വിജ്ഞാനകൈരളി

കേരള ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിന്റെ മുഖപത്രം

വാള്യം 2 ലക്കം 7 ഡിസംബർ 1970

പത്രാധിപർ :
എൻ. വി. കൃഷ്ണവാരിയർ

പത്രാധിപസമിതി :
പ്രൊ. സി. കെ. മൂസ്സത്
ഡോ. ഏ.എൻ. പി. ഉമ്മർകുട്ടി
,, എം. പി. പരമേശ്വരൻ
പ്രൊ. കെ. ജെ. മാത്യു തരകൻ

മാനേജിങ്ങ് എഡിറ്റർ :
പി. ഏ. വാരിയർ

എക്സിക്യൂട്ടീവ് എഡിറ്റർ :
പ്രൊ. എസ്. ഗുപ്തൻ നായർ

★

വില ഒരുറുപ്പിക

ഉള്ളടക്കം

പേജ്

ലേഖനം

ഭ്രഖണ്ഡങ്ങളുടെ വിഗതി
എം. ശിവശങ്കരൻ എം. എസ്സ്സി. 11

ശാസ്ത്രഭാഷയിലെ വാക്യഘടന—
ചില പ്രശ്നങ്ങൾ
എം. ലീലാവതി 20

ഗണിതഭാഷയും വാക്യഘടനാപ്രശ്നങ്ങളും
പ്രൊ. പി. സി. ജോസഫ് 27

വാക്യഘടനാപ്രശ്നങ്ങൾ
ഗണിതസാംഖ്യികങ്ങളിൽ
പ്രൊ. കെ. രാമകൃഷ്ണപിള്ള 32

വിദ്യുച്ഛക്തിയും ഇന്ത്യയും
ടി. ആർ. ശ്രീനിവാസ് 37

സോളാർ ചൂള
സി. കെ. മൂസ്സത് 43

'ചന്ദ്രക്കല'യുടെ വൃത്തിപരമായ ഭാവങ്ങൾ
പ്രൊ. വി. സുകുമാരൻ 46

മാപനശാസ്ത്രത്തിനു് ഒരു മുഖവുര
സി. എസ്. ശങ്കരൻ 57

പാരമ്പര്യസിദ്ധാന്തവും വൈദ്യശാസ്ത്രവും
ഡോ. കെ. മാധവൻകുട്ടി 67

കംപ്യൂട്ടർ ഉപയോഗിക്കുന്നതെങ്ങിനെ?
വി. കെ. ദാമോദരൻ 71

റബ്ബറിന്റെ കഥ — പ്രൊ. കോശി എബ്രഹാം — 84
സോഷ്യലിസ്റ്റ് രാജ്യത്തിനു് ആവശ്യമായ വിദ്യാഭ്യാസം — ഡോ. എ. അയ്യപ്പൻ — 89

പത്രാധിപക്കുറിപ്പു് — 9

സെമിനാർവാർത്തകൾ — 94

ഗ്രന്ഥനിരൂപണം–മാസികകൾ — 98

ലേഖകർ

എം. ശിവശങ്കരൻ—മലബാർ ക്രിസ്ത്യൻ കോളേജിലെ ജന്തുശാസ്ത്രാധ്യാപകൻ

എം. ലീലാവതി—എറണാകുളം മഹാരാജാസ് കോളേജിലെ മലയാളവിഭാഗത്തിൽ പ്രൊഫസർ

പ്രൊ. വി. സുകുമാരൻ — കോയമ്പത്തൂർ ഗവണ്മെന്റു് കോളേജ് ഓഫ് ടെക്നോളജിയിലെ കെമിസ്ട്രി പ്രൊഫസർ. ശബ്ദശാസ്ത്രത്തെ സംബന്ധിച്ചു് മാഞ്ചെസ്റ്ററിൽ നിന്നു് പരിശീലനം നേടിയിട്ടുണ്ടു്.

സി. എസ്. ശങ്കരൻ—കോഴിക്കോട്ടു് റീജിയണൽ എൻജിനീയറിങ്ങു് കോളേജിലെ ലക്ചറർ.

മുഖചിത്രം

അജന്തയിലെ കൊത്തുപണിയല്ലിതു്. കംപ്യൂട്ടറിൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ടന്ന ബൈനറി സമാകലിത പരിപഥ(ഇൻറഗ്രേറ്റഡു് സർക്യൂട്ടു്)ങ്ങളാണു് ചിത്രത്തിൽ. ഓരോ ചതുരവും ഓരോ പരിപഥമാണു്. ഒരു സൂചിയുടെ മൊട്ടിനോളമേ ഇതിനു വലിപ്പമുള്ള. എങ്കിലും അതിൽ 6 ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളും 12 ഡയോഡുകളും 11 റെസിസ്റ്ററുകളും 2 കപ്പാസിറ്ററുകളും ഉണ്ടു്. പ്രായോഗികരംഗത്തു് വളരെയേറെ സാധ്യതകൾ ഉള്ളവയാണു് പരിപഥങ്ങൾ.

പത്രാധിപക്കുറിപ്പ്

സർ സി. വി. രാമൻ

അടുത്ത കാലത്തു് ഭാരതത്തെ ഏറ്റവും അധികം ദരിദ്രമാക്കിയ മഹാനഷ്ടങ്ങളിൽ ഒന്നാണു് സർ സി. വി. രാമന്റെ നിര്യാണം. തന്റെ ഫലപൂർണമായ ദീർഘജീവിതത്തെ 82–ാം വയസ്സിൽ അദ്ദേഹം അനായാസമായി അവസാനിപ്പിച്ചു. അനശോചിക്കാനൊന്നുമില്ല; അനുസ്മരിക്കാനേ ഉള്ളൂ എന്നതെല്ലാം ശരി. ഒരു എം. എൽ. ഏ. പോലുമല്ലാതിരുന്നതു കൊണ്ടു്, അദ്ദേഹത്തെച്ചൊല്ലി അനധ്യായവും കൊടി താഴ്ത്തിക്കെട്ടലും ഒന്നും ഉണ്ടായില്ല. മതാചാരങ്ങളെന്യേ അടുത്ത ബന്ധുക്കളും പ്രിയപ്പെട്ട വിദ്യാർഥികളും കൂടി ശവസംസ്കാരം നടത്തി: മൈസൂർ മുഖ്യമന്ത്രി ഏതായാലും ആദരാഞ്ജലികളം അർപ്പിക്കാൻ എത്തി.

നോബൽസമ്മാനിതനായ ലോകോത്തര ശാസ്ത്രജ്ഞൻ എന്ന നിലയ്ക്കു് ലോകശാസ്ത്രഭൂപടത്തിൽ ഇന്ത്യയുടെ സ്ഥാനം അദ്ദേഹം സുസ്ഥിരമാക്കി. രാമൻ ഇഫക്ടു് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടശേഷം ഒരു ദശാബ്ദത്തിനകത്തു് 1700 ഗവേഷണപ്രബന്ധങ്ങൾ അതേക്കുറിച്ചു പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. പദാർഥങ്ങളിലെ തന്മാത്രകളുടെ ഘടനയെക്കുറിച്ചറിവാൻ ലോകത്തിനുള്ള ഏകമാർഗം രാമൻ സ്പെക്ടം എടുക്കുക തന്നെയാണു്. അടുത്ത കാലത്തു് പോളിജലത്തിന്റെ പോളിമറിത രൂപത്തെക്കുറിച്ചു് അമേരിക്കയിലെ മേരിലാൻഡു് സർവകലാശാലയിൽ നടന്ന ഗവേഷണത്തിൽ പ്രസിദ്ധ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ലിപ്പിൻകോട്ട് ഉപയോഗപ്പെടുത്തിയതു് രാമൻ ഇഫക്ടായിരുന്നുവല്ലോ. പദാർഥഘടനയുടെ പരമാർഥമറിയുകയാണു് ഭൗതികശാസ്ത്രലക്ഷ്യമെങ്കിൽ, ആ ലക്ഷ്യപ്രാപ്തിയടയാനുള്ള കൈവിളക്കായി രാമൻ ഇഫക്കു് ഏറെക്കാലം പ്രയോജനപ്പെടുമെന്നതു് അവിതർക്കിതമാണു്.

രാമന്റെ കണ്ടുപിടിത്തം ആ മഹിതജീവിതത്തിന്റെ പ്രതീകമാണു്. അത്യന്തസാധാരണമായി തുടങ്ങി ശാശ്വതപ്രാധാന്യത്തിലേയ്ക്കുയർന്നിട്ടുണ്ടു് രണ്ടും. സാധാരണ അധ്യാപകപുത്രനായി ജനിച്ചു് അധ്വാനത്തിലൂടെ ഉപരിബിരുദവും മത്സരപരീക്ഷാവിജയവും കരസ്ഥമാക്കി ഫിനാൻസു് വകുപ്പിൽ ഗസറ്റഡു് ഉദ്യോഗസ്ഥപദവിയിലാണു് 1907 അദ്ദേഹത്തെ കാണുന്നതു്. പത്തുവർഷക്കാലം അതേ ഉദ്യോഗം വഹിച്ചു. ഒരു ദശാബ്ദക്കാലത്തെ ഔദ്യോഗിക ജീവിതത്തിനകത്തു് ജ്ഞാനതൃഷ്ണയും സ്വാശ്രയശീലവും സ്വതന്ത്രചിന്തയും കൈമോശം വന്നു്, പകരം കസാലയിൽ ചടഞ്ഞുകൂടാനുള്ള ചപ്പടാച്ചിയും ചടങ്ങുശീലിയ്ക്കുയാണു് നാമിന്നു കൂടി കണ്ടു വരുന്നതു്. കൊളോണിയൽ ഭരണത്തിന്റെ തണുപ്പൻ ചുറ്റു

പാടിലും രാമനിൽ ശാസ്ത്രതൃഷ്ണ ചൂടാറിയിയില്ലെന്നു മാത്രമല്ല, അദ്ദേഹം ഒഴിവുസമയങ്ങളും ഉണ്ടാക്കി അതു് ആളിക്കത്തിക്കയാണു ചെയ്തതെന്നതു് അത്ഭുതമായി തോന്നാം. കല്ക്കത്താ സർവകലാശാലയിലെ അന്നത്തെ വൈസ്ചാൻസലറായ ആശുതോഷ് മുഖർജി ഇക്കാര്യം മനസ്സിലാക്കുകയും രാമനെ ഫിസിക്സിന്റെ പാലിതു് പ്രഫസറായി നിയമിക്കുകയും ചെയ്തു. ഫിനാൻസ് വകുപ്പിലെ സുഖശീതളമായ അന്തരീക്ഷം വിട്ടു് ശാസ്ത്രത്തിന്റെ മുള്ളുമെത്തയിൽ ഒരു കഠിനതപസ്സിനൊരുങ്ങിയ സാഹചര്യം രോമാഞ്ചത്തോടെ കൂടിയേ സ്മരിക്കാനാവൂ. 16 കൊല്ലത്തെ തപസ്സു് അദ്ദേഹത്തെ നോബൽ സമ്മാനത്തിലെത്തിച്ചു.

1933 ലാണു് രാമൻ തന്റെ പ്രവർത്തനരംഗം ബംഗളൂരിലേയ്ക്കു മാറിയതു്. ജീവിതത്തിലുടനീളം സർക്കാർസൗജന്യവിമുഖനായിരുന്ന രാമൻ. തന്മൂലം പല വൈഷമ്യങ്ങളും അദ്ദേഹത്തിനു നേരിടേണ്ടി വന്നു. ഇന്ത്യൻ സയൻസ് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിന്റെ ഡയറക്ടർ പദവിയിലിരുന്ന അദ്ദേഹം ഏതാനും ചിലരുടെ ഉപജാപത്തിനു് ഇരയായി. 1938-ൽ ഫിസിക്സ് വിഭാഗത്തിന്റെ മാത്രം ചുമതലയാക്കി അദ്ദേഹത്തിന്റെ പ്രവർത്തനപരിധി വെട്ടിച്ചുരുക്കപ്പെട്ടു. 1949-ൽ ബംഗളൂരിൽ ''രാമൻ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട്'' ആരംഭിച്ചു ''സന്ദർശകന്മാരെ സ്വീകരിക്കാൻ സമയമില്ല; ദയവായി ശല്യപ്പെടുത്തരുതു്'' എന്ന ബോർഡ് പുറത്തു വച്ചു. സ്വാശ്രയശീലം, സ്വതന്ത്രചിന്ത, ശാസ്ത്രതൃഷ്ണ, അർപ്പണബുദ്ധി എന്നിവയുടെ മൂർത്തിമൽഭാവമായി അദ്ദേഹം പ്രവർത്തനം തുടർന്നു.

ശാസ്ത്രകാരൻ എന്ന നിലയ്ക്കു് അദ്ദേഹത്തിന്റെ നേട്ടങ്ങളും മികച്ചതു തന്നെ. സംഗീതോപകരണങ്ങളും, ശബ്ദാതീത തരംഗങ്ങളുടെ ഡിഫ്രാക്ഷൻ, ഫോട്ടോ ഏലാസ്റ്റിസിറ്റി, എക്സ്-റേ ഡിഫ്രാക്ഷൻ, കാന്തിക ക്രിസ്റ്റലിക പ്രവർത്തനം, വൈദ്യുതകാന്തികപ്രകാശകം, പുഷ്പങ്ങളുടെ വർണങ്ങളും അങ്ങിനെ ബഹുമുഖങ്ങളായിരുന്ന അദ്ദേഹത്തിന്റെ ഗവേഷണസരണി. 'ശാസ്ത്രം എന്റെ മതമാണു്. അന്ത്യം വരെ ഞാനതിൽ ഉറച്ചു നിൽക്കും' എന്നതാണു് അദ്ദേഹത്തിന്റെ കാഴ്ചപ്പാടു്. നൂറിലധികം പ്രശസ്ത ശാസ്ത്രകാരന്മാരെ വളർത്തി എടുത്തു ഉന്നതസ്ഥാനങ്ങളിൽ അദ്ദേഹം എത്തിച്ചു. ആ ശിഷ്യപരമ്പരയിൽപെട്ടവരാണല്ലോ കാലം ചെന്ന എച്ച്. ജെ. ഭാഭയും, ഇന്നു് അറ്റോമിക് എനർജി കമ്മീഷൻ ചെയർമാനായ വിക്രം സാരാഭായിയും.

കഴിഞ്ഞ ഗാന്ധിജയന്തി ദിവസമായിരുന്ന രാമൻ ചെയ്ത അവസാനത്തെ പ്രഭാഷണം, ശ്രവണേന്ദ്രിയത്തിന്റെ ആന്തരഘടനയെ സംബന്ധിച്ചു് ചില പുതിയ കാര്യങ്ങളും. എന്നും പുത്തൻ കാര്യങ്ങളേ അദ്ദേഹത്തിനു പറയാനുണ്ടായിരുന്നുള്ള. അത്തരം അതികായന്മാരെ ജനാധിപത്യം ഒരു മണ്ഡലത്തിലും വളർത്താറില്ല. ശരാശരി മനുഷ്യന്റെ ഉൽഗതിയാവുമല്ലോ ജനാധിപത്യത്തിലെ നോട്ടം. അതേ സമയം കൊക്കക്കോളാ കൂപ്പികയും അടുക്കിയ ലോറിയെ അനുസ്മരിപ്പിക്കുന്ന സമൂഹമാകരുതു്, നമ്മുടെ പ്രയത്നലക്ഷ്യം. 'ഓരോരുത്തരിൽ നിന്നും അവരവരുടെ കഴിവുകൾക്കനുസരിച്ചു്; ആവശ്യത്തിനനുസരിച്ചു് ഓരോരുത്തർക്കും'. എന്ന തത്വമെടുത്താലും രാമനെപ്പോലുള്ളവരെ ഏതു് സമൂഹത്തിനും വേണം.

ശാസ്ത്രവിദ്യാഭ്യാസം ഉദ്യോഗലബ്ധിയുള്ള ചവിട്ടുപടിയായി അധഃപതിച്ചിരിയ്ക്കയാണു് നമ്മുടെ നാട്ടിൽ. ശാസ്ത്രരംഗത്തു നിന്നു് ഭരണരംഗത്തേയ്ക്കുള്ള ധൈഷണികച്ചോർച്ച നിർബാധം ഇന്നും തുടരുന്നു. ഭരണരംഗത്തു നിന്നു് ശാസ്ത്രരംഗത്തേയ്ക്കു രാമനെ പോലെ വന്നവർ വേറെ ഇല്ല. ഭരണരംഗത്തിനു് ഒരു അക്കൗണ്ടന്റു് ജനറലിനെ നഷ്ടപ്പെട്ടുവെങ്കിൽ രാഷ്ട്രത്തിനു് ലഭിച്ചതു് ഒരു ലോകോത്തരശാസ്ത്രജ്ഞനെയാണു്. എത്രയെത്ര സർ സി. വി. രാമൻമാരെയാണു് ഭരണക്കസേലയുടെ മായാവലയം തട്ടിയെടുത്തതു്, എന്ന കാര്യം ഓർത്തു പോകുകയാണു്.

രാഷ്ട്രപതിയുടെ സന്ദേശത്തിൽ പറഞ്ഞപോലെ ''സ്വന്തംപ്രയത്നത്തിലൂടെ നാട്ടിനു ദീപ്തിയും പ്രശസ്തിയും നേടിത്തന്ന ശാസ്ത്രരംഗത്തെ ഋഷിപ്രഭാവനാണു് രാഷ്ട്രത്തിനു നഷ്ടപ്പെട്ടതു്. അന്ത്യശ്വാസം വരെ യുവാക്കളിൽ അന്വേഷണത്തിന്റെയും ഗവേഷണത്തിന്റെയും ആവേശം പകരാൻ അർപ്പിതമായിരുന്ന ആ ജീവിതം''. അങ്ങിനെ, ഒരു സർ സി. വി. രാമൻ ഉണ്ടായി. എത്രകാലം കഴിഞ്ഞാലാണു് മറ്റൊരു സി. വി. രാമനുണ്ടാകുക?

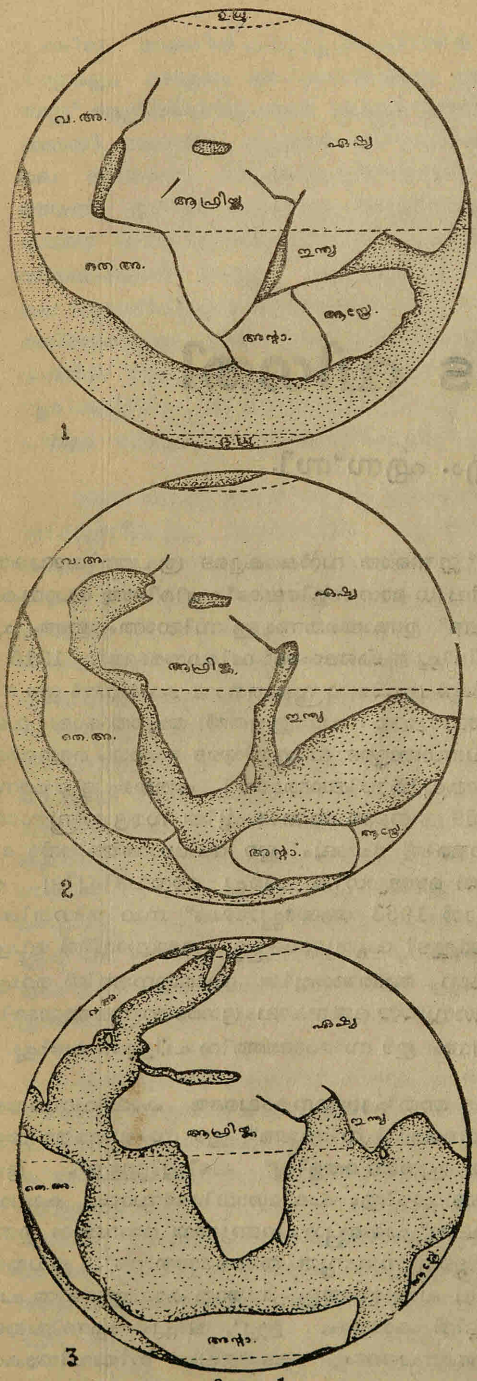
ഭൂഖണ്ഡങ്ങളുടെ വിഗതി

എം. ശിവശങ്കരൻ എം. എസ്സ്സി.

പർവതങ്ങളും കന്നകളും നദികളും എല്ലാം ഭ്രമിയുടെ ഉത്ഭവം മുതല്ക്കേ ഇതേ നിലയിൽ തന്നെ ആയിരുന്ന എന്നും അങ്ങനെ തന്നെ തുടരുമെന്നും മനുഷ്യർ വിശ്വസിച്ചിരുന്നു. ഇതിനു പ്രധാനകാരണം പർവതങ്ങളുടെയോ നദികളുടെയോ ഉല്പത്തി ആരും കണ്ടിട്ടില്ല എന്നതാണ്. മനുഷ്യൻ കാണുമ്പോഴെല്ലാം ഭൂമുഖം ഏതാണ്ട് ഇന്നത്തെപ്പോലെ തന്നെയായിരുന്നു. ഭൂഗർഭശാസ്ത്രം താരതമ്യേന ഒരു നൂതനശാസ്ത്രമാണ്. ഭൂഗർഭശാസ്ത്രചരിത്രം പതിനെട്ടാം നൂറ്റാണ്ടിൽ മാത്രമാണ് ആരംഭിക്കുന്നത്. കല്ലുരിഖനികളുടെയും എണ്ണഖനികളുടെയും കണ്ടുപിടിത്തത്തോടെ ഭൂഗർഭശാസ്ത്രത്തിന്റെ പുരോഗതി ത്വരിതപ്പെട്ടു. പർവതനിരകളും ഭ്രമിയിൽ പലതവണ ഉയർന്നു വന്നിട്ടുണ്ടെന്നും അവയിൽ പലതും മണ്ണൊലിപ്പു കൊണ്ടു വീണ്ടും സമനിരപ്പാക്കപ്പെട്ട എന്നും നമുക്കിന്നുമറിയാം.

ഭൂമുഖത്ത് ഇന്നുള്ള വൻ പർവതനിരകളായ ഹിമാലയം, ആൽപ്സ്, റോക്കീസ് എന്നിവയിലെ അനേകായിരം അടി ഉയരത്തിലുള്ള പാറകളിൽ കടൽജീവികളുടെ ഫോസിലുകളും കാണാം. ഒരു കാലത്തു് ആ ഭാഗങ്ങളും കടലിന്റെ അടിത്തട്ടായിരുന്നു എന്നതിനും സമുദ്രജീവികളും അവിടെ താമസിച്ചിരുന്നുവെന്നതിനും തെളിവാണിതു്. അമേരിക്കയിലെ ഗ്രാഡാല്പേ പർവതനിരയുടെ ഉപരിഭാഗം പവിഴപ്പുറ്റു കൊണ്ടു നിർമിതമാണ്. ഇത്തരം മാറ്റങ്ങളും ഉണ്ടായിട്ടുണ്ടെന്നു് ഇന്നു പൊതുവെ വിശ്വസിച്ചു തുടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. എന്നാൽ ഇന്നത്തെ വൻകരകളെല്ലാം ഒരു കാലത്തു് ഒരൊറ്റ ഭൂഖണ്ഡമായിരുന്നുവെന്നും അവ പിന്നീടു് പിളർന്നു് ഇന്നത്തെ വൻകരകളുടെ രൂപത്തിലാവുകയും വിവിധ ഭാഗങ്ങളിലേക്കു് പിരിഞ്ഞു പോവുകയുമാണു് ഉണ്ടായതെന്നുമുള്ള സിദ്ധാന്തം ഇന്നും ചൂടുപിടിച്ച തർക്കങ്ങൾക്കു് വിധേയമാണു്. 1915 ൽ ജർമൻ ഭൂഗർഭശാസ്ത്രജ്ഞനായ വെഗെനർ ഈ സിദ്ധാന്തവുമായി വന്നതു മുതൽ അടുത്ത കാലം വരെ ഭൂഖണ്ഡങ്ങളുടെ വിഗതിയുടെ ആശയം വെറുമൊരു സാങ്കല്പികസിദ്ധാന്തമായി കരുതപ്പെട്ടു പോന്നു. 1959 ൽ നടന്ന അന്താരാഷ്ട്രീയ സമുദ്രശാസ്ത്ര സമ്മേളനത്തിൽ പോലും ഈ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ പേരിൽ ഔദ്യോഗിക ചർച്ച അനുവദിച്ചില്ല. എന്നാൽ 1963 ആയപ്പോഴേക്കു് സ്ഥിതിഗതികൾ കുറേക്കൂടി വ്യത്യാസപ്പെട്ടു. മോസ്കോവിൽ വെച്ചു് നടന്ന അന്താരാഷ്ട്രീയ സമ്മേളനത്തിൽ വെച്ചു് പ്രശസ്തരായ ഒരു സംഘം ഭൂഗർഭശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരിൽ നിന്നും ഈ സിദ്ധാന്തത്തിനു പിന്തുണ ലഭിച്ചു.

അതിപുരാതനകാലത്തെ കാലാവസ്ഥയുടെ പഠനത്തിൽ നിന്നാണു് ഈ സിദ്ധാന്തത്തിനുള്ള ഒരു പ്രധാന തെളിവു് ലഭിച്ചിട്ടുള്ളതു്. ഭ്രമിയുടെ ചരിത്രം പരിശോധിക്കുമ്പോൾ, കാലാവസ്ഥക്കു് പലപ്പോഴും ഗണ്യമായ മാറ്റങ്ങൾ ഉണ്ടായിട്ടുണ്ടെന്നു വസ്തുതർക്കമറ്റതാണ്. ഇവയുടെ പല ലക്ഷണങ്ങളും അതാതു കാലത്തുണ്ടായ പാറകളിൽ കാണാം. ഉപ്പു്, ജിപ്സം എന്നിവയുടെ നിക്ഷേപങ്ങൾ കടൽജലം നീരാവിയാകുന്നതിന്റെ ഫലമായാണുണ്ടാകുന്നതു്. അതിനാൽ അവ ചൂടുള്ളതും വരണ്ടതുമായ കാലാവസ്ഥയെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. വൃക്ഷങ്ങളിൽ വാർഷികവലയങ്ങളുണ്ടെങ്കിൽ അതു വ്യക്തമായ ഋതുഭേദമുള്ള കാ



ചിത്രം 1

വൻകരകളുടെ വിഗതിയെപ്പറ്റി വെഗെനറുടെ പടങ്ങളം. 1 വൻകരകളം ഒറ്റക്കെട്ടായി കിടക്കുന്ന പൗരാണികാവസ്ഥ; 2–3. വൻകരകളം വേർപിരിഞ്ഞു് ഇന്നത്തെ നില പ്രാപിക്കുന്നു.

ലാവസ്ഥയിൽ വളന്നിരുന്നതായി അനുമാനിക്കാം. ഹിമവാഹിനികളം ഒഴുകിപ്പോയ സ്ഥലങ്ങളംക്കും പ്രത്യേകലക്ഷണങ്ങളം ഉണ്ടായിരിക്കും. ടിലൈറ്റു (Tillites) കളുടെ സാന്നിധ്യം മഞ്ഞുകട്ടികളം അവിടം മൂടിയിരുന്നുവെന്നതിനു തെളിവാണു്. കൂടാതെ അവിടെ ഭൂമുഖത്തെ പാടുകളം നോക്കി മഞ്ഞുകട്ടി ഒഴുകിപ്പോയതിന്റെ മാർഗം മനസ്സിലാക്കാം. ഭൂമിയുടെ കാലാവസ്ഥാചരിത്രത്തിൽ ഏറ്റവും സവിശേഷമായ ഒന്നാണു് ഹിമയുഗങ്ങളം. അക്കാലത്തു്, ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിൽ ഇന്നു കാണുന്ന ''മഞ്ഞുതൊപ്പികളം'' വടക്കോട്ടും തെക്കോട്ടും വളരെയേറെ വ്യാപിച്ചിരുന്നു. യഥാർഥത്തിൽ ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിൽ ഇന്നു കാണുന്ന മഞ്ഞുതൊപ്പികളം അവസാനത്തെ ഹിമയുഗത്തിന്റെ അവശിഷ്ടങ്ങളാണു്. ഭൂമി ഇന്നു് ഒരു ഹിമയുഗത്തിൽ നിന്നും കഷ്ടിച്ചു് പുറത്തു കടന്നിട്ടേയുള്ളു. ഏകദേശം 2500 കൊല്ലങ്ങളംക്കു മുമ്പു് — പുരാജീവമഹായുഗത്തിന്റെ (Paleozoic era) ഉത്തരാർധത്തിൽ — ഭൂമിയിൽ ഒരു ഹിമയുഗമുണ്ടായിരുന്നു. ഇതു ദക്ഷിണാർധഗോളത്തിലാണു് കൂടുതൽ വ്യാപിച്ചിരുന്നതു്. ദക്ഷിണാഫ്രിക്കയുടെയും തെക്കെ അമേരിക്കയുടെയും തെക്കുഭാഗവും, ആസ്ത്രേലിയയുടെയും ഇന്ത്യയുടെയും ഒരു വലിയ ഭാഗവും മഞ്ഞു കൊണ്ടു മൂടപ്പെട്ടിരുന്നു. പാറകളുടെ പഠനത്തിൽ നിന്നും ഇന്ത്യയിൽ മഞ്ഞുപാളികളം വടക്കോട്ടു നീങ്ങിയിരുന്നതായി കാണുന്നു. അതായതു് ഭൂമധ്യരേഖയ്ക്കു വടക്കോട്ടാണു് മഞ്ഞു വ്യാപിച്ചിരുന്നതു്. ദക്ഷിണാഫ്രിക്കയിലും തെക്കെ അമേരിക്കയിലും ഇതു പോലെ ഭൂമധ്യരേഖയെ അഭിമുഖീകരിച്ചു് വടക്കോട്ടായിരുന്ന മഞ്ഞുപാളികളുടെ ഗതി. ഇതിന്റെ അർഥം ഇവയെല്ലാം ദക്ഷിണധ്രുവത്തെ കേന്ദ്രീകരിച്ചുള്ളതായിരുന്നു എന്നതാണു്. ഈ സ്ഥലങ്ങളെല്ലാം ഇന്നത്തെ ഭൂമധ്യരേഖയ്ക്കു സമീപമാണെന്നും ''മഞ്ഞുതൊപ്പി'' ദക്ഷിണധ്രുവത്തിനെ അപേക്ഷിച്ചു് കേന്ദ്രഭൂമാണെന്നതുമായ വസ്തുതകളം വൻകരകളുടെ വിഗതിയെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഇന്നത്തെ ഭൂപടത്തിൽ ഈ പ്രദേശങ്ങളം നോക്കിയാൽ ഭൂമിയുടെ വലിയൊരു ഭാഗം ഒരു കാലത്തു് മഞ്ഞിനാൽ മൂടപ്പെട്ടിരുന്നതായി കാണാം. പക്ഷേ ഈ ഭാഗങ്ങളം വെഗെനറുടെ ഭൂപടത്തിലെ സ്ഥിതിയിലായിരുന്നാൽ ഹിമാവരണം ദക്ഷിണധ്രുവപ്രദേശത്തു് താരതമ്യേന ചെറുതും സുസംഘടിതവുമായ പ്രദേശത്തെ മാത്രം ബാധിച്ചിരുന്നതായി കാണാം.

ജന്തുക്കളുടെയും സസ്യങ്ങളുടെയും വിതരണമാതൃകയിൽ നിന്നുള്ള തെളിവുകളായിരുന്നു ആദ്യം മുതല്ക്കേ വിഗതിവാദികളുടെ പ്രധാന നമ്പർ. ജീവജാലങ്ങളുടെ വിതരണമാതൃകയിൽ, കാലാവസ്ഥയുടെ ഐകരൂപ്യത്തിനും, സമുദ്രം, പർവതനിര മുതലായ തടസ്സങ്ങൾക്കും (Barriers) വലുതായ പങ്കുണ്ട്. സഞ്ചരിക്കുവാൻ കഴിവില്ലാത്തതിനാൽ സസ്യങ്ങളുടെ വിതരണം കാലാവസ്ഥയെയാണു് കൂടുതൽ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നതു്. പെർമിയൻകാലത്തെ—അതായതു് ഇരുനൂറ്റി എൺപതു് ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കു മുന്നിലത്തെ—ദക്ഷിണാർധഗോളത്തിലെ സസ്യവിതരണമാതൃക നോക്കിയാൽ ഒരു പ്രധാന വസ്തുത തെളിഞ്ഞു കാണാം. ദക്ഷിണാഫ്രിക്ക, തെക്കെ അമേരിക്ക, ഇന്ത്യ, ആസ്ത്രേലിയ എന്നിവിടങ്ങളിൽ ഗ്ലോസ്സോപ്ടെറിസ് (Glossopteris) സസ്യസമൂഹം എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഒരു പ്രത്യേകക്കൂട്ടം സസ്യങ്ങളായിരുന്ന ഇക്കാലത്തുണ്ടായിരുന്നതു്. ഇതിൽ ഏറ്റവും സാധാരണയായിരുന്ന സസ്യം ഗ്ലോസ്സോപ്ടെറിസ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന നാവിന്റെ ആകൃതിയിൽ ഇലയുള്ള പന്നച്ചെടിയായിരുന്നു. ഈ വിതരണമാതൃകയുടെ അർഥം ഈ പ്രദേശങ്ങളെല്ലാം ഒന്നിച്ചു കിടന്നവയായിരുന്നു എന്നാണു്. അല്ലെങ്കിൽ അതിയായ സമുദ്രവിശാലതയെ തരണം ചെയ്തു് ഗ്ലോസ്സോപ്ടെറിസ് ചെടി ഈ പ്രദേശങ്ങളിലെല്ലാം പരന്നിരിക്കുവാൻ സാധ്യതയില്ല. ഈ വിതരണമാതൃകയെ വ്യാഖ്യാനിക്കുവാൻ പുരാസസ്യശാസ്ത്രജ്ഞർ ''ഗോൺഡ്വാനാലാൻഡ്'' (Gondwana Land) എന്ന ആശയത്തെയാണു് ആശ്രയിക്കുന്നതു്. ദക്ഷിണാഫ്രിക്ക, തെക്കെ അമേരിക്ക, ഇന്ത്യയുടെ ഭൂരിഭാഗം, ആസ്ത്രേലിയ എന്നീ പ്രദേശങ്ങളും ഒന്നിച്ചു ചേർന്നതാണു് ഈ പ്രദേശം. പിന്നീടു് ഭൂഖണ്ഡങ്ങളുടെ വിഗതിയാണു് ഇവയെ ഇന്നത്തെ സ്ഥിതിയിലെത്തിച്ചതു്. വൻകരകളുടെ വിഗതിയുടെ പ്രശ്നത്തിനു ജന്തുക്കളുടെ വിതരണമാതൃകയിൽ നിന്നും ഗണ്യമായ തെളിവുകളൊന്നും ഇതു വരെ ലഭിച്ചിരുന്നില്ല. ഇതിനു പ്രധാന കാരണം ജന്തുക്കൾ പുരുങ്ങിയ കാലം കൊണ്ടു് ഭൂമിയുടെ ഏതു ഭാഗത്തേക്കും സഞ്ചരിക്കും എന്നതു തന്നെ. മോസാസാർ എന്ന ഫോസിൽ ജലവ്യാളം (Aquatic Reptile) മാത്രം വിഗതിവാദികൾക്കു് ഒരു വോട്ടു നൽകുന്നതായി കരുതിയിരുന്നു. ഇവയുടെ ഫോസിലുകൾ ബ്രസീലിലും ദക്ഷിണാഫ്രിക്കയിലുമാണു് കാണുന്നതു്. ശരീരഘടനയിൽ നിന്നു് ഇതു് ഒരു ശുദ്ധജലജീവിയാണെന്നും വലിയ നീന്തൽ ശക്തിയൊന്നുമുണ്ടായിരുന്നില്ലെന്നും കാണാം. അതുകൊണ്ടു് ഇവ അറ്റ്ലാന്റിക്കു് സമുദ്രം തരണം ചെയ്തു് ഇരുകരകളിലും എത്തിയതാണെന്നു പറയാൻ വയ്യ. അതിനാൽ ബ്രസീലും ദക്ഷിണാഫ്രിക്കയും ഒരു കാലത്തു് വളരെ സമീപത്തായിരുന്നു സ്ഥിതി ചെയ്തിരുന്നതു്. 1967 ഡിസംബറിലാണു് അൻറാർട്ടിക്കയിൽ നിന്നും മറ്റൊരു തെളിവു കണ്ടു കിട്ടിയതു്. ഇതു് ഇരുനൂറു ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കു മുമ്പു് ജീവിച്ചിരുന്ന ലാബറിൻതൊഡോൺടു് (Labyrinthodont) എന്ന ഒരു പൗരാണിക ഉഭയജീവിയുടെ അവശിഷ്ടമാണു്. ഈ ജീവി മിതോഷ്ണമോ ഉഷ്ണമോ ആയ കാലാവസ്ഥയിലേ ജീവിക്കുകയുള്ളു. അൻറാർട്ടിക്കയിൽ ഒരു കാലത്തു് അത്തരം കാലാവസ്ഥയായിരുന്നു എന്നതിന്റെ തെളിവാണിതു്. വലിയ ഫോസിൽവൃക്ഷങ്ങളും (Fossil Trees) മറ്റും അവിടെ നിന്നു മുമ്പു തന്നെ കിട്ടിയിട്ടുണ്ടു്. അൻറാർട്ടിക്ക ഇന്നത്തേതിലും വടക്കു മാറി കിടന്നിരുന്നതിനാലാണു് അക്കാലത്തു കൂടുതൽ ഉഷ്ണമേറിയ കാലാവസ്ഥയായിരുന്നതു്.

വിഗതിവാദത്തിന്റെ ആദ്യകാലത്തെ പ്രധാന സിദ്ധാന്തികളായിരുന്ന അലക്സു് ഡുടോയ്റ്റു്, ജെ. ടി. വിൽസൻ എന്നിവർ അറ്റ്ലാൻറിക്കിന്റെ ഇരു പാർശ്വങ്ങളിലെ ഭൂഖണ്ഡങ്ങളുടെ പരിധിരേഖകളും നോക്കിയാൽ അവയെ ഒന്നിച്ചു കൂട്ടി സംയോജിപ്പിക്കാമെന്നു കണ്ടു. തെക്കെ അമേരിക്കയുടെ അറ്റ്ലാൻറിക്കു് സമുദ്രതീരവും ആഫ്രിക്കയുടെ പടിഞ്ഞാറൻ തീരവും തമ്മിലുള്ള യോജിപ്പു് വെറും യാദൃച്ഛികമെന്നു പറയുകവയ്യ. ഈയിടെ കംപ്യൂട്ടർ ഉപയോഗിച്ചു നടത്തിയ നിരവധി പഠനങ്ങളും ഇതു തന്നെയാണു് തെളിയിക്കുന്നതു്. തെക്കെ ആഫ്രിക്കയിലെയും തെക്കെ അമേരിക്കയിലെയും പാറകളുടെ പഠനവും ഈ നിഗമനത്തെ പിന്താങ്ങുന്നു. ഡുടോയ്റ്റു് ഇരു ഭൂഖണ്ഡങ്ങളിലെയും ഊറൽപാറകളെ സംബന്ധിച്ചു സമഗ്രമായ ഒരു പഠനം നടത്തി. ഘടനയിൽ തരികളുടെ വലിപ്പത്തിലുള്ള സാദൃശ്യം മുതലായവ നോക്കി ഊറൽപാറകളുടെ ഉല്പത്തിസ്ഥാനം നിർണയിക്കാവുന്നതാണു്. അറ്റ്ലാൻറിക്കിന്റെ ഇരുവശത്തുമുള്ള എല്ലാ കാലത്തെ പാറകളും തമ്മിൽ സാദൃശ്യമുണ്ടു്. ഇതിനു പുറമെ പർവതനിരകളും മുതലായ ഭൂപരമായ നിർമിതികളുടെ കാര്യത്തിലും തെക്കെ ആഫ്രിക്കയിലെയും



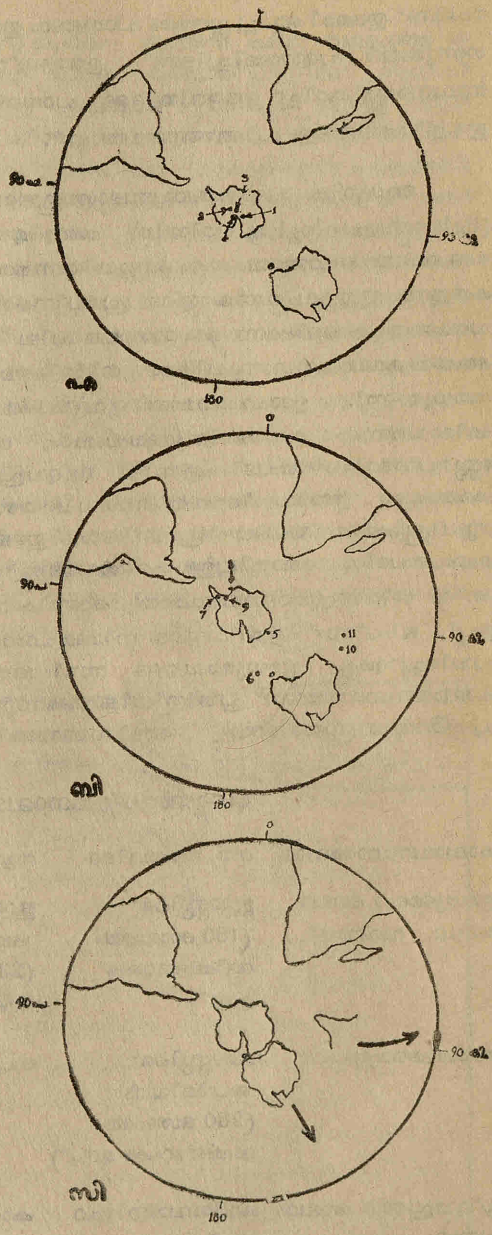
ചിത്രം 2

തെക്കെ അമേരിക്കയും ആഫ്റിക്കയും ചേർത്തുവെച്ചാൽ അവയുടെ വക്കുകൾ പരസ്പരം കൃത്യമായി യോജിക്കുമെന്നു് കാണിക്കുന്ന ചിത്രം. കട്ടികൂടിയ രേഖ വൻകരയുടെ തട്ടിനെ (Continental shelf) സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

തെക്കെ അമേരിക്കയിലെയും പ്രദേശങ്ങൾ തമ്മിൽ സാദൃശ്യം കാണാം.

മേല്പറഞ്ഞരിച്ച തെളിവുകളൊന്നും അടുത്ത കാലം വരെ ഭൂഗർഭശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കു് സ്വീകാര്യമല്ലായിരുന്നു. പക്ഷേ ഈയിടെ ഉടലെടുത്ത പുരാകാന്തശാസ്ത്രം (Paleomagnetism) ഭൂഖണ്ഡങ്ങളുടെ വിഗതിയെ പറ്റി നൽകുന്ന വിവരങ്ങൾ ഭൂഗർഭശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ നിലപാടിൽ ഗണ്യമായ മാറ്റം വരുത്തിയിട്ടുണ്ടു്. അഗ്നിശിലകളിൽ ''മരവിച്ചിരിക്കുന്ന'' കാന്തശക്തിയുടെ പഠനമാണു് പുരാകാന്തശാസ്ത്രം. അഗ്നിപർവതത്തിൽ നിന്നു വരുന്ന ലാവ തണുത്തു് ദൃവമാകുമ്പോഴാണു് അഗ്നിശിലകളുണ്ടാവുന്നതു്. ഇങ്ങനെ ശീതീകരണം നടക്കുമ്പോൾ അതിലടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഇരുമ്പുതരികൾ ഭൂമിയുടെ കാന്തത്തിന്റെ ഗതിക്കനുസരിച്ചു് അണിനിരക്കും. ഈ കാന്തശക്തി കഠിനമായ ചൂടോ മറ്റു ഭൗതികമാറ്റങ്ങളോ കൊണ്ടു് നശിപ്പിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ലെങ്കിൽ ആ പാറകൾ ഉണ്ടായ കാലത്തെ ഭൂമിയുടെ കാന്തവലയത്തിന്റെ രേഖയായി സൂക്ഷിക്കപ്പെടും. ജലത്തിൽ ഊറലടിഞ്ഞു് ഊറൽ പാറകളുണ്ടാകുമ്പോഴും ഇതു തന്നെ സംഭവിക്കും.

ഇവയുടെ പഠനത്തിൽ നിന്നും ധ്രുവങ്ങളുടെ സ്ഥാനം നിർണയിക്കാം. ഏതാണ്ട് 700 ലക്ഷം കൊല്ലം വരെ പഴക്കമുള്ള പാറകളിലെ കാന്തശക്തിയുടെ പഠനത്തിൽ നിന്നും ഉത്തരധ്രുവസ്ഥാനം നിർണയിക്കുമ്പോഴും ഏതാണ്ട് ഇന്നത്തെ ധ്രുവവുമായി യോജിപ്പു കാണാം. ചിത്രം 3 (എ) യിൽ ആസ്ട്രേലിയ (1), സിസിലി (2), വടക്കെ അമേരിക്ക (3), ഐസ്‌ലാൻഡ് (4), എന്നിവിടങ്ങളിലുള്ള ടെർഷ്യറി (തൃതീയ) കാലത്തെ (700 ലക്ഷം കൊല്ലം) പാറകളിലെ കാന്തശക്തിയുടെ പഠനത്തിൽ നിന്നും നിർണയിച്ച ദക്ഷിണധ്രുവത്തിന്റെ സ്ഥാനമാണ് കാണിക്കുന്നത്. അതും ഇന്നത്തെ ദക്ഷിണധ്രുവസ്ഥാനവുമായി വലിയ അന്തരമില്ലെന്നു കാണാം. ചിത്രം (ബി) യിൽ ടെർഷ്യറി കാലത്തിനു തൊട്ടു മുമ്പ് ഫ്രാൻസ് (7), ബ്രിട്ടൻ (8), വടക്കെ അമേരിക്ക (9), ഇന്ത്യ (10), (11), ആസ്ട്രേലിയ (5), ടാസ്മേനിയ (6) എന്നിവിടങ്ങളിലെ പാറകളിലുള്ള കാന്തശക്തിയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ നിർണയിച്ച ദക്ഷിണധ്രുവസ്ഥാനങ്ങളാണ്. ഉത്തരാർധഗോളത്തിലേയും ഇന്ത്യ, ആസ്ട്രേലിയ എന്നിവിടങ്ങളിലേയും തമ്മിൽ വലിയ അന്തരം കാണാം. ഈ വൈരുധ്യത്തെ ധ്രുവങ്ങളുടെ വിഗതിയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വ്യാഖ്യാനിക്കുവാൻ ശ്രമിച്ചെങ്കിലും അതു് അസംഭാവ്യമാണെന്നാണ് ഇന്നത്തെ ചിന്താഗതി. കാരണം ഭ്രമിയുടെ അച്ചുതണ്ടിൽ നിന്നും ധ്രുവങ്ങൾ കാര്യമായി വ്യതിചലിച്ചിരിക്കുവാനോ ഭ്രമിയുടെ അച്ചുതണ്ട് ഗണ്യമായി മാറിയിരിക്കുവാനോ സാധ്യതയില്ല. ഇന്ത്യയും ആസ്ട്രേലിയയും ഈ പാറകളുടെ രൂപീകരണത്തിനു ശേഷം ദശോടനം ചെയ്ത എന്നു കണക്കാക്കിയാൽ ഇതിനെ ശരിയായി വ്യാഖ്യാനിക്കാം. ചിത്രം (സി) യിൽ ഇന്ത്യയും ആസ്ട്രേലിയയും നീക്കി വിവിധ ധ്രുവസ്ഥാനങ്ങൾ ഏകീകരിച്ചു കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതു തന്നെയാണ് വിഗതിവാദികൾ സൂചിപ്പിക്കുന്ന വിഗതിപന്ഥാവും, നോബൽ സമ്മാനം നേടിയ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ പി. എം. എസ്. ബ്ലാക്കറും, റൺകോണും



ചിത്രം 3 പുരാകാന്തശക്തിയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ നിർണയിക്കപ്പെട്ട ദക്ഷിണാർധഗോളത്തിലെ ധ്രുവസ്ഥാനങ്ങൾ.

(എ) ടെർഷ്യറികാലത്തിന്റെ അന്ത്യത്തിലുള്ള പാറകളിൽ നിന്നും നിർണയിക്കപ്പെട്ടത്.

(ബി) ടെർഷ്യറികാലത്തിനു് തൊട്ടു മുമ്പുള്ള പാറകളിൽ നിന്നും നിർണയിക്കപ്പെട്ടത്.

(സി) ഇന്ത്യയെയും ആസ്ട്രേലിയയെയും അടുപ്പിച്ചു് ധ്രുവസ്ഥാനങ്ങൾ ഏകീകരിച്ചു് കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. അമ്പടയാളങ്ങൾ ഈ വൻകരകളുടെ വിഗതിയുടെ ഗതി കാണിക്കുന്നു.

ചേർന്ന് തുടങ്ങി വെച്ച ഇത്തരം പഠനങ്ങളും ഇന്ന് ഗണ്യമായി പുരോഗമിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഉത്തരധ്രുവ സ്ഥാനത്തെ കുറിച്ച് നടത്തിയിട്ടുള്ള പഠനങ്ങളും ഈ നിഗമനങ്ങളെ പിന്താങ്ങുന്നവയാണ്.

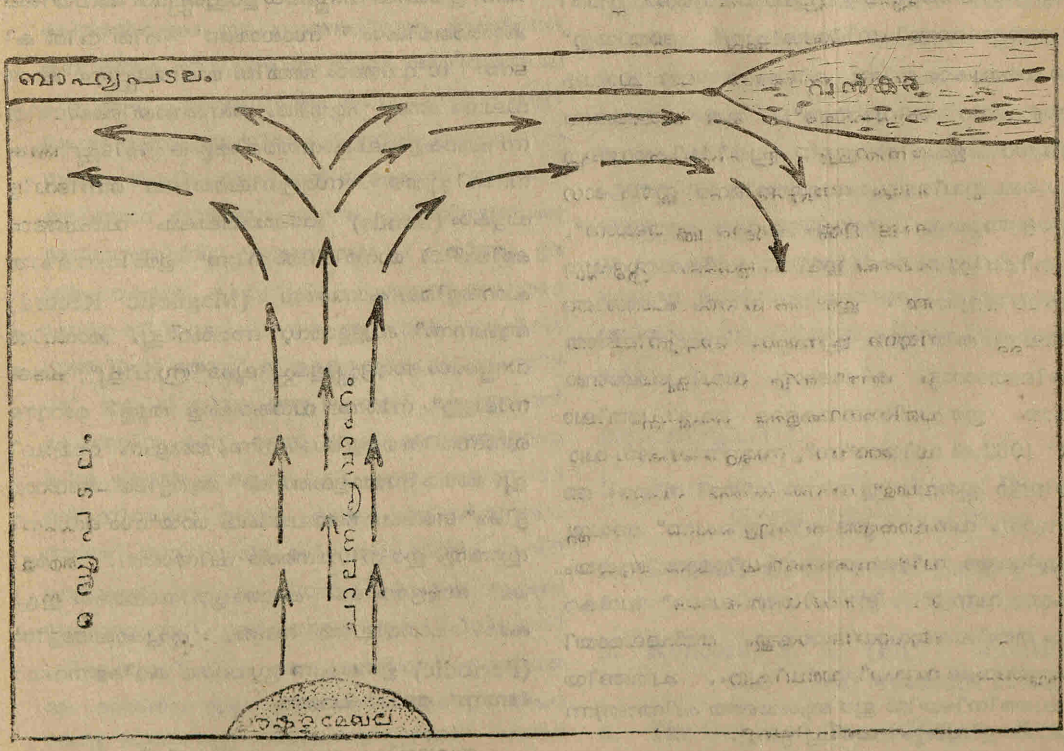
ആധുനിക പുരാകാലാവസ്ഥാശാസ്ത്രജ്ഞൻ (Paleoclimatologist) ഭൂമിയിൽ പണ്ട് മുതൽക്കേ കാലാവസ്ഥാമേഖലകളും ഉണ്ടായിരുന്നതായി കരുതുന്നു. ഇതു മൂലം വൻകരയുടെ പ്രാചീനകാലാവസ്ഥയെ കാണിക്കുന്ന ഒരു ഭാഗത്തെ ചില വ്യക്തമായ കാലാവസ്ഥാസൂചികളും നിർമിക്കുവാൻ സാധ്യമാണ്. ഉദാഹരണമായി വ്യാപകമായ ഹിമാവരണം, കൽക്കരിനിക്ഷേപങ്ങളും, ഗ്ലോസ്സോപ്ടെറിസ് ചെടി എന്നിവ ധ്രുവപ്രദേശത്തെയോ അർധശീതോഷ്ണമേഖലയെയോ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. വലിയ പ്രാണികളും, ഇഴജന്തുക്കളും, ചെറിയ തോതിലുള്ള ഹിമാവരണവും എന്നിവ ശീതോഷ്ണകാലാവസ്ഥയെ കാണിക്കുന്നു. ഉപ്പ്, ജിപ്സം എന്നിവയുടെ നിക്ഷേപങ്ങളും പവിഴപ്പുറ്റുകളും ഭൂമധ്യരേഖയുടെ സമീപത്തെ കാലാവസ്ഥയെയാണ് പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നത്. പുരാകാന്തശാസ്ത്രത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഗോൺഡ്വാനാലാൻഡിന്റെ ചരിത്രവസ്തുതകളും ഇപ്രകാരമാണ്—പുരാജീവിയുഗത്തിൽ ഈ മഹാവൻകര ദക്ഷിണധ്രുവപ്രദേശത്തായിരുന്നു. 220 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കു മുമ്പ് ഇതു രണ്ടായി പിളർന്നു. ഒരു വലിയ ഭാഗം തെക്കെ അമേരിക്കയും ആഫ്രിക്കയും ചേർന്നതും മറ്റേതു ഇന്ത്യ, അൻറാർട്ടിക്ക, ആസ്ത്രേലിയ ഇവ കൂടിയതും. തെക്കെ അമേരിക്കയും ആഫ്രിക്കയും തമ്മിൽ അതിനു ശേഷം വേർപെട്ടു. ഇന്ത്യയിലെ പാറകളെ സംബന്ധിച്ച പുരാകാന്തശാസ്ത്രവസ്തുക്കൾ ഇമ്പീരിയൽ കോളേജിലെ പി. എം. എസ്. ബ്ലാക്കറ്റിന്റെ പ്രത്യേകപഠനത്തിനു വിധേയമായിട്ടുണ്ട്. ഇതിൽ നിന്നും മനസ്സിലാകുന്നതു ഇന്ത്യ ഏതാണ്ടു് വർഷത്തിൽ 3 സെൻറിമീറ്റർ എന്ന നിരക്കിൽ അൻറാർട്ടിക്കയുടെ സമീപത്തു നിന്നു നീങ്ങി ഏഷ്യാവൻകരയുടെ തീരത്തു വന്നു ചേർന്നു എന്നാണ്. താഴെ കൊടുക്കുന്ന പട്ടിക പഠിച്ചാൽ മാത്രം മതി ഗോൺഡ്വാനാപ്രദേശത്തെ വിവിധ വൻകരകളും വിവിധ കാലാവസ്ഥാമേഖലകളും തരണം ചെയ്ത് ഇന്നത്തെ നിലയിലെത്തിയതു് മനസ്സിലാക്കുവാൻ. അതിൽ ഭൂഗർഭകോലഘട്ടങ്ങളിലെ പാറകളിൽ കാണുന്ന കാലാവസ്ഥാസൂചികളെയും കാണാം.

ഗോൺഡ്വാനാലാൻഡിലെ ഭൂഗർഭകോലഘട്ടങ്ങളും

കാലാവസ്ഥാമേഖല	തെ. അമേരിക്ക	ആഫ്രിക്ക	ഇന്ത്യ	അൻറാർട്ടിക്ക	ആസ്ത്രേലിയ
ഭൂമധ്യരേഖാ കാലാവസ്ഥ. വരണ്ടതു്.	ജൂറാസ്സിക്കു് (180 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കു് മുമ്പു്)	ജൂറാസ്സിക്കു്, ട്രയാസ്സിക്കു് (230 ദശലക്ഷം)	ജൂറാസ്സിക്കു്, ട്രയാസ്സിക്കു്	ജൂറാസ്സിക്കു്	ജൂറാസ്സിക്കു്
സമശീതോഷ്ണ,	ട്രയാസ്സിക്കു് പെർമിയൻ (280 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കു മുമ്പു്)	പെർമിയൻ	പൂർവകാല പെർമിയൻ	പെർമിയൻ	ട്രയാസ്സിക്കു്
ധ്രുവപ്രദേശ കാലാവസ്ഥ	കാർബോണിഫെറസ് (340 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കു മുമ്പു്)	കാർബോണിഫെറസ്	പെർമോ–കാർബോണിഫെറസ്	പെർമോ കാർബോണിഫെറസ്	പെർമിയൻ

വിഗതിസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ ഏറ്റവും വലിയ ന്യൂനത വിഗതിക്കു കാരണമായ ശക്തി എങ്ങനെയുണ്ടായി എന്നതിനെ വ്യാഖ്യാനിക്കുവാൻ വിശ്വസനീയമായ ഒരു സിദ്ധാന്തവുമില്ല എന്നതായിരുന്നു. 1963-ലെ അന്താരാഷ്ട്രീയസമ്മേളനത്തിൽ വിഗതിസിദ്ധാന്തത്തിനു ലഭിച്ച മാന്യ

ത കാണിക്കുന്നതു് അങ്ങനെ സംഭവിച്ച എന്നതിന്റെ ഏകദേശരൂപം ദൃശ്യമായി തുടങ്ങി എന്നാണു്. 1948 ൽ വെനെഗ്—മെയ്ൻസ് എന്ന ഡച്ചു് ഭൂഗർഭശാസ്ത്രജ്ഞന്റെ ഭൂമിക്കടിയിലെ ചാലകസെല്ലുകളെ (Convection Cells) പ്പറ്റിയുള്ള ആശയമാണിതിന്നടിസ്ഥാനം. ഭൂമിയുടെ ബാഹ്യാവേഷ്ടനം (Crust) ഏതാണ്ടു് 20 മൈൽ മാത്രം കട്ടിയുള്ളതാണു്. ഇതിനടിയിൽ മാൻറിൽ (Mantle) എന്ന കട്ടിയായ മറെറാരു ഭാഗമുണ്ടു്. വെനെഗ്-മെയ്ൻസിന്റെ അഭിപ്രായത്തിൽ ഭൂമിയുടെ അഗാധതയിൽ നിന്നും പൊന്തി വരുന്ന താപം മാൻറിൽ പാറകളെ ചൂടാക്കുന്നു. ഇതു മൂലം അവ വികസിച്ചു് ഘനം കുറഞ്ഞു് മേലോട്ടുയരുന്നു. മുകളിലോട്ടു വരും തോറും ചൂടു നഷ്ടപ്പെട്ടു് ബാഹ്യവേഷ്ടനത്തിനടിയിലെത്തുമ്പോഴേക്കും മാൻറിൽ പാറകൾക്കു് കട്ടി കൂടുകയും തന്മൂലം അതു് പാർശ്വങ്ങളിലൂടെ കീഴോട്ടു താഴുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇങ്ങനെ പാർശ്വങ്ങളിലേക്കൊഴുകുന്നതോടെ ബാഹ്യവേഷ്ടനത്തിനെയും ഇരുവശത്തേക്കു വലിച്ചു കൊണ്ടു പോകും. ഇങ്ങനെ ചില സ്ഥലങ്ങളിൽ ഉയർന്നു വരുന്ന അർധപ്ലാസ്റ്റിക്കു് സ്ഥിതിയിലുള്ള പാറകളുടെ സ്തംഭങ്ങളും അവസ്ഥാന്തരമായ കീഴോട്ടു താഴുന്ന തണുത്ത പാറകളും കാണാം. ഘനവസ്തുവായ പാറ ഒഴുകുന്നു എന്നു പറയുന്നതിന്റെ വൈഷമ്യം വെനെഗ്—മെയ്ൻസിനു് അറിയാമായിരുന്നു. ഇന്നു് പാറകളും ഘനവസ്തുപ്രവാഹം എന്ന ഒരു പ്രത്യേകക്രിയ മൂലം ഒഴുകുന്നതായി ഭൂഗർഭശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കു മനസ്സിലായിട്ടുണ്ടു്. ഇതിൽ ചലനം തന്മാത്രകളുടെ തലത്തിലാണു് സംഭവിക്കുന്നതു്. ഈ വിഷയം വളരെ സങ്കീർണമായതിനാൽ ഇവിടെ കൂടുതൽ പ്രതിപാദിക്കുന്നില്ല. പർവതനിരകളുടെ ഉത്ഭവം, ഭൂകമ്പങ്ങളും മുതലായവ ഇന്നു് ഈ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ വെളിച്ചത്തിലാണു് വ്യാഖ്യാനിക്കപ്പെടുന്നതു്. പ്രധാനപ്പെട്ട എല്ലാ സമുദ്രങ്ങൾക്കടിയിലും ഏതാണ്ടു് മധ്യഭാഗത്തു കൂടി വലിയ വരമ്പുകളും പോകുന്നുണ്ടു്. ഇവയെ ഇന്നു് ചാലകസെല്ലുകളുടെ സ്ഥാനങ്ങളായി വ്യാഖ്യാനിക്കപ്പെടുന്നു.



ചിത്രം 4

ഭൂമിക്കടിയിലെ ചാലകസെല്ലിന്റെ മാതൃക

മധ്യഅറ്റ്ലാന്റിക് വരമ്പിനെക്കുറിച്ച് കുറേക്കാലമായി ചിലതെല്ലാം അറിയാമായിരുന്നു. എന്നാൽ ലാമോണ്ട് സമുദ്രപരീക്ഷണശാലയിലെ ഈവിങ്ങ്, ബ്രൂസ്ഹീസൻ എന്നിവരുടെ ഗവേഷണഫലമായി ഈയിടെ മാത്രമാണ് അതിന്റെ ഒരു പൂർണരൂപം ലഭിച്ചതു്. സോണിക്ക് താഴ്ച രേഖിക (Sonic Depth Recorder) ഉപകരണങ്ങളുടെ സഹായത്താൽ അതു് ആർട്ടിക്ക് മുതൽ അൻറാർട്ടിക്ക് വരെ നീണ്ടു കിടക്കുന്ന വൻ തിയേറിയ വരമ്പാണെന്നു കണ്ടു. ചിലയിടങ്ങളിൽ ഇതിനു പർവതനിരകളുടെ വലിപ്പമുണ്ടു്. 1960 ലാണ് പ്രിൻസ്റ്റണിലെ ഹാരി ഹെസ്സും യു. എസ്സ് സമുദ്രതീരജിയോഡെറ്റിക്ക് സർവെ (Coast and geodetic survey) യിലെ റോബർട്ട് ഡിയറ്റ്സും ഒരേ സമയത്തു് സാമുദ്രികവരമ്പുകളും ചാലകസെല്ലുകളിൽ നിന്നു് ഉയർന്നു വരുന്ന സാധനങ്ങളുടെ പ്രവാഹത്തിന്റെ ഉപരിഭാഗങ്ങളാണെന്നു് നിർദ്ദേശിച്ചതു്. അതായതു് ഈ വരമ്പുകളും നീണ്ടു കിടക്കുന്ന ഒരു ചാലകസെല്ലിന്റെ ശിഖരമാണു്. ഒരു ചാലകസെല്ലിന്റെ ഉപരിഭാഗത്തു് പ്രതീക്ഷിക്കാവുന്നതുപോലെ ഇവിടെയും സമുദ്രത്തിന്റെ ഇതര ഭാഗങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ചു് ഉഷ്ണം വളരെ കൂടുതലാണു്. പ്രതീക്ഷിച്ച പോലെ ഇവിടം ഭൂഗർഭശാസ്ത്രദൃഷ്ട്യാ അസ്ഥിരവുമാണു്. ഇവിടെ നിന്നും പാർശ്വങ്ങളിലേയ്ക്കു തിരിയുന്ന പ്രവാഹം സമുദ്രനിലത്തെ പടിഞ്ഞാറോട്ടും കിഴക്കോട്ടും വലിച്ചുകൊണ്ടൊഴുകുന്നു. ഈ പരിഗണനകളുടെ വെളിച്ചത്തിലാണു് 1962-ൽ ഡിയറ്റ്സ്, സമുദ്രനിലങ്ങളും വരമ്പിന്റെ ഇരുവശത്തു നിന്നും നീങ്ങി നീങ്ങി അവസാനം വൻകരകളുടെ തീരത്തു ചെന്നു് അവയ്ക്കടിയിലേക്കു വീഴുകയാണെന്ന ധീരമായ ആശയം കൊണ്ടു വന്നതു്. ഈ വിധത്തിലാണു് വൻകരകളും തമ്മിലകലുവാനിടയായതും തൽഫലമായി സമുദ്രങ്ങൾക്കു വ്യാപ്തി വർധിച്ചതും. കുറുങ്ങിയ കാലത്തിനിടയിൽ ഈ ആശയത്തെ പിന്താങ്ങുന്ന പല തെളിവുകളും ലഭിച്ചിട്ടുണ്ടു്.

1964 ലെ അന്താരാഷ്ട്രീയ സമ്മേളനത്തിൽ, ഇംഗ്ലണ്ടിലെ സർ എഡ്വേർഡ് ബുള്ളാർഡ് ഈ ആശയത്തെ പിന്താങ്ങുന്ന കൂടുതൽ തെളിവുകളും നൽകി. പുരാകാന്തശാസ്ത്രത്തെക്കുറിച്ചു് നേരത്തെ പ്രസ്താവിച്ചല്ലൊ. ഭൂമിയുടെ ചരിത്രത്തിൽ പലപ്പോഴും ധ്രുവങ്ങളും തമ്മിൽ മാറിയതായി—അതായതു് ദക്ഷിണധ്രുവം ഉത്തരധ്രുവമായും മറിച്ചും—തെളിവുകളുണ്ടു്. ഈ മാറ്റങ്ങളും അഗ്നിശിലകളിലെയും ഊറൽപാറകളിലെയും ''മരവിച്ചിരിക്കുന്ന'' കാന്തശക്തിയിൽ രേഖപ്പെടുത്തിയിരിക്കും. സർ ബുള്ളാർഡ്, അറ്റ്ലാന്റിക്ക് സമുദ്രവരമ്പിന്റെ പാർശ്വങ്ങളിലെ പാറകളും വരയൻ കുതിരയുടെ ദേഹത്തിലെ വരകളുടെ മാതൃകയിൽ നിർമിതമാണെന്നു് കാണിച്ചു. ഓരോ പട്ട (Band)യിലെയും കാന്തശക്തി എതിർവശങ്ങളിലേക്കു ചൂണ്ടിക്കാണിച്ചിരുന്നു. കാന്തവലയം ഇന്നത്തെപ്പോലെ ആയിരുന്ന കാലഘട്ടങ്ങളിൽ സമുദ്രവരമ്പിൽ നിന്നും സ്രവിച്ചു വന്ന ഉരുകിയ വസ്തുക്കൾ ഉറച്ചപ്പോൾ അവയിലെ കാന്തത്തരികൾ ''സാധാരണ'' രീതിയിൽ കിടന്നു. ധ്രുവങ്ങൾ തമ്മിൽ മാറിയപ്പോൾ കാന്തവലയം നേരെ എതിരും അന്നുണ്ടായിക്കൊണ്ടിരുന്ന പാറകളിലെ കാന്തത്തരികളുടെ കിടപ്പു് അതനുസരിച്ചുമായി. സമുദ്രനിലത്തിലെ ഒന്നിടവിട്ട പട്ടകൾ (Bands) ലക്ഷോപലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കിടയിൽ മാൻറിലിൽ നിന്നു് ഊറിവന്നുണ്ടായ പാറകളിലെ കാന്തരേഖ (Magnetic Record) ആണെന്നു് ബുള്ളാർഡ് സമർഥിച്ചു. മാൻറിൽ വസ്തുക്കൾ സമുദ്രപ്പിളർപ്പിലൂടെ സ്രവിച്ചു് കടൽനിലത്തു് നിരന്നു് വൻകരകളെ തള്ളി മാറ്റുന്നുണ്ടെന്നതിനു തെളിവാണെന്നും അദ്ദേഹം സമർഥിച്ചു. അതേ സമ്മേളനത്തിൽ ആർട്ടിക്ക്–അൻറാർട്ടിക്ക് ഗവേഷണശാലയിലെ റെയ്സാ ഡെമനിസ്കായയും ഈ നിഗമനത്തെ പിന്താങ്ങി. ആർട്ടിക്ക് സമുദ്രത്തിലെ കാന്തവ്യതിയാനങ്ങളും ഇപ്രകാരം മാൻറിലിൽ നിന്നും ക്രമപ്പകാലങ്ങളിൽ (Periodic) ഉണ്ടാകുന്ന സ്രവത്തെ കുറിക്കുന്നവയാണെന്നു് അവർ പറഞ്ഞു.

സമുദ്രനിലം മേല്പറഞ്ഞ മാതിരി ഇരുവശങ്ങളിലേക്കും നീങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയാണെങ്കിൽ അതിൽ നിന്നും ചില അനുമാനങ്ങളും അനിവാ

ര്യമാണ്. സമുദ്രനിലത്തു്, സാധാരണ ഗതിയിൽ സദാ പല തരത്തിലുള്ള തരികകം വീണ് അവ കാലാന്തരത്തിൽ ഊറൽപാറകളായി മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കും. കരയിലെപ്പോലെ ഇവയിലും ഫോസിലുകകം കാണും. അവയുടെ സഹായത്താൽ പാറകളുടെ പ്രായവും നിർണയിക്കാം. എന്നാൽ മേല്പറഞ്ഞ തരത്തിൽ സമുദ്രനിലം സമുദ്രമധ്യവരമ്പിന്റെ ഇരുവശങ്ങളിലേക്കും നീങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയാണെങ്കിൽ ഒരു സ്ഥലത്തും പ്രാചീനകാലം മുതല്ക്കു ഊറിവീണുണ്ടായ അടുക്കുകയം (Layers) മുഴവനും കാണുകയില്ല. സമുദ്രനിലത്തിനു്, അതി പുരാതനകാലം മുതല്ക്കു് ഊറൽത്തരികയം ഊറി വീഴുന്നതിന്റെ നിരക്കനുസരിച്ചു കാണേണ്ട കട്ടിയും ഉണ്ടാവുകയില്ല. അതിനു പുറമെ സമുദ്രനിലംസമുദ്രതീരത്തു ചെന്നു തട്ടി വൻകരകളുടെ അടിയിലേക്കു വഴുതിവീണു പോവുകയാണെന്നു പറഞ്ഞുവല്ലൊ. അങ്ങനെ വരുമ്പോഴും സമുദ്രതീരത്തു കഴിച്ചു നോക്കിയാൽ വളരെ ഇളം പ്രായത്തിലുള്ള ഊറൽപാറകളേ കാണൂ. ഇവ രണ്ടിനും വേണ്ട തെളിവുകയം ലഭിച്ചിട്ടുണ്ട്. സമുദ്രനിലത്തിന്റെ പല ഭാഗങ്ങളിലായി നടത്തിയ നിരവധി ഭ്രഗർഭപരമായ പഠനങ്ങളും അവിടത്തെ ഊറൽ അടുക്കുകയം സാമാന്യത്തിലേറെ നേർത്തതാണെന്നു കാണിക്കുന്നു. ശാന്തസമുദ്രത്തിന്റെ സമുദ്രതലത്തിൽ നിന്നും ഊറൽപാറകളുടെ കാമ്പ് (Core) എടുത്തു് അവയുടെ വയസ്സു നിർണയിക്കുകയും അവയുടെ രൂപീകരണത്തിന്റെ തോതു് തിട്ടപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. ഇതിൽ നിന്നും തെളിയുന്നതു് കേംബ്രിയൻ കാലത്തിനു മുമ്പു് മുതൽ ഊറൽ അടിഞ്ഞിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ ഊറൽപാറകളുടെ കട്ടി ഇന്നു കാണുന്നതിന്റെ നിരവധി ഇരട്ടി ഉണ്ടാകേണ്ടിയിരുന്നുവെന്നാണ്. അറ്റ്ലാന്റിക്കു് സമുദ്രത്തിന്റെ പശ്ചിമതീരത്തു് അപ്പലാച്ചിയൻ പർവതനിരകയംക്കു സമാന്തരമായി, വൻകരയുടെ തട്ടിനു കീഴിലായി ക്രിട്ടേഷ്യസ് (120 ശലക്ഷവർഷം) കാലത്തെയും അതിലും ഇളം പ്രായത്തിലെയും ഊറൽപാറകളേ കാണുന്നുള്ളു. വൻകരയുടെ വക്കു് സ്ഥിരമായിരുന്നെങ്കിൽ ഇതിനു കീഴിലായി പുരാജീവമഹായുഗത്തിലെയും മധ്യജീവമഹായുഗത്തിലെയും (ക്രിട്ടേഷ്യസ്കാലം മധ്യജീവമഹായുഗത്തിന്റെ അവസാനഘട്ടമാണ്) പാറകയം കാണേണ്ടതാണ്. എന്നാൽ അങ്ങനെയുള്ള പാറകളൊന്നും അടിയിലില്ല. എന്നു് ഗവേഷണങ്ങയം തെളിയിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ പാറകയം വൻകരയ്ക്കടിയിലേക്കു തെറ്റുത്തു കയറി, അപ്പലാച്ചിയൻ പർവതനിരയുണ്ടായപ്പോയം അതിലെ കായാന്തരികശിലയിൽ (Metamorphic Rocks) അകപ്പെട്ടതിനാലാണ് വൻകരയുടെ തട്ടിൻ കീഴിൽ കാണപ്പെടാത്തതെന്നു കരുതുന്നു. അങ്ങനെ ചാലകസെൽ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ വൻകരകളുടെ തീരത്തുള്ള പർവതനിരകളുടെ ഉല്പത്തിയെയും വിശദീകരിക്കാവുന്നതാണ്.

1910—ൽ ആൽഫ്രഡ് വെഗെനർ കൊണ്ടു വന്ന വൻകരകളുടെ വിഗതിസിദ്ധാന്തം കൂടുതൽ സ്വീകാര്യമായി വരികയാണ്. ലോകത്തിലെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിൽ നടക്കുന്ന ഭ്രഗർഭശാസ്ത്ര ഗവേഷണങ്ങളെല്ലാം ഇതിലേക്കു വേണ്ട തെളിവുകയം ശേഖരിച്ചു വരികയാണ്. വിഗതിക്കു വേണ്ട അതിഭീമമായ ശക്തി എങ്ങനെ ഉണ്ടായി എന്നതിൽ സംശയാലുക്കളായ ചുരുക്കം ചില ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഇനിയുമുണ്ട്. ഇന്ത്യ, ആസ്ത്രേലിയ മുതലായ രാജ്യങ്ങളിൽ അത്യാധുനിക രീതിയിലുള്ള ഭ്രഗർഭഗവേഷണങ്ങയം കൂടുതലായി നടത്തിയാലേ വിഗതിയുടെ പൂർണചിത്രം ലഭിക്കുകയുള്ളു.

ആധാരസൂചി

1. Bjorn Kurten – The Age of Dinosaurs World University Library, 1968
2. Dunbar, C. O. – The Earth (Weidenfield & Nicholson, 1967)
3. Runcorn, S. K. (Ed.) – Continental Drift Academic Press, 1962
4. The Origin of Ocean Ridges – Scientific American– Vol. 221, No. 5– Nov., 1969

ശാസ്ത്രഭാഷയിലെ വാക്യഘടന—
ചില പ്രശ്നങ്ങൾ

എം. ലീലാവതി

ഈ വിഷയത്തെപ്പറ്റി ചിന്തിക്കുമ്പോൾ ധാരാളം ഉദാഹരണങ്ങൾ ആവശ്യമാണ് എന്നതു കൊണ്ട് ഏതെങ്കിലും ഒരു വിഷയത്തെപ്പറ്റി പറയുന്ന സന്ദർഭത്തിൽ അതിനനുഗുണമായ ഒരു ഖണ്ഡിക ഇംഗ്ലീഷിൽ എങ്ങനെ പറയും; മലയാളത്തിലാക്കുമ്പോൾ എങ്ങനെ വരും എന്ന താരതമ്യം ചെയ്തു നോക്കാം. അതനുസരിച്ചുള്ള ചില ഖണ്ഡികകൾ പരിശോധിക്കാം. Motor selection നെ പറ്റിയുള്ള ഒരു ഖണ്ഡികയിതാ:

The following factors should be considered in selecting a motor. (ഒരു മോട്ടോർ തിരഞ്ഞെടുക്കുമ്പോൾ താഴെ പറയുന്ന കാര്യങ്ങൾ ശ്രദ്ധിക്കണം).

1. Power supply available. കിട്ടാവുന്ന ശക്തിസംഭാരം. The motor must be selected to match the powersupply if the expense of purchasing a motor generator set or other conversion equipment is to be avoided. (ഒരു മോട്ടോർ ജനറേറ്റർ സെറ്റോ മറ്റ് ഏതെങ്കിലും ഊർജ്ജരൂപാന്തരണസാമഗ്രിയോ വാങ്ങുന്നതിന്റെ ചെലവ് ഒഴിവാക്കണമെങ്കിൽ ശക്തിസംഭാരത്തോട് പൊരുത്തപ്പെടത്തക്കവണ്ണമുള്ള മോട്ടോർ തിരഞ്ഞെടുക്കേണ്ടതുണ്ട്. Determine these characteristics of the power supply (a) a. c. or d. c.(b) voltage (c) number of phases. if it is an a. c. supply and (d) frequency if it is an a. c. supply. (ശക്തിസംഭാരത്തിന്റെ ഈ സവിശേഷതകൾ നിർണയിക്കുക. (a) a. c. യോ d. c. യോ എന്നത് (b) വോൾട്ടത (c) എ. സി. സംഭാരമാണെങ്കിൽ പ്രാവസ്ഥകളുടെ എണ്ണം. (d) എ. സി. സംഭാരമാണെങ്കിൽ ആവൃത്തി എന്ത് എന്നത്.

2. Horse power required— ആവശ്യമുള്ള കുതിരശക്തി. One of the following methods may be used to determine the horse power required. ആവശ്യമുള്ള കുതിരശക്തി നിർണയിക്കാൻ താഴെ പറയുന്ന മാർഗങ്ങളിലൊന്ന ഉപയോഗിക്കാം.

ഈ ഖണ്ഡികയുടെ വിവർത്തനത്തിൽ നിന്ന് വാക്യഘടനാപരമായ ചില പ്രശ്നങ്ങൾ പൊന്തിവരുന്നതു സംഗ്രഹിക്കാം.

1. ഇംഗ്ലീഷിലെന്നതു പോലെ കർമണിപ്രയോഗം അത്ര സമൃദ്ധമല്ല മലയാളത്തിൽ. The following factors should be considered എന്നതിനെ താഴെ പറയുന്ന കാര്യങ്ങൾ ശ്രദ്ധിക്കപ്പെടണം എന്നും തർജ്ജമ ചെയ്യുകയായ്കയില്ല. എന്നാൽ അതു കൊണ്ടു വരുന്ന കൃഴപ്പം, ഇത്തരം പ്രയോഗങ്ങൾ ഇംഗ്ലീഷിൽ ആവർത്തിച്ചു വരുമ്പോൾ ഒരസുഖവും തോന്നുകയില്ലെങ്കിലും മലയാളത്തിൽ തോന്നും എന്നതാണ്. ഉദാഹരണത്തിന് പിന്നത്തെ വാക്യം ശ്രദ്ധിക്കുക. The motor must be selected to match the power supply if the expense of purchasing a motor-generator set or other conversion equipment is to be avoided. ഇതിൽ must

be selected, is to be avoided എന്ന രണ്ടു കർമണിപ്രയോഗങ്ങളുണ്ട്. മലയാളത്തിൽ ഇങ്ങനെ വരും. ഒരു മോട്ടോർ ജനറേറ്റർ സെറ്റോ മറേതെങ്കിലും ഊർജരൂപാന്തരണസാമഗ്രിയോ വാങ്ങുന്നതിന്റെ ചെലവു് ഒഴിവാക്കപ്പെടണമെങ്കിൽ, ശക്തിസംഭാരത്തോടു് പൊരുത്തപ്പെടത്തക്കവണ്ണമുള്ള മോട്ടോർ തിരഞ്ഞെടുക്കപ്പെടേണ്ടതുണ്ടു്. ഇവിടെ ഒഴിവാക്കപ്പെടുക, പൊരുത്തപ്പെടുക, തിരഞ്ഞെടുക്കപ്പെടുക എന്നിങ്ങനെ മൂന്നു 'പെടുക' തൊട്ടടുത്തടുത്തു നിൽക്കുമ്പോഴും ശൈലി എത്ര മുഷിപ്പനായിത്തീരുമെന്നു പറഞ്ഞറിയിക്കേണ്ടല്ലോ. ഇതിൽ ഒഴിവാക്കപ്പെടുകയും തിരഞ്ഞെടുക്കപ്പെടുകയും മാത്രമേ കർമണിയുള്ളു. പൊരുത്തപ്പെടുകയിലെ 'പെടുക' കർമണിയല്ല മലയാളഭാഷയുടെ മറൊരു പ്രത്യേകതയാണതു്. പണിപ്പെടുക, സുഖപ്പെടുക, തരപ്പെടുക, അകപ്പെടുക, ഭയപ്പെടുക—എന്നിപ്രകാരമുള്ള ഒരു വലിയ വിഭാഗം കർമണിപ്രയോഗമല്ല, കാരകസമാസം എന്ന വിളിക്കാവുന്ന മറൊരു വകുപ്പാണു്. ഇവ രണ്ടും കൂടിച്ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന ആവർത്തനവൈരസ്യം കുറയ്ക്കുവാൻ ശ്രമിക്കേണ്ടതാണു്.

2. ഭേദകങ്ങളുടെ പ്രയോഗമാണു് മറൊരു പ്രശ്നം. ഇംഗ്ലീഷിൽ ക്രിയയോടു able ചേർത്തും (available, considerable, commendable, readable etc.) ative or ive ചേർത്തും (communicative, competitive, active, accusative, nominative) ant ചേർത്തും (accordant, discordant) പ്രാതിപദികത്തോടു് ic എന്നോ ical എന്നോ ചേർത്തും (amphoric, analytic, hypothetic, septic, analytical, hypothetical) al ചേർത്തും (antisocial, floral, oral, vocal, labial, dental) നാമത്തോടു ous ചേർത്തും (conscious, conspicuous, adventerous, furious, frocious, fictitious) ish ചേർത്തും (childish, foolish, womanish, English) ful ചേർത്തും (beautiful, useful, lawful) മറ്റും മറ്റും നാമവിശേഷങ്ങളുണ്ടാക്കാൻ ഒട്ടേറെ വഴികളുണ്ടു്. അതുപോലെ ly മുതലായ ധാരാളം ക്രിയാവിശേഷണപ്രത്യയങ്ങളുമുണ്ടു് (slowly, quickly). എന്നാൽ അതുപോലെ വിപുലമായ ഭേദകനിർമാണപ്രക്രിയ മലയാളത്തിലില്ല. സംസ്കൃതത്തിൽനിന്നു് ഒട്ടേറെ നാമവിശേഷണങ്ങളും ക്രിയാവിശേഷണങ്ങളും മലയാളത്തിലേക്കു് അപ്പാടെ സ്വീകരിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ വളരെ സൗകര്യങ്ങളുണ്ടായിട്ടുണ്ടെങ്കിലും ഇംഗ്ലീഷിനോടു് മൽസരിക്കത്തക്ക വണ്ണം അതു സമ്പന്നമല്ല. ഇവിടെത്തന്നെ power supply available എന്നതിന്റെ തർജ്ജമയായ 'കിട്ടാവുന്ന ശക്തിസംഭാരം' നോക്കുക. കിട്ടാവുന്ന എന്ന വർത്തമാനക്രിയയോടു് 'അ' എന്ന ദൂരവാചിസർവനാമം (remote demonstrative pronoun) ചേർത്ത രൂപമാണതു്. അതിനെ ഇംഗ്ലീഷിലേക്കു നേർതർജ്ജമ ചെയ്താൽ that which may be obtained എന്നാവും. ഇംഗ്ലീഷിൽ relative pronoun ഉപയോഗിച്ചു clause ഉണ്ടാക്കുന്ന സന്ദർഭങ്ങളിൽ മലയാളത്തിൽ ഇപ്രകാരം ഒരു പേരെച്ചഭേദകം ഉപയോഗിച്ചാൽ മതി എന്നൊരു സൗകര്യമുള്ളതു് ഇതിന്റെ മറുവശമാണു്. The mixture which is heated to 100°C is allowed to cool. എന്ന വാക്യമാണെങ്കിൽ 100°C വരെ തപിപ്പിച്ച മിശ്രം തണുക്കാൻ വെക്കുന്നു എന്നു മതി.

3. വാക്യഘടനയിൽ കർത്തൃകർമക്രിയാബന്ധമാണു് മറൊരു വസ്തുത. ഒരു ചൂർണിക(Simple sentence) യാണെങ്കിൽ ഇംഗ്ലീഷിൽ SPO എന്നതാണു് ക്രമം. മലയാളത്തിലാകട്ടെ SOP യും. സങ്കീർണവാക്യത്തിലാണെങ്കിൽ മലയാളത്തിൽ അംഗവാക്യം ആദ്യം പറയുകയും അംഗിവാക്യം രണ്ടാമതു പറയുകയും ആയിരിക്കും സൗകര്യം. ഉദ്ധൃതഭാഗത്തിൽത്തന്നെ The motor must be selected to match the power supply എന്ന അംഗിവാക്യമല്ല, if the expense of purchasing a motor generator set or other conversion equipment is to be avoided എന്ന ഭാഗമാണു് ആദ്യം പറയേണ്ടതു്. അതുപോലെ, one of the following methods may be used to determine the horse power required എന്നതിൽ ആവശ്യമുള്ള കുതിരശ്ശക്തി നിർണയിക്കാൻ എന്ന ക്രിയാപരിച്ഛദമാണു് മലയാളത്തിൽ ആദ്യം വരുന്നതു്.

4. ഇനി വേറൊന്നു ശ്രദ്ധിക്കാനുള്ളതു് ഒരു ഇംഗ്ലീഷ് പദത്തിന്റെ സന്ദർഭത്തിലുള്ള അർഥമെന്തെന്നു് പ്രത്യേകം മനസ്സിരുത്തി വേണം മലയാളത്തിൽ സമാന്തരപദങ്ങളും തിരഞ്ഞെടുക്കാൻ എന്നതാണു്. ഇവിടെ ഉദ്ധരിച്ച വാക്യത്തിലെ power supply എന്നതിനെ ശക്തിസംഭരണമെന്നു ഗ്ലോസറി നോക്കി തർജ്ജമ ചെയ്താൽ ശരിയാവില്ല. Supply എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് സംഭരം എന്ന അർഥത്തിലും ക്രിയാനാമം സംഭരണം

എന്ന അർഥത്തിലും പ്രയോഗിക്കാം. ഗ്ലോസറിയിൽ സംഭരണമെന്നേ അർഥം കാണുകയുള്ളൂ. എന്നാൽ ഇവിടെ സംഭരിച്ച വെക്കൽ എന്നല്ല സംഭരിച്ച വെച്ചിട്ടുള്ളതു് എന്നാണർഥം. അതിനാൽ സന്ദർഭമനുസരിച്ചു് ഏതർഥം പടത്തിനുണ്ടോ അതു കൈവരാൻ നാം ഏതേതു ഉപാധികളെ അവലംബിക്കേണ്ടതുണ്ടോ അവയിൽ ഒന്നുപോലും അവഗണിച്ചുകൂടാ. ഇവിടെ കൈക്കൊണ്ട ശക്തിസംഭാരം എന്ന പദം തന്നെ നോക്കുക. അതു് പൂർണമായും അർഥനിവേദനത്തിനു് പര്യാപ്തമാണോ? ശക്തിസംഭാരം എന്നു കേൾക്കുമ്പോൾ ഒരു ബാറ്ററിയിൽ നിന്നോ മറ്റോ ഉണ്ടാക്കുന്ന വിധത്തിൽ സംഭരിയ്ക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള ശക്തി എന്നൊരു പ്രതീതി വരാം. ഇവിടെ ഉദ്ദേശിയ്ക്കുന്നതാകട്ടെ ശക്തികേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നു് ശക്തിയുടെ അനുസ്യൂത പ്രദാനം എന്നാണു്. ആ നിലയ്ക്കു് available power supply എന്നതിനു് ലഭ്യമായിക്കൊണ്ടിരിയ്ക്കുവാനിടയുള്ള ശക്തിസംഭാരത്തിന്റെ പരിമാണം എന്നോ മറ്റോ ആക്കിയാലേ ശരിയ്ക്കും വിവക്ഷ വ്യക്തമാകൂ. ഇതിനേക്കാം എത്ര ദേഷമാണു്, available ആയ പവർസപ്ലൈ എന്നങ്ങു പറയുക എന്നു നമുക്കു തോന്നും. പക്ഷേ അതിനുള്ള ബുദ്ധിമുട്ടു് available പോലുള്ള ടെക്നിക്കൽ അല്ലാത്ത പദങ്ങളും അതു പോലെ ഉപയോഗിക്കാൻ തുടങ്ങിയാൽ, ഇംഗ്ലീഷുഭാഷയിലും അതിന്റെ വ്യാകരണത്തിലും നല്ല ഉപസ്ഥിതി അധ്യേതാവിന്റെ മൗലികാവശ്യമായിത്തീരുമെന്നതാണു്. അതു് മലയാളഭാഷ കൈകാര്യം ചെയ്യണമെങ്കിൽ സംസ്കൃതാഭിജ്ഞത വേണമെന്നു വരുത്തിയതു പോലുള്ള മറ്റൊരു അസ്വതന്ത്രതയിലേയ്ക്കു വഴിവെയ്ക്കും, മലയാളം മാത്രമല്ല മറ്റു ഭാരതീയഭാഷകളുടെ കാര്യവും പരിഗണിയ്ക്കേണ്ടതിനാൽ. ആ പശ്ചാത്തലത്തിൽ ഇതൊട്ട സാധ്യവുമല്ല. അതിനാൽ വേണമെങ്കിൽ പവർസപ്ലൈ എന്ന നാമപദം അങ്ങനെതന്നെ ഉപയോഗിക്കയും available നു സമാന്തരമലയാളപദം പ്രയോഗിക്കയും ചെയ്യാവുന്നതാണു്. ഇനി കിട്ടാവുന്ന power supply എന്നു പറഞ്ഞാൽ മോട്ടോറിൽ നിന്നു കിട്ടാവുന്ന power supply എന്നോ മറ്റോ ആണോ ഉദ്ദേശിയ്ക്കുന്നതു് എന്നു വരെ, power supply available എന്ന ഇംഗ്ലീഷുപ്രയോഗത്തിന്റെ അസാന്നിധ്യത്തിൽ സംശയം വരാം. available എന്നു കേട്ടാൽ ഈ സംശയം ഉണ്ടാവില്ല. ഇതിനു കാരണം ആ പദത്തിനു് അമ്മാതിരി ഒരു അർഥബോധം ഉറയ്ക്കുത്തക്കവണ്ണം ഇംഗ്ലീഷിൽ ശാസ്ത്രഭാഷ വികസിച്ചുവെന്നതാണു്. കിട്ടാവുന്ന എന്നതിനു പകരം ലഭ്യമായ പവർസപ്ലൈ എന്നു് ഉപയോഗിച്ചു പഴക്കം വന്നാൽ അതിനും ശാസ്ത്രഭാഷയിൽ പ്രത്യേകമായ അർഥനിഷ്ഠ വന്നു ചേർന്നു കൊള്ളും. ഒട്ടേറെ വാക്യഘടനാപ്രശ്നങ്ങളും ഇപ്രകാരം കാലത്തിനു വിട്ടു കൊടുക്കേണ്ടതായും വരും.

ഇനി മറ്റൊരു ഖണ്ഡിക പരിശോധിക്കാം

Fused magnesium chloride to which little sodium chloride is added to lower the melting point, is electrolysed in an iron crucible which serves as the cathode. (ഗളനബിന്ദു താഴാൻ വേണ്ടി ലേശം സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് ചേർത്ത, ഉരുകിയ മഗ്നീഷ്യം ക്ലോറൈഡ് ഒരു ഇരുമ്പുക്രൂസിബിളിൽ വിദ്യുത്—അപഘടനം ചെയ്യുന്നു. ആ ഇരുമ്പുക്രൂസിബിളും ആണു് കാഥോഡ് ആയി വർത്തിയ്ക്കുന്നതു്. ഇവിടെ വാക്യത്തെ രണ്ടാക്കുകയാണു് സൗകര്യം. ഗളനബിന്ദു താഴാൻ വേണ്ടി ഉരുകിയ മഗ്നീഷ്യംക്ലോറൈഡിൽ ലേശം സോഡിയംക്ലോറൈഡ് ചേർക്കുന്നു. അതു് കാഥോഡായി വർത്തിയ്ക്കുന്ന ഇരുമ്പുക്രൂസിബിളിൽ എലക്ട്രൊളൈസ് ചെയ്യുന്നു എന്നുമാവാം. വിശേഷണങ്ങളും ചേർക്കുമ്പോൾ പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടിവരും. വാക്യങ്ങളും രണ്ടായി പിരിക്കുന്നതും ചിലപ്പോൾ ആവശ്യമാണു്. എന്തെന്നാൽ ഒരു കോമയുടെ സ്ഥാനം മാറിയാൽ അല്ലെങ്കിൽ അഭാവത്തിൽ അർഥമൊക്കെ തകരാറിലായിപ്പോകും. ഇവിടെത്തന്നെ ഗളനബിന്ദു താഴാൻ വേണ്ടി, ലേശം സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് ചേർത്ത ഉരുകിയ മഗ്നീഷ്യം ക്ലോറൈഡ് ഇരുമ്പുക്രൂസിബിളിൽ വിദ്യുത്—അപഘടനം ചെയ്യുന്നു എന്നായാൽ കാര്യമൊക്കെ മാറി. (വിശേഷണങ്ങളും പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ വളരെ ശ്രദ്ധിക്കാഞ്ഞാൽ വലിയ എഴുത്തുകാർക്കു പോലും അപകടം പിണയാൻ മലയാളത്തിൽ എളുപ്പമാണു്. 'ഇവിടത്തെ വിദ്യാഭ്യാസബജറിനെ അലട്ടുന്ന പെൺകുട്ടികളുടെ മൂത്രപ്പുര എന്ന പ്രശ്നം' എന്നൊരു വാക്യം ഈയിടെ ഒരു ലേഖനത്തിൽ വായിക്കാനിടയായി. ഇവിടത്തെ വിദ്യാഭ്യാസബജറിനെ അലട്ടുന്നതു പെൺകുട്ടികളോ അവരുടെ മൂത്രപ്പുരയോ? വാക്യത്തിൽ നിന്നു് അതു വ്യക്തമാകാൻ പ്രയാസമെങ്കിലും കാര്യം നമുക്കു് അറിയാം എന്നതു കൊണ്ടു് കുഴപ്പമില്ല.) എന്നാൽ അതു പോലല്ല ശാസ്ത്രവിഷയങ്ങളും കൈകാര്യം ചെയ്യുമ്പോൾ വരാവുന്ന അപ

കടങ്ങളം. വാക്യത്തിന്റെ അർഥമാകെ മാറിപ്പോകുമ്പോൾ വസ്തുതകളം തന്നെ തെറ്റി മനസ്സിലാക്കാൻ ഇടവന്നേയ്ക്കും. അതിനാൽ ഇംഗ്ലീഷിൽ ഒന്നിലേറെ വിശേഷണങ്ങളം വരികയും relative pronoun ഉപയോഗിച്ച കൊണ്ടുള്ള adjectival clause കളോ nounclause കളോ വരുന്ന സന്ദർഭത്തിൽ മലയാളത്തിൽ വിശേഷണങ്ങളം കരുതി പ്രയോഗിക്കുകയും വേണ്ടിവരുമ്പോൾ വാക്യത്തെ രണ്ടോ മൂന്നോ ആയി പിരിയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നതു കൊള്ളാം. ഇനി മുൻ പറഞ്ഞ ഖണ്ഡികയിലേയ്ക്കു മടങ്ങുക. A carbon anode dips in the molten liquid and is separated from the cathode by a porcelain hood, to prevent the chlorine, set free at the anode from attacking the magnesium produced at the cathode. ഈ വാക്യവും split ചെയ്യുന്നതു നന്ന്. ഉരുകിയ ദ്രാവകത്തിൽ ഒരു കാർബൺ ആനോഡ് മുങ്ങിയിരിക്കുന്നു. (dips എന്നതിനു് മുങ്ങുന്നു എന്നു പോരാ) ഒരു പോഴ്സിലേയ്ൻ മൂടി കൊണ്ടു് അതിനെ കാഥോഡിൽ നിന്നു് അകറ്റിയിരിക്കുന്നു. അല്ലെങ്കിൽ ആനോഡിൽ നിന്നു വിമുക്തമാകുന്ന ക്ലോറിൻ കാഥോഡിൽ ഉദ്ഭവിയ്ക്കുന്ന മഗ്നീഷ്യത്തെ ആക്രമിയ്ക്കും. ഇവിടെ ഇലക്ട്രോളിസിസിനു് വിദ്യുത്അപഘടനമെന്നും ഇലക്ട്രൊളൈറ്റിനു് വിദ്യുത്അപഘട്യമെന്നുമൊക്കെയാണു് ഗ്ലോസ്സറിയിൽ കാണുക. എന്നാൽ ഇലക്ട്രൊളൈസ് എന്ന ക്രിയയും അപ്രകാരം തന്നെ എടുക്കുകയായിരിക്കും കൂടുതൽ സൗകര്യം. സംസ്കൃതാനഭിജ്ഞരായ അധ്യാപകരെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളമെങ്കിലും അപഘടനം അപകടം വരെ എത്തും.

ഇനി മറ്റൊരു വിഷയത്തിൽ നിന്നു് ഒരു ഖണ്ഡിക

Hybridization involves the crossing of any two genetically unlike individuals. ജനിതകവ്യത്യാസമുള്ള രണ്ടു വ്യഷ്ടികളുടെ സങ്കരണത്തിനാണു് ഹൈബ്രിഡൈസേഷൻ എന്നു പറയുന്നതു്. It can be between two individuals belonging to the same species when it is called intervarietal hybridization (ഒരേ സ്പീഷീസിൽ പെട്ട രണ്ടു വ്യഷ്ടികളുടെ സങ്കരണമാകാം അതു്. അപ്പോഴം അതിനു് ഇൻറർ വെറൈറ്റൽ സങ്കരണമെന്നു പേരു്) This is easily achieved (ഇതു് എളുപ്പത്തിൽ സാധിക്കാം) The hybridization work carried out by Mendel was of this type. (മെൻഡൽ ചെയ്ത സങ്കരണങ്ങളം ഈ വകുപ്പിൽ പെടുന്നു). The parents selected for hybridization may belong to two different species of the same genus. (ഒരേ ജീനസിന്റെ രണ്ടു സ്പീഷീസിൽ പെടുന്നവയാവാം സങ്കരണത്തിനു തിരഞ്ഞെടുക്കപ്പെടുന്ന ജനകങ്ങളം). Such a cross is known as interspecific cross. (അതിനാണു് അന്തരാ സ്പീഷീസി–സങ്കരണമെന്ന പേരു്). By this method new and valuable qualities from the wild species could be introduced into the cultivated crop. (ഈ പ്രക്രിയ കൊണ്ടു കാടൻ വർഗങ്ങളുടെ ചില ഗുണങ്ങളം നാടൻ കൃഷിയിലേക്കു് സങ്കരണം ചെയ്യാം). By crossing the noble sugar cane with the wild cane, the disease resistant quality of the wild cane was introduced into the hybrid, at the same time retaining the good qualities of the noble cane. (കാട്ടുകരിമ്പിന്റെ രോഗപ്രതിരോധശക്തിയും നാട്ടുകരിമ്പിന്റെ വിശിഷ്ടഗുണങ്ങളും ഇത്തരം സങ്കര സൃഷ്ടിയിൽ കൂട്ടിച്ചേർക്കാൻ കഴിഞ്ഞു). Crossing could also be done between individuals belonging to different genera. (വ്യത്യസ്ത ജീനസുകളിൽ പെട്ട വ്യഷ്ടികളം തമ്മിലുമാവാം സങ്കരണം). Such a cross is called intergeneric cross. (അത്തരത്തിലുള്ളതിനു് ഇൻറർ ജെനറിക് സങ്കരണമെന്നു പേരു്.)

താരതമ്യേന സാങ്കേതികപദങ്ങളം കുറഞ്ഞ ഈ ഖണ്ഡിക തന്നെ ഒന്നു പരിശോധിച്ചു നോക്കാം. ഇതിൽ any two genetically different individuals എന്നതിനെ മലയാളത്തിലാക്കുമ്പോൾ വളരെ ശ്രദ്ധിക്കണം. ഗ്ലോസറിയിൽ genetically എന്നതിനു് കൊടുത്തിരിക്കുന്ന തർജ്ജമകളം ജനിതകമെന്നും ആനുവംശികമെന്നുമാണു്. അതേ സമയം 'ജീനസ്' എന്ന പദത്തിനു് വംശമെന്നും കാണാം. ഇവിടെ genetically different എന്നതിനു പകരം ആനുവംശികമായി വ്യത്യസ്തങ്ങളം എന്നു പറഞ്ഞാൽ ആശയക്കുഴപ്പം വരും. എന്തെന്നാൽ hybridization, intervarietal, interspecific, intergeneric എന്നു മൂന്നു തരമുണ്ടെന്നു കാണുന്നു. അതിൽ ഇൻറർ വെറൈറ്റൽ, ഇൻറർ സ്പെസിഫിക് എന്നിവയിൽ ജീനസുകളം വ്യത്യസ്തങ്ങളല്ല. ഇൻറർ

ജെനറിക് മാത്രമേ ജീനസുകളും വ്യത്യസ്തമാകുന്നുള്ളൂ. Intervarietal എന്നതിൽ ജീനസും സ്പീഷീസും ഒന്നു—വ്യഷ്ടിഭേദമേയുള്ളൂ—Interspecific എന്നതിൽ ജീനസ് ഒന്നു— species മാറുന്നു. Intergeneric എന്നതിലാകട്ടെ ജീനസുകളും തന്നെ മാറുന്നു. ഇതു വ്യക്തമാകണമെങ്കിൽ, സ്പീഷീസ് എന്നതിനു ജാതി എന്നും genus എന്നതിനു വംശം എന്നും genetical എന്നതിനു ആനുവംശികം എന്നും ഗ്രോസറിയിൽ കൊടുത്ത സമാനാന്തരപദങ്ങളെ ആശ്രയിക്കാൻ സാധ്യമല്ല. genetical എന്ന പദം അങ്ങനെ തന്നെ ഉപയോഗിച്ചുകൂടെങ്കിൽ അതിന്റെ ആനുവംശികമെന്ന തർജ്ജമവിട്ട് ജനിതകമെന്നതെടുക്കയായിരിക്കും ഭേദം. ജാതി, വംശം എന്നിവയ്ക്ക് നമ്മുടെ ഭാഷയിലുള്ള പ്രസിദ്ധമായ അർഥവ്യാപ്തിയും ഈ പദങ്ങളും ഇപ്രകാരമൊക്കെ ഉപയോഗിക്കുന്നതിനു തടസ്സം തന്നെ. അതുകൊണ്ട് ഏറ്റവും സുരക്ഷിതമായ ഏർപ്പാട് സ്പീഷീസ്, ജീനസ് എന്നീ പദങ്ങളും അപ്രകാരം തന്നെ ഉപയോഗിക്കയും genetically എന്നതിനു ആനുവംശികമെന്ന സമാന്തരപദത്തെ കൈക്കൊള്ളാതിരിക്കയുമാണു്. (ജീനസ് എന്ന പദം ജനസ് എന്നു് മലയാളത്തിൽ പണ്ടേ ഉറച്ചുകഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. ഇങ്ങനെയുള്ള സന്ദർഭങ്ങളിൽ അധ്യാപകന്റെ കഴിവല്ലാതെ മറ്റൊന്നും അയാൾക്കു സഹായമാവില്ലെന്നു വ്യക്തം. പ്രത്യക്ഷത്തിൽ വളരെ സരളമെന്നു തോന്നുന്ന ഈയൊരു ഖണ്ഡികയിൽ പോലും ഇത്രയേറെ കഴപ്പമുണ്ടാവാമെങ്കിൽ ഇതിനേക്കാം സങ്കീർണമായവയുടെ കാര്യം പറയണമോ? ഉദാഹരണഖണ്ഡികകൾ ഒന്നുകൂടി ചൂണ്ടിക്കാണിക്കാം:—

The protoplasm forming the body-substance of Amoeba is not homogeneous but shows differentiation into an outer clear dense transparent zone called the ectoplasm, and an inner granular more fluid portion, the endoplasm— ഈ വാക്യം വിജ്ഞാനീയമാവുന്നതാണു്— അമീബയുടെ ശരീരപദാർഥത്തെ രൂപപ്പെടുത്തുന്ന പ്രോട്ടോപ്ലാസം ഏകാത്മകമല്ല. കട്ടിയുള്ളതും, സുതാര്യമായതും, വ്യക്തമായതുമായ ഒരു പുറം മേഖലയുണ്ട്—അതിനു പേരു് 'എക്ടോപ്ലാസം'. തരിമയവും തരളവുമായ, ഒരു ആന്തരഭാഗമുണ്ട്. അതിനു പേരു് എൻഡോപ്ലാസം. This difference into ectoplasm and endoplasm is not a permanent one, for ectoplasm at times changes into endoplasm and endoplasm into ectoplasm. എക്ടോപ്ലാസം, എൻഡോപ്ലാസം എന്നിവ തമ്മിലുള്ള ഈ വേർതിരിവു് സ്ഥിരമായ ഒന്നല്ല. എന്തെന്നാൽ, എക്ടോപ്ലാസം ചിലപ്പോൾ എൻഡോപ്ലാസമായി മാറാം. എൻഡോപ്ലാസം എക്ടോപ്ലാസമായും.

ഇവിടെ ഒന്നിലേറെ വിശേഷണങ്ങളും വരുമ്പോൾ 'കട്ടിയുള്ളതും, സുതാര്യമായതും വ്യക്തമായതുമായ' എന്നും മറ്റും ഉള്ള ചില അംഗികളും മലയാളത്തിൽ ഒഴിവാക്കാൻ എളുപ്പമല്ല. സമുച്ചയം കൂടാതെ കട്ടിയുള്ള, സുതാര്യമായ, വ്യക്തമായ എന്നു തുടരെ സമുച്ചയം കൂടാതെ വിശേഷണങ്ങളും ചേർക്കുന്ന സമ്പ്രദായം വളർത്തിക്കൊണ്ടുവരാവുന്നതാണു്. എന്നാൽ കട്ടിയും സുതാര്യവും വ്യക്തവും ആയ എന്നോ മറ്റോ കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്നതു ശരിയല്ല. ഒന്നു നാമമായിരിക്കെ മറ്റതു രണ്ടും വിശേഷണങ്ങളാണു്. ഇതു കേവലം ഭാഷാശുദ്ധിയുടെ കാര്യമാണെങ്കിൽ സാരമില്ലെന്നുവെക്കാമായിരുന്നു. എന്തെന്നാൽ പരിണാമൈകസ്വഭാവമായ ഭാഷയ്ക്കു് ദിവ്യപരിശുദ്ധിയുണ്ടെന്നും മറ്റുമുള്ള പൈരിട്ടൻ സമീപനം ഇപ്പോഴാർക്കുമില്ല. ചിലപ്പോൾ അർഥത്തിനെത്തന്നെ ഇതു് അനർഥമാക്കിക്കളയുമെന്നതുകൊണ്ടു മാത്രമാണു് പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നതു്.

വാക്യഘടനാപ്രശ്നങ്ങളും എന്നതിൽ പദഘടനാപ്രശ്നങ്ങളും ഉൾപ്പെട്ടുത്തിയിട്ടുണ്ടെന്നു കരുതുന്നു. വിദേശീയമായ പദങ്ങളും നമ്മുടെ ഭാഷയിലേയ്ക്കു വിലയിപ്പിക്കുന്നതിനെപ്പറ്റി ക്രമാതീതമായ ആശങ്കകളും ഇന്നു നിലവിലുണ്ട്. അതിനു കാരണം, പൊതുവെ മനുഷ്യമനസ്സു് സ്ഥിതിവ്യവസ്ഥാപിതത്തിനോടനുകൂലമായി ത്രസിക്കുന്നു എന്നതാണു്. എന്നാൽ നിയന്ത്രണാതീതമായ ചില ഘടകങ്ങളുടെ ത്വരിതപ്രവർത്തനത്തിന്റെ ഫലമായി ഇക്കിലിബ്രിയം തകർന്നാൽ ഏറെ നേരത്തേയ്ക്കു തീവ്രമായ ചാഞ്ചാട്ടങ്ങളുണ്ടാവും. അതിൽ നിന്നുയരുന്ന ഊർജം പുതിയ ചൈതന്യങ്ങളെ വികസിപ്പിക്കയും ചെയ്യും. അപ്രകാരം ഏറ്റവും വിപ്ലവാത്മകമായ ഒരു വസ്തുതയാണു് ഈ ദശകത്തിൽ മലയാളത്തിൽ വന്നു ചേരാൻ പോകുന്നതു്. നൂറ്റാണ്ടുകളോളമായി നിലനിന്നുപോന്ന ഇക്കിലിബ്രിയം, ശാസ്ത്രാധ്യയനമാധ്യമം എന്ന പുതിയ ആവശ്യത്തിന്റെ ആഘാതത്താൽ തകർന്നു കഴിഞ്ഞു. ഇനി പരിവർത്തനങ്ങളും chain reaction പോലെ, കൂട്ടുകെട്ടിനുവെടിപോലെ ഒന്നിനൊന്നു

പുറകെ വന്ന കൊള്ളും. നൂറ്റാണ്ടുകൾക്കു മുമ്പ് ആര്യവർഗക്കാർ കേരളത്തിൽ വന്ന മലയാളത്തെ സംസ്കൃതീകരിച്ച കാലത്താണ് ഇതുപോലൊരു വിപ്ലവം പണ്ടുണ്ടായതു്; അന്ന ഭാഷയിൽ സംഭവിച്ച വമ്പിച്ച പരിവർത്തനങ്ങൾ ഇന്ന നമുക്കു് അത്രമേൽ സാധാരണമായിക്കഴിഞ്ഞു. ഇംഗ്ലീഷു പോലെ വിദേശീയമായിരുന്ന അന്ന സംസ്കൃതവും. (ഇംഗ്ലീഷും സംസ്കൃതവും സഗോത്രവും മലയാളം ഭിന്നഗോത്രയുമാണെന്നും ഓർക്കുക) അന്നു് സംസ്കൃതത്തിൽ നിന്ന ധാതുക്കളെ സ്വീകരിച്ചു് അവയിൽ മലയാളത്തിലെ വികരണഭേദങ്ങൾ ചെയ്തു് ക്രിയകളും മറ്റും ഉണ്ടാക്കിയ രീതി വിശകലനം ചെയ്ത ഭാഷാശാസ്ത്രജ്ഞരെല്ലാവരും അതിന്റെ അത്യന്തവിപ്ലവാത്മകത കണ്ടു് അത്ഭുതപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടാവണം. സംസ്കൃതത്തിലെ ധാതുക്കളെടുത്തു് മലയാളത്തിനേറെതായ അംഗസംസ്കാരങ്ങൾ ചെയ്തു മലയാളമാക്കി മാറ്റുകയാണന്നുണ്ടായതു്. ''ഇതു ഓചാരമല്ല; പിടിച്ചുപറിയാണ്'' എന്ന പറഞ്ഞ കൊള്ളക്കാരന്റെ മട്ടിലാണ് അന്ന സംസ്കൃതത്തെ നാം സ്വാംശീകരിച്ചതു്. വദിക്കുക, നമിക്കുക, ഹസിക്കുക മുതലായ ക്രിയകൾ ഉണ്ടാക്കിയതു് talk-kuka, laughiykkuka, bow-iykkuka എന്നൊക്കെ രൂപങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നതുപോലിരിക്കും. ഈവകയിലൊന്നും നമുക്കിന്നു് ഇംഗ്ലീഷിന്റെ സഹായം ആവശ്യമില്ല. എന്നാൽ, സാങ്കേതിക പദങ്ങൾ പലതിലും ഇംഗ്ലീഷുരൂപങ്ങളിൽ ഇമ്മാതിരി പ്രക്രിയകൾ ഏർപ്പെടുത്തേണ്ടതായിവരും. catalyse ചെയ്യുക oxidise ചെയ്യുക എന്നതിനു കാറ്റലൈസിക്കുക ഓക്സിഡൈസിക്കുക എന്നൊക്കെ രൂപങ്ങളുണ്ടാക്കേണ്ടി വന്നേയ്ക്കാം. കാറ്റലൈസിക്കുക എന്ന വികൃതം എന്ന നമുക്കു് ഇന്നു തോന്നാം. അതുതന്നെ വികൃതമായിരുന്ന, ഉണ്ടായ കാലത്തു് ഉൽപ്രേരിക്കുകയും. ശീലം കൊണ്ടു് ആ വൈകൃതം നാം കാണാതായി. ഇതിനേക്കാം ഒട്ടും മെച്ചം കുറ്റലില്ല ഉൽപ്രേരണം ചെയ്യുന്ന എന്നും മറ്റും പറഞ്ഞാൽ. കാറ്റലീകരിക്കുക, ഓക്സീകരിക്കുക എന്നും മറ്റും പറഞ്ഞാലും വിശേഷം കുറ്റൽ ഉണ്ടെന്നു തോന്നുന്നില്ല. ഉൽപ്രേരണമെന്ന വാക്കു് ഭാരതീയമെന്നു് ദേശാഭിമാനിക്കു് ആശ്വാസിക്കാമെന്നല്ലാതെ മറ്റു ശാസ്ത്രീയ മൂല്യം അതിനുണ്ടെന്നു പറഞ്ഞുകൂടാ. അതുപോലെ കാറ്റലൈസർ, കറ്റാലിസിസ്, കാറ്റലിറ്റിക് ഏജന്റ് എന്നീ രൂപങ്ങളെല്ലാം അങ്ങനെ തന്നെ സ്വീകരിക്കാൻ വിരോധമില്ല. When the tadpole is ready to assume its normal amphibious life, it becomes endowed with a pulmonary or lung respiration എന്ന വാക്യത്തെ ജലസ്ഥലചരമെന്ന നിലയിലുള്ള ഉഭയവാസത്തിനു് വാൽമാക്രി ശക്തമായിത്തീരുമ്പോഴേക്കും അതു ഫുപ്ഫുസ ശ്വസനത്തിനും കഴിവുള്ളതായിത്തീരുന്ന. എന്ന തർജ്ജമ നോക്കുക, pulmonary ശ്വാസോച്ഛ്വാസം എന്ന പറയുന്നതിനേക്കാം സ്വീകാര്യമാണു് ഫുപ്ഫുസ ശ്വസനമെന്ന സമ്മതിക്കാൻ നിവൃത്തിയില്ല ആരു ശപഥം ചെയ്താലും.

മൂലം വായിക്കാതെ ഒരു വാക്യം കൂടി ഞാൻ ഉദ്ധരിക്കാം. ''കമ്പനം ചെയ്യുവാൻ സാധ്യതയുള്ള ഒരു ഘടനയാണു് പരമാണുകേന്ദ്രം. അങ്ങനെയിരിക്കെ, അതു് അഭിമുഖീകരിക്കുന്ന ഏതു തരംഗവുമായും അനുനാദം നടത്തുവാൻ (ആ തരംഗത്തിന്റെ അഭീക്ഷ്ണത പരമാണുകേന്ദ്രത്തിന്റെ സ്വന്തം മൗലികാഭീക്ഷ്ണതകളിൽ ഒന്നുമായി ഏകീഭവിക്കുമ്പോഴാം) അതിനു കഴിയും. ഈ ഉദാഹരണത്തിൽ തരംഗത്തിന്റെ അത്യധികം ശക്തമായ ഒരു ഭാഗിക ആഗിരണം സംഭവിക്കുന്ന. തരംഗത്തിന്റെ അഭീക്ഷ്ണത ന്യൂട്രോണിൽ പ്രവേഗത്തിന്റെ ഒരു ആശ്രിതരാശിയാകുന്ന. അതുകൊണ്ടു് അനുനാദത്തിന്നാവശ്യമായ കാര്യങ്ങൾ പൂർത്തിയാക്കപ്പെടുകയും പരമാണുകേന്ദ്രത്താൽ തരംഗം പ്രത്യേക ശക്തിയോടുകൂടി ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്ന കൃത്യനിയതമായ ഒരു പ്രവേഗം നിലവിലുണ്ടു്. പക്ഷേ, കണഭോവനയിലേയ്ക്കു തന്നെ വീണ്ടും മടങ്ങി തർജ്ജമ ചെയ്യുമ്പോൾ ഇതിന്റെ അർഥം പരമാണുകേന്ദ്രം ന്യൂട്രോണിനെ ആക്രമിച്ചു കീഴടക്കുന്നതിന്റെ സംഭാവ്യത വളരെ അധികമാണെന്നാകുന്ന. പ്രവേഗത്തോടുള്ള ഈ ആശ്രയത്തെ ഒരു കേന്ദ്രീയ തീർയ്ക്ഛേദത്തിന്റെ പദരൂപത്തിലാണു് പല പ്പോഴും വിവരിക്കുക പതിവു്.''

ഒരു മദിരാശി സർവകലാശാലാപ്രസിദ്ധീകരണത്തിൽ നിന്നാണിതു് ഉദ്ധരിച്ചതു്. പദത്തിനു പകരം പദം വെക്കുന്ന ഏർപ്പാടു് എത്ര വികൃതമാക്കാമെന്നും ആശയത്തെ എങ്ങനെ അവ്യക്തവും ധൂമിലവുമാക്കാമെന്നും ഇതിൽ നിന്നു മനസ്സിലാവും. അഭീക്ഷ്ണത(frequency), പ്രവേഗം (velocity), തരംഗഭാവന (wave aspect), ഭാഗിക ആഗിരണം (selected absorption), കേന്ദ്രീയ തീർയ്ക്ഛേദം (nuclear crosssection), കനകപലാശവൈദ്യുതിദർശകം (gold leaf spectro

scope) പരമാണുകേന്ദ്രീയ പരസ്പരവ്യവഹാരങ്ങൾ (nuclear reactions) എന്നൊക്കെയുള്ള പദങ്ങളിൽ ഇംഗ്ലീഷുപദങ്ങളേക്കാൾ അവയുടെ സംസ്കൃത സമാനപദങ്ങൾക്ക് എന്തെങ്കിലും ലാളിത്യമുണ്ടെന്ന് ആരും അവകാശപ്പെടുകയില്ല.

ഇനി ഇംഗ്ലീഷുപദങ്ങൾ അങ്ങനെ തന്നെയെടുക്കുമ്പോൾ ചെയ്യേണ്ട അംഗസംസ്കാരങ്ങളെപ്പറ്റി പ്രതിപാദിക്കാം. ക്രിയയുടെ കാര്യം കുറഞ്ഞൊന്നു സൂചിപ്പിച്ചുവല്ലോ. നാമങ്ങളിൽ ഇംഗ്ലീഷ് തത്സമങ്ങൾ കുറെയൊക്കെ അംഗീകരിക്കാമെന്നു വെച്ചിരിക്കെ അവയുടെ കാര്യമാണ് ഇപ്പോൾ ചിന്തിക്കേണ്ടത്. വിഭക്തിപ്രത്യയങ്ങൾ നാമങ്ങളിൽ ഘടിപ്പിക്കുമ്പോൾ നിലവിലുള്ള നിയമങ്ങൾ സാങ്കേതികപദങ്ങളിലേയ്ക്കു വ്യാപിപ്പിക്കുകയേ ചെയ്യേണ്ടതുള്ളൂ.

1. (a) അം എന്നവസാനിക്കുന്ന പല ശബ്ദങ്ങളിലും 'അത്ത്' അംഗപ്രത്യയമായി വരും.

ഓർഗാനിസം—ഓർഗാനിസത്തെ;
എൻഡോപ്ലാസം—എൻഡോപ്ലാസത്തിന്റെ;
സൈറ്റോപ്ലാസം—സൈറ്റോപ്ലാസത്തിൽ;
സോഡിയം—സോഡിയത്തിന്റെ;
മൈസീലിയം—മൈസീലിയത്തിന്റെ
ഇത്യാദി.

(b) എന്നാൽ ഇവപോലല്ല പെരിസ്പേം, ക്രോമസോം, കാരിയോസോം മുതലായവയിലെ മകാരാന്തം. അവയിൽ ഇൻ പ്രത്യയം ചേർക്കുകയാണ വേണ്ടത്. (ആധാരികയിൽ ഇൻ വേണ്ട). പെരിസ്പേമിനെ ക്രോമസോമിന്റെ എന്നും മറ്റും വരും.

2. അതുപോലെ ശബ്ദം വ്യഞ്ജനാന്തമാണെങ്കിലും ഇൻ തന്നെയാണ് അംഗസംസ്കാരം.

സോഡിയം ക്ലോറൈഡ്—ക്ലോറൈഡിനെ
ന്യൂട്രിയൻ്—ന്യൂട്രിയൻറിനെ
കോളിയോപ്ടൈൽ—കോളിയോപ്ടൈലിനെ
ന്യൂക്ലിയോലസ്—ന്യൂക്ലിയോലസിന്റെ
റോംബസ്—റോംബസിന്റെ

3. ശബ്ദം ചില്ലിൽ അവസാനിക്കുന്നവെങ്കിലും ഉച്ചാരണസുഖത്തെ ആസ്പദമാക്കി പ്രായേണ ഇൻ ചേർക്കുന്നു.

കാർബൺ—കാർബണിനെ
—കാർബണിന്റെ

4. ശബ്ദം സ്വരാന്തമാണെങ്കിൽ വിഭക്തിപ്രത്യയങ്ങൾ നേരെയങ്ങു ചേർക്കാം. അന്ത്യസ്വരം ഓഷ്ഠ്യമാണെങ്കിൽ സ്വരാദിപ്രത്യയത്തിനു മുമ്പ് വകാരാഗമവും താലവ്യമാണെങ്കിൽ യകാരാഗമവും വരും.

ബില്ലിങ് സെല്ല—സെല്ലയെ, സെല്ലയുടെ
ആൻറിമണി— ആൻറിമണിയുടെ

ബഹുവചനങ്ങളിൽ മലയാളത്തിലെ കൾ, അർ മുതലായവ തന്നെ ചേർക്കണം. ട ചേർക്കുന്ന മൂലപദങ്ങളിലെന്നപോലെ തന്നെ അങ്ങനെയല്ലാത്തവയിലും ഇതു തന്നെ പ്രക്രിയ.

ന്യൂക്ലിയസ്—ന്യൂക്ലിയൈ—ന്യൂക്ലിയസ്സുകൾ
ന്യൂക്ലിയോലസ്—ന്യൂക്ലിയോലൈ—
ന്യൂക്ലിയോലസ്സുകൾ
ഹൈഫ—ഹൈഫേ—ഹൈഫകൾ
തലാമസ്—തലാമൈ—തലാമസുകൾ
പ്രൊട്ടോലോക്കലസ്—പ്രോട്ടോലോക്കലൈ—പ്രോട്ടോലോക്കലസ്സുകൾ

ഇനി മകാരാന്തശബ്ദത്തിൽ കൾ ചേർക്കുമ്പോൾ വരുന്ന സന്ധിപ്രക്രിയ ചൂണ്ടിക്കാണിക്കാം.

സൈറ്റോപ്ലാസങ്ങൾ, ഓർഗാനിസങ്ങൾ, എക്ടോപ്ലാസങ്ങൾ, മൈസീലിയങ്ങൾ ഇവയിൽ 'കൾ' 'ങ്ങൾ' ആകുന്നു. (അനുനാസികാതിപ്രസരം). കാരിയോസോമുകൾ, പെരിസ്പേമുകൾ എന്നിവയിൽ 'ഉ' മുതലായ ചില അംഗസംസ്കാരം വരും. ഏല്ലാറ്റിനും പ്രമാണം ഉച്ചാരണത്തിന്റെ സുഖവും സൗകര്യവും തന്നെ.

5. സങ്കരരൂപനിഷ്പാദനം, തദ്ധിതങ്ങൾ എന്നിവയുടെ കാര്യത്തിൽ സാങ്കേതികവിജ്ഞാനപദാവലിനിർമാണക്കാർ പൊതുനയങ്ങൾ സ്വീകരിച്ചു കഴിഞ്ഞതിനാൽ അവയെപ്പറ്റി കൂടുതൽ ചിന്തിക്കാനില്ല. 'ise'-a-'tion' എന്നീ പ്രത്യയങ്ങൾ ചേർന്ന് ആദ്യം നാമത്തിൽ നിന്നു ക്രിയ, പിന്നെ ക്രിയാനാമം എന്നിങ്ങനെയുള്ള നിർമാണപ്രക്രിയക്കു ഈ-കരണം എന്നീ സമാന്തരപ്രക്രിയ

കരം സ്വീകരിച്ച കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്:- ion-ise-ation = അയണീകരണം. അതുപോലെ നാമരൂപത്തിൽ നിന്നോ ഭേദകരൂപത്തിൽ നിന്നോ 'ത' പ്രത്യയം ചേർത്തു് നാമങ്ങളെ നിഷ്പാദിപ്പിക്കുന്ന, വോൾട്ടത ഇത്യാദി. പിന്നെ ഇയം, ഈയം, ഇകം എന്നീ പ്രത്യയങ്ങളും സംസ്കൃതധാതുക്കളോടെന്നപോലെ മറ്റു വിദേശഭാഷാധാതുക്കളോടും ചേർക്കുന്നു. ഇമ്മാതിരി കാര്യങ്ങളിൽ പൊതുനയം നടപ്പിലായിക്കഴിഞ്ഞതിനാൽ കൂടുതൽ ചർച്ച ആവശ്യമില്ല. പക്ഷേ, ഒരു കാര്യം ഇനിയും ചൂണ്ടിക്കാണിക്കാതിരിക്കാൻ നിർവാഹമില്ല. വൈജ്ഞാനിക—സാങ്കേതികശബ്ദാവലിക്കമ്മിഷൻ ആകെ പത്തു ശതമാനത്തോളം പദങ്ങളും മാത്രമാണു് യാതൊരു രൂപഭേദവും വരുത്താതെ സ്വീകരിച്ചിട്ടുള്ളതെന്നു കാണുന്നു. ഇതു കഷ്ടമായിപ്പോയി. ഭാരതീയമാക്കണമെന്ന ഉൽക്കണ്ഠയായിരിക്കാം ഇതിനു പിറകിലുള്ളതു്. എന്നാൽ, ഇലക്ട്രോകെമിക്കൽ കണ്ടെൻസർ എന്നതിനു് വിദ്യുത്രസായനിക സംധാരിത്രം എന്നോ gang condenser എന്നതിനു് രക്ഷകവലയ സംധാരിത്രമെന്നോ കണ്ടെൻസർ എന്നതിനു് സംഘനിത്രം, ദ്രവണിത്രം എന്നോ ഒക്കെ പറയുന്നതു കൊണ്ടു് വിശേഷാൽ മെച്ചമെന്തെന്നു മനസ്സിലാവുന്നില്ല. വിഷമമുള്ള ഒരു ഭാഷയ്ക്കു പകരം തുല്യവിഷമമുള്ള മറ്റൊരു ഭാഷ ഏർപ്പെടുത്തിയിട്ടു് ഭാരതീയത പരിരക്ഷിക്കുന്നതിനേക്കാൾ ആവശ്യം നിവൃത്തിയുള്ളിടത്തോളം അന്താരാഷ്ട്രീയാംഗീകാരമുള്ള സാങ്കേതികപദങ്ങൾ നിലനിർത്തുന്നതല്ലേ? ഇതു് എത്രയോ വേദികളിൽ വെച്ചു ചർച്ച ചെയ്യപ്പെട്ട കഴിഞ്ഞതാണെങ്കിലും അധ്യാപകർ അധ്യേതാക്കളെ മുന്നിൽ കണ്ടുകൊണ്ടു് ഈ വിഷയങ്ങളെപ്പറ്റി ഇനിയും ചർച്ച ചെയ്യു് സ്റ്റോറു് നിലവാരത്തിലെങ്കിലും ഒരു തീരുമാനത്തിലെത്തി, ഇന്ത്യയിലെ മറ്റു സ്റ്റോറുകളിലുള്ളതിനോടു് ആകാവുന്നത്ര പൊരുത്തപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടുള്ള ഒരു അധ്യാപനപദ്ധതി ആവിഷ്കരിക്കാൻ വൈകിയില്ല ശാസ്ത്രാധ്യയനത്തിൽ ഒരു പുതിയ മണിപ്രവാള ഭാഷ രൂപം കൊള്ളുമെങ്കിൽ അതിലൊട്ടും പരിഭ്രമിക്കാനില്ല.

ഗണിതഭാഷയും വാക്യഘടനാപ്രശ്നങ്ങളും

പ്രൊ. പി. സി. ജോസഫ്

നോവലിനും ചെറുകഥയ്ക്കും പത്രവാർത്തയ്ക്കും രാഷ്ട്രീയപ്രസംഗത്തിനും കൊള്ളാവുന്ന ഗദ്യശൈലി മലയാളത്തിൽ സാമാന്യം വികസിച്ചിട്ടുണ്ടു്, വികസിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ ശാസ്ത്രവിഷയങ്ങളും പ്രതിപാദിക്കാൻ പോരുന്ന ശൈലിയും വാക്യഘടനാരീതികളും ഇനിയും രൂപപ്പെടേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. ആധുനികശാസ്ത്രവിഷയങ്ങളും മലയാളത്തിൽ എഴുതേണ്ട ആവശ്യം വ്യാപകരീതിയിൽ ഇതുവരെ ഉണ്ടായിട്ടില്ല എന്നതാണു് ഇങ്ങനെ വരാൻ കാരണം. സ്ത്രീകളും പുസ്തകങ്ങളും കുറെയെല്ലാം ചമച്ചുവിട്ടിട്ടുണ്ടു്; അവയൊന്നും തന്നെ ശാസ്ത്രത്തിനോ ഭാഷയ്ക്കോ മുതൽക്കൂട്ടാണെന്നു് പറയത്തക്കതല്ല.

ആധുനികശാസ്ത്രം മലയാളത്തിലാക്കുമ്പോൾ പ്രശ്നങ്ങളും ഉദ്ഭവിക്കുന്നതു് രണ്ടു കാര്യങ്ങളിലാണു്; ഒന്നു് സാങ്കേതികപദങ്ങളും; മറ്റേതു് വാക്യഘടനയും. ഇവയിൽ രണ്ടാമത്തേതാണു് നമ്മുടെ ചർച്ചാവിഷയം. അതും പ്രധാനമായി ഗണിതത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം മാത്രം. ഗണിതവും ഗണിതഭാഷയും മിക്ക ശാസ്ത്രങ്ങളിലും ഏറ്റക്കുറെ ഉപയോഗിക്കേണ്ടി വരുന്നതിനാൽ ഈ

ചർച്ച അത്രത്തോളം മറ്റു ശാസ്ത്രങ്ങൾക്കും സംഗതമായിരിക്കും.

വാക്യഘടനാപ്രശ്നങ്ങളെ രണ്ടായി തരംതിരിക്കാം: (A) പ്രധാനമായി പ്രതീകങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചവ, (B) സാധാരണ ഭാഷയിലെ വാക്യംഗങ്ങളുടെ ക്രമത്തെ സംബന്ധിച്ചവ.

(A) പ്രതീകങ്ങൾ

ആധുനികഗണിതത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന പ്രതീകങ്ങളെല്ലാം തന്നെ അന്താരാഷ്ട്രീയമായ അംഗീകാരം സിദ്ധിച്ചവയാണു്; അവയെല്ലാം നാം അപ്പാടെ സ്വീകരിച്ചേ മതിയാവൂ.

സാധാരണ പദങ്ങൾ എന്ന പോലെ തന്നെ, പ്രതീകങ്ങളും ശരിയായി ഉപയോഗിക്കണമെങ്കിൽ ഓരോ പ്രതീകത്തിന്റെയും അർഥവും അതു് എഴുതുന്ന രീതിയും വായിക്കുന്ന രീതിയും അറിഞ്ഞിരിക്കണം. അർഥവും എഴുത്തും എല്ലാ ഭാഷക്കാർക്കും ഒന്നു തന്നെ; എന്നാൽ വായന ഓരോ ഭാഷയിലും അതാതിലെ പദങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചാ യിരിക്കും.

പാശ്ചാത്യഭാഷകളിലെല്ലാം അന്വയത്തിനു് സാമാന്യം ഐകരൂപ്യമുണ്ടു്; ഈ അന്വയത്തെ മുൻനിർത്തിയാണു് പ്രതീകങ്ങൾ ഏർപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നതും. അതിനാൽ ആ ഭാഷകളിലൊന്നും തന്നെ പ്രതീകങ്ങൾ വായിക്കുന്ന കാര്യത്തിൽ വലിയ ദുർഘടങ്ങൾ ഉദ്ഭവിക്കുന്നില്ല. ഉദാഹരണത്തിനു്, പാശ്ചാത്യഭാഷകളിൽ കർത്താവു്, ക്രിയ, കർമം, ക്രിയാവിശേഷണം എന്നാണു് ക്രമം. 'John saw the thief clearly' –എന്നതു പോലെ. എന്നാൽ, മലയാളത്തിൽ, എന്നല്ല എല്ലാ ദ്രാവിഡഭാഷകളിലും കർത്താവു്, കർമം, ക്രിയാവിശേഷണം, ക്രിയ എന്നതാണു് സാധാരണ ക്രമം: 'ജോൺ കള്ളനെ നല്ലവണ്ണം കണ്ടു'.

പല പ്രതീകങ്ങൾ ചേർന്നുള്ള കൂട്ടുപ്രതീകങ്ങളിൽ അംഗപ്രതീകങ്ങൾ എഴുതുന്നതു് പാശ്ചാത്യഭാഷകളിലെ ക്രമം അനുസരിച്ചാണു്. ആ ക്രമത്തിൽ വായിച്ചാൽ മലയാളത്തിനു ചേരുകയില്ല ക്രമം മാറ്റി വായിക്കാമെന്നു വെച്ചാൽ, ഗണിതഭാഷ വായിക്കുന്നതു് ഗണിതജ്ഞന്മാർക്കു പോലും മഹാ ക്ലേശമായിത്തീരുകയും ചെയ്യും. "f = g, a. e. (μ)" എന്നതു്, "f, μ – മാപത്തിൽ, പ്രായേണ എല്ലായിടത്തും, g യോടു് സമമാണു്" എന്നാക്കി വായിക്കുന്നതു്, വായന എന്നതിനേക്കാൾ വ്യാഖ്യാനം എന്നു പറയുന്നതായിരിക്കും ശരി; അതുമുണ്ടു് അതിനു വേണ്ടിവരുന്ന മാനസികശ്രമം.

ഇങ്ങനെ ഭാഷയിലെ ക്രമത്തിനു് ഭംഗം വരുന്ന കാര്യം ഒരു വശത്തും, ക്രമം പാലിച്ചാലുണ്ടാകുന്ന ക്ലേശം മറുവശത്തും വെച്ചു നോക്കിയാൽ, ക്രമം കുറെയൊക്കെ തെറ്റിക്കൊള്ളട്ടെ, എന്നു് അനുവദിക്കുന്നതായിരിക്കും തമ്മിൽ ഭേദം എന്നു തോന്നുന്നു.

ഇനി കുറെ ഉദാഹരണങ്ങൾ എടുത്തുകാട്ടി, ചർച്ചയ്ക്കു തുടക്കമിടാൻ വേണ്ടി ചില നിർദേശങ്ങൾ വെയ്ക്കാം.

1. $a = b$. ഇതു് a സമം b എന്നു് സ്ഥൂലം ഗണിതത്തിൽ വായിച്ചു പരിചയിച്ചതു കൊണ്ടു്, കേട്ടാൽ അസുഖം തോന്നുന്നില്ല. യഥാർഥത്തിൽ ഈ പ്രയോഗം മലയാളശൈലിക്കു യോജിച്ചതല്ല; ഗണിതത്തിനു വേണ്ടി മാത്രം സ്വീകരിച്ചതാണു്. 'രാമൻ കുട്ടികാരൻ കൃഷ്ണൻ' എന്നു നാം പറയാറില്ല. രാമന്റെ കുട്ടുകാരൻ (ആണു്) കൃഷ്ണൻ, അല്ലെങ്കിൽ രാമനും കൃഷ്ണനും കൂട്ടുകാർ (ആണു്) എന്നു വേണം.

$a = b$ മലയാളത്തിൽ വരുന്നതിനു മുൻപു തന്നെ, ആധാരങ്ങളിൽ 'നസ്രാണി ചാക്കോ മകൻ മത്തായി' എന്നും മറ്റും എഴുതാറുണ്ടായിരുന്നു. 'നസ്രാണി, ചാക്കോയുടെ മകൻ, മത്തായി' എന്നാണു് വിവക്ഷ. അതായതു്, ആവശ്യം വരുമ്പോൾ, പുതിയ ശൈലികൾ സ്വീകരിക്കുന്നതു് മലയാളത്തിലും പുത്തരിയല്ല.

സമത്വം പോലെ, മറ്റു പല ബന്ധങ്ങളും പ്രതീകങ്ങൾ കൊണ്ടു് കുറിക്കുമ്പോൾ ഇതേ പ്രശ്നം ഉദ്ഭവിക്കും. $a > b$, $a \geq b$, $x \in A$, $A \subset B$ എന്നിവ യഥാക്രമം, 'a വലുതു്, b', 'a വലുതു് അല്ലെങ്കിൽ സമം, b', 'x അംഗം, A', 'A ഉപഗണം, B' എന്നു വായിക്കാം.

'$a > b$', 'a വലുതു്, b' എന്നു വായിക്കുമ്പോൾ അർഥശങ്കയുണ്ടാകാം, ഏതാണു് വലുതു് എന്നു്. സ്വരാഘാതം കൊണ്ടു് ഇതു് പരിഹരിക്കണം. 'a വലുതു് b യെക്കാൾ' എന്നായാൽ അല്പം നീളം കൂടുമെങ്കിലും അർഥശങ്കയൊഴിവാ

ക്കാം. പക്ഷേ, $a \geq b$, a വലുതു് b യെക്കാളും അല്ലെങ്കിൽ a സമം b എന്നു് പിരിച്ചു വായിക്കേണ്ടി വരും. മലയാളത്തിൽ വിഭക്തിപ്രത്യയങ്ങളും നാമത്തിനു പിന്നാലെ ഒട്ടിനില്ക്കേണ്ടതിനാൽ "greater than or equal to" എന്ന പോലെ പറയാൻ നിവൃത്തിയില്ല.

2. a^b, a ഘാതം b എന്നോ. a മേൽ b എന്നോ വായിക്കാം. a^2, a വർഗം; a^3, a ഘനം; $\sqrt{a}$, വർഗമൂലം a, ഇവയൊക്കെ എല്ലാവർക്കും അറിയാം.

3. $p \Rightarrow q$, p അതിനാൽ q; എന്നോ p എങ്കിൽ q എന്നോ ആകാം. p തൽസിദ്ധം q എന്നു കൂടി അനുവദിക്കുന്നതു് ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ സൗകര്യമായിരിക്കും.

$p \Leftrightarrow q$, p അതായതു് q; p എങ്കിൽ, എങ്കിൽ മാത്രവും q; p എങ്കിലേ എങ്കിൽ q p തുല്യം q, എന്നൊക്കെയാകട്ടെ. 'iff', എന്നു് ഇംഗ്ലീഷിൽ പുതിയൊരു പദം സൃഷ്ടിച്ചതുപോലെ, 'എങ്കെങ്കിൽ' എന്നോ മറ്റോ പറയാൻ ധൈര്യപ്പെട്ടാൽ തെറ്റില്ല. ~p, not-p എന്നതു് ന-p എന്നു പറയാം.

4. 'and' എന്ന അർഥത്തിൽ പ്രയോഗിക്കാവുന്ന ഒരു പദം മലയാളത്തിലില്ലാത്തതു് വലിയ ഒരു പോരായ്മയാണു്. 'രാമനും കൃഷ്ണനും വന്നു,' എന്നാണെങ്കിൽ വലിയ കുഴപ്പമില്ല. 'രാമൻ വന്നു,' 'കൃഷ്ണൻ പോയി' എന്നിവ രണ്ടും ഘടിപ്പിക്കണമെങ്കിൽ, ''രാമൻ വരുകയും കൃഷ്ണൻ പോകുകയും'' ചെയ്യണമെന്നാക്കണം. ഇവിടെ നീളം കൂടി എന്നു് മാത്രമല്ല സ്പഷ്ടതയും കുറയും എന്നു് 'Rama came and Krishna went' 'രാം ആയാ ഔർ കൃഷ്ണ് ഗയാ' ഇവയോടു് താരതമ്യപ്പെടുത്തിയാൽ കാണാം.

$x \in A \cap (B \cap C)$ എന്നതിന്റെ അർഥം '$x \in A$ and $(x \in B$ and $x \in C)$' എന്നാണു്. ഇതു് മലയാളത്തിൽ പറയാൻ നോക്കാം. '$x \in A$ ആയിരിക്കുകയും $x \in B$ യും $x \in C$ യും ആയിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു' എന്നു വളച്ചു കെട്ടി പറയാനേ നിവൃത്തിയുള്ളൂ. ഇതു് ആർക്കും സ്വീകാര്യമാകുമെന്നു തോന്നുന്നില്ല.

ഉം .... ഉം എന്നു് രണ്ടിടത്തു ചേർക്കുന്നതിനു പകരം and, ഔർ (और), ച (च) ഇവ പോലെ ഇടയിൽ ഒരിടത്തു മാത്രം ചേർത്താൽ മതിയാകുന്ന ഒരു ഘടകപദം സ്വീകരിക്കുകയല്ലാതെ മറ്റു പോംവഴിയൊന്നും ഇവിടെ കാണുന്നില്ല.

'തഥാ' സ്വീകരിക്കാമെന്നും 'വിജ്ഞാനകൈരളിയിൽ' ഒരു ലേഖനത്തിൽ ഞാൻ അഭിപ്രായപ്പെട്ടിരുന്നു. and തന്നെയായാൽ എന്താണെന്നു് ചിലർ സംശയിക്കുന്നുണ്ടു്. and ഏകാക്ഷരി ആണെങ്കിലും മലയാളത്തിൽ എഴുതുമ്പോൾ കുറച്ചു നീണ്ടതാകും. മാത്രമല്ല ചോറുവിളമ്പുന്ന 'തവി' മുതൽ ശരീരവും ആത്മാവും വരെ സംസ്കൃതത്തിൽ നിന്നു് കൈക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന മലയാളികൾക്കു് സംസ്കൃതമായിരിക്കും കൂടുതൽ രുചിക്കുക, ഇപ്പോൾ നാം ധാരാളം ഇംഗ്ലീഷ് പദങ്ങളും സ്വീകരിക്കാറുണ്ടെങ്കിലും.

'തഥ', 'ച' ഇവയിൽ ഒന്നോ, പ്രയോഗം കൊണ്ടു് ഒന്നു് സ്ഥിരപ്പെട്ടുന്നതു വരെ രണ്ടും പര്യായങ്ങളായോ, സ്വീകരിക്കാം. ഏതായാലും, ഒരു പദം കൂടാതെ കഴിയുകയില്ല.

'രാമൻ വന്ന ച (തഥാ) കൃഷ്ണൻ പോയി' എന്നു് സംഭാഷണത്തിലോ സാഹിത്യത്തിലോ ആരും പ്രയോഗിക്കുകയില്ലായിരിക്കും. എങ്കിലും ഗണിതത്തിൽ $x \in A$ and $x \in B$ എന്നതു്, x അംഗം A ച x അംഗം B എന്നു് വായിച്ചാൽ എന്താണു് കുഴപ്പം? 'ച' സ്ഥു് $\wedge$ എന്ന അംഗീകൃത ചിഹ്നം ഉപയോഗിക്കുകയും ചെയ്യാം.

'അല്ലെങ്കിൽ' എന്നതിനും എഴുത്തിലും വായനയിലും നീളം കുറഞ്ഞ ഒരു പദം ഉണ്ടാകുന്നതു് കൊള്ളാം. 'അഥവാ' പരിചിതമാണു്. 'വാ' എന്ന ചുരുക്കിയാൽ അത്രയും നന്നായി. 'V' എന്ന ചിഹ്നം 'വാ' എന്നു വായിക്കാം.

$A \cap (B \cup C)$ നിർവചിക്കുമ്പോൾ $x \in A$ ച $(x \in B$ വാ $x \in C)$ എന്നോ, $x \in A \wedge (x \in B \vee x \in C)$ എന്നോ എഴുതാം.

ഇവിടെ സന്ദർഭവശാൽ ഒരു കാര്യം. മലയാളത്തിൽ ഏകാക്ഷരികളും വളരെ കുറവാണു്. എല്ലാ പദങ്ങൾക്കും പൊതുവെ മറ്റു ഭാഷകളെ അപേക്ഷിച്ചു് മാത്രകളും കൂടും. 'പോണു' എന്നു പറയുമെങ്കിലും, 'പോകുന്നു' എന്നെഴുതണം. വടക്കർ 'ഉണ്ടു്' എന്നതു് സംസാരത്തിൽ 'ണ്ടു്' എന്നു് ഏകാക്ഷരി ആക്കുമെങ്കിലും സാഹിത്യഭാഷയിൽ അതിനും സ്ഥാനമില്ല. രാഷ്ട്രീയക്കാരാണെങ്കിൽ, ഒരുപടി കൂടി കടന്നു് 'പറയുന്നു' എന്നു വേണ്ടിടത്തു് 'പറയു

കയാണു്'' എന്നു വലിച്ചു നീട്ടുവാനാണു് ശ്രമം; അതു് കുറെയൊക്കെ ഫലിച്ചിട്ടുണ്ടതാനും. എന്നാൽ, ഗണിതജ്ഞന്മാർ 'മിതം ച സാരം ച' എന്ന രീതിയിൽ ഭാഷ ഉപയോഗിച്ചു ശീലിക്കണം. ''മാത്രാലാഭഃ പുത്രലാഭഃ ദാസീപുത്രസ്യ പാണിനേഃ'' എന്നൊരു പണ്ഡിതൻ പാണിനിയെ ആക്ഷേപിച്ചതു് വാസ്തവത്തിൽ പ്രശംസ എന്നു വേണം കരുതുവാൻ.

5. $\lim_{x \to a} f(x)$, എന്നതിൽ lim എന്ന ചുരുക്കം റോമൻലിപിയിൽതന്നെ എഴുതുന്നതുകൊണ്ടു് limit തർജ്ജമ ചെയ്യാതെ ലിമിറ്റു് എന്നതന്നെ ഉപയോഗിക്കുകയായിരിക്കും സൗകര്യം. 'lim f (x)', 'ലിമിറ്റു് $\lim_{x \to a} f(x)$' x ന്റെ ലക്ഷ്യം a' എന്നു് വായിക്കാം. When $x \to a$, $f(x) \to l$ എന്നതു്, x ന്റെ ലക്ഷ്യം a എങ്കിൽ, f (x) ന്റെ ലക്ഷ്യം l അഥവാ, f (x) ന്റെ ലിമിറ്റു് l എന്നു് പറയാം. ഇവിടെ x ന്റെ ലിമിറ്റു് a എന്നു് പറയാൻ പാടില്ല. ലിമിറ്റു് ഉള്ളതു് ഫലനങ്ങൾക്കാണു്; x ഒരു ചരമാണു്, ഫലനമല്ല. $x \to a$ എന്നതിനു് ലിമിറ്റു് പ്രതീകത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗമെന്ന നിലയിൽ അതിനു് കല്പിച്ച അർഥമേയുള്ളൂ.

ആധുനികരീതിയിൽ, a യിങ്കൽ f ന്റെ ലിമിറ്റു് എന്നും പറയാം.

6. തർക്കത്തിലെയും ഗണിതത്തിലെയും പ്രതീകങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു് വാക്യങ്ങൾ മുഴുവൻ അപ്പാടെ പ്രതീകരൂപത്തിൽ എഴുതുന്നതു് ഉച്ചഗണിതപുസ്തകങ്ങളിൽ അസാധാരണമല്ല. ഇത്തരം പ്രതീകാത്മക വ്യഞ്ജകങ്ങളിലെ അംഗപ്രതീകങ്ങളുടെ വിന്യാസക്രമം പാശ്ചാത്യഭാഷകളിലെ പദക്രമത്തെ ആസ്പദിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ ഇവ വായിക്കുന്ന കാര്യത്തിൽ ഉൽഘടങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ചില ഉദാഹരണങ്ങളും ചില നിർദേശങ്ങളും താഴെ ചേർക്കുന്നു.

$A = \{x : x^2 > 2 \wedge x < 5\}$, A equals the set of all x such that $x^2 > 2$ and $x < 5$, തർജ്ജമ ചെയ്താൽ, ''A സമം $x^2 > 2$ ച $x < 5$ എന്നൊക്കുന്ന x ന്റെ എല്ലാം ഗണം'' എന്നാകും.

അനേകം നീണ്ട വ്യഞ്ജകങ്ങൾ ഇങ്ങനെ ക്രമം മാറാറി വായിക്കേണ്ടിവരുമ്പോൾ, അതു തന്നെ വലിയൊരു ശ്രമമായിരിക്കും. ആ ശ്രമത്തിനിടയിൽ ഉപപാദനത്തിൽ ശ്രദ്ധ പതിയാതെയും വരും. അതിനാൽ നേരത്തെ സൂചിപ്പിച്ചതു പോലെ, ഭാഷാശൈലിയോടു് കുറച്ചൊരു ബലാൽക്കാരം ചെയ്തിട്ടായാലും എഴുതുന്ന ക്രമത്തിൽ വായിക്കുകയാണു് നല്ലതു്.

'Such that' എന്നതിനു് മലയാളത്തിൽ പദങ്ങളില്ലെന്നതാണു് ഇവിടത്തെ കഴപ്പു്. 'യാതൊന്നു്' മുതലായ ആപേക്ഷികസർവ്നാമങ്ങൾ പ്രചാരലുപ്തമായിപ്പോയി. അവയെ ഗണിതഭാഷയിൽ വീണ്ടെടുക്കാമോയെന്നു് പരിഗണിക്കാം. അല്ലെങ്കിൽ യഥാ എന്നാകാം. 'A സമം x ന്റെ എല്ലാം ഗണം, യഥാ $x^2 > 2$ ച $x < 5$'. മറെറാരു പോംവഴി 'A സമം x ന്റെ എല്ലാം ഗണം, ഇവിടെ $x^2 > 2$ ച $x < 5$' എന്ന തനി മലയാളരൂപമാണു്. ഇവയിലൊന്നു് കാലക്രമേണ നിശ്ചയിച്ചു് സ്ഥിരമായി സ്വീകരിക്കണം.

7. $\lim_{x \to a} f(x) = l$ എന്നതിന്റെ നിർവചനം നോക്കുക.

''$\forall \in > 0, \exists \delta > 0 : x \in D_f \wedge 0 < |x - a| < \delta \Rightarrow |f(x) - l| < \delta$''. For every $\in > 0$, there exists $\delta > 0$ such that $x \in D_f$ and zero is less than modulus x minus a which is less than δ implies modulus f (x) minus l is less than $\in$. പൂജ്യത്തെക്കാൾ വലുതു് എന്തായാലും, x, D_fലെ അംഗവും, പൂജ്യം, x ന്യൂനം a യുടെ മാപാങ്കത്തെക്കാൾ ചെറുതും ഈ മാപാങ്കം δ യെക്കാൾ ചെറുതും ആണെങ്കിൽ f (x) ന്യൂനം lന്റെ മാപാങ്കം $\in$ ഏക്കാൾ ചെറുതായിരിക്കത്തക്കവണ്ണം, പൂജ്യത്തെക്കാൾ വലിയ ഒരു δ ഉണ്ടു്. ഇങ്ങനെയാകും മലയാളത്തിൽ തർജ്ജമ ചെയ്താൽ. ഒരു ഗണിതപുസ്തകത്തിലെ ഓരോ പേജിലും ഇത്തരം ധാരാളം പ്രതീകമാലകൾ ഉണ്ടാകും. ഓരോന്നും കാണുമ്പോൾ മാലയുടെ കണ്ണികൾ പൊട്ടിച്ചു് മനസ്സിൽ പെറുക്കിയെടുത്തു്, മലയാളക്രമത്തിൽ അടുക്കി അർഥബോധം വരുത്തിക്കൊള്ളണമെന്നു് വെച്ചാൽ അതൊരു മുഷിപ്പൻ കസർത്തായിരിക്കും. അതേസമയം, മലയാളത്തിൽ സഹിക്കാവുന്ന രീതിയിലൊന്നും വായിക്കുവാനും വഴി കാണുന്നില്ല. നേരത്തെ നാം സ്വയം അനുവദിച്ച സ്വാതന്ത്ര്യങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ടു് ഒന്നു് ശ്രമിച്ചു നോക്കാം. ''ഏതു് $\in$ വലുതു് പൂജ്യത്തിനും തക്ക ഒരു δ വലുതു്, പൂജ്യം ഉണ്ടു്; യഥാ, x അംഗമാം D_f

ച പൂജ്യം ചെറുതു്, മാപാങ്കം x ന്യൂനം a, ചെറുതു് ഏകൻ, മാപാങ്കം f (x) ന്യൂനം l ചെറുതു്, ∈" ഇതു് മലയാളം ആണോ? അല്ലെങ്കിൽ ക്രമേണ ആയിത്തീരുമോ? എനിക്കു് നിശ്ചയമില്ല.

ഇവിടെ ഒരു കാര്യം ഓർമയിൽ വരുന്നു, ഭാഷയും ചിന്തയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം. ഭാഷ കൂടാതെ ചിന്തിക്കുവാൻ കഴിയുകയില്ല; താണ നിലവാരത്തിൽ, ആംഗ്യഭാഷയോ ചിത്രഭാഷയോ ആയാലും മതിയാവും. ശരീരവും മനസ്സും എന്നപോലെയാണു് ഭാഷയും ചിന്തയും. മനസ്സില്ലാത്ത ശരീരം ജഡമാണു്, ശരീരമില്ലാത്ത മനസ്സു് ഈ ലോകത്തെങ്ങും ഇല്ല താനും. ഈ ഗാഢബന്ധമാണു്, പാശ്ചാത്യദേശങ്ങളിൽ വളർന്നു വികസിച്ച ഗണിതത്തിലെ ആശയങ്ങളും പ്രതീകങ്ങളും മലയാളത്തിൽ കൈകാര്യം ചെയ്യുമ്പോഴും നേരിടുന്ന കീറാമുട്ടികളുടെ അടിസ്ഥാനകാരണം.

B) വാക്യഘടന– ചില പൊതുനിർദേശങ്ങൾ

മലയാളത്തിൽ ക്രിയയുടെ സ്ഥാനം ഏറ്റവും ഒടുവിൽ എന്നാണു് സാമാന്യനിയമം. അതിനാൽ കാരണം, വ്യവസ്ഥ, അപവാദം മുതലായവയെ കുറിക്കുന്ന വാക്യഘടകങ്ങൾ മുഖ്യക്രിയക്കു് മുമ്പേ നിൽക്കും. "a=b ആകയാൽ $a^2=b^2$", "a=b എങ്കിൽ $a^2=b^2$", "b=0 ഒഴിച്ചാൽ a, b ഏതു സംഖ്യകളും ആയാലും $\frac{a}{b}$ ഒരു സംഖ്യയെ കുറിക്കുന്നു" ഇത്യാദികളും പോലെ. ഗണിതത്തിൽ ഈ സാധാരണക്രമം പാലിക്കണമെന്നു് ശഠിക്കേണ്ട. ആവശ്യമെന്നു കണ്ടാൽ '$a^2=b^2$, a=b ആകയാൽ' എന്നോ, '$a^2=b^2$ കാരണം a=b' എന്നോ പറയാം. ഇവിടെ $a^2=b^2$ എന്ന കാര്യത്തിനു് a=b എന്ന കാരണത്തേക്കാൾ പ്രാധാന്യം കൊടുക്കുക എന്നതാണു് ഉദ്ദേശം. ചിലേടത്തു്, അപവാദം ഒടുവിലോട്ടു് വെയ്ക്കും. "a, b ഏതു സംഖ്യകളായാലും $\frac{a}{b}$ ഒരു സംഖ്യയെക്കുറിക്കുന്നു, b=0 ഒഴിച്ചാൽ".

ചുരുക്കത്തിൽ, ആശയങ്ങളും ഏതു ക്രമത്തിൽ ഒന്നിനു പുറകെ ഒന്നായി വരുന്നതാണോ ഒരു ഉപപാദനമോ വിവരണമോ മനസ്സിൽ പതിയുവാൻ കൂടുതൽ സഹായകമാകുന്നതു്, ആ ക്രമത്തിൽ വാക്യങ്ങളും കോർത്തു നിർത്തണം, ഭാഷയിലെ സാധാരണക്രമം ലംഘിച്ചിട്ടായാലും.. ഇത്തരം ക്രമലംഘനങ്ങളും അത്ര അപൂർവമല്ല; സംഭാഷണത്തിലും, പ്രസംഗത്തിലും, സാഹിത്യത്തിലും ധാരാളം കാണാം. ഈ പ്രബന്ധത്തിൽ ഇത്തരം സ്വാതന്ത്ര്യങ്ങളും ഒരു പക്ഷേ വേണ്ടതിലധികം പ്രയോഗിക്കുവാൻ മറന്നിട്ടില്ല.

മേൽപറഞ്ഞ കാര്യങ്ങളും ഉദാഹരിക്കുവാൻ ഒരു മലയാളഗണിതഗ്രന്ഥത്തിലെ ചില ഭാഗങ്ങളും എടുത്തു കാട്ടുന്നതു് തീർച്ചയായും അസ്ഥാനത്താവുകയില്ല. ഏതു ഗ്രന്ഥം എന്നു് ആലോചിക്കാനില്ല. മലയാളത്തിൽ എണ്ണപ്പെടാവുന്ന ഗണിതഗ്രന്ഥം ഒന്നേ ഇതുവരെ ഉണ്ടായിട്ടുള്ളതായി അറിവുള്ളൂ. 1639-ൽ ബ്രഹ്മദത്തൻ എഴുതിയ യുക്തിഭാഷ. അതിലെ പരിധിവ്യാസപ്രകരണം എന്ന ആറാം അധ്യായത്തിൽ നിന്നും ചില വാക്യങ്ങളും ഉദ്ധരിക്കാം. π യുടെ വില ശ്രേണീരൂപത്തിൽ,

$\pi = 4\left(1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \ldots\right)$ എന്ന കാണികയാണു് ഈ അധ്യായത്തിന്റെ വിഷയം.

1. ആകയാൽ ത്രൈരാശികം കൊണ്ടുവരുത്താം, ഇച്ചൊല്ലിയ ഇഷ്ടക്ഷേത്രത്തിങ്കലെ കോടിയെ.

2. ചതുരശ്രദോഃഖണ്ഡങ്ങളും പെരികെ ചെറുതു് എങ്കിൽ അർധജ്യാക്കളും തന്നെ പാപഖണ്ഡങ്ങളായിട്ടിരിയ്ക്കും പ്രായേണ.

3. ഇങ്ങനെയിരിക്കുന്നിടത്തു്, ഈ കർണഘാതത്തെ രണ്ടു കർണങ്ങളുടേയും വർഗയോഗാർധമെന്നു കല്പിക്കാം, മിക്കവാറും സംഖ്യാസാമ്യമുണ്ടു് എന്നിട്ടു്.

4. ഇവറ്റിൽ ആദ്യകർണവർഗങ്ങളെക്കൊണ്ടു് ഹരിച്ചുള്ള ഫലങ്ങളുടെ യോഗം യാതൊന്നു്,

യാതൊന്നു് പിന്നെ ദ്വിതീയ കർണവർഗങ്ങളെക്കൊണ്ടു് ഹരിച്ച ഫലങ്ങളുടെ യോഗം, ഇവ തങ്ങളുടെ അന്തരമാകുന്നതു് നടേത്തെ പരിഷ്കയിലെ ആദ്യഫലവും രണ്ടാം പരിഷയിലെ ഒടുക്കത്തെ ഫലവും തങ്ങളിലെ അന്തരം.

5. യാതൊരിടത്തു് പിന്നെ ഗുണകാരം വലിയതു്, അവിടെ ഗുണ്യത്തിൽ കൂട്ടുകയേ വേണ്ടു ഫലങ്ങളും എല്ലാം.

6. പിന്നെ, ഇവിടെ ഉപയോഗമില്ലായ്കിലും, സമങ്ങളും മൂന്നു്, അഞ്ചു് എന്നിവ തങ്ങളിൽ ഗുണിച്ചവറിന്റെ സംകലിതവുംകൂടി ചൊല്ലുന്നുണ്ടു്, ഉപയോഗമുള്ളവറിന്റെ നടുവേ ഉണ്ടായിരിക്കയാൽ.

7. ഇവിടെ വർഗത്തിങ്കന്നു് മൂലസംകലിതം, ഘനത്തിങ്കന്നു് വർഗസങ്കലിതം, വർഗവർഗത്തിങ്കന്നു് ഘനസങ്കലിതം എന്നിങ്ങനെ, രാശികളെ തന്നെക്കൊണ്ടു് എത്ര ആവൃത്തി ഗുണിച്ചതിങ്കന്നു്, ഏകാദിസംഖ്യകളിൽ അത്രാമത്തു കൊണ്ടു് ഹരിച്ച ഫലം യാതൊന്നു്, ആ രാശിയെ ഒരാവൃത്തി കുറച്ചു ഗുണിച്ചതിന്റെ സംകലിതമായിട്ടിരിക്കും. ഇങ്ങനെ മൂലവർഗാദി സംകലിതങ്ങളെ വരുത്തും പ്രകാരം.

ഇതിന്റെ സാരം കൂടി പറയാം. മറ്റൊന്നുമല്ല. $\int x^{n-1}dx = \frac{x^n}{n}$. ബ്രഹ്മദത്തനോ മൻഗാമികളോ, ന്യൂട്ടൺ, ലൈബ്നീസു് മുതലായവരെപ്പറ്റി കേട്ടിട്ടുപോലുമില്ലായിരുന്ന എന്നു് എടുത്തു പറയേണ്ടതില്ല.

ബ്രഹ്മദത്തൻ പ്രതീകങ്ങളും യാതൊന്നും, അക്കങ്ങളുംപോലും, യുക്തിഭാഷയിൽ ഉപയോഗിച്ചിട്ടില്ല. അതിനാൽ, പ്രതീകങ്ങളെ സംബന്ധിച്ച ഉദാഹരണങ്ങളൊന്നും യുക്തിഭാഷയിൽ നിന്നും കിട്ടുകയില്ല.

വാക്യഘടനാപ്രശ്നങ്ങൾ ഗണിതസാംഖ്യികങ്ങളിൽ

പ്രൊ. കെ. രാമകൃഷ്ണപിള്ള

ഗണിതത്തിന്റെയും സാംഖ്യികത്തിന്റെയും വാക്യഘടനാപ്രശ്നങ്ങളും ഏതാണ്ടു് ഒരേ സ്വഭാവത്തോടു കൂടിവയാണു്. ഗണിതത്തിന്റെ മിക്കവാറും എല്ലാ ശാഖകളും സാംഖ്യികത്തിൽ ഒരിടത്തല്ലെങ്കിൽ മറ്റൊരിടത്തു് പ്രയോജനപ്പെടുത്തപ്പെടുന്നു എന്നതാണു് ഇതിനു കാരണം.

സാംഖ്യികത്തിനു് സിദ്ധാന്തപരം, വിശദീകരണപരം എന്ന രണ്ടു് മേഖലകളാണു് ഉള്ളതു്. ഇതിൽ രണ്ടാമത്തെ വിഭാഗത്തിൽ പ്രധാനമായും സാങ്കേതികപദങ്ങളുടെ പ്രശ്നമേയുള്ളു. ചുരുക്കം ചില വാക്യഘടനാപ്രശ്നങ്ങളുണ്ടെങ്കിലും അവയെല്ലാം എളുപ്പത്തിൽ പരിഹരിക്കാവുന്നവ മാത്രമാണു്. സിദ്ധാന്തപരമായ ചർച്ചയിൽ അഭിമുഖീകരിക്കേണ്ടി വരുന്ന കുഴപ്പം പിടിച്ച ചില പ്രശ്നങ്ങളാണു് ഇവിടെ പരിഗണിക്കുന്നതു്.

സാംഖ്യികഗണിതങ്ങളും കൈകാര്യം ചെയ്യുന്ന മലയാളഗ്രന്ഥങ്ങളും വളരെയൊന്നുമില്ല. താഴ്ന്ന ക്ലാസുകളിലെ പാഠപുസ്തകങ്ങളും ഒഴിവാക്കിയാൽ മലയാളഗണിതഗ്രന്ഥങ്ങളുടെ എണ്ണം തന്നെ വിരലിലെണ്ണാൻ മാത്രമേ ഉള്ളൂ. ശ്രീ. പി. കെ. കോരുവിന്റെ ഏതാനും ഗ്രന്ഥങ്ങളാണു് എടുത്തു

പായാനുള്ളതു്. അദ്ദേഹത്തിന്റെ 'വരഗണിത പ്രവേശിക'യാണെന്നു തോന്നുന്നു ആധുനിക ഗണിതത്തെ സംബന്ധിക്കുന്ന മലയാളത്തിലെ ആദ്യ ഗ്രന്ഥം. വാക്യഘടനാപ്രശ്നങ്ങളിൽ നിന്നു് ഒന്നുകിൽ ഒഴിഞ്ഞു മാറുക, അല്ലെങ്കിൽ നിലവിലുള്ള മലയാള വാക്യഘടനയെ തൊട്ടു നോവിക്കാതെ വളച്ചു കെട്ടി പ്രതിപാദിക്കുക എന്ന നയമാണു് അദ്ദേഹം സ്വീകരിച്ചു കാണുന്നതു്. ഒരു ഉദാഹരണം കാണിക്കാം. രണ്ടാം ഘാതാങ്ക നിയമം,

ക ഗ ക—ഗ

മ ÷ മ = മ എന്നാണു് അദ്ദേഹം എഴുതുന്നതു്. അതു വായിക്കുന്നതു് 'ഒരു ഹരണഫലത്തിന്റെ ഘാതാങ്കം ഹാര്യത്തിന്റെ ഘാതാങ്കത്തിൽ നിന്നു് ഹാരകത്തിന്റെ ഘാതാങ്കം കളഞ്ഞ ശിഷ്ടമാകുന്നു' എന്നുമാണു് (വരഗണിതപ്രവേശിക, പേജു് 44). ഇവിടെ രണ്ടു പ്രശ്നങ്ങളാണു പരിഗണിക്കേണ്ടതായുണ്ടു്. ഈ നിയമം എഴുതേണ്ടതു് ഈ രീതിയിലാണോ? അതു വായിക്കേണ്ടതു് ഇങ്ങനെയാണോ? ഇംഗ്ലീഷു് ഗണിതഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ സാധാരണയായി ഈ നിയമം എഴുതുന്നതു്, $a^m \div a^n = a^{m-n}$ എന്നാണു്. ഇംഗ്ലീഷു് അക്ഷരങ്ങൾക്കു പകരം മലയാള അക്ഷരങ്ങളാണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു കൊണ്ടു് എന്തെങ്കിലും നേട്ടമുണ്ടാകുന്നില്ല. അന്തർദേശീയാംഗീകാരമുള്ള അങ്കനസമ്പ്രദായം കളഞ്ഞു കളിച്ചു എന്ന കോട്ടമുണ്ടാകുന്നു. ആ സ്ഥിതിക്കു് ഈ പ്രവണത കഴിവതും നിരുത്സാഹപ്പെടുത്തേണ്ടതാണെന്നു തോന്നുന്നു. പ്രതീകങ്ങൾ എന്ന നിലയിൽ ഗണിതത്തിൽ സാധാരണ ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നവയെ എല്ലാം, അവ ചിഹ്നങ്ങളായാലും, അക്ഷരങ്ങളായാലും, വാക്കുകളുടെ ഏകദേശരൂപങ്ങളായാലും, അപ്പടി നിലനിർത്തുക എന്നതാണു് കൂടുതൽ നല്ലതു്. പ്രയോജനശൂന്യമായ, പരിഹാസ്യമായ, അപകടങ്ങൾ പതിയിരിക്കുന്ന അനാവശ്യപരിശ്രമമായിരിക്കും അവയിൽ മാറ്റം വരുത്തുവാനുള്ള വ്യഗ്രത.

രണ്ടാമത്തെ പ്രശ്നം ഇതെങ്ങനെ വായിക്കണം എന്നതാണു്. ശ്രീ കോരു നിർദേശിക്കുന്ന രീതി സ്വീകരിച്ചാൽ രണ്ടു് ബുദ്ധിമുട്ടുകളുണ്ടു്. ഒന്നു്, എഴുതിയിരിക്കുന്നതു പോലെയല്ല വായന. രണ്ടു്, വാചകത്തിന്റെ വളച്ചു കെട്ടൽ മൂലം ആശയപ്രകാശനത്തിനു് ബുദ്ധിമുട്ടുണ്ടാകുന്നു. പക്ഷേ മലയാള വാക്യഘടനയിൽ മാറ്റം വരുത്താൻ മടിയുണ്ടെങ്കിൽ മറ്റു പോംവഴിയില്ല. 'a ഘാതം m, ഭാഗം, a ഘാതം n, സമം, a ഘാതം m−n' എന്നു് വായിക്കാൻ ധൈര്യമുണ്ടോ എന്നതാണു് ഇവിടെ പൊന്തിവരുന്ന കാതലായ പ്രശ്നം. അതായതു്, മലയാളത്തിൽ ഇന്നു നിലവിലുള്ള വാക്യഘടനാരീതിയിൽ ആവശ്യമായ പരിഷ്കാരങ്ങളും വരുത്തി പാശ്ചാത്യഭാഷകളുടെ വാക്യഘടനയുമായി സാമ്യമുള്ള ഒരു പുതിയ ശൈലിക്കു് രൂപം കൊടുക്കാൻ കഴിയുമോ?

ആധുനികഘട്ടത്തിൽ എഴുതപ്പെട്ടിട്ടുള്ള മലയാള ഗണിതഗ്രന്ഥങ്ങളും വാക്യഘടനാപ്രശ്നങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം കാര്യമായ സംഭാവനകളൊന്നും നൽകിയിട്ടില്ലെന്നാണു് ഇതിൽ നിന്നു വ്യക്തമാവുന്നതു്. പൗരാണികഗ്രന്ഥങ്ങളുടെ സ്ഥിതിയും ഇതിൽ നിന്നു് വളരെയൊന്നും വ്യത്യസ്തമല്ല. പതിനാലു മുതൽ പതിനെട്ടു വരെ നൂറ്റാണ്ടുകളിൽ ഗണിതഗവേഷണരംഗത്തു് അത്ഭുതങ്ങൾ സൃഷ്ടിച്ച നിരവധി പണ്ഡിതന്മാർ കേരളത്തിൽ ഉണ്ടായിരുന്നു. സംഗ്രാമഗ്രാമക്കാരനായ മാധവനും പുത്തുമനച്ചോമാതിരിയും ദിഗ്ഗണിതകാരനായ പരമേശ്വരൻ നമ്പൂതിരിയും മറ്റും മറ്റും കേരളീയർക്കു് അഭിമാനിക്കാവുന്ന ഗവേഷകവര്യന്മാരാണു്. പക്ഷേ, അവരെല്ലാം സംസ്കൃതത്തിൽ തന്നെ വേണം ഗ്രന്ഥനിർമാണമെന്നു് അടിയുറച്ചു് വിശ്വസിച്ചിരുന്നതു കൊണ്ടു് മലയാളത്തിനു് മുതൽക്കൂട്ടാവുന്ന ഒന്നും തന്നെ എഴുതുകയുണ്ടായില്ല. പതിനേഴാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന ബ്രഹ്മദത്തൻ മാത്രമാണു് ഇതിനൊരപവാദം. ധീരമായ ഒരു കാൽവെയ്പായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റേതു്. 'യുക്തിഭാഷ' എന്നൊരു ഗണിതഗ്രന്ഥം അദ്ദേഹം മലയാളത്തിലെഴുതി. അറിവിൽപ്പെട്ട മിക്കവാറും എല്ലാ ഗണിതതത്ത്വങ്ങളും അതിൽ ഉൾക്കൊള്ളിക്കാൻ ശ്രമിക്കുകയും ചെയ്തു. ലളിതസുന്ദരമായ ആര്യഭടീയത്തിനു് ഗഹനഗംഭീരമായ സംസ്കൃതഭാഷ്യമെഴുതി ആത്മനിർവൃതി നേടിയ നീലകണ്ഠസോമയാജിയുടെയും മറ്റും നേരെയുള്ള ഒരു വെല്ലുവിളിയായിരുന്നു അതു്. ഇംഗ്ലീഷിലായാലേ ശാസ്ത്രപഠനം ശരിയാവൂ എന്നു് നമ്മിൽ പലരും വിശ്വസിക്കുന്നതു പോലെ ഗണിതപഠനം സംസ്കൃതത്തിൽ വേണമെന്നുള്ള നിർബന്ധം അന്നത്തെ പണ്ഡിതന്മാർക്കും ഉണ്ടായിരുന്നു. അതാണു് ബ്രഹ്മദത്തനു് മുൻഗാമികളോ പിൻഗാമികളോ ഇല്ലാതെ വന്നതു്. പക്ഷേ, അദ്ദേഹത്തിന്റെ മാതൃക മലയാളത്തിൽ ഗണിതഗ്രന്ഥങ്ങൾ രചിക്കാൻ ശ്രമം നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഇന്നത്തെ സാഹചര്യത്തിൽ അങ്ങേ

അറം ആദരണീയമാണു്. ഒരു പുതിയ മലയാള ശൈലിക്കു രൂപം കൊടുത്തെങ്കിലേ ഗണിതം കൈകാര്യം ചെയ്യാൻ കഴിയൂ എന്ന മനസ്സിലാക്കുകയും അതിനായി ബോധപൂർവം പ്രവർത്തിക്കുകയും ചെയ്ത എന്നതാണു് അദ്ദേഹത്തിന്റെ പ്രാധാന്യം. സാഹിത്യഭാഷയായ മലയാളമല്ല അദ്ദേഹം ഉപയോഗിച്ചതു്. വാക്യഘടനയെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം മലയാളവുമായി വലിയ വൈരുധ്യമില്ലാത്ത സംസ്കൃതത്തിൽ നിന്നാണു് അദ്ദേഹം ആശയങ്ങളും സ്വീകരിച്ചതു്. എന്നിട്ട പോലും മലയാളവാക്യഘടനയിൽ മാറ്റം വരുത്താൻ അദ്ദേഹം നിർബന്ധിതനായി എന്നതു് ശ്രദ്ധേയമായ ഒരു വസ്തുതയാണു്. നമുക്കിന്നു് അഭിമുഖീകരിക്കേണ്ടി വന്നിരിക്കുന്ന പ്രശ്നങ്ങളും അദ്ദേഹത്തിനു് കൈകാര്യം ചെയ്യേണ്ടിവന്നവയെക്കാളും ആയിരം മടങ്ങു് സങ്കീർണമത്രെ.

ചുരുക്കത്തിൽ, ഗണിതസാംഖ്യികങ്ങളും അനായാസമായി കൈകാര്യം ചെയ്യാൻ സാധിക്കണമെങ്കിൽ ഒരു പുതിയ വാക്യഘടനാരീതി മലയാളത്തിൽ ആവിഷ്കരിച്ചേ തീരൂ. നിലവിലുള്ള മലയാളശൈലിയിൽ എത്രയും ലഘുവായ ഭേദഗതി മാത്രം വരുത്തി ഇതെങ്ങനെ സാധിക്കാമെന്നതാണു് പ്രശ്നം. ഇംഗ്ലീഷിലും അതു പോലെ തന്നെ മറ്റു പാശ്ചാത്യഭാഷകളിലും, സാഹിത്യഭാഷയും ശാസ്ത്രഭാഷയും തമ്മിൽ വളരെയേറെ അന്തരമുണ്ടെന്നുള്ള വസ്തുതയും ഈ അവസരത്തിൽ സ്മരണീയമാണു്.

പാശ്ചാത്യശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരാണു്, ആധുനിക ഗണിതസാംഖ്യികസിദ്ധാന്തങ്ങളും മിക്കവയും ആവിഷ്കരിച്ചതു്. അവരെഴുതിയിട്ടുള്ള പുസ്തകങ്ങളാണു് അന്തർദേശീയ അംഗീകാരം നേടിയിട്ടുള്ളതും. ഇതു കൊണ്ടു് ശാസ്ത്രസിദ്ധാന്തങ്ങളും എഴുതുന്നതിലും വായിക്കുന്നതിലും പാശ്ചാത്യഭാഷകളുടെ വാക്യഘടനാരീതി വളരെയേറെ സ്വാധീനം ചെലുത്തിയിട്ടുണ്ടു്. പ്രതീകങ്ങളും ഉപയോഗിച്ചു് ആശയങ്ങളും ആവിഷ്കരിക്കുന്ന സമ്പ്രദായം ആധുനികശാസ്ത്രഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ വ്യാപകമായ തോതിൽ ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നുണ്ടു്. പ്രതീകങ്ങളും എഴുതുന്ന ക്രമം പാശ്ചാത്യഭാഷകളുടെ വാക്യഘടനയനുസരിച്ചാണു്. ഈ വസ്തുതകളെല്ലാം കണക്കിലെടുക്കുമ്പോൾ മലയാളത്തിൽ ഒരു പുതിയ വാക്യഘടനാരീതിക്കു രൂപം നൽകുന്നതിനു് രണ്ടു് അടിസ്ഥാനപ്രമാണങ്ങളും അംഗീകരിക്കേണ്ടതാണെന്നു തോന്നുന്നു.

(1) പ്രതീകങ്ങളും ഉപയോഗിച്ചു ശാസ്ത്രസിദ്ധാന്തങ്ങളും ആവിഷ്കരിക്കുമ്പോൾ അന്തർദേശീയ അംഗീകാരം ലഭിച്ചിട്ടുള്ള അങ്കനസമ്പ്രദായം അതേപടി സ്വീകരിക്കണം.

(2) എഴുതുന്നതു് ഒരു വിധവും, വായിക്കുന്നതു് മറ്റൊരുവിധവുമാവരുതു്. എഴുതുന്നതു പോലെ തന്നെ വായിക്കണം.

ഒരുദാഹരണം കാണിക്കാം. '$\log_e x$' എന്നതു് 'logarithm of x to the base e' എന്നാണു് വായിക്കുന്നതു്. മലയാളത്തിലാവുമ്പോൾ 'x ന്റെ e പാദമായുള്ള ലോഗരിതം' എന്നാണു് വായിക്കുക. ഈ വാക്യഘടനയുമായി പൊരുത്തപ്പെടാനായി 'x_e log' എന്നു് എഴുതുന്നതു് അഭികാമ്യമല്ല. കാരണം അന്തർദേശീയ അംഗീകാരം ലഭിച്ചിട്ടുള്ള ഒരു അങ്കനസമ്പ്രദായത്തിൽ നിന്നുള്ള വഴുതിമാറലാണു് ഇതു്. നേരേമറിച്ചു് വായിക്കുന്ന രീതിയിൽ മാറ്റം വരുത്തണം. 'ലോഗ് x പാദം e' എന്ന തന്നെ വയിക്കണം.

ഈ പൊതുതത്വങ്ങളും അംഗീകരിച്ചു് മുന്നോട്ടു പോവുമ്പോൾ ഗണിതസാംഖ്യികങ്ങളിൽ നേരിടേണ്ടി വരുന്ന ചില പ്രശ്നങ്ങളും അവയുള്ള പരിഹാരനിർദേശങ്ങളും താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

$E(x) = m$ എന്നതു് ഇംഗ്ലീഷിൽ 'Expectation of x equals m' എന്നാണു് വായിക്കുക. 'Expectation' എന്ന പദം 'പ്രതീക്ഷ' എന്നു് തർജ്ജമ ചെയ്തിട്ടുണ്ടു്. ആ സ്ഥിതിക്കു് 'എക്സ് പെക്റ്റേഷൻ x സമം m' എന്നു് വായിക്കുന്നതിനേക്കാം നല്ലതു് 'പ്രതീക്ഷ x സമം m' എന്ന വായിക്കുന്നതല്ലേ? ഈ നിർദേശത്തിനുള്ള പ്രധാന ദൗർബല്യം 'E' എന്ന അക്ഷരം 'Expectation' എന്ന വാക്കിന്റെ ആദ്യക്ഷരമായിരിക്കെ, അതുമായി ഒരു ബന്ധവുമില്ലാത്ത 'പ്രതീക്ഷ' എന്ന പദം അതു വായിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നതിലുള്ള അസാംഗത്യമാണു്. പക്ഷേ ഇംഗ്ലീഷ് പദങ്ങളുടെ സംഗ്രഹങ്ങളായ നിരവധി പ്രതീകങ്ങളുണ്ടു്. അവയെല്ലാം വായിക്കാൻ അതതു് ഇംഗ്ലീഷ് പദം തന്നെ ഉപയോഗിക്കുക എന്ന വന്നാൽ മറ്റു് സന്ദർഭങ്ങളിൽ ആ പദങ്ങളും എന്തിനു് തർജ്ജമ ചെയ്യണം എന്ന പ്രോദ്യം പൊന്തിവരുന്നു. സാങ്കേതികപദങ്ങളും അതുപോലെ തന്നെ സ്വീകരിക്കണമോ തർജ്ജമ ചെയ്യണമോ എന്ന മൗലികപ്രശ്നത്തിലാണു് നാം എത്തിച്ചേരുന്നതു്. സാങ്കേത

കപദങ്ങളിൽ ചിലതെങ്കിലും തർജ്ജമ ചെയ്യാനാണു് തീരുമാനമെങ്കിൽ അവയുടെ സംഗ്രഹങ്ങളായ പ്രതീകങ്ങളും ആ തർജ്ജമകളും ഉപയോഗിച്ചു് വായിക്കുന്നതല്ലേ ഭംഗി? ഇവിടെ മറെറാരു നിർദ്ദേശം വരാം. 'Expectation' നു് പകരം 'പ്രതീക്ഷ' എന്നാണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതെങ്കിൽ 'E (x)' എന്നു് എഴുതാതെ 'പ്ര (x)' എന്നു് എഴുതി 'പ്രതീക്ഷ x' എന്നു് വായിച്ചുകൂടേ? ഈ നിർദ്ദേശം സ്വീകരിച്ചാൽ അന്തർദ്ദേശീയാംഗീകാരമുള്ള ഒരു അങ്കനസമ്പ്രദായം നാം ഉപേക്ഷിക്കുകയാണു് ചെയ്യുന്നതു്. അതേതായാലും ഭംഗിയല്ല. മറെറാരുദാഹരണം നോക്കൂ. 'Var (x) = σ^2' എന്നതു് 'Variance of x equals σ^2' എന്നാണു് ഇംഗ്ലീഷിൽ വായിക്കുക. 'Variance' എന്ന പദത്തിന്റെ ആദ്യത്തെ മൂന്നു് അക്ഷരങ്ങളും ഈ പ്രതീകത്തിലുണ്ടു്. 'വേരിയൻസു് x സമം σ^2' എന്ന തന്നെ വായിക്കുന്നതാണു് നല്ലതെന്ന വാദത്തിനു് വളരെയേറെ ഉപോൽബലകമായ ഒരു വസ്തുതയാണിതു്. 'Variance' എന്ന സാങ്കേതികപദം 'പ്രസരണം' എന്നു് തർജ്ജമ ചെയ്തിട്ടുള്ള സ്ഥിതിക്കു് 'പ്രസരണം x സമം σ^2' എന്ന വായിക്കുന്നതാണു് നല്ലതെന്നും അഭിപ്രായമുണ്ടാവാം. ഇതിൽ ഏതു സമീപനമാണു് സ്വീകാര്യം എന്നതിനെപ്പററി ഒരു തീരുമാനമെടുക്കേണ്ടതു് അത്യാവശ്യമാണു്. സാങ്കേതികപദങ്ങളുടെ ചുരുക്കെഴുത്തുകളായ പ്രതീകങ്ങളും അവയുടെ മലയാളപരിഭാഷ (അങ്ങിനെ ഒന്നുണ്ടെങ്കിൽ) ഉപയോഗിച്ചു വായിക്കുന്നതാണു് നല്ലതെന്നാണു് എന്റെ അഭിപ്രായം. ഇതു് ഒരു പൊതുതത്വമെന്ന നിലയിൽ സ്വീകരിക്കുകയും പ്രത്യേകതയുള്ള സന്ദർഭങ്ങളിൽ ഇതിൽ നിന്നു് അല്പമൊക്കെ വ്യതിചലിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതിൽ തെററില്ല. ഉദാഹരണത്തിനു് $\frac{dy}{dx}$ എന്നതു് 'അവകലജ ഗ്രണാങ്കം y' എന്നു് വായിക്കുന്നതിൽ ഭേദം 'ഡി വൈ ബൈ ഡി എക്സ്' എന്ന തന്നെ വായിക്കുന്നതാണു്. പക്ഷേ $\int_a^b f(x)\,dx$ എന്നതു് 'ഇൻറഗ്രൽ a ട b, f (x) dx' എന്നു് വായിക്കണമോ അതോ 'സമാകലം a മുതൽ b വരെ f (x) dx' എന്നു് വായിക്കണമോ എന്നതു് പരിഗണനാർഹമായ ഒരു പ്രശ്നമത്രെ.

നിബന്ധനകളും ഉപാധികളുമുള്ള പ്രസ്താവങ്ങളും മലയാളത്തിൽ എങ്ങനെ എഴുതുകയും വായിക്കുകയും ചെയ്യണം എന്നതു് മറെറാരു പ്രശ്നമാണു. ഒരുദാഹരണം കാണിക്കാം.

$$\begin{aligned} F(x) &= 0 \quad \text{when } x \leq a \\ &= x \quad \text{when } a < x < b \\ &= 1 \quad \text{when } x \geq b \end{aligned}$$

ഇതുവരെ ചർച്ചചെയ്ത പൊതുതത്വങ്ങളും അംഗീകരിച്ചാൽ ഇതു്,

$$\begin{aligned} F(x) &= 0 \quad \text{എപ്പോഴും } x \leq a \\ &= x \quad \text{എപ്പോഴും } a < x < b \\ &= I \quad \text{എപ്പോഴും } x \geq b \end{aligned}$$

എന്നു് എഴുതുകയും അതുപോലെ തന്നെ വായിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതാണു് ഭംഗി. മലയാളശൈലിയെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ഇതിനു് അല്പം പുതുമയുണ്ടെങ്കിലും ആശയത്തിന്റെ അനർഗളമായ പ്രവാഹത്തിനു് ഈ രീതിയാണു് ഉപകരിക്കുക എന്നു തോന്നുന്നു.

മറെറാരുദാഹരണം നോക്കാം. പ്രമേയങ്ങളും ആവിഷ്കരിക്കാൻ ശ്രമിക്കുമ്പോൾ അനുഭവപ്പെടുന്ന ബുദ്ധിമുട്ടുകളിലേയ്ക്കു് വീരൽ ചൂണ്ടുന്ന ഒന്നാണിതു്.

"If x_n are independent random variables with mean 0 and standard deviation σ_n and $S_n = \sum_{r=1}^{n} x_r$ $t\alpha = \sup_{r \leq n} |S_r|$ then for

$$\epsilon > 0 \; P\{ t_n \geq \epsilon \} \leq \epsilon^{-2} \sum_{r=1}^{n} \sigma_r^2$$

മലയാളത്തിൽ ഇന്നു് നിലവിലുള്ള വാക്യഘടനാരീതിയനുസരിച്ചു് ഇതു് തർജ്ജമ ചെയ്താൽ x_n-കം സമാന്തരമാധ്യം 0 വും മാനകവിചലനം σ_n ഉം ആയിട്ടുള്ള അനാശ്രിത യാദൃച്ഛിക ചരങ്ങളും $S_n = \sum_{r=1}^{n} x_r$ ഉം $t\alpha = \sup_{r \leq n} |S_r|$ ഉം ആണെങ്കിൽ അപ്പോഴും

$$\epsilon > 0 \text{ നു് } P\{ t\alpha \geq \epsilon \} \leq \epsilon^{-2} \sum_{r=1}^{n} \sigma_r^2$$

എന്നാവും. ഇംഗ്ലീഷിൽ ഈ പ്രമേയം ആരംഭിക്കുന്നതു് 'If' എന്ന പദത്തോടു കൂടിയാണു്.

അതിൽ നിന്നു ആദ്യം പറയാൻ പോകുന്നതു നിബന്ധനകളാണെന്ന പ്രാരംഭത്തിൽ തന്നെ വായനക്കാരന്റെ മനസ്സിൽ ഉറയ്ക്കും. ആ ധാരണയോടുകൂടി വായിക്കുമ്പോൾ ആശയഗ്രഹണം അനായാസമായി തീരുകയും ചെയ്യും. മലയാള തർജ്ജമ പരിശോധിച്ചു നോക്കുക. പ്രമേയത്തിന്റെ മുക്കാൽ ഭാഗം വായിച്ചു കഴിയുമ്പോഴാണു് ഇതുവരെ പറഞ്ഞതു് നിബന്ധനകളാണെന്നു് മനസ്സിലാവുക. ഈ അസൗകര്യം വായനക്കാരന്റെ തലച്ചോറിൽ കുറെ സമയത്തേയ്ക്കു് അവ്യക്തതയും ആശങ്കയും ഉളവാക്കുവാൻ കാരണമാവുകയും ആശയപ്രവാഹത്തിനു തടസ്സം സൃഷ്ടിക്കുകയും ചെയ്യും. കഴിവതും ഇമ്മാതിരി ഒരു സാഹചര്യം ഒഴിവാക്കേണ്ടതാണു്. തർജ്ജമ താഴെ പറയും പോലെ ആയാൽ എന്താണു്?

''എങ്കിലോ, x_n കം അനാശ്രിത യാദൃച്ഛിക ചരങ്ങളും, സമാന്തരമാധ്യം 0, മാനകവിചലനം σ_n, $S_n = \sum_{r=1}^{n} x_r$ (S_n സമം സിഗ്മ r സമം 1 മുതൽ n വരെ x_r) $t_\infty = \sup_{r \le n} |S_r|$ (t_∞ സമം ഉച്ചതമം r ചെറുതു് അഥവാ തുല്യം n, മാപാങ്കം S_r), $\in$ വലുതു് പൂജ്യം അപ്പോൾ

$$P\{t_n \ge \in\} \le \in^{-2} \sum_{r=1}^{n} \sigma_r^2$$

(സംഭാവ്യത t_n വലുതു് അഥവാ തുല്യം $\in$, ചെറുതു് അഥവാ തുല്യം $\in$ മേൽ ന്യൂനം 2 സിഗ്മ r സമം 1 മുതൽ n വരെ σ_r^2). ആശയപ്രവാഹം ഇവിടെ അനർഗളവും പ്രതിപാദനം കൂടുതൽ ലളിതവുമല്ലേ? ഇതുപോലെ തന്നെ 'Suppose that $f_n \in L$ for $n=1, 2 \ldots |f_n| \le \lambda$, $\lambda \in L$ and that $f_n \to f$ a. e then $f \in L$ and $\int f_n \, d\mu \to \int f \, d\mu$ and $\int |f_n - f| \, d\mu \to 0$ എന്നതു്,

'സങ്കല്പിക്കുക, $f_n \in L$ എപ്പോഴും $n=1, 2 \ldots$ $|f_n| \le \lambda$, $\lambda \in L$, തഥാ $f_n \to f$ a. e അപ്പോൾ $f \in L$, തഥാ $\int f_n \, d\mu \to \int f \, d\mu$ തഥാ $\int |f_n - f| \, d\mu \to 0$' എന്നു് എഴുതുകയും 'സങ്കല്പിക്കുക, f_n അംഗം L എപ്പോഴും n സമം 1, 2 .. മാപാങ്കം f_n ചെറുതു് അഥവാ തുല്യം λ, λ അംഗം L തഥാ f_n സീമ f, മിക്കവാറും എല്ലായിടത്തും, അപ്പോൾ f അംഗം L, തഥാ സമാകലം $f_n \, d\mu$ സീമ സമാകലം $f \, d\mu$, സമാകലം മാപാങ്കം f_n ന്യൂനം $f \, d\mu$ സീമ പൂജ്യം' എന്നു് വായിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതു് അഭികാമ്യമല്ലേ?

ആദ്യം സൂചിപ്പിച്ച പൊതുതത്വങ്ങൾ പ്രായോഗികമാക്കാൻ ശ്രമിക്കുമ്പോൾ നേരിടേണ്ടി വരുന്ന, പ്രാതിനിധ്യസ്വഭാവമുള്ള ഏതാനും പ്രശ്നങ്ങൾ ചർച്ച ചെയ്യാനാണു് ഇവിടെ ശ്രമിച്ചിട്ടുള്ളതു്. സാംഖ്യിക–ഗണിതഗ്രന്ഥങ്ങൾ എഴുതപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഈ സന്ദർഭത്തിൽ വാക്യഘടനാരീതിയെപ്പറ്റി വ്യക്തമായ തീരുമാനങ്ങൾ എടുക്കേണ്ടതു് അത്യാവശ്യമാണു്. ഗ്രന്ഥകാരന്മാർക്കു് ആവശ്യമായ നിർദേശങ്ങളും നൽകണം. നിർദേശങ്ങൾ കഴിവതും അയവുള്ളവയായിരിക്കണമെങ്കിലും പൊതുതത്വങ്ങൾ എല്ലാവരും സ്വീകരിക്കണമെന്നുള്ളതു് നിർബന്ധിതമാക്കണം. ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് പോലെയുള്ള സ്ഥാപനങ്ങളാണു് ഈ കാര്യത്തിൽ മുൻകൈ എടുക്കേണ്ടതു്. ഏതായാലും ഒരു പുതിയ വാക്യഘടനാരീതിക്കു് രൂപം നൽകുന്നതിൽ ഇനിയും കാലതാമസമരുതു് എന്ന കാര്യത്തിൽ രണ്ടുപക്ഷമുണ്ടാകുമെന്നു തോന്നുന്നില്ല. കേരളത്തിലെ പ്രഗത്ഭരായ ശാസ്ത്ര–ഭാഷാപണ്ഡിതന്മാർ ഇക്കാര്യത്തിൽ അടിയന്തിരശ്രദ്ധ പതിപ്പിക്കുകയും, ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് അതിനു നേതൃത്വം നൽകുകയും ചെയ്യാൻ ഇടയാകട്ടെ.

വിദ്യുച്ഛക്തിയും ഇന്ത്യയും

ടി. ആർ. ശ്രീനിവാസ്

വൈദ്യുതിയുടെ സുഭദ്രവും അവിരതവുമായ സുലഭ്യത ഏതൊരു രാഷ്ട്രത്തിന്റെയും സമ്പദ്വികാസത്തിന്റെയും, പരിഷ്കൃതിയുടെയും മുഖ്യമുന്നോടിയായി മാറിയിരിക്കുന്ന ഒരു കാലഘട്ടമാണിതു്. പക്ഷേ ഇന്ത്യയുടെ ഈ രംഗത്തെ സ്ഥിതി അത്ര ആശ്വാസപ്രദമല്ല. യു. എസ്. എ. യുടെ പ്രതിശീർഷശക്തി ഉപഭോഗം (Percapita Power Consumption) 6,345 KWH ഉം, സ്വീഡന്റെത് 6484 ഉം, ഇംഗ്ലണ്ടിന്റെതു് 2703 ഉം മറ്റുമായിരിക്കുമ്പോൾ, നമ്മുടെതോ വെറും 75 KWH മാത്രം! യു. എസ്. എ. 900 MW. ശേഷിയുള്ള ജനിത്രങ്ങളം 1970 ൽ ഉല്പാദിപ്പിക്കാനൊരുങ്ങുമ്പോൾ നമ്മുടെ നിരക്കു് വെറും 220MW. ആണു്. പ്രേഷണത്തിന്റെ കാര്യം പറയുകയാണെങ്കിൽ നാം 220 KV. വരെ എത്തിയിട്ടുണ്ടു്. പക്ഷേ റഷ്യയുടെ 9000 കി. മീ. നീളത്തിലുള്ള 500 KV. ലൈനും, യു. എസ്. എ. യുടെ 3000 കി. മീ. 500 KV. ലൈനും നമ്മെ സദൂരം പിന്നിൽ വിട്ടിരിക്കയാണു്. അവർ അടുത്ത ദശകത്തിൽ 1500 KV. ലൈനുകളം സ്ഥാപിച്ചേയ്ക്കുമെന്നതു് നമുക്കു് ഏതാണ്ടൊരു ഭീഷണി പോലെ തോന്നാമെങ്കിലും കണ്ണു തുറപ്പിക്കേണ്ട ഒരു വാസ്തവം കൂടിയാണു്.

വൈദ്യുതോല്പാദനത്തിനു് സർവപ്രധാനമായ മൂന്നു മാർഗങ്ങളാണു് അവലംബിക്കാറുള്ളതു്. താപീയം (thermal), ജലീയം (hydel), അണുകേന്ദ്രികം (Nuclear) എന്നിവയാണു്. പൂവ്വചാലകമായ (Prime mover) ടർബൈനുകളെ കറക്കാനുള്ള വിധിയെ ആസ്പദിച്ചാണീ വിഭജനം. ഊഷ്മികം അഥവാ താപീയ വിദ്യുത് കേന്ദ്രങ്ങളിൽ കൽക്കരി മുതലായ ഖനിജ ഇന്ധനങ്ങളുടെ ജ്വലനമാണു് വെള്ളത്തെ അതിതപ്ത നീരാവിയാക്കി ടർബൈനുകളെ കറക്കാനുപയോഗിക്കുന്നതെങ്കിൽ, ജലവിദ്യുത്കേന്ദ്രത്തിൽ, വെള്ളത്തിന്റെ സ്ഥിതിജോർജമാണു് ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നതു്. അണുകേന്ദ്രനിലയങ്ങളിൽ അണുശക്തിയാണു് സ്റ്റീം ഉല്പാദനത്തിന്റെ ആധാരശക്തി.

ഇന്ധനങ്ങൾ

ഇന്ത്യയിലെ പ്രധാന കല്ക്കരിഖനികൾ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതു് ബംഗാൾ, ബീഹാർ, മധ്യപ്രദേശ് (പെഞ്ച്), മഹാരാഷ്ട്ര (ചന്ദ), ആന്ധ്രപ്രദേശ് (സിംഗരേനി) എന്നിവിടങ്ങളിലാണു്. തമിഴ്നാട്ടിലെ നെയ്വേലിയാണു് ലിഗ്നൈറ്റിന്റെ പ്രധാനകേന്ദ്രം. ശുദ്ധീകരണാവശിഷ്ട ഇന്ധനങ്ങൾ (Refinery fuels) ലഭ്യമായ കേന്ദ്രങ്ങൾ ബോംബെ, കോയലി, ബറോണി, കൊച്ചി, വിശാഖപട്ടണം, മദ്രാസ് എന്നിവിടങ്ങളാണു്. ടോംബെയിലെ ഊഷ്മികശക്തികേന്ദ്രം, കല്ക്കരി, ഗ്ര

ദ്ധീകരണ ഇന്ധനങ്ങളും മുതലായവയാണു് നീരാവിയുല്പാദനയൂണിറ്റിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. ശുദ്ധീകരണാവശിഷ്ട ഇന്ധനങ്ങളുക്കും, കല്ക്കരിക്കും പുറമെ ഗുജറാത്തിലെ താപീയവിദ്യുത്കേന്ദ്രം ഉപയോഗിക്കുന്നതു് പ്രാകൃതികവാതകങ്ങളും കൂടിയാണു്.

ഇന്നത്തെ വാർഷിക കല്ക്കരിയുല്പാദനം 700 ലക്ഷം ടൺ ആകുന്നു. ഇതിൽ 160 ലക്ഷം ടണ്ണും ഉപയോഗിക്കുന്നതു് താപീയ വിദ്യുത്കേന്ദ്രങ്ങളാണു്. ഈ ഉപയോഗാവശ്യം 1973–74 ൽ 270 ലക്ഷം ടണ്ണായി ഉയരുമെന്നു കണക്കാക്കിയിട്ടുണ്ടു്. ഈ കല്ക്കരി താണതരം ചാരാംശം (ash content) അധികമായ ജാതിയിൽപ്പെട്ടതാണു്. ഇതിനെതിരെ നമ്മുടെ കല്ക്കരിസമ്പത്തു് 10,60,000 ലക്ഷം ടണ്ണാണെന്നു് കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. നമ്മുടെ രാജ്യത്തിലെ വാതക–എണ്ണസമ്പത്തുകളുടെ അതുയേറെയൊന്നുമില്ല. 1400 ലക്ഷം ടൺ മാത്രം, അതും സിംഹഭാഗവും ആസ്സാമിലും ഗുജറാത്തിലുമായി.

ഇനി അണുശക്തി ഇന്ധനങ്ങളുടെ കാര്യം പരിഗണിക്കാം. ഈ രംഗത്തു് ഇന്ത്യ തികച്ചും സമ്പന്നതന്നെ എന്നു പറയാം. ബീഹാർ, രാജസ്ഥാൻ, മദ്രാസു് ഇവിടങ്ങളിലാണു് യുറേനിയം നിക്ഷേപങ്ങളും ഉള്ളതു് – ഉദ്ദേശം 30,000 ടൺ. കേരളത്തിലെ മണൽക്കരകളിലും, റാഞ്ചിസമതലത്തിലുമായി 500,000 ടൺ തോറിയം നിക്ഷേപം ഉണ്ടെന്നു കണക്കാക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്.

ജലവിഭവങ്ങളും

വിഭവത്തിന്റെ കാര്യത്തിൽ ഇന്ത്യ വളരെ സമ്പന്നതന്നെയാണെന്നു പറയാം. ഏറക്കുറെ സമതുലിതമായി ഇതു് പ്രകൃത്യാ വിതരണം ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു എന്നതു് ആശ്വാസജനകം തന്നെ. ഇന്ത്യൻനദികളും ഉദ്ദേശം 1,67000 കോടി ഘനമീറ്റർ വെള്ളം സമുദ്രത്തിലേക്കു് പ്രതിവർഷം വാർന്നു (drain) പോകുന്നു. ഇതിൽ 60 ശതമാനവും ഇൻഡസു്, ഗംഗ, ബ്രഹ്മപുത്ര എന്നീ നദികളും, 16 ശതമാനം മധ്യേന്ത്യയിലെ നദികളായ നർമദ, മഹാനദി ഇവയും ശേഷം മറ്റുനദികളുമാണെന്നും കണക്കാക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. ഈ ജലവിഭവം മഴവൻ വേണ്ടപോലെ ഉപയോഗിക്കേണ്ടതുണ്ടെങ്കിലും, ഇക്കാര്യത്തിൽ അഭിമുഖീകരിക്കേണ്ടുന്ന പ്രശ്നങ്ങളും വലുതാണു്. പ്രധാനമായും ഏറക്കുറെച്ചിലുകളുള്ള (fluctuations) ജലപ്രവാഹത്തിന്റെ നിയന്ത്രണത്തിനു പറ്റിയ സംഭരണസ്ഥലിക (storage sites) ളുടെ ലഭ്യത, ജലസേചനത്തിന്റെ മുഖ്യാവശ്യകത, വെള്ളപ്പൊക്കനിയന്ത്രണോപാധികളും കാരണം ഉണ്ടാകുന്ന കുറവുകളും മുതലായവയാണിവ.

ജലവിഭവങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള ഒരു വിലയിരുത്തൽ സർവേ ആദ്യമായി 1919 ലാണു സംഘടിപ്പിക്കപ്പെട്ടതു്. 1921 ൽ ജെ. ഡബ്ലിയു. മിയേഴ്സ് തന്റെ പ്രാരംഭറിപ്പോർട്ടിൽ ഇന്ത്യയുടെ ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ തുടർച്ചയായ വിദ്യുത്വിഭവം 35 ലക്ഷം കിലോവാട്ടും ഏറ്റവും കൂടിയതു് 80 ലക്ഷം കിലോവാട്ടും ആണെന്നു് സൂചിപ്പിച്ചിരുന്നു. പിന്നീടു് 1953ൽ മാത്രമാണു് ശരിയായ ജലവിദ്യുത് വിഭവങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള സർവേ ഇന്ത്യാഗവണ്മെൻറു് ഏറെറടുത്തു നടത്തിയതു്. ഇതു പ്രകാരം ഇന്ത്യയ്ക്കു് ലഭ്യമായ ജലശക്തിവിഭവം 411.5 ലക്ഷം കിലോവാട്ടു്, (60 ശതമാനം ഭാരഗ്രണകത്തോടെ) ആണെന്നു കണക്കാക്കപ്പെട്ട.

സാമ്പത്തികപരിഗണനകളും സ്ഥാനനിർണയവും

വിദ്യുത്കേന്ദ്രങ്ങളിൽ നിന്നും ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ വില നിശ്ചയിക്കപ്പെടുന്നതു് താഴെ പറയുന്ന ഘടകങ്ങളാലാണു്:

1. മൂലനിക്ഷേപത്തിന്മേൽ വരുന്ന അവക്ഷയം (depreciation), പലിശ (interest) എന്നിവ; പവർപ്ലാന്റു്, വിതരണലൈനുകളും ഇവ ഉൾപ്പെടെ.

2. ഇന്ധനമൂല്യവും വിതരണനഷ്ടങ്ങളും.

3. പ്രവർത്തനം, കേടുപാടുതീർത്തു സൂക്ഷിക്കൽ.

1900–1950 കാലഘട്ടത്തിൽ ജലവിദ്യുത് കേന്ദ്രപരിപാടികളുടെ മൂലധനച്ചെലവിന്മേൽ കിലോവാട്ടിനു് 600ക. മുതൽ 1000ക. വരെ ആയിരുന്നു; 1 കി. വാ. മണിക്കൂറിന്റെ ഉല്പാദനമൂല്യം 1 മുതൽ 2 വരെ പൈസയും. ഈ കണക്കുകളുടെ 1959–60 സ്ഥിതി നോക്കുക: 890 മെഗാവാട്ടു് സാരാവതി പദ്ധതിയുടെ കാര്യത്തിൽ ഇവ 1000 ക. യും 300 മെഗാവാട്ടു് റിഹാണ്ടു് പദ്ധതിക്കു് 1800 ക. യും. വൈദ്യുതോർജത്തിന്റെ വില 1.5 മുതൽ 2.5 പൈസ വരെയായിരുന്നു. ഈ ദശകത്തിൽ

ഇവ 1500 ക. യും 3 പൈസയുമായി, ശരാശരി ത്തോതിൽ കണക്കാക്കപ്പെടാവുന്നതാണു്.

ഇതിനെതിരെ ഊഷ്മിക വിദ്യുത് കേന്ദ്രങ്ങളുടെ മുതലിറക്കു് (capital outlay) കിലോവാട്ടിനു് 1000 ക. യായിരുന്നു, കഴിഞ്ഞ ദശകത്തിൽ. അതിപ്പോൾ 1700 ക. യായി ഉയർന്നിട്ടുണ്ടു്. രൂപയുടെ വില കുറച്ചതു കാരണം. ഇതിനു സമാന്തരമായ ഊർജവില K. W. H. നു് 6 മുതൽ 7 വരെ പൈസയാണു്. ഖനികളിൽ നിന്നും വളരെയകന്നാണു് ഉല്പാദനേപ്ളാന്റുകളെങ്കിൽ ഈ വില ഇനിയും കൂടും, കടത്തു ചെലവുകാരണം (transportation cost). ആണവ ഉല്പാദനത്തിന്നാകട്ടെ, 2000 ക. /KW (താരാപ്പൂർകേന്ദ്രം) 2800 ക. /KW (റാണാപ്രതാപ് സാഗർ, രാജസ്ഥാൻ) ഇവയാണു് ഈടുവെപ്പു ചെലവു്. 85 ശതമാനം ഭാരഗ്രണകത്തോടെ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ഇവയിൽ നിന്നും ഊർജവില 6 പൈസ /K. W. H. ആയിരിക്കും.

മേൽക്കാണിച്ചതിൽ നിന്നു് സാമ്പത്തികക്ഷമതയുള്ള വിദ്യുല്പാദനത്തിനു് മൂന്നു തരം പ്ലാന്റുകളുടെയും സ്ഥാനനിർണയം ഒരുമിച്ചുകൃത സമീപനത്തിലൂടെയാവേണ്ടതുണ്ടു്. കേരളം, മൈസൂർ, ജമ്മുകാഷ്മീർ, ആസ്സാം, ഹിമാചൽപ്രദേശു്, നീഫാ എന്നിവിടങ്ങളും ജലവിഭവത്തിന്റെ കാര്യത്തിൽ സ്വയംപര്യാപ്തങ്ങളാകയാലും, ഖനികളിൽ നിന്നു് ഒട്ടേറെ അകലെയാകയാലും ഇവിടങ്ങളിൽ ജലവൈദ്യുതീരംഗത്താണു് ശ്രദ്ധ കൂട്ടുതലും കേന്ദ്രീകരിക്കേണ്ടതു്. ആന്ധ്ര, മധ്യപ്രദേശു്, മഹാരാഷ്ട്ര, ഉത്തർപ്രദേശു്, ബീഹാർ, ഒറീസ്സ ഇവിടങ്ങളും ജലവിഭവത്താലും ഖനിജഇന്ധനങ്ങളാലും അനുഗൃഹീതങ്ങളായതു കൊണ്ടു് താപ – ജലസംയോജിതമായ ഒരു അനുകൂലതമവ്യവസ്ഥ ആസൂത്രണം ചെയ്യേണ്ടതുണ്ടു്. തമിഴ്നാടു്, പഞ്ചാബു്, ഹരിയാന മുതലായ പ്രദേശങ്ങളിൽ ഈ വിഭവങ്ങളും വിരളമായതുകൊണ്ടു് അവസ്സു് അയൽസ്റ്റേറ്റുകളെ ശരണം പ്രാപിക്കുക തന്നെ വേണ്ടിവരും. ഗുജറാത്തു്, രാജസ്ഥാൻ എന്നീ സ്റ്റേറ്റുകളിൽ ജലവിഭവവും ഖനിജഇന്ധനങ്ങളും തീരെയില്ലാത്തതുകൊണ്ടു് ഇവിടങ്ങളിൽ അണുശക്തികേന്ദ്രങ്ങളും തന്നെ സ്ഥാപിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. സ്ഥാനനിർണയത്തിൽ മറ്റു ചില സംഗതികളും പരിഗണിക്കപ്പെടേണ്ടതുണ്ടു്. ഊഷ്മിക വിദ്യുത്കേന്ദ്രങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ ഇന്ധനനിക്ഷേപങ്ങളും ഉപഭോക്തൃകേന്ദ്രങ്ങളും (load centres) വളരെ അടുത്തായിരിക്കാൻ ഇടയില്ല. ഇവിടെ ഒന്നുകിൽ ഇന്ധനക്കടത്തുചെലവും അല്ലെങ്കിൽ വിദ്യുച്ഛക്തി പ്രേഷണച്ചെലവും (transmission cost) ഒരു വലിയ നിർണായകഘടകമായിരിക്കും. ചന്ദ്രപുര, കൊത്തഗുഡം, നാഗ്പൂർ, ഓബ്ര, രാമഗുണ്ടം, സാൻഡൽഡീഹ് മുതലായ ഇടങ്ങളിലെ താപീയകേന്ദ്രങ്ങളും ഖനികളുടെ തൊട്ടടുത്താണു്. ബദാർപൂർ, ബാറാനിൻഡാ, ഡെൽഹി, എന്നൂർ, ഫരീദാബാദു് തുടങ്ങിയ സ്ഥലങ്ങളിലെ ശക്തികേന്ദ്രങ്ങളാകട്ടെ ഉപഭോക്തൃകേന്ദ്രങ്ങളിൽത്തന്നെയാണു്.

ഖനീമുഖങ്ങളിൽ തന്നെ കെട്ടപ്പെട്ടാലും താപീയ വിദ്യുത്കേന്ദ്രങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ ഇന്ധനക്കടത്തിനു് പ്രത്യേക സജ്ജങ്ങളും ചെലവും സ്വാഭാവികമാണു്. ഖനീമുഖങ്ങളിൽ നിന്നും പ്ലാന്റിലേക്കു് ഇന്ധനം എത്തിക്കാൻ വായവ – കയർവഴികളും (aerial rope ways), ബെൽറ്റ് കൺവേയറുകളും, ഏകകസമഗ്ര — വണ്ടികളും (unit / integral trains) എന്നീ സൗകര്യങ്ങളും അത്യന്താപേക്ഷിതമാകുന്നു.

ഇന്ത്യൻ പരിതസ്ഥിതികളുടെ പ്രത്യേകതകളും പരിഗണിക്കുമ്പോൾ വലിയ ഉല്പാദനകേന്ദ്രങ്ങളും ഖനീമുഖങ്ങളിൽ സ്ഥാപിച്ചു് അത്യുച്ചവോൾട്ടതയിൽ ശക്തിപ്രേഷണം നടത്തുകയാവും സാമ്പത്തികക്ഷമമായ (economical) മാർഗമെന്നു് പറയാം. ഇതിനു പറ്റിയ അത്യുച്ചവോൾട്ടതാപ്രേഷണ ലൈനുകളും – (Extra High Voltage Transmission Lines) ഇന്നു് ഇന്ത്യയിൽ ഇല്ല. കാരണം ഇത്തരം പ്രേഷണത്തിനു് 400 മുതൽ 500 KV വരെ ഉപയോഗിക്കേണ്ടതുണ്ടു്. അതുകൊണ്ടു് ഇത്തരം EHV ലൈനുകളും (അത്യുച്ചവോൾട്ടതാപ്രേഷണ ലൈനുകളും–അ. വോ. പ്രേ. ലൈനുകളും) നിർമിക്കുന്നതു വരെ ഊഷ്മിക വിദ്യുത്കേന്ദ്രങ്ങളും ഉപഭോക്തൃകേന്ദ്രങ്ങളുംകൂട്ടുത്തുതന്നെ സ്ഥാപിക്കപ്പെടേണ്ടതുണ്ടു്. പക്ഷേ ഇതോടൊപ്പം അന്തരീക്ഷ ശുചീകരണവും മറ്റും ഒരു പ്രധാന പ്രശ്നമായത്തീരുമെന്നു കൂടി ഓർക്കേണ്ടതുണ്ടു്.

താപ–ജല–അണുശക്ത്യുല്പാദനകേന്ദ്രങ്ങളുടെ താരതമ്യാവസ്ഥിതി പരിഗണിക്കുമ്പോൾ മേൽപറഞ്ഞ പല ഘടകങ്ങളെന്ന പോലെ ഊർജവിലയുടെ പഠനവും കണക്കിലെടുക്കേണ്ടതുണ്ടു്. ഒരുദാഹരണം പറയാം. സ്ഥിര ചെലവുകളും (fixed charges) കിലോവാട്ടു് മണിക്കൂറിനു്, 70 ശ. മാ. ഭാരഗ്രണകത്തിലും മൂലനിക്ഷേപ

ത്തിന്റെ 11 ശ. മാ. വാർഷിക ഈടാക്കലും (annual charges) കണക്കിലെടുത്താൽ ഊഷ്മീ കവൈദ്യുതിയിലും അണുവൈദ്യുതിയിലും സ്ഥിര വില (fixed cost) യുടെ അന്തരം 2.5 പൈസ / K. W. H. ആയിരിക്കാം. അതായതു് ഒരു ഊഷ്മീയകേന്ദ്രത്തിന്റെയും അണുശക്തികേന്ദ്രത്തിന്റെയും ഇന്ധനം കടത്തു് മുതലായവയുടെ ചെലവിലെ വ്യത്യാസം 2.5 പൈസ /K. W. H. ആണെങ്കിൽ ഒരു അണുശക്തികേന്ദ്രം ന്യായീകരിക്കപ്പെടാവുന്ന സംരംഭമേതു്. അതായതു് ഖനീമുഖത്തിൽ നിന്നു് ഉപഭോക്തൃകേന്ദ്രത്തിന്റെ ദൂരം 750 കിലോമീറ്ററിൽ (ഈ ദൂരത്തിൽ കൂടിയാൽ മേൽ പറഞ്ഞ വിലവ്യത്യാസം കൂട്ടതലായിത്തീരുന്നു) കൂട്ടതലായാൽ ഒരു അണുവിദ്യുത് സ്ഥാപനം പര്യാലോചിക്കാവുന്നതാണു്.

ശക്തി ഏകകങ്ങളുടെ (power units) വലിപ്പവും പരിഗണിക്കേണ്ടതുണ്ടു്. ഇന്ത്യയുടെ ഇപ്പോഴത്തെ വികസനാവസ്ഥയുടെ പ്രത്യേക പരിതസ്ഥിതി പരിചിന്തിക്കുമ്പോൾ 60 M. W. ൽ കുറഞ്ഞ യൂണിറ്റുകൾ അനാദായകരങ്ങളാണെന്നു കരുതേണ്ടതുണ്ടു്. പ്രാദേശികവ്യൂഹങ്ങൾ (Regional systems or grids) വൈദ്യുതീയമായി ഏകീകരിക്കപ്പെടുമ്പോൾ 100 M. W. ഓ അതിൽ കൂടുതലോ മാത്രമേ സാമ്പത്തികക്ഷമങ്ങളാവുകയുള്ളു. ഇന്ത്യയിൽ ഇന്നു നിർമിക്കപ്പെടുന്ന ഏറ്റവും വലിയ ഏകകത്തിന്റെ വലിപ്പം (capacity) 120 M. W. ആണു്. 300 M. W. ഉം അതിൽ കൂടുതലുമുള്ള ഏകകങ്ങളുടെ നിർമാണത്തിൽ നാം ശ്രദ്ധ കേന്ദ്രീകരിക്കേണ്ടതുണ്ടു്. കാരണം ഊർജ്ജവില ക്രമേണ്ണതിൽ ഏകകത്തിന്റെ വലിപ്പം വലിയ ഒരു പങ്കു വഹിക്കുന്നുണ്ടു്. പക്ഷേ, ഇന്ത്യയിലെ വിദ്യുത്വ്യൂഹത്തിന്റെ (Electric system) ധാരിത (capacity) യുടെ പരിമിതി ഏകകങ്ങൾ വളരെ കൂടിയവയാകാൻ അനുവദിക്കുന്നില്ല എന്നു കൂടി ഓർക്കേണ്ടതുണ്ടു്. അതിനാൽ വിദ്യുത്വ്യൂഹത്തിന്റെ സർവാംഗീണമായ ഒരു ഉന്നമനവും ഇതിനോടനുബന്ധിതമാണെന്നു കാണാം.

ഊർജ്ജവിലയുടെ കാര്യത്തിൽ ഇന്ത്യയിൽ അമേരിക്ക, ഇംഗ്ലണ്ടു് മുതലായ രാഷ്ട്രങ്ങളുടേതിൽ നിന്നും വിപരീതമായ ഒരു സാഹചര്യമാണുള്ളതു്. അവിടെ വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ വില (selling price) സ്ഥിരമോ വളരെ പതുക്കെ വർധിക്കുന്നതോ ആയ ഒരവസ്ഥയാണെങ്കിൽ ഇന്ത്യയിൽ ഊർജ്ജവില വർധിച്ചുകൊണ്ടേയിരിക്കുകയാണു്.

ഏകീകൃതപ്രവർത്തനങ്ങളും ദേശീയ ഗ്രിഡും

മുകളിൽ കാണിച്ച വിവരങ്ങളിൽ നിന്നു് താപ-ജല-അണു ഉല്പാദനവ്യവസ്ഥകളുടെ ഏകീകൃതമായ പ്രവർത്തനം അനിവാര്യമാണെന്നു് മനസിലാക്കാം. സാമ്പത്തികക്ഷമമായ ഉപയോഗിതസ്ഥിതി താപീയകേന്ദ്രങ്ങളും അണുശക്തികേന്ദ്രങ്ങളും ഉയർന്ന ഭാരഗുണകത്തോടെ, അടിസ്ഥാന ലോഡിൽ (base load) പ്രവർത്തിപ്പിക്കുകയും ശിഖരലോഡുകൾ (peak loads) ജലവിദ്യുത് കേന്ദ്രങ്ങളെ ഏല്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതു് നന്നു്. ഈ വ്യവസ്ഥ ഇപ്പോൾ തന്നെ പല കേന്ദ്രങ്ങളിലും പ്രായോഗികമാക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. ഇങ്ങനെ ശിഖരകേന്ദ്രങ്ങൾ (peaking stations) ആയി പ്രവർത്തിക്കുന്ന ചിലവയാണു് ഇട്ടക്കി (390 M. W. — 780 M. W.), കൊയ്ന III-ാം തട്ടു് (stage III) (320 M. W.), യമുന II-ാം തട്ടു് (stage II) (360 M. W.) തുടങ്ങിയവ.

പുതിയ മറ്റൊരു വ്യവസ്ഥയാണു് പമ്പിത സംഭരണവ്യവസ്ഥ (pumped storage system). ഇതിൽ ഒരു താഴ്ന്ന സംഭരണി (reservoir) യിൽ നിന്നും ഉയർന്ന സംഭരണിയിലേക്കു്, ശിഖരാതീതസമമായ (off-peak) രാത്രിസമയങ്ങളിൽ വെള്ളം പമ്പു ചെയ്യപ്പെടുന്നു, മിച്ചമുള്ള താപോർജം ഉപയോഗിച്ചു്. ശിഖരഭാരസമയങ്ങളിൽ സംഭൃത ജലശക്തിയുപയോഗിച്ചു് കൂടുതൽ വൈദ്യുതി ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇന്ത്യയിൽ പ്രായോഗികമാക്കാവുന്ന ഒരു തന്ത്രമാണിതു്. നാഗാർജുനസാഗറിൽ 100 M. W. ശിഖരധാരിതയോടെ ഇതിനൊരു തുടക്കം കുറിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്.

ജലവിദ്യുത്കേന്ദ്രങ്ങളും— ഇന്നത്തെ അവസ്ഥ

ജലവൈദ്യുതി ഇന്ത്യയിലവതരിച്ചതു്, ആദ്യമായി, 1898 ലാണെന്നു പറയാം. ഡാർജിലിങ്ങിൽ 20 K. W. ന്റെ ഒരു സെറ്റു് സ്ഥാപിച്ചതോടെയാണു് ഈ തുടക്കം കുറിക്കപ്പെട്ടതു്. തു

ടർന്നു് 1902 ൽ ഒരു 4200 K. W. കേന്ദ്രം ശിവസമുദ്രത്തിലും (കാവേരി നദി, മൈസൂർ), 1909 ൽ ഒരു 4500 K. W. കേന്ദ്രം ഝലം നദീതീരത്തു് (ജമ്മു കാഷ്മീർ) മോഹോറയിലും സ്ഥാപിതമായി. 1930 ഓടെ നമ്മുടെ ജലവിദ്യുത് ഉല്പാദനം 287 M. W. ആയി ഉയർന്നു. ഇതു് അന്നത്തെ ആകെ ഉല്പാദനമായ 598 M. W. ന്റെ 48 ശ. മാ. ആയിരുന്നു. 1951 ൽ, പഞ്ചവൽസര പദ്ധതിയുടെ ആരംഭത്തിൽ, ജലവിദ്യുത്ഉല്പാദനം 588 M. W. ഉം, ആകെ ഉല്പാദനം 2300 M. W. ഉം ആയി ഉയർന്നു. ഒന്നാം പദ്ധതിക്കാലത്തു് ബഹുദ്ദേശ്യപരിപാടികളായി (multipurpose projects) തുടങ്ങിയ ഹിരാക്കുഡ്, ഭക്രാഡാം, ചമ്പൽത്താഴ്വര, തുംഗഭദ്ര തുടങ്ങിയ പ്രോജക്റ്റുകളിൽ വിദ്യുത് ഉല്പാദനവും ഉൾപ്പെട്ടിരുന്നു. ജലവിദ്യുത് ഉല്പാദനം 1956 ൽ 940 M. W. ഉം 1966 ൽ 4097 M. W. ഉം ആയി വീണ്ടും കുതിച്ചുകയറിയെന്നതു് പ്രസ്താവ്യമാണു്. ഇതു് 1969 മാർച്ചു് മാസത്തോടെ 5900 M. W. ആയിരിക്കയാണു്. ആകെ ഉല്പാദനം 14,300 M. W. ഉം.

അണുവിദ്യുത് കേന്ദ്രങ്ങൾ

അണുവിദ്യുത് കേന്ദ്രങ്ങൾ ഭാവിയുടെ വാഗ്ദാനങ്ങളത്രെ. ഭാവിയിലെ വിദ്യുച്ഛക്തിയാവശ്യം പൂർണമായും നേരിടാൻ ഇവയ്ക്കു മാത്രമേ കഴിയൂ എന്നതാണിതിനു കാരണം.

ഇന്ത്യ ജലവിഭവങ്ങളിൽ സമ്പന്നയാണെങ്കിലും ഇവിടത്തെ വർഷപാതത്തിലുള്ള വാർഷിക വ്യതിയാനങ്ങൾ കാരണവും ആകെ വാർഷികജലവീഴ്ചസംഭരണം അത്രയധികമൊന്നുമല്ലെന്നതിനാലും സ്ഥാപിതശേഷിയുടെ (installed capacity) 30 ഓ 50 ഓ ശതമാനമേ ആകുന്നുള്ളൂ വർഷാന്തശരാശരിഭാരം (average load). ഉയർന്ന സാമ്പത്തികക്ഷമതയോടെ ഇക്കാരണത്താൽ ജലവിദ്യുത്കേന്ദ്രങ്ങൾ ഏറെക്കാലം തുടരുമെന്നു തോന്നുന്നില്ല.

മറ്റൊരു സംഗതി— നമ്മുടെ നാലു പ്രാദേശിക വ്യൂഹങ്ങളിൽ (Regional grids) കാലികമായുണ്ടാകുന്ന അന്തരമാണിതു്. വടക്കൻ വ്യൂഹത്തിന്റെ ശിഖരഭാഗം 1430 M. W. ആണെങ്കിൽ അതിന്റെ താണ ലോഡ് 600 M. W. മാത്രമാണു്. ഇതു് മൂലനിക്ഷേപത്തിൽ എന്തൊരു കനത്ത നഷ്ടമാണുണ്ടാക്കിവെയ്ക്കുന്നതെന്നു കാണിക്കുന്നു. ഇത്തരം പ്രത്യേകതകൾ ഇന്ത്യയ്ക്കു് ധാരാളം അണുശക്ത്യൽപാദനസ്ഥാപനങ്ങൾ അവശ്യം വേണമെന്നു തെളിയിക്കുന്നു. അണുർജം ഭൂമിശാസ്ത്രപരമായ സീമകൾ കൊണ്ടു വിലക്കപ്പെടാത്ത വിധം സാർവത്രികലഭ്യതയുള്ളതാണു്. തണുപ്പിക്കലിനു് (cooling) ധാരാളം വെള്ളം കിട്ടുന്ന ചുറ്റുപാടു മാത്രമാണതിനൊരേയൊരു പൂർവ വ്യവസ്ഥ. അണുകേന്ദ്രങ്ങൾ താരതമ്യേന ശുചിത്വദക്ഷങ്ങളാണെന്നതു് നാം മനസ്സിലാക്കുന്നതിലും കൂടുതൽ പ്രധാനമായ മറ്റൊരു കാര്യമാണു്. ഇന്നത്തെ ഒരു വ്യാവസായിക അഭിശാപമായ അന്തരീക്ഷ അശുചീകരണം ഇതിലുണ്ടാവുന്നില്ല. വലിയ തോതിലുള്ള ഇന്ധനക്കടത്തു്, സംഭരണസൗകര്യങ്ങൾ തുടങ്ങിയവയും ആവശ്യമില്ല. ഇക്കാരണങ്ങളാൽ അണുശക്തികേന്ദ്രങ്ങൾ അത്യന്താപേക്ഷിതമാണെന്നു വരുന്നു.

വളരെ നേരത്തെയുള്ള ഈ രംഗത്തെ തുടക്കം നമുക്കു് അമൂല്യമായ അനുഭവസമ്പത്തു് — പുതിയ അറിവു്, പ്രയോഗങ്ങൾ—നേടിയെടുക്കാൻ സൗകര്യം നൽകുന്നു.

അണു ഉല്പാദനികളുടെ കാര്യത്തിൽ റിയാക്ടറുകളുടെ ശരിയായ തിരഞ്ഞെടുക്കൽ പല ആനുഷംഗിക പ്രത്യേകതകളെ ആധാരമാക്കിയാണു് നടത്തേണ്ടതു്. പ്രാകൃതികയുറേനിയമോ, (Natural Uranium) പ്രഗുണിത യുറേനിയമോ (Enriched Uranium) ഏതാണുപയോഗിക്കേണ്ടതെന്നതു് ഇവയുടെ താരതമ്യലഭ്യതയെ അനുസരിച്ചിരിക്കും. വികസ്വരരാജ്യമായ ഇന്ത്യയിൽ പ്രാകൃതികയുറേനിയമാണു് കൂടുതൽ അനുകൂലമെന്നു പറയാം.

ഭാഭയുടെ അണുപദ്ധതി

1959 ലാണു് അന്തരിച്ച ഡോക്ടർ ഹോമി ഭാഭ ഇന്ത്യയ്ക്കു് ഒരണുശക്തിപരിപാടി ആവി

ഷ്കരിച്ചതു്. മൂന്നു തട്ടുകളിലായിട്ടായിരുന്നു ഇതു്. പ്രാകൃതികയുറേനിയം ഉപയോഗപ്പെട്ടത്തിയ ഒന്നാം തട്ടിൽ പിളർക്കാവുന്ന (fissionable) പദാർഥമായ പ്ലൂട്ടോണിയവും ഉണ്ടാക്കപ്പെടും. രണ്ടാം തട്ടിൽ ഈ പ്ലൂട്ടോണിയം ഇന്ധനമായുപയോഗപ്പെടുന്നു. അവ ഉൽപാദ്യമായി (By-product) കൂടുതൽ പ്ലൂട്ടോണിയം ഉണ്ടാക്കപ്പെടുന്ന ശീഘ്രനൃടോൺ റിയാക്ടറുകളോ തോറിയത്തിൽ നിന്നു് യുറേനിയം 233 ഉണ്ടാക്കുന്ന തരം പ്രക്രിയയോ ഇവിടെ ഉപയോഗപ്പെടുത്താം. മൂന്നാം തട്ടിലെ റിയാക്ടറുകൾക്കു് യുറേനിയം 233-തോറിയം ചക്രമാണു് പ്രവർത്തനാധാരമായിട്ടുള്ളതു്. ഈ മൂന്നു തട്ടുകളും തുടർച്ചയുള്ളതും പല വർഷത്തെ പ്രവർത്തനമാവശ്യമായിട്ടുള്ളതും, ഒരു തട്ടിൽ നിന്നും അടുത്ത തട്ടിലേക്കുള്ള സംക്രമണം സുസാധമാകാൻ സമൃദ്ധമായ സ്ഥാപിത ശേഷി ആവശ്യപ്പെടുന്നതുമാകുന്നു.

ഒരുദാഹരണം കൊണ്ടു് ഈ ക്രമം വിശദമാക്കാം: ഒരു മെടിക് ടൺ യുറേനിയം, 7000 M. W. D/S നെ എന്ന തോതിലുള്ള കിരണന (irradiation) ത്തിനു ശേഷം 2.45 കി. ഗ്രാം പ്ലൂട്ടോണിയം 239 ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഇപ്രകാരം 10 ലക്ഷം കി. വോൾട്ട് ശേഷിയുള്ള ഒന്നാം തട്ടിലെ ശക്തികേന്ദ്രങ്ങൾ, 150 മെടിക് ടൺ യുറേനിയം വാർഷികത്തീറ്റയായി (Annual feed) ഉപയോഗിക്കയും 380 കി. ഗ്രാം പ്ലൂട്ടോണിയം ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യും. ഇതു് തുടർന്നുള്ള തട്ടുകളിൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

ഇന്ത്യക്കു് പറ്റിയ റിയാക്ടറുകൾ

പ്രാകൃതിക യുറേനിയം— ഘനജല- ജാതി റിയാക്ടറുകളാണു് ഇന്ത്യക്കു് ഏറ്റവും പറ്റിയതു്. കാരണം, പ്രതി ടൺ, ഏറ്റവും കൂടുതൽ വിദ്യുല്പാദനശേഷിയുള്ളതു് ഇത്തരം റിയാക്ടറുകൾക്കത്രേ. പുറമെ ഘനജല റിയാക്ടറുകളാണു് പ്രതി ടൺ ഏറ്റവും കൂടുതൽ പ്ലൂട്ടോണിയം ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതു്. ഇതു് കൂടുതൽ ബൃഹത്തായ ഒരു അണശക്തിപരിപാടി വാഗ്ദാനംചെയ്യുന്നു.

ഇതിനാൽ ഇന്ത്യയുടെ അണുശക്തിസംഘടന ഇത്തരം റിയാക്ടറുകളാണു് ഒന്നാം തലമുറയിലെ റിയാക്ടറുകളായി സ്ഥാപിക്കാൻ നിശ്ചയിച്ചിട്ടുള്ളതു്. പ്രത്യേകസാഹചര്യങ്ങളിൽ പ്രഗ്രണിത യുറേനിയം റിയാക്ടറുകളുടെ ആവശ്യകത അവഗണിക്കേണ്ടതുണ്ടെന്നു് ഇതു കൊണ്ടുദ്ദേശിച്ചില്ലതാനും.

താരാപ്പൂരിലെ ഒന്നാം ശക്തികേന്ദ്രത്തിൽ-200 M. W. ശേഷിയുള്ള രണ്ടു് (B. W. R.) റിയാക്ടറുകളാണു് തിരഞ്ഞെടുത്തിട്ടുള്ളതു്. രണ്ടാമത്തെ ശക്തികേന്ദ്രത്തിനു്, 200 M. W. ശേഷിയുള്ള കാൻഡു ജാതി (Candu type) റിയാക്ടറാണു് തിരഞ്ഞെടുക്കപ്പെട്ടതു്. മദ്രാസിലെ മൂന്നാം കേന്ദ്രത്തിലും തുടർന്നു സ്ഥാപിക്കാനുള്ളവയിലും ഇതുതന്നെയാണുപയോഗിക്കാൻ തീരുമാനിച്ചിട്ടുള്ളതു്.

ഇന്ത്യയിൽ യുറേനിയം നിക്ഷേപം പരിമിതമാകയാൽ, പ്ലൂട്ടോണിയം ഇന്ധനമായുള്ള പരീക്ഷക റിയാക്ടറുകൾ ഉണ്ടാക്കേണ്ടതുണ്ടു്. അതിവേഗ റിയാക്ടറുകളിൽ ഉല്പന്ന പ്ലൂട്ടോണിയം ഉപയോഗിച്ചു തുടങ്ങിയാൽ ബൃഹത്തരമായ ഒരു അണുശക്തിപരിപാടി സാക്ഷാൽകൃതമാക്കാമെന്നു് ഗവേഷണം തെളിയിച്ചിട്ടുണ്ടു്. അണുവിദ്യുല്പാദനശക്തി സ്വാമ്പത്തികക്ഷമതയുള്ളതാക്കാൻ ചുരുങ്ങിയതു് 75 ശ. മാ. അടിസ്ഥാനഭാരത്തിലെങ്കിലും പ്രവർത്തിക്കേണ്ടതുണ്ടു്. ഇപ്പോഴത്തെ അണുശക്തിസംഘടനയ്ക്കു കീഴിൽ 2500 ശാസ്ത്രജ്ഞ-എഞ്ചിനീയർമാർ മാത്രമാണുള്ളതു്.

ദേശീയ ഗ്രിഡു്

ഇന്ത്യക്കു് പൊതുവായ ഒരു അഖിലേന്ത്യാ ഗ്രിഡു്—ഒരു ദേശീയ വ്യൂഹം—കെട്ടിപ്പടുക്കേണ്ടതിന്റെ ആവശ്യകത ഇന്നു പരക്കെ ബോധ്യപ്പെട്ടിരിക്കയാണു്. 1964 നു ശേഷം അഞ്ചു പ്രാദേശിക ബോർഡുകളായി ഇന്ത്യൻ വിദ്യുത് രംഗത്തെ വിഭജിച്ചിരിക്കയാണു്— വടക്കൻ, തെക്കൻ, പടിഞ്ഞാറൻ, കിഴക്കൻ, വടക്കു പടിഞ്ഞാറൻ. ഇവയെ കൂട്ടിയിണക്കി ഒരു ഏകീകൃത വ്യവസ്ഥ സംഘടിപ്പിച്ചാൽ കൂടുതൽ സമതുലിതവും കാര്യക്ഷമവുമായ ഒരു ശക്തിപദ്ധതിയായിരിക്കും അതെന്നു് തീർച്ചയാണു്.

(ആധാരം സയൻസ് റ്റുഡേ— സെപ്തം. '69)

സോളാർ ചൂള

സി. കെ. മൂസ്സത്

അമേരിക്കയിലെ വിസ്കോൺസിൻ സർവകലാശാലക്കാർ സൗരോർജത്തെ പറ്റി നടത്തിയ ഒരു സിമ്പോസിയത്തിന്റെ നിഗമനങ്ങളും 'സൗരോർജഗവേഷണം' എന്ന ശീർഷകത്തിൽ പുറത്തു വന്നിരുന്നു. അതിന്റെ ആമുഖത്തിൽ നിന്നൊരു വാക്യം: ''ആറ്റമിക് എനർജിക്കു വേണ്ടിയുള്ള ഗവേഷണയത്നത്തിന്റെ പെരിയ ശതമാനത്തെ സൗരോർജവിനിയോഗത്തിനു് നീക്കിവെച്ചുവെങ്കിൽ കൂടുതൽ അഭികാമ്യമാകുമായിരുന്ന ഊർജസംബന്ധകമായി നമ്മുടെ നില''. ഗായത്രീജപവും സൂര്യനമസ്കാരവും പതിവാക്കാതെ മങ്ങിയ സൂര്യപ്രകാശത്തിൽ കഴിയുന്നവർ ഇത്രയും കടന്നു പറയുന്നു. പക്ഷേ ഭാരതീയരായ നമ്മൾ സ്വന്തം ഭൂമിശാസ്ത്രവും പാരമ്പര്യവും വിസ്മരിച്ചു് പൊരിവെയിലിനെ ശപിച്ചു് പഞ്ചാംഗം നോക്കി ഇരിക്കുകയും!

സൂര്യനിൽ നിന്നു് ഒട്ടാകെ പ്രതിവർഷം ഉൽസർജിതമാകുന്ന ഊർജത്തിന്റെ അളവു് $=3\times10^{33}$ കലോറി. ഇതിന്റെ രണ്ടു ദശലക്ഷത്തിലൊരംശം ഭൂമുഖത്തെത്തുന്നുണ്ടു്. ഏതാണ്ടു് 2.2×10^{17} കി. വാട്ടു് ശക്തി. സൂര്യൻ ഒരു പക്ഷേ തന്റെ തൂക്കത്തിൽ നിന്നു് പ്രതിസെക്കണ്ടു് 400 ദശലക്ഷം ടൺ ദ്രവ്യത്തെ ഊർജവിതരണാർഥം ചെലവിടുകയാണു്. ഈ കണക്കിനു് 10^{12} വർഷങ്ങളോളം ഊർജവിതരണം നടത്തിയെങ്കിൽ തന്നെ ഒട്ടാകെ ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ 1/16 ഭാഗം ചെലവഴിച്ചിരിക്കയില്ലത്രേ. നമുക്കു കിട്ടുന്ന സൗരോർജത്തെ നിർമിയ്ക്കുവാൻ ഭൂമിയിലുള്ള നാനാതരം ഇന്ധനങ്ങളെയും പ്രയോജനപ്പെടുത്തിയാൽ വെറും അഞ്ചു സെക്കണ്ടിനുള്ളിൽ ഇന്ധനം കഴിഞ്ഞിരിക്കും. അറിയപ്പെട്ട യുറേനിയം—തോറിയം നിക്ഷേപത്തെ അപ്പടി വിഘടനം ചെയ്യാൻ തന്നെ ഒരു മണിക്കൂറിൽ നാമനുഭവിക്കുന്ന സൗരോർജത്തിനു് തുല്യമാകില്ലത്രേ.

സൗരോർജത്തെ നമുക്കെങ്ങിനെ പ്രയോജനപ്പെടുത്താം എന്നതാണു് നമ്മുടെ ചോദ്യം. സാധാരണ കോൺവെക്സു് ലെൻസും കൊണ്ടു് സൂര്യരശ്മികളെ സംകേന്ദ്രണം ചെയ്തു് ചൂടിത്തുമ്പിലോ ചകിരിത്തുമ്പിലോ തീപിടിപ്പിക്കാം. ഈ സംകേന്ദ്രണപ്രക്രിയയെ വ്യാപകമായ കൈക്കണക്കുകളിലേക്കു് വികസിപ്പിച്ചാൽ 10 മി. മീ. കനമുള്ള ഉരുക്കു പലകമേൽ ടാരമിടാൻ വേണ്ട ചൂടു് നമുക്കു ലഭിക്കുമത്രേ. ഫ്രാൻസിലെ പിറണീസ് പർവതപ്രാന്തങ്ങളിൽ സ്ഥാപിച്ച സൂപ്പർ പ്രതിഫലകത്തെ ഉപയോഗിച്ചു് ഇത്രയും സാധിച്ചിരിക്കയാണു്. പത്തു വർഷത്തെ നിരന്തരപ്രയത്നമാണു് ആ ലോകോത്തര സോളാർ ചൂളയുടെ ഫ്രഞ്ചുകാർ കൊടുത്ത വില. 6000°F താപനില നിർമിക്കാൻ വേണ്ടത്രേ സൂര്യപ്രകാശത്തെ ആ പ്രതിഫലകത്തിനു് സംകേന്ദ്രണം ചെയ്യാൻ കഴിയുന്നു!

സൗരോർജത്തെ സംഭരിക്കാനുള്ള സംരംഭത്തിനു് നൂറ്റാണ്ടുകളുടെ പഴക്കമുണ്ടു്. 22 നൂറ്റാണ്ടുകൾക്കു മുമ്പു് ഗ്രീക്കു് ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞൻ–ആക്കിമിഡീസു്–സീറാക്യൂസു് നഗരത്തെ രക്ഷിച്ചതു് ആഞ്ഞടിത്ത റോമാ കപ്പൽപ്പടയെ കണ്ണാടികൾ കാട്ടി തീപിടിപ്പിച്ചായിരുന്നു. പതിനെട്ടാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ഫ്രഞ്ചു് രസതന്ത്രജ്ഞനായിരുന്ന ലവോസിയേർ 52 ഇഞ്ചു് വിസ്താരമുള്ള ലെൻസുകൾ കൊണ്ടു് പരീക്ഷണാവശ്യത്തിനു വേണ്ട താപത്തെ ഉണ്ടാക്കി പോലും! ഫ്രഞ്ചു് വിപ്ലവം ലവോസിയേറുടെ പ്രവർത്തനത്തെ മരവിപ്പിച്ചു (ഗില്ലട്ടിൻ ചെയ്യപ്പെട്ടു!) എന്നുമാത്രം. ഫ്രാൻസിലെ ഭൗതികരസതന്ത്രകാരനായ ഫെലിക്സ് ട്രൊംബു് അടുത്ത കാലത്തു് സൂര്യോർജത്തെ പറ്റി ഉപരിഗവേഷണം നടത്തി. 20 വർഷങ്ങൾക്കു മുമ്പു ശാസ്ത്രാവശ്യത്തിനും വ്യവസായവികസനത്തിനും സോളാർഫർണസുകൾ ഉണ്ടാക്കാമെന്നു അദ്ദേഹം തെളിയിച്ചു. 1946 ൽ പാരീസിലെ ഒരു നിരീക്ഷണശാലയിൽ വെച്ചു് തന്റെ ആദ്യത്തെ സോളാർ അടുപ്പു് രൂപപ്പെടുത്തിയതാണു് യത്നത്തിന്റെ തുടക്കം. യുദ്ധകാലത്തു് പിടിച്ചെടുത്ത ജർമൻ വിമാനനിരോധ സർച്ച് ലൈറ്റിലെ കണ്ണാടിയെ അദ്ദേഹം പ്രയോജനപ്പെടുത്തി. പിറണീസ് പർവതപ്രദേശത്തു പഴയ കോട്ടകളുടെ നഗരമായ മൗണ്ടു് ലൂയിയിൽ അഞ്ചു ഫർണസുകളെ ആസൂത്രണം ചെയ്തു. വർഷത്തിൽ 200 ദിവസങ്ങളോളം സൂര്യപ്രകാശം തടസ്സമെന്യേ ലഭിക്കുമെന്നതാണു് ആ പ്രദേശത്തിന്റെ സവിശേഷത. ഒഡിലിയോ എന്ന സ്ഥലത്തു് പണിതീർന്ന സോളാർ ഫർണസു് 1000 കി. വാട്ടു് ശക്തി തരുന്നു. അമേരിക്കയിൽ നിർമിതമായ താദ്ദശോപകരണങ്ങൾക്കു് 30 കി. വാട്ടിൽ കൂടുതൽ ശക്തി നൽകാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല എന്നു ആലോചിച്ചാൽ ഈ പ്രതിഫലകത്തെ സോളാർ ചൂളകളുടെ 'മൗണ്ടു് പലോമർ'റായി അതിശയോക്തി സ്പർശം കൂടാതെ വിശേഷിപ്പിക്കാമല്ലോ. (കാലിഫോർണിയായിലെ മൗണ്ടു് പലോമറിൽ 1948–ൽ പണിതീർന്ന ലോകോത്തരമായ 200 ഇഞ്ചു ടെലസ്കോപ്പു്)

ചൂളയുടെ വെറും വലുപ്പം തന്നെ അമ്പരപ്പുണ്ടാക്കുന്നതത്രേ. കോൺക്രീറ്റിൽ വാർത്ത എട്ടുനിലകെട്ടിടത്തിലാണു് ആപ്പീസും ലബോറട്ടറികളും. ഈ കൂറ്റൻ കെട്ടിടത്തിന്റെ പുറംഭിത്തിയിൽ കഷ്ടിച്ചു് ഒരു ഫുട്ബോൾ പറമ്പിന്റെ പാതിവിസ്താരത്തിൽ ഉറപ്പിച്ച പാരബോലിക പ്രതിഫലകം നഗരത്തിന്റെ പൗരാണികപ്പൊലിമയുടെ പശ്ചാത്തലത്തിൽ വെട്ടിത്തിളങ്ങുകയാണു്. 8570 ഭിന്നപ്രതിഫലകങ്ങൾ ഇതിന്റെ നിർമാണത്തിനു് ആവശ്യമായി വന്നു. കാര്യക്ഷമതയെ മുൻനിർത്തി, 18 ഇഞ്ചു ചതുരം വരുന്ന അനേകം ചെറുദർപ്പണങ്ങളെ ക്രമീകരിച്ചു വെച്ചിട്ടാണു് ഈ വമ്പിച്ച പ്രതിഫലകം രൂപം പൂണ്ടതെന്നർഥം. 59 അടി അകലെയുള്ള ഫോക്കസിലേയ്ക്കു് സൂര്യരശ്മികളെ സംകേന്ദ്രണം ചെയ്യുന്നു. പണി കഴിഞ്ഞു് ഒരു വർഷം പൂർത്തിയായെങ്കിലും കണ്ണാടികളുടെ എണ്ണത്തിൽ പാതിമാത്രമേ ഉപയോഗപ്പെടുത്താൻ ഒരേ സമയത്തു കഴിഞ്ഞിട്ടുള്ളു. കാരണം ക്രമീകരണത്തിന്റെ സങ്കീർണതകൾ തന്നെ. ഏറ്റവും പ്രസന്നമായ ദിവസങ്ങളിൽ ഏതാനും ഡസൻ ദർപ്പണങ്ങളെ കൈകാര്യം ചെയ്യാൻ പ്രവർത്തകർക്കു കഴിഞ്ഞാൽ വലിയ കാര്യമായി.

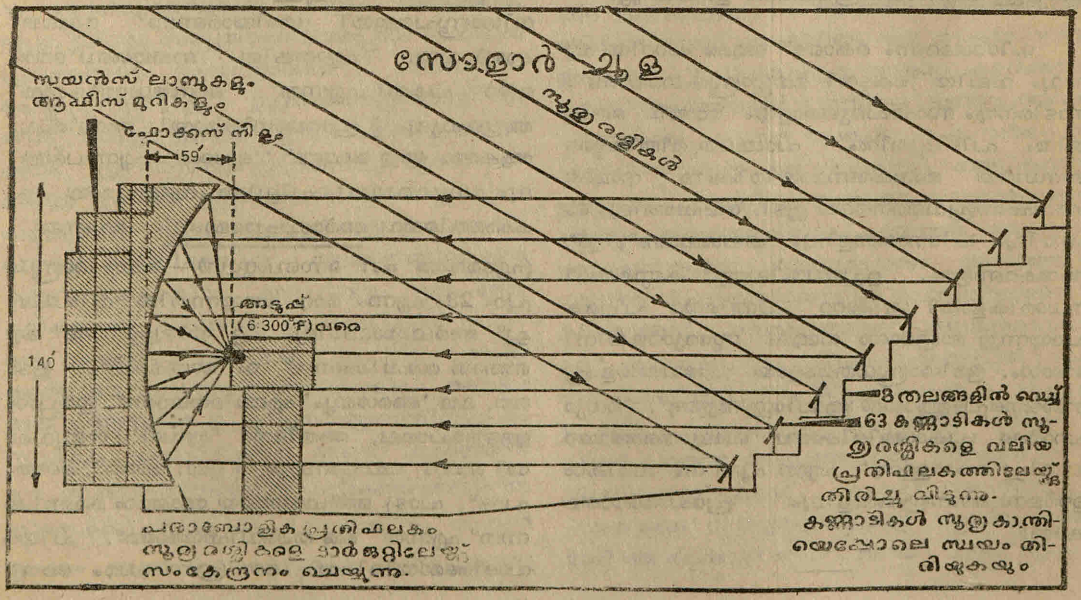
സൂര്യന്റെ ദൈനികനീക്കമനുസരിച്ചു് ഈ പ്രതിഫലകത്തെ തിരിക്കുന്നതു പ്രായോഗികമാകയില്ല. തന്മൂലം ക്രമീകരണത്തിനു് വഴങ്ങുന്ന 63 ചെറുദർപ്പണങ്ങളുടെ ചെരിവു് ക്രമീകരിച്ചു സൂര്യരശ്മികളെ സമാന്തരമാക്കി പ്രതിഫലകത്തിലേയ്ക്കു ആദ്യം പ്രതിഫലിപ്പിക്കും. ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നപോലെ 8 വരികളിൽ പ്രതിഫലകത്തിനഭിമുഖമായി തട്ടു് തട്ടായുയർത്തിയ സോപാനത്തിൽ ഈ ചെറുഫലകങ്ങളെ സംവിധാനം ചെയ്തിരിക്കുകയാണു്. ഹീലിയോസ്റ്റാറ്റുകൾ എന്നാണു് ഇവയുടെ പേരു്. ഗ്രീക്കു ഭാഷയിൽ ഹീലിയോസ് എന്നാൽ സൂര്യൻ; സ്റ്റാറോസ് എന്നാൽ സ്ഥിരാവസ്ഥ. സൂര്യബിംബത്തിൽ നിന്നു് സ്ഥിരമായി സമാന്തരരശ്മികളെ വലിയ പ്രതിഫലകത്തിലേയ്ക്കു എത്തിക്കുകയാണു് ഹീലിയോസ്റ്റാറ്റുകളുടെ ധർമം. സങ്കീർണമായ സാങ്കേതിക സസൂക്ഷ്മതകൾ ഇവയുടെ പ്രവർത്തനം ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. ഹീലിയോസ്റ്റാറ്റു് ഓരോന്നും 180 വ്യക്തിദർപ്പണങ്ങൾ അടങ്ങുന്നതാണു്. ഇവ സൂര്യനഭിമുഖമാകുമ്പോൾ, ചെറിയ ഫോട്ടോഇലക്ട്രിക് സെല്ലുകൾ പ്രവർത്തിച്ചു് ഒരു മിനികമ്പ്യൂട്ടറിനു് അറിവുകൊടുക്കുന്നു. അവ ഒരു ജോഡി ഹൈഡ്രോളിക് പമ്പുകളെ പ്രവർത്തനത്തിൽ കൊണ്ടുവരുന്നു. ഈ പമ്പുകളുടെ ക്രമീകൃതപ്രവർത്തനമാണു് ഹീലിയോസ്റ്റാറ്റുകളെ 'സൂര്യകാന്തി'കളാക്കുന്നതു്. ദിവസത്തിൽ ഒരു പ്രാവശ്യം യാന്ത്രികനിയന്ത്രണം ആവശ്യമാകും. വൈകുന്നേര

മായാൽ അടുത്ത പ്രോതകിരണങ്ങളെ സ്വീകരിക്കാൻ പാകത്തിൽ ക്രമപ്പെടുത്തുക, അത്രമാത്രം.

ഇത്രയും പറഞ്ഞതു് പ്രതിഫലകത്തിന്റെ കാര്യമാണു്. ചൂളപ്പാത്രം ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതു് നേരേ മുമ്പിൽ T—ആകൃതി കെട്ടിടത്തിലാകുന്നു. തുരുമ്പിക്കാത്ത ഉരുക്കു കൊണ്ടുള്ള വലിയ കവാടങ്ങൾക്കു പിന്നിൽ ആണു് പ്രതിഫലകത്തിന്റെ ഫോക്കസു്. ചട്ടപൊള്ളുന്ന സൂര്യരശ്മികളെ സമാഹരിച്ചു് 12 ഇഞ്ചു് വിസ്താരമുള്ള ആഗ്നേയവൃത്തമാക്കുന്ന സ്ഥലമാണല്ലോ ഫോക്കസു്. 10 ടൺ ലിഫ്റ്റു് ഉപയോഗിച്ചു് താപഗ്രാഹിയായ ലക്ഷ്യപദാർത്ഥത്തെ ഇതിലേയ്ക്കുയർത്തി, അല്പം ചരിവുള്ള ഒരു പാത്തിയിൽ നിക്ഷേപിക്കുകയാണു് ക്രമം. ലക്ഷ്യപദാർത്ഥം ദ്രവീകൃതമായാൽ അതു് സ്വയം കാച്ചുപാത്രങ്ങളിലേയ്ക്കു (പിടുത്തപ്പാട്ടകളിലേയ്ക്കു) ഒഴുകുന്നു. കൂടുതൽ സൂക്ഷ്മമായി സംവിധാനം ചെയ്ത സാങ്കേതികപ്രവർത്തനം വേണ്ടതു്, പദാർത്ഥത്തെ രണ്ടു് അലൂമിനിയം വാറുകളിലേക്കു വീഴ്ത്തുന്നിടത്താണു്. ഈ വാറുകളുടെ ബാഹ്യതലം ജലശീതളനം ചെയ്യണം, ഉരുകിപ്പോകാതിരിക്കാൻ. തുറന്ന അറ്റങ്ങളും ഫോക്കൽ ബിന്ദുവിലാകയാൽ, താപവിതരണത്തെ ഏകസമാനമാക്കാൻ അവയെ കറക്കിക്കൊണ്ടിരിക്കും. ഈ വാറുകളോരോന്നും $2\frac{1}{2}$ ടൺ വീതം ഉരുകിയ പദാർത്ഥത്തെ ഉൾക്കൊള്ളുവാൻ കഴിവുള്ളവയാണു്.

ഈ സോളാർ ചൂളയുടെ പ്രവർത്തനത്തിനു വേണ്ടി ഫ്രഞ്ചുസർക്കാർ 20 ലക്ഷം ഡോളർ ചെലവഴിച്ചു. ഒരിക്കലും ഇതൊരു നഷ്ടക്കച്ചവടമാകയില്ല, എന്നാണു് ടോംബെ അവകാശപ്പെടുന്നതു്. പ്രവർത്തനത്തിനു് ഊർജ്ജച്ചെലവു വളരെ കുറവാണു്. ഭർപ്പണങ്ങളെ പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിക്കാൻ 13 കി. വാട്ടു് വിദ്യുച്ഛക്തി മതി. ചൂളയിൽ നിന്നു കിട്ടുന്ന താപത്തിന്റെ ആധിക്യത്തെപ്പറ്റി ഒന്നും പറയേണ്ടതില്ല. മാലിന്യക്കലർപ്പില്ലാത്ത സൂര്യാതപം സംഘടം ചെയ്തെടുത്തതാണല്ലോ. സാധാരണ കാർബൺ ഫർണസാണെങ്കിൽ കരിയുടെ ധൂളികയും കലരാതെ വയ്യ. സോളാർഫർണസ് രാസശുദ്ധി വേണ്ട പദാർത്ഥങ്ങളുടെ നിർമാണത്തിനു് കൈകണ്ടതു തന്നെ.

ഫ്രഞ്ചു വ്യവസായവൃത്തങ്ങളും ഈ ചൂളയുടെ കാര്യക്ഷമതയെ അംഗീകരിക്കാൻ മുന്നോട്ടു വന്നിരിക്കുന്നു. ഇലക്ട്രോണിക്സ് നിർമാണത്തിനു് വേണ്ടി സമീപകാലത്തു നടത്തിയ പരിശോധനയിൽ ഫർണസു കൊണ്ടു് അനേകം ടൺ ബോറൈറിനെയും സിറാമിക്കു് വസ്തുക്കളെയും ഉരുക്കിയെടുത്തിരിക്കുന്നു. ഉച്ചവോൾട്ടേജു് ഇൻസുലേറ്റർ ഉണ്ടാക്കാൻ ഇതു് ഉപകരിച്ചു. റേഡിയോ ട്രാൻസ്മിറ്ററുകളിലേയ്ക്കു വേണ്ട കപ്പാർട്സു് ക്രിസ്റ്റലുകളും, ഗ്രൈൻഡിങ് കല്ലുകളും നിർമിക്കുന്ന കോറണ്ടവും, ന്യൂക്ലീയറിയാക്ടറുകളിലെ സിർക്കോൺ ഭാഗങ്ങളും എന്നീ താപവിരോധവസ്തുക്കളെ എളുപ്പത്തിൽ



ഉരുക്കിയെടുക്കാൻ സോളാർ ചൂള കൊള്ളാം. പുതിയ സ്പേസ് യുഗത്തിനു് വേണ്ട കൂട്ടലോഹങ്ങളെ വികസിപ്പിക്കാനുള്ള ഗവേഷണപ്രവർത്തനങ്ങളും എളുപ്പമായിട്ടുണ്ടു്. സ്പെഷൽ ടങ്സ്റ്റൺ ഉരുക്കു് കോബാൾട്ടു് ഉരുക്കു്, നൃക്ലിയ സ്ഫോടന താപനിരോധപദാർഥങ്ങളും എന്നിവ ഈ യുഗത്തിന്റെ നൂതനാവശ്യങ്ങളാണല്ലോ.

സോളാർ ചൂളയുടെ പ്രയോജനത്തെ ഏറ്റവും അധികം പ്രാവർത്തികമാക്കാൻ പറ്റുക മധ്യരേഖാപ്രദേശങ്ങളിൽ തന്നെ. ഒരു ഏക്കർ സ്ഥലത്തു വീഴുന്ന സൂര്യാതപത്തെ സംഭരിച്ചാൽ ഒരു ഫാക്ടറി നടത്താൻ വേണ്ട ഊർജനിക്ഷേപമായി. നൂറുവർഷങ്ങൾക്കു് മുമ്പു് ബോംബെയിൽ വെച്ചു ഒരു സൂര്യാതപയന്ത്രത്തെ നിർമിച്ചു—അതും ഒരു ഇംഗ്ലീഷുകാരൻ. മുപ്പതു വർഷങ്ങൾക്കു ശേഷം, ഈജിപ്തിൽ അത്തരമൊരു ശ്രമം നടന്നു. വലിയ ദർപ്പണങ്ങളെ തന്നെ അവർ ഉപയോഗിച്ചു നോക്കി—സൂര്യന്റെ നീക്കക്രമമനുസരിച്ചു സ്വയം ചരിയുന്ന കണ്ണാടികൾ. ഒരു ബോയ്ലർ പ്രവർത്തിപ്പിച്ചു് ആ നീരാവി കൊണ്ടു നൈൽജലത്തെ പമ്പു ചെയ്തു് കരയോരങ്ങളെ പച്ചപിടിപ്പിക്കയായിരുന്നു അവരുടെ ഉദ്ദേശ്യം. നിർഭാഗ്യമെന്നു പറയട്ടെ അതും വേണ്ട തരത്തിൽ പ്രയോജനത്തിൽ നിർത്താനുള്ള അനുധാവനപ്രവർത്തനം ഉണ്ടായില്ല.

വിദേശഭരണം കൊണ്ടു് നമുക്കു പറ്റിയ ഏറ്റവും വലിയ കെടുതി മനശ്ശാസ്ത്രപരംഗതമാണു്. നാടിനെയും സാഹചര്യങ്ങളെയും മറന്നു് തൊട്ടതിനും പിടിച്ചതിനും പാശ്ചാത്യരീതികളുടെ അന്ധമായ അനുകരണമായിരിക്കുന്നു നമ്മുടെ ഗവേഷണപ്രവർത്തനങ്ങളും കൂടി. വേഷത്തിലും ഭാഷയിലും വിനോദങ്ങളിലും കലശലാണു്, ഈ അനുകരണഭ്രമം. ഉച്ചവെയിലത്തു് കണ്ണുകൂപ്പി നിധാരികളായി ക്രിക്കറ്റ് പന്തിന്റെ പിറകെ പായുന്നതു മാത്രമാണു നമ്മുടെ സൂര്യോർജവിനിയോഗം. ഭൂമിശാസ്ത്രഗതങ്ങളായ വിഭവങ്ങളെ പ്രയോജനപ്പെടുത്തുവാൻ ശ്രദ്ധിയ്ക്കേണ്ടതുണ്ടു്. 'മധ്യാഹ്നാർക്കപ്രകാശമിരിക്കവേ ഖദ്യോതത്തെയോ മാനിച്ചു കൊള്ളേണ്ട' എന്ന പൂന്താനം വരികൾ ഊർജസംഭരണശ്രമങ്ങളിലും പ്രചോദകമായെങ്കിൽ!

'ചന്ദ്രക്കല'യുടെ വൃത്തിപരമായ ഭാവങ്ങൾ

പ്രൊ. വി. സുകുമാരൻ

(ം) എന്ന മലയാളസ്വരം അര അകാരമാണെന്നും അല്ല അരയകാരമാണെന്നും സ്ഥാപിക്കാൻ വേണ്ടി ദീർഘവും ആവേശരോഷവുമായ ഒരു തർക്കം നടന്നിട്ടുണ്ടല്ലൊ. എന്നാൽ ഈ 'മീത്തലി'നെക്കുറിച്ചുള്ള വിവരങ്ങൾ ഒന്നും ധ്വനിശാസ്ത്രപരമായി ശരിയാണെന്നു് സമ്മതിക്കാൻ വയ്യ. ഏതെങ്കിലും ഭാഷാശബ്ദത്തിന്റെ പകൃതി എന്നതു് സൈദ്ധാന്തികമായി അഗ്രാഹ്യവും പ്രായോഗികമായി അസിദ്ധവും ആകുന്നു. അതു കൊണ്ടു് ''വൈയ്മ – എന്നപദത്തിലും മധ്യഗതമായി ചില്ലിനു വർത്സ്യമായ 'ള' കാരത്തിന്റെ അർധോച്ചാരമാണു് വേണ്ടതു്'' (എടമരത്തു് പി. സെബാസ്റ്റ്യൻ – ഭാഷാ ശാസ്ത്രം – പുറം 23) എന്നും മറ്റും പറയുന്നതിൽ വിശേഷിച്ചു് അർഥമൊന്നുമില്ല. 'ള' യിലുള്ള 'അ' കളഞ്ഞാൽ ശേഷിക്കുന്നതു് 'ം' മാത്രമാണു്. കൂടാതെ, ഒരു 'അരശബ്ദം' എങ്ങിനെയാണു്, ഇപ്പോഴും ഉള്ളതുപോലെ, അതിന്റെ 'മുഴവൻ' ശബ്ദവുമായി മാറ്റം ചെയ്യുമ്പോഴും (ഉദാ: മഞ്ഞു്, മഞ്ഞു; പാടു്, പാടു) അർഥവത്തായ ഭേദങ്ങൾ കാണിക്കുന്നതു് എന്നതു് ഒരു തക്വിഷയമാണു്. ചിലർ വാദിക്കുമായിരിക്കാം ഒരു ഹ്രസ്വസ്വരം അതി

ന്നനുരൂപമായ ദീർഘസ്വരത്തിന്റെ പകുതിയാണെന്നു് (ഉദാ: അ = ആ /2). 'അ–ആ' എന്നിവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം മാത്രയിൽ മാത്രമല്ലാത്തതു കൊണ്ടു ഈ പ്രസ്താവനയും ധ്വനിശാസ്ത്രപരമായി ശരിയല്ല. അതു കൊണ്ടു തന്നെ ഈ വിഷയത്തിൽ കൂടുതൽ വാദം ആവശ്യമില്ല. എങ്കിലും 'അ–ആ' എന്നിവ തമ്മിലുള്ളപോലത്തെ ബന്ധം ി–അീ, ു– ഊ എന്നിവയ്ക്കു തമ്മിൽ ഉച്ചാരണസ്ഥാനത്തിലോ (മുൻ, നടു, പിൻ), ജിഹ്വയുടെ ഉന്നതിയിലോ (ഉച്ചം, മധ്യം, നീചം) ഇല്ല. ശ്രവണസംബന്ധമായ പരീക്ഷണങ്ങളും, ജന്മനാ ഭാഷാസംസാരിക്കുന്നവരുടെ സഹജാവബോധവും ി–അ, ു–ഉ എന്നീ ജോഡികളിലെ ഘടകങ്ങളും തുലോം വ്യത്യസ്തങ്ങളാണെന്നു് തെളിയിക്കുന്നു. അതു കൊണ്ടു് അരഅകാരം, അരയുകാരം എന്നീ വിവരണങ്ങളും ചരിത്രപരമായ ഔൽസുക്യം മാത്രം ജനിപ്പിക്കുന്നവയാണു്.

(ീ) യിനെ അരയുകാരത്തിനു (ഹ്രസ്വർദ്ധീ) പകരം സംവൃത ഉകാരം (കേരളപാണിനീയം– 2 ാം പതിപ്പു് പുറം 98) എന്നു വിളിച്ചതുകൊണ്ടു മാത്രം ഈ പ്രശ്നത്തിനു് ഒരു പരിഹാരം കാണാവതല്ല. ഈ പേർ മാറണം (ീ) യിനു മാത്രാ വൃത്തത്തിൽ അരമാത്രയേ ഉള്ളൂ എന്ന ഭ്രമത്തിനു് ഇടം കൊടുക്കാതിരിക്കുവാൻ സഹായകമാവുമെന്നു് പ്രൊ. വർമ വിശ്വസിക്കുന്നു. ഈ വിശ്വാസം ശരിയാവാം. എന്നാൽ ഈ പുതിയ പേർ അതിനേറ്റതായ പുതിയ തെറ്റിദ്ധാരണകൾക്കു് ഇടം കൊടുക്കുന്നു. പ്രൊ. വർമയുടെ സംവൃതഉകാരത്തെപ്പറ്റി പലവിധ പ്രസ്താവനകളും പെയ്വാനുണ്ടു്:'' സംവരണം ചെയ്ത (മൂടിപ്പിടിച്ചു്) ഉച്ചരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു് അതിനു് സംവൃത ഉകാരം എന്നു പേർ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഇതു തമിഴിലും ഇല്ലാത്തതല്ല; എന്നാൽ തമിഴിൽ ഇതൊരു ഉച്ചാരണവൈലക്ഷണ്യം എന്നു മാത്രമല്ലാതെ വ്യാകരണപ്രക്രിയയെയോ അർഥത്തെയോ സ്പർശിക്കുന്നില്ല. മലയാളത്തിലാകട്ടെ മുൻവിനയെച്ചത്തിനും മുറുവിനയ്ക്കും ഉള്ള ഭേദം കുറിക്കുന്നതു് പലേടത്തും ഉകാരത്തിന്റെ ധ്വനിഭേദം കൊണ്ടാണു് (കേ. പാ. പുറം. 25). സംവൃതത്തെ ഒരു സ്വരമായി ഗണിക്കാറില്ല; കേവലമായ വ്യഞ്ജനത്തെ ഉച്ചരിച്ചുനിറുത്തുന്നതിനുള്ള അസൗകര്യം പരിഹരിക്കാൻ വേണ്ടി കൊടുക്കുന്ന ഒരു സ്വരലാഞ്ഛനയെന്നേ വ്യാകരണത്തിൽ അതിനെ കല്പിച്ചിട്ടുള്ള (കേ. പാ. പുറം 26). സംവൃത ഉകാരം ഉച്ചാരണസൗകര്യത്തിനു വേണ്ടി അന്ത്യവ്യഞ്ജനങ്ങളിൽ ചേർക്കുന്ന ഒരു സ്വരച്ചായ എന്നേ ഉള്ളൂ (കേ. പ്രാ. പുറം 92). വ്യഞ്ജനം സ്വയമുച്ചാരണക്ഷമമല്ല .... ദ്രാവിഡങ്ങളിലാകട്ടെ അന്ത്യവർണം വ്യഞ്ജനമായാലും അതിനെ സ്പുടമായിത്തന്നെ ഉച്ചരിക്കണമെന്നാണു് നിയമം. അപ്പോഴും കേവലവ്യഞ്ജനത്തെ ഉച്ചരിച്ചു നിറുത്തേണ്ടിവരുന്നു; അങ്ങനെ ചെയ്യുമ്പോഴും അതിൽ ഒരു സ്വരാംശം ഊറിവരാതെ കഴിയുകയില്ല. ഈ ഊറൽസ്വരമാണു് സംവൃതം (കേപാ. പുറം 99).

ഉദാ: വാക്ു് – വാക്കു് Record – റിക്കാർഡ്ു് സംവൃതം വളരെ നേർത്ത ഒരു സ്വരമാകുന്നു.

(കേ. പാ. പുറം 103)

സംവൃതമെന്ന പദം കൃത്രിമശ്രുതിപ്പു്, അവ്യക്തോച്ചാരണം, ഭാഷണത്തിൽ മനഃപൂർവമുള്ള അലസത എന്നീ തോന്നലുകളും ഉണ്ടാക്കുവാൻ പര്യാപ്തമാണു്. അതോ വായു് നന്നായി തുറക്കുന്നില്ല എന്നതു മാത്രമാണോ ഇതിന്നർഥം? സംവൃതം എന്ന പദത്തിനു് ഇപ്പോഴും ഉപയോഗിച്ചുകാണുന്ന 'വർത്തുളിതം' (rounded) എന്നർഥം കല്പിച്ചിരിക്കാൻ വഴിയില്ല. കാരണം 'ഉ' വിനും ഈ വട്ടമാക്കൽ ആവശ്യമാണല്ലൊ. പിന്നെ ഉ, (ീ) എന്നിവയ്ക്കു തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം എന്താണു്? തമിഴിലും ഉള്ളതായി പ്രൊ. വർമ നിരൂപിച്ചിട്ടുള്ള ശബ്ദം മലയാളത്തിലെ (ീ) യിനു തുല്യമാണോ? തമിഴിലുള്ള ശബ്ദം പൂവ്വാനുമേയമായ ധ്വനിസാഹചര്യങ്ങളിൽ (Predictable phonetic environment) ആവർത്തിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിൽ അതിനെ വേറെ ഏതെങ്കിലും ഒരു സ്വരത്തിന്റെ ഉപധ്വനി (allophone) യായി കല്പിക്കുന്നതല്ലേ ഉച്ചാരണവൈലക്ഷണ്യം എന്നു പറയുന്നതിനേക്കാൾ കൂടുതൽ യുക്തം? പ്രൊ. വർമ പറയുന്ന (ീ) യിനെ ഒരു സ്വരമായി ഗണിക്കാറേ ഇല്ലെന്നു്. എന്നിട്ടും അതിനു് വ്യാകരണതലത്തിലും അർഥതലത്തിലും ഗുരുവായ ഭേദങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നതിനു് സാധ്യമാകുന്നു. മറ്റൊരുവിധത്തിൽ പറയുകയാണെങ്കിൽ ധ്വനിയല്ലാത്തതു് (അതായതു് സ്വരമല്ലാത്തതു് വ്യഞ്ജനമാവാമല്ലൊ എന്ന വാദം ഉപേക്ഷിക്കുകയാണെങ്കിൽ) ധ്വനിമൂലകമാവാമെന്നു്! What is not a phone is still a phoneme), കുഴപ്പങ്ങളൊരുക്കിലിതാ പറയുന്ന സംവൃതോകാരം ഉകാരത്തിന്റെ 'ധ്വനിഭേദമോ'ണെന്നു്. ഉകാരസ്വരമാണെങ്കിൽ 'ധ്വനിഭേദം' വന്നതുകൊണ്ടു മാത്രം സ്വരമല്ലാതാകുമോ? ഒരു മലയാളി അതു്, മഞ്ഞു്, പത്തു് എന്നി

ങ്ങനെ ഒരു സ്വരഘടകം പദാവസാനത്തിൽ ചേർത്തു പറയുന്നത് അന്ത്യവ്യഞ്ജനങ്ങളെ സ്വരം പിന്തുടരാതെ പറയുവാനുള്ള അസൗകര്യം കൊണ്ടല്ല, നേരെമറിച്ച് ഇത്തരം വ്യഞ്ജനങ്ങളിൽ അവസാനിക്കുന്ന പദങ്ങളും മലയാളത്തിൽ ഇല്ലാത്തതു കൊണ്ടാണ്— ഇത്തരം പദങ്ങളും ഭാഷയുടെ പേതനസ്വഭാവത്തിനു എതിരായതു കൊണ്ടാണ്. മലയാളപദങ്ങൾ സ്വരങ്ങളിലോ, ൽ, ൾ, ർ, ൻ, ൺ, ം എന്നീ വ്യഞ്ജനങ്ങളിലോ അവസാനിക്കണം. അതു കൊണ്ടു് അന്ത്യവ്യഞ്ജനങ്ങളെ സ്പഷ്ടമായി ഉച്ചരിക്കുവാനാണു് (°) ചേർക്കുന്നത് എന്നു പറയുന്നത് വസ്തുതയെ യുക്തിക്ഷമകുന്നവണ്ണം വളയ്ക്കലാണു്. സ്വരലാഞ്ഛന, സ്വരച്ഛായ, ഊറൽസ്വരം, നേർത്ത സ്വരം എന്നീ ശൈലികളും ശാസ്ത്രീയമല്ല, ആത്മനിഷ്ഠമാണു്. ഈ ലാഞ്ഛന, ഛായ, ഊറൽ, നേർപ്പ് എന്നിവയുടെ സ്വഭാവം എന്തായിരിക്കും?

ഇതരഭാഷകളിൽ നിന്നും കടം വാങ്ങിയ വാക്കുകളിൽ (ഉദാ: റിക്കാർഡ്) അന്ത്യവ്യഞ്ജനങ്ങൾക്കു പിൻപേക്കുന്ന സംവൃതോകാരം ഈ വാക്കുകളെ മലയാളപദങ്ങളിലെ അലിഖിത നിയമങ്ങൾക്കു വിധേയമാക്കുവാനുള്ള ഈ കടംവാങ്ങലിന്റെ ഭാഗമാണു്; അല്ലാതെ കേവലവ്യഞ്ജനങ്ങളെ ഉച്ചരിക്കുവാനുള്ള അസാധ്യതകൊണ്ടല്ല. കേവലവ്യഞ്ജനങ്ങളും എന്നു പറയുന്നതു തന്നെ തെറ്റാണു്; കാരണം വ്യവഹാരഭാഷയിൽ പദങ്ങളാണു് അല്പിഷ്ഠഘടകങ്ങളും. പദങ്ങളിലാവട്ടെ വ്യഞ്ജനങ്ങൾക്കു മുന്നിൽ സ്വരങ്ങളുണ്ടാകും, പിന്നിലില്ലെങ്കിൽ—അതു കൊണ്ടു് കേവലവ്യഞ്ജനങ്ങളുടെ ഉച്ചാരണക്ഷമത എന്ന കാര്യം ഉത്ഭവിക്കുന്നതേയില്ല. ഇവിടെ ആറ്റൂർ പറയുന്നതു് എടുത്തുകാട്ടാവുന്നതാണു്: ''ക, ട, ത, പ, സ എന്നീ വക വർണങ്ങളിൽ അവസാനിക്കുന്ന ശബ്ദരൂപം ദ്രമിഡഭാഷക്കാക്കില്ലാത്തതിനാൽ ആ വർണങ്ങളിൽ അവസാനിക്കുന്ന വാക്കു്, ടിട്, മഹത്, കകപ്, മുതലായ ആര്യഭാഷാശബ്ദങ്ങളെ ഒടുവിൽ ഒരു സംവൃതസ്വരം ചേർത്തും പ്രയോഗാർഹമാക്കിത്തീർക്കാൻ വേണ്ട മറ്റു മാറ്റങ്ങളും വരുത്തിയും വാക്കു് ടിട്ടു്, മഹത്തു്, കകപ്പു്, തപസ്സു് എന്നെല്ലാമുള്ള മാതിരിയിലാക്കി ദ്രമിഡഭാഷക്കാരായ നമ്മൾ സ്വീകരിച്ചുവരുന്നതും'' (ആറ്റൂർ—മലയാള ഭാഷയും സാഹിത്യവും — പുറം 16). എന്തായാലും കടം വാങ്ങിയ വാക്കുകളും ഭാഷയുടെ അരുകുകളും മാത്രമാണു്; അവ ഒരു വസ്തുതയുടെയും നല്ല യുക്തികളാകുന്നില്ല. 'തരം' തുടങ്ങിയ ധാതുക്കളിലുള്ള (°) യിന്റെ ഉപയോഗം പ്രബോധനപരമായ ഔത്സുക്യം മാത്രമേ ജനിപ്പിക്കുന്നുള്ളൂ; ഭാഷ നിത്യം കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നവനു് അതുമായി ബന്ധമില്ല. എന്നു മാത്രമല്ല ഇവിടെ എഴുത്തിലുള്ള ഒരു അലിഖിതനിയമം ഉച്ചാരണവൈഷമ്യമായി തെറ്റിദ്ധരിക്കയല്ലേ എന്നുകൂടി തോന്നിപ്പോകുന്നു.

'അതു്' തുടങ്ങിയ പദങ്ങളും ഉച്ചരിക്കുമ്പോഴുള്ള ഊന്നം (Stress), അതുണ്ടെങ്കിൽ, കൂടുതൽ ഊന്നം രണ്ടാമത്തെ 'വ്യര' (Syllable)ത്തിനേലാണു്; അതുകൊണ്ടു് (°) ഒരു 'നേർത്ത സ്വര'മാണെന്നു പറയുന്നതു് വളരെ സഹായകമല്ല. പ്രൊ. വർമ പറയുന്ന കാട്ടു്, മാട്ടു് എന്നിവയിലുള്ള അരയകാരം പൂവു്, കായു് എന്നിവയിൽ (കേ. പാ. പുറം 97) കാലുകാരമാണെന്നു്. (°) യിന്റെ എല്ലാ സംഭവങ്ങളിലുമുള്ള (Occurences) ഉച്ചാരണബലം (force of articulation) താരതമ്യപ്പെടുത്തുന്നതു തന്നെ അസാധ്യമായിരിക്കുമ്പോൾ ആ ബലത്തെ ഭിന്നസംഖ്യകം വഴി തരം തിരിക്കുന്നതു് വെറും വിഡ്ഢിത്തമായിരിയ്ക്കും. എന്നു മാത്രമല്ല മേൽക്കാണിച്ച ഉദാഹരണങ്ങളിൽ ഉച്ചാരണബലത്തിലുള്ള വ്യത്യാസം (°) ന്റെ തൊട്ടു മുമ്പിലുള്ള വിരാമത്തിനും അർധസ്വരത്തിനും (ട. വ. ട. യ) തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം കൊണ്ടുള്ളതാണു്; അല്ലാതെ (°)ന്റെ രണ്ടുസംഭവങ്ങളും തമ്മിലല്ല.

മലയാളത്തിൽ ഉന്നതി, സ്ഥാനം എന്നീ ഉച്ചാരണഘടകങ്ങളെ ആസ്പദമാക്കി ദ്വിമാന വൈരുധ്യം കാണിക്കുന്ന ഒരു ത്രികോണ വ്യവസ്ഥ (a triangular system of two-diamensional articulatory contrasts of height and place — Trublzkoy, Introduction to the Principles of Phonological Descriptions) യുള്ള 5 സ്വരങ്ങളും — അ, ഇ, ഉ, എ, ഒ — (അവയുടെതന്നെരൂപമായ ദീർഘസ്വരങ്ങളും) ഉണ്ടു്. കൂടാതെ ഋ, (°) എന്നീ ദീർഘരൂപങ്ങളില്ലാത്ത രണ്ടു് നടസ്വരങ്ങളും (ഭാഷയുടെ സമകാലവിവരണത്തിൽ ഋ, ൠ, ദീർഘ ഌ എന്നിവയ്ക്കു സ്ഥാനമില്ല), ഐ, ഔ, |ai|au|) എന്നീ രണ്ടു് സംയുക്തസ്വരങ്ങളും ഉണ്ടു്.

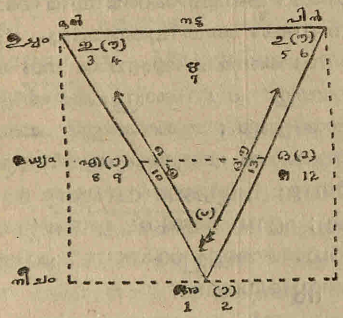
വളരെ പ്രതിസമതയുള്ള ഈ വ്യവസ്ഥ ധ്വനിവിചാരം (Phonology), നിഘണ്ടു എന്നിവയുടെ ആവശ്യങ്ങൾക്കു് താഴെ പറയുന്ന തത്വങ്ങളോടും, ക്രമത്തിലും, സംഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.

(i) സംവിധാനത്തിന്റെ മർമമാണ് 'അ'; അതിനു് അദ്വിതീയമായ ചില സ്വഭാവവിശേഷങ്ങളം [ഉദാ; മുൻ വൈകൃതധ്വനി (front allophone)—അറ്റ്ലുക, അരസ്സുക എന്നിവയിൽ; വ്യഞ്ജനത്തോട് ചേരുമ്പോൾ 'പൂജ്യം' (zero) ലഭിക്കൊണ്ടുള്ള പ്രതിനിധീകരണം എന്നിങ്ങനെ] ഉള്ളതും അതുകൊണ്ടു തന്നെ ഒന്നാംസ്ഥാനം കൊടുത്തിരിക്കുന്നതുമാണ്.

(ii) ഓരോ സ്വരത്തെയും അതിനേറ്റതായ ദീർഘസ്വരം പിൻതുടരുന്നു.

(iii) സ്വരങ്ങളെ അവ ഉച്ചരിക്കുമ്പോഴുള്ള നാവിന്റെ ഉന്നതിക്കനുസരിച്ച് അടുക്കിയിരിക്കുന്നു; ഒരേ ഉന്നതിയുള്ള രണ്ടു സ്വരങ്ങളുണ്ടെങ്കിൽ മുൻസ്വരത്തെ ആദ്യവും പിൻസ്വരത്തെ പിന്നെയും എടുക്കുന്നതിനാൽ ഇ–ഉ, എ–ഒ എന്ന പ്രതിസമത ലഭിക്കുന്നു.

(iv) മുൻ സംയുക്തസ്വരം അവസാനത്തെ മുൻസ്വരത്തെയും പിൻ സംയുക്തസ്വരം അവസാനത്തെ പിൻസ്വരത്തെയും പിന്തുടരുന്നു.



നിയമിതമായ നിഘണ്ടുക്രമം പടത്തിൽ അക്കങ്ങൾകൊണ്ടു കുറിച്ചിരിക്കുന്നു. 'ഋ' ഉച്ച മധ്യമങ്ങൾക്കിടയിലാകയാൽ അത് 'ഉ' വിന്റെ പിന്നിലാണ്, മുന്നിലല്ല. ദീർഘസ്വരങ്ങളും, സംയുക്തസ്വരങ്ങളും ഉപേക്ഷിച്ചാൽ നമുക്ക് അ, ഇ, ഉ, ഋ, എ, ഒ എന്ന ക്രമം കിട്ടും. പ്രൊ. വർമയാകട്ടെ ഈ ക്രമത്തെ അ, ഇ, ഋ, ഉ, എ, ഒ (കേ. പാ. പുറം 81] എന്നാക്കണമെന്നു ഉദ്ദേശിക്കുന്നു. ഈ ക്രമം വേണമെന്ന് ഉദ്ദേശിക്കുകയും നിർദ്ദേശിക്കുകയും ചെയ്യുമ്പോൾ അദ്ദേഹം താഴെപ്പറയുന്ന കാരണങ്ങൾക്ക് സ്വാധീനനാണ്:

(a) സ്വരങ്ങളെ സംഘടിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള അടിസ്ഥാനം വ്യഞ്ജനങ്ങളുടേതു തന്നെയായിരിക്കണമെന്ന് അദ്ദേഹം വിശ്വസിക്കുന്നു. 'സ്ഥാനഭേദം' (കേ. പാ. പുറം 81) എന്ന വിഭാഗത്തിൽ വ്യഞ്ജനങ്ങളിൽ നിന്നാണ് അദ്ദേഹം സ്വരങ്ങളിലേയ്ക്കു കടക്കുന്നതു്, നേരെ മറിച്ചല്ല, എന്നതു് പ്രത്യേകം പ്രസ്താവ്യമാണ്.

(b) 'ഇ, ഉ' എന്നിവയെ താരതമ്യപ്പെടുത്തുമ്പോൾ 'ഇ' യിന്റെ ജിഹ്വാസ്ഥാനത്തെ (താലവ്യം) 'ഉ' വിന്റെ അധരസംവൃതത്വവുമായിട്ടാണ് അദ്ദേഹം തട്ടിച്ചുനോക്കുന്നതു്. എന്നാൽ രണ്ടിലും ഒരേ ലക്ഷണം, അതായതു് ജിഹ്വാസ്ഥാനം, ആണ് എടുക്കുന്നതെങ്കിൽ 'ഉ' ഓഷ്ഠ്യത്തിനു പകരം കണ്ഠ്യമാവും. മലയാളത്തിനെപ്പോലെ ദ്വിമാന വൈരുധ്യം കാണിക്കുന്ന വ്യവസ്ഥയിൽ ഉച്ചസ്വരങ്ങൾക്ക് സംവൃത–പിൻ, വിവൃത–മുൻ (rounded–back, flat–front) എന്നീ ലക്ഷണങ്ങളം സാധാരണ അവിഭാജ്യങ്ങളാണ്. എന്നാൽ ഫ്രഞ്ചിനെപ്പോലെ ത്രിമാനവൈരുധ്യം കാണിക്കുന്ന ഭാഷകൾക്ക സംവൃത–മുൻ, വിവൃത–മുൻ എന്ന വൈരുധ്യമുള്ള സ്വരങ്ങളം ഉണ്ടാകും. അതുകൊണ്ട് സംവൃതത്വം ഒരു ഉച്ചപ്പിൻസ്വരത്തിന്റെ ഏകകാലികവും അവിഭാജ്യവുമായ ഘടകമാണ്. സ്വരങ്ങളെ സംഘടിക്കുമ്പോൾ, അതിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കുവാൻ പാടില്ല.

(c) അദ്ദേഹം ര, റ എന്നിവയും (കേ. പാ പുറം 86) ള യും മൂർധന്യങ്ങളാണെന്നു (എന്നാൽ ര, റ മൂർധന്യങ്ങളല്ല) വിചാരിക്കുകയും ഋ, ഞ ക്കളിൽ ർ, ൽ (ം) ക്കും ഉണ്ടെന്നു് (കേ. പാ. പുറം 103) ഗ്രഹിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അതുകാരണം ഋ മൂർധന്യമാണെന്ന് അദ്ദേഹം നിശ്ചയിക്കുന്നു. ഋ വിലെ വ്യഞ്ജനാംശത്തെപ്പറ്റിയല്ലാതെ അതിലെ സ്വരാംശത്തെപ്പറ്റി അദ്ദേഹം ചിന്തിച്ചുകാണുന്നില്ല. ഒരു പക്ഷേ ''ചില്ലുകളിൽ ഒരു സ്വരചൈതന്യം ലീനമായിട്ടുണ്ട്'' (കേ. പാ. പുറം 103) എന്ന തെറ്റിദ്ധാരണയായിരിക്കാം അതിനു് കാരണം.

പ്രൊ. വർമ നിർദ്ദേശിക്കുന്ന ക്രമത്തിനു ഗുണങ്ങളൊന്നും ഇല്ലെന്നു മാത്രമല്ല തെറ്റുകൂടി ഉള്ളതിനാൽ അതിനെ തിരസ്ക്കരിക്കേണ്ടതാണ്.

മേല്പറഞ്ഞതിൽ നിന്നും ധ്വനിവിചാരം, നിഘണ്ടുക്രമം എന്നിവയിൽ സ്വരങ്ങളെ സംഘടിച്ചിരിക്കുന്നതു് നീചം (അ), ഉച്ചം (ഇ, ഉ), മധ്യം (എ, ഒ) എന്ന ക്രമത്തിലാണെന്നു് വ്യക്തമാണല്ലൊ. 'അ' തൊട്ടു തുടങ്ങുകയാണെങ്കിൽ നീച, മധ്യ ഉച്ച സ്വരങ്ങൾ (അ, എ, ഒ, ഇ, ഉ) എന്ന സംവിധാനക്രമമായിരിക്കും കൂടുതൽ ശാസ്ത്രീയമാവുക. റവ. ജോർജ് മാത്തൻ സ്വീകരിച്ചിട്ടുള്ള സ്വരസംവിധാനക്രമം ഏകദേശം ഇതാണെങ്കിലും (മലയാളഴ്മയുടെ വ്യാകരണം—പുറം 30) ഈ ക്രമത്തിനു്

അതർഹിക്കുന്ന ശ്രദ്ധ ലഭിച്ചിട്ടില്ലെന്നാണ് കാണുന്നത്.

പടത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന സ്വരങ്ങളിൽ ള്, (ീ) എന്നിവയെ മാത്രം കൂട്ടുതലായി ഇവിടെ ചർച്ച ചെയ്യുന്നതാണ്.

ള് എന്നത് ശരിയായ ഒരു സ്വരമല്ല. അതിനെ അർധസ്വരമെന്നോ, അർധവ്യഞ്ജനമെന്നോ, വ്യരമായ 'ർ' എന്നോ (Syllabic 'r') പറയാം. (W. S. Allen–Phonetics in Ancient India–pages 61–62). എന്തായാലും അത് 'ർ' എന്ന വ്യഞ്ജനവും (ൗ) എന്നെഴുതാവുന്ന ഒരു സ്വരവും സംയോജിച്ചതാണ്. അതിനാൽ

ള് = ർ + (ൗ) എന്ന് എഴുതാം.

ഇതിൽ 'ർ' നു് അതിന്റെ സാധാരണ ധ്വനിമൂല്യവും (അതായത് മൃദുതാലുകരണത്തോടു കൂടിയ നാദ, പിൻവർത്സ്യത്രാസ ശബ്ദം–voiced post-alveolar roll with secondary velarization), (ൗ) ള് വിലുള്ള സ്വരഘടകത്തെ കുറിക്കുവാനുള്ള ഒരു ചിഹ്നവുമാണ്. ഈ സ്വരം ഒരു നടു സ്വരവും (അഥവാ നടുവിലേയ്ക്കു നീങ്ങിയ പിൻ സ്വരം – central vowel or centralised back vowel), ഉച്ചത്തിനും മധ്യത്തിനും ഇടയിലുള്ളതും (between high and mid), നിർവൃതാധരങ്ങളോടെ (with neutra llips) ഉച്ചരിക്കുന്നതുമാണ്. ഈ സ്വരത്തിന്റെ സ്ഥാനമായിരിക്കാം ഒരു പക്ഷേ അര ഉകാരം, സംവൃതഉകാരം എന്നീ പദങ്ങൾക്കുള്ള ഉത്തേജനം.

ധ്വനിമൂലകതാമുള്ള (Phonemic Status) എല്ലാ അവസരങ്ങളിലും (ൗ) എന്ന സ്വരത്തിനു് മുൻപായി (ർ) എന്ന വ്യഞ്ജനം ഉണ്ടാകും :

പദം	(ൗ) യിനോട് വൈരുധ്യം കാണിക്കുന്ന സ്വരം	പദം
പ്രഷ്ടം } ഗ്രഹം }	അ	പൃഷ്ടം ഗൃഹം
ഘ്രാണം } ത്രാണം }	ആ	ഘ്രണം ത്രണം
ശ്രേണി ശ്രോണി	ഏ } ഓ }	ശ്രണി

എന്നാൽ (ർ) എന്ന വ്യഞ്ജനത്തിന്നാവട്ടെ ഇതു് സ്വരഘടകത്തിൽ നിന്നും സ്വതന്ത്രമായ ധ്വനിമൂലകസ്ഥിതി ഉണ്ട്:

അറ, അര, അല, അട, അണ, അള
തറി, തരി, തടി, തവി
അവർ, അവൻ, അവം.

അതുകൊണ്ട് 'ർ' എന്നതു് (ൗ) യിൽ നിന്നും സ്വതന്ത്രവും (ൗ) എന്നതു് 'ർ' നെ ആസ്പദിച്ചു നിൽക്കുന്നതുമാകയാൽ ർ, ള് എന്നിവ രണ്ടും ധ്വനിമൂലകങ്ങളാകുന്നു. ഇതു് ഭാഷാശാസ്ത്രപരമായി നിലനിൽത്താവുന്നതുമാണ്. കാരണം x, y എന്നീ രണ്ടു ഘടകങ്ങളിൽ x എന്ന ഘടകം y, z, ... തുടങ്ങിയ ഘടകങ്ങളുടെ പരിസരങ്ങളിലും y എന്ന ഘടകം x എന്ന ഘടകത്തിന്റെ മാത്രം പരിസരത്തിലും സംഭവിക്കുമ്പോഴും ആശയവ്യാവർത്തനം നടത്തുകയാണെങ്കിൽ x, xy എന്ന രണ്ടിനെയും ഭാഷയിലെ അർഥവത്തായ ഘടകങ്ങളായി സ്വീകരിക്കാവുന്നതാണ്. അടുത്ത ചോദ്യം 'ള്' എന്നതു് സ്വരമോ, വ്യഞ്ജനമോ എന്നതാണ്, 'ർ' എന്നതു് മുമ്പേ തന്നെ വ്യഞ്ജനമായിരിക്കുന്നതിനാൽ (ർ, ൗ) എന്നിവ സംയോജിച്ച 'ള്' ഒരു സ്വരമായി കണക്കാക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. ഒരു വ്യഞ്ജനഘടകം അതിലുണ്ടെങ്കിലും 'ള്' യി (വി) നെ സ്വരമെന്നു പറയുമ്പോഴും നാം അതിനെ കണക്കാക്കുന്നതു് ധ്വനിശാസ്ത്രപരമായിട്ടല്ല, ധ്വനിമൂലകമായിട്ടാണ്"; അതായതു് ഭാഷാശാസ്ത്രപരമായ സംവർഗം അല്ലാതെ ധ്വനിശാസ്ത്രപരമായ സംവർഗമല്ല (linguistic category not phonetic type); എന്നും അതിനു് ഉണ്ടാക്കുവാൻ കഴിയുന്ന അർഥഭേദങ്ങളെപ്പറ്റിയാണ് ചിന്തിക്കുന്നതെന്നും മനസ്സിലാക്കണം.

'ള്'വിന്റെ സൂക്ഷ്മമായ ഗുണം മനസ്സിലാക്കുവാൻ ത്രാസശബ്ദമായ (ർ) നെയും, 'ള്' വിലുള്ള സ്വരഘടകത്തെയും (ള് — ർ) വേർതിരിച്ചു് ഓരോന്നിനെയും നീട്ടി പറഞ്ഞു നോക്കണം. കഴിയുമെങ്കിൽ ആ സ്വരഘടകത്തെ ലണ്ടൻ സർവകലാശാലയിൽ നിന്നും ലഭിക്കാവുന്ന ഡാനിയൽ ജോൺസിന്റെ മാനസ്വരങ്ങളുടെ (cardinal vowel) ടേപ്പിലെ സ്വരങ്ങളുമായി തട്ടിച്ചു നോക്കാവുന്നതുമാണ്.

i) ള് പദാദിയിലോ പദമധ്യത്തിലോ മാത്രമേ സംഭവിക്കുന്നുള്ളൂ. എന്നാൽ പദാന്തത്തിൽ (ീ) യിനു പകരം 'ള്' വിലുള്ള സ്വരഘടകം വടക്കെ മലബാറിൽ ദേശ്യഭാഷയിൽ സാധാരണയായി കേൾക്കാം.

അത് → അത (ഉ)*

അവനു് → ഓനു (ഉ) ക്ക (ഉ) മുതലായവ.

ii) ശീഘ്രഗതിയിലുള്ള ഭാഷണത്തിൽ മറ്റു സ്വരങ്ങൾക്കു പകരം (ഉ) ഉപയോഗിക്കുന്നു:—

അറുക്കുക → അഉക്കുക

പട്ടഭോഷൻ → പട (ഉ) ഭോഷൻ

iii) (ു) അല്ല നേരെ മറിച്ചു് (ഉ) ആണു് 'ഉ' എന്ന അക്ഷരത്തോടെ പദാന്തത്തിൽ തമിഴു് വാക്കുകളിൽ സംഭവിക്കുന്നതു് (തമിഴിലെ കുറു് റിയൽ ഉകരം):— എൻറു, കൻറു

കേരളപാണിനി ഇതിനെയും സംവൃത ഉകാരമെന്നു പറയുന്നു. (കേ. പാ. പുറം 25). എൽ. വി. രാമസ്വാമി അയ്യരാവട്ടെ:—

''ɯ – the unrounded, back, closed Tamil vowel appearing in final position of words.

ə – the Malayalam representation of Tamil ɯ–a mixed, half-closed or half-open vowel." എന്നാണു് പറയുന്നതു്. (The Evolution of Malayalam morphology–Page XIX).

റവ. ജോർജ് മാത്തനും ഈ വ്യത്യാസത്തെ ചൂണ്ടിക്കാണിച്ചിട്ടുണ്ടു്.'' അദ്ധ്വാച്ചിന്റെ ശബ്ദത്തോടു് അടുത്ത ഒരു ശബ്ദം സാദ്ധ്വ സ്വരങ്ങളായ ര, ല എന്നിവ യയോടു് ചേരുമ്പോഴും ഉ, ഇ എന്ന എഴുത്തുകളും..... ഉണ്ടാകുന്നു. അവയിൽ ഉ എന്നതേ മലയാഴ്മയിൽ വരുന്നുള്ളു. (മലയാഴ്മയുടെ വ്യാകരണം— പുറം 35) ..... രകാരം കൂട്ടക്ഷരങ്ങളിലും ഉ എന്നതായിട്ടും വരുമ്പോഴും റ എന്നതുപോലെ ശബ്ദിക്കേണം'' (മ. വ്യാ. – പുറം 41).

iv) അനുസ്വാരത്തിനു മുൻപു് 'ഉ' വിനു പകരം (ഉ) ഉപയോഗിക്കുന്നു. (എഴുത്തിൽ 'ഉ' തന്നെ):–

അതും, പോകും, നറും, നാറും.

v) ചില സമാസങ്ങളിൽ 'ഉ' വിൽ നിന്നും (ഉ) നഷ്ടപ്പെടുന്നു:

ഋഷി → മഹഷി = മഹർഷി

'ഋ' വിൽ 'ർ' ഉണ്ടെന്നുള്ളതിനുള്ള ഒരു തെളിവു് ഇതാണു്.

vi) 'ഋ' വിനു പകരം (ർ+സ്വരം)* ചില സ്ഥലങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ടു്.

ഭൃകുടി = ഭ്രുകുടി = ഭ്രൂ കുടി = ഭൃകുടി
ക്രിമി = കൃമി

ഈ വാക്കുകളിൽ സ്വരഘടകം മാത്രമേ മാറുന്നുള്ളു; എന്നാൽ വ്യഞ്ജനം, സ്വരം എന്നിവയുടെ ക്രമം മാറുന്നില്ല. കേരളപാണിനി പറയുന്നു, ''ർ, ൽ, ം എന്ന മധ്യമങ്ങളുടെ ചില്ലുകൾക്കു ഭാഷയിലും ഏകദേശം ഋകാര, ഌകാരങ്ങളുടെ ധ്വനി തന്നെ വരും. ഋകാരം ചില വാക്കുകളിൽ എഴുതുക കൂടി ചെയ്യാറുണ്ടു്.

എതിർ വശം = എതുവശം'' (കേ. പാ. പുറം 103)

എന്നാൽ ഇവിടെ സ്വരം — വ്യഞ്ജനമെന്ന ക്രമം വ്യഞ്ജനം — സ്വരം എന്ന ക്രമമായി മാറുന്നു; അതായതു് ഇർ, ർ (ഉ) എന്നാകുന്നു:—

എതിർ = എ | തി | ർ എതു = എ | ത (ർ ഉ) |
1 2 3 4 1 2 3 4

(ു) എന്നതു് ഒരു ഹ്രസ്വ, നിർവൃത, നടു സ്വരമാണു്; അതിന്റെ ജിഹ്വോന്നതി മധ്യ, നീചങ്ങൾക്കിടയിലോ, നീചത്തിനു വളരെ അടുത്തോ ആകുന്നു. (a short, central vowel with neutral lip position having a tongue raising between mid and low or near the lowest region itself). അതു കൊണ്ടായിരിക്കാം അതിനെ അര അകാരമെന്നു സംശയിക്കാനിടവന്നതു്. അതിനു് മറ്റു സ്വരങ്ങളുമായോ, 'പൂജ്യ'വുമായോ ധ്വനിമൂലക വൈപരീത്യം (phonemic contrast) പദാന്തത്തിൽ മാത്രമേ ഉള്ളൂ:

---

* (ഉ) എന്നു് ഒരു വ്യഞ്ജനത്തിനു പിൻ എഴുതുമ്പോഴും ആ വ്യഞ്ജനം കേവലവ്യഞ്ജനമാണെന്നും അതിനോടു് 'അ' ചേരുന്നില്ലെന്നും ഊഹിക്കണം.

* 'ർ' നു പകരം 'ര്' ഉപയോഗിക്കുന്നതു് ഇവിടെ കണക്കാക്കിയിട്ടില്ല. കാരണം ർ, ര് എന്നിവ ധ്വനി പരിസരത്തിനനുസരിച്ചു് പൂരക വിതരണ (complementary distribution) ത്തിലാണല്ലോ.

പദം	വൈപരീത്യം കാണിക്കുന്ന സ്വരം	(്) ഉള്ള പദം
മഞ്ഞ, പേര	അ	മഞ്ഞ്, പേര്
അതാ	ആ	അത്
മത്തി	ഇ	മത്ത്
തന്നു, പാട്ട	ഉ	തന്ന്, പാട്
അതെ, എന്തെ, പറെ	എ	അത്, എന്ത്, പറ്റ്
പട്ടോ, * തന്നോ	ഓ	പട്ട്, തന്നു്
അവൻ	'പൂജ്യം'	അവന്

a) (്) എന്ന സ്വരം (ൎ) എന്ന സ്വരഘടകവുമായി ഒരു സ്ഥാനത്തും വൈരുധ്യമില്ല എന്നത് പ്രത്യേകം പ്രസ്താവ്യമാണ്. അത്, അത (ൎ) എന്നിവ ദേശ്യഭാഷകളിലെ അനിയന്ത്രിത ഭേദങ്ങളാണ് (free variations).

b) ത്വരിതമായോ അശ്രദ്ധമായോ ഉള്ള ഭാഷണത്തിൽ മറ്റു സ്വരങ്ങൾക്കു പകരം (്) ഉപയോഗിക്കുന്നു.

എവിടെപ്പോയി → ്വ്ടപ്പോയി
എന്നാൽ ഇവിടെപ്പോയി → (ൎ) വ്ടപ്പോയി.

c) ൽ, ം, ൻ, ൺ, ർ എന്നീ വ്യഞ്ജനങ്ങളിൽ അവസാനിക്കുന്ന പദങ്ങൾക്ക് ല്, ള്, ന്, ണ്, ര് (റ് — പദത്തെ ആസ്പദിച്ച്) എന്നു് ക്രമേണ രൂപഭേദങ്ങൾ ഉണ്ട്. ഈ രണ്ടു രൂപങ്ങൾക്കും സാധാരണയായി പ്രത്യേകം ഉപയോഗങ്ങളും ഉണ്ട്.

പൽ — പല്ല്
കം — കള്ള്
മൻ — മന്ന്
പെൺ — പെണ്ണ്
പതിർ — പതിര്
അയൽ — അയല്
അവം — അവള്
പൊൻ — പൊന്ന്
താർ — താര്
മോർ — മോര്
പാൽ — പാല്
വാം — വാള്
മീൻ — മീന്
കൂൺ — കൂണ്
ആൺ — ആണ്

എന്നാൽ ചാർ — ചാറ് (ചാര് അല്ല) ആദ്യരൂപങ്ങളേക്കാളും രണ്ടാമത്തെ രൂപങ്ങൾക്കു ഒരു വ്യത്യാസം അധികമുണ്ട്. ആദ്യരൂപങ്ങളെ സംയുക്തപദങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു:— മീൻ വട്ടി, പൊന്നോല, പെൺ കൊതി.....

d) (്) അന്ത്യത്തിൽ വരുമ്പോൾ അതിനു ശേഷം ഒരു വിരാമമുണ്ടാകും; ഇല്ലെങ്കിൽ (ൎ) ഉപയോഗിക്കുന്നു:—

ആ കുരങ്ങന്റെ വാല (ൎ) കണ്ടോ?
കണ്ടോ ആ കുരങ്ങന്റെ വാല്?
ആ കുരങ്ങന്റെ വാല്, കണ്ടോ?

മേൽ പറഞ്ഞതിൽ നിന്നും ഉന്നതിയിൽ വ്യത്യാസമുള്ള രണ്ടു നടുസ്വരങ്ങളും മലയാളത്തിലുണ്ടെന്നും അവയിൽ കൂടുതൽ ഉച്ചമായത് (ർ) നു ശേഷം പദമധ്യത്തിലും കൂടുതൽ നീചമായത് പദാന്തങ്ങളിലും സംഭവിക്കുന്നെന്നും വരുന്നു. ഈ രണ്ടു സ്വരങ്ങളും പൂരകവിതരണത്തിൽ സംഭവിക്കുന്നതിനാൽ, ഭാഷാസ്വരങ്ങളെ സംഘടിക്കുമ്പോൾ ഇവ രണ്ടിനും കൂടി ഒരു ധ്വനിമൂലകം കൊണ്ടു് തൃപ്തിപ്പെടേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. പരമ്പരയായി 'ൎ' വിനെ ഒരു ധ്വനിമൂലകമായി കണക്കാക്കുന്നതു് സ്വീകാര്യമാണെങ്കിൽ (അഹിതത്തിനു് കാരണമൊന്നും കാണുന്നില്ല). (്) ൎ വിന്റെ ഒരു വൈകൃത ധ്വനിയാവും.

ഇനി രൂപമൂലകതലത്തിൽ (morphemic level) (്) ന്റെ ചില വൃത്തികളെ പര്യാലോചിക്കാം. താഴെയുള്ള പദസമൂഹങ്ങളെ നോക്കുക:

a) മത്തി — മത്ത്

അതെ — അത്
അല്ല — അല്ല്
മഞ്ഞ — മഞ്ഞ്
എന്ന — എന്ന്

* വ്യവഹാരഭാഷയിലെ പദങ്ങളാണ് ഇവിടെ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നത്. പദങ്ങളിൽ ഒന്നിലധികം രൂപങ്ങളുണ്ടാവാം എന്നത് വിസ്മരിച്ചിട്ടില്ല.

b) പാട്ട — പാടു്
തന്നോ — തന്നു്
തന്നു — തന്നു്
തന്ന — തന്നു്
തന്നെ — തന്നു്

സമൂഹം (a) ൽ ഉള്ള പദങ്ങളെ രണ്ടോ അധികമോ രൂപങ്ങളായി വിഭജിക്കുവാൻ സാധിക്കുകയില്ല. അതായതു് (ു) സ്വതന്ത്രമായ ഒരു രൂപമല്ല—അതു് പദത്തിന്റെ അവിഭാജ്യഘടകമാണു്; ഒരു ശബ്ദശ്രേണിയിലെ അവസാനത്തെ ശബ്ദമാണു്.

സമൂഹം (b) യിലാവട്ടെ (ു) യിന്നു സ്വതന്ത്രമായ ഒരു രൂപമായി നിൽക്കാൻ കഴിവുണ്ടു്. അതായതു്

(അടുത്ത കാളത്തിൽ)

തന്നു് = തന്ന + ു എന്നിങ്ങനെ എഴുതാം. പാട്ട (അപേക്ഷ), പാടു് (ആജ്ഞ) എന്നിവയിൽ (ു) ക്രിയാപ്രകാരത്തെ (mood) മാറ്റുന്നു. തന്നു (സകർമകക്രിയ), തന്ന (വിശേഷണം), തന്നോ (ചോദ്യം), തന്നെ (അപേക്ഷ) എന്നിവയ്ക്കും തന്നു് (മുൻവിനയെച്ചം) എന്നതിന്നുമുള്ള വ്യത്യാസം (ു) ൽ രൂഢമൂലമാണു്. (ു) എന്ന രൂപത്തിനു് ഇവിടെ ഇട്ടു്, ഉം, കൊണ്ടു് എന്നീ അർഥങ്ങളും ഉണ്ടു്:

സന്ധിയിലാവട്ടെ (at the morphophonemic level), കേരളപാണിനി പറയുന്നു:

''സംവൃതത്തെ ഒരു സ്വരമായി ഗണിക്കാറില്ല..... അതിനാൽ മറ്റൊരു സ്വരം അടുത്തുവന്നാൽ ഇതു സർവത്ര ലോപിക്കും (പുറം 26). ഏതെങ്കിലും ഒരു സ്വരം പരമായു് വന്നാൽ സംവൃത ഉകാരം ലോപിക്കും. സ്വരം പരമാകുന്നിടത്തെല്ലാം സംവൃതം ഉള്ളതായിത്തന്നെ വിചാരിക്കേണ്ടതുമില്ല.'' (പുറം 112).

ഉദാഹരണം				നിയമം			
അതു്	+	അല്ല	= അതല്ല	ു	+ അ	=	അ
അതു്	+	ആൽ	= അതാൽ	ു	+ ആ	=	ആ
അതു്	+	ഇൽ	= അതിൽ	ു	+ ഇ	=	ഇ
അതു്	+	ഉണ്ടു്	= അതുണ്ടു്	ു	+ ഉ	=	ഉ
അതു്	+	എന്റെ	= അതെന്റെ	ു	+ എ	=	എ
അതു്	+	ഓ	= അതോ	ു	+ ഓ	=	ഓ

സ്വരസന്ധിയിൽ ആദ്യഘടകമായിരിക്കുമ്പോഴും (ു) ലോപിക്കുമെങ്കിലും, രണ്ടാമത്തെ ഘടകമായിരിക്കുമ്പോഴും അതു ലോപിക്കുന്നില്ല.

ഉദാഹരണം			നിയമം			
വന്ന + ു	= വന്നു്		ഉ + ു	=	ു
പാട (zero) + ു	= പാടു്		zero + ു	=	ു

വന്നു് എന്നതു വന്ന എന്ന ഭൂതകാലരൂപത്തിൽ നിന്നും പാടു് എന്നതു പാട (zero) എന്ന ധാതുവിൽനിന്നും (ു) കൂട്ടി എടുത്തതാണെന്നു് വിവക്ഷ.

വിതരണനിയമങ്ങളും (ു) ന്റെ പാദാദ്യസംഭവത്തെ അതു സ്വതന്ത്രരൂപമായിരിക്കുന്ന നിലയ്ക്കു മാത്രമായി നിയന്ത്രിക്കുന്നു; (ു) ൽ തുടങ്ങുന്ന പദങ്ങളും ഭാഷയിൽ ഇല്ലല്ലൊ.

കൂടാതെ, മറ്റു സ്വരങ്ങളും സ്വരസന്ധിയിൽ ആദ്യഘടകമായിരിക്കുമ്പോഴും സർവത്ര എന്നു പറയാൻ വയ്യെങ്കിലും പലേടത്തും ലോപിക്കാറുണ്ടു്:

ഉദാഹരണം			നിയമം			
അല്ല + അല്ല	= അല്ലല്ല		അ + അ	=	അ
അല്ല + എന്നു്	= അല്ലെന്നു്		അ + എ	=	എ
തന്ന + ആൽ	= തന്നാൽ		ഉ + ആ	=	ആ
തന്ന + എങ്കിൽ	= തന്നെങ്കിൽ		ഉ + എ	=	എ
തന്ന + ഇട്ടു്	= തന്നിട്ടു്		ഉ + ഇ	=	ഇ

അതുകൊണ്ടു് (ു)ക്കും മറ്റു സ്വരങ്ങൾക്കും തമ്മിൽ സന്ധിയിലുള്ള വ്യത്യാസം വ്യാപ്തിയിൽ മാത്രമാണു്; കേരളപാണിനി പറയുന്നതുപോലെ തരത്തിലല്ല ഇതുകൊണ്ടു മാത്രം (ു) യിനെ ഒരു സരമായി കണക്കാക്കാതിരിക്കാൻ വയ്യതാനും.

വ്യാകരണതലത്തിൽ (ം) സ്വതന്ത്രമായോ, ഒരു രൂപത്തിന്റെ ഭാഗമായോ, പല വ്യാകരണ വൃത്തികളെയും ചൂണ്ടിക്കാണിക്കാൻ ഉതകുന്നു.

(ം) ഉപയോഗിക്കുന്നതു്:—

a) അടിസ്ഥാന അക്കങ്ങളിൽ
ഒന്നു്, രണ്ടു്, മൂന്നു് . . . എന്നാൽ ആയിരം, ലക്ഷം, കോടി എന്നിവയിലില്ല.

b) ഉ × (ം) എന്നുപയോഗിച്ച മുറുവിന, മുൻവിനയെച്ചം എന്ന വൈരുധ്യം നിലനിർത്തുവാൻ:

വന്നു — വന്നു്

c) നാമം, സർവനാമം എന്നിവയുടെ സംയോജിക, ഉദ്ദേശിക എന്നീ വികേന്ദ്രീകരണപ്രത്യയങ്ങളിൽ:

അവനു്, അവന്നു്, അവനക്കു്, അവറയ്ക്കു് രാമനു്, രാമന്നു്, മകനക്കു്, ഓമനയ്ക്കു്, രാമനോടു്, അവനോടു് ... എന്നിങ്ങനെ

d) നപുംസകലിംഗം സൂചിപ്പിക്കുവാൻ 'ത്' എന്നതിൽ:

അതു്, ഇതു്

e) കാലം, സ്ഥലം, അതുള്ള സ്ഥലം എന്നു കാണിക്കുന്ന പദങ്ങളിൽ

കാലത്തു്, ഇടത്തു്, ദൂരത്തു്, കാറ്റത്തു്, ഇരുട്ടത്തു് (കേ. പാ : പുറം 194)

ലിപിമൂലകതലത്തിൽ (graphemic level) (ം) യിന്നു ഇന്നു മൂന്നുപയോഗങ്ങളുണ്ടു്:

a) പദാന്ത്യത്തിൽ ഭാഷയിലെ ഒരു സ്വരത്തെ സൂചിപ്പിക്കുവാൻ:

അതു്, മഞ്ഞു്

b) പദമധ്യത്തിൽ കൂട്ടക്ഷരങ്ങളെഴുതുവാൻ:

സ്ഫുരണം = സ്ഫുരണം

c) ഒരു അന്ത്യവ്യഞ്ജനത്തിനു ശേഷം ആ വ്യഞ്ജനം കേവലവ്യഞ്ജനമായി 'അ' ചേരാതെ നിൽക്കുന്നതാണെന്നു കാണിക്കുവാൻ. ഇതു് പ്രായേണ കടംവാങ്ങിയ വാക്കുകളിലും പ്രകൃതികളിലും, പ്രബോധനപരമായ അഭ്യാസങ്ങളിലുമാണ സംഭവിക്കാറു്.

സാഹിബു്, തരു്, ക്+അ+ര്+ഇ=കരി

ഈ ഓരോ ഉപയോഗവും മലയാളത്തിലെ അലിഖിത നിയമങ്ങളുമായും, അതിന്റെ ചേതനയുമായും എത്രകണ്ടു് ഇണങ്ങിച്ചേരുന്നുണ്ടെന്നു പരിശോധിക്കാം.

ആദ്യത്തെ ഉപയോഗത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ഭാഷയിലെ ഒരു സ്വരത്തെ സംവിധാനം ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടു് ചന്ദ്രക്കലയ്ക്കു് ഒരു പുണ്ണലിപിയുടെ സ്ഥാനമുണ്ടെന്നതിൽ കൂടുതലായി ഒന്നും ഇവിടെ പറയേണ്ടതില്ല.

ഈ വിഭാഗത്തിൽ മലയാളത്തിലെ ലിപിസമ്പ്രദായത്തെ സമഗ്രമായി പരിശോധിക്കുവാനല്ല യത്നിക്കുന്നതു്; (ം) യിനോടു് സംബന്ധിച്ച വശത്തെ മാത്രം പരിശോധിക്കുവാനാണു്. മലയാളശബ്ദങ്ങളെ അക്ഷരരൂപേണ കുറിക്കുമ്പോൾ അടിയിൽ കാണുന്ന നിയമങ്ങളെ പ്രായേണ നടപ്പിലാക്കുന്നു (നിയമാനുസൃതങ്ങളെ ഇവിടെ വിശദീകരിച്ചിട്ടില്ല.)

a. കേവലസ്വരങ്ങളെ ഒരുകൂട്ടം ലിപികളും കൊണ്ടും, എന്നാൽ വ്യഞ്ജനങ്ങളോടു ചേർന്ന സ്വരങ്ങളെ മറ്റൊരു കൂട്ടം ലിപികളും കൊണ്ടും കുറിക്കുന്നു. വ്യഞ്ജനത്തോടു ചേർന്ന 'അ' യെ കുറിക്കുന്നതു പൂജ്യം ലിപികൊണ്ടാണു്. അതായതു് ഒരു സ്വരചിഹ്നമില്ലാതെയാണു് വ്യഞ്ജനചിഹ്നം ഉപയോഗിക്കുന്നതെങ്കിൽ, ഇതര സ്വരചിഹ്നങ്ങളുടെ അഭാവം 'അ' യുടെ സാന്നിധ്യമായും, 'അ' എന്ന സ്വരം വ്യഞ്ജനത്തോടു ചേർന്നതായും ഊഹിക്കണം. ദീർഘസ്വരങ്ങളും എഴുതുന്നതു ഹ്രസ്വസ്വരചിഹ്നത്തോടു് 'ാ' എന്ന ചിഹ്നം ചേർത്തിട്ടാണു്.

ഹ്രസ്വം	അ	ഇ	ഉ	എ	ഒ
	◌	◌ി	◌ു	◌െ	◌ൊ
ദീർഘം	ആ	(ഈ)	(ഊ)	ഏ	ഓ
	◌ാ	◌ീ	◌ൂ	◌േ	◌ോ

b. സ്വരചിഹ്നങ്ങളും വ്യഞ്ജനചിഹ്നങ്ങളുടെ മുമ്പിലോ, പിമ്പിലോ, മുമ്പിലും പിമ്പിലുമായിട്ടോ പിമ്പിൽ മുകളിലായിട്ടോ, പിമ്പിൽ ചുവട്ടിലായിട്ടോ ആണു് എഴുതുന്നതു്.

പെ, പാ, പൊ, പി, പു

വ്യഞ്ജനത്തോടു ചേരുമ്പോൾ ചിഹ്നമില്ലാത്തതും എന്നാൽ സ്വന്തം സാന്നിദ്ധ്യം ഊഹിപ്പിക്കുന്നതുമായ ഒരേ ഒരു സ്വരം 'അ' ആണു്. മറിച്ചു പറയുകയാണെങ്കിൽ വ്യഞ്ജനചിഹ്ന

ത്തോട് ചേർന്ന എല്ലാ സ്വരചിഹ്നത്തെയും ഉച്ചരിക്കണം; അതായത് നിശബ്ദങ്ങളായ ചിഹ്നങ്ങൾ ഇല്ല.

c. കൂട്ടവ്യഞ്ജനങ്ങളെ സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ഘടകചിഹ്നങ്ങളെ തുടർച്ചയായോ (സ്ഡ, സ്ത്ര—റ ഇവിടെ തലകീഴായി വലപ്പം കൂടിയിട്ടുണ്ട്) ഒന്നിനു കീഴെ മറ്റൊന്നായോ (പ്ല,ല്ല) അല്ലെങ്കിൽ ഘടകചിഹ്നങ്ങളെയും, ഘടകചിഹ്നാംശങ്ങളെയും പല വിധത്തിൽ കൂട്ടി എഴുതിയുമാണ്:—

ന്ത, സ്വ, സ്യ, ന്വ, ട്ട

കൂട്ടക്ഷരങ്ങളിൽ അങ്ങനെ ഒരു മാതിരി ചുരുക്കിയെഴുത്ത് മറഞ്ഞു കിടക്കുന്നുണ്ടെന്നും പറയാം.

d. ഒരു വ്യഞ്ജനചിഹ്നത്തിൽ ഇതര സ്വരചിഹ്നങ്ങളുടെ അഭാവത്തിനുൾ 'അ' യുടെ സാന്നിദ്ധ്യം ഊഹിക്കണം എന്നതു്, കേവല വ്യഞ്ജനം പദാന്ത്യത്തിലാവുമ്പോഴും ചില കൂട്ടവ്യഞ്ജനങ്ങളിലും ഒരു വിഷമത്തിനു് ഇടയാക്കുന്നു. എന്നാൽ പദാന്തത്തിൽ സംഭവിക്കാവുന്ന എല്ലാ വ്യഞ്ജനങ്ങൾക്കും വൈകൃതലിപികൾ (allographs) ഉണ്ടെന്നുള്ളതു് സുഖപ്രദമായ ഒരു കാര്യമാണു്. ചില്ലുകളെന്ന ഈ വൈകൃതലിപികൾ, ം, ൻ, ർ, ൺ, ം എന്നിവയാണു്. ഇവ ക്രമേണ ല, ള, ന, റ, ണ, മ എന്നിവയുടെ പകരം പദാന്തങ്ങളിലും, ചിലപ്പോൾ ചില കൂട്ടക്ഷരങ്ങളിലും (തൽക്കാലം = തല്ക്കാലം, തൽക്ഷണം, ആത്മക്കാർ, ഉത്പ്പെടെ, എന്റെ, തർക്കം = തക്കം, വെൺമ = വെണ്മ, സംഭവം, സംഗമം എന്നിങ്ങനെ) ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. വ്യഞ്ജനത്തോട് ചേർന്ന 'അ'യെ ചിഹ്നം മൂലം സൂചിപ്പിക്കുന്നില്ല എന്നുള്ളതാണു് ചില്ലുകളുടെ ആവശ്യത്തിനു കാരണമായിരിക്കുന്നതു്. ഈ രൂപങ്ങളെ ശ്രദ്ധിക്കുന്തോറും മലയാളലിപികളുടെ സ്വയംപര്യാപ്തത, അവയുടെ ധ്വനിമൂലകപരമായ പ്രതിനിധീകരണം, അവ വിവക്ഷിക്കുന്ന അശ്രുതക്രാന്തബുദ്ധിയുടെ ആലോചനാപൂർവമായ കല്പനാകൗശലം എന്നിവ ആക്ഷം വ്യക്തമാകുന്നതാണു്.

ഇനി (ു)യിലേയ്ക്കു തിരിച്ചു്, വ്യഞ്ജനത്തോട് ചേർന്ന 'അ' എഴുതാതിരിക്കുക, കൂട്ടവ്യഞ്ജനങ്ങളിൽ വ്യഞ്ജനചിഹ്നങ്ങൾ പൊട്ടും, പൊടിയുമായി മാത്രം എഴുതുക എന്നിങ്ങനെ മലയാളലിപിയിൽ നാം കാണുന്ന മിതവ്യയശീലത്തിനെതിരാണു് ഒരു ചിഹ്നം എഴുതി അതു് ശബ്ദിക്കാതിരിക്കുന്നതു; അല്ലെങ്കിൽ, ആ ചിഹ്നം വെറും 'സൗകര്യ'ത്തിനു വേണ്ടി മാത്രമാണെന്നു് പറയുന്നതു്. (ു) എന്നതു് സ്വയം പര്യാപ്തിയുള്ള ഒരു സ്വരമാണു്. ആ സ്വരചിഹ്നം എഴുതിയാൽ അതു് വായിച്ചേ തീരൂ.

''വർണ്ണങ്ങളെ മാത്രമായിട്ട കാണിക്കേണ്ടി വരുമ്പോഴും ക്, ഖ് ഇത്യാദിയായി അകാരം കളയുന്നതിലേയ്ക്കും പ്രത്യേകചിഹ്നം ചേർത്തു വ്യഞ്ജനങ്ങളെ പൂഴ്ത്തുന്നു.'' (കേ. പാ. പുറം 73) എന്നു പറയുന്നതിൽ ഒരു നിജമായ തെറ്റു പറ്റിയിരിക്കുന്നു. ഇവിടെ നിർണായകമായ ചോദ്യം ''അതു് നിങ്ങൾ എങ്ങനെ വായിക്കുന്നു?'' എന്നതാണു്. എഴുതിയതു് വായിക്കുമ്പോൾ (ു) യിനു അതിന്റെ പൂർണമായ ഗ്രഹണം സ്പഷ്ടമായും ഉണ്ടു്; കാരണം ആ വ്യഞ്ജനങ്ങളെ മറ്റു പ്രകാരത്തിൽ വായിക്കുവാൻ വയ്യെന്നതു തന്നെ. അടുത്ത ചോദ്യം ഈ വ്യഞ്ജനങ്ങളെ ഇങ്ങനെ എഴുതുന്നതു് എന്തിനാണെന്നാണു്. തീർച്ചയായും ജീവൽ ഭാഷ എഴുതാനല്ല; ഭാഷയുടെ എല്ലും തൊലിയും വേർതിരിക്കാനാണു്; അതിന്റെ മർമങ്ങളിന്മേൽ ശസ്ത്രക്രിയ ചെയ്യാനാണു്—അതായതു് ഒരു വ്യാകരണം, എഴുതുവാൻ അല്ലെങ്കിൽ പഠിപ്പിക്കുവാൻ. ഇതു് പരിമിതമായ ഒരു ഉപയോഗം മാത്രമാണു്. ഈ ആവശ്യം ഉണ്ടാകുന്നില്ലെന്നോ, ഈ പഴക്കം വിടണമെന്നോ അല്ല ഈ പറഞ്ഞതിന്റെ സാരം. ഭാഷയുടെ ചേതനയുമായി ഇപ്രകാരമുള്ള ലേഖനക്രമം ഇണങ്ങുന്നില്ലെന്ന മാത്രം. അസന്ദിഗ്ധാർത്ഥമായ ഒരു ക്രമം വേണമെന്നുണ്ടെങ്കിൽ 'മഞ്ഞ്' എന്നതിൽ പോലെ ഒരു വ്യഞ്ജനചിഹ്നത്തിന്റെ പിന്നിൽ മുകളിലായി (ു) എഴുതുമ്പോൾ അതു് വായിക്കുകയും എന്നാൽ വ്യഞ്ജനത്തിന്റെ പിന്നിലല്ലാതെ മുകളിൽ മാത്രമായി എഴുതുമ്പോൾ അതു് ആ വ്യഞ്ജനം അകാരാസ്പൃഷ്ടമാണെന്നു കാണിക്കുവാനുള്ള ഒരു സൂചകചിഹ്നമാണെന്നു ധരിക്കുകയും ചെയ്യാം. (മുദ്രണവേളയിൽ അച്ചു നിരത്തുന്നതിൽ ക്ലേശങ്ങളുണ്ടാകുന്നതാണു് ഈ നിർദ്ദേശം), അതായതു് സ്ഥാനമനുസരിച്ചു് രണ്ടു വൃത്തികൾ ഒരേ ചിഹ്നം കൊണ്ടു് നടത്താമെന്നു് താൽപര്യം. ഒരേ ലിപിക്കു് രണ്ടു വൃത്തികൾ ഭാഷയിൽ ഇല്ലാത്തതുമല്ല. 'സ്ക' യിലെ 'യ' 'ക' യുടെ താലൂകരണം മാത്രമല്ലെ സൂചിപ്പിക്കുന്നുള്ളു. അതിനു് അതിനേക്കാതായ ശബ്ദം ഈ സംവേത്തിൽ ഇല്ലല്ലൊ. 'ന, റ' എന്നിവ മറ്റുദാഹരണങ്ങളാണു്.

രസ്ത്രം എന്നിങ്ങനെ കൂട്ടക്ഷരങ്ങളുള്ള വാക്കുകൾ രന്ധ്രം എന്നിങ്ങനെയും മറ്റും എഴുതുന്ന

ത് മലയാളത്തിലെ ക്ലൃക്ഷരങ്ങളും എഴുതുന്നതിൽ കണ്ട വരുന്ന പുരുക്കി എഴുത്തിനെതിരും, മേൽ പറഞ്ഞ കാരണങ്ങളും കൊണ്ട് ഉച്ചാരണക്ലേശം ഉണ്ടാക്കുന്നതുമാണെന്നു പറഞ്ഞ തീരു.

'ചെയ്യ്' എന്നല്ലാതെ 'ചെയ്യ്' എന്നെഴുതുവാൻ കേരളപാണിനി രണ്ട കാരണങ്ങളാണ് ഉന്നയിക്കുന്നതു.

a. ''ഉകാരത്തിന്റെ മേൽ അല്ലാതെ അകാരത്തിന്റെ മേൽത്തന്നെ ചന്ദ്രക്കലയിട്ട് 'ചെയ്യ്' എന്ന സംവൃതം കുറിക്കുന്നതിൽ രണ്ടാക്ഷേപമുണ്ട്. ഒന്നാമത്, സംവൃതം അകാരത്തിന്റെ വകഭേദമാണെന്നു വിചാരിച്ചു പോകും.'' (കേ.പാ.പുറം 101) എന്നാലെന്താ? 'ഉ' എന്ന സ്വരത്തിന്റെ 'വകഭേദ' മാണ് (്) എന്ന കാണിക്കുവാൻ മതിയായ തെളിവൊന്നും അദ്ദേഹം തരുന്നില്ല. കൂടാതെ ഒരു വ്യഞ്ജനചിഹ്നത്തിൽ ഇതരസ്വരങ്ങളുടെ അഭാവത്തിങ്കലല്ലെ 'അ' യുടെ സാന്നിദ്ധ്യം അനുമാനിക്കുന്നുള്ള. (്) എന്ന ചിഹ്നം പിന്നിലുള്ളിടത്തോളം കാലം 'അ' ഉണ്ടെന്ന അനുമാനത്തിന്ന സാധ്യതയില്ല, ആ അനുമാനം കൊണ്ടുള്ള കുഴപ്പങ്ങൾക്കും വഴിയില്ല. പുറമെ 'ക' യിൽ 'അ' ഉണ്ടെന്നു വെച്ച് കി, കെ, കൊ മുതലായവയിൽ ി, െ, ൊ, മുതലായവ അകാരത്തിന്റെ ''വകഭേദ' മാണെന്നും ആരും വിചാരിക്കാറില്ലല്ലൊ.

b. 'രണ്ടാമത്

മുന്നിടമ്യേന്നതമായ്

പിന്നിടമോ ശ്രോണിഭാരസന്നതമായ്

ഇത്യാദികളിൽ സ്വരം ചേരാത്ത വെറും വ്യഞ്ജനത്തിനും ചന്ദ്രക്കലാ ചിഹ്നം തന്നെ ഉപയോഗിക്കുന്നതു ഭ്രമത്തിന്ന കാരണമായിത്തീരും''. ഈ ഭ്രമം ഇല്ലാതാക്കുവാൻ അതേ വരികളെ

മുന്നിടമ്യേന്നതമാ—

യ്പിന്നിടമോ ശ്രോണിഭാരസന്നത

മായി.

എന്നു് എഴുതാം. പദ്യം എന്നാൽ അല്പം അനിയന്ത്രിതാനുമതികം കൂടി ഉണ്ടാവും (ഉദാ: പാടിനീട്ടാം ലഘുക്കളെ എന്നും മറ്റും) എന്നതു കൊണ്ട് അത് ഭാഷയുടെ അനുകൂലങ്ങളിലുള്ള ഇത്തരം കാര്യങ്ങൾക്ക് അനുകൂലമായോ പ്രതികൂലമായോ ഉള്ള യെച്ചപ്പെട്ട വാദമാകുന്നില്ല. എന്നല്ല, 'യി' എന്നും എഴുതിയാലും 'യ്' എന്ന സ്വരരഹിതമായി വായിക്കാം; കാരണം കേരളപാണിനി തന്നെ പറയുന്നു. ''യകാരം ചില്ലായ് വരുന്നതു് ദീർഘസ്വരങ്ങളിൽ ആഗമമായിട്ടോ അല്ലെങ്കിൽ 'ആയി', 'പോയി' എന്ന ഭ്രതരൂപഭേദങ്ങളുടെ ഇകാരം ലോപിച്ചിട്ടോ മാത്രമാകുന്നു; അതിനാൽ അതിനെ ഗണിക്കാനില്ല. (കേ. പാ.പുറം 102)''

അതു പോലെ 'കായ്ക്കറി, പാഴ്വേല' എന്നിങ്ങനെ എഴുതാമെന്നിരിക്കുമ്പോഴും 'കായ്കറി, പാഴ്വേല' എന്നും മന:പൂർവം എഴുതി വ്യർത്ഥാ ബുദ്ധിമുട്ടുകയും ഉണ്ടാക്കുന്നത് എന്തിനാണു്?

(്) എന്ന ചിഹ്നം ചില്ലുകളെപ്പോലെ തന്നെ പദാന്ത്യങ്ങളും സൂചിപ്പിക്കുന്ന ഒരു അടയാളമായതിനാൽ അത് ഒരു വാചകത്തിലെ ഉപപന്നങ്ങളായ വിരാമങ്ങളെയോ (Potential stops) പദാന്ത്യങ്ങളെയോ കാണിച്ചു തന്നു് വായനയെ ഗോചരപരമായി സഹായിക്കുന്നു. അതായത് (്) എന്നത് ഒരു വിധത്തിൽ ഒരു ചിഹ്നനമാണു്. താഴെയുള്ള വാചകം പദങ്ങൾക്കിടയിൽ സ്ഥലം വിടാതെ കൂട്ടിയെഴുതിയാലും പദാത്ഥത്തികയം കണ്ട പിടിക്കുവാൻ ബുദ്ധിമുട്ടുണ്ടാവുന്നില്ല ('കേൾക്കുമെന്നു്'' എന്നതിലൊഴികെ).

ഞാൻ പറഞ്ഞാൽ അവം കേൾക്കുമെന്നു് നിങ്ങളും പറയുന്നതിൽ എനിക്കു് വിശ്വാസം വരുന്നില്ല.

ഭാഷാശാസ്ത്രതലങ്ങളിലെ 'ചന്ദ്രക്കല' യുടെ എല്ലാ വൃത്തികളെയും വിവരിച്ചിട്ടുണ്ടോ എന്നു് ഞാൻ സംശയിക്കുന്നു. എന്നാൽ അതിനെപ്പറ്റി ഇന്നുള്ള ഏതാനും തെറ്റിദ്ധാരണകളും അകറ്റുവാനും, ഭാഷയിലെ ഏറ്റവും ഉത്തേജകമായ ഒരു ഘടകമാണു് അതെന്നു കാണിക്കുവാനും വേണ്ടത്ര പറഞ്ഞിട്ടുണ്ടെന്നു വിശ്വസിക്കുന്നു.

സാങ്കേതികപദങ്ങളും അവയുടെ ഇംഗ്ലീഷു തർജ്ജമയും.

ശബ്ദം	—	Sound
നാദ	—	Voiced
ഒച്ച	—	noise
ധ്വനി	—	Phone
ധ്വനിമൂലകം	—	Phoneme
ധ്വനിവിചാരം	—	Phonology
ധ്വനിശാസ്ത്രം	—	Phonetics
ഉപധ്വനി	—	allophone
രൂപം	—	morph
രൂപമൂലകം	—	morpheme

വൈകൃതരൂപം — allomorph
ലിപി — graph
ലിപിമൂലകം — grapheme
വൈകൃതലിപി — allograph
അക്ഷരം — letter of the alphabet
അക്ഷരമാല — alphabet
കൂട്ടക്ഷരം — compound letter
സ്വരം — vowel
സംയുക്തസ്വരം — diphthong
വ്യഞ്ജനം — consonant
വ്യരം (വ്യഞ്ജനം + സ്വരം) = syllable
ഊറ്റം — stron
ഉച്ചാരണബലം — force of articulation
ഉന്നതി — height (of the tongue)
സ്ഥാനം — place of articulation
മുൻ — front
നടു — central
പിൻ — back
ഉച്ചം — high
മധ്യം — mid
നീചം — low
സംവൃതം — rounded
വിവൃതം — flat
നിർവൃതം — neutral
വിരാമം — stop consonant
അർധസ്വരം — semi vowel
ത്രാസം — roll
മൂർധന്യം — retroflex
കണ്ഠ്യം — glottal
പിൻവർത്സ്യം — port alveolar
മൃദുതാലുകരണം — velarization
മാനസ്വരം — cardinal vowel
ത്രികോണ വ്യവസ്ഥ — triangular system
ദ്വിമാന വൈരുധ്യം — two-diamensional contrast
സമകാല വിവരണം — synchronic description
പൂരക വിതരണം — complementary distribution
ധ്വനിമൂലക വൈപരീത്യം — phonemic contrast
അനിയന്ത്രിത ഭേദങ്ങൾ — free variations

മാപനശാസ്ത്രത്തിനു് ഒരു മുഖവുര

സി. എസ്. ശങ്കരൻ

അടുത്ത കാലത്തായി പ്രാധാന്യം ഏറിക്കൊണ്ടുവരുന്ന ഒരു ശാസ്ത്രമേഖലയാണു് മാപനശാസ്ത്രം. അളക്കലിന്റെയും മാപനശാസ്ത്രത്തിന്റെയും ആവശ്യകതയും പ്രാധാന്യവും പണ്ടു മുതൽക്കു തന്നെ ശാസ്ത്രകാരന്മാർക്കു് അറിയാമായിരുന്നുവെങ്കിലും, ഒരു പ്രത്യേക ശാസ്ത്രവിഭാഗമെന്ന നിലയിൽ കണക്കാക്കിത്തുടങ്ങിയിട്ടു് അധികം കാലമായിട്ടില്ല. എന്നാൽ ഇന്നു് മാപനശാസ്ത്രത്തിൽ ഡിഗ്രിയും പോസ്റ്റ്‌ഗ്രാജ്വേറ്റു് ഡിഗ്രിയും കൊടുക്കുന്ന സർവ്വകലാശാലകളും എൻജിനീയറിങ്ങു് സ്ഥാപനങ്ങളും നിലവിലുണ്ടു്. മാപനോപകരണങ്ങളുടെ സംവിധാന നവീകരണങ്ങൾക്കു വേണ്ടി IDEMI (Institute for Design of Electrical Measuring Instruments) എന്ന പേരിൽ ഒരു ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടു തന്നെ അന്താരാഷ്ട്രീയസംഘടനയുടെ സഹായത്തോടെ, ഈയിടെ, ബോംബെയിൽ സ്ഥാപിതമായിട്ടുണ്ടു്. അവൈദ്യുതരാശികളുടെ (Non-electrical quantities) മാപനത്തിൽ വൈദ്യുതിയുടെ സ്ഥാനം എന്തെന്നു് വഴിയെ കാണാവുന്നതാണു്.

മാപനശാസ്ത്രത്തിൽ നിന്നും ഒരു പടി ''ഉയർന്ന'' മേഖലയാണു് മാപയന്ത്രണം (Instrument-

ation). രാശികളും അളക്കുകയും നിയന്ത്രിക്കുകയും ചെയ്യാനാവശ്യമായ സജ്ജീകരണങ്ങളും ഏർപ്പാടുകളും പഠിക്കുന്ന ശാസ്ത്രശാഖയാണ് മാപയന്ത്രണം എന്നു ചുരുക്കിപ്പറയാം. നിയന്ത്രിക്കണമെങ്കിൽ എന്താണെന്നും എത്രയാണെന്നും അറിഞ്ഞിരിക്കണമല്ലോ രാശികളുടെ സ്വഭാവം, പരിമാണം എന്നിവ നിർണയിക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണ് മാപനം അഥവാ അളക്കൽ.

മാപനത്തിന്റെ ഒരു പ്രധാന പ്രത്യേകത ഒരിക്കലും നൂറു ശതമാനം കൃത്യമായി ഒരു രാശിയും അളക്കുവാൻ സാധ്യമല്ലയെന്നതാണ്. ആത്യന്തികനിശ്ചിതത്വം (Absolute certainty) വെറും മൂഢന്റെ മനപ്പായസം മാത്രമാണ്. കിറുകൃത്യ മൂല്യ (True value) ത്തോട് എത്രമാത്രം അടുത്തു വരാം എന്നു മാത്രമാണ് അളവുകാരൻ നോക്കുന്നതു്; നോക്കേണ്ടതും. ഉദാഹരണമായി നീളം അളക്കൽ എടുക്കുക. ഉപയോഗിക്കുന്ന സ്കെയിൽ തന്നെ കൃത്യമായിക്കൊള്ളണമെന്നില്ല. നിർമാണസമയത്തു് കൃത്യമായിരുന്നാൽ തന്നെയും പിന്നീടു് താപവികാസസങ്കോചങ്ങളാൽ മൂലം നീളം കൂടിയോ കുറഞ്ഞോ മാറിയിട്ടുണ്ടാകും. അല്ലെങ്കിൽ സ്കെയിൽ ആകപ്പാടെ വളഞ്ഞിട്ടുണ്ട് എന്നും വരാം. അതികൃത്യമായ സ്കെയിൽ ആണെങ്കിൽപോലും അങ്കനങ്ങൾ വായിച്ചെടുക്കുമ്പോൾ സംഭവിക്കാവുന്ന ലംബനപ്പിശക് കൊണ്ടു തന്നെ (Parallax) തെറ്റ് വന്നുകൂടാം. ഒരു സെൻറിമീറ്ററിന്റെ പത്തിലൊന്നു വരെ സൂക്ഷ്മമായി അളക്കാമെന്നിരിക്കട്ടെ. അപ്പോഴും അതിൽ കുറഞ്ഞ വ്യതിയാനങ്ങൾ അളവുകാരന്റെ ശ്രദ്ധയിൽ പെടാതെ പോകുന്നു. സാധാരണ സ്കെയിലിന്റെ പരിമിതി ഇതിൽ നിന്നും മനസ്സിലാക്കാം. വെർണിയർ സ്കെയിൽ (Vernier) ഉപയോഗിച്ചാൽ കുറച്ചു കൂടെ ചെറിയ നീളങ്ങൾ അളക്കാമായിരിക്കും. പക്ഷേ അതിനും അതിനേറെയായ പരിമിതികളുണ്ട്. വ്യവസായനിർമാണരംഗങ്ങളിലും ഗവേഷണരംഗത്തും ഇതിലും എത്രയോ ചെറിയ നീളങ്ങൾ — കനം, കട്ടി എന്നു പറയുന്നതായിരിക്കും കൂടുതൽ ശരി — അളക്കുകയും കൃത്യമായി ഉണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യേണ്ടിയിരിക്കുന്നു! നിശ്ചിതഗുണങ്ങളുള്ള കടലാസ്, ഷീറ്റ് (ലോഹം) തുടങ്ങിയവയുടെ നിർമാണത്തിൽ അവയുടെ കനം എപ്പോഴും കൃത്യമായി നിയന്ത്രിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കണമല്ലോ. കനത്തിൽ വരുന്ന വ്യത്യാസങ്ങൾ അപ്പോഴപ്പോൾ അറിയുകയും ഉടനുടൻ തിരുത്തുകയും ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കണം.

അളക്കുമ്പോൾ രണ്ടു കാര്യങ്ങളിലാണ് പ്രത്യേകമായി ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടതു്: ഒന്ന്, കഴിയുന്നിടത്തോളം അഥവാ ആവശ്യമായിടത്തോളം കൃത്യമായി അളക്കുക; രണ്ട്, അളക്കുക എന്ന കൃത്യത്തിനിടയിൽ രാശി തന്നെ വ്യത്യാസപ്പെടാതെ നോക്കുക. രണ്ടും, ഒരുപോലെ പ്രധാനപ്പെട്ടവയാണ്; പരിപാലിക്കപ്പെടേണ്ടവയാണ്. പക്ഷേ രണ്ടും നൂറു ശതമാനം നേടുവാൻ സാധ്യമല്ല. കൃത്യതയുടെ (Accuracy) പരിമിതി നാം കണ്ടുവല്ലോ. രണ്ടാമത്തെ വ്യവസ്ഥ പരിശോധിക്കാം.

ഒഴുകുന്ന വെള്ളത്തിന്റെ ഗതിവേഗം നിർണയിക്കുന്നതിനും പല രീതികളുമുണ്ട്. ഒരു ഇലച്ചക്രം വെള്ളത്തിൽ ഇറക്കി വെച്ച് അതു തിരിയുന്ന വേഗതയിൽ നിന്നു് വെള്ളത്തിന്റെ രേഖീയപ്രവേഗം (Linear velocity) കണക്കാക്കാം. പക്ഷേ ഈ ഇലച്ചക്രം വെള്ളത്തിന്റെ വേഗത്തെ അല്പമെങ്കിലും ബാധിക്കുന്നില്ലേ? താപനില അളക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന തെർമോമീറ്റർ അതിന്റെ പ്രവർത്തനത്തിനും കുറച്ച് താപം വലിച്ചെടുക്കുന്നു. വൈദ്യുതി അളക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന മീറ്റർ സ്വല്പം വൈദ്യുതോർജം സ്വയം ക്ഷീണിക്കുന്നു. വോൾട്ടത അളക്കുന്ന വോൾട്ട്മീറ്ററിന്റെ സാന്നിധ്യം തന്നെ വോൾട്ടതയിലും കറൻറിലും വ്യതിയാനങ്ങൾ വരുത്തുന്നു ഇതെല്ലാം പരോക്ഷമാപനത്തിൽ പ്രത്യേകം അനുഭവമാണ്. പ്രത്യക്ഷമാപനത്തിലും ഒരു ഘട്ടം കഴിഞ്ഞാൽ ഇതനുഭവപ്പെട്ടു തുടങ്ങും. സ്ഥിരദൈർഘ്യങ്ങൾ അളക്കുവാൻ സാധാരണ സ്കെയിൽ ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ, അളക്കുക എന്ന കൃത്യം കൊണ്ട് നീളം വ്യത്യാസപ്പെടുന്നില്ല. പക്ഷേ സങ്കോചവികാസങ്ങൾ തത്സമയത്തു തന്നെ അളന്നു തിട്ടപ്പെടുത്തുന്ന ഉപകരണങ്ങളിൽ ഈ പ്രതിഭാസം പ്രത്യക്ഷമായിരിക്കും. വികാസം കൊണ്ട് ഒരു പിസ്റ്റൺ അഥവാ സൂചി തള്ളിയിട്ടാണ് നീളവ്യത്യാസം നിർണയിക്കുന്നതെങ്കിൽ, തള്ളുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന ഞെരുക്കം കൊണ്ടു തന്നെ സങ്കോചവും സംഭവിക്കുന്നു. ഫലം? പിസ്റ്റൺ ഉള്ളപ്പോഴും ഇല്ലാത്തപ്പോഴുമുള്ള വികാസങ്ങൾ വ്യത്യസ്തമാണെന്ന് സിദ്ധിക്കുന്നു. പ്രക്രിയ പ്രത്യക്ഷമാപനത്തിൽ നിന്നും പരോക്ഷമാപനത്തിലേക്ക് മാറുകയും ചെയ്തു.

ഭാരപ്പെടൽ

അളക്കുക എന്ന ഉദ്ദേശത്തോടെ ഘടിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന മാപനോപകരണങ്ങൾ അളക്കുന്നതോടൊ

പ്പം തന്നെ, അതാത് പരിപഥങ്ങൾക്ക് അഥവാ വ്യൂഹങ്ങൾക്ക് ഒരു ''ഭാരം'' കൂടി ആയിത്തീരുന്നു എന്ന് ദ്യോതിപ്പിക്കുവാൻ വേണ്ടി ''ഭാരപ്പെടൽ'' എന്ന പദം ഉപയോഗിക്കുന്നു. വോൾട്ടത, മർദം, ബലം, താപനില തുടങ്ങിയ സമ്മർദരാശികം (Effort variables) അളക്കുന്ന മാപകങ്ങളുടെ ആന്തരികപ്രതിരോധത്തെയും * കറണ്ട്, ഒഴുക്ക്, പ്രവേഗം തുടങ്ങിയ ഒഴുക്ക് രാശികം (Flow variables) അളക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങളുടെ ആന്തരിക ചാലകതയെയും * (Internal conductance) ആശ്രയിച്ചിരിക്കും ഭാരപ്പെടലിന്റെ ഏറ്റക്കുറച്ചിലുകൾ. വോൾട്ടമീറ്ററിന് പ്രതിരോധം ഏറ്റവും കൂടിയും അമ്മീറ്ററിന് (ധാരാമാപി) ഏറ്റവും കുറഞ്ഞും (ചാലകത ഏറ്റവും കൂടിയും) ഇരിക്കണം. മാപകപ്രതിരോധം കൂട്ടുന്തോറും ചെറിയ വ്യതിയാനങ്ങൾ അറിയുവാനുള്ള കഴിവും തന്മൂലം കൃത്യതയും കുറഞ്ഞു വരും. ഇങ്ങനെ, സൂക്ഷ്മഗ്രാഹിതയും കൃത്യതയും (Sensitivity and accuracy) ഒരു വശത്തും ഭാരപ്പെടൽ (ആന്തരികപ്രതിരോധം) മറുവശത്തും നിന്ന് മത്സരിക്കുമ്പോൾ ചില വിട്ടുവീഴ്ചകൾക്ക് സമ്മതിച്ചു കൊണ്ട് മധ്യമാർഗം അവലംബിക്കുകയാണ് അളവുകാരൻ ചെയ്യുന്നത്. സൂക്ഷ്മഗ്രാഹിത കുറയാതെത്തന്നെ ശക്തിവാർച്ച (Power drain, വ്യൂഹത്തിൽ നിന്ന് ഉപകരണങ്ങൾ വലിച്ചെടുക്കുന്ന ശക്തി) കുറയ്ക്കുവാൻ അളവുടെങ്കിനിക്കുകയും മാറുന്നതുകൊണ്ട് പലപ്പോഴും കഴിഞ്ഞെക്കും. ഇലക്ട്രോണികടൃബുകൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള വോൾട്ട്മീറ്റർ (VTVM), കറക്കവേഗമളക്കുന്ന സ്ട്രോബോസ്കോപ് (stroboscope), വിമാനവേഗം ഭൂമിയിൽ നിന്ന് അളക്കുന്ന ഉപകരണം എന്നിങ്ങനെ പല ഉപകരണങ്ങളും സൃഷ്ടിക്കാണിക്കാം.

---

* Resistance, conductance എന്നീ പദങ്ങൾക്ക് പകരം കുറെക്കൂടി വ്യാപകമായ അർഥമുള്ള Impedance, admittance എന്നിവയാണ് ഉപയോഗിക്കേണ്ടത്. $\left\{ \text{Conductance} = \frac{1}{\text{Resistance}} ; \text{Admittance} = \frac{1}{\text{Impedance}} \right\}$. ഈ നാലു പദങ്ങളും അവൈദ്യുത മേഖലകളിലേക്കുകൂടി ഉൾപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ട് തികച്ചും സാർവ്വവ്യാപകമായ അർഥത്തിലാണ് പ്രയോഗിച്ചിരിക്കുന്നത്.

മാപനോപകരണങ്ങളുടെ സ്വഭാവപ്രത്യേകതകൾ

രാശികൾ അളക്കുവാനുപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങളുടെ വിശേഷഗുണങ്ങൾ ഇങ്ങനെ സംഗ്രഹിക്കാം.

1. സൂക്ഷ്മഗ്രാഹിത
2. രേഖീയമോ അരേഖീയമോ ആയ ഫലനം (നിവേശ നിർഗമ പരിണാമ ഫലനം)
3. ബന്ധത്തിന്റെ സ്ഥിരത (പരിണാമ ധർമസ്ഥിരത)
4. കൃത്യതയും സൂക്ഷ്മതയും
5. ഭാരപ്പെടൽ
6. ആയതി (Range of Measurement)
7. മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന രാശികൾ അളക്കുവാനുള്ള കഴിവ്, അതായത് ഗതികപ്രതികരണം.
8. അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ സ്വാധീനം
9. വൈദ്യുതമോ യാന്ത്രികമോ, താപീയമോ ആയ അതിലോഡ് എടുക്കാനുള്ള ശേഷി
10. വലുപ്പവും ഭാരവും
11. പ്രവർത്തനത്തിനും സൂക്ഷിപ്പിനുമുള്ള സാരള്യം
12. പ്രവർത്തനത്തിന്റെ നീണ്ടുനിൽപ്
13. വില

ഇതിലെ 12 ഘടകങ്ങളും ഉപഭോക്താക്കൾക്ക് അനുകൂലമാണെങ്കിൽ, 13–ാമത്തേത് തീച്ചയായും വിൽക്കുന്നവർക്ക് (ഉല്പാദകർക്ക്) അനുകൂലമായിരിക്കും.

രാശിയുടെ പരിമാണം വ്യത്യാസപ്പെടുന്നതിന് ആനുപാതികമായി സൂചനയും (Indication of deflection) വ്യത്യാസപ്പെടുന്നതിനാണ് രേഖീയബന്ധം എന്നു പറയുന്നത്. (പരിമാണം ഇരട്ടിയാകുമ്പോൾ സൂചന ഇരട്ടിയാകുക; പത്തിലൊന്നാകുമ്പോൾ സൂചനയും പത്തിലൊന്നാകുക.) അരേഖീയബന്ധമുള്ള ഉപകരണങ്ങളുടെ ഡയൽ ഒരുപോലെയല്ലാതാണ് വിജ്ഞാപിച്ചിരിക്കുക.

മാത്രയും പരിമാണവും

അളക്കുക എന്നാൽ ഒരു രാശിയിലടങ്ങിയിട്ടുള്ള മാത്രകളും എണ്ണുക എന്നാണർഥം. 13 സെൻറി മീറ്റർ നീളം എന്നു പറഞ്ഞാൽ ഒരു സെ. മീ. കൊണ്ട് 13 പ്രാവശ്യം അളക്കുമ്പോഴുള്ള നീളം എന്നർഥം. [നേരത്തെ പരിചയമുള്ള ഒരു നിശ്ചിത നീളവുമായി തന്നിട്ടുള്ള നീളം താരതമ്യപ്പെടുത്തുക, അഥവാ ആ നീളം കൊണ്ട് എണ്ണുക] ഇതിൽ സെൻറിമീറ്റർ എന്നത് മാത്രയും 13 എന്നത് എണ്ണവും ആകുന്നു. മാത്രയും എണ്ണവും കൂട്ടുമ്പോഴാണ് മാത്രമേ അളവിനു് എന്തെങ്കിലും അർഥമുള്ളൂ.

എന്താണ് ഈ മാത്ര? ഒരു രാശിയുടെ ഒരു നിശ്ചിതപരിമാണത്തെ—കുളിപ്പപരിമാണത്തെ — ആ രാശിയുടെ മാത്ര എന്നു പറയുന്നു. ഒരു നിശ്ചിത പരിമാണമുള്ള നീളമാണ് (ഉദാ: ഒരു മീറ്റർ) നീളത്തിൻറെ മൗലികമാത്ര. അതുപോലെ തൂക്കം, താപനില, ഊർജം, കാന്തമണ്ഡലം, വേഗം, മർദം, കാഠിന്യം എന്നു വേണ്ട, എല്ലാ രാശികൾക്കും തനതായ മാത്രകളും നിർവചിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. സാവലൗകികാംഗീകാരമാണ് ഒരു മാത്രയ്ക്കു വേണ്ട അവശ്യഗുണം. അല്ലെങ്കിൽ ഒരാൾ പറയുന്നതു മറ്റൊരാൾക്കു മനസ്സിലായെന്നു വരില്ല.

നീളം, ദ്രവ്യമാനം, സമയം എന്നിവയാണ് മൗലികമാത്രകളും. ചില മേഖലകളിൽ L. M. T മാത്രകളും മാത്രം വെച്ചു കൊണ്ട് മറ്റെല്ലാ യൂണിറ്റുകളും വ്യുല്പാദിപ്പിക്കാം. ഉദാഹരണത്തിനു് പ്രവേഗത്തിൻറെ മാത്രയാണ് ''ഒരു മാത്ര സമയത്തിൽ ഒരു മാത്ര നീളം'' എന്നതു്. (മണിക്കൂറിൽ ഒരു നാഴിക; സെക്കണ്ടിൽ ഒരു മീറ്റർ. അതായതു് (LT^{-1}). ഇതു പോലെ, വിസ്തീർണം (L^2), വ്യാപ്തം (L^3); ഊർജം (ML^2T^{-2}) എന്നിവയും. പക്ഷേ വൈദ്യുതകാന്തികരാശികളെക്കൂടി പരിഗണിക്കാനായി, നാലാമതൊരു മാനം കൂടി മൗലികമായി നിർവചിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു.

പണ്ട് നിരവധി മാത്രാസമ്പ്രദായങ്ങളും നിലവിലുണ്ടായിരുന്നു. ഓരോന്നിനും, ഓരോ പ്രത്യേക പഠനവിഷയത്തിൽ ചില മെച്ചങ്ങളും ഉണ്ടായിരുന്നെങ്കിലും എല്ലാവരിനും പറ്റിയ ഒരു പൊതു മാത്രാസമ്പ്രദായത്തിൻറെ അഭാവം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ അലട്ടിയിരുന്നു. പല അന്താരാഷ്ട്രീയ ശാസ്ത്രസമ്മേളനങ്ങൾക്കും ശേഷം മീറ്റർ–കിലോഗ്രാം–സെക്കണ്ട് (M.K.S.) സമ്പ്രദായത്തിൻറെ ഒരു പരിഷ്കൃതപ്പതിപ്പായ യുക്ത്യനുസാര, മീറ്റർ–കിലോഗ്രാം–സെക്കണ്ട് സമ്പ്രദായം (Rationalised M. K. S. system of units) സാർവത്രികമായി അംഗീകരിച്ചു. 1940 ജനുവരി 1–ാം തീയതി മുതൽ നിലവിൽ വരേണ്ട ഈ മാത്രാസമ്പ്രദായം, യുദ്ധം മൂലം, 1948 ജനുവരി 1–ാം തീയതി മുതൽ മാത്രമേ ബലത്തിൽ വന്നുള്ളൂ.

കൃത്യതയും സൂക്ഷ്മതയും

ഭാഷയിൽ ഏകദേശം ഒരേ അർഥമാണെങ്കിലും മാപനശാസ്ത്രത്തിൽ തികച്ചും വ്യത്യസ്തമായ അർഥമുൾക്കൊള്ളുന്ന പദങ്ങളാണ് കൃത്യതയും സൂക്ഷ്മതയും (Accuracy & Precision) ഒരു രാശിയുടെ അസൽ മൂല്യത്തിനും (ഒരിക്കലും കണ്ടുപിടിക്കാനാകാത്ത യഥാർഥമൂല്യം) അളന്ന മൂല്യത്തിനും തമ്മിലുള്ള വ്യതിയാനമാണ് അകൃത്യത അഥവാ പിശക്. കൃത്യത പ്രസ്താവിക്കപ്പെടുന്നതു് സാധാരണയായി അകൃത്യതയുടെ മേൽവിലാസത്തിലാണ്. 1% കൃത്യത എന്നല്ലാതെ, 99% കൃത്യത എന്നു പറയാറില്ല. സാധാരണ ഉപകരണങ്ങളുടെ കൃത്യത (അതായതു് അകൃത്യത, പിശക്) 3–10% ആയിരിക്കും. പരീക്ഷണ ഗവേഷണശാലകളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നവ 1%, 0.1%, 0.01% വരെ കൃത്യതയുള്ളവയായിരിക്കും. കൃത്യത കൂടിയ ഉപകരണങ്ങളുടെ വിലയും ക്രമാതീതമായി കൂടിക്കൊണ്ടു വരും. മാപനസാമഗ്രികളുടെ കൃത്യതയേക്കാൾ കൂടിയ കൃത്യതയോടുകൂടെ അളക്കുവാൻ പ്രായോഗികജ്ഞാനമുള്ളവർ ശ്രമിക്കുകയില്ല. അളവിൻറെ കൃത്യത ഉപകരണ കൃത്യതയേക്കാൾ എപ്പോഴും കുറഞ്ഞിരിക്കും.

തന്നിട്ടുള്ള ഉപകരണം കൊണ്ട് എത്രത്തോളം സൂക്ഷ്മമായി അളക്കാം എന്ന വസ്തുതയാണ് സൂക്ഷ്മത എന്ന പദം കൊണ്ട് വിവക്ഷിക്കുന്നതു്. ഒരു മീറ്റർ നീളമുള്ള സ്കെയിൽ നൂറായി ഭാഗിച്ച് കിട്ടുന്ന ഓരോ സെൻറിമീറ്ററും പത്തായി ഭാഗിച്ചിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ ആ സ്കെയിലിൻറെ സൂക്ഷ്മത $\frac{1}{1000}$ ആണ്. വാസ്തവത്തിൽ 95 സെമീ നീളമേ ആ സ്കെയിലിനുള്ളുവെങ്കിൽ അതിൻറെ കൃത്യത 5% എന്നു കിട്ടുന്നു. 99 സെമീ യെങ്കിൽ 1%; 99.9 സെമീ യെങ്കിൽ 0.1%. സൂക്ഷ്മത എല്ലാവരിനും 0.1% തന്നെ. ഏതു നിലക്കും സൂക്ഷ്മത കുറവായ ഉപക

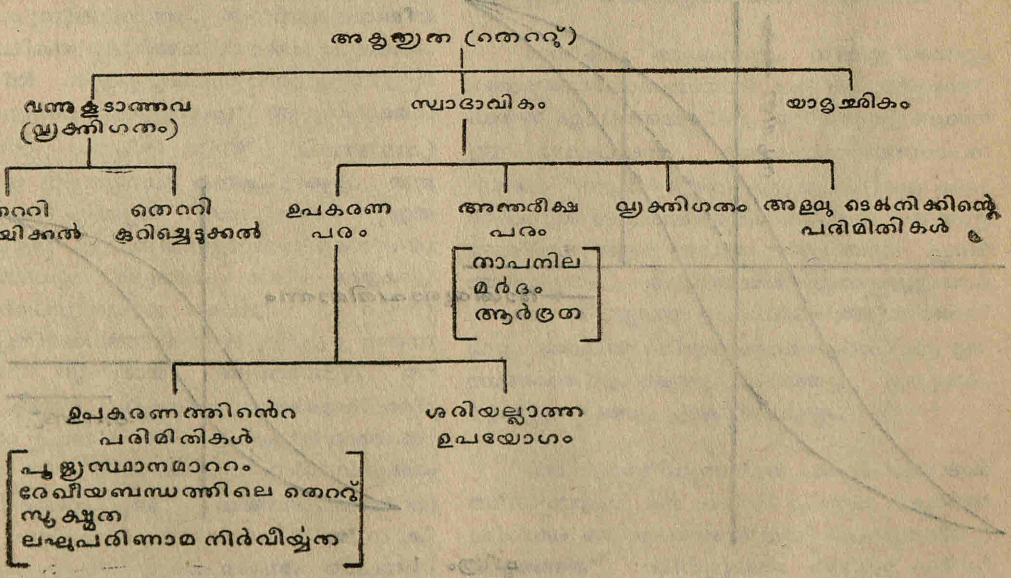
രണം കൊണ്ട് കൃത്യത കൂടിയ അളവുകൾ എടുക്കുവാൻ സാധ്യമല്ല. മുൻ പറഞ്ഞ സ്കെയിൽ കൊണ്ട് 0.1 മീറ്ററിൽ കുറഞ്ഞ നീളം (അഥവാ നീളവ്യത്യാസങ്ങൾ) അളക്കുവാൻ പറ്റില്ലല്ലോ. അതിൽ കുറഞ്ഞ വ്യത്യാസങ്ങൾ അറിയപ്പെടാതെ പോകുന്നു. ചുരുക്കത്തിൽ കൃത്യതക്കുള്ള ഒരു മുൻ ഉപാധിയാണ് സൂക്ഷ്മത; ഗാരണ്ടിയൊട്ടല്ലതാനും!

അകൃത്യത (പിശക്)

ഉപകരണങ്ങളേക്കാൾ കൂടുതൽ തെറ്റുകൾ വരുത്തുന്നതു് അതുപയോഗിക്കുന്നവരാണു്. വിലകൂടിയ സൂക്ഷ്മോപകരണങ്ങൾ പലർക്കും ''കരങ്ങന്റെ കയ്യിലെ പൂമാല''യാണു്. അതു അലക്ഷ്യമായും അശ്രദ്ധയോടും കൂടിയാണ് പലരും അവ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നതു്. അതു കൊണ്ടാണു് പറയുന്നതു്, മാപനബോധം (Measurement sense) ഉള്ളവരുടെ കയ്യിൽ മാത്രമേ മാപനോപകരണങ്ങൾ ഏല്പിക്കുവാൻ പാടുള്ളുവെന്നു്. തത്സമയം എടുക്കുന്ന അളവുകൾ തെറ്റായിരിക്കുമെന്നതിനേക്കാൾ ഭയപ്പെടേണ്ടതു്, അത്തരം കൃത്യങ്ങൾ ഉപകരണങ്ങൾക്ക് വരുത്തുന്ന സ്ഥായിയായ തകരാറിനെയാണു്. പിന്നീട് എത്ര സൂക്ഷിച്ചുപയോഗിച്ചാലും ശരിയായ ഫലം കിട്ടിയില്ലെന്നു വരും.

തികച്ചും അക്ഷന്തവ്യമായ ഒന്നാണു് തെറ്റിവായിക്കലും കുറിച്ചെടുക്കലും. 27 എന്നതിനു പകരം 17 എന്നു വായിച്ചു് 71 എന്നു കുറിച്ചെടുത്താൽ അതു മാപനോപകരണത്തിന്റെയോ ടെക്നിക്കിന്റെയോ കുറ്റമാവില്ലല്ലോ. ജോലിക്കാർക്ക് ശരിയായ പരിശീലനം കൊടുക്കുകയും, ഒരേ റീഡിങ്ങ് തന്നെ രണ്ടു പേരെക്കൊണ്ടു് എടുപ്പിക്കുകയും മറ്റും ചെയ്താൽ ഈവിധം തെറ്റുകൾ കുറയ്ക്കുവാൻ കഴിയും. അശ്രദ്ധ കൊണ്ടും അതിശ്രദ്ധ കൊണ്ടും തെറ്റുകൾ വരാം.

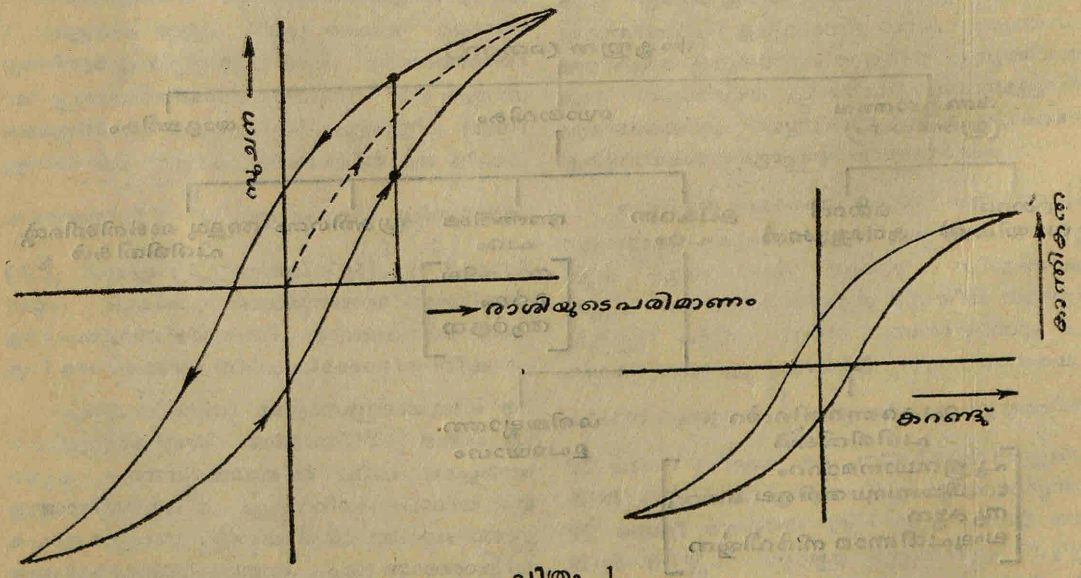
സ്വാഭാവികപിശകുകളുടെ പ്രത്യേകത, അതു് മിക്കപ്പോഴും സ്ഥിരവും മുൻകൂട്ടി കണ്ടുപിടിച്ചു് തിരുത്താവുന്നതും ആയിരിക്കുമെന്നതാണു്—അലക്ഷ്യമായ ഉപയോഗമൊഴികെ. (10 V-ന്റെ പരിധിയുള്ള ഉപകരണത്തിൽ 230 V കൊടുക്കുക, ധാരാമാപിയിൽ വോൾട്ടത അളക്കുവാൻ ശ്രമിക്കുക, പ്രതിരോധം കൂടിയ പരിപഥത്തിൽ ആന്തരികപ്രതിരോധം കുറഞ്ഞ ഉപകരണങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുക.....). താപനില, മർദം, ആർദ്രത എന്നിവ നിയന്ത്രിക്കുവാനോ അല്ലെങ്കിൽ അവ കൊണ്ടുണ്ടാകാവുന്ന തെറ്റുകൾ കണ്ടുപിടിച്ചു് അളന്ന മൂല്യത്തോടു് കൂട്ടിക്കുറച്ചു് ശരിപ്പെടുത്തുവാനോ എളുപ്പമായിരിക്കും. ചിലർ എല്ലായ്പ്പോഴും ഉള്ളതിനേക്കാൾ കൂട്ടി വായിക്കുന്നവരായിരിക്കും; ചിലർ കുറച്ചും. ചിലർക്കു് ലംബനപ്പിശകു് കൂടാതെ വായിക്കുവാൻ സാധ്യമല്ല. ചിലപ്പോൾ ഉപകരണത്തിന്റെ ഡയൽ



വ്യക്തമല്ലാത്തതു കൊണ്ടും സൂചി വളഞ്ഞിരിക്കുന്നതു കൊണ്ടും തെറ്റുകൾ വരാവുന്നതാണു്. വായുമിതീകരിച്ച മുറികളിൽ വെച്ചെടുക്കുന്ന അളവുകളും, അലറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന എഞ്ചിൻ മുറിയിലെ ചുട്ടുപഴുത്ത ബോയിലറിന്നരികിലോ, കുലുങ്ങിക്കൊണ്ടോടുന്ന വാഹനങ്ങളിൽ വെച്ചോ എടുക്കുന്ന അളവുകളും തമ്മിൽ വ്യത്യാസങ്ങൾ കണ്ടേക്കും. വ്യവസായത്തിൽ ഓട്ടോമേഷൻ ഏർപ്പെടുത്തുന്നതു കൊണ്ടുള്ള ഒരു മെച്ചം അളവുനിയന്ത്രണങ്ങളിൽ നിന്നു് മാനുഷികാംശം തികച്ചും ഒഴിവാക്കണമെന്നുള്ളതാണു്.

ഏതു് ഉപകരണത്തിനും അതിൻറേതായ പരിമിതികളുണ്ടാകുമല്ലോ. പരിമാണം പൂജ്യമാകുമ്പോൾ സൂചി പൂജ്യസ്ഥാനത്തല്ല നിൽക്കുന്നത് എന്നു വരാം. മുന്നോട്ടോ, പിന്നോട്ടോ നീങ്ങിയിട്ടാണെങ്കിൽ അളവു് തെറ്റായിരിക്കും. ഹിസ്റ്റെരിസിസ് എന്നൊരു പ്രതിഭാസവും കണക്കിലെടുക്കേണ്ടതുണ്ടു്. പരിമാണം കൂട്ടിക്കൊണ്ടുവരുമ്പോഴും കുറച്ചുകൊണ്ടുവരുമ്പോഴും ഒരേ പരിമാണത്തിനു് വ്യത്യസ്ത സൂചന കാണിക്കുന്നതിനാണു് ഹിസ്റ്റെരിസിസ് എന്നു പറയുന്നതു്. ഇരുമ്പു് കാന്തമാക്കുന്ന പ്രക്രിയയിലാണു് ഈ പ്രതിഭാസം ഏറ്റവും ശക്തിയായി കാണുന്നതു്. രേഖീയബന്ധത്തിലെ അരേഖീയതയും (നിവേശനിർഗമ പരിണാമ ധർമത്തിൻറെ അസ്ഥിരത) സൂക്ഷ്മതയും അവയുടെ സംഭാവനകളും നൽകുന്നു. ''സൂക്ഷ്മഗ്രാഹിതയുടെ നെല്ലിപ്പടി'' എന്നൊരു പിശകു കൂടി കണക്കിലെടുക്കേണ്ടതുണ്ടു്. പരിമാണം കുറച്ചു കുറച്ചു് ഒരു ഘട്ടത്തിലെത്തുമ്പോൾ ഉപകരണം നിഷ്ക്രിയമായിപ്പോകും. ആ ഉപകരണത്തിനു്, ആ അളവു ടെക്നിക്കിൽ, അതിൽ (ആ പരിമാണത്തിൽ) കുറഞ്ഞ അളവുകൾ അളക്കുവാൻ സാധ്യമല്ല. തുടക്കത്തിൽ മാത്രമല്ല ഏതു ഘട്ടത്തിലും ഈ വിഷമം അനുഭവപ്പെടാം. 10 V കാണിക്കുന്ന ഒരു ഉപകരണത്തിൽ, വോൾട്ടത 0.01 V കൂട്ടുകയോ കുറയ്ക്കുകയോ ചെയ്താൽ $\pm$ 0.01 എന്നൊരു നിഷ്ക്രിയമേഖല (Dead zone) ആ ഉപകരണത്തിനും. ആ അളവു ടെക്നിക്കിനും ഉണ്ടെന്നു സാരം.

അറിയപ്പെടുന്ന എല്ലാവിധ തെറ്റുകളും നീക്കിക്കളഞ്ഞാലും അവശേഷിക്കുന്ന തെറ്റുകളാണു് യാദൃച്ഛികപിശകുകൾ അഥവാ അവശിഷ്ട പിശകുകൾ. (ഒരേ പരിമാണം തന്നെ പല പ്രാവശ്യം അളക്കുമ്പോൾ അല്പസ്വല്പം വ്യത്യസ്തങ്ങളായ, ഒരു കേന്ദ്രമൂല്യത്തെ ചുറ്റിപ്പറ്റിയുള്ള മൂല്യങ്ങളായിരിക്കും കിട്ടുക. നിയന്ത്രണാതീതമായ, അജ്ഞാതമായ നിരവധി കാരണങ്ങളുണ്ടായിരിക്കും ഇതിനു നിദാനസ്ഥാനമായിട്ടു്. ഈ പല മൂല്യങ്ങൾ വെച്ചുകൊണ്ടു് ചില വിശകലനങ്ങൾക്കു ശേഷം ഈ മൂല്യങ്ങളുടെ വിശ്വാസ്യതയെക്കുറിച്ചുള്ള അനുമാന



ചിത്രം 1

ങ്ങളിൽ എത്താം. സംശയപരിധി (Region of doubt) നിർണയിക്കാമെന്നല്ലാതെ തെറ്റ് ഇത്ര യാണ് എന്നു തീർത്തു പറയുവാൻ സാധ്യമല്ല. പിശകു് കൃത്യമായി അറിയാമെങ്കിൽ അതു് ഒരു പിശകല്ല. അളവിൽ നിന്നു് പിശകു് കുട്ടുകയോ കുറയ്ക്കുകയോ ചെയ്തു് യഥാർഥവില കണ്ടുപിടിക്കാമല്ലോ. അളവറ്റ മൂല്യങ്ങളുടെ ശരാശരിയാണു് യഥാർഥമൂല്യം. അളവറ്റ തവണകൾ അളക്കുമ്പോഴൊക്കെയും രാശിയുടെ പരിമാണം സ്ഥിരമായിരിക്കുകയും വേണം!

ട്രാൻസ്ഡ്യൂസർ

ഏതെങ്കിലും ഒരു രാശിയെ തൽപ്രചോദിതമായ മറ്റൊന്നാക്കി മാറ്റുന്ന സാമഗ്രിയെ ട്രാൻഡ്യൂസർ എന്നു പറയുന്നു. രണ്ടാമത്തെ രാശി ഒന്നാമത്തെ രാശിക്കു് ആനുപാതികമായിക്കൊള്ളണമെന്നില്ല; ആനുപാതികമായാൽ അത്രയും നന്നു്. മോട്ടോറും ജനറേറ്ററും എല്ലാം ട്രാൻസ്ഡ്യൂസറുകളാണു്. മാപനത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന ട്രാൻസ്ഡ്യൂസറുകൾക്കു് മാപനട്രാൻസ്ഡ്യൂസറുകൾ എന്നു് ഒരു വിശേഷപ്പേരുണ്ടെങ്കിലും സാധാരണയായി ട്രാൻസ്ഡ്യൂസർ എന്ന മാത്രമേ പറയാറുള്ളു. അവ വൈദ്യുതരാശികളെ വൈദ്യുതരീത്യാ അളക്കുന്നതിനു് ഈ ട്രാൻസ്ഡ്യൂസറുകൾ സഹായിക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിനു് താപനില അളക്കുവാൻ പല രീതികളുമുണ്ടു്. രസം തുടങ്ങിയ വസ്തുക്കളിലുള്ള വികാസം (വികാസാന്തരം) അടിസ്ഥാനമാക്കിയ താപമാപികൾ (തെർമോമീറ്ററുകൾ) ഉണ്ടാക്കാം. അല്ലെങ്കിൽ വ്യത്യസ്തവികാസങ്ങളുള്ള രണ്ടു റിബ്ബൺ കഷ്ണങ്ങൾ ചേർത്തുവെച്ചു് ആ സംയുക്തറിബ്ബണിന്റെ വളവിൽ നിന്നു് (Curvature) താപനില (വ്യത്യാസം) കണ്ടുപിടിക്കാം. രണ്ടു വ്യത്യസ്ത ലോഹങ്ങളുടെ സന്ധികളിൽ (ഇരുലോഹചീം) താപനിലവ്യത്യാസം കൊണ്ടുണ്ടാകുന്ന വോൾട്ടത അളന്നാലും മതി. അതുമല്ലെങ്കിൽ താപവ്യത്യാസം കൊണ്ടു് ഒരു വാഹിയുടെ പ്രതിരോധത്തിൽ (Resistance) വരുന്ന വ്യത്യാസം സൂക്ഷ്മമായി അളക്കുമ്പോഴും താപനില കിട്ടുന്നു. (പ്രതിരോധതെർമോമീറ്റർ). ഓരോരോ പ്രത്യേക താപനിലകളിൽ ഓരോരോ പ്രത്യേക നിറം കൈക്കൊള്ളുന്ന വർണവസ്തുക്കളും കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു് (വർണപ്പൈറോമീറ്ററുകൾ). ചൂട്ട പഴുത്ത പ്രതലത്തിൽ നിന്നു് വികിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്ന ഊർജം അളന്നും താപനില നിർണയിക്കാം (വികിരണ–പ്രകാശ പൈറോമീറ്ററുകൾ). ഇതൊന്നും പോരെങ്കിൽ ശബ്ദപ്രസരണവേഗത്തിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങളും താപനിലയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നുവത്രേ.

ഇതു പോലെ ഓരോ പരമാപങ്ങളുടെയും (Parameters) മാപനത്തിനു് നിരവധി രീതികളുണ്ടു്. രാശികൾ / പരമാപങ്ങൾ / ചരങ്ങൾ (Quantities / Parameters / Variables) ഇവ ഇങ്ങനെ സംഗ്രഹിക്കാം:

വൈദ്യുതം – വോൾട്ടത, ധാര, ഊർജം, ശക്തി, പ്രതിരോധം, പ്രേരകത, ധാരിത, ആവൃത്തി, ശക്തിഗുണകം ....

യാന്ത്രികം – ബലം, ശക്തി, ഊർജം, ആഘൂർണം, വലിവു് അമർച്ചയും (Tension & Compression) ....

ജ്യാമിതികം – വിസ്ഥാപനം, വേഗം, പ്രവേഗം, ത്വരണം, ഒഴുക്കു്, വിതാനം....

താപം – താപനില, ആപേക്ഷികതാപം, കലോറി....

കാലം – സമയം, ആവൃത്തി....

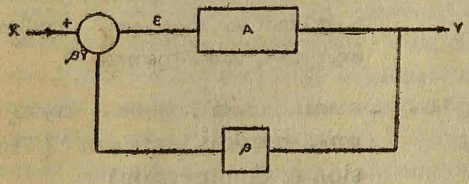
ഭൗതികം – ദ്രവ്യമാനം, തൂക്കം, ഘനത്വം, ആർദ്രത, ശ്യാനത, കാഠിന്യം....

മറ്റുള്ളവ – കാന്തഗുണങ്ങൾ, വികിരണം....

രാശികൾ അളക്കുന്നതും നിയന്ത്രിക്കുന്നതും വൈദ്യുതമാർഗേണയായാൽ പല മെച്ചങ്ങളുമുണ്ടു്. ഡയൽ എവിടെയെങ്കിലും സൗകര്യമുള്ള സ്ഥാനത്തു് സ്ഥാപിക്കാം. ഒരു വ്യവസായസ്ഥാപനത്തിലെ / ഫാക്ടറിയിലെ എല്ലാ രാശികളും ഒരൊറ്റ പാനൽ ബോർഡിൽ കൊണ്ടുവരാം. നിയന്ത്രണനിർദ്ദേശങ്ങളും അവിടെ നിന്നു തന്നെ പ്രവർത്തിപ്പിക്കാം. ഓട്ടോമേഷൻ ഏർപ്പെടുത്തുവാൻ മാപന–നിയന്ത്രണ ഉപാധികൾ അടിസ്ഥാനമിടുന്നു. വൈദ്യുത സിഗ്നലുകളാകുമ്പോൾ എത്ര ദൂരം വേണമെങ്കിലും കൊണ്ടുപോകാമല്ലോ. കൃത്യതയും സൂക്ഷ്മഗ്രാഹിതയും കൂട്ടുകയും ചെയ്യാം.

ഒറ്റ ട്രാൻസ്ഡ്യൂസറിനു പകരം പല ട്രാൻസ്ഡ്യൂസറുകൾ ഒരു ചങ്ങല പോലെ ചേർത്തായിരിക്കും ഒരു അവൈദ്യുതരാശി വൈദ്യുതരീത്യാ അളക്കുന്നത്. പിൻപ്രദാനം അഥവാ ഫീഡ്

ബാക്കു് കൂടെ ഏർപ്പെടുത്തിയാൽ കൃത്യത വളരെയധികം വർധിക്കും. നിർഗമത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗം (അല്ലെങ്കിൽ മുഴവനും) എടുത്തു് കൂട്ടിക്കലർത്തുന്നതിനാണു് പിൻപ്രദാനം എന്നു പറയുന്നതു്. നിവേശവും പിൻപ്രദാനവും ഒരേ ദിശയിലാണെങ്കിൽ (മിശ്രിതപരിമാണം വർധിക്കുന്നു) ധനപിൻപ്രദാനം എന്നും, വിപരീതദിശകളിലാണെങ്കിൽ (മിശ്രിതനിവേശം കുറയുന്നു) ഋണപിൻപ്രദാനം എന്നും പറയുന്നു. പ്രത്യേകം എടുത്തു പറഞ്ഞില്ലെങ്കിൽ ഋണപിൻപ്രദാനമാണു് വിവക്ഷ.



$$\epsilon = X - \beta Y$$

$$Y = A\,\epsilon = AX - A\beta Y = \frac{A}{1+A\beta} X$$

$$\therefore \frac{Y}{X} = \frac{A}{1+A\beta}$$

ഇതിൽ നിവേശവും (X) നിർഗമവും (Y) തമ്മിൽ, പിൻപ്രദാനം ഇല്ലാത്തപ്പോഴത്തെ പരിണാമഘടകം. A =

$\frac{A}{1+A\beta}$ = പിൻപ്രദാനം ഉള്ളപ്പോഴത്തെ പരിണാമഘടകം

β = പിൻപ്രദാന സാമഗ്രിയുടെ പരിണാമഘടകം

A വളരെ വലുതാകുമ്പോഴും $A\beta$ ഒന്നിനേക്കാളും വളരെ വലുതാകും. അതായതു് താരതമ്യപഠനത്തിൽ ഒന്നു് നിസ്സാരമായിത്തീരും.

$$\therefore \frac{Y}{X} = \frac{A}{1+A\beta} = \frac{1}{\beta} \quad A\beta >> 1$$

അനവധി ബ്ലോക്കുകളുടെ ഒരു സമാഹാരമാണു് A എന്ന ബ്ലോക്കു്. ഈ ഓരോ ബ്ലോക്കിന്നും (യൂണിറ്റിന്നും) തനതായ അകൃത്യതയുണ്ടായിരിക്കും. ഇവയുടെ സംയുക്തഫലമായിരിക്കും ആകെയുള്ള അകൃത്യത (പിൻപ്രദാനം ഇല്ലെങ്കിൽ).

ഫീഡ്ബാക്കില്ലാതെ

$$\frac{Y}{X} = A = A_1 \times A_2 \times A_3 \ldots\ldots$$

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta A_1}{A_1} + \frac{\Delta A_2}{A_2} + \frac{\Delta A_3}{A_3} \ldots\ldots$$

ΔA = സാക്ഷാൽ തെറ്റു്

$\frac{\Delta A}{A}$ = ഏകകത്തെറ്റു് (per unit error)

പിശകു് = പിശകുകളുടെ ആകത്തുക.

ഫീഡ്ബാക്കോടുകൂടി

$$\frac{Y}{X} = S = \frac{1}{1+A\beta} = \frac{1}{\beta} \quad A\beta >> 1$$

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{\Delta \beta}{\beta}$$

പിശകു് = ഫീഡ്ബാക്കു് യൂണിറ്റിലെ പിശകു്.

$A\beta$ വളരെ വലുതല്ലെങ്കിൽ പോലും,

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{\Delta A}{A} \frac{1}{1+A\beta} - \frac{\Delta \beta}{\beta} \frac{A\beta}{1+A\beta}$$

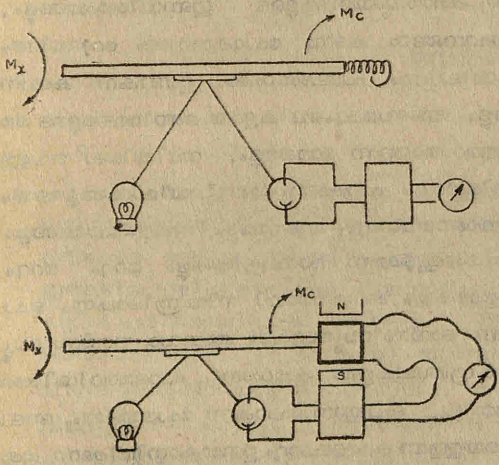
അതായതു് A-ബ്ലോക്കിന്റെ സംഭാവന നിസ്സാരം.

കൃത്യത കൂടിയ സാമഗ്രികളും ഫീഡ്ബാക്കിനുപയോഗിച്ചാൽ മാപനകൃത്യതയും കൂടിയിരിക്കും. നിയന്ത്രണശാസ്ത്രത്തിന്റെ അടിത്തറ തന്നെ ഋണപിൻപ്രദാനമാണു്.

ഉദാഹരണമായി ആഘൂർണം അഥവാ ടോർക്കു് ആയി മാറാവുന്ന മറേതെങ്കിലും രാശി അളക്കുവാനുള്ള ഒരു (നവീകൃത) രീതി നോക്കാം. (ചിത്രം 2.) ആഘൂർണത്തിന്റെ പ്രവർത്തനം മൂലം ഷാഫ്ടു് കറങ്ങുമ്പോൾ, ഷാഫ്ടിൽ പതിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന കണ്ണാടിയും കറങ്ങുവാൻ തുടങ്ങുന്നു. ഫോട്ടോസെല്ലിൽ പതിയുന്ന പ്രകാശരശ്മികളുടെ എണ്ണവും, അതിന്നാനുപാതികമായി ഫോട്ടോസെല്ലിന്റെ നിർഗമവോൾട്ടതയും കൂടുന്നതിനനുസരിച്ചു് പ്രവർധകത്തിന്റെ നിർഗമവോൾട്ടതയിൽ അഥവാ നിർഗമധാരയിൽ വർധനയുണ്ടാകുന്നു. ഈ ധാര ആഘൂർണത്തിന്നു് ആനുപാതികമായിരിക്കുമെന്നു് പറയേണ്ടതില്ലല്ലോ. ഏതെങ്കിലും ധാരാമാപി കൊണ്ടു് ഇതളന്നാൽ ആഘൂർണത്തിന്റെ പരിമാണം കിട്ടുന്നു. ഷാഫ്ടു് കറ

ങ്ങുമ്പോഴും സ്പ്രിങ്ങ് വലിഞ്ഞു് മാപകടോർക്കിനു് തുല്യമായി പ്രതികൂലടോർക്കു് ജനിപ്പിക്കുമ്പോഴും കറക്കം നിൽക്കുന്നു.

ഇതിലെ ഓരോ ഘടകത്തിനും അതിന്റേതായ തെറ്റുകളുണ്ടാകാം. വോഷ്ടതയിലുണ്ടാകുന്ന ഏറ്റക്കുറച്ചിലുകളും കൊണ്ടു് ബാഹ്യബലത്തിൽ വ്യത്യാസം വരാം. കണ്ണാടിയുടെ പ്രതിഫലനശക്തി എല്ലായ്പ്പോഴും സ്ഥിരമായിരിക്കണമെന്നില്ല (കാരണം നീരാവി കൊണ്ടും മറ്റുമുള്ള മങ്ങൽ). ഫോട്ടോസെല്ലിന്റെ നിവേശ—നിർഗമ ബന്ധത്തിലും പല കാരണങ്ങളും കൊണ്ടും, വ്യത്യാസം വരാം. പ്രവർധകമാണു് ചങ്ങലയിലെ മറ്റൊരു തേഞ്ഞ കണ്ണി. അതിന്റെ നിവേശ—നിർഗമ മാറ്റഘടകം അതായതു് ലാഭം പല കാരണങ്ങളും കൊണ്ടും മാറിയേക്കാം. ചുരുക്കത്തിൽ മാപനകൃത്യത വളരെ കുറവാണു്.



ചിത്രം 2

ഋണപിൻപ്രദാനം കൊണ്ടു് കൃത്യതയുടെ മുഖം തന്നെ മാറുന്നതു് രണ്ടാമത്തെ സംവിധാനത്തിൽ നിന്നു് മനസ്സിലാക്കാം. പ്രതികൂലദിശയിലുള്ള നിയന്ത്രണാഘൂർണം സൃഷ്ടിക്കുന്നതിനു് സ്പ്രിങ്ങിനു പകരം വൈദ്യുത—കാന്തികയന്ത്രവിധി (Electro-magnetic mechanism) ഉപയോഗിക്കുന്നു. N S എന്ന കാന്തധ്രുവങ്ങളുടെ ഇടയ്ക്കു് സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന കമ്പിച്ചുരുളിലൂടെ വിദ്യുത്ധാര പ്രവഹിക്കുമ്പോഴും ഒരു ടോർക്കു് ഉണ്ടാകുന്നു. ധാരയുടെ ദിശ നിയന്ത്രിച്ചുകൊണ്ടു് ഈ ആഘൂർണം മാപകാഘൂർണത്തിന്റെ വിപരീതദിശയിലാക്കാം. രണ്ടു ടോർക്കുകളും തുല്യവും വിപരീതവുമാകുമ്പോഴും ഷാഫ്ടിന്റെ കറക്കം നിൽക്കുന്നു. വൈദ്യുത—കാന്തികയന്ത്രവിധി സൃഷ്ടിക്കുന്ന നിയന്ത്രണാഘൂർണം ധാരയ്ക്കാനുപാതികമായിരിക്കും. അതുകൊണ്ടു് ബാഹ്യബലം, കണ്ണാടി, ഫോട്ടോസെൽ, പ്രവർധകം തുടങ്ങിയ ഘടകയൂണിറ്റുകളിലെ അകൃത്യത ഒരു തരത്തിലും മാപനത്തെ ബാധിക്കുന്നില്ല. മാപനീയാഘൂർണത്തിനു് തുല്യമായ നിയന്ത്രണാഘൂർണം ഒരേ ഒരു ധാരാപരിമാണം കൊണ്ടുമാത്രമേ ഉണ്ടാകുന്നുള്ളൂ. ആ മൂല്യം എത്തുന്നതു വരെ ഷാഫ്ടു് കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കും. ആകപ്പാടെ വരാവുന്ന ഒരു പിശകു് പിൻപ്രദാനോപാധിയുടെ നിവേശ — നിർഗമ മാറ്റഘടകത്തിൽ വരാവുന്ന വ്യതിയാനമാണു്; കാന്തം പഴകുമ്പോഴും മറ്റും. പിന്നെ സൂചനകൾ പയോഗിക്കുന്ന ധാരാമാപിയുടെ തെറ്റും (അതു് ഫീഡ്ബാക്കിൽ പെടുന്നില്ലല്ലോ.)

മാപയന്ത്രണം എന്തിനു് ?

രാശികളും / പരമാപങ്ങളും / ചരങ്ങളും അളക്കുകയും നിയന്ത്രിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതു് എന്തിനാണു് ? മാപയന്ത്രണം അഥവാ ഇൻസ്ട്രുമെന്റേഷൻ ബുദ്ധിപൂർവം നടപ്പാക്കിയാൽ ചുരുങ്ങിയ ചെലവിൽ, ചുരുങ്ങിയ സമയം കൊണ്ടു്, മേന്മയേറിയ സാധനങ്ങളും നിർമിക്കാം. ഉല്പാദകർക്കും ഉപഭോക്താക്കൾക്കും ഒന്നുപോലെ ലാഭകരമായ ഒരു അന്തരീക്ഷം സംജാതമാകും.

ലോഹവ്യവസായത്തിൽ അസംസ്കൃതവസ്തുക്കളുടെ ആനുപാതികത്തുക്കൾ, രാസക്രിയകളുടെ സമയം, താപനില, രാസക്രിയ നടക്കുന്ന അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ നില (പ്രാണവായുവിന്റെ അംശം, മർദം മുതലായവ) എന്നിവ കൃത്യമായി, കർശനമായി പരിപാലിക്കുന്നതിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും, ലോഹത്തിന്റെ അഥവാ ലോഹോല്പന്നത്തിന്റെ മേന്മ. കടലാസു് വ്യവസായത്തിൽ പാംപ്പിന്റെ ഊഷ്മാവു്, ജലാംശം, വലിവു്, കടലാസ്മെഷീനിന്റെ വേഗം, കടലാസിന്റെ ഉണക്കം, സൂക്ഷിച്ചുവെയ്ക്കുന്ന മുറിയിലെ ആർദ്രത തുടങ്ങി നിരവധി പരമാപങ്ങളെ തുടർച്ചയായി നിയന്ത്രിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കണം. ഇതിലെല്ലാം മാനുഷികാംശം എത്രയും കുറയ്ക്കാമോ അത്രയും നന്നു്. മനുഷ്യസഹജമായ അലസത, വിമുഖത, അലക്ഷ്യത, ഉറക്കം തൂങ്ങൽ, നശീകരണപ്രവണത എന്നിവ യന്ത്രങ്ങൾക്കും ഉപകരണങ്ങൾക്കും ഇ

ല്ലല്ലോ. യന്ത്ര–ഉപകരണത്തകരാറുകളും മിക്ക പ്പോഴുമെന്നല്ല എല്ലായ്പോഴും മൻകൂട്ടി നിശ്ചയിക്കാവുന്നവയായിരിക്കും. അല്ലെങ്കിൽ തന്നെ ഏതെങ്കിലും ഘടകം തകരാറിലാവുകയോ പ്രവർത്തിക്കാതിരിക്കുകയോ ചെയ്താൽ ഉടനടൻ അപായമുന്നറിയിപ്പ് തരുവാനും, വേണമെങ്കിൽ യന്ത്രപ്രവർത്തനം തന്നെ സ്വയം നിർത്തുവാനും ഉള്ള രക്ഷാനടപടികളും എർപ്പെടുത്തുവാൻ സാധിക്കും. മനുഷ്യന്റെ കാര്യത്തിൽ പലതും ഇതുപോലെ പ്രായോഗികമല്ലല്ലോ.

വെയ്സ്റ്റ് (Waste) കുറയ്ക്കുമെന്നതാണ് മറെറാരു നേട്ടം. ഗുണനിയന്ത്രണം ഏർപ്പെടുത്തുന്നതുകൊണ്ട് ഉല്പന്നത്തിലെ അതിലീമമായ ഭാഗം നേരെ മാർക്കറെറിലേക്ക് പോകുന്നു; അതായതു് രണ്ടാന്തരവും തള്ളിക്കളയേണ്ടവയും നന്നെ ചുരുങ്ങുന്നു. ഉപയോഗിക്കുന്ന മനുഷ്യമണിക്കൂറുകളും കൊണ്ടു കൂടുതൽ ഫലം ഉണ്ടാക്കാൻ കഴിയുന്നു. അതു പോലെ കൽക്കരി, എണ്ണ, വാതകം എന്നിവയിൽ അതിലീമമായ മിച്ചം ഉണ്ടാകുന്നു. ഫാക്ടറികളിൽ അവസാനം തള്ളിക്കളയുന്ന 'ചണ്ടി' പൊതുജനാരോഗ്യത്തിനു ഹാനികരമല്ലാതാക്കിത്തീർക്കുന്ന വില കൂടിയ അണുനാശകങ്ങളും ഏതെല്ലാം എത്രയെല്ലാം എന്നു് മനസ്സിലാക്കുന്നതു് 'ചണ്ടി' രാസവിശകലനത്തിനു് (അളക്കൽ) വിധേയമാക്കിയാണു്.

ഫാക്ടറിയുടെയും തൊഴിലാളിയുടെയും പൊതുജനത്തിന്റെയും രക്ഷയ്ക്കും മാപയന്ത്രണം അനിവാര്യമാണു്. അപകടഘട്ടങ്ങളും മണത്തറിയുവാനും അതായതു് രക്ഷോപാധികവും പ്രവർത്തിപ്പിച്ചു് അപകടം സംഭവിക്കാതെ നോക്കുവാനും മാപന–നിയന്ത്രണോപാധികളും സഹായിക്കുന്നു. ഉന്നത വോൾട്ടതയിലുള്ള വൈദ്യുതലൈൻ പൊട്ടിവീണാൽ ഉടനെ വിദ്യുത്പ്രവാഹം നിർത്തി ലൈൻ അപകടരഹിതമാക്കുന്നതു് സ്വയം പ്രവർത്തക–രക്ഷോപായക്രിയകളും മൂലമാണു്. പൊതുരക്ഷയെ ലാക്കാക്കി ഇത്തരം പല നിയന്ത്രണങ്ങളും ഗവണ്മെൻറ് നിയമം മൂലം പ്രഖ്യാപിച്ചിട്ടുണ്ടായിരിക്കും.

ഗവേഷണത്തിൽ, തുടർച്ചയായ, മട്ടപ്പുളവാക്കുന്ന, യാന്ത്രികമായ റീഡിങ്ങുകളും എടുക്കുന്നതും ഗ്രാഫുകളും വരയ്ക്കുന്നതും മറ്റും ഉപകരണങ്ങൾ സ്വയം ചെയ്താൽ, ഗവേഷകന്റെ ബുദ്ധിയും സമയവും മറ്റു സൃഷ്ടിപരമായ കാര്യങ്ങൾക്കു് ഉപകരിക്കുമല്ലോ.

ഒരു പ്രക്രിയയുടെ എല്ലാ ഭാഗങ്ങളിലും ഒരേ സമയത്തു് നിയന്ത്രണം ഏർപ്പെടുത്തുന്നു എന്നതാണു് ഒരു പക്ഷേ ഏറെറവും വലിയ നേട്ടം. മിക്കവാറും എല്ലാ പ്രക്രിയകളുടെയും നിലനിൽപു തന്നെ ഇതിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. നൂറു സ്ഥലത്തു് ഒരേ സമയം നിയന്ത്രണനിർദേശങ്ങൾ എത്തിച്ചു് നടപ്പാക്കണമെങ്കിൽ നൂറു് വിദഗ്ധരെ തൽസ്ഥാനങ്ങളിൽ നിയമിച്ചാലും ഏകകാല പ്രവർത്തനം സാധ്യമാകുമെന്നു തോന്നുന്നില്ല.

ചൂടുരുകിക്കിടക്കുന്ന ലോഹദ്രാവകത്തിന്റെയും രാസക്രിയകളും നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ചൂളകൾക്കുള്ളിലെയും താപനിലയും തിളച്ചു മറിയുന്ന അമ്ല–ക്ഷാരലായനികളുടെ ഗുണവിശേഷങ്ങളും, വാഹനങ്ങൾ കടന്നു പോകുമ്പോൾ റോഡിന്നും റെയിലിന്നും പാലങ്ങൾക്കും ഉണ്ടാകുന്ന കമ്പനങ്ങളും അംബരചുംബികളായ മണിമേടകളുടെ അടിത്തറ താങ്ങുന്ന ഭാരങ്ങളും, നദിയിലെ വെള്ളത്തിന്റെയും പറക്കുന്ന ജെറ്റ് വിമാനങ്ങളുടെയും പ്രയാണവേഗവും, മരുന്നുകളും ഭക്ഷ്യ–പേയങ്ങളും നിർമിച്ചെടുക്കുന്ന രാസക്രിയകളും മറ്റും മറ്റും അളക്കുകയും കർശനമായി നിയന്ത്രിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന ട്രാൻസ്ഡ്യൂസറുകളും അഥവാ ട്രാൻസ്ഡ്യൂസർ ശൃംഖലകളുടെ പ്രാധാന്യം പറഞ്ഞറിയിക്കേണ്ടതില്ല. പെയ്യാൻ പോകുന്ന പേമാരിയും, അലറിയെത്തുന്ന കൊടുങ്കാറ്റും ഉണ്ടാകാനിരിക്കുന്ന ഭൂകമ്പവും നേരത്തെ മണത്തറിഞ്ഞു് മുന്നറിയിപ്പു നൽകുവാനും വേണ്ട മുൻകരുതലുകളും ചെയ്യുവാനും ഇതു വഴി ഇന്നു് കഴിയുന്നുണ്ടു്.

വ്യാവസായികലോകത്തിന്റെ നിലനിൽപും, ഒരു പരിധി വരെ, നിത്യജീവിതത്തിലെ സുഖഭോഗങ്ങളും മാപനനിയന്ത്രണസാമഗ്രികളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ടാണു് പറയുന്നതു്, മാനവസംസ്കാരത്തിന്റെയും പരിഷ്കാരത്തിന്റെയും മുന്നോടിയാണു് മാപനകലയുടെ പുരോഗതിയും മാപനോപകരണങ്ങളുടെ നവീനത്വവും പ്രവർത്തനക്ഷമതയും എന്നു്.

പാരമ്പര്യസിദ്ധാന്തവും വൈദ്യശാസ്ത്രവും

ഡോ. കെ. മാധവൻകുട്ടി

പാരമ്പര്യസിദ്ധാന്തത്തിനു ആധുനിക വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിൽ ഉള്ള പരമോന്നതമായ സ്വാധീനത്തെ ഉദാഹരിക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞ കുറച്ച കൊല്ലങ്ങളിൽ ലഭിച്ച നോബൽ സമ്മാനങ്ങളുടെ ഒരു പട്ടിക പരിശോധിച്ചാൽ മതിയാകും. 1958-ൽ ലെഡർബർഗിനു് (Lederburg) ജനനവംശീയ വിഗതികളെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനത്തിനും, ബീഡൽ (Beadle), ടാറം (Tatum) എന്നിവക്കു ജീനുകളും പാരമ്പര്യവിശേഷതകളും കൈമാറുന്ന വിധത്തെപ്പറ്റിയുള്ള വിശദീകരണങ്ങൾക്കും ലഭിച്ച സമ്മാനങ്ങളെത്തുടർന്നു, പിന്നെയുള്ള പത്തു വർഷങ്ങളിൽ ഈ മണ്ഡലത്തിൽ സമ്മാനാർഹരായ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ സംഖ്യ എന്തു കൊണ്ടും ശ്രദ്ധാർഹമാണു്. ഒച്ചോവ (Ochoa), കോൺബർഗ്ഗ് (Kornberg), വാറ്റ്സൺ (Watson), വിൽകിൻസു് (Wilkins), ക്രിക്കു് (Crick), ഹോളി (Holley), നീരൻബർഗ്ഗ് (Nirenberg)ഖൊറാനാ (Khorana) അങ്ങനെ നീണ്ടു പോകുന്ന പ്രഗൽഭരായ ഈ ശാസ്ത്രകാരന്മാരുടെ എണ്ണം. എന്തിനധികം, ഈ വിഷയത്തിൽ ലഭിച്ച സമ്മാനങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിനുള്ള നോബൽ സമ്മാനം സിദ്ധിച്ചവരെപ്പറ്റി ഡി എൻ എക്കാരുടെ ക്ലബ്ബു് എന്ന കളിയാക്കിക്കൊണ്ടു വിളിക്കുക കൂടി ഉണ്ടായിട്ടുണ്ടു്.

പാരമ്പര്യസിദ്ധാന്തത്തെയും വൈദ്യശാസ്ത്രത്തെയും കൂട്ടിയിണക്കുന്ന കണ്ണി

പത്തൊമ്പതാം ശതാബ്ദത്തിന്റെ ഉത്തരാർദ്ധത്തിൽ ആസ്ട്രിയയിലെ ഒരു പാതിരിയായ ഗ്രിഗർ മെൻഡലിന്റെ ഗവേഷണങ്ങളാണല്ലോ പാരമ്പര്യസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ അടിത്തറ പാകിയതു്. മെൻഡൽസിദ്ധാന്തങ്ങളിൽ നിന്നു പ്രചോദനം ലഭിച്ച പാരമ്പര്യശാസ്ത്രം ഇന്നു വളർന്നു് വികസിച്ചു നിൽക്കുന്ന ഒരു മഹാശാഖമാണു്. പാരമ്പര്യശാസ്ത്രത്തിന്റെ വിവിധ വശങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനം വളരെ രസാവഹവും, അതീവ ഫലപ്രദവും ആണു്. അവയിൽ വൈദ്യശാസ്ത്രത്തെ സ്പർശിക്കുന്ന പ്രയോജനപ്രദങ്ങളായ ചില കാര്യങ്ങളെപ്പറ്റി മാത്രം പ്രസ്താവിക്കുവാനേ ഈ ലേഖനം കൊണ്ടു ഉദ്ദേശിക്കുന്നുള്ളൂ.

പാരമ്പര്യസ്വഭാവങ്ങളെയെല്ലാം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഡി എൻ എയുടെ ഘടന കണ്ടുപിടിച്ചതോ

ടുക്കുടിയാണു് പാരമ്പര്യശാസ്ത്രവും വൈദ്യശാസ്ത്രവും തമ്മിലുള്ള അഭേദ്യമായ ബന്ധം ആരംഭിച്ചതു്. വേറൊരു തരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ ഡി. എൻ. എ യാണു് പാരമ്പര്യസിദ്ധാന്തത്തെയും മറ്റു ശാസ്ത്രങ്ങളെയും കൂട്ടിയിണക്കുന്ന കണ്ണി. ഒരു മനുഷ്യന്റെ വ്യക്തിഗതമായ എല്ലാ ഗുണവിശേഷങ്ങളും ജീനുകളിൽ കൂടി അവനു ലഭിക്കുന്നതാണെന്നു മുമ്പു തന്നെ അറിയാവുന്ന ഒരു സംഗതിയാണു്. അതായതു് അവന്റെ നീളം, വണ്ണം, നിറം, മുടിയുടെ ചുരുളൽ, കഷണ്ടിയുണ്ടാകുവാനുള്ള പ്രവണത, അവയവങ്ങളുടെ ഘടന എന്നു വേണ്ട അവനു തന്റേതായ വ്യക്തിത്വം നൽകുന്ന ഗുണദോഷവിശേഷങ്ങളുടെ സമുച്ചയം തന്നെ പരമ്പരാഗതമായി സിദ്ധിക്കുന്നതാണു്. മേൽപറഞ്ഞ വ്യക്തിപരമായ സ്വഭാവവിശേഷങ്ങൾക്കു പുറമെ, അവനു രോഗം വരുന്നതിനും വരാതിരിക്കുന്നതിനും ഉള്ള സിദ്ധികളും പരമ്പരാഗതമായി ലഭിക്കുന്നവയാണു് എന്നുള്ളതിനും ഇന്നു കാര്യമായി തെളിവുകൾ ഉണ്ടു്. അതായതു പ്രമേഹം, രക്തസമ്മർദ്ദം, മനോരോഗങ്ങൾ എന്നീ പരമ്പരാസിദ്ധമായ രോഗങ്ങൾ മാത്രമല്ല, ഒരുവനു് ക്ഷയരോഗമോ, ത്വഗ് രോഗമോ, ഹൃദ്രോഗമോ, കാൻസറോ മറേറതെങ്കിലും തരത്തിലുള്ള രോഗങ്ങളോ, വരുവാനോ വരാതിരിക്കുവാനോ ഉള്ള പ്രവണതകൾ പോലും മാതാപിതാക്കളിൽ നിന്നു ജന്മനാ ലഭിക്കുന്ന ഒരു പാരമ്പര്യസിദ്ധിയാണു് എന്നു പോലും കരുതുവാൻ ന്യായമായ കാരണങ്ങളുണ്ടു്. ഇപ്രകാരം മീക്വവാറും എല്ലാ രോഗങ്ങൾക്കും അരോഗാവസ്ഥയ്ക്കും, പാരമ്പര്യസിദ്ധമായ നിദാനങ്ങൾ ഉണ്ടെന്നും, അവയുടെ ഇരിപ്പിടം ജീനാണെന്നും അറിയാമായിരുന്നുവെങ്കിലും ജീനുകളിൽ അവ എങ്ങിനെയാണു് സംഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളതു് എന്നുള്ളതിനെപ്പറ്റി അടുത്ത കാലം വരെ വലിയ വിവരമൊന്നും ഉണ്ടായിരുന്നില്ല. ജീനിന്റെ കാതലായ ഭാഗം അതിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ഡി എൻ എ. തന്മാത്രകളാണെന്നു വിശദമായി മനസ്സിലായതോടു കൂടിയാണു്, പാരമ്പര്യസിദ്ധാന്തവും വൈദ്യശാസ്ത്രവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തിന്റെ വിശദാംശങ്ങൾ ഒരു അപസർപ്പകകഥയിലെ ഏടുകൾ മാതിരി ചുരുൾ നിവർത്തിത്തുടങ്ങിയതു്.

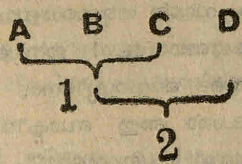
വാറ്റ്സൺ–ക്രിക്ക് മോഡൽ

മേൽപറഞ്ഞ ഡിറ്റക്ടീവുനോവലിലെ ജേംസ് ബോണ്ടാണു് ഡി എൻ എ തന്മാത്രയുടെ ഘടനയെ വിശദീകരിച്ചു കൊണ്ടുള്ള വാറ്റ്സൺ ക്രിക്ക് മോഡൽ. വിൽകിൻസ് നടത്തിയ ക്രിസ്റ്റലോഗ്രാഫിക് പഠനങ്ങളുടെ പശ്ചാത്തലത്തിൽ യുവാക്കളായ വാറ്റ്സണും ക്രിക്കും കൂടി വെറും ഭാവനയിൽ കൂടി സൃഷ്ടിച്ച ഡി എൻ എ ഘടനയ്ക്കാണു് വാറ്റ്സൺ–ക്രിക്ക് മോഡൽ എന്നു പേർ കൊടുത്തിട്ടുള്ളതു്. ഈ മോഡലിന്റെ വിശദവിവരങ്ങളെപ്പറ്റി ഇന്നു പരീക്ഷണങ്ങളിലധിഷ്ഠിതമായ വിവരങ്ങൾ എറെക്കുറെ നമുക്കു ലഭ്യമായിട്ടുണ്ടു്.

ഡി എൻ എ തന്മാത്രയുടെ ഘടന മനസ്സിലായതോടു കൂടി അന്നു വരെ ദുരൂഹങ്ങളായിരുന്ന പല വൈഷമ്യങ്ങൾക്കും ഉത്തരങ്ങൾ ലഭിക്കുവാൻ എളുപ്പമായിത്തീർന്നു. ഒരു തലമുറയിൽ നിന്നു അടുത്ത തലമുറയിലേക്കു പാരമ്പര്യഗുണങ്ങൾ പകരുന്നതിന്റെ ഒരു ഏകദേശരൂപം 1960 ഓടുകൂടി നമുക്കു ലഭ്യമായി. ഇതിനു കാരണക്കാർ രണ്ടു വലിയ ന്യൂക്ലിയിക്ക് ആസിഡ് (Nucleic-acid) തന്മാത്രകളാണു്; അതായതു ക്രോമസോമുകളിലെ ജീനുകളിൽ കാണുന്ന ഡി എൻ എയും സെല്ലിലെ പ്രോട്ടോപ്ലാസത്തിൽ കണ്ടു വരുന്ന ആർ എൻ എയും. ഈ വസ്തുക്കളുടെ രാസഘടനയെപ്പറ്റിയുള്ള ഒരു ഏകദേശരൂപവും അക്കാലത്തു തന്നെ ഉണ്ടായിരുന്നു. ഡി എൻ എയിലെയും, ആർ എൻ എയിലെയും തന്മാത്രകൾ പിരിഞ്ഞ കോണിയുടെ (ഹെലിക്കൽ) രൂപത്തിലാണു് ഘടിപ്പിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതു്. ഇവയിൽ ധാരാളം മോണോ ന്യൂക്ലിയോടൈഡുകൾ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടു്. ന്യൂക്ലിയോടൈഡുകളിലാകട്ടെ, പിരമിഡൈനിന്റെയും പ്യൂറിന്റെയും ക്ഷാരങ്ങൾ, അഞ്ചു കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ അടങ്ങിയ പഞ്ചസാരയും ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡും ആണു് ഉള്ളതു്. ഇത്തരത്തിലുള്ള പഞ്ചസാരകളെ പെൻറോസുകൾ (Pentose) എന്നാണു് വിളിക്കുന്നതു് ഉദാഹരണങ്ങൾ റൈബോസും (Ribose) ഡി ഓക്സിറൈബോസും (deoxy-ribose) ആണു്. ഡി എൻ എ യിൽ ഉള്ള ന്യൂക്ലിയോടൈഡുകൾ അഡിനൈൻ (Adenine-A), സിസ്റ്റോസിൻ (Cystosine-C), ഗ്വാനിൻ (Guanine-G), തൈമിൻ (Thymine-T) എന്നിവയാണു്, ആർ എൻ എയിൽ തൈമീനിനു പകരം യൂറാസിൽ (uracil-U) ആണു ഉള്ളതു് എന്ന വ്യത്യാസം മാത്രമേ ഉള്ളൂ.

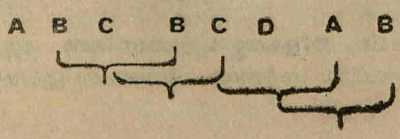
പ്രോട്ടീനുകളുടെ നിർമാണം

ജീനുകളിൽ ഉള്ള ഡി എൻ എ തന്മാത്രകളും ഇരട്ടച്ചങ്ങലകളായാണ് സംഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളതെങ്കിൽ, ആർ എൻ എ കളിൽ ഒരു ചങ്ങല മാത്രമേ ഉള്ളൂ. ഇതിൽ ഡി. എൻ. എയിലുള്ള കണ്ണികളെല്ലാം യോജിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളതു A യും T യുമോ അഥവാ G യും C യുമോ മുഖാന്തരമാണ്. ഒരു പോളിപെപ്റൈഡ് (Polypeptide) ഉണ്ടാക്കുവാനുള്ള ആജ്ഞ കൊടുക്കുന്നതു സെല്ലിന്റെ ന്യൂക്ലിയസിലുള്ള ജീനുകളാണെങ്കിലും, അവയെ ഉണ്ടാക്കുന്നതു പ്രോട്ടോപ്ലാസത്തിലുള്ള റൈബോസോമുകളാണ്. ഈ റൈബോസോമുകൾ പ്രിൻറിങ്ങ് പ്രസ്സുകളെപ്പോലെയാണ് പ്രവർത്തിക്കുന്നതു്. അതായതു അച്ചടിക്കുവാനുള്ള മാറ്റർ അഥവാ പോളിപെപ്റൈഡു മാതൃക ഉപയോഗിക്കുന്നതു് അതിനുള്ള ടൈഡുകളെ അനുസരിച്ചാണ്. ഈ ടൈപ്പുകളെയാണ് ദൂതനായ ആർ എൻ എ. (മെസ്സെൻജർ ആർ എൻ എ) എന്നു വിളിക്കുന്നതു. ഇതിനു് ഉപയോഗിക്കുന്ന പ്രത്യേക ശുദ്ധഭാഷയാണ് ജെനറിക് കോഡു്. ഇതിലെ ആദ്യത്തെ പടി പകർത്തിയെഴുത്താണെങ്കിൽ രണ്ടാമത്തെ ഭാഗം ഒരു തർജ്ജമയാണ്. ഈ പകർത്തിയെഴുത്തിനും തർജ്ജമക്കും ഉപയോഗിക്കുന്ന ജെനറിക് കോഡ്.



(മേൽക്കേറി അഥവാ ഓവർലാപ്പിങ്ങ് കോഡു്)

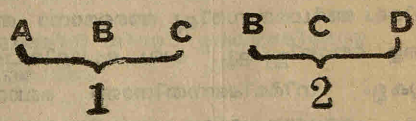
ഇതിൽ രണ്ടാമത്തെ കോഡിനെ കോമയില്ലാത്ത കോഡ് എന്നും വിശേഷിപ്പിക്കാറുണ്ട്. ഇത്തരത്തിലുള്ള കോമയില്ലാത്ത കോഡാണ് ജീൻ ഭാഷയിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നതു് എന്നാണ് തെളിവുകൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നതു്. അങ്ങനെ വരുമ്പോൾ മേൽക്കേറികളായ കോഡുകളെല്ലാം അർഥശൂന്യങ്ങളാണ് അതായതു്



ജനറിക് കോഡ്

നീരംബർഗ്ഗും ഒച്ചോവയും കണ്ടുപിടിച്ച ഈ കോഡിനു നാലു ബേസുകളെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്ന അക്ഷരങ്ങളിൽ നിന്നു രണ്ടക്ഷരങ്ങളെ ഉള്ളുവെങ്കിൽ 4^2 അഥവാ 16 അമൈനോ ആസിഡുകളെ മാത്രമേ കൈകാര്യം ചെയ്യുവാൻ സാധിക്കുകയുള്ളൂ. പ്രോട്ടീൻ നിർമാണത്തിൽ ഇരുപതു അമൈനോ ആസിഡുകളെ ഉപയോഗിക്കേണ്ടതുണ്ട്. അതു കൊണ്ടു നാലു സംജ്ഞകളിൽ നിന്നു മൂന്നെണ്ണം ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ടെന്നു തീർച്ച. അങ്ങിനെ വരുമ്പോൾ ഈ ഭാഷയ്ക്കു 4^3 അല്ലെങ്കിൽ 64 അമൈനോ ആസിഡുകളെ ഉപയോഗിക്കുവാൻ സാധിക്കും. ഇതു വളരെ അധികമാണ് താനും. അത്തരത്തിലുള്ള ധാരാളിത്തം പ്രകൃതിയിൽ ഒരിക്കലും കാണാറില്ല. ഇനി അക്ഷരങ്ങളെ എങ്ങനെയാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതു് എന്നു കൂടി ചിന്തിക്കാം.

A, B, C, D എന്നീ നാലു് അക്ഷരങ്ങളും മാത്രമുള്ള ഒരു ഭാഷയെ, മൂന്നക്ഷരങ്ങളുള്ള കോഡായി രണ്ടു വിധത്തിൽ ഉപയോഗിക്കാം, അതായതു്.

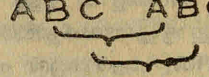


(മേൽക്കേറിയല്ലാത്ത അഥവാ നോൺ ഓവർലാപ്പിങ്ങ് കോഡു്)

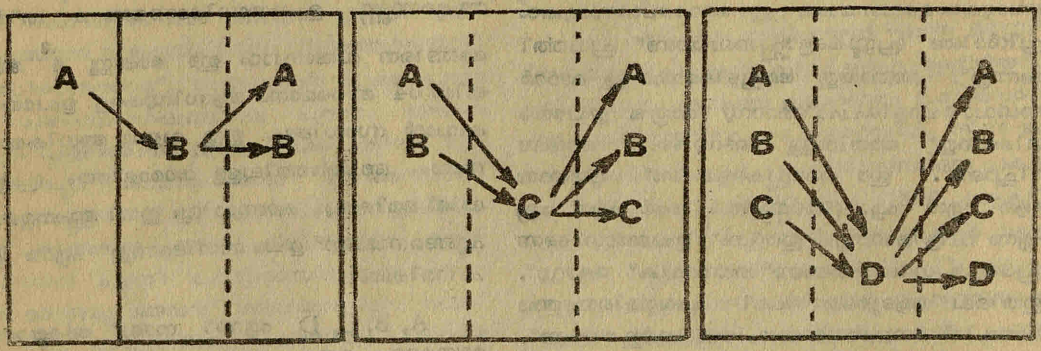
എന്ന വാചകം കോമയില്ലാതെ എഴുതുമ്പോൾ B C B, C B C, C D A, D A B എന്നീ വാക്കുകളൊന്നും അനുവദനീയങ്ങളല്ല. ഇതിൽ നിന്നു താഴെ പറയുന്ന കാര്യങ്ങൾ വ്യക്തമാണ്.

A AA AAA എന്ന ഒരു പദം സാധ്യമല്ല. അതു സാധ്യമാണെങ്കിൽ മേൽക്കേറികളായ പദങ്ങൾക്കും അർഥം ലഭ്യമാകും. അപ്രകാരം B, C, D. എന്നീ അക്ഷരങ്ങളും തന്നെ—

ആറ പ്രാവശ്യം ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്ന പദങ്ങളെല്ലാം തന്നെ—അർഥശൂന്യങ്ങളാണ്. ഇപ്രകാരമുള്ള നാലു വാക്കുകളെ ഒഴിവാക്കിയാൽ ജനററിക് കോഡ് ഭാഷയിൽ 60 വാക്കുകളും ശേഷിക്കും. അതേ പ്രകാരം തന്നെ സൈക്ലിക (Cyclic) ക്രമത്തിൽ വരുന്ന വാക്കുകളും ഉപയോഗിക്കുവാൻ സാധ്യമല്ല. അതായതു് ABC എന്നതു ഒരു വാക്കാണെങ്കിൽ BCA, CAB എന്നിവ അർഥശൂന്യങ്ങളാണ്, അല്ലെങ്കിൽ



എന്നതു വാക്കായി ഉപയോഗിക്കുവാൻ സാധ്യമല്ല. അങ്ങിനെ വരുമ്പോഴും അറുപതിന്റെ മൂന്നിലൊരു ഭാഗം അഥവാ 20വാക്കുകളും ലഭ്യമാകും. അതാണല്ലോ നമുക്കു ലഭിക്കേണ്ടതായമായാ നമ്പറും! ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൻ ജനററിക് കോഡിന്റെ ഒരു ഡിക്ഷണറി ഇങ്ങിനെ നിർമിക്കാം.



ഈ ഡിക്ഷണറിയിൽ പെടാത്ത വാക്കുകളെല്ലാം തന്നെ അർഥശൂന്യങ്ങളത്രെ. ഇത്തരത്തിലുള്ള [ജനററിക് ഭാഷ ഉപയോഗിച്ചു് അവയിലെ അർഥമനുസരിച്ചു അമൈനോ ആസിഡുകളെ യോജിപ്പിച്ചു. പല പോളിപെപ്റൈഡുകളും നിർമിക്കുന്നതിനാണു ഖൊറാന തന്റെ ചിരകാലാർജിതമായ ന്യൂക്ലിയോടൈഡു് നിർമാണത്തിലുള്ള പ്രതിഭാസമ്പത്തു മുഴുവൻ ഉപയോഗിച്ചതു് തൽഫലമായി അദ്ദേഹത്തിനു 1963ൽ നോബൽ സമ്മാനം ലഭിക്കുമ്പോഴും തന്നെ അദ്ദേഹം ഈസ്റ്റിലെ അലനിൻ എന്ന അമൈനോ ആസിഡു നിർമിക്കുന്ന ദൂതനായ ആർ എൻ എ യുടെ (yeast alanine t–R N A) ഒരു ന്യൂക്ലിയോടൈഡു് ചങ്ങലയുടെ പകതിയോളം ഉണ്ടാക്കിക്കഴിഞ്ഞിരുന്നു. അടുത്ത കാലത്തായി ഒരു വലിയ ശാസ്ത്രസംഘത്തിന്റെ സഹായത്തോടുകൂടി അദ്ദേഹം ഒരു ജീൻ തന്നെ സൃഷ്ടിച്ചുവെന്ന അത്യത്ഭുതകരമായ വാർത്ത നമ്മെയെല്ലാം രോമാഞ്ചം കൊള്ളിക്കുകയുണ്ടായല്ലോ! ഇനി ആ ജീനിനെ ബാക്ടീരിയയുടെ വൈറസ്സിനോടു അനുബന്ധിക്കുകയും, തദ്വാരാ അതു ബാക്ടീരിയയിൽ കടത്തിവിടുകയുമാണു് ചെയ്യാനുള്ളതു്. അപ്രകാരം കടത്തിവിട്ട ഒരു ജീനിന്റെ പ്രവർത്തനം സൂക്ഷ്മം പഠിക്കുമ്പോഴും പാരമ്പര്യരോഗങ്ങളെപ്പറ്റിയുള്ള നമ്മുടെ അറിവിന്റെ ആഴവും വ്യാപ്തിയും സ്ഫോടനാത്മകമായ രീതിയിൽ പുരോഗമിക്കും. മാത്രമല്ല ഇത്തരം രോഗങ്ങളുടെ നിവാരണത്തിനും ചികിത്സക്കും നാം ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപാധികളുടെ അലകും പിടിയും തന്നെ മാറ്റാനും സാധിക്കും.

കംപ്യൂട്ടർ ഉപയോഗിക്കുന്നതെങ്ങിനെ?

വി. കെ. ദാമോദരൻ

കമ്പ്യൂട്ടറിന്റെ പ്രവർത്തനത്തിനാധാരമായ തത്വങ്ങളേതെന്നും, കംപ്യൂട്ടർ സംഖ്യകളെ തിരിച്ചറിയുന്നതും കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നതും എങ്ങിനെയെന്നും നാം കണ്ടു കഴിഞ്ഞു. യന്ത്രങ്ങളെയും മറ്റും നിയന്ത്രിക്കാൻ കംപ്യൂട്ടർ തന്നെ സ്വീകരിക്കുന്ന പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതൊഴിച്ചാൽ മറ്റു തരത്തിൽ കംപ്യൂട്ടർ ഉപയോഗിക്കുന്ന വിധമാണ് ഈ ലേഖനത്തിൽ പ്രതിപാദിക്കുന്നത്. കംപ്യൂട്ടറിന്റെ സേവനം ആവശ്യമുള്ള ഒരാളാണ് നിങ്ങളെങ്കിൽ, കംപ്യൂട്ടറിനെ സമീപിക്കേണ്ടതെങ്ങിനെയെന്നിവിടെ വിവരിക്കാം.

ആദ്യമായി നിങ്ങൾ ചെയ്യേണ്ടത്, നിങ്ങളുടെ പ്രശ്നത്തെ സ്വയം മനസ്സിലാക്കാൻ ശ്രമിക്കുകയാണ്. പ്രശ്നം മനസ്സിലാക്കാതെയാണോ, കംപ്യൂട്ടറിനെ സമീപിക്കുന്നതെന്നു നിങ്ങൾ ചോദിക്കുമായിരിക്കും. സാരമില്ല. ഇവിടെ ഉദ്ദേശിക്കുന്നതു മറ്റു ചിലതാണ്. നാം നമ്മോടു തന്നെ ചോദിക്കേണ്ട ചില ചോദ്യങ്ങളുണ്ട്. അവ:

1. എന്തുത്തരമാണു പ്രതീക്ഷിക്കുന്നത്?

2. ഈ ഉത്തരം കാണുവാൻ എന്തെല്ലാം അടിസ്ഥാനവസ്തുതകളാണ് ഉപയോഗപ്പെടുത്തുവാൻ സാധിക്കുക?

3. ഈ അടിസ്ഥാനവസ്തുതകളിൽ നിന്നു ഉത്തരത്തിലേയ്ക്കു പോകാൻ എന്തെല്ലാം മാർഗങ്ങളുണ്ട്?

4. ഇതിൽ എല്ലാ മാർഗങ്ങളും അവലംബിക്കണമോ? അതോ, ഏതെങ്കിലും ഒന്നു മതിയോ?

5. ഒന്നു മതിയെങ്കിൽ ഏതാണു അതു്?

6. കിട്ടുന്ന ഉത്തരം വ്യക്തമായിരിക്കുമോ?

7. ഉത്തരം കാണുന്നതിനിടയിൽ വല്ല പരിശോധനകളോ, ഒത്തുനോക്കലുകളോ ആവശ്യമുണ്ടോ?

8. ചോദ്യത്തിൽ നിന്നു് ഉത്തരത്തിലേയ്ക്കു ഒറ്റയടിക്കു പോകാമോ?

9. നൽകാനുദ്ദേശിക്കുന്ന വിവരങ്ങളത്രയും സംഭരിച്ചു വെയ്ക്കാനുള്ള സംഭരണശേഷി കംപ്യൂട്ടറിനുണ്ടോ?

10. ഇല്ലെങ്കിൽ എന്തു ചെയ്യാം?

11. പ്രശ്നം ചെയ്തു തീർക്കാൻ ഏതാണ്ടു് എത്ര സമയമെടുക്കും?

12. ഒറ്റ ഉത്തരം മാത്രമേ ഉള്ളോ?

13. കൂടുതൽ ഉണ്ടെങ്കിൽ എല്ലാ ഉത്തരങ്ങളും നിങ്ങൾക്കറിയണമെന്നുണ്ടോ?

14. ഈ ഉത്തരം ഉപയോഗിച്ചു നിങ്ങൾ എന്തുചെയ്യണമെന്നാണുദ്ദേശിക്കുന്നത്? (ഗഹനമായ ഗണനക്രിയകൾക്കുള്ള മുന്നോടിയാണോ ഇതു്?)

15. ഉത്തരം ഏതു തരത്തിലാണാവശ്യം?

16. ഉത്തരത്തിനു് സൂക്ഷ്മതയും വ്യക്തതയും എത്രത്തോളം ആവശ്യമുണ്ടു്?

ഇത്രയും ചോദ്യങ്ങളും സ്വയം ചോദിച്ചു് ഉത്തരം മനസ്സിൽ കാണുമ്പോഴേയ്ക്കും നമുക്കു നമ്മുടെ പ്രശ്നം എന്താണെന്നു മനസ്സിലായി എന്നു പറയാം. ആദ്യം ഒരു പ്രശ്നവുമായി പുറപ്പെടുമ്പോൾ, ഇത്രയൊന്നും നിങ്ങൾ ചിന്തിച്ചു കാണുകയില്ലെന്നുള്ളതിനാലാണു് ഈ ഘട്ടം പ്രത്യേകം എടുത്തു പറഞ്ഞതു്.

ഉദാഹരണമായി 2500 വിദ്യാർഥികളെ എഴുതിയ ഒരു പരീക്ഷയുടെ ഫലം പ്രഖ്യാപിക്കാനാണു് കംപ്യൂട്ടർ ഉപയോഗിക്കുന്നതെന്നിരിക്കട്ടെ. ഈ പ്രശ്നത്തിൽ, മേൽ ചോദ്യങ്ങൾക്കുള്ള ഉത്തരങ്ങൾ ഏതാണ്ടു് ഇങ്ങിനെയാവാം.

1. വിജയികളായ കുട്ടികളുടെ വിവരം.

2. ഹാജർ വിവരം, മാർക്കുകൾ, വയസ്സു്, പരീക്ഷാനിയമങ്ങൾ ഇവയാണു് അടിസ്ഥാനവസ്തുതകൾ.

3. a) ജയിക്കുവാനാവശ്യമായ മാർക്കുണ്ടോ എന്നു നോക്കണം.

b) ആവശ്യമായ ഹാജരുണ്ടായിരുന്നോ എന്നു നോക്കണം.

c) വയസ്സു തുടങ്ങിയ മറ്റു പരിഗണനകൾ നിറവേറിയോ എന്നു നോക്കണം.

d) ഏതെങ്കിലും ഒരു വിഷയത്തിൽ മാത്രം സ്വല്പം മാർക്കു കുറവാണെങ്കിൽ മറ്റു വിഷയങ്ങളിലുള്ള പ്രാവീണ്യം കണക്കിലെടുത്തു് അനുകൂല പരിഗണനകൾ വല്ലതും കൊടുക്കണമോ എന്നു നോക്കണം. ഇങ്ങിനെ പോകുന്നു.

4. എല്ലാ മാർഗങ്ങളും അവലംബിക്കണം.

5. (പ്രസക്തിയില്ല).

6. ആയിരിക്കും.

7. ആവശ്യമില്ല.

8. പറ്റില്ല. ഘട്ടം ഘട്ടമായ കണക്കുകൂട്ടലുകൾ വേണം.

9. ഉണ്ടു് (ഇല്ലെങ്കിൽ 500 കുട്ടികൾ വീതമുള്ള 5 ഭാഗങ്ങളായി തിരിച്ചു് ഫലം പിന്നീടു കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ മതി).

10. (പ്രസക്തിയില്ല.)

11. പത്തു മിനിട്ടു്. (ഇതു കംപ്യൂട്ടർസെന്ററിൽ അന്വേഷിച്ചാലും അറിയാം).

12. അല്ല.

13. ഉണ്ടു്.

14. ജയിച്ചവരുടെ പട്ടിക, ക്ലാസ്സു് കിട്ടിയവരുടെ പട്ടിക, മാർക്കിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ സ്ഥാനക്രമപ്പട്ടിക (rank list) ഇവ തയ്യാറാക്കണം. ഓരോ വിദ്യാർഥിക്കും മാർക്കുലിസ്റ്റു് അച്ചടിച്ചു കൊടുക്കണം.

15. വ്യക്തമായി അച്ചടിച്ചു്.

16. തോറ്റവരുടെതൊഴികെ മറ്റുള്ളവരുടെ സ്ഥാനക്രമം വേണം. തോറ്റവരുടെ നമ്പരുകളും പ്രത്യേകം മാർക്കുലിസ്റ്റുകളും മാത്രം മതി. വ്യക്തത അത്യാവശ്യം. ഭിന്നസംഖ്യകളെ അടുത്ത പൂർണ സംഖ്യയാക്കി കണക്കാക്കാം.

ഇനി, ഈ പ്രശ്നത്തെ യന്ത്രത്തിനു മനസ്സിലാക്കി കൊടുക്കാനുള്ള ശ്രമമാണു്. യന്ത്രത്തിനു മനസ്സിലാകുന്ന ഒരേ ഒരു ഭാഷ 0, 1 എന്ന അക്കങ്ങളുടേതാണു്. ഈ ഭാഷയ്ക്കു് മെഷിൻ ലാംഗ്വേജ് (യന്ത്രഭാഷ) എന്നു പറയുന്നു. ഈ ഭാഷയിൽ തന്നെ വേണമെങ്കിൽ നമുക്കു പ്രശ്നങ്ങൾ അവതരിപ്പിക്കാം. ചില വ്യാവസായികാവശ്യങ്ങൾക്കും, മില്ലുകൾക്കും മറ്റും യന്ത്രഭാഷ യോജിച്ചതാണു്. ഒരിക്കൽ എഴുതിയുണ്ടാക്കിയ പ്രശ്നത്തിന്റെ കാതലായ ഭാഗം മാറുന്നില്ല. സംഖ്യകൾക്കു മാത്രമേ വ്യത്യാസം വരുന്നുള്ളൂ.

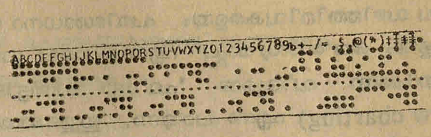
എന്നാൽ ശാസ്ത്ര–സാങ്കേതിക ഗവേഷണ പ്രശ്നങ്ങളുമായി കംപ്യൂട്ടറിനെ സമീപിക്കുന്നവർ മിക്കപ്പോഴും കംപ്യൂട്ടറിന്റെ 'പറ്റുകാര'നായിരിക്കില്ല. വല്ലപ്പോഴും തന്റേതായ ഒരു പ്രശ്നവും കൊണ്ടായിരിക്കും ശാസ്ത്രജ്ഞൻ കംപ്യൂട്ടറിനെ സമീപിക്കുക. ഒന്നിനോടൊന്നു സാമ്യമില്ലാത്ത തന്റെ പുതിയ പ്രശ്നം താൻ തന്നെ യന്ത്രത്തെ മനസ്സിലാക്കി കൊടുത്തേ തീരൂ. ശാസ്ത്രജ്ഞനെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം, പ്രശ്നത്തിന്റെ സങ്കീർണതയുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തുമ്പോൾ, 'ലളിതമായ' ഒരു ക്രിയ, 'സമയലാഭ'ത്തിനു വേണ്ടി മറ്റൊരാളെ ഏല്പിക്കലാണു്. അതിനു വേണ്ടി യന്ത്രഭാഷയുമായി മല്ലിടുവാൻ ക്ഷമയും സമയവും കണ്ടില്ലെന്നു വരും. ഇത്തരക്കാരെ സഹായിക്കുവാനായി ഒരു പരിഭാഷകന്റെ സഹായം ഉണ്ടായാൽ നല്ലതാണു്. ശാസ്ത്രജ്ഞനു് യന്ത്രഭാഷയറിയില്ല.

യന്ത്രഭാഷയറിയുന്നവനു് ശാസ്ത്രം (പ്രത്യേകപ്രശ്നം) അറിയില്ല. ഇവരിലാർ പരിഭാഷ ചെയ്യുമ്പോഴും കവി ശാസ്ത്രം എഴുതിയാലും, ശാസ്ത്രജ്ഞൻ കവിതയെഴുതിയാലും ഉള്ള സത്യവും, ഭംഗിയുമേ കാണുകയുള്ളൂ. എന്നാൽ ശാസ്ത്രീയ കാര്യങ്ങളെ സംബന്ധിച്ച ഒരു സംഭാഷണത്തിൽ പരസ്പരം അംഗീകരിക്കപ്പെട്ട കുറെ സംജ്ഞകളും പ്രയോഗശൈലികളും എപ്പോഴും മുഴച്ചുനിൽക്കുന്നതായി കാണാം. ഭാഷ, അവിടെ വളരെച്ചെറിയ ഒരു പങ്കേ വഹിക്കുന്നുള്ളൂ. ഈ സൗകര്യം ഉപയോഗപ്പെടുത്തി, ശാസ്ത്രജ്ഞൻ തന്റെ പ്രശ്നം അംഗീകൃത സംജ്ഞകളിൽ അവതരിപ്പിച്ചാൽ പരിഭാഷകന്റെ ആവശ്യം ഒഴിവാക്കാം. പക്ഷേ, ഇത്തരം സംജ്ഞകളും യന്ത്രത്തിനു മനസ്സിലാകണം. കൂടാതെ, സംജ്ഞകൾക്കു് ഐകരൂപ്യം ഉണ്ടാവുകയും വേണം.

തർജ്ജമയെന്നതു് ആവർത്തനപ്രധാനമായ ഒരു ജോലിയാണു്. അതിനാൽ ഒരു യന്ത്രത്തിനതു് കൂടുതൽ വേഗത്തിൽ, കൃത്യമായി ചെയ്യാൻ സാധിക്കും. തെറ്റിദ്ധരിക്കാനിടവരാത്ത ഒരു കൂട്ടം നിർദേശങ്ങളും പൊതുവായംഗീകരിക്കുകയും അത്തരം നിർദേശങ്ങളുടെ ഒരു ശ്രേണിയായി മാത്രം പ്രശ്നങ്ങളെ അവതരിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യണമെന്നു മാത്രം. ശാസ്ത്രജ്ഞനെയും യന്ത്രത്തെയും ലാഭകരമായി തമ്മിൽ യോജിപ്പിക്കാനായി ഒന്നിലധികം സംശ്ലേഷിത ഭാഷകളും (Synthetic languages) കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. ഫോർട്രാൻ (FORTRAN–ഫോർമുലാ ട്രാൻസ്ലേഷൻ എന്ന വാക്കുകളെ മുറിച്ചൊട്ടിച്ചതു്), കോബോൾ (Cobol–കോമൺ ബിസിനസ്സ് ഓറിയൻറഡ് ലാംഗ്വേജ്) എന്നീ ഭാഷകളും കൂടുതൽ പ്രചാരമുള്ളവയാണു്. സംഖ്യാഗണിതക്രിയകൾക്കു ഫോർട്രാൻ, അൽഗോൾ (Algol–International Algorithmic language), മാഡ് (Mad) ഇവ കൂടുതൽ ചേരും. LIST, COMIT. SNOBIL, SIMSCRIPT എന്നിവയും ഓരോ പ്രത്യേകാവശ്യങ്ങൾക്കു് കൂടുതൽ ചേരുന്ന ഭാഷകളാണു്.

ലേഖകനു് പരിചയമുള്ള ഭാഷ ഫോർട്രാനാണെന്നതിനാൽ ഫോർട്രാൻ ഭാഷയുടെ സ്വഭാവത്തെപ്പറ്റി മാത്രം ചുരുക്കത്തിൽ പ്രതിപാദിക്കാം.

ഇംഗ്ലീഷക്ഷരമാലയിലെ 26 വലിയക്ഷരങ്ങളും (Capitals) 10 അറബി അക്കങ്ങളും, അംഗീകരിക്കപ്പെട്ട 17 ചിഹ്നങ്ങളും അടങ്ങുന്ന 53 സംജ്ഞ(Characters)കളുള്ള ഒരു സംശ്ലേഷിത ഭാഷയാണു ഫോർട്രാൻ. നിശ്ചിത നിയമങ്ങൾ



ചിത്രം 1

ഫോർട്രാൻ ഭാഷയിലെ 53 സംജ്ഞകളെ ഒരു കടലാസ് ടേയ്പിൽ ചോരപ്പെടുത്തിയും ടൈപ്പ് ചെയ്തും കാണിച്ചിരിക്കുന്നതാണു് ചിത്രത്തിൽ. ഇതിനെ 8 ചാനൽ ടേയ്പ് എന്നു പറയുന്നു. ഇതിൽ കുറഞ്ഞതും കൂടിയതുമായ ചാനലുകളും ഉണ്ടാവാം.

ക്കനുസരിച്ചു് ഈ സംജ്ഞകളെ കൂട്ടിച്ചേർത്തു് വാക്കുകളും വാചകങ്ങളും ഉണ്ടാക്കാം. സംശ്ലേഷിത ഭാഷയിലെഴുതിയ ഒരു നിർദേശാവലിയെ അംഗീകരിക്കപ്പെട്ട ഏതെങ്കിലും ഒരു അന്തർഗമാർഗത്തിലൂടെ കംപ്യൂട്ടറിലേയ്ക്കു നൽകിയാൽ, കംപ്യൂട്ടർ ഒരു 'നിഘണ്ടു'വിന്റെ സഹായത്തോടെ ഇതിനെ യന്ത്രഭാഷയിലേയ്ക്കു തർജ്ജമ ചെയ്തോളും. 'നിഘണ്ടു'വിനെ കംപൈലർ (Compiler) എന്നാണു് വിളിക്കുന്നതു്. നിഘണ്ടു എഴുതിയിരിക്കുന്നതു് യന്ത്രഭാഷയിലായിരിക്കും.

ഇങ്ങിനെ തർജ്ജമ ചെയ്തു് സംഭരിച്ചു വെയ്ക്കുന്ന നിർദ്ദേശങ്ങളുപയോഗിച്ചാണു് യന്ത്രം ഗണനക്രികം ഒന്നൊന്നായി ചെയ്തുതീർക്കുക. നാം സംശ്ലേഷിത ഭാഷയിൽ അവതരിപ്പിക്കുന്ന പ്രശ്നത്തെ 'പ്രോഗ്രാം' (Program) എന്നു പറയുന്നു. എഴുതുന്ന വിധത്തിനു് പ്രോഗ്രാമിങ്ങ് അഥവാ പ്രോഗ്രാം എഴുതൽ എന്നു പേർ.

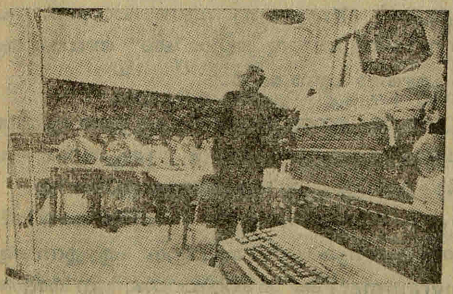
'സ്വയം മനസ്സിലാക്കി' കഴിഞ്ഞ പ്രശ്നത്തെ അവതരണയോഗ്യമാക്കുവാൻ (പ്രോഗ്രാം എഴുതാൻ) വലിയ വിഷമമുണ്ടാകാനിടയില്ല. പക്ഷേ, ചിലപ്പോഴും, പ്രശ്നം സങ്കീർണമായിരിക്കുമ്പോഴും പ്രത്യേകിച്ചു്, പ്രോഗ്രാം എഴുതുന്ന ആളും (Programmer) കു് തെറ്റു പറ്റാം. നിർദ്ദേശങ്ങളുടെ എണ്ണം വർധിക്കുന്തു കൊണ്ടും ഇതു് സംഭവിക്കാം. ഒന്നു പോലെ തോന്നിക്കുന്ന നിരവധി തെരുവുകളുള്ള ഒരു സന്ധിപ്പിൽ, പുതിയൊരു ഡ്രൈവർക്കു് തെറ്റുപറ്റാവുന്നതു മാതിരി. ഇതൊഴിവാക്കാനായി ഒന്നുകിൽ ഒരു റോഡു മാപ്പു് (Road map) കയ്യിൽ വെയ്ക്കാം, അല്ലെങ്കിൽ വഴിത്തിരിവുകളെ കുറിക്കുന്ന ഒരു ലഘുചിത്രം മുൻകൂട്ടി വരച്ചു് കയ്യിലെടുക്കാം. പ്രശ്നത്തിലെ

ചില വഴിത്തിരിവുകളെയും പരിശോധനാ ഘട്ടങ്ങളെയും ഒരു റോഡു മാപ്പ് എന്നപോലെ വരച്ചു കാണിക്കുന്ന വിദ്യയെ 'ഫ്ളോ ചാർട്ടിങ്ങ്' (Flow charting) എന്നു പറയുന്നു. ഇതുണ്ടായാൽ പ്രോഗ്രാം എഴുതുന്ന ആൾക്ക് തെറ്റു പറ്റുകയില്ല.

അപ്പോൾ, ആകെ ചെയ്യാനുള്ളതിതാണു്:

1. പ്രശ്നം സ്വയം മനസ്സിലാക്കുക.
2. ഫ്ളോ ചാർട് ആവശ്യമാണെങ്കിൽ വരയ്ക്കുക.
3. പ്രോഗ്രാം എഴുതുക.
4. കംപ്യൂട്ടറിനു് 'വായിക്കാൻ' പാകത്തിൽ ഈ പ്രോഗ്രാം തയ്യാറാക്കി എടുക്കുക. (കാർഡിലോ, ടേപ്പിലോ)
5. അന്തർഗ കവാടത്തിൽ ഇതു സമർപ്പിക്കുക.

നിർദേശാവലി മുഴുവൻ അന്തർഗ കവാടത്തിലെത്തിയാൽ, ഒരു സ്വിച്ചിടുന്നതോടെ കംപ്യൂട്ടറിലെ 'വായനക്കാരൻ' പ്രവർത്തിച്ചു തുടങ്ങും. ടേപ്പുകളും കാർഡുകളും പ്രകാശധാര ഉപയോഗിച്ചാണു് വായിക്കപ്പെടുക. വായിച്ച ശേഷം കാർഡുകൾ ഒന്നൊന്നായി പുറന്തള്ളപ്പെടുന്നു. ടേപ്പാണെങ്കിൽ മറ്റൊരു റീലിൽ അതു ചുറ്റപ്പെടും. 'വ്യാകരണ'ത്തെറ്റുകളും 'അക്ഷര'ത്തെറ്റുകളും മറ്റും



ചിത്രം 2

കംപ്യൂട്ടർ ഉപയോഗിച്ചു് അമേരിക്കയിലെ എം. ഐ. ടി യിൽ ഒരു ഡിസൈൻ പാഠം പഠിപ്പിക്കുന്നു. സാധാരണഗതിയിൽ 1 മാസം കൊണ്ടു് തീർക്കാവുന്നതുമായ കാര്യങ്ങൾ ഒരു പിരീഡുകൊണ്ടു് തീർക്കാൻ കഴിയുന്നു.

ചൂണ്ടിക്കാണിക്കണമെങ്കിൽ അതും ചെയ്യാൻ യന്ത്രത്തിനു വിരോധമില്ല. ഇത്തരം സന്ദേശങ്ങൾ ചിലപ്പോൾ ഒരു കോഡു് നമ്പറായും മറ്റു ചിലപ്പോൾ 'നിശബ്ദ'മായും ആണറിയിക്കുക. പ്രോഗ്രാം എഴുതിയ ആൾ ഒരു വിദഗ്ദ്ധനാണെങ്കിൽ യന്ത്രത്തിന്റെ സമീപനം നിശബ്ദമായിരിക്കും. അപ്പോൾ വിദഗ്ദ്ധനെ തിരിച്ചറിയാൻ മാത്രം ബുദ്ധി കംപ്യൂട്ടറിനുണ്ടെന്നു ആശ്ചര്യപ്പെടേണ്ട! അങ്ങിനെ യാതൊരു കഴിവും കംപ്യൂട്ടറിനില്ല. നിങ്ങളുടെ പ്രോഗ്രാം, വൈദഗ്ദ്ധ്യത്തിനനുസരിച്ചു് ചില്ലര വ്യത്യാസങ്ങളോടെയായിരിക്കുമല്ലോ നിങ്ങൾ എഴുതിയിരിക്കുക. നിങ്ങളൊരു വിദഗ്ദ്ധനാണെങ്കിൽ, വൈദഗ്ദ്ധ്യത്തിന്റെ 'ഡിഗ്രി' ഒരു കോഡുവാക്കുപയോഗിച്ചു ആദ്യം അറിയിക്കണം. അതനുസരിച്ചു് നിഘണ്ടു മാറ്റി ഉപയോഗിക്കേണ്ടി വരും, യന്ത്രത്തിനു്. ആ നിഘണ്ടുവിലെ നിർദ്ദേശങ്ങളായിരിക്കും നിങ്ങളുമായി യന്ത്രത്തിന്റെ സമ്പർക്കത്തിനുടിസ്ഥാനം. അൽഭുതകൃത്യങ്ങൾ ചെയ്യുന്ന കംപ്യൂട്ടറുകൾക്കു പിന്നിൽ അതിനുള്ള നിഘണ്ടു എഴുതിയ വ്യക്തിയുടെയും പ്രോഗ്രാം എഴുതിയ ആളിന്റെയും പ്രതിഭാവിലാസമല്ലാതെ മറ്റൊന്നുമില്ല.

ഫ്ളോ ചാർട്ടും പ്രോഗ്രാമും

ഫ്ളോ ചാർട്ടു് വരയ്ക്കൽ

സങ്കീർണ്ണമായ പ്രശ്നങ്ങൾ കൈകാര്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ഒരു കംപ്യൂട്ടറിനു് നിരവധി ക്രിയാഘട്ടങ്ങളും ഒട്ടേറെ പരിശോധനാഘട്ടങ്ങളും ആവശ്യമായി വരും. നൂറുകണക്കിലുള്ള നിർദേശങ്ങൾ ഓരോന്നും പ്രാവർത്തികമാക്കുമ്പോൾ പ്രശ്നത്തിന്റെ മുൻകൂട്ടി കാണാതിരുന്ന ചില വശങ്ങൾ തെളിഞ്ഞു വന്നെന്നു വരാം. ഇവയോരോന്നും വിട്ടു പോകാതെ കണക്കിലെടുക്കപ്പെടണം. ആദ്യമായി ഒരു വലിയ പ്രോഗ്രാം എഴുതുമ്പോൾ ഇത്തരം എല്ലാ സാധ്യതകളും വിഭാവനം ചെയ്യുക സാധ്യമായിരിക്കുകയില്ല. വിഭാവനം ചെയ്താൽ തന്നെ, എഴുതുമ്പോൾ ചില ഭാഗങ്ങൾ വിട്ടു പോയെന്നു വരും. അതിനാൽ, ആദ്യമായി പ്രോഗ്രാം എഴുതുന്ന ഒരാൾക്കു് പ്രത്യേകിച്ചും, ഫ്ളോ ചാർട്ടു് ഉപയോഗപ്രദമായിരിക്കും. ഫ്ളോ ചാർട്ടുണ്ടാക്കുന്നതിന്റെ ചെറിയൊരു മാതൃക ഇവിടെ കാണിക്കാം.

പ്രശ്നം :

ഒരു കാർഡിൽ എഴുതിയിട്ടുള്ള 4 സംഖ്യകളും, യഥാക്രമം A, B, C, D എന്നിവയുടെ മൂല്യങ്ങളാണ്. ഈ സംഖ്യകളുപയോഗിച്ച്,

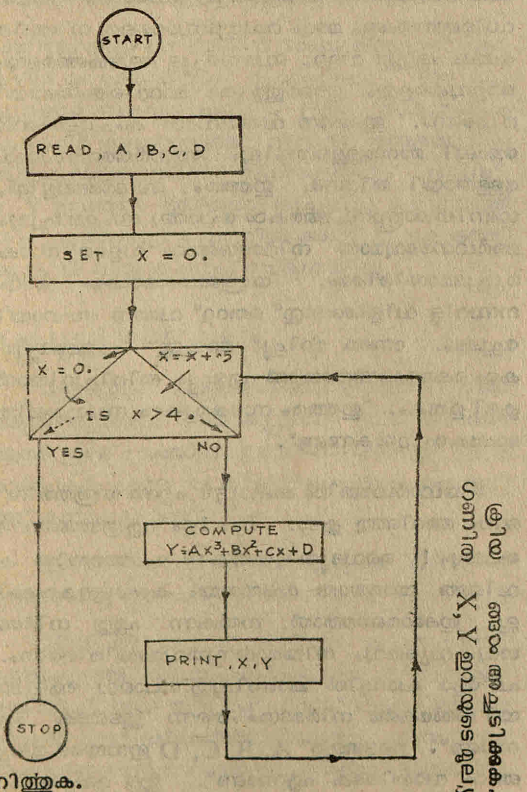
$Y = Ax^3 + Bx^2 + Cx + D$ എന്ന സമവാക്യത്തിലെ Y യുടെ മൂല്യം കാണുക. x ന്റെ ആദ്യമൂല്യം 0.0 ആണ്. പിന്നീട് x ന്റെ മൂല്യം 0.5 കണ്ട പടിപ്പടിയായി വർധിപ്പിച്ച് $x = 4.0$ ന്റേതു വരെ, Yയുടെ മൂല്യങ്ങളും കാണുക. Yയുടെ മൂല്യങ്ങളും വഴിക്കു വഴി അച്ചടിച്ചിരിക്കണം.

ഈ ഉദാഹരണത്തിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്ന പരിശോധനാഘട്ടം വിവരിക്കാം. സാധാരണയായി എല്ലാ ഗണിതശാസ്ത്രപരിശോധനകളെയും വെറും 6 ചോദ്യങ്ങൾക്കുള്ളിലൊതുക്കാം. ഇവയാണാ ചോദ്യങ്ങൾ :

1. ഏ, ബിയേക്കാളും കുറവാണോ? $A < B$?
2. ഏയും ബീയും സമമാണോ? $A = B$?
3. ഏ, ബിയേക്കാളും വലുതാണോ? $A > B$?
4. ഏ, ബിയേക്കാളും കുറവല്ലല്ലോ? $A \not< B$?
5. ഏയും ബിയും സമമല്ലല്ലോ? $A \neq B$?
6. ഏ, ബിയേക്കാളും വലുതല്ലല്ലോ? $A \not> B$?

ഈ പ്രശ്നത്തിൽ ആറാമത്തെ ചോദ്യമാണ് പ്രസക്തം. $x \not> 4.0$ എന്നതാണ് നിബന്ധന.

(ചിത്രം 3—ഉം വിശദീകരണവും നോക്കുക)



നിർത്തുക.

ചിത്രം 3

ഫ്ലോ ചാർട്ടിന്റെ മാതൃക

X, Y മൂല്യങ്ങൾ അച്ചടിക്കുക.

തുടങ്ങുക

കാർഡിൽ നിന്നും A, B, C, D ഇവയുടെ മൂല്യങ്ങളും വായിച്ചറിയുക.

$x = 0.$ എന്നിരിക്കട്ടെ.

പരിശോധന :

ആദ്യം ഇടത്തെ ത്രികോണത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു. മൂല്യം $x = 0$. A, B, C, D ഇവയുടെ മൂല്യങ്ങളും കയ്യിലുണ്ട്. നടുവിലത്തെ ത്രികോണത്തിലെത്തുമ്പോൾ x, നാലിലും വലുതാണോ എന്ന ചോദ്യം. വലുതല്ല. അതിനാൽ NO ഗേറ്റിലൂടെ പുറത്തു വരുന്നു, പിന്നെ $Y = Ax^3 + Bx^2 + Cx + D$ യുടെ മൂല്യം കണക്കുകൂട്ടുന്നു. അടുത്തപടിയായി $x = 0$. ആയുള്ള Y യുടെ മൂല്യവും x ന്റെ മൂല്യവും അച്ചടിക്കലാണ്. വീണ്ടും പരിശോധനയിലെ വലത്തു വാതിലിലെത്തുന്നു.

ഇവിടെ നിർദ്ദേശം x ന്റെ മൂല്യം 0.5 വർധിപ്പിക്കാനാണു്. അപ്പോൾ x=0.5 ആവുന്നു. നടുവിലേയ്ക്കു കടക്കുന്നതോടെ വീണ്ടും പോദ്യം. ഉത്തരം അല്ല. NO ഗേറ്റിലൂടെ മുൻപെ ചെയ്ത തെല്ലാം ആവിത്തക്കാനായി പുറത്തു കടക്കുന്നു. പക്ഷേ, xന്റെ പുതിയ വിലയാണു കയ്യിലുണ്ടാവുക. വലത്തെ വാതിലിൽ വരുന്നതോടെ x=1.0 ആവുന്നു. പരിശോധന ആവത്തിക്കുന്നു. അങ്ങിനെ x=4.0 ആവുമ്പോൾ ഉത്തരം വീണ്ടും അല്ല എന്നാണു്. NO ഗേറ്റിലൂടെ കടന്നു് Y യുടെമൂല്യം x=4.0 ആയി കാണുന്നു. അടുത്ത പടി x=4.5 ആവുന്നു. പരിശോധനയിൽ x, 4 നേക്കാൾ അധികമാണെന്നു കാണുന്നു. അതോടെ YES ഗേറ്റിലൂടെ പുറത്തു കടക്കുന്നു. കിട്ടുന്ന നിർദേശം നിർത്തുക എന്നാണു്. കംപ്യൂട്ടർ നിൽക്കുന്നു. ഇതിനകം Y യുടെ 9 മൂല്യങ്ങൾ അച്ചടിച്ചു കഴിഞ്ഞിരിക്കും. (x=0 മുതൽ 4.0 വരെ).

പ്രോഗ്രാം എഴുതൽ

യന്ത്രത്തിനു മനസ്സിലാകുന്ന ഭാഷയിൽ, ചെയ്യേണ്ട ക്രമത്തിൽ, ഒന്നിനു പിറകെ ഒന്നായി, ആദ്യം മുതൽ അവസാനം വരെയുള്ള എല്ലാ ക്രിയകൾക്കും ആവശ്യമായ നിർദേശങ്ങളെ കടലാസ്സിൽ കുറിക്കുന്നതിനെയാണു് പ്രോഗ്രാം എഴുതൽ എന്നു പറയുന്നതു്. ചില രംഗങ്ങളിൽ യന്ത്രവും അതുപയോഗിക്കുന്ന ആളും തമ്മിലുള്ള ഭാഷാബന്ധം വളരെ പരിമിതമായ തോതിലേ വേണ്ടി വരൂ. ഉദാഹരണമായി, ഒരു ഉരുക്കു മില്ലിലെ ചൂളയെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ഒരു കംപ്യൂട്ടറിനു് ഒരിക്കൽ കൊടുക്കുന്ന നിർദേശങ്ങൾ വളരെക്കാലത്തേക്കു് മാറേണ്ട ആവശ്യമില്ല. ഒരു ഫാക്ടറിയിൽ, തൊഴിലാളികളുടെ വേതനം, ലീവു്, ഇൻഷ്വറൻസു്, പ്രോവിഡണ്ടു്ഫണ്ടു് എന്നീ കാര്യങ്ങളുടെ കണക്കു് സൂക്ഷിക്കുന്ന ഒരു കംപ്യൂട്ടർ, ബന്ധപ്പെട്ട നിയമങ്ങൾ മാറുമ്പോഴേ, നിർദേശങ്ങളിൽ മാറ്റം പ്രതീക്ഷിക്കേണ്ടതുള്ളൂ. ഇത്തരം സന്ദർഭങ്ങളിൽ സംശ്ലേഷിതഭാഷകളിൽ പ്രോഗ്രാം എഴുതിയ ശേഷം ഒരു നിഘണ്ടുവിന്റെ സഹായത്തോടെ അതു് യന്ത്രഭാഷയിലേക്കു് തർജ്ജമ ചെയ്യുന്നതു് അനാവശ്യമാണു്, അസൗകര്യവുമാണു്. യന്ത്രഭാഷയിൽ തന്നെ നിർദേശങ്ങൾ എഴുതി, കംപ്യൂട്ടറിലേക്കു് ആ പ്രോഗ്രാം വായിപ്പിച്ചാൽ വിലപ്പെട്ട സംഭരണസ്ഥലം ലാഭിക്കുവാനും പ്രവർത്തനസമയം കുറയ്ക്കുവാനും സാധിക്കും.

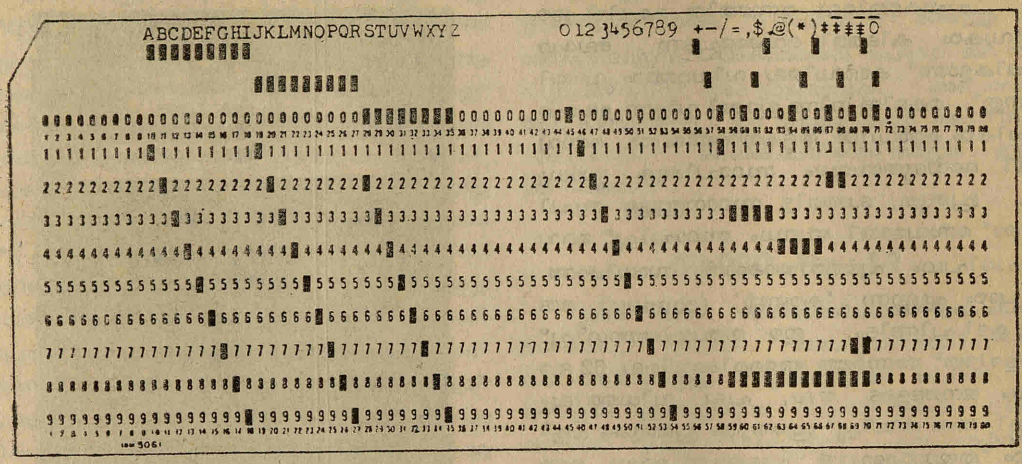
```
C SAMPLE PROGRAM FOR PROBLEM , 1 SET
      READ 10,X,Y
   10 FORMAT(2F10.0)
      READ 11,Z,W
   11 FORMAT(2F5.0)
      ACCEPT 12,N
   12 FORMAT(13)
      S=N
      U=(X** 2+Y** 2)** .25+3.* COSF(Z)
      V=EXPF(S* (W+3.* Y))
      PRINT 13,X,Y,Z,W,U,V
   13 FORMAT (E14.8,3X,E14.8)
      STOP
      END
```

ചിത്രം 4

യന്ത്രഭാഷയിലെഴുതപ്പെട്ട ഒരു പ്രോഗ്രാം

എന്നാൽ വിദ്യാഭ്യാസാവശ്യങ്ങൾക്കും ഗവേഷണത്തിനും ഉപയോഗിക്കുന്ന കംപ്യൂട്ടറുകളിൽ ഒരേ പ്രശ്നം രണ്ടു പ്രാവശ്യം വളരെ ദുർലഭമായേ ചെല്ലുകയുള്ളൂ. എത്രയും ചെറുതും എത്രയും വലുതുമായ സംഖ്യകൾ കൈകാര്യം ചെയ്യേണ്ടി വരും. ഡിസൈനുകളും മറ്റും ചെയ്യുമ്പോൾ ഒരു നിശ്ചിത ഫലം എത്തുന്നതുവരെ, ബന്ധപ്പെട്ട ഘടകങ്ങളെയും അളവുകളെയും തുടരെത്തുടരെ മാറ്റിക്കൊണ്ടേയിരിക്കണം. ഇങ്ങനെ വരുമ്പോൾ കംപ്യൂട്ടറിന്റെ ജോലി മാറാനുള്ളതെങ്കിലും ആവർത്തനസ്വഭാവമുള്ളതായി തീരുന്നു. ഇത്തരം സന്ദർഭങ്ങളിൽ, ഗണിതശാസ്ത്രസംജ്ഞകൾ പോലെ സംക്ഷിപ്തവും അർഥഗർഭവുമായ നിർദേശങ്ങൾ വളരെ സൗകര്യപ്രദമായിരിക്കും. യന്ത്രഭാഗങ്ങൾക്കും മറ്റും നമ്പറിട്ടു വിളിക്കുന്നതു് തെറ്റു് വരാൻ സഹായിച്ചേക്കും. നേരെ മറിച്ചു് അവയ്ക്കു് ചുരുക്കപ്പേരുകൾ കൊടുക്കുന്നതായാൽ എളുപ്പം തിരിച്ചറിയാൻ കൂടി ഉതകും. ഇത്തരം സൗകര്യങ്ങൾ സംശ്ലേഷിത ഭാഷകൾ നൽകുന്നുണ്ടു്.

യഥാർഥത്തിൽ കംപ്യൂട്ടർ എന്ന യന്ത്രത്തിനു് ഒന്നും അറിഞ്ഞു കൂടാ. 1ഉം 1ഉം എത്രയാണെന്നു പോലും! വൈദ്യുതി നൽകുന്ന ചേതനയിൽ കവിഞ്ഞ യാതൊരു ചേതനയും കംപ്യൂട്ടറുകൾക്കില്ല. ഇക്കാരണത്താൽ, നൽകുന്ന ഏതു നിർദേശവും വ്യക്തവും നിയമാനുസൃതവുമായിരിക്കണം. ഫ്ലോ ചാർട്ടിൽ കാണിച്ചതു പോലെ ആദ്യമായി നൽകേണ്ട നിർദേശം തന്നെ 'തുടങ്ങുക' എന്നാണു്. അടുത്തതു് A, B, C, D ഇവയുടെ മൂല്യങ്ങൾ വായിക്കുക എന്നാണു്. ഈ മൂല്യങ്ങൾ, ചിഹ്നങ്ങൾ കൊടുത്ത അതേ ക്രമത്തിലായിരിക്കണം അടയാളപ്പെടുത്തേണ്ടതു്. ആദ്യം നിർദേശം



ചിത്രം 5

B M കാർഡുകളുടെ രൂപം. ഫോർട്രാൻ ഭാഷയിലെ സംജ്ഞകൾ ഇതിൽ ദ്വാരപ്പെടുത്തിയും ടൈപ്പ് ചെയ്തും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

വലിയും അതു കഴിഞ്ഞാൽ സംഖ്യകളുമാണ് ക്രമത്തിൽ യന്ത്രത്തിലേക്ക് ചെല്ലേണ്ടതു്. ഈ സംഖ്യകളുടെ സാമാന്യവലിപ്പം (എത്ര സ്ഥാനങ്ങൾ വരെ എകദേശം ഉണ്ടാവുമെന്നു്) മുൻകൂട്ടി, യന്ത്രത്തിനുള്ള നിർദേശാവലിയിൽ ചേർക്കേണ്ടതും ആണു്. x, Y ഇവയുടെ മൂല്യങ്ങൾ അച്ചടിച്ചു കഴിഞ്ഞാൽ തിരിച്ചു ചെല്ലേണ്ട വാതിൽ കാണിച്ചു കൊടുത്തില്ലെങ്കിൽ അതു തിരിച്ചു ചെല്ലുകയില്ല.

കംപ്യൂട്ടർ കാർഡുകൾ

പ്രോഗ്രാം, യന്ത്രത്തെക്കൊണ്ടു് വായിപ്പിക്കുവാനും, ഉത്തരം ദ്വാരപ്പെടുത്തി വാങ്ങുവാനും, ആയി ഇന്നു് ധാരാളം ഉപയോഗിക്കുന്നതു് IBM കാർഡുകൾ എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്ന ഹോളറിത്തു് കാർഡുകളാണു്.

ഇത്തരം കംപ്യൂട്ടർ കാർഡുകളുടെ പിന്നിൽ രസകരമായ ഒരു ചരിത്രം തന്നെയുണ്ടു്.

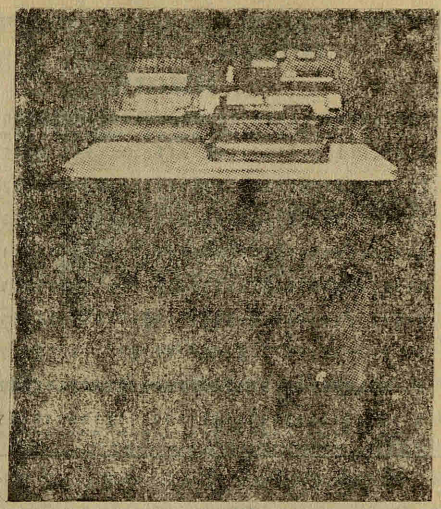
1880–ൽ അമേരിക്കയിലെ കാനേഷുമാരി കണക്കെടുത്ത ശേഷം ആവശ്യമായ വിവരങ്ങൾ ശേഖരിച്ചു് തരം തിരിച്ചു് ലിസ്റ്റുകൾ തയ്യാറാക്കുവാൻ ഏഴു് വർഷങ്ങളോളമെടുത്തു. അന്നു അമേരിക്കയിലെ ജനസംഖ്യ വെറും 5 കോടി മാത്രമായിരുന്നു. ഈ പോക്കു്വെച്ചു നോക്കിയാൽ 1890 ലെ കാനേഷുമാരിക്കണക്കിന്റെ വിവരങ്ങൾ തയ്യാറാക്കാൻ 1900–ത്തിനു് മുമ്പു് സാധ്യമാവുമെന്നു് വിശ്വസിക്കുക വയ്യായിരുന്നു. ഉദ്യോഗസ്ഥന്മാർ എന്തു ചെയ്യണമെന്നറിയാതെ ഉഴന്നപ്പോൾ, ഡോ. ഹെർമൻ ഹോളറിത്തു് എന്ന ന്യൂയോക്ക്കാരനായ ഒരു സ്ഥിതിവിവരക്കണക്കുവിദഗ്ദ്ധൻ പ്രശ്നപരിഹാരത്തിനായി ഗവണ്മെൻറുമായി ഒരു കരാറുണ്ടാക്കി.

ഒരു ആപ്പീസിൽ ക്ലാർക്കുമാരുടെയും ഉപകരണങ്ങളുടെയും എണ്ണം ഒരു പരിധി കഴിയുമ്പോൾ, പ്രവർത്തനക്ഷമത ഗണ്യമായി കുറയുമെന്നു് ഹോളറിത്തിനറിയാമായിരുന്നു. കൂടുതൽ ആളുകളെ ഉപയോഗിക്കുന്നതു് പ്രശ്നത്തിനു് പോംവഴിയാവുമായിരുന്നില്ല. തുണിത്തരങ്ങളിൽ ചിത്രങ്ങൾ നെയ്യാൻ ദ്വാരപ്പെടുത്തിയ കാർഡുകൾ ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന ജക്കാർഡിന്റെയും, കണക്കു കൂട്ടുന്ന യന്ത്രം കണ്ടുപിടിച്ച ബാബ്ബേജിന്റെയും ആശയങ്ങളിൽ നിന്നു അല്പം വീതം അദ്ദേഹം കടം വാങ്ങി. ജക്കാർഡിനും ബാബ്ബേജിനും സപ്നേപി വിചാരിക്കുവാൻ സാധിക്കാതിരുന്ന ഒരു മാസ്മരശക്തി, ഹോളറിത്തിന്റെ കാലത്തു് സുലഭമായിരുന്നു—വിദ്യുച്ഛക്തി!

ഹോളറിത്തുണ്ടാക്കിയ യന്ത്രത്തിൽ രസം (Mercury) നിറച്ച ഒരു ചഷകമുണ്ടായിരുന്നു. വ്യക്തികളുടെ പേരും മറ്റു വിവരങ്ങളും ഒരു കോ

ഡനുസരിച്ച് ഒരു കാർഡിൽ ദ്വാരപ്പെടുത്തവെക്കും. പഷകത്തിലെ രസത്തിനു മുകളിൽ ഈ കാർഡുകളം കിടത്തി വെക്കപ്പെടുന്നു. ലോഹസൂചികളാണ് കാർഡിലെ വിവരങ്ങളം വായിക്കുന്നത്. മുകളിൽ നിന്നു ഇറക്കി വിടുന്ന ലോഹസൂചികളം കാർഡിൽ തട്ടുകയാണെങ്കിൽ, രസവുമായി വൈദ്യുതബന്ധം സ്ഥാപിക്കുക സാധ്യമല്ല. പ്രത്യുത, ദ്വാരമിട്ട സ്ഥാനത്തുള്ള സൂചികളംക്കു രസവുമായി ബന്ധം സ്ഥാപിച്ച് വൈദ്യുതപരിപഥം പൂർത്തിയാക്കാൻ സാധിക്കുന്നു. അപ്പോളം എണ്ണുന്ന 'കൗണ്ടർ' (counter) ഒരു പല്ലു കൂടി പിന്നിടും. ഈ തത്വമുപയോഗിച്ച് ഹോളറിത്ത് അന്നത്തെ അമേരിക്കയിലെ 62 ദശലക്ഷം ജനങ്ങളുടെ തല, പല വിധത്തിലും എണ്ണി, തരം തിരിച്ച് പ്രത്യേകം പ്രത്യേകം പട്ടികകളം തയ്യാറാക്കുവാൻ എടുത്തത് വെറും രണ്ടു വർഷം മാത്രമായിരുന്നു.

ഇതേ മാതൃകയിലുള്ള ഇന്നത്തെ കാർഡുകളംക്കു കൃത്യം 187 × 82 മില്ലിമീറ്റർ വലിപ്പം കാണും. ഒരു പോസ്റ്റ് കാർഡിന്റെ പകുതി കനവും. ഈ കാർഡുകളെ 80 കോളങ്ങളായും 12 വരികളായും തിരിച്ചിട്ടുണ്ട്. അട്ടിവെച്ചാൽ ഏതെങ്കിലും കാർഡ് തല തിരിഞ്ഞിരിക്കുന്നില്ലെന്നുറപ്പു വരുത്താൻ കാർഡിന്റെ മുകളിലത്തെ ഏതെങ്കിലും ഒരു മൂല വെട്ടിക്കളഞ്ഞിരിക്കും. (ചിത്രം–6 നോക്കുക.) തല തിരിഞ്ഞു പോയാൽ കോളങ്ങളും വരികളും മാറിയാണല്ലോ വായിച്ചു പോവുക. വല്ല കാർഡും തലതിരിഞ്ഞു പോയാൽ വെട്ടിയ ഭാഗത്തു മൂല കാണാറാവുമെന്നതിനാൽ തെറ്റ് എളുപ്പം കണ്ടുപിടിക്കാൻ സാധിക്കുന്നു. ഏറ്റവും മുകളിലത്തെ വരി (12–ാം വരി) ധന ചിഹ്നം (+) ആയാണു കണക്കാക്കുക. ആ വരിയിൽ മാത്രം, ഏതെങ്കിലും ഒരു കോളത്തിൽ ഒരു ദ്വാരമിട്ടാൽ അതു + ആയി കണക്കാക്കാം. തൊട്ടു താഴത്തെ 11–ാം വരി, അതു പോലെ ഋണചിഹ്നത്തെ (—) കുറിക്കുന്നു. 10–ാം വരി പൂജ്യം ആണ്. ഈ വരിയിൽ 80 പൂജ്യങ്ങളും നിരത്തി അച്ചടിച്ചു വെച്ചിരിക്കും. കീഴോട്ടു ബാക്കി 9 വരികളിൽ 1–കളും 2–കളും ക്രമത്തിൽ അച്ചടിച്ചിരിക്കുന്നു. വിലയും അതു തന്നെ. അപ്പോൾ 0, 1 മുതൽ 9 വരെയുള്ള അക്കങ്ങളും കുറിക്കാൻ കുറിക്കേണ്ട കോളത്തിൽ ആ വരിയിൻ ഒരു ദീർഘചതുര ദ്വാരമിട്ടാൽ മതി. A മുതൽ Z വരെയുള്ള അക്ഷരങ്ങളെ ഒരേ കോളത്തിൽ 2 ദ്വാരങ്ങളം കൊണ്ടാണു കുറിക്കുക. A-യ്ക്ക് 12–ാം വരിയിലും 1 എന്ന വരിയിലും ഓരോ ദ്വാരമുണ്ടാവും. C-യ്ക്ക് 12–ലും 3–ലും. Z-ന് 0–ത്തിലും 9–ലും. ചിത്രം–17 നോക്കിയാൽ ഇതു വ്യക്തമാവും. അക്കങ്ങളും, അക്ഷരങ്ങളും ഇവയ്ക്കു പുറമെ 17–ൽ 16 ചിഹ്നങ്ങളും അവിടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. 17–ാമത്തെ ചിഹ്നം കാലി (blank) യാണ്. ദ്വാരമില്ല. പ്രോഗ്രാമിലെ വാക്കുകൾക്കനുസരിച്ച് ഈ 53 സംജ്ഞകളിൽ ഏതു വേണമെങ്കിലും ഏതു കോളത്തിലും ദ്വാരപ്പെടുത്താം.



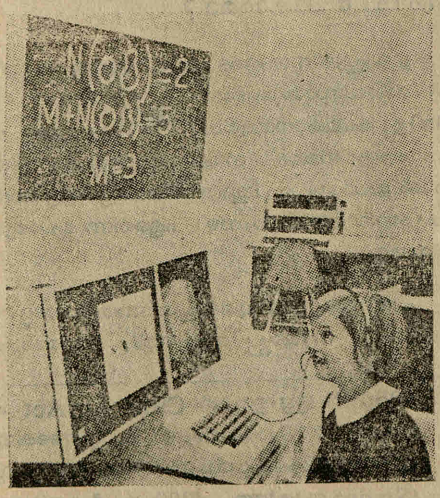
ചിത്രം 6

പഞ്ചിംഗ് മെഷീൻ (I B M). ദ്വാരപ്പെടുത്താത്ത കാർഡുകളം വലത്തേ അറ്റത്തു നിന്നിറങ്ങി വന്ന് ഇടത്തോട്ടു സഞ്ചരിച്ച് ഇടത്തേ അറ്റത്തു സ്വയം അട്ടി വെയ്ക്കപ്പെടുന്നതു ചിത്രത്തിൽ കാണാം. മുമ്പിലിരിക്കുന്നതാണ് കീപഞ്ച് (ടൈപ്പ് റൈറ്റർ കീബോർഡു പോലുള്ളതു്.)

ഈ ദ്വാരങ്ങളുണ്ടാക്കാൻ 'പഞ്ചിംഗ് മെഷീൻ' (Punching machine) എന്ന ഒരു യന്ത്രമുണ്ട്. അതിലെ ടൈപ്പ്റൈറ്റർ കീബോർഡ് പോലുള്ള ബോർഡിൽ നിർദിഷ്ടസംജ്ഞകളംക്കുള്ള കീ താഴ്ത്തുമ്പോൾ കാർഡിൽ ആവശ്യമായ ദ്വാരങ്ങളും മുകളിലത്തെ വക്കിൽ ആ സംജ്ഞയും അച്ചടിക്കപ്പെടുന്നു. പ്രോഗ്രാം സ്വകാര്യമായിരിക്കണമെങ്കിൽ സംജ്ഞ അച്ചടിക്കുന്നതു വേണ്ടെന്നു വെയ്ക്കാൻ ഒരു ലിവർ തിരിച്ചാൽ മതി. അപ്പോൾ

ചോരങ്ങളും മാത്രം വീഴും. (ചിത്രം 7 ഈ യന്ത്രത്തിന്റെതാണ്.) ഇങ്ങനെ തെറ്റു കൂടാതെ അടയാളപ്പെടുത്തിയെടുത്ത കാർഡുകളും ക്രമപ്രകാരം അടുക്കിയ ശേഷം(പഞ്ചിംഗ് മെഷീൻ തന്നെ ഇതു് സ്വയമേവ ചെയ്യും). കംപ്യൂട്ടറിന്റെ അന്തർഗ്ഗതവാടത്തിൽ എത്തിച്ചു് കമഴ്ത്തി വെച്ചാൽ മതി. കടലാസ് ടേയ്പിലാണെങ്കിൽ വട്ടത്തിലുള്ള ചോരങ്ങളാണു് വീഴുക. ടേയ്പ് ആദായകരമാണു്. കൂടാതെ എത്ര നീളമുള്ള നിർദേശങ്ങളും നിരത്തിയടിക്കാവുന്നതാണു്. കാർഡിൽ 80 (പ്രായോഗികമായി 66 മാത്രം) കോളത്തിൽ കൂടുതലില്ലല്ലോ. അതിനാൽ നീളമുള്ള നിർദേശങ്ങൾക്കു് ഒന്നിൽ കൂടുതൽ കാർഡുകളും പ്രത്യേക അടയാളമിടുപയോഗിക്കണം. പക്ഷേ, ഒരിക്കൽ തയ്യാറാക്കിയ പ്രോഗ്രാമിൽ മാറ്റങ്ങളും വരുത്താനും തെറ്റു തിരുത്താനും കാർഡുകളാണു് നല്ലതു്. ആ കാർഡു് മാറ്റി വേറെ കാർഡു് വെച്ചാൽ മതി.

വായനസ്ഥായി, പ്രകാശധാരയാണുപയോഗിക്കുന്നതു്. ചോരങ്ങളുള്ള കോളങ്ങളിലൂടെ പ്രകാശം ഓരോ ഫോട്ടോ സെല്ലിലോ, തത്തുല്യമായ ഉപാധിയിലോ ചെന്നു പതിക്കുന്നു. തന്മൂലമുള്ള ധാര കംപ്യൂട്ടറിനുള്ളിൽ ഇനി നടക്കാനിരിക്കുന്ന പ്രക്രിയകൾക്കു് ആരംഭമിടുന്നു. ചോരങ്ങളില്ലാത്ത കോളങ്ങൾക്കു നേരെയുള്ള ഫോട്ടോസെല്ലുകൾ ധാരയല്പാദിപ്പിക്കുകയില്ല. എല്ലാ ധാരാമിടിപ്പുകളും 'തർജ്ജമ'കൾക്കു് വിധേയമായി അകത്തു് സൂക്ഷിച്ചുവെയ്ക്കുന്നു. അക്ഷരങ്ങൾ പോലും ഒരു സംഖ്യയായിട്ടാണു് അകത്തുണ്ടാവുക. അങ്ങനെയല്ലേ, പറയുകയുള്ളൂ? ഈ തർജ്ജമയന്ത്രം തന്നെ നിർവഹിക്കുന്നു. കംപൈലറിന്റെ തർജ്ജമ ഇതു് കഴിഞ്ഞാണു്.



ചിത്രം 7

സ്ത്രീ വിദ്യാഭ്യാസരംഗത്തു് കംപ്യൂട്ടറിന്റെ സേവനം ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു.

10,000 Vs 4?

ഇന്നു് നാം അഭിമാനിക്കുന്ന മനുഷ്യസംസ്കാരം, അഥവാ മനുഷ്യവർഗത്തിന്നിന്നേവരെയുണ്ടായിട്ടുള്ള നേട്ടങ്ങളത്രയും 10,000 തലമുറകളുടെ തുടർച്ചയായ സംഭാവനകളും മൂലമാണെന്നു് വിശ്വസിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ നേട്ടങ്ങളും സാംസ്കാരിക നിലവാരങ്ങളും കുറെയൊക്കെ ചോദ്യം ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടെങ്കിലും മനുഷ്യജീവിതത്തിനു് ആശാസ്യമായ നിരവധി നിലവാരങ്ങളും നാം ഇതിനകം തന്നെ സ്ഥാപിച്ചു കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്. ഒറ്റ യന്ത്രത്തിനു് 50 ലക്ഷം മനുഷ്യശക്തി വിനിയോഗിക്കാൻ വരെ ഇന്നു് കഴിയുന്നുണ്ടു്. കായികഭാരം ലഘൂകരിക്കാനുള്ള ഇത്തരം ശ്രമങ്ങളും ചെറുതും വലുതുമായി ഒട്ടനവധിയുണ്ടു താനും. എന്നാൽ ഈ സാംസ്കാരികപുരോഗതി വരുത്തി വെച്ച ചില പുത്തൻപ്രശ്നങ്ങളും, ജീവൽപ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നവയാണു്. പരിസരദൂഷണം മൂലമായ ജീവജാലങ്ങളുടെ നിലനില്പിനെ ബാധിക്കുന്ന ദോഷവശങ്ങളും ഈ സാംസ്കാരിക മുന്നേറ്റത്തിന്റെ അനന്തരഫലങ്ങളായുണ്ടു്. മുൻകാലങ്ങളിൽ, പഴയ തലമുറയുടെ അനുഭവങ്ങളിൽ നിന്നും പഠിച്ച പാഠങ്ങളും പ്രശ്നപരിഹാരത്തിനുതകുമായിരുന്നു. ഒരു പക്ഷിയോ മൃഗമോ മനുഷ്യനോ മരിക്കാനിടയായ സാഹചര്യത്തെക്കുറിച്ചുള്ള അറിവു് ഒന്നിലധികം ജീവജാലങ്ങളെ രക്ഷിക്കാൻ പര്യാപ്തമാവുമായിരുന്നു. ഇന്നാകട്ടെ, പഴയ അനുഭവങ്ങൾക്കു് പരിഹരിക്കാനാവാത്ത പ്രശ്നങ്ങളാണു് പൊന്തി വന്നു കൊണ്ടിരിക്കുന്നതു്. അതുകൊണ്ടു തന്നെ ഈ ദശാബ്ദത്തിലെയും തൊട്ടടുത്ത ഒന്നോ രണ്ടോ ദശാബ്ദങ്ങളിലെയും ജീവിതസമരങ്ങളും തികച്ചും നിലനില്പിനേറ്റായിക്കുടായ്കയില്ല.

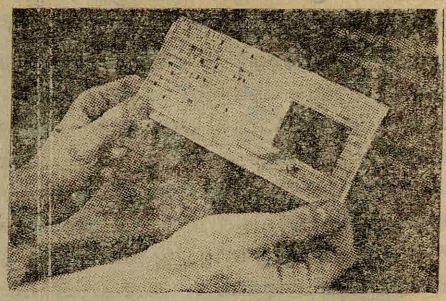
പുതിയ പ്രശ്നങ്ങൾ

മുന്നു ദശാബ്ദങ്ങൾക്കു മുമ്പു് 50 കോടിയായിരുന്ന ലോകജനസംഖ്യ ഇന്നു് 300 കോടിയിലേ

ധികമായിരിക്കുന്നു. ഇനിയും ഒരു 30 കൊല്ലം കഴിയുമ്പോഴേക്കും ഇതു് 700 കോടിയായിയരുമെന്നും പ്രതീക്ഷിക്ക (ഭയ) പ്പെടുന്നു. ഇത്രയും മനുഷ്യർക്കു് വേണ്ട ഭക്ഷണം, താമസസൌകര്യം, മറ്റു സംരക്ഷണങ്ങളും ഇവ ഇന്നത്തെ മാർഗങ്ങളുപയോഗിച്ചു് നേടിക്കൊടുക്കുക സാധ്യമല്ല തന്നെ.

ആദ്യമായി നാം പ്രാണവായുവിന്റെ കാര്യം തന്നെയെടുക്കുക. ശുദ്ധമായ വായു എന്നൊന്നു് സമീപഭാവിയിൽതന്നെ ലഭ്യമല്ലാതാവും. സാങ്കേതികപുരോഗതിയോടൊപ്പം, തവണകളായി 5 ലക്ഷത്തോളം വ്യത്യസ്തരാസപദാർത്ഥങ്ങളും അന്തരീക്ഷത്തിൽ കലർന്നിട്ടുണ്ടെന്നും പ്രതിവർഷം 5000 പുതിയ രാസപദാർഥങ്ങളും കൂടി ലയിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്നുവെന്നും ചില ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കണക്കു കൂട്ടുന്നു. രാസപദാർഥങ്ങളുടെ എണ്ണത്തിലുള്ള വികാസം, സാധാരണ നിലയിൽ, നമ്മെ പരിഭ്രാന്തരാക്കേണ്ടതില്ല. എന്നാൽ ഇവയോരോന്നും ഒരളവിനു മേൽ മനുഷ്യനു് താങ്ങാൻ വയ്യാതെ വരും. മൊത്തം മാലിന്യങ്ങളുടെ ശതമാനത്തോളം ഒരു പരിധിക്കുമേൽ നമുക്കു സഹ്യമല്ലാതായി തീരും. ഹോളണ്ടിലെ ഒരു വൻകിട നഗരമായ റോട്ടർഡാമിൽ നിന്നും തൊഴിലാളികളും കൂട്ടം കൂട്ടമായി താമസമൊഴിയുന്നുവെന്നു് പത്രവാർത്ത വന്നിട്ടു് അരയാണ്ടു് കാലയളവു് പോലുമായില്ല. അമേരിക്കയിലെ മുഖ്യവ്യാവസായിക നഗരങ്ങളിലെ നിലയും ഇതിൽ നിന്നും വിഭിന്നമല്ല. മോട്ടോർ കാറുകളും, കരി, എണ്ണ ഇവ കത്തിക്കുന്ന വ്യവസായശാലകളും വൻതോതിൽ സൽഫർ ഡയോക്സൈഡും (SO_2) മറെറനിഷ്വാതകങ്ങളും അന്തരീക്ഷത്തിലേക്കു് തള്ളുന്നുണ്ടു്, മോട്ടോർവാഹനങ്ങളും വായുദൂഷണത്തിനു പുറമെ, മറെറാരു പ്രശ്നം കൂടി സൃഷ്ടിക്കുന്നുണ്ടു്. ഒരു മോട്ടോർ കാറിനു് അര മണിക്കൂർ നേരം പ്രവർത്തിക്കാൻ, ഒരാൾക്കു് ഒരു ദിവസത്തേക്കു് ആവശ്യമായത്ര വായു വേണം. ലോകത്തെങ്ങുമുള്ള ലക്ഷക്കണക്കിൽ മോട്ടോർ വാഹനങ്ങളും, ദിവസേന ഓടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന മണിക്കൂറുകളുംകണക്കിലെടുത്തു്, പ്രാണവായുവിന്റെ 'ഉപഭോക്താ'ക്കളുടെ എണ്ണം ചെങ്കുത്തായി വർദ്ധിപ്പിക്കുകയാണു്.

അതൊരു ഭാഗത്തു്! ലോകത്താകെ ലഭ്യമാകുന്ന ഓക്സിജന്റെ അഞ്ചിലൊരംശം ഫൈറ്റോപ്ലാങ്ക്ടൺ എന്ന ജലസസ്യമാണുല്പാദിപ്പിക്കുന്നതു്. വൻതോതിലുള്ള ജലദൂഷണം നിമിത്തം മത്സ്യങ്ങളും പക്ഷികളും ചത്തൊടുങ്ങുന്നതിനു പുറമെ ഇത്തരം കടൽച്ചെടികളും കൂട്ടനാശത്തിനിരയായിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയാണു്. മൊത്തത്തിൽ വായുവിനും വെള്ളത്തിനും വേണ്ടി, ശുദ്ധമായ പരിസരങ്ങൾക്കു വേണ്ടി, മനുഷ്യരാശിയൊന്നാകെ, പുതിയ മാർഗങ്ങളിലൂടെ, പുതിയ ശ്രമങ്ങളാരംഭിക്കേണ്ടതായാണിരിക്കുന്നതു്. നമ്മുടെ വ്യവസായപുരോഗതി, നമുക്കു് സമ്മാനിച്ചിട്ടുള്ള നിരവധി പ്രശ്നങ്ങളിലൊന്നിന്റെ ചിത്രം മാത്രമാണിതു്.



ചിത്രം 8

എൻജിനീയറിംഗ് വരപ്പുകളും, പ്ലാനുകളും തുടങ്ങിയവ കംപ്യൂട്ടർ കാർഡുകളിൽ സംഗ്രഹിച്ചു വെയ്ക്കുന്ന വിധം.

തിരിച്ചു പോകാമോ?

ഈ പ്രശ്നങ്ങളുടെ സങ്കീർണത കണ്ടു് നമുക്കീ വ്യാവസായികമുന്നേറ്റം വേണ്ടെന്നു വെച്ചു് തിരിച്ചു പോകാനാവുമോ? തീർച്ചയായും പാടില്ല. അതു് നമ്മുടെ നിലനില്പിനെ മറെറാരു തരത്തിൽ ചോദ്യം ചെയ്യാതിരിക്കില്ല. ആ നിലയ്ക്കു് സമ്യക്കായ ഒരു പോംവഴി ഏതെന്ന ചോദ്യം ഉയർന്നു വരുന്നു.

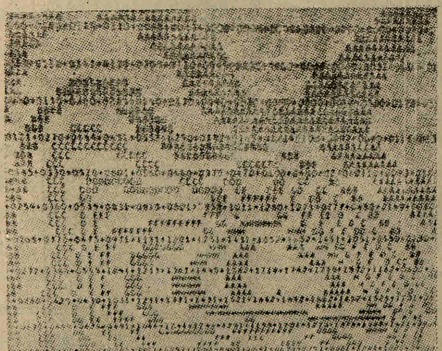
പരിസരശുദ്ധിയുടെ പ്രമാണതത്വങ്ങളും നിലവാരങ്ങളും നിജപ്പെടുത്തുക*യും, അന്താരാഷ്ട്രീയ

---

* 1956 ൽ ബ്രിട്ടനിൽ Clean Air Act എന്ന ഒരു ആക്ടു് പാർലമെണ്ടു് പാസ്സാക്കുകയുണ്ടായി. 1952 ലെ നവംബർ കാലത്തു് സ്മോഗ് (Smog) നിമിത്തം 4000 പേർ മൃതിയടയുകയുണ്ടായി അവിടെ. എല്ലാ കൊല്ലവും അപകടങ്ങളുണ്ടാവും. കരി കത്തിക്കുന്നതു് നിയന്ത്രിച്ചതോടെ നില മെച്ചപ്പെട്ടു.

നിലവാരത്തിൽ അതു് നടപ്പാക്കുകയുമാണു് ഒരു പോംവഴി. ഇതോടൊപ്പം തന്നെ വായു—ജല ദൂഷണങ്ങളും കഴിവതും നിയന്ത്രിക്കുകയും കുറയ്ക്കുകയും ചെയ്യുക, ഉച്ഛിഷ്ടങ്ങളും മാലിന്യങ്ങളും പുനഃശ്ചക്രി വത്കരിയോ, രാസ പരിണാമം വരുത്തിയോ പുനരുപയോഗിക്കുക ഇവയും വേണ്ടി വന്നേക്കും.

ഉദാഹരണമായി SO_2 വാതകം അന്തരീക്ഷത്തിലേക്കു് വിട്ടു് കളയാതെ, അതിൽ നിന്നും ഇന്നു് ഉർവരമായിരിക്കുന്ന ഗന്ധകം ആദായകരമായി വീണ്ടെടുക്കാനുള്ള മാർഗങ്ങളും കണ്ടെത്തേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. കരിപ്പൊടിയും വെണ്ണീറുമുപയോഗിച്ചു് ഒന്നാം തരം ഇഷ്ടികകളും നിർമിക്കാമെന്നു് കണ്ടു കഴിഞ്ഞു. കടലാസു്, ഗ്ലാസു്, ചെമ്പു്, പിച്ചള തുടങ്ങിയ വസ്തുക്കളെ വീണ്ടും വാഹ്യുപയോഗിക്കുന്ന സമ്പ്രദായം ഇന്നു തന്നെ നിലവിലുണ്ടല്ലോ. ഈ തത്വം മറ്റു ചില വസ്തുക്കളിലേക്കും വ്യാപിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾക്കും മറ്റും ആവശ്യമായ ജർമേനിയം പുകക്കുഴലുകളിലെ കരിപ്പൊടിയിൽ നിന്നും വീണ്ടെടുക്കാമെന്നു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഇയ്യിടെ തെളിയിക്കുകയുണ്ടായി. ഇങ്ങിനെ ഇന്നു് നിലവിലില്ലാത്തതോ, വിഭാവനം ചെയ്യാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടില്ലാത്തതോ ആയ നിരവധി സരണികളിലൂടെ ഇത്തരം പ്രശ്നങ്ങൾക്കു് പരിഹാരം കാണാവുന്നതാണു്. സ്വയം സംരക്ഷണത്തിനുള്ള മനുഷ്യന്റെ ജന്മവാസന, കൈമോശം വന്നുപോകാനിടയില്ലല്ലോ.



ചിത്രം 9

കാലാവസ്ഥാപ്രവചനത്തിനുതകുന്ന ചാർട്ടുകൾ കംപ്യൂട്ടർ സ്വയം വരച്ചുണ്ടാക്കുന്നു.

ലക്ഷ്യബോധമുള്ള ഗവേഷണം വേണം

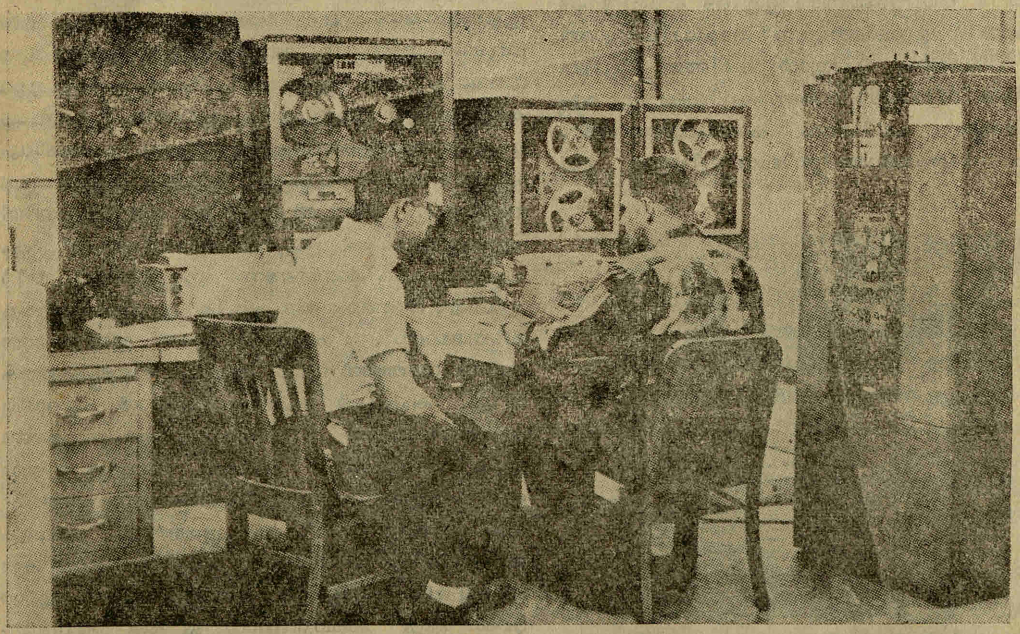
എന്നാൽ, ജന്മവാസന ഒന്നു കൊണ്ടു മാത്രം പ്രശ്നത്തിനു പരിഹാരമാവില്ല. നിരവധി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ കൂട്ടായ പരിശ്രമം കൂടെ വേണം അതിനു്. ലക്ഷ്യബോധമുള്ള ഒരു ഗവേഷണ പദ്ധതി തന്നെ ഇതിനായി ആവിഷ്കരിക്കപ്പെടേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. ഇവിടെയാണു് നമുക്കു് പുതിയ ഉപാധികളും പന്ഥാവുകളും സഹായത്തിനെത്തേണ്ടതു്. ഒരു ലോഗരിതം പട്ടിക ഗണിച്ചുണ്ടാക്കാൻ നേപ്പിയർക്കു് തന്റെ ജീവിതകാലം മുഴുവൻ ചെലവഴിക്കേണ്ടി വന്നു. ഇന്നതു് അരദിവസത്തെ ശ്രമം കൊണ്ടു് ചെയ്യാൻ തീർക്കാമെന്നു വന്നിരിക്കുന്നു ബുദ്ധിപരമായ ഭാരം കുറയ്ക്കുന്നതിനു പുറമെ, സമയം ലാഭിക്കുവാനും, മനുഷ്യപ്രതിഭയെ വർധമാനമായ ശക്തിയോടെ പ്രതിഫലിപ്പിക്കുവാനും കഴിവുള്ള യന്ത്രങ്ങളും ഇന്നു് നാം ആവിഷ്കരിച്ചു കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. കണക്കുകൂട്ടുന്നവയെന്നും, കവിതയെഴുതുന്നവയെന്നും, മനുഷ്യന്റെ നിലനില്പിനെ വെല്ലുവിളിക്കാനുതകുന്നവയെന്നും മറ്റും വിശേഷിപ്പിക്കപ്പെട്ട കംപ്യൂട്ടറുകളെക്കുറിച്ചു് നാം വായിച്ചു കഴിഞ്ഞു. ഇവയുടെ ഉപയോഗങ്ങളെക്കുറിച്ചൊരു ഖണ്ഡികയെങ്കിലും എഴുതാതിരുന്നതെന്തെന്നു് നിങ്ങളും അത്ഭുതപ്പെടുന്നുണ്ടാവും. 1962-ൽ നടത്തിയ ഒരു സർവേയിൽ എഴുനൂറിലധികം വ്യത്യസ്തജോലികൾക്കു് കംപ്യൂട്ടർ ഉപകരിക്കുന്നുണ്ടെന്നു് മനസ്സിലായി. തീർച്ചയായും അത്തരം ഒരു പട്ടിക ഇവിടെ നൽകുക വിഷമമാണു്, എന്നാൽ ഇന്നു് ഇത്തരമൊരു സർവേ നടത്താൻ ആരും സമയം മിനക്കെടുത്തുകയില്ല. കംപ്യൂട്ടർ ഉപയോഗിക്കുവാൻ പറ്റാത്ത ഏതെങ്കിലുമൊരു ജീവിതവ്യാപാരരംഗം കണ്ടെത്തുക വിഷമമാണു്. കൂടാതെ, വൈദ്യപരിശോധന നടത്തുമെന്നും, ചെസ്സു് കളിക്കുമെന്നും പറഞ്ഞു് കംപ്യൂട്ടറുകളെ പരിചയപ്പെടേണ്ട കാലവും അതിക്രമിച്ചു കഴിഞ്ഞു. മുകളിൽ ചൂണ്ടിക്കാണിച്ച വിധം നാളത്തെ കംപ്യൂട്ടറുകൾക്കു് ഏറ്റെടുക്കാനുള്ളതു് ലക്ഷ്യബോധമുള്ള ഒരു ഗവേഷണ പന്ഥാവിലെ അനുസരണയുള്ള, അതേ സമയം പുതിയ പന്ഥാവുകളും ചൂണ്ടിക്കാണിക്കാൻ കഴിവുള്ള ഒരു കൂട്ടുകാരന്റെ നിലയാണു്. നിലനില്പിനു വേണ്ടിയുള്ള മനുഷ്യന്റെ സമരത്തിലെ വിലപ്പെട്ട ഒരു ആയുധം കൂടിയാണു് കംപ്യൂട്ടർ.

റോട്ടർഡാമിന്റെ മാതൃക

അന്തരീക്ഷമാലിന്യങ്ങളാൽ ശ്വാസകോശസംബന്ധമായ രോഗങ്ങളും അധികമായിക്കൊണ്ടിരുന്ന റോട്ടർഡാമിന്റെ കാര്യം സൂചിപ്പിച്ചുവല്ലോ. ഈ നഗരത്തിൽ ഈയിടെ സ്ഥാപിതമായ ഒരു ദൂഷണസൂചനാസമ്പ്രദായം അത്യധികം ശ്രദ്ധേയമാണു്. അന്തരീക്ഷ മാലിന്യങ്ങളിൽ പല കാരണങ്ങളാലും പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നതാണു് S^{-}_{2}. ഒരു കോടിയിൽ അഞ്ചിലധികംഭാഗം SO_2 വായുവിൽ കലരുകയാണെങ്കിൽ, ഈ ഉപകരണം അതു് മണത്തറിയും. 4 നാഴിക ചുറ്റളവിനുള്ളിലുള്ള ഏതെങ്കിലുമൊരു ഫാക്ടറിക്കു് ഇത്തരമൊരു സൂചനോപകരണത്തെ കബളിപ്പിക്കാനാവില്ല. ഒരു കംപ്യൂട്ടറിനാൽ നിയന്ത്രിക്കപ്പെടുന്ന ഇത്തരം 31 സൂചനോപകരണങ്ങളും റോട്ടർഡാമിൽ സ്ഥാപിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ദൂരമാപനസൌകര്യമുള്ള ഈ ഉപകരണങ്ങളും തക്ക സമയത്തു് ടെലിഫോണിലൂടെ കാരണക്കാരായ ഫാക്ടറി ഉടമകളെ താക്കീതു് ചെയ്യാനും സഹായിക്കുന്നുണ്ടു്. കംപ്യൂട്ടറുകൾക്കു് നാളത്തെ പ്രശ്നങ്ങളിൽ ഏതു വിധം സഹകരിക്കാമെന്നതിന്റെ ഒന്നാന്തരമൊരുദാഹരണമാണിതു്.

ജൈവയന്ത്രങ്ങൾ

പരിമിതമായ തോതിൽ 'ചിന്ത'യെന്ന മനോവ്യാപാരത്തെ അനുകരിക്കാൻ സാധിക്കുമാറു് കംപ്യൂട്ടറുകളുടെ സംവിധാനം പുതിയൊരു പതനത്തിലെത്തിക്കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്. എന്നാൽ യന്ത്രങ്ങൾക്കു് അനുവേങ്ങളിൽ നിന്നു് എന്തെങ്കിലും പഠിക്കുക സാധ്യമല്ലല്ലോ. ഇക്കാരണത്താൽ ചിന്തിക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങൾ കൂടുതൽ സങ്കീർണങ്ങളായിത്തീരുന്നു. എന്നാൽ ഇന്നു് നാം കാണുന്ന കംപ്യൂട്ടറുകൾ നാളെ ഉണ്ടാവാനിടയുള്ള കംപ്യൂട്ടറുകളുടെ ഒരു മുന്നോടി പോലുമാണെന്നു പറയുക സാധ്യമല്ല. ചില ജൈവവസ്തുക്കൾക്കു്—പ്രത്യേകിച്ചു് നൂക്ലിയക് അമ്ലങ്ങൾക്കു—വൈദ്യുതസ്വഭാവവും അർധചാലകസ്വഭാവവും കാണിക്കുവാനുള്ള കഴിവു് ഇതിനകം തന്നെ മനസ്സിലാക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. ഈ വഴിക്കു് അല്പദൂരം കൂടി പോയാൽ കംപ്യൂ



ചിത്രം 10

സർവകലാശാലാ വിദ്യാർഥികൾ കംപ്യൂട്ടറുപയോഗിച്ചു് കണക്കുകൂട്ടി ചെയ്യുകയാണു്. 'ബെൻഡിക്സ് G-15' കംപ്യൂട്ടറാണു് ചിത്രത്തിൽ. ടേയ്പ്പ് സംഭരണരീതി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ട്ടറിന്റെ ഘടകങ്ങളായി ജൈവവസ്തുക്കളെ തന്നെ ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിഞ്ഞുകൂടായ്കയില്ല. ജീവി വർഗങ്ങളിൽ വളരെതാണ നിലകളിലുള്ള ചില വയെ അനുകരിക്കുവാൻ ഒരു പക്ഷേ വലിയ ശ്രമ മൊന്നും ഇനി വേണ്ടി വരുമെന്നു തോന്നുന്നില്ല. എങ്കിലും 'മഹത്വം' കൈവരിക്കാൻ ഈ ജൈവ യന്ത്രങ്ങൾക്കു് ഒരുപക്ഷേ ഒന്നോ രണ്ടോ നൂറ്റാ ണ്ടുകളെങ്കിലും കൂടി വേണ്ടിവന്നേക്കും. ഏതായാലും ഇത്തരമൊരു സാധ്യത പാടേ തള്ളിക്കളയാവു ന്ന ഒന്നല്ല. കാര്യക്ഷമമായ ഗവേഷണങ്ങൾകൊണ്ടു ദുസ്സാധ്യമായ ചില രാസപ്രക്രിയകളുടെ നിയന്ത്ര ണത്തിനും മറ്റും ഇത്തരം ജൈവയന്ത്രങ്ങൾ അത്യ ധികം ഉപകരിച്ചെന്നുവരും.

അർഹിക്കുന്ന സ്ഥാനം

ദുസ്സാധ്യമായ നിരവധി ജോലികൾക്കായി കംപ്യൂട്ടറുകളെ ഉപയോഗിക്കുന്നതിനുപുറം, ചിന്തി ക്കാനുള്ള കഴിവുകൂടി കിട്ടിയാൽ അവ നമുക്കു തന്നെ ഒരു വെല്ലുവിളിയായി തീരുമോ? 'വെല്ല വിളി' എന്ന അർഥത്തിൽ 'അതെ' എന്നു തന്നെ യാവും ഉത്തരം. പക്ഷേ, യന്ത്രങ്ങളെ മനുഷ്യനെ കീഴടക്കാനുള്ള സാധ്യതയെപ്പറ്റിയാണു് ചോദ്യ മെങ്കിൽ 'ഇല്ല' എന്നാവും ഉത്തരം.

കാരണം, റോക്കറ്റുകളും മിസ്സയിലുകളും വി മാനങ്ങളും കണ്ടു പിടിച്ച മനുഷ്യൻ അവയെ നിയ ന്ത്രിച്ചു കൊണ്ടു തന്നെയാണല്ലോ നടക്കുന്നതു്. മനു ഷ്യനേക്കാൾ എത്രയോ മടങ്ങു് ശക്തിയുള്ള അവ മനുഷ്യന്റെ കയ്യിൽ വെറുമൊരു കളിപ്പാട്ടം പോ ലാണു്. അണുഭഞ്ജനം മൂലം ഉരുവിട്ട മാരക ശക്തിയോ? ഇന്നു് മനുഷ്യനതു് സമാധാനപര മായ ആവശ്യങ്ങൾക്കുപയോഗിക്കുന്നു. പക്ഷേ, ഇവയൊന്നും ബുദ്ധിയുള്ളവയല്ലല്ലോ? 'ജീവനു' ള്ളവയല്ലല്ലോ? എന്നു ചോദിച്ചേക്കാം. വിവേ ചനശക്തിയും വികാരവിശേഷങ്ങളും ഉള്ള നാ സ്തികം, ആന തുടങ്ങിയ മൃഗങ്ങളെ മനുഷ്യൻ ഇണ ക്കിയെടുത്തതെങ്ങിനെയെന്ന മറുചോദ്യം ചോദി ക്കാവുന്നതേ ഉള്ളൂ. എങ്കിലും, ഇത്തരം ചോദ്യ ങ്ങൾക്കുള്ള ഉത്തരം അതല്ല.

ഈ ഭൂതലത്തിലുള്ള എല്ലാ സൃഷ്ടികളേയും കീഴടക്കി ഭരിക്കാനുള്ള കഴിവു് പരിണാമപ്രക്രി യയിലൂടെ മനുഷ്യൻ നേടിക്കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്. ഇനി മനുഷ്യന്റെ സൃഷ്ടികളും ഓരോ കാര്യത്തിൽ—ശ ക്തി, വേഗത, വിവേചനശക്തി എന്നിങ്ങ നെ—അവനേക്കാൾ ഉയർന്നിരിക്കാമെങ്കിലും അ വയെ നിയന്ത്രിക്കേണ്ട ആവശ്യകതയെപ്പറ്റി, ജന്മവാസനയാൽ തന്നെ മനുഷ്യൻ ബോധവാനാ ണു്. കൂടാതെ, ഇത്തരം യന്ത്രങ്ങളെ സംവിധാനം ചെയ്യപ്പെടുന്നതും നിർമിക്കപ്പെടുന്നതും ഒറ്റ മനു ഷ്യന്റെ പ്രയത്നഫലമായല്ല. കൂട്ടായ ഒരു ശ്രമ ത്തിൽ മനുഷ്യരാശിക്കു് ഹാനികരമായ ഒരു നിലയിലേക്കു് ഇത്തരം കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളെ ഇ ഴച്ചു വലിക്കപ്പെടാനുള്ള സാധ്യത കുറവും ആണു്; പ്രത്യേകിച്ചു് താൻ സൃഷ്ടിക്കുന്ന ഉപകരണ ത്തിന്റെ അപാരകഴിവുകളെക്കുറിച്ചു് അവൻ തികച്ചും ബോധവാനായിരിക്കുമ്പോൾ.

അതെന്തായാലും, ഇത്തരം യന്ത്രങ്ങളുടെ സ ഹായം അത്യാവശ്യമായി വരുന്ന നിരവധി പ്രശ്ന ങ്ങളാണു് ഇന്നു് നമ്മുടെ മുമ്പിലുള്ളതു്. മനുഷ്യ സംസ്കാരവും 'യന്ത്ര'സംസ്കാരവും തമ്മി ലുള്ള ഒരു കിടമത്സരത്തെക്കുറിച്ചു് ചിന്തിക്കാ നുള്ള അവസരവുമല്ലിതു്. നാലാം തലമുറയിലേ ക്കു് കാലെടുത്തു വെക്കുന്ന കംപ്യൂട്ടറുകളെ, പതിനാ യിരം തലമുറകളെ പിന്നീട്ട മനുഷ്യനെതിരെ നി ല്പ്പുണ്ട ആവശ്യമില്ല. പ്രത്യുത ഇവ രണ്ടും സഹ കരിച്ചു കൊണ്ടുള്ള ഒരു പ്രവർത്തനരംഗമാണു് ഇ ന്നാവശ്യം. ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ ചിന്തിക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങളുടെ പ്രാധാന്യം വർധിക്കുന്നതു് അതു കൊണ്ടാണു്. എന്നിരിക്കെ, കംപ്യൂട്ടറുകളെപ്പറ്റി ഒരു സാമാന്യജ്ഞാനം എല്ലാവർക്കും ഉണ്ടായിരിക്കേ ണ്ടതു് ആവശ്യമാണു്. കംപ്യൂട്ടറുകളുടെ സംവി ധാനഘട്ടത്തിലെ ഗഹനതയിലേക്കോ, നിർമാ ണസങ്കീർണതയിലേക്കോ കടക്കാതെ ഈ വിഷ യം ഇവിടെ അവതരിപ്പിച്ചതും ആ ഉദ്ദേശ്യത്തോടു കൂടിയാണു്.

References :

1. Electronic Computers – Ivall.
2. Mathematical Control Machines – V. Loskutov.
3. Digital Computer Principles – Irwin.
4. The main streams of mathematics – Edna E. Kramer.
5. The world of Mathematics (series) – James R. Newman.

6. Digital Computer Technology and Design – Willis H. Ware.

7. Computers – The machines we think with – D. S. Halacy, Jr.

8. Computer Logic – Flores, Ivan.

9. Thinking Machines–L. Gutenmacher.

10. Programming the IBM 1620 – Clarence B. Germain

11. Science Horizons – USIS – April 1967.

12. New Scientist – 16 April 1970 – Dr. Norman Moore.

13. Electronics & Power – January 1970– Dr. Crawford Robt.

14. Soviet Land – June 1970 – Viktor Glushkov, Alexander Kolmogorov, Alexander Dorodnitsyn.

15. Time – Various issues.

(ഈ ലേഖന പരമ്പര അവസാനിച്ചു.)

—0—

നന്മ, തിന്മ

നല്ലതിന്റെ ഭാവം ''നന്മ''. ''നല്ലി''ലെ 'ല' 'ന' ആയി മാറുന്നു. 'നലം' എന്നുമുണ്ട് രൂപം. നന്മയുടെ വിപരീതം 'തിന്മ', 'തീ'യുടെ–തീയതിന്റെ–ഭാവമാണ് അതു്. അതിനാൽ 'തീമ' എന്നാണ് വേണ്ടതു്. 'ചെയ്യാതെ നമുക്കു തീമ' എന്നു് രാമചരിതം. 'നന്മ'യുമായുള്ള ബന്ധം–ഇവിടെ വിരോധം–കൊണ്ടാണ് 'നന്മ'യിലെ 'ന'തീമയിലേയ്ക്കു പകർന്നതു്. ശത്രുത കൊണ്ടു് വിഷ്ണുസായൂജ്യം നേടിയ ഹിരണ്യകശിപു, രാവണൻ മുതലായവരുടെ ചേരിയിലാണ് 'തിന്മ'യും!

—0—

റബ്ബറിന്റെ കഥ

പ്രൊഫ. കോശി ഏബ്രഹാം

സാമ്പത്തികപ്രാധാന്യമുള്ള സസ്യോല്പന്നങ്ങളുടെ ചരിത്രത്തിൽ, റബ്ബർ മനുഷ്യനു് അനിവാര്യമായ ഒരു സാധനമെന്ന സമുന്നതപദവിലേയ്ക്കുയർന്നതു് ഏറ്റവും നാടകീയമായ സംഭവവികാസങ്ങളിലൊന്നാണു്. പാരാ റബ്ബർ മരത്തിന്റെ (Hevea brasiliensis) കഥയും അതിനോടു ബന്ധപ്പെട്ട സാഹസികാന്വേഷണങ്ങളുടെ കഥയും ഈ കൃതിച്ചുരുക്കയറ്റത്തോടു് അഭേദ്യമാം വിധം ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. കറകളുല്പാദിപ്പിക്കുന്ന വളരെയേറെ സസ്യങ്ങളിൽ നിന്നു് റബ്ബർ ലഭ്യമാണു്. സസ്യങ്ങളുടെ കൂടുതലധികം സ്രവവസ്തുക്കൾ ചേർന്നാണു് ലാറ്റെക്സു് (latex) ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നതു്. സങ്കീർണമായ ഘടനയുള്ള ജലം, ഉപ്പു്, ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ, മറ്റു ജൈവവസ്തുക്കൾ (ആൽക്കലോയിഡുകൾ, റസീനുകൾ, എണ്ണകൾ, പ്രോട്ടീൻ, പഞ്ചസാര, അന്നജം തുടങ്ങിയവ) എന്നിവയുടെ പാൽപ്രായമായ മിശ്രിതമാണു് ലാറ്റെക്സു്. ലാറ്റെക്സു് സസ്യങ്ങൾക്കു് എപ്രകാരമാണു് പ്രയോജനകരമായി ഭവിക്കുന്നതെന്നു് ഇതുവരെയും വ്യക്തമാക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ല. എന്നാൽ ക്ഷതം സംഭവിച്ച ഉപരിതലങ്ങൾ സംരക്ഷിക്കുന്നതിനും അവ കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്നതിനും, പോഷകവസ്തുക്കൾ സംഭരിക്കുന്നതിനും ലാറ്റെക്സു് ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടെന്നാണു് ഊഹിക്കുന്നതു്. കറയുല്പാദിപ്പിക്കുന്ന (laticiferous plants) സസ്യങ്ങൾ പല കുടുംബങ്ങളിലും (families) കാണപ്പെടുന്നുണ്ടു്. പ്രധാനമായും

യൂഫോർബിയേസിയേ (Euphorbiaceae), സാപ്പോടേസിയേ (Sapotaceae), മൊറേസിയേ (Moraceae), കമ്പോസിറേ (Compositae), അപ്പോസയ്നേസിയേ (Apocynaceae), ആസ്ക്ലിപ്പിയഡേസിയേ (Asclepiadaceae) തുടങ്ങിയ ഫാമിലികളിൽ ഇവ കണ്ടെത്താവുന്നതാണ്. ചെറുസസ്യങ്ങളം മുതൽ വൻവൃക്ഷങ്ങളം വരെ ഇവയിൽ ഉൾപ്പെടുന്നു. ഉഷ്ണമേഖലാ– മിതോഷ്ണമേഖലാ പ്രദേശങ്ങളിൽ ഇവ വളരുകയും ചെയ്യുന്നു.

മറ്റു പല വൃക്ഷങ്ങളും റബ്ബർ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതായി അറിയപ്പെടുന്നുണ്ടെങ്കിലും ഹിവിയാ ബ്രസീലിയൻസിസിനു (Hevea brasiliensis) മാത്രമാണ് ലോകത്തിലെ സാമ്പത്തികമണ്ഡലത്തിൽ സ്വാധീനം ചെലുത്തുവാൻ കഴിയുന്നതു്. ഹിവിയാ ബ്രസീലിയൻസിസിന്റെ കഥ റബ്ബറിന്റെ തന്നെ ചരിത്രമാണ്. അതിൽ പൗരസ്ത്യ–പാശ്ചാത്യരാജ്യങ്ങളുടെ ചരിത്രങ്ങളുടെ ഗതി മാറ്റിയെഴുതിയ നാടകീയസംഘങ്ങളം അന്തർലീനമായിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

രാസഘടനാപരമായി പ്രത്യേക ആകൃതിയില്ലാത്ത പോളിറ്റെർപ്പീൻസ് (Polyterpenes) വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്ന ഒരു ഹൈഡ്രോകാർബൺ ആണ് റബ്ബർ. റെപ്പ്റ്റീൻസ് (terpenes) വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്ന ബാഷ്പശീലതൈലങ്ങളോടു ഇവയ്ക്കു് ബന്ധമുണ്ട്. ബാഷ്പശീലതൈലങ്ങളെപ്പോലെ തന്നെ റബ്ബറും കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകളം രാസപരിണാമത്തിനു വിധേയമാകുന്നതിനെത്തുടർന്നു് പ്രത്യേക കോശങ്ങളിലുല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നവയാണ്. ഈ കോശങ്ങളിൽ വച്ചു് റബ്ബർ വെള്ളയോ, മഞ്ഞയോ നിറത്തിലുള്ള ലാറ്റക്സിന്റെ ഒരു ഘടകമായിത്തീരുന്നു. റബ്ബർമരത്തിന്റെ പുറം തൊലി മുറിക്കുമ്പോൾ പുറത്തേക്കു വരുന്നതു് ഈ ലാറ്റക്സാണ്. ലാറ്റക്സിൽ പൊന്തിക്കിടക്കുന്ന അന്നജം, കൊഴുപ്പു തുടങ്ങിയ മറ്റു സൂക്ഷ്മവസ്തുക്കളോടൊപ്പമാണ് റബ്ബറും കാണപ്പെടുന്നതു്. ഏതാനും ഫാമിലികളിൽപ്പെടുന്ന സസ്യങ്ങളം മാത്രമേ ലാറ്റക്സ് പുറപ്പെടുവിക്കുന്നവയായുള്ളു. അവയിൽ തന്നെ ഏതാനും ഇരട്ടപ്പരിപ്പുള്ള സസ്യങ്ങളം മാത്രമാണ് റബ്ബർ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ലാറ്റക്സ് ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതു്.

സസ്യങ്ങളുടെ ഫാമിലികളിൽ വരുന്ന മാറ്റങ്ങൾക്കനുസരണമായി ലാറ്റക്സ് ശേഖരിക്കുന്ന പ്രത്യേക കോശങ്ങളം ലാറ്റക്സ് ട്യൂബുകളോ (latex tubes), ലാറ്റക്സ് വെസ്സലുകളോ (latex vessels) ആകാവുന്നതാണ്. ഈ രണ്ടു വിഭാഗം കോശങ്ങളും സസ്യശരീരത്തിന്റെ എല്ലാ ഭാഗത്തും വ്യാപിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഏതാനും ചില സസ്യങ്ങളം ഒഴിച്ചുനിർത്തിയാൽ റബ്ബർ ഉഷ്ണമേഖലാ പ്രദേശങ്ങളിൽ നിന്നു ലഭിക്കുന്ന ഒരു ഉല്പന്നമാണ്. ലോകത്തിലെ മുഖ്യ വിളകളിൽ ഏറ്റവും അടുത്ത കാലത്തായി സ്ഥാനം നേടിയതു് റബ്ബറാണ്. റബ്ബർ വ്യവസായത്തിനു നൂറിലധികം കൊല്ലത്തെ പഴക്കമേയുള്ള. അതുപോലെ തന്നെ റബ്ബർ ശരിയായ തോതിൽ കൃഷിചെയ്യാനാരംഭിച്ചിട്ടു് അറുപതോ, അതിനോടടുത്തോ വർഷങ്ങളേ ആയിട്ടുള്ള. എന്നാൽ ഉഷ്ണമേഖലാപ്രദേശങ്ങളിൽ അധിവസിച്ചിരുന്ന പ്രാകൃതമനുഷ്യർക്കു് പ്രത്യേകിച്ചും പുതിയ ലോകത്തിലുള്ളവർക്കു് റബ്ബർ സുപരിചിതമായിരുന്നുവെന്നതിനു് തെളിവുകളുണ്ട്. എങ്കിലും ഏതാണ്ടു് പത്തൊൻപതാം ശതകത്തോടടുത്തു മാത്രമാണ് ലോകവ്യാപകമായി റബ്ബറിന്റെ പ്രയോജനം അറിയപ്പെട്ടതു്. റബ്ബർ പ്രയോജനപ്പെടുത്താവുന്ന മണ്ഡലങ്ങളം കൂടുതലായിക്കൊണ്ടുവരികയാണ്. മോട്ടോർ വാഹനങ്ങളം, വിമാനങ്ങളം, വൈദ്യുതോപകരണങ്ങളം ഇവയ്ക്കു വേണ്ടി വരുന്ന റബ്ബറിന്റെ ഉപയോഗം കഴിഞ്ഞ അൻപതിൽ പരം വർഷങ്ങൾക്കിടയ്ക്കു് നാലിരട്ടിയായി വർധിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇന്നു് പ്രതിവർഷം 2000000 ടണ്ണിലധികം സ്വാഭാവികറബ്ബറാണ് ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നതു്. കൃത്രിമ റബ്ബറിന്റെയും റബ്ബറിനു പകരം ഉപയോഗപ്പെടുത്താവുന്ന മറ്റു വസ്തുക്കളുടെയും കണ്ടുപിടിത്തം സ്വാഭാവികറബ്ബറിന്റെ ഉപയോഗത്തെ ഗണ്യമായി ബാധിച്ചിട്ടില്ലെന്നാണ് ഇതു വ്യക്തമാക്കുന്നതു്.

സാമ്പത്തികാടിസ്ഥാനത്തിൽ ഹിവിയാ ബ്രസീലൻസിസിനാണ് ഇന്നേറ്റവും കൂടുതൽ പ്രാധാന്യം. ഹിവിയാ അല്ലെങ്കിൽ പാരാ റബ്ബർ മരമാണ് ലോകത്തിലുല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന 95–98 ശതമാനം റബ്ബറിന്റെയും ഉത്ഭവസ്ഥാനം. യൂഫോർബിയേസിയേ ഫാമിലിയിൽപ്പെട്ട ഒരു സസ്യമാണ് ഹിവിയാ. ആമസോണിയയിലെ (Amazonia) വൻ ഉഷ്ണമേഖലാവനപ്രദേശങ്ങളിലാണ് ഈ സസ്യത്തിന്റെ ഉത്ഭവം. എന്നാൽ

ഇന്നു് അവിടെയുള്ള ശരിയായി കൃഷി ചെയ്യപ്പെടാത്ത റബ്ബർമരങ്ങളിൽ നിന്നും വളരെ കുറവു റബ്ബർ മാത്രമാണു് ലഭ്യമാകുന്നതു്. ഇന്നു് ഒട്ടാകെയുല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന റബ്ബറിൽ കുറഞ്ഞ പക്ഷം 97 ശതമാനമെങ്കിലും തെക്കുകിഴക്കനേഷ്യയിൽ നിന്നുമാണു് ലഭ്യമാകുന്നതു്. മലേഷ്യ, ഇൻഡോനേഷ്യ, കോംഗോ, പശ്ചിമാഫ്രിക്ക എന്നിവയാണു് ഇന്നു് റബ്ബറുല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന പ്രധാന രാഷ്ട്രങ്ങളം. ജന്മദേശത്തു നിന്നും മറെറാരു ഭൂഖണ്ഡത്തിലേക്കുള്ള ഒരു വാണിജ്യവിളയുടെ പറിച്ചു നടലിൻെറയും, ഉത്ഭവസ്ഥനത്തേക്കാളധികം കൂടിയേറിപ്പാർപ്പിക്കപ്പെട്ട സ്ഥലത്തു് അതു് പരക്കുന്നതിൻെറയും മറെറാരു ഉദാഹരണമാണു്, ആമസോൺ വനപ്രദേശങ്ങളിൽ ഇന്നു പോലും ശ്രദ്ധേയമായിത്തീർന്നിട്ടില്ലാത്ത റബ്ബറിൻെറ കഥ.

റബ്ബർ മരങ്ങളം ഇരുനൂറു വർഷത്തിൽ കൂടുതൽ നിലനിൽക്കും. 60 മുതൽ 140 അടി വരെ പൊക്കം വയ്ക്കുന്ന അവയ്ക്കു് 6 അടി വരെ തടി വണ്ണമുണ്ടാവും. ബഹുപത്രിയായ അതിൻെറ ഇലയ്ക്കു് മൂന്നു ഉപപത്ര (leaflets) ങ്ങളുണ്ടു്. ചെറിയ പച്ച നിറത്തിലുള്ള, സുഗന്ധമുള്ള റബ്ബറിൻെറ പുഷ്പങ്ങളം പുങ്കുലകളിൽ പെൺപുഷ്പങ്ങളം മുകളിലായും ആൺപുഷ്പങ്ങളം മുവട്ടിലായും ക്രമീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. മൂന്നു ഭാഗങ്ങളം വ്യക്തമായി കാണാവുന്ന റബ്ബർകായ്കൾ ഓരോ ഭാഗത്തിലും ഓരോ വിത്തു വീതമുണ്ടു്.

മെക്സിക്കോവിൽ വച്ചു് യൂറോപ്യന്മാരാണു് റബ്ബർ ആദ്യമായി നിരീക്ഷണവിധേയമാക്കിയതു്. റബ്ബർപന്തു ഉപയോഗിച്ചു് അവിടത്തെ നിവാസികളം പന്തുകളിക്കുന്നതു് അവർ കണ്ടെത്തിയതോടെയാണു് റബ്ബർ പരിഷ്കൃതലോകത്തിലേക്കു കടന്നുവന്നതു്. അന്നവിടെ കണ്ടെത്തിയ റബ്ബർ മെക്സിക്കൻ പ്രദേശങ്ങളിൽ സുലഭമായി കാണാവുന്ന കാസ്റ്റില്ല ഇലാസ്റ്റിക്കാ (Castilla elastica) യിൽ നിന്നു ശേഖരിച്ചതായിരിക്കുമെന്നു ന്യായമായും ഊഹിക്കാവുന്നതാണു്. അതിപുരാതനകാലം മുതൽക്കു തന്നെ ആമസോൺ നിവാസികളം ഹിവിയാ ബ്രസീലിയൻസിസിൽ നിന്നു ലഭിക്കുന്ന റബ്ബർ വെള്ളം കയറാത്ത പാത്രങ്ങളം പന്തുകളം മറെറ സാധനങ്ങളും നിർമിക്കുന്നതിനു് ഉപയോഗപ്പെടുത്തി വന്നിരുന്നു. പ്രാചീനസ്പെയിനിലെ ജനങ്ങളം തങ്ങളുടെ തൊപ്പികളം, മേൽക്കുപ്പായങ്ങളും നനയാതെ സൂക്ഷിക്കുന്നതിനു വേണ്ടി അവ റബ്ബർ അടങ്ങുന്ന ലായനിയിൽ മുക്കിയെടുത്തു കൊണ്ടു് ലേപനം ചെയ്തുവന്നിരുന്നു.

നിലത്തിട്ടാൽ പൊന്തിവരികയും വലിച്ചാൽ നീളുകയും ചെയ്യുന്ന റബ്ബറിൽ കൗതുകമുണർന്ന യൂറോപ്യന്മാർ അതു് കപ്പൽമാർഗം യൂറോപ്പിലെത്തിച്ചു. എന്നാൽ പൊടുന്നനെ റബ്ബറിനു യാതൊരുപയോഗവും കണ്ടെത്താനായില്ല. കടലാസ്സിൽ പെൻസിൽ ഉപയോഗിച്ചെഴുതിയതു് മായ്ച്ചു കളയാമെന്നു് ആദ്യമായി കണ്ടെത്തിയതു് 1770 – ൽ ജോസഫ് പ്രീസ്റ്റ്ലി (Joseph Priestly) യാണു്. ഈ ഗുണമാണു് അതിനു് റബ്ബർ എന്ന പേരിടുന്നതിനുള്ള നിദാനം. അതിനു മുമ്പു റബ്ബറിനു് അതിൻെറ റെഡ് ഇന്ത്യൻ നാമം ആംഗ്ലേയ സ്വഭാവത്തിൽ നൽകുകയാണു ചെയ്തു വന്നതു്. ''Caoutchouc'' എന്ന ഈ നാമം പല പഴയ യൂറോപ്യൻ ഗ്രന്ഥങ്ങളിലും കാണാം.

1823–ൽ സ്കോട്ട്ലണ്ടുകാരനായ മാക്കിൻറോഷ്(Mc Intosh) ആണു് റബ്ബർ നാഫ്തായിൽ (naphha) ലയിക്കുമെന്നു് ആദ്യമായി കണ്ടെത്തിയതു്. ലാറക്സ് ഉടനടി ലഭ്യമല്ലാത്തപ്പോഴം പോലും വസ്ത്രങ്ങം നനവേല്ക്കാത്തവയാക്കാൻ സാധിക്കുമെന്നതായിരുന്നു ഈ കണ്ടുപിടിത്തത്തിൻെറ ഫലമായുണ്ടായ പ്രയോജനം. ഈ കണ്ടുപിടിത്തത്തിൻെറ ഒരു പരിണതഫലമെന്ന നിലയ്ക്കു് ബ്രിട്ടനിൽ മഴക്കോട്ടുകളം ഇന്നുമറിയപ്പെടുന്നതു് ''മക്കിൻറോഷസ്'' (Mackintoshes) എന്ന പേരിലാണു്.

എന്നാൽ റബ്ബറിൻെറ ചരിത്രത്തിലെ ഏറെറവും സുപ്രധാന വർഷം 1839 ആണു്. ആ വർഷത്തിലാണു് അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ ഗുഡ്ഇയർ ''വംക്കനൈസിങ് സമ്പ്രദായം'' കണ്ടുപിടിച്ചതു്. അതോടെ റബ്ബറിൻെറ സുവർണകാലഘട്ടമായി. റബ്ബർ ഓട്ടോമോബീൽ വാഹനങ്ങളുടെയും സൈക്കിളുകളുടെയും ടയറുകളം നിർമിക്കുന്നതിനു് വ്യാപകമായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുതുടങ്ങി. രണ്ടു ലോകമഹായുദ്ധങ്ങളിലും സൈനികാവശ്യങ്ങൾക്കു വേണ്ടി ഒട്ടധികം റബ്ബർ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്തു. രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധകാലത്തു് ജപ്പാൻ തെക്കുകിഴക്കനേഷ്യ പിടിച്ചടക്കിയതിൻെറ പിന്നിൽ റബ്ബർ സമ്പാദിക്കുന്നതിനും സഖ്യകക്ഷികൾക്കു് അവ നിഷേധിക്കുന്നതിനുമുള്ള ആഗ്രഹം ഒരു വൻ പ്രേരണാശക്തിയായി വർത്തിച്ചിരുന്നുവെന്നു് കാണാവുന്നതാണു്.

ആദ്യഘട്ടത്തിൽ ആമസോണിയൻ (Amazonian) ഉഷ്ണമേഖലാ വനങ്ങളിൽ കാടുപിടിച്ചു വളരുന്ന റബ്ബർമരങ്ങളെ വെട്ടിയാണ് റബ്ബർ ശേഖരിച്ചിരുന്നത്. റബ്ബറിന്റെ മൂല്യം അധികരിച്ചതോടെ റബ്ബർവിത്തുകളെ കയറ്റുമതി ചെയ്യുന്നതിൽ ബ്രസീലിയൻ ഗവൺമെന്റ് നിരോധനമേർപ്പെടുത്തി. എന്നാൽ ഈ നിരോധനമുണ്ടായിട്ടും, 1873 — ൽ ഫാരിസ് (Farris) എന്ന ഇംഗ്ലീഷുകാരൻ റബ്ബർവിത്തുകളെ ശേഖരിച്ച് ലണ്ടനിലെ കൃവിലുള്ള (Kew) രാജകീയ സസ്യശാസ്ത്രോദ്യാനത്തിലേയ്ക്കയച്ചുകൊടുത്തു. 1875-ൽ, ഹെന്റി വിക്കംഹാം (Henry Wickham) 70000 ത്തിൽ പരം റബ്ബർവിത്തുകളെ ആമസോണിൽ നിന്നും ലണ്ടനിലെത്തിച്ചു. അവ കൃവിൽ തന്നെ വളർത്തിയെടുത്തതിനെ തുടർന്ന് ഒരു റബ്ബർ എസ്റ്റേറ്റ് സ്ഥാപിക്കാനാവശ്യമായ റബ്ബർതൈകളെ ലഭ്യമായി. തുടർന്ന്, ബ്രിട്ടീഷധീനതയിലായിരുന്ന ബ്രിട്ടീഷ്മലയ, സിലോൺ എന്നിവിടങ്ങളിലും, പിന്നീട് ജാവ, സുമാത്ര, തുടങ്ങിയ പ്രദേശങ്ങളിലും റബ്ബർ കൃഷി ചെയ്യുന്നതിനാരംഭിച്ചു. ഫാരിസ് ശേഖരിച്ച വിത്തുകളിൽ നിന്നുണ്ടായ റബ്ബർതൈകളെ കൽക്കത്തയിലെ റോയൽ ബൊട്ടാണിക്കൽ ഗാർഡൻസിലേക്ക് കപ്പൽമാർഗം എത്തിക്കുകയുണ്ടായി. എന്നാൽ കാലാവസ്ഥ പ്രതികൂലമായതു നിമിത്തം അവ ശരിയായി വളരാതെ നശിച്ചുപോവുകയാണുണ്ടായത്. 1875 ജൂൺ 14-നു 70000 റബ്ബർ വിത്തുകളുമായി ഹെന്റി വിക്കംഹാം ലണ്ടനിലെത്തിയപ്പോഴേക്കും കൃവിലെ രാജകീയസസ്യശാസ്ത്രോദ്യാനത്തിന്റെ ഡയറക്ടർ സ്ഥാനം വഹിച്ചിരുന്നതു ജോസഫ് ഹുക്കർ (Joseph Hooker) എന്ന ആളായിരുന്നു. ആ വിത്തുകളിൽ ഏതാണ്ട് 3000 എണ്ണം മാത്രമാണ് കിളിച്ചതു. റബ്ബർ തൈകളെ തെക്കേകിഴക്കനേഷ്യയിൽ വളർത്തുന്നതിനു ആദ്യമായി വേണ്ടിവന്ന ചെലവു 1500 പവനിൽ കൂടുവുമാത്രമായിരുന്നു. രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധകാലത്തിനോടടുത്തു ആ റബ്ബർതൈകളിൽ നിന്നും അവയിൽ നിന്നുമുല്പാദിപ്പിക്കപ്പെട്ട മറ്റു റബ്ബർതൈകളിൽ നിന്നും പ്രതിവർഷം പത്തു ലക്ഷം ടൺ റബ്ബർ ശേഖരിക്കാവുന്ന നിലയിലെത്തിയിരുന്നു.

പത്തൊൻപതാം ശതകത്തിലെ അന്ത്യഘട്ടത്തോടടുത്തു തന്നെ റബ്ബർ തെക്കേകിഴക്കനേഷ്യയിൽ പ്രചരിപ്പിക്കപ്പെട്ടുവെങ്കിലും അതു പൊടുന്നനവേ ആ പ്രദേശത്തെ രാജ്യങ്ങളുടെ സമ്പദ് വ്യവസ്ഥയെ ബാധിക്കുന്ന ഒരു ഘടകമായിത്തീർന്നില്ല. അന്നു ആ രാജ്യങ്ങളുടെ സാമ്പത്തികമായ നിലനില്പിനു പ്രധാനമായും ആശ്രയിച്ചിരുന്നതു ടിൻഖനനം, കോഫി എസ്റ്റേറ്റുകളും എന്നീ വ്യവസായങ്ങളെയായിരുന്നു. സിംഗപ്പൂരിലെ റോയൽ ബൊട്ടാണിക്കൽ ഗാർഡൻസിന്റെ ഡയറക്ടർ നടത്തിയ നീണ്ട പ്രചരണത്തിന്റെയും ഉദ്ബോധനങ്ങളുടെയും ഫലമായാണ് റബ്ബർകൃഷി ചെയ്യാനാംഭിക്കണമെന്നു തെക്കേകിഴക്കനേഷ്യയിലെ എസ്റ്റേറ്റുടമകൾക്ക് ബോധോദയമുണ്ടായതു. ടാപ്പു ചെയ്ത് ലാറ്റക്സ് ശേഖരിക്കുന്നതിനും, അങ്ങിനെ റബ്ബർ മരങ്ങളെ മുറിക്കുന്നതു ഒഴിവാക്കുന്നതിനും അദ്ദേഹം മാർഗനിർദേശം നൽകി.

അമേരിക്കൻ മേൽനോട്ടത്തിൽ പശ്ചിമാഫ്രിക്കയിലെ ലൈബീരിയയിൽ സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ട റബ്ബർ എസ്റ്റേറ്റുകളും ഒരു തികഞ്ഞ വിജയമായിരുന്നു. എന്നാൽ റബ്ബർ മരങ്ങളുടെ ജന്മനാടായ ബ്രസീലിൽ റബ്ബർ എസ്റ്റേറ്റുകളും സ്ഥാപിക്കുന്നതിനു നടത്തിയ പല ശ്രമങ്ങളും പരാജയപ്പെടുകയാണുണ്ടായതു. തെക്കേകിഴക്കനേഷ്യയിലെയും പശ്ചിമാഫ്രിക്കയിലെയും റബ്ബർ മരങ്ങളെ ബാധിക്കാത്ത പ്രത്യേക നാടൻ രോഗങ്ങളും മറ്റു പല കാരണങ്ങളുമാണ് ഈ തകർച്ചയ്ക്കു പിന്നിലുള്ളതു.

റബ്ബർ മരങ്ങളെ ടാപ്പു ചെയ്ത് ലാറ്റക്സ് ശേഖരിക്കാനാരംഭിക്കുന്നതു അവയ്ക്ക് ആറു വർഷം പ്രായമുള്ളപ്പോഴാണ്. ആദ്യമായി ലംബരൂപത്തിലും, പിന്നീട് തടിക്കു ചുറ്റുമായി മരത്തിന്റെ തടിവണ്ണത്തിന്റെ മുന്നിലൊന്നു ഭാഗത്തു പുറംതൊലി വാർന്നെടുത്തുകളയുന്നു. തുടർന്ന്, ''V'' രൂപത്തിലുള്ള ഒരു വിടവുണ്ടാക്കുന്നു. പുറത്തേയ്ക്കൊഴുകുന്ന ലാറ്റക്സ് ഒരു കപ്പിൽ ശേഖരിക്കുന്നു. രാവിലെ കറ ഒഴുകി തുടങ്ങും. ഉച്ചയാകുന്നതോടെ കുറയും. അതു കൊണ്ട് എല്ലാ ദിവസവും രാവിലെ പുറംതൊലി വീണ്ടും വരയേണ്ടതാണ്. അല്ലെങ്കിൽ ഒന്നിടവിട്ട ദിവസങ്ങളിലുമാവാം. ഇതു മാസങ്ങളും തന്നെ തുടർന്നു കൊണ്ടുപോകാൻ സാധിക്കും.

ഫാക്ടറികളിലെത്തിക്കുന്ന റബ്ബർ ലാറ്റക്സിൽ അസറ്റിക്ക് ആസിഡോ, ഫോർമിക്ക് ആസിഡോ ചേർക്കുന്നു. തത്ഫലമായി ലാറ്റക്സ് വെള്ള നിറമുള്ള സ്പോൺജിനോടു സാമ്യമുള്ള ഒരു വസ്തുവായിത്തീരുന്നു. അതു റോളറുകളിൽ വച്ചമർത്തി, ഉണക്കി ക്രീപ്പ് (Crepe) റബ്ബർ ഷീറ്റുകളാക്കിയെ

ട്ടക്കുന്നു. പലപ്പോഴും റബ്ബർഷീറുകളും ഉണക്കയിശേഷം പുകയടിപ്പിക്കാറുമുണ്ട്. അങ്ങിനെയാണ് ''സ്മോക്ക്ഡ് ഷീറ്റ്'' (''Smoke sheet'') നിർമിക്കുന്നതു്. അമേരിക്കയിലേക്കും യൂറോപ്പിലേക്കും കയറുമതി ചെയ്യപ്പെടുന്ന റബ്ബറിൽ ഭ്രൂരിഭാഗവും ഇങ്ങിനെയുള്ളതാണു്. അവ പിന്നീടവിടെ സംസ്ക്കരിച്ചെടുക്കുന്നു. എന്നാൽ ചില പ്രത്യേക ഉപയോഗങ്ങൾക്കു വേണ്ടി ലാറ്റക്സ് തന്നെ കയറുമതി ചെയ്യേണ്ടിവരുന്നുണ്ടു്.

ലാറ്റക്സിൽ നിന്നു് റബ്ബർ ലഭിക്കുന്നതിനു് സ്വീകരിക്കപ്പെടുന്ന ആധുനികരീതിക്കും ഇന്നും ആമസോണിലെ റെഡ് ഇന്ത്യാക്കാർ ഉപയോഗപ്പെടുത്തിവരുന്ന പ്രാകൃതരീതിക്കും തമ്മിൽ വളരെയേറെ വ്യത്യാസമുണ്ടു്.

''സ്മോക്ക്ഡ്–ബോൾ രീതി'' ഉപയോഗപ്പെടുത്തി ഇന്നു് ലോകത്തിൽ തുലോം കുറച്ചു റബ്ബർ മാത്രമാണു് നിർമിക്കപ്പെടുന്നതു്. എപ്പോഴത്തെയും നില അതായിരുന്നില്ല. പത്തൊൻപതാം ശതകത്തിലെ അവസാനഘട്ടത്തിൽ ആമസോൺ പ്രദേശത്തു് റബ്ബറിനു വേണ്ടിയുണ്ടായ അന്വേഷണം കാലിഫോർണിയയിലെ ''സ്വർണ്ണജ്വരം''ത്തിനോടു കിടപിടിക്കത്തക്ക ഒന്നായിത്തീരുകയുണ്ടായി. റബ്ബറിന്റെ വില ഒരു റാത്തലിനു് മൂന്നു ഡോളറിൽ കൂടുതലായി കുതിച്ചുകയറി. ഇത്തരമൊരു ഘട്ടത്തിലാണു് ആമസോൺ നദിയുടെ ഒരു കൈവഴിയായ നീഗ്രോനദിയുടെ തീരത്തുള്ള മാനയോസ് (Manaos) നഗരം 1910 നോടടുത്തു് അഭൂതപൂർവമായ പ്രശസ്തിയിലേക്കുയർന്നതു്. എന്നാൽ ഇടയ്ക്കിടയ്ക്കു് ഇത്തരത്തിൽ വിലയിൽ കുതിച്ചുകയറുമുണ്ടായിട്ടുണ്ടെങ്കിലും ചിലപ്പോഴും അതിനു തക്കവിധത്തിൽ വിലയിടിവും റബ്ബറിന്റെ ചരിത്രത്തിലുണ്ടായിട്ടുണ്ടു്.

റബ്ബറിനു പകരമുള്ള ഉല്പന്നങ്ങൾ

ഉഷ്ണമേഖലയിലെ മറ്റു പല ഉല്പന്നങ്ങളുമെന്നപോലെ റബ്ബറും യൂറോപ്യൻ രാജ്യങ്ങളിലും മറ്റു മിതോഷ്ണമേഖലാ പ്രദേശങ്ങളിലുമെത്തിക്കുകയെന്നതു് മിക്കവാറും ദുഷ്ക്കരമായിരുന്നു, പ്രത്യേകിച്ചു് യുദ്ധകാലഘട്ടങ്ങളിൽ. കഴിഞ്ഞ രണ്ടു ലോകമഹായുദ്ധങ്ങളുടെ കാലത്തും, റബ്ബറിന്റെ ദൗർലഭ്യം കൊണ്ടു് പകരമുപയോഗപ്പെടുത്താവുന്ന മറ്റു സാധനങ്ങൾ കണ്ടെത്തുന്നതിനുള്ള ഗവേഷണം നടന്നു. റബ്ബറിനു പകരമായി ഉപയോഗപ്പെടുത്താവുന്ന ലാറ്റക്സ് ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന സസ്യങ്ങൾ കണ്ടെത്തുന്നതിനു് മിതോഷ്ണമേഖലയിലെ സസ്യങ്ങൾക്കിടയിൽ നടത്തിയ വിപുലമായ തിരച്ചിലുകളെ കൂടാതെ, കെമിസ്റ്റുകൾ (രസതന്ത്രജ്ഞന്മാർ) കൃത്രിമറബ്ബർ നിർമിക്കുന്നതിനു വേണ്ടിയും പരിശ്രമിച്ചു

രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധകാലത്തു് റബ്ബറിനുപകരമുപയോഗപ്പെടുത്താവുന്ന ലാറ്റക്സ് ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനു് ഏറ്റവുമധികം കേളികേട്ട പദാർഥം തെക്കു പടിഞ്ഞാറൻ അമേരിക്കയിലും മെക്സിക്കോവിലും കാലിഫോർണിയയിലും കാണപ്പെടുന്ന പാർത്തെനിയം ആർജെന്റെയ്റം (Parthenium argentatum) എന്ന സസ്യത്തിന്റെ ലാറ്റക്സ് ആയിരുന്നു. മരുപ്രദേശങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുന്ന ഇതു് കമ്പോസിറേ (Compositae) ഫാമിലിയിൽ ഉൾപ്പെടുന്ന ഒരു കുറ്റിച്ചെടിയാണു്. ഇതേ ഗോത്രവർഗത്തിൽപ്പെട്ട മറ്റൊരു സസ്യം റ്റാറക്സാക്കും കോക്ക് – സാഗിസ് (Taraxacum Kok – saghyz) സോവിയറ്റു് യൂണിയനിൽ റബ്ബറിനു പകരം ഉപയോഗപ്പെടുത്തുകയുണ്ടായി. ഈ സസ്യങ്ങളുടെ വേരുകളിൽ നിന്നാണു് ലാറ്റക്സ് ശേഖരിക്കുന്നതു്. ഇതിന്റെ ഫലമായി ലാറ്റക്സ് ശേഖരിക്കുന്ന വേളയിൽ ചെടി പാടേ നശിപ്പിച്ചു കളയണമെന്നതു് അനിവാര്യമായിത്തീർന്നു. അതുപോലെ സ്വാഭാവികറബ്ബർ ഉഷ്ണമേഖലാപ്രദേശങ്ങളിൽ നിന്നു വീണ്ടുമെത്തിച്ചേർന്നതോടുകൂടി ഈ വിധത്തിൽ ലാറ്റക്സ് ശേഖരിക്കുകയെന്നതു് സാമ്പത്തികമായി ലാഭകരവുമല്ലാതായി. എന്നാൽ, മറുപക്ഷത്തു് കൃത്രിമറബ്ബർ ഉണ്ടാക്കുന്നതിനുള്ള ശ്രമത്തിൽ ഗണ്യമായ പുരോഗതി കൈവരിക്കപ്പെട്ടുകഴിഞ്ഞിരുന്നു. ആദ്യം കൃത്രിമറബ്ബർ ഉല്പാദിപ്പിക്കുകയെന്നതു് പണച്ചെലവേറിയതും അതേ സമയം അതു് സ്വാഭാവികറബ്ബറിനോടൊപ്പം ഈട്ടു നില്ക്കാത്തതുമായിരുന്നു. പിന്നീടുണ്ടായ ഗവേഷണങ്ങളുടെ ഫലമായി കൃത്രിമറബ്ബറിന്റെ ഗുണവും മേന്മയും വർധിച്ചു. ഇന്നു നിർമിക്കപ്പെടുന്ന മിക്ക ഓട്ടോമോബീൽ ടയറുകളിലും സ്വാഭാവികറബ്ബറും കൃത്രിമറബ്ബറുമടങ്ങിയ ഒരു മിശ്രിതമാണു് അടങ്ങിയിരിക്കുന്നതു്. സ്വാഭാവികറബ്ബറിന്റെ ഉപയോഗം പരിപൂർണമായി

വേണ്ടെന്നുവയ്ക്കാൻ അടുത്ത ഭാവിയിലെങ്ങും സാധ്യമല്ലതാനും.

ബലാറാസ്

മിതോഷ്ണമേഖലയിൽ കാണപ്പെടുന്ന സാപ്പോട്ടേസ്യ (Sapotaceae) ഫാമിലിയിൽപ്പെട്ട സസ്യങ്ങളിൽ നിന്നാണ് ബലാറാസ് നിർമിക്കുന്നതിനുതകുന്ന ലാറക്സ് ലഭിക്കുന്നത്. സമ്മർദ്ദത്തിനു വിധേയമാകുന്നവയെങ്കിലും അവ വഴങ്ങിക്കൊടുക്കില്ലയെന്നതാണ് റബ്ബറും ബലാറാസും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം. തൽഫലമായി, അവ പ്രത്യേക രൂപങ്ങളിലാക്കി വാർത്തെടുക്കാൻ കഴിയുന്നു. മലയയിൽ കാണപ്പെടുന്ന പലാക്യയിയംഗട്ടാ (Palaqruiumgutta) യിൽ നിന്നു ലഭിക്കുന്ന ഗട്ടാ – പെർച്ച(gutta-percha), ച്യൂയിങ്ങ് ഗം (Chewing gum) എന്നിവയാണ് ഇവയിൽ പ്രധാനപ്പെട്ടവ.

ചിക്കിൾ (Chicle) എന്നറിയപ്പെടുന്ന ലാറക്സിൽ നിന്നാണ് ഇദം പ്രഥമമായി ച്യൂയിങ്ഗം നിർമിക്കപ്പെടുത്. ആക്രാസ് സാപ്പോട്ട (Achras sapota) എന്ന മരത്തിന്റെ തൊലിയിൽ നിന്നാണിതു ലഭിച്ചിരുന്നതു്. ഈ വൃക്ഷം അമേരിക്കയിലെ മിതോഷ്ണമേഖലാ പ്രദേശങ്ങളിൽ കാണപ്പെട്ടിരുന്നു. എന്നാൽ റബ്ബർ മിട്ടായി (ച്യൂയിങ്ഗം) കൂടുതൽ ആവശ്യമായി വന്നതോടു കൂടി ഈ ഫാമിലിയിൽപ്പെട്ട മറ്റു വൃക്ഷങ്ങളിൽ നിന്നും, മൊറേസ്യേ (Moraceae), യൂഫോർബിയേസ്യ (Euphorbiaceae) എന്നീ ഫാമിലികളിൽപ്പെട്ട മറ്റു സസ്യങ്ങളിൽ നിന്നും ച്യൂയിങ്ഗം ശേഖരിക്കാനാരംഭിച്ചു. എന്നാൽ ഇത്തരത്തിൽപ്പെട്ട സസ്യങ്ങളൊന്നും തന്നെ ഇതുവരെ വ്യവസായികാടിസ്ഥാനത്തിൽ തോട്ടങ്ങളിൽ കൃഷിചെയ്യുകയുണ്ടായിട്ടില്ല. എന്നാൽ പാരാ റബ്ബർമരത്തിൽ നിന്നു ലഭിക്കുന്ന സ്വാഭാവിക റബ്ബറിനു പകരമായി കൃത്രിമറബ്ബർ ഉപയോഗപ്പെടുത്തി തുടങ്ങിയിട്ടുള്ളതു പോലെ കൃത്രിമപോളിസ്റ്റിരീനും ച്യൂയിങ്ഗമിന്റെ സ്ഥാനവും കൈക്കലാക്കുവാൻ തികഞ്ഞ സാദ്ധ്യതകളാണുള്ളതു്.

സോഷ്യലിസ്റ്റ് രാജ്യത്തിനു് ആവശ്യമായ വിദ്യാഭ്യാസം*

ഡോ: ഏ. അയ്യപ്പൻ

ഒരു സമ്പൂർണ സോഷ്യലിസ്റ്റ് രാജ്യമായി (സോഷ്യലിസ്റ്റ് സമ്പ്രദായത്തിലുള്ള ഒരു രാജ്യം മാത്രമല്ലാതെ) ഭാരതത്തെ സംവിധാനം ചെയ്യണമെന്നാണ് നാം തീരുമാനിച്ചിട്ടുള്ളതു്. ഈ സോഷ്യലിസ്റ്റ് സംവിധാനത്തെ നിർമിക്കാൻ ഉപകരിക്കുന്ന ഒന്നായിരിക്കണം നമ്മുടെ വിദ്യാഭ്യാസസമ്പ്രദായം. ഏഷ്യയിലും യൂറോപ്പിലുമുള്ള എല്ലാ സോഷ്യലിസ്റ്റ് രാജ്യങ്ങളിലും പഠിപ്പിന്റെ ഇടയ്ക്ക് തൊഴിൽ കൂടി ഇണക്കിച്ചേർക്കുന്ന ഒരു വിദ്യാഭ്യാസസമ്പ്രദായം രൂപപ്പെടുത്തുന്നതാണ് വിദ്യാഭ്യാസനവീകരണമായി അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതു്. വിദ്യാഭ്യാസകാലത്തിന്റെ ഇടയ്ക്കിടെ അവിടവിടെ ഇണക്കിച്ചേർക്കേണ്ട തൊഴിൽ, ഫ്യൂഡൽ സമ്പ്രദായത്തിലുള്ള വിരസമായ അധ്വാനമല്ല, സാങ്കേതികവൈദഗ്ധ്യം വളർത്തുന്നതും ആധുനികയന്ത്രോപകരണങ്ങളും ഉപയോഗിച്ചുള്ളതുമായ തൊഴിലാണ്.

---

* കോഴിക്കോട്ട് സർവകലാശാലയിൽ ചെയ്ത ബിരുദാനന്തര പ്രസംഗം. മലയാളത്തിൽ ആദ്യമായാണ് ഒരു ബിരുദാനന്തര പ്രസംഗം ചെയ്യപ്പെടുന്നതു്.

മുതിന്ന തലമുറയുടെ പരാജയം

ഇന്നു് ബിരുദം നേടുന്ന നമ്മുടെ യുവജനങ്ങളുടെ ആസന്നഭാവിയെപ്പറ്റി ചിന്തിക്കുമ്പോഴും എനിക്കു് വിഷാദവും നൈരാശ്യവും ആശങ്കയും കോപവും കലർന്ന ഒരു വികാരമാണുണ്ടാവുന്നതു്. കർത്തവ്യം നിർവ്വഹിക്കുന്നതിൽ പരാജയപ്പെട്ട ഒരു തലമുറയിൽപ്പെട്ട ഒരു പാപിയായി ഞാൻ ഏറെക്കുറെ എന്നെ കണക്കാക്കുന്നു. നിങ്ങൾക്കും രാജ്യത്തിനും ആവശ്യമായ പരിശീലനവും വിദ്യാഭ്യാസവും ഞങ്ങൾ നിങ്ങൾക്കു തരുകയുണ്ടായില്ല. വിദ്യാഭ്യാസപരിഷ്ക്കാരപദ്ധതികൾ നടപ്പിലാക്കാൻ അലസത ഞങ്ങളെ അനുവദിച്ചില്ല. സംഗതികൾ വല്ലപാടും തള്ളിത്തള്ളിപ്പോകട്ടെ എന്നു ഞങ്ങൾ കരുതി. സ്വാതന്ത്ര്യം കിട്ടുംവരെ നമുക്കു ബ്രിട്ടീഷുകാരുടെ മേൽ പഴിചാരാമായിരുന്നു. കടമകൾ നിറവേറ്റുന്നതിൽ നാം എന്തുകൊണ്ടു പരാജയപ്പെട്ടു എന്നു കണ്ടെത്താനാണു് ഇപ്പോൾ ഒരു പാട്ട സമയവും പ്രയത്നവും നാം ചെലവഴിക്കുന്നതു്. ജനസംഖ്യയുടെ പൊട്ടിത്തെറി, വിദ്യാഭ്യാസത്തെ നവീകരിക്കുന്നതിനു് ആവശ്യമായ വിഭവങ്ങളുടെ ദൗർല്ലഭ്യം, കേന്ദ്രഗവണ്മെൻറിൻെറ പദ്ധതികളുമായി സമരസപ്പെടാൻ സ്റ്റേറ്റുഗവണ്മെൻറുകൾക്കുള്ള കഴിവുകേടു് മുതലായ പല കാരണങ്ങളും ഇതിനു പറയുന്നുണ്ടു്. തങ്ങളുടെ കാരണവന്മാരുടെ പരാജയങ്ങളെ ബ്രിട്ടനിലെയും അമേരിക്കയിലെയും യുവജനങ്ങൾ കർശനമായി അപഗ്രഥിച്ചിട്ടുള്ളതിൻെറ പല റിപ്പോർട്ടുകളും കിട്ടാനുണ്ടു്. ഇന്ത്യൻ വിദ്യാർഥികൾ തങ്ങളുടെ മുതിർന്നവരെപ്പറ്റി ഇനിയും ഇത്തരമൊരപഗ്രഥനം നടത്തിയിട്ടില്ല. ഉപരിപ്ലവങ്ങളായ, നിസ്സാരങ്ങളായ, മാറ്റങ്ങൾക്കു വേണ്ടിയാണു് ഇന്ത്യൻ വിദ്യാർഥികൾ ഇന്നു് ആവശ്യപ്പെടുന്നതു്. അവഗണന, ചാഞ്ചല്യം, കാര്യങ്ങൾ ഒരു വിധം നടക്കുന്നുണ്ടെന്ന സംതൃപ്തി, സ്വയംതൃപ്തി മുതലായ നമ്മുടെ നിലപാടുകൾ തികച്ചും മനസ്സിലായിക്കഴിഞ്ഞാൽ, എൻെറ തലമുറയുടെ കൊള്ളരുതായ്മകളെ ന്യായബോധമുള്ള ഒരുത്തനും പൊറുക്കുകയില്ല എന്നു ഞാൻ ഭയപ്പെടുന്നു.

വിദ്യാർഥികളുടെ പങ്കാളിത്തം

ഇന്ത്യൻ വിദ്യാർഥികൾ പൊതുവെ വൈസ് ചാൻസലർമാരോടു് ദയ, ഔദാര്യം തന്നെയും, കാണിക്കുന്നുണ്ടു്. ഇന്ത്യയിലെ ഒരു വൈസ്'ചാൻസലറും വധിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ല. ഈ ബഹുമതി കൈവന്നതു് ആഫ്രിക്കയിലെ ഒരു വൈസ്ചാൻസലർക്കാണു്. അതു പോലെ ഇന്ത്യൻ ഗവണ്മെൻറുകൾ വിദ്യാർഥികളുടെ പ്രവർത്തനങ്ങളെ കൂടുതൽ സഹിഷ്ണുതയോടെയാണു് വീക്ഷിച്ചു വരുന്നതു്. അമേരിക്കൻ പോലീസിൻെറ മൂഗീയത ഇന്ത്യൻ യൂനിവേഴ്സിറ്റി ക്യാമ്പസ്സുകളിലൊന്നിലും പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടിട്ടില്ല. ''സമര്യാദ''മെന്നു് പത്രലേഖകർ വിശേഷിപ്പിച്ച ഒരു ''ഘെരാവോ'' ഒഴിച്ചാൽ, കേരള സർവകലാശാലയിലെ വിദ്യാർഥികളുമായി എനിക്കുള്ള ബന്ധം ആഹ്ലാദകരവും പ്രയോജനപ്രദവുമായിരുന്നു. ഭരണാധികാരികളും സൗഹാർദത്തോടെ കാര്യങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കുന്നുണ്ടെന്നു ഉറപ്പു വന്നാൽ, കേരളത്തിലെ വിദ്യാർഥികളും എന്തു വിട്ടുവീഴ്ചക്കും തയ്യാറാണു് എന്നാണെൻെറ അനുഭവം. കേരള സർവകലാശാല സെനറ്റിലെ മൂന്നു് വിദ്യാർഥിപ്രതിനിധികളുടെ പെരുമാറ്റം വളരെ ഉത്തരവാദിത്വവും അന്തസ്സുമുള്ളതായിരുന്നു എന്നു് നിങ്ങളോടു് പറയാൻ എനിക്കു സന്തോഷമുണ്ടു്. പല കെട്ടുപിണഞ്ഞ പ്രശ്നങ്ങളും പരിഹരിക്കുന്നതിൽ അവരും യൂനിവേഴ്സിറ്റി വിദ്യാർഥിയൂനിയൻെറ നേതാക്കളും സിൻഡിക്കേറ്റിനെ സഹായിച്ചിട്ടുണ്ടു്. പരീക്ഷ പരിഷ്ക്കരിക്കൽ, അച്ചടക്കം മുതലായവ സംബന്ധിച്ച പല യൂനിവേഴ്സിറ്റി കമ്മിറ്റികളിലും അവർ അംഗങ്ങളാണു്. സർവകലാശാലാപരിഷ്കരണത്തിനു് ഇന്ത്യൻ വിദ്യാർഥികളുടെ പിന്തുണയുണ്ടാകുമെന്ന കാര്യത്തിൽ എനിക്കു സംശയമില്ല. അതിൻെറ മാതൃക കേരളത്തിലെ വിദ്യാർഥികൾ കാണിച്ചുതന്നിട്ടുണ്ടു്.

സർവകലാശാലയും സമുദായവും

പാശ്ചാത്യരാജ്യങ്ങളിൽ സമുദായത്തിൻെറ മൂല്യബോധവ്യവസ്ഥയിൽ വേരുന്നിയവയാണു് സർവകലാശാലകൾ. ജ്ഞാനം സംഭരിച്ചു്, സംരക്ഷിച്ചു് വിതരണം ചെയ്യുന്നതിൽ ഏർപ്പെട്ട അധ്യയന–ഗവേഷണസ്ഥാപനങ്ങളാണവ. ഒപ്പം, സമുദായത്തിനു് പൈതൃകമായി ലഭിച്ച മൂല്യവ്യവസ്ഥിതിയെ നിരന്തരം വിമർശിക്കുന്നതിലും അവ ജാഗ്രൂകങ്ങളാണു്. ഈ പാശ്ചാത്യ സർവകലാശാലകളുടെ വില കുറഞ്ഞ അനുകരണങ്ങളാണു് ഇന്ത്യയിൽ ബ്രിട്ടീഷുകാർ സർവകലാശാലകളെന്ന പേരിൽ സ്ഥാപിച്ചതു്. ബ്രിട്ടനിൽ പോകാൻ പറ്റാത്തവർക്കു് അവ ഉപകരിക്കണമെന്നേ

കരുതപ്പെട്ടുള്ള. ഗവേഷണവും മറ്റും ഒരു പിള്ളാല ചിന്തയായി അവയിൽ ഏച്ചുകെട്ടുകയാണുണ്ടായതു്. ഇന്ത്യൻ സർവകലാശാലാവിദ്യാഭ്യാസത്തിന്റെ ഗുരുത്വകേന്ദ്രം ഇന്ത്യയല്ല, ബ്രിട്ടനോ അമേരിക്കയോ ആണു്. പ്രമാണിമാർ തങ്ങളുടെ കുട്ടികളെ ഇന്നും അയക്കുന്നതു് ഓക്സ്ഫോർഡിലെക്കോ ഹാർവാർഡിലെക്കോ ആണു്. ഇന്ത്യൻ സർവകലാശാലകളെപ്പറ്റി ഇന്ത്യക്കാർക്കു തന്നെ മതിപ്പില്ലെങ്കിൽ എന്താണതിന്റെ കാരണം?

സയൻസിന്റെ വളർച്ച ത്വരിതമായിത്തീർന്നതു നിമിത്തം ഇന്ത്യൻ സർവകലാശാലകൾക്കു് പാശ്ചാത്യസർവകലാശാലകളുടെ ഒപ്പം എത്താൻ കഴിയാത്തതാണെന്നു കരുതുന്നവരുണ്ടാകാം. സാമൂഹ്യശാസ്ത്രങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ ആ ഒഴികഴിവുമില്ല. ധനശാസ്ത്രം പോലെയുള്ള ഒരു വികസിത സാമൂഹ്യശാസ്ത്രത്തിൽ പോലും ഇന്ത്യയിൽ ഗവേഷണം വിരളമാണു്.

സർവകലാശാലകൾ സ്വയംലക്ഷ്യങ്ങളല്ല; ചില സാമൂഹ്യലക്ഷ്യങ്ങൾക്കു വേണ്ടി ഉപകരണങ്ങളാണു്. ആത്യന്തികവിദൂരലക്ഷ്യങ്ങൾ ഏതു രാജ്യത്തും ഒന്നുതന്നെയാവാം; പക്ഷെ അടുത്ത ലക്ഷ്യങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ ഊന്നൽ ഓരോ രാജ്യത്തും മാറി മാറിയിരിക്കും. ഇന്ത്യയുടെ അടുത്ത ദേശീയ ലക്ഷ്യങ്ങൾ കോഠാരി കമ്മീഷൻ റിപ്പോർട്ടിൽ വിശദമാക്കിയിട്ടുണ്ടു്. ഇന്ത്യയെ ആധുനികമാക്കണം. ആധുനികീകരണത്തിൽ വിദ്യാഭ്യാസത്തിനു് പ്രധാന പങ്കു വഹിക്കാനുണ്ടു്. ദരിദ്രമായ ഈ രാജ്യത്തു്, സമ്പന്നരുടെ ധാരാളിത്തം സാധാരണക്കാരുടെ ദാരിദ്ര്യത്തെ കൂടുതൽ കറുപ്പിച്ചു കാട്ടുന്ന ഇവിടെ, എല്ലാ തലത്തിലുമുള്ള വിദ്യാഭ്യാസസ്ഥാപനങ്ങൾ സാമ്പത്തിക-സാമൂഹ്യവികസനവുമായി ഏതെങ്കിലും തരത്തിൽ ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കണം—സർവകലാശാലകൾ പ്രത്യേകിച്ചും. സർവകലാശാലകൾ ദന്തഗോപുരങ്ങളാണെന്ന ധാരണ ഇംഗ്ലണ്ടിൽപ്പോലും മാറിയിരിക്കുന്നു. അമേരിക്കൻ സർവകലാശാലകൾ ഗവണ്മെൻറിനും വ്യവസായത്തിനും സൈന്യത്തിനും വേണ്ടി പ്രവർത്തിക്കുന്നതിൽ ദീർഘമായ പാരമ്പര്യമുള്ളവയാണു്. ബോസ്റ്റൺ നഗരത്തിന്റെ മലനിക്ഷേപപ്പെൽ ഡിസൈൻ ചെയ്തതു് ഹാർവാർഡിലെ ഒരു പ്രശസ്തനായ പ്രൊഫസറാണു്. ആർട്സ് കോളേജുകൾ അവിടെ കമ്പനികളിലെ ഫോർമാന്മാർക്കു് പരിശീലനം നൽകാറുണ്ടു്. ദരിദ്രരായ നീഗ്രോകൾ ധാരാളമായുള്ള ഒരു സ്ഥലത്തെ വൈദ്യസേവനം ഒരു മെഡിക്കൽ സ്കൂൾ കരാറെടുത്ത വിവരം പ്രസിദ്ധീകരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. ഇന്ത്യയിലും ഇത്തരം ചില പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കു തുടക്കമിട്ടിട്ടുണ്ടു്. കേരള സർവകലാശാല തൃക്കാക്കരയിൽ എൻജിനീയർമാർക്കും ഗവണ്മെൻറുദ്യോഗസ്ഥന്മാർക്കും മാനേജ്മെൻറ് പരിശീലനവും ഭരണനിയമ പരിശീലനവും നൽകുന്നതു് ഒരുദാഹരണമാണു്.

നിലവാരം താഴ്ന്നതും അപ്രസക്തവും നിരർത്ഥകവുമായ ഇന്നത്തെ കോളേജ് വിദ്യാഭ്യാസം നേടുന്ന കുട്ടികളുടെ സംഖ്യയും, അതിൻഫലമായുണ്ടാകുന്ന പൊതു—സ്വകാര്യ—മുതലുകളുടെ ദുർവ്യയവും ആണ്ടതോറും ഏറിയേറി വരുകയാണു്. തങ്ങളുടെ കുട്ടികൾക്കു് കോളേജുകളിൽ സീറ്റും, ചിലപ്പോൾ പരീക്ഷയിൽ പാസ്സും, വില കൊടുത്തു് വാങ്ങുന്ന രക്ഷിതാക്കൾ ചെയ്യുന്ന വിദ്യാഭ്യാസ മൂലധനനിക്ഷേപം ഏറക്കുറെ ഒരു ചൂതുകളിയാണെന്നു് അവർക്കുതന്നെ അറിയാം. ആരോഗ്യമുള്ള ഒരു സമുദായവും തങ്ങളുടെ കുട്ടികളുടെ ജീവിതമെടുത്തു ചൂതു കളിക്കാറില്ല. ഈ നിലയുടനേ മാറിയേ മതിയാവൂ. ഗവണ്മെൻറ് രണ്ടു കാര്യം ചെയ്യണം. 1. സാധാരണ ഗവണ്മെൻറ് ജോലികൾക്കു സർവകലാശാലാ ബിരുദം ആവശ്യമില്ലെന്നും ഹയർ സെക്കണ്ടറിയോ തത്തുല്യമായ യോഗ്യതയോ അവയ്ക്കു് മതിയാവുമെന്നും പ്രഖ്യാപിക്കുക. 2. ഭരണത്തിന്റെ അത്യന്നതതലത്തിൽക്കൂടി മലയാളം മാധ്യമമാക്കുക. അപ്പോൾ, ഉദ്യോഗസ്ഥന്മാർ ഇംഗ്ലീഷ് നന്നാക്കാൻ വേണ്ടി കലാശാലാബിരുദം നേടണമെന്ന വാദം നിലയ്ക്കും. ഈ രണ്ടു സംഗതികളും ചെയ്താൽ കോളേജുകളിലേയ്ക്കുള്ള തള്ളിക്കയറ്റം കുറയും; അപ്പോൾ സർവകലാശാലാവിദ്യാഭ്യാസത്തിൽ അത്യാവശ്യമായവർക്കു് കറസ്പോണ്ടൻസ് കോഴ്സുകളും ബ്രിട്ടനിലെ ''ഓപ്പൺ'' യൂനിവേഴ്സിറ്റിയുടെ ഇന്ത്യൻ പതിപ്പുകളും അപ്പോഴും ഏർപ്പെടുത്താവുന്നതാണു്.

ആധുനികീകരണം

വിദ്യാഭ്യാസം ആധുനികമാക്കേണ്ടതിന്റെ ആവശ്യം പറഞ്ഞുകഴിഞ്ഞു. ആധുനികീകരണം അല്പാല്പമായി നടപ്പിലാക്കാൻ കഴിയില്ല. ദാരിദ്ര്യം, നിശ്ചലത്വം, അലസത, സ്വാർത്ഥം, ക്ഷുദ്രത എന്നിവയ്ക്കെതിരായ ഒരു മഹായുദ്ധമാണു് ആധുനികീകരണം. സമഗ്രവും ആയോജിതവുമായ ഒരു പദ്ധതികൊണ്ടേ അതു നടപ്പിലാക്കാനാവൂ. ഭാവി

എങ്ങിനെയിരിക്കുമെന്ന ധാരണ എല്ലാ പ്ലാനിങ്ങിനും അനുപേക്ഷണീയമാണു്. സമ്പന്നരാജ്യങ്ങളും 2000–മാണ്ടിലേയ്ക്കുള്ള പ്ലാനിങ്ങു് തുടങ്ങിക്കഴിഞ്ഞു. ദരിദ്രരായ നമുക്കാകട്ടെ പഞ്ചവത്സരപദ്ധതി തന്നെ പ്രയാസമായിരിക്കുന്നു. 2000–ാമാണ്ടാവുമ്പോഴേയ്ക്കും ഇന്ത്യയുടെ ജനസംഖ്യ ഇന്നത്തേതിന്റെ ഇരട്ടിയായിരിക്കും. കോഴിക്കോടു് പട്ടണത്തിൽ അന്നു ഇന്നത്തേതിന്റെ മൂന്നിരട്ടി ആളുകളുണ്ടാവും. കല്ലുത്തയിലെന്നപോലെ ഇവിടെയും ജീവിതം നരകതുല്യമാവും. ഇതു പരിഹരിക്കാൻ യുവാക്കളും വിവേകപൂർവം പദ്ധതികളും തയ്യാറാക്കി നടപ്പിൽ വരുത്തണം.

ആധുനികീകരണത്തിനു് അനുപേക്ഷണീയമായ ഒമ്പതു നിലപാടുകളും ഒരു പ്രമുഖ സാമൂഹ്യശാസ്ത്രജ്ഞൻ എടുത്തു പറഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്.

1. പുതിയ അനുഭവങ്ങളും സ്വീകരിക്കാനുള്ള സന്നദ്ധതയും മാറ്റത്തെ സ്വാഗതം ചെയ്യുന്ന മനോഭാവവും.

2. ഒട്ടനവധി പ്രശ്നങ്ങളെപ്പറ്റി അഭിപ്രായം രൂപവല്ക്കരിക്കുന്ന സ്വഭാവം; പ്രശ്നങ്ങളുടെ ബാഹ്യമുഖതലത്തെപ്പറ്റിയുള്ള ധാരണ.

3. ഭൂതകാലാഭിമുഖ്യമില്ലായ്മ; വർത്തമാനഭാവികാലാഭിമുഖ്യം; സമയനിഷ്ഠ, ക്രമികത്വം.

4. ആയോജനാഭിമുഖ്യം.

5. മനുഷ്യനു് പ്രകൃതിയെ കീഴടക്കാൻ കഴിയുമെന്ന വിശ്വാസം.

6. ലോകത്തെ മനസ്സിലാക്കാനും സംഭവഗതികളെ മുൻകൂട്ടി കാണാനും കഴിയുമെന്ന ധാരണ; മറ്റുള്ളവർ അവരുടെ ചുമതല നിറവേറ്റുമെന്ന വിശ്വാസം; പ്രപഞ്ചം നിയന്ത്രണാധീനമായ നിയമങ്ങൾക്കു വിധേയമാണെന്ന ഉറപ്പു്.

7. അന്യരുടേയും അവനവന്റെയും അന്തസ്സിൽ ഊന്നൽ: അന്യരോടു്, പ്രത്യേകിച്ചു് സ്ത്രീകളോടും കുട്ടികളോടും, ആദരം.

8. സയൻസിലും ടെക്നോളജിയിലും വിശ്വാസം.

9. പ്രവൃത്തിക്കൊത്ത പ്രതിഫലമെന്ന തത്വത്തിൽ വിശ്വാസം.

ഇതൊരു സമഗ്രമായ പട്ടികയല്ല. എങ്കിലും നിങ്ങൾ എത്രമാത്രം ആധുനികത്വം നേടിയിരിക്കുന്നു എന്നു തട്ടിച്ചു നോക്കാൻ ഇതു് സഹായിക്കും.

തങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ കൂടി വിദ്യാഭ്യാസസ്ഥാപനങ്ങൾ ആധുനികതയുടെ അസ്തിവാരമിടണം. സാമൂഹ്യവും സംഘടിതവും സഹകരണാത്മകവും നിർമത്സരവുമായ ഇച്ഛാശക്തിയുടെ ജന്മം കൊടുത്തുകഴിഞ്ഞാൽ, ആധുനികതയിലേയ്ക്കുള്ള പുരോഗതി ത്വരിതമായിരിക്കും. സ്വാതന്ത്ര്യം നേടാൻ ഒരു സംഘം യോദ്ധാക്കളെ മഹാത്മാഗാന്ധി സൃഷ്ടിച്ചു; നമുക്കു് സ്വാതന്ത്ര്യം കിട്ടി. ദാരിദ്ര്യത്തിന്നെതിരായ സമരം കൂടുതൽ പ്രയാസമുള്ളതാണു്. അതിൽ ജയിക്കാൻ വ്യക്തികൾക്കു് മാത്രം കഴിയുകയില്ല. ആയിരം ടാറ്റമാരും ബിർളമാരും ചേർന്നാലും ദാരിദ്ര്യത്തിന്നെതിരായ യുദ്ധത്തിൽ നമ്മെ വിജയത്തിലെത്തിക്കാനാവില്ല. ജനങ്ങളുടെ സമഗ്രമായ സജ്ജീകരണം കൊണ്ടേ ഇതു നേടാൻ കഴിയൂ.

അധ്വാനത്തിന്റെ വില നന്നേ താഴ്ത്തിക്കാണുന്നതാണു് ഇന്ത്യൻ പാരമ്പര്യം. വ്യവസായവൽകൃതരാജ്യങ്ങളിലും സോഷ്യലിസ്റ്റു് രാജ്യങ്ങളിലും അധ്വാനത്തിനു് വലിയ സ്ഥാനമാണുള്ളതു്. അധ്വാനത്തോടുള്ള നമ്മുടെ മനോഭാവം മാറേണ്ടതിന്റെ ആവശ്യം കോഠാരിക്കമ്മീഷൻ ഊന്നിപ്പറഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്. ആ കമ്മീഷന്റെ റിപ്പോർട്ടിൽ തൊഴിൽ പരിചയത്തെപ്പറ്റി പറയുന്ന ആറു ഖണ്ഡികകളാണു് ഏറ്റവും വിലപ്പെട്ടവ എന്നു് ഞാൻ കരുതുന്നു. തൊഴിൽ പരിചയമെന്നാൽ, ഉയർന്ന ക്ലാസുകളിൽ, ഉല്പാദകമായ പ്രയത്നം തന്നെയാണു്. സ്കൂളുകളിലും കോളേജുകളിലും ഇത്തരം പ്രയത്നം നടപ്പാക്കുക പ്രയാസമാണെന്നു് ഭീരുക്കൾ പറഞ്ഞേക്കാം. എന്നാൽ, അതിന്നു സ്വാതന്ത്ര്യമുണ്ടെങ്കിൽ ചില കോളേജുകളെങ്കിലും ഈ രംഗത്തു് ഒരു പരീക്ഷണം നടത്താൻ തയ്യാറാണു്.

ചൈനയുടെ അനുഭവം

തൊഴിലിനോടുള്ള മനോഭാവത്തിൽ സംഭവിക്കുന്ന പരിവർത്തനത്തിന്നു് ചൈനയുടെ അനുഭവം ഉദാഹരണമാക്കാവുന്നതാണു്. പ്രവേശനപരീക്ഷയും ഡിഗ്രികളും, ബിരുദധാരികൾക്കു് പ്രത്യേകാവകാശങ്ങളുമടക്കം സർവകലാശാലയുടെ ഘടനയെ ആകെ ചൈന ചോദ്യം ചെയ്തു കൊണ്ടിരിക്കുകയാണു്. 1949–ലെ വിമോചനത്തിന്നു ശേഷം ചൈന അക്കാദമിക് ബിരുദങ്ങൾ നിർത്തൽ ചെയ്തു. 1950–കളിൽ ''ജനകീയ സർവകലാശാലക''ളുടെ പരീക്ഷണം തുടങ്ങി. അത്തരം

സർവകലാശാലകളാണ്. ഇപ്പോഴും ഉണ്ടായി വരുന്നതു്. എങ്കിലും പഴയ സർവകലാശാലാസമ്പ്രദായം ല്യൂഷാവോചിയുടെ കീഴിൽ തുടർന്നു വന്നു. പിന്നീടാണു് സാംസ്കാരികവിപ്ലവം സംഭവിച്ചതു്. ചൈനീസ് വിപ്ലവത്തിന്റെ ലക്ഷ്യത്തെയാകെസ്സംബന്ധിച്ച പ്രശ്നങ്ങളും ഇതിലടങ്ങിയിരുന്നു. അനുസ്യൂതമായ വിപ്ലവപുരോഗതി, വിപ്ലവവീര്യം നിലനിർത്തൽ, ത്യാഗമനോഭാവം വളർത്തൽ എന്നിവ. ''ഭാവിയിൽ ചൈനീസ് സർവകലാശാലകളും നാഗരികമായ ഒരു പിടി പണ്ഡിതന്മാരെ പരിശീലിപ്പിക്കുന്ന സ്ഥാപനങ്ങളാവില്ല; അവ മുഴുവൻ സമുദായത്തിനും ഉപകരിക്കുന്നവയാവും എന്നാണു് തോന്നുന്നതു്. തൊഴിലാളിയും വിദ്യാർഥിയും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം അകറ്റുന്നതാണു് ലക്ഷ്യം. പണിയെടുക്കുന്ന ബഹുഭൂരിപക്ഷം കർഷകരും തൊഴിലാളികളും ഒരു വശത്തു്, സർവകലാശാലാപ്രവേശനം നേടിയ ന്യൂനപക്ഷം വിദ്യാർത്ഥികളും മറുവശത്തു്—അങ്ങിനെ 18 വയസ്സിനുമേലുള്ള യുവാക്കളെ രണ്ടായിത്തിരിക്കുക ഇനി മേൽ സാധ്യമാവില്ല. 17 വയസ്സിൽ ഹൈസ്കൂൾ വിട്ടുന്നതോടെ ഔപചാരികമായ വിദ്യാഭ്യാസം അവസാനിക്കും. 17 വയസ്സിനു താഴെയുള്ളവരെ മാത്രമേ ''വിദ്യാർഥികൾ'' ആയി ഗണിക്കുകയുള്ളൂ. 17 വയസ്സിനു ശേഷം എല്ലാവരും പണിയെടുക്കും. പക്ഷേ, ചില തൊഴിലാളികളെ വിപ്ലവസമിതികൾ തിരഞ്ഞെടുത്തു് രണ്ടോ മൂന്നോ കൊല്ലം ഉന്നത പരിശീലനത്തിനയയ്ക്കും. ഈ പരിശീലനം സർവകലാശാലയിലായിരിക്കും. അവയ്ക്കു് വലിയ അന്തസ്സും നാട്യവുമൊന്നും ഉണ്ടാവില്ല. രണ്ടോ മൂന്നോ കൊല്ലത്തെ പരിശീലനം കഴിഞ്ഞാൽ ഈ വിദ്യാർഥികളും തങ്ങളുടെ ജോലിസ്ഥലത്തു തിരിച്ചുചെന്നു് ഉല്പാദകമായ അധ്വാനം തുടരും. പക്ഷേ, കൂടുതൽ ഫലപ്രദമായ സേവനമനുഷ്ഠിക്കാൻ ഇപ്പോൾ അവർക്കു കഴിയും. അതിസമർഥരായ തൊഴിലാളികളും പ്രതിഭാശാലികളും പഠനവും ഗവേഷണവും ആവശ്യമനുസരിച്ചു് തുടർന്നു നടത്തും. സമുദായം നേടേണ്ട അറിവിന്നും സാങ്കേതിക വൈദഗ്ധ്യത്തിനും ഒരു പരിധിയുണ്ടെന്നു് ഈ സമ്പ്രദായം വിഭാവനം ചെയ്യുന്നില്ല. ചിലർ കലകളും ഭാഷകളും പഠിക്കുന്നുണ്ടാവും; പക്ഷെ ജനങ്ങളിൽ നിന്നു് ഒറ്റപ്പെട്ടിട്ടാവില്ല. സാധാരണക്കാരും സവ്കലാശാലാധ്യാപകരും തമ്മിലും, തൊഴിലാളികളും വിദ്യാർഥികളും തമ്മിലുമുള്ള അന്തരം അപ്രത്യക്ഷമാവും. സയൻസും കലകളും എല്ലാ ജനങ്ങൾക്കും വേണ്ടിയാവും; സവ്കലാശാല വയോജനജീവിതത്തിന്റെ ഒരു വശം മാത്രമായിരിക്കും.''

ചൈനയിലെ പരിതസ്ഥിതികളും വ്യത്യസ്തമാണു്; എങ്കിലും വിദ്യാഭ്യാസവ്യവസ്ഥിതിയിൽ അധ്വാനത്തിനു സ്ഥാനം നൽകുന്നതിലും, സ്കൂളുകളിൽ നിന്നു് വർഗഭേദം അകറ്റുന്നതിലും അവരുടെ മാതൃക നമുക്കു സ്വീകാര്യമായിക്കൂടെന്നില്ല.

സോവ്യറ്റു് വിദ്യാഭ്യാസം

ഇന്ത്യാഗവണ്മെന്റു് പ്രസിദ്ധം ചെയ്ത ''സോവ്യറ്റു് യൂനിയനിലെ വിദ്യാഭ്യാസം'' എന്ന പുസ്തകത്തിൽ 15—26 വയസ്സുകൾക്കിടയ്ക്കുള്ള വിദ്യാർഥികളുടെ സംഘടനയെപ്പറ്റി വിവരിക്കുന്നുണ്ടു്. ''കോംസോമോൾ'' എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഈ സംഘടനയിൽ ഫാക്ടറികളിലും കൃഷിയിടങ്ങളിലും ആഫീസുകളിലും മറ്റും പ്രവൃത്തിയെടുക്കുന്ന പെറുപ്പക്കാർ കൂടി അംഗങ്ങളാണു്. റഷ്യൻ യുവാക്കളിൽ അറുപതു ശതമാനത്തോളം പേർ ''കോംസോമോൾ''മായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. തൊഴിൽ വൈദഗ്ധ്യം വളർത്തുക, പാർട്ടിനയങ്ങൾ പ്രചരിപ്പിക്കുക, പൊതുസ്വത്തു സംരക്ഷിക്കുക എന്നിവ അവരുടെ മുമതലയാണു്. ''പൻതോതിൽ നിർമാണപദ്ധതികളും അവർ ഏറ്റെടുക്കുന്നു. രാജ്യത്തിന്റെ വിദൂര പ്രദേശങ്ങളിൽ ആയിരക്കണക്കിൽ ചെന്നു് കൊയ്ത്തിലും മറ്റു പ്രവർത്തനങ്ങളിലും അവർ സഹായിക്കുന്നു. മോസ്കോവിലെ ഭൂഗർഭറയിൽവെ പണിയാൻ പതിനായിരത്തിലേറെ കോംസോമോളുകളും അധ്വാനിച്ചു. ഖാർകോവ് ട്രാക്ടർ ഫാക്ടറി, ദ്നീപർ ജലവൈദ്യുത സ്റ്റേഷൻ, മാഗ്നിട്ടോഗോർസ്കിലെയും കുസ്നെത്സ്കിലെയും ഉരുക്കു ഫാക്ടറികളും എന്നിവ സ്ഥാപിച്ചതിൽ സഹായിച്ചതിനു ഈ സംഘടന അഞ്ചു് ബഹുമതി മുദ്രകളും നേടി. രണ്ടാം മഹായുദ്ധത്തിലെ സേവനങ്ങൾക്കും, യുദ്ധാനന്തര നിർമാണപ്രയത്നങ്ങൾക്കും, തരിശുഭൂമികളിൽ കൃഷി പ്രയത്നങ്ങൾക്കും മുന്നുതവണ അവർക്കു ലെനിൻബഹുമതി ലഭിച്ചു. മുപ്പൊരിക്കലും കൊഴുകാണാത്ത മുന്നുകോടി ചെറുപ്പക്കാർ കൃഷി ആരംഭിച്ചു.

കേരളത്തിലും ഇന്ത്യയിലും ഇതെങ്ങിനെ പ്രസക്തമാവുന്നു എന്നു കാണാൻ വിഷമമില്ല. അധ്വാനം കൂടുതൽ വേണ്ട പല പദ്ധതികളും ഇവിടെയുണ്ടു്. ശരിക്കൊരാഹ്വാനമുണ്ടായാൽ നമ്മുടെ യുവതികളും യുവാക്കന്മാരും ഒരിക്കലും നമ്മെ നിരാ

ശപ്പെട്ടത്തുകയില്ല. നമ്മുടെ സാമ്പത്തികപുന സ്സംവിധാനത്തിന്റെ നേതൃത്വം യുവജനങ്ങളും ത ന്നെ വഹിക്കുമെന്നതിൽ എനിക്ക് ഒരു സംശയവു മില്ല. എന്റെ വിദ്യാർഥിസുഹൃത്തുക്കളും, ആയി രക്കണക്കിനു് ഹസ്സന്മാരും ഉദയഭാനുമാരും ബ ഷീർമാരും, അണകെട്ടാനും ചതുപ്പുകൾ വറ്റി ക്കാനും മത്സ്യബന്ധനത്തുറമുഖങ്ങളും നിർമിക്കാനും ചിലവു ചുരുങ്ങിയ ''ബേക്കർ'' ടൈപ്പ് വീട്ടു കളും പണിയാനും മുന്നോട്ടു വരുന്നതു് എനിക്കു കാ ണാൻ കഴിയുമെന്നു ഞാൻ ആശിക്കുന്നു. അവരിൽ വളരെയധികം ഹരിജനങ്ങളുമുണ്ടാവും. പഴത്തോ ട്ടങ്ങളും മീൻവളർത്തു കുളങ്ങളും, പ്രയത്നരഹിതങ്ങ ളായ പണിപ്പുരകളും, ഉപയോഗപ്രദങ്ങളായ സുന്ദ രവസ്തുക്കളും നിർമിച്ചു വില്പാനുള്ള സംവിധാനങ്ങ ളുമുള്ള സ്ത്രീകളേയും കോളേജുകളേയും പറ്റിയാണു് എന്റെ സ്വപ്നം. വെള്ളക്കോളറുകളും സന്ധ്യാസമ യത്തെ സൽക്കാരങ്ങളിൽ മാത്രം മതി; വെള്ളസ്സാ രികളും കല്യാണത്തിൽ മാത്രവും.

ഇതെപ്പറ്റി വളരെ അഭിമാനിക്കാനുണ്ടു്. ന മ്മുടെ ദാരിദ്ര്യത്തിനും കലഹങ്ങൾക്കും കൊള്ളരു തായ്മകൾക്കുമിടയിൽ, മഹിമയേറിയ ചില ഘട കങ്ങളും നമ്മുടെ പാരമ്പര്യത്തിൽ മുന്തിനിൽക്കുന്നു. പല സംസ്കാരങ്ങളുടെ സമന്വിത രൂപമാണു് നമ്മു ടെ പാരമ്പര്യം. ദുർബലരെ നാം ധ്വംസിച്ചില്ല; വ്യത്യാസങ്ങളെ നാം പൊറുത്തുപോന്നു, അതി ദുർബലരായ ഗോത്രവർഗക്കാരോടു് ഏറ്റവും ഉദാ രമായി ഒപെരുമാറുന്ന രാജ്യം ഇന്ത്യയാണു്. വേദ മന്ത്രങ്ങളുടെ കാവ്യാത്മകതയും തമിഴ്സംഘ സാ ഹിത്യത്തിന്റെ മായിക മനോഹാരിതയും, ഉപ നിഷത്തുകളുടെ അന്തർദൃഷ്ടിയും മനുഷ്യവർഗത്തി നാകെ അഭിമാനാവഹമാണു്. പക്ഷെ നമ്മുടെ സാംസ്കാരിക സമ്പത്തു പങ്കിട്ടു് എല്ലാവരും ചേർന്ന അനുഭവിക്കുന്നതിൽ വർണ്ണ-ജാതി വ്യവസ്ഥ തട സ്സമായിരുന്നു. അധഃപതനത്തിന്റെ നീണ്ട കാല ഘട്ടത്തിൽ ഇന്ത്യക്കാരുടെ സ്വഭാവം തന്നെ സ്വാർ ഥമയമായിത്തീർന്നപോലെ തോന്നി. പക്ഷേ, ഗാന്ധി-നെഹ്റു കാലഘട്ടത്തോടെ സ്ഥിതി മാ റി. തന്റെ ജീവിതപ്രവൃത്തികൾക്കു് ഒരു കേ ന്ദ്രം തേടി നെഹ്റു ഇന്ത്യയെ കണ്ടെത്തിയപോ ലെ നിങ്ങളോരോരുത്തരും ലഭ്യങ്ങളായ സൌകര്യ ങ്ങളുപയോഗിച്ചു് ഇന്ത്യയെ വിമർശനപരമായും നല്ലപോലെയും മനസ്സിലാക്കുകയും നന്മതിന്മകൾ വേർതിരിക്കുകയും ചെയ്യുമാറാകട്ടെ.

—: 0 :—

സെമിനാർ വാർത്തകൾ

1. ശാസ്ത്രസെമിനാർ; പത്തനംതിട്ട

ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിന്റെയും കത്തോലി ക്കേറ്റു് കോളേജു് ഗണിതവിഭാഗത്തിന്റെയും സംയുക്താഭിമുഖ്യത്തിൽ നടന്ന പ്രസ്തുത സെമിനാ റിൽ 6-ാം തീയതി രാവിലെ കൂടിയ സമ്മേളന ത്തിൽ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിലെ സെമിനാർ ഓഫീസർ ശ്രീ. പി. ഏ. വാരിയർ അധ്യക്ഷത വഹിച്ചു. ശ്രീ. ഏ. ജി. തോമസ് സ്വാഗതം പറഞ്ഞു. അ ധ്യക്ഷപ്രസംഗത്തിൽ സർവകലാശാലാ വിദ്യാഭ്യാ സം മലയാളത്തിൽ ആക്കുന്നതിനു് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടു് ചെയ്യുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങളെ സവിസ്തരം പ്രതിപാ ദിച്ചു് ഇക്കാര്യത്തിൽ ഗവൺമെന്റു് ഇൻസ്റ്റി റ്റ്യൂട്ടിനെ ഏൽപിച്ചിരിക്കുന്ന പദ്ധതിയുടെ രൂപ രേഖയെപ്പറ്റിയും അധ്യക്ഷൻ പ്രസ്താവിക്കുകയു ണ്ടായി. ഉദ്ഘാടനപ്രസംഗത്തിൽ കത്തോലി ക്കേറ്റു് കോളേജു് പ്രിൻസിപ്പൽ ഡോക്ടർ ജെ. അലക്സാണ്ടർ മാധ്യമമാറ്റത്തെ സഹായിക്കാൻ ഇൻ സ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടു് ചെയ്യുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങളെ ശ്ലാഘിച്ചു.

പിന്നീടു് മൂന്നു് പ്രബന്ധങ്ങളും വായിക്കുകയു ണ്ടായി. x^2 വിതരണത്തെപ്പറ്റി ശ്രീ. ഇ. ജി. ശ്രീധരൻപിള്ള (കത്തോലിക്കേറ്റു് കോളേജു്), ജീവനും പാരമ്പര്യവും എന്ന വിഷയത്തെക്കുറിച്ചു ശ്രീ. പി. ജെ. ജോബു് (എസ്. ബി. കോളേജു്, ചങ്ങനാശ്ശേരി), ഗണിതശാസ്ത്രം രസതന്ത്രത്തിൽ എന്ന വിഷയത്തെപ്പറ്റി ശ്രീ. വി. സി. വർഗീ സു് (കത്തോലിക്കേറ്റു് കോളേജു്) എന്നിവരുടെ പ്രബന്ധവായനകളാണു് നടന്നതു്.

ഉച്ചയ്ക്കു നടന്ന സമ്മേളനത്തിൽ കോട്ടയം ബ സേലിയസ് കോളേജിലെ പ്രൊഫസർ എം. ജി.

തോമസ് അധ്യക്ഷത വഹിച്ചു. പ്രൊ പി. സി ജോസഫ് 'ഗണിതത്തിലെ ഉപപാദനരീതി' കളെപ്പറ്റി രസകരമായി ക്ലാസ്സെടുത്തു. തുടർന്ന് പദാർഥമൂലകണികകളുടെ അത്ഭുതവിക്രിയകളും എന്ന വിഷയത്തെപ്പറ്റി ശ്രീ. എം. ജി തോമസ് (കത്തോലിക്കേറ്റ് കോളേജ്), വാസ്തവികചരാചരഗ്രഥനത്തെപ്പറ്റി പ്രൊ. റ്റി. ജി. സുബ്രഹ്മണ്യൻ പോറ്റി (സെൻറ് തോമസ് കോളേജ്, കോഴഞ്ചേരി) എന്നിവർ പ്രബന്ധങ്ങളം വായിച്ചു നാലരമണിയോടെ സമ്മേളനം അവസാനിച്ചു.

7-ാം തീയതി രാവിലെ 10 മണിക്ക് ആരംഭിച്ച രണ്ടാം ദിവസത്തെ സമ്മേളനത്തിൽ ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിലെ പി. എം. മധുസൂദനൻ അധ്യക്ഷത വഹിച്ചു; മാധ്യമമാറ്റത്തോടെ ഇന്നത്തെക്കാളും ഇംഗ്ലീഷ് ഭാഷ കൂടുതൽ കാര്യക്ഷമമായി പഠിപ്പിക്കാനാണ് പരിപാടിയുള്ളതു് എന്നു പറയുകയുണ്ടായി. തിരുവല്ലാ മാത്തോമ കോളേജിലെ പ്രൊ. എബ്രഹാം കോശിക്ക് സമ്മേളനത്തിൽ പങ്കെടുക്കാൻ സാധിക്കാതിരുന്നതിനാൽ 'ഗണിതശാസ്ത്രം ജീവശാസ്ത്രത്തിൽ, എന്ന പ്രബന്ധത്തിനു പകരം 'സദിശരാപഗ്രഥന'ത്തെപ്പറ്റി ശ്രീ. പി. വൈ. ജോയി (കാത്തോലിക്കേറ്റ് കോളേജ്), കൃത്രിമബുദ്ധിക്കളെപ്പറ്റി ശ്രീ. പി. സി. വർഗീസ് (സി. എം. എസ്. കോളേജ്, കോട്ടയം) എന്നിവർ പ്രബന്ധം അവതരിപ്പിച്ചു. രാവിലെ ഇടവേളക്കുശേഷം ചേർന്ന സമ്മേളനത്തിൽ പ്രൊ. സി. കൊച്ചുമ്മൻ (മാർത്തോമാ കോളേജ്, തിരുവല്ല) അധ്യക്ഷത വഹിച്ചു. 'മടിക്കുകളെ'പ്പറ്റി ശ്രീ. എ. ജി. തോമസ് (കത്തോലിക്കേറ്റ് കോളേജ്) 'ഗ്രൂപ്പുകളെ'പ്പറ്റി പ്രൊ. എൻ. ജെ. ജേക്കബ്ബ് (സി. എം. എസ്. കോളേജ്) എന്നിവർ പ്രബന്ധങ്ങം അവതരിപ്പിച്ചു.

ഉച്ചയ്ക്കുശേഷം ചേർന്ന സമ്മേളനത്തിൽ ശ്രീ. നൈനാൻ അധ്യക്ഷത വഹിച്ചു. പ്രൊ. സി. കൊച്ചുമ്മൻ 'സൂചകാങ്കങ്ങളെ' ക്കുറിച്ചും ശ്രീ വി. സി. വർഗീസ് 'സംയോജകത'യെപ്പറ്റിയും മാതൃകാക്ലാസ്സുകളെടുത്തു. തുടർന്ന് ശ്രീ. കെ. ജെ.



പ്രൊ. പി. സി. ജോസഫ് ക്ലാസെടുക്കുന്നു

ഉമ്മൻ (മാർത്തോമാ കോളേജ്, തിരുവല്ല.) ടോപ്പോളജിയെപ്പററി പ്രബന്ധം അവതരിപ്പിച്ചു.

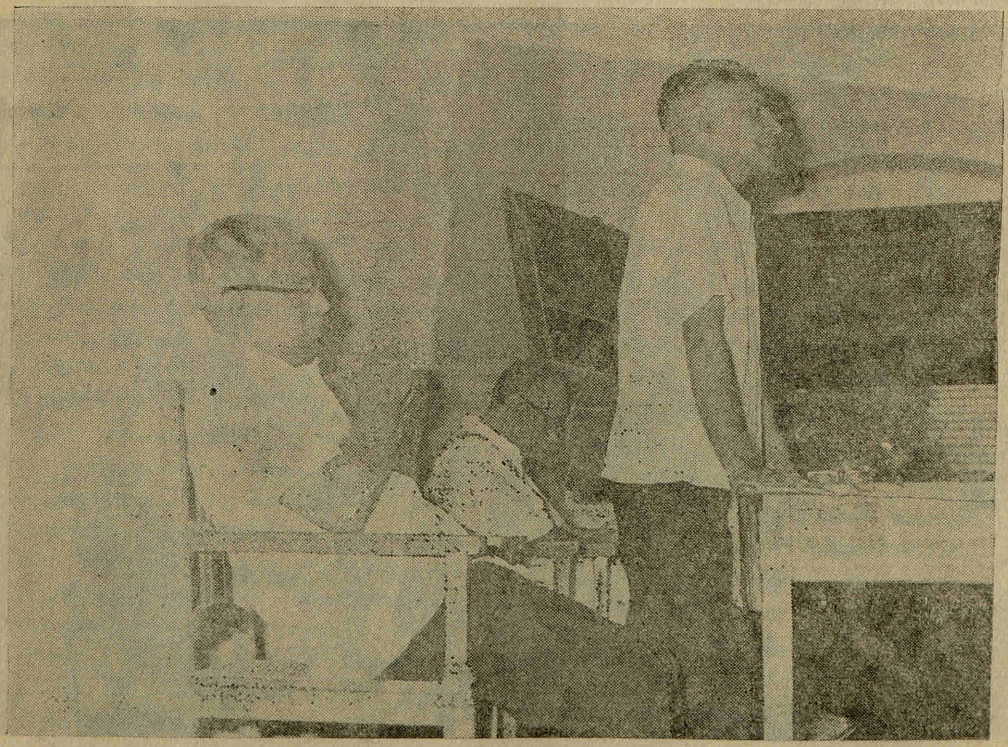
ഇടവേളയ്ക്കു ശേഷം നടന്ന ചർച്ചാസമ്മേളനത്തിൽ പ്രൊ. ചാച്ചിയമ്മ മത്തായി, (കത്തോലിക്കേറ്റ് കോളേജ്) അധ്യക്ഷത വഹിച്ചു. മലയാളത്തിൽ കാര്യങ്ങൾ പറഞ്ഞാൽ കൂടുതൽ മനസ്സിലാകുമെന്നതിൽ തർക്കമില്ലെന്നും ഏതു് വിഷയവും മലയാളത്തിൽ പറയാൻ സാധിക്കുമെന്നതിനു് തെളിവാണു് ഇവിടെ നടന്ന ക്ലാസ്സുകളും പ്രബന്ധങ്ങളും എന്നും പറഞ്ഞു. ചർച്ചയിൽ പ്രൊഫ. വി. ടി. തോമസ്, ഡോ. പി. പി. മാത്യൂസ്, മിസ് ഏലിയാമ്മ ഫിലിപ്പ് (കത്തോലിക്കേറ്റ് കോളേജ്), വിദ്യാർഥിപ്രതിനിധികളും, പ്രൊ. ടി. ജി. സുബ്രഹ്മണ്യൻ പോററി എന്നിവർ സംസാരിച്ചു. ചർച്ചകൾക്കു മറുപടി പറഞ്ഞു കൊണ്ടു് ശ്രീ. പി. ഏ. വാരിയർ സംസാരിച്ചു.

യൂണിയൻ ചെയർമാൻ ശ്രീ. സാമുവൽ കുമ്പഴയുടെ കൃതജ്ഞതയോടെ സമ്മേളനം 5 മണിക്കു് അവസാനിച്ചു.

അമ്പതോളം അധ്യാപകരും 250 ഓളം വിദ്യാർഥികളും ആദ്യവസാനം സമ്മേളനത്തിൽ സംബന്ധിച്ചിരുന്നു.

2. എൻജിനീയറിങ്ങ് സെമിനാർ, തൃശ്ശൂർ

തൃശ്ശൂരിലെ ജൂനിയർ ടെക്നിക്കൽ സ്കൂളിൽ വച്ചു് കേരള ശാസ്ത്രസാഹിത്യപരിഷത്തിന്റെ തൃശ്ശൂർശാഖ, ജൂനിയൻ ടെക്നിക്കൽ സ്കൂൾ, കേരളാ ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് എന്നിവയുടെ സംയുക്താഭിമുഖ്യത്തിൽ ഒക്ടോബർ 30, 31 തീയതികളിൽ നടന്ന എൻജിനീയറിങ്ങ് മാതൃകാക്ലാസ്സുകൾ സെമിനാർ ശ്രീ കുറിപ്പുഴ കൃഷ്ണപിള്ള ഉൽഘാടനം ചെയ്തു. തൃശ്ശൂരിലെ എൻജിനീയറിങ്ങ് കോളേജ് പ്രിൻസിപ്പൽ ഡോ. സി. പി. കുര്യാക്കോസ്



ഡോ. സി. പി. കുരിയാക്കോസ് അദ്ധ്യക്ഷപ്രസംഗം ചെയ്യുന്നു

ഗ്രന്ഥരചനയ്ക്ക് ധനസഹായം

സർവകലാശാലാനിലവാരത്തിൽ മലയാളപുസ്തകങ്ങൾ

അവ അച്ചടിപ്പിക്കുന്നതിനും ധനസഹായം നൽകുവാൻ ഒരു പരിപാടി

1. സർവകലാശാലാതലത്തിൽ പാഠപുസ്തകമായോ അധികവായനയ്ക്കോ ഉപയോഗിക്കാവുന്ന മലയാളപുസ്തകങ്ങളും അച്ചടിപ്പിക്കുന്നതിനു് ഗ്രന്ഥകാരന്മാർക്കു് ധനസഹായം നൽകുവാൻ കേരള ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് തയ്യാറാണു്. സയൻസും ടെക്നോളജിയും സംബന്ധിച്ച പുസ്തകങ്ങൾക്കായിരിക്കും മുൻഗണന.

ഇത്തരം ഗ്രന്ഥങ്ങൾ രചിച്ചിട്ടുള്ള വ്യക്തികളിൽ നിന്നു് സഹായാഭ്യർഥനകൾ ക്ഷണിച്ചുകൊള്ളുന്നു.

2. സ്വന്തം മേൽവിലാസമെഴുതി സ്റ്റാമ്പൊട്ടിച്ച കവർ അടക്കം ചെയ്തു് എഴുതിയാൽ, ഈ സഹായധനത്തിനുള്ള അപേക്ഷാപത്രങ്ങൾ കേരള ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിൽ നിന്നു് (നാളന്ദ, തിരുവനന്തപുരം–1) ലഭിക്കും.

3. പൂരിപ്പിച്ച അപേക്ഷാപത്രത്തോടൊപ്പം ഗ്രന്ഥത്തിന്റെ കൈയെഴുത്തു പ്രതിയും അയച്ചുതരേണ്ടതാണു്. അപേക്ഷ ജനുവരി 31–ാം തീയതിക്കു മുമ്പു കിട്ടുന്നതു് സൌകര്യമായിരിക്കും.

4. കൈയെഴുത്തു പ്രതികൾ വിദഗ്ദ്ധരെക്കൊണ്ടു പരിശോധിപ്പിക്കുന്നതും, അവരുടെ ശുപാർശയെ ആസ്പദമാക്കി സഹായധനം നൽകുന്ന കാര്യം തീരുമാനിക്കുന്നതുമാണു്.

5. സഹായധനം നൽകുന്നതാണെന്ന അറിയിപ്പു കിട്ടിയാലുടൻ അച്ചടി തുടങ്ങാവുന്നതാണു്. പുസ്തകം (1000 പ്രതി) അച്ചടിക്കാൻവേണ്ട ചെലവിന്റെ പകുതിയാണു്, സാധാരണഗതിയിൽ, സഹായധനമായി നൽകുക. മികച്ച കൈയെഴുത്തു പ്രതികൾക്കു് സഹായധനം വർധിപ്പിക്കുന്ന കാര്യം ആലോചിക്കാവുന്നതാണു്. അച്ചടിശാലക്കാരുടെ ബില്ലു് ഹാജരാക്കുമ്പോൾ ഗ്രന്ഥകാരന്മാർക്കു് സഹായധനത്തുക നൽകുന്നതായിരിക്കും.

6. പുസ്തകം അച്ചടിച്ചു കഴിഞ്ഞാൽ അതിന്റെ 20 പ്രതികൾ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിലേക്കു് സൌജന്യമായി നൽകേണ്ടതും ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ധനസഹായം നൽകിയ വസ്തുത ഗ്രന്ഥത്തിൽ യഥാസ്ഥാനം എടുത്തു പറയേണ്ടതുമാണു്.

എൻ. വി. കൃഷ്ണവാരിയർ
ഡയരക്ടർ

കേരള ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട്,
തിരുവനന്തപുരം–1
26 നവംബർ, 1970

ആധ്യക്ഷ്യം വഹിച്ചു. ശ്രീ പി. ഏ. വാരിയർ സ്വാഗതം പറഞ്ഞു. എൻജിനീയറിങ്ങ് പദങ്ങളും മലയാളത്തിൽ സൃഷ്ടിക്കുന്നതിന്റെ പ്രശ്നങ്ങളെപ്പറ്റി ശ്രീ കുറിപ്പുഴയും കേരളത്തിലെ സാമൂഹ്യപ്രശ്നങ്ങളും മാതൃഭാഷയിലൂടെയുള്ള വിദ്യാഭ്യാസവുമായുള്ള ബന്ധത്തെപ്പറ്റി ശ്രീ പി. ഏ. വാരിയരും പ്രസംഗത്തിൽ വിവരിച്ചു. തുടർന്നു് എട്ടു ക്ലാസ്സുകളും നടന്നു. ഇലക്ട്രിക്കൽ എൻജിനീയറിങ്ങു്, എൻജിനീയറിങ്ങു് വരപ്പു്, മെക്കാനിക്കൽ എൻജിനീയറിങ്ങു്, എൻജിനീയറിങ്ങു് രസതന്ത്രം എന്നിവയിലായിരുന്നു ക്ലാസ്സുകളും. സർവശ്രീ. കെ. കെ. വാസു, ആർ. സഹദേവൻ, പി. ഭാസ്കരൻ നായർ, രത്നവല്ലി, എൻ. കെ. സിദ്ധാർഥൻ, ദയാനന്ദൻ, പി. ജോയ്മാത്യു, വാറുണ്ണി എന്നിവരാണു് ക്ലാസ്സുകളെടുത്തതു്. 31–ാം തീയതിയിലെ സമാപനസമ്മേളനത്തിൽ ഡോ. പരമേശ്വരൻ അധ്യക്ഷത വഹിച്ചു. ശ്രീ കരുണാകരൻ നമ്പ്യാർ പ്രസംഗിച്ചു. യോഗത്തിൽ ശ്രീ കെ. പി. മമ്മൂട്ടി എൻജിനീയറിങ്ങു് വിദ്യാഭ്യാസപ്രശ്നങ്ങളെക്കുറിച്ചു് ഒരു പ്രബന്ധമവതരിപ്പിക്കയും പ്രൊ. എം. എസ്, അബ്ദുൽഖാദർ, ടി. ആർ. ശ്രീനിവാസ് എന്നിവർ ചർച്ചയിൽ പങ്കെടുക്കുകയും ചെയ്തു. വിദ്യാർഥികളും പങ്കെടുത്ത സജീവമായ ഒരു ക്വിസ്സും നടക്കുകയുണ്ടായി. ശ്രീ. ടി. ആർ. ശങ്കുണ്ണി, പി. ഏ. വാരിയർ, ഡോ. പരമേശ്വരൻ തുടങ്ങിയവർ കുട്ടികളുടെ ചോദ്യങ്ങൾക്കു മറുപടി പറഞ്ഞു.

മാസികകം

ചരിത്രം

ത്രൈമാസികം, ലക്കം 1

പത്രാധിപർ ഡോ. സി. കെ. കരീം.

ചരിത്രം, സംസ്കാരം തുടങ്ങിയ മണ്ഡലങ്ങളിലെല്ലാം പാശ്ചാത്യരുടെ തീർപ്പുകളെയും വ്യാഖ്യാനങ്ങളെയും പരമപ്രമാണമാക്കിക്കൊണ്ട് ഔദ്യോഗികരംഗങ്ങളിൽ കഴിഞ്ഞു പോന്ന തലമുറയുടെ കാലം ഭാഗ്യവശാൽ അവസാനിക്കുകയാണ്. പാശ്ചാത്യർ രചിച്ച ഇന്ത്യാചരിത്രകൃതികം ആറ്റിക്കുറുക്കി 'നോട്ട്'കൊട്ടത്തു പോന്ന പ്രൊഫസർമാർക്കോ, സർവലാശാലക്കാർക്കോ കേരളത്തിനു് ഒരു ചരിത്രമുണ്ടെന്നു് മനസ്സിലായിരുന്നില്ല. ചില പാവപ്പെട്ട മലയാളം പ്രൊഫസറന്മാർ പറഞ്ഞപ്പോഴാണു് ചരിത്രക്കാർക്കു് സത്യം മനസ്സിലായതു്. അല്പം വൈകിയാണെങ്കിലും എല്ലാവരും തെറ്റു തിരുത്തുകയാണു്. അതുയും നന്നു്. ഇതാ ഇപ്പോം കേരളചരിത്രരചനയെ ലക്ഷ്യമാക്കി ഒരു സമിതി രൂപവൽക്കരിച്ചു് പ്രവർത്തനം തുടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. വസ്തുനിഷ്ഠവും പണ്ഡിതോചിതവുമായ പഠനഗവേഷണങ്ങളിൽ കൂടി മുൻപോട്ട പോകാൻ കഴിവും സന്നദ്ധതയുമുള്ള വ്യക്തികളെ സംഘടിപ്പിക്കാൻ കഴിഞ്ഞാലേ സ്വപ്നം സാക്ഷാത്കരിക്കാനാകൂ. ഇതിലേക്കു വേണ്ട കളം ഒരുക്കുന്നതിനു്, ചരിത്രാന്വേഷണരംഗത്തു് പ്രബുദ്ധതയുളവാക്കുന്നതിനു്, ഒരു പ്രസിദ്ധീകരണം ആവശ്യമാണെന്നു തോന്നിയതിന്റെ ഫലമാണു് ഡോ. സി. കെ. കരീമിന്റെ പത്രാധിപത്യത്തിൽ പ്രസിദ്ധം ചെയ്തു തുടങ്ങിയിട്ടുള്ള 'ചരിത്രം' എന്ന ത്രൈമാസികം. ചരിത്രകുതുകികളുടെ ജിജ്ഞാസ ഉണർത്തുവാനും അന്വേഷണോന്മുഖമാക്കുവാനും പോന്നവയാണു് ഈ പ്രഥമ ലക്കത്തിലെ ചില ലേഖനങ്ങം. ഇംഗ്ലീഷ് ലേഖനങ്ങളിൽ കൊച്ചിയിലെ ജൂതപൗരാണികതയെ കുറിച്ചു് വാംട്ടർ ഫിഷൽ രചിച്ചിട്ടുള്ള ഗവേഷണപ്രബന്ധം ഈ പ്രസിദ്ധീകരണത്തിനു് ഗൗരവം നൽകുന്ന ഒന്നാണു്. ഇംഗ്ലീഷ് ലേഖനങ്ങം അപ്പാടെ ചേർക്കാതെ വിവർത്തനം ചെയ്തു് ചേർക്കുകയാണു് ഉചിതം എന്നു തോന്നുന്നു. ഇംഗ്ലീഷറിയാത്തവർക്കും കാര്യങ്ങം മനസ്സിലാക്കാൻ അവസരം ലഭിക്കണമല്ലൊ. കേരളത്തെ ആസ്പദമാക്കിയുണ്ടാകുന്ന മൗലികത്വമുള്ള ഗവേഷണ പ്രബന്ധങ്ങം ലോകത്തിന്റെ ശ്രദ്ധയിലേക്കു് കൊണ്ടുവരണമെന്നതു് വേറെ കാര്യം. അതിനു് ജേണൽ ഓഫ് ഇന്ത്യൻ ഹിസ്റ്ററി മുതലായ ഇംഗ്ലീഷ് മാസികകളുണ്ടല്ലോ. മലയാള വിഭാഗത്തിൽ ശ്രീ. പി. കെ. പരമേശ്വരൻ നായരുടെ ചരിത്രവും സാഹിത്യവും എന്ന ലേഖനവും, അയിരൂർ സ്വരൂപം വക കോവിലകങ്ങളിൽ നിന്നു കിട്ടിയ ഓലകളെക്കുറിച്ചു് ശ്രീ. വി. ടി. ഇന്ദുചൂഡൻ നടത്തുന്ന അന്വേഷണവും കേരളത്തിലെ ജൈനവിഗ്രഹങ്ങളെക്കുറിച്ചു് ശ്രീ. എൻ. ജെ. ഉണ്ണിത്താൻ നടത്തുന്ന പഠനവും ശ്രദ്ധേയങ്ങളാണു്.

'ചരിത്രം' ഒരു പോപ്പുലർ പ്രസിദ്ധീകരണമല്ല; ആകണമെന്നില്ലതാനും. ഗൗരവവും മൗലികതാവുമുള്ള ചരിത്രഗവേഷണലേഖനങ്ങൾക്കായി സമർപ്പിതമാകണം അതു്. എല്ലാറ്റിനുമുപരി വസ്തുനിഷ്ഠമായ വീക്ഷണം, വിവേചനപൂർവമായ വസ്തുസഞ്ചയനം, സയുക്തികമായ വിശദീകരണം, സപ്രമാണമായ സ്ഥാപനം—അതായിരിക്കും ചരിത്രസംബന്ധിയായ ഇത്തരം ഉദ്യമത്തിന്റെ ആത്യന്തിക ലക്ഷ്യം.

— എം. എ.

കേരള ജേണൽ ഓഫ് എഡ്യുക്കേഷൻ

(വിശേഷപ്പതിപ്പു്— സെപ്തംബർ 1970)

അന്താരാഷ്ട്രീയവിദ്യാഭ്യാസവർഷം സംബന്ധിച്ചു് ജേണലിന്റെ പ്രവർത്തകർ പ്രസിദ്ധം ചെയ്തിട്ടുള്ള ഒരു വിശേഷപ്പതിപ്പാണു് ഇതു്. ഡോ. കെ. ഭാസ്കരൻ നായർ (വിദ്യാഭ്യാസത്തിൽ ശാസ്ത്രം), മിസിസ് മോളി തോമസ് (ഇന്നത്തെ യുവാക്കന്മാരുടെ പ്രതിഷേധം), ടി. കെ. പത്മനാഭൻ ആചാരി (വിദ്യാഭ്യാസത്തിൽ പ്ലാനിങ്) എന്നിവരുടെ ഇംഗ്ലീഷ് ലേഖനങ്ങളും ഡോ. ശിവദാസൻ പിള്ള, എൻ. വി. കൃഷ്ണവാരിയർ, വെള്ളായണി അജ്ഞനൻ എന്നിവരുടെ മലയാള ലേഖനങ്ങളും ചിന്തോദ്ദീപകങ്ങളാണു്. (പബ്ലിഷർ, ജേണൽ ഓഫ് എഡ്യുക്കേഷൻ, തിരുവനന്തപുരം—14)