കേരള
ശാസ്ത്രസാഹിത്യ
പരിഷത്ത്

INTERNATIONAL YEAR OF Quantum Science and Technology

COURSE LUCA

Note 1

ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതികം – ഒരു തിരിഞ്ഞുനോട്ടം

ലൂക്ക സയൻസ് പോർട്ടലിന് വേണ്ടി
ഡോ.എൻ.ഷാജി തയ്യാറാക്കിയത്.

DIALOGUE ON
QUANTUM
SCIENCE
വരു നമുക്ക്
ക്വാണ്ടം സയൻസ്
സംസാരിക്കാം

1 ക്ലാസ്സിക്കൽ ഭൗതികം – ഒരു തിരിഞ്ഞുനോട്ടം

ചിത്രം 1.1: ഐസക്ക് ന്യൂട്ടൺ

ക്വാണ്ടം മെക്കാനിക്സ് എന്നത് ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിലെയും രസതന്ത്രത്തിലെയും അടിസ്ഥാന ധാരണകളെ പലതിനെയും മാറ്റിത്തീർത്ത ഒന്നായിരുന്നു. അതിനാൽ ആ മാറ്റങ്ങൾ വ്യക്തമായി മനസ്സിലാക്കുന്നതിന് ക്ലാസ്സിക്കൽ ഭാതികത്തിലെ അടിസ്ഥാന ആശയങ്ങൾ വ്യക്തമായി ഒന്നു കൂടി പരിശോധിക്കുന്നത് നന്നാകും. ക്ലാസ്സിക്കൽ ഭൗതികമെന്നു പറയുമ്പോൾ ആദ്യം മനസ്സിൽ വരുന്നത്, അല്ലെങ്കിൽ വരേണ്ടത് ഐസക് ന്യൂട്ടൺ അവതരിപ്പിച്ച രീതികളും സിദ്ധാന്തങ്ങളുമാണ്. ന്യൂട്ടൺ തന്റെ സിദ്ധാന്തങ്ങളെ, ശൂന്യതയിൽ നിന്ന് സൃഷ്ടിക്കുക ആയായിരുന്നില്ല. റെനെ ദെക്കാർത്തെ (Rene Descartes), ഗലീലിയോ ഗലീലി (Galileo Galelei), ജോഹാന്നെസ് കെപ്ലെർ (Johannes Kepler), റോബെർട്ട് ഹുക്ക് (Robert Hooke), (Robert Boyle) തുടങ്ങി നിരവധി പേരുടെ പരീക്ഷണ നിരീക്ഷണങ്ങളും സിദ്ധാന്തങ്ങളും ന്യൂട്ടണു വഴി കാണിച്ചിട്ടുണ്ട്. ന്യൂട്ടന്റെ തന്നെ വാക്കുകൾ പകർത്തിയാൽ,

> If I have seen further, it is by standing on the shoulders of giants

ന്യൂട്ടൺ അവതരിപ്പിച്ച ചിന്താപദ്ധതി അനുസരിച്ച് ഈ സങ്കീർണമായ ലോകത്തെ ചലനങ്ങൾക്കെല്ലാം പിന്നിൽ ചില അടിസ്ഥാന നിയമങ്ങളുണ്ട്. അത് ഗണിതത്തിന്റെ ഭാഷയിലാണ് വിവരിക്കേണ്ടത്. നാം ചുറ്റും കാണുന്ന വസ്തുക്കൾ മാസുള്ള ചെറിയ കണങ്ങളാൽ നിർമിതമാണ്. അവയ്ക്ക് ഓരോന്നിനും വ്യക്തമായ സ്ഥാനമുണ്ട്. അതിനെ ഗണിത രൂപത്തിൽ മൂന്നു കോ

ഓർഡിനേറ്റുകൾ (x, y, z ഓർക്കുക) കൊണ്ടു സൂചിപ്പിക്കാം. സമയം എന്നത് ഒരേ നിരക്കിൽ അനുസ്യൂതമായി ഒഴുകുന്നു. സമയമനുസരിച്ച് സ്ഥാനാന്തരം ഉണ്ടാകുന്നതിന്റെ നിരക്കാണ് പ്രവേഗം (velocity). പ്രവേഗം മാറുന്നതിന്റെ നിരക്കാണ് ത്വരണം (acceleration). ബലം (force) ഒന്നും പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നില്ലെങ്കിൽ ത്വരണം ഉണ്ടാവില്ല. ഇതാണ് ന്യൂട്ടന്റെ ഒന്നാം ചലന നിയമം. ബലവും ത്വരണവും തമ്മിൽ ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന രണ്ടാം ചലന നിയമത്തെ ഇങ്ങനെ എഴുതാം.

$$F = ma \tag{1.1}$$

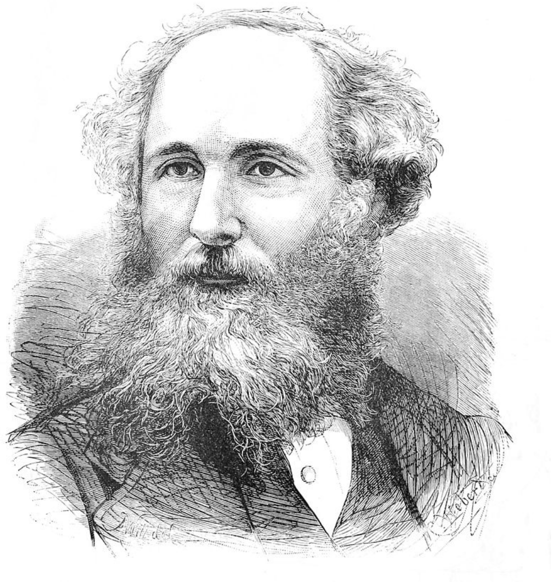
ചലനനിയമങ്ങൾ ഏറ്റവും സമർത്ഥമായി ഉപയോഗിച്ചത് സൗരയൂഥ ഗോളങ്ങളുടെ ചലനങ്ങൾ വിശദീകരിക്കാനാണ്. എല്ലാ വസ്തുക്കളും പരസ്പരം ഗുരുത്വാകർഷണം ചെലുത്തുന്നുവെന്നും അതുവെച്ച് ഗ്രഹചലനങ്ങൾ സാമാന്യം കൃത്യതയോടെ വിശദീകരിക്കാൻ കഴിയുമെന്നും ന്യൂട്ടൺ തെളിയിച്ചു.

ന്യൂട്ടന്റെ തന്നെ സമകാലികനായിരുന്ന എഡ്മണ്ട് ഹാലേ (Edmond Halley) 1682-ൽ പ്രത്യക്ഷമായ ഒരു ധൂമകേതുവിന്റെ (comet) ഭ്രമണപഥം (orbit) ന്യൂട്ടന്റെ സിദ്ധാന്തങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വിശദമായി പഠിക്കുകയും 1758-ൽ അതു വീണ്ടും പ്രത്യക്ഷമാകുമെന്ന് പ്രവചിക്കുകയും ചെയ്തു. ഒടുവിൽ, അദ്ദേഹത്തിന്റെ ജീവിത കാലത്തിനു ശേഷം 1758-ൽ തന്നെ അത് പ്രത്യക്ഷമാവുകയും ചെയ്തു.

ന്യൂട്ടണു ശേഷം ഓയ്‌ലർ (Leonhard Euler), ലഗ്രാഞ്ജ് (Joseph Lagrange), ബർണൂലി (Daniel Bernoulli), ഹാമിൽട്ടൺ (William Hamilton) തുടങ്ങിയ പ്രശസ്ത ശാസ്ത്രജ്ഞർ ക്ലാസ്സിക്കൽ ഭൗതികത്തിൽ വലിയ സംഭാവനകൾ നൽകി. തരംഗചലനങ്ങൾ, ഭ്രമണ ചലനങ്ങൾ, ദ്രാവകങ്ങളുടെയും വാതകങ്ങളുടെയും ചലനങ്ങൾ ഇതൊക്കെ വിശദീകരിക്കാൻ ഇവർക്കായി. വിവിധ എഞ്ചിനീയറിംഗ് മേഖലകൾക്കും ഇതൊക്കെ അടിത്തറ പാകി. അങ്ങനെ ക്ലാസ്സിക്കൽ ഭൗതികം ജൈത്രയാത്ര തുടർന്നു. അതിന്നിടയിൽ രസകരമായ നിരവധി സംഭവങ്ങൾ അരങ്ങേറി. അതിൽ ഒന്ന് താഴെ വിവരിക്കുന്നു.

1846 സെപ്റ്റംബർ 23-ന് ബർലിനിലെ ജോഹാൻ ഗാലെയുടെ (Johann Galle) വിലാസത്തിൽ ഒരു കത്തു കിട്ടി. കത്തയച്ചത് ഫ്രെഞ്ച് ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ലെ വെറിയെ (Le Verrier) ആയിരുന്നു. നല്ല ഒരു ടെലിസ്കോപ്പ് ഉപയോഗിച്ച് നോക്കിയാൽ കാണാൻ സാദ്ധ്യതയുള്ള – അതുവരെ ആരും കണ്ടെത്താത്ത – ഒരു വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനവും മാസും ആണ് ആ കത്തിലുണ്ടായിരുന്നത്. ആ രാത്രി തന്നെ അതൊന്നു പരിശോധിക്കാൻ ഗാലെ തീരുമാനിച്ചു. അതു വിജയിച്ചു. ലെ വെറിയെ കണക്കുകൂട്ടി പറഞ്ഞ ഇടത്തിനു വളരെയടുത്തുതന്നെ ഒരു പുതിയ ഗ്രഹത്തെ കണ്ടെത്തി. അങ്ങനെയാണ് നെപ്ട്യൂൺ എന്ന ഗ്രഹത്തെ സംബന്ധിച്ച് ലോകം അറിഞ്ഞത്. ഗ്രഹങ്ങളുടെ ഭ്രമണപഥങ്ങൾ പരിശോധിച്ചപ്പോൾ യുറാനസിന്റെ ചലനം കൃത്യമായി അക്കൗണ്ട് ചെയ്യണമെങ്കിൽ മറ്റൊരു ഗ്രഹം അതിനപ്പുറം വേണമെന്ന കണക്കുകൂട്ടലാണ് ഈ പ്രവചനത്തിലേക്ക് അദ്ദേഹത്തെ നയിച്ചത്. ഏതായാലും ഇത് ന്യൂട്ടോണിയൻ സിദ്ധാന്തങ്ങളുടെ വലിയ വിജയമായി ആഘോഷിക്കപ്പെട്ടു. ഗ്രഹങ്ങളുടെ സ്ഥാനമൊക്കെ അറിയാമെങ്കിൽ അവ തമ്മിലുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണബലം കണക്കാക്കാമെന്നും ഭാവിയിൽ അവയുടെ ഓരോന്നിന്റെ

യും സ്ഥാനങ്ങൾ എവിടെയൊക്കെ ആയിരിക്കുമെന്ന് പ്രവചിക്കാൻ കഴിയുമെന്നതും വലിയ നേട്ടമായി വാഴ്ത്തപ്പെട്ടു.



ചിത്രം 1.2: ജയിംസ് ക്ലർക്ക് മാക്സ്‌വെൽ

19–ാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ഉണ്ടായ മറ്റൊരു വലിയ മുന്നേറ്റമായിരുന്നു ജയിംസ് ക്ലർക്ക് മാക്സ്‌വെല്ലിന്റെ വിദ്യുത് കാന്തിക സിദ്ധാന്തം. വൈദ്യുതിയും കാന്തികതയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട വിവിധ നിയമങ്ങൾ സമഗ്രമായി പഠിച്ച മാക്സ്‌വെൽ (James Clerk Maxwell) വിദ്യുത് കാന്തിക തരംഗങ്ങളുടെ അസ്തിത്വം പ്രവചിച്ചതായിരുന്നു ഈ മുന്നേറ്റത്തിലെ ഹൈലൈറ്റ്. അധികം താമസിയാതെതന്നെ പ്രകാശവും ഒരുതരം വിദ്യുത് കാന്തികതരംഗമാണെന്ന ബോധ്യം ഉണ്ടായതോടെ ഒപ്റ്റിക്സും വിദ്യുത് കാന്തിക സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ ഭാഗമായി. അതോടെ പ്രകാശത്തിന്റെ പ്രതിപതനം, അപവർത്തനം, പ്രകീർണനം, ഇന്റർഫെറൻസ്, ഡിഫ്രാക്ഷൻ, പോളറൈസേഷൻ എന്നിത്യാദി കാര്യങ്ങളെല്ലാം വിശദീകരിക്കാൻ എളുപ്പമായി. ഐസക്ക് ന്യൂട്ടന്റെ സിദ്ധാന്തത്തിനു ശേഷം ഉണ്ടായ അടുത്ത സുപ്രധാന കണ്ടെത്തലായിരുന്നു മാക്സ്‌വെല്ലിന്റെ സിദ്ധാന്തം. അതോടെ ഫിസിക്സിന്റെ അടിസ്ഥാന ആശയങ്ങൾ എല്ലാം കണ്ടെത്തിക്കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു എന്ന് ചിലരൊക്കെ ധരിച്ചിരിക്കുമ്പോഴായിരുന്നു ആ ധാരണകളെ തകിടം മറിച്ച ക്വാണ്ടം എന്ന ആശയത്തിന്റെ കടന്നുവരവ്.