പദാർത്ഥത്തിന്റെ പൊരുൾ

[**Malayalam**]

എം.എം. അക്ബർ

DA’WA BOOKS
P.B No: 1981, Vyttila, Cochin - 19

DA'WA BOOKS

Malayalam Study Padarthathinte Porul
പദാർത്ഥത്തിന്റെ പൊരുൾ
Author: M.M. Akbar
First Edition: January 2008
Price: Rs 35:00

Publishr & Distribution
Da’wa Books - Vyttila - Kochi 19 - Kerala - India
P.B. No. 1981
Email: dawabook@gmail.com
Cover: Primrose
Type Setting: Creative Media, Azees Palazhi
Printing: Screen Offset, Kochi-18

All right reserved. No, Part of this work may be reproduced or utilised in any form or by any means without the prior written permission of the publishers.

എന്താണ് പദാർത്ഥം? പദാർത്ഥലോകത്തെ വൈവിധ്യങ്ങൾക്ക് കാരണമെന്താണ്? പ്രപഞ്ചത്തിന് സ്രഷ്ടാവുണ്ടെന്നാണോ അതല്ല ഇല്ലയെന്നാണോ പദാർത്ഥത്തെക്കുറിച്ച പുതിയ പഠനങ്ങൾ നമ്മെ കൊണ്ടു ചെന്നെത്തിക്കുന്നത്? ആറ്റത്തെയും ഉപ ആറ്റോമിക കണികകളെയും കുറിച്ച പുതിയ അറിവുകളെ ഖുർആനിന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ പഠനവിധേയമാക്കുന്ന കൃതി

മലയാള പുസ്തകങ്ങൾ പുറത്തിറക്കുകയും പ്രസക്തമായ വിവിധ ഭാഷാ ഗ്രന്ഥങ്ങൾ മലയാളത്തിലേക്ക് മൊഴിമാറ്റം നടത്തി പ്രസിദ്ധീകരിക്കുകയും അന്താരാഷ്ട്ര സമൂഹത്തിന് പരിചയപ്പെടുത്തേണ്ട മലയാള കൃതികൾ മറ്റു ഭാഷകളിലേക്ക് പരിഭാഷപ്പെടുത്തി പ്രസിദ്ധീകരിക്കുകയുമാണ് ലക്ഷ്യം. പദാർത്ഥത്തിന്റെ പൊരുൾ തേടിയുള്ള യാത്ര മനുഷ്യനെ സ്രഷ്ടാവിന്റെ അസ്ഥിത്വം ബോധ്യപ്പെടുത്തും. സ്രഷ്ടാവിന്റെ നിയമങ്ങൾക്കനുസൃതമായി പ്രകൃതിയെ വിനിയോഗിക്കുമ്പോൾ മാത്രമാണ് പ്രകൃതിയുടെ സന്തുലിതാവസ്ഥ നിലനിൽക്കുകയുള്ളൂ. ഈ വഴിക്കുള്ള ഒരന്വേഷണമാണ് എം. എം. അക്ബറിന്റെ 'പദാർത്ഥത്തിന്റെ പൊരുൾ' എന്ന ഈ കൃതി. നിർദേശങ്ങളും വിമർശനങ്ങളുമുണ്ടാവും. അവയ്ക്കെല്ലാം സ്വാഗതം അവയാണല്ലോ നമ്മെ നേരെ നടത്തുന്നത്. അല്ലാഹുവേ..നീ ഞങ്ങളുടെ കർമങ്ങൾ സ്വീകരിക്കുകയും സ്വർഗത്തിൽ സ്ഥാനം നൽകി അനുഗ്രഹിക്കുകയും ചെയ്യേണമേ....(ആമീൻ)

മാനേജർ

ഉള്ളടക്കം

- പദാർത്ഥത്തിന്റെ പൊരുൾ തേടി.................04
- രസതന്ത്രം ജനിക്കുന്നു....................................10
- സാമ്യതയുടെ പൊരുൾ....................................17
- ആറ്റത്തിന്റെ അകത്തളങ്ങളിൽ....................21
- ആറ്റം കൂടുതൽ സങ്കീർണമാകുന്നു...........31
- ആറ്റോമിക ഹൃദയത്തിനകത്തെ..................39
  രഹസ്യങ്ങൾ
- ആറ്റത്തിനകത്തെ ഭൂതം.........................48

[1]
പദാർത്ഥത്തിന്റെ പൊരുൾ തേടി

എത്രയെത്ര വസ്തുക്കളാണീ ഭൂമിയിൽ! ജീവനുള്ളവയും ജീവനില്ലാത്തതുമായ എത്രയെത്ര വസ്തുക്കൾ. അവയിൽ സുലഭമായ മണ്ണും ദുർലഭമായ പ്ലാറ്റിനവും ഉൾപ്പെടുന്നു. ജീവന് നിലനിൽക്കാൻ അത്യാവശ്യമായ വായുവും വെള്ളവും; അമൂല്യമായ രത്നങ്ങളും വില കുറഞ്ഞ കരിക്കട്ടയും; കഠിനമായ വജ്രവും മൃദുലമായ പഞ്ഞിയും; കറിയുപ്പ്, പഞ്ചസാര തുടങ്ങിയ നിത്യോപയോഗ സാധനങ്ങൾ; ആയുധങ്ങൾ നിർമിക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന ഇരുമ്പും ആഭരണങ്ങൾ നിർമിക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന സ്വർണവും; ഇങ്ങനെ മൂന്നു ലക്ഷത്തോളം വരുന്ന വസ്തുക്കളുണ്ടീ ഭൂമിയിൽ! ഇവയെല്ലാം എവിടെ നിന്നു വന്നു? എങ്ങനെയുണ്ടായി? എന്തുകൊണ്ടാണിവ നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളത്?

ഇത്തരം ചോദ്യങ്ങൾ അനാദികാലം മുതലേ മനുഷ്യൻ ചോദിക്കാനാരംഭിച്ചിട്ടുണ്ട്. വസ്തുക്കളെ അവയുടെ അവസ്ഥകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വേർതിരിച്ചു പഠിക്കുവാനുള്ള ശ്രമത്തിന് നൂറ്റാണ്ടുകളുടെ പഴക്കമുണ്ട്. ഖരം, ദ്രവം, വാതകം തുടങ്ങി മൂന്നവസ്ഥകളിലാണ് ദ്രവ്യം സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നതെന്ന് കുറേ മുമ്പ് തന്നെ മനുഷ്യൻ മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നു. എങ്ങനെയാണ് ദ്രവ്യത്തിന്റെ മൂന്നവസ്ഥകൾ ഉണ്ടാകുന്നത്? എന്തുകൊണ്ടാണവ മൂന്നവസ്ഥകളിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്? ഈ മൂന്നവസ്ഥകളിലും സ്ഥിചെയ്യുന്ന ദ്രവ്യം അടിസ്ഥാനപരമായി ഒന്നു തന്നെയാണോ? പൊതുവെ, ദ്രവ്യത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനമെന്താണ്?

മനുഷ്യ മസ്തിഷ്കത്തെ എക്കാലത്തും അലട്ടിക്കൊണ്ടിരുന്ന ഇത്തരം പ്രശ്നങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം നൽകാൻ വിവിധ കാലങ്ങളിൽ തത്വജ്ഞാനികൾ പരിശ്രമിച്ചു പോന്നിട്ടുണ്ട്. ഗ്രീസിലും ഭാരതത്തിലും വളർന്നുവന്ന ആശയങ്ങളാണ് ഇവ്വിഷയകമായി ആദ്യകാലത്തുണ്ടായിരുന്ന പ്രധാനപ്പെട്ട വീക്ഷണങ്ങൾ. ഖരപദാർഥം വിഭജിക്കുമ്പോൾ ചെറിയ ചെറിയ കണികകളുണ്ടാവുന്നുവെന്ന വസ്തുതയിൽ നിന്നാണ് പ്രസ്തുത തത്വജ്ഞാനികൾ തങ്ങളുടെ ചിന്താരീതി വികസിപ്പിച്ചെടുത്തത്.

ക്രിസ്തുവിന് മുമ്പ് 600 മുതൽ 400 വരെ വർഷങ്ങൾക്കിടയിൽ ജീവിച്ച ഗ്രീക്കു ദാർശനികന്മാർ പ്രപഞ്ചത്തിലെ വസ്തുക്കളുടെ മൂല്യത്തെക്കുറിച്ച് അവഗാഹമായി ചർച്ച ചെയ്തിരുന്നുവെന്ന് അറിയാൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഥെയിൽസും (ക്രി. മു. 624–534) അനക്സിമനിസും (ക്രി. മു. 588–524) അഭിപ്രായപ്പെട്ടത് ജലമാണ് ആദിവസ്തുവെന്നായിരുന്നു. അന്ന് അറിയപ്പെട്ടിരുന്ന ലോകത്തിന്റെ ഭൂപടം ആദ്യമായി നിർമിച്ച മഹാനായ അനക്സിമാൻഡർ (ക്രി. മു 646–546) പറഞ്ഞത്: അഗ്നി, ജലം, വായു, ഭൂമി തുടങ്ങിയ മൂലപദാർഥങ്ങൾ ഉണ്ടായിട്ടുള്ളത് അനന്തവും അനിശ്ചിതവുമായ മറ്റൊരു മൂല തത്വത്തിൽ നിന്നാണെന്നാണ്. ഈ

മൂല തത്വം നാം കാണുന്ന സ്ഥൂലവും നശ്വരവുമായ ജഢപദാർഥങ്ങളേക്കാൾ അത്യന്തം സൂക്ഷ്മമായിരിക്കുമെന്നും അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു.

ഗ്രീക്കു ദാർശനികന്മാരിൽ പരമാണു വാദത്തിന്റെ ഉപജ്ഞാതാവായി അറിയപ്പെടുന്നത് ഡെമോക്രിറ്റസ് (ക്രി. മു. 460–370) ആണെങ്കിലും അദ്ദേഹത്തിന്റെ ഗുരുവായിരുന്ന ലൂസിപ്പസിന്റെ (ക്രി. മു. 500–440) മനസ്സിലാണ് ഈ ആശയം ആദ്യം ഉദിച്ചതെന്നാണ് മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയുന്നത്. അഭേദ്യവും അഛേദ്യവുമായ 'അതോമോൻ' എന്ന മൂലതത്വത്തിൽ നിന്നാണ് പ്രപഞ്ചത്തിലെ വസ്തുക്കളെല്ലാം നിർമിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതെന്നാണ് ഡൊമോക്രിറ്റസിന്റെ തത്വം. അതിസൂക്ഷ്മവും അവിഭാജ്യവുമായ വസ്തുവാണ് 'അതോമോൻ'. എന്നാൽ അത് രേഖാഗണിതത്തിലെ ബിന്ദുവോ ശക്തിയോ അല്ല. ഈ ലോകത്തിന്റെ ആരംഭത്തിലെ ഏക ഘടകങ്ങളാണവ. സദാ ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന വസ്തുവാണ് അതോമോൻ. എപ്പോഴും പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന അത് മറ്റുള്ളവയുമായി കൂടിച്ചേരുന്നു. ഈ കൂടിച്ചേരൽ മൂലമാണ് ഈ ലോകവും ഇവിടെയുള്ള സർവ പിണ്ഡങ്ങളും ആവിർഭവിച്ചത്. ശബ്ദം, വണ്ണം, രസം, ഗന്ധം എന്നിവയ്ക്ക് യഥാർഥത്തിൽ അസ്തിത്വമില്ല. പരമാണുക്കളും അവയുടെ മദ്ധ്യവർത്തിയായ ശൂന്യതയും മാത്രമാണ് വാസ്തവികമായി നിലനിൽക്കുന്നവ. ഡെമോക്രിറ്റസിനു ശേഷം ജീവിച്ച എപ്പിക്യൂറസ് (ക്രി. മു. 341–270) പരമാണുവാദത്തെ കൂടുതൽ വികസിപ്പിച്ചെടുത്തു. ആകൃതി, വലുപ്പം, ചലനം, നില എന്നിവ മാത്രമാണ് അണുവിന്റേതായ ഗുണങ്ങളെന്നും മറ്റെല്ലാം ഇവയിൽ നിന്ന് ആവിർഭവിച്ചതാണെന്നും അദ്ദേഹം സമർഥിച്ചു. എപ്പിക്യൂറസ്സിന്റെ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ ലുക്രിഷ്യസിന്റെ (ക്രി. മു. 99–55) De Rerum Nature എന്ന കവിതയിൽ വിശദമായി വിവരിക്കുന്നുണ്ട്.

ഭാരതത്തിൽ പൊതുവെ ഉപനിഷദ് കാലഘട്ടത്തിൽ പ്രചാരത്തിലുണ്ടായിരുന്നത് പഞ്ചഭൂത സിദ്ധാന്തമായിരുന്നു. പൃഥ്വി, ജലം, അഗ്നി, വായു, ആകാശം എന്നിവയാണ് പഞ്ചഭൂതങ്ങൾ. ഇതിൽ ആദ്യമുണ്ടായത് ജലമായിരുന്നുവെന്നാണ് ഉപനിഷത്തുകൾ പറയുന്നത്. 'ആദിയിൽ ഈ പ്രപഞ്ചം കേവലം ജലമായിരുന്നു.'[1] വെന്നാണ് ബൃഹദാരണ്യകോപനിഷത്ത് പറയുന്നത്. 'ഭൂമിയിൽ ആകാശവും വായുവും ദൈവങ്ങളും മനുഷ്യരും പുല്ലും മരങ്ങളും ജന്തുക്കളും പുഴുക്കളും ഈച്ചകളും ഉറുമ്പുകളുമെല്ലാം വെ[1]ള്ളം ഉറഞ്ഞുണ്ടായത്.[2]

ഇതിൽനിന്നു വ്യത്യസ്തമായി തൈത്തരിയോപനിഷത്ത് മറ്റൊരു രീതിയിലാണ് പഞ്ചഭൂത തത്വത്തെ വിവരിക്കുന്നത്. 'ആത്മാവിൽനിന്ന് ആകാശമുണ്ടായി. ആകാശത്തിൽനിന്ന് അഗ്നിയും വായുവിൽ നിന്നും ജലവും ജലത്തിൽ നിന്ന് പൃഥ്വിയും പൃഥ്വിയിൽ നിന്ന്, സസ്യങ്ങളും സസ്യങ്ങളിൽ നിന്ന് അന്നവും

[1] ബൃഹദാരണ്യകോപനിഷത്ത് 5:5:1

2. ഛന്ദോഗ്യോപനിഷത്ത് 7:10

3. തൈത്തീരിയോപനിഷത്ത് 2:2:1

അന്നത്തിൽ നിന്ന് രേതസ്സും രേതസ്സിൽ നിന്ന് പുരുഷനുമുണ്ടായി[3]

പഞ്ചഭൂത തത്വം പരിണമിച്ചാണ് ഭാരതത്തിലെ അണു സിദ്ധാന്തമുണ്ടായത്. വൈശേഷിക ദാർശനികന്മാരാണ് അണുസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ പ്രചാരകന്മാർ. കണാദമുനിയാണ് അണു സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ ഉപജ്ഞാതാവായി അറിയപ്പെടുന്നത്. കണത്തെക്കുറിച്ചു പറഞ്ഞതു കാരണമാണ് കണാദനെന്ന പേരു ലഭിച്ചതെന്നാണ് പറയപ്പെടുന്നത്. അദ്ദേഹത്തിന്റെ കാലം ക്ലിപ്തമായി തിട്ടപ്പെടുത്തുവാൻ സാധിച്ചിട്ടില്ല. ക്രിസ്തുവിന് രണ്ടു നൂറ്റാണ്ടു മുമ്പാണ് വൈശേകന്മാർ അണുവാദത്തെ സ്വായത്തമാക്കിയതെന്നാണ് ഭാരതീയ [2]ദർശനങ്ങളിൽ അഗാധ പാണ്ഡിത്യം നേടിയ രാഹുൽ സാംകൃത്യായൻ പറയുന്നത്. ഉപനിഷത്തിലോ അതിനു മുമ്പുള്ള സാഹിത്യങ്ങളിലോ ബുദ്ധജൈന പിടികങ്ങളിലോ കാണപ്പെടാത്ത പരമാണുവാദം ഭാരതീയർക്ക് യവനന്മാരുടെ സമ്പർക്കത്തിൽനിന്ന് ഉപലബ്ധമായതാണെന്നാണ് അദ്ദേഹത്തിന്റെ പക്ഷം. വൈശേഷിക ദർശനമെന്നത് ഗ്രീക്കു ദർശനത്തിന്റെ ഇന്ത്യൻ സംസ്കരണമാണെന്നാണ് അദ്ദേഹം സമർത്ഥിക്കുന്നത്.[1]

അണുക്കളാണ് പ്രകൃതിയുടെ മൂലതത്വം, പരമാണുക്കൾ സംയോജിച്ചുകൊണ്ടാണ് സ്ഥൂലപദാർഥങ്ങളായിത്തീരുന്നത്. അണു നിത്യവും അവിഭാജ്യവും പരിണാമമില്ലാത്തതുമാകുന്നു. അണുക്കൾ സദാ ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. ഇതു കാരണം ഓരോ ദ്രവ്യത്തിന്റെ രണ്ടണുക്കൾ തമ്മിൽ സംയോജിക്കുവാനുള്ള സാധ്യതയുണ്ടാകുന്നു. ഒൻപത് വിധത്തിലുള്ള ദ്രവ്യങ്ങളാണുള്ളത്. പൃഥ്വി, ജലം, അഗ്നി, വായു, ആകാശം, ദിക്ക്, കാലം, ആത്മാവ്, മനസ്സ് എന്നിവയാണ് ദ്രവ്യങ്ങൾ. ഇവയിൽ പൃഥ്വി, ജലം, അഗ്നി, വായു എന്നീ ദ്രവ്യങ്ങൾ അണുരൂപത്തിലുള്ളതാണ്. എല്ലാ അണുക്കളും ഗോളാകൃതിയിലുള്ളതാണെങ്കിലും ഓരോ ദ്രവ്യത്തിന്റെയും അണുക്കൾക്ക് വ്യത്യസ്തങ്ങളായ ഗുണങ്ങളുണ്ട്. പൃഥ്വിയുടെ അണുവിന് ഗന്ധവും വായുവിന്റെ അണുവിന് സ്പർശവും ജലത്തിന്റെ അണുവിന് രസവും അഗ്നിയുടെ അണുവിന് രൂപവുമാണുള്ളത്. ഈ ഗുണവ്യത്യാസം മൂലമാണ് അണുക്കളെ തിരിച്ചറിയാൻ കഴിയുന്നത്. രണ്ടു വ്യത്യസ്ത ദ്രവ്യങ്ങളുടെ അണുക്കൾ തമ്മിൽ ഒരിക്കലും സംയോജിക്കുകയില്ല. രണ്ട് അണുക്കൾ ചേർന്ന് ഒരു ദ്വ്യണുകം ഉണ്ടാകുന്നു. മുമ്പ് ദ്വ്യണുകങ്ങൾ കൂടിച്ചേർന്നാണ് ഒരു ത്ര്യണുകമുണ്ടാവുന്നത്. ത്ര്യണുകമാണ് ഏറ്റവും ചെറിയ സ്ഥൂലവസ്തു. മൂന്നിൽ കൂടുതൽ ദ്വ്യണുകങ്ങൾ സംയോജിച്ചു സ്ഥൂലവസ്തുവുണ്ടാകാം. എട്ട് ദ്വ്യണുകങ്ങൾ സംയോജിച്ച് ഒരു ത്രസരേണുവുണ്ടാകുന്നു. മൂന്നിൽ കൂടുതൽ ദ്വ്യണുകങ്ങൾ സംയോജിച്ച് ഒരു ത്രസരേണുവുണ്ടാകുന്നു. മൂന്നിൽ കൂടുതൽ ദ്വ്യണുകങ്ങൾ സംയോജിച്ചും സ്ഥൂലവസ്തുവുണ്ടാകുന്നു. എട്ട് ത്രസരേണുക്കൾ ചേർന്ന് ഒരു രോമാഗ്രവും എട്ട് രോമാഗ്രങ്ങൾ ചേർന്ന് ഒരു ലിക്ഷയും എട്ട് ലിക്ഷകൾ ചേർന്ന് ഒരു യവവും എട്ട് യവം ചേർന്ന് ഒരു അംഗുലവുമുണ്ടാകുന്നുവെന്നാണ് കണക്ക്. ഇതുപ്രകാരം ഒരു പരമാണുവിന് 10^{-5}

---

1. RAHUL SAMKRITHYAYAN: GREEK- EUROPEAN PHILOSOPHY PAGE 99

സെന്റീമീറ്റർ വ്യാസമുണ്ടാകണം. ആധുനിക നിഗമനപ്രകാരം ഒരു ആറ്റത്തിന് 10^{-8} സെന്റീമീറ്റർ വ്യാസമുണ്ടെന്നോർക്കുക.

പദാർഥത്തിന്റെ സ്വഭാവങ്ങളെക്കുറിച്ച് സ്വതന്ത്രമായ പഠനത്തിൽ നിന്നാണ് ഗ്രീക്കു ദാർശനികരും വൈശേഷിക ദാർശനികരും പരമാണു സങ്കല്പത്തിലെത്തിച്ചേർന്നത്. പ്രസ്തുത സങ്കല്പങ്ങളിൽ ഒട്ടേറെ അബദ്ധങ്ങളുണ്ടെന്നത് നേരാണ്. പക്ഷെ, ചിന്തയുടെ ഔജ്ജ്വല്യം കൊണ്ടു നൂറ്റാണ്ടുകൾക്കു മുമ്പ് നമ്മുടെ പൂർവികന്മാർ എത്തിച്ചേർന്ന നിഗമനങ്ങളെന്ന നിലക്ക് അവക്കുള്ള പ്രാധാന്യത്തെ നമുക്ക് വിസ്മരിക്കാനാവില്ല. സ്വതന്ത്ര ചിന്തയുടെയും സഹജാവബോധത്തിന്റെയും ഫലമാണ് ഗ്രീക്ക്- ഭാരതീയ അണു സങ്കല്പങ്ങളെല്ലാം. പ്രസ്തുത സങ്കല്പങ്ങളുടെ ഉപജ്ഞാതാക്കൾ ത്രികാലജ്ഞാനികളോ തെറ്റു പറ്റാത്തവരോ ആണെന്ന് അവകാശപ്പെട്ടിട്ടില്ല. അവർക്ക് ലഭിച്ച വസ്തുതകളെ വസ്തുനിഷ്ഠമായി വിശകലനം ചെയ്യുകവഴി എത്തിച്ചേർന്ന നിഗമനങ്ങളായിരുന്നു ഇവ. അക്കാലത്തെ അറിവ് വെച്ചു നോക്കുമ്പോൾ ഈ നിഗമനങ്ങൾ അത്ഭുതാവഹങ്ങളാണ്. തെറ്റുകൾ പറ്റാതിരിക്കാൻ അവർ പ്രവാചകന്മാരോ ദിവ്യബോധനം നൽകപ്പെടുന്നവരോ ആയിരുന്നില്ലല്ലോ. ഗ്രീക്ക് ദാർശനികന്മാർ അതോമോൻ എന്നു പറഞ്ഞതും വൈശേഷിക ദാർശനികന്മാർ പരമാണുവെന്നു വിളിച്ചതും പദാർഥത്തിന്റെ ഏറ്റവും ചെറിയ കണത്തെയായിരുന്നു. ഇതിനെക്കാൾ ചെറിയ ഒന്നിനെക്കുറിച്ചും അവർക്കു ചിന്തിക്കുക പോലും ദുഷ്കരമായിരുന്നു. പരമാണുവായിരുന്നു മൂലതത്വം. അത് അവിഭാജ്യമാണെന്ന കാര്യത്തിൽ ഗ്രീക്കു ദാർശനികരും വൈശേഷികദാർശനികരും യോജിക്കുന്നു. അവിഭാജ്യമായ പദാർഥത്തിന്റെ മൗലിക കണങ്ങൾ കൂടിച്ചേർന്നുകൊണ്ടാണ് പ്രപഞ്ചത്തിലെ എല്ലാ വസ്തുക്കളുമുണ്ടായിട്ടുള്ളതെന്ന ഗ്രീക്ക് തത്വശാസ്ത്രമായിരുന്നു പത്തൊൻപാതം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആദ്യ ദശകം വരെ ദർശനലോകത്ത് ചോദ്യം ചെയ്യപ്പെടാതെ അംഗീകരിച്ചു പോന്നിരുന്നത്. അണു അവിഭാജ്യമാണെന്ന സിദ്ധാന്തം ദാർശനികലോകത്ത് ഖണ്ഡിക്കപ്പെടാതെ അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടുപോന്നു. പത്തൊൻപതാം നൂറ്റാണ്ടുവരെ.

ഗ്രീക്കുകാരുടെയും വൈശേഷികന്മാരുടെയും പരമാണു സങ്കല്പം അടിസ്ഥാനപരമായിത്തന്നെ അബദ്ധമാണെന്ന് ഇന്നു നമുക്കറിയാം. അവിഭാജ്യമായ കണം എന്ന ആശയം തന്നെ ഇന്ന് ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിന് അജ്ഞാതമാണ്. പ്രകൃതിയുടെ മൂലതത്വത്തെക്കുറിച്ച് ക്രിസ്തുവിന് മുമ്പ് അഞ്ചാം നൂറ്റാണ്ടു മുതൽ ശേഷം പതിനെട്ടാം നൂറ്റാണ്ടുവരെ രചിക്കപ്പെട്ട പുസ്തകങ്ങളിലെല്ലാം തന്നെ അവിഭാജ്യമായ പരമാണുവെന്ന സങ്കല്പത്തിന്റെ സ്വാധീനം കാണാം.

യുഗപ്പകർച്ചകൾക്കു മുൻപിൽ അജയ്യമായി നിലനിൽക്കുന്ന ഖുർആനിന്റെ സ്ഥിതി ഇതിൽ നിന്നു വ്യത്യസ്തമാണ്. ദൈവിക ഗ്രന്ഥമെന്ന് സ്വയം പ്രഖ്യാപിക്കുന്ന ഏക രചനയാണ് വിശുദ്ധ ഖുർആൻ എന്നോർക്കുക. പ്രസ്തുത പ്രഖ്യാപ

നത്തിൽ പതിരില്ലെന്ന് തെളിയിച്ചുകൊണ്ട്, ശാസ്ത്ര സാങ്കേതിക വൈജ്ഞാനിക വിപ്ലവങ്ങൾക്കു മുമ്പിൽ അടിപതറാതെ പ്രമാദമുക്തമായി നിലനിൽക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടുള്ള ഗ്രന്ഥമാണ് ഖുർആൻ. അണുവെക്കുറിച്ച് ഖുർആൻ പ്രതിപാദിക്കുന്നത് പ്രകൃതിയുടെ മൂലതത്വമെന്ന നിലക്കല്ല; വളരെ ചെറിയ ഒരു പരിമാണം എന്ന നിലക്കു മാത്രമാണ്. 'ദർറത്ത്' എന്നാണ് ഖുർആൻ? അണുവിനെ വിളിച്ചിരിക്കുന്നത്. ആധുനിക അറബിയിൽ 'ദർറത്ത്' എന്നാൽ ആറ്റം എന്നാണർഥം. പരമാണുവെന്ന് മലയാളത്തിൽ ഈ പദത്തിനർഥം നൽകാം. ഖുർആനിന്റെ അവതരണകാലത്ത് പദാർഥത്തിന്റെ അവിഭാജ്യമായ മൂലതത്വമെന്ന ആശയം ദർശനലോകത്തുണ്ടായിരുന്നുവെന്നു നാം കണ്ടു. എന്നാൽ ഖുർആനിലൊരിടത്തും 'ദർറത്ത്' അവിഭാജ്യമാണെന്ന പ്രസ്താവനയില്ലെന്ന കാര്യം പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധേയമാണ്. മാത്രവുമല്ല 'ദർറത്ത്' (പരമാണു) നേക്കാൾ ചെറിയ വസ്തുക്കൾ ഉണ്ടെന്നതിലേക്ക് സൂചനകളും ഖുർആൻ നൽകുന്നുണ്ട്. ഖുർആൻ പറയുന്നത് നോക്കുക. 'ഭൂമിയിലോ ഉപരിലോകത്തോ ഉള്ള ഒരു അണു(ദർറത്ത്) വോളമുള്ള യാതൊന്നും നിന്റെ രക്ഷിതാവിൽ നിന്ന് വിട്ടുപോവുകയില്ല. അതിനേക്കാൾ ചെറുതോ വലുതോ ആയിട്ടുള്ള യാതൊന്നും സ്പഷ്ടമായ ഒരു രേഖയിൽ ഉൾപ്പെടാത്തതായി ഇല്ല. (ഖുർആൻ 10:61)

ഭൗതിക വസ്തുവിന്റെ ഏറ്റവും ചെറിയ പരിമാണമായ അണുവിനേക്കാൾ ചെറിയതായി ഒന്നിനെയും സങ്കൽപിക്കാൻ പോലും സാധിക്കാതിരുന്ന കാലത്തായിരുന്നു ഖുർആൻ അണുവിനേക്കാൾ ചെറിയ വസ്തുവെക്കുറിച്ച് പ്രതിപാദിച്ചത് എന്ന കാര്യം പ്രത്യേകം പ്രസ്താവ്യമാണ്.

പദാർഥം അവിഭാജ്യമായ ഒരു അടിസ്ഥാനകാരണം കൊണ്ട് നിർമിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നുവെന്ന് ഖുർആൻ ഒരിടത്തും പ്രസ്താവിക്കുന്നില്ലെന്ന് പറഞ്ഞല്ലോ. ഇവ്വിഷയകമായി ഖുർആൻ വെളിച്ചം നൽകുന്നത് ഇത്രമാത്രമാണ്. "എല്ലാ വസ്തുക്കളേയും ഇണകളായി സൃഷ്ടിക്കുകയും നിങ്ങൾക്ക് സവാരി ചെയ്യാനുള്ള കപ്പലുകളെയും കാലികളെയും ഏർപ്പെടുത്തിത്തരികയും ചെയ്തു." (ഖുർആൻ 43:12). എല്ലാ വസ്തുക്കളെയും ഇണകളായി (PAIRS) ട്ടാണ് സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളത് എന്ന ഖുർആൻ പരാമർശം കേവലം ജന്തു സസ്യങ്ങളിൽ മാത്രമല്ല ഇണകൾ നിലനിൽക്കുന്നത് എന്ന് സുതരാം വ്യക്തമാക്കുന്നു. ജീവനുള്ളതും അല്ലാത്തതുമായ എല്ലാ വസ്തുക്കളുടേയും അടിസ്ഥാനപരമായ നിലനിൽപ്പ് തന്നെ ഇണകളായിട്ടാണ് എന്ന വസ്തുതയിലേക്ക് വിരൽ ചൂണ്ടുകയാണ് ഇവിടെ ഖുർആൻ ചെയ്യുന്നത്. ഖുർആനിന്റെ അവതരണകാലത്ത് അറിയപ്പെടാതിരുന്ന പല വസ്തുക്കളും ഇണകളായിട്ടാണ് നിലനിൽക്കുന്നത്. "ഭൂമി മുളപ്പിക്കുന്ന സസ്യങ്ങളിലും അവരുടെ സ്വന്തം വർഗങ്ങളിലും അവർക്കറിയാത്ത വസ്തുക്കളിലും പെട്ട എല്ലാറ്റിലും ഇണകളെ സൃഷ്ടിച്ചിരിക്കുന്നു." (ഖുർആൻ 36:36)

ഇത് മനുഷ്യർ ചിന്തിച്ചു മനസ്സിലാക്കിക്കൊണ്ട് സ്രഷ്ടാവിന്റെ അസ്തിത്വം അനുഭവിച്ചറിയുന്നതിന്നു വേണ്ടിയുള്ളതാണെന്നാണ് ഖുർആൻ പറയുന്നത്.

“എല്ലാ വസ്തുക്കളിൽ നിന്നും രണ്ടു ഇണകളെ നാം സൃഷ്ടിച്ചിരിക്കുന്നു. നിങ്ങൾ ആലോചിച്ച് മനസ്സിലാക്കുവാൻ വേണ്ടി.” (ഖുർആൻ 51:49)

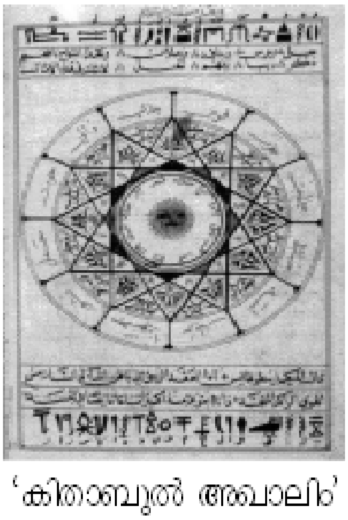
ഇവയിൽ നിന്ന് പദാർഥത്തെക്കുറിച്ച ഖുർആനിക വീക്ഷണം നമുക്ക് ലഭിക്കുന്നു. പദാർഥത്തിന്റെ അഭിവാജ്യമായ മൗലിക കണമെന്ന ആശയത്തോട് ഖുർആൻ വിയോജിച്ചിരിക്കുന്നു പദാർഥത്തിന്റെ നിലനിൽപിൽ ഇണകളുടെ പാരസ്പര്യമാണുള്ളതെന്നാണ് വിശുദ്ധ ഗ്രന്ഥം നൽകുന്ന സൂചന. ആധുനിക ശാസ്ത്ര നിഗമനങ്ങൾ പ്രസ്തുത ഖുർആനിക സത്യത്തിലേക്കാണ് നമ്മെ നയിക്കുന്നത്. പദാർഥത്തിന്റെ പൊരുൾ തേടി അവസാനം മനുഷ്യൻ ദൈവികഗ്രന്ഥം പറഞ്ഞ ആശയത്തിലെത്തിച്ചേർന്നിരിക്കുന്നുവെന്നു സാരം.

[2]
രസതന്ത്രം ജനിക്കുന്നു

ശാസ്ത്രശാഖകളിൽ വളരെ പുരാതനമാണ് രസതന്ത്രം. പൗരാണിക നദീതട സംസ്കാരങ്ങളിൽ വ്യത്യസ്ത രാസവിദ്യകൾ പ്രചാരത്തിലുണ്ടായിരുന്നുവെന്നാണ് ഉത്ഖനന ഗവേഷണങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കുന്നത്. മെസപ്പൊട്ടേമിയയിലും മോഹൻജെദാരോയിലും സുമേറിയയിലുമെല്ലാം ജീവിച്ചിരുന്നവർക്ക് വിവിധങ്ങളായ രാസവിദ്യകൾ അറിയാമായിരുന്നു. പുരാതന ഈജിപ്തുകാർക്ക് ഗ്ലാസ്സ് നിർമിക്കുവാനുള്ള വിദ്യ വശമുണ്ടായിരുന്നു. പിരമിഡുകൾക്കകത്ത് മമ്മികളാക്കി സൂക്ഷിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന മൃതദേഹങ്ങൾ നൂറ്റാണ്ടുകൾ കഴിഞ്ഞിട്ടും ചീഞ്ഞളിഞ്ഞ് നശിക്കുകയില്ലെന്ന വസ്തുത അവരുടെ രസതന്ത്രജ്ഞാനത്തിന്റെ ആഴം വ്യക്തമാക്കുന്നുണ്ട്. വ്യത്യസ്ത ഇനം രാസവിദ്യകൾ വശമുള്ളവരായിരുന്നു സിന്ധുനദീതടവാസികൾ എന്നതിന് തെളിവുകളുണ്ട്. പുരാതന ചൈനക്കാർ സസ്യങ്ങളിൽ നിന്ന് ചായങ്ങളും സുഗന്ധദ്രവ്യങ്ങളും വേർത്തിരിച്ചെടുക്കുന്നതിൽ അഗ്ര ഗണ്യരായിരുന്നു.

മറ്റേതൊരു വിജ്ഞാനശാഖയിലുമെന്നതുപോലെ, രാസവിദ്യകളിലും അറബികൾ പിന്നാക്കക്കാരായിരുന്നു. ക്രിസ്താബ്ദം ആറാം നൂറ്റാണ്ടുവരെയുള്ള അറേബ്യയുടെ ചരിത്രത്തിൽ രസതന്ത്രത്തിന് അവരെന്തെങ്കിലും സംഭാവന നൽകിയതായി കാണുന്നില്ല. എന്നാൽ പ്രവാചകന്റെ ആഗമനത്തോടെ സ്ഥിതി മാറി. ഇസ്‌ലാമിന്റെ മുന്നേറ്റം സൃഷ്ടിച്ച ഏറ്റവും വലിയ സാമൂഹിക വിപ്ലവം, മതത്തിന്റേയും ദൈവത്തിന്റേയും പേരിൽ നിലനിന്നിരുന്ന ചങ്ങലക്കെട്ടുകളിൽ നിന്ന് മനുഷ്യധിഷണയെ മോചിപ്പിച്ചുവെന്നതായിരുന്നു. അതിനാൽ എല്ലാ വൈജ്ഞാനിക ശാഖകളിലും തങ്ങളുടെ പ്രാഗത്ഭ്യം തെളിയിക്കുവാൻ മുസ്‌ലിംകൾക്ക് സാധിച്ചു. ഈ ലോകത്തെക്കുറിച്ച പഠനം സ്രഷ്ടാവിന്റെ അജയ്യതയെ അടുത്തറിയുന്നതിന്നുള്ള മാർഗമായാണ് അവർ കണ്ടത്. മതവും ശാസ്ത്രവും തമ്മിൽ മധ്യകാലഘട്ടത്തിൽ നിലനിന്നിരുന്ന സംഘട്ടനം ഇസ്‌ലാമിന് തീർത്തും അന്യമായിരുന്നു. മറ്റു വിജ്ഞാന ശാഖകളിലെന്നപോലെ രസതന്ത്രത്തിലും തങ്ങളുടെ പ്രാഗത്ഭ്യം തെളിയിക്കുവാൻ ആദ്യകാല മുസ്‌ലിംകൾക്ക് സാധിച്ചത് അതുകൊണ്ടായിരുന്നു.

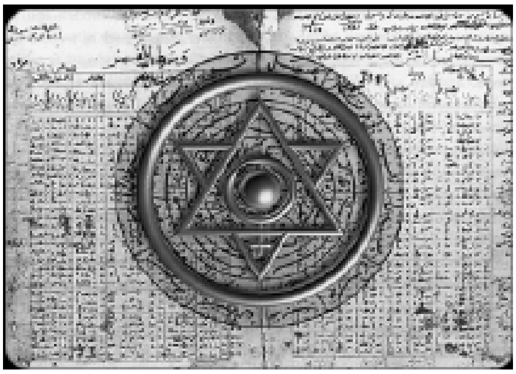
ഏഴാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ഈജിപ്തും മറ്റു പൗരസ്ത്യ ദേശങ്ങളും ഇസ്‌ലാമിന്റെ അധീനതയിൽ വന്നു. രാസവിദ്യകളിൽ പൗരസ്ത്യർക്കുണ്ടായിരുന്ന അറിവു മുഴുവൻ അറബികൾ സ്വായത്തമാക്കി. വ്യത്യസ്ത ഭാഷകളിലുണ്ടായിരുന്ന രസതന്ത്രവിദ്യകളെക്കുറിച്ച ഗ്രന്ഥങ്ങൾ അറബിയിലേക്ക് വിവർത്തനം


'കിതാബുൽ അഖാലിം'
ആദ്യകാല രസതന്ത്ര
ഗ്രന്ഥങ്ങളിലൊന്ന്

ചെയ്യപ്പെട്ടു. പ്രസ്തുത അറിവുപയോഗിച്ച് അവർ പുരോഗമിച്ചു. പുതിയ ലവണ ങ്ങളും സംയുക്തങ്ങളും നിർമിക്കുവാൻ അവർക്ക് കഴിഞ്ഞു. തങ്ങളുടെ തത്വസം ഹിതകളെയും പരീക്ഷണങ്ങളേയും വിളിക്കുവാൻ ഈജിപ്തുകാർ ഉപയോഗിച്ച 'കെമിയോ' എന്ന പദത്തിന് മുന്നിൽ 'അൽ' ചേർത്തുകൊണ്ട് രാസവിദ്യകളെ ക്കുറിച്ച പഠനശാഖയെ അറബികൾ 'അൽകെമി' എന്നു വിളിച്ചു. അൽകെമിയിൽ നിന്നാണ് 'കെമിസ്ട്രി'യുണ്ടായത്. വ്യത്യസ്ത പ്രദേശങ്ങളിൽ ചിതറിക്കിടന്നിരുന്ന രാസവിജ്ഞാനങ്ങളെ സംഘടിപ്പിക്കുകയും അപഗ്രഥിക്കുകയും ചെയ്തുകൊ ണ്ട് രസതന്ത്രത്തെ ഒരു വിജ്ഞാന ശാഖയാക്കി മാറ്റിയത് ആദ്യകാല മുസ്‌ലിംക ളായിരുന്നു. രാസവിദ്യകളുടെ ശാസ്ത്രമായിരുന്നു അൽകെമി.

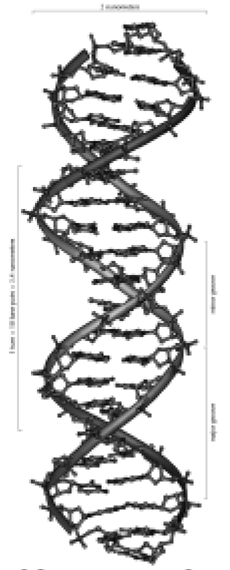
മുസ്‌ലിംലോകം വൈജ്ഞാനിക രംഗത്ത് കുതിച്ചുചാട്ടങ്ങൾ നടത്തിയി രുന്ന മധ്യകാലത്ത് യൂറോപ്പും പാശ്ചാത്യരാഷ്ട്രങ്ങളും ഇരുട്ടിൽ തപ്പുകയായി രുന്നു. സുഖഭോഗതൽപരരായി ജീവിച്ചിരുന്ന അവർ ധനാഗമനത്തിന് എന്തെല്ലാം മാർഗങ്ങളാവാമെന്നായിരുന്നു ഗവേഷണം ചെയ്തിരുന്നത്. തങ്ങളുടെ സുഖഭോ ഗങ്ങൾക്കുള്ള കുറുക്കുവഴികൾ തേടിയാണ് അവർ രാസവിദ്യകളെ സമീപിച്ചത്. 'തത്വജ്ഞാനികളുടെ ശില' (Philo-sophers Stone)യും 'ജീവന്റെ അമൃത' (Elixir of life)വും കണ്ടുപിടിക്കുകയായിരുന്നു അവരുടെ ലക്ഷ്യം. കറുത്തീയം, ഇരുമ്പ് തുടങ്ങിയ സാധാരണ ലോഹങ്ങളെ സ്വർണമാക്കാൻ കഴിവുള്ള സാങ്കല്പിക ശിലയാണ് 'ഫിലോസഫേഴ്സ് സ്റ്റോൺ.' സർവരോഗങ്ങളും ശമിപ്പിക്കുകയും നിത്യയൗവനം നൽകുകയും ചെയ്യുന്ന ഭാവനയിലുള്ള ഔഷധമാണ് 'എലി ക്സിർഓഫ് ലൈഫ്'. യഥേഷ്ടം സ്വർണമുണ്ടാക്കി പണക്കാരായി മാറുകയും നിത്യയൗവനത്തോടെ അരോഗ്യ ദൃഢഗാത്രരായി കാലാകാലം ജീവിക്കുകയും ചെയ്യാനായി അത്യാർത്തിയോടെ ഗവേഷണത്തിലേർപ്പെട്ടവരായിരുന്നു യൂറോ പ്പിലെ അൽകെമിസ്റ്റുകൾ. ക്രിസ്താ ബ്ദം ആറും പതിനഞ്ചും നൂറ്റാണ്ടുകൾക്കിട യിൽ യൂറോപ്യൻ രസതന്ത്രം അക്ഷരാർഥത്തിൽ പണമുണ്ടാക്കുവാനുള്ള ലഹ രിയിൽ മയങ്ങിക്കിടക്കുകയായിരുന്നു. ഒരിക്കലും ഉണ്ടാക്കാനാവാത്ത വസ്തു ക്കൾ ഉണ്ടാക്കാനുള്ള ശ്രമങ്ങൾക്കിടയിൽ അവർ തന്നെ അറിയാതെ കുറേ പുതിയ സംയുക്തങ്ങളുണ്ടായിയെന്നതു മാത്രമാണ് ഈ തൊള്ളായിരം കൊല്ല ത്തിനുള്ളിൽ യൂറോപ്യൻ അൽകെമിക് കൈവരിക്കാൻ കഴിഞ്ഞ കാര്യം.

പതിനഞ്ചാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ലോഹനിഷ്കർഷണത്തിന്റെയും ഔഷധനിർമാ ണത്തിന്റെയും രംഗങ്ങളിൽ മാനവരാശി കൈവരിച്ച നേട്ടങ്ങൾ രസതന്ത്രത്തിലെ വഴിത്തിരിവിന് നാന്ദികുറിച്ചു. അയർലണ്ടുകാരനായ റോബർട്ട് ബോയിൽ (1627–1691) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് ആധുനിക രസതന്ത്രത്തെ പരമ്പരാഗത മാർഗങ്ങളിൽ നിന്ന് മുക്തമാക്കിയത്. പരീക്ഷണം, നിരീക്ഷണം, സാമാന്യവത്ക രണം, സമർഥനം തുടങ്ങിയ ശാസ്ത്രീയ മാർഗങ്ങൾ രസതന്ത്രപഠനരംഗത്തും



അൽകെമിക്ക് അറബികളുടെ സംഭാവന
(പുരാതന ഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ നിന്ന്)

നിർബന്ധമായും പാലിക്കണെന്ന് നിഷ്കർഷിച്ചത് അദ്ദേഹമാണ്. പരമ്പരാഗത വഴിവിട്ട് ചിന്തിക്കുന്ന മറ്റേതൊരു ശാസ്ത്രജ്ഞനെയും പോലെ ബോയിലും അദ്ദേഹത്തിന്റെ ജീവിതകാലത്ത് അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടില്ല. അദ്ദേഹത്തിന്റെ വിയോഗം കഴിഞ്ഞ് ഒരു നൂറ്റാണ്ടിനു ശേഷം മാത്രമാണ് ബോയിലിന്റെ രീതിയാണ് ശരിയെന്ന് ശാസ്ത്രലോകം അംഗീകരിച്ചത്.



സങ്കീർണ്ണമായ ഡി.എൻ.എ. തൻമാത്രയുടെ സാങ്കൽപിക ചിത്രം

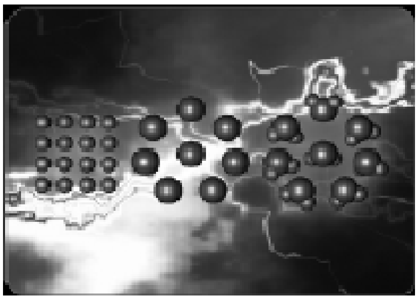
ഭൂമിയിൽ പദാർഥങ്ങളെല്ലാം മൂന്ന് അവസ്ഥകളിലാണ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നതെന്ന് കുറേ മുമ്പ് തന്നെ മനുഷ്യൻ മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നു. ഖരപദാർഥങ്ങളെ ദ്രാവകങ്ങളും വാതകങ്ങളും തിരിച്ചുമെല്ലാം മാറ്റാൻ കഴിയുമെന്നും അവർക്കറിയാമായിരുന്നു. പ്രകൃതിയിൽ ശുദ്ധവസ്തുക്കളും മിശ്രിതങ്ങളുമുണ്ടെന്നും അവർ മനസ്സിലാക്കി. ജലവും മണലും ശുദ്ധ വസ്തുക്കളും ചെളി അവയുടെ ഒരു മിശ്രിതവുമാണ്. മിശ്രിതങ്ങളെ ശുദ്ധവസ്തുക്കളായും തിരിച്ചും മാറ്റുവാനുള്ള വിദ്യയും പൗരാണിക മനുഷ്യർക്ക് അറിയാമായിരുന്നു. വ്യത്യസ്തങ്ങളായ ശുദ്ധ വസ്തുക്കൾ കൂട്ടിച്ചേർത്ത് പുതിയ പുതിയ വസ്തുക്കളുണ്ടാക്കുന്നതിൽ ആനന്ദം കണ്ടെത്തിയവർ അക്കാലത്ത് ജീവിച്ചിരുന്നു.

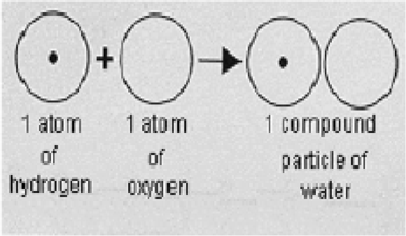
ശുദ്ധപദാർഥങ്ങളെയും ഘടകങ്ങളായി വേർതിരിക്കാമെന്ന സത്യം മനുഷ്യൻ മനസ്സിലാക്കിയത് പിന്നീടാണ്. ജലത്തെ ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനുമായി വിഘടിപ്പിക്കാമെന്നു കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. മറ്റു പല ശുദ്ധ പദാർഥങ്ങളെയും വിഘടിപ്പിക്കുന്ന വിദ്യകൾ മനുഷ്യൻ മനസ്സിലാക്കി. ഇതിന്നിടക്ക് ഘടകങ്ങളാക്കി വേർതിരിക്കാൻ കഴിയാത്ത ചില ശുദ്ധ വസ്തുക്കളുണ്ടെന്ന കാര്യവും അവന്റെ ശ്രദ്ധ

പ്രോട്ടീൻ തന്മാത്രയുടെ സങ്കീർണത വ്യക്തമാക്കുന്ന ചിത്രം

യിൽപെട്ടു. ഇത്തരം ശുദ്ധവസ്തുക്കൾ ചേർന്നാണ് മറ്റു ശുദ്ധ വസ്തുക്കൾ ഉണ്ടായിട്ടുള്ളതെന്ന് പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ അവൻ പഠിച്ചു. ചുവന്ന മെർക്യുറിക് ഓക്സൈഡിനെ ചൂടാക്കുമ്പോൾ മെർക്കുറിയും ഓക്സിജനുമുണ്ടാകുന്നു. മെർക്കുറിയെയും ഓക്സിജനെയും ഏതെങ്കിലും രൂപത്തിലുള്ള രാസപ്രവർത്തനത്തിലൂടെ വീണ്ടും വിഘടിപ്പിക്കുവാൻ കഴിയില്ല. അതേസമയം മെർക്കുറിയും ഓക്സിജനും കൂടിച്ചേർന്ന് മെർക്യുറിക് ഓക്സൈഡ് ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിൽ നിന്ന് ആദ്യകാല ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ എത്തിയ നിഗമനം ഇതായിരുന്നു. ശുദ്ധ വസ്തുക്കൾ രണ്ടു തരമുണ്ട്. ഒന്ന്, ഘടകങ്ങളായി വേർതിരിക്കാൻ കഴിയാത്ത ശുദ്ധ വസ്തുക്കൾ. രണ്ട്, ഘടകങ്ങളായി വേർതിരിക്കാവുന്ന ശുദ്ധ വസ്തുക്കൾ. ഇതിൽ ഒന്നാമത്തെ തരത്തിലുള്ള ശുദ്ധ വസ്തുക്കൾക്കാണ് മൂലകങ്ങൾ (Elements) എന്ന് പറയുന്നത്. ഈ പേരിന്റെ ഉപജ്ഞാതാവ് റോബർട്ട് ബോയിൽ ആണ്. രണ്ടാമത്തെ തരത്തിലുള്ള ശുദ്ധ വസ്തു ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന ശുദ്ധ വസ്തുക്കളെയാണ് സംയുക്തങ്ങൾ (Compounds) എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നത്. മൂലകങ്ങൾ ചേർന്നാണ് സംയുക്തങ്ങളുണ്ടാകുന്നത്. രണ്ടോ അതിലധികമോ മൂലകങ്ങൾ ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന ശുദ്ധ വസ്തുക്കളെയാണ് സംയുക്തങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നത്.

മൂലകങ്ങൾ ചേർന്നാണ് സംയുക്തങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നതെന്ന് മനസ്സിലാക്കിയപ്പോൾ തന്നെ രാസപ്രക്രിയകളെ സംബന്ധിച്ച ചില അടിസ്ഥാന നിയമങ്ങളും രസതന്ത്രജ്ഞന്മാർ മനസ്സിലാക്കി. 1799ൽ ജെ.എൽ പ്രൗസ്റ്റ് (1754–1826) അവതരിപ്പിച്ച നിശ്ചിതാനുപാത നിയമ (Law of Definite Proportion) മാണ് അതിലൊന്ന്. ഏതൊരു രാസപദാർഥത്തിലും അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന മൂലകങ്ങളും അവയുടെ അനുപാതവും എല്ലായ്പ്പോഴും ഒന്നുതന്നെയായിരിക്കണമെന്ന് ഈ നിയമം പറയുന്നത്. ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും ചേർന്നാണ് ജലമുണ്ടാകുന്നത്. എല്ലായ്പ്പോഴും ജലത്തിലെ ഘടകങ്ങൾ ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും തന്നെയായിരിക്കും. അവ തമ്മിലുള്ള അനുപാതം 1:8 ആണ്. അഥവാ ഒരു മാത്ര ഹൈഡ്രജനും 8 മാത്ര ഓക്സിജനും ചേർന്നാണ് ജലമുണ്ടാകുന്നത്. ഈ അനുപാതത്തിൽ ഒരിക്കലും മാറ്റമുണ്ടാകുകയില്ലെന്നാണ് നിശ്ചിതാനുപാത നിയമം സിദ്ധാന്തിക്കുന്നത്. എല്ലാ സംയുക്തങ്ങളുടേയും കാര്യത്തിൽ ഇതു ശരിയാണെന്ന് പ്രൗസ്റ്റിന്റെ കാലത്തു തന്നെ തെളിയിക്കപ്പെട്ടു.


ഡാൾട്ടന്റെ ആറ്റം സിദ്ധാന്തത്തെ പരിചയപ്പെടുത്തുന്ന ചിത്രം



ഡാൾട്ടന്റെ സിദ്ധാന്തപ്രകാരമുള്ള ജല തന്മാത്ര.

രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചു കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ട മറ്റൊരു നിയമമായിരുന്നു ബഹുഗുണാനുപാതനിയമം (Law of Multiple Propotion) രണ്ടു മൂലകങ്ങൾ കൂടിച്ചേർന്ന് രണ്ടോ അതിലധികമോ സംയുക്തങ്ങളുണ്ടാവുകയാണെങ്കിൽ ഒരു മൂലകത്തിന്റെ നിശ്ചിത ഭാരവുമായിച്ചേരുന്നു മറ്റേ മൂലകത്തിന്റെ വിവിധ ഭാരങ്ങളുടെ അനുപാതം പൂർണ സംഖ്യകളായിരിക്കുമെന്നാണ് ഈ നിയമം പറയുന്നത്. നൈട്രജൻ ഓക്സിജനുമായിച്ചേർന്ന് അഞ്ച് ഓക്സൈഡുകളുണ്ടാകുന്നു. ഇവയിൽ 28 മാത്ര നൈട്രജനുമായി ക്രമത്തിൽ 80,64,48,32,16 എന്നീ മാത്രകൾ ഓക്സിജനാണ് കൂടിച്ചേരുന്നത്. 80:64:48:32:16നെ ലഘൂകരിച്ചാൽ 5:4:3:2:1 എന്നു കിട്ടുന്നു. നൈട്രജനുമായിച്ചേർന്ന് വ്യത്യസ്ത സംയുക്തങ്ങളുണ്ടാക്കുന്ന ഓക്സിജന്റെ അനുപാതം പൂർണ്ണ സംഖ്യകളാണെന്ന് സാരം.

പാരസ്പരികാനുപാത നിയമമാണ് (Law of Reciproclaproportion) മറ്റൊന്ന്. ഒരു മൂലകവുമായി യോജിക്കുന്ന രണ്ടു മൂലകങ്ങളുടെ താരതമ്യ ഭാരങ്ങൾ അവ തമ്മിൽ യോജിക്കുമ്പോഴുള്ള അനുപാതത്തിലായിരിക്കുമെന്ന് ഈ നിയമം സിദ്ധാന്തിക്കുന്നു. ഒരു ഗ്രാം ഹൈഡ്രജനുമായി എട്ടു ഗ്രാം ഓക്സിജൻ ചേർന്ന് ഒമ്പത് ഗ്രാം ജലവും, മൂന്നു ഗ്രാം കാർബൺ ചേർന്ന് നാല് ഗ്രാം മീഥെയിനുമുണ്ടാകുന്നു. മൂന്നുഗ്രാം കാർബണും എട്ട് ഗ്രാം ഓക്സിജനും ചേർന്ന് പതിനൊന്ന് ഗ്രാം കാർബൺഡൈ ഓക്സൈഡുണ്ടാക്കുന്നു. ഹൈഡ്രജനുമായി ഓക്സിജനും കാർബണും ചേർന്ന അതേ അനുപാതത്തിൽ തന്നെ അവ തമ്മിൽ സംയോജിക്കുന്നു. ഇതാണ് പാരസ്പരികാനുപാത നിയമം.

മൂലകങ്ങൾ വ്യത്യസ്തമായ അനുപാതത്തിൽ കൂട്ടിച്ചേർത്തുകൊണ്ടാണ് എല്ലാ ശുദ്ധ വസ്തുക്കളും (മൂലകങ്ങളും സംയുക്തങ്ങളുമെല്ലാം) നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതെങ്കിൽ വ്യത്യസ്ത മൂലകങ്ങൾ നിർമിക്കപ്പെട്ടത് എങ്ങനെയാണെന്ന പ്രശ്നം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ ചിന്തിപ്പിച്ചു. ഈ പ്രശ്നത്തിനുള്ള ഉത്തരമായാണ് ഡാൾട്ടൻ (1766–1844) എന്ന ബ്രിട്ടീഷ് രസതന്ത്രജ്ഞൻ അണുസിദ്ധാന്തം അവതരിപ്പിച്ചത്. ഡെമോക്രിറ്റസിന്റെ അണുവാദത്തിന്റെ പുതിയ പതിപ്പാണ് ഡാൾട്ടന്റെ അറ്റോമിക സിദ്ധാന്തമെന്ന് വേണമെങ്കിൽ പറയാം. ദർശനലോകത്ത് മാത്രം ചർച്ച ചെയ്യപ്പെട്ടിരുന്ന അണു സിദ്ധാന്തത്തിന് ശാസ്ത്രലോകത്തിലേക്ക് പ്രവേശനം നൽകിയതാണ് ഈ രംഗത്തെ ഡാൾട്ടന്റെ സംഭാവന.

1803ൽ ഡാൾട്ടൻ അവതരിപ്പിച്ച അണു സിദ്ധാന്തത്തെ ഇങ്ങനെ സംഗ്രഹിക്കാം.

I. പദാർഥങ്ങളെല്ലാം ആറ്റങ്ങളാൽ നിർമിതമാണ്. അറിയപ്പെടുന്ന രാസമാർഗങ്ങളിലൂടെയൊന്നും വീണ്ടും വിഭജിക്കാൻ സാധിക്കാത്തതും രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ വ്യക്തിത്വം നിലനിർത്തുന്നതുമായ സൂക്ഷ്മ കണങ്ങളാണ് ആറ്റങ്ങൾ.

II. ആറ്റങ്ങളെ നിർമിക്കുവാനോ നശിപ്പിക്കുവാനോ സാധ്യമല്ല. രാസ പ്ര

വർത്തനങ്ങൾ അവയെ പുനഃസംഘടിപ്പിക്കുക മാത്രമാണ് ചെയ്യുന്നത്.

III. ഒരു മൂലകത്തിന്റെ ആറ്റങ്ങളെല്ലാം ഭാരത്തിലും മറ്റു ഭൗതിക സ്വഭാവങ്ങ ളിലും ഒരേ പോലെയുള്ളവയാണ്.

IV. വ്യത്യസ്ത മൂലകങ്ങളുടെ ആറ്റങ്ങൾ തമ്മിൽ രാസ സംയോഗത്തിലേർ പ്പെടുമ്പോൾ പൂർണ സംഖ്യാ അണുക്കൾ വീതമായിരിക്കും തമ്മിൽ ചേരുന്നത്.

മൂലകങ്ങൾ കൂടിച്ചേർന്ന് സംയുക്തങ്ങളുണ്ടാകുമ്പോൾ നടക്കുന്ന ഘടനാ മാറ്റത്തെക്കുറിച്ച് ഡാൾട്ടൺ പരാമർശിച്ചിട്ടുണ്ടെങ്കിലും അത് വ്യക്തമായി വിശദീ കരിക്കുവാൻ അദ്ദേഹത്തിന് കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. അത് ചെയ്തത് അവഗാഡ്രോയെന്ന ഇറ്റാലിയൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ്. 1811ൽ അദ്ദേഹം അവതരിപ്പിച്ച അവഗാഡ്രോ സങ്കല്പ (Avagadro Hypothesis) മാണ് തന്മാത്ര (Molecule)യെന്ന പരികല്പന ആദ്യമായി അവതരിപ്പിച്ചത്. 'ഒരേ മർദത്തിലും ഒരേ ഊഷ്മാവിലും ഉള്ള തുല്യ വ്യാപ്തങ്ങളിലുള്ള തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണം തുല്യമായിരിക്കും.' ഇതാണ് അവഗാ ഡ്രോ സങ്കല്പം. ഹൈഡ്രജൻ, നൈട്രജൻ, ഓക്സിജൻ തുടങ്ങി അന്നറിയപ്പെട്ടി രുന്ന വാതകങ്ങൾ ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന ജലം, അമോണിയ തുടങ്ങിയ സംയുക്ത ങ്ങളെക്കുറിച്ച് അവഗാഡ്രോ നടത്തിയ പഠനങ്ങളാണ് അദ്ദേഹത്തെ തന്മാത്രാ സങ്കല്പത്തിലെത്തിച്ചത്. ആറ്റങ്ങൾ വ്യത്യസ്ത അനുപാതത്തിൽ കൂടി ച്ചേർന്നാണ് തന്മാത്രകളുണ്ടാവുന്നതെന്ന് അദ്ദേഹം അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. ഹൈഡ്ര ജൻ, ഓക്സിജൻ തുടങ്ങിയ വാതകമൂലകങ്ങളിൽ അവ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത് ഇരട്ട ആറ്റങ്ങളായിട്ടാണെന്ന് അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി. ഇത്തരം ഇരട്ട ആറ്റങ്ങ ളാണ് മൂലക തന്മാത്രകളെന്നായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ പക്ഷം. ചില മൂലകങ്ങ ളിൽ ഒറ്റ ആറ്റങ്ങളായും തന്മാത്രകളുണ്ടാവുമെന്നും അദ്ദേഹം അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. 'തങ്ങളുടെ രാസഗുണങ്ങളെ നിലനിർത്തുന്ന, സംയുക്തത്തിന്റെയോ മൂലകത്തി ന്റെയോ ഏറ്റവും ചെറിയ കണികയാണ് തന്മാത്ര'യെന്നാണ് അദ്ദേഹത്തിന്റെ നിഗമനം.

ശുദ്ധ വസ്തുക്കളുടെ ഏറ്റവും ചെറിയ കണികകളാണ് തന്മാത്രകളെന്നും തന്മാത്രകൾ ആറ്റങ്ങളാൽ നിർമിതമാണെന്നും മനസ്സിലാക്കിയ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പിന്നെ അന്വേഷിച്ചത് എന്തുകൊണ്ടാണ് വ്യത്യസ്ത മൂലക ആറ്റങ്ങൾ വിഭിന്ന സ്വഭാവങ്ങൾ പ്രകടിപ്പിക്കുന്നതെന്നതെന്നാണ്. ആറ്റങ്ങൾ അവിഭാജ്യമായ കണ മാണെന്നിരിക്കെ വ്യത്യസ്ത ആറ്റങ്ങളുടെ സ്വഭാവ വ്യതിരിക്തതകൾ എങ്ങനെ വിശദീകരിക്കും? ഈ പ്രശ്നത്തിന് ഉത്തരം തേടിയാണ് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ആറ്റ ത്തിനുള്ളിലേക്ക് കണ്ണോടിച്ചത്. അവർക്കു ലഭിച്ച ഉത്തരങ്ങൾ വിസ്മയാവഹമാ യിരുന്നു. അതുവരെ അവർ കരുതിപ്പോന്ന 'സത്യ'ങ്ങളെയെല്ലാം തകർക്കുന്നതാ യിരുന്നു ആറ്റത്തിനകത്തെ വസ്തുതകൾ. സർവകാലികമായി കരുതിപ്പോന്ന പല തത്വങ്ങളും മാറ്റിയെഴുതേണ്ടി വന്നു. ഡാൾട്ടന്റെ ആറ്റമെന്ന സങ്കല്പം പോലും അർഥമില്ലാത്തതായി മാറി. വസ്തുനിഷ്ഠ യാഥാർഥ്യങ്ങളെപ്പോലും

ശാസ്ത്രജ്ഞൻ സംശയദൃഷ്ടിയോടെയേ നോക്കിക്കാണാൻ പാടുള്ളൂവെന്ന സ്ഥിതി സംജാതമായി. ആറ്റത്തിനുള്ളിലേക്കുള്ള യാത്രയെപ്പോലെ വിപ്ലവകര മായ മറ്റൊരു മുന്നേറ്റവും ഇന്നേവരെ മാനവരാശി നടത്തിയിട്ടില്ല.

[3]
സാമ്യതയുടെ പൊരുൾ

ലഘുവായ മറ്റു പദാർഥങ്ങളായി വിഭജിക്കാൻ കഴിയാത്ത ശുദ്ധ വസ്തുക്കളെ ആധുനിക രസതന്ത്രത്തിന്റെ പിതാവായി അറിയപ്പെടുന്ന റോബർട്ട് ബോയിൽ 1661ൽ തന്നെ മൂലകങ്ങൾ (Elements) എന്നു വിളിച്ചിരുന്നു. മൂലകങ്ങളുടെ മൂലവസ്തു ആറ്റമാണെന്ന ഡാൾട്ടന്റെ സിദ്ധാന്തവും അവഗാഡ്രോയുടെ തന്മാത്രാ സങ്കല്പവും കുറേ പുതിയ പ്രശ്നങ്ങളിലേക്ക് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ നയിക്കുകയാണ് ചെയ്തത്. അന്ന് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിരുന്ന മൂലകങ്ങളിൽ ചിലത് ചില സ്വഭാവങ്ങളിൽ സമാനത പ്രകടിപ്പിച്ചിരുന്നു. ഈ സാമ്യത്തിന് കാരണമെന്താണെന്നാണ് രസതന്ത്രജ്ഞന്മാർ പിന്നീട് ചിന്തിച്ചത്. ആറ്റങ്ങളാൽ നിർമിതമായ മൂലകങ്ങളുടെ സ്വഭാവ സവിശേഷതകൾക്ക് ആത്യന്തികമായ കാരണം ആറ്റത്തിന്റെ സ്വഭാവ സവിശേഷതകളായിരിക്കണമല്ലോ? ഈ പ്രശ്നമാണ് ആറ്റങ്ങളുടെ വൈവിധ്യത്തിലേക്ക് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ശ്രദ്ധ തിരിച്ചുവിട്ടത്. ആറ്റങ്ങളുടെ വ്യതിരിക്തതകളെക്കുറിച്ച പഠനമാണ് അണുഭൗതിക(Atomic Physics)മെന്ന ശാസ്ത്ര ശാഖക്ക് ജന്മം നൽകിയത്.

മൂലകങ്ങളുടെ സ്വഭാവങ്ങൾ തമ്മിൽ സാമ്യമുണ്ടെന്നു പറഞ്ഞുവല്ലോ. അവയെ വർഗീകരിച്ചു പഠിച്ചപ്പോൾ മൂലകങ്ങളുടെ പല സ്വഭാവങ്ങളും ആവർത്തിച്ചു വരുന്നതായി രസതന്ത്രജ്ഞന്മാർ മനസ്സിലാക്കി. ഈ ആവർത്തനത്തിന് നിദാനമായ നിയമങ്ങളെക്കുറിച്ചാണ് പിന്നെ അവർ അന്വേഷിച്ചത്. 1864ൽ ന്യൂലാൻഡ്സ് പ്രഖ്യാപിച്ച അഷ്ടക നിയമ (Law of Octaves) മാണ് ഇത്തരം നിയമങ്ങളിൽ ആദ്യത്തേത്. അദ്ദേഹത്തിന് മുമ്പ് പൊതുവെ മൂലകങ്ങളെ ലോഹങ്ങൾ, അലോഹങ്ങൾ എന്നിങ്ങനെ വിഭജിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. മൂലകങ്ങളെ ആറ്റോമികഭാരം കൂടിവരുന്ന രീതിയിൽ ക്രമമായി പരിഗണിച്ചാൽ എല്ലാ എട്ടാമത്തെ മൂലകവും ആദ്യത്തേതിന്റെ ആവർത്തനമാണെന്നാണ് ന്യൂലാൻഡ്സ് സിദ്ധാന്തിച്ചത്. ഒരുദാഹരണം, ആറ്റോമിക ഭാരത്തിന്റെ അവരോഹ ക്രമത്തിൽ ക്രമീകരിച്ചാൽ ലിഥിയം കഴിഞ്ഞ് എട്ടാമത്തെ മൂലകം സോഡിയവും സോഡിയം കഴിഞ്ഞ് എട്ടാമത്തെ മൂലകം പൊട്ടാസ്യവുമാണ്. ലിഥിയത്തിന്റെയും പൊട്ടാസ്യത്തിന്റെയും സ്വഭാവങ്ങളിൽ ഒട്ടനവധി സാമ്യതകളുണ്ട്. എട്ടാമത്തെ മൂലകങ്ങളുടെ സ്വഭാവങ്ങളിലുള്ള ആവർത്തനത്തിന്റെ പിന്നിലുള്ള നിയമമെന്താണെന്ന് വിശദീകരിക്കാൻ ന്യൂലാൻഡ്സിന് സാധിച്ചില്ല. അദ്ദേഹത്തിന്റെ നിയമം രസതന്ത്രലോകം ഗൗരവമായെടുത്തില്ല. സ്വഭാവങ്ങളിലുള്ള ആവർത്തനം എട്ടാമതു മാത്രമല്ല, നടക്കുന്നതെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കറിയാമായിരുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് സ്വഭാവങ്ങളിൽ വളരെയേറെ സാമ്യത പ്രകടിപ്പിക്കുന്ന ക്ലോറിനും ബ്രോമിനും നടുവിൽ എട്ടിലധികം മൂലകങ്ങൾ വരുന്നുണ്ട്. അതുകൊണ്ടു തന്നെ ന്യൂലാൻഡ്സിന്റെ

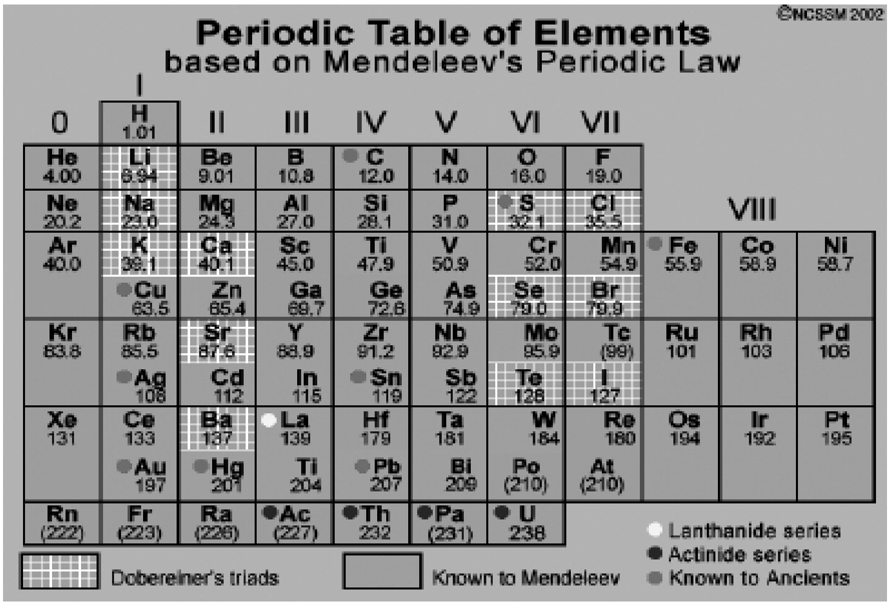
അഷ്ടകനിയമം രസതന്ത്രലോകത്ത് അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടില്ല.

ന്യൂലാഡ്സിന്റേതിനോട് ഏകദേശം സമാനമായ ഒരു നിയമം 1869ൽ ജർമൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ലോതർ മേയർ ഉന്നയിച്ചു. ആറ്റോമിക ഭാരം കൂടുന്ന തനുസരിച്ച് മൂലകങ്ങളുടെ ഭൗതിക സ്വഭാവം ഒരു നിശ്ചിത ഇടവേളക്കു ശേഷം ആവർത്തിക്കുമെന്നതാണ് അദ്ദേഹത്തിന്റെ തത്വം. ആറ്റോമിക ഭാരം കൂടുന്നതനു സരിച്ച് ആറ്റോമിക വ്യാപ്തത്തിന്റെ വിലയിൽ വരുന്ന മാറ്റം പഠിച്ചുകൊണ്ടാണ് മേയർ ഈ നിഗമനത്തിലെത്തിയത്. അദ്ദേഹത്തിന്റെ തത്വങ്ങളും ശാസ്ത്രലോ കത്ത് ഏറെ ശ്രദ്ധിക്കപ്പെടാതെ കഴിഞ്ഞുപോയി.

1969ൽ തന്നെയാണ് ശാസ്ത്രലോകത്ത് ഏറെ കോളിളക്കം സൃഷ്ടിച്ച മെൻഡലിയേഫിന്റെ നിഗമനങ്ങളും പുറത്തുവന്നത്. 1843ൽ റഷ്യയിലെ സൈബീ രിയായിൽ ജനിച്ച ഡിമിട്രി ഇവാനോവിച്ച് മെൻഡലിയേഫിനെ രസതന്ത്ര ലോകത്ത് ഏറെ ചർച്ച ചെയ്യപ്പെടുന്ന വ്യക്തിയാക്കി മാറ്റിയത് അദ്ദേഹത്തിന്റെ ആവർത്തന നിയമമായിരുന്നു. മൂലകങ്ങളുടെ പരസ്പര ബന്ധം വ്യക്തമാക്കുന്ന തിന് പറ്റിയ അടിസ്ഥാന സ്വഭാവമെന്തായിരിക്കണമെന്ന അന്വേഷണമാണ് പുതു മയുള്ള കുറെ നിഗമനങ്ങളിൽ അദ്ദേഹത്തെ എത്തിച്ചത്. ആറ്റങ്ങളാൽ നിർമിതമാ യ മൂലകങ്ങളുടെ പരസ്പര ബന്ധത്തെക്കുറിച്ച് പഠിക്കുന്നതിന് ഏറ്റവും അനു യോജ്യമായ മാത്ര ആറ്റോമികഭാരം തന്നെയാണെന്ന നിഗമനത്തിലാണ് മെൻഡ ലിയേഫ് എത്തിച്ചേർന്നത്.

അന്ന് അറിയപ്പെട്ടിരുന്ന അറുപത്തിമൂന്ന് മൂലകങ്ങളെ ആറ്റോമിക ഭാരം കൂടിവരുന്ന ക്രമത്തിൽ മെൻഡലിയേഫ് വർഗീകരിച്ചു. ഇങ്ങനെ വർഗീകരിച്ച പ്പോൾ ഒരേ രാസ സ്വഭാവങ്ങളുള്ള മൂലകങ്ങൾ ചില നിശ്ചിത ഇടവേളകൾക്കു ശേഷം ആവർത്തിക്കുന്നുവെന്ന് അദ്ദേഹം കണ്ടെത്തി. 1869 മാർച്ചിൽ സുപ്രസി ദ്ധമായ ആവർത്തന നിയമം അദ്ദേഹം പുറത്തു വിട്ടു. 'മൂലകങ്ങളുടെ രാസ സ്വ ഭാവങ്ങൾ ആറ്റോമിക ഭാരം കൂടുന്ന ക്രമമനുസരിച്ച് ചില നിശ്ചിത ഇടവേള കൾക്കു ശേഷം ആവർത്തിക്കുന്നു.' ഇതാണ് മെൻഡലിയേഫിന്റെ ആവർത്തന നിയമം.

ആറ്റോമിക ഭാരം കൂടി വരുന്ന ക്രമത്തിൽ മൂലകങ്ങളെ ഒരു പട്ടികയിലാ ക്കാൻ മെൻഡലിയേഫ് നിശ്ചയിച്ചു. പ്രസ്തുത പട്ടികയിൽ സമാന സ്വഭാവങ്ങ ളുള്ള മൂലകങ്ങൾ ഒരേ കോളത്തിലായിരിക്കും വരികയെന്ന് ആവർത്തന നിയമ ത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ അദ്ദേഹം നിഗമനത്തിലെത്തി. അന്ന് അറിയപ്പെട്ടി രുന്ന മൂലകങ്ങൾ ഈ രീതിയിൽ പട്ടികയിലാക്കിയപ്പോൾ രസതന്ത്ര ലോകത്ത് വിപ്ലവങ്ങളുണ്ടാക്കിയ പല പ്രവചനങ്ങളും നടത്താൻ അദ്ദേഹത്തിന് കഴിഞ്ഞു. അന്ന് വരെ അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടിരുന്ന പല കാര്യങ്ങളും ചോദ്യം ചെയ്യപ്പെട്ടു. പല മൂലകങ്ങളുടേയും ആറ്റോമിക ഭാരം തിരുത്തിയെഴുതപ്പെട്ടു.

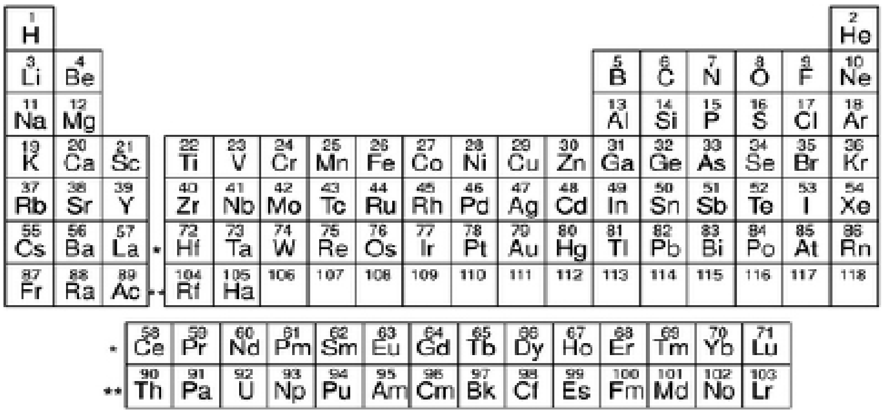


മെൻഡലിയേഫിന്റെ ആവർത്തന പട്ടിക

മെൻഡലിയേഫിന്റെ ആവർത്തന പട്ടികയിൽ ഒഴിഞ്ഞുകിടക്കുന്ന ചില കള്ളികളുണ്ടായിരുന്നു. പ്രസ്തുത കള്ളികൾ കണ്ടെത്തിക്കഴിഞ്ഞിട്ടില്ലാത്ത മൂലകങ്ങളെയാണ് പ്രതനിധീകരിക്കുന്നതെന്ന് പ്രഖ്യാപിക്കുവാനും പ്രസ്തുത മൂലകങ്ങളുടെ സ്വഭാവങ്ങളെന്തായിരിക്കുമെന്ന് പ്രവചിക്കുവാനും അദ്ദേഹത്തിന് കഴിഞ്ഞു. പ്രസ്തുത പ്രവചനങ്ങൾ ശരിയായിരുന്നുവെന്ന് അതിന്നുശേഷം ഗാലിയം, സ്കാൻ ഡിയം, ജെർമേനിയം തുടങ്ങിയ മൂലകങ്ങൾ കണ്ടെത്തിക്കഴിഞ്ഞപ്പോൾ ശാസ്ത്രലോകത്തിന് ബോധ്യമായി. അതിന്നു ശേഷമാണ് മെൻഡലിയേഫിന്റെ നിഗമനങ്ങൾ ശാസ്ത്രലോകത്ത് അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടത്.

താൻ പ്രവചിച്ച മൂലകങ്ങളുടെ കണ്ടുപിടുത്തം കണ്ട് ആഹ്ലാദിക്കുവാൻ ഭാഗ്യം ലഭിച്ച വ്യക്തിയാണ് മെൻഡലിയേഫ്. അദ്ദേഹത്തിന്റെ പ്രവചനം കഴിഞ്ഞ് ഇരുപത് വർഷങ്ങൾക്കുള്ളിൽ തന്നെ പ്രവചിക്കപ്പെട്ട 'മൂലകങ്ങളിൽ മൂന്നും കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. തന്റെ സിദ്ധാന്തം ശരിയാണെന്ന് പ്രായോഗികമായി തെളിയിക്കപ്പെട്ടപ്പോഴുണ്ടായ ആനന്ദാതിരേകത്തിന്റെ ബഹിർഗമനം അദ്ദേഹത്തിന്റെ 'രസതന്ത്രത്തിന്റെ അടിസ്ഥാന തത്വങ്ങൾ' എന്ന പുസ്തകത്തിൽ കാണാൻ കഴിയും.

മെൻഡലിയേഫിന്റെ ആവർത്തന നിയമം രസതന്ത്രത്തിന്റെ അടിത്തറയായി മാറി. യാതൊരു ബന്ധവുമില്ലാതെ കിടന്നിരുന്ന രാസ വിജ്ഞാന ശകലങ്ങളെ ഒരു കുടക്കു കീഴിലേക്ക് കൊണ്ടുവന്നുവെന്നതിനാൽ മെൻ ഡലിയേഫിനെ ആധുനിക രസതന്ത്രത്തിന്റെ പിതാവായി പലരും വ്യവഹരിച്ചു പോരുന്നുണ്ട്. ഒരു ശാസ്ത്രശാഖയുടെ കെട്ടുറപ്പ് രസതന്ത്ര



1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La *	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac **	104 Rf	105 Ha	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118

*	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
**	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

ആധുനിക ആവർത്തന പട്ടിക

ത്തിനുണ്ടാക്കിയത് അദ്ദേഹത്തിന്റെ ആവർത്തന നിയമങ്ങളാണെന്ന കാര്യത്തിൽ സംശയമില്ല.

ആവർത്തന പട്ടികയിൽ എന്തുകൊണ്ടാണ് നിശ്ചിത ഇടവേളകൾക്കു ശേഷം സമാന സ്വഭാവങ്ങളുള്ള മൂലകങ്ങൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നത്? ഈ ചോദ്യത്തിന് ഉത്തരം കാണാൻ മെൻഡലിയേഫിന് കഴിഞ്ഞില്ല. ആവർത്തന നിയമം അതുകൊണ്ട് തന്നെ ഭാഗികമാണെന്ന് അദ്ദേഹത്തിനറിയാമായിരുന്നു. 'പ്രകൃതിയുടെ ഒരു രഹസ്യത്തിന്റെ ഭാഗികമായ അനാവരണമാണ് ആവർത്തന നിയമം' എന്നാണ് അദ്ദേഹമെഴുതിയത്. ആറ്റത്തിന്റെ ഘടനയെക്കുറിച്ച് ഒന്നുമറിയാതിരുന്ന കാലത്താണ് അദ്ദേഹം ആവർത്തനപ്പട്ടികയുണ്ടാക്കിയത്. ആറ്റത്തിന്റെ ഘടന കണ്ടുപിടിച്ച ശേഷമാണ് ആവർത്തന സ്വഭാവത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനമെന്താണെന്ന് ശാസ്ത്രലോകത്തിന് മനസ്സിലായത്.

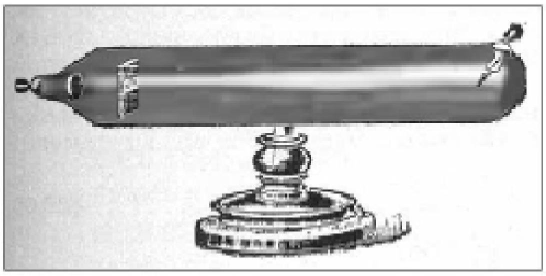
[4]
ആറ്റത്തിന്റെ അകത്തളങ്ങളിൽ

ഉണങ്ങിയ തലമുടിയിൽ ഒരു പ്ലാസ്റ്റിക് ചീപ്പ് ഉരസിയതിന് ശേഷം ചെറിയ കടലാസു കഷണങ്ങൾക്കടുത്ത് കൊണ്ടുവന്നാൽ അവ ചീപ്പിലേക്ക് ചാടി പറ്റിപ്പി ടിക്കുമെന്ന കാര്യം നമുക്കെല്ലാമറിയാവുന്നതാണ്. തലമുടിയിൽ ഉരസിക്കഴി ഞ്ഞാൽ ചീപ്പിനു ലഭിക്കുന്ന ആകർഷണ ശക്തിയെക്കുറിച്ച് കുറെ മുമ്പുതന്നെ ആളുകൾക്ക് മനസ്സിലായിരുന്നു. ക്രിസ്തുവിന് അറുന്നൂറ് കൊല്ലങ്ങൾക്കു മുമ്പ് തന്നെ പുരാതന ഗ്രീസുകാർക്ക് ഇത്തരം ആകർഷണ സ്വഭാവത്തെക്കുറിച്ച് അറി യാമായിരുന്നുവെന്നതിന് തെളിവുകളുണ്ട്. പൈനിന്റെ ഫോസിൽറസിനായ ആംബറിൽ കമ്പിളികൊണ്ട് ഉരസിയാൽ അതിന് ആകർഷണ സ്വഭാവമുണ്ടാകു മെന്ന വസ്തുത പുരാതന ഗ്രീസുകാർക്ക് മനസ്സിലായിരുന്നു. പതിനാറാം നൂറ്റാ ണ്ടിൽ ജീവിച്ച വില്യം ഗിൽബർട്ട് എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഈ പ്രതിഭാസത്തെക്കു റിച്ച് വിശദമായി പഠിച്ചു. ആംബറിന് ഗ്രീക്കിൽ പറയുന്ന പേരായ 'ഇലക്ട്രോൺ' എന്ന പദമുപയോഗിച്ച് ഈ പ്രതിഭാസത്തിന്, 'ഇലക്ട്രിക്' എന്ന് നാമകരണം ചെയ്തത് അദ്ദേഹമാണ്.

പത്തൊമ്പതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ അന്ത്യപാദത്തിൽ വൈദ്യുത പ്രവാഹം വ്യത്യസ്ത വസ്തുക്കളിലുണ്ടാക്കുന്ന പരിവർത്തനങ്ങളെക്കുറിച്ച് ജോൺസൺ സ്റ്റോണിയെന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ വിശദമായി മനസ്സിലാക്കി. വൈദ്യുത പ്രവാഹം വസ്തുക്കളെ വിഘടിപ്പിക്കുമെന്നും ഒരു നിശ്ചിത അളവ് വൈദ്യുതി ഓരോ മൂല കത്തിന്റെയും ഒരു നിശ്ചിത ഭാരം വിഘടന ഉൽപന്നമായിത്തീരുമെന്നും അദ്ദേഹം കണ്ടെത്തി. വൈദ്യുതി ഒറ്റയൊറ്റയായിട്ടുള്ള ചെറുഘടകങ്ങളായാണ് നിലനിൽക്കുന്നതെന്നും വൈദ്യുതിയുടെ ഈ ചെറു കണങ്ങൾ മൂലകങ്ങളുടെ ആറ്റങ്ങളിൽ തന്നെയാണുള്ളതെന്നും അദ്ദേഹം അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. വൈദ്യുതി യുടെ ഈ ചെറിയ കണത്തിന് 1891ൽ അദ്ദേഹം 'ഇലക്ട്രോൺ' എന്നു നാമക രണം ചെയ്തു.

മർദ്ദം കുറഞ്ഞ വാതകത്തിലൂടെ എളുപ്പത്തിൽ വൈദ്യുതി കടന്നുപോകും എന്ന് മുമ്പ് തന്നെ കണ്ടെത്തിയിരുന്നു. എച്ച്. ഗീസ്ലർ എന്ന ജർമൻകാരൻ വിക സിപ്പിച്ചെടുത്ത മെച്ചപ്പെട്ട ഗ്ലാസ് കുഴലുകളിൽ വാതകങ്ങളുടെ മർദ്ദം കുറച്ച് അതിലൂടെ വൈദ്യുതി പ്രവഹിക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന മാറ്റങ്ങളെക്കുറിച്ച് പഠിച്ച ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ചില പ്രത്യേക പ്രതിഭാസങ്ങൾ കണ്ടെത്തി. 1862ൽ ജർമൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ജെ. പ്ലക്കർ, ഗ്ലാസ് ട്യൂബിലൂടെ വൈദ്യുതി കടത്തിവിടു മ്പോൾ അതിലെ ഋണ ഇലക്ട്രോഡായ കാഥോഡിന് (negative electrode, cathode) എതിരെയുള്ള ഭാഗത്ത് ഒരു ദീപ്തി ഉണ്ടാകുന്നുവെന്നും ഒരു കാന്തമുപയോഗിച്ച് പ്രസ്തുത ദീപ്തിയുടെ സ്ഥാനം മാറ്റാമെന്നും കണ്ടുപിടിച്ചു. ഈ ദീപ്തിയുടെ കാരണങ്ങളെയും ഗുണങ്ങളെയും കുറിച്ച്, വിശദമായി പഠിച്ച ഹിറ്റോർഫ്, ഇ.

ഗോൾഡ് സ്റ്റൈൽ തുടങ്ങിയ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കാഥോഡിൽ നിന്നു പുറപ്പെടുന്ന ഏതോ അദൃശ്യരശ്മികളാണ് ദീപ്തിക്ക് ഉത്തരവാദികളെന്ന് കണ്ടെത്തി. ഈ അദൃശ്യ രശ്മികളുടെ പാതയിൽ ഒരു തടസ്സം വെച്ചാൽ തടസ്സത്തിന്റെ നിഴൽ സ്ക്രീനിൽ കാണാൻ കഴിയുമെന്നും അവ നേർരേഖയിലാണ് സഞ്ചരിക്കുന്നതെന്നും അവർ മനസ്സിലാക്കി. കാഥോഡിൽ നിന്നും തള്ളപ്പെടുന്ന ഋണ ചാർജുള്ള കണികകളുടെ പ്രവാഹമാണ് കാഥോഡ് രശ്മികളെന്നും അവയുടെ പ്രവേഗം വളരെ കൂടുതലാണെന്നും വില്യം ക്രൂക്സ് എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞർ കണ്ടെത്തിയെങ്കിലും അത് അംഗീകരിക്കുവാൻ പല തലമുതിർന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും സന്നദ്ധമായില്ല. കാഥോഡ് രശ്മികൾ പ്രകാശത്തെപ്പോലുള്ള വിദ്യുത്കാന്തിക തരംഗങ്ങൾ മാത്രമാണെന്നായിരുന്നു അവരുടെ അഭിപ്രായം.



മുമ്പ് ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന കാഥോഡ് ട്യൂബ്

1897ൽ ജെ.ജെ. തോംസൺ എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് കാഥോഡ് രശ്മികൾ എന്താണെന്നതിനെക്കുറിച്ച് വ്യക്തമായ തെളിവ് നൽകിയത്. അവ കാന്തിക മണ്ഡലത്തിൽ മാത്രമല്ല വൈദ്യുത മണ്ഡലത്തിലും സ്ഥാനചലനം കാണിക്കുമെന്ന് അദ്ദേഹം കണ്ടെത്തി. അങ്ങനെ കാഥോഡ് രശ്മികൾ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ പ്രവാഹമാണെന്ന ക്രൂക്സിന്റെ നിഗമനം ശരിയാണെന്നു തോംസൺ തെളിയിച്ചു. തോംസൺ, ക്രൂക്ക്സ്, മില്ലിക്കൺ, വിത്സൺ തുടങ്ങിയ അനേകം പ്രഗത്ഭ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ശ്രമഫലമായി കാഥോഡ് രശ്മികളെക്കുറിച്ച് കുറെയധികം വിവരങ്ങൾ മാനവരാശിക്കു ലഭ്യമായി. ഇലക്ട്രോണുകളുടെ പ്രവാഹമാണ് കാഥോഡ് രശ്മികളെന്നും (അന്നത്തെ സങ്കല്പ പ്രകാരം വൈദ്യുതിയുടെ ഏറ്റവും ചെറിയ യൂനിറ്റാണ് ഇലക്ട്രോൺ) ഒരു ഇലക്ട്രോൺ കണികയുടെ ഭാരം ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റത്തിന്റെ ഭാരത്തിന്റെ ഏകദേശം 1/1837 ആണെന്നും ഈ ഗവേഷണങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കി. കാഥോഡ് രശ്മികൾ ഉണ്ടാക്കുന്ന കുഴലുകളിൽ ഏതു വാതകമെടുത്താലും വൈദ്യുതി കടത്തിവിടാൻ ഏതു വസ്തു കൊണ്ടുള്ള ഇലക്ട്രോഡുകൾ ഉപയോഗിച്ചാലും പരീക്ഷണത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന അവസ്ഥകളിൽ എന്തു മാറ്റം വരുത്തിയാലും കാഥോഡ് രശ്മികളുടെ ചാർജ് മാറ്റാൻ കഴിയില്ലെന്ന വസ്തുതയുടെ കണ്ടുപിടുത്തം ഋണചാർജ് ആ കണികകളുടെ ഒഴിച്ചുകൂടാൻ വയ്യാത്ത സ്വഭാവമാണെന്ന് വ്യക്തമാക്കി.

ഉപയോഗത്തിലിരിക്കുന്ന കാഥോഡ് ട്യൂബ്

കാഥോഡ് രശ്മികളുടെ കണ്ടെത്തൽ ശാസ്ത്രലോകത്തെ അക്ഷരാർത്ഥ

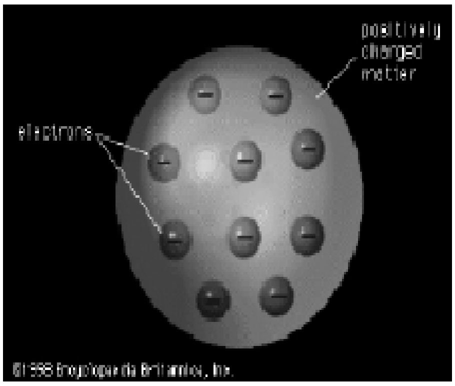
ത്തിൽ നിദ്രാവിഹീനമാക്കി. വ്യത്യസ്ത ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കാഥോഡ് രശ്മികളെക്കുറിച്ചു പഠിച്ചു. അതിനിടയിൽ വളരെ വിലപ്പെട്ട പല കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളും ശാസ്ത്രത്തിന് ലഭിച്ചു. ജർമനിയിലെ ഒരു യൂനിവേഴ്സിറ്റിയിൽ കാഥോഡ് കിരണങ്ങളെപ്പറ്റി പഠിക്കുകയായിരുന്ന വില്യം കോണോർഡ് റോൺജൻ എക്സ്റേ കണ്ടുപിടിച്ചത് തികച്ചും യാദൃച്ഛികമായിട്ടായിരുന്നു. ഈ കണ്ടുപിടുത്തത്തിന് 1901ൽ ഫിസിക്സിലുള്ള നോബൽ സമ്മാനം റോൺജന് ലഭിച്ചു. പിന്നെ എക്സ്റേയെക്കുറിച്ചായി പഠനം. എങ്ങനെയാണ് എക്സ്റേകൾ ഉണ്ടാകുന്നത്? എന്താണവ? തുടങ്ങിയ വിഷയങ്ങളിലായി പിന്നെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ശ്രദ്ധ. എക്സ് രശ്മികളെക്കുറിച്ചുള്ള പരീക്ഷണത്തിന് ഫ്രഞ്ചുകാരനായ ഹെൻറി ബക്വിരൽ ഉപയോഗിച്ചത് പൊട്ടാസ്യം യുറെനൈൽ സൾഫേറ്റ് എന്ന ലവണമായിരുന്നു. ഫ്ളൂറസെൻറ്, ഫോസ്ഫോറസൻസ് തുടങ്ങിയ പ്രതിഭാസങ്ങളെക്കുറിച്ച് പഠിക്കുവാനുപയോഗിച്ചിരുന്ന ലവണമായിരുന്നു അത്. പ്രസ്തുത യുറേനിയം ലവണത്തെക്കുറിച്ച് കൂടുതലായി പഠിച്ചപ്പോൾ ഇരുട്ടത്ത് വെച്ചിരുന്നാൽ പോലും ഈ ലവണങ്ങൾ പ്രകാശം പുറപ്പെടുവിക്കുന്നുണ്ടെന്ന് ബക്വിരൽ കണ്ടെത്തി. യുറേനിയം ലവണങ്ങൾ സ്വയം പ്രകാശം ഉത്സർജിക്കുന്നുവെന്ന കണ്ടെത്തൽ ശാസ്ത്രലോകത്ത് കോളിളക്കമുണ്ടാക്കി. ചില മൂലകങ്ങൾ സ്വയം പ്രകാശം ഉത്സർജിക്കുന്നുവെന്ന് പിന്നീട് ശാസ്ത്രലോകം മനസ്സിലാക്കി. 1898ൽ മേരി ക്യൂറിയാണ് ഈ പ്രതിഭാസത്തെ റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി (Radio Activity) എന്നു വിളിച്ചത്.

റോൺജന്റെ എക്സ്റേ ചിത്രം

റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റിയുടെ കണ്ടുപിടുത്തത്തോടെ നാം ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിലേക്ക് പ്രവേശിച്ചു കഴിഞ്ഞിരുന്നു. റേഡിയോ ആക്ടീവിറ്റിയുടെ കാരണം തേടി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ ഏർപ്പെട്ടു. റേഡിയോ ആക്ടീവ് വസ്തുക്കൾ പുറത്തുവിടുന്ന പ്രകാശകിരണങ്ങളെ റഥർഫോർഡ് അലൂമിനിയം ഷീറ്റുകളിൽ കൂടി കടത്തിവിട്ടു. അതിൽ നിന്നും പ്രസ്തുത കിരണങ്ങളെ രണ്ടായി തരം തിരിക്കാമെന്ന് അദ്ദേഹം കണ്ടെത്തി. ആൽഫാ () കിരണങ്ങളെന്നും ബീറ്റാ () കിരണങ്ങളെന്നും അദ്ദേഹം അവയെ വിളിച്ചു. പിയറി ക്യൂറിയും മേരി ക്യൂറിയും നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങൾ ബീറ്റാ കിരണങ്ങൾക്ക് ഋണചാർജാണ് ഉള്ളതെന്ന് തെളിയിച്ചു. ബക്വിരൽ വിശദമായ പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ ഇവ ഇലക്ട്രോണുകൾ തന്നെയാണെന്ന് കണ്ടെത്തിയത് ആറ്റോമിക പഠനത്തെ പുതിയ മേഖലകളിലേക്ക് തിരിച്ചുവിട്ടു. 1900ത്തിൽ ഫ്രാൻസിലെ പി. വില്ലാർഡ് നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങൾ റേഡിയവും മറ്റും പുറത്തുവിടുന്ന കിരണങ്ങളിൽ മൂന്നാമതൊരു വിഭാഗം കൂടിയുണ്ടെന്ന് മനസ്സിലാക്കിത്തന്നു. വസ്തുക്കളിൽകൂടി കടന്നുപോകാനുള്ള അസാധാരണ ശക്തിയുള്ള പ്രസ്തുത കിരണങ്ങൾ ഗാമാകിരണങ്ങൾ എന്നു വിളിക്കപ്പെട്ടു. റഥർഫോർഡും മറ്റും ആൽഫാ

കിരണങ്ങളെക്കുറിച്ചു നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങൾ അവ ധന ചാർജുള്ള കണങ്ങ ളാണെന്നും ഓരോ കണത്തിനും രണ്ടു ധനചാർജ് ഉണ്ടെന്നും അവയുടെ ഭാരം ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റത്തിന്റെ നാലിരട്ടിയാണെന്നും വ്യക്തമാക്കി.

റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റിയെക്കുറിച്ച് വിശദമായി പഠിച്ചപ്പോൾ അതുവരെ അജ്ഞാതമായിരുന്ന പല കാര്യങ്ങളും ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് ബോധ്യമായി. റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി ഒരു രാസപ്രവർത്തനമല്ലെന്ന വസ്തുതയായിരുന്നു അതിൽ പ്രധാനപ്പെട്ടത്. രാസപ്രവർത്തനം ആറ്റം പുനർവിന്യാസം മാത്രമാണ്. ആറ്റങ്ങൾക്ക് ഒരു മാറ്റവും രാസപ്രവർത്തനം നടക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്നില്ല. എന്നാൽ റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി ഇതിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമാണ്. അത് ആറ്റങ്ങ ളുടെ സ്വയം വിഘടനം മൂലമാണുണ്ടാകുന്നതെന്നായിരുന്നു റഥർ ഫോർഡി ന്റെയും ഫ്രഡറിക് സോഡിയുടേയും കണ്ടെത്തൽ. അവർക്ക് ഈ കണ്ടുപിടുത്ത ത്തിന് നോബൽ സമ്മാനം ലഭിച്ചു. റേഡിയോ ആക്ടീവ് മൂലകങ്ങൾ അസ്ഥിര ങ്ങളാണെന്നും അവ സ്വയം വിഘടിച്ചു മൂലകങ്ങളാകുന്നുവെന്നും അവർ സിദ്ധാന്തിച്ചു. പ്രസ്തുത സിദ്ധാന്തം ശരിയാണെന്ന് റേഡിയം വിഘടിച്ചുണ്ടാ കുന്ന റഡോൺ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതോടുകൂടി വ്യക്തമായി. ഈ വിഘടനത്തിൽ പദാർഥത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗം ഊർജമായി മാറുന്നതിനാലാണ് ആൽഫാ കണ ങ്ങൾക്ക് കൂടിയ പ്രവേഗമുള്ളതെന്നും ഊർജരൂപമായ ഗാമാ കണമുണ്ടാകുന്ന തെന്നും കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു.



തോംസന്റെ ആറ്റം മാതൃക

ഇതോടുകൂടി ശാസ്ത്രലോകം ഇളകി മറിഞ്ഞു. പദാർഥത്തിന്റെ മൗലിക കണങ്ങളാണ് ആറ്റങ്ങ ളെന്ന് അതുവരെ അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടിരുന്നത്. ആറ്റ വും വിഘടിപ്പിക്കാമെന്നായപ്പോൾ ഡാൾട്ടന്റെ ആറ്റം സിദ്ധാന്തം കടപുഴകിവീണു. ആറ്റം വിഘടി ക്കുകയെന്ന അസാധ്യമെന്നു കരുതപ്പെട്ടിരുന്ന സം ഗതി സാധ്യമാണെന്നു വന്നതോടെ ആറ്റത്തിനകത്ത് എന്താണുള്ളതെന്ന ചോദ്യം കൂടി ശാസ്ത്രകാരന്മാർ സ്വയം ചോദിച്ചു തുടങ്ങി. നശിപ്പിക്കുവാനോ ഉണ്ടാ ക്കുവാനോ സാധ്യമല്ലാത്ത ആറ്റങ്ങളാൽ നിർമിക്കപ്പെട്ട പ്രപഞ്ചത്തിന് ഒരു തുട ക്കത്തിന്റെ ആവശ്യമില്ലയെന്ന് വാദിച്ചിരുന്ന ഭൗതികവാദികളുടെ തത്വശാസ്ത്രം തകർന്നു. ആറ്റത്തിനകത്തേക്ക് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ദൃഷ്ടികൾ പാഞ്ഞു. ആറ്റ ത്തിനകത്തേക്ക് എത്തിനോക്കാൻ പ്രകൃതിതന്നെ ഒരുക്കിയ വാതിലായിരുന്നു റേ ഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി എന്നു പറയാം.

കാഥോഡ് രശ്മികൾ ഋണചാർജുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളുടെ പ്രവാഹമാ ണെന്ന് കണ്ടെത്തിയ ജെ.ജെ. തോംസനാണ് ആറ്റത്തിന്റെ ഘടനയെപ്പറ്റി ചിന്തിച്ച വരിൽ പ്രഥമഗണനീയൻ. 'ആറ്റത്തിനകത്ത് അനേകം ഋണചാർജുകളുള്ള ഇല ക്ട്രോണുകൾ വിതരണം ചെയ്യപ്പെട്ടു കിടക്കുകയാണ്. ആറ്റം സാധാരണ നില

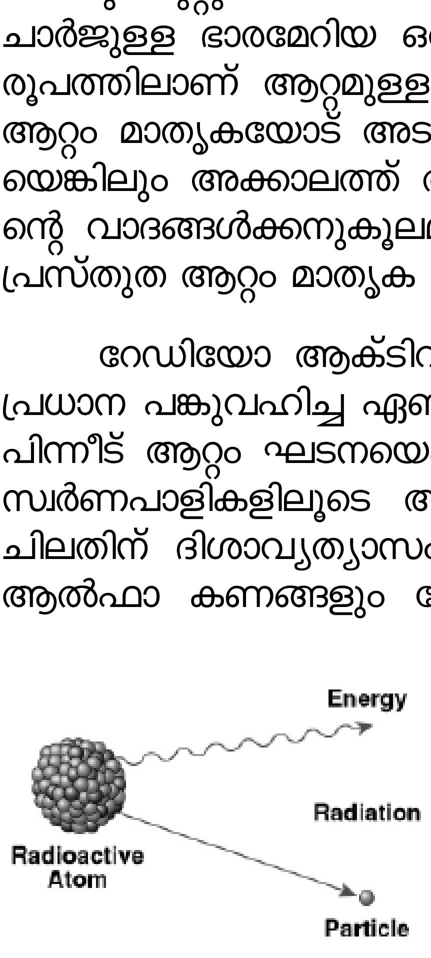
യിൽ ന്യൂട്രൽ ആണ്. അതുകൊണ്ടുതന്നെ ഇലക്ട്രോണുകൾക്ക് തുല്യമായ എണ്ണം ധനചാർജുള്ള എന്തെങ്കിലും ആറ്റത്തിനകത്തുണ്ടായിരിക്കണം. അവ ഇലക്ട്രോണുകൾക്കിടയിലായി ആറ്റത്തിനകത്ത് വിതരണം ചെയ്യപ്പെട്ട് കിടക്കുന്നുണ്ടായിരിക്കും.' ഈ നിഗമനങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ തോംസൺ ഒരു ആറ്റം മാതൃക നിർമിച്ചു. തണ്ണിമത്തങ്ങക്കകത്ത് കുരുകളെന്നവണ്ണം പോസിറ്റീവ് ചാർജിന്റെ ഒരു തുള്ളിക്കകത്ത് നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള ഇലക്ട്രോണുകൾ വിതരണം ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന രീതിയിലായിരുന്നു തോംസണിന്റെ ആറ്റം മാതൃക.

ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആദ്യത്തോടുകൂടി പല ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും വ്യത്യസ്ത ആറ്റം മാതൃകകൾ അവതരിപ്പിച്ചു.

നല്ല വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന കാഥോഡ് രശ്മികൾക്ക് അലൂമിനിയം പോലുള്ള ലോഹങ്ങളുടെ പാളികളിൽകൂടി കടന്നുപോകാനാകുമെന്ന് ഹംഗേറിയൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ പി. ലെനാർഡ് കണ്ടെത്തി. അതിൽ നിന്ന് ആറ്റത്തിന്റെ ബഹുഭൂരിഭാഗവും ശൂന്യമാണെന്ന നിഗമനത്തിലാണ് അദ്ദേഹം എത്തിച്ചേർന്നത്. ശൂന്യതയിൽ ധന–ഋണചാർജുകളുടെ ഇരട്ടകൾ– ഡൈനമിഡുകൾ വിതരണം ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന രീതിയിലാണ് ലെനാർഡിന്റെ ആറ്റം മാതൃക. ഓരോ ഡൈനാമിഡിലും ഒരു ധന ചാർജും ഒരു ഋണചാർജും ഉണ്ടാവുമെന്നതിനാൽ അതിന്റെ ആകെ ചാർജ് പൂജ്യമായിരിക്കുമെന്നാണ് അദ്ദേഹം പറഞ്ഞത്.

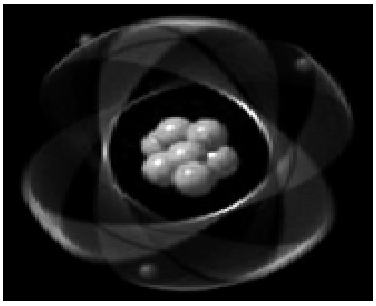
1904ൽ ജപ്പാൻകാരനായ എച്ച്. നാഗോക്കായും ഒരു ആറ്റം മോഡൽ അവതരിപ്പിച്ചു. അദ്ദേഹം ആറ്റത്തെ ശനിഗ്രഹത്തോടാണ് ഉപമിച്ചത്. ഭാരമേറിയ ഉൾഭാഗത്തിനു ചുറ്റും ചിതറിക്കിടക്കുന്ന വലയങ്ങളുള്ള ശനി ഗ്രഹത്തെപ്പോലെ ധന ചാർജുള്ള ഭാരമേറിയ ഒരു കേന്ദ്രത്തിനു ചുറ്റും ഋണചാർജ് ചിതറിക്കിടക്കുന്ന രൂപത്തിലാണ് ആറ്റമുള്ളതെന്നായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ നിഗമനം. ആധുനിക ആറ്റം മാതൃകയോട് അടുത്തുനിൽക്കുന്നതാണ് അദ്ദേഹത്തിന്റെ ആറ്റം മാതൃകയെങ്കിലും അക്കാലത്ത് ആരും അത് ഗൗരവത്തിലെടുത്തില്ല. നാഗോക്കാക്ക് തന്റെ വാദങ്ങൾക്കനുകൂലമായി നിരത്താൻ തെളിവുകളുണ്ടായിരുന്നില്ലെന്നതാണ് പ്രസ്തുത ആറ്റം മാതൃക സ്വീകരിക്കപ്പെടാതിരുന്നതിന് കാരണം.

റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റിക്ക് തൃപ്തികരമായ വിശദീകരണം നൽകുന്നതിൽ പ്രധാന പങ്കുവഹിച്ച ഏണസ്റ്റ് റഥർഫോർഡ് എന്ന ന്യൂസിലാന്റ് ശാസ്ത്രജ്ഞൻ പിന്നീട് ആറ്റം ഘടനയെക്കുറിച്ചുള്ള പരീക്ഷണങ്ങളിലേർപ്പെട്ടു. കനം കുറഞ്ഞ സ്വർണപാളികളിലൂടെ ആൽഫാ കണങ്ങൾ കടന്നുപോകുമ്പോൾ അവയിൽ ചിലതിന് ദിശാവ്യത്യാസം വരുന്നുണ്ടെന്ന് അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി. ഭൂരിപക്ഷം ആൽഫാ കണങ്ങളും നേരെ സ്വർണപാളിയും കടന്ന് പുറത്ത് പോയപ്പോൾ വളരെ കുറച്ച് ആൽഫാ കണങ്ങൾ അവയുടെ പാത വിട്ട് അൽപം അകന്നുമാറി സഞ്ചരിക്കുന്നതായി അദ്ദേഹം കണ്ടു. അപൂർവം ചില ആൽഫാ കണങ്ങളിലുണ്ടായ വ്യതിചലനമാണ് റഥർഫോർഡിനെ



റേഡിയോ ആക്റ്റിവിറ്റി

അത്ഭുതപരതന്ത്രനാക്കിയത്. അവ എന്തിലോ തട്ടിയിട്ടെന്നവണ്ണം തെറിച്ചു തിരിച്ചു വരുന്നു. നേരെ എതിർദിശയിലേക്കോ അൽപം മാറിയോ തിരിച്ചുവന്നത് എണ്ണായിരത്തിൽ ഒരു കണിക മാത്രമായിരുന്നു. ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റത്തിന്റെ നാലിരട്ടി ഭാരവും ഒരു സെക്കന്റിൽ ഇരുപത്തിനാലായിരം കിലോമീറ്റർ വേഗതയുമുള്ള ആൽഫാ കണങ്ങളിൽ ചിലവ സ്വർണത്തകിടിൽത്തട്ടി തെറിച്ചു തിരിച്ചുവരുന്നുവെന്ന വസ്തുത അക്ഷരാർഥത്തിൽ തന്നെ റഥർ ഫോർഡിനെയും സഹായികളെയും ഞെട്ടിപ്പിച്ചു കളഞ്ഞു. ഇതിൽ നിന്ന് അദ്ദേഹം എത്തിച്ചേർന്ന നിഗമനം



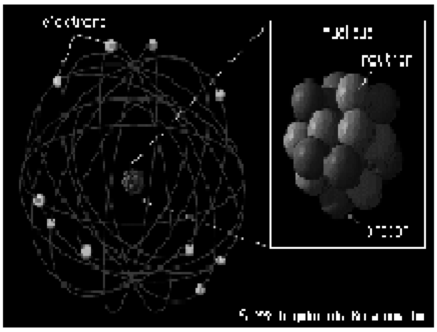
റഥർഫോർഡിന്റെ
ആറ്റം മാതൃക

വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ടതായിരുന്നു. ആറ്റത്തിന്റെ മുഴുവൻ ഭാരവും കേന്ദ്രീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ഒരു ന്യൂക്ലിയസ് ഉണ്ടെന്നും ആറ്റത്തിന്റെ വ്യാപ്തം വളരെ ചെറുതാണെന്നും അദ്ദേഹം അനുമാനിച്ചു. പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള ന്യൂക്ലിയസിനു ചുറ്റും അതിവേഗം കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളുടെ അപകേന്ദ്രബലവും ന്യൂക്ലിയസ്സിലേക്കുള്ള ആകർഷണ ബലവും സമമായതിനാൽ ഇലക്ട്രോണുകൾ സ്ഥിരമായി ന്യൂക്ലിയസിനു ചുറ്റും കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ആറ്റോമിക ന്യൂക്ലിയസ്സിന്റെ അസ്തിത്വം പരീക്ഷണത്തിലൂടെ തെളിയിച്ചതിനാൽ ന്യൂക്ലിയസ് കണ്ടെത്തിയതിനുള്ള മുഴുവൻ അംഗീകാരവും റഥർഫോർഡിനാണ് ലഭിച്ചത്. ആധുനിക ആറ്റോമിക സങ്കൽപങ്ങളുടെയെല്ലാം തുടക്കമായിരുന്നു റഥർഫോർഡിന്റെ ആറ്റം മാതൃക. ന്യൂക്ലിയസിന്റെ ചാർജും വ്യാസവും ഏകദേശമായി കണ്ടെത്താനുള്ള സമവാക്യങ്ങളുണ്ടാക്കാനും അദ്ദേഹത്തിന് കഴിഞ്ഞു.

റഥർഫോർഡിന് ആറ്റത്തെ കുറെയെല്ലാം വ്യാഖ്യാനിക്കാൻ കഴിഞ്ഞെങ്കിലും അദ്ദേഹത്തിന് ഉത്തരം കാണാൻ കഴിയാതിരുന്ന ഒട്ടനവധി പ്രശ്നങ്ങളും തന്റെ ആറ്റം മാതൃകയോടൊപ്പം പൊന്തിവന്നു. വ്യത്യസ്ത ആറ്റങ്ങളുടെ ന്യൂക്ലിയസിലെ ധനചാർജുകൾ എത്രയാണ് എന്ന പ്രശ്നമായിരുന്നു അതിൽ പ്രധാനപ്പെട്ടത്. ധനചാർജുകളുടെ എണ്ണമറിഞ്ഞാൽ ഋണചാർജുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളുടേയും എണ്ണമറിയാൻ കഴിയും. ഈ എണ്ണങ്ങൾ ലഭിച്ചാൽ മൂലകങ്ങളുടെ ആറ്റങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ഘടനാപരമായ വ്യത്യാസമെന്താണെന്ന് മനസ്സിലാക്കാം. അതുകൊണ്ടു തന്നെ റഥർഫോർഡ് ആറ്റത്തിലെ ധനചാർജുകളുടെ എണ്ണം കണ്ടുപിടിക്കാൻ അശ്രാന്ത പരിശ്രമം ചെയ്തു. ആൽഫാ കണങ്ങളുടെ പ്രകീർണനമുപയോഗിച്ച് ന്യൂക്ലിയസിലെ ധനചാർജിന്റെ എണ്ണം ആറ്റോമിക ഭാരത്തിന്റെ ഏകദേശം പകുതിയാണെന്ന് റഥർഫോർഡും സഹായികളും കൂടി കണ്ടെത്തി. പക്ഷേ, കൃത്യമായ വില കണ്ടെത്താൻ അവർക്കു കഴിഞ്ഞില്ല.

1913ൽ ജി ജെ മോസ്‌ലെ നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളാണ് ആറ്റോമിക ന്യൂക്ലിയസിലെ ധനചാർജിന്റെ എണ്ണമെത്രയെന്ന് കൃത്യമായി കണ്ടെത്താൻ സഹായിച്ചത്. കാഥോഡ് രശ്മികൾ ഒരു വസ്തുവിൽ തട്ടിയാൽ എക്സ്റേകൾ ഉണ്ടാകു

മെന്ന റോൺടജന്റെ കണ്ടുപിടുത്തത്തിന്റെ സഹായത്തോടെയാണ് മോസ്‌ലേ തന്റെ പരീക്ഷണം നടത്തിയത്. ഓരോ മൂലകവും ഇപ്രകാരം നൽകുന്ന എക്സ്റേകളുടെ തരംഗദൈർഘ്യം കണ്ട് അവ തമ്മിൽ താരതമ്യപ്പെടുത്തിയാൽ മൂലകത്തിലെ ധനചാർജ്ജുകളുടെ എണ്ണം കണ്ടുപിടിക്കാനാവുമെന്ന് മോസ്‌ലെ വിശ്വസിച്ചു. എക്സ്റേകളുടെ തരംഗദൈർഘ്യം താരതമ്യം ചെയ്യാൻ ക്രിസ്റ്റലുകളെയാണ് അദ്ദേഹമുപയോഗിച്ചത്. ഇപ്രകാരം ലഭിച്ച മൂലകങ്ങളുടെ എക്സ്റേ സ്പെക്ട്രം പരിശോധിച്ചപ്പോൾ അദ്ദേഹത്തിന് ഒരു കാര്യം ബോധ്യമായി. ആവർത്തന പട്ടികയിലെ മൂലകങ്ങളുടെ ക്രമനമ്പർ കൂട്ടുന്നതനുസരിച്ച് എക്സ്റേ സ്പെക്ട്രത്തിലുണ്ടാകുന്ന ക്രമമായ മാറ്റം കൃത്യമായി ഈ ക്രമ നമ്പറുമായി മാത്രമേ ബന്ധപ്പെടുത്താൻ കഴിയൂവെന്നും ആറ്റോമിക ഭാരവുമായി അത്ര കൃത്യമായി ബന്ധപ്പെടുത്താൻ വയ്യ എന്നുമായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന് ബോധ്യപ്പെട്ട വസ്തുത. ഇതുപ്രകാരം അദ്ദേഹം എത്തിച്ചേർന്ന നിഗമനമിതാണ്. 'ഒരു മൂലക ആറ്റത്തിൽ നിന്നും ആവർത്തനപട്ടികയിലെ തൊട്ടടുത്ത മൂലക ആറ്റത്തിലേക്കു മാറുമ്പോൾ ചാർജ് ഒരു യൂനിറ്റ് എന്ന തോതിൽ വർധിക്കുന്നു. ന്യൂക്ലിയസിലെ ചാർജിന്റെ എണ്ണം തന്നെയാണ് ആവർത്തന പട്ടികയിലെ അതിന്റെ സ്ഥാനത്തിന്റെ നമ്പർ.' ഈ നമ്പറിന് മോസ്‌ലേ ആറ്റോമിക സംഖ്യ (Atomic Number)യെന്നു പേരു നൽകി. 1920ൽ ആൽഫാ കണങ്ങളുടെ പ്രകീർണനമുപയോഗിച്ച് കൂടുതൽ കൃത്യമായി പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി ജെയിംസ് ചാഡ്‌വിക്ക് മോസ്‌ലെയുടെ പരീക്ഷണഫലങ്ങൾ ശരിയാണെന്ന് തെളിയിച്ചു.


റഥർഫോർഡ് മാതൃക, വിശദമായി

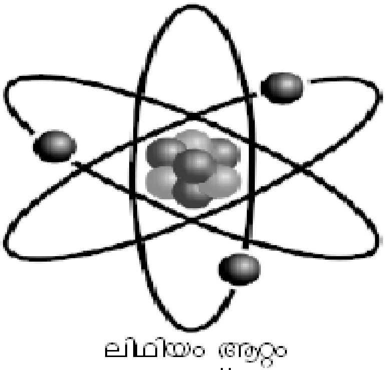
ന്യൂക്ലിയസിന് ധനചാർജാണെന്നുള്ള കണ്ടെത്തൽ മറ്റനേകം പ്രശ്നങ്ങളുയർത്തി. എന്താണ് ന്യൂക്ലിയസിന്റെ ഘടന? ഏതു കണമാണ് ന്യൂക്ലിയസിനു ധന ചാർജു നൽകുന്നത്?

കാഥോഡ് കിരണങ്ങൾക്ക് ഋണചാർജ്ജാണെന്നു മനസ്സിലാക്കിയ അന്നു മുതൽക്കുതന്നെ സമാനങ്ങളായ ധനചാർജുള്ള കിരണങ്ങൾക്കു വേണ്ടിയുള്ള അന്വേഷണങ്ങളാരംഭിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇ. ഗോൾഡ് സ്റ്റൈൽ ഈ രൂപത്തിലുള്ള അന്വേഷണത്തിലേർപ്പെട്ടിരുന്ന വ്യക്തിയായിരുന്നു. അദ്ദേഹം തന്റെ പഠനത്തിനുപയോഗിച്ചത് ഒരു പ്രത്യേകതരം ഗ്ലാസ് കുഴലാണ്. അതിലെ കാഥോഡ് ഗ്ലാസ് കുഴലിന്റെ ഏകദേശം മധ്യത്തിലാണ് ഫിറ്റു ചെയ്തത്. കാഥോഡിന് ദ്വാരങ്ങളുണ്ടായിരുന്നു. കാഥോഡിൽ നിന്നും ഋണചാർജുള്ള കിരണമുണ്ടായി ആനോഡിലേക്കു പോകുന്നതുപോലെ ആനോഡിൽ നിന്ന് വല്ല കിരണങ്ങളുമുണ്ടായി കാഥോഡിലേക്കു പോകുന്നുവെങ്കിൽ അതിന്റെ സഞ്ചാരവേഗത മൂലം കാഥോഡിലെ തുളകൾ കടന്ന് ഗ്ലാസ് ട്യൂബിന്റെ ബാക്കി ഭാഗത്തേക്ക് വരുമെന്നായിരുന്നു ഗോൾഡ് സ്റ്റൈന്റെ നിഗമനം. പരീക്ഷണം നടത്തിയപ്പോൾ തന്റെ നിഗമനം

ശരിയാണെന്ന് അദ്ദേഹത്തിന് ബോധ്യമായി. കാഥോഡിലെ ദ്വാരങ്ങൾക്കിടയിലൂടെ പുറത്തുവരുന്ന കിരണങ്ങൾ നേർരേഖയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതായി അദ്ദേഹം കണ്ടു. 1886ലാണ് ഈ പരീക്ഷണം നടന്നത്. ദ്വാരങ്ങളിൽകൂടി പുറത്തുവന്നതിനാൽ അവക്ക് കനാൽ കിരണങ്ങൾ എന്നാണ് ഗോൾഡ് സ്റ്റൈൻ നാമകരണം ചെയ്തത്.

1898ൽ ഡബ്ലിയു. വെയ്ൻ എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ കനാൽ കിരണങ്ങൾക്ക് ധനചാർജാണുള്ളതെന്ന് കണ്ടെത്തി. കാന്തികമണ്ഡലത്തിൽ കാഥോഡ് കിരണങ്ങൾ മാറുന്നതിന് നേരെ എതിർവശത്തേക്ക് ആണ് ഇവ മാറുന്നതെന്ന കണ്ടെത്തലാണ് അതിന്ന് ധനചാർജാണുള്ളതെന്ന നിഗമനത്തിലെത്തിച്ചത്. 1907ൽ അവക്ക് ജെ.ജെ. തോംസൺ ധനകിരണങ്ങൾ എന്ന് നാമകരണം ചെയ്തു.

ധനകിരണങ്ങളും കാഥോഡ് രശ്മികളും തമ്മിൽ ചാർജിൽ മാത്രമാണോ വ്യത്യാസമുള്ളതെന്നറിയാനാണ് പിന്നെ വെയിൻ ശ്രമിച്ചത്. അവയുടെ പിണ്ഡം കാഥോഡ് രശ്മികളെക്കാൾ വളരെ കൂടുതലാണെന്ന് മനസ്സിലായി. ഗ്ലാസ് ട്യൂബിൽ വ്യത്യസ്ത വാതകങ്ങൾ നിറച്ചു പരീക്ഷണം നടത്തിയപ്പോൾ ലഭിച്ച ധനകിരണങ്ങളുടെ പിണ്ഡങ്ങൾ വ്യത്യസ്തങ്ങളാണെന്ന് വ്യക്തമായതോടെ ശാസ്ത്രലോകം ആകപ്പാടെ ആശയക്കുഴപ്പത്തിലായി. ഇതിന്നർഥം എല്ലാ ആറ്റങ്ങളിലുമുള്ള പൊതുവായ ധനകിരണങ്ങൾ ഇല്ലെന്നാണല്ലോ. ആറ്റത്തിന്റെ ഘടന തങ്ങൾ പ്രതീക്ഷിക്കുന്നതിലും സങ്കീർണമാണെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് തോന്നി.

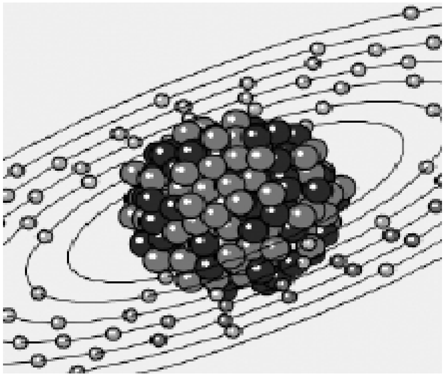

ലിഥിയം ആറ്റം റഥർഫോർഡ് മാതൃക

എങ്കിലും ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പരീക്ഷണങ്ങൾ തുടർന്നു. ഗ്ലാസ്ട്യൂബിൽ ഹൈഡ്രജൻ നിറച്ചുകൊണ്ട് പരീക്ഷണം നടത്തുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന ധനകണികകൾക്കാണ് ഏറ്റവും പിണ്ഡം കുറവെന്ന് കണ്ടെത്തിയപ്പോൾ ആദ്യം കണ്ടെത്തിയത് ധനകണികയെന്ന അർഥത്തിൽ ഈ കണികകൾക്ക് പ്രോട്ടോൺ എന്ന പേരു നൽകി. (ഗ്രീക്കുഭാഷയിൽ Protos എന്നാൽ ആദ്യത്തേത് എന്നാണർഥം) ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റത്തിൽ നിന്ന് ഒരു ഇലക്ട്രോൺ മാറ്റപ്പെടുമ്പോഴാണ് പ്രോട്ടോൺ ഉണ്ടാകുന്നത് എന്ന് മനസ്സിലായെങ്കിലും ബാക്കി മൂലകങ്ങളുടെ ധനകണികകളുടെ പിണ്ഡവ്യത്യാസം പ്രഹേളികയായിത്തന്നെ തുടർന്നു. എങ്കിലും പരീക്ഷണഫലങ്ങൾ എല്ലാ ആറ്റങ്ങളിലും പ്രോട്ടോണുകൾ ഉണ്ടെന്നു കരുതേണ്ട തെളിവുകൾ നൽകി. അതുപ്രകാരം ന്യൂക്ലിയസിനുള്ളിൽ പ്രോട്ടോണുകളും പുറത്ത് ഇലക്ട്രോണുകളുമാണുള്ളതെന്ന നിഗമനത്തിലെത്തിച്ചേർന്നു.

പക്ഷെ, ആറ്റങ്ങളുടെ ഘടന എഴുതാനാരംഭിച്ചപ്പോഴാണ് പ്രശ്നം വീണ്ടും സങ്കീർണമായത്. ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റത്തിന്റെ ഘടന ലളിതമാണ്. അതിന്റെ

ആറ്റോമിക ഭാരവും ആറ്റോമിക സംഖ്യയും ഒന്നതന്നെ. അപ്പോൾ ഹൈഡ്രജ നിൽ ഒരു പ്രോട്ടോണും ഒരു ഇലക്ട്രോണുമാണുള്ളതെന്ന് സങ്കൽപിച്ചാൽ മതി. (ഇലക്ട്രോണിന്റെ മാസ് താരതമ്യേന തീരെ ചെറുതായതിനാൽ അതിവിടെ പരിഗ ണിക്കാറില്ല) എന്നാൽ ഹീലിയത്തിലെത്തുമ്പോൾ സ്ഥിതി മാറുന്നു. ഹീലിയ ത്തിന്റെ ആറ്റോമിക സംഖ്യ രണ്ടാണ്. അപ്പോൾ ഒരു ഹീലിയം ആറ്റത്തിന്റെ ന്യൂക്ലിയസ്സിൽ രണ്ടു പ്രോട്ടോണുകളുണ്ടാവണം. പുറത്ത് രണ്ട് ഇലക്ട്രോണു കളും സ്വാഭാവികമായും ഉണ്ടാവും. ഹീലിയത്തിന്റെ ആറ്റോമിക ഭാരം രണ്ടാണെ ങ്കിൽ പ്രശ്നമില്ല. പക്ഷെ, ആറ്റോമിക ഭാരം നാലാണ്. ഇതിൽ നിന്ന് ഹീലിയം ന്യൂക്ലിയസിൽ രണ്ടു പ്രോട്ടോണുകൾ മാത്രമല്ല ഉള്ളതെന്ന് വ്യക്തമാണ്. ന്യൂക്ലി യസിലെ ധനചാർജ് കൂടാതെ അതിന്റെ ഭാരം വർധിപ്പിക്കുന്ന ഏതെങ്കിലും കാര ണങ്ങൾ അതിലുണ്ടാവണം. ഈ കണം ഏതായിരിക്കണമെന്നതിനെക്കുറിച്ച് ശാ

സ്ത്രലോകത്ത് ഒട്ടനവധി ചർച്ചകൾ നടന്നു. ഡബ്ലി. യു.സി. ഹാക്കിൻസ്, ഓ ർമ് മാർഷൽ, ഏണസ്റ്റ് റഥർഫോർഡ് തുടങ്ങിയ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ 1926ൽ ഉന്നയിച്ച നിർദേശമാണ് ഇവ്വിഷയകമായി അവ സാനം സ്ഥിരീകരിക്കപ്പെ ട്ടത്. 'പ്രോട്ടോണിന്റെ തിനു തുല്യമായ പിണ്ഡവും ചാർജ് പൂജ്യവുമായ ഇതുവരെ കണ്ടെത്തപ്പെടാത്ത ക ണികകൾ ഹൈഡ്രജ നൊഴിച്ചുള്ള മൂലകങ്ങ ളുടെ ആറ്റങ്ങളിലുണ്ടായി രിക്കും. അതിന്റെ ചുറ്റുമു ള്ള വൈദ്യുതി മണ്ഡലം പൂജ്യമായിരി ക്കുമെന്നതിനാൽ അതിന് ദ്രവ്യത്തിൽ കൂടി



ആറ്റത്തിന്റെ സൗരയൂഥ മാതൃക

സ്വതന്ത്രമായി സഞ്ചരിക്കാൻ കഴിയും. അതിന്റെ സാന്നിധ്യം തിരിച്ചറിയുക പ്രയാ സമായിരിക്കും. പ്രോട്ടോണും ഇലക്ട്രോണും യോജിച്ചുണ്ടായ ഒരു ന്യൂട്രൽ കണമാണ് ഇതെന്ന് വേണമെങ്കിൽ പറയാം. അതുകൊണ്ട് ഈ കണത്തിന് ന്യൂട്രോൺ എന്ന് നാമകരണം ചെയ്തു. നിരന്തമായ പരീക്ഷണങ്ങൾക്ക് ശേഷ മാണ് ന്യൂട്രോണിന്റെ അസ്തിത്വം സംശയാതീതമായി തെളിയിക്കപ്പെട്ടത്. ഐസോടോപ്പുകളെക്കുറിച്ച പഠനത്തിനിടയിൽ ഇംഗ്ലണ്ടിലെ ജെയിംസ് ചാഡ്വി ക്കാണ് 1932ൽ ന്യൂട്രോണിന്റെ അസ്തിത്വം തെളിയിച്ചത്. പ്രസ്തുത കണ്ടുപിടു ത്തത്തിന് 1932ൽ ന്യൂട്രോണിന്റെ അസ്തിത്വം തെളിയിച്ചത്. പ്രസ്തുത കണ്ടുപിടു ത്തത്തിന് 1935ലെ നോബൽ സമ്മാനത്തിന് അദ്ദേഹം അർഹനാവുകയും ചെയ്തു.

ഇലക്ട്രോൺ, പ്രോട്ടോൺ, ന്യൂട്രോൺ എന്നീ മൂന്ന് അടിസ്ഥാന കണ ങ്ങൾകൊണ്ടാണ് ആറ്റം നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതെന്ന് ചാഡ്വിക്കിന്റെ കണ്ടുപിടു ത്തത്തോടുകൂടി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് ബോധ്യമായി. പദാർഥത്തിന്റെ ഏറ്റവും ചെറിയ കണിക പോലും സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടിരുന്നത് അതിനെക്കാൾ ചെറിയ കണി കകളാലാണെന്ന് വ്യക്തമായി. പദാർഥത്തിന്ന് അവിഭാജ്യ മൗലിക കണമില്ലെന്ന ആശയത്തിലേക്ക് വിരൽ ചൂണ്ടുന്ന ഖുർആനിന്റെ പ്രസ്താവന സത്യസന്ധമാ

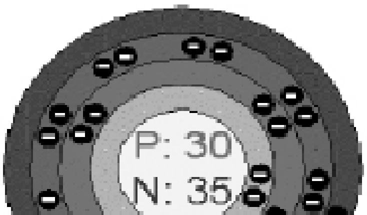
ണെന്ന് തെളിഞ്ഞു. അണുവിനേക്കാൾ സൂക്ഷ്മമായ വസ്തുപോലും സ്രഷ്ടാവിന്റെ ഇടപെടലുകളിൽ നിന്ന് മുക്തമല്ലെന്ന ഖുർആനിക വചനം എത്രത്തോളം സത്യസന്ധമാണെന്ന് മൗലിക കണങ്ങളെക്കുറിച്ച ആധുനിക പഠനങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കുന്നു. 'ഭൂമിയിലോ ഉപരിലോകത്തോ ഉള്ള ഒരു അണു(ദർറത്ത്) വോളമുള്ളയാതൊന്നും നിന്റെ രക്ഷിതാവിൽ നിന്ന് വിട്ടുപോവുകയില്ല. അതിനേക്കാൾ ചെറുതോ വലുതോ യാതൊന്നും സ്പഷ്ടമായ ഒരു രേഖയിൽ ഉൾപ്പെടാത്തതായി ഇല്ല. (ഖുർആൻ 10:61)

ആറ്റത്തിനകത്തെ ചാർജുള്ള കണങ്ങളുടെ പാരസ്പര്യമാണ് അതിന്റെ നിലനിൽപിനു തന്നെയുള്ള ആധാരമെന്ന് നാം മനസ്സിലാക്കി. പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള പ്രോട്ടോണിനെയും നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള ഇലക്ട്രോണിനെയും വിരുദ്ധ കണങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നതിനേക്കാൾ ഇണകളെന്നു വിളിക്കുന്നതായിരിക്കും ശരി. അവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധം സംഘട്ടനാത്മകമോ സംഹാരാത്മകമോ അല്ല. പ്രത്യുത പാരസ്പര്യത്തിന്റേതാണ്. പദാർഥത്തിന്റെ മൗലിക കണങ്ങളിൽപോലും ഇണകളുടെ പാരസ്പര്യമുണ്ടാക്കിവെച്ചിട്ടുള്ള പടച്ചതമ്പുരാന്റെ സൃഷ്ടിവൈഭവം അപാരം തന്നെ! ഖുർആൻ പറഞ്ഞതത്രെ ശരി. 'എല്ലാ വസ്തുക്കളിൽ നിന്നും ഈരണ്ട് ഇണകളെ നാം സൃഷ്ടിച്ചിരിക്കുന്നു. നിങ്ങൾ ആലോചിച്ച് മനസ്സിലാക്കുവാൻ വേണ്ടി.' (ഖുർആൻ 51:49)

[5]
‘ആറ്റം’ കൂടുതൽ സങ്കീർണമാകുന്നു!

1897ൽ ജെ.ജെ. തോംസൺ ഇലക്ട്രോണിന്റെ അസ്തിത്വം സംശയാതീതമായി തെളിയിച്ചതോടുകൂടി അന്നുവരെയുണ്ടായിരുന്ന ആറ്റം സങ്കൽപത്തിന് ഇളക്കം തട്ടി. അഭാജ്യമായ മൗലിക കണമാണ് ആറ്റമെന്ന അതുവരെ ചോദ്യം ചെയ്യപ്പെടാതിരുന്ന തത്വത്തെയാണ് തോംസൺ തിരുത്തിയെഴുതിയത്. ആറ്റം പോസിറ്റീവ് ചാർജുകളുടേയും നെഗറ്റീവ് ചാർജുകളുടേയും സങ്കലനമാണെന്നായിരുന്നു തോംസൺ പറഞ്ഞത്. ആദ്യത്തെ ആറ്റം മാതൃകയും അദ്ദേഹത്തിന്റെ വകയാണ്. തണ്ണിമത്തങ്ങയ്ക്കകത്ത് കുരുകളെയെന്നവണ്ണം പോസിറ്റീവ് ചാർജിന്റെ ഒരു തുള്ളിക്കകത്ത് ഇലക്ട്രോണുകൾ പതിപ്പിച്ചുവെച്ചിരിക്കുന്ന രൂപത്തിലാണ് ആറ്റം സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതെന്നായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ സങ്കൽപം.

ആറ്റത്തിനു നടുവിലെ ഒരു സെന്റീമീറ്ററിന്റെ പതിനായിരം കോടിയിലൊരംശം (10^{-12}cm) സ്ഥലത്ത് മാത്രമാണ് പോസിറ്റീവ് ചാർജ് കേന്ദ്രീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതെന്നും അതിന്നു പുറത്തുള്ള വിശാലമായ മേഖലയിൽ ഇലക്ട്രോണുകൾ ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണെന്നും മനസ്സിലാക്കിയ ഏണസ്റ്റ് റഥർഫോർഡ് തന്റേതായ ഒരു ആറ്റോമിക മോഡലിന് രൂപം നൽകി. പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള ന്യൂക്ലിയസിനു ചുറ്റും സൂര്യനു ചുറ്റും ഗ്രഹങ്ങളെന്നപോലെ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഇലക്ട്രോണുകളെ ചിത്രീകരിച്ചുകൊണ്ടുള്ളതായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ ആറ്റം മാതൃക. ആറ്റത്തിന്റെ സൗരയൂഥ മാതൃകയെന്ന് വിളിക്കപ്പെട്ട റഥർഫോർഡിന്റെ മാതൃക ഭൗതികശാസ്ത്ര ലോകത്ത് ആദ്യമെല്ലാം അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടുവെങ്കിലും അന്നു നിലവിലുണ്ടായിരുന്ന തത്വങ്ങളുമായി യോജിച്ചു പോകുന്നതല്ല പ്രസ്തുത മാതൃകയെന്ന് പിന്നീട് മനസ്സിലായി. അന്ന് നിലവിലുണ്ടായിരുന്ന വിദ്യുത്കാന്തിക സിദ്ധാന്ത പ്രകാരം ന്യൂക്ലിയസിനു ചുറ്റും കറങ്ങുന്ന ഇലക്ട്രോണിന് ഊർജനഷ്ടം സംഭവിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കണം. ഊർജം പുറത്തുവിടുന്നതിനനുസരിച്ച് ഇലക്ട്രോൺ ന്യൂക്ലിയസിനോട് അടുത്തുവരണം. അങ്ങനെ ഇലക്ട്രോൺ ഒരു സെക്കന്റിന്റെ തുഛമായ ഒരു ഭാഗം സമയത്തിനുള്ളിൽ ന്യൂക്ലിയസിനോട് വന്നിടിച്ച് വലയം പ്രാപിക്കണം. അപ്പോൾ ഇലക്ട്രോണുകൾക്ക് സ്വന്തമായി ഒരു നിമിഷം പോലും നിലനിൽപ്പില്ലെന്നു വരും. ഇലക്ട്രോൺ ഇല്ലെങ്കിൽ ആറ്റങ്ങളില്ലെന്നു വരും. ആറ്റങ്ങളില്ലാതെ പദാർഥങ്ങളുണ്ടാവുന്നതെങ്ങനെ? ലോകമുണ്ടാവുന്നതെങ്ങനെ? നിലനിൽക്കുന്ന ലോകത്തിനു പിന്നിലെ ആറ്റങ്ങൾക്കു നിലനിൽപില്ലെന്നോ? ശാസ്ത്രലോകം കുറച്ചുകാലം ആശയക്കുഴപ്പത്തിൽ തന്നെയായിരുന്നു. സൗരയൂഥ മാതൃക സ്വീകരിക്കാനോ



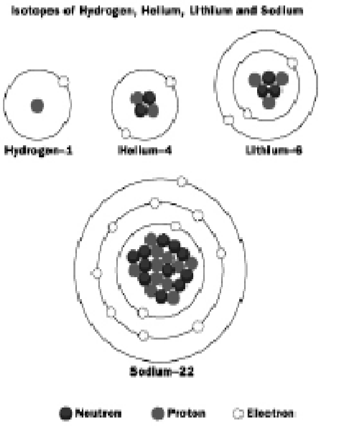
സിങ്ക്ബോറിന്റെ
ആറ്റം മാതൃക

റഥർഫോർഡിന്റെ പരീക്ഷണങ്ങളെ തള്ളിപ്പറയാനോ പറ്റാത്ത ആശയക്കുഴപ്പം.

ഈ ആശയക്കുഴപ്പത്തിൽ നിന്ന് ശാസ്ത്രലോകത്തെ രക്ഷിച്ചത് ഡച്ചു ശാസ്ത്രജ്ഞനായ നീൽസ്ബോർ ആയിരുന്നു. 1932ൽ മാക്സ്പ്ലാങ്കിന്റെ ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തെ കൂട്ടുപിടിച്ച് കൊണ്ട് ബോർ റഥർഫോർഡിന്റെ ആറ്റം മാതൃകയെ പരിഷ്കരിച്ചു.

എന്താണ് ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം?

പ്രകാശത്തെക്കുറിച്ച പഠനത്തിൽ നിന്നാണ് ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം ഉരുത്തിരി ഞ്ഞുവന്നത്. എന്താണ് പ്രകാശമെന്ന പ്രശ്നം മുമ്പു മുതൽക്കു തന്നെ ചിന്തക ന്മാരുന്നയിച്ചിട്ടുണ്ട്. അതിസൂക്ഷ്മമായ കണികകളുടെ സമാഹാരമാണ് പ്രകാശ മെന്നായിരുന്നു ക്രിസ്തുവിന് അഞ്ചു നൂറ്റാണ്ടു മുമ്പ് ജീവിച്ചിരുന്ന പൈതഗോറ സിന്റെ അഭിപ്രായം. പ്രകാശത്തിന്റെ സ്വഭാവങ്ങളെപ്പറ്റി വസ്തുനിഷ്ഠമായി പഠിച്ച ഐസക്ന്യൂട്ടൺ കണികാശാസ്ത്രത്തിന് പുതുജീവൻ നൽകി. നേർരേഖ യിലുള്ള പ്രകാശത്തിന്റെ ചലനവും നിഴൽ നിർമിക്കുവാനുള്ള അതിന്റെ കഴിവും കണികകളുടെ പ്രവാഹമാണ് പ്രകാശമെന്നതിന് തെളിവാണെന്നായിരുന്നു അദ്ദേ ഹത്തിന്റെ പക്ഷം. എന്നാൽ പതിനെട്ടാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആരംഭത്തിൽ ഇംഗ്ലണ്ടിലെ തോമസ് യങ്ങ്, ഫ്രാൻസിലെ ജീൻഫ്ളസ്നൽ തുടങ്ങിയ ഭൗതിക ശാസ്ത്രജ്ഞ ന്മാർ പ്രകാശം തരംഗമാണെന്ന് വാദിച്ചു. വിഭംഗനം (Difrac-tion) വ്യതികരണം (Interferance) തുടങ്ങിയ പ്രതിഭാ സങ്ങൾ വിശദീകരിക്കണമെങ്കിൽ പ്രകാശത്തെ തരംഗ മായി സങ്കൽപിക്കേണ്ടത് അത്യാവശ്യമായിരുന്നു. ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിലെ പ്രഗത്ഭനായ മാക്സ് വെൽ പ്രകാശം വിദ്യുത്കാന്തിക തരംഗം (Electro Magn-etic Wave)മാണെ ന്ന് കണ്ടുപിടിച്ചത് ഈ രംഗത്തെ ഒരു നാഴികക്കല്ലായി രുന്നു. ശാസ്ത്രലോകത്ത് ഏറെ വിപ്ലവമുണ്ടാക്കിയത് മാക്സ് പ്ലാങ്കിന്റെ ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം പുറത്തുവന്നതോടു കൂടി വീണ്ടും പ്രകാശത്തെക്കുറിച്ച പ്രശ്നങ്ങൾ ഉടലെ ടുത്തു. 'ഒരു വസ്തു വികിരണോർജം പുറത്തുവിടുകയോ ആഗിരണം ചെയ്യുകയോ ചെയ്യുന്നത് തുടർച്ചയായിട്ടല്ല, പ്രത്യുത 'ക്വാണ്ടം' എന്നറിയപ്പെടുന്ന ചെറിയ പാക്കറ്റുക ളായിട്ടാണ്' ഇതാണ് മാക്സ്പ്ലാങ്കിന്റെ ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം. സാധാരണ ഭാഷയിൽ പറഞ്ഞാൽ വിളക്കിൽ നിന്ന് വരുന്ന പ്രകാശം തുടർച്ചയാ യ പ്രവാഹമല്ല, ഇടവിട്ടുള്ള പാക്കറ്റുകളായിട്ടാണെന്നർഥം. പ്ലാങ്കിന്റെ ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തമുപയോഗിച്ച് ആൽബർട്ട് ഐൻസ്റ്റിൻ അതുവരെ മനസ്സിലാക്കാതിരുന്ന പല പ്രതിഭാസങ്ങളും വിശദീകരിച്ചു. വികിരണങ്ങൾ ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നതു മാത്രമല്ല, സ്പേസിൽ കൂടി സഞ്ചരിക്കുന്നതും പാക്കറ്റുകളായിട്ടാണെന്ന് ഐൻസ്റ്റയിൻ സിദ്ധാന്തിച്ചു. പ്രകാശത്തിന്റെ ഈ പേക്കറ്റുകളെ 'ഫോട്ടോൺ'



ഹൈഡ്രജൻ, ഹീലിയം, ലിഥിയം, സോഡിയം എന്നിവയുടെ ഐസോടോപ്പുകൾ (ബോറിന്റെ മാതൃക)

എന്നാണ് ഐൻസ്റ്റയിൻ വിളിച്ചത്. പ്രകാശം പേക്കറ്റുകൾ ആയാണ് സഞ്ചരിക്കുന്നതെന്ന ഐൻസ്റ്റയിന്റെ കണ്ടുപിടുത്തം പഴയ കണികാസിദ്ധാന്തത്തിന് പുനർജന്മം നൽകി. അവസാനം ശാസ്ത്രം എത്തിച്ചേർന്ന നിഗമനം പ്രകാശം കണികയുടെയും തരംഗത്തിന്റെയും സ്വഭാവം കാണിക്കുന്നുവെന്നാണ്. പ്രകാശം കണികയോ തരംഗമോ അല്ല; രണ്ടുംകൂടിയാണ് എന്നർഥം.

നീൽസ്ബോർ ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ സഹായത്തോടുകൂടിയാണ് റഥർഫോർഡിന്റെ ആറ്റം മാതൃകയെ പരിഷ്കരിച്ചതെന്ന് പറഞ്ഞുവല്ലോ. അതിന്ന് അടിസ്ഥാനപരമായ ചില നിഗമനങ്ങൾ നടത്തുകയാണ് അദ്ദേഹം ആദ്യമായി ചെയ്തത്. പ്രസ്തുത നിഗമനങ്ങൾ താഴെ പറയുന്നവയാണ്.

1. ഇലക്ട്രോണുകൾക്ക് ന്യൂക്ലിയസിനു ചുറ്റും സർവ തന്ത്രസ്വതന്ത്രമായി സഞ്ചരിക്കാൻ പറ്റില്ല. കാരണം അവയുടെ ഊർജം ക്വാണ്ടീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അവയ്ക്ക് ചില നിശ്ചിത ഊർജനിലകളിലുള്ള പഥങ്ങളിലൂടെ- ഷെല്ലുകളിലൂടെ- മാത്രമേ സഞ്ചരിക്കാനാവൂ. ഷെല്ലുകളിലൂടെ ഇലക്ട്രോണുകൾ സഞ്ചരിക്കുന്ന വേളയിൽ ഊർജവികിരണം ഉണ്ടാകുന്നില്ല.

2. ഒരു ഷെല്ലിൽ നിന്നും മറ്റൊന്നിലേക്ക് ചാടുവാൻ ഇലക്ട്രോണുകൾക്ക് സ്വാതന്ത്ര്യമുണ്ട്. ഈ ചാട്ടത്തിനിടയിൽ ഷെല്ലുകളുടെ ഊർജവ്യത്യാസത്തിന് തുല്യമായ അളവ് ഊർജം ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുകയോ ഉത്സർജിക്കപ്പെടുകയോ ചെയ്യുന്നു. ഈ ഊർജത്തിന് ആനുപാതികമായിരിക്കും വികിരണത്തിന്റെ ആവൃത്തി.

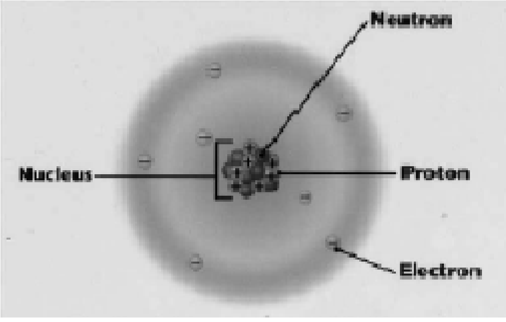
3. ഇലക്ട്രോണുകൾ സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഷെല്ലുകളുടെ സന്തുലനം ക്ലാസിക്കൽ ബലതന്ത്രനിയമങ്ങൾക്ക് വിധേയമായിരിക്കും. എന്നാൽ ഇലക്ട്രോൺ ചാട്ടങ്ങൾ ക്ലാസിക്കൽ നിയമങ്ങളെ അനുസരിക്കുന്നില്ല.

ഈ നിഗമനങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ബോറിന്റെ ആറ്റം മാതൃകകൾക്ക് ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റത്തെയും അതിന്റെ വികിരണരാജി (Radiation Spectrum)യെയും മാത്രമാണ് വിശദീകരിക്കാൻ കഴിഞ്ഞത്. മറ്റ് ആറ്റങ്ങളുടെ വികിരണ സ്വഭാവങ്ങൾ ബോറിന്റെ മാതൃകക്ക് വിശദീകരിക്കാനാവുന്നതിലും സങ്കീർണമായിരുന്നു.

എവിടെയാണ് നീൽസ് ബോറിന് തെറ്റുപറ്റിയത്? പഴയ ക്ലാസിക്കൽ ബലതന്ത്ര സിദ്ധാന്തങ്ങൾക്കു മേൽ ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തത്തെ ഒട്ടിച്ചു ചേർക്കാനാണ് ബോർ ശ്രമിച്ചത്. ഊഹിക്കാൻ കഴിയുന്നതിലേറെ സൂക്ഷ്മമാണ് ആറ്റത്തിന്റെ ലോകമെന്ന വസ്തുത നാം മനസ്സിലാക്കണം. അതിനകത്തെ അതീവ സങ്കീർണങ്ങളായ പ്രതിഭാസങ്ങളെ വിശദീകരിക്കാൻ ക്ലാസിക്കൽ ബലതന്ത്രത്തിന് കഴിയില്ല. അവ വിശദീകരിക്കുവാൻ പുതിയൊരു ബലതന്ത്രം ആവശ്യമായി വന്നു. ബോർ മാതൃകകക്കു ഒരു പതിറ്റാണ്ടിനു ശേഷം രൂപം പ്രാപിച്ച ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്ര (Quantum Mechanics)ത്തിനാണ് ആറ്റത്തിനകത്തെ പ്രതിഭാസങ്ങളെ വിശദീക

രിക്കാൻ കഴിഞ്ഞത്. സുവ്യക്തമായ ഗണിത ശാസ്ത്രത്തിന്റെ അടിത്തറയുള്ള ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രമാണ് ഇന്ന് ആറ്റത്തെ വിശദീകരിക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നത്.

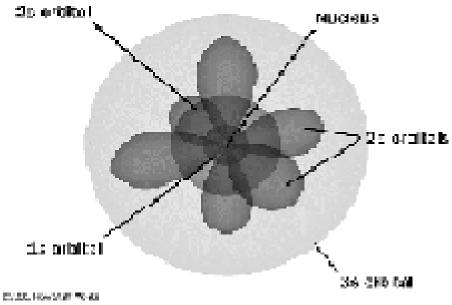
ഋണവൈദ്യുത ചാർജുള്ള ഒരു കണികയാണ് ഇലക്ട്രോൺ എന്ന സങ്കൽപത്തിൽ നിന്നുകൊണ്ടാണ് റഥർഫോർഡും നീൽസ്ബോറുമെല്ലാം തങ്ങളുടെ ആറ്റം മാതൃകകൾക്ക് രൂപം നൽകിയത്. അന്നു കരുതപ്പെട്ടതിനേക്കാൾ സങ്കീർണമാണ് ഇലക്ട്രോണുകളെന്ന അറിവാണ് ഈ രംഗത്തെ പുതിയ കാൽവെപ്പുകളുടെ അടിത്തറ. പ്രകാശത്തിന് തരംഗത്തിന്റെയും കണികയുടേയും സ്വഭാവമുണ്ടെന്ന കണ്ടെത്തലിനെപ്പറ്റി പറഞ്ഞുവല്ലോ. വൈദ്യുതകാന്തിക തരംഗങ്ങൾ കണികാസ്വഭാവം കാണിക്കുന്നുവെന്ന മാക്സ്പ്ലാങ്കിന്റെയും ഐൻസ്റ്റയിന്റെയും അഭിപ്രായങ്ങളിൽ നിന്ന് അൽപംകൂടി മുന്നോട്ട് കടന്ന് ലൂയിസ് ഡിബ്രോളി എന്ന ഫ്രഞ്ചുശാസ്ത്രജ്ഞൻ ദ്രവ്യത്തിന് തരംഗസ്വഭാവമുണ്ടാകാമെന്ന് സമർഥിച്ചു. പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന മുഴുവൻ ഭാഗത്തിനമുള്ള ഒരു അടിസ്ഥാന സ്വഭാവമാണ് തരംഗ കണികാദ്വൈത ഭാവ (Wave Particle Dual Nature)മെന്നാണ് അദ്ദേഹം സിദ്ധാന്തിച്ചത്. അങ്ങനെ ദ്രവ്യതരംഗങ്ങൾ (Matter waves) എന്ന പുതിയൊരു ആശയം കൂടി ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിൽ ഉരുത്തിരിഞ്ഞുണ്ടായി: 'ചലിക്കുന്ന ഏതൊരു വസ്തുവിനോടനുബന്ധിച്ചും സ്വയംകൃതമായ ഒരു തരംഗമുണ്ടായിരിക്കും. ഈ ദ്രവ്യ തരംഗത്തിന്റെ തരംഗദൈർഘ്യം ചലിക്കുന്ന വസ്തുവിന്റെ സംവേദത്തിന് വിപരീതാനുപാതത്തിലായിരിക്കും അഥവാ M മാസുള്ള ഒരു വസ്തു V പ്രവേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നുവെങ്കിൽ അതിന്റെ തരംഗദൈർഘ്യം =h/mv (h=- പ്ലാങ്കിന്റെ സ്ഥിരാങ്കം) ആയിരിക്കും. ഇതാണ് ഡിബ്രോളിയുടെ തത്വം.



ന്യൂക്ലിയസ്സിനു ചുറ്റും ഇലക്ട്രോൺ മേഘപടലം (ആധുനിക ആറ്റം മാതൃക)

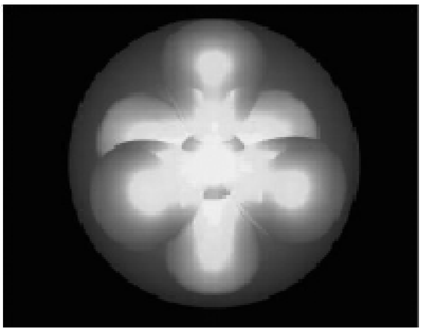
സാധാരണയായി നമ്മുടെ കൺമുമ്പിലുള്ള വസ്തുക്കൾക്കും ഈ തരംഗസ്വഭാവമുണ്ടെന്നും അവയുടെ ഉയർന്ന മാസ് കാരണമാണ് പ്രസ്തുത തരംഗസ്വഭാവം അനുഭവിച്ചറിയാത്തതെന്നും ഡിബ്രോളിയുടെ സൂത്രവാക്യം വ്യക്തമാക്കുന്നു. സൂര്യനെ പരിക്രണം ചെയ്യുന്ന ഭൂമിയുടെ ഡിബ്രോളി തരംഗദൈർഘ്യം 10^{-61}cm ആണെന്നതിനാൽ ഭൂമിയുടെ തരംഗസ്വഭാവം ദർശനീഭവിക്കുന്നില്ല. എന്നാൽ തീരെ ചെറിയ മാസുള്ള ഇലക്ട്രോണിനെപ്പോലെയുള്ള കണികകളുടെ തരംഗ സ്വഭാവം നമുക്ക് നിരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ തെളിയിക്കാൻ കഴിയേണ്ടതാണ്. 10^{-27} ഗ്രാം മാത്രം തൂക്കമുള്ള ഇലക്ട്രോണുകൾ പ്രസക്തമാം വിധത്തിലുള്ള ഡിബ്രോളി തരംഗമുണ്ടാക്കണം. അതു തെളിഞ്ഞാൽ മാത്രമേ

ദ്രവ്യ തരംഗങ്ങൾ എന്ന ആശയം ശാസ്ത്രലോകത്ത് പൂർണമായും സ്വീകരിക്കപ്പെടുകയുള്ളൂ. 1927ൽ ഇലക്ട്രോണിന്റെ തരംഗ സ്വഭാവം പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ തെളിയിക്കപ്പെട്ടു. സി.ജെ. ഡേവിസണും എൽ.എച്ച് ജർമറും ചേർന്ന് ഒരു ഇലക്ട്രോൺ പ്രവാഹം നിക്കൽ ലോഹ ക്രിസ്റ്റലിന്റെ സഹായത്തോടെ പ്രതിഫലിപ്പിക്കുകയും പ്രകീർണനം നടത്തുകയും ചെയ്തുകൊണ്ട് ഇലക്ട്രോണിന്റെ തരംഗ സ്വഭാവം സംശയാതീതമായി തെളിയിച്ചു. ഡിബ്രോഗ്ളി സമവാക്യമനുസരിച്ച് ഇലക്ട്രോണിന്റെ തരംഗ ദൈർഘ്യമാവേണ്ട 1.67 ^{0}A തന്നെയാണ് ഇലക്ട്രോണിന്റെ യഥാർഥ തരംഗ ദൈർഘ്യമെന്ന് കൂടി അവർ തെളിയിച്ചതോടെ ദ്രവ്യതരംഗമെന്ന ആശയം ശാസ്ത്രലോകത്ത് സ്ഥിരപ്രതിഷ്ഠ നേടി.



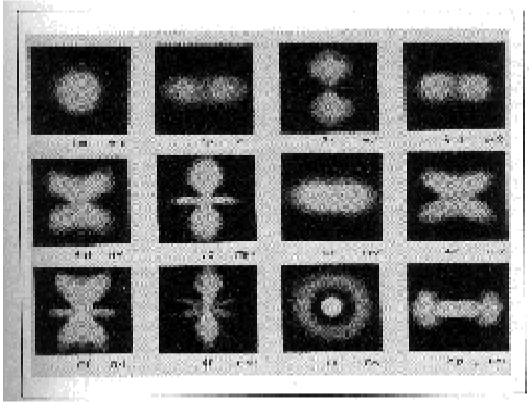
ആറ്റത്തിന്റെ ക്വാണ്ടം മാതൃക

അതോടുകൂടി ഇലക്ട്രോൺ, കേവലമൊരു കണികയാണെന്ന സങ്കല്പവും തകർന്നു. പ്രകാശത്തെപ്പോലെ ദ്വൈതസ്വഭാവം കാണിക്കുന്ന വസ്തുവാണ് ഇലക്ട്രോൺ എന്നുവന്നു. ഇലക്ട്രോൺ എന്താണെന്ന ചോദ്യത്തിന് ഇന്നും തികച്ചും സംതൃപ്തമായ ഉത്തരം പറയാൻ ശാസ്ത്രത്തിന് കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. 'അത് കണികയാണ്; തരംഗവുമാണ്, കണികയല്ല; തരംഗവുമല്ല' എന്നാണ് ഇപ്പോൾ പറയുന്ന ഉത്തരം. ഇലക്ട്രോണിന്റെ തരംഗസ്വഭാവം കാണാനുള്ള പരീക്ഷണം നടത്തിയാൽ ആ സ്വഭാവം കാണും. കണികാസ്വഭാവം കാണില്ല. കണികാസ്വഭാവം കാണാനുള്ള പരീക്ഷണം നടത്തിയാൽ ആ സ്വഭാവം കാണും; തരംഗസ്വഭാവം കാണില്ല.



ആധുനിക ആറ്റം മാതൃക മറ്റൊരു ചിത്രം

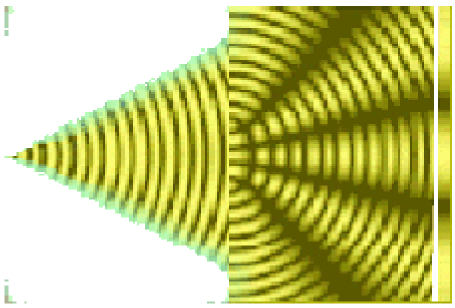
രണ്ട് വിരുദ്ധ സ്വഭാവങ്ങളുടെ പാരസ്പര്യത്തിലൂടെ പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ സൂക്ഷ്മ കണങ്ങളെപ്പോലും സൃഷ്ടിച്ച അപാരമായ ബുദ്ധിശക്തിയുടെ മുന്നിൽ ഇലക്ട്രോണിനെക്കുറിച്ച് പഠനം നടത്തുന്നവർ സാഷ്ടാംഗം നമിച്ചുപോകുന്നു. ഒരിക്കലും ഇണക്കാൻ കഴിയാത്തതെന്ന് മനുഷ്യബുദ്ധി വിധിയെഴുതുന്ന വിരുദ്ധ സ്വഭാവങ്ങളെ– തരംഗസ്വഭാവത്തെയും കണികാസ്വഭാവത്തെയും– ഇണക്കിയെടുത്ത് പ്രപഞ്ച സൃഷ്ടി നിർവഹിച്ചവൻ തന്നെയാണ് സർവശക്തൻ. 'അവർക്കറിയാത്ത വസ്തുക്കളിലും പെട്ട എല്ലാ ഇണകളെയും സൃഷ്ടിച്ചവൻ എത്ര പരിശുദ്ധൻ' (ഖുർആൻ 36:36)



ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റത്തിലെ ഇലക്ട്രോൺ മേഘപടലം (വ്യത്യസ്ത ചിത്രങ്ങൾ)

കണികകളായി കരുതപ്പെട്ടിരുന്ന ഇലക്ട്രോണുകൾ കണികാ തരംഗ ദ്വൈത സ്വഭാവമുള്ളതാണെന്ന കണ്ടെത്തൽ ആറ്റത്തിന്റെ ലോകത്തിലെ സങ്കീർണമായ പല പ്രശ്ന

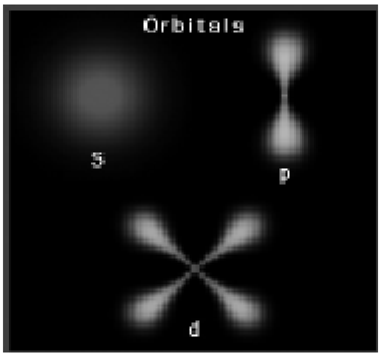
ങ്ങൾക്കുള്ള പരിഹാരമായി മാറി. ക്ലാസിക്കൽ ബലതന്ത്രത്തിന് ആറ്റത്തിനകത്തുള്ള പ്രതിഭാസത്തെ വിശദീകരിക്കാനാവില്ലെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ മുമ്പുതന്നെ മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നു. പുതിയ ചലന നിയമങ്ങളുണ്ടാക്കുവാനുള്ള പണിയായുധമായി മാറി ദ്രവ്യതരംഗസിദ്ധാന്തം. ദ്രവ്യത്തിനും തരംഗത്തിനും ഒരു പോലെ ബാധകമായ ഒരു ചലനസമവാക്യം വികസിപ്പിച്ചെടുക്കാൻ പലരും ശ്രമിച്ചു. പ്രസ്തുത ശ്രമത്തിൽ വിജയിച്ചത് ഇർവിൻ ഷ്രോഡിൻജർ എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ്. 1926ലാണ് ഷ്രോഡിൻജർ സമവാക്യമെന്ന പേരിൽ പ്രസിദ്ധമായ തരംഗ– കണികാചലന സമവാക്യം വികസിപ്പിച്ചെടുത്തത്. ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിൽ ഒരു പുതിയ ശാഖയുടെ ഉദയം കൂടിയായിരുന്നു അത്. തരംഗ ബലതന്ത്രം (Wave mechanics) എന്ന പുതിയ ശാസ്ത്ര ശാഖയെ വികസിപ്പിച്ചെടുത്തവരിൽ ഷ്രോഡിൻജറെ കൂടാതെ ഡിറാക് ഹീസിൻബെർഗ് തുടങ്ങിയ ധിഷണാശാലികളും ഉൾപ്പെടുന്നു.



കണിക– തരംഗ ദ്വൈത സ്വഭാവം

കണികകളുടെ തരംഗസ്വഭാവത്തെക്കുറിച്ച ചർച്ചകൾ ഇലക്ട്രോണിന്റെ സ്ഥാനത്തെക്കുറിച്ച് പുതിയ ചില വീക്ഷണങ്ങളാണവതരിപ്പിച്ചത്. ബോറിന്റെ നിശ്ചിതമായ ഇലക്ട്രോൺ പഥങ്ങളെന്ന (ഷെൽ) സങ്കല്പം മാറ്റിയെഴുതേണ്ടി വന്നു. ആറ്റത്തിനകത്തെ ഇലക്ട്രോണിന് സുനിശ്ചിതമായ ഒരു പാത നിർവചിക്കാനാവില്ലെന്നും തരംഗമെന്ന നിലക്ക് അതിന് സഞ്ചരിക്കാവുന്ന പരിധിവെച്ചുകൊണ്ട് ഒരു ഏകദേശ വിവരണം മാത്രമേ നൽകാനാവൂയെന്നും ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കു വ്യക്തമായി. അതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പഴയ 'ഷെൽ' എന്ന സങ്കൽപത്തിനു പകരം 'ഓർബിറ്റൽ' എന്ന പുതിയ സങ്കൽപമുണ്ടായി. ന്യൂക്ലിയസിനു ചുറ്റും ഇലക്ട്രോണുകളെ കണ്ടെത്താൻ ഏറ്റവുമധികം സാധ്യതയുള്ള മേഖലയാണ് ആധുനിക വീക്ഷണപ്രകാരം 'ഓർബിറ്റൽ' എന്നു പറയുന്നത്.

തരംഗബലതന്ത്രത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ആറ്റത്തെ വിശദീകരിക്കുവാൻ ഷ്രോഡിൻജർ ശ്രമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ തന്നെ മറ്റൊരു ധിഷണാശാലി മറ്റൊരു ബലതന്ത്രത്തിന്റെ പണിപ്പുരയിലായിരുന്നു. മാട്രിക്സ് ബലതന്ത്ര (Matrix Mechanics)ത്തിന്റെ പിതാവായ വെർണർ ഹെയ്സൻബർഗായിരുന്നു പ്രസ്തുത പ്രതിഭാശാലി. തരംഗബല തന്ത്രത്തിനുവേണ്ടി ഷ്രോഡിൻജർ ചലന സങ്കേതത്തെ കൂട്ടുപിടിച്ചപ്പോൾ ഹെൻസൻബർഗ് ബീജഗണിതത്തിന്റെ സഹായത്തോടെയാണ് മാട്രിക്സ് ബലതന്ത്രമുണ്ടാക്കിയത്. അനിശ്ചിതത്വമായിരുന്നു ഹെൻസൻബർഗിന്റെ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ അടിസ്ഥാന ശില. ആറ്റങ്ങളുടെ ലോകം അനിശ്ചിതത്വത്തിന്റേതാണെന്നാണ് അദ്ദേഹം സ്ഥാപിച്ചത്. 'ഒരു കണികയുടെ സ്ഥാനവും സംവേഗവും (Momentum) ഒരുമിച്ച് കൃത്യമായി കണക്കാക്കുക സാധ്യമല്ല.' (സംവേഗം– മാസ് ꞉ പ്രവേഗം) ഇതാണ് ഹയ്സൻബർഗിന്റെ അനിശ്ചിതത്വ



ഓർബിറ്റുകൾ
ആധുനിക മാതൃക

സിദ്ധാന്തമെന്ന പേരിൽ അറിയപ്പെടുന്നത്. ഒരു ഇലക്ട്രോണിന്റെ സ്ഥാനം കണ്ടുപിടിക്കുവാൻ വേണ്ടിയുള്ള ശ്രമം നടത്തുമ്പോൾ സ്വാഭാവികമായും അതിന്റെ പ്രവേഗം മാറിപ്പോകും. ഇത് ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണത്തിന്റെയോ പരീക്ഷണരീതിയുടെയോ അപാകതയല്ല; ഒഴിച്ചുകൂടാൻ പറ്റാത്ത ഒരു സ്വഭാവമാണ്. പ്രകൃതിയുടെ ഒരു അടിസ്ഥാന സ്വഭാവം. ഇലക്ട്രോണിനെ പൂർണമായി മനസ്സിലാക്കാൻ മനുഷ്യന് സാധ്യമല്ലെന്നർഥം.

ഇനി നാം ചിന്തിക്കുക, മനുഷ്യന്റെ അഹങ്കാരത്തിനെന്തു വില? പദാർഥത്തെക്കുറിച്ച പഠനം അവനെ കൊണ്ടു ചെന്നെത്തിച്ചിരിക്കുന്നത് ഒരിക്കലും പദാർഥത്തെ പൂർണമായി മനസ്സിലാക്കാൻ മനുഷ്യനു സാധിക്കയില്ലെന്ന സിദ്ധാന്തത്തിലാണ്. എന്നിട്ടും ചില അൽപജ്ഞർ പ്രഖ്യാപിക്കുന്നു. 'ഈ പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ പൊരുൾ ഞങ്ങൾ കണ്ടെത്തിക്കഴിഞ്ഞു. ഇനിയൊരു സ്രഷ്ടാവിന് പ്രസക്തിയില്ല'യെന്ന്. എന്തൊരഹങ്കാരം! ദൈവിക ദൃഷ്ടാന്തങ്ങളെ നിഷേധിക്കുകയും അഹങ്കരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നവർക്ക് പടച്ചതമ്പുരാൻ നൽകാനിരിക്കുന്ന മഹാശിക്ഷയെക്കുറിച്ച് വിശുദ്ധ ഖുർആൻ നൽകുന്ന മുന്നറിയിപ്പ് അവർ ശ്രദ്ധിച്ചെങ്കിൽ! 'എന്നാൽ നമ്മുടെ ദൃഷ്ടാന്തങ്ങളെ നിഷേധിച്ചുതള്ളുകയും അവയുടെ നേരെ അഹങ്കാരം നടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നവരാരോ അവരാണ് നരകാവകാശികൾ. അവർ അതിൽ നിത്യവാസികളായിരിക്കും. (ഖുർആൻ 7:36)

ഷ്രോഡിൻജറിന്റെ തരംഗബലതന്ത്രവും ഹയ്സൻബർഗിന്റെ മാട്രിക്സ് ബലതന്ത്രവും യഥാർഥത്തിൽ ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിന്റെ രണ്ടു വകഭേദങ്ങൾ മാത്രമാണെന്നും അവ ഫലത്തിൽ ഒന്നുതന്നെയാണെന്നും തെളിയിക്കപ്പെട്ടു. 1927ൽ ബ്രസ്സിൽസിൽ വെച്ചു നടന്ന സോൾവേ കോൺഫറൻസിൽ ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രമെന്ന ശാസ്ത്രശാഖ ഔദ്യോഗികമായി അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടു.

ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്ര പ്രകാരമുള്ള ആറ്റത്തിന്റെ മാതൃക ഇങ്ങനെയാണ്. കേന്ദ്രത്തിൽ പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള ന്യൂക്ലിയസ്, അതിൽ നിന്ന് നിശ്ചിതമായ അകലങ്ങളിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ഓർബിറ്റലുകൾ. ഇലക്ട്രോണുകളെ കണ്ടുമുട്ടാൻ കൂടുതൽ സാധ്യതയുള്ള മേഖലകളാണ് ഓർബിറ്റലുകൾ എന്നു പറഞ്ഞുവല്ലോ. ഈ ഓർബിറ്റലുകളിൽ ഇലക്ട്രോൺ നിറഞ്ഞുനിൽക്കുന്നുണ്ടാവും. അതുകൊണ്ട് ആധുനിക ആറ്റോമിക മാതൃക പ്രകാരം ഇലക്ട്രോണിനെ ഋണ വൈദ്യുതിയുടെ മേഘ(Negative Cloud of Electricity)മായി ചിത്രീകരിക്കാറുണ്ട്. ഇത് ഓർബിറ്റലിൽ മുഴുവൻ കാണാം.

ഓർബിറ്റലുകളിൽ ഓരോ സ്ഥാനത്തും ഇലക്ട്രോണിന്റെ സാന്നിധ്യം എത്രയാണെന്ന് ക്വാണ്ടം മെക്കാനിക്സിലെ കണക്കുകൾ കാണിക്കും. ഓർബിറ്റലിലെ ഒരു പ്രത്യേകസ്ഥലത്ത് ഇലക്ട്രോണിനെ കണ്ടുമുട്ടാനുള്ള ബാധ്യതയാണ് ആ

സ്ഥലത്തെ ഇലക്ട്രോൺ മേഘത്തിന്റെ സാന്ദ്രത. ഇലക്ട്രോണിന്റെ ദ്വൈതസ്വഭാവം ശരിക്ക് ഉൾക്കൊള്ളാൻ കഴിഞ്ഞാൽ മാത്രമേ ആധുനിക ആറ്റോമിക മാതൃക മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കൂ.

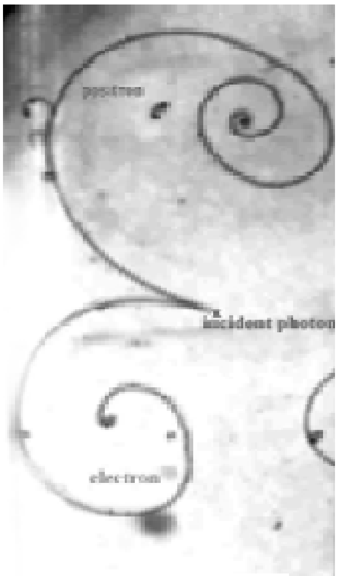
ഇലക്ട്രോണുകളെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനം തുടരുകയാണ്. ആധുനിക ആറ്റോമിക മാതൃകയിൽ ഇനിയും വ്യത്യാസമുണ്ടാവുകയില്ലെന്ന് ആരു കണ്ടു. പദാർഥം സൃഷ്ടിച്ച പടച്ചതമ്പുരാനറിയാം; അതിന്റെ പൊരുളെന്തെന്ന്.

[6]
ആറ്റോമിക ഹൃദയത്തിനകത്തെ രഹസ്യങ്ങൾ

ആറ്റത്തിനകത്തെ ന്യൂക്ലിയസ് കണ്ടെത്തിയതോടുകൂടി ആറ്റത്തെക്കുറിച്ച പഠനം രണ്ടു വഴിക്കായി മാറി. ന്യൂക്ലിയസ്സിന്റെ ഘടനയും അതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട കാര്യങ്ങളെയും കുറിച്ച് പഠിക്കുന്ന ശാസ്ത്രശാഖ ന്യൂക്ലിയർ ഭൗതിക(Nuclear Physics)മെന്നറിയപ്പെട്ടു. ഇലക്ട്രോണുകളെക്കുറിച്ച പഠനം ഇലക്ട്രോണിക(Electronics)മെന്നും അറിയപ്പെട്ടു. പിന്നീടുള്ള ഗവേഷണങ്ങളെല്ലാം രണ്ടു വഴിക്കാണ് നീങ്ങിയത്. ഇലക്ട്രോണുകളെക്കുറിച്ച ഗവേഷണങ്ങൾ എത്തിനിൽക്കുന്നത് എവിടെയാണെന്ന് കഴിഞ്ഞ അധ്യായത്തിൽ നാം മനസ്സിലാക്കി. അതിനേക്കാൾ തികച്ചും വിസ്മയകരമായ വസ്തുതകളാണ് ന്യൂക്ലിയസിനെക്കുറിച്ച പഠനം നമുക്ക് നൽകുന്നത്.

പോസിട്രോൺ

ന്യൂക്ലിയസ്സിനകത്ത് ന്യൂട്രോണുകളും പ്രോട്ടോണുകളുമാണുള്ളതെന്ന കണ്ടുപിടുത്തങ്ങൾ ആദ്യകാലം മുതൽക്കു തന്നെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരിൽ അത്ഭുതമുളവാക്കിയിരുന്നു. റേഡിയോ ആക്ടീവ് മൂലകങ്ങൾ ഉത്സർജ്ജിക്കുന്ന ബീറ്റാ കണങ്ങൾക്ക് ഋണചാർജാണുള്ളതെന്നും അവ ഇലക്ട്രോണുകൾ തന്നെയാണെന്നുമുള്ള കണ്ടുപിടുത്തങ്ങൾ ന്യൂക്ലിയസിന്റെ ഘടനയെക്കുറിച്ച പുനർ വിചിന്തനത്തിന് ഗവേഷകന്മാരെ പ്രേരിപ്പിച്ചു. റേഡിയോ ആക്ടീവ് മൂലകങ്ങളുടെ ന്യൂക്ലിയസിനകത്തു നിന്ന് ബീറ്റാകണങ്ങൾ– ഇലക്ട്രോണുകൾ– ഉത്സർജ്ജിക്കപ്പെടുന്നുവെന്ന വസ്തുത അണുകേന്ദ്രത്തിൽ ഇലക്ട്രോൺ നിർമ്മാണം നടക്കുന്നുവെന്നാണ് സൂചിപ്പിക്കുന്നതെന്ന് അവർക്ക് മനസ്സിലായി. ന്യൂക്ലിയസ്സിനകത്ത് ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ഇലക്ട്രോണുകളാണ് ബീറ്റാകണങ്ങളായി പ്രസരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നതെന്നാണ് മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിഞ്ഞത്.



പോസിട്രോൺ
ഒരു വിശദീകരണം

ന്യൂക്ലിയസിനകത്തെ ഊർജത്തിൽ നിന്നാണ് ഈ ഇലക്ട്രോണുകൾ ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നത്. ഇങ്ങനെ നിർമിക്കപ്പെടുന്ന ഇലക്ട്രോണിന് ഋണവൈദ്യുത ചാർജ് ഉള്ളതിനാൽ അതിന് നേരെ വിപരീത ചാർജ്ജുള്ള ഒരു കണിക കൂടി ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടേണ്ടതാണ്. അതിനാൽ ന്യൂക്ലിയസിൽ ഇലക്ട്രോൺ ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുമ്പോൾ തന്നെ ഒരു ധന ഇലക്ട്രോൺ കൂടി നിർമിക്കപ്പെടേ

ണ്ടതാണെന്ന് 1928ൽ ഡിറാക് സിദ്ധാന്തിച്ചു. ഈ കണികക്ക് അദ്ദേഹം പോസിട്രോൺ എന്നു പേരു നൽകി. ശാസ്ത്രലോകം ആദ്യം ഈ ആശയം അംഗീകരിച്ചില്ല. എന്നാൽ 1932ൽ സി.ഡി. ആൻഡേഴ്സൺ പ്രപഞ്ച രശ്മികളെ ഉപയോഗിച്ചു നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളുടെ ഫലമായി പോസിട്രോണിന്റെ അസ്തിത്വം സംശയാതീതായി തെളിയിക്കപ്പെട്ടു. ഇലക്ട്രോണിന്റെ അതേ മാസും അതേ സ്പിന്നും തുല്യ അളവിൽ ധനചാർജ്ജ് ഉള്ളതുമായ കണികയാണ് പോസിട്രോൺ.

പോസിട്രോൺ ഇലക്ട്രോണുകളെപ്പോലെ അത്ര സർവസാധാരണമല്ല. വളരെ അപൂർവമായി മാത്രമാണ് ഇവയെ കണ്ടുമുട്ടുക. ഒരു പോസിട്രോൺ നിർമിക്കപ്പെട്ടയുടനെ അത് ഒരു ഇലക്ട്രോണുമായി കൂട്ടിമുട്ടാനിടയാവുകയും തൽഫലമായി ദ്രവ്യാവസ്ഥ കൈവെടിഞ്ഞ് ഗാമാ(ഊർജ്ജം) വികിരണമായി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. (വേണ്ടത്ര ഊർജ്ജമുള്ള ഗാമവികിരണത്തിന് ഒരു ഇലക്ട്രോൺ– പോസിട്രോൺ ജോഡിയെ ഉൽപാദിപ്പിക്കുവാനും സാധിക്കും) അതിനാൽ പോസിട്രോണ് വളരെ കുറഞ്ഞ ആയുസ്സു മാത്രമാണുള്ളത്. പ്രപഞ്ചത്തിലെങ്ങും ഇലക്ട്രോണുകൾ സുലഭമായതിനാൽ പോസിട്രോണുകൾ ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെട്ടയുടനെത്തന്നെ ഇലക്ട്രോണുകളുമായി കൂട്ടിമുട്ടി അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നു.

ന്യൂട്രിനോ

റേഡിയോ ആക്ടീറ്റീവ് മൂലകങ്ങൾ ആൽഫാ, ബീറ്റാ, ഗാമാ തുടങ്ങിയ മൂന്നുതരം വികിരണങ്ങളാണ് ഉത്സർജ്ജിക്കുന്നതെന്ന് നാം മനസ്സിലാക്കിയല്ലോ. ആൽഫാ, ഗാമാ എന്നീ വികിരണങ്ങൾ ഊർജ്ജസംരക്ഷണ നിയമം കൃത്യമായി അനുസരിക്കുന്നുവെന്നും എന്നാൽ ബീറ്റാ വികിരണങ്ങൾ ഈ നിയമം അനുസരിക്കുന്നില്ലെന്നും ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ മനസ്സിലാക്കി. ബീറ്റാകണങ്ങളുടെ മൊത്തം ഊർജം സ്ഥിരമാകണമെങ്കിൽ ബീറ്റാകണത്തോടൊപ്പം മറ്റേതോ കണവും പുറത്തുവരണമെന്ന നിഗമനത്തിൽ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ എത്തി. 1930ൽ വൂൾഫ് ഗാംഗ്പോളിയാണ് ചാർജില്ലാത്ത ഏതോ ഒരു കണം ബീറ്റാകണങ്ങളോടൊപ്പം ഉത്സർജ്ജിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടെന്നു പ്രസ്താവിച്ചത്. എന്റിക്കോ ഫെർമി ഈ കണത്തിന് ന്യൂട്രിനോ എന്നു പേരിട്ടു. വൈദ്യുത ചാർജില്ലാത്തതും (ന്യൂട്രൽ) ചെറുതും എന്നാണ് ന്യൂട്രിനോ എന്ന പദത്തിനർഥം.

ദ്രവ്യമാനമോ വൈദ്യുത ചാർജോ ഇല്ലാത്ത ന്യൂട്രിനോയുടെ അസ്തിത്വം പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടത് 1953ൽ മാത്രമാണ്. അതിന്റെ സാധ്യത പ്രവചിക്കപ്പെട്ട് രണ്ടു പതിറ്റാണ്ടുകൾ കഴിഞ്ഞതിനു ശേഷം!

ന്യൂട്രിനോക്ക് ഏതു വസ്തുവിലൂടെയും തുളച്ചുകയറുവാൻ കഴിയും. ഭൂമിയെപ്പോലും തുളച്ചു കടക്കാൻ ഇവക്കു നിഷ്പ്രയാസം കഴിയും. ഇതിനെ തടഞ്ഞു നിർത്തുവാൻ നൂറുകണക്കിനുള്ള പ്രകാശവർഷങ്ങളുടെ കനത്തിലുള്ള ഖരപദാർഥം വേണമത്രെ!

ന്യൂക്ലിയസിനകത്തെ പ്രവർത്തനങ്ങളാണ് ന്യൂട്രിനോ ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നത്. ഒരു ന്യൂട്രോൺ പ്രോട്ടോണായോ മറിച്ചോ രൂപാന്തരപ്പെടുമ്പോൾ ഇലക്ട്രോണിനോടൊപ്പം ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന കണമാണ് ന്യൂട്രിനോ. ബീറ്റാ പ്രസരണത്തിൽ ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ഊർജ്ജത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗം ന്യൂട്രിനോകളും ബാക്കി ഇലക്ട്രോണുകളുമാണ് സ്വീകരിക്കുന്നത്. ഇങ്ങനെ ഊർജ്ജം പൂർണമായും സംരക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു.

മീസോണുകൾ

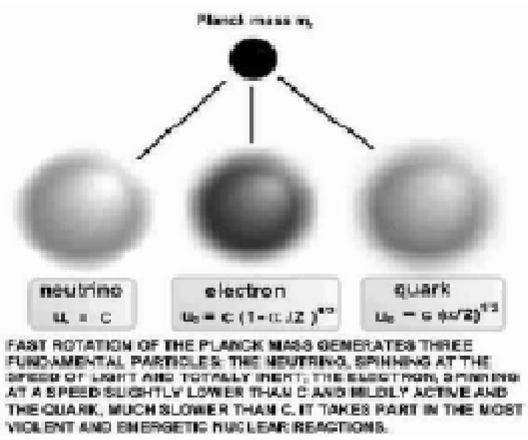
ന്യൂക്ലിയസിനകത്ത് പ്രോട്ടോണുകളും ന്യൂട്രോണുകളുമാണുള്ളതെന്ന് മനസ്സിലാക്കിയ അന്നുമുതൽക്കുതന്നെ തദ്വിഷയകമായി പഠനം നടത്തിക്കൊണ്ടിരുന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ അലട്ടിക്കൊണ്ടിരുന്ന ഒരു പ്രശ്നം ഇത്ര ചെറിയ വ്യാപ്തത്തിലെങ്ങനെയാണ് ഇവയെ അടുക്കി വെച്ചിരിക്കുന്നതെന്നുള്ളതായിരുന്നു. പ്രോട്ടോണുകൾക്കെല്ലാം ധനചാർജാണുള്ളതെന്നതിനാൽ അവ വികർഷിച്ച് തെറിച്ചുമാറേണ്ടതാണ്. അങ്ങനെ ന്യൂക്ലിയസ് പൊട്ടിത്തകരേണ്ടതാണ്. പക്ഷെ, വസ്തുത അതല്ല, ന്യൂക്ലിയസ് സ്ഥിരമായി നിൽക്കുന്നു. എന്തുകൊണ്ടാണിത് എന്ന ചോദ്യം പല ശാസ്ത്രജ്ഞരും സ്വയം ചോദിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നു.

ആറ്റവുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ന്യൂക്ലിയസ് എത്രമാത്രം ചെറുതാണെന്ന് മനസ്സിലാകുമ്പോൾ മാത്രമാണ് ഈ പ്രശ്നത്തിന്റെ ഗൗരവം നമുക്ക് ബോധ്യമാവുക. ആറ്റത്തിന്റെ ശരാശരി വലുപ്പം 10^{-8} സെന്റീമീറ്ററാണ്. അഥവാ ഒരു സെന്റീമീറ്റർ സ്ഥലത്ത് പത്തുകോടി ആറ്റങ്ങളുണ്ടാവും. ന്യൂക്ലിയസിന്റെ വലുപ്പം ഇതിലും എത്രയോ ചെറുതാണ്. 10^{-12} സെന്റീമീറ്റർ. ആറ്റത്തിന്റെ വലുപ്പത്തിന്റെ പതിനായിരത്തിൽ ഒരംശം മാത്രമാണ് ന്യൂക്ലിയസിന്റെ വലുപ്പമെന്നർഥം. ആറ്റത്തെ ഒരു സർക്കസ് കൂടാരത്തോടുപമിക്കുകയാണെങ്കിൽ കൂടാരത്തിനു നടുവിലുള്ള ഒരു ഈച്ചയുടെ വലുപ്പം മാത്രമാണ് ന്യൂക്ലിയസിനുണ്ടാവുക. കൂടാരത്തിന്റെ ബാക്കി ഭാഗം മുഴുവൻ ശൂന്യതയാണ്. ഈ ശൂന്യതയിലാണ് ഇലക്ട്രോണാകുന്ന ഋണവൈദ്യുതിയുടെ മേഘം സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്. ആറ്റത്തിൽ ബഹുഭൂരിഭാഗവും ശൂന്യതയാണെന്നർഥം. മനുഷ്യ ശരീരത്തിലെ ആറ്റങ്ങളിലെ ശൂന്യസ്ഥലമെല്ലാം മാറ്റിയാൽ ബാക്കി ശരീരദ്രവ്യം ഒരു കടുകുമണിയോളം പോലുമുണ്ടാവില്ല. ഭൂമിയിലെ വസ്തുക്കളിലുള്ള ആറ്റങ്ങളുടെ ശൂന്യസ്ഥലങ്ങളെല്ലാം ഒഴിവാക്കിയാൽ അത് രണ്ടു മീറ്റർ വ്യാസമുള്ള ഒരു കൊച്ചു ഗോളമായി മാറും. പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ ഭൂരിഭാഗവും ശൂന്യതയാണെന്നർഥം. ശുദ്ധശൂന്യതയിൽ നിന്ന് അണ്ഡകടാഹങ്ങൾ തീർത്ത സർവശക്തന്റെ കഴിവ് അപാരം തന്നെ!

ന്യൂക്ലിയസ്സിനകത്താണ് ആറ്റത്തിന്റെ മുഴുവൻ പിണ്ഡവും കേന്ദ്രീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതെന്ന് നമുക്കറിയാം. ചെറിയൊരു വ്യാപ്തത്തിൽ ഇത്രയധികം പിണ്ഡം കേന്ദ്രീകരിക്കപ്പെട്ടാൽ അതിന്റെ സാന്ദ്രത നമ്മുടെ പ്രതീക്ഷയേക്കാളധി

കമായിരിക്കും. ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റത്തിന്റെ ന്യൂക്ലിയ വസ്തുവിന്റെ സാന്ദ്രത ഏകദേശം 4×10^{14} ഗ്രാമാണ് (400000000000000 ഗ്രാം) ഒരു സെന്റീമീറ്റർ നീളവും അത്ര തന്നെ വീതിയും ഉയരവുമുള്ള ന്യൂക്ലിയ വസ്തുവിന്റെ കട്ട സങ്കല്പിച്ചാൽ അതിന്ന് നാൽപത് കോടി ടൺ തൂക്കമുണ്ടാകുമെന്നർഥം. നമുക്ക് ഊഹിക്കാൻ പോലും പറ്റാത്തത്ര ഭാരം!

ന്യൂക്ലിയസിന്റെ ചെറിയ വ്യാപ്തത്തിൽ ന്യൂക്ലിയോണുകൾ എങ്ങനെയാണ് അടുക്കിവെക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതെന്ന പ്രശ്നം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ നിരന്തരമായ ഗവേഷണങ്ങൾക്കു വിധേയമായി. (ന്യൂക്ലിയസിലെ കണങ്ങൾക്ക് പൊതുവായി പറയുന്ന പേരാണ് ന്യൂക്ലിയോണുകൾ. അതിന്നു കാരണമുണ്ട്. പ്രോട്ടോണും ന്യൂട്രോണും രണ്ട് വ്യത്യസ്ത കണങ്ങളാണെന്ന് പറയുന്നതിനേക്കാൾ ഒരേ കണികയുടെ രണ്ട് അവസ്ഥകളാണവയെന്ന് പറയുന്നതാണ് ശരിയെന്നാണ് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ പക്ഷം. അവ തമ്മിൽ വ്യത്യാസങ്ങളേക്കാളേറെ സാദൃശ്യമാണുള്ളത്. പ്രോട്ടോണിന് ധന ചാർജുണ്ട്, ന്യൂട്രോണിന് അതില്ലായെന്ന കാര്യത്തിൽ മാത്രമാണ് അവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം. അവ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണ വികർഷണ ബലങ്ങളും അടിസ്ഥാനപരമായി ഒന്നുതന്നെ. അതുകൊണ്ടാണ് അവയെ പൊതുവായി ന്യൂക്ലിയോണുകളെന്ന് വിളിക്കുന്നത്). പ്രസ്തുത ഗവേഷണങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കിത്തന്ന പ്രധാന വസ്തുത ന്യൂക്ലിയോണുകൾ തമ്മിൽ ആകർഷണബലവും വികർഷണ ബലവുമുണ്ടെന്നുള്ളതായിരുന്നു. അതെ! പ്രോട്ടോണുകളും പ്രോട്ടോണുകളും തമ്മിലും ന്യൂക്ലിയസിനകത്ത് ആകർഷണ ബലം നിലനിൽക്കുന്നുണ്ട്. ഒരേ ചാർജുള്ള കണികകൾ വികർഷിക്കുക മാത്രമാണ് ചെയ്യുന്നതെന്ന സാമാന്യധാരണക്ക് വിരുദ്ധമാണ് ന്യൂക്ലിയോണുകളുടെ സ്വഭാവം. അവ തമ്മിൽ ആകർഷിക്കുകയും വികർഷിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. രണ്ടു ന്യൂക്ലിയോണുകൾ ഏകദേശം 1.4×10^{-13} സെന്റീമീറ്ററിൽ കൂടുതൽ അകന്നാണ് നിൽക്കുന്നതെങ്കിൽ അവ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണ ശക്തിയേക്കാൾ വികർഷണ ശക്തിയായിരിക്കും മുന്തി നിൽക്കുക. അതിനേക്കാൾ അടുത്താണ് ന്യൂക്ലിയോണുകളുള്ളതെങ്കിൽ അവ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണ ശക്തിയായിരിക്കും കൂടുതലുണ്ടാവുക. ഈ ആകർഷണ ശക്തിയാണ് ആറ്റത്തിന്റെ ന്യൂക്ലിയസ്സിന്റെ സ്ഥിരതക്ക് കാരണമെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ മനസ്സിലാക്കി.

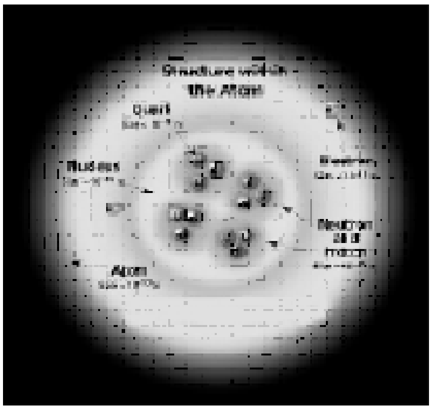


ന്യൂട്രിനോ- ഇലക്ട്രോൺ- ക്വാർക്ക് താരതമ്യം

അപ്പോൾ പുതിയ പ്രശ്നം തലപൊക്കി. എന്തുകൊണ്ടാണ് ന്യൂക്ലിയോണുകൾ തമ്മിൽ അവ ഒരേ ചാർജുള്ളതാണെങ്കിൽ തന്നെ ആകർഷിക്കപ്പെടുന്നത്.

ക്വാണ്ടം ബലതന്ത്രത്തിന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ ഇക്കാര്യം വളരെ വിശദമായി ജപ്പാൻകാരനായ ഹിദേക്കിയുക്കാവോ പഠിച്ചു. അദ്ദേഹമാണ് അതിശക്തമായ ന്യൂക്ലിയബലത്തിന്റെ കാരണം കണ്ടെത്തിയത്. 1935ൽ മീസോണുകൾ എന്നു പേരുള്ള പുതിയ ഒരു തരം കണങ്ങൾകൂടി ന്യൂക്ലിയസ്സിലുണ്ടെന്നും ന്യൂക്ലിയോണുകൾ മീസോണുകളെ പരസ്പരം കൈമാറുന്നതു വഴിയാണ് അവ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണ ബലമുണ്ടാകുന്നതെന്നും അതാണ് ന്യൂക്ലിയസിന്റെ നിലനിൽപിന് കാരണമാകുന്ന ഒരു പ്രധാന ബലമെന്നും യൂക്കോവോ സിദ്ധാന്തിച്ചു. ന്യൂക്ലിയോണുകൾ മീസോണുകളെ കൈമാറ്റം ചെയ്യുന്നതിന്റെ വേഗത സെക്കന്റിൽ 10^{23} പ്രാവശ്യമാണ്. ന്യൂക്ലിയോണുകളെ പിടിച്ചുനിർത്താൻ പശയെന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കാവുന്ന മീസോണുകളെക്കുറിച്ച് പ്രവചനം നടത്തിയതിന് യൂക്കോവൊ 1949ൽ ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിനുള്ള നോബൽ സമ്മാനത്തിന് അർഹനായി.

തന്റെ പ്രവചനം കഴിഞ്ഞ് ഒരു വർഷത്തിനുള്ളിൽ തന്നെ, 1936ൽ മീസോണുകളുടെ അസ്തിത്വം പരീക്ഷണങ്ങൾ വഴി സ്ഥാപിക്കുന്നതു കാണാൻ യൂക്കോവോക്ക് ഭാഗ്യമുണ്ടായി. ഭൗമാന്തരീക്ഷത്തിനു പുറത്തുനിന്നു വരുന്ന കോസ്മിക് വികിരണത്തിൽ മീസോണുകളെ ആദ്യമായി കണ്ടെത്തിയത് അമേരിക്കൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ കാൾ ആൻഡേഴ്സണായിരുന്നു. അദ്ദേഹം കണ്ടെത്തിയ മീസോണിന് ഇലക്ട്രോണിന്റെ ഇരുന്നൂറ് മടങ്ങ് ദ്രവ്യമാനമുണ്ടായിരുന്നു. അതിന്റെ സ്വഭാവങ്ങളെക്കുറിച്ച് വിശദമായി പഠിച്ചപ്പോൾ ന്യൂക്ലിയസിനകത്ത് കൈമാറ്റ ബലം സൃഷ്ടിക്കുന്നതിൽ ഈ മീസോണിന് പങ്കൊന്നുമില്ലെന്ന് മനസ്സിലായി. ന്യൂക്ലിയസ്സിന്റെ സ്ഥിരതക്കു നിദാനമായി മീസോണുകളെ 1947ൽ സി.എഫ്. പൗവ്വൽ എന്ന ബ്രിട്ടീഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് കണ്ടെത്തിയത്. പൈമെസോൺ അഥവാ പയോൺ എന്നാണ് ഇതിന്നു പേര്. പയോണിന്റെ കണ്ടുപിടുത്തത്തിനു ശേഷമാണ് യൂക്കാവോയുടെ സിദ്ധാന്തം പൂർണമായും ശരിയാണെന്ന് ശാസ്ത്രലോകത്തിന് ബോധ്യമായത്.



ആറ്റത്തിനകത്തെ ലോകം

മീസോണുകൾ പലതരമുണ്ട്. അവയുടെ ആയുസ്സ് വളരെ കുറവുമാണ്. ഋണചാർജും ധനചാർജുമുള്ള പയോണുകളുണ്ട്. ഇലക്ട്രോണിന്റെ 273.2 മടങ്ങാണ് ഇവയുടെ ദ്രവ്യമാനം. ആയുസ്സ് 2.6ഃ10^{-8} സെക്കന്റ്. വൈദ്യുത ചാർജില്ലാത്ത പയോണുകളുടെ ദ്രവ്യമാനം ഇലക്ട്രോണിന്റെ 264.2 മടങ്ങും. ആയുസ്സ 10^{-16} സെക്കന്റുമാണ്. ധനചാർജും ഋണചാർജുമുള്ള കെ– മെസോണുകളുണ്ട്. ഇവയുടെ ആയുസ്സ് 10 സെക്കന്റാണ്. ചാർജില്ലാത്ത കെ. മെസോണുകളുടെ (കയോണുകൾ) ആയുസ്സ് 10^{-12} സെക്കന്റാണ്. മെസോണുകളിൽ ഏറ്റവും കൂടിയ ആയുസ്സുള്ളവൻ മ്യൂമെസോൺ അഥവാ മ്യൂയോൺ ആണ്. ഇതിന്റെ

ആയുസ് 2.2x10^{-6} സെക്കന്റാണ്. ഒരു സെക്കന്റിന്റെ ഒരു കോടിയിൽ 22 ഭാഗം. ഇത്രയും സമയത്തിനുള്ളിൽ ഇതു വിഘടിച്ച് മറ്റു കണങ്ങളായി മാറുമെന്നർഥം.

മുകളിൽ പറഞ്ഞ കണങ്ങളെക്കൂടാതെ ഹൈപ്പെറോണുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഒരുതരം കണങ്ങളെയും ന്യൂക്ലിയസിനകത്ത് കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. ഇവ ന്യൂക്ലിയോണുകളെക്കാൾ ഭാരം കൂടിയവയാണ്.

എതിർകണികകളും എതിർ പദാർഥവും

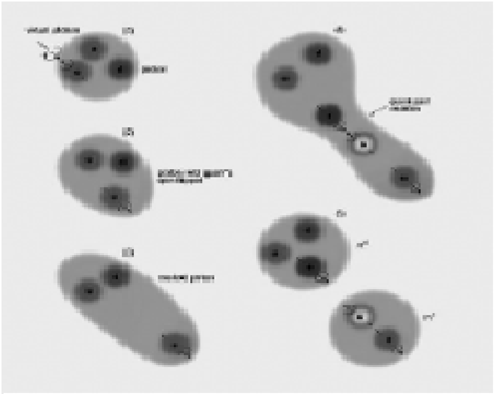
ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എതിർ കണങ്ങളായ പോസിട്രോണുകളെക്കുറിച്ചു പറഞ്ഞുവല്ലോ. ഇലക്ട്രോൺ നിർമിക്കപ്പെടുമ്പോൾ വിരുദ്ധ ചാർജുള്ള ഒരു എതിർ ഇലക്ട്രോൺ കൂടി നിർമിക്കപ്പെടുമെന്നാണല്ലോ ഡിറാക് സിദ്ധാന്തിച്ചത്. ഈ നിയമം ഇലക്ട്രോണുകൾക്കും ബാധകമാണ്. അപ്പോൾ എല്ലാ കണികകൾക്കും എതിർകണികകളുണ്ടായിരിക്കും. ഡിറാക്കിന്റെ പ്രവചനം പൂർത്തീകരിക്കപ്പെട്ടത് പോസിട്രോണിന്റെ കണ്ടുപിടുത്തത്തോടു കൂടിയാണ്. 1985ൽ എതിർ പ്രോട്ടോൺ (Anti Proton) കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള പ്രോട്ടോണിന്റെ അസ്തിത്വവും ഗുണങ്ങളും സംശയാതീതമായി തെളിയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. എതിർ പ്രോട്ടോൺ എതിർ ന്യൂട്രോണായിത്തീരാനുള്ള സാധ്യതയുമുണ്ട്. ന്യൂട്രോണിന് വിപരീത ദിശയിൽ തിരിയുന്ന കണികയാണ് എതിർ ന്യൂട്രോൺ.

എതിർ പ്രോട്ടോണും എതിർ ന്യൂട്രോണും എതിർ ഇലക്ട്രോണുമെല്ലാം ഉള്ള സ്ഥിതിക്ക് ഇതെല്ലാം കൂടിച്ചേർന്ന ഒരു എതിർ ആറ്റം (Anti Atom) ഉണ്ടാവാനുള്ള സാധ്യത നിഷേധിച്ചുകൂടാ. ഈ ആറ്റത്തിന്റെ ന്യൂക്ലിയസ്സിന് ഋണചാർജും ഇലക്ട്രോണുകൾക്ക് ധനചാർജുമാണുണ്ടായിരിക്കുക. ഈ ആറ്റങ്ങൾ എതിർ പദാർഥത്തിനു (Anti matter) രൂപം നൽകിയിട്ടുണ്ടായിരിക്കണം. ആറ്റങ്ങളും എതിർ ആറ്റങ്ങളും തമ്മിൽ കൂട്ടിമുട്ടാനിടയായാൽ അത്യധികം ഊർജം ഉൽപാദിപ്പിച്ചുകൊണ്ട് അവ അപ്രത്യക്ഷമാകും. അതിനാൽ ആറ്റങ്ങൾ നിറഞ്ഞു നിൽക്കുന്ന നമ്മുടെ പ്രപഞ്ചമേഖലയിൽ എതിർപദാർഥം നിലനിൽക്കുകയില്ല. എതിർ പദാർഥത്തിന്റേതായ മറ്റൊരു പ്രപഞ്ച (Anit Universe)മുണ്ടായിരിക്കുവാനുള്ള സാധ്യതയെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ നിരസിക്കുന്നില്ല. അങ്ങനെയൊരു പ്രപഞ്ചമുണ്ടെങ്കിൽ അതും നമ്മുടെ പ്രപഞ്ചവും തമ്മിൽ കൂട്ടിയിടിച്ചാൽ അവ രണ്ടും അപ്രത്യക്ഷമാകും; അത്യധികം ഊർജം ഉൽപാദിപ്പിച്ചുകൊണ്ട്.

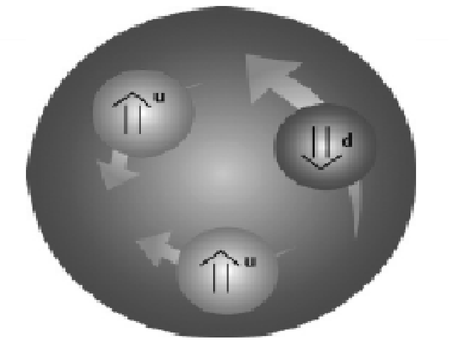
തന്റെ ശക്തിയുപയോഗിച്ചു പ്രപഞ്ചത്തെ സൃഷ്ടിച്ച സർവലോക രക്ഷിതാവ് എല്ലാറ്റിനും കഴിവുള്ളവൻ. പ്രപഞ്ചത്തെക്കുറിച്ച് പഠിക്കുംതോറും അവന്റെ സൃഷ്ടിവൈഭവം നമുക്ക് കൂടുതൽ കൂടുതൽ വ്യക്തമാവുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്.

ക്വാർക്കുകൾ

പദാർഥത്തെക്കുറിച്ച പഠനം അവ ആറ്റങ്ങളാൽ നിർമിതമാണെന്ന് വ്യക്ത മാക്കി. ആറ്റങ്ങളെക്കുറിച്ച് ആഴത്തിൽ പഠിച്ച പ്പോൾ ഇലക്ട്രോൺ, പ്രോട്ടോൺ, ന്യൂട്രോൺ തുടങ്ങിയ പ്രാഥമിക കണങ്ങളാലാണ് അവ നിർ മിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതെന്ന് മനസ്സിലായി. ഗവേ ഷണം തുടർന്നപ്പോൾ മീസോൺ, പോസി ട്രോൺ, ന്യൂട്രിനോ, ഹൈപ്പറോൺ തുടങ്ങിയ കണങ്ങളും കൂടി ആറ്റത്തിനകത്തുണ്ടെന്ന് ബോധ്യമായി. ഇതോടുകൂടി പദാർഥത്തിന്റെ പൊ രുൾ തേടിയുള്ള മനുഷ്യന്റെ അന്വേഷണം അവ സാനിച്ചുവോ? ഇല്ല. അവൻ വീണ്ടും പ്രോട്ടോ ണുകളും ന്യൂട്രോണുകളും മറ്റും എന്തുകൊണ്ടാണ് നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതെന്ന് അന്വേഷിക്കുകയാണ് പ്രസ്തുത അന്വേഷണം ഇന്നും തുടരുന്നു.


ക്വാർക്കുകളും ആന്റി ക്വാർക്കുകളും

ജെൽമാൻ, ജോർജ് സ്വിഗ് തുടങ്ങിയ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരാണ് ഇവ്വിഷയക മായി കൂടുതൽ പഠനം നടത്തിയിട്ടുള്ളത്. പ്രോട്ടോൺ, ന്യൂട്രോൺ, മീസോൺ തുടങ്ങിയ കണങ്ങൾ അതിനേക്കാൾ പ്രാഥമിക ങ്ങളായി മൂന്നുതരം ക്വാർക്കുകൾ കൊണ്ടാണ് നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതെന്നാണ് അവരുടെ പക്ഷം. ഈ ക്വാർക്കുകളെ ആപ്(Up-s) ഡൗൺ (Down-d), സ്ട്രെയിഞ്ച് (Strange-s) എന്നിങ്ങനെ വിളിക്കാം. ക്വാർക്കുകൾക്ക് പൂർണമായും വൈദ്യുത ചാർജില്ല. അവയുടെ ആംശിക വൈദ്യുത ചാർജ് (Fractional Electric) എന്ന



വ്യത്യസ്തതരം ക്വാർക്ക് സ്പിന്നുകൾ

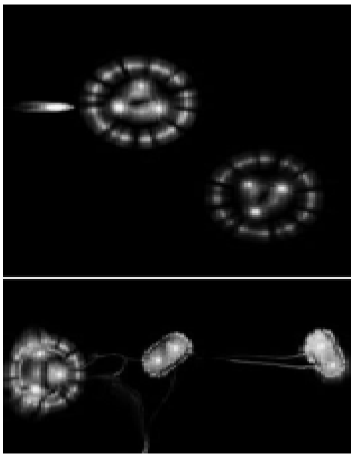
പ്രത്യേകത, ഇലക്ട്രോണിന്റെ വൈദ്യുത ചാർജാണ് ഏറ്റവും ചെറിയ വൈദ്യുത ഘടകമെന്ന മുമ്പുണ്ടായിരുന്ന വീക്ഷണത്തെ നിർവീര്യമാക്കുന്നു. U ക്വാർക്കിന്റെ വൈദ്യുത ചാർജ് 2/3ഉം Dയുടെയും Sന്റെയും വൈദ്യുത ചാർജ് 1/3 മാണെന്നാണ് ജെൽമാന്റെയും ജോർജ് സ്വിഗിന്റെയും ക്വാർക്ക് സിദ്ധാന്തം പറയു ന്നത്.

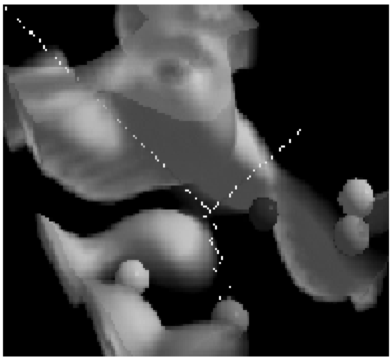
1974ൽ സൈകണമെന്ന ഒരു പുതിയ കണികയുടെ കണ്ടെത്തലിനോടനുബ ന്ധിച്ച് നാലാമതൊരു തരം ക്വാർക്കിനെ കൂടി സങ്കൽപിക്കേണ്ടതായിവന്നു. ഈ ക്വാർക്കിനെയാണ് ചാം (charm-C) ക്വാർക്ക് എന്നു വിളിക്കുന്നത്.

പ്രാഥമിക കണങ്ങളെല്ലാം ക്വാർക്കുകൾ കൊണ്ടാണ് നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള തെന്നാണ് ക്വാർക്ക് സിദ്ധാന്തം പറയുന്നതെന്ന കാര്യം മുമ്പ് പ്രസ്താവിച്ചുവല്ലോ. നാലുതരം ക്വാർക്കുകളും വ്യത്യസ്ത അനുപാതത്തിൽ ചേർത്തുകൊണ്ടാണ് പ്രാഥമിക കണങ്ങൾ നിർമിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതെന്നാണ് പ്രസ്തുത സിദ്ധാന്തം പറ

യുന്നത്. ഉദാഹരണത്തിന് രണ്ടു u ക്വാർക്കുകളും ഒരു d ക്വാർക്കും കൊണ്ടാണ് പ്രോട്ടോൺ നിർമിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്. ന്യൂട്രോണാകട്ടെ രണ്ട് d ക്വാർക്കുകളും ഒരു u ക്വാർക്കും കൊണ്ടാണുണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നത്.

ക്വാർക്കുകളെക്കുറിച്ച് ഒട്ടനവധി സിദ്ധാന്തങ്ങളുണ്ടെങ്കിലും ഒരു ക്വാർക്കിനെയും ഇതുവരെ ഒറ്റക്ക് കിട്ടിയിട്ടില്ല. ക്വാർക്കിനെ ഒറ്റക്ക് ലഭിക്കുകയില്ലെന്നാണ് ചില ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ പക്ഷം. ഒരു മെസോണിലെ ക്വാർക്ക്- പ്രതിക്വാർക്ക് ഇണകളെ ഒരിക്കലും വേർപെടുത്താൻ പറ്റില്ലെന്നാണ് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ നൽകുന്ന വിശദീകരണം. സാധാരണയിൽ നിന്നു വിരുദ്ധമായി, രണ്ടു ക്വാർകുകളും തമ്മിലുള്ള ആകർഷണശക്തി അവ തമ്മിലുള്ള അകലം വർധിക്കുംതോറും കൂടിവരികയാണ് ചെയ്യുന്നത്. ക്വാർക്കുകളുടെ ഈ വിചിത്ര സ്വഭാവം കാരണം രണ്ടു ക്വാർക്കുകളെ വേർതിരിക്കാൻ ശ്രമിക്കുമ്പോൾ, ഒരു നിശ്ചിത അകലത്തിൽ അവ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണ ബലം സീമാതീതമായിരിക്കും. ക്വാർക്കുകളെ ഒരിക്കലും വേർപിരിക്കാൻ സാധ്യമല്ലാത്ത വിധത്തിൽ ഒന്നിച്ചു നിർത്തുന്ന പ്രതിഭാസത്തെയാണ് ഇൻഫ്രാറെഡ് അടിമത്തം(Infra Red Slav-ery) എന്നു പറയുന്നത്.





ഇൻഫ്രാറെഡ് അടിമത്തം

ക്വാർക്കുകളെക്കുറിച്ച പഠനശാഖയായ ക്വാണ്ടം ക്രോമോഡൈനാമിക്സ് (Quantum Chromo Dynamics) പുരോഗമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. ഒരിക്കലും വേർപെടുത്താനാവാത്ത ക്വാർക്ക്- പ്രതിക്വാർക്ക് ഇണകളുടെ പാരസ്പര്യത്തിൽ നിന്നാണ് പദാർഥത്തിന്റെ മൗലിക കണവും നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളത് എന്നിടത്തേക്കാണ് പ്രസ്തുത പഠനവും നമ്മെ കൊണ്ടു പോകുന്നത്. പടച്ചതമ്പുരാൻ പറഞ്ഞതത്രെ ശരി. 'എല്ലാ വസ്തുക്കളെയും ഇണകളായി സൃഷ്ടിച്ചവനാണവൻ.' (ഖുർആൻ 43:12)

വിശുദ്ധ ഖുർആൻ ദൈവികമാണെന്ന വസ്തുത കൂടി ഇവിടെ അനാവൃതമാകുന്നു. പദാർഥത്തിന്റെ അടിസ്ഥാന സ്വഭാവങ്ങളെക്കുറിച്ച് ഒന്നുമറിയാതിരുന്ന കാലത്ത് അവതരിപ്പിക്കപ്പെട്ട സൂക്തങ്ങൾ ആധുനിക ശാസ്ത്ര നിഗമനങ്ങൾക്കു മുമ്പിലും അടിപതറാതെ നിൽക്കുന്നുവെന്നത് അതിന്റെ ദൈവികത സുതരാം വ്യക്തമാക്കുന്നു.

മറ്റൊരു കാര്യം കൂടി ഇവിടെ വ്യക്തമാവുന്നു. പദാർഥത്തിന്റെ മൗലികമായ

ഏകകണം അന്വേഷിച്ചുള്ള മനുഷ്യന്റെ യാത്രയിൽ അവൻ മനസ്സിലാക്കിയത് ഏകകണമെന്ന് അവകാശപ്പെടുന്ന ഒരു വസ്തുവും ഈ പ്രപഞ്ചത്തിലില്ലെന്ന വസ്തുതയാണ്. ഈ പ്രപഞ്ചത്തിലുള്ള വസ്തുക്കളെല്ലാം ഒന്നൊന്നിനോട് ബന്ധപ്പെട്ടാണ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്. ക്വാർക്കുകൾക്കു പോലും ആന്റി ക്വാർക്കുക ളില്ലെങ്കിൽ അസ്തിത്വമില്ലെന്നാണ് സിദ്ധാന്തങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കുന്നത്. ഇതിൽ നി ന്ന് ഒരു കാര്യം സ്പഷ്ടമാവുന്നു. ഈ പ്രപഞ്ചത്തിലെ ഒരു വസ്തുവും 'ഏക'മാ ണെന്ന് പറയുക സാധ്യമല്ല. പരമമായ ഏകത്വമവകാശപ്പെടാൻ സ്രഷ്ടാവിനു മാത്രമാണ് കഴിയുകയെന്ന വസ്തുത വ്യക്തമാക്കുകയാണ്. പദാർഥത്തിന്റെ പൊരുൾ തേടിയുള്ള മാനവരാശിയുടെ പ്രയാണം ചെയ്തത്. 'പറയുക; കാര്യം അല്ലാഹു ഏകനാകുന്നു എന്നതാകുന്നു. അല്ലാഹു ഏവർക്കും ആശ്രയമായിട്ടു ള്ളവനാകുന്നു. അവൻ ജന്മം നൽകിയിട്ടില്ല; ജനിച്ചിട്ടുമില്ല. അവന്ന് തുല്യനായി ആരും ഇല്ലതാനും.' (ഖുർആൻ 112:1–4)

പദാർഥത്തിന്റെ പൊരുൾ തേടിയുള്ള മാനവരാശിയുടെ യാത്ര അവസാനി ച്ചിട്ടില്ല. അവന്റെ മുന്നോട്ടുള്ള പ്രയാണം തുടരുകയാണ്. യാത്രയിൽ കാണുന്ന കാര്യങ്ങളെല്ലാം ഗവേഷകരെ അത്ഭുതപ്പെടുത്തുന്നു. എത്ര കൃത്യവും കണിശവു മായാണ് സ്രഷ്ടാവ് എല്ലാം സംവിധാനിച്ചുവെച്ചിരിക്കുന്നത്. നാം പറഞ്ഞുപോ വുന്നു. 'രക്ഷിതാവേ! നീ ഇതൊന്നും വെറുതെ സൃഷ്ടിച്ചുവെച്ചതല്ല.'

'അവനാകുന്നു സൃഷ്ടി ആരംഭിക്കുന്നവൻ. പിന്നെ അവൻ അത് ആ വർത്തിക്കുന്നു. അത് അവനെ സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം കൂടുതൽ എളുപ്പമുള്ള താകുന്നു. 'അവൻ പ്രതാപിയും യുക്തിമാനുമത്രെ.' (ഖുർആൻ 30:27)

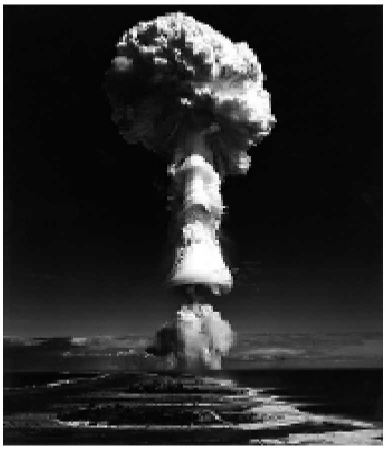
[7]
ആറ്റത്തിനകത്തെ ഭൂതം

ദ്രവ്യവും ഊർജവും അടിസ്ഥാനപരമായി ഒന്നു തന്നെയാണെന്ന് 1905ൽ തന്നെ പ്രതിഭാധനനായ ഭൗതികജ്ഞൻ, ആൽബർട്ട് ഐൻസ്റ്റയിൻ സിദ്ധാന്തിച്ചിരുന്നു. 'ദ്രവ്യത്തെ ഊർജമായും ഊർജത്തെ ദ്രവ്യമായും പരിവർത്തിപ്പിക്കാം' എന്ന ഐൻസ്റ്റയിന്റെ സുപ്രസിദ്ധമായ സിദ്ധാന്തം ശാസ്ത്രലോകത്ത് ഏറെ കോളിളക്കങ്ങളുണ്ടാക്കിയ തത്വങ്ങളിലൊന്നാണ്. ഖര, ദ്രാവക, വാതകാവസ്ഥകളിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന വസ്തുക്കളും പ്രകാശം, താപം തുടങ്ങിയ ഊർജ പ്രതിഭാസങ്ങളും അടിസ്ഥാനപരമായി ഒന്നുതന്നെയാണെന്ന് അംഗീകരിക്കാൻ നമുക്കുള്ള പ്രയാസം ശാസ്ത്രലോകത്തുള്ളവർക്കുമുണ്ടായി. പക്ഷെ, ഐൻസ്റ്റയിന്റെ യുക്തിഭദ്രമായ സിദ്ധാന്തങ്ങൾക്കും ഗണിതവാക്യങ്ങൾക്കും മുമ്പിൽ സാമാന്യയുക്തിക്ക് പരാജയപ്പെടേണ്ടിവന്നു. ദ്രവ്യത്തെ ഊർജമായും തിരിച്ചും പരിവർത്തിപ്പിക്കാമെന്ന് പറഞ്ഞുവെക്കുക മാത്രമല്ല, ഐൻസ്റ്റയിൻ ചെയ്തത്. അവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തിന്റെ സമവാക്യം നിർധാരണം ചെയ്തെടുക്കുകകൂടി അദ്ദേഹം ചെയ്തു. –$E=mc^2$ എന്ന പ്രസിദ്ധമായ സമവാക്യം ഊർജമായി മാറുന്ന ദ്രവ്യത്തിന്റെ പരിമാണ (m)ത്തെ പ്രകാശ പ്രവേശത്തിന്റെ ($C=3x10^8m$) വർഗം കൊണ്ട് ഗുണിച്ചാൽ ഉണ്ടാവുന്ന ഊർജത്തിന്റെ അളവു ലഭിക്കുമെന്നാണ് ഈ സമവാക്യം കാണിക്കുന്നത്. കുറഞ്ഞ ഒരു പരിമാണം ദ്രവ്യത്തിൽ നിന്നു തന്നെ വളരെ കൂടുതൽ ഊർജം ലഭിക്കുമെന്ന് ഈ സമവാക്യം വ്യക്തമാക്കി.

1927ൽ ആസ്റ്റൺ തന്റെ മാസ് സ്പെക്ട്രോമീറ്റർ കണ്ടുപിടിക്കുകയും അതുപയോഗിച്ച് വ്യത്യസ്ത മൂലക ഐസോടോപ്പുകളുടെ ആറ്റോമിക ഭാരം നിർണയിക്കുകയും ചെയ്തു. അപ്പോഴാണ് ആറ്റങ്ങൾക്കകത്ത് ദ്രവ്യനഷ്ടമുണ്ടാകുന്നുണ്ടെന്ന വസ്തുത അദ്ദേഹത്തിന്റെ ശ്രദ്ധയിൽപെട്ടത്.

ഒരുദാഹരണത്തിലൂടെ ഇക്കാര്യം വ്യക്തമാക്കാം. നമുക്ക് ഹീലിയം ആറ്റത്തെ എടുക്കാം. അതിൽ പ്രോട്ടോൺ, ന്യൂട്രോൺ, ഇലക്ട്രോൺ എന്നിവ രണ്ടുവീതമാണല്ലോ ഉള്ളത്. ഒരു ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റത്തിൽ ഒരു പ്രോട്ടോണും ഒരു ഇലക്ട്രോണുമാണുള്ളതെന്ന് നമുക്കറിയാം. അപ്പോൾ ഒരു ഹീലിയം ആറ്റം= രണ്ടു ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ+ രണ്ടു ന്യൂട്രോൺ എന്നെഴുതാം. ആസ്റ്റൺ മാസ് സ്പെക്ട്രോമീറ്ററുപയോഗിച്ച് ഇവയോരോന്നിന്റെയും മാസ് കണ്ടുപിടിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഒരു ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റത്തിന്റെ മാസ് 1.007825മാൗഉം ഒരു ന്യൂട്രോണിന്റെ മാസ് 1.008665മാuഉം ആണ്. അപ്പോൾ ഒരു ഹീലിയം ആറ്റത്തിന്റെ മാസ് =2ഃ(1.007825+1.008665)=4.032980 മാൗആയിരിക്കണം. എന്നാൽ ഹീലിയത്തിന്റെ യഥാർഥ മാസ്, ആസ്റ്റൺ മാസ് സ്പെക്ട്രത്തിൽ നിന്നു ലഭിച്ചതനുസരിച്ച് 4.002604മാൗ ആണ്. ഇതിന്റെ അർഥമെന്താണ്? ആറ്റമുണ്ടാകുമ്പോൾ പ്രോട്ടോണി

ന്റെയും ന്യൂട്രോണിന്റെയും ഭാരം കുറയുന്നുവെന്നാണല്ലോ ഇത് മനസ്സിലാക്കിത്തരുന്നത്. ആറ്റമുണ്ടാകുമ്പോൾ അൽപം ദ്രവ്യനഷ്ടം സംഭവിക്കുന്നുണ്ടെന്നർഥം. ഹീലിയത്തിന്റെ കാര്യത്തിൽ ഈ ദ്രവ്യനഷ്ടം (4.032980–4.002604) മാൗ=0.030376 മാൗവാണെന്നാണ് മുകളിലെ ഉദാഹരണം വ്യക്തമാക്കുന്നത്.



ഹൈഡ്രജന്റെ ഒരു ന്യൂട്രോണുള്ള ഐസോടോപ്പായ ഡ്യൂട്ടീരിയം ആറ്റങ്ങളെ കൂടിച്ചേർത്ത് ഹീലിയം ആറ്റമാക്കി മാറ്റുകയാണെങ്കിൽ 0.030376 മാൗ ദ്രവ്യനഷ്ടമുണ്ടാകുമെന്നും പ്രസ്തുത ദ്രവ്യം ഊർജമായി മാറുമെന്നുമാണ് ഈ കണക്കുകൂട്ടലുകൾ കാണിക്കുന്നതെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് മനസ്സിലായി. ഇതുപോലെതന്നെ ആറ്റോമിക സംഖ്യ ഏറ്റവും കൂടുതലുള്ള യുറേനിയം പോലെയുള്ള മൂലക ആറ്റങ്ങളെ വിഭജിച്ച് ചെറിയ ആറ്റങ്ങളാക്കി മാറ്റിയാലും ഊർജം ഉൽസർജിക്കപ്പെടുമെന്ന് കണക്കുകൾ വ്യക്തമാക്കി. പക്ഷെ, ആറ്റോമിക ന്യൂക്ലിയസ് തകർക്കുകയോ ഉരുക്കിച്ചേർക്കുകയോ ചെയ്യുകയെന്നത് അസാധ്യമാണെന്നായിരുന്നു അക്കാലത്ത് വിശ്വസിക്കപ്പെട്ടിരുന്നത്.

റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റിയെ സംബന്ധിച്ച വിശദമായ പഠനം ഈ വിശ്വാസം തകർത്തു. പ്രകൃത്യാതന്നെ അസ്ഥിരമായ ആറ്റങ്ങൾ ദ്രവ്യനഷ്ടത്തിലൂടെ ഊർജം ഉൽസർജിച്ചുകൊണ്ട് സ്ഥിരത നേടിയെടുക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണ് റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റിയെന്ന അറിവ് ഈ രംഗത്തെ വമ്പിച്ച മാറ്റങ്ങൾക്കുള്ള നിമിത്തമായി.

ആൽഫാ കണങ്ങളോ പ്രോട്ടോണുകളോ ഉപയോഗിച്ച് ഒരു മൂലക ന്യൂക്ലിയസിനെ മാറ്റി മറ്റൊരു മൂലകമാക്കാമെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ മനസ്സിലാക്കി. ഇത്തരമൊരു പരീക്ഷണം നടത്തുന്നതിനിടയിലാണ് ഫ്രഡറിക് ജൂലിയട്ടും ഐറിൻ ക്യൂറിയും കൂടി കൃത്രിമ റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി കണ്ടുപിടിച്ചത്. ജീവശാസ്ത്ര ഗവേഷണത്തിലും രോഗശുശ്രൂഷാരംഗത്തും വമ്പിച്ച വിപ്ലവങ്ങൾക്ക് വഴിമരുന്നിട്ട കൃത്രിമ റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റിയുടെ കണ്ടുപിടുത്തത്തിന് ഈ ദമ്പതികൾ 1935ലെ നോബൽ സമ്മാനത്തിന് അർഹരായി.

ചാഡ്വിക്കിന്റെ ന്യൂട്രോൺ കണ്ടുപിടുത്തം ഈ രംഗത്ത് പുതിയ ചില വിപ്ലവങ്ങൾ സൃഷ്ടിച്ചു. ചാർജില്ലാത്ത കണമായ ന്യൂട്രോണിന് ആറ്റോമിക ന്യൂക്ലിയസിലേക്ക് തുളച്ചു കയറാൻ എളുപ്പമായിരിക്കണമെന്ന് റോമിലെ ഊർജതന്ത്ര പ്രതിഭയായിരുന്ന എന്റിക്കോഫെർമിക്ക് തോന്നി. അദ്ദേഹം പ്രകൃതിയിലെ അവസാനത്തെ മൂലകമായ യുറേനിയത്തിലാണ് പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിയത്. യുറേനിയത്തിന്റെ ആറ്റോമിക നമ്പറായ 92നേക്കാൾ കൂടിയ അറ്റോമിക നമ്പറുള്ള മൂലകങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കാൻ കഴിയുമെന്ന് അദ്ദേഹം വിശ്വസിച്ചു. പക്ഷെ,

യുറേനിയത്തിൽ ന്യൂട്രോൺ പ്രവർത്തിച്ചപ്പോഴുണ്ടായ ഫലം പ്രതീക്ഷിച്ച മാതിരി യുള്ളതായിരുന്നില്ല. യുറേനിയത്തിൽ ന്യൂട്രോൺ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ എന്താണു സംഭവിക്കുന്നതെന്നതിനെപ്പറ്റി വിശദമായി ജർമൻ രസതന്ത്രജ്ഞന്മാ രായ ഓട്ടോഹാനും എഫ്– സ്ട്രോസ്മാനും പഠിച്ചു. അപ്പോഴാണ് 92 ആറ്റോമിക നമ്പറുള്ള യുറേനിയത്തിൽ ന്യൂട്രോൺ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ 56 ആറ്റോമിക നമ്പറുള്ള ബേരിയമാണ് ലഭിക്കുന്നതെന്ന് മനസ്സിലായത്. എന്തുകൊണ്ടാണ് ഇത് സംഭവിക്കുന്നതെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ തലപുകഞ്ഞാലോചിച്ചു. പല ഉത്തര ങ്ങളും വന്നുവെങ്കിലും അവയൊന്നും തൃപ്തികരമായിരുന്നില്ല. ഡെൻമാർക്കിലെ കോപ്പൻ ഹേഗനിൽ ഇവ്വിഷയകമായി ഗവേഷണത്തിലേർപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരുന്ന ലിസി മെയ്റ്റ്നർ എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞയുടെ ഉത്തരമാണ് അവസാനം അംഗീകരി ക്കപ്പെട്ടത്. 'യുറേനിയത്തിൽ ന്യൂട്രോൺ വന്നിടിക്കുമ്പോൾ ആറ്റം അസ്ഥിരമാവു കയും അങ്ങനെ അത് രണ്ടായി മുറിയുകയും ചെയ്യുന്നു'വെന്നതായിരുന്നു അവ രുടെ ഉത്തരം. ലോകത്തിന്റെ രാഷ്ട്രീയ ചരിത്രത്തിൽ തന്നെ വമ്പിച്ച കോളി ളക്കം സൃഷ്ടിച്ച ഈ അഭിപ്രായത്തിന്റെ ഉടമ ഒരു വനിതയായിരുന്നുവെന്നോർ ക്കുക.

എന്താണ് ലിസി മെയ്റ്റ്നയുടെ കണ്ടുപിടുത്തത്തിനിത്ര പ്രാധാന്യം? ആറ്റോ മിക ന്യൂക്ലിയസിൽ നടത്തുന്ന ന്യൂട്രോൺ നിപാതം മൂലം ഏകദേശം തുല്യമായി ന്യൂക്ലിയസ് മുറിയുമെന്ന തത്വമാണ് പിന്നീട് ആറ്റം ബോംബിന്റെ നിർമാണത്തി ലേക്ക് വഴിവെച്ചത്. 92 ആറ്റോമിക നമ്പറുള്ള യുറേനിയം പിളർന്ന് 56 ആറ്റോമിക നമ്പറുള്ള ബേരിയവും 36 ആറ്റോമിക മ്പറുള്ള ക്രിപ്റ്റോണുമായി മാറുമ്പോൾ കുറേയേറെ ദ്രവ്യനഷ്ടമുണ്ടാവുമെന്ന് മുമ്പ് സൂചിപ്പിച്ചതിൽ നിന്ന് വ്യക്തമാ ണല്ലോ. ഇത്ര ദ്രവ്യനഷ്ടം ഊർജമായി മാറണം. അപ്പോൾ അത്തരമൊരു പ്ര വർത്തനത്തിൽ വളരെയേറെ ഊർജമുണ്ടാവും.

കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല! അതുവരെ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ട ന്യൂക്ലിയ പ്രവർത്തനങ്ങളി ലെല്ലാം തന്നെ ഒരു പ്രവർത്തനം കഴിഞ്ഞാൽ കുറേ ഊർജമുണ്ടാവുകയും അതോടുകൂടി പ്രവർത്തനം നിലച്ചുപോവുകയുമായിരുന്നു പതിവ്. യുറേനിയ ത്തിന്റെ കാര്യം ഇതിൽ നിന്നു തികച്ചും വ്യത്യ സ്തമാണ്. യുറേനിയം ആറ്റം പിളർന്ന് ബേരി യവും ക്രിപ്റ്റോണുമായി മാറുമ്പോൾ കുറേയേറെ ന്യൂട്രോണുകൾ മിച്ചം വരുന്നുണ്ട്. യുറേനിയ ത്തിൽ ആകെ 146 ന്യൂട്രോണുകളുണ്ട്. ന്യൂക്ലിയസിനെ പിളർക്കാൻ വേണ്ടി നാം തൊടുത്തുവിട്ട ന്യൂട്രോൺ അടക്കം ആകെ 147 ന്യൂട്രോണുക ൾ. ബേരിയത്തിൽ 82ഉം ക്രിപ്റ്റോണിൽ 47ഉം ന്യൂട്രോണുകളാണുള്ളത്.

ആകെ 82+47=129 ന്യൂട്രോണുകൾ. അപ്പോൾ 147–129=18 ന്യൂട്രോണുകൾ മിച്ചം വരുന്നുണ്ട്. അഥവാ യുറേനിയം വിഘടിപ്പിക്കുന്ന പ്രക്രിയയിൽ 18 ന്യൂട്രോണു

കൾ സ്വതന്ത്രമാവുന്നുണ്ട്. ഇവയിൽ കുറേയെണ്ണം നഷ്ടപ്പെടാൻ സാധ്യതയുണ്ട്. എങ്കിലും കുറച്ചെണ്ണമെങ്കിലും മിച്ചം വരും. അവ വീണ്ടും യുറേനിയം ആറ്റങ്ങളെ പിളർക്കും; ന്യൂട്രോണുകളെ സ്വതന്ത്രമാക്കും. പ്രസ്തുത ന്യൂട്രോണുകൾ പിന്നെയും യുറേനിയം ആറ്റങ്ങളെ പിളർക്കും. ഈ പ്രക്രിയ അവസാനമില്ലാതെ തുടരും. ഒരു നിമിഷത്തിനുള്ളിൽ കോടാനുകോടി ആറ്റങ്ങൾ വിഘടിക്കും. മനുഷ്യമനസ്സിന് സങ്കൽപിക്കാനാവാത്തത്ര ഊർജം പുറത്തേക്കുവരും. അതു മാനവരാശി അതുവരെ കണ്ടിട്ടില്ലാത്ത ഉഗ്രമായ സ്ഫോടനത്തിന് വഴിവെക്കും. സർവസംഹാരിയായ സ്ഫോടനം! ഈ സ്ഫോടനത്തിന് നിമിത്തമാകുന്ന നേരത്തെ പറഞ്ഞ പ്രവർത്തനങ്ങളെയാണ് ശൃംഖലാ പ്രവർത്തനം (Chain Reaction) എന്നു പറയുന്നത്.

ലിസി മെയ്റ്റ്നയുടെ ഈ അഭിപ്രായത്തെക്കുറിച്ച് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ വിശദമായി പഠിച്ചു. യുറേനിയം വിഘടനത്തിൽ വളരെയേറെ ഊർജം പുറത്തുവരുന്നുണ്ടെന്നും അനേകം ന്യൂട്രോണുകൾ ഉൽസർജിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടെന്നും അവർ കണ്ടെത്തി. അങ്ങനെ ലിസിയുടെ അഭിപ്രായം ശരിതന്നെയാണെന്ന് ശാസ്ത്രലോകം വിധിയെഴുതി.

യുറേനിയത്തിന് മൂന്ന് ഐസോടോപ്പുകൾ ഉണ്ട് (u234, u235, u238) എന്നിവ. ഇതിൽ ഏതു ഐസോടോപ്പിലാണ് ന്യൂക്ലിയർ വിഘടനം (Nuclear Fission) നടക്കുന്നതെന്നറിഞ്ഞാലേ ഈ കണ്ടുപിടുത്തം പൂർത്തിയായിയെന്ന് പറയാൻ സാധിക്കൂ. എ.ഒ. നീർ എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ യുറേനിയത്തിന്റെ ഐസോടോപ്പുകൾ വേർതിരിച്ചെടുത്ത് പരിശോധിച്ച് u 235 ആണ് വിഘടിക്കുന്നതെന്ന് കണ്ടെത്തി. ആറ്റോമിക ഊർജം വൻതോതിൽ നിർമിക്കാമെന്ന മോഹം അതോടുകൂടി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഉപേക്ഷിച്ചു. കാരണം, സാധാരണ യുറേനിയത്തിൽ വളരെ കുറച്ചു മാത്രം കാണപ്പെടുന്ന u235 വേർതിരിച്ചെടുത്ത് വിഘടനം നടത്തുക തികച്ചും അസാധ്യമാണെന്നായിരുന്നു അന്ന് കരുതപ്പെട്ടിരുന്നത്.

രണ്ടാം ലോക മഹായുദ്ധം കൊടുമ്പിരികൊണ്ടിരുന്ന സമയത്താണ് ഈ ഗവേഷണങ്ങളെല്ലാം നടന്നുകൊണ്ടിരുന്നതെന്ന കാര്യം ഓർക്കുക. ആറ്റത്തെക്കുറിച്ച അന്നുവരെയുള്ള ഗവേഷണങ്ങളിലൊന്നും യാതൊരുവിധ രഹസ്യങ്ങളുമുണ്ടായിരുന്നില്ല. ഈ ഗവേഷണങ്ങളിൽ മുൻപന്തിയിൽ നിന്നിരുന്ന ഒരു രാജ്യമായിരുന്നു ജർമനി. ആറ്റത്തിന്റെ ശൃംഖലാപ്രവർത്തനം താത്വികമായി സാധ്യമാണെന്നുവന്നതോടെ ശാസ്ത്രലോകത്ത് ഭയം പടർന്നു. ഏകാധിപത്യത്തിനു കീഴിലായിരുന്ന ജർമനി അതു നടപ്പാക്കിയാൽ ലോകം കത്തിച്ചാമ്പലാകുമെന്ന് അവർ ഭയപ്പെട്ടു. അതിന്നു മുമ്പു തന്നെ സഖ്യകക്ഷികൾ ആറ്റംബോംബ് നിർമിക്കണമെന്നും അങ്ങനെ ലോകത്തെ ഭീതിയിൽ നിന്നും രക്ഷിക്കണമെന്നും ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കരുതി. യുദ്ധത്തിന്റെ പ്രത്യേക പരിതസ്ഥിതിയിൽ ലോകമെങ്ങുമുള്ള അതിവിദഗ്ധരായ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അമേരിക്കയിൽ ഒത്തുകൂടി. പതിനായിരക്കണ

ക്കിന് സാങ്കേതിക വിദഗ്ധരുടെ സഹായം അവർക്കുണ്ടായി. അമേരിക്കൻ മണ്ണിൽ യുദ്ധം നടക്കാത്തത് ആറ്റംബോംബിനെക്കുറിച്ച് ഗവേഷണങ്ങൾ നടത്താൻ സഹായകമായി. അമേരിക്കൻ ഗവൺമെന്റ് പ്രസ്തുത ഗവേഷണങ്ങൾക്കായി പണം വാരിക്കോരി ചിലവാക്കി. രണ്ടു ബില്യൻ ഡോളറാണ് ആറ്റം ബോംബ് ഗവേഷണങ്ങൾക്കായി അവർ ചെലവഴിച്ചത്! അവസാനം അതു സംഭവിച്ചു. ആറ്റംബോംബ് നിർമിക്കപ്പെട്ടു.

1942 മുതൽ ഓപ്പൺ ഹീമറുടെ നേതൃത്വത്തിൽ സംഘടിക്കപ്പെട്ട ഒരു ഗ്രൂപ്പാണ് ആറ്റം ബോംബിനെക്കുറിച്ച പഠനങ്ങൾക്കു നേതൃത്വം നൽകിയത്. അപ്പോഴേക്കും നെപ്ട്യൂണിയം, പ്ലൂട്ടോണിയം എന്നീ മനുഷ്യനിർമിത മൂലകങ്ങൾ കണ്ടെത്തിക്കഴിഞ്ഞിരുന്നു. ആറ്റംബോംബിൽ ഉപയോഗിക്കേണ്ട ഇന്ധനത്തെക്കുറിച്ചായിരുന്നു ചർച്ചകൾ പ്രധാനമായും നടന്നിരുന്നത്. വളരെ ചെറിയ അളവിൽ മാത്രമാണ് ഇന്ധനം എടുക്കുന്നതെങ്കിൽ ശൃംഖലാപ്രവർത്തനം നടക്കില്ല. ഒരു നിശ്ചിത മാസ് ഇന്ധനമുണ്ടെങ്കിൽ മാത്രമാണ് ശൃംഖലാ പ്രവർത്തനം നടക്കുക. ഈ മാസിനാണ് ക്രിട്ടിക്കൽ മാസ് എന്ന് പറയുന്നത്. ഇത്രയും മാസ് ഒന്നിച്ചുവെച്ചാൽ തനിയെ സ്ഫോടനം നടക്കും. കോസ്മിക് രസ്മികളിൽ നിന്നും വരുന്ന ന്യൂട്രോണുകൾ അന്തരീക്ഷത്തിൽ ഉണ്ടാവും. ക്രിട്ടിക്കൽ മാസിലുള്ള ന്യൂക്ലിയർ ഇന്ധനമുണ്ടെങ്കിൽ ഈ ന്യൂട്രോണുകൾ വിഘടനം തുടങ്ങിക്കൊള്ളും. ക്രിട്ടിക്കൽ മാസിനേക്കാൾ കൂടുതലുള്ള ഇന്ധനം ഒന്നിലധികം കഷണങ്ങളായി വെച്ച് ഉദ്ദേശിക്കുന്ന സമയത്ത് അവയെ ഒന്നിച്ച് കൊണ്ടുവരുന്നതിനുള്ള ഒരു ഉപകരണമാണ് ആറ്റം ബോബ്. ഇന്ധനം ഒന്നിച്ചു ചേർന്നാലുടൻ സ്ഫോടനം നടക്കും.

1945 ജൂലായ് 16ന് അമേരിക്കയിലെ ന്യൂ മെക്സിക്കോ സ്റ്റേറ്റിലെ ഒരു മരുപ്രദേശത്തുവെച്ചാണ് ആദ്യത്തെ ആറ്റം ബോംബ് പരീക്ഷണം നടന്നത്. പ്രസ്തുത ബോംബ് പ്രായോഗിക പരീക്ഷണം നടത്തിയത് ജപ്പാനിലെ ഹിരോഷമയിലും നാഗസാക്കിയിലുമായിരുന്നു.

1945 ആഗസ്ത് 6നു രാവിലെ 8.15ന് ജപ്പാനിലെ ഹിരോഷിമ നഗരത്തിൽ അമേരിക്ക ആറ്റം ബോബ് വർഷിച്ചു. ആഗസ്ത് 9ന് നാഗസാക്കിയിലും ആറ്റം ബോംബ് വർഷിക്കപ്പെട്ടു. രണ്ടു ബോംബുകളും കൂടി മൂന്നു ലക്ഷത്തോളം മനുഷ്യരെ കൊന്നൊടുക്കി. ലക്ഷക്കണക്കിന് മനുഷ്യർ അണു പ്രസരമേറ്റ് നിത്യരോഗികളായി. ആറ്റത്തിനകത്തെ ഊർജം വിതച്ച വിന! ആറ്റത്തിന്റെ കഥയിലെ ഏറ്റവും ഇരുണ്ട അദ്ധ്യായം.

ഹൈഡ്രജന്റെ ഐസോടോപ്പായ ഡ്യൂട്ടീരിയത്തിന്റെ ആറ്റങ്ങൾ തമ്മിൽ ഒന്നിച്ചുചേർന്ന് ഹീലിയം ഉണ്ടാകുമ്പോൾ ദ്രവ്യനഷ്ടം തദ്വാരാ ഊർജോൽപാദനവും നടക്കുമെന്നു നാം മുമ്പ് മനസ്സിലാക്കിയല്ലോ. ഇങ്ങനെയാണ് സൂര്യനിലും പല നക്ഷത്രങ്ങളിലും ഊർജോൽപാദനം നടക്കുന്നത്. ആറ്റം ബോബിനെ അപേക്ഷിച്ച് എത്രയോ ഇരട്ടി ഊർജമാണ് നക്ഷത്രങ്ങളിൽ ന്യൂക്ലിയാർ സംയോജനം

(Nuclear fusion) വഴി ഉണ്ടാവുന്നത്. ഇതേ പ്രവർത്തനത്തിലൂടെ ബോംബു നിർമിക്കുവാൻ യുദ്ധാനന്തരം നടന്ന ഗവേഷണങ്ങളിലൂടെ സാധിച്ചു. പ്രസ്തുത ബോംബാണ് ഹൈഡ്രജൻ ബോംബ് എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. സൂര്യനിലെതിനു തുല്യമായി ഊഷ്മാവിലും മർദത്തിലും മാത്രമാണ് ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ ഒന്നിച്ചു ചേർന്ന് ഹീലിയമായി മാറുന്നത്. തൽക്കാലികമായി ഈ അവസ്ഥ സൃഷ്ടിക്കുവാനായി ഹൈഡ്രജൻ ബോംബിൽ ആദ്യം ഒരു ആറ്റം ബോംബ് സ്ഫോടനം നടത്തുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്.

ആറ്റം ബോംബിലും ഹൈഡ്രജൻ ബോംബിലും ലഭിക്കുന്ന ഊർജത്തിന്റെ സിംഹഭാഗവും വിസ്ഫോടന ഊർജമായി പോവുകയാണല്ലോ ചെയ്യുന്നത്. ഇത് യുദ്ധക്കൊതിയന്മാരെ നിരാശരാക്കുന്നു. അവർക്കാവശ്യം മനുഷ്യർ ചത്തൊടുങ്ങുകയും കെട്ടിടങ്ങളും മറ്റു വസ്തുക്കളും നിലനിൽക്കുകയുമാണ്. അതിന്നായി രൂപകൽപന ചെയ്യപ്പെട്ടതത്രെ ന്യൂട്രോൺ ബോംബ്. ഇതിൽ വിസ്ഫോടനത്തിന് വളരെ തുഛം ഊർജം മാത്രമാണ് ചെലവാക്കുക. അതിനാൽ കെട്ടിടങ്ങൾക്കും മറ്റും നാശനഷ്ടങ്ങളുണ്ടാവില്ല. എന്നാൽ മനുഷ്യരടക്കമുള്ള ജീവജാലങ്ങളെ ന്യൂട്രോൺ വികിരണമുപയോഗിച്ച് കൊന്നൊടുക്കുകയും ചെയ്യാം.

ന്യൂക്ലിയർ ഊർജം നശീകരണത്തിനു മാത്രമാണുപയോഗിക്കപ്പെടേണ്ടതെന്ന് മനസ്സിലാക്കരുത്. അത് മനുഷ്യ സമൂഹത്തിന് ഉപകാരപ്രദമായും ഉപയോഗിക്കുവാൻ കഴിയും. ആറ്റം വിഘടനം നിയന്ത്രിതമായ തോതിൽ നടത്തി അങ്ങനെ ലഭിക്കുന്ന ഊർജം പ്രയോജനപ്രദമായി ഉപയോഗിക്കുന്നതിന്നായുള്ള ഉപകരണമാണ് ആറ്റോമിക് റിയാക്ടർ. ലോകമെങ്ങും വൈദ്യുതോൽപാദനത്തിനും മറ്റുമായി ഒട്ടനേകം ആറ്റോമിക റിയാക്ടറുകൾ ഇന്നു പ്രവർത്തിക്കുന്നുണ്ട്. റിയാക്ടറിൽ നിന്നു പുറത്തുവരുന്ന റേഡിയോ ആക്ടീവ് അവശിഷ്ടങ്ങൾ പരിസര മലിനീകരണങ്ങൾക്കും അങ്ങനെ ലോകനാശത്തിനും നിമിത്തമാകുമെന്ന് അഭിപ്രായപ്പെടുന്നവരുണ്ട്. ഇതിന്നുള്ള പരിഹാരങ്ങൾ പല ഭാഗത്തു നിന്നും നിർദേശിക്കപ്പെടുന്നുമുണ്ട്. ഏതായിരുന്നാലും ലോകത്തെ ഊർജ പ്രതിസന്ധിക്ക് പരിഹാരം കാണാൻ ആറ്റോമിക റിയാക്ടറുകൾക്ക് സാധിക്കുമെന്നുറപ്പാണ്.

അതേപോലെതന്നെ ആറ്റോമിക സംയോജനത്തിലൂടെയുള്ള ഊർജവും മാനവരാശിക്ക് ഉപകാരപ്രദമായ രീതിയിൽ ഉപയോഗിക്കുവാൻ വേണ്ടിയുള്ള ശ്രമങ്ങൾ നടക്കുന്നുണ്ട്. ഹൈഡ്രജൻ ബോംബിന്റെ പ്രവർത്തനം നിയന്ത്രിക്കാൻ കഴിഞ്ഞാൽ അത് മാനവരാശിയുടെ ഊർജ പ്രതിസന്ധിക്കുള്ള ശാശ്വത പരിഹാരം നൽകുമെന്നാണ് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ വിശ്വസിക്കുന്നത്. ഫ്യൂഷൻ റിയാക്ഷൻ നടന്നു ലഭിക്കുന്ന അവസാന ഉൽപന്നമായ ഹീലിയം തീരെ നിരുപദ്രവകാരിയായ വാതകമായതിനാൽ ഫ്യൂഷൻ റിയാക്ടറുകൾ നിർമിക്കാൻ കഴിഞ്ഞാൽ തീരെ പരിസര മലിനീകരണമില്ലാത്ത രൂപത്തിൽ ഊർജം ഉൽപാദിപ്പിക്കാൻ കഴിയുമെന്നാണ് പ്രതീക്ഷിക്കപ്പെടുന്നത്.

ആറ്റത്തിനകത്തെ ശക്തി എന്തിനു വിനിയോഗിക്കണമെന്ന് തീരുമാനിക്കേണ്ടത് നമ്മളാണ്; മാനവരാശിയെ നശിപ്പിച്ച് അവരുടെ ശവക്കൂനക്കു മുകളിൽ സിംഹാസനം സ്ഥാപിക്കുവാൻ ശ്രമിക്കുന്നവരുടെ ആയുധമായോ, അതല്ല മനുഷ്യ സമൂഹത്തിന്റെ ഊർജപ്രതിസന്ധിക്കുള്ള ശാശ്വത പരിഹാരമായോ? 'നാം മനുഷ്യർ; സഹോദരങ്ങൾ – തമ്മിലടിക്കുവാനല്ല, അടുക്കുവാനാണ് ഊർജം ഉപയോഗിക്കേണ്ടത്' എന്നു നാം പ്രഖ്യാപിക്കുക; പ്രതിജ്ഞയെടുക്കുക.

'മനുഷ്യരുടെ കരങ്ങൾ പ്രവർത്തിച്ചതിന്റെ ഫലമായി കരയിലും കടലിലും കുഴപ്പം വെളിപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അവർ പ്രവർത്തിച്ചതിൽ ചിലതിന്റെ ഫലം അവർക്ക് ആസ്വദിപ്പിക്കുവാൻ വേണ്ടിയത്രെ അത്. അവർ ഒരുവേള മടങ്ങിയേക്കാം.'' (ഖുർആൻ 30:41)

****