KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY

Call No. 500 WAR·S   Acc. No. 38479

Author

Title

സയൻസ് സൃഷ്ടിച്ച വിപ്ലവം

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY
38149
KOTTAYAM.

ഡാക്ടർ എൻ. എസ്സ്. വാര്യർ

പ്രസാധകന്മാർ
കേരള ഗ്രന്ഥശാലാസഹകരണസംഘം;
No. T. 182
തിരുവനന്തപുരം.

NATIONAL BOOK STALL
S.P.C.S. LTD.
KOTTAYAM.

M 500

SAYANSU SRISHTICHA VIPLAVAM

(MALAYALAM)

Dr. N. S. WARIYAR

First Impression in June 1968

Printed at
ST. JOSEPH'S PRESS,
TRIVANDRUM

Price Rs. 5

Copy Right (First Impression only)
KERALA GRANDASALA SAHAKARANASANGOM

Published by
J. RAJAGOPALAN NAIR
Secretary
KERALA GRANDASALA SAHAKARANASANGOM
TRIVANDRUM.

38149

അവതാരിക

ഇതൊരു ശാസ്ത്രയുഗമാണ്. ശാസ്ത്രത്തോടൊപ്പം, മുഖ്യമായി മനുഷ്യൻ മാനിക്കുന്ന ഒരു വീക്ഷണവിശേഷമാണ്, ശാസ്ത്രീയ വീക്ഷണം എന്നറിയപ്പെടുന്നതു്. പഞ്ചേന്ദ്രിയങ്ങളിലും മനസ്സിലും കൂടി ഉരുത്തിരിഞ്ഞു് നമ്മുടെ അന്തർ മണ്ഡലത്തിൻെറ അംശമാകുന്ന വിജ്ഞാനത്തിനു് ശാസ്ത്രം സർവ്വപ്രധാനമായ സ്ഥാനം നൽകുന്നു. പരീക്ഷണ വിധേയമായി വിജയിക്കുന്ന വിജ്ഞാനമേ ശാസ്ത്രത്തിനു് അംഗീകാര്യമാവൂ. പഴയ കാലത്തെ തത്വചിന്തയും മതവും ആധുനിക ശാസ്ത്രീയ വിജ്ഞാനത്തിൽ നിന്നു് വേറിട്ടു നിൽക്കുന്നതു്, ഇക്കാര്യത്തിലാണെന്നു് ഒരു വിശ്വാസമുണ്ടു്. ഋഷിയുടെ അനുഭവജ്ഞാനം ബാഹ്യപരീക്ഷണ യോഗ്യമല്ല. അതു് അദ്ദേഹത്തിനു് മാത്രം അനുഭവഗോചരവും, വാഗതീവുമാണ്. 'നമേധയാന ബഹുനാശ്രുതേന' എന്നു് ഉപനിഷത്തിൽ പറഞ്ഞിരിക്കുന്നതു് ഋഷിയുടെ ജ്ഞാനത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ശരിയാണ്.

പക്ഷേ ഭൗതികജ്ഞാനം അല്ലെങ്കിൽ ശാസ്ത്രത്തിൻെറ പരിധിയിൽ വരുന്ന ജ്ഞാനം ഇന്ദ്രിയ ഗോചരവും, പരീക്ഷണ യോഗ്യവും ആണ്. ജീവനെയും പ്രപഞ്ചത്തെയും ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഒരു വമ്പിച്ച ഭൗതിക പ്രപഞ്ചം ഈ ശാസ്ത്രീയ വിജ്ഞാനത്തിൻെറ പരിധിയിൽ നിൽക്കുന്നു. ഫ്രോയ്ഡ്, ആഡ്ലർ, യുങ്ങ്, തുടങ്ങിയ മനശ്ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അനാവരണം ചെയ്ത മനസ്സിനെക്കുറിച്ചുള്ള തത്വലോകവും ഈ ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിൻെറ സീമയിൽ തന്നെ നിൽക്കുന്നു.

ശാസ്ത്രത്തിൻെറ ചരിത്രം കഴിഞ്ഞ മൂന്നു് ശതാബ്ദത്തിൻെറ ചരിത്രമാണെന്നു് പറയുന്നതു് തികച്ചും ശരിയല്ലെങ്കിലും, ഏറെക്കുറെ ശരിയാണു്. അരിസ്റ്റോട്ടിലിൻെറ കാലം മുതൽ യൂറോപ്യൻ ശാസ്ത്രത്തിൻെറ വയസ്സു് എണ്ണുന്നതിൽ അപാകതയില്ലെങ്കിലും ആ ശാസ്ത്രത്തിൻെറ യഥാൎത്ഥ കാലഘട്ടം കഴിഞ്ഞ മുന്നൂറു വൎഷങ്ങളാണു്. ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ എന്തെന്തു് അത്ഭുതങ്ങളാണു് ഈ ശാസ്ത്രത്തിൻെറ ലോകത്തു് ഉണ്ടായിട്ടുള്ളതു്?

ജീവൻ, മനസ്സു്, സ്പേസ്, രാസങ്ങൾ, വെളിച്ചം, ശബ്ദം ഇവയിലെല്ലാം അത്ഭുതാവഹങ്ങളായ നേട്ടങ്ങളാണു് ശാസ്ത്രത്തിനു് കൈവന്നിട്ടുള്ളതു്.

അന്വേഷണത്തിൻെറ പ്രാധാന്യം ഊന്നിപ്പറയുന്ന എന്നതാണു് ശാസ്ത്രത്തിൻെറ പരമമായ ലക്ഷണങ്ങളിൽ ഒന്നു്. മതങ്ങളും തത്വചിന്തയും കുറെയൊക്കെ വ്യക്തികളുടേയും സിദ്ധാന്തങ്ങളുടേയും അനുല്ലംഘനീയതയിൽ വിശ്വസിക്കുമ്പോൾ ശാസ്ത്രം നിത്യാന്വേഷണത്തിൻെറ അപരപൎയ്യായമാണു്. അപൗരുഷേയത്വവും, അപ്രമാദിത്വവും വേദത്തിൻെറ ലക്ഷണമാണെങ്കിൽ, ശാസ്ത്രത്തിൻെറ ലക്ഷണമല്ല. അതുകൊണ്ടാണു് ന്യൂട്ടൺ ആവിഷ്ക്കരിച്ച ചിന്തയെ ഐൻസ്റ്റൈൻ തിരുത്തുന്നതു്. ഇപ്പോഴിതാ ഐൻസ്റ്റൈൻ തന്നെയും തിരുത്തി എഴുതപ്പെടുന്നു. വെളിച്ചത്തെക്കാൾ വേഗത കൂടുന്ന പാർട്ടിക്കിൾസ് പ്രപഞ്ചത്തിലുണ്ടെന്നു് ഈ ആയിരത്തിതൊള്ളായിരത്തി അറുപത്തെട്ടിൽ സിദ്ധാന്തിക്കുന്ന അമേരിക്കൻ തത്വശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഐൻസ്റ്റീൻ സിദ്ധാന്തത്തെ തിരുത്തിയെഴുതുന്നു, എന്നാണു് അവകാശപ്പെടുന്നതു്.

മതതത്ത്വചിന്തകളുടെ മണ്ഡലവും ശാസ്ത്ര മണ്ഡലവുമായി അടുക്കാൻ വയ്യാത്ത വിടവുണ്ടെന്ന പ്രസ്താവം എത്രത്തോളം ശരിയാണെന്നു് പരിശോധിക്കേണ്ടതുണ്ടു്. ശാസ്ത്രം പരീക്ഷണത്തിൽ വിശ്വസിക്കുന്നെന്നു്, മതം അനുഭവ വിശ്വാസി മാത്രമാണെന്നുമാണു്, ഈ വിടവിൻെറ അടിസ്ഥാനമായി പറയപ്പെടുന്ന ഒരു കാര്യം. എങ്കിലും പരീക്ഷണ വ്യഗ്രനായ ഒരു വിവേകാനന്ദനെ പരീക്ഷണത്തിൽ കൂടിത്തന്നെ വിശ്വാസിയാക്കിയ ഒരു രാമകൃഷ്ണനെ സൃഷ്ടിച്ച മതതത്ത്വ ചിന്തയുടെ പാരമ്പര്യം പരീക്ഷണ വിരുദ്ധമാണെന്നു് പറയുന്നതു് സാഹസമായിരിക്കും. ശ്രീരാമകൃഷ്ണൻ തന്നെ വിഭിന്ന മതാരാധനകളിൽ കൂടി തൻെറ വിശ്വാസത്തെ പരീക്ഷിച്ചു് അരക്കിട്ടുറപ്പിച്ചല്ലോ.

വാസ്തവത്തിൽ പരീക്ഷണ ശാലകളുടെ ഒരു വ്യത്യാസം മാത്രമേ ഈ കാര്യത്തിൽ ഉള്ളൂ എന്നു് എനിക്കു് തോന്നുന്നു. യഥാർത്ഥ മതവിശ്വാസിയുടെ പരീക്ഷണശാല അയാളുടെ മനസ്സാണു്. അയാൾ പരീക്ഷണ വിധേയമാക്കുന്നതു് ഭൗതികാതീതമായ സത്യങ്ങളാകയാൽ അവയുടെ പരീക്ഷണ ശാലയും അവശ്യം ഭൗതികാതീതമാകണം.

ഡോ. എൻ. എസ്സു്. വാരിയർ ആധുനിക ശാസ്ത്രത്തിൻെറ വിശാല മണ്ഡലത്തെ തൻെറ ഗ്രന്ഥത്തിൻെറ പരിധിയിൽ കൊണ്ടുവന്നിട്ടുണ്ടു്. അദ്ദേഹം തികച്ചും ഒരു ശാസ്ത്രജ്ഞനും, കുറഞ്ഞ തോതിൽ മാത്രം സാഹിത്യകാരനുമാണു്. അതിനാൽ അദ്ദേഹം ഒരു ശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ ഭാഷയാണു് എഴുതുന്നതു്. ആധുനിക ശാസ്ത്രീയ വിജ്ഞാനം മലയാളത്തിൽ കൂടുതൽ കൂടുതൽ പകരേണ്ട

ആവശ്യകതയുള്ള ഒരു കാലഘട്ടമാണിതു്. നമ്മുടെ ഭാഷ വിദ്യാഭ്യാസ മാധ്യമവും ഭരണമാധ്യമവും ആകാൻ തയാറെടുക്കുന്ന ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ ശ്രീ. വാര്യർ ഇപ്പോൾ എഴുതിയിട്ടുള്ളതുപോലെയുള്ള പുസ്തകങ്ങൾ കൂടുതൽ, കൂടുതൽ ഉണ്ടാകണം.

സാഹിത്യംമാത്രംകൊണ്ടു് തൃപ്തിയടഞ്ഞിരുന്ന മലയാളം ആധുനിക വിജ്ഞാനത്തിൻെറ വാഹകമാകാമെന്നു് ശ്രീ. വാര്യരുടെ ഗ്രന്ഥം തെളിയിക്കുന്നു.

അഖിലകേരള ഗ്രന്ഥശാലാസംഘത്തിൻെറ സഹകരണസംഘമാണു് ഈ ഗ്രന്ഥം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തുന്നതു്. കൂടുതൽ വൈജ്ഞാനികഗ്രന്ഥങ്ങൾ ജനങ്ങളുടെ കയ്യിൽ എത്തിക്കാൻ തയാറെടുക്കുന്ന ഈ സഹകരണസംഘത്തിൻെറ ആദ്യഗ്രന്ഥമായി ശ്രീ. വാര്യരുടെ ഈ പുസ്തകം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്താൻ ഞങ്ങൾക്കു് സന്തോഷമുണ്ടു്.

പ്രാക്കുളം ഭാസി

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY
KOTTAYAM

സയൻസിലുണ്ടായ വിപ്ലവം

അദ്ധ്യായം ഒന്നു്

നാം ജീവിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചത്തെപ്പററി, ചിന്തിക്കുന്ന മനുഷ്യർ നടത്തിയിട്ടുള്ള പഠനങ്ങളുടെ ഫലമായുണ്ടായതാണു് സയൻസ്. ജിജ്ഞാസുക്കളായ മനുഷ്യർ ഏതു കാലത്തും തങ്ങളുടെ ചുററും കണ്ടു വന്നിരുന്ന വൈവിദ്ധ്യം നിറഞ്ഞ പ്രകൃതിയെപ്പററി പഠിക്കുവാൻ മുതിർന്നിട്ടുണ്ടു്. പുരാതനകാലങ്ങളിൽ ഈ വിഷയത്തിൽ വലിയ നേട്ടങ്ങൾ ഉണ്ടായിട്ടില്ലെങ്കിലും, മഹത്തായ ഒരു പാരമ്പര്യത്തിൻെറ അടിത്തറ പണിയുവാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്. തൽഫലമായി നൂററാണ്ടുകളിൽക്കൂടിയുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങൾകൊണ്ടു്, ഈ പ്രപഞ്ചവും അതിൽ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ജീവജാലങ്ങളും, ചില നിയമങ്ങൾക്കു വിധേയമാണെന്നു് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ആധുനികകാലത്തെ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഫലമായി ഇതിൽ പല നിയമങ്ങളും മാററപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടെങ്കിലും, പ്രപഞ്ചത്തിലെ സൃഷ്ടിസ്ഥിതിസംഹാരക്രിയകൾ കൂടുതൽ ഏകീകരിക്കാവുന്ന പുതിയ നിയമങ്ങൾക്കു് വിധേയമാണെന്നും, ആകയാൽ ഈ നിയമങ്ങൾ കൂടുതൽ ലളിതങ്ങളാണെന്നും തെളിഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്. അതായതു് പ്രപഞ്ചത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന നിയമങ്ങളെപ്പററിയുള്ള ദർശനം മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നെങ്കിലും അതുനിയമത്തിൽ അധിഷ്ഠിതമാണെന്നുള്ള വിശ്വാസം രൂഢമൂലമായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഈ അടിസ്ഥാനനിയമങ്ങളെ അവയുടെ പൂർണ്ണിമയിൽ വിവിധ രംഗങ്ങളിൽക്കൂടി

കണ്ടെത്താനുള്ള മനുഷ്യശ്രമത്തെയാണു് സയൻസ് എന്ന പദംകൊണ്ടു് വിവക്ഷിക്കുന്നതു്.

കൂടുതൽ ലളിതമായ നിയമങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കാനുള്ള ഈ സാഹസികയാത്രയിൽ സയൻസ് പല വിഭാഗങ്ങളായി പിരിഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്. എന്നു മാത്രമല്ല, കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള നിയമങ്ങളുപയോഗിച്ചു് ചുററുമുള്ള പ്രകൃതിയിൽ കണ്ടുവരുന്ന സാധനങ്ങളെ മാററിയും മറിച്ചും കൂടുതൽ ഉപയോഗപ്രദമാക്കുവാനും ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ടു്. അങ്ങിനെയാണു ആധുനിക ടെക്നോളജി (Technology) ഉദയംചെയ്തതു്. സമൂഹങ്ങളുടെ സാമ്പത്തികനില മെച്ചപ്പെടുത്തുന്നതിനും, ജീവിതനിലവാരം ഉയർത്തുന്നതിനും, കൂടുതൽ ശ്രേഷ്ഠമായ സാമൂഹ്യജീവിതം പടുത്തുയർത്തുന്നതിനും തന്മൂലം സാധിച്ചിട്ടുണ്ടു്. എന്നാലും അടിസ്ഥാനപരമായി സ്വയം സ്വീകരിച്ചിട്ടുള്ള നിയമദർശനം എന്ന തത്വം സയൻസ് കൈവെടിഞ്ഞിട്ടില്ല. വിവിധരംഗങ്ങളിൽക്കൂടി ആ കൃത്യം ഇന്നും സത്യാന്വേഷകനായ മനുഷ്യൻ നടത്തിക്കൊണ്ടുതന്നെയിരിക്കുന്നു. ജീവനുള്ളതും ഇല്ലാത്തതുമായ വസ്തുക്കളെപ്പററി പരീക്ഷണങ്ങളിൽക്കൂടി അന്വേഷണം തുടന്നുകൊണ്ടിരിക്കയാണു്. നക്ഷത്രങ്ങളെപ്പറ്റിയും, വാൽനക്ഷത്രങ്ങളെപ്പററിയും, ഗ്രഹങ്ങളെപ്പററിയും — എന്നുവേണ്ട അനന്തമായ പ്രപഞ്ചത്തിലെ എല്ലാ ഗോളങ്ങളെപ്പററിയും തന്നെ പഠിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതു് ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരാണെങ്കിൽ ഭൂമിയുടെ ഘടനയെപ്പററി പഠിക്കുന്നതു് ഭൂഗർഭശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരാണു്. അതുപോലെ പ്രകൃതിശക്തികളെപ്പററി പഠിക്കുന്നതു് ഫിസിക്സ്കാരാണെങ്കിൽ പ്രകൃതിയുടെ ഘടകങ്ങളായ തന്മാത്ര (Molecule) കളേയും, അണുക്കളേയും (Atoms) പററി പഠിക്കുന്നതു് രസതന്ത്രജ്ഞരാണു്. ജീവജാലങ്ങളുടെ ഘടനയും, വള

ച്ഛയും, ഉല്പാദനവും ഉൾപ്പെട്ടിട്ടുള്ള പഠനമാണ് ബയോളജി (Biology)എങ്കിൽ മനസ്സിന്റെ വിവിധപ്രവർത്തനങ്ങളെപ്പറ്റിയുള്ള വിജ്ഞാനശാഖയാണ് സൈക്കോളജി (Psychology.) സയൻസ് എന്ന വാക്കുതന്നെ ലാററിൻഭാഷയിൽ "അറിയുക" എന്നർത്ഥംവരുന്ന വാക്കിൽനിന്നാണ് ഉത്ഭവിച്ചിട്ടുള്ളതു്.

ആധുനികകാലത്തു് സയൻസ് വിവിധ രംഗങ്ങളിൽകൂടിയാണ് സത്യാന്വേഷണം നടത്തിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതെങ്കിലും, പുരാതനകാലത്തു് ഈ വേർതിരിവുകളൊന്നുമില്ലായിരുന്നു. ശ്രേഷ്ഠരായ മനുഷ്യർ പ്രത്യേക ലക്ഷ്യമൊന്നും കൂടാതെ ചുററും കണ്ട പ്രകൃതിയെ തങ്ങളുടെ ആവശ്യങ്ങൾക്കുവേണ്ടി പഠിച്ചപ്പോഴാണ് പുരോഗമനമുണ്ടായതു്. നിയമത്തിന്റെ ലോകം കണ്ടുപിടിച്ചതു് വളരെ വളരെ താമസിച്ചാണെങ്കിലും, ആ കണ്ടുപിടിത്തത്തിലേക്കുള്ള നീക്കങ്ങൾ പൗരാണികകാലം മുതൽ ഉണ്ടായിത്തുടങ്ങി. മനുഷ്യർ അഗ്നി കണ്ടുപിടിച്ചതും, കല്ലുകൊണ്ടുള്ള ആയുധങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കാൻ പഠിച്ചതും വലിയ നേട്ടങ്ങളായിരുന്നു. കാലക്രമത്തിൽ ചിത്രങ്ങൾ വരച്ച് ആശയങ്ങൾ കൈമാറി, അക്ഷരമാല ഉള്ളതായ ഭാഷ കണ്ടുപിടിച്ചതും പുരോഗമനത്തിനുള്ള വഴി സുഗമമാക്കിയിട്ടുണ്ട്. ഇവയെല്ലാം പുരോഗമനത്തിന്റെ കാഴ്ചപ്പാടിൽകൂടി നോക്കിയാൽ വലിയ നേട്ടങ്ങളാണെങ്കിലും കഴിഞ്ഞ നൂറുകൊല്ലത്തെ ചിന്തയുടെ മണ്ഡലത്തിലെ വിപ്ലവകരമായ പരിവർത്തനങ്ങളുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തുമ്പോൾ തുലോം തുച്ഛമാണ്.

എഴുതപ്പെട്ടിട്ടുള്ള ചരിത്രത്തിൽകൂടി നോക്കുകയാണെങ്കിൽ മാനവസംസ്കാരം വൃഷ്പിച്ചുതുടങ്ങിയതു് ഏകദേശം 6000 വർഷങ്ങൾക്കു മുമ്പാണെന്നു കാണാം. നാം ഇന്നു്

"സയൻസ്" എന്നു വിളിക്കുന്ന വടവൃക്ഷത്തിന്റെ മൂലാഗ്രങ്ങൾ അക്കാലം മുതൽക്കാണ് തുടങ്ങുന്നത്. നൈൽനദീതടസംസ്ക്കാരത്തിലും, യൂഫ്റട്ടീസ്—ടൈഗ്രീസ് നദീതട സംസ്ക്കാരങ്ങളിലും, പ്രായോഗിക സയൻസിന്റെ പല നേട്ടങ്ങളും നമുക്കു ദശിക്കാൻ കഴിയും. അതുപോലെ സിന്ധു–ഗംഗാസമതലത്തിൽ വളൎന്നുവന്ന ഹരപ്പ, മോഹൻജൊദാരൊ എന്നീ സംസ്ക്കാരങ്ങളിലും മനുഷ്യന്റെ കഴിവിന്റെ ഉയച്ച് കാണിക്കുന്ന അവശിഷ്ടങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചിട്ടുണ്ട്. ചരിത്രത്തിന്റെ പുലച്ചയിൽതന്നെ ആ സംസ്കാരങ്ങളിൽ ജീവിച്ചിരുന്നവർ വലിയ നഗരങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കിയിരുന്നുവെന്നും, ഉന്നതനിലയിൽ സമൂഹമായി ജീവിച്ചിരുന്നുവെന്നും കാണാവുന്നതാണ്. സ്വൎണ്ണം, വെള്ളി, ചെമ്പ് എന്നീ ലോഹങ്ങൾ അവർ കൈകാര്യം ചെയ്തിരുന്നു. കറങ്ങുന്ന ചക്രങ്ങളെ അവർ പ്രയോഗത്തിൽകൊണ്ടുവന്നു. പുരാതന ഈജിപ്തുകാർ വൻപിച്ച ദേവാലയങ്ങളും, ശവക്കല്ലറകളും ഉണ്ടാക്കിയിരുന്നതിനു പുറമെ ശവങ്ങളെ നൂററാണ്ടുകളിലേക്കു സൂക്ഷിക്കുന്നതിനുള്ള കഴിവും നേടിയിരുന്നു. നിറമുള്ള ദപ്പണങ്ങൾ നിമ്മിക്കുന്നതിനും നേത്തവസ്ത്രങ്ങൾ തുന്നി എടുക്കുന്നതിനും അവക്കുണ്ടായിരുന്ന കഴിവ് അന്യാദൃശമാണ്. ഒന്നാംകിട ജലവിതരണതോട്ടകൾ ഉണ്ടാക്കി കൃഷിചെയ്യുന്നതിനും അവക്കു സാധിച്ചിരുന്നു. പ്രായോഗിക പരിജ്ഞാനങ്ങളിലെല്ലാം ഈ സംസ്കാരകാലത്ത് ജീവിച്ചിരുന്നവർ സമർത്ഥരായിരുന്നുവെങ്കിലും, പ്രകൃതിയുടെ ഘടനയെപ്പററിയുള്ള അവരുടെ അഭ്യൂഹങ്ങളും, തത്വചിന്തകളും, വളരെ പ്രാകൃതങ്ങളായിരുന്നു.

പുരാതന ഈജിപ്ററുകാർ എഴുത്ത് കണ്ടുപിടിച്ചെന്നു മാത്രമല്ല, അതിനോടൊപ്പംതന്നെ ഓരോ തലമുറയേയും അതാതിന്റേതായ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളും അഭ്യൂഹങ്ങളും,

അടുത്ത തലമുറയിലേക്ക് കടത്തിവിടുവാൻ സഹായിക്കുക കൂടി ചെയ്തു. അതിപുരാതന കാലംമുതൽ ഈജിപ്ഷ്യൻ പുരോഹിതന്മാർ ദേവാലയങ്ങളിലെ വിശേഷങ്ങൾ അറി യിക്കുന്നതിനു് കല്ലിൽ ചിത്രങ്ങൾ കൊത്തിവച്ചു് പരസ്യം ചെയ്തിരുന്നു. പില്ക്കാലങ്ങളിൽ നൈൽനദീതീരത്തു വളന്നു വന്നിരുന്ന മരങ്ങളുടെ തോൽ ഉരിച്ചെടുത്തു് അവയിൽ എഴുതുന്ന പാരമ്പര്യം അവർ സൃഷ്ടിച്ചു. പുകയിൽനിന്നുംശേ ഖരിച്ച കരിപ്പൊടി പശയുമായി കലർത്തി മഷിയുടെ നിമ്മാ ണവും സാധിച്ചു. ഈററകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ പേനയുപ യോഗിച്ചു് അവർ എഴുത്തുതുടങ്ങി. ഇവയാണു് ഈജി പ്ഷ്യൻ പാപ്പിറസ് എന്നു ഖ്യാതി നേടിയ ചരിത്രരേഖ കൾ. ഇതുപോലെ ക്രമേണയുള്ള യത്നത്താൽ അവർ നല്ലൊരു പഞ്ചാംഗവും വിരചിച്ചു. നൂററാണ്ടുകളിൽക്കൂടി സൂര്യൻെറയും ചന്ദ്രൻെറയും ഇതരഗ്രഹങ്ങളുടെയും ഗതി വിഗതികളെ നിരീക്ഷിച്ചാണു് അവർ പഞ്ചാംഗനിമ്മിതി സാധിച്ചതു്. B. C. 4236-ൽ അവർ പഞ്ചാംഗമുപയോ ഗിച്ചതായി തെളിവുണ്ടു്. ആദ്യകാലത്തു് മററു പല സംസ്ക്കാരങ്ങളിലേയുംപോലെ ചന്ദ്രൻെറ വൃദ്ധിക്ഷയത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ഉള്ള ഒന്നായിരുന്നുഅതെങ്കിലും പില്ക്കാ ലത്തു് 'സീരിയസ്'' എന്ന ഗ്രഹത്തിൻെറ ആവിർഭാവത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി കൂടുതൽ ശരിയായ ഒരു പഞ്ചാംഗം അവർ കണ്ടുപിടിച്ചു് ഉപയോഗിച്ചുവന്നു. ആണ്ടുതോറും നൈൽനദിയിൽ ഉണ്ടാകാറുള്ള ഒരു ഭയങ്കര വെള്ളപ്പൊ ക്കവും, സീരിയസ് നക്ഷത്രത്തിൻെറ വരവും തമ്മിൽ കൂട്ടി യിണക്കിയാണു് അവർ 365 ദിവസമുള്ള ഒരു പഞ്ചാംഗം ഉണ്ടാക്കിയെടുത്തതു്. അതുപോലെതന്നെ നൈൽനദി യിലെ വെള്ളപ്പൊക്കം ചുററുമുള്ള ആളുകളുടെ ഭൂസ്വ ത്തിൻെറ വരമ്പുകൾ തകക്കുക പതിവായിരുന്നു. കരം ചുമത്തുന്നതിനും, ഭരണക്രമം ശരിയാക്കുന്നതിനും, വരമ്പു

കൾ പുനഃസ്ഥാപിക്കേണ്ടതു് ആവശ്യമായി. അങ്ങിനെ ജോമട്രി കണ്ടുപിടിച്ചു. തൃകോണത്തിൻെറയും, ദീർഘ ചതുരത്തിൻെറയും, സമചതുരത്തിൻെറയും വിസ്തീർണ്ണം കണ്ടുപിടിക്കുവാൻ അവർ പഠിച്ചു. വളഞ്ഞ അതിർത്തി കളുടെ വിസ്തീർണ്ണം കണക്കാക്കുവാനും അവക്കു വിഷ്ലാലത്തു കഴിഞ്ഞു. ഒരുവിധത്തിൽ ആംഗിൾ (angle) അളക്കുന്ന തിനും പാറകളുടെ വലിപ്പം നിർണ്ണയിക്കുന്നതിനും ഉള്ള കഴിവും അവർ നേടി.

സംഖ്യകളെപ്പററിയുള്ള ബോധവും ക്രമേണ അവക്കു ണ്ടായി. പത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിലും അറുപതിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിലും അവർ സംഖ്യകൾ ഉണ്ടാക്കിയിരുന്നു. കണക്കിൽ ഉള്ള വൈദഗ്ദ്ധ്യം ഉപയോഗിച്ചാണു് അവർ ലോകപ്രസിദ്ധങ്ങളായ പിരമിഡുകൾ നിർമ്മിച്ചതു്. വിദൂര പ്രദേശങ്ങളിൽനിന്നു് വലിയ കല്ലുകൾ സംഭരിച്ചു് ചെത്തി മിനുക്കി ഉണ്ടാക്കിയ ആകാരസുഷമയുള്ള ഗംഭീരങ്ങളായ ആ പിരമിഡുകൾ പുരാതന ഈജിപ്ററുകാരുടെ കഴിവു കളുടെ മകുടോദാഹരണങ്ങളാണു്. ഗണിതത്തിലും, ക്ഷേത്ര ഗണിതത്തിലും, കൃഷിയിലും, എന്നപോലെതന്നെ വൈദ്യ ത്തിലും അവർ ശ്രദ്ധിച്ചിരുന്നു. ക്രിസ്തുവിനു് 3000 വർഷ ങ്ങൾക്കു മുമ്പുതന്നെ അവർ ശസ്ത്രക്രിയയിൽ ചില കഴിവു കൾ നേടിയിരുന്നു. സയൻസിൻെറ ചരിത്രത്തിലെ ആദ്യത്തെ എഴുത്തുരേഖയായ 'എഡ്‌വിൻസ്മിത്തു പാപ്പി റസ്' (3000 B. C.) ൽനിന്നും മനസ്സിലാകുന്നതു് അവക്കു് 48 ശസ്ത്രക്രിയാകർമ്മങ്ങൾ അറിയാമായിരുന്നു; എന്നാണു്. അതുപോലെ എൽബേർസ്(Elbers papyrus)പാപ്പിറസിൽ നിന്നും മനസ്സിലാകുന്നതു് വെള്ളവും, രക്തവും, വായുവും ഹൃദയത്തിൽനിന്നും വിവിധ ഭാഗങ്ങളിലേക്കു പോകുന്ന തിനെപ്പററി അവക്കു് നിഗമനങ്ങൾ ഉണ്ടായിരുന്നു

എന്നാണ്. രോഗം ബാധിക്കുന്നതു് ഈ പ്രവത്തനങ്ങൾക്കു് കേട്ടപററുമ്പോഴാണെന്നു് അവർ വിശ്വസിച്ചിരുന്നു. ആവണക്കെണ്ണയും, ചാണകവും അവർ മരുന്നുകളായി ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. പൊതുവെ പറയുകയാണെങ്കിൽ മരുന്നുകളെക്കാൾ കൂടുതൽ രോഗശമനത്തിനായി അവർ മന്ത്രങ്ങളേയും വൈദികരേയുമാണു് ആശ്രയിച്ചിരുന്നതു്. നൈൽനദിയുടെ ചുററും B. C. 3000 തൊട്ടു് B. C. 100 വരെ ഏകദേശം 30 രാജകുടുംബങ്ങളുടെ കീഴിലായിതഴച്ചു് പുഷ്പിച്ചുയന്നുവന്ന ആ പുരാതനസംസ്കാരം പ്രായോഗിക സയൻസിൽ ചില മുതൽക്കൂട്ടുകൾ ഉണ്ടാക്കിയെങ്കിലും അടിസ്ഥാനപരമായി ദൈവശക്തിയിലും, രാജനീതിയിലും ആണു് വിശ്വസിച്ചു് പുലന്നുവന്നതു്. പ്രകൃതിനിയമങ്ങളെപ്പററി അവക്കു് വാസ്തവത്തിൽ വലിയ അറിവൊന്നും കിട്ടിയിരുന്നില്ല. മാററു് (Māat) എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഒരു തത്വസംഹിതയാൽ അവർ നിയന്ത്രിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. നൈൽനദിയിലെ വെള്ളപ്പൊക്കങ്ങളുടെ ഗതിവിഗതികളെ ആശ്രയിച്ചിരുന്ന ആ സംസ്ക്കാരം രാജാക്കന്മാരുടേയും പുരോഹിതന്മാരുടെയുംപിടിയിൽനിന്നു് രക്ഷ നേടിയില്ല. ആയതിനാൽ കാലക്രമത്തിൽ ആ സംസ്ക്കാരം ക്ഷയിക്കുകയും മനുഷ്യൻെറ വളച്ച് അന്യരംഗങ്ങളിലേക്കു് മാററുകയും ചെയ്തു.

പ്രാചീന ഗ്രീക്കുകാരാണു് ചിന്തയുടെ മണ്ഡലത്തിൽ മുന്നേറിയതു്. ശരീരം ഭംഗിയായും, ബലിഷ്ഠമായും വളത്തിയെടുക്കുന്നതിനു് ശ്രദ്ധിച്ചിരുന്ന ഇവർ കാലക്രമത്തിൽ യുദ്ധരംഗത്തും, തത്വചിന്തയിലും, അസാമാന്യ പാടവം പ്രദശിപ്പിച്ചു. B. C. 600 മുതൽ ഏകദേശം 800 വഷകാലം നീണ്ടുനിന്ന ഗ്രീക്കുസംസ്ക്കാരം മാനവസമുദായത്തിനു് പല മുതൽക്കൂട്ടുകളും ഉണ്ടാക്കിയിട്ടുണ്ടു്. അനേകം ദ്വീപുകൾ

ഉള്ള ഒരു രാജ്യമായതുകൊണ്ട് പുരാതനകാലം മുതൽക്കു തന്നെ അവർ സമർത്ഥരായ നാവികരായിരുന്നു. ആയതിനാൽ വിദൂര രാജ്യങ്ങളിലേക്കു പോകുന്നതിനും, അന്യ സംസ്ക്കാരങ്ങളുമായി ഇടപഴകുന്നതിനും, വിശാല മനസ്ഥിതി ഉണ്ടാക്കുന്നതിനും അവർക്കു സാധിച്ചു. ഈജിപ്ഷ്യൻ സംസ്ക്കാരത്തിൻെറയും ബാബിലോണിയൻ സംസ്ക്കാരത്തിൻെറയും മിക്കനേട്ടങ്ങളും അവർ ഗ്രഹിച്ചു. ആ സംസ്ക്കാരങ്ങൾ ക്ഷയിച്ച് അവരുടെമേൽ ആധിപത്യം കിട്ടിയപ്പോൾ ഗ്രീക്കുകാർ പെട്ടന്നു വളന്നു. അയോണിയ (Ionia) എന്നറിയപ്പെടുന്ന ദ്വീപ് ചിന്തകന്മാരുടെ നാടായി, B. C. 600-ൽ തന്നെ പ്രസിദ്ധിനേടി. തെയിൽസ് (Thales) (640-546) എന്ന ചിന്തകൻ ലോകം എന്തുകൊണ്ടാണ് ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നതെന്നും ലോകവും പ്രപഞ്ചവും തമ്മിൽ എന്തു ബന്ധമുണ്ടെന്നും ചോദിക്കുവാൻ തുടങ്ങി. ഒരു ചെറിയ ദ്വീപിൽ ജീവിച്ച് വെള്ളം മേഘമാവുന്നതും, മേഘം വെള്ളമാകുന്നതും കണ്ടതിനാൽ പ്രപഞ്ചം വെള്ളം കൊണ്ടാണ് ഉണ്ടായിരിക്കുന്നതെന്ന വാദം അദ്ദേഹം പുറപ്പെടുവിച്ചു. ദൂരദേശങ്ങളിൽ സഞ്ചരിച്ചിരുന്ന ഒരു കച്ചവടക്കാരനായിരുന്നതിനാൽ അദ്ദേഹം ബാബിലോണിയൻ പ്രദേശങ്ങളിലും ഈജിപ്റ്റിലും സഞ്ചരിച്ച് അവരുടെ കഴിവുകളിൽ പലതും മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നു. 585 B. C. യിൽ ഉണ്ടാകാൻ പോകുന്ന ഒരു സൂര്യഗ്രഹണം സൃഷ്ടിക്കുവാൻ പോകുന്ന ഇരുട്ടിനെപ്പററി മുൻകൂട്ടി അദ്ദേഹം പ്രവചിക്കുകയും, അന്ന് യുദ്ധംചെയ്തുകൊണ്ടിരുന്ന രണ്ട് അടുത്തുള്ള ദ്വീപിലെ പടയാളികൾ ഗ്രഹണത്തിൻെറ ഇരുട്ടുവന്നപ്പോൾ ഭയവിഹ്വലരായി യുദ്ധം നിറുത്തുകയും അദ്ദേഹത്തെ ബഹുമാനിക്കുകയും ചെയ്തു. ആയതിനാൽ അദ്ദേഹത്തിൻെറ പ്രശസ്തി പെരുകി തൻെറ കഴിവിനെപ്പററി ബോധമുണ്ടായപ്പോൾ

അദ്ദേഹം പ്രകൃതിയെപ്പററി കൂടുതൽ പഠിക്കുകയും പുതിയതായി പലതും കണ്ടുപിടിക്കുകയും ചെയ്തു. ഇലക്ട്രിസിററിയുടേയും, മാഗ്നററിസത്തിൻേറയും ആദ്യകണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾ അദ്ദേഹത്തിൻെറ പേരിലാണ് അറിയപ്പെടുന്നതു്, കാന്തശക്തിയുള്ള കല്ലുകൾ പെറുക്കിയെടുത്തതും, ചെറിയ കടലാസ്സുകഷണങ്ങളെ ആകർഷിക്കാൻ കഴിവുള്ള ആംബർ (Amber) ഉണ്ടാക്കിയതും അദ്ദേഹമാണ്. തെയിൽസിനെപ്പോലെ അന്യാദൃശമായ കഴിവുണ്ടായിരുന്ന ചിലയാളുകളാണ് ഗ്രീക്ക്സയൻസ് വളർത്തിയെടുത്തതു്. കാര്യങ്ങളെപ്പററി ചിന്തിക്കുവാനുള്ള അവരുടെ കഴിവും, അവർ കയ്യടക്കിയ ഈജിപ്ററുകാരുടെയും, ബാബിലോണിയന്മാരുടെയും പ്രായോഗികകഴിവുകളും ഒന്നു ചേർന്നപ്പോൾ സയൻസ് പടിപടിയായി ഉയർന്നുവന്നു. തെയിൽസിൻെറ പാരമ്പര്യം പുലർത്തിക്കൊണ്ടുവന്നതു് അനെക്സിമാൻഡർ (Anaximander) അനെക്സിമിനിസ് (Aneximenes) പിത്തഗോറസ് (Pythogoras) പ്ലാറേറാ, അരിസ്റ്റോട്ടിൽ, ഹിപ്പോക്രാററ്സ്, ഗാലൻ (galen) ടോളമി (Ptolomy) മുതലായവരാണ്. തെയിൽസിൻെറ ശിഷ്യനായിരുന്ന അനെക്സിമെൻഡർ (611–547 B. C.) പ്രപഞ്ചം സൃഷ്ടിച്ചിരിക്കുന്നതു് ആദിയും അന്തവുമില്ലാത്ത ഒരേ ഒരു വസ്തുകൊണ്ടാണെന്നും, ഓരോന്നിൻേറയും കാലം കഴിയുമ്പോൾ ആ വസ്തുവിലേക്ക് എല്ലാം മാറുമെന്നും സമർത്ഥിച്ചു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ അഭിപ്രായത്തിൽ പ്രപഞ്ചം ഒന്നിനുള്ളിലൊന്നായി അടുക്കിവച്ചിരിക്കുന്ന അനേക സിലിണ്ടറുകൾപോലെയാണെന്നായിരുന്നു. ഒരു തുറമുഖപട്ടണമായ മിലിററസ് (Miletus) ൽ താമസിച്ചിരുന്നതിനാൽ അദ്ദേഹം അനേകം നാവികരുടെ സഹായത്തോടുകൂടി ഒരു ഭൂപടം ഉണ്ടാക്കി. അതുപോലെ B. C. 6-ാം ശതകത്തിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന അനക്സിമിനിസ്

പ്രപഞ്ചം സൃഷ്ടിച്ചിരിക്കുന്നതു് വായുവിൽനിന്നാണു് എന്ന ആശയം പ്രചരിപ്പിച്ചു. ഭൂമി വട്ടത്തിലുള്ള ഒരു disc (ഡിസ്കു്) ആണെന്നും, അതു വായുവിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കയാണെന്നും ഗോളങ്ങളെല്ലാം അതിനുചുററും കറങ്ങുകയാണെന്നും അദ്ദേഹം പ്രവചിച്ചു. നേരെ മറിച്ചു് ഹിരാക്ലീററസ് (Heraclitus) എന്ന തത്വചിന്തകൻ സകല പദാർത്ഥങ്ങളും അഗ്നിയിൽനിന്നാണു് ഉണ്ടായിരിക്കുന്നതെന്നു് വാദിച്ചു. B. C. 5–ാം ശതകത്തിൽ ജീവിച്ച ഡെമോക്രിററസ് (Democritus) ആണു് അണുസിദ്ധാന്തം ആദ്യമായി പ്രചരിപ്പിച്ചതു്, ആദ്യന്തമില്ലാത്ത ശൂന്യാകാശത്തിൽക്കൂടെ സദാ സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന അണുക്കളുടെ സമൂഹങ്ങളാണു് ഭൂമിയും ഗോളങ്ങളും എന്നായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിൻെറ വാദം. B. C. 5–ാം നൂററാണ്ടിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന എംപിഡോക്ലിസ് (Empedocles) എന്ന ചിന്തകൻ വെള്ളം, വായു, അഗ്നി, ഭൂമി എന്ന നാലു മൂലകങ്ങൾ കൊണ്ടാണു് പ്രകൃതി സൃഷ്ടിച്ചിരിക്കുന്നതെന്നും, അവക്കു് തണുപ്പു്, ചൂടു്, ഈർപ്പം, വരൾച്ച എന്ന നാലു ഗുണങ്ങൾ ഉണ്ടെന്നും, മനുഷ്യശരീരംതന്നെ ഇവയുടെ വിവിധ തരത്തിലുള്ള കലർപ്പുകളാണെന്നും ശക്തിയായി അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. ഗ്രീക്കുചിന്തകന്മാരുടെ ഇടയിൽ വളരെ സ്വാധീനം ചെലുത്തിയ ഒരാളാണു് പിത്തഗോറസ്. ഡാമോസ് എന്ന ദ്വീപിൽ ജനിച്ച ഇദ്ദേഹം ഈജിപ്ററിലും, മെസോപ്പൊട്ടേമിയായിലും വളരെയധികം സഞ്ചരിച്ചു് അവസാനം ഗ്രീസിന്റെ സാമന്തരാജ്യമായ ദക്ഷിണ ഇറ്റലിയിൽക്രോട്ടൺ എന്ന സ്ഥലത്തു താമസിച്ചു് ഒരു ശിഷ്യപരമ്പരയുണ്ടാക്കി. കണക്കാണു് അടിസ്ഥാനശാസ്ത്രമെന്നും, അക്കങ്ങൾകൊണ്ടാണു് ലോകം സൃഷ്ടിച്ചിരിക്കുന്നതെന്നും അദ്ദേഹം വിശ്വസിച്ചു. ഒന്നു് എന്ന അക്കം ന്യായത്തെകുറിക്കുന്നു എന്നും അവർ വിശ്വസിച്ചു. ക്ഷേത്രഗണിതത്തിലാണു് അവർ മഗ്നരാ

യിരുന്നതു്. ഒരു മട്ടത്രികോണത്തിന്റെ കർണ്ണം (Hypoteneus) കൊണ്ടുണ്ടാക്കുന്ന സമചതുരത്തിന്റെ വിസ്തീർണ്ണം മററ രണ്ടു വശത്തിൻെറ നീളങ്ങൾകൊണ്ടുണ്ടാക്കുന്ന സമചതുരങ്ങളുടെ വിസ്തീർണ്ണത്തിൻെറ തുകയായിരിക്കും എന്നു പിത്തഗോറസ് കണ്ടുപിടിച്ചു. അതുപോലെ നാലുവശങ്ങളുള്ള ക്ഷേത്രഗണിതരൂപങ്ങളെപ്പററിയും, സമാന്തര രേഖകളെപ്പററിയും, ഒററ സംഖ്യകളെപ്പറ്റിയും പലതും അവർ കണ്ടുപിടിച്ചു. കൂടാതെ സംഗീത ശാസ്ത്രത്തിലും അവർ പുതിയ അറിവുകൾ നേടി. കൊല്ലന്മാരുടെ ആലകളിൽ വിവിധ ഭാരമുള്ള ചുററികകൾ കൊണ്ടടിക്കുമ്പോൾ വിവിധ ശബ്ദം ഉണ്ടാകുന്നതിൽ നിന്നു് സംഗീതാത്മകമായ ശബ്ദങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാന പ്രകൃതങ്ങളെപ്പററി അവർ ചില തത്വങ്ങൾ ആവിഷ്ക്കരിച്ചു. പത്തു് എന്ന സംഖ്യയുടെ ഭംഗിയിൽ ആകൃഷ്ടരായി പ്രപഞ്ചം സൃഷ്ടിച്ചിരിക്കുന്നതു് 10 ഗ്രഹങ്ങൾ കൊണ്ടാണെന്നു് അവർ വാദിച്ചു. പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ നടുക്കു് ഒരു വലിയ അഗ്നികുണ്ഡം ഉണ്ടെന്നും, അതിനു ചുററുമാണു് സൂര്യനും ഭൂമിയും മററു ഗ്രഹങ്ങളും ഭ്രമണം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതെന്നും, അവ കറങ്ങുമ്പോൾ സംഗീതാത്മകമായ ഒരു ശ്രുതി ഉണ്ടാക്കിക്കൊണ്ടിരിക്കുമെന്നുമുള്ള തത്വം പിത്തഗോറസിന്റെ ശിഷ്യന്മാർ പ്രചരിപ്പിച്ചു. ഇന്നത്തെ അറിവുവച്ചു് നാം ഇവരെ പരിഹസിക്കുമെങ്കിലും പില്ക്കാലത്തു് സൂര്യനു ചുററും ഗ്രഹങ്ങളും ഉപഗ്രഹങ്ങളും ഭ്രമണം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു എന്നതു് കണ്ടുപിടിക്കാൻ സഹായിച്ചതു് ഈ നിഗമനങ്ങളാണെന്നു് നാം ഓർക്കേണ്ടതുണ്ടു്.

പിത്തഗോറസിൻെറ കാലശേഷം സയൻസിൽ അസാമാന്യമായ പ്രാഗൽഭ്യം പ്രദർശിപ്പിച്ച ഒരാളാണു് അരിസ്റ്റോട്ടിൽ. അദ്ദേഹവും, അദ്ദേഹത്തിൻെറ ശിഷ്യ പരമ്പരകളും കൂടിയാണു് ഗ്രീക്കു ചിന്തയുടെ സുവർണ്ണകാലം

കൈകാര്യം ചെയ്തതു്. വളരെ ശ്രേഷ്ഠമായി ജീവിച്ച് പാശ്ചാത്യ ലോകത്തിലെ 2000 വർഷത്തേക്കുള്ള വിശ്വാസ പ്രമാണങ്ങൾ രൂപപ്പെടുത്തിയതു് അദ്ദേഹമാണ്. B. C. 4-ാം നൂററാണ്ടിൽ ഗ്രീക്ക ചിന്ത അതിൻെറ അത്യുച്ച കോടിയിലെത്തി. ഏതൻസ് നഗരം കലയുടെയും, സാഹിത്യത്തിൻെറയും, ചിന്തയുടെയും കേന്ദ്രരംഗമായിരുന്നു. അക്കാല ഘട്ടത്തിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന തത്വചിന്തകന്മാർ പ്രധാനമായും സദാചാരത്തെപ്പററിയും, പ്രബോധന രീതികളെപ്പററിയും, ആത്മവിജ്ഞാനത്തെപ്പററിയും ആണ് പഠിച്ചിരുന്നതെങ്കിലും സയൻസിൻെറ പ്രശ്നങ്ങൾ അവർ മറന്നിരുന്നില്ല. അയോണിയക്കാരനായിരുന്ന അനെക്സിഗോറസ് (മരണം B. C. 438) വളരെ തന്റേടത്തോടുകൂടി സൂര്യൻ ദൈവമല്ല, എന്നാൽ ഒരു അഗ്നികുണ്ഡം മാത്രമാണെന്നും, ചന്ദ്രൻ സൂര്യൻെറ വെളിച്ചം പ്രതിഫലിക്കമാത്രമാണെന്നും ആകാശത്തിൽ കാണുന്ന തിളങ്ങുന്ന ഗ്രഹങ്ങളെല്ലാം വെറും കല്ലുകൾ കറങ്ങുന്നതുകൊണ്ടു് കത്തിജ്വലിക്കുന്നതാണെന്നും പ്രസ്താവിച്ചു. ഈ ചിന്തകളെല്ലാം ഏതൻസ് നഗരവാസികളുടെ വിശ്വാസത്തിനു് വിപരീതമായിരുന്നതിനാൽ അവർ അദ്ദേഹത്തെ അവിടെനിന്നു് ഓടിക്കയും അദ്ദേഹം അയോണിയയിൽ അഭയം തേടുകയും ചെയ്തു. ലോകപ്രസിദ്ധനായ സോക്രട്ടീസ് (B. C. 470-399) ജീവിച്ചിരുന്നതും ഏതൻസിലായിരുന്നു.

പ്രകൃതി ശാസ്ത്രങ്ങളെപ്പററി ആദ്യകാലത്തു് പഠിച്ചിരുന്നുവെങ്കിലും ആ രംഗത്തു കണ്ട അഭിപ്രായ വ്യത്യാസങ്ങൾ അദ്ദേഹത്തെ നിരുത്സാഹപ്പെടുത്തി. എന്നാൽ മനുഷ്യക്ക് നൈസർഗ്ഗികമായുള്ള ജിജ്ഞാസയിൽ നിന്നും ഉദിക്കുന്ന പ്രശ്നങ്ങളെ കൈകാര്യം ചെയ്യുവാൻ അദ്ദേഹം മാർഗ്ഗദർശനം നൽകി. ഒരു അഭ്യൂഹമോ, ഒരു ചിന്താശക

ലമോ, എടുത്തു് അതിനെപ്പററി ചോദ്യങ്ങൾ ചോദിച്ചു് ഉത്തരം കണ്ടുപിടിച്ചു് ബുദ്ധിയെ കൂടുതൽ കൂർമ്മിപ്പിക്കാനാണു് അദ്ദേഹം തുനിഞ്ഞതു്. പില്ക്കാലത്തിൽ സയൻസിൻെറ ഏററവും വലിയ നേട്ടമായി രൂപം പ്രാപിച്ച രീതിയുടെ അടിസ്ഥാനം ഈ പദ്ധതിയിൽ ബീജാവാപം കൊള്ളുന്നു. സോക്രട്ടീസ് തന്നെ ഈ രീതിയെ ഉപയോഗിച്ചതു് പ്രകൃതിയെപ്പററി പഠിക്കുവാനല്ല, എന്നാലോ, മനുഷ്യരുടെ പെരുമാററത്തെപ്പററിയും, സാമൂഹ്യാചാരങ്ങളെപ്പററിയും പഠിക്കുവാനാണു്. സോക്രട്ടീസിൻെറ ശിഷ്യനായ പ്ലേറേറാ (B. C. 427–347) ഒരു അക്കാഡമിയുണ്ടാക്കി അതിലെ അംഗങ്ങളെക്കൊണ്ടു് അന്നുവരെ അറിയപ്പെട്ടിരുന്ന വിജ്ഞാനത്തിൻെറ പല വശങ്ങളേയും പററി ചോദ്യോത്തര രീതിയിൽ എഴുതിപ്പിച്ച പുസ്തകങ്ങൾ മനുഷ്യരാശിക്കു് ഒരു മുതൽക്കൂട്ടാണു്. പിത്തഗോറസിനെപ്പോലെ തന്നെ പ്ലേറേറായും അടിസ്ഥാനപരമായി കണക്കിൽ വിശ്വസിച്ചിരുന്നു. ഒരു നൂററാണ്ടിനു ശേഷം ക്ഷേത്ര ഗണിതത്തിൽ അടിസ്ഥാന പരമായ പല തത്വങ്ങളും കണ്ടുപിടിച്ച യൂക്ലിഡ് (Qulid) നു് വഴി തെളിയിച്ചു വച്ചതു് വാസ്തവത്തിൽ പ്ലേറേറായാണു്. പ്ലേറേറായുടെ കാലശേഷം ജീവിച്ചിരുന്ന മഹാന്മാരിൽ ഏററവും കൂടുതൽ ശ്രദ്ധ ആകർഷിക്കുന്നതു് അരിസ്റ്റോട്ടിലാണു്. വിജ്ഞാനത്തിൻെറ സകല മണ്ഡലങ്ങളിലും അദ്ദേഹം പ്രവൎത്തിച്ചിരുന്നതായി അദ്ദേഹത്തിൻെറ കൃതികളിൽ നിന്നും മനസ്സിലാകുന്നു. B. C. 384-ൽ ജനിച്ച ഇദ്ദേഹം ഏതൻസിൽ പോയി പ്ലേറേറായുടെ കീഴിൽ വിദ്യാഭ്യാസം നടത്തുകയും പിന്നീടു് ദൂര ദിക്കുകളിൽ സഞ്ചരിച്ചശേഷം അന്നത്തെ യുവരാജാവായിരുന്ന അലക്സാണ്ടറുടെ ഗുരുവായിത്തീരുകയും ചെയ്തു. പില്ക്കാലത്തു് അലക്സാണ്ടർ വിദൂരദേശങ്ങൾ പിടിച്ചടക്കുവാൻ

പോയപ്പോൾ അരിസ്റ്റോട്ടിൽ ഒരു വിദ്യാമന്ദിരം സ്ഥാപിച്ച് ക്ലാസ്സുകൾ നടത്തുകയും പുസ്തകങ്ങൾ എഴുതുകയും ചെയ്തുവന്നു. ദുർഗ്രഹമായ കാര്യങ്ങളെപ്പററി പുസ്തകങ്ങളിൽ പടങ്ങൾ വരച്ചുതുടങ്ങിയതു് അരിസ്റ്റോട്ടിലാണ്. എന്നുമല്ല, ഏതു വിഷയത്തെപ്പററി പ്രബന്ധം തയ്യാറാക്കിയാലും അതിനെപ്പററി അന്നുവരെ അറിയാവുന്ന കാര്യങ്ങളെപ്പററിയെല്ലാം പ്രതിപാദിച്ചതിനു ശേഷമെ സ്വന്തം അഭിപ്രായം അദ്ദേഹം രേഖപ്പെടുത്തിയിരുന്നുള്ളു. ആയതിനാലാണ് പുരാതനകാലങ്ങളിൽ സയൻസിൻെറ വിവിധ മണ്ഡലങ്ങളിൽ ലഭിച്ചിരുന്ന അറിവുകളെല്ലാം തന്നെ അരിസ്റ്റോട്ടിലിൻെറ പുസ്തകങ്ങളിൽനിന്നു് നമുക്ക് ലഭിക്കുന്നതു്. ഇന്നു്, അദ്ദേഹം പറഞ്ഞിരിക്കുന്ന പല കാര്യങ്ങളും നാം ത്യജിക്കുന്നു എന്നു വരികിലും അദ്ദേഹം ജീവിച്ചിരുന്ന കാലഘട്ടത്തിലെ പശ്ചാത്തലം വച്ചു നോക്കിയാൽ അതിഗംഭീരനായ ഒരു മഹാ പണ്ഡിതനായിരുന്നു അരിസ്റ്റോട്ടിൽഎന്നു് നമുക്കു മനസ്സിലാക്കാം.

അരിസ്റ്റോട്ടിൽ വിഭാവനചെയ്ത പ്രപഞ്ചം ഒന്നിനുള്ളിൽ ഒന്നായി സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ഗോളങ്ങളെക്കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയതും ഇവയുടെയെല്ലാം നടുവിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതായ ഭൂമി ഉൾക്കൊള്ളുന്നതും ആയിരുന്നു ഭൂമിയുടെ ചുററും ഒരു വായുമണ്ഡലവും അതിനെ പൊതിഞ്ഞു് നാലു് മൂലകങ്ങളെ [ഭൂമി, ജലം, വായു, അഗ്നി] കുറിക്കുന്നതായ നാലു ഗോളങ്ങളും, അതിനെ ചുററി ഈതർ എന്നു വിളിച്ച—നിർവ്വചിക്കുവാൻ വിഷമമായ—സാധനംകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ മണ്ഡലവും, അതിനേയുംചുററി ഓരോ ഗ്രഹങ്ങൾ മാത്രം സഞ്ചരിക്കുന്ന ഏഴ് ഗോളങ്ങളും, വിഭാവന ചെയ്തിരുന്നു. എന്നുമല്ല, ഇവയെയെല്ലാം ചുററി ഒരു ഗോളത്തിൻെറ വിവിധ ഭാഗത്തായി നക്ഷത്രങ്ങളെല്ലാം ഇരിക്കുന്നുവെന്നും,

അതിനെ ചുററി ആദികാരണമായുള്ളും ചലനവും ജീവിതവും ഉണ്ടാക്കിയതുമായ ഏതോ ഒരു വസ്തു ഉണ്ടെന്നും അദ്ദേഹം പ്രവചിച്ചു.

പ്രപഞ്ചസൃഷ്ടിക്കു് ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നതായ നാലു മൂലകങ്ങൾ നാലു ഗോളങ്ങളിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു എങ്കിലും അവയെല്ലാം ഭൂമിയിലെ വിവിധ വസ്തുക്കൾ ഉണ്ടാക്കുന്നതിനായി ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നു എന്നദ്ദേഹം സമർത്ഥിച്ചു. ഇപ്രകാരമുണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്ന ഭൂമിയിലെ വസ്തുക്കളെ സജീവവും നിർജ്ജീവവും രണ്ടായി തരംതിരിച്ചതിനു ശേഷം ജീവനുള്ളവയെല്ലാം ആത്മാവുള്ളവയാണെന്നും ഈ ആത്മാവിൻെറ കൂടുതൽ കുറവനുസരിച്ചു് അവയെ ക്രമമായി അടുക്കി നിത്താമെന്നും അദ്ദേഹം അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. ജീവിതമാകുന്ന ഒരു ഏണിപ്പടിവരച്ചു് അടിയിൽ സസ്യങ്ങളേയും പിന്നീടു് മത്സ്യം, ഇഴജന്തുക്കൾ മുതലായവയേയും അവസാനം മനുഷ്യനേയും, ക്രമമായി നിത്തി, ജീവനുള്ള വസ്തുക്കൾ എല്ലാം സൃഷ്ടിച്ചിരിക്കുന്നതു് ഏതോ ഒരു മഹത്തായ ഉദ്ദേശത്തിനാണെന്നു് തെളിയിക്കാൻ അദ്ദേഹം ശ്രമിച്ചു.

ബയോളജിയിലുള്ള കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളിലാണു് അരിസ്റ്റോട്ടിൽ ആധുനിക സയൻസിൻെറ ഏററവും അടുത്തെത്തിയിരിക്കുന്നതു്. ഏകദേശം 540 മൃഗങ്ങളുടെ ജീവിതരീതിയെപ്പററി അദ്ദേഹം വർണ്ണിച്ചിട്ടുണ്ടു്. അതുപോലെ കോഴിമുട്ടയെപ്പററി പഠിച്ചു് കോഴിക്കുഞ്ഞുണ്ടാകുന്നതിനു മുൻപുള്ള ജീവിതം വിവരിച്ചിട്ടുണ്ടു്. പശുക്കളുടെ നാലറകളുള്ള ആമാശയത്തെപ്പററിയും, സമുദ്രജീവികളായ ഒക്ടോപ്പസ് (Octopus) ഡോഗ് ഫിഷ് (Dog Fish) എന്നിങ്ങനെ പലതിനെ പററിയും അദ്ദേഹത്തിൻെറ പുസ്തകങ്ങളിൽ സമത്ഥമായി പ്രതിപാദിച്ചി

ട്ടുണ്ട്. എന്നുമല്ല, അദ്ദേഹത്തിന്റെ ചില നിഗമനങ്ങളുടെ സൂക്ഷ്മത ഈ അടുത്ത കാലത്താണു് തെളിഞ്ഞിരിക്കുന്നതു്.

അരിസ്റ്റോട്ടിൽ ക്രോഡീകരിച്ചതായ ന്യായവാദങ്ങൾ അദ്ദേഹത്തിന്റെ കാലശേഷം 2000 വർഷക്കാലത്തോളം നീണ്ടുനിന്നു, ചിന്തയുടെ മണ്ഡലത്തിൽ സത്യങ്ങളായി നിലനിന്നു. പ്രപഞ്ചഘടനയെപ്പററിയുള്ള അദ്ദേഹത്തിന്റെ അഭ്യൂഹങ്ങളെല്ലാം തെററാണെങ്കിലും അസാമാന്യ കഴിവുണ്ടായിരുന്ന അദ്ദേഹത്തിന്റെ വ്യക്തിമാഹാത്മ്യത്തിൽ മയങ്ങി, ആ ആശയങ്ങൾ ചോദ്യം ചെയ്യപ്പെടാതെ നൂററാണ്ടുകളിൽക്കൂടി ജീവിച്ചുപോന്നു. എന്നുമല്ല, അവയെ ചോദ്യം ചെയ്യുന്നതു് അതിരുകടന്ന പ്രവൃത്തിയാണെന്നു് മതസംഘടനകൾ പോലും ശഠിച്ചു. അരിസ്റ്റോട്ടിൽ തന്നെ തന്റെ അനുചരന്മാരെ അന്ധമായ പ്രമാണങ്ങളെ വിശ്വസിക്കുന്നതിൽനിന്നു് ശക്തിയായ ഭാഷയിൽ നിരോധിച്ചിരുന്നെങ്കിലും പിന്നീടു വന്ന തലമുറകൾ ഗതാനുഗതികത്വത്തിന്റെ പിടിയിൽനിന്നു് രക്ഷനേടിയില്ല, ആ വിജ്ഞാന ഭണ്ഡാരത്തിന്റെ മാന്ത്രികവലയിൽപ്പെട്ടു് "എന്തെല്ലാം അബദ്ധങ്ങളാണു് മനുഷ്യർ വളരെ നാളത്തേക്കു് വിശ്വസിച്ചതു്", എന്നു മനസ്സിലാകുമ്പോഴാണു് ഇന്നത്തെ സയൻസിന്റെ പ്രവർത്തനരീതിയുടെ ഗുണങ്ങൾ മനസ്സിലാവുന്നതു്. ഉദാഹരണമായി വായു ലഘുത്വത്തെ കാണിക്കുന്നതിനാൽ അതിന്റെ വ്യാപ്തം കൂട്ടുംതോറും തൂക്കം കുറഞ്ഞുവരുമെന്നു് അദ്ദേഹം സമർത്ഥിച്ചിരുന്നു. അതുപോലെ ഘനം കൂടിയ വസ്തുവും, ഘനം കുറഞ്ഞ വസ്തുവും ഒരേ സമയത്തു് ഭൂമിയിലേക്കു് വീഴ്ത്തിയാൽ ഘനം കൂടിയ വസ്തു ആദ്യം വീഴുമെന്നു് അദ്ദേഹം ആധികാരികമായി പറഞ്ഞിരുന്നു. ഒരു പരീക്ഷണത്താൽ എളുപ്പം മാററാവുന്നതായിരുന്ന ഈ തത്വം 2000 വർഷക്കാലം ഒരു പരീക്ഷണത്തിനു്

വിധേയമാക്കാതെ മനുഷ്യൻ വിശ്വസിച്ചുപോന്നു. എന്തു കൊണ്ടെന്നാൽ അതി ബുദ്ധിമാനായ അരിസ്റ്റോട്ടിൽ പണ്ടേ യ്ക്കുപണ്ടേ ഗ്രീസിൽവച്ച് ഇപ്രകാരമേ സംഭവിക്കയുള്ളു എന്നു പറഞ്ഞിരുന്നു. അതുകൊണ്ട് A. D. 17-ാം നൂററാണ്ടിൽ ഗലീലിയോ എന്ന ഇററാലിയൻ-ശാസ്ത്രജ്ഞൻ പരീക്ഷണം കൊണ്ട് മറിച്ചു തെളിയിക്കുന്നതുവരെ ഈ വസ്തുത ചോദ്യം ചെയ്യപ്പെടാതെ നിലനിന്നുവന്നു എന്നതു് ഒരു ചരിത്രസത്യമാണു്.

അരിസ്റ്റോട്ടിലിൻെറ പിൻഗാമി തിയോഫോസ്ട്രസ് സസ്യജീവിതത്തെപ്പററി വിസ്തരിച്ചു പഠിച്ചു. അദ്ദേഹം സസ്യങ്ങൾക്കു കൊടുത്ത പേരുകളിൽ പലതും ഇന്നും നില നിന്നുപോരുന്നു. അതിൽ പിന്നീടു വന്ന ചിന്തകരിൽ മുക്കാല്പംപേർ മനുഷ്യജീവിതത്തിലെ സുഖാസുഖങ്ങളെ പ്പററി അന്വേഷിച്ച് ഗതിയടയുകയാണ് ചെയ്തതു്. മഹാനായ അലക്സാണ്ടർ ദിഗ്‌വിജയം നടത്തി ഒരു മഹാസാമ്രാജ്യം സ്ഥാപിച്ച് തലസ്ഥാനം അലക്സാണ്ടറി യക്കു് മാററിയതുമുതൽ ഗ്രീക്ക് ചിന്ത മുരടിച്ചുതുടങ്ങി.

അലക്സാണ്ഡർ ഈജിപ്റ്റ് കീഴടക്കി, അലക്സാണ്ഡ റിയ നഗരം സ്ഥാപിച്ച് അവിടം വിജ്ഞാനത്തിന്റെ കേന്ദ്ര മായി നിലനിർത്തുവാൻ ശ്രമിച്ചു. എന്നാൽ അദ്ദേഹത്തിന്റെ കാലശേഷം ടോളമിയുടെ രാജവംശം അവിടം ഭരിക്കുവാൻ തുടങ്ങിയപ്പോൾ ചിന്ത കാടുകയറുകയാണ് ചെയ്തതു്. B. C. 283-ൽ മരിച്ച ടോളമി ഒന്നാമൻ എന്ന രാജാവ് അദ്ദേഹത്തിൻെറ അടുത്തു് ഗ്രീസിൽനിന്നും അനേകം തത്വ ചിന്തകന്മാരേയും സാഹിത്യകാരന്മാരേയും വരുത്തി ഒരു അക്കാഡമിയുണ്ടാക്കി. അതോടുകൂടി പുരാതന കാലത്തെ

ഏററവും വലിയ ഗ്രന്ഥശാലയും സ്ഥാപിതമായി. അവിടെ പഠിക്കുന്നതിനായി വിദൂരദേശങ്ങളിൽനിന്നുപോലും വിദ്യാർത്ഥികളും ഗവേഷകന്മാരും വന്നിരുന്നു. ജോമട്രിയും ഓൾജിബ്രായും, ട്രിഗ്നോമട്രിയും, അസ്ട്രോണമിയും, സർവ്വേയും, രസതന്ത്രവും, ഊർജ്ജതന്ത്രവും എല്ലാം അവിടെ പഠിപ്പിച്ചിരുന്നു. അവിടെ പഠിച്ച് പ്രശസ്തിയാർജ്ജിച്ച ഒരു ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നു യൂക്ലിഡ്. അദ്ദേഹം B. C. 300 ന് അടുത്ത് ജീവിച്ചിരുന്നു. ജോമട്രിയിലെ പഴയ തത്വങ്ങൾ ക്രോഡീകരിച്ച് അദ്ദേഹം പുതിയ തത്വങ്ങൾ ആവിഷ്കരിച്ചു. അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ച തത്വങ്ങൾ തെളിയിക്കുന്നതിന് കൂടുതൽ ലളിതമായ വഴികൾ കണ്ടുപിടിക്കണമെന്ന് ആവശ്യപ്പെട്ട ടോളമി ഒന്നാമനോട് രാജാക്കന്മാർക്ക് ജോമട്രിയിൽ എളുപ്പവഴിയില്ല എന്ന് സധൈര്യം പ്രസ്താവിച്ചു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ ലോകപ്രസിദ്ധമായ "എലിമെൻറ്സ് ഓഫ് ജോമട്രി" എന്ന പുസ്തകം ഇന്നും ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. B. C. 280 തൊട്ട് 264 വരെ അലക്സാണ്ടറിയായിൽ പഠിപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന അരിസ്റ്റാർക്കസ് എന്ന ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ നടുക്ക് ഒരഗ്നി കുണ്ഡമുണ്ടെന്നും അതിന്റെ ചുററും സൂര്യനും, ചന്ദ്രനും, ഗ്രഹങ്ങളും പ്രയാണം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കയാണെന്നും സമർത്ഥിച്ചതു്. ഇന്ന് അദ്ദേഹത്തിനെ "പഴയലോകത്തിലെ കോപ്പർ നിക്കസ്സ്" എന്ന് വിളിക്കുന്നുവെങ്കിലും അദ്ദേഹം ജീവിച്ചിരുന്ന കാലത്തെ ശാസ്ത്രലോകം ഈ തത്വങ്ങളെ നിരാകരിച്ചു. അലക്സാണ്ഡറിയായിലെ വിദ്യാപീഠങ്ങളിൽനിന്ന് വികസിച്ച ഏററവും ശ്രേഷ്ഠമായ മനുഷ്യമനസ്സ് ആർക്കിമിഡീസിൻെറതായിരുന്നു. തൻെറ ജീവിതത്തിൻെറ ഭൂരിഭാഗവും 'സിസിലിയിൽ' കഴിച്ചുകൂട്ടിയ അദ്ദേഹം ഉപകാരപ്രദങ്ങളായ കണ്ടുപിടിത്ത

ങ്ങളും നടത്തി. ഏതൊരു വൃത്തത്തിന്റേയും ചുററളവും വ്യാസവും തമ്മിൽ ഉള്ള അനുപാതം π ആയിരിക്കുമെന്നും, ഏതൊരു സിലണ്ടറിനുള്ളിലും അതിന്റെ വ്യാസത്തിനോട്ട് സമമായ വ്യാസമുള്ളതും, ഉയരമുള്ളതും ആയ ഒരു ഗോളം വസ്തുകയാണെങ്കിൽ അവ തമ്മിലുള്ള വ്യാസത്തിൻെറ അനുപാതം $\frac{3}{2}$ ആയിരിക്കുമെന്നും അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. വലിയ സംഖ്യകളെ കുറിക്കുന്നതിനു് ഉള്ള ഒരുവഴി കണ്ടുപിടിക്കണമെന്നും, പ്രപഞ്ചത്തിനോളം വലുതായ ഒരു മണൽത്തരിക്കൂട്ടം എണ്ണുന്നതിനുപോലും വഴിയുണ്ടെന്നും, അദ്ദേഹംസമത്ഥിച്ചു. നിൽക്കുവാനൊരു സ്ഥലം തരികയാണെങ്കിൽ ഒരു ലിവർ (ഉത്തോലകം) ഉപയോഗിച്ച് ഭൂഗോളത്തെ മാററാമെന്നു് അദ്ദേഹമാണു് ധൈര്യമായി പ്രസ്താവിച്ചതു്. ഈ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളെപ്പററി ഗ്രഹിച്ച സിസിലിയിലെ രാജാവു് ആക്കിമിഡീസിന്റെ ബുദ്ധിശക്തി പ്രായോഗികാവശ്യങ്ങളിലേയ്ക്കു് തിരിച്ചുവിടണമെന്നു് അഭ്യർത്ഥിച്ചു, തൽഫലമായി അദ്ദേഹം പല പ്രായോഗിക കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളും നടത്തി. ഒരു വസ്തു ദ്രാവകത്തിൽ മുങ്ങിക്കിടക്കുമ്പോൾ ആദേശം ചെയ്യപ്പെടുന്ന ദ്രാവകത്തിൻെറ വ്യാപ്തവും താഴ്ന്നുപോകുന്ന ഖര വസ്തുവിൻെറ വ്യാപ്തവും ഒന്നായിരിക്കുമെന്നും ആ ഖരവസ്തുവിൻെറ തൂക്കത്തിൽ ആദേശം ചെയ്യപ്പെട്ട ദ്രാവകത്തിൻെറ തൂക്കം കുറവു വരുമെന്നുള്ള തത്വവും ആവിഷ്ക്കരിച്ചതു് ഇദ്ദേഹം തന്നെയാണു്.

രാജശാസനയനുസരിച്ച് പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിയപ്പോഴാണു് അദ്ദേഹത്തിനു് പുതിയ പ്രകൃതിനിയമങ്ങളെപ്പററിയുള്ള ദശനങ്ങളുണ്ടായതു്. രാജാവിൻെറ സ്വണ്ണക്കിരീടത്തിൽ ചേത്തിരുന്ന ചെമ്പിന്റെ അനുപാതം കണ്ടുപിടിക്കാൻ ശ്രമിച്ചപ്പോഴാണു് ആക്കിമിഡീസ് തത്വംസ്ഥിരീകരിക്കപ്പെട്ടതു്. രാജാവിനുണ്ടാക്കിയ ഒരു കപ്പലിൽ വെള്ളം

കയറിയപ്പോൾ അതു വെളിയിൽ കളയുന്നതിനാണ് ആക്കിമിഡീസ് സ്ക്രൂ കണ്ടുപിടിച്ചതു്. സൈനികാവശ്യങ്ങൾക്കു വേണ്ടി അനേകം വിദ്യകൾ അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചുകൊടുത്തു "സിസിലിയു"ടെ ശത്രുക്കളായ റോമാക്കാരെ എതിക്കുന്നതിനുവേണ്ടി 'കാറമാപുൽററ്കൾ' ഉണ്ടാക്കി. സൂര്യരശ്മിയെ തിരിച്ചുവിട്ട് സിസിലിയോടടുക്കുന്ന കപ്പലുകളുടെ നേക്ക് അയച്ച് അവയെ കത്തിക്കുന്നതിനു് ഉപയോഗിക്കാവുന്ന കണ്ണാടികൾ അദ്ദേഹം നിമ്മിച്ചു. ചുരുക്കത്തിൽ ഇത്രയും സമർത്ഥനായ ഒരു ശാസ്ത്രജ്ഞനെ പുരാതന അലക്സാണ്ഡറിയ ഉണ്ടാക്കിയിട്ടില്ല എന്നർത്ഥം.

B. C. 3-ാംനൂറ്റാണ്ടിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന ഇറാത്തോസ്ത്തനീസ് ഭൂമിയുടെവലിപ്പംകണക്കുകൂട്ടി കണ്ടുപിടിച്ചു. കൂടാതെ അദ്ദേഹം ഭൂപടം ഉണ്ടാക്കുകയും സ്പെയിനിൽനിന്നു് ഇന്ത്യക്കു പോകാനുള്ളവഴി (കടൽമാൎഗ്ഗം) അതിൽ രേഖപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്തു. B. C. 2–ാംനൂററാണ്ടിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന ഹിപ്പോക്രാറ്റ്സ് ആണു് ട്രിഗ്നോമെട്രികണ്ടുപിടിച്ചതു്. കൂടാതെ വ്യോമനിരീക്ഷണശാല റോഡ്സ്ദ്വീപിൽ സ്ഥാപിച്ച് ആയിരത്തിൽ കൂടുതൽ നക്ഷത്രങ്ങളെപ്പറ്റി അദ്ദേഹം എഴുതിവച്ചു. ഈ കാറ്റ്ലോഗ് ഉപയോഗിച്ചാണ് A. D. 2-ാം ശതകത്തിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന ക്ലോഡിയസ് ടോളമി സമത്ഥങ്ങളായ ചില നിഗമനങ്ങളിൽ എത്തിച്ചേർന്നതു്. ടോളമി എഴുതിയ ഈ പുസ്തകങ്ങൾ വളരെ നൂററാണ്ടുകളിലേക്ക് വാന നിരീക്ഷകന്മാർക്ക് ഒരു വേദപുസ്തകം തന്നെയായിത്തീർന്നു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ അഭിപ്രായങ്ങൾ പലതും തെററാണെങ്കിലും ആ കാലഘട്ടത്തിൽ അതൊരു മുതൽകൂട്ടായിരുന്നു. ഉദാഹരണമായി അദ്ദേഹം സങ്കൽപ്പിച്ചതു്. പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ നടുവിലായി സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതു് നമ്മുടെ ഭൂമിയും അതിനുചുററും ഭ്രമണം ചെയ്തിരുന്നതു് സൂര്യനും ചന്ദ്രനും ഗ്രഹങ്ങളും എന്നായിരുന്നു.

അന്യാദൃശമായ കഴിവ് പ്രകടിപ്പിച്ച മറെറാരു വ്യക്തി അലക്സാണ്ഡറിയായിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന 'ഹീറോ' എന്നയാളാണ്. കണക്കിലും, ഫിസിക്സിലും, മറ്റു പല വിഷയങ്ങളിലുമുള്ള കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളിൽ അദ്ദേഹം സമർത്ഥനായിരുന്നു. ഭൂമിസർവ്വെ ചെയ്യാനുള്ള ഒരുഉപകരണം അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. ആവിയന്ത്രത്തിൻെറ കണ്ടുപിടിത്തത്തിനു മുമ്പ് ആവികൊണ്ടു് പ്രവർത്തിക്കുന്ന കറങ്ങുന്ന ഗോളാകൃതിയിലുള്ള ഒരു ഉപകരണം അദ്ദേഹം നിർമ്മിച്ചു അന്നത്തെ പൗരോഹിത്യം ആവിയുടെ ശക്തി ഉപയോഗിച്ച് ദേവാലയങ്ങളുടെ വാതിലുകൾ സ്വമേധയാ തുറക്കുന്ന ഒരത്ഭുത ലോകമുണ്ടാക്കി ആളുകളെ കളിപ്പിക്കുവാനാണ് നോക്കിയതു്. അതുപോലെ രസതന്ത്ര പരീക്ഷണങ്ങളുടെയും പ്രകൃതവും ഉദ്ദേശവും ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ പെട്ടെന്നു മാറുന്നതായി കാണുന്നു. ലോഹസങ്കരങ്ങളുണ്ടാക്കി കൃത്രിമ സ്വർണ്ണം നിർമ്മിക്കാനുള്ള ആദ്യ പരിശ്രമങ്ങൾ തുടങ്ങിയതു് അലക്സാണ്ഡറിയയിലാണ്. A. D. 30-ാം ആണ്ടിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന ഡയോഫാൻഡ്സ് ആൾജിബ്രാ പ്രയോഗിക്കുവാൻ തുടങ്ങി എന്നതൊഴിച്ചാൽ മററു വലിയ നേട്ടങ്ങളൊന്നും അലക്സാണ്ഡറിയായിൽ നിന്നും പിൽക്കാലത്തു് ഉണ്ടായിട്ടില്ല. A. D, 640-ൽ അറബികൾ കീഴടക്കുന്നതുവരെ അലക്സാണ്ഡറിയ നാൾക്കുനാൾ ക്ഷയിച്ചു വന്നു.

സംസ്കാരത്തിന്റെ ചരിത്രം പഠിക്കുന്ന ഏതൊരാൾക്കും കാണാവുന്ന കാഴ്ച ഒരു പ്രദേശത്തു് അതു് ക്ഷയിച്ചുതുടങ്ങുമ്പോൾ മറെറാരു പ്രദേശത്തു് പുഷ്ടിച്ചുവരുന്നു എന്നാണ്. അലക്സാണ്ടറിയായിൽ ശ്രേഷ്ഠമായി നിലനിന്നിരുന്ന സംസ്കാരം ക്ഷയിക്കാൻ തുടങ്ങുന്നതിനു് കുറച്ചു മുമ്പുതന്നെ റോമാസാമ്രാജ്യത്തിൽ അതു് വികസിക്കുവാൻ

തുടങ്ങി. റോം ഗ്രീസിനെ സൈനികമായി കീഴടക്കിയെങ്കിലും ഗ്രീക്ക തത്വചിന്തയുടെയും, ഗ്രീക്ക സയൻസിന്റെയും മുന്നിൽ റോം മുട്ടുകുത്തുകയാണുണ്ടായതു്. പുതിയതായി ഒരു പന്ഥാവു് വെട്ടിത്തുറക്കുന്നതിനോ, പഴയ സിദ്ധാന്തങ്ങളുടെ തെററുകൾ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനോ അവക്കു കഴിഞ്ഞില്ല. എന്നാലും ശ്രേഷ്ഠരായ ചില ചിന്തകന്മാർ ഇററലിയിൽ കുറെ നാളത്തേയ്ക്കു് ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടിരുന്നു എന്നതു് ഒരു ചരിത്രസത്യമാണു്. B. C. 55-ാം ആണ്ടിനടുത്തു് ജീവിച്ചിരുന്ന "ല്യുക്രീഷിയസ്" എന്ന കവി അണുക്കളെപ്പറ്റി അദ്ദേഹത്തിന്റെകവിതകളിൽ വിശദമായി പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ടു്. B. C. 44-ൽ അന്തരിച്ച ലോകപ്രസിദ്ധനായജൂലിയസ് സീസർ, ചന്ദ്രന്റെ വൃദ്ധിക്ഷയത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി റോമിൽനിർമ്മിച്ചിരുന്ന പഞ്ചാംഗം മാറ്റി, ഗ്രീസിലെ ഒരു ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞന്റെ അഭിപ്രായമാദരിച്ചു്, സൂര്യനെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള ഒരു പഞ്ചാംഗം പ്രചാരത്തിൽ കൊണ്ടുവന്നു. B. C. 116 തൊട്ടു് 27 വരെ ജീവിച്ചിരുന്നവാറൊ [Varoo] എന്ന എഴുത്തുകാരൻ കൃഷിശാസ്ത്രത്തെപ്പറ്റി നീണ്ട പ്രബന്ധങ്ങൾ രചിച്ചിട്ടുണ്ടു്. വിവിധ രാജ്യങ്ങളിൽ സൈനികസേവനം അനുഷ്ഠിച്ച പ്ലീനി [Pliny] എന്ന യോദ്ധാവു് ഒരു ഗവേഷകനും കൂടിയായിരുന്നു. പ്രകൃതിശാസ്ത്രത്തെപ്പററി അദ്ദേഹം വളരെയധികം എഴുതിയിട്ടുണ്ടു്. അദ്ദേഹം രചിച്ചപ്രസിദ്ധപുസ്തകമായ "Natural history"യിൽ അനേകം വിഷയങ്ങളെപ്പറ്റി പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ടു്, A. D. 79-ൽ വെസൂവിയസ് അഗ്നിപർവ്വതം പൊട്ടിത്തെറിച്ചപ്പോൾ പ്ലീനി അവിടെ താവളമുറപ്പിച്ചിരിക്കുകയായിരുന്നു. ആ പൊട്ടിത്തെറിക്കലിലുണ്ടായ വാതകങ്ങളിൽപ്പെട്ടാണു് അദ്ദേഹം മരിച്ചതു്. അദ്ദേഹത്തിന്റെ മരുമകനും ഒരു എഴുത്തുകാര

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY KOTTAYAM

നായിരുന്നു. ഇവരുടെ പുസ്തകങ്ങളിൽ പുതുതായി കണ്ടുപിടിത്തത്തെപ്പററി ഒന്നും പ്രതിപാദിച്ചിട്ടില്ലെങ്കിലും ആ കാലഘട്ടംവരെ ലഭിച്ചിരുന്നഅറിവ് അവയിൽ പ്രതിഫലിച്ചുകാണാം.

പ്ലിനിയുടെകാലം കഴിഞ്ഞും റോമാക്കാരായ പലരും അന്നത്തെ സയൻസിനെപ്പററി എഴുതിയിട്ടുണ്ട്. എന്നാൽ അവരെല്ലാം പുസ്തകത്തിൽക്കൂടി സയൻസിനെക്കണ്ടതല്ലാതെ സത്യാന്വേഷണകുതുകികളോ പരീക്ഷണപടുക്കളോ ആയിരുന്നില്ല. ഒരു വലിയ സാമ്രാജ്യം നേടിയെടുത്തതിൻെറ ഫലമായിഉണ്ടായ ദൈനംദിന പ്രശ്നങ്ങളിൽ അവർ മുഴുകിപ്പോയി. എന്നാലും അവർ അതിസമർത്ഥരായ ശില്പികളായിരുന്നു. A. D. ഒന്നാം നൂററാണ്ടിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന മാഗ്രസ് വിട്രൂവിയസ് പോളിയോ ശില്പകലകളെപ്പററി ഒന്നാം തരം ഒരു ഗ്രന്ഥം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തി. ഒരു കപ്പലിൻെറ മുറി തൊട്ട് വലിയ സംഗീതഹാളുകൾ വരെ നിർമ്മിക്കാനുള്ള നിയമങ്ങൾ എന്താണെന്ന് അതിൽ പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ട്. അദ്ദേഹത്തിൻെറ പുസ്തകം ആ കാലഘട്ടത്തെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. റോമിൽ ഉണ്ടാക്കിയ ഒരു ജലവിതരണ പദ്ധതിയെപ്പററി അതിൻെറ സൂപ്രണ്ട് പറഞ്ഞതു് ചരിത്രം രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്. റോമാക്കാർ നിർമ്മിക്കുന്നപോലെ ഉപയോഗയോഗ്യമായ ജലസേചന പദ്ധതികളെ ഈജിപ്റ്റ്കാരുടെ പിരമിഡുകളോടും ഗ്രീക്കുകാരുടെ പ്രസിദ്ധങ്ങളും എന്നാൽ ഉപയോഗശൂന്യങ്ങളുമായ ശില്പരേഖകളോടും താരതമ്യപ്പെടുത്താമോ? എന്നാൽ കാലക്രമത്തിൽ റോമാസാമ്രാജ്യം അലക്സാണ്ഡറിയ കീഴടക്കി ഭരിച്ചു എങ്കിലും വിലപ്പെട്ട ഒററക്കണ്ടുപിടിത്തമെങ്കിലും അവരുടെ ഭരണത്തിൻെറ കീഴിൽ അലക്സാണ്ഡറിയായിലുണ്ടായില്ല. വാസ്തവത്തിൽ റോമാ

ക്കാർ യുദ്ധം, ഭരണം ശില്പകല, നിയമം എന്നിവയി ലെല്ലാം അസാമാന്യമായ പാടവം പ്രദശിപ്പിച്ചു എങ്കിലും സയൻസിൽ അവക്ക് വലിയ സാമത്ഥ്യമൊന്നും ഉണ്ടായി രുന്നില്ല. റോമാസാമ്രാജ്യത്തിൻെറ അവസാന കാലഘട്ട ത്തിൽ സയൻസിനെ പുച്ഛിക്കുകയും അതിൽ ശ്രദ്ധിച്ചി രുന്നവരെ റോമാക്കാർ പീഡിപ്പിക്കുകയും ചെയ്തിരുന്നു വത്രെ!

കഷ്ടിച്ച് A. D. 3-ാം നൂററാണ്ടുവരെ സജീവമായി രുന്ന ഗ്രീക്കു സംസ്കാരത്തെ വിട്ടുപിരിയുന്നതിനു മുമ്പ് വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിൽ ഉണ്ടായ നേട്ടങ്ങളെപ്പററി കൂടി പറയേണ്ടതായുണ്ട്. ഏകദേശം 460 B. C, യിൽ ഗ്രീസിൽ ജനിച്ച് ഗ്രീസിൽ അങ്ങിങ്ങായി ജീവിതം കഴിച്ചുകൂട്ടിയ ഹിപ്പോക്രാററ്സ് വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിൻെറവിവിധ ഭാഗങ്ങ ളെപ്പററി 89 പുസ്തകങ്ങൾ രചിച്ചിട്ടുണ്ട്, ആ കാലത്തിനു മുമ്പുണ്ടായിരുന്ന വിശ്വാസമനുസരിച്ച് സുഖക്കേടുകൾ ഉണ്ടാകുന്നതു് അസുരന്മാരുടെ ഉപദ്രവംകൊണ്ടാണെന്നും അതിനെ അതിജീവിക്കുന്നതിനു് പുരോഹിതന്മാരുടെ സഹായത്തോടുകൂടി "അപ്പോളോ" എന്ന ദൈവത്തെ പ്രീതിപ്പെടുത്തണമെന്നും അതിനുവേണ്ടിയുള്ള പ്രത്യേക ക്ഷേത്രങ്ങളിൽ താമസിക്കണമെന്നുമായിരുന്നു പുരോഹിത ന്മാരുടെ ശാഠ്യം. ഈ പാരമ്പര്യത്തിനു് ആദ്യമായി മാററം വരുത്തിയതു് ഹിപ്പോക്രാററ്സ് ആണ്, രോഗിയുടെ ദേഹ സ്ഥിതി മനസ്സിലാക്കി ചികിത്സിച്ചാണു രോഗങ്ങൾ ഭേദ മാക്കേണ്ടതെന്നും, മനുഷ്യദേഹത്തു് അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന നാലു ശക്തികളുടെ സമജ്ഞസമായ ക്രമീകരണത്തിലാണു് ആരോഗ്യനില നിൽക്കുന്നതെന്നും ഇവയുടെ ഏററക്കുറ ച്ചിൽ കൊണ്ടാണു് രോഗം വരുന്നതെന്നും അദ്ദേഹം ഉത് ബോധിപ്പിച്ചു. തൻെറ ശിഷ്യഗണങ്ങൾക്കുവേണ്ടി

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY 38149 KOTTAYAM

അദ്ദേഹം ഉണ്ടാക്കിയ പ്രതിജ്ഞ ഇന്നും നിലനിന്നുപോരുന്നു. ഹിപ്പോക്രാററ്സിൻെറ കാലശേഷം പരീക്ഷണങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വൈദ്യശാസ്ത്രത്തെ മുന്നോട്ടു കൊണ്ടുപോയ പ്രസിദ്ധന്മാരായ പല പിൻഗാമികളും ഉണ്ടായി. B. C. 5-ാം നൂററാണ്ടിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന ഡയോജനിസ് സിരകളും, ധമനികളും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം കണ്ടുപിടിച്ചു. B. C. 3-ാം ശതകത്തിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന ഹിറോഫിലസ് ശസ്ത്രക്രിയ കണ്ടുപിടിച്ചു. അതേ നൂററാണ്ടിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന എറാസിസ ഡ്ട്രാററസ് ജീവനുള്ള മൃഗങ്ങളെ കീറി ഞരമ്പുകളെപ്പററി സമഗ്രമായി പഠിച്ചു. ഉന്നത നിലവാരത്തിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന റോമൻ പ്രഭുകുടുംബങ്ങൾ ഗ്രീക്കു് വൈദ്യന്മാരുടെ സഹായത്താലാണ് ആരോഗ്യം നിലനിർത്തിവന്നതു്. അങ്ങനെ റോമിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന വൈദ്യന്മാരിൽ പ്രസിദ്ധനായിത്തീർന്നതു് A. D. 13-നോടടുത്തു് മരിച്ചുപോയ ഗാലൻ ആണ്. റോമൻ ചക്രവർത്തിയായ മാക്സ് ഔറേലിയസിൻെറ ഭിഷഗ്വരനായിരുന്നു അദ്ദേഹം. ഹിപ്പോക്രാററ്സിൻെറ കാലശേഷം വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിൽ അദ്ദേഹം വലിയ മുതൽ കൂട്ടിയിട്ടുണ്ടു്. വൈദ്യ വിദ്യാർത്ഥികളെ, ശരീരഘടനക്കു് ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന എല്ലുകളെപ്പറ്റി പഠിപ്പിക്കുവാനും അദ്ദേഹം നിർബന്ധിച്ചു. ഞരമ്പുകളും മസിലുകളും പ്രവർത്തിക്കുന്നതു് എങ്ങനെയാണെന്നു് അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി. എന്നാൽ അദ്ദേഹത്തിൻെറ എല്ലാ നിഗമനങ്ങളും ശരിയായിരുന്നില്ല. അദ്ദേഹം എഴുതിവച്ചിരുന്നതെല്ലാം പിൽകാലത്തു് വിവിധ ഭാഷകളിലേക്കു് പരിഭാഷപ്പെടുത്തുകയും ആ ആശയങ്ങളെല്ലാം യാതൊരു തർക്കത്തിനും വിഷയമാകാതെ അതുപോലെ തന്നെ തുടർന്നു പോകുകയും ചെയ്തു. ഗതാനുഗതികത്വത്തിൻെറ തിക്തഫലങ്ങൾ മനുഷ്യരാശി വളരെ നാൾ അനുഭവിച്ചു

38149

B. C. 3000 തൊട്ട് ഏകദേശം A. D. 300 വരെ ഉള്ള കാലഘട്ടത്തിൽ അന്യ സംസ്ക്കാരങ്ങളുടെ കീഴിൽ സയൻസിൻെറ മണ്ഡലത്തിൽ നടന്ന പ്രധാന സംഭവ വികാസത്തെപ്പററി ഇതുവരെ പ്രതിപാദിച്ചു. ഇക്കാലത്തിനിടയിൽ ഇന്ത്യയിലും പല നേട്ടങ്ങളുമുണ്ടായിട്ടുണ്ട്. ഈജിപ്തിലെപ്പോലെ സിന്ധുനദീതട സംസ്ക്കാരത്തിലും കലാഭംഗിയുള്ള പട്ടണങ്ങളും, ഗംഭീരങ്ങളായ ക്ഷേത്രങ്ങളും നിർമ്മിച്ച് ജീവിച്ച് മൺമറഞ്ഞുപോയ ജനലക്ഷങ്ങളുണ്ട്. ഗ്രീക്കു ചിന്തയോട് കിടപിടിക്കത്തക്കവണ്ണം ശ്രേഷ്ഠമായ ചിന്താസരണികൾ ഇവിടെയും ഉണ്ടായിട്ടുണ്ട്. പ്രായോഗിക ലോകത്തും, പാശ്ചാത്യ സംസ്ക്കാരങ്ങളെ പിന്നണിയിലാക്കുന്ന കഴിവുകൾ ഇൻഡ്യാക്കാർ പ്രദർശിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്. മൺപാത്രങ്ങളും ലോഹപാത്രങ്ങളും ആയുധങ്ങളും അതിസമർത്ഥരായ നമ്മുടെ പൂർവ്വികർ ഉണ്ടാക്കി ഉപയോഗിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഏകദേശം 34 അടി ഉയരമുള്ളതും ഇന്നും തുരുമ്പു പിടിക്കാതെ ഇരിക്കുന്നതും ആയ, ഡൽഹിയിൽ നിൽക്കുന്ന ഇരുമ്പുതൂൺ AD 5-ാം നൂറ്റാണ്ടിലെ നമ്മുടെ പൂവ്വികരുടെ പ്രായോഗിക വിജ്ഞാനത്തിൻെറ കഴിവാണ് കുറിക്കുന്നതു്. വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിലും ജോതിശാസ്ത്രത്തിലും കണക്കിലും നാമും കാലത്തിനൊത്ത കഴിവ് നേടിയിട്ടുണ്ട്. ഏതൊരു ഭാരതീയനും അഭിമാനത്തോടെ എന്നും സ്മരിക്കാവുന്ന അനേകം വ്യക്തികൾ ആ കാലഘട്ടത്തിൽ ഭാരതത്തിൽ ജീവിച്ച്, സയൻസിൻെറ ലോകത്തിനു് മുതൽക്കൂട്ടിയിട്ടുണ്ട്. എന്നിരുന്നാലും, യൂറോപ്പിലെപോലെതന്നെ ഒരഞ്ചാറു് നൂററാണ്ടുകൾ സയൻസിനെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം, അന്ധകാരമയമാണ്. പുരാതന സംസ്കാരങ്ങളിൽ കൂടി നേടിയ കഴിവുകളെല്ലാംതന്നെ ആവർത്തിച്ചാവർത്തിച്ചുപയോഗിച്ചല്ലാതെ ലോകത്തെല്ലായിടത്തും തന്നെ ചിന്ത

യുടെ മണ്ഡലത്തിൽ കുറെ നാളത്തേക്കു് ഒരു മ്ളാനത അനു ഭവപ്പെട്ടുകയുമുണ്ടായി.

ഈ സ്ഥിതിക്കു് ഒരു പരിവർത്തനം സംഭവിച്ചതു്, അറബികളുടെ ലോകത്താണു്. 7-ാം നൂററാണ്ടിൽ മഹാനായ മുഹമ്മദുനബി ഇസ്ലാംമതം ആവിഷ്ക്കരിക്കുകയും തൽഫലമായി സ്വതന്ത്രമായ ചിന്ത വിഹരിക്കുവാൻ തുടങ്ങുകയും ചെയ്തു. വിജ്ഞാനത്തോടു് ഇസ്ലാംമതത്തിനു് അതിരററ ആദരവുണ്ടായിരുന്നതിനാൽ അറബികൾ അത്ഭുതകരമായി വളർന്നു. അന്യഭാഷകളിൽ എഴുതിയിരുന്ന ഗ്രന്ഥങ്ങളെല്ലാം അവർ തർജ്ജിമ ചെയ്യെടുത്തു. കീഴടക്കിയ ജനങ്ങളുടെ എല്ലാം സാംസ്ക്കാരികമായ കഴിവുകളും അവർ ഉൾക്കൊണ്ടു. തകർന്നുപോയ റോമാസാമ്രാജ്യത്തിന്റെ പിൻഗാമികളായി, സാമുദായിക നേതൃത്വം ഏറെറടുത്ത പൗരോഹിത്യം ജനങ്ങളുടെ ശ്രദ്ധയെ മരണാനന്തരമുള്ള മനുഷ്യാത്മാവിന്റെ ഗതിയെപ്പററി ചിന്തിക്കുവാൻ തിരിച്ചു വിട്ടിരുന്നു. ആയതിനാൽ, പ്രകൃതിയെ ശ്രദ്ധിക്കുവാനോ, ലോകകാര്യങ്ങളിൽ ശ്രദ്ധപതിപ്പിക്കുന്നതിനോ ശ്രേഷ്ഠരായ മനുഷ്യർ തുനിഞ്ഞിരുന്നില്ല. എന്നാൽ, അലക്സാണ്ടറിയ കീഴടക്കിക്കൊണ്ടു് ആഫ്രിക്കയുടെ വടക്കു ഭാഗങ്ങളിൽ കടന്നു് യൂറോപ്പിലേക്കു പ്രവേശിച്ച ഇസ്ലാം മതം ഒരു പുതിയ കാററു് വീശുകതന്നെ ചെയ്തു. കിഴക്കു് സമർക്കണ്ടു് മുതൽ പടിഞ്ഞാറു് സ്പയിൻവരെ അറബികൾ കാലക്രമത്തിൽ കീഴടക്കുകയും നീണ്ടകാലം ഭരിക്കുകയും ചെയ്തു, ഏകദേശം A. D. 1200 വരെ വിവിധ മണ്ഡലങ്ങളിൽ മായാത്ത വ്യക്തിമുദ്ര അവർ പതിപ്പിച്ചു. അനേകം സർവ്വകലാശാലകൾ സ്ഥാപിച്ചു് അവയിൽക്കൂടി പല പരീക്ഷണങ്ങളും നടത്തി ഗണിതശാസ്ത്രം, ഭൂഗോളശാസ്ത്രം, ഭൂമിശാസ്ത്രം, രസതന്ത്രശാസ്ത്രം, വൈദ്യ

ശാസ്ത്രം മുതലായ വിഷയങ്ങളിൽ ലോകത്തിനു് ഗണ്യമായ നേട്ടങ്ങൾ നേടിക്കൊടുത്തതും അറബികളത്രെ ! അടിസ്ഥാനപരമായ കാര്യങ്ങളിൽ മൗലികമായ വ്യതിയാനങ്ങൾ വരുത്തുന്നതിനോ, തെററിപ്പോയ മാർഗ്ഗങ്ങളിൽനിന്നു് ചിന്തയെ നേർവ്വഴിക്കു തിരിക്കുന്നതിനോഉള്ള കഴിവു് അവർ പ്രദർശിപ്പിച്ചില്ല. അവരുടെ പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ മദ്ധ്യത്തിൽ ഭൂമിയാണു് സ്ഥിതിചെയ്തിരുന്നതു്. സാധാരണ ലോഹങ്ങളെ സ്വർണ്ണമായി മാററാനുള്ള അഭിവാഞ്ഛയിൽ മുഴുകിപ്പോയതിനാൽ അവരുടെ ശാസ്ത്രത്തിൻെറ മാററു് താണുപോയി. പഴയ പുസ്തകങ്ങളിൽ നിന്നു് വിട്ടുമാറി പരീക്ഷണങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രകൃതിനിയമങ്ങളുടെ സൗന്ദര്യത്തേയും ലാളിത്യത്തേയും മനസ്സിലാക്കുവാൻ ഇനിയും അന്ധകാരമയമായ നൂററാണ്ടുകൾ കഴിയേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. എന്നിട്ടുമാത്രമാണു് മാനവ സമുദായത്തിൻെറ ജീവിതത്തിൽ വിപ്ളവകരമായ മാററങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നതു്.

അദ്ധ്യായം 2

പതിനാറാം നൂററാണ്ട്

മാനവ ചരിത്രത്തിൽ അന്ധകാരമയമായ കാലഘട്ടം എന്ന് ചരിത്രകാരന്മാർ വിവക്ഷിക്കുന്നതു് മനുഷ്യജീവിതം വളർന്ന്, സംപുഷ്ടമാകാതെ മുരടിച്ചു നിൽക്കുന്ന കാലത്തെയാണ്. പുതിയതായി ചിന്തിക്കുവാനോ, പുതിയ പ്രവർത്തനരീതികൾ ആവിഷ്ക്കരിക്കുവാനോ, സാധിക്കാതെ പഴയ ചട്ടക്കൂട്ടുകളിൽ ഒതുങ്ങിനിന്ന് ഇരതേടിയും ഇണ തേടിയും മാത്രം ജീവിച്ച്, എല്ലാതുറകളിലും ആവർത്തനത്തിൽ മാത്രം ശ്രദ്ധിച്ച് കഴിഞ്ഞുകൂടിയ കാലമാണിതു്. എന്നാൽ പ്രകൃത്യാതന്നെ ജിജ്ഞാസുവായ മനുഷ്യൻെറ മനസ്സിനെ ശൃംഖലകളാൽ ബന്ധിക്കുവാൻ സാദ്ധ്യമല്ല, ആയതിനാൽ, കാലക്രമത്തിൽ മനുഷ്യൻ തിരിച്ചു ഇരുട്ടിൽ നിന്ന് വെളിച്ചത്തിലേക്ക് നീങ്ങിത്തുടങ്ങി. നവോത്ഥാനം എന്ന പേരിനാൽ അറിയപ്പെടുന്ന കാലം 15-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ഒടുവിലാണ് തുടങ്ങുന്നതെങ്കിലും ഇതിൻെറ വരവിനെപ്പററിയുള്ള ശംഖനാദം അതിനുമുമ്പ് പലരും വിളിച്ചറിയിച്ചിട്ടുണ്ട്. തെക്കെ ഇററലിയിലാണ് ഇതു് ആദ്യമായി പുറപ്പെട്ടതെങ്കിലും യൂറോപ്പു മുഴുവൻ അതു് പടർന്നു പിടിച്ചു, സാഹിത്യത്തിലും കലയിലും ആണ് ആദ്യമായി ഈ പ്രസ്ഥാനം ബീജാവാപം ചെയ്തതെങ്കിലും സയൻസിൻെറ രംഗത്തും ഇതു് താമസിയാതെ എത്തിച്ചേർന്നു. തൽഫലമായി ചിന്തയിൽ ഉണ്ടായ വിപ്ളവം ദൂരവ്യാപകങ്ങളായ ഫലങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കി. അച്ചടി കണ്ടുപിടിച്ചപ്പോൾ നാളതുവരെ കിട്ടിയിരുന്ന വിജ്ഞാനം വളരെ വേഗത്തിൽ പ്രചരിക്കപ്പെട്ടു. അന്നുവരെ വിശ്വസിച്ചിരുന്ന പ്രകൃതിയെ

പ്പുററിയുള്ള നിഗമനങ്ങൾ തെററാണെന്നു തെളിഞ്ഞ പ്പോൾ വിജ്ഞാനത്തെ പരിരക്ഷിക്കുവാൻ വേണ്ടി കോട്ട കെട്ടി അതിനുള്ളിൽ ജീവിച്ചിരുന്നവർ അവിടെനിന്നും അപ്രത്യക്ഷരായി. പൗരോഹിത്യം അസ്ഥാളിച്ചു നിന്നു പോയി. സാമാന്യജനങ്ങളുടെ ഇടയിൽനിന്നും പഴയ ചിന്തകളെ തകർക്കുന്ന പരീക്ഷണങ്ങളുമായി ഉൽബുദ്ധ രായ ഒരു ചെറിയ സമൂഹം പ്രത്യക്ഷമായി. ആയ തിനാൽ പരമ്പരാഗതമായി ജന്മം കൊണ്ട് ഉപരിതല ത്തിൽ ;കഴിഞ്ഞു കൂടി വന്നിരുന്നവർ ചിന്തയുടെ രംഗ ത്തു് നേതൃസ്ഥാനത്തു നിന്നു് നീങ്ങാൻ തുടങ്ങി. യൂറോ പ്പിലേയും, ഇംഗ്ലണ്ടിലേയും സിംഹാസനങ്ങൾ ഇളകിത്തു ടങ്ങി. രാഷ്ട്രീയ വിപ്ളവങ്ങളും ഭരണക്രമത്തിൻെറ മാററ ങ്ങളും ഒന്നിനുപുറകെ ഒന്നായി സംഭവിച്ചു. നൂതനമായി ലഭിച്ച അറിവിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ലോകം വിചാരി ച്ചതിലും വലുതാണെന്നും സമ്പത്തു വർദ്ധിപ്പിക്കുവാൻ അനേകം വഴികളുണ്ടെന്നും മനസ്സിലായപ്പോൾ സാമാന്യ മനുഷ്യൻെറ ജീവിതം കൂടുതൽ ശ്രേഷ്ഠമായി. ജീവിതനി ലവാരം ഉയർന്നതോടുകൂടി ബുദ്ധിയുടെ വികാസവും ഉണ്ടായി. ഇതിനെത്തുടന്നു് പുതിയ അറിവു് ലഭിക്കു വാനുള്ള മാർഗ്ഗം തുറക്കപ്പെടുകയും എല്ലാരംഗങ്ങളിലും വിപ്ളവകരമായ പരിവർത്തനങ്ങൾ ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്തു. ആയതിനാലാണു് സയൻസിലുണ്ടായ വിപ്ളവത്തിനു മററു വിപ്ളവങ്ങളുടെ എല്ലാം മാതൃസ്ഥാനം കൊടുക്കേ ണ്ടിയിരിക്കുന്നതു്. ചരിത്രത്തിലുണ്ടായിട്ടുള്ള വിവിധ വിപ്ളവങ്ങളെല്ലാം തന്നെ വിജയിച്ചതു് ശാസ്ത്രലോകത്തു് ഉണ്ടായ വിപ്ളവത്തിൻെറ വിജയത്തിൻെറ അനന്തര ഫലമായിട്ടാണു്.

തെക്കെ ഇററലിയാണ് യൂറോപ്യൻ നവോത്ഥാനത്തിൻെറ ആദ്യരംഗം എന്ന് മുമ്പ് പറഞ്ഞുവല്ലോ. ചരിത്രത്തിലെ ഏററവും വലിയ സാമ്രാജ്യം ഉണ്ടാക്കിയവർ എന്ന് ഓർമ്മയുണ്ടായിരുന്നവരും ആ സാമ്രാജ്യത്തിൻെറ അവശിഷ്ടങ്ങളായ പുരാതനക്ഷേത്രങ്ങളും വലിയ അണക്കെട്ടുകളും പ്രതിമകളും നാണയങ്ങളും കണ്ടുകൊണ്ടിരുന്നവരും ആയിരുന്നു, തെക്കെഇററലിയിൽ നിവസിച്ചിരുന്ന ജനസമൂഹം. കുരിശുയുദ്ധം നടന്ന കാലങ്ങളിൽ വ്യാപാരംവിപുലമാകുകയും ധാരാളം ധനം അവർ ആർജ്ജിക്കുകയും ചെയ്തു. ഇതിനെല്ലാം ഉപരിയായി പ്രായോഗിക ജീവിതത്തിൽ രാഷ്ട്രീയ സ്വാതന്ത്ര്യം വളരെ അനുഭവിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നവരും ആയിരുന്നു. ഇവർ ഇവയെല്ലാം ഒത്തിണങ്ങിയ ആ സമൂഹത്തിൻെറയിടയിൽ ഒരു പുതിയ ചലനം ഉണ്ടായതിൽ അത്ഭുതത്തിനവകാശമില്ല. പതിനാലാം നൂററാണ്ടിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന പെട്രാക്കും അദ്ദേഹത്തിൻെറ സ്നേഹിതനായ ബൊക്കേഷ്യോയും ആണ് ഇററലിയിൽ നവോത്ഥാനത്തിൻെറ അടിത്തറ പാകിയതു്. 15-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ആദ്യഭാഗത്തു് ബൈസ്സൻറയിൻ സാമ്രാജ്യം തകരുകയും അവിടെയുണ്ടായിരുന്ന ഗ്രീക്ക പണ്ഡിതന്മാരിൽ പലരും രക്ഷപ്പെട്ട് ഇററലിയിൽ വന്നുചേരുകയും ചെയ്തു. അവരുടെ കൈവശമുണ്ടായിരുന്ന വിലപിടിച്ച കൈയ്യെഴുത്തു് ഗ്രന്ഥങ്ങൾ ഇറ്റലിയിൽ വച്ച് ലാററിൻ ഭാഷയിലേയ്ക്ക് പരിഭാഷപ്പെട്ടുത്തപ്പെട്ടു. A. D. 1450 നോടടുത്തു് അച്ചടി പ്രചാരത്തിൽ വന്നതിനാൽ ഈ ഗ്രന്ഥങ്ങൾ പ്രകാശം വീശി.

ഇറ്റലിയിൽ ഉദിച്ചുയർന്ന നവോത്ഥാനത്തിന്റെ ആദ്യകാലത്തു് ജീവിച്ചിരുന്നവരിൽ അസാമാന്യ വ്യക്തിത്വം കാണിച്ച ഒരാളായലിയനാർഡോ. ഫ്ളോറൻസിനടുത്തുള്ള വിഞ്ചി എന്നനഗരത്തിലാണ് 1452-ൽഅദ്ദേഹം ജനിച്ചതു്

ഒരു സ്വർണ്ണപ്പണിക്കാരൻെറ കീഴിൽ ശിഷ്യപ്പെട്ട് ബാല്യം കഴിച്ചശേഷം ചിത്രമെഴുത്ത് അഭ്യസിച്ച് 30 വയസ്സായപ്പോൾ മിലാനിലെ പ്രഭുവിന്റെ കീഴിൽ അദ്ദേഹം ജോലിയിൽ പ്രവേശിച്ചു. ചിത്രമെഴുത്ത്, സംഗീതം, ശില്പകല, എൻജിനീയറിംഗ്,നഗരസംവിധാനം എന്നീവിവിധ തുറകളിൽ അദ്ദേഹം അസാമാന്യ പാടവം പ്രദർശിപ്പിച്ചു. അരിസ്റ്റോട്ടലിനേയും, ആക്കിമിഡീസിനേയും പോലെ വിവിധ വിജ്ഞാനശാഖകളിൽ അസാമാന്യകഴിവ് ഒരേ സമയത്ത് പ്രദർശിപ്പിച്ച വ്യക്തിയായിരുന്നു അദ്ദേഹം. ഈ മഹാൻ എഴുതിയിട്ടുള്ള ഗ്രന്ഥങ്ങളും വരച്ചിട്ടുള്ള ചിത്രങ്ങളും പില്ക്കാലത്ത് തുറന്നു നോക്കിയപ്പോഴാണ് വിദൂരമായ ഭാവിയിലേക്കു നോക്കുവാനുള്ള അദ്ദേഹത്തിൻെറ കഴിവ് വ്യക്തമായതു്. വിമാനം, പാരിച്ചൂട്ട്, യുദ്ധാവശ്യത്തിനുള്ള ടാങ്ക് മുതലായി പില്ക്കാലത്തുണ്ടായ പല കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളും അദ്ദേഹത്തിൻെറ ഭാവനയിൽ പ്രത്യക്ഷമായിരുന്നു. പ്രായോഗിക പരീക്ഷണങ്ങൾ ചെയ്ത് നിത്യസത്യങ്ങളെ കണ്ടുപിടിക്കണമെന്ന് അദ്ദേഹം ഉത്ബോധിപ്പിച്ചിരുന്നു. മനുഷ്യരാശിയുടെ കൂട്ടത്തിൽ ലിയനാർഡോയെപ്പോലുള്ള മഹാത്മാക്കൾ വിരളമാണ് എന്നിരിക്കിലും, അത്തരം മഹാന്മാർ നവോത്ഥാനഘട്ടത്തിൽ ജീവിച്ചിരുന്നു എന്നതു് ഒരു പരമാർത്ഥമത്രേ. എന്നാൽ അവരുടെയിടയിൽ സർവ്വോത്തമൻ ലിയനാർഡോ തന്നെ.

ഇററലിയാരംഭിച്ച ഈ ഉണർവ് ഇതര രാജ്യങ്ങളിലേക്കും വ്യാപിച്ചു. സാഹിത്യത്തിലും, കലകളിലും അഭിവൃദ്ധി ഉണ്ടായതോടെ ദൂരയാത്രകൾ നടത്താനുള്ള അഭിനിവേശം ജനഹൃദയങ്ങളിലുണ്ടായി. അമേരിക്കയിലേയും, ഏഷ്യയിലേയും ആഫ്രിക്കയിലേയും പല ഭാഗങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചതു് ഈ കാലഘട്ടത്തിലാണ്. പോർച്ചുഗീസു

കാരാണ് ഈ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളിൽ സമർത്ഥമായി വിജയിച്ചതു്. കൊളംബസ് അമേരിക്ക കണ്ടുപിടിച്ചതും, വാസ്കോഡിഗാമ ഇന്ത്യയിലെത്തിയതും, കടൽവഴി ചൈന, സയാം, ബർമ്മ, ഇൻഡോചൈന എന്നിവ കണ്ടുപിടിച്ചതും 16-ാം നൂററാണ്ടിനടുത്താണ്. തൽഫലമായി നാം ജീവിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചത്തെപ്പററി പലതും മനസ്സിലാക്കുവാനുണ്ടെന്നുള്ള ബോധം ജനങ്ങൾക്കുണ്ടായി. പുതിയതായി ജിജ്ഞാസ അവരിൽ ഉണർത്തപ്പെട്ടു. പല കാര്യങ്ങളെപ്പറ്റിയുംപഴയ സമാധാനങ്ങൾ പോരാതെ വന്നു. പുതിയ ജനസമൂഹങ്ങളെപ്പറ്റിയും, പുതിയ മൃഗങ്ങളെപ്പററിയും, പുതിയ സാധനങ്ങളെപ്പററിയും അറിവ് കൂടിത്തുടങ്ങി. ഈ ചുററുപാടിൽ സയൻസ് വളരാതെ ഗതിയില്ലെന്നായി.

ചിന്തയുടെ ഈ പുതിയ വളർച്ചയിൽ ഭാഗഭാക്കുകളായ പ്രധാനികൾ കോപ്പർ നിക്കസ്സ് എന്ന ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞനും, ഗിംബർട്ടു് എന്ന ഭിഷഗ്വരനും, ഗസനർ എന്ന എഡിററും, അഗ്രിക്കോള എന്ന ഭൂഗർഭകാരനും, പാരാസൽസസ് എന്ന രസതന്ത്ര വിദഗ്ദ്ധനും, പ്രക്കാസ്റ്റോറൊ എന്ന വൈദ്യശ്രേഷ്ഠനുമാണ്. ഇവയിൽ പലതുകൊണ്ടും പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്ന വ്യക്തി കോപ്പർനിക്കസ്സാണ്. പൗരാണിക കാലം മുതൽ സൗരയൂഥത്തെപ്പററി വിശ്വസിച്ചു് വന്നിരുന്ന നിഗമനങ്ങളിൽ പലതും സർവ്വാബദ്ധങ്ങളാണെന്നു്, പല പരീക്ഷണങ്ങളും നടത്തി, അദ്ദേഹം പരിപൂർണ്ണമായി തെളിയിച്ചു. പഠിച്ചുനോക്കിയപ്പോൾ, ഭൂമിയല്ല സൗരയൂഥത്തിൻെറ നടുക്കു സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതെന്നു് അദ്ദേഹത്തിനു് മനസ്സിലായി. അദ്ദേഹം 1540 A. D. യിൽ സധൈര്യം അതു പ്രഖ്യാപിച്ചു. 1530-ൽ ഇതിനെപ്പററി പ്രതിപാദിച്ചിരുന്ന ഗ്രന്ഥങ്ങളെല്ലാം തയ്യാറായിരുന്നെ

ങ്കിലും അന്നത്തെ സമകാലീനരിലുണ്ടായേക്കാവുന്ന പ്രത്യാഘാതമോർത്ത് അതൊന്നും പ്രസിദ്ധീകരിക്കുവാൻ അദ്ദേഹം തയ്യാറായില്ല. എന്നാൽ 1542-ൽ ഒരു സ്നേഹിതന് അയച്ചു കൊടുത്ത് അവ പ്രസിദ്ധീകരിപ്പിച്ചു. മരണത്തിന് ഏതാനും മണിക്കൂറുകൾക്കുമുമ്പ് അതിൻെറ ഒരു പ്രതി വായിക്കുവാൻ അദ്ദേഹത്തിന് സാധിച്ചു. പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ തെളിയിച്ച ഇത്രയും വിപ്ളവകരമായ മറെറാരു പ്രഖ്യാപനം ഉണ്ടായിട്ടുണ്ടോ എന്ന് സംശയമാണ്. [On the Revolution of the heavenly bodies] എന്തെന്തു് ദൂരവ്യാപകങ്ങളായ ഫലങ്ങളാണ് ഈ പ്രഖ്യാപനം സൃഷ്ടിച്ചത്?.

A. D. 1473-ലാണ് കോപ്പർ നിക്കസ്സ് ഭൂജാതനായത്. അദ്ദേഹത്തിൻെറ മാതാപിതാക്കന്മാർ പുത്രനെ ഒരു പുരോഹിതനാക്കുവാൻ നിശ്ചയിച്ചു. 'ത്രാക്കോ' സർവ്വകലാശാലയിലെ പഠനശേഷം, മാതുലൻ ഒരു ബിഷപ്പായിരുന്നതുമൂലം അദ്ദേഹത്തിന് ഇററലിയിൽ പോയി പഠനം തുടരുവാൻ കഴിഞ്ഞു. തിരിച്ച് മാതുലനോടൊപ്പം പൗരോഹിത്യത്തിലേർപ്പെട്ട് കഴിഞ്ഞുവന്നു, A. D. 1512-ൽ മാതുലന്റെ അന്ത്യശേഷം ഫ്രായിൻബർഗ്ഗിലുള്ള അരമനയിൽ അദ്ദേഹം തന്റെ പൗരോഹിത്യകർമ്മം അനുഷ്ഠിച്ചുവന്നു. ആദ്യകാലം മുതൽക്കുതന്നെ പ്രപഞ്ചസിദ്ധാന്തങ്ങളെ അദ്ദേഹം ചോദ്യം ചെയ്തിരുന്നു എന്നതിന് തെളിവുണ്ട്. എന്നാലും തെളിവു ശേഖരിച്ച് ആ സിദ്ധാന്തങ്ങളെ മറിച്ചിടുവാനാണ് അദ്ദേഹം തുനിഞ്ഞത്. തെളിവുകൾ ലഭിച്ചു കഴിഞ്ഞപ്പോൾ വിപ്ളവകരമായ തൻെറ കണ്ടുപിടിത്തം അന്നത്തെ വിശ്വാസങ്ങൾക്കെതിരാണെന്ന് അദ്ദേഹത്തിന് മനസ്സിലായി. 12വർഷത്തോളം അവ ഗുപ്തമായിവച്ചിരുന്നുവെങ്കിലും ഒടുവിൽ അവയെ അന്നത്തെ നിലവിലിരുപ്പിന് അർപ്പിച്ചുകൊണ്ട് പ്രസിദ്ധീകരിക്കുകയാണ് ചെയ്തത്. ഗ്രഹ

ങ്ങളുടെ സഞ്ചാരം കണക്കുകൂട്ടാനുള്ള വഴി എന്ന രൂപത്തി ലാണ് അദ്ദേഹം സിദ്ധാന്തങ്ങളെ വർണ്ണിച്ചിരുന്നതെങ്കിലും അതിൽക്കൂടി സംശയമെന്യേ സൂര്യനെ ചുററുന്ന സൗരയൂഥത്തെ ചിത്രീകരിക്കയാണ് ചെയ്തതു്. ഇതു് ജനസാധാരണത്തിനിടയിൽ വലിയ കോളിളക്കങ്ങൾ സൃഷ്ടിച്ചതു് അത്ഭുതാവഹമല്ലല്ലോ?

കോപ്പർ നിക്കസ്സിൻെറ കണക്കുകൂട്ടലുകൾ പലതും തെററാണെന്നു് പിൽക്കാലത്തു് തെളിഞ്ഞെങ്കിലും അദ്ദേഹത്തിൻെറ പ്രധാന ദർശനം അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ ഗ്രന്ഥം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചതിനുശേഷം ടൈക്കോ ബ്രാററ്, ബ്രോണോ, കെപ്ളർ മുതലായവർ ആ സിദ്ധാന്തങ്ങളെ സ്ഥിരീകരിച്ചു. ഇവരിൽ ബ്രൂണോയുടെ ജീവിതാനുഭവങ്ങൾ നോക്കിയാൽ ആ കാലഘട്ടത്തിൽ ചിന്തയുടെ മണ്ഡലത്തിൽ നിലനിന്നിരുന്ന ഏകാധിപത്യം എങ്ങനെ പെരുമാറിയിരുന്നു എന്നു മനസ്സിലാക്കാം. ഇററലിയിലെ ഒരു പുരോഹിതനായിരുന്ന ബ്രൂണോ സ്വതന്ത്രമായി ചില അഭിപ്രായങ്ങൾ പ്രകടിപ്പിച്ചിരുന്നതിനാൽ പൗരോഹിത്യത്തിൽ നിന്നു് പുറന്തള്ളപ്പെട്ടു. അദ്ദേഹം ഇററലി വിട്ടു് ഫ്രാൻസിലേയ്ക്കും പിന്നീടു് ഇംഗ്ലണ്ടിലേയ്ക്കും പോയി. ഓക്സ്ഫോർഡിൽ ജീവിച്ചിരുന്നകാലത്തു് അദ്ദേഹം കോപ്പർ നിക്കസ്സിൻെറ ആശയങ്ങൾ പ്രചരിപ്പിച്ചു. ടോളമിയുടെ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ തെററാണെന്നും വാദിച്ചു. ഈ കോലാഹലത്തിനിടയിൽ പരീക്ഷണങ്ങളാൽ തെളിയിക്കപ്പെടാത്ത ചില നിഗമനങ്ങളും ഉൾപ്പെട്ടിരുന്നു. നാം ദർശിക്കുന്ന ചില നക്ഷത്രങ്ങൾ സൂര്യനെപ്പോലെ അനങ്ങാതെ നിൽക്കുന്നവയാണെന്നും അവയുടെ ചുററും സൗരയൂഥത്തിലെന്നപോലെ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഗ്രഹങ്ങളുണ്ടെന്നും അദ്ദേഹം സമർത്ഥിച്ചു. അതു

പോലെ സൂര്യൻ സദാ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയാണെന്നും ഭൂമിയുടെ ധ്രുവപ്രദേശങ്ങൾ പരന്നാണിരിക്കുന്നതെന്നും അദ്ദേഹത്തിനഭിപ്രായമുണ്ടായിരുന്നു. എന്തായാലും വാദപ്രതിവാദങ്ങൾക്കുശേഷം ഇററലിയിലേക്കു മടങ്ങിയ ബ്രൂണോ ബന്ധനസ്ഥനായി. പല കുററങ്ങളും അദ്ദേഹത്തിൽ ചുമത്തപ്പെടുകയും 1600-ാമാണ്ട് ഫെബ്രുവരി 17-ാം തീയതി തീയിലിട്ട് അദ്ദേഹത്തെ ചുട്ടെരിക്കുകയും ചെയ്തു. എന്നാൽ ഹോളണ്ടിലെ ബ്രഹേയുടെ വിധി മറെറാരു പ്രകാരമായിരുന്നു. A. D. 1546-ൽ ഒരു പ്രഭുകുടുംബത്തിലായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിൻെറ ജനനം. കോപ്പൻഹേഗൺ സർവ്വകലാശാലയിൽ പഠിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നപ്പോൾ ഒരിക്കൽ അദ്ദേഹം സൂര്യഗ്രഹണം കാണുകയും അത് നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന സമയം കൃത്യമായി പറഞ്ഞിരിക്കുന്നതിൽ അത്ഭുതപ്പെടുകയും ചെയ്തു. ജ്യോതിശാസ്ത്രം പഠിക്കണമെന്ന് അന്ന് അദ്ദേഹം ദൃഢവ്രതം എടുത്തു. യൂറോപ്പിൽ അക്കാലത്തുണ്ടായിരുന്ന പ്രസിദ്ധ ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ കൂടെ കുറെക്കാലം കഴിച്ചുകൂട്ടിയശേഷം തിരിച്ച് ഹോളണ്ടിൽ വന്ന് വ്യോമനിരീക്ഷണത്തിൽ ഏർപ്പെട്ടു. 1572 നവമ്പറിൽ അദ്ദേഹം ഒരു പുതിയ നക്ഷത്രം കണ്ടുപിടിക്കുകയും അരിസ്റ്റോട്ടലിൻെറ നിഗമനങ്ങളെ ചോദ്യം ചെയ്യുകയും ചെയ്തു. A. D. 1576-ൽ ഹോളണ്ടിലെ രാജാവ് ഒരു ചെറിയ ദ്വീപിൽ അദ്ദേഹത്തിൻെറ ഉപയോഗത്തിനായി ഒരു നക്ഷത്രബംഗ്ലാവ് പണിതുകൊടുത്തു. താമസത്തിനുള്ള സൗകര്യങ്ങളും, ഒരച്ചടിശാലയും, ധാരാളം പണവും നൽകിയിരുന്നതിനാൽ ബ്രഹേക്കു വളരെയധികം കാര്യം കുറിച്ചിടുവാൻ കഴിഞ്ഞു. എന്നുമല്ല, പല നക്ഷത്രങ്ങളുടെയും സ്ഥാനങ്ങൾ അദ്ദേഹം ശരിയായി നിർണ്ണയിക്കുകയും ഒരു നക്ഷത്രവിവരപ്പട്ടിക പ്രസിദ്ധീകരിക്കുകയും ചെയ്തു. ഒരു വാനനിരീക്ഷകനെന്ന നിലയിൽ അദ്ദേഹത്തിന് ഉന്നത

സ്ഥാനമുണ്ടെങ്കിലും അദ്ദേഹം കോപ്പർ നിക്കസ്സിൻെറ സിദ്ധാന്തങ്ങളെ അവിശ്വസിച്ചു. സഹപ്രവത്തകരെ രാപകൽ ജോലി ചെയ്യിച്ച് സമത്ഥമായി ഉണ്ടാക്കിയ ഉപകരണങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് അദ്ദേഹം നിരവധി രേഖകൾ പിൽക്കാലത്തേയ്ക്കു ശേഖരിച്ചുവച്ചു. ഒടുവിൽ രാജകുടുംബവുമായി പിണങ്ങി ഹോളണ്ടിൽ നിന്നു പോയി റോമൻ ചക്രവത്തിയായ റൂഡോൾഫ് രണ്ടാമൻെറ സഹായത്തോടെ 'പ്രാഗ്'! നഗരത്തിൽ രണ്ടാമതൊരു വാന നിരീക്ഷണശാല കെട്ടിയുണ്ടാക്കി. ലോകപ്രസിദ്ധനായ കെപ്ളർ ഇദ്ദേഹത്തിൻെറ കൂടെ പ്രവത്തിക്കാൻ തുടങ്ങിയതു് ഇവിടെ വച്ചാണു്. "1601-ൽ ബ്രഹേ അന്തരിച്ചു." എങ്കിലും അദ്ദേഹം ശേഖരിച്ച വിവരങ്ങളെല്ലാം കെപ്ളറുടെ കൈവശം കിട്ടിയതു് ശാസ്ത്രത്തിൻെറ ഭാഗ്യമാണു്. ബ്രഹേ 777 നക്ഷത്രങ്ങളുടെ സ്ഥാനം നിണ്ണയിച്ചിരുന്നെങ്കിലും കോപ്പർ നിക്കസ്സിൻെറ സിദ്ധാന്തങ്ങളെ ബഹുമാനിച്ചിരുന്നില്ല.

A. D. 1571 നും 1630 നും ഇടയ്ക്കു് ജീവിച്ചിരുന്ന കെപ്ളറാണു് സൗരയൂഥത്തിലെ അനന്തമായ ഘോഷയാത്രയുടെ അടിസ്ഥാന നിയമങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചതു് വളരെക്കാലത്തെ പ്രയത്നംകൊണ്ടു് ബ്രഹേ ഉണ്ടാക്കിവച്ചിരുന്ന കണക്കുകളെല്ലാം കെപ്ളർ സമത്ഥമായിട്ടുപയോഗിച്ചു. ബ്രഹേയുടെ മരണശയ്യയിൽ വച്ചു് അദ്ദേഹത്തിൻേറതായ ചില പ്രപഞ്ച തത്വങ്ങളെ ന്യായീകരിക്കുന്നതിനു് ആ കണക്കുകൾ ഉപയോഗിക്കാമെന്നു് വാക്കു കൊടുത്തിരുന്നു എങ്കിലും അനേകനാൾ മുഷിഞ്ഞിരുന്നു് കണക്കുകൂട്ടിയപ്പോൾ ബ്രഹേ വിഭാവന ചെയ്ത പ്രപഞ്ചം തെററാണെന്നും കോപ്പർ നിക്കസ്സിൻെറ നിഗമനങ്ങൾ ശരിയാണെന്നും കെപ്ളൎക്കു് മനസ്സിലായി. അദ്ദേഹം എത്ര പരിശ്രമി

ച്ചിട്ടും ബ്രഹേയുടെ കണക്കുകൾ വച്ച് പൂൎണ്ണവൃത്തത്തിൽ ക്കൂടി ഗ്രഹങ്ങൾ സഞ്ചരിക്കുന്നില്ല എന്ന് മനസ്സിലാക്കി. എന്നാൽ അണ്ഡാകൃതിയിലുള്ള വരകളിൽക്കൂടി പോകുന്നു എന്നു സങ്കല്പിച്ചാൽ കണക്കുകളെല്ലാം ശരിയാകുമെന്ന് കണ്ടു. സൂൎയ്യനെ നടുക്കു നിൎത്തി പരിപൂൎണ്ണവൃത്തത്തിന് പകരം ദീർഘവൃത്തങ്ങളിൽക്കൂടി ഗ്രഹങ്ങൾ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്നു സങ്കല്പിച്ചപ്പോൾ എല്ലാ കണക്കുകളും ശരിയായി ക്കണ്ടു. എന്നു മാത്രമല്ല, സൂൎയ്യനെയും ഗ്രഹത്തെയും ചേൎക്കുന്ന വര കടന്നുപോകുന്ന വിസ്തീൎണ്ണം ഒരേ കാലയളവിൽ ഒന്നായിരിക്കുമെന്നും അദ്ദേഹത്തിനു മനസ്സിലായി. ഗ്രഹം സൂൎയ്യനോടടുക്കുന്തോറും കൂടുതൽ കൂടുതൽ വേഗത്തിൽ അതു സഞ്ചരിക്കും എന്നു തെളിഞ്ഞു ഈ കണ്ടുപിടിത്തത്തിൽ അദ്ദേഹം അതിരററ ആനന്ദം അനുഭവിച്ചു. പ്രപഞ്ചസൃഷ്ടിയുടെ അടിസ്ഥാനതത്വങ്ങളെ കണ്ടെത്തുകയാണ് താനെന്ന് അദ്ദേഹത്തിന് തോന്നി. ഈ ശ്രമത്തെപ്പററി അദ്ദേഹം പറഞ്ഞിരിക്കുന്നതിപ്രകാരമാണ്: "The intese pleasure I have received from this discovery can never be told in words. I regretted no more the time wasted. I tired of no labour. I shunned no toilfin reckoning days and nights spend in calculation".

തന്റെ ഗൃഹത്തിലുണ്ടായ ആഭ്യന്തര കലഹങ്ങളെ വകവയ്ക്കാതെയും ധനസംബന്ധമായുണ്ടായ വൈഷമ്യങ്ങളിൽ കുടുങ്ങാതെയും താൻ അനുഭവിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നആനന്ദത്തിൽ അദ്ദേഹം ജീവിച്ചു. ആയതിനാൽ അദ്ദേഹം ഏററവും ലളിതമായ ഒരു പ്രകൃതിനിയമംകൂടികണ്ടുപിടിച്ചു. ഏതൊരു ഗ്രഹത്തിന്റെയും സൂര്യനെചുറ്റുന്നതിനുവേണ്ടസമയത്തെ അതുകൊണ്ടുതന്നെ ഗുണിച്ചുകിട്ടുന്ന ഫലത്തെ ആ ഗ്രഹത്തിനു സൂര്യനിൽ നിന്നുള്ള ദൂരത്തിന്റെ ക്യൂബ്യുകൊണ്ട് ഹരിച്ചാൽ എല്ലാ

ഗ്രഹത്തിനും ഒരേ സ്ഥിരസംഖ്യതന്നെ കിട്ടുന്നതാണ്. അതായതു് T ദിവസം കൊണ്ടാണ് D മൈൽ ദൂരെസ്ഥിതി ചെയ്യുന്നഗ്രഹം ഒരുപ്രാവശ്യം സൂര്യനുചുററും സഞ്ചരിക്കുന്നതെന്നുവരികിൽ $\frac{T^2}{D^3}$ എന്നതു് ഒരു സ്ഥിര സംഖ്യയായിരിക്കും, കെപ്ളർ മൂന്നു നിയമങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചു. സയൻസിൻെറ ചരിത്രത്തിൽ ഏററവും പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്ന ഒരു ഘട്ടമാണ് ഈ കണ്ടുപിടിത്തം കുറിക്കുന്നതു്. കോപ്പർ നിക്കസ്സിൻെറ നിഗമനങ്ങളും ബ്രഹേയുടെ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി ലഭിച്ച കണക്കുകളും അവയെ ഉപയോഗിച്ചു് കെപ്ളർ കണ്ടുപിടിച്ച നിയമങ്ങളും സയൻസ് വിജയിക്കുന്ന രീതിയെയാണ് കാണിക്കുന്നതു്. മററനേകം രംഗങ്ങളിൽ ഊഹാപോഹങ്ങളും പരീക്ഷണങ്ങളും ലബ്ധമായ നിയമങ്ങളും അധിഷ്ഠിതമായ സത്യാവസ്ഥയും സയൻസിനു് തെളിയിക്കുവാൻ സാധിച്ചു. അങ്ങനെ മനുഷ്യമനസ്സിനു് ചിന്തയുടെ മണ്ഡലത്തിൽ ഏററവും സുന്ദരമായൊരു പ്രപഞ്ചം പടുത്തുയർത്തുവാൻ ഉള്ള അടിസ്ഥാനകല്ലാണ് കോപ്പർ നിക്കസ്സു്, ബ്രഹേ, കെപ്ളർ എന്ന ത്രിമൂർത്തികൾ അടിച്ചുറപ്പിച്ചതു്. വിപ്ളവങ്ങളുടെ ജോലി മനുഷ്യമനസ്സിനെ കൂടുതൽ ശ്രേഷ്ഠവും ഉദാത്തവുമാക്കുകയാണെങ്കിൽ സയൻസിലുണ്ടായ ഈ വിപ്ളവം ആ കൃത്യം നിർവ്വഹിച്ചു എന്നുള്ളതു് സ്പഷ്ടമാണല്ലോ.

സയൻസിൻെറ ചരിത്രം കൈകാര്യം ചെയ്യുന്ന ഏതൊരാളും മേൽപ്പറഞ്ഞ അത്ഭുതപൂർവമായ കണ്ടുപിടിത്തം സയൻസിൽ ഉണ്ടായ വിപ്ളവത്തിൻെറ നാന്ദി കുറിക്കുക മാത്രമാണ് ചെയ്തതു് എന്നേ പറയുകയുള്ളൂ. പ്രപഞ്ചത്തെപ്പററിയുള്ള നിഗമനങ്ങളിൽ മാത്രമല്ല, മററു പല രംഗത്തും ശ്രേഷ്ഠമായ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളും ലോകവ്യാപക

ങ്ങളായ നിയമങ്ങളും തുടരെത്തുടരെയായി കണ്ടുപിടിക്കു വാൻ തുടങ്ങി. നേരം പ്രഭാതമാകുമ്പോൾ വർണ്ണശബളിമ യാർന്ന കിളികൾ കളകളനാദം ഉയർത്താൻ തുടങ്ങുന്നതു പോലെ ഇരുണ്ടനൂററാണ്ടുകൾക്കു ശേഷമുണ്ടായ നവോത്ഥാനത്തിൻെറ പ്രഭാതത്തിൽ ശാസ്ത്രത്തിൻെറ വിവിധ മണ്ഡലങ്ങളിൽ പുതിയ ജീവൻെറ ശബ്ദമുയർന്നു. വൈദ്യശാസ്ത്ര രംഗത്തു് ബ്രസൽസുകാരനായ വെസാലിയസ്, ഇംഗ്ലീഷു കാരനായ വില്യം ഹാർവി എന്നിവർ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി. കൂടാതെ വില്യം വിൽബർട്ട് എന്ന ഇംഗ്ലീഷുകാരനും ഗലീലിയോ ഗലീലി എന്ന ഇററലിക്കാരനും പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി നൂതനജ്ഞാനം നേടി, പിൽക്കാലത്തു് പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിയ പല മഹാന്മാർക്കും നേതൃത്വം നൽകിയതു് ഇവരത്രെ!!

സയൻസിൻെറ ചരിത്രത്തിൽ അതിപ്രധാനമായൊരു സ്ഥാനം ഗലീലിയോക്കുണ്ടെന്നുള്ളതു് നിസ്തർക്കമാണു്, അരിസ്റ്റോട്ടിലിൻെറ തത്വങ്ങളനുസരിച്ച് ഘനം കൂടുതലും കുറവും ഉള്ള രണ്ടു പദാർത്ഥങ്ങൾ ഒരേ സമയത്തു് ഭൂമിയിലേയ്ക്കു് വീഴുവാൻ അനുവദിച്ചാൽ ഘനം കൂടിയ സാധനം ആദ്യം വീഴുമെന്നു് തലമുറകളായി ജനങ്ങൾ വിശ്വസിച്ചും, പ്രചരിപ്പിച്ചും പോന്നിരുന്നു. ഒരാളെങ്കിലും ഇതു് സത്യമാണെന്നു് പരിശോധിക്കുവാൻ തുനിഞ്ഞില്ല. എന്നാൽ ഗലീലിയോ ആകട്ടെ മറിച്ചു വിശ്വസിക്കുകയും തൻെറ വിശ്വാസം പീസാ നഗരത്തിൽ 'ചരിഞ്ഞഗോപുരത്തിന്റെ' മുകളിൽ നിന്നു് ഘനവ്യത്യാസമുള്ള (ഒന്നും പത്തും പൗണ്ടുകൾ ഭാരമുള്ള) കല്ലുകൾ ഇട്ട് തെളിയിക്കയും ചെയ്തു. എഴുതിവച്ചിരിക്കുന്നതിനെയെല്ലാം അപ്പാടെ വിശ്വസിക്കരുതെന്നും പരീക്ഷണങ്ങളാൽ തെളിയിക്കപ്പെട്ടവയെ മാത്രമെ വിശ്വസിക്കാവൂ എന്നും അദ്ദേഹം അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. എന്നുമല്ല

പല പുതിയ കാര്യങ്ങളും അദ്ദേഹം ആവിഷ്ക്കരിക്കുകയും ചെയ്തു. വൈദ്യശാസ്ത്രം പഠിപ്പിക്കണമെന്നു് പിതാവു് ആഗ്രഹിച്ചിരുന്നെങ്കിലും അദ്ദേഹം ഗണിതശാസ്ത്ര പഠനത്തിലാണു് ഔത്സുക്യം കാണിച്ചതു്, ചെറുപ്പത്തിൽത്തന്നെ ആടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു പെൻഡുലത്തിൻെറ സമയനിരക്കു് അതിൻെറ നീളത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും എന്നു് തെളിയിക്കുകയും സുഖക്കേടുകാരുടെ നാഡി അളക്കുന്നതിനുവേണ്ടി നീളം മാററാവുന്ന ഒരു പെൻഡുലം നിർമ്മിക്കുകയും ചെയ്തു. അനന്തരം ഗണിതശാസ്ത്രപഠനത്തിൽ ശ്രദ്ധിക്കുകയും താൻ പഠിച്ച വിദ്യാലയത്തിൽതന്നെ ഗലീലിയോ പ്രഫസ്സരായി നിയമിതനാവുകയും ചെയ്തു. അക്കാലത്താണു് അരിസ്റ്റോട്ടലിന്റെ നിഗമനങ്ങൾക്കു് വിപരീതമായി തെളിവുകൾ ശാസ്ത്രലോകത്തിൽ ഹാജരാക്കിയതു്. ഇതിനെതുടന്നു് പൗരോഹിത്യ ലോകവുമായി അദ്ദേഹത്തിനു് അഭിപ്രായ വ്യത്യാസം ഉണ്ടാകുകയും തൻെറ ജോലി രാജിവെക്കേണ്ടതായി വരുകയും ചെയ്തു. അന്നത്തെ പോപ്പുമായിട്ടുള്ള അഭിപ്രായ വ്യത്യാസത്തിൽ ഉറച്ചുനിന്നിരുന്ന വെനീസ് റിപ്പബ്ളിക്കിൻെറ ഭാഗമായിരുന്ന പാഡുവാ സർവ്വകലാശാലയിൽ അദ്ദേഹം ഉദ്യോഗം സ്വീകരിച്ചു് തൻെറ പഠിത്തങ്ങൾ പിൻതുടന്നു് അനശ്വരമായ കീർത്തി നേടി. അദ്ദേഹം A. D. 1592 ലാണു് ലോകപ്രസിദ്ധമായ മെക്കാനിക്സിനെപ്പററിയുള്ള തൻെറ ഗ്രന്ഥം [conserning the science of mechanics] പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയതു്. അന്നത്തെ പണ്ഡിതന്മാരുടെ ഭാഷയായ ലാററിനിൽ എഴുതാതെ ഇററാലിയൻ ഭാഷയിലാണു് ഗ്രന്ഥരചന നിർവ്വഹിച്ചതു്. പല പുതിയ തത്വങ്ങളും അദ്ദേഹം അതിൽ ആവിഷ്ക്കരിച്ചു. ഒരു സാധനം ഭൂമിയിലേക്കു വീഴുമ്പോൾ തുല്യ സമയ ദൈർഘ്യത്തിൽ തുല്യദൂരമല്ല

വീഴുന്നതെന്നും, വീഴുന്നതിൻെറ വേഗത കൂടിവരുമെന്നും അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. ഒന്നു്, രണ്ടു്, മൂന്നു്, നാലു് എന്നീ സെക്കൻറുകളിൽ വീഴുന്നദൂരം 1, 4, 9, 16, [1^2, 2^2, 3^2, 4^2] എന്നീ അനുപാതത്തിലായിരിക്കുമെന്നു് പരീക്ഷണങ്ങൾ കാണിച്ചു് അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. ഒരു പിച്ചള ഗോളം താഴെ വീഴിച്ചാണു് അദ്ദേഹം ഇതു തെളിച്ചതു്. സമയം കണക്കാക്കുവാൻ ഒരു Stop watch ഇല്ലായിരുന്നതിനാൽ അദ്ദേഹം ഒരു ചെറിയ സുഷിരത്തിൽക്കൂടി വീഴുന്ന വെള്ളത്തിൻെറ തൂക്കം കണ്ടുപിടിച്ചാണു സമയം അളന്നതു്. അതിസമർത്ഥമായ മറെറാരു കണ്ടുപിടിത്തം (ചെരിഞ്ഞ) ഒരു slope-ൽ കൂടി താഴേക്കു് ഉരുണ്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിനെപ്പററിയുള്ളതാണു്. ഒരു slope-ൽ കൂടി ഉരുണ്ടുവരുന്ന ഗോളം ചെരുവിൽക്കൂടി തഴെ എത്തുമ്പോൾ അതിനെ തട്ടക്കാതെ മറെറാരു ചെരുവിലേക്കു് കയററി വിടുകയാണെങ്കിൽ അതു് കയറിപ്പോകുന്ന ഉയരം ഉരുട്ടാൻ തുടങ്ങുന്ന ദൂരത്തോടു സമമായിരിക്കുമെന്നു് അദ്ദേഹം പരീക്ഷണങ്ങൾ വഴി തെളിയിച്ചു. സാധനങ്ങൾ അന്യോന്യം ഉരസുമ്പോൾ friction എന്ന ശക്തി ഉണ്ടാകുന്നതിനെപ്പററി അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കിയതും ഈ പരീക്ഷണങ്ങളിൽനിന്നാണു്. അടുത്ത നൂററാണ്ടിൽ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ട ന്യൂട്ടൻെറ ചലനനിയമങ്ങൾക്കു് വഴിതെളിച്ചതും ഗലീലിയോയുടെ പരീക്ഷണസത്യങ്ങളാണു്. ഒരു ഉണ്ട നേരെ മുകളിലേക്കെറിയുന്നതിനു പകരം ചെരിച്ചു് എറിയുകയാണെങ്കിൽ അതിന്റെ വായുവിൽക്കൂടിയുള്ള ഗതി ഒരു പാരബോളാ ആയിരിക്കുമെന്നും (Parabola) അതിൽ ചില ലളിതമായ സവിശേഷതകൾ കാണുമെന്നും അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു.

ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ ജാജ്വല്യമാനമായ ഒരു പുതിയ നക്ഷത്രം പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടുകയും അക്കാലത്തെ യൂറോപ്യൻ ജനതയുടെ ശ്രദ്ധയെ അതു ഹഠാദാകർഷിക്കുകയും ചെയ്തു. ഗലീലിയൊ നക്ഷത്രങ്ങളിൽ ശ്രദ്ധിക്കുവാനും സൗരയൂഥത്തെപ്പററി പ്രസംഗിക്കുവാനും തുടങ്ങി. കെപ്ളറുമായി എഴുത്തുകുത്ത് നടത്തിക്കൊണ്ടിരുന്നതിനാൽ കോപ്പർനിക്കസ്സിന്റെ നിഗമനങ്ങളെ ഗലീലിയോ സർവ്വാത്മനാ ആദരിച്ചു. കെപ്ളറുമായി സമ്പർക്കമുണ്ടായിരുന്നെങ്കിലും 1609-വരെ വിശേഷാൽ യാതൊന്നും സംഭവിച്ചില്ല. അനന്തരകാലത്താണ് അദ്ദേഹം ടെലസ്ക്കോപ്പു പയോഗിച്ച് സൗരയൂഥത്തെപ്പററി പഠിച്ചതു്. തൽഫലമായി 17-ാം നൂററാണ്ടിന്റ ആരംഭകാലത്തിൽ ചിന്താമണ്ഡലത്തിലുണ്ടായ വ്യതിയാനത്തെപ്പററി അടുത്ത അദ്ധ്യയത്തിൽ പ്രസ്താവിച്ചുകൊള്ളാം.

പതിനാറാം നൂററാണ്ടിൻെറ അന്ത്യത്തിൽ മററു പല നേട്ടങ്ങളും സയൻസിൽ ഉണ്ടായി എന്നു് മുമ്പ് പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. ഗിൽബർട്ട് [1544-1603] കാന്തശക്തിയെപ്പററി നൂതനങ്ങളായ പലതും പ്രായോഗിക പരീക്ഷണങ്ങൾവഴി കണ്ടുപിടിച്ചു. കഴിഞ്ഞ നൂററാണ്ടുകളിൽ ഈ വിഷയത്തെപ്പററി അങ്ങിങ്ങായി ചില ചില്ലറ അറിവുകളേ ലഭിച്ചിരുന്നുള്ളു. എന്നാൽ ഗിൽബർട്ട് പഴയ അറിവിനെ ആവർത്തിച്ചു് പരീക്ഷിച്ചു ശേഷം പുതിയ പരീക്ഷണങ്ങളിൽക്കൂടി മുതൽക്കൂട്ടി എന്നുമാത്രമല്ല, കാന്തശക്തിയെപ്പററി പുതിയ അഭ്യൂഹങ്ങളും പുറപ്പെട്ടുവിച്ചു.

പരീക്ഷണങ്ങൾ വഴി ലഭിക്കുന്ന അറിവിനെ അഭ്യൂഹങ്ങൾ വഴി പൊതുനിയമങ്ങളുടെ കീഴിൽ കൊണ്ടുവരുന്നതാണല്ലോ സയൻസ്സ്. ആദ്യമായിത്തന്നെ കാന്തശക്തിയുള്ള സാധനങ്ങൾക്കു് ആ കാലഘട്ടങ്ങളിൽ വിശ്വ

സിച്ചിരുന്നതു പോലെ മാന്ത്രികമായിട്ടുള്ള ശക്തികൾ ഇല്ല എന്ന് അദ്ദേഹം സമർത്ഥിച്ചു. അതിനുശേഷം കാന്തശക്തി ഒരു Magnet-ൻെറ രണ്ടഗ്രങ്ങൾക്കുട്ടത്താണ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നതെന്നും അവയിൽ ഒന്ന് വടക്കുനോക്കിയും, മറ്റേത് തെക്കുനോക്കിയും ആണെന്നും അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. എന്നുമല്ല; താങ്ങില്ലാതെ കെട്ടിത്തൂക്കിയിരിക്കുന്ന ഒരു മാഗ്നററ് എപ്പോഴും തെക്കുവടക്കായി നിൽക്കുന്നതു് ഭൂമി ഒരു വലിയ മാഗ്നററായതിനാലാണെന്നും അദ്ദേഹം ഊഹിച്ചു. ഇതു തെളിയിക്കുന്നതിനു് അദ്ദേഹം വലിയ ഒരു ഗോളത്തിൽ കാന്തശക്തി ഉണ്ടാക്കിയതിനുശേഷം അതിൻെറ മുകളിൽ ഒരു കാന്ത സൂചി പല ഭാഗത്തായി കെട്ടിത്തൂക്കിയിട്ട് വടക്കുനോക്കിയന്ത്രം പ്രവർത്തിക്കുന്നതു പോലെ ആ സൂചി പ്രവർത്തിക്കുമെന്നു് കാണിച്ചു. അതായതു വിജാതീയ ധ്രുവങ്ങൾ (poles) ആകർഷിക്കുകയും സജാതീയ ധ്രുവങ്ങൾ (poles) വികർഷിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു എന്നു് അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. കാന്തസൂചികളുടെ dip അളക്കുവാൻ വരെ അദ്ദേഹം പഠിച്ചു. ഇവ കൂടാതെ Electric Waves കളെപ്പററിയും അദ്ദേഹം പഠിച്ചു. പൊതുവേ പറഞ്ഞാൽ വിശ്വാസങ്ങൾക്കെതിരെ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുന്നതിനു് അദ്ദേഹം പ്രാധാന്യം നൽകി. ആധുനിക സയൻസിൻെറ ചരിത്രകാരന്മാർ ഈ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾ പലതും റോബർട്ട് നോമാൻ എന്ന ഗിൽബർട്ടിൻെറ സമകാലികനാണു് കണ്ടുപിടിച്ചതു് എന്നു് സമർത്ഥിക്കുന്നുണ്ട്. എന്നാലും ഇരുമ്പുണ്ടാക്കുന്നതിലും, സമർത്ഥമായി കപ്പൽ നടത്തുന്നതിലും, ഇംഗ്ലീഷുകാർ വിജയിച്ചതിൻെറ അടിസ്ഥാന പഠനങ്ങൾ നടത്തുന്നതിലും സഹായിച്ചതു് ഗിൽബർട്ട് ഇതിനെല്ലാം മാന്യത നൽകി ഉന്നത വിദ്യാഭ്യാസ രംഗത്തു് കൊണ്ടുവന്നതിനാലാണു്.

പരീക്ഷണങ്ങളിൽ കൂടി സത്യാന്വേഷണം നടത്തി വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിനു് പല സംഭാവനകളും നൽകിയ ഒരു മഹാനാണു് വെസിലിയസ്. എ. ഡി. 1514 ൽ ബ്രസൻസിൽ പരമ്പരാഗതമായി വൈദ്യവൃത്തി സ്വീകരിച്ചിരുന്ന ഒരു കുടുംബത്തിലാണു് അദ്ദേഹം ജനിച്ചതു്. ബാലനായിരുന്നപ്പോൾ തന്നെ അദ്ദേഹം ശരീരശാസ്ത്രത്തെപ്പററി അനേകം ഗ്രന്ഥങ്ങൾ വായിച്ചുതീർക്കുകയും മൃഗങ്ങളിൽ ശസ്ത്രക്രിയ നടത്തി പലതും ഗ്രഹിച്ചുവരികയും ചെയ്തു. ആദ്യം പാരീസ്സ് സർവ്വകലാശാലയിലും പിന്നീട്ട് ലോവേയ്ൻ സർവ്വകലാശാലയിലും അദ്ദേഹം വൈദ്യശാസ്ത്രം പഠിച്ചു. ഗാലൻെറ ഗ്രന്ഥങ്ങളാണു് അടിസ്ഥാന തത്വങ്ങളായി അന്നും അഭ്യസിപ്പിച്ചു വന്നിരുന്നതു്. ശസ്ത്രക്രിയ നടത്തിയിരുന്നതു് ക്ഷുരകന്മാരും അതിനെപ്പററി പ്രസംഗിച്ചിരുന്നതു് വേറെ ആളുകളുമാണു്. ഈ രണ്ടു കൂട്ടരും തമ്മിൽ യാതൊരു ചിന്തയും കൈമാററം ചെയ്തിരുന്നില്ല. എന്നാൽ വെസാലിയസ്സ് ഈ പരമ്പരാഗതമായരീതിയിൽ നിന്നു് വ്യതിചലിച്ചു്, സ്വയം ശസ്ത്രക്രിയകൾ നടത്തി, അപ്പോൾ അദ്ദേഹത്തിനു് ഗാലൻ പറഞ്ഞിരുന്ന പലതും തെറ്റാണെന്നു് മനസ്സിലായി. ഗാലനു് തെററുപററിയിട്ടുണ്ടെന്നു് പരസ്യമായി പ്രസ്താവിച്ചപ്പോൾ അദ്ദേഹത്തിനു്സർവ്വകലാശാലയിലുണ്ടായിരുന്ന അന്നത്തെ പ്രോഫസറന്മാരുമായി കലഹിച്ചു്, നാട്ടുവിട്ടു് ഇററലിയിൽപോയി പാഡുവാ സർവ്വകലാശാലയിൽ രക്ഷനേടേണ്ടതായി വന്നു. 1537 ൽ തന്റെ 22-ാം വയസ്സിൽ അദ്ദേഹം അവിടെ പ്രൊഫസറായി. ആ സ്ഥാനത്തിരുന്നുകൊണ്ടു് അദ്ദേഹം ശരീരശാസ്ത്രത്തിൽ സ്വയം ശസ്ത്രക്രിയകൾ നടത്തി നൂതനമായ അറിവുകൾ നേടി. 28-ാം വയസ്സിൽ The anatomy of the human body എന്ന ഗ്രന്ഥം അദ്ദേഹം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. ഏഴു ഭാഗ

ങ്ങളിലായി ദേഹത്തുള്ള പല അവയവങ്ങളേയും പറ്റി ചിത്രങ്ങളോടുകൂടിയ വിവരണങ്ങളുള്ള ഒരു പ്രസിദ്ധീകരണമാണതു് താൻ ശസ്ത്രക്രിയയിൽ കണ്ട കാര്യങ്ങളെപ്പറ്റി മാത്രമേ ഗ്രന്ഥത്തിൽ പ്രതിപാദിച്ചിരുന്നുള്ളു. നക്ഷത്രങ്ങൾ അവയവങ്ങളെ നിയന്ത്രിക്കുന്നതായോ, മനുഷ്യജീവനും ഗ്രഹങ്ങളുമായി എന്തെങ്കിലും ബന്ധമുള്ളതായോ അദ്ദേഹത്തിൻെറ ഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ പറഞ്ഞിട്ടില്ല ഗാലൻെറ കാലശേഷം 1300 കൊല്ലങ്ങളായി വിശ്വസിച്ചിരുന്ന പല പ്രമാണങ്ങളും അദ്ദേഹം തകർത്തു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ ഗുരുക്കന്മാർ പോലും ശക്തിയായ ഭാഷയിൽ അദ്ദേഹത്തെ ശകാരിച്ചു. കോപ്പർ നിക്കസ്സിൻെറ സൗരയൂഥത്തെപ്പറ്റിയുള്ള ഗ്രന്ഥവും ഈ പുസ്തകവും ഒരേ വർഷത്തിലാണു് പ്രസിദ്ധീകൃതമായതു്. പുസ്തകപ്രസിദ്ധീകരണശേഷം ഒരു കൊല്ലം കഴിഞ്ഞു് അദ്ദേഹം പാദുവായിൽ നിന്നു് സ്പെയിനിൽ പോയി, അന്നു റോമൻ ചക്രവർത്തിയായിരുന്ന ചാറൽസ് അഞ്ചാമൻെറ കൊട്ടാര വൈദ്യനായി. അവിടെ അദ്ദേഹം ഒരു നല്ല ശിഷ്യപരമ്പര ഉണ്ടാക്കി. ഫലോപ്പിയൻ ട്യൂബ്സ് കണ്ടുപിടിച്ച ഗേബ്രിയേൽ (Gabriel Fallopius) ഫെബ്രീഷിയസ്, (Fabricius) രക്തചംക്രമണം കണ്ടുപിടിച്ച ഇംഗ്ലീഷുകാരനായ വില്യം ഹാർവി. എന്നിവരെല്ലാം അക്കൂത്തിൽപെടുന്നു. പൗരോഹിത്യവുമായി വൈരുദ്ധ്യത്തിലേർപ്പെട്ടതിനാൽ താൻ ചെയ്ത പാപത്തിൻെറ മോചനത്തിനു് ജറൂസലത്തിലേക്കു് ഒരു തീർത്ഥയാത്ര നടത്തുകയും, മടക്കയാത്രയിൽ കപ്പൽ മുങ്ങി അദ്ദേഹം മൃതിയടയുകയും ചെയ്തു.

വെസാലിയസ് തെളിച്ച പന്ഥാവു് ഹാർവി നല്ലപോലെ ഉറപ്പിച്ചു. രക്തം ദേഹത്തു ചെയ്യുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങളെപ്പററി ഗാലൻെറ അഭിപ്രായങ്ങൾക്കു് വിരുദ്ധ

മായ തെളിവുകൾ വെസാലിയന്ന് ഹാജരാക്കി. സിരക ളിലും ധമനികളിലും കൂടി വ്യത്യസ്തമായി രക്തം പ്രവ ഹിച്ച് ഹൃദയത്തിലുള്ള ഒരു നേർത്ത പാടയിലുള്ള അതി സൂക്ഷ്മങ്ങളായ സുഷിരങ്ങളിൽകൂടി കടന്ന് ഒന്നിച്ചു ചേ രുന്നു എന്നായിരുന്നു വിശ്വാസം. എന്നാൽ വെസാലി യസ് ശസ്ത്രക്രിയ നടത്തി ഈ പാടയും സുഷിരവുമില്ലെന്ന് ഊന്നിപ്പറഞ്ഞു. ഹാർവി എന്താണു നടക്കുന്നതെന്ന് സ്പഷ്ടമായി തെളിയിച്ചു." രക്തം ശരീരത്തിൻെറ നാനാഭാഗങ്ങളിൽക്കൂടി ചുററി സഞ്ചരിക്കുന്നതിനു സഹാ യിക്കുന്ന ഒരു പമ്പാവാണ് ഹൃദയം. ഹൃദയത്തിന്റെ ആറി ക്കിൾസ് രണ്ടും ഒരുമിച്ചു സങ്കോചിക്കുമ്പോൾ രക്തം വാൽവുവഴി വെൻട്രിക്കിൾ സിലേക്കു കടക്കുന്നു. സങ്കോചം തുടങ്ങുന്നതു് വെയിൻസ് വന്നു ചേരുന്ന ഭാഗത്തു നിന്നാ കയാൽ രക്തം അവയിലേക്കു കടക്കുന്നില്ല, ഇതിനെത്തു ടർന്നു് വെൻട്രിക്കിൽസ് സങ്കോചിക്കുമ്പോൾ ആറിക്കിൾ സിലേക്കുള്ള വാൽവുകൾ രണ്ടും അടയുന്നതിനാൽ രക്തം അവയിലേക്കു കടക്കുന്നില്ല. ഈ രണ്ടു സങ്കോചങ്ങളേയും തുടർന്നു് എല്ലാ അറകളും ഒരുമിച്ചു് വികസിക്കുന്നു. ഇതി നകം അയോർട്ടയിലും, പൾമൊണറി ആർട്ടറിയിലും രക്തം കടന്നിരിക്കും. ഇവ തിരിച്ചു പ്രവഹിക്കുന്നതിൽ നിന്നു. വാൽവുകൾ തടയുന്നു. എന്നാൽ വീനാക്കവേയിലും പൾ മൊണറി വെയിനുകളിലും നിന്നു് രക്തം ആറിക്കിൾസ് ലേക്കു് കടക്കുകയും അവിടെ നിന്നു് വാൽവുകൾവഴി വെൻ ട്രിക്കിൾസിലേക്കു് ചെന്നു ചേരുകയും മുൻപറഞ്ഞ പ്രവ ർത്തനങ്ങളെല്ലാം ആവർത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു." ഇങ്ങനെ യാണു് യഥാർത്ഥത്തിൽ രക്തം ദേഹത്തു പ്രവഹിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്നതു് എന്നാണു് ഹാർവി തെളിയിച്ചതു്. രക്ത ചംക്രമണത്തെപ്പററി മാത്രമല്ല, ഹാർവി പഠിച്ചതു്. പല മൃഗങ്ങളുടെയും ഭ്രൂണാവസ്ഥയിലുള്ള ജീവിതത്തെ

പ്പററി അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി. ഇതിനെല്ലാം പ്രശസ്തി നേടിയതിനാൽ അദ്ദേഹത്തെ ഇംഗ്ലണ്ടിലെ ചാറൽസ് ഒന്നാമൻെറ കൊട്ടാര വൈദ്യനാക്കി. ഈ സ്ഥാനത്തിരുന്നു് അദ്ദേഹം വളരെ പ്രശസ്തിനേടി. വെസാലിയസ് എപ്രകാരം ആധുനിക ശരീരശാസ്ത്രത്തെ പുഷ്ടിപ്പെടുത്തിയോ അപ്രകാരം തന്നെ ഹാർലി ആധുനിക physiology യേയും പരിപുഷ്ടമാക്കി. സയൻസിലെ ചരിത്ര ഗവേഷകന്മാർ ഹാർലിയുടെ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾ അദ്ദേഹത്തിൻെറ സമകാലികർക്കും അറിയാമായിരുന്നു എന്നു പറയുന്നു. ഇതിൻെറ അർത്ഥം അന്നത്തെ അന്തരീക്ഷത്തിൽ വിപ്ളവകരമായ മാററങ്ങൾ അന്തർലീനമായിരുന്നു എന്നാണു്. മനുഷ്യരാശിയുടെ ജീവിതം ഉദാത്തമായ രീതിയിലേക്കു് ലോകത്തിൻെറ ഒരു ഭാഗത്തു് മാറുവാൻ തുടങ്ങി എന്ന ശുഭലക്ഷണമാണു് ഇതു കുറിക്കുന്നതു്. 16-ാം നൂററാണ്ടിലെ പ്രസിദ്ധനായ ശസ്ത്രക്രിയാവിദഗ്ദ്ധൻ Pare ഒരു ഫ്രഞ്ചുകാരനായിരുന്നു. അദ്ദേഹം വെസാലിയസിൻെറ നിഗമനങ്ങളിൽ വിശ്വസിച്ചിരുന്നു. 1510 ൽ ജനിച്ച ഇദ്ദേഹം ഒരു ക്ഷുരക ശസ്ത്രക്രിയക്കാരൻെറ കീഴിൽ ജോലിക്കാരനായി വളർന്നു വന്നു. പിന്നീട്ട് ഒരു ആശുപത്രി ജീവനക്കാരനാവുകയും ആ സ്ഥാനത്തിൽ നിന്നും യുദ്ധം ചെയ്യുന്ന പടയാളികളെ ശുശ്രൂഷിക്കുന്ന വൈദ്യനാകുകയും ചെയ്തു. മുറിവേററ ശരീരഭാഗങ്ങളെ തീപ്പൊള്ളൽ കൊണ്ടു് രക്തമൊലിപ്പ് നിറുത്താതെ ശുദ്ധിയുള്ള തുണികൊണ്ടു് കെട്ടി അദ്ദേഹം ശുശ്രൂഷിച്ചു്, മുറിവു് ഭേദപ്പെടുത്തി. അതുപോലെ വെടിയുണ്ട ഏററ ഭാഗങ്ങളിൽ തിളക്കുന്ന എണ്ണ കോരിയൊഴിക്കാതെ, " ഡ്രസ്സുചെയ്തു് " മുറിവു് ഭേദപ്പെടുത്തി. അങ്ങിനെ സൂക്ഷിക്കുകയാണെങ്കിൽ മുറിവുകൾ സ്വയം ഭേദപ്പെട്ടു മെന്നു് അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. അദ്ദേഹം പറഞ്ഞിരുന്നതും വിശ്വസിച്ചിരുന്നതും ഇതാണു് " I dress the wound

God healed it '' മുറിവുകൾ ശുശ്രൂഷിക്കുന്ന രീതിയെപ്പററിയും പ്രസവശുശ്രൂഷയെപററിയും ഇദ്ദേഹം അനേകം പുസ്തകങ്ങൾ രചിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇങ്ങനെ 16-ാം നൂററാണ്ടിൽ വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിൽ സയൻസിലുണ്ടായ മാറെറാലി കേൾക്കാമെങ്കിലും ആ ശാസ്ത്രം പിന്നീട്ട് മൂഢതയുടേയും, അജ്ഞതയുടേയും കൈകളിൽ അകപ്പെട്ടു പോയി. നൂററാണ്ടുകൾക്കശേഷമേ ആ പിടിയിൽ നിന്നു് ശാസ്ത്രം വിമുക്തമാകുന്നുള്ളൂ.

16-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ അന്ത്യത്തിൽ നിന്നു കൊണ്ടു് ശാസ്ത്രരംഗത്തെ വീക്ഷിക്കുന്ന ഏതൊരാൾക്കും വ്യക്തമാകുന്നതു് നവോത്ഥാനത്തിൻെറ കാററു് ശക്തിയായി ഈ രംഗത്തു് പ്രവർത്തിച്ചു എന്നതാണു്. തൽഫലമായി ശാസ്ത്രത്തിൻെറ വിവിധ രംഗങ്ങളിൽ പ്രായോഗിക പരീക്ഷണങ്ങളിൽ അടിയുറച്ചു നിന്നു കൊണ്ടു് പ്രകൃതിയുടെ ശാശ്വത നിയമങ്ങളുടെ ദർശനം മനുഷ്യനു് സാധ്യമാകുന്നതായി കാണുന്നു. നൂററാണ്ടുകളായി സഞ്ചരിച്ചിരുന്ന അന്ധകാരമയമായ ഊടുവഴികളിൽ നിന്നു് വിജ്ഞാനത്തിൻെറയും വളർച്ചയുടേയും രാജപാതയിലേക്കു് മനുഷ്യബുദ്ധി തിരിച്ചെത്തിയതു് ഈ കാലഘട്ടത്തിലാണു്. പ്രകൃതിയെ നിരീക്ഷിക്കുക, ആ നിരീക്ഷണങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ നിയമങ്ങളെ ദർശിക്കുക എന്ന ഉൽകൃഷ്ടമായ രീതി ഈ കാലഘട്ടത്തിലാണു് നാമ്പെടുത്തതു്. ഇതിൻെറ ഫലമായിട്ടാണു് ഉൽകൃഷ്ടനും ചിന്താശീലനുമായ മനുഷ്യൻ താൻ ജീവിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചം നിയമാധിഷ്ഠിതമാണെന്നും, വൈവിധ്യത്തിൽ ഏകത്വമുള്ളതാണെന്നും, ഉള്ള ദർശനത്തിൻെറ ബാലപാഠങ്ങൾ പരീക്ഷണത്തിൽ കൂടി തെളിയിച്ചതു്.

അദ്ധ്യായം 3

പതിനേഴാം നൂററാണ്ട്

സയൻസിനെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം 17-ാം നൂററാണ്ടിന്റെ ആരംഭം കവിവാക്യത്തിൽ വർണ്ണിക്കാവുന്നതാണ്.

"ഉദയഗിരി ചുമന്നു ഭാനുബിംബം വിളങ്ങി
നളിന മുകുളജാലേ മന്ദഹാസം തിളങ്ങി
പനിമതി മറവായി, ശംഖനാദം മുഴങ്ങി
ഉണരുക കണികാണാൻ അംബരേ ശംബ-
രേശാ!"

എന്ന ശ്ലോകം ഈ സന്ദർഭത്തിന് ചേർന്നതാണ്. നവോത്ഥാനത്തിന്റെ സന്താനങ്ങളായ ഗലീലിയോയും കെപ്ളറും ഔന്നത്യത്തിലെത്തുന്നത് 17-ാം നൂററാണ്ടിന്റെ ആദ്യഘട്ടത്തിലാണ്. അവർ കൊളുത്തിയ ദീപശിഖയും ഏന്തി അതിവേഗത്തിൽ പായുന്ന നൃത്തം ഈ നൂററാണ്ടിൽ നമുക്കു ദർശിക്കാവുന്നതാണ്. ദൂരദർശിനിയിൽ കൂടി ബാഹ്യലോകങ്ങളിൽ ദൃശ്യമാകുന്നതും, സൂക്ഷ്മദർശിനിയിൽക്കൂടി നമുക്കു ചുററും ജീവിക്കുന്ന അദൃശ്യമായ ലോകത്തെ കണ്ടെത്തുന്നതും ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ തന്നെയത്രെ! കാലഘട്ടങ്ങളുടെ ആവശ്യങ്ങൾക്കുവേണ്ടി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് പല സംഗതികളിലും ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടതായി വരുമെന്നും അതിൽ നിന്നും ഉപകാരപ്രദങ്ങളായ പല നേട്ടങ്ങളും ഉണ്ടാകുമെന്നും, തെളിയുന്നത് മറെറാരു കാലഘട്ടത്തിലുമല്ല. നൂതനങ്ങളായ അറിവ് ഒന്നിനു പുറകെ

ഒന്നായി പല രാജ്യങ്ങളിലായി വന്നുകൊണ്ടിരുന്നതി നാൽ ഇതെല്ലാം അന്യോന്യം മനസ്സിലാക്കുന്നതിനായി പ്രസിദ്ധീകരിക്കേണ്ടയാവശ്യം വരുകയും അതു ചെയ്യുന്നതി നായി സൊസൈററികൾ ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്തതു് ഇതേ കാലഘട്ടത്തിലാണു്.

കഴിഞ്ഞ അദ്ധ്യായത്തിൽ ആകാശത്തു കണ്ട ഒരു പുതിയ നക്ഷത്രത്തെപ്പററി പ്രസംഗിച്ചും, കോപ്പർനിക്ക സ്സിൻെറ അഭ്യൂഹങ്ങളെ പിൻതാങ്ങിയും പാദ്ദുവാ സർവ്വ കലാശാലയിൽ കഴിഞ്ഞുവന്ന ഗലീലിയോയെപ്പററി പ്രസ്താ വിച്ചിരുന്നല്ലൊ. 1609 ജൂൺ മാസം വരെ പ്രത്യേക സംഭ വങ്ങളൊന്നും ഉണ്ടായില്ല. ആ മാസത്തിൽ ഹോളണ്ടിലെ ഒരു കണ്ണാടി വില്പനക്കാരൻ രണ്ടു ലെൻസുകൾ ചേർത്തുവച്ചു ദൂരത്തിരിക്കുന്ന സാധനങ്ങളെ കണ്ണിനടുത്തു വലുതാക്കിക്കാ ണിക്കത്തക്ക ഒരുപകരണം ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നു എന്ന റിവു കിട്ടി. ലെൻസുകളിൽക്കൂടി പ്രകാശരശ്മികൾ കട ന്നുപോകുമ്പോൾ എന്തു സംഭവിക്കുന്നു എന്നൊന്നും ഇതുണ്ടാ ക്കിയവൎക്കു് അറിവില്ലായിരുന്നു. എന്നാൽ ഗലീലിയോ ആകട്ടെ അന്നുവരെ പ്രകാശരശ്മികളെപ്പററിയും ലെൻ സുകളെപ്പററിയും കിട്ടിയിരുന്ന അറിവുകളെയെല്ലാം പരി ശോധിച്ചുകൊണ്ടു് ദൂരദർശിനി ഉണ്ടാക്കുവാൻ തുടങ്ങി. ആദ്യമായി ഒരു നല്ല ദൂരദർശിനിയുണ്ടാക്കി, ഒരു നാവിക പ്പട രാജ്യാക്രമണത്തിനു് മുതിരുകയാണെങ്കിൽ അവരെ ദൂരത്തുവച്ചുതന്നെ ദർശിക്കാമെന്ന ഒരെഴുത്തോടുകൂടി രാജ്യം ഭരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന സെനററംഗങ്ങൾക്കു് സമ്മാനിച്ചു. അവരെല്ലാം ദൂരദർശിനിയിൽക്കൂടി വീക്ഷിച്ചു് സംതൃപ്തി രായി ഗലീലിയോയ്ക്കു് പല പാരിതോഷികങ്ങളും നല്കി. അതിനുശേഷം ഗലീലിയോ ദൂരദർശിനിയിൽക്കൂടി ആകാ ശത്തുള്ള നക്ഷത്രങ്ങളെ നോക്കി പഠിക്കുവാൻ തുടങ്ങി.

ചന്ദ്രബിംബത്തെ സൂക്ഷിച്ചു നോക്കിയപ്പോൾത്തന്നെ പരമ്പരാഗതമായി സിദ്ധിച്ചിരുന്ന വിശ്വാസപ്രമാണങ്ങൾ തകരുവാൻ തുടങ്ങി. അരിസ്റ്റോട്ടിലിൻെറ നിഗമനം ചന്ദ്രൻ പൂർണ്ണഗോളമായിരിക്കമെന്നും അതിൻെറ ഉപരിതലം കുന്നുംകുഴിയുമല്ലാത്ത ഒരു സമതലമായിരിക്കമെന്നും ആയിരുന്നു. പക്ഷെ ടെലസ്കോപ്പിൽക്കൂടി കണ്ട ചന്ദ്രൻെറ ഉപരിതലം കുന്നുകളാലും കുഴികളാലും നിറഞ്ഞിരുന്നു. വീനസ് എന്ന ഗ്രഹത്തിനു് ചന്ദ്രനുണ്ടാകുന്നതുപോലെ വൃദ്ധിക്ഷയമുണ്ടെന്നും ജൂപ്പിററ റിൻെറ ചുറ്റും ഒന്നിൽക്കൂടുതൽ കൊച്ചുചന്ദ്രന്മാർ ചുററിക്കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നുവെന്നും അദ്ദേഹം കണ്ടു. കോപ്പർനിക്കസ്സിൻെറ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ ആദ്യകാലം തൊട്ടുതന്നെ വിശ്വസിച്ചിരുന്ന ഗലീലിയോസ്സു്; ഈ കാഴ്ചകൾ കൂടുതൽ വിശ്വാസം നേടിക്കൊടുത്തു. തൻ്റെ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളെപ്പറ്റി ഫ്ളോറൻസിലെ ഡ്യൂക്കിനും ഫ്ളോറൻസിലെ രാജാവിനും, പോപ്പിനും, സ്പെയിനിലെ രാജാവിനും ഹോളണ്ടിലെ സൈനികമേധാവികൾക്കും അദ്ദേഹം എഴുതി അറിയിച്ചു. എന്നുമല്ല, 1610-ൽ "നക്ഷത്രങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള ദൂതൻ" [Messengers from the Stars] എന്നൊരു പുസ്തകം അദ്ദേഹം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. അധികം താമസിയാതെ ഗലീലിയോ പാദ്ദുവാ സർവ്വകലാശാല വിട്ടുകയും ഫ്ളോറൻസിലെ ഡ്യൂക്കിൻെറ കീഴിൽ ഉദ്യോഗം സ്വീകരിക്കുകയും ചെയ്തു. ഉദ്യോഗത്തിലിരുന്നു് ആകാശത്തു നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളുടെ നാടകം ദർശിക്കുവാനും പഠിക്കുവാനും അദ്ദേഹത്തിനു സാധിച്ചു. 1613-ൽ സൂര്യനിൽ കാണുന്ന Sun Sports നെപ്പററി ഒരു ലേഖനം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. ഇതിൻെറ ഫലമായി അദ്ദേഹത്തിൻെറ ശത്രുക്കൾ ശക്തിയായി അദ്ദേഹത്തിൻെറ കാഴ്ചപ്പാടുകളെ എതിർക്കുവാൻ തുടങ്ങി. ഗലീലിയോ ആകട്ടെ കൂടുതൽ

ദൂരദർശിനികൾ നിർമ്മിച്ച് വിലക്കു വിൽക്കുകയും, താൻ ദർശിച്ച കാര്യങ്ങളെ ശക്തിയായ ഭാഷയിൽ വിവാദപരമായിത്തന്നെ ശത്രുക്കളെ എതിർത്തുകൊണ്ടും, പ്രകോപിച്ചുകൊണ്ടും എഴുതുകയും ചെയ്തു. എന്നാൽ സ്ഥിരപ്രതിഷ്ഠിതങ്ങളായ അരിസ്റ്റോട്ടിലിൻെറ നിഗമനങ്ങളെ ചോദ്യം ചെയ്യുന്ന സിദ്ധാന്തങ്ങളുടെ പ്രചരണത്തെ തടയുന്നതിനായി അന്നത്തെ മതാദ്ധ്യക്ഷനായിരുന്ന പോൾ അഞ്ചാമൻ ഗലീലിയോക്ക് ഒരു താക്കീത് നൽകി. 1615-ൽ ഗലീലിയോക്ക് റോമിൽ പോകേണ്ടതായും കാർഡിനൽമാരുടെ ഒരു സഭയിൽ സ്വന്തം നിലപാട് വിശദീകരിക്കേണ്ടതായും വന്നു. ഒരു താക്കീതോടുകൂടി അന്നു രക്ഷപ്പെട്ടെങ്കിലും അനിവാര്യമായിരുന്ന ആ സംഘട്ടനം—പരീക്ഷണങ്ങളിൽക്കൂടി തെളിയിക്കാവുന്ന ആശയങ്ങളും സ്വപ്നങ്ങളിൽ മാത്രം ജീവിക്കുവാൻ കഴിവുള്ള ഊഹങ്ങളും തമ്മിലുള്ള ആ പോരാട്ടം—പിന്നീട് ഉണ്ടാകുക തന്നെ ചെയ്തു ഇതിൽ ഏററവും രസാവഹമായ കാര്യം ഗലീലിയോയുടെ ശത്രുക്കളിൽ പലരും ദൂരദർശിനിയിൽക്കൂടി നക്ഷത്രങ്ങളേയോ, ഗ്രഹങ്ങളേയോ നിരീക്ഷിക്കുവാൻ തയ്യാറില്ലെന്നതായിരുന്നു. അല്പനാളത്തേക്ക് ഗലീലിയോ മൗനമവലംബിച്ചെങ്കിലും 1623-ൽ വാൽനക്ഷത്രങ്ങളെപ്പററി ഒരു പ്രബന്ധം അവതരിപ്പിക്കുകയും, അതിൽക്കൂടി കോപ്പർനിക്കസ്സിനെ പിൻതാങ്ങുകയും ചെയ്തു. ആ പ്രബന്ധം വലിയ ശ്രദ്ധയിൽപെട്ടില്ല. എന്നാൽ 1623-ൽ "Dialogues on the two chief systems of the world" എന്ന പുസ്തകം പ്രസിദ്ധീകൃതമായി. ടോളമിയുടേയും, കോപ്പർനിക്കസ്സിൻേറയും സിദ്ധാന്തങ്ങളെപ്പററി സംഭാഷണരൂപത്തിൽ അവതരിപ്പിച്ച ചോദ്യോത്തരങ്ങളിൽക്കൂടി ഗലീലിയോ തൻെറ അഭിപ്രായങ്ങൾക്ക് രൂപം നൽകി. പുസ്തകത്തിൻെറ പ്രസിദ്ധീകരണശേഷം താമസംവിനാ അദ്ദേ

ഹത്തിനു് റോമിൽ ഇൻകൊസിഷൻെറ (പോപ്പിൻെറ) മുന്നിൽ ഹാജരാകേണ്ടതായിവന്നു. വിശ്വാസങ്ങളെ തക ക്കുവാൻ ശ്രമിക്കുന്നു എന്ന ആരോപണം അദ്ദേഹത്തിൽ ചുമത്തപ്പെട്ടു. സഭാദ്ധ്യക്ഷന്മാരുടെ മുന്നിൽവച്ചു് ചെയ്തു പോയ തെററുകളെപ്പററി അദ്ദേഹത്തിനു് മാപ്പു ചോദി ക്കേണ്ടതായിവന്നു. അന്നു് 70 വയസ്സു് പ്രായമുണ്ടായിരുന്ന അദ്ദേഹത്തിനു് ദേഹോപദ്രവം ഏല്ക്കേണ്ടിവന്നു എന്നും കേൾവിയുണ്ടു്. അദ്ദേഹത്തെ വിചാരണ ചെയ്ത കോടതി യുടെ മുന്നിൽവച്ചു് ഉറച്ചുതന്നെ പശ്ചാത്താപപ്രകടനം നടത്തേണ്ടതായി വരുകയും ചെയ്തു. കോടതിയിൽനിന്നും പുറത്തിറങ്ങിയപ്പോൾ "എന്നാലും ഭൂമി ഭ്രമണം ചെയ്ക തന്നെ ചെയ്യുന്നു" എന്നദ്ദേഹം പിറുപിറുത്തുവത്രേ! ശിക്ഷയായി ജയിൽവാസമാണു വിധിച്ചതെങ്കിലും പോപ്പിൻെറ കാരുണ്യംകൊണ്ടു് അദ്ദേഹത്തെ പാർപ്പിച്ചതു് ഒരു കൊട്ടാരത്തിലാണു്. 1638-ൽ കാഴ്ചശക്തി നശി ച്ചതിനാൽ അദ്ദേഹം ബന്ധനവിമുക്തനാകപ്പെട്ടു. ബന്ധ നസ്ഥനായിരുന്ന കാലത്തും ഗലീലിയോ അടങ്ങിയിരു ന്നില്ല. തൻെറ കഴിഞ്ഞകാലത്തെ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളെപ്പ ററിയെല്ലാം "Dialogues on two Sciences" എന്ന പേരിൽ ഒരു പുസ്തകം രചിച്ചു് പോളണ്ടിൽ പ്രസിദ്ധീകരിപ്പിച്ചു. കാഴ്ചശക്തി നശിച്ചതിനുശേഷവും അനുയായികളിൽ ക്കൂടി അദ്ദേഹം പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നു. 1642 ജാനുവരി 8-ാം തീയതിയാണു് ഈ മഹാനായ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ മൃതി യടഞ്ഞതു്,

അനിതരസാധാരണമായ പലതും ഗലീലിയോ പരീ ക്ഷണങ്ങളിൽക്കൂടി നേടിയെടുത്തു എന്നു വരികിലും അദ്ദേ ഹത്തിനു് പല തെററുകളും പററിയിട്ടുണ്ടു്. പ്രകാശ രശ്മിയുടെ വേഗത അളക്കാവുന്നതാണെന്നു് അരിസ്റ്റോ

ട്ടിലിനെതിരായി ഗലീലിയോ വാദിച്ചെങ്കിലും അദ്ദേഹം നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളൊന്നും വിജയിച്ചില്ല. അതു പോലെ വെള്ളം അടിച്ചു് മുകളിലേക്ക കയററുവാൻ ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന Water Pump പ്രവർത്തിക്കുന്നതു് അന്തരീക്ഷവായുവിൻെറ സമ്മർദ്ദം മൂലമാണെന്നു് തെളിയിക്കുവാനും അദ്ദേഹത്തിനു് സാധിച്ചില്ല.

"എല്ലാം തികഞ്ഞിട്ടൊരു വസ്തുപോലും
തണ്ടാർമകൻ ഹന്ത ചമച്ചതില്ല"

എന്ന കവിവാക്യം എത്ര അർത്ഥവത്താണു്!!

എന്നിരുന്നാലും ഗലീലിയോയുടെ കാലഘട്ടം സയൻസിൻെറ നിർണ്ണായകഘട്ടമാണു്. ശക്തിയായ എതിർപ്പുകളെ നേരിട്ടുകൊണ്ടു് പ്രായോഗികമായ പരീക്ഷണങ്ങളാൽ തെളിയിക്കാവുന്ന സത്യങ്ങളിൽ ഉറച്ചുനിന്നുകൊണ്ടു് തനിക്കു് ബോദ്ധ്യപ്പെട്ട പുതിയ അറിവിനുവേണ്ടി കഷ്ടതകൾ സഹിക്കുവാൻ തയ്യാറായ ഗലീലിയോയെ സയൻസിൽ ഉണ്ടായ അടിസ്ഥാനപരമായ വിപ്ളവത്തിൻെറ നേതൃസ്ഥാനത്തു് കാലം പ്രതിഷ്ഠിച്ചു അദ്ദേഹത്തിൻെറ കാലശേഷം 40 കൊല്ലം കഴിഞ്ഞു് കെപ്ളർ കണ്ടുപിടിച്ച നിയമങ്ങളും ഗലീലിയോയുടെ ചലനത്തെപ്പററിയുള്ള പഠനങ്ങളും കൂട്ടിയിണക്കിയാണു് ചരിത്രപ്രസിദ്ധനായ ഐസക് ന്യൂട്ടൺ ഗ്രാവിറേറഷൻ (ഭൂഗുരുത്വം) കണ്ടുപിടിച്ചതു്.

1642 ഡിസംബർ 25-ാം തീയതി മനുഷ്യരാശിക്കു മുഴുവൻ കിട്ടിയ ഒരു ക്രിസ്തുമസ് സമ്മാനമായി ഇംഗ്ളണ്ടിൽ ലിങ്കൺ ഷയറിയിൽ വുൾസ്ത്തോപ്പ് (Woolsthope) എന്ന സ്ഥലത്തു് ഒരു ചെറിയ കൃഷിക്കാരൻെറ മകനായി ന്യൂട്ടൺ ജനിച്ചു. 10–ാമത്തെ വയസ്സിൽ

അദ്ദേഹം ഗ്രാൻഹാം (Grantham) എന്ന സ്ഥലത്തുള്ള സ്കൂളിൽ വിദ്യയാരംഭിക്കുകയും 1661-ൽ കേംബ്രിഡ്ജ് സർവ്വകലാശാലയിലെ ട്രിനിററി കോളേജിൽ ചേരുകയും ചെയ്തു. നാലു കൊല്ലത്തിനുശേഷം ബി, ഏ ഡിഗ്രി എടുത്തു. 1665-ലും 1666-ലും ഇംഗ്ളണ്ടിൽ പലയിടത്തും പ്ളേഗ് ബാധിച്ചിരുന്നതിനാൽ അദ്ദേഹത്തിനു് സ്വന്തം വീട്ടിലെ വയലുകളിൽ താമസിക്കേണ്ടതായി വന്നു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ പ്രസിദ്ധങ്ങളായ പല കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളുടേയും അടിസ്ഥാനം രൂപം പൂണ്ടതു് ഇവിടെ വച്ചാണു്. കഥയനുസരിച്ചു്, ആപ്പിൾ താഴെ വീഴുന്നതു് അദ്ദേഹം നോക്കിക്കൊണ്ടിരുന്നതും, ആകർഷണശക്തിയെ കുറിച്ചു് ആലോചിച്ചുതുടങ്ങിയതും ഇവിടെവച്ചാണു്. പില്ക്കാലത്തു് അദ്ദേഹംതന്നെ പറഞ്ഞിരിക്കുന്നതു് പ്രസിദ്ധങ്ങളായ പല ചിന്തകളും രൂപംകൊണ്ടതു് ഇവിടെ വച്ചാണെന്നാണു്. ഗണിതശാസ്ത്രവും, തത്വശാസ്ത്രവും എടുത്തു് ആ മനസ്സു് അമ്മാനമാടുവാൻ തുടങ്ങിയതു് അക്കാലത്താണു്. കാൽക്കുലസും, ബൈനോമിയൽ തിയറവും അന്നു് കണ്ടുപിടിച്ചു. നിറങ്ങളെപ്പററിയുള്ള നിഗമനങ്ങൾ തുടങ്ങിവച്ചു. പ്ളേഗു് ബാധയൊഴിഞ്ഞപ്പോൾ കേംബ്രിഡ്ജ് സർവ്വകലാശാലയിൽ തിരിച്ചുപോയി, എം. ഏ ബിരുദം കരസ്ഥമാക്കി. 1669-ൽ അദ്ദേഹം പഠിച്ച ട്രിനിററി കോളേജിൽതന്നെ കണക്കു പ്രൊഫസറായി നിയമിക്കപ്പെട്ടു. ആദ്യകാലത്തു് അദ്ദേഹം രസതന്ത്രത്തിൽ പലതും പരീക്ഷിച്ചു എങ്കിലും കുറച്ചുനാൾ കഴിഞ്ഞപ്പോൾ ഗണിതത്തിലേക്കും തത്വശാസ്ത്രത്തിലേക്കും അദ്ദേഹം തിരിച്ചെത്തി. 1672-ൽ പ്രകാശരശ്മികളെപ്പററിയുള്ള അദ്ദേഹത്തിൻെറ അഭ്യൂഹങ്ങളും പരീക്ഷണങ്ങളും പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തി. പ്രപഞ്ചത്തെപ്പററിയുള്ള അദ്ദേഹത്തിൻെറ ശ്രദ്ധേയമായ പഠനങ്ങൾ സഹപ്രവർത്തകരെ

അറിയിച്ചുവന്നു. എന്നാൽ 1684-ൽ "എഡ്മൺഡ് ഹാലി" എന്ന സ്നേഹിതനായ ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ നിർബന്ധപ്രകാരം പ്രിൻസിപ്പിയ എന്ന ലോകപ്രസിദ്ധമായ പുസ്തകം എഴുതുവാൻ തുടങ്ങുകയും ജൂലായ് 1687-ൽ അതു് പ്രസിദ്ധീകൃതമാകുകയും ചെയ്തു. 1689-ൽ കേംബ്രിഡ്ജ് സർവ്വകലാശാലയെ പ്രതിനിധീകരിച്ച് അദ്ദേഹം Parliament Member [M P] ആയി. അന്യരാജ്യങ്ങളിൽനിന്നും അദ്ദേഹത്തിനു് പല കീർത്തിമുദ്രകളും ലഭിച്ചതിനാൽ അദ്ദേഹത്തെക്കൊണ്ടു് അന്നത്തെ ബ്രിട്ടണിലെ ഗവണ്മെൻറ് ഒരു ജോലി സ്വീകരിപ്പിച്ചു. ആ രാജ്യത്തെ കമ്മട്ടം അദ്ദേഹത്തെ ഏല്പിച്ചതിനാൽ കേംബ്രിഡ്ജ് സർവ്വകലാശാലയിലെ ഉദ്യോഗം രാജിവച്ച് ലണ്ടനിൽ പോകേണ്ടതായിവന്നു. 85-ാംവയസ്സിൽ 1727 മാർച്ച് 2-ാം തീയതി അദ്ദേഹം മരിച്ചു. വെസ്റ്റ് മിനിസ്റ്റർ ആബിയിൽ അടക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന അദ്ദേഹത്തിൻെറ മൃതദേഹത്തിനു മുകളിൽ എഴുതിവച്ചിരിക്കുന്നതു ഇപ്രകാരമാണു്:—
"Mortals! Congratulate yourselves, that so great a man has left for the honour for the human life."

ന്യൂട്ടൻെറ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളെ മൂന്നുഭാഗമായി കണക്കിലെടുക്കാവുന്നതാണു്. 1. കണക്കുശാസ്ത്രം സംബന്ധിച്ചുള്ള പഠനങ്ങൾ. 2. ചലനത്തെപ്പറ്റിയുള്ള പഠനങ്ങൾ. 3 പ്രകാശരശ്മികളെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനങ്ങൾ. ഒന്നാമത്തെ വിഭാഗമായ ഗണിതശാസ്ത്രത്തിൽ അദ്ദേഹത്തിൻെറ മുതൽക്കൂട്ട് 'കാൽക്കുലസ്" എന്ന വിഭാഗമാണു്. മററൊന്നും ചെയ്യാതെ ഇതുമാത്രം ചെയ്തിരുന്നുവെങ്കിൽക്കൂടി സയൻസിൻെറ ചരിത്രത്തിൽ അദ്ദേഹം സ്ഥാനം നേടുമായിരുന്നു. എന്നാൽ കാലഘട്ടത്തിൻെറ ആവശ്യവും സയൻസിൻെറ പാരമ്പര്യവും ഒത്തിണങ്ങിയപ്പോൾ ലോകപ്രസിദ്ധങ്ങളായ

ചലനനിയമങ്ങൾ ന്യൂട്ടന്റെ അതിക്രമവും ഉദാത്തവും ആയ ബുദ്ധി ആവിഷ്ക്കരിച്ചു. അടുത്ത മൂന്നു ശതാബ്ദ കാലത്തോളം സയൻസിന്റെ അടിസ്ഥാനമണ്ഡലങ്ങളിൽ പ്രേരണാശക്തി ചെലുത്തി സജീവമായി വിശ്വവ്യാപകമായി നിലകൊള്ളുന്ന ചലന നിയമങ്ങൾ മനുഷ്യമനസ്സിനെ ഉന്നതമണ്ഡലങ്ങളിലേയ്ക്കു ഉയർത്തിയിട്ടുണ്ടെന്നുള്ളതു് നിസ്സംശയമാണു്. ഗണിത ശാസ്ത്രത്തിൽക്കൂടി കോപ്പർനിക്കസ് പുതിയതായി അവതരിപ്പിച്ചതും ഗലീലിയോ ദൂരദർശിനിയിൽക്കൂടി കാണിച്ചു് സ്ഥിരീകരിച്ചതും ആയ നൂതന സിദ്ധാന്തങ്ങളുടെ താത്വികമായ കാരണങ്ങൾക്കു് രൂപം കൊടുത്തതു് ന്യൂട്ടന്റെ നിഗമനങ്ങളാണു്. ലളിതങ്ങളായ ഈ നിയമങ്ങൾ താഴെ കുറിക്കുന്നവയാണു്:-

1, ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതായ ഓരോ സാധനവും അതാതിന്റേതായ ചലനമാർഗ്ഗത്തിൽ നിന്നു് വ്യതിചലിക്കുകയോ, ചലനം നിറുത്തുകയോ ചെയ്യണമെങ്കിൽ ബാഹ്യശക്തികൾ ആ സാധനത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കേണ്ടതാണു്.

2. ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിന്റെ Momentum [പിണ്ഡം × വെലോസിററി] ത്തിന്റെ നിരക്കു് അതിൽ ചലനമുണ്ടാക്കിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ശക്തിയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും, എന്നുമല്ല, ശക്തി പ്രവർത്തിക്കുന്ന വഴിയിൽക്കൂടിമാത്രമേ ചലനം നടക്കുകയുള്ളു

3. എല്ലാ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കും തുല്യവും വിപരീതവുമായ പ്രതിപ്രവർത്തനമുണ്ടായിരിക്കും.

ഇതു കൂടാതെ അദ്ദേഹം ആകർഷണത്തെപ്പററിയുള്ള നിയമവും അവതരിപ്പിച്ചു. 1666 നോടടുപ്പിച്ചു് അദ്ദേഹം പറഞ്ഞതു്, പ്രപഞ്ചത്തിലുള്ള ഏതു രണ്ടു സാധനങ്ങളും

അന്യോന്യം ആകർഷിക്കപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്നുവെന്നും, ആ ആകർഷണം വസ്തുക്കളുടെ ദൂരത്തെയും വലുപ്പത്തേയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നുവെന്നും ആണു്.

അതായതു് ആകർഷണശക്തി = $\frac{G \times m_1 m_2}{d^2}$ [G = gravity m_1 ഒരു സാധത്തിൻെറ പിണ്ഡം. m_2 രണ്ടാമത്തെ സാധനത്തിൻെറ പിണ്ഡം. d സാധനങ്ങൾതമ്മിലുള്ള അകലം. ഇതും ഇതുപോലുള്ള പല നിഗമനങ്ങളും ആ കാലഘട്ടത്തിൽ ഉണ്ടായിരുന്നെങ്കിലും, കെപ്ളറുടെ നിഗമനങ്ങളെല്ലാം ആകർഷണ തത്വംകൊണ്ടു പൂർണ്ണമായി മനസ്സിലാക്കാമെന്നു കാണിച്ചതു് ന്യൂട്ടനാണു്. ചന്ദ്രനേയും, സൂര്യനേയും ഭൂമിയേയുമെല്ലാം ഓരോ ബിന്ദുക്കളായി മാത്രം കണക്കാക്കിയിരുന്നതിനാൽ തന്റെ ഈ ഊഹങ്ങൾ ശരിയായിരിക്കുമെന്നു സംശയിച്ചു് ഒരിരുപതു കൊല്ലം അദ്ദേഹം കണക്കു കൂട്ടിക്കൊണ്ടിരുന്നു. Calculus ഉപയോഗിച്ചു് തന്റെ കണക്കു കൂട്ടലുകൾ ശരിയാണെന്നു് തെളിഞ്ഞതിനു ശേഷമാണു് അദ്ദേഹം 'പ്രിൻസിപ്പിയ'(Principia) യിൽക്കൂടി നിയമങ്ങളെല്ലാം അവതരിപ്പിച്ചതു്. ബൃഹത്തായ ഈ നിയമങ്ങളുടെ വ്യാപ്തിയെപ്പററി ന്യൂട്ടനു് ശരിയായ ബോധം ഉണ്ടായിരുന്നു. ആകർഷണ ശക്തികളുടെ ഫലമായി ഭൂമിയിൽതിരമാലകളെങ്ങനെ ഉണ്ടാകുമെന്നും അവ എന്തുകൊണ്ടു് ചന്ദ്രൻെറ വൃദ്ധിക്ഷയത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നുവെന്നും അദ്ദേഹം വ്യക്തമാക്കി. അതുപോലെ നൂററാണ്ടുകളായി അനേക നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഗതിയെപ്പററി വിവിധ രാജ്യങ്ങളിൽ കുറിച്ചുവച്ചിരുന്ന കണക്കുകൾ പരിശോധിച്ചപ്പോൾ ന്യൂട്ടൻെറ നിയമങ്ങൾ അവയെല്ലാം ഏകീകരിക്കുന്നതാണെന്നു് തെളിയിച്ചു. 19-ാം നൂററാണ്ടിൽ പോലും പുതിയനക്ഷത്രങ്ങളെ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനു് [നെപ്ററ്യൂൺ] ഈ നിയമം ഉപയോഗപ്രദമായിട്ടുണ്ടു്.

ഭൂതക്കണ്ണാടിയിൽക്കൂടി നോക്കുമ്പോൾ പല സാധനങ്ങളുടെയും വക്കിൽ വിവിധ നിറങ്ങൾ ദൃശ്യമായതിൽ നിന്നായിരിക്കണം ന്യൂട്ടന് പ്രകാശ രശ്മികളെപ്പററി ചിന്തിക്കേണ്ടിവന്നതു്. കണ്ണിൽ നിന്നും പുറപ്പെടുന്ന രശ്മികളാലാണു് സാധനങ്ങൾ ദൃശ്യമാകുന്നതെന്നു് നൂററാണ്ടുകളായി വിശ്വസിച്ചിരുന്ന പ്രമാണം തലകുത്തിമറിച്ചു് സാധനങ്ങളിൽ നിന്നു് പുറപ്പെടുന്ന രശ്മികളെക്കൊണ്ടാണു് ദൃശ്യത സാധിച്ചിരുന്നതെന്നും, ധവള രശ്മി എന്നതു് ഏഴ നിറങ്ങൾ ഉൾക്കൊണ്ടതാണെന്നും ന്യൂട്ടന് തെളിയിക്കേണ്ടതായി വന്നു. ധവളരശ്മി ഒരു പ്രിസത്തിൽക്കൂടി കടത്തിവിട്ടപ്പോൾ രശ്മിയുടെ ഘടകങ്ങളായ ഏഴ നിറമുള്ള രശ്മികളും വ്യത്യസ്തമായി പ്രിസത്തിൽ തിരിയുന്നതിനാൽ വെളിയിൽ വരുന്ന രശ്മികളിൽ ഏഴ നിറം ദൃശ്യമാകുന്നു എന്നും, അതുപോലെ ഒരു പ്രിസം മറിച്ചുവച്ചാൽ ഈ നിറങ്ങൾ സംയോജിച്ചു് വീണ്ടും ധവളരശ്മി കിട്ടുമെന്നും ന്യൂട്ടൺ തെളിയിച്ചു. ഇപ്രകാരം പല രംഗങ്ങളിലും അതിസമത്ഥമായ പ്രവത്തിക്കു ആ മനുഷ്യബുദ്ധിക്കു കാലത്തിനൊത്ത പല കീത്തിമുദ്രകളും ലഭിച്ചെങ്കിലും അതു് വിനയത്തിൻെറയും എളിമയുടെയും മകുടോദാഹരണമായിരുന്നു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ വാക്കുകൾ ശ്രദ്ധിക്കുക.

"I seem to have been like a boy playing on the seashore now and then finding a smoother pebble or a prettier shell than ordinary while the great ocean of truth lay all undiscovered before me."

പതിനേഴാം നൂററാണ്ടിലെ സയൻസിൽ മാത്രമല്ല, അടുത്ത നൂററാണ്ടുകളിലെ സയൻസിൻെറ വളച്ച്യിലും അസാമാന്യമായ സ്വാധീനം ന്യൂട്ടൻെറ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങൾ ചെലുത്തിയിട്ടുണ്ടെങ്കിലും നവോത്ഥാനത്തിൻെറ ഫലമായി

ആ കാലഘട്ടത്തിൽ മററനേകം കഴിവുള്ള വ്യക്തികളും ഉണ്ടായിരുന്നു. ഇവരിൽ പലരും ഭാഗികമായി ദർശിച്ച പലതും ന്യൂട്ടൻെറ ദർശനത്തിൽ ഉൾക്കൊണ്ടിട്ടുണ്ടെങ്കിലും അവരുടേതായ കാഴ്ചപ്പാടുകൾ ഓർക്കേണ്ടതുണ്ട്. അതു പോലെ തന്നെ ഫ്രാൻസും, ഹോളണ്ടും, ഇംഗ്ലണ്ടും സമത്ഥമായി ദിഗ്വിജയങ്ങൾ നടത്തിക്കൊണ്ടിരുന്ന കാലത്തു് കപ്പൽയാത്രയെപ്പററിയും പുതിയ പുതിയ രാജ്യങ്ങളേയും വസ്തുക്കളേയുംപ്പറ്റിയും നൂതന അറിവുകൾ ലഭിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നു. കപ്പൽയാത്രകൾ സുഗമമാക്കുന്നതിനും വേണ്ട ശ്രദ്ധ അക്കാലത്തു പതിഞ്ഞെങ്കിൽ അതിൽ അൽഭുതമില്ല. Longitude ശരിയായി മനസ്സിലാക്കേണ്ടതു് കാലത്തിൻെറ ആവശ്യമായിരുന്നു. 1672-ൽ ഒരു രാജകീയ നക്ഷത്രബംഗ്ലാവുണ്ടായിരുന്നു. 1675-ൽ ഗ്രീൻവിച്ചിൽ മറെറാന്നുണ്ടാക്കിയതും കാലഘട്ടത്തിൻെറ ആവശ്യത്തേയാണു് ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുന്നതു്. പ്രായോഗിക പരിജ്ഞാനത്തിൽ വിരുതന്മാരായിരുന്ന നാവികരും ശാസ്ത്രപഠനത്തിൽക്കൂടി നിയമങ്ങളെ ദർശിച്ച ചിന്തകന്മാരും ഒരുമിച്ചു ചേരുന്ന രംഗങ്ങളായി. ഈ വ്യോമനിരീക്ഷണശാലകൾ മാത്രമല്ല സർവ്വകലാശാലകളും മാറിത്തുടങ്ങി.

ന്യൂട്ടനെ മാററി നിർത്തിയിട്ട് 17-ാം നൂററാണ്ടിലെ സയൻസിനെ നോക്കുന്ന ഒരാൾക്കു് ശാസ്ത്രത്തെ വളർത്തികൊണ്ടു വന്ന മററനേകം പേരെക്കൂടി കാണുവാൻ കഴിഞ്ഞുവെന്നു് പറഞ്ഞുവല്ലോ. റെനിഡെസ്ക്കാർട്ടെസ്, ടോറിസെല്ലി, പാസ്ക്കൽ, ഫോൺ ഗ്വറിക്ക് [Von gueaitic F ഉച്ചരിക്കണം] റോബർട്ട് ബോയിൻ, റോബെർട്ട് ഹുക്ക്, സ്വാമർഡാം, ല്യൂവെൽഹുക്ക്, മാൽപ്പിഗി, എന്നിവർ ജീവിച്ചിരുന്നതു് 17-ാം നൂററാണ്ടിലാണു്. സയൻസ് പരീക്ഷണങ്ങളിൽ അടിയുറച്ചു നിൽക്കണം എന്ന തത്വജ്ഞാനവും,

അതുപുരോഗമിക്കുന്നതിനു് പ്രകൃതിയിൽ കണ്ടെത്തുന്ന സത്യങ്ങളെ കണക്കുപയോഗിച്ചു് കൈകാര്യം ചെയ്യണമെന്നും എന്നാൽ മാത്രമേ മനുഷ്യരാശിക്കതു് ഉപയോഗയോഗ്യമായിത്തീരുകയുള്ളു എന്നും ഡെസ്കാട്ടേ ശക്തിയായി വാദിച്ചു. ഫ്രാൻസിൽ ടോറൈൻ എന്ന സ്ഥലത്തു് അദ്ദേഹം 1596-ൽ ജനിച്ചു. സർവ്വകലാശാലാ വിദ്യാഭ്യാസം നേടിയശേഷം സൈനികഉദ്യോഗസ്ഥനായി അദ്ദേഹം ജോലിനോക്കി. എന്നാൽ ഗണിത ശാസ്ത്രത്തിൽ ശ്രദ്ധ അധികമായി പതിഞ്ഞിരുന്നതിനാൽ അദ്ദേഹം സൈന്യത്തിലെ ജോലി ഉപേക്ഷിച്ചു് ഫ്രാൻസുവിട്ടു് ഹോളണ്ടിൽ പോയി, എഴുത്തിലും, പഠനത്തിലും വ്യാപൃതനായി. 1650-ൽ അദ്ദേഹം മരിച്ചെങ്കിലും ജീവിച്ചിരുന്ന കാലത്തു് മായാത്ത വ്യക്തി മുദ്ര പതിപ്പിച്ചു. അനലററിക്കൽ ജോമട്രി എന്ന ഗണിതശാസ്ത്ര വിഭാഗത്തിനു് രൂപം കൊടുത്തതദ്ദേഹമാണു്. അതുപോലെ തത്വശാസ്ത്രത്തിന്റെ രീതി കണക്കിലേതു പോലെയിരിക്കണമെന്നും അദ്ദേഹം നിർബന്ധിച്ചു. ഒരു തത്വജ്ഞാനി എന്ന നിലയിൽ അദ്ദേഹം ശ്രേഷ്ഠനായിരുന്നു എന്നു വരികിലും അദ്ദേഹത്തിൻെറ പ്രകൃതിയെപ്പററിയുള്ള നിഗമനങ്ങളെല്ലാം ശരിയായിരുന്നില്ല. വായുവിനു് ഘനമില്ലെന്ന അരിസ്ററോട്ടിലിയൻ തത്വം അദ്ദേഹം മുറുകെ പിടിച്ചു. ശാസ്ത്രം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരേക്കാൾ വലുതായിരിക്കുമെന്നുള്ളതിനു് മറെറാരു തെളിവുമാത്രമാണു് നാം ഇവിടെ ദർശിക്കുന്നതു്. തെററുകൾ പററിയെങ്കിലും ബൃഹത്തായ ഒരു വീക്ഷണം സയൻസിനു് അദ്ദേഹം ഉണ്ടാക്കിക്കൊടുത്തു. നിയമത്തിലും ക്രമത്തിലും, അധിഷ്ഠിതമായിരിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചത്തെപ്പററി പഠിക്കുന്ന ശാസ്ത്രത്തിൻെറ വിവിധഭാഗങ്ങൾ എല്ലാം കണക്കു ശാസ്ത്രത്തോടു് ബന്ധപ്പെട്ടതാണെന്നു് അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. സംഖ്യകളിൽക്കൂടിയോ, ബാഹ്യരൂപ

ത്തിൽക്കൂടിയോ, മററൊന്നിൽക്കൂടെയോ നോക്കിയാലും ഈ തത്വം കാണാവുന്നതാണെന്നും അദ്ദേഹം സമത്ഥിച്ചു.

ഗലീലിയോയുടെ ശിഷ്യനായിരുന്ന 'ടോറിസെല്ലി' എന്ന ഇററാലിയാനാണ് ബാരോമീററർ കണ്ടുപിടിച്ചതു്. ശൂന്യസ്ഥലം എന്നൊന്നു് പ്രകൃതിയിലുണ്ടാക്കാൻ സാദ്ധ്യമല്ല എന്ന അരിസ്റ്റോട്ടിലിൻെറ വാദം പരീക്ഷണങ്ങളിൽക്കൂടി നിലം പരിശാക്കിയതു് ടോറിസെല്ലിയാണു്. ഡെസ്ക്കാർട്ടെയെപ്പോലെ അനിതരസാധാരണമായ ബുദ്ധിശാലിയായിരുന്ന ഒരാൾ പോലും അരിസ്റ്റോട്ടിലിനെ ഈ കാര്യത്തിൽ വിശ്വസിച്ചിരുന്നു എന്നോക്കുമ്പോൾ ടോറിസെല്ലിയുടെ പരീക്ഷണങ്ങളുടെ മഹത്വം മനസ്സിലാകുന്നു. നൂററാണ്ടുകളായി ചലനം നശിച്ചു് തളം കെട്ടിക്കിടക്കുന്ന മനുഷ്യബുദ്ധി വീണ്ടും ചിന്താശക്തിയുപയോഗിച്ചു് ജീവിതം മനസ്സിലാക്കാൻ തുടങ്ങുന്നതാണു് നാം കാണുന്നതു്. വെള്ളം വലിച്ചു് ഉയരത്തിലേക്കു കയററുന്നതിനുള്ള ഒരു പമ്പു് ഏകദേശം 34 അടിയിൽക്കൂടുതൽ പ്രവത്തിക്കയില്ലെന്നു് അക്കാലത്തറിയാമായിരുന്നു എങ്കിലും അതിൻെറ കാരണത്തെപ്പററി അക്കാലത്തെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പറഞ്ഞിരുന്നതു് എന്തെല്ലാം വിഡ്ഢിത്തങ്ങളായിരുന്നു എന്നു് ഓർക്കേണ്ടതുണ്ടു്. ഓരോ കാററടിക്കുമ്പോഴും ദേഹത്തു് വായുവിൻെറ സാന്നിദ്ധ്യത്തെപ്പററി ബോധമുണ്ടാകുന്നെങ്കിലും വായുവിനു് ഘനമില്ല എന്ന അരിസ്റ്റോട്ടിലിൻെറ വിധിയാണു് അന്നത്തെ മനുഷ്യർ വിശ്വസിച്ചിരുന്നതു്. വായുവിൻെറ ഘനം കൊണ്ടാണു് ജലപമ്പിൽ (water pump) വെള്ളം 34 അടിയിൽ കൂടുതൽ ഉയരാതിരിക്കുന്നതു് എന്നു സംശയിച്ചു് ടോറി ഏകദേശം 3 അടിനീളമുള്ളതും ഒരററം അടച്ചിട്ടുള്ളതുമായ സ്ഫടികക്കുഴലിൽ (glass tube)ൽ രസം നിറച്ചു് ഒരു പാത്രത്തിലുണ്ടായിരുന്ന രസത്തിൻെറ അടി

യിൽ കൊണ്ടു പോയി കയ്യെട്ടത്തപ്പോൾ ട്യൂബിലെ മെർക്കുറി താഴത്തേക്കു വന്നു് ഒരു നിശ്ചിതലെവലിൽ നിൽക്കുന്നതായി കണ്ടു. ട്യൂബ്ബ് നേരെ നിർത്തിയപ്പോൾ ട്യൂബിലെ മെർക്കുറിക്കുമുകളിലായി ശൂന്യസ്ഥലം ഉണ്ടായിരിക്കുന്നു എന്നു് ടോറിസെല്ലി തെളിയിച്ചു. ഗ്ലാസ്സുകൊണ്ടുള്ള നീണ്ട ട്യൂബുകൾ അക്കാലത്തു് ഇററലിയിൽ മാത്രമാണു് ഉണ്ടാക്കിയിരുന്നതെന്നു് ഓക്കേണ്ടതാണു്. ഈ പരീക്ഷണം വളരെ പേരുടെ ശ്രദ്ധയെ അകർഷിച്ചു. അന്നത്തെ പാരീസിലെ ചിന്തകരിൽ ഒരാളായ 'പാസ്ക്കൽ' ഈ പരീക്ഷണം ആവർത്തിച്ചു. അന്തരീക്ഷ വായുവിനു് ഘനമുള്ളതിനാണു് മെർക്കുറി ഒരേസ്ഥലത്തു് സ്ഥിരമായ പൊക്കത്തിൽ നിൽക്കുന്നതെങ്കിൽ മലയുടെ മുകളിലും, ഖനിയുടെ അടിയിലും ബാരോമീററർ കൊണ്ടുപോയാൽ ഈ പൊക്കത്തിനു് വ്യത്യാസം ഉണ്ടാകണമെന്നു് പാസ്ക്കൽ ഊഹിച്ചു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ ഭാര്യാസഹോദരനെക്കൊണ്ടു് ഈ പരീക്ഷണം നടത്തിച്ചുനോക്കിയപ്പോൾ മലയുടെ മുകളിൽ മെർക്കുറി മൂന്നു ഇഞ്ച്യ് താഴന്നതായി കണ്ടു. ഈ പരീക്ഷണത്തിൽനിന്നു് അദ്ദേഹം പ്രസിദ്ധമായ പാസ്കൽ നിയമമുണ്ടാക്കി. വായുവിൻെറ ഘനം താഴത്തേക്കാണു് പ്രവർത്തിക്കുന്നതെങ്കിലും അതിൻെറ മർദ്ദം എല്ലാവശത്തേക്കും ഒരുപോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാൽ മെർക്കുറിയേയോ, വെള്ളത്തേയോ മററേതു ദ്രാവകത്തേയോ മുകളിലേക്കു തള്ളിനിർത്തുവാൻ അതിനു കഴിവുണ്ടു്.

അന്തരീക്ഷവായുവിനെപ്പററിയുള്ള ഈ പഠനങ്ങൾ ഇററലിയിലും ഫ്റാൻസിലും ഒതുങ്ങിനിന്നില്ല. ജർമ്മനിയിൽ ഒരു പട്ടാള ഉദ്യോഗസ്ഥനായിരുന്ന "ഓട്ടോ ഫോൻ ഗ്വറിക്" [Otto - Von - Gueartic] രണ്ടു് അർദ്ധഗോളങ്ങളെ ഒന്നിച്ചുചേർത്തു് അതിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന വായു

വിലെ ഭൂരിഭാഗവും ഒരു പമ്പുപയോഗിച്ച് മാററിക്കഴിഞ്ഞപ്പോൾ ഗോളങ്ങളെ വേർപെടുത്തുന്നതിന് ഓരോ വശത്തും എട്ടു കുതിരകളെ വീതം ഉപയോഗിച്ച് വലിപ്പിക്കണമെന്ന് പരീക്ഷണംകൊണ്ടു് തെളിയിച്ചു. അന്നത്തെ ചക്രവർത്തിയായിരുന്ന ഫെർഡിനൻറിൻെറ മുന്നിൽ ഈ കാഴ്ച നടന്നതുകൊണ്ടു് വിവരം പല രാജ്യങ്ങളും അറിഞ്ഞു. ഇംഗ്ലണ്ടിൽ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിക്കൊണ്ടിരുന്ന റോബർട്ട് ബോയിൽ [1627 1691] അന്തരീക്ഷവായുവിൻെറ മർദ്ദത്തെപ്പററി അനേകം പരീക്ഷണങ്ങൾ ഉടൻതന്നെ നടത്തുവാൻ തുടങ്ങി. തൽഫലമായിട്ടാണ് ബോയിൽ നിയമങ്ങളുണ്ടായതു്. ഏതൊരു വാതകത്തിൻെറയും മർദ്ദവും വ്യാപ്തവും തമ്മിൽ പരസ്പരം ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുമെന്നും, ഊഷ്മാവു് മാറാതിരിക്കുകയാണെങ്കിൽ മർദ്ദത്തെ വ്യാപ്തംകൊണ്ടു ഗുണിച്ചുകിട്ടുന്ന ഫലം ഒരു സ്ഥിര സംഖ്യയായിരിക്കുമെന്നുമദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. ഈ നിയമം കണ്ടുപിടിച്ചതു കൂടാതെ ബോയിൽ മററു പലതും ചെയ്തിട്ടുണ്ടു്. അന്ധകാരത്തിൽ മുഴുകിയിരുന്ന അന്നത്തെ രസതന്ത്രലോകത്തിൽ ബോയിലിൻ്റെ "The sceptical chemist" എന്ന പുസ്തകം ഒരു രജത രേഖയാണ്. ആദ്യമായിട്ട് ഒരു ഭൂതവസ്തുവെന്നാൽ ഭിന്നങ്ങളായ ഒന്നിൽക്കൂടുതൽ വസ്തുക്കളെ കണ്ടെത്തുവാൻ കഴിയാത്ത അവസ്ഥയാണെന്ന് നിർവ്വചിച്ചതും ബോയിൽ ആണ്. എന്നുമല്ല, ഇംഗ്ലണ്ടിലെ പ്രബുദ്ധരായ ജനതയുടെ ചിന്താമണ്ഡലത്തിൽ സയൻസിന് ഒരു സ്ഥാനമുണ്ടാക്കുന്നതിനുവേണ്ടി പരിശ്രമിച്ച ഒരു ശക്തിയും കൂടിയായിരുന്നു ബോയിൽ എന്നു് വഴിയെ കാണുന്നതാണ്.

ബോയിലിൻെറ ശിഷ്യനായിരുന്ന റോബർട്ട് ഹുക്കു ഉപയോഗപ്രദമായ പമ്പുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നതിൽ ശ്രദ്ധിച്ചു.

—5—

സ്പ്രിംഗുകളെപ്പററി അതിൻെറ ഇടയിൽ പഠിച്ച് Hooke's law എന്നറിയപ്പെട്ടന്ന തത്വം ആവിഷ്ക്കരിക്കു കയും തൽഫലമായി spring Balance കൾ ഉണ്ടാക്കുകയും ചെയ്തു. അന്തരീക്ഷവായുവിലെ ഒരു ഭാഗം ശ്വസിക്കുന്ന ജീവികൾ ഉപയോഗിക്കുന്നപോലെ, വളരുന്ന ചെടികളും ഉപയോഗിക്കുന്നുവെന്ന് ഹുക്ക് ആണ് തെളിയിച്ചതു്. ലററ്യൂസിൻെറ വിത്തുകൾ വായു ഉള്ളിടത്തും ഇല്ലാത്തി ടത്തും നട്ട് ഉള്ളിടത്തു മാത്രമേ വളരുകയുള്ളുവെന്ന് പരീ ക്ഷണാത്ഥം കാണിച്ചതു് ഇദ്ദേഹമാണ്. മൈക്രോസ്കോപ്പ് കണ്ടുപിടിച്ചതിനുശേഷം ഹുക്ക് അതുപയോഗിച്ച് സസ്യ ങ്ങളുടെ സെല്ലുകളുടെ ഘടനയും കണ്ടുപിടിച്ചു. 17-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ഉത്തരാദ്ധത്തിൽ Microscope പ്രയോ ഗത്തിൽ വന്നപ്പോൾ കണ്ണുകൊണ്ട് കാണാൻകഴിയാത്ത തായ ഒരു അത്ഭുതലോകം നമ്മുടെ ദൈനംദിന ജീവിത ത്തിൽ എടുത്തുപെരുമാറുന്ന പല വസ്തുക്കളിൽപ്പോലും അട ങ്ങിയിരിക്കുന്നു എന്ന് തെളിയിച്ചു. ഹോളണ്ടിലെ ഡെൽ ഫ്ററ് (Delft) നഗരത്തിലെ ഒരു ചെറിയ കച്ചവടക്കാ രനും കൂടിയായിരുന്ന ആസ്ററൺ-വാൻ-ല്യൂവാനോക്ക് 1632-1723 ആണ് ആദ്യമായി മൈക്രോസ്ക്കോപ്പ് ഉണ്ടാ ക്കിയതു്. തൻെറ ജീവിതകാലത്തു് അനേകം മൈക്രോ സ്ക്കോപ്പ് അദ്ദേഹം ഉണ്ടാക്കുകയും അവ പ്രച രിപ്പിക്കുകയും ചെയ്തു. എന്നുമല്ല, കയ്യിൽ കിട്ടിയ അനേക സാധനങ്ങളെ മൈക്രോസ്ക്കോപ്പിൽ കൂടി പരിശോധിച്ച് കണ്ണിൽ കണ്ട അത്ഭുതങ്ങളെ പൂണ്ണമായി വിവരിച്ച് പ്രസി ദ്ധീകരണത്തിനു് അയച്ചുകൊടുക്കുകയും ചെയ്തു. ചെറിയ പറവകളുടെ മസ്തിഷ്കം, പേനിൻെറ കാലുകൾ. കാള യുടെ കണ്ണുകൾ തേനീച്ചയുടെ കുത്തുന്ന കൊമ്പുകൾ തവള ക്കുഞ്ഞുങ്ങളുടെ വാലുകൾ മരത്തിനുള്ളിൽ കാണുന്ന ജീവി കൾ എന്നിങ്ങനെ അനേകമനേകം സാധനങ്ങളെ അദ്ദേഹം

മൈക്രോസ്ക്കോപ്പിൽ കൂടി ദർശിക്കുകയും തദ്വാരാ നൂതനങ്ങളായ പല അറിവുകളും ശേഖരിക്കുകയും ചെയ്തു. ഈ പുതിയ അത്ഭുതലോകത്തെപ്പററി അദ്ദേഹം സവിസ്തരം പറഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. അദ്ദേഹത്തിൻെറ സമകാലീനരായിരുന്ന പലരും ഈ പുതിയ ലോകത്തെപ്പറ്റി പഠിക്കുവാൻ തുടങ്ങി. ഇംഗ്ലണ്ടിലെ ഹുക്കിനെപ്പററി മുൻപു സൂചിപ്പിച്ചുവല്ലോ, അദ്ദേഹം ‹ മൈക്രോഗ്രാഫിയ എന്ന പുസ്തകം എഴുതി. ഒരു cubic inch- ൽ കുറഞ്ഞതു് 1,200,000,000 സെല്ലുകൾ കാണേണ്ടതാണെന്നു് കണക്കു കൂട്ടി കാണിച്ചു. അതേകാലത്തു് ഇറ്റലിയിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന മാൽപ്പിഗി [1628–94] എന്നു വൈദ്യൻ ഉപയോഗപ്രദമായ പലതും കണ്ടുപിടിച്ചു് മനുഷ്യശരീരത്തിലെ പലഭാഗങ്ങളേയും സസൂക്ഷ്മം പരിശോധിച്ചു. മനുഷ്യശരീരത്തിലെ തൊലിയുടെ ഇടയിൽ നിറങ്ങൾ കണ്ടുവരുന്നതായ ഭാഗങ്ങളെപ്പറ്റി അദ്ദേഹം പഠനം നടത്തിയിരുന്നതിനാൽ അവയ്ക്കു് ഇന്നും മാൽപ്പീജിയൻ ലെയർ എന്നാണു് പേരു്. നാക്കിൽ കാണുന്ന സൂക്ഷ്മങ്ങളായ ഉണ്ടകളാണു് സ്വാദു മനസ്സിലാക്കാനുള്ള അവയവങ്ങളെന്നു കണ്ടതും അദ്ദേഹമാണു്. തവളയുടെ ശ്വാസകോശത്തിൽ അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായ ട്യൂബുകൾ ഉണ്ടെന്നു് അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. Brain, Kindney Spleen എന്നിവയെല്ലാം അദ്ദേഹം മൈക്രോസ്ക്കോപ്പിൻെറ കീഴിൽ കൊണ്ടുവന്നു. Silk worm (പട്ടുനൂൽപ്പുഴ)വിനെപ്പറ്റി അതിസമർത്ഥമായി അദ്ദേഹം ഒരു മാതൃകാപരമായ പഠനം പിൽക്കാലത്തേയ്ക്കുവേണ്ടി നടത്തി. ചെടികൾ ശ്വസിക്കുന്ന വിധവുമദ്ദേഹം പരിശോധിച്ചുനോക്കി. ഭ്രൂണാവസ്ഥയിലുള്ള വളർച്ച മനസ്സിലാക്കുന്നതിനുവേണ്ടി കോഴിമുട്ടയുടെ വിവിധഭാഗങ്ങളെ വളർന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന പല അവസ്ഥയിലും പരിശോധിച്ചു. ശ്രമകരമായ ഈ പഠനങ്ങൾ നടത്തുന്നയിൽ അദ്ദേഹത്തിനു് എന്തു് പരമാനന്ദം ലഭിച്ചിരുന്നു

എന്നു് അദ്ദേഹത്തിൻെറ വാക്കുകളിൽ നിന്നു് മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണു്. "In performing these researches, so many marvels of nature were spread before my eyes, that I experienced an internal pleasure that my pen could not describe." മാൽപ്പീജിയെപ്പോലെ സമർത്ഥമായി മൈക്രോസ്കോപ്പ് ഉപയോഗിച്ച മറെറാരു ശാസ്ത്രകാരനാണു് ഡച്ചുകാരനായ ജാൻസ്വേമർഡാം. 1637—80 വിദ്യാഭ്യാസകാലത്തു് വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിൽ ഒരു ബിരുദം നേടിയെങ്കിലും ഒരു വൈദ്യനാകുന്നതിനു പകരം അദ്ദേഹം മുഴുവൻ സമയവും ശാസ്ത്രത്തിൽ ശ്രദ്ധിക്കയാണു് ചെയ്തതു്. മൈക്രോസ്കോപ്പിൽ കൂടി ജന്തുലോകത്തെപ്പററി പഠിക്കുന്നതിനു് പുതിയ മാർഗ്ഗങ്ങൾ അദ്ദേഹം ആവിഷ്ക്കരിച്ചു. ജന്തുക്കളുടെ അവയവങ്ങളുടെ ഭാഗത്തെ അതിസൂക്ഷ്മമായി മുറിക്കുന്നതിനും, മുറിച്ച ഭാഗങ്ങളെ ഭൂതക്കണ്ണാടിയുടെ കുഴലിൻെറ കീഴിൽ കൊണ്ടുവരുന്നതിനും ആവശ്യമായ യന്ത്രോപകരണങ്ങൾ അദ്ദേഹം സജ്ജമാക്കി ഉപയോഗത്തിൽ കൊണ്ടുവന്നു. വെള്ളത്തിൽ വച്ച് ശസ്ത്രക്രിയ നടത്താനും ജന്തുക്കളുടെ ദേഹത്തു് നിറമുള്ള ദ്രാവകങ്ങൾ അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായ കണ്ണാടിക്കുഴൽ വഴി കുത്തിവയ്ക്കാനും പഠിച്ചുതുടങ്ങിയതു് അദ്ദേഹമാണു്. നാല്പത്തിമൂന്നു കൊല്ലമേ അദ്ദേഹം ജീവിച്ചിരുന്നുള്ളു എങ്കിലും ആ കാലത്തിനകം ജന്തുലോകത്തുള്ള പലതിനെപ്പററിയും അദ്ദേഹം അതിവിദഗ്ദ്ധമായി പഠിച്ചു. എന്നാൽ താൻ ശേഖരിച്ച വിവരങ്ങൾ ഒന്നും അക്കാലത്തു് പ്രസിദ്ധീകരിക്കാൻ അദ്ദേഹം ശ്രദ്ധിച്ചില്ല. അദ്ദേഹത്തിൻെറ കാലശേഷം 1737-ൽ പ്രകൃതിയുടെ ബൈബിൾ (The bible of nature) എന്ന പേരിൽ ഡച്ചുകാരനായ മറെറാരു വൈദ്യനാണു് ഇതെല്ലാം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചതു്. അനേകം ചെറിയ

38149

ജന്തുക്കളുടെ ശരീരഘടനയെപ്പററി അദ്ദേഹം പഠിച്ചിരുന്നതിനാൽ ഇന്നു് "ജന്തുശാസ്ത്രത്തിൻെറ പിതാവു്" എന്നു് അദ്ദേഹത്തെ വിളിച്ചുവരുന്നു. തൻെറ പഠനങ്ങളുടെ ഫലമായി അദ്ദേഹത്തിനു് അരിസ്റ്റോട്ടലിൻ്റെ തെററായ നിഗമനങ്ങളിലൊന്നിനെ പാടേ നിഷേധിക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞു. വെള്ളവും മണ്ണും കൂടിചേൎന്നുണ്ടാകുന്ന ചെളിയിൽ സസ്യങ്ങൾ അഴുകുന്നിടത്തുവച്ചു് ജീവികൾ താനേ ഉദയം ചെയ്യുമെന്നു് അരിസ്റ്റോട്ടിൽ വിശ്വസിപ്പിച്ചിരുന്നു. നൂററാണ്ടുകളായി വിശ്വസിച്ചുവന്നിരുന്ന ഈ പ്രമാണം നവോത്ഥാനത്തിൻെറ ആദ്യകാലത്തു് ഹാർവി കുറച്ചു ഭേദപ്പെടുത്തി. വളരെ താഴ്ന്നതും ചെറുതുമായ ജീവികൾ മാത്രമേ ഇപ്രകാരം ചെളിയിൽ നിന്നു് ജനിക്കുകയുള്ളു എന്നും വലിയ ജന്തുക്കളെല്ലാംതന്നെ അതാതിൻ്റെ ഭ്രൂണത്തിൽ കൂടിയാണു് വളരുന്നതെന്നും ഹാർവി ശഠിച്ചു. എന്നാൽ സ്വാമർ ഡാം ഭൂതക്കണ്ണാടിയിൽ കൂടി കണ്ട കാഴ്ചകളിൽ നിന്നു് ധൈര്യമവലംബിച്ചുകൊണ്ടു് ജീവിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിനു മാത്രമേ ജീവനുള്ള വസ്തുക്കളെ ഉല്പാദിപ്പിക്കാൻ കഴിയുകയുള്ളു എന്നു് പ്രസ്താവിച്ചു് അരിസ്റ്റോട്ടലിൻ്റെ നിഗമനത്തെ തകൎത്തു തരിപ്പണമാക്കി ഇതിനെത്തുടൎന്നു് റെഡി (Redi) എന്ന ഇററാലിയൻ നാലു ഫ്ളാസ്ക്കുകളിൽ ഒരു ചത്ത പാമ്പിനേയും, ചത്ത മത്സ്യത്തേയും, അതിനുള്ള ആഹാരത്തേയും ഇട്ടു് വായു കയറാതെ അടസ്സുകയും, അത്തരം ഫ്ളാസ്ക്കുകൾ തുറന്നുവച്ചു് പരീക്ഷണം ആവൎത്തിക്കുകയും ചെയ്തു, തുറന്നു വച്ചതിൽ മാത്രം പുഴക്കൾ വളൎന്നുവന്നു, പിന്നീടു് അദ്ദേഹം മാംസവും മത്സ്യവും കൂടി കലൎത്തി വെള്ളത്തിനടിയിൽ വച്ചതിനുശേഷം ഒരിരുമ്പുവലകൊണ്ടു് പാത്രം മൂടിവച്ചുനോക്കി. ആ വലയിൽ ചില ജീവികൾ ദിവസങ്ങൾ കഴിഞ്ഞപ്പോൾ ഉണ്ടായി എങ്കിലും വെള്ളത്തിനടിയിൽ കിടന്ന മത്സ്യത്തിലും വെള്ള

38149

ത്തിനടിയിൻ കിടന്ന മാംസത്തില്പം ഒരു ജീവിയും ജനിച്ചില്ല, ഈ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ കൂടിയാണു് നൂററാണ്ടുകളായി വിശ്വസിച്ചുവന്നിരുന്ന അരിസ്റ്റോട്ടലിൻെറ ഒരു വിശ്വാസപ്രമാണം തകൎന്നതു്.

പതിനേഴാം നൂററാണ്ടിൽ ജീവിച്ചു് ഭൂതക്കണ്ണാടിയിൽ കൂടി കണ്ട കാഴ്ചകളെപ്പററി വിപുലീകരിച്ച രണ്ടു പേരെപ്പററിക്കൂടി എടുത്തു പറയേണ്ടതുണ്ടു്. ആദ്യത്തേതു് ജെസ്സ്യൂട്ടു് വിഭാഗത്തിൽപ്പെട്ട വൈദികശ്രേഷ്ഠനായ 'അതനേഷ്യസ് കളച്ചർ' (1601-80) എന്ന ജൎമ്മൻകാരനാണു്. അന്നത്തെ മററു പല പണ്ഡിതരേയും പോലെ ഇദ്ദേഹവും സയൻസിൻെറ വിവിധ മണ്ഡലങ്ങളിൽ പ്രവൎത്തിച്ചിരുന്നു. വൈദ്യശാസ്ത്രം, കാന്തശാസ്ത്രം (Magnetism) ഭൂഗൎഭശാസ്ത്രം, ഓപ്ടിക്സ് ഭാഷാശാസ്ത്രം എന്നിവയിലെല്ലാം അദ്ദേഹം പ്രവൎത്തിച്ചിരുന്നു. ഈജിപ്റ്റിലെ ശിലാരേഖകളുടെ ഭാഷ ആദ്യമായി ലോകത്തിനു മനസ്സിലാക്കിക്കൊടുത്തതു് ഇദ്ദേഹമാണു്. മുപ്പത്തിരണ്ടിരട്ടി വലുതാക്കിക്കാണിക്കുവാൻ ശക്തിയുള്ള ഒരു ഭൂതക്കണ്ണാടി ഉപയോഗിച്ചു് പ്ലേഗു് ബാധിതരായ രോഗികളുടെ രക്തം പരിശോധിച്ചു് അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായ ജീവികൾ അതിലോടി നടക്കുന്നുവെന്നദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. പല രോഗങ്ങളുടെയും കാരണം ഇതുപോലുള്ള അണുജീവികളാണെന്നു് അദ്ദേഹം ശാസ്ത്രലോകത്തിനു് മുന്നറിവു നൽകുകയും രോഗങ്ങളെപ്പററിയുള്ള അന്വേഷണത്തിൽ ഭൂതക്കണ്ണാടി ഒരായുധമാക്കണമെന്നു് മനസ്സിലാക്കിക്കൊടുക്കുകയും ചെയ്തു. ഭൂതക്കണ്ണാടി അതിസമൎത്ഥമായ ഉപയോഗിച്ച മറെറാരാളാണു് നെഹാമിയ ഗ്രൂ (1641-1712). സസ്യജീവിതത്തിൻെറ പല രഹസ്യങ്ങളും വെളിപ്പെടുത്തിയതു് ഇദ്ദേഹമാണു്. സസ്യങ്ങൾ ശ്വസിക്കുന്നതു് ഇലയിൽക്കൂടിയാണു് എന്നും,

ഓരോ ജാതിയുടേയും ജീവിതാവർത്തനം നടക്കുന്നതു് പൂക്കളിൽക്കൂടിയാണെന്നും പൂക്കളിലുള്ള സ്റ്റേമെൻസ് ആണു് പുരുഷബീജവാഹികളെന്നും അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. 'A philosophical history of plants' എന്ന ഗ്രന്ഥം അദ്ദേഹം പ്രസിദ്ധീകരിക്കുകയും ചെയ്തു.

17–ാം നൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനമായപ്പോഴേക്കും ല്യൂവൻഹോക്ക്, മാൽപ്പിഗി, സ്വാമർഡാം, ഹൂക്ക്, ഗ്രൂ, കർച്ചർ എന്നിവരെല്ലാംകൂടി ഒരു അത്ഭുതലോകത്തെ ഭൂതക്കണ്ണാടിയിൽക്കൂടി വെളിപ്പെടുത്തി. ആധുനിക ബയോളജിയുടെ രൂപവും, ഭാവവും, അടിസ്ഥാനവും, നിർണ്ണയിച്ചതിവരാണു്. ജീവിതത്തിനെ അതിൻെറ ആഴത്തിലും, ഗാംഭീര്യത്തിലും, വൈപുല്യത്തിലും കാണിച്ചതും ഇവർ തന്നെയാണു്. അവർ വിടർത്തിക്കാണിച്ച രംഗങ്ങൾ ആധുനിക ഉപകരണങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു് സൂക്ഷ്മമായി ഒന്നുകൂടി പരിശോധിക്കുക മാത്രമാണു് മിക്കവാറും ഇന്നും ബയോളജിയിൽ നടക്കുന്നതു്. അതിനാലാണു് നവോത്ഥാനത്തിൻെറ സന്താനങ്ങളായ ഈ മഹാന്മാരെ ലോകം ഇന്നും വാഴ്ത്തുന്നതു്.

ഇതേ സമയത്തു് റോമർ എന്ന ഹോളണ്ടിലെ വ്യോമനിരീക്ഷകൻ ജ്യൂപ്പിറ്ററിനെ ചുറ്റിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ചന്ദ്രന്മാരുടെ ഗതിവിഗതികളെപ്പറ്റി സൂക്ഷ്മമായി പഠിച്ചു് വെളിച്ചത്തിന്റെ വേഗത കണക്കുകൂട്ടിയെടുത്തു. അക്കാലത്തെ ഇംഗ്ലണ്ടിലെ രാജകീയശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്ന എഡ്മണ്ട്ഹാലി [Edmund Halley] ആ കണക്കുകൂട്ടലിനേ സ്ഥിരീകരിച്ചു. ഹാലിയുടെ പിൻഗാമിയായിരുന്ന ജോൺ ബ്രാഡ്ലെ [John Bradley]രണ്ടു പ്രധാന കാര്യങ്ങൾകൂടി കണ്ടുപിടിച്ചു. ഭൂമിയുടെ അച്ചുതണ്ടിലുള്ള ചലനത്തിൽ ഒരു ചെറിയ അപ

ഭ്രംശം വരുന്നുണ്ടെന്നും അതിനാൽ വെളിച്ചത്തിന്റെ വേഗത ദൂരദർശിനിയിൽക്കൂടി അളക്കമ്പോൾ ഈ അപഭ്രംശത്തെ കണക്കിലെടുക്കേണ്ടതുണ്ടെന്നും അദ്ദേഹം സ്ഥാപിച്ചു. വെളിച്ചത്തിൻെറ രശ്മികളെപ്പററി ശ്രദ്ധേയമായ ഒര ഭ്യൂഹം പ്രചാരത്തിൽ കൊണ്ടുവന്ന ഒരു ശാസ്ത്രകാരനാണ് ഹ്യൂജെൻസ് [Huggens] (1729–95) എന്ന ഹോളണ്ടുകാരൻ. രശ്മികൾ തരംഗങ്ങളായിട്ടാണ് പ്രകൃതിയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതെന്നും, അവയുടെ പ്രവത്തനത്തിനു് ആധാരമായി നിൽക്കുന്നതു് പ്രപഞ്ചത്തിൽ അദൃശ്യമായി തങ്ങിനില്ക്കുന്ന 'ഈതർ' എന്ന അദൃശ്യവസ്തുവാണെന്നും അദ്ദേഹം സമത്ഥിച്ചു. പില്ക്കാലത്തു് വളരെ നാളത്തേക്കു് ശബ്ദകോലാഹലങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കിയ ഒരു വാദമാണിതു്. ഈ അഭ്യൂഹം കൂടാതെ പല നേട്ടങ്ങളും അദ്ദേഹം ശാസ്ത്രത്തിനു് നേടിക്കൊടുത്തു. ശനി എന്ന ഗ്രഹത്തിൻെറ ചുറ്റുമുള്ള വലയങ്ങളെ കണ്ടുപിടിച്ചതു് ഇദ്ദേഹമാണു്. ദൂരദശിനിക്കു് eye piece ഉണ്ടാക്കിക്കൊടുത്തതും ഇദ്ദേഹം തന്നെ. ഈ കാലഘട്ടത്തിൻെറ വിദൂരയാത്രകളും നൂതനമാഗ്ഗങ്ങളുടെ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളും നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന കാലത്തിൻെറ--ആവശ്യത്തിനു് വേണ്ടതായിരുന്ന സമയനിർണ്ണയ യന്ത്രങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിലും ഹ്യൂജൻസ് ശ്രദ്ധിച്ചു. ഇതിനു മുൻപുതന്നെ ഗലീലിയോ പെൻഡുലം കണ്ടുപിടിച്ചിരുന്നു. സ്പ്രിംഗുകളാൽ നിയന്ത്രിതമായ 'ബാലൻസ് വീൽ' ഹുക്കും കണ്ടുപിടിച്ചിരുന്നു. എന്നാൽ ഇവയിലെല്ലാം കൂടുതൽ ഉപയോഗമുള്ള ക്രോണോ മീററിൻെറ [chronometer] അടിസ്ഥാനതത്വങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചതും ഹ്യൂജൻസ് ആണു്.

മേൽപ്പറഞ്ഞ മാതിരി പ്രഗത്ഭന്മാരായ അനേകം ബുദ്ധിമാന്മാർ യൂറോപ്പിലും ഇംഗ്ലണ്ടിലും നവോത്ഥാന

ത്തിൻെറ സന്താനങ്ങളായി ഉണ്ടായി എന്നതു മാത്രമല്ല ഈ നൂററാണ്ടിൻെറ പ്രധാന നേട്ടം; സയൻസിനെ പോഷിപ്പിക്കുന്നതിനും അതിൽ കൂടുതൽ ശ്രദ്ധ പതിപ്പിക്കുന്നതിനുമായി പാശ്ചാത്യലോകത്തു് പല സംഘടനകളും ഇക്കാലത്തുണ്ടായി. ഈ നൂററാണ്ടിൻെറ ആദ്യകാലത്തു് റോമിൽ Accademia—de—Mina എന്നും ഫ്ളോറൻസിൽ Cimento എന്നും രണ്ടു സംഘടനകൾ ഉണ്ടായെങ്കിലും ശക്തിയായ എതിർപ്പിനെ 'എതിരിടുവാൻ സാധിക്കാതെ അവ സ്തംഭിച്ചുപോയി. ഫ്രാൻസിൽ അന്നു ജീവിച്ചിരുന്ന മെർസീൻ എന്ന വൈദികനു് പാശ്ചാത്യലോകത്തു് പല ഭാഗത്തുനിന്നും ലഭിച്ചിരുന്ന അറിവുകളെ പലർക്കും എഴുതി അറിയിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നു. 1648-ൽ സംഭവിച്ച അദ്ദേഹത്തിൻെറ മരണം പരസ്പരധാരണക്കുള്ള വഴി അടക്കുകയാണു ചെയ്തതു്. എന്നാൽ ഇംഗ്ളണ്ടിൽ 1662-ൽ ആരംഭിച്ചു റോയൽ സൊസൈററിയും ബാലാരിഷ്ടതകളെ അതിജീവിച്ചു് സമർത്ഥമായി വളർന്നുവന്നു. ബോയിൽ നിയമം കണ്ടുപിടിച്ച റോബർട്ടു് ബോയിൽ, S. T. ദേവാലയം കെട്ടിപ്പടുത്ത ക്രിസ്റ്റഫർ റെൻ, റോബർട്ടു് ഹുക്കു് മുതലായ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ചാറൽസ് രണ്ടാമന്റെ അനുഗ്രഹാശിസ്സുകളോടുകൂടി തുടങ്ങിയ റോയൽ സൊസൈററി ശാസ്ത്രത്തിൻെറ വളർച്ചക്കു് അവിസ്മരണീയമായ സഹായം ചെയ്തിട്ടുണ്ടു്. ആഴ്ചതോറും മീററിംഗുകൾ കൂടി പുതിയ പരീക്ഷണങ്ങൾ പ്രദശിപ്പിക്കണം എന്നു് ശാഠ്യം പിടിച്ചിരുന്ന Invisible college ആണു് റോയൽ സൊസൈററിയായി രൂപാന്തരപ്പെട്ടതു്. സയൻസിൻെറ ലോകത്തെ പരീക്ഷണങ്ങളിലേക്കു് തള്ളിവിടുന്നതിനു് ഈ സൊസൈററി വളരെ സഹായിച്ചിട്ടുണ്ടു്. വിവിധ രാജ്യങ്ങളിൽ ഉയർന്നുവന്ന നൂതന അറിവുകൾ ഈ സൊസൈററിയെ അറിയിക്കുകയും അവർ അതു് പ്രസി

ദ്ധീകരിക്കുകയും ചെയ്തു. അതിനാൽ ശാസ്ത്രത്തിൻെറ വള ർച്ചക്കുള്ള ഒരു പൊതുരംഗമായി ഈ സൊസൈറ്റി ചരിത്രത്തിൽ സ്ഥാനം നേടി. എന്നിരുന്നാലും ഇംഗ്ലണ്ടിലും ഫ്രാൻസിലും ഈ സൊസൈറ്റികൾ തുടങ്ങിയ കാലത്ത് ഉണ്ടായിരുന്ന ഉത്സാഹം കുറെ കഴിഞ്ഞപ്പോൾ കുറഞ്ഞുതുടങ്ങി. സയൻസിലുണ്ടായ വിപ്ളവത്തിൻെറ പുതുമയിൽ ആകൃഷ്ടരായി തുള്ളിച്ചാടിയവർ കുറെ നാളുകൾ കഴിഞ്ഞപ്പോൾ ശാന്തരാവുകയാണുണ്ടായത്. 1690-നോടടുപ്പിച്ച് ഈ സൊസൈറ്റികളെല്ലാംതന്നെ തകർന്നു എന്നു വരികിലും ഒരു നൂററാണ്ടു കഴിഞ്ഞപ്പോൾ ഇവയെല്ലാം വളർന്നു പുഷ്പിക്കുവാൻ തുടങ്ങി. നവോത്ഥാനത്തിൻെറ ഫലമായി നൂററാണ്ടുകളായി ഉറങ്ങിക്കിടന്ന മനുഷ്യൻെറ കഴിവിന്റെ ചില ഭാഗങ്ങൾ ഉണർത്തപ്പെട്ട് സയൻസിൻെറ പല വിഭാഗങ്ങളിലും പുതിയ നേട്ടങ്ങളുണ്ടായെങ്കിലും മററു ചില വിഭാഗങ്ങളിൽ കുറേനാൾ കഴിഞ്ഞിട്ടേ ഈ ഉണർവ്വ് വന്നെത്തിയുള്ളു. 17-ാം നൂററാണ്ടിലെ രസതന്ത്രം ഇതിനുദാഹരണമാണ്. കഴിഞ്ഞ കുറെ നൂററാണ്ടുകളായി ലോഹങ്ങളെ സ്വർണ്ണമായി മാററാനുള്ള ശ്രമത്തിൽ മുഴുകിയിരുന്ന മൂഢമായ ഒരു സ്വപ്നലോകത്തിൽനിന്നു യഥാർത്ഥലോകത്തിലെ പ്രശ്നങ്ങളെ പരീക്ഷണങ്ങളിൽക്കൂടി നേരിടുന്നതിനു 16-ാം നൂററാണ്ടിൽതന്നെ പരാസൽസ് എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഉഗ്രമായ ശംഖുനാദം പുറപ്പെടുവിച്ചെങ്കിലും രസതന്ത്രലോകം യാഥാർത്ഥ്യങ്ങളിലേക്കു ഉണർന്നില്ല. ചില നിമിഷങ്ങളിൽ കണ്ണു തുറന്നു എങ്കിലും ഒരു സ്വപ്നത്തിൽ നിന്നു മറെറാരു സ്വപ്നത്തിലേക്കു വഴുതി വീഴുകയാണുണ്ടായത്. കൃത്രിമമായി സ്വർണ്ണമുണ്ടാക്കാനും കുറെ നാളത്തേക്കു നിത്യയുവത്വം നേടാനും ഉള്ള ഔഷധങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനുള്ള ശ്രമങ്ങൾ നടത്തിത്തുടങ്ങി. ഈ കൂരിരുട്ടിൽ അങ്ങിങ്ങായി ചില മിന്നാമിനുങ്ങുകളെ കാണാമെ

ങ്കിലും നീണ്ട ആ രാത്രി കഴിയുന്നതു് 18-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനംമാത്രമാണു്. ബ്രസൽസിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന വാൻ ഹെൽ മോണ്ട്, ഫ്രാൻസിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന ജീൻറേ, മാവോ എന്നിവർ പുതിയ വെളിച്ചം കണ്ടവരാണു്. ഇക്കാലഘട്ടത്തിൽ നടന്ന യഥാത്ഥ മുതൻക്കൂട്ട് ഉണ്ടാക്കിയതു് ഗ്ലോബർ [1604-1668] എന്ന ജമ്മൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനാണു്. കാലത്തിനൊത്ത പല പുതിയ മരുന്നുകളും അദ്ദേഹം ഉണ്ടാക്കിവിററു് ധാരാളം പണമുണ്ടാക്കി. അവയിൽ പ്രാധാന്യം നേടിയതു് 'ഗ്ലോബറുടെ ഉപ്പു്' എന്നതായിരുന്നു. സോഡിയം സൽഫേററു് എന്ന ലവണത്തിനു് വൈദികമായി പല ഉപയോഗങ്ങളുമുണ്ടെന്നും ഗ്ലോബർ കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇങ്ങനെ ഉപയോഗയോഗ്യമായ ഒന്നുരണ്ടു കണ്ടുപിടുത്തം നടന്നു എങ്കിലും പ്രകൃതിയുടെ പുതുനിയമങ്ങളെ ഓരോന്നായി കണ്ടുപിടിക്കുവാൻ തുടങ്ങിയ ആ കാലത്തു് രസതന്ത്രലോകത്തിലും ചില നിയമങ്ങൾ ആവിഷ്കരിച്ചതിൽ അത്ഭുതപ്പെടാനില്ല. എന്നാൽ അവ എത്ര മൂഢങ്ങളായിരുന്നു എന്നു് ഇന്നു് മനസ്സിലാകുന്നു എങ്കിലും അക്കാലത്തു് പ്രവത്തിച്ചിരുന്ന രസതന്ത്രശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ആ അഭ്യൂഹങ്ങളുടെ പിടിയിൽ പെട്ടവരായിരുന്നു. ഉദാഹരണമായി പ്ളോജിസ്റ്റൺ എന്ന ഒന്നുണ്ടെന്നു സങ്കല്പിച്ച ജർമ്മൻകാരനായ ബെക്കറേയും [1644-1682] സ്റ്റാളിനേയും [1660-1734] നോക്കുക. ആ കാലത്തെ ജനങ്ങളെ എന്തെല്ലാം മൂഢത അവക്കു് പറഞ്ഞു വിശ്വസിപ്പിക്കാൻ സാധിച്ചു എന്നതു് രസാവഹമായിരിക്കും. ഏതൊരു സാധനം കത്തുമ്പോഴും തീ പിടിക്കുന്നതായ പ്ളോജിസ്റ്റൺ അതിൽനിന്നു വേർപെടുന്നു എന്നായിരുന്നു സങ്കല്പം. എന്നാൽ ചില സാധനങ്ങൾ കത്തുമ്പോൾ തൂക്കം കൂടുന്നു എന്നു വാദിച്ചവരോടു് പ്ളോജിസ്റ്റണിൻെറ തൂക്കം ന്യൂനഭാഗത്തായിരിക്കും എന്നായിരുന്നു മറുപടി. പില്ക്കാലത്തു് അതിസമത്ഥമായ കണ്ടുപിടിത്ത

ങ്ങൾ നടത്തിയ പ്രസ്ററ്ലിയെപ്പോലുള്ള മഹാന്മാർ പോലും ഈ അഭ്യൂഹത്തിൻെറ ചുഴിയിൽപ്പെട്ട് മൂഢലോകത്തേക്ക് വലിക്കപ്പെട്ടുപോയി എന്ന വസ്തുത എടുത്തു പറയേണ്ടതുണ്ട്.

ഇപ്രകാരം ചില രംഗങ്ങളിൽ നവോത്ഥാനത്തിൻെറ അലകൾ ചെന്നടിച്ചു വീണില്ല എങ്കിലും പൊതുവെ പറയുകയാണെങ്കിൽ 17-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനത്തിൽ സയൻസിൻെറ ലോകത്തെ ആകെക്കൂടി നോക്കുന്ന ഒരാൾക്ക് ബോദ്ധ്യമാകുന്നതു് സയൻസിലുണ്ടായ വിപ്ളവം ശക്തിയായിട്ട് പ്രവർത്തിക്കാൻ തുടങ്ങി എന്നതാണ്. ഫ്രാൻസിലും ഇംഗ്ലണ്ടിലും ഭരണം നടത്തിയിരുന്നവർ മനുഷ്യജീവിതത്തിൽ പുതുതായി ഉയർന്നുവരുന്ന ഈ ശക്തിവിശേഷത്തെ മനസ്സിലാക്കുകയും താലോലിക്കുകയും ചെയ്തു. അവർ അതിന് വളരാനുള്ള സാഹചര്യങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കികൊടുത്തു, സാഹചര്യം ഉണ്ടാകുന്നതിനായി പ്രത്യേക സംഘടനകളുണ്ടാക്കി. എന്നുമല്ല, സമുദായത്തിൻെറ ഉന്നത നിലയിൽ ശാസ്ത്രഗവേഷണം നടത്തുന്നവർക്ക് മാന്യതയും കൊടുത്തു. സയൻസിൻെറ അകത്തുതന്നെ പരീക്ഷണങ്ങളിൽക്കൂടിയാണ് പ്രകൃതിയുടെ നിത്യസത്യങ്ങളെ കണ്ടെത്തുന്നതെന്ന് ബോദ്ധ്യമായി. നൂററാണ്ടുകളായി മനുഷ്യമനസ്സിനെ കെട്ടിയിട്ടിരുന്ന ഗ്രീക്കുചിന്തയുടെ വിശ്വാസപ്രമാണങ്ങളെ ഓരോന്നായി പരീക്ഷണങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ലഭിച്ച നൂതന അറിവുകൊണ്ട് ഖണ്ഡിച്ചു. കൂട്ടിലിട്ടിരുന്ന മനുഷ്യചിന്ത പുതിയ ആകാശങ്ങളിലേക്ക് ചിറകു വിരിച്ചു വിഹരിക്കുവാൻ തുടങ്ങി.

അദ്ധ്യായം നാലു

18-ാം നൂററാണ്ടു്

17-ാം നൂററാണ്ടിലെ സയൻസിൻെറ ലോകം പ്രതിഭാസമ്പന്നന്മാരായ വളരെ ആളുകളാൽ ജാജ്വല്യമാനമാക്കപ്പെട്ടിരുന്നു എങ്കിൽ 18-ാംനൂററാണ്ടിൻെറ ഏറിയകാലവും അവരെപ്പററിയുള്ള സ്മരണയിലും വീരാരാധനയിലും മുഴുകിപ്പോകുകയാണുണ്ടായതു്. ആ മഹാരഥന്മാർ തെളിച്ച രാജപാതയിൽക്കൂടി അവർ പറഞ്ഞതെല്ലാം ശരിവച്ചുകൊണ്ടു് സയൻസ്സ് മുന്നോട്ടു നീങ്ങുകയാണുചെയ്തതു്. ന്യൂട്ടൺ വിടത്തുകാണിച്ച പ്രവഞ്ചം ശരിയാണെന്നു് തെളിയിക്കുവാനുള്ള വ്യഗ്രതയിൽ നിന്നുണ്ടായ പുരോഗമനം മാത്രമേ കണക്കുശാസ്ത്രത്തിലുണ്ടായുള്ളു എന്നുമല്ല, പ്രപഞ്ചത്തിലുള്ള കുറെ ഗ്രഹങ്ങളുടെ ഒരേസമയത്തിനുള്ള സ്ഥാനവും വേഗതയും കുറിക്കാമെങ്കിൽ കണക്കിൻെറ ഏതു സമയത്തേയും പ്രവത്തനങ്ങൾ ശരിയായി പ്രവചിക്കുവാൻ സാദ്ധ്യമാണെന്നു് അഹന്തയോടുകൂടി വാദിക്കുവാൻ തുടങ്ങി. ബൃഹത്തായ പ്രപഞ്ചം അന്നു് മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നതിനേക്കാൾ എത്രയോ വലുതാണെന്നും, അതിനെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന നിയമങ്ങളും ശക്തികളും അപൂൎണ്ണമായിട്ടേ മനസ്സിലാക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടുള്ളുവെന്നും വളരെനാൾ കഴിഞ്ഞതിനു ശേഷമേ, ശാസ്ത്രകാരന്മാക്കു് മനസ്സിലാക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞുള്ളു. ഭൗതികമായ ഒരു വാദത്തിൻെറ അന്തരീക്ഷം 18-ാം നൂററാണ്ടിലുണ്ടായതു് പ്രപഞ്ചത്തെപ്പററിയുള്ള ന്യൂട്ടൻെറ നിഗമനങ്ങളിൽ മുഴുകിപ്പോയതുകൊണ്ടാണു്. എന്നാലും ആ വിശ്വാസപ്രമാണങ്ങളിൽ അടിയുറച്ചുകൊണ്ടു് പ്രവത്തിച്ച

ബർണ്ണോലിസ്, ലാപ്ളേസ്, ലാഗ്രംഗഞ്ച്, യൂളർ മുതലായ കണക്കുശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ചില മുതൽക്കൂട്ടുകൾ നടത്തിയിട്ടുണ്ട്. എന്നാൽ കണക്കൊഴിച്ച് മററു രംഗങ്ങളിൽ ഈ ഭൗതികവാദം 18-ാം നൂററാണ്ടിൽ ദൃശ്യമാകുന്നില്ല. താപം, പ്രകാശം, കാന്തശക്തി, വൈദ്യുതി, രാസപ്രവത്തനങ്ങൾ, വളരുന്ന ജൈവവസ്തുക്കളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന മാററങ്ങൾ എന്നിവയെല്ലാം അദൃശ്യമായിട്ടുള്ള ചില പ്രത്യേക ശക്തിവിശേഷങ്ങളുടെ പ്രവത്തനത്തിൻെറ സഹായത്താലാണ് നടക്കുന്നതെന്ന് ജനങ്ങളെ വിശ്വസിപ്പിക്കുവാൻ ആ കാലഘട്ടത്തെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് കഴിഞ്ഞു. സാധനങ്ങൾ കത്തിയെരിയുന്നത് അവയിൽ ഫ്ളോജിസ്റ്റൺ ഉള്ളതുകൊണ്ടാണ് എന്ന മൂഢ സങ്കല്പം ഈ നൂററാണ്ടിൻെറ ഏറിയ ഭാഗവും സമ്മതിച്ചുകൊടുത്തു. ജീവജാലങ്ങളുടെ പ്രവത്തനഫലമായി ഉണ്ടാകുന്ന രാസവസ്തുക്കൾ കൃത്രിമമായി ഉണ്ടാക്കുവാൻ സാദ്ധ്യമല്ലെന്നും ഒരു ജൈവശക്തി അതിനുവേണ്ടി പ്രത്യേകം പ്രവത്തിക്കണമെന്നും പരക്കെ അക്കാലത്ത് വിശ്വസിച്ചിരുന്നു. ചിന്താമണ്ഡലത്തിൽ ഈ പ്രക്രിയകളെല്ലാം ഉണ്ടാക്കിയെങ്കിലും പ്രായോഗിക ജീവിതത്തിൽ കൂടുതൽ കൂടുതലായി പാശ്ചാത്യരാജ്യങ്ങളിൽ സയൻസ് ഇടപെടുവാൻ തുടങ്ങി. 17-ാം നൂററാണ്ടിൽത്തന്നെ പുതിയ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളുടെ ഫലമായി വിദൂരദേശങ്ങളിലേയ്ക്കുള്ള കപ്പൽയാത്ര സുഗമമായി തീന്നിരുന്നു. തൽഫലമായി വിദൂരദേശങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ബന്ധങ്ങൾ കൂടുതൽ ദൃഢമാകുകയും വ്യാപാരം പുഷ്ടിപ്പെടുകയും ചെയ്തിരുന്നു. കൂടുതൽ രാജ്യങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനും അവിടത്തെ ജീവിതരീതി മനസ്സിലാക്കുന്നതിനും വേണ്ടി പല ഗവേഷക സംഘങ്ങളും ലോകത്തിൻെറ നാനാഭാഗങ്ങളിലേയ്ക്കു പുറപ്പെടുവാൻ തുടങ്ങിയതു് ഈ നൂററാണ്ടിലാണ്. ക്യാപ്ററൻ കുക്ക് (1728-79) ലാവെറോസ്

(1741–88) എന്നിവർ നടത്തിയ ഗവേഷണങ്ങൾ പ്രസിദ്ധമാണു്, എന്നാൽ 18-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ഉത്തരാദ്ധത്തിൽ ഇംഗ്ലണ്ടിൽ ഉണ്ടായ വ്യാവസായിക വിപ്ലവത്തിന്റെ ഫലമായി അവിടത്തെ ജീവിതത്തിൽ പല വ്യതിയാനങ്ങളും ഉണ്ടാകുവാൻ തുടങ്ങി. ആവിയന്ത്രം കണ്ടുപിടിച്ചതും ഇതേകാലഘട്ടത്തിലത്രേ! 1766 നും 87 നും ഇടക്കു് നൂതന യന്ത്രങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു് ഉണ്ടാക്കുവാൻ സാധിച്ച തുണിത്തരങ്ങൾ 5 ഇരട്ടിയായി വദ്ധിച്ചു. ഇംഗ്ലണ്ടിലെ മററു പല വ്യാവസായിക രംഗങ്ങളിലും വ്യവസായോല്പാദനം നൂതന മാർഗ്ഗങ്ങളിൽ കൂടി വദ്ധിപ്പിക്കുവാൻ സാധിച്ചു. ക്രമേണ ഈ വിപ്ളവം മററു രാജ്യങ്ങളിലേക്കും സംക്രമിച്ചു. വ്യവസായവിപ്ളവം പോലെ പ്രാധാന്യമുള്ള രണ്ടു മഹൽ സംഭവങ്ങളാണു് ചരിത്രപ്രസിദ്ധമായ ഫ്രെഞ്ചുവിപ്ളവവും, അമേരിക്കൻ വിപ്ളവവും. ഫ്രെഞ്ചുവിപ്ളവത്തിനു് വഴിതെളിച്ച ശക്തികളിൽ ഒന്നു് നൂതനമായി ലഭിച്ച അറിവിനെയെല്ലാം സമാഹരിച്ചു് 28 വാല്യങ്ങളിലായി 1751 നും 72 നും ഇടക്കു് പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയ 'എൻസൈക്ലോപീഡിയ' ആയിരുന്നു. സ്വതന്ത്രചിന്തയും, സയൻസും. വൻതോതിതിലുള്ള ഉല്പാദത്തിൻെറ രഹസ്യങ്ങളും ഒത്തിണങ്ങി സമ്മേളിക്കുന്ന ഒരു രംഗമാണു് ഈ വാല്യങ്ങൾ. അവയാണു് സാധാരണക്കാരുടെ ഇടയിൽ പുതിയ വീക്ഷണഗതി വളത്തിക്കൊണ്ടുവന്നതു്. ഇതിനോടൊപ്പംതന്നെ ഫ്രാൻസിൽ വൈദ്യശാസ്ത്രം പഠിക്കുന്നതിനും, പുതിയ കൗശലവിദ്യകൾ പഠിക്കുന്നതിനും പ്രത്യേകം വിദ്യാപീഠങ്ങൾ ഗവണ്മെൻറുണ്ടാക്കുകയും അവയിലെല്ലാം കഴിവുള്ള ഉന്നത ചിന്തകന്മാരെ പ്രഫസർമാരായി നിയമിക്കുകയും ചെയ്തു. പിൽക്കാലത്തു് സയൻസ് സ്ഥിരമായി ശ്രദ്ധ ലഭിക്കുന്ന സ്ഥാപനങ്ങളിലേക്കു് കയറുന്ന ആദ്യത്തെ രംഗമാണിതു്. ജമ്മനിയിലും അതേത്തു

ടൻ് മററു യൂറോപ്യൻ രാജ്യങ്ങളിലും ഈ മാതിരി സ്ഥാപനങ്ങൾ രൂപംകൊണ്ടു. ഫ്രാൻസിൽ തന്നെ ഈ സ്ഥാപനങ്ങളിൽ കൂടി വളന്നുവന്ന കുട്ടികളാണു് പല കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളും നേട്ടങ്ങളും ഉണ്ടാക്കിയതു്. ഗേലൂസാക്കു് (1778-1850) തെനാർസ് (1777-1853) മാലസു് (1775-1812)എന്നിവരെല്ലാം മേൽപ്പറഞ്ഞതിനു് ഉദാഹരണങ്ങളാണു്, 19-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ പകുതിവരെ ഫ്രഞ്ചുസയൻസ് നേതൃസ്ഥാനത്തു നിന്നതു് ഈ വിദ്യാപീഠങ്ങൾ ഉന്നതനിലവാരം പാലിച്ചതുകൊണ്ടാണു്. 19-ാം നൂററാണ്ടിൽ ജർമ്മനിയും ബ്രിട്ടനും ഇതുപോലെ കലാലയങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുകയും പ്രഗൽഭരായ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ ജനിപ്പിക്കുകയും ചെയ്തു. ഫ്രഞ്ചുസയൻസിനു് ഉത്തേജനം നൽകിയ മറെറാരു വ്യക്തിയാണു് നെപ്പോളിയൻ ബോണോപ്പാർട്ടു് (1769-1821) ഫ്രാൻസിൻെറ ഭരണസാരഥ്യം വഹിച്ച ഇദ്ദേഹം സയൻസിൽ വളരെയധികം ശ്രദ്ധിച്ചിരുന്നു. ഫ്രഞ്ചുസയൻസ് അക്കാഡമിയുടെ മീറ്റിംഗുകളിൽ (സമ്മേളനം) അദ്ദേഹം പങ്കെടുത്തിരുന്നു. ദിഗ്‌വിജയത്തിനു് നാട്ടുവിട്ടുപോകുമ്പോൾ സൈന്യത്തിൻെറ കൂടെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരേയും കൊണ്ടുപോയിരുന്നു. ഇപ്രകാരം ചെയ്തിരുന്നതിനാൽ സയസൻസിനു് ഒരു പുതിയ മാന്യത ലഭിച്ചു എന്നുമാത്രല്ല രാജ്യങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള യുദ്ധങ്ങളിൽ സയൻസിനു് കൂടുതൽ പങ്കു ചേരേണ്ടിവരികയും ചെയ്തു,

ഇങ്ങനെ ശാസ്ത്രത്തിൻെറ വിവിധ മണ്ഡലങ്ങളിൽ ഈ നൂററാണ്ടിൽ വളരെ പുരോഗതി ഉണ്ടായെങ്കിലും ഏററവും ശ്രദ്ധേയമായ മുതൽക്കൂട്ടു് ആവിയന്ത്രത്തിൻെറ പരിഷ്ക്കരണമാണു്. ന്യൂകോമൺ (Newcommon) എന്ന കൊല്ലൻ ഇംഗ്ലണ്ടിലെ വോൾവർ ഹാംപ്ററൺ (Wolver Hampton) എന്ന സ്ഥലത്തു് ആവിയുപയോഗിച്ചു് പ്രവ

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY KOTTAYAM

ത്തിക്കുന്ന ഒരു പിസ്ററൺ സ്ഥാപിച്ചു. ഈ പിസ്ററണിൻെറ പ്രവത്തനം മൂലം ഖനികളിൽ നിന്നും വെള്ളം കയററി എടുക്കാമെന്നും, തുണിമില്ലുകളിലെ യന്ത്രങ്ങളെ പ്രവത്തിപ്പിക്കാമെന്നും, തെളിയിച്ചു, വ്യവസായ രംഗത്തു് ഇംഗ്ലണ്ടിൽ പല സ്ഥലത്തും ഇതുപയോഗിച്ചു എങ്കിലും വളരെ നാളത്തേയ്ക്കു് ഈ യന്ത്രത്തിനു് യാതൊരു പരിഷ്ക്കാരവും ആരും ഉണ്ടാക്കിയില്ല. ഊജ്ജതന്ത്രത്തിൻെറ താത്വിക ഭാഗങ്ങളൊന്നും പഠിച്ചിട്ടില്ലാത്ത ഒരു കൊല്ലൻ ഉണ്ടാക്കിയ ഒരു യന്ത്രമായിട്ടാണു് ഇതിനെ അക്കാലത്തു് കണക്കാക്കിയിരുന്നതു്. ഊജ്ജതന്ത്രത്തിൻെറ താത്വികഭാഗങ്ങളിൽ മാററം വന്നപ്പോഴാണു് ഈ യന്ത്രം പരിഷ്ക്കരിച്ചതു്; ആധുനിക ആവിയന്ത്രം ഉണ്ടായതു്. താപം ഒരു പദാത്ഥമാണെന്നും, സാധനങ്ങൾ ചൂടു പിടിക്കുമ്പോൾ ആ പദാത്ഥം സാധനങ്ങളിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു എന്നുമാണു് 18-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ആദ്യംവരെ വിശ്വസിച്ചിരുന്നതു്. എന്നാൽ ''ബ്ളാക്കു്'' (Black) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ താപത്തിൻെറ യഥാത്ഥ പ്രകൃതം ഇതിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമാണെന്നു് തെളിയിച്ചു. തുല്യ താപം വിവിധ വസ്തുക്കളിൽ കടത്തി വിടുകയാണെങ്കിൽ അവ വ്യത്യസ്തമായേ ചൂടാകുകയുള്ളു എന്നു കണ്ടപ്പോൾ ബ്ളാക്കു് സ്പെസഫിക്കു് ഹീറ്റു് കണ്ടുപിടിച്ചു. അതുപോലെ മഞ്ഞു വെള്ളമാകുമ്പോൾ ടെംപ്രേച്ചറിൽ വ്യത്യാസം വരുന്നില്ല എന്നു് പരീക്ഷണം കൊണ്ടു മനസ്സിലാക്കിയപ്പോൾ ലേററൻറു് ഹീററു് കണ്ടുപിടിച്ചു. ഈ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കിയ ഗ്ലാസ്ഗോയിലെ ഒരു ഉപകരണനിമ്മിതാവായിരുന്ന ജെംയിസ്‌വാട്ടു് ന്യൂകോമൻെറ യന്ത്രത്തെ പരിഷ്ക്കരിച്ചപ്പോൾ 1765-ൽ, ആധുനിക ആവിയന്ത്രമുണ്ടായി. ഈ ആവിയന്ത്രത്തിൻെറ ഉപയോഗം ആരംഭിച്ചതോടെ 18-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ഉത്ത

രാഷ്ട്രത്തിൽ വ്യവസായവിപ്ലവം പൊട്ടിപ്പുറപ്പെട്ടു. മനുഷ്യരാശിക്കു് വൻതോതിൽ ഉപയോഗിക്കത്തക്കതായ ഒരു പുതിയ ശക്തിവിശേഷം രൂപംകൊണ്ടതു് ഇവിടെ വച്ചാണു്. ആവിയന്ത്രങ്ങളുണ്ടാക്കി വിദേശങ്ങളിലേയ്ക്കു് കയററി അയച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന മാത്യു ബോൾട്ടൺ, (1728-1809) റഷ്യയെ ഭരിച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന കാതറീൻ മഹാരാജ്ഞിക്കയച്ച ഒരെഴുത്തിൽ പറഞ്ഞിരിക്കുന്നതു് ശ്രദ്ധേയമാണു്. "ലോകത്തിനു മുഴുവൻ ആവശ്യമുള്ള ഒന്നാണു് ഞാൻ വിൽക്കുന്നതു്—ശക്തി"("I sell what the whole world wants—Power.") 19-ാം നൂററാണ്ടിൽ ഉണ്ടായ ആവിയന്ത്രക്കപ്പലുകളും, തീവണ്ടികളും, വ്യവസായശാലകളും, കൺമുന്നിൽവച്ചു് നോക്കിയാൽ ഈ എഴുത്തു് എത്ര അർത്ഥവത്താണെന്നു് മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണു്. സാമാന്യജനങ്ങളുടെ ജീവിതത്തിൽ നിന്നു് ഉദയം ചെയ്യുന്ന കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾ, ശാസ്ത്രത്തിലെ തത്വങ്ങളുമായി ഏററുമുട്ടുമ്പോൾ മഹത്തായ ഫലങ്ങൾ ഉണ്ടാകുവാൻ സാദ്ധ്യതയുണ്ടെന്നു് ആവിയന്ത്രത്തിൻെറ കണ്ടുപിടുത്തം തെളിയിച്ചു.

നവീനമായുണ്ടായ ആവിയന്ത്രംകൊണ്ടു മാത്രമല്ല വ്യവസായിക വിപ്ലവം ഉണ്ടായതു്. ആ കാലഘട്ടത്തിൽ മനുഷ്യപ്രയത്നത്തെ ലഘുവായി ഉപയോഗിച്ചു്, ഉല്പാദനം വളരെ ഇരട്ടി വർദ്ധിപ്പിക്കുവാൻ കഴിവുള്ള അനേകം യന്ത്രങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചു. പല ആശാരിമാരും, നെയ്ത്തുകാരും, മില്ലു ജോലിക്കാരും, ഉപകരണ നിർമ്മാതാക്കളും, ഇതിൽ പങ്കാളികളാണു്. ഈ കണ്ടുപിടുത്തക്കാരെല്ലാം കൂടിയുണ്ടാക്കിയ ശക്തിവിശേഷത്തെ പല പണക്കാരും, ഭാഗ്യാന്വേഷികളും കച്ചവടക്കാരും കൂടിച്ചേർന്നു് പ്രവർത്തിപ്പിച്ചപ്പോഴാണു് വ്യവസായവിപ്ലവം ഇംഗ്ലണ്ടിൽ ഉയർന്നതു്. അവിടെ കോളനികളിൽ നിന്നും പുതിയ അസംസ്കൃത സാധനങ്ങൾ

വന്നുകൊണ്ടിരുന്നു. ഇംഗ്ലണ്ടിൽ തുടങ്ങിയ ഈ വിപ്ലവം മററു രാജ്യങ്ങളിലേയ്ക്കു് ക്രമേണ വ്യാപിക്കുകയാണുണ്ടായതു്, പൗരാണികകാലം മുതൽ 18-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ കാൽ ഭാഗം വരെ തുണിത്തരങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കിവന്നതിൽ രണ്ടു പരിഷ്ക്കാരങ്ങൾ മാത്രം നടപ്പിൽ വരുത്തിയിരുന്നു. ഒന്നു് ഒററക്കുരട്ടു് ചുററി ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന സ്പിന്നിംഗ് വീൽ, രണ്ടു് തുണിത്തരങ്ങൾക്കു് കട്ടിയുണ്ടാക്കുന്നതിനു വേണ്ടി അവയിൽ ആവി കയററി താപവും മർദ്ദവുമുപയോഗിച്ചു് അവയുടെ സ്വഭാവം മാററുന്നതിനായി ശക്തി ഉപയോഗിച്ചുവന്നതു് (Fulling cloth) എന്നാൽ 1730-നുശേഷം തുണിവ്യവസായത്തിൽ അനേകം കണ്ടുപിടുത്തങ്ങൾ ഉണ്ടായി. 1733 ൽ John kay (ജോൺകെ) ഫ്ളയ്യിംഗ് ഷട്ടിൽ (flying shuttle) കണ്ടുപിടിച്ചു. അതിൻെറ ഫലമായി ഏകദേശം പത്തു് നെയ്ത്തുകാർ ചെയ്യുന്ന ജോലി അതേ സമയംകൊണ്ടു് ഒരാൾക്കു് ചെയ്യുവാൻ സാദ്ധ്യമായി. ഇതുപോലെ വിപ്ലവകരമായ മാററമുണ്ടാക്കിയ മറെറാരു കണ്ടുപിടുത്തമാണു് ജെയിംസ് ഹാർഗ്രീവ്സ് ഉണ്ടാക്കിയ സ്പിന്നിംഗ് ജെന്നി (spinning Jenny) എട്ടു മുതൽ എൺപതു വരെ സ്പിൻഡിലുകൾക്കു് ഒരേ സമയത്തു് പ്രവർത്തിക്കുവാൻ കഴിയുമെന്നായി. ഒരു ക്ഷുരകനായിരുന്ന ആർക്ക്റൈററു് (Arkwright) (1732-92) പഞ്ഞിനൂലുകൾക്കു് ബലമുണ്ടാക്കുന്നതിനായി രണ്ടു റോളറുകളിൽക്കൂടി കടത്തിവിടുന്നതിനുള്ള "വാട്ടർഫ്രെയിം" എന്ന യന്ത്രം കണ്ടുപിടിച്ചു. പിൽക്കാലത്തു് ഇദ്ദേഹത്തിനു് "Knight of Knights" എന്ന ബഹുമതി ഇംഗ്ലണ്ടു് നൽകി എന്നതു് പ്രസ്താവ്യമാണു്. ഹാർ ഗ്രീവ്സിൻെറ സ്പിന്നിംഗ് ജെന്നിയും, ആർക്ക്റൈറ്റിൻെറ വാട്ടർഫ്രെയിമും, ഒരുമിച്ചു ഒരേ യന്ത്രത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുവാൻ സാദ്ധ്യമാണെന്നു് ഒരു ദരിദ്ര നെയ്ത്തുകാരനായിരുന്ന സാമുവൽ കോംപ്ററൺ കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇതിൻെറ എല്ലാം

ഫലമായി നെയ്യുതീർക്കാവുന്നതിനേക്കാൾ വളരെയധികം നൂല്ക് ഇംഗ്ലണ്ടിൽ ഉണ്ടായിത്തുടങ്ങി ഈ വിടവ് നിക ത്തിയതു് ഡാക്ടർ എഡ്മൺഡ് കാർട്ട്റൈറ്റ് (1743–1823) എന്ന പുരോഹിതനാണ്. പ്രാരംഭശ്രമങ്ങൾക്കുശേഷം 1787 ൽ അദ്ദേഹം പവർലൂം കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇങ്ങനെ തുണി വളരെ വേഗം ഉണ്ടാക്കുന്നതിനുള്ള യന്ത്രങ്ങൾ ഇംഗ്ല ണ്ടിൽ സജ്ജമായപ്പോൾ, വളരെയധികം പഞ്ഞി അവിടെ എത്തിത്തുടങ്ങി. ആവശ്യത്തിനുമാത്രം കുരു കളഞ്ഞപഞ്ഞി പെട്ടെന്നു് ഉണ്ടാക്കേണ്ടതായിവന്നു. വിററ്നി എന്ന അമേരിക്കക്കാരനാണ് ഇതു് എളുപ്പത്തിൽ ചെയ്യുതീർക്കുന്ന തിനുള്ള യന്ത്രം ഉണ്ടാക്കിയതു്. ഇങ്ങനെ തുണിവ്യവസായം അതിവേഗം പുരോഗമിച്ചു. മില്ലുകൾ സ്ഥാപിച്ചപ്പോൾ അവ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള സ്റ്റീം എൻജിനുകളും സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടു. പല രംഗങ്ങളിൽ നിന്നു് ഒരേ സമയത്തു നൂതനങ്ങളായ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങൾ ഉണ്ടായതിനാലാണ് ഈ മുന്നേററം സാധിതപ്രായമായതു്. "ആവശ്യം നിർമ്മിതി യുടെമാതാവാണ്" എന്ന പഴമൊഴി ഈ അവസരത്തിൽ സ്പഷ്ടവ്യമാണ്.

ജീവിതാവശ്യത്തിനുള്ള അനേകം സാധനങ്ങൾ വൻ തോതിൽ ഉപയോഗിച്ചു് ഉണ്ടാക്കുന്നതിനുള്ള കണ്ടുപിടുത്ത ങ്ങൾ നടത്തിയവരാണ്, വ്യവസായ വിപ്ലവത്തെ മുന്നോട്ടു കൊണ്ടുപോയതു്. വിറ്റ്നി ഇതിനൊരുദാഹരണമാണ്. അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ച യന്ത്രം മോഷ്ടിക്കപ്പെട്ടുകയും മററാ ളുകൾ അതു പകർത്തി ഉപയോഗിച്ചു് വളരെയധികം പണം ഉണ്ടാക്കുകയും ചെയ്തു. കോടതികളിൽ കേസ്സു കൊടുക്കാമാ യിരുന്നെങ്കിലും വിററ്നി അതിനൊരുമ്പെടാതെ തൻെറ ക്രിയാത്മകത്വം ഉപയോഗിച്ചു് മററു കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളിൽ ശ്രദ്ധിച്ചു. രണ്ടു കൊല്ലത്തിനകം പതിനായിരം റൈഫിളു

കൾ ഉണ്ടാക്കാനുള്ള ആരും എടുക്കാതിരുന്ന ഒരു ഗവണ്മെൻറു കൺട്രാക്ട് ധൈര്യമായി എടുത്തു് വളരെയധികം ധനം ഉണ്ടാക്കി. ഇപ്രകാരം പല ആവശ്യങ്ങൾക്കും മനുഷ്യപ്രയത്നം വളരെ കുറച്ചുമാത്രം ആവശ്യമുള്ള യന്ത്രങ്ങൾ ഉണ്ടായിവന്നതോടുകൂടി, അനേകംപേർ തൊഴിൽ രഹിതരായി. ഇവരിൽ കുറേപ്പേരെങ്കിലും നൂതന യന്ത്രങ്ങൾക്കു് ആവശ്യമുള്ള ഭാഗങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്ന വ്യവസായത്തിലേർപ്പെട്ടു. എ. ഡി. 1800 ആയപ്പോഴേക്കും ലണ്ടനിൽ പുതിയ യന്ത്രങ്ങൾ നിർമ്മിക്കേണ്ട ആവശ്യമുണ്ടായതു് വ്യാവസായിക വിപ്ലവത്തിൻെറ പുരോഗമനത്തെയാണു് കുറിക്കുന്നതു്. ഉല്പാദനത്തോടൊപ്പം സമ്പത്തും വർദ്ധിച്ചുവന്നു. ഈ പുതിയ സ്വത്തു് വളരെ തുച്ഛമായിട്ടു മാത്രമേ മെഷീനിൽ ജോലി ചെയ്തിരുന്ന തൊഴിലാളിക്കു് ലഭിച്ചിരുന്നുള്ളു. എന്തെന്നാൽ, വലിയ മെഷീനറികളും, ഫാക്ടറികളും സ്വന്ത ചെലവിൽ കെട്ടിപ്പടുക്കുന്നതിനു്, തൊഴിലാളികൾക്കു് കഴിഞ്ഞിരുന്നില്ല. ഈ ആവശ്യത്തിനു് ഒരു പുതിയ മുതലാളിവർഗ്ഗം ഉണ്ടാകുകയും അവർ ഫാക്ടറിയും യന്ത്രങ്ങളും, തൊഴിലാളികളേയും സംഘടിപ്പിക്കുകയുംചെയ്തു. അതിനാലാണു് വ്യാവസായിക വിപ്ലവത്തിനോടൊപ്പം ഒരു സാമുദായിക വിപ്ലവവും ഉടലെടുത്തതു്. ഇതിനു് പല പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ ഉണ്ടായെങ്കിലും, ആകെക്കൂടി നോക്കിയാൽ വ്യാവസായിക വിപ്ലവം തൊഴിലാളിക്കും, മുതലാളിക്കും. മററെല്ലാവർക്കും, ഗുണമുണ്ടാക്കിയതേയുള്ളു കൂലി വർദ്ധിക്കുകയും, ജോലിസമയം ഫാക്ടറികളിൽ കുറയുകയും ചെയ്തു. അതിനാൽ തൊഴിലാളികൾക്കു് കൂടുതൽ ഒഴിവു സമയം ലഭിച്ചു. സദാ സമയവും തുണി തുന്നിക്കൊണ്ടു് ഉടുപ്പുകളും ചട്ടകളും ഉണ്ടാക്കിക്കൊണ്ടിരുന്ന ഒരു തൊഴിലാളിയുടെ വ്യാവസായിക വിപ്ലവത്തിലെ സ്ഥിതി ഒരു

ഇംഗ്ലീഷു കവി ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നതിൽ നിന്നു് (The song of the shirt) ഈ തൊഴിലാളിയുടെ ദുരവസ്ഥ മനസ്സിലാക്കാം.

Band and gusset and seam
Seam and Gusset and band
From morn when the cock is crying aloof
Till the stars shine through the roof
Oh, men with sisters dear,
It is not linen you are wearing out
But it is human creatures lives.

തൊഴിലാളിയുടേയും, മുതലാളിയുടേയും, സ്ഥിതി മനസ്സിലാക്കിയതോടൊപ്പം ഉൽപാദനത്തിൻെറ മേന്മയും, വ്യാപ്തിയും, വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നതിലുള്ള ഗവേഷണങ്ങളിൽ വ്യാവസായിക ഉടമകൾ ശ്രദ്ധിക്കുവാൻ തുടങ്ങി. അങ്ങനെ പുതിയ വ്യവസായങ്ങളും, കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളും, ഉണ്ടായി. തൽഫലമായി സൻയസിൻെറ പ്രവൎത്തനരംഗം വിപുലമാകുന്നതും കാണാവുന്നതാണു്.

18-ാംനൂററാണ്ടിൽ നടന്ന മററു ചില കാര്യങ്ങളെപ്പററിയും പ്രതിപാദിക്കേണ്ടതുണ്ടു്. 16-ാം നൂററാണ്ടിൽ ജ്യോതിശാസ്ത്രത്തിൽ വിപ്ലവകരമായ സംഭവവികാസങ്ങൾ ഉണ്ടായി എങ്കിലും, ആ ഉണർവ്വു് സയൻസിൻെറ എല്ലാ മണ്ഡലങ്ങളിലും, ഒരേ കാലത്തു് എത്തിച്ചേൎന്നില്ല. നവോത്ഥാനത്തിൻെറ തരംഗങ്ങൾ, സയൻസിൻെറ പല രംഗങ്ങളിലും വിവിധ കാലഘട്ടങ്ങളിലാണു്, എത്തിച്ചേൎന്നതു്. 17-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ഒടുവിൽമാത്രമാണു് രസതന്ത്രത്തിൽ ഈ ഉണർവ്വു് ഉണ്ടാകുന്നതു്. പരമ്പരാഗതമായി വിശ്വസിച്ചുപോന്ന പലതും പരമ അബദ്ധമാണെന്നു് തെളിഞ്ഞതു്. 17-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ഒടുവിലാണു്. സാധാരണ ലോഹ

ങ്ങളെ സ്വർണ്ണം ആക്കുവാൻ കഴിയുമെന്നും, നിത്യയൗവ്വനം നേടുന്നതിന് ഒററമൂലികളുണ്ടെന്നും വിശ്വസിച്ചു പ്രവർത്തിച്ചുവന്നിരുന്ന മൂഢലോകത്തുനിന്നും, 16-ാം നൂറ്റാണ്ടിൽ രസതന്ത്രം പിൻതിരിഞ്ഞെങ്കിലും 17-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ പ്രാരംഭകാലത്തുപോലും മറെറാരു മൂഢലോകത്തിൽ രസതന്ത്രം കളിക്കുകയാണ് ചെയ്തത്. ഏകദേശം ഒരു നൂറ്റാണ്ടു കാലത്തേക്ക് ഫ്ളോജിസ്റ്റൺ എന്ന ആശയത്തിൽ രസതന്ത്രം കുടുങ്ങിപ്പോയി. 18-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ആദ്യം ഇതിൽനിന്നെല്ലാം മുക്തിനേടുവാനുള്ള പ്രായോഗിക പരീക്ഷണങ്ങൾ വിജയകരമായി നടന്നു എങ്കിലും ആ കാലത്തെ വിശ്വാസപ്രമാണങ്ങൾ വളച്ച്ടക്ക് വഴികൊടുത്തില്ല. ഉദാഹരണമായി, വാതകങ്ങളെപ്പററിയും, വായുവിനെപ്പറ്റിയും, പഠിക്കുന്നതിനുള്ള ഉപകരണങ്ങൾ സ്റ്റീഫൻ ഹെയിത്സ് (Stephen Hales) എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് പുരോഹിതൻ സജ്ജമാക്കിയിരുന്നു. Mayow (മായോ) (1614) എന്ന ഇംഗ്ലീഷുകാരൻ എലിക്കുഞ്ഞുങ്ങളെ വായുകയറാത്ത പാത്രങ്ങളിൽ അടച്ചുവച്ച് അവയുടെ മരണത്തിനു കാരണം വായുവിന്റെ ഒരുഭാഗം, ജീവൻ നിലനിത്തുവാൻ ആവശ്യമായതിനാലാണെന്നും, ആ ഭാഗത്തിന്റെ അഭാവംകൊണ്ടാണെന്നും, പ്രസ്താവിച്ചിരുന്നു. അതുപോലെ 1630-ൽ തന്നെ ജീൻ റേ (Jean Rey) ലോഹങ്ങൾ വായുവിൽ തപിപ്പിക്കുമ്പോൾ, അതിൻെറ തൂക്കം കൂടുകയാണു ചെയ്യുന്നതെന്ന് തെളിയിച്ചിരുന്നു. മുൻപ് പറഞ്ഞതുപോലെ, ഈ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളെല്ലാം നടന്നെങ്കിലും രസതന്ത്രലോകം സ്വപ്നങ്ങളിൽനിന്നു ഉണരുന്നതു് 18-ാംനൂററാണ്ടിൻെറ മദ്ധ്യത്തിലാണ്. വാതകങ്ങളെപ്പററി പഠിച്ചുതുടങ്ങിയതും കാർബൺ ഡയോക്സൈഡും ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും നൈട്രജനും കണ്ടുപിടിച്ചതും. 18-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ഉത്തരാദ്ധത്തിലായിരുന്നു. സ്കോട്ട്ലൻറിലെ ഗ്ലാസ്ഗോ സർവ്വകലാശാല

യിൽ വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിൻെറയും രസതന്ത്രശാസ്ത്രത്തിന്റേയും പ്രഫേസറായിരുന്ന ജോസഫ് ബ്ളാക്ക് (Joseph Black) (1728-99) ആണു് കാർബൺ ഡയോക്സൈഡു് കണ്ടുപിടിച്ചതു്. മൂത്രാശയസംബന്ധമായ സുഖക്കേടുകളിൽ ചിലതിനു് അന്നു കൊടുത്തിരുന്ന മരുന്നു്, ഒച്ചുകളെ (Snails) നീററി എടുത്തുകിട്ടുന്ന അവശിഷ്ടം തേനിൽ ചാലിച്ചായിരുന്നു. ഒച്ചിൽനിന്നും ലഭിച്ചിരുന്ന കാത്സിയം ഓക്സൈഡിനേക്കാൾ വീര്യം കുറഞ്ഞ ഒരു ക്ഷാരം ലഭിക്കുന്നതിനാണു്, ബ്ളാക്കു് ഗവേഷണം നടത്തിയതു്. ഈ ഗവേഷണങ്ങളുടെ ഇടയിൽ അദ്ദേഹം ചോക്കു് (Chalk) (ചുണ്ണാമ്പുകല്ലിനെ) തപിപ്പിക്കുകയും, അപ്പോൾ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നുവെന്നു കാണിക്കുകയും,ചെയ്തു. എന്നുമല്ല, തപിപ്പിക്കുമ്പോൾ ചോക്കിൻെറ തൂക്കം കുറയുന്നു, എന്നും കണ്ടു. തിരിച്ചു്, അദ്ദേഹം കാർബൺ ഡയോക്സൈഡുവാതകം ശേഖരിച്ചു് ചോക്കു് തപിപ്പിച്ചുകിട്ടിയ കാത്സിയം ഓക്സൈഡ് വെള്ളത്തിൽ കലക്കിയശേഷം, അതിൽക്കൂടി കടത്തിവിട്ടപ്പോൾ തിരിച്ചും ചോക്കു് ഉണ്ടാകുന്നുവെന്നു കാണിച്ചു. എന്നുമല്ല, കാത്സിയം ഓക്സൈഡു വെള്ളത്തിൽ കലക്കി, സോഡാക്കാരവുമായി പ്രതിപ്രവത്തിച്ചാൽ, കാത്സിയം കാർബണേററുണ്ടാകുമെന്നു് അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. അന്തരീക്ഷവായുവിൻെറ ഒരു ചെറിയ ഭാഗമായ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡുവാതകത്തെപ്പററി ശരിയായ അറിവു് ഇതിനുശേഷമാണു്, ലഭിച്ചുതുടങ്ങിയതു്. ബ്ളാക്കു് പുതിയ വാതകത്തെ "fired air" എന്നാണു് നാമകരണം ചെയ്തതു്. സ്വതന്ത്രമായിട്ടു് ഒരു വാതകം എന്ന നിലയിലോ, അന്യവസ്തുക്കളോടു ചേന്നു് ഒരു സംയുക്തമായിട്ടോ, ഈ വാതകത്തിനു കഴിഞ്ഞുകൂടാമെന്നു്, അദ്ദേഹം സമത്ഥിച്ചു. മെഗ്നീഷ്യം ഓക്സൈഡുമായും കാർബൺ ഡയോക്സൈഡു് പ്രതിപ്രവത്തിക്കുമെന്നും, മെഗ്നീഷ്യം

കാർബണേററിൽനിന്നു്, കാർബൺഡയോക്സൈഡിനെ തപിപ്പിച്ചു വേർതിരിച്ചാൽ ക്ഷാരഗുണം കുറഞ്ഞതായ മെഗ്നീഷ്യം ഓക്സൈഡ്, ഉണ്ടാകുമെന്നും, തെളിയിച്ചു. 1756-ൽ ബ്ളാക്ക് തൻെറ ഗവേഷണങ്ങളുടെ ഫലങ്ങൾ ഭാഗികമായി പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു "On Magnaesia Alba, Quiklime and some other alkaline subslances" എന്ന അദ്ദേഹത്തിൻെറ പ്രബന്ധം രസതന്ത്രലോകത്തു് ചരിത്രം സൃഷ്ടിക്കുകതന്നെ ചെയ്തു. ഫ്ളോജിസ്റ്റൺ എന്ന സങ്കല്പം ഇതോടെ മായുവാൻ തുടങ്ങി, ക്ഷാരങ്ങളെയും, അമ്ലങ്ങളെയുംപ്പററി പുതിയ ഒരു ദർശനം തൽഫലമായി രൂപംകൊണ്ടു. ക്ഷാരങ്ങളും, അമ്ലങ്ങളും, തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവത്തിക്കുമ്പോൾ അമ്ലങ്ങളുടെ നിർവ്വീകരണം നടക്കുന്നുവെന്നും, വിവിധതരം ലവണങ്ങൾ ഇങ്ങനെയാണുണ്ടാകുന്നതെന്നും രസതന്ത്രലോകത്തിനു്, മനസ്സിലാകുവാൻ തുടങ്ങി. അറബികളുടെ ആധിപത്യകാലത്തു്, "oil of victriol"എന്ന പേരിൽ സൾഫ്യൂറിക്കാസിഡ് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. അതുപയോഗിച്ചു് നൈട്രിക്കാസിഡും ഹൈഡ്രോക്ക്ളോറിക്കാസിഡും ഉണ്ടാക്കിവന്നിരുന്നെങ്കിലും ആസിഡുകളുടെ ശരിയായ ഘടനയെപ്പററി വലിയ അറിവുകളൊന്നും രസതന്ത്രലോകത്തിനു് 18-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനം വരെ ഉണ്ടായിരുന്നില്ല. ബ്ളാക്ക് ക്ഷാരങ്ങളെപ്പററി പുതിയ നിഗമനങ്ങളിൽ എത്തിച്ചേന്നതിൻെറ ഒരു ദശാബ്ദത്തിനകം 'എൾട്രി കാവൻഡിഷ്' എന്ന പരീക്ഷണവിദഗ്ദ്ധൻ ആസിഡുകളിൽ ലോഹങ്ങളിട്ട് ഹൈഡ്രജൻ എന്നു കത്തുന്ന വാതകം കണ്ടുപിടിച്ചു. ആ വാതകം വായുവുമായി പ്രതി പ്രവത്തിപ്പിച്ചു്, അദ്ദേഹം വെള്ളമുണ്ടാക്കി. അങ്ങിനെ പൗരാണികകാലം മുതൽ അന്നുവരെ ഒരു അടിസ്ഥാനമൂലകമാണെന്നു് വിശ്വസിച്ചു വന്നിരുന്ന വെള്ളത്തെപ്പററിയുള്ള നിഗമനം തകരുവാൻ തുടങ്ങി. അതു

പോലെ പ്രസിദ്ധ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരായ ലവോയ്സിയർ (Lavatsier) പ്രീസ്ററ്ലി (Priestly), ഷീലെ (Seheele) എന്നിവർ ആദ്യ് വായുവിൻെറ പ്രധാന ഘടകങ്ങളായ ഓക്സിജനേയും, നൈട്രജനേയും, വേർതിരിച്ച് അവയുടെ പ്രത്യേക ഗുണങ്ങളെപ്പററി മനസ്സിലാക്കാൻ തുടങ്ങിയതു്. 18-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ അന്ത്യഘട്ടത്തിൽ വായുവിൻെറ യഥാത്ഥ ഘടന പരീക്ഷണങ്ങളാൽ തെളിയിക്കപ്പെട്ടപ്പോൾ, അരിസ്റ്റോട്ടിലിൻെറ രണ്ടാമത്തെ മൂലകം വിച്ഛേദിക്കപ്പെട്ടു. മൂന്നാമത്തെ മൂലകമായ ഭൂമിയിൽനിന്നും പുതിയ പുതിയ മൂലകങ്ങൾ വേർതിരിക്കപ്പെട്ടപ്പോൾ രസതന്ത്രലോകം അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്റെ പിടിയിൽനിന്നും വിമുക്തമായി. നാലാമത്തെ മൂലകമായി അഗ്നിക്കകൊട്ടത്തിരുന്ന സ്ഥാനവും ഇതോടൊപ്പം നിഷേധിക്കപ്പെടേണ്ടതായി വന്നു. സാധനങ്ങൾ വായുവിൽ കത്തുമ്പോൾ ഓക്സിജനുമായി പ്രതിപ്രവത്തിക്കുകയാണ ചെയ്യുന്നതെന്നു് ലവോയ്സിയർ തെളിയിച്ചപ്പോൾ അരിസ്റേറാട്ടിലിന്റെ നിഗമനങ്ങളെല്ലാം തകന്നു തരിപ്പണമായിപ്പോയി. നവോത്ഥാനത്തിൻെറ കാററു വളരെ തമസിച്ചാണു് രസതന്ത്രലോകത്തു് എത്തിയതെങ്കിലും, അതു് പഴയ സങ്കല്പങ്ങളെ പറത്തുകതന്നെ ചെയ്തു. ഇതിനെല്ലാം വഴിതെളിയിച്ചതു് ഓക്സിജൻെറ കണ്ടുപിടുത്തമാണു്.

ആശയങ്ങളുടെ ലോകത്തു് ,മനുഷ്യൻെറ മനസ്സു് വളരുന്നതു് എങ്ങിനെ എന്നു നോക്കുന്ന ഏതൊരാൾക്കും കാണാൻ കഴിയുന്ന ഒരു വിശേഷം, പല കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളും വളരുന്ന സമുദായങ്ങളുടെ ഇടക്കു് പല ഭാഗങ്ങളിലായി ഒരേ സമയത്തു് നടക്കുന്നു, എന്നതാണു്. ഇംഗ്ലണ്ടിലും, ഫ്രാൻസിലും, സ്വീഡണിലും, ഏകദേശം ഒരേ കാലത്തു് മൂന്നു് വ്യക്തികൾ ഓക്സിജൻ കണ്ടുപിടിച്ചു.

ഒരു വൃക്ഷത്തിൻെറ വിവിധ ശാഖകളിൽ ഒരേസമയത്തു് കായ്കാം പഴുത്തു് നിലംപതിക്കുന്നതുപോലെ, കാലത്തിൻെറ മുന്നോട്ടുള്ള നീക്കത്തിൽ, ഒരേ സമയത്തു് പുതിയ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങാം രൂപംകൊണ്ടു്, ഫലവത്താകുന്നതു് നാം കാണാൻ പോകുകയാണു്. ശാഖകാം ശുഷ്കങ്ങളാകാതെ വളൻകൊണ്ടിരുന്നാൽ ഏതു കൊമ്പിലും ഫലങ്ങാം ഉണ്ടാകുന്നതാണു്. ഏതൊരു ജനസമുദായമാണോ മാനസികമായ വളച്ച്യും, ചിന്തയും മുതൽക്കൂട്ടം തങ്ങളുടെ കത്തവ്യങ്ങളായി കരുതുന്നതു്, ആ ജനസമുദായങ്ങളിലെല്ലാം മഹാന്മാരായ വ്യക്തികാം പ്രകൃതിയുടെ രഹസ്യങ്ങാം മനസ്സിലാക്കുന്നതിൽ വിജയശ്രീലാളിതരായിട്ടുണ്ടു്.

പുതിയ കണ്ടുപിടിത്തത്തെപ്പററി പറയുമ്പോാം, ഒരു കായ്യം ഇവിടെ എടുത്തുപറയേണ്ടതുണ്ടു്. അത്ഭുതകരമായ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങാംനേടി സയൻസിൻെറ ചക്രവാളം വിപുലീകരിച്ച പലരുടേയും പലതിനെപ്പററിയുമുള്ള അഭിപ്രായം സവ്വാബദ്ധങ്ങളായിത്തീന്നിട്ടുണ്ടു്. ഒരു ശാസ്ത്രവിഭാഗത്തിൻെറ ഒരു വശത്തു് അത്ഭുതകരമായ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങാം നേടി എടുക്കുന്ന ഒരു വ്യക്തി, അതേസമയത്തു്, ആ ശാസ്ത്രത്തിൻെറ മററു ഭാഗങ്ങളിൽ മൂഢമായ ആശയങ്ങളെ പിൻതാങ്ങുന്ന ദയനീയമായ കാഴ്ച പലപ്പോഴും ദശിക്കാവുന്നതാണു്. ജോസഫ് പ്രീസ്റ്റ്ലി (1731-1804) ഒരു ഗവേഷകനായിരുന്നു. അദ്ദേഹം പന്ത്രണ്ടു് ഇഞ്ചു് വ്യാസമുള്ള ഒരു burning glass ഉപയോഗിച്ചു് അനേകം പദാത്ഥങ്ങളെ ചൂടുപിടിപ്പിച്ചുനോക്കി. തൽഫലമായി പുതിയ പല വാതകങ്ങളേയും അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. [ഉദാഹരണം ക്ഷാരഗുണമുള്ള വായു-അമോണിയ, nitrous air-നൈട്രിക് ആസിഡ്, victriolic

acid air- സൾഫർ ഡയോക്സൈഡ്, Movaine acid air- ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് dephlogisticated air-ഓക്സിജൻ] അദ്ദേഹത്തിൻെറ അഭിപ്രായത്തിൽ ഫ്ളോജിസ്റ്റണില്ലാത്ത വായുവിനെ (ഓക്സിജനെ) പ്പോലെ രസമുള്ള വാതകമായിരുന്നില്ല മറെറാന്നും. മെർക്കുറിക് ഓക്സൈഡ്(Mercuric oxide) എന്ന സംയുക്തത്തെ തപിപ്പിച്ചപ്പോഴാണ് ഈ വാതകം ഉണ്ടായതു്. അതിനു് സാധാരണവായുവിനേക്കാൾ അഞ്ചാറിരട്ടി ശക്തി കൂടുതലുണ്ടെന്നും, എലികളഞ്ഞുങ്ങൾ അതിൽ കൂടുതൽ ജീവിക്കുമെന്നും അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി. കത്തുന്ന സാധനങ്ങൾ ഈ വാതകത്തിൽ കൂടുതൽ ശോഭയോടെ ജ്വലിക്കുമെന്നും അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. പ്രഗത്ഭനായ ഈ ഗവേഷകൻ രസതന്ത്രചിന്തയെ താറുമാറാക്കിക്കൊണ്ടിരുന്നതും, മരണവിധി എഴുതിക്കഴിഞ്ഞിരുന്നതുമായ, ഫ്ളോജിസ്റ്റൺ എന്ന ദുർഭൂതത്തെ ശിരസിൽ വഹിച്ചുകൊണ്ടു് നടക്കുന്ന കാഴ്ച പരമ ദയനീയമാണു്. ഏററവും രസാവഹമായ വിരോധാഭാസം എന്തെന്നാൽ പ്രീസ്റ്റ്ലി ഒരു പുരോഗമനവാദി ആയതിനാൽ അദ്ദേഹം നാടുവിട്ടു പൊയ്ക്കൊള്ളണമെന്നു് ഒരു വലിയ ജനക്കൂട്ടം ആവശ്യപ്പെടുകയും അദ്ദേഹത്തിൻെറ വീടിനു് തീകൊളുത്തുകയും അദ്ദേഹം ജന്മഭൂമിയായ ഇംഗ്ലണ്ടു് വിട്ടു് അമേരിക്കയിൽ പോയി തൻെറ അന്ത്യകാലം കഴിച്ചുകൂട്ടുകയുമാണുണ്ടായതു്. ശാസ്ത്രം, അതു നേടി എടുക്കുന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരേക്കാൾ എത്രയോ വലുതാണെന്നു് മനസ്സിലാക്കേണ്ടതുണ്ടു്.

പ്രീസ്റ്റ്ലി ഓക്സിജൻ കണ്ടുപിടിച്ച കാലത്തുതന്നെ, സ്വീഡനിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന ഷീലെ (1740-86) ഓക്സി

ജൻ ഉണ്ടാക്കാൻ പല വഴികളും കണ്ടുപിടിച്ചു. മാംഗനീസ് ഡയോക്സൈഡും സൾഫ്യൂറിക് ആസിഡും തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിച്ച് അദ്ദേഹം ഓക്സിജൻ ധാരാളം ഉണ്ടാക്കി, ഒരു ഔഷധശാലയിൽ മരുന്നു കൂട്ടിച്ചേർത്ത് കൊടുക്കുന്ന ജോലി ചെയ്താണ് അദ്ദേഹം ഉപജീവനം കഴിച്ചുകൂട്ടിയിരുന്നത്. ജിജ്ഞാസുവായ ഷീലെ തന്റെ വിശ്രമസമയം പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുന്നതിനായി വിനിയോഗിക്കുകയും അനേകം പുതിയ സാധനങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുകയും ചെയ്തു. ഓക്സിജൻ അതിൽ ഒന്നു മാത്രമാണ്. 1777 ൽ "Fretise on air and fire" എന്ന പ്രബന്ധം അദ്ദേഹം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. വായുവിൽ രണ്ടു വാതകങ്ങൾ കലർന്നിരിക്കുകയാണെന്നും അവയിൽ ഒന്നിന് സാധനങ്ങളെ കത്തിക്കാനുള്ള കഴിവുണ്ടെന്നും (fire air) മററത് അശുദ്ധ വായു ആണെന്നും (faul air) അദ്ദേഹം സമർത്ഥിച്ചു. അതിസമർത്ഥനായ ഈ ഗവേഷകൻ മുമ്പു പറഞ്ഞതുപോലെ മററനേകം പുതിയ സാധനങ്ങളും കണ്ടുപിടിച്ചു. ഗ്ലാസ്സിൽ എഴുതുവാനുപയോഗിക്കുന്ന (hydro fluoric acid) ഹൈഡ്രോഫ്ളൂറിക് ആസിഡ്, ക്ലോറിൻ, മാംഗനീസ്, ഗ്ലിസറോൾ, കോപ്പർ ആഴ്സ്നൈററ്(ഷീലേയുടെ പച്ച)എന്നതെല്ലാം അദ്ദേഹമാണ് കണ്ടുപിടിച്ചത്. മാത്രമല്ല, വെള്ളിയുടെ ലവണങ്ങളും പ്രകാശരശ്മികളുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന വ്യതിയാനങ്ങളും അദ്ദേഹം രേഖപ്പെടുത്തി.

പ്രസിദ്ധ ഫ്രഞ്ചു ഗവേഷകനായിരുന്ന ലവോയിസിയർ (1743-94) ഷീലേയുടേയും, പ്രീസ്ററ്ലിയുടേയും, സമ

കാലീനനായിരുന്നു, സാധനങ്ങൾ കത്തുമ്പോഴും, ഇരുമ്പ് തുരുമ്പിക്കുമ്പോഴും, ജീവജാലങ്ങൾ ശ്വസിക്കുമ്പോഴും എല്ലാം ഓക്സിജനുമായി പ്രതിപ്രവത്തനം നടക്കുന്നു എന്നു് അദ്ദേഹം പരീക്ഷണങ്ങളാൽ പൂണ്ണമായി തെളിയിച്ചു. ഫ്ളോജിസ്റ്റണെപ്പററിയുള്ള സകല നിഗമനങ്ങളും തെററാണെന്നു് തെളിയിച്ചതു് ഇദ്ദേഹമാണു്. ആസിഡ് ഉണ്ടാക്കാൻ കഴിവുള്ള സാധനം എന്നു് അത്ഥം വരുന്ന ഓക്സിജൻ എന്ന പേരു് വായുവിലെ ജ്വലനസഹായിയായ ഘടകത്തിനു് കൊടുത്തതു് ഇദ്ദേഹമാണു്. വിവിധ മൂലകങ്ങൾ ഓക്സിജനുമായി പ്രതിപ്രവത്തിക്കുമ്പോൾ എന്തു സാധനങ്ങളാണു് ഉണ്ടാകുന്നതെന്നു് അദ്ദേഹം പരീക്ഷിച്ചിരുന്നു. സൾഫർ (ഗന്ധകം) ഫോസ്ഫറസ്, കാർബൺ മുതലായ ചില മൂലകങ്ങൾ ആസിഡുണ്ടാക്കുന്ന ഓക്സൈഡുകളെ ഉണ്ടാക്കുമെന്നും, ലോഹവസ്തുക്കളായ ചെമ്പ്, ഇരുമ്പ്, വെള്ളി മുതലായവ മറെറാരിനം ഓക്സൈഡുകളെ ഉണ്ടാക്കുമെന്നും, അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. റോബർട്ട് ബോയിലിനു ശേഷം മൂലകങ്ങളെപ്പററി ശരിയായി ചിന്തിക്കുകയും. അവയുടെ പ്രകൃതം എന്താണെന്നു് മനസ്സിലാക്കാൻ ശ്രമിക്കുകയും, ചെയ്തതു് ലവോയ്സീയർ ആണു്. രാസവഴികളിൽ കൂടി രണ്ടു് ഭിന്ന വസ്തുക്കൾ ഉണ്ടാക്കാൻ കഴിയാത്തവയെ, മൂലകങ്ങൾ എന്നു് അദ്ദേഹം നിർവ്വചിക്കുകയും, അപ്രകാരമുള്ള മൂലകങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഒരു പട്ടിക തയ്യാറാക്കുകയും ചെയ്തു. ഈ പട്ടികയിൽ പ്രമാദമായ പല തെറ്റുകളും പറ്റിയിട്ടുണ്ടെങ്കിലും, അതിലെ 23 എണ്ണം ശരിയായിരുന്നു എന്നു് സ്മരിക്കേണ്ടതുണ്ടു്. അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്റെ പ്രപഞ്ചം നാലു മൂലകങ്ങളാൽ സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടതായിരുന്നു. ഇതു കൂടാതെ മററു് പല കാര്യങ്ങളും ഈ മഹാൻ നേടിയിട്ടുണ്ടു്. സൂക്ഷ്മതയുള്ള ത്രാസ്സുകൾ ഉപയോഗിച്ചു് രാസപ്ര

വത്തനങ്ങളെ പഠിക്കുവാൻ തുടങ്ങിയതു് ഇദ്ദേഹമാണു്. തൽഫലമായി, ഒരു അടിസ്ഥാന നിയമം അദ്ദേഹം കണ്ടു പിടിക്കുകയും, രാസപ്രവത്തനങ്ങൾ നിയമങ്ങൾക്കു് വിധേയമാണെന്നു് തെളിയിക്കുകയും ചെയ്തു. ഒന്നിനു പുറകെ ഒന്നായി നാലു് അടിസ്ഥാന നിയമങ്ങൾ കൂടി രാസലോകത്തു് ഉണ്ടായതു്, ലവോയ്സിയറുടെ നിയമപ്രഖ്യാപനത്തോടനുബന്ധിച്ചാണു്. ഇങ്ങനെ രാസലോകത്തെ, പുതിയ പന്ഥാവുകളിലേയ്ക്കു് തിരിച്ചുവിട്ട ലവോയ്സിയറെ "രസതന്ത്രശാസ്ത്രത്തിൻെറ പിതാവു്" എന്നാണു് വിളിച്ചുവരുന്നതു്. ഇത്ര മഹത്തായ നേട്ടങ്ങളെല്ലാം ഈ മഹാൻ കൈവരിച്ചു എങ്കിലും, ഫ്രഞ്ചുവിപ്ലവകാരികൾ അദ്ദേഹത്തിൻെറ തല കോടാലി കൊണ്ടു് വെട്ടിവീഴ്ത്തുകയാണുണ്ടായതു്. ലാഗ്രാങ്ങ് എന്ന പ്രസിദ്ധ ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞൻ, ഈ സംഭവത്തെപ്പററി പറഞ്ഞതു്, ഇപ്രകാരമാണു് "ആ തല വേർപെടുത്തുവാൻ ഒരു നിമിഷമേ വേണ്ടിവന്നുള്ളു. എന്നാൽ അത്തരം ഒന്നു് വളത്തിഎടുക്കുവാൻ ഒരു നൂറ്റാണ്ടു വേണ്ടിവരും." കൊല്ലും, കൊലയും, നാശവും, അട്ടഹാസവും വിതരണം ചെയ്യുന്നതുമാത്രമല്ല വിപ്ലവമെന്നും, മനുഷ്യരുടെ മനസ്സു്, ശ്രേഷ്ഠവും, ഉദാത്തവും, ആക്കിത്തീക്കുന്ന കർമ്മം കൂടി അതിനുണ്ടെന്നും വിചാരിക്കുന്നവക്കു് ലവോയ്സിയർ ഫ്രഞ്ചുവിപ്ലവത്തെക്കാൾ എത്രയോ മഹത്തായ, സയൻസുണ്ടാക്കിയ വിപ്ളവത്തിൻെറ, ശ്രേഷ്ഠന്മാരായ മക്കളിലൊരാളാണെന്നു് സമാധാനിക്കാം. 18-ാം നൂററാണ്ടിൽ ശ്രദ്ധേയമായ നേട്ടങ്ങൾ നടന്ന മറെറാരു രംഗം ഊർജ്ജതന്ത്രത്തിലെ വിദ്യുച്ഛക്തിയെപ്പററിയുള്ളതാണു്.

ചില സാധകങ്ങൾ തമ്മിൽ ഉരയുമ്പോൾ ഒരു ശക്തിവിശേഷം ഉണ്ടാകുമെന്നു് പഴയ ഗ്രീക്കസംസ്കാരത്തിൽ അറിയാമായിരുന്നതിനെപ്പററി നവോത്ഥാനത്തിൻെറ ആദ്യകാലത്തു്, 16-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ഒടുവിൽ ഗിൽബർട്ടു് പഠിച്ചതിനെപ്പററി മുമ്പു് പ്രതിപാദിച്ചിരുന്നു. പലേ സാധനങ്ങളും തമ്മിൽ ഉരച്ചാൽ ഇലക്ട്രിക് ശക്തി(Electric force) ഉണ്ടാകുമെന്നു് ഗിൽബട്ടു് കാണിച്ചതിനെത്തുടൎന്നു അനേകം ആളുകൾ ഈ പുതിയ ശക്തിവിശേഷത്തെപ്പററി പഠിക്കുവാൻ തുടങ്ങി. എന്നാൽ കുറേക്കാലത്തേക്കു് സ്ററാററിക് ഇലക്ട്രിസിററി (Static electricity)ഉണ്ടാക്കുവാനും വൻതോതിൽ സംഭരിക്കുവാനും ആണു് എല്ലാവരും തുനിഞ്ഞതു്. 1722 ൽ സ്റ്റീഫൻ ഗ്രേ എന്ന ഇംഗ്ലീഷുകാരനാണു് ഈ പുതിയ ശക്തിവിശേഷം പല സാധനങ്ങളിൽക്കൂടെയും കടത്തിവിടാമെന്നു് തെളിയിച്ചതു്. ലോഹക്കമ്പികളിൽ കൂടി വളരെ വേഗം ഇലക്ട്രിസിററി പ്രവഹിക്കുമെന്നും റബ്ബർ മുതലായ സാധനങ്ങളിൽക്കൂടി വളരെ സാവധാനത്തിലേ പോകുകയുള്ളൂ എന്നും തെളിഞ്ഞു. ഇലക്ട്രിസിററി വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന സാധനങ്ങൾക്കു് കണ്ടക്ടേർസ് എന്നും, മററവക്കു് നോൺകണ്ടക്ടേർസ് എന്നും, പേരു കൊടുത്തു. സാധനങ്ങൾ തമ്മിൽ ഉരച്ചു് സ്ററാററിക് ഇലക്ട്രിസിററി ഉണ്ടാക്കിയവരിൽ പലരും ഈ ശക്തി വിശേഷം രണ്ടു തരത്തിൽ ഉള്ളവയായിരിക്കുമെന്നു് മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നു. ഗ്ലാസ്സു് സിൽക്കിൽ ഉരസ്സുമ്പോൾ കിട്ടുന്നതു് ഒരു തരവും, റസിൻ (Rision)രോമത്തിൽ ഉരസ്സുമ്പോൾ മറെറാരു തരവും, വൈദ്യുതശക്തിയും ഉണ്ടാകുന്നു. 17:4-ൽ

ഫ്രാൻസിലെ ലൂയി 15-ാമൻെറ തോട്ടം സൂക്ഷിപ്പുകാരനായിരുന്ന ചാറൽസ് ഡ്യൂഫേ (Charles Du-fay) എന്ന പരീക്ഷകൻ ഈ രണ്ടുതരം ശക്തിവിശേഷത്തെപ്പററി ഒരു തത്വം കണ്ടുപിടിച്ചു. ഒരേതരം ഇലക്ട്രിസിററി രണ്ടു സാധനങ്ങളിൽ ഉണ്ടായാൽ അവ തമ്മിൽ വികർഷിക്കുമെന്നും, നേരേ മറിച്ച് രണ്ടു സാധനങ്ങളിൽ വ്യത്യസ്തങ്ങളായ രണ്ടുതരം ശക്തിവിശേഷം അടങ്ങിയിരിക്കുമ്പോൾ അവ തമ്മിൽ ആകർഷിക്കുമെന്നും കണ്ടുപിടിച്ചു. പില്ക്കാലത്ത് ഇവയെ +(Plus) എന്നും −(Minus) എന്നും വിളിക്കുന്നതായി കാണാം. ഇതിനെത്തുടൎന്നാണ് വളരെ പ്രസിദ്ധി ആജ്ജിച്ച 'ലേയ്ഡൺ ജാർ' (Leyden jar) കണ്ടുപിടിച്ചതു്. വളരെ അധികം സ്റ്റാററിക് ഇലക്ട്രിസിററി ഈ ഉപകരണത്തിൽ സംഭരിക്കാമെന്നതാണ് ഇതിൻെറ പ്രത്യേകത. മുസ്ചൺ ബ്രോക്ക് (Musschen Brock) എന്ന ഡച്ചുകാരനും, ക്ലീസ്റ്റ് (Keliest) എന്ന ജർമ്മൻകാരനും, ഏകദേശം ഒരേ സമയത്തു് (1845) ലേയ്ഡൺ ജാർ കണ്ടുപിടിച്ചു. ഹോളണ്ടിലെ ലെയ്ഡൺ പട്ടണത്തിൽ വച്ച് മുസ്ച്ചൺ ബ്രോക്ക് ഇതുപയോഗിച്ചുള്ള പല അത്ഭുതപരീക്ഷണങ്ങളും പൊതുജനങ്ങൾക്കു് കാണിച്ചുകൊടുത്തു. അതിനാൽ പല രാജ്യങ്ങളുടെയും ശ്രദ്ധ ഈ ശക്തിവിശേഷത്തിലേയ്ക്കു് തിരിഞ്ഞു.

ഈ ഘട്ടത്തിലാണു് ബെഞ്ചമിൻ ഫ്രാങ്ക്ളിൻ [Benjamin Franklin] (1706—90) എന്ന പ്രസിദ്ധ അമേരിക്കൻ ഗവേഷകൻ ഈ രംഗത്തു് പ്രവേശിച്ചതു്. അസാമാന്യ കഴിവുള്ള ഒരു മഹാനായിരുന്നു അദ്ദേഹം. പത്രപ്രവത്തകൻ, പ്രസാധകൻ, പുസ്തകവ്യാപാരി, എഴുത്തു

കാരൻ, നയതന്ത്രപ്രതിനിധി, ഗവേഷകൻ എന്നീ നിലക ളിലെല്ലാം അസൂയാർഹമാംവിധം അദ്ദേഹം പ്രസിദ്ധിയാ ജ്ജിച്ചു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളിൽ പ്രാധാ ന്യമർഹിക്കുന്നവയിൽ ചിലതാണു് ബൈഫോക്കൽ കണ്ണാ ടികൾ ((Bifocal mirrors) ഫ്രാങ്ക്ളിൻ സ്റ്റൗ, മിന്നൽ പിണറുകളുടെ ആക്രമണം തടയാനുള്ള ദണ്ഡുകൾ (Lightening rods), മൂത്രാശയത്തിൽ നിന്നും, മൂത്രം എടു ക്കുന്നതിനുള്ള (Catatter) എന്നിവ. വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിലും അദ്ദേഹം ശ്രദ്ധിച്ചിരുന്നു. അച്ചടിശാലകളിൽ കറുത്തീയം ഉപയോഗിക്കുന്നതിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന പാഷാണങ്ങളെ പ്പററി അദ്ദേഹം ഒരു ഗ്രന്ഥം രചിച്ചു. ഇപ്രകാരം വിവിധ മണ്ഡലങ്ങളിൽ അദ്ദേഹം പ്രസിദ്ധിയാർജ്ജിച്ചു. എങ്കിലും വിദ്യുച്ഛക്തിയെപ്പററി അദ്ദേഹം നടത്തിയ പഠനങ്ങളി ലാണു് അദ്ദേഹത്തിൻെറ പേരു് ഇന്നും നിലനിന്നുവരു ന്നതു്. പുതുതായി കണ്ടുപിടിച്ച വിദ്യുച്ഛക്തിയിലെ നിയ മങ്ങളെപ്പററിയും, അതിൻെറ സാദ്ധ്യതകളെപ്പററിയും പഠിക്കുന്നതിനായി അദ്ദേഹം വളരെ സമയം ചെലവഴിച്ചു. ചൂടുകാലം വന്നപ്പോൾ ഫ്രാങ്ക്ളിൻ തൻെറ ഗവേഷണ ങ്ങൾ തല്ക്കാലം നിർത്തിവച്ചു. ആ സന്ദർഭത്തിൽ അദ്ദേഹം തന്റെവസതിയുടെ സമീപമുണ്ടായിരുന്ന ഒരു നദീതീരത്തു വച്ചു് സുഹൃത്തുക്കൾക്കു് ഒരു വിരുന്നു നൽകി. അതിനെ പ്പററി അദ്ദേഹം രേഖപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നതിങ്ങനെയാണു്.

"A turkey is to be killed for our dinner by an electrical shock and roasted by the electrical Jack before a fire kindled by an electrical bottle When healths of all the famous electricians in England, France, Holland and Germany, are to be drank in

electrical bumpers, under the discharge of guns from the electrical battery"

വിദ്യുച്ഛക്തിയിൽ ഇത്ര തല്പരനായിരുന്ന ഫ്രാങ്ക്ളിൻ അതിന്റെ പ്രകൃതിയെപ്പററി ഒരു സിദ്ധാന്തം ആവിഷ്ക്കരിച്ചു. ഏകദേശം ഒരു നൂററാണ്ടു കാലത്തേയ്ക്കു് ഈ സിദ്ധാന്തം ഉപയോഗപ്രദമായിരുന്നു. ഡ്യൂഫേ (Dufay) യെപ്പോലെ, വിദ്യുച്ഛക്തി കണ്ണുകൊണ്ടു് കാണുവാൻ സാധിക്കാത്ത അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായ തരികളിൽ (Particles) അടങ്ങിയിരിക്കുന്നുവെന്നു അദ്ദേഹവും വിശ്വസിച്ചിരുന്നു. ഡ്യൂഫേ രണ്ടുതരം തരികളുണ്ടെന്നു് പറഞ്ഞിരുന്നു. എന്നാൽ ഫ്രാങ്ക്ലിൻ ഒരേതരം,തരികളാണു് വിദ്യുച്ഛക്തി ഉണ്ടാക്കുന്നതു് എന്നും, അവ ഏതെങ്കിലും സാധനത്തിൽ കയറിക്കൂട്ടുകയാണെങ്കിൽ ആ സാധനത്തിനു് ഒരുതരം ശക്തിയുണ്ടാകുമെന്നും നേരേ മറിച്ചു് തരികൾ ഏതൊരു സാധനത്തിൽ നിന്നാണോ പോയിരിക്കുന്നതു് അതിനു മറ്റൊരു ശക്തിവിശേഷമുണ്ടാകുമെന്നും, പ്രവചിച്ചു. എന്നുമല്ല, എല്ലാ സാധനങ്ങളിലും വിദ്യുച്ഛക്തി അടങ്ങിയിരിക്കുമെന്നും വാദിച്ചു (+) പ്ലസ് (Plus) (—) മൈനസ്. (Minus) എന്നു പ്രയോഗിച്ചുതുടങ്ങിയതു് അദ്ദേഹമാണു് ഗ്ലാസ്സ് സിൽക്കിൽ ഉരസ്സുമ്പോൾ കൂടുതൽ തരികൾ സിൽക്കിലേയ്ക്കു കടക്കുമെന്നും വാദിച്ചു. 1752 ജൂണിൽ ആണു് ഫ്രാങ്ക്ളിൻ മിന്നൽപിണറുകളുടെ പ്രകൃതം മനസ്സിലാക്കുവാനുള്ള പ്രസിദ്ധമായ പരീക്ഷണം നടത്തിയതു്. അദ്ദേഹം ലോഹക്കമ്പി ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളതും, സിൽക്കുകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയതുമായ ഒരു പട്ടം മേഘാവൃതമായ ആകാശത്തിൽ പറത്തി. ഇടിമിന്നൽ ഉണ്ടാകുമ്പോൾ വൈദ്യുതി അതിൽ നിന്നും പട്ടത്തിൽക്കൂടി ചരടുവഴി താഴത്തേയ്ക്കു വന്നു് ഒരു ലേയ്ഡൺ ജാറിൽ (Leyden jar) സംഭരിക്കുമെന്നും

അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. അന്ധവിശ്വാസത്തിൽ അധിഷ്ഠിതമാക്കി കെട്ടിച്ചമച്ച് ദുർഗ്രഹമാക്കിയിരുന്ന മിന്നൽപിണറുകളെപ്പോലുള്ള ആശയങ്ങൾ അതോടെ തകൎന്നു. എന്നുമല്ല, വിദ്യുച്ഛക്തിയെപ്പററി കൂടുതൽ മനസ്സിലാക്കുവാനുള്ള ശ്രമങ്ങളും പല രാജ്യങ്ങളിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ നടത്തിത്തുടങ്ങി.

ഓക്സിജൻ കണ്ടുപിടിച്ച ജോസഫ് പ്രീസ്റ്റ്ലി 1676 ൽ വൈദ്യുതിയെപ്പററി അന്നുവരെ അറിഞ്ഞിരുന്ന വിവരങ്ങളെല്ലാം ചേൎത്തു് ഒരു ഗ്രന്ഥം എഴുതുകയുണ്ടായി. (History of the present state of electricity) കാവന്റിഷ് എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞൻ പല പരീക്ഷണങ്ങളും വൈദ്യുതി ഉപയോഗിച്ചു് നടത്തി. എങ്കിലും അദ്ദേഹം ചെയ്തതെല്ലാം പുസ്തകത്തിൽ എഴുതിയിടുകയാണുണ്ടായതു്. ഒരു നൂറു കൊല്ലം കഴിഞ്ഞു് അദ്ദേഹം കുറിച്ചിരുന്ന കാൎയ്യങ്ങളെല്ലാം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചപ്പോഴാണു് അതിൻെറ നേട്ടങ്ങൾ ലോകത്തിനു് മനസ്സിലായതു്, ഒരു ഫ്രഞ്ചു് മിലിട്ടറി എൻജിനീയറായിരുന്ന ചാൾസ് അഗസ്റ്റിൻ കൂളംബു് (Charles Augustin coulamb) (1736-1806) ഈ രംഗത്തു് ശ്രദ്ധേയമായ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി. വിദ്യുച്ഛക്തി കടത്തിവിട്ട രണ്ടു ഗോളങ്ങൾ തമ്മിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ആകർഷണശക്തി അദ്ദേഹം അളന്നുനോക്കി. അതോടൊപ്പം ഗോളത്തിൻെറ ഏതു ഭാഗത്താണു വിദ്യുച്ഛക്തി കേന്ദ്രീകരിക്കുന്നതെന്നും പരിശോധിച്ചു. തൽഫലമായി വിദ്യുച്ഛക്തി വഹിച്ചുകൊണ്ടുപോകുന്ന കൺഡക്ടറിൻെറ (conductor) ബഹിർഭാഗങ്ങളിൽ മാത്രമാണു് ഇതു് വിതരണം ചെയ്യുന്നതെന്നും, അന്തർഭാഗത്തേയ്ക്കു യഥാൎത്ഥത്തിൽ കടക്കുന്നില്ലെന്നും അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. എന്നുമല്ല ചാർജ് (charge) കൂടുതലായി സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നതു്

ഒരു (conductor) ൻെറ കോൺവെക്സ് (convex) ആയി വളഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഭാഗത്താണെന്നും അല്ലാതെ കോൺകേവ് (concave) ആയി വളഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഭാഗത്തല്ലെന്നും അദ്ദേഹം കാണിച്ചു.

ഇതുവരെ പറഞ്ഞ സംഭവങ്ങളെല്ലാം തന്നെ വിദ്യുച്ഛക്തി ചലിക്കാതെ കെട്ടിക്കിടക്കുന്ന അവസ്ഥയെപ്പററിയാണ്. എന്നാൽ 18-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനഭാഗത്തു് "ചലനാത്മകമായ വൈദ്യുതി—കറൻറു് ഇലക്ട്രിസിററി (current electricity) കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇതിനു കാരണഭൂതന്മാർ ഇററലിയിലെ രണ്ടു പരീക്ഷണപടുക്കളാണ്—ഗാൽവനി, വോൾട്ട. (Galvani, Volta)

ലൂഗി ഗാൽവനി (Luigi Galvani) (1737-98) ബൊളോഗന (Bologana university) സർവ്വകലാശാലയിൽ തവളകളുടെ ശരീരഘടനയെപ്പററിയുള്ള പഠനത്തിൽ ബദ്ധശ്രദ്ധനായ ഗവേഷകനായിരുന്നു. ഒരിക്കൽ അദ്ദേഹം തവളകളെ മുറിച്ചു് ഒരു വൈദ്യുത യന്ത്രത്തിന്റെ അരികെ വെച്ചിരുന്നു. കൂടെയുണ്ടായിരുന്ന ഒരാൾ മെഷീൻ പ്രവത്തിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നപ്പോൾ, ഒരു സ്കാൽപലി (scalpal) ൻെറ ലോഹം കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ അഗ്രം കൊണ്ടു് തവളയുടെ ഉള്ളിലുള്ള ഞരമ്പിൽ തൊട്ടപ്പോൾ അവ പിടയുന്നതു കണ്ടു. തുടന്നു ഗാൽവാനി അനേകം പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി. വളരെയധികം തവളകളെ മുറിച്ചു് വീണ്ടും അദ്ദേഹം ഇതേ പരീക്ഷണം നടത്തിയതിൻെറ ഫലമായി ജന്തുലോകത്തു് ഒരു പ്രത്യേകതരം വൈദ്യുതി പ്രവത്തിക്കുന്നു എന്നു സമത്ഥിച്ചു. എന്നുമല്ല, തവളകളുടെ കാലുകൾ മുറിച്ചു് ചെമ്പാണികളിൽ കൊരുത്തു് ഇരുമ്പു കമ്പിയിൽ തൂക്കിയപ്പോൾ കാലുകൾ പിടയുന്നതായി അദ്ദേഹം കണ്ടു. 1786 ൽ നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളുടെ

ഫലമായി തവളയുടെ കാല്ല് ഒരുതരം ലോഹക്കമ്പിയിൽ കോത്തിട്ട്, മുറിച്ച ദേഹത്തുനിന്നു് മററൊരുതരം ലോഹക്കമ്പി (ഒന്നു് ചെമ്പും മററേതു് ഇരുമ്പോ, വെള്ളിയോ) ഘടിപ്പിച്ചു്, ഇവ രണ്ടും തമ്മിൽ തൊട്ടുകയാണെങ്കിൽ കാലിലെ മസിലുകൾ പിടയുന്നതായി കണ്ടു. ഇതിൽനിന്നെല്ലാം ഗാൽവാനി എത്തിച്ചേൎന്നതു് ജന്തുലോകത്തു് ഒരു പ്രത്യേകതരം വിദ്യുച്ഛക്തി ഉണ്ടു് എന്ന തെററായ നിഗമനത്തിലാണെങ്കിലും, മററുള്ളവർ ഈ പരീക്ഷണങ്ങൾ ആവൎത്തിച്ചു് ശരിയായ അഭ്യൂഹങ്ങളിൽ എത്തിച്ചേൎന്നു. പാവിയ(Pavia)സൎവ്വകലാശാലയിലെ physics പ്രൊഫസറായിരുന്ന വോൾട്ട (Volta) (1745–1827) ഈ പരീക്ഷണങ്ങൾ ആവൎത്തിച്ചു് രണ്ടു ലോഹങ്ങൾ നനവുള്ള ഏതെങ്കിലും ഒരു സാധനത്തിൻെറ രണ്ടു ഭാഗത്തു് തൊട്ടിരുന്നാൽ ഈ രണ്ടു ലോഹങ്ങളും തമ്മിൽ ഘടിപ്പിക്കുമ്പോൾ വൈദ്യുതി ഉണ്ടാകുമെന്നു കണ്ടു, ഈ വൈദ്യുതിയാണു് തവളയുടെ കാലിനെ ചലിപ്പിച്ചതെന്നു് അദ്ദേഹം കാണിച്ചു. നാക്കിൻെറ ഉപരിതലത്തിൽ വെള്ളികൊണ്ടുള്ള സ്പൂണും, അധോതലത്തിൽ ചെമ്പുതകിടോ, കമ്പിയോഡ്ഢോ വച്ചു് ഇവ തമ്മിൽ ബന്ധിപ്പിക്കുകയാണെങ്കിൽ നാക്കിൽ ഒരു തരിപ്പു് അനുഭവപ്പെട്ടുന്നുവെന്നു് അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി. ഇതിനെത്തുടൎന്നാണു് ലോകപ്രസിദ്ധമായ "volta's pile" അദ്ദേഹം ഉണ്ടാക്കിയതു്. പൎപ്പടകക്കെട്ടുകൾ ഒന്നിനു മുകളിൽ ഒന്നായി അട്ടുക്കുന്നതുമാതിരി നാകം കൊണ്ടും ചെമ്പുകൊണ്ടുമുള്ള വട്ടത്തിലുള്ള തളികകൾ ഒന്നിടവിട്ട് അട്ടുക്കിയശേഷം ഓരോ നാകത്തളികയുടെയും തൊട്ടുമുകളിലിരിക്കുന്ന ചെമ്പുതളികയുടെയും ഇടയിൽ ഉപ്പുവെള്ളത്താൽ നനഞ്ഞതും വൃത്താകാരത്തിലുള്ളതുമായ കാൎഡ്ബോൎഡ്കഷണങ്ങളോ തുകൽക്കഷണങ്ങളോ തിരുകി, വിദ്യുച്ഛക്തി ഉണ്ടാക്കി ലോഹക്കമ്പിയിൽക്കൂടി

കടത്തി കൊണ്ടുപോകാമെന്നു് അദ്ദേഹം കാണിച്ചു. 1800–മാണ്ടു് മാർച്ച് 20–ാം തീയതി അദ്ദേഹം ലണ്ടനിലെ റോയൽ സൊസൈററിയുടെ പ്രസിഡൻററായിരുന്ന സർ ജോസഫ് ബാങ്ക്സ് (Sir Joseph Banks) നു് അയച്ച ഒരെഴുത്തിൽ മറെറാരു വിധത്തിൽ കൂടി വൈദ്യുതിപ്രവാഹമുണ്ടാക്കാമെന്നു് വിവരിച്ചുകൊടുത്തു. മരംകൊണ്ടും കക്കകൊണ്ടും ഗ്ലാസ്സുകൊണ്ടും മററുമുണ്ടാക്കിയ കപ്പുകൾ നിരത്തിവച്ചു് അവയിൽ ഏകദേശം പകുതി ഉയരത്തിൽ വെള്ളമോ, ഉപ്പുവെള്ളമോ, ഒഴിച്ചശേഷം ഈ ദ്രാവകങ്ങൾ തമ്മിൽ ലോഹക്കമ്പികൾ മുഖേന പരസ്പരം ബന്ധിക്കുകയാണെങ്കിൽ (ഒരുതരം കമ്പി ചെമ്പുകൊണ്ടും മറേറതു് നാകമോ കറുത്തീയമോ കൊണ്ടുള്ളതും ആയിരിക്കണം) വൈദ്യുതീപ്രവാഹം ഉണ്ടാകുന്നതാണു് എന്നായിരുന്നു എഴുത്തിലെ സാരം. ഈ എഴുത്തു് ലണ്ടനിലെ ഒരു സിവിൽ എഞ്ചിനീയറും ഒരു സയൻസ്സു മാസികയുടെ പ്രസാധകനുമായിരുന്ന വില്യം നിക്കോൾസൺ (William Nicholson) (1753–1815) എന്നയാളിനു് ബാങ്ക്സ് അയച്ചുകൊടുത്തു. എഴുത്തു വായിച്ചു നിക്കോൾസൺ തൻെറ സഹപ്രവത്തകനായിരുന്ന സർ ആൻറണി കാർലിസിലും (Sir Antony Carlisie ഒരുമിച്ചു് ഒരു വോൾട്ടേക് പൈൽ (voltaic pile) ഉണ്ടാക്കി. അതിൻെറ രണ്ടററത്തും നിന്നുള്ള കമ്പികൾ വെള്ളത്തിൽ തൊട്ടപ്പോൾ വെള്ളം വിശ്ലേഷിച്ചു് ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനുമായി വേർതിരിയുന്നതു് അവർ കണ്ടു. പൌരാണിക കാലംമുതൽ ഒരു ഭൂതവസ്തുവായി കരുതിയിരുന്ന വെള്ളം രണ്ടായി വേർതിരിഞ്ഞപ്പോൾ അരിസ്റ്റോട്ടിലിൻെറ മറെറാരു അടിസ്ഥാന തത്വം കൂടി തകന്നു ഇതിനെ തുടന്നു് വിദ്യുച്ഛക്തി മററനേകം സാധനങ്ങളിൽ കൂടി കടത്തിവിട്ടതും പുതിയ ഭൂതവസ്തു

ക്കൾ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതും 18–ാം നൂററാണ്ടിലെ നേട്ടങ്ങളാണു്.

18–ാം നൂററാണ്ടിൽ വികസിച്ചതായ സയൻസിൻെറ മററൊരു രംഗമാണു് ജീവശാസ്ത്രം (Biology) സാഹസികമായ കപ്പൽയാത്രകൾ നടത്തി വിദൂരദേശങ്ങളിൽ നിന്നു് നാളതുവരെ കണ്ടിട്ടില്ലാത്ത ചെടികളും മൃഗങ്ങളും ജന്തുക്കളും യൂറോപ്പിൻെറ പല ഭാഗങ്ങളിലും അന്നു് വന്നു ചേർന്നുകൊണ്ടിരുന്നു. ഇവയിൽ ചിലവസ്തുക്കൾ ഔഷധപ്രാധാന്യവും കൂടി ഉണ്ടായിരുന്നതിനാൽ അവസ്തുക്കൾ ഒരു വിപണിയും ഉണ്ടായി. തൽഫലമായി സസ്യലോകത്തെപ്പറ്റിയും ജന്തുലോകത്തെപ്പററിയും പുതിയ അറിവു് വദ്ധിച്ചു. എന്നുമല്ല ഇവയെപ്പററി സൂക്ഷ്മമായി പഠിക്കുന്നതിനുള്ള ഉപകരണമായ മൈക്രോസ്കോപ്പും (Miscroscope) കൂടി കണ്ടുപിടിച്ചുകഴിഞ്ഞിരുന്നതിനാൽ ബയോളജിയുടെ രംഗം വളന്നു. ആയതിനാൽ ശീഘ്രഗതിയിൽ പുരോഗമനമുണ്ടായതിൽ അൽഭുതമില്ല. മൗലികമായ പല നേട്ടങ്ങളും 18-ാം നൂററാണ്ടിൽ ഉണ്ടായി. കരോളിയസ് ലിനേയസ് [corolius linnaeous] (1707-78) ചെടികളെയെല്ലാം ഫാമിലികളായും, ഫാമിലികളെ ജനറയും (Genera) സ്പീഷീസുമായും (species) വേർതിരിച്ചു. ഒരു സാധുപുരോഹിതകുടുംബത്തിൽ ജനിച്ച സ്വീഡിഷ്കാരനായിരുന്ന ഇദ്ദേഹം ജീവിതകാലം മുഴവൻ പ്രയത്നിച്ചു് വൈവിധ്യം നിറഞ്ഞ സസ്യലോകത്തെ മനസ്സിലാക്കുന്നതിനു് ഒരു അടുക്കും ചിട്ടയും ഉണ്ടാക്കിക്കൊടുത്തു; ലാററിൻ പദങ്ങളാണു് അദ്ദേഹം നാമകരണത്തിനായി ഉപയോഗിച്ചതു്. ആയതിനാൽ പാശ്ചാത്യലോകം മുഴവൻ അദ്ദേഹം കൊടുത്ത പേരുകൾ അംഗീകരിച്ചു.

ലിനേയസ് അനേകം രാജ്യങ്ങളിൽ സഞ്ചരിക്കുകയും, പലതരം ചെടികൾ സംഭരിക്കുകയും ചെയ്തു. യുപ്സാല (uppsla) യിൽ ഒരു വലിയ സസ്യശാസ്ത്ര ഉദ്യാനം [Botanical garden] അദ്ദേഹം ഉണ്ടാക്കി. എന്നുമല്ല ഈ വിഭജനവും തരം തിരിക്കലും സസ്യലോകത്തു നിന്നും ജന്തു ലോകത്തിലേക്ക് പെട്ടെന്ന് വ്യാപിക്കുകയും ചെയ്തു വളരെക്കാലത്തേക്ക് പാശ്ചാത്യ ലോകത്തിൻെറ പല ഭാഗത്തും ബയോളജിയിൽ നടന്നതു് ഈ തരംതിരിക്കലും നാമകരണവും ആണു്. ലിനേയസ് എഴുതിയ നാലു ഗ്രന്ഥങ്ങൾ [(1) (The System of Nature) (1735) (2) The classes of plants) (1738) (3) (Botanical phylosophy) (1751) (4) (The species of Plants) (1753)] എന്നിവയാണു്. അതിനു മുൻപു് ഈ വഴിക്കു് നടത്തിയിരുന്ന ശ്രമങ്ങളേക്കാൾ മേന്മയേറിയതാണു് ഇവയെന്നു് ശാസ്ത്രലോകം മനസ്സിലാക്കി. അദ്ദേഹം സസ്യങ്ങളെ തരം തിരിച്ചതു് അവയുടെ പുഷ്പങ്ങളിൽ കണ്ടുവരുന്ന സ്റ്റേമെൻസിൻെറ (Stamens) എണ്ണത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിലാണു്. അപ്രകാരം ക്ലാസ്സുകളായി തരം തിരിച്ച ശേഷം പുഷ്പങ്ങളിലുള്ള പിസ്ററലിലെ (Pistil) എണ്ണമനുസരിച്ചു് ഓർഡറുകളായി തിരിച്ചു. (Orders) ഓർഡറുകളെ പിന്നീടു് ജനറകളായും, ജനറകളെ സ്പീഷിസ് ആയും തിരിച്ചു. വളരെ നാളത്തേക്കു് തരം തിരിക്കലിൻെറ ഈ അടിസ്ഥാനം നിലനിന്നു എങ്കിലും, പില്ക്കാലത്തു് അതു് മാറേറണ്ടതായിവന്നു. അതുപോലെ ലിനേയസ് ജന്തുലോകത്തെയും ആറു വിഭാഗങ്ങളായി തരം തിരിച്ചു. (1) മാമൽസ് (Mammals) (2) പക്ഷികൾ (Birds) (3) ഉഭയജീവികൾ (amphibians) (4) മത്സ്യങ്ങൾ (Fishes) (5) പ്രാണികൾ (insects) (6) വിരകൾ (Worms) എന്നാൽ ഈ തരം തിരിക്കൽ വളരെനാൾ

നിലനിന്നു. അതുപോലെ തന്നെ അദ്ദേഹം ധാതുക്കളെ തരം തിരിച്ചതും ശാസ്ത്രലോകം അംഗീകരിച്ചില്ല. എന്നാൽ സസ്യലോകത്തെപ്പററിയുള്ള അദ്ദേഹത്തിൻെറ അഭിപ്രായങ്ങൾ വളരെ നാൾ നിലനിന്നു. പില്ക്കാലത്തു് അദ്ദേഹം തരം തിരിച്ച രീതികളും അദ്ദേഹത്തിൻെറ അഭിപ്രായങ്ങളും മാററപ്പെട്ടുപോയി എങ്കിലും അദ്ദേഹത്തിൻെറ നാമധേയം, 1788 ൽ ലണ്ടനിൽ ഉണ്ടാക്കിയ ലിനിയൻ സൊസൈററിയുടെ പേരിൽ ഇന്നും നിലനിൽക്കുന്നു. ആ സൊസൈററി അദ്ദേഹം ശേഖരിച്ച ഗവേഷണവസ്തുക്കളും, പുസ്തകങ്ങളും എല്ലാം യുപ്സാലയിൽ നിന്നും ലണ്ടനിൽ കൊണ്ടുവന്നു് സൂക്ഷിച്ചു വച്ചിരിക്കുന്നു.

ലിനേയസിനെപ്പോലെ പ്രസിദ്ധനായ മറെറാരു പ്രകൃതിശാസ്ത്രജ്ഞനാണു് ബഫോൺ [1707-88] ഇദ്ദേഹം ഫ്രഞ്ചുകാരനായിരുന്നു. വിദ്യാഭ്യാസ കാലത്തു് അദ്ദേഹം ഊർജ്ജതന്ത്രത്തിലും, കണക്കിലും, കൃഷിയിലും ശ്രദ്ധപതിപ്പിച്ചിരുന്നെങ്കിലും പില്ക്കാലത്തു് പ്രകൃതി ശാസ്ത്രത്തിലാണു് അദ്ദേഹത്തിൻെറ ശ്രദ്ധമുഴുവൻ കേന്ദ്രീകരിച്ചതു്. 1732 ൽ അദ്ദേഹത്തിനു് അമ്മയുടെ പക്കൽനിന്നും വളരെയധികം സ്വത്തു് ലഭിച്ചു. 1739 ൽ റോയൽ മ്യൂസിയത്തിൻെറയും, രാജകീയോദ്യാനങ്ങളുടെയും സൂക്ഷിപ്പുകാരനായി. ഈ സ്ഥാനത്തിരുന്നു് അദ്ദേഹം വളരെ പഠനങ്ങൾ നടത്തുകയും, ഭാഗങ്ങൾ എഴുതുകയും ചെയ്തു. ആയിരത്തി എഴുനൂററി നാല്പത്തി ഒമ്പതിനും, ആയിരത്തി എഴുനൂററി നാലിനും ഇടക്കു് നാല്പത്തിനാലു ഭാഗങ്ങളുള്ള, "The natural history General and particular" എന്ന ലോകപ്രസിദ്ധമായ ഗ്രന്ഥം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. ആദ്യത്തെ വാല്യം പൊതുപ്രസംഗങ്ങളെപ്പറ്റിയും, പിന്നത്തെ പതിനാലെണ്ണം മാമലുകളെപ്പററിയും, അടുത്ത ഏഴെണ്ണം പൊതുവെ പ്രകൃതിയെ

പ്പററിയും, ഒമ്പതെണ്ണം പക്ഷികളെപ്പററിയും, അഞ്ചെണ്ണം ധാതുക്കളെപ്പററിയും ആണു്. അവസാനത്തെ എട്ടു വാല്യങ്ങൾ ഇഴജന്തുക്കളേയും മത്സ്യങ്ങളേയും പ്രതിപാദിക്കുന്നവയാണു്. ഈ എട്ടെണ്ണവും അദ്ദേഹത്തിൻെറ മരണശേഷമാണു് പ്രസിദ്ധീകരിച്ചതു്. ബഫോൺ രചിച്ച നാല്പത്തിനാലു് ഗ്രന്ഥങ്ങളും ശാസ്ത്രലോകത്തിനു് മാത്രമല്ല ഫ്രഞ്ചു സാഹിത്യത്തിനും ഒരു മുതൽക്കൂട്ടാണു്.

ബയോളജിയുടെ ചരിത്രത്തിൽ ലിനേയസിനും ബഫോണിനും അത്യുന്നതമായ സ്ഥാനങ്ങളുണ്ടെങ്കിലും 18-ാം നൂററാണ്ടിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന മററുപലരും ഈ രംഗത്തു് സമർത്ഥമായി പ്രവർത്തിച്ചിട്ടുണ്ടു്, ഡച്ചു് വൈദ്യ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ബോർഹേവു് (Bocrhaave) (1678-1738) ശരീരശാസ്ത്രത്തെപ്പററി പല പഠനങ്ങളും നടത്തി. അതുപോലെ ഇംഗ്ലണ്ടിലെ സ്റ്റീഫൻ ഹെയിൽസ് (Stephen Hales) (1667-1761) എന്ന പുരോഹിതൻ സസ്യങ്ങളുടെ ആഹാരക്രമത്തെപ്പററി പഠിക്കുകയും സൂര്യപ്രകാശത്തിൻെറ പ്രാധാന്യത്തെപ്പററി മനസ്സിലാക്കുകയും ചെയ്തു. (Sap) ൻെറ മുകളിലേക്കുള്ള കയററത്തെപ്പററിയും ചെടികൾ വേരിൽക്കൂടി വലിച്ചു് എടുക്കുന്ന വെള്ളത്തിൻെറ വ്യാപ്തത്തെപ്പററിയും ഇലകളിൽ കൂടി നഷ്ടപ്പെടുന്ന ജലത്തിൻെറ വ്യാപ്തത്തെക്കുറിച്ചും മററും അദ്ദേഹം പഠനങ്ങൾ നടത്തി ഒരു അന്വേഷണ ബുദ്ധിയുണ്ടായിരുന്ന ഈ പുരോഹിതൻ രക്തസമ്മർദ്ദത്തെപ്പറ്റിയും മുറിവുകളിൽക്കൂടിയുള്ള വായുസഞ്ചാരത്തെപ്പററിയും പുസ്തകങ്ങൾ രചിച്ചു എന്നതും പ്രത്യേകം പ്രസ്താവ്യമത്രേ,

സ്വിററ്സർലണ്ടുകാരനായിരുന്ന ഹാലർ (Haller 1708-77) എന്ന വൈദ്യൻ ഞരമ്പുകളെപ്പററി പഠിച്ചു്

"എലിമെൻററ്സ് ഓഫ് ഫിസിയോളജി" [Elements of Physiology] എന്ന പുസ്തകമെഴുതിയതും പ്രസ്താവ്യമാണ്. മസ്തിഷ്ക്ക (Brain) ത്തിലേക്ക് ദേഹത്തിനുണ്ടാകുന്ന വിവിധ അനുഭവങ്ങൾ എത്തിച്ചു കൊടുക്കുന്നതു് ഞരമ്പുകളാണെന്നു് വിവരിച്ചതും ഈ പുസ്തകത്തിലാണ്. മേല്പറഞ്ഞ ഗവേഷണങ്ങളും പ്രസിദ്ധീകരണങ്ങളും കൂടാതെപ്രാധാന്യമുള്ള പല വസ്തുതകളും ബയോളജിയിൽ, ഈ നൂററാണ്ടിൽ സംഭവിച്ചു. കൃഷി വികസിപ്പിക്കുന്നതിനായി കൂടുതൽ ഉപകാരമുള്ള കലപ്പകളും മററുപകരണങ്ങളും, കൃഷിക്കാർ സ്വന്തമായി ഉണ്ടാക്കി. ധാന്യങ്ങൾ ആവർത്തിച്ചാവർത്തിച്ചു് കൃഷിചെയ്യുന്നതിൻെറ ഇടയിൽ പയറു വർഗ്ഗങ്ങളും കൃഷിചെയ്തു് പരിപുഷ്ടമാക്കാമെന്നു് കണ്ടുപിടിച്ചതും ഈ നൂററാണ്ടിലാണ്. പല രാജ്യങ്ങളിലും പുതിയ ചെടികൾ കൃഷിചെയ്യാൻ തുടങ്ങി. ഇംഗ്ലണ്ടിൽ ടേർണിപ് (turnip) ഉം ഫ്രാൻസിൻ ഉരുളക്കിഴങ്ങും, ഈസ്റ്റിൻഡീസിൽ സൗത്തമേരിക്കയിൽനിന്നും കൊണ്ടുവന്ന റബർചെടിയും ആത്തച്ചക്കയും കൃഷി ചെയ്യാൻ തുടങ്ങി. ചില ചെടികളിൽ നിന്നും പുതിയ ഔഷധങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചതും ഈ നൂററാണ്ടിലാണ്. ഉദാഹരണമായി (Fox glove) ഫോക്സ് ഗ്ലൗ എന്ന ചെടിയുടെ ഇലകളിൽ നിന്നും ഹൃദ്രോഗത്തിനുള്ള മരുന്നു് കണ്ടുപിടിച്ചു. നാവികരുടെ ഇടയിൽ വളരെയേറെ ആളുകളുടെ മരണത്തിനു് ഇടയാക്കിക്കൊണ്ടിരുന്ന സ്കർവി (scurey) ചെറുനാരങ്ങായുടെ ഉപയോഗം കൊണ്ടു് തടുക്കാമെന്നും കണ്ടുപിടിച്ചതു് ജെയിംസ് ലിൻഡ് (James Lind) (1716-1794) എന്നസ്കോട്ട് ലൻഡുകാരനായിരുന്ന നാവികഡോക്ടറാണ്.

18-ാം നൂററാണ്ടിൽ നടന്ന മറെറാരു ശ്രദ്ധേയമായ സംഗതി ഫോസ്സിൽസിനെപ്പററി (fossils) പുതിയ

അറിവു ലഭിച്ചു എന്നുള്ളതാണു്. പുരാതനകാലംമുതൽ ഫോസിൽസ് കണ്ടുവന്നിരുന്നു എന്നിരുന്നാലും അവയുടെ ഉത്ഭവത്തെപ്പററി പ്രചരിച്ച പല ഊഹാപോഹങ്ങളും തെററായിരുന്നു. അനേകം നൂററാണ്ടുകളിൽ യൂറോപ്പിലെ മനുഷ്യർ വിശ്വസിച്ചതു് ഫോസിൽസ് ബൈബിളിൽ പറയുന്ന പ്രളയംമൂലം ഉണ്ടായതാണെന്നാണ്. അതു പോലെ ദൈവം ജന്തുലോകം സൃഷ്ടിച്ചപ്പോൾ അപൂർണ്ണ മായി ഉണ്ടാക്കിയ അവശിഷ്ടങ്ങളാണു് ഫോസിൽസ് എന്നും വിശ്വസിച്ചിരുന്നു. പ്രസിദ്ധനായ ലിയനാർഡോ ആണു് ഒരു വിപരീതാഭിപ്രായം സധൈര്യം പറഞ്ഞതു്. ഒരു മൈനിംഗ് എഞ്ചിനീയർ ആയി അദ്ദേഹം ജോലി ചെയ്തിരുന്നപ്പോൾ ഭൂഗർഭത്തിൽ നിന്നും കൂലിവേലക്കാർ കൊണ്ടുവന്ന കക്കകളുടെയും, ഒച്ചുകളുടെയും അവശിഷ്ട ങ്ങൾ കണ്ടപ്പോൾ അദ്ദേഹം തീർച്ചപ്പെടുത്തിയതു് ഒരു വെള്ളപ്പൊക്കത്തിൽ നിന്നും ഇവ ഉണ്ടായതല്ലെന്നും അനേകം നാൾ ഭൂമിയുടെ ചില ഭാഗങ്ങൾ വെള്ളത്തിനടി യിലായിരുന്നുവെന്നുമാണു്. 18-ാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ബഫോണും ഇതേ അഭിപ്രായത്തിലെത്തിച്ചേർന്നു. പണ്ടുണ്ടായിരുന്ന ജീവജാലങ്ങളിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തങ്ങളാണു് ഇന്നുള്ളവ യെന്നും അദ്ദേഹം രേഖപ്പെടുത്തി. ഫോസിൽസ് പഠന ത്തെപ്പററിയുള്ള രംഗം സജീവമാക്കിയതു് ലാമാർക്കും (1744-1829) (Lamark) കുവിയുമാണു് (Cuvier) (1769-1832) ഒരു സാധുകുടുംബത്തിൽ ജനിച്ച ലാമാർക്ക് ഒരു വൈദികനാകാൻ അഭ്യസിച്ചെങ്കിലും യുദ്ധത്തിനു പോയി. ലെഫ്ററനെൻറു് ആകുകയാണുണ്ടായതു്. യുദ്ധത്തിൽ ധീരതയ്ക്കു് സമ്മാനം നേടിയെങ്കിലും ഒരു ചെറിയ പെൻഷനുമായി പട്ടാളത്തിൽ നിന്നും വിരമിക്കേ ണ്ടതായിവന്നു, പിന്നീടു് അദ്ദേഹത്തിന്റെ ജീവിതം, ദാരി ദ്ര്യവുമായുള്ള ഒരു നിത്യയുദ്ധമായിരുന്നു, കുറച്ചുനാൾ ഒരെ

ഴുത്തുകാരനായി പാരീസിൽ കഴിച്ചുകൂട്ടിയശേഷം മെഡിററ റേനിയൻ സമുദ്രത്തിലെ അത്ഭുതകരമായ സസ്യങ്ങളെപ്പറ്റി ഒരു ഗ്രന്ഥം ബഫോണിന്നു് സമ്മാനിച്ചു. അതുവഴി അദ്ദേ ഹത്തിന്നു് പാരീസിലെ രാജകീയ ഉദ്യാനത്തിൽ ജോലി കിട്ടി. ആ ജോലിയിലിരുന്നാണു് അദ്ദേഹം ജന്തുശാസ്ത്രം പഠിച്ചതു്. ജന്തുശാസ്ത്രവും സസ്യശാസ്ത്രവും ചേർത്തു് ബയോ ളജി (Biology) എന്ന നാമധേയത്തിന്നു് രൂപം കൊടു ത്തതും അദ്ദേഹമാണു്. പഴയ തലമുറകളിൽ മരിച്ചുപോയ ജന്തുക്കളേയും അന്നത്തെ സസ്യങ്ങളെയും 'ഫോസിൽ' വഴി പഠിച്ചു് ലാമാർക്കു് പല അഭ്യൂഹങ്ങളും അവതരിപ്പിച്ചു. "Zoological Philosophy" എന്ന പുസ്തകം അദ്ദേഹം രചിച്ചു. സസ്യങ്ങളേയും ജന്തുക്കളേയും തരം തിരിച്ചു് ഗ്രൂപ്പുകൾ ആക്കിക്കൊണ്ടിരുന്ന അക്കാലത്തു് ലാമാർക്കു് അതിലൊന്നും കുടുങ്ങാതെ പ്രകൃതിയുടെ വൈവിധ്യത്തെ മറെറാരു തരത്തിൽ വ്യാഖ്യാനിച്ചു. സ്പീഷിസ് തമ്മി ലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ താല്ക്കാലികങ്ങളാണെന്നും, പ്രകൃതി യുടെ പരിശ്രമങ്ങൾ ഒരു ക്രിയാത്മകമായ ശക്തി പുറകിൽ നിന്നു് കൂടുതൽ കൂടുതൽ ശ്രേഷ്ഠങ്ങളായ ജീവികളെ സൃഷ്ടി ക്കുവാൻ ശ്രമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതായി കാണാമെന്നും, അദ്ദേഹം സമർത്ഥിച്ചു. ഫോസിൽസിനെയും സമകാലീന ജീവികളെയും ഒന്നടങ്കം കണ്ടു് അദ്ദേഹം പടിപടിയായി മനുഷ്യൻ ഉണ്ടാകുന്നതു് വരച്ചുകാണിച്ചു, പരിണാമവാദം ആദ്യമായി ഉന്നയിച്ചതും ഇദ്ദേഹമാണു്.

ലാമാർക്കിൻെറ ആശയങ്ങളെ ശക്തിയായി പിൻതാ ങ്ങിയ ഒരാളാണു് പാരീസ് സർവ്വകലാശാലയിലെ ജിയോ ളജി പ്രൊഫസറായിരുന്ന ജോഫ്രി സെയിൻറു് ഹിലേർ (Geoffroy St Hilaire) (1772-1844) ഫ്രഞ്ചു് അക്കാ ഡമിയിൽ നടന്ന വാദപ്രതിവാദങ്ങളിൽ ഇദ്ദേഹം സ്ഥല

കാലങ്ങളും ചുററുപാടുകളുമനുസരിച്ച് സ്പീഷീസുകൾ മാറി വരും എന്നു് വാദിച്ചു. എന്നാൽ അക്കാലത്തു് ഫ്രഞ്ചു് സയൻസിൽ തൻെറ പ്രവത്തനത്തിൽ വളരെ സ്വാധീനം ചെലുത്തിയിരുന്ന കുവി (1769-1832) ലാമാക്കിൻെറ ആശയങ്ങളെ ശക്തിയായി എതിത്തു് സ്പീഷിസ് നിത്യങ്ങളാണെന്നു് വാദിച്ചു. ഈ വാദങ്ങളിൽ ഏപ്പെട്ടതുകൂടാതെ കുവി വളരെ ശ്രദ്ധേയങ്ങളായ മററു പലതും ചെയ്തിട്ടുണ്ട്.

തൻെറ ജീവിതകാലത്തുതന്നെ വളരെ പ്രസിദ്ധിയാജ്ജിച്ച ഒരാളാണു കുവി. അനേകം സമ്മാനങ്ങൾ അദ്ദേഹം നേടി പാരീസ് സർവ്വകലാശാലയുടെ ചാൻസ്ലർ പദം വരെ അദ്ദേഹത്തിനു് സ്വീകരിക്കേണ്ടതായിവന്നു. ലീജൺ ഓഫ് ഓണർ (Legion of Honour)എന്ന ബഹുമതിയും ഒരു പീയർ (peer) ആകാനുള്ള ഭാഗ്യവും അദ്ദേഹത്തിനുണ്ടായി. ഒരു സാധുകുടുംബത്തിൽ ജനിച്ച കുവി ഒരു ജമ്മൻ മിലിററി സ്കൂളിലാണു് പഠിച്ചതു്. സ്കൂളിലെ കശനമായ ശിക്ഷണം അദ്ദേഹത്തെ വിഷമിപ്പിച്ചില്ല. പഠിത്തം കഴിഞ്ഞു് ഒരു പ്രൈവററു് ട്യൂട്ടറായിരുന്ന കുവി കടപ്പുറത്തു നിന്നു് കക്കയും ഞണ്ടും പെറുക്കി എട്ടത്താണു് ബയോളജിയിൽ എത്തിച്ചേന്നതു്. ഇതിനെപ്പററിയെല്ലാം അദ്ദേഹം രചിച്ച ചിത്രങ്ങൾ അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായിരുന്നതിനാൽ അദ്ദേഹത്തിനു പാരീസ് മ്യൂസിയത്തിൽ ജോലി കിട്ടി. ആ ജോലിയിൽ ഇരുന്നു് അദ്ദേഹം അനേകം ചെറിയ ജന്തുക്കളുടെ അവയവങ്ങളെപ്പററി സൂക്ഷ്മമായി പഠിച്ചു. കീറിമുറിച്ച് ഓരോ ചെറിയ ജീവിയുടെയും അവയവങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള പരസ്പരബന്ധം അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി. കുറെ കഴിഞ്ഞപ്പോൾ ഒരു മൃഗത്തിൻേറയോ പക്ഷിയുടേയോ മറ്റേതെങ്കിലും ജന്തുവിൻ്റേയോ ദേഹത്തിലെ

ഒരു ഭാഗം കിട്ടിയാൽ അതിനെ മുഴവൻ വരച്ചുകാണിക്കാമെന്നു് അദ്ദേഹം സധൈര്യം പറഞ്ഞു. "Give me a tooth and I will reconstruct the whole animal" എന്നതായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിൻെറ വചനം. ഈ സാമർത്ഥ്യം ഉപയോഗിച്ചു അദ്ദേഹം ഫോസിൽസിയെപ്പററി പഠിച്ചു അങ്ങനെയാണു് (Paleontology) പാലിയൻറേറാളജി എന്ന സയൻസ് വിഭാഗമുണ്ടായതു്. പല ഫോസിൽസിലും കണ്ട ജന്തുക്കളേയും പ്രാണികളേയും പററി പഠിച്ചു് അദ്ദേഹം ചില നിഗമനങ്ങളിൽ എത്തിച്ചേൻറു ഭൂലോകത്തു് പല ജലപ്രളയങ്ങളും ഉണ്ടായിട്ടുണ്ടു് എന്നും, അവയിൽ ഓരോന്നിലും പല ജന്തുക്കളും നശിച്ചതിൻെറ അവശിഷ്ടങ്ങളാണു് ഫോസിൽസ് എന്നും അദ്ദേഹം സമത്ഥിച്ചു. ഇവയിൽനിന്നു് രക്ഷനേടിയ അപൂർവ്വം ചില ജന്തുക്കളും പ്രാണികളും ആണു് അതാതു് സ്പിഷീസിനെ നിലനിത്തിയതെന്നു് അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു. ഇങ്ങനെ ഉണ്ടായ അവസാനത്തെ ജലപ്രളയത്തെപ്പററിയാണു ബൈബിളിൽ പറയുന്നതെന്നു് അദ്ദേഹം വിശ്വസിച്ചു് ആയതിനാലാണു് അന്നും ഇന്നും യാതൊരു മാററവും വരാതെ ഒരേ സ്പിഷീസുകൾ നിലനിന്നു വരുന്നതു് എന്നു് അദ്ദേഹം രേഖപ്പെടുത്തി. ഉദാഹരണമായി, പൗരാണിക കാലത്തെ കുതിരയും, ഇന്നത്തെ കുതിരയും തമ്മിൽ യാതൊരു വ്യത്യാസവും അദ്ദേഹത്തിനു് കാണുവാൻ കഴിഞ്ഞില്ല. കൂടുതൽ പഠനങ്ങൾകൊണ്ടു് ഈ നിഗമനങ്ങൾ തെററാണെന്നു തെളിഞ്ഞു എങ്കിലും, അദ്ദേഹത്തിൻെറ ജീവിതകാലത്തു് ഈ അഭ്യൂഹങ്ങൾ ശരിയാണെന്നു വിശ്വസിപ്പിക്കുവാൻ അദ്ദേഹത്തിനു കഴിഞ്ഞു.

ഫോസിൽസിനെപ്പററിയുള്ള ഈ ശ്രദ്ധേയമായ പഠനങ്ങൾ വഴിതെളിച്ചതു് മറെറാരു പ്രധാന രംഗത്തേക്കു്ാ

ണ്; പാറകളുടെ വയസ്സിനെപ്പററിയും പൊതുവെ ഭൂമിയുടെ ഉത്ഭവത്തേയും വളർച്ചയേയുംപ്പററി ശ്രദ്ധേയമായ വിവരങ്ങൾ ശാസ്ത്രലോകത്തു് ശേഖരിക്കുവാൻ ഉടനടി ആരംഭിച്ചു. ജിയോളജി (geology) എന്ന ശാസ്ത്രവിഭാഗം ഈ ഘട്ടത്തിലാണു് ഉദയം ചെയ്തതു്.

18-ാം നൂററാണ്ടുവരെ ഭൂമിയുടെ ഘടനയെപ്പററി വളരെ കുറച്ചു വിവരങ്ങളേ ലഭിച്ചിരുന്നുള്ളു. ലോഹങ്ങൾക്കുവേണ്ടി പാറകൾ ഖനനം ചെയ്തതിൽനിന്നാണു് ഈ വിവരങ്ങൾ ലഭിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നതു്. എന്നാൽ ഡെസ്-കാർട്ടെസ് (Descartes) ഭൂമിയും സൂര്യനെപ്പോലെ ജ്വലിക്കുന്ന ഒരു ഗോളമാണെന്നു് അദ്ദേഹത്തിൻെറ ഒരു ഗ്രന്ഥത്തിൽ എഴുതിവെച്ചിരുന്നു. അതിനെത്തുടർന്നു് ലീബ്നിസ്, (Leibniz) എന്ന ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഈ ജ്വലിക്കുന്ന ഗോളം തണുക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രത്യാഘാതങ്ങളെപ്പററി അഭിപ്രായങ്ങൾ പുറപ്പെടുവിച്ചു. ഭൂമിയുടെ ഉള്ളിൽ ശൂന്യസ്ഥലങ്ങൾ ഉണ്ടാകുമെന്നും, തണുത്തുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ, വലിയ ശൂന്യസ്ഥലമുള്ള ഇടം ഉള്ളിലേക്കു് ഇടിഞ്ഞുവീഴുന്നതിനാൽ, ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ കുന്നുകളും, കുഴികളും ഉണ്ടാകുമെന്നും അദ്ദേഹം വാദിച്ചു. ഇങ്ങനെ ഭൂമിയുടെ മുകൾഭാഗത്തു് കുന്നുകളും താഴ്‌വരകളും ഒന്നിടവിട്ടു് കാണാവുന്നതാണു്. എന്നാൽ കുറേക്കൂടിബൃഹത്തായ ഒരു അഭ്യൂഹം അവതരിപ്പിച്ചതു് ഫ്രെഞ്ചു് പ്രകൃതി ശാസ്ത്രജ്ഞനായ കൗണ്ടു് ബഫോൺ ആണു്. അദ്ദേഹത്തിൻെറ Epoches of Nature എന്ന ഗ്രന്ഥത്തിൽ ഭൂമിയുണ്ടായതു് സൂര്യനും, സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു ഗ്രഹവും തമ്മിലുള്ള സംഘട്ടനത്തിൽനിന്നാണു്. അതിനുശേഷം ഏഴു ദശകങ്ങളിൽക്കൂടി, ഭൂമി കടന്നു

വന്നിരിക്കുന്നു. ആദ്യത്തെ 3000 കൊല്ലങ്ങളിൽ ജ്വലിക്കുന്ന വാതകം എന്ന നിലയിൽനിന്നു ഭൂമി തണുത്തു് ഒരു ദ്രാവകമായിത്തീൎന്നു. അടുത്ത 32000 കൊല്ലങ്ങൾ കൊണ്ടു് ഭൂമി ഉറച്ചു. അപ്പോൾ ഭൂമിയുടെ മുകൾപ്പരപ്പിൽ മലകളും താഴ്വരകളും ഉണ്ടായി. അടുത്ത 24000 വർഷങ്ങളിൽ ഭൂമിയിൽ വെള്ളം നിറയുകയും വെള്ളത്തിനടിയിൽ ജീവിതം "ആരംഭിക്കുകയും" ചെയ്തു, അടുത്ത 10000 കൊല്ലങ്ങളിൽ വെള്ളം പല ഭാഗങ്ങളിൽനിന്നും വിട്ടൊഴിയുകയും, അഗ്നിപർവ്വതങ്ങൾ പൊട്ടിപ്പുറപ്പെടുകയും ചെയ്തു. പിന്നീടുള്ള 5000 കൊല്ലങ്ങളിലാണു് ആനയും, വലിയ മൃഗങ്ങളും, ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിൽ ഉണ്ടാകുന്നതു്. സസ്യങ്ങൾ ക്രമേണ ആ പ്രദേശത്തുനിന്നും മദ്ധ്യരേഖയിലേക്കു് നീങ്ങിത്തുടങ്ങി. അടുത്ത 5000 വഷങ്ങളിൽ ഭൂമി ഖണ്ഡങ്ങളായി വേർതിരിഞ്ഞു്, ഇന്നത്തെ വിവിധ ഭൂഖണ്ഡങ്ങളുണ്ടാകുന്നു. മനുഷ്യർ അപ്പോഴാണു് ആവിർഭവിക്കുന്നതു്. ഏഴാമത്തെ ഈ ദശയിൽ ക്രമേണയായി മനുഷ്യൻ ചുററുപാടിനെ ജയിക്കുന്നതായിട്ടും, ഭൂമി കൂടുതൽ തണുക്കുന്നതായിട്ടും കാണുന്നു. ഇങ്ങനെ 98000 വർഷങ്ങൾകൊണ്ടു ഭൂമി വളരെ തണുത്തുപോകുന്നതിനാൽ ജീവിതം അസാദ്ധ്യമായിത്തീരുമെന്നു് ബഫോൺ കണക്കുകൂട്ടി. ഒരു അഭ്യൂഹം എന്ന നിലയ്ക്കു് ഇതിൻെറ വിശദാംശങ്ങളിൽ പലതും തെററാണെന്നു തെളിഞ്ഞു എങ്കിലും യാഥാൎത്ഥ്യത്തിൻെറ ബീജം ഇതിൽ ഉൾക്കൊണ്ടിട്ടുണ്ടു്.

വേർണർ എന്ന ഭൂഗർഭശാസ്ത്രജ്ഞനാണു് അടുത്തതായി നമ്മുടെ ശ്രദ്ധയെ ആകഷിക്കുന്നതു് (1750–1817). ജമ്മനിയിലെ ഫ്രൈബഗ്ഗ് (Freiberg) സർവ്വകലാശാലയിലെ പ്രൊഫസ്സർ ആയിരുന്ന അദ്ദേഹം വിവിധ രാജ്യങ്ങളിൽനിന്നു് അനേകം വിദ്യാൎത്ഥികളെ ഭൂഗർഭശാസ്ത്രം

പഠിക്കുന്നതിനു് ആകർഷിച്ചു. അങ്ങനെ ഈ ശാസ്ത്രവിഭാഗത്തെ പ്രാധാന്യമുള്ള ഒന്നാക്കിത്തീർത്തതു് വെർണറാണു്. "ജിയോളജിയിലെ സ്വേച്ഛാധിപതി" (Dictator of geology) എന്നാണു് അദ്ദേഹത്തെ വിളിച്ചിരുന്നതു്. ഉള്ളിയിൽ തൊലികൾ അട്ടക്കിയിരിക്കുന്നതുപോലെ ഒന്നിനു മുകളിൽ ഒന്നായി അട്ടക്കുകളായിട്ടാണു് ഭൂമി കെട്ടിപ്പടുത്തിയിരിക്കുന്നതെന്നു് അദ്ദേഹം പഠിപ്പിച്ചു. ആവർത്തിച്ചാവർത്തിച്ചു് ഭൂമിയിൽ വെള്ളപ്പൊക്കമുണ്ടായിട്ടാണു് ഇങ്ങനെ സംഭവിച്ചതെന്നു് അദ്ദേഹം അനുശാസിച്ചു. റോമാക്കാരുടെ സമുദ്രദൈവമായ നെപ്റ്റ്യൂൺ (Neptune)ൻെറ പേരുപയോഗിച്ചു് ഈ അഭ്യൂഹത്തെ നെപ്റ്റ്യൂണിസ്റ്റ് അഭ്യൂഹം എന്നു് വിളിച്ചുവന്നു, എന്നാൽ ഈ വിശ്വാസം വളരെനാൾ നിന്നില്ല. ഗ്വററാർഡ് (Jean-Etienne-guetteard) 1715-86) എന്ന ഫ്രഞ്ചു് ഭിഷഗ്വരൻ ആണു് ഈ ശാസ്ത്രവിഭാഗത്തിലെ പുരോഗമനം ത്വരിതപ്പെടുത്തിയതു്. ഡ്യൂക്ക് ഓഫ് ഓർലിയൻസിൻെറ പ്രകൃതിശാസ്ത്രമ്യൂസിയത്തിലെ ക്യൂറേറർ ആയിരുന്ന ഇദ്ദേഹം ഫ്രാൻസു് മുഴവൻ പര്യടനം നടത്തി, അനേകതരം സസ്യങ്ങളെ ശേഖരിച്ചിരുന്നു. ഈ പര്യടനങ്ങൾക്കിടയിൽ അദ്ദേഹത്തിൻെറ ജിജ്ഞാസ, സസ്യങ്ങളിൽനിന്നും പാറകളിലേക്കായി. പാറകളിലെ ധാതുക്കളെ കണ്ടുപിടിച്ചു് അവയെ ക്രമേണ പടങ്ങളിൽ അടയാളപ്പെടുത്താൻ തുടങ്ങി. ഇങ്ങനെ ഫ്രാൻസിൻെറ തെക്കുഭാഗത്തു് കാൽനടയായി അനേകം പ്രാവശ്യം സഞ്ചരിച്ചു. ഈ പര്യടനത്തിനിടയിൽ അദ്ദേഹം അനേകം മൈൽക്കുററികൾ കണ്ടു, ഇവയ്ക്കെല്ലാം ഒരു കറുപ്പു നിറവും, പ്രത്യേകതയും കണ്ടു. അവ തീജ്വാലയിൽക്കൂടി ഉണ്ടായതായിരിക്കണമെന്നു് അദ്ദേഹം സങ്കൽപ്പിച്ചു, തിരഞ്ഞു. വിശദമായി അന്വേഷിച്ചപ്പോൾ ഈ കല്ലുകളെല്ലാം വോൾവിക്ക് (Volvic)

എന്ന സ്ഥലത്തുള്ള ഒരേ പാറക്കെട്ടിൽ നിന്നുമാണ് ചെത്തി എടുത്തിരുന്നതു് എന്നദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി.

ആ സ്ഥലത്തു് അദ്ദേഹം പോയി, ഈ പാറക്കൂട്ടങ്ങളെപ്പററി വിശദമായി പഠിച്ചു. ശാന്തമായ ഒരു അഗ്നിപവ്വതത്തിൻെറ അവശിഷ്ടങ്ങൾ അവിടെ ഉണ്ടെന്നും ലാവയായി ഒഴുകിവന്നു് കട്ടപിടിച്ച പാറയാണു് അവിടെ കിടക്കുന്നതെന്നും അദ്ദേഹത്തിനു് സ്പഷ്ടമായി. ഭൂമിയുടെ ഉള്ളിൽനിന്നും വെളിയിലേക്കു് വന്നിരിക്കുന്ന ദ്രാവകം കട്ടപിടിച്ചാണു് ആ പാറകൾ രൂപംകൊണ്ടിരിക്കുന്നതെന്നു് തെളിയിച്ചു പറയുവാൻ അദ്ദേഹത്തിനു് സാധിച്ചില്ല എന്തെന്നാൽ ആ കാലഘട്ടത്തിൽ ഭൂഗർഭശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പരക്കെ വിശ്വസിച്ചിരുന്നതു് മുൻപു പ്രസ്താവിച്ച നെപ്ട്യൂണിസ്റ്റ് തിയറി ആണു്. ആ അഭ്യൂഹത്തിനു് പല പോരായ്മകളും ഉണ്ടായിരുന്നു. ഭൂമിയുടെ അടിയിലേക്കു കുഴിച്ചു ചെല്ലുമ്പോൾ, ചില പാറകളുടെ മുകളിൽ മാത്രമേ സമുദ്രജീവികളുടെ അവശിഷ്ടങ്ങൾ കിട്ടിയിരുന്നുള്ളു. ബാസാൾട്ട് (Basalt) എന്നറിയപ്പെടുന്നവയിൽനിന്നും ഈ അവശിഷ്ടങ്ങൾ ഒരിക്കലും ലഭിച്ചിരുന്നില്ല. ആയതിനാൽ ഇവ സമുദ്രത്തിൽനിന്നും ഉണ്ടായവയല്ല, എന്നു് സ്പഷ്ടമാണെങ്കിലും ആ കാലഘട്ടത്തിൽ അതിനു് ഉത്തരം കിട്ടിയിരുന്നില്ല. ഗ്വററാർഡിനുപോലും ആ കാലഘട്ടത്തെ വിശ്വാസങ്ങളിൽനിന്നും പരിപൂണ്ണമായി രക്ഷ പ്രാപിക്കുവാൻ സാധിച്ചിരുന്നില്ല. ഭൂമിയുടെ അകത്തുള്ള ലാവ വെളിയിൽ വന്നു് വെള്ളത്തിൽനിന്നു് പരൽ ആക്കപ്പെട്ടപ്പോഴാണു് ബസാൾട്ട് ഉണ്ടാകുന്നതെന്നു് അദ്ദേഹം സമത്ഥിച്ചു.

നിക്കൊളാസ് ഡസ്മാറേ (Nicholas Desmarest) (1725–1815) എന്ന ഗ്വററാർഡിൻെറ സമകാലീനനാണു്

ബസാൾട്ടിനെപ്പററി ശരിയായ ആശയങ്ങൾ പ്രചരിപ്പിക്കുവാൻ തുടങ്ങിയതു്. ഇദ്ദേഹവും ഗ്വററാർഡിനെപ്പോലെ ഭൂഗർഭശാസ്ത്രപഠനാൎത്ഥം ഫ്രാൻസിൻെറ തെക്കുഭാഗങ്ങളിൽക്കൂടി കാൽനടയായി വളരെ നാൾ നടന്നു. അപ്പോൾ പാരീസിലെ ഒരു ഉന്നത ഉദ്യോഗസ്ഥനായിരുന്ന ഇദ്ദേഹം തൻെറ പര്യടനവേളയിൽ സാധുക്കളായ ആട്ടിടയന്മാരുടേയും കൃഷിക്കാരുടേയും വീട്ടുകളിൽ കഴിഞ്ഞുവന്നിരുന്നതിനാൽ അന്നത്തെ ഫ്രഞ്ചുവിപ്ലവത്തിൽ മററു പല ഉദ്യോഗസ്ഥന്മാർക്കും തല നഷ്ടപ്പെട്ടപ്പോൾ ഇദ്ദേഹത്തിനു രക്ഷ കിട്ടി. ഇൻസ്പെക്ടർ ജനറൽ ആയിരുന്ന ഇദ്ദേഹം ഭൂഗർഭശാസ്ത്രം തൻെറ 'ഹോബി'യായി വളൎത്തിക്കൊണ്ടുവന്നിരുന്നതിനാലാണു് ഇങ്ങനെ സംഭവിച്ചതു്. ശാസ്ത്രരംഗത്തു് ഒരു കാഴ്ചക്കാരനായി പ്രവേശിച്ചു് ധൈര്യസമേതം തൻെറ അഭിപ്രായങ്ങൾ ഇദ്ദേഹം പ്രഖ്യാപിച്ചു: ഫ്രാൻസിൻെറ തെക്കുഭാഗത്തു മാത്രമല്ല, ലോകത്തെവിടേയും അഗ്നിപർവ്വതങ്ങളിൽ നിന്നുമാണു് ചിലതരം പാറകൾ ഉണ്ടായിരിക്കുന്നതെന്നും, അവ ഭൂമിയുടെ ഉള്ളിൽ നിന്നു് അഗ്നിപർവ്വതങ്ങളിൽക്കൂടി വെളിയിലേയ്ക്കു് വന്നതാണെന്നും അദ്ദേഹം പ്രഖ്യാപിച്ചു. ലോകത്തു് പല ഭാഗത്തുമുള്ള ഭൂഗർഭശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പാറകളെ പരിശോധിച്ചു് ഈ നിഗമനം ശരിയാണെന്നു പറയുവാൻ അധികം താമസിച്ചില്ല. എന്നുമല്ല, ഭൂഗർഭശാസ്ത്രലോകം ഈ വാദത്തിനു് അതർഹിക്കുന്നതിൽ കൂടുതൽ പ്രാധാന്യം കൊടുത്തു് ഭൂമിയുടെ സൃഷ്ടിയിൽ അഗ്നിപർവ്വതങ്ങൾക്കു മാത്രമേ സ്ഥാനമുള്ളു എന്നു് വാദിക്കുവാനും തുടങ്ങി. എഡിൽബറോ നിവാസിയായ ജയിംസ് ഹട്ടൺ (James Hutton) (1726--97) ആണു് ശ്രദ്ധേയമായ മുതൽക്കൂട്ടു് ഈ രംഗത്തു് നടത്തിയതു്. പാരീസിലും, ലെയ്ഡണിലും വൈദ്യശാസ്ത്രം പഠിച്ചു് നാട്ടിൽ തിരിച്ചുവന്നു്, ഒരു വൈദ്യ

നാകാതെ ശാസ്ത്രത്തിൻെറ മററു വിഭാഗങ്ങളിൽ ഇദ്ദേഹം ശ്രദ്ധ പതിപ്പിച്ചു. കൃഷി, രസതന്ത്രം, ഭൂഗർഭശാസ്ത്രം എന്നിവയിലെല്ലാം അദ്ദേഹം പരിശ്രമിച്ചു. അമോണിയം ക്ലോറൈഡ് (നവസാരം) ഉണ്ടാക്കുവാൻ ഒരു പുതിയ മാർഗ്ഗം അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ച്, വളരെയധികം പണം ഉണ്ടാക്കി. ഈ ധനം ഉപയോഗിച്ച് വിദേശസഞ്ചാരങ്ങളും, പഠനങ്ങളും അദ്ദേഹം നടത്തി. എഡിൻബറോയിലെ റോയൽ സൊസൈററിയുടെ സ്ഥാപകൻമാരിലൊരാളാണ് ജെയിംസ് ഹട്ടൺ. 1795–ൽ—അദ്ദേഹത്തിന്റെ മരണത്തിനു രണ്ടുകൊല്ലം മുൻപ്, ആണ് 'Theory of the Earth' എന്ന ഗ്രന്ഥം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചതു്. 30 കൊല്ലം ലോകത്തു് അലഞ്ഞുതിരിഞ്ഞു് ചിന്തിച്ചതിൻെറ ഫലമായി കടഞ്ഞെടുത്തതാണ് ആ ഗ്രന്ഥം. അദ്ദേഹത്തിന്റെ അഭിപ്രായപ്രകാരം ഭൂമിക്ക് ആദ്യവും അന്തവുമില്ല. ("No vestige of a beginning, no prospect of an end") ഭൂമിക്കു് ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന മാററങ്ങളെല്ലാം പ്രകൃതിയിൽ പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ശക്തികളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണെന്ന് അദ്ദേഹം വാദിച്ചു. മൂന്നു തത്വങ്ങളാണു അദ്ദേഹം പ്രധാനമായും ആവിഷ്ക്കരിച്ചതു്. സമുദ്രനിരപ്പിൽനിന്നും ഉയരത്തിലായുള്ള ഭാഗങ്ങൾ ഉണ്ടായതു് ഭൂമിയുടെ ഉള്ളിലുള്ള താപംകൊണ്ടു് ഖരസാധനങ്ങൾ ദ്രാവകരൂപത്തിലായി വികസിച്ചതുകൊണ്ടാണു്. രണ്ടാമതു് ഭൂമിയിൽ മേൽപറഞ്ഞതുപോലെ മലകളും താഴ്‌വരകളും ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ കഠിനമായ മഴപെയ്തു് മലകളുടെ മുകളിലെ മണ്ണു് ഒലിച്ചു് കടലിലേക്കു പോയിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ ഒരു മൃഗത്തിൻെറ ദേഹത്തു് എന്നതുപോലെ ഒരേസമയം ഭൂമിയിലും നിർമ്മാണവും നശീകരണവും നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. മൂന്നാമതു് കടലിൽ വള

രുന്ന ജീവികൾ ഭൂമിയുടെ ഇപ്പോഴത്തെ ഘടനയ്ക്കു് സാരമായ പങ്കു് വഹിച്ചിട്ടുണ്ടു്.

ഇതോടൊപ്പം പാറകൾ പലതരം ഉണ്ടെന്നും, അവയിൽ ചിലതു് ആദ്യം ഉണ്ടായതിനുശേഷം തരംതിരിഞ്ഞിട്ടുണ്ടെന്നും, അദ്ദേഹം ശഠിച്ചു.

ഹട്ടൺ എഴുതിയ 'തിയറി ഓഫ് ദി എർത്തു' എന്ന ഗ്രന്ഥം പ്രചാരത്തിൽവന്നില്ല. ഭാഗ്യവശാൽ ഒരു സുഹൃത്തായിരുന്ന ജോൺ പ്ലേഫെർ (John Playfair) 1748-1819 ധാരാളം ചിത്രങ്ങൾ വരച്ചു് 'Illustrations of the Huttunion Theory of the earth' എന്ന ഗ്രന്ഥം 1805-ൽ പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. അതോടൊപ്പം ഭൂമിയുടെ പല ഭാഗത്തും ഉറഞ്ഞുകിടക്കുന്ന മഞ്ഞുകട്ടി വലുതാകുമ്പോൾ സ്വമേധയാ ഉരുകി ഒഴുകുമെന്നും അങ്ങനെയും ഭൂമിയുടെ ഘടനയ്ക്കു വ്യത്യാസം ഉണ്ടാകുമെന്നും അദ്ദേഹം വാദിച്ചു. ഇതിന്റെയെല്ലാം ഫലമായി ജിയോളജിയിൽ ഒരു പുതിയ കാററു് 19-ാം നൂററാണ്ടായപ്പോഴേയ്ക്കും, വീശിത്തുടങ്ങി.

ഭൂമിയുടെ ഘടനയെപ്പററി മേല്പറഞ്ഞതരം പുതിയ അഭ്യൂഹങ്ങൾ വളന്നുവന്നതിനോടൊപ്പം, പൊതുവായി പ്രപഞ്ചത്തെപ്പററിയും പുതിയ നിഗമനങ്ങൾ വളന്നുവന്നു.

അതിസമത്ഥന്മാരായ ഹെർഷലും (Herschel) ലാപ്ലേസും (Laplace) മാണു് ഈ രംഗം വിപുലമാക്കിയതു്. ഹെർഷൽ ജമ്മനിയിൽ ജനിച്ചുവളന്നു എന്നു വരികിലും 20-ാമത്തെ വയസ്സിൽ സഹോദരിയുമൊത്തു് ഇംഗ്ലണ്ടിലേക്കു് താമസം മാററി. കുട്ടിക്കാലത്തു് സംഗീതത്തിൽ തല്പരനായി ഡ്വാനോവറിലെ സൈനികരുടെകൂടെ ആ കലയിൽ നല്ല കഴിവു നേടി. അങ്ങനെ ഒരു സംഗീതജ്ഞനായിട്ടാണു് ഇംഗ്ലണ്ടിലെ 'ബാത്തു്' എന്ന സ്ഥലത്തുള്ള

പള്ളിയിൽ ജോലി സ്വീകരിച്ചതു്. ആ ജോലിയിലിരിക്കുമ്പോൾ അദ്ദേഹം സഹോദരിയുമൊത്തു് അനേകം ദൂരദർശിനികൾ ഉണ്ടാക്കി. ഇവയിൽക്കൂടി നക്ഷത്രമണ്ഡലങ്ങളെ ഇവർ സശ്രദ്ധം പഠിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നു. 1781 മാർച്ചുമാസത്തിൽ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഇടയിൽ ഒരു പ്രകാശം കാണുകയും അതു് ഒരു വാൽനക്ഷത്രമാണോ എന്നു് സംശയിക്കുകയും ചെയ്തു. ഈ വിവരം ശാസ്ത്രലോകത്തു് പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയപ്പോഴാണു് അതു് പുതിയ ഗ്രഹമായ യുറാനസു് ആണെന്നു തെളിഞ്ഞതു്. വളരെ വേഗം ഹെർഷൽ പ്രസിദ്ധനായിത്തീർന്നു. റോയൽ സൊസൈററിയുടെ ഒരു മെഡൽ അദ്ദേഹത്തിനു് ലഭിച്ചു. താമസിയാതെ 1782-ൽ ജോർജ്ജ് മൂന്നാമൻ എന്ന ഇംഗ്ലണ്ടിലെ രാജാവു് അദ്ദേഹത്തെ രാജകീയ ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞനായി നിയമിച്ചു. ഹെർഷലും സഹോദരിയുംകൂടി 'സ്ലോ' എന്ന സ്ഥലത്തേയ്ക്കു് താമസം മാററി. 1822-ൽ അദ്ദേഹം മരിക്കുന്നതുവരെ അവിടെത്തന്നെ താമസിച്ചു. അതുവരെ വാനനിരീക്ഷണം നടത്തി പുതിയ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളും അഭ്യൂഹങ്ങളും, "Philosophical Transactions of the Royal Society" എന്ന മാസികയിൽ പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടിരുന്നു. അന്തരീക്ഷമണ്ഡലത്തിൻെറ ഓരോ ഭാഗത്തും കണ്ടിരുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളെപ്പററി സൂക്ഷ്മമായി പഠിച്ചു് ബൃഹത്തായ പ്രപഞ്ചത്തെ ഒന്നായിക്കാണുവാൻ കഴിഞ്ഞ ഒരു അസാമാന്യ ഗവേഷകനായി ഹെർഷൽ മാറി. മിൽക്കിവേ (Milky way) യെപ്പററിയും മററനേകം നക്ഷത്രസമൂഹങ്ങളെപ്പററിയും അദ്ദേഹം അവതരിപ്പിച്ച അഭ്യൂഹങ്ങൾ പിൽക്കാലത്തു് ശരിയാണെന്നു തെളിഞ്ഞു. ശൂന്യമായ ഒരു മഹാപ്രപഞ്ചത്തിൽ അങ്ങിങ്ങായി തങ്ങിനിൽക്കുന്ന നക്ഷത്രങ്ങളേയും ദ്വീപുകളുടെ സമൂഹമെന്നതുപോലെ പ്രപഞ്ചത്തിൽ മണ്ഡലങ്ങളായി നിൽക്കുന്ന നക്ഷ

ത്രജാലങ്ങളെയും കണ്ടുകൊണ്ടു് പ്രപഞ്ചം വികസിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒന്നാണെന്നു് സധൈര്യം അദ്ദേഹം പ്രഖ്യാപിച്ചു. അതുപോലെ 'Milky way' ഒരു ഡബിൾ കോൺവെക്സ് ലെൻസ് (Double convex lens)ന്റെ ആകൃതിയിലാണെന്നും, സൂര്യൻ അതിൻെറ ഏകദേശം നടുവിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നുവെന്നും അദ്ദേഹത്തിനു് തെളിഞ്ഞുകാണുവാൻ കഴിഞ്ഞു. ആകാശത്തെ അദ്ദേഹം കണ്ടിരുന്നതു് ഇപ്രകാരമാണു്. "Luxurian garden which contains the greatest variety of Productions in Different flurishing beds."

വിദ്യാഭ്യാസകാലത്തു ശാസ്ത്രം പഠിക്കാത്ത ഹെഷലിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമാണു് പിയറേ സൈമൺ മാർകിസ്-ഡി-ലാപ്ലേസ് (Pierre Simon Marquis-De-Laplace) 1749–1827, എന്ന മഹാനായ ശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ പശ്ചാത്തലം. പാരീസിലെ മിലിററി സ്കൂളിൽ ഗണിതശാസ്ത്രത്തിൻെറ പ്രൊഫസ്സർ ആകുന്നതിനു മുൻപു് സയൻസിൽ അടിസ്ഥാനവിദ്യാഭ്യാസം നേടി വളരെ നാൾ ശ്രദ്ധയോടെ ആകാശമണ്ഡലത്തെപ്പററി പഠിച്ചശേഷമാണു് അദ്ദേഹം തൻെറ നിഗമനങ്ങൾ പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയതു്. സിലസ്റ്റിയൽ മെക്കാനിക്സ്" (Celestial Mechanics) എന്ന പ്രസിദ്ധ ഗ്രന്ഥം 19-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ആദ്യമാണു പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയതു്. ന്യൂട്ടന്റെ 'പ്രിൻസിപ്പിയ' (Principia) എന്ന ഗ്രന്ഥത്തെ ആധാരമാക്കി രചിച്ചിട്ടുള്ള ഒരു ഗ്രന്ഥമാണിതു്. ഇതോടൊപ്പം "Exposition of the System of the worlds" എന്ന ഗ്രന്ഥവും അദ്ദേഹം രചിച്ചു. സൗരയൂഥം ഉണ്ടായതു് എങ്ങനെയാണെന്നും. സൗരയൂഥത്തിലെ വിവിധ ഘടകങ്ങൾ എല്ലാം ഒരേ വശത്തേയ്ക്കു് തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കു

ന്നതു് എന്തുകൊണ്ടാണെന്നും, അദ്ദേഹം തെളിയിക്കുവാൻ ശ്രമിച്ചു. അക്കാലത്തെ ദൂരദർശിനികളിൽക്കൂടി ചന്ദ്രനെ നോക്കുമ്പോൾ ചന്ദ്രൻെറ ചുററും ഒരു മൂടൽമഞ്ഞു് കണ്ടു വന്നിരുന്നു. യഥാത്ഥത്തിൽ ഇതു് ഭൂമിയുടെ ചുററുമുള്ള അന്തരീക്ഷത്തിൽ നീരാവി ഉണ്ടാക്കുന്ന ഒരു പ്രതികരണ മാണെങ്കിലും അക്കാലത്തു് അതു മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നില്ല. 18-ാം നൂററാണ്ടിലെ വാനനിരീക്ഷകന്മാരെല്ലാംതന്നെ, വളരെ ശക്തിയില്ലാത്ത ദൂരദർശിനികളിൽക്കൂടി നിരീ ക്ഷണം നടത്തിയിരുന്നതുകൊണ്ടു് എല്ലാ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ചുററും ഒരു വലയം കാണുകയും ഇവയെ "നെബുല" (Nebulae) എന്നു് വിളിക്കുകയും ചെയ്തു. ലാപ്ലേസിൻെറ ചിന്ത ഇതിൽനിന്നാണു് ഉദിക്കുന്നതു്. സൂര്യനും ഒരു നക്ഷത്രമാണെന്നും, സൂര്യനോടൊപ്പം കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരി ക്കുന്ന ഒരു നെബുല ഉണ്ടെന്നും, യുഗങ്ങളിൽക്കൂടി കറക്കം തുടൻുവന്നപ്പോൾ പരിധിയിലുള്ള ഭാഗങ്ങൾ തണുത്തു് കട്ടിപിടിച്ചു് മാറിപ്പോയി എന്നും, അങ്ങനെയാണു വ്യത്യസ്തങ്ങളായ ഗ്രഹങ്ങൾ ഉണ്ടായതെന്നും അദ്ദേഹം അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. അക്കാലത്തെ ശാസ്ത്രലോകം ലാപ്ലേ സിൻെറ നിഗമനങ്ങൾ അംഗീകരിച്ചു എന്നുമല്ല, ഒരു നൂററാണ്ടു കാലത്തേക്കു് അതു നിലനിൽക്കുകയും ചെയ്തു, എന്നാൽ ആധുനികകാലത്തു് ഈ അഭ്യൂഹം തെററാണെന്നു തെളിഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്. പല അഭ്യൂഹങ്ങളും ഇതിനു പകരം ഉണ്ടായിട്ടുണ്ടെങ്കിലും, അവ ഒന്നുംതന്നെ തൃപ്തികരമല്ല എന്നുള്ളതും പ്രസ്താവിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. സിലസ്റ്റിയൽ മെക്കാനിക്സ് എന്ന പുസ്തകം ലാപ്ലേസ് നെപ്പോളിയനു് കൊടുത്തപ്പോൾ അദ്ദേഹം ലാപ്ളേസിനോടു് പുസ്തകത്തി ലൊരിടത്തും പ്രപഞ്ചകത്താവായ ദൈവത്തെപ്പററി പറ ഞ്ഞിട്ടില്ലല്ലോ എന്നു ചോദിച്ചു. ഇതിനു മറുപടിയായി ലാപ്ളേസ് പറഞ്ഞതു് "എനിക്കു് ആ അഭ്യൂഹത്തിൻെറ

ആവശ്യമില്ലായിരുന്നു" (I had no need for that hypothesis) എന്നാണ്. ചക്രവത്തി തിരിച്ചു പറഞ്ഞതു് ഇപ്രകാരമാണ്: "എന്നാലും അതു് സുന്ദരമായ അഭ്യൂഹമാണെന്നും, അതു് പലതിനേയും വിശദീകരിക്കുന്നു ("It is neverthless a beautiful hypothesis and explains many things") എന്നാണ്. ആ കാലഘട്ടത്തെ ചിന്ത ഏതു വഴിക്കു് തിരിയുന്നു എന്നു് കാണിക്കുന്ന ഒരു സംഭാഷണമാണിതു്.

18-ാം നൂററാണ്ടിൽ നടന്ന ശ്രദ്ധേയമായ മറെറാരു സംഗതി, മസൂരിരോഗത്തിനു് (Small pox) പ്രതിവിധ കണ്ടുപിടിച്ചു എന്നതാണ്. നൂററാണ്ടുകളായി മനുഷ്യനെ ഭയപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടിരുന്ന സുഖക്കേടുകളിൽ ഒന്നായിരുന്നു ഇതു്. മസൂരി, പ്ലേഗ്, കോളറ, മുതലായവ ലക്ഷക്കണക്കിനാളുകളെ ആണ്ടോടാണ്ടു് നശിപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നു. 10-ാം നൂററാണ്ടിലാണ് മസൂരി യൂറോപ്പിലെത്തിയതെങ്കിലും, ക്രമേണ ഈ രോഗാണുക്കൾ ശക്തിപ്രാപിച്ചു. 18-ാം നൂററാണ്ടായപ്പോഴേക്കും ഇതു് ഒരു ഭയങ്കര വ്യാധി ആയിത്തീൎന്നു. ആ നൂററാണ്ടിൽ 600 ലക്ഷം പേർ ഈ വ്യാധികൊണ്ടു് മരിച്ചു. അതായതു് 10 ആളുകളിൽ ഒരാൾ വീതം മരിച്ചു. സുഖക്കേടുകളിൽനിന്നു് മോചനം കിട്ടിയാൽതന്നെ, മുഖത്തും ദേഹത്തും വടുക്കൾ അവശേഷിച്ചു് ദേഹപ്രകൃതിയെ അലങ്കോലപ്പെടുത്തിയിരുന്നു, എന്നാലും ഒരിക്കൽ ഈ രോഗം പിടിപെട്ടു് അതിൽനിന്നും രക്ഷ പ്രാപിച്ചാൽ പിന്നീടു് ഈ രോഗം സാധാരണയായി ആവത്തിക്കകയില്ലെന്നു് പൊതുവെ അറിയാമായിരുന്നു. അറബിരാജ്യങ്ങളിൽ ഈ രോഗം പിടിപെട്ട ആളിൻെറ ദേഹത്തുനിന്നു് കുറച്ചു് പഴപ്പെടുത്തു് പിടിപെടാത്ത ആളിൻെറ ദേഹത്തു് കുത്തിവച്ചു് ചെറിയ

ത്തോതിൽ രോഗം ഉണ്ടാക്കി, അതിൽനിന്നും രക്ഷനേടുന്ന മാർഗ്ഗം നടപ്പിൽ വന്നിരുന്നു. ഈ സമ്പ്രദായം ഇംഗ്ലണ്ടിലേക്ക് 18-ാം നൂററാണ്ടിൽ ലേഡി മേരി വോർട്ട്ലിമൊൺടേഗു (Lady Mary wortley Montagu) കടത്തിവിട്ടിരുന്നു. അവരുടെ കുട്ടികളെ മസൂരിക്ക് കുത്തിവച്ച് ഈ സുഖക്കേടിൽനിന്നും രക്ഷ നേടിക്കൊടുത്തു, എന്നുമല്ല, അന്നത്തെ രാജ്ഞിയോട്ട് അവരുടെ കുട്ടികളേയും ഇപ്രകാരം രക്ഷിക്കാൻ അവർ ആവശ്യപ്പെട്ടു. രാജ്ഞിയാകട്ടെ രാജാധികാരം ഉപയോഗിച്ച് ആറു തടവുകാൎക്ക് ഈ കുത്തിവയ്പ്പു നടത്തി പരീക്ഷണം നടത്തി. തൽഫലമായി ഇതു് വിജയകരമായ ഒരു രക്ഷാമാർഗ്ഗമാണെന്നു് അവൎക്ക് ബോദ്ധ്യമായി. എന്നാൽ ഈ രീതി പ്രചാരത്തിൽ വന്നപ്പോൾ ഇതു് നൂറു ശതമാനം വിജയിക്കയില്ല എന്നതും സ്പഷ്ടമായി, ചില ആളുകൾക്ക് ഭയങ്കരമായ ഭവിഷ്യത്തു് ഉണ്ടാകുന്നതായും കാണപ്പെട്ടു.

കുറേക്കൂടി സുഗമമായ ഒരു പ്രതിവിധി കണ്ടുപിടിച്ചതു് എഡ്വേഡ് ജെന്നർ എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് ഡോക്ടറാണു്. പ്രസിദ്ധ ലണ്ടൻ ഡോക്ടറായ ജോൺ ഹണ്ടർ എന്ന ആളിന്റെ കീഴിൽ വൈദ്യം അഭ്യസിച്ചതിനുശേഷം ജെന്നർ ഒരു ഉൾനാടൻ പ്രദേശമായ ഗ്ലസ്റ്റർഷേറിൽ പ്രാക്ടീസ് ആരംഭിച്ചു. ചില ആളുകൾക്ക് മസൂരിപ്പഴപ്പ് കുത്തിവച്ചപ്പോൾ ഈ രോഗം ബാധിക്കുന്നില്ല എന്നു് അദ്ദേഹം കണ്ടു. സൂക്ഷ്മമായി അന്വേഷിച്ചപ്പോൾ ഈ ആളുകൾക്ക് കൗപോക്സ് (Cowpox) രോഗം മുൻപ് പിടിപെട്ടിരുന്നു എന്നു് മനസ്സിലായി. സാധാരണ ജനങ്ങളുടെ ഇടയിൽ കൗപോക്സ് പിടിച്ചവൎക്ക് മസൂരി പിടിക്കയില്ല എന്ന വിശ്വാസം ഉണ്ടായിരുന്നതും അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി. ധൈര്യം അവലംബിച്ച് അദ്ദേഹം ഒരു

സ്ത്രീയുടെ Cowpox . വ്രണത്തിൽനിന്നും പഴപ്പെട്ടത്ത് ജെയിംസ് ഫിപ്സ (James Phipps) എന്ന എട്ടു വയസ്സായ കുട്ടിയെ കുത്തിവെച്ചു. പിന്നീട്ട് ആ കുട്ടിക്ക് മസൂരിപ്പഴപ്പ് കുത്തിവെച്ചപ്പോൾ യാതൊരു സുഖക്കേടും ഉണ്ടായില്ല എന്നു് അദ്ദേഹം കണ്ടു. 1798-ൽ അദ്ദേഹം ഈ വിവരമെല്ലാം പ്രസിദ്ധംചെയ്തു. (Enquiry into the Cause and effects of the Variolae vaccinae Cowpox) എന്നാൽ അന്നത്തെ സമുദായം ഈ രീതിയെ എതിർപ്പില്ലാതെ സ്വീകരിച്ചില്ല. പശുവിൽനിന്നെടുക്കുന്ന പഴപ്പ് മനുഷ്യനു് കുത്തിവെച്ചാൽ അവക്ക് കൊമ്പും വാലും ഉണ്ടാകുമെന്നുവരെ ചില ആളുകൾ വാദിച്ചു. ഇങ്ങനെ കുത്തിവെയ്പ്പ് നടത്തുന്നതിനു് വിപരീതമായി പ്രവൎത്തിക്കുവാൻ ഒരു സഭയും രൂപീകരിച്ചു എന്നതും പ്രസ്താവ്യമാണു്. ഭാഗ്യവശാൽ ശ്രേഷ്ഠന്മാരായ പല ആളുകളും ജെന്നറുടെ സഹായത്തിനെത്തി. അവരും ഒരു സഭ ഉണ്ടാക്കി വാക്സിനേഷൻ സമ്പ്രദായം പ്രചരിപ്പിക്കാൻ തുടങ്ങി. പതിനെട്ടു മാസത്തിനുള്ളിൽ 12000 പേരെ കുത്തിവെച്ചു. തൽഫലമായി മസൂരിരോഗംകൊണ്ടു് മരിക്കുന്ന ആളുകളുടെ സംഖ്യ കുറഞ്ഞുതുടങ്ങി. ബ്രിട്ടീഷ് പാർലിമെൻറു് ജെന്നർക്ക് 30,000 പവൻ സംഭാവന ചെയ്തു. ഇതിനെ തുടൎന്ന് അന്യരാജ്യങ്ങൾ ഈ രീതി അനുകരിച്ചു. നെപ്പോളിയൻ തൻെറ സൈന്യത്തെ മുഴുവൻ വാക്സിനേഷൻ ചെയ്യിച്ചു. അമേരിക്കയിൽ ബെഞ്ചമിൻ വാട്ടർ ഹൗസ് എന്ന പ്രൊഫസ്സർ തൻെറ കുട്ടികളെ വാക്സിനേഷൻ ചെയ്തു് മസൂരിയിൽനിന്നും രക്ഷിച്ചു് ഈ സമ്പ്രദായം ജനങ്ങൾക്കു് കാണിച്ചുകൊടുത്തു. ഈ രീതി പെട്ടെന്നു് വളരെ പ്രചാരത്തിൽ വന്നു; എന്നുമല്ല, ഇക്കാലത്തു് വില്ലൻചുമ, ഡിഫ്ത്തീരിയ, സ്കാർലെററു്

ഫീവർ, (Scarlet fever) മുതലായ രോഗങ്ങൾക്ക് പ്രതിവിധി കണ്ടുപിടിച്ചതും ഇതേ തത്വം ഉപയോഗിച്ചാണ്.

18-ാം നൂററാണ്ടിൽ സയൻസിൽ ഉണ്ടായ വളർച്ചയേയും ആ വളർച്ചയ്ക്ക് സമകാലീന ജീവിതത്തിൽ ഉണ്ടായ പ്രത്യാഘാതങ്ങളേയും സൂക്ഷിച്ചു നോക്കിയാൽ മനുഷ്യ ജീവിതം വികസിക്കുന്നതായിട്ട് കാണാം. ഈ നൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനകാലത്തേക്ക് നീങ്ങുമ്പോൾ അന്നത്തെ തത്വചിന്തകന്മാർ ഒരു ആദർശസമുദായം സൃഷ്ടിക്കുവാൻ വിഷമമുണ്ടാകുകയില്ല എന്ന് പ്രവചിക്കുന്നതായിക്കാണുന്നു. മനുഷ്യബുദ്ധി ഉപയോഗിച്ച് ജനസമുദായങ്ങളുടെ ജീവിതരീതി നിയന്ത്രിച്ചാൽ ജീവിതം എല്ലാവക്കും സുഖകരമാക്കാമെന്ന് അന്ന് പരക്കെ വിശ്വസിച്ചിരുന്നു. ഈ ശുഭാപ്തിവിശ്വാസത്തിന് വിപരീതമായി ശബ്ദമുയർത്തിയ ഒരാളാണ് റോബർട്ട് വാലസ് എന്ന സ്കോട്ട്ലൻഡ്കാരൻ. യുദ്ധവും, ദാരിദ്ര്യവും, അനാരോഗ്യവും മനുഷ്യസമുദായത്തിൽനിന്ന് നിർമ്മാർജ്ജനം ചെയ്താൽ ഈ ലോകത്തിന് താങ്ങാൻ കഴിയാത്തവണ്ണം മനുഷ്യർ പെരുകുമെന്നും അദ്ദേഹം വാദിച്ചു. അങ്ങനെ ക്രമാതീതമായി മനുഷ്യരുടെ സംഖ്യ വദ്ധിക്കുകയാണെങ്കിൽ ഭൂമിയിലെ വിഭവങ്ങൾകൊണ്ട് ജീവിതം സുഖകരമാക്കുവാൻ കഴിയുകയില്ലെന്നു അദ്ദേഹം സൂചിപ്പിച്ചു. ജനസംഖ്യാനിയന്ത്രണത്തിനുവേണ്ടി വൻതോതിൽ മനുഷ്യരെന്തെങ്കിലും ചെയ്യുകയില്ലെന്നും അദ്ദേഹം വാദിച്ചു.

ഈ വഴിക്ക് കൂടുതൽ അഗാധമായി ചിന്തിച്ച ഒരാളാണ് തോമസ് മാൽത്തസ് (Thomas R Malthus) 1766–1844 ഓക്സ്ഫോർഡ് സവ്വകലാശാലയിൽ ബിരുദം നേടിയതിനുശേഷം 1797-ൽ ഇദ്ദേഹം പുരോഹി

തനായി. ഒരു ആദർശസമുദായത്തിൻെറ സാദ്ധ്യതയെപ്പററി വിശ്വസിച്ചിരുന്ന മാൽത്തസ് അച്ഛനുമായി അഭിപ്രായസംഘട്ടനത്തിൽ ഏർപ്പെട്ടു. തൻെറ വാദമുഖങ്ങൾ സ്ഥാപിക്കുന്നതിന്ന് അദ്ദേഹം ജനസംഖ്യാവർദ്ധനവിനെപ്പററി ഒരു സൂക്ഷ്മപഠനം നടത്തുകയും അതിൻെറ ഫലങ്ങൾ പ്രസിദ്ധീകരിക്കയും ചെയ്തു. (Essay on the Principle of population) അദ്ദേഹം വാദിച്ചതു് ഇപ്രകാരമാണു്. ലോകത്തു് ജനസംഖ്യ ഒരു ആയിരം മില്യൺ ആണെന്നു് വിചാരിക്കുക. അതു് വർദ്ധിക്കുന്ന നിരക്കിൻെറ അനുപാതം 5. 2, 4, 8, 16, 32, 64. 128, 256, 513 എന്നു തരത്തിലാണെങ്കിൽ ഭൂമിയിലെ ഭക്ഷ്യസാധനങ്ങളും വർദ്ധനവിൻെറ അനുപാതം 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 എന്നീ പ്രകാരമേ ആയിരിക്കയുള്ളൂ. രണ്ടു് തൊട്ടടുത്ത ശതാബ്ദങ്ങളിലെ ജനസംഖ്യവർദ്ധനവും, ആഹാരസാധനങ്ങളുടെ വർദ്ധനവും തമ്മിലുള്ള അനുപാതം 512 : 10 എന്നായിരിക്കും, രണ്ടായിരം കൊല്ലങ്ങൾ കൊണ്ടു് നികത്താനാവാത്ത വിടവുകൾ മനുഷ്യസമുദായം സൃഷ്ടിക്കുമെന്നുള്ളതു് നിസ്തർക്കമാണെന്നു് തെളിയുന്നു. സയൻസും, ടെക്നോളജിയും സമൃദ്ധിയുണ്ടാക്കാൻ സഹായിക്കുമെന്ന ബോദ്ധ്യത്തോടെയാണു് മൽത്തോസ് ഈ ദുഃഖസത്യങ്ങളെ പ്രചരിപ്പിച്ചതു്. ഈ നിഗമനങ്ങളെ എതിർക്കുവാൻ പലയാളുകളും മുതിർന്നു, എങ്കിലും ആധുനികചിന്താഗതിയിൽ ഈ നിഗമനം ഒരു ചോദ്യചിഹ്നമായി അവശേഷിക്കുന്നു,

---

പത്തൊൻപതാം നൂററാണ്ട്

മാനവസമുദായത്തിൻെറ ചരിത്രത്തിൽ 19-ാം നൂററാണ്ടിന് അതിപ്രധാനമായ ഒരു സ്ഥാനമാണുള്ളത്. പാശ്ചാത്യരാജ്യങ്ങളിൽ ജീവിതത്തിൻെറ എല്ലാ തുറകളിലും ആ കാലഘട്ടത്തിൽ പുരോഗതിയുടെ കാററ് ശക്തിയായി വീശി. ഇംഗ്ലണ്ടിലെ രാജകീയ കവി ആയിരുന്ന ആൽഫ്രഡ് ടെന്നിസൺ "യുഗങ്ങളിൽക്കൂടി വളൎന്നുവന്നിരിക്കുന്ന ജീവിതത്തിൽ ഒരു മഹത്തായ ലക്ഷ്യം ഉണ്ടെന്നുള്ളതിൽ എനിക്കു് യാതൊരു സംശയവുമില്ല." എന്നു് പാടിയിട്ടുണ്ട്. രാഷ്ട്രീയമായിട്ടു നോക്കിയാൽ കൊളോണിയലിസത്തിൽനിന്നു് വിമോചിതരായ അമേരിക്കക്കാർ സ്വാതന്ത്ര്യമായി അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ നീണ്ടുനിന്ന ഒരു ആഭ്യന്തരകലഹത്തിനുശേഷം കെട്ടിപ്പടുത്തു. വ്യാവസായികവിപ്ളവത്തിൻെറയും ഫ്രഞ്ചുവിപ്ലവത്തിൻേറയും ഫലങ്ങൾ യൂറോപ്പിലെ ജനങ്ങൾ അനുഭവിക്കുവാൻ തുടങ്ങി, മുൻ നൂററാണ്ടുകളെ അപേക്ഷിച്ച് യുദ്ധം യൂറോപ്പിൽ കുറവായിരുന്നു. നെപ്പോളിയൻെറ സാമ്രാജ്യം 1815-ൽ തകൎന്നതിനുശേഷം ഫ്റാൻസ്, സ്പെയിൻ, ഇററലി, ഗ്രീസ്. ഹംഗറി, ലാററിനമേരിക്ക എന്നിവിടങ്ങളിൽ പ്രസിദ്ധ വിപ്ളവങ്ങൾ നടന്നു. റഷ്യയിലും, ജർമ്മനിയിലും, അമേരിക്കയിലും അടിമത്തം ഇല്ലാതായി, ബ്രിട്ടണിൽ വോട്ടിംഗ് സമ്പ്രദായം പരിഷ്ക്കരിക്കപ്പെട്ടു. ഇററലിയും, കിഴക്കൻ യൂറോപ്യൻ രാജ്യങ്ങളും സ്വതന്ത്രമായി. കാലത്തിനൊത്തു് വളരാൻ സാധിക്കാതിരുന്ന ഏഷ്യയിലെ പല രാജ്യങ്ങളും പാശ്ചാത്യശക്തികളുടെ കീഴിൽ അമൎന്നു. ഈ പശ്ചാത്തലത്തിലാണു് സയൻസ് മുൻപോട്ടു നീങ്ങിയതു്: പുരോഗതിയിലുള്ള വിശ്വാസം

ഈ രംഗത്തു് ക്രമേണ മുറുകി കൊട്ടുമ്പിരികൊണ്ടു് ഈ നൂററാണ്ടിൻെറ അന്ത്യത്തിൽ അഹങ്കാരത്തിലേക്കു് മാറുന്നതായിക്കാണാം. "Pride goes before a fall" എന്ന പഴഞ്ചൊല്ലു് സൻസ്സിൻെറ ചരിത്രത്തിലും ആവത്തിക്കപ്പെട്ടു.

എന്നിരുന്നാലും സയൻസിൻെറ വിഭാഗങ്ങൾ വളരെ അധികം ഈ നൂററാണ്ടിൽ പുരോഗമിച്ചു എന്നുവെച്ചു്, ഈ പുരോഗതിക്കു് കാരണക്കാരനായ ശാസ്ത്രജ്ഞനു് വിഷമങ്ങളൊന്നും ഇല്ലായിരുന്നു എന്നു് വിചാരിക്കുന്നതു് തെററാണു്. എക്കാലത്തേയുംപോലെ, അയാൾ, സ്വന്തമായി തിരഞ്ഞെടുത്ത ഒരു പന്ഥാവിലൂടെ ജിജ്ഞാസയാൽ ആകൃഷ്ടനായി, ക്ലേശം നിറഞ്ഞതാണെങ്കിലും ഉത്തമമെന്നു് തനിക്കു തോന്നിയ രീതിയിൽക്കൂടി. മിക്കവാറും ഏകനായി ഗവേഷണശാലകളിൽ വളരെക്കൊല്ലങ്ങൾ കഴിച്ചുകൂട്ടിയാണു് വിജയം നേടിയതു്. ഈ ഗവേഷണപടുക്കളുടെ ദൈനംദിനജീവിതം ഭാരതീയ ഋഷിവര്യന്മാരുടെ ജീവിതത്തെയാണു് സ്മരിപ്പിക്കുന്നതു്. സുഖഭോഗങ്ങളിൽ മുഴുകാതെ പ്രകൃതിരഹസ്യങ്ങളെ അന്വേഷിച്ചു് സ്ഥിരോത്സാഹത്തോടെ വളരെ നാൾ പ്രപഞ്ചസൃഷ്ടിയുടെ ആനന്ദാനുഭൂതികളിൽ ലയിച്ചു് നൂതനമായ അറിവു് മാനവസമുദായത്തിനു് നേടിക്കൊടുത്ത ഈ മഹാന്മാരാണു് മനുഷ്യജീവിതത്തെ അർത്ഥവത്താക്കി പുരോഗതിയിലേക്കു് നയിച്ചിട്ടുള്ളതു്. ഇങ്ങനെ ഉള്ളവരുടെ സംഖ്യ ഈ നൂററാണ്ടിൽ വദ്ധിച്ചു എന്നുമല്ല, സയൻസിൻെറ വിവിധ രംഗങ്ങളിൽ ഇങ്ങനെ ഉള്ളവർ വളന്നുവരികയും ചെയ്തു. ആയതിനാൽ 19–ാം നൂററാണ്ടിൽ രസതന്ത്രത്തിലും, ഊജ്ജതന്ത്രത്തിലും, ജ്യോതിശാസ്ത്രത്തിലും, ബയോളജിയിലും മററുമെല്ലാം അത്ഭുതകരമായ പുരോഗമനമുണ്ടായി.

19-ാം നൂററാണ്ടിലെ പുരോഗതിയുടെ ശീഘ്റതയിൽ പാശ്ചാത്യലോകം അത്ഭുതപ്പെട്ടുകയും, മതിമയങ്ങുകയും ചെയ്തു. ആ നൂററാണ്ടിൻെറ അന്ത്യമായപ്പോൾ പല ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടേയും അഭിപ്രായം, ലോകരഹസ്യങ്ങളെല്ലാം മിക്കവാറും മനുഷ്യൻെറ കയ്യിൽ ലഭിച്ചുകഴിഞ്ഞു എന്നും ബാക്കിയുള്ളതു് വിഷമം കൂടാതെ സയൻസിൻെറ മാർഗ്ഗത്തിൽക്കൂടി ലഭിക്കുമെന്നും ആയിരുന്നു. മാത്രമല്ല, സയൻസിൽ പുരോഗതി നേടിയ പരീക്ഷണമാർഗ്ഗങ്ങൾ മററു പല രംഗങ്ങളിൽ ആളുകൾ ഉപയോഗിക്കുവാൻ തുടങ്ങി ഉദാഹരണമായി ടെയിൻ (Hippolyli Taine) എന്ന പ്രസിദ്ധ ഫ്റഞ്ചു് പണ്ഡിതൻ ചരിത്രവും, സാഹിത്യനിരൂപണവും, സയൻസിൻെറ വിഭാഗങ്ങളാണെന്നു് വാദിക്കുവാൻ തുടങ്ങി. 19-ാം നൂററാണ്ടിലെ അത്ഭുതകരമായ പുരോഗമനത്തിൽ ഏററവും കൂടുതൽ പങ്കാളി ആയതു് രസതന്ത്രമാണു്. ആവേശത്തോടുകൂടി മുൻപോട്ടു നീങ്ങിയ ഈ രംഗത്തിൽ വളരെ അർത്ഥവത്തായ പല വിഭാഗങ്ങളുമുണ്ടായി. ഉദാഹരണമായി ഇലക്ട്രോകെമിസ്ട്രി (Electro chemistry) ഓർഗാനിക് കെമിസ്ട്രി (Organic chemistry), ഇൻ ഓർഗാനിക് കെമിസ്ട്രി (In organic chemistry) ആഗ്രികൾച്ചറൽ കെമിസ്ട്രി Agricultural chemistry), ഫിസിക്കൽ കെമിസ്ട്രി (Physical chemistry) തുടങ്ങിയവയാണു്. ഈ നൂററാണ്ടിന്റെ ആദ്യംതന്നെ ഈ വിവിധ വിഭാഗങ്ങളിലും പ്രവത്തിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്നതായ അഞ്ചു് പൊതുനിയമങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചു. രാസവസ്തുക്കളുടെ വിവിധ തരത്തിലുള്ള പ്രതിപ്രവത്തനങ്ങൾ നിയന്ത്രിക്കുന്നതായ പൊതുനിയമങ്ങൾ ദൃശ്യമായതോടുകൂടി രസതന്ത്രം ശൈശവാവസ്ഥയിൽ നിന്നു് കൗമാരദശയിലേക്കു് പ്രവേശിച്ചു. ഇതോടൊപ്പം അടിസ്ഥാനമൂല്യങ്ങളായി കരുതിയിരുന്ന വായു, വെള്ളം, മണ്ണു് മുതലായവയിൽ ഒന്നിൽക്കൂടുതൽ മൂലകങ്ങൾ ഉണ്ടെന്നു് തെളിഞ്ഞു. പുതുതായി കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ട ഇല

ക്ട്രിക്സിററി ഉപയോഗിച്ച് ഒന്നിനു പുറകേ ഒന്നായി പുതിയ അനേകം മൂലകങ്ങൾ (elements) കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇവയുടെ പുതിയ സംയുക്തങ്ങളെപ്പററി സൂക്ഷ്മമായി പഠിച്ചപ്പോൾ പുതിയ നിയമങ്ങളും കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. അങ്ങനെയാണ് ദൈനംദിന ആവശ്യങ്ങൾക്കും ആരോഗ്യ സംരക്ഷണത്തിനും ആവശ്യമുള്ള പ്രത്യേകം സംയുക്ത ങ്ങളെ ഉണ്ടാക്കുന്നതിനായി പ്രധാനമായും ഉപയോഗിച്ചു വന്ന ഒരു രംഗം, ഏററവും രസകരമായ നിയമങ്ങൾക്ക് വിധേയമായ ഒന്നായി രൂപാന്തരപ്പെട്ടതു്. ഇതിന്റെ എല്ലാം അടിസ്ഥാനകാരണം ബ്ളാക്ക് (Black) കാവൻഡിഷ്, (Cavendish) ലാവോയ്സിയർ, (Lavoisier) മുതലായ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ, സാധനങ്ങളുടെ തൂക്കം കണക്കിലാക്കി, പ്രതിപ്രവത്തന പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിയതുകൊണ്ടായിരുന്നു. ഈ വഴിക്ക് മാർഗ്ഗദർശനം നൽകിയതു് ഫ്രഞ്ചുകാരനായ ജോസഫ് ലൂയി, പ്രൗസ്റ്റ് (Joseph Louis Proust [1754–1826] ആണ്, പൂണ്ണപരിശുദ്ധിയുള്ള ഓരോ സംയുക്തത്തിലും മൂലകങ്ങൾ സംയോജിച്ചിരിക്കുന്നതു് അതിൻെറതായ ഒരു അനുപാതക്രമത്തിലാണെന്ന് അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. "ലോ ഓഫ് ഡെഫനിററ് പ്രൊപ്പോഷൻസ്'' എന്ന നാമധേയത്തിൽ അറിയപ്പെടുന്ന ഈ നിയമം അന്നത്തെ ശാസ്ത്രലോകം ആദ്യം അംഗീകരിച്ചില്ല. ബെത്ത്ലോ (Berthelot) എന്ന ഫ്രഞ്ചു് രസതന്ത്ര ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് ഈ നിയമത്തെ അടിസ്ഥാനപരമായി ചോദ്യം ചെയ്തതു്. ടിൻ വായുവിൽ വച്ച് തപിപ്പിക്കുമ്പോൾ ക്രമേണ. കൂടുതൽ കൂടുതൽ ഓക്സിജനുമായി പ്രതിപ്രവത്തിക്കുന്നു എന്നു് പരീക്ഷണങ്ങൾകൊണ്ടു് കാണിച്ചു. പ്രൗസ്റ്റ് ഉത്തരം കിട്ടാതെ വിഷമിച്ചു. ഇക്കാലത്തു തന്നെ മററു നിയമങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു വന്നതിനാൽ നിയമത്തിലുള്ള വിശ്വാസം വളന്നുവന്നിരുന്നു.

ഉദാഹരണമായി ലവോയ്സിയർ കണ്ടുപിടിച്ച ദ്രവ്യസംരക്ഷണനിയമം"; ("Law of Conservation of Matter") ഈ തത്വമനുസരിച്ച് പ്രകൃതിയിൽ ഉള്ള വസ്തുക്കളുടെ ആകെ തൂക്കത്തിനു് യാതൊരു മാററവും സംഭവിക്കുന്നില്ല; രണ്ടു വസ്തുക്കൾ തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവത്തിച്ച് പുതുതായ സംയുക്തങ്ങളുണ്ടാകുമ്പോൾ അവയുടെ ആകെ തൂക്കത്തിനു് വ്യത്യാസമുണ്ടാകുന്നില്ല എന്നു് ത്രാസ് ഉപയോഗിച്ച് പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി ലാവോയ്സിർ തെളിയിച്ചു. അതുപോലെ 'റിച്ചർ' (Richter) എന്ന രസതന്ത്രജ്ഞൻ മറെറാരു നിയമം കണ്ടുപിടിച്ചു. (രാസ സമഭാര നിയമം.... (Law of Equivalent weights) അന്യോന്യം പ്രതിപ്രവത്തിക്കുന്ന A, B, C എന്ന മൂന്നു് മൂലകങ്ങളിൽ A യും B യും തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവത്തിക്കുന്ന തൂക്കങ്ങളുടെ അനുപാതവും, A യും, C യും പ്രതിപ്രവത്തിക്കുന്ന തൂക്കങ്ങളുടെ അനുപാതവും കണ്ടുപിടിച്ചപ്പോഴാണു് ഈ നിയമം ദൃശ്യമായതു്.

A യുടെ തൂക്കം : B യുടെ തൂക്കം = x : y

" " : C " " = x : z

എന്നും ആകുമ്പോൾ B യും, C യും തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവത്തിക്കുകയാണെങ്കിൽ അവയുടെ തൂക്കങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള അനുപാതം y : z എന്നോ, ഈ അനുപാതത്തോടു് ബന്ധപ്പെട്ട ലളിതമായ ഒരനുപാതമോ ആയിരിക്കും എന്നാണു് തെളിഞ്ഞതു്. ഈ നിയമത്തിൻെറ വെളിച്ചത്തിൽ മൂലകങ്ങളുടെ ഒരു പട്ടിക തയ്യാറാക്കി അവയിൽ ഓരോന്നിനും ഓരോ സംഖ്യ കൊടുത്തു് അവ തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവത്തിക്കുമ്പോൾ ഏതനുപാതത്തിൽ ആയിരിക്കുമെന്നു് നേരത്തേ തന്നെ മനസ്സിലാക്കുവാൻ റിച്ചർക്കു് കഴിഞ്ഞു. ഓരോ മൂലകത്തിനും കൊടുക്കേണ്ടതായിവന്ന സംഖ്യയുടെ പേരു്

ആ മൂലകത്തിൻെറ രാസസമഭാരം എന്നു് (equivalent weights) നിർദ്ദേശിച്ചുവന്നു. ആസിഡുകളും, ക്ഷാരഗുണമുള്ള ബേസുകളും തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവത്തിച്ചു് നിർവീര്യപ്പെട്ടു് ലവണങ്ങളും, ജലവും ഉണ്ടാകുമ്പോഴും അവയുടെ പ്രതിപ്രവർത്തനം ഒരു നിശ്ചിത അനുപാതത്തിലാണു് നടക്കുന്നതു് എന്നു് തെളിഞ്ഞതിൽനിന്നാണു് രാസസമഭാരത്തെ (Equivalent weights)പ്പററിയുള്ള ബോധം വളർന്നതു്.

ഇതേ കാലഘട്ടത്തിൽത്തന്നെ ഗേ ലൂസ്സാക്ക് (Gay Lussac) എന്ന ഫ്രഞ്ചുശാസ്ത്രജ്ഞൻ വാതകങ്ങളുടെ പ്രതിപ്രവത്തനങ്ങളെപ്പററി ഒരു നിയമം കണ്ടുപിടിച്ചു. ഒരേ ഊഷ്മാവിലും ഒരേ മർദ്ദത്തിലും പ്രതിപ്രവത്തിക്കുന്ന വാതകങ്ങളുടെ വ്യാപ്തങ്ങൾ തമ്മിൽ ലളിതമായ അനുപാതം ഉണ്ടായിരിക്കണമെന്നും, പ്രതിപ്രവത്തിച്ചുണ്ടാകുന്ന സംയുക്തം വാതകമാണെങ്കിൽ അതിൻെറ വ്യാപ്തത്തോടും ലളിതമായ അനുപാതം കാണുമെന്നും അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. ഉദാഹരണമായി ഹൈഡ്രജനും ക്ലോറിനും കൂടി പ്രതിപ്രവത്തിച്ചു് ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡു് വാതകം ഉണ്ടാകുമ്പോൾ ഓരോ വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജനും ഓരോ വ്യാപ്തം ക്ലോറിനുമായിച്ചേന്നു് 2 വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡു് ഉണ്ടാകുന്നു. അതുപോലെ നൈട്രജനും, ഹൈഡ്രജനും ചേന്നു് അമോണിയ വാതകം ഉണ്ടാകുമ്പോൾ ഓരോ വ്യാപ്തം നൈട്രജനും മൂന്നു വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജനോടു ചേന്നു് രണ്ടു വ്യാപ്തം അമോണിയ വാതകം ഉണ്ടാകുന്നു. ഒന്നിനു പുറകെ ഒന്നായി ഇതുപോലെ അനേകം ദൃഷ്ടാന്തങ്ങൾ കാലക്രമത്തിൽ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു.

മേൽ കാണിച്ചതിൽ നിന്നും മനസ്സിലാകുന്നതു് നൂററാണ്ടുകളായി മനുഷ്യൻ കണ്ടുപിടിച്ചിരുന്ന രാസക്രിയകളെല്ലാം (chemical reactions) ചില പൊതുനിയമങ്ങൾക്കു് വിധേയമാണെന്നാണു്. ഇപ്രകാരം ഭൗതിക വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനം ചില നിയമങ്ങൾക്കു് വിധേയമാണെങ്കിൽ വസ്തുക്കളുടെ ആന്തരിയമായ ഘടന എങ്ങനെ ആയിരിക്കണമെന്നതു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ചിന്തിച്ചുതുടങ്ങിയതിൽ അത്ഭുതമില്ല. വസ്തുക്കളുടെ ഘടന ലളിതമായെങ്കിൽ മാത്രമേ അവ തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനം ലളിതമാകുവാൻ വഴിയുള്ളു. ഈ വഴിക്കു് സമർത്ഥമായി ചിന്തിച്ചു് ഒരു പുതിയ പന്ഥാവു് വെട്ടിത്തെളിച്ച മഹാനാണു് ഇംഗ്ലണ്ടിലെ ജോൺ ഡാൽട്ടൺ. മാഞ്ചെസ്റ്ററിലെ ഒരു നിശാപാഠശാലയിലെ അദ്ധ്യാപകനായിരുന്ന ഡാൽട്ടൺ അതിസമർത്ഥനായ ഒരു ഗവേഷകനായിരുന്നു. കാലാവസ്ഥയെപ്പററി സൂക്ഷ്മമായി പഠിക്കുന്നതിനുവേണ്ടി അദ്ദേഹം രണ്ടു ലക്ഷത്തോളം പോയിൻറുകൾ കുറിച്ചുവെച്ചിരുന്നു എന്നോക്കുമ്പോൾ അദ്ദേഹം എത്രമാത്രം പരിശ്രമശാലിയായിരുന്നു എന്നു് നമുക്കു് മനസ്സിലാകുന്നതാണു്. തന്റെ ചിന്തകളെല്ലാം ക്രോഡീകരിച്ചു് "The new system of chemical Philosophy" എന്ന ഗ്രന്ഥം അദ്ദേഹം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തി. അതിലാണു് ലോകപ്രസിദ്ധമായ അണുസിദ്ധാന്തം [Atomic theory] അദ്ദേഹം ഉൾക്കൊള്ളിച്ചതു്. അഞ്ചു തത്വങ്ങളാണു് അതിൽ അദ്ദേഹം പ്രധാനമായി സമർത്ഥിച്ചതു്.

1. നാം കാണുന്ന എല്ലാ പദാർത്ഥങ്ങളും ഒന്നിനോടൊന്നു തൊടാതെ വ്യത്യസ്തങ്ങളായിരിക്കുന്നതും, നശീകരിക്കാൻ സാദ്ധ്യമല്ലാത്തതും, അവിഭാജ്യങ്ങളുമായ ആററങ്ങളാൽ നിർമ്മിതമാണു്.

2. ഓരോ എലിമെൻറ്റിനും (മൂലകം) അതാതിൻേറതായ പ്രത്യേകതരം ആററങ്ങളുണ്ടു്.

3. പരസ്പരവ്യത്യാസമുള്ള ഓരോ മൂലകങ്ങളും അതാതിൻേറതായ, പ്രത്യേക തരത്തിലുള്ള ആററങ്ങളാൽ നിർമ്മിതമാണു്.

4. സംയുക്തങ്ങൾ (compounds) ഉണ്ടാകുമ്പോൾ സംയോജിക്കുന്നതായ ആററങ്ങൾ ലളിതമായ അനുപാതത്തിൽ ചേരുകയാണു് ചെയ്യുന്നതു്.

5. ഓരോ മൂലകത്തിൻെറ ആററത്തിനും അതിൻേറതായ രാസസമഭാരം (equivalent weight) ഉണ്ടായിരിക്കുന്നതാണു്.

ഈ അഭ്യൂഹങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു് ഡാൽട്ടൺ മൂന്നു് രാസനിയമങ്ങളും തെളിയിക്കാമെന്നു കാണിച്ചു. എന്നുമല്ല പുതിയ ഒരു രാസനിയമത്തിനു് (Law of Multiple proportions) അദ്ദേഹം രൂപം കൊടുക്കുകയും ചെയ്തു. രണ്ടു മൂലകങ്ങൾ തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവത്തിച്ചു് ഒന്നിൽകൂടുതൽ സംയുക്തങ്ങൾ ഉണ്ടാകുമ്പോൾ ഒരു പ്രത്യേക നിയമം കാണേണ്ടതാണെന്നു് അദ്ദേഹം വാദിച്ചു. ഒരു മൂലകത്തിൻെറ ഒരേ തൂക്കത്തോടു് സംയോജിക്കുന്നതായ മറ്റൊരു മൂലകത്തിൻെറ ഭിന്ന തൂക്കങ്ങൾ തമ്മിൽ ലളിതമായ ഒരു അനുപാതം കാണേണ്ടതാണു് എന്നു് അദ്ദേഹം താത്വികമായി ദർശിച്ചു. പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിനോക്കിയപ്പോൾ അതു് യഥാത്ഥമാണെന്നു തെളിഞ്ഞു. ഇപ്രകാരം ഒരു മഹത്തായ തത്വം അദ്ദേഹം അവതരിപ്പിച്ചു എങ്കിലും അണുക്കളുടെ ഭാരമോ, അവയുടെ ഭാരങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള

അനുപാതമോ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിന് ഒരു മാർഗ്ഗം അദ്ദേഹത്തിന് നിർദ്ദേശിക്കാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. എന്നുമല്ല, ഡാൽട്ടന്റെ അഭ്യൂഹങ്ങൾ, ഗേലുസ്സാക്കിന്റെ വാതകങ്ങളുടെ പ്രതിപ്രവത്തനത്തെപ്പററിയുള്ള നിയമത്തെ തെളിയിക്കാനായി പ്രയോഗിച്ചുനോക്കിയപ്പോൾ ആററങ്ങൾ വിഭജിക്കേണ്ടതായിവരുന്ന ഒരു ഘട്ടം വന്നുചേൎന്നു. ഇതിൽനിന്നു് രക്ഷനേടിക്കൊടുത്തതു് ഇററാലിയൻ രസതന്ത്ര ശാസ്ത്രജ്ഞനായ അമിഡോ അവഗാഡ്രോ (Avagadro) ആയിരുന്നു. ഇദ്ദേഹം ഡാൽട്ടന്റെ അഭ്യൂഹങ്ങളുടെ മിക്ക ഭാഗങ്ങളും സമ്മതിച്ചു എങ്കിലും നാം ദർശിക്കുന്ന പദാൎത്ഥങ്ങളുടെയും, അവയുടെ അന്തിമമായ ഘടനയിൽ കാണാവുന്നതായ ആററങ്ങളുടെയും ഇടയ്ക്കു് മറെറാരു സ്ഥിതിവിശേഷമുണ്ടെന്നും അതിന് മോളിക്യൂൾസിന്റെ ലോകം എന്നു് നാമകരണം ചെയ്യണമെന്നും അദ്ദേഹം വാദിച്ചു. മോളിക്യൂൾസ് അഥവാ തന്മാത്രകൾ പരസ്പരം സ്പർശിക്കാതെ വ്യത്യസ്തങ്ങളായി നിൽക്കുന്നവയാണെന്നു് Avagadro ദർശിച്ചു. എന്നുമല്ല, ഓരോ സംയുക്തത്തിന്റേയും ഓരോ തന്മാത്രയിലും ആ സംയുക്തത്തിൽ ചേൎന്നിരിക്കുന്നതായ എല്ലാ മൂലകങ്ങളുടെയും ആററങ്ങൾ ഒരേ അനുപാതത്തിൽതന്നെ ചേൎന്നിരിക്കുന്നതായി കാണുമെന്നും അദ്ദേഹം വാദിച്ചു. മോളിക്യൂളുകളുടെ ഘടന ഇപ്രകാരമാണെങ്കിൽ അവയിലെ ആററങ്ങളെ വേർതിരിച്ചെടുക്കാമെന്നും അപ്പോൾ സ്പഷ്ടമായി, മൂലകങ്ങളുടെ molecules വിഭജിക്കുമ്പോൾ ഒരേ തരത്തിലുള്ള ആററങ്ങൾ ലഭ്യമാകുന്നു. അതുപോലെ സംയുക്തങ്ങളുടെ molecules കൾ വിഭജിക്കുമ്പോൾ വ്യത്യസ്തങ്ങളായ ആററങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നതാണു്. ഓരോ സംയുക്തത്തിന്റേയും ഓരോ molecule നും ആ സംയുക്തത്തിന്റെ എല്ലാ ഗുണങ്ങളും ഉണ്ടായിരിക്കുന്നതാണു്. സംയുക്തം ഒരു ഖരവസ്തുവാണെങ്കിൽ അതിന്റെ മോളിക്യൂൾസ് വളരെ

അടുത്തു സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതും, ദ്രാവകമാകുമ്പോൾ കുറച്ചു കൂടി അകന്നുപോകുന്നതും, വാതകമാകുമ്പോൾ വളരെ അകന്നുപോകുന്നതുമാണ്. ഈ ദർശനം ഉപയോഗിച്ച് Avagadro ക്ക് വാതകനിയമത്തെ സമർത്ഥമായി ന്യായീകരിക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞു. വിവിധ വാതകങ്ങളുടെ തുല്യ വ്യാപ്തം ഒരേ ഊഷ്മാവിലും മർദ്ദത്തിലും പരിശോധിക്കുകയാണെങ്കിൽ അവയിലെല്ലാം തുല്യമായ എണ്ണം മോളിക്യൂളുകൾ കാണുമെന്ന പ്രസിദ്ധ അഭ്യൂഹം 1811-ൽ Avagadro അവതരിപ്പിച്ചു. സമർത്ഥമായ ഈ അഭ്യൂഹം രാസ സംയോഗ നിയമങ്ങളെ താത്വികമായി ഉറപ്പിക്കുക മാത്രമല്ല ചെയ്തത്, കാലക്രമത്തിൽ മോളിക്യൂളുകളുടെയും ആററങ്ങളുടെയും തൂക്കങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനും മററും ഇത് ഉപയോഗപ്രദമായിത്തീൎന്നു. Avagadro തന്നെ 18 ഗ്രാം വെള്ളത്തിൽ 6.02×10^{23} മോളിക്യൂളുകൾ കാണുമെന്ന് തിട്ടപ്പെടുത്തി കാണിച്ചു. എന്നാലും ഈ അഭ്യൂഹം ക്രമപ്പെടുത്തിക്കഴിഞ്ഞ് കുറേ നാളത്തേക്ക് ആററങ്ങളേയും molecule കളെയും വേർതിരിച്ച് അവ തമ്മിലുള്ള പരസ്പരബന്ധം മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കാതെ അന്നത്തെ ശാസ്ത്രലോകം കാര്യങ്ങൾ കുഴക്കുകയുണ്ടായി. 1858-ൽ Cannizzaro എന്ന ഇററാലിയൻ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ മോളിക്യൂൾസിൻെറ ആപേക്ഷിക തൂക്കം കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിന് ഒരു പ്രായോഗിക മാൎഗ്ഗം കണ്ടുപിടിച്ചപ്പോഴാണ് ഈ രംഗത്ത് ശരിയായ വെളിച്ചം വീശിയത്.

എന്നാൽ Cannizzaro വഴിതെളിക്കുന്ന വരെ രസതന്ത്രവിഭാഗം നിശ്ചലമായി നിന്നില്ല. ആററങ്ങളുടെ ആപേക്ഷിക തൂക്കം കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിന് ഉള്ള ശ്രമത്തിൽ രണ്ടു നിയമങ്ങൾ ദൃശ്യമായി. ക്രിസ്റ്റലുകളെപ്പററി പഠിച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന Mitscherlich (മിസ്ച്ചർലിക്ക്) ഒരേ രൂപ

മുള്ള ക്രിസ്റ്റല്ലുകളിൽ ആററങ്ങൾ ഒരേ വിധത്തിൽ അട്ടക്കിയിരിക്കുമെന്നും, ഒരേ ബാഹ്യരൂപമുള്ള ക്രിസ്റ്റല്ലുകൾ വളർത്തിയെട്ടക്കുമ്പോൾ ഒന്നിനു പുറത്തു് മറെറാന്നു് വളരുകയാണെങ്കിൽ അവയുടെ ആന്തരികഘടന ഒന്നാണെന്നും 1818-ൽ സ്ഥിരീകരിച്ചു. ഏകദേശം അതേകാലത്തു തന്നെ നോർവെക്കാരായ Dulong and Petit (ഡ്യൂലോങ്ങ് ആൻറു് പെററിറ്റ്) വിവിധ ഭൂതവസ്തുക്കളുടെ ആപേക്ഷികതാപത്തിൻേറയും അവയുടെ അണുക്കളുടെ തൂക്കത്തിന്റേയും ഗുണനഫലം 6.4 എന്ന സ്ഥിരസംഖ്യയായിരിക്കുമെന്നു് തെളിയിച്ചു. ഈ മാർഗ്ഗങ്ങളുപയോഗിച്ചു് സകല ആററങ്ങളുടേയും ആപേക്ഷികഭാരം കണ്ടുപിടിക്കാൻ ഉള്ള ശ്രമമാണു് പിന്നെ നടന്നതു്, ഇതോടൊപ്പം പുതിയ മൂലകങ്ങൾ (ഭൂതവസ്തുക്കൾ) കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു വന്നിരുന്നതിനാൽ ഒന്നിനു പുറകെ ഒന്നായി അനേകമാളുകളുടെ ശ്രദ്ധ ഇവയിലെല്ലാം പതിഞ്ഞു. 1789-ൽ ലാവോയ്സിയർ 23 ഭൂതവസ്തുക്കളെ തരംതിരിച്ചു നിർത്തിയിരുന്നു. എന്നാൽ 1813-ൽ സർ ഹംഫ്രി ഡേവി (Sir Humphry Davy) (1774–1829) ക്കു് 47 എണ്ണം കുറിക്കുവാൻ സാധിച്ചു, 1860 ആയപ്പോഴേക്കു് ഇവയുടെ എണ്ണം 70 നോടടുത്തു കൊണ്ടിരുന്നു. ഇപ്രകാരം ഭൂതവസ്തുക്കളുടെ എണ്ണം കൂടി വന്നപ്പോൾ അവയുടെ വ്യത്യസ്തത കുറിക്കുന്നതിനായിട്ടു് പുതിയ ചിഹ്നങ്ങൾ കൊട്ടക്കേണ്ടതായിവന്നു. പൗരാണികകാലം മുതൽ ഓരോ ഭൂതവസ്തുവിനും ഓരോ അടയാളം നൽകിവന്നിരുന്നു എന്നു് ഓർക്കേണ്ടതുണ്ടു്. എന്നാൽ ഇതുപോലെ പുതിയ ഭൂതവസ്തുക്കൾക്കു്, അവയുടെസംഖ്യ വർദ്ധിച്ചിരുന്നതുകൊണ്ടു്, അടയാളം നൽകുക വിഷമകരമായിരുന്നു. ഈ വിഷമസന്ധി തരണം ചെയ്തതു് സ്വീഡൺകാരനായ ബെർസീലിയസ് Berzelius (1779–1848) ആണു്. മൂലകങ്ങളുടെ ലാററിൻഭാഷയിലുള്ള പേരിൻെറ

ആദ്യത്തെ അക്ഷരമോ, ആദ്യത്തെ രണ്ടക്ഷരമോ അല്ലെങ്കിൽ ആദ്യത്തെ അക്ഷരത്തോടൊരുമിച്ച് ആ പേരിൽ പ്രാധാന്യമുള്ള മറെറാരക്ഷരവും കൂട്ടിച്ചേർത്തോ ഉപയോഗിക്കാമെന്നു് തീർച്ചപ്പെടുത്തി. ഉദാഹരണമായി കാർബണു് (Carbon) 'C' യും കാൽസിയത്തിനു് (Calcium) 'Ca'യും ചെമ്പിനു് (Cuprum) 'Cu', ക്ലോറിനു് (Chlorine) 'Cl'എന്നും കൊടുത്തു. ഇങ്ങനെയുള്ള ചിഹ്നങ്ങൾ മൂലകങ്ങൾക്കു കൊടുക്കുമ്പോൾ വിവിധ തന്മാത്രകളിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ആററങ്ങളുടെ എണ്ണത്തെ ചിത്രീകരിക്കാൻ സാധിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി വെള്ളത്തെ H_2O എന്നു് കാണിക്കുമ്പോൾ വെള്ളത്തിൻെറ ഓരോ തന്മാത്രയിലും 2 ഹൈഡ്രജൻ ആററങ്ങളും ഒരു ഓക്സിജനാററവും ചേർന്നിരിക്കുന്നു എന്നു കാണാവുന്നതാണു്. ബെർസീലിയസ്സിൻെറ ഈ പ്രയോഗം വളരെ വേഗം സാർവ്വത്രികമായി അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടു. ആ കാലഘട്ടത്തിലെ പേരുകേട്ട ഒരു രസതന്ത്രജ്ഞനായ ബെർസീലിയസ്സ്, ഇതു കൂടാതെ മററു് ചില നേട്ടങ്ങളും കൈവരിച്ചു. സെലിനിയം, (Selinium) സീരിയം, (Cerium) തോറിയം (Thorium) എന്നീ ഭൂതവസ്തുക്കൾ അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചവയാണു്. രാസപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഗതിവിഗതികളെ നിയന്ത്രിക്കാൻ കഴിവുള്ള രാസത്വരകങ്ങൾ (Catalyst) കണ്ടുപിടിച്ചതും ഇദ്ദേഹമാണു്. അതുപോലെ പലേ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിലും ഒരുമിച്ച് കൂടിനിന്നിരുന്ന ചില ഭൂതവസ്തുക്കളുടെ അണുസമൂഹത്തെ കണ്ടുപിടിച്ച് അവയ്ക്കു് "റാഡിക്കൽസ്" (radicals) എന്നു് പേരു കൊടുത്തതും ഇദ്ദേഹമത്രെ! എന്നാലും അടിസ്ഥാനപരമായ ചില തെററുകൾ ഇദ്ദേഹത്തിനു പററിയിട്ടുണ്ടെന്നുള്ളതു് ഓക്കേണ്ടതുണ്ടു്. ജീവനുള്ള വസ്തുക്കളിൽ കണ്ടുവരുന്നതായ അനേകം കാർബണിൻെറ സംയുക്തങ്ങളെ

കൃത്രിമമായി മനുഷ്യന് നിർമ്മിക്കുവാൻ സാദ്ധ്യമല്ലെന്നും അവയെ ഉണ്ടാക്കണമെങ്കിൽ ഒരു പ്രത്യേക ജീവശക്തി ആവശ്യമാണെന്നും അദ്ദേഹം വാദിച്ചു. 1828-ൽ വോളർ Woehler (1800-82) എന്ന ജർമ്മൻ രസതന്ത്രജ്ഞൻ കൃത്രിമമായി, മൂത്രത്തിൽ കണ്ടുവരുന്നതായ കാർബണിൻെറ ഒരു സംയുക്തം യൂറിയാ (urea) ഉണ്ടാക്കി. അതോടുകൂടി ബെർസിലിയസ്സിൻെറ വാദം അപകടത്തിലായി. ഒന്നിനു പുറകേ ഒന്നായി മററനേകം സംയുക്തങ്ങൾ പലേ ആളുകളും കൃത്രിമമായി ഉണ്ടാക്കിയപ്പോൾ ആ ജൈവവാദം (Vitalis theory) പാടെ തകൎന്നുപോയി.

വോളറുടെ പരീക്ഷണങ്ങൾ ഒരു പുതിയ പന്ഥാവു് വെട്ടിത്തുറക്കുകതന്നെ ചെയ്തു. കാർബണിൻെറ സംയുക്തങ്ങൾ രസതന്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ കൂടുതൽ ശ്രദ്ധയ്ക്കു് വിഷയമായി. ഈ പഠനങ്ങൾ മുന്നോട്ടു നീങ്ങിയപ്പോൾ കാർബണിൻെറ വളരെയധികം പുതിയ സംയുക്തങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. എന്നുമല്ല, കാർബൺ സംയുക്തങ്ങളെ ഒരു പ്രത്യേക വിഭാഗമായി മാററി നിർത്തി അതിന്നു് ഓർഗാനിക് കെമിസ്റ്റ്രി (Organic Chemistry) എന്നു് നാമകരണം ചെയ്യേണ്ടതായും വന്നു. കൂടാതെ, ഒന്നിനു പുറകെ ഒന്നായി കാർബണിന്റെ പുതിയ സംയുക്തങ്ങൾ വന്നു തുടങ്ങിയപ്പോൾ അവയുടെ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾക്കുള്ള ചില പ്രത്യേകതകളും, കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. അതോടൊപ്പം അന്നത്തെ രസതന്ത്രത്തിൻെറ പല അടിസ്ഥാന തത്വങ്ങളും അപകടത്തിലായിത്തുടങ്ങി. അന്നത്തെ പ്രസിദ്ധ ചിന്തകന്മാർ പല പുതിയ വാദകോലാഹലങ്ങളും പുറപ്പെടുവിച്ചു തുടങ്ങി. അതിൽ പങ്കുകൊണ്ടവർ സംഭവങ്ങളുടെ വെളിച്ചത്തിൽ വളരെപ്പെട്ടന്നു് അവരുടെതന്നെ വാദഗതികളിൽ നിന്നു് കാലുമാറേണ്ടതായി വന്നു. ബെർസീലിയത്തിൻെറ

ദ്വൈത സിദ്ധാന്തം (dualistic theory) ഇതിനു് ദൃഷ്ടാന്തമാണു്.

19-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ആദ്യത്തെ ദശകത്തിൽ തന്നെ വിദ്യുച്ഛക്തി കണ്ടുപിടിച്ചതിനെ തുടൎന്നു് ഡേവി (Sir Humphry Davy) വൈദ്യുതി ഉപയോഗിച്ചു് സോഡിയവും, പൊട്ടാഷ്യവും കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇതിൻെറ ഫലമായി ബെർസീലിയസ് ഒരു പുതിയ വാദഗതി ഉണ്ടാക്കി. സംയുക്തങ്ങളിൽ എല്ലാത്തിലും തന്നെ പോസിററീവു് ചാർജ്ജുള്ള ഒരു ഭാഗവും, നെഗററീവു് ചാർജ്ജുള്ള മററൊരു ഭാഗവും തമ്മിൽ ഘടിച്ചിരിക്കുകയാണു്. എന്നായിരുന്നു ആ പുതിയ അഭ്യൂഹം. എന്നാൽ ചില കാർബൺ സംയുക്തങ്ങളുടെ തന്മാത്രകൾ ക്ലോറിനുമായി പ്രതിപ്രവൎത്തിച്ചപ്പോൾ അവയിലെ ഹൈഡ്രജൻെറ സ്ഥാനം ക്ലോറിൻ എടുക്കുന്നതായി കണ്ടു. ഹൈഡ്രജൻ പോസിററീവും, ക്ലോറിൻ നെഗററീവും ആയിരുന്നതിനാൽ മേല്പറഞ്ഞ അഭ്യൂഹത്തിനു് നില്ക്കക്കള്ളി ഇല്ലാതായി. ഇങ്ങനെ പ്രായോഗിക പരീക്ഷണങ്ങൾ കൊണ്ടു് നേടിയെടുത്ത പുതിയ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങൾക്കു് താത്വികമായ അടിസ്ഥാനം കൊടുക്കാനുള്ള ശ്രമത്തിൽ പല പുതിയ അഭ്യൂഹങ്ങളും ആ കാലഘട്ടത്തിലുണ്ടായി. എന്നാൽ പുതിയ പരീക്ഷണങ്ങൾ പുതിയ വസ്തുക്കളേയും, പുതിയ അവസ്ഥകളേയും സൃഷ്ടിച്ചു് രസതന്ത്രവിഭാഗത്തെ കാടുകയറാൻ അനുവദിക്കാതിരുന്നു. പ്രസിദ്ധന്മാരായ പല പ്രായോഗിക രസതന്ത്ര ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും, വഴതിക്കൊണ്ടിരുന്നു. അന്നത്തെ രസതന്ത്രക്കളത്തിൽ കാലുതെററി പലപ്പോഴും നിലംപതിച്ചതിൽ അത്ഭുതപ്പെടാനില്ല. എന്തെന്നാൽ രസതന്ത്രം വളരെപ്പെട്ടന്നു് പുരോഗമിക്കുകയായിരുന്നു. ഫ്രാൻസിലെ ഡ്യൂമാസും (Dumas) ലോറൻറും (Laurent) ശെർഫാഡ്ൾററും (Gerhardt) ബെൽജി

യത്തിലെ സ്റ്റാസ്സും (Stias), ഇംഗ്ലണ്ടിലെ വില്യംസണും എല്ലാം ഇക്കൂട്ടത്തിൽ ഉൾപ്പെടുന്നു. കാർബണിൻെറ സംയുക്തങ്ങളെപ്പററിയുള്ള പഠനങ്ങൾ നൂതന പന്ഥാക്കളിലേക്കു രസതന്ത്രത്തെകൊണ്ടു ചെന്നെത്തിച്ചു.

19–ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ഉത്തരാദ്ധ്മായപ്പോഴേയ്ക്കും മൂലകങ്ങളുടെ സംഖ്യ അറുപതിൽ കവിഞ്ഞു തുടങ്ങി. ഇവ ഓരോന്നും ഉന്നത ഊഷ്മാവിൽ അതാതിൻേറതായ പ്രത്യേക നിറത്തിലുള്ള വെളിച്ചം പുറപ്പെടുവിക്കുന്നതായി ബുൺസണും (Bunsen) കെർചോഫും (Kerchoff) കണ്ടുപിടിച്ചതിനാൽ ഈ മൂലകങ്ങളുടെ വ്യക്തിത്വം ഉറച്ചു. ഇവയുടെയെല്ലാം രാസസമഭാരത്തേയും, അണുഭാരത്തേയും (atomic weight) പററിയുള്ള തക്കങ്ങളെല്ലാം ഏറെക്കുറെ കഴിഞ്ഞു്, പൊതുവായി അംഗീകരിക്കപ്പെട്ട ഒരു നില വന്നുചേന്നിരുന്നു. ആയതിനാൽ മൂലകങ്ങളുടെ അണുഭാരത്തേയും അവയുടെ രാസപ്രവത്തനത്തേയും പററിയുള്ള ബന്ധങ്ങൾ കുറേക്കൂടി തെളിഞ്ഞുകാണുവാൻ സാധിച്ചു. മുൻകാലങ്ങളിൽ വളരെ ഭാഗികമായിട്ടു മാത്രമേ ഈ ബന്ധം കണ്ടുവന്നിരുന്നുള്ളു. ഉദാഹരണമായി 1815-ൽ തന്നെ പ്രൗട്ട് (Prout) എന്ന ശാസ്ത്രകാരൻ അഭിപ്രായപ്പെട്ടതു് സകല മൂലകങ്ങളുടേയും അണുഭാരം ഹൈഡ്രജൻെറ അണുഭാരത്തിൻെറ ഗുണനങ്ങൾ ആയിരിക്കുമെന്നാണു്. അതുപോലെ 1828-ൽ ഡോബറേനർ (Doebereigner) മൂലകങ്ങളുടെ കൂട്ടത്തിൽ നിന്നു് രാസപ്രവൃത്തനത്തിനു് ഐകരൂപ്യമുള്ള മുമ്മൂന്നു് എണ്ണത്തിനെ മാററി നിർത്തി നോക്കിയപ്പോൾ അവയുടെ അണുഭാരത്തിൽ ചില പ്രത്യേകതകൾ ദർശിച്ചു. അണുഭാരക്രമമനുസരിച്ചു് അവയെ കണക്കിലെടുത്താൽ നടുവിലത്തെ മൂലകത്തിൻെറ അണുഭാരം മററു രണ്ടിൻേറയും ശരാ

ശരി ആയിരിക്കും. എന്നാൽ 1863 ആയപ്പോഴേക്കും ഇംഗ്ലണ്ടിലെ ന്യൂലൻഡ്സ് (New lands) സംഗീതത്തിലെ ആവർത്തനക്രമത്തിൽ എട്ടാമത്തെ സ്വരം ഒന്നാമത്തെ സ്വരത്തെ ആവർത്തിക്കുന്നതുപോലെ, അണുഭാരമനുസരിച്ച് മൂലകങ്ങളെ ഒന്നിനു തുടരെ ഒന്നായി നിരത്തി വെച്ചാൽ ഏതൊരു മൂലകത്തിൻെറ പ്രവർത്തന രീതിയും അതിൽ നിന്നു് 8-ാമത്തെ മൂലകത്തിൻെറ പ്രവർത്തന രീതിയുമായി സാദൃശ്യമുണ്ടായിരിക്കുമെന്നു പറഞ്ഞു. ഈ ആശയം അക്കാലത്തെ രസതന്ത്രജ്ഞന്മാർ അവഗണിച്ചു എങ്കിലും പില്ക്കാലത്തു് അതിൽ സത്യത്തിൻെറ ഭാഗികമായ ദർശനമുണ്ടെന്നു് സമ്മതിച്ചുകൊടുക്കേണ്ടതായി വന്നു. മൂലകങ്ങളുടെ അണുഭാരത്തേയും പ്രവർത്തന രീതികളേയും പററി സമഗ്രമായ ഒരു പൊതുവീക്ഷണമുണ്ടായതു് 1869-ൽ ആണു്. പ്രപഞ്ചസൃഷ്ടിക്കു് ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്ന മൂലകങ്ങളെ അവയുടെ അണുഭാരമനുസരിച്ചു് നിരത്തി നിർത്തിയാൽ ചില സ്ഥാനങ്ങളിൽ വെച്ചു് അവയുടെ പ്രവർത്തന രീതികൾക്കു് ആവർത്തനം ഉണ്ടായിരിക്കുമെന്നു് പ്രസിദ്ധ റഷ്യൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ മെൻഡലേ (Mendeleer) പ്രവചിച്ചു. അഗാധതയിലും, ലാളിത്യത്തിലും, ഇത്ര സുന്ദരമായ നിയമദർശനം സയൻസിന്റെ ഒരു വിഭാഗത്തിലും, ഒരു കാലത്തും ഉണ്ടായിട്ടുണ്ടോ എന്നു് സംശയമാണു്. ഇതു് കണ്ടുപിടിച്ച ആചാര്യൻ ധൈര്യസമേതം അന്നത്തെ ശാസ്ത്രലോകത്തോട്ടു് ഈ നിയമത്തിൽ ഒതുങ്ങാത്ത ചിലഅണുഭാരത്തെ മാററുവാൻ ആവശ്യപ്പെടുകയും ഇനി കണ്ടുപിടിക്കുവാനുള്ള ചില മൂലകങ്ങളുടെ പലേ ഗുണങ്ങളേയും പററി അഭിപ്രായം രേഖപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്തു. പില്ക്കാലങ്ങളിൽ ഈ പ്രവചനങ്ങൾ യാഥാർത്ഥ്യങ്ങളായിത്തീരുകയും, അവക്കു് അദ്ദേഹം പ്രവചിച്ച ഗുണങ്ങളെല്ലാം ഉണ്ടെന്നു് അനുഭവപ്പെടുകയും ചെയ്തപ്പോൾ ശാസ്ത്രലോകം ആ മഹാൻെറ ദർ

നത്തിനു മുൻപിൽ നമ്രശിരസ്കമായി നിന്നുപോയി. റഷ്യയിൽ മെൻഡലേയുടെ നിയമം പ്രസിദ്ധമായതിനോടൊപ്പം ജമ്മനിയിൽ ലോതർ മേയർ (Lother Meyer) എന്ന ശാസ്ത്രകാരൻ ഇതേനിയമം മറെറാരു ഭാഗത്തുകൂടി ദശിച്ചു എന്നതും പ്രസ്താവ്യമാണു്. മൂലകങ്ങളുടെ അണുഭാരത്തെ അവയുടെ സ്പെസഫിക് ഹീററുകൊണ്ടു് (Specific heat) കൊണ്ടു് ഭാഗിച്ചാൽ കിട്ടുന്ന ഹരണഫലവും, മൂലകങ്ങളെ അണുഭാരക്രമത്തിൽ നിത്തി അവയുടെ നമ്പരും തമ്മിൽ ഒരു graph വരക്കുകയാണെങ്കിൽ, ആവത്തനം അനുഭവപ്പെടുന്നു എന്നു് അദ്ദേഹം വരച്ചു് കാണിച്ചു.

ഇതുപോലെ സയൻസിൻെറ വളച്ച്യിൽ പല സന്ദർഭങ്ങളിലും ലോകത്തിൻെറ പല ഭാഗങ്ങളിലും ഒരേ സമയത്തു് ഒരേകാര്യം തന്നെ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു് എന്നതും പ്രസ്താവ്യമാണു്. മെൻഡലേയുടെ നിയമം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചതു മുതൽ പുതിയ മൂലകങ്ങളെ കണ്ടുപിടിക്കുവാനുള്ള ആവേശം വദ്ധിച്ചുവന്നു. തൽഫലമായി പത്തൊൻപതാം നൂററാണ്ടിൻെറ അന്ത്യദശകം ആയപ്പോഴേക്കും എൺപതിൽ കൂടുതൽ മൂലകങ്ങളെപ്പററി അറിവു ലഭിച്ചു. പുതിയ പ്രവത്തന രീതികളുള്ള റേഡിയം കണ്ടുപിടിച്ചതു് ഈ അന്ത്യദശകത്തിലാണു്.

മൂലകങ്ങളെ പററിയുള്ള സമത്ഥമായ ഈ ബോധം വളർന്നു വന്നതിനോടൊപ്പം തന്നെ കാർബണിൻെറ അനേകം നൂതന സംയുക്തങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെടുകയും അവയുടെ ഘടനയെപ്പററിയുള്ള പല അറിവുകൾ ലഭിക്കുകയും ചെയ്തു. അവയിൽ പലതും മരുന്നുകളായും ചായങ്ങളായും സുഗന്ധങ്ങളായും മററും ഉപയോഗ്യമാണെന്നു കണ്ട

പ്പോൾ പല രാജ്യങ്ങളും അവയുടെ വ്യാവസായിക ഉല്പാദനം ആരംഭിച്ചു. അതുപോലെ 19-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ഉത്തരാദ്ധത്തിലുണ്ടായ മറെറാരു വികാസം രസതന്ത്രവും സയൻസിൻെറ മററു വിഭാഗങ്ങളായ ഫിസിക്സും, ബയോളജിയും, ചേൎന്ന് ഒരുമിച്ച് പ്രവർത്തിക്കുവാൻ തുടങ്ങി എന്നുള്ളതാണ്. കാർബണിൻെറ സംയുക്തങ്ങളിൽ കണ്ടുവന്നിരുന്ന ഒരു പ്രത്യേക സ്ഥിതിവിശേഷത്തെപ്പററി ഫ്രഞ്ച് രസതന്ത്ര — ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഗെർഹാർഡ് (Gerhardt,-1816-56) മുന്നറിയിപ്പു നൽകിയിട്ടുണ്ടായിരുന്നു. തന്മാത്രകൾക്ക്, ഒരേ തരത്തിലുള്ള പ്രവർത്തനരീതിയുണ്ടെന്നും, അവയിലെ കാർബണാററങ്ങളുടെ സംഖ്യ ഒന്നൊന്നായി കൂടി വരുമ്പോൾ ഭൗതിക ഗുണങ്ങൾ ഒരു ക്രമത്തിൽ മാറിവരുമെന്നും, അത്തരം കൂട്ടങ്ങളായി കാർബൺ സംയുക്തങ്ങളെ തരംതിരിച്ചു നിർത്താമെന്നും, അദ്ദേഹം കാണിച്ചിരുന്നു. ഇവയിൽ ഓരോ കൂട്ടത്തിനും ഹോമോലോഗസ് സീരീസ് (Homologous Series) എന്ന് നാമകരണം ചെയ്തിരുന്നു. അതുപോലെ ഫ്രാങ്ക് ലൻഡ് (Frankland, 1825-99) എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് രസതന്ത്ര ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഓരോ ആററത്തിന്റേയും പ്രവത്തനശേഷി അനുസരിച്ച് അവക്ക് ഓരോ സംഖ്യ കൊട്ടുക്കാവുന്നതാണെന്നും, ആ സംഖ്യ നിൎണ്ണയിക്കുന്നതിനു് ഓരോ മൂലകത്തിൻെറ ആറ്റവും എത്ര ഹൈഡ്രജന്റെ ആറ്റവുമായോ, തത്തുല്യങ്ങളായ മററു് ആററങ്ങളുമായോ ചേരുന്നതെന്ന് കണ്ടുപിടിച്ചാൽ മതി എന്നും വ്യക്തമാക്കിയിരുന്നു. ഈ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഓക്സിജൻ ആററത്തിനു് രണ്ടും, നൈട്രജൻ ആററത്തിനു് മൂന്നും, കാർബൺ ആററത്തിനു് നാലും ആയിരിക്കും കൊട്ടുക്കേണ്ട സംഖ്യ എന്നും തെളിഞ്ഞു. കാർബൺ ആററത്തിൻെറ ഒരു പ്രത്യേകത അതിനു്

—10—

മററു കാർബൺ ആറ്റങ്ങളോട്ട് നേരിട്ട് ഘടിച്ച് ഒരുമിച്ച് നില്ക്കുവാനുള്ള കഴിവ് ഉണ്ടെന്നുള്ളതാണ്. ആയതിനാൽ ഒന്നിനു തുടരെ ഒന്നായി അനേകം കാർബൺ ആററങ്ങൾ ചേൎന്ന് ഉണ്ടാകുന്ന ഒരു നട്ടെല്ലിൻെറ ചുററുമാണ് അന്യ ആററങ്ങൾചേൎന്ന്–മിക്കപ്പോഴും ഇവയിൽ അധികഭാഗവും ഹൈഡ്രജൻ ആററങ്ങളായിരിക്കും—കാർബൺ സംയുക്തങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നത് എന്നും വഴിയെ തെളിഞ്ഞു. ഇങ്ങനെ ചില പ്രത്യേകതകൾ ഉള്ള കാർബണിൻെറ സംയുക്തങ്ങൾ (Aromatic Compounds) എങ്ങിനെ ആണ് ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതെന്നു മനസ്സിലാകുവാൻ കുറെ നാളുകൾ വേണ്ടിവന്നു. ലോകപ്രസിദ്ധനായിത്തീർന്ന ജർമ്മൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ കെക്കുലെ Kekule ആണ് ഈ പ്രശ്നത്തിനു ഒരു പരിഹാരം കണ്ടുപിടിച്ചതു്. ആറ് കാർബണാററങ്ങൾ മാത്രം ഉൾക്കൊണ്ടിരുന്ന ബെൻസിൻെറ (benzene) തന്മാത്രകൾക്ക് അസാധാരണമായ ഒരു കെട്ടുറപ്പ് ഉണ്ടായിരുന്നതിന്റെ കാരണം എന്തെന്നുള്ളതായിരുന്നു അന്നത്തെ കാതലായ പ്രശ്നം. 1865-ൽ തീയ് കാഞ്ഞുകൊണ്ട് മയങ്ങിയിരുന്ന കെക്കുലേ തൻെറ കൺമുമ്പിൽ അനേകം ആറ്റങ്ങൾ ചാഞ്ചാട്ടുന്നതായി കണ്ടു എന്നും, അവ പാമ്പുകൾ പിടയുന്നതുപോലെ തോന്നി എന്നും, അവയിൽ ഒരു പാമ്പ് അതിൻെറ വാലുതന്നെ കടിക്കുന്നതായി ദർശിച്ചു എന്നും, അങ്ങനെ ആറു കാർബണാറ്റങ്ങൾ ഒന്നിനോടൊന്നു ചേൎന്നു ഒരു വലയത്തിലായിട്ടായിരിക്കണം ബെൻസീനിൽ ഇരിക്കുന്നതു് എന്ന് അദ്ദേഹത്തിനു തോന്നി എന്നുമാണ് ചരിത്രം രേഖപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നതു്. പില്ക്കാലങ്ങളിൽ ദൂരവ്യാപകങ്ങളായ ഫലങ്ങൾ ഉളവാക്കിയ ഒരു മഹത്തായ നേട്ടം ഇങ്ങനെ ആണ് സംഭവിച്ചതു്. വലയത്തിൽ അകപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ഓരോ കാർബണാററത്തോടും ഓരോ ഹൈഡ്രജണാററം ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു എന്ന് കെക്കുലേ ഉടൻ തന്നെ

പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തി. ഇതിനെ തുടർന്നു ഒന്നിൽ കൂടുതൽ വലയങ്ങൾ ഒരുമിച്ചു് ചേന്നിരിക്കുന്നതായ സംയുക്തങ്ങൾ ഉണ്ടാകാമെന്നും വലയങ്ങളിൽ ചില കാർബണാററത്തിനു പകരം നൈട്രജൻ, സൾഫർ, ഓക്സിജൻ മുതലായ മൂലകങ്ങൾ അകപ്പെടാവുന്നതാണെന്നും തെളിഞ്ഞു.

ഇതുപോലെ പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്ന മറെറാരു ആശയം ഞു് ഹോളണ്ടുകാരനായ വാൻഡു് ഹോഫും (Van't Hoff) ഫ്രഞ്ചുകാരനായ ലീബലും (Lebel) കൂടി, 1874-ൽ ഓരോ കാർബണാററത്തിൻേറയും, നാലു വാലൻസികൾ [വാലൻസി എന്നാൽ ഒരു മൂലകത്തിൻെറ ഒരു ആററം എത്ര എണ്ണം ഹൈഡ്രജനാററവുമായോ തത്തുല്യമായി ചേരാൻ കഴിവുള്ള മററാററങ്ങളുമായോ ചേരുന്നു എന്ന സംഖ്യ കുറിക്കുന്നു. കാർബണിൻെറ വാലൻസി നാലാണു്] ഒരേ പ്രതലത്തിൽ ആയിരിക്കുകയില്ല എന്നു പ്രസ്താവിച്ചതു്. മറിച്ചു് അവ ചൂണ്ടിയിരിക്കുന്നതു് ടെട്രാഹിഡ്രൺ (Tetrahedron) ൻെറ നടുക്കുനിന്നും അതിൻെറ നാലു മൂലകളിലേക്കും വരക്കുന്ന വഴികളിലായിരിക്കും. വളരെ നാളായി കാർബണിൻെറ സംയുക്തങ്ങളെപ്പററി സൂക്ഷ്മ പഠനം നടത്തിക്കൊണ്ടിരുന്നവരുടെ ഇടയിൽ ഉണ്ടായിരുന്ന ചില അടിസ്ഥാനപ്രശ്നങ്ങൾക്കു് ഈ അഭ്യൂഹം ഒരു സമാധാനമുണ്ടാക്കി. പില്ക്കാലത്തു് രസതന്ത്രത്തിൻെറ അതിപ്രധാനമായ ഒരു വിഭാഗമായി വളന്നുവന്ന സ്റ്റീരിയോ കെമിസ്ട്രിക്കു് (Steroe-chemistry) നാന്ദി കുറിക്കുന്നതു് ഇവിടെയാണു്.

അന്നത്തെ രസതന്ത്ര ലോകത്തെ അലട്ടിക്കൊണ്ടിരുന്ന ഒരു പ്രശ്നം ചില കാർബൺ സംയുക്തങ്ങളുടെ തന്മാത്രകളിൽക്കൂടി പോളറൈസ്ഡ് ലൈററ് (Polarised

light) കടത്തിവിട്ടമ്പോൾ അതിനുവരുന്ന മാർഗ്ഗഭ്രംശത്തെ പ്പററി ആയിരുന്നു. ഒരേ എണ്ണം ആറെങ്ങൾ ചേർന്നിരിക്കു ന്നതും ഒരേ രാസഗുണങ്ങൾ ഉള്ളതും ആയ ചില തന്മാത്രക ളിൽക്കൂടി പോളറൈസ്ഡ്ലൈററു് (Polarised light) കടത്തിവിട്ടമ്പോൾ അവയിൽ ചില തന്മാത്രകൾ അതിനെ വലത്തോട്ടും, ചിലതു് ഇടത്തോട്ടും തിരിച്ചുവിട്ടുന്നതിൻെറ കാരണം മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കാതെ വിഷമിക്കുകയാ യിരുന്നു. അന്നത്തെ ശാസ്ത്രലോകം പാലിൽനിന്നുണ്ടാക്കാ വുന്ന ലാക്ററിക് ആസിഡു് (Lactic acid) എന്ന സംയു ക്തത്തിലാണു് ഈ പ്രവണത ആദ്യം കണ്ടതു്. പിന്നീട്ട് പുളിയിൽനിന്നുണ്ടാക്കാവുന്ന ടാർടാരിക് ആസിഡിലും ഇതേ പ്രവണത കണ്ടുപിടിച്ചു. പ്രസിദ്ധ ഫ്രഞ്ചുശാസ്ത്ര ജ്ഞനായ ലൂയി പാസ്റ്റർ അന്നു് ജിജ്ഞാസുവായ ഒരു യുവാവായിരുന്നു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ മുന്നിൽ ഈ പ്രശ്നം അവതരിക്കപ്പെട്ടപ്പോൾ പരീക്ഷണകുതുകി ആയിരുന്ന അദ്ദേഹം ടാർടാറിക് ആസിഡിൻെറ പല ലവണങ്ങളേയും പരൽ രൂപത്തിലാക്കി ഭൂതക്കണ്ണാടിയിൽക്കൂടി പരിശോധി ച്ചുനോക്കി രണ്ടുതരം പരലുകളെ അദ്ദേഹം പെറുക്കി എടുത്തു് വേർതിരിച്ചു. ഇവയുടെ രൂപങ്ങൾ തമ്മിൽ സാദൃശ്യമുണ്ടായിരുന്നെങ്കിലും, പ്രകൃതി മിനുസപ്പെടുത്തിയ വശങ്ങൾ ഒരുതരം പരലുകളിൽ ഒരു വശത്തേക്കും, മറുതരം പരലുകളിൽ മറുവശത്തേക്കും തിരിഞ്ഞിരിക്കുന്നതായി പാസ്ച്ചർ കണ്ടു. ഇവയുടെ ലായനിയിൽക്കൂടി പോള റൈസ്ഡ് ലൈററ് പ്രത്യേകം പ്രത്യേകം കടത്തിനോക്കി യപ്പോൾ ഒന്നു് ഇടതുവശത്തേക്കും, മറേറതു് വലതു വശ ത്തേക്കും രശ്മികളെ തിരിച്ചുവിട്ടുന്നതായി കണ്ടു. 1850 നോടടുത്തു് നടന്ന ഈ കണ്ടുപിടിത്തം അന്നത്തെ രസതന്ത്ര ലോകത്തിൽ വലിയ ചലനങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കി. പ്രായം കൊണ്ടും പ്രശസ്തികൊണ്ടും ഉന്നത നിലയിലിരുന്ന പല

മനുഷ്യരും പാസ്റ്റരുടെ കണ്ടുപിടുത്തത്തെ ആദ്യം സമ്മതിച്ചു കൊടുത്തില്ല. അന്നത്തെ ഫ്രഞ്ച് അക്കാഡമി ഓഫ് സയൽസിൻെറ പ്രസിഡൻറായ ബയോ (Bioc) പാസ്ചറെ ഒരു മുറിയിലിട്ടു പൂട്ടി, കുറെ ടാർടാറിക് ആസിഡും അത്യാവശ്യമുള്ള രാസവസ്തുക്കളും മാത്രം കൊടുത്തു് ലവണങ്ങളുടെ പരലുകൾ ഉണ്ടാക്കി അവയെ വേർതിരിക്കാൻ ആവശ്യപ്പെട്ടു. പാസ്ററർ അതു് ചെയ്തു കൊടുത്തപ്പോൾ ആ പ്രസിഡൻറ് യുവാവായ പാസ്ചറെ കെട്ടിപ്പുണരുകയും വളരെ പ്രശംസിക്കുകയും ചെയ്തു. പാസ്ചർ ഇങ്ങനെ ഒരു വലിയ വിജയം വരിച്ചു എങ്കിലും താത്വികമായി എന്തുകൊണ്ടാണു് ഈ തന്മാത്രകൾ ആത്മികൾക്കു് മാർഗ്ഗഭ്രംശം വരുത്തുന്നതു് എന്നു് അദ്ദേഹത്തിനു് പറയുവാൻ സാധിച്ചില്ല. അവയുടെ തന്മാത്രകളിൽ ആറ്റങ്ങൾ അടുക്കിയിരിക്കുന്ന രീതിയിലുള്ള വ്യത്യാസംകൊണ്ടായിരിക്കും എന്നു് സൂചിപ്പിക്കുവാൻ മാത്രമേ അദ്ദേഹത്തിനു കഴിഞ്ഞുള്ളു. എന്നാൽ 1874-ൽ വാൻഡ് ഹോഫ് (Van't Hoff) കാർബണിൻെറ നാലു് വാലൻസികളുടെ ദിശകളെപ്പററിയുള്ള അഭ്യൂഹം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയതിനോടൊപ്പം, ഈ നാലു് വാലൻസികളോടും വ്യത്യസ്തങ്ങളായ നാലു് ആറങ്ങളോ, ഗ്രൂപ്പുകളോ ഘടിക്കുമ്പോൾ രണ്ടു തരത്തിൽ സംഭവിക്കാമെന്നു് കാണിച്ചു. തന്മാത്രകൾക്കുതു് ഉണ്ടാകാവുന്ന ഈ വ്യത്യസ്തമായ ഘടനയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വിഷമം പിടിച്ച പല പ്രശ്നങ്ങൾക്കും അദ്ദേഹം ഒരു സമാധാനമുണ്ടാക്കി. കാലം ചെല്ലുംതോറും വാൻഡ് ഹോഫിൻെറ പ്രവചനങ്ങൾ കൂടുതൽ അത്ഥവത്താണെന്നു് ശാസ്ത്രലോകത്തിനു തെളിഞ്ഞു. 1900-ാമണ്ടിൽ നോബൽ പ്രൈസ് ഉണ്ടാക്കിയപ്പോൾ ആദ്യമായി രസതന്ത്രത്തിനു് അതു് കൊടുത്തതു് വാൻഡ് ഹോഫിനാണെന്നുള്ളതു് പ്രസ്താവ്യമത്രേ!

ഈ സംഭവങ്ങൾ ഓർഗാനിക് വിഭാഗത്തിൽ നടന്നുകൊണ്ടിരുന്നപ്പോൾ മറെറാരു ഭാഗത്ത് പുതിയ നിയമങ്ങൾ ദൃശ്യമാകുകയും അവയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഫിസിക്കൽ കെമിസ്ട്രി എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഒരു നൂതനശാഖ രൂപം കൊള്ളുകയും ചെയ്തു. ഡാൽട്ടൻെറ ആററം സിദ്ധാന്തത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഒരേ വസ്തുവിനെ ഖരരൂപത്തിലേക്കും, ദ്രാവകരൂപത്തിലേക്കും, വാതക രൂപത്തിലേക്കും മാററുമ്പോൾ ഒന്നിനൊന്ന് തൊടാതെയിരിക്കുന്ന അതിന്റെ അടിസ്ഥാനഘടകങ്ങളായ മോളിക്യൂൾസ് തമ്മിലുള്ള അകലം മാറുക മാത്രമാണ് ചെയ്യുന്നതെന്ന് പൊതുവേ അഭിപ്രായമുണ്ടായിരുന്നു. ഈ അഭിപ്രായത്തെ അവലംബിച്ച് വാതകങ്ങളെ ദ്രാവകങ്ങളാക്കാൻ മർദ്ദവും ഊഷ്മാവും മാററി പരിശ്രമങ്ങൾ നടത്തി. പല വാതകങ്ങളുടേയും മർദ്ദം കൂട്ടിയപ്പോൾ ദ്രാവകമാക്കാൻ സാധിച്ചു എങ്കിലും, ചിലതിനെ മർദ്ദം കൂട്ടിയതുകൊണ്ടുമാത്രം അവയെ ദ്രാവകമാക്കാൻ സാധിച്ചില്ല. മറിച്ച് ഊഷ്മാവും കൂടെ മാറെിയപ്പോൾ മാത്രമേ അവയെ ദ്രാവകം ആക്കുവാൻ സാധ്യമായുള്ളു. നൂററാണ്ടിൻെറ അന്ത്യമായപ്പോഴേക്കും വായുവിനെ വ്യാവസായികമായിത്തന്നെ വൻതോതിൽ ദ്രാവകമാക്കുവാനും, ദ്രാവകരൂപത്തിലുള്ള ഓക്സിജനേയും നൈട്രജനേയും വേർപ്പെടുത്തി എടുക്കുവാനും സാധിച്ചു.

വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവത്തനത്തെപ്പററി സൂക്ഷ്മമായി പഠിച്ചപ്പോൾ മാസ് ആക്ഷൻ നിയമം (Law of Mass action) ഗുൽബർഗ്ഗും വേഗും കൂടി (Gulberg & waage) 1863-ൽ കണ്ടുപിടിച്ചു. ഈ നിയമപ്രകാരം ഏതെങ്കിലും ഒരു സ്ഥിര ഊഷ്മാവിൽ രണ്ടു സാധനങ്ങൾ തമ്മിൽ പ്രവത്തിപ്പിച്ച് പുതുതായി സാധനങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുകയാണെങ്കിൽ ആ സാധനങ്ങളിൽ

നിന്നു് ആദ്യത്തെ വസ്തുക്കൾ തിരിച്ചും ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കുമെന്നും, അങ്ങനെ ആകെക്കൂടി ഒരു സമതുലനാവസ്ഥ സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടുമെന്നും, അപ്പോൾ അവയുടെ തൂക്കങ്ങൾ തമ്മിൽ ചില ബന്ധങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കുമെന്നും തെളിഞ്ഞു. രസതന്ത്രവ്യവസായങ്ങൾ ഒന്നിനുപുറമെ ഒന്നായി ആവിർഭവിച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന അക്കാലത്തു് ഈ നിയമദർശനം വലിയ നേട്ടങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കിക്കൊടുത്തു. ഇതുപോലെ മററു പല നിയമങ്ങളും, പൊതു തത്വങ്ങളും, രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെപ്പററി കൂടുതൽ സൂക്ഷ്മമായി പഠിച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന അക്കാലത്തു് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. ഉദാഹരണങ്ങളായി ഗിബ്ബിൻെറ (Gibb's Phase rule) ഫേയ്സ് റൂൾ, ലീഷാററ്ലിയുടെ (Le-chate lier's principle) തത്വം. ഓസ്മോസിനെപ്പററി നേൺസ്ഡ് (Nernst) അവതരിപ്പിച്ച നിഗമനങ്ങൾ, സാധനങ്ങൾ ദ്രാവകങ്ങളിൽ ലയിച്ചു് ലായിനി ആകുമ്പോൾ അവയുടെ അവസ്ഥാവിശേഷത്തെപ്പററി റൗൾട്ട് (Raoult) അവതരിപ്പിച്ച നിയമങ്ങൾ ദർശനവിദ്യുച്ഛക്തി ലായിനികളിൽക്കൂടി കടന്നു പോകുന്നതിനെപ്പററി ആർഹീനിയസ് (Arrhenius) അവതരിപ്പിച്ച തത്വങ്ങൾ, നേർത്ത ലായിനികളെപ്പററി ഒസ്വാൾഡ് (Ostwald) മുൻപോട്ടു കൊണ്ടുവന്ന സിദ്ധാന്തം ഇവയെല്ലാം എടുത്തു പറയാവുന്നതാണു്. രസതന്ത്രത്തിൻെറ മറെറാരു ശാഖയായ ബയോ കെമിസ്ട്രിയും ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ അഭൂതപൂർവ്വമാംവണ്ണം വളൎന്നു. ജീവനുള്ള വസ്തുക്കൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന സാധനങ്ങളേയും അവയിൽ നടക്കുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളേയും പററി ശ്രദ്ധ കേന്ദ്രീകരിച്ചിരുന്ന ഈ വിഭാഗം, വോഹ്ലർ വൈററലിസ് സിദ്ധാന്തം തെററാണെന്നു് തെളിയിച്ചുകഴിഞ്ഞപ്പോൾ വളൎന്നുതുടങ്ങി. സ്റ്റാർച്ചിൽനിന്നും, സെല്ലുലോസിൽനിന്നും പഞ്ചസാര ഉണ്ടാക്കാമെന്നു് കർച്ചോഫ് 1815-ൽ കാഞ്ചി

ച്ചിരുന്നു. കൊഴുപ്പിൻെറ യാഥാർത്ഥ സ്വഭാവത്തെപ്പററി അടിസ്ഥാന ഗവേഷണങ്ങൾ ഷെവ്റൂൾ (chevreul) 1840 ആയപ്പോഴേക്കും നടത്തി കഴിഞ്ഞിരുന്നു. അദ്ദേഹം അതിനിടയിൽ കോളസ്ട്രോളും മാൾട്ടോസും കണ്ടുപിടിച്ചു. ഈ കാലത്താണ് ഗാസ്ട്രിക് ജൂസിനെപ്പററിയും, ദഹനത്തെപ്പററിയും വ്യൂമോൺഡ് (Beaumont) പുതിയ നിഗമനങ്ങൾ അവതരിപ്പിച്ചതു്. 1834-ൽ പേവനും (Paven) (Persoz) പെർസോസും ഡയാസ്റ്റേസ് (Diastase) എന്ന എൻസൈമും ബാർലിയിൽനിന്നും മാൾട്ടിൽനിന്നും ഉണ്ടാക്കാമെന്ന് കണ്ടുപിടിച്ചു. 1836-ൻ ഷ്വാൻ (Schwann) പെപ്സിൻ എന്ന എൻസൈമും കണ്ടുപിടിച്ചു, അതേ കൊല്ലം മാഗഡി (Magendi) ആഹാരസാധനങ്ങളിലെ പ്രധാന ഘടകങ്ങൾ കാർബോഹൈഡ്രേററും, ഫാററും (കൊഴുപ്പ്), പ്രോട്ടീനും (Protein) ആണെന്ന് സ്ഥാപിച്ചു എന്നുമല്ല. മൂത്രത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന നൈട്രജൻെറ സംയുക്തങ്ങൾ പ്രോട്ടീൻ വിഘടിച്ച് ഉണ്ടായതാണെന്നും, വളച്ചക്ക് അത്യാവശ്യമുള്ളതു് പ്രോട്ടീൻ ആണെന്നും തെളിഞ്ഞു. ഇതോടടുത്തുതന്നെ ലീബീഗ് (Liebig) മാംസം പിഴിഞ്ഞാൽ കിട്ടുന്ന രസത്തിൽ (meat juice) അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ഘടകങ്ങളെപ്പററി സമഗ്രമായി പഠിച്ചു. ഫ്രാക്റേറാസ് (fructose) എന്ന കാർബോഹൈഡ്രേററും അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. ഈതർ (Ether) എന്ന കാർബണിൻെറ സംയുക്തം ഈ കാലഘട്ടത്തിലാണ് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതു്. അതിന് ജീവജാലങ്ങളുടെ ബോധം ഇല്ലാതാക്കുവാനുള്ള കഴിവുണ്ടെന്നുംകൂടി താമസിയാതെ കണ്ടുപിടിച്ചു: ഈ കണ്ടുപിടിത്തം ശസ്ത്രക്രിയകൾ നടത്തുന്നതിന് അത്യന്തം സഹായകരമായിത്തീന്നു.

1854 ആയപ്പോഴേക്കും ബർത്ത്ലേ [Berthelot) കൊഴുപ്പുകളുടെ ഘടനയെ ശരിയായി മനസ്സിലാക്കി.

കൊഴുപ്പിൽനിന്നു കിട്ടുന്ന ഗ്ലിസറോളുപയോഗിച്ചു തിരിച്ചും കൊഴുപ്പുകളെ കൃത്രിമമായി ഉണ്ടാക്കുവാൻ ശ്രമിച്ചുതുടങ്ങി. ട്രിപ്സിൻ (Trypsin) എന്ന എൻസൈം 1856-ൽ കോർവീസാർട്ട് (Corvisart) കണ്ടുപിടിച്ചു. സാധനങ്ങൾ പുളിക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന മാററങ്ങളെപ്പറ്റിയും അതിനു് കാരണഹേതുക്കളായ അണുജീവികളെപ്പററിയും ലൂയിപാസ്ച്ചർ 1857-ൽ ശരിയായ വിശദീകരണം നൽകി. 1857-ൽ ബെർനാർഡ് (Bernard) ലിവറിൽ (liver) നിന്നു് ഗ്ലൈക്കോജൻ (glycogen) ഉണ്ടാക്കിയതും, 1860-ൽ ജീവജാലങ്ങളുടെ ശരീരത്തിൽ അവ കഴിക്കുന്ന ആഹാരസാധനങ്ങൾ ജാരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നതു് അവയുടെ സെല്ലുകളിൽ (cell) വച്ചാണെന്നും അല്ലാതെ ശ്വാസകോശത്തിൽ വച്ചല്ലെന്നും ട്രോബ് (Traube) കണ്ടു പിടിച്ചതും പുതിയ കാൽവെയ്പ്പുകളായിരുന്നു. പഴുപ്പിൽ നിന്നു് ന്യൂക്ലേൻ (Nuclein) എന്നെ സംയുക്തം വേർപെടുത്തി എടുത്തതും പ്രോട്ടമീൻസ് (protamines) എന്ന നൈട്രജൻ സംയുക്തങ്ങളെ കണ്ടുപിടിച്ചതും മീഷർ (Miescher) ആയിരുന്നു, 1883-ൽ ജൈവസാധനങ്ങളിൽ നൈട്രജൻ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ അതിൻെറ ഭാരശതമാനം കണ്ടു കണക്കാക്കാൻ സമർത്ഥമായ ഒരു മാർഗ്ഗം കെൽഡാൽ Kjeldahl) കണ്ടുപിടിച്ചു.

നൂററാണ്ടിൻെറ അന്ത്യദശകത്തിൽ ഈ രംഗം കൂടുതൽ സജീവമായി. എൻസൈംസിനെപ്പററി വളരെയധികം വിവരങ്ങൾ എമിൽ ഫിഷർ (Emil fisher) ഉം, ബുക്കറും (Buchaer) നേടി. എൻസൈംസിൻെറ സഹായത്തോടുകൂടി ഐസൊ മോൾട്ടോസ് (Isomaltose) എന്ന സംയുക്തം 1898-ൽ ആദ്യമായി ഉണ്ടാക്കി. അനേകം മനുഷ്യരെ മരണത്തിൽനിന്നു് തല്ക്കാലം രക്ഷപ്പെടുത്തി

ക്കൊട്ടക്കുന്ന (Adrenalin) അഡ്രിനലിൻ ഏബല്ലും (Abel) ക്രാഫോർഡ് (Crabard) ഉം കൂടി കണ്ടുപിടിച്ചതു് 1897-ൽ ആണു്. ഇതേവർഷം നടന്ന മററുരണ്ടു പ്രധാന സംഭവങ്ങൾ ബർട്രാൻഡ് (Bertrand) കോഎൻസൈംസ് കണ്ടുപിടിച്ചതും ഐക്ക്മാൻ (Eickman) ബെറിബെറി എന്ന സുഖക്കേടിന്റെ കാരണം ആഹാരസാധനങ്ങളിൽ വിററമിൻ ബിയുടെ കുറവു കൊണ്ടാണെന്നു് കണ്ടുപിടിച്ചതും ആണു്. 1898-ൽ എർലിക്ക് (Ehrlich) ഓറഗാനോമെററാലിക്ക് സംയുക്തങ്ങൾ (Or-(gano metalic compounds) ഔഷധങ്ങളായി ഉപയോഗിക്കാമെന്നു് കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇക്കാലത്തുതന്നെ നടന്നതും ദൂരവ്യാപകങ്ങളായ ഫലങ്ങൾ ഉളവാക്കിയതും ആയ റേഡിയത്തിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തത്തെപ്പോലെയോ, ഇലക്ട്രോണിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തത്തെപ്പോലെയോ പ്രാധാന്യമഹിക്കുന്നവയാണു് ബയോകെമിസ്ട്രിയിൽ ഉണ്ടായ മേൽ പറഞ്ഞ നേട്ടങ്ങൾ.

രസതന്ത്രത്തിന്റെ താത്വികമായ വശങ്ങളിൽ ഉണ്ടായ ഈ അൽഭുതപൂർവ്വമായ വളച്ച്, വ്യാവസായിക ലോകത്തു് വലിയ പ്രത്യാഘാതങ്ങളുണ്ടാക്കി. വസ്തുക്കളുടെ ഘടനയെപ്പററിയും അവ തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവത്തനത്തിൽ കണ്ടുവരുന്നതായ നിയമങ്ങളെപ്പററിയും ഉള്ള അറിവു് വദ്ധിച്ചപ്പോൾ പുതുതായി അനേകം വ്യവസായങ്ങളുണ്ടായി. ഉപയോഗമുള്ള അനേകം പുതിയ വസ്തുക്കൾ വൻതോതിൽ നിമ്മിക്കുവാനുള്ള സാദ്ധ്യത തെളിഞ്ഞു തുടങ്ങിയപ്പോൾ, വൻകിട വ്യവസായങ്ങൾ രൂപംകൊണ്ടു തുടങ്ങി. 1801-ൽ സൈലീഷ്യായിൽ ബീററ്റൂട്ടിൽ നിന്നും പഞ്ചസാര ഉണ്ടാക്കിത്തുടങ്ങിയതു് വ്യാവസായിക ലോകത്തു് ഒരു പുതിയ നീക്കമായിരുന്നു. പുതിയ കണ്ടു

പിടിത്തങ്ങളെ വ്യാവസ്സായികമായിക്കൂടി നോക്കവാൻ തുടങ്ങി എന്നതിനുദാഹരണം വെള്ളം വിശ്ലേഷിച്ച് ഓക്സിജനും ഹൈഡ്രജനും ഉണ്ടാക്കിയതാണു്. ഈ കണ്ടുപിടിത്തം നടന്നതിനു് വളരെ പുറകെ ഓക്സി ഹൈഡ്രജൻ ബ്ളോപൈപ്പ് ഉണ്ടാക്കുകയും ഉപയോഗി ക്കാൻ തുടങ്ങുകയും ചെയ്തു. ഇതുപോലെ പുതിയ കണ്ടു പിടിത്തം ഉപയോഗിച്ച് പഴയ വ്യവസായങ്ങളെ നവീ കരിക്കുവാനും തുടങ്ങി. ഉദാഹരണമായി മൃഗങ്ങളുടെ എല്ല് കരിച്ചുകിട്ടുന്ന കരിയിൽക്കൂടി പഞ്ചസാരയുടെ ലായനി കടന്നുപോകുമ്പോൾ അതിലുള്ള നിറങ്ങളെ എല്ലാം ആ കരി വലിച്ചെടുക്കുമെന്നും വെളുത്ത പഞ്ചസാര ഉണ്ടാക്കു വാൻ കഴിയുമെന്നും 1810-ൽ വ്യവസായികരംഗം മനസ്സിലാക്കി. ഇങ്ങനെ വളൎന്നുവരുന്ന വ്യാവസായിക രംഗത്തിൻെറ പ്രാധാന്യം ഗവണ്മെൻറുകളും മനസ്സിലാക്കി ത്തുടങ്ങിയെന്നു് തെളിയുന്നതു് അക്കാലത്തെ ചില പ്രശ്ന ങ്ങളുടെ സാമാധാനം കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാ രോട്ട് ഗവർമ്മെണ്ടുകൾ ആവശ്യപ്പെട്ടുതുടങ്ങി എന്നതിൽ നിന്നമാണു്. വൻതോതിൽ കല്ക്കരി ഭൂഗർഭത്തിൽനിന്നും വെട്ടിയെടുക്കുവാൻ തുടങ്ങിയപ്പോൾ അനേകം ഖനികൾ ഉണ്ടായിത്തുടങ്ങുകയും അവയിലെല്ലാം കല്ക്കരിവാതകം (Coalgas) തീ പിടിച്ചുാല്യണ്ടാകുന്ന അപകടംമൂലം തൊഴി ലാളികൾ കൂടെക്കൂടെ മരണമടയാൻ തുടങ്ങുകയും ചെയ്തു. ഇതിനു് ഒരു പ്രതിവിധി കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനു് സമ്മാന മേർപ്പെടുത്തിയപ്പോൾ ഡേവി (Davy) ഒരു പുതിയ വിളക്ക് കണ്ടുപിടിച്ചു. ഖനികളിൽ ഈ വിളക്കുപയോഗിച്ചാൽ അപകട സൂചന തൊഴിലാളികൾക്കു് നേരത്തെ ലഭിക്കാൻ സാദ്ധ്യമായതിനാൽ അവർ രക്ഷനേടി. അനേകായിരം തൊഴിലാളികളുടെ ജീവൻ രക്ഷപ്പെട്ടുതുടങ്ങിയപ്പോൾ

ഡേവിസ്സു് അനേകം ബഹുമതികളും ശാസ്ത്രത്തിനു് പുതിയ ഉത്തേജനവും 1820 ആയപ്പോഴേയ്ക്കും കിട്ടി.

1820-നും 1930-നും ഇടയ്ക്കു് വ്യവസായലോകത്തു് പുതിയ പല സംഭവങ്ങളും നടന്നു. അസെറ്റിക്ക് ആസിഡ് (വിനാഗിരി), പോർട്ട്ലന്റ് സിമന്റ് (Portland cement) മരപ്പൊടിയിൽനിന്നും ഓക്സാലിക്ക് ആസിഡ് (oxalic acid), ഗാൽവനൈസ് ചെയ്ത ഇരുമ്പുതകിടുകൾ, മണ്ണെണ്ണ വിളക്ക് ഇവയെല്ലാം വൻതോതിൽ ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ തുടങ്ങി. 1840 ആയപ്പോഴേയ്ക്കും ഫോസ്ഫറസ് ഉപയോഗിച്ചുള്ള തീപ്പെട്ടിയും, വിദ്യുച്ഛക്തി ഉപയോഗിച്ചു് പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഇൻഡക്ഷൻ കോയിലും, മാൻഗനീസ് ചേർത്തിട്ടുള്ള ഉരുക്കും പ്രയോഗത്തിൽ വന്നുതുടങ്ങി. അതോടൊപ്പം വിദ്യുച്ഛക്തി ഉപയോഗിച്ചു് ചില ലോഹങ്ങളെ വേർപെടുത്തി എടുക്കുവാൻ തുടങ്ങി. ഛായാഗ്രഹണം (Photography) കണ്ടുപിടിച്ചതും ഈ ഘട്ടത്തിലാണു്.

1840 കഴിഞ്ഞപ്പോൾ രംഗം കൂടുതൽ സജീവമായി. റബ്ബർ വൽക്കനൈസ് (Vulcanise) ചെയ്യാമെന്നും, തുണിത്തരങ്ങൾ മേഴ്സിറൈസ് (Mercerise) ചെയ്യാമെന്നും, മരങ്ങളിൽനിന്നും കടലാസ്സുനിർമ്മാണത്തിനു് പൾപ്പുണ്ടാക്കാമെന്നും, പഞ്ഞിയിൽനിന്നു് ഗൺകോട്ടൺ (guncotton) എന്ന സ്ഫോടകസാധനം ഉണ്ടാക്കാമെന്നും മനസ്സിലായി. വ്യാവസായികമായി ഇവയെ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള ഫാക്റ്ററികൾ സ്ഥാപിതമായി. 1850 നോട്ട് അടുക്കുമ്പോഴേയ്ക്കും നാം ഇന്നുപയോഗിക്കുന്ന തരത്തിലുള്ള സുരക്ഷിതമായ തീപ്പെട്ടികളും പ്രചാരത്തിൽ വരുന്നതായി കാണാം.

1856-ലാണു് ഉരുക്കു് വൻതോതിൽ എളുപ്പത്തിൽ ഉണ്ടാക്കുവാനുള്ള വഴി ബെസ്സിമർ (Besemer) എന്ന ഇംഗ്ലീഷുകാരൻ കണ്ടുപിടിച്ചതു്. പച്ച ഇരുമ്പിനോടുകൂടി ഒരു ചെറിയ ശതമാനം കരി കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ കൂടുതൽ ബലമുള്ള ഉരുക്കു് ഉണ്ടാക്കാമെന്നു് പരക്കെ അറിയാമായിരുന്നെങ്കിലും വൻതോതിൽ ഉരുക്കു് സുഗമമായി ഉണ്ടാക്കുവാൻ ഒരു വഴി ഇതിനുമുമ്പു് തെളിഞ്ഞിരുന്നില്ല. ആയതിനാൽ റെയിൽ പാളങ്ങളും. തൂണുകളും, പാലങ്ങളും. ചക്രങ്ങളും പച്ചിരുമ്പിലാണു് ഉണ്ടാക്കിയിരുന്നതു്. പച്ചിരുമ്പുകൊണ്ടു് മെഷീൻ ടൂളുകളോ (Machine tools), എഞ്ചിൻെറ (engine) അനങ്ങുന്ന ഭാഗങ്ങളോ ഉണ്ടാക്കാൻ സാദ്ധ്യമായിരുന്നില്ല. പച്ചിരുമ്പിനേക്കാൾ കാർബണിൻെറ അംശം കുറഞ്ഞിരുന്ന വാർപ്പിരുമ്പു് (wrough iron) ആണു്. ഇതു് ചെറിയതോതിൽ സാദ്ധ്യമാക്കി വന്നിരുന്നതു്. സ്പ്രിംഗുകൾ (Springs) പോലുള്ള സാധനങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നതിനും പൊതുവെ ബലിഷ്ഠമായിട്ടുള്ള യന്ത്രഉപകരണങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നതിനും ഉരുക്കു് അനിർവാര്യവുമായിരുന്നു. അതുകൊണ്ടാണു് ഉരുക്കിൻെറ വൻതോതിലുള്ള നിർമ്മാണം വ്യവസായ രംഗത്തു് വിപ്ലവകരമായ മാററങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കിയതു്. രാഷ്ട്രീയമായി വളർന്നുകൊണ്ടിരുന്ന ബ്രിട്ടന്റെ സാമ്രാജ്യത്വത്തിലേക്കു് നയിച്ചതു് യഥാർത്ഥത്തിൽ വൻതോതിലുള്ള ഉരുക്കുനിർമ്മാണമാണു്. ഉരുകിക്കിടക്കുന്ന പച്ചിരുമ്പിൽക്കൂടി വായു ക്രമമായി കടത്തിവിട്ടാൽ അതിലെ കാർബണെ എരിച്ചുകളയാമെന്നും അതിനുശേഷം വായുവിൻെറ ശമനം നിർത്തിയിട്ടു് ആവശ്യമുള്ള കാർബൺ ഇരുമ്പിനോടു് ചേർക്കാമെന്നും അങ്ങനെ ദൃഢതയുള്ള ഉരുക്കു് ഉണ്ടാക്കാമെന്നും ബെസ്സിമർ കണ്ടുപിടിച്ചു. ഈ ക്രിയ ചെയ്യുന്നതിനു് പററിയ ഒരു സംവിധാനം (Bessemer

converter) അദ്ദേഹം തയ്യാറാക്കി. വാസ്തവത്തിൽ ബെസിമർ ഒരു ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നില്ല. അന്നത്തെ ലോകശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും, ഇരുമ്പുവ്യവസായത്തിലെ പ്രമുഖ നേതാക്കളും അദ്ദേഹത്തിന്റെ പദ്ധതിയെ ആദ്യകാലത്ത് പുച്ഛിക്കുകയാണ് ചെയ്തത്. എന്നാൽ വൻതോതിൽ ഉരുക്ക് നിർമ്മിച്ച് കാണിച്ചപ്പോൾ അവരെല്ലാം അദ്ദേഹത്തെ അനുമോദിച്ചു. വില കുറഞ്ഞ ഉരുക്ക് ഉപയോഗിച്ച് റെയിൽവേ പാലങ്ങളും, കപ്പലുകളും പുതിയ തുറമുഖങ്ങളും, പുതിയ യന്ത്രോപകരണങ്ങളും, തോക്കുകളും ഉണ്ടായതിനോടൊപ്പം കോളണികളും കുടിച്ചേർന്നപ്പോൾ സാമ്രാജ്യത്വം വളർന്നുവന്നു.

ബെസിമറുടെ കൺവേർട്ടർ ഉണ്ടായി കുറച്ചുകാലം കഴിഞ്ഞപ്പോൾ വൻതോതിൽ ഉരുക്കുണ്ടാക്കുവാനുള്ള മററു പദ്ധതികളും ഉണ്ടായി. 1867 ആയപ്പോഴേയ്ക്കും സീമെൻസ് (Siemens) കണ്ടുപിടിച്ച ഒരു പദ്ധതി അനുസരിച്ച് ഉണ്ടാക്കിവന്ന ഉരുക്ക് ബെസിമർ പദ്ധതിപ്രകാരം ഉണ്ടാക്കിവന്ന ഉരുക്കിനോട്ട് കിടപിടിക്കുവാൻ തുടങ്ങി എന്നാൽ ഈ രണ്ട് പദ്ധതിപ്രകാരവും ഉരുക്കുണ്ടാക്കണമെങ്കിൽ താരതമ്യേന ശുദ്ധമായ ഇരുമ്പിന്റെ അയിരുകൾ വേണ്ടിവന്നിരുന്നു. പലയിടത്തുനിന്നും ലഭിച്ചിട്ടുള്ള ഇരുമ്പിന്റെ അയിരുകളിൽ കണ്ടുവന്നിരുന്ന ക്ഷാരഗുണമുള്ളതോ, അമ്ലഗുണമുള്ളതോ ആയ മാലിന്യങ്ങളെ മാററുന്നതിന് ഒരു വ്യാവസായികപദ്ധതി കണ്ടുപിടിച്ചത്. 1879-ൽ ഗിൽക്രിസ്റ്റ്തോമസ് (Gilchrist Thomas) ആണ്. ഒരു പോലീസ് കോടതിയിലെ ക്ളാക്ക് ആയിരുന്ന തോമസ്സ് ലോഹങ്ങളെപ്പററിയും ലോഹനിർമ്മാണത്തെപ്പററിയും സൂക്ഷ്മമായി പഠിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയും പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയും ചെയ്തിരുന്നു. തന്റെ

വീട്ടിലെ അറപ്പുര (Cellar) യിൽവച്ച് നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളിൽക്കൂടിയാണ് അദ്ദേഹം ഒരു പുതിയ പദ്ധതി ആവിഷ്ക്കരിച്ചതു്. അതു് മൂന്നുകൊല്ലത്തിനകം വ്യാവസായികമായി നടപ്പാക്കുകയും ഉരുക്കുവ്യവസായം ഒരു പുതിയ ഘട്ടത്തിലേക്കു് പ്രവേശിക്കുകയും ചെയ്തു. വ്യവസായവും ഗവേഷണവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം ദൃശ്യമായിത്തുടങ്ങുന്നതു് ഇവിടെയാണ്.

ഇരുമ്പുവ്യവസായം ഇങ്ങനെ പുരോഗമിച്ചുവന്ന കാലഘട്ടത്തിൽ മററുപല വ്യവസായങ്ങളും രൂപംകൊണ്ടു. ഖനിയെണ്ണ ഭൂഗർഭത്തിൽനിന്നും വെളിയിൽ കൊണ്ടുവരുന്നതിനുമുമ്പു് ആദ്യത്തെ റ്റ്യൂബ്‌വെൽ (tube well) ഉണ്ടായതു് ഈ കാലഘട്ടത്തിലാണ്, തുകൽവ്യവസായത്തിൽ ക്രോം ററാനിംഗ് (chrome tanning) തുടങ്ങിയതും, വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ നിർമ്മാണത്തിനു് സ്റ്റോറേജ് സെല്ലു് ഉണ്ടാക്കിത്തുടങ്ങിയതും, ഡൈനമൈററു് ഉണ്ടാക്കിയതും, കാരം solvey പദ്ധതിപ്രകാരം ഉണ്ടാക്കിത്തുടങ്ങിയതും, ക്ലോറിൻ വൻതോതിൽ ഉണ്ടാക്കുന്നതിനു് ഡീക്കൺ (Deacon) രീതി രൂപം കൊണ്ടതും ഇതേ അവസരത്തിലാണ്. ഇതോടൊപ്പം കല്ക്കരിവ്യവസായവും അത്ഭുതപൂർവ്വമായി വികസിച്ചു. റോഡുവിളക്കുകൾ കത്തിക്കുന്നതിനു് കോൾഗ്യാസ് (coal-gas) ഉണ്ടാക്കുന്നതിനാണ് വൻതോതിൽ കല്ക്കരി തപിപ്പിച്ചിരുന്നതു്. വായുവിൻെറ സാന്നിദ്ധ്യമില്ലാതെ കല്ക്കരിയെ തപിപ്പിച്ചാൽ കോൾഗാസ് (coal gas) ലഭിക്കുന്നതിനോടൊപ്പം കോൾട്ടാറും (coaltar) അമ്മോണിയ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ദ്രാവകവും, കോക്കും (coke) ലഭിക്കുന്നു. വളരെക്കാലം കോൾട്ടാറിനു് ഒരു ഉപയോഗവും കണ്ടുപിടിക്കാൻ സാധിക്കാതെ ഇരുന്നു. ഓർഗാനിക്ക് കെമിസ്ട്രി വളർന്നപ്പോൾ കോൾട്ടാറിൽനിന്നു് ഉപയോഗമുള്ള വളരെയധികം

വസ്തുക്കൾ-ചായങ്ങൾ, മരുന്നുകൾ, സുഗന്ധവസ്തുക്കൾ, സ്ഫോടനസാധനങ്ങൾ' തുടങ്ങിയവ ഉണ്ടാക്കാമെന്നു് കണ്ടുപിടിച്ചപ്പോൾ കല്ക്കരിവ്യവസായം ഒരു പുതിയ ദിശയിലേക്കുനീങ്ങി. എന്നുമല്ല. വായുവിൻെറ അഭാവത്തിൽ കല്ക്കരി തപിപ്പിച്ചാൽ അവശേഷിക്കുന്ന കോക്കു് പല ലോഹങ്ങളുടേയും നിർമ്മാണത്തിനു് ഉപയോഗിക്കാമെന്നുംകൂടി മനസ്സിലായപ്പോൾ ഈ വ്യവസായം അതിൻെറ ശുക്രദശയിലെത്തി.

ഇക്കാലത്തു് ഉണ്ടായ പുരോഗതിയുടെ വേഗത കാണിക്കുന്ന ഒരു ഉത്തമദൃഷ്ടാന്തമാണു് ചായങ്ങളുടെ രംഗം. പുരാതന കാലം മുതൽ പ്രകൃതിയിൽ കണ്ടുവന്നിരുന്ന വിവിധ വർണ്ണങ്ങളെ സ്വന്തം ശ്രമംകൊണ്ടു് തുണികളിലേയ്ക്കും, നിത്യോപയോഗസാധനങ്ങളിൽ പലതിലേക്കും ചിത്രങ്ങളിലേയ്ക്കും മററും കമനീയമായി പകത്തുന്നതിനു് മനുഷ്യൻ ശ്രമിച്ചുവന്നു എങ്കിലും നാലഞ്ചുനിറം മാത്രമേ തൻെറ സ്വാധീനത്തിൽ കൊണ്ടുവരാൻ 19-ാംനൂറ്റാണ്ടുവരെ സാധിച്ചിരുന്നുള്ളു. പ്രകൃതിയിൽനിന്നു് ലഭിച്ചിരുന്ന ചായങ്ങളുടെ എണ്ണം വളരെ കുറവായിരുന്നു. നീലച്ചെടിയിൽനിന്നു് ഉണ്ടാക്കിവന്നിരുന്ന നീലവും, മാഡർ (madder) എന്ന ചെടിയിൽനിന്നു് ഉണ്ടാക്കിയിരുന്ന അലിസ്സാറിൻ (alizarin) എന്ന ചായവും. കോച്ചു്നീൽ (cochineal) പ്രാണിയിൽനിന്നു് ഉണ്ടാക്കിവന്നിരുന്ന ചായങ്ങളും, മെഡിററേനിയൻ സമുദ്രതീരത്തു് ജീവിച്ചുവന്നിരുന്ന ചില ഒച്ചുകളിൽനിന്നു് എടുത്തിരുന്ന ചായവും ആണു് പ്രധാനമായി തുണികൾക്കു് നിറം കൊടുത്തിരുന്നതു്. റോമൻ ചക്രവർത്തിമാർ അധികാര ചിഹ്നമായി ധരിച്ചിരുന്ന ടൈറിയൻ പർപ്പിൾ എന്ന നിറം കൊടുത്തിരുന്ന പട്ടുകൾക്കു് ഈ ഒച്ചിൽനിന്നെടുത്ത നിറമാണു് ഉപയോഗിച്ചുവന്നിരുന്നതു്. ഇങ്ങനെ നൂറ്റാണ്ടുകളായ

ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന, ചായങ്ങളുടെ എണ്ണം വദ്ധിക്കുന്നത് 19-ാം നൂററാണ്ടിലാണ്. 1857-ൽ പക്കിൻ എന്ന ബാലൻ ലണ്ടനിൽ കോൾട്ടാറിൽനിന്നു് ഉണ്ടാക്കിവന്ന അനിലിൻ (aniline) എന്ന സംയുക്തം പ്രിജാരണം ചെയ്ത് മോവ് (Mauve) എന്ന നിറം കൊടുക്കാവുന്ന aniline black കണ്ടുപിടിച്ചപ്പോൾ ഈ രംഗം മാറിത്തുടങ്ങി. ഇതിനെത്തുടന്നു് കോൾട്ടാറിൽനിന്നു് ലഭിച്ചിരുന്ന പല സംയുക്തങ്ങളിൽനിന്നും പുതിയ നിറങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കാമെന്നു് ഫ്രാൻസിലും, ജമ്മനിയിലും ഗവേഷകന്മാർ കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇതിനെത്തുടന്നു് പുതിയ ചായങ്ങളുണ്ടാക്കുവാനുള്ള വൻ വ്യവസായങ്ങൾ ഉണ്ടായി. നീലച്ചെടിയിൽനിന്നു് ഉണ്ടാക്കി വന്ന നീലവും, മാഡർച്ചെടിയിൽനിന്നു് ഉണ്ടാക്കി വന്ന അലിസാറിനും കൃത്രിമമായി ചില കോൾട്ടാറിൽനിന്നുണ്ടാകുന്ന സംയുക്തങ്ങളിൽനിന്നു് ഉണ്ടാക്കാമെന്നു് തെളിഞ്ഞതോടുകൂടി ഈ ചെടികളുടെ പ്രാധാന്യം നശിക്കുകയും നിറങ്ങളുണ്ടാക്കുന്ന വ്യവസായം പുതിയ ഘട്ടത്തിലേക്കു് പ്രവേശിക്കുകയും ചെയ്തു. 19-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനമായപ്പോഴേക്കും പുതുതായി 'കുറെ അഞ്ഞൂറുനിറങ്ങൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടുതുടങ്ങി എന്നതും പ്രസ്താവ്യമാണു്.

ഇതുപോലെ പ്രക്ഷുബ്ധമായി മാറിയ ഒരു രംഗമാണു് മരുന്നു വ്യവസായം. നൂതനമായ അനേകം ഔഷധങ്ങൾ കോൾട്ടാറിൽനിന്നു് ലഭിച്ച സംയുക്തങ്ങളിൽനിന്നു് നൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനമായപ്പോഴേക്കും കണ്ടുതുടങ്ങി. ഇതോടൊപ്പം മരുന്നുകളായി ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന പല ചെടികളിൽനിന്നു് ഔഷധവീര്യമുള്ള സംയുക്തങ്ങളെ വേർതിരിച്ചെടുക്കുകയും അവയുടെ തന്മാത്രകളിലെ

ആററങ്ങൾ ഘടിച്ചിരിക്കുന്ന രീതി മനസ്സിലാക്കി അവയെ കൃത്രിമമായി ഉണ്ടാക്കുവാനുള്ള പരിശ്രമങ്ങൾ ആരംഭിക്കുകയും ചെയ്തു. 1806-ൽ കറപ്പിൽനിന്നു് സർടേണർ മോർഫീൻ വേർതിരിച്ചെടുത്തതും, 1883-ൽ ബെലഡോണ (Belladonna) യുടെ ഇലകളിൽനിന്നു് ആട്രൊപീൻ (atropine) വേർതിരിച്ചെടുത്തതും, 1823-ൽ സിങ്കോണയുടെ തൊലിയിൽനിന്നു് പെലറ്റിയും കാവന്റോവും (pelletier, and cavantou) ചേന്നു് ക്വയ്നീൻ (quinine) കണ്ടുപിടിച്ചതും ഈ അവസരത്തിൽ പ്രസ്താവ്യമാണു്. അതുപോലെ ശസ്ത്രക്രിയകൾ നടത്തുന്നതിനായി ബോധക്ഷയം വരുത്തുന്നതിനു് നൈട്രസ്ഓക്സൈഡും, (nitrous oxide) ഈതറും (ether) ഉം. ക്ലോറൊഫോമും പ്രചാരത്തിൽ വന്നതു് ഈ കാലത്താണു്. കോൾട്ടാറിൽനിന്നു് ഉണ്ടാക്കിവന്ന ഫീനോളിനു് (phenol) അണുജീവികളെ കൊല്ലാൻ കഴിയുമെന്നു് 1867-ൽ ലിസ്റ്റർ (Lister) കണ്ടുപിടിച്ചു. ക്ലോറോൾ ഹൈഡ്രേറ്റ് (Chloral hydrate) നു് ജീവജാലങ്ങളെ മയക്കുവാൻ കഴിയുമെന്നു് ലീബ്രിച്ചു് (Liebreich) 1869-ൽ കണ്ടുപിടിച്ചു. ഈ രംഗത്തു് ഉണ്ടായ മററു കുറേ വിജയങ്ങൾ പ്രസ്താവയോഗ്യമാണു്, സാലിസൈലിക്ക്ആസിഡ് എന്ന ജൈവസംയുക്തം വേദന കുറയ്ക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്നതാണെന്നു് 1876-ൽ സ്ട്രിക്കർ (Stricker) കണ്ടുപിടിച്ചതിനെത്തുടന്നു് 1899-ൽ ഡ്രെസർ (Dreser) ആസ്പിരിൻ കണ്ടുപിടിച്ചു; 1883-ൽ നോർ (Knor) ആന്റിപൈറീൻ കണ്ടുപിടിച്ചു. ഈ കാലത്താണു് പുതിയ ചായങ്ങൾ പ്രചാരത്തിൽ വന്നതു്. ചില ചായങ്ങൾക്കു് അണുജീവികളെ കൊല്ലുവാൻ കഴിയുമെന്നു് പോൾ എർലിക് (Paul Eherlich) (1854—1915) കണ്ടുപിടിച്ചു. ഈ കണ്ടുപിടിത്തത്തിനു് ദൂരവ്യാപകങ്ങളായ ഫലങ്ങൾ ഉണ്ടായ

തിനാൽ അദ്ദേഹം "കെമോതെറാപ്പിയുടെ പിതാവ്" (chemotheraupy) എന്ന പേരിൽ വിശ്വവിഖ്യാതനായിത്തീർന്നു. ഇതുപോലെ തന്നെ തൻെറ വ്യക്തിവൈഭവവും ശാസ്ത്രീയ നേട്ടങ്ങളുംകൊണ്ട് ലോകപ്രസിദ്ധി നേടിയ മറെറാരു ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് ലൂയിപാസ്റ്റർ. പ്രകൃതിയിൽ നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന പല രാസക്രിയകളും മൈക്രോബുകളുടെ സഹായത്താലാണ് നടക്കുന്നതെന്നും പലേ സുഖക്കേടുകളും വ്യാപിക്കുന്നതു് മൈക്രോബുകളുടെ പ്രവർത്തനം മൂലമാണെന്നും, ഈ മൈക്രോബുകളുടെ ജീവിതരീതി ശരിയായി പഠിച്ചാൽ അവയെ നിയന്ത്രിക്കുവാനുള്ള മാർഗ്ഗങ്ങൾ കിട്ടുമെന്നും അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. നൂററാണ്ടുകളായി മനുഷ്യർക്ക് നിയന്ത്രിക്കാൻ കഴിയാതിരുന്ന പേപ്പട്ടിവിഷഫലങ്ങളെ അദ്ദേഹം നിയന്ത്രണാധീനമാക്കി. ഇതിനെത്തുടർന്ന് ഏഷ്യയിലും, ആഫ്രിക്കയിലും വളരെയധികം ജീവനാശം വരുത്തിക്കൊണ്ടിരുന്ന പല സുഖക്കേടുകളും നിയന്ത്രണാധീനമാകുകയും അവിടെ എല്ലാം കോളണിവാഴ്ച സുരക്ഷിതമാക്കുവാനുള്ള സാദ്ധ്യത യൂറോപ്പിനു് ലഭിക്കുകയും ചെയ്തു.

ഇപ്രകാരം വ്യാവസായികരംഗത്തു് രസതന്ത്രത്തിന്റെ ഉപയോഗവും സ്വാധീനവും വർദ്ധിച്ചുവന്നതിനോടൊപ്പം അടിസ്ഥാനപരമായ പ്രകൃതിനിയമങ്ങളുടെ ദർശനത്തിലും രസതന്ത്രം വളർന്നുവന്നു. സംയുക്തങ്ങൾ ദ്രാവകങ്ങളിൽ ലയിക്കുമ്പോൾ അവയുടെ തന്മാത്രകൾ തമ്മിലുള്ള ദൂരം വർദ്ധിക്കുന്നു എന്നതിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ അവയുടെ പെരുമാററത്തെപ്പററി റവുൾട്ട് (Raoult) കണ്ടുപിടിച്ച നിയമങ്ങൾക്ക് വാൻഹോഫ് (Van't Hoff) തത്വപരമായി ചില വിശദീകരണങ്ങളും ഉന്നയിച്ചു. ലായനികൾ തിളയ്ക്കുന്ന ഊഷ്മാവ് ലായകം തിളയ്ക്കുന്ന

ഊഷ്മാവിനേക്കാൾ കൂടുതലായിരിക്കുമെന്നും, ഒരു നേർത്ത ലായനിയിൽ ഈ ഊഷ്മാവുകളുടെ വ്യത്യാസം ലയിച്ചിരിക്കുന്ന പദാർത്ഥത്തിൻെറ തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണവും ആകെ ലായനിയിൽ അടങ്ങിരിക്കുന്ന തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണവും കൂടിയുള്ള അനുപാതത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുമെന്നും റവുൾട്ട് കണ്ടുപിടിച്ചു. അതുപോലെ ഒരു ലായനി (solution) ഖരമാകുന്ന ഊഷ്മാവ് അതിലെ ലായകം കട്ടിയാകുന്ന ഊഷ്മാവിനേക്കാൾ എപ്പോഴും കുറഞ്ഞിരിക്കുമെന്നും, ഈ കുറവും തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണവും തമ്മിൽ മേല്പറഞ്ഞതുപോലെ ഒരു ബന്ധമുണ്ടെന്നും റവുൾട്ടിനു് സ്ഥാപിക്കാൻ കഴിഞ്ഞു. ഈ നിയമം ഉപയോഗിച്ച് അനേകം സാധനങ്ങളുടെ തന്മാത്രകളുടെ ആപേക്ഷികഭാരം (modeular weight) കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. അക്കാലത്തു് "ഓസ്മോസിസ്" നെപ്പററിയുള്ള പഠനങ്ങൾ പുരോഗമിക്കുകയും ആ രംഗത്തു് അന്തർഭവിച്ചിരുന്ന ചില നിയമങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്തു. റവുൾട്ടിൻെറ നിയമങ്ങൾക്കും, ഓസ്മോസിനെപ്പററിയുള്ള നിയമങ്ങൾക്കും ലാൻ്റ് ഹോഫ് താത്വികമായി അടിസ്ഥാനം കണ്ടുപിടിച്ചതു് ഒരു വലിയ നേട്ടമായിരുന്നു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ അഭിപ്രായം ഒരു ലായനിയിൽ ലയിച്ചിരിക്കുന്ന വസ്തുവിൻെറ തന്മാത്രകളുടെ പെരുമാറ്റവും, ലയനിയുടെ വ്യാപ്തത്തിനു തുല്യമായ വ്യാപ്തം വാതകത്തിലെ തന്മാത്രകളുടെ പെരുമാററവും, തമ്മിൽ സാദൃശ്യം ഉണ്ടായിരിക്കുമെന്നതായിരുന്നു. വാതകം മർദ്ദം കാണിക്കുന്നതുപോലെ ലായനി ഓസ്മോട്ടിക്ക് മർദ്ദം കാണിക്കുന്നു എന്നു് അദ്ദേഹം കാണിച്ചു. എന്നുമല്ല, വാതകത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന നിയമങ്ങളിൽ പലതും അതേ വ്യാപ്തം ലായനിയിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന വസ്തുവിൻെറ തന്മാത്രകളും അനുസരിക്കുമെന്നും അദ്ദേഹം സമർത്ഥിച്ചു. എന്നാൽ ഈ പെരുമാററത്തിൽനിന്നു് വ്യത്യസ്ത

മായി ചില വസ്തുക്കൾ പെരുമാറിയതിനാൽ ഈരംഗം കുറച്ചു് കുഴഞ്ഞിരുന്നു. വ്യത്യസ്തമായി പെരുമാറിയിരുന്ന വസ്തുക്കൾ വെള്ളത്തിൽ ലയിപ്പിച്ചപ്പോൾ അവ വിദ്യു ച്ഛക്തി ലായനിയിൽക്കൂടി കടന്നുപോകുന്നതിനു് സഹായി ക്കുന്നവയാണെന്നു് തെളിഞ്ഞു. വൈദ്യുതിലായനികളിൽ ക്കൂടി കടന്നുപോകുന്നതിനെപ്പററി പുതിയ ദർശനം ഉണ്ടാ യപ്പോഴാണു് ഈ രംഗത്തെ കാറും കോളുംമാറിയതു്. ആർഹീനിയസ് (Arrhenius) എന്ന പ്രസിദ്ധ രസ തന്ത്രശാസ്ത്രജ്ഞൻ പുതിയ അഭ്യൂഹങ്ങൾ ഇതിനെപ്പററി ഉന്നയിച്ചു. വിദ്യുച്ഛക്തി ലായനിയിൽക്കൂടി കടന്നുപോകു ന്നതു് ലയിക്കുന്ന വസ്തുക്കൾ വിഘടിച്ചുണ്ടാകുന്ന അയോൺസി (ions) ന്റെ സഹായത്താലാണു്. ലായനി യിൽ ചില വസ്തുക്കൾ ലയിക്കുമ്പോൾ, തന്മാത്രകൾ വിഘടിപ്പിച്ചാൽ ആകെയുള്ള കണികകളുടെ എണ്ണം കൂടുന്നു എന്നു് വാൻറ്റ് ഹോഫ് ചൂണ്ടിക്കാണിച്ചു, എന്നാൽ വൈദ്യുതി കടത്തിക്കൊണ്ടുപോകാൻ കഴിവി ല്ലാത്ത ലായനികളിൽ തന്മാത്രകൾ വിഘടിച്ചു് കൂടുതൽ കണികകൾ ഉണ്ടാകാത്തതിനാൽ ആകെയുള്ള കണിക കളുടെ എണ്ണത്തിൽ മാററം വരുന്നില്ല. ആർഹീനിയ സിൻെറ അഭിപ്രായത്തിൽ വൈദ്യുതി കടന്നുപോകുന്ന ലായനിയിലെല്ലാം എപ്പോഴും കുറെ തന്മാത്രകൾ അയോൺ സായി വിഘടിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയും അതേ സമയം കുറെ അയോൺസ് ഒരുമിച്ചുചേർന്നു് തന്മാത്രകൾ ഉണ്ടായിക്കൊ ണ്ടിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ലായനി നേർപ്പിക്കുമ്പോൾ വിഘ ടിക്കുന്ന തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണം വർദ്ധിക്കുന്നതാണെന്നും അദ്ദേഹം അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. ലയിച്ചിരിക്കുന്ന അവസ്ഥ യിൽ അയോൺസായി വിഘടിച്ചു് വൈദ്യുതി കടന്നു പോകുവാൻ സഹായിക്കുന്ന വസ്തുക്കളെ ഇലക്ട്രൊ ലൈററ്സ് (electrolytes) എന്നും, ഇപ്രകാരം അയോൺ

ന്മായി വിഘടിക്കാതെ ഇരിക്കുന്ന വസ്തുക്കളെ നോൺ ഇലക്ട്രൊലൈററ്സ് എന്നും തരംതിരിച്ചു. ആർഹീനിയസ്സിനു് മുമ്പും ഈ സങ്കല്പങ്ങളെല്ലാം ഉണ്ടായിരുന്നെങ്കിലും ഇലക്ട്രൊറൈറ്സ് ലയിക്കുമ്പോൾ അവയുടെ തന്മാത്രകളുടെ വളരെ വലിയ ഒരു ശതമാനം വിഘടിച്ച് അയോൺസ്സാകുമെന്നു് ധൈര്യമായി പറയുവാൻ അദ്ദേഹത്തിനാണു് ഇദംപ്രഥമമായി സാധിച്ചതു്. ഇപ്രകാരം തന്മാത്രകൾ വിഘടിക്കുമ്പോൾ, മുൻപ് പറഞ്ഞതുപോലെ കൂടുതൽ കണികകൾ ഉണ്ടാകുകയും ആയതുകൊണ്ടു് ഇലക്ട്രൊലൈററ്സ് ലയിക്കുന്ന ലായനികളും നോൺ ഇലക്ട്രൊലൈറെറ്സ് ലയിക്കുന്ന ലായനികളും തമ്മിൽ അടിസ്ഥാനപരമായി വ്യത്യാസമുണ്ടായിരിക്കുകയും ചെയ്യുമെന്നു് വാന്റ്ഹോഫ് സ്ഥാപിച്ചു.

ഇപ്രകാരം അടിസ്ഥാന പ്രാധാന്യമുള്ള ചില കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾമൂലമാണു് 19-ാംനൂററാണ്ടിൻെറ അവസാന ദശകത്തിലുള്ള രസതന്ത്രത്തിൻെറ ചരിത്രം വളരെയധികം ശ്രദ്ധേയമാകുന്നതു്. ഒരു പുതിയ ഘട്ടത്തിലേയ്ക്കു് രസതന്ത്രം പ്രവേശിക്കുന്നതിനുള്ള സകല സജ്ജീകരണങ്ങളും ഈ ദശകത്തിൽ നടന്നു. യാതൊരു രാസപ്രവത്തനങ്ങളിലും പങ്കെടുക്കാൻ കഴിവില്ലാത്തതായ അപൂവ്വവാതകങ്ങൾ (rare gases) കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതും, സദാസമയവും സ്വയമേവ തന്നെ വ്യതിയാനങ്ങൾ വരുത്തിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ആറെണ്ണങ്ങളുള്ള റേഡിയം കണ്ടുപിടിച്ചതും ഇതിനു് ഉദാഹരണങ്ങളാണു്. ഒരു പുതിയ രസതന്ത്രശാസ്ത്രം ഉണ്ടാകുന്നതിൻെറ ശംഖനാദമാണു് ഇവ സൂചിപ്പിക്കുന്നതു്.

രസതന്ത്രത്തിലെന്നപോലെ ഊർജ്ജതന്ത്രത്തിലും വലിയ പരിവത്തനങ്ങൾ ഈ നൂററാണ്ടിലുണ്ടായി. പ്രകൃ

തിയിൽ കണ്ടുവരുന്ന പുതിയതരം ശക്തിവിശേഷങ്ങളെ കണ്ടുപിടിക്കുന്ന രംഗം എന്ന നിലയിൽനിന്നു് ഈ ശക്തി വിശേഷങ്ങളെ എല്ലാം നിയന്ത്രിക്കുന്നതും അവയെ കൂട്ടി ഇണക്കുന്നതുമായ നിയമങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുന്ന ജോലിയി ലേക്കു ഊർജ്ജതന്ത്രം പ്രവേശിക്കുകയും വിജയിക്കുകയുംചെയ്തു. എന്നുമല്ല, രസതന്ത്രത്തിലെന്നപോലെ ഈ നിയമങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വലിയ വ്യവസായങ്ങൾ കെട്ടിപ്പടുക്കു വാൻ സഹായിക്കുകയും അങ്ങനെ സാമൂഹ്യജീവിതത്തിന്റെ പരിവർത്തനത്തിൽ പങ്കാളിയാകുകയും ചെയ്തു. ഈ നൂറ്റാ ണ്ടിന്റെ ആദ്യകാലത്തു നടന്ന രാഷ്ട്രീയ വിപ്ലവങ്ങളിൽ കൂടി നേടി എടുത്ത രാഷ്ട്രീയസ്വാതന്ത്ര്യത്തിന്റെ മേന്മ ഈ രംഗത്തു് നല്ലപോലെ നിഴലിച്ചുകാണാം. അസാമാന്യ മായ ബുദ്ധിശക്തി ഉപയോഗിച്ചു് ഉന്നത തരത്തിലുള്ള ഗവേഷണം നടത്തിയ അതി പ്രശൽഭന്മാരായ കുറെ ആളുകളുടെ—ഫാരഡെ, മാക്സ്‌വെൽ, ഹെർററ്സ് ഹ്യൂജൻ (Huygens). തോംസൺ (Thomson) — പരി ശ്രമഫലമായി ഉണ്ടായ നേട്ടങ്ങളാണു് ഇരുപതാം നൂററാ ണ്ടിലെ സാധാരണ ജനങ്ങളുടെ ജീവിതത്തെ സുഖകര മാക്കുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തിയും, റേഡിയോയും, ടെലിവിഷനും കണ്ടുപിടിക്കാൻ ഉതകിയതു്. ഇവരാണു് വിദ്യുച്ഛക്തിയും, പ്രകാശവും, ഊർജ്ജവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം മനസ്സിലാ ക്കാൻ തുടങ്ങിയതു്. ഇലക്ട്രോമാഗ്നററിക് തരംഗങ്ങ ളെപ്പററി അറിവുണ്ടാകുന്നതിനുമുമ്പു് പ്രകാശ (light) ത്തെപ്പററി രണ്ടു് അഭ്യൂഹങ്ങൾ നിലനിന്നിരുന്നു. അവയി ലൊന്നു് സർ ഐസക് ന്യൂട്ടൺ അവതരിപ്പിച്ചതാണു്. ഈ അഭ്യൂഹപ്രകാരം പ്രകാശത്തിന്റെ ഉല്പാദനസ്ഥലത്തു നിന്നു് പുറപ്പെടുന്ന ചെറിയ കണികകളാണു് പ്രകാശം കൊണ്ടുപോകുന്നതു്. ഇതിനു് വിപരീതമായി ഹ്യൂജൻസ് (Huygens) എന്ന ഡച്ചുകാരൻ പ്രചരിപ്പിച്ച അഭ്യൂഹം

പ്രകാശം സഞ്ചരിക്കുന്നതു് തരംഗങ്ങൾ വഴിയാണെന്നും ഈ തരംഗങ്ങളെ വഹിക്കുന്നതു് പ്രകൃതിയിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നതും. ദൃശ്യമല്ലാത്തതും പ്രയോഗത്തിൽ അനുഭവത്തിൽ വരുന്നതുമായ ഈതർ എന്നൊരു വസ്തുവാണെന്നും ആണ്. ഈ രണ്ടു് അഭ്യൂഹപ്രകാരവും പ്രകാശം ഒരു നിശ്ചിതസമയത്തിൽ നിശ്ചിതദൂരം പോകുമെന്നുള്ള കാര്യം തീർച്ചയായിരുന്നു. ന്യൂട്ടണ് സിദ്ധിച്ചിരുന്ന പ്രസിദ്ധികാരണം 18-ാം നൂററാണ്ടിൽ അദ്ദേഹത്തിൻെറ അഭ്യൂഹത്തിനാണു് കൂടുതൽ അനുഭാവം ഉണ്ടായിരുന്നതു്. എന്നാൽ 19-ാം നൂററാണ്ടിന്റെ ആദ്യത്തിൽ ഇംഗ്ളണ്ടിലെ തോമസ് യങ്ങ് (Thomas Young) (1773—1829) എന്ന ഗവേഷകനും, ഫ്രാൻസിലെ ഫ്രസ്നെൽ (Fresnel 1788-1827) എന്ന ഗവേഷകനും രണ്ടാമത്തെ അഭ്യൂഹത്തിനു് പുതിയ തെളിവുകൾ ഹാജരാക്കി. ധാരാളം സ്വത്തു് പൈതൃകമായി ലഭിച്ചിരുന്ന യങ്ങ്, ഒരു ഡോക്ടറായി പ്രാക്റ്റീസ് ആരംഭിച്ച് ശാസ്ത്രീയമായ പല കാര്യങ്ങളിലും ശ്രദ്ധചെലുത്തിക്കൊണ്ടിരുന്നു. ജലമാർഗ്ഗമായുള്ള ഗതാഗതത്തിൽ അദ്ദേഹം ശ്രദ്ധ പതിപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നതിനാൽ അതിനുവേണ്ടിയുള്ള ഒരു പഞ്ചാംഗത്തിൻെറ പ്രസാധനത്തിൽ സുപ്രണ്ടായി. അതുപോലെ പഴയ ഈജിപ്ഷ്യൻ ലിപികളിൽ എഴുതിവച്ചിരുന്ന കാര്യങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കുന്ന ശ്രമത്തിലും അദ്ദേഹം പങ്കുകൊണ്ടു. വസ്തുക്കളെ കാണുമ്പോൾ അവയുടെ നിറം കണ്ണിനു് എങ്ങനെ ബോദ്ധ്യമാകുന്നു എന്നു് അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി. കാലക്രമത്തിൽ അദ്ദേഹം ലണ്ടനിലെ റോയൽ ഇൻസ്റ്റിററ്യൂഷനിൽ ഒരു പ്രൊഫസറായി. ശരീരത്തിൽ രക്തം ഓട്ടുന്നതിനെപ്പററി പഠിച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന അദ്ദേഹം രണ്ടറവും തുറന്ന ചെറിയ കുഴലുകൾ ദ്രാവകങ്ങളിൽ നിർത്തിയാൽ അവയ്ക്കുള്ളിലെ ദ്രാവകനിരപ്പ് വെളിയിലെ നിരപ്പിനേ

ക്കാൾ വ്യത്യസ്തമാകുന്നതു് എന്തുകൊണ്ടാണെന്നു് സമർത്ഥിച്ചു. ഇങ്ങനെ പല കാര്യങ്ങളിലും വ്യാപൃതനായിരുന്നെങ്കിലും അദ്ദേഹം പ്രശസ്തിനേടിയതു് "ഇന്റർഫിറൻസ്" (Interference) എന്ന പ്രതിഭാസം കണ്ടുപിടിച്ചതിൽനിന്നാണു്. ഒരു നേത്രരോഗ ചികിത്സകൻ എന്ന നിലയ്ക്കു് അദ്ദേഹത്തിനു് അസ്റ്റിക്മാററിസം (Astigmatism) (വസ്തുക്കളെ വീക്ഷിക്കുമ്പോൾ അവയുടെ അഗ്രങ്ങൾക്കു് വിവിധവർണ്ണങ്ങൾ ഉള്ളതായിതോന്നുന്നതു്) കൈകാര്യം ചെയ്യേണ്ടതായിവന്നു. ലളിതമായ ഒരു പരീക്ഷണത്തിൽക്കൂടിയാണു് അദ്ദേഹം ഒരു അടിസ്ഥാന പ്രശ്നം ഉന്നയിച്ചതു്, ഒരു കാർഡ്ബോഡിൽ അടുത്തടുത്തു് സൂചിമുനകൊണ്ടു് രണ്ടു് ദ്വാരങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കി അവയിൽക്കൂടി സൂര്യരശ്മികളെ കടത്തിവിട്ടു് മറ്റൊരു കാർഡ് ബോർഡിൽ പതിപ്പിച്ചപ്പോൾ രണ്ടാമത്തെ കാർഡ് ബോർഡിൽ പതിഞ്ഞ പ്രകാശത്തിൽ വെളിച്ചമുള്ള ഭാഗവും അതില്ലാത്തഭാഗവും അടുത്തടുത്തായി ഒന്നിടവിട്ടു് പ്രത്യക്ഷമായി. ഇങ്ങനെ രണ്ടുകൂട്ടം രശ്മികൾ കൂടിച്ചേർന്നു് ഇരുട്ടുണ്ടാകുന്നതു് അദ്ദേഹത്തിനു് അത്ഭുതമായി തോന്നി. വെള്ളത്തിൽ നിശ്ചലമായിക്കിടക്കുന്ന ഒരു ജലപ്പരപ്പിൽ രണ്ടിടത്തുനിന്നാരംഭിക്കുന്ന തരംഗങ്ങൾ കൂടിച്ചേരുമ്പോൾ ഇതുപോലെ ഒന്നിടവിട്ടുള്ള വരികൾ അനങ്ങാതെ ഇരിക്കുന്നതു സൂക്ഷ്മദൃക്കായ അദ്ദേഹം കണ്ടിരുന്നു. ഒരു തരംഗം ജലാംശത്തെ മുകളിലേക്കു പൊക്കുമ്പോൾ മറേറതരംഗം അതിന്റെ പ്രവർത്തനം കൊണ്ടു ജലാംശത്തെ അതേ ശക്തിയോടെ താഴെക്കു് വലിക്കുന്നു എന്നതാണു് ജലാംശം നിശ്ചലമാകുന്നതിന്റെ രഹസ്യം. അതുപോലെ ഒരു തരംഗം ജലാംശത്തെ മേല്പോട്ടുയർത്തുമ്പോൾ മറേറതരംഗം അതേസമയം അതിനെ മേല്പോട്ടുയർത്തിയാൽ ജലാംശം ആദ്യസ്ഥാനത്തുനിന്നും കൂടുതലായി മേല്പോട്ടു മാറിപ്പോകും.

ആയതിനാൽ രണ്ടു തരംഗങ്ങളുംകൂടി ഒന്നിച്ചു പ്രവർത്തിക്കു മ്പോൾ വരികളായി കുറെ നിശ്ചലമായ ജലരേഖകൾ കാണുന്നതാണ്. ഈ ഉദാഹരണം മനസ്സിൽ കണ്ടുകൊണ്ട് പ്രകാശം തരംഗങ്ങളിൽ കൂടിയാണ് സഞ്ചരിക്കുന്നതെന്ന് അദ്ദേഹം വാദിച്ചു. രണ്ട് അടുത്തടുത്തുള്ള സുഷിരങ്ങളിൽ കൂടി കടന്നുവരുന്ന സൂര്യരശ്മികൾ തരംഗങ്ങളായി വരു ന്നതുകൊണ്ട് അവ തമ്മിൽ പ്രവർത്തിച്ച് ഇരുണ്ട രേഖകൾ പുറകിലെ കാർഡ്ബോർഡിൽ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. എന്നുമല്ല, വിവിധ നിറങ്ങൾക്ക് വിവിധതരംഗങ്ങളായിരിക്കുമെന്നും, അവയ്ക്കുള്ള തരംഗങ്ങളിൽ ഓരോന്നിനും ഓരോ നീളം ആയിരിക്കുമെന്നും അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു, ചുമപ്പുനിറം തരുന്ന തരംഗത്തിന്റെ വായുവിലെ നീളം 1/36000 ഇഞ്ച് ആയിരിക്കുമെന്നും, വയലററിനു് 1/6000 ഇഞ്ച് ആണെ ന്നും അദ്ദേഹം പ്രവചിച്ചു.

യങ്ങിന്റെ പരീക്ഷണം ഫ്രസ്നെൽ എന്ന ഫ്രഞ്ചു ശാസ്ത്രജ്ഞൻ തുടന്നു. ഒരു പ്രത്യേകതരം ഗ്ലാസ്സ് അല്ലെ ങ്കിൽ ക്രിസ്റ്റലിൽകൂടി പ്രകാശത്തിന്റെ തരംഗങ്ങൾ കട ത്തിവിട്ടാൽ അവയെല്ലാം ഒരേ ദിശയിൽ നിരന്നു നിൽക്കു മെന്ന് അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി. തരംഗങ്ങൾ പ്രവർത്തിക്കു ന്നതു് അന്തരീക്ഷവായുവിലുള്ള "ഈതറിൽ" കൂടിയാണെ ന്നും വിദൂരസ്ഥമായ ഒരു നക്ഷത്രത്തിൽനിന്നു് പുറപ്പെടുന്ന പ്രകാശം ഈതറിൽക്കൂടി കടന്നു വരുമ്പോൾ അവയുടെ കണികകൾ പ്രകാശം പോകുന്ന വഴിക്ക് ലംബമായിട്ടാണ് മുകളിലേയ്ക്കും താഴേയ്ക്കും ചലിക്കുന്നതെന്നും അദ്ദേഹം സമ ത്ഥിച്ചു. പ്രകൃതിയിൽ പലതരം തരംഗങ്ങളുണ്ടായിരിക്കു മെന്നും ഇവയിൽ കൂടിയാണ് ശബ്ദവും പ്രകാശവും പ്രവ ത്തിക്കുന്നതെന്നും അദ്ദേഹം ചൂണ്ടിക്കാണിച്ചു. എന്നാൽ ശബ്ദം വായുവിൽക്കൂടി സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ വായുവിന്റെ

38149

കണികകൾ മുന്നോട്ടും പുറകോട്ടും ശബ്ദം പോകുന്ന വഴിക്കു തന്നെ നീങ്ങുകയാണ് എന്നായിരുന്നു അഭ്യൂഹം. ഈയതിനെപ്പററിയുള്ള സങ്കല്പം ക്രമേണ മാഞ്ഞുതുടങ്ങിയെങ്കിലും തരംഗങ്ങളെപ്പററിയുള്ള വീക്ഷണം കൂടുതൽ ഉറയ്ക്കുകയാണ് ചെയ്തതു്.

ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ ഫ്രാൻസിലെ രണ്ടു് പരീക്ഷകന്മാർ പ്രകാശത്തിൻെറ വേഗത കൂടുതൽ കൃത്യമായി നിർണ്ണയിക്കുന്നതിനു് വഴികൾ കണ്ടുപിടിച്ചു. ഫ്രീസോയും (Fizcau) യും ഫോകോൾട്ടും (Foucault) നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളിൽനിന്നു് പ്രകാശം സഞ്ചരിക്കുന്നതു് ഒരു സെക്കൻറിൽ ഒരുലക്ഷത്തിഎൺപതിനായിരിമുന്നൂറു മൈൽ ആണെന്നാണു്. പ്രകാശത്തെപ്പററിയും ശബ്ദത്തെപ്പററിയും പുതിയ നിഗമനങ്ങളിലേയ്ക്കു് ശാസ്ത്രം നീങ്ങിക്കൊണ്ടിരുന്നപ്പോഴാണു് ഫാരഡെ വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ രംഗത്തു് പുതിയ മുതൽക്കൂട്ടുണ്ടാക്കിയതു്. ഒരു കമ്പിയിൽക്കൂടി വിദ്യുച്ഛക്തി പ്രവഹിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ, അതിനു ചുററും കാന്തശക്തി ഉണ്ടാകുമെന്നും ഇവതമ്മിൽ ബന്ധമുണ്ടെന്നും ക്രമേണ മനസ്സിലായി. വലിയ വിദ്യാഭ്യാസമൊന്നുമില്ലാതെ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിക്കൊണ്ടിരുന്ന ഫാരഡെ ദീർഘവീക്ഷണത്തോടുകൂടി വിദ്യുച്ഛക്തിയും, കാന്തശക്തിയും, പ്രകാശവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെപ്പററി പ്രസ്താവിച്ചിരുന്നു. അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ച ഡയ്നാമോ അന്നത്തെ ബ്രിട്ടീഷ് പ്രധാനമന്ത്രിയായിരുന്ന (Gladstone) ഗ്ലാഡ്സ്റ്റനെ കാണിച്ചപ്പോൾ കൗതുകത്തോടുകൂടി അദ്ദേഹം അതു് കണ്ടിട്ടു് എന്തു് പ്രയോജനമുണ്ടെന്നു് ചോദിച്ചതിൻെറ ഉത്തരം പുതിയ പ്രകൃതിശക്തികളെപ്പററി പഠിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നവക്കു് എക്കാലവും പ്രചോദനം നൽകുന്നതാണു്. "സർ ഒരിരുപ

38149

ത്തഞ്ചു് കൊല്ലത്തിനകം നിങ്ങൾ ഇതിന്മേൽ കരം ചുമത്തി ത്തുടങ്ങും" എന്നായിരുന്നു ഫാരഡെയുടെ മറുപടി. വളന്നു വരുന്ന ശാസ്ത്രവിജ്ഞാനവും ഗവർമ്മെന്റുകളുടെ പ്രവർത്ത നവും തമ്മിലുള്ള സംഘട്ടനത്തെയാണു് ഇതു് സൂചിപ്പിക്കു ന്നതു്. വിപുലമായ അറിവു് ഗണിതശാസ്ത്രത്തിൽ ഇല്ലാ തിരുന്ന ഫാരഡെ മുമ്പോട്ടുവച്ച അഭ്യൂഹത്തിനു് ഗണിത ശാസ്ത്രത്തിൽക്കൂടി ഒരു അടിത്തറ ഉണ്ടാക്കിക്കൊടുത്തതു് ജെയിംസ് ക്ലാർക്ക് മാക്സ്‌വെൽ (James Clerk Maxwell) (1831-79) എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് ഊർജ്ജതന്ത്ര ജ്ഞനാണു്. എഡിൻബറോ നഗരത്തിൽ ജനിച്ചു്. അവി ടെത്തന്നെ വിദ്യാഭ്യാസം കഴിച്ചു്, പില്ക്കാലത്തു് കേം ബ്രിഡ്ജ് സർവ്വകലാശാലയിൽ ഊർജ്ജതന്ത്ര പ്രഫസ്സ റായിത്തീർന്ന ഇദ്ദേഹം ചെറുപ്പത്തിൽ തന്നെ ഗണിത ശാസ്ത്രത്തിൽ അസാമാന്യമായ പ്രാഗത്ഭ്യം പ്രദർശിപ്പിച്ചി രുന്നു. പതിനഞ്ചുവയസ്സിൽ തന്നെ അതിശ്രദ്ധേയമായ ചില പ്രബന്ധങ്ങൾ അദ്ദേഹം പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. പതി നെട്ടാമത്തെ വയസ്സിൽ ശനി എന്ന ഗ്രഹത്തിന്റെ ചുററും കാണുന്ന വലയങ്ങളെപ്പററി അതിസമർത്ഥമായി ഒരു ഉപ ന്യാസം എഴുതിയതിനു് സമ്മാനം നേടി. ഇങ്ങനെ വളന്നുവന്ന ആ പ്രതിഭയുടെ മുന്നിൽ ഫാരഡെയുടെ അഭ്യൂഹം അവതരിപ്പിക്കപ്പെട്ടു. വിദ്യുച്ഛക്തിയും, കാന്ത ശക്തിയും, താപവും, പ്രകാശവും എല്ലാം ഊർജ്ജത്തിന്റെ വിവിധ രൂപഭേദങ്ങളാണെന്നും, ഇവയെല്ലാം തരംഗങ്ങ ളിൽക്കൂടിയാണു് പ്രകൃതിയിൽ പ്രവത്തിക്കുന്നതെന്നും, അവ തമ്മിലുള്ള പരസ്പരബന്ധം എന്താണെന്നും അദ്ദേഹ ത്തിനു് പ്രത്യക്ഷമായി. ഈ തരംഗങ്ങളെല്ലാം തന്നെ പ്രകാശം സഞ്ചരിക്കുന്നതിനോട്ടു് തുല്യമായ വേഗതയിലാ യിരിക്കും സഞ്ചരിക്കുന്നതു് എന്നും അദ്ദേഹം വ്യക്തമാക്കി. അദ്ദേഹത്തിന്റെ ദർശനത്തിന്റെ അവസാന ഭാഗം

ഇപ്രകാരമാന്നു്;—" Light itself (including radiant heat and other radiations, if any) is an electro magnetic disturbance in the form of waves propogated through the clectro magnetic field."

സമത്ഥനായ മാക്സ്‌വെൽ കണക്കിൽക്കൂടി ഈ തരംഗങ്ങളെയെല്ലാം ദർശിച്ചു എങ്കിലും യഥാത്ഥമായ തരംഗങ്ങളെ പരീക്ഷണത്തിൽക്കൂടി കണ്ടെത്തിയതു് ഹേർട്ട്സ് (Hertz 1857–94) എന്ന ജമ്മൻ പ്രഫസ്സറാണു്. അടിസ്ഥാനപരമായ ചില ചോദ്യങ്ങളാണു് ഹേർട്ട്സു് ചോദിച്ചതു്. വിദ്യുച്ഛക്തിയും കാന്തശക്തിയും പ്രകൃതിയിൽ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ വേഗത എന്തായിരിക്കും? ഇവ തരംഗങ്ങളിൽക്കൂടിയാണു് പ്രവർത്തിക്കുന്നതെങ്കിൽ അവയെ കണ്ടുപിടിക്കുവാനുള്ള വഴിയെന്തു്? ഇതിനു് ഉത്തരം കണ്ടുപിടിക്കാൻ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിയപ്പോഴാണു് അദ്ദേഹം "ഹേർട്ട്സിയൻ തരംഗങ്ങൾ" കണ്ടുപിടിച്ചതു്. "This had to be found by experience, for no amount of thought would have enabled me to predict" എന്നു് അദ്ദേഹം എഴുതിയതു് ശ്രദ്ധേയമാണു്. ഉന്നതമായ ചിന്തയും സമത്ഥമായ പരീക്ഷണങ്ങളും സമഞ്ജസമായി സമ്മേളിക്കുന്ന രംഗങ്ങളിൽക്കൂടിയാണു് സയൻസിന്റെ മുൻപോട്ടുള്ള രാജപാത തെളിഞ്ഞുവരുന്നതു്.

പത്തൊൻപതാം നൂററാണ്ടിലെ സയൻസിന്റെ ചരിത്രത്തിൽ വെന്നിക്കൊടി നാട്ടിയ രണ്ടു മഹാരഥന്മാരെപ്പററിയാണു് മേൽ പ്രസ്താവിച്ചതു്. മഹത്തായ നേട്ടങ്ങളാണു് അവർ കൈവരിച്ചതു്. പില്ക്കാലങ്ങളിലെ മനുഷ്യജീവിതം

ഏതെല്ലാം തരത്തിൽ പ്രസൂതി കണ്ടുപിടിത്തംകൊണ്ടു് സുഖകരമായി എന്നതു പിന്നീട്ട പ്രസ്താവിക്കാം. മാനവസമുദായത്തിൻെറ ചരിത്രത്തിൽ വ്യക്തിസ്വാതന്ത്ര്യത്തിൻെറ പരമപ്രാധാന്യത്തെപ്പററി ബോധം വന്ന കാലത്തു് ഉദിച്ചുയന്ന രണ്ടു താരങ്ങളാണു് ഈ മഹാന്മാർ. പൊതുവേ ഈ നൂററാണ്ടിൽ ഇതിനു കിട നില്ക്കത്തക്കവണ്ണം മററു പലേ ഉദാഹരണങ്ങളും ദൃശ്യമായിരിക്കുന്നു. ഇരുപതാം നൂററാണ്ടിലേക്കു് കടക്കുമ്പോൾ ഈ വ്യക്തികളുടെ സ്ഥാനത്തു് സമൂഹമായി പ്രവർത്തിക്കാൻ ഇണക്കിയെടുത്തിരിക്കുന്ന ഉന്നതമനസ്സുകളേയും പ്രവർത്തനശേഷിയുള്ളവരെയും കാണുന്നതാണു്. മറെറാരു പൊതുതത്ത്വത്തിൻെറ മകുടോദാഹരണമാണു് നാം ഇവിടെ ദർശിക്കുന്നതു്. മററു കാര്യങ്ങളിലെന്നപോലെ സയൻസിൻെറ നേട്ടങ്ങളും മനുഷ്യഹൃദയങ്ങളിൽ രൂപംകൊണ്ടതിനുശേഷമാണു് യാഥാത്ഥ്യങ്ങളായിത്തീരുന്നതു്. ഷാജഹാൻെറ മനസ്സിൽ ഉദിച്ച സങ്കല്പമാണു് ഇരുപത്തിരണ്ടുകൊല്ലത്തെ കഠിനയത്നം കൊണ്ടു് നിർമ്മിതമായ വിശ്വപ്രസിദ്ധമായ ടാജ്മഹൽ. ഹേർട്ട്സ് കണ്ടുപിടിച്ച തരംഗങ്ങളെപ്പററി മാക്സ്വെലിനോടു് പറഞ്ഞപ്പോൾ അദ്ദേഹത്തിൻെറ മറുപടി താൻ അവയെ ഒരു ദശകത്തിനുമുമ്പുതന്നെ ദർശിച്ചുകഴിഞ്ഞിരുന്നു എന്നതായിരുന്നു.

വളരെ പ്രാധാന്യമുള്ള ഈ തരംഗങ്ങളെ ഹേർട്ട്സ് കണ്ടുപിടിച്ചു എങ്കിലും അവയെ പ്രായോഗികമായി ഉപയോഗിക്കുവാൻ അദ്ദേഹത്തിനു് കഴിഞ്ഞില്ല. വിദൂരസ്ഥലങ്ങളിലേയ്ക്കു് ഇവ ഉപയോഗിച്ചു് സന്ദേശങ്ങളയക്കാമെന്നു് തെളിയിച്ചതു് ഇററലിയിലെ ഗവേഷകനായ മാർക്കോണി (1874—1937) ആയിരുന്നു. കൗമാരത്തിൽതന്നെ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്താൻ ഉൽസുകനായിരുന്ന മാർക്കോണി വീട്ടി

ലെ പൂന്തോട്ടത്തിൽ ഒരു കമ്പിയില്ലാക്കമ്പി ഹെർട്ട്സി ൻെറ തരംഗങ്ങളുപയോഗിച്ചുണ്ടാക്കി. തുടന്ന് പരീക്ഷ ണങ്ങൾ നടത്തി. 1901 ആയപ്പോഴേക്കും അററ്ലാൻറിക് സമുദ്രത്തിൻെറ ഒരു കരയിൽനിന്നു് മറ്റേകരയിലേക്ക് അദ്ദേഹം സന്ദേശങ്ങളയച്ചുതുടങ്ങി.

ഈ തരംഗങ്ങളെപ്പററിയുള്ള പരീക്ഷണങ്ങൾ നടന്നു കൊണ്ടിരുന്നപ്പോൾ ഇവ അന്തരീക്ഷത്തിൽ അടങ്ങിയിരി ക്കുന്ന അദൃശ്യമായ ഈതറിൽ ക്കൂടിയാണ് സഞ്ചരിക്കുന്ന തെന്ന അഭ്യൂഹം ചോദ്യം ചെയ്യപ്പെടാതെ നിലനിന്നു. എന്നാൽ ഈ തരംഗങ്ങളെപ്പററി കൂടുതൽ കാര്യങ്ങൾ മനസ്സിലായപ്പോൾ ഈതറിനെപ്പററിയുള്ള സങ്കല്പം കാര്യ മായി ചോദ്യപ്പെട്ടുതുടങ്ങി. 1880 മുതൽ രണ്ടു് അമേരിക്കൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ–മിക്കൽസണും (Michelson), മോർലിയും (Morlcy) ഈ രംഗത്തു് സമർത്ഥമായ പരീക്ഷണങ്ങൾ ആരംഭിച്ചു. ജർമ്മനിയിൽ ജനിച്ചു എങ്കിലും രണ്ടു വയസ്സു മുതൽ അമേരിക്കയിൽ വളർന്നുവന്ന മൈക്കിൽസൺ (1852-1931)പ്രകാശത്തിൻെറ വേഗതയെപ്പററി നൂതന പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി. അദ്ദേഹത്തോടൊപ്പം പ്രവ ർത്തിച്ച മോർലി (1838-1923) ന്യൂജർസിക്കാരനായിരുന്നു. പ്രപഞ്ചം ഇതർ കൊണ്ടു് നിറഞ്ഞതാണെങ്കിൽ മണിക്കൂ റിനു് അറുപത്താറായിരം മൈൻവീതം സൂര്യനുചുററും കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഭൂമി ഇതറിൽക്കൂടി കടന്നുപോകു മ്പോൾ ഇളകിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഈതറിൽ പ്രകാശത്തി ൻെറ വേഗതക്കു് മാററം സംഭവിക്കേണ്ടതാണു്. ഈ ചോദ്യത്തിനു് ഉത്തരം ലഭിക്കാൻ സഹായകമായ പരീക്ഷ ണങ്ങളാണു് അവർ നടത്തിയതു്. മുൻപോട്ടു് പാഞ്ഞു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഭൂമിക്കു് എതിരേവരുന്ന പ്രകാശതരംഗ ങ്ങൾ കൂടുതൽ വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കണമെന്നും ഭൂമിയുടെ

കൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്ന തരംഗങ്ങൾക്കു് വേഗത കുറയണമെന്നും ഉള്ളതു് സ്പഷ്ടമാണു്. എന്നാൽ അതിസൂക്ഷ്മമായി അളക്കുവാനുള്ള ഉപകരണങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു് പരിശോധിപ്പിച്ചപ്പോൾ പ്രകാശത്തിൻെറ വേഗതയ്ക്കു് യാതൊരു വ്യത്യാസവും വരുന്നില്ല എന്നു് മനസ്സിലായി. കാലാകാലങ്ങളേയും, ദേശവ്യത്യാസങ്ങളെയും, ദിനരാത്രങ്ങളേയും ആശ്രയിക്കാതെ നിൽക്കുന്ന ഒരു സ്ഥിരസംഖ്യയാണു് പ്രകാശത്തിൻെറ വേഗത എന്നു തെളിയിച്ചപ്പോൾ ശാസ്ത്രലോകം മൈക്കിൾസണു് നോബൽസമ്മാനം നല്കി. അങ്ങിനെ ഈതറിനെപ്പററിയുള്ള അഭ്യൂഹങ്ങളെല്ലാം അടിസ്ഥാനപരമായി കുഴപ്പത്തിലായി. ഇന്നും ഈതറിനെപ്പററിയുള്ള സങ്കല്പം പൂൎണ്ണമായി നിഷ്ക്കാസനം ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടില്ല.

പ്രകാശത്തെപ്പററി വളരെയധികം പഠനം നടന്നതിനോടൊപ്പംതന്നെ ഊൎജ്ജത്തെപ്പററിയും സമത്ഥമായ പുതിയ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ ഈ നൂററാണ്ടിലുണ്ടായി. പ്രാചീനകാലങ്ങളിൽ മനുഷ്യരും മൃഗങ്ങളും ചെയ്തുകൊണ്ടിരുന്ന പ്രവൎത്തികളിൽ പലതും സമത്ഥമായി ചെയ്യുന്ന യന്ത്രങ്ങൾ ഈ നൂററാണ്ടിലുണ്ടായി. ഒരുതരം ഉൎജ്ജത്തെ മറെറാരു രൂപത്തിലുള്ള ശക്തിയായി മാററുന്നതിനും ഉൎജ്ജത്തിൻെറ വിവിധ രൂപങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ബന്ധങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനും ഇക്കാലത്തു് സാധിച്ചു. ഉദാഹരണമായി കല്ക്കരി കത്തിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന രാസോൎജ്ജം ഒരു ബോയിലറിൻെറ അടിയിൽ പ്രവൎത്തിക്കുമ്പോൾ വെള്ളം ആവിയാകുകയും ആ ആവി ഒരു എൻജിൻെറ പിസ്റ്റണെ പ്രവൎത്തിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു, ഇപ്രകാരം ലഭിക്കുന്ന മെക്കാനിക്കൽ ഊൎജ്ജം ഉപയോഗിച്ചു് ഒരു ഡയനാമാ പ്രവൎത്തിപ്പിച്ചു് വിദ്യുച്ഛക്തി ഉണ്ടാക്കാവുന്നതാണു്. ഇങ്ങനെ കിട്ടുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തി ഒരു ഇലക്ട്രിക്കസ്റ്റൗ ചൂടാക്കുമ്പോൾ

തിരിച്ചും താപമായി മാറുന്നു. ഇങ്ങനെ വിവിധ തരത്തിലുള്ള ഊർജ്ജങ്ങളെല്ലാം പരസ്പരം ബന്ധിക്കപ്പെട്ടവയാണെന്നും, ഈ പ്രപഞ്ചത്തിലെ ഊർജ്ജത്തിലുള്ള ആകെത്തുകയ്ക്കു് മാററമൊന്നും വരികയില്ലെന്നും ഉള്ള ബോധം ഉദിച്ചതു് 19-ാം നൂററാണ്ടിലാണു്. പിണ്ഡമുള്ള വസ്തുക്കളുടെയെല്ലാം ആകെക്കൂടിയുള്ള തൂക്കത്തിനു് എന്തെല്ലാം പ്രക്രിയകൾ നടന്നാലും. മാററം വരികയില്ലെന്നു് 18-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ഒടുവിൽ തെളിഞ്ഞതു് മുൻപു് പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. വസ്തുവിനെ ഊർജ്ജമായി മാററാമെന്നുള്ള ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിലെ ബോധം വളന്നുവരാൻ സഹായിച്ചതു് ഈ രണ്ടു ദശനങ്ങളാണു്. ഭൂമിയിൽ ലഭിക്കുന്ന വിവിധ തരത്തിലുള്ള ഊർജ്ജത്തിൻെറ എല്ലാം ഉറവിടം സൂര്യനാണെന്നും, സൂര്യനിൽ ഊർജ്ജമുണ്ടാകുന്നതു് വസ്തുക്കളിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ആററങ്ങളിൽ നിന്നാണെന്നും പില്ക്കാലത്തു് തെളിഞ്ഞു.

താപത്തെപ്പററിയുള്ള സൂക്ഷ്മപഠനങ്ങളിൽ കൂടിയാണു് ഊർജ്ജത്തെപ്പററിയുള്ള മേൽപ്പറഞ്ഞ ബോധം വളന്നതു്. 18-ാം നൂറ്റാണ്ടിൻെറ അവസാനത്തിൽപോലും താപം ഒരു തരം അദൃശ്യമായ ദ്രാവകമാണെന്നും, അതു് "കാലൊറിക്" (Caloric) എന്ന പേരിൽ വസ്തുക്കളിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നെന്നും ശക്തിയായി വിശ്വസിച്ചിരുന്നു. രണ്ടു സാധനങ്ങൾതമ്മിൽ ഉരയുമ്പോൾ ചൂടുണ്ടാകുന്നതുതന്നെ അവയിൽ നിന്നു് എന്തോ ഒരു സാധനം ബഹിർഗ്ഗമിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണെന്നു് ശാസ്ത്രകാരൻ വിശ്വസിച്ചിരുന്നു. 18-ാം നൂററാണ്ടിൽതന്നെ ഇതിനു വിപരീതമായി അഭിപ്രായങ്ങൾ വളരുവാൻ തുടങ്ങിയെങ്കിലും 19-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ മദ്ധ്യമായപ്പോഴേയ്ക്കും മാത്രമേ ശരിയായൊരു വെളിച്ചം ഈ രംഗത്തു്

വീശിത്തുടങ്ങിയുള്ളൂ. 1738-ൽ സ്വിററുസർലണ്ടുകാരനായ ബർനോളിൻ (Bernoullin) ഊഷ്മാവു് വദ്ധിക്കുമ്പോൾ വസ്തുക്കളിൽ എപ്പോഴും നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ചലനങ്ങൾ ത്വരിതഗതിയിൽ നടക്കുകമാത്രമാണു് ചെയ്യുന്നതെന്നു് ശഠിച്ചു, ഇതിനുശേഷം അരനൂററാണ്ടു കഴിഞ്ഞു് കൗണ്ടു് രംഫോർഡ് (Count Rumford) ആണു് ഈ ആശയം മുൻപോട്ടു കൊണ്ടുപോയതു്, അമേരിക്കക്കാരനായ ഇദ്ദേഹത്തിൻെറ യഥാർത്ഥനാമധേയം ബഞ്ചമിൻ തോംസൺ (1753-1840) എന്നാണു്. അമേരിക്കൻ വിപ്ളവത്തിൽ രാജകീയപക്ഷത്തു് ഇദ്ദേഹം നിന്നിരുന്നതിനാൽ രാജ്യം വിട്ടോടേണ്ടിവരുകയും, കുറച്ചുനാൾ ബ്രിട്ടണിൽ താമസിച്ച ശേഷം ബവേറിയായിൽ ഒരു മന്ത്രിയായിത്തീരുകയും ചെയ്തു. സമകാലീനസമുദായജീവിതത്തിലെ പ്രശ്നങ്ങളിൽ ചിലതിനെ ശാസ്ത്രത്തിന്റെ സഹായത്താൽ പരിഹരിക്കാൻ ശ്രമിച്ച ആദ്യത്തെ ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നു ഇദ്ദേഹമെന്നു് പറയാവുന്നതാണു്. കഷ്ടപ്പെട്ടു ജീവിച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന സാധുക്കളായ ആ രാജ്യത്തെ അനേകമാളുകളുടെ വീടുകൾ ചൂടു പിടിപ്പിക്കുന്നതിനും, ആഹാരം കേടു കൂടാതെ സൂക്ഷിക്കുന്നതിനും ഉള്ള ഉപകരണങ്ങൾ അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. മററു പലതും ചെയ്തതിനോടൊപ്പം അദ്ദേഹം താപത്തെപ്പററിയുള്ള ബോധം പരിഷ്ക്കരിക്കേണ്ടതിൻെറ ആവശ്യം തെളിയിച്ചു. 1798 മുതൽ നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളിൽക്കൂടിയാണു് അദ്ദേഹത്തിനു് ഇതു് ബോദ്ധ്യമായതു്. പീരങ്കികളുണ്ടാക്കുന്നതിനായി ലോഹങ്ങൾ തുരക്കേണ്ടതായി വന്നിടത്തു് വളരെയധികം താപം ഉണ്ടാകുന്നതായി അദ്ദേഹം കണ്ടു. പിച്ചള തുരക്കുമ്പോൾ താഴെ വീഴുന്ന കഷ്ണങ്ങൾ വെള്ളത്തിലിട്ടപ്പോൾ വെള്ളത്തിൻെറ ചൂടു കൂടുന്നതായി തെളിഞ്ഞു. ഈ ചൂടുപയോഗിച്ചു് വെള്ളം തിളപ്പിക്കാ

മെന്നു് അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. ചലനംകൊണ്ടുമാത്രം ഇത്രയധികം ചൂടുണ്ടായതുകൊണ്ടു് ചൂട്ടം ഒരു ചലനമാണെന്നു് അദ്ദേഹം പറയുവാൻ തുടങ്ങി. ഈ ആശയം പിന്നീട്ടു് കൈകാര്യം ചെയ്തതു് ഇംഗ്ലണ്ടിലെ സർ ഹംഫ്രിഡേവിയാണു്. രണ്ടു കഷ്ണം ഐസ്സ് ഒരു ശൂന്യസ്ഥലത്തുവച്ചു് (Vacuum) ഉരച്ചപ്പോൾ അവ ഉരുകി വെള്ളം ഉണ്ടാകുന്നതായും അതിൻെറ ചൂട്ടു് കൂടുന്നതായും അദ്ദേഹത്തിനു് ബോദ്ധ്യമായി. ഉരക്കുന്നതിനു് ഉപയോഗിക്കുന്ന മെക്കാനിക്കൽ ഊർജ്ജം താപമായി രൂപാന്തരപ്പെടുകയാണു് ചെയ്യുന്നതെന്നു് സ്പഷ്ടമായി. ഇതുപോലെ പീരങ്കി ഉണ്ടാക്കുന്നതിനു് തുളക്കുവാൻ ആയി പ്രവത്തിച്ച മനുഷ്യ മസിലുകളുടെ ഊർജ്ജം താപമായി രൂപാന്തരപ്പെടുകയാണു് ചെയ്യുന്നതു്. ഇപ്രകാരം ഉണ്ടാകുന്ന ചൂട്ടു് എവിടെ പോകുന്നു എന്ന പ്രശ്നത്തിനു് പരിഹാരം കണ്ടുപിടിച്ചതു് ജെയിംസ് പ്രസ്കോട്ട് ജോൾ (James Prescott Joule. 1818 - 89) ആണു്. വൈൻ ഉണ്ടാക്കുന്ന വ്യാപാരത്തിൽ ഏപ്പെട്ടിരുന്ന ജോൾ കൂടുതൽ സമയവും ഊജ്ജതന്ത്രത്തിലെ ഗവേഷണങ്ങൾക്കായി ചെലവഴിച്ചിരുന്നു. ദൈവ വിശ്വാസിയായിരുന്ന ഇദ്ദേഹം 1847-ൽ ഒരു പള്ളിയിൽ വച്ചു് ചെയ്ത പ്രസംഗത്തിൽക്കൂടിയാണു് ഊർജ്ജത്തെപ്പററിയുള്ള അദ്ദേഹത്തിൻെറ നിഗമനങ്ങൾ പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയതു്. അദ്ദേഹത്തിൻെറ ദർശനം ഇതാണു്:— When I employ the term "living force", you will understand the force of bodies in motion .... you will at once perceive that the living force of which we have been speaking is one of the most important qualities with which matter can be endowed and, as such it would be absurd to suppose that it can be destroyed ...... you will therefore be surprised to hear that until very recently the uni-

versal opinion has been that living force could be absolutely and irrevocably destroyed at any one's option. Thus when a weight falls to the ground, it has been generally supposed that its living force is absolutely annihilated and that the labour which may have been expanded in raising it to the elevation from which it fell has been entirely thrown away and wasted ...... It is manifestly absurd to suppose that the powers with which God has endowed matter can be destroyed any more than they can be created by man's agency."

"Experiment has shown that whereever living force is apparently destroyed or absorbed, heat is produced .... By fifteen or twenty smart and quick strokes of a hammer on the end of an iron rod of about a quarter of an inch in diameter placed upon an anvil, an expert blacksmith will render that end of the iron visibly hot. Here heat is produced by the absorption of the living force of the descending hammer in the soft iron.

In these conversions nothing is ever lost. The same quantity of heat will always be converted into the same quantity of living force. Thus the attraction of 817 pounds [778 is the corrected figure] through the space of one foot ...... is equivalent to the quantity of heat which can increase the temperature of one pound of water by one degree Fahrenheit ...... Behold then the wonderful arrangements of creation."

ഈ ദർശനത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ താപവും മററു് ഊർജ്ജവിഭാഗങ്ങളും തമ്മിലുള്ള തുല്യതയുടെ അടിസ്ഥാനപരമായ സംഖ്യ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനു് ജോൾ സമർത്ഥമായ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി. ഈ ശ്രമങ്ങളിൽ അദ്ദേഹം പരിപൂർണ്ണമായി വിജയിച്ചു.

ഇതേ കാലഘട്ടത്തിൽ പരീക്ഷണങ്ങളിൽക്കൂടി മേയർ (Mayor 1814 - 78) എന്ന ജർമ്മൻ ഭിഷഗ്വരൻ ഊർജ്ജത്തെയും താപത്തെയും പററി ചില പ്രസിദ്ധീകരണങ്ങൾ നടത്തി. താപം ഉണ്ടാകുന്നതിനുള്ള കാരണം ചലനമാണെന്നും, ഒരു കുപ്പിയിലെ വെള്ളം കുറേ നേരം കുലുക്കിക്കൊണ്ടിരുന്നാൽ അതിൻെറ ഊഷ്മാവു് കൂടുന്നതു് ഒരു ദൃഷ്ടാന്തമാണെന്നും അദ്ദേഹം വാദിച്ചു.

എന്നാൽ പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഊർജ്ജത്തിൻെറ ആകെത്തുകയ്ക്കു് മാററം വരുന്നില്ല എന്ന പൊതുതത്വം ആവിഷ്ക്കരിച്ചതു് ഹെൽമ്ഹോൾററ്സ് (Helmholtz 1821 - 94) എന്ന ജർമ്മൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനാണു്. പട്ടാളത്തിലെ ഒരു സർജ്ജനായിരുന്നു ഇദ്ദേഹം. തൻെറ 26-ാമത്തെ വയസ്സിൽ ബർളിൻ നഗരത്തിലെ ഫിസിക്കൽ സൊസൈററിയുടെ മുൻപാകെയാണു് ഈ തത്വം അവതരിപ്പിച്ചതു്. പ്രപഞ്ചത്തിൽ എവിടെ നോക്കിയാലും ജീവനുള്ള വസ്തുക്കളിലും ഇല്ലാത്ത വസ്തുക്കളിലും അന്തർലീനമായി വ്യാപരിക്കുന്ന ഒരു സവിശേഷതയാണെന്നാണു് അദ്ദേഹം പ്രസ്താവിച്ചതു്. ഈ ആശയത്തിൻെറ പ്രസിദ്ധീകരണത്തോടെ ഹെംഹോൾട്ട്സ് പ്രസിദ്ധനായിത്തീരുകയും ജർമ്മൻ സർവ്വകലാ

ശാലകളിലേക്കു് അദ്ദേഹത്തെ ക്ഷണിക്കുകയും ചെയ്തു. പ്രസിദ്ധിയുള്ള നാലു സർവ്വകലാശാലകളിൽ അദ്ദേഹം ഊർജ്ജതന്ത്രം, ശരീരശാസ്ത്രം, ശരീരഘടന മുതലായവ പഠിപ്പിക്കുകയും മററു പല കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾ നടത്തുകയും ചെയ്തു. "Von Helmholtz has opened a new world to us" എന്നായിരുന്നു അന്നത്തെ ശാസ്ത്രലോകത്തിൻെറ സംസാരം.

ജോൾ, മേയർ, ഹെംഹോൾട്ട്സ് മുതലായവർ ചേർന്നു് സ്ഥാപിച്ചെടുത്ത ഊർജ്ജത്തെപ്പററിയുള്ള പുതിയ നേട്ടം പുതിയ ചോദ്യങ്ങളെയും അവതരിപ്പിച്ചു. താപം ചലനം കൊണ്ടാണുണ്ടാകുന്നതെങ്കിൽ, എന്താണു ചലിക്കുന്നതെന്നും, ഊർജ്ജത്തിൻെറ ആകെത്തുകക്കു് മാററം വരുന്നില്ലെങ്കിൽ നാം പലയിടത്തും കാണുന്ന ഊർജ്ജനാശത്തിനു് എങ്ങനെയാണു് കണക്കു പറയേണ്ടതു് എന്നും ഉള്ള ചോദ്യങ്ങൾ കൈകാര്യംചെയ്തതു് പ്രസിദ്ധി നേടിയ കാർനട്ട് (Carnot), ഗിബ്സ് (Gibbs), കെൽവിൻ (Kelvin), ക്ലോഷിയസ് (Clausius), മാക്സ്വെൽ (Maxwell), ബോൾട്ട്മാൻ (Bolizmann) മുതലായവരാണു്. ഇവർ പരിശ്രമിച്ചു് വളർത്തി എടുത്ത ശാസ്ത്രവിഭാഗമാണു് ഇന്നു് തെർമോഡൈനാമിക്സ് (Thermodynamics) എന്നറിയപ്പെടുന്നതു്. എന്തു ചലിച്ചിട്ടാണു് താപം ഉണ്ടാകുന്നതു് എന്ന ചോദ്യത്തിനു് 19-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ അറിവു വച്ചുകൊണ്ടു് തന്മാത്രകളുടെ ചലനമാണു് എന്നു് അന്നത്തെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പറഞ്ഞതിൽ അത്ഭുതത്തിനവകാശമില്ല. തന്മാത്രകൾക്കുള്ളിൽ പദാർത്ഥങ്ങളെ പററിയുള്ള ദർശനം വികസിക്കുന്നതു് ഇരുപതാം നൂററാണ്ടിൽ മാത്രമാണു്. ഊർജ്ജത്തെപ്പററിയുള്ള മറെറാരു ചോദ്യം മുൻപു് പറഞ്ഞതുപോലെ അതെവിടെ ഉറങ്ങു കിടക്കുന്നു എന്നുള്ള

തായിരുന്നു. പലയിടത്തും ഊർജ്ജം പ്രയോഗത്തിൽ വരുമ്പോൾ അതിന്റെ ചെറിയ ഒരു ഭാഗം ഉപയോഗ ശൂന്യമാകുന്നതിനെപ്പററിയാണു് തർക്കം ഉണ്ടായതു്. ഉദാഹരണമായി ഒരു വള്ളം തുഴയുമ്പോൾ മസിലുകൾ പ്രവർത്തിക്കുന്നതിൽനിന്നുണ്ടാകുന്ന ഊർജ്ജത്തിന്റെ ഏറിയ ഭാഗവും വെള്ളത്തിൽക്കൂടി വള്ളത്തെ മുൻപോട്ടു് നീക്കുന്ന തിനായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഒരു ചെറിയ ഭാഗം, വള്ള ക്കാരന്റെ ദേഹം ചൂടുപിടിക്കുന്നതിനായി ഉപയോഗി ക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ വള്ളത്തെ നയിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കാൻ സാധിക്കാത്തതും ദേഹം ചൂടുപിടിക്കുന്നതിനു് മാത്രം ഉപ കരിക്കുന്നതുമായ ഊർജ്ജം പ്രയോഗശൂന്യമായിപോകുന്നു. ഈ ചൂടു് യഥാർത്ഥത്തിൽ അന്തരീക്ഷവായുവിൽ ലയിക്കുന്നു. 1824–ൽ ഫ്രഞ്ച് സൈന്യത്തിൽ എഞ്ചിനീയറായി ജോലി നോക്കിക്കൊണ്ടിരുന്ന കാർനട്ടു് (Carnot 1786 - 1882) പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയ "The motive power of heat" എന്ന പ്രബന്ധത്തിലാണു് ഈ പ്രശ്നം ആദ്യമായി ഉന്നയിക്കപ്പെട്ടതു്. ആവിയിൽനിന്നുണ്ടാകുന്ന ശക്തി നൂറു ശതമാനവും ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയുന്ന ഒരു എഞ്ചിൻ മനുഷ്യനു് ഉണ്ടാക്കാൻ സാധിക്കുകയില്ലെന്നു് കാർനട്ടു് വാദിച്ചു. ചൂടു് കൂടുതലുള്ള വസ്തുക്കളിൽനിന്നു് ചൂടു് കുറഞ്ഞ വസ്തുക്കളിലേക്കു മാത്രമേ താപം കടക്കുക യുള്ളൂ എന്ന കാർനട്ടിന്റെ വാദം കെൽവിനും (Kelvin) ക്ലോഷിയസ് (Clausius 1—22—88) ഉം പരീക്ഷണ ങ്ങൾകൊണ്ടു് പരിശോധിച്ചുനോക്കി. വെളിയിലുള്ള ജോലിയുടെ സഹായത്തോടുകൂടിയല്ലാതെ താപത്തിനു് തണുത്ത വസ്തുക്കളിൽനിന്നു് ചൂടുള്ള വസ്തുക്കളിലേക്കുപോകാൻ നിവൃത്തിയില്ല എന്ന തത്വം അവർ ആവിഷ്ക്കരിച്ചു. ഈ തത്വമാണു് "തെർമോഡൈനാമിക്സിലെ രണ്ടാ മത്തെ നിയമമായി" രൂപംകൊണ്ടതു്, ശക്തി പ്രയോഗ

ത്തിൽ വരുമ്പോൾ കുറേശ്ശയായി നശിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു എന്ന ദർശനത്തിൽ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ ഇങ്ങനെയാണു് എത്തിച്ചതു്. 19-ാംനൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനത്തിൽ വിദൂരഭാവിയിൽ പ്രപഞ്ചം നിശ്ചലമാകുമെന്നു് ശാസ്ത്രം ഉൽഘോഷിക്കുവാൻ തുടങ്ങിയതു് ഈ കാരണത്താലാണു്. ഇരുപതാംനൂററാണ്ടിൽ അണുശക്തിയുടെ പ്രവത്തനം മനസ്സിലായതിനുശേഷമാണു് ഈ നിയമം തെററാണെന്നു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാക്കു് മനസ്സിലായതു്.

ചിന്തയുടെ മണ്ഡലത്തിൽ ഒരു അമളിപററിയെങ്കിലും പ്രായോഗികമായി പല നേട്ടങ്ങളും ഈ നിയമദർശനം ഉണ്ടാക്കി. പരിഷ്ക്കരിച്ച ആവിയന്ത്രങ്ങൾ ഉണ്ടായതും, ഇന്ധനങ്ങൾ എഞ്ചിനിൻെറ അകത്തുതന്നെ കത്തി ശക്തി ഉണ്ടാക്കുന്ന എഞ്ചിനുകൾ ഉണ്ടായതും ഇതേത്തുടന്നാണു്. 1867-ൽ ഓട്ടോ (Otto 1832-91) എന്ന ജർമ്മൻ വിദഗ്ദ്ധൻ ലാൻഗൻ (Langen) എന്ന ആളുമായി ഒത്തുചേന്നു് ഇന്ധനം അകത്തു കത്തി പ്രവത്തിക്കുന്ന എഞ്ചിൻ ഉണ്ടാക്കി. 1876-ൽ പൊട്രോൾ വാതകം ഇലക്ട്രിക് സ്പാർക്ക് ഉപയോഗിച്ചു് എഞ്ചിനിൻെറ അകത്തുതന്നെ കത്തിച്ചു് ശക്തി ഉണ്ടാക്കാനുള്ള വഴി (Internal combustion engine) അദ്ദേഹംതന്നെ കണ്ടുപിടിച്ചു. ജർമ്മൻകാരനായ മറെറാരു മെക്കാനിക്കൽ എഞ്ചിനീയർ—ഡീസൽ (Diesel 1858 - 1913) ക്രൂഡോയിൽ എഞ്ചിനിൻെറ അകത്തു് ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കുന്നതിനുള്ള പുതിയ മാർഗ്ഗം കണ്ടുപിടിച്ചു.

ഈ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളെല്ലാം ഗതാഗതത്തിൻെറ രംഗത്തു് വലിയ മാററങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കി. ഈ നൂററാണ്ടിൻെറ ആദ്യം കടലിൽക്കൂടിയുള്ളയാത്ര കാററിൻെറ ശക്തിയെ ആശ്രയിച്ചും, കരയിൽക്കൂടിയുള്ളയാത്ര മൃഗങ്ങളെ ആശ്ര

യിച്ചുമാണു് നടത്തിയതു്. ആവിയന്ത്രങ്ങൾ ഈ നിലയ്ക്കു് വലിയ വ്യതിയാനങ്ങൾ വരുത്തി. 1707—ൽ പാപ്പിൻ (Papin) എന്ന ഫ്രെഞ്ചുകാരൻ ഒരു Steam boat പ്രവത്തിപ്പിച്ചു. എങ്കിലും വള്ളത്തൊഴിലാളികൾ ഒന്നുചേർന്നു് അതിനെ നശിപ്പിച്ചുകളഞ്ഞു. 1780 ൽ റംസേ (Rumsey) എന്ന അമേരിക്കക്കാരൻ കുറേ അധികം steam boat കൾ ഉണ്ടാക്കി. മണിക്കൂറിനു് 3 മൈൽ വച്ചു് ഓട്ടുന്ന ഒന്നിനെയാണു് അദ്ദേഹം ബഹുജനങ്ങളുടെ മുന്നിൽ പ്രദശിപ്പിച്ചതു്. മററൊരു അമേരിക്കാക്കാരനായ ജോൺ ഫിററ്ച്ച് (John Fitch 1743—88) ഒരു ബോട്ടിന്റെ ഇരുവശങ്ങളിലും തുഴകൾ പിടിപ്പിച്ചു് അവയെ ആവികൊണ്ടു് പ്രവത്തിപ്പിച്ചു് വെള്ളത്തിൽക്കൂടി ബോട്ടിനെ മുന്നോട്ടു നീക്കാമെന്നു കാണിച്ചു. അദ്ദേഹം ഒരു steam boat സർവ്വീസ് നടത്തിയെങ്കിലും പണ്ടം സംബന്ധമായ കുഴപ്പംകൊണ്ടു് അദ്ദേഹം ആത്മഹത്യചെയ്തു. സ്കോട്ട്ലൻറിൽ ഒരു എഞ്ചിനീയറായിരുന്ന വില്യം സൈമിംഗ്ററൺ (William Symington 1763—1831) ആവിയുടെ പ്രവത്തനംകൊണ്ടു് ഓട്ടുന്ന Steam boat കളെ പരിഷ്ക്കരിച്ചു. Scotland-ലെ "ഫോർത്ത് ആൻറ് ക്ലൈഡ്" എന്ന കനാലിൽക്കൂടി ചരക്കുകൾ കയററിയിരിക്കുന്ന വള്ളങ്ങളെ മണിക്കൂറിൽ മൂന്നരമൈൽവച്ചു് വലിച്ചുകൊണ്ടുപോകാവുന്ന steam boatകൾ പ്രവത്തിപ്പിച്ചു. എന്നാൽ ഇവയുടെ പ്രവത്തനംമൂലം ഉണ്ടാകുന്ന തിരമാലകൾ കനാലിൻെറ വശങ്ങളെ കാലക്രമത്തിൽ ഇടിച്ചുകളയുമെന്നു് പൊതുജനങ്ങൾ അഭിപ്രായപ്പെട്ടതിനാൽ ഈ steam boat കൾ പ്രവത്തിക്കാതെയായി. റോബർട്ടു ഫുൾട്ടൺ (Robert Fulton 1765—1815) എന്ന അമേരിക്കക്കാരനാണു് ഒരു പുതിയതരം steam boat ആവിഷ്ക്കരിച്ചതു്. യൂറോപ്പിലും ഇംഗ്ളണ്ടിലും

പല പ്രസിദ്ധ ഗവേഷകന്മാരുടെ കൂടെ ജീവിച്ചതിനു ശേഷം അദ്ദേഹം 18-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ആദ്യദശകത്തിൽ അമേരിക്കയിൽ തിരിച്ചെത്തി ഗവേഷണങ്ങൾ തുടന്നു. തൽഫലമായി 1807-ാമാണ്ടു് ആഗസ്ററു 17-ാം തിയതി „ക്ലേർമോണ്ടു്'' (clermont) എന്നു പേരുള്ള Steam boat ന്യൂയോക്കിൽ നിന്നു് ഹഡ്സൺ നദിയിൽ കൂടി ആൽബനിയിലേക്കു് പുറപ്പെടുകയും 32 മണിക്കൂർ സഞ്ചരിച്ചതിനുശേഷം അവിടെ എത്തുകയും ചെയ്തു. ജലമാർഗ്ഗേനയുള്ള ഗതാഗതത്തിൻെറ ചരിത്രത്തിൽ ഇതു് പരമ പ്രാധാന്യമുള്ള ഒരു സംഭവമായിരുന്നു. ഇതിനെ തുടന്നാണു് അററ്ലാൻറിക് മഹാസമുദ്രത്തെ തരണം ചെയ്യുന്ന കപ്പലുകൾ ഉണ്ടായതു്. 1833 ൽ ക്യാനഡായുടെ 'റോയൽ വില്യം'' (Royal William) എന്ന കപ്പൽ 25 ദിവസംകൊണ്ടു് ക്യൂബക്കിൽ നിന്നു് ലണ്ടനിലെത്തി. ഒരു പ്രധാന കണ്ടുപിടുത്തം നടന്നതോടുകൂടി ഈ രംഗം വളരെ പുരോഗമിച്ചു. ജോൺ എറിക്ക്സൺ (John-Ericson) 1803—89) 1836 ൽ സ്ക്രൂപ്രൊപ്പല്ലർ (Screw propeller) കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇതിനെ തുടന്നാണു് ലോഹനിർമ്മിതമായ കപ്പലുകൾ ഉണ്ടാക്കാൻ തുടങ്ങിയതു്. എന്നുമല്ല, അററ്ലാൻറിക് മഹാസമുദ്രം ആഴ്ചകൾ കൊണ്ടു് തരണംചെയ്തിരുന്നതു് ക്രമേണ ദിവസങ്ങൾ കൊണ്ടായി. 19-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ഒടുവിൽ നടന്ന ഒരു വലിയ സംഭവം „റ്യൂറേറാണിക്ക്'' (reutonic) എന്ന ബ്രിട്ടീഷ് കപ്പൽ അയർലന്റിലുള്ള ക്വിയിങ്ങ്സ്ററൌണിൽനിന്നു് 2780 മൈൽ ദൂരെയുള്ള ന്യൂയോക്കിൽ അഞ്ചു ദിവസം പതിനാറു മണിക്കൂർ മുപ്പത്തിയൊന്നു് മിനിററിൽ സഞ്ചരിച്ചതായിരുന്നു, അതുപോലെതന്നെ ഈ നൂററാണ്ടിൻെറ അന്ത്യദശകത്തിൽ ലോകത്തിൻെറ നാനാഭാഗ

ങ്ങളിലേല്ലാം കാററിനെ ആശ്രയിക്കാതെ കൊടുങ്കാറ്റുക ളേയും കടൽക്ഷോഭങ്ങളേയും അതിജീവിച്ച് സഞ്ചരിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ചരക്കുകപ്പലുകൾ സാധാരണമായിത്തീൎന്നു. ആവിയുടെ ശക്തി ഉപയോഗിച്ച് ജലമാർഗ്ഗ ഗതാഗതം സുഗമവും സുരക്ഷിതവുമായതോടെ കരമാർഗ്ഗ ഗതാഗത ത്തിനും ആവിയന്ത്രങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചുതുടങ്ങി. 18-ാം നൂററാണ്ടിന്റെ ഉത്തരാദ്ധത്തിലെ വ്യാവസായികവിപ്ലവത്തിലെ നേതാക്കന്മാൎക്ക് ആവി ഉപയോഗിച്ച് കര മാർഗ്ഗഗതാഗതം നടത്തുന്നതിനുള്ള സാദ്ധ്യത ബോദ്ധ്യപ്പെ ട്ടിരുന്നു. ജെയിംസ്‌വാട്ട് തന്നെ ഇക്കാര്യത്തിൽ അതീവ തല്പരനായിരുന്നു, റിച്ചാർഡ് ട്രെവിതിക്ക് (Richard Trevithick 1777—1833) എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് എഞ്ചി നീയർ 1797 ൽ ആവിയുടെ ശക്തികൊണ്ടു് ഓടുന്ന ഒരു വാഹനം അവതരിപ്പിച്ചു. ഏഴുകൊല്ലം കഴിഞ്ഞു് ഇരുപതു ടൺ ഭാരം വലിച്ചുകൊണ്ടു് ഒരു പാളത്തിൽക്കൂടി യാത്ര ചെയ്യുന്ന ഒരു വാഹനം അദ്ദേഹം പ്രയോഗത്തിൽ കൊ ണ്ടുവന്നു. 1808 ൽ ഭാരം വലിച്ചുകൊണ്ടുപോകാൻ കഴി വുള്ള യന്ത്രങ്ങളോടുകൂടിയ വാഹനങ്ങൾ അദ്ദേഹം ലണ്ട നിൽ കാണിച്ചുകൊടുത്തു എങ്കിലും ജനസമുദായത്തിന്റെ ശ്രദ്ധ അതിൽ പതിഞ്ഞില്ല. 1829 ൽ മണിക്കൂറിൽ പതി നഞ്ചുമൈൽ വീതം പാളങ്ങളിൽക്കൂടി സഞ്ചരിക്കുന്ന ഒരു ആവിയന്ത്രം ബെർമിങ്ങ്ഹാമിൽ നിന്നു് മാൻചസ്റ്ററി ലേക്കു് ജോർജ്ജ് സ്റ്റീഫൻസൺ (George stephenson 1781—1848) ഓടിച്ചു തുടങ്ങിയപ്പോഴാണു് ഗവർമ്മെന്റും പൊതുജനങ്ങളും ഇതിൽ ശ്രദ്ധപതിപ്പിച്ചു തുടങ്ങി യതു്. ഇതിനെത്തുടൎന്നു് ഇംഗ്ലണ്ടിലും മററു യൂറോപ്യൻ രാജ്യങ്ങളിലും റെയിൽവേ ഉണ്ടാക്കുവാൻ തുടങ്ങി. 1880 ആയപ്പോഴേയ്ക്കും അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ

മാത്രം മുപ്പതിനായിരം മൈൽ റെയിൽവേ പാളങ്ങൾ ഉണ്ടായി. 1900 ആയപ്പോഴേയ്ക്കും ഇതു് രണ്ടുലക്ഷത്തി നാൽപ്പതിനായിരം മൈലായി വർദ്ധിച്ചു. സ്ററീഫൻസണിന്റെ തീവണ്ടി മണിക്കൂറിനു് പതിനഞ്ചുമൈൽവച്ചു് പോയിരുന്നതു് 1893 മണിക്കൂറിനു് 112½ മൈൽ വേഗത വരെ എത്താവുന്നതാണെന്നു് അമേരിക്കയിൽ തെളിയിക്കപ്പെട്ടു. ഇതോടൊപ്പം തീവണ്ടിയാത്ര സുരക്ഷിതമാക്കുന്നതിനു് പല കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളും നടപ്പിൽവന്നു. 1867 ൽ തോമസ്ഹോൾ (Thomas Hall) എന്ന അമേരിക്കൻ സ്വയം പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഒരു ഇലക്ട്രിക്ക് സിഗ്നൽ കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇതുപോലെ പ്രാധാന്യമുള്ള മറെറാരു കണ്ടുപിടിത്തമാണു് ജോർജ്ജ് വെസ്ററിംഗ് ഹൗസിന്റെ (George Westinghouse 1864—1914) എയർ ബ്രേക്ക് (air break) ഉം ട്രിപ്പിൾ വാൽവും. (Triple valve)

കരമാർഗ്ഗമായുള്ള ഗതാഗതത്തിൽ 19-ാം നൂറ്റാണ്ടിൽ നടന്ന ഏററവും ശ്രദ്ധേയമായ സംഗതി ആവിയന്ത്രമാണെങ്കിലും മററു ചിലവയും ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ ഉപയോഗത്തിൽ വന്നു. ഇലക്ട്രിസിററി ഉപയോഗിച്ചു് സഞ്ചരിപ്പിക്കാവുന്ന റെയിൽവണ്ടികൾ പലേ പട്ടണങ്ങളിൽ സ്ഥാപിച്ചതു് ഇതിനുദാഹരണമാണു്. ആധുനിക മോട്ടോർ കാറിന്റെ ഉപയോഗം വളർന്നുവന്നതും ഈ നൂററാണ്ടിന്റെ ഒടുവിലാണു്. 1840-ൽ കിർക്ക് പാട്രിക്ക് മാക്ക്മില്ലൻ എന്ന സ്കോട്ട്ലൻറുകാരൻ കണ്ടുപിടിച്ച സൈക്കിൾ 1876 ആയപ്പോഴേക്കും ലോസൺ (Lowson) എന്ന ഗവേഷകൻ വരുത്തിയ മാററങ്ങൾ ഉൾക്കൊണ്ടു് ആധുനികരൂപംകൈക്കൊണ്ടു. ഡൈംലർ എന്ന ജർമ്മൻ ഗവേഷകനാണു് ഇതിൽ ഒരു എഞ്ചിൻ ഘടി

പ്പിച്ച് മോട്ടോർ സൈക്കിളായി രൂപാന്തരപ്പെട്ടത്തിയതു്. അടുത്തപടി നാലു ചക്രങ്ങളുള്ള മോട്ടോർ കാർ ആണു്. ഒരു പ്രത്യേക വ്യക്തിയാണു് ഇതു് കണ്ടുപിടിച്ചതെന്നു് പറയുവാൻ വിഷമമാണു്. ഏകദേശം ഒരേ കാലത്തു് പല രാജ്യങ്ങളിലും മോട്ടോർകാർ പ്രവത്തിച്ചുതുടങ്ങി. ഡൈംലർ (Daimler) നേരത്തെ ജർമ്മനിയിൽ ഒരു കാർ ഈ ശതാബ്ദത്തിൻെറ ഒടുവിൽ ഇറക്കി എങ്കിലും അതേ അവസരത്തിൽ ഫ്രാൻസിൽ ഫെർനാൻഡ് ഫോറസ്റ്റ് (Fernand Forest) പാരീസിന്റെ തെരുവീഥികളിൽ കൂടി താൻ നിമ്മിച്ച മോട്ടോർ വാഹനം ഓടിച്ചു. അതു പോലെ 1892 ൽ അമേരിക്കയിൽ ഡൂറിയ ((Duryea) ഒരു കാർ റോഡിൽ ഇറക്കി. വളരെ കഴിയുന്നതിനു മുമ്പു് ലക്ഷക്കണക്കിനു് കാറുകൾ യൂറോപ്പിലേയും അമേരിക്കയിലേയും തെരുവീഥികളിൽക്കൂടി യാത്രക്കാരേയും വഹിച്ചു കൊണ്ടു് സഞ്ചരിക്കുവാൻ തുടങ്ങി.

വാത്താഗതാഗതത്തിൻെറ രംഗത്തു് 19-ാം നൂററാണ്ടിൽ നടന്ന ശ്രദ്ധേയമായ നേട്ടങ്ങളാണു് ടെലിഗ്രാഫും ടെലിഫോണും. 19-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ആദ്യം മുതൽക്കു് പടിപടിയായി നേടിയെടുത്ത വിദ്യുച്ഛക്തിയെപ്പററിയുള്ള നൂതനമായ അറിവിൻെറ സ്വാഭാവികമായുള്ള ഫലമാണു് ഇവ രണ്ടും. നിക്കോൾസണും കാർലിസിലും ചേന്നു് വെള്ളത്തിൽക്കൂടി വൈദ്യുതി കടത്തിവിട്ടു് ഹൈഡ്രജനും ഓക്സിജനും ഉണ്ടാക്കിയതു് 1801-ാം മാണ്ടിലാണെന്നു് കഴിഞ്ഞ അദ്ധ്യായത്തിൽ പ്രസ്താവിച്ചിരുന്നല്ലോ. ഇതിനെത്തുടന്നു് ഓർസ്റ്റഡ് (Oersted 1777—1851) വൈദ്യുതിയും കാന്തശക്തിയും തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവത്തനം പഠിക്കുവാൻ തുടങ്ങി. ഇദ്ദേഹം ഒരു അപ്പോത്തിക്കിരിയുടെ പുത്രനായിരുന്നു. കോപ്പൻഹേഗൻ സവ്വകലാശാലയിൽ

നിന്നു് ഉന്നത വിദ്യാഭ്യാസം നേടിക്കഴിഞ്ഞു് അഞ്ചു കൊല്ലം വിദേശരാജ്യങ്ങളിൽ പോയി ഗവേഷണപരിശീലനം നേടിയശേഷം 1806 ൽ അദ്ദേഹം പഠിച്ച സർവ്വകലാശാലയിലെ ഫിസിക്സ് പ്രൊഫസറായി നിയമിക്കപ്പെട്ടു. ആ ജോലിയിൽ ഇരുന്നു് സമർത്ഥമായി ഗവേഷണരംഗത്തു് പരിശ്രമിച്ചു. 1807 മുതൽ "ഇലക്ട്രിസിററിയും കാന്തങ്ങളും" എന്ന വിഷയത്തെപ്പററി അദ്ദേഹം പഠിക്കുവാൻ തുടങ്ങി, 1819 ൽ വൈദ്യുതീപ്രവാഹം കാന്തശക്തി ഉണ്ടാക്കുന്നു എന്നു് അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. ഒരു കാന്തസൂചിയുടെ മുകളിൽക്കൂടി ഇലക്ട്രിക്ക് കറൻറു് ഒരു കമ്പിവഴി സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ കാന്തസൂചി സ്വസ്ഥാനത്തുനിന്നു് തിരിയുന്നതായി അദ്ദേഹം കണ്ടു. കറണ്ടിൻെറ ഗതി മറിച്ചുവിട്ടപ്പോൾ കാന്തസൂചിയും അതനുസരിച്ച് മാറുന്നതായി അദ്ദേഹത്തിനു് ബോദ്ധ്യമായി. സൂചി ഒരു ചെമ്പുപെട്ടിക്കകത്തു് വെള്ളം നിറച്ചു് അതിൽ താഴ്ത്തി വച്ചാൽ പോലും കമ്പിയിൽക്കൂടി പോകുന്ന കറണ്ടിനു് അതിനെ ചലിപ്പിക്കുവാൻ സാധിക്കുന്നു. എന്നു് അദ്ദേഹം വിളംബരം ചെയ്തു. തമ്മിൽ ബന്ധമില്ലാതെ ഇരിക്കുന്ന അവസ്ഥയിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഈ ചലനങ്ങളെപ്പററി അദ്ദേഹം കൂടുതൽ പഠിച്ചു. ഈ കണ്ടുപിടുത്തത്തിനു് അദ്ദേഹത്തിനു് ഒട്ടനവധി പാരിതോഷികങ്ങളും ബഹുമതികളും ലഭിച്ചു. ഇതിനെത്തുടർന്നു് ഫ്റാൻസിലെ അറാഗോ (Arago 1786—1853) ആദ്യത്തെ ഇലക്ട്രോമാഗ്നറ്റ് ഉണ്ടാക്കിയതു്. ഒരു സിലിണ്ടറിൻെറ പുറത്തു് ചെമ്പുകമ്പി ചുററി അതിൽക്കൂടി വൈദ്യുതി കടത്തിവിട്ടുകൊണ്ടു് സിലിണ്ടറിൻെറ ഉള്ളിൽ ഇരുമ്പുകഷ്ണം വയ്ക്കുകയാണെങ്കിൽ ആ കഷ്ണത്തിനു് കാന്തശക്തി ഉണ്ടാകുന്നതാണെന്നു് അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. ഇരുമ്പിനുപകരം സ്റ്റീൽ

ഉപയോഗിച്ചാൽ അതിനു് സ്ഥിരമായ കാന്തശക്തി ഉണ്ടാക്കാമെന്നും കണ്ടുപിടിച്ചു. മാത്രമല്ല കാന്തശക്തി ഉള്ള ഒരു ഇരുമ്പുദണ്ഡുകൊണ്ടു് കാന്തശക്തി ഇല്ലാത്ത മറെറാരു ദണ്ഡിനെ തലോടിയാൽ ഈ ശക്തി അതിലേയ്ക്കും വ്യാപിപ്പിക്കാമെന്നു് മനസ്സിലായപ്പോൾ സ്ഥിരമായ കാന്തശക്തി ഉള്ള ദണ്ഡുകൾ ധാരാളമായി ഉണ്ടാക്കിത്തുടങ്ങി. അറാഗോയ്ക്കുശേഷം ഈ രംഗത്തു് സമർത്ഥമായി പ്രവർത്തനം നടത്തിയതു് അദ്ദേഹത്തിൻെറ സഹപ്രവർത്തകനായിരുന്ന ആംപേയർ (Ampere 1775–1836) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണു്. ഫ്റഞ്ചുവിപ്ളവത്തിൽ കഴുകുമരത്തിൽ വധശിക്ഷ അനുഭവിച്ച ഒരു വ്യാപാരിയുടെ മകനായിരുന്ന ആംപേർ, കണക്കിലുള്ള കഴിവുപയോഗിച്ചാണു് ശാസ്ത്രരംഗത്തു് മുന്നോട്ടുവന്നതു്. 1809 ൽ അദ്ദേഹം ഗണിതവിഷയത്തിൽ പ്രൊഫസറാകുകയും വിദ്യുച്ഛക്തിയിലുള്ള ഗവേഷണങ്ങൾ ആരംഭിക്കുകയും ചെയ്തു. ഇലക്ട്രിക്ക്കറൻറു് കാന്തവുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ പ്രത്യേക നിയമങ്ങൾക്കു് വിധേയമാണെന്നു് അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. ആംപേയറുടെ നിയമം (Ampere's rule) എന്ന പേരിൽ ഈ തത്വം ഇന്നു് അറിയപ്പെടുന്നു. അതിസമർത്ഥമായ പല നേട്ടങ്ങളും ആംപേർ കൈവരിച്ചതിനാൽ ഇലക്ട്രിസിററി അളക്കുവാനുള്ള യൂണിററിനു് ആംപേയർ എന്നു് ശാസ്ത്രലോകം നാമകരണം ചെയ്തു് ശാസ്ത്രലോകം അദ്ദേഹത്തെ ബഹുമാനിച്ചു. ഇതുപോലെ ബഹുമതി നേടിയ മറെറാരു നിയമം കണ്ടുപിടിച്ച ജർമ്മൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനാണു് ജോർജ്ജ് സൈമൺ ഓം (George simon ohm 1787—1854) കൊളോണിലെ (Cologne) ജസ്യൂട്ടു് കോളേജിലെ ഗണിതപ്രൊഫസറായിരുന്ന ഇദ്ദേഹം പ്രസിദ്ധമായ Ohm's law

(ഓമിൻെറ നിയമം) 1827 ൽ കണ്ടുപിടിച്ചു. ഈ തത്വമനുസരിച്ച് ഏതെങ്കിലും ഒരു കണ്ടക്ററിൽക്കൂടി വിദ്യുച്ഛക്തി പ്രവഹിക്കുമ്പോൾ ആ ഒഴുക്കിനു് നിദാനമായ പൊട്ടൻഷ്യലിൻെറ വ്യത്യാസവും ഒഴുകുന്ന കറണ്ടും തമ്മിൽ പരസ്പര ബന്ധമുണ്ടെന്നു കാണാം. ഓരോ കണ്ടക്ററിൽ പൊട്ടൻഷ്യലിലുണ്ടാകുന്ന ഏററക്കുറവനുസരിച്ച് കറണ്ടിനും ഏററക്കുറവു സംഭവിക്കുന്നതാണു്. ഓരോ കണ്ടക്ററിനും അതാതിൻേറതായ റസിസ്റ്റൻസ് (Resistance) ഉണ്ടെന്നും അതു് കണ്ടുപിടിക്കാൻ വഴികളുണ്ടെന്നും പ്രസ്തുത ശാസ്ത്രജ്ഞൻ തെളിയിച്ചു. ഓരോ കണ്ടക്ററിൻെറയും റെസിസ്ററൻസ് അളക്കുന്നതിനുള്ള യൂണിററിനു് 'ഓം' എന്ന നാമധേയം ശാസ്ത്രലോകം നൽകുകയും ചെയ്തു. ഇതുപോലെ യൂണിറ്റുകൾക്കു് കൊടുത്ത പേരുകൊണ്ടു് ശാസ്ത്രലോകം ബഹുമാനിച്ച മറെറാരു വ്യക്തിയാണു് മൈക്കിൾ ഫാരഡെ (Michael Faraday) 19-ാം നൂററാണ്ടിലെ പൂർവ്വാർദ്ധത്തിൽ വികസിച്ചുവന്ന ഏററവും പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്ന ശാസ്ത്രകാരന്മാരിൽ അഗ്രഗണ്യനാണു് ഈ മഹാൻ. വളരെ താഴ്ന്ന നിലയിൽ നിന്നു് വളന്നു് ഉന്നത വിദ്യാഭ്യാസ സൗകര്യങ്ങളൊന്നും ലഭിക്കാതെ സ്വന്തം പരിശ്രമം കൊണ്ടു് ആവശ്യമുള്ള അറിവു് സ്വായത്തമാക്കി വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ രംഗത്തു് അടിസ്ഥാനപ്രാധാന്യമുള്ള നിയമങ്ങൾ അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇംഗ്ളണ്ടിലെ സറേ എന്ന ഡിസ്ത്രിക്ററിൽ ഒരു പാവപ്പെട്ട കൊല്ലൻെറ മൂന്നാമത്തെ മകനായി 1791ൽ ഫാരഡെ ജനിച്ചു. ദാരിദ്ര്യം അനുഭവിച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന ആ കുടുംബം ലണ്ടനിലെ ഒരു കുതിര ലായത്തിലേക്കു് താമസം മാററി. പ്രൈമറിസ്കൂൾ വിദ്യാഭ്യാസം ലഭിച്ചുകഴിഞ്ഞപ്പോൾ തന്നെ ബുക്കു് ബയൻഡിംഗ്

ജോലിയിൽ ഏർപ്പെട്ട് ചെലവുകഴിക്കുന്നതിനു ഫാരഡെ നിർബ്ബന്ധിതനായി. താൻ ബയൻറുചെയ്തുകൊണ്ടിരുന്ന പുസ്തകങ്ങൾ വായിക്കുകയും കൂടി ചെയ്തിരുന്നതിനാൽ അദ്ദേഹത്തിൻെറ ജിജ്ഞാസ വളർന്നുകൊണ്ടേയിരുന്നു. അക്കാലത്തെ ഒരു പ്രശസ്ത ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്ന സർ ഹംഫ്രിഡേവിയുടെ പ്രസംഗം ഒരിക്കൽ ഫാരഡേ കേൾക്കുകയും അതിനെപ്പറ്റി ഒരു നോട്ടുണ്ടാക്കി അദ്ദേഹത്തിനയച്ചു് ഒരു ജോലിക്കപേക്ഷിക്കുകയും ചെയ്തു. ആ എഴുത്തിൽ തനിക്കു സയൻസുസംബന്ധമായ വിഷയങ്ങളെപ്പറ്റി അതിയായ ജിജ്ഞാസയുണ്ടെന്നും, സയൻസിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനുവേണ്ടി എന്തു ക്ളേശങ്ങളും സഹിക്കാൻ തയ്യാറാണെന്നും സൂചിപ്പിച്ചിരുന്നു. ഭാഗ്യവശാൽ ഡേവിക്കു ഈ എഴുത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഫാരഡെയോട്ട് സഹതാപം തോന്നുകയും അദ്ദേഹത്തെ ഒരു ലാബ്രട്ടറി അററൻഡറാക്കുകയും ചെയ്തു. തനിക്കു കിട്ടിയ സന്ദർഭം ഫാരഡെ അതി സമർത്ഥമായി വിനിയോഗിച്ചു. രാപകൽ ഇല്ലാതെ അദ്ദേഹം പല പരീക്ഷണങ്ങളിലും ഏർപ്പെട്ടു. കുപ്പി കഴുകുക, ലാബ്രട്ടറി ശുചിയായി വച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുക മുതലായ ദിനചര്യകൾക്കുശേഷം ബാക്കിസമയം അദ്ദേഹം സ്വന്തം പരീക്ഷണങ്ങൾക്കായി ചെലവഴിച്ചു. കുറെക്കാലം കൊണ്ടു് പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുവാനുള്ള വൈദഗ്ദ്ധ്യം അദ്ദേഹം നേടിയെടുത്തു. എന്നുമല്ല, ഡേവിയുടെ കൂടെ പല രാജ്യങ്ങളും സന്ദർശിച്ചപ്പോൾ ആ വലിയ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഫാരഡെയെ ഒരു സഹ പ്രവർത്തകൻ എന്ന രീതിയിലാണു് മററുള്ളവർക്കു് പരിചയപ്പെടുത്തിക്കൊടുത്തതു്. ലോകപ്രശസ്തിനേടിയ ഡേവി ഒരവസരത്തിൽ പറഞ്ഞു തൻെറ ഏററവും വലിയ കണ്ടുപിടുത്തം

ഫാരഡെ ആണെന്നായിരുന്നു. ഫാരഡെ തൻെറ ജീവിതം മുഴവനും ലാബ്രട്ടറിയിൽ കഴിച്ചുകൂട്ടി. 1820 ൽ അദ്ദേഹം വിവാഹിതനായി. ഒരു വെള്ളിപ്പണിക്കാരൻെറ മകളായ സാറാബർണാഡ് (Serah Bernard) ആയിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിൻെറ സഹധർമ്മിണി. വിവാഹത്തിനുശേഷവും ഫാരഡെ തൻെറ ലാബ്രട്ടറി സ്ഥിതിചെയ്തിരുന്ന "റോയൽ ഇൻസ്ററിസ്റ്റ്യൂഷനിൽ തന്നെയാണ് താമസിച്ചുവന്നതു്. 1825 ൽ അദ്ദേഹത്തെ റോയൽ ഇൻസ്ററിസ്റ്റ്യൂഷൻെറ (Royal Institution) ഡയറക്ടറാക്കി. 1833 ൽ അദ്ദേഹം രസതന്ത്രത്തിൻെറ പ്രൊഫസറായി. ശാസ്ത്രീയമായ പല കാര്യങ്ങളിലും അദ്ദേഹത്തിൻെറ അഭിപ്രായം പലരും നേടിയിരുന്നെങ്കിലും 1830 തൊട്ട് അദ്ദേഹം ഈ കാര്യങ്ങൾക്കായി ആരിൽനിന്നും ഫീസ് വാങ്ങിക്കയില്ലെന്ന് തീരുമാനിച്ചു. എന്നുമല്ല കാലക്രമത്തിൽ ലഭിച്ച നിരവധി സ്ഥാനമാനങ്ങളും ബഹുമതികളും അദ്ദേഹം നിരസിക്കുകയും ചെയ്തു. അന്തിമഘട്ടത്തിൽ ഗവൺമെൻറ് അനുവദിച്ച ഒരു പെൻഷൻ അദ്ദേഹം വാങ്ങിച്ചതുതന്നെ വളരെ വിഷമത്തോടുകൂടിയായിരുന്നു. വിക്ടോറിയാമഹാരാജ്ഞി താമസിക്കുന്നതിനു് കൊടുത്തിരുന്ന ഒരു വീട്ടിൽ കിടന്നാണ് 1867 ൽ അദ്ദേഹം മരിച്ചതു്.

ഫാരഡെയുടെ പ്രതിഭ അനന്യസാധാരണമായിരുന്നു. അങ്ങുമിങ്ങും ചിന്നിച്ചിതറിക്കിടന്നിരുന്ന നിരീക്ഷണങ്ങളെ ഏകോപിച്ച് പൊതു തത്വങ്ങൾ ആവിഷ്ക്കരിക്കുവാനുള്ള സാമർത്ഥ്യം അദ്ദേഹത്തിനുണ്ടായിരുന്നു. കാന്തശക്തിയും വിദ്യുച്ഛക്തിയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം ഓർസ്റെഡും (Oersted) അറാഗോയും (Arago) ആംപെയറും (Ampere) സ്ഥാപിച്ചിരുന്നു. എന്നാൽ അവരുടെ ഭാവനയിൽ ചലനത്തിനു് സ്ഥാനമില്ലായിരുന്നു. ഫാരഡെയാ

ണ് ചലനമുണ്ടാക്കിനോക്കിയതു് ("Mutual relation of Magnetism, Electricity and motion") 1832 മാർച്ച് 26-ാം തിയതി എഴുതിയ അദ്ദേഹത്തിൻെറ ഡയറിക്കുറിപ്പ് ഇപ്രകാരമാണ്:— "The mutual relation of electricity, magnetism, and motion may be represented by three lines at right angles to each other .... if electricity could be determined in one line and motion in another, magnetism will be developed in the third; or if electricity could be determind in one line and magnetism in another, motion will occur in the third." അറാഗോയുടെ പരീക്ഷണങ്ങൾ തെളിയിച്ചിരുന്നതു് ഒരു ചെമ്പുകമ്പിയുടെ ചുരുളിൽക്കൂടി വിദ്യുച്ഛക്തി കടത്തിവിട്ടപ്പോൾ അതു് കാന്തം (മാഗ്നററ്) ആകുമെന്നായിരുന്നു. ഇതിൻെറ നേരെ വിപരീതമായിട്ടുള്ള നിലപാടും ശരിയാണ് എന്നാണ് ഫാരഡെ തെളിയിച്ചതു്. ഒരു കാന്തത്തിനു് വിദ്യുച്ഛക്തി ഉണ്ടാക്കുവാൻ കഴിയും എന്നദ്ദേഹം കാണിച്ചു. ഡയനാമോയും ഇലക്ട്രിക്ക് മോട്ടോറുമെല്ലാം ഇതിനെത്തുടർന്നാണ് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതു്. വെള്ളച്ചാട്ടങ്ങളിൽ നിന്നു് വിദ്യുച്ഛക്തി സംഭരിച്ച് വിതരണം ചെയ്യാൻ സാദ്ധ്യമായതും ഈ സംഭവവികാസങ്ങളെത്തുടർന്നാണ്.

അടിസ്ഥാനപരമായ മററുപല നേട്ടങ്ങളും ഫാരഡെ ശാസ്ത്രലോകത്തിനു് സംഭാവന ചെയ്തു. എല്ലാ സാധനങ്ങളിലും തന്നെ കാന്തശക്തി അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടെന്നും എന്നാൽ അവയെ ശക്തിയുള്ള കാന്തമണ്ഡലങ്ങളിൽ വയ്ക്കുമ്പോൾ ചില സാധനങ്ങളുടെ തന്മാത്രകൾ കാന്തരേഖകൾക്കു് സമാന്തരമായി മാറുമെന്നും അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. (Dia

magnetic and para magnetic) അതുപോലെ റേഡിയോതരംഗങ്ങളുടെ കണ്ടുപിടിത്തത്തിന് വഴിതെളിച്ചതും ഫാരഡെയാണ്. 1845 ൽ അദ്ദേഹം ഒരു വലിയ ഗ്ലാസ്സ് കട്ടി ഒരു 'ഹോർസ് ഷൂമാഗ്നററി' ൻെറ (Horse shoe magnet ൻെറ) കാന്തമണ്ഡലത്തിൽ വച്ചതിനുശേഷം അതിൽക്കൂടി പോളറൈസ്ഡ് ചെയ്ത പ്രകാശ രശ്മികൾ കടത്തിവിട്ടു. ആ രശ്മികളിൽ നടന്നുകൊണ്ടിരുന്ന ചലനത്തിൻെറ പ്രതലം തിരിയുന്നതായി അദ്ദേഹം കാണിച്ചു, ഇതിനെപ്പററി അദ്ദേഹം എഴുതിയതു് ഇപ്രകാരമാണ്:— "I have at last succeeded in magnetising and electrifying a ray of light and illuminating a magnetic line of force" ഇതിനെത്തുടർന്നു ഫാരഡെ പ്രകാശകിരണങ്ങളുടേയും കാന്തശക്തിയുടെയും വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെയും പ്രവത്തനരേഖകളും ഒന്നായിരിക്കമെന്നു് അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. ഈ വഴിക്കുള്ള ശ്രമങ്ങളിൽക്കൂടിയാണ് റേഡിയോതരംഗങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചതു്.

ഫാരെഡയുടെ ശ്രദ്ധ പതിഞ്ഞ മറെറാരു രംഗമാണ് ഇലക്ട്രോളിസിസ് (electrolysis). ലായിനികളിൽ കൂടി വിദ്യുച്ഛക്തി കടന്നുപോകുന്നതു്, ലോഹക്കമ്പികളിൽ കൂടി കടന്നുപോകുന്നതിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായാണെന്നു അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി. കടന്നുപോകുന്ന വൈദ്യുതിയുടെ അളവും, ലായിനിയിൽ നിന്നു് വേർപെട്ടു വെളിയിൽ വരുന്ന പദാത്ഥങ്ങളുടെ തൂക്കവും തമ്മിൽ പരസ്പരബന്ധമുണ്ടെന്നു് അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. പ്രസിദ്ധമായ ഫാരഡെയുടെ നിയമങ്ങൾ രൂപം കൊള്ളുന്നതു് ഇവിടെയാണ്. വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ രംഗത്തു് എന്നതുപോലെ രസതന്ത്രത്തിലും സമത്ഥനായ ഫാരഡെ പല ഗവേഷണ

ങ്ങളും വിജയകരമായി നടത്തി. ക്ലോറിൻ വാതകത്തെ പ്പററി ചില നൂതന പരിക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുകയും അതിനെ ദ്രവീഭവിപ്പിക്കുകയും ചെയ്തതു് അദ്ദേഹമാണു്. പുതിയ ഓപ്ടിക്കൽ (optical) ഗ്ലാസ് ഉണ്ടാക്കിയതും ഇരുമ്പിൻെറ കൂടെ ചേക്കാവുന്ന മററു ലോഹങ്ങളെപ്പററി പഠിച്ചതും വാതകമിശ്രിതങ്ങൾ അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായ റന്ധ്രങ്ങളിൽ കൂടി കടന്നുപോകുമ്പോൾ മിശ്രിതസ്വഭാവത്തിനു് വരുന്ന മാററങ്ങളെപ്പററി മനസ്സിലാക്കിയതും അദ്ദേഹത്തിൻെറ അനന്യസാധാരണമായ പ്രതിഭയുടെ ബഹുമുഖത്വം വ്യക്തമാക്കുന്നു.

ഫാരഡെയുടെ സമകാലീനനായി അമേരിക്കയിൽ പ്രവത്തിച്ചിരുന്ന ജോസഫ് ഹെൻറി (1797—1878) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനും ഇതേ രംഗത്തു് പല കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളും നടത്തി. അദ്ദേഹത്തിൻെറ ബാല്യകാലജീവിതം ഫാരഡേയുടേതുപോലെ ആയിരുന്നു. ഒരു നിദ്ധനകുടുംബത്തിൽ ജനിച്ചു് ഉന്നതവിദ്യാഭ്യാസം ഇല്ലാതെ ജിജ്ഞാസയാൽ പ്രേരിതനായി അനേകം പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി വിജയം കൈവരിച്ച മറെറാരാളാണു് ഹെൻട്രി. പതിനാലു വയസ്സായപ്പോൾ തന്നെ ഒരു തട്ടാൻെറ കൂടെ ജോലി ചെയ്യാൻ നിർബന്ധിതനായിത്തീന്നു. പിന്നീട്ട് സ്വപരിശ്രമംകൊണ്ടു് അദ്ദേഹം നാടകമെഴുതിയും, അഭിനയം നടത്തിയും ജീവിച്ചു. അക്കാലത്തു് സയൻസിനെപ്പററിയും പുതിയ അറിവിനെപ്പററിയും ഉള്ള ചില പ്രബന്ധങ്ങൾ അദ്ദേഹം വായിക്കുവാൻ ഇടയായി. ശാസ്ത്രത്തിൽ പ്രശസ്തിയാർജ്ജിച്ചതിനുശേഷം അദ്ദേഹം ഈ സംഭവത്തെപ്പററി പറയുന്നതിപ്രകാരമാണു്. "It was the first work that I ever read with attention. It opened to me a new world of thought and enjoyment;

invested things before almost unnoticed with the highest interest; And caused me to resolve at the time of reading it that I immediately commence to devote my life to the acquisition of knowledge". ഒരു നിശാപാഠശാലയിൽ ചേൎന്നു് അദ്ദേഹം വിദ്യാഭ്യാസം തുടൎന്നു. 1826-ൽ അദ്ദേഹമൊരു ഗണിതശാസ്ത്ര പ്രൊഫസ്സറായി. 1832-ൽ പ്രസിദ്ധമായ പ്രിൻസ്ററൺ യൂണിവേഴ്സിററിയിൽ അദ്ദേഹം ജോലിയിൽ പ്രവേശിച്ചു. ഇന്നു് ഗവേഷണത്തിനു് ലോകപ്രസിദ്ധിയാൎജ്ജിച്ച വാഷിംഗ്ടണിലെ സ്മിത്ത് സോണിയൻ സ്ഥാപനത്തിൻെറ ഡയറക്ടർ ആയി 1846-ൽ പ്രവേശിച്ചു് മരണംവരെ (മുപ്പത്തിരണ്ടു കൊല്ലം) അവിടെ ഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തുകയും ചെയ്തു. ഫാരഡെയെപ്പോലെതന്നെ വൈദ്യുതഗവേഷണ രംഗത്തു് അനേകം നേട്ടങ്ങൾ ഇദ്ദേഹവും കൈവരിച്ചു. ആദ്യത്തെ ഇലക്ട്രിക് ബെൽ ഉണ്ടാക്കിയതു് ഇദ്ദേഹമാണു്. ആൾട്ടർനേററിംഗ് കറൻറിൻേറയും, ഡയറക്ട് കറൻറിൻേറയും പ്രവൎത്തനരീതി (alternating current & direct current) ശരിയായി മനസ്സിലാക്കിയതും, സെൽഫ് ഇൻഡക്ഷൻ (self induction) കണ്ടുപിടിച്ചതും ഇദ്ദേഹമാണു്. വളരെ ശക്തിയുള്ള ഇലക്ട്രോമാഗ്നററുകൾ (electro-magnets) അദ്ദേഹം ഉണ്ടാക്കി. അവയിൽ ഒന്നു് മൂവായിരത്തിമുന്നൂറു പവണ്ടു ഭാരം തൂക്കിയെടുക്കുവാൻ കഴിവുള്ളതായിരുന്നു. വലുതോ ചെറുതോ ആയ വൈദ്യുതപ്രവാഹത്തെ അളക്കുന്നതിനുള്ള ഗാൽവനോ മീററുകളും (galvano-meter) അദ്ദേഹം ഉണ്ടാക്കി.

വൈദ്യുതഗവേഷണ രംഗത്തു് പേരെടുത്ത മററു ചില ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരാണു് സർ ചാൾസ് വീററ്സ്റ്റൺ (charels wheatstone) (1802—75) ജെയിംസ് പ്രസ്കോട്ടു്

ജോൾ (James Prescott Joule) മുതലായവരാണ്. വിദ്യുച്ഛക്തിയും അതുണ്ടാക്കുന്ന താപവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെപ്പററിയുള്ള നിയമങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചതു് ജൗൾ ആണു്.

പത്തൊൻപതാം നൂററാണ്ടിൻെറ ഉത്തരാർദ്ധമായപ്പോഴേക്കും സമർത്ഥന്മാരായ പല ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടേയും ഗവേഷണ ശാലകളിൽ നിന്നു് വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ സഹായത്താൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന പല കളിപ്പാട്ടങ്ങളും വെളിയിൽ വന്നുതുടങ്ങി. പില്ക്കാലത്തു് മനുഷ്യജീവിതത്തെ കൂടുതൽ സുഖകരമാക്കുന്നതിനു് പ്രയോജനപ്പെട്ട കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളുടെ പ്രഥമ പരീക്ഷണങ്ങളായിരുന്നു ഈ കളിപ്പാട്ടങ്ങൾ. വാർത്താവിതരണരംഗത്തു് ടെലിഗ്രാഫ്, ടെലിഫോൺ, കേബിൾ, കമ്പിയില്ലാക്കമ്പി, (wireless) എന്നിവയും ഗതാഗതത്തിൻെറ രംഗത്തു് ട്രോളിയും, പ്രകാശവൽക്കരണത്തിൻെറ രംഗത്തു് ഇലക്ട്രിക് വിളക്കുകളും വന്നതു് ഇതിനെ തുടർന്നാണു്. അതുപോലെ ഡയനാമോകൾ പ്രചാരത്തിൽ വന്നപ്പോൾ വിദ്യുച്ഛക്തി രംഗത്തു് ഉപയോഗിച്ചു് നിഷ്കർഷണം ചെയ്യാവുന്ന അലൂമിനിയം തുടങ്ങിയ പുതിയ ലോഹങ്ങൾ ഉണ്ടായി. ഇലക്ട്രിക് വെൽഡിംഗ് (electric welding) ഇലക്ട്രിക് ഹീറേറഴ്സ് (electric heaters) മുതലായി നൂതനമായ പലതും നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടു. വിദ്യുച്ഛക്തിയും ഊർജ്ജത്തിൻെറ മററു വിഭാഗങ്ങളും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെപ്പററിയുള്ള നിയമങ്ങൾ സ്പഷ്ടമായതിനുശേഷം പ്രായോഗിക രംഗത്തു് ഈ പുതിയ അറിവു് പ്രവർത്തനത്തിൽ വരുന്നതാണു് നാം കാണുന്നതു്. തൽഫലമായി യൂറോപ്പിലും അമേരിക്കയിലും പ്രതിഭാസമ്പന്നരായ കുറെ കണ്ടുപിടുത്തക്കാർ ഉണ്ടായിത്തുടങ്ങി. "ആവശ്യം സൃഷ്ടിയുടെ മാതാവാകുന്നു" എന്ന ചൊല്ലു് മാറെറാലികൊള്ളുവാൻ തുടങ്ങി. ടെലിഫോൺ

കണ്ടുപിടിച്ച അലക്സാണ്ടർ ഗ്രഹാംബെല്ലും ആയിരത്തി ലധികം കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളുടെ ജനയിതാവായ തോമസ് എഡിസണും ഈ രംഗത്താണു് പ്രത്യക്ഷമാകുന്നതു്. അമേരിക്കയിൽ വഴിയരികിൽ തൂണുകൾ നാട്ടി അവയിൽ കൂടി കമ്പികളെ ഘടിപ്പിച്ചു് ദൂരദിക്കുകളിലേയ്ക്കു് വാർത്തകൾ അയയ്ക്കുന്നതിനുള്ള സാദ്ധ്യത മോഴ്സ് (Morse) തെളിയിച്ചു. വളരെ കൊല്ലങ്ങൾ പരിശ്രമിച്ചതിനുശേഷമാണു് അദ്ദേഹം വിജയം കൈവരിച്ചതു്. പലരും അദ്ദേഹത്തിൻെറ സംരംഭങ്ങളെ പുച്ഛിച്ചു തള്ളുകയാണു് ചെയ്തതു്. 1844 മേയ് 24-ാം തീയതി വാഷിംഗ്ടണിൽ നിന്നു് ബാൾട്ടിമോറി (Baltimore) ലേക്കു് "What hath God wrought?" എന്ന സന്ദേശം കമ്പി വഴി അദ്ദേഹം അയച്ചു. ഇപ്രകാരം അമേരിക്കയുടെ പ്രധാന നഗരങ്ങൾ തമ്മിൽ കമ്പി സന്ദേശത്തിൽ കൂടി വാർത്തകൾ വിനിമയം ചെയ്യുന്നതിനുള്ള കമ്പികൾ സ്ഥാപിതമായിക്കഴിഞ്ഞപ്പോൾ, സമുദ്രത്തിനടിയിൽ കൂടി കേബിളുകൾ വഴി സന്ദേശങ്ങൾ അയയ്ക്കുന്നതിനുള്ള പരിപാടി ആരംഭിച്ചു. സൈറസ് വെസ്ററ് ഫീൽഡ് (Cyrus west Field)(1819—92) എന്ന അമേരിക്കയിലെ ഒരു കടലാസു കച്ചവടക്കാരനാണു് ആദ്യമായി കേബിൾ സ്ഥാപിക്കുന്നതിനു് ധനം മുടക്കിയതു്. ഇംഗ്ലണ്ടും അമേരിക്കയും തമ്മിൽ കേബിൾ വഴി ബന്ധം സ്ഥാപിക്കുന്നതിനു് ഒരു കമ്പനി 1854-ൽ ഇദ്ദേഹം ഉണ്ടാക്കി. 1858 ആഗസ്ററു 16-ാം തീയതി ഇംഗ്ലണ്ടിലെ വിക്ടോറിയാ രാജ്ഞിയും അമേരിക്കൻ പ്രസിഡണ്ടും കേബിൾ വഴി സന്ദേശം കൈമാറി വിജയം നേടി എങ്കിലും ദീർഘകാലം ആ കേബിൾ പ്രവർത്തിച്ചില്ല. ഫാരഡെ പ്രവചിച്ചിരുന്നതുപോലെ ചില സാങ്കേതിക വൈഷമ്യങ്ങൾ നേരിടുകയും കേബിൾ പ്രവർത്തനരഹിതമാവു

കയും ചെയ്തു. അമേരിക്കയിൽ ആഭ്യന്തരകലഹം പൊട്ടിപ്പുറപ്പെട്ടതു മൂലം ഈ പ്രസ്ഥാനം കുറെ നാളത്തേക്ക് മുൻപോട്ട് നീങ്ങിയില്ല. 1865-ൽ ആഭ്യന്തരകലാപം ശമിച്ചതിനു ശേഷം വില്യം തോംസൺ എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് ശാസ്ത്രകാരൻ വീണ്ടും പരിശ്രമങ്ങൾ തുടന്നു. 1866-ൽ ഒരു പുതിയ കേബിൾ അററ്ലാൻറിക് സമുദ്രത്തിൽ കൂടി ഇദ്ദേഹം ഇടുകയും അതു് വിജയകരമായി പ്രവത്തിക്കുകയും ചെയ്തു. ഗ്ലാസ്ഗോ സർവകലാശാലയിലെ ഫിസിക്സ് പ്രൊഫസറായിരുന്ന തോംസണു് ഈ പ്രവത്തനം പല ബഹുമതികളും നേടിക്കൊടുത്തു. ബാരൺ കെൽവിൻ (Baron Kelvin) എന്ന ബഹുമതി ലഭിച്ച ശേഷവും അദ്ദേഹം ശാസ്ത്രരംഗത്തു് അനേകം മുതൽക്കൂട്ടുകൾ ഉണ്ടാക്കി. 1876-ൽ ഫിലാഡെൽഫിയായിലുള്ള ഒരു കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളുടെ പ്രദർശനത്തിലെ ജഡ്ജിയായി ഇദ്ദേഹത്തിനു് പോകേണ്ടതായി വന്നു. അന്നത്തെ ബ്രസീൽ രാജ്യത്തെ ചക്രവത്തിയുമായി തോംസൺ നടന്നുകൊണ്ടിരുന്നപ്പോൾ ഒരു ഒതുങ്ങിയ മൂലയിൽ ഒരു പുതിയ ഇലക്ട്രിക് ഉപകരണം വച്ചിരുന്നതു കണ്ടു. ചക്രവത്തി അതിൻെറ പ്രവത്തനം പരിശോധിച്ചുനോക്കിയപ്പോൾ അതു് സംസാരിക്കുന്നതായി അനുഭവപ്പെട്ടു. തോംസൺ അതിനെപ്പററി പറഞ്ഞതിപ്രകാരമാണു്. "This is the most wonderful thing I have seen in America" ആ കണ്ടുപിടുത്തമാണു് പില്ക്കാലത്തു് ടെലിഫോൺ ആയി രൂപാന്തരപ്പെട്ടതു്.

ഇപ്രകാരം വിദൂരദേശങ്ങളിലേക്കു് കമ്പി വഴിയായും കേബിൾ വഴിയായും വാത്താവിനിമയം നടത്താമെന്നു് തെളിയിച്ചതിനു ശേഷമാണു് റേഡിയോയും പ്രചാരത്തിൽ വന്നതു്.

ഊർജ്ജതന്ത്രത്തിൽ എന്ന പോലെ തന്നെ ബയോളജിയിലും പത്തൊൻപതാം നൂററാണ്ടിൽ വൻപിച്ച പുരോഗതി ഉണ്ടായി. നൂതനമായി ലഭിച്ച അറിവ് ഉപയോഗിച്ച് വൻകിട വ്യവസായങ്ങൾ കെട്ടിപ്പട്ടത്ത ഇക്കാലഘട്ടത്തിൽ മനുഷ്യമനസ്സിൻെറ ചക്രവാളം വിസ്തൃതമാകുന്നത് നാം ദർശിക്കുന്നു. നവോത്ഥാനത്തിലുണ്ടായ പുതിയ വീക്ഷണഗതി സൃഷ്ടിച്ച അന്തരീക്ഷത്തിൽ ബൃഹത്തായ പുതിയ നിയമങ്ങൾ ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ കണ്ടുപിടിച്ചു. കഴിഞ്ഞ നൂററാണ്ടുകളിൽ ദിഗ്‌വിജയങ്ങൾക്കുവേണ്ടിയും, അസംസ്കൃത സാധനങ്ങളുടെ സംഭരണത്തിനുവേണ്ടിയും വിദൂര രാജ്യങ്ങളിലേക്ക് പടയാളികളേയും കപ്പലുകളേയും യൂറോപ്യൻ രാജ്യങ്ങൾ അയച്ചിരുന്നവെങ്കിൽ ഈ നൂററാണ്ടിൽ അവർ അന്യദേശങ്ങളിലെ പക്ഷിമൃഗാദികളേയും, വൃക്ഷലതാദികളേയും സംഭരിക്കുന്നതിനുവേണ്ടിയുള്ള കപ്പൽയാത്രകൾ സംഘടിപ്പിക്കുന്നതു് ദൃശ്യമാകുന്നു. തൽഫലമായി ഉണ്ടായ അറിവിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ആണ് ഡാർവിൻെറ പരിണാമവാദം ഉണ്ടായതു്. ഭൂമിശാസ്ത്രപരമായ അറിവ് നേടുന്നതിന് അമേരിക്കയിൽ നിന്നും അനേകം ഗവേഷണ സംഘങ്ങൾ ആർട്ടിക്കിലുംഅൻറാർട്ടിക്കിലും ചെന്നു പററിയതും ഇക്കാലത്തു തന്നെയാണ്.

പതിനേഴും പതിനെട്ടും നൂററാണ്ടുകളിൽ കുടി വളർന്നുവന്ന സെല്ലുകളെ (cell) പ്പററിയുള്ള അറിവ് ശ്രദ്ധേയമായി പുരോഗമിച്ചതു് ഈ നൂററാണ്ടിലാണ്. ജീവിക്കുന്ന ചെടിയുടേയും മൃഗത്തിൻേറയും എല്ലാ ഭാഗവും സെല്ലുകളാലാണ് ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നതെന്ന് പരിപൂർണ്ണമായി ഈ നൂററാണ്ടിൻെറ ആദ്യം തെളിഞ്ഞു. ജർമ്മൻ പട്ടാളത്തിലെ ഒരു സർജ്ജൻ ആയിരുന്ന വോൾഫ് (Caspar

Friedrich Wolff) 1733—94 ആണു് വൃക്ഷങ്ങളുടേയും മൃഗങ്ങളുടേയും ശരീരഘടന ഒന്നുപോലെ പലതരം സെല്ലുകൾ കൊണ്ടായിരിക്കുമെന്നു് സൂചിപ്പിച്ചതു്. വളരെ ചെറിയ ജീവികളേയും, വലിയ ജീവികളേയും സൂക്ഷ്മമായി പരിശോധിച്ച ലോറൻസു് ഓക്കൻ(Lorenz Oken)(1779-1851) എന്ന ജർമ്മൻ പ്രകൃതിശാസ്ത്രജ്ഞൻ സെല്ലുകളിൽ കൂടി നോക്കുമ്പോൾ വലിയ ജീവികൾ ചെറിയ ജീവികളിൽ നിന്നാണുണ്ടായിരിക്കുന്നതെന്നു് 1805-ൽ എഴുതിയ "Generation" എന്ന പുസ്തകത്തിൽ അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. അന്നത്തെ മൈക്രോ സ്കോപ്പുകളിൽ കൂടി നോക്കുമ്പോൾ കാണുന്ന സാധനത്തിൻെറ വശങ്ങൾക്കെല്ലാം വിവിധ വർണ്ണങ്ങൾ ഉണ്ടായിരുന്നു എന്നും ഓർക്കേണ്ടതുണ്ടു്. ആയതിനാൽ ദൃശ്യവസ്തുക്കളെപ്പററിയുള്ള സൂക്ഷ്മമായ അറിവു് ലഭിച്ചിരുന്നില്ല. സ്വീഡനിലെ ഒരു ഊർജ്ജതന്ത്രജ്ഞനായ സാമുവൽ ക്ലിംഗൻസ്റ്റിർണ (Samuel Klingenstierna) 1698—1765 നിർദ്ദേശിച്ചതനുസരിച്ചു് ഒരു ഇംഗ്ലീഷു് കണ്ണടവ്യാപാരിയായ ജോൺ ഡോളൻറു് 1758-ൽ പുതിയ തരം (മേൽപ്പറഞ്ഞ ന്യൂനത ഇല്ലാത്ത) ലെൻസുകൾ ഉണ്ടാക്കി. ഈ ലെൻസുകൾ ഉപയോഗിച്ച മൈക്രോ സ്കോപ്പുകൾ 19-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ ആദ്യമാണു് പ്രചരിച്ചതു്. 1860 ആയപ്പോഴേക്കും ഈ പുതിയ തരം മൈക്രോ സ്കോപ്പുകൾ പ്രകൃതിശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പ്രയോഗത്തിൽ കൊണ്ടുവന്നു. പുതിയ ഉപകരണങ്ങൾ ഉണ്ടാകുമ്പോൾ പുതിയ വീക്ഷണങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നതിൻേറയും ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ഒരു രംഗത്തുണ്ടാകുന്ന മാററം മറെറാരു രംഗത്തു് പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നതിൻേറയും ഉദാഹരണമാണു് നാം ഇവിടെ ദർശിക്കുന്നതു്.

ഒരു ജർമ്മൻ സസ്യശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്ന മോൾ (Hugo van Mohl 1805-72). സസ്യങ്ങളുടെ വളർച്ച പഴയ സെല്ലുകളിൽ നിന്നു് പുതിയ സെല്ലുകൾ ഉണ്ടായിട്ടാണു് എന്നു് പൂർണ്ണമായി തെളിയിച്ചു, ഏകസെല്ലുകൾ ഉള്ള ആൽഗേയിലും (Algae) അനേകലക്ഷം സെല്ലുകളുള്ള സസ്യങ്ങളിലും വളർച്ച ഉണ്ടാകുന്നതു് ഒരേ വിധത്തിലാണെന്നു് അദ്ദേഹം സമർത്ഥിച്ചു. അതുപോലെതന്നെ മരത്തൊലിയിലും നാരുകളിലും എല്ലാം തന്നെ സെല്ലുകൾ ഉണ്ടെന്നു് അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു ഓരോ സെല്ലിനും അതാതിന്റേതായ ഒരു ന്യൂക്ലിയസ്സ് ഉണ്ടെന്നും കണ്ടുപിടിച്ചതു് സ്കോട്ട്ലണ്ടിലെ സസ്യശാസ്ത്രജ്ഞനായ റോബർട്ട് ബ്രൗൺ (Robert Brown 1773-1858) ആണു്. ഇതേ കാലഘട്ടത്തിൽ ജന്തുക്കളിലും സസ്യങ്ങളിലും കണ്ടുവരുന്ന ചില സെല്ലുകളുടെ സമൂഹങ്ങൾക്കു് സാമ്യമുണ്ടെന്നു, ചെക്കോസ്ലോവാക്കിയയിലെ ഒരു സസ്യശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്ന പെർക്കിൻജേ (Purkinje (1784- 1869) കണ്ടുപിടിച്ചു് ഒററ സെല്ലുള്ള ഒരു ജന്തുവിന്റെ ജീവിതം ആ സെല്ലിനകത്തുള്ള വഴുവഴുപ്പുള്ള ഒരു സാധനത്തിന്റെ രാസഘടനയിലും ഭൌതികഘടനയിലും വരുന്ന മാററത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുമെന്നു് ഒരു ഫ്രഞ്ചു് ജന്തുശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഡ്യുജാർഡിൻ (Dujardin 1801-60) അഭിപ്രായപ്പെട്ടു.

സെല്ലുകളെപ്പററി മേല്പറഞ്ഞ പഠനങ്ങൾ എല്ലാം കൂടി സമാഹരിച്ചു് ഒരു സിദ്ധാന്തമായി അവതരിപ്പിച്ചതു് ഷ്‌ളീഷൻഡും (Shleiden), ഷ്വാനും (Schwann) ആണു്. 1838-ൽ ഒരു ജർമ്മൻ സസ്യശാസ്ത്രപ്രൊഫസറായിരുന്ന ഷ്‌ളീഡൺ എഴുതിയതിപ്രകാരമാണു്. "Plants developed to any higher degrees are aggreegates of...independent seperate beings—that is, cells themselves ···Each cell

leads a double life; one which is independent and has to do with its own developement alone: the other which is incidental, as an integral part of a plant. The vital process of the individual cells...form the fundamental basis...vegetable phisiology".

"ജന്തുക്കളുടേയും സസ്യങ്ങളുടേയും ഘടനയേയും, വളർച്ചയേയും പററി മൈക്രൊസ്കോപ്പിൽ കൂടിയുള്ള പഠനങ്ങൾ" എന്ന തലക്കെട്ടിൽ ബെൽജിയത്തിൽ സസ്യശാസ്ത്ര പ്രൊഫസറായി പ്രവത്തിച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന ജർമ്മൻകാരനായ ഷ്വാൻ പ്രസിദ്ധീകരിച്ച ഒരു പ്രബന്ധത്തിൽ ജന്തുക്കളുടെ ശരീരഘടനയെപ്പററി ഇപ്രകാരം പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ട്. "The most important phenomena of their structure and developement correspond to like process inplants. These tissues originate from cells, which correspond in every respect to those of plants. During developement too, the cells display phenomena similar to those in plants ...the cells — the membranes and the cell content as well as the nuclei (in animals)—are analogous to the parts with similar name in plants. ഇവരുടെ സെല്ലിനെപ്പററിയുള്ള സിദ്ധാന്തങ്ങൾ കാലക്രമത്തിൽ സ്വീകരിക്കപ്പെട്ടു. ചില ചെറിയ മാററങ്ങൾക്കെല്ലാം വഴങ്ങേണ്ടതായി വന്നു എങ്കിലും അടിസ്ഥാനപരമായി അവരുടെ ദർശനം ശരിയായിരുന്നു. സെല്ലിനെപ്പററിയുള്ള പഠനങ്ങൾക്ക മാത്രമായി സൈറേറാളജി (cytology) എന്ന വിഭാഗം ഉണ്ടായി എന്നതും പ്രസ്താവ്യമാണു്. ഊർജ്ജതന്ത്രത്തിൽ ആകർഷണശക്തിയെപ്പററി ന്യൂട്ടൺ അവതരിപ്പിച്ച സിദ്ധാന്തത്തെപ്പോലെയോ, രസതന്ത്രത്തിൽ മെൻഡലേ അവതരിപ്പിച്ച പീരിയോഡിക് സിദ്ധാന്തത്തെപ്പോലെയോ, അടി

സ്ഥാനപരമായ ഒന്നാണ് ബയോളജിയിലെ സെൽ സിദ്ധാന്തം. ഈ സിദ്ധാന്തം ബയോളജിയുടെ മററു രംഗങ്ങളിലും പരിവത്തനങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കി. ഉദാഹരണമായി ഭ്രൂണശാസ്ത്രത്തെ (embryology) തത്വങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിലേക്ക് മാററിയതു് ഈ സിദ്ധാന്തമാണ്. ഒരു മുട്ടയുടെ ക്രമത്തിലുള്ള വളർച്ചയെപ്പററി ബേയർ (Karl Earnst von Baer 1792-1876) എഴുതിയ വിവരങ്ങളും വരച്ച ചിത്രങ്ങളും ഭ്രൂണശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ആദരവ് 19-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ പൂർവാദ്ധത്തിൽ നേടിയിരുന്നു. എന്നാൽ അദ്ദേഹം വരച്ചുകാണിച്ച ചിത്രങ്ങൾ ശ്രദ്ധാർഹങ്ങളായിരുന്നു എങ്കിലും ആ പരിവത്തനങ്ങളെ സെൽ സിദ്ധാന്തത്തിൽ കൂടി മനസ്സിലാക്കുവാൻ അദ്ദേഹത്തിനു് സാധിച്ചില്ല. 1861-ൽ കോളക്കെർ (Koelliker) എന്ന ജന്തുശാസ്ത്രജ്ഞൻ ആണ് സെൽ സിദ്ധാന്തം ഈ രംഗത്തു് പ്രയോഗിച്ചു് പുതുവെളിച്ചം നൽകിയതു്.

ജന്തുക്കളേയും സസ്യങ്ങളേയും തരം തിരിക്കുന്ന ജോലിയിൽ നിന്നും പ്രധാന ശ്രദ്ധ മൈക്രോസ്കോപ്പിൽ കൂടിയുള്ള പഠനങ്ങളിലേക്ക് മാറിയതാണ്. ഈ നൂററാണ്ടിൻെറ ആദ്യം നടന്ന സംഭവവികാസം. സെല്ലിനെപ്പററിയുള്ള അറിവ് വർദ്ധിച്ചതു് അതിൻെറ അകത്തുള്ള വിവിധ ഭാഗങ്ങൾക്ക് നിറങ്ങൾ കൊടുക്കാൻ സാധിച്ചതുകൊണ്ടാണ്. ഒരോ സെല്ലും അതിൻെറ പൂർണ്ണ വളർച്ചയിൽ എത്തിക്കഴിഞ്ഞു് രണ്ടു സെല്ലുകളായി വിഭജിക്കപ്പെടുമെന്നു് ക്രമേണ തെളിഞ്ഞു. ഇതു് രണ്ടു തരത്തിൽ ആകാമെന്നും, ഒന്നിൽ ന്യൂക്ലീയസ് നടുവെ ഒരു വിടവുണ്ടാക്കി നേരിട്ടു് രണ്ടായി വിഭജിക്കുമെന്നും, മറേറതിൽ ന്യൂക്ലിയസ് പല പരിവത്തനങ്ങളിൽ കൂടി കടന്നു് വിഭജിക്കപ്പെടുമെന്നും ക്രമേണ തെളിഞ്ഞു. ആദ്യത്തെ

രീതിക്കു് അമൈറേറാസിസ് എന്നും (Amitosis) രണ്ടാമത്തതിന്നു് മൈറേറാസിസ് (mitosis) എന്നും പേരു പറഞ്ഞുവന്നു. മൈറേറാസിസ്സിൽ ന്യൂക്ലിയസ്സിലുള്ള ക്രോമൊസോംസ് രണ്ടായി വിഭജിക്കപ്പെടുന്നു എന്നും, സെല്ലിന്റെ വിഭജനം മൂലമുണ്ടാകുന്ന രണ്ടു സെല്ലുകളിലും ആദ്യത്തെ സെല്ലിലുണ്ടായിരുന്ന ക്രോമസോം നമ്പർ കാണുമെന്നും പരീക്ഷണങ്ങളിൽ കൂടി മനസ്സിലായി, 1870നും 1890നും ഇടയ്ക്കാണു് ഈ കണ്ടുപിടുത്തമുണ്ടായതു്. വളരെ ലോലമായ ഘനം കുറഞ്ഞ സെക്ഷനെടുക്കാൻ കഴിയുന്ന മൈക്രോറേറാമുകൾ കണ്ടുപിടിച്ചതോടെ ഈ രംഗത്തു് സമർത്ഥമായ പല കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളും ഉണ്ടായി. തൽഫലമായി മൈറേറാസിന്നു് നടക്കുമ്പോൾ ക്രോമസോംസിൽ പല മാററങ്ങളും ഉണ്ടാകുമെന്നു തെളിഞ്ഞു മൈറേറാസിസ്സ് നടക്കാതിരിക്കുമ്പോൾ ചില നിറങ്ങൾ പിടിപ്പിക്കാൻ സാദ്ധ്യമല്ലെന്നും, എന്നാൽ മൈറേറാസിസ് നടക്കുമ്പോൾ ഈ നിറങ്ങളെ ക്രോമസോംസ് വലിച്ചെടുക്കുന്നതിനാൽ അവയെ കാണാറാവുകയും ചെയ്യുമെന്നു് മനസ്സിലായി ഓരോ ജാതി ചെടികൾക്കും മൃഗങ്ങൾക്കും ഒരു നിശ്ചിത എണ്ണം ക്രോമസോംസ് ഓരോ സെല്ലിലും കാണുമെന്നും ഇവ നീളത്തിൽ മുറിഞ്ഞു് ഈരണ്ടാവുകയാണെന്നും നിറങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു് പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ തെളിയിച്ചു.

ഇപ്രകാരം സെല്ലുകളെപ്പററിയുള്ള പഠനങ്ങൾ പുരോഗമിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നപ്പോൾ വിദൂരരാജ്യങ്ങളിൽ സഞ്ചരിച്ചു് ആ പ്രദേശങ്ങളിലെ വൃക്ഷലതാദികളുടേയും, പക്ഷിമൃഗാദികളുടേയും സാംപിളുകൾ സംഭരിച്ചു് അവയെപ്പററി സൂക്ഷ്മമായി പഠിക്കുന്നതിനു് അനേകം സംഘങ്ങൾ വ്യഗ്രത കാണിച്ചു. ലോകത്തിൻെറ നാനാഭാഗങ്ങളിൽ നിന്നും

വൈവിദ്ധ്യം നിറഞ്ഞതായ പല സംഭരിതവസ്തുക്കൾ (collections) യൂറോപ്പിലെ ഗവേഷണശാലകളിൽ നിറഞ്ഞു തുടങ്ങി. അതോടെ ജീവജാലങ്ങളുടെ ആകൃതിയിലും പെരുമാററത്തിലും മററും ഉള്ള വൈവിദ്ധ്യങ്ങളെ ഏകോപിച്ചു കാണുവാനുള്ള ദർശനങ്ങൾ ഉണ്ടായിത്തുടങ്ങി. പ്രാചീന സംസ്ക്കാരങ്ങളിൽ ജന്തുലോകത്തെപ്പററി സമഗ്രമായ വീക്ഷണം ഉണ്ടായിരുന്നതുപോലെ പുതിയതായി നടന്ന ലോകപര്യടനങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പുതിയ വീക്ഷണങ്ങളുണ്ടായി. ഇവയിൽ പ്രാധാന്യമേറിയതു് ലാമാർക്കിൻേറയും ഡാർവിൻേറയും ദർശനങ്ങളാണു്. ഫ്രഞ്ചു് സസ്യശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്ന ലാമാർക്ക് (Lamark 1744–1829), 1809-ൽ ഒരു പരിണാമവാദം പുറപ്പെടുവിച്ചു. വൈവിദ്ധ്യം നിറഞ്ഞ ലോകത്തിലെ ജന്തുളേയും സസ്യങ്ങളേയും സാദൃശ്യത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ കുടുംബങ്ങളായും (family) അവയുടെ ഉൾപ്പിരിവുകളായ സ്പീഷിസുകളായും അട്ടക്കിവെച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന ആ കാലത്തു് ലാമാക്ക് ശ്രദ്ധേയമായ ഒരു പ്രസ്താവന നടത്തി. സ്പീഷിസിൽ വരുന്ന വ്യതിയാനങ്ങൾ ചുററുപാടിൻെറ സമ്മർദ്ദത്തിനനുസരിച്ചു് ജീവിക്കുവാൻ വേണ്ടി ജീവികൾ സ്വയം ഉണ്ടാക്കുന്നവയാണെന്നും, ഒരിക്കൽ നേടിയെടുത്താൽ അവയെ അടുത്ത തലമുറയിലേക്ക് കടത്തിവിട്ടുകൊണ്ടിരിക്കുമെന്നും അദ്ദേഹം പ്രഖ്യാപിച്ചു. (It is not the organs of animal that have given rise to its special habits and facilities, but it is, on the contrary, its habits, mode of life, and environment which have, in time, controlled the shape of its body, the number and state of its organs, and lastly, the facilities which it possesses.) അദ്ദേഹത്തിൻെറ ദർശനത്തിനു് ഉപോൽബലകമായി പല ഉദാഹരണങ്ങളും അദ്ദേഹം

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY KOTTAYAM.

വിവരിച്ചു. ആഫ്രിക്കയുടെ ഉൾഭാഗത്ത് വളരുന്ന ജിറാഫിൻെറ കഴുത്ത് നീളുന്നതും, വളരെ നാൾ ഇരുട്ടിൽ ഭൂമിക്കടിയിൽ കഴിയേണ്ട ചില പ്രാണികളുടെ കണ്ണുകൾ നഷ്ടപ്പെടുന്നതും, ചില മൃഗങ്ങൾക്ക് കൊമ്പുണ്ടായ്‌വരുന്നതും അദ്ദേഹം ഈ വീക്ഷണകോണങ്ങളിൽ-കൂടി വിവരിച്ചു. പുതിയ ആവശ്യങ്ങൾ പുതിയ അവയവങ്ങളെ ഉണ്ടാക്കുന്നു എന്നും. ആ അവയവങ്ങളുടെ വളർച്ച തന്നെ അവയുടെ പ്രായോഗിക ആവശ്യങ്ങളെ അനുസരിച്ചിരിക്കുമെന്നും അദ്ദേഹം സമത്ഥിച്ചു. അതുപോലെ തന്നെ ഒരിക്കൽ ഒരു ജീവി നേടിയെടുക്കുന്ന വ്യതിയാനങ്ങൾ അതിൻെറ അടുത്ത തലമുറയിലേയ്ക്കു് സ്വയം പകന്നുകൊണ്ടിരിക്കുമെന്നും ഉള്ള ആശയം ലാമാക്ക് പ്രചരിപ്പിച്ചു. ഏറെ താമസ്സിയാതെ രണ്ടാമത്തെ സങ്കല്പം തെററാണെന്നു പലരും തെളിയിച്ചു എങ്കിലും, ആദ്യത്തെ നിഗമനം മുന്നോട്ടുള്ള കാൽവെയ്പാണെന്നു പില്ക്കാലത്തു് തെളിഞ്ഞു. എന്നിരുന്നാലും ലാമാക്ക് ഈ അഭിപ്രായങ്ങൾ മുന്നോട്ടു കൊണ്ടുവന്നപ്പോൾ ആ കാലത്തുള്ളവർ അതിനെപ്പററി വളരെ ശ്രദ്ധിച്ചില്ല—അതു് വേണ്ടത്ര ശ്രദ്ധ ആകഷിച്ചില്ല. പലരും അതിനെ പുച്ഛിച്ചുതള്ളുകയാണു് ചെയ്തതു് എന്നതും പ്രസ്താവ്യമാണു്. പ്രകൃതി എന്ന ശക്തി ജീവജാലങ്ങളിൽ കൂടി പ്രവത്തിച്ചുവരുന്നതു് ഒരു അടുക്കും ചിട്ടയും ഒപ്പിച്ചുകൊണ്ടാണെന്നു് പ്രായോഗിക പരീക്ഷണങ്ങളിൽ കൂടി തെളിയുന്നതിനു് പിന്നെയും കാലതാമസം വേണ്ടിവന്നു.

ലാമാക്കിനെപ്പോലെ സമഗ്രമായി ജീവിതത്തെ വീക്ഷിച്ച ഒരു മഹാനാണു് പരിണാമവാദത്തിനു് അന്തസ്സുത്ത ഉണ്ടാക്കിക്കൊടുത്ത ചാൾസ് ഡാർവിൻ(1809–82).

ഡാർവിന്റെ പിതാമഹനൊരുപ്രകൃതിശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നു. സാമാന്യം ധനസ്ഥിതിയുള്ള ഒരു ഡോക്ടറുടെ പുത്രനായി ജനിച്ച ഡാർവിന് സാമാന്യം നല്ല വിദ്യാഭ്യാസം ചെറുപ്പത്തിൽ ലഭിച്ചു. കേംബ്രിഡ്ജ് സർവകലാശാലയിൽ ഉന്നതവിദ്യാഭ്യാസം കഴിഞ്ഞപ്പോൾ തെക്കേ അമേരിക്കയുടെ ചുററുമുള്ള ദ്വീപുകളിൽ പര്യടനം നടത്തിയ "ബീഗിൾ" (Beagle) എന്ന കപ്പലിൽ ഒരു സസ്യശാസ്ത്രജ്ഞനായിത്തീർന്നു. വൈവിധ്യം നിറഞ്ഞ പലതരം ജീവികളെയും മൺമറഞ്ഞുപോയ പലതരം ജീവികളുടെ അവശിഷ്ടങ്ങളേയും, വ്യത്യസ്തങ്ങളായ ചുററുപാടിൽ ജീവിച്ചുവന്ന വിവിധ ജീവജാലങ്ങളേയും പ്രകൃതിയുടെ ആന്തരികമായ സൗന്ദര്യത്തേയും അദ്ദേഹത്തിന് കാണുവാൻ കഴിഞ്ഞു. ബൃഹത്തായ ജീവശക്തിയെപ്പററി പല അഭ്യൂഹങ്ങളും അദ്ദേഹത്തിന് തോന്നിയതു് അഞ്ചുകൊല്ലം നീണ്ടുനിന്ന ആ പര്യടനത്തിന് ഇടയിലായിരിക്കണം. തിരിച്ചുവന്ന അദ്ദേഹം സ്പീഷിസിൻെറ മാററങ്ങളെപ്പററി നോട്ടുകൾ തയ്യാറാക്കുവാൻ തുടങ്ങി. ലോകത്തിൻെറ പല ഭാഗത്തും നടന്നുകൊണ്ടിരുന്ന ശാസ്ത്രപര്യടനങ്ങളിൽ അതീവ ശ്രദ്ധ പതിപ്പിച്ചും. അവയിൽ കൂടി ലഭിച്ച വിവരങ്ങളെ സൂക്ഷ്മമായി പഠിച്ചും അദ്ദേഹം ജീവിതം കഴിച്ചുവന്നു. 1839-ൽ എമ്മ എന്ന ബന്ധുവിനെ വിവാഹം ചെയ്തു് ഇംഗ്ലണ്ടിലെ ഒരു ഗ്രാമപ്രദേശമായ ഡൗണിൽ (Downe in Kent) താമസം തുടങ്ങി. ഒരു പ്രകൃതി നിരീക്ഷകനായി പല പരീക്ഷണങ്ങളും നടത്തിക്കൊണ്ടു് അദ്ദേഹം സമയം ചെലവഴിച്ചു. വളർത്തുമൃഗങ്ങളെപ്പററിയും പ്രത്യേക ശുശ്രൂഷയിൽ വളർത്തുന്ന ചെടികളെപ്പററിയും അദ്ദേഹം സൂക്ഷ്മമായി പഠിച്ചു. വൈവിധ്യം പ്രകൃതിയിൽ എങ്ങനെ ഉണ്ടാകുന്നു എന്ന പ്രശ്നം അദ്ദേഹത്തെ അലട്ടിക്കൊണ്ടി

രുന്നു. ചില അഭ്യൂഹങ്ങളെല്ലാം മനസ്സിൽ വച്ചുകൊണ്ട് പ്രാവുകളേയും പക്ഷികളേയും വളർത്തിനോക്കി. ഭൂഗർഭശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ നിന്നും പഴയ കാലത്തു ജീവിച്ചിരുന്ന ജന്തുക്കളെപ്പററിയുള്ള വിവരണം അദ്ദേഹം ശ്രദ്ധയോടെ പഠിച്ചു. സഹിക്കവെയ്യാത്ത ഒരു തലവേദന അദ്ദേഹത്തെ പലപ്പോഴും അലട്ടിയിരുന്നു എങ്കിലും അദ്ദേഹത്തിൻെറ പഠിത്തത്തിലുള്ള ശ്രദ്ധ കുറഞ്ഞില്ല. വളരെ നാളത്തെ പഠിത്തംകൊണ്ടു് അദ്ദേഹത്തിൻെറ ചില അഭ്യൂഹങ്ങൾക്കു് തെളിവുകൾ കിട്ടിയിരുന്നു എങ്കിലും, അദ്ദേഹം അവയൊന്നും പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയില്ല, 1858 ജൂൺ മാസം 18-ാം തീയതി മലയൻ ദ്വീപുകളിൽ പര്യടനം നടത്തിക്കൊണ്ടിരുന്ന ആൽഫ്രഡ് റസ്സൽ വാലസ് (Alfred Russel Wallace) അദ്ദേഹത്തിനു് അയച്ചുകൊടുത്ത ഒരു ഗവേഷണ പ്രബന്ധം വായിച്ചപ്പോഴാണു് തൻെറ അഭ്യൂഹങ്ങൾ മററാരാൾക്കും ലഭിച്ചിരിക്കുന്നു എന്നു് അദ്ദേഹത്തിനു് മനസ്സിലായതു്. വാലസ്സിൻെറ പ്രബന്ധം ലീനിയൻ സൊസൈററിക്കു് അയച്ചതിനോടൊപ്പം തൻെറ നിഗമനങ്ങളെക്കുറിച്ചും ഡാർവിൻ എഴുതി. ഇവ രണ്ടും ഒരുമിച്ചു് 1858 ജൂലൈ ഒന്നാം തീയതി അച്ചടിച്ചുവന്നു. അതിനുശേഷം 1859 നവമ്പർ 24-ാം തീയതിയാണു് ലോകപ്രസിദ്ധി ആർജ്ജിച്ച ഡാർവിന്റെ പുസ്തകം (On the origin of species by means of natural selection) പ്രസിദ്ധീകരിച്ചതു്. ഇതിനെ തുടന്നു് ഡാർവിൻ പല പുസ്തകങ്ങളും പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തി (The variation of animals and plants under demastication(1868), The descent of man (1871) and ihe expression of the Emotions (1872) പരിണാമവാദത്തിൻെറ സൂക്ഷ്മാംശങ്ങളിലേക്കു് വെളിച്ചം നൽകുന്ന ഈ ഗ്രന്ഥങ്ങൾ ശാസ്ത്രലോകത്തു് മാത്രമല്ല സമുദായമദ്ധ്യ

ത്തിൽ തന്നെയും ഒരു വലിയ കൊട്ടങ്കാററു് ഇളക്കിവിട്ടു. അന്നുണ്ടായ വാദകോലാഹലങ്ങളിലൊന്നും പങ്കുചേരാതെ അക്ഷോഭ്യനായി മാറിനിന്നുകൊണ്ടു് പ്രൗഢഗംഭീരങ്ങളായ തെളിവുകൾ തയ്യാറാക്കുക മാത്രമാണു് അദ്ദേഹം ചെയ്തതു്. മനുഷ്യൻ ഒരു പ്രത്യേക സൃഷ്ടിയല്ലെന്നും പ്രകൃതിയുടെ മററു സന്താനങ്ങളിൽ കൂടി അനേകായിരം കൊല്ലങ്ങൾകൊണ്ടു് സ്പീഷിസ് മാറിമാറിവന്നു് പരിണാമഭേദങ്ങളിൽ കൂടി മനുഷ്യനായിത്തീന്നതാണെന്നും ഡാർവിൻ പ്രഖ്യാപിച്ചപ്പോൾ അന്നത്തെ പൗരോഹിത്യം വാളൂരി യുദ്ധം ചെയ്യുവാൻ പുറപ്പെട്ടു. മനുഷ്യനെ എന്നപോലെ ഓരോ സ്പീഷീസിനേയും പ്രത്യേകം പ്രത്യേകം ദൈവം ആറു ദിവസം കൊണ്ടു് സൃഷ്ടിച്ചതാണെന്നുള്ള ബൈബിളിലെ കഥ തകരുന്നതു് ശാന്തമായി കാണുവാൻ പലക്കും കഴിഞ്ഞില്ല. "Origin of species" പ്രസിദ്ധീകരിച്ചതോടെ വലിയ വാഗ്വാദങ്ങളുണ്ടായി. ഡാർവിനു വേണ്ടി യുദ്ധം ചെയ്ത ഹക്സിലി എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനു് "ഡാർവിൻെറ ബുൾഡോഗ്" (Darwin's Bulldog) എന്നാണു് പൊതുജനങ്ങൾ പേരു നൽകിയതു്. 1860-ൽ ഓക്സ്ഫോർഡ് സർവകലാശാലയിൽ വച്ചു് കൂടിയ ഒരു പ്രസിദ്ധ സമ്മേളനത്തിൽ വച്ചു് ഓക്സ്ഫോർഡിലെ ബിഷപ്പ് ഡാർവിൻെറ നിഗമനങ്ങളെ ചോദ്യം ചെയ്യുകയും ഹക്സിലിയോടു് തിരിഞ്ഞു് "താങ്കളുടെ പിതാമഹൻെറ വശത്തുകൂടിയാണോ പിതാമഹിയുടെ വശത്തുകൂടിയാണോ കുരങ്ങിലെത്തിച്ചേരുന്നതു്" എന്നു ചോദിച്ചു. അതിനു് ഹക്സിലി കൊടുത്ത ചുട്ട മറുപടി ഇപ്രകാരമായിരുന്നു. "വിജ്ഞാനം ദുരുപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന ഒരു ബിഷപ്പിൻെറ പാരമ്പര്യത്തെക്കാൾ ഞാൻ ഇഷ്ടപ്പെടുന്നതു് ഒരു കുരങ്ങിന്റെ പാരമ്പര്യത്തെയാണു്." ചില ശാസ്ത്ര

കാരന്മാർ പോലും ഡാർവിനെ എതിർത്തിരുന്നു എങ്കിലും വളരെ ക്ഷമയോടെ അദ്ദേഹം പല വശത്തു നിന്നും തെളിവു് ഹാജരാക്കി വാദിച്ചുകൊണ്ടേയിരുന്നു. സ്പീഷിസിൻെറ മാററം എളുപ്പത്തിൽ ദൃശ്യമല്ലെങ്കിലും അനേകായിരം കൊല്ലങ്ങൾ കൊണ്ടു് ചുററുപാടിൻെറ സമ്മർദ്ദം മൂലം അവ മാററുവാൻ സാദ്ധ്യത ഉണ്ടെന്നും, അങ്ങനെ ശേഷിയുള്ളവ അതിജീവിക്കുമെന്നുമുള്ള തത്വത്തിൽ അധിഷ്ഠിതമായ മാററങ്ങളിൽ കൂടി ജീവശക്തി പടിപടിയായി കടന്നുവന്നാണു് മനുഷ്യനായി രൂപാന്തരപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതു് എന്ന ദർശനം നാൾക്കുനാൾ ബലപ്പെട്ടുവന്നു. സകല ജീവജാലങ്ങളുടേയും ജീവിതത്തെ ഒന്നായി കാണുവാനും, അതിൽ ഒരു അടുക്കും ചിട്ടയും കണ്ടുകിട്ടുവാനും സാധിച്ചതു് ചിന്തയുടെ മണ്ഡലത്തിലെ ഒരു വലിയ മുതൽക്കൂട്ടാണു്. ഡാർവിൻെറ ആശയങ്ങളിൽ പലതും പില്ക്കാലത്തു് മാറേറണ്ടതായിവന്നു എങ്കിലും അദ്ദേഹത്തിൻെറ അടിസ്ഥാന ദർശനം വൈവിധ്യം നിറഞ്ഞ പ്രപഞ്ചത്തെ നിയമങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഏകോപിച്ചു കാണുവാനുള്ള മാനവസമുദായത്തിൻെറ കഴിവു് വളർത്തിയെടുക്കുന്നതിൽ ഒരു പ്രധാന പങ്കു് വഹിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ഉന്നത പീഠത്തിൽ നിന്നും മനുഷ്യനെ ഉയർത്തിക്കൊണ്ടുവന്നു് കോടാനുകോടി സംവത്സരങ്ങളിൽ കൂടി ശേഷിയുള്ളവൻ വിജയിക്കട്ടെ എന്ന തത്വത്തിൽ ഭൂമിയിലെ ജീവജാലങ്ങൾക്കിടയിൽ പ്രകൃതി നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ കൂടി രൂപത്തിലും, ഭാവത്തിലും രീതിയിലും ഭാവനയിലും അത്യുന്നതനായി അന്യജീവികളെക്കാൾ എല്ലാം കൊണ്ടും ശ്രേഷ്ഠനായി പരിണാമത്തിൻെറ പരിണിതഫലമായി ഭാവിയോട്ടു് ചിന്തകൊണ്ടു് മല്ലിടാൻ തയ്യാറായി അവരോധിച്ചതു് ഡാർവിനാണു്. ഡാർവിൻെറ സിദ്ധാന്തം

ബയോളജിയിലെന്നപോലെ സാമുദായികജീവിതത്തിലും, രാഷ്ട്രീയത്തിലും. തത്വചിന്തയിലും സ്വാധീനം ചെലുത്തി. ലോകത്തിൻെറ പല ഭാഗങ്ങളിലും ചുററിത്തിരിഞ്ഞു് കടലിലും കരയിലും നടത്തിക്കൊണ്ടിരുന്ന ഗവേഷണങ്ങൾക്കെല്ലാം തന്നെ സിദ്ധാന്തപരമായ മാർഗ്ഗദർശനം ഡാർവിൻെറ പരിണാമവാദം നൽകി. യൂറോപ്പിലെ മിക്ക രാജ്യങ്ങളും പ്രകൃതിശാസ്ത്രത്തിൻെറ പ്രാധാന്യം മനസ്സിലാക്കി പ്രകൃതിയെ ശ്രദ്ധിച്ചു പഠിക്കുവാനുള്ള ലാബറട്ടറികൾ ഉണ്ടാക്കി. സുവോളജിയിലും, ബോട്ടണിയിലും കൂടുതൽ ശ്രദ്ധയോടെ കാര്യങ്ങൾ പഠിക്കുന്നതിന്ന് അനേകം ഉൾപ്പിരിവുകൾ ഉണ്ടായി. എന്നാലും സസ്യശാസ്ത്രത്തിൽ നടന്ന അതിപ്രധാനമായൊരു സംഭവം ആ കാലഘട്ടത്തിൻെറ ശ്രദ്ധത്തിൽ പെടാതെ പോയി എന്നതു് ഒരു വലിയ അത്ഭുതമാണു്. ഒരു ഫ്രഞ്ചു പുരോഹിതനായിരുന്ന ജോർജ്ജ് മെൻഡൽ (1858നും 65നും ഇടക്കു്) പലവിധം പയറുചെടികൾ വളർത്തി അവ തമ്മിൽ ക്രോസ്സു ചെയ്തു് പുതിയ വർഗ്ഗങ്ങളെ ഉണ്ടാക്കി. ഈ വഴിക്കുള്ള പഠനങ്ങളിൽ കൂടി അദ്ദേഹം പാരമ്പര്യത്തിൻെറ നിയമങ്ങൾ (Laws of heredity) കണ്ടുപിടിച്ചു. സമകാലീനനായി പ്രവർത്തിച്ചിരുന്ന ഡാർവിൻ പോലും ഈ വിവരങ്ങൾ അറിഞ്ഞിരുന്നില്ല എന്നതു് അൽഭുതകരമാണു്. മറെറാരു ഫ്രഞ്ചുശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്ന നൗദിൻ (Naudin) ഈ വഴിക്കുള്ള പരിശ്രമങ്ങൾ തുടങ്ങിവച്ചു. സ്പീഷിസിനുള്ളിൽ വരുത്താവുന്ന മാററങ്ങളെപ്പററിയുള്ള നിയമങ്ങൾ മെൻഡൽകണ്ടുപിടിച്ചതിനെ തുടന്നു് ആണു് മ്യൂട്ടേഷൻ (Mutation) കണ്ടുപിടിച്ചതു്. സ്പീഷീസിനുള്ളിൽ തന്നെ പലതരം വർഗ്ഗങ്ങളുണ്ടെന്നും അവ തമ്മിൽ ക്രോസ്സു ചെയ്തു് പുതിയ സ്വഭാവങ്ങളുള്ള ഹൈബ്രിഡുകൾ(hybrid)

ഉണ്ടാക്കാമെന്നും 19-ാം നൂററാണ്ടിന്റെ ഒടുവിൽ തെളിഞ്ഞു. 1894-ൽ വില്യം ബേററ്സൺ (William Bateson) ചെടികളുടെ ഭാവത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന വ്യതിയാനത്തെപ്പററി (discontinuity in the origin of species) പുസ്തകവും 1886 മുതൽ പോളണ്ടിലെ സസ്യശാസ്ത്രജ്ഞനായ Hugo de vries (1848–1935) ചില പൂന്തോട്ടച്ചെടികളുടെ വിത്തിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന പുതിയ ഇനം ചെടികളെപ്പററി എഴുതിയ Die Mutations theorie എന്ന പുസ്തകവും ശ്രദ്ധേയങ്ങളായ മുതൽക്കൂട്ടുകളാണ്. ഇവയിലെ ആശയങ്ങൾ ജനിററിക്സ് (genetics) എന്ന ഒരു പുതിയ വിഭാഗം ബയോളജിയിൽ ഉണ്ടാക്കി. ഇതിനോടൊപ്പം വളരാൻ തുടങ്ങിയതാണ് നരവംശശാസ്ത്രവും (Anthropology) മൈക്രോ ബയോളജിയും (microbiology).

ഭൂമിയുടെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിൽ ഗവേഷണപര്യടനങ്ങൾ നടന്നപ്പോൾ ഫോസിൽസിനെപ്പററിയും, ധാതുക്കളെപ്പററിയും പുതിയ അറിവുകൾ ലഭിച്ചു വന്നു. അനേകം ധാതുക്കൾ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടപ്പോൾ ജിയോളജിയും വികസിച്ചുവന്നു. ഭൂമിയുടെ ഘടനയെപ്പററിയും സമുദ്രത്തിനടിയിലുള്ള പർവതനിരകളെപ്പററിയും നൂതനമായ അറിവുകൾ ലഭിച്ചു. ഇതിനെ തുടന്നാണ് ക്രിസ്റ്റകളെ തരം തിരിച്ചതും, അവയിൽ കണ്ടുവന്ന വൈവിധ്യത്തിൻെറ അടിയിൽ അവയുടെ രൂപങ്ങൾ ചില നിയമങ്ങൾക്കു വിധേയമാണെന്നു തെളിയിച്ചതും. 1878–ൽ ഒരു അന്തർദേശീയ ജിയോളജിക്കൽ കോൺഫ്റൻസ് പാരീസിൽ വെച്ചു നടന്നതും "ഭൂമിയുടെ മുഖം"[The face of the earth] എന്ന ഗ്രന്ഥം നാലു വാല്യങ്ങളിലായി എഡ്‌വേർഡ സ്വിസ് [Eduard swiss] 1883നും 1908നും ഇടയിൽ പ്രസിദ്ധീകരിച്ചതും ഈ രംഗത്തു നടന്നശ്രദ്ധേയ സംഭവങ്ങളാണ്.

രസതന്ത്രത്തിലും, ഊർജ്ജതന്ത്രത്തിലും, ബയോളജിയിലും ജിയോളജിയിലും പൊതുനിയമങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ട ഈ നൂററാണ്ടിൽ വൈദ്യശാസ്ത്രവും ത്വരിതമായി പുരോഗമിച്ചു. ശരീരത്തിലുള്ള അവയവങ്ങൾ ഓരോന്നും പ്രവത്തിക്കുന്ന രീതിയെപ്പററിയും സുഖക്കേട്ട് എന്താണെന്നു തിരിച്ചറിയുന്നതിനുള്ള മാർഗ്ഗത്തെപ്പററിയും അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായ അണുക്കൾകൊണ്ടു് ഉണ്ടാകുന്ന പകച്ച്വ്യാധികളെപ്പററിയും ബോധക്ഷയം വരുത്തുന്ന മരുന്നുകളെപ്പറ്റിയും ഡാക്ടർമാർ പഠിക്കുന്നതു് ഈ നൂറ്റാണ്ടിലാണു്. ഒരു രോഗിയുടെ ഹൃദയസ്പന്ദനത്തെപ്പറ്റിയുള്ള വിവരമറിയുന്നതിനുള്ള സ്റ്റെതസ്ക്കോപ് എന്ന ഉപകരണം ആദ്യമായി ഉപയോഗിച്ചുതുടങ്ങിയതു് ഈ നൂററാണ്ടിൻെറ പ്രാരംഭഘട്ടത്തിലാണു്. ഒരു ഫ്രഞ്ചു ഡോക്ടറായ ലന്നക്ക് (Lennec) ആണു് ഇതു് ആദ്യമായി ഉപയോഗത്തിൽ കൊണ്ടുവന്നതു്. അതുപോലെ ഉദരത്തിൽ നടക്കുന്ന ദഹനക്രിയകളെപ്പററി ആദ്യമായി മനസ്സിലാക്കിയതു് വില്യം ബ്യൂമോണ്ടു് (William Beeumont 1785—1853) ആണു്. വയറു കീറിപ്പോയ ഒരു രോഗിയുടെ കീറൽ തുന്നി ഒരു ദ്വാരമിട്ടുണക്കിയതിനുശേഷം ആ ദ്വാരത്തിൽ കൂടി പല ആഹാരസാധനങ്ങളും വയററിൽ കടത്തിവിട്ടു് അവയ്ക്കെന്തു സംഭവിക്കുന്നു എന്നു് ശ്രദ്ധയോടെ അദ്ദേഹം പഠിച്ചു. ഒരു സിൽക്കു നൂലിന്റെ അറ്റത്തു് റൊട്ടിയും മാംസവും കാബേജ്ജു കഷ്ണങ്ങളും ഇറക്കിവിട്ടിട്ടു് അവയ്ക്കു് സംഭവിക്കുന്ന മാററങ്ങളെപ്പററി സൂക്ഷ്മമായിട്ടു് അദ്ദേഹം പഠിച്ചു. ആമാശയത്തിലുള്ള ദഹനരസങ്ങളെപ്പററിയുള്ള അറിവു് ഈ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ കൂടിയാണു് ആദ്യമായി ലഭിച്ചതു്. ഇതുപോലെ ലിവറിൻേറയും പാൻക്രിയാസിൻേറയും പ്രവത്തനത്തെപ്പററി Claude Bernard എന്ന ഫ്രഞ്ചു ഭിഷഗ്വ

രന്നാണു് ശരിയായ വിവരങ്ങൾ നേടി എട്ടത്തതു്. ഒന്നിനു പുറകേ ഒന്നായി അനേകം നേട്ടങ്ങൾ ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടിരുന്നു. നാളതുവരെ വളരെ ജീവനാശമുണ്ടാക്കിക്കൊണ്ടിരുന്ന പല രോഗങ്ങളിൽ നിന്നും രക്ഷ നേടുന്നതിനുള്ള മാർഗ്ഗങ്ങൾ തെളിഞ്ഞുവന്നു. പ്രസവത്തെ തുടർന്നുണ്ടാകുന്ന പനി മൂലം അനേകം മാതാക്കൾ മരിക്കുന്നതു് അണുക്കൾ പ്രചരിപ്പിക്കുന്ന രോഗം കൊണ്ടാണെന്നു മനസ്സിലാക്കുന്നതിനു മുൻപുതന്നെ അമേരിക്കയിലെ ഒരു ഡോക്ടരായിരുന്ന സെമ്മൽ വീസ് (Semmel weis) പ്രതിവിധി കണ്ടുപിടിച്ചു. അതുപോലെ അമേരിക്കയിൽ ശസ്ത്രക്രിയയുടെ സമയത്തു് ബോധം കെട്ടുത്തുന്നതിനു് ഈതർ ഉപയോഗിക്കാമെന്നു് തെളിഞ്ഞതുകൊണ്ടു് ലക്ഷക്കണക്കിനാളുകൾ വേദനയിൽ നിന്നു് രക്ഷപ്പെട്ടു. ഇതിനെ തുടർന്നാണു് 1847 നവമ്പർ നാലാം തീയതി സിംസൺ(Simps on 1811-70)ക്ലോറഫോം കണ്ടുപിടിച്ചതു്. അതുപയോഗിച്ചു് വേദന അനുഭവിക്കാതെ പ്രസവം നടത്തിയതു് അന്നത്തെ പുരോഹിതന്മാർ ഇതിനെ ദൈവഹിതത്തിനെതിരായ പ്രവൃത്തിയായി ചിത്രീകരിച്ചു. എന്നാൽ വിക്ടോറിയാ മഹാരാജ്ഞി 1853 ഏപ്രിലിൽ ഏഴാമത്തെ കുട്ടിയായ പ്രിൻസ് ലിയോപോൾഡി(Leo pold)നെ പ്രസവിച്ചപ്പോൾ ക്ലോറോഫോം ഉപയോഗിച്ചതു മുതൽ ഈ പ്രയോഗത്തിനെപ്പററിയുള്ള പ്രതിഷേധം അപ്പാടെ അസ്തമിച്ചു.

ലൂയിപാസ്റ്റർ മൈക്രോബുകളെ കണ്ടെത്തിയതും ഈ നൂററാണ്ടിൻെറ മദ്ധ്യഭാഗത്താണു്. പല പകർച്ചവ്യാധികളുടേയും പേപ്പട്ടി വിഷത്തിൻേറയും യഥാർത്ഥ കാരണം മൈക്രോബുകളോ, വൈറസ്സുകളോ ആണെന്നു് ലൂയിപാസ്ചറും, റോബർട്ട കോച്ചും (Robert koch) തെളിയിച്ചതിനെ തുടർന്നു് പലതരം മൈക്രോബുകളെ അനേകം

ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ തിരയാൻ തുടങ്ങി. ഈ ശ്രമങ്ങളിൽ കൂടി പല പകച്ച്വ്യാധികളുടേയും പ്രതിവിധികൾ കണ്ടു പിടിക്കുകയും അനേക രാജ്യങ്ങളിൽ നിന്നും അവയെ നിർമ്മാജ്ജനം ചെയ്യുകയും ചെയ്തു. ഇതോടൊപ്പം തന്നെ ജോസഫ് ലിസ്റ്റർ എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് സർജ്ജൻ ശസ്ത്രക്രിയകൾ ചെയ്തുകഴിഞ്ഞ ശേഷം വ്രണങ്ങളിൽ പഴുപ്പുണ്ടാകാതിരിക്കുന്നതിനു് കാർബോലിക് ആസിഡ് മുതലായ ആൻറിസെപ്റ്ററിക്കുകൾ വിജയകരമായി ഉപയോഗിക്കാമെന്നു് തെളിയിച്ചു. ഇങ്ങനെ താൽക്കാലികമായി ബോധം കെടുത്തി വേദനയില്ലാതെ ശസ്ത്രക്രിയ നടത്തുന്നതിനും, അതിനുശേഷം പഴുപ്പ് ഉണ്ടാകാതെ ഇരിക്കുന്നതിനുമുള്ള മാർഗ്ഗങ്ങൾ തെളിഞ്ഞുകിട്ടിയപ്പോൾ ശസ്ത്രക്രിയാവിദഗ്ദ്ധന്മാക്കു് ശരീരത്തിൻെറ ഉള്ളിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന വിവിധ അവയവങ്ങളിലും ശസ്ത്രക്രിയ നടത്തുന്നതിനു് സാദ്ധ്യമായി. വയറു്, ഗാൾബ്ളാഡർ, പാൻക്രിയാസ്, ഇൻെറസ്ററയിൻസ്, അപ്പെൻഡിക്സ് മുതലായ അവയവങ്ങളെയെല്ലാം ശസ്ത്രക്രിയയ്ക്കു് വിധേയമാക്കുവാൻ ഡോക്ടർമാക്കു് ധൈര്യം വന്നു. ഇരുപതാം നൂററാണ്ടിൽ സർജൻെറ കത്തി മസ്തിഷ്കത്തിലും, ഹൃദയത്തിലും പ്രവേശിച്ചതു് ഈ രംഗത്തു് അസാമാന്യമായി വിജയം കൈവരിച്ചതുകൊണ്ടാണു്.

മററു രംഗങ്ങളിലെന്നപോലെ ഗണിതത്തിലും അസൂയാർഹമായ പുരോഗതി ഉണ്ടായി. ഓൾജിബ്രയിലും, ജോമിട്രിയിലും പുതിയ പന്ഥാക്കൾ തുറക്കപ്പെടുകയും അനേകം പുതിയ ഉപശാഖകൾ ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്തു. ഫ്രാൻസിൽ വിദഗ്ദ്ധന്മാർ പുതിയ നിയമങ്ങൾക്കു് രൂപം കൊടുത്തപ്പോൾ ജമ്മൻ സർവ്വകലാശാലകളിൽ കണക്കിനു് പ്രാധാന്യം കൂടുതലായി നൽകി വന്നു. ഈ മുന്നേററത്തിൽ പിൻതള്ളപ്പെട്ടു പോകാതിരി

ക്കാൻ ഇംഗ്ലണ്ടും അതീവപരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി. മററു ശാസ്ത്രരംഗങ്ങളിൽ ഉണ്ടായ പുരോഗതിയെ കണക്കിൽ കൂടി ഉൾക്കൊണ്ടുകൊണ്ടു് ഈ ശാസ്ത്രവിഭാഗം മററു വിഭാഗങ്ങളുടെ ദാർശനികമായ നേതൃസ്ഥാനത്തേയ്ക്കു് നീങ്ങുവാനുള്ള പരിശ്രമങ്ങൾ നടത്തി. ഹേർട്ട്സ് കണ്ടുപിടിച്ച റേഡിയോ രംഗങ്ങൾ മാക്സ്വൽ കണക്കിൽ കൂടി വിഭാവന ചെയ്തതു് ഇതിനൊരുദാഹരണമാണു്. മറെറാരുദാഹരണം ചൂണ്ടിക്കാണിക്കാവുന്നതു് സ്റ്റാററിസ്റ്റിക്സ് ലാണു്. പത്തൊൻപതാം നൂററാണ്ടിൽ ഗണിതശാസ്ത്രത്തിൽ രൂപം കൊണ്ട ഒരു വിഭാഗമാണു് സ്റ്റാററിസ്റ്റിക്സ്. ഏതു തരത്തിലുള്ള ചികിത്സാപദ്ധതിയാണു് ഒരു പ്രത്യേക രോഗത്തിൻെറ നിവാരണത്തിനു് പ്രയോഗിക്കേണ്ടതു്, അതു് അനുഭവത്തിൻെറ വെളിച്ചത്തിൽ അനേകം പേരെ ഓരോ രീതിയിലും ശുശ്രൂഷിച്ചു്, രോഗം ഭേദമാകുന്നവരുടെ ശതമാനത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ആയിരിക്കണമെന്ന അഭിപ്രായം ശക്തിപ്പെട്ടുവന്നു. ഇതെല്ലാം കൊണ്ടാണു് ഗണിതശാസ്ത്രത്തെ "സയൻസുകളുടെ റാണി" (The queen of the sciences) എന്നു വിളിച്ചുതുടങ്ങിയതു്.

ഇപ്രകാരം നാനാപ്രകാരത്തിലും പത്തൊൻപതാം നൂറ്റാണ്ടിൽ സയൻസിൽ വിപ്ലവകരങ്ങളായ അനേകം മാററങ്ങൾ ഉണ്ടാകുകയും, പ്രായേണ എല്ലാ രംഗങ്ങളിലും, പൊതുനിയമങ്ങളും, അവയെ ന്യായീകരിക്കുന്ന പുതിയ സിദ്ധാന്തങ്ങളും ആവിർഭവിക്കുകയും ചെയ്തു. ഫ്രഞ്ചുവിപ്ലവം ഉൽഘാടനം ചെയ്തുകൊണ്ടു് തുടങ്ങിയ ഈ നൂററാണ്ടു് അതിൻെറ അന്ത്യമായപ്പോഴേക്കും ചരിത്രപ്രസിദ്ധമായ റഷ്യൻ വിപ്ലവത്തിൻെറ ശംഖനാദത്തോടുകൂടി അവസാനിക്കുകയാണു്. നവീനമായ ജിജ്ഞാസയിൽ ആകൃഷ്ട

രായ ഒരു ജനത അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളിൽ രൂപം കൊണ്ടു് ഒരു ഉറച്ച രാജ്യമായി മാറുന്നതും ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ നടന്ന ഒരു പ്രധാന സംഭവമാണു്. പഴയ ആചാരങ്ങളും, ജീവിതരീതികളും ഫ്യൂഡൽ സമ്പ്രദായങ്ങളും മാറി പുതിയ വീക്ഷണങ്ങൾ രൂപംകൊള്ളുന്നതും ഇവിടെയാണു്, ഒന്നൊന്നായി യൂറോപ്പിലെ സിംഹാസനങ്ങൾ മറിയുന്നതും തൽസ്ഥാനത്തു് അസാമാന്യമായ ധിഷാണാശക്തിയുള്ള വ്യക്തികൾ ഉയർന്നുവന്നു് ജനഹൃദയങ്ങളുടെ ആരാധനയ്ക്കും ആദരവിനും പാത്രങ്ങളാകുന്നതും അവരുടെ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളുപയോഗിച്ചു ചില സംഘങ്ങൾ വൻവ്യവസായങ്ങളുണ്ടാക്കി കുബേരത്വത്തിലേയ്ക്കു നീങ്ങുന്നതും നാം ഇവിടെ ദർശിക്കുന്നു. മാനവരാശിയുടെ ഭാവിക്കു് രൂപം കൊടുത്ത ആ മഹനീയ വ്യക്തികളുടെയിടയിൽ അനേകം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ നാം കണ്ടുമുട്ടുന്നു. ഇരുപതാം നൂററാണ്ടിലെ ചിന്തയുടെ ലോകത്തു് മുതൽക്കൂട്ടുണ്ടാക്കിയവരെ ബഹുമാനിക്കുന്നതിനു് ഉണ്ടാക്കിയ നോബൽസമ്മാനങ്ങളുടെ ജനയിതാവായ ആൽഫ്രഡു നോബൽ ആ സമ്മാനങ്ങൾക്കു് രൂപം കൊടുക്കുന്നതാണു് ഈ നൂററാണ്ടിന്റെ അവസാനം നടന്ന ശ്രദ്ധേയമായ മറെറാരു സംഭവവികാസം. അതുപോലെ കൃഷിയും സയൻസുമായി സമ്മേളിക്കുന്നതും ഈ നൂററാണ്ടിലാണു്. ഒരു ചെടി വെള്ളം മാത്രം ഉപയോഗിച്ചാണു് വളരുന്നതെന്നു കാണിക്കുന്നതിനായി വാൻഹെൽ മണ്ടു് പതിനേഴാം നൂററാണ്ടിൽ നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങൾക്കു ശേഷം ചെടികളുടെ വളർച്ചയെപ്പററി ശ്രദ്ധിച്ചതു് ഇംഗ്ലണ്ടിൽ പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന ജർമ്മൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ലീബിഗ് (Liebig) ആണു്. ചെടികൾ വളരുന്നതിനു് അതാതു ചെടികളുടെ ചാരം അതിനു് വളങ്ങളാണെന്നും ചെടികളിൽ

അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളെ കാർബോഹൈഡ്രേററ്സ് (carbohydrates) ഫാററ്സ് (fats) മാംസ്യങ്ങൾ (proteins) എന്നിങ്ങനെ തരം തിരിക്കാമെന്നും അദ്ദേഹം പരീക്ഷണങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ തെളിയിച്ചു. കാർബോഹൈഡ്രേറ്റ്സും, ഫാറ്റ്സും വായുവിലുള്ള കാർബൺ ഡയോക്സൈഡിൽ നിന്നാണ് ചെടികൾ ഉണ്ടാക്കുന്നതെന്നും, എന്നാൽ നൈട്രജൻ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങൾ മണ്ണിലുള്ള നൈട്രേറ്റ്സ് വലിച്ചെടുത്താണു. ചെടികൾ ഉണ്ടാക്കുന്നതെന്നും അദ്ദേഹം പ്രസ്താവിച്ചു. ഇതിനു് സഹായകമായി പൊട്ടാസ്യവും, ഫോസ്ഫറസ്സും അടങ്ങിയ ലവണങ്ങൾ പ്രവർത്തിക്കുന്നതായും അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇതിനെ തുടർന്നാണു് ഇംഗ്ലണ്ടിലെ പ്രസിദ്ധമായ റൊതാംസ്റ്റഡ് (Rothamsted) റിസർച്ച് സ്റ്റേഷൻ പ്രവർത്തനമാരംഭിച്ചതു്. സർ ജോൺ ലോസ് (Sir John Lawes) (1814—1900) റൊതാംസ്റ്റഡിൽ ഉണ്ടായിരുന്ന കൃഷിസ്ഥലങ്ങളിൽ നൈട്രേറ്റുകളും, ഫോസ്ഫേറ്റുകളും പൊട്ടാഷും വളങ്ങളായി ഉപയോഗിച്ച് പല പരീക്ഷണങ്ങളും നടത്തി. തൽഫലമായി കൃഷിയിൽ ഇവയ്ക്കുള്ള പ്രാധാന്യം തെളിഞ്ഞുവന്നു. ഇതിനെ തുടർന്നാണു് കൃത്രിമ വളങ്ങളുടെ ഉപയോഗം പ്രചാരത്തിൽ വന്നതു്. കൃഷിയുടെ രംഗത്തു് വിപ്ലവകരങ്ങളായ ഈ മാററങ്ങൾ ഉണ്ടായതോടൊപ്പം ഈ നൂററാണ്ടിന്റെ അന്ത്യമായപ്പോഴേക്കും ഭക്ഷ്യസാധനങ്ങളെ കേടു കൂടാതെ സൂക്ഷിക്കുന്നതിനും, അവയെ തണുപ്പുപയോഗിച്ച് അണുജീവികളുടെ ആക്രമണങ്ങളിൽ നിന്നും രക്ഷിച്ച് വിദൂര ദേശങ്ങളിലേക്കു് കൊണ്ടുപോകുന്നതിനും സാദ്ധ്യമായി. യുദ്ധങ്ങൾ കുറഞ്ഞുവന്നുകൊണ്ടിരുന്ന 19-ാം നൂററാണ്ടിൽ ലോകത്തെ ജനസംഖ്യ വളരെ പെട്ടെന്നു് വർദ്ധിക്കുവാൻ തുടങ്ങിയതു് നിലനിൽത്താൻ

സാധിച്ചതു് ഈ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങൾ ഉണ്ടായതുകൊണ്ടാണു്. അതുപോലെതന്നെ ലക്ഷക്കണക്കിനു് മനുഷ്യരെ കൊന്നൊടുക്കിക്കൊണ്ടിരുന്ന ചില അണുജീവികളിൽ നിന്നു് രക്ഷ നേടുന്നതിനുള്ള പൊതുജനാരോഗ്യവ്യവസ്ഥകളും അണുജീവികളെപ്പററി ബോധമുള്ള വൈദ്യശാസ്ത്രവും ഉണ്ടായിവന്നു. ഈ കാരണങ്ങളെല്ലാം കൊണ്ടു് പാശ്ചാത്യലോകത്തെ ജനഹൃദയങ്ങളിൽ സയൻസിനെപ്പററി വലിയ വിശ്വാസവും അതിൻെറ പ്രചാരത്തിനുവേണ്ടി വലിയ ശ്രമങ്ങളും നടന്നു. സയൻസിലുണ്ടായിക്കൊണ്ടിരുന്ന വിപ്ലവകരമായ മാററങ്ങളുടെ വേഗത ഈ നൂററാണ്ടോടു കൂടി വളരെ വൎദ്ധിക്കുന്നതായി കാണുന്നു. തൽഫലമായി ഈ നൂററാണ്ടിൻെറ ഒടുവിലത്തെ ദശകത്തിൽ ദൂരവ്യാപകങ്ങളായ ഫലങ്ങൾ ഉളവാക്കിയ ശ്രദ്ധേയങ്ങളായ പല സംഭവങ്ങളും പുതിയതായി രൂപം കൊള്ളുവാൻ തുടങ്ങി. പില്ക്കാലത്തു് ആററത്തെ വിഭജിച്ചു് അണുശക്തി ഉണ്ടായതും, പുതിയ മൂലകങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതും അതിനെ തുടൎന്നു് പുതിയ കൃഷിരീതികളും, പുതിയ വ്യവസായങ്ങളും ഉണ്ടായതും ഈ ദശകത്തിൽ ഇലക്ട്രോണും റേഡിയവും കണ്ടുപിടിച്ചതിനു ശേഷമാണു്. ഇവയെപ്പററിയെല്ലാം അടുത്ത അദ്ധ്യായത്തിൽ നമുക്കു് വിശകലനം ചെയ്തു് പരിശോധിക്കാം.

ഇരുപതാം നൂററാണ്ട്

മാനവസമുദായത്തിൻെറ ഭാവിയെ നിർണ്ണായകമായി ബാധിക്കുന്ന പ്രശ്നങ്ങളിലേയ്ക്കു് കടന്നുവരുന്ന ഒരു വലിയ ശക്തിയായി സയൻസ് രൂപാന്തരപ്പെട്ടുന്നതാണു് ഈ നൂററാണ്ടിൽ നടന്ന ശ്രദ്ധേയമായ സംഭവങ്ങളുടെ പരിണിതഫലം. സയൻസിൻെറ വിവിധ രംഗങ്ങളിൽ പൊതുപ്രാധാന്യമുള്ള നിയമങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതിൻെറ ഫലമായി പുരോഗതി വളരെ ത്വരിതപ്പെട്ടുകയും പുതിയ വിജ്ഞാനം നേടിയതിനെ തുടന്നു് പുതിയ നിയമങ്ങൾ ആവിഷ്ക്കരിക്കപ്പെട്ടുകയും ചെയ്തു. ഗവേഷണങ്ങളുടെ ആവശ്യത്തിനായി അനേകം നൂതനോപകരണങ്ങൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടതിൻെറ ഫലമായി പരീക്ഷണങ്ങൾക്കു വിധേയമായ മണ്ഡലങ്ങൾ അനവരതം വളന്നുവന്നു. ഉദാഹരണമായി അളന്നെടുക്കാവുന്നനീളം 10^{26} ൽ നിന്നു് 10^{40} യൂണിററുകളായും അളന്നെടുക്കാവുന്ന സമയം 10^{10} ൽ നിന്നു് 10^{16} യൂണിററുകളായും അളന്നെടുക്കാവുന്ന ഊഷ്മാവു് 10^{5} ൽ നിന്നു് 10^{11} ആയും അളക്കാവുന്ന മദ്ദം 10^{10} ൽ നിന്നു് 10^{16} യൂണിററുകളായും ഇക്കാലത്തു് മാറിയിരിക്കുന്നു. പരപ്പിലും ആഴത്തിലും സയൻസിൻെറ വിസ്തൃതി വർദ്ധിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഇതിൻെറ ഫലമായി മനുഷ്യജീവിതത്തിൻെറ ദൈനംദിന ആവശ്യത്തിനുള്ള അനേകം ഉപകരണങ്ങളുമായി ആധുനിക ജീവിതത്തിൻെറ ഒരു അവിഭാജ്യഘടകമായി സയൻസ് രൂപാന്തരപ്പെട്ടുകഴിഞ്ഞു. ഇതോടൊപ്പം തന്നെ അറിവിൻെറ ചക്രവാളസീമകൾ മനുഷ്യപ്രതിഭയുടെ മുന്നിൽ അനുദിനം വിസ്തൃതമായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. എന്നാൽ പ്രപഞ്ചരഹസ്യങ്ങളെ അതിവേഗം കൈയടക്കാനുള്ള പ്രൗഢരായ

ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ വ്യാമോഹത്തെ കുറയ്ക്കാൻ അവരുടെ പരിമിതികളെപ്പററി ബോദ്ധ്യമാക്കുന്ന സംഭവങ്ങളും ഈ നൂററാണ്ടിൽ തന്നെ നടന്നിട്ടുണ്ട്. പ്രപഞ്ചത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനഘടകങ്ങളായി പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായ കണികകളുടെ പ്രവർത്തനത്തിലെല്ലാം ഒരു അനിശ്ചിതത്വം നിർബന്ധമായി ഉണ്ടായിരിക്കും (The principle of uncertainity) എന്നതു തന്നെ ശാസ്ത്രകാരൻെറ അഹങ്കാരത്തിനു് ഒരു തിരിച്ചടിയാണു്. അതുപോലെ തന്നെ അവൻ അളക്കുന്നതിനെല്ലാം ഒരു ആപേക്ഷികത ഉണ്ടെന്നും, (relativity) എന്തിനെപ്പററിയും വസ്തുനിഷ്ഠമായി പഠിക്കുമ്പോൾ അതിൻെറ നീളവും, വീതിയും ഉയരവും കണക്കിലെടുക്കുന്നതോടൊപ്പം അനന്തമായ കാലത്തിൽ അതിൻെറ നിലയും കൂടി നിർണ്ണയിക്കേണ്ടതാണെന്നും തെളിഞ്ഞപ്പോൾ പ്രപഞ്ചസത്യങ്ങൾ മനുഷ്യനിൽ നിന്നു കൂടുതൽ അകന്നുപോയി. എന്നാലും അവൻ തന്റെ പരിധിക്കകത്തു നിൽക്കുന്ന പ്രപഞ്ചത്തിലെ സൃഷ്ടിസ്ഥിതി സംഹാരപ്രക്രിയകളെപ്പററി കൂടുതൽ ബോധവാനായിത്തുടങ്ങി. പത്തൊൻപതാം നൂററാണ്ടിലെ മനുഷ്യൻ ഒരു വലിയ സമുദ്രത്തിൽ അങ്ങിങ്ങായി അനേകം ചെറുദ്വീപുകൾ കണ്ടുപിടിക്കുക മാത്രമാണു് ചെയ്തതെങ്കിൽ ഇരുപതാം നൂററാണ്ടിൽ തൻെറ പരിശ്രമഫലമായി അവയെ കൂട്ടിയിണക്കി ഒരു വൻ കര രൂപപ്പെടുത്തി അതിൽ കൂടി അധൈര്യം സഞ്ചരിച്ചു് അങ്ങിങ്ങായി കടക്കുവാൻ സാദ്ധ്യമല്ലാത്ത ചെറിയ ജലാശയങ്ങളെ സകൗതുകം നോക്കിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതായി നമുക്കു കാണാം. നാളെ അല്ലെങ്കിൽ മറെറന്നാൾ മനുഷ്യൻ എന്ന ജീവിക്കു് അറിയുവാൻ സാദ്ധ്യമായേക്കാവുന്ന സകല വിവരവും ലഭ്യമാക്കുന്നതിനുള്ള നിയമങ്ങളും, ഉപകരണങ്ങളും ഈ നൂറ്റാണ്ടിലെ ശ്രമ

ഫലമായി സജ്ജമാക്കിക്കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. സയൻസിന്റെ ഓരോ രംഗത്തും പ്രതിഭാശാലിയായ ആധുനികമനുഷ്യൻ ഏറ്റവുമറെ സങ്കോചമില്ലാതെതന്നെ പ്രപഞ്ചസൃഷ്ടിയുടെ സൗന്ദര്യത്താലും, പ്രകൃതിനിയമങ്ങളുടെ ലാളിത്യത്താലും ആകൃഷ്ടനായി, ദൃഢസ്വരത്തിൽ, ഒരു പോരാട്ടത്തിൽ കൂടി വിജയം കൈവരിക്കുവാൻ തയ്യാറാണെന്നു് മററു രംഗങ്ങളിലുള്ളവരോടൊപ്പം ഏററു പാടുന്നതായിട്ടാണു് നാം ദർശിക്കുന്നതു്. ആററത്തിനെ പൊട്ടിച്ചുനോക്കിയപ്പോൾ അതിനകത്തു കണ്ടെത്തിയ ശക്തിയുടെ കേന്ദ്രീകരണത്തിനു മുൻപിലോ എന്നും വികസിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ലക്ഷോപലക്ഷം നക്ഷത്ര സമൂഹങ്ങളുൾക്കൊള്ളുന്ന പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ മുന്നിലോ മുൻകാലങ്ങളിലെപ്പോലെ കൈകൂപ്പി ഭക്തിമയസ്വരത്തിൽ

"അനന്തം, അജ്ഞാതം, അവർണ്ണനീയം,
ഈ ലോകഗോളം തിരിയുന്ന മാർഗ്ഗം,
അതിങ്കലെങ്ങാണ്ടൊരിടത്തിരുന്നു
നോക്കുന്ന മർത്ത്യൻ കഥയെന്തു കണ്ടു?"

എന്നു് വിലപിക്കാൻ കൂട്ടാക്കാതെ പ്രകൃതിയുടെ നിഗൂഢതകളിലേക്കു കടന്നുചെല്ലാൻ സധൈര്യം തുനിയുന്നതായി കാണുന്നു. രൂപഭേദങ്ങളിലും ഭാവഭേദങ്ങളിലും കൂടി പ്രകൃതി നടത്തിക്കൊണ്ടുവന്ന പരിണാമപരീക്ഷണങ്ങളുടെ പരിണതഫലമായ മനുഷ്യൻ തന്റെ മാതൃസ്ഥാനത്തേക്കു നോക്കി പുഞ്ചിരി തൂകിക്കൊണ്ടു് പ്രപഞ്ചരഹസ്യങ്ങളെ ഇന്നല്ലെങ്കിൽ നാളെ പന്താടുമെന്നു് പറയുന്ന കാഴ്ചയാണു് ഇന്നു നാം വീക്ഷിക്കുന്നതു്. സയൻസിന്റെ അത്ഭുതപൂർവമായ ഈ കാലഘട്ടത്തിലെ വളർച്ചയ്ക്കുള്ള യഥാർത്ഥകാരണം അതിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നവരുടെ സംഖ്യ വർദ്ധിച്ചതും,

ഗവേഷണത്തിനു ചെലവാക്കിയ മുതൽമുടക്കു് വളരെ കുറവായിരുന്നു. 1896-ൽ ലോകത്തു് ആകെക്കൂടി 5000 പേർ സയൻസിൻെറ പാരമ്പര്യം വളർത്തുവാൻ ശ്രമിക്കുകയും 15000 പേർ ഗവേഷണം നടത്തുകയും ചെയ്തിരുന്നെങ്കിൽ 1950 കഴിഞ്ഞപ്പോഴേയ്ക്കും നാലു ലക്ഷം ഗവേഷകരും, ഇരുപതു ലക്ഷം ജോലിക്കാരും ഈ രംഗത്തുണ്ടായിവന്നു. ഗവേഷണത്തിനു് അന്നു് അഞ്ചു ലക്ഷം പവൻ ചെലവാക്കിക്കൊണ്ടിരുന്നെങ്കിൽ ഇന്നു് 20,000 ലക്ഷം പവൻ ആണു് ചെലവാക്കുന്നതു്. ഈ നൂററാണ്ടിൻെറ ആദ്യം വളർച്ചയുടെ നിരക്കു് കൊല്ലം തോറും പത്തു ശതമാനമായിരുന്നെങ്കിൽ ഇതു് കൊല്ലം തോറും 25 ശതമാനമായി ഈ അടുത്ത കാലത്തു് മാറിയിട്ടുണ്ടു്. ഇപ്രകാരമുള്ള വളർച്ച സയൻസിൻെറ വികാസത്തെ കാണിക്കുന്നതോടൊപ്പം തന്നെ സമുദായമദ്ധ്യത്തിൽ അതിനു ലഭിച്ചിരിക്കുന്ന സ്ഥാനത്തേയും കുറിക്കുന്നു. ആധുനിക ഗവൺമെൻറുകളെല്ലാം തന്നെ സയൻസിൻെറ വളർച്ചയിൽ അതീവ താൽപര്യം പ്രകടിപ്പിക്കുകയും അതിനു് ബഡ്ജററുകളിൽ കൂടി പണം ചെലവു ചെയ്യുവാൻ സന്നദ്ധരാവുകയും ചെയ്തു. സയൻസിൻെറ നേട്ടങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു് വൻതോതിൽ വ്യവസായങ്ങൾ നടത്തി ധനമുണ്ടാക്കിയതും, ഗവേഷണത്തിനുവേണ്ടി വൻതുകകൾ മാററിവെച്ചുതുടങ്ങിയതും ഈ നൂററാണ്ടിൻെറ പ്രത്യേകതകളാണു്. വ്യാവസായികവിപ്ലവത്തിൽ കൂടി വളരെ സമ്പത്തുണ്ടാക്കി ഒരു മുതലാളിത്തരീതി വളർത്തിക്കൊണ്ടുവന്ന പാശ്ചാത്യഗവൺമെൻറുകളെ സയൻസു സൃഷ്ടിച്ചിരിക്കുന്ന സാഹചര്യത്തിൽ ഒരു പുതിയ സാമൂഹ്യജീവിതം കെട്ടിപ്പടുക്കേണ്ടതാണു് എന്ന ബോധത്തോടുകൂടി വെല്ലുവിളിച്ചുകൊണ്ടു് റഷ്യയിൽ വിപ്ലവമുണ്ടായതും, അതിനെത്തുടന്നു് പുതിയ രീതിയിലുള്ള ഒരു

ഗവൺമെൻറുണ്ടായതും, ഇത്തരുണത്തിൽ പ്രസ്താവ്യമാണ്. എന്നാൽ ജനലക്ഷങ്ങൾ രൂപം കൊടുത്ത ഈ പാശ്ചാത്യഗവൺമെൻറുകളുടെ സ്വഭാവങ്ങൾക്ക് എന്തു വ്യത്യാസമുണ്ടായിരുന്നാലും അവയെല്ലാം തന്നെ സയൻസിനെ ഒരു കാമധേനുവായിട്ടാണ് വളർത്തിക്കൊണ്ടുവന്നതു്. സയൻസിലുണ്ടാകുന്ന കണ്ടുപിടുത്തങ്ങൾ ജീവിതത്തിലെന്നതുപോലെ യുദ്ധതന്ത്രത്തിലും വലിയ മാററങ്ങൾ വരുത്തുന്നതായി ആധുനിക ഗവൺമെൻറുകൾ കണ്ടപ്പോൾ അവയെല്ലാംതന്നെ സയൻസിൽ പ്രവേശിക്കുവാൻ തുടങ്ങി. ഗവൺമെൻറുകളുടെ അമിതമായ നിയന്ത്രണം സയൻസിൻെറ വളർച്ചയെ സാരമായി ബാധിക്കുകയില്ലേ എന്ന സംശയം ശാസ്ത്രരംഗത്തു് ഉദിച്ചുകഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്.

ഇതിനോടൊപ്പംതന്നെ മറെറാരു സംഭവവികാസവും ഉണ്ടായിരിക്കുകയാണ്. 19-ാം നൂററാണ്ടിലെ സയൻസ് വ്യക്തിവൈഭവത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വളൎന്നുവന്നതാണെങ്കിൽ 20-ാം നൂററാണ്ടിലെ സയൻസിൽ ഒത്തൊരുമിച്ചു പ്രവൎത്തിക്കുന്ന സംഘങ്ങൾ രൂപം കൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. സയൻസിൻെറ വിവിധ രംഗങ്ങളിൽ അത്ഭുതപൂർവമായ വളർച്ച ഉണ്ടായപ്പോൾ ചെറിയ വിഭാഗങ്ങളെപ്പററി വളരെ അറിവു് സമ്പാദിക്കുന്നവർ ഉണ്ടാകാതെ തരമില്ലെന്നായി. അങ്ങനെയാണ് സംഘങ്ങളായി ഒത്തൊരുമിച്ചു പ്രവൎത്തിക്കുന്ന ടീമുകൾ ഉണ്ടായതു്. വളരെയധികം വിലയുള്ള ഉപകരണങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കേണ്ടതായി വന്നപ്പോൾ പണത്തിൻെറ ദൗർലഭ്യം കൊണ്ടു് സംഘങ്ങൾക്ക് ബലം കൂടി വരികയും ചെയ്തു. സംഘടിതമായ ഗവേഷണം സോഷ്യലിസ്ററ് രാജ്യങ്ങളിൽ ബലപ്പെട്ടുവന്നതു് ഈ കാരണത്താലാണ്. ഇലക്ട്രോണിക് കംപ്യൂട്ടറുകളും, ഇലക്ട്രോൺ മൈക്രോസ്കോപ്പും,

റേഡിയോ ടെലിസ്ക്കോപ്പുകളും, സൈക്ലോട്രോണുകളും, ആവിർഭവിച്ചതോടൊപ്പം ഗവേഷണസംഘങ്ങളും രൂപീകൃതമാകേണ്ടതു് അത്യന്താപേക്ഷിതമായി. എന്നിരുന്നാലും ആശയപരമായ പുരോഗതി ധിഷണാശക്തിയുള്ള വ്യക്തികൾ തന്നെ നേടിയെടുക്കുകയാണു ചെയ്തിട്ടുള്ളതു്. ഇരുപതാം നൂററാണ്ടിന്റെ ആദ്യവർഷം മുതൽ കൊടുത്തു തുടങ്ങിയ നോബൽ സമ്മാനങ്ങൾ ഈ വ്യക്തികളുടെ നാമധേയം വിളംബരം ചെയ്യുന്നു.

മാനവസമുദായത്തിന്റെ പുരോഗമനത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം വളരെ പ്രാധാന്യമുള്ള മേൽപ്പറഞ്ഞ നാടകീയമായ സംഭവവികാസങ്ങളുടെ വളർച്ച തുടങ്ങുന്നതു് 1895-ൽ ആണു്. 1895 മുതൽ 1905 വരെയുള്ള ഒരു ദശാബ്ദം ഏററവും ശ്രദ്ധേയമായ ഒന്നാണു്. ഒന്നിനു പുറകെ ഒന്നായി പല അത്ഭുതങ്ങളും കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. സയൻസിന്റെ ചരിത്രത്തിലെ മറെറാരു ദശാബ്ദവും ഇത്ര പ്രാധാന്യമുള്ളതായിരുന്നില്ല. പെട്ടെന്നു വികസിച്ച ചില രംഗങ്ങളാണു് താഴെ കുറിച്ചിരിക്കുന്നതു്.

1. ഏറോഡൈനാമിക്സ് (Aero dynamics) — ആകാശത്തിൽ കൂടിയുള്ള യാത്ര സാദ്ധ്യമാകുന്നു.

2. ആസ്റ്റ്റോ ഫിസിക്സ് (Astro physics)—അനേകായിരം നക്ഷത്രസമൂഹങ്ങൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു.

3. Atomic physics & (Nuclear chemistry)—അറ്റോമിക് ഫിസിക്സും ന്യൂക്ലിയർ കെമിസ്ട്രിയും ആററത്തിന്റെ ആന്തരിക ഘടന വെളിപ്പെടുന്നു.

4. ഇലക്ട്രോണിക്സ് (electronics)—കമ്പിയില്ലാക്കമ്പി, ടെലിവിഷൻ തുടങ്ങിയവയുടെ പ്രവത്തനം സാദ്ധ്യമാകുന്നു.

5. ക്വാണ്ടം തിയറി (quantum theory) —റേഡിയേഷൻസിൽ കൂടി ശക്തി പ്രചരിക്കുന്ന രീതി വ്യക്തമാകുന്നു.

6. റേഡിയോ ആക്ററിവിററി—രേഡിയം കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടുന്നു.

7. ആപേക്ഷികസിദ്ധാന്തം (Theory of relativity)—ഈ സിദ്ധാന്തം പ്രചരിപ്പിക്കപ്പെട്ടുന്നു.

8. എക്സരേയും വാക്വം റ്റ്യൂബും ഉപയോഗിച്ചു തുടങ്ങുന്നു. (X-rays and vaccum tubes)

9. ബയോ കെമിസ്ട്രി, ബയോ ഫിസിക്സ്, ബയോ മെട്രിക്സ് (Bio chemistry, Bio physics & Bio metrics) ഈ വിഭാഗങ്ങൾ ശക്തിപ്പെട്ടുന്നു.

10. പ്ലേഗ് തുടങ്ങിയ രോഗങ്ങളുണ്ടാക്കുന്ന ബാക്ടീരിയ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടുന്നു.

11. ജനിററിക്സ് (Genetics) — മെൻഡലിൻെറ ഗവേഷണഫലങ്ങൾ പ്രസിദ്ധപ്പെട്ടുത്തുന്നു.

12. സുഖക്കേടുകൾ പരത്തുന്ന പ്രാണികളെ കണ്ടുപിടിക്കുന്നു.

13. മനഃശാസ്ത്രസംബന്ധമായ ഫ്രോയിഡിൻെറ തത്വങ്ങൾ പ്രസിദ്ധീകൃതമാകുന്നു.

14. അൾട്രാമൈക്രോസ്കോപ്പ് കണ്ടുപിടിക്കുന്നു.

15 വൈറസ്സുകൾ ഉണ്ടെന്നു തെളിയുന്നു.

16. വിററാമിൻസ് (Vitamins) ആഹാരത്തിൽ അവശ്യം വേണ്ടതാണെന്നു് മനസ്സിലാക്കുന്നു.

ഈ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളെ തുടർന്നാണ് സയൻസിലുണ്ടായ വിപ്ലവം നിർണ്ണായകശക്തിയായി മാറുന്നതു്

ചരിത്രത്തിലുണ്ടായിട്ടുള്ള മററു വിപ്ലവങ്ങളുടെയെല്ലാം മാതൃസ്ഥാനം അർഹിക്കുന്ന സയൻസിലെ വിപ്ലവം പുതിയ ശക്തി ആർജ്ജിക്കുന്നതും ഈ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളിൽ കൂടിയാണ്. ഒന്നാം ലോകമഹായുദ്ധത്തെ "രസതന്ത്രജ്ഞൻെറ യുദ്ധം" എന്നു വിളിക്കുന്നതു് ആ രംഗത്തു് വിഷവായുക്കൾ പ്രയോഗത്തിൽ വന്നു് യുദ്ധം നിലച്ചതുകൊണ്ടാണു്. രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധത്തെ നിർത്തിയതു് അണുബോംബിൻെറ പ്രയോഗം കൊണ്ടായതിനാൽ യുദ്ധവും സമരതന്ത്രവും ശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ കയ്യിലായിത്തീൎന്നിരിക്കുന്നു. മാനവസമുദായത്തിൻെറ ഭാവിതന്നെ ചിന്തയുടെ മണ്ഡലത്തിൽ വിജയിച്ചു നിൽക്കുന്ന സയൻസ് പ്രയോഗിക്കുന്ന രീതിയെ ആശ്രയിച്ചു നിൽക്കുമെന്നു് തെളിഞ്ഞുകഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. എന്നുമല്ല വിപ്ലവങ്ങൾ മാററങ്ങളെയാണു് കുറിക്കുന്നതെങ്കിൽ സയൻസിലെ വിപ്ലവം തുടൎന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒന്നാണെന്നും ചിന്തകന്മാർക്കു് മനസ്സിലാകും. പുതിയ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളും പുതിയ പുതിയ നിയമങ്ങളും ഒന്നിനു പുറകെ ഒന്നായി ഇപ്പോഴും മററു കാലങ്ങളിലെക്കാൾ വേഗത്തിൽ തുടൎന്നു നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ ഈ നൂററാണ്ടിൽ നടന്ന ശ്രദ്ധേയങ്ങളായ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളെല്ലാം വരാനിരിക്കുന്നതിൻെറ മുന്നോടിയായിട്ടു മാത്രം കണക്കാക്കിയാൽ മതി. പത്തൊൻപതാം നൂററാണ്ടിൻെറ ഒടുവിൽ സയൻസ് സ്തംഭനാവസ്ഥയിൽ എത്തുമെന്നു് പ്രചരിച്ച അഭിപ്രായം തെററാണെന്നു് കാലം തെളിയിച്ചു. ഭാവിയെ ഇത്ര വളരെ ശുഭോദർക്കവും എന്നാൽ അപകടം നിറഞ്ഞതും ആക്കുന്ന സംഭവങ്ങളെപ്പററിയുള്ള ഒരു വിഹഗവീക്ഷണം മാത്രമാണു് ഇനി അവശേഷിക്കുന്നതു്. സയൻസിൻെറ വിവിധ രംഗങ്ങളെ കൂട്ടിയിണക്കി ഓരോ രംഗവും പ്രതിപ്രവൎത്തിക്കുന്നതിൽ

നിന്നു് ഉണ്ടായ നിയമങ്ങളേയും ഫലങ്ങളേയും, ആശയ പരമായ വളർച്ച നടന്നതോടൊപ്പം ഉണ്ടായിവന്ന സമ ർത്ഥങ്ങളായ ഉപകരണങ്ങളേയും മററു് അതിപ്രധാന സംഭ വങ്ങളേയും കുറിച്ചു് ഒരു രൂപരേഖ തയ്യാറാക്കുന്നതുപോലും ശ്രമകരമായിരിക്കുന്നു. എന്തെന്നാൽ സയൻസ് വളരെ വേഗം വളന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ മാററങ്ങൾ അടി ക്കടി ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. സയൻസിലുണ്ടായ വിപ്ലവം ചരിത്രത്തിൽ ഒരു സംഭവമായി ഒതുങ്ങി നിൽ ക്കാതെ ചരിത്രത്തെ ബാധിക്കുന്ന ഒരു നിർണ്ണായക ശക്തിയായി—തുടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു വിപ്ലവമായി— തീന്നുകഴിഞ്ഞു. ഊജ്ജതന്ത്രത്തിലാണു് ഏററവും ശ്രദ്ധേ യമായ സംഭവവികാസങ്ങളുണ്ടായതു്. പത്തൊൻപതാം നൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനത്തിൽ പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ ഘടന യേയും അതിനെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ശക്തികളേയും മനസ്സി ലായിക്കഴിഞ്ഞു എന്നു് അഹങ്കരിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നപ്പോ ഴാണു് അടിസ്ഥാനഘടകമായ ആററം പലതരം കണികക ൾകൊണ്ടു് ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്ന വസ്തുവാണെന്നു് പരീക്ഷ ണങ്ങൾ തെളിയിച്ചതു്, വാതകങ്ങളിൽ കൂടി വൈദ്യുതി കടത്തി വിട്ടു് പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിക്കൊണ്ടു വന്നവ രാണു് ഈ രംഗത്തു് പുതിയ ചോദ്യങ്ങൾ ഉന്നയിച്ചതു്. ഫാരഡെ, ഹിറേറാർഫ് (Hittorf), ഗീസ്‌ലർ (Geissler) ഗോൾഡ്സ്റ്റെയിൻ (Goldstien) ക്രൂക്ക്സ് (Crookes) തോം സൺ (Thomson) മുതലായവർ നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങ ളാണു്, ഒരു പുതിയ പന്ഥാവു് വെട്ടിത്തെളിച്ചതു്. ഇതോ ടൊപ്പം റൊൺജൻ (Rontgen) എക്സറേ (X-ray) യും, ബെകറൽ, യുറേനിയത്തിൽ നിന്നും സദാ വമിക്കുന്ന റേഡിയേഷനും, പത്തൊൻപതാം ദശകത്തിൻെറ അവ സാനം കണ്ടുപിടിച്ചപ്പോൾ ആററം തകരുകയാണുണ്ടാ

യതു്. 1897-ൽ ആററത്തിനുള്ളിൽ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഇലക്ട്രോണിൻെറ ഭാരവും, ഇലക്ട്രിക് ചാർജ്ജും കണ്ടുപിടിച്ചപ്പോൾ ശാസ്ത്രലോകം അമ്പരന്നുപോയി. ഇതേസമയത്തു് പിയർക്യൂറിയും, മാഡംക്യൂറിയും റേഡിയത്തിൻെറ കണ്ടുപിടുത്തത്തെപ്പററി പ്രഖ്യാപിച്ചു. സദാസമയവും ശിഥിലീകരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ആററങ്ങൾ ഉള്ള ഒരു മൂലകമാണു് റേഡിയം (Radium). ഇരുപതാം നൂററാണ്ടിൻെറ ആദ്യം ഇതിൽ നിന്നു് ശിഥിലീകരണം (disintegration) മൂലം ഉണ്ടാകുന്ന ആൽഫ റേ (Alfa ray) യും ബീററാ റേയും (Beeta ray) ഗാമാ റേ (Gama ray) യും മററും കാണിക്കുന്ന സ്വഭാവം മനസ്സിലായി. ഇതിനെ തുടന്നു് ആററത്തിൻെറ ആന്തരിക ഘടന മനസ്സിലാക്കുവാനുള്ള ശ്രദ്ധേയമായ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടന്നു. റതർഫോർഡ്, നീൽസ് ബോർ (Niels Bhor), സോഡി, മോസ്ലി (Mosely), ബ്രാഗ് (Bragg) മുതലായവർ നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളാണു് ഈ രംഗത്തു് ചില നിയമങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചതു്. ആററത്തിനുള്ളിലുള്ള ഇലക്ട്രോണുകൾ നെഗററീവ് ചാർജ് വഹിക്കുന്നതിനാൽ പോസിററീവ് ചാർജ്ജുള്ള എന്തെങ്കിലും കണങ്ങൾ ആററത്തിനുള്ളിൽ കാണണമെന്നു് ഉദ്ദേശിച്ചു് പ്രവത്തനങ്ങൾ നടത്തിയപ്പോഴാണു് പ്രോട്ടോൺകളെ റതർഫോർഡ് കണ്ടുപിടിച്ചതു്. പ്രോട്ടോണുകൾ നടുവിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നതും, ഇലക്ട്രോണുകൾ അതിനു ചുററും കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതുമായ ഒരു ചെറിയ "സൗരയൂഥ"മാണു് ആററം എന്നു് തെളിഞ്ഞതോടുകൂടി അവയുടെ ആന്തരീകഘടനയിൽ ശ്രദ്ധ കേന്ദ്രീകരിക്കപ്പെട്ടു. മൂലകങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം അവയുടെ ആററങ്ങളിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണത്തിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങളിൽ

പ്രതിഫലിക്കുമെന്നും' ഓരോ മൂലകത്തിൻെറ ആററത്തിലും അതിലുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണം പ്രോട്ടോണുകളുടെ എണ്ണത്തിനു് തുല്യമായിരിക്കുമെന്നും താമസിയാതെ തെളിഞ്ഞു. പുതിയതായി കണ്ടുപിടിച്ച എക്സ്റേ ഉപയോഗിച്ച് ക്രിസ്ററലുകളുടെ ആന്തരികഘടനയിൽ ഒന്നിനൊന്നു തൊടാത്തതായ കണികകൾ ഭംഗിയായി അട്ടിവച്ചിരിക്കുകയാണെന്നു തെളിയിച്ചപ്പോൾ ആററത്തിനകത്തു് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ഇലക്ട്രോണുകളും എങ്ങനെ അട്ടിയിരിക്കുന്നു എന്നു് അന്വേഷിച്ചറിയാൻ തുടങ്ങി. മോസ്‌ലി എന്ന ബ്രിട്ടീഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഇതേ എക്സ് റേകളെ ഉപയോഗിച്ച് വിവിധ ആററങ്ങളിൽ ഇലക്ട്രോണുകൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്നതു സംബന്ധിച്ചും, വിവിധ മൂലകങ്ങളുടെ ആററങ്ങളിൽ X-ray പതിക്കുമ്പോൾ അവയിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന റേഡിയേഷൻസിനു് ചില നിയമങ്ങൾ ബാധകമാണെന്നതിനെപ്പററിയും പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി കണ്ടുപിടിച്ചു. പത്തൊൻപതാം ആററാണ്ടിലെ പ്രധാന നേട്ടമായ 'പീരിയോഡിക് ടേബിൾ'(Periodic Table) ഈ പുതിയ കണ്ടുപിടുത്തത്തിന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ പരിശോധിച്ചപ്പോൾ അതു് കൂടുതൽ അഗാധമായ ഒരു തത്വമാണെന്നു് തെളിഞ്ഞു അണുഭാരക്രമമനുസരിച്ച് വിവിധ മൂലകങ്ങളെ അട്ടുക്കിവെയ്ക്കുമ്പോൾ അവയുടെ ഗുണങ്ങളിൽ മിക്കവാറും ആവർത്തനം കണ്ടിരുന്നു. ഇതിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ഉണ്ടാക്കിയിരുന്ന പീരിയോഡിക് ടേബിളിൻെറ ചില ഭാഗത്തു് ഈ തത്വം പ്രയോഗിക്കാൻ സാധ്യമല്ലാതെ വന്നിരുന്നു. ഈ വിഷമം തരണം ചെയ്തതു് മോസ്‌ലിയുടെ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളാണു്. അണുഭാരത്തിൻെറ ക്രമമനുസരിച്ച് മൂലകങ്ങളെ അട്ടുക്കുന്നതിനു പകരം അവയിലുള്ള ആററങ്ങളുടെ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണത്തിൻെറ അടി

സ്ഥാനത്തിൽ (atomic number) അടുക്കുകയാണെങ്കിൽ വിഷമങ്ങളൊന്നും ഉണ്ടാകുകയില്ലെന്നു് തെളിഞ്ഞു. ഇങ്ങനെയാണു് ആധുനിക പീരീയോഡിക് ടേബിൾ ഉണ്ടായതു്. ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണത്തെപ്പററിയും അവയെ അടുക്കിയിരിക്കുന്ന രീതിയെപ്പററിയും ഉള്ള നിഗമനങ്ങൾ വളരെ പെട്ടെന്നു് പുരോഗമിച്ചു. യാതൊരു തരത്തിലും രാസപരമായ പ്രവത്തനങ്ങളിൽ പങ്കെടുക്കുവാൻ കഴിവില്ലാതെ അന്തരീക്ഷവായുവിൻെറ ഒരു ചെറിയ ഭാഗമായി പ്രകൃതിയിൽ സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന അപൂർവ്വ വാതകങ്ങളെ സർ വില്യം റാംസേ (Sir William Ramsay) തിരിച്ചറിഞ്ഞു് പീരിയോഡിക് റേബിളിൽ അവയുടെ സ്ഥാനം നിർണ്ണയിച്ചുകഴിഞ്ഞപ്പോഴാണു് രാസപ്രവത്തനങ്ങളെപ്പററി പുതിയ ചോദ്യങ്ങൾ ആവിർഭവിച്ചതു്. ഹീലിയം (Helium), നിയോൺ, ആർഗോൺ, ക്രിപ്റേറാൺ, സിനോൺ (xenon), റാഡോൺ എന്നീ അപൂർവ വാതകങ്ങളിൽ രണ്ടു്, പത്തു്, പതിനെട്ടു്, മുപ്പത്തിയാറു്, അൻപത്തിനാലു്, എൺപത്തിയാറു് എന്ന ക്രമത്തിൽ ഇലക്ട്രോണുകൾ കാണുമെന്നും, അവ താഴെ കാണുന്നതുപോലെ പല തട്ടുകളിലായിട്ടാണു് ഉൾക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതെന്നും, എല്ലാററിൻേറയും ഒട്ടവിൽ ഉള്ള തട്ടിൽ എട്ടു് ഇലക്ട്രോണുകൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നുവെന്നും ക്രമേണ മനസ്സിലായി.

ഹീലിയം	— 2.
നിയോൺ	— 2 - 8
ആർഗോൺ	— 2 - 8 - 8
ക്രിപ്റേറാൺ	— 2 - 8 – 18 – 8
സിനോൺ	— 2 - 8 – 18 – 18 -8
റാഡോൺ	— (60) – 18 – 8

അമേരിക്കൻ രസതന്ത്രശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരായ ല്യൂയിയും, ലാംഗ് മ്യൂറും (Langmuir) അവതരിപ്പിച്ച അഭ്യൂഹമനുസരിച്ച് ആററത്തിൻെറ ഒടുവിലത്തെ ഷെല്ലിൽ എട്ട് ഇലക്ട്രോണുകൾ വരുമ്പോൾ അതിനു് രാസക്രിയകളിൽ പങ്കുകൊള്ളുവാനുള്ള കഴിവ് നഷ്ടപ്പെട്ടുമെന്നും വിവിധ മൂലകങ്ങളുടെ ആററങ്ങൾ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ നടത്തുമ്പോൾ ഒടുവിലത്തെ തട്ടിലുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണം എട്ടാക്കുന്നതിനു് ശ്രമിക്കുകയാണു് എന്നും അവർ വാദിച്ചു. ഇതിനെ തുടൎന്നു് പല ഷെല്ലുകളിലായി ന്യൂക്ലിയസ്സിനു ചുററും കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഇലക്ട്രോണുകളുടെ വലയങ്ങളെപ്പററിയുള്ള പഠനം പുരോഗമിച്ചു. ഊൎജ്ജത്തിന്റെ നിലവാരം അനുസരിച്ചാണു് ഓരോ തട്ടിലും ഇലക്ട്രോണുകൾ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നതെന്നും ഓരോ ഷെല്ലിൽ തന്നെയും ഊർജ്ജത്തിൻെറ ചെറിയ തോതിലുള്ള വ്യത്യാസമനുസരിച്ച് ഒരു നിശ്ചിത എണ്ണം വലയങ്ങളുണ്ടെന്നും ക്രമേണ മനസ്സിലായിത്തുടങ്ങി. ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം (Quantum Theory) അനുസരിച്ച് ഇലക്ട്രോണുകൾ ഒരു ഷെല്ലിൽ നിന്നു് മറെറാന്നിലേക്കു് ആരോഹണാവരോഹണക്രിയകൾ ചെയ്യുന്ന സമയത്തു് ഊർജ്ജം വിട്ടുകൊടുക്കുന്നതും, നേടിയെടുക്കുന്നതും സ്ഥിരമായ തോതിലായിരിക്കുമെന്നു് വെളിപ്പെട്ടു. റേഡിയേഷനെപ്പററി പഠിക്കുന്ന രംഗത്തു് 1901-ൽ മാക്സ് പ്ലാങ്ക് (Max Planck) അവതരിപ്പിച്ച ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം ആററത്തിൻെറ ഘടന മനസ്സിലാക്കുന്ന രംഗത്തു് പ്രയോഗിക്കുകയാണു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ചെയ്തതു്. ഊർജ്ജം റേഡിയേഷൻ വഴി പ്രവഹിക്കുന്നതു് തുടർച്ചയായിട്ടായിരിക്കുകയില്ലെന്നും, ഭാഗികമായിട്ടായിരിക്കുമെന്നുമാണു് ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം. റതർഫോഡിൻെറ പരീക്ഷണങ്ങൾ ആററങ്ങളുടെ നടുക്കു് ഒരു

ന്യൂക്ലിയസ്സ് ഉണ്ടെന്നും;അതിനു ചുറ്റും ഇലക്ട്രോണുകൾ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയാണെന്നും തെളിയിച്ചപ്പോൾ, നീൽസ്ബോർ (Neils Bohr) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഹൈഡ്രജൻ ആററത്തിനു ചുററും കറങ്ങുന്ന ഒററ ഇലക്ട്രോൺ സഞ്ചരിക്കുന്ന വലയങ്ങളെപ്പററി പഠനം നടത്തി. അദ്ദേഹം അഭിപ്രായപ്പെട്ടതനുസരിച്ച് ഒന്നിനു പുറമെ ഒന്നായി വ്യത്യസ്തങ്ങളായി നിൽക്കുന്ന നാലു വലയങ്ങളിൽ ഒന്നിൽ കൂടിയായിരിക്കും ഹൈഡ്രജൻെറ ഇലക്ട്രോൺ സഞ്ചരിക്കുന്നതു്. ഊർജ്ജം ലഭിക്കുമ്പോൾ ഒരു വലയത്തിൽ നിന്നു് എടുത്തുചാടി വെളിയിലുള്ള മറെറാന്നിലേയ്ക്കു് ഇലക്ട്രോൺ കടക്കുമൊന്നായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ വാദം. അന്നുവരെ ലഭിച്ചിരുന്ന പല അറിവുകളെയും ഈ വാദം ഒത്തിണക്കിയതിനാൽ അനേകം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഇതിനെ സ്വാഗതം ചെയ്തു. എന്നാൽ 1925-ൽ ഹൈസൻബർഗും 1926-ൽ ഷോഡിംജറും ഈ സിദ്ധാന്തത്തിനു് പുതിയ വ്യാഖ്യാനങ്ങൾ അവതരിപ്പിച്ചു. പഴയ പരീക്ഷണഫലങ്ങളെ തൃപ്തികരമായി ഉൾക്കൊള്ളുന്നതോടൊപ്പം പുതിയ ആശയങ്ങളെ പ്രകാശിപ്പിക്കുവാനും ഈ നിഗമനങ്ങൾക്കു കഴിഞ്ഞു. ഈ ചിന്തകളിൽ കൂടിയാണു് "അനിശ്ചിതത്വം'' എന്ന തത്വം പ്രകടമായതു്. ഇതിൻപ്രകാരം ഒരു ഇലക്ട്രോണിൻെറ സ്ഥാനവും ഗതിവേഗതയും ഒരേ സമയത്തു് നിർണ്ണയിക്കുവാൻ സാധ്യമല്ല എന്നാണു് പ്രമാണം. ഏതൊരു കണികയുടേയും സ്ഥാനം പൂർണ്ണമായി നിർദ്ദേശിക്കുവാൻ തുടങ്ങുമ്പോൾ അതിന്റെ ഗതിവേഗത നിർണ്ണയിക്കുന്നതിൽ അപൂർണ്ണത കടന്നുകൂടുന്നു എന്നാണു് സിദ്ധാന്തം. ഇതു് അംഗീകരിക്കേണ്ടതായി വന്നതോടെ ഒരേ സമയത്തു് കണികകളെപ്പററിയുള്ള എല്ലാ കാര്യങ്ങളും മനസ്സിലാക്കുവാനുള്ള ശ്രമവും ഊഹത്തിൻെറ

മണ്ഡലത്തിലേയ്ക്കു് മാറുക തന്നെ ചെയ്തു. എഡിംഗ്ടൺ എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ അഭിപ്രായത്തിൽ ഈ തത്വത്തിനു് ഐൻസ്റ്റീൻെറ ആപേക്ഷികസിദ്ധാന്തത്തോളം തന്നെ പ്രാധാന്യമുണ്ടു്. പുതിയ ക്വാണ്ടം സിദ്ധാന്തം ഊർജ്ജതന്ത്രത്തിലും രസതന്ത്രത്തിലും ഒരു പുതിയ വിപ്ലവം സൃഷ്ടിക്കുക തന്നെ ചെയ്തു. അന്നത്തെ ആശയങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ കണക്കിൽ കൂടിയുള്ള തെളിവുകൾ ഹൈസൻബർഗ്ഗും ടേ ബ്രോഗ്ലിയും (De-Broglie), ഷ്രോഡിംഗറും മററു പലരും മുന്നോട്ടുവച്ചു എങ്കിലും പുതിയ ആശയങ്ങളുടെ ഘോഷയാത്ര തുടർന്നുകൊണ്ടുതന്നെവന്നു. തോംസൺ ഇലക്ട്രോൺ ഡിഫ്രാക്ഷൻ കണ്ടുപിടിച്ചതും (1928–ൽ) സി. വി. രാമനും, സ്മെക്കലും കൂടി റേഡിയേഷൻ തരംഗങ്ങളെപ്പററിയുള്ള പുതിയ നിഗമനങ്ങളിൽ എത്തിച്ചേർന്നതും ശ്രദ്ധേയമാണു്. ന്യൂക്ലിയസ്സിൻെറ ചുററും സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന വലയങ്ങൾ ദീർഘവൃത്തങ്ങളാകാമെന്നും ഇതിനു മുൻപു തന്നെ തെളിഞ്ഞിരുന്നു. ഓരോ ഊർജ്ജനിലവാരത്തിലുമുള്ള തട്ടുകളിൽ എത്ര ദീർഘവൃത്തങ്ങളും, വൃത്തങ്ങളും ഉണ്ടെന്നുള്ള തിട്ടപ്പെടുത്തലുകൾ ഈ പുതിയ അറിവിൻെറ വെളിച്ചത്തിൽ താമസിയാതെ പൂർത്തിയായി. 1933–ൽ ന്യൂക്ലിയസ്സിനെപ്പററിയുള്ള വിശദവിവരങ്ങൾ ആൻഡേർസണും, ചാഡ്വിക്കും വെളിപ്പെടുത്തുവാൻ തുടങ്ങി ഇതിനെ തുടർന്നാണു് ആററത്തിനെ പിളർന്നു് അണുശക്തി ഉണ്ടാക്കുവാനുള്ള പരിശ്രമങ്ങൾ നടന്നതു്. ന്യൂക്ലിയസ്സിൽ പ്രോട്ടോണും, ന്യൂട്രോണും കൂടാതെ മീസോൺസ്, പോസിട്രോൺ തുടങ്ങിയ കണികകൾ ഉണ്ടു് എന്നു് ക്രമേണ തെളിഞ്ഞുവന്നു. ജപ്പാനിലെ പ്രസിദ്ധ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ യുശാവ വിഭാവന ചെയ്ത മീസോൺസും, ഇൻഡ്യൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഡി. എം.

ബോസ് പ്രവചിച്ചിരുന്ന ബോസോൺസും, പുതിയ അടിസ്ഥാന കണികകളെ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിലുള്ള ശ്രമത്തിൽ ശ്രദ്ധേയമായ പങ്കു വഹിച്ചിട്ടുണ്ട്. കോസ്മിക്ക് രശ്മികളെപ്പററിയുള്ള സമർത്ഥമായ പഠനത്തിൽ കൂടി പല പുതിയ കണികകളും ഉണ്ടെന്നു് തെളിഞ്ഞുകഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ഇതോടൊപ്പം വളരെ വേഗതയുള്ള കണികകൾ കൊണ്ടു് അറേറാമിക് ന്യൂക്ലിയസ്സ് തകർക്കുകയാണെങ്കിൽ അണുശക്തി ഉണ്ടാകുന്നതിനോടൊപ്പം പല പുതിയ കണികകൾ ഉണ്ടാകുമെന്നും തെളിഞ്ഞു. രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധം തുടങ്ങുന്നതിനു് അല്പം മുൻപു് ജർമ്മനിയിലെ പ്രസിദ്ധ രസതന്ത്രശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഓട്ടോഹാൻ യുറേനിയം ആററം ന്യൂട്രോൺസ് ഉപയോഗിച്ചു പിളർക്കുമ്പോൾ ഏകദേശം തുല്യഫലനമുള്ള രണ്ടാററങ്ങളായിത്തീരുമെന്നു തെളിയിച്ചതു് ഈ രംഗത്തെ ശ്രദ്ധേയമായ കണ്ടുപിടുത്തമായിരുന്നു. അതിനു മുൻപും ന്യൂക്ലിയസ്സുകളെ പൊട്ടിച്ചു് പുതിയ മൂലകങ്ങളെ ഉണ്ടാക്കുവാൻ 1919-ൽ റതർഫോർഡിനും, 1930 ന ശേഷം ഫെർമിക്കും കഴിഞ്ഞിരുന്നു എങ്കിലും അവയിലെല്ലാം ന്യൂക്ലിയസ്സിൻെറ വളരെ ചെറിയ ഒരു ഭാഗം മാത്രം പൊട്ടിച്ചുമാററുവാനേ സാധിച്ചിരുന്നുള്ളു, യുറേനിയം ന്യൂക്ലിയസ്സിനെ അതിവേഗതയുള്ള ന്യൂട്രോൺ ഉപയോഗിച്ചു് ഏതാണ്ടു് തുല്യഭാരമുള്ള രണ്ടു മൂലകങ്ങളായി പിളർക്കാമെന്നു് തെളിഞ്ഞപ്പോൾ അണുശക്തി പ്രായോഗികമായി ഉണ്ടാക്കുവാനുള്ള സാധ്യത തെളിഞ്ഞു. രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധത്തിൻെറ സാരഥ്യം വഹിച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന അമേരിക്കൻ പ്രസിഡൻറിനു ഐൻസ്റ്റീൻ അണുശക്തിയുല്പാദനത്തെപ്പററിയും അണുബോംബുകളെപ്പററിയും എഴുതിയതിന്റെ ഫലമായാണു് ഒരു സംഘം വിദഗ്ദ്ധന്മാരെ ഇതിലേക്കായി നിയോഗിച്ചതു്. യുറേ-

നിയം ഉപയോഗിച്ച് അണുബോംബുകൾ ഫെർമിയുടെ നേതൃത്വത്തിൽ ഇതിനെത്തുടർന്ന് ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെട്ടു. യുദ്ധം കഴിഞ്ഞതിനുശേഷം ഒരു വഴിക്കു കൂടി അണുശക്തി ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനും, മറെറാരു വഴിക്കു കൂടി വേഗത കൂടുതലുള്ള കണികകൾ ഉണ്ടാക്കി ന്യൂക്ലിയസ്സുകളെ പൊട്ടിക്കുന്നതിനും ഉള്ള ശ്രമങ്ങൾ നടന്നു. വളരെയധികം പണച്ചെലവുള്ള സിങ്ക്റോ സൈക്ലോട്രോൺ, സൈക്ലോട്രോൺ, ബീററാട്രോൺ, കോസ്മോട്രോൺ മുതലായ യന്ത്രോപകരണങ്ങൾ കണികകളുടെ വേഗത കൂട്ടുന്നതിന് ഉപയോഗിക്കേണ്ടതിനാൽ ഇതു സംബന്ധിച്ചുള്ള ഗവേഷണങ്ങൾ ഗവണ്മെൻറുകൾ ഏററെടുക്കേണ്ടതായി വന്നു. തൽഫലമായി പുതിയ മൂലകങ്ങളും, പുതിയ കണികകളും കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. പ്രകൃതിയിൽ നിന്നു് സംഭരിക്കാവുന്ന 92 മൂലകങ്ങളുടെ കൂടെ മനുഷ്യനിർമ്മിതങ്ങളായ പുതിയ മൂലകങ്ങൾ ഉണ്ടായിത്തുടങ്ങി. സീബർഗ്ഗ് എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് ഈ രംഗത്തു് ഏററവും കൂടുതൽ വിജയിച്ചതു്. മൂലകങ്ങളുടെ എണ്ണം നൂററിമൂന്നു് (103) ആയതിനോടൊപ്പം മൂലകങ്ങളുടെ ആററങ്ങളിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന അടിസ്ഥാനകണികകളുടെ എണ്ണവും കൂടുവാൻ തുടങ്ങി. സംഭവബഹുലമായ ഈ ആധുനികരംഗത്തെപ്പററി ഐൻസ്റ്റയിൻ പറഞ്ഞിരിക്കുന്നതിപ്രകാരമാണ്:-"Our experience hitherto justifies in believing that nature is the realisation of the simplest unconceivable mathematical ideas, I am convinced that we can discover by means of purely mathematical constructions the concepts and the law connecting them with each other, which furnish the key to the understanding of the natural phenomena"

അതുപോലെ രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധത്തിൻെറ നടുവിൽ ചിക്കാഗോ സർവ്വകലാശാലയിൽ അമേരിക്കൻ ഗവ

ണ്മെൻറിൻെറ ധനസഹായത്തോടുകൂടി യുറേനിയം ആററത്തെ വേഗതയുള്ള ന്യൂട്രോൺസ് ഉപയോഗിച്ചു് പൊട്ടിച്ചു് അതിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന പുതിയ ന്യൂട്രോണു കളെ പുതിയ യുറാനിയം ആററങ്ങളുമായി സംഘർഷിച്ചു് (bombard) ചെയിൻ റിയാക്ഷൻ നടത്താമെന്ന തത്വം പരീക്ഷണത്തിൽ കൂടി തെളിയിക്കുന്നതിനു് ഫെർമി നട ത്തിയ പരിശ്രമങ്ങൾ വിജയിക്കുന്ന ഘട്ടത്തിൽ അദ്ദേഹം കുറിച്ചതിപ്രകാരമാണു്:— "ഭാവിയിലെ മാനവസമുദായ ത്തിൻെറ ജീവിതം ശോഭനമാക്കുവാനുള്ള ശക്തി ജനി ച്ചതിവിടെയാണു്." ഇതിനെ തുടന്നു് യുദ്ധം നിർത്തുന്ന തിനു് അണുബോംബു് പ്രയോഗിച്ചു എന്നു വരികിലും ക്രമേണ വൻതോതിൽ അണുശക്തി സാധാരണ ആവ ശ്യങ്ങൾക്കുവേണ്ടി ഉപയോഗിക്കുന്നതിനുള്ള ന്യൂക്ലിയർ റിയാക്ടേർസ് പ്രയോഗത്തിൽ വന്നു. 1954-ൽ റഷ്യ യിൽ ആദ്യമായി ഒരു ന്യൂക്ലിയർ പവർ സ്റ്റേഷൻ ഉണ്ടാ യതോടുകൂടി ഇംഗ്ലണ്ടിലും, ക്യാനഡായിലും, ഇന്ത്യയിലും അണുശക്തി വൻതോതിൽ ഉപയോഗിക്കുവാനുള്ള സജ്ജീ കരണങ്ങൾ ഉണ്ടായി. ഇതോടൊപ്പം ഘനമുള്ള ന്യൂക്ലി യസ്സുകളെ പിളന്നു് അണുശക്തി ഉണ്ടാക്കുന്നതുപോലെ വളരെ ഘനം കുറഞ്ഞ ന്യൂക്ലിയസ്സുകളെ ഒന്നിച്ചുചേത്തു് കൂടുതൽ ഘനമുള്ള ന്യൂക്ലിയസ്സ് ഉണ്ടാക്കി ഉന്നത ഊഷ്മാ വുകൾ ഉണ്ടാക്കുവാനുള്ള പരിശ്രമവും നടന്നുവരുന്നുണ്ടു്.

മേൽ പറഞ്ഞ പ്രകാരം ഇലക്ട്രോണുകളേയും, ന്യൂട്രോ ണുകളേയും പ്രോട്ടോണുകളേയും ഒക്കെ കൈകാര്യം ചെയ്യു വാനുള്ള പ്രവൃത്തിമാർഗ്ഗങ്ങൾ തെളിഞ്ഞുവന്നപ്പോൾ മററു പല കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളും ഇതോടൊപ്പം മററു രംഗങ്ങളിൽ ഉണ്ടായി. ട്രാൻസിസ്റ്ററും മേസറും (Maser) ലേയ്സറും (Laser) കംപ്യൂട്ടറും, അറേറാമിക് ക്ലോക്കും എല്ലാം ഉദാ

ഹരണങ്ങളാണ്. ഇപ്രകാരം ഇലക്ട്രോണിക് വിഭാഗം വളൎന്നതിനോടൊപ്പം ഊൎജ്ജതന്ത്രത്തിന്റെ മറ്റു വിഭാഗങ്ങളും ശ്രദ്ധേയമായി വികസിച്ചു. കാന്തശക്തിയെപ്പററിയുള്ള പഠനങ്ങളിൽ കൂടി പാരാമാഗ്നററിസം (Para Magnetism) ഡയാ മാഗ്നററിസം (Dia Magnetism) ന്യൂക്ലിയർ മാഗ്നററിസം (Nuclear Magnetism) മുതലായ സ്ഥിതിവിശേഷങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചതു് ഇതിനു് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. റേഡിയോ ഇലക്ട്രിസിററിയും. ഹൈഫ്രീക്വൻസി റേഡിയേഷൻസും, റഡാറും, റേഡിയോ സ്പെക്ട്രോസ്കോപ്പിയും സമൎത്ഥങ്ങളായ നേട്ടങ്ങളാണ്. ഇവയിൽ കൂടിയെല്ലാം ഊൎജ്ജതന്ത്രത്തിന്റെ പരിപൂൎണ്ണമായ വികസനമാണു് നാം ദർശിക്കുന്നതു്.

ഇരുപതാം നൂററാണ്ടിലെ രസതന്ത്രത്തിന്റെ വളൎച്ചയും, ഊൎജ്ജതന്ത്രത്തിന്റെ വളർച്ചയുടെ താളത്തിനൊപ്പിച്ചാണു് നടന്നിരിക്കുന്നതു്. പത്തൊൻപതാം നൂററാണ്ടിലെ പരിശ്രമഫലമായി വിവിധ മൂലകങ്ങളെ അണുഭാരക്രമമനുസരിച്ചു് അടുക്കി ഉണ്ടാക്കിയ പീരിയോഡിക് ടേബിളിൽ കണ്ടുപിടിക്കാതിരുന്ന മൂലകങ്ങളെ എല്ലാം ഒന്നൊന്നായി കണ്ടുപിടിച്ചു് തൊണ്ണൂററി രണ്ടാമത്തെ മൂലകമായ യുറേനിയത്തിനപ്പുറം പതിനൊന്നു് പുതിയ മൂലകങ്ങളെ (Trans-uranic elements) നിർമ്മിക്കുവാനുള്ള പദ്ധതികൾ തെളിഞ്ഞതു് മുൻപു് പ്രസ്താവിച്ചുവല്ലോ. അതുപോലെ തന്നെ പല മൂലകങ്ങൾക്കും ഒന്നിൽ കൂടുതൽ ഐസോ ടോപ്പുകൾ ഉണ്ടെന്നു തെളിഞ്ഞു. അവയെ വേർതിരിച്ചു് മാററിയെടുക്കുന്നതിനുള്ള പ്രായോഗിക പരിജ്ഞാനവും ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ നേടി. സംയുക്തങ്ങളിൽ

മൂലകങ്ങൾ ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്ന രീതികൾക്കു ഇലക്ട്രോണിക് അടിസ്ഥാനത്തിലുള്ള സമർത്ഥങ്ങളായ വ്യാഖ്യാനങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കാൻ കഴിഞ്ഞതും മറെറാരു വലിയ നേട്ടമാണു്. ആസിഡുകളെപ്പററിയും, ബേസുകളെപ്പററിയും, ലായിനികളെപ്പററിയും പുതിയ നിഗമനങ്ങളിൽ എത്തിച്ചേർന്നതും ഇതിനെ തുടർന്നുണ്ടായ സംഭവങ്ങളാണു്. രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെപ്പററി പഠിക്കുന്നതിനും തന്മാത്രകളുടെ രാസസംഘടന മനസ്സിലാക്കുന്നതിനും പുതിയ ഉപകരണങ്ങൾ ഉണ്ടായതും, പ്രചാരത്തിൽ വന്നതും ഈ നൂററാണ്ടിലാണു്. അൾട്രാമൈക്രോസ്കോപ്പ്, പൊളാറോഗ്രാഫ്, സ്പെക്ട്രോഫോട്ടോമീററർ, മാസ്സ് സ്പെക്ട്രോമീററർ മുതലായവയെല്ലാം ഉദാഹരണങ്ങളായി കാണാം. താത്വികമായി ഉള്ള പുതിയ അറിവും, പുതിയ ഉപകരണങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചപ്പോൾ പ്രായോഗികമായി കിട്ടിയ അറിവും സമ്മേളിച്ച് വികസിച്ച ഒരു രംഗമാണു് ഓർഗാനിക് കെമിസ്ട്രി (Organic chemistry) പ്രകൃതിയിൽ കണ്ടുവരുന്നതായ സസ്യങ്ങളിൽ നിന്നും മൃഗങ്ങളിൽ നിന്നും ലഭിക്കുന്ന സാധനങ്ങളെ സൂക്ഷ്മമമായി പരിശോധിച്ചപ്പോൾ അവയെ എണ്ണകളും, കൊഴുപ്പുകളും (Fats&Oils) കാർബോഹൈഡ്രേറ്റ്സ് (Carbo hydrates) പ്രോട്ടീൻസ് (Proteins) ടർപ്പീൻസ്, ആൽക്കലോയിഡ്സ് (Alkaloids) ആൻതോസൈനൻസ് (Anthocyanins) പ്യൂരിൻസ് (Purines) കരോട്ടിനോയിഡ്സ് (Carotinoids) സ്റ്റീറോയിഡ്സ് മുതലായി പല ഗ്രൂപ്പുകളിലായി തരം തിരിക്കാമെന്നു് തെളിഞ്ഞു. ഇവയിൽ ഓരോ ഗ്രൂപ്പിൻേറയും പ്രത്യേകതകളും, അവയുടെ ആന്തരികമായ ഘടനാവിശേഷവും, അവയെ കൃത്രിമമായി ലാബ്രട്ടറിയിൽ ഉണ്ടാക്കുന്നതിനുള്ള പദ്ധതികളും സമർത്ഥന്മാരായ രസതന്ത്രശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കണ്ടുപിടിച്ചു.

പ്രകൃതിയുടെ പ്രവൎത്തനങ്ങളിൽ പലതും ശാസ്ത്രകാരനു് ഈ വഴിക്കു് തുറന്നുകാണുവാൻ കഴിഞ്ഞു. സസ്യങ്ങൾക്കു് പച്ച നിറം കൊടുക്കുന്ന ക്ലോറോഫിൽ, രക്തത്തിൽ, അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ഹീമോഗ്ലോബിൻ, പാൻക്രിയാസിൽ നിന്നു് വേർപെടുത്തിയെടുത്ത ഇൻസുലീൻ, മൃഗങ്ങളുടെ തലച്ചോറിൽ നിന്നു് വേർതിരിച്ച കോളോസ്റ്റെറോൾ. സിങ്കോണച്ചെടിയിൽ നിന്നു് ലഭിച്ചുവന്ന ക്വിനിൻ, സർപ്പഗന്ധിച്ചെടിയിൽ നിന്നു് ശേഖരിച്ച റിസർപ്പിൻ. മുതലായി ആന്തരിക ഘടനയിൽ വളരെയധികം ദുർഘടതയുള്ള പല തന്മാത്രകളേയും കൃത്രിമമായി നിർമ്മിച്ച ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാൎക്കു് നോബൽസമ്മാനം കൊടുത്തു് ബഹുമാനിച്ചതും ഈ രംഗത്തുണ്ടായ വലിയ നേട്ടമാണു്. ഈ നൂററാണ്ടിൻെറ ആദ്യകാലത്തു് ചായങ്ങളുടെ രംഗത്താണു് ഈ വളർച്ച ആദ്യമായി ഉണ്ടായതു്. പ്രകൃതിയിൽ നിന്നു് ലഭിച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന ചായങ്ങളെ കൃത്രിമമായി ഉണ്ടാക്കാൻ കഴിഞ്ഞപ്പോൾ പുതിയ കൃത്രിമ ചായങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചു് പുതിയ നിറങ്ങൾ തുണികൾക്കും മററു സാധനങ്ങൾക്കും കൊടുക്കുവാനുള്ള സാധ്യത രസതന്ത്രജ്ഞൻ തെളിയിച്ചു. വൈവിധ്യമുള്ള ഏകദേശം 5500 നിറങ്ങൾ കൊടുക്കുവാനുള്ള ചായങ്ങൾ ഇന്നു് ശാസ്ത്രലോകത്തു് തയ്യാറായിരിക്കുന്നു എന്നതിനു പുറമെ നാം ആഗ്രഹിക്കുന്ന നിറത്തിൻെറ ഏതു പ്രത്യേക „ഷെയ്ഡ്" (shade) വേണമെങ്കിലും ഇന്നു് മനുഷ്യൻെറ നിയന്ത്രണത്തിനു് അധീനമായിരിക്കുന്നു. ഇപ്രകാരം ഉണ്ടാക്കിയ നൂതന ചായങ്ങളിൽ ചിലതു് ഔഷധപ്രാധാന്യമുള്ളതാണെന്നു കണ്ടപ്പോൾ നിറങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്ന വ്യവസായം കൂടുതൽ വികസിച്ചു. ഇതിനോടൊപ്പം ഔഷധപ്രാധാന്യമുള്ള അനേകം സംയുക്തങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെടുകയും അനേകം രോഗങ്ങൾ

നിയന്ത്രണത്തിനധീനപ്പെട്ടുകയും ചെയ്തു. ആസ്പിരിൻ തൊട്ട് പെൻസിലിനെപ്പോലെയുള്ള ആൻറിബയോട്ടിക്സ് വരെ ഇതിനുദാഹരണങ്ങളാണ്. പോൾ എർളിച്ച് (Paul Ehrlich) എന്ന ജർമ്മൻ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ 1909 ൽ സാൽവർസൺ (Salvarsan) എന്നും, 1912-ൽ നിയോസാൽവർസൺ എന്നും രണ്ടു് ആഴ്സെനിക് സംയുക്തങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചപ്പോഴാണ് രംഗം സജീവമായതു്. തുടന്നു് ബേയർ-205, ട്രൈപ്പർ സൈമൈഡ്, എന്നീ രണ്ടു മരുന്നുകൾ ട്രൈപ്പനോ സോമയാസിസ് (Trypano somiasis) എന്ന സുഖക്കേടിനു് പ്രതിവിധിയായും, കാർബർസോൺ (Carbarzone) എന്ന ആഴ്സെനിക് സംയുക്തം അമീബിക് ഡിസെൻട്രിക്കു് പ്രതിവിധിയായും കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. 1930-നോടടുത്തു് ഡോമാഗ് (Domagk) എന്ന ജർമ്മൻ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ പ്രോൺടോസിൽ കണ്ടുപിടിച്ചു. ഇതിനെ തുടന്നു് സൽഫനോമൈഡ്, സൽഫർമയോസോൾ, സൽഫാഡയാസിൻ, മുതലായ മരുന്നുകൾ പ്രചാരത്തിൽ വന്നു. മലേറിയയ്ക്കു് പ്രതിവിധിയായുള്ള മരുന്നുകളും പുതിയതായി കണ്ടുപിടിച്ചു. എന്നാൽ ഏററവും ശ്രദ്ധേയമായ സംഭവവികാസം അലക്സാണ്ടർ ഫ്ളെമിംഗ് 1928-ൽ പെൻസിലിൻ കണ്ടുപിടിച്ചതിനെ തുടന്നുണ്ടായ സ്ട്രെപ്റേറാമൈസിൻ, ടെറാമൈസിൻ തുടങ്ങിയ ആൻറിബയോട്ടിക്കുകളുടെ കണ്ടുപിടുത്തവും 1930 ൽ ബ്യൂട്ടെനൻറ് കണ്ടുപിടിച്ച ഒരു ഹോർമോണിനെ തുടന്നുള്ള അനേകം ഹോർമോണുകളുടെ കണ്ടുപിടുത്തവും ആണ്. ഇവയെല്ലാം വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിൽ പ്രയോഗിക്കുവാൻ തുടങ്ങിയപ്പോൾ ഇവയുടെ നിർമ്മാണത്തിനുവേണ്ടിയുള്ള വൻകിട വ്യവസായങ്ങൾ ഉണ്ടാവുകയും, മനുഷ്യജീവിതത്തിൻെറ ദൈർഘ്യം പല രാജ്യങ്ങളിലും വളരെ കൂട്ടുകയും ചെയ്തു.

രസതന്ത്രശാസ്ത്രത്തിൻെറ ഓർഗാനിക് വിഭാഗത്തിൽ ഉണ്ടായ മറെറാരു വികസനമാണ് പ്ലാസ്റ്റിക്സും, പോളിമേർസും കണ്ടുപിടിച്ചതു്. ബേക്ലൻറു് (Backeland) 1920 ൽ ഫീനോളും, ഫോർമാൽ ഡിഹൈഡും ഉപയോഗിച്ചു് ആദ്യത്തെ പ്ലാസ്റ്റിക് കണ്ടുപിടിച്ചതും കാരത്തേർസ് (Carothers) ഹെക്സാമിത്തിലിൻ ഡൈ അമീനും അഡിപ്പിക് ആസിഡും ഉപയോഗിച്ചു് നൈലോൺ എന്ന കൃത്രിമ നാരു് കണ്ടുപിടിച്ചതും പുതിയ പന്ഥാക്കൾ വെട്ടിത്തുറക്കുക തന്നെ ചെയ്തു. ഇതിനെ തുടന്നു് കൃത്രിമമായി നിർമ്മിക്കാവുന്ന അനേകം നാരുകളും, പ്ലാസ്റ്റിക്കുകളും, പ്രചാരത്തിൽ വന്നു. ഇങ്ങനെ മനുഷ്യജീവിതത്തെ കൂടുതൽ സുഖകരമാക്കുന്നതിനും, അതിൻെറ ദൈർഘ്യം വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നതിനും ഉള്ള ഉപാധികൾ കൂടുതൽ ഉണ്ടായപ്പോൾ ജനസംഖ്യ ലോകത്തു് അത്ഭുതപൂർവമാംവണ്ണം വദ്ധിച്ചതിൽ അൽഭുതമില്ലല്ലോ. ആവശ്യമുള്ള ഭക്ഷണസാധനങ്ങൾ കൂടുതൽ ഉണ്ടാക്കുന്നതിനും രസതന്ത്രം വളരെ സഹായിച്ചു. 1912-ൽ ഹേബർ എന്ന ജർമ്മൻ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ കൃത്രിമമായി വായുവിലെ നൈട്രജനെ ഹൈഡ്രജനുമായി സംയോജിപ്പിച്ചു് അമോണിയ ഉണ്ടാക്കാമെന്നു് തെളിയിച്ചപ്പോൾ കൃത്രിമ വളങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുവാനുള്ള സാദ്ധ്യത വളരെ വദ്ധിച്ചു. ആഹാരസാധനങ്ങൾ കൂടുതൽ ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാനുള്ള വഴികൾ തെളിഞ്ഞപ്പോൾ സമീകൃത ആഹാരത്തെപ്പററിയും, ആഹാരത്തിൽ ആവശ്യമുള്ള മിനരൽസിനെപ്പററിയും, ആഹാരത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന വിററമിൻസിനെപ്പററിയും നൂതനമായ അറിവുണ്ടായി. ഒന്നിനു പുറകെ ഒന്നായി A, B, C, D, E, K എന്നീ പല വിററാമിനുകളും, കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടുകയും, അവയെ വൻതോതിൽ

കൃത്രിമമായി ഉണ്ടാക്കുന്നതിനുള്ള പദ്ധതികൾ തെളിഞ്ഞു വരുകയും ചെയ്തു. രസതന്ത്രശാസ്ത്രത്തിന്റെ ഒരു വിഭാഗമായ ബയോകെമിസ്ട്രി പെട്ടെന്നു വളന്ന് ശ്രദ്ധേയമായ ഒരു വിഭാഗമായിത്തീന്നു. ഇതോടൊപ്പം രസതന്ത്രത്തിന്റെ പല വിഭാഗങ്ങളും വളന്നുവന്നു് നൂതന ശാഖകളായി തിരിയുകയാണുണ്ടായതു്.

ഊജ്ജതന്ത്രവും, രസതന്ത്രവും വളരുന്നതിനു് പുതിയ പരീക്ഷണങ്ങളും പുതിയ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളും വലിയ പങ്കു് വഹിച്ചിട്ടുണ്ടെങ്കിലും. യഥാത്ഥത്തിൽ കണക്കിന്റെ സഹായത്താലാണു് ഇവ മുന്നോട്ടു നീങ്ങിയതു്. ഊർജ്ജതന്ത്രവും രസതന്ത്രവും നിവത്തിക്കാണിച്ച ഭൗതിക യാഥാത്ഥ്യങ്ങളെ കണക്കു് കൈകാര്യം ചെയ്തപ്പോൾ ആ യാഥാത്ഥ്യങ്ങളിൽ കൂടി പുതിയ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങൾക്കു് വഴിതെളിഞ്ഞതിനോടൊപ്പം കണക്കിൽ തന്നെ പല ഉൾപ്പിരിവുകളും ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്തു. (1) The theory of numbers. (2) Algebrate Topology. (3) Differential geometry. (4) Algebrate Geometry. (5) Probability theory. (6) Statitical mechanics എന്നിവയെല്ലാം ഉദാഹരണങ്ങളാണു്. ഇതുപോലെ തന്നെ വളരെപ്പെട്ടെന്നു വളന്നുവന്നു ഒരു പുതിയ രംഗമാണു് സൈബർനെററിക്സ് (cy bernetics) ഇതിനെ 1948 ൽ വിശദീകരിച്ചിരിക്കുന്നതു തന്നെ "Control and communication in the animal & the machines" എന്നാണു്. സ്വയം കണക്കു കൂട്ടുന്ന കംപ്യൂട്ടറുകളും, നിർദ്ദിഷ്ടമായ ജോലി ചെയ്യുന്ന റോബട്ട (Robot) കളും ഉണ്ടായതും ഈ വിഭാഗം വളന്നതോടുകൂടിയാണു്.

ജന്തുലോകത്തു് ബുദ്ധി പ്രവത്തിക്കുന്ന രീതിയെ മനസ്സിലാക്കിയതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ മനുഷ്യബുദ്ധിക്കു്

ചെയ്യാവുന്ന പല ജോലികളും ചെയ്യുന്ന യാന്ത്രികമനുഷ്യനും, കംപ്യൂട്ടറുകളും, ആധുനികശാസ്ത്രത്തിനു് പ്രചാരത്തിൽ കൊണ്ടുവരുവാൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ടു്.

ഭൂഗർഭശാസ്ത്രത്തിലും, ധാതുക്കളെപ്പററിയുള്ള പഠനത്തിലും ഈ നൂററാണ്ടിൽ വൻപിച്ച പുരോഗതിയുണ്ടായിട്ടുണ്ടു്. പത്തൊൻപതാം നൂററാണ്ടിനെ അപേക്ഷിച്ചു് അനേകം പുതിയ ഉപകരണങ്ങൾ ഉണ്ടായിവന്നതുകൊണ്ടു് പുതിയ അറിവു് സമ്പാദിക്കുവാൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ടു്. കഴിഞ്ഞ നൂററാണ്ടിൽ പൊതുവായി യൂറോപ്പിനെപ്പററിയും വടക്കെ അമേരിക്കയെപ്പററിയും ഉള്ള അറിവാണു് ലഭിച്ചിരുന്നതെങ്കിൽ ഈ നൂററാണ്ടിൽ ലോകത്തുള്ള വളരെയധികം ഭാഗത്തെപ്പററിയുള്ള അറിവു കിട്ടിയിട്ടുണ്ടു്. ഭൂമിയുടെ ഉൾഭാഗത്തെ സ്ഥിതിഗതികളെപ്പററിയാണെങ്കിൽ ഏകദേശം അഞ്ചു മൈൽ ഉള്ളിലേയ്ക്കു തുളച്ചുനോക്കുവാൻ ഈ അടുത്ത കാലത്തു് സാധിച്ചിട്ടുണ്ടു്. വിമാനങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള സർവേകളും, റേഡിയോ ആക്റ്റീവു് മൂലകങ്ങൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന പാറകളുടേയും, ഫോസിലുകളുടേയും സർവ്വേകളും പ്രചാരത്തിൽ വന്നതോടെ ഈ ശാസ്ത്രരംഗം അതിപ്രധാനമായ ഒന്നായിത്തീർന്നു. ഭൂമിയുടെ ഭൂതകാലത്തെപ്പററിയുള്ള അറിവു് വളരെ സൂക്ഷ്മമായി ഗ്രഹിക്കുവാൻ സാധ്യമായി. ഭിന്നിച്ചുകിടന്ന ഭൂവിഭാഗങ്ങൾ കാലക്രമത്തിൽ വിട്ടുമാറി പുതിയ ഉപഭൂഖണ്ഡങ്ങളായി രൂപാന്തരപ്പെട്ടുവന്നതാണെന്നുള്ളതിനു് പല തെളിവുകളും കണ്ടെത്തിയിരിക്കുന്നു. ഇതിനെ തുടൎന്നു സമുദ്രത്തിൻെറ അടിഭാഗത്തെപ്പററിയുള്ള സർവേകളും, ധാതുക്കളും, ഖനിയെണ്ണകളും പുതുതായി കണ്ടുപിടിക്കുവാനുള്ള ശ്രമങ്ങളും വദ്ധിച്ചുവന്നു. 1949-ൽ ലിബി എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ റേഡിയോ കാർബൺ ഉപയോഗിച്ചു് ഭൂമിയുടെ

പമ ഭാഗങ്ങളുടേയും, ഭൂതകാലത്തെപ്പററിയുള്ള അറിവ് കണ്ടുപിടിക്കാനുള്ള വഴി തെളിയിച്ചു. കോസ്മിക്ക് രശ്മികൾ അന്തരീക്ഷവായുവിലുള്ള നൈട്രജനുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച് കാർബൺ — 14 എന്ന ഐസോട്ടോപ്പ് ഉണ്ടാകുന്നു എന്നും അത് ഓക്സിജനുമായി ചേരുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന കാർബൺഡയോക്സൈഡ് സസ്യങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ഭൂമിയിൽ കൊണ്ടുവരികയും ചെയ്യുന്നു എന്നും തെളിഞ്ഞു. ആയതിനാൽ കാർബൺ — 14, അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ഫോസ്സിലുകളെ പരിശോധിച്ച് അതിന്റെ വയസ്സ് നിർണ്ണയിച്ച് ആ ഭൂവിഭാഗത്തിൻെറ വയസ്സ് കണ്ടുപിടിക്കാം. ഇതുപോലെ അന്യശാസ്ത്രവിഭാഗങ്ങളുമായി ഒന്നിച്ചു പ്രവർത്തിച്ച് ഭൂഗർഭശാസ്ത്രം വളരെ വികസിച്ചു.

മററു വിഭാഗങ്ങളോടൊപ്പം ബയോളജിയിലും അഭൂതപൂർവമായ പുരോഗമനം ഉണ്ടായിട്ടുണ്ട്. ചെടികളേയും മൃഗങ്ങളേയും തരംതിരിച്ച് വർഗ്ഗങ്ങളാക്കി മാററിയതിനുശേഷം ഇവയെല്ലാം പരിണാമത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഏകീകരിക്കാമെന്നുള്ള തത്വപ്രധാനമായ ബോധം ഉണ്ടായതിനെ തുടന്ന് നൂതന ഉപകരണങ്ങളുപയോഗിച്ച് ജീവനെപ്പററിയും, പുതിയ അറിവുകൾ ഈ നൂററാണ്ടിലുണ്ടായി, ഫെയ്സ് മൈക്രോസ്കോപ്പും, ഇലക്ട്രോൺമൈക്രോസ്കോപ്പും റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകളുമാണ്, ഇതിന് ഏററവും സഹായമായിത്തീന്നത്. ഊർജ്ജതന്ത്രത്തിലും രസതന്ത്രത്തിലും ആററത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനഘടനയെപ്പറ്റി കൂടുതൽ വിവരങ്ങൾ ലഭിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നപ്പോൾ സസ്യമൃഗാദികളുടെ അടിസ്ഥാനഘടകമായ സെല്ലിനകത്തെ ഘടകങ്ങളെപ്പറ്റിയും പ്രവത്തനങ്ങളെപ്പെറ്റിയും നൂതന അറിവു ലഭിച്ചുവന്നു. സെല്ലിലെ ന്യൂക്ലിയസ്സിനെപ്പറ്റിയും സൈറ്റോപ്ലാസത്തെപ്പററിയും ക്രോമോസോംസിനെപ്പററിയും ജീൻ

സിനെപ്പററിയും സെല്ലിൽ പ്രവത്തിക്കുന്ന എൻസൈമുക ളെപ്പററിയും വളരെയധികം വിവരങ്ങൾ ഇന്നു ലഭിച്ചുക ഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. ന്യൂക്ലിയസ്സിലുള്ള ന്യൂക്ലിയോപ്രോട്ടീൻസ് ന്യൂക്ലിക് ആസിഡും പ്രോട്ടീനും ചേൎന്നുണ്ടായിട്ടുള്ളതാ ണെന്നു് കഴിഞ്ഞ നൂററാണ്ടിൽ മനസ്സിലായതിനെ തുടൎന്നു് ന്യൂക്ലിക് ആസിഡിനെപ്പററി പുതിയ അറിവു് ഈ നൂററാ ണ്ടിലാണു് കിട്ടിയതു്. അവയിൽ കണ്ടുവരുന്ന റിബോ ന്യൂക്ലേയിക് ആസിഡു് (R. N. A.) ഡിയോക്സി റിബോ ന്യൂക്ലേയിക് ആസിഡു് (D. N. A.) എന്നിവയുടെ ആന്തരിക ഘടന മനസ്സിലായിക്കഴിഞ്ഞപ്പോൾ അവയെ കൃത്രിമമായി ഉണ്ടാക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞു. ക്രോമസോംസിൽ കണ്ടുവരുന്നതു് D. N. A. ആണെന്നും, R. N. A. ന്യൂക്ലിയസ്സിലും സൈറ്റോ പ്ലാസത്തിലും കാണുമെന്നും തെളിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. 1962–ലെ നോബൽസമ്മാനം വാങ്ങിയ വാട്സണും, ക്രിക്കും (Watson & Crick) D. N. A. യുടേയും R .N. A. യുടേയും ഘടനയുടെ പൂൎണ്ണ രൂപം വെളിപ്പെടുത്തിയതു് ഒരു വലിയ വിജയ മാണു്. ഇതുപോലെ തന്നെ സെല്ലുകളിൽ പ്രവത്തിക്കുന്ന എൻസൈമുകളേയും, വേർതിരിച്ചെടുത്തു് അവയുടെ ക്രിസ്റ്റ ലുകൾ ശുദ്ധി ചെയ്തെടുത്തതിനു് നോബർ സമ്മാനത്തിനു പലരും അർഹരായിട്ടുണ്ടു്. നാളിതുവരെ എൺപതിൽ കൂടുതൽ എൻസൈമുകളുടെ ക്രിസ്റ്റൽ രൂപം കണ്ടുപിടി ക്കാൻ കഴിഞ്ഞതും പ്രസ്താവ്യമാണു്. ഇതിനോടൊപ്പം സെല്ലിൽ നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന പല പ്രവത്തനങ്ങളുടെ രീതികളും മനസ്സിലായിക്കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്. സെല്ലുകൾ മുറി യുന്ന അവസ്ഥയിൽ നടക്കുന്ന വ്യതിയാനങ്ങളെപ്പററിയും വളരെ കൂടുതൽ അറിവു് ഇന്നു ലഭിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ആ സമ യത്തു് X-ray യുടെ പ്രയോഗം കൊണ്ടു് സെല്ലുകളുടെ ഘട നയിൽ മാററം വരുത്താമെന്നു് കണ്ടുപിടിച്ചതിനെ തുടർ

ന്നാണ് ക്യാൻസറിൻെറ ചികിൽസക്കായി X-ray ഉപ യോഗിക്കുവാൻ തുടങ്ങിയതു്. ഇതിനെ തുടന്നു് വിത്തുക ളിൽ X-ray പ്രയോഗിച്ചു് പുതിയ ഇനം ചെടികളുണ്ടാ ക്കുന്ന പദ്ധതിയും പ്രായോഗികമായി. സെല്ലിനെപ്പററി യുള്ള പലവിധ അറിവുകളും പുരോഗമച്ചതിനോടൊപ്പം തന്നെ ബാക്ടീരിയയെയും, വൈറസ്സുകളെയും പററിയുള്ള അറിവു വർദ്ധിച്ചുവന്നു. രൂപത്തിൽ വ്യത്യാസമുള്ള പല ബാക്ടീരിയ ഉണ്ടെന്നും അവയെ പ്രത്യേകമായി വളത്തി യെടുക്കാമെന്നും, ചില സുഖക്കേടുകൾക്കു് ഹേതുക്കൾ അവ യാണെന്നും, പുളിപ്പുപോലെയുള്ള ചില പ്രവത്തനങ്ങൾ നടത്തുന്നതു് അവയാണെന്നും പത്തൊൻപതാം നൂററാ ണ്ടിൻെറ ഒടുവിൽ അറിയാമായിരുന്നു. എന്നാൽ വില്ലൻ ചുമ, ടൈഫസ്, സിഫിലിസ്സ്, മുതലായ രോഗങ്ങളുടെ കാരണഹേതുക്കളായ ബാക്ടീരിയായെ പ്രത്യേകം പ്രത്യേ കമായി തിരിച്ചറിഞ്ഞതു് ഈ നൂററാണ്ടിലാണു്. വായു വിലും, വെള്ളത്തിലും, മണ്ണിലുമുള്ള ബാക്ടീരിയായെപ്പറ്റി ഈ നൂററാണ്ടിൽ പ്രത്യേക പഠനങ്ങൾ നടന്നിട്ടുണ്ടു്. വാക്സ്മാൻ, 1944-ൽ സ്റ്റ്രെപ്റേറാമൈസിൻ കണ്ടുപി ടിച്ചതു് മണ്ണിലെ ബാക്ടീരിയായെപ്പററി പഠിച്ചുകൊണ്ടിരു ന്നപ്പോഴാണു്. അനേകം പുതിയ തരം ബാക്ടീരിയാകളെ കണ്ടുപിടിച്ചപ്പോൾ അവയെ തരംതിരിച്ചു്, അവയുടെ ബാഹ്യരൂപങ്ങളും, അവയെ വളർത്തിയെടുക്കാനുള്ള വഴി കളും, അവയുടെ പ്രവത്തനരീതികളും പ്രത്യേകമായി പഠിച്ചു് നൂതനമായ അറിവു് സമ്പാദിച്ചു. ഇതിനെ തുടന്നു് ബാക്ടീരിയായുടെ പ്രവത്തനങ്ങൾ കൊണ്ടു് നടത്താ വുന്ന വ്യവസായങ്ങൾ ഉണ്ടാവുകയും പൊതുജനാരോഗ്യ ത്തിൽ ശ്രദ്ധിക്കേണ്ട അനേകം കാര്യങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കു കയും ചെയ്തു. മൈക്രോബയോളജി എന്ന പുതിയ ശാസ്ത്ര വിഭാഗംതന്നെയുണ്ടായതു് ഈ പഠനത്തിൽ ശ്രദ്ധ കേന്ദ്രീ

കരിച്ചതുകൊണ്ടാണ്. പല നോബൽ സമ്മാനങ്ങളും ഈ രംഗത്തു് പ്രവർത്തിച്ചവർക്ക് ലഭിച്ചിട്ടുണ്ടെന്നുള്ളതും പ്രസ്താവ്യമത്രെ.

ഇതുപോലെ പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്ന മറെറാരു രംഗമാണു് വൈറസ്സുകളെപ്പററിയുള്ള പഠനം. 19-ാം ശതാബ്ദിൽ പാസ്റ്റർ ചൊറിയെപ്പററി പഠിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നപ്പോൾ തന്നെ ബാക്ടീരിയാകളേക്കാൾ ചെറുതായ അണുജീവികളുണ്ടെന്നു സംശയിച്ചിരുന്നു. 1935-ൽ സ്റ്റാൻലി ക്രിസ്റ്റൽ രൂപത്തിൽ അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായ ടൊബാക്കോമൊസായിക് വൈറസ്സുകളെ കണ്ടുപിടിച്ചപ്പോൾ ഒരു വലിയ നേട്ടമുണ്ടായി. ഇതിനെ തുടർന്നാണു് പോളിയോമൈലൈററിസ്. (Polio Myelitis), എല്ലോ ഫീവർ (Yellow feaver), മുതലായ ചില രോഗങ്ങൾക്കു് കാരണം ഓരോന്നും പരത്തുന്ന പ്രത്യേക തരം വൈറസ്സുകളാണെന്നു് തെളിഞ്ഞതു്. ചില വൈറസ്സുകൾ ക്രിസ്റ്റൽ രൂപത്തിൽ വെളിപ്പെട്ടപ്പോൾ ജീവനെപ്പററിയുള്ള അടിസ്ഥാനപ്രശ്നത്തിനു് പ്രാധാന്യമുണ്ടായി. ഒരു തരത്തിൽ നോക്കിയാൽ ക്രിസ്റ്റൽ രൂപത്തിൽ വേർതിരിച്ചെടുത്ത വൈറസ്സുകൾക്കു് ശുദ്ധി ചെയ്ത രാസവസ്തുക്കളെപ്പോലെ സ്ഥിരമായ സംയോജനവ്യവസ്ഥയും മറ്റൊരു വഴിയിൽക്കൂടി നോക്കിയാൽ ബാക്ടീരിയാകളെപ്പോലെ ശരിയായ ചുററുപാടു കിട്ടുകയാണെങ്കിൽ വളന്നു് ശതഗുണീകരിക്കുവാനുള്ള കഴിവും ഉള്ളതിനാൽ ജീവനുള്ള വസ്തുവിൻേറയും ജീവനില്ലാത്ത വസ്തുവിൻേറയും കഴിവു് ഒരേ സമയത്തു് പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. ഈ കാരണത്താലാണു് താത്വികമായി വൈറസ്സുകൾക്കു് വളരെ പ്രാധാന്യമുണ്ടായിരിക്കുന്നതു്.

ഇതുപോലെ ബയോളജി വികസിച്ചപ്പോൾ ജീവനെപ്പററി എന്നപോലെ ഉല്പാദനത്തെപ്പററിയും, ഭ്രൂണാവസ്ഥയെപ്പററിയും, ശരീരഘടനയെപ്പററിയും. സമീകൃത

ആഹാരത്തെപററിയും വളരെയധികം അറിവുകൾ സമ്പാദിക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. ജന്തുശാസ്ത്രപഠനത്തിൽ ബൈനോക്കുലർ മൈക്രോസ്കോപ്പ്, അൾട്രാവൈലററ് മൈക്രോസ്കോപ്പ് (ultra violet) പോളമൈറൈസിംഗ് മൈക്രോസ്കോപ്പ്, ഫെയ്സ് കോൺട്രാസ്റ്റ് മൈക്രോസ്കോപ്പ്, (Phase contrast Microscope), ഇലക്ട്രോൺ മൈക്രോസ്കോപ്പ്, തുടങ്ങിയ ഉപകരണങ്ങൾ പ്രചാരത്തിൽ വന്നതോടെ നൂതന മണ്ഡലങ്ങൾ തുറന്നുകിട്ടിയിട്ടുണ്ട് 1952 ആയപ്പോഴേക്കും പത്തു ലക്ഷത്തിൽ കൂടുതൽ സ്പിഷീസുകളെ പുതിയ രീതിയിൽ തരം തിരിച്ചു് വർഗ്ഗങ്ങളാക്കി വേർതിരിച്ചു്, അവ തമ്മിലുള്ള പരിണാമബന്ധങ്ങൾ സ്പഷ്ടമാക്കാൻ സാധിച്ചു. മെൻഡലിൻെറ നിയമങ്ങൾ പ്രയോഗിച്ചു് പുതിയ ഹൈബ്രിഡുകൾ (Hybrid) ഉണ്ടാക്കാൻ സാധിച്ചതും ഒരു വലിയ നേട്ടമാണ്. 1865-ൽ മെൻഡൽ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ കൂടി തെളിയിച്ച ചില തത്വങ്ങൾ 1900-ത്തിൽ ഡിവ്റിസ് (De-Vris) ഹോളണ്ടിലും, കോരൻസ്(Correns)ജർമ്മനിയിലും, ചെർമാക്(Tschermak) ആസ്ത്രിയായിലും കണ്ടുപിടിച്ചപ്പോഴാണ് അവയുടെ പ്രാധാന്യം മനസ്സിലായതു്. ഇതിനെ തുടന്നു് സങ്കര വർഗ്ഗങ്ങളുടെ ഉല്പാദനത്തെപ്പററിയുള്ള നിയമങ്ങൾ സ്ഥിരീകരിക്കുകയും, ജനിററിക്സ് (Genetics) എന്ന ശാസ്ത്രവിഭാഗം രൂപം പ്രാപിക്കുകയും ചെയ്തു. 1902-ൽ തന്നെ വിത്സണും സട്ടനും, ലൈംഗികപ്രാധാന്യമുള്ള രണ്ടുതരം ക്രോമസോംസിനെ സെല്ലുകളിൽ കണ്ടുപിടിച്ചപ്പോൾ പാരമ്പര്യത്തിൻെറ (Heridity) ഉറവിടം ക്രോമസോമിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു എന്നു മനസ്സിലായി. ബെയ്ററ്സൺ (Bateson) മോർഗൻ(Morgan)മാത്തർ(Mather) ഹാൽഡയിൻ(Haladne) ഡാർലിംഗ്ടൺ (Darlington) മുതലായ പ്രസിദ്ധ ഗവേഷകന്മാരുടെ പരിശ്രമഫലമായി ക്രോമസോംസിൽ ഉൾക്കൊ

ള്ളുന്നതും, സ്വഭാവവിശേഷങ്ങൾ ഉല്പാദനരംഗത്തു് പുതിയ തലമുറയിലേക്ക് കടത്തിവിടുന്നതും ആയ ജീൻസ് (Genes) കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. വിവിധ തരം ജീനുകൾ ക്രോമസോമിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന രീതിയെപ്പററിയും, അവയിൽ എക്സ്‌റേ റേഡിയേഷൻ പ്രവൎത്തിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന മാററങ്ങളെപ്പററിയും ഉള്ള പഠനങ്ങളും പരീക്ഷണങ്ങളും പുരോഗമിച്ചപ്പോൾ പാരമ്പര്യത്തേയും പരിണാമത്തെയും പററി നൂതന അറിവുകൾ ലഭ്യമായി. പത്തൊൻപതാം നൂററാണ്ടിലുണ്ടായ പരിണാമവാദങ്ങൾ, ലാമാർക്കിൻേറയും, ഡാർവിൻേറയും പേരിൽ ആണ് അറിയപ്പെട്ടിരുന്നതു്. ഇരുപതാം നൂററാണ്ടിലെ നൂതന അറിവിൻെറ വെളിച്ചത്തിൽ ഡാർവിൻെറ വാദങ്ങൾ പുരോഗമിക്കുകയും ലാമാർക്കിൻെറ വാദങ്ങൾ പിൻതള്ളപ്പെടുകയും ചെയ്തിട്ടുണ്ടു്.

മേല്പറഞ്ഞ പ്രകാരം പുതിയ നിയമങ്ങളും പുതിയ ഉപകരണങ്ങളും പ്രയോഗത്തിൽ വന്നപ്പോൾ അനേകം പുതിയ ഉപവിഭാഗങ്ങൾ ഈ രംഗത്തു് ഉണ്ടാകുകയും അവയിലെല്ലാം പുതിയ നേട്ടങ്ങൾ ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്തു. പാലിയൻറോളജി (Paleantology) പ്ലാൻറ് ഫിസിയോളജി (Plant Physiology) Pre history, മൈക്കോളജി, ആൽഗോളജി, എന്നീ വിഭാഗങ്ങളെല്ലാം ഇതിനുദാഹരണങ്ങളാണു്. അതുപോലെ ലോകത്തിൻെറ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിലുള്ള പല തരം പ്രാധാന്യമുള്ള ചെടികളേയും ശേഖരിച്ചുകൊണ്ടുവന്നു് അവരുടെ രാജ്യത്തു് നട്ടുവളൎത്തിക്കൊണ്ടുവരുവാൻ ഉള്ള വൻതോതിലുള്ള പരിശ്രമങ്ങൾ പല രാജ്യങ്ങളിലും നടന്നു. ഇംഗ്ലണ്ടിലെ ലോകപ്രസിദ്ധമായ ക്യൂ ഗാർഡൻസ് (Kew gardens) ഇതിനുദാഹരമാണു്.

ഇരുപതാം നൂററാണ്ടിൽ വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിൽ ഉണ്ടായ പുരോഗതിയും അത്ഭുതപൂർവമാണു്. കഴിഞ്ഞ അൻപതു

കൊല്ലത്തിൽ ഉണ്ടായ പുരോഗമനം അതിനു മുൻപ് ആയിരം കൊല്ലം കൊണ്ടുണ്ടായ പുരോഗമനത്തെക്കാൾ കൂടുതലാണെന്നു തെളിയിക്കാവുന്നതാണു്. മഹാന്മാരായ ചില വ്യക്തികൾ ഈ പുരോഗമനത്തെ സഹായിച്ചു എങ്കിലും അനേകായിരം ഗവേഷകന്മാർ സംഘങ്ങളായി പ്രവത്തിച്ചതിൻെറ പരിണതഫലമാണു് ഈ മഹത്തായ നേട്ടം. റേഡിയോളജി (Radiology) അൾട്രാമൈക്രോസ്കോപ്പി (ultra mieroscophy), electro phoresis, ultra centrifugation ഹോർമോണോളജി (Hormonology), എൻസൈമോളജി, വിററമിനോളജി (Vitaminology) കെമോതെറാപ്പി (Chemo therapy), ആന്റിബയോട്ടിക് തെറാപി (Anti Biotic therapy Applied Genetics, Statitics, എന്നീ വിഭാഗങ്ങളിൽ കൂടി ഒത്തൊരുമിച്ചു് പ്രവത്തനങ്ങൾ നടന്നതിനാലാണു് ജീവിതദൈർഘ്യത്തിൻെറ ശരാശരി പല രാജ്യങ്ങളിലും കൂടിയതു്. ഉദാഹരണമായി ജനീവ നഗരത്തിലെയും ഇംഗ്ലണ്ടിലെയും ശരാശരി ജീവിതദൈർഘ്യം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

വർഷം	ജീവിതദൈർഘ്യം	
1600 നു് മുൻപു്	8	
1600—1650	13	ജനീവയിലെ റെക്കാഡു്
1650—1700	27	
1700—1750	31	
1750—1800	40	
1840	45	
1841	41	ഇംഗ്ലണ്ടു്
1881	45	
1921	57	
1940	63	

ഇതു് സാധിച്ചതു് പ്രധാനമായി രോഗികളുടെ ശരീരത്തിനകത്തെ സ്ഥിതിവിശേഷം ശരിയായി മനസ്സിലാക്കിത്തരുന്നതിനു് കഴിവുള്ള ആധുനിക ഉപകരണങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചതിനാലും, ശരിയായ രോഗം കണ്ടുപിടിച്ചാൽ പ്രതിവിധിയായി കൊടുക്കേണ്ട സമർത്ഥങ്ങളായ പുതിയ മരുന്നുകൾ കണ്ടുപിടിച്ചതിനാലുമാണു്. അതുപോലെ മനുഷ്യശരീരത്തെപ്പററി പഠിച്ചതിനോടൊപ്പം മനുഷ്യമനസ്സിൻെറ പ്രവത്തനത്തെപ്പററിയും നൂതനമായ പഠനങ്ങൾ നടന്നിട്ടുണ്ടു്. സൈക്കിയാട്രി എന്ന പുതിയ ശാസ്ത്രവിഭാഗം ഈ നൂററാണ്ടിൽ വളന്നുവന്നു. ഫ്രോയിഡ് ഉപബോധമനസ്സിൻെറ പ്രവത്തനങ്ങളെ കണ്ടുപിടിച്ചതിനെത്തുടന്നു് അദ്ദേഹത്തിൻെറ ശിഷ്യന്മാരായ ആഡ്ലറും (Adler)ജങ്ങും (Jung) പുതിയ നേട്ടങ്ങളുണ്ടാക്കി. അതുപോലെ ജാസ്പർ (Josper) പാവ്ലോവ് (Pavlov), മലിനേവിസ്കി (Malinoviski) മീഡ് (Mead) മുതലായ ഗവേഷകന്മാർ സാമുദായികമനുഷ്യൻെറയും വ്യക്തിയുടേയും മൃഗങ്ങളുടേയും മാനസിക പ്രവത്തനങ്ങളെപ്പററി പലതും മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ടു്. ഇതോടൊപ്പം ശിശുക്കളുടെ മാനസിക പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ അവക്കു വേണ്ടി പ്രത്യേക ചികിൽസാ പദ്ധതികളും ആശുപത്രികളും ഈ നൂററാണ്ടിൽ അനേക രാജ്യങ്ങളിൽ രൂപംകൊണ്ടിട്ടുണ്ടു്.

ശാസ്ത്രത്തിൻെറ വിവിധ രംഗങ്ങളിലുണ്ടായ പുരോഗമനങ്ങളിൽ പലതും ഒന്നുചേന്നു് വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിൽ പ്രവത്തിച്ചപ്പോൾ മനുഷ്യൻെറ ആരോഗ്യം വദ്ധിച്ചതുപോലെ തന്നെ മനുഷ്യൻെറ സുഖസൗകര്യങ്ങൾ വദ്ധിപ്പിച്ച മറെറാരു രംഗമാണു് ഗതാഗതം. ആധുനിക ജീവിതത്തിൽ മോട്ടോർകാറും വിമാനവും ദൂരത്തെ കീഴടക്ക

കയും ഭൂഖണ്ഡങ്ങളെ ഒരുമിപ്പിച്ച് ഒരു ഏകലോക സൃഷ്ടിയുടെ വൈഷമ്യം ലഘൂകരിക്കുകയും ചെയ്തിരിക്കുന്നു. 19-ാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ അവസാനം ആന്തര ദഹനയന്ത്രം കണ്ടുപിടിച്ചു കഴിഞ്ഞു എന്നു വരികിലും അതു് ഉപയോഗിച്ച് വൻതോതിലുള്ള മോട്ടോർകാറിൻെറ നിർമ്മാണം ഇരുപതാം നൂററാണ്ടിൽ ഹെൻറി ഫോർഡാണു് (Henry Ford) തുടങ്ങിയതു്. മോട്ടോർകാറിൻെറ ഭാഗങ്ങളെല്ലാം യാന്ത്രികമായി ഉണ്ടാക്കി അനേകായിരം കാറുകളും ട്രാക്ടറുകളും പലതരം മററു വാഹനങ്ങളും ദിവസംപ്രതി എന്നോണം പ്രചാരത്തിൽ വന്നതോടെ കൃഷിയും ഗതാഗതവും ഭാവത്തിൽ മാറിത്തുടങ്ങി. തെർമോ ഡൈനാമിക്സ് എന്ന ശാസ്ത്രവിഭാഗത്തിൻെറ ഒരു പ്രയോഗമാണു് ആന്തര ദഹനയന്ത്രം. വായുവിൽ എരിയുന്ന വാതകരൂപത്തിലുള്ള ഹൈഡ്രോക്കാർബണിൻെറ സഹായത്താൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഈ എഞ്ചിനുകൾ ഉപയോഗിച്ച് ഉണ്ടാക്കിയ വാഹനങ്ങൾ ആധുനിക പരിഷ്ക്കാരത്തിൻെറ വിശിഷ്ട സന്താനങ്ങളാണു്. ഗതാഗതത്തിൽ നേടിയ ഈ വിജയം മനുഷ്യന്റെ ഭാവനയെ വളർത്തുകയും പൗരാണിക കാലം മുതൽ ആഗ്രഹിച്ചിരുന്ന ആകാശഗമനത്തിലേക്കു് അവൻെറ ദൃഷ്ടിയെ ഉയർത്തുകയും ചെയ്തു. 1903-ാമാണ്ടു് ഡിസംബർ 17-ാം തീയതി അമേരിക്കയിൽ നോർത്തു് കരോലിനയിൽ ഓർവില്ലും (Orville) റൈററും (Wright) കണ്ടുപിടിച്ച രണ്ടു ചിറകുകളുള്ള ഒരെഞ്ചിൻ ഘടിപ്പിച്ച വാഹനം ആകാശത്തിൽക്കൂടി പന്ത്രണ്ടു സെക്കൻറുകൊണ്ടു് നൂററിയിരുപതടി സഞ്ചരിച്ചപ്പോൾ വ്യോമയുഗം ഉൽഘാടനം ചെയ്യപ്പെട്ടു്. അതിനെത്തുടർന്നു് പലതരം പരീക്ഷണങ്ങൾ നടക്കുകയും 1908 ആയപ്പോഴേക്കും മണിക്കൂറിൽ 40 മൈൽ വീതം സഞ്ചരിക്കുന്നതും ആറു മൈൽ ദൂരം പോകാവുന്നതുമായ വിമാ

നങ്ങൾ രൈററ് സഹോദരന്മാർ ഉണ്ടാക്കി. പിന്നീട്ടുള്ള പുരോഗമനം വളരെ പെട്ടെന്നാണ് നടന്നത്. ഏയറോ ഡൈനാമിക്സ് എന്ന ശാസ്ത്രവിഭാഗം ത്വരിതശക്തി യിൽ മുന്നോട്ടു നീങ്ങി. 1909 ജൂലൈ 25-ാം തീയതി ബ്ളീറിയററ് (Bleriot) എന്ന ഫ്രഞ്ചുകാരൻ ഇംഗ്ലീഷ് ചാനൽ വിമാനം വഴി കടന്നതു് 37 മിനിററുകൊണ്ടാണ്. ഇതിനെത്തുടന്ന് പാശ്ചാത്യ ഗവർമ്മെൻറുകളെല്ലാം തന്നെ യുദ്ധത്തിനു വേണ്ടി വിമാനസഞ്ചാരത്തിനുള്ള ഗവേ ഷണത്തിൽ ശ്രദ്ധ പതിപ്പിച്ചു. ഒന്നാം ലോകമഹാ യുദ്ധം ഈ രംഗം വളരെ വേഗം വളരുന്നതിന് സഹാ യകമായിത്തീന്നു. യുദ്ധം കഴിഞ്ഞപ്പോഴേയ്ക്കും അററ്ലാ ൻറിക്ക് സമുദ്രം ആകാശത്തിൽ കൂടി തരണം ചെയ്യുവാനുള്ള വിമാനങ്ങൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടുതുടങ്ങി. 1919 മേയ് മാസ ത്തിൽ ന്യൂയോർക്കിൽ നിന്നു് ഇംഗ്ലണ്ടിലെ പ്ലീമത്തി ലേയ്ക്കു് ഒരു വിമാനം പറന്നു. 1927 മേയ് ഇരുപതാം തിയതി ലിൻബർഗ് എന്ന അമേരിക്കൻ വ്യോമസഞ്ചാരി ഒരു വാഹനം ന്യൂയോക്കിൽ നിന്നു് പുറപ്പെട്ടുവിച്ച് മുപ്പത്തിരണ്ടു മണിക്കൂർ 20 മിനിററ് സമയം കൊണ്ടു് പാരീസിലെത്തിച്ചതു് ഒരു വലിയ നേട്ടമായി രുന്നു. ഇതിനെത്തുടന്ന് സാധാരണ യാത്രക്കാരെ വഹി ച്ചുകൊണ്ടുപോകുന്ന വിമാനങ്ങൾ പല കമ്പനിക്കാരും പുറത്തിറക്കിത്തുടങ്ങി. രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധമായപ്പോ ഴേയ്ക്കും ജറ്റ് പ്ലെയിൻ വളരെ ഉയരത്തിൽ കൂടി അതിവേഗ ത്തിൽ പറക്കുവാൻ തുടങ്ങി. 1928-ൽ ഫ്രാങ്ക്വിററിൻ എന്ന ഇംഗ്ലണ്ടിലെ വ്യോമസഞ്ചാരിയാണ് ജററിൻെറ ആശയം അവതരിപ്പിച്ചതു്. എന്നിരുന്നാലും യുദ്ധം തുട ങ്ങിയതിനു ശേഷമാണ് ഈ ആശയം പ്രയോഗിച്ചുകൊ

ണ്ടുള്ള ജററുവിമാനങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കിത്തുടങ്ങിയതു്. പൈലറ്റും യാത്രികരുമില്ലാത്ത ബോംബുകൾ നിറച്ച ജററ് (V--1) ജർമ്മൻകാർ യുദ്ധത്തിൽ ഉപയോഗിച്ചു. ഇവയിലെ ഇന്ധനം കത്തിത്തീരുമ്പോൾ നിലം പതിച്ച് ബോംബുകൾ പൊട്ടുകയാണു് ഉണ്ടായതു്. അതിനെത്തുടന്നു് 'V—2' എന്ന പേരിൽ അറിയപ്പെട്ടിരുന്ന റോക്കററുകളും ജർമ്മൻകാർ പ്രയോഗിച്ചു. ഏകദേശം 47′ നീളമുള്ളതും 12 ടൺ ഭാരമുള്ളതുമായ റോക്കററുകൾ 65 മൈൽ ദൂരം പോയി 200 മൈൽ ഭൂമിക്കു സമാന്തരമായി പറന്ന ശേഷം താഴത്തു വീണു് വൻതരത്തിലുള്ള നാശങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുകയാണു് ചെയ്തതു്. യുദ്ധാനന്തരം ജററ് വിമാനങ്ങളും റോക്കററുകളും വളരെ പരിഷ്ക്കരിക്കപ്പെട്ടു. ഭൂമിയിൽ നിന്നു് ഏകദേശം എഴുപതു മൈൽ മുകളിലെത്തിയാൽ അന്തരീക്ഷവായു ശൂന്യമാകുമെന്നും അവിടെ എത്തിക്കഴിഞ്ഞാൽ ബഹിരാകാശയാത്ര സുഗമമാക്കുന്നതിനു ഓക്സിജൻ (പ്രാണവായു) റോക്കററിൽ തന്നെ സൂക്ഷിച്ചുവച്ച് പ്രയോഗിച്ചാൽ മതിയെന്നും മനസ്സിലായതിനെ തുടന്നാണു് ബഹിരാകാശയാത്ര സാദ്ധ്യമാണെന്നു് തോന്നിത്തുടങ്ങിയതു്. അതുപോലെതന്നെ നേരെ മുകളിലേക്കു് പറന്നു് ഉയരുവാനും നേരെ താഴത്തേക്കു് ഇറങ്ങുവാനും കഴിവുള്ള ഹെലിക്കോപ്ററുകൾ ഉണ്ടായതും യുദ്ധാനന്തര സംഗതികളാണു്. ഈ പ്രവത്തനങ്ങളുടെയെല്ലാം ഫലമായി ഇന്നു് ലോകത്തുള്ള എല്ലാ പട്ടണങ്ങളിലും ദൂരദേശങ്ങളിൽ നിന്നു് വന്നെത്തുന്ന വിമാനത്തിൻെറ ഇരമ്പൽ ഒരു സാധാരണ ശബ്ദമായിത്തീന്നിരിക്കുന്നു. ചില പ്രകൃതിനിയമങ്ങളുടെ പ്രവത്തനരീതി മനസ്സിലാക്കിയതിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വിവിധ ശാസ്ത്രരംഗങ്ങൾ പുരോഗതി പ്രാപിച്ചു. കൂടുതൽ അറിവു സമ്പാദിക്കുന്നതിനുവേണ്ടി ഇവയിൽ പല ഭാഗങ്ങളും സമഞ്ജസമായി സമ്മേളിക്കുന്ന

മററൊരു രംഗമാണ് ബഹിരാകാശയാത്ര. മുൻപ് സൂചിപ്പിച്ചതുപോലെ ഭൂമിയിൽ നിന്നു് ഏകദേശം എഴുപതു മൈൽ ദൂരത്തു് മുകളിൽ പോയാൽ അന്തരീക്ഷവായു ഇല്ലാതാകുമെന്നു് മനസ്സിലായതിനെത്തുടന്നു് ഭൂമിയെ പ്രദക്ഷിണം വയ്ക്കുന്ന ഉപഗ്രഹങ്ങളെ വിടുന്നതിനും ചന്ദ്രനിലേയ്ക്കും മററു ഗ്രഹങ്ങളിലേയ്ക്കും സഞ്ചരിക്കുന്നതിനും ഉള്ള വഴി തുറന്നുകിട്ടി എന്നും ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ മനസ്സിലായി. യന്ത്രങ്ങളുടെ പ്രവത്തനത്തെപ്പററിയും ജന്തുമൃഗാദികളുടെ രീതിയെപ്പററിയും വിവിധ തരം പ്രകൃതിശക്തികളുടെ പ്രവത്തനത്തെപ്പററിയും നാളതുവരെ ലഭിച്ചിട്ടുള്ള പല അറിവുകളും കൂട്ടിയിണക്കിക്കൊണ്ടാണു് പുതിയ പരീക്ഷണങ്ങൾ ഇന്നു് റഷ്യയിലും അമേരിക്കയിലും നടത്തിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതു്. ഏകദേശം പത്തു കൊല്ലം മുമ്പ് റഷ്യൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ആദ്യമായി സ്ഫുട്നിക്കിനെ വിജയകരമായി ബഹിരാകാശത്തുകൂടി സഞ്ചരിപ്പിച്ചപ്പോൾ ശാസ്ത്രലോകത്തു് ഒരു പുതിയ യുഗം പിറക്കുകയാണുണ്ടായതു്. 1957 ഒക്ടോബർ 4-ാം തീയതി റഷ്യൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ബഹിരാകാശത്തിലേയ്ക്കയച്ച ഒന്നാമത്തെ കൃത്രിമോപകരണം ഭൂമിയെ പ്രദക്ഷിണം ചെയ്തു് 92 ദിവസം ജീവിച്ചു് അടിസ്ഥാനപ്രാധാന്യമുള്ള പല വിവരങ്ങളും ഭൂമിയിലേയ്ക്കു് കടത്തിവിട്ടു. 1957 നവമ്പർ 3-ാം തീയതി അവർ വിട്ട സ്ഫുട്നിക്ക് രണ്ടിൽ ലേയ്ക്ക എന്ന പട്ടിയും ഉണ്ടായിരുന്നു. ഇതിനെത്തുടന്നു് 1958 ജാനുവരി 31-ാം തീയതി അമേരിക്ക എക്സ്പ്ലോറർ—1 എന്ന റോക്കററ് വിജയകരമായി അയച്ചു. തുടന്നു് ഇരുകൂട്ടരും വിവിധ വലിപ്പത്തിലും ആകൃതിയിലും ഉള്ളതും വ്യത്യസ്ത വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുന്നതിനു പററിയതും പല തരം ശാസ്ത്രീയ ഉപകരണങ്ങൾ ഘടിപ്പിച്ചതുമായ അനേകം കൃത്രിമോപകരണങ്ങൾ ഒന്നിനു പുറകെ ഒന്നായി വിക്ഷേ

പിച്ചുതുടങ്ങി. അമേരിക്കയുടെ ഉപഗ്രഹങ്ങളെ എക്സ്പ്ലോറർ (Explorer), വാൻഗാർഡ് (Vanguard), ഡിസ്കവറർ (Discoverer), ആററ്ലസ് (Atlas), സാമോസ്, എക്കോ (Echo), ട്രാൻസിസ്റ്റ് (Transist), ടെൽസ്റ്റാർ (Telstar), എന്ന പേരുകളിൽ അയച്ചാണു് പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിയതു്. റഷ്യൻ ഉപഗ്രഹങ്ങൾക്കു് സ്ഫുട്നിക് (Sputnik), ലൂനിക് (Lunic), വോസ്റ്റോക്, കോസ്മോസ്, സ്പെയിസ് ക്രാഫ്ററ് എന്ന പേരുകളാണു് കൊടുത്തിരിക്കുന്നതു്. ഇവയുടെയെല്ലാം പ്രവത്തനഫലമായി ചന്ദ്രനിൽ ഒരു ഉപഗ്രഹം ഇറക്കി നിൎത്തുവാനും ശുക്രനിൽ ഒരു ഉപഗ്രഹം എത്തിക്കുവാനും സാധിച്ചുകഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു, ആദ്യമായി ബഹിരാകാശ കപ്പലിൽ കയറി യാത്ര ചെയ്ത യൂറിശഗാറിൻ, ഘെർമാൻ ടിറേറാവ് തുടങ്ങിയ റഷ്യക്കാരുടെയും, ജോൺഗ്ലൻ, സ്കോട്ട് കാർപെൻറർ തുടങ്ങിയ അമേരിക്കക്കാരുടേയും കഥകൾ ഇന്നു് ലോകപ്രസിദ്ധങ്ങളാണു്. എന്നാൽ ഈ മഹൽക്കാര്യങ്ങൾ നേടിയെടുത്ത പരീക്ഷണങ്ങൾക്കു് നേതൃത്വം കൊടുത്ത ത്സിയോൽക്കോവ്സ്കി (Tsiolkovisky) എന്ന റഷ്യൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനേറയും, വോൺബ്രോൺ എന്ന അമേരിക്കയിൽ നേതൃത്വം കൊടുത്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ജർമ്മൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനേയും ഇവരുടെ കീഴിൽ പ്രവത്തിക്കുന്ന ശാസ്ത്രസംഘങ്ങളേയും ലോകം അത്രതന്നെ അറിയുന്നില്ല.

മനുഷ്യൻ ബഹിരാകാശയാത്രകൾ നടത്തി ദിഗ്വിജയങ്ങൾ നേടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു എന്നഭിമാനിക്കാമെങ്കിലും, ആധുനികശാസ്ത്രം ഇതിനോടൊപ്പംതന്നെ നാം അധിവസിക്കുന്ന പ്രപഞ്ചം എത്രയോ വലുതാണെന്നു് പരിപൂർണ്ണമായി തെളിയിച്ചുകഴിഞ്ഞു. സൂര്യനെ ചുററി സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന സൗരയൂഥം പോലെ അനേകായിരം സൗരയൂഥങ്ങൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ഗാലക്സികളെ

പ്പററി ആധുനിക ഉപകരണങ്ങൾ തെളിവുകൾ നൽകിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. പതിനാറാം നൂററാണ്ടിൽ കോപ്പർനിക്കസ്സും, ബ്രഹേയും, കെപ്ലറും ചേന്നു് തുറന്നു കാണിച്ചുതന്ന അടുക്കും ചിട്ടയുമുള്ള സൗരയൂഥത്തെപ്പോലെ അനേകം സൗരയൂഥങ്ങൾ ഇരുപതാം നൂററാണ്ടിലെ ഗവേഷകന്മാർ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. പുതിയ റേഡിയോ ടെലിസ്കോപ്പുകളും, പുതിയ നക്ഷത്രശാലകളും അനേകം ആധുനികഉപകരണങ്ങളും നടത്തുന്ന ഗവേഷണങ്ങളുടെ സഹായത്തോടുകൂടിയാണു് ഈ പുതിയ അറിവു് നേടിയെടുത്തിരിക്കുന്നതു്. 19-ാം നൂററാണ്ടിൻെറ അവസാനമായപ്പോഴേക്കും വെളിച്ചം ഏററവും കൂടുതൽ ശേഖരിക്കാവുന്ന നാല്പതിഞ്ചു് വ്യാസമുള്ള ലെൻസു്, വിസ്കോൺസിനിൽ (അമേരിക്ക) സ്ഥാപിച്ചിരുന്നു. എന്നാൽ മൗണ്ടു് വിത്സൺ എന്ന സ്ഥലത്തു് കൂടുതൽ വ്യാസമുള്ള റിഫ്ളക്ററിംഗ് ടെലിസ്കോപ്പു് 1908 മുതൽ ഉണ്ടാക്കിത്തുടങ്ങി. 1948 ൽ അമേരിക്കയിലെ പാലോമർ എന്ന സ്ഥലത്തു് 200 ഇഞ്ചു് വ്യാസമുള്ള ഭൂതക്കണ്ണാടി സ്ഥാപിച്ചതോടെയാണു് നൂതനമായ അറിവുകൾ ലഭിക്കുവാൻ തുടങ്ങിയതു്. സമയം അളക്കുന്നതിലും, കണക്കു കൂട്ടുന്നതിലും, പ്രകാശം അളക്കുന്നതിലും നൂതന വഴികൾ കണ്ടുപിടിച്ചപ്പോൾ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ സംഖ്യയും വളരെക്കൂടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഏകദേശം ഇരുപതിനായിരം സമൂഹങ്ങളുടെ പ്രകാശവ്യതിയാനങ്ങളെപ്പററിയുള്ള വിശദവിവരങ്ങൾ ഇന്നേവരെ ലഭിച്ചുകഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്. ആകെക്കൂടിയുള്ള അറിവു വെച്ചു നോക്കിയാൽ നമ്മുടെ സൗരയൂഥം-ഈ ബ്രഹ്മാണ്ഡ കടാഹം-തുടന്നു വലുതായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു എന്ന നിഗമനത്തിലാണു് വ്യോമ നിരീക്ഷകന്മാർ എത്തിയിരിക്കുന്നതു്. ഇതിൻെറ ഇടയിൽ നമ്മുടെ സൗരയൂഥത്തിൽ ഭൂമിയിൽ നിന്നു വിടുന്ന ഉപഗ്രഹങ്ങളുടെ സ്ഥാനം എന്താണെന്നു് ആലോചിക്കുമ്പോൾ എളിമയുടെ പ്രാധാന്യം ഓർക്കേണ്ടതുണ്ടു്.

എന്നിരുന്നാലും നൂററാണ്ടുകളായുള്ള പരിണാമത്തിൻെറ ഫലമായി പ്രകൃതിയുടെ ഏററവും മികച്ച സന്താനമായി വളൎന്നുവന്ന മനുഷ്യനെ ചരിത്രാതീതകാലം മുതൽ തലമുറകളിലൂടെ കടത്തിക്കൊണ്ടുവന്നിട്ടുള്ള ആകെയുള്ള അറിവിൻെറ വെളിച്ചത്തിൽ നോക്കുമ്പോൾ, അവൻെറ ധിഷാണശക്തി ഇന്നേവരെ കണ്ടുപിടിച്ചിട്ടുള്ള പ്രകൃതിനിയമങ്ങൾ അവനു് ഉത്തേജനം നൽകേണ്ടതാണു്. ആശയങ്ങളുടെ ലോകത്തിൽ അവൻ നേടിയിട്ടുള്ള വിജയങ്ങളാണു് സയൻസിലുണ്ടായിരിക്കുന്ന വിപ്ലവം ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുന്നതു്. മാനവസമുദായത്തിൻെറ ജീവിതത്തിൽ നവോത്ഥാനത്തിൻെറ കാലം മുതൽ ഉണ്ടായിട്ടുള്ള മാററങ്ങൾക്കെല്ലാം മാതൃസ്ഥാനം കൊടുക്കേണ്ടതും ഈ വിപ്ലവത്തിനു തന്നെയാണു്. മററു വിപ്ലവങ്ങൾക്കെല്ലാം സ്ഥലവും കാലവും ഉണ്ടെന്നിരിക്കെ ഇതു മാത്രം പല സമൂഹങ്ങളുടേയും ജീവിതത്തിൽക്കൂടി ഇന്നും മുന്നേറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. തൽഫലമായി പ്രപഞ്ചത്തിലെ സൃഷ്ടിസ്ഥിതിസംഹാരക്രിയകളുടെ അടിസ്ഥാനനിയമങ്ങൾ കൂടുതൽ ലളിതവും, സുന്ദരവുമായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ആദിമകാലത്തു് ലഭിച്ച "സത്യം, ശിവം, സുന്ദരം" എന്ന ദർശനം ഇന്നും പുരോഗമിപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന പ്രധാന രംഗം സയൻസായിരിക്കുന്നു. നിയമവും നിയമജ്ഞനും ഏകഭാവമാണെന്നുള്ള വിശ്വാസം ദൃഢമൂലമാക്കുന്ന മനുഷ്യനെപ്പററി പണ്ഡിററ് ജവഹർലാൽ നെഹ്രു പറഞ്ഞിരിക്കുന്നതിപ്രകാരമാണു്.

"Plaything of nature's mighty forces, less than a speck of dust in the vast universe, he has hurled defiance at the elemental powers, and with his mind, cradle of revolution, sought to master them .. The future is dark and uncertain. But we can see part of the

way leading to it and can tred it with firm steps, remembering that nothing that can happen is likely to overcome thes pirit of man which has survived so many perilss; remembering also that life for all its ills, has joy and beauty and that we can always wander if we know how to, in the enchanted woods of nature." [Discovery of India]

"പ്രപഞ്ചമേ! നീ പല ദുഃഖജാലം,
നിറഞ്ഞതാണെങ്കിലുമിത്രമാത്രം
ചേതോഹരക്കാഴ്ചകൾ നിങ്കലുള്ള
കാലത്തു് നിൻ പേരിലെവൻ വെറുക്കും!"

പ്രസിദ്ധ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ മാക്സ് പ്ലാങ്ക്(Max Plank) മതത്തേയും ശാസ്ത്രത്തേയും പററി പറഞ്ഞിരിക്കുന്നതും ഈ അവസരത്തിൽ ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടതാണു്.

"Religion uses its symbols as aids, science its computations. Nothing therefore, prevents us from identifying the world order of science with the God of religion, as indeed our urge for a uniform view of the world demands. In accordance with this, the Deity whom the religious man seeks to bring nearer to him by means of his visual symbols is of the same nature as the power behind the natural laws of which the Scientist obtains a certain knowledge."

Printed at St. Joseph's Press, Trivandrum-14.

പേജ്	വരി	തെറ്റ്	ശരി
149	27	ഉണ്ടാക്കിയപ്പോൾ	നിശ്ചയിച്ചപ്പോൾ
149	(11–12)	ആശ്മികൾക്ക്	ആ രശ്മികൾക്ക്
149	16	മ 874ൽ	1874 ൽ
151	2	ന്നമതുലനാവസ്ഥ	സമതുലനാവസ്ഥ
151	15	ലായിനി	ലായനി
151	17	ദശ്നവിദ്യുച്ഛക്തി	വിദ്യുച്ഛക്തി
151	21	ഇവഒയല്ലാം	ഇവയെല്ലാം
152	12	മാഗഡി	മാഗൻഡി
152	24	കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതു്	കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതു്
153	15	എന്നെ സംയുക്തം	എന്ന സംയുക്തം
154	6	ആരാഹസാധനങ്ങളിൽ	ആഹാരസാധനങ്ങളിൽ
154	14	കണ്ടുപിടിത്തത്തെ	കണ്ടുപിടുത്തത്തെ
157	2	Besemer	Bessemer
157	17	യന്ത്രഉപകരണങ്ങൾ	യന്ത്രോപകരണങ്ങൾ
157	18	അനിർവാര്യവുമായിരുന്നു	അനിവാര്യവുമായിരുന്നു
158	19	ഐരുകം	അയിരുകം
159	13	വിദ്യുചരക്തി	വിദ്യുച്ഛക്തി
160	1	സ്ഫോടന സാധനങ്ങൾ	സ്ഫോടക സാധനങ്ങൾ
160	3	ദിശ	ദശ
164	18	ലാൻറ് ഹോഫ്	വാൻ ഹോഫ്
164	21	ലയനിയുടെ	ലായനിയുടെ
169	29	മാറിപ്പോകുന്ന.	മാറിപ്പോകുന്നു.
171	11	എൺപതിനായിരി മുന്നൂറു മൈൽ	എൺപതിനായിരത്തി മുന്നൂറു മൈൽ
173	21	സമജ്ജസമായി	സമഞ്ജസമായി
174	(10–11)	കാണുന്നതാണു്.	കാണാവുന്നതാണു്.
175	8	ക്ലിടിയാണു്	കൂടിയാണു്
175	14	Morlcy	Morley
176	15	സിദ്ധാത്തങ്ങൾ	സിദ്ധാന്തങ്ങൾ
176	17	പ്രവത്തികൾ	പ്രവൃത്തികൾ
179	26	mith	with

പേജ്	വരി	തെറ്റ്	ശരി
181	22	സവിശേഷതയാണെന്നാണ്	സവിശേഷതയാണിതെന്നാണ്
182	9	ചോദ്യങ്ങളെയും	ചോദ്യങ്ങളും
184	12	എഞ്ചിനിന്റെ	എഞ്ചിന്റെ
,,	18	,,	,,
,,	23	,,	,,
186	24	കചിയിങ്ങ്സ് ററൗൺ	കചീൻസ് ററൗൺ
190	22	ഇതിനെത്തുടന്നു്	ഇതിനെ തുടന്നാണ്
190	28	തുരുമ്പിനു പകരം	ഇരുമ്പിനു പകരം
191	22	എന്നു് ശാസ്ത്രലോകം നാമകരണം ചെയ്തു്	എന്നു് നാമകരണം ചെയ്തു്
199	1	മുതലായവരാണു്	മുതലായവർ
204	24	ഷ്ളീഷൻഡും	ഷ്ളീഡനും
211	5	പറിച്ച	പഠിച്ച
211	26	ihe	the
214	13	ശ്രദ്ധത്തിൽപ്പെടാതെ	ശ്രദ്ധയിൽപ്പെടാതെ
218	25	വിദഗ്ദ്ധത്രന്മാർ	വിദഗ്ദ്ധന്മാർ
215	(12–13)	പ്രയോഗിക്കേണ്ടതു്, അതു് അനുഭവത്തിന്റെ	പ്രയോഗിക്കേണ്ടതെന്ന ചോദ്യത്തിനു് അതു് അനുഭവത്തിന്റെ
221	28	വദ്ധിക്കുവാൻതുടങ്ങിയതു് നിലനിത്താൻ സാധിച്ചതു് ഈ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളുടെ	വദ്ധിക്കുവാൻ തുടങ്ങിയതു് ഈ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങളുടെ....
224	24	സകൂതം	സാകൂതം
249	27	ആ സമയ്യത്തു്	ആ സമയത്തു്
256	3	ആന്തരദഹനയന്ത്രം കണ്ടുപിടിച്ച	ആന്തരദഹനയന്ത്രം (Internal cumbustian Engine) കണ്ടുപിടിച്ച
262	6	ധിഷാണശക്തി	ധിഷണാശക്തി
263	3	thes spirit	the spirit
263	3	pcrilss	pcrils

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY

KOTTAYAM.

Cl. No. 500 WAR.S.   Acc. No. 38149

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

11 AUG 1986

24 SEP 1986

27 OCT 1986

If the book is not returned on due date a fine of 5 Ps. (Five) per day will be charged.

38149

M500

വാര്യർ. എൻ. എസ്

സയൻസ് സൃഷ്ടിച്ച വിപ്ലവം.

KOTTAYAM PUBLIC LIBRARY

Call No. 500 WAR·S Acc. No. 38149

Author [illegible]

Title [illegible]

Indic Digital Archive Foundation

gpura.org