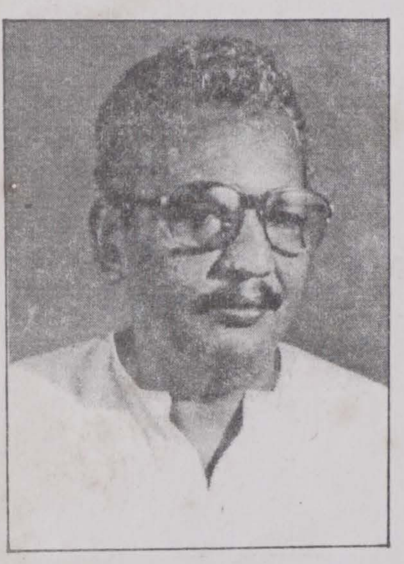
സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങ്ങിന്റെ പ്രപഞ്ചം

പി കേശവൻനായർ

സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങ്ങിൻെറ പ്രപഞ്ചം



പി. കേശവൻ നായർ

കൊല്ലം സ്വദേശി.
രാഷ്ട്രീയ സാമൂഹ്യ, ട്രേഡ്യൂണിയൻ രംഗങ്ങളിൽ
പ്രവർത്തിക്കുന്നു.
സി. ഐ.ടി.യു. കൊല്ലം ജില്ലാ കമ്മിറ്റി സെക്രട്ടറി.
ആനുകാലികങ്ങളിൽ പരിസ്ഥിതി ശാസ്ത്രലേഖനങ്ങൾ എഴുതുന്നു.
ദ്രവ്യസങ്കല്പം ഭൗതികത്തിലും ദർശനത്തിലും, *സ്റ്റീഫൻ
ഹോക്കിങ്ങിൻെറ പ്രപഞ്ചം* എന്നിവ കൃതികൾ.
വിലാസം

ഐക്യരഴികത്ത്
പാലസ് വാർഡ്
കൊല്ലം - 691 009

സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങ്ങിന്റെ പ്രപഞ്ചം

പി. കേശവൻ നായർ

ഡി. സി. ബുക്സ്

1997

വില 24.00 രൂപ

(Malayalam)
Stephen Hawkinginte Prapancham
Study
by **P. Kesavan Nair**
© Author
First Published February 1996
Reprinted May 1997
Cover design : N. Ajayan
Typesetting & Printing : D. C. Offset Printers, Kottayam
Publishers
D. C. BOOKS, KOTTAYAM - 686 001
Kerala State, India
Distributors
CURRENT BOOKS
Kottayam, Thiruvananthapuram, Kollam, Pathanamthitta, Alappuzha, Thodupuzha, Eranakulam, Aluva, Irinjalakuda, Palakkad, Kozhikode, Vatakara, Thalassery, Kalpetta

ISBN 81—7130—551—2

Rs. 24.00

19(d2/97-98) S. No.2950 dcb 1676 Pondi 18.6 Mpl - (2)2000 -675-0597

ആമുഖം

സ്ററീഫൻ ഡബ്ലിയു. ഹോക്കിങ്ങിൻെറ പ്രപഞ്ചശാസ്ത്ര സിദ്ധാന്തങ്ങളും ദർശനവും മലയാള വായനക്കാർക്ക് പരിചയപ്പെടുത്തുവാൻ വേണ്ടിയുള്ള ഒരു എളിയ ശ്രമമാണ് ഞാൻ ഈ പുസ്തകത്തിൽ നടത്തിയിട്ടുള്ളത്. ആധുനിക ഭൗതികത്തിലെ ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം, ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം, ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വസിദ്ധാന്തം എന്നിവ വളരെ ചുരുക്കി ഇതിൽ പ്രതിപാദിക്കുന്നുണ്ട്.

ഈ പുസ്തകം എഴുതാൻ എന്നെ പ്രേരിപ്പിച്ചതും ഇതിനാവശ്യമായ പുസ്തകങ്ങൾ ശേഖരിച്ചു നൽകിയതും എൻെറ ഓഫീസ് സെക്രട്ടറിയായ എസ്. അജയകുമാറാണ്. കൈയെഴുത്തുപ്രതി വായിച്ച് ശുദ്ധിവരുത്തിയത് എൻ. ആർ. എസ്. ബാബു('കേരള കൗമുദി')വും. പുസ്തകരൂപത്തിൽ ആക്കുന്നതിനു മുൻപ് ഇത് 'കുങ്കുമം' വാരികയിൽ പ്രസിദ്ധീകരിക്കുകയുണ്ടായി. ഇതിന് മുൻകൈ എടുത്തത് 'കേരളശബ്ദ'ത്തിൻെറ മാനേജിങ് എഡിററർ ഡോ. ബി. എ. രാജാകൃഷ്ണൻ ആയിരുന്നു. ഇവരോടുള്ള കൃതജ്ഞത രേഖപ്പെടുത്തുവാൻ ഞാൻ ഈ അവസരം വിനിയോഗിക്കട്ടെ.

പി. കേശവൻനായർ

കൊല്ലം

31-10-1995

ഉള്ളടക്കം

സ്ററീഫൻ ഡബ്ളിയു. ഹോക്കിങ് 9
പ്രപഞ്ചചിത്രം 14
നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ജനിമൃതികൾ 18
അരിസ്ററോട്ടിൽമുതൽ ഐെസക് ന്യൂട്ടൺവരെ 20
സ്ഥലവും കാലവും ഐൻസ്ററീനും 23
വികസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചം 27
ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വസിദ്ധാന്തം 35
തമോഗർത്തങ്ങൾ 38
പ്രാഥമിക കണങ്ങളും പ്രകൃതി ബലങ്ങളും 41
പ്രപഞ്ചത്തിന് തുടക്കവും ഒടുക്കവും ഇല്ല 49
മാനവിക തത്ത്വം 56
ശബ്ദാവലി 59
Bibliography 64

സ്ററീഫൻ ഡബ്ലിയു. ഹോക്കിങ്

ആധുനിക ശാസ്ത്രത്തിൻെറ പിതാവായ ഗലീലിയോ ഗലീലിയുടെ 300-ാം ചരമ വാർഷിക ദിനമായ 1942 ജനുവരി എട്ടിനാണ് സ്ററീഫൻ ഡബ്ലിയു. ഹോക്കിങ് ജനിച്ചത്. 20-ാം നൂററാണ്ടിലെ മഹാ പ്രതിഭകളിലൊരാളാണ് അദ്ദേഹം. ഐൻസ്ററീനു ശേഷം ലോകം കണ്ടിട്ടുള്ള ഏററവും വലിയ ഭൗതിക ശാസ്ത്രജ്ഞനായിട്ടാണ് അദ്ദേഹത്തെ ശാസ്ത്രലോകം വിശേഷിപ്പിക്കുന്നത്. സർ ഐസക് ന്യൂട്ടണും പോൾ ഡിറാക്കും അദ്ധ്യക്ഷ പദം അലങ്കരിച്ചിരുന്ന ബ്രിട്ടനിലെ കേംബ്രിഡ്ജ് സർവകലാശാലയുടെ ഗണിതശാസ്ത്ര വിഭാഗത്തിൻെറ അദ്ധ്യക്ഷസ്ഥാനം (ന്യൂട്ടൺ ചെയർ) ഇപ്പോൾ അലങ്കരിക്കുന്നത് ഹോക്കിങ്ങാണ്.

ബാല്യത്തിൽതന്നെ ശാസ്ത്രവാസന ഹോക്കിങ്ങിൽ ദൃശ്യമായിരുന്നു. യുക്തിസഹമല്ലാത്തതൊന്നും അക്കാലത്തുപോലും ഹോക്കിങ് അംഗീ കരിച്ചില്ല. അദ്ദേഹത്തിന് 15 വയസ്സ് പ്രായമുള്ളപ്പോൾ ചില സുഹൃത്തുക്ക ളുടെ പ്രേരണയുടെ ഫലമായി ലണ്ടനിലെ ഡ്യൂക്ക് സർവകലാശാലയിലെ അതീന്ദ്രിയധ്യാനപരിപാടിയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടു. എന്നാൽ അല്പദിവസ ങ്ങൾക്കുള്ളിൽതന്നെ അതീന്ദ്രിയധ്യാനത്തിൻെറ അശാസ്ത്രീയത അദ്ദേഹത്തിനു ബോദ്ധ്യപ്പെടുകയുണ്ടായി. അതീന്ദ്രിയധ്യാനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് നടന്ന പരീക്ഷണങ്ങൾക്ക് സത്യവുമായി യാതൊരു ബന്ധവും ഇല്ലെന്നു പറഞ്ഞുകൊണ്ടാണ് ആ പരിപാടി അദ്ദേഹം ഉപേക്ഷിച്ചത്.

1959-ൽ ഓക്സ്ഫോർഡ് സർവകലാശാലയിൽ ഭൗതികവും ഗണിതവും ഐച്ഛിക വിഷയമായെടുത്തുകൊണ്ട് ഹോക്കിങ് ബിരുദപഠനം ആരംഭിച്ചു. ബിരുദാനന്തരം സൈദ്ധാന്തിക ഭൗതികത്തിൽ ഗവേഷണത്തിലേർപ്പെട്ടു. 1962-ൽ ഗവേഷണ വിദ്യാർത്ഥിയായിരിക്കുമ്പോൾ അദ്ദേഹത്തെ മാരകമായ മോട്ടോർ ന്യൂറോൺ രോഗം (Amyotropic Lateral Sclerosis) പിടികൂടി. കഷ്ടിച്ച് രണ്ടു വർഷത്തിൽ കൂടുതൽ അദ്ദേഹം ജീവിച്ചിരിക്കില്ലെന്ന് ഡോക്ടർമാർ വിധികല്പിച്ചു. മരണത്തിൻെറ പിടിയിൽ നിന്ന് അത്ഭുതകരമായി രക്ഷപ്പെട്ടെങ്കിലും ഈ രോഗം അദ്ദേഹത്തിൻെറ നാഡീവ്യൂഹത്തിൻെറയും പേശികളുടെയും പ്രവർത്തനത്തെ സാരമായി ബാധിച്ചു. സാധാരണ നിലയിൽ ഈ രോഗം പിടിപെട്ടാൽ രോഗി ന്യുമോണിയായോ ശ്വാസതടസ്സമോ മൂലം പെട്ടെന്ന് മരണമടയുമെന്നാണ് വൈദ്യശാസ്ത്രം പറയുന്നത്. എന്നാൽ ആധുനിക വൈദ്യശാസ്ത്രത്തെത്തന്നെ അത്ഭുതപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ട് ഹോക്കിങ് ജീവിക്കുന്നു. ഇന്നിപ്പോൾ അദ്ദേഹത്തിനു സംസാരശേഷിയും നടക്കാനുള്ള ശേഷിയും പൂർണമായി നഷ്ടപ്പെട്ടിരിക്കുകയാണ്. ഒരു വീൽചെയറിൽ സഞ്ചരിച്ച് അതിൽ ഘടിപ്പി

ച്ചിട്ടുള്ള ഒരു ചെറിയ കമ്പ്യൂട്ടറിൻെറ സഹായത്താൽ സൈദ്ധാന്തിക ഭൗതികത്തിൽ ഗവേഷണത്തിലേർപ്പെട്ടിരിക്കുകയാണ് അദ്ദേഹമിപ്പോൾ. മഹാരോഗവുമായി പോരാടിക്കൊണ്ട് ഹോക്കിങ് സൈദ്ധാന്തിക ഭൗതികത്തിനു നൽകിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന മഹത്തായ സംഭാവനകൾ ശാസ്ത്രലോകത്തിനൊരു വിസ്മയമാണ്. രോഗം സൃഷ്ടിച്ച നിരാശയിൽനിന്നും ഉയിർത്തെഴുന്നേററ ഹോക്കിങ് ഫീനിക്സ് പക്ഷിയെപ്പോലെ സൈദ്ധാന്തിക പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തിൻെറ അപാരതകളിലേക്ക് പറന്നുയർന്നുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. ആംഗ്ലിക്കൻ സഭാംഗവും തികഞ്ഞ ദൈവവിശ്വാസിയുമായ ജെയിൻ വൈൽഡിനെ 1965-ൽ ഹോക്കിങ് വിവാഹം കഴിച്ചു. ഹോക്കിങ്ങിൻെറ വിശ്വാസങ്ങളുമായി പൊരുത്തപ്പെടുന്നതായിരുന്നില്ല ജെയിൻ വൈൽഡിൻേറത്. ഹോക്കിങ്ങിൻെറ സുഹൃത്തും ആത്മകഥാകൃത്തും പ്രശസ്ത ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രഭൗതികജ്ഞനുമായ ജോൺ ഗ്രിബിനോട് ഒരിക്കൽ ജെയിൻ ദേഷ്യത്തോടെ പറഞ്ഞു: "ഹോക്കിങ്ങും ദൈവവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം എന്താണെന്ന് പറയാൻ എനിക്കാവില്ല. നിങ്ങൾ ചെന്ന് പറയൂ അദ്ദേഹം ദൈവമല്ലെന്ന്." ദൈവത്തെക്കുറിച്ച് ഹോക്കിങ്ങും ജെയിനും തമ്മിലുണ്ടായിരുന്ന തർക്കം മൂർച്ഛിച്ചു. 1990-ലെ വസന്തത്തിൽ 25 വർഷക്കാലം നീണ്ടുനിന്ന അവരുടെ വിവാഹബന്ധം വേർപെട്ടു.

ഹോക്കിങ് ആവിഷ്കരിച്ച ഭൗതികശാസ്ത്ര സിദ്ധാന്തങ്ങളും ഗണിതസമീകരണങ്ങളും ലോകത്തിൻെറ മുഴുവൻ ശ്രദ്ധ പിടിച്ചുപററി. അദ്ദേഹത്തിൻെറ മനസ്സ് നക്ഷത്രങ്ങളിൽനിന്ന് നക്ഷത്രങ്ങളിലേക്കും ഗാലക്സികളിൽനിന്നു ഗാലക്സികളിലേക്കും അണുവിനുള്ളിലെ കണങ്ങളിൽനിന്നു ചെറുകണങ്ങളിലേക്കും സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ അത്യഗാധതകളിലേക്ക് ആഴ്ന്നിറങ്ങാനുള്ള മനുഷ്യമനസ്സിൻെറ ശേഷിയുടെ ഉദാത്തമായ ഉദാഹരണമാണ് ഹോക്കിങ്ങിൻെറ മനസ്സ്. ഈ പ്രപഞ്ചം ഉണ്ടായതെങ്ങനെയാണ്? ഇതിൻെറ തുടക്കം കുറിച്ചതെന്താണ്? സമയം എല്ലായ്പോഴും മുന്നോട്ടാണോ ഒഴുകിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നത്? ഈ പ്രപഞ്ചത്തിന് ഒരു അററമുണ്ടോ? പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ അന്ത്യം എന്തായിരിക്കും? വിസ്മയകരമായ ഇത്തരം പ്രപഞ്ചരഹസ്യങ്ങളിലൂടെ പര്യവേക്ഷണം നടത്തുകയാണ് ഹോക്കിങ് എന്ന ഭൗതിക ശാസ്ത്രജ്ഞൻ. അത്ഭുതകരവും അപ്രതീക്ഷിതവുമായ രഹസ്യങ്ങൾ ഒളിഞ്ഞിരിക്കുന്ന സ്ഥലം, കാലം, തമോഗർത്തങ്ങൾ, ക്വർക്കുകൾ, ക്വാസറുകൾ, പ്രകൃതിബലങ്ങൾ, പ്രതിദ്രവ്യങ്ങൾ, മഹാവിസ്ഫോടനം, മഹാവിഭേദനം എന്നീ മേഖലകളിലേക്ക് ആഴ്ന്നിറങ്ങുകയാണ് അദ്ദേഹം. അദ്ദേഹത്തിൻെറ ശാസ്ത്രലേഖനങ്ങളും ശാസ്ത്രകൃതികളും പ്രപഞ്ചസൃഷ്ടിയുടെ പരമരഹസ്യങ്ങളിലേക്ക് നമ്മെ നയിക്കുന്നു.

ഹോക്കിങ്ങിൻെറ ശാസ്ത്രജീവിതത്തിലെ ആദ്യത്തെ സുപ്രധാന വഴിത്തിരിവായിരുന്നു 1967-ൽ അദ്ദേഹം പ്രസിദ്ധീകരിച്ച 'വൈചിത്ര്യങ്ങളും സ്ഥലകാലങ്ങളുടെ ജ്യോമിതിയും.' (Singularities and the Geometry of Space Time) എന്ന ലേഖനം. ഇത് അദ്ദേഹത്തിന് ബ്രിട്ടനിലെ ശാസ്ത്രത്തിനുള്ള ഏററവും പ്രശസ്തമായ ആഡം പുരസ്കാരം (Adam Prize) നേടിക്കൊടുത്തു. ഹോക്കിങ്ങിൻെറ സൈദ്ധാന്തിക-ഭൗതിക ഗവേഷണങ്ങളെ ശാസ്ത്രലോകം

ശുഭപ്രതീക്ഷയോടെ ഉററുനോക്കുവാനും തുടങ്ങി.

ഇരുപതാം നൂററാണ്ടുവരെ പ്രപഞ്ചത്തിനൊരു തുടക്കമുണ്ടെന്ന് ചിന്തിക്കാൻപോലും ശാസ്ത്രം തയ്യാറായിരുന്നില്ല. പ്രപഞ്ചം അനന്തവും മാററമില്ലാത്തതുമാണെന്ന് വിശ്വസിച്ചു. നക്ഷത്രങ്ങൾ സ്ഥിരമാണെന്നു കരുതപ്പെട്ടു. ഐൻസ്ററീൻ 1915-ൽ പ്രസിദ്ധീകരിച്ച പൊതു ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തവും 1917-ൽ പ്രസിദ്ധീകരിച്ച ക്ഷേത്രസമീകരണങ്ങളും പ്രപഞ്ചത്തിനൊരു തുടക്കമുണ്ടെന്ന് സൂചന നൽകി. തുടർന്ന് പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തിൽ നടന്ന ഗഹനമായ പഠനങ്ങളുടെയും ഗവേഷണങ്ങളുടെയും പരിണത ഫലമായാണ് വികസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചം എന്ന കാഴ്ചപ്പാടും മഹാവിസ്ഫോടന സിദ്ധാന്തവും (Big Bang Theory) ആവിഷ്കരിക്കപ്പെട്ടത്.

1964-ൽ ഹോക്കിങ് കേംബ്രിഡ്ജ് സർവകലാശാലയിലെ ലോകപ്രശസ്ത ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനായ റോജർ പെൻറോസു(Roger Penrose)മായി പരിചയപ്പെട്ടു. ഈ കണ്ടുമുട്ടൽ ഹോക്കിങ്ങിന്റെ ശാസ്ത്ര ജീവിതത്തിലെ പ്രധാന സംഭവങ്ങളിലൊന്നായിരുന്നു. പെൻറോസ് അക്കാലത്ത് പൊതു ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിൽ ഗവേഷണത്തിൽ മുഴുകിയിരിക്കുകയായിരുന്നു. ഹോക്കിങ് പെൻറോസിനോടൊപ്പം ചേർന്ന് പൊതു ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിൽ ഗവേഷണത്തിൽ ഏർപ്പെട്ടു. ഈ മഹാപ്രതിഭകളുടെ ഗവേഷണഫലങ്ങൾ ആധുനിക സൈദ്ധാന്തിക പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തിനു നൽകിയ സംഭാവനകൾ അമൂല്യവും അതുല്യവുമാണ്.

1969-ൽ ഹോക്കിങ് റോജർ പെൻറോസും ചേർന്ന് ആവിഷ്കരിച്ച വൈചിത്ര്യ സിദ്ധാന്തം (Singularity Theory) മഹാ വിസ്ഫോടന സിദ്ധാന്തത്തെ ശരിവച്ചു. 1500 കോടി വർഷം മുൻപ് പ്രപഞ്ചം വൈചിത്ര്യത്തിൽനിന്നും ജന്മംകൊണ്ടു എന്ന നിഗമനത്തിൽ അവർ എത്തിച്ചേർന്നു. കാലം മഹാവിസ്ഫോടനത്തിൽ തുടങ്ങി മഹാവിഭേദനത്തിൽ (Big Crunch) അവസാനിക്കുമെന്നും അവർ സമർത്ഥിച്ചു. ഇരുവരും ചേർന്ന് ഐൻസ്ററീന്റെ ക്ഷേത്രസമീകരണങ്ങൾ (field equations) നിർദ്ധാരണം ചെയ്യപ്പോൾ കണ്ടത് പ്രപഞ്ചസൃഷ്ടിയുടെ നിമിഷത്തിൽ ഒരു വൈചിത്ര്യം ഉണ്ടെന്നായിരുന്നു. പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തപ്രകാരം വൈചിത്ര്യമെന്നാൽ അനന്തവക്രതയുള്ള സ്ഥലകാലത്തിലെ ഒരു ബിന്ദു എന്നാണ്. ഈ ബിന്ദുവിന്റെ സാന്ദ്രത അനന്തമാണ്. 'കാലം' തുടങ്ങുന്നത് വൈചിത്ര്യത്തിൽനിന്നാണെങ്കിൽ പ്രപഞ്ചത്തിന് ഒരു തുടക്കവും ഒടുക്കവും ഉണ്ടെന്ന് അവർ അഭിപ്രായപ്പെട്ടു.

1960-കളുടെ തുടക്കത്തിൽതന്നെ ആധുനിക ഭൗതികത്തിന്റെ രണ്ടു മഹത്തായ ശാസ്ത്രശാഖകളായ പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തെയും ക്വാണ്ടം ഭൗതികത്തെയും സമന്വയിപ്പിക്കുവാനുള്ള ശ്രമം ഹോക്കിങ് ആരംഭിച്ചിരുന്നു. 1970- കളുടെ ആദ്യപകുതിയിൽ പൊതു ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തെയും ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തെയും സംയോജിപ്പിച്ചുകൊണ്ട് ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വസിദ്ധാന്തം (Quantum Theory of Gravity) എന്നൊരു പുതിയ സിദ്ധാന്തം അദ്ദേഹം രൂപപ്പെടുത്തി. ഇതിന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ പ്രപഞ്ചസൃഷ്ടിയുടെ ആദ്യനിമിഷത്തിലേക്കെത്തിനോക്കിയപ്പോൾ അന്നുവരെയുള്ള തന്റെ നിഗമനങ്ങൾ തെററാണെന്ന് അദ്ദേഹത്തിനു ബോദ്ധ്യ

പ്പെടുകയും അത് തിരുത്തുകയും ചെയ്തു. ആദ്യകാലധാരണയ്ക്ക് തികച്ചും വിപരീതവും വ്യത്യസ്തവുമായ കാഴ്ചപ്പാടിൽനിന്നുകൊണ്ടാണ് ഹോക്കിങ് പുതിയ പ്രപഞ്ചമാതൃക അവതരിപ്പിച്ചത്. ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വസിദ്ധാന്തത്തെ ആധാരമാക്കി ഹോക്കിങ് അവതരിപ്പിച്ച തമോഗർത്തസിദ്ധാന്തങ്ങൾ (Blackhole Theories) പ്രപഞ്ചോൽപത്തി സമയത്തെ വൈചിത്ര്യത്തെ നിരാകരിച്ചു. പ്രപഞ്ചസിദ്ധാന്തങ്ങളെക്കുറിച്ച് ഹോക്കിങ്ങും സഹപ്രവർത്തകരും ചേർന്ന് എഴുതിയ *'സ്ഥലകാലങ്ങളുടെ സ്ഥൂല ഘടന' (The Large Scale Structure of Space Time)* എന്ന പുസ്തകം 1973 ൽ കേംബ്രിഡ്ജ് യൂണിവേഴ്സിററി പ്രസ്സ് പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. ഈ പുസ്തകം ശാസ്ത്രലോകത്തിൻെറ ശ്രദ്ധ പിടിച്ചുപററി.

1974-ൽ ഹോക്കിങ് എഴുതിയ *തമോഗർത്തത്തിൻെറ സ്ഫോടനം'* (Blackhole Explosion) എന്ന പ്രബന്ധം തമോഗർത്തങ്ങളെ സംബന്ധിച്ച അത്യാധുനികസിദ്ധാന്തമാണ്. ഇത് ആധുനിക പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തിലെ ഒരു നാഴികക്കല്ലായി.

തമോഗർത്തസിദ്ധാന്തങ്ങൾ അദ്ദേഹത്തെ പ്രശസ്തിയുടെ കൊടുമുടിയിലേക്ക് ഉയർത്തി. 1974-ൽ ഹോക്കിങ്ങിന് വെറും 32 വയസ്സ് മാത്രം പ്രായമുള്ളപ്പോൾ ബ്രിട്ടീഷ് റോയൽ സൊസൈററി ഫെലോഷിപ്പ് നൽകി ആദരിച്ചു. 1978-ൽ സൈദ്ധാന്തികഭൗതികത്തിനുള്ള ലോകോത്തര ബഹുമതിയായ ആൽബർട്ട് ഐൻസ്ററീൻ അവാർഡ് അദ്ദേഹത്തെ തേടിയെത്തി. ഭൗതികജ്ഞന്മാരെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം നോബൽ സമ്മാനത്തെക്കാൾ വലിയ പുരസ്കാരമാണിത്. 1980 ഏപ്രിൽ 20-ന് കേംബ്രിഡ്ജ് സർവകലാശാലയുടെ ലുകേഷ്യൻ പ്രൊഫസറായി അദ്ദേഹത്തെ അവരോധിച്ചു.

1988 -ൽ ഹോക്കിങ് *കാലത്തിൻെറ ഒരു സംക്ഷിപ്ത ചരിത്രം (A Brief History of Time*) എന്ന വിശ്വപ്രസിദ്ധമായ പുസ്തകം എഴുതി. ശാസ്ത്രഗ്രന്ഥങ്ങളുടെ പ്രസിദ്ധീകരണചരിത്രത്തിൽ അതൊരു വിപ്ലവംതന്നെ സൃഷ്ടിച്ചു. ഇതുവരെ 70 ലക്ഷത്തോളം കോപ്പികൾ വിററഴിച്ചിട്ടുണ്ടെന്നാണ് കണക്ക്. ഹോക്കിങ്ങിൻെറ സിദ്ധാന്തങ്ങളുടെയും ദർശനത്തിൻെറയും ഒരു സംഗ്രഹമാണ് ഈ പുസ്തകം. ഇത് പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തിൻെറ (Cosmology) സൗന്ദര്യം സാധാരണക്കാർക്ക് എത്തിച്ചു കൊടുക്കുന്നു.

കാലിഫോർണിയ സർവകലാശാലയിലെ പ്രശസ്ത ശാസ്ത്രജ്ഞനും നിരവധി പ്രസിദ്ധ ശാസ്ത്രപുസ്തകങ്ങളുടെ രചയിതാവും അമേരിക്കൻ കമ്മ്യൂണിസ്ററ് പാർട്ടിയുടെ സഹയാത്രികനുമായ കാൾ സാഗൻ (Carl Sagan) ഹോക്കിങ്ങിൻെറ 'കാലത്തിൻെറ ഒരു സംക്ഷിപ്ത ചരിത്ര'ത്തിൻെറ ആമുഖത്തിലെഴുതി: "കാലത്തിൻെറ സംക്ഷിപ്തചരിത്രം ദൈവത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പുസ്തകമാണ്. അല്ലെങ്കിൽ ദൈവത്തിൻെറ അസാന്നിദ്ധ്യത്തെക്കുറിച്ചുള്ളതാണ്. പ്രപഞ്ചസൃഷ്ടിയിൽ ദൈവം വഹിച്ച പങ്ക് എന്താണെന്ന് കണ്ടെത്താനുള്ള ശ്രമത്തിലാണ് ഹോക്കിങ്. അദ്ദേഹം ദൈവത്തിൻെറ മനസ് അറിയാൻ ശ്രമിക്കുന്നു. അതിൻെറ ഫലമായി തികച്ചും നൂതനവും അപ്രതീക്ഷിതവുമായ നിഗമനങ്ങളിൽ അദ്ദേഹം എത്തുന്നു. ഹോക്കിങ്ങിൻെറ പ്രപഞ്ചത്തിന് അതിർത്തിയോ അററമോ ഇല്ല. അതിനു

കാലത്തിൽ ആദിയും അന്ത്യവും ഇല്ല. ഇത്തരം ഒരു പ്രപഞ്ചത്തിനു സ്രഷ്ടാവിൻെറ ആവശ്യം ഇല്ല."

നിരവധി പ്രശസ്ത ശാസ്ത്രഗ്രന്ഥങ്ങളുടെ രചയിതാവായ ജോൺ ഗ്രിബിൻ (John Gribbin) *ഇൻസെർച്ച് ഓഫ് ദി ബിഗ് ബാങ്* എന്ന പുസ്തകത്തിൽ ഹോക്കിങ്ങിനെ കുറിച്ച് ഇങ്ങനെ രേഖപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു: "പ്രപഞ്ചസൃഷ്ടിയുടെ ആദ്യനിമിഷത്തെക്കുറിച്ചുള്ള സമ്പൂർണവും തുടർച്ചയുള്ളതും യുക്തിസഹവുമായ ഏററവും നല്ല സിദ്ധാന്തം ഹോക്കിങ്ങിൻേറതാണ്."

ഹോക്കിങ്ങിൻെറ പ്രപഞ്ചം ചതുർമാനമാണ്. ഭൂമിയുടെയോ ഒരു ഗോളത്തിൻെറയോ ഉപരിതലംപോലെയാണ് പ്രപഞ്ച ഉപരിതലം. പ്രപഞ്ചം അതിർത്തിയില്ലാത്തതും അററമില്ലാത്തതുമാണ്. പ്രപഞ്ചം പൂർണ്ണമായും അതിൽതന്നെ പൂർത്തിയാകുന്നതും പരപ്രേരണ ഏൽക്കാത്തതുമാണ്. ഇത് സൃഷ്ടിക്കുവാനോ നശിപ്പിക്കുവാനോ കഴിയില്ല. ഇത് അങ്ങനെയാണ്.

പ്രപഞ്ചചിത്രം

ചന്ദ്രികയില്ലാത്ത തെളിഞ്ഞ രാത്രികളിൽ ആകാശത്തേക്ക് നോക്കുമ്പോൾ പ്രകാശമാനമായ ശുക്രൻ, ചൊവ്വ, വ്യാഴം, ശനി എന്നീ ഗ്രഹങ്ങളെയും മററനേകം നക്ഷത്രങ്ങളെയും കാണാം. പ്രപഞ്ചത്തിൽ നാം ജീവിക്കുന്ന ഭാഗത്തിനു സൗരയൂഥം എന്നാണ് പറയുന്നത്. സൂര്യൻ, ഭൂമി, ചന്ദ്രൻ, മററ് ഗ്രഹങ്ങൾ അവയുടെ ഉപഗ്രഹങ്ങൾ, ക്ഷുദ്രഗ്രഹങ്ങൾ, ധൂമകേതുക്കൾ ഇവയൊക്കെ അടങ്ങിയതാണ് സൗരയൂഥം. അതിവിദൂരതകളിലുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾ സൂര്യനെപ്പോലെതന്നെയാണ്. അവ ഒററയ്ക്കോ ഇരട്ടയായോ കൂട്ടങ്ങളായോ കാണപ്പെടുന്നു. ഭൂമി സൂര്യനെ ചുററുമ്പോൾ നമ്മൾ അവയെ കാണുന്നത് വ്യത്യസ്ത സ്ഥലങ്ങളിൽനിന്ന് വളരെ അകലെയുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളുടെ പശ്ചാത്തലത്തിലാണ്. തെളിഞ്ഞ രാത്രിയിൽ 2500 നക്ഷത്രങ്ങളെ നമുക്കു കാണാം. അതായത് മുഴുവൻ ആകാശത്ത് 5000 ത്തോളം. അവയെ നഗ്നനേത്രനക്ഷത്രങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നു. പ്രോക്സിമാ സെൻേറാറി (Proxima Centauri) എന്നു വിളിക്കുന്ന നമ്മുടെ ഏററവും അടുത്തുള്ള നക്ഷത്രം നാലു പ്രകാശവർഷം അകലെയാണ്. അതിൽനിന്നും പ്രകാശം ഭൂമിയിലെത്താൻ 4 വർഷം എടുക്കും. നഗ്നനേത്രങ്ങൾകൊണ്ടു കാണാൻ കഴിയുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ദൂരം 500 മുതൽ 1000 വരെ പ്രകാശവർഷം അകലെയാണ്. ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ദൂരമാണ്

ക്ഷീരപഥം

ചിത്രം 2.1

പ്രകാശവർഷം. ഒരു സെക്കൻറിൽ മൂന്നു ലക്ഷം കിലോമീററർ എന്ന തോതിൽ ഒരു വർഷംകൊണ്ട് പ്രകാശം സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരമാണിത്. പ്രകാശം ഒരു വർഷം സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരം 10 ലക്ഷം കോടി കിലോമീററർ. തെളിഞ്ഞ രാത്രിയിൽ മാനത്ത് നോക്കുമ്പോൾ പ്രകാശത്തിൻെറ ഒരു പാതപോലെ കൂടുതൽ നക്ഷത്രങ്ങൾ തെക്കുവടക്കായി കാണാം. ഇതാണ് ആകാശഗംഗ അഥവാ ക്ഷീരപഥം (Milky way). ദൂരദർശിനിയിലൂടെ നോക്കിയാൽ ഈ പാത തീർത്തിരിക്കുന്നത് ലക്ഷക്കണക്കിനു മങ്ങിയ നക്ഷത്രങ്ങളാലാണ് എന്നു കാണാം. നഗ്നനേത്രനക്ഷത്രങ്ങളും സൂര്യനും ക്ഷീരപഥത്തിൻെറ ഭാഗമാണ്. പതിനായിരം കോടിയിലേറെ നക്ഷത്രങ്ങൾ ക്ഷീരപഥത്തിലുണ്ട്. നമ്മുടെ ഗ്യാലക്സിയാണ് ക്ഷീരപഥം. നമ്മുടേതുപോലെ കോടിക്കണക്കിനു ഗ്യാലക്സികളുണ്ട് ഈ പ്രപഞ്ചത്തിൽ. ശക്തമായ ആധുനിക ദൂരദർശിനികളുടെ ദൃശ്യസീമയിൽ ചുരുങ്ങിയത് പതിനായിരം കോടി ഗ്യാലക്സികൾ ഉള്ളതായി കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. പ്രപഞ്ചത്തിലെ പ്രധാനപ്പെട്ട ഇഷ്ടികകളാണ് ഗ്യാലക്സികൾ. ആധുനിക 200 ഇഞ്ച് ടെലസ്കോപ് ഉപയോഗിച്ച് 100 കോടി ഗ്യാലക്സികളുടെ ഫോട്ടോ എടുക്കാം. നമ്മുടെ ക്ഷീരപഥ ഗ്യാലക്സിക്കു തൊട്ടടുത്തുള്ള ആൺഡ്രോമിഡ ഗ്യാലക്സിയിലേക്കുള്ള ദൂരം 20 ലക്ഷം പ്രകാശവർഷമാണ്. കാണാൻ കഴിയുന്ന ഏററവും അകലെ കിടക്കുന്ന ഗ്യാലക്സിയിലേക്കുള്ള ദൂരം 1500 കോടി പ്രകാശവർഷമാണ്. ഓരോ ഗ്യാലക്സിയിലും ശതകോടിക്കണക്കിനു നക്ഷത്രങ്ങളുണ്ട്. നമ്മുടെ പ്രപഞ്ചത്തിനു പുറമെ നിരവധി പ്രപഞ്ചങ്ങളുണ്ടാകാമെന്ന് ചില ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അഭിപ്രായപ്പെടുന്നു. ഇവരിൽ പ്രമുഖനാണ് സ്ററീഫൻ ഹോക്കിങ്.

നമ്മുടെ ക്ഷീരപഥ ഗ്യാലക്സിക് ഏകദേശം ഒരു ലക്ഷം പ്രകാശ വർഷം വ്യാസമുള്ളതാണ്. അതിൻെറ സർപിളബാഹുക്കളിലൊന്നിൻെറ അരികിൽ കിടക്കുന്ന സാധാരണ ശരാശരി വലിപ്പമുള്ള ഒരു മഞ്ഞനക്ഷത്രമാണ് സൂര്യൻ. സൂര്യൻ ഗ്യാലക്സികേന്ദ്രത്തിനു ചുററും ഒരു പ്രാവശ്യം കറങ്ങുന്നതിന് ഏകദേശം 100 കോടി വർഷമെടുക്കും. സൂര്യനെ ചുററുന്ന ഒരിടത്തരം ഗ്രഹമാണ് നമ്മുടെ ഭൂമി.

പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രം (Cosmology) ഇന്ന് വളരെ വികസിച്ച ഭൗതിക ശാസ്ത്ര ശാഖയാണ്. ആധുനിക ശാസ്ത്രവിജ്ഞാനം വിപുലപ്പെടുത്തുന്നതിൽ അതിപ്രധാനമായ പങ്ക് ഇത് വഹിക്കുന്നുണ്ട്. നക്ഷത്രങ്ങളും ഗ്യാലക്സികളും അവസ്ഥാ വൈജാത്യങ്ങൾ നിറഞ്ഞതാണ്. അവ ഭൂമിയിൽ സൃഷ്ടിക്കുവാൻ സാദ്ധ്യമല്ല. എങ്കിലും നാം പരീക്ഷണശാലകളിലൂടെ ഉരുത്തിരിച്ചെടുക്കുന്ന നിയമങ്ങൾ സാർവത്രികമാണെന്ന് ഉറപ്പുവരുത്താൻ പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രം അവസരം നൽകുന്നു. പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തിൽ അതിവേഗം വളർന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന മറെറാരു പ്രത്യേക ശാഖയാണ് സൈദ്ധാന്തിക

പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രം. സ്ററീഫൻ ഹോക്കിങ്ങിനെപ്പോലുള്ളവർ സൈദ്ധാന്തിക പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തിൽ ഗവേഷണം നടത്തിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നവരാണ്.

ബാഹ്യാകാശ പര്യവേക്ഷണത്തിനുവേണ്ടി മനുഷ്യൻ ചന്ദ്രനിലേക്കും മററു ഗ്രഹങ്ങളിലേക്കും പരീക്ഷണോപഗ്രഹങ്ങൾ അയയ്ക്കാൻ കഴിഞ്ഞിട്ട് മൂന്നു ദശകങ്ങളേ ആയിട്ടുള്ളൂ. നക്ഷത്രങ്ങൾപോലെയുള്ള ആകാശവസ്തുക്കളെ നമുക്ക് നിരീക്ഷിക്കുവാൻ കഴിയുന്നത് അവയിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന വൈദ്യുത കാന്തിക തരംഗങ്ങളുടെ സഹായത്താലാണ്. പ്രകാശം, റേഡിയോ തരംഗം, എക്സ് രശ്മികൾ, ഗാമാകിരണങ്ങൾ എന്നിവ വൈദ്യുത കാന്തിക തരംഗങ്ങളാണ്. ഏതു ദിശയിൽനിന്നാണ് പ്രകാശം വരുന്നത്, അവയ്ക്ക് എന്ത് മാററമാണ് ഉണ്ടാകുന്നതെന്ന് നമുക്കു നിരീക്ഷിക്കാം. വികിരണത്തിൻെറ അളവും അതിനുണ്ടാകുന്ന മാററവും നമുക്ക് മാപനം ചെയ്യാം. നമുക്ക് ലഭിക്കുന്ന പ്രകാശത്തിൻെറ വർണ്ണരാജി (spectrum) പഠിക്കാം. അതിൻെറ ധ്രുവീകരണം അളക്കാം. ഇതിൽനിന്നും ഗ്യാലക്സികളുടെയും നക്ഷത്രങ്ങളുടെയും ഗ്രഹങ്ങളുടെയും ഒരുപാട് കാര്യങ്ങൾ നമുക്കു മനസ്സിലാക്കാം. അവയുടെ തിളക്കം, ദൂരം, ദ്രവ്യമാനം, വലിപ്പം, ഉപരിതല താപമാനം, ഘടന, ആന്തരികാവസ്ഥ, ചലനം, പരിണാമം എന്നിവയൊക്കെ ഇതുവഴി മനസ്സിലാക്കാം. ഇതിനു പററിയ ആധുനിക ജ്യോതിശാസ്ത്ര ഉപകരണങ്ങൾ നമ്മൾ വികസിപ്പിച്ചെടുത്തിട്ടുണ്ട്. ആധുനിക ടെലസ്കോപ്പ് ഉപയോഗിച്ച് ശതകോടിക്കണക്കിനു പ്രകാശവർഷം ദൂരെയുള്ള പ്രപഞ്ചവസ്തുക്കളെവരെ നിരീക്ഷിക്കാൻ കഴിയും. ഇപ്പോൾ ബഹിരാകാശപര്യവേക്ഷണം നടത്തുന്ന അമേരിക്കയുടെ ഉപഗ്രഹത്തിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ഹബിൾ സ്പേയിസ് ദൂരദർശിനി ശതകോടി കണക്കിന് ഗ്യാലക്സികളുടെ ചിത്രമെടുത്തുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. പ്രപഞ്ചത്തിലെ എല്ലാ ഗ്യാലക്സികളുടെയും ചിത്രമെടുക്കാൻ ഇതിനു കഴിയുമെന്നാണ് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അവകാശപ്പെടുന്നത്.

ജൂത-ക്രിസ്ത്യൻ-മുസ്ലിം വിശ്വാസമനുസരിച്ച് പ്രപഞ്ചത്തിന് വലിയ പ്രായം ഇല്ല. എന്നാൽ ഭാരതീയസങ്കൽപമനുസരിച്ച് പ്രപഞ്ചത്തിനു ശതകോടിക്കണക്ക് വയസ്സുണ്ട്. സെൻറ് അഗസ്ററിൻെറ അഭിപ്രായത്തിലും ഉൽപത്തിപുസ്തക പ്രകാരവും പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ തുടക്കം ക്രിസ്തുവിന് ഏകദേശം 5000 വർഷം മുമ്പാണ്. എന്നാൽ ആധുനിക ശാസ്ത്രം ഇത് അംഗീകരിക്കുന്നില്ല. ആധുനിക ശാസ്ത്രത്തിൻെറ വെളിച്ചത്തിൽ 1930 ൽ എഡ്വിൻഹബിൾ ആണ് പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ പ്രായം ആദ്യമായി തിട്ടപ്പെടുത്തിയത്. ഹബിളിൻെറ കണക്കനുസരിച്ചു പ്രപഞ്ചപ്രായം 200 കോടി വർഷമായിരുന്നു. എന്നാൽ ഇത് വസ്തുതകളുമായി പൊരുത്തപ്പെടുന്നതായിരുന്നില്ല. റേഡിയോ ആക്ടീവതയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ കണക്കുകൂട്ടിയപ്പോൾ സൗരയൂഥത്തിനുതന്നെ 460 കോടി വർഷം പഴക്കം ഉണ്ടെന്ന്

കണ്ടു. ജർമൻ ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞനായ വാൾട്ടർ ബാഡേ (Walter Baade) 1950-കളുടെ ആദ്യം കണക്കു കൂട്ടിയത് പ്രപഞ്ചത്തിന് 500 കോടി വയസ്സ് ഉണ്ടെന്നായിരുന്നു. സൗരയൂഥത്തെക്കാളും പ്രായം ഉള്ളതാണ് പ്രപഞ്ചമെന്ന് അദ്ദേഹം സമർത്ഥിച്ചു. 1952-ൽ ഹാലേനിരീക്ഷണാലയത്തിലെ (Hale Observatory) 200 ഇഞ്ച് ദൂരദർശിനി ഉപയോഗിച്ച് ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞനായ അലൻ സാൻഡേജ് (Allen Sandage) നടത്തിയ പഠനങ്ങളിൽനിന്ന് എത്തിച്ചേർന്ന നിഗമനം പ്രപഞ്ചത്തിന് 2000 കോടി വർഷം പഴക്കം ഉണ്ടെന്നാണ്. മഹാവിസ്ഫോടനത്തിനുശേഷം ഉള്ള പ്രപഞ്ചപ്രായം 1300 കോടിക്കും 2000 കോടിക്കും ഇടയിലാണെന്ന് മററു ചില ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും അഭിപ്രായപ്പെടുന്നു. പൊതുവായി അംഗീകരിച്ചിട്ടുള്ള പ്രപഞ്ചപ്രായം 1500 കോടി വർഷമാണ്.

നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ജനിമൃതികൾ

ഉയർന്ന അളവിലുള്ള വാതകപടലങ്ങൾ (കൂടുതലും ഹൈഡ്രജൻ) സ്വന്തം ഗുരുത്വാകർഷണബലത്താൽ കൂടിച്ചേരാൻ തുടങ്ങുമ്പോൾ നക്ഷത്രജനനം ആരംഭിക്കുന്നു. വാതകപടലങ്ങൾ ചുരുങ്ങാൻ തുടങ്ങുമ്പോൾ ഇതിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന അണുക്കൾ അന്യോന്യം ഇടയ്ക്കിടെ കൂടുതൽ വേഗത്തിൽ കൂട്ടിമുട്ടുന്നതിന്റെ ഫലമായി വാതകപടലത്തിനു ചൂടുപിടിക്കുന്നു. ചൂടുപിടിച്ച വാതകത്തിന്റെ താപനില വളരെയധികം ഉയരുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ അണുക്കൾ അന്യോന്യം തട്ടി സംയോജിച്ച് ഹീലിയമായി മാറുന്നു. ഈ പ്രക്രിയ ഹൈഡ്രജൻ ബോംബ് പൊട്ടിത്തെറിക്കുന്നതുപോലെയാണ്. ഇതാണ് നക്ഷത്രതിളക്കത്തിനു നിദാനം. ഇങ്ങനെയുണ്ടാകുന്ന താപം ഗുരുത്വാകർഷണബലത്തെ തുലനം ചെയ്യുന്നതുവരെ മർദ്ദത്തെ ഉയർത്തുകയും വാതകത്തിന്റെ ചുരുങ്ങൽ അവസാനിപ്പിക്കുകയുംചെയ്യുന്നു. ആണവപ്രവർത്തനത്തിൽനിന്നു കിട്ടുന്ന താപവും ഗുരുത്വാകർഷണവും അന്യോന്യം തുലനം ചെയ്തുകൊണ്ടുള്ള അവസ്ഥയിൽ നക്ഷത്രങ്ങൾ വളരെക്കാലം നീണ്ടുനിൽക്കും. ഒടുവിൽ നക്ഷത്രത്തിലെ ഹൈഡ്രജനും ആണവ ഇന്ധനവും കത്തിത്തീരുന്നു. കൂടുതൽ ഇന്ധനത്തോടെ കത്തിത്തുടങ്ങുന്ന ഒരു നക്ഷത്രം വേഗത്തിൽ കത്തിത്തീരുന്നു എന്നത് ഒരു വിരോധാഭാസമായി തോന്നാം. ഇതിന്റെ കാരണം നക്ഷത്രത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാനം കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് ഗുരുത്വാകർഷണബലം കൂടുന്നതുകൊണ്ട് ഇതിനെ തുലനം ചെയ്യുകൊണ്ട് കൂടുതൽ ഇന്ധനം ചെലവഴിക്കേണ്ടിവരുന്നു. വളരെ കൂടുതൽ ദ്രവ്യമാനം ഉള്ള നക്ഷത്രങ്ങളിൽ താപംകൊണ്ട് ഉണ്ടാകുന്ന മർദ്ദവും ഗുരുത്വാകർഷണബലവും തമ്മിൽ നടക്കുന്ന വടംവലിയിൽ ഗുരുത്വം വേഗത്തിൽ ജയിക്കുന്നു. നമ്മുടെ സൂര്യൻ ജനിച്ചിട്ട് 500 കോടി വർഷം കഴിഞ്ഞു. ഇനി 500 കോടി വർഷംകൂടി കത്താനാവശ്യമായ ഇന്ധനം കൈയിലുണ്ട്. ദ്രവ്യമാനം കൂടുതലുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾക്ക് ആയുസ് കുറവാണ്.

1920-കളിൽ ലോകപ്രശസ്ത ഇന്ത്യൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ സുബ്രഹ്മണ്യൻ ചന്ദ്രശേഖർ ആണ് നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ജനനമരണത്തെ കുറിച്ചുള്ള സിദ്ധാന്തം ആവിഷ്കരിച്ചത്. 1983 -ൽ ചന്ദ്രശേഖറിന് ഈ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളുടെ പേരിൽ നോബൽ സമ്മാനം ലഭിച്ചു. എല്ലാ വസ്തുക്കളെയുംപോലെ നക്ഷത്രങ്ങളും ജനിമൃതിചക്രത്തിലൂടെ കടന്നുപോകുന്നു. നക്ഷത്ര ഭൗതികജ്ഞന്മാരുടെ കണക്കുകൂട്ടൽ അനുസരിച്ച് സൂര്യൻ കത്തിയെരിഞ്ഞ് അവസാനം വെള്ളക്കുള്ളനായി (White dwarf) തീരും.

സൂര്യനെക്കാൾ ദ്രവ്യമാനം ഉള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾ സൂര്യനെക്കാൾ വേഗത്തിൽ കത്തിയമരും; കുറവുള്ളത് പതുക്കെയും.

സൂര്യൻെറ ദ്രവ്യമാനത്തിൻെറ 1.44 മടങ്ങിൽ കുറവു ദ്രവ്യമാനം ഉള്ളവയുടെ സ്വഭാവത്തിൽനിന്നു തികച്ചും വ്യത്യസ്തമാണ് അതിനെക്കാൾ കൂടുതലുള്ളവയുടേത്. ഈ ദ്രവ്യമാനത്തിന് 'ചന്ദ്രശേഖർ സീമ' (Chandrasekhar Limit) എന്നു പറയുന്നു. ചന്ദ്രശേഖർ സീമയിൽ താഴെയുള്ള നക്ഷത്രങ്ങൾ പരിണമിച്ച് വെള്ളക്കുള്ളന്മാരായി തീരുന്നു. വെള്ളക്കുള്ളന്മാരുടെ സാന്ദ്രത 20 മുതൽ 40 വരെ കിലോഗ്രം ക്യുബിക് സെൻറീമീററർ വരും. ഇതിൻെറ വ്യാസം 1000 മുതൽ 2000 കിലോമീറററും. വെള്ളക്കുള്ളന്മാരെ താങ്ങിനിറുത്തുന്നത് ഇലക്ട്രോണുകൾ തമ്മിലുള്ള വികർഷണ ബലമാണ്. ആകാശത്തിലെ ഏററവും തിളക്കമുള്ള നക്ഷത്രമായ സിറിയസിനെ ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന നക്ഷത്രം വെള്ളക്കുള്ളൻ വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്ന നക്ഷത്രമാണെന്ന് ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇതാണ് ആദ്യം കണ്ടെത്തിയ വെള്ളക്കുള്ളൻ നക്ഷത്രം. ഇത്തരം നിരവധി നക്ഷത്രങ്ങളുണ്ട്.

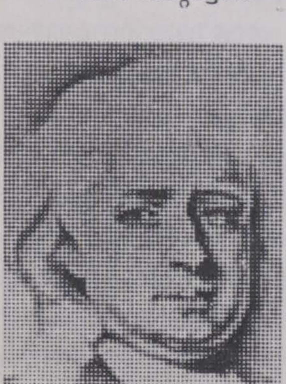
നക്ഷത്രത്തിൻെറ യഥാർത്ഥ ദ്രവ്യമാനം 1.44 ഇരട്ടിയിൽ കൂടുതലാണെങ്കിൽ ഗുരുത്വാകർഷണത്തിൻെറ ഫലമായി നക്ഷത്രം തകർന്ന് അതൊരു ന്യൂട്രോൺ നക്ഷത്രമായി മാറുന്നു. ഈ ഘട്ടമെത്തുമ്പോൾ അണുക്കൾ തകർന്ന് അണുകേന്ദ്രങ്ങൾ പ്രോട്ടോണും ന്യൂട്രോണുമായി വിഭജിക്കപ്പെടുന്നു. പ്രോട്ടോണും ന്യൂട്രോണും ഉണ്ടാക്കുന്ന വികർഷണ ബലമാണ് നക്ഷത്രത്തെ താങ്ങി നിറുത്തുന്നത്. ഇവയുടെ വ്യാസം 20 കിലോമീററോളം വരും. സാന്ദ്രത ക്യുബിക് സെൻറീമീറററിന് 600 കോടി ടണ്ണോളം ഉണ്ടാകും. 1967-ൽ ആണ് ന്യൂട്രോൺ നക്ഷത്രങ്ങളെ ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കണ്ടെത്തിയത്. നക്ഷത്രത്തിൻെറ യഥാർത്ഥ ദ്രവ്യമാനം സൂര്യനെക്കാൾ 3.6 ഇരട്ടി ഉണ്ടെങ്കിൽ അത് ഒരു തമോഗർത്തം (Black hole) ആയി മാറും. തമോഗർത്തങ്ങളുടെ മാസ്ററർ എന്നാണ് ഹോക്കിങ്ങിനെ ശാസ്ത്രലോകം വിശേഷിപ്പിക്കുന്നത്. അദ്ദേഹത്തിൻെറ തമോഗർത്ത സിദ്ധാന്തങ്ങൾ പ്രപഞ്ച സൃഷ്ടിയുടെ രഹസ്യങ്ങളിലേക്ക് നമ്മെ നയിക്കുന്നു.

അരിസ്റേറാട്ടിൽമുതൽ ഐസക് ന്യൂട്ടൺവരെ

ആധുനിക ശാസ്ത്രത്തിനു തുടക്കം കുറിച്ചത് ഗലീലിയോ ഗലീലി ആയിരുന്നു. പ്രപഞ്ചത്തെ നിരീക്ഷിക്കാൻ അദ്ദേഹം തന്റെ സ്വന്തം കണ്ണുകൾ ഉപയോഗിച്ചു. നിരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെയാണ് പ്രപഞ്ച രഹസ്യം തേടേണ്ടത് എന്നായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ ഉറച്ച വിശ്വാസം. ഹോക്കിങ്ങിന്റെയും ഐൻസ്ററീന്റെയും ന്യൂട്ടന്റെയും യഥാർത്ഥ മുൻഗാമിയും മാർഗദർശിയും ഗലീലിയോ ആണ്. പ്രകൃതിയുടെ ഒരു അത്ഭുത പ്രതിഭാസമായ ഗുരുത്വാകർഷണത്തെ ആദ്യമായി നിർവചിച്ചത് ഗലീലിയോ ആയിരുന്നു. ഗലീലിയോയുടെ ഗുരുത്വാകർഷണസിദ്ധാന്തത്തെ ഐസക് ന്യൂട്ടൺ വികസിപ്പിച്ചു. ഐൻസ്ററീൻ അതിനെ സമ്പുഷ്ടമാക്കി. പ്രപഞ്ച സൃഷ്ടിയിൽ മുഖ്യപങ്ക് വഹിച്ച ഗുരുത്വാകർഷണത്തെ ആധുനിക ഭൗതികത്തിന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ വിശദീകരിക്കുവാൻ ശ്രമിക്കുകയാണ് ഹോക്കിങ്. അദ്ദേഹം ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്തെ മററു പ്രകൃതി ബലങ്ങളുമായി ഏകീകരിക്കുവാനുള്ള യജ്ഞത്തിലാണ്.

അരിസ്റ്റോട്ടിൽ

ഗലീലിയോ



ഐസക്ന്യൂട്ടൺ

ഐൻസ്റ്റീൻ

അരിസ്റ്ററോട്ടിലിൻെറ പ്രമാണം പ്രപഞ്ചത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന എല്ലാ നിയമങ്ങളും ശുദ്ധചിന്തകൊണ്ട് ശക്തിപ്പെടുത്താൻ കഴിയുമെന്നും ഇത് നിരീക്ഷണവിധേയമാക്കി പരിശോധിക്കേണ്ട ആവശ്യമില്ലെന്നും അനുശാസിച്ചു. നൂററാണ്ടുകളായി നിലനിന്ന ഈ ചിന്താഗതിയെ തിരുത്തിക്കുറിച്ചത് ഗലീലിയോ ആയിരുന്നു. വസ്തുക്കളുടെ ചലനത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ഇന്നത്തെ നമ്മുടെ അറിവ് ഗലീലിയോ, ന്യൂട്ടൺ എന്നിവരുടെ കാലം മുതലുള്ളതാണ്. ഒരു വസ്തുവിൻെറ സഹജാവസ്ഥ വിരാമം ആണെന്നും വസ്തു സഞ്ചരിക്കുന്നത് ബലമോ ആവേഗമോ (Impulse) അതിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുമ്പോൾ ആണെന്നും, ഒരു വസ്തു സ്ഥിരപ്രവേഗത്തോടെ ചലിക്കണമെങ്കിൽ നിരന്തരം ബലം ചെലുത്തണമെന്നും അരിസ്റ്ററോട്ടിൽ വിശ്വസിച്ചു. ഭൂമി സ്ഥിരാവസ്ഥയിലാണെന്ന അരിസ്റ്ററോട്ടിലിൻെറ ധാരണയിൽനിന്നും രൂപംകൊണ്ടതായിരുന്നു ഈ സിദ്ധാന്തം. അരിസ്റ്ററോട്ടിലിൻെറ ചലനസിദ്ധാന്തത്തെ ഏകദേശം 2000 വർഷങ്ങളോളം എതിർക്കാൻ ആരും ധൈര്യപ്പെട്ടില്ല.

അരിസ്റ്ററോട്ടിലിൻെറ ചലനസിദ്ധാന്തം തെററാണെന്ന് സ്ഥാപിക്കുവാൻ ഗലീലിയോ നിരവധി പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി. ഈ പരീക്ഷണങ്ങളിലൊന്നാണ് ചരിവുതലങ്ങളിലെ ചലനങ്ങളെപ്പററി അദ്ദേഹം നടത്തിയ പരീക്ഷണം. ചരിവുതലങ്ങളിലെ ചലനങ്ങളിൽനിന്നും ഗലീലിയോ എത്തിച്ചേർന്ന നിഗമനം ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന വസ്തുക്കളെ തുടർന്നു ചലിപ്പിക്കുന്നതിന് ബലം ആവശ്യമില്ലെന്നാണ്. ഘർഷണം കുറഞ്ഞ തിരശ്ചീന പ്രതലത്തിൽ ഇത് സ്ഥിരീകരിക്കപ്പെട്ടു. പ്രതലം മിനുസമാകുംതോറും കൂടുതൽ സ്ഥിരമായ പ്രവേഗത്തോടെ കൂടുതൽ ദൂരം വസ്തുക്കൾ ചലിക്കുന്നത് അദ്ദേഹം കണ്ടു. ഒരു സമതലത്തിലൂടെ ചലനം ഉത്തമ സാഹചര്യത്തിൽ ഒരിക്കലും നിലയ്ക്കില്ലെന്ന് അദ്ദേഹം ഊഹിച്ചു. ഈ പരീക്ഷണങ്ങൾ വഴി അദ്ദേഹം ശാസ്ത്രത്തിനു നൽകിയ സംഭാവനയാണ് ജഡത്വ നിയമം (Principle of Inertia). ''മററൊരു ബാഹ്യബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നതു വരെ സമരൂപ ചലനാവസ്ഥയിലുള്ളത് അതേ അവസ്ഥയിലും വിരാമാവസ്ഥയിലുള്ളത് അതേ അവസ്ഥയിലും തുടരും.''

ഗലീലിയോയ്ക്കു മുമ്പുവരെ വിവിധ ഭാരമുള്ള വസ്തുക്കൾ വിവിധ വേഗത്തിൽ താഴേക്കു വീഴുമെന്നാണ് വിശ്വസിച്ചിരുന്നത്. അരിസ്റ്ററോട്ടിലും ഈ വിശ്വാസിയായിരുന്നു. ഈ വിശ്വാസം തെററാണെന്ന് തെളിയിക്കുവാനാണ് പിസാ ഗോപുരത്തിൽനിന്നും വിവിധ ഭാരമുള്ള വസ്തുക്കൾ താഴോട്ട് ഇട്ട് ഗലീലിയോ പരീക്ഷണം നടത്തിയത്. ഈ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ വസ്തുക്കളുടെ ഭാരം എത്രയാണെങ്കിലും ഓരോ വസ്തുവും അതിൻെറ വേഗത വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നത് തുല്യനിലയിലാണെന്ന് അദ്ദേഹം കണ്ടെത്തി. ഒരു ഈയക്കട്ട തൂവലിനെക്കാൾ വേഗതയിൽ നിലംപതിക്കുന്നതിനുള്ള കാരണം വായുപ്രതിരോധംകൊണ്ട് തൂവലിൻെറ വേഗത കുറയുന്നു എന്നു മാത്രമാണ്. രണ്ട് വ്യത്യസ്ത ഭാരമുള്ള ഈയക്കട്ടകൾ താഴേക്കിട്ടാൽ അവ ഒരേ നിരക്കിൽ നിപതിക്കുന്നു.

ഗലീലിയോയുടെ പരീക്ഷണങ്ങളും ഗണിതപരമായ കണക്കുകൂട്ടലും ന്യൂട്ടൺ തൻെറ ചലനനിയമങ്ങൾക്ക് ആധാരമായെടുത്തു. ന്യൂട്ടൻെറ ഒന്നാം ചലന നിയമം ഗലീലിയോയുടെ ജഡത്വനിയമത്തിൻെറ മററൊരു രീതിയിലുള്ള നിർവചനമാണ്. ന്യൂട്ടൻെറ ഒന്നാം നിയമം നേർരേഖയിലൂടെ

ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതോ വിരാമാവസ്ഥയിൽ ഇരിക്കുന്നതോ ആയ ഒരു വസ്തു ബാഹ്യബലം അതിൽ പ്രയോഗിക്കുന്നതുവരെ അതേ അവസ്ഥയിൽ തുടരുന്നു. നിത്യജീവിതത്തിൽ ജഡത്വത്തിനു (Inertia) ധാരാളം ഉദാഹരണങ്ങൾ ഉണ്ട്. ഓടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ബസ്സ് പെട്ടെന്നു നിറുത്തുമ്പോൾ യാത്രക്കാർ മുന്നോട്ട് ആയുന്നു. ഇതേ കാരണംകൊണ്ടുതന്നെയാണ് ഒരാൾ ഓടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന വണ്ടിയിൽനിന്നു ചാടിയാൽ അയാൾ വണ്ടിയുടെ ദിശയിൽതന്നെ മുന്നോട്ടു വീഴുന്നത്. അരിസ്റേറാട്ടിലിൻെറയും ഗലീലിയൊ, ന്യൂട്ടൺ എന്നിവരുടെയും ആശയങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള അന്തരം കേവലമായ വിരാമാവസ്ഥയുടെ അഭാവമാണ്. കേവലമായ വിരാമാവസ്ഥയിൽ അരിസ്റേറാട്ടിൽ വിശ്വസിച്ചപ്പോൾ കേവലമായ വിരാമാവസ്ഥ എന്നൊന്നില്ലെന്ന് ഗലീലിയോയും ന്യൂട്ടനും തെളിയിച്ചു. കേവലമായ വിരാമാവസ്ഥയില്ലെങ്കിൽ രണ്ട് വ്യത്യസ്ത സമയങ്ങളിൽ ''സ്ഥലത്തിൽ'' നടക്കുന്ന സംഭവങ്ങൾ ഒരേ സ്ഥലത്തുവച്ചുതന്നെയാണോ നടന്നതെന്ന് നിർണയിക്കാനാവില്ല. യഥാർത്ഥത്തിൽ ന്യൂട്ടൻെറ ചലനനിയമങ്ങൾ ''സ്ഥലത്തിൽ'' കേവലസ്ഥാനം എന്നുള്ള ആശയത്തിനു വിരാമം ഇട്ടു. എന്നാൽ ഏററവും രസകരമായ വസ്തുത ന്യൂട്ടൻെറ നിയമങ്ങൾ ''സ്ഥല''ത്തിൻെറ ആപേക്ഷികത (കേവലസ്ഥാനത്തിൻെറയും കേവലസ്ഥലത്തിൻെറയും അഭാവം) സ്ഥാപിച്ചെങ്കിലും ന്യൂട്ടൺ അത് സ്വയം അംഗീകരിക്കാൻ തയ്യാറായില്ല എന്നതാണ്. ന്യൂട്ടൻെറ ദൈവവിശ്വാസമായിരുന്നു ഇതിനു തടസ്സം. കേവലസ്ഥലമില്ലെങ്കിൽ കേവല സ്രഷ്ടാവ് എന്ന ആശയം തകരുമെന്ന് അദ്ദേഹം ഭയപ്പെട്ടു. സ്ഥലം കേവലമല്ലെങ്കിൽ പ്രപഞ്ചവും സ്ഥിരമല്ലെന്നാണ് അർത്ഥം. പ്രപഞ്ചം സ്ഥിരമല്ലെന്ന് വിശ്വസിക്കുന്നതിനും ന്യൂട്ടൺ തയ്യാറായില്ല. എന്നിട്ടും ന്യൂട്ടൻെറ ആപേക്ഷിക സ്ഥലത്തെ സംബന്ധിച്ച ശാസ്ത്രസത്യത്തെ പലരും രൂക്ഷമായി വിമർശിച്ചു. അക്കാലത്തെ പ്രസിദ്ധ ദാർശനികനായ ബിഷപ്പ് ബർക്കിലിയുടെ കടുത്ത വിമർശനങ്ങൾക്ക് വിധേയമായി ന്യൂട്ടൺ നിയമങ്ങൾ. ബർക്കിലിയുടെ അഭിപ്രായത്തിൽ എല്ലാ ഭൗതിക വസ്തുക്കളും സ്ഥലവും കാലവും മനസ്സിൻെറ തോന്നലാണ്.

അരിസ്റേറാട്ടിലും ന്യൂട്ടണും കേവല ''കാല''ത്തിൽ വിശ്വസിച്ചു. രണ്ടു സംഭവങ്ങൾക്കിടയിലെ കാലം കൃത്യമായി അളക്കാമെന്നും അത് ആര് അളന്നാലും കൃത്യതയുള്ള ഘടികാരം ഉപയോഗിച്ചാണെങ്കിൽ ഒന്നായിരിക്കുമെന്നാണ്. കാലം പൂർണമായി സ്ഥലത്തിൽനിന്നും സ്വതന്ത്രമാണ്. ഇതാണ് സാധാരണക്കാരുടെ പൊതുകാഴ്ചപ്പാട്. താരതമ്യേന വേഗത കുറഞ്ഞ വസ്തുക്കളെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം നമ്മുടെ ഈ സ്ഥലകാല സങ്കല്പം ശരിയാണെന്നു തോന്നാം. എന്നാൽ സ്ഥലത്തെയും കാലത്തെയും സംബന്ധിച്ച ആധുനിക ഭൗതികത്തിൻെറ കാഴ്ചപ്പാട് ഇതിൽനിന്നും തികച്ചും വ്യത്യസ്തമാണ്.

ഗലീലിയോയും ന്യൂട്ടണും ആവിഷ്കരിച്ച സ്ഥലകാല സങ്കല്പങ്ങൾ ഖഗോള ശാസ്ത്രത്തിലെയും ബലതന്ത്രത്തിലെയും നിരീക്ഷണങ്ങളെ തൃപ്തികരമായി വിശദീകരിക്കുവാൻ പര്യാപ്തമായിരുന്നു. എന്നാൽ ഇതേ നിയമങ്ങൾ പ്രകാശവേഗതയിലോ അതിനടുത്ത വേഗതയിലോ സഞ്ചരിക്കുന്ന വസ്തുക്കൾക്ക് ബാധകമാക്കിയപ്പോൾ ശരിയായ ഫലങ്ങൾ എപ്പോഴും ലഭിച്ചില്ല. എല്ലാ അവസരങ്ങളിലും യുക്തിഭദ്രമായ വിധത്തിൽ ഫലങ്ങൾ ലഭിക്കത്തക്ക രീതിയിൽ സ്ഥലകാലത്തെ സംബന്ധിച്ച കാഴ്ചപ്പാടുകൾ ആവിഷ്കരിച്ചത് ആൽബർട്ട് ഐൻസ്ററീൻ ആയിരുന്നു.

സ്ഥലവും കാലവും ഐൻസ്ററീനും

1905 ൽ ഐൻസ്ററീൻ പ്രസിദ്ധീകരിച്ച *വിശിഷ്ടാപേക്ഷിക സിദ്ധാന്തം (Special Theory of Relativity)* ശാസ്ത്രചരിത്രഗതിയെ തിരിച്ചുവിട്ടു. സ്ഥലത്തെയും കാലത്തെയുംപററി അന്നുവരെയുണ്ടായിരുന്ന സങ്കല്പങ്ങളെ വിശിഷ്ടാപേക്ഷികസിദ്ധാന്തം മാററിമറിച്ചു. ശാസ്ത്രം പുതിയ രീതിയിൽ സ്ഥലത്തെയും കാലത്തെയും നോക്കിക്കാണാൻ തുടങ്ങി.

ഐൻസ്ററീൻെറ വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം അനുസരിച്ച് പ്രകാശം ബഹിരാകാശത്തിലും ശൂന്യതയിലൂടെയും ക്വാണ്ടം (Quantum) രൂപത്തിലാണ് സഞ്ചരിക്കുന്നത്. ഈ ക്വാണ്ടം കണത്തിൻെറ പേരാണ് ഫോട്ടോൺ. അന്നുവരെ കരുതിയിരുന്നത് പ്രകാശം ഒരു സാങ്കല്പിക മാദ്ധ്യമമായ ഈഥറിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്നാണ്. ഐൻസ്ററീൻെറ കണ്ടുപിടിത്തം ഈഥറിൻെറ ആവശ്യം ഇല്ലാതാക്കി. പ്രകാശത്തിൻെറ പ്രവേഗം (velocity) അതിൻെറ പ്രഭവം (source) എങ്ങനെ ചലിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും സ്ഥിരമായിരിക്കുമെന്ന് അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. ന്യൂട്ടൻെറ സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ചു നിരീക്ഷകനോട് അടുക്കുന്ന പ്രഭവത്തിൽനിന്നുള്ള പ്രകാശത്തിൻെറ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം കൂടുന്നതായും അകലുന്ന പ്രഭവത്തിൽനിന്നുള്ളതിൻെറ പ്രവേഗം കുറയുന്നതായും തോന്നണം. ഇത് തെററാണെന്ന് ഐൻസ്ററീൻ തെളിയിച്ചു. മാത്രമല്ല പ്രവേഗം അനുസരിച്ച് എല്ലാ വസ്തുക്കളുടെയും ദ്രവ്യമാനം (mass) വർദ്ധിക്കുന്നതായി അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. വേഗം വർദ്ധിക്കുന്നതനുസരിച്ച് ചലനദിശയിലുള്ള സങ്കോചത്തിനും ദ്രവ്യമാനവർദ്ധനവിനും പുറമേ സമയംതന്നെ സാവധാനത്തിൽ ആയിത്തീരുമെന്ന് ഐൻസ്ററീൻ വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിലൂടെ സമർത്ഥിച്ചു. ഐൻസ്ററീൻെറ സിദ്ധാന്തത്തിൻെറ സവിശേഷത കേവലസ്ഥലം, കേവലസമയം എന്നീ സങ്കല്പങ്ങളെ തകർത്തു എന്നതാണ്. പ്രകാശപ്രവേഗം സ്ഥിരമാണെന്ന (3,00000 കി/സെ) കണ്ടുപിടിത്തം ആധുനിക ഭൗതികത്തിലെ ഏററവും വലിയ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളിലൊന്നായിരുന്നു. ഐൻസ്ററീൻെറ ഈ കണ്ടുപിടിത്തത്തെ അധികമാരും വിശ്വസിക്കുവാൻ തയ്യാറായില്ല. എന്നാൽ ഐൻസ്ററീൻ തറപ്പിച്ചുപറഞ്ഞു പ്രപഞ്ചത്തിലെ എല്ലാ വസ്തുക്കളുടെയും വേഗം മറെറാന്നിന് ആപേക്ഷികമാണ്. എന്നാൽ ഈ പ്രകാശവേഗം മറെറാന്നിനും ആപേക്ഷികമല്ല.

നിരീക്ഷകൻെറ വേഗതയെ ആശ്രയിച്ച് പ്രകാശവേഗത മാറുന്നില്ലെന്ന സുപ്രധാന കണ്ടുപിടിത്തമാണ്, ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തിന് അടിസ്ഥാനമായത്. അദ്വിതീയമായ കേവലസമയം എന്നൊന്നില്ല. ഓരോ നിരീക്ഷകനും

അവരവരുടേതായ സമയം ഉണ്ട്. 'എന്നന്നേക്കും' എന്ന ആശയംതന്നെ ആപേക്ഷികതാ പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഇല്ലാതായി. സമയം കേവലമാണെന്നും അത് ഒരു നദിപോലെ ഭൂതകാലത്തിൽനിന്നും വർത്തമാനകാലത്തേക്ക് ഒഴുകിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു എന്നുള്ള ന്യൂട്ടൻെറ സങ്കല്പത്തിന് ഐൻസ്ററീൻ അന്ത്യം കുറിച്ചു.

ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തിൽ കേവലസമയം എന്നൊന്നില്ലെന്നും ഓരോ വ്യക്തിക്കും വ്യക്തിനിഷ്ഠമായ അളവുകൾ ഉണ്ടെന്നും അത് അയാൾ എവിടെ നിൽക്കുന്നു, എങ്ങനെ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്നതിനെ ആശ്രയി ച്ചാണിരിക്കുന്നതെന്നുള്ളതിന് ഉദാഹരണമാണ് ഇരട്ട വിരോധാഭാസം (twin paradox). ഇരട്ടകളെ സങ്കല്പിക്കുക. ഇതിൽ ഒരാൾ ബഹിരാകാശ നൗകയിൽ പ്രകാശവേഗത്തിൽ ഒരു നീണ്ടയാത്രയ്ക്ക് പോയെന്ന് കരുതുക. അയാൾ ബഹിരാകാശയാത്ര കഴിഞ്ഞ് ഭൂമിയിൽ തിരിച്ചുവരുമ്പോൾ ഭൂമിയിൽ നിന്നയാളെക്കാൾ ചെറുപ്പമാകുന്നു.

സ്ഥലവും കാലവും നിരീക്ഷകൻെറ ചലനത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കു മെന്നു തെളിയിക്കാൻ ഐൻസ്ററീൻ അതിലളിതമായ ചില ഉദാഹരണങ്ങൾ നമുക്ക് കാട്ടിത്തന്നു. റെയിൽവേ പ്ലാററ്ഫോമിൽ നിൽക്കുന്ന ഒരാൾക്ക് ഓടുന്ന ട്രെയിനിൻെറ ജനൽ ചെറുതാകുന്നതായി കാണാം. ട്രെയിനിൻെറ വേഗത പ്രകാശവേഗത്തിനടുത്താകുമ്പോൾ ജനലിൻെറ നീളംതന്നെ ഇല്ലാതാകുന്നതായി തോന്നും. എന്നാൽ ട്രെയിനിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നയാൾക്ക് ജനൽ അതേപോലെയിരിക്കും. രണ്ടു വ്യത്യസ്ത സമയങ്ങളിൽ ''സ്ഥല'' ത്തിൽ നടക്കുന്ന സംഭവങ്ങൾ ഒരേ സ്ഥലത്തുവച്ചുതന്നെയാണോ നടന്ന തെന്ന് നിർണയിക്കാനാവില്ല. ഉദാഹരണത്തിന് ഓടുന്ന തീവണ്ടിയിൽ ഒരു ടേബിൾടെന്നീസ് പന്ത് ഓരോ സെക്കൻറ് ഇടവിട്ട് മേശയിൽ മേലോട്ടും താഴോട്ടും തട്ടിപൊങ്ങുന്നു എന്ന് സങ്കല്പിക്കുക. പുറത്തെ റയിൽപാളത്തിന രികിൽ നിൽക്കുന്ന ഒരാൾ ആദ്യത്തെ തട്ടൽ കഴിഞ്ഞ് ഏകദേശം 40 മീററർ അകലെയായിരിക്കും രണ്ടാമത്തെ തട്ടൽ നടക്കുന്നത് കാണുന്നത്. കാരണം, രണ്ടു തട്ടിപൊങ്ങലുകൾക്കിടയിൽ ട്രെയിൻ ഇത്രയും ദൂരം സഞ്ചരിച്ചിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് കേവലവിരാമാവസ്ഥ എന്നൊന്നില്ലെന്നർത്ഥം. മറെറാരു രീതി യിൽ പറഞ്ഞാൽ ഒരു സംഭവത്തിനു സ്ഥലത്തിൽ കേവലം ഒരു സ്ഥാനം നൽകാൻ കഴിയില്ല.

സ്വതന്ത്രമായി ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന എല്ലാ നിരീക്ഷകരെയും സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം അവരുടെ വേഗത എത്രതന്നെയായാലും ശാസ്ത്രനിയ മങ്ങൾ ഒന്നുതന്നെയാണ്. ഇത് ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തിൻെറ മൗലിക തത്ത്വമാണ്. എല്ലാ നിരീക്ഷകർക്കും അവർ എത്രതന്നെ വേഗതയിൽ സഞ്ചരിച്ചാലും പ്രകാശവേഗത ഒന്നുതന്നെയായിരിക്കുന്നു. ഈ കൊച്ച് ആശയം ശാസ്ത്രചരിത്രത്തിൽ വിപ്ലവകരമായ മുന്നേററങ്ങൾക്ക് ഇടയാക്കി. ഈ ആശയത്തിൽനിന്നു രൂപംകൊണ്ടതാണ് ഐൻസ്ററീൻെറ പ്രസിദ്ധമായ $E=mc^2$ എന്ന സമീകരണം (E ഊർജ്ജം m ദ്രവ്യമാനം C പ്രകാശപ്രവേഗം). ഐൻസ്ററീൻ വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം അവതരിപ്പിക്കുന്നതിനു മുൻപുവരെ ദ്രവ്യത്തെയും ഊർജ്ജത്തെയും വ്യത്യസ്തവും വ്യതിരിക്തവു മായിട്ടാണ് കണ്ടിരുന്നത്. ദ്രവ്യവും ഊർജ്ജവും തമ്മിലുള്ള സമാനത

കണ്ടെത്തിയത് ഐൻസ്ററീൻ ആയിരുന്നു. ദ്രവ്യവും ഊർജ്ജവും തമ്മിലുള്ള സമാനത കാരണം ഒരു വസ്തുവിൻെറ ചലനംകൊണ്ട് കിട്ടുന്ന ഊർജ്ജം അതിൻെറ ദ്രവ്യമാനത്തെ വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നു. ദ്രവ്യത്തെ ഊർജ്ജമായും ഊർജ്ജത്തെ ദ്രവ്യമായും മററാവുന്നതാണെന്നും ഐൻസ്ററീൻ തെളിയിച്ചു. ഒരു വസ്തുവിൻെറ ചെറിയ അളവ് ദ്രവ്യത്തെ ഊർജ്ജമാക്കി മാററുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന സ്ഫോടനത്തിന് ആയിരക്കണക്കിനു ടൺ ടി. എൻ. ടി സ്ഫോടകശക്തി ഉണ്ടാകും. ഈ സമീകരണമനുസരിച്ച് ഒരിക്കലും ഒരു വസ്തു പ്രകാശവേഗത്തിലെത്തില്ല. കാരണം, അപ്പോൾ അതിൻെറ ദ്രവ്യമാനം അനന്തമായിത്തീരുന്നു. ദ്രവ്യഊർജ്ജ സമാനത കാരണം ഒരു വസ്തുവിനു പ്രകാശവേഗം എത്തണമെങ്കിൽ അനന്തഊർജ്ജം വേണം. ഈ കാരണംകൊണ്ട് ദ്രവ്യമാനം ഉള്ള വസ്തുവിൻെറ വേഗത പ്രകാശവേഗതയിൽ കുറവായിരിക്കും. പ്രകാശത്തിനോ അല്ലെങ്കിൽ ദ്രവ്യമാനം ഇല്ലാത്ത തരംഗങ്ങൾക്കോ മാത്രമേ പ്രകാശവേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുവാൻ കഴിയൂ.

വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തിന് ഏകാത്മകമല്ലാത്ത ചലനങ്ങളോ വക്രപഥങ്ങളിലൂടെയുള്ള ചലനങ്ങളോ അല്ലെങ്കിൽ ഗ്രഹചലനങ്ങളോ വിശദീകരിക്കാൻ കഴിഞ്ഞില്ല. വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തെക്കാൾ മെച്ചപ്പെട്ട ഒരു സിദ്ധാന്തം ത്വരിതപ്പെട്ടതോ ഗുരുത്വാകർഷണത്തിന് വിധേയമാകുന്നതോ ആയ ചലനം വിശദീകരിക്കാൻ ആവശ്യമായിരുന്നു. 1915-ൽ ഐൻസ്ററീൻ പ്രസിദ്ധീകരിച്ച *പൊതു ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം (General Theory of Relativity)* ഇത്തരം ചലനങ്ങളെ ഫലപ്രദമായി വിശദീകരിച്ചു. ഐൻസ്ററീൻെറ പ്രപഞ്ചവീക്ഷണം സ്ഥലകാലങ്ങളെ വേർപിരിയാൻ ആവാത്തവിധം കൂട്ടിയിണക്കുന്നു. ഒരു ചതുർമാനിയ സ്ഥലകാലസംയോഗം നടക്കുന്നു. ഐൻസ്ററീൻെറ ഗുരുനാഥന്മാരിൽ ഒരാളായ ഹെർമാൻ മിൻക്കോ വിസ്കിയാണ് 1907-ൽ ഈ ആശയം ആദ്യമായി മുന്നോട്ടു വച്ചത്. ഐൻസ്ററീൻ ഈ ആശയത്തെ സമർത്ഥമായി പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തിൽ ഉപയോഗിച്ചു.

പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം ഗുരുത്വാകർഷണത്തെക്കുറിച്ച് തികച്ചും നൂതനമായൊരു കാഴ്ചപ്പാടാണ് മുന്നോട്ടുവെച്ചത്. ദ്രവ്യത്തിൻെറ സാന്നിദ്ധ്യം സമീപത്തുള്ള സ്ഥലത്തെ വളയ്ക്കുന്നു. സഞ്ചാരം സുഗമമാക്കുന്നതിനു വസ്തുക്കൾ ഈ വക്രപഥത്തിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഇതൊരു അസാധാരണ വിശദീകരണമായി അക്കാലത്തെ ഭൗതിക ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് തോന്നി. എന്നാൽ ന്യൂട്ടൻെറ ഗുരുത്വാകർഷണ സിദ്ധാന്തത്തിനു വിശദീകരിക്കുവാൻ കഴിയാത്ത ചില പ്രതിഭാസങ്ങൾ ഇത് സമർത്ഥമായി വിശദീകരിച്ചു. സൂര്യനു ചുററുമുള്ള ബുധൻെറ ചലനം കൃത്യമായി വിശദീകരിക്കാൻ ന്യൂട്ടൻെറ ഗുരുത്വാകർഷണനിയമങ്ങൾ പര്യാപ്തമായിരുന്നില്ല. പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം ബുധൻെറ ചലനം കൃത്യമായി നിർവചിച്ചു. ഗലീലിയോയും ന്യൂട്ടനും ഗുരുത്വാകർഷണത്തെ പ്രകൃതിയിലെ അദ്വിതീയബലമായിട്ടാണ് കരുതിയിരുന്നത്. ഐൻസ്ററീൻ ഗുരുത്വാകർഷണത്തെ സൂര്യ-ചന്ദ്രന്മാരുടെയും ഭൂമിയുടെയും ഗ്രഹങ്ങളുടെയും പരിധിയിൽനിന്നും പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ പരിധിയിലേക്ക് വ്യാപിപ്പിച്ചു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ മറെറാരു അത്ഭുതകരമായ നിർവചനം ഗുരുത്വാകർഷണം

ഒരു ബലം അല്ലെന്നുള്ളതായിരുന്നു.

പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തപ്രകാരം ഗുരുത്വാകർഷണ ക്ഷേത്രം (Gravitational field) പ്രകാശരശ്മികളെ വളയ്ക്കണം. ദൂരെയുള്ള ഒരു നക്ഷത്രത്തിൽനിന്നു സൂര്യൻെറ തൊട്ടടുത്തുകൂടി വരുന്ന ഒരു പ്രകാശകിരണം എത്ര കണ്ട് വളയുമെന്ന് ഐൻസ്ററീൻ കണക്കു കൂട്ടി. 1.75 സെക്കൻറ് കിട്ടുകയും ചെയ്തു. 1919-ൽ ബ്രിട്ടീഷ് റോയൽ അസ്ട്രോണമിക്കൽ സൊസൈററി പടിഞ്ഞാറൻ ആഫ്രിക്കയുടെ പ്രിൻസിപ്പെ ദ്വീപിൽവച്ച് നടത്തിയ പരീക്ഷണം ഐൻസ്ററീൻെറ പ്രവചനം ശരിവച്ചു.

1915 വരെ സ്ഥലകാലങ്ങൾ സ്ഥിരമാണെന്ന് കരുതപ്പെട്ടു. അതിൽ നടക്കുന്ന സംഭവങ്ങൾ സ്ഥലകാലത്തെ ബാധിക്കില്ലെന്നായിരുന്നു ധാരണ. വിശിഷ്ടാപേക്ഷികസിദ്ധാന്തംപോലും ഇതു ശരിവച്ചു. വസ്തുക്കൾ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ ആകർഷണബലവും വികർഷണബലവും ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ കാലവും സ്ഥലവും മാററത്തിനു വിധേയമാകാതെ അനുസ്യൂതം തുടരുന്നു എന്നതായിരുന്നു വിശ്വാസം. സ്ഥലവും കാലവും എന്നും മുന്നോട്ടുപോകുമെന്നും ചിന്തിച്ചു. പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തിൽ സ്ഥലവും കാലവും ചലനാത്മക ഗതിക പരിണാമങ്ങളാണ് (dynamic quantities). ഒരു വസ്തു സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ അത് സ്ഥലത്തിൻെറയും കാലത്തിൻെറയും വക്രതയെ ബാധിക്കുന്നു. തിരിച്ചു വസ്തു സഞ്ചരിക്കുന്നതും ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നതുമായ രീതിക്കനുസരിച്ചു സ്ഥലകാലത്തിൻെറ ഘടനയിലും മാററം ഉണ്ടാകുന്നു. സ്ഥലത്തിലും കാലത്തിലും മാത്രമല്ല പ്രപഞ്ചത്തിൽ എന്തു സംഭവിക്കുമ്പോഴും മാററം ഉണ്ടാകുന്നു.

സ്ഥലത്തെയും കാലത്തെയും കുറിച്ചുള്ള പുതിയ അറിവ് അന്നുവരെ യുണ്ടായിരുന്ന പ്രപഞ്ച വീക്ഷണത്തിൽ വിപ്ലവകരമായ മാററം വരുത്തി. ഐൻസ്ററീൻെറ ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തങ്ങളാണ് ആധുനികപ്രപഞ്ച ശാസ്ത്രത്തിന് അടിത്തറ പാകിയത്. അതുകൊണ്ടാണ് ഐൻസ്ററീനെ ആധുനികസൈദ്ധാന്തിക പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തിൻെറ പിതാവ് എന്നു വിശേഷി പ്പിക്കപ്പെടുന്നത്. എല്ലാ കാലവും നിലനിന്നിരുന്നതും തുടർന്നും നിലനിന്നേ ക്കാവുന്നതും മാററത്തിനു വിധേയമാകാത്തതുമാണ് പ്രപഞ്ചമെന്ന പഴഞ്ചൻ ധാരണയെ ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം കടപുഴക്കി എറിഞ്ഞു. ഗതികവും ഒരു നിശ്ചിത സമയത്തിനു മുമ്പേ ആരംഭിക്കുന്നതും ഭാവിയിൽ നിശ്ചിതസമയത്ത് അവസാനിക്കുന്നതുമായ ഒരു വികസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചം എന്ന ആശയം ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തോടെ ആവിഷ്കരിക്കപ്പെട്ടു. പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തിൻെറ വിവക്ഷിതാർത്ഥം പ്രപഞ്ചത്തിന് ഒരു തുടക്കവും ഒരുപക്ഷേ ഒടുക്കവും ഉണ്ടായേക്കാം എന്നാണ്. ഹോക്കിങ്ങും പ്രശസ്ത ബ്രിട്ടീഷ് ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനായ റോജർ പെൻറോസും ചേർന്ന് സംയുക്തമായി പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തെക്കുറിച്ച് നടത്തിയ ഗവേഷണങ്ങൾ ഇത് സൈദ്ധാന്തികമായി ശരിയാണെന്നു തെളിയിച്ചു.

വികസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചം

20-ാം നൂററാണ്ടിലെ ഏററവും വലിയ ബൗദ്ധികവിപ്ലവങ്ങളിലൊന്നായിരുന്നു വികസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചം എന്ന കണ്ടുപിടിത്തം. പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ഇത്തരത്തിലുള്ള സ്വഭാവം 17-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനത്തിൽ ന്യൂട്ടണ് പ്രവചിക്കാമായിരുന്നു. ന്യൂട്ടൻെറ ഗുരുത്വാകർഷണ സിദ്ധാന്തം പ്രപഞ്ചം വികസിക്കുന്നു എന്ന് വ്യക്തമായ സൂചന നൽകിയിരുന്നു. ന്യൂട്ടൻെറ ചലനനിയമങ്ങളനുസരിച്ച് കേവലമായ വിരാമാവസ്ഥ എന്നൊന്ന് ഇല്ലായിരുന്നല്ലോ. സ്ഥലത്തിൻെറ ആപേക്ഷികതയും അത് അംഗീകരിച്ചിരുന്നല്ലോ. അതായത് കേവലസ്ഥലം എന്നൊന്നില്ലെന്നായിരുന്നു ഇതിനർത്ഥം. എന്നാൽ ന്യൂട്ടൺ കേവലസ്ഥലത്തിൽ അടിയുറച്ച് വിശ്വസിച്ചു. ഇതിനു കാരണം ന്യൂട്ടൻെറ മതവിശ്വാസമായിരുന്നു. ന്യൂട്ടൺ തൻെറ മതവിശ്വാസങ്ങളെ മറികടക്കാൻ തൻെറ സ്വന്തം സിദ്ധാന്തങ്ങളെ അനുവദിച്ചില്ല. ന്യൂട്ടൻെറ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ ഒരു ചരപ്രപഞ്ച മാതൃകയാണ് നൽകിയതെങ്കിലും ന്യൂട്ടൻെറ മതവിശ്വാസങ്ങൾ അദ്ദേഹത്തെ പ്രപഞ്ചം നിശ്ചരമാണെന്ന് വിശ്വസിക്കുവാൻ നിർബന്ധിതമാക്കി.

ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തിൻെറ ഉപജ്ഞാതാവായ ഐൻസ്ററീനും പ്രപഞ്ചം വികസിക്കുന്നു എന്ന് അംഗീകരിക്കുവാൻ വിസമ്മതിച്ചു. ആധുനിക പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തിൻെറ തുടക്കം കുറിച്ചത് 1917-ൽ പ്രസിദ്ധീകരിച്ച ഐൻസ്ററീൻെറ സുപ്രസിദ്ധമായ ക്ഷേത്രസമീകരണങ്ങളോടെയാണ്. പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തിൽ അധിഷ്ഠിതമായ ഈ ക്ഷേത്രസമീകരണങ്ങൾ അടങ്ങുന്ന ഐൻസ്ററീൻെറ പ്രബന്ധത്തെ *പ്രപഞ്ചത്തെപ്പററിയുള്ള പ്രബന്ധങ്ങൾ* (Cosmological Paper) എന്ന പേരിലാണ് ഭൗതികശാസ്ത്രലോകത്ത് അറിയപ്പെടുന്നത്. ഐൻസ്ററീൻെറ സമീകരണങ്ങൾ വികസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചത്തിൻേറതായിരുന്നു. എന്നാൽ അദ്ദേഹത്തിനു വികസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ മാതൃക സ്വയം ഉൾക്കൊള്ളാൻ കഴിഞ്ഞില്ല. അതുകൊണ്ട് ക്ഷേത്രസമീകരണങ്ങളിൽ ഒരു പ്രപഞ്ചസ്ഥിരാങ്കം (Cosmological constant) ഉൾപ്പെടുത്തി ഒരു നിശ്ചല പ്രപഞ്ചമാതൃകയ്ക്ക് രൂപകല്പന നടത്തുകയായിരുന്നു ഐൻസ്ററീൻ. സ്ഥിരവും മാററമില്ലാത്തതും ഏകസമാനവും അനന്തവുമായ ഒരു പ്രപഞ്ച സങ്കല്പമായിരുന്നു അദ്ദേഹം ഇഷ്ടപ്പെട്ടിരുന്നത്. ഇതിനുള്ള കാരണം ഐൻസ്ററീൻെറ ജൂതമത വിശ്വാസമായിരുന്നു. പൊതു ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തെ ഐൻസ്ററീൻ തൻെറ മതവിശ്വാസങ്ങളുമായി കൂട്ടിക്കുഴയ്ക്കുകയായിരുന്നു.

പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ജ്യോമിതി വിശദീകരിക്കുന്നതിന് ഐൻസ്ററീൻ

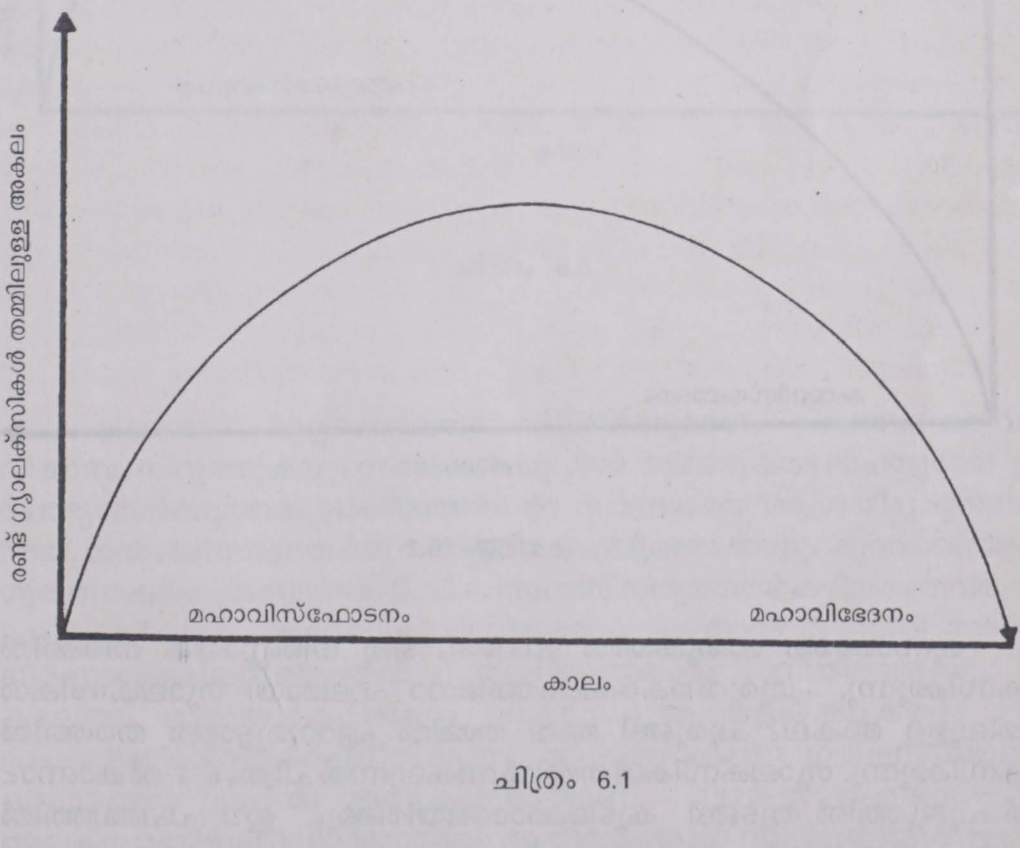
അദ്ദേഹത്തിൻെറ സഹപാഠിയായിരുന്ന മാഴ്സൽ ഗ്രോസ്മാൻെറ (Marcel Grossman) നോട്ടുകളാണ് ഉപയോഗപ്പെടുത്തിയത്. ഈ നോട്ടുകളിൽ ജർമൻ ഗണിത ശാസ്ത്രജ്ഞനായ റീമാൻ 1854-ൽ പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയ ജ്യോമിതിയെ പ്പററി വിശദമായി പരാമർശിച്ചിരുന്നു. റിമാനിയൻ ജ്യോമിതി അനുസരിച്ച് സ്ഥലം ഒരു വീർപ്പിച്ച ഫുട്ബോളിൻെറ ഉപരിതലംപോലെയാണ്. അല്ലെ ങ്കിൽ ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലംപോലെയാണ്. ഭൂമിയിലെ ഒരു ബിന്ദുവിൽനിന്നും ഒരാൾ നേരെ തിരിച്ചാൽ ഒടുവിൽ അതേ ബിന്ദുവിൽതന്നെ അയാൾ എത്തിച്ചേരുന്നതുപോലെ പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ഒരു ബിന്ദുവിൽനിന്നും ഒരാൾ തിരിച്ചാൽ അയാൾ അതേ ബിന്ദുവിൽ എത്തിച്ചേരും. ഐൻസ്ററീൻെറ കാഴ്ചപ്പാടിൽ പ്രപഞ്ചം മൊത്തത്തിൽ സ്ഥിരമായി വർത്തിക്കുന്നു. പ്രാദേശികമായ ചില്ലറ മാററങ്ങൾ മൊത്തം സ്വഭാവത്തെ ബാധിക്കുന്നില്ല. തടസ്സപ്പെടുത്താതെ സഞ്ചരിക്കുന്ന ഒരു പ്രകാശരശ്മി ഐൻസ്ററീൻെറ പ്രപഞ്ചത്തിൽ ശുദ്ധമായ ഒരു വൃത്തത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഒരു സ്ഥിരപ്രപഞ്ചത്തെക്കുറിച്ചുള്ള തൻെറ വിശ്വാസങ്ങൾ തെററായിരുന്നുവെന്ന് അദ്ദേഹം പിന്നീട് സ്വയം വിമർശനപരമായി സമ്മതിച്ചു.

ഡച്ച് ഭൗതിക ശാസ്ത്രജ്ഞനായ വില്യം ഡി. സിററർ (William de Sitter) പ്രപഞ്ചം അസ്ഥിരമാണെന്നും ഒന്നുകിൽ അത് നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ നിൽക്കാതെ വികസിക്കുകയോ ചുരുങ്ങുകയോ ആണെന്നുള്ള ആശയം മുന്നോട്ടുവച്ചു. പ്രപഞ്ചം സ്ഥിരമാണെന്നുള്ള വിശ്വാസത്തെ ചോദ്യംചെയ്തു കൊണ്ട് 1922-ൽ പ്രപഞ്ചം വികസിക്കുന്നു എന്നതിനുള്ള സൈദ്ധാന്തിക തെളിവുകൾ റഷ്യൻ ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനായ അലക്സാണ്ടർ ഫ്രീഡ്മാൻ (Alexander Friedman) നിരത്തിവച്ചു. ഐൻസ്ററീൻെറ സമീകരണങ്ങളെ നിർദ്ധാരണം ചെയ്തതിൽനിന്നും അദ്ദേഹം എത്തിച്ചേർന്ന നിഗമനമായിരുന്നു ഇത്. രണ്ടു രീതിയിലായിരുന്നു ഐൻസ്ററീൻെറ സമീകരണങ്ങളെ ഫ്രീഡ്മാൻ നിർദ്ധാരണം ചെയ്തത്. ഒന്ന്: പ്രപഞ്ചസ്ഥിരാങ്കം ഉൾപ്പെ ടുത്തിയും രണ്ട്: പ്രപഞ്ച സ്ഥിരാങ്കം ഉൾപ്പെടുത്താതെയും. പ്രപഞ്ച സ്ഥിരാങ്കം നിലനിറുത്തിക്കൊണ്ട് ഐൻസ്ററീൻെറ സമീകരണങ്ങളെ വിശദീകരിച്ചപ്പോൾ ഒരു അചര (static) പ്രപഞ്ചമാതൃക ലഭിച്ചു. പ്രപഞ്ചസ്ഥി രാങ്കം ഇല്ലാതെ വിശദീകരിച്ചപ്പോൾ ചരപ്രപഞ്ചമാണ് കണ്ടത്. ഫ്രീഡ്മാൻ ഐൻസ്ററീൻെറ അചരപ്രപഞ്ചമാതൃക തള്ളിക്കളഞ്ഞു. ഫ്രീഡ്മാൻെറ വികസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചത്തിനു മൂന്നു വ്യത്യസ്ത മാതൃകകളാണ് ഉള്ളത്. ഈ മാതൃകകളാണ് ആധുനിക പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനശിലകൾ. ഫ്രീഡ്മാൻെറ പ്രപഞ്ചമാതൃകയിൽ എല്ലാ ഗ്യാലക്സികളും നമ്മിൽനിന്നും അന്യോന്യം ഋജുവായി അകന്നുപോകുന്നു. ഇത് ധാരാളം ചായത്തിൻെറ കുത്തുകളുള്ള ഒരു ബലൂൺ ഊതി വീർപ്പിക്കുമ്പോൾ ആ കുത്തുകൾ അന്യോന്യം അകന്നു പോകുന്നതുപോലെയാണ്. ബലൂൺ വീർക്കുമ്പോൾ രണ്ടു കുത്തുകൾ തമ്മിലുള്ള അകലവും വർദ്ധിക്കും.

ഫ്രീഡ്മാൻെറ ഒന്നാമത്തെ മാതൃക അനുസരിച്ച് വളരെ സാവധാനം വികസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഗ്യാലക്സികൾ തമ്മിലുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം വികാസത്തെ ആദ്യം കുറയ്ക്കുകയും ഒടുക്കം നിറുത്തൽ ചെയ്ത് ക്രമേണ ഗ്യാലക്സികൾ അടുത്തു വരികയും പ്രപഞ്ചം ചുരുങ്ങാൻ തുടങ്ങുകയും

ചെയ്യുന്നു. കാലത്തിനനുസരിച്ച് രണ്ട് അയൽ ഗ്യാലക്സികളുടെ അകലം എങ്ങനെ മാറുന്നു എന്ന് ചിത്രം 6-1ൽ കാണാം. ഇത് പൂജ്യത്തിൽ തുടങ്ങി കൂടിക്കൂടി പരമാവധിവരെ എത്തി പിന്നീട് പൂജ്യത്തിലേക്കുതന്നെ കുറഞ്ഞുവരുന്നു. ഈ മാതൃകയിൽ പ്രപഞ്ചത്തിന് ഒരു അനന്തമായ സ്ഥലമോ സ്ഥലത്തിന് അതിർത്തിയോ ഇല്ലെന്നുള്ളതാണ്. ഗുരുത്വം വളരെ ശക്തമായതുകാരണം സ്ഥലം അതിലേക്കുതന്നെ വളയുകയും ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലംപോലെ ആയിത്തീരുകയുംചെയ്യുന്നു.

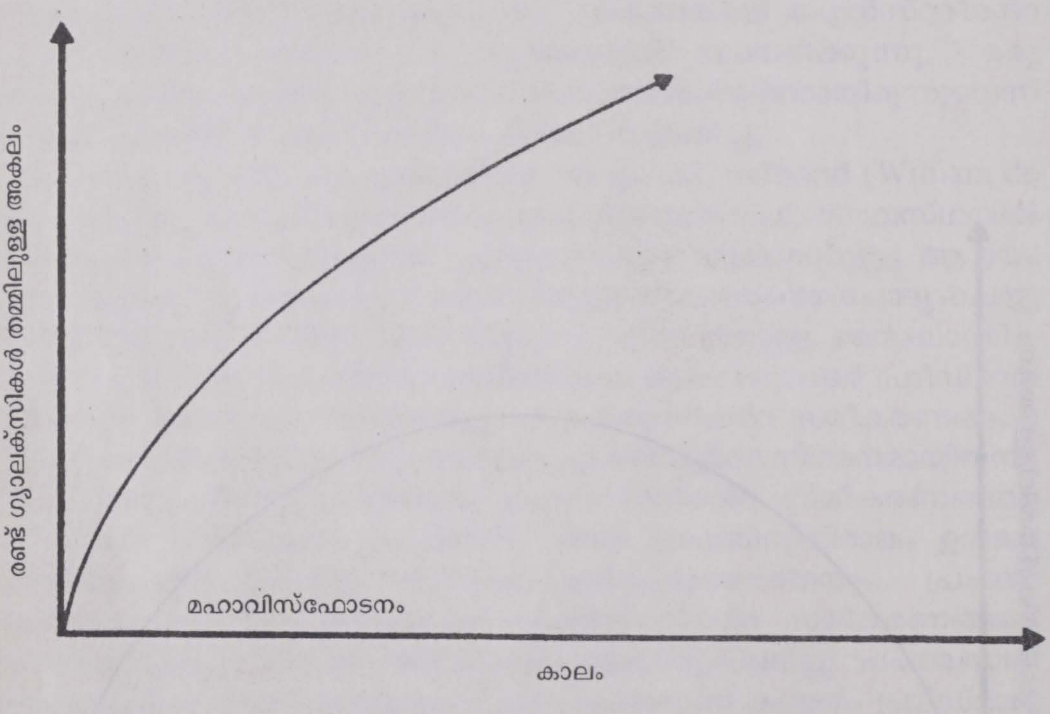
ഒരാൾ ഒരു പ്രത്യേക ദിശയിൽ സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നാൽ ഒരിക്കലും കടന്നുപോകാൻ വയ്യാത്ത അതിർത്തിയിലെത്തുകയോ അല്ലെങ്കിൽ അരികിൽ നിന്നു താഴേക്കു വീഴുകയോ ചെയ്യുന്നില്ല.



ചിത്രം 6.1

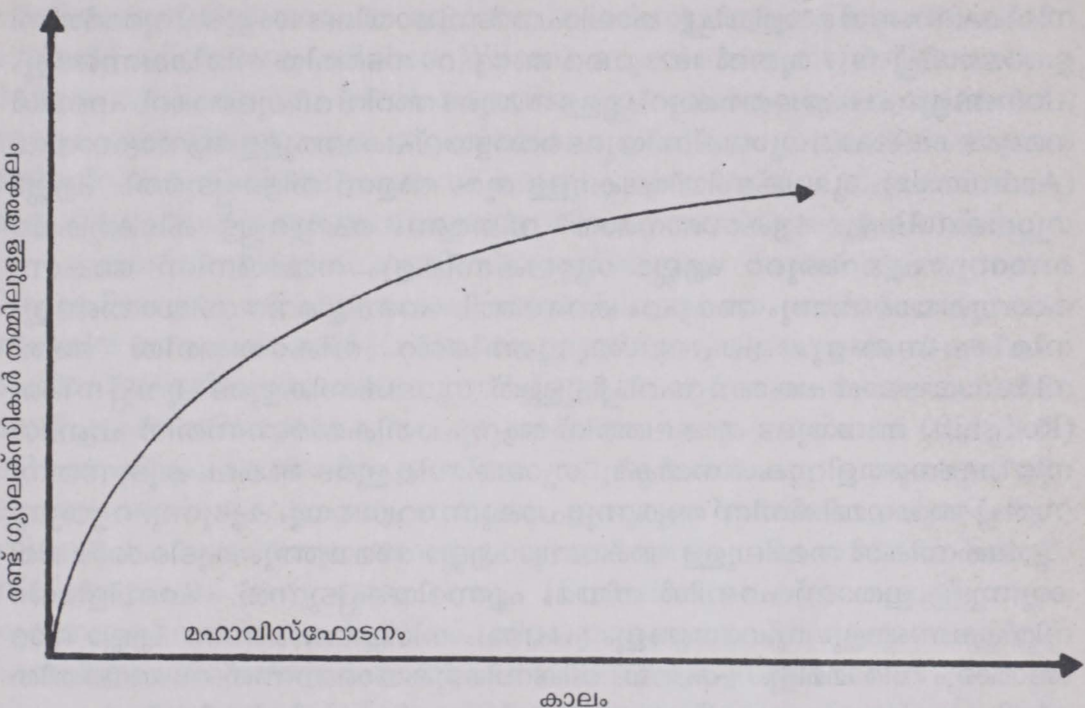
എന്നാൽ ഒടുവിൽ തിരിച്ചയിടത്ത് തിരിച്ചെത്തുന്നു. ഈ പ്രപഞ്ചത്തിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്ന പ്രകാശരശ്മി തുടങ്ങിയ സ്ഥലത്തുനിന്നും അത് ഉള്ളിലേക്കു വളഞ്ഞു വളഞ്ഞ് അവസാനം തുടക്കസ്ഥലത്തുതന്നെ വന്നെത്തിയേക്കാം.

രണ്ടാമത്തെ മാതൃകയിൽ പ്രപഞ്ചം എക്കാലവും വികസിക്കുന്നു. ഗുരുത്വാകർഷണത്തിന് ഗ്യാലക്സികൾ തമ്മിൽ അകലുന്നത് തടയാൻ കഴിയില്ല. ഒരു ഘട്ടത്തിൽ അകലൽവേഗത കുറയുമെങ്കിലും പ്രപഞ്ചം എന്നുമെന്നും വികസിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. ഈ മാതൃകയിൽ ഗ്യാലക്സികൾ തമ്മിലുള്ള അകലം ചിത്രം 6-2 ൽ കാണാം. ഇത് പൂജ്യത്തിൽ തുടങ്ങി ഒടുവിൽ ഗ്യാലക്സികൾ നിശ്ചിതവേഗതയിൽ അകലുന്നു. ഈ മാതൃകയിൽ സ്ഥലം കുതിരച്ചേണത്തിൻെറ (saddle) ഉപരിതലംപോലെ വളയുന്നു. ഇതിൽ സ്ഥലത്തിൻെറ വ്യാപ്തി അനന്തമാണ്. ഒരു പ്രകാശ രശ്മി പുറപ്പെട്ട സ്ഥലത്തുനിന്നും പുറത്തോട്ടു വളഞ്ഞുപോകും. ഒരിക്കലും തുടങ്ങിയ സ്ഥലത്ത് തിരിച്ചെത്തില്ല .



ചിത്രം 6.2

മൂന്നാമത്തെ മാതൃകയിൽ പ്രപഞ്ചം ഒരു നിർണ്ണായക നിരക്കിൽ വികസിക്കുന്നു. ഗുരുത്വാകർഷണത്തിൻെറ ഫലമായി ഗ്യാലക്സികൾ തമ്മിലുള്ള അകലം ചുരുങ്ങി അവ തമ്മിൽ ഏററുമുട്ടാത്ത തരത്തിൽ വികസിക്കുന്നു. ഗ്യാലക്സികൾ തമ്മിൽ അകലുന്നത് ചിത്രം 6-3-ൽ കാണാം. ഇത് പൂജ്യത്തിൽ തുടങ്ങി കൂടിക്കൊണ്ടേയിരിക്കും. ഈ പ്രപഞ്ചത്തിൽ സ്ഥലം പരന്നതാണ്; അതുകൊണ്ട് അനന്തവും. ഈ പ്രപഞ്ചത്തിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്ന പ്രകാശരശ്മി വഴിക്കൊരു തടസ്സവുമില്ലെങ്കിൽ ഒരു നേർരേഖയിലൂടെ അനന്തമായി ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും.



ചിത്രം 6.3

പ്രപഞ്ചം എല്ലാക്കാലവും വികസിക്കുമോ? പ്രപഞ്ചം ഒടുവിൽ വികാസം നിറുത്തുകയും സങ്കോചിക്കുവാൻ തുടങ്ങുകയും ചെയ്യുമോ? ഈ ചോദ്യങ്ങൾക്കുത്തരം പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ സാന്ദ്രതയെ ആശ്രയിച്ചാണിരിക്കുന്നത്. ശരാശരി സാന്ദ്രത ഒരു നിർണ്ണായക മൂല്യത്തെക്കാളും കുറവാണെങ്കിൽ ഗുരുത്വാകർഷണബലത്തിന് വികാസത്തെ നിറുത്താൻ കഴിയാതെവരുന്നു. പ്രപഞ്ചവികാസം തുടർന്നുകൊണ്ടിരിക്കും. എന്നാൽ ശരാശരി സാന്ദ്രത നിർണ്ണായകമൂല്യത്തെക്കാൾ കൂടുതലാണെങ്കിൽ ഭാവിയിലെങ്കിലും ഒരു കാലത്ത് ഗുരുത്വാകർഷണം വികാസത്തെ തളയ്ക്കുകയും അത് പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ തകർച്ചയിൽ ചെന്നെത്തുകയും ചെയ്യും. ഇത് ഫ്രീഡ്മാൻെറ ഒന്നാമത്തെ പ്രപഞ്ച മാതൃകയുടേതാണ്. 1922-ൽ ഐൻസ്ററീൻ, അലക്സാണ്ടർ ഫ്രീഡ്മാനെതിരെ അതിരൂക്ഷമായ വിമർശനങ്ങൾ അഴിച്ചുവിട്ടു. ഐൻസ്ററീൻെറ വിമർശനങ്ങളെ അംഗീകരിക്കുന്നതിനാണ് പലരും തയ്യാറായത്. ഫ്രീഡ്മാൻെറ പ്രപഞ്ചമാതൃകകളെ പലരും അന്ന് പുച്ഛിച്ചുതള്ളി.

ഏതാണ്ട് ഇതേ കാലത്താണ് ആധുനിക ദൂരദർശിനികൾ സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടത്. ഫ്രീഡ്മാൻെറ പ്രവചനം തികച്ചും ശരിയാണെന്ന് അമേരിക്കൻ ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞനായ എഡ്വിൻ ഹബിളി(Edwin Hubble)ൻെറ നിരീക്ഷണങ്ങൾ തെളിയിച്ചു. കാലിഫോർണിയായിലെ 100 ഇഞ്ച് ദൂരദർശിനി ഉപയോഗിച്ച് 1917 മുതൽ 1923 വരെ അദ്ദേഹം നടത്തിയ നിരീക്ഷണങ്ങളും പഠനങ്ങളും പ്രപഞ്ചത്തെക്കുറിച്ചുള്ള നമ്മുടെ അറിവ് വിപുലമാക്കി. ഹബിൾ നമ്മുടെ ക്ഷീരപഥ ഗ്യാലക്സിയുടെ തൊട്ടയല്പക്കത്തുള്ള ആൻഡ്രോമിഡ (Andromeda) ഗ്യാലക്സിയിലേക്കുള്ള ദൂരം അളന്ന് തിട്ടപ്പെടുത്തി. എല്ലാ ഗ്യാലക്സികളും ഏകസമാനമായി വിതരണം ചെയ്യപ്പെട്ട് കിടക്കുകയാണെന്നും ഏറെക്കുറെ എല്ലാ ഗ്യാലക്സികളും നമ്മിൽനിന്ന് അകന്നുപോവുകയാണെന്നും അദ്ദേഹം കണ്ടെത്തി. ഹബിളിൻെറ സിദ്ധാന്തങ്ങളും നിരീക്ഷണങ്ങളും പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തിൻെറ വികാസത്തിൽ അതിനിർണായകമായ പങ്കാണ് വഹിച്ചിട്ടുള്ളത്. ഗ്യാലക്സികളുടെ ചുവപ്പ് നീക്കം (Red shift) അവയുടെ അകലത്തിന് ആനുപാതികമാണെന്നതിന് ഹബിൾ നിരീക്ഷണതെളിവുകൾ നൽകി. "ഗ്യാലക്സികളുടെ അകലം കൂടുന്നതനുസരിച്ച് അവ നമ്മിൽനിന്ന് അകന്നുപോകുന്ന വേഗതയും കൂടുന്നു. വ്യത്യസ്ത ഗ്യാലക്സികൾ തമ്മിലുള്ള അകലവും എല്ലാ സമയത്തും കൂടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു." ഇതാണ് ഹബിൾ നിയമം എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. ഹബിളിൻെറ നിരീക്ഷണങ്ങളും നിഗമനങ്ങളും പ്രപഞ്ചം നിശ്ചലമാണെന്ന എല്ലാ വാദങ്ങൾക്കും വിരാമമിട്ടു. പ്രപഞ്ചം വികസിക്കുകയാണെന്നത് സംശയാതീതമായി തെളിഞ്ഞു. അലക്സാണ്ടർ ഫ്രീഡ്മാൻ ഐൻസ്ററീൻെറ ക്ഷേത്ര സമീകരണത്തിനു നൽകിയ വ്യാഖ്യാനവും അതിന് ഉപോൽബലകമായി ഹബിൾ നൽകിയ നിരീക്ഷണ തെളിവുകളും ഐൻസ്ററീൻ തൻെറ സ്വന്തം സിദ്ധാന്തങ്ങൾക്കു നൽകിയ വ്യാഖ്യാനത്തെക്കാൾ ശരിയാണെന്ന് ശാസ്ത്രം അംഗീകരിച്ചു. ഐൻസ്ററീൻ ഫ്രീഡ്മാനെതിരെ നടത്തിയ നിശിതമായ വിമർശനങ്ങൾ പിൻവലിക്കുകയും അദ്ദേഹത്തിൻെറ ജീവിതത്തിൽ പററിയ ഏററവും വലിയ വിഡ്ഢിത്തമാണ് ക്ഷേത്രസമീകരണങ്ങളിൽ പ്രപഞ്ച സ്ഥിരാങ്കം ഉൾപ്പെടുത്തിയതെന്ന് സമ്മതിക്കുകയുംചെയ്തു.

എഡ്വിൻ ഹബിളിൻെറ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളും അലക്സാണ്ടർ ഫ്രീഡ്മാൻെറ പ്രപഞ്ചമാതൃകകളുമാണ് ആധുനിക പ്രപഞ്ചതത്ത്വത്തിൻെറ (Cosmological Principle) മൂലക്കല്ലുകൾ. പ്രപഞ്ചതത്ത്വത്തിൻെറ രത്തച്ചുരുക്കം നമ്മൾ പ്രപഞ്ചത്തെ ഏതു ദിശയിൽനിന്നു നോക്കിയാലും അത് ഒരേ രൂപത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നു എന്നും പ്രപഞ്ചത്തെ മറെറവിടെനിന്നു നിരീക്ഷിച്ചാലും ഇത് യാഥാർത്ഥ്യമാണെന്നുള്ളതുമാണ്.

1930 മുതൽ നടത്തിയിട്ടുള്ള എല്ലാ നിരീക്ഷണങ്ങളും പ്രപഞ്ചം വികസിക്കുന്നു എന്ന നിഗമനത്തെ ശരിവയ്ക്കുകയുണ്ടായി. എന്നാൽ ഏത് ദിശയിൽനിന്നു നോക്കിയാലും പ്രപഞ്ചം ഒരേപോലെ കാണപ്പെടുന്നു എന്ന പ്രപഞ്ചതത്ത്വത്തിനു തെളിവുകൾ ഉണ്ടായിരുന്നില്ല. 1948-ൽ ഫ്രീഡ്മാൻെറ ശിഷ്യനായ ജോർജ്ജ് ഗാമോവും (George Gamow) അദ്ദേഹത്തിൻെറ ശിഷ്യനായ ആൽഫറും (Alpher) ചേർന്ന് പ്രസിദ്ധീകരിച്ച വിഖ്യാതമായൊരു പ്രബന്ധത്തിൽ പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ആദ്യഘട്ടങ്ങളിലെ താപത്തിൽ

നിന്നുയർന്ന വികിരണങ്ങൾ നമുക്കു ചുററും കാണപ്പെടുന്നു എന്ന് പ്രവചിച്ചു. ഈ പ്രവചനത്തെ അന്നാരും ഗൗരവമായി എടുത്തില്ല. എന്നാൽ 1964-ൽ ന്യൂജേഴ്സിയിലെ ബെൽ ടെലഫോൺ ലാബറട്ടറിയിലെ അമേരിക്കൻ ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരായ ആർനോ പെൻസിയാസും (Arno Penzias) റോബർട്ട് വിൽസണും (Robert Wilson) സൂക്ഷ്മ തരംഗ വികിരണത്തെ (Microwave Radiation) പററി നടത്തിയ പഠനങ്ങൾ പ്രപഞ്ചതത്ത്വത്തിന് അനുകൂലമായിരുന്നു. ഈ സൂക്ഷ്മതരംഗ വികിരണം മഹാവിസ്ഫോടന ത്തിൻെറ അവശിഷ്ടങ്ങളാണെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു. ഇത് പ്രപഞ്ചത്തിലാക മാനം ഒരുപോലെ വിതരണം ചെയ്യപ്പെട്ടു കിടക്കുന്നതായി അവർ നിരീക്ഷിച്ചു.

1965-ൽ ബ്രിട്ടീഷ് ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനായ റോജർ പെൻറോസി (Roger Penrose) ൻെറ ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി നടത്തിയ ഗവേഷണങ്ങൾ പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തിനു പുതിയൊരു മാനം നൽകി. പെൻറോസിൻെറ സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് സ്വന്തം ഗുരുത്വാകർഷണംകൊണ്ട് തകർച്ചയ്ക്ക് വിധേയമാകുന്ന ഒരു നക്ഷത്രം ഒരു പ്രദേശത്ത് കുടുങ്ങി ക്കിടക്കുകയും അതിൻെറ ഉപരിതലം പൂജ്യത്തിലേക്കു ചുരുങ്ങുന്നതു കാരണം അതിൻെറ വ്യാപ്തവും ചുരുങ്ങും. ഇതുമൂലം അതിൻെറ ദ്രവ്യമാനവും സ്ഥലകാല വക്രതയും അനന്തമായിത്തീരുന്നു. മററൊരർത്ഥത്തിൽ സ്ഥലകാലത്ത് ഒരു വൈചിത്ര്യം (Singularity) രൂപംകൊള്ളുന്നു. ഗുരുത്വാകർഷണത്തകർച്ചയ്ക്ക് വിധേയമാകുന്ന ഏതൊരു വസ്തുവും വൈചിത്ര്യത്തിലെത്തുമെന്നാണ് പെൻറോസിൻെറ സിദ്ധാന്തം.

പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം പ്രവചിക്കുന്നത് പ്രപഞ്ചത്തിന് ഒരു മഹാവിസ്ഫോടന വൈചിത്ര്യവും (Big Bang Singularity) കാലത്തിന് ഒരു തുടക്കവും ഉണ്ടായിരിക്കണമെന്നാണ്. പൊതു ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തെ ആധാരമാക്കിയിട്ടുള്ള ഫ്രീഡ്മാൻെറ പ്രപഞ്ചം തുടങ്ങുന്നത് മഹാവിസ്ഫോടനത്തിൽനിന്നാണ്. ആ സമയത്ത് പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ദ്രവ്യസാന്ദ്രതയും സ്ഥലകാലവക്രതയും അനന്തമാണ്.

1970-ൽ റോജർ പെൻറോസും ഹോക്കിങ്ങും പൊതു ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തെ സംബന്ധിച്ച് പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയ പ്രബന്ധത്തിൽ പ്രപഞ്ചം വൈചിത്ര്യത്തിൽനിന്നും ജന്മമെടുത്തു എന്ന നിഗമനത്തിൽ എത്തിച്ചേർന്നു. കാലം വൈചിത്ര്യത്തിൽനിന്നു തുടങ്ങിയെന്നാണ് അവർ അഭിപ്രായപ്പെട്ടത്. പിന്നീട് ഹോക്കിങ് പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തെ അടിസ്ഥാന മാക്കി നടത്തിയ ഗവേഷണങ്ങളിൽനിന്നും അതിൻെറ പരിമിതികൾ അദ്ദേഹ ത്തിനു ബോദ്ധ്യപ്പെട്ടു. അദ്ദേഹം കാലത്തിൻെറ ഒരു സംക്ഷിപ്തചരിത്രത്തിലെ ഴുതി: "പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം ഒരു അപൂർണ സിദ്ധാന്തമാണ്. പ്രപഞ്ചം എങ്ങനെ തുടങ്ങിയെന്ന് അതിനു വിശദീകരിക്കുവാൻ കഴിയുന്നില്ല. കാരണം, പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തിൻെറ കാഴ്ചപ്പാട് അനുസരിച്ച് എല്ലാ ഭൗതിക നിയമങ്ങളും പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ തുടക്കത്തിൽ (മഹാവിസ്ഫോടന വൈചിത്ര്യം) തകർന്ന് തരിപ്പണമാകുന്നു. മററൊരു കാര്യം വൈചിത്ര്യ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നത് മഹാവിസ്ഫോടന ത്തിലും തമോഗർത്തങ്ങളിലും ഗുരുത്വാകർഷണം ശക്തമായിരിക്കണം. അതിശക്തമായ ഗുരുത്വാകർഷണക്ഷേത്രത്തിൽ കണങ്ങൾ (Particles)

എങ്ങനെ പെരുമാറുന്നു എന്ന് മനസ്സിലാക്കുന്നതിനു സ്ഥൂലപ്രപഞ്ചത്തെ വിശദീകരിക്കുന്ന പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തിന് സാദ്ധ്യമല്ല. അതിന് സൂക്ഷ്മലോകത്തെ അണുവിനുള്ളിലെ പ്രതിഭാസങ്ങളെ വിശദീകരിക്കുന്ന ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിൻെറ സഹായം അനിവാര്യമാണ്." ആധുനിക ഭൗതികത്തിൻെറ രണ്ട് അടിസ്ഥാനസ്തംഭങ്ങളായ ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തെയും ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തെയും സമന്വയിപ്പിച്ചെങ്കിൽ മാത്രമേ പ്രപഞ്ചസൃഷ്ടിയുടെ രഹസ്യങ്ങൾ വിശദീകരിക്കുവാൻ കഴിയൂ എന്ന് ഹോക്കിങ് മനസ്സിലാക്കി. ഈ തിരിച്ചറിവാണ് പ്രപഞ്ചരഹസ്യങ്ങളുടെ കലവറ തുറക്കുന്നതിനു ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വസിദ്ധാന്തം (Quantum Theory of Gravity) എന്ന നൂതനസിദ്ധാന്തത്തിന് രൂപം നൽകാൻ ഹോക്കിങ്ങിനെ പ്രേരിപ്പിച്ചത്.

ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വ സിദ്ധാന്തം

മഹാവിസ്ഫോടന സമയത്ത് സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ട കണികകളുടെ സ്വഭാവം വിശദീകരിക്കുന്ന കാര്യത്തിൽ പൊതു ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം പരാജയപ്പെട്ടു. അണുവിനുള്ളിലെ കണികകളുടെ ചലനവും ദ്രവ്യമാനവും വിശദീകരിക്കുന്നത് ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രമാണ്. ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തിൽനിന്നും 1920-കളിലും 1930-കളിലും വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത താണ് ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം (Quantum Mechanics). ജർമ്മൻ ഭൗതികജ്ഞ നായ മാക്സ് പ്ലാങ്ക് (Max Plank) 1900 -ൽ ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം ആവിഷ്കരിച്ചു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ അഭിപ്രായത്തിൽ പ്രകാശം, എക്സ്റേ, മററു തരംഗങ്ങൾ എന്നിവ ഉൽസർജനം ചെയ്യുന്നത് അനിയന്ത്രിതമായ രീതിയിൽ അല്ല. ഊർജത്തിൻെറ ചെറിയ ചെറിയ ഭാഗങ്ങൾ അഥവാ ഊർജകണങ്ങൾ ആയിട്ടാണ് വികിരണ ഊർജ്ജം ഉൽസർജ്ജിക്കപ്പെടുകയോ സ്വീകരിക്ക പ്പെടുകയോചെയ്യുന്നത്. ഇത്തരം വളരെ ചെറിയ ഊർജ്ജകണത്തിന് ക്വാണ്ടം എന്നു പറയുന്നു. മാക്സ് പ്ലാങ്കിൻെറ സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് വ്യത്യസ്ത ആവൃത്തി (Frequency) ഉള്ള ക്വാണ്ടങ്ങളുടെ ഊർജ്ജ പരിമാണവും വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. അതിനാൽ പ്രകാശംപോലുള്ള വൈദ്യുത കാന്തിക തരംഗങ്ങളുടെ തരംഗദൈർഘ്യം കുറയുന്തോറും ആവൃത്തിയും അതോ ടൊപ്പം അതിൻെറ ഊർജ്ജത്തിൻെറ അളവും കൂടുന്നു. വികിരണത്തിന് ഒരേ സമയംതന്നെ കണസ്വഭാവവും തരംഗസ്വഭാവവും ഉണ്ട്. ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം എന്നൊരു പുതിയ സിദ്ധാന്തം വികസിപ്പിച്ചെടുത്തത് ഹൈസൻബർഗ്, ഇർവിൻ ഷ്രോഡിഞ്ചർ, നീൽബോർ, പോൾഡിറാക്ക് എന്നിവരായിരുന്നു. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിൻെറ കാതൽ 1927-ൽ ഹൈസൻബർഗ് ആവിഷ്കരിച്ച അനിശ്ചിതത്വ തത്ത്വമാണ് (Uncertainty Principle). ഐൻസ്ററീൻെറ പൊതു ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം സ്ഥൂലപ്രപഞ്ചഘടന വരച്ചു കാട്ടുമ്പോൾ ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം സൂക്ഷ്മപ്രപഞ്ചത്തെ (അണുവിനുള്ളിലെ ഘടന) ചിത്രീകരിക്കുന്നു. പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തവും ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രവും പരസ്പരം പൊരുത്തപ്പെടുന്ന സിദ്ധാന്തങ്ങളല്ലെന്ന് തോന്നാം. ഹൈസൻ ബർഗിൻെറ അനിശ്ചിതത്വ തത്ത്വമനുസരിച്ച് ഒരു കണത്തിൻെറ സ്ഥാനം എത്ര കൂടുതൽ കൃത്യമായി നിർണ്ണയിക്കുന്നുവോ അത്രയും കുറഞ്ഞ കൃത്യതയോടെ മാത്രമേ അതിൻെറ വേഗത നിർണ്ണയിക്കാൻ കഴിയൂ. ഹോക്കിങ്ങിൻെറ അഭിപ്രായത്തിൽ അനിശ്ചിതത്വം പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ഒഴിച്ചു കൂടാൻ പററാത്ത ഒരു മൗലികമായ സവിശേഷതയാണ്. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രപ്രകാരം കണങ്ങൾ ഒരു ക്വാണ്ടം അവസ്ഥയിലാണ്. അതായത്

സ്ഥാനത്തിൻെറയും വേഗത്തിൻെറയും ഒരു സമ്മിശ്ര അവസ്ഥ. അതുകൊണ്ട് ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിൻെറ നിയമങ്ങൾ നിശ്ചിതത്വത്തിൻെറ നിയമങ്ങളല്ല. അവ സംഭവ്യതയുടെ (probability) നിയമങ്ങളാണ്.

ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ഫോട്ടോ ഇലക്ട്രിക് പ്രഭാവത്തെ (Photo Electric Effect) തൃപ്തികരമായി വിശദീകരിച്ചത് ഐൻസ്ററീൻ ആയിരുന്നു. ഐൻസ്ററീൻെറ ഈ സംഭാവനയ്ക്കാണ് അദ്ദേഹത്തിനു നോബൽ സമ്മാനം ലഭിച്ചത്. എന്നാൽ ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തിൻെറ ആശയങ്ങൾ പൂർത്തീകരിച്ചെടുക്കുന്നതിൽ മുഖ്യപങ്ക് വഹിച്ച അദ്ദേഹം അനിശ്ചിതത്വ തത്ത്വത്തെ ശക്തിയായി എതിർക്കുകയുണ്ടായി. പ്രപഞ്ചത്തെ ഭരിക്കുന്നത് സംഭവ്യതയാണെന്ന് അംഗീകരിക്കുവാൻ ഐൻസ്ററീൻ ഒരിക്കലും കൂട്ടാക്കിയില്ല. "ദൈവം ഒരിക്കലും പകിട കളിക്കില്ലെന്ന്" പലപ്പോഴും പ്രസ്താവിക്കാൻ ഐൻസ്ററീനെ പ്രേരിപ്പിച്ചതുതന്നെ സംഭവ്യതയോട് അദ്ദേഹത്തിനുണ്ടായിരുന്ന വൈകാരികമായ എതിർപ്പായിരുന്നു.

ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിൻെറ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ പ്രയോഗവുമായി പൊരുത്തപ്പെടുന്നവയായിരുന്നു. അതുകൊണ്ട് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് അതിനെ അംഗീകരിക്കാതിരിക്കാൻ കഴിഞ്ഞില്ല. ആധുനിക ശാസ്ത്രത്തിനും സാങ്കേതിക വിദ്യയ്ക്കും ആധാരമായി പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഒരു സിദ്ധാന്തമാണിത്. ടെലിവിഷൻ, കമ്പ്യൂട്ടർ എന്നീ ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങളുടെ മുഖ്യ ഘടകങ്ങളായ ട്രാൻസിസ്ററർ ഇൻറർഗ്രേററഡ് സർക്യൂട്ട് എന്നിവയെ ഭരിക്കുന്നതും ആധുനിക ജീവശാസ്ത്രത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനവും ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രമാണ്. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തെ സംയോജിപ്പിക്കാത്ത ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിൻെറ മേഖല ഗുരുത്വാകർഷണവും സ്ഥൂലപ്രപഞ്ച ഘടനയുമാണ്. ഹോക്കിങ്ങിൻെറ ഏററവും മഹത്തായ നേട്ടം ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തെ സ്ഥൂലപ്രപഞ്ചഘടന വ്യാഖ്യാനിക്കുന്നതിനു സമർത്ഥമായി ഉപയോഗിച്ചു എന്നതാണ്. പ്രപഞ്ചോല്പത്തിയും പ്രപഞ്ചഘടനയും വിശദീകരിക്കുന്നതിന് പൊതു ആപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തത്തെയും ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തെയും സമന്വയിപ്പിച്ച് ഹോക്കിങ് രൂപകല്പന നൽകിയ സിദ്ധാന്തമാണ് ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വസിദ്ധാന്തം. ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വ സിദ്ധാന്തം ഉപയോഗിച്ചാണ് പ്രപഞ്ച കവാടങ്ങൾ ഹോക്കിങ് തുറക്കുന്നത്. 20-ാം നൂററാണ്ടിലെ മഹത്തായ സിദ്ധാന്തങ്ങളിലൊന്നാണിത്.

ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിൻെറ അനിശ്ചിതത്വ തത്ത്വത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി അണുവിനുള്ളിലെ ലോകത്ത് കാണുന്നതിനൊന്നും സ്വതന്ത്രമായ ഘടന ഇല്ലെന്നും ചില ആധുനിക ഭൗതികജ്ഞന്മാർ വാദിക്കാൻ തുടങ്ങി. സൂക്ഷ്മലോകത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി സ്ഥൂല ലോക ഘടന അയഥാർത്ഥവും നിഗൂഢവുമാണെന്ന് അവർ സമർത്ഥിക്കുന്നു. പുരാതന പൗരസ്ത്യദർശനങ്ങളുടെയും ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിൻെറയും ആശയങ്ങൾ സമാനമാണെന്ന് അവർ സമർത്ഥമായും മനോഹരമായും അവതരിപ്പിക്കുന്നു. ഇതിൽ പ്രമുഖരാണ് ഫ്രിജോഫ് കാപ്ര (Fritgof Capra)യും മൈക്കൽ ടാൽബോട്ടും (Michael Talbot). ഇവരുടെ ദാർശനിക കാഴ്ചപ്പാടിനോട് ഹോക്കിങ് വിയോജിക്കുന്നു. പ്രപഞ്ചം അയുക്തികവും

അജ്ഞേയവും ആണെന്ന് ഹോക്കിങ് വിശ്വസിക്കുന്നില്ല. പ്രപഞ്ചത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന എല്ലാ നിയമങ്ങളും മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയുമെന്ന ദൃഢവിശ്വാസമാണ് അദ്ദേഹത്തിനുള്ളത്.

ഇന്ന് പ്രപഞ്ചസൃഷ്ടിയുടെ ആദ്യനിമിഷങ്ങളിൽ പ്രപഞ്ചം എങ്ങനെയിരുന്നു എന്ന് മനസ്സിലാക്കണമെങ്കിൽ ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിൻെറ ആശയങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കണമെന്ന കാര്യത്തിൽ ആധുനിക ഭൗതികജ്ഞന്മാർക്കിടയിൽ ഭിന്നാഭിപ്രായം ഇല്ല. അതുപോലെതന്നെ പരസ്പരം വിപരീതമെന്ന് തോന്നിപ്പിക്കുന്ന ഭൗതികത്തിൻെറ രണ്ട് ശാഖകളായ പൊതു ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തെയും ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തെയും സമന്വയിപ്പിക്കുന്ന ഒരു ഏകീകൃത സിദ്ധാന്തത്തിന് മാത്രമേ പ്രപഞ്ചത്തെ പൂർണമായി വ്യാഖ്യാനിക്കാൻ കഴിയൂ എന്ന് ആധുനിക ഭൗതികജ്ഞന്മാർ വിശ്വസിക്കുന്നു. ഈ ഏകീകൃത സിദ്ധാന്തത്തിൻെറ വെളിച്ചത്തിലാണ് ഹോക്കിങ് തമോഗർത്തങ്ങളെ കണ്ടെത്തിയത്.

തമോഗർത്തങ്ങൾ

വളരെ അടുത്ത കാലത്ത് ഉടലെടുത്ത ഒരു ശാസ്ത്രപദമാണ് തമോഗർത്തം (Black hole). അമേരിക്കൻ ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞനായ ജോൺ വീലർ (John Wheeler) ആണ് 1969-ൽ ഈ പദം ആദ്യമായി ഉപയോഗിച്ചത്. പ്രപഞ്ചത്തിലെ ഏററവും വലിയ അത്ഭുതപ്രതിഭാസമാണ് തമോഗർത്തങ്ങൾ. ഊഹിക്കാനാവാത്ത സാന്ദ്രതയോടുകൂടിയ അസാധാരണ വസ്തുക്കളാണവ. അവയുടെ ഗുരുത്വാകർഷണം അതിശക്തമാണ്. തമോഗർത്തത്തിൻെറ ഗുരുത്വാകർഷണത്തിൽ പെടുന്ന ഒരു വസ്തുവിനും രക്ഷപ്പെടാനാവില്ല. ഒരു സെക്കൻെറിൽ മൂന്നു ലക്ഷം കിലോമീററർ വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന പ്രകാശത്തിനുപോലും തമോഗർത്തത്തിൽ നിന്നു രക്ഷപ്പെടാൻ കഴിയില്ല.

നക്ഷത്രങ്ങളുടെ മരണത്തിൻെറ ഫലമായി ഉണ്ടാകുന്ന ഒരു സ്വാഭാവിക പരിണാമമാണ് തമോഗർത്തങ്ങൾ. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ അന്ത്യഘട്ടമാണിത്. ഒരു നക്ഷത്രം വൈചിത്ര്യത്തിലെത്തുന്നതിനു മുമ്പുള്ള ഘട്ടം. സാധാരണ സ്ഥലകാലങ്ങളിൽനിന്ന് വേർപിരിഞ്ഞ് നക്ഷത്രങ്ങൾ ഏററവും അവസാനമായി എത്തിച്ചേരുന്ന വൈചിത്ര്യത്തെ മറയ്ക്കുന്നത് തമോഗർത്തങ്ങളാണ്.

നക്ഷത്രത്തിൻെറ ഉപരിതലത്തിൽനിന്നും ഉൽസർജ്ജിക്കുന്ന പ്രകാശരശ്മികൾ നക്ഷത്രത്തിൻെറ ഗുരുത്വാകർഷണംമൂലം വളരെ ദൂരം എത്തുന്നതിനു മുമ്പ് പുറകോട്ടു വലിക്കപ്പെടുന്നു. തമോഗർത്തത്തിൽനിന്നും പ്രകാശരശ്മികൾ നമ്മിൽ എത്താത്തതുകൊണ്ട് നമുക്ക് അവയെ കാണാൻ സാധിക്കില്ല. എന്നാൽ അവയുടെ ഗുരുത്വാകർഷണത്തെ നമുക്ക് അറിയാൻ സാധിക്കും. ഹോക്കിങ്ങിൻെറ ഭാഷയിൽ പറഞ്ഞാൽ "കൽക്കരി നിലവറയിൽ കറുത്ത പൂച്ചയെ തേടുന്നതിനു സമാനമാണ് തമോഗർത്തങ്ങളെ കണ്ടെത്താൻ ശ്രമിക്കുന്നത്." ആധുനിക പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പറയുന്നത് നമ്മുടെ ക്ഷീരപഥ ഗ്യാലക്സിയിൽതന്നെ സഹസ്രദശലക്ഷം തമോഗർത്തങ്ങൾ ഉണ്ടെന്നാണ്.

ഭൂമിയിൽനിന്നും 6000 പ്രകാശവർഷം അകലെയുള്ള സിഗ്നസ് x.1 (cygnus x .1) എന്ന നക്ഷത്രഗണത്തിൽപെട്ട ഒരു നക്ഷത്രത്തിൽനിന്ന് പുറത്തേക്ക് വരുന്ന വാതകങ്ങൾ സമീപത്തുള്ള ഏതോ ഒരു വസ്തുവിനാൽ ആകർഷിക്കപ്പെടുന്നതായി ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കണ്ടിരുന്നു. 1973-ൽ സിഗ്നസ് x.1 എന്ന ഇരട്ടനക്ഷത്രത്തിൽ ഒന്ന് തമോഗർത്തമാണെന്ന നിഗമനത്തിലെത്തി. ഇത് അന്യോന്യം ചുററിക്കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്.

1983-ൽ നമ്മുടെ ക്ഷീരപഥ ഗ്യാലക്സികളുടെ ഉപഗ്യാലക്സിയായ മെഗല്ലനിക് മേഘങ്ങളിൽ (Megellanic Clouds) അമേരിക്കൻ-കനേഡിയൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ഒരു സംഘം ഒരു തമോഗർത്തത്തെ കണ്ടെത്തി. ചിലിയിലെ സെറോടോളാലോ (Cerro Tololo) ഇൻററ്‍ അമേരിക്കൻ നിരീക്ഷണാലയത്തിലെ 158 ഇഞ്ചുള്ള ദൂരദർശനി ഉപയോഗിച്ച് ഇതിൻെറ ദൂരം ഭൂമിയിൽനിന്നും 1,80,000 പ്രകാശവർഷമാണെന്ന് തിട്ടപ്പെടുത്തി. തമോ ഗർത്തവും നക്ഷത്രവും തമ്മിലുള്ള ദൂരം 176 ലക്ഷം കിലോമീററാണെന്നും കണക്കുകൂട്ടി.

1970 - ൽ ഹോക്കിങ്ങും പെൻറോസും ചേർന്ന് എഴുതിയ പ്രബന്ധ ത്തിൽ പ്രപഞ്ചം മഹാവിസ്ഫോടന വൈചിത്ര്യത്തിൽനിന്നു തുടങ്ങിയെന്ന് തെളിയിക്കുകയുണ്ടായല്ലോ. ഈ സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് തമോഗർത്തത്തിൽ സ്ഥലകാലങ്ങൾ അവസാനിക്കുന്നു. ഒരു നക്ഷത്രം തകർന്ന് തമോഗർത്തമാകാമെങ്കിൽ എന്തുകൊണ്ട് ഈ പ്രപഞ്ചവും തകർന്നുകൂടാ എന്ന ചോദ്യം അവർ പ്രബന്ധത്തിലുന്നയിക്കുകയുണ്ടായി. അവരുടെ നിഗമനത്തിൽ തമോഗർത്തങ്ങളിൽ സ്ഥലകാലങ്ങൾ അവസാനിക്കുന്നതു പോലെയാണ് മഹാവിസ്ഫോടനത്തിൽ സ്ഥലകാലങ്ങൾ ആരംഭിക്കുന്നത്. മഹാവിസ്ഫോടനത്തിലും തമോഗർത്തത്തിലും അനന്തവിസ്മൃതി മാത്രമാണ് ഉള്ളതെന്നും അവർ അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. തമോഗർത്തത്തിൽ പ്രകൃതി ബലങ്ങൾ ഒന്നായിത്തീരുന്നതുപോലെ പ്രപഞ്ചോൽപത്തി നിമിഷത്തിലും

ചിത്രം 8.1

പ്രകൃതിബലങ്ങൾ ഒന്നായിത്തീരുന്നു എന്നാണ് ഹോക്കിങ്ങിൻെറയും പെൻറോസിൻെറയും സിദ്ധാന്തം.

പിന്നീട് ഹോക്കിങ് ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വ സിദ്ധാന്തത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി നടത്തിയ തമോഗർത്തഗവേഷണഫലങ്ങൾ നേരത്തേ പ്രസിദ്ധീകരിച്ച പ്രബന്ധങ്ങളിലെ നിഗമനങ്ങളിൽനിന്നും തികച്ചും വ്യത്യസ്തമായിരുന്നു. 1974-ൽ ഹോക്കിങ് പ്രശസ്ത ശാസ്ത്ര പ്രസിദ്ധീകരണമായ 'പ്രകൃതിയിൽ' (Nature) പ്രസിദ്ധീകരിച്ച 'തമോഗർത്തത്തിൻെറ സ്ഫോടനം' എന്ന പ്രബന്ധത്തിൽ നടത്തിയ പ്രവചനം തമോഗർത്തങ്ങൾ അത്ര കറുത്തതല്ലെന്നും അവയിൽനിന്ന് എക്സ്കിരണങ്ങളും ഗാമാകിരണങ്ങളും ഉൽസർജ്ജിക്കുന്നു എന്നും അവ ക്രമേണ ചൂടായി ചൂടായി അത്യുഗ്ര താപനിലയത്തിലെത്തി അവസാനം തമോഗർത്തത്തിലെ വൈചിത്ര്യം അഗ്നിഗോളംപോലെ ഉന്നത ഊർജ്ജകിരണങ്ങൾ വർഷിച്ചുകൊണ്ട് പൊട്ടിത്തെറിക്കുമെന്നും ഈ പൊട്ടിത്തെറി മഹാവിസ്ഫോടനംപോലെ ആണെന്നുമായിരുന്നു. ഹോക്കിങ്ങിൻെറ അസാധാരണമായ പ്രവചനം കേട്ട് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ നെററിചുളിച്ചു. തമോഗർത്തങ്ങൾ വികിരണോൽസർജനം നടത്തുമെന്ന് വിശ്വസിക്കുവാൻ അവർ തയ്യാറായില്ല. എന്നാൽ ഇന്ന് തമോഗർത്തങ്ങൾ കണങ്ങളെ ഉൽസർജ്ജിക്കുമെന്നും ഒടുവിൽ അവ പൊട്ടിത്തെറിക്കുമെന്നും തെളിയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. തമോഗർത്തങ്ങളിൽനിന്ന് ഉൽസർജ്ജിക്കുന്ന വികിരണത്തെ 'ഹോക്കിങ് റേഡിയേഷൻ' എന്നാണ് നാമകരണം ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്. ഹോക്കിങ്ങിൻെറ ഗുരുനാഥനും പ്രശസ്ത ബ്രിട്ടീഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞനുമായ ഡോ. സിയാമ (Dr. Seiama) ഈ സിദ്ധാന്തത്തെക്കുറിച്ച് അഭിപ്രായപ്പെട്ടു: ‘‘ഭൗതികത്തിൻെറ ചരിത്രത്തിലെ അതിമനോഹരമായ സിദ്ധാന്തം..”

പ്രാഥമിക കണങ്ങളും പ്രകൃതി ബലങ്ങളും

പ്രസിദ്ധ അമേരിക്കൻ സൈദ്ധാന്തിക ഭൗതികജ്ഞനായ മുറെ ജെൽമാൻ (Murry Gelman) ഒരിക്കൽ അഭിപ്രായപ്പെട്ടു: "പ്രാഥമിക കണങ്ങളെയും പ്രകൃതിബലങ്ങളെയുംകുറിച്ച് അത്യഗാധജ്ഞാനമുള്ള അപൂർവ്വം ചില ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരിൽ ഒരാളാണ് ഹോക്കിങ്.'' പ്രപഞ്ചത്തെ വ്യാഖ്യാനിക്കാൻ അനുയോജ്യമായ ഒരു ഏകീകൃത സിദ്ധാന്തം അനതിവിദൂര ഭാവിയിൽ കണ്ടുപിടിക്കാൻ കഴിയുമെന്ന് ഒരു വിഭാഗം ഭൗതിക ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ദൃഢമായി വിശ്വസിക്കുന്നുണ്ട്. മഹാനായ ആൽബർട്ട് ഐൻസ്ററീൻ അദ്ദേഹത്തിൻെറ ജീവിതത്തിൻെറ അവസാനത്തെ മുപ്പതു വർഷം ഒരു ഏകീകൃത സിദ്ധാന്തം കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനുള്ള യജ്ഞത്തിലായിരുന്നു. എന്നാൽ അദ്ദേഹത്തിൻെറ പരിശ്രമം വിജയിച്ചില്ല. ഐൻസ്ററീൻെറ മരണത്തിനുശേഷം ശാസ്ത്രം 40 വർഷം പിന്നിട്ടെങ്കിലും ഒരു പൂർണ്ണ ഏകീകൃത സിദ്ധാന്തം (Unified Theory) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ സ്വപ്നം സഫലീകരിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ല. 20-ാം നൂററാണ്ട് പൂർത്തീകരിക്കുന്നതിനുമുമ്പുതന്നെ ഒരു പൂർണ്ണ ഏകീകൃത സിദ്ധാന്തം കണ്ടുപിടിക്കാൻ കഴിയുമെന്ന ശുഭാപ്തിവിശ്വാസമാണ് ഹോക്കിങ്ങിനുള്ളത്.

ഒരു പൂർണ്ണ ഏകീകൃത സിദ്ധാന്തം അസാദ്ധ്യമാണെന്ന് വിശ്വസിക്കുന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും ഉണ്ട്. പ്രശസ്ത ആസ്ത്രിയൻ സൈദ്ധാന്തിക ഭൗതികജ്ഞനായ വോൾഫ് ഗാംഗ് പോളി (Wolf Gang Pauli)യുടെ അഭിപ്രായത്തിൽ ദൈവം വേർപെടുത്തിയതിനെ മനുഷ്യന് യോജിപ്പിക്കാൻ പററില്ല. ഒരു സമ്പൂർണ്ണ ഏകീകൃത സിദ്ധാന്തം ശാസ്ത്രത്തെ ഒരു പുത്തൻ സുവർണയുഗത്തിലേക്ക് നയിക്കും. ഐൻസ്ററീൻെറ ദ്രവ്യ ഊർജ സമീകരണം അണുയുഗപ്പിറവിക്ക് കാരണമായി. ക്വാണ്ടം ഭൗതികത്തിൻെറ സംഭാവനകളാണ് ടെലിവിഷനും കമ്പ്യൂട്ടറും ലേസറും. ഏകീകൃത സിദ്ധാന്തത്തെ ഒരു മതവിശ്വാസംപോലെ പിൻതുടരുന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും ഉണ്ട്. എല്ലാ ബലങ്ങളുടെയും കണങ്ങളുടെയും സ്രോതസ് ഒന്നാണെന്നവർ വിശ്വസിക്കുന്നു. കണങ്ങളും പ്രകൃതിബലങ്ങളും അവർക്ക് ദൈവത്തിൻെറ സൃഷ്ടിയാണ്.

ദ്രവ്യത്തെ ചെറുകണങ്ങളായി വീണ്ടും വീണ്ടും അനന്തമായി വിഭജിക്കാമെന്ന് അരിസ്റേറാട്ടിൽ കരുതി. ഡെമോക്രിററസ്, കണാദൻ എന്നിവർ മറെറാരു വിശ്വാസമാണ് പുലർത്തിയിരുന്നത്. അവരുടെ അഭിപ്രായത്തിൽ ദ്രവ്യം വിവിധതരം അണുക്കൾ (Atoms)കൊണ്ട് ഉണ്ടാക്കിയതാണെന്നും അണുക്കൾ അവിഭാജ്യമാണെന്നും വിശ്വസിച്ചു. ഈ

രണ്ട് ചിന്താഗതികളും പണ്ടുകാലംമുതൽ നിലനിന്നുപോന്നിരുന്നു.

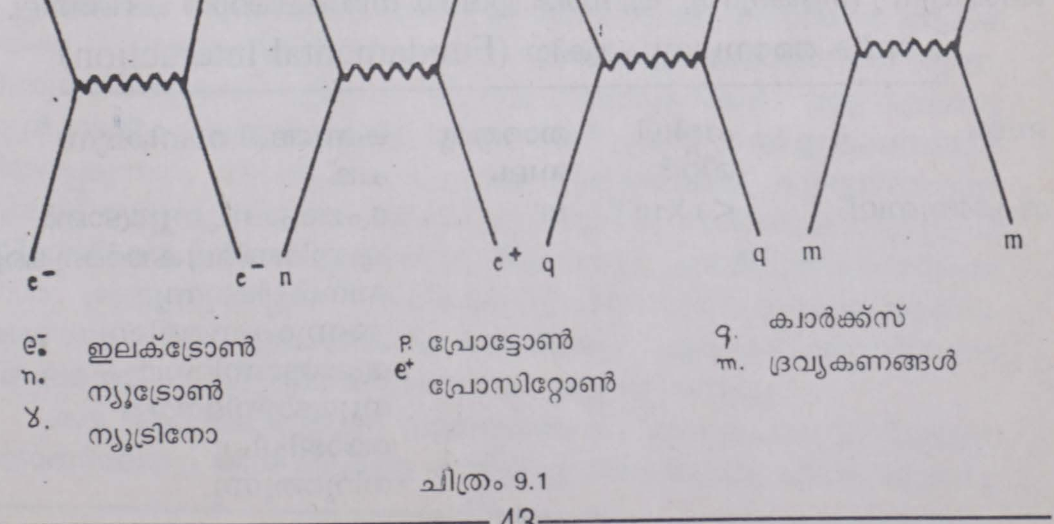
ബ്രിട്ടീഷ് ഭൗതികജ്ഞനായ ജെ. ജെ. തോംസൺ ഇലക്ട്രോൺ കണ്ടുപിടിച്ചതോടെ അണുക്കൾ അവിഭാജ്യമാണെന്ന സങ്കല്പം തകർന്നു. അണുവിലെ ഋണാത്മക ചാർജുള്ള ഒരു കണികയാണ് ഇലക്ട്രോണെന്ന് പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. 1911-ൽ ബ്രിട്ടീഷ് ഭൗതികജ്ഞനായ ഏണസ്ററ് റൂതർഫോർഡ് അണുക്കൾക്ക് ഒരു ആന്തരിക ഘടന ഉണ്ടെന്ന് വ്യക്തമാക്കി. വളരെ ചെറിയ ധനാത്മകചാർജുള്ള അണുകേന്ദ്രവും അതിനു ചുററും വലയം വെക്കുന്ന ഋണാത്മകചാർജുള്ള ഇലക്ട്രോണും ചേർന്നുണ്ടായതാണ് അണുക്കളെന്ന് അദ്ദേഹത്തിൻെറ പരീക്ഷണങ്ങൾ സ്ഥിരീകരിച്ചു. ഇലക്ട്രോണുകളും വ്യത്യസ്ത എണ്ണങ്ങളുള്ള പ്രോട്ടോണുകളും ചേർന്നാണ് അണുകേന്ദ്രം (Nucleus) നിർമിക്കപ്പെട്ടതെന്നായിരുന്നു ആദ്യകാലത്തുണ്ടായിരുന്ന ധാരണ: ദ്രവ്യത്തിൻെറ അടിസ്ഥാന ഘടകം പ്രോട്ടോൺ ആണെന്നായിരുന്നു അക്കാലത്ത് വിശ്വസിച്ചിരുന്നത്. 1928 -ൽ പോൾ ഡിറാക് (Paul Dirac) ഇലക്ട്രോണിനെയും മററു കണങ്ങളെയും സംബന്ധിച്ച് വ്യക്തമായ തെളിവുകൾ നൽകി. ഇലക്ട്രോണിന് ഒരു പ്രതിഇലക്ട്രോൺ പോസിട്രോൺ (Positron)എന്ന കൂട്ടാളി ഉണ്ടെന്ന് അദ്ദേഹം പ്രവചിച്ചു. 1932-ൽ ഡിറാക്കിൻെറ പ്രവചനം ശരിയാണെന്ന് തെളിഞ്ഞു. എല്ലാ കണങ്ങൾക്കും പ്രതികണങ്ങളുണ്ടെന്ന് അദ്ദേഹം പ്രവചിച്ചിരുന്നു. ഇന്ന് അതൊരു യാഥാർത്ഥ്യമാണ്. പ്രതികണങ്ങൾ കൊണ്ടുള്ള പ്രതിലോകം ഉണ്ടാകാമെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ വിശ്വസിക്കുന്നു. 1932-ൽ കേംബ്രിഡ്ജ് സർവ്വകലാശാലയിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്ന ജെയിംസ് കാഡ്‌വിക് അണുകേന്ദ്രത്തിൽ ന്യൂട്രോൺ (Nutron) എന്നു വിളിക്കുന്ന മറെറാരു കണംകൂടി ഉണ്ടെന്ന് കണ്ടെത്തി. ഇതിന് പ്രോട്ടോണിൻെറ അത്രയുംതന്നെ ഭാരം ഉണ്ടെങ്കിലും വൈദ്യുതചാർജ് ഇല്ലെന്നും കാഡ്‌വിക് അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. ഈ കണ്ടുപിടിത്തം അദ്ദേഹത്തിനു നോബൽസമ്മാനം നേടിക്കൊടുത്തു.

ഇന്ന് അണുക്കളും ന്യൂട്രോണും പ്രോട്ടോണും വിഭജിക്കാൻ കഴിയുന്നവയാണ്. 30 വർഷങ്ങൾക്കുമുമ്പുവരെ പ്രാഥമിക കണങ്ങൾ എന്നു കരുതപ്പെട്ട ഈ കണങ്ങൾ മററു ചെറുകണങ്ങളാൽ നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടതാണെന്ന് നമുക്കറിയാം. ഇതിലും ചെറിയ കണങ്ങളുണ്ടോ എന്ന ചോദ്യത്തിന് ഉണ്ടെന്നാണ് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ മറുപടി. പ്രകൃതിയുടെ ആത്യന്തിക നിർമാണഘടകങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള നമ്മുടെ അറിവ് വികസിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. 1969-ൽ പ്രോട്ടോണുകളും ന്യൂട്രോണുകളും മററു ചെറുകണങ്ങളാൽ നിർമ്മിതമാണെന്ന് മുറെ ജെൽമാൻ കണ്ടുപിടിച്ചു. ഈ ചെറുകണങ്ങളെ ക്വാർക്കുകൾ (Quarks) എന്ന് അദ്ദേഹം പേരിട്ടു. ക്വാർക്കുകൾ ദൃശ്യപ്രകാശത്തിൻെറ തരംഗദൈർഘ്യത്തെക്കാൾ വളരെ ചെറുതാണ്. മൂന്നു ക്വാർക്കുകൾ ചേർന്നതാണ് ഒരു പ്രോട്ടോൺ അല്ലെങ്കിൽ ഒരു ന്യൂട്രോൺ. ഈ കണ്ടുപിടിത്തത്തിന് മുറെ ജെൽമാന് 1969-ലെ നോബൽ സമ്മാനം ലഭിച്ചു.

പ്രകൃതിയിലെ എല്ലാ കണങ്ങളെയും രണ്ടായി തരംതിരിക്കാം. ദ്രവ്യകണങ്ങളും (Matter Particles) ബലവാഹികണങ്ങളും (Force Carrying

Particles) ദ്രവ്യകണങ്ങൾക്കിടയിൽ ബലം നൽകുന്ന കണങ്ങളെയാണ് ബലവാഹികണങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നത്. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രമനുസരിച്ച് ദ്രവ്യകണങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ബലം അഥവാ ഇടപഴകൽ അല്ലെങ്കിൽ അന്യോന്യക്രിയ (Inter action) ബലവാഹികണങ്ങളുടെ സംവഹനം മൂലമാണ്. ഇലക്ട്രോണോ ക്വാർക്കോപോലുള്ള ദ്രവ്യകണങ്ങൾ ബലവാഹി കണങ്ങളെ പുറപ്പെടുവിക്കുന്നു. അപ്പോഴുണ്ടാകുന്ന പിൻതള്ളൽമൂലം ദ്രവ്യകണത്തിൻെറ പ്രവേഗം വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. ബലവാഹികണം മറെറാരു ദ്രവ്യകണവുമായി ഇടിക്കുകയും അതിൽ ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഏതോ ഒരു ബലം ഈ രണ്ടു ദ്രവ്യകണങ്ങൾക്കിടയിൽ ഉള്ളതു പോലെ അനുഭവപ്പെടുന്നു. ഈ സംഘട്ടനം രണ്ടാമത്തെ ദ്രവ്യകണത്തിൻെറ പ്രവേഗത്തിൽ മാററം വരുത്തുന്നു. ദ്രവ്യകണങ്ങൾക്കിടയിൽ കൈമാററം ചെയ്യപ്പെടുന്ന ബലവാഹികണങ്ങൾ കല്പിതകണങ്ങൾ (Virtual Particle) ആണ്. കാരണം, യഥാർത്ഥ കണങ്ങളെപ്പോലെ ഇവയെ കണികാ സംസൂചകങ്ങൾ (Particle detectors) ഉപയോഗിച്ച് നേരിട്ടു കണ്ടുപിടിക്കാൻ കഴിയില്ല. എന്നാൽ ഇവ നിലനിൽക്കുന്നുണ്ടെന്ന് അറിയാം. ഉദാഹരണ ത്തിനു രണ്ട് ഇലക്ട്രോണുകൾ തമ്മിലുള്ള വികർഷണബലം കല്പിത ഫോട്ടോണുകളുടെ (Photons) കൈമാററം മൂലമാണ്. ഇവയെ നേരിട്ട് കണ്ടുപിടിക്കാനാവില്ലെങ്കിലും ഒരു ഇലക്ട്രോൺ മറെറാരു ഇലക്ട്രോ ണിൻെറ അരികിലേക്ക് ചലിക്കുമ്പോൾ ഫോട്ടോൺ പുറത്തേക്ക് വിടുന്നു. ഇങ്ങനെ പുറത്തോട്ട് വരുന്ന ഫോട്ടോണുകളെ പ്രകാശതരംഗങ്ങളായി നമുക്കു കണ്ടുപിടിക്കാം.

പ്രാഥമിക/മൗലിക കണങ്ങളുടെ അന്യോന്യ ക്രിയകൾ



ചിത്രം 9.1

ബലവാഹികണങ്ങളെ അവ വഹിക്കുന്ന ബലത്തിൻെറ ശക്തിയും ഇടപഴകുന്ന കണങ്ങളുടെ സ്വഭാവവും അനുസരിച്ച് നാലായി തരം തിരിക്കാം. ഗ്രാവിറേറാൺ (Graviton), ഫോട്ടോൺ (Photon), ബോസോൺ (Boson), ഗ്ലുവോൺ (Gluon) എന്നിങ്ങനെയാണ് തിരിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഇതിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിലാണ് പ്രകൃതിയിലെ 4 ബലങ്ങളെയും ആധുനിക ഭൗതികജ്ഞന്മാർ വിശദീകരിക്കുന്നത്. പ്രകൃതിയിലെ 4 ബലങ്ങൾ ഗുരുത്വാകർഷണബലം (Gravitational Force), വൈദ്യുതകാന്തികബലം (Electromagnetic Force), ദുർബല ആണവബലം (Weak Nuclear Force), ശക്ത ആണവബലം (Strong Nuclear Force)എന്നിവയാണ്.ഇതിൽ അവസാനത്തെ മൂന്നെണ്ണവും അണുവിൽത്തന്നെയുണ്ട്.

ഗുരുത്വാകർഷണം സർവവ്യാപിയാണ്. എല്ലാ വസ്തുക്കളിലും അതിൻെറ ദ്രവ്യമാനത്തിനും ഊർജ്ജത്തിനും അനുസരിച്ച്, ഈ ബലം അനുഭവപ്പെടുന്നു. പ്രകൃതിയിലെ 4 ബലങ്ങളിൽ വച്ച് ഏററവും ദുർബലം ഇതാണ്. അതിനാൽ ഇതിൻെറ സാന്നിദ്ധ്യം ശ്രദ്ധിക്കപ്പെടുന്നില്ല. ഒരുപാട് ദൂരം ഇതിൻെറ പരിധി നിലനിൽക്കുന്നു.എല്ലായ്പ്പോഴും ഗുരുത്വം ആകർഷണ ബലമാണ്. ഭൂമിയിലെ ഓരോ കണങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള ആകർഷണബലം കൂടിച്ചേർന്ന് ഭൂമിയുടെ ഗുരുത്വാകർഷണബലമായിമാറുന്നു. ഇതേപോലെ സൂര്യനിലെ ഓരോ കണങ്ങൾക്കിടയിലെയും ആകർഷണബലം ഒരുമിച്ചു കൂടിച്ചേർന്നതാണ് സൂര്യൻെറ ഗുരുത്വം. വൈദ്യുതകാന്തികബലത്തിൻെറ പരിധിക്കും വളരെ ഉയർന്നതാണ്. ശക്ത ആണവബലത്തിൻെറയും ദുർബല ആണവബലത്തിൻെറയും ദൂരപരിധി വളരെ ചെറുതുമാണ്. എന്നാൽ ഈ മൂന്നു ബലങ്ങൾക്കും ചിലപ്പോൾ ആകർഷണ ബലവും മറ്റു ചിലപ്പോൾ വികർഷണബലവുമാണ് ഉള്ളത്.അതുകൊണ്ട് ഇവയുടെ ഫലം ശൂന്യമായിരിക്കും. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രപ്രകാരം രണ്ടു കണങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണബലം ഗ്രാവിറേറാണിൻെറ കൈമാററം വഴിയാണുണ്ടാകുന്നത്. ഗ്രാവിറേറാണിന് സ്വന്തമായ ഭാരം ഇല്ലാത്തതിനാൽ ഇവയുടെ പരിധി വളരെ കൂടുതലാണ്. ഭൂമിക്കും സൂര്യനും ഇടയിലുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണബലം അവയിലെ കണങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ഗ്രാവിറേറാൺ കണങ്ങളുടെ കൈമാററം മൂലമാണ്. ഈ കൈമാററം ആണ് ഭൂമിയെ സൂര്യനു ചുററും കറക്കുന്നത്. ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികത്തിൽ ഗ്രാവിറേറാണുകളെ ഗുരുത്വാകർഷണതരംഗങ്ങൾ എന്നു വിളിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഇവയെ നിരീക്ഷിക്കാൻ കഴിഞ്ഞില്ല.

മൗലിക അന്യോന്യ പ്രക്രിയ (Fundamental Interaction)

ബലം	പരിധി മീറ്റർ	താരതമ്യ ബലം	കണങ്ങൾ വഹിക്കുന്ന പങ്ക്
ശക്താണുബലം	$<3 \times 10^{-15}$	10^{41}	പ്രോട്ടോൺ, ന്യൂട്രോൺ എന്നിവയിലെ ക്വാർക്കുകളെ ബന്ധിപ്പിക്കുന്നു. അണുകേന്ദ്രത്തിലെ പ്രോട്ടോണിനെയും ന്യൂട്രോണിനെയും യോജിപ്പിച്ചു നിറുത്തുന്നു.

ബലം	പരിധി മീറ്റർ	താരതമ്യ ബലം	കണങ്ങൾ വഹിക്കുന്ന പങ്ക്
ദുർബലാണുബലം	$<10^{-15}$	10^{28}	റേഡിയോ ആക്ടീവതയ്ക്ക് കാരണമാകുന്നു.
വൈദ്യുതകാന്തിക ബലം	അനന്തം	10^{39}	മോളിക്യൂളുകളിലെ അണുക്കളെ ബന്ധിപ്പിക്കുന്നു. വൈദ്യുത കാന്തിക തരംഗങ്ങൾ വികിരണം ചെയ്യുന്നു.
ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം	അനന്തം	1	ഗ്രഹങ്ങൾ നക്ഷത്രങ്ങൾക്കു ചുറ്റും ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നതിനു കാരണം നക്ഷത്രങ്ങളെ ഗ്യാലക്സികളിൽ പിടിച്ചു നിറുത്തുന്നത്.

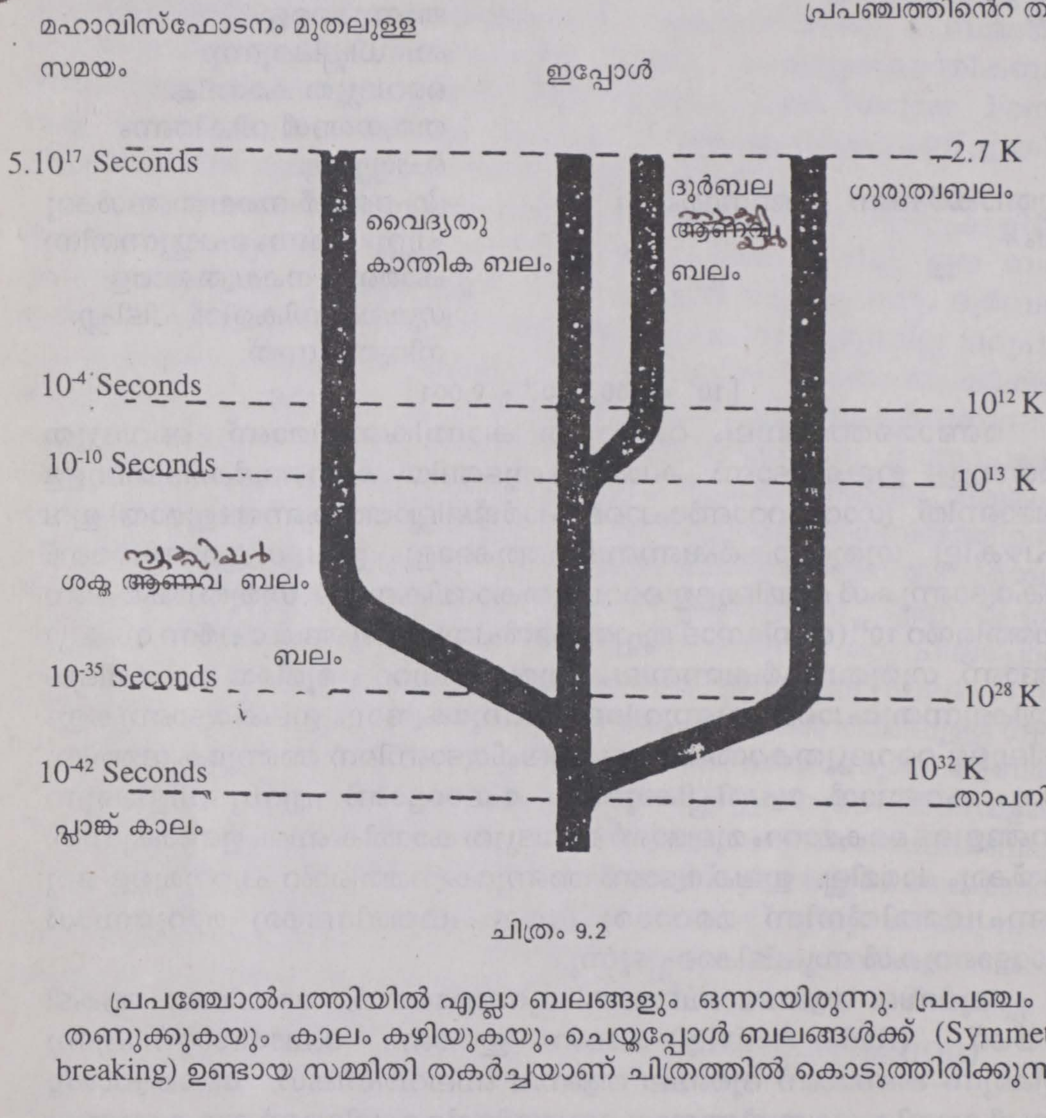
[10^3 =1000, 10^{-3} = 0.001]

രണ്ടാമത്തെ ബലം വൈദ്യുത കാന്തികബലമാണ്. വൈദ്യുത ചാർജ്ജുള്ള ഇലക്ട്രോൺ, ക്വാർക്ക് തുടങ്ങിയ കണങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള ബലമാണിത്. ഗ്രാവിറേറാൺപോലെ ചാർജ്ജില്ലാത്ത കണങ്ങളുമായി ഇവ ഇടപഴകില്ല. ഗുരുത്വാകർഷണബലത്തെക്കാളും ഇവ ശക്തമാണ്. രണ്ട് ഇലക്ട്രോണുകൾ തമ്മിലുള്ള വൈദ്യുതകാന്തികബലം ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്തിൻെറ 10^{39} (ഒന്നിനോട് മുപ്പത്തിഒൻപതു പൂജ്യങ്ങൾ ചേർന്ന സംഖ്യ) മടങ്ങാണ്. ഗുരുത്വാകർഷണബലം സൂര്യനു ചുററും ഭൂമിയെ പ്രദക്ഷിണം ചെയ്യിക്കുന്നതുപോലെ അണുവിലെ അണുകേന്ദ്രവും ഇലക്ട്രോണുകളും തമ്മിലുള്ള വൈദ്യുതകാന്തികബലം ഇലക്ട്രോണിനെ അണുകേന്ദ്രത്തിനു ചുററും കറങ്ങാൻ പ്രേരിപ്പിക്കുന്നു. ഫോട്ടോൺ എന്നു വിളിക്കുന്ന കണങ്ങളുടെ കൈമാററം മൂലമാണ് വൈദ്യുത കാന്തിക ബലം ഉണ്ടാകുന്നത്. ഇവയ്ക്കും ഭാരമില്ല. ഇലക്ട്രോൺ അണുകേന്ദ്രത്തിൻെറ ചുററുമുള്ള ഒരു ഭ്രമണപഥത്തിൽനിന്ന് മറെറാരു ഭ്രമണപഥത്തിലേക്കു മാറുമ്പോൾ ഫോട്ടോണുകൾ സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നു.

ദുർബല ആണവ ബലമാണ് മൂന്നാമത്തേത്. റേഡിയോ ആക്ടിവതയ്ക്ക് (Radio Activity) കാരണം ഇതാണ്. ബോസോൺ എന്നു വിളിക്കുന്ന കണമാണ് ദുർബല ആണവ ബലവാഹികൾ. ലോകപ്രശസ്ത ഇന്ത്യൻ ഭൗതിക ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ബോസിൻെറ പേരിലാണ് ഈ കണങ്ങൾ അറിയപ്പെടുന്നത്. 1967-ൽ ലോകപ്രശസ്ത പാകിസ്ഥാനി ശാസ്ത്രജ്ഞനായ അബ്ദുസ് സലാമും (Abdus Salam) ഹാർവാർഡ് സർവകലാശാലയിലെ സ്ററീവെൻ വെയ്ൻബർഗും (Steven Weinberg) ഹാർവാർഡിലെതന്നെ മറെറാരു ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഗ്ളാഷ്ഷോ (Glashow)യും ദുർബല ആണവ ബലത്തെയും വൈദ്യുതകാന്തികബലത്തെയും ഏകീകരിക്കുന്നതുവരെ ഈ ബലത്തെപ്പററി കൂടുതൽ വിവരങ്ങൾ ഉണ്ടായിരുന്നില്ല.

ശക്ത ആണവബലമാണ് നാലാമത്തേത്. ഇവ പ്രോട്ടോണിലെയും ന്യൂട്രോണിലേയും ക്വാർക്കുകളെ ഒന്നിപ്പിച്ചു നിറുത്തുന്നു എന്നു മാത്രമല്ല

അണുകേന്ദ്രത്തിലെ പ്രോട്ടോണിനെയും ന്യൂട്രോണിനെയും ഒരുമിപ്പിച്ചു നിറുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. ഗ്ലുവോൺ എന്നു വിളിക്കുന്ന കണങ്ങളാണ് ഈ ബലം വഹിക്കുന്നത്. ഗുരുത്വാകർഷണത്തെക്കാൾ 10^{41} മടങ്ങ് ശക്തമാണ് ശക്ത ആണവ ബലം.



ചിത്രം 9.2

പ്രപഞ്ചോൽപത്തിയിൽ എല്ലാ ബലങ്ങളും ഒന്നായിരുന്നു. പ്രപഞ്ചം തണുക്കുകയും കാലം കഴിയുകയും ചെയ്തപ്പോൾ ബലങ്ങൾക്ക് (Symmetry breaking) ഉണ്ടായ സമ്മിതി തകർച്ചയാണ് ചിത്രത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്

പ്രപഞ്ചോൽപ്പത്തിയുടെ നിമിഷം ദ്രവ്യവും ബലങ്ങളും പരസ്പരം വേർതിരിച്ച് അറിയാൻ കഴിയാത്തതായിരുന്നു. ഗുരുത്വാകർഷണബലം മററു ബലങ്ങളെപ്പോലെ ശക്തമായിരുന്നു. ഈ ആശയത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ 4 പ്രകൃതി ബലങ്ങളെയും ഏകീകരിക്കുവാനുള്ള പരിശ്രമം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ആരംഭിച്ചു. പ്രകൃതിബലങ്ങളെ ഏകീകരിക്കുവാനുള്ള പരിശ്രമത്തിൽ ഭാഗികമായി വിജയം കണ്ടെത്തിയവരാണ് സ്ററീഫൻ വെയിൻബർഗും അബ്ദുസ് സലാമും ഗ്ലാഷ്ഷോയും. ഇവർ വൈദ്യുത കാന്തികബലവും

ദുർബല ആണവ ബലവും ഏകീകരിച്ചു. ഇവരുടെ ഏകീകൃത സിദ്ധാന്തത്തെ ഇലക്ട്രോ വീക് തിയറി (Electro Weak Theory) എന്നാണ് അറിയപ്പെടുന്നത്. 1979-ൽ ഇവർക്ക് നോബൽ പുരസ്ക്കാരം ലഭിച്ചു.

വൈദ്യുത കാന്തികബലവും ദുർബല ആണവബലവും ഏകീകരിച്ചപ്പോൾ കൈവരിച്ച വിജയം ശക്ത ആണവബലത്തെ ഇവയുമായി ഏകീകരിക്കാനുള്ള പ്രചോദനം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കു നൽകി. അതിനുവേണ്ടി യുള്ള പരിശ്രമത്തിൻെറ ഫലമായി രൂപംകൊണ്ടതാണ് ബൃഹത് ഏകീകരണ സിദ്ധാന്തം (GUT- Grand Unified Theory). ജി.യു.ററിയുടെ അടിസ്ഥാന ആശയം ഒരു പ്രത്യേക ഉയർന്ന ഊർജ്ജനിലവാരത്തിൽ വൈദ്യുത കാന്തിക ബലവും ദുർബല ആണവ ബലവും ശക്ത ആണവ ബലവും തുല്യ ശക്തികളായി മാറുന്നു. ആയതിനാൽ ഇവ ഒരൊററ ബലത്തിൻെറ വിവിധ ഭാവങ്ങളാണ്. അതുപോലെ ഈ ഉന്നത ഊർജ്ജത്തിലും താപത്തിലും ക്വാർക്ക്, ഇലക്ട്രോൺ തുടങ്ങിയ കണങ്ങൾ ഒന്നുതന്നെ ആയിരിക്കും. 1982-83-ൽ പ്രശസ്ത കണഭൗതികജ്ഞനായ കാർലോ റൂബിയുടെ നേതൃത്വത്തിൽ ജനീവായിലെ സെൻറർ ഫോർ യൂറോപ്യൻ ന്യൂക്ലിയർ റിസർച്ചി (CERN) ൽ നടന്ന പരീക്ഷണങ്ങൾ ഇലക്ട്രോ വീക് സിദ്ധാന്തം ശരിയാണെന്ന് തെളിയിച്ചു. ലോകത്തിൻെറ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിൽ ഉള്ള കണികത്വരണികളിൽ (Particle Accelerators) നടക്കുന്ന പരീക്ഷണങ്ങൾ വിരൽ ചൂണ്ടുന്നത് ഉയർന്ന ഊർജ്ജ നിലവാരത്തിൽ നാലു പ്രകൃതിബലങ്ങളും ഒന്നായിരുന്നു എന്നാണ്. പ്രപഞ്ചസൃഷ്ടിയുടെ ആദ്യ നിമിഷത്തിലെ അത്യുഗ്ര താപനിലയും ഊർജ്ജനിലവാരവും കൃത്രിമമായി കണികത്വരണികളിൽ സൃഷ്ടിക്കാൻ അസാദ്ധ്യമാണെന്നുള്ളതാണ് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അഭിമുഖീകരിക്കുന്ന ഇന്നത്തെ പ്രശ്നം. എന്നാൽ ഇതിനുള്ള ശ്രമങ്ങൾ നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുക യാണ്. ശതകോടി കണക്കിനു രൂപാ ചെലവാക്കി സൂപ്പർ കണ്ടക്ടിങ് സൂപ്പർ കൊളൈഡറുകൾ നിർമ്മിക്കാനുള്ള ശ്രമത്തിലാണ് ചില വികസിത രാജ്യങ്ങൾ.

1980 ഏപ്രിൽ 29-ന് ലുകേഷ്യൻ പ്രൊഫസറായി ഹോക്കിങ് അവരോധിക്കപ്പെട്ടപ്പോൾ അദ്ദേഹം നടത്തിയ പ്രസിദ്ധമായ "The End in Sight" എന്ന പ്രസംഗത്തിൽ അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു: "പ്രപഞ്ചോല്പത്തിയുടെ ആദ്യനിമിഷങ്ങളിൽ അത് എങ്ങനെയായിരുന്നുവെന്നു വിശദീകരിക്കാൻ പററുന്ന ഒരു പുതിയ സിദ്ധാന്തം മാനവരാശി അനതിവിദൂരഭാവിയിൽ കണ്ടുപിടിക്കുമെന്നാണ് എൻെറ ദൃഢമായ വിശ്വാസം. പ്രപഞ്ചം എന്തു കൊണ്ട് ഇന്ന് നാം കാണുന്ന രൂപത്തിലായി എന്ന് പുതിയ സിദ്ധാന്തത്തിന് വിശദീകരിക്കാൻ കഴിയും." ഈ സിദ്ധാന്തത്തിന് N=8 സൂപ്പർ ഗ്രാവിററി (സൂപ്പർ ഗുരുത്വ സിദ്ധാന്തം) എന്ന് അദ്ദേഹം പേരിട്ടു. എല്ലാ പ്രകൃതി കണങ്ങളെയും എല്ലാ ബലങ്ങളെയും ഏകീകരിക്കുന്ന ഈ പുതിയ സിദ്ധാന്തം കണ്ടെത്താനുള്ള താക്കോൽ ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വ സിദ്ധാന്തമാണെന്ന് അദ്ദേഹം വിശ്വസിക്കുന്നു. എന്നാൽ അദ്ദേഹം ഒരു കാര്യം നമ്മെ ഓർമ്മിപ്പിക്കുന്നുണ്ട്. അതായത് ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വ സിദ്ധാന്തം ഒരു പൂർണ്ണ ഏകീകൃത സിദ്ധാന്തമല്ലെന്ന കാര്യം. ഒരു പൂർണ്ണ ഏകീകൃത സിദ്ധാന്തത്തിനുള്ള അന്വേഷണം അദ്ദേഹം തുടരുകയാണ്. ഐൻസ്ററീനെ പരാജയപ്പെടുത്തിയ

വെല്ലുവിളി ഹോക്കിങ് ശുഭപ്രതീക്ഷയോടെ ഏറ്റെടുത്തിരിക്കുകയാണ്.

ഹോക്കിങ് ഇപ്പോൾ സൂപ്പർ ചരട് സിദ്ധാന്തം (Super String Theory) വികസിപ്പിച്ചെടുക്കുന്നതിൽ വ്യാപൃതനായിരിക്കുകയാണ്. ദ്രവ്യത്തിൻെറ അടിസ്ഥാന ഘടകങ്ങളായ ഇലക്ട്രോണും മററ് ഉപ ആണവ കണങ്ങളും അതിസൂക്ഷ്മമായ ഏകമാനമുള്ള (One dimensional) ചരടുകൊണ്ട് നിർമ്മിച്ചിരിക്കുകയാണെന്ന ആശയമാണ് ചരടുസിദ്ധാന്തം മുന്നോട്ടു വയ്ക്കുന്നത്. ഈ ചരടുകൾ നേരേയുള്ളതോ ചുരുണ്ടതോ (loop) ആവാം. അവയുടെ പരസ്പര പ്രവർത്തനത്തിൻെറയും അവ എങ്ങനെ പ്രകമ്പനം കൊള്ളുന്നുവെന്നതിനെയും അടിസ്ഥാനമാക്കി ഭൗതികലോകത്തിലെ നിരവധി പ്രതിഭാസങ്ങളെ മനസ്സിലാക്കാം. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിൻെറ പരിധിയിലൊതുങ്ങാത്ത ഗുരുത്വാകർഷണത്തെ വിശദീകരിക്കാനുള്ള പരിശ്രമത്തിൻെറ ഭാഗമായി വികസിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന സിദ്ധാന്തമാണ് ചരടു സിദ്ധാന്തം. ചരടുസിദ്ധാന്തത്തിൻെറ ചില പാഠഭേദങ്ങൾ അനുസരിച്ചു പ്രപഞ്ചത്തിന് 26 മാനങ്ങൾ (dimension) വരെ ഉണ്ടെന്നാണ്. ചരടു സിദ്ധാന്തത്തിനും ഇന്നുവരെ പ്രപഞ്ചത്തെ പൂർണ്ണമായി വ്യാഖ്യാനിക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. അതും ഒരപൂർണ്ണ സിദ്ധാന്തമാണ്.

പ്രപഞ്ചത്തിന് തുടക്കവും ഒടുക്കവും ഇല്ല

പ്രപഞ്ചോൽപത്തിയെ സംബന്ധിച്ച് ആധുനിക പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തിൽ ഉരുത്തിരിഞ്ഞുവന്നിട്ടുള്ള പ്രധാനപ്പെട്ട രണ്ട് സിദ്ധാന്തങ്ങൾ മഹാവിസ്ഫോടന സിദ്ധാന്തവും (Big Bang Theory) സ്ഥിരസ്ഥിതി സിദ്ധാന്തവും (Steady State Theory) ആണ്. ബെൽജിയൻ ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞനായ ജോർജസ് എഡ്വേർഡ് ലെമയ്ത്രേ (George Edauward Lemaitre) ആണ് 1927-ൽ മഹാവിസ്ഫോടന സിദ്ധാന്തം ആദ്യമായി മുന്നോട്ടു വച്ചത്. ആദിയിൽ പ്രപഞ്ചമാകെ അതിലുള്ള ദ്രവ്യവും ഊർജ്ജവും എല്ലാം കൂടി ഊഹിക്കാനാവാത്തത്ര സംഘനിച്ച് ഏതാനും പ്രകാശവർഷമോ അതിലും കുറവോ വ്യാസമുള്ള ഒരു ഗോളമായിരുന്നു. ഇതിനെ പ്രപഞ്ചാണ്ഡം (Cosmic egg) എന്ന് അദ്ദേഹം വിളിച്ചു. അതൊരു തീപ്പന്തമായി പൊട്ടിത്തെറിച്ചു. സ്ഥലകാലങ്ങൾ നിലവിൽവന്നത് ആ പ്രത്യേക നിമിഷത്തിലായിരുന്നു. പ്രപഞ്ച താപനില അത്യുഗ്രമായിരുന്നു. പ്രപഞ്ചം സാവധാനത്തിൽ വികസിക്കാൻ തുടങ്ങിയതോടെ താപനിലയിൽ മാററം വന്നു. പ്രപഞ്ചോൽപത്തിയുടെ നിമിഷം ദ്രവ്യവും പ്രകൃതിബലങ്ങളും ഒന്നായിരുന്നു. അങ്ങനെ ഒരു പൊട്ടിത്തെറിയുടെ ഫലമായി രൂപംകൊണ്ടതാണ് നമ്മുടെ ഇന്നത്തെ വികസിതപ്രപഞ്ചം. ബ്രിട്ടീഷ് ഭൗതികജ്ഞനായ സർ ആർതർ എഡിങ്ട്ടൺ മഹാവിസ്ഫോടന സിദ്ധാന്തത്തിൻെറ വക്താവായിരുന്നു. പ്രശസ്ത ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ജോർജ്ജ് ഗാമോവും മഹാവിസ്ഫോടന സിദ്ധാന്തത്തെ വികസിപ്പിച്ചു. മഹാവിസ്ഫോടന സിദ്ധാന്തത്തെയാണ് പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ഉത്ഭവം വിശദീകരിക്കുന്ന സിദ്ധാന്തമായി ഭൂരിപക്ഷം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും ഇന്ന് അംഗീകരിക്കുന്നത്.

സ്ഥിരസ്ഥിതിസിദ്ധാന്തം (Steady State Theory) രൂപംകൊണ്ടത് 1940 കളിലായിരുന്നു. തോമസ് ഗോൾഡ്, ഹെർമാൻബോണ്ടി, ഫ്രേഡ് ഹോയൽ എന്നീ ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ആയിരുന്നു ഈ സിദ്ധാന്തത്തിൻെറ വക്താക്കൾ. മഹാവിസ്ഫോടന സിദ്ധാന്തത്തെ ഈ സിദ്ധാന്തം അംഗീകരിക്കുന്നില്ല. ഇതുപ്രകാരം പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ഏതു ഭാഗമെടുത്താലും ഏതു കാലത്തും 1000 കോടി വർഷം മുമ്പും 1000 കോടി വർഷം കഴിഞ്ഞാലും പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ മൊത്തം പ്രകൃതം ഒരുപോലെ ആയിരിക്കും. പ്രപഞ്ചം വികസിക്കുന്നു എന്ന കാര്യം ഈ സിദ്ധാന്തവും അംഗീകരിക്കുന്നു. വികാസത്തിൻെറ ഫലമായി അകന്നുപോകുന്ന ഗ്യാലക്സികളുടെ സ്ഥാനത്ത് പുതിയ ഗ്യാലക്സികൾ രൂപംകൊണ്ടിരിക്കും. അതിനാവശ്യമായ ദ്രവ്യം ശൂന്യതയിൽനിന്നും സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ സൃഷ്ടിയിൽനിന്നും ഉളവാകുന്ന ബലമാണ് വികാസത്തിൻെറ കാരണം.

1950 കളിലും 1960 കളിലും ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ നടത്തിയ നിരീക്ഷണ ങ്ങളുമായി പൊരുത്തപ്പെടുന്നതായിരുന്നില്ല ഈ മാതൃക. പ്രാപഞ്ചിക സൂക്ഷ്മതരംഗ പശ്ചാത്തല വികിരണത്തിന് (Cosmic Microwave Background Radiation) വിശദീകരണം നൽകാൻ ഈ സിദ്ധാന്തത്തിനു കഴിഞ്ഞില്ല. പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ അത്യുഗ്ര ചൂടേറിയതും സാന്ദ്രത കൂടിയതുമായ ആദ്യഘട്ടങ്ങളെ വിശദീകരിക്കുവാൻ കഴിയാതെ വന്നതുകൊണ്ട് ഹീലിയം, ഡ്യൂട്ടീരിയം എന്നീ മൂലകങ്ങൾ എങ്ങനെ സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടു എന്ന് വിശദീ കരിക്കുന്നില്ല. ദ്രവ്യം ശൂന്യതയിൽനിന്നു സൃഷ്ടിക്കാൻ പററില്ലെന്നാണ് ഗവേഷണതെളിവ്. 1960 കളുടെ മദ്ധ്യത്തോടെ സ്ഥിരസ്ഥിതിസിദ്ധാന്തം ഉപേക്ഷിക്കപ്പെട്ടു.

മഹാവിസ്ഫോടന സിദ്ധാന്തമാണ് പൊതുവേ അംഗീകരിച്ചിട്ടുള്ള തെങ്കിലും അതിനു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഉന്നയിക്കുന്ന എല്ലാ ചോദ്യങ്ങൾക്കും മറുപടി നൽകാൻ കഴിയുന്നില്ല. ഐൻസ്ററീൻെറ പൊതു ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തപ്രകാരം സ്ഥലകാലത്തിൻെറ തുടക്കം മഹാവിസ്ഫോടന വൈചിത്ര്യത്തിൽനിന്നായിരുന്നല്ലോ. പ്രപഞ്ചോൽപത്തിസമയത്ത് വൈചിത്ര്യത്തെ വിശദീകരിക്കാൻ മഹാവിസ്ഫോടന സിദ്ധാന്തത്തിനു കഴിഞ്ഞില്ല. ഒരു ബോംബുസ്ഫോടനം നടക്കുമ്പോൾ ചീളുകൾ അകന്നു പോകുന്നതുപോലെയാണ് ഗ്യാലക്സികൾ അകന്നുപോകുന്നതെന്ന മഹാവിസ്ഫോടനസിദ്ധാന്തത്തിൻെറ കാഴ്ചപ്പാട് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് ദഹിച്ചില്ല. പ്രപഞ്ച ഉപരിതലം ഗോളാകൃതിയിലാണെന്നതിനെക്കാൾ പരന്ന താണെന്ന് മഹാവിസ്ഫോടനത്തിൻെറ വക്താക്കാൾ സങ്കൽപിക്കുകയു ണ്ടായി. പ്രപഞ്ചത്തിന് എന്തുകൊണ്ട് ഇത്രയും ദ്രവ്യം ഉണ്ടായി. അത് എവിടെ നിന്നുവന്നു എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ സംശയങ്ങൾക്കും ഈ സിദ്ധാന്തം വ്യക്തമായി ഉത്തരം നൽകുന്നില്ല.

ഈ പശ്ചാത്തലത്തിലാണ് 1970 കളിലും 1980 കളിലും പുതിയ പ്രപഞ്ചമാതൃകകൾക്കു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ രൂപകല്പന നടത്തിയത്. ഇവരിൽ പ്രമുഖൻ സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങ് ആണ്. ഹോക്കിങ്ങിൻെറ പ്രപഞ്ച മാതൃക മനസ്സിലാക്കുന്നതിന് സമീപകാലത്ത് മററു പ്രപഞ്ച ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ആവിഷ്കരിച്ച മാതൃകകൾ മനസ്സിലാക്കേണ്ടത് ആവശ്യമാണ്.

മഹാവിസ്ഫോടനത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി മസാച്ചുസ്റേററ് ഇൻസ്ററിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് ടെക്നോളജിയിലെ പ്രസിദ്ധ സൈദ്ധാന്തിക ഭൗതിക ജ്ഞനായ അലൻ ഗുത്ത് (Alan Guth) 1979-ൽ ഒരു പ്രപഞ്ചമാതൃക അവത രിപ്പിച്ചു. ഇതിനെ ഇൻഫ്ളേഷനറി മാതൃക എന്നാണ് അറിയപ്പെടുന്നത്. ഗുത്തിൻെറ പരികൽപനയനുസരിച്ചു പ്രപഞ്ചം തുടക്കത്തിൽ അതി ശീഘ്രതയേറിയ ഒരു വികാസത്തിലൂടെ കടന്നുപോയി. ഈ ഘട്ടത്തെ ഇൻഫ്ളേഷനറി യുഗം എന്ന് അദ്ദഹം വിളിച്ചു. ഗുത്തിൻെറ ഇൻഫ്ളേഷനറി സിദ്ധാന്തപ്രകാരം പ്രപഞ്ചോല്പത്തിക്കു ശേഷമുള്ള ആദ്യത്തെ സെക്കൻറിൻെറ 10^{-34} സെക്കൻറ് മുതൽ 10^{-30} സെക്കൻറ്വരെയുള്ള സമയത്ത് പ്രപഞ്ചം ഒരു പ്രോട്ടോണിൻെറ (Proton) വലിപ്പത്തിൽനിന്നും ഒരു സോഫ്ററ്ബാളിൻെറ വലിപ്പത്തിലേക്ക് വീർത്തു. ഈ ഘട്ടത്തിൽ പ്രപഞ്ച വികാസനിരക്ക് ഇന്നത്തേതിൻെറ 10^{50} ഇരട്ടിയായിരുന്നു. ഈ നിർണായക

ഘട്ടത്തിൽ പ്രപഞ്ചം ശൂന്യമായിരുന്നു. ശീഘ്രവികാസം അവസാനിക്കുകയും ശൂന്യതയിൽനിന്നു കണങ്ങളും പ്രതികണങ്ങളും ഉല്പാദിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്തു. അവ തമ്മിൽ ഏററുമുട്ടി നശിച്ചു. അതിൻെറ ഫലമായി ഉണ്ടായ ഊർജ്ജത്തിൻെറ പ്രവാഹമാണ് മഹാവിസ്ഫോടനത്തിന് ഇടയാക്കിയത്. ഇൻഫ്ളേഷനറി എന്ന ആശയത്തെ മോസ്കോയിലെ ലബ്ഡേവ് ഇൻസ്ററിററ്യൂട്ടിലെ എ.ഡി.ലിൻഡേ (A.D.Linde)യും പെൻസിൽവേനിയ യൂണിവേഴ്സിററിയിലെ പാൾസ്ററിൻ ഹാർട്ടും (Pualstein Hardt) ആൻഡ്രിസ് ആൽബ്രഷ്റും (Andrees Albrecht) വീണ്ടും വികസിപ്പിച്ചു.

1981 ഒക്ടോബറിൽ സോവിയററ് പ്രപഞ്ച ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ നടത്തിക്കൊണ്ടിരുന്ന പ്രപഞ്ച ശാസ്ത്രഗവേഷണഫലങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കുന്നതിന് ഹോക്കിങ് മോസ്കോ സന്ദർശിച്ചു. തുടർന്ന് കേംബ്രിഡ്ജിൽ തിരിച്ചെത്തിയതിനു ശേഷം ഹോക്കിങ്ങും ഗാരിഗിബൻസും ചേർന്ന് ഇൻഫ്ളേഷനറി മാതൃകയെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള ഗവേഷണത്തിൽ മുഴുകി. ഇൻഫ്ളേഷനറി മാതൃകയ്ക്ക് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ അലട്ടിക്കൊണ്ടിരുന്ന പല ചോദ്യങ്ങൾക്കും ഉത്തരം നൽകാൻ കഴിഞ്ഞു എന്നാണ് ഹോക്കിങ് ഗവേഷണങ്ങളിൽനിന്നും എത്തിച്ചേർന്ന നിഗമനം. ഹോക്കിങ്ങിൻെറ അഭിപ്രായത്തിൽ പ്രപഞ്ചത്തിലെ ദ്രവ്യത്തിൻെറ അളവ് പ്രകൃതിബലങ്ങളുടെ സമമിതി തകർച്ച സൂക്ഷ്മതരംഗപശ്ചാത്തല വികിരണത്തിൻെറ സ്വഭാവം പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ സ്ഥൂല അളവിലുള്ള ഏകമാനതയും ഏകാത്മകതയും ഇൻഫ്ളേഷനറി മാതൃക ശാസ്ത്രീയമായി വിശദീകരിച്ചു. എന്നാൽ നമ്മൾ നിരീക്ഷിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചത്തിലെ ഗ്യാലക്സികളും നക്ഷത്രങ്ങളും എങ്ങനെയുണ്ടായി എന്ന് ഈ സിദ്ധാന്തത്തിനു വിശദീകരിക്കാൻ കഴിഞ്ഞില്ലെന്നും ഹോക്കിങ് അഭിപ്രായപ്പെട്ടു.

ഇൻഫ്ളേഷനറി മാതൃകയുടെ ദൗർബല്യങ്ങൾ പരിഹരിക്കുന്നതിനുവേണ്ടി രൂപംകൊണ്ട പുതിയൊരു പ്രപഞ്ചമാതൃകയാണ് കുമിളപ്രപഞ്ചം (Bubble Universe). ആധുനിക പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തിൽ ഇന്ന് ഏററവും കൂടുതൽ ചർച്ച ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രപഞ്ച മാതൃകയാണിത്. 1981-ലാണ് കുമിളസിദ്ധാന്തം രൂപം കൊണ്ടത്. എ.എ. സ്ററാറോബിൻസകിയാണ് കുമിളപ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ഉപജ്ഞാതാവ്. ബലൂണുകൾ വീർക്കുന്നതുപോലെ കുമിളകൾ ശൂന്യതയിൽ നിന്നു രൂപംകൊണ്ട് അത് നിരവധി പ്രപഞ്ചങ്ങൾക്ക് ജന്മം നൽകി എന്നതാണ് കുമിളപ്രപഞ്ചത്തിൻെറ മൗലികവീക്ഷണം. ആദിയിൽ നിരവധി ഊർജ്ജ ബിന്ദുക്കൾ ഉണ്ടായിരുന്നെന്നും അതിൻെറ താപനില അത്യുഗ്രമായിരുന്നെന്നും അത്യുഗ്രതാപത്തിൻെറ ഫലമായി ഈ ബിന്ദുക്കൾ ശീഘ്രവേഗതയിൽ വികസിക്കുകയും തുടർന്നു മഹാവിസ്ഫോടനത്തിൻെറ ഫലമായി ഇന്നത്തെ പ്രപഞ്ചം ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്തു.

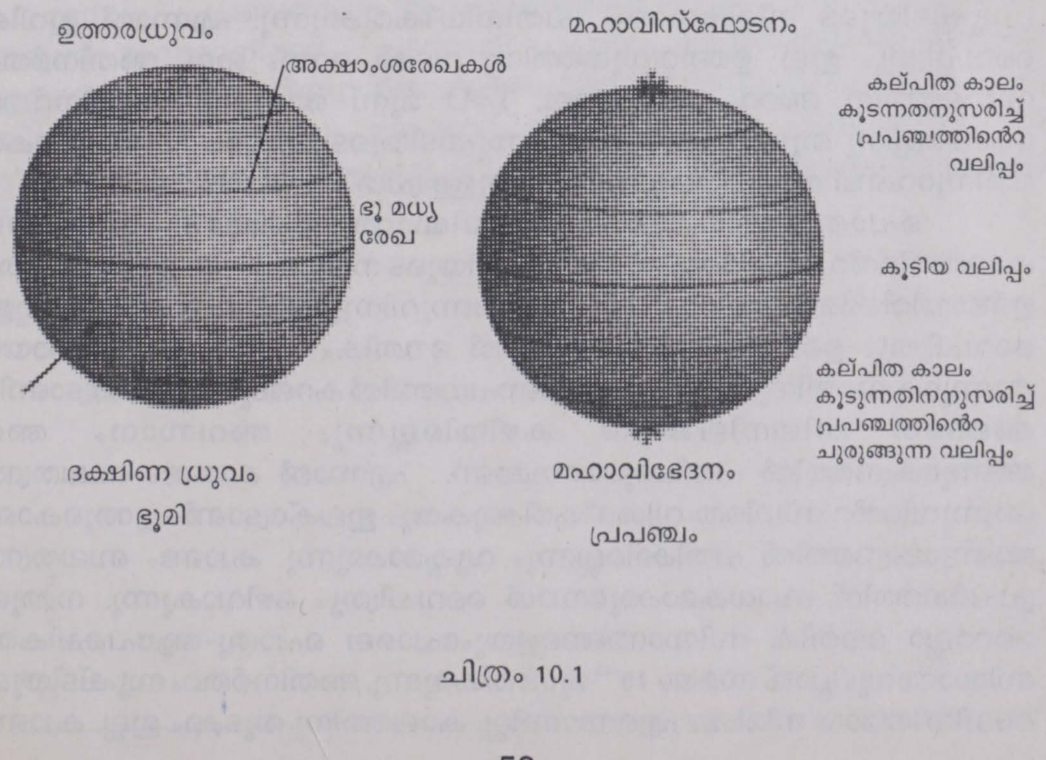
1983-ൽ ആൻഡ്രിലിൻഡേ മററൊരു പ്രപഞ്ചമാതൃക മുന്നോട്ടുവച്ചു. ഈ മാതൃകയനുസരിച്ച് സ്ഥലകാലത്തിൽ എപ്പോഴും അവ്യവസ്ഥാപിതമായ രീതിയിൽ ക്വാണ്ടം ആന്തോളനങ്ങൾ (Quantum Flux) സംഭവിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. നമ്മുടെ പ്രപഞ്ചം ക്വാണ്ടം ആന്തോളനങ്ങളുടെ ഫലമായി ഉരുത്തിരിഞ്ഞ ഒരു സ്ഥലകാല കുമിള ആയിരിക്കാം എന്ന് അദ്ദേഹം നിർദ്ദേശിച്ചു. പിന്നീട് അതിശീഘ്രവികാസം ഉണ്ടായി മഹാവിസ്ഫോടനം

സംഭവിച്ചിരിക്കാം. മാതൃപ്രപഞ്ചം ശിശുപ്രപഞ്ചങ്ങളെ (Baby Universe) സൃഷ്ടിച്ചിരിക്കാം. ഇങ്ങനെയാണെങ്കിൽ നിരവധി പ്രപഞ്ചങ്ങളിലൊന്നു മാത്രമാകാം നമ്മുടെ പ്രപഞ്ചം. ഈ പ്രപഞ്ചകൂട്ടത്തിന് തുടക്കവും ഒടുക്കവും ഇല്ല. ഹോക്കിങ് പറയുന്നു: ''കുമിളപ്രപഞ്ചം എന്ന ആശയം ആകർഷണീയമാണ്. അത് വൈചിത്ര്യം ഒഴിവാക്കുന്നു. പ്രപഞ്ചോപരിതലം ഗോളാകൃതിയുള്ളതാണെന്ന് വ്യക്തമാക്കുന്നു.''

ക്വാണ്ടം ഗുരുത്വാകർഷണസിദ്ധാന്തത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ അസാധാരണവും അപ്രതിക്ഷിതവുമായ ചില പ്രവചനങ്ങൾ ഹോക്കിങ് നടത്തുന്നു. ഈ പ്രവചനങ്ങളുടെ സവിശേഷത അവ ഗണിതശാസ്ത്രപരമായി അന്യൂനമാണെന്നതാണ്. നമ്മുടെ പ്രപഞ്ചത്തെപ്പോലെ മററു പ്രപഞ്ചങ്ങൾ സൂപ്പർ സ്പേയിസിൽ (Super space) ഉണ്ടാവാമെന്നും എന്നാൽ അവയുടെ അസ്തിത്വത്തെക്കുറിച്ച് അറിയുന്നതിനോ അവയുമായി ആശയവിനിമയം നടത്തുന്നതിനോ നമുക്ക് കഴിയില്ലെന്ന് ഹോക്കിങ് നിർദ്ദേശിക്കുന്നു. ഹോക്കിങ്ങിൻെറ പ്രപഞ്ചോൽപത്തിസിദ്ധാന്തങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം കാലിഫോർണിയ ഇൻസ്ററിററ്യൂട്ട് ഓഫ് ടെക്നോളജിയിലെ പ്രശസ്ത സൈദ്ധാന്തിക ഭൗതികജ്ഞനായ റിച്ചാർഡ് പി. ഫെയ്മാൻെറ (Richard P. Feyman) ബദൽ ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രമാണ്. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിന് രണ്ടു വ്യാഖ്യാനങ്ങൾ ആണ് ഭൗതികം അംഗീകരിച്ചിട്ടുള്ളത്. ഒന്നാമത്തേത് ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിന് നീൽബോറും ഹൈസൻ സർഗും മററും നൽകിയ വ്യാഖ്യാനമാണ്. അതിന് കോപ്പൻ ഹേഗൻ (Copen Hegan) വ്യാഖ്യാനം എന്നാണ് പറയുന്നത്. റിച്ചാർഡ് പി. ഫെയ്മാൻെറ ചരിത്രസാരാംശം (Sum Over Histories) അഥവാ പാത്ത് ഇൻെറഗ്രൽ (Path Integral) സങ്കേതത്തിലൂടെ ആവിഷ്കരിച്ച ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിൻെറ ബദൽവ്യാഖ്യാനമാണ് രണ്ടാമത്തേത്. ഇതാണ് ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിൻെറ ഏററവും ആധുനികമായ വ്യാഖ്യാനം. ഇതിനെ ബഹുലോകവ്യാഖ്യാനം (Many World Interpretation) എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. അണുവിനുള്ളിലെ ആണവ ഉപകരണങ്ങളുടെ സ്വഭാവം വിവരിക്കുന്നതിന് അനുയോജ്യമായിരുന്നു കോപ്പൻ ഹേഗൻ വ്യാഖ്യാനം. എന്നാൽ ഈ വ്യാഖ്യാനം പ്രപഞ്ചോൽപത്തിയുടെ സൃഷ്ടിയുടെ നിമിഷത്തിലേക്ക് വ്യാപിപ്പിച്ചപ്പോൾ ശരിയായ ഫലങ്ങൾ ലഭിച്ചില്ല. എന്നാൽ ഫെയ്മാൻെറ വ്യാഖ്യാനം പ്രപഞ്ചതുടക്കത്തിൻെറ ക്വാണ്ടം വിവരണത്തിന് അനുയോജ്യമായിരുന്നു. ഹോക്കിങ് അദ്ദേഹത്തിൻെറ പ്രപഞ്ചസിദ്ധാന്തങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നത് ഫെയ്മാൻെറ ക്വാണ്ടം ഭൗതികത്തിൻെറ ബദൽ വ്യാഖ്യാനമാണ്. പ്രപഞ്ചോൽപത്തിയുടെ അനിശ്ചിതത്വം ഇത് ഫലപ്രദമായി വിശദീകരിക്കുന്നു. പ്രപഞ്ചസ്വഭാവം വിശദീകരിക്കുന്ന സംഭവ്യതകൾ (probabilities) ഇത് കൃത്യമായി കണക്കു കൂട്ടുന്നു. ഫെയ്മാൻെറ ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പരിശോധിക്കുമ്പോൾ ഒരു പ്രപഞ്ചത്തിനുള്ള സാദ്ധ്യതയല്ല ഉള്ളത്. പ്രപഞ്ചങ്ങളുടെ എണ്ണം അനന്തമാകാനാണ് സാദ്ധ്യത. ഓരോ തമോഗർത്തങ്ങളിലെയും വൈചിത്ര്യങ്ങൾ മഹാവിസ്ഫോടനത്തിനു വിധേയമായി പുതിയ പ്രപഞ്ചം ഉണ്ടാവാം. അനന്തമായി നടക്കുന്ന ഈ പ്രക്രിയയുടെ ഫലമായി നിരവധി ബലൂൺ

കുമിളകൾപോലുള്ള ശിശുപ്രപഞ്ചങ്ങൾ (Baby Universes) ഉണ്ടാവാം. ഇതൊക്കെ ഒരു നിർദ്ദേശം മാത്രമായിട്ടാണ് ഹോക്കിങ് അവതരിപ്പിക്കുന്നത്.

അലൻഗുത്തിൻെറ ഇൻഫ്ളേഷനറി എന്ന ആശയവും ആൻഡ്രേ ലിൻഡയുടെ പ്രപഞ്ചസങ്കല്പങ്ങളും സ്ററാറോബിൻസകിയുടെ കുമിള സിദ്ധാന്തവും റിച്ചാർഡ് പി. ഫെയ്മാൻെറ ചരിത്രസാരാംശ സമീപനവും കല്പിതകാലം എന്ന ഗണിതശാസ്ത്രസങ്കേതവും ഉപയോഗിച്ച് പൊതു ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തത്തെയും ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തെയും തമ്മിൽ സമന്വയിപ്പിച്ച് രൂപകല്പന ചെയ്തിട്ടുള്ളതാണ് ഹോക്കിങ്ങിൻെറ പ്രപഞ്ചം. ഹോക്കിങ്ങിൻെറ സിദ്ധാന്തങ്ങളോട് വളരെ കുറച്ചു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരേ യോജിക്കുന്നുള്ളൂ. എന്നാൽ ഹോക്കിങ്ങിൻെറ വിമർശകരായ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർപോലും അദ്ദേഹം അവതരിപ്പിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചമാതൃക ഗണിതശാസ്ത്രപരമായി കുററമററതാണെന്ന് സമ്മതിക്കുന്നു. ഹോക്കിങ്ങിൻെറ പ്രപഞ്ചമാതൃകയ്ക്ക് ഇനിയും നിരീക്ഷണതെളിവ് ലഭിച്ചിട്ടില്ല. ഹോക്കിങ് അവതരിപ്പിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചചിത്രം മനോഹരവും ചിന്തോദ്ദീപകവുമാണ്. പ്രപഞ്ചത്തെ ഭൂമിയുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ട് ലളിതമായ ഒരു പ്രപഞ്ചമാതൃക അവതരിപ്പിക്കുന്നു.



ചിത്രം 10.1

ഇതിൽ ഉത്തരധ്രുവത്തിൽനിന്നുള്ള ദൂരം കല്പിതകാലമായും (Imaginary time) പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ സ്ഥലീയവലിപ്പം ഉത്തരധ്രുവത്തിൽനിന്നുള്ള അകലംകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ ഒരു സ്ഥിര വൃത്തത്തിൻെറ വലിപ്പമായും പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു. ഒരു ഒററ ബിന്ദുവിൽനിന്നെന്നപോലെ പ്രപഞ്ചം ഉത്തരധ്രുവത്തിൽ തുടങ്ങുന്നു. ദക്ഷിണധ്രുവത്തിലേക്ക് സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ ഉത്തരധ്രുവത്തിൽനിന്നുള്ള അക്ഷാംശങ്ങൾ വലുതായി വരികയും പ്രപഞ്ചം കല്പിതകാലത്തിനനുസരിച്ച് വികസിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഭൂമദ്ധ്യരേഖയിലെത്തുമ്പോൾ പ്രപഞ്ചം പരമാവധി വലിപ്പത്തിലെത്തുന്നു. പിന്നീട് കല്പിതകാലം കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് അത് ചുരുങ്ങുകയും അവസാനം ദക്ഷിണധ്രുവത്തിലെത്തുമ്പോൾ ഒരൊററ ബിന്ദുവിലെത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. ഭൂമിയുടെ ഉത്തരധ്രുവത്തിലും ദക്ഷിണധ്രുവത്തിലും പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ വലിപ്പം പൂജ്യമാണ്. ഉത്തരധ്രുവത്തിലെയും ദക്ഷിണധ്രുവത്തിലെയും ബിന്ദു വൈചിത്ര്യമല്ല. ഇതിൽ ശാസ്ത്ര നിയമങ്ങൾ ഭൂമിയിലെ ഉത്തരധ്രുവത്തിലും ദക്ഷിണധ്രുവത്തിലും സംരക്ഷിക്കുന്നതുപോലെ ഇവിടെയും പരിരക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു: (*A Brief History of Time p. 145*). ഹോക്കിങ്ങിൻെറ പ്രപഞ്ചം സ്ഥലകാലങ്ങളിൽ പരിമിതമാണെങ്കിലും വൈചിത്ര്യവും അതിർത്തിയും ഇല്ലാത്തതാണ്. ഇതിന് വികാസവും സങ്കോചവും ഉണ്ട്. ശാസ്ത്രനിയമങ്ങൾകൊണ്ട് ഇതിനെ വിശദീകരിക്കാം. 4-മാനങ്ങളോട് കൂടിയ ഭൂമിയെപ്പോലെ അടഞ്ഞ ഗോളാകൃതിയുള്ളതാണീ പ്രപഞ്ചമാതൃക.

പ്രപഞ്ചത്തെ വിവരിക്കാൻ പററിയ ഏററവും നല്ല ജ്യോമിതിയാണ് ഹോക്കിങ് ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഉത്തരധ്രുവത്തിൽനിന്നും പുറത്തേക്കു വികസിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന അക്ഷാംശവലയങ്ങൾ വികസിക്കുന്ന സ്ഥലത്തെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. ഉത്തരധ്രുവം മഹാവിസ്ഫോടനത്തെ (സൃഷ്ടിയുടെ നിമിഷത്തെ) പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഇവിടെ വൈചിത്ര്യം ഇല്ല. ഉത്തരധ്രുവത്തിനു വടക്ക് ഒന്നും ഇല്ല. അതിനർത്ഥം സ്ഥലത്തിന് അററം ഉണ്ടെന്നല്ല. T=O മുമ്പ് ഒന്നുമില്ല. അതിനർത്ഥം സമയത്തിനു തുടക്കം ഉണ്ടെന്നല്ല. സൃഷ്ടിയുടെ നിമിഷം T=O സൗകര്യത്തിനുവേണ്ടി സമയം അളക്കുന്നതിനുള്ള പ്രതീകം (Label) ആണ്.

പൊതു ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം നമ്മോടു പറയുന്നത് കാലത്തിൻെറ തുടക്കത്തിൽ —സൃഷ്ടിയുടെ നിമിഷം— മഹാവൈചിത്ര്യം ഉണ്ടായിരിക്കണമെന്നാണ് (T=O). അണുവിനുള്ളിൽ ഒരു തരത്തിലുള്ള വൈചിത്ര്യം ഉണ്ടെന്നാണ് ക്ലാസ്സിക്കൽ ഭൗതികം പറയുന്നത്. അതായത് അണുകേന്ദ്രത്തിനു ചുററുമുള്ള ഭ്രമണപഥത്തിൽ കറങ്ങുന്ന ഇലക്ട്രോണിന് അങ്ങനെ നിലനില്ക്കാൻ കഴിയില്ലെന്നും അവസാനം അത് അണുകേന്ദ്രത്തിൽ പതിക്കുമെന്നുമാണ്. എന്നാൽ ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം അണുവിൻെറ സ്ഥിരത വിശദീകരിക്കുകയും ഇലക്ട്രോൺ എന്തുകൊണ്ട് അണുകേന്ദ്രത്തിൽ പതിക്കില്ലെന്നും വ്യക്തമാക്കുന്നു. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രം പ്രപഞ്ചത്തിന് ബാധകമാക്കുമ്പോൾ വൈചിത്ര്യം ഒഴിവാകുന്നു. നമ്മുടെ മറെറല്ലാ ഭൗതിക സിദ്ധാന്തങ്ങളെയുംപോലെ പൊതു-ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തവും പ്ലാങ്ക് സമയം 10^{-43} മുമ്പ് തകരുന്നു. അതിനർത്ഥം സൃഷ്ടിയുടെ അദ്വിതീയമായ നിമിഷം എന്നൊന്നില്ല. കാലത്തിനു തുടക്കം ഇല്ല. ക്വാണ്ടം

ഗുരുത്വസിദ്ധാന്തത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള ഈ മൗലിക ആശയത്തെ ആസ്പദമാക്കിയാണ് പ്രപഞ്ചത്തിനു തുടക്കമോ സൃഷ്ടിയുടെ നിമിഷമോ ഉണ്ടായിരുന്നില്ലെന്ന് ഹോക്കിങ് സമർത്ഥിക്കുന്നത്.

1981-ൽ റോമൻകത്തോലിക്കാസഭ പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തെ സംബന്ധിച്ച് ഒരു സെമിനാർ വത്തിക്കാനിൽവച്ച് സംഘടിപ്പിക്കുകയുണ്ടായി. വിവിധ രാജ്യങ്ങളിൽനിന്നുമുള്ള പ്രമുഖരായ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ സെമിനാറിൽ പങ്കെടുത്തു. ഹോക്കിങ്ങും സെമിനാറിൽ പങ്കെടുത്തിരുന്നു. സെമിനാറിൽ അവതരിപ്പിച്ച പ്രബന്ധത്തിൽ ഹോക്കിങ് പറഞ്ഞു: ''പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ അതിർത്തിനിബന്ധനയെന്നത് (Boundary condition) അതിർത്തിയില്ല എന്നതാണ്. പ്രപഞ്ചം പൂർണമായും അതിൽ പൂർത്തി ഉള്ളതും പരപ്രേരണ ഏൽക്കാത്തതുമാണ്. ഇത് സൃഷ്ടിക്കുവാനോ നശിപ്പിക്കുവാനോ കഴിയില്ല. ഇത് അങ്ങനെയാണ്.'' ഇന്ന് കത്തോലിക്കാ സഭയും പൗരസ്ത്യമതങ്ങളും മഹാവിസ്ഫോടനത്തെ അംഗീകരിക്കുന്നുണ്ട്. കത്തോലിക്കാ മതപണ്ഡിതന്മാരും പൗരസ്ത്യമതപണ്ഡിതന്മാരും പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രത്തെ മതവിശ്വാസവുമായി കൂട്ടിക്കുഴയ്ക്കാനാണ് ശ്രമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നത്. പ്രമുഖരായ പല ഇന്ത്യൻ സന്ന്യാസിമാരും മഹാവിസ്ഫോടനസിദ്ധാന്തത്തെ അവരുടെ വിശ്വാസങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് വ്യാഖ്യാനിക്കുന്നുണ്ട്. എന്നാൽ എല്ലാ മതമേധാവികളും മഹാവിസ്ഫോടന സിദ്ധാന്തത്തെക്കുറിച്ച് അന്വേഷിക്കാൻ പാടില്ലെന്ന അഭിപ്രായക്കാരാണ്. കാരണം, മഹാവിസ്ഫോടനം സൃഷ്ടിയുടെ തുടക്കമാണ്. സൃഷ്ടി ദൈവത്തിനു മാത്രം അവകാശപ്പെട്ടതാണെന്ന് അവർ പ്രഖ്യാപിക്കുന്നു. ഹോക്കിങ്ങിൻെറ പ്രപഞ്ചമാതൃക പാശ്ചാത്യപൗരസ്ത്യമതങ്ങളുടെ സൃഷ്ടിവാദങ്ങൾക്കെതിരാണ്. പ്രപഞ്ചത്തിന് തുടക്കം ഉണ്ടെങ്കിൽ സ്രഷ്ടാവിനെ സങ്കല്പിക്കേണ്ടിവരും. തുടക്കം ഇല്ലെങ്കിൽ സ്രഷ്ടാവിനു പ്രസക്തി ഇല്ല. കാലത്തിൻെറ ഒരു സംക്ഷിപ്ത ചരിത്രത്തിൽ ഹോക്കിങ് പറയുന്നു: ''പ്രപഞ്ചത്തിന് ആദി ഉണ്ടെങ്കിൽ അതിന് സ്രഷ്ടാവുണ്ടെന്ന് നമുക്ക് അനുമാനിക്കാം. എന്നാൽ പ്രപഞ്ചം അതിർത്തിയോ അററമോ ഇല്ലാത്തതാണെങ്കിൽ യഥാർത്ഥത്തിൽ പൂർണമായി സ്വയം സമ്പൂർണമാണെങ്കിൽ അതിന് തുടക്കവും ഒടുക്കവും ഉണ്ടായിരിക്കില്ല. അത് എന്നും നില നിൽക്കും. പിന്നെ ഇവിടെ ഒരു സ്രഷ്ടാവിൻെറ സ്ഥാനം എന്ത്?''(*A Brief History of Time* - p- 149)

മാനവിക തത്ത്വം

പ്രപഞ്ചോൽപത്തിയെക്കുറിച്ചുള്ള എല്ലാ ചർച്ചകളും മതപരമായി വലിയ പ്രാധാന്യം ഉള്ളതാണ്. മതങ്ങളുടെ കാഴ്ചപ്പാടനുസരിച്ച് ദൈവം പ്രപഞ്ചത്തെ സൃഷ്ടിച്ചു. സർവചരാചരങ്ങളും ദൈവ സൃഷ്ടിയാണ്. അന്നുമുതൽ ഇന്നുവരെ പ്രപഞ്ചം യാതൊരു മാററവും ഇല്ലാതെ നിലനിൽക്കുന്നു. പ്രപഞ്ചത്തിനു തുടക്കം ഉണ്ടോ എന്ന ചോദ്യത്തിനുത്തരം കണ്ടെത്താനുള്ള ശ്രമത്തിലാണ് ദർശനവും ശാസ്ത്രവും.

പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ഹോക്കിങ്ങും മററു ചില ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും ചേർന്ന് മാനവികതത്ത്വം (Anthropic Principle) എന്നൊരു പുതിയ ശാസ്ത്രദർശന ശാഖയ്ക്ക് രൂപം നൽകിയിട്ടുണ്ട്. Anthropic എന്ന പദത്തിൻെറ അർത്ഥം മനുഷ്യനെ സംബന്ധിച്ചത് എന്നാണ്. മാനവികതത്ത്വം പ്രപഞ്ചത്തെ നിർവചിക്കുന്നത് ഇങ്ങനെയാണ്: ''പ്രപഞ്ചം ഇന്നുള്ള രീതിയിലായതുകൊണ്ട് നാമതിനെ കാണുന്നു. മറെറാരു തരത്തിലായിരുന്നെങ്കിൽ നാംതന്നെ ഇവിടെ കാണുമായിരുന്നില്ല.'' ആധുനിക ഭൗതികത്തിൻെറ വെളിച്ചത്തിൽ മനുഷ്യനും പ്രപഞ്ചവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം അവർ അപഗ്രഥിക്കുന്നു. സൂക്ഷ്മലോകത്തെയും സ്ഥൂലലോകത്തെയും നിയന്ത്രിക്കുന്ന അടിസ്ഥാന ഭൗതിക നിയമങ്ങൾ 15 എണ്ണം മാത്രമേ ഉള്ളു എന്നാണ് ഹോക്കിങ് അവകാശപ്പെടുന്നത്. ഹോക്കിങ്ങും ബ്രാൻഡൻ കാർട്ടറും (Brandon Carter) മററു ചില ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും പ്രകൃതിയിൽ അത്ഭുതകരമായ സന്തുലിതാവസ്ഥ നിലനിൽക്കുന്നുണ്ടെന്നതിന് തെളിവുകൾ നിരത്തുന്നു.

പ്രകൃതിബലങ്ങൾ നാലെണ്ണമാണല്ലോ? അതിൽ ഏററവും ദുർബലം ഗുരുത്വാകർഷണം ആണ്. ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്തെക്കാൾ 10^{41} മടങ്ങാണ് ശക്ത ആണവബലം. 10^{28} ആണ് ദുർബല ആണവബലം. 10^{39} ആണ് വൈദ്യുത കാന്തികബലം ($10^3 = 1000$). ശക്ത ആണവബലം ഇന്ന് നമ്മൾ നിരീക്ഷിക്കുന്നതിലും അല്പം ദുർബലമായിരുന്നെങ്കിൽ ഹൈഡ്രജൻ മൂലകം മാത്രമേ പ്രപഞ്ചത്തിലുണ്ടാകുമായിരുന്നുള്ളൂ. മററു മൂലകങ്ങൾ രൂപം കൊള്ളുമായിരുന്നില്ല. ശക്ത ആണവബലം ഇന്ന് നാം നിരീക്ഷിക്കുന്നതിൽ നിന്ന് അല്പം കൂടി ശക്തമായിരുന്നെങ്കിൽ ഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാകുമായിരുന്നില്ല. അങ്ങനെ സംഭവിച്ചിരുന്നെങ്കിൽ നക്ഷത്രങ്ങളും ഗ്യാലക്സികളും ജനിക്കില്ലായിരുന്നു. ഒരുപക്ഷേ, നക്ഷത്രങ്ങളും ഗ്യാലക്സികളും ഉണ്ടാകുമായിരുന്നെങ്കിലും അവ ഇന്ന് നാം കാണുന്ന രൂപത്തിലാവുമായിരുന്നില്ല. ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്തെക്കാൾ 10^{25} മടങ്ങ് ആയിരുന്നു ശക്ത ആണവബലമെങ്കിൽ പ്രപഞ്ചം ഇന്നത്തെക്കാൾ ചെറുതും വളരെ വേഗതയുള്ളതും

ആയിരുന്നേനെ. ഇന്ന് നാം അളന്ന് തിട്ടപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള ഇലക്ട്രോണിൻെറയും പ്രോട്ടോണിൻെറയും ചാർജിനോ ദ്രവ്യമാനത്തിനോ എന്തെങ്കിലും വ്യത്യാസം ഉണ്ടായിരുന്നെങ്കിൽ ഇന്നു നാം കാണുന്ന പ്രപഞ്ചം ഉണ്ടാകുമായിരുന്നില്ല. ഉദാഹരണത്തിന് ഇലക്ട്രോണിൻെറ ചാർജ് അല്പം കൂടുതൽ ആയിരുന്നെങ്കിൽ ഹൈഡ്രജനും ഹീലിയവും കത്തിയെരിയില്ലായിരുന്നു. നക്ഷത്രങ്ങൾക്ക് വെളിച്ചം ഉണ്ടാകില്ലായിരുന്നു. ഇത്തരം ഒരു പ്രപഞ്ചത്തിൽ ജൈവവസ്തുക്കളുടെ പരിണാമത്തിന് അനുയോജ്യമായ സാഹചര്യം ഉണ്ടാകുമായിരുന്നില്ല. സൂര്യനും ചന്ദ്രനും ഭൂമിയും രൂപംകൊള്ളുമായിരുന്നില്ല. മനുഷ്യൻ ഉണ്ടാകുമായിരുന്നില്ല. പ്രപഞ്ചം എന്തുകൊണ്ട് ഇന്നു നാം കാണുന്ന രൂപത്തിലായി എന്ന ചോദ്യത്തിനുള്ള ഹോക്കിങ്ങിൻെറ ഉത്തരം ലളിതമാണ്: "നമ്മൾ ഇവിടെ ഉള്ളതുകൊണ്ട്."

മാനവികതത്ത്വം അനുസരിച്ച് 1500 കോടി വർഷങ്ങൾക്കു മുമ്പ് മഹാ വിസ്ഫോടനം നടന്നു. മനുഷ്യൻെറ പരിണാമത്തിന് ഇത്രയും വർഷമെടുത്തു. മഹാവിസ്ഫോടനത്തിനുശേഷം നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ആദ്യതലമുറ രൂപംകൊണ്ടു. ഈ നക്ഷത്രങ്ങൾ ഹൈഡ്രജനെയും ഹീലിയത്തെയും മാററി നമ്മെ നിർമിച്ചിരിക്കുന്ന മൂലകങ്ങളായ കാർബണും ഓക്സിജനും സൃഷ്ടിച്ചു. ഈ നക്ഷത്രങ്ങൾ സൂപ്പർനോവ (Super Nova) വിസ്ഫോടനത്തിനു വിധേയമാവുകയും ഇതിൻെറ അവശിഷ്ടങ്ങളിൽനിന്ന് അടുത്ത തലമുറയിലെ നക്ഷത്രങ്ങളും ഗ്രഹങ്ങളും നമ്മുടെ സൗരയൂഥവും രൂപമെടുത്തു. നമ്മുടെ സൂര്യൻ രണ്ടാം തലമുറയിൽപ്പെട്ട ഒരു നക്ഷത്രമാണ്. സൗരയൂഥത്തിന് ഏകദേശം 500 കോടി വർഷം പഴക്കം ഉണ്ടെന്നാണ് ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കണക്കാക്കിയിരിക്കുന്നത്. സൗരയൂഥത്തിൽപെട്ട നമ്മുടെ ഭൂമിയുടെ താപനില ആദ്യത്തെ ഒന്നോ രണ്ടോ ശതകോടി വർഷങ്ങൾ വളരെ ഉയർന്നതായിരുന്നു. ഈ അവസ്ഥ അതിസങ്കീർണ്ണമായ എന്തിൻെറയും വികാസത്തിന് അനുയോജ്യമായിരുന്നിരിക്കണം. ജൈവപരിണാമം നടന്നത് അതിനുശേഷം ഉള്ള മൂന്ന് ശതകോടി വർഷങ്ങളിലായിരിക്കണം. അങ്ങനെയാണ് മഹാവിസ്ഫോടനംവരെ ചിന്തിക്കാൻ ശേഷിയുള്ള മനുഷ്യൻ മൂന്നു ശതകോടി വർഷംകൊണ്ട് പരിണമിച്ചത്.

ദൈവശാസ്ത്രപണ്ഡിതന്മാരും ചില ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും ഹോക്കിങ്ങും കൂട്ടുകാരും ആവിഷ്കരിച്ച മാനവികതത്ത്വത്തെ അംഗീകരിക്കുന്നില്ല. ഇവരുടെ എതിർപ്പിന് മുഖ്യമായ കാരണം ഹോക്കിങ് അവതരിപ്പിക്കുന്ന മാനവികതത്ത്വത്തിൽ പ്രപഞ്ചസൃഷ്ടിയിൽ ദൈവത്തിനുള്ള പങ്ക് നിഷേധിക്കുന്നു എന്നുള്ളതാണ്.

മാനവിക തത്ത്വത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രപഞ്ചത്തെ പൂർണ്ണമായി വിവരിക്കുവാൻ കഴിയുമെന്ന അഭിപ്രായം ഹോക്കിങ്ങിനില്ല. പ്രപഞ്ചത്തെ പൂർണ്ണമായി വിശദീകരിക്കണമെങ്കിൽ പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ പ്രാരംഭസ്ഥിതി വിവരിക്കുവാൻ കഴിവുള്ള ഒരു പൂർണ്ണ ഏകീകൃത സിദ്ധാന്തം ആവശ്യമാണ്. ഇത്തരത്തിലുള്ള ഒരു സമ്പൂർണ്ണസിദ്ധാന്തം കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ല. അത് ഇരുപതാം നൂററാണ്ട് പൂർത്തീകരിക്കുന്നതിനുമുമ്പ് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെടുമെന്നുള്ള ശുഭാപ്തിവിശ്വാസം ആണ് അദ്ദേഹം പുലർത്തുന്നത്.

അടുത്ത കാലത്ത് ടെക്സാസ് സർവകലാശാലയിലെ

ഭൗതികജ്ഞനായ ജോൺവീലർ ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ മാനവികതത്ത്വത്തിൻെറ മറ്റൊരു പാഠഭേദം അവതരിപ്പിക്കുകയുണ്ടായി. അദ്ദേഹത്തിൻെറ അഭിപ്രായത്തിൽ ജീവൻെറ ഉൽപത്തിക്കാവശ്യമായ സാഹചര്യങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നതിനു വേണ്ടി രൂപംകൊണ്ടതാണീ പ്രപഞ്ചം. മനുഷ്യനില്ലാത്ത പ്രപഞ്ചം വന്ധ്യമാണ്. ജീവൻെറ പരിണാമത്തിന് ആവശ്യമായ സാഹചര്യം സൃഷ്ടിക്കാത്ത പ്രപഞ്ചം പരാജയപ്പെട്ട ഒന്നാണ്. ഈ തത്ത്വത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രപഞ്ചം നിരീക്ഷികാശ്രിതമാണെന്ന് അദ്ദേഹം വാദിച്ചു. അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു: ''എല്ലാ ഭൗതിക നിയമങ്ങളും ഒരു നിരീക്ഷകൻെറ സാന്നിദ്ധ്യത്തെ ആശ്രയിച്ചാണിരിക്കുന്നത്. നിരീക്ഷകനില്ലാത്ത പ്രപഞ്ചം പ്രപഞ്ചമേ അല്ല.'' തികച്ചും അശാസ്ത്രീയമായ മറ്റൊരു വീക്ഷണം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കിടയിൽ വളർന്നുകൊണ്ടിരുന്നു. സമീപകാലത്ത് നിരീക്ഷികാശ്രിതപ്രപഞ്ചം (Observer dependant) എന്ന ആശയത്തെയും പൗരസ്ത്യമതദർശനങ്ങളെയും സംയോജിപ്പിക്കുവാനുള്ള ശ്രമം ചില ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ നടത്തിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. ഹിന്ദു-ബുദ്ധ-താവോ മതങ്ങളുടെ ദർശനങ്ങൾ നിരീക്ഷികാശ്രിതത്ത്വത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ളതാണന്ന് അവർ സമർത്ഥിക്കുന്നു. ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തെ ഭാരതീയ ശിവശക്തി സങ്കൽപത്തിൻെറ പുനഃരാവിഷ്കരണമായി അവർ കരുതുന്നു.

ഫ്രിജോഫ് കാപ്രെയെപ്പോലുള്ളവർ പ്രപഞ്ചരശ്മികൾ ഭൂമിയിൽ പതിക്കുന്നത് ശിവതാണ്ഡവ നൃത്തരൂപത്തിലാണെന്ന് അദ്ദേഹത്തിൻെറ പ്രശസ്തമായ *ദി ടവോ ഓഫ് ഫിസിക്സ് (The Tao of Physics)* എന്ന പുസ്തകത്തിൽ അവകാശപ്പെടുന്നു. 1973 -ലെ നോബൽ സമ്മാനജേതാവും കേംബ്രിഡ്ജ് സർവകലാശാവയിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞനും ഹോക്കിങ്ങിൻെറ സഹപ്രവർത്തകനുമായ ബ്രിയാൻ ജോസഫ്സൺ (Brian Josephson) യോഗമാർഗത്തിലൂടെ ജ്ഞാനം ആർജിക്കാമെന്നും അതിലൂടെ പ്രപഞ്ചത്തെ അറിയാമെന്നും വിശ്വസിക്കുന്നു.

ഈ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ വാദഗതികളെ ശുദ്ധ അസംബന്ധമായിട്ടാണ് ഹോക്കിങ് കരുതുന്നത്. അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു: ''ക്വാണ്ടം ഭൗതികത്തെ പൗരാണിക പൗരസ്ത്യ നിഗൂഢതാവാദവുമായി (Eastern Mysticism) ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന ഭൗതികജ്ഞന്മാർ ഭൗതികത്തെ ഉപേക്ഷിച്ചവരാണ്. പൗരസ്ത്യ നിഗൂഢതാ വാദമനുസരിച്ചു പ്രപഞ്ചം മിഥ്യയാണ്.

ഹോക്കിങ്ങിൻെറ സിദ്ധാന്തങ്ങളും ദർശനവും സർവശക്തനും സർവവ്യാപിയുമായ ഒരു ദൈവത്തെ അംഗീകരിക്കുന്നില്ല. മാററങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കാൻ ദൈവത്തിനു കഴിയില്ലെന്നും മാററങ്ങൾ പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ സവിശേഷതയാണെന്നും അദ്ദേഹം പ്രഖ്യാപിച്ചു. പ്രപഞ്ചസൃഷ്ടിയുടെ നിമിഷങ്ങളിൽ ഉണ്ടായിരുന്ന ഭൗതികനിയമങ്ങളാണ് ഇന്ന് നാം കാണുന്ന രൂപത്തിലുള്ള പ്രപഞ്ചത്തെ സൃഷ്ടിച്ചത്. പ്രപഞ്ചം ഒരു വസ്തുനിഷ്ഠ യാഥാർത്ഥ്യമാണ്. അത് മിഥ്യയല്ല. ഹോക്കിങ് പ്രപഞ്ചത്തെ സൃഷ്ടിച്ച നിമയങ്ങളെ അന്വേഷിക്കുകയാണ്. അല്ലാതെ അദ്ദേഹം ദൈവത്തെ അന്വേഷിക്കുകയല്ല.

OO

ശബ്ദാവലി

അണു (Atom): രാസപ്രകിയയിൽ ഏർപ്പെടാൻ കഴിവുള്ള മൂലകത്തിൻെറ ഏററവും സൂക്ഷ്മഘടകം. പ്രോട്ടോണും ന്യൂട്രോണും അടങ്ങിയ അണുകേന്ദ്രത്തിനു ചുററും കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഇലക്ട്രോണുകളും കൂടിച്ചേർന്നതാണ് അണു. അണുവിനെ പിളർക്കാൻ ആവില്ലെന്നാണ് കരുതിയിരുന്നത്. ഇന്ന് അണുവിനെ മാത്രമല്ല, അതിനുള്ളിലെ പ്രോട്ടോണിനെയും ന്യൂട്രോണിനെയും പിളർക്കാൻ കഴിയുന്നു.

അണുകേന്ദ്രം (Nucleus): ശക്ത ആണവബലം യോജിപ്പിച്ച് നിർത്തുന്ന പ്രോട്ടോണും ന്യൂട്രോണും അടങ്ങിയ അണുവിൻെറ കേന്ദ്രഭാഗം.

അനിശ്ചിതത്ത്വതത്ത്വം (Uncertainity Principle): ഒരേ സമയം ഒരു കണത്തിൻെറ സ്ഥാനവും വേഗവും പൂർണ്ണമായും കൃത്യമായി അറിയാനാവില്ലെന്ന സിദ്ധാന്തം.

ആവൃത്തി (Frequency): ഒരു തരംഗം ഒരു സെക്കൻെറുകൊണ്ട് പൂർത്തിയാക്കുന്ന വ്യതിചലനചക്രങ്ങളുടെ എണ്ണം.

ഇലക്ട്രോൺ (Electron): അണുകേന്ദ്രത്തിന് ചുററും കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഋണാത്മകചാർജുള്ള കണം.

കണികാസംസൂചകം (Particle Detector) : കണികകളെ കണ്ടുപിടിക്കുന്ന ഒരു ഉപകരണം.

കണികാത്വരണി (Particle Accelerator) : വളരെ ഉയർന്ന ഊർജ്ജനിലവാരത്തിലുള്ള ചാർജ്ജിതകണങ്ങൾ ലഭ്യമാക്കാനുള്ള ഉപകരണം. ചാർജ്ജിതകണങ്ങളെ വൈദ്യുതകാന്തികബലം ഉപയോഗിച്ച് ത്വരിപ്പിക്കുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്.

കല്പിതകണം (Virtual Particle): നേരിട്ട് കണ്ടെത്താൻ കഴിയാത്ത കണം.

കല്പിതകാലം (Imaginary Time): കല്പിതസംഖ്യകൾ ഉപയോഗിച്ച് അളക്കുന്ന കാലം (ഗണിതശാസ്ത്രത്തിൽ 2 x 2 = 4, -2 x -2 = 4 ഇത് യഥാർത്ഥസംഖ്യകളാണ്. കല്പിതസംഖ്യകളാണ് i, 2i. i x i = -1, 2i x 2i = -4)

ക്വാർക്ക് (Quark): പ്രോട്ടോണുകളും ന്യൂട്രോണുകളും ക്വാർക്കുകളാൽ നിർമ്മിതമാണ്. മുറെ ജൽമാൻ എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് ഇതിന് ക്വാർക്കുകൾ എന്ന് പേരിട്ടത്. ജയിംസ് ജോയിസ്സിൻെറ Three Quarks for Muster Masks എന്ന പ്രയോഗത്തിൽനിന്നാണ് ക്വാർക്ക് എന്ന പേരിൻെറ ഉത്ഭവം.

ക്വാസർ (Quasar): Quasai Stellar Object എന്നതിന്റെ ചുരുക്കപ്പേരാണ് ക്വാസർ. ശതകോടിക്കണക്കിനു പ്രകാശവർഷം അകലെയാണിത്. വളരെ പ്രായം കുറഞ്ഞ ഗ്യാലക്സികളുടെ കേന്ദ്രമായി ഇതിനെ കരുതപ്പെടുന്നു.

ഗാമാകിരണം (Gamma Ray): ഉയർന്ന ആവൃത്തിയുള്ള വൈദ്യുതകാന്തിക വികിരണം.

ചന്ദ്രശേഖർസീമ (Chandrasekhar Limit): വെള്ളക്കുള്ളൻ നക്ഷത്രത്തിന് ആകാവുന്ന ഏററവും കൂടിയ ദ്രവ്യമാനം. സൂര്യഭാരത്തിന്റെ 1.4 ഇരട്ടി.

ചുവപ്പ് നീക്കം (Red Shift) :ഡോപ്ലർ പ്രഭാവംമൂലം പ്രകാശതരംഗത്തിന്റെ ദൈർഘ്യത്തിലുണ്ടാകുന്ന വർദ്ധനവ്. ശബ്ദത്തിന്റെ കാര്യത്തിലെന്നപോലെ നിരീക്ഷകരും സ്രോതസ്സും തമ്മിലുള്ള ആപേക്ഷികചനലമാണ് ഡോപ്ലർ പ്രഭാവത്തിനു കാരണം. ഡോപ്ലർ പ്രഭാവം ദൂരത്തെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല. വിദൂരഗ്യാലക്സികളുടെ സ്പെക്ട്രം നിരീക്ഷിക്കുമ്പോൾ അവയുടെ സ്പെക്ട്രരേഖകൾ തരംഗദൈർഘ്യം കൂടിയ ഭാഗത്തേക്ക് നീങ്ങിയതായി കാണുന്നു. ഗ്യാലക്സികളുടെ സ്പെക്ട്രത്തിലെ ഈ ചുവപ്പുനീക്കത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി അവ അകന്ന് പൊയ്ക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു എന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു. വികസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചം എന്ന കാഴ്ചപ്പാടിന് ഈ നിരീക്ഷണവും വിശദീകരണവും വഴിതെളിച്ചു.

ചരിത്രസാരാംശം (Sum Over Histories): ഫെയ്മാന്റെ ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിന്റെ ബദൽ വ്യാഖ്യാനം, ചരിത്രസാരാംശം എന്ന സങ്കേതം ഉപയോഗിച്ചാണ് നടത്തുന്നത്.

തമോഗർത്തം (Black Hole) : അതിശക്തമായ ഗുരുത്വാകർഷണം മൂലം പ്രകാശരശ്മിക്കുപോലും പുറത്തു കടക്കുവാൻ കഴിയാത്ത ഒരു സ്ഥലകാല പ്രദേശം.

ത്വരണം (Acceleration) : സമയത്തിനനുസരിച്ച് പ്രവേഗം മാറുന്ന നിരക്ക്.

ദുർബല ആണവ ബലം (Weak Nuclear Force): നാല് അടിസ്ഥാന ബലങ്ങളിൽ രണ്ടാമത്തെ കുറഞ്ഞ ബലം.

ദ്രവ്യമാനം (Mass): ഒരു വസ്തുവിലുള്ള ദ്രവ്യത്തിന്റെ അളവ്. വസ്തുവിനെ ചലിപ്പിക്കുവാൻ അഥവാ ചലനത്തിൽ മാററം വരുത്താൻ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലത്തെ എതിർക്കുവാനുള്ള ശേഷി (ജഡത്വം) യുടെ അളവ്.

ന്യൂട്രിനോ (Neutrino): ഒരു പ്രാഥമിക കണം. ചില അണുകേന്ദ്ര അഭിക്രിയകളിലും മൗലികകണങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിലും ഉണ്ടാകുന്നു.

ന്യൂട്രോൺ (Neutron): അണുകേന്ദ്രത്തിലെ അടിസ്ഥാനമൗലിക കണങ്ങളിൽ ഒന്ന്. ഇതിന് ചാർജ്ജില്ല. ഒരു ന്യൂട്രോൺ രണ്ടു ഡൗൺ ക്വോർക്കുകളും ഒരു അപ്പ് ക്വോർക്കും ചേർന്നതാണ്.

ന്യൂട്രോൺ നക്ഷത്രം (Neutron Star): ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ അധികഭാഗവും ന്യൂട്രോണുകളായ നക്ഷത്രം. ചില നക്ഷത്രങ്ങളുടെ പരിണാമത്തിലെ ഒരു ഘട്ടമാണിത്.

പൾസർ (Pulsar) : സ്പന്ദിക്കുന്ന നക്ഷത്രം. വൻവേഗതയിൽ സ്വയം ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന ന്യൂട്രോൺ നക്ഷത്രമാണ് പൾസർ എന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു.

പശ്ചാത്തല സൂക്ഷ്മ തരംഗവികിരണം (Microwave Background Radiation): ആദ്യകാല പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ അത്യുഗ്രതാപത്തിൽനിന്നും പുറപ്പെട്ട കിരണങ്ങൾ.

പൊതു ആപേക്ഷികതാ സിദ്ധാന്തം (General Theory of Relativity) : എല്ലാ നിരീക്ഷകരെയും സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം അവർ എങ്ങനെ സഞ്ചരിച്ചാലും ശാസ്ത്രനിയമങ്ങൾ ഒന്നുതന്നെയായിരിക്കണമെന്ന ആശയത്തിലധിഷ്ഠിതമായിരിക്കുന്ന ഐൻസ്ററീൻെറ സിദ്ധാന്തം. ദ്രവ്യത്തിൻെറ സാന്നിദ്ധ്യം സ്ഥലകാലത്തിൽ വക്രത ഉണ്ടാക്കുന്നു എന്നും ഈ വക്രതയാണ് ഗുരുത്വാകർഷണത്തിന് അടിസ്ഥാനമെന്നും ഇത് സമർത്ഥിക്കുന്നു.

പ്രതികണം (Anti Particle) :ഓരോ ദ്രവ്യകണത്തിനും പ്രതികണമുണ്ട്.

പോസിട്രോൺ (Positron):ഇലക്ട്രോണിൻെറ പ്രതികണം.

പ്ലാങ്ക് കാലം (Plank time) :പ്രപഞ്ചോൽപത്തിയുടെ ആദ്യത്തെ 10^{-43} സെക്കൻഡ്. ഇതിനെ പ്ലാങ്ക് യുഗം എന്നും പറയുന്നു. ഈ സമയം ഗുരുത്വാകർഷണബലം മററ് മൂന്ന് അടിസ്ഥാന ബലങ്ങളെപ്പോലെ ശക്തമായിരുന്നു.

പ്രപഞ്ചശാസ്ത്രം (Cosmology): പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ഉൽപത്തിയെയും വികാസത്തെയും പ്രകൃതത്തെയും സംബന്ധിക്കുന്ന പഠനം.

പ്രപഞ്ചസ്ഥിരാങ്കം (Cosmological Constant): സ്ഥലകാലത്തിന് സ്വയസിദ്ധമായ വികാസം കൊടുക്കാൻ ഐൻസ്ററീൻ കൊണ്ടുവന്ന ഒരു ഗണിതശാസ്ത്രം.

പ്രാഥമിക കണങ്ങൾ (Fundamental Particles): വിഭജിക്കുവാൻ കഴിയാത്ത കണങ്ങൾ.

പ്രോട്ടോൺ (Proton) :അണുകേന്ദ്രത്തിലെ ധനാത്മകചാർജ് ഉള്ള കണം. രണ്ട് അപ്പ് ക്വോർക്കുകളും ഒരു ഡൗൺ ക്വോർക്കും ചേർന്നതാണ് ഒരു പ്രോട്ടോൺ.

ഫോട്ടോൺ (Photon):പ്രകാശത്തിൻെറ ക്വാണ്ടം.

ബൃഹത്ത് ഏകീകൃത സിദ്ധാന്തം (Grand Unified Theory GUT): വൈദ്യുതകാന്തികബലം, ശക്തആണവ ബലം, ദുർബല ആണവബലം എന്നിവയെ ഏകീകരിക്കുന്ന സിദ്ധാന്തം.

മണ്ഡലം (Field): സ്ഥലത്തിലും കാലത്തിലും ഉടനീളം നിലനിൽക്കുന്ന എന്തോ ഒന്ന്. സമയത്തിൽ ഏതെങ്കിലും ഒരേ ഒരു ബിന്ദുവിൽ നിൽക്കുന്ന കണത്തിന് വിപരീതമാണിത്.

മഹാവിഭേദനം (Big Crunch) :പ്രപഞ്ചന്ത്യത്തിലെ വൈചിത്ര്യം.

മഹാവിസ്ഫോടനം (Big Bang): പ്രപഞ്ചതുടക്കത്തിലെ വൈചിത്ര്യം. ഇതിൽ സ്ഥലകാലവക്രത അനന്തമാണ്.

മഹാവിസ്ഫോടന മാതൃക (Big Bang Model): പ്രപഞ്ചോൽപത്തിയെ സംബന്ധിക്കുന്ന ഒരു സൈദ്ധാന്തിക ചിത്രീകരണം. ഇതനുസരിച്ച് 1500 കോടി വർഷങ്ങൾക്കു മുമ്പ് സംഭവിച്ച ഒരു മഹാവിസ്ഫോടന

ത്തോടെയാണ് പ്രപഞ്ചം ആരംഭിച്ചത്.

മാനവിക തത്ത്വം (Anthropic Principle): പ്രപഞ്ചം ഇന്നുള്ള രീതിയിലായതുകൊണ്ട് നാം അതിനെ കാണുന്നു. മററൊരു തരത്തിലായിരുന്നു എങ്കിൽ നാംതന്നെ ഇവിടെ ഉണ്ടാകുമായിരുന്നില്ല.

മൗലികകണങ്ങൾ: പ്രാഥമിക കണങ്ങൾ.

ലൂക്കാഷ്യൻ പ്രൊഫസർ (Lucasian Professor): കേംബ്രിഡ്ജ് യൂണിവേഴ്സിററിയിലെ ഗണിത ശാസ്ത്രവിഭാഗത്തിൻെറ തലവൻ.

വിരാമ അവസ്ഥ (State of Rest): സമയത്തിനനുസരിച്ച് മാററമില്ലാത്ത അവസ്ഥ.

വിശിഷ്ടാപേക്ഷികതാസിദ്ധാന്തം (Special Theory of Relativity): സ്ഥിര വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന നിരീക്ഷകരെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ശാസ്ത്രനിയമങ്ങൾ ഒന്നുതന്നെയാകണം എന്ന ആശയത്തിൽ അധിഷ്ഠിതമായ ഐൻസ്ററീൻെറ സിദ്ധാന്തം.

വെള്ളക്കുള്ളൻ (White Dwarf) :ഇലക്ട്രോണുകൾ തമ്മിലുള്ള വികർഷണ ബലം ഗുരുത്വാകർഷണത്തെ താങ്ങിനിർത്തുന്ന സന്തുലനാവസ്ഥ യിലുള്ള ഒരു നക്ഷത്രം. നക്ഷത്രങ്ങളുടെ പരിണാമത്തിലെ ഒരു ഘട്ടമാണിത്.

വൈചിത്ര്യം (Singularity): അനന്തവക്രതയുള്ള സ്ഥലകാലത്തിലെ ഒരു ബിന്ദു.

വൈദ്യുതകാന്തികബലം (Electro Magnetic Force): വൈദ്യുത ചാർജ്ജുള്ള കണങ്ങൾ തമ്മിലുണ്ടാകുന്ന ബലം. നാല് അടിസ്ഥാന പ്രകൃതിബലങ്ങളിൽ രണ്ടാമത്തെ ശക്തിയേറിയ ബലം.

വൈദ്യുതചാർജ്ജ് (Electric Charge): ഒരേ ചാർജ്ജുള്ള കണങ്ങൾ തമ്മിൽ വികർഷിക്കുകയും വിപരീത ചാർജ്ജുള്ളവ തമ്മിൽ ആകർഷിക്കു കയും ചെയ്യുന്ന കണങ്ങളുടെ സ്വഭാവഗുണം.

ശക്തആണവബലം (Strong Nuclear Force): നാല് അടിസ്ഥാന ബലങ്ങളിൽ ഏററവും ബലം കൂടിയത്. ക്വാർക്കുകളെ കൂട്ടിയോജിപ്പിച്ച് പ്രോട്ടോ ണുകളുംന്യൂട്രോണുകളുമാക്കുകയും അവയെ അണുകേന്ദ്രത്തിൽ ബന്ധിപ്പിച്ച് നിർത്തുകയും ചെയ്യുന്നത് ഈ ബലമാണ്.

സംഭവം (Event): സ്ഥലം, സമയം എന്നിവകൊണ്ട് സ്ഥലകാലങ്ങളിൽ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്ന ഒരു ബിന്ദു.

സ്ഥലകാലം (Space Time): സ്ഥലത്തെ കുറിക്കുവാൻ മൂന്ന് മാനങ്ങൾ മതി. നീളം, വീതി, പൊക്കം. എന്നാൽ, സ്ഥലവും കാലവും തമ്മിലും സംഭവ ങ്ങളും കാലവും തമ്മിലും ഉള്ള ബന്ധംകൂടി പരിഗണിക്കുമ്പോൾ മൂന്നു മാനങ്ങളോടൊപ്പം സമയംകൂടി ഉപയോഗിക്കണം. അതുകൊണ്ട് ചതുർമാനീയമാണ് സ്ഥലകാലം. മററൊരു രീതിയിൽ പറഞ്ഞാൽ ബിന്ദുക്കൾ സംഭവങ്ങളായുള്ള ചതുർമാനീയ സ്ഥലം.

സ്പെക്ട്രം (Spectrum): വൈദ്യുതകാന്തിക തരംഗങ്ങളുടെ ആവൃത്തി അനുസരിച്ചുള്ള വേർപിരിയൽ.

ഹബിൾ നിയമം (Hubble Law): എല്ലാ ഗ്യാലക്സികളും തമ്മിൽ അകന്നുപോകുന്നു. ഈ അകലലിൻെറ വേഗത ഗ്യാലക്സികൾ തമ്മിലുള്ള അകലം കൂടുന്നതിന് ആനുപാതികമായിരിക്കും.

ക്ഷേത്രം (Field) :മണ്ഡലം.

റേഡിയോ ആക്ടീവത (Radio Activity): അണുകേന്ദ്രം സ്വയം ഒന്നിൽനിന്ന് മറ്റൊന്നായി ക്ഷയിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന പ്രതിഭാസം.

Bibliography

1 Boslough, John, *Beyond The Black Hole : Stephen Hawking's Universe,* Fontanal Collins, 1986

2 Capra, Fritgof, *The Tao of Physics,* Bantam Books

3 Eddington, Arthur, *The Expanding Universe,* Penguin Books, 1940

4 Einstein, Albert, *Ideas and Opinions,* Rupa & Co, 1990

5 Ferguson, Kitty, *Stephen Hawking,* Bantam Books, 1992

6 Ferris, Timothy, *Coming of Age in The Milky Way,* Bodley Head, 1988

7 Feyrmann, The, *Lectures on Physics,* Addison-Wesley/Narora, Indian Student edition, 1989

8 Gamow, George, *The Creation of the Universe,* Viking Press, 1952

9 Gribarov, D.P., *Albert Einstein's Views and The Theories of Relativity,* Progress Publishers, 1987

10 Gribbin, John, *In Search of the Big Bang,* Corgi Books, 1992

11 Gribbin, John and Michael White, *Stephen Hawking: A Life in Science,* Penguin Books, 1992

12 Hawking, Stephen, *A Brief History of Time,* Bantam Books, 1988

13 *Issac Asimov's Guide to Earth and Space*, Fawcelt Crest, 1991

14 *Physics of The 20th Century: History and Outlook,* Mir Publishers, 1987

15 Rydnik, V., *ABCs of Quantum Mechanics,* Mir Publishers, 1968

16 Weinberg, Steven, *The First Three Minutes,* Deutsech

17 Weinberg, Steven, *Dreams of A Final Theory,* Vintage, 1993

18 ഗാമോജ് ജോർജ്, ഒന്ന് രണ്ട് മൂന്ന്.... അനന്തം, കേരളഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട്, 1971

19 എം. പി. പരമേശ്വരൻ, പ്രപഞ്ചരേഖ, ചിന്ത പബ്ളിഷേഴ്സ്, 1988

സ്ററീഫൻ ഹോക്കിങ്ങിൻെറ പ്രപഞ്ചം

ഇ.എം.എസ്.നമ്പൂതിരിപ്പാട്

പി.കേശവൻനായർ എഴുതിയതും ഡി.സി. ബുക്സ് പ്രസിദ്ധീകരിച്ചതുമായ ഒരു ലഘുഗ്രന്ഥത്തിൻെറ തലക്കെട്ടാണ് മുകളിൽ കൊടുത്തിട്ടുള്ളത്. "20-ാം നൂററാണ്ടിലെ മഹാപ്രതിഭകളിലൊരാ"ളും "ഐൻസ്ററിനുശേഷം ലോകം കണ്ടിട്ടുള്ള ഏററവും വലിയ ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞ"നും എന്നാണ് ഗ്രന്ഥകാരൻ ഹോക്കിങ്ങിനെ വിശേഷിപ്പിക്കുന്നത്. അദ്ദേഹത്തിൻെറ ജീവിതത്തിൽ പ്രധാനമായി എടുത്തുപറയേണ്ട ചില സംഗതികളുണ്ട്.

(1) "അദ്ദേഹത്തിന് 15 വയസ്സ് പ്രായമുള്ളപ്പോൾ ചില സുഹൃത്തുക്കളുടെ പ്രേരണയുടെ ഫലമായി ലണ്ടനിലെ ഡ്യൂക്ക് സർവകലാശാലയിലെ അതീന്ദ്രിയ പരിപാടിയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടു. എന്നാൽ അല്പദിവസങ്ങൾക്കുള്ളിൽ തന്നെ അതീന്ദ്രിയധ്യാനത്തിൻെറ അശാസ്ത്രീയത അദ്ദേഹത്തിന് ബോധ്യപ്പെട്ടു. അതീന്ദ്രിയ ധ്യാനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് നടന്ന പരീക്ഷണങ്ങൾക്ക് സത്യവുമായി യാതൊരു ബന്ധവുമില്ലെന്ന് പറഞ്ഞുകൊണ്ട് ആ പരിപാടി അദ്ദേഹം ഉപേക്ഷിച്ചു."

(2) "1962-ൽ ഗവേഷണവിദ്യാർഥിയായിരിക്കുമ്പോൾ അദ്ദേഹത്തെ മാരകമായ രോഗം പിടികൂടി. കഷ്ടിച്ച് രണ്ട് വർഷത്തിൽ കൂടുതൽ അദ്ദേഹം ജീവിച്ചിരിക്കില്ലെന്ന് ഡോക്ടർമാർ വിധി കല്പിച്ചു. മരണത്തിൻെറ പിടിയിൽ നിന്ന് അദ്ഭുതകരമായി രക്ഷപ്പെട്ടെങ്കിലും ഈ രോഗം അദ്ദേഹത്തിൻെറ നാഡീവ്യൂഹത്തിൻെറയും പേശികളുടെയും പ്രവർത്തനത്തെ സാരമായി ബാധിച്ചു. സാധാരണ നിലയിൽ ഈ രോഗം പിടിപെട്ടാൽ രോഗി ന്യൂമോണിയയോ ശ്വാസതടസ്സമോമൂലം പെട്ടെന്ന് മരണമടയുമെന്നാണ് വൈദ്യശാസ്ത്രം പറയുന്നത്. എന്നാൽ ആധുനിക വൈദ്യശാസ്ത്രത്തെത്തന്നെ അദ്ഭുതപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ട് ഹോക്കിങ് ജീവിക്കുന്നു. ഇന്നിപ്പോൾ അദ്ദേഹത്തിന് സംസാരശേഷിയും നടക്കാനുള്ള ശേഷിയും പൂർണമായും നഷ്ടപ്പെട്ടിരിക്കുകയാണ്. ഒരു വീൽചെയറിൽ സഞ്ചരിച്ച് അതിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ഒരു ചെറിയ കംപ്യൂട്ടറിൻെറ സഹായത്താൽ സൈദ്ധാന്തിക ഭൗതികത്തിൽ ഗവേഷണത്തിലേർപ്പെട്ടിരിക്കുകയാണ് അദ്ദേഹമിപ്പോൾ."

(3) ഹോക്കിങ്ങിൻെറ കുടുംബജീവിതവും ദുഃഖപൂർണമായിരുന്നു. അതീന്ദ്രിയധ്യാനംപോലുള്ള അത്മീയജീവിതത്തിൽ ഒട്ടും വിശ്വാസമില്ലാത്ത ഹോക്കിങ് വിവാഹം ചെയ്തത് "ആംഗ്ലിക്കൻ സഭാംഗവും തികഞ്ഞ ദൈവവിശ്വാസിയുമായ ജെയിൻ വൈൽഡിനെ"യാണ് (1965-ൽ). "ഹോക്കിങ്ങിൻെറ വിശ്വാസങ്ങളുമായി പൊരുത്തപ്പെടുന്നതായിരുന്നില്ല ജെയിൻ വൈൽ

ഡിൻേറത്... ദൈവത്തെക്കുറിച്ച് ഹോക്കിങ്ങും ജെയിനും തമ്മിലുണ്ടാ യിരുന്ന തർക്കം മൂർച്ചിച്ച് 1990-ലെ വസന്തത്തിൽ 25 വർഷക്കാലം നീണ്ടുനിന്ന അവരുടെ വിവാഹബന്ധം വേർപെട്ടു."

വ്യക്തിജീവിതത്തിലുണ്ടായ ഈ രണ്ടു ദുഃഖസംഭവങ്ങൾക്കിടയിലാണ് ലോകപ്രസിദ്ധ ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്ന ഐൻസ്ററിൻെറ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾ മുമ്പോട്ടുകൊണ്ടുപോയി പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ ഉല്പത്തി സംബന്ധിച്ച ഒരു സിദ്ധാന്തം ഹോക്കിങ് ആവിഷ്കരിച്ചത്. അതനുസരിച്ച് 1500 കോടി വർഷ ങ്ങൾക്ക് മുമ്പ് 'മഹാവിസ്ഫോടനം' എന്ന് വിളിക്കുന്ന ഒരു സംഭവം നടന്നു. അതിനുശേഷമാണ് നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ആദ്യതലമുറ രൂപംകൊണ്ടത്. അതിനെത്തുടർന്ന് അടുത്ത തലമുറയിലെ നക്ഷത്രങ്ങളും ഗ്രഹങ്ങളും നമ്മുടെ സൗരയൂഥവും രൂപപ്പെട്ടു. ഗ്രന്ഥകാരൻ തുടരുന്നു:

"നമ്മുടെ സൂര്യൻ രണ്ടാം തലമുറയിൽപ്പെട്ട ഒരു നക്ഷത്രമാണ്. സൗരയൂഥത്തിന് 500 കോടി വർഷം പഴക്കമുണ്ടെന്നാണ് ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കണക്കാക്കിയിരിക്കുന്നത്. സൗരയൂഥത്തിൽപ്പെട്ട നമ്മുടെ ഭൂമിയുടെ താപനില ആദ്യത്തെ ഒന്നോ രണ്ടോ ശതകോടി വർഷങ്ങൾ വളരെ ഉയർന്നതായിരുന്നു. ഈ അവസ്ഥ അതിസങ്കീർണമായ എന്തിൻെറയും വികാസത്തിന് അനു യോജ്യമായിരുന്നിരിക്കണം. ജൈവപരിണാമം നടന്നത് അതിനുശേഷമുള്ള മൂന്ന് ശതകോടി വർഷങ്ങളിലായിരിക്കണം. അങ്ങനെയാണ് ചിന്തിക്കാൻ ശേഷിയുള്ള മനുഷ്യൻ മൂന്ന് ശതകോടി വർഷംകൊണ്ട് പരിണമിച്ചത്."

ഈ ശാസ്ത്രീയവീക്ഷണത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ "ഹോക്കിങ്ങും മററു ചില ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും ചേർന്ന് 'മാനവികതത്ത്വം' എന്ന ഒരു പുതിയ ശാസ്ത്ര ദർശന ശാഖയ്ക്ക് രൂപംനല്കിയിട്ടുണ്ട്. അത് പ്രപഞ്ചത്തെ നിർവചിക്കുന്നത് ഇങ്ങനെ യാണ്: 'പ്രപഞ്ചം ഇന്നുള്ള രീതിയിലായതുകൊണ്ട് നാം അതിനെ കാണുന്നു. മററൊരു തരത്തിലായിരുന്നുവെങ്കിൽ നാം തന്നെ ഇവിടെ കാണുമായിരുന്നില്ല."

ഈ കാഴ്ചപ്പാടോടെയാണ് മനുഷ്യനും പ്രപഞ്ചവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം ഹോക്കിങ്ങിനെപ്പോലുള്ള വിഖ്യാത ശാസ്ത്രകാരന്മാർ അപഗ്രഥിക്കുന്നത്. ഗ്രന്ഥകാരൻ തുടരുന്നു:

"മാനവികതത്ത്വത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രപഞ്ചത്തെ പൂർണമായി വിശദീകരിക്കാൻ കഴിയുമെന്ന അഭിപ്രായം ഹോക്കിങ്ങിനില്ല. പ്രപഞ്ചത്തെ പൂർണമായി വിശദീകരിക്കണമെങ്കിൽ പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ പ്രാരംഭസ്ഥിതി വിവരിക്കാൻ കഴിവുള്ള ഒരു പൂർണ ഏകീകൃതസിദ്ധാന്തം ആവശ്യമാണ്. ഇത്തരത്തിലുള്ള ഒരു സമ്പൂർണസിദ്ധാന്തം കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ല. അത് 20-ാം നൂററാണ്ട് പൂർത്തീകരിക്കുന്നതിന് മുമ്പ് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെടുമെന്നുള്ള ശുഭാപ്തിവിശ്വാസമാണ് അദ്ദേഹം പുലർത്തുന്നത്."

ഹോക്കിങ്ങിൻെറ ശാസ്ത്രീയകണ്ടുപിടിത്തങ്ങളും ദൈവവിശ്വാസ വുമായുള്ള ബന്ധം—അതാണല്ലോ അദ്ദേഹത്തിൻെറ വിവാഹജീവിതം തകർത്തത്—ഗ്രന്ഥകാരൻ ഇങ്ങനെ വിവരിക്കുന്നു:

"ഹോക്കിങ്ങിൻെറ സിദ്ധാന്തങ്ങളും ദർശനങ്ങളും സർവശക്തനും

സർവവ്യാപിയുമായ ഒരു ദൈവത്തെ അംഗീകരിക്കുന്നില്ല. മാററങ്ങളുണ്ടാക്കാൻ ദൈവത്തിന് കഴിയില്ലെന്നും മാററങ്ങൾ പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ സവിശേഷതയാണെന്നും അദ്ദേഹം പ്രഖ്യാപിച്ചു. പ്രപഞ്ചസൃഷ്ടിയുടെ നിമിഷങ്ങളിൽ ഉണ്ടായിരുന്ന ഭൗതികനിയമങ്ങളാണ് ഇന്ന് നാം കാണുന്ന രൂപത്തിലുള്ള പ്രപഞ്ചത്തെ സൃഷ്ടിച്ചത്. പ്രപഞ്ചം ഒരു വസ്തുനിഷ്ഠയാഥാർത്ഥ്യമാണ്. അത് മിഥ്യയല്ല, ഹോക്കിങ് പ്രപഞ്ചത്തെ സൃഷ്ടിച്ച നിയമങ്ങളെ അന്വേഷിക്കുകയാണ്, അല്ലാതെ അദ്ദേഹം ദൈവത്തെ അന്വേഷിക്കുകയല്ല."

മാർക്സും എംഗൽസും വെവ്വേറെയോ കൂട്ടായോ എഴുതിയ നിരവധി കൃതികൾ; എംഗൽസിൻെറ വിഖ്യാത കൃതിയായ 'പ്രകൃതിയുടെ വൈരുദ്ധ്യാത്മകത' എന്ന ഗ്രന്ഥം, സമീപകാല ശാസ്ത്രീയ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഭൗതികവാദം തകരുകയല്ല, അതിൻെറ നിലപാട് ന്യായീകരിക്കപ്പെടുകയാണ് ചെയ്തിട്ടുള്ളതെന്ന് സ്ഥാപിക്കുന്ന ലെനിൻെറ വിഖ്യാതമായ ബൃഹദ്ഗ്രന്ഥം — 'ഭൗതികവാദവും അനുഭവൈകദർശനവും'— എന്നിവയിൽ വ്യക്തമാക്കിയിട്ടുള്ള പ്രപഞ്ചസത്യം ഒന്നുകൂടി ഉറപ്പിക്കുകയാണ് ഹോക്കിങ് ചെയ്തിട്ടുള്ളത്.

തങ്ങൾ രൂപപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള വൈരുദ്ധ്യാത്മകവും ചരിത്രപരവുമായ ഭൗതികവാദം അന്തിമസത്യമല്ലെന്നും ശാസ്ത്രീയകണ്ടുപിടിത്തങ്ങളുടെ വളർച്ചയിലെ ഓരോ ഘട്ടത്തിലും തങ്ങളുടെ ദാർശനിക കാഴ്ചപ്പാട് പുനഃപരിശോധിക്കണമെന്നും മാർക്സും എംഗൽസും വ്യക്തമാക്കിയിരുന്നു. ആ അടിസ്ഥാനത്തിലാണ് ലെനിൻ തൻെറ വിഖ്യാതകൃതി രചിച്ചത്. സ്ററീഫൻ ഹോക്കിങ്ങാകട്ടെ, ജനിച്ചതുതന്നെ ലെനിൻ അന്തരിച്ച് 18 വർഷങ്ങൾക്ക് ശേഷമാണ്.

അദ്ദേഹത്തിൻെറ ജീവിതവും പ്രവർത്തനവും ശാസ്ത്രലോകത്തിന് അമൂല്യമായ സംഭാവനകൾ നല്കി. എന്നാൽ മാർക്സിസം-ലെനിനിസത്തിൻെറ എതിരാളികൾ ആരോപിക്കുന്നതുപോലെ, മാർക്സിനും എംഗൽസിനും ലെനിനും ശേഷം ശാസ്ത്രീയഗവേഷണത്തിൽ വൻസംഭാവനകൾ നല്കിയ ഒരാളുടെയും കണ്ടുപിടിത്തം വൈരുദ്ധ്യാത്മകവും ചരിത്രപരവുമായ ഭൗതികവാദത്തെ തള്ളിപ്പറയാൻ പര്യാപ്തമായിട്ടില്ല. മററു പല ശാസ്ത്രജ്ഞരും ചെയ്തതുപോലെ, ഹോക്കിങ് തൻെറ വിലപിടിച്ച സംഭാവനകളെ ആത്മീയതയുടെ പുനരുദ്ധാരണത്തിന് ഉപയോഗിച്ചില്ല. 15-ാം വയസ്സിൽ അതീന്ദ്രിയധ്യാനമുപേക്ഷിച്ച ഹോക്കിങ് ഇന്നേവരെ ദൈവവിശ്വാസിയല്ലാതെ തുടരുകയാണ്; സ്വന്തം കുടുംബജീവിതത്തിലുണ്ടായ തകർച്ചപോലും അദ്ദേഹത്തെ തൻെറ ദാർശനികനിലപാടിൽനിന്ന് പിന്തിരിപ്പിച്ചില്ല.

ദേശാഭിമാനി വാരിക

(1996 ജൂൺ 9-15)

ഈ പ്രപഞ്ചം ഉണ്ടായതെങ്ങനെയാണ്?
ഇതിന്റെ തുടക്കം കുറിച്ചതെന്താണ്?
സമയം എല്ലായ്പോഴും മുന്നോട്ടാണോ
ഒഴുകിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നത്?
ഈ പ്രപഞ്ചത്തിന് ഒരറ്റമുണ്ടോ?
പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ അന്ത്യം
എന്തായിരിക്കും? വിസ്മയകരമായ
ഇത്തരം പ്രപഞ്ച രഹസ്യങ്ങളിലൂടെ
പര്യവേക്ഷണം നടത്തുകയാണ്,
ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിലെ
മഹാപ്രതിഭകളിലൊരാളായ
സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങ്.
പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ
അത്യാഗാധതകളിലേക്ക്
ആഴ്ന്നിറങ്ങാനുള്ള മനുഷ്യമനസ്സിന്റെ
ശേഷിയുടെ ഉദാത്തമായ ഉദാഹരണമാണ്
അദ്ദേഹത്തിന്റെ മനസ്സ്. അത്
നക്ഷത്രങ്ങളിൽനിന്ന് ഗാലക്സികളി
ലേക്കും അണുവിനുള്ളിലെ കണങ്ങ
ളിൽനിന്നും ചെറുകണങ്ങളിലേക്കും
സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടേയിരിക്കുന്നു.
ഹോക്കിങ് ആവിഷ്കരിച്ച
ഭൗതികശാസ്ത്രസിദ്ധാന്തങ്ങളും
ഗണിതസമീകരണങ്ങളും ലോകത്തിന്റെ
മുഴുവൻ ശ്രദ്ധ പിടിച്ചുപറ്റി.
ഐൻസ്റ്റീനുശേഷം ലോകം കണ്ടിട്ടുള്ള
ഏറ്റവും വലിയ ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞനായ
ഹോക്കിങ്ങിന്റെ പ്രപഞ്ചശാസ്ത്ര
സിദ്ധാന്തങ്ങളെയും ദർശനങ്ങ
ളെയും ഈ കൃതിയിലൂടെ പരിചയപ്പെടാം.

സ്റ്റീഫൻ ഹോക്കിങ്ങിന്റെ പ്രപഞ്ചം

ISBN 81-7130-551-2
9788171305513