂപം കൊണ്ടത്. മഹാവിസ്ഫോടനത്തിനു ശേഷം ആയിരം കോടി വർഷം കഴിഞ്ഞായിരുന്നു ഇത്. ഭാരമുള്ള മൂലകങ്ങളായ കാർബൺ, ഓക്സിജൻ എന്നിവയെകൊണ്ടാണ് ഭൂമി പ്രധാനമായും രൂപം കൊണ്ടത്. എങ്ങനെയോ ഇവയിൽ ചില അണുക്കൾ ചേർന്ന് ഡി.എൻ.എ. (Deoxyribonucleic acid) ഉണ്ടായി. ഡി.എൻ.എ യും അതിന്റെ ഘടനയും കണ്ടുപിടിച്ചത് ഫ്രാൻസിസ് ക്രിക്കും ജെയിംസ് വാട്സണും ചേർന്നാണ്. ചുറ്റുഗോവണിയെ (double helix) അനുസ്മരിപ്പിക്കുന്ന ഈ മോഡലിൽ ഗോവണിയുടെ കൈപ്പടികൾ ഫോസ്ഫേറ്റും ഡി ഓക്സിറൈബോസ് പഞ്ചസാരയും കോർത്തുണ്ടാക്കിയ ശൃംഖലയാണ്. ഗോവണിപടികളാകട്ടെ അഡിനീൻ (A) തൈമീൻ (T) സൈറ്റോസിൻ (C) ഗ്വാനിൻ (G) എന്നിങ്ങനെ നാലു

തരം ബേസുകൾ കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയതും. ഓരോ പടിയിലും ഒരു ജോഡി ബേസുകൾ ഉണ്ടാകും. ഇതിനൊരു നിയമമുണ്ട്. അഡനീൻ എപ്പോഴും തൈമീനുമായി ((A=T)) ജോഡി ചേരും. അതുപോലെ ഗ്വാനിൻ സൈറ്റോസിനുമായും (G=S). A,T,G,C എന്നിവയാണ് ഡി.എൻ.എ യിലെ അക്ഷരങ്ങൾ. ഒരു ശൃംഖലയിലെ ന്യൂക്ലിയക് ആസിഡും മറ്റൊരു ശൃംഖലയിലെ ന്യൂക്ലയ്ക്ക് ആസിഡും പരസ്പരപൂരകങ്ങളാണ്. ഡി.എൻ.എ തന്മാത്രകൾക്ക് ജനിതികവിവരങ്ങൾ പുനരുല്പാദിപ്പിക്കുവാനും ന്യുക്ലിയക്ക് ആസിഡുകളെ തുടർച്ചയായി അടുക്കാനും കഴിയും. ഡി.എൻ.എ യ്ക്ക് പ്രോട്ടീനുകളെയും മറ്റ് രാസവസ്തുക്കളെയും ഉൽപാദിപ്പിക്കാനും അവയെ ഒരു ശൃംഖലയിൽ അടുക്കാനും നിർദ്ദേശങ്ങൾ നൽകാനും കഴിയും.

ഡി.എൻ.എ തന്മാത്രകൾ ആദ്യം എങ്ങനെ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടുവെന്ന് നമ്മുക്ക് കൃത്യമായി അറിയില്ല. യാദൃശ്ചികമായി ഉണ്ടായതാകാൻ ഇടയില്ല. നാനൂറുകോടി വർഷം മുമ്പ് ഭൂമിയിൽ നിറഞ്ഞുനിന്ന സമുദ്രങ്ങളിലാണ് ജീവൻ ഉൽഭവിച്ചതെന്ന് പറയപ്പെടുന്നു. അണുക്കൾ തമ്മിലുള്ള കൂട്ടിമുട്ടലുകൾ വലിയ തന്മാത്രകളുണ്ടാകാൻ കാരണമായി കാണണം. മൂന്നൂറ്റമ്പതുകോടി വർഷം മുമ്പ് സങ്കീർണ്ണമായ ഡി. എൻ.എ തന്മാത്രകൾ ആവിർഭവിച്ചു എന്നാണ് കരുതുന്നത്. ചില ആളുകൾ പറയുന്നത് ജീവൻ ഭൂമിയിൽ വന്നത് മറ്റെവിടെയോ നിന്നാണെന്നാണ്. അവരുടെ അഭിപ്രായത്തിൽ നമ്മുടെ ഗ്യാലക്സിക്ക് ചുറ്റും ജീവന്റെ തുടിപ്പുകൾ (വിത്ത്) ഉണ്ടെന്നാണ്. എന്നാൽ ഇതിനു തെളിവുകളൊന്നുമില്ല. ഫോസിൽ തെളിവുകളനുസരിച്ച് മുന്നൂറ്റമ്പതു കോടി വർഷം മുമ്പ് ഭൂമിയിൽ ചില ജീവരൂപങ്ങളുണ്ടായിരുന്നു. ജീവന്റെ വികാസത്തിന് അനുയോജ്യമായ തരത്തിൽ അപ്പോഴേക്കും ഭൂമി തണുത്തിരുന്നു. അന്നുണ്ടായ അതിലഘുജീവരൂപങ്ങളായിരിക്കാം ഡി.എൻ.എയായി പരിണമിച്ചത്. ഡി.എൻ.എ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടതോടെ ജീവപരിണാമം സുഗമമായി.

ആദ്യകാലത്തെ ജൈവപരിണാമം വളരെ പതുക്കെയായിരുന്നു. ഏകകോശജീവികളിൽ നിന്നും ബഹുകോശജീവികളിലേക്കുള്ള പരിണാമത്തിന് 250 കോടി വർഷമെടുത്തു. അതിനുശേഷം നൂറുകോടി വർഷമെടുത്തു മത്സ്യം മുതൽ സസ്തനി വരെ പരിണമിക്കാൻ. പിന്നീടുള്ള പരിണാമം താരതമ്യേന വേഗതയിലായിരുന്നു. ആദ്യസസ്തനി മുതൽ മനുഷ്യൻ വരെയുള്ള പരിണമാത്തിന് പത്ത് കോടി വർഷമേ എടുത്തുള്ളൂ. ഇതിനു കാരണം മത്സ്യത്തിന് സസ്തനികൾക്കുള്ള എല്ലാ അവയവങ്ങളുമുണ്ടായിരുന്നു. സസ്തനികൾക്കാവട്ടെ മനുഷ്യന്റെ എല്ലാ അവയവങ്ങളുമുണ്ട്. വാനരനിൽ നിന്നും നരനിലേ

ക്കുള്ള പരിണാമത്തിന് അവയവ്ങ്ങളുടെ മെച്ചപ്പെടൽ മാത്രം മതിയായിരുന്നു.

മനുഷ്യവംശത്തിന്റെ ആവിർഭാവത്തോടെ പരിണാമം ഒരു നിർണ്ണായകഘട്ടത്തിലെത്തി. മനുഷ്യപരിണാമത്തിനുശേഷമുള്ള ഒരു മഹാസംഭവമാണ് വരമൊഴിയുടെ (എഴുത്തുഭാഷ) കണ്ടുപിടിത്തം. ഇതോടെ ജനിതികമായിട്ടല്ലാതെ വിവരങ്ങൾ അടുത്ത തലമുറയിലേക്ക് കൈമാറാൻ എളുപ്പമായി. കൈമാറുന്ന വിവരത്തിന്റെ അളവും വളരെയേറെ വർദ്ധിച്ചു. ഒരു ചെറിയ പേപ്പർ ബാക്ക് പുസ്കത്തിൽ ആൾകുരങ്ങിലും മനുഷ്യനിലുമുള്ള ഡി.എൻ.എയിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന വിവരങ്ങളുടെ വ്യത്യാസം ഉൾക്കൊള്ളും. ഒരു മുപ്പത് വാല്യം സർവവിജ്ഞാനകോശത്തിന്റെ വലിപ്പമുള്ള പുസ്തകത്തിന് മനുഷ്യ ഡി.എൻ.എയുടെ മുഴുവൻ ശൃംഖലയിലുമുള്ള വിവരം വിശദീകരിക്കാനാവും. ഒരു വലിയ യൂണിവേഴ്സിറ്റി ലൈബ്രറിയിൽ 50 ലക്ഷം പുസ്തകങ്ങൾവരെ ഉണ്ടാകാനുള്ള സാദ്ധ്യതയുണ്ട്. 50 ലക്ഷം പുസ്തകങ്ങളിൽ 10 ലക്ഷം കോടി വിവരശകലങ്ങൾ ഉണ്ടാകും. അതുകൊണ്ട് പുസ്തകങ്ങൾ വഴി കൈമാറുന്ന വിവരങ്ങൾ ഡി.എൻ.എയിലുള്ളതിന്റെ ലക്ഷകണക്കിനിരട്ടിയാണ്. പുസ്തകങ്ങളിലെ വിവരത്തെ ദ്രുതഗതിയിൽ കാലാനുസൃതമായി പരിഷ്കരിക്കാം. ജീവശാസ്ത്രപരമായ പരിണാമത്തിലൂടെ മനുഷ്യന്റെ ഡി.എൻ.എ പരിഷ്കരിക്കുന്നതു ഒരു വർഷത്തിൽ ഒരു വിവരശകലം (bits) എന്ന നിരക്കിലാണ്. എന്നാൽ ഒരു വർഷം ഏകദേശം രണ്ടുലക്ഷം പുസ്തകങ്ങൾ പുറത്തിറങ്ങുന്നുണ്ട്. ഒരു സെക്കൻഡിൽ പത്തുലക്ഷം വിവരശകലങ്ങൾ എന്നതോതിൽ. തീർച്ചയായും ഈ വിവരത്തിന്റെ ഭൂരിഭാഗം ചവറാണ്. പത്തു ലക്ഷത്തിൽ ഒരു ശകലം മാത്രമേ പ്രയോജനപ്രദമായിട്ടുള്ളുവെങ്കിലും അത് ജൈവപരിണമാത്തെക്കാൾ ഒരുലക്ഷം ഇരട്ടി വേഗതയിലാണ്.

നമ്മളിപ്പോൾ പരിണാമത്തിന്റെ പുതിയൊരു ഘട്ടത്തിൽ എത്തിനിൽക്കുകയാണ്, വിവരസാങ്കേതികവിദ്യയുടെയും ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയുടെയും. ആദ്യം പ്രകൃതിനിർദ്ധാരണത്തിലൂടെയും പിന്നിട്ട് ഉൾപരിവർത്തനത്തിലൂടെയും പരിണാമം മുന്നേറി. ഈ ഡാർവീനിയൻ ഘട്ടം ഏകദേശം മുന്നൂറ്റമ്പതു കോടി വർഷം നീണ്ടു നിന്നു. ഡാർവീനിയൻ പരിണാമഘട്ടത്തിന്റെ ഒടുവിലാണ് ഭാഷ വികസിപ്പിച്ച് വിവരങ്ങൾ കൈമാറ്റം ചെയ്യാൻ പ്രാപ്തിയുള്ള നമ്മൾ പരിണമിച്ചത്. കഴിഞ്ഞ പതിനായിരം വർഷമായി നമ്മൾ ബാഹ്യപരിവർത്തനഘട്ടത്തിലാണ്. ഈ കഴിഞ്ഞ പതിനായിരം വർഷത്തിനിടയിൽ ആന്തരികമായി ഡി.എൻ.എ വഴി പറയത്തക്ക വിവരങ്ങളൊന്നും പുതിയതായി

ഒരു തലമുറയിൽ നിന്നും അടുത്ത തലമുറയിലേക്ക് പകർന്നിട്ടില്ല. അതേ സമയം പുസ്തകങ്ങളിലൂടെയും മറ്റ് മാർഗ്ഗങ്ങളിലൂടെയും കൈമാറപ്പെട്ട വിവരങ്ങൾ വളരെ വലുതാണ്. ചില ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർ ആന്തരികമായി പ്രസരിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ജനിതികവിവരങ്ങളെ മാത്രമെ കണക്കിലെടുക്കുന്നുള്ളൂ. ബാഹ്യമായി പ്രസരിപ്പിക്കപ്പെട്ട വിവരങ്ങളെ പരിണാമത്തിന്റെ ഭാഗമായി അവർ കാണുന്നില്ല. ഇത് വളരെ സങ്കുചിതമായൊരു വീക്ഷണമാണ്. നമ്മൾ നമ്മുടെ ജീനുകളുടെ പരിധിയിൽ ഒതുങ്ങുന്നവരല്ല. ഗുഹാവാസികളായിരുന്ന നമ്മുടെ പൂർവ്വീകരെക്കാൾ ശാരീകമായി ശക്തിയോ ബുദ്ധിയോ നമ്മുക്കില്ല. നമ്മളെയും നമ്മുടെ പൂർവ്വീകരെയും തമ്മിൽ വ്യത്യസ്ഥമാക്കുന്നത് കഴിഞ്ഞ പതിനായിരം വർഷങ്ങൾക്കിടയിൽ വിശിഷ്യ കഴിഞ്ഞ മൂന്നു നൂറ്റാണ്ടുകൾക്കിടയിൽ നമ്മൾ ആർജ്ജിച്ച വിജ്ഞാനമാണ്. ബാഹ്യമായി പ്രസരിച്ചവിവരവും ഡി.എൻ.എ വഴി ആന്തരികമായി കൈമാറപ്പെട്ട വിവരവും കണക്കിലെടുക്കുന്നതാണ് ശരിയായ സമീപനം.

ബാഹ്യമായിട്ട് വിവരങ്ങൾ പ്രസരണം ചെയ്യപ്പെട്ട കാലഘട്ടം എന്നു പറഞ്ഞാൽ വിവരങ്ങൾ ആർജിക്കുകയുംസമാഹരിക്കുകയും സഞ്ചയിക്കുകയും ചെയ്ത കാലയളവാണ്. ബാഹ്യമായ വിവരപ്രസരണവും സഞ്ചയിക്കലും ആരംഭിച്ചിട്ട് ഏതാണ്ട് പതിനായിരം വർഷം കഴിഞ്ഞു. കഴിഞ്ഞ നൂറുവർഷത്തിനിടയിൽ സഞ്ചയിച്ച വിവരങ്ങൾ അതിന് തൊട്ടുമുമ്പുള്ള ആയിരം വർഷങ്ങൾക്കിടയിൽ സഞ്ചയിച്ച വിവരങ്ങളുടെ നിരവധി ഇരട്ടിയാണ്. പതിനെട്ടാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ഏതെങ്കിലുമൊരു പ്രധാന ഭാഷയിൽ പ്രസിദ്ധീകരിച്ച എല്ലാ പുസ്തകങ്ങളും ഒരാൾക്ക് വേണമെങ്കിൽ വായിച്ചുതീർക്കാമായിരുന്നു. എന്നാൽ ഇപ്പോൾ സാദ്ധ്യമല്ല. നിങ്ങൾ ഒരു പുസ്തകം വീതം ദീവസവും വായിച്ചാലും ഒരു നല്ല യൂണിവേഴ്സിറ്റി ലൈബ്രറിയിലെ പുസ്തകങ്ങൾ വായിച്ചുതീർക്കാൻ ആയിരക്കണക്കിന് വർഷങ്ങളെടുക്കും. അതിനിടയിൽ ലൈബ്രറിയിലുണ്ടായിരുന്നതിനേക്കാൾ പുസ്തകങ്ങൾ പ്രസിദ്ധീകരിക്കപ്പെടിരിക്കും. ഇതിൽ നിന്നും വ്യക്തമാകുന്നത് മാനവവിജ്ഞാനത്തിന്റെ ചെറിയൊരു അംശമെ ഒരാൾക്ക് അറിയാൻ കഴിയുവെന്നാണ്. ഇവിടെയാണ് സ്പെഷ്യലൈസേഷന്റെ പ്രസക്തി വരുന്നത്. എത്ര വലിയ ബുദ്ധിമാനായാലും അയാൾക്ക് മാനവവിജ്ഞാനത്തിന്റെ ഏതെങ്കിലും വളരെ ചെറിയ ഒരു മേഖലയിലെ വ്യാപരിക്കാൻ കഴിയൂ. ഇത് ഭാവിയിലെ ഒരു പരിമിതിയാണ്.

മന്ദഗതിയിലുള്ള ഡാർവീനിയൻ ജൈവപരിണാമത്തിന്റെ ഫലമായുള്ള ഡി.എൻ. എയുടെ മാറ്റത്തിന് കാത്തുനിൽക്കാതെ ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യ ഉപയോഗിച്ചു നമ്മുടെ ഡി.എൻ.എ യെ പുതിയതായി

രൂപകൽപന ചെയ്യാനാകും. മനുഷ്യന്റെ മാനസികവും ശാരീരികവുമായ കഴിവുകൾ വർദ്ധിപ്പിച്ചെങ്കിലെ നമ്മുടെ ചുറ്റുമുള്ള ലോകത്തെ മാറുന്ന പരിതസ്ഥിതികളെയും ശൂന്യാകാശസഞ്ചാരം പോലുള്ള വെല്ലുവിളികളെയും നേരിടാൻ കഴിയൂ. വരും നാളുകളിൽ ജനിതിക എഞ്ചിനീയറിംഗ് വഴി മനുഷ്യശരീരത്തിനു വെളിയിൽ കുഞ്ഞുങ്ങളെ വളർത്തിയെടുക്കാൻ സാദ്ധ്യമാണ്. നമ്മളെക്കാൾ വലിയ ശരീരശേഷിയും ബുദ്ധിശക്തിയുമുള്ള മനുഷ്യരെ വാർത്തെടുക്കാം. കമ്പ്യൂട്ടറുകളുടെ സങ്കീർണ്ണതയും വേഗതയും പതിനെട്ടുമാസം കൂടുമ്പോൾ ഇരട്ടിയായി കൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. അടുത്ത രണ്ട് ദശകങ്ങൾക്കുള്ളിൽ അമ്പതിനായരം രൂപ വിലയുള്ള ഒരു കമ്പ്യൂട്ടറിന് മനുഷ്യമസ്തിക്കത്തിന് തുല്യമായ ശേഷിയുണ്ടായിരിക്കും. വിവരസാങ്കേതികവിദ്യയും ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയും സംയോജിപ്പിച്ച് സൂപ്പർ മനുഷ്യനെ സൃഷ്ടിക്കാൻ കഴിഞ്ഞേക്കും.

മനുഷ്യ ഡി.എൻ.എയെ കുറിച്ചുപഠിക്കുന്ന ജീനോം പ്രോജക്റ്റ് ഏതാണ്ട് വിജയകരമായി പൂർത്തീകരിച്ചു കഴിഞ്ഞു. നമ്മുടെ ഡി.എൻ.എ ഘടന മാറ്റുന്നതിനും മെച്ചപ്പെടുത്തുന്നതിനും ഇത് സഹായിക്കും. നമ്മൾ തന്നെ സ്വയം ആവിഷ്കരിക്കുന്ന പരിണാമത്തിന്റെ ഘട്ടത്തിലേക്ക് നമ്മൾ പ്രവേശിച്ചിരിക്കുകയാണ്. ജീനോം പ്രോജക്റ്റ് ആദ്യഘട്ടത്തിൽ വൈദ്യശാസ്ത്രരംഗത്ത് മഹത്തായ മുന്നേറ്റങ്ങൾക്ക് ഇടയാക്കും. അടുത്ത നൂറുവർഷത്തിനുള്ളിൽ ജനിതികസാങ്കേതികവിദ്യ ജൈവപരിണാമത്തിന് ഫലപ്രദമായി ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയും. ശൂന്യകാശസഞ്ചാരം നമ്മുടെ സൗരയൂഥത്തിനുമപ്പുറം വ്യാപിക്കാൻ കഴിയും. എന്നാൽ ഇതിനും ഒട്ടേറെ പരിമിതികളുണ്ട്. ഡി.എൻ.എ പോലുള്ള രാസപദാർത്ഥങ്ങൾ കൊണ്ട് നിർമ്മിച്ച സൂപ്പർ മനുഷ്യർക്കും സുദീർഘമായ നക്ഷത്രാന്തരീയയാത്രകൾ സാദ്ധ്യമല്ല. നക്ഷത്രാന്തരീയദൂരങ്ങളുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തുമ്പോൾ സൂപ്പർ മനുഷ്യന്റെ ജീവിതദൈർഘ്യം വളരെ ചെറുതാണ്. ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് ഒരു വസ്തുവിനും പ്രകാശത്തേക്കാൾ വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കാനാവില്ല. പ്രകാശം ഒരു വർഷം കൊണ്ട് സഞ്ചരിക്കുന്നത് പത്തുലക്ഷം കോടി കിലോമീറ്ററാണ്. ഏറ്റവും അടുത്തുള്ള നക്ഷത്രമായ പ്രോക്സിമാ സെന്റാറിയിൽ പോയി വരണമെങ്കിൽ എട്ടു പ്രകാശവർഷം വേണം. നമ്മുടെ ക്ഷീരപഥഗാലക്സിയുടെ കേന്ദ്രത്തിൽ പോയി വരുന്നതിന് ഒരു ലക്ഷം പ്രകാശവർഷമെടുക്കും. നക്ഷത്രാന്തരീയയാത്രകൾക്കും ഗാലക്സികാന്തരയാത്രകൾക്കും ശാസ്ത്രകഥകൾ ഉപായം കണ്ടെത്തുന്നുണ്ട്. ശാസ്ത്രകഥകൾ നിർദ്ദേശിക്കുന്നത് അധികമാനങ്ങളിലൂടെയും (extra dimension) സ്ഥലവക്രതയിലൂടെയും

(space warp) ഉള്ള സഞ്ചാരമാണ്. ഇത് സാദ്ധ്യമല്ലാത്ത കാര്യമാണ്. ഏറ്റവും എളുപ്പമുള്ള മാർഗം അടുത്തുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളിലേക്കുള്ള യാത്രയ്ക്ക് അനുയോജ്യമായ മനുഷ്യരില്ലാത്ത കമ്പ്യൂട്ടർനിയന്ത്രിത പര്യവേഷണയാനങ്ങൾ നിർമ്മിക്കലാണ്. ഇത്തരം ബഹിരാകാശ വാഹനങ്ങളിൽ മനുഷ്യനെ പോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്ന റോബോട്ടുകളെ അയ്ക്കാൻ കഴിയും. ഇത്തരം യന്ത്രമനുഷ്യർക്ക് നക്ഷത്രങ്ങളിലെ ഗ്രഹങ്ങളിൽ പര്യവേഷണം ചെയ്യാൻ കഴിയും. ഒരർത്ഥത്തിൽ നക്ഷത്രാന്തരീയയാത്ര നടത്തുന്ന ഇത്തരം റോബോട്ടുകൾ ഇലക്ട്രോണിക് ഘടകഭാഗങ്ങളുള്ള ഒരു തരം പുതിയ ജീവരൂപങ്ങളായിരിക്കും.

സൗരയൂഥത്തിൽ ഭൂമിയിലല്ലാതെ മറ്റ് ഗ്രഹങ്ങളിൽ ജീവനുണ്ടെന്നതിന് തെളിവുകളില്ല. സൗരയുഥത്തിനപ്പുറം ജീനുണ്ടോ? ഇത് ഉത്തരം കിട്ടാത്ത ഒരു ചോദ്യമാണ്. സൗരയുഥത്തിനപ്പുറം മനുഷ്യനെപ്പോലെയുള്ളജീവികളുണ്ടോ എന്ന് പരിശോധിക്കാനുള്ള മാർഗം റേഡിയോ ദൂരദർശിനികളാണ്. മനുഷ്യനെ പോലുള്ള ജീവികൾ പ്രസരിപ്പിക്കുന്ന വൈദ്യുതകാന്തികതരംഗങ്ങൾ (റേഡിയോ, ടെലിവിഷൻ പ്രസരണം) റേഡിയോ ദൂരദർശിനികൾ ഉപയോഗിച്ച് പിടിച്ചെടുക്കാം. ഈ ആശയത്തിൽ നിന്നും രൂപം കൊണ്ടതാണ് ഭൗമേതരബുദ്ധി ജീവി വർഗത്തെ കുറിച്ചുള്ള അന്വേഷണം (SETE The search for extra terrestrial intelligence). 1970 കളിലും 1980 കളിലും ഭൗമേതരബുദ്ധിജീവികളുടെ റേഡിയോ തരംഗങ്ങൾ നിരീക്ഷിക്കുന്നതിനു വേണ്ടി ബഹിരാകാശശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങൾ പരാജയപ്പെടുകയാണ് ചെയ്തത്. മറ്റൊരു പരീക്ഷണവും ഇക്കാലത്ത് നടത്തുകയുണ്ടായി. ബഹിരാകാശത്ത് നിന്നും റേഡിയോ തരംഗങ്ങൾ പിടിച്ചെടുക്കുന്നതിനുപകരം ഇതരലോകങ്ങളിലേക്ക് റേഡിയോ തരംഗങ്ങളയച്ച് അവിടെ മനുഷ്യനെ പോലുള്ള ജീവികളുണ്ടോയെന്ന് പരിശോധിക്കാനായിരുന്നു ശ്രമം. ഇതും പരാജയപ്പെട്ട പരീക്ഷണമായിരുന്നു.

വിജ്ഞാനവിപ്ലവത്തിന്റെ പുതുയുഗത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുകയാണ് നമ്മൾ. ആന്തരികായ ജൈവപരിണാമത്തെ മറികടന്ന് ബാഹ്യമായ ജൈവ -വിവരസാങ്കേതികപരിണാമത്തിലൂടെ സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ട സൂപ്പർ മനുഷ്യൻ അനതിവിദൂരഭാവിയിൽ സൗരയുഥത്തിലെ ചൊവ്വ പോലുള്ള ഗ്രഹങ്ങളിൽ കുടിയേറും. ഇരുപത്തിയൊന്നാം നൂറ്റാണ്ടിൽ തന്നെ നക്ഷത്രാന്തരീയ യാത്രകൾ സാദ്ധ്യമാകും. ഭൗമേതരജീവികളെ കുറിച്ചുള്ള അന്വേഷണത്തിനാവശ്യമായ ശാസ്ത്ര സാങ്കേതികവിദ്യകൾ ഈ നൂറ്റാണ്ടിൽ തന്നെ വികസിപ്പിക്കപ്പെടും. മനുഷ്യന്റെ ജ്ഞാനതൃഷ്ണയ്ക്ക് അതിരുകളോ അതിർത്തികളോ ഇല്ല.

ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ ഒരു നൂറ്റാണ്ട്

ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിലെ ഏറ്റവും മഹാനായ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ആരായിരുന്നുവെന്ന് ചോദിച്ചാൽ ആൽബർട്ട് ഐൻസ്റ്റീൻ എന്ന് ആളുകൾ പറയും. ഐൻസ്റ്റീന്റെ മഹത്തായ സംഭാവന ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തമാണ്. 2005 ൽ ശാസ്ത്രത്തെയും ദർശനത്തെയും വിപ്ളവകരമായ പരിവർത്തനത്തിനു വിധേയമാക്കിയ ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിന് നൂറുവയസ്സു തികഞ്ഞു. ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ സത്ത സ്ഥലകാലമാനങ്ങളുടെ ആപേക്ഷികതയാണ്. കാലം മറ്റ് മൂന്ന് മാനങ്ങളെയും (നീളം, വീതി, പൊക്കം) പോലെ നാലാമതൊരു മാനമാണെന്ന് ഐൻസ്റ്റീൻ തെളിയിച്ചു. സ്ഥലവും കാലവും ആപേക്ഷികമാണെന്ന് സ്ഥാപിച്ചതോടെ സ്ഥലം, കാലം എന്നീ സങ്കൽപ്പങ്ങൾക്കു പകരം സ്ഥലകാലസങ്കല്പം ശാസ്ത്രത്തിൽ വന്നു. സ്ഥലകാലം ചതുർമാനമാണ്. ഇത് നമ്മുടെ ചിരപ്രതിഷ്ഠിതമായ ധാരണകൾക്ക് ഇളക്കമുണ്ടാക്കി. കഴിഞ്ഞ ഒരു നൂറ്റാണ്ടു കാലത്തിനിടയിൽ ഇത് ശാസ്ത്രത്തിന്റെയും സാങ്കേതിക വിദ്യയുടെയും വിവിധ രംഗങ്ങളിൽ ചെലുത്തിയ സ്വാധീനം വളരെ വലുതാണ്. കഴിഞ്ഞ നൂറ്റാണ്ടിന്റെ സിദ്ധാന്തമായിട്ടാണിതിനെ ശാസ്ത്ര ലോകം വിശേഷിപ്പിക്കുന്നത്.

ഐൻസ്റ്റീൻ 1879 ൽ ജർമനിയിൽ ഉലമിലാണ് ജനിച്ചത്. സൂറിച്ചിലെ പ്രശസ്തമായ ഇ. ടി. എച്ച് എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഫെഡറൽ പോളിടെക്നിക്കിൽ നിന്നും 1900 ൽ ബിരുദം നേടി. പ്രതിഭാശാലിയായിരുന്ന

അദ്ദേഹം ബിരുദാനന്തരം പോളിടെക്നിക്കിൽ അദ്ധ്യാപകജോലിക്ക് ശ്രമിച്ചെങ്കിലും അധികൃതർ അത് നിരസ്സിച്ചു. 1902 ൽ ബേണിലെ സ്വിസ്സ് പേറ്റന്റ് ഓഫീസിൽ മൂന്നാം തരത്തിൽപ്പെട്ട ഒരു ഉദ്യോഗത്തിൽ പ്രവേശിക്കാൻ അദ്ദേഹം നിർബദ്ധിതനായി. പേറ്റന്റുകൾ രജിസ്റ്റർ ചെയ്യുന്ന ഗുമസ്തപ്പണിയായിരുന്നു അത്. എന്നാൽ ഐൻസ്റ്റീന്റെ മഹാപ്രതിഭയെ തടയാൻ ഒരു ശക്തിക്കും കഴിഞ്ഞില്ല. 1905 ആയപ്പോഴേക്കും ഐൻസ്റ്റീന്റെ ചിന്തകൾ വ്യക്തമായ രൂപഭാവങ്ങളിൽ ഉരിത്തിരിയാൻ തുടങ്ങി. ശാസ്ത്രലോകത്തെ ഇളക്കിമറിച്ച ഐൻസ്റ്റീന്റെ മൂന്നു പ്രബന്ധങ്ങൾ 1905 ലെ അനൽസ് ഓഫ് ഫിസിക്സ് എന്ന ജർമൻ പ്രസിദ്ധീകരണത്തിന്റെ ലക്കങ്ങളിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു. ആദ്യത്തെ പ്രബന്ധം അദ്ദേഹത്തിന്റെ 26 ാം ജന്മദിനത്തിന്റെ മൂന്നാം ദിവസമാണ് പ്രസിദ്ധീകരിച്ചത്. അത് ക്വാണ്ടം ഭൗതികത്തിന്റെ അടിത്തറ ശക്തിപ്പെടുത്തി. രണ്ടാമത്തേത് ആണവപ്രതിഭാസങ്ങളെ വിശദീകരിക്കുകയും അണുയുഗപ്പിറവിക്ക് തുടക്കം കുറിക്കുകയും ചെയ്തു. മൂന്നാമത്തെ പ്രബന്ധത്തിലാണ് ഐൻസ്റ്റീന്റെ ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തെ നമ്മൾ കണ്ടുമുട്ടുന്നത്. ഐൻസ്റ്റീന്റെ പ്രബന്ധങ്ങൾ പുതിയൊരു ബൗദ്ധിക വിപ്ലവത്തിന് ചാലകശക്തിയായി.

ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികത്തിന്റെ കാഴ്ചപ്പാടനുസരിച്ച് പ്രപഞ്ചം മുഴുവൻ നിറഞ്ഞു നില്ക്കുന്ന ഈഥർ എന്ന മാധ്യമത്തിലൂടെയാണ് പ്രകാശം സഞ്ചരിക്കുന്നത്. വായുവിൽ ശബ്ദതരംഗങ്ങൾ പോലെ. 1887 ൽ ആൽബർട്ട് മൈക്കൽസണും എഡ്വർഡ് മോർലിയും നടത്തിയ പരീക്ഷണം ഈഥർ എന്ന സങ്കല്പം തെറ്റാണെന്നും പ്രകാശ പ്രവേഗം സ്ഥിരമാണെന്നും തെളിയിച്ചിരുന്നു. പ്രകാശം കണവും തരംഗവുമായതുകൊണ്ട് അതിന് സഞ്ചരിക്കാൻ ഒരു മാധ്യമത്തിന്റെ ആവശ്യമില്ലെന്ന് ഐൻസ്റ്റീൻ പറഞ്ഞു. ന്യൂട്ടന്റെ ഭൗതികമനുസരിച്ച് നിരീക്ഷകനോട് അടുക്കുന്ന പ്രഭവത്തിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശത്തിന്റെ പ്രവേഗം (velocity) കൂടുന്നതായും അകലുന്ന പ്രഭവത്തിൽ നിന്നുമുള്ളതിന്റെ പ്രവേഗം കുറയുന്നതായും തോന്നണം. പ്രകാശത്തിന്റെ പ്രവേഗം അതിന്റെ പ്രഭവം എങ്ങനെ ചലിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും സ്ഥിരമായിരിക്കുമെന്ന് ഐൻസ്റ്റീൻ തെളിയിച്ചു. പ്രകാശപ്രവേഗം (300000 കി സെ) സ്ഥിരമാണെന്നുള്ളത് ഭൗതികത്തിലെ ഏറ്റവും വലിയ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളിൽ ഒന്നായിരുന്നു. ഇത് ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനസങ്കല്പങ്ങളിലൊന്നായി മാറി.

ശാസ്ത്രനിയമങ്ങളെല്ലാം എല്ലാ നിരീക്ഷകർക്കും ഒന്നു തന്നെയായിരിക്കും, അവർ എങ്ങനെ സഞ്ചരിച്ചാലും, ഗുരുത്വാകർഷണ ക്ഷേത്ര

ത്തിന്റെ (Gravitational field) അഭാവത്തിൽ എന്ന ആശയത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം (Special Theory of Relativity) ഐൻസ്റ്റീൻ ആവിഷ്ക്കരിച്ചത്. വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ നിഗമനങ്ങൾ ഇവയാണ്. സ്ഥലകാലങ്ങൾ ആപേക്ഷികമാണ്. പ്രവേഗമനുസരിച്ച് എല്ലാ വസ്തുക്കളുടെയും ദ്രവ്യമാനം (velocity) വർദ്ധിക്കുന്നു. പ്രവേഗം വർദ്ധിക്കുന്നതനുസരിച്ച് ചലനദിശയിലുള്ള സങ്കോചത്തിനും ദ്രവ്യമാന വർദ്ധനവിനും പുറമെ സമയം തന്നെ സാവധാനത്തിലായി തീരുന്നു. ഐൻസ്റ്റീന്റെ കണ്ടുപിടുത്തത്തെ അന്ന് ശാസ്ത്രലോകം അംഗീകരിച്ചില്ല.

നിരീക്ഷകന്റെ വേഗതയെ ആശ്രയിച്ച് പ്രകാശവേഗത മാറുന്നില്ലെന്ന കണ്ടുപിടുത്തം കേവലസമയം എന്നൊന്നില്ലെന്നും ഓരോ നിരീക്ഷകനും അവരവരുടെതായ സമയമുണ്ടെന്നും തെളിയിച്ചു. എന്നന്നേക്കും എന്ന ആശയം തന്നെ ആപേക്ഷികതാപ്രപഞ്ചത്തിൽ ഇല്ലാതായി. സമയം കേവലമാണെന്നും അത് ഒരു നദി പോലെ ഭൂതകാലത്തിൽ നിന്നും വർത്തമാനകാലത്തിലേക്ക് ഒഴുകിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയാണെന്നുമുള്ള ന്യൂട്ടന്റെ സങ്കല്പത്തിന് ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം അന്ത്യം കുറിച്ചു.

ഓരോ നിരീക്ഷകനും സമയത്തിന് തന്റേതായ അളവുണ്ട്. ഇതിന് ഉദാഹരണമാണ് ഇരട്ട വിരോധാഭാസം (Twin paradox). ഒരു ഇരട്ടകളെ സങ്കല്പിക്കുക. ഇരട്ടകളിൽ ഒരാൾ A ബഹിരാകാശസഞ്ചാരത്തിന് പോകുന്നുവെന്നും പ്രകാശവേഗതക്ക് ഏതാണ്ട് അടുത്ത വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നും കരുതുക. അതേ സമയം ഇരട്ടകളിൽ മറ്റെയാൾ B ഭൂമിയിൽ തന്നെ തുടരുന്നു എന്നും കരുതുക. ബഹിരാകാശ സഞ്ചാരി A തിരിച്ചെത്തുമ്പോൾ തന്നേക്കാൾ B ക്ക് പ്രായം കൂടിയതായി കാണും. ഈ കാര്യം സാമാന്യ ബോധത്തിന് നിരക്കാത്തതാണെന്ന് തോന്നുമെങ്കിലും പരീക്ഷണങ്ങൾ തെളിയിക്കുന്നത് സഞ്ചരിക്കുന്ന ആളിന്റെ പ്രായം തീർച്ചയായും ഭൂമിയിലെ ആളിനെക്കാളും കുറവായിരിക്കും എന്നാണ്.

വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിൽ നിന്നും രൂപം കൊണ്ടതാണ് ഐൻസ്റ്റീന്റെ പ്രസിദ്ധമായ $E = mc^2$ എന്ന സമവാക്യം. (E - ഊർജ്ജം, m - ദ്രവ്യമാനം, C - പ്രകാശപ്രവേഗം). തെരുവിൽപോലും തിരിച്ചറിയപ്പെടുന്ന ഭൗതികത്തിലെ ഒരേ ഒരു സമവാക്യമാണിത്. വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം അവതരിപ്പിക്കുന്നതിന് മുൻപുവരെ ദ്രവ്യത്തെയും ഊർജത്തെയും രണ്ടായിട്ടാണ് കണ്ടിരുന്നത്. ദ്രവ്യവും ഊർജവും തമ്മിലുള്ള സമാനത കണ്ടെത്തിയത് ഐൻസ്റ്റീനായിരു

ന്നു. ദ്രവ്യവും ഊർജ്ജവും തമ്മിലുള്ള സമാനത കാരണം ഒരു വസ്തുവിന്റെ ചലനം കൊണ്ട് കിട്ടുന്ന ഊർജ്ജം അതിന്റെ ദ്രവ്യമാനത്തെ വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നു. ദ്രവ്യത്തെ ഊർജ്ജമായും ഊർജ്ജത്തെ ദ്രവ്യമായും മാറ്റാവുന്നതാണെന്ന് വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം തെളിയിച്ചു. ഈ സമവാക്യം അനുസരിച്ച് ഒരു ഗ്രാം ഏതെങ്കിലും ഒരു വസ്തു (യുറാനിയം) സംപൂർണമായും ഊർജ്ജമാക്കിമാറ്റാൻ കഴിഞ്ഞാൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഊർജ്ജം ഭീമമാണ്. അതായത് ഒമ്പത് ദശലക്ഷം കോടി കോടി എർഗ്. ഐൻസ്റ്റീന്റെ ഈ സമവാക്യമാണ് അണുബോംബു നിർമാണത്തിനു പ്രേരകശക്തിയായത്.

ഐൻസ്റ്റീന്റെ ദ്രവ്യമാന ഊർജ്ജസമവാക്യത്തിന് ഭൗതികത്തിൽ മാത്രമല്ല സാംഗത്യമുള്ളത്. നമ്മുടെ ചിന്താമണ്ഡലമാകെ കീഴ്മേൽ മറിക്കാൻ പോന്ന ഒരു സത്യത്തിലേക്കാണ് അത് നമ്മെ ആനയിക്കുന്നത്. വ്യതിരിക്തങ്ങളായ ഉൺമകളല്ല ദ്രവ്യവും ഊർജ്ജവുമെന്ന് അത് നമ്മെ ഉൽബോധിപ്പിക്കുന്നു. ദ്രവ്യം ഖനീഭവിച്ച ഊർജ്ജമാണെന്ന് അത് നിർവചിച്ചു.

വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം പ്രയോഗവുമായി പൊരുത്തപ്പെടുന്നതാണ്. കണികാത്വരകങ്ങളിൽ (Particle accelerators) വളരെ ഉയർന്ന വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന കണങ്ങൾക്ക് ആപേക്ഷികമായി ദ്രവ്യമാനവർദ്ധനവ് ഉണ്ടാകുന്നു. കണികാത്വരകങ്ങൾ നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്നത് തന്നെ വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ്. വളരെ വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ബഹിരാകാശവാഹനങ്ങളിലെ അണു ക്ളോക്കുകൾക്ക് ആപേക്ഷികമായി സമയമാന്ദ്യം അനുഭവപ്പെടുന്നതായി പരീക്ഷണങ്ങൾ തെളിയിച്ചിട്ടുണ്ട്.

വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിന് ഏകാത്മകമല്ലാത്ത ചലനങ്ങളോ, വക്രപഥങ്ങളിലൂടെയുള്ള ചലനങ്ങളോ, ഗ്രഹചലനങ്ങളോ വിശദീകരിക്കാൻ കഴിഞ്ഞില്ല. ഇതിനേക്കാൾ മെച്ചപ്പെട്ട ഒരു സിദ്ധാന്തം ത്വരിതപ്പെട്ടതോ ഗുരുത്വാകർഷണത്തിന് വിധേയമാകുന്നതോ ആയ ചലനം വിശദീകരിക്കുവാൻ ആവശ്യമായിരുന്നു. 1915 ൽ ഐൻസ്റ്റീൻ അവതരിപ്പിച്ച സാമാന്യ ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം (General Theory of Relativity) വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ തുടർച്ചയാണ്. ഗുരുത്വാകർഷണം കൂടി വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിൽ ഉൾപ്പെടുത്തി അവതരിപ്പിച്ചതായിരുന്നു ഇത്.

സാമാന്യ ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം എല്ലാത്തിനുമുപരി ഒരു ഗുരുത്വാകർഷണ സിദ്ധാന്തമാണ്. ഗുരുത്വാകർഷണത്തെക്കുറിച്ച് തികച്ചും

നൂതനമായൊരു കാഴ്ചപ്പാടാണ് ഇത് മുന്നോട്ട് വെച്ചത്. ഗുരുത്വാകർഷണം ഒരു ബലമല്ലെന്ന് ഐൻസ്റ്റീൻ പറഞ്ഞു. സാമാന്യ ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിൽ ഗുരുത്വം സ്ഥലകാലത്തിന്റെ ജ്യോമിതിയാണ്. ദ്രവ്യത്തിന്റെയും ഊർജ്ജത്തിന്റെയും സാന്നിദ്ധ്യം സ്ഥലകാലത്തിൽ വക്രതയുണ്ടാക്കുന്നു. സഞ്ചാരം സുഗമമാക്കുന്നതിന് വസ്തുക്കൾ വക്രപഥത്തിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്നു. ദ്രവ്യം സ്ഥലത്തോട് എങ്ങനെ വളയണമെന്ന് പറയുന്നു; സ്ഥലം ദ്രവ്യത്തോട് എങ്ങനെ ചലിക്കണമെന്ന് പറയുന്നു. ഇതൊരു അസാധാരണ വിശദീകരണമായി അക്കാലത്തെ ഭൗതികജ്ഞൻമാർക്കുതോന്നി.എന്നാൽ ന്യൂട്ടന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണ സിദ്ധാന്തത്തിന് വിശദീകരിക്കാൻ കഴിയാത്ത ചില പ്രതിഭാസങ്ങൾ ഇത് പിന്നീട് സമർത്ഥമായി വിശദീകരിച്ചു. സൂര്യന്റെ ചുറ്റുമുള്ള ബുധന്റെ ചലനം കൃത്യമായി തിട്ടപ്പെടുത്താൻ ന്യൂട്ടന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണ നിയമം പര്യാപ്തമായിരുന്നില്ല. സാമാന്യആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം ബുധന്റെ ചലനം കൃത്യമായി തിട്ടപ്പെടുത്തി. അടുത്തകാലത്ത് ബുധൻ ഉൾപ്പെടെയുള്ള മറ്റ് ഗ്രഹങ്ങളുടെ ഭ്രമണപഥങ്ങളുടെ വ്യതിയാനങ്ങൾ റഡാർ ഉപയോഗിച്ച് നിർണ്ണയിച്ചപ്പോൾ അത് സാമാന്യ ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം പ്രവചിച്ചതുപോലെയായിരുന്നു.

സാമാന്യ ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തപ്രകാരം ഗുരുത്വാകർഷണം പ്രകാശരശ്മികളെ വളക്കണം. ദൂരെയുള്ള നക്ഷത്രത്തിൽ നിന്നും സൂര്യന്റെ തൊട്ടടുത്തുകൂടി വരുന്ന ഒരു പ്രകാശരശ്മി 1.75 സെക്കൻഡ് വളയുമെന്ന് ഐൻസ്റ്റീൻ പ്രവചിച്ചിരുന്നു. 1919 ൽ ബ്രിട്ടീഷ് റോയൽ ആസ്ട്രോണമിക്കൽ സൊസൈറ്റി ആഫ്രിക്കയിലെ പ്രിൻസിപ്പെ ദ്വീപിൽ വച്ച് ഗ്രഹണസമയത്ത് നടത്തിയ പരീക്ഷണം ഐൻസ്റ്റീന്റെ പ്രവചനം ശരിവച്ചു.

ഭൂമി സ്ഥലകാലത്തെ വക്രാകാരമാക്കുന്നുവെന്നാണ് സാമാന്യ ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം. നാസയിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർ ഇത് അടുത്തകാലത്ത് തെളിയിക്കുകയുണ്ടായി. നാസയുടെ ലാജിയാസ് ഉപഗ്രഹങ്ങളുടെ ഭ്രമണപഥങ്ങൾ നിരീക്ഷിച്ചപ്പോൾ ഭൂമിയുടെ സ്ഥലകാലവക്രത അവയെ ഓരോ വർഷവും 2 മീറ്റർ വീതം ഭ്രമണപഥത്തിൽ നിന്നും മാറ്റുന്നതായി കണ്ടു.

ഐൻസ്റ്റീൻ ഗുരുത്വാകർഷണത്തെ സൂര്യ ചന്ദ്രന്മാരുടെയും ഭൂമിയുടെയും പരിധിയിൽ നിന്നും പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ പരിധിയിലേക്ക് വ്യാപിപ്പിച്ചു. ആധുനിക പ്രപഞ്ച ശാസ്ത്രത്തിന് തുടക്കം കുറിച്ചത് 1917 ൽ ഐൻസ്റ്റീൻ അവതരിപ്പിച്ച പ്രപഞ്ച ശാസ്ത്രപ്രബന്ധങ്ങളായിരുന്നു.

ഇത് സാമാന്യ ആപേക്ഷികത സിദ്ധാന്തത്തെ ആധാരമാക്കിയുള്ളതായിരുന്നു. ഐൻസ്റ്റീന്റെ പ്രപഞ്ച മാതൃക വികസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചത്തിന്റേതായിരുന്നു. എല്ലാകാലവും നിലനിന്നിരുന്നതും തുടർന്നും നിലനിന്നേക്കാവുന്നതും മാറ്റത്തിന് വിധേയമാകാത്തതുമാണ് പ്രപഞ്ചമെന്ന പഴയ ധാരണയെ ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം കടപുഴക്കിയെറിഞ്ഞു. ഗതികവും ഒരു നിശ്ചിത സമയത്തിനു മുമ്പേ ആരംഭിച്ചതും ഭാവിയിൽ ഒരു നിശ്ചിത സമയത്ത് അവസാനിക്കുന്നതുമായ ഒരു വികസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചം എന്ന ആശയം സാമാന്യ ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തോടെ ആവിഷ്ക്കരിക്കപ്പെട്ടു. സാമാന്യ ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ വിവക്ഷിതാർത്ഥം പ്രപഞ്ചത്തിനൊരു തുടക്കവും ഒടുക്കവും ഉണ്ടായേക്കാമെന്നാണ്. ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിലെ ഏറ്റവും വലിയ ബൗദ്ധിക വിപ്ലവങ്ങളിൽ ഒന്നായിരുന്നു വികസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചം എന്ന ആശയം. അമേരിക്കയിലെ മൗണ്ട് വിൽസണിലെ ദൂരദർശിനി ഉപയോഗിച്ച് 1917 മുതൽ 1923 വരെ എഡ്വിൻ ഹബിൾ നടത്തിയനിരീക്ഷണങ്ങൾ പ്രപഞ്ചം വികസിക്കുന്നു എന്നതിന് തെളിവുകൾ നല്കി. 1969 ൽ സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങ്ങും റോജർ പെൻറോസും ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിൽ നടത്തിയ ഗവേഷണങ്ങൾ പ്രപഞ്ചത്തിനൊരു തുടക്കവും ഒടുക്കവും ഉണ്ടെന്ന് തെളിയിച്ചു.

ലോക പ്രശസ്ത ഇൻഡ്യൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ സുബ്രഹ്മണ്യം ചന്ദ്രശേഖറിന്റെ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ജനിമൃതി സിദ്ധാന്തവും, തമോഗർത്ത സിദ്ധാന്തവും സാമാന്യ ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ളതാണ്. ആധുനിക ക്വാണ്ടം ക്ഷേത്ര സിദ്ധാന്തങ്ങൾക്കും ചരടു സിദ്ധാന്തങ്ങൾക്കും (String theory) ആധാരം ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തമാണ്. കഴിഞ്ഞ ഒരു നൂറ്റാണ്ടിൽ ഭൗതികശാസ്ത്രങ്ങളുടെയും സാങ്കേതിക വിദ്യയുടെയും കുതിച്ചു പായലിന്റെ പിന്നിലെ ശക്തികളിലൊന്ന് ആപേക്ഷികതയാണ്.

ക്വാണ്ടം ഭൗതികത്തിന്റെ അടിത്തറ പാകുന്നതിൽ നിർണ്ണായകമായ പങ്ക് വഹിച്ച ഐൻസ്റ്റീന് അതിന്റെ അനിശ്ചിതത്വതത്വം അംഗീകരിക്കാനായില്ല. അണുവിനുള്ളിലെ കണങ്ങളുടെ ചലനം വിശദീകരിക്കുന്നത് ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം (Quantum mechanics) ആണ്. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിന്റെ കാതൽ അനിശ്ചിതത്വതത്വമാണ്. (Uncertainity Principle) അനിശ്ചിതത്വതത്വം അനുസരിച്ച് ഒരു കണത്തിന്റെ സ്ഥാനവും വേഗവും ഒരേ സമയം കൃത്യമായി അളക്കുവാൻ സാധ്യമല്ല. അതുകൊണ്ട് ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിന്റെ നിയമങ്ങൾ സംഭാവ്യതയുടേതാണ്. 1920 കളിൽ ഐൻസ്റ്റീനും നീൽസ് ബോറും തമ്മിൽ നടന്ന ചരി

ത്രപ്രസിദ്ധമായ സംവാദത്തിലെ വിഷയം സംഭാവ്യതയായിരുന്നു. ഈ സംവാദത്തിനിടയ്ക്കാണ് ദൈവം പകിട കളിക്കില്ലെന്ന് ഐൻസ്റ്റീൻ പറഞ്ഞത്. അണുവിനുള്ളിലെ പ്രതിഭാസങ്ങളെ അനിശ്ചിതത്വതത്ത്വത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വിശദീകരിക്കുവാൻ കഴിയുമെന്ന് ബോറും വാദിച്ചു. ബോറിന്റെ വാദത്തെ എതിർക്കാൻ ഐൻസ്റ്റീൻ 1932 ൽ ഒരു മാനസിക പരീക്ഷണം ആവിഷ്കരിച്ചു. ഈ പരീക്ഷണത്തെ ഐൻസ്റ്റീൻ - പോഡോൾസ്കി - റോസെൻ പരീക്ഷണം (EPR) എന്നാണ് അറിയപ്പെടുന്നത്. 1960 കളുടെ മദ്ധ്യത്തിൽ ജോൺ ബെൽ ഈ പരീക്ഷണത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ആവിഷ്കരിച്ച- ബെൽ സിദ്ധാന്തം ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിന്റെ അനിശ്ചിതത്വത്തത്വത്തെയാണ് അംഗീകരിച്ചത്. അനിശ്ചിതത്വത്തത്വം പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ മൗലിക സവിശേഷതയാണെന്ന് അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടു. ദൈവം അതിവിദഗ്ദ്ധനായ ഒരു പകിടകളിക്കാരനാണെന്ന് തെളിഞ്ഞു.

ന്യൂക്ളിയർ ബോംബുമായുള്ള ഐൻസ്റ്റീന്റെ ബന്ധം വളരെ പ്രസിദ്ധമാണ്. 1939 ൽ ഐൻസ്റ്റീൻ അമേരിക്കൻ പ്രസിഡന്റായിരുന്ന റൂസ് വെൽറ്റിനയച്ച പ്രസിദ്ധമായ കത്താണ് അമേരിക്കയെ ന്യൂക്ളിയർ ബോംബു നിർമ്മാണത്തിനുള്ള "മാൻഹാട്ടൻ പദ്ധതിക്ക്" പ്രേരിപ്പിച്ചത്. എന്നാൽ അദ്ദേഹം ആണുവായുധത്തിന്റെ അപകടത്തെ കുറിച്ച് ബോധവാനായിരുന്നു. ജീവിതത്തിലുടനീളം സമാധാനത്തിന് വേണ്ടി പോരാടിയ ആളായിരുന്നു ഐൻസ്റ്റീൻ. 1948 ൽ അദ്ദേഹത്തെ ഇസ്രായേൽ പ്രസിഡന്റാക്കാൻ ക്ഷണിച്ചു. രാഷ്ട്രീയത്തിൽ താൻ വളരെ ചെറിയവനാണെന്ന് പറഞ്ഞ് ആ പദവി അദ്ദേഹം നിരസിച്ചു. എന്നാൽ യഥാർത്ഥ കാരണം മറ്റൊന്നായിരുന്നു. അദ്ദേഹത്തിന്റെ തന്നെ വാക്കുകളിൽ "എനിക്ക് ഏറ്റവും പ്രിയം സമവാക്യങ്ങളാണ്. രാഷ്ട്രീയം വർത്തമാനകാലത്തിലേക്കുള്ളതാണ്, എന്നാൽ സമവാക്യങ്ങൾ എല്ലാകാലത്തിലേക്കുമുള്ളതാണ്." വിപ്ലവകരമായ മാറ്റങ്ങളാണ് കഴിഞ്ഞ നൂറു വർഷങ്ങൾ കൊണ്ടുണ്ടായത്. പുതിയ രാഷ്ട്രീയ സാമ്പത്തികശാസ്ത്ര തത്വങ്ങളല്ല ഇതിനു കാരണം. മറിച്ച് അടിസ്ഥാനശാസ്ത്രത്തിലെ മുന്നേറ്റങ്ങൾ കൊണ്ടുണ്ടായ സാങ്കേതികവിദ്യകളുടെ പുരോഗതിയാണ്. ഈ മുന്നേറ്റങ്ങളുടെ പ്രതീകമാണ് ഐൻസ്റ്റീനും ആപേക്ഷികതയും.

കാലത്തിന്റെ തുടക്കം

കാലം എന്നാൽ എന്താണ്? അതിന് തുടക്കമുണ്ടോ? അതിന് ഒടുക്കമുണ്ടോ? സ്ഥലകാലങ്ങളെ പോലെ നമ്മെ കുഴക്കുന്ന മറ്റൊന്നുമില്ല. സാധാരണനിലയിൽ, ദൈനംദിന ജീവിത്തിൽ, ഇതു രണ്ടും നമ്മെ ഒട്ടും ബുദ്ധിമുട്ടിക്കാറില്ല. എന്നാൽ കാലമെന്തെന്നും അതെവിടെ തുടങ്ങിയെന്നും അതെവിടെ ഒടുങ്ങുമെന്നും ആലോചിച്ചാൽ നമ്മൾ ചിന്താകുഴപ്പത്തിലാകും. പ്രപഞ്ചം എക്കാലവും നില നിന്നിട്ടില്ലെന്നാണ് ആധുനിക പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രം (cosmology) നൽകുന്ന തെളിവുകൾ. ഏകദേശം ആയിരത്തി അഞ്ഞൂറ് കോടി വർഷം മുമ്പ് പ്രപഞ്ചത്തിനൊരു തുടക്കമുണ്ടായിരുന്നു എന്നാണ് അത് തെളിയിക്കുന്നത്. ഇതാണ് ഇന്നത്തെ ഉറച്ച ശാസ്ത്രവിശ്വാസം. എന്നാൽ പ്രപഞ്ചത്തിനൊരു ഒടുക്കമുണ്ടെന്ന് തറപ്പിച്ചു പറയാൻ പറ്റില്ലെന്നാണ് ചില പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ അഭിപ്രായം. ഒരു പക്ഷെ പ്രപഞ്ചത്തിനൊരു ഒടുക്കമുണ്ടെങ്കിൽ ഇത് ഇപ്പോഴെങ്ങും സംഭവിക്കാൻ പോകുന്നില്ല. കുറഞ്ഞത് പ്രപഞ്ചാന്ത്യത്തിന് രണ്ടായിരം കോടി വർഷമെടുക്കും. ഇപ്പോൾ നമ്മുക്ക് ഭയപ്പെടാനെന്നുമില്ല.

മനുഷ്യായുസ്സുമായി തട്ടിച്ചുനോക്കുമ്പോൾ പ്രപഞ്ചായുസ്സ് വളരെ നീണ്ടതാണ്. അതുകൊണ്ടാണ് പ്രപഞ്ചം സ്ഥിരമാണെന്നും അത് കാലത്തിനനുസരിച്ച് മാറ്റമില്ലാത്തതാണെന്നും അടുത്ത കാലം വരെ നമ്മൾ വിശ്വസിച്ചിരുന്നത്. പ്രപഞ്ചം സ്ഥിരമാണെന്ന് നമ്മുക്ക് തോന്നിയിരുന്നെങ്കിലും നമ്മുടെ സംസ്കാരവും സാങ്കേതികവിദ്യകളും കുതിച്ചു പായുകയാണ് ചെയ്തത്. നമ്മുടെ ചരിത്രഘട്ടത്തിന് ഏതാണ്ട് സഹസ്രാബ്ദങ്ങളുടെ പഴക്കമേയുള്ളൂ. മാനവചരിത്രത്തിന്റെ ഹ്രസ്വതയാണ്

പ്രപഞ്ചതുടക്കം അടുത്തകാലത്താണെന്ന് ചിന്തിക്കാൻ നമ്മെ പ്രേരിപ്പിക്കുന്നത്. പ്രപഞ്ചത്തിനൊരു തുടക്കമുണ്ടെന്ന ആശയം പൊതു ആപേക്ഷികസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ (General Theory of Relativity) കണ്ടുപിടിത്തത്തിനു മുമ്പുവരെ അതിഭൗതികമോ ദൈവശാസ്ത്രപരമോ ആയിരുന്നു. പൗരാണിക വിശ്വാസമനുസരിച്ച് പ്രപഞ്ചവും മനുഷ്യവംശവും എക്കാലവും നിലനിന്നുവെന്നാണ്.

പ്രപഞ്ചത്തിന് തുടക്കമുണ്ടായിരുന്നു എന്ന വാദവും അത് എന്നും നിലനിന്നിരുന്നു എന്ന എതിർവാദവും ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ മദ്ധ്യം വരെ പ്രബലമായിരുന്നു. പ്രപഞ്ചം എക്കാലവും നിലനിന്നിരുന്നു എന്ന സിദ്ധാന്തം താപഗതികത്തിലെ (Thermodynamics) രണ്ടാം നിയമവുമായി പൊരുത്തപ്പെടുന്നതല്ല. രണ്ടാം താപഗതികനിയമമനുസരിച്ച് പ്രകൃതിയിലെ പ്രതിഭാസങ്ങൾ അസാധ്യപ്രതിലോമീകരണങ്ങൾ (irreversible) ആണ്. എൻട്രോപ്പിയുടെ (entropy) നിയമങ്ങൾ ഇതിനെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയുള്ളതാണ്. ഇതനുസരിച്ച് പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ ക്രമമില്ലായ്മ കാലത്തിനനുസരിച്ച് കൂടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. പ്രപഞ്ചം സങ്കീർണ്ണതയിൽ നിന്നും സരളതയിലേക്ക് പ്രയാണം ചെയ്യുന്നു. പ്രപഞ്ചം എക്കാലവും നിലനിന്നിരുന്നു എന്ന വാദം അംഗീകരിച്ചാൽ പ്രപഞ്ചം ഇന്ന് സമ്പൂർണ്ണ അവ്യവസ്ഥയിൽ എത്തിച്ചേർന്നേനെ. എന്നാൽ നമ്മൾ നിരീക്ഷിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചത്തിലെ എല്ലാ വസ്തുക്കളും ഒരേ താപനിലയിലല്ല. അനന്തവും അനശ്വരവും അചരവുമായ പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഓരോ ദൃശ്യരേഖയും (line of sight) ഒരു നക്ഷത്രപ്രതലത്തിൽ അവസാനിക്കും. ഇതിന്റെ അർത്ഥം നിശാകാശം സൂര്യന്റെ ഉപരിതലം പോലെ പ്രകാശമാനമായിരിക്കുമെന്നാണ്. ദൂരെയുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളിൽ നിന്നു വരുന്ന പ്രകാശം ഇടയ്ക്കുള്ള വസ്തുക്കൾ ആഗീരണം ചെയ്താൽ അവ ചൂടുപിടിക്കുകയും ഒടുവിൽ നക്ഷത്രങ്ങളെ പോലെ പ്രകാശിക്കുകയും ചെയ്യും. സൂര്യനെ പോലെ നിശാകാശവും പ്രകാശിക്കും എന്ന നിഗമനം ഒഴിവാക്കുവാൻ നക്ഷത്രങ്ങൾ അന്തമായി പ്രകാശിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നില്ലെന്നും ഭൂതകാലത്തിലെ ഏതോ നിശ്ചിതസമയത്ത് അവ പ്രകാശിക്കാൻ തുടങ്ങിയെന്നും അനുമാനിക്കണം. അങ്ങനെയാണെങ്കിൽ ഇടയ്ക്കുള്ള വസ്തുക്കൾ ചൂണ്ടുപിടിച്ചിട്ടുണ്ടായിരിക്കില്ലെന്നോ വിദൂരനക്ഷത്രങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശം ഇനിയും നമ്മളിലെത്തിചേർന്നിട്ടുണ്ടാവില്ലെന്നോ കരുതാം.

അനന്തവും അചരവുമായ ഒരു പ്രപഞ്ചത്തിൽ നക്ഷത്രങ്ങൾ എങ്ങനെ ഉണ്ടായി എന്നോ നക്ഷത്രങ്ങൾ എന്തുകൊണ്ട് പ്രകാശിക്കുന്നുവെന്നോ എപ്പോൾ മുതൽ അവ പ്രകാശിക്കാൻ തുടങ്ങിയെന്നോ ശാസ്ത്രീയമായി വിശദീകരിക്കുവാൻ കഴിയില്ല. സാന്തവും

വികസിക്കുന്നതുമായ ഒരു പ്രപഞ്ചത്തിൽ മാത്രമേ ഗ്യാലക്സികളുടെ രൂപീകരണവും നക്ഷത്രപരിണാമവും ദ്രവ്യപരിണാമവും നടക്കൂ.

കാലം സ്ഥലത്തിൽ നിന്നും പൂർണ്ണമായും വേർപ്പെട്ടതും സ്വതന്ത്രവുമാണ് എന്നായിരുന്നു അധികമാളുകളുടെയും സാമാന്യ ധാരണ. മുന്നൂറ് വർഷം മുമ്പ് ഐസക്ക് ന്യൂട്ടൺ സ്ഥലത്തിന്റെയും കാലത്തിന്റെയും ഒരു ഗണിതശാസ്ത്രമാതൃക അവതരിപ്പിക്കുകയുണ്ടായി. ഈ മാതൃകയനുസരിച്ച് കാലം സ്ഥലത്തിൽ നിന്നും സ്വതന്ത്രമായിരുന്നു. ന്യൂട്ടൺ പ്രിൻസിപ്പിയായിൽ എഴുതി "കേവലമായ സ്ഥലം അതിന്റേതായ സ്വഭാവത്തിൽ ബാഹ്യമായ ഒന്നിനോടും ബന്ധമില്ലാതെ അചഞ്ചലവും ഏകരൂപവുമായി സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. കേവലവും യഥാർത്ഥവും ഗണനീയവുമായ കാലം അതിന്റേതായ രീതിയിൽ ബാഹ്യമായ ഒന്നിനോടും ബന്ധപ്പെടാതെ സ്വയം ക്രമമായി ഒഴുകിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു." ഇതനുസരിച്ച് സ്ഥലവും കാലവും അനന്തമാണ്. ഒരു റെയിൽപാതയുടെ ഇരു ദിശകളിലും അനന്തമായി പോകുന്ന ഒന്നായിരുന്നു അത്. കാലം ശാശ്വതവും എന്നും എങ്ങനെയോ അങ്ങനെ തന്നെ എന്നന്നേയ്ക്കും നിലനിൽക്കുന്ന ഒന്നുമായിരുന്നു. എന്നാൽ സ്ഥലകാലങ്ങളെ കുറിച്ചുള്ള നമ്മുടെ വിശ്വാസം മാറ്റേണ്ടതുണ്ട്. ഒരു വസ്തുവിനെയോ താരതമ്യേന കുറഞ്ഞ വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ഗ്രഹങ്ങൾ പോലുള്ള വസ്തുക്കളെയോ കൈകാര്യം ചെയ്യുമ്പോൾ നമ്മുടെ സാമാന്യബോധം ശരിയായി കാണുന്നു. എന്നാൽ പ്രകാശവേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന വസ്തുക്കളുടെ കാര്യത്തിൽ ഈ സാമാന്യബോധം തകിടംമറിയുന്നു.

ഐൻസ്റ്റീന്റെ പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം സ്ഥലത്തെയും കാലത്തെയും കുറിച്ചുള്ള നമ്മുടെ അടിസ്ഥാനപരമായ ആശയത്തെ മാറ്റിമറിക്കാൻ നമ്മെ നിർബന്ധിച്ചു. കാലം സ്ഥലത്തിൽ നിന്നും വേറിട്ടതല്ല. അത് സ്ഥലവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് കിടക്കുന്നു. സ്ഥലവും കാലവും കൂടി ചേർന്ന് സ്ഥലകാലം രൂപം കൊള്ളുന്നു. സ്ഥലത്തെയും കാലത്തെയും കുറിച്ചുള്ള പുതിയ അറിവ് നമ്മുടെ പ്രപഞ്ചവീക്ഷണത്തെ വിപ്ലവകരമായി മാറ്റിമറിച്ചു. എല്ലാകാലവും നിലനിന്നിരുന്നതും തുടർന്നും നിലനിന്നേക്കാവുന്നതുമായ ഒരു പ്രപഞ്ചം എന്ന പഴയ ആശയത്തിനു പകരം ചലനാത്മകവും ഒരു നിശ്ചിതസമയത്തിന് മുമ്പ് ആരംഭിച്ചതും ഭാവിയിൽ നിശ്ചിതസമയത്തിൽ അവസാനിക്കുന്നതുമായ ഒരു വികസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചമാണ് നമ്മുടേതെന്ന് അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടു. ഐൻസ്റ്റീന്റെ പൊതുആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ വിവക്ഷിതാർത്ഥം കാലത്തിനൊരു തുടക്കവും ഒടുക്കവും ഉണ്ടായേക്കാമെന്നാണ്. കാലത്തിനൊരു തുടക്കവും ഒടുക്കവുമുണ്ടെങ്കിൽ പ്രപ

ഞ്ചത്തിനൊരു തുടക്കവും ഒടുക്കവുമുണ്ട്. ലോകപ്രശസ്ത ജ്യോതി ഭൗതികജ്ഞനായിരുന്ന എഡ് വിൻ ഹബിളാണ് പ്രപഞ്ചം വികസി ക്കുന്നുവെന്നതിന് നിരീക്ഷണതെളിവുകൾ നമ്മുക്ക് നൽകിയത്. 1929 ൽ എഡ് വിൻ ഹബിൾ ഗ്യാലകസികൾ പരസ്പരം നിശ്ചിത വേഗതയിൽ അകന്നുപോകുന്നതായി നിരീക്ഷിക്കുകയുണ്ടായി. ഇതി നർത്ഥം പ്രപഞ്ചം വികസിക്കുന്നുവെന്നായിരുന്നു. വികസിക്കുന്ന പ്രപ ഞ്ചത്തിൽ ആദ്യകാലത്ത് എല്ലാ വസ്തുക്കളും വളരെ അടുത്തായി രുന്നിരിക്കണം. പത്തോ ഇരുപതോ ശതകോടി വർഷം മുമ്പ് ഈ വസ്തുക്കളെല്ലാം ഒരേയൊരു ബിന്ദുവിലായിരുന്നു. അന്ന് പ്രപഞ്ച ത്തിന്റെ സാന്ദ്രത അനന്തമായിരുന്നുവെന്നുമാണ് ശാസ്ത്രനിഗമനം. ഈ അവസ്ഥയിലായിരുന്നു മഹാവിസ്ഫോടനം (Big Bang) നടന്നത്. ഈ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾ പ്രപഞ്ചോല്പത്തിയുടെ പ്രശ്നം ശാസ്ത്ര ത്തിന്റെ കൈകളിൽ കൊണ്ടുവന്നു.

പ്രപഞ്ചതുടക്കത്തിലെ അനന്തസാന്ദ്രമായ അവസ്ഥയ്ക്ക് വൈചിത്ര്യം (Singularity) എന്നാണ് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ വിളിക്കുന്നത്. പൊതുആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തപ്രകാരം വൈചിത്ര്യമെന്നാൽ അന ന്തവക്രതയുള്ള സ്ഥലകാലത്തിലെ ഒരു ബിന്ദുവാണ്. കാലം തുട ങ്ങുന്നത് വൈചിത്ര്യത്തിൽ നിന്നാണെങ്കിൽ പ്രപഞ്ചത്തിന് ഒരു തുട ക്കവും ഒടുക്കവും ഉണ്ട്. വൈചിത്ര്യത്തിൽ ഭൗതികത്തിന്റെ നിയമ ങ്ങൾ (laws of physics) തകരുന്നു. അതായത് ഭൗതികത്തിന്റെ നിയമ ങ്ങൾക്ക് യാതൊരു പ്രസക്തിയുമില്ല. മഹാവിസ്ഫോടനത്തിനുശേ ഷമുള്ള പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ അവസ്ഥയ്ക്ക് അതിനുമുമ്പുള്ള അവസ്ഥ യുമായി യാതൊരു ബന്ധവുമില്ലെന്നാണ് ഇതുകൊണ്ട് അർത്ഥമാക്കു ന്നത്. മഹാവിസ്ഫോടനത്തിൽ നിന്നും പ്രപഞ്ചം രൂപാന്തരണം പ്രാപി ക്കുന്നത് തികച്ചും സ്വതന്ത്രമായിട്ടാണ്. പൊതു ആപേക്ഷികതാസി ദ്ധാന്തത്തിന് പ്രപഞ്ചത്തിനൊരു തുടക്കമുണ്ടെന്ന് പ്രവചിക്കാൻ കഴി ഞ്ഞെങ്കിലും പ്രപഞ്ചം തുടങ്ങിയതെങ്ങനെയാണെന്ന് വിശദീകരിക്കാ നായില്ല. ഇത്തരം ഒരവസ്ഥ ശാസ്ത്രത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ഒട്ടും തൃപ്തികരമായിരുന്നില്ല. ഇതിന് പരിഹാരം കണ്ടെത്താൻശ്രമി ച്ചത് ലോകപ്രശസ്തബ്രിട്ടീഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരായ സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങ്ങും റോജർ പെൻറോസുമാണ്. 1970 ൽ ഇരുവരും ചേർന്ന് പ്രസിദ്ധീകരിച്ച പ്രബന്ധത്തിൽ പ്രപഞ്ചം മഹാവിസ്ഫോടന വൈചി ത്ര്യത്തിൽ (Big Bang Singularity) നിന്ന് തുടങ്ങിയെന്ന് തെളിയിക്കു കയുണ്ടായി. ഇതിന് ഇവർ ആശ്രയിച്ചത് തമോഗർത്ത സിദ്ധാന്ത ങ്ങളെ (Black hole theories) ആണ്. ഇവരുടെ അഭിപ്രായത്തിൽ വളരെ വലിയ നക്ഷത്രങ്ങൾ കത്തിയെരിഞ്ഞ് ഉണ്ടാകുന്ന തമോഗർത്ത

ത്തിൽ സ്ഥലകാലങ്ങൾ അവസാനിക്കും. നക്ഷത്രം തകർന്ന് തമോ ഗർത്തമാകുന്നതുപോലെ പ്രപഞ്ചം അവസാനം തമോഗർത്തത്തിലെ ത്തും. നക്ഷത്രതകർച്ചയുടെ ഫലമായി രൂപം കൊള്ളുന്ന തമോ ഗർത്തത്തിൽ സ്ഥലകാലങ്ങൾ അവസാനിക്കുന്നതുപോലെയാണ് മഹാവിസ്ഫോടനത്തിൽ സ്ഥലകാലങ്ങൾ ആരംഭിക്കുന്നതും.

പ്രപഞ്ചത്തിന് ഒരു തുടക്കവും ഒടുക്കവും ഇല്ലെന്ന് സമർത്ഥിക്കു ന്നതിനുവേണ്ടി ഗുരുത്വാകർഷണസിദ്ധാന്തത്തെ തിരുത്തുവാനൊരു ശ്രമം ചില ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ നടത്തുകയുണ്ടായി. ഗുരുത്വാകർഷ ണനിയമമനുസരിച്ച് ഗുരുത്വാകർഷണം എപ്പോഴും എവിടെയും ആകർഷണബലമാണ്. ഗുരുത്വത്തെ വികർഷണബലമായി കരുതണ മെന്നായിരുന്നു ഇവരുടെ നിർദ്ദേശം. ഇത് നിരീക്ഷണവുമായി പൊരു ത്തപ്പെടുന്നതായിരുന്നില്ല. പ്രപഞ്ചത്തിലെ നാലു ബലങ്ങളിൽ ഏറ്റവും ദുർബലം ഗുരുത്വാകർഷണമാണെങ്കിലും പ്രപഞ്ചഘടനയെ വലിയ തോതിൽ രൂപപ്പെടുത്തുന്നത് ഇതാണ്. പ്രപഞ്ചം അനന്തവും അചര വുമാണെന്ന കാഴ്ചപ്പാടുമായി ഗുരുത്വാകർഷണനിയമങ്ങൾക്ക് പൊരു ത്തമില്ല. ഗുരുത്വത്തിന്റെ ആകർഷണസ്വഭാവം അർത്ഥമാക്കുന്നത് പ്രപഞ്ചം ഒന്നുകിൽ വികസിക്കുകയോ അല്ലെങ്കിൽ ചുരുങ്ങുകയോ ചെയ്യണമെന്നാണ്. ഗുരുത്വം എപ്പോഴും ആകർഷണമായതുകൊണ്ട് പ്രപഞ്ചം അനന്തവും അചരവുമാകാൻ സാദ്ധ്യമല്ല. പൊതുആപേക്ഷി കതാസിദ്ധാന്തം ഗുരുസിദ്ധാന്തമാണ്. ഈ സിദ്ധാന്തപ്രകാരം പ്രപ ഞ്ചത്തിന്റെ ഭൂതകാലത്ത് അതായത് മഹാവിസ്ഫോടനത്തിൽ അന ന്തസാന്ദ്രമായ ഒരു സ്ഥിതിയുണ്ടായിരുന്നു. ഇതിൽ നിന്നാണ് കാല ത്തിന്റെ തുടക്കം. പ്രപഞ്ചം മുഴുവനും വീണ്ടുമൊരു തകർച്ചയ്ക്ക് വിധേയമായാൽ ഭാവിയിലും ഇതേപോലെ അനന്തസാന്ദ്രതയുള്ള സ്ഥിതി വിശേഷം ഉണ്ടാകാം. ഇതിനെ മഹാവിഭേദനം (Big Crunch) എന്നാണ് വിളിക്കുന്നത്. ഇതായിരിക്കാം കാലത്തിന്റെ ഒടുക്കം.

പ്രപഞ്ചം അനന്തവും അചരവുമാണെന്ന് സ്ഥാപിക്കുവാൻ വേണ്ടി 1948 ൽ ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരായ ഫ്രഡ് ഹോയലും, ഹെർമൻ ബോണ്ടിയും, തോമസ് ഗോൾഡും ചേർന്ന് സ്ഥിരസ്ഥിതിസിദ്ധാന്തം (Steady state theory) അവതരിപ്പിച്ചു. ഈ സിദ്ധാന്തപ്രകാരം പ്രപഞ്ച ത്തിന്റെ ഏത് ഭാഗമെടുത്താലും ഏത് കാലത്തും ആയിരം കോടി വർഷം മുമ്പെയും ആയിരം കോടി വർഷം കഴിഞ്ഞാലും മൊത്തം പ്രകൃതം ഒന്നുപോലെയായിരിക്കും. പ്രപഞ്ചത്തിന് ഒരു തുടക്കമോ ഒടുക്കമോ ഇല്ല. അത് അനന്തമാണ്. ഇവരുടെ പ്രപഞ്ചം വികസിക്കു ന്നതായിരുന്നില്ല. എന്നാൽ ഇവരുടെ പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഗാലക്സികൾ അന്യോന്യം അകന്നുപോകുന്നു. ഗാലക്സികൾ അന്യോന്യം അക

ന്നുപോകുമ്പോൾ, അനസ്യൂതം സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്ന ദ്രവ്യത്തിൽ നിന്ന്, അവ തമ്മിലുള്ള വിടവുകളിൽ നിരന്തരമായി പുതിയ ഗാലക്സികൾ രൂപം പ്രാപിക്കുന്നു. ഇതു മൂലമാണ് പ്രപഞ്ചം ഏകദേശം എല്ലാ സ്ഥല കാലബിന്ദുക്കളിലും ഒരേപോലെയിരിക്കുന്നതെന്ന് അവർ സമർത്ഥിച്ചു. സ്ഥിരസ്ഥിതി സിദ്ധാന്തം നിരീക്ഷണങ്ങളുമായി പൊരുത്തപ്പെട്ടില്ല. 1960 കളുടെ തുടക്കത്തിൽ കേംബ്രിഡ്ജിലെ ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്ന മാർട്ടിൻ റെണ്ണിന്റെ നേതൃത്വത്തിൽ ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർ നടത്തിയ ഗവേഷണങ്ങൾ സ്ഥിരസ്ഥിതി സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ പ്രവചനങ്ങൾക്കെതിരായിരുന്നു. 1965 ൽ ന്യൂ ജഴ്സിയിലെ ബെൽ ടെലഫോൺ ലാബറട്ടറിയിലെ രണ്ട് അമേരിക്കൻ ഗവേഷകരായ ആർണോ പെൻസിയാസും റോബർട്ട് വിൽസണും പ്രാപഞ്ചിക സൂഷ്മതരംഗ പശ്ചാത്തലവികിരണം (Cosmic Microwave Background Radiation) കണ്ടുപിടിച്ചു. മഹാവിസ്പോടനത്തിന്റെ പ്രതിധ്വനിയായ ഇതിന്റെ താപനില 2.7 ഡിഗ്രി കെൽവിനാണെന്നും ഇവർ കണക്കാക്കി. ഈ വികിരണം നിരീക്ഷിതമായ പ്രപഞ്ചത്തെ മുഴുവൻ കടന്നുകൊണ്ടാണ് നമ്മിലെത്തിച്ചേരുന്നതെന്ന് ഇവരുടെ പരീക്ഷണങ്ങൾ തെളിയിച്ചു. ഏതാണ്ട് ഇതേ കാലത്തുതന്നെ പ്രിൻസ്റ്റൻ സർവകലാശാലയിലെ ഭൗതികജ്ഞരായ റോബർട്ട് ഡിക്കും ജിംപീബിൾസും പ്രാപഞ്ചിക പശ്ചാത്തല വികിരണത്തെ കണ്ടുപിടിക്കുകയുണ്ടായി. ഇതോടെ മഹാവിസ്ഫോടന സിദ്ധാന്തം അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടു. പ്രപഞ്ചത്തിനൊരു തുടക്കമുണ്ടെന്ന് വ്യക്തമായി. സ്ഥിര സ്ഥിതി സിദ്ധാന്തത്തിന് സൂക്ഷമ തരംഗ പശ്ചാത്തല വികിരണത്തെ വിശദീകരിക്കാൻ കഴിഞ്ഞില്ല. സ്ഥലത്തിനും കാലത്തിനും തുടക്കമില്ലെന്ന് സ്ഥാപിക്കാനുള്ള ഫ്രഡ്ഹോയലിന്റെയും കൂട്ടരുടെയും പരിശ്രമം പരാജയപ്പെട്ടു.

കാലത്തിനൊരു തുടക്കമില്ലെന്ന് സ്ഥാപിക്കുവാൻ മറ്റ് ചില നിർദ്ദേശങ്ങളും മുന്നോട്ടുവെക്കുകയുണ്ടായി. ഭൂതകാലത്ത് ഒരിക്കൽ ഗാലക്സികൾ ഒരു ബിന്ദുവിൽ കൂട്ടിമുട്ടിയിരുന്നില്ല എന്നതായിരുന്നു ഇതിൽ ഒന്ന്. സ്ഥിരവേഗതയിൽ ഗാലക്സികൾ എല്ലാ വശത്തേക്കും അകന്നുപോകുന്നുവെന്നാണീ സിദ്ധാന്തം. കാലത്തിന്റെ തുടക്കം ഒഴിവാക്കാനുള്ള ശ്രമത്തിന്റെ ഭാഗമായിരുന്നു ഇതും. കാലത്തിന്റെ തുടക്കം ഒഴിവാക്കാൻ അവതരിപ്പിച്ച മറ്റൊരു പ്രപഞ്ച മാതൃകയാണ് ആന്ദോളന പ്രപഞ്ചം (oscillating universe). അന്ദോളന പ്രപഞ്ചമാതൃക താപഗതികത്തിന്റെ രണ്ടാം നിയമവുമായി പൊരുത്തപ്പെടുന്നതായിരുന്നില്ല. പ്രപഞ്ചം അനന്തകാലം അന്ദോളനത്തിലായിരിക്കുമെന്ന് ശാസ്ത്രത്തിന് അംഗീകരിക്കാൻ പറ്റില്ല.

പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തിലെ നിരീക്ഷണങ്ങൾ വിശദീകരിക്കണമെങ്കിൽ

സ്ഥലത്തിലെയും കാലത്തിലെയും സംഭവങ്ങളുടെ (events) ചിത്രം വരക്കണം. ഭൗതികത്തിൽ സംഭവം എന്നാൽ സ്ഥലം കാലം എന്നിവ കൊണ്ട് സ്ഥലകാലത്തിൽ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്ന ഒരു ബിന്ദുവാണ്. ഒരു സംഭവത്തിന്റെ ചിത്രത്തിൽ (ഗ്രാഫിൽ) കാലം മുകളിലേക്കും സ്ഥലം തിരശ്ചീനമായും പോകുന്നു. ശരിയായ ചിത്രം വരക്കുന്നതിന് ചതുർമാന സ്ക്രീനാണ് വേണ്ടത്. ചതുർമാന സ്ക്രീൻ ഉണ്ടാക്കാൻ സാദ്ധ്യമല്ല. ചതുർമാനത്തെകുറിച്ച് നമുക്ക് സങ്കൽപിക്കാൻ പോലും സാദ്ധ്യമല്ല. നമുക്ക് ദ്വിമാന സ്ക്രീനേ ഉപയോഗിക്കാൻ പറ്റൂ.

കാലത്തിന് ആകൃതിയുണ്ടെന്ന് പറയുന്നത് സാമാന്യയുക്തിക്ക് നിരക്കുന്നതല്ല. എന്നാൽ കാലത്തിന് ആകൃതിയുണ്ടെന്നതാണ് യാഥാർത്ഥ്യം. ആപാക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് ദ്രവ്യം സ്ഥലകാലത്തെ വളക്കും വക്രാകാരമാക്കും. ഇതിനു കാരണം ഗുരുത്വം ആകർഷണമായതു കൊണ്ടാണ്. കാലത്തിന് പേരക്കായുടെ ആകൃതിയാണുള്ളതെന്ന് സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങ് "The Universe in a nutshell" എന്ന പുസ്തകത്തിൽ പറയുന്നു. നമ്മുടെ ഭൂതകാലപ്രകാശകോണിലൂടെ ഒരാൾ ഭൂതകാലത്തിലേക്ക് നോക്കുകയാണെങ്കിൽ ആദ്യകാല പ്രപഞ്ചത്തിൽ നിന്നുമുള്ള ദ്രവ്യത്താൽ അത് വളഞ്ഞിരിക്കുന്നതായി കാണാം. നാം ഇന്നു കാണുന്ന പ്രപഞ്ചം പൂജ്യമായി ഒരിടത്ത് ചുരുങ്ങിയിരിക്കുന്നു. അത് മഹാവിസ്ഫോടനത്തിലെ വൈചിത്ര്യമാണ്. അവിടെ ദ്രവ്യത്തിന്റെ സാന്ദ്രത അനന്തമാണ്.

നമ്മൾ പ്രപഞ്ചത്തെ നോക്കുമ്പോൾ നമ്മൾ ഭൂതകാലത്തിലേക്ക് നോക്കുകയാണ്. അകലെയുള്ള ഗാലക്സികളെ നാം നോക്കുമ്പോൾ പണ്ടുകാലത്തെ പ്രപഞ്ചത്തെയാണ് നമ്മൾ കാണുന്നത്. പ്രകാശം സ്ഥിരവേഗതയിലാണ് സഞ്ചരിക്കുന്നത്. പ്രകാശം ഇപ്പോൾ നമ്മളിൽ എത്തിചേരാൻ വിദൂര വസ്തുക്കളിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശം പണ്ടേ തിരിച്ചിരിക്കണം. നമ്മൾ ഇപ്പോൾ കാണുന്ന നക്ഷത്രത്തിലെ പ്രകാശം വർഷങ്ങൾക്കു മുൻപ് അവിടെ നിന്ന് തിരിച്ചിട്ടുള്ളതാണ്. ഇതിന്റെ അർത്ഥം നമ്മൾ നിരീക്ഷിക്കുന്ന സംഭവങ്ങൾ കിടക്കുന്നത് നമ്മൾ വരക്കുന്ന നമ്മുടെ ഭൂതകാലപ്രകാശകോണിൽ (Light cone) ആണ്. എന്താണ് ഭൂതകാലപ്രകാശകോൺ? വിദൂരസ്ഥ നക്ഷത്രക്കൂട്ടങ്ങളിൽ നിന്നും പ്രകാശരശ്മികൾ ഇന്ന് നമ്മുടെ അടുത്ത് എത്തിച്ചേരുന്ന പാതകളാണ് പ്രകാശകോൺ. കാലം ലംബമായും സ്ഥലം വശങ്ങളിലേക്കും രേഖപ്പെടുത്തി വരക്കുന്ന ചിത്രം തന്നെയാണിത്. പ്രകാശകോണിന്റെ ബിന്ദു നമ്മുടെ സ്ഥാനത്തും നമ്മുടെ ഇപ്പോഴത്തെ സമയത്തുമാണ്. ഒരാൾ കാലത്തിലൂടെ പിന്നോക്കം ചിത്രത്തിലൂടെ പോകുമ്പോൾ പ്രകാശകോൺ വളരെ ദൂരം വ്യാപിച്ചു കിടക്കും. പ്രകാശകോൺ

പ്രപഞ്ചതുടക്കത്തിൽ വൈചിത്ര്യമുണ്ടെന്നും കാലത്തിനൊരു തുടക്കമുണ്ടെന്നും വ്യക്തമാക്കുന്നു. അതായത് ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം ശരിയാണെന്നും കാലത്തിനൊരു തുടക്കമുണ്ടെന്നും അത് തെളിയിക്കുന്നു.

പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം എല്ലാ നിരീക്ഷണങ്ങളുമായും പൊരുത്തപ്പെടുന്നതാണ്. ഇത് സ്ഥൂലപ്രപഞ്ചത്തെ ഫലപ്രദമായി വിശദീകരിച്ചു. എന്നാൽ ഇതിന് സൂക്ഷ്മലോകത്തെ (അണുവിന്റെ) പ്രതിഭാസങ്ങൾക്ക് ശരിയായ ഉത്തരം നൽകാൻ കഴിയുന്നില്ല. പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിന്റെ അനിശ്ചിതത്വത്തത്വം കണക്കിലെടുക്കുന്നില്ലെന്നുള്ളത് കൊണ്ടാണ് സൂക്ഷ്മലോകത്ത് ഇത് പ്രയോഗക്ഷമമല്ലാത്തത്. അനിശ്ചിതത്വത്തത്വം അനുസരിച്ച് ഒരു വസ്തുവിന്റെ കൃത്യമായ സ്ഥാനവും വേഗതയും ഒരേ സമയം അറിയാൻ പറ്റില്ല. സ്ഥാനം കൃത്യമായി അറിയുമ്പോൾ വേഗത കൃത്യമായി അറിയാൻ കഴിയുന്നില്ല. പ്രപഞ്ചം അതിസൂക്ഷ്മവും അതിസാന്ദ്രവുമായിരുന്നപ്പോഴുള്ള വൈചിത്ര്യാവസ്ഥ വിശദീകരിക്കുന്നതിന് പൊതുആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തെയും ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തെയും സമന്വയിപ്പിച്ച ഒരു സിദ്ധാന്തം ആവശ്യമാണ്. ഇതിനെ ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വസിദ്ധാന്തം എന്നാണ് ഭൗതികജ്ഞന്മാർ വിശേഷിപ്പിക്കുന്നത്. ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വസിദ്ധാന്തത്തിന് പ്രപഞ്ചതുടക്കത്തിലെ വൈചിത്ര്യത്തിൽ എന്തുസംഭവിക്കുമെന്ന് വിശദീകരിക്കാനാവും. എന്നാൽ പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തെയും ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിന്റെ അനിശ്ചിതത്വത്തത്വത്തെയും സംയോജിപ്പിച്ച് രൂപീകരിച്ച ഒരു സമ്പൂർണ്ണ ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വസിദ്ധാന്തം നാളിതുവരെ ഉണ്ടായിട്ടില്ല. അതുകൊണ്ടാണ് ശാസ്ത്രത്തിന് പ്രപഞ്ചം എങ്ങനെയാണ് വൈചിത്ര്യത്തിൽ തുടങ്ങിയതെന്ന് അസന്നിഗ്ദ്ധമായി പറയാൻ കഴിയാത്തത്.

1992 ൽ പ്രാപഞ്ചിക സൂക്ഷ്മതരംഗപശ്ചാത്തലവികിരണത്തെ കുറിച്ച് പഠിക്കാൻ വേണ്ടി ബഹിരാകാശത്തേക്ക് വിക്ഷേപിച്ച കോബ് (COBE) ഉപഗ്രഹത്തിന്റെ കണ്ടെത്തലുകൾ പ്രപഞ്ചത്തിനൊരു തുടക്കമുണ്ടെന്നും അത് വികസിക്കുകയാണെന്നും സ്ഥിരീകരിച്ചു. ഗാലക്സികളുടെയും നക്ഷത്രങ്ങളുടെയും രൂപീകരണവും ഇത് വിശദീകരിച്ചു. ആധുനികപ്രപഞ്ചശാസ്ത്രം പ്രപഞ്ചത്തിനൊരു തുടക്കവും ഒടുക്കവുമുണ്ടെന്ന നിഗമനത്തിലാണ് ഇന്ന് എത്തിച്ചേർന്നിട്ടുള്ളത്. അതായത് കാലത്തിനൊരു തുടക്കം ഉണ്ടെന്ന്.

ദൈവം പകിട കളിക്കുമോ

നമുക്ക് ഭാവി പ്രവചിക്കാൻ കഴിയുമോ? ഭാവി നിശ്ചിതമോ അനിശ്ചിതമോ? മനുഷ്യന് എല്ലായ്പ്പോഴും ഭാവിയെ നിയന്ത്രിക്കണമെന്നുണ്ടായിരുന്നു. കുറഞ്ഞ പക്ഷം ഭാവി പ്രവചിക്കാനുള്ള കഴിവെങ്കിലും വേണമെന്ന് അവൻ ആഗ്രഹിച്ചിരുന്നു. പണ്ടുകാലത്ത് വെള്ളപ്പൊക്കവും ഭൂകമ്പങ്ങളും രോഗങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നതിന് വ്യക്തമായ കാരണങ്ങൾ ഉണ്ടായിരുന്നില്ല. എല്ലാ പ്രകൃതി ദുരന്തങ്ങളും ദൈവകോപം കൊണ്ടാണെന്ന് പ്രാചീനർ കരുതി. ദൈവം എങ്ങനെ പെരുമാറുമെന്ന് പ്രവചിക്കാൻ അവർക്ക് കഴിയുമായിരുന്നില്ല. പ്രകൃതി ദുരന്തങ്ങൾ ഒഴിവാക്കാൻ അവരുടെ മുന്നിലുണ്ടായിരുന്ന ഏക മാർഗ്ഗം ദേവീ ദേവന്മാർക്ക് യാഗവും പൂജകളും നടത്തലായിരുന്നു. നല്ല ഭാവിക്കും ഐശ്വര്യത്തിനും വേണ്ടി ദൈവത്തെ തൃപ്തിപ്പെടുത്തണമെന്ന വിശ്വാസം ഇന്നും ശക്തമാണ്.

കാലക്രമേണ പ്രകൃതിയിൽ ചില ക്രമങ്ങളുണ്ടെന്ന് മനുഷ്യന്റെ ശ്രദ്ധയിൽപ്പെട്ടു. മനുഷ്യൻ ആദ്യം പ്രകൃതിയിൽ നിരീക്ഷിച്ച ക്രമം ആകാശത്തെ ഗോളങ്ങളുടെയും സൂര്യചന്ദ്രന്മാരുടെയും ചലനമായിരുന്നു. അതുകൊണ്ട് ആദ്യം വികസിച്ച ശാസ്ത്രം ജ്യോതിശാസ്ത്രമായിരുന്നു. പ്രാചീന ജ്യോതിശാസ്ത്രത്തിൽ നിന്നു രൂപം കൊണ്ടതാണ് അർദ്ധശാസ്ത്രമായ ജ്യോതിഷം. ജ്യോതിഷത്തിന് ഭാവി പ്രവചിക്കാനുള്ള കഴിവുണ്ടെന്ന് ആളുകൾ വിശ്വസിക്കുന്നു. ജ്യോതിഷം അവകാശപ്പെടുന്നത് ഭൂമിയിലെ സംഭവങ്ങൾ ആകാശത്തെ ഗ്രഹങ്ങളുടെ ചലനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നുവെന്നാണ്.

ജ്യോത്സ്യന്മാർ വളരെ ബുദ്ധിപരമായി അവ്യക്തപ്രവചനങ്ങൾ നടത്തി ആളുകളെ കബളിപ്പിക്കാൻ മിടുക്കരാണ്. എന്റെ നക്ഷത്രഫലം അടുത്തിടെ ഒരു ജ്യോത്സ്യൻ പ്രവചിച്ചത് ഇങ്ങനെയാണ് "ഔദ്യോഗികമായി ഉദ്ദേശിച്ച സ്ഥലത്തേക്ക് സ്ഥലമാറ്റം ലഭിക്കുമെങ്കിലും ചുമതലയും അദ്ധ്വാനഭാരവും വർദ്ധിക്കും. ദാമ്പത്യ ഐക്യവും കുടുംബസൗഖ്യവും ബന്ധുസഹായവും ഉണ്ടാകും. ശാസ്ത്ര പരീക്ഷണ നിരീക്ഷണങ്ങളിൽ അന്തിമമായി വിജയം കൈവരിക്കും. വിശ്വാസതകർച്ചയിൽ അകപ്പെടാതെ സൂക്ഷിക്കണം." ജ്യോത്സ്യൻമാരുടെ പ്രസ്താവനകൾ തെറ്റിയെന്ന് ഒരിക്കലും തെളിയിക്കാനാവില്ല. ജ്യോതിഷം ശാസ്ത്രീയമായി തെറ്റാണെങ്കിലും ജ്യോതിഷവിശ്വാസികൾക്ക് അത് മനശ്ശാസ്ത്രപരമായ ചില ഗുണങ്ങൾ ചെയ്യുന്നുണ്ട്.

ജ്യോതിഷം വിശ്വസിക്കാൻ പറ്റാത്തതാണെന്ന് പറയുന്നതിനുള്ള കാരണം അതിന് ശാസ്ത്രീയമായ തെളിവുകളില്ലാത്തതുകൊണ്ട് മാത്രമല്ല. മറിച്ച് പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ തെളിയിക്കാവുന്ന ജ്യോതിശാസ്ത്രസിദ്ധാന്തങ്ങളുമായി പൊരുത്തപ്പെടുന്നില്ലെന്നതുകൊണ്ടുമാണ്. ഗ്രഹങ്ങൾ ഭൂമിയെ അല്ല സൂര്യനെയാണ് വലംവയ്ക്കുന്നതെന്ന് കോപ്പർനിക്കസും ഗലീലിയോയും കണ്ടുപിടിച്ചതോടെ ജ്യോതിഷത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനമായ ഭൂകേന്ദ്രസിദ്ധാന്തം തകർന്നുവീണു. മുന്നൂറു വർഷം മുമ്പ് ഐസക് ന്യൂട്ടൻ ഗ്രഹചലനങ്ങൾക്ക് ഗണിതശാസ്ത്രപരമായ അടിത്തറ നൽകി. ഗ്രഹങ്ങളുടെ ചലനം കണക്കാക്കുന്നതിന് നമ്മൾ ഇപ്പോഴും ഉപയോഗിക്കുന്നത് ന്യൂട്ടന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണനിയമമാണ്. ജ്യോതിശാസ്ത്രത്തെ പിന്തുടർന്ന് എല്ലാ പ്രതിഭാസങ്ങളും കൃത്യമായ ചില ശാസ്ത്രനിയമങ്ങളെ അനുസരിക്കുന്നതായി കണ്ടു. ന്യൂട്ടൻ നിയമങ്ങളുടെ വിജയം മറ്റു ഭൗതിക ശാസ്ത്രങ്ങളെയും ശാസ്ത്രീയ നിശ്ചിതത്വവാദം എന്ന ആശയത്തിലേക്കു നയിച്ചു.

പത്തൊമ്പതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ തുടക്കത്തിൽ ഫ്രഞ്ച് ശാസ്ത്രജ്ഞനായ മാർക്വിസ് ദെ ലാപ്ളെസ് ആണ് ശാസ്ത്രീയനിശ്ചിതത്വവാദം ആദ്യമായി അവതരിപ്പിച്ചത്. ഒരു നിശ്ചിത സമയത്തെ പ്രപഞ്ചത്തിലെ എല്ലാ കണങ്ങളുടെയും കൃത്യമായ സ്ഥാനവും വേഗതയും കൃത്യമായി കണക്കുകൂട്ടാമെന്നായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ നിർദ്ദേശം. ഒരു സമയത്തെ പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ അവസ്ഥ മറ്റെല്ലാസമയത്തെയും അവസ്ഥകളെ നിശ്ചയിക്കുന്നുവെന്ന വാദം ലാപ്ളെസിന്റെ കാലം മുതൽ ശാസ്ത്രത്തിന്റെ കേന്ദ്രനിയമമായി മാറി. നിശ്ചിതത്വവാദം ശാസ്ത്രത്തെ മാത്രമല്ല സ്വാധീനിച്ചത്. പത്തൊമ്പതാം നൂറ്റാണ്ടിലെ എല്ലാ ദർശനങ്ങളെയും സ്വാധീനിച്ചു. നിശ്ചിതത്വവാദത്തിന്റെ സൃഷ്ടിയാണ് അക്കാലത്തു രൂപം കൊണ്ട ചരിത്ര നിശ്ചിതത്വവാദം. ചരിത്ര

നിശ്ചിതത്വവാദത്തിന്റെ പ്രതിധ്വനികൾ കാറൽമാർക്സിന്റെ ചരിത്രപരമായ ഭൗതികവാദത്തിലും കേൾക്കാം. ശാസ്ത്രീയ നിശ്ചിതത്വവാദത്തിൽനിന്നു സംഗതമാകുന്നത് തത്ത്വത്തിൽ നമുക്ക് ഭാവി പ്രവചിക്കാമെന്നാണ്. എന്നാൽ പ്രായോഗികമായി ഭാവി പ്രവചിക്കുന്നതിന് ഒരുപാട് പരിമിതികളുണ്ടായിരുന്നു. ന്യൂട്ടന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണ സിദ്ധാന്തം മുന്നോട്ട് വെച്ച സമീകരണങ്ങൾക്ക് രണ്ടു കണങ്ങളിൽ കൂടുതൽ ഉള്ള ഒരു വ്യൂഹത്തിലെ കണങ്ങളുടെ സ്ഥാനവും വേഗവും കൃത്യമായി നിർണ്ണയിക്കാൻ സാദ്ധ്യമല്ല. എന്നു തന്നെയല്ല, ഈ സമീകരണങ്ങൾക്ക് ക്രമമില്ലായ്മ എന്ന ഒരു സവിശഷതയും കാണപ്പെട്ടു ന്നു. അതിനാൽ കണങ്ങളുടെ ഒരു നിശ്ചിതസമയത്തെ സ്ഥാനത്തിന്റെയോ പ്രവേഗത്തിന്റെയോ ഒരു ചെറിയ മാറ്റം തന്നെ പിന്നീടു വലിയ മാറ്റങ്ങൾക്കിടയാക്കുന്നു. പ്രകൃതിയിലെ ചെറിയ പ്രക്ഷുബ്ധതകൾക്ക് വമ്പിച്ച മാറ്റങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കാനുള്ള കഴിവുണ്ട്. ജുറാസിക്ക് പാർക്ക് എന്ന സിനിമ കണ്ടവർക്കറിയാം ഒരു സ്ഥലത്തെ ചെറിയ അസ്വസ്ഥത മറ്റൊരിടത്ത് വലിയ മാറ്റം ഉളവാക്കുമെന്ന്. ഇവിടെയുള്ള ഒരു പൂമ്പാറ്റക്കൂട്ടം ഒന്നു ചിറകടിച്ചാൽ അങ്ങ് രാജസ്ഥാൻ മരുഭൂമിയിൽ ആറുമാസത്തിനുശേഷം ഒരു കൊടുങ്കാറ്റ് ഉണ്ടായേക്കാം. ഇതിന് പൂമ്പാറ്റ പ്രഭാവം എന്ന് പറയുന്നു. ഇത്തരം പരസ്പരബന്ധിതത്വത്തിന്റെ വലയിൽ ഒരു ചെറിയ മാറ്റം എവിടെയെങ്കിലും സംഭവിച്ചാൽ അതിന്റെ ശൃംഖലാപ്രഭാവം മറ്റെവിടെയെങ്കിലും ഉണ്ടാകും. ഇത്തരം സംഭവങ്ങളുടെ ശൃംഖലകളുടെ ഒരു കുഴപ്പമെന്തെന്നാൽ സംഭവത്തെ അപ്രകാരം വീണ്ടും ആവർത്തിക്കാനാവില്ലെന്നതാണ്.

പ്രയോഗവുമായി പൊരുത്തപ്പെടുന്നതല്ലായിരുന്നെങ്കിലും ശാസ്ത്രീയ നിശ്ചിതത്വവാദം ഒരു അംഗീകൃത വിശ്വാസമായി പത്തൊമ്പതാം നൂറ്റാണ്ടു മുഴുവൻ തുടർന്നു. എന്നാൽ ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ലാപ്ളെസിന്റെ ശാസ്ത്രീയ നിശ്ചിതത്വവാദത്തിനെതിരെ വെല്ലുവിളികൾ ഉയർന്നു. ഏറ്റവും ശക്തമായ വെല്ലുവിളി ഉയർത്തിയത് ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രമായിരുന്നു. ഒരു പരികല്പനയെന്ന നിലയിൽ ക്വാണ്ടം ഭൗതികത്തെ 1900 -ൽ അവതരിപ്പിച്ചത് ജർമ്മൻ ഭൗതികജ്ഞനായ മാക്സ് പ്ളാങ്കായിരുന്നു. ക്ളാസിക്കൽ ഭൗതികമനുസരിച്ച് ചുട്ടുപഴുത്ത ലോഹക്കഷണം പോലുള്ള വസ്തുക്കൾ വികിരണങ്ങളെ പുറപ്പെടുവിക്കണം. റേഡിയോ തരംഗം, ഇൻഫ്രാ റെഡ് രശ്മി, ദൃശ്യപ്രകാശം, അൾട്രാവയലറ്റ് രശ്മി, എക്സ് രശ്മി, ഗാമാരശ്മി, എന്നീ രൂപത്തിൽ ചൂടുള്ള വസ്തുക്കൾക്ക് ഊർജനഷ്ടം ഉണ്ടാകും. ഈ വികിരണോർജത്തിന്റെ ഫലമായി പ്രപഞ്ചത്തിലെ വസ്തുക്കളുടെ താപനില ഒരുപോലെയായി മാറുന്നില്ല. മറ്റൊരു രീതിയിൽ പറഞ്ഞാൽ വികിരണോർജ്ജത്തിന്റെ ഫലമായി പ്രപഞ്ചം താപസന്തുലനാവസ്ത

യിൽ എത്തിച്ചേരുന്നില്ല. പ്ളാങ്കിന്റെ അഭിപ്രായത്തിൽ വികിരണോർജ്ജം ക്വാണ്ടകളായിട്ടാണ് ഉൽസർജ്ജിക്കുന്നത്. ഈ ക്വാണ്ടങ്ങൾക്ക് നിശ്ചിത മൂല്യമുണ്ട്. നമ്മൾ കടയിൽ നിന്നു വാങ്ങുന്ന സാധനങ്ങൾക്ക് അളവുകൾ ഉള്ളതുപോലെ. അതുപോലെ ഊർജ്ജ ക്വാണ്ടങ്ങൾക്കും അളവുണ്ട്. അൾട്രാ വയലറ്റ് രശ്മിയുടെയോ എക്സ് രശ്മിയുടെയോ ക്വാണ്ടങ്ങളുടെ ഊർജ്ജം ഇൻഫ്രാറെഡ് രശ്മിയുടെയോ ദൃശ്യപ്രകാശത്തിന്റെയോ ക്വാണ്ടങ്ങളുടെ ഊർജ്ജത്തെക്കാൾ കൂടുതലാണ്. ഇതിന്റെ അർത്ഥം സൂര്യനെപ്പോലെ ചൂടില്ലാത്ത വസ്തുക്കൾക്ക് അൾട്രാ വയലറ്റ് ക്വാണ്ടങ്ങളെയും എക്സ് രശ്മികളുടെ ക്വാണ്ടങ്ങളെയും ഉൽസർജിക്കാനുള്ള ഊർജം ഉണ്ടായിരിക്കില്ലെന്നാണ്. അതുകൊണ്ടാണ് ചൂടുള്ള ഒരു കപ്പു കാപ്പിയിൽ നിന്ന് നമുക്ക് സൂര്യാഘാതം ഏൽക്കാത്തത്.

മാക്സ് പ്ളാങ്ക് ക്വാണ്ടമെന്ന ആശയത്തെ ഒരു ഭൗതിക യാഥാർത്ഥ്യമായിട്ടല്ല ഗണിതപരമായിട്ടാണ് കണക്കാക്കിയത്. ഭൗതികജ്ഞന്മാർ ക്വാണ്ടങ്ങളുടെ മറ്റ് അളവുകളും കണ്ടെത്തി. ഉദാഹരണത്തിന് ക്വാണ്ടങ്ങൾക്ക് (കണം) സ്പിൻ എന്ന ഗുണമുണ്ട്. കണങ്ങളുടെ ക്വാണ്ടം സ്വഭാവം പരിശോധിച്ചപ്പോൾ അത് നിശ്ചിതത്വ നിയമങ്ങളുമായി പൊരുത്തപ്പെടുന്നില്ലെന്നു കണ്ടു. 1926-ൽ മറ്റൊരു ജർമ്മൻ ഭൗതികജ്ഞനായ വെർണർ ഹൈസൻബർഗ് ഒരു കണത്തിന്റെ സ്ഥാനവും വേഗതയും ഒരേ സമയം കൃത്യമായി അളക്കാൻ പറ്റില്ലെന്ന് പറഞ്ഞു. ഒരു കണം എവിടെയാണെന്ന് കാണുന്നതിന് അതിൽ പ്രകാശം പതിക്കണം. ഏറ്റവും കുറഞ്ഞത് ഒരു ക്വാണ്ടം പ്രകാശമെങ്കിലും പതിക്കണം. ഇതു പ്രവചിക്കാൻ കഴിയാത്തവിധം കണത്തിന്റെ വേഗതക്ക് മാറ്റം വരുത്തുന്നു. ഒരു കണത്തിന്റെ സ്ഥാനം കൃത്യമായി അളക്കുന്നതിന് നിങ്ങൾക്ക് വളരെ തരംഗദൈർഘ്യം കുറഞ്ഞ പ്രകാശ രശ്മികളായ അൾട്രാവയലറ്റ് രശ്മികളോ, എക്സ് രശ്മികളോ, ഗാമാ രശ്മികളോ ഉപയോഗിക്കേണ്ടി വരും. പ്ളാങ്കിന്റെ അഭിപ്രായത്തിൽ ഇത്തരം പ്രകാശ ക്വാണ്ടങ്ങളുടെ ഊർജം ദൃശ്യപ്രകാശത്തിന്റേതിനേക്കാൾ ഉയർന്നതാണ്. അവ കണത്തിന്റെ വേഗതയിൽ കൂടുതൽ മാറ്റമുണ്ടാക്കും. ഇത് ഒരു അസാധാരണപരിതസ്ഥിതിയാണ്. എത്രത്തോളം കൃത്യമായി കണത്തിന്റെ വേഗത അളക്കാൻ ശ്രമിക്കുന്നുവോ അത്രത്തോളം അകൃത്യമായി മാത്രമേ അതിന്റെ സ്ഥാനം അളക്കാൻ കഴിയൂ. ഇതാണ് ഹൈസൻബർഗിന്റെ അനിശ്ചിതത്വത്തത്വം. ഇത് ലാപ്ളെസിന്റെ ശാസ്ത്രീയ നിശ്ചിതത്വ വാദത്തിനു പ്രഹരമേല്പിച്ചു. കണത്തിന്റെ ഇപ്പോഴത്തെ സ്ഥാനവും വേഗതയും കൃത്യമായി അളക്കാൻ കഴിഞ്ഞില്ലെങ്കിൽ എങ്ങനെ അവയുടെ ഭാവിയിലുള്ള സ്ഥാനവും വേഗതയും അളക്കാൻ കഴിയും. നമ്മുടെ കംപ്യൂ

ട്ടർ എത്ര നല്ലതാണെങ്കിലും തെറ്റായ വിവരം അതിനു നൽകിയാൽ തിരിച്ച് തെറ്റായ പ്രവചനങ്ങളേ നമുക്കു ലഭിക്കൂ.

ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിന്റെ നിയമങ്ങൾ നിശ്ചിതത്വത്തിന്റെ നിയമങ്ങളല്ല. സംഭവ്യതയുടെ നിയമങ്ങളാണ്. ക്ളാസിക്കൽ ഭൗതികത്തിന്റെ കാര്യകാരണ ബന്ധം ഇവിടെ പ്രസക്തമല്ല. എന്താണ് സംഭവ്യത? സംഭവ്യത എന്നാൽ ഒരു നിർദ്ദിഷ്ട സംഭവം അഥവാ നിശ്ചിത സംഭവം ഉണ്ടാകാനുള്ള സാധ്യതയാണ്. സംഭവ്യത പ്രവചിക്കാൻ കഴിയും. സംഭവ്യത എന്നു പറഞ്ഞാൽ ഏതോ ചിലതു സംഭവിക്കാനിടയുണ്ട്. അല്ലെങ്കിൽ സംഭവിക്കാൻ ഇടയില്ലാ എന്നാണ്. ന്യൂട്ടന്റെ ഭൗതികത്തിന് സ്ഥൂല പ്രപഞ്ചത്തിൽ നടക്കുന്ന സംഭവത്തെ എത്ര കൃത്യമായി പ്രവചിക്കാൻ കഴിയുമോ അത്ര കൃത്യമായിട്ട് അണുവിനുള്ളിൽ നടക്കുന്ന ഒരു സംഭവ്യതയെ ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിനു പ്രവചിക്കാൻ കഴിയും. ഇപ്പോൾ ഒരു കാര്യം ഇങ്ങനെയാണ് സംഭവിക്കുന്നതെങ്കിൽ അടുത്തതായി സംഭവിക്കാൻ പോകുന്നത് ഇന്നതാണെന്ന് ന്യൂട്ടന്റെ ഭൗതികം പറയുമ്പോൾ ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം പറയുന്നു, ഇപ്പോൾ ഒരു സംഭവം ഇങ്ങനെയാണെങ്കിൽ പിന്നീട് സംഭവ്യമായേക്കാവുന്നത് ഇന്നതായിരിക്കുമെന്ന്. വളരെ പരിചിതമായ ഒരു ഉദാഹരണം കൊണ്ട് ഇതു വ്യക്തമാക്കാം. ഒരു പകിട എടുക്കുക. ഒന്നു മുതൽ ആറുവരെ സംഖ്യകൾ അടയാളപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള ആറു വശങ്ങളാണ് ഒരു പകിടയിൽ ഉള്ളത്. പകിട ഉരുട്ടുമ്പോൾ ഇതിൽ ഏതു സംഖ്യ കുറിച്ച വശവും മീതെ വരാൻ തുല്യമായ സാധ്യതയാണുള്ളത്. അതിനാൽ 5 എന്ന സംഖ്യ കുറിച്ച വശം മീതെ വരാനുള്ള സംഭവ്യത ആറിലൊന്നാണ്. എന്നാൽ ഒരു ഇരട്ടസംഖ്യ കുറിച്ച വശം മീതെ വരാനുള്ള സംഭവ്യത ആറിൽ മൂന്ന് അല്ലെങ്കിൽ രണ്ടിൽ ഒന്ന്. ആറു സംഖ്യകളിൽ 2,4,6 എന്നിവ ഇരട്ടസംഖ്യകളും 1,3,5 എന്നിവ ഒറ്റ സംഖ്യകളുമാണ്. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം ഒരൊറ്റ നിരീക്ഷണത്തിന്റെ ഫലം പ്രവചിക്കുകയല്ല. വ്യത്യസ്ത സാധ്യതാ ഫലങ്ങളെ കുറിച്ചും അവ ഓരോന്നിന്റേയും സംഭവ്യതയെക്കുറിച്ചും പ്രവചിക്കുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. അതായത് ഒരേ രീതിയിൽ തയ്യാറാക്കപ്പെട്ട ഒരു കൂട്ടം വ്യൂഹങ്ങളുടെ മേൽ ഒരേ തരം മാപനങ്ങൾ നടത്തുകയാണെങ്കിൽ ചില മാപനങ്ങളുടെ ഫലം എയും വേറെ ചില മാപനങ്ങളുടേത് ബിയും ആയിരിക്കും. മാപനഫലം ഏകദേശം ഇങ്ങനെയാണെന്ന് പ്രവചിക്കാൻ കഴിയുമെങ്കിലും ഒരൊറ്റ മാപനഫലത്തെ കൃത്യമായി പ്രവചിക്കാൻ കഴിയില്ല. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം യാദൃച്ഛികത അഥവാ ആകസ്മികത ശാസ്ത്രത്തിൽ കൊണ്ടുവന്നു.

പ്രകൃതിയുടെ ഈ അനിശ്ചിതത്വത്തിൽ മഹാനായ ഐൻസ്റ്റീൻ

ഥിന്നനായിരുന്നു. അദ്ദേഹത്തിന്റെ പ്രസിദ്ധമായ 'ദൈവം പകിടകളി ക്കില്ല' എന്ന വചനം അദ്ദേഹത്തിന്റെ വീക്ഷണത്തെ പ്രതിഫലിപ്പി ക്കുന്നതായിരുന്നു. അനിശ്ചിതത്വം താല്ക്കാലികമാണെന്ന് അദ്ദേഹം വിശ്വസിച്ചു. അനിശ്ചിതത്വത്തിന്റെ പിന്നൽ നിശ്ചിതത്വമെന്ന യാഥാർത്ഥ്യമുണ്ടെന്നദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. നിശ്ചിതത്വനിയമങ്ങൾക്ക് വിധേ യമായി കണങ്ങൾക്ക് കൃത്യമായ നിർവചനീയമായ സ്ഥാനവും വേഗ തയുമുണ്ടെന്ന് ഐൻസ്റ്റീൻ തന്റെ സിദ്ധാന്തങ്ങളിലൂടെ തെളിയിക്കാൻ പരിശ്രമിച്ചു. എന്നാൽ പ്രകാശത്തിന്റെ ക്വാണ്ടം സ്വഭാവം അനിശ്ചി തത്വം ഒരു നഗ്ന യാഥാർത്ഥ്യമാണെന്ന് തെളിയിച്ചു. അനിശ്ചിതത്വത്തെ മറികടക്കാൻ ഐൻസ്റ്റീൻ ആവിഷ്ക്കരിച്ച സിദ്ധാന്തമാണ് ഗുപ്തചര സിദ്ധാന്തം. അക്കാലത്തെ പല ശാസ്ത്ര ജ്ഞന്മാരും ഈ സങ്കല്പത്തെ അംഗീകരിച്ചു. എന്നാൽ ഗുപ്ത ചരസിദ്ധാന്തം ഭൗതിക യാഥാർത്ഥ്യങ്ങളുമായി പൊരുത്തപ്പെടുന്നതാ യിരുന്നില്ല. അനിശ്ചിതത്വം തെറ്റാണെന്ന് തെളിയിക്കുന്നതിന് ഐൻസ്റ്റീൻ ആവിഷ്ക്കരിച്ച സുപ്രസിദ്ധ മാനസ്സിക പരീക്ഷണമാണ് ഐൻസ്റ്റീൻ- പോഡോൾസ്കി - റോസൻ പരീക്ഷണം. സാങ്കേതിക വിദ്യയിലുണ്ടായ മുന്നേറ്റത്തെ തുടർന്ന് ബ്രിട്ടീഷ് ഭൗതികജ്ഞനായ ജോൺ ബെൽ 1960 -കളുടെ മദ്ധ്യത്തിൽ ഈ പരീക്ഷണം വിജയക രമായി നടത്തുകയുണ്ടായി. വിപരീതഫലമാണ് ജോൺ ബെല്ലിന് ലഭി ച്ചത്. പ്രകൃതി സാമാന്യ ബുദ്ധിക്കു നിരക്കാത്ത ക്വാണ്ടം രീതികൾ തന്നെയാണ് പിന്തുടരുന്നതെന്ന് ഈ പരീക്ഷണം സ്ഥിരീകരിച്ചു. അനി ശ്ചിതത്വം പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ സവിശേഷതയാണെന്ന് അംഗീകരിക്കപ്പെ ട്ടു. ദൈവത്തിന് പോലും ഒരേസമയത്തെ കണത്തിന്റെ സ്ഥാനവും വേഗതയും കൃത്യമായി അറിയാൻ കഴിയില്ലെന്നാണ് അനിശ്ചിതത്വ തത്ത്വം വ്യക്തമാക്കുന്നത്. അനിശ്ചിതത്വതത്ത്വം അദ്ദേഹത്തിനും ബാധകമാണ്.

ഐൻസ്റ്റീന്റെ സമകാലികരായിരുന്ന നീൽസ് ബോർ, ഹൈസൻബർഗ് പോൾ ഡിറാക് എന്നീ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ശാസ്ത്രീയ നിശ്ചിതത്വവാദം മാറ്റത്തിന് വിധേയമാക്കണമെന്ന് അഭി പ്രായപ്പെട്ടു. ഇവർ ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തെ വികസിപ്പിക്കുകയും അനി ശ്ചിതത്വതത്ത്വം ശരിയാണെന്ന് തെളിയിക്കുകയും ചെയ്തു. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം നിലവിൽ വന്നിട്ട് ഏകദേശം 76 വർഷം കഴിഞ്ഞെങ്കിലും അതിനെ പൂർണമായി ഉൾക്കൊള്ളാത്ത ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഇന്നുമു ണ്ട്. ഭൗതിക പ്രപഞ്ചത്തെയും യാഥാർത്ഥ്യത്തെയും കുറിച്ച് ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം അവതരിപ്പിച്ച ചിത്രം തികച്ചും നവീനമാണ്. ശാസ്ത്ര ത്തിന്റെ പഴയകാല പ്രപഞ്ചവീക്ഷണത്തെ ഇതു മാറ്റിമറിച്ചു. ക്വാണ്ടം

ബലതന്ത്രത്തിൽ ഒരു കണത്തിന് കൃത്യമായി നിർവ്വചിക്കാവുന്ന സ്ഥാനമോ വേഗമോ ഇല്ല. പക്ഷേ, അതിന്റെ അവസ്ഥയെ തരംഗഫലനം എന്നതുകൊണ്ട് വിശദീകരിക്കാവുന്നതാണ്. ഒരു കണത്തിന് വ്യത്യസ്ഥമായ സ്ഥാനവും വേഗവും ഉണ്ടായിരിക്കും എന്നതിന്റെ സംഭവ്യത നിർണ്ണയിക്കുന്നത് തരംഗഫലനമാണ്. മറ്റൊരു രീതിയിൽ പറഞ്ഞാൽ ഒരു തരംഗഫലനം എന്നത് സ്ഥലത്തെ ഓരോ ബിന്ദുവിനെയും കുറിക്കുന്ന സംഖ്യയാണ്. അത് ഒരു കണം ആ സ്ഥാനത്തു കാണപ്പെടുമെന്നതിന്റെ സംഭവ്യത നൽകുന്നതുമാണ്. തരംഗഫലനത്തിന്റെ വലിപ്പം കണം എവിടെ ഉണ്ടാകുമെന്നതിന്റെ സംഭവ്യത നൽകുന്നു. തരംഗഫലനം ഓരോ ബിന്ദുവിലും മാറുന്നതിന്റെ നിരക്കാണ് കണത്തിന്റെ വേഗത. വളരെ ചെറിയ ഒരു മേഖലയിൽ തരംഗഫലനം ഉച്ചസ്ഥായിയിലായിരിക്കുമ്പോൾ കണത്തിന്റെ സ്ഥാനത്തിലുള്ള അനിശ്ചിതത്വം ചെറുതായിരിക്കും. ഇത്തരം അവസ്ഥകളിൽ ഒരു ബിന്ദുവിനരികിൽ തരംഗഫലനം ദ്രുതഗതിയിൽ വ്യതിചലിക്കും. അപ്പോൾ വേഗതയിലുള്ള അനിശ്ചിതത്വം കൂടുതലായിരിക്കും. തരംഗഫലനത്തിന്റെ വേഗതയിലുള്ള അനിശ്ചിതത്വം ചെറുതായിരിക്കുമ്പോൾ സ്ഥാനത്തിലുള്ള അനിശ്ചിതത്വം വലുതായിരിക്കും.

തരംഗഫലനത്തിൽ കണത്തെ സംബന്ധിച്ച സ്ഥാനവും വേഗവും അടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. നിശ്ചിതകാലത്തെ തരംഗഫലനം നമുക്ക് അറിയാമെങ്കിൽ ഭാവിയിലെയും ഭൂതകാലത്തെയും തരംഗഫലനം ഷ്രോഡിഞ്ചർ സമവാക്യം ഉപയോഗിച്ച് നിർണ്ണയിക്കാം. അതുകൊണ്ട് ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തിൽ വേറൊരു തരത്തിലുള്ള നിശ്ചിതത്വവാദം ഇപ്പോഴുമുണ്ട്. പക്ഷേ, കുറഞ്ഞ അളവിലാണെന്ന് മാത്രം. സ്ഥാനങ്ങളും വേഗവും പ്രവചിക്കുന്നതിനു പകരം നമുക്ക് തരംഗഫലനം പ്രവചിക്കാവുന്നതാണ്. ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തിൽ ഒന്നുകിൽ സ്ഥാനമോ അല്ലെങ്കിൽ വേഗമോ കൃത്യമായി പ്രവചിക്കാൻ അതിനാൽ നമുക്ക് കഴിയും. എന്നാൽ രണ്ടും കൃത്യമായി പ്രവചിക്കാൻ കഴിയില്ല. ലാപ്ളെസിന്റെ നിശ്ചിതത്വതത്ത്വമല്ലിത്. ലാപ്ളെസിന്റെ വീക്ഷണത്തിലുള്ള നിശ്ചിതത്വത്തിന്റെ പകുതി മാത്രമാണിത്. കണത്തിന്റെ സ്ഥാനത്തിന്റെയും വേഗത്തിന്റെയും സംഭവ്യത മാത്രമേ പ്രവചിക്കാൻ കഴിയുകയുള്ളൂ. കണം ഇന്ന ഇന്ന സ്ഥാനത്ത് ഇന്നയിന്ന വേഗത്തിൽ കാണാനുള്ള സാധ്യതയുണ്ടെന്ന് പറയാൻ കഴിയും. കണങ്ങളുടെ സ്ഥാനത്തിന്റെയും വേഗതയുടേയും സംഭവ്യത മാത്രമേ പ്രവചിക്കാൻ കഴിയൂ എന്നതിന്റെ അർത്ഥം പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ ഭാവിയും വർത്തമാനവും ഭൂതവും പൂർണമായി ശാസ്ത്രനിയമങ്ങൾ കൊണ്ട് നിർണ്ണയിക്കാനാവില്ലെന്നതാണ്. ദൈവം പകിട കളിക്കുമെന്നു മാത്രമല്ല, ചിലപ്പോൾ പകിടയെറിഞ്ഞ് നമ്മെ ആശയക്കുഴപ്പത്തിലാക്കാറുമുണ്ട്.

സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങ്ങും തമോഗർത്തങ്ങളും

ലോകപ്രശസ്തജ്യോതിഭൗതികജ്ഞനായ സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങ് 2004 ജൂലൈ 21 ാം തീയതി മുപ്പതു വർഷം മുൻപ് അവതരിപ്പിച്ച തന്റെ തമോഗർത്തസിദ്ധാന്തങ്ങൾക്ക് പുതിയൊരു പാഠഭേദം അവതരിപ്പിക്കുകയുണ്ടായി. ഡബ്ലിനിൽ നടന്ന പൊതുആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തെയും ഗുരുത്വാകർഷണത്തെയും സംബന്ധിച്ച പതിനേഴാമത് അന്താരാഷ്ട്ര സമ്മേളനത്തിലാണ് ഹോക്കിങ് ഈ വെളിപ്പെടുത്തൽ നടത്തിയത്. തമോഗർത്തത്തിൽ (Black hole) കടക്കുന്ന ഊർജ്ജവും ദ്രവ്യവും പൂർണ്ണമായി നശിച്ചുപോകുമെന്നാണ് ഹോക്കിങിന്റെ പഴയ സിദ്ധാന്തം. എന്നാൽ പുതിയ സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് തമോഗർത്തത്തിൽ അകപ്പെട്ടുപോകുന്ന ഊർജ്ജവും ദ്രവ്യം രൂപഭേദങ്ങൾക്ക് വിധേയമായി തമോഗർത്തം പൊട്ടിത്തെറിക്കുമ്പോൾ പുറത്തേയ്ക്ക് ഉൽസർജിക്കപ്പെടുന്നു. തമോഗർത്തം വിഴുങ്ങിയതെല്ലാം യുഗങ്ങളോളം അതിൽ തങ്ങിനിൽക്കുമെന്നും തമോഗർത്തസ്ഫോടനത്തോടെ അതിൽ അകപ്പെട്ടുപോയ മുഴുവൻ ഊർജ്ജവും നമ്മുടെ പ്രപഞ്ചചക്രവാളത്തിൽ തന്നെ ഉൽസർജിക്കപ്പെടുമെന്നുമാണ് ഹോക്കിങ് ഇപ്പോൾ പറയുന്നത്. തമോഗർത്തങ്ങളും ശിശുപ്രപഞ്ചങ്ങളും (Black hole and Baby Universe) എന്ന ഹോക്കിങിന്റെ പ്രബന്ധത്തിൽ തമോഗർത്തങ്ങളിൽ നിന്നും ശിശുപ്രപഞ്ചങ്ങൾ ഉണ്ടാകുമെന്നും തമോഗർത്തങ്ങളിൽ അപ്രത്യക്ഷമായ ദ്രവ്യവും ഊർജ്ജവും പുതിയതായി ജനിക്കുന്ന ശിശു പ്രപഞ്ചങ്ങളിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുമെന്നും ഹോക്കിങ് പ്രവചിക്കുകയുണ്ടായി. പുതിയ സിദ്ധാന്തത്തിൽ തമോഗർത്തങ്ങളിൽ നിന്നും ശിശുപ്രപഞ്ചങ്ങൾ ഉണ്ടാവില്ലെന്നാണ് ഹോക്കിങ് പറയുന്ന

ത്. തമോഗർത്തങ്ങളിൽപ്പെടുന്ന ഊർജ്ജവും ദ്രവ്യവും നശിച്ചുപോകുമെന്നുള്ള ഹോക്കിങിന്റെ മുൻ തമോഗർത്തസിദ്ധാന്തത്തെ അക്കാലത്തു തന്നെ പല ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും ചോദ്യം ചെയ്തിരുന്നു. ഹോക്കിങിന്റെ സിദ്ധാന്തത്തെ വെല്ലുവിളിച്ച കാലിഫോർണിയ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് ടെക്നോളജിയിലെ ജ്യോതി ഭൗതികജ്ഞ്നായ പ്രസ്കിലുമായി (Press kill) 29 വർഷം മുമ്പ് ഹോക്കിങ് ഒരു പന്തയം വെച്ചിരുന്നു. തമോഗർത്തത്തിൽപ്പെട്ടു പോകുന്ന ദ്രവ്യവും ഊർജ്ജവും നശിക്കില്ലെന്ന് തെളിയിക്കാമോ എന്നായിരുന്നു പന്തയം. പുതിയ സിദ്ധാന്തം അവതരിപ്പിച്ചുകൊണ്ട് ഹോക്കിങ് തന്റെ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ പിഴവ് അംഗീകരിക്കുകയും പ്രസ്കിലിന് ഒരു ക്രിക്കറ്റ് എൻസൈക്ലോപീടിയ പന്തയമായി നൽകുകയും ചെയ്തു.

സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങ് ആധുനിക പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തിനു നൽകിയ രണ്ട് മഹത്തായ സംഭാവനകളാണ് വൈചിത്ര്യസിദ്ധാന്തവും (Singularity Theory) യും തമോഗർത്തസിദ്ധാന്തവും. 1969 ൽ സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങും പ്രശസ്ത ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനായ റോജർ പെൻറോസും ചേർന്ന് പൊതുആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ആവിഷ്കരിച്ചതാണ് വൈചിത്ര്യസിദ്ധാന്തം. 1500 കോടി വർഷം മുമ്പ് പ്രപഞ്ചം വൈചിത്ര്യത്തിൽ നിന്നും ജന്മം കൊണ്ടു എന്ന നിഗമനത്തിൽ അവർ എത്തിച്ചേർന്നു. കാലം മഹാവിസ്ഫോടനത്തിൽ (Big Bang) തുടങ്ങി മഹാവിഭേദനത്തിൽ (Big Crunch) അവസാനിക്കുമെന്ന് അവർ സമർത്ഥിച്ചു. പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തപ്രകാരം വൈചിത്ര്യമെന്നാൽ അനന്തവക്രതയുള്ള സ്ഥലകാലത്തിലെ ഒരു ബിന്ദുവാണ്. ഈ ബിന്ദുവിന്റെ സാന്ദ്രത അനന്തമാണ്. കാലം തുടങ്ങുന്നതു വൈചിത്ര്യത്തിൽ നിന്നാണെങ്കിൽ പ്രപഞ്ചത്തിന് ഒരു തുടക്കവും ഒടുക്കവുമുണ്ട്. വൈചിത്ര്യസിദ്ധാന്തം മഹാവിസ്ഫോടനസിദ്ധാന്തത്തെ ശരി വെച്ചു. വൈചിത്ര്യസിദ്ധാന്തവും തമോഗർത്തസിദ്ധാന്തങ്ങളും തമ്മിലും ബന്ധമുണ്ട്. തമോഗർത്തസിദ്ധാന്തം പ്രപഞ്ചോല്പത്തിയുടെയും പ്രപഞ്ചാന്ത്യത്തിന്റെയും രഹസ്യം ഭേദിക്കുന്നതിന് സഹായിക്കുന്നു.

തമോഗർത്തങ്ങളുടെ മാസ്റ്റർ എന്നാണ് ശാസ്ത്രലോകം സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങിനെ വിശേഷിപ്പിക്കുന്നത്. പൊതുആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തെയും ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തെയും സംയോജിപ്പിച്ച് ആവിഷ്കരിച്ച ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ (Quantum Gravity) വെളിച്ചത്തിൽ രൂപകല്പന ചെയ്യപ്പെട്ടതാണ് ഹോക്കിങിന്റെ തമോഗർത്തസിദ്ധാന്തങ്ങൾ. തമോഗർത്തസിദ്ധാന്തങ്ങൾ അദ്ദേഹത്തെ പ്രശസ്തിയുടെ

കൊടുമുടിയിലേക്ക് ഉയർത്തി. 1978 ൽ ഹോക്കിങ്ങിന് തമോഗർത്തസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ പേരിൽ സൈദ്ധാന്തികഭൗതികത്തിനുള്ള ലോകോത്തരബഹുമതിയായ ആൽബർട്ട് ഐൻസ്റ്റീൻ പുരസ്കാരം ലഭിച്ചു.

എന്താണ് തമോഗർത്തം? തമോഗർത്തം എന്ന ശാസ്ത്രപദം ആദ്യമായി അവതരിപ്പിച്ചത് 1967 ൽ അമേരിക്കൻ ഭൗതികജ്ഞനായ ജോൺ വീലറായിരുന്നു. പ്രപഞ്ചവിസ്മയങ്ങളിൽ ഒന്നാണ് തമോഗർത്തം. സ്ഥലകാലങ്ങളിൽ രൂപം കൊള്ളുന്ന ഊഹിക്കാനാവാത്ത സാന്ദ്രതയുള്ള ഒരു അത്ഭുതവസ്തുവാണത്. സാധാരണ സ്ഥലകാലങ്ങളിൽ നിന്ന് വേർപിരിഞ്ഞ ചില നക്ഷത്രങ്ങൾ അവസാനം എത്തിച്ചേരുന്ന ഒരവസ്ഥയാണിത്. അവയുടെ ഗുരുത്വാകർഷണം അതിശക്തമാണ്. തമോഗർത്തത്തിന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണത്തിൽപ്പെടുന്ന ഒരു വസ്തുവിനും രക്ഷപ്പെടാനാവില്ല. ഒരു സെക്കൻഡിൽ മൂന്നു ലക്ഷം കിലോമീറ്റർ വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന പ്രകാശത്തിനു പോലും.

നക്ഷത്രപരിണാമവുമായി ബന്ധപ്പെട്ടതാണ് തമോഗർത്തങ്ങൾ. ഉയർന്ന അളവിലുള്ള വാതകപടലങ്ങൾ (കൂടുതലും ഹൈഡ്രജൻ) സ്വന്തം ഗുരുത്വാകർഷണബലത്താൽ കൂടിച്ചേരാൻ തുടങ്ങുമ്പോൾ നക്ഷത്രജനനം ആരംഭിക്കുന്നു. വാതകപടലങ്ങൾ ചുരുങ്ങാൻ തുടങ്ങുമ്പോൾ ഇതിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന അണുക്കൾ അന്യോന്യം ഇടയ്ക്കിടെ കൂടുതൽ വേഗത്തിൽ കൂട്ടിമുട്ടുന്നതിന്റെ ഫലമായി വാതകപടലത്തിന് ചൂടുപിടിക്കുന്നു. ചൂടുപിടിച്ച വാതകത്തിന്റെ താപനില വളരെയധികം ഉയരുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ അണുക്കൾ അന്യോന്യം തട്ടി സംയോജിച്ച് ഹീലിയമായി മാറുന്നു. ഈ പ്രക്രിയ ഹൈഡ്രജൻ ബോംബ് പൊട്ടിത്തെറിക്കുന്നതുപോലെയാണ്. ഇതാണ് നക്ഷത്രത്തിളക്കത്തിന് നിദാനം. ഇങ്ങനെയുണ്ടാകുന്ന താപം ഗുരുത്വാകർഷണബലത്തെ തുലനം ചെയ്യുന്നതുവരെ മർദ്ദത്തെ ഉയർത്തുകയും വാതകത്തിന്റെ ചുരുങ്ങൽ അവസാനിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ആണവപ്രവർത്തനത്തിൽ നിന്നു കിട്ടുന്ന താപവും ഗുരുത്വാകർഷണവും അന്യോന്യം തുലന ചെയ്തുകൊണ്ടുള്ള അവസ്ഥയിൽ നക്ഷത്രങ്ങൾ വളരെക്കാലം നിലനിൽക്കും. ഒടുവിൽ നക്ഷത്രത്തിലെ ഹൈഡ്രജനും ആണവഇന്ധനവും കത്തിത്തീരുന്നു. കൂടുതൽ ഇന്ധനത്തോടെ കത്തിതുടങ്ങുന്ന ഒരു നക്ഷത്രം വേഗത്തിൽ കത്തിതീരുന്നുവെന്നത് ഒരു വിരോധാഭാസമായി തോന്നാം. ഇതിന്റെ കാരണം നക്ഷത്രത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാനം കൂടുന്നതനുസരിച്ച് ഇതിനെ തുലനം ചെയ്തുകൊണ്ട് കൂടുതൽ ഇന്ധനം ചെലവഴിക്കേണ്ടിവരുന്നു എന്നതാണ്. വളരെ കൂടുതൽ ദ്രവ്യമാനം ഉള്ള നക്ഷത്രങ്ങളിൽ താപം

കൊണ്ട് ഉണ്ടാകുന്ന മർദ്ദവും ഗുരുത്വാകർഷണബാലവും തമ്മിൽ നട ക്കുന്ന വടംവലിയിൽ ഗുരുത്വം വേഗത്തിൽ ജയിക്കുന്നു. നമ്മുടെ സൂര്യൻ ജനിച്ചിട്ട് 500 കോടി വർഷം കഴിഞ്ഞു. ഇനി 500 വർഷം കൂടി കത്തനാവശ്യമായ ഇന്ധനം കൈയിലുണ്ട്. ദ്രവ്യമാനം കൂടു തലുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾക്ക് ആയുസ് കുറവാണ്.

നക്ഷത്രങ്ങൾക്കും ജനനവും മരണവുമുണ്ട്. 1928 ൽ ലോകപ്ര ശസ്ത ഇന്ത്യൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്ന സുബ്രഹ്മണ്യൻ ചന്ദ്രശേ ഖറാണ് നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ജനിമൃതി രഹസ്യം കണ്ടുപിടിച്ചത്. 1983 ൽ ചന്ദ്രശേഖറിന് ഈ കണ്ടുപിടിത്തത്തിന്റെ പേരിൽ നോബൽ സമ്മാനം ലഭിച്ചു. എല്ലാ വസ്തുക്കളെയും പോലെ നക്ഷത്രങ്ങളും ജനിമൃതി ചക്രത്തിലൂടെ കടന്നുപോകുന്നതായി അദ്ദേഹം തെളിയി ച്ചു. ചന്ദ്രശേഖറിന്റെ സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് നമ്മുടെ സൂര്യൻ കത്തി യെരിഞ്ഞ് അവസാനം വെള്ളക്കുള്ളനായി (White Dwarf) തീരും. സൂര്യന്റെ ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ 1.44 മടങ്ങിൽ കൂടുതലുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾ വെള്ളക്കുള്ളൻമാരായി മാറില്ല. ഈ ദ്രവ്യമാനത്തിന് ചന്ദ്രശേഖർ സീമ (Chandrasekhar limit) എന്ന് പറയുന്നു. ചന്ദ്രശേഖർ സീമയിൽ താഴെ യുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾ പരിണമിച്ച് വെള്ളക്കുള്ളൻമാരായി തീരും. വെള ളക്കുള്ളന്മാരുടെ സാന്ദ്രത ക്യൂബിക് സെന്റിമീറ്ററിന് 20 മുതൽ 40 കിലോഗ്രാം വരും. വ്യാസം 1000 കി.മി മുതൽ 2000 കി.മി. ആകാശ ത്തിലെ ഏറ്റവും തിളക്കമുള്ള നക്ഷത്രമായ സിറിയസിനെ ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന നക്ഷത്രം വെള്ളക്കുള്ളൻ വിഭാഗത്തിൽ പെടുന്നു. നക്ഷ ത്രത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാനം ചന്ദ്രശേഖർ സീമയിൽ കൂടുതലാണെങ്കിൽ ഗുരുത്വാകർഷണത്തിന്റെ ഫലമായി നക്ഷത്രം തകർന്ന് അതൊരു ന്യൂട്രോൺ നക്ഷത്രമായി മാറുന്നു. ഇവയുടെ വ്യാസം 20 കിലോമീ റ്ററോളം വരും. സാന്ദ്രത ക്യൂബിക് സെന്റീമീറ്ററിന് 600 ടണ്ണും. 1967 ൽ ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ന്യൂട്രോൺ നക്ഷത്രങ്ങളെ കണ്ടെ ത്തുകയുണ്ടായി. നക്ഷത്രദ്രവ്യമാനം സൂര്യനെക്കാൾ 3.6 ഇരട്ടിയു ണ്ടെങ്കിൽ ഗുരുത്വാകർഷണതകർച്ചയ്ക്ക് വിധേയമായി അത് ഒരു തമോഗർത്തമായി മാറും.

നക്ഷത്രങ്ങളുടെ മരണത്തിന്റെ ഫലമായി ഉണ്ടാകുന്ന ഒരു സ്വാഭാ വികപരിണാമമാണ് തമോഗർത്തങ്ങൾ. തമോഗർത്തമായി തീരുന്ന നക്ഷത്രത്തിന്റെ ഉപരിതലത്തിൽ നിന്നും ഉൽസർജിക്കുന്ന പ്രകാശര ശ്മികൾ നക്ഷത്രത്തിന്റെ ഗുരുത്വം മൂലം വളരെ ദൂരം എത്തുന്നതിന് മുമ്പ് പുറകോട്ട് വലിക്കപ്പെടുന്നു. തമോഗർത്തത്തിൽ നിന്നും പ്രകാ ശരശ്മികൾ നമ്മിൽ എത്താത്തത് കൊണ്ട് നമ്മുക്ക് അവയെ

കാണാൻ പറ്റില്ല. എന്നാൽ അവയുടെ ഗുരുത്വാകർഷണത്തെ നമ്മുക്ക് അറിയാൻ സാധിക്കും. ഹോക്കിങിന്റെ ഭാഷയിൽ പറഞ്ഞാൽ "കൽക്കരി നിലവറയിൽ കറുത്ത പൂച്ചയെ തേടുന്നതിന് സമാനമാണ് തമോഗർത്തങ്ങളെ കണ്ടെത്താൻ ശ്രമിക്കുന്നത്." ഗ്യാലക്സി കേന്ദ്ര ങ്ങളിൽ വളരെ വലിയ തമോഗർത്തങ്ങൾ ഉണ്ടെന്നാണ് ജ്യോതി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പറയുന്നത്. ഇതിന് പുറമെ ദശലക്ഷക്കണക്കിന് തമോഗർത്തങ്ങൾ ഗ്യാലക്സിയിലുണ്ട്.

ഭൂമിയിൽ നിന്ന് ആറായിരം പ്രകാശവർഷം അകലെയുള്ള സിഗ്നസ് x - 1 (cygnus x-1) എന്ന നക്ഷത്രഗണത്തിൽപ്പെട്ട ഒരു നക്ഷത്രത്തിൽ നിന്ന് പുറത്തേക്ക് വരുന്ന വാതകങ്ങൾ സമീപത്തുള്ള ഏതോ വസ്തു വിനാൽ ആകർഷിക്കപ്പെടുന്നതായി ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കണ്ടി രുന്നു. 1973 ൽ സിഗ്നസ് x - 1 എന്ന ഇരട്ട നക്ഷത്രത്തിലൊന്ന് തമോ ഗർത്തമാണെന്ന നിഗമനത്തിലെത്തി. ഇത് അന്യോന്യം ചുറ്റികറങ്ങി ക്കൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. 1983 ൽ നമ്മുടെ ക്ഷീരപഥഗാല്കസിയുടെ ഉപഗാല്കസിയായ മെഗല്ലനിക് മേഘങ്ങളിൽ അമേരിക്കൻ - കനേഡിയൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ഒരു സംഘം ഒരു തമോ ഗർത്തത്തെ കണ്ടെത്തി. ചിലിയിലെ സെറോടൊളാലോ (cerrotolalo) ഇന്റർ അമേരിക്കൻ നിരീക്ഷണാലയത്തിലെ 158 ഇഞ്ച് ദൂരദൂർശിനി ഉപയോഗിച്ച് ഇതിന്റെ ദൂരം ഭൂമിയിൽ നിന്നും 1,80,000 പ്രകാശവർഷ മാണെന്ന് തിട്ടപ്പെടുത്തി. തമോഗർത്തവും നക്ഷത്രവും തമ്മിലുള്ള ദൂരം 176 ലക്ഷം കിലോമീറ്ററാണെന്നു കണക്കുകൂട്ടി.

തമോഗർത്തസിദ്ധാന്തങ്ങളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന മാറ്റങ്ങൾക്ക് പ്രപഞ്ച ശാസ്ത്രത്തിൽ (cosmology) വലിയ പ്രാധാന്യമാണുള്ളത്. സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങിന്റെ പുതിയ പ്രവചനത്തെ വളരെ ഗൗരവമായിട്ടാണ് ശാസ്ത്രലോകം കാണുന്നത്. 1974 ൽ ഹോക്കിങ് പ്രസിദ്ധീകരിച്ച തമോ ഗർത്തങ്ങളുടെ സ്ഫോടനം (Black hole Explosion) എന്ന പ്രബന്ധത്തി ലാണ് തമോഗർത്തസിദ്ധാന്തങ്ങൾ അവതരിപ്പിച്ചത്. ഹോക്കിങിന്റെ മുപ്പതുവർഷത്തിനു മുമ്പുള്ള പ്രവചനം അനുസരിച്ച് തമോഗർത്ത ങ്ങൾ അവസാനം വൈചിത്ര്യത്തിലെത്തും. വൈചിത്ര്യം പൊട്ടിതെ റിച്ച് പുതിയ ശിശുപ്രപഞ്ചങ്ങൾ ഉണ്ടാകുമെന്നാണ് അദ്ദേഹം വിശ്വ സിച്ചിരുന്നത്. എന്നാൽ പുതിയ പാഠഭേദം തമോഗർത്തങ്ങളുടെ വൈചിത്ര്യത്തിൽ നിന്നും ശിശുപ്രപഞ്ചങ്ങൾ ഉണ്ടാവില്ലെന്നാണ്. അതുപോലെ തമോഗർത്തങ്ങൾ ഊർജ്ജസംരക്ഷണനിയമം ലംഘി ക്കില്ലെന്നും ഹോക്കിങ് പ്രഖ്യാപിക്കുന്നു.

ലോകം കണ്ടിട്ടുള്ള ഒരസാധാരണ ഭൗതികശാസ്ത്രപ്രതിഭയാണ്

ഹോക്കിങ്. മാരകമായ മോട്ടോർ ന്യൂറോൺ രോഗം അദ്ദേഹത്തിന്റെ ശരീരത്തെ തളർത്തിയെങ്കിലും മനസ്സിനെ തളർത്തിയിട്ടില്ല. ഒരു വീൽ ചെയറിൽ സഞ്ചരിച്ച് അതിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള കമ്പ്യൂട്ടറിന്റെ സഹായ ത്താലാണ് ഹോക്കിങ് സൈദ്ധാന്തികഭൗതികത്തിലെ ഗവേഷണങ്ങ ളിൽ ഏർപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്. സൈദ്ധാന്തികഭൗതികത്തിന് ഹോക്കിങ് നൽകികൊണ്ടിരിക്കുന്ന മഹത്തായ സംഭാവനകൾ ശാസ്ത്രലോകത്ത് വിസ്മയങ്ങൾ സൃഷ്ടിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഹോക്കിങിന്റെ മനസ്സ നക്ഷത്രങ്ങളിൽ നിന്നും നക്ഷത്രങ്ങളിലേക്കും ഗ്യാലക്സികളിൽ നിന്ന് ഗ്യാല്കസികളിലേക്കും ദ്രവ്യത്തിന്റെ അത്യഗാധതകളിലേക്കും സഞ്ച രിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഈ പ്രപഞ്ചം ഉണ്ടായതെങ്ങനെയാണ്? ഇതിന്റെ തുടക്കം കുറിച്ചതെന്താണ്? സമയം എല്ലായ്പ്പോഴും മുന്നോ ട്ടാണോ ഒഴുകികൊണ്ടിരിക്കുന്നത്? ഈ പ്രപഞ്ചത്തിന് അറ്റമുണ്ടോ? പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ അന്ത്യമെന്തായിരിക്കും? വിസ്മയകരങ്ങളായ ഇത്തരം പ്രപഞ്ചരഹസ്യങ്ങളിലൂടെ പര്യവേഷണം നടത്തുകയാണ് 62 വയസ്സുകാരനായ സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങ്.

പ്രകൃതിബലങ്ങളുടെ രഹസ്യം തേടി

ഭൗതികത്തിനുള്ള 2004 ലെ നോബൽ സമ്മാനം കാലിഫോർണിയ യൂണിവേഴ്സിറ്റിയിലെ ഡേവിഡ്.ജെ.ഗ്രോസ്സും, കാലിഫോർണിയ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് ടെക്നോളജിയിലെ എച്. ഡേവിഡ് പോളിട്സറും, മസാചുസ്റ്റേറ്റ് ഇൻസ്റ്റിട്യൂട്ട് ഓഫ് ടെക്നോളജിയിലെ ഫ്രാങ്ക് വിൽസെക്കും പങ്കിട്ടു. ശക്തന്യൂക്ളിയർ ബലത്തിന്റെയും ക്വാർക്കുകളുടെയും നിഗൂഢരഹസ്യങ്ങളുടെ ചുരുൾ അഴിച്ചതിനാണ് ഇവർക്ക് നോബൽ സമ്മാനം ലഭിച്ചത്. ക്വാർക്കുകൾ അന്യോന്യക്രിയകൾ നടത്തുന്നതെങ്ങനെയാണെന്ന് ഇവർ വ്യക്തമാക്കി.റോയൽ സ്വീഡിഷ് അക്കാഡമി ഓഫ് സയൻസിന്റെ അഭിപ്രായത്തിൽ ശക്തന്യൂക്ലിയർ ബലത്തെ കുറിച്ചുള്ള ഇവരുടെ കണ്ടുപിടിത്തം പ്രകൃതിബലങ്ങളെ ഏകീകരിക്കുന്നതിന് സഹായിക്കുമെന്നാണ്. ഒരു നാണയത്തിന്റെ കറക്കം മുതൽ പ്രപഞ്ചഘടനവരെ പുതിയ സിദ്ധാന്തത്തിന് വിശദീകരിക്കുവാൻ കഴിയുമെന്നാണ് പ്രതീക്ഷിക്കുന്നത്. നാളിതുവരെ പരീക്ഷമശാലകളിൽ സ്വതന്ത്രക്വാർക്കുകളെ കണ്ടെത്തിയിട്ടില്ല. പുതിയ സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് ഉന്നതോർജ്ജത്തിൽ ക്വാർക്കുകൾ വളരെ അടുത്തിരിക്കുമ്പോൾ അവ സ്വതന്ത്ര കണങ്ങളെ പോലെ പെരുമാറുന്നു. രണ്ട് ക്വാർക്കുകൾ തമ്മിൽ അടുത്തുവരുമ്പോൾ അവ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണബലം കുറയുന്നു. അവ അകലും തോറും ആകർഷണബലം കൂടുന്നു. സാധാരണനിലയിൽ മൗലികകണങ്ങൾ അടുക്കും തോറും അവയ്ക്കിടയിലുള്ള ബലം കൂടുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. എന്നാൽ ക്വാർക്കുകളെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം അടുത്തിരിക്കുമ്പോൾ ആകർഷണബലം കുറവാണ്. ഇതിന്റെ ഫലമായി ക്വാർക്കുകൾ കൂടു

തൽ സ്വതന്ത്രമായിരിക്കും. ക്വാർക്കുകളുടെ ഈ അവസ്ഥയെ അസിംറ്റോട്ടിക് ഫ്രീഡം (asymptotic freedom) എന്നാണ് ഇവർ വിശേഷിപ്പിച്ചത്. ഇതാണ് പുതിയ കണ്ടുപിടിത്തത്തിന്റെ സത്ത. ഇത് ക്വാണ്ടം ക്രോമോ ഡൈനാമിക്സ് എന്ന ഭൗതികശാസ്ത്രശാഖയെ ശക്തിപ്പെടുത്തുമെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കരുതുന്നു.

പ്രകൃതിയുടെ ആത്യന്തികനിർമ്മാണഘടകങ്ങളെ കുറിച്ചുള്ള നമ്മുടെ അറിവ് വികസിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. 1969 ൽ പ്രോട്ടോണുകളും ന്യൂട്രോണുകളും ക്വാർക്കുകളാൽ നിർമ്മിതമാണെന്ന് അമേരിക്കൻ ഭൗതികജ്ഞനായ മുറെജൽമാൻ കണ്ടുപിടിച്ചു. ജെയിംസ് ജോയിസ് എന്ന സുപ്രസിദ്ധ ആംഗല സാഹിത്യകാരന്റെ Three Quarks for mustermark എന്ന പ്രയോഗത്തിൽ നിന്നാണ് ക്വാർക്ക് എന്ന പേരിന്റെ ഉൽഭവം. ക്വാർക്കുകൾ ദൃശ്യപ്രകാശത്തിന്റെ തരംഗദൈർഘ്യത്തെക്കാൾ വളരെ ചെറുതാണ്. ഈ കണ്ടുപിടിത്തത്തിന് മുറെ ജെൽമാന് 1969 ലെ നോബൽ സമ്മാനം ലഭിച്ചു. കണികാഭൗതികജ്ഞൻമാർ ക്വാർക്കുകൾക്ക് വർണ്ണങ്ങൾ നൽകിയിട്ടുണ്ട്. അതുകൊണ്ട് ശക്തന്യൂക്ലിയർ ബലത്തെ വർണ്ണബലം (colour force) എന്നും വിശേഷിപ്പിക്കുന്നു. ക്വാർക്കുകൾ ആറു തരത്തിലുണ്ട്. തീരെ ഭാരം കുറഞ്ഞ അപ്പ് (up) ഡൗൺ (down) ക്വാർക്കുകൾ, അവയെക്കാൾ ഭാരം കൂടിയ ചാംഡ് (charmed) സ്ട്രേഞ്ച് (strange), ഏറ്റവും ഭാരം കൂടിയ ബോട്ടം (bottom) ടോപ്പ് (top). ഒരു പ്രോട്ടോൺ രണ്ട് അപ്പ് ക്വാർക്കുകളും ഒരു ഡൗൺ ക്വാർക്കും അടങ്ങിയതാണ്. ഒരു ന്യൂട്രോൺ രണ്ട് ഡൗൺ ക്വാർക്കും ഒരു അപ്പ് ക്വാർക്കും അടങ്ങിയതും.

പ്രകൃതിയിലെ നാലു ബലങ്ങൾ ഗുരുത്വാകർഷണബലം, വൈദ്യുതകാന്തികബലം (Electromagnetic force), ദുർബലന്യൂക്ലിയർ ബലം (weak nuclear force), ശക്ത ന്യൂക്ലിയർ ബലം (strong nuclear force) എന്നിവയാണ്. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിന്റെ ഭാഷയിൽ പ്രകൃതിയിൽ നടക്കുന്ന നാല് അന്യോന്യക്രിയകളാണിവ. ഈ കടലാസിലെ ഓരോ അണുവിലും വൈദ്യുതകാന്തികബലവും, ന്യൂക്ലിയർ ബലവും, ഗുരുത്വാകർഷണബലവും ഒരെ സമയത്തുണ്ട്. അങ്ങനെ അല്ലായിരുന്നെങ്കിൽ ഈ കടലാസ് ഉണ്ടാകുമായിരുന്നില്ല.

ഗുരുത്വാകർഷണം സർവവ്യാപകമാണ്. എല്ലാ വസ്തുക്കളിലും അതിന്റെ ദ്രവ്യമാനത്തിനും ഊർജ്ജത്തിനുമനുസരിച്ച് ഈ ബലം അനുഭവപ്പെടുന്നു. പ്രകൃതിയിലെ നാലു ബലങ്ങളിൽ വച്ച് ഏറ്റവും ദുർബലം ഇതാണ്. അതിനാൽ ഇതിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യം ശ്രദ്ധിക്കപ്പെടുന്നില്ല. എല്ലായ്പ്പോഴും ഗുരുത്വം ആകർഷണബലമാണ്. ഭൂമിയിലെ

ഓരോ കണങ്ങൾക്കിടയിലെ ആകർഷണബലം കൂടിച്ചേർന്ന് ഭൂമിയുടെ ഗുരുത്വാകർഷണബലമായി മാറുന്നു. ഇതുപോലെ സൂര്യനിലെ ഓരോ കണങ്ങൾക്കിടയിലെയും ആകർഷണബലം ഒരുമിച്ചുകൂടി ചേർന്ന താണ് സൂര്യന്റെ ഗുരുത്വം. ഗുരുത്വാകർകഷണബലത്തിന് പരിധിയി ല്ല. അത് അനന്തമാണ്. അതുകൊണ്ടാണ് നമ്മുടെ ക്ഷീരപഥഗ്യാല ക്സിയിൽ വിർഗോ ഗ്യാലക്സി കൂട്ടങ്ങളുടെ ആകർഷണം അനുഭവ പ്പെടുന്നത്. മറ്റ് മൂന്നു ബലങ്ങൾക്ക് ചിലപ്പോൾ ആകർഷണമോ മറ്റ് ചിലപ്പോൾ വികർഷണമോ ഉള്ളവയാണ്. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രപ്രകാരം രണ്ട് കണങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണബലം ഗ്രാവിറ്റോൺ (Graviton) കൈമാറ്റം മൂലമാണ് ഉണ്ടാകുന്നത്. ഭൂമിയിക്കും സൂര്യനും ഇടയിലുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണബലം അവയിലെ കണങ്ങൾ തമ്മിലു ള്ള ഗ്രാമിറ്റോണുകളുടെ കൈമാറ്റത്തിന്റെ ഫലമാണ്. ഈ കൈമാറ്റ മാണ് ഭൂമിയെ സൂര്യന് ചുറ്റും കറക്കുന്നത്.

രണ്ടാമത്തെ ബലം വൈദ്യുതകാന്തികബലമാണ്. വൈദ്യുത ചാർജ്ജുള്ള ഇലക്ട്രോൺ ക്വാർക്ക് തുടങ്ങിയ കണങ്ങൾക്കിടയിലു ള്ള ബലമാണിത്. ഗുരുത്വാകർഷണബലത്തെക്കാൾ ഇത് ശക്തമാ ണ്. രണ്ട് ഇലക്ട്രോണുകൾ തമ്മിലുള്ള വൈദ്യുതകാന്തികബലം ഗുരുത്വാകർഷണബലത്തിന്റെ 10^{39} (ഒന്നിനോടു 39 പൂജ്യങ്ങൾ ചേർന്ന സംഖ്യ) മടങ്ങാണ്. ഗുരുത്വാകർഷണബലം സൂര്യനു ചുറ്റും ഭൂമിയെ പ്രദക്ഷിണം ചെയ്യിക്കുന്നതുപോലെ ന്യൂക്ളിയസും ഇലക്ട്രോണും തമ്മിലുള്ള വൈദ്യുതകാന്തികബലം ഇലക്രോണുകളെ ന്യൂക്ലിയ സിനും ചുറ്റും കറങ്ങാൻ പ്രേരിപ്പിക്കുന്നു. ഫോട്ടോൺ എന്നു വിളി ക്കുന്ന കണങ്ങളുടെ കൈമാറ്റം മൂലമാണ്വൈദ്യുത കാന്തികബലം ഉണ്ടാകുന്നത്. പ്രകാശം, എക്സറേ, ഗാമാരശ്മികൾ, റേഡിയോതരം ഗങ്ങൾ എന്നിവ വൈദ്യുതകാന്തിക ബലത്തിന്റെ ഫലമായിട്ടുള്ളതാ ണ്. വൈദ്യുതകാന്തികതയാണ് മൂലകങ്ങളെ തന്മാത്രകളായി അടു ക്കികെട്ടുന്നത്. അതുമൂലമാണ് ദ്രവ്യത്തിന് ഘടനയുണ്ടാകുന്നത്. വൈദ്യുതകാന്തികബലത്തിനും പരിധിയില്ല. അതുകൊണ്ടാണ് ശത കോടി കണക്കിന് പ്രകാശവർഷം അകലെ നിന്നുവരുന്ന നക്ഷത്രപ്ര കാശം നമ്മുക്ക് കാണാൻ കഴിയുന്നത്.

ദുർബലന്യൂക്ളിയർ ബലമാണ് മൂന്നാമത്തേത്. റേഡിയോ ആക്ടി വതയ്ക്ക് കാരണം ഈ ബലമാണ്. ന്യൂക്ളിയസിനുള്ളിലെ ഒരു ന്യൂട്രോണിനെ പ്രോട്ടോണാക്കി മാറ്റുന്നതിനിടയിലാണ് റേഡിയോ ആക്ടീവ് പ്രസരണം നടക്കുന്നത്. ബോസോൺ എന്നു പേരുള്ള കണങ്ങളാണു ദുർബലന്യൂക്ലിയർ ബലവാഹികൾ. ഇവ മൂന്നുതരത്തി

ലുണ്ട്. ഇവയെ W^+, W^-, Z^0 ബോസോണുകൾ എന്ന് വിളിക്കുന്നു. നക്ഷത്രങ്ങളും സൂര്യനും ഊർജ്ജം പ്രസരിപ്പിക്കുന്നതിനടിസ്ഥാനം ഈ ബലമാണ്. ഗുരുത്വാകർഷണത്തെക്കാൾ 10^{28} ശക്തമാണ് ദുർബല ന്യൂക്ളിയർ ബലം.

ശക്തന്യൂക്ളിയർ ബലമാണ് നാലാമത്തേത്. ഇത് പ്രോട്ടോണിനെയും ന്യൂട്രോണിനെയും ബന്ധനത്തിൽ നിർത്തുകയും പ്രോട്ടോണിലെയും ന്യൂട്രോണിലെയും ക്വാർക്കുകളെ ഒരുമിപ്പിച്ച് നിർത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. ഗ്ലൂവോൺ എന്നു വിളിക്കുന്ന കണങ്ങളാണ് ഈ ബലം വഹിക്കുന്നത്, ഗുരുത്വാകർഷണത്തെക്കാൾ 10^{41} മടങ്ങ് ശക്തമാണിത്. പ്രകൃതിയിലെ ഏറ്റവും ശക്തമായ ബലവും ഇതാണ്.

ഭൗതികഞ്ജന്മാരുടെ ചിരകാല സ്വപ്നമായ ഏകീകൃതസിദ്ധാന്തം (unified theory) ആവിഷ്കരിക്കുന്നതിനുള്ള ആദ്യത്തെ ചവിട്ടുപടിയാണ് പുതിയ ക്വാർക്ക് സിദ്ധാന്തമെന്ന് നോബൽ സമ്മാന ജേതാക്കളിൽ ഒരാളായ ഗ്രോസ് അഭിപ്രായപ്പെടുന്നു. പുതിയ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ തുടക്കം, ഒടുക്കം, ഘടന എന്നിവ വിശദീകരിക്കുന്ന ഒരു ശാസ്ത്ര മാതൃകയും ഗ്രോസ്സും, പോളിട്സറും, വിൽസെക്കും ചേർന്ന് അവതരിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്.

പ്രപഞ്ചോല്പത്തിയിൽ എല്ലാ ബലങ്ങളും ഒന്നാണെന്ന ആശയത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ അത്യുന്നത ഊർജ്ജനിലവാരത്തിൽ നാല് ബലങ്ങളെയും ഏകീകരിക്കുവാൻ കഴിയുമെന്നാണ് ഭൗതികജ്ഞൻമാർ വിശ്വസിക്കുന്നത്. സ്റ്റീഫൻ വെയിൽബർഗും, അബ്ദുസലാമും, ഗ്ലാഷോയും വൈദ്യുതകാന്തികബലത്തെയും ദുർബലന്യൂക്ളിയർ ബലത്തെയും ഏകീകരിച്ചു. ഇത് ഇലക്ട്രോ വീക്ക് സിദ്ധാന്തം (electro weak theory) എന്നാണ് അറിയപ്പെടുന്നത്. ഇലക്ട്രോ വീക്ക് സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ വിജയത്തോടെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ വൈദ്യുതകാന്തികബലവും, ദുർബലന്യൂക്ലിയർ ബലവും., ശക്ത ന്യൂക്ലിയർ ബലവും ഏകീകരിക്കാനുള്ള പരിശ്രമം ആരംഭിച്ചു. ഈ പരിശ്രമത്തിന്റെ വിജയപര്യവസാനമാണ് പുതിയ ക്വാർക്ക് സിദ്ധാന്തം. ഗുരുത്വാകർഷണമുൾപ്പടെയുള്ള ഒരു സമ്പൂർണ്ണ ഏകീകൃതസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തത്തിലേക്കുള്ള ഒരു ചുവടുവെപ്പാണിത്. എല്ലാറ്റിന്റെയും ഒരു സിദ്ധാന്തം (TOE, Theory of everything) കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടാൽ അതിന് ക്വാർക്കുകൾ മുതൽ ക്വസാറുകൾ വരെയുള്ള പ്രപഞ്ചത്തിലെ എല്ലാറ്റിനെയും വിശദീകരിക്കാൻ കഴിയും.

മനുഷ്യന്റെ പ്രപഞ്ചം

പ്രപഞ്ചം നമ്മുക്ക് വേണ്ടി മാത്രം രൂപം കൊണ്ടതാണോ? ഈ ചോദ്യത്തിനുത്തരം തേടുന്ന ഒരാധുനിക പ്രപഞ്ചവിജ്ഞാന ശാഖയാണ് മാനവികതപ്രപഞ്ചശാസ്ത്രം (Anthropic Cosmology). Anthropic എന്ന വാക്കിന്റെ അർത്ഥം മനുഷ്യനെ സംബന്ധിച്ചത് എന്നാണ്. പ്രപഞ്ചത്തിൽ മനുഷ്യന്റെ സ്ഥാനം എന്താണെന്നു ള്ളതാണ് ഇതിന്റെ മുഖ്യ പഠനവിഷയം. പ്രപഞ്ചവും മനുഷ്യനും തമ്മിലുള്ള പാരസ്പര്യം വിസ്മയകരമാണ്.

പ്രാചീനകാലത്ത് ഓരോ രാജ്യക്കാർക്കും അവരവരുടെ ഭൂപ്രദേശമായിരുന്നു പ്രപഞ്ചകേന്ദ്രം. പ്രാചീന ഈജിപ്റ്റ്കാരുടെ പ്രപഞ്ചകേന്ദ്രം അവരുടെ രാജ്യമായിരുന്നു. ഇതുതന്നെയായിരുന്നു പുരാതന ഭാരതീയരുടെയും ചൈനാക്കാരുടെയും മായൻമാരുടെയും വിശ്വാസം. മെസപ്പെട്ടോമിയാക്കാർ അവരുടെ രാജ്യം വൃത്താകാരമായ ഒരു സ്ഥലത്ത് വ്യാപിച്ച് കിടക്കുന്നതായി സങ്കല്പിച്ചു. സ്ഥലത്തിനു മുകളിലുള്ള ഗോളാകാരമായ ആകാശം അവർക്ക് സ്വർഗ്ഗമായിരുന്നു. ഭാരതത്തിലെയും ഗ്രീസിലേയും ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞൻമാരുടെ പ്രപഞ്ച കേന്ദ്രം ഭൂമിയായിരുന്നു. സ്ഥിരമായി നില്ക്കുന്ന ഭൂമിക്കുചുറ്റും സൂര്യനും ചന്ദ്രനും മറ്റ് ഗ്രഹങ്ങളും സഞ്ചരിക്കുന്നതായി അവർ സങ്കല്പിച്ചു. ആയിരത്തിഎണ്ണൂറ് വർഷം മുൻപ് ജീവിച്ചിരുന്ന ക്ലോഡിയസ് ടോളമിയുടെ പ്രപഞ്ചമാതൃകയിൽ ഭൂമി നടുക്കും ചുറ്റും എട്ട് ഗോളങ്ങളിലായി ചന്ദ്രനും സൂര്യനും നക്ഷത്രങ്ങളും അന്ന് അറിയപ്പെട്ടിരുന്ന ബുധൻ, ശുക്രൻ, ചൊവ്വ, വ്യാഴം, ശനി എന്നീ അഞ്ച്

ഗ്രഹങ്ങലും സ്ഥാനം പിടിച്ചു. ജ്യോതിശാസ്ത്രത്തിൽ ഭൂകേന്ദ്രപ്രപഞ്ച മാതൃകയുടെ സ്വാധീനം ഏതാണ്ട് രണ്ട് സഹസ്രാബ്ദം നിലനിന്നു. ഈ സ്വാധീനത്തിനു കാരണം അക്കാലത്തെ ശാസ്ത്രത്തിന്റെ താണനിലവാരം മാത്രമായിരുന്നില്ല. ഭൂമി കേന്ദ്രമായ ഒരു പ്രപഞ്ച മായിരുന്നു അന്നത്തെ മതചിന്തകൾക്ക് ഏറ്റവും അനുയോജ്യം. ദൈവം മനുഷ്യനെ സ്വന്തം രൂപത്തിൽ സൃഷ്ടിച്ചതാണല്ലോ. അതു കൊണ്ട് സൃഷ്ടിയിൽ ഏറ്റവും ശ്രേഷ്ഠനായ മനുഷ്യന്റെ വാസസ്ഥലമായ ഭൂമി പ്രപഞ്ചകേന്ദ്രമായി. ഈ വിശ്വാസത്തിൽ നിന്നും രൂപം കൊണ്ടതാണ് മനുഷ്യകേന്ദ്രികൃത പ്രപഞ്ചസങ്കല്പം. ഈ പ്രപഞ്ചമാതൃകയെ കേന്ദ്രീകരിച്ചായിരുന്നു അക്കാലത്തെ എല്ലാ വിജ്ഞാന ശാഖകളും വളർന്ന് വികസിച്ചത്.

ആധുനിക ജ്യോതിശാസ്ത്രത്തിന്റെ പതാകാവാഹകനായ നിക്കോളാസ് കോപ്പർനിക്കസ് ക്രി.പി.1543 ൽ യുഗങ്ങളായി മനുഷ്യമനസ്സിൽ കൊടികുത്തി വാണിരുന്ന ഭുകേന്ദ്ര സിദ്ധാന്തത്തെ വെല്ലുവിളിച്ചുകൊണ്ട് സൂര്യകേന്ദ്രപ്രപഞ്ചസിദ്ധാന്തം അവതരിപ്പിച്ചു. അദ്ദേഹത്തിന്റെ സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് ഭൂമി സുര്യനു ചുറ്റും കറങ്ങി കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. അത് സ്വന്തം അച്ചുതണ്ടിൽ ദിവസേന പടിഞ്ഞാറു നിന്നും കിഴക്കോട്ട് തിരിഞ്ഞു കൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. നക്ഷത്രങ്ങൾ ഉദിക്കുകയും അസ്തമിക്കുകയും ചെയ്യുന്നത് ഭൂമി അതിന്റെ അച്ചുതണ്ടിൽ തിരിയുന്നതു കൊണ്ടാണ്. സൂര്യകേന്ദ്രസിദ്ധാന്തം നമ്മുക്ക് ചുറ്റുമുള്ള ജോതിർഗോളങ്ങൾ ദിവസേന ചുറ്റി കറങ്ങി കൊണ്ടിരിക്കുകയാണെന്ന പഴയധാരണയ്ക്ക് വിരാമമിട്ടു.

കോപ്പർനിക്കസിന്റെ സിദ്ധാന്തം ജ്യോതിശാസ്ത്ര പുരോഗതിയിൽ ഒരു പുതിയ വിപ്ലവമായിരുന്നു. അതോടൊപ്പം തന്നെ അത് മതപുരോഹിതൻമാരുടെ സങ്കുചിത പ്രപഞ്ചവീക്ഷണത്തിന് കടുത്ത പ്രഹരമേല്പിച്ചു. അന്നുവരെ മനുഷ്യന് പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഉണ്ടായിരുന്ന അസൂയാവഹമായ സ്ഥാനം കോപ്പർനിക്കസ് ഇല്ലാതാക്കി. കേന്ദ്ര സ്ഥാനത്ത് സൂര്യനെ അവരോധിച്ചു. എല്ലാമതനേതാക്കളും കോപ്പർ നിക്കാസിനെതിരെ കുരിശുയുദ്ധം പ്രഖ്യാപിച്ചു. കെപ്ലർ, ഗലീലിയോ, ന്യൂട്ടൺ എന്നിവർ പിന്നീട് നടത്തിയ നിരീക്ഷണങ്ങൾ കോപ്പർ നിക്കസിന്റെ പ്രപഞ്ചമാതൃകയെ ശരിവെയ്ക്കുകയാണ് ചെയ്തത്.

ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആദ്യദശകങ്ങൾ ശാസ്ത്രവിപ്ലവ ങ്ങളുടേതായിരുന്നു. ഈ കാലത്ത് പിറവിയെടുത്ത രണ്ട് മഹത്തായ സിദ്ധാന്തങ്ങളാണ് ആപേക്ഷികതസിദ്ധാന്തവും ക്വാണ്ടം ഭൗതികവും.

ഈ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ സ്ഥലം, കാലം, ദ്രവ്യം, കാര്യകാരണബന്ധം എന്നിവയെ കുറിച്ചുള്ള നമ്മുടെ പരമ്പരാഗതധാരണകളെ മാറ്റത്തിനു വിധേയമാക്കി. ഭൗതികത്തിലെ ഈ പുത്തൻ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ പുതിയൊരു പ്രപഞ്ച ചിത്രം നമ്മുടെ മുന്നിൽ അവതരിപ്പിച്ചു. തത്വചിന്തയിലെ വിപ്ലവകരമായ മുന്നേറ്റങ്ങൾക്കും ഇത് കളമൊരുക്കി. നവീനമായ വിശ്വാസപ്രമാണങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടു. ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം സ്ഥൂല പ്രപഞ്ചത്തെയും ക്വാണ്ടം ഭൗതികം സുക്ഷ്മ ലോകത്തെയും (അണുവിനെ) സമർത്ഥമായി വിശദീകരിച്ചു. ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിലെ ഏറ്റവും വലിയ ബൗദ്ധികവിപ്ലവമായിരുന്നു പ്രപഞ്ചം വികസിക്കുന്നുവെന്ന കണ്ടെത്തൽ. ഇതിന് ശാസ്ത്രം ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തോട് കടപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. വികസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചത്തിനൊരു തുടക്കമുണ്ടെന്ന് ഇത് വ്യക്തമാക്കി. 1923 ൽ അമേരിക്കൻ ജോതിശാസ്ത്രജ്ഞനായ എഡ്വിൻ ഹബിൾ പ്രപഞ്ചം വികസിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു എന്നതിന് നീരിക്ഷണ തെളിവുകൾ അണിനിരത്തി.

ആധുനിക പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രമനുസരിച്ച് പ്രപഞ്ചം ഒരു മഹാ വിസ്ഫോടന വൈചിത്ര്യത്തിൽ (Big Bang Singularity) ആരംഭിച്ചു. അത് ഒരു മഹാവിഭേദന വൈചിത്ര്യത്തിൽ അവസാനിക്കും. വൈചിത്ര്യം എന്നാൽ അനന്തവക്രതയുള്ള സ്ഥല കാലത്തിലെ ബിന്ദു. പൊതുവെ അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള പ്രപഞ്ചോല്പത്തി സിദ്ധാന്തമാണ് മാഹാവിസ്ഫോടന സിദ്ധാന്തം. ഈ സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് ആദിയിൽ കാലമുണ്ടായിരുന്നില്ല. സ്ഥലമുണ്ടായിരുന്നില്ല, ദ്രവ്യമുണ്ടായിരുന്നില്ല. സ്ഥലവും കാലവും നിലനിന്നിരുന്നില്ല. ആയിരിത്തിഅഞ്ഞൂറ് കോടി വർഷം മുൻപുണ്ടായ മഹാവിസ്ഫോടനത്തിൽ നിന്നുമുണ്ടായതാണ് സ്ഥലവും, കാലവും, ദ്രവ്യവും, ഊർജ്ജവും. നമ്മുടെ മഹാപ്രപഞ്ചത്തിൽ നമ്മുടെ ക്ഷീരപഥഗാലക്സിയെ (Milky Way) പോലെയുള്ള പതിനായിരം കോടിയിൽപരം ഗാലക്സികളുണ്ട്. ഓരോ ഗാലക്സിയിലും പതിനായിരം കോടിയിൽ പരം നക്ഷത്രങ്ങളും. ഗാലക്സികൾ തമ്മിൽ പരസ്പരം അകന്നു കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. നമ്മുടെ ക്ഷീരപഥഗാലക്സിയെ ചുറ്റുന്ന ഒരു ഇടത്തരം നക്ഷത്രമായ സൂര്യനെ ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന ഒരു ഗ്രഹമാണ് ഭൂമി. പ്രപഞ്ചവുമായി തട്ടിച്ചു നോക്കുമ്പോൾ ഒരു പൊട്ടിന്റെ വലിപ്പം പോലും ഇല്ലാത്തതാണ് ഭൂമിയെങ്കിലും അതിന്റെ സ്ഥാനം സവിശേഷമാണ്.

പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ ക്രമബദ്ധതയും സർഗ്ഗക്രമവും വ്യക്തമാക്കുവാൻ ആധുനിക ശാസ്ത്രത്തിനു കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. ഭൗതികത്തിന്റെയും

ജ്യോതിശാസ്ത്രത്തിന്റെയും നേട്ടം വളരെക്കുറച്ച് നിയമങ്ങൾക്കൊണ്ട് പ്രപഞ്ചത്തെ വ്യാഖ്യാനിക്കാൻ കഴിയുമെന്നതാണ്. ലോകപ്രശസ്ത ഭൗതികജ്ഞനായ സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങ്ങിന്റെ അഭിപ്രായത്തിൽ സൂക്ഷമ ലോകത്തെയും സ്ഥൂലലോകത്തെയും ഭരിക്കുന്ന അടിസ്ഥാന ഭൗതികനിയമങ്ങൾ 15 എണ്ണമാണ്. ഭൗതികത്തിന്റെ നിയമങ്ങൾ (physical laws) ലളിതവും സാർവ്വലൗകികവും സാർവ്വത്രികവുമാണ്. അത് പ്രപഞ്ചത്തിലെവിടെയും എപ്പോഴും ഒന്നു തന്നെയാണ്. അത് ഇൻഡ്യയിലും അമേരിക്കയിലും ചൊവ്വായിലും ആൻഡ്രോമിഡ ഗാലക്സിയിലും ഒന്നു തന്നെ. എത്രവേഗതയിൽ നിങ്ങൾ സഞ്ചരിച്ചാലും ഭൗതികത്തിന്റെ നിയമങ്ങൾ ഒന്നു തന്നെയായിരിക്കും. തറയിൽ നില്ക്കുന്ന ഒരാൾക്കും ജറ്റ് വിമാനത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ആളിനും നിയമങ്ങൾ ഒന്നാണ്. സൂര്യനുചുറ്റും മുപ്പത് കിലോമീറ്റർ വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ഭൂമിയിലെ ഒരാൾക്കും ഗാലക്സിക്കു ചുറ്റും സെക്കൻഡിൽ നൂറുകണക്കിന് കിലോ മീറ്റർ വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ആളിനും ഒരേ നിയമമാണ് ബാധകമായിട്ടുള്ളത്. ന്യൂട്ടന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണ നിയമം ഭൂമിയിൽ മാത്രമല്ല മറ്റെല്ലാ ഗ്രഹങ്ങളിലും നക്ഷത്രങ്ങളിലും ശരിയാണ്. അതുപോലെ സൂക്ഷ്മഭൗതിക സ്ഥിരാങ്കങ്ങൾ (Micro Physical constants) പ്രപഞ്ചത്തിലെവിടെയും എപ്പോഴും ഒന്നാണ്. പ്രപഞ്ചത്തിലെ അതിവിദൂരസ്ഥമായ ക്വസാറുകളുടെ അണുവിന്റെയും ഭൂമിയിലെ അണുവിന്റേയും ഗുണധർമ്മങ്ങൾ ഒന്നാണ്. ദ്രവ്യം പ്രപഞ്ചത്തിലെവിടെയും ഒന്നാണ്. അത് എല്ലായിടത്തും ഒരെ നിയമങ്ങൾ അനുസരിക്കുന്നു. നക്ഷത്രങ്ങളിലെ അണു കേന്ദ്ര സംയോജനം (Nuclear fusion) മുതൽ ജീവന്റെ രസതന്ത്രം വരെയുള്ള സമസ്ത കാര്യങ്ങളിലും പ്രാപഞ്ചിക ഐക്യം (Cosmic Unity) ദൃശ്യമാണ്.

പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ സമ്യക് അവസ്ഥയും സന്തുലിത പരിണാമവും നമ്മെ അൽഭുതപ്പെടുത്തുന്നതാണ്. പ്രകൃതി ബലങ്ങളുടേയും മൗലിക കണങ്ങളുടേയും പരിമാണ മൂല്യം വളരെ കൃത്യമായി ക്രമീകരിച്ചതാണ്. പ്രകൃതി ബലങ്ങൾ നാലെണ്ണമാണ്. ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം, വൈദ്യുതകാന്തിക ബലം (Electromagnetic Force) ദുർബല ആണവ ബലം (weak Nuclear Force), ശക്ത ആണവബലം (Strong Nuclear Force) എന്നിവയാണ്. ഇതിൽ ഏറ്റവും ദുർബലം ഗുരുത്വാകർഷണമാണ്. ഗുരുത്വത്തെക്കാൾ 10^{41} മടങ്ങാണ് ശക്ത ആണവബലം. ദുർബല ആണവബലം ഗുരുത്വത്തെക്കാൾ 10^{28} ശക്തമാണ്. ഗുരുത്വത്തെക്കാൾ 10^{39} ശക്തമാണ് വൈദ്യുത

കാന്തികബലം. (10^3=1000) ശക്ത ആണവബലം ഇന്നുനമ്മൾ നിരീക്ഷിക്കുന്നതിലും അല്പം ദുർബലമായിരുന്നെങ്കിൽ ഹൈഡ്രജൻ മൂലകം മാത്രമെ പ്രപഞ്ചത്തി ലുണ്ടാകുമായിരുന്നുള്ളു. മറ്റ് മൂലകങ്ങൾ രൂപം കൊളളുമായിരുന്നില്ല. ശക്ത ആണവബലം ഇന്നു നാം നിരീക്ഷിക്കുന്നതിലും അല്പം കൂടി ശക്തമായിരുന്നെങ്കിൽ ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകുമായിരുന്നില്ല. അങ്ങനെ സംഭവിച്ചിരുന്നെങ്കിൽ നക്ഷത്രങ്ങളും ഗാലക്സികളും ജനിക്കില്ലായിരുന്നു. ഒരു പക്ഷെ നക്ഷത്രങ്ങളും ഗാലക്സികളും ഉണ്ടകുമായിരുന്നെങ്കിലും അവ ഇന്ന് നാം കാണുന്ന രൂപത്തിലാകുമായിരുന്നില്ല. ഗുരുത്വാകർഷണബലം മറ്റ് ബലങ്ങളെക്കാൾ ദുർബലമാണെങ്കിലും അത് പ്രപഞ്ചോല്പ ത്തിയിലും പ്രപഞ്ചത്തെ രൂപപ്പെടുത്തുന്നതിലും വഹിക്കുന്നപങ്ക് വളരെ വലുതാണ്. ഇന്നു നമ്മൾ നിരീക്ഷിക്കുന്നതിലും ഗുരുത്വം ദുർബലമായിരുന്നെങ്കിൽ നക്ഷത്രങ്ങൾ ഇന്നുളളതിലും വലുതാകു മായിരുന്നു. ഗുരുത്വം ഇന്നുളളതിലും ശക്തമായിരുന്നെങ്കിൽ നക്ഷത്ര ങ്ങൾ ചെറുതാകുമായിരുന്നു. അത്തരം നക്ഷത്രങ്ങളെ ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന ഗ്രഹങ്ങളിൽ ജീവപരിണാമത്തിനുള്ള സാദ്ധ്യത ഉണ്ടാകുമാ യിരുന്നില്ല. ശക്തആണവബലും ദുർബല ആണവബലവും വൈദ്യുത കാന്തിക ബലവും തമ്മിൽ താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ അവതമ്മിൽ ഇന്നുളളതിൽ നിന്നും എന്തെങ്കിലും വ്യത്യാസമുണ്ടായിരുന്നെങ്കിൽ ഹൈഡ്രജൻ അണുവിന്റെ രൂപം ഇന്നുളളതാകുമായിരുന്നില്ല. ഇതിനർത്ഥം കാർബൺ ഓക്സിജൻ തുടങ്ങിയ മൂലകങ്ങൾ ഒരിക്കലും ഉണ്ടാകുമായിരുന്നില്ല എന്നാണ്. അങ്ങനെയായിരുന്നെങ്കിൽ ജീവപരിണാമം നടക്കില്ലായിരുന്നു. ഇന്നു നമ്മൾ അളന്ന് തിട്ടപ്പെടുത്തിയിട്ടുളള ഇലക്ട്രോണിന്റെയും പ്രോട്ടോണിന്റെയും ചാർജിനോ ദ്രവ്യമാനത്തിനോ എന്തെങ്കിലും വ്യത്യാസമുണ്ടായി രുന്നെങ്കിൽ ഇന്നു നാം കാണുന്ന പ്രപഞ്ചം ഉണ്ടാകുമായിരുന്നില്ല.

നമ്മുടെ നിലനില്പിന് ആവശ്യമായ അവസ്ഥാവിശേഷങ്ങളാണ് നക്ഷത്രങ്ങളിലും പ്രപഞ്ചത്തിലാകെയും ഉള്ളത്. നമ്മൾ കാർബൺ അടിസ്ഥാനമായി രൂപം കൊണ്ട ജീവരൂപമാണ്. ഒറ്റ നോട്ടത്തിൽ ജീവന് നിലനില്ക്കാനും മനുഷ്യ പരിണാമത്തിനും സൂര്യനെ ചുറ്റി സഞ്ചരിക്കുന്ന ഭൂമി മാത്രം മതിയെന്ന് തോന്നാം. പ്രപഞ്ചത്തിൽ സൗരയൂഥം മാത്രമാണുണ്ടായിരുന്നതെങ്കിൽ മനുഷ്യനുണ്ടാകുമായി രുന്നില്ല. പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഏകദേശം 10^{18} നക്ഷത്രങ്ങളുണ്ടെന്നാണ് കണക്കാക്കുന്നത്. പ്രപഞ്ചം ഏകദേശം ആയിരത്തിഅഞ്ഞൂറ് കോടി പ്രകാശവർഷം അകലെ വരെ വ്യാപിച്ചു കിടക്കുന്നതായിട്ടാണ്

ജ്യോതി ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർ പറയുന്നത്. ഒരു പ്രകാശ വർഷം പത്തു ലക്ഷം കോടി കിലോമീറ്ററാണ്. ആയിരത്തിഅഞ്ഞൂറ് കോടി പ്രകാശവർഷം അകലെ നിന്നുള്ള പ്രകാശമേ ഭൂമിയിൽ ഇതുവരെ എത്തിചേർന്നിട്ടുള്ള. അതുകൊണ്ടാണ് പ്രപഞ്ചപ്രായം ആയിരത്തി അഞ്ഞൂറ് കോടിയായി തിട്ടപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ളത്. പ്രപഞ്ചവലിപ്പവും പ്രായവും തമ്മിൽ ബന്ധമുണ്ട്. മറ്റൊരു അത്ഭുതകമായ വസ്തുത മഹാവിസ്ഫോടനം മുതൽപ്രപഞ്ചം വികസിക്കുന്നത് ഗാലക്സികളും, നക്ഷത്രങ്ങളും, ഗ്രഹങ്ങളും, കാർബൺ അടിസ്ഥാനമായ ജീവനും രൂപം കൊള്ളാൻ വേണ്ട വേഗതയിൽ മാത്രമാണ്. പ്രപഞ്ചവികാസ നിരക്കും പ്രപഞ്ചസ്ഥലത്തിന്റെ ഘടനയും തമ്മിലും ബന്ധമുണ്ട്. വികാസനിരക്കിനെ നിർണ്ണയിക്കുന്നത് പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ ശരാശരി സാന്ദ്രതയാണ്. പ്രപഞ്ചസാന്ദ്രത പ്രപഞ്ചത്തിൽ എത്രമാത്രം ദ്രവ്യം ഉണ്ടെന്നതിനെ ആശ്രയിച്ചാണ്. നമ്മുടെ നിലനില്പ് ഉറപ്പു വരുത്താൻ വേണ്ട ദ്രവ്യം പ്രപഞ്ചത്തിലുണ്ടെന്നാണ് ജ്യോതി ഭൗതികജ്ഞൻമാർ അവകാശപ്പെടുന്നത്.

പ്രപഞ്ചം എന്തുകൊണ്ട് ഇന്നു നാം കാണുന്ന രൂപത്തിലായി? ഉത്തരം വളരെ ലളിതമാണ്. നമ്മൾ ഇവിടെ ഉള്ളതുകൊണ്ട്. ഈ ആശയത്തെ ആധാരമാക്കിയാണ്, 1974 ൽ ഫ്രഞ്ച് ജോതിശാസ്ത്ര ജ്ഞനായ ബ്രാൻഡൻ കാർട്ടർ (Brandon Carter) മാനവികത തത്ത്വം (Anthropic Principle) അവതരിപ്പിച്ചത്. മാനവികതതത്ത്വത്തെ കാർട്ടർ ഇങ്ങനെ നിർവചിക്കുന്നു. "പ്രപഞ്ചം ഇന്നുള്ള രീതിയിലായതു കൊണ്ട് നാമതിനെ കാണുന്നു. മറ്റൊരു തരത്തിലായിരുന്നെങ്കിൽ നാം തന്നെ ഇവിടെ കാണുമായിരുന്നില്ല". കാർട്ടറുടെ സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് 1500 കോടി വർഷം മുൻപ് മഹാവിസ്ഫോടനം നടന്നു. മനുഷ്യന്റെ പരിണാമത്തിന് ഇത്രയും വർഷമെടുത്തു. മഹാവിസ്ഫോടനത്തിനു ശേഷം നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ആദ്യ തലമുറ രൂപം കൊണ്ടു. ഈ നക്ഷത്രങ്ങൾ ഹൈഡ്രജനെയും ഹീലിയത്തെയും മാറ്റി നമ്മെ നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്ന മൂലകങ്ങളായ കാർബണും ഓക്സിജനും സൃഷ്ടിച്ചു. ഈ നക്ഷത്രങ്ങൾ സൂപ്പർനോവ (Supernova) സ്ഫോടനത്തിനു വിധേയമായി. അതിന്റെ അവശിഷ്ടങ്ങളിൽ നിന്ന് അടുത്ത തലമുറയിലെ നക്ഷത്രങ്ങളും ഗ്രഹങ്ങളും നമ്മുടെ സൗരയുഥവും രൂപമെടുത്തു. നമ്മുടെ സൂര്യൻ രണ്ടാം തലമുറിയിൽപ്പെട്ട ഒരു നക്ഷത്രമാണ്. സൗരയുഥത്തിന് ഏകദേശം 500 കോടി വർഷം പ്രായമുണ്ട്. സൗരയുഥത്തിൽപ്പെട്ട നമ്മുടെ ഭൂമി വേഗതയിലുള്ള ജീവപരിണാമത്തിന് വളരെ അനുയോജ്യമായിരുന്നു.

സൂര്യനും ഭൂമിയും തമ്മിലുള്ള അകലം ഇന്നുള്ളതിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായിരുന്നെങ്കിൽ മനുഷ്യപരിണാമം സാദ്ധ്യമാകുമായിരുന്നില്ല. സൂര്യന് ചുറ്റുമുള്ള ഭൂമിയുടെ ഭ്രമണപഥം കുറച്ചു കൂടി അടുത്തായിരുന്നെങ്കിൽ ജലം മുഴുവൻ ആവിയായിപ്പോയെനെ. അതല്ല കുറച്ചു കൂടി അകലെയായിരുന്നെങ്കിൽ ജലം മുഴുവൻ ഉറഞ്ഞ് മഞ്ഞുകട്ടിയാകുമായിരുന്നു. ഭൂമി ഒരു ഇരട്ട ഗ്രഹമാണ്. ഉപഗ്രഹമായ ചന്ദ്രന്റെ ആകർഷണഫലമായുണ്ടാകുന്ന വേലിയേറ്റങ്ങളും വേലിയിറക്കങ്ങളും ജീവപരിണാമത്തെ സഹായിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഈ സവിശേഷ സാഹചര്യങ്ങൾ സൗരയൂഥത്തിൽ മറ്റെവിടെയുമില്ല. നമ്മുടെ ക്ഷീരപഥഗാലക്സിയിലോ മറ്റേതെങ്കിലും ഭാഗത്തോ ഇത്തരം സാഹചര്യങ്ങൾ ഉണ്ടാവണമെന്നില്ല. ഈ പരികല്പനയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിലാണ് മനുഷ്യപരിണാമം പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഭൂമിയിലല്ലാതെ മറ്റെങ്ങും നടക്കാൻ സാദ്ധ്യതയില്ലെന്ന നിഗമനത്തിൽ കാർട്ടർ എത്തിചേരുന്നത്. മനുഷ്യനെപ്പോലെ ബുദ്ധിയുള്ള ജീവികൾ പ്രപഞ്ചത്തിൽ മറ്റൊരിടത്തും ഇല്ലെങ്കിൽ ഭൂമിയുടെ സ്ഥാനം അതിവിശിഷ്ടമാണ്. മനുഷ്യന്റെ സ്ഥാനം അദ്വിതീയവുമാണ്. മനുഷ്യനെപോലെ പരിണമിച്ചുണ്ടായതാണ് ഭൂമിയിലെ എല്ലാ ജന്തുക്കളും. എന്നാൽ മനുഷ്യനുമാത്രമേ ഭൗതികത്തിന്റെ നിയമങ്ങളെ കണ്ടുപിടിക്കാനും അവയെ ഉപയോഗിച്ച് പ്രപഞ്ചത്തെ വ്യഖ്യാനിക്കാനും കഴിയു. കാർട്ടറുടെ പരികല്പനയെ ശക്തമാന വികതതത്ത്വം എന്നാണ് ശാസ്ത്രലോകം വിശേഷിപ്പിക്കുന്നത്.

മാനവികതതത്ത്വത്തിന്റെ മറ്റൊരു പാഠഭേദമായ ദുർബല മാനവികതതത്ത്വ മനുസരിച്ച് പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ അപൂർവ്വം ചില ഭാഗങ്ങളിൽ മനുഷ്യപരിണാമത്തിനനു കൂലമായ സാഹചര്യങ്ങൾ ഉണ്ടാകാനുള്ള സാദ്ധ്യതയുണ്ട്. സൗരയൂഥത്തിൽ ഭൂമിയിലല്ലാതെ മനുഷ്യനെ പോലുള്ള ജീവികൾക്ക് പരിണമിക്കാനുള്ള സാഹചര്യമില്ലെന്ന് നമുക്ക് വ്യക്തമായറിയാം. സൗരയൂഥത്തിനപ്പുറം നാഗരികതകളുണ്ടെങ്കിൽ പരിശോധിക്കാൻ അത്ര എളുപ്പമല്ല. മണിക്കൂറിൽ പതിനാറുലക്ഷം കിലോമീറ്റർ വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ബഹിരാകാശവാഹനത്തിന് നമ്മുടെ ഏറ്റവും അടുത്തുള്ള നക്ഷത്രമായ ആൽഫാ സെന്റാറിയിലെത്താൻ 3000 വർഷമെടുക്കും. അവിടെ നിന്നും അതിനടുത്ത ഡെൽറ്റാ പവോണിസിൽ (Delta Pavonis) എത്താൻ ആയിരക്കണക്കിന് വർഷം വേണ്ടിവരും. ഇതിൽ നിന്നും വ്യക്തമാകുന്നത് ഇന്നുള്ള ബഹിരാകാശ വാഹനങ്ങൾക്കൊന്നും സൗരയുഥത്തിനപ്പുറം സഞ്ചരിക്കാനുള്ള ശേഷിയില്ലെന്നാണ്.

സൗരയൂഥത്തിനപ്പുറം മനുഷ്യനെപ്പോലെ ബുദ്ധിയുള്ള ജീവികളുണ്ടോ എന്നു പരിശോധിക്കാൻ നമ്മുടെ പക്കലുള്ള ഉപകരണം റേഡിയോ ദൂരദർശിനികളാണ്. വിദൂരനക്ഷത്രങ്ങളിലെ ഗ്രഹങ്ങളിലുള്ള നാഗരികതകളിൽ നിന്നും മനുഷ്യനെപ്പോലെയുള്ള ജീവികൾ പ്രസരണം ചെയ്യുന്ന വൈദ്യുതകാന്തികതരംഗങ്ങൾ (റേഡിയോ, ടെലിവിഷൻ) റേഡിയോ ദൂരദർശിനികൾ ഉപയോഗിച്ച് പിടച്ചെടുക്കാം. ഈ ആശയത്തിൽ നിന്നും രൂപം കൊണ്ടതാണ് ഭൗമേതര ബുദ്ധിയെക്കുറിച്ചുള്ള അന്വേഷണം (SETI Search for Extraterrestrial Intelligence). ഇതിനുള്ള ആദ്യശ്രമം നടത്തിയത് അമേരിക്കൻ ജ്യോതി ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഫ്രാങ്ക് ഡ്രേക്കും വിശ്വപ്രസിദ്ധ ശാസ്ത്രജ്ഞനും ശാസ്ത്രസാഹിത്യകാരനുമായിരുന്ന കാൾസാഗനും ആയിരുന്നു. 1970 കളിലും 1980 കളിലും ഭൗമേതരബുദ്ധി ജീവികളുടെ റേഡിയോ തരംഗങ്ങൾ നിരീക്ഷിക്കുന്നതിനു വേണ്ടി അമേരിക്കയും സോവിയറ്റ് യൂണിയനും നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങൾ പരാജയപ്പെട്ടു. നമ്മുടെ ഭൂമിയുടെ അടുത്തുള്ള ബർണാഡ് നക്ഷത്രത്തെ ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന ഒരു ഗ്രഹത്തിൽ നിന്നും നമുക്ക് മറുപടി ലഭിക്കണമെങ്കിൽ 11.8 വർഷം വേണം. 1973 ൽ പൂട്ടോറിക്കായിൽ ആരിസിബോയിലുള്ള പടുകൂറ്റൻ ദൂരദർശിനിയിൽ നിന്നും മുപ്പതിനായിരം നക്ഷത്രങ്ങളുള്ള മെസ്യ-13 (M13) എന്ന ഗാലക്സിയിലേക്ക് റേഡിയോ തരംഗങ്ങൾ അയക്കുകയുണ്ടായി. അത് അവിടെയെത്തി തിരിച്ചുവരാൻ 48,000 വർഷം എടുക്കും. ഭൗമേതരബുദ്ധിയെ കുറിച്ചുള്ള അന്വേഷണം എങ്ങും എത്തിയിട്ടില്ല. പ്രപഞ്ചത്തിൽ നമ്മുടെ ഗ്രഹത്തിലല്ലാതെ മറ്റെവിടെയെങ്കിലും മനുഷ്യനെ പോലെയുള്ള ജീവികളുണ്ടെന്ന് സ്ഥിരീകരിക്കുന്നതിന് അനുഭവാധിഷ്ഠിത വസ്തുതകളൊന്നും നമ്മുടെ പക്കലില്ല.

ക്വാണ്ടം ഭൗതികം മനുഷ്യന്റെ സ്ഥൂലവസ്തു ബോധത്തെ തകിടം മറിച്ചു. ക്വാണ്ടം ഭൗതികത്തിലെ ഏറ്റവും വിപ്ലവകരമായ ആശയ ങ്ങളിലൊന്ന് പ്രകാശം ഒരോ സമയം തരംഗവും കണവുമാണെന്നുള്ള താണ്. കണം ചെറിയ വ്യാപ്തമുള്ള രൂപവും തരംഗം സ്ഥലകാല ത്തിൽ വ്യാപിച്ചു കിടക്കുന്നതുമാണ്. ഇതിനെ കണതരംഗദ്വന്ദം എന്നാണ് പറയുന്നത്. തരംഗകണസിദ്ധാന്തം തെളിയിക്കുന്നതിന് ഉപയോഗിക്കുന്ന പരീക്ഷണമാണ് ഇരട്ട ദ്വാരപരീക്ഷണം

ഇരട്ടദ്വാരപരീക്ഷണം

ഒരു സ്രോതസ്സിൽ നിന്നും പ്രകാശം (ഫോട്ടോൺ) ചൊരിയുക. സ്രോതസ്സിൽ നിന്നും അടുത്തു സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന രണ്ടു ദ്വാരങ്ങളിൽ കൂടി പ്രകാശത്തെ കടത്തി വിടുക. രണ്ടു ദ്വാരങ്ങളിലൂടെ കടന്നുവരുന്ന പ്രകാശത്തെ ആദ്യം രണ്ട് കണികാ സംസൂചകങ്ങൾ (Particle detector) ഉപയോഗിച്ച് നിരീക്ഷിക്കുക. അപ്പോൾ പ്രകാശം കണങ്ങളായി സഞ്ചരിക്കുന്നതായി കണ്ടുപിടിക്കാം. ഇരട്ടദ്വാരമുള്ള സ്ക്രീനിൽ നിന്നും വരുന്ന പ്രകാശത്തെ രണ്ടാമതൊരു സ്ക്രീനിൽ പതിപ്പിക്കുക. അപ്പോൾ പ്രകാശ തരംഗങ്ങളുടെ വ്യതികരണ പാറ്റേൺ (interference pattern) കാണാം. പ്രകാശത്തെ കണികാസംസൂചകം ഉപയോഗിച്ച് നിരീക്ഷിച്ചപ്പോൾ പ്രകാശകണങ്ങളെ കണ്ടു. രണ്ടാമത്തെ സ്ക്രീനിലെ വ്യതികരണ പാറ്റേൺ പ്രകാശം തരംഗങ്ങളാണെന്ന് വ്യക്തമാക്കി. നിരീക്ഷകനും നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടതും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെ വിശദീകരിക്കുന്നതാണ് ഈ പരീക്ഷണം. പ്രകാശത്തെ പരീക്ഷണത്തിനു വിധേയമാക്കുന്നതിന് മുൻപ് അത് കണമാണോ തരംഗമാണോ എന്ന് നമുക്ക് പറയാൻ കഴിയുമായിരുന്നില്ല. നമ്മൾ എന്താണോ നോക്കുന്നത് അതാണ് നമ്മൾ കാണുന്നത്. നിരീക്ഷകൻ പരീക്ഷണത്തിൽ എന്താണോ പ്രതീക്ഷിക്കുന്നത് അതിനനുസരിച്ച് പ്രകാശം മാറും. മറ്റൊരു രീതിയിൽ പറഞ്ഞാൽ കണത്തെ നിരീക്ഷിക്കപ്പെടുമ്പോഴെ അത് കണമാകു. അത് യാഥാർത്ഥ്യമാകു. നമ്മൾ നിരീക്ഷിക്കുന്ന ഏറ്റവും ചെറിയ അണുമുതൽ ഏറ്റവും വലിയ ഗാലക്സികൾ വരെയുള്ളതെല്ലാം ഉപ ആണവ കണങ്ങൾ (Subatomic Particles) കൊണ്ട് ഉണ്ടാക്കിയിട്ടുള്ളതാണ്. എല്ലാ ഉപആണവകണങ്ങളും ഫോട്ടോണിനെപ്പോലെ തരംഗസ്വഭാവം പ്രകടിപ്പിക്കുന്നുണ്ട്. ഇതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ചില ഭൗതികജ്ഞാൻമാർ പ്രപഞ്ചം നിരീക്ഷകാശ്രിതമാണെന്ന നിഗമനത്തിലെത്തി. ഇതിൽ ഏറ്റവും പ്രമുഖൻ അമേരിക്കയിലെ ടെക്സാസ് സർവകലാശാലയിലെ ലോകപ്രശസ്ത ഭൗതികജ്ഞനായ ജോൺ വീലർ ആണ്. അദ്ദേഹം മാനവിക തതത്ത്വത്തിന് പുതിയൊരു ക്വാണ്ടം വിശദീകരണം നല്കുകയുണ്ടായി. ഇത് പങ്കാളിത്ത മാനവികതതത്ത്വം (Participatory Anthropic Principle) എന്നാണ് അറിയപ്പെടുന്നത്. ജോൺ വീലർ അദ്ദേഹത്തിന്റെ പ്രസിദ്ധമായ "ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തവും മാപനവും" (Quantum Theory and Measurement) എന്ന പുസ്തകത്തിൽ എഴുതി "ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രമനുസരിച്ച് അണുവിനുള്ളിൽ നിരീക്ഷണം നടത്തുമ്പോൾ

നിരീക്ഷകനും നിരീക്ഷിത വസ്തുവും തമ്മിലുള്ള വേർതിരിവ് അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നു. നിരീക്ഷകൻ നിരീക്ഷണം എന്ന പ്രക്രിയയിൽ ഉൾപ്പെട്ട ആളും നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ട വസ്തുക്കളുടെ ഗുണധർമ്മങ്ങളിൽ സ്വാധീനം ചെലുത്തുന്ന ആളുമാണ്. അതുകൊണ്ട് നിരീക്ഷണം എന്ന പ്രക്രിയയിൽ നിരീക്ഷകൻ എന്ന പദത്തിനുപകരം 'പങ്കാളി' എന്ന പദം ഉപയോഗിക്കണം. നിരീക്ഷകന്റെ പങ്കാളിത്തമാണ് ക്വാണ്ടം ഭൗതികത്തിന്റെ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട സവിശേഷതയായി വീലർ കരുതുന്നത്. വീലറുടെ അഭിപ്രായത്തിൽ മനുഷ്യപരിണാമത്തിനു വേണ്ട സാഹചര്യങ്ങൾ ഒരുക്കുന്നതിനു വേണ്ടി രൂപം കൊണ്ടതാണ് നമ്മുടെ മഹാപ്രപഞ്ചം. മനുഷ്യനില്ലാത്ത പ്രപഞ്ചം പരാജയപ്പെട്ട പ്രപഞ്ചമാണ്. എല്ലാ ഭൗതിക നിയമങ്ങളും ഒരു നിരീക്ഷകന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തെ ആശ്രയിച്ചാണിരിക്കുന്നത്. നിരീക്ഷകനില്ലാത്ത പ്രപഞ്ചം പ്രപഞ്ചമേ അല്ല.

പങ്കാളിത്തമാനവികതതത്ത്വം സത്യമാണെങ്കിൽ നമ്മുടെ നിരീക്ഷണം ഭൂതകാലത്തെയും വർത്തമാനകാലത്തെയും വസ്തുക്കളെ ബാധിക്കുന്നു. ആകാശത്തെ വസ്തുക്കളെ നോക്കി നമുക്ക് കാലത്തിലൂടെ പിന്നോക്കം സഞ്ചരിക്കാം. നമ്മൾ കാണുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളും ഗാലക്സികളും ഇപ്പോഴുള്ളതല്ല. സൂര്യൻപോലും എട്ടു മിനിട്ടുകൾക്ക് മുൻപുള്ളതാണ്. രണ്ടു ലക്ഷം വർഷം മുൻപുള്ള മെഗല്ലനിക്ക് മേഘങ്ങളെയാണ് നാം ഇപ്പോൾ കാണുന്നത്. മെഗല്ലനിക്ക് മേഘങ്ങളിൽ നിന്നും പ്രകാശം പുറപ്പെടുന്ന സമയത്താണ് ഇവിടെ ഭൂമിയിൽ ഹോമോസാപ്യൻ പരിണമിച്ചുണ്ടായത്. 20 ലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കു മുൻപുള്ള ആൻഡ്രോമിഡ ഗാലക്സിയെയാണ് നമ്മൾ ഇപ്പോൾ കാണുന്നത്. അവിടെ നിന്നും പ്രകാശം ഇവിടെ എത്താൻ ഇത്രയും സമയമെടുക്കും. നമ്മുടെ ക്ഷീരപഥഗാലക്സിയുടെ അയൽപക്കത്തുള്ള ലോക്കൽ ഗ്രൂപ്പ് ഗാലക്സികളിൽ നിന്നും പ്രകാശം ഇവിടെ എത്താൻ 130 ലക്ഷം വർഷം മുതൽ 200 ലക്ഷം വർഷം വരെ എടുത്തു. ഈ കാലഘട്ടത്തിലാണ് ഇവിടെ ആൾകുരങ്ങുകൾ ഉണ്ടായത്. എം-77 ഗാലക്സിയിൽ നിന്നും പ്രകാശം പുറപ്പെട്ടിട്ട് 560 ലക്ഷം വർഷങ്ങൾ കഴിഞ്ഞു. അക്കാലത്താണ് ഭൂമിയിൽ ഡൈനോസറുകൾ അപ്രത്യക്ഷമായതെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു. വിർഗോ ഗാലക്സി കൂട്ടങ്ങളിൽ നിന്നും പ്രകാശം പുറപ്പെട്ടിട്ട് 710 ലക്ഷം വർഷങ്ങൾ കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ടാവണം. അന്നാണ് ഡൈനോസറുകൾ ഭൂമിയിൽ മേഞ്ഞു നടന്നിരുന്നത്. സമുദ്രങ്ങളിൽ മാത്രം ജീവികളുണ്ടായിരുന്ന

കാലത്താണ് ഏകദേശം 3900 ലക്ഷം വർഷം മുൻപ്, കോമഗാലക്സി കൂട്ടങ്ങളിൽ നിന്നും പ്രകാശം പുറപ്പെട്ടത്. അതിവിദൂരസ്ഥമായ ക്വസാറുകളിൽ നിന്നും വരുന്ന പ്രകാശം നമ്മുടെ ക്ഷീരപഥഗാലക്സി രൂപം കൊള്ളുന്നതിന് മുൻപ് പുറപ്പെട്ടതാണ്. കോടിക്കണക്കിന് വർഷങ്ങൾക്കു മുൻപുള്ള ഈ പ്രാപഞ്ചിക വസതുക്കൾ അന്നത്തെപോലെ ഇന്നായിരിക്കണമെന്നില്ല. ഇന്നു നാം കാണുന്ന ചില പ്രാപഞ്ചിക വസ്തുക്കൾ അവിടെ ഉണ്ടായിരിക്കണമെന്നില്ല. പ്രപഞ്ചത്തിലെ സമസ്തവസ്തുക്കളും അതിനെ അറിയുന്ന ബോധത്തെ ആശ്രയിച്ചാണിരിക്കുന്നത്. പ്രപഞ്ചത്തെ അറിയാൻ മനുഷ്യൻ ഇവിടെ ഇല്ലായിരുന്നെങ്കിൽ പ്രപഞ്ചത്തിനെന്തർത്ഥം?

ഭൗതികം ഭൗതികത്തിനപ്പുറത്തേക്ക്

ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആദ്യദശകങ്ങളിൽ ഭൗതികത്തിൽ (Physics) വിപ്ലവകരമായ മാറ്റങ്ങൾ ഉണ്ടായി. ഭൗതികത്തിൽ രൂപം കൊണ്ട സിദ്ധാന്തങ്ങൾ മനുഷ്യന്റെ ജീവിതരീതിയെ മാത്രമല്ല അവന്റെ ചിന്താപദ്ധതികളിൽ തന്നെ കോളിളക്കം സൃഷ്ടിച്ചു. ആധുനിക ഭൗതികം നിലയുറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത് മൂന്ന് സിദ്ധാന്തങ്ങളിലാണ്. സ്ഥല കാലങ്ങൾക്ക് പുതിയ അർത്ഥതലങ്ങൾ നല്കിയ ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം, അണുക്കളും തന്മാത്രകളും അടങ്ങുന്ന സൂക്ഷ്മപ്രപഞ്ചത്തെ വിവരിക്കുന്ന ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം, സങ്കീർണ്ണ പ്രതിഭാസങ്ങളെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്ന അരേഖിതയ്ക്ക് (Nonlenier)പുതിയ അലകും പിടിയും സമ്മാനിച്ച അവ്യവസ്ഥാ സിദ്ധാന്തം (Chaos Theory)എന്നിവയിലാണ്.

ശാസ്ത്രലോകത്തെ ഇളക്കിമറിച്ച ഐൻസ്റ്റിന്റെ മൂന്ന് പ്രബന്ധങ്ങൾ 1905 ൽ അനൽസ് ഓഫ് ഫിസിക്സ് എന്ന ജർമ്മൻ പ്രസിദ്ധീകരണത്തിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു. ഒന്നാമത്തെ പ്രബന്ധം ദ്രവ്യ-തരംഗ സ്വഭാവം വിവരിച്ചു. രണ്ടമത്തേത് ബ്രൗണിയൻ ചലനത്തിന്റെ പഠനം വഴി അണുക്കളും തന്മാത്രകളും യാഥാർത്ഥ്യമാണെന്ന് ഉറപ്പിച്ചു. മൂന്നാമത്തെതിലാണ് വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തെ നമ്മൾ കണ്ടുമുട്ടുന്നത്. ഐൻസ്റ്റീന്റെ പ്രകാശത്തിന്റെ ദ്രവ്യ-തരംഗ ദ്വന്ദ്വസ്വഭാവം, ഫോട്ടോ ഇലക്ട്രിക് പ്രഭാവത്തിന് വിശദീകരണം നൽകി. ചില വസ്തുക്കളിൽ പ്രകാശം വീഴുമ്പോൾ വൈദ്യുതോർജ്ജം ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതാണ് ഫോട്ടോ ഇലക്ട്രിക് പ്രഭാവം. ഫോട്ടോ ഇലക്ട്രിക്

പ്രഭാവം വിശദീകരിക്കുന്നതിന് ഐൻസ്റ്റീനെ സഹായിച്ചത് മാക്സ്പ്ലാങ്കിന്റെ ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തമായിരുന്നു. വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം ദ്രവ്യത്തെ ഊർജ്ജമാക്കി മാറ്റാമെന്നും കണ്ടുപിടിച്ചു.

1915ൽ ഐൻസ്റ്റിൻ പൊതുഅപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം General Theory of Relativity) അവതരിപ്പിച്ചു. ഈ സിദ്ധാന്തം ഗുരുത്വാകർഷണത്തിന്റെ രഹസ്യം വെളിപ്പെടുത്തി. ദ്രവ്യത്തിനുചുറ്റുമുള്ള സ്ഥലകാലങ്ങൾ വക്രീകരിക്കപ്പെടുന്നുവെന്ന് സിദ്ധാന്തവല്ക്കരിക്കപ്പെട്ട ഈ കണ്ടുപിടിത്തം ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രവും ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗവും പ്രവചിക്കുന്നു. 1919ൽ പശ്ചിമാഫ്രിക്കയിൽ ദൃശ്യമായ സൂര്യഗ്രഹണവേളയിൽ ഹൈഡെസ് (Hyades)നക്ഷത്രത്തിൽ നിന്നും വരുന്ന പ്രകാശരശ്മി സൂര്യനടുത്തെത്തുമ്പോൾ പഥവ്യതിയാനം കാട്ടുന്നതായി നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടു. 1922 ൽ റഷ്യൻ ഭൗതികജ്ഞനും ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനുമായിരുന്ന അലക്സാണ്ടർ ഫ്രീഡ്മാൻ (Alexander Friedmann)പൊതു അപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രപഞ്ചം വികസിക്കുന്നുവെന്ന് സൈദ്ധാന്തികമായി തെളിയിച്ചു. 1929 അമേരിക്കയിലെ മൗണ്ട് വിൽസൺ ദൂരദർശിനി ഉപയോഗിച്ച് എഡ്വിൻ ഹബിൾ പ്രപഞ്ചം വികസിക്കുന്നുവെന്നതിന് നീരീക്ഷണ തെളിവുകൾ നൽകി. 1928ൽ ഇൻഡ്യൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ എസ്സ്. ചന്ദ്രശേഖർ പൊതുആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ജനിമൃതിയെ കുറിച്ചുള്ള പ്രബന്ധം അവതരിപ്പിച്ചു. ലോകപ്രശസ്ത ബ്രിട്ടീഷ് ഭൗതികജ്ഞനായ സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങ്ങിന്റെ അഭിപ്രായത്തിൽ ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിലെ ഏറ്റവും വലിയ ബൗദ്ധിക വിപ്ലവം പ്രപഞ്ചം വികസിക്കുന്നുവെന്ന കണ്ടെത്തലാണ്. പൊതുആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തമാണ് ആധുനിക പ്രപഞ്ച ശാസ്ത്രത്തിന് അടിത്തറയിട്ടത്.

ഐൻസ്റ്റിന്റെ ദ്രവ്യ-ഊർജസമവാക്യം ($E=mc^2$)അനുസരിച്ച് ഒരു ഗ്രാം ഏതെങ്കിലും വസ്തു (ഉദാ:യുറേനിയം) സംപൂർണ്ണമായും ഊർജ്ജമാക്കി മാറ്റാൻ കഴിഞ്ഞാൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഊർജ്ജം ഒമ്പത് ദശലക്ഷം കോടി കോടി എർഗാണ്. പ്ലൂട്ടോണിയം, യുറേനിയം മുതലായ അണുക്കൾ വിഖണ്ഡനത്തിന് (fission) വിധേയമാകുമ്പോൾ ദ്രവ്യത്തിന്റെ ഒരു ചെറിയഭാഗം മാത്രം ഊർജമായി മാറുന്നു. ഇതാണ് അണുബോംബിന്റെ തത്ത്വം. അത്യധികം ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ഹൈഡ്രജൻ അണുക്കൾ സംയോജനം വഴി ഹീലിയമായി മാറുമ്പോഴും ദ്രവ്യം ഭാഗികമായി ഊർജമായി മാറുന്നു. ഇതാണ് ഹൈഡ്ര

ജൻ ബോംബിന്റെ തത്ത്വം. ദ്രവ്യ ഊർജസമവാക്യം അണുഭൗതികത്തിന്റെ വളർച്ചക്ക് വേഗതകൂട്ടി. ഐൻസ്റ്റിന്റെ ഈ സമവാക്യത്തിന് ഭൗതികത്തിൽ മാത്രമല്ല സാംഗത്യമുള്ളത്. നമ്മുടെ ചിന്താമണ്ഡലമാകെ കീഴ്മേൽമറിച്ച ഒരു സത്യത്തിലേക്കാണ് അത് നമ്മെ നയിച്ചത്. രണ്ട് വ്യതിരിക്തങ്ങളായ ഉൺമകളല്ല വസ്തുവും ഊർജ്ജവും എന്ന് നമ്മെ ഈ സമവാക്യം ഉദ്ബോധിപ്പിക്കുന്നു. പൊതുആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം കാലത്തെ കുറിച്ചുള്ള ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികത്തിന്റെയും തത്ത്വശാസ്ത്രത്തിന്റെയും കാഴ്ചപ്പാട് തിരുത്തിക്കുറിച്ചു. ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികമനുസരിച്ച് കാലം ഒരു തരത്തിലും നിയന്ത്രിക്കപ്പെടാത്ത പ്രവാഹമാണ്. അത് ഭൂമിയിലും മറ്റു നക്ഷത്രങ്ങളിലും പ്രപഞ്ചത്തിലെവിടെയും തുല്യവേഗത്തിൽ പ്രവഹിക്കുന്നു. എന്നാൽ കാലം പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ എല്ലാ ഭാഗങ്ങളിലും ഒരുപോലെ പ്രവഹിക്കുന്നില്ലെന്നും ഊർജ്ജത്തിന്റെയും ദ്രവ്യത്തിന്റെയും സാന്നിദ്ധ്യം പ്രവാഹത്തിന്റെ തോതിനെ ബാധിക്കുമെന്നും ഐൻസ്റ്റീൻ പറഞ്ഞു.

ആണവോർജ്ജം, റേഡിയോ ആക്ടിവ് ഐസോട്ടോപ്പുകൾ, സെമികണ്ടക്ടറുകൾ, മേസറുകൾ, ലേസറുകൾ എന്നിവ ക്വാണ്ടം ഭൗതികത്തിന്റെ സംഭാവനകളാണ്. ടെലിവിഷനും കമ്പ്യൂട്ടറുകളും ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിലാണ് പ്രവർത്തിക്കുന്നത്. ആധുനിക രസതന്ത്രത്തിന്റെയും ജീവശാസ്ത്രത്തിന്റെയും അടിസ്ഥാനമായി നിലകൊള്ളുന്നതും ഈ സിദ്ധാന്തമാണ്. ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആരംഭത്തിൽ ഭൗതികം പ്രതിസന്ധിയിലായി. ന്യൂട്ടന്റെയും മാക്സ്വെല്ലിന്റെയും സിദ്ധാന്തങ്ങളെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയ ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികത്തിന് കറുത്ത വസ്തുവികിരണം (Black-Body Radiation), പ്രകാശ വൈദ്യുതി പ്രവാഹം (Photo electric effect) ദീപ്ത രേഖ പ്രകാശവർണ്ണരാജി (Bright Line Light Spectra) എന്നീ ഭൗതിക പ്രതിഭാസങ്ങൾ തൃപ്തികരമായി വിശദീകരിക്കാൻ കഴിഞ്ഞില്ല. ക്വാണ്ടം ഭൗതികമാണ് ഇതിന് പരിഹാരങ്ങൾ നിർദ്ദേശിച്ചത്.

ക്വാണ്ടം ഭൗതികം ജനിച്ചത് 1900 ഡിസംബർ 17നാണ്. അന്നാണ് ജർമ്മൻ ഭൗതികജ്ഞനായ മാക്സ് പ്ലാങ്ക് താപവികിരണസിദ്ധാന്തത്തിലെ വൈഷമ്യങ്ങളിലൊന്നായ കറുത്തവസ്തുവികിരണം വിശദീകരിക്കുന്നതിന് ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം അവതരിപ്പിച്ചത്. ഒരു കറുത്ത വസ്തുവിൽ (Black Body) നിന്നുള്ള ഊർജ്ജ വികിരണം ക്വാണ്ടങ്ങൾ എന്നുവിളിക്കുന്ന ചെറിയ ഊർജ്ജതുണ്ടുകൾ ആയിട്ടാണ് എന്ന് മാക്സ്പ്ലാങ്ക് സ്ഥാപിച്ചു. ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം ഉപയോഗിച്ച് അദ്ദേഹം

കറുത്ത വസ്തുവികിരണം ഫലപ്രദമായി വിശദീകരിക്കുകയുണ്ടായി. നീൽസ് ബോർ പ്രകാശവർണ്ണരാജി ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തമുപയോഗിച്ച് വിശകലന വിധേയമാക്കി. മാക്സ്പ്ലാങ്കിന്റെ സങ്കല്പങ്ങളിൽ നിന്നും ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം (Quantum Mechanics) രൂപം കൊണ്ടു. പുതിയൊരുലോകം നമ്മുടെ മുന്നിൽ അത് തുറന്നിട്ടു. അതിസൂക്ഷ്മകണങ്ങളുടെയും, അണുക്കളുടേയും, അണുകേന്ദ്രങ്ങളുടേയും ലോകമാണത്. അണുവിനുള്ളിലെ കണങ്ങളുടെ ചലനനിയങ്ങൾ അത് ആവിഷ്ക്കരിച്ചു.

ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിന്റെ പ്രയാണം ക്ലേശകരമായിരുന്നു. അതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ഉയർന്നുവന്ന പുതിയ സമസ്യകൾക്ക് ഹൈസൻബെർഗും, ഇർവിൻ ഷ്രോഡിഞ്ചറും പോൾ ഡിറാക്കും ഉത്തരങ്ങൾ കണ്ടെത്തി. ഹൈസൻബെർഗ് മാട്രിക്സ് മെക്കാനിക്സും (Matrix Mechanics) ഷ്രോഡിഞ്ചർ തരംഗബലതന്ത്രവും (Wave Mechanics) പോൾ ഡിറാക് ക്വാണ്ടം ആൾജിബ്രായും കണ്ടുപിടിച്ച് ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തെ മുന്നോട്ട് നയിച്ചു. ഇവരുടെ സൈദ്ധാന്തിക പ്രവർത്തനങ്ങൾ പിന്നീട് ഏറ്റെടുത്ത് റിച്ചാർഡ്.പി.ഫെയ്ൻമാൻ, ഡേവിഡ് ബോം ജോൺവീലർ തുടങ്ങിയവരാണ്.

പത്തൊൻപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ അവസാനദശകത്തിൽ പോലും അണുവിന്റെ ഘടനയെ കുറിച്ച് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് വ്യക്തമായ അറിവുണ്ടായിരുന്നില്ല. ബ്രിട്ടീഷ് ഭൗതികജ്ഞനായ ജെ.ജെ.തോംസൺ 1897ൽ ഇലക്ട്രോൺ കണ്ടുപിടിച്ചതോടെ അണുക്കൾ വിഭജിക്കാൻ പറ്റാത്തതാണെന്ന ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികത്തിന്റെ സങ്കല്പം തകർന്നു. 1911 ൽ ഏണസ്റ്റ് റുതർഫോർഡ് അണുക്കൾക്ക് ഒരു ആന്തരികഘടനയുണ്ടെന്ന് വ്യക്തമാക്കി. അണുഘടനയെ കുറിച്ച് ആദ്യമായി നമുക്ക് വിവരം ലഭിച്ചത് റുതർഫോർഡിൽ നിന്നായിരുന്നു. സൂര്യനെ പോലെ നടുക്കൊരു അണുകേന്ദ്രം (ന്യൂക്ലിയസ്) ഇതിൽ പ്രോട്ടോണുകളും ന്യൂട്രോണുകളും സമഞ്ജസമായി ചേർന്നിരിക്കുന്നു. ന്യൂക്ലിയസിനു ചുറ്റും ഗ്രഹങ്ങളെ പോലെ ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന ഇലക്ട്രോണുകൾ. റുതർ ഫോർഡിന്റെ അണുമാതൃകയിലെ തെറ്റുകൾ തിരുത്തി നീൽസ് ബോർ പുതിയൊരു അണുമാതൃക അവതരിപ്പിച്ചു.

ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിന്റെയും ആണവ ഭൗതികത്തിന്റെയും വളർച്ചയും വികാസവും പരസ്പരപൂരകങ്ങളായിരുന്നു. അണുകേന്ദ്രത്തിലെ ശക്തന്യൂക്ലിയർ ബലത്തേയും (Strong Nuclear Force)

ദുർബല ന്യൂക്ലിയർ ബലത്തെയും (Weak Nuclear Force) ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം വിശിഷ്ഠാപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ സമർത്ഥമായി വിശദീകരിച്ചു. പ്രോട്ടോൺ, ന്യൂട്രോൺ, ഇലക്ട്രോൺ എന്നിവയുടെ കണ്ടുപിടിത്തത്തോടെ അണുവിന്റെ ഘടന ലളിതമാണെന്ന് തോന്നി. എന്നാൽ ഈ വിശ്വാസം അധികനാൾ നീണ്ടുനിന്നില്ല. 1931ൽ ബ്രിട്ടീഷ് ഭൗതികജ്ഞനായ പോൾഡിറാക് ഇലക്ട്രോണിന് പോസിട്രോൺ (Positron) എന്ന ധനചാർജ്ജുള്ള ഒരു കൂട്ടാളിയുണ്ടെന്ന് പ്രവചിച്ചു. അമേരിക്കൻ ഭൗതികജ്ഞനായ കാൾ ആന്റേഴ്സൺ (Carl Anderson) 1932 ൽ കോസ്മിക രശ്മികളിൽ നിന്നും പോസിട്രോൺ കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇത് പ്രതിദ്രവ്യം (antimatter) എന്ന സങ്കല്പത്തിന് തുടക്കമിട്ടു. 1930 കളിലും 1940കളിലും കോസ്മിക് രശ്മികളെ കുറിച്ചുള്ള പഠനത്തിൽ നിന്നും മ്യൂമെസോൺ, പൈമെസോൺ, ഹൈപ്പറോൺ എന്നീ കണങ്ങളെ കണ്ടെത്തി.

1950 കളിൽ കണികാത്വരകങ്ങൾ (Particle Accelerators) സ്ഥാപിച്ചതോടെ നിരവധി പുതിയ കണങ്ങളെ കണ്ടുപിടിച്ചു. മൗലിക കണങ്ങൾ (Fundamental Particles) എന്ന് പറയുന്നവയുടെ എണ്ണം ഇരുന്നൂറായി. 1960 ആയപ്പോഴേക്കും 1870 ൽ മെൻഡലീവ് കണ്ടുപിടിച്ച ആവർത്തന പട്ടികയിലെ മൂലകങ്ങളുടെ എണ്ണത്തിന്റെ ഇരട്ടിയായി കണങ്ങളുടെത്. ഇതോടെ മൗലിക കണങ്ങൾ എന്നുന്നുണ്ടോ എന്ന് ഭൗതികജ്ഞന്മാർ ചിന്തിക്കാൻ തുടങ്ങി. 1961 ൽ അമേരിക്കൻ ഭൗതികജ്ഞനായ മുറെ ജെൽമാൻ (Murray Gellmann) ദ്രവ്യം ക്വാർക്കുകളാൽ (Quarks) നിർമ്മിതമാണെന്ന ആശയം മുന്നോട്ടുവെച്ചു. ക്വാർക്കുകളുടെ കണ്ടുപ്പിടിത്തത്തിന് 1969ൽ അദ്ദേഹത്തിന് നോബൽ സമ്മാനം നല്കി. ക്വാർക്ക് സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് ദ്രവ്യത്തിന്റെ അടിസ്ഥാഘടകങ്ങൾ ആറാണ്. അപ് (up) ഡൗൺ (down) ചാംഡ് (Charmed) സ്ട്രെയിഞ്ച് (Strange) ബോട്ടം (bottom) ടോപ്പ് (Top) എന്നീ ക്വാർക്കുകളാണ്. ഒരു പ്രോട്ടോൺ രണ്ട് അപ്പ് ക്വാർക്കുകളും ഒരു ഡൗൺ ക്വാർക്കും, ഒരു ന്യൂട്രോൺ രണ്ട് ഡൗൺ ക്വാർക്കുകളും ഒരു അപ്പ് ക്വാർക്കും അടങ്ങിയതാണ്. ക്വാർക്കുകളുടെയും പ്രതിക്വാർക്കുകളുടെയും ഒരു സവിശേഷത അവ ഒറ്റയായോ വേർപെട്ട നിലയിലോ പ്രകൃതിയിൽ കാണുന്നില്ലെന്നുള്ളാണ്. ക്വാർക്കുകൾ എപ്പോഴും സംയുക്തമായി രണ്ടോ മൂന്നോ ആയിട്ടാണ് കാണപ്പെടുന്നത്. ക്വാർക്കുകളുടെ കണ്ടുപിടിത്തം ക്വാർക്ക് സ്പെക്ട്രോസ്കോപ്പിക്ക് തുടക്കമിട്ടു.

ക്വാർക്ക് സിദ്ധാന്തത്തെ തുടർന്ന് എല്ലാ ദ്രവ്യവും ക്വാർക്കുകളും ലെപ്പ്റ്റോണുകളും (Lepton) കൊണ്ട് നിർമ്മിതമാണെന്ന നിഗമനത്തിൽ എത്തി. ഇലക്ട്രോൺ, മ്യൂമെസോൺ എന്നിവ ലെപ്പ്റ്റോൺ കുടുംബത്തിൽപ്പെട്ടവയാണ്. ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ തന്നെ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ട കല്പിത കണങ്ങൾ (Virtual Particles) ആണ് ഫോട്ടോൺ, ബോസോൺ, ഗ്ലൂവോൺ, ഗ്രാവിറ്റോൺ എന്നിവ. കല്പിതകണങ്ങളെ ബലവാഹി കണങ്ങൾ എന്നും വിശേഷിപ്പിക്കുന്നു. ഇവയെ കണികാ സംസൂചകങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് നേരിട്ട് കണ്ടുപിടിക്കാൻ കഴിയില്ല.

ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രവും അപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തവുമനുസരിച്ച് അണുവിനുള്ളിലെ കണങ്ങളുടെ അസ്തിത്വം ഊർജ്ജനിലവാരത്തെ ആശ്രയിച്ചാണിരിക്കുന്നത്. ഇലക്ട്രോണിന്റെ വലിപ്പം 10^{-16} സെന്റിമീറ്ററിന് താഴെയാകുമ്പോഴും അതിന്റെ ഊർജ്ജം 10^{5} മെഗാ ഇലക്ട്രോൺ വോൾട്ട് ആയി ഉയരുമ്പോഴും അതിന്റെ അസ്തിത്വം (ഘടന) നഷ്ടപ്പെടുന്നു. മറ്റൊരു രീതിയിൽ പറഞ്ഞാൽ ഇലക്ട്രോണും, മ്യൂവോണും രൂപരഹിതം (കണമല്ലാത്ത) ആകും. കണങ്ങൾ അത്യന്തികമായി ഊർജ്ജപാറ്റേണുകളാണ് (energy patterns).

ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം ഒരു ഏകീകൃത സിദ്ധാന്തം (TOE Theory of Everything) ആവിഷ്ക്കരിക്കുന്നതിലേക്ക് ഭൗതികത്തെ നയിക്കുന്നു. പ്രകൃതിയിൽ നാല് ബലങ്ങളാണുള്ളത്. ഗുരുത്വാകർഷണബലം (Gravitational Force) വൈദ്യുതകാന്തിക ബലം (electromagnetic force) ദുർബല ന്യൂക്ലിയർ ബലം (Weak nuclear force) ശക്ത ന്യൂക്ലിയർ ബലം (Strong Nucler force) എന്നിവയാണവ. പ്രകൃതി ബലങ്ങളെ ഏകീകരിക്കാനുള്ള ശ്രമങ്ങൾ പണ്ടുമുതലെ ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർ നടത്തുകയുണ്ടായി. 1665 ൽ ഐസക്ന്യൂട്ടൻ ഭൗമഗുരുത്വവും സ്വർഗ്ഗീയ ഗുരുത്വവും സാർവത്രിക ഗുരുത്വാകർഷണ നിയമത്തിൽ ഏകീകരിക്കുകയുണ്ടായി. രണ്ടു നൂറ്റാണ്ടുകൾക്കുശേഷം 1865 ൽ ക്ലാർക്ക് മാക്സ്വെൽ വൈദ്യുതി, കാന്തികത, പ്രകാശികം, എന്നിവ ഒരു സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ പരിധിയിൽ കൊണ്ടുവന്നു. 1960 കളായപ്പോഴേക്കും അത്യുന്നത ഊർജ്ജ നിലവാരത്തിൽ നാല് ബലങ്ങളെയും ഏകീകരിക്കുവാൻ കഴിയുമെന്ന് ഭൗതികജ്ഞന്മാർക്ക് മനസ്സിലായി. 1967 ൽ ലോക പ്രശസ്ത പാക്കിസ്ഥാനി ശാസ്ത്രജ്ഞനായ അബ്ദുസ്സലാമും (Abdus Salam), ഹാർവാർഡ് സർവ്വകലാശാലയിലെ സ്റ്റീവെൻ വെയിൻബർഗും (Steven Weinberg) അവിടത്തെതന്നെ മറ്റൊരു ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഗ്ലാഷോയും (Glashow) ചേർന്ന് ദുർബല

ന്യൂക്ലിയർ ബലത്തെയും വൈദ്യുത കാന്തിക ബലത്തേയും ഏകീകരിക്കുകയുണ്ടായി. ഇതിനെ ഇലക്ട്രോവീക്ക് സിദ്ധാന്തം (electro weak theory) എന്നാണ് അറിയപ്പെടുന്നത്. ഈ സിദ്ധാന്തം ശരിയാണെന്ന് പ്രശസ്ത കണ ഭൗതികജ്ഞായ കാർലോ റൂബി പരീക്ഷണത്തിലൂടെ തെളിയിക്കുകയുണ്ടായി. ഇലക്ട്രോവീക് സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ വിജയത്തോടെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ വൈദ്യുതകാന്തികബലവും, ദുർബല ന്യൂക്ലിയർ ബലവും, ശക്തന്യൂക്ലിയർ ബലവും ഏകീകരിക്കുവാൻ ശ്രമിച്ചു. ഇതിന്റെ ഫലമായി രൂപംകൊണ്ടതാണ് ബൃഹദ് ഏകീകരണ സിദ്ധാന്തം (Grand Unified Theory-GUT) ഈ ബലങ്ങളുടെ ഏകീകരണത്തിന് 10^{15} ഗിഗാ ഇലക്ട്രോൺ വോൾട്ട് വേണം. നിലവിലുള്ള കണികാ ത്വരകങ്ങൾക്ക് ഇത്രയും ഉയർന്ന ഊർജ്ജം ഉല്പാദിപ്പിക്കാൻ ശേഷിയില്ല. ഇതിന് സൂര്യന്റെ താപനിലയുള്ള കണികാത്വരകങ്ങൾ വേണ്ടിവരും. മൂന്നു ബലങ്ങളുടെയും സൈദ്ധാന്തികമായ ഏകീകരണത്തോടെയാണ് ക്വാർക്ക് സിദ്ധാന്തവും ക്രോമോ ഡൈനാമിക്സും (QCD) വികസിച്ചത്.

നാലുബലങ്ങളെ (ഗുരുത്വം ഉൾപ്പെടെ) ഏകീകരിക്കണമെങ്കിൽ പ്രപഞ്ചോല്പത്തി നിമിഷത്തെ താപനില വേണം. ബലങ്ങളുടെ ഏകീകരണത്തിൽ സ്ഥൂലലോകഭൗതികവും സൂക്ഷ്മലോകഭൗതികവും ഒരുമിക്കുന്നു. പ്രപഞ്ചോല്പത്തി നിമിഷത്തിലെ അവസ്ഥ സൈദ്ധാന്തികമായി പോലും ഭൗതികജ്ഞന്മാർക്ക് ഇന്നും അജ്ഞാതമാണ്. പ്രപഞ്ചോല്പത്തി (മഹാ വിസ്ഫോടനം Big Bang) മുതൽ 10^{-43} സെക്കൻഡ് വരെയുള്ള അവസ്ഥ വിശദീകരിക്കുവാൻ ഭൗതികത്തിനിപ്പോഴും കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. അത് വിവരിക്കുവാൻ ഒരു സംപൂർണ്ണ ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വസിദ്ധാന്തം ആവശ്യമാണ്. ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വസിദ്ധാന്തമെന്നാൽ ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിന്റെയും പൊതു ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെയും ഏകീകൃത സിദ്ധാന്തം. ഇപ്പോഴുള്ള ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വ സിദ്ധാന്തങ്ങളൊന്നും പൂർണ്ണതയുള്ളവയല്ല. ഒരു സംപൂർണ്ണ ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വസിദ്ധാന്തത്തിന് പ്രപഞ്ച രഹസ്യങ്ങളുടെ ചുരുൾ അഴിക്കാൻ കഴിയുമെന്നാണ് ഭൗതികജ്ഞന്മാർ വിശ്വസിക്കുന്നത്.

ക്വാണ്ടം ഭൗതികം പ്രപഞ്ചപഠനം ത്വരിതപ്പെടുത്തി. പ്രപഞ്ചപരിണാമം ദ്രവ്യപരിണാമമാണെന്ന് അത് സ്ഥാപിച്ചു. പ്രപഞ്ച ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാരുടെ അഭിപ്രായത്തിൽ മഹാവിസ്ഫോടനത്തിനുശേഷമുള്ള 10^{-43} സെക്കൻഡിന് മുൻപ് പ്രപഞ്ചതാപനില 10^{32} കെൽവിനായിരുന്നു. ഈ കാലഘട്ടത്തെ ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വായുഗം എന്നാണ് വിശേഷിപ്പി

ക്കുന്നത്. തുടർന്ന് പ്രപഞ്ചതാപം 10^6 സെക്കൻഡിനുള്ളിൽ 10^{13} കെൽവിനിലേക്ക് താണു. ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ ശക്തന്യൂക്ലിയർ ബലവും ദുർബലന്യൂക്ലിയർ ബലവും വൈദ്യുതകാന്തിക ബലവും ഒന്നായിരുന്നു. ഇതാണ് ബൃഹദ് ഏകീകരണ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ ഘട്ടം. പ്രപഞ്ചതാപനില 10^9 കെൽവിനാകാൻ ഒരു സെക്കൻഡ് എടുത്തു. ഈ സമയത്താണ് പ്രോട്ടോണുകളും ന്യൂട്രോണുകളും യോജിച്ച് അണുകേന്ദ്രം (nucleus) ഉണ്ടായത്. 10^{12} സെക്കൻഡായപ്പോഴെക്കും പ്രപഞ്ചതാപം 10^4 കെൽവിനായി. അണുക്കൾ രൂപം കൊണ്ടു. ഈ സമയത്താണ് ദ്രവ്യവും (matter) വികിരണവും (radiation) വേർപിരിഞ്ഞത്. അപ്പോൾ വേർപിരിഞ്ഞ വികിരണത്തെയാണ് നമ്മൾ ഇപ്പോൾ പ്രാപഞ്ചിക പശ്ചാത്തലവികിരണമായി (cosmic microwave background radiation) കണ്ടുപിടിച്ചിട്ടുള്ളത്, അതിന്റെ ഇപ്പോഴത്തെ താപനില 3 കെൽവിനാണ്.

നമ്മുടെ സാധാരണ അനുഭവങ്ങളിൽ ഇല്ലാത്തതും വളരെ പണ്ട് സംഭവിച്ചതുമായ പ്രാപഞ്ചിക സംഭവങ്ങളെ വിവരിക്കുന്ന ഈ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ ശക്തമായ ശാസ്ത്രീയ അടിത്തറയിൽ കെട്ടിപ്പൊക്കിയതാണ്. പ്രപഞ്ചോല്പത്തി, പ്രപഞ്ചഘടന, പ്രപഞ്ചാന്ത്യം എന്നിവ ഒരുപരിധിവരെ വിശദീകരിക്കാൻ ശാസ്ത്രത്തിനിന്ന് കഴിയുന്നുണ്ട്. പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രസംബന്ധിയായ പ്രപഞ്ചപരപ്പ്, കറുത്തദ്രവ്യം, ഇൻഫ്ളേഷൻ, ശിശുപ്രപഞ്ചങ്ങൾ, കുമിള പ്രപഞ്ചങ്ങൾ, തമോഗർത്തങ്ങൾ, വേം തുളകൾ (worm holes) എന്നിവയെകുറിച്ചുള്ള സിദ്ധാന്തങ്ങളിൽ ഇപ്പോഴും അവ്യക്തതയുണ്ട്.

ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിൽ നിന്നും പുതിയൊരു ദാർശനികവീക്ഷണം ഉരുതിരിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. നിരീക്ഷണത്തിൽ നിരീക്ഷകന്റെ പങ്ക്, സ്ഥാനീയത, യാദൃശ്ചികത എന്നീ പ്രശ്നങ്ങളിലാണിത്. ഉദാഹരണത്തിന് സ്ഥാനീയതയെടുക്കാം. ക്വാണ്ടം ബന്ധമുള്ള രണ്ട് കണങ്ങൾ, അവ തമ്മിൽ എത്ര അകലെ ആയിരുന്നാലും, ഒരെ ക്വാണ്ടം അവസ്ഥയിൽ ഇരിക്കും. അതായത് ഒന്നിന്റെ അവസ്ഥ മാറിയാൽ മറ്റേതിന്റെയും അവസ്ഥ സ്വയമേവ മാറും. ഭൂമിയിലെ ഒരു കണവ്യൂഹവും അതിവിദൂരസ്ഥമായ ഒരു നക്ഷത്രത്തിലെ കണവ്യൂഹവും തമ്മിൽ പരസ്പര ബന്ധമുണ്ട്. പ്രപഞ്ചത്തിലുള്ളതിനെല്ലാം അസ്ഥാനിയ (non-local)ബന്ധമുണ്ട് എന്നുസാരം. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിൽ നിന്നും ഉയർന്നു വന്നിട്ടുള്ള ദാർശനിക പ്രശ്നങ്ങളെ ഗൗരവമായിട്ടെടുക്കണമെന്ന ചിന്താഗതി ഇന്ന് ശക്തിപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിലെ മൂന്നാമത്തെ ഭൗതികശാസ്ത്രവിപ്ലവമാണ് കയോസ് സിദ്ധാന്തം (Chaos Theory). കയോസ് എന്ന പദത്തിന്റെ ഗ്രീക്ക് മൂലാർത്ഥം പ്രപഞ്ചസൃഷ്ടിക്ക് മുൻപ് എല്ലായിടത്തും നിറഞ്ഞുനിന്ന രൂപവും ഘടനയുമൊന്നും ഇല്ലാത്ത വസ്തു എന്നാണ്. കയോസ് എന്ന പദത്തിന് ക്രമമില്ലായ്മ അവ്യസ്ഥ, അരാജകത്വം, കുഴമറിച്ചിൽ എന്നൊക്കെ അർത്ഥമുണ്ടെങ്കിലും ആധുനികശാസ്ത്രം ഇതിന് സവിശേഷമായ ഒരർത്ഥം കൽപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്. പ്രത്യക്ഷത്തിൽ ക്രമം ഇല്ലെങ്കിലും ഒരു പ്രത്യേക കാഴ്ചപ്പാടിലൂടെ പരിശോധിക്കുമ്പോൾ ക്രമം വെളിപ്പെടുന്ന അവസ്ഥയാണ് കയോസ്. ചിലതരം വ്യൂഹങ്ങളിൽ, അവയുടെ പ്രാരംഭികാവസ്ഥകളെ ആശ്രയിച്ച് പ്രത്യക്ഷമാകുകയോ ആവാതിരിക്കുകയോ ചെയ്യുന്ന പ്രവചനത്തിന് വഴങ്ങാത്ത ഒരു പ്രവർത്തന രീതിയാണ് കയോസ്. വെള്ളം തിളക്കുന്നത് ഉദാഹരണം. തിളക്കുന്ന വെള്ളത്തിൽ ഒരു കോർക്കിട്ടാൽ അത് തത്തിത്തത്തി തുള്ളിതുള്ളി ചാടി നടക്കുന്നു. ഏത് ദിശയിൽ അത് ചലിക്കുമെന്ന് പ്രവചിക്കുവാൻ സാദ്ധ്യമല്ല. എന്നാൽ കോർക്കിന്റെ ചലനത്തിന് പിന്നിൽ പതിയിരിക്കുന്ന ഒരു ക്രമമുണ്ട്. കയോസ് പ്രകൃതിയിൽ എല്ലായിടത്തും ഉണ്ട്.

അരേഖീയ (nonlinear) പ്രഭാവങ്ങൾ വിശദീകരിക്കുന്നതിന് കയോസ് സിദ്ധാന്തം ഫലപ്രദമാണ്. കാലാവസ്ഥ, ജീവജാലങ്ങളുടെ ജനന മരണങ്ങൾ എന്നിവ അരേഖീയ പ്രഭാവങ്ങളാണ്. ജീവൻ എന്ന പ്രതിഭാസത്തിൽ നാം കാണുന്നത് അവ്യസ്ഥയിൽ നിന്നും വ്യവസ്ഥയിലേക്കുള്ള ഒരു പ്രയാണമാണ്. പ്രകാശ സംശ്ലേഷണത്തിൽ നടക്കുന്നത് ലളിത തന്മാത്രകളായ ജലം, ഓക്സിജൻ, കാർബൺഡൈഓക്സയിഡ് മുതലായവ സൗരോർജ്ജത്തിന്റെ സഹായത്താൽ കൂടുതൽ സങ്കീർണ്ണമായ തന്മാത്രകളായി മാറുന്നതാണല്ലോ. ഈ പ്രക്രീയ താപഗതികത്തിലെ എൻട്രോപ്പിക്ക് എതിരാണ്. ക്രമമില്ലായ്മയിൽ നിന്നും ക്രമം സൃഷ്ടിക്കുന്ന പ്രക്രീയയാണിത്.

ഒരു വസ്തുവിന്റെ അല്ലെങ്കിൽ ഒരു വ്യൂഹത്തിന്റെ പ്രാരംഭികാവസ്ഥകളിൽ നേരിയ അന്തരം വരുത്തിയാൽ അതിന്റെ ഭാവി വ്യവഹാരത്തിൽ വമ്പിച്ച മാറ്റം സംഭവിക്കുന്നുവെന്നാണ് കയോസ് സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ മുഖ്യപ്രമേയം. 1960 ൽ മസാച്ചുസെറ്റ്സ് ഇൻസ്റ്റിട്യൂട്ട് ഓഫ് ടെക്നോളജിയിലെ കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്ന എഡ്വർഡ് ലോറൻസ് കയോസ് സിദ്ധാന്തത്തെ കാലാവസ്ഥാപഠനത്തിന് ഉപയോഗിക്കുകയുണ്ടായി. അന്തരീക്ഷത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഏതൊരു ചല

നവും വമ്പിച്ച പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നുവെന്ന് കംമ്പ്യൂട്ടർ മോഡലുകളിലൂടെ അദ്ദേഹം വ്യക്തമാക്കി. ചിത്രശലഭ പ്രതിഭാസം (Butterfly Effect) എന്ന് അദ്ദേഹം ഇതിന് പേരിട്ടു. കൊല്ലത്ത് ഇന്ന് ഒരു ചിത്രശലഭം ചിറകിട്ടടിച്ചാൽ അതിന്റെ പരിണിതി ഏകദേശം ഒരാഴ്ചകഴിഞ്ഞ് ലണ്ടനിലെ കാലാവസ്ഥയിൽ ഉണ്ടാകാമെന്നതാണ്. എത്ര നേരിയ ക്ഷോഭവും കാലാവസ്ഥയുടെ ഗതി നിർണ്ണയിക്കുന്നതിൽ ഘടകമാകാം.

കയോസ് സിദ്ധാന്തം പ്രകൃതിയിലെ സങ്കീർണ്ണതകൾ മനസിലാക്കാൻ നമ്മെ സഹായിക്കുന്നു. അത് ഭൗതികത്തിലാണ് രംഗപ്രവേശനം ചെയ്തതെങ്കിലും അത് കൈവെയ്ക്കാത്ത വിജ്ഞാനശാഖകളില്ല. രസതന്ത്രം, എൻജിനിയറിംങ്ങ്, വൈദ്യശാസ്ത്രം, ജീവശാസ്ത്രം, ധനതത്ത്വശാസ്ത്രം, രാഷ്ട്രതന്ത്രം, സാമൂഹ്യവിജ്ഞാനം, ഭാഷാശാസ്ത്രം, തത്ത്വശാസ്ത്രം തുടങ്ങിയവയുടെ മേഖലകളിൽ കയോസ് സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ കയ്യൊപ്പ് പതിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്.

ആധുനിക ഭൗതികത്തിലെ ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തവും, ക്വാണ്ടം ഭൗതികവും, കയോസ് സിദ്ധാന്തവും സ്ഥൂലപ്രപഞ്ചത്തെയും സൂക്ഷമപ്രപഞ്ചത്തെയും കുറിച്ചുള്ള നമ്മുടെ അറിവ് അഗാധമാക്കിയിട്ടുണ്ട്. സമകാലീന ഭൗതികത്തിന്റെ പക്കലുള്ള ഏറ്റവും ശക്തമായ സെർച്ച് ലൈറ്റുകളാണിവ. ആധുനിക ഭൗതികം മറ്റെല്ലാറ്റിനെയും പിന്നിലാക്കികൊണ്ട് അജ്ഞാത തുറകളിലേക്ക് മുന്നേറുകയാണ്. മുൻകാലങ്ങളിൽ അതിഭൗതികം (metaphysics) എന്ന് കരുതിയ പലതും ആധുനിക ഭൗതികത്തിന് ഇന്ന് വിശദീകരിക്കാൻ കഴിയുമെന്ന സ്ഥിതിവിശേഷം സംജാതമായിരിക്കുന്നു.

ന്യൂക്ലിയർ കരാർ 123- ഒരു പാരിസ്ഥിതിക വീക്ഷണം

ഇൻഡോ-അമേരിക്കൻ സിവിൽ ന്യൂക്ലിയർ സഹകരണ കരാർ 123 ഒപ്പിട്ടുകഴിഞ്ഞു. നമ്മുടെ ജനാധിപത്യവ്യവസ്ഥയുടെ അടിസ്ഥാന സ്തംഭങ്ങളിൽ ഒന്നായ പാർലമെന്റ് അറിയാതെയാണ് കരാർ ഒപ്പുവെച്ചത്. കരാറിലെ വ്യവസ്ഥകളെ സംബന്ധിച്ച വാദകോലാഹലങ്ങൾ നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. പ്രതിപക്ഷവും ഇടതുപാർട്ടികളും കരാർ ഇൻഡ്യയുടെ പരമാധികാരത്തിന് ഭീഷണിയാണെന്ന് പറയുമ്പോൾ അല്ലെന്ന് ഭരണകക്ഷിയായ കോൺഗ്രസ്. ഇൻഡ്യയുടെ ഭാവി ഊർജ്ജ സുരക്ഷയ്ക്ക് ന്യൂക്ലിയർ പ്ലാന്റുകൾ അനിവാര്യമാണെന്നാണ് പ്രധാനമന്ത്രി മൻമോഹൻസിംഗ് പറയുന്നത്. ഇവിടെ ചർച്ചചെയ്യപ്പെടാതെ പോകുന്ന ഒരു സുപ്രധാന പ്രശ്നമുണ്ട്. അത് ന്യൂക്ലിയർ പ്ലാന്റുകൾ സൃഷ്ടിക്കുന്ന ഗുരുതരമായ പാരിസ്ഥിതിക പ്രത്യാഘാതങ്ങളാണ്. ഇൻഡ്യയെ പോലെ ജനസാന്ദ്രതകൂടിയ ഒരു രാജ്യത്ത് ന്യൂക്ലിയർ പ്ലാന്റുകൾ സ്ഥാപിക്കണമോ വേണ്ടയോ എന്ന വിഷയം ഗൗരവമായി ചിന്തിക്കേണ്ടതാണ്.

അണുകേന്ദ്രവിഖണ്ഡനത്തിന്റെയോ അണുകേന്ദ്ര സംയോജനത്തിന്റെയോ ഫലമായി ഉണ്ടാകുന്ന ഊർജ്ജത്തിനാണ് ന്യൂക്ലിയർ ഊർജ്ജം അഥവാ ആണവോർജ്ജം എന്ന് പറയുന്നത്. തോറിയം, യുറേനിയം, പ്ലൂട്ടോണിയം എന്നീ അണുഭാരം കൂടിയ മൂലകങ്ങളെയാണ് വിഖണ്ഡനത്തിന് വിധേയമാക്കുന്നത്. അണുഭാരം കുറഞ്ഞ അണുകേന്ദ്രങ്ങൾ സംയോജിച്ച് അണുഭാരം കൂടിയ അണുകേന്ദ്രങ്ങൾ ഉണ്ടാകുമ്പോഴും ഊർജ്ജോല്പാദനം നടക്കു. ഹൈഡ്രജൻ അണുകേന്ദ്രങ്ങൾ സംയോജിച്ച് ഹീലിയമാകുന്ന പ്രവർത്തനമാണ് ഹൈഡ്ര

ജൻ ബോംബിന്റെ അടിസ്ഥാനം. സൂര്യനും നക്ഷത്രങ്ങളും ഊർജ്ജോല്പാദനം നടത്തുന്നത് അണുസംയോജനത്തിലൂടെയാണ്. അണുസംയോജനത്തിലൂടെ ഊർജ്ജം ഉല്പ്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള സാങ്കേതിക വിദ്യ വികസിച്ചിട്ടില്ല. ഇപ്പോഴുള്ള ന്യൂക്ലിയർ റിയാക്ടറുകളിൽ അണുകേന്ദ്രവിഖണ്ഡന സാങ്കേതികവിദ്യയാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

1950 കളിൽ തന്നെ ആഗോളഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങളുടെ ശോഷണം സംബന്ധിച്ച വ്യക്തമായ സ്ഥിതിവിവര കണക്കുകൾ വികസിത രാജ്യങ്ങൾക്ക് ലഭ്യമായിട്ടുണ്ട്. പരമ്പരാഗത ഊർജ്ജ സ്രോതസ്സുകളെല്ലാം അനതിവിദൂരഭാവിയിൽ വറ്റിവരളുമെന്നാണ് പിന്നീടുള്ള പഠനങ്ങളും വ്യക്തമാക്കിയത്. ലോകപെട്രോളിയം ഉല്പാദനം ഇപ്പോൾ പരമാവധിയിലാണ്. ഇന്നത്തെനിലയിൽ ഉപഭോഗം തുടർന്നാൽ 2050 ആകുമ്പോഴേക്കും പെട്രോളിയം ഇല്ലാതാകും. കല്ക്കരിയുടെ ഉല്പാദനം ഈ നൂറ്റാണ്ടിന്റെ അവസാനം നിലക്കും. പ്രകൃതിവാതകങ്ങളും ഇല്ലാതാകുന്ന കാലംവരും. പ്രമുഖ വ്യവസായവൽകൃത രാജ്യങ്ങൾ ബദൽ ഊർജ്ജസ്രോതസ്സുകളെ കുറിച്ച് ചർച്ചചെയ്തു. ഊർജ്ജ പ്രതിസന്ധിയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ചർച്ചകൾ അവരെ നയിച്ചത് ന്യൂക്ലിയർ ഊർജ്ജത്തിലേക്കാണ്.

വികസിത രാജ്യങ്ങളിലെ ഭരണകൂടങ്ങളും അവരുടെ ഊർജ്ജ കോർപ്പറേഷനുകളും ന്യൂക്ലിയർ ഊർജ്ജഗവേഷണത്തെയും ഉല്പാദനത്തെയും പ്രോത്സാഹിപ്പിച്ചു. വികസിത രാജ്യങ്ങളിലെ ഊർജ്ജ കോർപ്പറേഷനുകളാണ് ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങളുടെയും കുത്തക കൈയടക്കിയിരിക്കുന്നത്. ലോകത്താകമാനമുള്ള പെട്രോളിയത്തിന്റെയും പെട്രോക്കെമിക്കൻ ഉല്പന്നങ്ങളുടെയും നിയന്ത്രണം ഇവരുടെ പക്കലാണ്. ഇവരാണ് ന്യൂക്ലിയർ റിയാക്ടറുകളുടെയും ന്യൂക്ലിയർ ഇന്ധനങ്ങളുടെയും ഉല്പാദനത്തിലും വിതരണത്തിലും ഏർപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതും. അമേരിക്കയിൽ ന്യൂക്ലിയർ റിയാക്ടുകളുടെ ഘടകങ്ങൾ നിർമ്മിക്കുന്നത് ജനറൽ ഇലക്ട്രിക്കൽസ് എന്ന ഊർജ്ജകുത്തകയാണ്. റഷ്യയിൽ ന്യൂക്ലിയർ റിയാക്ടറുകളുടെ നിർമ്മാണത്തിലും ന്യൂക്ലിയർ ഇന്ധനങ്ങളുടെ ഉല്പാദനത്തിലും ഏർപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത് ആറ്റം പ്രോം എന്ന സ്ഥാപനമാണ്. ഫ്രാൻസിൽ അരിവയും ജപ്പാനിൽ തോഷിബയുമാണ് ഈ രംഗത്ത് പ്രവർത്തിക്കുന്നത്. ഈ ഊർജ്ജകുത്തകകളുടെ ലക്ഷ്യം അവരുടെ ഉല്പന്നങ്ങൾ ആഭ്യന്തര കമ്പോളത്തിലും വിദേശത്തും വിറ്റഴിക്കുക എന്നതു മാത്രമാണ്. വികസിത രാജ്യങ്ങളുടെ ഊർജ്ജോല്പാദനം പരമാവധിയിൽ എത്തിയതുകൊണ്ടും അവർ ന്യൂക്ലിയർ ഊർജ്ജത്തിന് നിയന്ത്രണങ്ങൾ ഏർപ്പെടുത്തിയതുകൊണ്ടും ന്യൂക്ലിയർ ഊർജ്ജകുത്തകകളുടെ ഉല്പന്ന

ങ്ങൾക്ക് ആഭ്യന്തരകമ്പോളം നഷ്ടപ്പെട്ടിരിക്കുകയാണ്. അവർ ന്യൂക്ലിയർ റിയാക്ടറുകൾക്കും ഇന്ധനത്തിനും കമ്പോളം കണ്ടെത്താൻ ശ്രമിക്കുന്നത് വികസ്വര രാജ്യങ്ങളിലാണ്. വളരെയേറെ കൊട്ടിഘോഷിക്കപ്പെടുന്ന ഇൻഡോ-അമേരിക്കൻ സിവിൽ ന്യൂക്ലിയർ കരാർ അമേരിക്കൻ ന്യൂക്ലിയർ കുത്തകകളുടെ ഉല്പന്നങ്ങൾ ഇൻഡ്യയുടെ മേൽ അടിച്ചേൽപ്പിക്കുന്നതിന് വേണ്ടിയുള്ളതാണ്. ഇൻഡോ-അമേരിക്കൻ കരാർ അമേരിക്കൻ സമ്പദ് വ്യവസ്ഥയ്ക്ക് ഗുണകരമാകുമെന്നാണ് ജനറൽ ഇലക്ട്രിക്കൽസ് കമ്പനിയുടെ വൈസ് പ്രസിഡന്റ് മൈക്കൽ ഗാഡ്ബോ അമേരിക്കൻ സെനറ്റ് സമിതിയ്ക്ക് മുമ്പാകെ മൊഴി നല്കിയത്. ഇത്തരം കരാറുകളുടെ മറപറ്റി അമേരിക്കയെപോലുള്ള രാജ്യങ്ങൾ രാഷ്ട്രീയവും സാമ്പത്തികവും സൈനികവുമായ അധിനിവേശങ്ങൾ നടത്തുന്നു.

ആഗോള ന്യൂക്ലിയർ ഊർജ്ജ കോർപ്പറേഷനുകളും അവരുടെ പ്രചാരകരും പറയുന്നത് ന്യൂക്ലിയർ ഊർജ്ജം വിലകുറഞ്ഞതും, മാലിന്യമുക്തവും, സുരക്ഷിതവുമാണെന്നാണ്. ശാസ്ത്രബോധമുള്ള ആർക്കും ഇത് അംഗീകരിക്കുവാൻ കഴിയുന്നതല്ല. ഹൈഡൽ, തെർമൽ വൈദ്യുതോല്പാദനത്തിന്റെ നിരവധി ഇരട്ടി പാരിസ്ഥിതികമായി ദോഷകരമാണ് ന്യൂക്ലിയർ ഊർജ്ജോല്പാദനം. അഞ്ചോ പത്തോ കിലോഗ്രാം പ്ലൂട്ടോണിയം മതി ഒരു ന്യൂക്ലിയർ ബോംബുണ്ടാക്കാൻ. ഒരു ഫാസ്റ്റ് ബ്രീഡർ ന്യൂക്ലിയർ റിയാക്ടർ പ്രവർത്തിപ്പിക്കാൻ പ്രതിവർഷം ഇരുനൂറ് മുതൽ മുന്നൂറുവരെ കിലോഗ്രാം പ്ലൂട്ടോണിയം വേണം. ഇതുകൊണ്ട് ഇരുപതോ അമ്പതോ ന്യൂക്ലിയർ ബോംബുകൾ ഉണ്ടാക്കാം. ന്യൂക്ലിയർ പ്ലാന്റുകളുടെ നിർമ്മാണവും സംരക്ഷണവും വളരെയേറെ ചെലവ് കൂടിതയാണ്. ന്യൂക്ലിയർ വൈദ്യുതിയുടെ ഉല്പാദനചെലവ് മറ്റ് വൈദ്യുതിയെക്കാൾ വളരെ ഉയർന്നതാണ്. ന്യൂക്ലിയർ ബോംബുസ്ഫോടത്തെപോലെ പാരിസ്ഥിതിക ഭീഷണി ഉയർത്തുന്നവയാണ് അവ. ന്യൂക്ലിയർ പ്ലാന്റുകൾ ഉയർത്തുന്ന ആരോഗ്യപ്രശ്നങ്ങൾ ഗുരുതരമാണ്.

നിയന്ത്രിത ന്യൂക്ലിയർ വിഖണ്ഡനം മൂലം സ്വതന്ത്രമാകുന്ന ന്യൂക്ലിയർ ഊർജ്ജം വൈദ്യുതിയാക്കിമാറ്റുന്ന സംവിധാനമാണ് ന്യൂക്ലിയർ പവർ പ്ലാന്റുകൾ. ഈ പ്രക്രിയയിൽ യുറേനിയം ആറ്റത്തിന്റെ (U^{235}) ന്യൂക്ലിയസിനെ ന്യൂട്രോൺ ഉപയോഗിച്ച് പൊട്ടിക്കുന്നു. ന്യൂക്ലിയസിന്റെ വിഖണ്ഡനത്തിന്റെ ഫലമായി ഊർജ്ജവും റേഡിയോ ആക്ടീവ് പദാർത്ഥങ്ങളും ന്യൂട്രോണുകളും ഉണ്ടാകുന്നു. ന്യൂക്ലിയർ വിഖണ്ഡനത്തിൽ നിന്നും ഉണ്ടാകുന്ന ന്യൂട്രോണുകൾ യുറേനിയം ന്യൂക്ലിയസിൽ ഇടിച്ച് വീണ്ടും ന്യൂക്ലിയർ വിഖണ്ഡനം നടക്കുന്നു. ഈ

ശൃംഖലാ പ്രവർത്തനം റിയാക്ടറിനുള്ളിൽ ന്യൂക്ലിയർ സ്ഫോടനം ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇതിൽ നിന്നും ഉണ്ടാകുന്ന താപം ഉപയോഗിച്ച് വെള്ളം തിളപ്പിക്കുന്നു. തിളപ്പിച്ച വെള്ളത്തിൽ നിന്നും ഉണ്ടാകുന്ന നീരാവി ഉപയോഗിച്ച് ടർബൈൻ (Turbine) പ്രവർത്തിപ്പിച്ച് വൈദ്യുതി ഉല്പ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ചില റിയാക്ടറുകളിൽ ഊർജ്ജം ഊൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നതോടൊപ്പം പ്ലൂട്ടോണിയം (Pu^{239}) പോലുള്ള ശക്തിയേറിയ ന്യൂക്ലിയർ ഇന്ധനവും കൂടി ഉല്പ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഇത്തരം റിയാക്ടറുകളെ ഫാസ്റ്റ് ബ്രീഡർ റിയാക്ടറുകൾ എന്നാണ് അറിയപ്പെടുന്നത്. തമിഴ്നാട്ടിൽ കൽപ്പാക്കത്തെ റിയാക്ടർ ഇത്തരത്തിലുള്ളതാണ്. ഫാസ്റ്റ് ബ്രീഡർ റിയാക്ടറുകൾക്കാണ് ന്യൂക്ലിയർ ഉർജ്ജോല്പാദനശേഷി കൂടുതലുള്ളത്.

ന്യൂക്ലിയർ പ്ലാന്റുകൾ പുറത്തുവിടുന്ന റേഡിയോ ആക്ടീവ് പദാർത്ഥങ്ങളിൽ നിന്നും വികിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്ന ആൽഫാകണങ്ങൾ, ഗാമാ രശ്മികൾ എന്നിവ പരിസര മലിനീകരണം ഉണ്ടാക്കുകയും അത് മനുഷ്യന്റെ ശരീര ചർമ്മത്തിലും കോശങ്ങളിലും തുളച്ചുകയറി കാൻസർ പോലുള്ള മാരകരോഗങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. റേഡിയോ ആക്ടീവ് പദാർത്ഥങ്ങൾ ആഹാരപദാർത്ഥങ്ങളെയും ജലത്തെയും മലിനമാക്കുന്നു. ന്യൂക്ലിയർ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ എപ്പോഴും പറയാറുള്ളത് റിയാക്ടറുകളുടെ വികിരണ നിരക്ക് സുരക്ഷിത നിലക്ക് താഴെയാണെന്നാണ്. ന്യൂക്ലിയർ വികിരണത്തിന് സുരക്ഷിതം, അരക്ഷിതം എന്നൊന്നുമില്ല. റിയാക്ടറുകളിൽ നിന്നുള്ള എല്ലാ വികിരണങ്ങളും മാരകമാണ്.

ന്യൂക്ലിയർ പ്ലാന്റുകളുടെ പ്രവർത്തനത്തിൽ ഏർപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ജീവനക്കാരുടെ ചെറിയൊരു നോട്ടപിശക് മതി അപകടങ്ങൾ ഉണ്ടാവാൻ. ന്യൂക്ലിയർ അപകടങ്ങൾ വൻതോതിൽ റേഡിയോ ആക്ടീവ് പദാർത്ഥങ്ങൾ അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് തള്ളിവിടുന്നു. ചിലപ്പോൾ റിയാക്ടർ തന്നെ കത്തിപോകാനുള്ള സാദ്ധ്യതയുണ്ട്. റിയാക്ടറിന്റെ കോറിനുള്ളിൽ യുറേനിയവും പ്ലൂട്ടോണിയവും കത്തി അത് മണ്ണിലും വിണ്ണിലും ലയിക്കുന്നു. നിരവധി ന്യൂക്ലിയർ റിയാക്ടർ അപകടങ്ങൾ ഇതിനകംതന്നെ ഉണ്ടായിട്ടുണ്ട്.

ലോകത്തെ പിടിച്ചുകുലുക്കി ന്യൂക്ലിയർ ദുരന്തമാണ് ഉക്രയിനിലെ ചെർണോമ്പിൽ ദുരന്തം. 1986 ഏപ്രിൽ 26 നാണ് ചേർണോമ്പിൽ ആണവനിലയം പൊട്ടിത്തെറിച്ചത്. രണ്ടുലക്ഷത്തിലേറെ പേരുടെ മരണത്തിനിടയാക്കിയ ദുരന്തമായിരുന്നു ഇത്. ചെർണോബിലിലെ ന്യൂക്ലിയർ റിയാക്ടുകളുടെ ശീതീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ

പര്യപ്തതെ പരിശോധിയ്ക്കുന്നതിനിടയിലാണ് ദുരന്തമുണ്ടായത്. ഐക്യരാഷ്ട്ര സഭാ സെക്രട്ടറി ജനറലായിരുന്ന കോഫി അന്നാൻ പറഞ്ഞത്, ലോകത്ത് ഏഴുലക്ഷം പേരെങ്കിലും ചേർണോ ബീൽ ദുരന്തത്തിന്റെ വേദന അനുഭവിക്കുന്നുണ്ടെന്നാണ്. ലക്ഷക്കണക്കിന് ആളുകൾക്ക് സ്വന്തംവീടും കിടപ്പാടവും നഷ്ടപ്പെട്ടു. ഇന്റർനാഷണൽ ഫിസിഷ്യൻസ് ഫോർ പ്രിവൻഷൻ ഓഫ് ന്യൂക്ലിയർ വെൽഫയറിന്റെ കണക്കുപ്രകാരം രണ്ടുലക്ഷം പേർക്ക് റേഡിയോ വികിരണം മൂലം തൈറോയിഡ് ക്യാൻസർ ബാധിച്ചു. മരണത്തെക്കാൾ ഭയാനകമാണ് ജീവിക്കുന്ന മനുഷ്യർ അനുഭവിക്കുന്ന സാമൂഹ്യവും, മനശാസ്ത്രപരവുമായ പ്രശ്നങ്ങളെന്ന് ഇതെപ്പറ്റി പഠനം നടത്തിയ ഗ്രീൻപീസ് പറയുന്നു. ചെർണോബിലിൽ നിന്നുള്ള ആണവ പ്രസരണ മേഘലങ്ങൾ റഷ്യ, ബൈലാറസ്, തുർക്കി, മൊൽദ്രോവ, ലിത്വാനിയ ഫിൻലാൻഡ്, സ്വിറ്റ്സർലാൻഡ്, റുമേനിയ, ചെക്കോസ്ലോവിയ, ഫ്രാൻസ്, ജർമ്മനി, ബ്രിട്ടൻ തുടങ്ങിയ രാജ്യങ്ങളിലെല്ലാം പടർന്നു. ചെർണോമ്പിൽ പ്രദേശം നൂറുവർഷത്തേക്ക് വാസയോഗ്യമല്ലാതായി. ചെർണോബിലിലെ ന്യൂക്ലിയർ റിയാക്ടറുകളുടെ പൊട്ടിതെറിയുടെ ആഘാതം ഹിറോഷിമയിലും നാഗസാക്കിയിലും ഇട്ടബോംബിന്റെ നൂറ് ഇരട്ടി ശക്തവും വ്യാപകവുമായിരുന്നു.

ചെർണോബിൽ ഒറ്റപ്പെട്ട സംഭവമല്ല. അമേരിക്കയിൽ പെൻസിൽവേനിയായിലെ ഹാരിസ്ബർഗിലെ ത്രീ മൈൽ ഐലാൻഡ് ന്യൂക്ലിയർ പ്ലാന്റിലെ റിയാക്ടർ പൊട്ടിതെറ്റിച്ച് വൻ അപകടമുണ്ടായി. 1986ൽ വിർജീനിയായിലെ ഒരു ന്യൂക്ലിയർ റിയാക്ടറിന്റെ പൈപ്പ് പൊട്ടി പ്രസരണമുണ്ടായി. 1992 ൽ മസാച്ചുസെറ്റ്സിൽ യാങ്കി റോവ പ്ലാന്റിന് പൊട്ടലുണ്ടായി. അടുത്തകാലത്ത് ജപ്പാനിലുണ്ടായ ഭൂകമ്പത്തെതുടർന്ന് ജപ്പാനിലെ കാഷിവസാക്കി (Kashiwazaki) ന്യൂക്ലിയർ പവർസ്റ്റേഷൻ അടച്ചുപൂട്ടി. ഭൂകമ്പംമൂലം പ്ലാന്റിന്റെ സുരക്ഷാസംവിധാനങ്ങൾ തകർന്നതുകൊണ്ടാണ് പ്ലാന്റ് അടച്ചുപൂട്ടിയത്. വൻതോതിലുള്ള ന്യൂക്ലിയർ പ്രസരണം ഉണ്ടായി എന്നാണ് മാധ്യമങ്ങൾ റിപ്പോർട്ട് ചെയ്തത്. ലോകത്തെ ഏറ്റവും വലിയ പവർ സ്റ്റേഷനാണത്രെ കാഷിവസാക്കി. ന്യൂക്ലിയർ പ്ലാന്റുകളിൽ നിന്നും ഉണ്ടാകുന്ന അപകടങ്ങൾ ഭരണകൂടങ്ങൾ അതീവരഹസ്യമായി സൂക്ഷിയ്ക്കുകയാണ് പതിവ്.

ന്യൂക്ലിയർ പവർ പ്ലാന്റുകൾ അഭിമുഖീകരിക്കുന്ന പ്രധാനപ്പെട്ട പ്രശ്നങ്ങളിലൊന്ന് ന്യൂക്ലിയർ അവശിഷ്ടങ്ങളുടെ നിർമാർജനമാണ്. ഓരോ പ്ലാന്റുകളും ടൺകണക്കിന് മാരകമായ റേഡിയോ ആക്ടീവ് അവശിഷ്ടങ്ങളാണ് പുറത്തുവിടുന്നത്. ഇവയുടെ റേഡിയോ ആക്ടീ

വത ലക്ഷകണക്കിന് വർഷം നീണ്ടുനില്ക്കും. ഫാസ്റ്റ് ബ്രീസർ റിയാക്ടറുകളുടെ അവശിഷ്ടങ്ങളിൽ പ്ലൂട്ടോണിയം അടങ്ങിയിരിക്കും. ഈ മൂലകം അഞ്ചുലക്ഷം വർഷംവരെ റേഡിയോ ആക്ടിവ് വിഷം വമിപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. പ്ലൂട്ടോണിയത്തിന്റെ അർദ്ധായുസ് (Half life) ഇരുപത്തി നാലായിരത്തി നാനൂറ് വർഷമാണ്. ഒരു റേഡിയോ ആക്ടീവ് പദാർത്ഥം അതിന്റെ യഥാർത്ഥ അളവിന്റെ പകുതിയായി ക്ഷയിക്കാൻ എടുക്കുന്ന സമയമാണിത്. ഇതിന്റെ അർത്ഥം ഒരു ഗ്രാം പ്ലൂട്ടോണിയം അഞ്ചുലക്ഷം വർഷം കഴിയുമ്പോഴും പത്തുലക്ഷത്തിൽ ഒരുഗ്രാം അവശേഷിയ്ക്കുമെന്നാണ്. അപ്പോഴും അത് റേഡിയോ ആക്ടീവ് വികിരണം പുറപ്പെടുവിച്ചുകൊണ്ടിരിയ്ക്കും. ഇത് സുദീർഘമായൊരു കാലയളവാണ്. നമ്മുടെയും സമൂഹത്തിന്റെയും നാഗരികതകളുടെയും ആയുസിനേക്കാൾ ദീർഘമാണിത്. അഞ്ചുലക്ഷം വർഷമെന്നാൽ രേഖപ്പെടുത്തിയ ചരിത്രകാലത്തിന്റെ നൂറിരട്ടിയാണ്. ഹിമയുഗം മുതൽ ഇപ്പോൾവരെയുള്ള കാലത്തിന്റെ നൂറിരട്ടി. ഇത്രയും കാലമെടുക്കും പ്ലൂട്ടോണിയം നശിക്കാൻ. യുറേനിയം നശിച്ച് ഇയ്യം ആകുവാൻ ഇതിനെക്കാൾ കാലമെടുക്കും.

ഭാവിതലമുറകളെ അപകടപ്പെടുത്തുന്ന റേഡിയോ ആക്ടീവ് അവശിഷ്ടങ്ങൾ പരിസരത്ത് നിക്ഷേപിക്കാൻ നമുക്ക് എന്ത് അവകാശമാണുള്ളത്? ദീർഘകാലം ന്യൂക്ലിയർ അവശിഷ്ടങ്ങൾ ഭദ്രമായി സൂക്ഷിക്കാനുള്ള സാങ്കേതിക വിദ്യകളൊന്നും കണ്ടുപിടിക്കാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. ന്യൂക്ലിയർ വ്യവസായത്തിൽ നിന്നും ഇതുവരെ ഏകദേശം 1520 ലക്ഷം ഗലാൻ റേഡിയോ ആക്ടീവ് അവശിഷ്ടങ്ങൾ പുറംതള്ളിയിട്ടുണ്ടെന്നാണ് കണക്ക്. ന്യൂക്ലിയർ ബോംബുനിർമ്മാണത്തിനിടയിൽ ഉണ്ടായിട്ടുള്ള അവശിഷ്ടങ്ങൾ ഇതിൽ ഉൾപ്പെടില്ല. ഒരുഗ്രാം പ്ലൂട്ടോണിയത്തിന്റെ പത്തുലക്ഷത്തിലൊരംശം മതി ഒരാൾക്ക് ക്യാൻസർ രോഗമുണ്ടാകാൻ. ഒരു പൗണ്ട് പ്ലൂട്ടോണിയം ലോകം മുഴുവൻ ഒരുപോലെ വിതറിയാൽ അതുമതി എല്ലാ മനുഷ്യർക്കും ശ്വാസകോശാർബുദം ഉണ്ടാവാൻ. ന്യൂക്ലിയർ ഇന്ധനങ്ങളുടെയും അവശിഷ്ടങ്ങളുടെയും റോഡുമാർഗമുള്ള കടത്ത് വലിയ ഭീഷണിയാണ് ഉയർത്തികൊണ്ടിരിക്കുന്നത്. ന്യൂക്ലിയർ ഇന്ധനങ്ങളും അവശിഷ്ടങ്ങളും ഇപ്പോൾ സൂക്ഷിക്കുന്നത് കറുത്തീയം കൊണ്ടുള്ള കണ്ടയിനറുകളിലാണ്. കണ്ടയിനറുകൾ റോഡുമാർഗ്ഗം കൊണ്ടുപോകുമ്പോൾ അതിൽ അല്പം പ്ലൂട്ടോണിയം ചോർന്നാൽ അത് പരിസരം മുഴുവൻ മലിനീകരിക്കും. അതിന്റെ റേഡിയോ ആക്ടീവത യുഗങ്ങളോളം നിലനില്ക്കും. ഏതെങ്കിലും തരത്തിൽ റേഡിയോ ആക്ടീവ് പദാർത്ഥം ജീവികളുടെ ശരീരത്തിൽ എത്തിചേർന്നാൽ ആ ജീവിയുടെ മരണ

ത്തോടെ അത് നശിക്കുന്നില്ല. മലിനീകരിക്കപ്പെട്ട ജീവിയുടെ മൃതശരീരത്തിൽ നിന്ന് അത് ഭക്ഷിക്കുന്ന ജീവികളുടെ ശരീരത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുന്നു. അങ്ങനെ ജീവികളിൽ നിന്നും ജീവികളിലേക്കും തലമുറയിൽ നിന്ന് തലമുറകളിലേക്കും അത് വ്യാപിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. അമേരിക്കൻ ന്യൂക്ലിയർ എനർജി ഏജൻസിയുടെ കണക്കനുസരിച്ച് പ്ലൂട്ടോണിയം ചോർച്ചയുടെ ഫലമായി മാത്രം 2020 ആകുമ്പോഴേക്കും അഞ്ചുലക്ഷം ശ്വാസകോശരോഗികൾ അമേരിക്കയിൻ ഉണ്ടാകുമെന്നാണ്. ന്യൂക്ലിയർ വ്യവസായം നേരിടുന്ന മറ്റൊരു പ്രശ്നം കാലാവധിക്കഴിഞ്ഞ ന്യൂക്ലിയർപ്ലാന്റുകളെ എന്തുചെയ്യുമെന്നുള്ളതാണ്. കാലാവധികഴിഞ്ഞ ന്യൂക്ലിയർപ്ലാന്റുകളെ പൊളിച്ചുമാറ്റാനോ നശിപ്പിക്കാനോ പറ്റില്ല. അത്തരം പ്ലാന്റുകൾ യുഗങ്ങളോളം അതിനുചുറ്റും റേഡിയോ വികിരണങ്ങൾ ഉൽസർജ്ജിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. ലോകവ്യാപകമായി നടക്കുന്ന ഭീകരപ്രവർത്തനം ന്യൂക്ലിയർ പ്ലാന്റുകൾക്ക് സുരക്ഷാഭീഷണി ഉയർത്തി കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഭീകരവാദി സംഘടനകളുടെ ആക്രമണ ലക്ഷ്യങ്ങളിലൊന്നാണ് ശത്രുക്കളുടെ ന്യൂക്ലിയർ പ്ലാന്റുകൾ.

ബഹുരാഷ്ട്ര ഊർജ്ജ കോർപ്പറേഷനുകളും അവരുടെ നിയന്ത്രണത്തിലുള്ള ഭരണകൂടങ്ങളും ഊർജ്ജോല്പാദന രംഗത്ത് കഠിന സങ്കേതിക വിദ്യകൾ (Hard Technology) പ്രോത്സാഹിപ്പിക്കുകയും മൃദുല സാങ്കേതികവിദ്യകളെ (Soft Technology) നിരുത്സാഹപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. പുതുക്കപ്പെടാവുന്ന ഊർജ്ജസ്രോതസ്സുകളുമായി ബന്ധപ്പെട്ടതാണ് മൃദുല സാങ്കേതികവിദ്യകൾ. വികസിത രാജ്യങ്ങൾ സൈനികാവശ്യത്തിനും ന്യൂക്ലിയർ ഗവേഷണത്തിനും ചെലവഴിക്കുന്ന പണത്തിന്റെ ഒരംശം മതി ലോകത്തിന്റെ മുഴുവൻ ഊർജ്ജാ ആവശ്യങ്ങളും നിറവേറ്റതക്കനിലയിൽ സൗരോർജ്ജവൈദ്യുതി ഉല്പാദിപ്പിക്കാൻ വേണ്ട സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ വികസിപ്പിച്ചെടുക്കാൻ. സൂര്യൻ പതിനഞ്ചുമിനിട്ട് സമയം ഉൽസർജിക്കുന്ന ഊർജ്ജം നമ്മൾ ഒരുവർഷം ഉപയോഗിക്കുന്ന ഫോസിൽ ഇന്ധന ഊർജ്ജത്തിനും ന്യൂക്ലിയർ ഊർജ്ജത്തിനും സമമാണ്. സൗരോർജ്ജ വൈദ്യുതി വൻതോതിൽ ഉല്പാദിപ്പിക്കാൻ പറ്റുന്ന സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ ഇല്ലെന്നാണ് ഊർജ്ജ കോർപ്പറേഷനുകൾ പറയുന്നത്. ഇത് ശുദ്ധ അസംബന്ധമാണ്. ശാസ്ത്ര സാങ്കേതിക വിപ്ലവങ്ങളുടെ ഇന്നത്തെ ലോകത്ത് ഇതത്ര പ്രയാസകരമായ കാര്യമല്ല. ഉദാഹരണം വിവരസങ്കേതിക വിദ്യയിലുണ്ടായ വിപ്ലവമാണ്. വിവരവിനിമയം നടത്താനുള്ള സാങ്കേതികവിദ്യകൾ ലോകത്തിന്റെ എല്ലാമുക്കിലും മൂലയിലും ലഭ്യമാണ്. സൗരോർജ്ജ സാങ്കേതികവിദ്യകൾ വികസിപ്പിക്കാത്തതിന്റെ പിന്നിൽ ഒരു രാഷ്ട്രീയമുണ്ട്. ഇതിന് ഊർജരാഷ്ട്രീയം എന്നാണ് വിശേഷി

പ്പിക്കുന്നത്. ഊർജ്ജോല്പാദനത്തിന്റെയും വിതരണത്തിന്റെയും കേന്ദ്രീകരണം എവിടെയോ അവിടെ അധികാരകേന്ദ്രീകരണമുണ്ട്. എല്ലാ മുതലാളിത്ത ഭരണകൂടങ്ങളുടെയും സോഷ്യലിസ്റ്റ് ഭരണകൂടങ്ങളുടെയും അധികാരം കേന്ദ്രീകൃതമാണ്. അധികാര കേന്ദ്രീകരണത്തിനുള്ള ശക്തമായ ആയുധമാണ് ഊർജ്ജം. ഊർജ്ജത്തിന്റെ മേലുള്ള കുത്തകസ്ഥാപിക്കുവാൻ വേണ്ടിയുള്ളതായിരുന്നല്ലോ അടുത്തകാലത്തുണ്ടായ എല്ലാ യുദ്ധങ്ങളും. സൗരോർജ്ജത്തിൽ നിന്നും മറ്റ് പുതുക്കപ്പെടാവുന്ന സ്രോതസ്സുകളിൽ നിന്നുമുള്ള വൈദ്യുതിയുടെ ഉല്പാദനവും വിതരണവും വിപുലവും വ്യാപകവുമായാൽ ഭരണകൂടങ്ങളുടെ അധികാര കേന്ദ്രീകരണം ദുർബ്ബലമാകും, ഊർജ്ജ കോർപ്പറേഷനുകളുടെ പ്രസക്തി നഷ്ടപ്പെടും. സൗരോർജ്ജം ഉപയോഗപ്പെടുത്താൻ ആവശ്യമായ സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ വികസിപ്പിക്കുക എന്നതുമാത്രമാണ് ഊർജ്ജപ്രതിസന്ധിയെ മറികടക്കാനുള്ള ഏക പോംവഴി.

ഇൻഡ്യയുടെ ഊർജ്ജസുരക്ഷയ്ക്ക് ന്യൂക്ലിയർ പവർ പ്ലാന്റുകളുടെ ആവശ്യമില്ല. ഇൻഡ്യയുടെ ഭൂപ്രകൃതിക്ക് ഒട്ടും അനുയോജ്യമല്ല ഇത്. ഉഷ്ണമേഖലാ പ്രദേശമായ ഇൻഡ്യ സൗരോർജ്ജ വർഷത്താൽ അനുഗ്രഹീതമാണ്. വൈദ്യുതി ഉല്പാദിപ്പിക്കാൻ വേണ്ട ജലസ്രോതസ്സുകളാലും വളരെ സമ്പന്നമാണ് ഇൻഡ്യ. കാറ്റോർജം (Wind Energy), തരംഗോർജ്ജം(Wave Energy), വേലിയോർജ്ജം (Tidal Energy) ജിയോതെർമ്മൽ ഊർജ്ജം എന്നിവ ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ കഴിയുന്ന സ്രോതസ്സുകളും ഇൻഡ്യക്കുണ്ട്. ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങളുടെ ആഭ്യന്തര ഉല്പാദനം വർദ്ധിപ്പിക്കാനുള്ള സാദ്ധ്യതകളും ഇൻഡ്യയ്ക്കുണ്ട്. ബയോഡീസൽ ഉല്പാദിപ്പിക്കാനുള്ള സാദ്ധ്യതകളും നമ്മുക്കുണ്ട്.

ഇപ്പോൾ ഇൻഡ്യയിലുള്ള ന്യൂക്ലിയർ പവർപ്ലാന്റുകളൊന്നും അത്ര സുരക്ഷിതമല്ല. വ്യാവസായികാടിസ്ഥാനത്തിൽ വൈദ്യുതി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന നമ്മുടെ ന്യൂക്ലിയർ പവർ പ്ലാന്റുകളാണ് താരാപ്പൂർ, കോട്ട, കൽപ്പാക്കം, നെറോറ, കക്രാപൂർ, കൈഗ, കുടൻകളം (നിർമ്മാണത്തിൽ) എന്നിവ. 1993 മാർച്ച് 31 ന് നെറോറ ന്യൂക്ലിയർ പ്ലാന്റിൽ തീപിടുത്തമുണ്ടായി. ജീവനക്കാരുടെ സമയോചിതമായ പ്രവർത്തനം കൊണ്ട് തീ അണയ്ക്കാൻ കഴിഞ്ഞതുമൂലം ഒരു വൻദുരന്തം ഒഴിവായി. നമ്മുടെ തലസ്ഥാന നഗരിക്കടുത്തുള്ള ഈ പ്ലാന്റിലെ തീപിടിത്തം അണക്കാൻ കഴിയാതെ വന്നിരുന്നെങ്കിൽ ന്യൂഡൽഹിയിലെ മുഴുവൻ ജനങ്ങളും റേഡിയോ ആക്ടിവതയ്ക്ക് വിധേയരാകുമായിരുന്നു. 2004 ഡിസംബറിൽ സുനാമി അടിച്ചപ്പോൾ തമിഴ്നാട്ടിലെ കൽപ്പാക്കം പ്ലാന്റ് കഷ്ടിച്ചാണ് രക്ഷപെട്ടത്. സുനാമി തിരകൾ കൽപ്പാക്കത്തെ റിയാക്ടറുകളെ വിഴുങ്ങിയിരുന്നെങ്കിൽ ഉണ്ടാകുമായിരുന്ന ദുരന്തം സുനാ

മിയേക്കാൾ എത്രയോ ഭയാനകമായേനെ.

നമ്മുടെ എല്ലാ ന്യൂക്ലിയർ പ്ലാന്റുകളും റേഡിയോ ആക്ടീവ് വികിരണങ്ങൾ ഉൽസർജിക്കുന്നുണ്ട്. പ്ലാന്റുകളുടെ പരിസരപ്രദേശങ്ങളിൽ റേഡിയേഷൻ മൂലം ക്യാൻസർ രോഗികളുടെ എണ്ണം വർദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ടെന്നാണ് കണക്ക്. കല്പാക്കം പ്ലാന്റ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത് കടൽതീരത്താണ്. ഈ ഭാഗത്തെ കടലിൽ നിന്നും പിടിക്കുന്ന മത്സ്യങ്ങൾ ഈച്ചകളെ ആകർഷിക്കാറില്ല. ഈച്ചകൾക്ക് ചത്തമത്സ്യങ്ങളെ ഭയമാണ്! ഈ കാരണത്താൽ മഹാബലിപുരത്ത് എത്തുന്ന വിദേശസഞ്ചാരികൾ അവിടത്തെ മത്സ്യം ഉപയോഗിക്കാറില്ല. കല്പ്പാക്കത്തും പരിസരത്തുമുള്ള മത്സ്യതൊഴിലാളികൾ സംഭീതരാണ്. കല്പ്പാക്കത്തെ റേഡിയോ ആക്ടീവ് പ്രസരണത്തിനെതിരെ ജനങ്ങൾ പ്രക്ഷോഭണത്തിലാണ്. ഇന്ത്യയിലെ ഏറ്റവും വലിയ ന്യൂക്ലിയർ പ്ലാന്റാണ് റഷ്യൻസഹായത്തോടെ കന്യാകുമാരി ജില്ലയിലെ കൂടംകുളത്ത് സ്ഥാപിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഇതിന്റെ സ്ഥാപിതശേഷി 2000 മെഗാവാട്ടാണ്. ഇതിന്റെ ട്രയൽ റൺ ആരംഭിച്ചുകഴിഞ്ഞു. അവിടെയും ന്യൂക്ലിയർ റേഡിയേഷന്റെ അപകടങ്ങൾ കണ്ടുതുടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. കൂടംകുളം പ്ലാന്റിന്റെ അപകടമേഖല തമിഴ്നാട്ടിലെയും കേരളത്തിലെയും തെക്കൻ ജില്ലകളായ തൂത്തുകുടി, തിരുനെൽവേലി, കന്യാകുമാരി, തിരുവനന്തപുരം, കൊല്ലം, പത്തനംതിട്ട എന്നിവയാണ്. കൂടംകുളം ന്യൂക്ലിയർ പവർ പ്ലാന്റിന്റെ അപകടം കേരളീയർ മനസ്സിലാക്കിയിട്ടില്ല എന്നാണ് തോന്നുന്നത്.

പുതുക്കപ്പെടാവുന്ന ഊർജ്ജസ്രോതസ്സുകളിൽ നിന്നും വൈദ്യുതി ഉല്പാദിപ്പിക്കാനുള്ള നമ്മുടെ സാധ്യത അനന്തമാണ്. കഴിഞ്ഞ 25 വർഷം കൊണ്ട് പുതുക്കപ്പെടാവുന്ന ഊർജ്ജസ്രോതസ്സുകളിൽ നിന്നും ഇന്ത്യ 10400 മെഗാവാട്ട് വൈദ്യുതി ഉല്പാദിപ്പിച്ചു. ജലവൈദ്യുതിയും താപവൈദ്യുതിയും ഇതിൽ ഉൾപ്പെടില്ല. ഇത് നമ്മുടെ ന്യൂക്ലിയർ പ്ലാന്റുകളുടെ സ്ഥാപിതശേഷിയുടെ മൂന്നിരട്ടിയാണ്. പുതുക്കപ്പെടാവുന്ന ഊർജ്ജസ്രോതസ്സുകളിൽ നിന്നുള്ള വൈദ്യുതി ഉല്പാദനത്തിന്റെ മുതൽ മുടക്കിൽ 97% സ്വകാര്യസംരഭകരുടേതാണ്. ഇന്നുള്ള സൗരോർജ്ജസാങ്കേതികവിദ്യകൾ ഉപയോഗിച്ചുതന്നെ പതിനായിരകണക്കിന് മെഗാവാട്ട് വൈദ്യുതി നമ്മുക്ക് ഉല്പാദിപ്പിക്കാൻ കഴിയും. വൻകിട സൗരോർജ്ജവൈദ്യുതപ്ലാന്റുകൾ സ്ഥാപിക്കാനുള്ള പ്രകൃതിദത്തമായ സൗകര്യം നമ്മുക്കുണ്ട്. പൂനയിലെ ലോക സുസ്ഥിര ഊർജ്ജ ഇൻസ്റ്റിട്യൂട്ടിന്റെ (World Institute of Sustainable Energy) കണക്കനുസരിച്ച പത്തൊൻപതുലക്ഷം ചതുരശ്രമീറ്ററിൽമാത്രമാണ് സൗരോർജ്ജ കോൺസൻട്രേറ്റുകളും പാനലുകളും സ്ഥാപിച്ചിട്ടുള്ളത്. ആയിരത്തിനാന്നുറ് ലക്ഷം ചതുരശ്രമീറ്റർ നമ്മുക്ക് സൗകര്യമു

ണ്ട്. സൗരോർജ്ജകോൺസൻട്രേറ്റ് ഉപയോഗിച്ച് രാജസ്ഥാൻ മരുഭൂമിയിലെ സൗരോർജ്ജം ഫലപ്രദമായി ഉപയോഗിച്ചാൽ അതുമതി വടക്കേഇൻഡ്യക്ക് ആവശ്യമായ വൈദ്യുതിക്ക്.

കാറ്റ് ഊർജ്ജവും (Wind Energy) ഇന്ത്യയിൽ സുലഭമാണ്. കഴിഞ്ഞ ഒരു ദശകത്തിനിടയിൽ ഇന്ത്യ 5340 മെഗാവാട്ട് ശേഷിയുള്ള വിൻഡ്മില്ലുകൾ സ്ഥാപിച്ചു. കാറ്റോർജ്ജവൈദ്യുതിയുടെ വിജയകരമായ ഉല്പാദനത്തിന് ഉദാഹരണമാണ് കൂടംകുളത്തു തന്നെയുള്ള വിൻഡ്മില്ലുകൾ. ഈ വിൻഡ്മില്ലുകളിൽ നിന്ന് 2000 മെഗാവാട്ട് വൈദ്യുതി ഇപ്പോൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നുണ്ട്. ഈ ഊർജ്ജം തികച്ചും പരിസ്ഥിതി സൗഹൃദമാണ്. വിൻഡ്മില്ലുകൾ (കാറ്റാടി യന്ത്രങ്ങൾ) ഉപയോഗിച്ച് ഇന്ത്യയിൽ 20,000 മെഗാവാട്ട് വരെ വൈദ്യുതി ഉല്പാദിപ്പിക്കാമെന്നാണ് കണക്ക്.

ഇന്ത്യ നേരിടുന്ന ഊർജ്ജപ്രതിസന്ധിയ്ക്ക് പരിഹാരം കാണാൻ ന്യൂക്ലിയർ പ്ലാന്റുകൾ സ്ഥാപിക്കുകയല്ല വേണ്ടത്. ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട പരിഹാരമാർഗം ഊർജ്ജസംരക്ഷണത്തിൽ ഊന്നി ഇപ്പോഴുള്ള ഊർജ്ജോപഭോഗം നിയന്ത്രിക്കലാണ്. ഊർജ്ജം സംരക്ഷിക്കുന്നത് ഊർജ്ജം ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിന് തുല്യമാണല്ലോ. നമ്മൾ ഇപ്പോൾ ഉല്പ്പാദിപ്പിക്കുന്ന വൈദ്യുതിയുടെ പ്രസരണനഷ്ടം ഒഴിവാക്കിയാൽ തന്നെ വൈദ്യുതോർജ്ജത്തെ സംരക്ഷിക്കാൻ കഴിയും. പുതുക്കപ്പെടാവുന്ന എല്ലാ ഊർജ്ജസ്രോതസ്സുകളിൽ നിന്നുമുള്ള വൈദ്യുതോല്പാദാനത്തിന് കൂടുതൽ ഫലപ്രദമായ സാങ്കേതികവിദ്യകൾ വികസിപ്പിക്കലാണ് നമ്മുടെ ഊർജ്ജസുരക്ഷയ്ക്ക് വേണ്ടത്. നമ്മൾ ന്യൂക്ലിയർ ഗവേഷണത്തിന് ബഡ്ജറ്റിൽ വകകൊള്ളിക്കുന്ന തുക ഈ ആവശ്യത്തിന് വിനിയോഗിച്ചാൽ ഊർജ്ജരംഗത്ത് അൽഭുതങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കാനാവും. പ്രതിഭാധനൻമാരായ ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാരും സാങ്കേതികവിദഗ്ദ്ധരുമുള്ള ഇന്ത്യക്ക് ഇത് അസാധ്യമായ കാര്യമല്ല. നമ്മുടെയും ഭാവിതലമുറയുടെയും നിലനില്പ് തന്നെ അപകടപ്പെടുത്തുന്ന ന്യൂക്ലിയർ പ്ലാന്റുകൾ എന്തിന് സ്ഥാപിക്കണം? എന്തിനാണ് നമ്മുടെ രാജ്യത്തിന്റെ സ്വാതന്ത്ര്യവും പരമാധികാരവും നഷ്ടപ്പെടുത്തുന്ന ഇൻഡോ-അമേരിക്കൻ സിവിൽ ന്യൂക്ലിയർ കരാർ?

മസ്തിഷ്ക സംസ്കാരം

അടുത്ത കാലത്തെ എന്റെ വായനാനുഭവങ്ങളിൽ ഏറ്റവും ശ്രദ്ധേയമായ പുസ്തകം ലോകപ്രശസ്ത ന്യൂറോ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഡോ. വിളയന്നൂർ എസ്സ്. രാമചന്ദ്രൻ (Vilayannur S. Ramachandran) രചിച്ച 'വെളിപ്പെടുന്ന മനസ്സ്' (The Emerging Mind) ആണ്. ലോകപ്രശസ്തമായ ബി.ബി.സി.യുടെ റീത്ത് (Reith) പ്രഭാഷണത്തിൽ അദ്ദേഹം അവതരിപ്പിച്ച പ്രബന്ധങ്ങളുടെ പുസ്തകരൂപമാണിത്. മുൻകാലങ്ങളിൽ ഈ പരിപാടിക്ക് ക്ഷണിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളത് ബെട്രണ്ട് റസൽ, പിറ്റർ മേഡവാർ, റോബർട്ട് ഓപ്പൻ ഹീമർ, ആർനോൾഡ് ടോയൻബി എന്നീ മഹാപ്രതിഭകളാണ്. എന്തുകൊണ്ടും മലയാളികൾ അറിഞ്ഞിരിക്കേണ്ട ശാസ്ത്രപ്രതിഭയാണ് ഡോ. രാമചന്ദ്രൻ. 2006 സെപ്റ്റംബർ 18 ൽ ദി ന്യൂ സൺഡേ എക്സ്പ്രസിൽ ഡോ. രാമചന്ദ്രന്റെ സുദീർഘമായൊരു അഭിമുഖം പ്രസിദ്ധീകരിക്കുകയുണ്ടായി.

മസ്തിഷ്ക്കത്തെയും മനസ്സിനെയും കുറിച്ചുള്ള ഏറ്റവും ആധുനികമായ കണ്ടെത്തലുകളാണ് വെളിപ്പെടുന്ന മനസ്സിലെ ഉള്ളടക്കം. അത്യന്തം ഗഹനമായ ന്യൂറോശാസ്ത്രത്തെയും ന്യൂറോ മനഃശാസ്ത്രത്തെയും സാധാരണക്കാരിൽ എത്തിക്കുക എന്ന ലക്ഷ്യത്തോടെയാണ് ഈ പുസ്തകം രചിച്ചിട്ടുള്ളത്. മനുഷ്യന്റെ വൈജ്ഞാനിക അവബോധത്തെ സുതാര്യമാക്കുന്ന നിരവധിക്കാര്യങ്ങൾ ഈ പുസ്തകത്തിലൂടെ അദ്ദേഹം സചിത്രമായി വിശദീകരിക്കുന്നു. മസ്തിഷ്ക്കത്തിന്റെയും മനസ്സിന്റെയും ദുരൂഹതകളുടെ കെട്ടഴിക്കുവാൻ ഏറെ സഹായകമാണ് ഈ പുസ്തകം.

ഡോ. രാമചന്ദ്രൻ ലോകത്തെ പ്രമുഖ ന്യൂറോ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരിൽ ഒരാളും കാലിഫോർണിയ സർവകലാശാലയിലെ പ്രൊഫസറും മസ്തിഷ്ക ഗവേഷണ വിഭാഗത്തിന്റെ തലവനുമാണ്. നിരവധി അന്താരാഷ്ട്ര പുരസ്കാര ജേതാവാണ് അദ്ദേഹം. ഓക്സ്ഫോർഡ് സർവകലാശാലയുടെ ഫെലോഷിപ്പ്, അന്താരാഷ്ട്രന്യൂറോ മനഃശാസ്ത്ര അവാർഡ്, അമേരിക്കൻ ന്യൂറോ ശാസ്ത്ര അക്കാദമി അവാർഡ് എന്നിവ അദ്ദേഹത്തെ തേടിയെത്തിയ പുരസ്ക്കാരങ്ങളിൽ ചിലതാണ്. ഇരുപത്തിഒന്നാം നൂറ്റാണ്ടിലെ ലോകത്തെ നൂറ് പ്രമുഖ വ്യക്തികളിൽ ഒരാളായിട്ടാണ് ന്യൂസ് വീക്ക് അദ്ദേഹത്തെ തെരഞ്ഞെടുത്തിരിക്കുന്നത്.

'വെളിപ്പെടുന്ന മനസ്സിൽ' ലളിതമായ ഭാഷയാണ് ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നത്. അഞ്ച് അദ്ധ്യായങ്ങളാണ് ഇതിലുള്ളത്. മസ്തിഷ്ക്കത്തിലെ ഭൂതങ്ങൾ (Phantom in the Brain), വിശ്വസിക്കുന്നതാണ് കാണുന്നത്. മസ്തിഷ്ക്കത്തിന്റെ കല, ചുമപ്പ് സംഖ്യകളും പാൽക്കട്ടിയും, ന്യൂറോ ശാസ്ത്രം - പുതിയ ദർശനം എന്നിവയാണവ. എന്താണ് ശരീരത്തിന്റെ പ്രതിബിംബം, എന്താണ് കല, എന്താണ് ഇച്ഛാശക്തി, ദൈവമുണ്ടോ എന്നീ തത്വശാസ്ത്രത്തിൽ ഉത്തരം കിട്ടാത്ത ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ന്യൂറോ ശാസ്ത്രത്തിന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ ഉത്തരം കണ്ടെത്താൻ ഡോക്ടർ രാമചന്ദ്രൻ ശ്രമിക്കുന്നു. വെളിപ്പെടുന്ന മനസ്സിലെ ആശയങ്ങൾ തികച്ചും നൂതനമാണ്. അദ്ദേഹത്തിന്റെ സ്വന്തം ചികിത്സാനുഭവങ്ങളിൽ നിന്നാണ് ശാസ്ത്രീയ നിഗമനങ്ങളിൽ എത്തിച്ചേരുന്നത്.

ശരീരത്തിലെ ഏറ്റവും സങ്കീർണമായ അവയവമാണ് മസ്തിഷ്കം. നമ്മുടെ സുഖവും ദുഃഖവും പ്രതീക്ഷകളും, ഭയാശങ്കകളും, ആഗ്രഹങ്ങളും എല്ലാം മസ്തിഷ്ക്കത്തിലെ ശത കോടിക്കണക്കിന് ന്യൂറോണുകളുടെ വൈദ്യുത രാസപ്രക്രിയകളുടെ ഫലമായിട്ടുള്ളതാണ്. മനസ്സിനെക്കുറിച്ചും നമ്മുടെ അറിവ് വളരെ പരിമിതമാണ്. മാനസ്സിക പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് മസ്തിഷ്ക്കത്തിലെ വിവിധ ഭാഗങ്ങൾ ഒരുമിച്ചാണ് പ്രവർത്തിക്കുന്നത്. മസ്തിഷ്ക്കത്തിന്റെ ഭൗതിക ഘടനയെ അടിസ്ഥാനമാക്കി മാനസ്സിക പ്രവർത്തനങ്ങളെ വിശദീകരിക്കാമെന്നാണ് ഡോ. രാമചന്ദ്രൻ പറയുന്നത്. മസ്തിഷ്ക്കത്തിലെ ഭൂതങ്ങൾ എന്ന അദ്ധ്യായത്തിൽ ന്യൂറോ മാനസ്സിക രോഗങ്ങളെ മസ്തിഷ്ക ഘടനയെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് വ്യാഖ്യാനിക്കുന്നത്. നിങ്ങൾ കണ്ണും പൂട്ടിയിരുന്നാലും നിങ്ങളുടെ ശരീരത്തിന്റെ ഓരോ ഭാഗങ്ങളും വ്യക്തമായി നിങ്ങളുടെ മനസ്സിൽ തെളിഞ്ഞു വരും. നിങ്ങളുടെ വലതു

കൈ മുറിച്ചുമാറ്റിയാലും നിങ്ങളുടെ വലതുകൈ ഉണ്ടെന്നതോന്നൽ അവശേഷിക്കുന്നു. ഈ തോന്നലിന് ഭൂതകൈ (Phantom arm) എന്നാണ് പറയുന്നത്. നിങ്ങളുടെ ശരീരത്തിന്റെ ഒരു മാപ്പ് (ദമു) മസ്തിഷ്ക്കത്തിലുണ്ട്. കൈ മുറിച്ച് മാറ്റിയതിന് ശേഷവും മാപ്പിൽ മാറ്റം വരാത്തതു കൊണ്ടാണ് കൈ ഉള്ളതായി തോന്നുന്നത്. കൈയോ കാലോ നഷ്ടപ്പെട്ടവർക്കു നഷ്ടപ്പെട്ട കാലിന്റെയോ കൈയുടേയോ സ്ഥാനത്ത് വേദന അനുഭവപ്പെടാറുണ്ട്. വിശ്വസിക്കുന്നത് കാണുന്നത് മസ്തിഷ്ക്കത്തിന്റെ പ്രവർത്തനം കൊണ്ടാണ്. ഇതിന്റെ വിശദാംശങ്ങൾ വിവരിക്കുന്നതാണ് രണ്ടാമത്തെ അദ്ധ്യായം.

സിനസ്തേഷ്യ (Synaesthesia) എന്നൊരവസ്ഥ മസ്തിഷ്ക്കത്തിനുണ്ട്. പഞ്ചേന്ദ്രിയങ്ങളിലൂടെ നമുക്ക് ലഭിക്കുന്ന സംവേദനങ്ങളായ ശബ്ദസ്പർശരൂപരസഗന്ധങ്ങൾ ഓരോന്നും വേറിട്ടതാണ്. പ്രത്യേകം പ്രത്യേകമായിട്ടാണ് അവ സംവേദനങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നത്. ഒരു ശബ്ദം കേൾക്കുമ്പോൾ ഒരു നിറം കൂടി കാണുന്നതാണ് സിനസ്തേഷ്യ. ഇത്തരക്കാർക്ക് ഒരു സ്വരം കേട്ടാൽ ഒരു നിറം കൂടി അനുഭവപ്പെടും. ചിലർക്ക് ഒരു സംഖ്യ (അക്കം) കേട്ടാൽ ഉടൻ ഒരു നിറം അനുഭവപ്പെടും. മസ്തിഷ്ക്കത്തിലെ നാഡീപടലങ്ങളുടെ 'ക്രോസ് വയറിംഗ്' കൊണ്ടാണിത് സംഭവിക്കുന്നതെന്ന് ഡോ.രാമചന്ദ്രൻ പറയുന്നു. സാഹിത്യകാരൻമാർക്കും കലാകാരൻമാർക്കും സിനസ്തേഷ്യ എന്ന അവസ്ഥയുണ്ടെന്ന് അദ്ദേഹം സമർത്ഥിക്കുന്നു. മസ്തിഷ്ക്കത്തിലെ ഇത്തരം രഹസ്യങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിലൂടെ സാഹിത്യകാരന്മാരുടെയും കലാകാരന്മാരുടെയും സൃഷ്ടിപരത മനസ്സിലാക്കാം. മസ്തിഷ്ക്കവും കലയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഒരു ന്യൂറോ സൗന്ദര്യശാസ്ത്രം ആവിഷ്ക്കരിക്കാനാണ് ഡോ. രാമചന്ദ്രൻ പരിശ്രമിക്കുന്നത്. സർഗ്ഗാത്മകതയുടെ സ്ത്രോതസ്സ് തേടുകയാണ് അദ്ദേഹം.

പാശ്ചാത്യ ന്യൂറോശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും ന്യൂറോ മനഃശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും മനോനിയന്ത്രണത്തിന് പ്രാധാന്യം കല്പിക്കാറില്ല. മനോനിയന്ത്രണ വിദ്യകളെ പൗരസ്ത്യരുടെ ഒരു കപടശാസ്ത്രമായിട്ടാണ് അവരിൽ പലരും കരുതുന്നത്. ഇതിനോട് ഡോ. രാമചന്ദ്രൻ യോജിക്കുന്നില്ല.

ദൈവവിശ്വാസവും മസ്തിഷ്കവും തമ്മിൽ ബന്ധമുണ്ടെന്നാണ് അദ്ദേഹത്തിന്റെ നിരീക്ഷണം. മസ്തിഷ്കത്തിലെ ടെമ്പറൽ ലോബിലെ നാഡീപഥങ്ങൾക്ക് ദൈവവിശ്വാസവുമായി ബന്ധമുണ്ടെന്ന് അദ്ദേഹം അവകാശപ്പെടുന്നു. ജീവപരിണാമം കൈവരിച്ച ഉത്തംഗ

ശൃംഗമാണ് മസ്തിഷ്കം. ഡോ. രാമചന്ദ്രന്റെ അഭിപ്രായത്തിൽ നമ്മുടെ സംസ്കാരത്തെ രൂപപ്പെടുത്തിയ അവയവം മസ്തിഷ്കമാണ്. നമ്മുടെ മസ്തിഷ്കത്തിന്റെ സവിശേഷതയാണ് നമ്മുക്ക് ജീവികളിൽ ഉന്നത സ്ഥാനം നേടിതന്നത്. ലോകത്ത് ഇന്ന് കാണുന്ന ന്യൂറോ മനോരോഗങ്ങൾക്ക് കാരണം യുദ്ധവും സാമ്രാജ്യത്വവും, ഫാസസിവും, വംശീതയും, കോളനിവൽക്കരണവുമാണെന്ന് അദ്ദേഹം വിശ്വസിക്കുന്നു. അടുത്തകാലത്ത് അന്തരിച്ച പ്രശസ്ത ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഫ്രാൻസിസ് ക്രിക് പറഞ്ഞു. മസ്തിഷ്കം എങ്ങനെയാണ് പ്രവർത്തിക്കുന്നതെന്ന് നിങ്ങൾക്ക് അറിയാൻ താല്പര്യമുണ്ടെങ്കിൽ ഡോ. രാമചന്ദ്രന്റെ പുസ്തകങ്ങൾ വായിക്കണം. ഡോ. രാമചന്ദ്രനെയും അദ്ദേഹത്തിന്റെ കൃതികളെയും മലയാളികൾക്ക് പരിചയപ്പെടുത്തേണ്ടത് അത്യാവശ്യമാണ്.

മതം, ശാസ്ത്രം, സാകല്യചിന്തകൾ

ഇരുപത്തിഒന്നാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ തുടക്കത്തിൽ എത്തിനില്ക്കുന്ന നമുക്ക് മാനവരാശിയെ രക്ഷിക്കാൻ ശാസ്ത്ര ദർശനങ്ങളുടെയും മത ദർശനങ്ങളുടെയും സമന്വയം അനിവാര്യമാണ്. ആധുനിക ശാസ്ത്ര ങ്ങളിൽ നിന്നും മതങ്ങളിൽ നിന്നും ഉരുത്തിരിഞ്ഞിട്ടുള്ള പുതിയ ചിന്ത കൾ നമുക്ക് പ്രതീക്ഷ് നല്കുന്നതാണ്. ശാസ്ത്രം പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ പ്രവർത്തനത്തെയും മതം പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ പിന്നിലെ അർത്ഥത്തെ കുറിച്ചും അന്വേഷിക്കുന്നു. ശാസ്ത്രമെന്ന പദംകൊണ്ട് നാം അർത്ഥ മാക്കുന്നത് പ്രപഞ്ചത്തെക്കുറിച്ചുള്ള വ്യവസ്ഥാപിതമായ അറിവ് എന്നാ ണ്. ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ദൂരദർശിനികൾ, സൂക്ഷ്മദർശിനികൾ സ്പെക്ട്രോ സ്കോപ്പുകൾ, കണികാത്വരകങ്ങൾ, കമ്പ്യൂട്ടറുകൾ എന്നീ ശാസ്ത്രസാങ്കേതികോപകരണങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് അറിവ് നേടു ന്നു. ഇങ്ങനെ നേടുന്ന അറിവുകളെ ഗണിത സൂത്രങ്ങളിലൂടെയും സിദ്ധാന്തങ്ങളിലൂടെയും അവതരിപ്പിക്കുന്നു. ശാസ്ത്രത്തിന്റെ അന്വേ ഷണം ബാഹ്യപ്രപഞ്ചത്തിലാണ്. ഇന്ദ്രിയപരിധിയിൽ വരുന്നതെല്ലാം ഭൗതിക ശാസ്ത്രങ്ങളുടെ കാര്യമാണ്. ശാസ്ത്രത്തിന്റെ അന്വേഷണ സ്വഭാവം ബഹിർമുഖമാണ്.

ബാഹ്യത്തിൽ നിന്നും ആന്തരികത്തിലേക്ക് അന്തർമുഖമായി നട ത്തുന്ന അന്വേഷണമാണ് മതങ്ങളുടേത്. മതം അന്തർലോക സത്യ ങ്ങളെ കണ്ടെത്തുകയും അവ കണ്ടെത്താൻ മറ്റുള്ളവരെ പ്രചോദിപ്പി ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. എല്ലാ മതങ്ങളും നമുക്ക് ഇന്ദ്രിയാതീതമായ

ആത്മാനുഭൂതി ലഭിക്കുന്നതിന് സഹായിക്കുന്നു. മതങ്ങൾ ഭൗതികതയിൽ നിന്നും ആത്മീയതയിലേക്കുള്ള തീർത്ഥാടനത്തിനുള്ള ഉപാധിയാണ്. റിലിജിയൻ (religion) എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് വാക്കിന്റെ മൂലാർത്ഥം ബന്ധം (Connectedness) എന്നാണ്. എല്ലാ മതങ്ങളും മനുഷ്യനെയും ദൈവത്തെയും ബന്ധിപ്പിക്കുവാനാണ് ശ്രമിക്കുന്നത്. ദൈവവും പ്രപഞ്ചവും മനുഷ്യനും തമ്മിലുള്ള പാരസ്പര്യത്തെക്കുറിച്ചുള്ള അഗാധമായ അവബോധമാണ് ആത്മീയത. ആത്മീയതയില്ലെങ്കിൽ മതത്തിനർത്ഥവുമില്ല. ആത്മീയത പരമമായ സത്യത്തെ, ദൈവത്തെകുറിച്ചുള്ള നേരിട്ടുള്ള അനുഭവമാണ്. അത് നേരിട്ടുള്ള ജ്ഞാനമാണ്. ഈ അറിവ് ജീവിതത്തെ രൂപാന്തരപ്പെടുത്തുന്നു. ജീവിതത്തെ മാറ്റിതീർക്കുന്നു. ജീവിതത്തെ നന്മയിലേക്ക് നയിക്കുന്നു. ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ബാഹ്യലോകത്തെ അന്വേഷണം കൊണ്ട് ജീവിതത്തിന്റെയും മരണത്തിന്റെയും മഹാരഹസ്യങ്ങൾ ഭേദിക്കാൻ കഴിയില്ല. തൈത്തരിയോപനിഷത്തു പറയുന്നു. "യതൊവാചോ നിവർത്തന്തേ അപ്രാപ്യ മനസാസഹ" (എവിടെ നിന്ന് വാക്കുകൾ അവിടെ എത്താതെ മനസ്സുമായി മടങ്ങിവരുന്നു.) കേനോപനിഷത്തു പറയുന്നു. "ന തത്ര ചക്ഷുർ ഗച്ഛതി ന വാഗ്ഗച്ഛതി " (അവിടെ കണ്ണുകൾ ചെന്നെത്തുന്നില്ല. വാക്കുകളും). ഇന്ദ്രീയങ്ങൾക്ക് കണ്ടെത്താനോ വാക്കുകൾക്ക് പ്രകടിപ്പിക്കാനോ കഴിയുന്നതല്ല അന്തര്യാമിയായ ആത്മാവ്. ബാഹ്യപ്രപഞ്ചത്തിലെ അനുഭവങ്ങൾ പ്രതിഫലിപ്പിക്കുന്ന ശാസ്ത്രവും ആന്തരിക പ്രവപഞ്ചത്തിന്റെ അനുഭവങ്ങൾ പ്രതിഫലിപ്പിക്കുന്നതിന് സഹായിക്കുന്ന മതവും തമ്മിൽ പാരസ്പര്യമുണ്ട്. ഒരു വൃക്ഷത്തിന്റെ ശാഖോപശാഖകൾ പോലെയാണ് ശാസ്ത്രമെങ്കിൽ വേരുകൾ പോലെയാണ് മതം.

ശാസ്ത്രത്തിന്റെയും മതത്തിന്റെയും പന്ഥാവുകൾ തികച്ചും വ്യത്യസ്ഥമാണെങ്കിലും അവ രണ്ടും അനുഭവാധിഷ്ഠിതമാണ്. രണ്ടും നിരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെയാണ് പ്രപഞ്ച രഹസ്യങ്ങൾ അറിയാൻ ശ്രമിക്കുന്നത്. ശാസ്ത്രം എപ്പോഴും ഉന്നയിക്കുന്ന ചോദ്യം എങ്ങനെ? എന്നാണ്. മതം ഉന്നയിക്കുന്ന ചോദ്യം എന്തുകൊണ്ട്? എന്നാണ്. ശാസ്ത്രം എങ്ങനെയെന്നും മതം എന്തുകൊണ്ട് എന്നും ചോദിക്കുന്നു. 'എങ്ങനെ' യും 'എന്തുകൊണ്ട്' എന്നതും വേർപ്പെട്ട ചോദ്യങ്ങളല്ല. ഒരു പ്രത്യേക പ്രകൃതി പ്രതിഭാസം മറ്റുള്ള എല്ലാ പ്രതിഭാസങ്ങളുമായി എങ്ങനെ ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു എന്നാണ് ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ചോദിക്കുന്നത്. ഇങ്ങനെ ഒരു പ്രകൃതി പ്രതിഭാസത്തെ മറ്റുള്ള പ്രതിഭാസങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തി പരിശോധിക്കുന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞന് ഒടുവിൽ

ഇത് എന്തുകൊണ്ട് എന്ന ചോദ്യത്തെ അഭിമുഖീകരിക്കേണ്ടി വരുന്നു. ഇത് ശാസ്ത്രജ്ഞനെ ആത്മീയതയുടെ തലങ്ങളിലേക്ക് ഉയർത്തുന്നു. മതത്തിന്റെ ഒരു വിജ്ഞാനശാഖയാണ് ദൈവശാസ്ത്രം (Theology). ദൈവത്തെകുറിച്ചുള്ള പഠനമാണ് ദൈവശാസ്ത്രം. ദൈവശാസ്ത്രം എന്ന പേര് നല്കിയത് ഗ്രീക്ക് ദാർശനികനായ അരിസ്റ്റോട്ടിൽ ആയിരുന്നു. ക്രിസ്തു മതത്തിൽ ദൈവശാസ്ത്രം ഒരു പ്രത്യേക വിജ്ഞാനശാഖയാണ്. ഈ അർത്ഥത്തിൽ ഭാരതീയ മതങ്ങൾക്ക് പ്രത്യേകം ദൈവശാസ്ത്രമില്ല. എന്നാൽ ഭാരതീയമതങ്ങൾക്കും ദൈവശാസ്ത്രമുണ്ട്. അത് പ്രധാന ഗ്രന്ഥങ്ങളിലായി വ്യാപിച്ചു കിടക്കുകയാണ്. ദൈവശാസ്ത്രജ്ഞന്റെ മനസ്സിൽ എപ്പോഴും ഉണ്ടാകുന്ന ചോദ്യമാണല്ലോ എന്തുകൊണ്ട്? ദൈവശാസ്ത്രജ്ഞൻ തന്റെ ചുറ്റുമുള്ള ലോകം എങ്ങനെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു എന്നു ചോദിക്കാൻ നിർബന്ധിതനാണ്. എങ്ങനെ എന്ന ചോദ്യവും എന്തുകൊണ്ട് എന്ന ചോദ്യവും ദാർശനിക തലത്തിൽ ഒന്നായി മാറുന്നു. ഇവിടെയാണ് ശാസ്ത്രവും മതവും യോജിപ്പിന്റെ തലങ്ങൾ കണ്ടെത്തുന്നത്.

പുരാതന ഗ്രീക്ക് ദർശനത്തിലെ രണ്ട് പ്രധാന സരണികളാണ് മിലിഷ്യൻ (Milesian) സരണിയും ഏലിയറ്റിക് (Eleatic) സരണിയും. മിലിഷ്യൻ സരണിയിലെ ദാർശനികർക്ക് പ്രപഞ്ചം ചലനാത്മകവും സ്വയം ഭുവുമായിരുന്നു. താലേസ് (ക്രി.മു 624-547) അനാക്സിമന്ദിർ (ക്രി.മു 585-525) ഹെരക്ലീറ്റസ് (ക്രി.മു 530-470) എന്നിവരായിരുന്നു മിലിഷ്യൻ സരണിയുടെ പ്രമുഖ വക്താക്കൾ. പ്രപഞ്ചം സ്ഥിരവും, സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടതും ആണെന്നുള്ളതായിരുന്നു ഏലിയാറ്റിക് സരണിയിൽപ്പെട്ടവരുടെ വാദം. പാർമിനയിഡ്, ഡിമോക്രിറ്റസ്, സോക്രട്ടീസ്, പ്ലേറ്റോ, അരിസ്റ്റോട്ടിൽ എന്നിവരായിരുന്നു ഏലിയാറ്റിക് സർണിയിലെ പ്രമുഖർ. മിലിഷ്യൻ സരണയിൽപ്പെട്ടവർക്ക് 'ചലനം' ദ്രവ്യത്തിന്റെ സഹജ സ്വഭാവവും ഏലിയാറ്റിക് സരണിക്കാർക്ക് അത് പുറത്തു നിന്നു കടത്തിവിടുന്നതുമായിരുന്നു. ഏലിയാറ്റിക് സരണിയിലെ അവസാനത്തെ ഏറ്റവും മഹാനായ ദാർശനികനായ അരിസ്റ്റോട്ടിലായിരുന്നു ലോകത്താദ്യമായി ചലന നിയമം അവതരിപ്പിച്ചത്. അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്റെ ഭൗതികമമനുസരിച്ച് വസ്തുക്കൾ ചലിക്കുന്നത് ഒരു ബലം അവയുടെ മേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നിടത്തോളം കാലം മാത്രമായിരിക്കും. ചലനം ദ്രവ്യത്തിന്റെ സഹജഗുണമല്ലെന്നർത്ഥം. ഗ്രഹങ്ങളുടെയും സൂര്യന്റെയും ചലനം ദൈവം പുറമേ നിന്ന് കടത്തിവിട്ടതാണെന്നായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ കാഴ്ചപാട്. അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്റെ ഭൗതികം പ്രപഞ്ചത്തേയും ദൈവത്തേയും, പ്രപഞ്ചത്തേയും മനുഷ്യ

നെയും, പ്രകൃതിയേയും മനുഷ്യനെയും ദ്രവ്യത്തേയും മനസ്സിനെയും വേർപ്പെടുത്തി. ഇത് ദ്വൈതവാദത്തെ ശക്തിപ്പെടുത്തുന്നതിനിടയാക്കി. അരിസ്റ്റോട്ടലിന്റെ ദ്വൈത ചിന്തയുടെ സ്വാധീനം പാശ്ചാത്യ ദർശനത്തിലും ശാസ്ത്രത്തിലും രണ്ടായിരം വർഷക്കാലം നീണ്ടു നിന്നു.

നവോത്ഥാന കാലത്ത് യൂറോപ്പിൽ ഏലിയാറ്റിക് സരണിയിലെ ദാർശനികരുടെ ചിന്തകൾ പൂർവ്വാധികം ശക്തിപ്രാപിച്ചു. വ്യവസായ വിപ്ലവത്തെ തുടർന്ന് യൂറോപ്പിൽ വളർന്നു വികസിച്ച ഭൗതിക വാദ സരണികളും യൂറോപ്യൻ ദർശനത്തെയും ശാസ്ത്രത്തെയും വളരെ ഏറെ സ്വാധീനിക്കുകയുണ്ടായി. ക്ലാസിക്കൽ ദർശനമെന്ന പേരിൽ യൂറോപ്പിൽ രൂപം കൊണ്ട എല്ലാ ദർശനങ്ങളും ദ്വൈതവാദപരമായിരുന്നു. റെനെദെക്കാർത്തേയുടെ സിദ്ധാന്തങ്ങളും ഐസക് ന്യൂട്ടന്റെ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളുമാണ് പതിനാറാം നൂറ്റാണ്ടു മുതൽ യൂറോപ്പ് കേന്ദ്രമാക്കി വികസിച്ചു വന്ന ശാസ്ത്രഗവേഷണങ്ങൾക്കും കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾക്കും അടിത്തറയായത്. റെനെ ദെക്കാർത്തേയുടെ (ക്രി.പി 1561 –1560) ചിന്തകൾ പ്രകൃതിയേയും മനുഷ്യനെയും വേർപ്പെടുത്തി. ഫ്രാൻസിസ് ബേക്കൺ (ക്രി.പി 1561–1626) ശാസ്ത്രീയഗവേഷണങ്ങൾ വിജയിക്കണമെങ്കിൽ അവ സങ്കല്പന-നിഗമന-യുക്തിവാദത്തിൽ (Inductive-deductive reasoning) അധിഷ്ഠിതമായിരിക്കണമെന്ന ആശയം മുന്നോട്ടു വച്ചു. ഇന്ദ്രിയ പ്രത്യക്ഷവും യുക്ത്യാധിഷ്ഠിതവുമല്ലാത്ത അറിവൊന്നും അറിവല്ലെന്നായിരുന്നു ബേക്കൺ അഭിപ്രായപ്പെട്ടത്. ദെക്കാർത്തയുടെ ദ്വൈതവാദത്തിനും ബേക്കന്റെ യുക്തിവാദത്തിനും കരുത്തു പകരുന്നതായിരുന്നു ഐസക് ന്യൂട്ടന്റെ (ക്രി.പി 1647–1727) കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൽ. ന്യൂട്ടന്റെ ഒന്നാം ചലനനിയമമനുസരിച്ച് 'നേർരേഖയിലൂടെ ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതോ വിരാമാവസ്ഥയിൽ ഇരിക്കുന്നതോ ആയ ഒരു വസ്തു ഒരു ബാഹ്യബലം അതിൽ പ്രയോഗിക്കുന്നതുവരെ അതെ അവസ്ഥയിൽ തുടരും'. വിരാമാവസ്ഥയിലുള്ള ഒരു വസ്തുവിനെ ചലിപ്പിക്കുന്നതിനും ചലിക്കുന്നതിനെ വിരാമവസ്ഥയിൽ കൊണ്ടു വരുവാനും പുറമെ നിന്നുള്ള ബലം ആവശ്യമാണ്. ചലനം ദ്രവ്യത്തിന്റെ സഹജഗുണമാണെന്നുള്ള യാഥാർത്ഥ്യത്തിനെതിരായിരുന്നു ന്യൂട്ടന്റെ ഒന്നാം ചലന നിയമം. ന്യൂട്ടന്റെ അഭിപ്രായത്തിൽ പ്രപഞ്ചത്തിന് ആദ്യതള്ള് നല്കിയതും പ്രപഞ്ചത്തിലുള്ള എല്ലാ നിയമങ്ങളും നല്കിയതും ദൈവമാണ്. ന്യൂട്ടന്റെ പ്രപഞ്ചത്തിൽ സ്ഥലവും കാലവും വേറിട്ടതും കേവലമായിരുന്നു. ന്യൂട്ടന് സൃഷ്ടാവ് വെറെയും സൃഷ്ടി വേറെയുമായിരുന്നു. ന്യൂട്ടന്റെ ഭൗതികം യാന്ത്രികവാദത്തെ ശക്തിപ്പെടുത്തി. പാശ്ചാത്യശാസ്ത്രത്തിലും ദർശനത്തിലും ന്യൂട്ടന്റെ

സ്വാധീനം മൂന്ന് നൂറ്റാണ്ടു കാലം നിലനിന്നു. ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ വളർന്നു വികസിച്ച ക്ലാസിക്കൽ ദർശനങ്ങളും ശാസ്ത്രവും മനുഷ്യനെയും പ്രകൃതിയെയും വേർപ്പെടുത്തി. യൂറോപ്പ് കേന്ദ്രീകരിച്ച് ശക്തിപ്പെട്ട ശാസ്ത്രത്തിന്റെയും സാങ്കേതിക വിദ്യയുടെയും ദർശനത്തിന്റെയും ലക്ഷ്യം പ്രകൃതിയുടെ മേലുള്ള ആധിപത്യവും നിയന്ത്രണവുമായിരുന്നു. കൊളോണിയൽ കാലഘട്ടത്തിൽ പാശ്ചാത്യക്ലാസിക്കൽ ദർശനത്തിന്റെയും ശാസ്ത്രചിന്തയുടെയും സ്വാധീനം ഏഷ്യയിലും ലാറ്റിൻ അമേരിക്കയിലും ആഫ്രിക്കയിലും വ്യാപിച്ചു.

ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആദ്യദശകങ്ങളിൽ വളർന്നു വികസിച്ച ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തവും, ക്വാണ്ടം ഭൗതികവും കയോസ് സിദ്ധാന്തവും യാന്ത്രികമായ ന്യൂട്ടോണിയൻ ലോക വീക്ഷണത്തിന്റെ പരിധിയിൽ ഒതുങ്ങുന്നതായിരുന്നില്ല. പുതിയ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികത്തിന് കനത്ത പ്രഹരം ഏല്പിച്ചു. പുത്തൻ ഭൗതികം പ്രപഞ്ചത്തെയും ദ്രവ്യത്തെയും കുറിച്ച് പുതിയ കാഴ്ചപ്പാടുകൾ അവതരിപ്പിച്ചു. ശാസ്ത്രത്തിന്റെ മേഖലയിൽ മനുഷ്യന്റെയും പ്രപഞ്ചത്തിന്റെയും ഭൗതിക സ്വഭാവങ്ങൾക്കൊപ്പം ആത്മീയ ഭാവങ്ങളെകൂടി ഉൾപ്പെടുത്തുന്നത് ശാസ്ത്രീയതയുടെ മൂല്യം വർദ്ധിപ്പിക്കുകയെയുള്ളുവെന്ന് നിരവധി ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാരും ദാർശനികരും ചിന്തിക്കാൻ തുടങ്ങി. ഇതിന്റെ ഫലമായി ശാസ്ത്രീയത എന്നത് ആത്മീയതയുടെ എതിർവാക്കാണെന്ന ചിന്ത ഇന്ന് ദുർബലപ്പെടാൻ തുടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. ഞാൻ പ്രപഞ്ചത്തോട് അഭേദ്യമായി ബന്ധപ്പെട്ടവനാണെന്ന ബോധം ആത്മീയമാണ്. ഞാൻ ഒറ്റപ്പെട്ടതല്ല. ഞാൻ സമസ്തചരാചരങ്ങളോടും അവ എന്നോടും ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. എല്ലാ തലത്തിലും മനുഷ്യനും പ്രപഞ്ചവും മനുഷ്യനും പ്രകൃതിയും ഒന്നാണെന്നതാണ് ആത്മീയതയുടെ സത്ത. ഇംഗ്ലീഷിൽ പറഞ്ഞാൽ Sense of belonging to the universe

ശാസ്ത്രത്തിന്റെ അടിത്തറ ആത്യന്തികമായി ഏതെങ്കിലും ഒരു സത്യത്തിൽ കെട്ടി ഉയർത്തപ്പെട്ട ഒന്നല്ല. ശാസ്ത്രസിദ്ധാന്തങ്ങൾക്ക് പരിമിതുയുണ്ടെന്ന് ആധുനിക ശാസ്ത്രം അംഗീകരിക്കുന്നു. സമസ്ത ബന്ധങ്ങളും കണക്കിലെടുത്തല്ല ശാസ്ത്രം ഒരു പ്രകൃതി പ്രതിഭാസത്തെ വിശദീകരിക്കുന്നത്, ചില പ്രധാന പരസ്പരബന്ധങ്ങളെ മാത്രമെ എടുക്കാറുള്ളു. ന്യൂട്ടന്റെ ബലതന്ത്രത്തിൽ പൊതുവെ വായു പ്രതിരോധം കണക്കിലെടുക്കാറില്ല, കണികാഭൗതികത്തിൽ ഗുരുത്വാകർഷണത്തിന്റെ സ്വാധീനം അവഗണിക്കുകയാണ് പതിവ്. ഇതാണ് ശാസ്ത്രത്തിന്റെ രീതി. നമ്മൾ ഏകദേശമാതൃകയിൽ നിന്നും ഏകദേശമാതൃയിലേക്കു പോകുന്നു. ഏകദേശമാതൃകയെ വീണ്ടും മെച്ച

പ്പെടുത്തുന്നു. ഐൻസ്റ്റിന്റെ സിദ്ധാന്തം ന്യൂട്ടന്റെ സിദ്ധാന്തങ്ങളേക്കാൾ പുരോഗമിച്ചതാണ്. ആപേക്ഷിക ചലനത്തിലുള്ള രണ്ടു വസ്തുക്കളെ ന്യൂട്ടന്റെ ഭൗതികം അനുസരിച്ചും ഐൻസ്റ്റിന്റെ ഭൗതികം അനുസരിച്ചും വിശദീകരിക്കാം. എന്നാൽ ഐൻസ്റ്റിന്റെ ഭൗതികത്തിനാണ് കൂടുതൽ കൃത്യതയുള്ളത്. ശാസ്ത്രചരിത്രം പരിശോധിച്ചാൽ ചിരപ്രതിഷ്ടനേടിയിട്ടുള്ള പല സിദ്ധാന്തങ്ങളും മാറ്റത്തിനു വിധേയമായിട്ടുണ്ട്. ഇതിൽ ഏറ്റവും പ്രസിദ്ധം ഈതർ സങ്കല്പമാണ്. ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിലെ ഭൗതികത്തിന്റെ തുടക്കം തന്നെ ഈതർസങ്കല്പം ഉപേക്ഷിച്ചുകൊണ്ടായിരുന്നു. പ്രകാശത്തിന്റെ സ്വഭാവത്തെക്കുറിച്ച് ഭൗതികജ്ഞൻമാർക്കിടയിൽ ഉണ്ടായിരുന്ന തർക്കമാണ് ഈതർസങ്കല്പം ഉപേക്ഷിക്കുന്നതിൽ പര്യവസാനിച്ചത്. സൂര്യപ്രകാശം നമുക്ക് എല്ലാ ദിവസവും ലഭിക്കുന്നുണ്ട്. എങ്ങനെയാണ് അത് ഭൂമിയിൽ എത്തുന്നതെന്ന് കണ്ടുപിടിക്കാൻ നമുക്കൊരു മാർഗ്ഗവും ഇല്ലായിരുന്നു. സാധാരണ മനുഷ്യൻ ഇതിനെകുറിച്ച് ചിന്തിച്ച് തല പുണ്ണാക്കിയില്ല. എന്നാൽ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ സൂര്യപ്രകാശം ഭൂമിയിൽ എത്തുന്നതെങ്ങനെയെന്ന് ചിന്തിച്ചു. അവർ പല സംശയങ്ങളും ഉന്നയിച്ചു. പ്രകാശത്തിന്റെ സ്വഭാവത്തെകുറിച്ച് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ നടത്തിയ ചർച്ചകളുടെ പരിണിതഫലമായിട്ട് ജന്മം കൊണ്ടതാണ് ആധുനിക ഭൗതികം.

പത്തൊൻപതാം നൂറ്റാണ്ടിൽ മൈക്കൽ ഫാരഡേയും ക്ലാർക് മാക്സ്വെല്ലും വൈദ്യുതകാന്തിക സിദ്ധാന്തം വികസിപ്പിച്ചു. തരംഗരൂപത്തിൽ സ്ഥലത്തിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്ന വൈദ്യുതകാന്തിക ക്ഷേത്രമാണ് (Electro magnetic field) പ്രകാശം എന്ന് അവർ വ്യക്തമാക്കി. മാക്സ്വെല്ലിന്റെ സമീകരണം പ്രകാശത്തിന്റെ സ്വഭാവം കൃത്യമായി നിർവചിച്ചു. ഇത് ന്യൂട്ടന്റെ പ്രകാശസിദ്ധാന്തത്തെക്കാൽ മെച്ചപ്പെട്ടതായിരുന്നു. മാക്സ് വെല്ലിന്റെ സിദ്ധാന്തം പത്തൊൻപതാം നൂറ്റാണ്ടിലെ മഹത്തായ സിദ്ധാന്തങ്ങളിൽ ഒന്നായിരുന്നു. എന്നാൽ മാക്സ്വെല്ലിന് ചില ചോദ്യങ്ങൾക്ക് മറുപടി പറയാൻ കഴിഞ്ഞില്ല. പ്രകാശം വൈദ്യുതകാന്തിക തരംഗങ്ങളാണെങ്കിൽ എങ്ങനെ അതിന് ശൂന്യസ്ഥലങ്ങളിലൂടെ സഞ്ചരിക്കാൻ കഴിയും? നമ്മുടെ അനുഭവത്തിലും തരംഗസിദ്ധാന്തമനുസരിച്ചും തരംഗത്തിന് സഞ്ചരിക്കുന്നതിന് മാധ്യമം വേണം. ജലതരംഗം കടന്നു പോകുമ്പോൾ ജലം പ്രക്ഷുബ്ദമാകുകയും അത് താഴോട്ടും മോലോട്ടും ചലിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ശബ്ദതരംഗത്തിന് വായുകണങ്ങൾ വേണം. വായുവോ മറ്റ് ഭൗതിക വസ്തുക്കളോ ഇല്ലാതെ ശബ്ദമുണ്ടാകാറില്ല. ശബ്ദതരംഗം കടന്നു പോകുമ്പോൾ അത് കമ്പനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ യാതൊരു മാധ്യമവും

ഇല്ലാതെ ശൂന്യസ്ഥലത്തിലൂടെപ്രകാശം സഞ്ചരിക്കുന്നു. പ്രകാശം സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ കമ്പനത്തിന് ഒരു മാധ്യമവുമില്ല താനും. അങ്ങനെയെങ്കിൽ എന്താണ് പ്രകാശതരംഗത്തിൽ കമ്പിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നത്? ഇതാണ് ചില ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാരെ ഈതർ സങ്കല്പത്തിലേക്ക് നയിച്ചത്. ഈതർ സങ്കല്പത്തിൽ വിശ്വസിച്ചിരുന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ അഭിപ്രായത്തിൽ പ്രപഞ്ചം മുഴുവൻ ഈതർ എന്ന അദൃശ്യമാധ്യമം കൊണ്ട് നിറഞ്ഞു നിൽക്കുന്നു. ഈ അദൃശ്യമാധ്യമത്തിലൂടെയാണ് പ്രകാശം സഞ്ചരിക്കുന്നത്. ഈതറിന് അവർ പല സാങ്കല്പിക ഗുണങ്ങളും നല്കി. ഉദാഹരണത്തിന് ഈതർ ഭാരമില്ലാത്തതും ഇലാസ്തികതയുള്ളതുമായ പദാർത്ഥമാണ്. ജലതരംഗം സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ അവ ഘർഷണം മൂലം അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നു. എന്നാൽ പ്രകാശതരംഗത്തിന് അങ്ങനെ സംഭവിക്കുന്നില്ല. അതുകൊണ്ട് ഈതർ ഘർഷണമില്ലാത്ത പൂർണ്ണമായും ഇലാസ്തികയുള്ള പദാർത്ഥമായിരിക്കണമെന്നവർ വിശ്വസിച്ചു. ഒരു മാധ്യമം ഇല്ലാതെ പ്രകാശത്തിനു സഞ്ചരിക്കാൻ പറ്റില്ലെന്ന വിശ്വാസം പത്തൊൻപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ അവസാനം വരെ ഭൗതികജ്ഞൻമാരിൽ രൂഢമൂലമായിരുന്നു.

ഐൻസ്റ്റിനാണ് ഈതർ എന്നൊന്നില്ലെന്ന് അസന്നിഗ്ദ്ധമായി പ്രഖ്യാപിച്ചത്. പ്രകാശം സ്വയമേതന്നെ ഒരു ഭൗതികപ്രതിഭാസമാണെന്നും അതിന് സഞ്ചരിക്കാൻ ഒരു മാധ്യമത്തിന്റെ ആവശ്യമില്ലെന്നും അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. പ്രകാശത്തിന് സഞ്ചരിക്കാൻ മാധ്യമം ആവശ്യമില്ലാത്തത് അത് തരംഗം മാത്രമല്ല കണവും കൂടിയായതുകൊണ്ടാണ്. പ്രകാശം കണവും തരംഗവും ആയതുകൊണ്ട് അതിന് ശൂന്യസ്ഥലത്തിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുവാൻ കഴിയുമെന്ന് വ്യക്തമാക്കപ്പെട്ടു. പ്രകാശകണങ്ങളെ ഐൻസ്റ്റിൻ പ്രകാശക്വാണ്ടങ്ങൾ എന്നു വിളിച്ചു. ഇങ്ങനെയാണ് ആണവ പ്രതിഭാസങ്ങളെ വിശദീകരിക്കുന്ന ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം ഉണ്ടായത്.

ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആദ്യദശകങ്ങളിലെ ഭൗതികത്തിന്റെ ചരിത്രം ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തിന്റേതാണ്. ഏത് അർത്ഥത്തിലാണ് പ്രകാശത്തിന്റെ ഒരു ക്വാണ്ടം ഒരു കണവും തരംഗവുമായിരിക്കുന്നത്? 1930 കളുടെ അവസാനം ഭൗതികജ്ഞൻമാർ പ്രകാശതരംഗം യഥാർത്ഥത്തിൽ സംഭാവ്യതാതരംഗങ്ങളാണെന്ന് മനസ്സിലാക്കി. സംഭാവ്യതാതരംഗങ്ങൾ എന്നാൽ അമൂർത്ത ഗണിത പാറ്റേണുകളാണ്. ഗണിതസംഭാവ്യത പാറ്റേണുകൾ നിങ്ങൾ പ്രത്യേക ഒരു സ്ഥലത്ത് നോക്കുമ്പോൾ പ്രകാശകണങ്ങളെ കാണാനുള്ള സംഭാവ്യത പ്രദാനം ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രകാശകണത്തെയാണ് നമ്മൾ ഫോട്ടോൺ എന്നു

വിളിക്കുന്നത്. സംഭാവ്യതാ പാറ്റേണുകൾ തരംഗപാറ്റേണുകളാണ്. അവ ശൂന്യസ്ഥലത്തിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്നു. പ്രകാശം കണവും തരംഗവുമാണെന്ന് സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടതോടെ ഭൗതികത്തിൽ ഒരു കാലത്ത് വ്യവസ്ഥാപിതമെന്ന് കരുതിയിരുന്ന ഈതർ സങ്കല്പം ഉപേക്ഷിക്കപ്പെട്ടു.

ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിലെ ഏറ്റവും മഹത്തായ ബൗദ്ധിക വിപ്ലവമാണ് പ്രപഞ്ചം വികസിക്കുന്നു എന്ന കണ്ടുപിടിത്തം. ഐൻസ്റ്റിന്റെ ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തമാണ് 'വികസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ' കണ്ടുപിടിത്തത്തിന് വഴി തെളിച്ചത്. എഡ്വിൻ ഹബിൾ നിരീക്ഷണത്തിലൂടെ പ്രപഞ്ചം വികസിക്കുന്നു എന്ന യാഥാർത്ഥ്യം തെളിയിച്ചു. കണങ്ങൾ മുതൽ പ്രപഞ്ചം വരെ എല്ലാം ചലനത്തിലാണെന്നാണ് ആധുനിക ഭൗതികം നമുക്ക് വ്യക്തമാക്കി തരുന്നത്. ചലനത്തിനു കാരണം ബലമാണ്. ആധുനിക ഭൗതികമനുസരിച്ച് ഈ ബലം വസ്തുക്കൾക്ക് പുറത്തുള്ളതല്ല. അത് ദ്രവ്യത്തിന്റെ സഹജഗുണമാണ്. അത് ആരെങ്കിലും കടത്തിവിടുന്നതോ സൃഷ്ടിക്കുന്നതോ അല്ല. ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികത്തിൽ ദ്രവ്യവും ബലവും വേറിട്ടതാണ്. ക്വാണ്ടം ഭൗതികമനുസരിച്ച് ബലത്തിന്റെയും ദ്രവ്യത്തിന്റെയും സ്രോതസ്സ് കണങ്ങൾ എന്നു നമ്മൾ വിശേഷിപ്പിക്കുന്ന ചലനാത്മക പ്രരൂപങ്ങളിൽ (dynamic pattern) നിന്നാണ്. രണ്ട് ഇലക്ട്രോണുകൾക്കിടയിലെ വികർഷണബലം വഹിക്കുന്ന ഫോട്ടോൺ ഇലക്ട്രോണിൽ നിന്നുതന്നെയാണ് ഉണ്ടാകുന്നത്. ചലനാത്മകപ്രരൂപമായ കണത്തിൽ നിന്നു തന്നെയാണ് ബലവും കണവും ഉണ്ടാകുന്നത്. കണങ്ങളുടെ അന്യോന്യക്രിയ ബലത്തിലൂടെയും ബലം കണങ്ങളുടെ കൈമാറ്റം മൂലവും സ്വയം പ്രത്യക്ഷമാകുന്നു.

ആധുനിക ഭൗതികത്തിലെയും ജീവശാസ്ത്രത്തിലെയും സിദ്ധാന്തങ്ങൾ പുതിയൊരു ചിന്താവിപ്ലവത്തിന് തുടക്കം കുറിച്ചിരിക്കുകയാണ്. ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികത്തിന്റെയും ജീവശാസ്ത്രത്തിന്റെയും വ്യവസ്ഥാപിത വീക്ഷണങ്ങളെ മാറ്റി മറിക്കുന്നതാണ് പുതിയ ചിന്തകൾ. പ്രപഞ്ചം ഒരു കൂട്ടം വേറിട്ട വസ്തുക്കളുടെ സമുച്ചയമാണെന്ന പഴയ കാഴ്ചപ്പാടിനു പകരം പരസ്പരബന്ധിതവും പരസ്പരാശ്രിതവുമായ ചലനാത്മകജാലമാണെന്ന് (Dynamic net) ആധുനിക ഭൗതികം വ്യക്തമാക്കുന്നു. ക്വാണ്ടം ഭൗതികമനുസരിച്ച് ഒറ്റപ്പെട്ട ഒരു കണം പോലും പ്രപഞ്ചത്തിലില്ല. ഭൗതികത്തിലെ പ്രപഞ്ചജാല (Cosmic web) സങ്കല്പത്തിന് സമാന്തരമായി ജീവശാസ്ത്രത്തിൽ ഉണ്ടായ സങ്കല്പമാണ് ജീവജാലം (web of life). മനുഷ്യൻ പ്രകൃതിയുടെ അവി

ഭാജ്യഘടകവും ജീവജാലത്തിലെ ഒരു പ്രത്യേക ഇഴയുമാണ്. ഓരോ ജീവിവർഗ്ഗത്തിനും അതിന്റെതായ പ്രത്യേകതകളും സങ്കീർണ്ണതകളുമുണ്ട്. ഏതെങ്കിലും ഒരു ജീവിവർഗ്ഗം ഉയർന്നത് മറ്റേത് താഴന്നത് എന്നു പറയാൻ പ്രയാസമാണ്. തേനീച്ചകൾ പറയും അവരാണ് പ്രകൃതിയിൽ മഹത്തരമെന്ന്. നമ്മൾ പറയും നമ്മളാണ് ഏറ്റവും ശ്രേഷ്ഠമെന്ന്. പുതിയ ചിന്ത മനുഷ്യൻ എല്ലാറ്റിനും ഉപരിയും പ്രകൃതിക്കു പുറത്തുമാണെന്ന പഴയ കാഴ്ചപ്പാടിനെ തിരുത്തിക്കുറിക്കുന്നു.

ആധുനിക ശാസ്ത്രത്തിൽ നിന്നും രൂപം കൊണ്ടിട്ടുള്ള സാകല്യ ചിന്തകൾ പുരാതനഭാരതീയ ദർശനങ്ങളുമായും ആദ്യകാല ക്രൈസ്തവ ദൈവശാസ്ത്രവീക്ഷണങ്ങളുമായും സാദൃശ്യമുള്ളവയാണ്. ക്രിസ്തുമതത്തിന്റെ ആദ്യത്തെ ആയിരം വർഷം മിസ്റ്റിക് പാരമ്പര്യത്തിന്റേതായിരുന്നു. ദൈവശാസ്ത്രജ്ഞൻർ മിസ്റ്റിക്കുകളും മിസ്റ്റിക്കുകൾ ദൈവശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുമായിരുന്നു. ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന സന്യാസിശ്രേഷ്ഠൻമാരായിരുന്നു ഒറിഗെൻ (origen), നൈസായിലെ ഗ്രിഗറി (Gregory of Nyssa), ഗ്രിഗോറി നായിസാൻ സെൻ (Gregory Naziansen), അംബ്രോസ് (Ambrose), അഗസ്റ്റിൻ (Augustine), പോപ്പ് ഗ്രിഗറി (Pope Gregory), എന്നിവർ. മിസ്റ്റിക് പാരമ്പര്യത്തിന് മങ്ങലേറ്റത് പതിമൂന്നാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ശക്തിപ്രാപിച്ച സ്ക്കോളാസ്റ്റിക് ചിന്താപദ്ധതിയോടെ (Scholastic Paradigm) ആണ്. ഇതിന്റെ സ്വാധീനം പതിനാറാം നൂറ്റാണ്ടുവരെ നിലനിന്നു. ഈ കാലഘട്ടത്തിലാണ് അരിസ്റ്റോട്ടലിന്റെ ചിന്തകൾ ക്രൈസ്തവ ദൈവശാസ്ത്രത്തെ സ്വാധീനിച്ചത്. സ്ക്കോളാസ്റ്റിക് കാലത്തും കജേറ്റനെ (Cajetan) പോലെയുള്ള മിസ്റ്റിക് ചിന്തകൻമാരുണ്ടായിരുന്നു. റീഫർമേഷൻ കാലത്ത് കത്തോലിക്കാസഭയും പ്രൊട്ടസ്റ്റ് സഭകളും തമ്മിൽ നടന്ന സംവാദങ്ങൾ പുതിയ ദൈവശാസ്ത്രചിന്തകൾക്ക് ജന്മം നല്കി. പതിനാറാം നൂറ്റാണ്ടുമുതൽ ഏതാണ് മൂന്നു നൂറ്റാണ്ടു കാലം ക്രൈസ്തവദൈവശാസ്ത്രം ദ്വൈതവാദത്തിന്റെയും, യുക്തിവാദത്തിന്റെയും സ്വാധീനത്തിൽപ്പെട്ടു. ദിവ്യമായ അനുഭൂതിക്ക് പ്രാധാന്യം കൊടുക്കുന്നതിനു പകരം ബൗദ്ധികമായ വിശകലനങ്ങൾക്ക് ഈ കാലഘട്ടത്തിലെ ദൈവശാസ്ത്രം പ്രാമുഖ്യം നല്കി. ഈ കാലത്തും ആദ്യകാല ക്രൈസ്തവ മിസ്റ്റിക് പാരമ്പര്യം ഉയർത്തി പിടിച്ചവരാണ് മെയിസ്റ്റർ എക്ഹാർട്ട് (Meister Eekhart), ജേക്കബ് ബോം (Jacob Bohme), നോർവിച്ചിലെ ജൂലിയൻ (Julian of Norwitch), ക്രോസിലെ ജോൺ (John of Cross), എന്നിവർ. ദിവ്യമായ കൃസ്ത്യാനുഭവമുണ്ടായിരുന്ന ഇവർ ജനപ്രിയരുമായിരുന്നു. എന്നാൽ ഇവർ പലപ്പോഴും സഭയുടെ അപ്രീതിക്ക് പാത്രമായി.

ക്രൈസ്തവ ദൈവശാസ്ത്രചിന്തകൾ പരിഷ്ക്കരിക്കണമെന്ന ആവശ്യത്തിന് നൂറു വർഷത്തിലേറെ പഴക്കമുണ്ട്. പത്തൊൻപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ മദ്ധ്യത്തിൽ ആദ്യകാല ക്രൈസ്തവചിന്തകൾക്കനുസരിച്ച് ദൈവശാസ്ത്രകാഴ്ചപാടുകൾ പരിഷ്ക്കരിക്കണമെന്ന് ദൈവശാസ്ത്രജ്ഞൻമാരായ ജോൺ ഹെൻട്രി ന്യൂമാനും (John Hentry Newman) ജോഹാൻ മോഹ്ലറും (Johann Mochler) അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. കഴിഞ്ഞ നൂറ്റാണ്ടിൽ ലോക പ്രശസ്ത ജസ്യൂട്ട് പുരോഹിതനും ജീവാശ്മശാസ്ത്രജ്ഞനും (Palaeontologist) ആയിരുന്ന പിയറെ ടെയിൻഹാർഡ് ഡി ചാർഡിൻ (Pierre Teilhard de chardin) കാർട്ടീഷ്യൻ സ്വാധീനത്തിൽപ്പെട്ട ക്രൈസ്തവ ദൈവശാസ്ത്രത്തെ മോചിപ്പിക്കണമെന്ന ആവശ്യം ഉന്നയിക്കുകയുണ്ടായി. ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ മദ്ധ്യമായപ്പോഴേക്കും ദൈവശാസ്ത്രചിന്തകൾ പരിഷ്ക്കരിക്കണമെന്ന് ചിന്ത കത്തോലിക്കാ സഭയിലും ശക്തമായി.

ആദ്യകാല ക്രിസ്തുമത പ്രമാണങ്ങൾക്ക് നൈസിയൻ വിശ്വാസം (Nicene creed) എന്നാണറിയപ്പെടുന്നത്. ക്രി.പി നാലാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ചേർന്ന സഭയുടെ ആദ്യത്തെ നൈസിയെ (Nicaea) ജനറൽ കൗൺസിലിൽ വെച്ചാണ് ക്രിസ്തു മതവിശ്വാസപ്രമാണങ്ങൾ നിർവ്വചിച്ചത്. ദിവ്യമായ അനുഭൂതികാത്മക വെളിപാടുകൾക്ക് കൗൺസിൽ പ്രാധാന്യം നല്കുകയുണ്ടായി. ത്രിത്വസങ്കല്പം (Trinity) നിർവചിച്ചത് നൈസിയൻ കൗൺസിലാണ്. ബൈബിളിന് അനുരോധവും അതിന്റെ സത്ത പൂർണ്ണമായി ഉൾക്കൊള്ളുന്നതുമായിരുന്നു ഈ വിശ്വാസപ്രമാണങ്ങൾ. കൗൺസിലിൽ മുഖ്യപങ്ക് വഹിച്ച അത്തനേഷ്യസ് പുണ്യവാളൻ പറഞ്ഞു. “ദൈവം മനുഷ്യനായത് എല്ലാ മനുഷ്യനും ദൈവമാകാനാണ് (God became human inorder that every human being may become God). ഭാരതത്തിലെ ഉപനിഷത് വാക്യങ്ങളായ ‘അഹം ബ്രഹ്മാസ്മി, തത്ത്വമസി, അയം ആത്മാബ്രഹ്മ’ എന്നിവയുമായി സാദൃശ്യമുണ്ട് ത്രിത്വ സങ്കല്പത്തിനെന്ന് പ്രശസ്ത ക്രൈസ്തവ ദൈവശാസ്ത്രപണ്ഡിതനായ ബ്രദർ ഡാനിയേൽ സ്റ്റിൻഡൽ റാസ്റ്റ് (Daniel Steindl Rast) പറയുന്നു. ഭാരതീയ ദർശനങ്ങളിലെ ‘മോക്ഷവും’ ബുദ്ധമതത്തിലെ ‘ജ്ഞാനോദയവും’ ‘ക്രിസ്ത്യാനുഭവവും’ അനുഭൂതികാത്മകവും അന്തപ്രത്യക്ഷവുമാണ്. കത്തോലിക്കാ സഭയുടെ ചരിത്രത്തിലെ സുപ്രധാനമായൊരു സംഭവമാണ് ക്രിസ്തുമത ദൈവശാസ്ത്രത്തെ നവീകരിക്കുന്നതിനുവേണ്ടി സംഘടിപ്പിച്ച രണ്ടാം വത്തിക്കാൻ കൗൺസിൽ (1962-65). രണ്ടായിരത്തോളം ക്രിസ്തുമതപണ്ഡിതൻമാർ ഏതാണ് മൂന്നു വർഷക്കാലത്തിലേറെ നീണ്ടു നിന്ന

കൗൺസിലിൽ പങ്കെടുത്തു. ആദ്യകാലദൈവശാസ്ത്ര ചിന്തകളിലേക്ക്, ബൈബിളിലേക്ക് മടങ്ങുക എന്നതായിരുന്നു കൗൺസിലിന്റെ ആഹ്വാനം. രണ്ടാം വത്തിക്കാൻ കൗൺസിലിൽ നടന്ന ചർച്ചകളുടെ ഫലമായി ദൈവശാസ്ത്രചിന്തകൾ നവീകരിക്കപ്പെട്ടു. അക്രൈസ്തവ മതങ്ങളോട് സഭ പുലർത്തി പോന്നിരുന്ന യാഥാസ്തിതിക സമീപനം ഉപേക്ഷിച്ചു. ക്രൈസ്തവേതരമതങ്ങളോടും, സാംസ്ക്കാരത്തോടും സാഹിത്യത്തോടും ബന്ധപ്പെടെണമെന്ന ചിന്ത സഭയിൽ ശക്തിപ്പെട്ടു തുടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്.

ക്രിസ്തുമതത്തിന്റെ മാർഗം മാത്രം ശ്രേഷ്ഠം എന്ന കാഴ്ചപാട് രണ്ടാം വത്തിക്കാൻ കൗൺസിലിനു ശേഷം സഭ ഉപേക്ഷിച്ചു. മറ്റ് മതങ്ങളുമായി സൗഹൃദപൂർവ്വം ആരോഗ്യകരവുമായ സംവാദങ്ങളിലേർപ്പെടണമെന്നതാണ് കത്തോലിക്ക സഭയുടെ സമീപനം. 1986 ൽ പോപ്പ് ജോൺ രണ്ടാമൻ മറ്റ് മതങ്ങളുടെ പ്രതിനിധികളുടെ സമ്മേളനം അസീസിയിൽ വിളിച്ചു കൂട്ടുകയുണ്ടായി. ഹിന്ദുമതത്തിന്റെയും ബുദ്ധമതത്തിന്റെയും ചില ആഫ്രിക്കൻ മതങ്ങളുടെയും നേതാക്കന്മാർ സമ്മേളനത്തിൽ പങ്കെടുത്തു. എല്ലാ മതങ്ങളെയും സമഭാവനയോടെ വീക്ഷിക്കണമെന്ന നിർദ്ദേശം സമ്മേളനത്തിൽ ഉയർന്നു വന്നു. പണ്ട് പാശ്ചാത്യരാജ്യങ്ങൾ നടത്തിയ കോളനിവൽക്കരണത്തിന്റെ ഭാഗമായിരുന്നു മിഷണറി പ്രവർത്തനം. മതമേധാവിത്വത്തിനുവേണ്ടിയുള്ള മത്സരമായിരുന്നു അത്. എത്രപേരെ മതപരിവർത്തനത്തിനു വിധേയമാക്കാമെന്നതായിരുന്നു പഴയ ചിന്ത. ബലപ്രയോഗത്തിലൂടെയും സ്വാധീനത്തിലൂടെയും ഉള്ള മതപരിവർത്തനം അനഭിലക്ഷണീയമായിട്ടാണ് ഇന്ന് സഭകൾ കരുതുന്നത്. മനുഷ്യമഹത്വത്തെ അംഗീകരിച്ച ക്രിസ്തുദേവന്റെ അനുയായികൾ മിഷണറി പ്രവർത്തനം നടത്തുന്നത് മനുഷ്യമഹത്വം അംഗീകരിച്ചു കൊണ്ടാവണം എന്നതാണ് പുതിയ കാഴ്ചപ്പാട്. ആത്മീയാനുഭവം മനുഷ്യന്റെ ഉള്ളിലാണ് ഉണ്ടാകേണ്ടത്. അത് മതപരിവർത്തനം കൊണ്ടു ലഭിക്കില്ല. പുതിയ കാഴ്ചപ്പാടനുസരിച്ച് ക്രിസ്തുമതത്തിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യം ജനങ്ങൾക്കിടയിൽ ഉണ്ടാക്കുക എന്നതാണ് ലക്ഷ്യം. മദർതെരേസ സ്ഥാപിച്ച മിഷണറീസ് ഓഫ് ചാരിറ്റി, മത പ്രഭാഷണങ്ങളും, മതപരിവർത്തനവും പ്രവർത്തനപരിപാടിയിൽ ഉൾപ്പെടുത്തിയിട്ടില്ല. അവരുടെ ദൗത്യം പ്രാർത്ഥനയും കാരുണ്യ പ്രവർത്തനങ്ങളുമാണ്. ജനങ്ങളുടെ വിശ്വാസത്തിൽ സാക്ഷിയാകുക. (to witness to their faith) എന്നതാണ് ലക്ഷ്യം.

ആധുനിക ഭൗതികത്തിൽ നിന്നും ജീവശാസ്ത്രത്തിൽ നിന്നും രൂപം കൊണ്ട സാകല്യചിന്തകളിൽ പ്രധാനപ്പെട്ടതാണ് പാരിസ്ഥിതിക

ചിന്ത. പുരാതന ഭാരതീയ ചിന്തകൾ പാരിസ്ഥിതിക ചിന്തകളാണ്. മനുഷ്യൻ പ്രകൃതിയുടെ അംശം മാത്രമല്ല; പ്രകൃതി തന്നെയാണെന്നതാണ് ഭാരതിയകാഴ്ചപ്പാട്. ഭൂമിയും സൂര്യനും ചന്ദ്രനും പാമ്പും, പറവകളും ദിവ്യത്വത്തിന്റെ പ്രതീകങ്ങളാണ് ഭാരതീയ ചിന്തയിൽ. ചതുർവേദങ്ങളും ഉപനിഷത്തുക്കളും പാരിസ്ഥിതിക ചിന്തകൾകൊണ്ട് സമ്പന്നമാണ്. പുതിയ ക്രിസ്ത്യൻ ദൈവശാസ്ത്രചിന്തകൾ പാരിസ്ഥിതിക ചിന്തകൾക്ക് വലിയപ്രാധാന്യമാണ് കൊടുക്കുന്നത്. പാരിസ്ഥിതികം (ecological) എന്ന പദത്തിന്റേയും മതപരം (ecumenical) എന്ന പദത്തിന്റെയും ഉൽഭവം ഗ്രീക്കുപദമായ ഒയികോസ് (Oikos) വീട് എന്നതിൽ നിന്നാണ്. ഒയികോസ് എന്നാൽ ജീവിക്കുന്ന ലോകം മനുഷ്യന്റെ വീട് നമ്മുടെ ഗൃഹമായ ഭൂമി എന്നൊക്കെ പറയാം. മനുഷ്യന്റെ വംശനാശത്തിലേക്കു നയിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഇന്നത്തെ ശാസ്ത്രസാങ്കേതിക പുരോഗതിയിൽ ഉൽകണ്ഠാകുലരാണ് ചിന്തിക്കുന്നവരെല്ലാം. ഭൂമിയുടെ അസ്തിത്വവും മനുഷ്യാസ്തിത്വവും ഒന്നു തന്നെയാണെന്ന കാഴ്ചപ്പാടാണ് ശാസ്ത്രത്തെയും മതത്തെയും ഒരുമിപ്പിക്കുന്ന ഘടകം. മാനവവംശത്തിന്റെ നിലനില്പിനുവേണ്ടി ശാസ്ത്രത്തെയും മതത്തെയും സമന്വയിപ്പിക്കണമെന്ന കാഴ്ചപ്പാട് ഒരു വിഭാഗം മതപണ്ഡിതൻമാരിലും ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാരിലും വളർന്നു വന്നിട്ടുണ്ട്.

പാരിസ്ഥിതികാവബോധം ശാസ്ത്രബോധത്തിനും അപ്പുറമാണ്. അഗാധതലത്തിൽ പാരിസ്ഥിതികാവബോധം ആത്മീയമാണ്. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ പാരിസ്ഥിതികാവബോധം പ്രപഞ്ചത്തിലെ എല്ലാ പ്രതിഭാസങ്ങളും പരസ്പരബന്ധിതവും പരസ്പരാശ്രിതവും ആണെന്ന അവബോധമാണ്. ദാർശനികനായ സ്പിനോസ പറഞ്ഞു 'ദൈവം സമം പ്രകൃതി.' ഇതാണ് അഗാധപരിസ്ഥിതിശാസ്ത്രത്തിന്റെ (Deep ecology) ദർശനം. പുതിയ പാരിസ്ഥിതിക വീക്ഷണത്തിനനുയോജ്യമായ ദൈവശാസ്ത്രചിന്തകൾ ക്രിസ്തുമതത്തിൽ ഉയർന്നു വന്നിട്ടുണ്ട്. പഴയ കാഴ്ചപ്പാടനുസരിച്ച് മനുഷ്യൻ എല്ലാറ്റിനും ഉപരിയും പ്രകൃതിയിൽ മേധാവിത്വം സ്ഥാപിക്കാൻ വിധിക്കപ്പെട്ടവനുമാണ്. 'ഭൂമിയിൽപ്പെറ്റുപെരുകി അതിനെ കീഴ്പ്പെടുത്തുക' (ഉല്പത്തി) അതു പോലെ 'ആത്മാവ് മനുഷ്യനു മാത്രമുള്ളതാണ്.' എന്നാൽ പുതിയ ദൈവശാസ്ത്രവീക്ഷണമനുസരിച്ച് എല്ലാറ്റിനെയും സൃഷ്ടിച്ചത് ദൈവത്തിന്റെ ശ്വാസം കൊണ്ടാണ്. 'നീ എല്ലാ ജിവികൾക്കും നിന്റെ ശ്വാസം നല്കുകയും അവ ജീവനുള്ളതായി മാറുകയും ചെയ്തു.' (you give your breath to all creatures and they come alive) 'നീ ഭൂമിയുടെ മുഖം പുതുക്കുന്നു.

നീ നിന്റെ ആത്മാവിനെ പിൻവലിച്ചാൽ അവ മരിക്കും'(And you renew the face of earth if you withdraw your spirit they die) അതുപോലെ "ദൈവത്തിന്റെ ആത്മാവ്, ശ്വാസം പ്രപഞ്ചം മുഴുവൻ നിറഞ്ഞു എല്ലാറ്റിനെയും ഒരുമിപ്പിച്ച് നിർത്തുകയും ചെയ്യുന്നു.' (The spirit of the Lord, the breath fills the whole universe and holds everything together). സാകല്യവീക്ഷണമാണ് പുതിയ ക്രിസ്ത്യൻ ദൈവശാസ്ത്രചിന്തകൾ അവതരിപ്പിക്കുന്നത്. ഇതിനു സമാനമായ ഭാരതീയ ചിന്തയാണ് ഈശാവാസ്യമിദം സർവംയത് കിഞ്ച ജഗത്യം ജഗത്. ജഗത്തിൽ എന്തൊക്കെ ജഗത്തായി കാണപ്പെടുന്നുണ്ടോ ഇതെല്ലാം ബ്രഹ്മത്താൽ (ഈശ്വരൻ) അകവും പുറവും നിറഞ്ഞുനില്ക്കുന്നു.

ക്രിസ്തുമതത്തിൽ ശക്തി പ്രാപിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു പുത്തൻ ദൈവശാസ്ത്രശാഖയാണ് വിമോചന ദൈവശാസ്ത്രം (liberation theology). ലാറ്റിൻ അമേരിക്കൻ രാജ്യങ്ങളിലാണ് ഇതിന്റെ ഉൽഭവം. മർദ്ദിതരും ചൂഷിതരുമായ പാവങ്ങളുടെ ആത്മീയവും രാഷ്ട്രീയവുമായ മോചനമാണ് വിമോചനദൈവശാസ്ത്രത്തിന്റെ ലക്ഷ്യം. ക്രിസ്തുദേവൻ പറഞ്ഞു 'പാവപ്പെട്ട നിനക്കുവേണ്ടിയാണ് ദൈവരാജ്യം' (To you the poor is given the Kingdom of God). ലാറ്റിൻ അമേരിക്കയിലെ പല രാജ്യങ്ങളിലും ജനാധിപത്യത്തിനും സ്വാതന്ത്ര്യത്തിനും വേണ്ടി ക്രിസ്ത്യൻ പുരോഹിതന്മാർ ജനങ്ങളോടൊപ്പം നിന്ന് പോരാടുകയുണ്ടായി. ഭാരതത്തിൽ ഭാരതീയ വിമോചനദൈവശാസ്ത്രം സമർത്ഥമായി ഉപയോഗിച്ചതിന് ഉത്തമ ഉദാഹരണമാണ് മഹാത്മാഗാന്ധി. ഇന്ത്യൻ സ്വാതന്ത്ര്യസമരത്തിൽ ആത്മീയതയെയും വിമോചനത്തെയും അദ്ദേഹം സമന്വയിപ്പിച്ചു. അതിന് അഗാധമായ ആത്മീയതലങ്ങളുമുണ്ടായിരുന്നു. അദ്ദേഹത്തിന്റെ ജീവിതം അദ്ദേഹത്തിന്റെ സന്ദേശമായിരുന്നു. ക്രിസ്തു ദേവനെപ്പോലെ ഗാന്ധിജിയും രക്തസാക്ഷിയായി. അതുകൊണ്ടാണ് ഗാന്ധിജിക്ക്ക്രിസ്തുദേവനുമായി സാദൃശ്യമുണ്ടെന്ന്ലോകം കരുതുന്നത്. പുതിയ വിമോചനദൈവശാസ്ത്രം പാവപ്പെട്ടവരുടെ മോചനത്തിന് ഒരു സമരായുധമായേക്കാം.

ആധുനികശാസ്ത്രത്തിന്റെയും ഭാരതീയദർശനങ്ങളുടെയും പുത്തൻ ക്രിസ്തുമതദൈവശാസ്ത്രത്തിന്റെയും സാകല്യചിന്തകൾ അധികാരകേന്ദ്രീകരണത്തിന് എതിരാണ്. അധികാരം ദുഷിപ്പിക്കും. കേവലമായ അധികാരം കേവലമായി ദുഷിപ്പിക്കും എന്നാണല്ലോ പറയപ്പെടുന്നത്. വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിലെ പഴയ യാന്ത്രികചിന്തയിൽ രോഗിയെ സംബന്ധിച്ച് അധികാരിയാണ് ഡോക്ടർ. പുതിയ ചിന്തയിൽ രോഗം ചികിത്സിച്ച് ഭേദമാക്കാനുള്ള സഹായി മാത്രമാണ്. രോഗം

ഭേദമാക്കുന്നതിൽ രോഗിക്കുള്ള വ്യക്തി പരമായ ഉത്തരവാദിത്വത്തി നാണ് പുതിയ ചിന്ത ഊന്നൽ നൽകുന്നത്. അധികാരം മനുഷ്യനെ ദുഷിപ്പിക്കുക മാത്രമല്ല അതിന് എല്ലാ നിഷേധാത്മക പ്രവണതകളു ണ്ട്. അധികാരം വികേന്ദ്രീകരിക്കുകയാണ് അതിന്റെ ദൃഷ്യഫലങ്ങ ളിൽ നിന്നും മോചിക്കാനുള്ള മാർഗ്ഗം. ക്രിസ്തു ദേവനും ഗാന്ധിജിയും മറ്റുള്ളവരെ അധികാരമുള്ളവരാക്കി തീർക്കുകയായിരുന്നു. അവസാ നത്തെ തിരുവത്താഴത്തിനു മുൻപ് ക്രിസ്തുദേവൻ ശിഷ്യൻമാരുടെ കാലുകൾ കഴുകുന്നത് അധികാരം അവരിലേക്ക് പകരുന്നതിന്റെ പ്രതീ കമായാണ്. അധികാരം അടിച്ചേല്പിക്കപ്പെടാനുള്ളതല്ല, മറ്റുള്ളവരെ സ്വാധീനിക്കാനാണ് ഉപയോഗിക്കേണ്ടത്. അധികാരം വികേന്ദ്രീകരി ക്കപ്പെടണമെന്ന ചിന്ത സമൂഹത്തിൽ ശക്തി പ്രാപിച്ചുവരുന്നുണ്ട്. പല രാഷ്ട്രീയ സാമൂഹ്യ മതസ്ഥാപനങ്ങളും അധികാരവികേന്ദ്രീകരണ ത്തെക്കുറിച്ച് സംസാരിക്കുന്നത് ഒരു നല്ല ലക്ഷണമാണ്.

ആധുനിക ശാസ്ത്രത്തിലെ വിപ്ലകരമായ മാറ്റങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് പഴയ കാഴ്ചപ്പാടുകൾക്ക് മാറ്റം വരുത്താൻ കത്തോലിക്കാ സഭ തയ്യാ റായിട്ടുണ്ടെന്നുള്ളത് ഒരു യാഥാർത്ഥ്യമാണ്. ആധുനിക പ്രപഞ്ചശാ സ്ത്രത്തിലെ മഹാസ്ഫോടനസിദ്ധാന്തം (Big bang theory). 1951 ൽ ബൈബിളിന് അനുസൃതമാണെന്ന് സഭ പ്രഖ്യാപിക്കുകയുണ്ടായി. സൂര്യകേന്ദ്രസിദ്ധാന്തത്തെ സാധൂകരിച്ചതിനും വിപുലീകരിച്ചതിനും ഗലീലിയോക്കെതിരെ സഭ സ്വീകരിച്ച് നടപടികൾ പുനഃപരിശോധി ക്കാൻ തയ്യാറായി. 1980 ൽ പോപ്പ് ജോൺ പോൾ രണ്ടാമൻ ഗലീലി യോക്കെതിരെയുള്ള കേസ് പുനഃപരിശോധിക്കാൻ ഉത്തരവിട്ടു. ഐൻസ്റ്റിന്റെ നൂറാമത് ജന്മദിനാഘോഷവേളയിൽ പോപ്പ് പ്രഖ്യാപി ച്ചു. "ഗലീലിയോ സഭയുടെ പീഡനത്തിന് ഇരയായി. ഗലീലിയോ നടത്തിയ ഗവേഷണങ്ങൾ സഭയുടെ വിശ്വാസപ്രമാണങ്ങൾക്ക് എതി രായിരുന്നില്ല. ശാസ്ത്രനിയമങ്ങളും മതതത്വങ്ങളും ഒരേ ദൈവത്തിൽ നിന്നാണ് ഉത്ഭവിക്കുന്നത്" 1994 മേയ് 31 ന് ഗലീലിയോയുടെ ബഹു മാനാർത്ഥം രണ്ട് സ്റ്റാമ്പുകൾ വത്തിക്കാൻ പുറത്തിറക്കി. 1981 ൽ പ്രപ ഞ്ചസംബന്ധിയായ വിഷയങ്ങൾ ചർച്ച ചെയ്യുന്നതിന് വത്തിക്കാനിൽ വെച്ച് പ്രമുഖ ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാരുടെ സമ്മേളനം സഭ വിളിച്ചുകൂട്ടു കയുണ്ടായി. ആധുനിക പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തിന്റെ നിഗമനങ്ങളോട് പൊതുവെ യോജിക്കുന്നതായിരുന്നു സമ്മേളനതീരുമാനങ്ങൾ. മഹാ വിസ്ഫോടനസിദ്ധാന്തവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് വികസിച്ച പ്രപഞ്ചശാസ്ത്ര മനുസരിച്ച് പ്രപഞ്ചം വികസിക്കുന്നതാണ്, ചലനാത്മകമാണ്. വേദാ ന്തത്തിൽ പ്രപഞ്ചം എന്ന പദത്തിന് സമാനമാണ് 'ജഗത്'. ജഗത്

എന്നാൽ മാറ്റമുള്ളത് സദാ ചലിക്കുന്നത് എന്നാണർത്ഥം. ആധുനിക പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രവീക്ഷണങ്ങളുമായി പൊരുത്തമുള്ളതാണ് പുരാതന ഭാരതീയ പ്രപഞ്ചസങ്കല്പങ്ങളും പുതിയ ക്രിസ്ത്യൻ ദൈവശാസ്ത്ര പ്രപഞ്ചസങ്കൽപ്പങ്ങളും. ആധുനിക പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് രൂപം കൊണ്ടതാണ് മാനവികതാ തത്വം (Anthropic Principle). മാനവികതാ തത്വം പ്രപഞ്ചത്തെ നിർവചിക്കുന്നത് ഇങ്ങനെയാണ് 'പ്രപഞ്ചം ഇന്നുള്ള രീതിയിലായതുകൊണ്ട് നാമതിനെ കാണുന്നു. മറ്റൊരു തരത്തിലായിരുന്നെങ്കിൽ നാം തന്നെ ഇവിടെ കാണുമായിരുന്നില്ല." ഇത് പ്രപഞ്ചവും ദൈവവും മനുഷ്യനും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെക്കുറിച്ച് പുതിയ ചോദ്യങ്ങൾ ഉയർത്തുന്നു. പുതിയ ക്രിസ്ത്യൻ ദൈവശാസ്ത്രത്തിൽ പ്രപഞ്ചവും ദൈവവും മനുഷ്യനും എല്ലാം പരസ്പരബദ്ധമാണ്. ലോകപ്രശസ്ത ദൈവശാസ്ത്രജ്ഞനായ റെയ്മുണ്ടോ പണിക്കാർ (Raimundo Panikkar) ഇതിനെ കോസ്മോതിയാൻഡ്രിക് തത്വം (Cosmotheandric Principle)എന്നു വിളിക്കുന്നു. പ്രപഞ്ചത്തെയും മനുഷ്യനെയും വേർപെടുത്തി ദൈവത്തെക്കുറിച്ച് സംസാരിക്കാനാവില്ല. ദൈവത്തെയും പ്രപഞ്ചത്തെയും പ്രതിപാദിക്കാതെ മനുഷ്യനെക്കുറിച്ച് ഒന്നും പറയാൻ കഴിയില്ല. വേദാന്തത്തിൽ എല്ലാം ബ്രഹ്മമാണ് (സർവം ഖലു ഇദം ബ്രഹ്മ). മാണ്ഡുക്യോപനിഷത്ത് പറയുന്നു. ഈ പ്രപഞ്ചമെല്ലാം സത്യത്തിൽ ബ്രഹ്മം തന്നെ; ആത്മാവും ബ്രഹ്മം തന്നെ. ബുദ്ധമതദർശനത്തിൽ എല്ലാം ശൂന്യതയാണ്. ശൂന്യത ബ്രഹ്മമാണെന്ന് ചാന്ദോഗ്യോപനിഷത്ത് സ്ഥാപിക്കുന്നുണ്ട്. കോസ്മോതിയാൻഡ്രിക്ക് തത്വത്തിന് ആദ്യകാല അപോഫാറ്റിക് (apophatic) പാരമ്പര്യവുമായി ബന്ധമുണ്ടെന്ന് റെയ്മുണ്ടോ പണിക്കർ പറയുന്നു. ദൈവത്തെക്കുറിച്ചുള്ള അപോഫാറ്റിക് ചർച്ചയിൽ അനിർവ്വചനീയവും അവർണ്ണനീയവുമായ ചക്രവാളമായിരുന്നു ദൈവം. വേദാന്തത്തിലെ ബ്രഹ്മസങ്കല്പവുമായും ബുദ്ധമതത്തിലെ ശൂന്യസങ്കല്പവുമായും സാദൃശ്യമുള്ളതാണ് ആദ്യകാലക്രിസ്ത്യൻ ദൈവസങ്കല്പം. അതിന്റെ പുന:സ്ഥാപനത്തിനാണ് പുതിയ ക്രിസ്തു മതദൈവശാസ്ത്രം ശ്രമിക്കുന്നത്.

പതിനേഴാം നൂറ്റാണ്ടു മുതൽ ശക്തിപ്രാപിച്ച സാമ്രാജ്യത്വം ഏതാണ്ട് രണ്ട് നൂറ്റാണ്ടുകാലം ലോകത്തെ കോളനികളായി വിഭജിച്ച് അടക്കിവാണു. ആ കാലഘട്ടത്തിൽ നടന്നിട്ടുള്ള യുദ്ധങ്ങളെല്ലാം തന്നെ രാജ്യങ്ങൾ വെട്ടിപ്പിടിച്ചടക്കുന്നതിനും കമ്പോളങ്ങൾ കൈയടക്കുന്നതിനും വേണ്ടിയുള്ളതായിരുന്നു. സാമ്രാജ്യത്വശക്തികൾ നടത്തിയ യുദ്ധങ്ങളിൽ കോടിക്കണക്കിന് മനുഷ്യരാണ് കൊല ചെയ്യപ്പെട്ടത്. രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധത്തിൽ മാത്രം അഞ്ചുകോടി മനു

ഷ്യർ മരിക്കുകയും അഞ്ചുകോടി പേർക്ക് അംഗവൈകല്യം സംഭവിക്കുകയും ചെയ്തു. കഴിഞ്ഞ് നൂറ്റാണ്ടിന്റെ മദ്ധ്യത്തിൽ കോളനിവാഴ്ച അവസാനിച്ചെങ്കിലും സാമ്രാജ്യത്വം പുതിയ രൂപത്തിൽ ലോക ജനതയെ കൊള്ളയടിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. നാളിതുവരെയുള്ള ശാസ്ത്രസാങ്കേതിക പുരോഗതിയുടെ നേട്ടം മുഴുവൻ കൊയ്തത് വികസിതമുതലാളിത്ത രാജ്യങ്ങളും അവരുടെ ബഹുരാഷ്ട്രകോർപ്പറേഷനുകളുമാണ്. നവസാമ്രാജ്യത്വത്തിന്റെ പുതിയ സാമ്പത്തികവ്യവസ്ഥയാണ് കമ്പോളവ്യവസ്ഥ. സാമ്രാജ്യത്വമൂലധനത്തിന്റെ കടന്നുകയറ്റത്തിനും സ്വച്ഛന്ദവിഹാരത്തിനും വേണ്ടി സാമ്രാജ്യത്വരാജ്യങ്ങൾ ഇപ്പോൾ ഉയർത്തുന്ന മുദ്രാവാക്യങ്ങളാണ് ആഗോളവൽക്കരണം, ഉദാരവൽക്കരണം, സ്വകാര്യവൽക്കരണം എന്നിവ. വികസിത മുതലാളിത്തരാജ്യങ്ങളും ബഹുരാഷ്ട്രകുത്തകകളും ധനസമ്പത്ത് ആർജിക്കുന്നതിനു വേണ്ടി പരക്കം പാഞ്ഞുകൊണ്ടരിക്കുന്നു. യൂറോപ്പിൽ വളർന്നു വികസിച്ച മുതലാളിത്ത പ്രത്യയശാസ്ത്രങ്ങൾക്ക് അടിത്തറ പാകതിയത് യൂറോപ്പിലെ ക്ലാസിക്കൽ ദർശനങ്ങളായിരുന്നു. ക്ലാസിക്കൽ ദർശനങ്ങളാണ് മനുഷ്യനും പ്രകൃതിയും, ദ്രവ്യവും മനസ്സും, ശരീരവും മനസ്സും വേറിട്ടതാണെന്ന ചിന്ത ശക്തിപ്പെടുത്തിയത്. അതുകൊണ്ടാണ് മുതലാളിത്തവികസനം പ്രകൃതിക്കിണങ്ങാത്തും മനുഷ്യമുഖമില്ലാത്തതും ആയത്. മാനവരാശി ഇന്ന് അഭിമുഖീകരിക്കുന്ന മുഖ്യപ്രശ്നങ്ങളായ പാരിസ്ഥിതിക തകർച്ചയ്ക്കും, പട്ടിണിക്കും, ദാരിദ്ര്യത്തിനും, ജനസംഖ്യാ സ്ഫോടനത്തിനും, ന്യൂക്ലിയർ ആയുധഭീക്ഷണിക്കും, എല്ലാതരത്തിലുള്ള ഭീകരവാദത്തിനും കാരണം സാമ്രാജ്യത്വമാണ്. വിവരസാങ്കേതികവിദ്യയുടെയും ജൈവസാങ്കേതികവിദ്യയുടെയും അൽഭുതലോകത്ത്, നമ്മുടെ ആഗോളഗ്രാമത്തിൽ, മാനവവികസനം തികച്ചും അസന്തുലിതമാണെന്നാണ് ഐക്യ രാഷ്ട്രസഭയുടെ കണക്ക്. ഐക്യരാഷ്ട്രസഭയുടെ വികസനറിപ്പോർട്ടനുസരിച്ച് ദാരിദ്ര്യം ലോകത്തെല്ലായിടത്തുമുണ്ട്. വിസകസ്വര രാജ്യങ്ങളിലെ 450 കോടി മനുഷ്യർക്ക് ജീവിക്കാൻ വേണ്ട അടിസ്ഥാന സൗകര്യങ്ങളില്ല. നൂറ്റി മുപ്പത് കോടി മനുഷ്യർക്ക് ശുദ്ധജലം ലഭിക്കുന്നില്ല. ഏഴുകുഞ്ഞുങ്ങളിൽ ഒരു കുഞ്ഞിന് പ്രൈമറി സ്ക്കൂളിൽ പോകാനുള്ള ഭാഗ്യമില്ല. എൺപത്തിനാലു കോടി കുഞ്ഞുങ്ങൾക്ക് പോഷകാഹാരമില്ല. നൂറ്റിമുപ്പതു കോടി മനുഷ്യരുടെ പ്രതിദിന പ്രതിശീർഷവരുമാനം അൻപതു രൂപയിൽ താഴെ മാത്രം. അതേ സമയം ലോകത്തെ ഏറ്റവും സമ്പന്നരായ ഇരുന്നൂറു പേരുടെ സമ്പത്ത് 1994 ൽ നാല്പത്തിനാലായിരം കോടി ഡോളറായിരുന്നത് 1998 ആയപ്പോഴേക്കും ഒരു ലക്ഷം കോടി ഡോളറായി ഉയർന്നു. സമൂഹം ധാർമ്മികാധപതനത്തിലേക്ക്

നീങ്ങികൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. ക്രിമിനൽ കുറ്റങ്ങൾ കൂടി കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. മയക്കു മരുന്നുപയോഗിക്കുന്നവരുടെ എണ്ണം ഇരുപതുകോടിയാണ്. കറുപ്പിന്റെ ഉൽപ്പാദനം കഴിഞ്ഞ പത്തു വർഷം കൊണ്ട് മൂന്നിരട്ടിയായി. ലോകവ്യാപാരത്തിന്റെ ഏകദേശം എട്ടുശതമാനം, നാല്പതിനായിരം കോടി ഡോളറിന്റെ മയക്കുമരുന്നു വ്യാപാരമാണ്. ലോകത്തെ എല്ലാ രാജ്യങ്ങളിൽ നിന്നുമുള്ള ടെക്സ്റ്റയിൽ കയറ്റുമതിക്ക് തുല്യമാണിത്. പ്രതിവർഷം അഞ്ചുലക്ഷം സ്ത്രീകളും കുട്ടികളുമാണ് വ്യഭിചാരത്തിനു വേണ്ടി പടിഞ്ഞാറൻ യൂറോപ്പിലേയ്ക്ക് മാത്രം കടത്തപ്പെടുന്നത്. മുന്നൂറ്റിമുപ്പത് ലക്ഷം പേർക്ക് എയിഡ്സോ, എച്ച്.ഐവി ബാധയോ ഉണ്ട്. ഓരോ മിനിട്ടിലും പതിനൊന്നു പേർക്ക് എയിഡ്സ് ബാധയുണ്ടാകുന്നു. സാമ്രാജ്യത്വം നിരവധി പ്രാദേശിക യുദ്ധങ്ങളാണ് കഴിഞ്ഞ ഒരു ദശകത്തിനിടയിൽ അഴിച്ചു വിട്ടിട്ടുള്ളത്. ഇറാക്ക് യുദ്ധത്തിൽ മാത്രം ഒന്നരലക്ഷം പേർ കൊല ചെയ്യപ്പെട്ടു. എല്ലാ പ്രാദേശിക സംഘട്ടനങ്ങൾക്കു പിന്നിലും മൂലധനതാല്പര്യങ്ങളുണ്ട്. പരിസ്ഥിതി തകർച്ച ഭീതിതമാണ്. ആഗോളതാപനത്തിന്റെ ഫലമായി ബംഗ്ളാദേശിന്റെ പതിനേഴു ശതമാനം ഭൂമിയും ഈജിപ്റ്റിന്റെ പന്ത്രണ്ട് ശതമാനവും മാലിദ്വീപ് മൊത്തത്തിലും സമീപഭാവിയിൽ തന്നെ സമുദ്രത്തിനടിയിലാകും. ജലസ്രോതസ്സുകൾ വറ്റിവരണ്ടു കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഈ നൂറ്റാണ്ടിന്റെ മദ്ധ്യമാകുമ്പോഴേക്കും ശുദ്ധജലത്തിനുവേണ്ടിയായിരിക്കും യുദ്ധം. അമിതമായ ചൂഷണത്തിന്റെ ഫലമായി മത്സ്യസമ്പത്ത് ശോഷിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. 1997 ലും 1998 ലും ഉണ്ടായ കൊടുങ്കാറ്റുകൾ എല്നിനോ (Elnino) അൻപതു ലക്ഷം മനുഷ്യരെ ഭവനരഹിതരാക്കി, പതിനൊന്നു കോടി പേർക്ക് പരിക്കു പറ്റി, ഇരുപത്തീരായിരം പേർ മരിച്ചു. എൽനിനോ കൊടുങ്കാറ്റ് മൂലം മുവായിരത്തി മുന്നൂറ് കോടി ഡോളറിന്റെ നഷ്ടമുണ്ടായി എന്നാണ് കണക്ക്. എൽനിനോയ്ക്ക് കാരണം ആഗോളതാപനമാണ്. കഴിഞ്ഞ് ഒരു ദശകകാലത്ത് മുതലാളിത്ത സാമൂഹ്യ വ്യവസ്ഥയുടെ കമ്പോളവ്യവസ്ഥ ശക്തിപ്പെട്ടതിന്റെ നേട്ടം മുഴുവൻ സമ്പന്ന വികസിത മുതലാളിത്ത രാജ്യങ്ങൾക്കും ഓരോ രാജ്യത്തെയും സമ്പന്നർക്കുമായിരുന്നു. ഐക്യരാഷ്ട്രസഭയുടെ വികസന റിപ്പോർട്ടിന്റെ അഭിപ്രായത്തിൽ സാധാരണജനങ്ങളുടെ സാമ്പത്തിക സുരക്ഷിതത്വവും ഭക്ഷ്യസുരക്ഷിതത്വവും ആരോഗ്യസുരക്ഷിതത്വവും പാരിസ്ഥിതിക സുരക്ഷിതത്വവും സാമൂഹ്യസാംസ്ക്കാരിക സുരക്ഷിതത്വവും രാഷ്ട്രീയസുരക്ഷിതത്വവും കഴിഞ്ഞ ഒരു ദശകകാലം കൊണ്ട് അപകടത്തിലായിരിക്കുകയാണ്. മുതലാളിത്തത്തിന്റെ കമ്പോളവ്യവസ്ഥയുടെ ഉപഭോസംസ്ക്കാരത്തിന്റെ കുത്തൊഴുക്കിൽപ്പെട്ടിരിക്കുകയാണ്

കലയും മതവും സംസ്കാരവും. നമ്മുടെ സാംസ്ക്കാരിക പൈതൃ ങ്ങളും ധാർമ്മികമൂല്യങ്ങളും നഷ്ടപ്പെടുന്ന സ്ഥിതിയാണ് ഇന്നുള്ളത്.

മാനവരാശിയുടെ നിലനില്പ് അപകടപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന കറു ത്തിരുണ്ട ഇന്നത്തെ ആഗോളസാഹചര്യത്തിൽ പ്രതീക്ഷയുടെ കിര ണങ്ങളാണ് ആധുനികശാസ്ത്രത്തിന്റെയും മതങ്ങളുടെയും സാക ല്യചിന്തങ്ങൾ. ലോകമുതലാളിത്തം സൃഷ്ടിച്ച പാരിസ്ഥിതിക തകർച്ച യ്ക്കും, പട്ടിണിയ്ക്കും, ദാരിദ്ര്യത്തിനും ധാർമ്മികാധപതനത്തിനും എതിരായുള്ള പോരാട്ടത്തിന് ശക്തമായ ആശയപരമായ ആയുധമാ ണ് പുതിയ സാകല്യചിന്തകൾ. ശാസ്ത്രചിന്തയുടെയും മതചിന്തയു ടെയും സമന്വയം കാലഘട്ടത്തിന്റെ ആവശ്യമാണ്. എങ്കിലേ മനുഷ്യ പ്രകൃതിബന്ധത്തിന്റെ നീരുറവകൾ വറ്റാതെ സൂക്ഷിക്കാനും മനുഷ്യ നേയും ജൈവവ്യവസ്ഥയേയും ചവിട്ടിമെതിച്ച് മുന്നേറുന്ന മൂലധന താല്പര്യങ്ങൾക്കെതിരെ പോരാടാനും കഴിയു.

ദ്രവ്യം ഒരു മിഥ്യ

ആധുനികശാസ്ത്രം ജന്മം കൊണ്ടത് ഏകദേശം നാന്നൂറ് വർഷം മുമ്പായിരുന്നു. റെനെ ദെക്കാർത്തെ (Rene Descartes 1596 - 1650) ആയിരുന്ന ഇതിന് തുടക്കം കുറിച്ചത്. അദ്ദേഹത്തെ ആധുനികശാസ്ത്രത്തിന്റെ പിതാവായി കരുതപ്പെടുന്നു. അദ്ദേഹമാണ് മനസ്സ് - ശരീരം, ആത്മനിഷ്ഠം - വസ്തുനിഷ്ഠം എന്നീ ദ്വന്ദ്വങ്ങൾ ശാസ്ത്രത്തിൽ കൊണ്ടുവന്നത്. ദ്രവ്യത്തിന്റെ (matter) ലോകത്തെ വസ്തുനിഷ്ഠമെന്നും മനസ്സിന്റെ ലോകത്തെ അത്മനിഷ്ഠമെന്നും അദ്ദേഹം വിശേഷിപ്പിച്ചു. ബോധത്തെയും ദ്രവ്യത്തെയും, മനസ്സിനെയും ശരീരത്തെയും, പ്രകൃതിയെയും മനുഷ്യനെയും ദെക്കാർത്തേയുടെ ചിന്തകൾ വേർപ്പെടുത്തി. ഈ വിഭജനത്തെയാണ് പാശ്ചാത്യതത്ത്വശാസ്ത്രത്തിലും ശാസ്ത്രത്തിലും കാർട്ടീഷ്യൻ വിഭജനം (cartisian division) എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. മനുഷ്യനെ സങ്കീർണ്ണമായൊരു യന്ത്രമായിട്ടായിരുന്നു അദ്ദേഹം ചിത്രീകരിച്ചത്. തികച്ചും യാന്ത്രികവും ഭൗതികവാദപരവുമായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ ലോകവീക്ഷണം. ദ്രവ്യം വസ്തുനിഷ്ഠമാണെന്ന കാഴ്ചപ്പാട് ഭൗതികവാദത്തെ ശക്തിപ്പെടുത്തി. ശാസ്ത്രത്തിന്റെ വസ്തുനിഷ്ഠപഠനരീതി അരിസ്റ്റോട്ടലിന്റെ കാലം മുതൽ യൂറോപ്പിൽ ഉണ്ടായിരുന്നെങ്കിലും അതിന് പുത്തനൊരു ഉണർവ് നൽകിയത് ദെക്കാർത്തേയും പിന്നീട് ഗലീലിയോയും ന്യൂട്ടനുമായിരുന്നു.

ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിലെ സിദ്ധാന്തങ്ങളായ ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തവും ക്വാണ്ടം ഭൗതികവും ശാസ്ത്രത്തിലെ വസ്തുനിഷ്ഠപഠനരീതിയെ ചോദ്യം ചെയ്യാൻ തുടങ്ങി. ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തമനുസ

രിച്ച് സ്ഥലവും കാലവും ആപേക്ഷികമാണ്. നമ്മുടെ ലോകം സ്ഥലവും (നീളം, വീതി, പൊക്കം) കാലവും കൂടിച്ചേർന്ന ചതുർമാന സ്ഥല-കാല സാതത്യം (space time continuum) ആണ്. അതുപോലെ ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം കണ്ടുപിടിക്കുന്നതുവരെ ദ്രവ്യവും ഊർജ്ജവും രണ്ടാണെന്നായിരുന്നു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ വിശ്വസിച്ചിരുന്നത്. ഈ കണ്ടുപിടിത്തത്തോടെ ദ്രവ്യത്തെയും ഊർജ്ജത്തെയും പരസ്പരം മാറ്റാമെന്നും, ദ്രവ്യം ഘനീഭവിച്ച ഊർജ്ജമാണെന്നും വ്യക്തമായി. ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ കണ്ടെത്തലുകൾ നമ്മുടെ ദൈനംദിനഅനുഭവങ്ങൾക്കും സാധാരണയുക്തിക്കും അപ്പുറമുള്ളതായിരുന്നു. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിലെ (Quantum mechanics) അനിശ്ചിതത്വതത്ത്വം (uncertainity Principle) ശാസ്ത്രത്തിലെ ശക്തമായ വസ്തുനിഷ്ഠതയെ നിരസിച്ചു. അനിശ്ചിതത്വം പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ സവിശേഷതയാണെന്ന് അത് തെളിയിച്ചു. ന്യൂട്ടന്റെ ഭൗതികത്തിലെ കാരണകാര്യബന്ധത്തെ (cause and effect) ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം ചോദ്യം ചെയ്തു. ബെൽ സിദ്ധാന്തം (Bell Theorem) പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ പാരസ്പര്യം വെളിപ്പെടുത്തി. നിരീക്ഷകനാണ് പ്രപഞ്ചത്തെ സൃഷ്ടിക്കുന്നതെന്ന് ഇർവിൻ ഷ്രോഡിഞ്ചറുടെ ക്വാണ്ടം തരംഗബലതന്ത്രം (Quantum wave mechanics) അവകാശപ്പെടുന്നു. യൂജിൻ വിഗ്നർ (Eugene wigner) ബോധവും (consciousness) തരംഗഫലനവും (wave function) തമ്മിലുള്ള ബന്ധം വിശദീകരിച്ചു. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം നിരീക്ഷകനും നിരീക്ഷക്കപ്പെട്ടതും തമ്മിലുള്ള വിഭജനം അംഗീകരിക്കുന്നില്ല. കഴിഞ്ഞ നൂറ്റാണ്ടിലെ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളിൽ നിന്നും ഉരുത്തിരിഞ്ഞു വന്നിട്ടുള്ള ശാസ്ത്രസത്യങ്ങൾ തത്ത്വചിന്താപരമായി വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ടതാണ്. പുതിയ ശാസ്ത്രചിന്തകളിൽ ഭാരതീയദർശനങ്ങളുടെ വിശിഷ്യാ ഉപനിഷത് ദർശനങ്ങളുടെ പ്രതിധ്വനികൾ കേൾക്കാം. അവ തമ്മിലുള്ള സാദൃശ്യങ്ങളിൽ മുഖ്യം അവ രണ്ടും അവതരിപ്പിക്കുന്നത് ഏകത്വവീക്ഷണമാണ് എന്നതാണ്. ഇത് നമ്മുടെ കാലഘട്ടത്തിലെ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട സാംസ്കാരിക സംഭവമാണ്.

എന്താണ് ഭൗതികവാദത്തിന്റെ തത്ത്വശാസ്ത്രം

ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തിനും ക്വാണ്ടം ഭൗതികത്തിനും മുമ്പുള്ള ഭൗതികത്തെ ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികം (classical physics) എന്നാണ് പൊതുവേ വിളിക്കുന്നത്. ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികമനുസരിച്ച് ദ്രവ്യം ബോധത്തിൽ നിന്നും സ്വതന്ത്രമായി നിലനിൽക്കുന്നതും ബോധത്തിൽ പ്രതിഫലിക്കപ്പെടുന്നതുമായ വസ്തുനിഷ്ഠായാഥാർത്ഥ്യമാണ്. ഇതുതന്നെയാണ് ദ്രവ്യത്തെകുറിച്ചുള്ള ഭൗതികവാദത്തിന്റെ നിർവചനവും. ഈ വീക്ഷണമനുസരിച്ച് നിരീക്ഷകനിൽ നിന്നും ഭിന്ന

മായ വസ്തുനിഷ്ഠലോകമുണ്ട്. നിരീക്ഷകനിൽ നിന്നും വേറിട്ടതാണ് പ്രപഞ്ചം. അതായത് ബോധവും ശരീരവും സ്വതന്ത്രവും പരസ്പര ബന്ധവുമില്ലാത്തതുമാണ്. ദ്രവ്യമാണ് പ്രാഥമികം. ദ്രവ്യത്തിന്റെ ഗുണ മാണ് ബോധം. ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികത്തിന്റെ മൂലക്കല്ലുകൾ വസ്തു നിഷ്ഠത, കാര്യകാരണബദ്ധത, നിശ്ചിതത്ത്വം, സ്ഥാനീയത എന്നിവ യായിരുന്നു. ബോധം ദ്രവ്യത്തിന്റെ ഉപപ്രതിഭാസമായി. ദ്രവ്യം പരമ മായ യാഥാർത്ഥ്യമായി. 1665 ഐസക്ക് ന്യൂട്ടൺ "പ്രിൻസിപ്പിയാ"യിൽ അവതരിപ്പിച്ച യാന്ത്രികപ്രപഞ്ചമാതൃകയിൽ പ്രപഞ്ചവും മനുഷ്യനും, ദൈവവും പ്രപഞ്ചവും വേറിട്ടതായിരുന്നു. ചാൾസ് ഡാർവിൻ അവത രിപ്പിച്ച പരിണാമസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ പ്രധാനപ്പെട്ട നിഗമനങ്ങളായ "നില നിൽപ്പിനുവേണ്ടിയുള്ള സമരം", "അർഹതമെന്റെ അതിജീവനം" എന്നിവയും ഭൗതികവാദപരമായ വീക്ഷണങ്ങളെ ശക്തിപ്പെടുത്തി. പത്തൊമ്പതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ അവസാനമായപ്പോഴേക്കും ദ്രവ്യം ആരാ ധിക്കപ്പെടേണ്ട വസ്തുവായി. പാശ്ചാത്യതത്ത്വശാസ്ത്രത്തിലും എല്ലാ ശാസ്ത്രശാഖകളിലും അത് അധീശത്വം സ്ഥാപിച്ചു. ഭൗതികവാദം എന്ന മതം വെന്നിക്കൊടി പാറിപ്പറപ്പിച്ചു കൊണ്ട് അതിന്റെ വിജയക രമായ ജൈത്രയാത്ര ആരംഭിച്ചു. ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ ഭൗതികവാദ ത്തിനെതിരെ ശക്തമായി പ്രതിരോധിച്ചത് ജർമ്മൻ തത്ത്വചിന്തകനാ യിരുന്ന ഹെഗൽ മാത്രമായിരുന്നു.

ഭൗതികവാദത്തിന്റെ അന്ത്യം : ദ്രവ്യം ദ്രവ്യമല്ലാതായി.

ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആദ്യദശകങ്ങളിൽ തന്നെ ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികത്തിന്റെ കോട്ടകൊത്തളങ്ങൾ ഇളകിയാടാൻ തുടങ്ങി. ഐൻസ്റ്റീൻ, മാക്സ് പ്ലാങ്ക്, നീൽസ് ബോർ, ഹൈസൻബർഗ്, ഷ്രോഡിഞ്ചർ, മാക്സ് ബോൺ തുടങ്ങിയ ശാസ്ത്ര പ്രതിഭകളുടെ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾ ക്ളാസിക്കൽ ഭൗതികത്തിന്റെ നെടുതൂണുകളാ യിരുന്ന നിശ്ചിതത്വം, വസ്തുനിഷ്ഠത, കാരണത എന്നിവയെ തകർത്തു. അണുക്കളാണ് (Atoms) പ്രകൃതിയുടെ അടിസ്ഥാനനിർമ്മാ ണഘടകമെന്ന ഗ്രീക്ക് ചിന്തകനായിരുന്ന ഡിമോക്രിറ്റസിന്റെ രണ്ടാ യിരത്തി അഞ്ഞൂറ് വർഷം പഴക്കമുള്ള പ്രപഞ്ചചിത്രത്തിന് മാക്സ് വെല്ലിന്റെയും ഫാരഡയുടെയും വൈദ്യുതകാന്തികസിദ്ധാന്തം മങ്ങ ലേൽപ്പിച്ചു. അണുക്കൾ വൈദ്യുതകാന്തികകണങ്ങളാൽ നിർമ്മിത മാണെന്ന് അവർ അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. ഭൗതികത്തിലെ ക്ഷേത്രസങ്കൽപ്പ ത്തിന് (Field concept) തുടക്കമിട്ടത് അവരായിരുന്നു. 1898 വില്യം കോൺറാഡ് റോൺടജൻ എക്സ്-രശ്മികൾ കണ്ടുപിടിച്ചതോടെ അണുവിനൊരു ഘടനയുണ്ടെന്ന സൂചന ലഭിച്ചു. ഹെൻട്രി ബക്കറ ലിന്റെ റേഡിയോ ആക്ടീവതയുടെ കണ്ടുപിടിത്തം അണുഘടന

യുടെ വ്യക്തമായ ചിത്രം നമ്മുക്ക് ലഭിക്കുന്നതിന് സഹായകമായി. ഏണസ്റ്റ് റുതർ ഫോർഡിന്റെ പരീക്ഷണങ്ങൾ അണുവിന്റെ നടുക്ക് ഒരു അണുകേന്ദ്രവും (nucleus) അതിന് ചുറ്റും ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന ഇല ക്ട്രോണുകളും ഉണ്ടെന്ന് വ്യക്തമാക്കി. അണുക്കൾ അവിഭാജ്യവും കഠിനവും ഖരവുമായ കണികകളാണെന്നുള്ള ചിരപുരാതന വിശ്വാ സത്തെ റുതർ ഫോർഡിന്റെ പരീക്ഷണങ്ങൾ തകർത്തു. 1900 ൽ മാക്സ് പ്ലാങ്ക് ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം അവതരിപ്പിച്ചു. ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്ത മനുസരിച്ച് വികിരണങ്ങൾ (ഊർജ്ജം) വ്യതിരിക്കമായ പാക്കറ്റുകളാ യിട്ടാണ്, കക്ഷണം കക്ഷണമായിട്ടാണ്, ഉൽസർജിക്കപ്പെടുന്നതും, അവശോഷിക്കപ്പെടുന്നതും. ഇത്തരം വളരെ ചെറിയ ഊർജഭാഗത്തിന് അഥവാ ഊർജകണത്തിന് ക്വാണ്ടം എന്നു പറയുന്നു. റുതർഫോർഡി ന്റെയും മാക്സ് പ്ലാങ്കിന്റെയും ആശയങ്ങളെ സംയോജിപ്പിച്ച് നീൽസ് ബോർ ഹൈഡ്രജൻ അണുവിനെ വിശദീകരിച്ചു. ക്വാണ്ടം സിദ്ധാ ന്തത്തിന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ സൂക്ഷ്മലോകത്ത് (അണു) നടത്തിയ പര്യ വേഷണങ്ങൾ സവിശേഷവും അത്ഭുതകരവുമായ ഫലങ്ങളാണ് നൽകിയത്. അണുവിന്റെ ദ്രവ്യമാനം (mass) മുഴുവൻ കേന്ദ്രീകരിച്ചി രുന്നത് ന്യൂക്ലിയസിലാണെങ്കിലും അത് വലിപ്പത്തിൽ അണുവിന്റെ ഒരു ലക്ഷത്തിൽ ഒരു ഭാഗമാണ്. ന്യൂക്ലിയസിനു ചുറ്റുമുള്ള ശൂന്യ സ്ഥലത്തിൽ ചിലപ്പോൾ സെക്കന്റിൽ നാല്പതിനായിരം മൈൽ വേഗ ത്തിൽ ഇലകട്രോണുകൾ ചുറ്റി സഞ്ചരിക്കുന്നു.

ഭൗതികജ്ഞന്മാരുടെ ശ്രദ്ധ പിന്നീട് ന്യൂക്ലിയസിലേക്ക് തിരിഞ്ഞു. അവർ അതിനെ പൊട്ടിച്ചു. ന്യൂക്ലിയസിനകത്ത് അവർ പ്രൊട്ടോണി നെയും, ന്യൂട്രോണിനെയും, മെസോണിനെയും നൂറുകണക്കിന് മറ്റ് അതിസൂക്ഷ്മ ഉപആണവകണങ്ങളെയും (subatomic) കണ്ടു. ചില അതിസൂക്ഷ്മ ഉപആണവകണങ്ങളുടെ ആയുസ് രണ്ട് മുതൽ മൂന്ന് കണ സെക്കൻഡുകൾ (particle second) വരെയാണ്. ഒരു കണ സെക്കന്റ് 10^{-23} സെക്കന്റാണ്. ഒരു പോസിട്രോണിന്റെ ആയുർദൈർഘ്യം 10^{-8} കണ സെക്കന്റും ഒരു പൈ മെസോണിന്റേത് 10^{-14} സെക്കന്റുമാണ്. അണുവിനുള്ളിൽ ഏറ്റവും അല്പായുസ്സുക്കളായ കണങ്ങളെ റെസണൻസ് (Resonance) എന്നാണ് പറയുന്നത്. റെസണൻസ് കണമാണെങ്കിലും അതൊരു വസ്തുവല്ല. റെസണൻസ് ഒരു സംഭവം (event) ആണ്. ഉപആണവതലത്തിൽ കണങ്ങൾ പരസ്പരബന്ധിതമായ ചലനാത്മക ഊർജ്ജപ്രരൂപങ്ങൾ (dynamic energy pattern) ആണ്. ഉപആണവകണങ്ങൾ യഥാർത്ഥ ത്തിൽ കണങ്ങളല്ല. മറിച്ച് ഉപ ആണവ പ്രതിഭാസങ്ങളുടെ ഫലമാ യുണ്ടാകുന്ന "സംഭവങ്ങൾ" ആണ്. ഉപ ആണവ ലോകത്തെ

ഊർജ്ജപ്രവാഹത്തിലുണ്ടാകുന്ന താൽക്കാലിക പ്രതിഭാസമാണത്. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം എല്ലാ കണങ്ങളുടെയും അസ്തിത്വം അസ്ഥിര മാണെന്ന് തെളിയിക്കുകയുണ്ടായി. നീൽസ് ബോറിന്റെ അഭിപ്രായ ത്തിൽ അണു (Atom) ഒരു വസ്തുവല്ല.

1970 വരെ മൗലികകണങ്ങൾ എന്ന് കരുതപ്പെട്ടിരുന്ന പ്രോട്ടോണു കളും ന്യൂട്രോണുകളും ക്വാർക്കുകൾ എന്ന ചെറുകണങ്ങളാൽ നിർമ്മി തമാണെന്ന് അമേരിക്കൻ ഭൗതികജ്ഞനായ മുറെ ജെൽമാൻ (Murray Gellmann) കണ്ടുപിടിച്ചു. ന്യൂകാസിൽ സർവ്വകലാശാലയിലെ പ്രശസ്ത ശാസ്ത്രജ്ഞനായ പോൾ ഡേവിസ് ക്വാർക്കുകൾ അന്തിമകണങ്ങ ളല്ലെന്നാണ് അഭിപ്രായപ്പടുന്നത്. ദ്രവ്യത്തിന്റെ ആത്യന്തികനിർമ്മാ ണവസ്തു എന്താണെന്ന അന്വേഷണത്തിന്റെ ഭാഗമായി രൂപം കൊണ്ട മറ്റൊരു സിദ്ധാന്തമാണ് ക്വാണ്ടം ക്ഷേത്രസിദ്ധാന്തം. (Quantum field theory) പ്രകൃതിയിലെ നാലു ബലക്ഷേത്രങ്ങളാണ് ഗുരുത്വ ക്ഷേത്രം (Gravitational Field), വൈദ്യുതകാന്തികക്ഷേത്രം (Electromagnetic field), ദുർബലന്യൂക്ലിയർ ക്ഷേത്രം (weak nuclear field), ശക്ത ന്യൂക്ലിയർ ക്ഷേത്രം (strong nuclear field) എന്നിവ. ഓരോ ക്ഷേത്ര ങ്ങൾക്കും ഓരോ തരത്തിലുള്ള കണങ്ങളുണ്ട്. ക്ഷേത്രസിദ്ധാന്ത ത്തിന്റെ ഉപജ്ഞാതാക്കളിൽ ഒരാളായിരുന്ന ഐൻസ്റ്റീൻ എഴുതി. "നാം ഗ്രഹിക്കുന്ന ദ്രവ്യം ചെറിയൊരു സ്ഥലത്തെ ഊർജ്ജത്തിന്റെ സാന്ദ്രീകരണമല്ലാതെ മറ്റൊന്നുമല്ല. ക്ഷേത്രം (field) അതിസാന്ദ്രമാ യിടത്ത് സ്ഥലത്താൽ ഉണ്ടാകുന്നതാണ് ദ്രവ്യം. ക്ഷേത്രമാണ് ഒരേ യൊരു യാഥാർത്ഥ്യം!!" ക്വാണ്ടം ക്ഷേത്രസിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് ക്ഷേത്ര ങ്ങളിലെ ഭൗതികകണങ്ങൾ ഊർജ്ജക്വാണ്ടകളായിട്ടാണ് പ്രത്യക്ഷ പ്പെടുന്നത്. ക്ഷേത്രങ്ങളിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്ന കണങ്ങൾ അതിന്റെ ഉപപ്രതിഭാസമാണ് (epiphenomena). ദ്രവ്യം ഊർജ്ജക്ഷേത്രങ്ങളുടെ ഉപസൃഷ്ടിയാണെന്ന് അസന്നിഗദ്ധമായി തെളിയിക്കുകയുണ്ടായി. അതോടെ കണങ്ങൾ മൗലികമാണെന്ന കാഴ്ചപ്പാടിന് പകരം ക്ഷേത്രത്തെ പ്രതിഷ്ഠിച്ചു.

എന്താണ് ഇലക്ട്രോൺ?

പ്രകാശതരംഗത്തിന് കണസ്വഭാവമുണ്ടെന്ന് ഐൻസ്റ്റീന്റെ പ്രകാ ശവൈദ്യുതിപ്രഭാവത്തിന്റെ (Photo electric effect) കണ്ടുപിടിത്ത ത്തോടെ വ്യക്തമായി. 1924 -ൽ ലൂയിസ് ഡി ബ്രോഗ്ളി ദ്രവ്യകണ ങ്ങൾക്ക് തരംഗസ്വഭാവമുണ്ടെന്ന് തെളിയിച്ചു. ഇലക്ട്രോണിനെ പോലു ള്ള കണങ്ങളും തരംഗസ്വഭാവം കാണിക്കുന്നതായി അദ്ദേഹം നിരീക്ഷി ച്ചു. ഇലക്ട്രോണിന്റെ ഈ സ്വഭാവങ്ങൾ വിച്രിതമാണ്. ഇലക്ട്രോ

ണിന്റെ കണ സ്വഭാവം ഒരു ക്ലിപ്തസ്ഥാനത്ത് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന അവസ്ഥയാണ്. അതായത് കണമെന്നാൽ ചെറിയ വ്യാപ്തത്തിൽ ഒതുങ്ങുന്ന അസ്തിത്വമാണ്. തരംഗാവസ്ഥസ്ഥലത്തിൽ വ്യാപിച്ചുകിടക്കുന്നു. ഇലക്ട്രോണിന്റെ തരംഗ-കണ ദ്വന്ദ്വം (wave-particle duality)ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാരെ അമ്പരിപ്പിച്ചു. അവർ ചിന്താകുഴപ്പത്തിലായി. എന്താണ് ഇലക്ട്രോൺ? എങ്ങനെയാണ് ഈ വൈരുദ്ധ്യം പരിഹരിക്കേണ്ടത്? ഈ ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം കണ്ടെത്താൻ ഭൗതികജ്ഞൻമാർ നടത്തിയ പരിശ്രമങ്ങളാണ് അന്നു ഭൗതികത്തിന്റെ (Atomic physics) കുതിച്ചുചാട്ടത്തിന് ഇടയാക്കിയത്.

ഹൈസൻബർഗിന്റെ "അനിശ്ചിതത്വതത്ത്വം" (uncertainity principle) ഒരു ഇലക്ട്രോണിനെ പൂർണ്ണമായി അറിയാൻ പറ്റില്ലെന്ന് വ്യക്തമാക്കി. തന്റെ സിദ്ധാന്തം തെളിയിക്കുന്നതിന് അദ്ദേഹം ഒരു ചിന്താപരീക്ഷണം (Thought experiment) ആവിഷ്കരിച്ചു. അണുവിനുള്ളിലെ ന്യൂക്ലിയസിനു ചുറ്റും കറങ്ങുന്ന ഇലക്ട്രോണിനെ കാണതക്ക നിലയിലുള്ള അതിശക്തമായ ഒരു സൂപ്പർ സൂക്ഷ്മദർശിനിയെ അദ്ദേഹം വിഭാവന ചെയ്തു. വളരെ ചെറിയ ഇലക്ട്രോണിനെ കാണാൻ വളരെ ചെറിയ ആവൃത്തിയുള്ള ഗാമകിരണങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നതായും സങ്കല്പിച്ചു. ഹൈസൻബർഗിന്റെ ചിന്താപരീക്ഷണം നമ്മുക്ക് പരിശോധിക്കാം. സൂക്ഷ്മപ്രപഞ്ചത്തിലെ (അണുവിനുള്ളിലെ) അളക്കൽ വളരെ സങ്കീർണ്ണമാണ്. ഒരു ഇലക്ട്രോണിനെ സൂക്ഷ്മദർശിനിയിലൂടെ കാണാൻ ശ്രമിക്കുമ്പോൾ എന്താണ് സംഭവിക്കുന്നത്? ഗാമാവികിരണം ഉപയോഗിച്ച് നാം ഇലക്ട്രോണിനെ നിരീക്ഷിക്കാൻ ശ്രമിക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ ഫോട്ടോൺ (photon) ഇലക്ട്രോണുമായി ഏറ്റുമുട്ടുന്നു. ഫലം ഫോട്ടോണിന്റെ ഊർജ്ജത്തിന്റെ ഒരംശം ഇലക്ട്രോണിന് കൈമാറലായിരിക്കും. ഇതിന് രണ്ട് പ്രത്യാഘാതങ്ങളുണ്ട്. ഒന്ന്, ഫോട്ടോണിന്റെ ഊർജ്ജം അല്പം കുറയും. തന്മൂലം ആവൃത്തിയും കുറയും. തരംഗനീളം കൂടും. രണ്ട്, ഇലക്ട്രോണിന് അല്പം സംവേഗം (momentum) കിട്ടും. തന്മൂലം ആദ്യത്തെ സ്ഥാനത്ത് നിന്നും അത് അല്പം മാറും. ചുരുക്കത്തിൽ നാം ഗാമാവികിരണം ഉപയോഗിച്ച് ഇലക്ട്രോണിനെ കാണാൻ ശ്രമിക്കുമ്പോൾ ശ്രമം ഒന്നുകൊണ്ടു തന്നെ ഇലക്ട്രോൺ ഒന്ന് ഒഴിഞ്ഞ് മാറും. ഇലക്ട്രോണിനെ നാം കാണാൻ ശ്രമിക്കുമ്പോൾ ഇങ്ങനെയുള്ള ശ്രമം തന്നെ ഇലക്ട്രോണിന്റെ സ്വഭാവധർമ്മങ്ങളെ (സ്ഥാനം, വേഗം) മാറ്റുന്നു. ഇലക്ട്രോണിന്റെ സ്ഥാനവും വേഗവും ഒരേ സമയം കൃത്യമായി നിർണ്ണയിക്കാൻ കഴിയില്ലെന്നാണ് ഹൈസൻബെർഗിന്റെ പരീക്ഷണം വ്യക്ത

മാക്കിയത്. ഇലക്ട്രോണിനെ വസ്തുനിഷ്ഠമായി വിവരിക്കാൻ സാദ്ധ്യമല്ലെന്ന് സാരം. ആണവദ്രവ്യത്തെ കൈകാര്യം ചെയ്യുമ്പോൾ നിരീക്ഷകനും നിരീക്ഷവസ്തുവും തമ്മിലുള്ള കാർട്ടീഷ്യൻ വിഭജനം അസാദ്ധ്യമാണ്.

1925 ൽ ആസ്ട്രിയൻ ഭൗതികജ്ഞനായ ഇർവിൻ ഷ്രോഡിഞ്ചർ തരംഗബലതന്ത്രം (wave mechanics) അവതരിപ്പിച്ചു. ഇലക്ട്രോണുകൾ നിശ്ചലതരംഗങ്ങൾ (standing waves) ആണെന്നും അവയ്ക്ക് ക്വാണ്ടീകൃതമാവാൻ കഴിയുമെന്നും അദ്ദേഹം തെളിയിക്കുകയുണ്ടായി. ഷ്രോഡിഞ്ചറുടെ കണ്ടുപിടിത്തം തരംഗ - കണ ദ്വന്ദ്വപ്രശ്നത്തിന് താൽക്കാലികപരിഹാരമായി. എന്നാൽ ദ്രവ്യത്തിന്റെ തരംഗ-കണ ദ്വന്ദ്വസ്വഭാവത്തെ കുറിച്ചുള്ള ചർച്ച തുടർന്നു. ഇലക്ട്രോൺ ഒരു യഥാർത്ഥ തരംഗമല്ലെന്നും അത് സംഭാവ്യതാതരംഗങ്ങൾ (probability waves) ആണെന്നും മാക്സ് ബോൺ (Max Born) വാദിച്ചു. ഇലക്ട്രോൺ ഒരു അമൂർത്തഗണിതസങ്കല്പമാണെന്നായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ കാഴ്ചപ്പാട്.

ദ്രവ്യത്തിന്റെ അസ്തിത്വവും (existence) അനാസ്തിത്വവും (non - existence)

ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിന്റെ മുന്നേറ്റങ്ങൾ ദ്രവ്യത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള പ്രപഞ്ചവീക്ഷണത്തിന് മങ്ങലേൽപ്പിച്ചു. അണുവിന്റെ ലോകത്തെ സൂക്ഷ്മഭൗതികകണങ്ങളെ ഒരു പ്രാവശ്യം പോലും വ്യക്തമായി നിരീക്ഷിക്കാൻ പറ്റില്ലെന്നാണ് ഷ്രോഡിഞ്ചർ പ്രഖ്യാപിച്ചത്. ഇലക്ട്രോണിന്റെ അമൂർത്തചലനങ്ങളും, തരംഗ-കണദ്വന്ദ്വവും, അനിശ്ചിതമായ പെരുമാറ്റങ്ങളും, ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ വിസ്മയഭരിതരാക്കി. ഉപആണവലോകത്തെ അത്ഭുതപ്രതിഭാസങ്ങളെ വിശദീകരിക്കുന്നതിന് ദ്രവ്യത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയ കാർട്ടീഷ്യൻ - ന്യൂട്ടോണിയൻ ഭൗതികം പൂർണ്ണമായി പരാജയപ്പെട്ടു. ഡിമോക്രിറ്റസിന്റെ അണുഭൗതികവാദം ഉപേക്ഷിക്കപ്പെടേണ്ടതാണെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് ബോദ്ധ്യമായി. ഇലക്ട്രോൺ വെറുമൊരു സംഭാവ്യതാതരംഗമാണെന്ന തിരിച്ചറിവ് തത്ത്വശാസ്ത്രത്തിലെ ഏറ്റവും മൗലികമായ അസ്തിത്വത്തേയും അനാസ്തിത്വത്തേയും കുറിച്ചുള്ള ചിന്തകളിലേക്ക് പല ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെയും നയിച്ചു. നമ്മുക്ക് ഒരിക്കലും അണുവിനുള്ളിലെ ഒരു ഇലക്ട്രോൺ (കണം) ഏതെങ്കിലും ഒരു പ്രത്യേക സ്ഥലത്ത് നിലനിൽക്കുന്നുവെന്നോ നിലനിൽക്കുന്നില്ലായെന്നോ പറയാൻ സാദ്ധ്യമല്ല. ഇലക്ട്രോൺ ഒരു സംഭാവ്യതാ പ്രരൂപമായതുകൊണ്ട് അതിന് നിരവധി സ്ഥാനങ്ങളിൽ നിലനിൽക്കാനു

ള്ള സാദ്ധ്യതകളുണ്ട്. ഭൗതികജ്ഞനായ ഫ്രിജോഫ് കാപ്രയുടെ (Fritz of Capra) അഭിപ്രായത്തിൽ കണം അസ്തിത്വത്തിനും അനാസ്തിത്വത്തിനും ഇടയിലുള്ള ഒരു അസാധാരണ ഭൗതികയാഥാർത്ഥ്യമാണ്.

നാം ജീവിക്കുന്ന ലോകത്തിന് കേവലമായ അസ്തിത്വമില്ലെന്ന് ഉപനിഷദ് കാഴ്ചപ്പാടിനെ ശരിവെയ്ക്കുന്നതാണിത്. നോബൽ സമ്മാനജേതാവും ഉപനിഷത്തുകളുടെ ആരാധകനുമായിരുന്ന ഓപ്പൻഹൈമർ (Oppenheimer) ഇലക്ട്രോണിനെ കുറിച്ച് പറയുന്നു. ഒരു ഇലക്ട്രോണിന്റെ സ്ഥാനം സൈ്ഥതികമായിരിക്കുന്നുവോ എന്ന് ചോദിച്ചാൽ നമ്മൾ പറയണം 'ഇല്ല' എന്ന്. ഒരു ഇലക്ട്രോണിന്റെ സ്ഥാനം കാലത്തിനനുസരിച്ച് മാറുമോ എന്ന് ചോദിച്ചാൽ നമ്മൾ പറയണം 'ഇല്ല' എന്ന്. ഇലക്ട്രോൺ നിശ്ചലമായി നിൽക്കുമോ എന്ന് ചോദിച്ചാൽ നമ്മൾ പറയണം 'ഇല്ല' എന്ന്, ഇലക്ട്രോൺ ചലനത്തിലാണോ എന്ന് ചോദിച്ചാൽ നമ്മൾ പറയണം 'ഇല്ല' എന്ന്. ഈ വാക്കുകളിൽ പരമമായ യാഥാർത്ഥ്യത്തെ (ultimate reality) വിവരിക്കുന്ന ഈശാവാസ്യോപനിഷത്തിന്റെ ഭാഷയുടെ പ്രതിധ്വനി കേൾക്കാം.

അത് ചലിക്കുന്നു; അത് ചലിക്കുന്നില്ല
അത് വളരെ ദൂരത്താണ്; അതാകട്ടെ വളരെ അടുത്താണ്
അത് ഈ കാണുന്ന ജഗത്തിന് മുഴുവൻ ഉള്ളിലാണ്
അതാകട്ടെ ഈ ജഗത്തിന്റെ മുഴുവൻ പുറത്താണ്.

ഇലക്ട്രോണുകൾ വസ്തുനിഷ്ഠമല്ലെങ്കിൽ അതുകൊണ്ട് നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്ന ഭൗതികപ്രപഞ്ചം യഥാർത്ഥമല്ല. അദ്വൈതവേദാന്തം പറയുന്നു. 'ബ്രഹ്മം സത്യം ജഗത് മിഥ്യ' എന്ന്. ഭൗതികപ്രപഞ്ചം അഭൗതികമായി. വേദാന്തമനുസരിച്ച് എല്ലാം ബ്രഹ്മമാണ്, ബോധം ബ്രഹ്മമാണ്, ഞാൻ ബ്രഹ്മമാണ്, ആത്മാവും ബ്രഹ്മമാണ്. ജൈവവും അജൈവവുമായ എല്ലാറ്റിനും അന്തർവേധിയാണ് ബ്രഹ്മം. നാം ജീവിക്കുന്ന പ്രാതിഭാസികലോകത്തിന് നിരപേക്ഷമായ ആധാരം ബ്രഹ്മമാണ്. അതിൽ പ്രതിഭാസിക്കപ്പെടുന്നതാണ് സർവതും. ബാഹ്യപ്രപഞ്ചം ക്ഷണികമായതുകൊണ്ട് അത് യഥാർത്ഥമല്ല. അത് നമ്മുടെ ബോധത്തിന്റെ സൃഷ്ടിയാണ്. പ്രശസ്തവേദാന്തകൃതിയായ ദൃക്ദൃശ്യവിവേകം വ്യക്തമാക്കുന്നത് "രൂപം കാണുമ്പോൾ കാണുന്നവൻ കണ്ണാണ്; കണ്ണിനെ കാണുമ്പോൾ കാണുന്നവൻ മനസ്സാണ്; മനസ്സിലെ രൂപാന്തരങ്ങൾ കാണുമ്പോൾ കാണുന്നവൻ അനശ്വരനായ സാക്ഷിയായ ആത്മാവാണ്; ആത്മാവ് കാണുന്നവനാണ് കാണപ്പെടുന്നതാവില്ല." ദ്രവ്യം മിഥ്യയാണെന്നാണ് ക്വാണ്ടം ഭൗതികവും വേദാന്തവും പ്രഖ്യാപിക്കുന്നത്.

ആധുനിക ശാസ്ത്രത്തിന്റെ അദ്വൈതം

ലോകപ്രശസ്ത ജനിതിക ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്ന ഫ്രാൻസിസ് ക്രിക്ക് (Francis Crick) അദ്ദേഹത്തിന്റെ വിസ്മയിപ്പിക്കുന്ന പരികല്പന (The Astonishing Hypothesis) എന്ന പുസ്തകത്തിൽ എഴുതി "നിങ്ങളുടെ സന്തോഷങ്ങളും, ദുഃഖങ്ങളും, ഓർമ്മകളും, ആഗ്രഹങ്ങളും വാസ്തവത്തിൽ നിങ്ങളുടെ നാഡികോശങ്ങളുടെയും അവയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട തന്മാത്രകളുടെയും (molecules) ഉല്പ്പന്നമാണ്." അദ്ദഹത്തിന് ബോധം (consciousness) മസ്തിഷ്കത്തിന്റെ ഉല്പ്പന്നമായിരുന്നു. ഇതു തന്നെയാണ് ജീവശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെയും ന്യൂറോ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെയും പൊതുസമീപനം. ഇതിൽ നിന്നും തികച്ചും വ്യത്യസ്തമായി ബോധമാണ് മനസ്സിനേയും മസ്തിഷ്ക്കത്തേയും പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതെന്ന കാഴ്ച്ചപ്പാടാണ് ആധുനിക ന്യൂറോശാസ്ത്രജ്ഞരായ വിൽഡെർ പെൻഫീൽഡ്, സർ ജോൺ എക്കിൾസ്, റുപ്പെർട്ട് ഷെൽഡ്രേക്ക്, ജോർജ് വാൾഡ്, കാൾ പ്രിബ്രാം എന്നിവർക്കുള്ളത്. ടോമോഗ്രാഫിക്ക് (Tomographic) ഉപകരണങ്ങളായ ഇ.ഇ.ജി (Electro encephalograph), സി.ടി.സ്കാൻ, എം.ആർ.ഐ സ്കാൻ, പോസിട്രോൺ എമിഷൻ സ്കാൻ എന്നിവയുടെ കണ്ടുപിടുത്തത്തോടെ ന്യൂറോ ശാസ്ത്രഗവേഷണം വളരെയേറെ ശക്തിപ്പെട്ടു. ഈ ഉപകരണങ്ങളുടെ സഹായത്തോടെ നടത്തിയ ഗവേഷണങ്ങൾ മസ്തിഷ്കത്തിന്റെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളെയും, നാഡിവ്യൂഹത്തെയും അതിലെ ശതകോടിക്കണക്കിന് നാഡികോശങ്ങളെയും കുറിച്ചുള്ള നമ്മുടെ അറിവ് വർദ്ധിപ്പിച്ചു. രക്തചംക്രമണ വ്യൂഹത്തിലും നാഡിവ്യൂഹത്തിലും പഞ്ചേന്ദ്രിയങ്ങളിലും നടക്കുന്ന രാസപരവും വൈദ്യുതപരവുമായ പ്രക്രിയകളെ

അവ വിശദീകരിച്ചു. എന്നാൽ ടോമോഗ്രാഫിക്ക് ഉപകരണങ്ങൾക്ക് മനസ്സിന്റെയോ ഏറ്റവും മൗലികമായ ബോധത്തിന്റെയോ രഹസ്യം ഭേദിക്കാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. മനുഷ്യമനസ്സിന്റെയും ശരീരത്തിന്റേയും അടിത്തട്ടായ ബോധം ന്യൂറോ ശാസ്ത്രത്തിൽ ഒരു പ്രഹേളികയായി തുടരുകയാണ്.

ഭൗതികശാസ്ത്രരംഗത്തെ നിരീക്ഷണോപകരണങ്ങളായ ടെലസ്കോപ്പ്, മൈക്രോസ്കോപ്പ്, സ്പെക്ട്രോമീറ്റർ, പാർട്ടിക്കിൾ ആക്സിലേറ്ററുകൾ, കംപ്യൂട്ടറുകൾ എന്നിവ നമ്മുടെ സാധാരണ അനുഭവത്തിന്റെ പരിധികൾ വികസിപ്പിച്ചു. സ്ഥൂലതലത്തിൽ നമ്മുടെ ഗ്രഹണശക്തിക്കപ്പുറമുള്ള വിദൂരസ്ഥ നക്ഷത്രങ്ങളെയും ഗാലക്സികളെയും നിരീക്ഷിക്കാൻ അവ നമ്മെ പ്രാപ്തരാക്കി. സൂക്ഷമ തലത്തിൽ അണുവിനുള്ളിലെ കണങ്ങളെയും അവയുടെ സ്വഭാവ വിശഷങ്ങളെയും നിരീക്ഷിക്കുന്നതിന് അവ നമ്മെ സഹായിക്കുന്നു. ഒരു പദാർത്ഥത്തിന്റെ വിഘടന ശ്രേണി പരിശോധിച്ചാൽ ആദ്യം തന്മാത്രകൾ, അണുക്കൾ (atom) ന്യൂക്ളിയസ്, മൗലിക കണങ്ങൾ എന്നിവ കടന്ന് ഒടുവിൽ സ്ഥലകാലം അഥവാ ക്വാണ്ടം ശൂന്യതയിൽ (Quantum vaccum) എത്തിച്ചേരുന്നു. ക്വാണ്ടം ശൂന്യതയാണ് ഭൗതിക ലോകത്തിന്റെ അടിത്തട്ടെന്നാണ് ക്വാണ്ടം ഭൗതികജ്ഞന്മാരുടെ നിഗമനാനുമാനം. യൂറോപ്യൻ സെന്റർ ഫോർ ന്യൂക്ളിയർ റിസർച്ചിലെ (CERN) കണികാ ത്വരകങ്ങളിൽ നടന്ന കണ സംഘടന പരീക്ഷണങ്ങൾ എല്ലാ കണങ്ങളും രൂപം കൊള്ളുന്നത് ശൂന്യതയിൽ നിന്നാണെന്ന് വ്യക്തമാക്കുകയുണ്ടായി. കണങ്ങളാൽ നിർമ്മിതമായ അണുക്കൾ കൊണ്ടാണ് പദാർത്ഥങ്ങളെ നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്നത്. അതിനാൽ പദാർത്ഥങ്ങളാൽ നിർമ്മിതമായ സ്ഥൂല ലോകത്തിന്റെ അടിത്തറയും ക്വാണ്ടം ശൂന്യതയാണ്. ക്വാണ്ടം ശൂന്യതക്കപ്പുറം എന്തെങ്കിലുമുണ്ടോ? ഉണ്ടെന്നാണ് ആധുനിക ഭൗതികം പറയുന്നത്. എന്നാൽ അത് എന്താണെന്ന് നിർവ്വചിക്കാൻ പറ്റുന്ന സിദ്ധാന്തങ്ങളൊന്നും ഇല്ലെന്നാണ് ഭൗതികജ്ഞന്മാരുടെ ഉത്തരം. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിന്റെ ഉപജ്ഞാതാക്കളിൽ ഒരാളായ ഇർവിൻ ഷ്രോഡിങ്ങർ ഭൗതിക പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ അടിത്തട്ട് അഖണ്ഡബോധമാണെന്ന നിഗമനത്തൽ എത്തിച്ചേരുകയുണ്ടായി. തുടർന്ന് ഡേവിഡ്ബോം, യൂജിൻ വിഗ്നർ, ജോൺ വീലർ എന്നീ ഭൗതികജ്ഞന്മാർ ഷ്രോഡിങ്ങറുടെ നിലപാടുകളെ അംഗീകരിക്കുകയുണ്ടായി.

ആധുനിക പ്രപഞ്ചോല്പത്തി സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ അറ്റ ഊർജം (net energy) പൂജ്യമാണ്. പ്രപഞ്ചത്തിലെ എല്ലാ ഊർജവും

ദ്രവ്യവും കൂട്ടിക്കിട്ടുന്ന സംഖ്യ വളരെ വലിയ ഒരു ധനാത്മക തുകയാണ്. പ്രപഞ്ചത്തിലെ ഈ മൊത്ത ഊർജവും ദ്രവ്യവും സ്വയം ഗുരുത്വാകർഷണം കൊണ്ട് ആകർഷിക്കപ്പെടും. പ്രപഞ്ചത്തിലെ സർവവ്യാപകമായ ഗുരുത്വം (gravity) ഋണാത്മകമാണ്. ധനാത്മക ഊർജം ഗുരുത്വാകർഷണത്തിന്റെ ഋണാത്മക ഊർജവും തമ്മിൽ അന്യോന്യം നിരസിച്ച് ഇല്ലാതാകുന്നു. അതുകൊണ്ട് പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ അറ്റ ഊർജം പൂജ്യമായിരിക്കും. പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ അറ്റ ഊർജം പൂജ്യമാണെങ്കിൽ ഊർജസംരക്ഷണ നിയമം ലംഘിക്കാതെ അതിന് ശൂന്യതയിൽ നിന്നും രൂപം കൊള്ളാൻ കഴിയുമെന്നാണ് അമേരിക്കൻ ഭൗതികജ്ഞനായ എഡ്വേർഡ് ട്രയോൺ (Edward Tryon) പറയുന്നത്. ഇതിനോട് ലോക പ്രശസ്ത ഭൗതികജ്ഞന്മാരായ സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങും, അലൻ സാൻഡേജും യോജിക്കുകയുണ്ടായി. ഊർജസംരക്ഷണ നിയമം അലംഘനീയമായതുകൊണ്ട് പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ അറ്റ ഊർജം സൃഷ്ടിയിലും സ്ഥിതിയിലും പ്രലയത്തിലും പൂജ്യമാണ്. ഏറ്റവും ആധുനികമായ ക്വാണ്ടം ഉല്പത്തിസിദ്ധാന്തം (Quantum Genesis) അനുസരിച്ച് പ്രപഞ്ചം ആരംഭിച്ചത് ക്വാണ്ടം ശൂന്യതയിൽ നിന്നാണ്.

പ്രപഞ്ചോല്പത്തി സിദ്ധാന്തമായ മഹാവിസ്ഫോടന സിദ്ധാന്തം (Big Bang Theory) അനുസരിച്ച് ആദ്യം ഉണ്ടായത് സ്ഥലകാലമാണ്. അതിൽ നിന്നാണ് എല്ലാവികിരണങ്ങളും ഊർജവും ദ്രവ്യവും ഉണ്ടായത്. വികിരണങ്ങൾ, കണങ്ങൾ, അണുക്കൾ, തന്മാത്രകൾ, ഗാലക്സികൾ, നക്ഷത്രങ്ങൾ, ഗ്രഹങ്ങൾ, ജീവപരിണാമം എന്നിവ ക്രമാനുഗതമായിട്ടാണ് ഉണ്ടായത്. പ്രപഞ്ചോല്പത്തിക്കു ശേഷം ആദ്യ നിമിഷങ്ങളിൽ ക്വാർക്കുകൾ, ഉല്പത്തിക്കുശേഷം 0.0001 സെക്കൻഡിൽ പ്രോട്ടോണുകളും ന്യൂട്രോണുകളും, 10 സെക്കൻഡിനു ശേഷം ഇലക്ട്രോണുകൾ, മൂന്നുമിനിട്ടിനുശേഷം ന്യൂക്ളിയസ്, 300,000 വർഷങ്ങൾക്കുശേഷം ഹൈഡ്രജന്റേയും ഹീലിയത്തിന്റേയും അണുക്കൾ എന്നിവയും, തുടർന്ന് പ്രാഗ് ഗാലക്സികളും നക്ഷത്രങ്ങളും രൂപം കൊണ്ടു. 1200 കോടി വർഷങ്ങൾക്കുശേഷം സസ്യങ്ങളും ജീവികളും. മുപ്പത് ലക്ഷം വർഷം മുൻപ് മനുഷ്യനും ഉണ്ടായി. ഇങ്ങനെ പോകുന്നു ആധുനിക ഉല്പ്പത്തി വിവരം. ദ്രവ്യത്തിന്റെ സൂക്ഷമതലത്തിലേക്ക് പര്യവേഷണം നടത്തിയാൽ നമ്മൾ ഒടുവിൽ ശൂന്യതയിൽ എത്തിച്ചേരും.

സ്ഥലം, കാലം, ഊർജം, ദ്രവ്യം, ബലം, കാരണത (Casuality)എന്നിവയെ കുറിച്ചുള്ള ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ആദ്യകാല സങ്കല്പ്പങ്ങൾ നമ്മുടെ ദൈനം ദിന അനുഭവങ്ങളിൽ നിന്നുള്ളതായിരുന്നു. അതിനനുസരി

ച്ചായിരുന്നു അക്കാലത്ത് പരീക്ഷണങ്ങൾ ആവിഷ്ക്കരിക്കപ്പെട്ടതും. പത്തൊമ്പതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ അവസാനമായപ്പോഴേക്കും ശാസ്ത്രത്തിന്റെ പഴയ സങ്കല്പ്പങ്ങൾ ഉപേക്ഷിക്കാൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ നിർബന്ധിതരായി. പ്രസിദ്ധമായ മൈക്കൾസൻ - മോർലി പരീക്ഷണം പ്രകാശ പ്രവേഗം സ്ഥിരമാണെന്നും അത് പ്രകാശപ്രഭവത്തിന്റെയോ നിരീക്ഷകന്റെയോ ചലനത്തിൽ നിന്നും സ്വതന്ത്രമാണെന്നും തെളിയിക്കുകയുണ്ടായി. മറ്റൊരു ശാസ്ത്ര വിപ്ലവമായിരുന്നു 1905 ൽ ഐൻസ്റ്റീൻ അവതരിപ്പിച്ച വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം. വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിൽ സ്ഥലകാലങ്ങൾ ആപേക്ഷികമാണ്. പ്രകാശപ്രവേഗം പ്രപഞ്ചത്തിലെവിടെയും സ്ഥിരമാണെന്ന് അത് അസന്നിഗ്ദ്ധമായി തെളിയിച്ചു. പ്രവേഗമനുസരിച്ച് എല്ലാ വസ്തുക്കളുടേയും ദ്രവ്യമാനം വർദ്ധിക്കുമെന്നും, പ്രവേഗം വർധിക്കുന്നതിനനുസരിച്ച് ചലനദിശയിലുള്ള വസ്തുവിന്റെ സങ്കോചത്തിനും ദ്രവ്യമാന (mass) വർദ്ധനവിനും പുറമെ സമയം തന്നെ സാവധാനത്തിലായി തീരുമെന്നും അത് വ്യക്തമാക്കി. ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം കണ്ടുപിടിക്കുന്നതുവരെ ദ്രവ്യവും ഊർജവും വ്യതിരിക്തമായ രണ്ട് ഉൺമകളാണെന്നായിരുന്നു ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർ വിശ്വസിച്ചിരുന്നത്. ദ്രവ്യത്തെയും ഊർജത്തെയും പരസ്പരം മാറ്റാമെന്നും, ദ്രവ്യം യഥാർത്ഥത്തിൽ ഊർജത്തിന്റെ സാന്ദ്രീകരണമാണെന്നും അത് തെളിയിച്ചു. നാം ജീവിക്കുന്ന ലോകം ചതുർമാനം (നീളം, വീതി, പൊക്കം, കാലം) ആണെന്നാണ് ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം. അതായത് സ്ഥലവും കാലവും കൂടിചേർന്ന സ്ഥല- കാല സാതത്യം (space-time continuum) ആണ്. സ്ഥലത്തിന്റെ ജ്യോമിതി യൂക്ലിഡിയൻ അല്ലെന്നും ദ്രവ്യമാനം സ്ഥല-കാല വക്രതക്ക് തുല്യമാണെന്നും ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം വെളിപ്പെടുത്തി. ഐൻസ്റ്റീൻ പറഞ്ഞു: നാം ഗ്രഹിക്കുന്ന ദ്രവ്യം (matter) ചെറിയൊരു സ്ഥലത്തെ ഊർജത്തിന്റെ സാന്ദ്രീകരണമല്ലാതെ മറ്റൊന്നുമല്ല. ക്ഷേത്രം (Field) അതിതീവ്രമായിടത്ത് സ്ഥലത്താൽ ഉണ്ടാകുന്നതാണ് ദ്രവ്യം". പ്രകൃതിയിലെ ബലക്ഷേത്രങ്ങൾ ഗുരുത്വക്ഷേത്രം, വൈദ്യുതകാന്തിക ക്ഷേത്രം, ദുർബല ന്യൂക്ലിയർ ക്ഷേത്രം (weak nuclear field), ശക്ത ന്യൂക്ലിയർ ക്ഷേത്രം എന്നിവയാണ്.

പത്തൊമ്പതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ അവസാനം എക്സ്റേയും, റേഡിയോ ആക്ടിവതയും, ഇലക്ട്റോണും കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിലെ ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ദിശാനിർണ്ണയം നടത്തിയത് ഈ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളോടൊപ്പം ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തവും ക്വാണ്ടം ഭൗതിക

വുമായിരുന്നു. 1928 ൽ ബ്രിട്ടീഷ് ഭൗതികജ്ഞനായിരുന്ന പോൾ ഡിറാക്ക് ആപേക്ഷികതാ ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം അവതരിപ്പിച്ചു. ഡിറാക്കിന്റെ സിദ്ധാന്തം ശൂന്യതയിൽ നിന്നും കണങ്ങൾ രൂപം കൊള്ളുന്നതിന്റെ ഒരു സൈദ്ധാന്തിക ചിത്രം അവതരിപ്പിക്കുകയുണ്ടായി. പ്രകൃതിയിലെ എല്ലാ തരംഗങ്ങളുടെയും കണങ്ങളുടെയും സൂക്ഷിപ്പു സ്ഥലം ശൂന്യതയാണെന്ന് ഡിറാക്ക് അവകാശപ്പെട്ടു. പുതിയ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഇലക്ട്രോണിന് ഒരു പ്രതികണം അഥവാ പോസിട്രോൺ (Positron) എന്ന കൂട്ടാളി ഉണ്ടായിരിക്കുമെന്നും അദ്ദേഹം പ്രവചിക്കുകയുണ്ടായി.1932 ൽ അമേരിക്കൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്ന കാൾ ആൻഡേഴ്സൺ പ്രപഞ്ചരശ്മികളിൽ (Cosmic rays) നിന്നും പോസിട്രോൺ കണ്ടുപിടിച്ചതോടെ ഡിറാക്കിന്റെ സിദ്ധാന്തവും പ്രവചനവും ശരി വെയ്ക്കപ്പെട്ടു. 1933 ലെ നോബൽ സമ്മാനം ഡിറാക്കും ആൻഡേഴ്സണും പങ്കിട്ടു. ഡിറാക്കിന്റെ സിദ്ധാന്തം ഭൗതികത്തിൽ പുതിയൊരു അദ്ധ്യായം തുറക്കുകയും ശൂന്യസ്ഥലത്തിന് സവിശേഷമായ ഒരു പ്രാധാന്യം ലഭിക്കുകയും ചെയ്തു. ശൂന്യസ്ഥലത്തെക്കുറിച്ച് ഡിറാക്ക് പറയുന്നു:

"എല്ലാ ദ്രവ്യവും ഇന്ദ്രീയാഗോചരമായ അടിത്തട്ടിൽ (Substratum)നിന്നാണ് സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നത്. ശൂന്യസ്ഥലം സങ്കല്പിക്കാൻ കഴിയാത്തതും കണ്ടുപിടിക്കാൻ കഴിയാത്തതുതുമാണ്. എന്നാൽ ഇത് പ്രത്യക തരത്തിലുള്ള ശൂന്യതയാണ്. ഇതിൽ നിന്നാണ് എല്ലാ ദ്രവ്യവും സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നത്."

ശൂന്യസ്ഥലമാണ് എല്ലാ കണങ്ങളുടെയും ഉല്പത്തിസ്ഥാനമെന്ന് പ്രപഞ്ചരശ്മികളുടെ പഠനത്തിൽ നിന്നും വ്യക്തമാകുന്നു. ശൂന്യാകാശത്തു നിന്നും ഭൂമിയിൽ എത്തുന്ന ഉന്നതോർജ പ്രോട്ടോണുകൾ (Protons) ഭൗമാന്തരീക്ഷത്തിൽ സൃഷ്ടിക്കുന്ന വികിരണങ്ങളാണ് പ്രപഞ്ചരശ്മികൾ. ഭൂമിയുടെ അന്തരീക്ഷത്തിനു മുകളിൽ എത്തുന്ന ഊർജ പ്രോട്ടോൺ വൈദ്യുത കാന്തിക, ന്യൂക്ലിയർ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഫലമായി ശതകോടിക്കണക്കിന് കണങ്ങളായി മാറി തട്ടു തട്ടായി ഭൂമിയുടെ ഉപരി തലത്തിൽ പെയ്തിറങ്ങുന്നു. മെസോൺ, ഹൈപ്പറോൺ, പയോൺ, മ്യുവോൺ എന്നിങ്ങനെയുള്ള കണങ്ങളായി ഒരു പ്രോട്ടോൺ മാറുന്നതിന്റെ രഹസ്യം ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം വെളിപ്പെടുത്തുകയുണ്ടായി. പ്രപഞ്ച രശ്മികൾ ഭൂമിയുടെ അന്തരീക്ഷത്തിലുള്ള വായുതന്മാത്രകളിലെ അണുക്കളിൽ പതിക്കുമ്പോൾ അതിനു ചുറ്റുമുള്ള ശൂന്യസ്ഥലം പുതിയ കണങ്ങളുടെ സൃഷ്ടി സ്രോതസ്സായി മാറുന്നു. ക്വാണ്ടം ക്ഷേത്ര സിദ്ധാന്തം (Quantum Field Theory) അനുസ്സ

രിച്ച് ക്വാണ്ടം ശൂന്യത വെറും ശൂന്യതയല്ല. അത് ഒന്നുമില്ലായ്മയല്ല. അവിടെ തരംഗങ്ങൾ ഉണ്ട്. തരംഗങ്ങൾക്ക് കണ സ്വഭാവമുണ്ടല്ലോ. അതു കൊണ്ട് ശൂന്യതയിൽ നിന്നും കണങ്ങൾ അനന്തമായി ഉണ്ടായി മറഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. അത് എല്ലാ കണങ്ങളുടെയും ശക്തി സ്രോതസ്സാണ്. ഈ കണരൂപങ്ങൾക്ക് സ്വതന്ത്രമായ ഭൗതികാസ്തിത്വമില്ല. അവ അടിത്തട്ടായ ക്വാണ്ട ശൂന്യതയുടെ ക്ഷണിക പ്രകടിത രൂപങ്ങളാണ്. ശൂന്യത ചലനാത്മക ഊർജം കൊണ്ട് ചേതനയുള്ളതാണ്. സൃഷ്ടിയുടെയും സംഹാരത്തിന്റെയും അനന്തസ്പന്ദനമാണത്.

പ്രകൃതിയിലെ നാലു അടിസ്ഥാന ബലങ്ങളാണ് ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം, ശക്ത ന്യൂക്ലിയർ ബലം, വൈദ്യുത കാന്തികബലം, ദുർബല ന്യൂക്ലിയർ ബലം, ശക്ത ന്യൂക്ലിയർ ബലം എന്നിവ. ആദിയിൽ എല്ലാ ബലങ്ങളും ഒന്നായിരുന്നുവെന്ന ആശയത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഇവയെ ഏകീകരീക്കാനുള്ള പരിശ്രമത്തിലാണിന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ .ഈ കാര്യത്തിലവർ ഭാഗികമായ വിജയം നേടിയിട്ടുണ്ട്. ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരായ സ്റ്റീഫൻ വെയിൻബർഗും, അബ്ദുസ്സ് സലാമും, ഗ്ലാഷ് ഷോയും വൈദ്യുതകാന്തിക ബലത്തെയും ദുർബല ന്യൂക്ലിയർ ബലത്തേയും ഏകീകരിച്ചുകൊണ്ട് ഇലക്ട്രോവീക്ക് സിദ്ധാന്തം (Electroweak theory)അവതരിപ്പിച്ചു. 1979 ൽ ഇവർക്ക് ഇതിന് നോബൽ പുരസ്കാരം ലഭിക്കുകയുണ്ടായി. 1983 ൽ പ്രശസ്ത കണികാ ഭൗതികജ്ഞനായ (Particle physicist) കാർലോസ് റുബിയ നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങൾ ഇലക്ട്രോവീക്ക് സ്ദ്ധാന്തം ശരിയാണെന്ന് തെളിയിക്കുകയുണ്ടായി. ഇപ്പോൾ സ്വിറ്റ്സർലാന്റിലെ ജനീവയിലെ സെന്റർ ഫോർ യൂറോപ്യൻ ന്യൂക്ളിയർ റിസർച്ചിലെ (CERN) ഹാഡ്റോൺ കൊളൈഡറിൽ നടക്കുന്ന പരീക്ഷണങ്ങൾ എല്ലാ ബലങ്ങളേയും ഏകീകരിക്കുന്നതിനു വേണ്ടിയുള്ള ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ പരിശ്രമത്തിന്റെ ഭാഗമാണ്. പ്രപഞ്ചോൽപ്പത്തിയിലെ ഏക ബലത്തിൽ നിന്നും എങ്ങനെ നാലു ബലങ്ങൾ ഉണ്ടായി എന്ന് വിശദീകരിക്കുന്ന ഒരു സമ്പൂർണ ഏകീകൃത സിദ്ധാന്തം, എല്ലാറ്റിന്റെയും സിദ്ധാന്തം (A Theory of everything, TOE) അനതി വിദൂരഭാവിയിൽ കണ്ടുപിടിക്കാൻ കഴിയുമെന്നാണ് ശാസ്ത്രലോകം പ്രതീക്ഷിക്കുന്നത്.

ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം നിരീക്ഷകനും (Observor) നിരീക്ഷിക്കപ്പെടുന്നതും (Observed) വേറിട്ടതാണെന്ന് കരുതുന്നില്ല. അതിന്റെ മറ്റൊരു പരികല്പനയാണ് കോടിക്കണക്കിന് കിലോ മീറ്റർ അകലത്തിലിരിക്കുന്ന രണ്ട് കണങ്ങൾ തമ്മിൽ പൊടുംന്നനവെ വിവര വിനിമയം നട

ത്തുന്നുണ്ടെന്നത്. ഇതിനെ ക്വാണ്ടം കെട്ടുപിണയൽ (Quantum Entanglement) എന്നാണ് പറയുന്നത്. 1964 ൽ സേന്നിലെ ഭൗതിക ജ്ഞനായിരുന്ന ജോൺ എസ്. ബെൽ ഈ ക്വാണ്ടം പരികല്പന ഗണിതപരമായി തെളിയിച്ചു. തുടർന്ന് ഇതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് 1978 ൽ ജോൺ ക്ലൗസറും 1982 ൽ അലയിൻ ആസ്പെക്ടും നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങൾ ബെല്ലിന്റെ സിദ്ധാന്തത്തെ ശരിവെച്ചു. ഈ പരീക്ഷണങ്ങളെല്ലാം പ്രപഞ്ചം അസ്ഥാനീയം (non-local) ആണെന്നാണ് തെളിയിച്ചത്. പ്രപഞ്ചം അസ്ഥാനീയമാണെന്നതിന്റെ അർത്ഥം അതിലെ എല്ലാ പ്രതിഭാസങ്ങൾക്കും ആധാരമായി ഒരു അദൃശ്യ യാഥാർത്ഥ്യം (invisible reality) ഉണ്ടെന്നും അത് പ്രകാശാതീത വേഗതയിൽ പൊടുന്നനവെ വിവരവിനിമയം അനുവദിക്കുന്നുണ്ടെന്നുമാണ്. പ്രശസ്ത ക്വാണ്ടം ഭൗതികജ്ഞനായിരുന്ന ഡോ. ഡേവിഡ് ബോം പറഞ്ഞു "സ്ഥലകാലത്തിൽ സംഭവിക്കുന്നതെല്ലാം സ്ഥലകാലാതീതമായ അസ്ഥാനീയ യാഥാർത്ഥ്യത്തിൽ നിന്നുള്ളതാണ്."

ആധുനിക ഭൗതികം (modern physics) പ്രപഞ്ചത്തെ പരസ്പരാശ്രിതവും പരസ്പര ബദ്ധവുമായ ഒരു ചലനാത്മകജാലം (dynamic web) ആയിട്ടാണ് വിവരിക്കുന്നത്. ജീവശാസ്ത്രത്തിലെ ഏറ്റവും നവീനമായ സങ്കല്പമാണ് ജീവജാലം. (web of life). ആധുനിക ശാസ്ത്രം നാനാത്വത്തിൽ ഏകത്വം ദർശിക്കുന്നു. അതിൽ നിന്നും ഉരുത്തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഏകാത്മക ദർശനത്തിന് വേദാന്തദർശനവുമായി സമാനതയുണ്ട്. വേദാന്തത്തിൽ ജൈവവും അജൈവവുമായ എല്ലാറ്റിലും അന്തർവേധിയാണ് ബ്രഹ്മം. സർവം ഖലിദം ബ്രഹ്മ" എന്നും പ്രജ്ഞാനം ബ്രഹ്മ എന്നും അത് പ്രഖ്യാപിക്കുന്നു. പ്രപഞ്ചമായി വിരിഞ്ഞു നില്ക്കുന്ന പ്രതിഭാസത്തിന്റെ അടിത്തട്ട് ഏകമായ അതാണ്. സമഷ്ടി പ്രപഞ്ചത്തെ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്ന അതേ ബോധം തന്നെയാണ് വ്യക്തിശരീരത്തെയും പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നത്.

അല്ലയോ അർജുന, എന്നിൽ നിന്നും അന്യമായി വേറെ ഒന്നുമില്ല. നൂൽ ചരടിൽ കോർത്ത രത്നങ്ങളെപോലെ ഈ കാണപ്പെടുന്ന പ്രപഞ്ചമെല്ലാം എന്നിൽ കോർക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

ഭഗവത് ഗീത 7.7

ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തിലെ സമസ്യകൾ

ആധുനിക ശാസ്ത്രത്തിനും സാങ്കേതികവിദ്യക്കും ആധാരമായ വിജയകരമായ ഒരു സിദ്ധാന്തമാണ് ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം (Quantum Theory). ടെലിവിഷൻ, കംമ്പ്യൂട്ടർ, മൊബൈൽ ഫോൺ എന്നീ ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങളുടെ മുഖ്യഘടകങ്ങളായ ട്രാൻസിസ്റ്റർ, ഇൻറഗ്രേറ്റഡ് സർക്യൂട്ട് എന്നിവയെ ഭരിക്കുന്നതും, ആധുനിക രസതന്ത്രത്തിന്റെയും ജീവശാസ്ത്രത്തിന്റെയും അടിസ്ഥാനവും ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തമാണ്. അത് ശാസ്ത്രത്തിന്റെ അജ്ഞാതമായ പല മേഖലകളിലേക്കും വെളിച്ചം വീശുന്നു. ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം വിചിത്രമായ വിരോധാഭാസങ്ങൾകൊണ്ട് നിറഞ്ഞതാണ്. അത് നമ്മുടെ സാമാന്യ ബോധത്തെ വെല്ലുവിളിക്കുന്നതാണ്. ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം ശാസ്ത്രത്തെ മാത്രമല്ല തത്ത്വശാസ്ത്രത്തെയും ഒരു സമൂല പരിവർത്തനത്തിന് വിധേയമാക്കി കൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. ബോധത്തിന്റെ രഹസ്യം, സ്വതന്ത്രേച്ഛ, ഇന്ദ്രീയാതീത അനുഭവങ്ങൾ എന്നിവയും അതിന്റെ പരിധിയിൽ വന്നിട്ടുണ്ട്. ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ സവിശേഷത അത് കണ്ടു പിടിക്കപ്പെട്ടതിനുശേഷം ഇതുവരെ അത് പരാജയപ്പെട്ടിട്ടില്ല എന്നുള്ളതാണ്.

ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികം (Classical Physics)

ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തവും ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തവും (Relativity Theory) വരുന്നതിന് മുൻപുള്ള ഭൗതികമാണ് ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികം. ന്യൂട്ടന്റെ ബലതന്ത്രവും ക്ലാർക്ക് മാക്സ്വെല്ലിന്റെ വൈദ്യുതകാന്തി

കസിദ്ധാന്തവുമായിരുന്നു അതിന്റെ പ്രധാന സിദ്ധാന്തങ്ങൾ. പത്തൊൻപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ അവസാനം വരെ ഏറ്റവും വിജയകരമായ സിദ്ധാന്തങ്ങളായിരുന്നു അവ. ന്യൂട്ടന്റെയും മാക്സ്വെല്ലിന്റെയും സിദ്ധാന്തങ്ങളെ ചോദ്യം ചെയ്യാൻ ആരും ധൈര്യപ്പെട്ടില്ല. കാരണം അവരുടെ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ തെളിയിക്കപ്പെട്ടതായിരുന്നു. സിദ്ധാന്തങ്ങളെ പരീക്ഷണനിരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ പരിശോധിക്കുക എന്നത് അക്കാലത്തെ ശാസ്ത്രത്തിന്റെ രീതിയായിരുന്നു. അക്കാലത്തെ യുക്തിയുടെ കാലഘട്ടം (Age of Reason) എന്നാണ് അറിയപ്പെട്ടത്. യുക്തിയുടെ കാലഘട്ടം നിശ്ചിതത്വത്തിന്റെ കാലഘട്ടം (Age of Certainity) ആയിരുന്നു. ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ട് ആരംഭിക്കുന്നതിന് മുൻപുവരെ ദ്രവ്യത്തെയും (matter) വികിരണത്തെയും (radiation) കുറിച്ചുള്ള ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികത്തിന്റെ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ തികച്ചും ശരിയാണെന്ന് ഭൗതികജ്ഞൻമാർ വിശ്വസിച്ചു. ക്വാണ്ടം ഭൗതികത്തിന്റെ ആവിർഭാവത്തോടെ ദ്രവ്യത്തിന്റെയും വികിരണത്തിന്റെയും സ്വഭാവത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ക്ലാസിക്കൽ സങ്കല്പങ്ങൾ ചോദ്യം ചെയ്യപ്പെട്ടു.

ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികത്തിന്റെ അടിസ്ഥാന സങ്കല്പങ്ങൾ

1. കേവലമായ സ്ഥലത്തിലും കാലത്തിലുമുള്ള ഒരു ഭീമാകാരമായ യന്ത്രമാണ് പ്രപഞ്ചം. പ്രപഞ്ചഭാഗങ്ങൾ പ്രവർത്തിക്കുന്നത് യന്ത്രങ്ങളുടെ ഘടകഭാഗങ്ങൾ പോലെയാണ്.

2. ന്യൂട്ടന്റെ സിദ്ധാന്തപ്രകാരം എല്ലാ ചലനങ്ങൾക്കും ഒരു കാരണമുണ്ട്. ഒരു വസ്തു ചലിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിൽ അതിന് ഒരു കാരണമുണ്ടായിരിക്കും. ഇതാണ് ലളിതമായ കാരണ- കാര്യബന്ധം (cause and effect). ഇത് ആരും ചോദ്യം ചെയ്തില്ല.

3. ഒരു ബിന്ദുവിലെ ഒരു വസ്തുവിന്റെ ഇപ്പോഴത്തെ ചലനാവസ്ഥ അറിയാമെങ്കിൽ അതിന്റെ ഭാവിയിലെ ചലനാവസ്ഥ കൃത്യമായി നിർണ്ണയിക്കാം. അതുപോലെ ഭൂതകാലത്തെ ചലനാവസ്ഥയും നിർണ്ണയിക്കാം. അതായത് ഒരു വസ്തുവിന്റെ ഇപ്പോഴത്തെ സ്ഥാനവും വേഗതയും അറിയാമെങ്കിൽ അതിന്റെ ഭൂതകാലത്തെയും ഭാവികാലത്തെയും സ്ഥാനവും വേഗതയും കൃത്യമായി നിശ്ചയിക്കാം. ഒന്നും അനിശ്ചിതമല്ല. എല്ലാം നിശ്ചിതമാണ്. ഇതാണ് ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികത്തിന്റെ നിശ്ചിതത്വം (determinism).

കാരണത്തിൽ നിന്നും കൃത്യമായ കാര്യം ഉണ്ടാകുന്നു.

4. പ്രകാശത്തിന്റെ ഗുണധർമ്മങ്ങൾ മാക്സ്വെല്ലിന്റെ വൈദ്യുതകാന്തിക സിദ്ധാന്തം (electro-magnetic theory) പൂർണ്ണമായി വിവരിച്ചു. 1802 ൽ തോമസ് യങ് നടത്തിയ ഇരട്ടദ്വാരപരീക്ഷണം (double slit experiment) പ്രകാശം തരംഗരൂപത്തിലാണ് സഞ്ചരിക്കുന്നതെന്ന് സ്ഥിരീകരിച്ചു. മാക്സ്വെൽ അവകാശപ്പെട്ടതും പ്രകാശം തരംഗരൂപത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നായിരുന്നു.

5. ചലനത്തിലുള്ള ഊർജത്തെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നതിനുള്ള രണ്ട് ഭൗതിക മാതൃകകളായിരുന്നു കണവും (particle) തരംഗവും (wave). കണത്തെ ബില്യാർഡ് പന്തുകളോടും തരംഗത്തെ കടലിലെ തിരമാലകളോടും താരതമ്യപ്പെടുത്തി. അവ അന്യോന്യം ഒഴിവാക്കപ്പെടുന്നതായി കരുതി. അതായത് ഊർജ്ജം ഒന്നുകിൽ കണമാണ് അല്ലെങ്കിൽ തരംഗമാണ്.

6. ഒരു വസ്തുവിന്റെ താപം, വേഗത എന്നിവ കൃത്യമായി അളക്കാം. കൃത്യതയുള്ള മാപനോപകരണങ്ങൾ ഉണ്ടെങ്കിൽ ഏത് ഭൗതിക ഗുണത്തെയും അളക്കാം. അളവ് തെറ്റുന്നത് ഉപകരണത്തിന്റെ തകരാറുകൊണ്ടാണ്. അണുവിനുള്ളിലെ പ്രതിഭാസങ്ങളെയും കൃത്യമായി അളക്കാമെന്നായിരുന്നു വിശ്വാസം.

ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികജ്ഞന്മാർ ഈ ആറ് പ്രസ്താനകളും കേവലസത്യമാണെന്ന് വിശ്വസിച്ചു. എന്നാൽ ഈ ആറു സങ്കല്പങ്ങളും ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആരംഭത്തിൽ ചില സുപ്രധാന പരീക്ഷണങ്ങളുമായി പൊരുത്തപ്പെടാതായി. പുതിയൊരു ഭൗതികശാസ്ത്ര വീക്ഷണത്തിന്റെ ആവശ്യകത ഉണ്ടെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് തോന്നിതുടങ്ങി.

പത്തൊൻപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ അവസാന ദശകമായപ്പോഴെക്കും അണു (Atom) വുമായി ബന്ധപ്പെട്ട നിരവധി പ്രതിഭാസങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. 1895 ൽ ജർമ്മൻ ഭൗതികജ്ഞനായ വില്യം കോൺറാഡ് റോൺടജൻ എക്സ്-രശ്മികൾ കണ്ടുപിടിച്ചു. അണുവിനുള്ളിലെ കക്ഷകളിലൂള്ള (orbit) ഇലക്ട്രോണിന്റെ ചലനം മൂലം സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്ന ഉന്നതോർജഫോട്ടോണുകളാണ് എക്സ് - രശ്മികൾ. അണു ഭൗതികത്തിന്റെ മുന്നേറ്റത്തിന് കളമൊരുക്കിയ മറ്റൊരു കണ്ടുപിടിത്ത

മായിരുന്നു ഫ്രഞ്ച് ഭൗതികജ്ഞനായിരുന്ന ഹെൻട്രി ബക്കറലിന്റെ റേഡിയോ ആക്ടിവത. യുറേനിയം അണുവിലെ ഉപ ആണവകണങ്ങളുടെ (subatomic particle) ഉൽസർജനം മൂലമാണ് റോഡിയോ ആക്ടിവത ഉണ്ടാകുന്നതെന്ന് 1896 ൽ ബക്കറൽ കണ്ടെത്തി. ഫ്രഞ്ച് ശാസ്ത്രജ്ഞയായിരുന്ന ഐറിൻ ജോലിയോ ക്യൂറിയും അവരുടെ ഭർത്താവ് ഫെഡറിക്ക് ജോലിയോയും റേഡിയോ ആക്ടിവതയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ഗവേഷണങ്ങളിലൂടെ മഹത്തായ സംഭാവനകൾ നല്കി. ഈ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾ അണുവിനൊരു ഘടനയുണ്ടെന്ന് വ്യക്തമാക്കി.

ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തിലേക്ക്

1900 ഡിസംബർ 14-ാം തീയതിയാണ് ജർമ്മൻ ഭൗതികജ്ഞനായിരുന്ന മാക്സ് പ്ലാങ്ക് ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം അവതരിപ്പിച്ചത്. പ്ലാങ്കിന്റെ സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് വികിരണോർജ്ജം വ്യതിരിക്തമായ ചെറിയ പാക്കറ്റുകളായിട്ടാണ് ഉൽസർജിക്കപ്പെടുകയോ അവശോഷിക്കപ്പെടുകയോ ചെയ്യുന്നത്. ഇത്തരം വിവക്തമായ വളരെ ചെറിയ ഊർജഭാഗത്തിന് അഥവാ ഊർജകണത്തിന് 'ക്വാണ്ടം' എന്നു പറയുന്നു. ക്വാണ്ടം യുഗത്തിന് മുൻപ് വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ട മൂന്ന് ഭൗതികപ്രതിഭാസങ്ങളായ കറുത്ത വസ്തുവികിരണം (Black-Body Radiation), പ്രകാശവൈദ്യുതി പ്രഭാവം (Photoelectric effect), തിളക്കമുള്ള പ്രകാശസ്പെക്ട്രൽ രേഖകൾ (Bright line optical spectra) എന്നിവയ്ക്ക് ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികം വ്യക്തമായ വിശദീകരണം നല്കിയില്ല. ഈ മൂന്ന് പ്രതിഭാസങ്ങളെയും ഫലപ്രദമായി വിശദീകരിച്ചത് യഥാക്രമം മാക്സ് പ്ലാങ്ക്, ഐൻസ്റ്റീൻ, നീൽസ് ബോർ എന്നിവരായിരുന്നു. ഇതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ഇവരുടെ സിദ്ധാന്തങ്ങളാണ് പ്രകൃതിയെകുറിച്ച് തികച്ചും നൂതനമായ ഒരു കാഴ്ചപ്പാടിന് തുടക്കമിട്ടത്. പ്രതിഭാധനൻമാരായ ഈ മൂന്നു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ പ്രവർത്തനഫലമായിട്ടാണ് ക്വാണ്ടം ഭൗതികം വളർന്ന് വികസിച്ചത്.

കണ-തരംഗ ദ്വന്ദം

പ്രകാശത്തിന്റെ യഥാർത്ഥ സ്വഭാവമെന്തെന്ന പ്രഹേളിക ന്യൂട്ടന്റെ കാലം മുതൽ ചർച്ചാവിഷയമായിരുന്നു. ന്യൂട്ടൺ കണസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ വക്താവായിരുന്നു. എന്നാൽ അദ്ദേഹത്തിന്റെ സമകാലീനനായിരുന്ന ഹ്യൂഗെൻസ് പ്രകാശത്തിന് തരംഗ സ്വഭാവമുണ്ടെന്ന് വാദിച്ചു. പ്രകാശത്തിന്റെ വ്യതികണം (interference), വിഭംഗനം (diffraction), ധ്രുവീകരണം (polarisation) എന്നിവ വിശദീകരിക്കാൻ കണസി

ദ്ധാന്തത്തിന് കഴിഞ്ഞില്ല. ബ്രിട്ടീഷ് ഭൗതികജ്ഞനായിരുന്ന തോമസ് യങ് പ്രകാശത്തിന്റെ ഒരു പ്രതിഭാസമായ വ്യതികരണം കണ്ടുപിടിച്ചതോടെ തരംഗസിദ്ധാന്തത്തിന് അംഗീകാരം ലഭിച്ചു. മാക്സ്വെല്ലിന്റെ വൈദ്യുത കാന്തികസിദ്ധാന്തവും തരംഗസിദ്ധാന്തത്തിന് കരുത്ത് പകർന്നു. പത്തൊൻ പതാം നൂറ്റാണ്ടിൽ തരംഗസിദ്ധാന്തത്തിനായിരുന്ന മേൽക്കൈ. ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തത്തോടെ കണസിദ്ധാന്തം പുനരവതരിച്ചു.

1905 ൽ ഐൻസ്റ്റീൻ ആവിഷ്കരിച്ച വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ ഏറ്റവും ശ്രദ്ധേയമായ സമവാക്യമാണ് $E = mc^2$. ഈ സമവാക്യം അവതരിപ്പിക്കുന്നതിന് മുൻപുവരെ ദ്രവ്യവും ഊർജ്ജവും രണ്ടാണെന്നായിരുന്നു വിശ്വസിച്ചിരുന്നത്. ഐൻസ്റ്റീന്റെ സമവാക്യം വ്യക്തമാക്കിയത് ദ്രവ്യവും ഊർജവും പരസ്പരം മാറ്റാൻ സാധിക്കുമെന്ന സത്യമാണ്. ഈ സമവാക്യത്തിന് ഭൗതികത്തിൽ മാത്രമല്ല സാംഗത്യമുള്ളത്. നമ്മുടെ ചിന്താമണ്ഡലത്തെയാകെ കീഴ്മേൽ മറിക്കാൻ കഴിയുന്ന ഒരു സത്യത്തിലേക്കാണ് അത് നമ്മെ നയിക്കുന്നത്. രണ്ട് വ്യതിരിക്തമായ ഉൺമകളല്ല ദ്രവ്യവും ഊർജ്ജവും എന്ന് നമ്മെ ഈ സമവാക്യം ഉത്ബോധിപ്പിക്കുന്നു. ഈ സമവാക്യമാണ് അണുയുഗപിറവിക്ക് തുടക്കം കുറിച്ചത്.

1923 ൽ ഫ്രെഞ്ച് ഭൗതികജ്ഞനായിരുന്ന ലൂയിസ് ഡി ബ്രോഗ്ളി (Louis de Broglie) ദ്രവ്യകണങ്ങൾക്ക് തരംഗസ്വഭാവമുണ്ടെന്ന് സമർത്ഥിച്ചു. ഐൻസ്റ്റീന്റെ ദ്രവ്യ-ഊർജ സമവാക്യത്തിലെ ദ്രവ്യവും ഊർജവും തമ്മിലുള്ള സമമിതി (symmetry) ആണ് ഡി ബ്രോഗ്ളിയുടെ സിദ്ധാന്തത്തിന് പ്രേരണയായത്. ദ്രവ്യവും ഊർജവും പ്രകൃതി വെളിപ്പെടുത്തുന്ന രണ്ട് രൂപങ്ങളാണ്. ഊർജവികിരണത്തിന് ദ്വൈതസ്വഭാവം ഉണ്ടെങ്കിൽ ദ്രവ്യത്തിനും ദ്വൈതസ്വഭാവം ഉണ്ടെന്ന നിഗമനത്തിൽ അദ്ദേഹം എത്തിച്ചേർന്നു. ഡി ബ്രോഗ്ളിയുടെ സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് ഇലക്ട്രോണിന് കണസ്വഭാവം മാത്രമല്ല, തരംഗസ്വഭാവവും ഉണ്ട്. അതുപോലെ ഫോട്ടോണും കണവുമാണ് തരംഗവുമാണ്. ഭൗതികജ്ഞന്മാർക്ക് അന്നുവരെ പരിചയമുണ്ടായിരുന്ന പ്രതിഭാസങ്ങളിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായിരുന്നു ഈ ദ്വൈതഭാവം. ഇലക്ട്രോണിന്റെ തരംഗ-കണദ്വൈതം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ അമ്പരപ്പിച്ചു. എങ്ങനെയാണ് ഈ വൈരുദ്ധ്യം പരിഹരിക്കേണ്ടത്? ഈ ചോദ്യത്തിന് ഉത്തരം കണ്ടെത്താൻ ഭൗതികജ്ഞന്മാർ നടത്തിയ പരിശ്രമങ്ങളാണ് അണുഭൗതി

കത്തിന്റെ കുതിച്ചുചാട്ടത്തിന് ഇടയാക്കിയത്. ഡി ബ്രോഗ്ളിയുടെ സിദ്ധാന്തത്തെ 1927 ൽ ഇലക്ട്രോൺ വിഭംഗന പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ അമേരിക്കൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരായിരുന്ന ഡേവിഡ്സ്സണും ജർമ്മറും ചേർന്ന് തെളിയിച്ചു.

അനിശ്ചിതത്വതത്ത്വം (uncertainity principle)

1927 ജർമ്മൻ ഭൗതികജ്ഞനമായിരുന്ന ഹൈസൻ ബെർഗ് അനിശ്ചിതത്വതത്ത്വം അവതരിപ്പിച്ചു. ഭൗതികത്തിലെ (physics) ഒരു മൗലികതത്ത്വമാണിത്. പുത്തൻ ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം (New Quantum Machanics) ആരംഭിക്കുന്നത് അനിശ്ചിതത്വതത്ത്വത്തോടെയാണ്. നിഷ്കൃഷ്ടമായ ഗണിതവിധികൾ ഉപയോഗിച്ചാണ് ഹൈസൻബെർഗ് തന്റെ തത്ത്വം സ്ഥാപിച്ചത്. ഏത് വസ്തുവിനെയും നമുക്ക് കാണണമെങ്കിൽ പ്രകാശം അതിൽ പതിച്ച് പിന്നീട് നമ്മുടെ കണ്ണിൽ പതിച്ച് സന്ദേശം മസ്തിഷ്ക്കത്തിലെത്തണം. അണുവിന്റെ ഉള്ളിലെ അളക്കൽ വളരെ സങ്കീർണ്ണമാണ്. ഒരു ഇലക്ട്രോണിനെ സൂക്ഷ്മദർശിനിയിൽ കൂടി കാണാൻ ശ്രമിക്കാം. ഏത് വൈദ്യുതകാന്തികവികിരണം ഉപയോഗിച്ചാണോ നാം ഇലക്ട്രോണിനെ നിരീക്ഷിക്കാൻ ശ്രമിക്കുന്നത് ആ വികിരണത്തിന്റെ ഫോട്ടോൺ ഇലക്ട്രോണുമായി ഏറ്റുമുട്ടുന്നു. ഫലം ഫോട്ടോണിന്റെ ഊർജത്തിന്റെ ഒരംശം ഇലക്ട്രോണിന് കൈമാറലായിരിക്കും. ഇതിന് രണ്ട് പ്രത്യാഘാതങ്ങളുണ്ട്. ഒന്ന് ഫോട്ടോണിന്റെ ഊർജ്ജം അല്പം കുറയും. തന്മൂലം ആവൃത്തിയും കുറയും. തരംഗനീളം കൂടും. രണ്ട് ഇലക്ട്രോണിന് അല്പം സംവേഗം കിട്ടും. തന്മൂലംആദ്യത്തെ സ്ഥാനത്തു നിന്നും അത് അല്പം മാറും. ചുരുക്കത്തിൽ നാം എക്സ്-രശ്മികൾ ഉപയോഗിച്ചോ മറ്റോ ഇലക്ട്രോണിനെ കാണാൻ ശ്രമിക്കുമ്പോൾ ശ്രമം ഒന്നുകൊണ്ടുതന്നെ ഇലക്ട്രോൺ ഒന്ന് ഒഴിഞ്ഞുമാറും. ഇലക്ട്രോണിനെ നാം കാണാൻ ശ്രമിക്കുമ്പോൾ ഇങ്ങനെയുള്ള ശ്രമം തന്നെ ഇലക്ട്രോണിന്റെ സ്വഭാവധർമ്മങ്ങളെ (സ്ഥാനം, വേഗം) മാറ്റുന്നു. മറ്റൊരു രീതിയിൽ പറഞ്ഞാൽ ഇലക്ട്രോണിന്റെ സ്ഥാനം കൂടുതൽ കൂടുതൽ കൃത്യമായി നിർണ്ണയിക്കാൻ ശ്രമിക്കുമ്പോൾ വേഗത നിർണ്ണയത്തിലെ തെറ്റ് കൂടുതൽ കൂടുതൽ വലുതാകുന്നു. ഇവിടെ സ്ഥാനവും വേഗതയും ഒരേ സമയത്ത് കൃത്യമായി നിർണ്ണയിക്കാൻ സാദ്ധ്യമല്ല. ഹൈസൻബെർഗിന്റെ അനിശ്ചിതത്വതത്ത്വം അതിപ്രധാനമായ മൂന്ന് നിഗമനങ്ങളിലാണ് എത്തിച്ചേരുന്നത്.

1. ഉപആണവകണങ്ങളെ (subatomic particles) കൃത്യമായി അറിയാൻ കഴിയില്ല.
2. ഉപആണവലോകത്ത് കൃത്യമായ കാര്യകാരണബന്ധമില്ല.
3. നിരീക്ഷിക്കപ്പെടുന്നതിൽ മാറ്റം വരുത്താതെ നിരീക്ഷണം സാദ്ധ്യമല്ല.

ഹൈസൻബെർഗിന്റെ അനിശ്ചിതത്വതത്ത്വം ചിരകാലമായി ശാസ്ത്രത്തിൽ കൊടികുത്തിവാണിരുന്ന നിശ്ചിതത്വത്തത്വത്തെ തിരസ്കരിച്ചു. ഹൈസൻബെർഗിന്റെ അനിശ്ചിതത്വതത്ത്വത്തിന് സൂക്ഷ്മപ്രപഞ്ചത്തിൽ മാത്രമല്ല സ്ഥൂലപ്രപഞ്ചത്തിലും പ്രസക്തിയുണ്ട്. പ്രശസ്ത ബ്രിട്ടീഷ് ഭൗതികജ്ഞനായ സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങ് പറയുന്നു "അനിശ്ചിതത്വ തത്ത്വം ഒഴിച്ചുകൂടാൻ പറ്റാത്ത പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ മൗലികമായ സവിശേഷതയാണ്". കർശനമായ കാര്യകാരണബന്ധത്തെ നിഷേധിക്കുന്ന അനിശ്ചിതത്വതത്ത്വം തെറ്റാണെന്ന് തെളിയിക്കാൻ നാളിതുവരെ കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. സൂക്ഷ്മ ലോകത്ത് നിരീക്ഷണം പരീക്ഷണഫലത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്നു. ഉപആണവലോകത്തെ ഭൗതികയാഥാർത്ഥ്യങ്ങൾ വസ്തുനിഷ്ഠമല്ലെന്നാണ് ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം തെളിയിച്ചത്. എത്ര വിദഗ്ദ്ധനായ നിരീക്ഷകനായാലും, എത്ര കുറ്റമറ്റ നിരീക്ഷണോപകരണമായാലും ഏത് നിരീക്ഷണത്തിലും നിഗമനത്തിലും തെറ്റ് അഥവ അകൃത്യത കടന്നുകൂടുന്നു. ഈ പ്രപഞ്ചത്തിലെ ഒന്നുംതന്നെ കൃത്യമായി നിർണ്ണയിക്കുവാൻ മനുഷ്യന് സാദ്ധ്യമല്ലെന്നാണ് ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം വ്യക്തമാക്കുന്നത്.

സംഭാവ്യത (Probability)

ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിന്റെ മറ്റൊരു അടിസ്ഥാന സിദ്ധാന്തമായ തരംഗബലതന്ത്രം (Wave mechanics) 1925 ൽ പ്രശസ്ത ആസ്ട്രിയൻ ഭൗതികജ്ഞനായിരുന്ന ഇർവിൻ ഷ്രോഡിഞ്ചർ (Erwin Schrodinger) അവതരിപ്പിക്കുകയുണ്ടായി. തരംഗബലതന്ത്രമനുസരിച്ച് ഇലക്ട്രോൺ തരംഗമാണ്. ഇലക്ട്രോണിന്റെ കണസ്വഭാവം തരംഗങ്ങളുടെ കൂടിചേരൽമൂലം വളരെ സൂക്ഷ്മമായ സ്ഥലത്ത് ഉണ്ടാകുന്ന തരംഗപൊതികളുടെ (wave packets) ഫലമായിട്ടാണെന്ന് ഷ്രോഡിഞ്ചർ സമർത്ഥിക്കുകയുണ്ടായി. ഇലക്ട്രോണുകൾ നിശ്ചലതരംഗങ്ങൾ (standing waves) ആണെന്നും അവയ്ക്ക് ക്വാണ്ടീകൃതമാകാൻ കഴിയുമെന്നും

അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. ഷ്രോഡിഞ്ചർ കണത്തിന്റെ അസ്തിത്വത്തെ തന്നെ ചോദ്യം ചെയ്തു. തരംഗബലതന്ത്രം, നിരീക്ഷണം എന്ന പ്രക്രിയയിൽ നിരീക്ഷകന്റെ ബോധം (consciousness) സുപ്രധാന ഘടകമാണെന്ന് വെളിപ്പെടുത്തി.

1926 ൽ മാക്സ്ബോൺ (Max Born) ഇലക്ട്രോൺ ഒരു യഥാർത്ഥ തരംഗമല്ലെന്നും അത് സംഭാവ്യതാതരംഗങ്ങൾ (Probability Waves) ആണെന്നും സിദ്ധാന്തിച്ചു. ഇലക്ട്രോണിനെ ഒരു അമൂർത്തഗണിത സങ്കല്പമായിട്ടാണ് മാക്സ്ബോൺ കരുതിയത്. ഇലക്ട്രോൺ വെറുമൊരു സംഭാവ്യതാ തരംഗമാണെന്ന മാക്സ് ബോണിന്റെ സിദ്ധാന്തം തത്വശാസ്ത്രത്തിലെ ഏറ്റവും മൗലികപ്രശ്നമായ അസ്തിത്വത്തെയും അനാസ്തിത്വത്തെയും കുറിച്ചുള്ള ചിന്തകളിലേക്ക് പല ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാരെയും നയിച്ചു.

എന്താണ് ഇലക്ട്രോൺ? നമുക്ക് ഒരിക്കലും അണുവിനുള്ളിലെ ഒരു ഇലക്ട്രോൺ (കണം) ഏതെങ്കിലും ഒരു പ്രത്യേക സ്ഥലത്ത് നിലനില്ക്കുന്നുവെന്നോ നിലനില്ക്കുന്നില്ലായെന്നോ പറയാൻ സാധ്യമല്ല. ഇലക്ട്രോൺ ഒരു സംഭാവ്യതാപ്രരൂപമായതുകൊണ്ട് അതിന് അണുവിനുള്ളിൽ നിരവധി സ്ഥാനങ്ങളിൽ നിലനില്ക്കാനുള്ള സാദ്ധ്യതകളുണ്ട്. ആറ്റംബോബിന്റെ ഉപജ്ഞാതാക്കളിൽ ഒരാളും വിഖ്യാത ന്യൂക്ലിയർ ശാസ്ത്രജ്ഞനുമായിരുന്ന ഓപ്പൺ ഹൈമർ (Oppenheimer) ഇലക്ട്രോണിനെ കുറിച്ച് പറയുന്നു: “ഒരു ഇലക്ട്രോണിന്റെ സ്ഥാനം സ്ഥൈതികമായിരിക്കുന്നോ എന്ന് ചോദിച്ചാൽ നമ്മൾ പറയണം ‘ഇല്ല’ എന്ന്. ഒരു ഇലക്ട്രോണിന്റെ സ്ഥാനം കാലത്തിനനുസരിച്ച് മാറുമോ എന്ന് ചോദിച്ചാൽ നമ്മൾ പറയണം ‘ഇല്ല’ എന്ന്. ഇലക്ട്രോൺ ചലനത്തിലാണോ എന്ന് ചോദിച്ചാൽ നമ്മൾ പറയണം ‘ഇല്ല’ എന്ന്”.

ക്ഷേത്രസിദ്ധാന്തം (Field Theory)

ബ്രിട്ടീഷ് ഗണിതശാസ്ത്രപ്രതിഭയായിരുന്ന പോൾ ഡിറാക്ക് (Paul Dirac) ഹൈസൻബെർഗിന്റെ സിദ്ധാന്തങ്ങളെയും ഷ്രോഡിഞ്ചറുടെ തരംഗബലതന്ത്രത്തെയും സമന്വയിപ്പിച്ച് തരംഗ-കണദ്വന്ദ്വപ്രശ്നത്തിന് പരിഹാരം കണ്ടെത്തി. ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികത്തിൽ പ്രകാശം ഒന്നുകിൽ കണമാണ് അല്ലെങ്കിൽ തരംഗമാണ്. പ്രകാശം രണ്ടുമാണെന്ന് അത് അംഗീകരിച്ചിരുന്നില്ല. ഡിറാക്കിന്റെ സിദ്ധാന്തത്തെ ക്വാണ്ടം ക്ഷേത്രസിദ്ധാന്തം (Quantum Field Theory) എന്നാണ് അറിയപ്പെട്ടത്.

ഉപആണവലോകത്തെ വിജയകരമായ സിദ്ധാന്തമായിരുന്നു ഇത്. ഡിറാക്കിന്റെ ക്വാണ്ടം ക്ഷേത്രസങ്കല്പമനുസരിച്ച് ഊർജ്ജക്ഷേത്രത്തിന് “ക്വാണ്ട”യുടെയോ അഥവാ കണത്തിന്റെയോ രൂപം സ്വീകരിക്കാൻ കഴിയും. ഡിറാക്കിന്റെ ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തിൽ ക്ഷേത്രമാണ് ഒരേ ഒരു യാഥാർത്ഥ്യം. ദ്രവ്യം ക്ഷേത്രത്തിന്റെ രൂപാന്തരമാണ്. ഐൻസ്റ്റീന്റെ ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തവുമായി പൊരുത്തപ്പെടുന്നതായിരുന്നു ഇത്. അപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് കണങ്ങൾ ഊർജ്ജത്തിന്റെ താല്ക്കാലിക സാന്ദ്രീകരണമാണല്ലോ. ഡിറാക്കിന്റെ സിദ്ധാന്തം പ്രകാശം തരംഗവുമാണ് കണവുമാണ് എന്ന് സ്ഥിരീകരിച്ചു. ക്വാണ്ടം നായകനായിരുന്ന നീൽസ്ബോർ (Neils Bohr) ഹൈസൻബെർഗിന്റെയും ഷ്രോഡിഞ്ചറുടെയും മാക്സ്ബോണിന്റെയും ഡിറാക്കിന്റെയും സിദ്ധാന്തങ്ങളെ ക്രോഡീകരിച്ച് അനുപൂരകതത്ത്വം (Complementary princicple) അവതരിപ്പിച്ചു. പ്രകാശത്തിന്റെ തരംഗസ്വഭാവവും കണസ്വഭാവവും പരസ്പരപൂരകമാണെന്നായിരുന്നു ഈ തത്ത്വം. തുടർന്ന് റിച്ചാർഡ് പി. ഫേയ്ൻമാനും, ഫ്രീമാൻ ഡൈസണും, ജൂലിയൻ സ്കിവിഞ്ചറും, ടോമോനാഗയും ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിൽ നടത്തിയ ഗവേഷണങ്ങൾ ക്വാണ്ടം ഇലക്ട്രോ ഡൈനാമിക്സിന് (QED) ജന്മം നല്കി. പ്രകാശവും ദ്രവ്യവും തമ്മിലുള്ള അന്യോന്യക്രിയകൾ ഇത് ഫലപ്രദമായി വിശദീകരിച്ചു.

ഐൻസ്റ്റീനും ഇ.പി.ആർ. പരീക്ഷണവും

ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ പ്രാരംഭദശയിൽ അതിന്റെ മുന്നേറ്റത്തിന് നിർണ്ണായകമായ പങ്ക് വഹിച്ച മഹാനായ ഐൻസ്റ്റീൻ പുത്തൻക്വാണ്ടംബലതന്ത്രസിദ്ധാന്തങ്ങളെ അംഗീകരിക്കാൻ വിസമ്മതിച്ചു. അനിശ്ചിതത്വതത്ത്വവും സംഭാവ്യതയും പ്രകൃതിയുടെ യഥാർത്ഥമായ ചിത്രം വെളിപ്പെടുത്തുന്നില്ലെന്ന് അദ്ദേഹം വിശ്വസിച്ചു. അതുകൊണ്ടാണ് ‘ദൈവം പകിടകളിക്കില്ലെന്ന്’ അദ്ദേഹം പ്രസ്താവിച്ചത്. ഹൈസൻബെർഗിന്റെ അനിശ്ചിതത്വതത്ത്വം തെറ്റാണെന്ന് തെളിയിക്കാൻ 1935 ൽ അദ്ദേഹം ഒരു ചിന്താപരീക്ഷണം (Thought experiment) അവതരിപ്പിച്ചു. ഇതിനെ ഐൻസ്റ്റീൻ -പോഡോൾസ്കി -റോസൻ (EPR) പരീക്ഷണം എന്നാണ് അറിയപ്പെട്ടത്. അനിശ്ചിതത്വതത്ത്വം തെറ്റാണെന്ന് തെളിയിക്കാൻ അകലത്തിലിരിക്കുന്ന രണ്ടു കണങ്ങൾ തമ്മിൽ പരസ്പരബന്ധമില്ലെന്ന് തെളിയിക്കാനായിരുന്നു ഈ പരീക്ഷണം. കണം സ്ഥാനീയബന്ധങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ

നിലനില്ക്കുന്ന വ്യത്യസ്തവും വ്യതിരിക്തവുമായ ഒന്നാണെന്നായിരുന്നു ഐൻസ്റ്റീന്റെ സങ്കല്പം. ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് ഒരു വസ്തുവിനും പ്രകാശത്തേക്കാൾ വേഗത്തിൽ. സഞ്ചരിക്കാൻ കഴിയില്ലല്ലോ.

ബെൽസിദ്ധാന്തവും അസ്ഥാനിയതയും

1964 ൽ സെന്റർ ഫോർ യൂറോപ്യൻ ന്യൂക്ലിയർ റിസർച്ചിലെ (CERN) ഭൗതികജ്ഞനായിരുന്ന ജോൺ. എസ്. ബെൽ (John S. Bell) ഇ.പി.ആർ പ്രഭാവത്തിന് ഗണിതശാസ്ത്രപരമായ ഒരു സിദ്ധാന്തം ആവിഷ്കരിച്ചു. ഇതിനെ ബെൽ സിദ്ധാന്തം എന്നാണ് അറിയപ്പെടുന്നത്. കണങ്ങളുടെ ക്വാണ്ടം കെട്ടുപിണയൽ (Quantum entanglement) അളക്കാൻ കഴിയുമെന്നും, ഒന്നിൽ കൂടുതൽ കണങ്ങളുള്ള ഒരു വ്യൂഹത്തിൽ (System) ഓരോ കണവും സ്വതന്ത്രമയ അസ്തിത്വമുള്ളതല്ലെന്നും അതിന് പുറമേയുള്ള മറ്റ് വസ്തുക്കളിലേക്കും പ്രതിഭാസങ്ങളിലേക്കും നീളുന്ന ബന്ധമുണ്ടെന്നും ബെൽസിദ്ധാന്തം വ്യക്തമാക്കി. പ്രപഞ്ചത്തിലെ ഓരോ കണവും പരസ്പരം ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നുവെന്നാണ് ബെൽസിദ്ധാന്തം തെളിയിച്ചത്. പ്രകൃതി സ്ഥാനീയം (local) ആണെന്നുള്ള ഐൻസ്റ്റീന്റെ കാഴ്ചപ്പാടിനെ പരാജയപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ട് അത് അസ്ഥാനിയം (non-local) ആണെന്ന് ബെൽസിദ്ധാന്തം തെളിയിച്ചു. 1978 ൽ ജോൺ ക്ലൗസറും (John Clauser) 1982 ൽ അലയൻ ആസ്പക്ടും (Alain Aspect) ബെൽസിദ്ധാന്തത്തെ പരീക്ഷണവിധേയമാക്കി. ഫോട്ടോണുകളെയാണ് അവർ പരീക്ഷണത്തിന് ഉപയോഗിച്ചത്. ക്വാണ്ടം ബന്ധമുള്ള രണ്ട് ഫോട്ടോണുകൾ അവ തമ്മിൽ എത്ര അകലത്തിലിരുന്നാലും ഒരേ ക്വാണ്ടം അവസ്ഥയിൽ ഇരിക്കും. അതായത് ഒന്നിന്റെ അവസ്ഥ മാറിയാൽ മറ്റേതിന്റെ അവസ്ഥയും സ്വയമേവ മാറും. ഈ പരീക്ഷണത്തോടെ ഒരേ അവസ്ഥയിലുള്ള രണ്ട് കണങ്ങൾക്കിടയിലെ ദൂരം 100 കോടി കിലോമീറ്ററാണെങ്കിലും അവ തമ്മിൽ പരസ്പരം പൊടുന്നനവേ വിവരവിനിമയം നടത്തുമെന്ന് തെളിഞ്ഞു. കഴിഞ്ഞ വർഷം ജനീവാ സർവ്വകലാശാലയിലെ ഡോ. ഗിസിൻ (Dr. Gisin) ഈ പരീക്ഷണം ആവർത്തിക്കുകയുണ്ടായി. ക്വാണ്ടം കെട്ടുപിണയൽ യാഥാർത്ഥ്യമാണെന്ന് വീണ്ടും വ്യക്തമായി. ഈ പരീക്ഷണങ്ങളെല്ലാം വ്യക്തമാക്കുന്നത് നമ്മുടെ പ്രപഞ്ചത്തെ നിലനിർത്തുന്ന ഒരു അദൃശ്യമായ യാഥാർത്ഥ്യം (invisible reality) ഉണ്ടെന്നും അത് പ്രകാശത്തേക്കാൾ വേഗത്തിൽ വിവരവിനിമയം അനുവദിക്കുന്നുണ്ടെന്നുമാണ്.

നിരീക്ഷകനും നിരീക്ഷിതവസ്തുവും

ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം നിരീക്ഷകനും (observer) നിരീക്ഷിക്കപ്പെടുന്നതും (observed) വേറിട്ടതാണെന്ന് അംഗീകരിക്കുന്നില്ല. ഷ്രോഡിഞ്ചറുടെ തരംഗബലതന്ത്രം നിരീക്ഷണം എന്ന പ്രക്രിയയിൽ നിരീക്ഷകന്റെ ബോധത്തിന്റെ പങ്ക് വ്യക്തമാക്കുകയുണ്ടായി. ശാസ്ത്രീയ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ മനുഷ്യന്റെ ബോധം ഒരു അവിഭാജ്യഘടകമാണെന്ന് 1948 വോൺ ന്യൂമാൻ (von neumann) ഗണിതപരമായി തെളിയിക്കുകയുണ്ടായി. ഹംഗേറിയൻ ഭൗതികജ്ഞനും നോബൽ സമ്മാനജേതാവുമായിരുന്ന യുജിൻ വിഗ്നർ (Eugene Wigner) ന്യൂമാന്റെ നിലപാടുകളെ ഉയർത്തി പിടിച്ചു. അടുത്തകാലത്ത് അന്തരിച്ച പ്രിൻസ്റ്റൻ സർവകലാശാലയിലെ ഏമിരറ്റസ് പ്രൊഫസറായിരുന്ന ജോൺ വീലർ എഴുതി "നിരീക്ഷകന്റെ പങ്കാളിത്തമാണ് ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ പ്രത്യേകത. നിരീക്ഷണം എന്ന പ്രക്രിയയിൽ നിരീക്ഷകൻ എന്ന പദത്തിനു പകരം പങ്കാളി' എന്ന പദം ഉപയോഗിക്കണം. ഒരു മൗലികകണം നിരീക്ഷകന്റെ ബോധത്തിൽ പതിയാതിരിക്കുന്നിടത്തോളം അത് ഒരു പ്രതിഭാസമാകുന്നില്ല".

ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തെ പൂർണ്ണമായി വിശദീകരിക്കാൻ സാദ്ധ്യമല്ല. അത് നമ്മുടെ സാമാന്യബോധത്തിന് നിരക്കുന്നതല്ല. അതിന്റെ പല സമസ്യകൾക്കും ഇനിയും ഉത്തരം കണ്ടേത്തേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. എത്രത്തോളം നമ്മൾ അതിനെ മനസ്സിലാക്കുന്നുവോ അത്രത്തോളം സംശയങ്ങൾ നമുക്ക് ഉണ്ടാവുന്നു. എന്നിട്ടും അത് രാസപരവും ഭൗതികവുമായ എല്ലാ പ്രകൃതിപ്രതിഭാസങ്ങളെയും സമർത്ഥമായി വിശദീകരിക്കുന്നു.

ശാസ്ത്രം

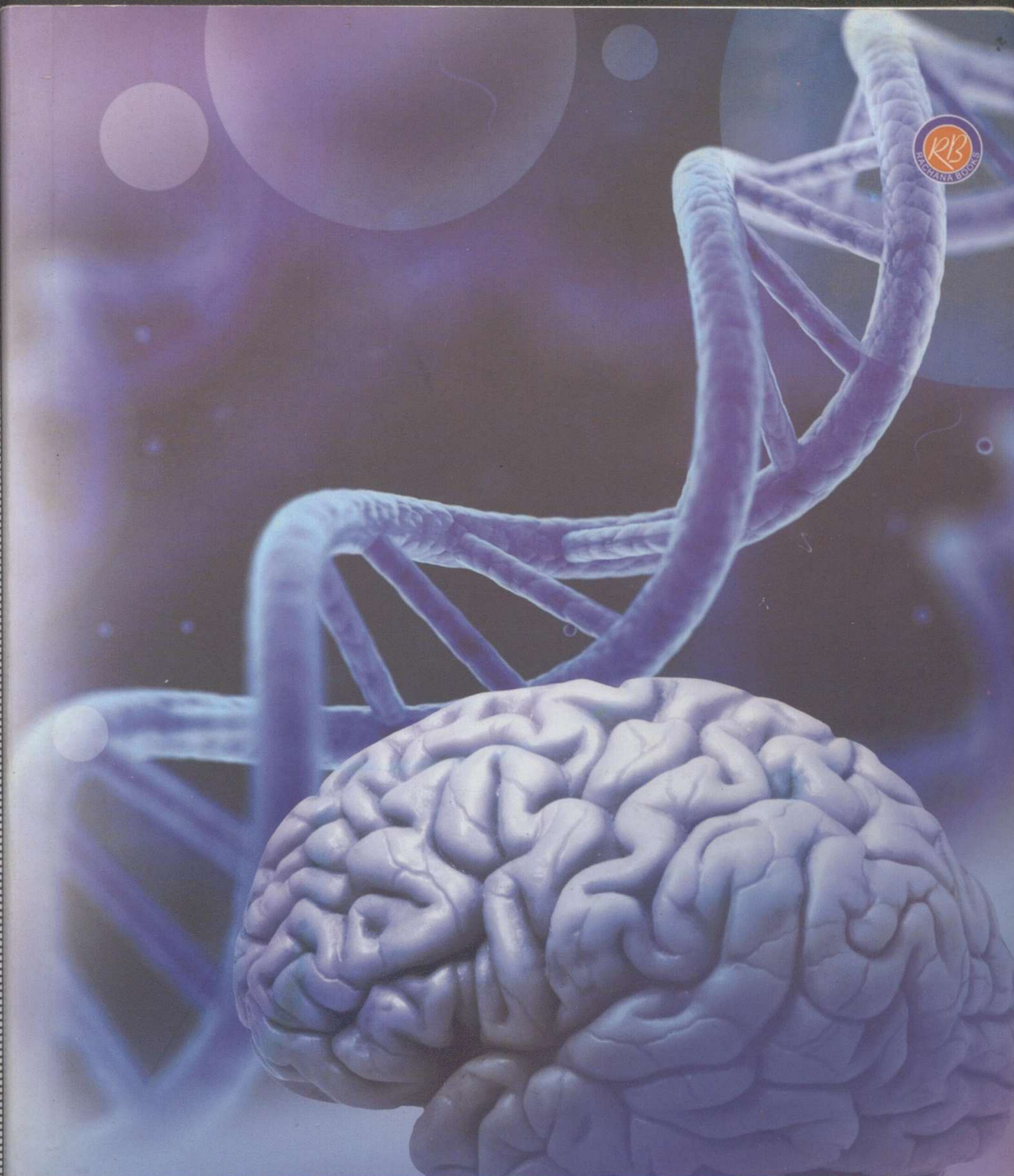
പ്രപഞ്ചോൽപ്പത്തിയെയും ജീവപരിണാമത്തെയും സംബന്ധിച്ച പതിന്നാലു ശാസ്ത്രലേഖനങ്ങളുടെ സമാഹാരം. കാലത്തിന്റെ തുടക്കം, ദൈവം പകിട കളിക്കുമോ?, പ്രകൃതിബലങ്ങളുടെ രഹസ്യം തേടി, മസ്തിഷ്ക സംസ്കാരം, ദ്രവ്യം ഒരു മിഥ്യ, ക്വാണ്ടം ഭൗതികത്തിലെ സമസ്യകൾ, സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിംഗും തമോഗർത്തങ്ങളും, മനുഷ്യന്റെ പ്രപഞ്ചം തുടങ്ങിയവയാണ് ലേഖനങ്ങൾ.

RB RACHANA BOOKS
രചന

ഡിഎൻഎ മുതൽ സൂപ്പർമനുഷ്യൻ വരെ

₹ 100/-

പി. കേശവൻ നായർ



ഡിഎൻഎ മുതൽ സൂപ്പർമനുഷ്യൻ വരെ

പി. കേശവൻ നായർ

Indic Digital Archive Foundation
gpura.org