6497

# എൻജിനീയറിങ്ങ് വരപ്പ്

704

MUNAVVIRUL ISLAM HIGH SCHOOL
Date.....
ERNAKULAM.




കേരള ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട്

250


MUNAVVIRUL ISLAM HIGH SCHOOL
Date.....
ERNAKULAM.

# എൻജിനീയറിങ്ങ് വരപ്പ്

(Malayalam)

**ENGINEERING VARAPPU**

(Engineering Drawing)

K. S. Rangaswami

G. L. Sinha

D. N. Sarbadhikari

Translated by:

T. R. Srinivas

First Published July, 1970

Copies 2000

Printed at Kwality Printers, Trivandrum

Price Rs 5.50

Publishers:

STATE INSTITUTE OF LANGUAGES, TRIVANDRUM-1

© State Institute of Languages, Trivandrum

Originally Published by National Council for Educational Research & Training in English under the title "ENGINEERING DRAWING-A TEXT BOOK FOR TECHNICAL SCHOOLS".

Published under the Scheme for production of University-level literature in Indian languages with the assistance of the Ministry of Education & Youth Services, Government of India.

SIL —20 / 70

6497

# എൻജിനീയറിങ്ങ് വരപ്പ്

കെ. എസ്. രംഗസ്വാമി
ജി. എൽ. സിൻഹ
ഡി. എൻ. സർവാധികാരി

തർജ്ജമ

ടി. ആർ. ശ്രീനിവാസ്

കേരള ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട്
തിരുവനന്തപുരം

ജനറൽ എഡിറ്റർ :

എൻ. വി. കൃഷ്ണവാരിയർ

സാങ്കേതിക എഡിറ്റർ :

ഡോ. എം. പി. പരമേശ്വരൻ

ഭാഷാ എഡിറ്റർമാർ :

പ്രൊഫ. എസ്. ഗുപ്തൻനായർ

എൻ. രമേശൻ

പരിശോധകൻ :

കെ. പത്മനാഭൻനായർ

പ്രൂഫ് :

സി. പി. നാരായണൻ

കെ. അബ്ദുള്ള

# പ്രസ്താവന

സർവകലാശാലാവിദ്യാഭ്യാസത്തിന്റെ മാധ്യമം പ്രാദേശികഭാഷകളായിരിക്കണമെന്ന് ഇന്ത്യാഗവണ്മെന്റ് നിയമിച്ച വിദ്യാഭ്യാസക്കമ്മിഷൻ (1964–66) ശുപാർശ ചെയ്തു. സ്റ്റേറ്റുകളിലെ വിദ്യാഭ്യാസമന്ത്രിമാരുടെ പത്താം സമ്മേളനവും (1967 ഏപ്രിൽ) വിദ്യാഭ്യാസത്തിന്നായുള്ള പാർലമെന്റ് അംഗങ്ങളുടെ കമ്മിറ്റിയും (1967 ജൂലായ്) വൈസ് ചാൻസലർമാരുടെ കോൺഫറൻസും (1967 സപ്തംബർ) ഈ ശുപാർശ അംഗീകരിച്ചു. "പ്രൈമറി–സെക്കണ്ടറി ഘട്ടങ്ങളിൽ ഇപ്പോൾ പ്രാദേശികഭാഷകളാണ് വിദ്യാഭ്യാസമാധ്യമം. ഈ ഭാഷകളെ സർവകലാശാലാഘട്ടത്തിലും മാധ്യമമാക്കുന്നതിനു അടിയന്തിരനടപടികൾ ഉടൻ കൈക്കൊള്ളണം" എന്നു ദേശീയവിദ്യാഭ്യാസനയപ്രഖ്യാപനം (1968) അനുശാസിച്ചു.

ഇംഗ്ലീഷിന്റെ സ്ഥാനത്തു് സർവകലാശാലാവിദ്യാഭ്യാസമാധ്യമമായി പ്രാദേശികഭാഷകളെ പ്രതിഷ്ഠിക്കണമെങ്കിൽ, വിവിധവിഷയങ്ങളിൽ സർവകലാശാലാനിലവാരത്തിലുള്ള ഒരു ഗ്രന്ഥസമുച്ചയം പ്രാദേശികഭാഷകളിലുണ്ടാവണം. ഇത്തരം ഗ്രന്ഥങ്ങൾ നിർമിക്കുന്നതിനു് 1968–69 മുതല്ലുള്ള അഞ്ചു വർഷങ്ങളിൽ ഓരോ സ്റ്റേറ്റിനും ഒരു കോടി രൂപ വരെ സഹായധനമായി നൽകുവാൻ ഇന്ത്യാഗവണ്മെന്റ് മുന്നോട്ടു വന്നു. ഇതൊരു നൂറു ശതമാനം ഗ്രാന്റാണു്. ആകെയുള്ള അനുദാനത്തിൽ എൺപത്തഞ്ചു ശതമാനത്തോളം പുസ്തകനിർമാണത്തിനു് ചെലവാക്കണമെന്നും, പത്തു മുതൽ പന്ത്രണ്ടു വരെ ശതമാനം പ്രാദേശികഭാഷകളിലൂടെ പഠിപ്പിയ്ക്കുവാനുള്ള പരിചയം കോളേജധ്യാപകർക്കു നൽകുന്നതിനുള്ള സെമിനാറുകളും ഓറിയന്റേഷൻ കോഴ്സുകളും മറ്റും സംഘടിപ്പിക്കുന്നതിനും മൂന്നു മുതൽ അഞ്ചു വരെ ശതമാനം പ്രാദേശികഭാഷകളിൽ ശാസ്ത്രീയ–സാങ്കേതികശബ്ദാവലികൾ തയ്യാറാക്കി പ്രസിദ്ധീകരിയ്ക്കുന്നതിനും ചെലവഴിയ്ക്കാമെന്നുമായിരുന്നു ഇന്ത്യാഗവണ്മെന്റിന്റെ നിർദ്ദേശം.

1968 മാർച്ചു് 11–ാംനു കേരളഗവണ്മെന്റിന്റെ ഒരു കല്പനയിലൂടെ കേരളഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടു് നിലവിൽ വന്നു. സർവകലാശാലാമാധ്യമമാക്കുന്നതിനുള്ള കഴിവു് കൈവരുമാറു് മലയാളഭാഷയെ വികസിപ്പിക്കുകയാണു് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിന്റെ സ്ഥാപനോദ്ദേശ്യങ്ങളിൽ മുഖ്യമായ ഒന്നു്. 1968 സപ്

റെറംബർ 16-ാംനു ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഉൽഘാടനം ചെയ്യപ്പെട്ടു. ഏറെ താമസിയാതെ, സർവകലാശാലാവിദ്യാഭ്യാസത്തിനു് അത്യാവശ്യമായ പുസ്തകങ്ങൾ മലയാളത്തിൽ നിർമിക്കുന്നതിനുള്ള ഒരു പദ്ധതി ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് തയ്യാറാക്കുകയും 1968 ഡിസംബർ 2-ാംനു അതു് ഗവണ്മെൻറിനു് സമർപ്പിക്കുകയും ചെയ്തു. കേരളത്തിലെ കോളേജുകളിൽ പ്രീഡിഗ്രി-ഡിഗ്രി ക്ലാസ്സുകളിൽ ഇപ്പോൾ പഠിച്ചു വരുന്ന ശാസ്ത്ര-മാനവികവിഷയങ്ങളിൽ 740 പുസ്തകങ്ങളും 16 ശബ്ദാവലികളും പ്രസിദ്ധം ചെയ്യാനുള്ള ഈ പദ്ധതിക്കു് 1,09,64,800 ക. ചെലവു വരുമെന്നു് കണക്കാക്കിയിരുന്നു. ഇന്ത്യാഗവണ്മെൻറു് ഈ പദ്ധതി തത്വത്തിൽ അംഗീകരിച്ചു. മെഡിക്കൽ-എൻജിനീയറിങ്ങു് കോളേജുകളിലെ പാഠ്യവിഷയങ്ങൾ ഈ പദ്ധതിയിൽ ഉൾപ്പെട്ടുത്തുകയുണ്ടായില്ല. എന്നാൽ ജൂനിയർടെക്നിക്കൽ സ്കൂളുകളുടെയും പോളിടെക്നിക്കുകളുടെയും ഉപ-മെഡിക്കൽകോഴ്സുകളുടെയും ആവശ്യം കണക്കിലെടുത്തിരുന്നു.

ഇക്കഴിഞ്ഞ ഒരു കൊല്ലത്തെ പ്രവർത്തനത്തിലൂടെ നേടിയ അനുഭവത്തിൻെറ വെളിച്ചത്തിൽ ഈ പദ്ധതി പിന്നീടു് പുതുക്കുകയുണ്ടായി. ഇതനുസരിച്ചു് 771 പുസ്തകങ്ങൾ പ്രസിദ്ധം ചെയ്യാനാണു് ഇപ്പോൾ ഉദ്ദേശിച്ചിരിക്കുന്നതു്. ഇതിനു് 1,09,62,660 ക. ചെലവു് മതിച്ചിരിക്കുന്നു. ആവശ്യമനുസരിച്ചു് പദ്ധതിയിൽ ഇനിയും നീക്കുപോക്കുകൾ വരുത്താവുന്നതാണു്.

ക്ലാസിക്കുകളെന്ന നിലയിൽ നമ്മുടെ വിദ്യാഭ്യാസരംഗത്തു് സ്ഥാനം നേടിയ ഏതാനും ഗ്രന്ഥങ്ങളുടെ വിവർത്തനം പദ്ധതിയിൽ വിഭാവനം ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. വിഷയത്തിലും ഭാഷയിലും പ്രാവീണ്യമുള്ള വിവർത്തകരുടെ സേവനം ഇതിലേയ്ക്കു് ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നതാണു്. എന്നാൽ, പദ്ധതിയിലടങ്ങുന്ന ഗ്രന്ഥങ്ങളിൽ ബഹുഭൂരിഭാഗവും സ്വതന്ത്രകൃതികളായിരിക്കണമെന്നാണു് ഉദ്ദേശ്യം. നമ്മുടെ സർവകലാശാലകളിലും കോളേജുകളിലും അതാതു വിഷയങ്ങൾ പഠിപ്പിച്ചു് പരിചയം നേടിയിട്ടുള്ള അദ്ധ്യാപകരുടെ സേവനത്തെയാണു് ഈ ഗ്രന്ഥങ്ങളുടെ നിർമാണത്തിനായി ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ആശ്രയിക്കുന്നതു്. ഈ പ്രവർത്തനത്തിൽ പങ്കെടുക്കാനും അതിനുള്ള പ്രതിഫലം സ്വീകരിക്കാനും, അദ്ധ്യാപകർക്കു് അനുമതി സർവകലാശാലകളും ഗവണ്മെൻറും നൽകിയിട്ടുണ്ടു്.

എഴുതിക്കിട്ടുന്ന ഗ്രന്ഥങ്ങളുടെ കൈയെഴുത്തുപ്രതികൾ രണ്ടു സർവകലാശാലകളും അംഗീകരിച്ച ഉപദേഷ്ടാക്കൾ പരിശോധിക്കുവാൻ വ്യവസ്ഥ ചെയ്തിട്ടുണ്ടു്. അവരുടെ നിർദ്ദേശങ്ങൾ പരിഗണിച്ച ശേഷമേ പുസ്തകം അച്ചടിക്കുകയുള്ളു. അങ്ങനെ അച്ചടിച്ച പുസ്തകം അതാതു ക്ലാസ്സുകളിലേക്കു് സൂപാർശ ചെയ്യുന്നതാണെന്നു് കേരളത്തിലെ രണ്ടു സർവകലാശാലകളിലെയും വൈസ് ചാൻസലർമാർ ഉറപ്പു തന്നിട്ടുണ്ടു്.

ഭൗതികശാസ്ത്രങ്ങൾ, വൈദ്യശാസ്ത്രങ്ങൾ, സാമൂഹ്യശാസ്ത്രങ്ങൾ, സാങ്കേതികശാസ്ത്രങ്ങൾ, ഭാഷകൾ എന്നിവയ്ക്കായി അഞ്ചു വിഭാഗങ്ങൾ കേരള ഭാഷാ

ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിലുണ്ട്. ഈ വിഭാഗങ്ങളിൽപ്പെട്ട വിദഗ്ദ്ധന്മാർ ഉള്ളടക്കവും ഭാഷയും സൂക്ഷ്മമായി പരിശോധിച്ചു് ഓരോ പുസ്തകവും പ്രസാധനം ചെയ്യുന്നതാണു്.

നമ്മുടെ ഭാഷയുടെ ചരിത്രത്തിൽ മുമ്പുണ്ടാകാത്ത ഒരു ദശാസന്ധിയെയാണു് ഈ ഗ്രന്ഥസമുച്ചയം കുറിയ്ക്കുന്നതു്. ഇതു വരെ മലയാളത്തിൽ വളരെയൊന്നും "ചിന്തിതമോ കഥിതമോ" ആവാത്ത ശാസ്ത്രീയാശയങ്ങൾ കണിശമായും സ്ഫുടതയോടെയും ആവിഷ്ക്കരിക്കാനുള്ള പരിശ്രമങ്ങളത്രേ ഈ ഗ്രന്ഥങ്ങൾ. ഇവയിലുപയോഗിക്കുന്ന സാങ്കേതികപദങ്ങളിൽ വലിയൊരു ശതമാനം ഇദംപ്രഥമമായി നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടവയാണു്. പദങ്ങളുടെ സ്ഥിതി തന്നെയാണു് ശൈലികൾക്കും. ഇംഗ്ലീഷിൽ പറയുമ്പോൾ ആ ഭാഷ പരിചയമുള്ളവർക്കു് ഏറെ സ്പഷ്ടമെന്നു തോന്നുന്ന ഒരു സംകല്പനം, മലയാളത്തിൽ ആദ്യമായി ആവിഷ്ക്കരിക്കുമ്പോൾ കേൾക്കുന്നവർക്കു് ഒരു പന്തികേടും അത്ഥകാല്പഷ്യവും തോന്നിയേയ്ക്കാം. ഈ ഗ്രന്ഥങ്ങളുടെ ലേഖകന്മാർ അതതു വിഷയങ്ങളിൽ വിദഗ്ദ്ധരാണെങ്കിലും അവരിൽ പലരും ഗ്രന്ഥനിർമാണരംഗത്തു് നടാടെ കാൽ കുത്തുന്നവരാണു്. ഭാഷയ്ക്കു വഴങ്ങിക്കഴിഞ്ഞിട്ടില്ലാത്ത വിഷയങ്ങളും, ഭാഷ വഴങ്ങിക്കഴിഞ്ഞിട്ടില്ലാത്ത ലേഖകരും ചേരുമ്പോൾ ഉണ്ടാകാവുന്ന പ്രയാസങ്ങൾ ഊഹിക്കാവുന്നതേയുള്ളൂ. എന്നാൽ ഏതു ഭാഷയുടെയും ഏതു ജനതയുടെയും വികാസത്തിൽ ഒഴിച്ചു കൂടാനാവാത്ത ഒരു ഘട്ടമാണിതു്. പഠിക്കുകൾ എന്ന നിലയിൽ ഈ ഗ്രന്ഥകാരന്മാർ, അവരുടെ ആദ്യരചനകൾക്കു് എന്തെല്ലാം ബലഹീനതകളുണ്ടായാലും, എന്നും സ്മരിക്കപ്പെടുക തന്നെ ചെയ്യും. അടുത്ത പതിപ്പുകളിൽ ഇവയിലെ കുറവുകൾ സമഗ്രമായി പരിശോധിച്ചു പരിഹരിക്കാൻ വ്യവസ്ഥ ചെയ്തിട്ടുണ്ടു് എന്നു കൂടി ഇവിടെ പ്രസ്താവിക്കേണ്ടതുണ്ടു്.

പുസ്തകങ്ങൾക്കു് ലാഭമോ നഷ്ടമോ ഇല്ലാത്ത വിധത്തിൽ വിലയിട്ടു നൽകുന്നതും അവ വിറ്റു കിട്ടുന്ന തുക ഒരു ആവർത്തനനിധിയായി സൂക്ഷിക്കുന്നതുമാണു്. കേന്ദ്രഗവണ്മെൻറിൻറെ സഹായം നിലച്ചതിനു ശേഷവും ഗ്രന്ഥനിർമാണ–സംസ്കരണപരിശ്രമം തുടർന്നു പോകാൻ ഈ നിധി ഉപകരിക്കും. പരിമിതമായ പ്രതികൾ മാത്രം അച്ചടിക്കുന്നതിനാൽ ഈ പതിപ്പിൽ പുസ്തകങ്ങളുടെ വില അല്പം ഏറിയെന്നു ആക്ഷേപമുണ്ടാവാം അടുത്ത പതിപ്പിൽ കൂടുതൽ പ്രതികൾ അച്ചടിക്കുമ്പോൾ വില ഗണ്യമായി കുറയ്ക്കാൻ കഴിയും.

വിജ്ഞാനകുതുകികളായ കേരളീയരുടെ കൈകളിൽ ഈ പുസ്തകം ഞങ്ങൾ സാദരം സമർപ്പിക്കുന്നു. ഇതിലുള്ള കുറവുകൾ ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുന്നവരോടു് ഞങ്ങൾ കൃതജ്ഞരായിരിക്കും; കാരണം, അടുത്ത പതിപ്പിൽ അവ പരിഹരിക്കാൻ അവരുടെ നിർദ്ദേശങ്ങൾ ഞങ്ങൾക്കു് ഉപകരിക്കുമല്ലോ.

എൻ. വി. കൃഷ്ണവാരിയർ

കേരള ഭാഷാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട്,
തിരുവനന്തപുരം,
ജൂലൈ, 1970.

# അവതാരിക

ജൂനിയർ ടെക്നിക്കൽ സ്കൂളുകളിലെ ആവശ്യത്തിനായി എൻ. സി. ഇ. ആർ. ടി. തയ്യാറാക്കിയ "എൻജിനീയറിങ്ഡ്രോയിങ്ങ്" എന്ന പുസ്തകത്തിന്റെ തർജ്ജമയാണ് ഇതിന്റെ കാതലായ ഭാഗം. കേരളത്തിലെ ജൂനിയർടെക്നിക്കൽ സ്കൂളുകളിലെ സിലബസ്സിനോടൊപ്പിയ്ക്കാനായി ഏതാനും ഭാഗങ്ങൾ കൂടി ഇതിൽ ചേർത്തിട്ടുണ്ട്. ഇങ്ങിനെ ചേർത്തിട്ടുള്ള ഭാഗങ്ങൾ "ഡയറക്ടറേറ്റ് ഓഫ് ടെക്നിക്കൽ എജ്യുക്കേഷൻ" ഇംഗ്ലീഷിൽ തയ്യാറാക്കിയതിൽ നിന്നെടുത്താണ് തർജ്ജമ ചെയ്ത ചേർത്തത്. നാലാമധ്യായത്തിലെ ജ്യാമിതീയരചനകളിലെ ഏതാനും ഖണ്ഡങ്ങളും അഞ്ചാം അധ്യായത്തിൽ ബഹുകാഴ്ചവരപ്പിലെ ഏതാനും ഖണ്ഡങ്ങളും ആറാമധ്യായത്തിൽ ചില കണക്കുകളും എട്ടാമധ്യായത്തിൽ ഒട്ടുവിലെ സരളമെഷീൻഭാഗങ്ങളുടെ വിവരണങ്ങളുമാണ് ഇങ്ങിനെ ചേർത്ത ഭാഗങ്ങൾ. ഇതിനു വേണ്ട സഹായങ്ങൾ ചെയ്ത സാങ്കേതികവിദ്യാഭ്യാസ ഡയറക്ടരോടുള്ള കടപ്പാട് പ്രത്യേകം എടുത്തു പറയേണ്ടതുണ്ട്.

ഇതിലെ ചിത്രങ്ങൾക്കാവശ്യമായ ബ്ലോക്കുകളിൽ സിംഹഭാഗവും എൻ. സി. ഇ. ആർ. ടി. (ദൽഹി) തന്നതാകയാൽ അവയിൽ ചിത്രിതരൂപത്തിന്റെ ഭാഗങ്ങൾ ഇംഗ്ലീഷിലാണ് സൂചിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളത്. അധ്യാപകർ അതതു ദിക്കിൽ ബന്ധപ്പെട്ട മലയാളസംജ്ഞകൾ കണ്ടു പിടിച്ച് പഠിപ്പിക്കേണ്ടതാണ്. വിദ്യാർത്ഥികളും ഇംഗ്ലീഷുപദങ്ങളുടെ സംഗതമായ മലയാളസംജ്ഞകൾ കണ്ടു പിടിച്ച് പഠിക്കട്ടെ.

വരപ്പുകളിലാവശ്യമാകുന്ന അക്ഷരമെഴുത്ത് മൂലഗ്രന്ഥത്തിൽ കൊടുത്തിട്ടുള്ളത് ഇംഗ്ലീഷ്ശൈലിയിലാകയാൽ അതാണ് മൂന്നാമധ്യായത്തിൽ കൊടുത്തിട്ടുള്ളത്. കഴിയുന്നതും മലയാളമക്ഷരമെഴുത്തു തന്നെ ഉപയോഗിക്കേണ്ടതാണ്. അനുബന്ധം 2-ൽ മലയാളം അക്ഷരമെഴുത്തിന്റെ വിവിധശൈലികൾ കാണിച്ചിരിയ്ക്കുന്നു. ശരിയായ ഒരു ഗവേഷണം തന്നെ ആവശ്യമായ ഈ തുറയിലെ ഒരു മുന്നോടി മാത്രമാണ് ഇതു്.

അതതവസരങ്ങളിൽ ആവശ്യമായ കൂട്ടിച്ചേർക്കലുകളോടെ വേണം അധ്യാപകർ വരപ്പ് പഠിപ്പിക്കേണ്ടതു്. അതിനുള്ള ഒരു തുടക്കം മാത്രമാണ് ഈ ഗ്രന്ഥം. ഈ ഗ്രന്ഥം തർജ്ജമ ചെയ്യാൻ സദയം അനുവദിച്ച എൻ. സി. ഇ. ആർ. ടി. സ്റ്റാഫ് ഞങ്ങളുടെ കൃതജ്ഞത.

ഡോ. എം. പി. പരമേശ്വരൻ

# ഉള്ളടക്കം


പേജ്

അധ്യായം 1: ആമുഖം 1

വരപ്പിന്റെ ചരിത്രം — സാമാന്യസ്വഭാവം — എഞ്ചിനീയർമാരുടെ ഭാഷ.

അധ്യായം 2: വരപ്പുപകരണങ്ങൾ 3

വരപ്പുപകരണങ്ങളും സാമഗ്രികളും—അവയുടെ പ്രത്യേകതകളും ഉപയോഗങ്ങളും—ഉപകരണങ്ങൾ സൂക്ഷിയ്ക്കൽ—ലിസ്റ്റ്—ഓരോ ഉപകരണത്തിന്റെയും വിവരണങ്ങൾ—പെൻസിൽ പല തരം—ക്ലിപ്പിയ്ക്കൽ—വരപ്പു കടലാസ്സ്—ട്രേസ്സ് കടലാസ്—ഒട്ടനാടകളും പിന്നകളും—വരപ്പലക—T ചട്ടം—ത്രികോണമട്ടങ്ങൾ—കോണമാപി—സ്കെയിൽ—വരപ്പു പെട്ടി—ഫ്രഞ്ചു് വക്രങ്ങൾ—മായ്പുകൾ—ഇന്ത്യനിങ്കു്—അക്ഷരമെഴുത്തുപേനകൾ—വരപ്പിനു തയ്യാറെടുക്കൽ—വരപ്പു തയ്യാറാക്കൽ.

അധ്യായം 3: അക്ഷരങ്ങൾ, വരകൾ, തോതുകൾ, അളവെഴുത്തു് 19

അക്ഷരങ്ങൾ, വരകൾ, തോതുകൾ, അളവെഴുത്തു്—അക്ഷരമെഴുതൽ—പ്രധാനസംഗതികൾ—പല തരം അക്ഷരശൈലികൾ—വെറുമെഴുത്തു് ശൈലികൾ—അക്ഷരമെഴുത്തു് യന്ത്രോപകരണങ്ങൾ—പല വിധം വരകളും അവയുടെ ഉപയോഗങ്ങളും—അളവുതോതുകൾ—അളവുവരയുടെ പ്രതീകങ്ങൾ—വിവിധഅളവെഴുത്തുരീതികൾ—ചില പൊതുതത്വങ്ങൾ.

അധ്യായം 4: ജ്യാമിതീയരചനകൾ 52

വര, കോണം മുതലായവ സമഭാഗിയ്ക്കൽ—ലംബം വരയ്ക്കൽ—ത്രികോണരചന—വൃത്തത്തിനകത്തു് ത്രികോണം, ബഹുഭുജങ്ങൾ മുതലായവ ഉൾക്കൊള്ളിയ്ക്കൽ—എലിപ്സുകൾ വരയ്ക്കൽ—സ്കെയിലുകൾ ഉണ്ടാക്കൽ.

പേജ്

അധ്യായം 5: ബഹുകാഴ്ചാവരപ്പുകൾ 99

പ്രക്ഷേപം—പരിപ്രേക്ഷ്യപ്രക്ഷേപം, സമാന്തരപ്രക്ഷേപം—ബഹുകാഴ്ചാലംബികപ്രക്ഷേപം: ചില്ലുപെട്ടി സമ്പ്രദായം—ഒരേ തലലംബികപ്രക്ഷേപം—ഒന്നാം കോണപ്രക്ഷേപവും മൂന്നാം കോണപ്രക്ഷേപവും—ബഹുകാഴ്ചാവരപ്പിലെ നിർവചനങ്ങൾ—അടിസ്ഥാനതത്വങ്ങൾ—അടയാളപ്പെടുത്തൽ—ഉദാഹരണക്കണക്കുകൾ—വരകൾ, ലഘുജ്യാമിതീയരൂപങ്ങൾ—ഇവയുടെ പ്രക്ഷേപം—മുറിപ്പുകൾ—വെള്ളവരയിടൽ—കറുത്തമുറിപ്പുകൾ—സഹായകകാഴ്ചകളും കറുത്തകണ്ണികളും—പണിവരപ്പുകൾ—കുറിപ്പുകളും തലക്കെട്ടുകളും—ചേരുവകളും സഹിഷ്ണുതകളും—പല തരം ചേരുവകൾ—പെൻസിൽ, മഷി ട്രേസുകൾ—ലംബികപ്രക്ഷേപത്തെക്കുറിച്ചു് കൂടുതൽ വിവരങ്ങൾ—കൂടുതൽ കണക്കുകൾ—അഭ്യാസങ്ങൾ.

അധ്യായം 6: ഘനവസ്തുക്കളുടെയും സമതലങ്ങളുടെയും ജ്യാമിതി 162

സരളഘനവസ്തുക്കൾ—പ്രിസങ്ങൾ, പിരമിഡുകൾ, സിലിണ്ടറുകൾ—കോണുകൾ: നിർവചനങ്ങൾ—ഉദാഹരണക്കണക്കുകൾ—ഘനവസ്തുക്കളുടെയും സമതലങ്ങളുടെയും ഛേദക്കാഴ്ചകൾ—സരളഘനവസ്തുക്കളും സമതലങ്ങളും തമ്മിൽ മുറിയ്ക്കൽ—പ്രതലം നിവർത്തൽ.

അധ്യായം 7: ആകൃതിവരപ്പുകൾ 180

പ്രധാനതരങ്ങൾ: ഘനീയം, തിര്യക്, പരിപ്രേക്ഷ്യം—ഉദാഹരണങ്ങൾ—നിർവചനങ്ങൾ—ഏകബിന്ദു, ദ്വിബിന്ദു, ത്രിബിന്ദു, പരിപ്രേക്ഷ്യങ്ങൾ.

അധ്യായം 8: മെഷീൻവരപ്പു് 197

സരളമായ മെഷീൻഭാഗങ്ങളുടെ വെറും കൈവരപ്പു്—പിരിയാണിയുടെ തോതിലുള്ള വരപ്പുകൾ—സ്ക്രൂവിന്റെ വിവിധഭാഗങ്ങൾ, നിർവചനങ്ങൾ—പലതരം സ്ക്രൂ പിരികൾ—ബോൾട്ടുകൾ, റിവെറ്റുകൾ, മറ്റു പിടിപ്പുകൾ—ബോൾട്ടും നട്ടും വരയ്ക്കൽ—പല തരം റിവെറ്റ് സന്ധികൾ—ചില സാങ്കേതികസംജ്ഞകൾ—റിവെറ്റു് ചിഹ്നങ്ങൾ—കീകളും കീ വഴികളും—കേമുകളും ഗിയറുകളും—കേമിന്റെ വിസ്താരനചിത്രം—കണക്കുകൾ—പേരിടൽ വ്യവസ്ഥ—പൽപ്രൊഫൈൽ—ഗിയർപ്പല്ല് വരയ്ക്കൽ—സരളമെഷീൻഭാഗങ്ങളും അസെംബ്ലിവരപ്പുകളും—കപ്പിങ്ങുകളും കപ്പികളും—ബെയറിങ്ങുകൾ.

പേജ്

അധ്യായം 9 : കെട്ടിടശില്പവരപ്പുകളും സംരചനാ വരപ്പുകളും 231

സംരചന—അക്ഷരമെഴുത്തുരീതികൾ—വീടുകളുടെയും കെട്ടിടങ്ങളുടെയും നാമപദ്ധതി—കെട്ടിടഭാഗങ്ങളുടെ നിർവചനങ്ങൾ—കെട്ടിടസാമഗ്രികളുടെ പ്രതീകങ്ങൾ—തറക്കാഴ്ചകളും നേർക്കാഴ്ചകളും.

അധ്യായം 10 : വൈദ്യുതവരപ്പ് 242

ആമുഖം — ഗ്രാഫികപ്രതീകങ്ങൾ—വൈദ്യുതപ്രതിഷ്ഠാപനങ്ങളുടെ സാമ്പ്രദായികപ്രതീകങ്ങൾ—പരിപഥവരപ്പ്—വ്യവസ്ഥാചിത്രവും ആകൃതിചിത്രവും.

അധ്യായം 11 : വരപ്പുകളുടെ പകർപ്പെടുക്കൽ 252

ആമുഖം—പകർപ്പെടുക്കൽ സമ്പ്രദായം—ബ്ലൂ പ്രിൻറെടുക്കൽ സമ്പ്രദായം—അമോണിയാ വാതകം—വരൾത്തെളിവുപകർപ്പുകൾ—ഫോട്ടോസ്റ്റാറ്റ് സമ്പ്രദായം.

ചോദ്യങ്ങൾ 258

അനുബന്ധം 1 : സാങ്കേതികപദങ്ങളുടെ വിശദീകരണം 266

അനുബന്ധം 2 : അക്ഷരമെഴുത്ത് മലയാളത്തിൽ 280

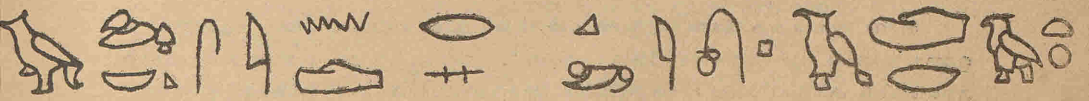
അനുബന്ധം : സാങ്കേതികപദാവലി 284

# 1

## ആമുഖം

എല്ലാവർക്കും മനസ്സിലാകുന്ന ഒന്നാണു് ചിത്രത്തിലെ ഭാഷ. ഒരു ചിത്രം കണ്ടാൽ, അതെന്താണെന്നു് ഏതു ഭാഷ സംസാരിക്കുന്നവനും മനസ്സിലാകും. ഒരു ചെടിയുടെയോ നായയുടേയോ രൂപം വരച്ചാൽ, അതെത്ര മോശമായാലും തിരിച്ചറിയാൻ പറ്റും. മനുഷ്യൻ എഴുതാൻ പഠിക്കുന്നതിനു് എത്രയോ മുമ്പു തന്നെ വരക്കാൻ പഠിച്ചിരുന്നു. സംസ്കാരം വളരെ അധികം പുരോഗമിച്ചതിനു ശേഷമാണു് അക്ഷരങ്ങൾ ഉണ്ടായതു്.

'ഹീറോഗ്ലിഫിക്സ്' എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഒരു തരത്തിലുള്ള 'ചിത്രം കൊണ്ടെഴുത്താ'യിരുന്നു പുരാതനകാലത്തെ ഈജിപ്തിൽ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നതു്. പത്തു പന്തീരായിരം കൊല്ലങ്ങൾക്കു് മുമ്പു് ഗുഹകളിലും മറ്റും പാർത്തിരുന്ന മനുഷ്യർ പോലും ചിത്രങ്ങൾ വരക്കുന്നതിൽ തല്പരരായിരുന്നു. ലോകത്തിലെ പല ഭാഗത്തുള്ള ഗുഹകളിലും പണ്ടത്തെ പെയിൻറിങ്ങുകൾ ഇന്നും കാണാം. സ്പെയിനിലെ 'അൾതമീറ' എന്ന സ്ഥലത്തു് പന്നി, കാള, കുതിര, പോത്തു് മുതലായ ജന്തുക്കളുടെ പല പഴയ ചിത്രങ്ങളും കണ്ടുപിടിച്ചിട്ടുണ്ടു്. കരിയും മാംഗനീസ് ഓക്സൈഡും ഒരു തരം എണ്ണയും കൂടിയാണു് അവർ ചായങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കിയിരുന്നതു്.



ചിത്രാക്ഷരങ്ങൾ (ഹീറോഗ്ലിഫിക്സുകൾ)

ഭാഷയുമായി തട്ടിച്ചു നോക്കുമ്പോൾ വരപ്പിനു്–ചിത്രത്തിനു്–ഒരു മേന്മയുണ്ടു്. ഇക്കാലത്തു് ലോകത്തിൽ എത്ര രാജ്യങ്ങളുണ്ടോ അത്ര തന്നെ ഭാഷകളുമുണ്ടു്. വിവിധരാജ്യങ്ങളിലെ മനുഷ്യർക്കിടയിൽ ഭാഷ ഒരു തടസ്സമായാണു് വർത്തിക്കുന്നതു്. വരപ്പുകയ്ക്കു ഒരു സാർവലൗകികഭാഷയാണു്–എല്ലാവർക്കും മനസ്സിലാകുന്ന ഭാഷ.

ഒരു വിദ്യാർഥിയോട് സ്വന്തം വീട്ടിലെ മുറികളുടെ കിടപ്പ് എങ്ങിനെ എന്നു വിവരിക്കാൻ പറഞ്ഞാൽ,വീടിന്റെ പ്ലാനാണ് അയാൾക്ക് ആദ്യം മനസ്സിൽ വരിക. എന്നിട്ട് അയാൾ അതു വരയ്ക്കാൻ തുടങ്ങും. ഇന്നത്തെ സാധാരണക്കാരൻ പത്രങ്ങളിലും ന്യൂസ്റീലുകളിലും മറ്റും പ്ലാനുകൾ, മാപ്പുകൾ, സ്കെച്ചുകൾ, ഗ്രാഫുകൾ എന്നിങ്ങനെ പലതും കാണുന്നു—മനസ്സിലാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. വിദ്യാർഥികൾ, വരപ്പുകൾ വായിക്കാനും മനസ്സിലാക്കാനും മാത്രം പഠിച്ചാൽ പോരാ, വൃത്തിയായും സ്പഷ്ടമായും വരയ്ക്കാനും പഠിക്കണം.

യന്ത്രങ്ങൾ, റോഡുകൾ. പാലങ്ങൾ, അണക്കെട്ടുകൾ...മുതലായി ഓരോന്ന് ഡിസൈനുകയും നിർമിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന ആളാണ് എൻജിനീയർ. ഉണ്ടാക്കപ്പെടേണ്ട വസ്തുവിന്റെയോ കെട്ടിടം മുതലായവയുടെയോ അളവുകളും മറ്റു വിശദാംശങ്ങളും കണക്കാക്കി അദ്ദേഹം ഒരു പദ്ധതി സ്കെച്ചുണ്ടാക്കുന്നു. പ്രധാനപ്പെട്ട അളവുകൾ എല്ലാം അതിൽ കുറിച്ചിരിക്കും. പല അടയാളങ്ങളും ചുരുക്കെഴുത്തുകളും അതിൽ കാണും. ആശാരി, മെക്കാനിക് മുതലായ തൊഴിൽ വിദഗ്ധർക്ക് ഇതു കണ്ടാൽ ഉടനെ കാര്യങ്ങൾ മനസ്സിലാകണം. പണി ചെയ്യേണ്ടതവരാണ്. എൻജിനീയറുടെ മേൽനോട്ടത്തിലും നിർദേശമനുസരിച്ചുമാണെന്നു മാത്രം.

എൻജിനീയറുടെ ഡിസൈൻ വരപ്പുകൾ പലപ്പോഴും പൂർണമായിരിക്കില്ല. പല സാധാരണ വിശദാംശങ്ങളും രേഖപ്പെടുത്തുവാൻ അദ്ദേഹം മെനക്കെടില്ല, പക്ഷേ അവയില്ലാതെ തൊഴിൽ വിദഗ്ധനോ പണി കൊണ്ടു നടത്തുന്ന എൻജിനീയക്കോ പ്രവൃത്തി ചെയ്യാൻ പറ്റില്ല. അതിനാൽ വൃത്തിയുള്ള. എല്ലാ വിശദാംശങ്ങളും അടങ്ങിയ വരപ്പുകൾ തയ്യാറാക്കുവാൻ പ്രത്യേകവരപ്പാളുകളെ നിയോഗിക്കുന്നു. ഈ വരപ്പുകൾക്ക് പണിവരപ്പുകൾ അല്ലെങ്കിൽ വിശദവരപ്പുകൾ എന്നു പറയും, ഡിസൈൻവരപ്പിൽ നിന്ന് എൻജിനീയറുമായി ആലോചിച്ചാണ് ഇതു തയ്യാറാക്കുന്നത്. വരപ്പാൾ എൻജിനീയറുടെ ആശയങ്ങളെ പണിക്കാർക്ക് വ്യക്തമാക്കിക്കൊടുക്കുന്നു.

താൻ രൂപം കൊടുത്ത യന്ത്രത്തിന്റെയോ സംരചനയുടെയോ പൂർണമായ ഉത്തരവാദിത്വവും എൻജിനീയറുടേതാണ്. വരപ്പുകളിൽ തെറ്റുകൾ വല്ലതുമുണ്ടെങ്കിൽ കണ്ടുപിടിച്ചു തിരുത്തുവാൻ അദ്ദേഹത്തിനു കഴിവുണ്ടായിരിക്കണം. അതിനാൽ "എൻജിനീയറിങ്" അഥവാ സാങ്കേതികവരപ്പിനെപ്പറ്റി എൻജിനീയക്ക് നല്ല പരിജ്ഞാനമുണ്ടായിരിക്കണം. വാസ്തവത്തിൽ എൻജിനീയർമാരുടെ ഭാഷയാണിതു്.

# 2

## വരപ്പുപകരണങ്ങളും സാമഗ്രികളും—അവയുടെ പ്രത്യേകതകളും ഉപയോഗങ്ങളും

### നിങ്ങളുടെ ഉപകരണങ്ങൾ

മോശമായ പണിക്കോപ്പുപയോഗിച്ച് ഒരാൾക്കും നല്ല പണി ചെയ്യാൻ പറ്റില്ല. വരപ്പാൾക്കും നല്ല കരുക്കൾ വേണം. വരപ്പുപകരണങ്ങളും സാമഗ്രികളും നല്ലയിനമായിരിക്കണം. നേരാംവണ്ണം സൂക്ഷിക്കണം. ഓരോ ഉപകരണവും ഒരു പ്രത്യേക പണിക്കു വേണ്ടിയുള്ളതാണ്. ഏതൊരു പണി ചെയ്യാനും അതിനു വേണ്ടി ഉണ്ടാക്കിയിട്ടുള്ള ഉപകരണമേ ഉപയോഗിക്കാവൂ. ശ്രദ്ധയോടെ ഉപയോഗിക്കയാണെങ്കിൽ ഒരു നല്ല വരപ്പുപെട്ടി ഒരു ആയുഷ്ക്കാലം മുഴുവൻ ഉപയോഗിക്കാൻ പറ്റും.

### പണിക്കോപ്പു സൂക്ഷിക്കൽ

(a) ഓരോ ഉപകരണത്തിനും അതിനേറ്റതായ ഒരു സ്ഥാനമുണ്ടായിരിക്കണം. എപ്പോഴും ഉപയോഗത്തിനു ശേഷം ഉപകരണങ്ങളെ യഥാസ്ഥാനത്തു തിരിച്ചുവെയ്ക്കുക.

(b) ഉപയോഗിക്കാത്ത സമയത്തു വരപ്പു കരുക്കളെ പെട്ടിക്കകത്തെടുത്തു വെക്കുക.

(c) പേനകൾ തുടച്ചു വെടിപ്പാക്കിയും പെൻസിലുകൾ ചെത്തിക്കൂർപ്പിച്ചും ഉപയോഗത്തിനു തയ്യാറാക്കി വെയ്ക്കണം.

ഈ അധ്യായത്തിൽ വരപ്പു പഠിക്കാൻ തുടങ്ങുന്ന ഒരാൾക്കു് അത്യാവശ്യം വേണ്ട ഉപകരണങ്ങളെപ്പറ്റി മാത്രമേ വിവരിക്കുന്നുള്ളു. അവ ഉപയോഗിക്കേണ്ട ശരിയായ സമ്പ്രദായം അധ്യാപകൻ കാണിച്ചു തരുന്നതു നോക്കി മനസ്സി

ലാക്കുകയാണ് ഏറ്റവും നല്ലത്. ശ്രദ്ധയോടും താല്പര്യത്തോടും കൂടി വരച്ചു പഠിച്ചാൽ മാത്രമേ വിദ്യാർഥിക്ക് കരുക്കൾ ഉപയോഗിക്കുന്നതിൽ പ്രാവീണ്യം ഉണ്ടാകൂ.

വിദ്യാർഥികൾക്ക് അത്യാവശ്യം വേണ്ട വരപ്പുപകരണങ്ങളുടെ ലിസ്റ്റ്.

1. പെൻസിലുകൾ (H B, H.....4 H വരെ)
2. പെൻസിൽ കൂർപ്പിക്കാനുള്ള ഉരക്കടലാസ്സ്
3. വരപ്പുകടലാസ്സ്
4. ട്രേസിങ്ങ് കടലാസ്സ്
5. ഒട്ടുംടേപ്പോ പിന്നുകളോ
6. വരപ്പുപലക
7. T–ചട്ടം
8. മട്ടങ്ങൾ (ത്രികോണങ്ങൾ) 30°യും 45°യും
9. കോണമാപി (പ്രൊട്രാക്ടർ)
10. സ്കെയ്ലുകൾ
11. വരപ്പുപെട്ടി : അതിൽ താഴെ കൊടുക്കുന്നവ വേണം

(i) 10–15 cm വലുപ്പമുള്ള കോമ്പസ്സ് (വൃത്തലേഖിനി), അതിനു നീളം കൂട്ടാനുള്ള കഷ്ണം, പെൻസിലും പേനയും ഉറപ്പിക്കാനുള്ള ഹോൾഡറുകൾ.

(ii) 10–15 cm വലുപ്പമുള്ള ഡിവൈഡർ (വിഭാജകം)

(iii) വരയിടാനുള്ള രണ്ടു പെന്നുകൾ

(iv) മൂന്നു വില്ലുകൾ : ഒരു പെൻസിൽക്കോമ്പസ്സ്, ഒരു പേനക്കോമ്പസ്സ്, ഒരു വിഭാജകം

12. ഫ്രഞ്ചുവക്രങ്ങൾ (പലതരം വക്രങ്ങൾ)
13. ഇറേസർ (മായ്ക്കും കട്ട)
14. ഇറേസർ തകിട് (മായ്ക്കൽ കവചം)
15. കരിമഷി (ഇന്ത്യൻ ഇങ്ക്)
16. അക്ഷരമെഴുത്തു പേനകൾ

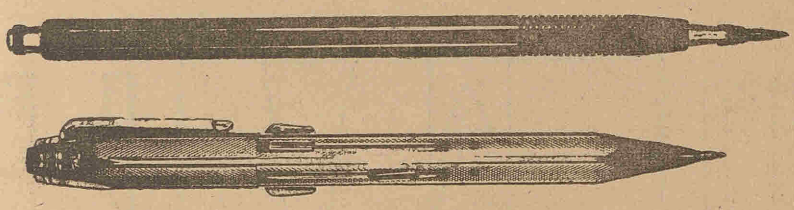
മൂർച്ചയുള്ളൊരു പേനാക്കത്തി, പൊടി തുടക്കാനുള്ള തുണി, പേനയിൽ നിന്നും മഷി തുടക്കാനുള്ള തുണിക്കഷണം എന്നിവയും കൈവശമുണ്ടായിരിക്കണം.

## പെൻസിൽ (തരങ്ങളും ഗ്രേഡുകളും)

ഗ്രാഫൈറ്റും (ഒരു തരം കാർബൺ) കളിമണ്ണും കൂട്ടിച്ചേർത്ത ഒരു മിശ്രം കൊണ്ടാണ് പെൻസിൽ മുനകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നത്. രണ്ടു തരത്തിലുള്ള പെൻസിലുകൾ സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

1. സാധാരണ മരപ്പെൻസിലുകൾ: മുനയെ മരം കൊണ്ടു പൊതിഞ്ഞിരിക്കുന്നു.

2. യന്ത്രപ്പെൻസിലുകൾ: പെൻസിലിന്റെ ആകൃതിയിൽ ലോഹം കൊണ്ടോ പ്ലാസ്റ്റിക്കു കൊണ്ടോ ഉള്ള കൂഴലുകളിൽ പെൻസിൽ മുനകൾ സ്പ്രിങ്ങ് ക്ലാമ്പുകൾ കൊണ്ടു ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇത്തരം പെൻസിലുകളുടെ നീളത്തിനു വ്യത്യാസം വരുന്നില്ല; ചെത്തേണ്ട ആവശ്യവുമില്ല.



ചിത്രം 2. 0. യന്ത്രപ്പെൻസിൽ

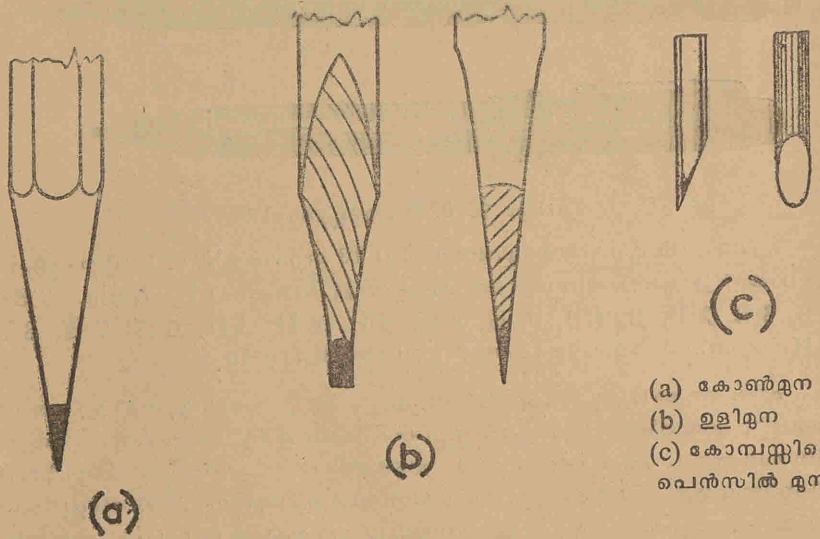
പെൻസിൽ മുനകൾ കട്ടപ്പിനുസരിച്ചു 18 ഗ്രേഡുകളിലായി കിട്ടും–ഏറ്റവും മൃദുവായ 7 B മുതൽ ഏറ്റവും കട്ടപ്പുള്ള 9 H വരെ: 7 B, 6 Bm, 5 Bm, 4 B, 3 B, 2 B, B, HB, F, H, 2 H, 3 H, 4 H, 5 H, 6 H, 7 H, 8 H, 9 H, എന്നീ അക്ഷരങ്ങളെക്കൊണ്ടു് ഇവ അറിയപ്പെടുന്നു.

ഏതു തരത്തിലുള്ള വരയാണു് വേണ്ടതു്, എന്തു കടലാസ്സാണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്, അന്തരീക്ഷത്തിൽ ഈർപ്പമുണ്ടോ, എത്ര കണ്ടു് അമർത്തിയാണു് സാധാരണ വരക്കുക... എന്നിങ്ങനെ പല ഘടകങ്ങളും നോക്കിയാണു് പെൻസിൽ തിരഞ്ഞെടുക്കുക. വളരെ മൃദുവായ പെൻസിൽ ഉപയോഗിച്ചാൽ വരപ്പു് വേഗത്തിൽ അഴുക്കാകും. കട്ടപ്പുള്ള പെൻസിൽ ഉപയോഗിച്ചാൽ, മായ്ക്കേണ്ടി വന്നാൽ പോറൽ അവശേഷിക്കുന്നു. 4 H–5H ആദി കട്ടപ്പുള്ള പെൻസിലുകൾ തീരെ അമർത്താതെ വരക്കണം. വരപ്പിലെ നിർമാണരേഖകൾക്കും, സൂക്ഷ്മമായ വരപ്പുകൾക്കുമാണു് ഇവ ഉപയോഗിക്കേണ്ടതു്. സാധാരണ വരപ്പുകൾക്കു H, 2H പെൻസിലുകൾ മതി. അക്ഷരമെഴുത്തിനും വെറും കൈകൊണ്ടു സ്കെച്ചുന്നതിനും H, HB പെൻസിലുകൾ ഉപയോഗിക്കാം. ഒന്നു രണ്ടു ഉദ്യമങ്ങൾക്കു ശേഷമേ ഏറ്റവും പറ്റിയ പെൻസിൽ തിരഞ്ഞെടുക്കാൻ പറ്റൂ.

## പെൻസിൽ ക്ലർപ്പിക്കൽ (പെൻസിൽ ക്ലർമാൻ)

യോജിച്ച തരത്തിലുള്ള പെൻസിൽ മുനകളുണ്ടാക്കാൻ ഉരക്കടലാസോ, പരന്ന മിനുസമുള്ള ഒരു അരമോ ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണു്. ചിത്രം 2. 1. a യിലുള്ള മാതിരി കോൺമുനയാണു് സാധാരണ ഉപയോഗത്തിനു് പറ്റിയതു്. നേർവരകൾ വരയ്ക്കാൻ ചില വരപ്പുകാക്കു് ചിത്രം 2. 1. b ലുള്ള പോലെ ഉളിമുന (wedge point) കളാണു് പ്രിയം. കോമ്പസ് തലപ്പു് ചിത്രം 2. 1. c ൽ കാണിച്ച പോലെ ഒരു ഭാഗം മാത്രം ചെത്തിയതാകുന്നു.

വണ്ണത്തിൽ ഒരേ പോലെയും നേരിയതും ആയിരിക്കുണം പെൻസിൽ വരകൾ. വരയ്ക്കുന്ന ദിക്കിലേക്കു് ക്ഷിതിജത്തിനു് 60° ചെരിഞ്ഞു കൊണ്ടാണു് പെൻസിൽ പിടിക്കേണ്ടതു്.




(a) കോൺമുന
(b) ഉളിമുന
(c) കോമ്പസ്സിന്റെ പെൻസിൽ മുന

ചിത്രങ്ങൾ
2. 1. a, b, c.

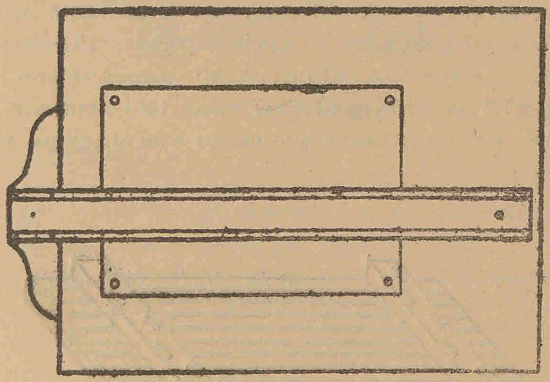
## വരയ്ക്കാനുള്ള കടലാസ്സു്

വരയ്ക്കാനുള്ള കടലാസ്സു് വെണ്ണനിറമോ ഇളംമഞ്ഞനിറമോ ഉള്ളതായിരിക്കുണം. ഘനം കൂടിയ കട്ടപ്പുള്ള കടലാസുകളാണു് ഉയർന്ന തരം വരപ്പണികൾക്കുപയോഗിക്കുന്നു.

ഇന്ത്യൻ പ്രമാണ വരക്കടലാസുകൾ കാഴെപ്പറയുന്നവയാണു് (I S. 696—1960) :—

| പേരു്. | പാകത്തിൽ മുറിച്ച തരം വലുപ്പം (മി. മീ.) | മുഴ വലുപ്പം (ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ) (മി. മീ.) |
|---|---|---|
| A0 | 841 x1189 | 880 x1230 |
| A1 | 594 x 841 | 625 x 880 |
| A2 | 420 x 594 | 450 x 625 |
| A3 | 297 x 420 | 330 x 450 |
| A4 | 210 x 297 | 240 x 330 |
| A5 | 148 x 210 | 165 x 240 |

വരപ്പലകയുടെ ഇടത്തെയും, മുകളിലേയും വക്കുകളോടടുപ്പിച്ചായിരിക്കണം വര കടലാസ്സു് പിടിപ്പിക്കുന്നതു്.



ചിത്രം 2. 2. പിന്നുകളുടെ ഉപയോഗം.

വരകടലാസിന്റെ മുകൾ വക്കു് T–ചട്ടത്തിന്റെ മുകൾ വക്കുമായി, സമാന്തരമായി ചേർത്തു വെയ്ക്കണം. അതിനു ശേഷം കടലാസ്സിന്റെ മൂലകളിൽ പിന്നുറപ്പിയ്ക്കുയോ (ചിത്രം 2. 2.) ഒട്ടനാട കൊണ്ടു പലകയിലേയ്ക്കുറപ്പിയ്ക്കുയോ ചെയ്യണം.

## പകർപ്പുകടലാസു് (ട്രേസു് കടലാസു്)

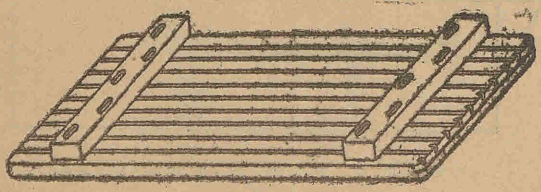
മറുപുറക്കാഴ്ചയുള്ള ഒരു കടലാസാണു് പകർപ്പുകടലാസു് അല്ലെങ്കിൽ ട്രേസു് കടലാസു്. ഇതിനുമേൽ പെൻസിൽ കൊണ്ടോ, മഷി കൊണ്ടോ മൂലത്തിന്റെ പകർപ്പു് വരച്ചെടുക്കാം. ബ്ലൂപ്രിന്റെടുപ്പു് വഴി കൂടുതൽ പകർപ്പുകളെടുക്കാൻ ഈ ട്രേസുകൾ ഉപയോഗിയ്ക്കുന്നു.

## ഒട്ടനാടകളും പിന്നുകളും

വരപ്പലകയിൽ വരകടലാസ് പിടിപ്പിക്കാനാണ് ഇവ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. 'സെല്ലോടേപ്പ്', 'സ്കോച്ച് ടേപ്പ്', 'ഡ്രാഫ്ടിങ്ങ് ടേപ്പ്' എന്നീ പേരുകളിലും ഒട്ടനാട അറിയപ്പെടുന്നു. ഇവ ചുരുളുകളായി കിട്ടും. വേഗം വരണ്ടു പോകാത്തതിനാൽ ഈ നാട പല തവണ ഉപയോഗിക്കാം. പിന്നുകളേക്കാൾ ഒട്ടനാടകൾക്ക് പല വിശേഷതകളുമുണ്ട്. കണ്ണാടി(ഗ്ലാസ്)കളിൽ പോലും ഇവ ഉപയോഗിക്കാമെന്നതാണൊന്ന്. പുറമെ പലകയ്ക്ക് ഒരു കേടും പറ്റുന്നുമില്ല. (പിന്നു് തറച്ചു കയറുമ്പോൾ തുളകൾ അവശേഷിക്കുമല്ലൊ.)

## വരപ്പലക

നീലപ്പൈൻ, ഫർമരം, സൈപ്രസ്മരം, ഓക്ക്, വെണ്ടേക്ക് മുതലായ പരുപ്പുള്ള മരങ്ങളിൽ നിന്നാണ് വരപ്പലകകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നതു്. വക്കുകൾ തമ്മിൽ പശ വച്ചൊട്ടിച്ചു ചേർത്ത വീതി കുറഞ്ഞ കഷണങ്ങൾ വിലങ്ങനെയുള്ള പട്ടികയിൽ പിടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ചൂടിനൊത്തുള്ള വികാസസങ്കോചങ്ങൾ കൊണ്ടു് പലക വളഞ്ഞുപോകാതിരിപ്പാനായി കഷണങ്ങളുടെ അടിഭാഗത്തു്. ചിത്രം 2. 3. (a)യിൽ കാണിച്ചതുപോലെ ചെറിയ ചാലുകൾ ഉണ്ടാക്കിയിട്ടുണ്ടു്. വരയ്ക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന മുകൾഭാഗം മിനുസമുള്ളതും നിരപ്പായതുമായിരിക്കണം.

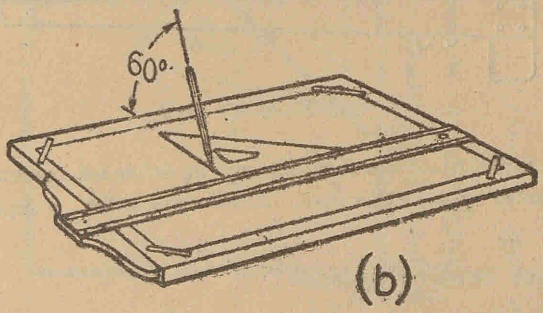


ചി. 2. 3 (a) വരപ്പുപലകയുടെ പിൻപുറം

വരപ്പലകയുടെ ഇടതു വശത്തു് ഈട്ടിമരം കൊണ്ടോ കരിമരം കൊണ്ടോ ഉണ്ടാക്കിയ ഒരു പണിവക്ക് (working edge) സ്വല്പം തള്ളി നില്ക്കുന്നുണ്ടാകും. ഇതു് വിലങ്ങൻ വരകൾ (horizontal lines) വരയ്ക്കുമ്പോൾ T–ചട്ടത്തെ ശരിയ്ക്കു വക്കിലൂടെ നീക്കുവാൻ സഹായിയ്ക്കുന്നു.

500×350 mm മുതൽ 1500×1000 mm വരെ വിവിധവലുപ്പങ്ങളിൽ വരപ്പലകകൾ ഉണ്ടാക്കപ്പെടുന്നു.

T-ചട്ടത്തിന്റെ മുകൾവക്കുപയോഗിച്ച് വരപ്പലകയുടെ പണിവക്ക് ശരിയ്ക്കും നേരെയാണോ എന്നു പരിശോധിക്കാവുന്നതാണ്. കുത്തനെ നിൽക്കുന്ന രണ്ടു വക്കുകളും തമ്മിൽ കൂട്ടിച്ചേർത്ത്, നല്ല വെളിച്ചത്തിൽ, പിടിച്ചു നോക്കണം. പലകയുടെ വക്ക് നേരാണെങ്കിൽ ഉടനീളം T-ചട്ടത്തിന്റെ വക്കുമായി ചേർന്നിരിക്കും. *ചിപ്പിയിട്ടോ, ഉരകടലാസുപയോഗിച്ചോ ഇങ്ങനെ നേരല്ലാത്ത വക്ക് ശരിപ്പെടുത്തേണ്ടതാകുന്നു.




ചി. 2. 3. (b) T-ചട്ടത്തെ നയിക്കുന്ന പണിവക്ക്

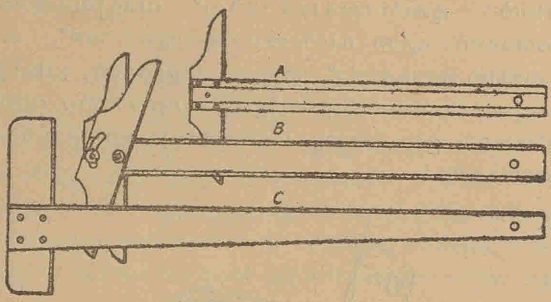
## T-ചട്ടം (T-Square)

T-ചട്ടം എന്ന പേരു വന്നതു് അതിന്റെ ആകൃതിയിൽ നിന്നാണ്. നീളം കൂടി വീതി കുറഞ്ഞ ഒരു കഷണവും (ഇതിനു് നാവു്-ബ്ലേഡ്-എന്നു പേരിടാം), കുത്തനെയുള്ള നീളം കുറഞ്ഞ മറെറാരു കഷണവും (ഇതിനു് തല എന്നു പേരിടാം) ചേർന്നതാണ് T-ചട്ടം. 'നാവി'ന്റെ മേൽവക്കും തലയുടെ ഉൾവക്കുമാണ് വരയ്ക്കാനുപയോഗിയ്ക്കുന്നതു്. ഈ വക്കുകൾ തമ്മിൽ തമ്മിൽ 90°ൽ, നേരായിരിയ്ക്കണം.

T-ചട്ടത്തിന്റെ വക്കു നേരാണോ എന്നറിയാൻ താഴെ പറയുന്ന വിധത്തിൽ പരിശോധിയ്ക്കാവുന്നതാണ്: T-ചട്ടത്തിന്റെ വക്കുപയോഗിച്ചു് മുഴുനീളത്തിൽ ഒരു വര വരയ്ക്കുക. പിന്നെ, ചട്ടത്തെ മറുവശത്തേയ്ക്ക് മാററി അതേ വക്കുപയോഗിച്ച് അതേ സ്ഥാനത്തു് മറെറാരു വര വരയ്ക്കുക. രണ്ടു വരകളും ശരിയ്ക്കും ഒന്നിനു മേൽ മറെറാന്നായി വന്നിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ വക്കു് നേരാണെന്നു പറയാം. വരകൾ മേല്പ്പുമേലല്ലാതെ വിട്ടു നില്പുണ്ടെങ്കിൽ അവയുടെ വ്യത്യാസത്തിന്റെ പകുതിയായിരിക്കും ചട്ടത്തിന്റെ വക്കിന്റെ പിശകു്. ഇതു് ഉരകടലാസുപയോഗിച്ചോ ചിപ്പി കൊണ്ടു് ചീവിയോ ശരിപ്പെടുത്താവുന്നതാണ്.

---

* മരത്തിന്റെ ഉപരിതലം സമതലമാക്കാൻ ആശാരിമാരുപയോഗിക്കുന്ന ഒരു കൈയുപകരണം

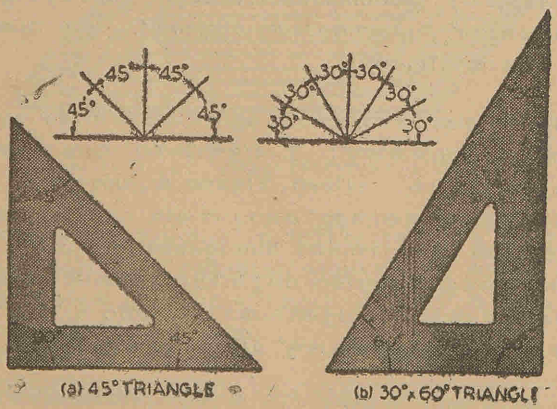



ചി. 2. 4. T-ചട്ടം

T-ചട്ടത്തിന്റെ വക്ക് നേരായിത്തന്നെ സൂക്ഷിക്കാൻ അതിന്റെ നാവിന്ന റ്റത്തുള്ള ഉളയിൽ തൂക്കിയിട്ടുകയോ, പരന്ന തലത്തിൽ വെറുതെ വെയ്ക്കുയോ ചെയ്യാം.

## ത്രികോണങ്ങൾ അഥവാ മട്ടങ്ങൾ

ചിത്രം 2. 5-ൽ കാണിച്ച തരത്തിലുള്ള 45 ഡിഗ്രിയിലും 30–60 ഡിഗ്രിയിലുമുള്ള രണ്ടുതരം മട്ടങ്ങളാണ് സാധാരണ ഉപയോഗിയ്ക്കപ്പെടുന്നവ. ഇവ പല വലുപ്പത്തിലും ലഭ്യമാകാറുണ്ട്. 20–30 cm വലുപ്പത്തിലുള്ള മട്ടങ്ങൾ വളരെ പറ്റിയവയാണ്. രണ്ടു മട്ടങ്ങളിലും 90 ഡിഗ്രിയിലുള്ള ഒരു കോണവുമുണ്ട്. മറുപുറക്കാഴ്ചയുള്ള പ്ലാസ്റ്റിക്കുകൾ കൊണ്ടാണ് ഇക്കാലത്തു് ഇവ ഉണ്ടാക്കപ്പെടുന്നതു്. ചില മട്ടങ്ങൾക്കു്, മഷി കൊണ്ടു വരയ്ക്കാനുള്ള സൌകര്യത്തിന്നു വേണ്ടി, ചെത്തിയ വക്കുകളുമുണ്ട്.



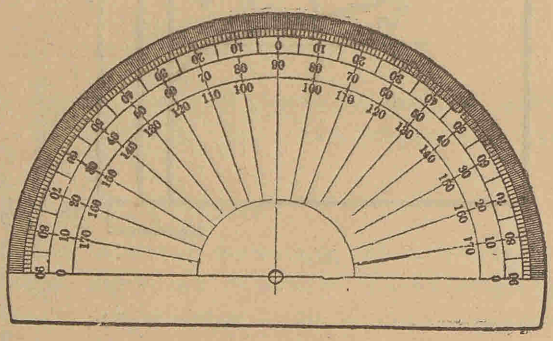

ചി. 2·5 മട്ടങ്ങൾ

ചി. 2.6 30° യും 45° യും മട്ടങ്ങളുപയോഗിച്ച്
15° യുടെ മടങ്ങുകൾ വരയ്ക്കൽ

T-ചട്ടം, മട്ടങ്ങൾ ഇവ കൂട്ടായുപയോഗിച്ചാൽ 15° യുടെ മടങ്ങായിട്ടുള്ള ഏതു കോണത്തിലും വരകൾ വരയ്ക്കാവുന്നതാണ്.

## കോണമാപി (പ്രൊട്രാക്ടർ)

കോണങ്ങൾ അടയാളപ്പെടുത്താനും അളക്കാനുമാണിതുപയോഗിക്കുന്നത്. മറുപുറക്കാഴ്ചയുള്ള പ്ലാസ്റ്റിക്കുകൊണ്ട് അർധവൃത്താകൃതിയിലാണിതു ഉണ്ടാക്കുന്നത്. (ചിത്രം 2.7)



ചിത്രം 2,7 കോണമാപി

അർധവൃത്തത്തെ ഡിഗ്രികളും ഡിഗ്രിയുടെ അംശങ്ങളുമായി വിഭജിച്ചിരിക്കും.

ദീർഘചതുരാകൃതിയിലും മുഴവൃത്തത്തിലുമുള്ള കോണമാപികളും ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്.

## സ്കെയിൽ

ദൂരങ്ങൾ അളക്കാനും അടയാളപ്പെടുത്താനുമാണ് സ്കെയിലുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. അളവുകൾ അടയാളപ്പെടുത്തിയതിനനുസരിച്ച്, മുഴവൻ തോതു സ്കെയിലുകൾ, തോതു വലുതാക്കി സ്കെയിലുകൾ, തോതു ചുരുക്ക സ്കെയിലുകൾ എന്നിങ്ങനെ മൂന്നു വിധത്തിലാവാം സ്കെയിലുകൾ. കാർഡ് ബോർഡ് കൊണ്ടോ, മരം കൊണ്ടോ, ഇരുമ്പുകോറാഉരുക്കു കൊണ്ടോ, മറുപുറക്കാഴ്ചയില്ലാത്ത പ്ലാസ്റ്റിക്കു കൊണ്ടോ സ്കെയിലുകൾ ഉണ്ടാക്കപ്പെടുന്നു. അതിന്റെ പരിച്ഛേദം ത്രികോണാകൃതിയിലുള്ളതോ, അല്ലാത്തതോ ആവാം. ഒറ്റയൊന്നിൽത്തന്നെ പതിനൊന്നു സ്കെയിലുകളുണ്ടാവാം എന്നതുകൊണ്ട് ത്രികോണപരിച്ഛേദമുള്ള സ്കെയിലുകൾക്കുണ്ട്.

ഏതു തോതനുസരിച്ചു വരച്ചതായാലും ശരി, എപ്പോഴും വരയ്ക്കപ്പെട്ട വസ്തുവിന്റെ മുഴവലുപ്പമാണ് ചിത്രത്തിൽ കാണിയ്ക്കാറുള്ളത്.

## വരപ്പുപെട്ടി

വരപ്പുപകരണങ്ങൾ വെൽവറ്റുവിരി പിടിപ്പിച്ച പെട്ടികളിലായി വാങ്ങാൻ കിട്ടുന്നു.

ചിത്രം 2. 8–ൽ കാണിച്ചവിധം താഴെപ്പറയുന്ന ഉപകരണങ്ങളാണ് ഒരു–പകരണപ്പെട്ടിയിലുള്ളത്:—

1. വൃത്തലേഖി, പെൻസിൽ മുന പിടിപ്പിയ്ക്കാനും, പെൻ മുന പിടിപ്പിയ്ക്കാനും നീളം കൂട്ടാനുമുള്ള വേറെ വേറെ ഭാഗങ്ങൾ
2. വിഭാജിനി
3. വിൽ പെൻസിൽ
4. വിൽ വിഭാജിനി
5. വിൽ പേന
6. വരപ്പുപേന

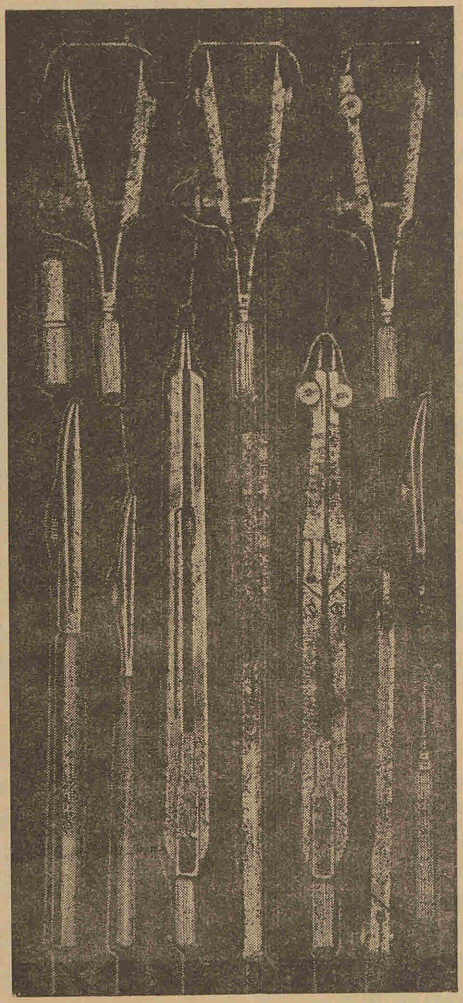
ഇവയെല്ലാം അതിലോലങ്ങളായ സൂക്ഷ്മോപകരണങ്ങളാകയാൽ, വളരെ ശ്രദ്ധിച്ചു വേണം ഉപയോഗിക്കാൻ.

ചില വൃത്തലേഖികൾക്കും വിഭാജിനികൾക്കും വളരെ സൂക്ഷ്മമായ ശരിപ്പെടുത്തലുകൾക്ക് ഒരു നേരിയ സ്പ്രിങ്ങ് ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടാകും. നീളം കൂട്ടാനുള്ള ദണ്ഡുപയോഗിച്ച് വൃത്തലേഖിയുടെ ത്രിജ്യ (വ്യാസാർധം) വർധിപ്പിയ്ക്കാവുന്നതാണ്.

വൃത്തലേഖി വൃത്തങ്ങളും, വൃത്തചാപങ്ങളും വരയ്ക്കാനാണുപയോഗിയ്ക്കുന്നത്. മഷിവൃത്തങ്ങൾ വരയ്ക്കുമ്പോൾ, പേന ഘടിപ്പിച്ചു്, പേനയുടെ മുന കടലാസിനു നേർ കുത്തനെയായിരിക്കാൻ ശ്രദ്ധിയ്ക്കണം. പെൻസിൽമുനയിൽ നിന്നും വൃത്തലേഖിയുടെ പിവട്ടിലേയ്ക്കുള്ള ഉയരം മറ്റെ കാലിന്റെ സൂചിമുനയിൽ നിന്നുമുള്ളതിനേക്കാൾ ഒന്നോ രണ്ടോ മി. മീ. കുറവായിരിക്കണം.

വക്രരേഖകളെയോ നേർവരകളെയോ തുല്യമായി വിഭജിയ്ക്കുവാനും, അളവുകളെ ഒരിടത്തു നിന്നും മറ്റൊരിടത്തേയ്ക്ക് മാറ്റി അടയാളപ്പെടുത്തുവാനുമാണ് വിഭാജിനി ഉപയോഗിയ്ക്കുന്നത്.

വില്ലുപകരണങ്ങൾ (വിൽ പെൻസിൽ, വിൽ പേന, വിൽ വിഭാജിനി) ഉപയോഗിയ്ക്കുന്നത് ചാപത്തിന്റെ ത്രിജ്യ 25 മി. മീ. ൽ കുറവുള്ളപ്പോഴാണ്.



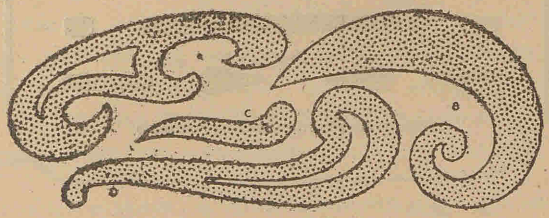
ചി. 2. 8 വളപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള ഉപകരണങ്ങൾ

അവയിലെ സ്ക്രൂ ഉപയോഗിച്ച് വീണ്ടും സൂക്ഷ്മമായ ശരിപ്പെടുത്തലുകൾ ചെയ്യാവുന്നതാണ്.

നേർവരകളും വക്രരേഖകളും മഷിയിൽ വരയ്ക്കാനാണ് വരപ്പുപേന ഉപയോഗിയ്ക്കുന്നത്. മുനമ്പിലെ വായ്ത്തലകൾക്കിടയിൽ ഒരു സാധാരണ പേന ഉപയോഗിച്ച് ശ്രദ്ധാപൂർവം മഷി നിറയ്ക്കണം. സ്ക്രൂ ശരിപ്പെടുത്തി വരകളുടെ കട്ടി കൂട്ടാവുന്നതാണ്. ഒരു നേർവക്കോ, ഫ്രഞ്ചുവക്രമോ ആണ് വരപ്പുപേനയോടൊപ്പം ഉപയോഗിക്കേണ്ടത്. വരയ്ക്കാനുള്ള തലത്തിനു കുത്തനെയുള്ള ഒരു തലത്തിലായി വരയ്ക്കുന്ന ദിശയിലേയ്ക്ക് സ്വല്പം ചരിച്ചാണ് പേന പിടിയ്ക്കേണ്ടത്.

## ഫ്രഞ്ചുവക്രങ്ങൾ

നേർവൃത്താകൃതിയിലല്ലാത്ത വളഞ്ഞ രേഖകൾ വരയ്ക്കാനേറ്റവും പറ്റിയ ഉപകരണങ്ങളാണ് 'ഫ്രഞ്ചു വക്രങ്ങൾ' ചിത്രം 2. 9.



ചി. 2. 9. ഫ്രഞ്ചുവക്രങ്ങൾ

മുപ്പുറക്കാഴ്ചയുള്ള പ്ലാസ്റ്റിക്കുകളുപയോഗിച്ച് ഇവ, പല വലുപ്പത്തിലും ആകൃതികളിലും ഉണ്ടാക്കുന്നു. വരയ്ക്കേണ്ട വക്രരേഖയിലെ മൂന്നു ബിന്ദുവിലൂടെ കടന്നുപോകുന്നതുക്ക വിധത്തിലാണ് ഇവ വെയ്ക്കേണ്ടത്. ഇപ്രകാരം വരയ്ക്കപ്പെട്ട വക്രരേഖ, മേൽക്കുമേൽ കയറിയ വിധത്തിലോ പെട്ടെന്നു ദിശ മാറുന്ന വിധമോ ആകാതിരിപ്പാൻ ശ്രദ്ധിയ്ക്കണം.

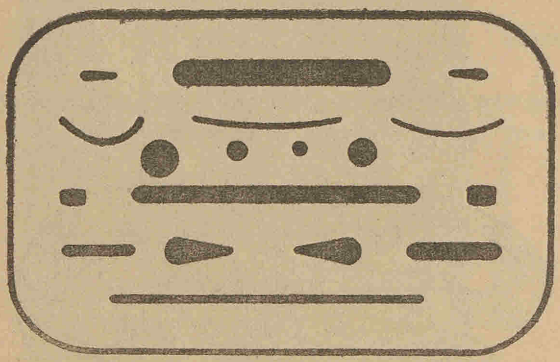
## മായ്പുകൾ (Erasers)

പെൻസിൽ കൊണ്ടോ പേന കൊണ്ടോ ഉള്ള വരകൾ മായ്ക്കാൻ ഇവ ഉപയോഗിയ്ക്കുന്നു. ഇവ പല കട്ടിപ്പുത്തിലുള്ളവയുണ്ട്. ഇവ റബ്ബർ നിർമിതങ്ങളത്രേ. ഇടനില മാർദവമുള്ള മായ്പുപയോഗിച്ച്, ചെറുതായി മാത്രം ഒന്നമത്തിയാവണം വരകൾ മായ്ക്കുന്നത്. വല്ലാതെ അമത്തിയാൽ കടലാസു ചീത്തയാവും. മഷിവരകൾ തൂത്തുകളയാൻ കുറച്ചു കൂടി കട്ടിപ്പുള്ള മായ്പോ ഒരു ബ്ലേയ്ഡോ

ഉപയോഗിച്ചുവുന്നതാണു്. 'ആർട്ഗം' എന്നു പേരുള്ള വളരെ മാർദവമുള്ള ഒരുതരം മായ്പു് പണി തീർന്ന വരപ്പു് വൃത്തിയാക്കുവാൻ ഉപയോഗിച്ചുവുന്നതാണു്.

## മായ്പുകവചം

വരപ്പിലെ മറ്റു ഭാഗങ്ങളെ ബാധിക്കാത്തവിധം പ്രത്യേക ഭാഗങ്ങളെ മായ്ചുകളയാനുപയോഗിച്ചുന്ന ഉപകരണമാണു് മായ്പുകവചം. കനം കുറഞ്ഞ ലോഹഷീറുപയോഗിച്ചാണിതുണ്ടാക്കുന്നതു്. ചിത്രം 2. 10 ൽ കാണിച്ചമാതിരി ഇതിന്മേൽ പല ആകൃതിയിൽ വെട്ടുകൾ ഉണ്ടാക്കിയിരിച്ചുന്നു.



ചി. 2. 10 മായ്പുകവചം

## കരിമഷി (ഇന്ത്യനിങ്കു്)

വരച്ചുനുപയോഗിച്ചുന്ന കറുത്ത മഷിയാണു് ഇന്ത്യൻ മഷി. കാർബൺ, ഗം എന്നീ ദ്രവ്യങ്ങൾ പ്രത്യേകതരത്തിൽ ലയിപ്പിച്ച (കൊളോയ്ഡലായിനി) ഒരു ദ്രാവകപദാർഥമാണിതു്. ആവിയാകുന്നതു് തടയാൻ ഇതടക്കം ചെയ്തു കുപ്പി ഭദ്രമായി അടച്ചിരിച്ചുണം. വരച്ചുന്ന കടലാസിനു മേൽ ഒരു കാരണവശാലും ഈ മഷിക്കുപ്പി വെച്ചുപോകരുതു്. കട്ടകളായും കരിമഷി കിട്ടുന്നതാണു്. ഇതു് ആവശ്യാനുസരണം വെള്ളം കൂട്ടി ഉരച്ചു് ഉപയോഗിക്കാം.

## അക്ഷരമെഴുതാനുള്ള പേനകൾ

ഇവ പെൻതണ്ടും മുനയുമുള്ള സാധാരണ തരത്തിലുള്ളവയാവാം. വെറുതെ എഴുതാൻ ഇവ ഉപയോഗിച്ചുവുന്നതാണു്. പല വണ്ണത്തിലുള്ള വരകൾ വരച്ചുനായി ഒരു സെറ്റു് പേനകൾ ഉണ്ടായിരിച്ചുന്നതു് നല്ലതാണു്.

## വരപ്പിനു് തയ്യാറെടുക്കൽ

പണിവക്കു് ഇടതു ഭാഗത്തായിക്കൊണ്ടു് വരപ്പുപലക ഒരു മേശമേൽ വെക്കുക. 1 : 8 എന്ന അനുപാതത്തിൽ കുറഞ്ഞൊന്നു മേലോട്ടു് ചരിവുണ്ടെങ്കിൽ അധികം സൗകര്യപ്രദമായിരിക്കും. പലക വൃത്തിയാക്കുക. ഉപകരണങ്ങളും വെടിപ്പു വരുത്തി പലകയുടെ ഒരു ഭാഗത്തു വെയ്ക്കുക. മിനുസമുള്ള പുറം മുകളിലായി വരപ്പു കടലാസ്സു് പലക മേൽ വെയ്ക്കുക. കടലാസ്സിന്റെ വക്കു് പണിവക്കിൽ നിന്നും ചുരുങ്ങിയതു് $2\frac{1}{2}$ സെ. മീ. യെങ്കിലും വിട്ടിരിക്കണം. ഇടത്തെ മുകൾമൂലയിൽ വക്കുകളിൽ നിന്നും $1\frac{1}{2}$ സെ. മീ. ദൂരെയായി ഒരു പിൻ ഉറപ്പിക്കുക. T-ചട്ടത്തിന്റെ തല വരപ്പുപലകയുടെ പണിവക്കിനോടമർത്തിപ്പിടിച്ചു മെല്ലെ മേലോട്ടു നീക്കുക. വരപ്പുകടലാസ്സിനെ ആവശ്യം പോലെ മാറ്റി, അതിന്റെ മേൽഭാഗവും T-ചട്ടത്തിന്റെ പണിവക്കും സമാന്തരമാക്കിയ ശേഷം താഴത്തു വലത്തെ മൂലയിലും പിന്നീടു മറ്റു രണ്ടു മൂലകളിലും പിന്നുകൾ ഉറപ്പിക്കാം.

കടലാസ്സിന്റെ വക്കിൽ നിന്നും 2 സെ. മീറ്റർ വീതം വിട്ടു കൊണ്ടു് അതിർവരകൾ വരക്കാം. വിലങ്ങനെയുള്ള വരകൾ T-ചട്ടത്തിന്റെ പണിവക്കുപയോഗിച്ചും കുത്തനെയുള്ള വരകൾ സെറ്റ് സ്ക്വയർ (മട്ടം) ഉപയോഗിച്ചും വരക്കാം. മറ്റു വരകളേക്കാൾ വണ്ണവും കറുപ്പുമുള്ളതായിരിക്കണം അതിർവരകൾ. അതിർവരകൾക്കു് H പെൻസിൽ ഉപയോഗിക്കാം. അതിർവരകൾക്കുള്ളിലുള്ള പ്രദേശത്തെ പ്രവർത്തനക്ഷേത്രമെന്നു പറയുന്നു.

ഒരൊറ്റ വരപ്പോ കാഴ്ചയോ മാത്രമേ വരക്കേണ്ടതുള്ളു എങ്കിൽ അതു് കടലാസ്സിന്റെ നടുവിലായിരിക്കണം. ഒന്നിലധികം വരപ്പോ കാഴ്ചകളോ വരക്കേണ്ടതുണ്ടെങ്കിൽ അതിർവരക്കകത്തുള്ള പ്രവർത്തനക്ഷേത്രത്തെ ഖണ്ഡങ്ങളാക്കി വേർതിരിക്കുകയും ഓരോ കാഴ്ചയും അതതു ഖണ്ഡത്തിൽ വരയ്ക്കുകയും വേണം. പ്രവർത്തനക്ഷേത്രത്തിനുള്ളിൽ ഓരോ കാഴ്ചയും ശ്രദ്ധാപൂർവം ക്രമപ്പെടുത്തണം. പണി തീർന്ന ഒരു വരപ്പിന്റെ ചന്തം കൂട്ടുന്നതിൽ ഇതിനു് കാര്യമായ ഒരു പങ്കുണ്ടു്. ഇതു പോലെ പ്രധാനമായ മറ്റൊരു കാര്യമാണു് തക്കതായ ഒരു തോതു തിരഞ്ഞെടുക്കലും.

## വരപ്പുതയ്യാറാക്കൽ

വലിയ പെൻസിൽ വരപ്പുകൾ രണ്ടു ഘട്ടങ്ങളിലായാണു് ചെയ്യുക പതിവു്: ആദ്യം കാഴ്ചകൾ സ്കെച്ചുചെയ്യുന്നു—അതിനു ശേഷം മിനുക്കുന്നു. സ്കെച്ചുവാൻ H ഓ HB യോ പെൻസിൽ ഉപയോഗിക്കാം. ഒരു വരപ്പു് സ്കെച്ചുമ്പോൾ അതിലെ എല്ലാ പ്രധാനവരകളും വളരെ മൃദുവായേ വരക്കാവൂ. തെറ്റുകളും ആവശ്യമില്ലാത്ത വരകളും മായ്ച്ചുകളയുവാൻ എളുപ്പമായിരിക്കണം. നടുവരകൾ, വിലങ്ങൻ വരകൾ, കുത്തൻ വരകൾ, ചരിഞ്ഞ വരകൾ, വക്രങ്ങൾ

വട്ടങ്ങൾ എന്നിവയെല്ലാം ഇപ്രകാരം പെൻസിൽ അമർത്താതെ മൃദുവായി മാത്രം വരക്കുന്നു. സ്കെച്ചിയ വരപ്പിൽ തെറ്റുകൾ വല്ലതുമുണ്ടോ എന്നു പരിശോധിച്ച് തിരുത്തുകയും ആവശ്യമില്ലാത്ത വരകൾ മായ്ക്കുകയും ചെയ്യണം. ഇനി വരപ്പിനെ മിനുക്കാം. 2H അല്ലെങ്കിൽ 3H പെൻസിൽ ആണ് ഇതിനു് ഉപയോഗിക്കേണ്ടതു്. പണി മിനുക്കുന്നതിനു് താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന രീതി അവലംബിക്കാം.

1. കോമ്പസ്സും വിൽകോമ്പസ്സും ഉപയോഗിച്ചു് വട്ടങ്ങളും വട്ടത്തിന്റെ ചാപങ്ങളും വരക്കുക.
2. മൂലകളും ഫില്ലറുകളുമടക്കമുള്ള മറ്റെല്ലാ വക്രങ്ങളും വരക്കുക.
3. T-ചട്ടം ഉപയോഗിച്ചു് എല്ലാ വിലങ്ങൻ രേഖകളും വരക്കുക. ഏറ്റവും മുകളിലുള്ള വര ആദ്യവും താഴോട്ടു താഴോട്ടുള്ളവ പിന്നെക്കു പിന്നെയും വരക്കണം.
4. മട്ടത്തിന്റെ വക്കുപയോഗിച്ചു് കുത്തൻ വരകൾ വരക്കുക: ഇടത്തു നിന്നാരംഭിച്ചു് വലത്തോട്ടു നീങ്ങിക്കൊണ്ടു്.
5. മട്ടങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു തന്നെ ചരിഞ്ഞ രേഖകൾ വരക്കുക.
6. എല്ലാ നടുവരകളും വരക്കുക. ഇവയ്ക്കു് മറ്റു വരകളോളം തന്നെ തെളിച്ചം പാടില്ല.
7. അളവുകൾ കുറിക്കാനുള്ള വരകളും, സൂചകവരകളും തീർക്കുക.
8. അളവുവരകളിലും സൂചകവരകളിലും അമ്പടയാളങ്ങൾ രേഖപ്പെടുത്തുക.
9. എല്ലാ അളവുകളും എഴുതുക.
10. വെട്ടുവരകൾ (section lines) വരക്കുക. വെട്ടുവരകൾക്കു് മുഖ്യരേഖകളേക്കാൾ തെളിച്ചം കുറഞ്ഞിരിക്കണം.
11. കുറിപ്പുകളും വിവരണങ്ങളും എഴുതിച്ചേർക്കുക.
12. മുഖ്യശീർഷകങ്ങളും ഉപശീർഷകങ്ങളും എഴുതുക.
13. വിനിർദ്ദേശങ്ങളും ഭാഗങ്ങളുടെ പട്ടികയും എഴുതിച്ചേർക്കുക.

പ്രവർത്തന ക്ഷേത്രത്തിന്റെ വലത്തു-താഴത്തെ മൂലക്കു് 9cm x 6cm വലുപ്പത്തിൽ ഒരു ദീർഘചതുരം അടയാളപ്പെടുത്തി അതിനുള്ളിൽ സ്കൂൾ, വിദ്യാർഥിയുടെ പേർ, ക്ലാസ്സ്, വരപ്പു നമ്പർ, വരപ്പുതീർത്ത തീയതി എന്നിവ അടയാളപ്പെടുത്താം. വരപ്പു തീർന്ന ശേഷം പിന്നുകൾ ഇളക്കി കടലാസ്സ് അടർത്തിയെടുക്കാം. ഉപകരണങ്ങൾ എല്ലാം തുടച്ചു വൃത്തിയാക്കി അതാതിന്റെ പെട്ടികളിൽ ഇട്ടു സൂക്ഷിക്കുക.

MUNAVIRVL ISLAM HIGH SCHOOL
Date.....
ERNAKULAM.
3

# അക്ഷരങ്ങൾ; വരകൾ; തോത്തുകൾ; അളവെഴുത്തു്

## അക്ഷരമെഴുതൽ—പ്രധാന സംഗതികൾ

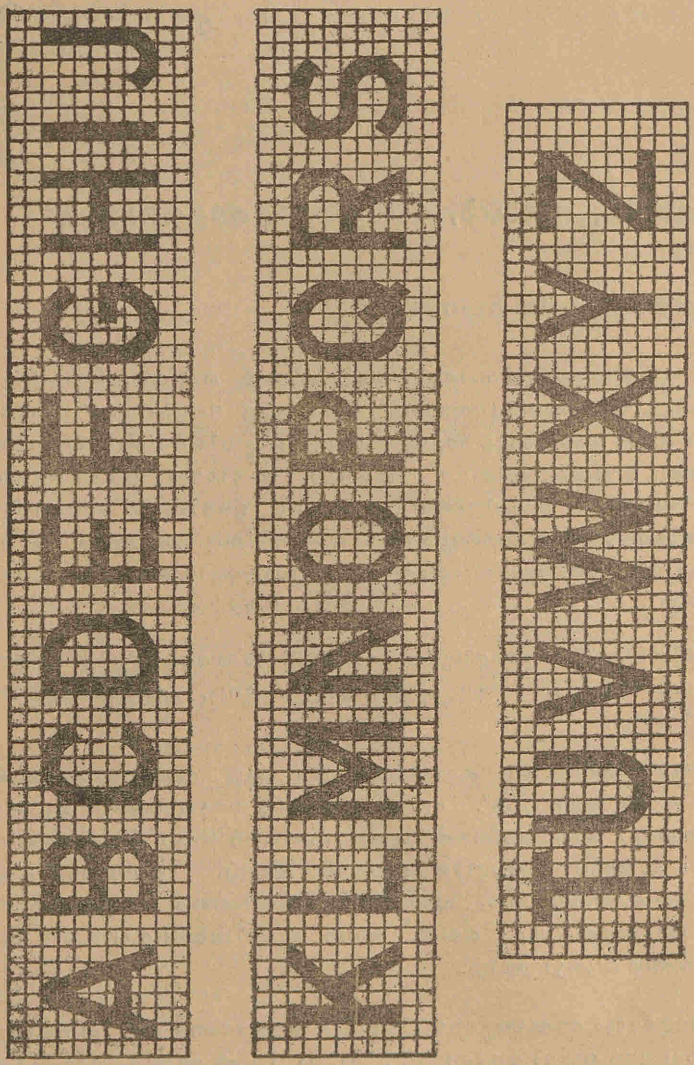
വരപ്പിൽ പ്രാധാന്യമുള്ള ഒന്നാണു് അക്ഷരമെഴുതൽ. ഒരു മുഴച്ചിത്രം, ചിത്രഭാഷയിൽ ആദ്യമായി കാണിച്ചു തരുന്നതു് വരയ്ക്കപ്പെട്ട വസ്തുവിന്റെ രൂപമാകുന്നു. രണ്ടാമതായി എഴുതപ്പെട്ട അളവുകളിലൂടെ വസ്തുവിന്റെ യഥാർഥ വലുപ്പത്തെയും അതു് വിശേഷിപ്പിക്കുന്നു. കൂടാതെ, അതിന്റെ നിർമാണത്തിലടങ്ങിയ പദാർഥങ്ങൾ, ഉപരിതലങ്ങളുടെ മോടി, ഉണ്ടാക്കിയ സമ്പ്രദായം തുടങ്ങി ആവശ്യമുള്ള മറ്റു വിവരങ്ങളും അതിൽ നിന്നും ലഭിക്കേണ്ടതുണ്ടു്. ഇപ്രകാരം എഴുതപ്പെട്ട വിവരങ്ങളിലെ എഴുത്തുപണി ചിത്രത്തിന്റെ ഭംഗി വർധിപ്പിക്കയും ചെയ്യും.

എൻജിനീയറിങ്ങു് വരപ്പുകളിലുപയോഗിക്കുന്ന അക്ഷരമെഴുത്തു് വായിക്കാവുന്ന വിധം വ്യക്തവും, ഒരേ വലുപ്പമുള്ളവയും, സരളവും, എളുപ്പം എഴുതത്തക്കതും ആയിരിക്കണം.

നേർക്കുത്തനെയുള്ളവയോ, ചെരിഞ്ഞവയോ ആയ അക്ഷരങ്ങളും അക്കങ്ങളും ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണു്. പക്ഷെ ഈ രണ്ടു തരത്തിലുള്ളവ കൂട്ടിക്കുഴച്ചുപയോഗിക്കരുതു്. ഇംഗ്ലീഷിലാണു് എഴുതുന്നതെങ്കിൽ ചെറിയ അക്ഷരങ്ങൾ ചുരുക്കെഴുത്തു വരുമ്പോൾ മാത്രമേ ഉപയോഗിക്കാവൂ. മറ്റവസരങ്ങളിൽ വലിയ അക്ഷരങ്ങളായിരിക്കണം. ചരിവക്ഷരങ്ങൾ വിലങ്ങൻ രേഖയ്ക്കു് ഏതാണ്ടു് 75° ചായ്വുള്ളതാവാം. മലയാളത്തിൽ ഇംഗ്ലീഷിലെ പോലെ ചെറിയക്ഷര–വലിയക്ഷര വ്യത്യാസമില്ല.

അക്ഷരങ്ങളുടെയും അക്കങ്ങളുടെയും വലുപ്പം സാധാരണയായി കുറിക്കപ്പെടുന്നതു് അവയുടെ ഉയരം കൊണ്ടാണു്. ചിത്രം 3.1 ൽ അക്ഷര-അക്കങ്ങളുടെ

വലുപ്പവും തോതും മറ്റും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇംഗ്ലീഷ് അക്ഷരങ്ങളേ കാണിച്ചിട്ടുള്ളു. കണ്ടാൽ വികൃതമല്ലാത്തതും വേഗം തിരിച്ചറിയാവുന്നതുമായ മറ്റു രൂപഭേദങ്ങളും അപ്പപ്പോൾ സ്വീകരിക്കാവുന്നതാണ്.




ചിത്രം 3.1 സാധാരണ ഉപയോഗിക്കാവുന്ന അക്ഷരങ്ങൾ

ചിത്രം 3.1 (ഇരുപ്പ്) ചരിഞ്ഞ അക്ഷരങ്ങൾ

ചിത്രം 3.1 (തുടർച്ച)

ചിത്രം 3.1 (തുടർച്ച)

ചിത്രം 3.2 ഓരോര ഗോഥിക്കക്ഷരങ്ങൾ

ചിത്രം 3.2 (തുടർച്ച) ഓലാ-ഗാരാകകാലി ആക്ഷരങ്ങൾ

ചിത്രം 3.2 (തുടർച്ച) ഗോഥിക്കശൈലി അക്ഷരങ്ങൾ

ചിത്രത്തിലെ മറ്റു വരകളിൽ നിന്നും വേർതിരിച്ച് വ്യക്തമായിട്ടായിരിക്കണം അക്കങ്ങളും അക്ഷരങ്ങളും എഴുതേണ്ടത്. താഴെ വശത്തുനിന്നോ താഴത്ത് വലത്ത് വശത്തുനിന്നോ നോക്കിയാൽ വായിക്കാവുന്ന വിധത്തിലായിരിക്കണം അക്ഷരമെഴുത്ത്. രണ്ടക്ഷരങ്ങൾക്കിടക്കുള്ള സ്ഥലം എല്ലായ്പോഴും ഏതാണ്ട് ഒന്നുതന്നെയായിരിക്കണം.

## വെറുമെഴുത്ത് ശൈലികൾ

ചിത്രം 3.2 മുതൽ 3.7 വരെ പലവിധ ഇംഗ്ലീഷ് അക്ഷരമെഴുത്ത് (കയ്യടകൾ) ശൈലികൾ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഒറ്റവര ഗോഥിക ശൈലിയാണ് ചിത്രം 3.2. എളുപ്പമുള്ളതും, വേഗം വായിക്കാവുന്നതും, എഴുതാവുന്നതുമാകകൊണ്ട് ഇതാണ് എഞ്ചിനീയറിങ്ങ് വരപ്പിൽ കൂടുതലും ഉപയോഗിക്കുന്നത്. വരപ്പാളികൾ ഈ ശൈലി നല്ലവണ്ണം സ്വായത്തമാക്കേണ്ടതാണ്. എല്ലാ വരകളും ഒരേ വണ്ണം(കട്ടി) ഉള്ളതായിരിക്കണം.

ചിത്രം 3.3. പഴയ റോമൻ ശൈലിയാണ്. ഇതാണ് മറ്റെല്ലാ അക്ഷരങ്ങൾക്കും അടിസ്ഥാനമായിട്ടുള്ളതും ഏറ്റവും മനോഹരമായിട്ടുള്ളതും. രേഖകളുടെ കട്ടിയിലുള്ള വ്യത്യാസം ഉണ്ടാക്കുന്നത് തടിച്ച മുനയുള്ള പേനകളുപയോഗിച്ചാണ്. ഇതോ, ചിത്രം 3.4. ൽ കാണിച്ച മാതിരി കുറച്ചു ഭേദപ്പെട്ടതായ തരം അക്ഷരമെഴുത്തോ ആണ് കെട്ടിട ശില്പവരപ്പുകളിൽ (architectural drawings) ഉപയോഗിക്കാറുപതിവ്.

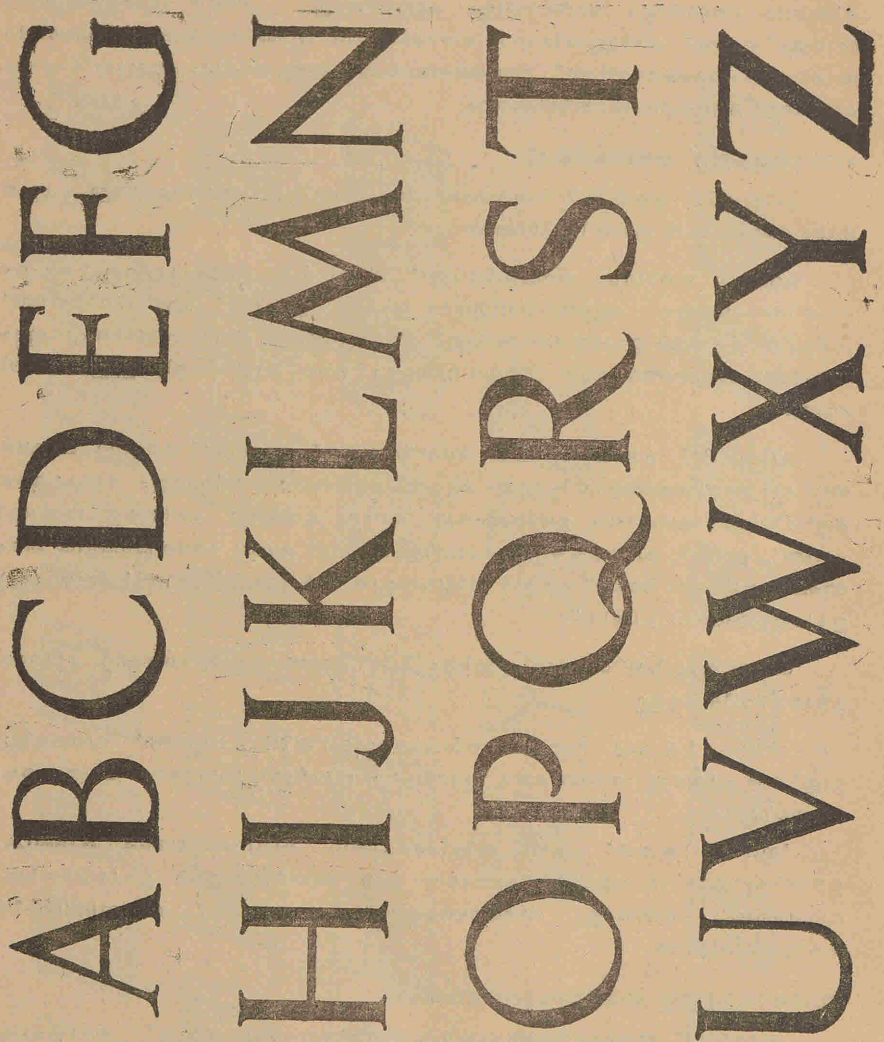
പഴയ ഇംഗ്ലീഷ് ശൈലി (ചിത്രം 3.5) അലങ്കാരപ്പണിയായിട്ട മാത്രമേ ഉപയോഗിക്കാറുള്ളൂ.

ചിത്രം 3.6–ലെ 'എല്ലാംനേർവരശൈലി'യിൽ വളഞ്ഞ വരകളില്ല. ഇതു് ഒരു പുതുമയ്ക്കു വേണ്ടിയോ പ്രത്യേകം പ്രദർശിപ്പിക്കാനോ മാത്രം ഉപയോഗിക്കാം.

'ഇറാലിക്കുകൾ' എന്നു വിളിക്കപ്പെടുന്ന ചരിവക്ഷരങ്ങൾ പ്രത്യേകം ഊന്നിപ്പറയാനോ, എടുത്തു പറയാനോ ഉള്ള സന്ദർഭങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്. മലയാളം അക്ഷരങ്ങളെഴുതുന്ന സമ്പ്രദായം അനുബന്ധത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

## അക്ഷരമെഴുത്തു യന്ത്രോപകരണങ്ങൾ

ലെറോയ് അക്ഷരമെഴുത്തുപകരണമാണ് ഏറ്റവും നല്ലത്. പെൻപിടിപ്പിന്റെ മുന, ചാലാകൃതിയിലുള്ള അക്ഷരങ്ങളുള്ള ടെംപ്ലേറ്റി (സ്റ്റെൻസിൽ) ലൂടെ നീങ്ങുമ്പോൾ അതിനിടയിൽ ചെല്ലിരിക്കുന്ന കടലാസ്സിൽ അതാതക്ഷരങ്ങൾ വരയ്ക്കപ്പെടുന്നു. പെൻപിടിപ്പിന്റെ കൈ ശരിപ്പെടുത്തി അക്ഷരങ്ങൾ ചരിവുള്ളതോ കുത്തനെയോ ആക്കാവുന്നതാണ്.




ചിത്രം 3.3 പഴയ റോമൻ ശൈലിയിലെ അക്ഷരങ്ങൾ

abcdefghijklm
nopqrstuvwxyz
1234567890

ചിത്രം 3.3 (തുടർച്ച) പഴയ റോമൻ ശൈലി

ABCDEFGHIJKLMNO
PQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

EXTENDED TYPE
ABCDEFGHIJ
KLMNOPQRSTJ
VWXYZ
1234567890

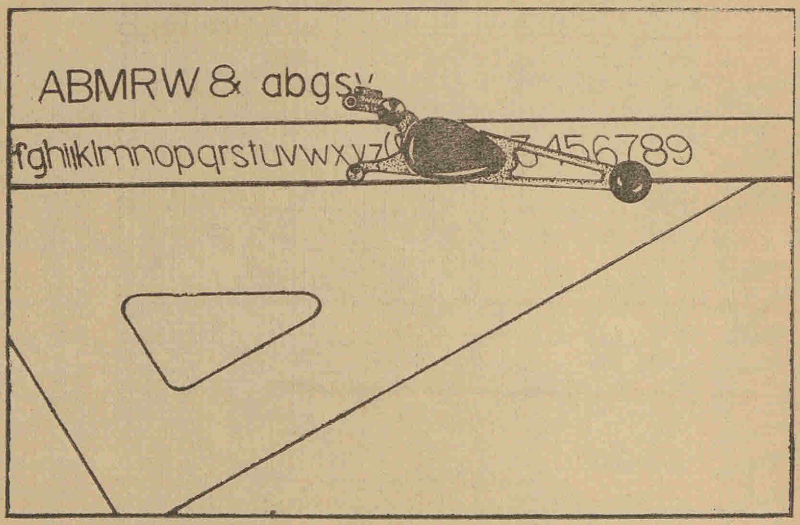
COMPRESSED TYPE
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
1234567890

ചിത്രം 3.4 കെട്ടിടശില്പശൈലിയിലുള്ള അക്ഷരങ്ങൾ

ചിത്രം 3.5 പഴയ ആംഗല അക്ഷരശൈലി

ചിത്രം 3.6 ഫ്രീഹാൻഡായി വരയ്ക്കാവുന്ന അക്ഷരങ്ങൾ

ചിത്രം 3.6 (ഇടത്തുനിന്നു വലത്തോട്ട്) ആധുനിക അക്ഷരമാതൃകകൾ

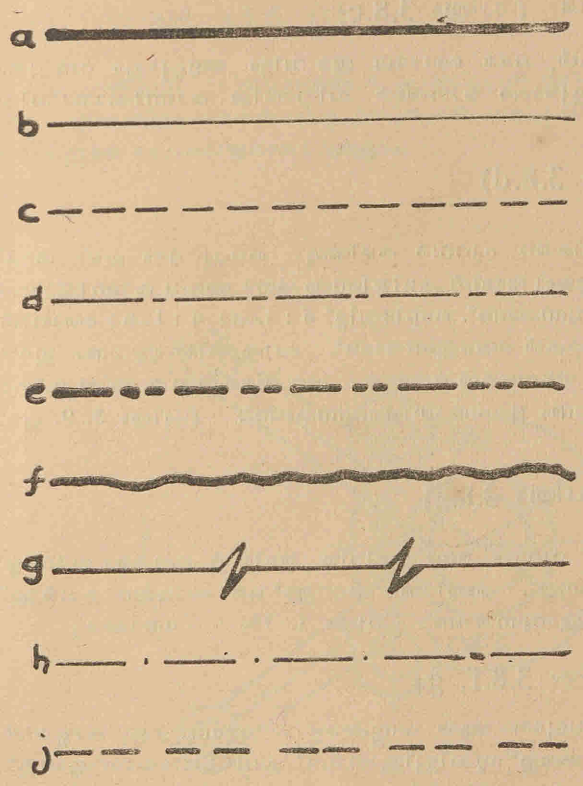



ചിത്രം 3.7 എഴുത്തുയന്ത്രം

## പലവിധം വരകളും അവയുടെ ഉപയോഗങ്ങളും

ചിത്രം 3.8-ൽ പല തരം വരകൾ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

എല്ലാ വരകളും ഒരു പോലെ, മുഴുപ്പുള്ളവയും, വൃത്തിയുള്ളവയും, നല്ല കറുപ്പുനിറത്തിലുള്ളവയുമായിരിക്കണം. വസ്തുവിന്റെ പുറംവര തെളിഞ്ഞുനില്ക്കുന്നതും പ്രകടവുമായിരിക്കണം. നേരിയ വരകളായി സാധാരണ വരയ്ക്കപ്പെടാറുള്ള വരകളെക്കാൾ മൂന്നു മടങ്ങ് കട്ടിയുള്ളതായിരിക്കണം കട്ടിവരകൾ. ഇടനില വരകൾ രണ്ടു മടങ്ങും. വരകളുടെ വണ്ണം ചിത്രത്തിന്റെ വലുപ്പം, സൂക്ഷ്മത ഇവയെ ആസ്പദിച്ചിരിക്കും. ഒരു വരപ്പുകാരൻ് വരയ്ക്കാവുന്ന ഏറ്റവും നേരിയ വര ഏതാണ്ട് 0.2 m m. വണ്ണമുള്ളതായിരിക്കും. ഇതിലും കുറഞ്ഞ കട്ടിയുള്ള വരകൾ വരയ്ക്കാവുന്നതല്ല.




ചിത്രം 3.8 a മുതൽ j വരെ

## തടിയൻ മുഴവരകൾ (ചിത്രം 3.8. a.)

ഈ വരകളുപയോഗിക്കുന്നത് വരയ്ക്കപ്പെട്ട വസ്തുക്കളുടെ പുറവരകൾ തെളിയിച്ചു കാണിക്കാനാണ്.

## മെലിഞ്ഞ മുഴ വരകൾ (ചിത്രം 3.8. b)

ഇവ ഉപയോഗിക്കേണ്ടത് വസ്തുരൂപത്തിന്റെ ഘടന, നിർമാണം ഇവയെ കാണിക്കുമ്പോഴും, അളവ്, നീട്ടൽവര, ചെത്തുവരകൾ (hatching) മുതലായവയ്ക്കുമാണ്. അളവുവരകളും, നീട്ടൽവരകളും മെലിഞ്ഞ മുഴരേഖകളായിരിക്കണം; ഇവ വസ്തുചിത്രത്തിന്റെ തടിയൻ പുറംവരകൾക്കു പുറത്ത് സൗകര്യമുള്ളിടത്ത് വേണം എഴുതാൻ. അളവുവര അളവ് കാണിക്കാനായി ഇടയിൽ മുറിക്കാവുന്നതാണ്.

## മുറിച്ച ഇനോലവരകൾ (ചിത്രം 3.8.c)

ചെറിയ 'ഡാഷ്' കൾ, ഒരേ പോലെ ഇടവിട്ടും അടുപ്പിച്ചും വരച്ചതാണിതു്. നേരേ കാണപ്പെടാത്ത ഭാഗങ്ങൾ ചിത്രത്തിൽ കാണിക്കാനാണിവ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.

## നടുവരകൾ (ചിത്രം 3.8.d)

നടുവരകൾ വസ്തുവിന്റെ പുറവര കഴിഞ്ഞു കുറച്ചു ദൂരം കൂടി തള്ളി നില്ക്കണം. കാഴ്ചകൾ (views) തമ്മിൽ കൂട്ടിയിണക്കാനോ അളവു കാണിക്കുവാനോ ആയി നടുവരകൾ നീട്ടാവുന്നതാണു്. ഒന്നിടവിട്ടു് 6 : 1–ഓ 4 : 1–ഓ തോതിൽ വലുതും ചെറുതുമായ വരകൾ വെയ്ക്കേണ്ടതാണു്. ചിത്രത്തിൽ മുഴുവനും ഇതേ മാതിരി തന്നെ വേണം നടുവരകൾ വരയ്ക്കുക. ഈ വരകൾ ഒരു ബിന്ദുവിന്റെ സഞ്ചാരപഥം കാണിക്കുവാനും ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണു്. (ചിത്രം 3. 9. കൂടി നോക്കുക).

## വെട്ടുതലവരകൾ (ചിത്രം 3.8.e)

നീണ്ട തടിച്ച ഒരു വരയും രണ്ടു ചെറിയ തടിയൻ വരകളും ഇടവിട്ടു് ചേർത്താണു് ഇതു് വരയ്ക്കുന്നതു്. അതിന്റെ അറ്റത്തു് ഒരു അമ്പുമുന ചേർത്തു് കാഴ്ചയുടെ ദിശ സൂചിപ്പിക്കാവുന്നതാണു്. (ചിത്രം 3. 10 [illegible] നോക്കുക)

## മുറിവുവരകൾ (ചിത്രം 3.8.f, g)

വളരെ നീണ്ടതോ വലുതോ ആയ വസ്തുക്കളെ വരയ്ക്കുമ്പോഴുള്ള കാഴ്ചയിൽ ചില ഭാഗങ്ങൾ വിട്ടുകളഞ്ഞതു് സൂചിപ്പിക്കാനാണു് ഇവ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. ചെറിയ ഭാഗങ്ങൾക്കു്, സാധാരണമട്ടിൽ വളഞ്ഞു വളഞ്ഞുള്ള വെറും വരകൾ മതിയാകും (ചിത്രം f).

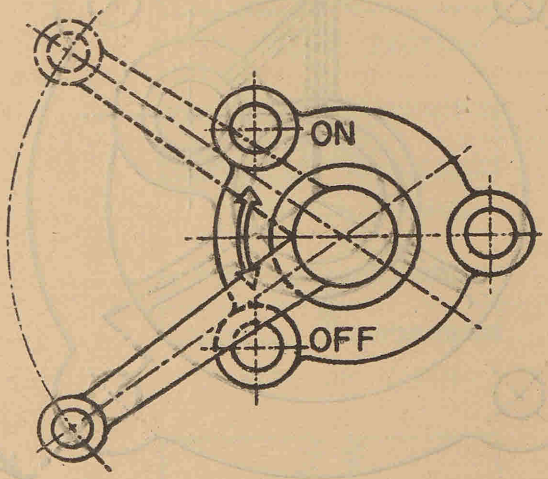
ഏറ്റവും വലിയ ഭാഗങ്ങളും ചെറുഭാഗങ്ങളുടെ രേസംബ്ലീകളും വരയ്ക്കുമ്പോൾ കൊക്കിയുടെ ആകൃതിയിൽ ഇടയ്ക്കിടെ വെറുതെ വരച്ചിട്ട (ചിത്രം g) വരകളാണു് യോജിച്ചതു്. സാധാരണ മുറിവുകൾ ചിത്രം 3. 11 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

## കാല്പനികവരകൾ (3.8.h)

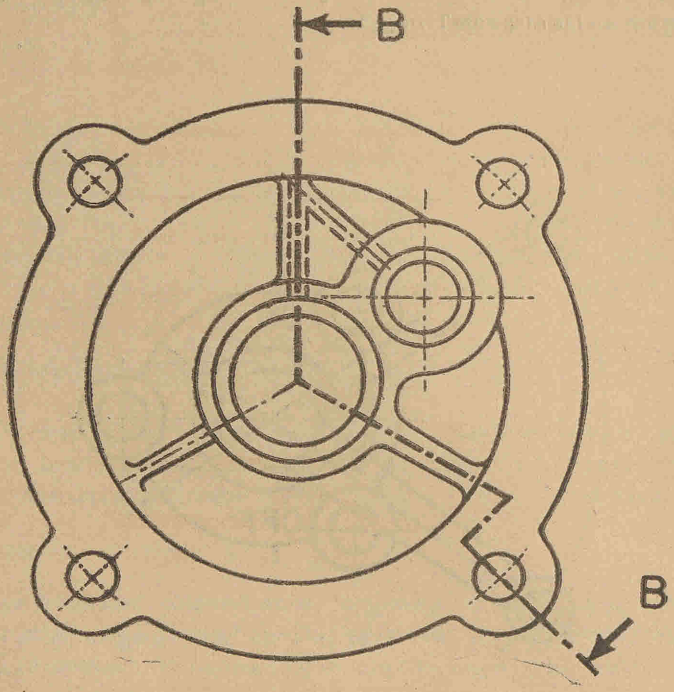
ഒരേ ഭാഗത്തിന്റെ രണ്ടു സ്ഥാനങ്ങളെയോ, അടുത്തടുത്തുള്ള ഭാഗങ്ങളെയോ (ഉദാ: ടെലഗ്രാഫ്, ഇലക്ട്രിക് കമ്പികൾ) കാണിക്കുവാനാണു് ഇടയ്ക്കിടെയ്ക്കു് കുത്തുകൾ കൊണ്ടു മുറിച്ച നീണ്ട വരകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. ചിത്രം 3. 9, 3. 12. എന്നിവ കൂടി നോക്കുക.

## ഡിറേറാ വരകൾ (3.8. j)

ആവർത്തിക്കുന്ന വിശദാംശങ്ങൾ കാണിക്കാൻ ഡിറേറാ വരകളുപയോഗിക്കുന്നു. ഇവ നീളം കുറഞ്ഞ രണ്ടു ഡാഷുകൾ കുറച്ചു വിട്ടും കൂട്ടരൽ ഇവിട്ട് വീണ്ടും ഇതേ പോലെയുമായി വരക്കുന്നു.

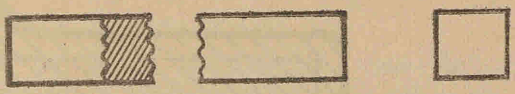



ചിത്രം 3. 9. വ്യത്യസ്ത സ്ഥാനങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നതു്
(IS : 696—1960)



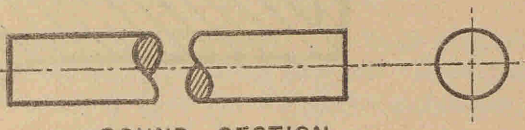

ചിത്രം 3. 10 വെട്ടുതല വരകൾ
(IS : 696—1960)

ചതുര ഛേദം



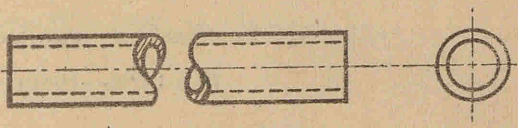
RECTANGULAR SECTION

ഉരുളൻ ഛേദം



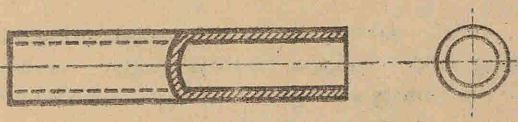
ROUND SECTION

കുഴൽ



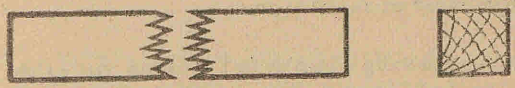
PIPE OR TUBING

കുഴൽ



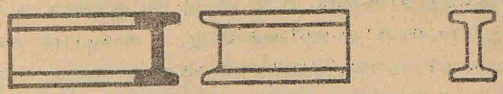
PIPE OR TUBING

മരം



WOOD (RECTANGULAR SECTION)

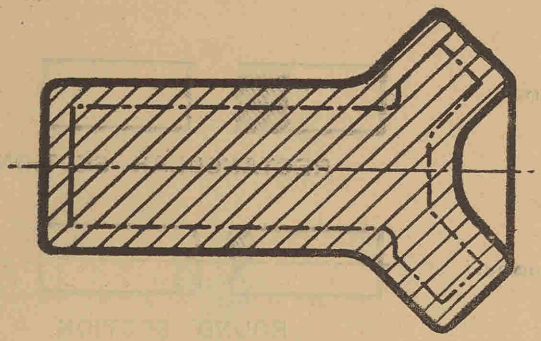
റോളിയ ഛേദം



ROLLED SHAPES

ചിത്രം 3. 11 മുറിപ്പുവർക്കർ

(I S : 696—1960)



ചിത്രം 3. 12 മെഷീനൽ ഇളവുകൾ കാണിക്കുന്നു

(I S : 696—1960)

അളവു തോതുകൾ

വീട്, പാലം, യന്ത്രങ്ങൾ മുതലായവയുടെ പടം അവയോളം തന്നെ വലുപ്പത്തിൽ വരയ്ക്കുക സാധ്യമല്ലല്ലൊ. അതിനാലവയെ ഔചകാര്യാർഥം പറ്റിയ തോതുകൾ ഉപയോഗിച്ച് ചെറുതാക്കി വരയ്ക്കേണ്ടതുണ്ട്. അതേപോലെ റിസ്റ്റുവാച്ചിലെ അതിസൂക്ഷ്മഭാഗങ്ങളെ കാണത്തക്ക വിധം വലുതാക്കി വരയ്ക്കേണ്ടതായും വരും. അതു കൊണ്ട് പറ്റിയ തോതുകൾ സന്ദർഭാനുസൃതമായി സ്വീകരിക്കണം.

എത്രത്തോളം കൃത്യമായി ദൂരങ്ങൾ വരപ്പിൽ കാണിയ്ക്കേണ്ടതുണ്ട് എന്നതനുസരിച്ചു വേണം തോതുകൾ സ്വീകരിയ്ക്കുക. ഏറ്റവും വലിയ തോതുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നതാണ് നല്ലത് എന്നപൊതുവെ പറയാം. ഒരു വരപ്പിൽ, അളവു തോത് എന്തായാലും, 0.5 mm ൽ കൂടുതൽ സൂക്ഷ്മതയോടെ ഒന്നും വായിച്ചു മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കുകയില്ല. അപ്പോൾ തോത് 1 : 100 ആണെങ്കിൽ 50 മി. മീ. വരെ കൃത്യമായി കണക്കുക്കാം. വരയ്ക്കാനുള്ള കടലാസിന്റെ വലുപ്പം നിശ്ചയിക്കേണ്ടത് വരപ്പിനു തിരഞ്ഞെടുത്ത തോതായിരിയ്ക്കും എല്ലാ അളവുകളും വരപ്പിൽ വ്യക്തമായി കാണിച്ചിരിയ്ക്കണം. ചിത്രത്തിലൂടെ സ്കെയ്ൽ ഉപയോഗിച്ച് ദൂരങ്ങൾ അളക്കേണ്ടി വരുമാനിടയാക്കരുതെന്നർഥം.

തലക്കെട്ടു കൊടുത്തതിനു താഴെയായി ഉപയോഗിച്ച തോത് കാണിക്കേണ്ടതാകുന്നു. പ്രത്യേക ഭാഗങ്ങൾ വിവിധ തോതുകളിലാണ് വരച്ചിട്ടുള്ളതെങ്കിൽ അവ താഴെക്കാണുംവിധം ആ ഭാഗങ്ങൾക്കിടയിൽ കാണിയ്ക്കേണ്ടതാണ് :—

അളവു തോതു് 1 : 1 (മുഴവലുപ്പം)

,, 1 : 50 (ചുരുക്കൽത്തോതു്. അതായതു്, ചിത്രത്തിലെ ഒരു മാത്ര യഥാർഥ വസ്തുവിന്റെ 50 മാത്രകളെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു.

,, 10 : 1 (വലുതാക്കൽത്തോതു്. അതായതു്, ചിത്രത്തിലെ 10 മാത്രകൾ വസ്തുവിന്റെ ഒരു മാത്രയ്ക്കു സമമാണു്.)

ചിത്രീകരിയ്ക്കപ്പെട്ട വസ്തുവിലെ ഒരു നീളവും വരയ്ക്കപ്പെട്ട ചിത്രത്തിലെ ആ ഭാഗത്തിന്റെ നീളവും തമ്മിലുള്ള പ്രാതിനിധ്യാത്മകമായ അംശം ആണു് തോതു് അഥവാ അളവുതോതു് എന്നു പറയാം. സാധാരണ ഉപയോഗിക്കുന്ന സ്കെയിലുകൾ താഴെ കൊടുക്കുന്നു :—

(a) സാധാരണ എൻജിനീയറിങ്ങ് വരപ്പുകൾ :—

1 : 1, 1 : 2, 1 : 2.5, 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20, 1 : 50, 1 : 100, 1 : 200, 10 : 1, 5 : 1, 2 : 1

(b) സിവിൽ എൻജിനീയറിങ്ങ്, വാസ്തുശില്പകല :—

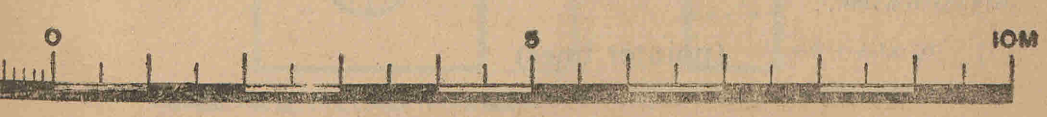
1 : 1, 1 : 2, 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20, 1 : 50, 1 : 100. 1 : 200, 1 : 1000, 1 : 2000

(c) ഭൂമിശാസ്ത്ര മാനചിത്രങ്ങൾ :—

1 : 500 000 മുതൽ 1 : 16 000 000 വരെ വിവിധ തോതുകളാവാം

ചിത്രസ്കെയിലുകൾ

അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ചൂടു്, ഇർപ്പം മുതലായവയ്ക്കനുസരിച്ചു് ചിത്രവും പ്രിന്റുകളും സങ്കോചിയ്ക്കുകയും വികസിയ്ക്കുകയും ചെയ്യും. അതു കൊണ്ടു് ഇതു കാരണമുള്ള വ്യതിയാനത്തിനനുസരിച്ചു് വരപ്പിൽ മാറ്റങ്ങൾ വരുത്താൻ ചിത്രം 3. 13 ൽ കാണിച്ച വിധം ഒരു ചിത്രസ്കെയിൽ കൂടി വരച്ചു് അളവുതോതു കാണിയ്ക്കുന്നതു് നന്നു്.




ചിത്രം 3.13 ഗ്രാഫിക സ്കെയിൽ 1 : 100
(I S : 696—1960)

ചിലപ്പോള്‍ കുത്തനെയും വിലങ്ങനെയും ദിശകളില്‍ ഇത്തരം സ്കെയിലുകള്‍ വരയ്ക്കാറുണ്ട്. ഇതു് ഈ രണ്ടു ദിശകളിലുമുള്ള മാറ്റങ്ങള്‍ ശരിയാക്കാന്‍ സഹകരിയ്ക്കും.

അളവെഴുത്തു്

മുഴുവനാക്കിയ രൂപത്തില്‍ വരയ്ക്കപ്പെട്ട വസ്തുവിന്റെ എല്ലാ അളവുകളും മറ്റു വിവരങ്ങളും വസ്തുവിനെ മുഴുവനായും മനസ്സിലാക്കാന്‍തക്കവണ്ണം വിധത്തില്‍ വരപ്പില്‍ത്തന്നെ കാണിയ്ക്കുന്നതിനാണു് അളവെഴുത്തു് എന്നു പറയുന്നതു്. നിര്‍മാണം, ഉണ്ടാക്കുന്ന വിധം, പരിശോധിയ്ക്കേണ്ട പ്രത്യേക കാര്യങ്ങള്‍ മുതലായവ പരിഗണിച്ചാവണം അളവെഴുത്തു നടത്തുന്നതു്. അതതു ഭാഗങ്ങള്‍ ശരിയായി പ്രവര്‍ത്തിയ്ക്കാനാവശ്യമായ ഗുണങ്ങള്‍, സഹിഷ്ണത മുതലായവയും, കാണിച്ചിരിയ്ക്കണം.

വരകള്‍, ചിഹ്നങ്ങള്‍, ആകൃതിചിത്രങ്ങള്‍ വിവരണങ്ങള്‍ തുടങ്ങിയവ അക്ഷരമെഴുത്തില്‍പ്പെടുന്നു. ഇതില്‍ അറിഞ്ഞിരിയ്ക്കേണ്ട ചില പ്രത്യേക വാക്കുകള്‍ താഴെ കൊടുക്കുന്നു :—

## (1) അളവെഴുത്തു് വര (dimension line)

ഒരു നേരിയ മുഴുവരയാണിതു്. ഇതിന്റെ നടുവില്‍ വിട്ടിരിയ്ക്കുന്ന സ്ഥലത്തോ ഇതിനു മുകളിലോ ആണു് അളവു് കാണിയ്ക്കുന്നതു്.

## (2) നീട്ടുവരകള്‍ (extension lines)

വസ്തുവിന്റെ പുറവരയ്ക്കുമപ്പുറം തള്ളി വരച്ചിരിയ്ക്കുന്ന നേരിയ മുഴുവരകളാണു് ഇവ. പുറവരയ്ക്കുമപ്പുറം ഏകദേശം 2 മി. മീ. വിടവു് വിട്ടിട്ടു്, ഉദ്ദേശം 3 മി. മീ. നീളത്തിലായിരിയ്ക്കണം ഇവ വരയ്ക്കുന്നതു്. (ചിത്രം 3.14)

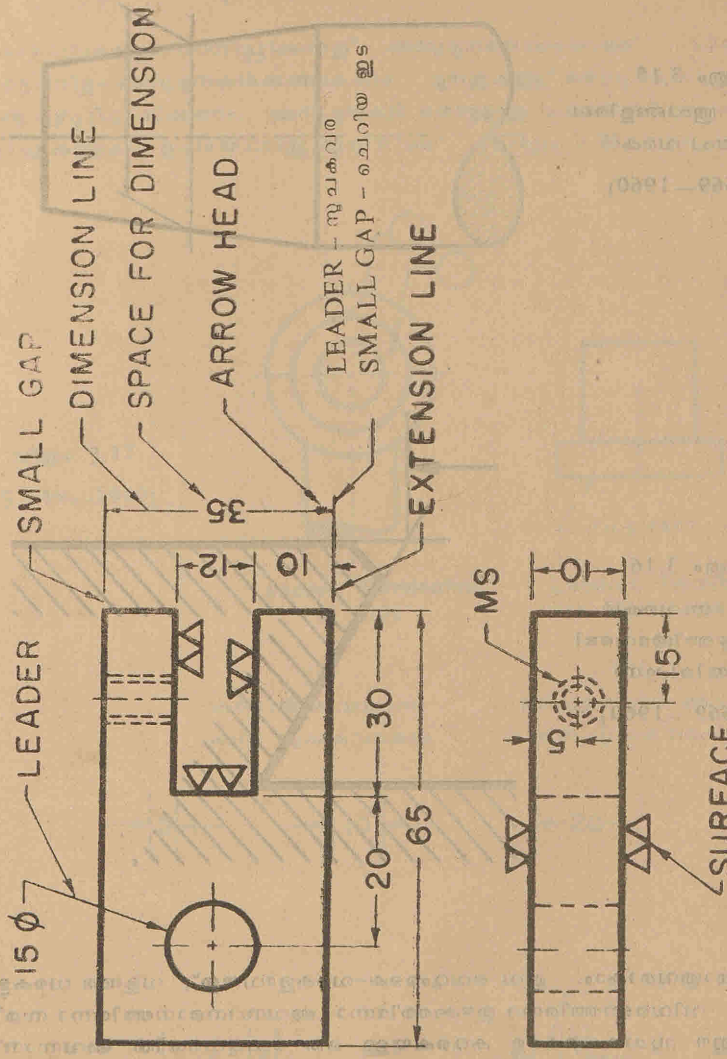
## പ്രക്ഷേപ വരകള്‍ (projection lines)

വരയ്ക്കുന്നതു് അളക്കേണ്ട ഭാഗത്തിനു ലംബമായ ദിശയിലോ, വേണ്ടി വന്നാല്‍, (ചിത്രം 3.15) കുറച്ചു ചരിച്ചു് സമാന്തരമായോ വരയ്ക്കുന്നതാണു്.

നിര്‍മാണവരകളും, തമ്മില്‍ മുറിയ്ക്കുന്ന പ്രക്ഷേപവരകളും വെട്ടുബിന്ദുവില്‍ നിന്നും, ചിത്രം 3.16-ല്‍ കാണിച്ച പോലെ, കുറച്ചു കൂടി പുറത്തേയ്ക്കു നീട്ടാവുന്നതാണു്.

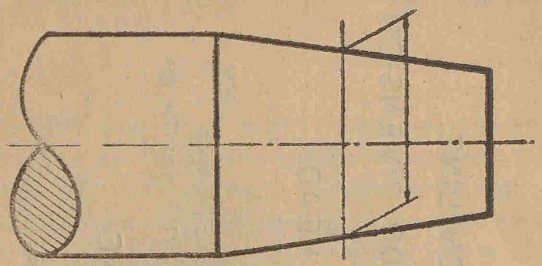
## (3) സൂചകവരകള്‍ (pointer lines)

വിവരണങ്ങള്‍, അക്കങ്ങള്‍ മുതലായവ ഏതു ഭാഗത്തെ കുറിയ്ക്കുന്നു എന്നു സൂചിപ്പിയ്ക്കാനാണു് ഇവ. ചിത്രം 3.17 ലും 3.14 ലും കാണിച്ച പോലെ ഇവ ഒരു അമ്പിന്റെ ആകൃതിയിലാണു് വരയ്ക്കാറു്. ചിലപ്പോള്‍ അറ്റത്തു്

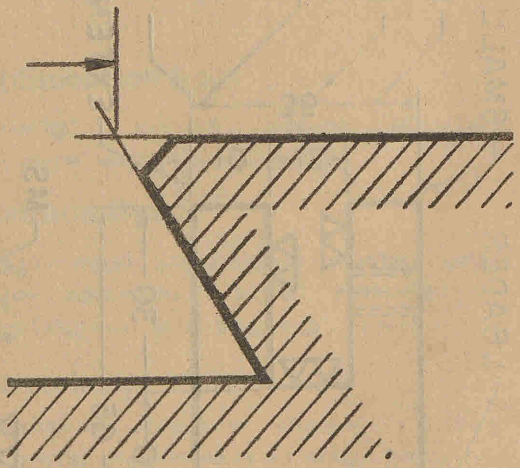



ചി. 3 1 4 അളവെഴുത്തുരീതി

DIMENSION LINE – അളവുവര
SPACE FOR DIMENSION – അളവ് എഴുത്ത് ഇടം
ARROW HEAD – അമ്പുമുന EXTENSION LINE – നീട്ടുവര
SURFACE FINISH MARK – പ്രതല മിനുക്ക അടയാളം



ചിത്രം 3.15
ടേപ്പറിയ രൂപങ്ങളിലെ
പ്രക്ഷേപ വരകൾ
(IS : 669—1960)



ചിത്രം 3.16
നിർമാണവരകൾ
അളവെഴുത്തിനുവേണ്ടി
നീട്ടിയിരിക്കുന്നു
(IS : 669—1960)

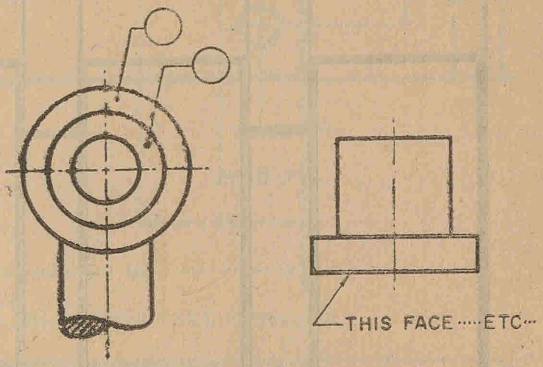
ഒരു കണ്ണു മാത്രമുമാകാം. ഇവ വെറും കൈ—വരകളാവരുത്, വളഞ്ഞ വരകളുമാവരുത്. വിവരണത്തിന്റെ തുടക്കത്തിന്നോ അവസാനഭാഗത്തിന്നോ സമീപമായി ഈ സൂചകവരകളെ കുറുകെയുള്ള ഒരു ചെറുവരയിൽ അവസാനിപ്പിക്കാം. (ചിത്രം 3.14)

അളവുകളും വിവരണങ്ങളും ആവത്തിച്ചു കാട്ടേണ്ടി വന്നാലും ശരി, വളരെ നീണ്ട സൂചകവരകൾ ഉപയോഗിക്കരുത്.

## (4) അമ്പുമുനകൾ (Arrow heads)

അളവുവരകളവസാനിപ്പിക്കുന്നത് അമ്പുമുനയോടെയാണ്. വീതിയുടെ മൂന്നിരട്ടി നീളം അമ്പുമുനകൾക്കുണ്ടാകണം. മുനയ്ക്കുള്ളിൽ ഒഴിവു പാടില്ല; മഷികൊണ്ടു മുഴപ്പിച്ചിരിക്കണം. അമ്പുമുനകൾ തൊട്ടടുത്തു വരുമ്പോൾ വ്യക്തമായി മുഴപ്പിച്ച കുത്തുകൾ ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്. (ചിത്രം 3.17, 3.18, 3.19)

ചിത്രം 3.17
(IS : 69—1960)




Leaders Terminating in Dots

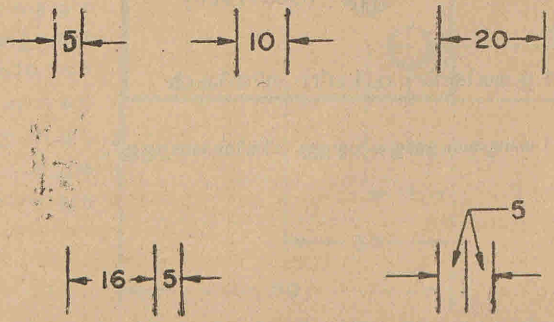
(a)

കുത്തിൽ അവസാനിക്കുന്ന സൂചകവരകൾ

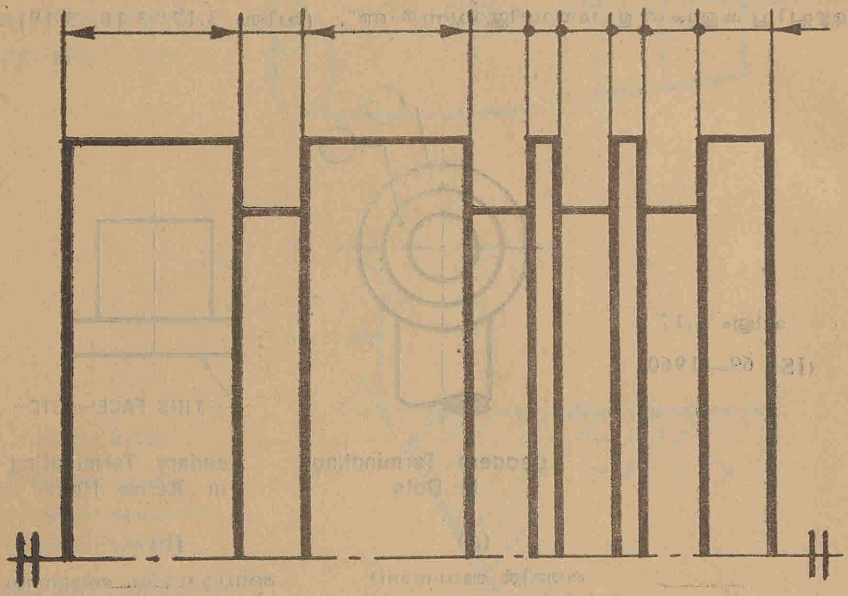
Leaders Terminating in Arrow Head

(b)

അമ്പുമുനയിൽ അവസാനിക്കുന്ന സൂചകവരകൾ




ചിത്രം 3.18 ഇടുങ്ങിയ സ്ഥലത്തു അളവെഴുത്ത്
(IS : 896—1960)



ചിത്രം 3.19 അസ്സുമനകളും കുത്തുകളും

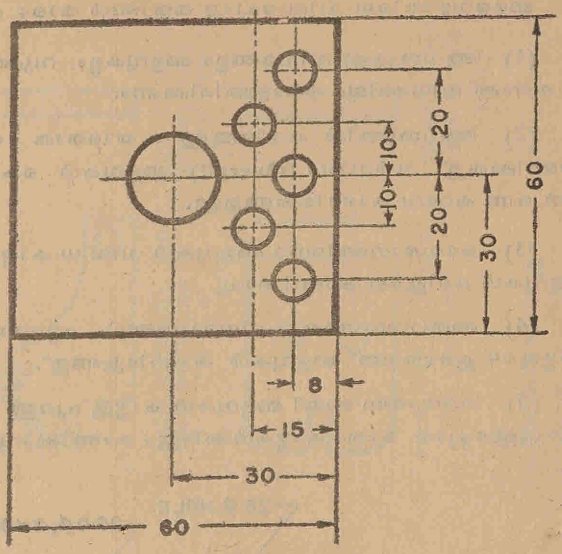
(IS : 696—1960)

## (5) അളവെഴുത്തിന്റെ വിവിധ രീതികൾ

മുഖ്യമായി രണ്ടുതരം അളവെഴുത്തു രീതിയാണുള്ളത്.

(a) ചൊവ്വാക്കിയ രീതി

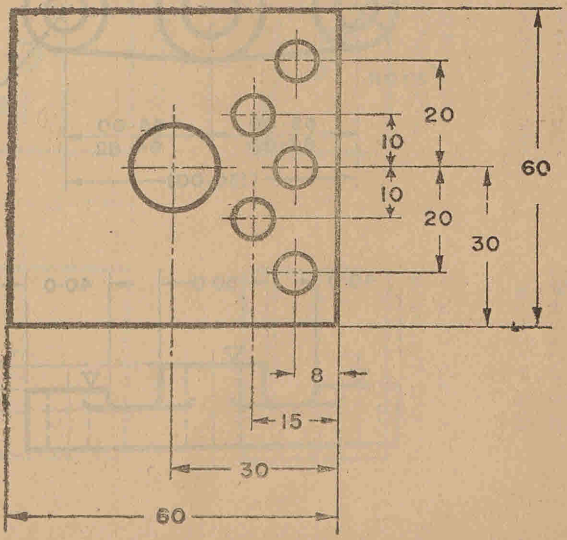
അതതു ഭാഗത്തിന്റെ കിടപ്പനുസരിച്ച് താഴെനിന്നോ ഒരു വശത്തുനിന്നോ (വലതുവശം) വായിക്കാവുന്ന വിധത്തിൽ എഴുതിയതാണീ രീതി. (ചി. 3.20) അളവുവരുടെ ലംബമായിനില്ക്കുന്ന വിധത്തിലാണ് അളവ് കാണിക്കേണ്ടത്.




ചിത്രം 3 20 മിനുക്കിയ പ്രതലത്തിൽ നിന്നും നട്ട വരവളിൽനിന്നും അളവെടുക്കൽ—ചൊവ്വാക്കിയ രീതി.
(IS : 696—1960)

(b) ഒരേദിശാരീതി (Unidirectional system)

കടലാസിന്റെ വിലങ്ങനെയുള്ള വക്കിനു സമാന്തരമായി അളവെഴുതുന്ന രീതിയാണിത്. ഇത് കടലാസിന്റെ കീഴ്ദിശയിൽനിന്ന് വായിക്കാവുന്ന മട്ടിലാണെഴുതുക (ചിത്രം 3.21). അളവുവരകൾ ഏതു ദിശയിലായാലും, അളവുകൾ കുത്തനെതന്നെയാണെഴുതുന്നത്. ഇത് വലിയ വരപ്പുകളിൽ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.




ചിത്രം 3.21 മിനുക്കിയ പ്രതലത്തിൽനിന്നും നട്ടവരകളിൽനിന്നും അളവെഴുതൽ—ഏകദിശാരീതി (IS : 696—1960

അളവെഴുത്തിലെ ചില പൊതു തത്വങ്ങൾ താഴെ കൊടുക്കുന്നു:—

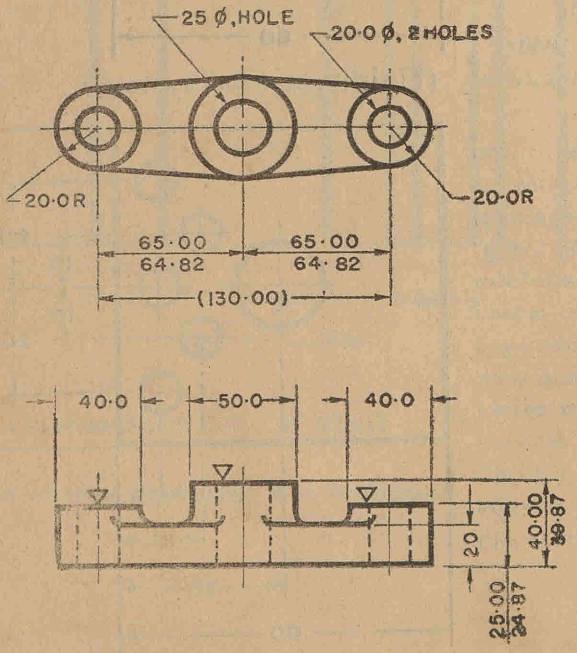
(1) ആവശ്യമുള്ള വിവരങ്ങളും അളവുകളും വ്യക്തമായും നേരിട്ടു മനസ്സിലാകത്തക്ക വിധത്തിലും കൊടുത്തിരിക്കണം.

(2) ആവശ്യത്തിൽ കവിഞ്ഞുള്ള യാതൊരു വിവരങ്ങളും അളവുകളും കാണിക്കരുതു്. സർവാംഗ (Overall) അളവുകൾ കൊടുക്കുമ്പോൾ കീഴളവുകളിൽ ഒന്നു കൂടെ കാണിക്കേണ്ടതുള്ളു.

(3) ഒരേ ഭാഗത്തിന്റെ അളവുകൾ വിവിധ കാഴ്ചകളിൽ ആവർത്തിക്കരുതു് അളവുകൾ ഒരിടത്തുമാത്രമേ കാണിക്കാവൂ.

(4) അത്യാവശ്യമായ വിശദാംശങ്ങൾ ഏറ്റവും വ്യക്തമായിക്കാണുന്ന കാഴ്ചയുടെ കൂടെയാണു് അളവുകൾ കാണിക്കേണ്ടതു്.

(5) സാധാരണയായി അളവുകൾ കാഴ്ചയ്ക്കു പുറത്തു കാണിക്കണം. അത്യാവശ്യമുള്ളപ്പോൾ മാത്രം കാഴ്ചകൾക്കിടയ്ക്കും കാണിക്കാവുന്നതാണു്.



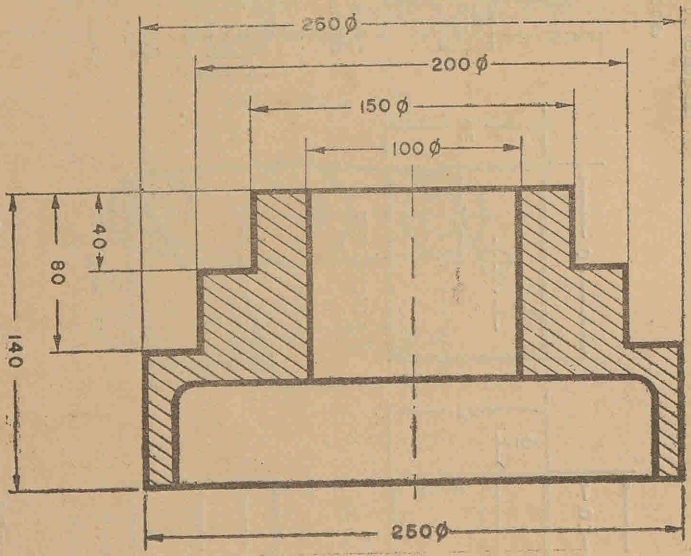

ചിത്രം 3.22 ഉരുണ്ട ഭാഗങ്ങളുടെ അളവെഴുത്തു്

ചിത്രം 3.23 അളവെഴുതുവാൻ ഉചിതമായ കാഴ്ചകൾ

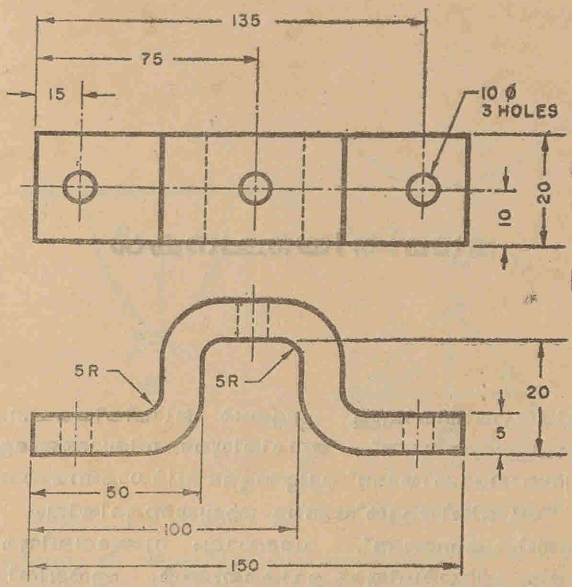
IS : 696—1960

(6) അളവുകൾ തമ്മിൽത്തമ്മിൽ വളരെ അടുത്തായിരിയ്ക്കരുതു്. അതതു ഭാഗത്തിന്റെ വളരെ അടുത്താകരുതു് ഇവ കാണിയ്ക്കുന്നതു്.

(7) കാണാവുന്ന പുറവരകൾക്കെതിരെയാണു്, മറഞ്ഞിരിയ്ക്കുന്നവയ്ക്കെതിരെയല്ല അളവുകൾ കാണിയ്ക്കേണ്ടതു്. (ചിത്രം 3.23) ഡിസൈനിന്നും ഭാഗങ്ങളുടെ പരസ്പരബന്ധത്തിനനുസരിച്ചു് അടിസ്ഥാനവര, നട്ടവര, ഒരു പ്രധാന ദ്വാരം, മുഴമിച്ച ഉപരിതലം മുതലായി എളുപ്പം കണ്ടുപിടിയ്ക്കാവുന്ന ഭാഗങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള അളവുകളാണു് കൊടുക്കേണ്ടതു്. (3.20, 3.21)




ചിത്രം 3.24 സിലണ്ഡറിക ഭാഗങ്ങളുടെ അളവെഴുത്തു്




ചിത്രം 3.25 അളവെഴുത്ത് — കൂടുതൽ ഉദാഹരണങ്ങൾ

(8) അളവുവരകൾ തമ്മിൽ മുറിഞ്ഞുന്നത് കഴിയുന്നത്ര കുടാതെ കഴിഞ്ഞണം. അളവക്കങ്ങൾ കൊടുക്കാൻ മാത്രമേ അളവുവരകൾ മുറിഞ്ഞാവൂ.

(9) അളവക്കത്തിനു മുകളിലൂടെ മറെറാരു അളവുവര കടന്നു പോകരുത്; വസ്തുവിൻെറ പുറവരയിൽ അളവക്കം ചെലുത്തുകയുമരുത്.

(10) നടുവരകൾ, അളവുവരകളായി ഉപയോഗിക്കരുത്. അതുപോലെ കാണിക്കപ്പെട്ട ഭാഗത്തിൻെറ തന്നെ വരയോ അതു നീട്ടിയതോ അളവുവരയായുപയോഗിക്കരുത്.

(11) വളരെയേറെ, സമാന്തരമായി അളവുവരകൾ ഉണ്ടാകുമ്പോൾ അളവക്കങ്ങൾ നേക്കുനേർ വരാത്ത വിധത്തിൽ ചിത്രം 3.26-ൽ പോലെ എഴുതേണ്ടതാണ്.

(12) ഇട്ടങ്ങിയ സ്ഥലങ്ങളിൽ അളവു് കാണിക്കാൻ അനുവരകൾ തിരിച്ചിടാവുന്നതാണ്. (ചിത്രം 3.18, 3.25)

(13) ഒരേ മാത്രാവ്യവസ്ഥയിൽ, കഴിയുന്നത്ര മില്ലിമീറ്ററുകളിൽ ആവണം അളവെഴുത്ത്. അങ്ങിനെയായാൽ മി. മീ. എന്ന അടയാളാക്ഷരം എല്ലായിടത്തും ആവർത്തിക്കേണ്ടി വരില്ല. അളവുകൾ ഇന്ന മാത്രയിലാണെന്ന് ഒരിടത്തു മാത്രം വ്യക്തമായി കാണിച്ചാൽ മതിയാകും.

# 4

# ജ്യാമിതീയരചനകൾ

## ആമുഖം

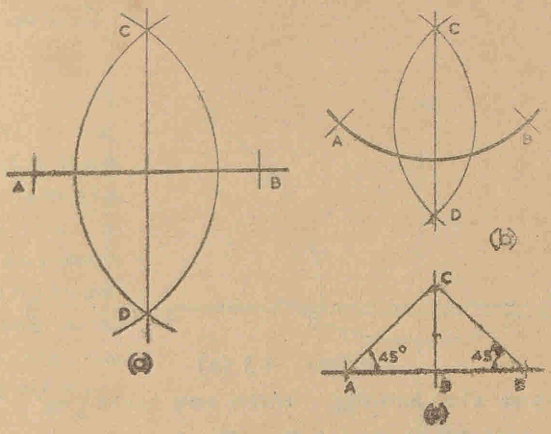
പ്രായോഗികജ്യാമിതിയിലുള്ള പ്രശ്നങ്ങൾ ജ്യാമിതീയരചനകൾ വഴി നിർധാരണം ചെയ്യാവുന്നതാണ്. ജ്യാമിതിയുടെ സിദ്ധാന്തങ്ങളെയും നിയമങ്ങളെയും അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് പ്രശ്നങ്ങളുടെ നിർധാരണമാർഗങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുന്നത്. ജ്യാമിതീയപ്രശ്നങ്ങളെ ആസൂത്രണമുറിയിലും പണിശാലയിലും നേരിടേണ്ടി വരുന്നതാണ്. വരക്കോലും വൃത്തലേഖിയുമാണ് ശുദ്ധ ജ്യാമിതി പഠിക്കുന്ന വിദ്യാർഥിയുടെ ഉപകരണങ്ങൾ. എൻജിനീയർ ആകട്ടെ ആവശ്യമായ കൃത്യത ലഭിക്കുമെങ്കിൽ കിട്ടാവുന്ന എല്ലാ ഉപകരണങ്ങളും ഉപയോഗിക്കുന്നു. കൃത്യത വർധിപ്പിക്കുവാനുള്ള വഴി, നന്നായി കൂർപ്പിച്ച മുനയുള്ള പെൻസിലും മേത്തരം ഉപകരണങ്ങളും സൂക്ഷിച്ചു ഉപയോഗിയ്ക്കൽ മാത്രമാണ്. സാധാരണയായി കണ്ടുവരുന്ന ജ്യാമിതീയപ്രശ്നങ്ങളും അവയുടെ നിർധാരണമാർഗങ്ങളും ഈ അധ്യായത്തിൽ വിവരിക്കുന്നു.

### (1) A B എന്ന വരയെ രണ്ടായി സമഭാഗിക്കൽ :

വഴി (i) : A B യുടെ പകുതിയേക്കാൾ വലിയ ത്രിജ്യ (വ്യാസാർധം) യെടുത്ത് A, B കേന്ദ്രങ്ങളാക്കി രണ്ടു ചാപങ്ങൾ വരക്കുക. ഇവ തമ്മിൽ മുറിക്കുന്ന C, D എന്നിവ കൂട്ടിയോജിപ്പിച്ചാൽ കിട്ടുന്ന C D, A B യെ രണ്ടായി സമഭാഗിക്കുന്നു.

A B എന്ന വൃത്തചാപത്തേയും ഇതേ വിധം രണ്ടായി സമഭാഗിക്കാം. (ചിത്രം 4.1.b)

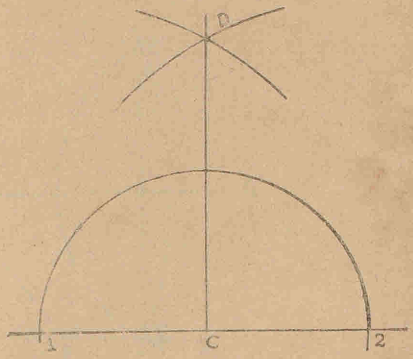
വഴി (ii) : T ചട്ടവും 45° മട്ടവും ഉപയോഗിച്ച്: ചിത്രം 4.1 c യിൽ കാണിച്ച മാതിരി A യിൽ നിന്നും B യിൽ നിന്നും 45° യിൽ രണ്ടു വരകൾ വരയ്ക്കുക. അവ മുറിക്കുന്ന ബിന്ദുവിൽ നിന്നും C D ലംബമായി വരക്കാം.




ചിത്രം 4.1 a, b, c ഒരു വരയെ സമഭാഗിക്കൽ

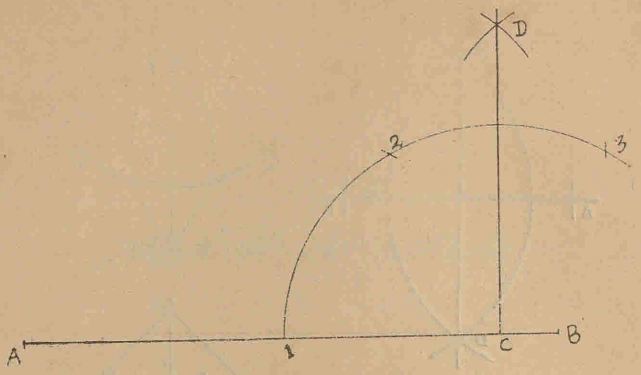
(2) ഒരു രേഖയിൽ തന്നിരിക്കുന്ന ബിന്ദുവിൽ അതിനൊരു ലംബം വരക്കുക :

തന്നിരിക്കുന്ന ബിന്ദു C ആണ്. C കേന്ദ്രമാക്കി, സൗകര്യമുള്ള വ്യാസാർധത്തിൽ C 1, C 2 അടയാളപ്പെടുത്തുക. 1 ഉം 2 ഉം കേന്ദ്രങ്ങളാക്കി, 1–2 ന്റെ പകുതിയേക്കാൾ കൂടുതൽ ത്രിജ്യയിൽ (വ്യാസാർധത്തിൽ) ചാപങ്ങൾ വരച്ച് D യിൽ മുറിക്കുക. D C യോജിപ്പിച്ചാൽ ആവശ്യമായ ലംബം ലഭിക്കുന്നു.




ചിത്രം 4.2

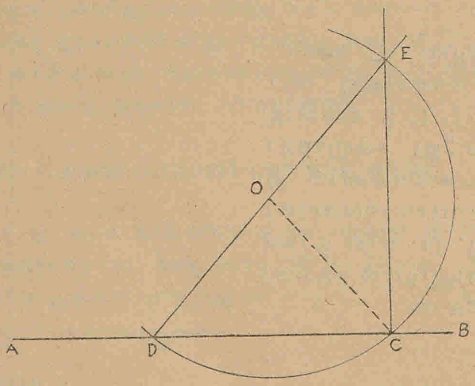
(3) തന്നിരിക്കുന്ന വരയുടെ ഒരറ്റത്തു കിടക്കുന്ന ബിന്ദുവിൽ അതിന്ന് ലംബം വരക്കുവാൻ :




ചിത്രം 4.3 (a)

മേൽ കൊടുത്ത രീതി പറ്റില്ല. വേറെ രണ്ടു വഴികളുണ്ട്.

വഴി 1 : തന്നിരിക്കുന്ന വര AB. B ക്ക് സമീപമുള്ള ബിന്ദുവാധ് C. C കേന്ദ്രമാക്കി AB യെ 1-ൽ മുറിക്കുന്ന ഒരു ചാപം വരക്കുക. (ചിത്രം 4.3 a) ഈ ചാപത്തിൽ, ത്രിജ്യ മാറാതെ 1-2 2-3 എന്നീ ഖണ്ഡങ്ങൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക. 2, 3 എന്നിവ കേന്ദ്രങ്ങളാക്കി D-യിൽ അന്യോന്യം മുറിക്കുന്ന രണ്ടു ചാപങ്ങൾ വരക്കുക. DC, AB ക്ക് ലംബമായിരിക്കും.

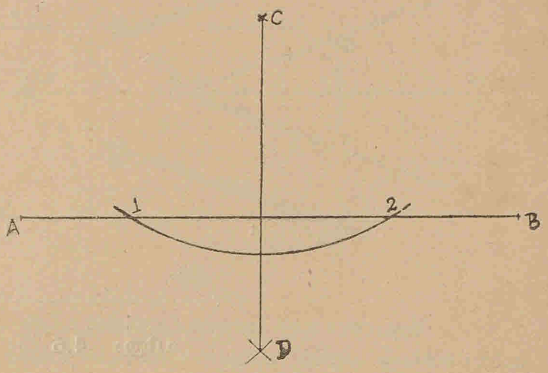



ചിത്രം 4.3 (b)

വഴി 2 : (ചിത്രം 4.3 b) വരയിൽ നിന്നു പുറത്തായി O എന്ന ഏതെങ്കിലും ഒരു ബിന്ദു എടുക്കുക. OC വ്യാസാർധമായി AB യെ D യിൽ മുറിക്കുന്ന ഒരു ചാപം വരക്കുക. DO എന്ന രേഖ നീട്ടി ഈ ചാപത്തെ E യിൽ മുറിക്കുക. EC യോജിപ്പിച്ചാൽ വേണ്ട ലംബം ലഭിക്കുന്നു.

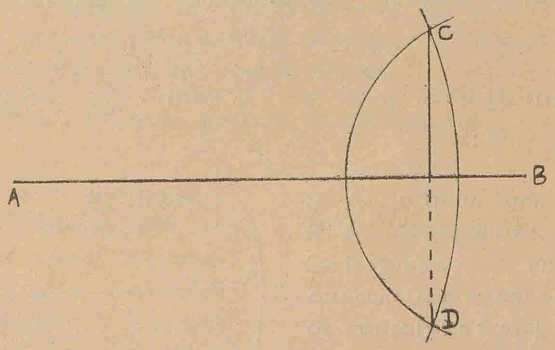
(4) ഒരു രേഖയിലേക്ക് പുറമെ കിടക്കുന്ന ഒരു ബിന്ദുവിൽ നിന്നും ലംബം വരക്കുവാൻ :

തന്നിരിക്കുന്ന ബിന്ദു C കേന്ദ്രമാക്കി AB യെ 1, 2 എന്നിവിടങ്ങളിൽ മുറിക്കുന്ന ഒരു ചാപം വരക്കുക. 1, 2 കേന്ദ്രങ്ങളാക്കി തുല്യവ്യാസാർധത്തിൽ വരയ്ക്കുന്ന രണ്ടു ചാപങ്ങൾ D യിൽ ഖണ്ഡിക്കുന്നു. DC, AB ക്ക് ലംബമായിരിക്കും.




ചിത്രം 4.4

(5) ഒരു വരക്കു പുറമെ, അതിന്റെ ഒരറ്റത്തായി കിടക്കുന്ന ഒരു ബിന്ദുവിൽ നിന്ന്, അതിലേയ്ക്ക് ലംബം വരയ്ക്കുവാൻ :

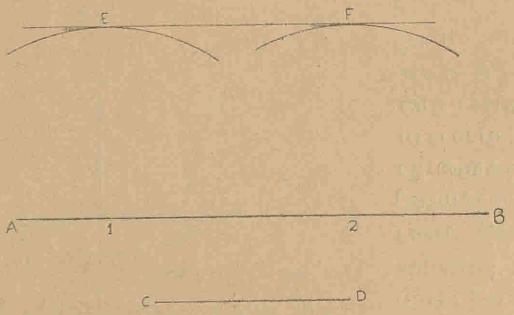



ചിത്രം 4.5

മുൻ കൊടുത്ത രീതി പറയില്ല :

A കേന്ദ്രവും AC വ്യാസാർധവുമായി ഒരു ചാപം വരക്കുക. B കേന്ദ്രവും BC വ്യാസാർധവുമായി വരയ്ക്കുന്ന ചാപം ഇതിനെ D യിൽ മുറിക്കുന്നു. CD യാണ് ആവശ്യമായ ലംബം.

(6) തന്നിരിക്കുന്ന ഒരു രേഖയിൽ നിന്ന് നിശ്ചിതദൂരത്തിൽ ഒരു സമാന്തരരേഖ വരയ്ക്കുവാൻ :

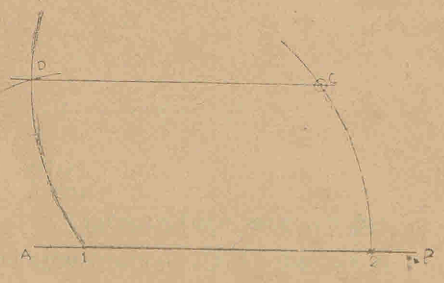



ചിത്രം 4.6

A B തന്നിരിക്കുന്ന രേഖയും C D തന്നിരിക്കുന്ന ദൂരവും ആകുന്നു. A B യിലെ ഏതെങ്കിലും രണ്ട് ബിന്ദുക്കളാണ് 1 ഉം 2 ഉം. C D വ്യാസാർധമാക്കി 1–ൽ നിന്നും 2–ൽ നിന്നും ഓരോ ചാപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. ഇവ രണ്ടിനെയും സ്പർശിച്ചു കൊണ്ട് E F വരയ്ക്കുക. ആവശ്യമായ സമാന്തരരേഖ ഇതാണ്.

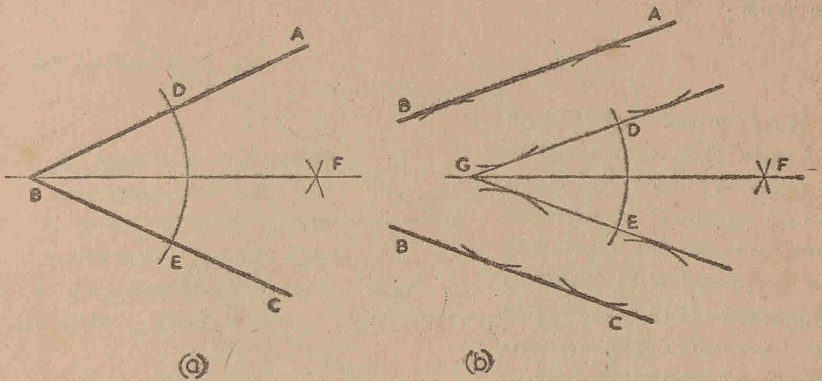
(7) ഒരു ബിന്ദുവിൽ കൂടെ പോകുന്ന ഒരു വരയ്ക്ക് സമാന്തര രേഖ വരയ്ക്കുവാൻ :

C തന്നിരിക്കുന്ന ബിന്ദുവും A B തന്നിരിക്കുന്ന രേഖയുമാണ്. A B യിൽ കിടക്കുന്ന 1 കേന്ദ്രവും 1–C വ്യാസാർധവുമാക്കി ഒരു ചാപം വരച്ച് A B യെ 2–ൽ ഛേദിക്കുന്നു. അതേ വ്യാസാർധത്തിൽ C കേന്ദ്രമാക്കി മറ്റൊരു ചാപം വരച്ച് അതിന്മേൽ 2–C ക്ക് സമമായി 1–D അടയാളപ്പെടുത്തുക. CD, ABക്ക് സമാന്തരമായിരിക്കും.




ചിത്രം 4.7

(8) A B C എന്ന കോണത്തെ സമഭാഗിക്കുവാൻ :




(a) (b)

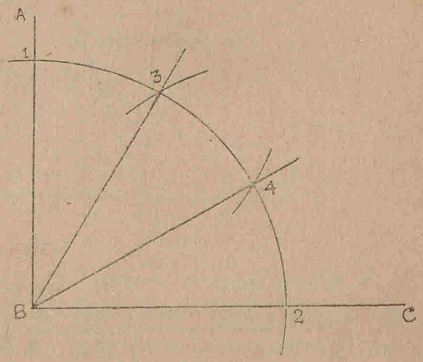
ചിത്രം 4.8 (a), (b) ഒരു കോണത്തെ സമഭാഗിക്കൽ

സന്ദർഭം -(i) B കേന്ദ്രമാക്കി സാമാന്യം വലിയ ത്രിജ്യ ഉപയോഗിച്ച് BA, BC ഇവയെ D, E മുറിച്ചു കൊണ്ട് ഒരു ചാപം വരക്കുക. D, E കേന്ദ്രങ്ങളാക്കി ഒരേ ത്രിജ്യത്തിൽ രണ്ടു ചാപങ്ങൾ F-ൽ ഛേദിക്കുന്നു. B F കോണം A B C യെ സമമായി ദ്വിഭാഗിക്കും.

സന്ദർഭം (ii) കോണത്തിന്റെ മൂല, B, അലഭ്യമെങ്കിൽ (ചിത്രം 4.8 b) DG, EG എന്നിവ AB, AC ക്ക് സമാന്തരമായും, സമദൂരത്തിലും വരയ്ക്കുക. കോണം DGE യെ മുൻപൊന്ന പോലെ ഭാഗിച്ചാൽ ലഭിക്കുന്ന GF ഒന്നാമത്തെ കോണത്തിനെയും സമഭാഗിക്കുന്നതായിരിക്കും.

(9) ഒരു ലംബകോണത്തെ മൂന്നായി സമഭാഗിക്കൽ

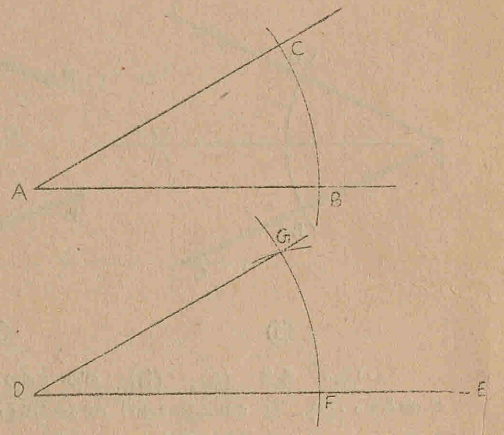
A B C യാണ് തന്നിരിക്കുന്ന ലംബകോണം. B കേന്ദ്രമാക്കി ചാപം 1-2 വരയ്ക്കുന്നു. അതേ വ്യാസാർധത്തിൽ 1-4, 2-3 എന്നീ ചാപങ്ങൾ നടേ വരച്ച ചാപത്തെ 4, 3 എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽ മുറിക്കുന്നു. B-3, B-4 എന്നിവ യോജിപ്പിക്കുക. ഇവ ∠ ABC യെ മൂന്നായി സമഭാഗിക്കുന്നു.




ചിത്രം 4.9

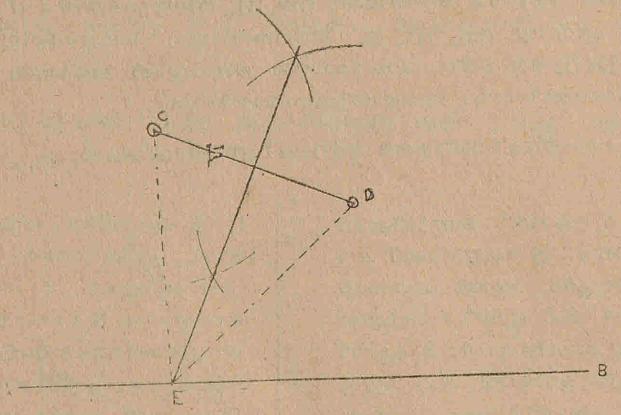
(10) തന്നിരിക്കുന്ന കോണത്തിനു തുല്യമായി മറ്റൊരു കോണം നിർമിക്കുവാൻ :

BAC യാണ് തന്നിരിക്കുന്ന കോണം. DE എന്ന ഒരു വര വരയ്ക്കുക. D യും A യും കേന്ദ്രമാക്കി തുല്യവ്യാസാർധത്തിൽ രണ്ടു ചാപങ്ങൾ വരക്കുക. BC ക്കു തുല്യമായി FG അടയാളപ്പെടുത്തുക. GD യോജിപ്പിക്കുക. കോണം GDE കോണം BAC യ്ക്ക് തുല്യമായിരിക്കും.




ചിത്രം 4.10

(11) തന്നിരിക്കുന്ന ഒരു വരയിൽ, പുറമെയുള്ള രണ്ടു ബിന്ദുക്കളിൽ നിന്ന് തുല്യദൂരത്തിൽ കിടക്കുന്ന ഒരു ബിന്ദു കണ്ടുപിടിക്കുവാൻ :



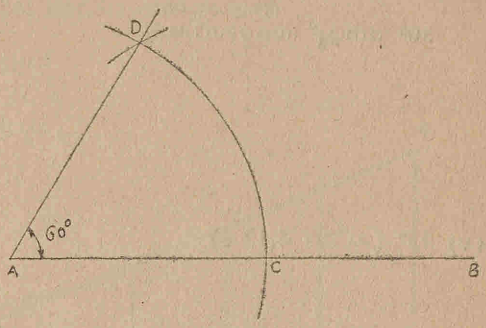

ചിത്രം 4.11

AB തന്നിരിക്കുന്ന വരയും C, D തന്നിരിക്കുന്ന ബിന്ദുക്കളും ആകുന്നു. CD യോജിപ്പിച്ച് അതിന്റെ ലംബദ്വിഭാജകം വരക്കുക. (ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന പോലെ) ഇത് AB യെ E യിൽ ഖണ്ഡിക്കുന്നു. E യാണ് ആവശ്യമായ ബിന്ദു.

(12) 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 120° എന്നീ കോണങ്ങൾ വരയ്ക്കുവാൻ :

(i) 60° (ചിത്രം 4.12 a)

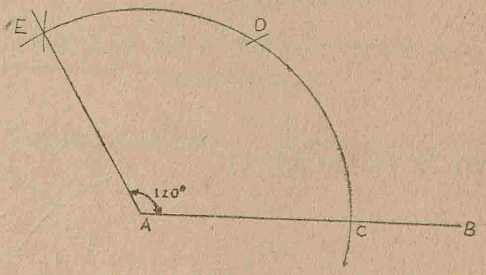
A B എന്ന ഒരു വര വരയ്ക്കുക. A കേന്ദ്രമാക്കിയ ഒരു ചാപം A B യെ C യിൽ മുറിക്കുന്നു. അതിന്മേൽ CD സമം CA അടയാളപ്പെടുത്തുക. D A യോജിപ്പിച്ചാൽ $\angle DAC = 60°$




ചിത്രം 4.12 (a)

(ii) 120° (ചിത്രം 4.12 b)

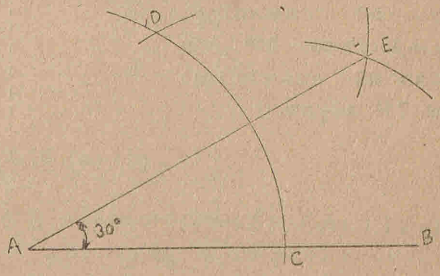
മുൻ പറഞ്ഞ രചനയിൽ CD ക്കു ശേഷം തുല്യമായ DE കൂടി അടയാളപ്പെടുത്തുക. EA യോജിപ്പിച്ചാൽ $\angle EAC = 120°$




ചിത്രം 4.12 (b)

(iii) 30° (ചിത്രം 4.12 c)

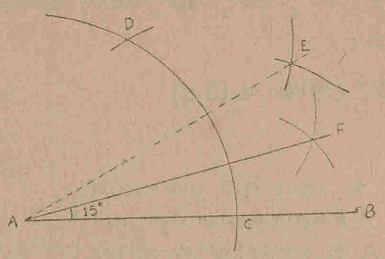
60° വരച്ച് അതിനെ സമഭാഗിക്കുക




ചിത്രം 4.12 (c)

(iv) 15° (ചിത്രം 4.12 d)

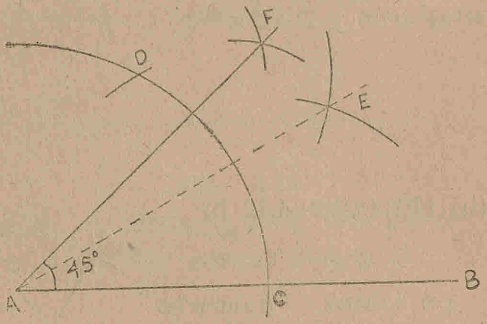
30° വരച്ച് സമഭാഗിക്കുക




ചിത്രം 4.12 (d)

(v) 45° (ചിത്രം 4.12 e)

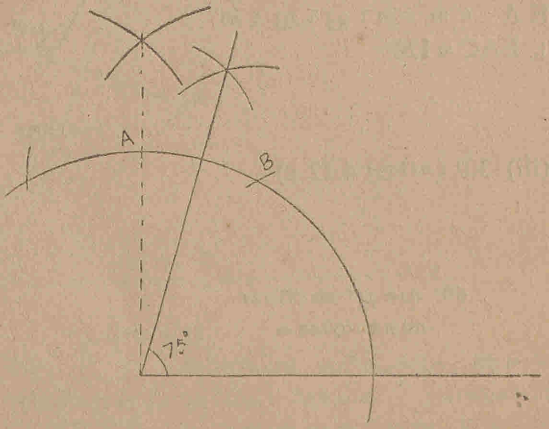
60° വരച്ച് സമഭാഗിച്ച് മുകളിലെ 30° യെ വീണ്ടും സമഭാഗിക്കുക




ചിത്രം 4.12 (e)

(vi) 75° (ചിത്രം 4.12 f)

ലംബകോണം വരച്ച് മൂന്നായി സമഭാഗിച്ച്, മുകളിലത്തെ 30° യെ രണ്ടായി സമഭാഗിച്ചാൽ 75° കിട്ടുന്നു.

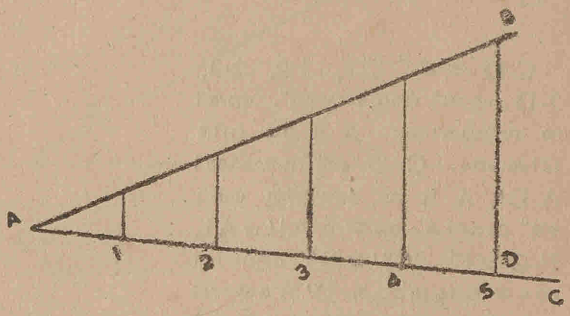



ചിത്രം 4.12 (f)

മട്ടങ്ങളും T ചട്ടവുമുപയോഗിച്ച് മേൽ പറഞ്ഞ കോണങ്ങൾ വരക്കേണ്ട തെങ്ങിനെയെന്ന് രണ്ടാം അധ്യായത്തിൽ തന്നെ കാണിച്ചിട്ടുണ്ട് (ചിത്രം 2.6)

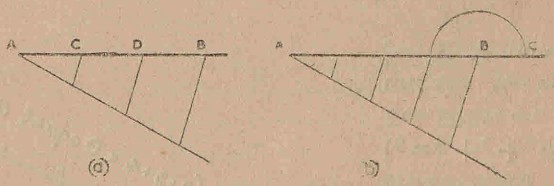
## (13) A B എന്ന വരയെ പല സമഭാഗങ്ങളാക്കൽ :

A B യെ 5 സമഭാഗങ്ങളാക്കണമെന്നിരിക്കട്ടെ. A C എന്ന രേഖ A B ക്ക് ചെരിഞ്ഞ് വരക്കുക. ഇതിന്മേൽ വിഭാജകമുപയോഗിച്ച് അഞ്ച് സമഭാഗങ്ങൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക– A മുതൽ D വരെ. D B കൂട്ടിച്ചേർക്കുക. മറ്റു ബിന്ദുക്കളിൽ നിന്നും D B യ്ക്ക് സമാന്തരമായി വരക്കുന്ന രേഖകൾ A B യെ അഞ്ച് സമഭാഗങ്ങളാക്കുന്നു.




ചിത്രം 4.13 ഒരു നേർവരയെ ആവശ്യമുള്ളത്ര സമഭാഗിക്കൽ

## (14) നീള-അളവുകളെ വലുതാക്കുകയോ ചെറുതാക്കുകയോ ചെയ്യാൻ :



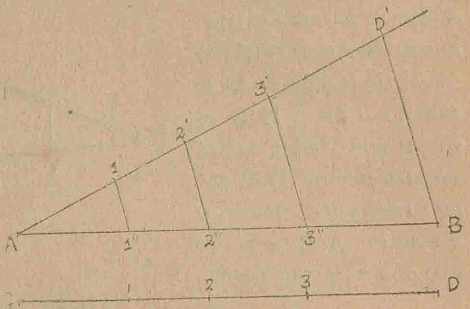

ചിത്രം 4.14 (a) (b)

സന്ദർഭം (a) തന്ന അളവുവര A B ആണെന്നിരിക്കട്ടെ (ചിത്രം 4.14 a). അതിനെ $\frac{2}{3}$ ആക്കി ചുരുക്കണം. A B മുൻകാണിച്ച വിധം 3 സമഭാഗങ്ങളാക്കുക. A D യും B C യും A B യുടെ $\frac{2}{3}$ ആയിരിക്കും.

സന്ദർഭം (b) AB യെ അതിന്റെ $\frac{5}{4}$ മടങ്ങാക്കി വലുതാക്കണം. AB യെ ആദ്യം 4 ആക്കി ഭാഗിക്കുക. AB നീട്ടി അതിന്മേൽ $BC = \frac{AB}{4}$ അടയാളപ്പെടുത്തുക. AC, AB യുടെ $\frac{5}{4}$ ആയിരിക്കും.

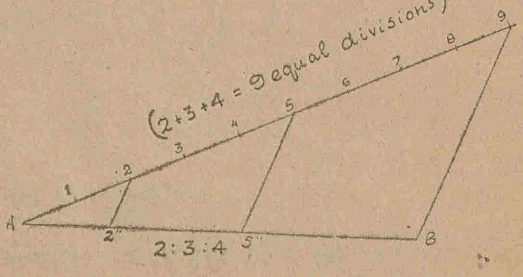
(15) ഒരു വരയെ അന്നിരിക്കുന്ന മറ്റൊരു വരയിലെ വിഭജനത്തിനു പ്പോലെ വിഭജിക്കുവാൻ :

CD യിൽ C-1, 1-2, 2-3, 3-D എന്നീ ഭാഗങ്ങളുണ്ട്. അതിനു സദൃശമായി AB യെ വിഭജിക്കണം. CD ക്ക് സമമായി AD', AB ക്ക് ചരിഞ്ഞു കൊണ്ട് വരക്കുക. അതിൽ A1' = A1, 1'-2' = 12, 2'-3' = 2-3 എന്നിവ അടയാളപ്പെടുത്തുക. D'B യോജിപ്പിച്ച് അതിനു സമാന്തരമായി 3'-3", 2'-2", 1'-1" എന്നിവ വരക്കുക. A1" : 1" 2" : 2" 3" : 3" B = C 1 : 1-2 : 2-3 : 3 D




(16) ഒരു വരയെ ഏതെങ്കിലും ഒരു സമാനുപാതത്തിൽ — ഉദാ: 2 : 3 : 4 — വിഭജിക്കുവാൻ :

തന്നിരിക്കുന്ന AB ക്ക് ചരിഞ്ഞു കൊണ്ട് ഒരു വര വരച്ച്, സൗകര്യമുള്ള അളവിൽ ഒമ്പതു (2+3+4 = 9) ഭാഗങ്ങൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക. 9-B യോജിപ്പിച്ച് 2-ൽ നിന്നും 5-ൽ നിന്നും അതിനു സമാന്തരങ്ങൾ വരക്കുക. A2" : 2"5" : 5"B = 2 : 3 : 4

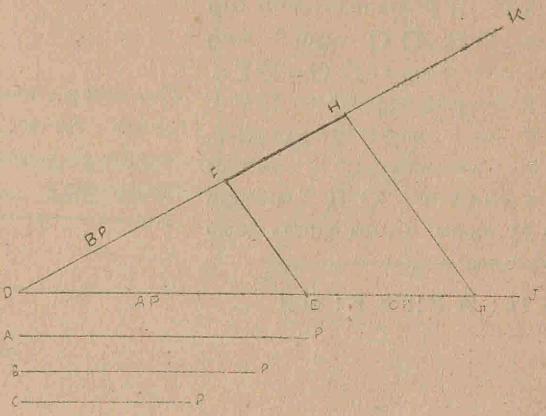



ചിത്രം 4.16

(17) തന്നിരിക്കുന്ന മൂന്നു രേഖകളുടെ നാലാം സമാനുപാതം കാണുവാൻ:

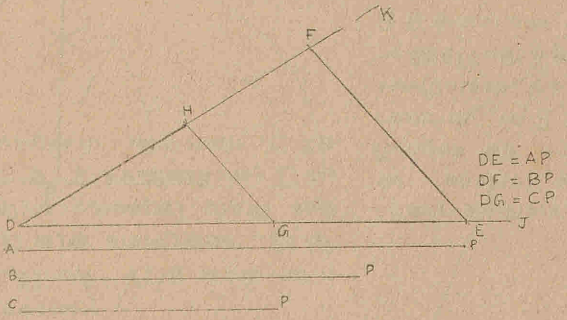
A P, B P, C P— തന്നിരിക്കുന്ന രേഖകൾ. D J, D K എന്നീ രണ്ടു രേഖകൾ വരക്കുക. DE = AP; DF = BP; EG = CP എന്നിവ അടയാളപ്പെടുത്തുക. FF നു് സമാന്തരമായി G H വരക്കുക. ആവശ്യമായ നാലാം സമാനുപാതമാണു് F H.

DE : DF :: EG : FH




ചിത്രം 4.17

(18) ക്രമാന്തരം നീണ്ട മൂന്നു രേഖകളുടെ നാലാം സമാനുപാതം കാണുവാൻ :



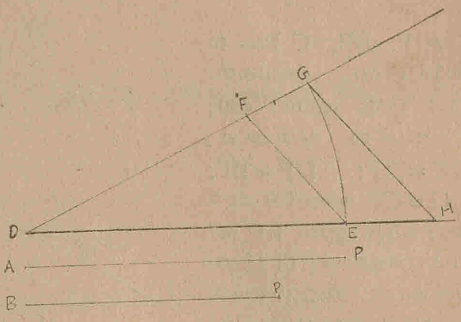

ചിത്രം 4.18

മുകളിലെ മാർഗം ഉപയോഗിച്ചാൽ ചിത്രം വളരെ അധികം വലുതാകും. അപ്പോൾ മറെറാരു രീതി ഉപയോഗിക്കാം. മുൻപോലെ D J, D K എന്നീ രണ്ടു രേഖകൾ വരക്കുക. D J യിൽ DE = A P അടയാളപ്പെടുത്തുക. D K-യിൽ D F = B P, D J യിൽ D G = C P എന്നിവയും അടയാളപ്പെടുത്തുക. E F യോജിപ്പിച്ചു്, G H സമാന്തരമായി വരക്കുക. D H ആണു് ആവശ്യമായ നാലാം സമാനുപാതം.

(19) തന്നിരിക്കുന്ന രണ്ടു വരകൾക്ക് ഒരു മൂന്നാം സമനുപാതം കാണുവാൻ :

AP, BP തന്നിരിക്കുന്ന വരകൾ. DH, DG എന്നീ രണ്ടു രേഖകൾ വരയ്ക്കുക. DG = DE = AP അടയാളപ്പെടുത്തുക. DF = BP യും അടയാളപ്പെടുത്തുക. EF യോജിപ്പിച്ചു് അതിനു സമാന്തരമായി GH വരയ്ക്കുക DH ആണു് വേണ്ട മൂന്നാം സമാനുപാതം.

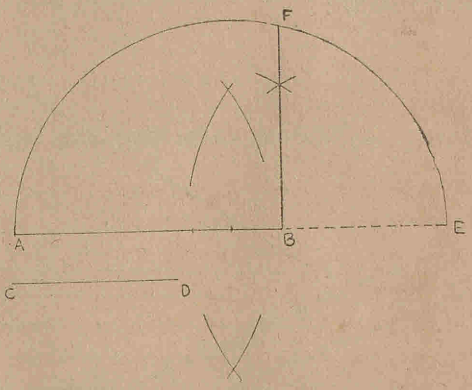
DH : AP :: AP : BP




ചിത്രം 4.19

(20) തന്നിരിക്കുന്ന രണ്ടു വരകൾക്ക് ഒരു മധ്യമാനുപാതം കാണുവാൻ :

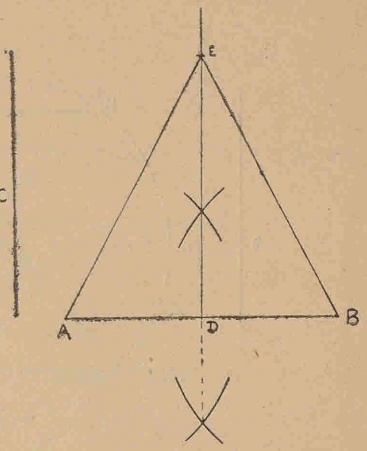
AB നീട്ടി അതിന്മേൽ BE = CD അടയാളപ്പെടുത്തുക. AE യിൽ ഒരു അർധവൃത്തം ചമയ്ക്കുക. AE ക്കു് ലംബമായി വരച്ച BF ഈ അർധവൃത്തത്തെ F-ൽ മുറിക്കുന്നു. ആവശ്യമായ മധ്യമാനുപാതമാണു് BF.




ചിത്രം 4.20

(21) ആധാരവും ഉയരവും തന്നാൽ ഒരു സമദ്വിബാഹുത്രികോണം വരയ്ക്കുവാൻ :

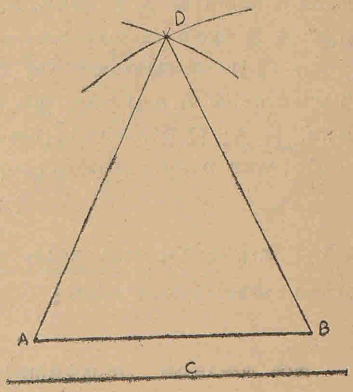
തന്ന ആധാരം A B, തന്ന ഉയരം = C. A B യുടെ ലംബസമദ്വിഭാജി വരച്ച് അതിന്മേൽ D E = C ആടയാളപ്പെടുത്തുക. A E, B E യോജിപ്പിക്കുക. ABE ആണ് നമുക്കു വേണ്ട ത്രികോണം.




ചിത്രം 4.21

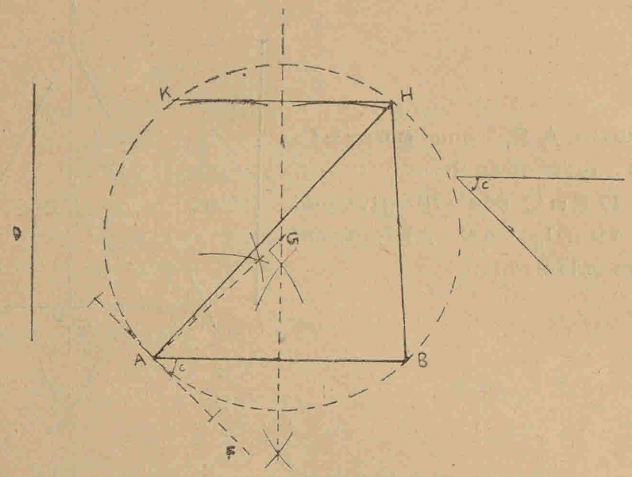
**(22) ആധാരവും ഒരു കോണും തന്നിരിക്കേ സമദ്വിബാഹുത്രികോണം വരയ്ക്കുവാൻ :**

A B തന്നിരിക്കുന്ന ആധാരവും C കോണും ആകുന്നു. A, B കേന്ദ്രങ്ങളാക്കി C ത്രിജ്യയിൽ (വ്യാസാർധത്തിൽ) വരച്ച രണ്ടു ചാപങ്ങൾ D യിൽ ഖണ്ഡിക്കുന്നു. D A, B D യോജിപ്പിക്കുക. ADB യത്രെ ആവശ്യമായ ത്രികോണം.




ചിത്രം 4.22

(23) ആധാരം, ഉയരം, ശീർഷകോണം എന്നിവ തന്നാൽ ത്രികോണം വരക്കുവാൻ :




ചിത്രം 4.23

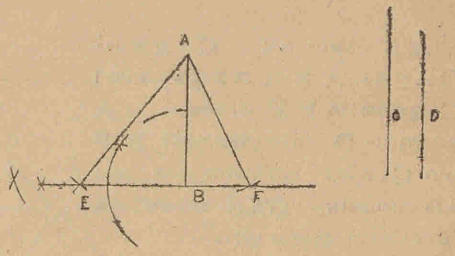
A B ആധാരം; C ശീർഷകോണം; D ഉയരം. C = ∠BAF ആകത്തക്ക വിധത്തിൽ A F വരക്കുക. A യിൽ A F നു് ഒരു ലംബം വരയ്ക്കുക. ഇതു് A B യുടെ ലംബസമദ്വിഭാജകത്തെ G യിൽ മുറിക്കുന്നു. G കേന്ദ്രമായി G A = G B ത്രിജ്യയായി ഒരു വൃത്തം വരക്കുക. A B ക്കു് സമാന്തരമായി D ഉയരത്തിൽ വരച്ച രേഖ ഈ വൃത്തത്തെ K, H എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽ മുറിക്കുന്നു. H A, H B യോജിപ്പിക്കുക. ആവശ്യമായ ത്രികോണം AHB ആകുന്നു. തന്നിരിക്കുന്ന നിബന്ധനകളെ തൃപ്തിപ്പെടുത്തുന്ന മറ്റൊരു ത്രികോണമാണു് KAB.

**(24) ആധാരം, ഒരു ഭുജം, ശീർഷകോണം എന്നിവ തന്നാൽ ഒരു ത്രികോണം വരക്കുവാൻ :**

മുൻ കൊടുത്ത സന്ദർഭത്തിലേപ്പോലെ G കണ്ടു പിടിച്ചു് വൃത്തം വരക്കുക. പിന്നീടു് സമാന്തരരേഖ വരക്കുന്നതിനു പകരം A കേന്ദ്രവും തന്നിരിക്കുന്ന ഭുജം ത്രിജ്യയുമാക്കി ഒരു ചാപം വൃത്തത്തെ K യിൽ മുറിക്കുന്നു. KAB യാണു് ആവശ്യപ്പെട്ട ത്രികോണം.

**(25) രണ്ടു വശങ്ങളും ഉയരവും തന്നാൽ ത്രികോണം വരക്കുവാൻ ;**

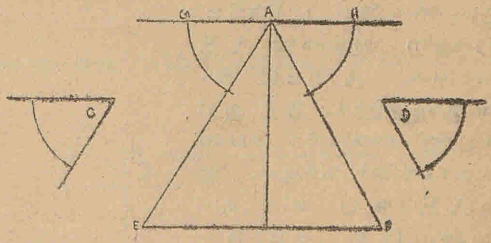
A B = ഉയരം. C, D എന്നിവ വശങ്ങൾ. B യിൽ A B ക്ക് ലംബമായി ഇരുവശത്തേക്കും നീണ്ടു കിടക്കുന്ന ഒരു രേഖ വരക്കുക. A കേന്ദ്രമാക്കി യഥാക്രമം C, D എന്നീ ത്രിജ്യകളിൽ രണ്ടു ചാപങ്ങൾ വരക്കുക. ഇവ A B യ്ക്കു ലംബമായ വരയെ E, F എന്നീ വിടങ്ങളിൽ മുറിക്കുന്നു. ആവശ്യപ്പെട്ട ത്രികോണം AEF ആണ്. ഇവിടെ E, F എന്നീ ബിന്ദുക്കൾ B യുടെ ഇരുപുറത്തും കിടക്കുന്നു. രണ്ടും ഒരു വശത്തായാൽ, തന്നിരിക്കുന്ന നിബന്ധനകളെ തൃപ്തിപ്പെടുത്തുന്ന മറെറാരു ത്രികോണം ലഭിക്കുന്നു.




ചിത്രം 4.24

(26) ആധാരകോണങ്ങളും ഉയരവും തന്നാൽ ത്രികോണം വരക്കുവാൻ :

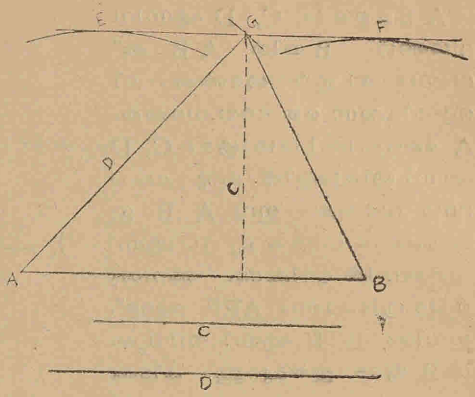
A B = ഉയരം; C, D ആധാരകോണങ്ങൾ. A B ലംബമായി G A H, E B F എന്നീ രേഖകൾ വരക്കുക. യഥാക്രമം ∠ GAE = C; ∠ HAF = D എന്നിവ അടയാളപ്പെടുത്തുക. AEF ആണ് ആവശ്യമായ ത്രികോണം.




ചിത്രം 4.25

(27) ആധാരവും ഉയരവും ഒരു വശവും (ഭുജവും) തന്നാൽ ത്രികോണം വരക്കുവാൻ :

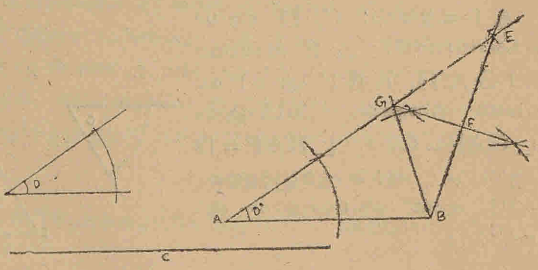
AB ആധാരം; C ഉയരം; D = ഭുജം. AB യ്ക്ക് സമാന്തരമായി C ദൂരത്തിൽ EF വരക്കുക. A കേന്ദ്രവും D ത്രിജ്യയുമാക്കി EF നെ G യിൽ മുറിക്കുന്ന ഒരു ചാപം വരക്കുക. GAB യാണ് ആവശ്യമായ ത്രികോണം.




ചിത്രം 4.26

(28) ആധാരം, മറ്റു ഭുജങ്ങളുടെ ആകത്തുക, ഒരു ആധാരകോണം എന്നിവ തന്നാൽ ത്രികോണം വരക്കുവാൻ :

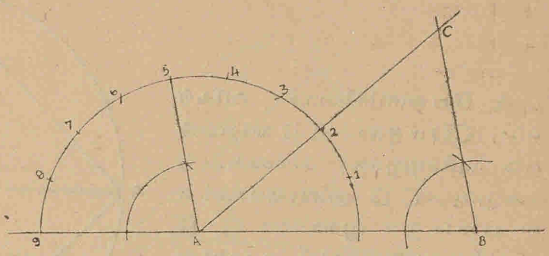
AB = ആധാരം, D = ആധാരകോണം, C = ഭുജങ്ങളുടെ ആകത്തുക. ∠BAE = D എന്ന വിധത്തിൽ AE വരക്കുക. AE = C അടയാളപ്പെടുത്തുക. BE കൂട്ടിച്ചേർത്ത് അതിന്റെ ലംബസമദ്വിഭാജി വരയ്ക്കുക. ഇതു AE യെ G യിൽ മുറിക്കുന്നു. GB ചേർക്കുക. AGB യാണ് ആവശ്യപ്പെട്ട ത്രികോണം.




ചിത്രം 4.27

(29) ആധാരവും കോണങ്ങളുടെ അനുപാതവും തന്നാൽ ത്രികോണം വരക്കുവാൻ :

തന്നിരിക്കുന്ന ആധാരം AB, കോണുകൾ തമ്മിലുള്ള അനുപാതം 2 : 3 : 4 BA നീട്ടി, A കേന്ദ്രമാക്കി ഒരു അർധവൃത്തം വരക്കുക. അതിനെ 9 (2 + 3 + 4) ഉല്യഭാഗങ്ങളാക്കി വിഭജിക്കുക. A-2, A-5 എന്നിവ യോജിപ്പിക്കുക. B യിൽ നിന്നു് A-5 നു് സമാന്തരമായി വരക്കുന്ന രേഖ A-2 നീട്ടിയതിനെ C യിൽ ഖണ്ഡിക്കുന്നു. ABC യത്രെ ആവശ്യമായ ത്രികോണം.



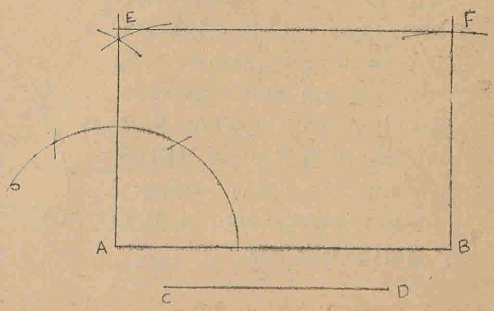

ചിത്രം 4.28

## (30) h ഉയരമുള്ള ഒരു സമഭുജത്രികോണം വരക്കുവാൻ :

h = AH എന്ന രേഖ വരക്കുക. A യിൽ നിന്നു് AH ന്റെ ഇരുവശത്തും 30° ഉണ്ടാക്കിക്കൊണ്ടു് ഓരോ രേഖ വരക്കുക. ഇവ, H ൽ AH നു് വരച്ച ലംബത്തെ B, C എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽ ഛേദിക്കുന്നു. ABC യാണു് ആവശ്യമായ ത്രികോണം.

## (31) രണ്ടു ഭുജവും തന്നിരിക്കുന്ന ഒരു ദീർഘചതുരം വരക്കുവാൻ :

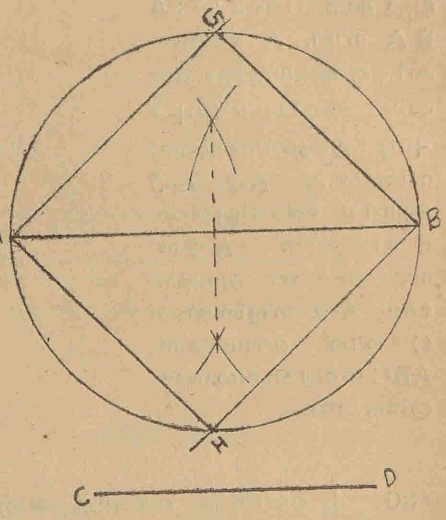
AB യും CD യുമാണു് തന്നിരിക്കുന്ന ഭുജങ്ങൾ. A യിൽ AB ക്കു് ഒരു ലംബം വരച്ചു് അതിൽ AE = CD അടയാളപ്പെടുത്തുക. E കേന്ദ്രമാക്കി AB ത്രിജ്യയായും B കേന്ദ്രമാക്കി CD ത്രിജ്യയായും രണ്ടു ചാപങ്ങൾ വരച്ചു് അന്യോന്യം F ൽ മുറിക്കുന്നു. FE, FB യോജിപ്പിക്കുക. AEFB ആണു് ആവശ്യമായ ദീർഘചതുരം.




ചിത്രം 4.29

(32) വികർണവും ഒരു ഭുജവും അറിയുന്ന ദീർഘചതുരം വരക്കുവാൻ :

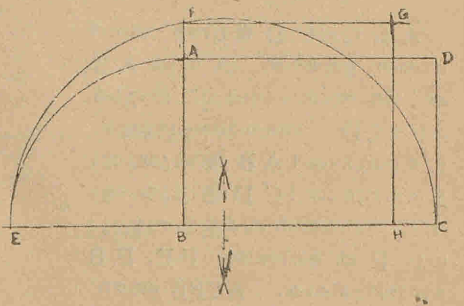
A B = തന്നിരിക്കുന്ന വികർണം; CD = ഭുജം. A B യിന്മേൽ ഒരു പൂർണവൃത്തം ചമക്കുക. B കേന്ദ്രവും C D ത്രിജ്യയുമായി ഒരു ചാപം ഈ വൃത്തത്തെ G, H എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽ ഛേദിക്കുന്നു. G A, G B, H A, H B യോജിപ്പിക്കുക. AGBH ആണ് ആവശ്യമായ ദീർഘചതുരം.




ചിത്രം 4.30

(33) തന്നിരിക്കുന്ന ദീർഘചതുരത്തിനു് തുല്യ ക്ഷേത്രഫലമുള്ള ഒരു സമചതുരം നിർമിക്കുവാൻ :

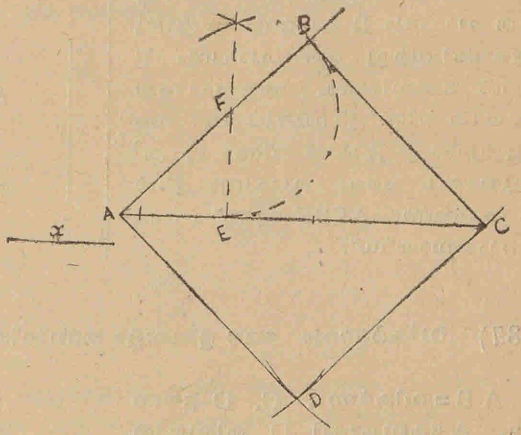
ABCD യാണു് തന്നിരിക്കുന്ന ദീർഘചതുരം. C B നീട്ടി, B E = BA അടയാളപ്പെടുത്തുക. E-C യിന്മേൽ ഒരു അർധവൃത്തം ചമയ്ക്കുക. B-A നീട്ടി ഇതിനെ F-ൽ ഖണ്ഡിക്കുന്നു. B F ന്മേൽ BFGH എന്ന ഒരു സമചതുരം ചമയ്ക്കുക. ഇതിന്റെ ക്ഷേത്രഫലം ABCD ക്കു് തുല്യമായിരിക്കും.




ചിത്രം 4.31

(34) വികർണവും ഭുജവും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം അറിഞ്ഞാൽ സമചതുരം വരക്കുവാൻ :

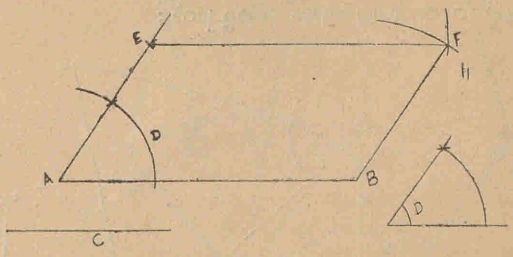
വികർണവും ഭുജവും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം = X. AC എന്ന ഒരു രേഖ വരക്കുക. അതിനു് 45° യിൽ AB വരക്കുക. AE = X അടയാളപ്പെടുത്തുക. E യിൽ AC ക്കു് ഒരു ലംബം വരച്ചു് AB യെ F-ൽ ഛേദിക്കുന്നു. F കേന്ദ്രവും FE ത്രിജ്യയുമായി ഒരു ചാപം AF നെ B യിൽ ഛേദിക്കുന്നു. AB യിന്മേൽ ABCD എന്ന ആവശ്യമായ ചതുരം നിർമിക്കുക.




ചിത്രം 4.32

(35) രണ്ടു ഭുജങ്ങളും ഒരു കോണവും തന്നാൽ ഒരു റോംബോയ്ഡ് (സമാന്തര ചതുർഭുജാഭം) വരപ്പാൻ :

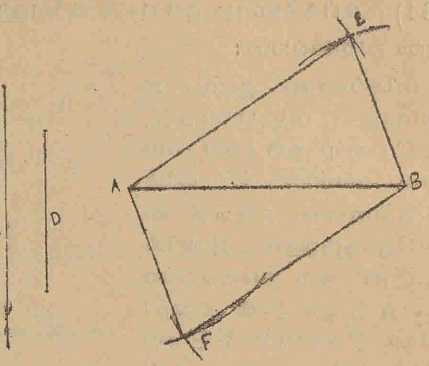
AB യും C യുമാണു് രണ്ടു ഭുജങ്ങൾ. D അവക്കിടയിലുള്ള കോണവും. A യിൽ D ക്കു് തുല്യമായ കോണം രചിക്കുക. AE = C അടയാളപ്പെടുത്തുക. E കേന്ദ്രവും AB ത്രിജ്യയുമാക്കി ഒരു ചാപവും B കേന്ദ്രവും C ത്രിജ്യയുമാക്കി മറ്റൊരു ചാപവും വരയ്ക്കുക. ഇവ F-ൽ ഛേദിക്കുന്നു. FE, FB യോജിപ്പിക്കുക. ആവശ്യമായ റോംബോയ്ഡ് = ABFE.




ചിത്രം 4.33

36) വികർണവും രണ്ടു ഭുജങ്ങളും അറിവാകിൽ റോംബോയ്ഡ് വരപ്പാൻ :

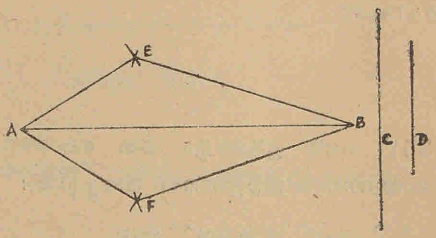
A B വികർണവും C, D എന്നിവ ഭുജങ്ങളുടെ നീളവും ആകട്ടെ. A കേന്ദ്രവും C ത്രിജ്യയുമാക്കി വരച്ച ഒരു ചാപവും B കേന്ദ്രവും D ത്രിജ്യയുമാക്കി വരച്ച ഒരു ചാപവും E യിൽ ഖണ്ഡിക്കുന്നു. അതു പോലെ A യിൽ നിന്നു് D ത്രിജ്യയാക്കി വരച്ച ചാപവും B യിൽ നിന്നു് C ത്രിജ്യയാക്കി വരച്ച ചാപവും F-ൽ ഛേദിക്കുന്നു. AEBF ആണു് വേണ്ട റോംബോയ്ഡ്.




ചിത്രം 4.34

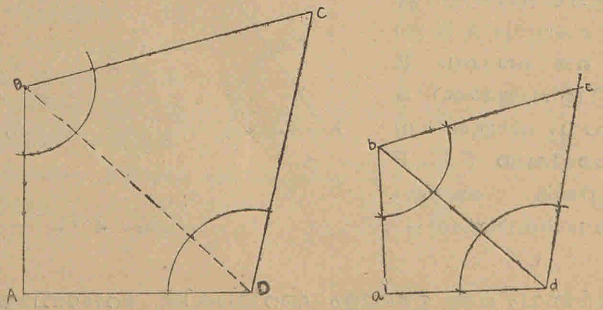
## (37) വികർണവും രണ്ടു ഭുജങ്ങളും തന്നിരിക്കെ ചതുർഭുജം വരപ്പാൻ:

A B = വികർണം, C, D-ഭുജങ്ങൾ. A കേന്ദ്രമാക്കി D ത്രിജ്യയിൽ രണ്ടു ചാപങ്ങൾ വരക്കുന്നു. ഇവയെ E, F എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽ ഛേദിച്ചുകൊണ്ടു്, B യിൽ നിന്നും C ത്രിജ്യയുള്ള രണ്ടു ചാപങ്ങൾ വരക്കുന്നു. AEBF ആവശ്യമായ ചതുർഭുജം.




ചിത്രം 4.35

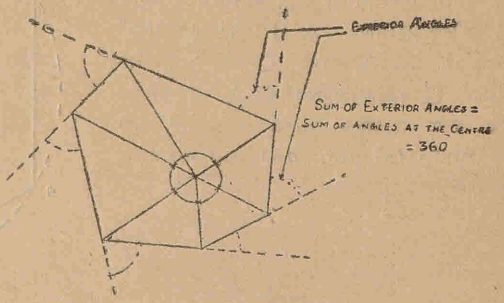
## (38) ഒരു വരയിന്മേൽ തന്നിരിക്കുന്ന ഒരു ചതുർഭുജത്തിനും സദൃശമായി മറെറാരു ചതുർഭുജം വരപ്പാൻ:




ചിത്രം 4.36

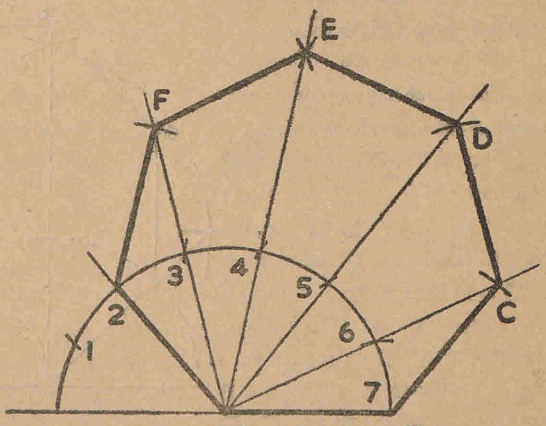
ABCD=തന്നിരിക്കുന്ന ചതുർഭുജം; b d-തന്നിരിക്കുന്ന വര. b d യുടെ മേൽ BCD യ്ക്ക് സദൃശമായി bcd എന്ന ത്രികോണവും മറുഭാഗത്തു് BAD യ്ക്ക് സദൃശമായി bad എന്ന ത്രികോണവും വരയ്ക്കുക. അപ്പോൾ കിട്ടുന്ന ചതുർഭുജം abcd ABCD ക്ക് സദൃശമായിരിക്കും.

(39) തന്ന നേർവര മേൽ ഒരു സമബഹുഭുജം വരപ്പാൻ :




ചിത്രം 4.37

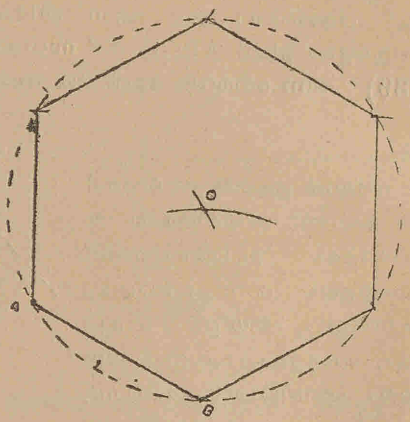
നാലിൽ കൂടുതൽ നേർവരകൾ കൊണ്ടു് നിർമിതമായ രൂപങ്ങളുടെ പൊതുപേരാണു് ബഹുഭുജം. അവ യഥാക്രമം പഞ്ചഭുജം, ഷഡ്ഭുജം, സപ്തഭുജം, അഷ്ടഭുജം, നവഭുജം, ദശഭുജം എന്നിങ്ങനെ പോകുന്നു. ഒരു ബഹുഭുജത്തിന്റെ ബാഹ്യകോണങ്ങളുടെ ആകത്തുക എല്ലായ്പ്പോഴും 360° ആയിരിക്കും. ചിത്രം 4.37 നോക്കുക. എല്ലാ ഭുജങ്ങളും തുല്യനീളത്തിലുള്ളവയാണെങ്കിൽ അതിനു് സമബഹുഭുജമെന്നു പറയും. തന്നിരിക്കുന്ന A B എന്ന നേർവരയിൽ ഒരു സമസപ്തഭുജം ചമയ്ക്കണമെന്നിരിക്കട്ടെ. B A നീട്ടുക. A കേന്ദ്രവും A B ത്രിജ്യയുമായി ഒരു അർധവൃത്തം വരയ്ക്കുക. ഈ അർധവൃത്തത്തെ (കോണമാപിയുപയോഗിച്ചു്) ആവശ്യമുള്ള ഭുജങ്ങളുടെ എണ്ണത്തോളം (ഇവിടെ 7) സമഭാഗങ്ങളാക്കുക. വിഭജന ബിന്ദുക്കളായ 2, 3, 4, 5, 6-ൽ കൂടെ A യിൽ നിന്നു് രേഖകൾ വരയ്ക്കുക. രണ്ടാം വിഭജനബിന്ദുവായ 2 എപ്പോഴും ബഹുഭുജത്തിന്റെ ഒരു മുനമ്പായിരിക്കും. A–3 നീട്ടി അതിനെ, 2–ൽ നിന്നു് 2–A ത്രിജ്യയിൽ ഒരു ചാപം വരച്ചു് F-ൽ ഖണ്ഡിക്കുക. F–ൽ നിന്നു് F–2 ത്രിജ്യയിൽ വരച്ച ഒരു ചാപം A–4 നീട്ടിയതിനെ E യിൽ ഖണ്ഡിക്കുന്നു. ഇങ്ങിനെ യഥാക്രമം F, E, D, C എന്നീ മുനമ്പുകളും കിട്ടുന്നു. $\overline{ABCDEF2}$ ആണു് ആവശ്യമായ സമസപ്തഭുജം.




ചിത്രം 4.38 തന്ന ഭുജത്തിന്മേൽ ക്രമബഹുഭുജം വരയ്ക്കൽ

## (40) തന്ന നേർവര മേൽ ഒരു സമഷഡ്ഭുജം ചമയ്ക്കാൻ :

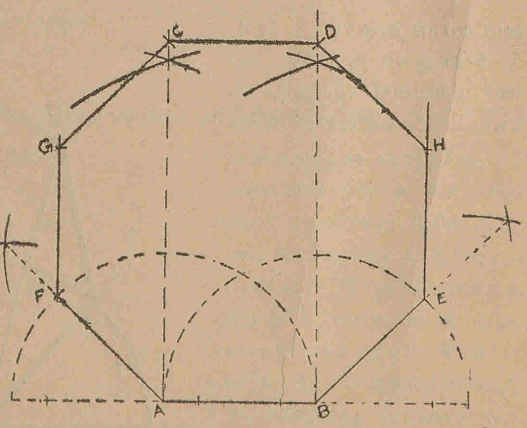
തന്ന വര–A B. A യിൽ നിന്നും B യിൽ നിന്നും A B ത്രിജ്യയാക്കി വരച്ച ചാപങ്ങൾ O–ൽ മുറിക്കുന്നു. O കേന്ദ്രമാക്കി O A ത്രിജ്യയിൽ ഒരു വൃത്തം വരക്കുക. 4.39–ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന പോലെ ഷഡ്ഭുജം മുഴമിപ്പിക്കാം.




ചിത്രം 4.39

## (41) തന്ന നേർവര മേൽ ഒരു സമഅഷ്ടഭുജം നിർമിക്കാൻ :

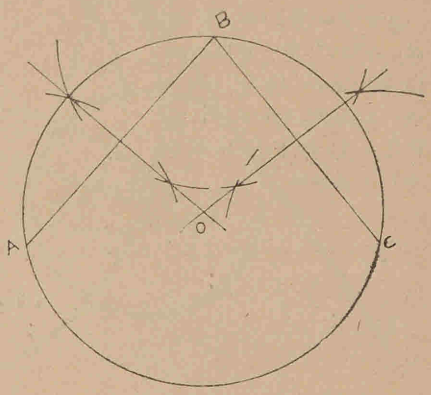
A B യാണ് തന്ന വര. A യിലും B യിലും A B ക്ക് ഓരോ ലംബങ്ങൾ വരക്കുക. A B ഇരുവശത്തേക്കും നീട്ടി ചിത്രം 4.40–ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന വിധം അർധവൃത്തങ്ങൾ വരക്കുക. ഇടത്തെ കാൽവട്ടത്തെയും വലത്തെ കാൽവട്ടത്തെയും A F, A E എന്നീ വരകൾ കൊണ്ട് സമഭാഗിക്കുക. A C ക്ക് സമാന്തരമായി F G, E H എന്നീ രണ്ടു വരകൾ വരച്ച് അവയിൽ F G = E H = A B അടയാളപ്പെടുത്തുക. G യും H ഉം കേന്ദ്രങ്ങളാക്കി, A B ത്രിജ്യയിൽ രണ്ടു ചാപങ്ങൾ A യിലേയും B യിലേയും ലംബങ്ങളെ C, D എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽ ഛേദിക്കുന്നു. AFGCDHEB ആണ് ആവശ്യമായ സമഅഷ്ടഭുജം.




ചിത്രം 4.40

(42) തന്ന വൃത്തത്തിന്റെ കേന്ദ്രം കണ്ടു പിടിക്കാൻ :

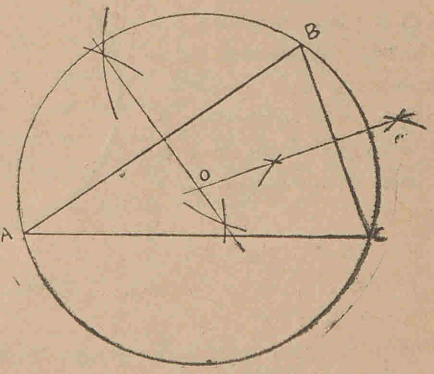
A B, A C എന്നീ രണ്ടു ജ്യാവുകൾ വരക്കുക. അവയുടെ ലംബസമദ്വിഭാജികൾ ഛേദിക്കുന്ന ബിന്ദു O ആണ് വൃത്തത്തിന്റെ കേന്ദ്രം.




ചിത്രം 4.41

(43) തന്നിരിക്കുന്ന ത്രികോണത്തിന്റെ പരിവൃത്തം വരപ്പാൻ :

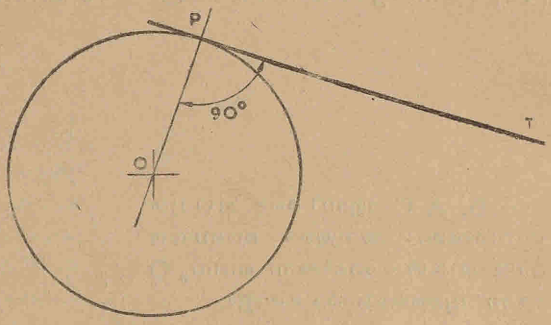
A B, B C എന്നീ ഭുജങ്ങളുടെ ലംബസമദ്വിഭാജികൾ O യിൽ ഛേദിക്കുന്നു. O യിൽ നിന്നു് OA = OB = OC ത്രിജ്യയാക്കി വരക്കുന്ന വൃത്തമാണു് ABC യുടെ പരിവൃത്തം.




ചിത്രം 4.42

(44) പരിധിയിൽ തന്ന P എന്ന ബിന്ദുവിലൂടെ ഒരു സ്പർശരേഖ വരപ്പാൻ :

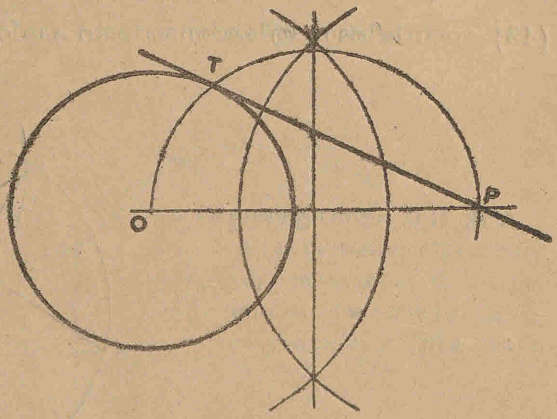
വൃത്തകേന്ദ്രമായ O യിൽ നിന്നു് P യിലേക്കു് OP എന്ന രേഖ വരക്കുക. മട്ടങ്ങളുപയോഗിച്ചു് PT, OP ക്കു് ലംബമായി വരക്കുക




ചിത്രം 4.43 തന്ന ഒരു ബിന്ദുവിലൂടെ സ്പർശരേഖ വരയ്ക്കൽ

(45) വൃത്തത്തിനു പുറത്തുള്ള ബിന്ദുവിൽ നിന്നു് സ്പർശരേഖ വരപ്പാൻ :

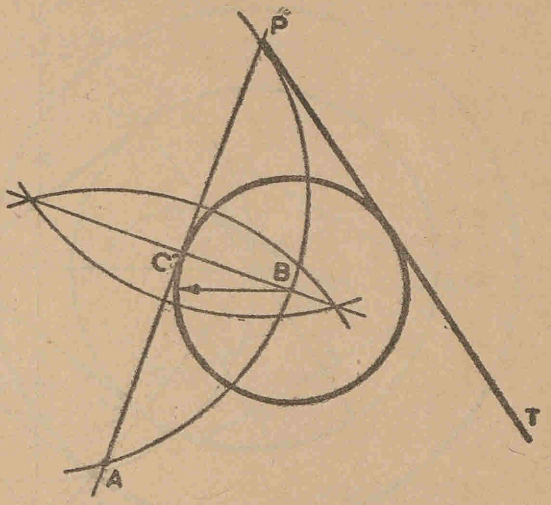
OP കൂട്ടിച്ചേർക്കുക. OP യെ രണ്ടായി ഭാഗിച്ചു് അതിന്മേൽ ഒരു അർധവൃത്തം വരക്കുക. ഇതു് തന്ന വൃത്തത്തെ T യിൽ മുറിക്കുന്നു. PT യെ ആവശ്യപ്പെട്ട സ്പർശരേഖ.




ചിത്രം 4.44 വൃത്തത്തിനു പുറത്തെ ബിന്ദുവിലൂടെ സ്പർശരേഖ വരയ്ക്കൽ

(46) കേന്ദ്രം അറിഞ്ഞുകൂടാത്ത ഒരു വൃത്തചാപത്തിന്മേലുള്ള P എന്ന ബിന്ദുവിലൂടെ ഒരു സ്പർശരേഖ വരപ്പാൻ :

P A എന്ന ജ്യാവ് വരയ്ക്കുക. അതിനു് ഒരു ലംബസമദ്വിഭാജി വരക്കുക. ഇതു തന്ന ചാപത്തെ B യിൽ മുറിക്കുന്നു. P കേന്ദ്രമാക്കി B യിലൂടെ കടന്നു പോകുന്ന ഒരു ചാപം വരക്കുക. B യിൽ നിന്നു് B C ത്രിജ്യയിൽ ഒരു വൃത്തം വരക്കുക. P യിൽ കൂടെ ചാപത്തെയും വൃത്തത്തെയും ഒരേ സമയം സ്പർശിക്കുന്ന P T എന്ന സ്പർശരേഖ വരയ്ക്കാം.




ചിത്രം 4.45 കേന്ദ്രം അറിഞ്ഞുകൂടാത്ത ഒരു ചാപത്തിന്മേലുള്ള ഒരുബിന്ദുവിലൂടെ സ്പർശരേഖ

### (47) സമവലുപ്പമല്ലാത്ത രണ്ടു വൃത്തങ്ങൾക്കു് ഒരു പൊതു ഉൾസ്പർശരേഖ വരപ്പാൻ :

തന്ന വൃത്തങ്ങളുടെ കേന്ദ്രങ്ങൾ O, O′; ത്രിജ്യകൾ r, r′ എന്നിരിക്കട്ടെ. O കേന്ദ്രമാക്കി (r + r′) ത്രിജ്യയിൽ ഒരു വൃത്തം വരയ്ക്കുക. ചെറിയ വൃത്തത്തിന്റെ കേന്ദ്രമായ O′ ൽ നിന്നും ഈ വൃത്തത്തിലേക്കു് O′A എന്ന സ്പർശരേഖ വരക്കുക. O′B, O′A ക്കു് ലംബമായി വരക്കുക. O A കൂട്ടിച്ചേർക്കുക. ഇതു് വലിയ വൃത്തത്തെ C യിൽ ഛേദിക്കുന്നു. B C യാണു് ഒരു ഉൾസ്പർശരേഖ. ഇതു പോലെ B′ C′ എന്ന മറ്റൊരു ഉൾസ്പർശരേഖ കൂടി വരയ്ക്കാം. (ചിത്രം 4.46 നോക്കുക).

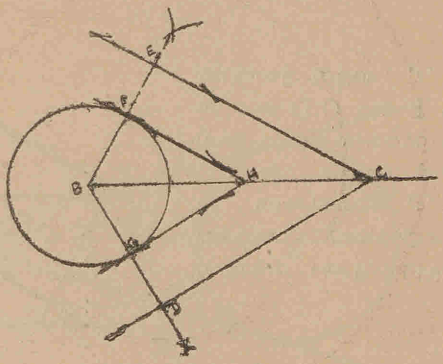
### (48) പൊതുപുറംസ്പർശരേഖകളും വരയ്ക്കാൻ :

O കേന്ദ്രമാക്കി (r—r′) ത്രിജ്യയിൽ ഒരു വൃത്തം വരക്കുക. ചെറിയ വൃത്തത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും (O′), ഇതിനു് ഒരു സ്പർശരേഖ വരക്കുക. OC യും O′B യും ഈ സ്പർശരേഖക്കു ലംബമായി വരയ്ക്കുക. B C കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ ആവശ്യമുള്ള സ്പർശരേഖ ലഭിക്കുന്നു. ഇതു പോലെ B′C′ ഉം വരയ്ക്കാവുന്നതാണു്. (ചിത്രം 4.47)

ചിത്രം 4.46, ചിത്രം 4.47 രണ്ടു വൃത്തങ്ങൾക്ക് പൊതുസ്പർശരേഖകൾ

(49) ഒരു വൃത്തത്തിനു്, തമ്മിൽ തമ്മിൽ തന്നിരിക്കുന്ന കോണം സൃഷ്ടിച്ചുകൊണ്ടു് രണ്ടു സ്പർശകങ്ങളും വരപ്പാൻ :

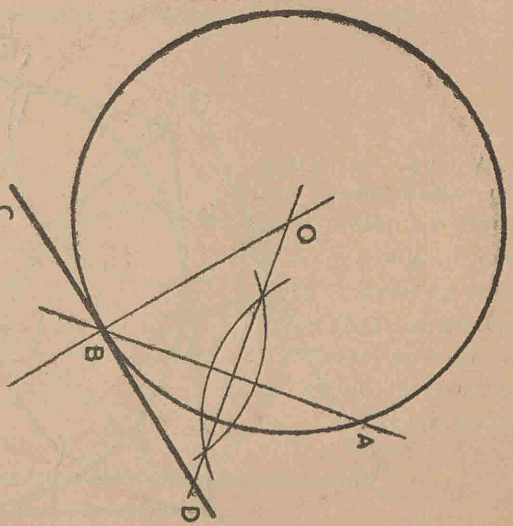
തന്നിരിക്കുന്ന കോണം = 60°. കേന്ദ്രമായ B യിൽ നിന്നു് B C എന്ന വര വരയ്ക്കുക. C യിൽ, ഇതുഭാഗത്തും C B യ്ക്കു് 30° ഉണ്ടാക്കിക്കൊണ്ടു് രണ്ടു രേഖകൾ വരയ്ക്കുക. B യിൽ നിന്നു ഇവയിലേക്കു് ലംബങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. ഇവ വൃത്തത്തെ F, G യിൽ മുറിക്കുന്നു. C E ക്കു് സമാന്തരമായി F H ഉം C D ക്കു സമാന്തരമായി G H ഉം വരയ്ക്കുക. ആവശ്യമായ സ്പർശകങ്ങളാണിവ.



ചിത്രം 4.48

(50) A യിൽ കൂടെ പോവുകയും C D യെ B എന്ന ബിന്ദുവിൽ സ്പർശിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന വൃത്തം വരപ്പാൻ :

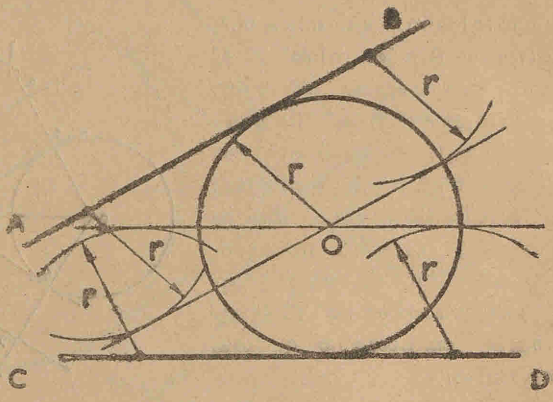
B യിൽ നിന്നു് C D ക്കു് ലംബമായി B O വരയ്ക്കുക. A B കൂട്ടിച്ചേർത്തു് ലംബസമദ്വിഭാജി വരക്കുക. ഇതു് B O യിനെ O യിൽ മുറിക്കുന്നു. O കേന്ദ്രമായി O B ത്രിജ്യയിൽ ആവശ്യമായ വൃത്തം വരയ്ക്കാം.




ചിത്രം 4.49 തന്ന ഒരു ബിന്ദുവിലൂടെയും തന്ന രേഖയെ തൊട്ടുകൊണ്ടും വൃത്തം വരയ്ക്കാൻ

(51) രണ്ടു അഭിസാരിരേഖകളെ സ്പർശിക്കും വിധം r ത്രിജ്യയുള്ള ഒരു വൃത്തം വരപ്പാൻ :

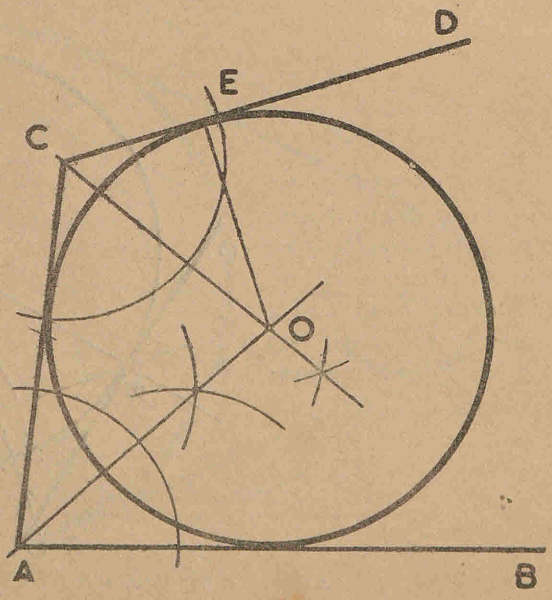
'r' അളവു ദൂരത്തിൽ A B ക്കും C D ക്കും സമാന്തരമായി രണ്ടു രേഖകൾ വരയ്ക്കുക. ഇവ O യിൽ ഛേദിക്കുന്നു. O കേന്ദ്രമാക്കി ആവശ്യപ്പെട്ട വൃത്തം വരയ്ക്കാം.




ചിത്രം. 4.50 ഒന്നുകൂട്ടുന്ന രണ്ടു വരകളെ തൊട്ടുകൊണ്ടു വൃത്തം

(52) പരസ്പരം കോണുകളുള്ള A B, A C, CD എന്നീ രേഖകളെ തൊടും വിധം ഒരു വൃത്തം വരപ്പാൻ :

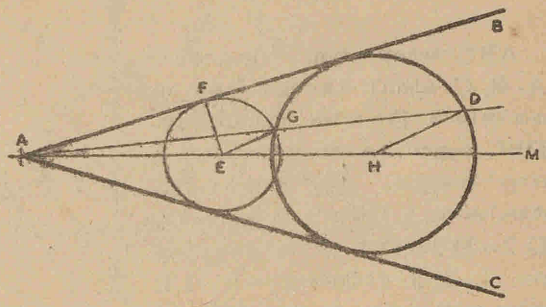
A യിലും C യിലുമുള്ള കോണങ്ങളെ സമമായി ഭാഗിക്കുന്ന രേഖകൾ വരയ്ക്കുക. ഇവ O യിൽ മുറിക്കുന്നു. C D യ്ക്കു ലംബമായി O E വരയ്ക്കുക. O യിൽ നിന്നു O E ത്രിജ്യയായി വേണ്ട വൃത്തം വരയ്ക്കാം.




ചിത്രം 4.51 മൂന്നു നേർവരകളെ തൊട്ടുകൊണ്ടുള്ള വൃത്തം

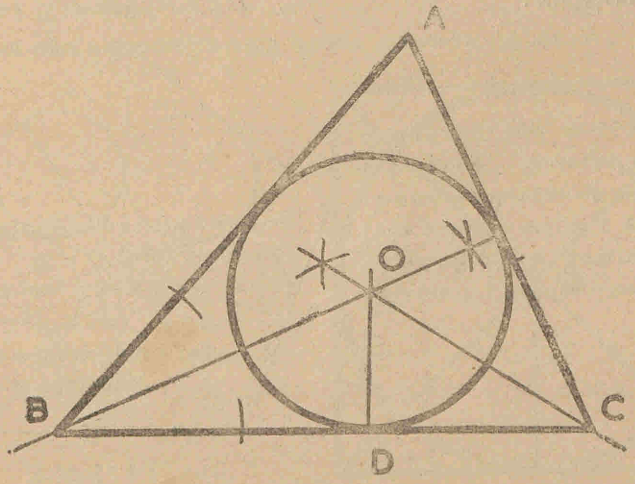
(53) AB, AC എന്നീ അഭിസാരിരേഖകളെ തൊടും വിധവും അവയ്ക്കിടയിൽ കിടക്കുന്ന D യിലൂടെ പോകുന്നതുമായ ഒരു വൃത്തം വരയ്ക്കാൻ:

BAC എന്ന കോണത്തിന്റെ സമഭാജി, AM വരക്കുക. വൃത്തകേന്ദ്രം ഈ വരയിലായിരിക്കും. AM-ൽ ഉള്ള E എന്ന ഏതെങ്കിലും ഒരു ബിന്ദുവിൽ നിന്നു AB ക്കു ലംബമായ AF വരയ്ക്കുക. E യിൽ നിന്ന് EF ത്രിജ്യയായി ഒരു വൃത്തം വരയ്ക്കുക. AD എന്ന രേഖ ഇതിനെ G യിൽ മുറിക്കുന്നു. GE യോജിപ്പിക്കുക. DH, GE ക്ക് സമാന്തരമായി വരയ്ക്കുക. H കേന്ദ്രമായി HD ത്രിജ്യയിൽ വരയ്ക്കുന്ന വൃത്തം, തന്നിരിക്കുന്ന നിബന്ധനകളെ തൃപ്തിപ്പെടുത്തുന്നതാണ്.




ചിത്രം 4.52

(54) ABC എന്ന ത്രികോണത്തിന്റെ അന്തർവൃത്തം വരപ്പാൻ:

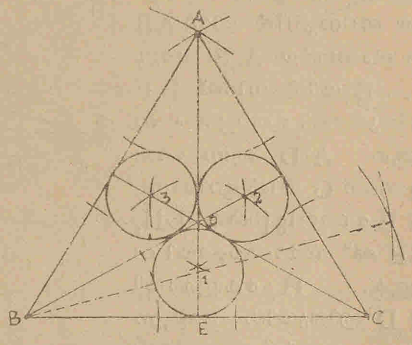



ചിത്രം 4.53 ത്രികോണത്തിനകത്തു് വൃത്തം

ഏതെങ്കിലും രണ്ട് കോണങ്ങളെ സമഭാഗിക്കുക. ഇവ O യിൽ മുറിക്കട്ടെ O യിൽ നിന്ന് ഏതെങ്കിലും ഒരു ഭുജത്തിലേക്ക് O B എന്ന ലംബം വരയ്ക്കുക. O കേന്ദ്രവും O B ത്രിജ്യയുമായ വൃത്തം ത്രികോണത്തിന്റെ എല്ലാ ഭുജങ്ങളെയും ഉള്ളിൽ സ്പർശിക്കുന്നു. ഇതാണ് അന്തർവൃത്തം.

(55) ഒരു സമഭുജത്രികോണത്തിനുള്ളിൽ എല്ലാ ഭുജങ്ങളെയും, തമ്മിൽ തമ്മിലും സ്പർശിക്കുന്ന മൂന്നു തുല്യ വൃത്തങ്ങളും വരപ്പാൻ :

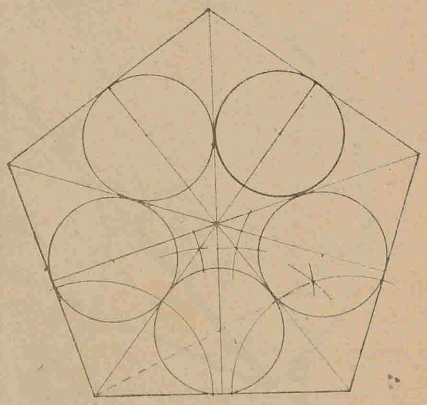
ABC യാണ് തന്ന ത്രികോണം. A, B, C എന്നീ കോണങ്ങളുടെ സമഭാജികൾ D യിൽ സന്ധിക്കുന്നു. DBC എന്ന കോണത്തിന്റെ സമഭാജി വരയ്ക്കുക. ഇതു A യുടെ സമഭാജിയായ A E യെ 1-ൽ മുറിക്കുന്നു. D 2 = D 3 = D 1 അടയാളപ്പെടുത്തുക. 1, 2, 3 കേന്ദ്രങ്ങളാക്കി, 1 E ത്രിജ്യയിൽ വരക്കുന്ന വൃത്തങ്ങളാണ് ആവശ്യപ്പെട്ടവ.




ചിത്രം 4.54

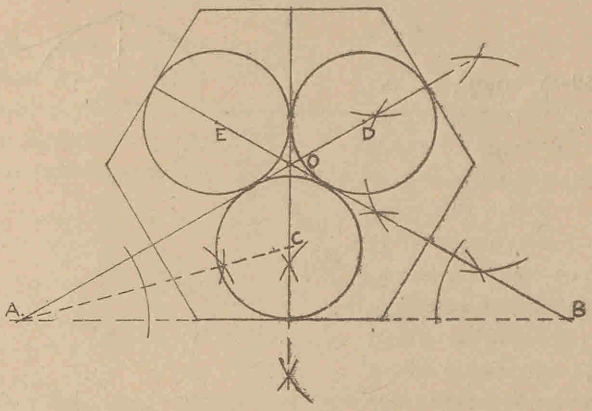
(56) ഒരു സമബഹുഭുജത്തിനുള്ളിൽ അതിനും എത്ര ഭുജങ്ങളുണ്ടോ അത്രയും വൃത്തങ്ങളും ഒരു ഭുജത്തെയും രണ്ടു വൃത്തങ്ങളെയും സ്പർശിച്ചു കൊണ്ട് വരയ്ക്കാൻ :

ചിത്രം 4.55-ൽ ഒരു സമപഞ്ചഭുജം കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഓരോ മൂലയിലുള്ള കോണത്തിനെയും സമഭാഗിക്കുമ്പോൾ 5 ത്രികോണങ്ങൾ ലഭിക്കുന്നു. ഇവയുടെ അന്തർവൃത്തങ്ങൾ വരച്ചാൽ ആവശ്യമുള്ള വൃത്തങ്ങളായി.



ചിത്രം 4.55

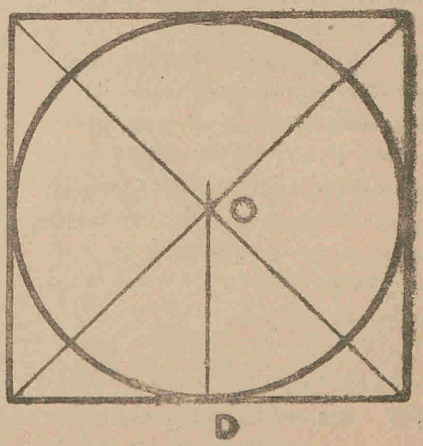
(57) ഒരു സമഷഡ്ഭുജത്തിന്നുള്ളിൽ ഒരു ഭുജത്തെയും മറ്റു രണ്ടു വൃത്തങ്ങളെയും സ്പർശിക്കുന്ന മൂന്നു വൃത്തങ്ങളും വരപ്പാൻ :




ചിത്രം 4.56

ചിത്രം 4.56-ൽ കാണിച്ചപോലെ ഭുജങ്ങളുടെ ലംബസമദ്വിഭാജികൾ വരയ്ക്കുക. ഇവയിൽ രണ്ടെണ്ണം നീട്ടി എതിർവശത്തെ ഭുജത്തെ A, B എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽ മുറിക്കുക. OAB യുടെ അന്തർവൃത്തം വരയ്ക്കുക. ഇതിന്റെ കേന്ദ്രം C ആണ്. $OE = OD = OC$ ആടയാളപ്പെടുത്തുക. E, D, കേന്ദ്രങ്ങളാക്കി മറ്റു വൃത്തങ്ങളും വരയ്ക്കാം.

(58) ഒരു സമചതുരത്തിനകത്തു വൃത്തം ഉൾക്കൊള്ളിക്കാൻ :

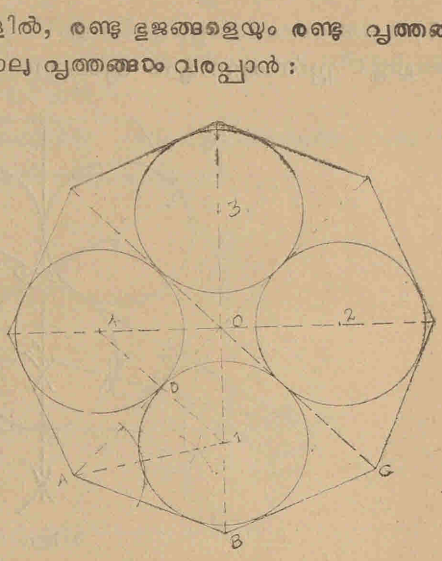



സമചതുരത്തിന്റെ വികർണങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. ഇവ O യിൽ മുറിക്കട്ടെ. O യിൽ നിന്ന് ഭുജത്തിന്റെ പാതി അളവ് ത്രിജ്യയായി വരയ്ക്കുന്ന വൃത്തം സമചതുരത്തിന്റെ എല്ലാ ഭുജങ്ങളെയും സ്പർശിക്കുന്നു.

ചിത്രം 4.57

(59) ഒരു സമഅഷ്ടഭുജത്തിനുള്ളിൽ, രണ്ടു ഭുജങ്ങളെയും രണ്ടു വൃത്തങ്ങളെയും പരീതം സ്പർശിക്കുന്ന നാലു വൃത്തങ്ങളും വരപ്പാൻ :

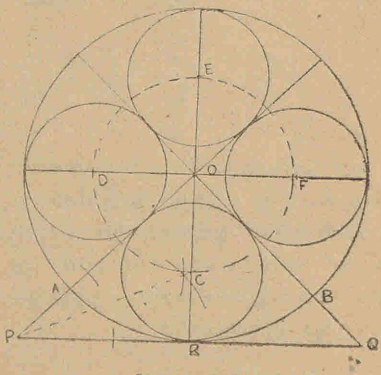
ചിത്രം 4.58-ൽ അഷ്ടഭുജം കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. വികർണങ്ങളുടെ ഛേദബിന്ദു O ആണ്. OAB യുടെ സമദ്വിഭാജി O B യെ 1-ൽ ഛേദിക്കുന്നു. 1 D, O A ക്കു് ലംബമാണു്. 1 കേന്ദ്രമാക്കി 1 D ത്രിജ്യയിൽ വൃത്തം വരക്കുക. 02 = 03 = 04 = 01 അടയാളപ്പെടുത്തുക. 2, 3, 4 എന്നിവ കേന്ദ്രങ്ങളാക്കി 1 D ത്രിജ്യയിൽ ആവശ്യപ്പെട്ട വൃത്തങ്ങൾ വരയ്ക്കാം.




ചിത്രം 4.58

(60) തന്നിരിക്കുന്ന വൃത്തത്തിനുള്ളിൽ അനേകം വൃത്തങ്ങളും ഉൾക്കൊള്ളിക്കാൻ :

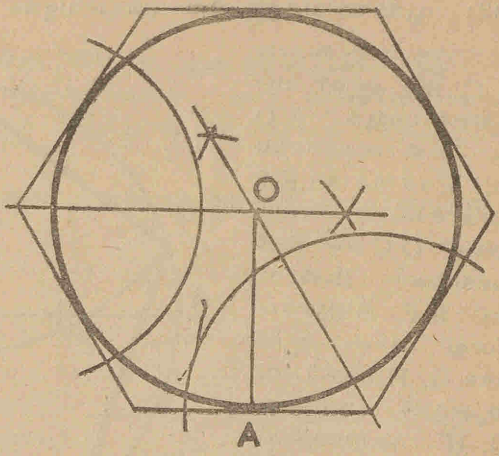
തന്നിരിക്കുന്ന വൃത്തത്തിനുള്ളിൽ 4 വൃത്തങ്ങൾ വരയ്ക്കുന്നതെന്നിരിക്കട്ടെ. വൃത്തത്തെ അതിനിരട്ടി അതായതു് 8, വൃത്താംശങ്ങളാക്കുക. O A, O B കളെ നീട്ടി, R-ൽ ഉള്ള സ്പർശകത്തെ P, Q കളിൽ ഛേദിക്കുക. ത്രികോണം OPQ വിന്റെ അന്തർവൃത്തം വരയ്ക്കുക. OD = OE = OF = OC അടയാളപ്പെടുത്തുക. D, E, F കേന്ദ്രങ്ങളാക്കി മറ്റു വൃത്തങ്ങളും വരയ്ക്കാം.




ചിത്രം 4.59

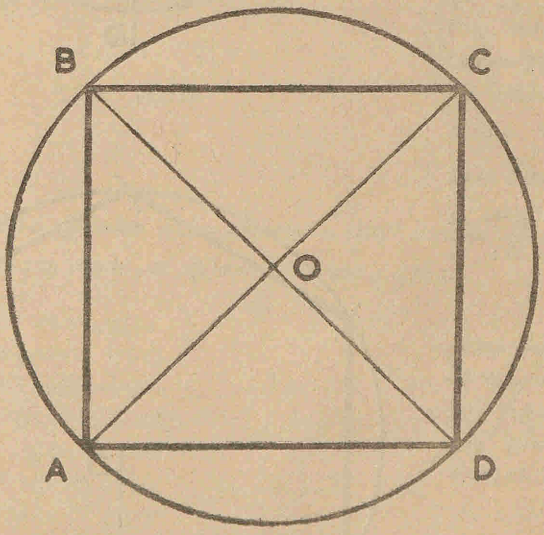
(61) ഒരു സമഷഡ്ഭുജത്തിന്റെ അന്തർവൃത്തം വരപ്പാൻ :

ഏതെങ്കിലും രണ്ട് കോണങ്ങളെ സമഭാഗിക്കുക. O യിൽ നിന്നും ഒരു ഋജുത്തിലേക്ക് ലംബം O A വരയ്ക്കുക. O A ത്രിജ്യയാക്കി അന്തർവൃത്തം വരയ്ക്കാം.




ചിത്രം 4.60

(62) വൃത്തത്തിനകത്തു് സമചതുരം ഉൾക്കൊള്ളിക്കാൻ :

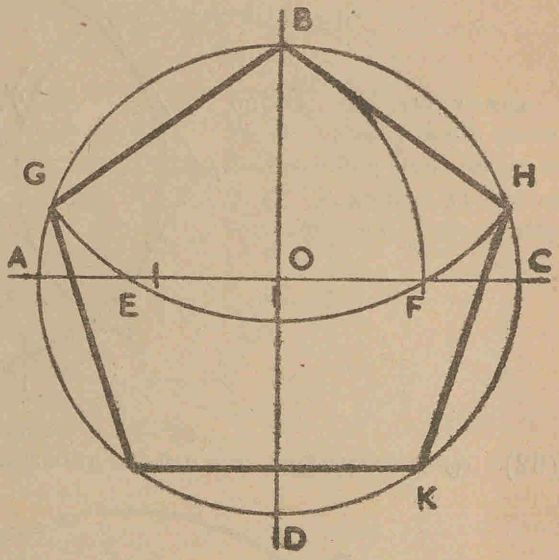



ചിത്രം 4.61

AC, BD എന്നീ, തമ്മിൽ ലംബങ്ങളായ രണ്ട് വ്യാസങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. A, B, C, D എന്നീ മുനമ്പുകൾ കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ സമചതുരം ലഭിക്കും.

(63) വൃത്തത്തിനകത്തു ഒരു സമപഞ്ചഭുജം ഉൾക്കൊള്ളിക്കാൻ :

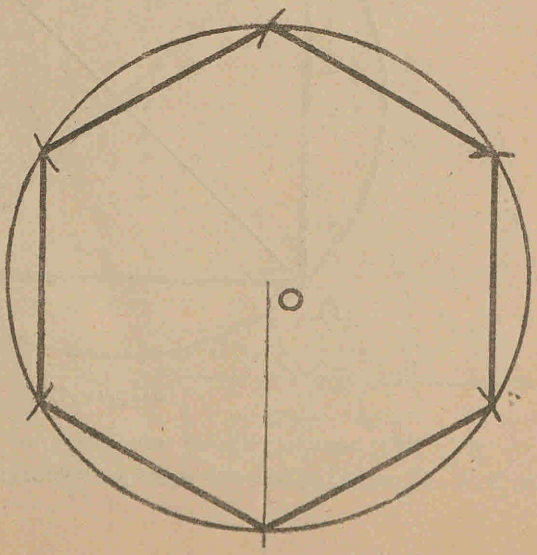
തമ്മിൽ ലംബമായ A C, BD എന്നീ വ്യാസങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. A O യെ E-ൽ സമഭാഗിക്കുക. E കേന്ദ്രമായി E B ത്രിജ്യയാക്കി ഒരു ചാപം വരച്ചു് O C യെ F-ൽ ഖണ്ഡിക്കുക. B-ൽ നിന്നു് B F ത്രിജ്യയായി വരച്ച ചാപം വൃത്തത്തെ G, H എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽ മുറിക്കുന്നു. G, H കേന്ദ്രങ്ങളാക്കി അതേ ത്രിജ്യയിൽ വരക്കുന്ന ചാപങ്ങൾ വൃത്തത്തെ വീണ്ടും L, K എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽ മുറിക്കുന്നു. BGLKH ആണു് നമുക്കു വേണ്ട സമപഞ്ചഭുജം.




ചിത്രം 4.62

(64) വൃത്തത്തിനകത്തു് സമഷഡ്ഭുജം ഉൾക്കൊള്ളിക്കാൻ :

വൃത്തത്തിന്റെ ത്രിജ്യകൊണ്ടു് പരിധിയെ ആറായി ഭാഗിക്കുക. ഈ ഛേദബിന്ദുക്കളെ കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ ആവശ്യമായ ഷഡ്ഭുജമായി.



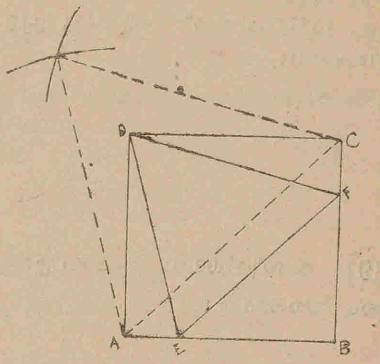

ചിത്രം 4.63

(65) **എതുയെങ്കിലും ഭുജങ്ങളുള്ള ഒരു സമബഹുഭുജത്തെ വൃത്തത്തിനകത്തു് ഉൾക്കൊള്ളിക്കാൻ :**

വൃത്തത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലുള്ള 360° യെ എതു ഭുജങ്ങളുണ്ടോ അതു സമഭാഗങ്ങളായി വിഭജിക്കുന്ന ത്രിജ്യകൾ വരക്കുക. ഇവ വൃത്തപരിധിയിൽ സൃഷ്ടിക്കുന്ന ഛേദബിന്ദുക്കളെ യോജിപ്പിച്ചാൽ ആവശ്യമായ സമബഹുഭുജമായി.

(66) **തന്നിരിക്കുന്ന സമചതുരത്തിൽ ഒരു സമഭുജത്രികോണം ഉൾക്കൊള്ളിക്കാൻ :**

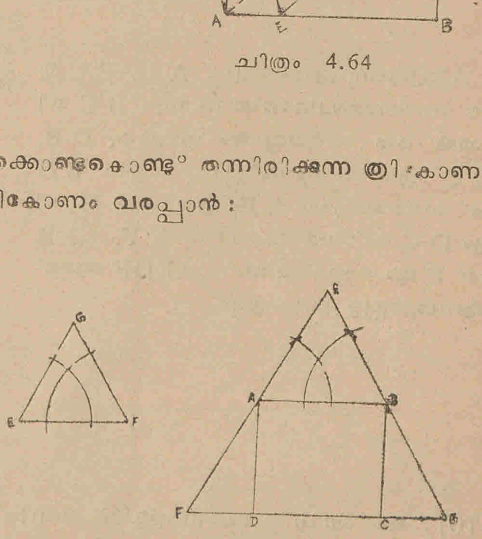
ABCD–തന്ന സമചതുരം. AC യിന്മേൽ ഒരു സമഭുജത്രികോണം നിർമിക്കുക. അതിന്റെ വശങ്ങൾക്കു സമാന്തരമായി DE, DF വരക്കുക. DEF ആവശ്യമായ ത്രികോണം.




ചിത്രം 4.64

(67) **ഒരു സമചതുരത്തെ ഉൾക്കൊണ്ടുകൊണ്ടു് തന്നിരിക്കുന്ന ത്രികോണത്തിനു സദൃശമായ മറ്റൊരു ത്രികോണം വരപ്പാൻ :**

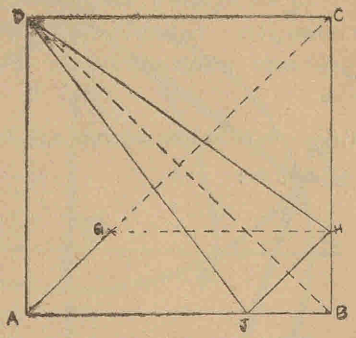
ABCD–തന്ന സമചതുരം. GEF–തന്ന ത്രികോണം. EFG ക്കു് സദൃശമായി ത്രികോണം ABE വരയ്ക്കുക. EA, EB നീട്ടി, DC യെ (ഇരുവശത്തേക്കും നീട്ടി) F, G എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽ ഛേദിക്കുക. GEF ആണു് ആവശ്യമായ ത്രികോണം,




ചിത്രം 4.65

(68) തന്നിരിക്കുന്ന സമചതുരത്തിൽ, ആധാരം തന്നിരിക്കുന്ന ഒരു സമ ത്രിഭുജത്രികോണം ഉൾക്കൊള്ളിക്കാൻ :

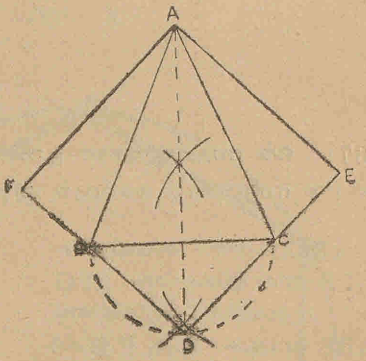
ABCD–തന്ന സമചതുരം. E F–തന്ന ആധാരം. വികർണങ്ങൾ A C, B D വരയ്ക്കുക. A G=E F, A C യിൽ അടയാളപ്പെടുത്തുക. G H, A B ക്ക് സമാന്തരമായും വരയ്ക്കുക. H J, C A ക്ക സമാന്തരമായും വരയ്ക്കുക. DHJ യാണ് ആവശ്യപ്പെട്ട ത്രികോണം.




ചിത്രം 4.66

(69) തന്നിരിക്കുന്ന സമത്രിഭുജത്രികോണത്തെ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന സമചതുരം വരക്കാൻ :

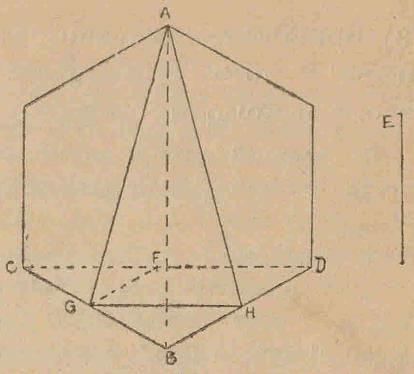
ABC–തന്ന ത്രികോണം. A D, B C യുടെ ലംബസമദ്വിഭാജിയാകുന്നു. B C യിന്മേൽ ഒരു അർധവൃത്തം ചമയ്ക്കുക. D B, D C എന്നിവ യോജിപ്പിച്ചു നീട്ടുക. B D ക്ക് സമാന്തരമായ A E, O C യെ E യിലും D C ക്ക് സമാന്തരമായ A F, D B യെ F ലും ഛേദിക്കുന്നു. AEDF ആണ് ആവശ്യപ്പെട്ട സമചതുരം.




ചിത്രം 4.67

(70) ഒരു ഷഡ്ഭുജത്തിനുള്ളിൽ തന്നിരിക്കുന്ന ആധാരമുള്ള ഒരു സമത്രിഭുജത്രികോണം വരപ്പാൻ :

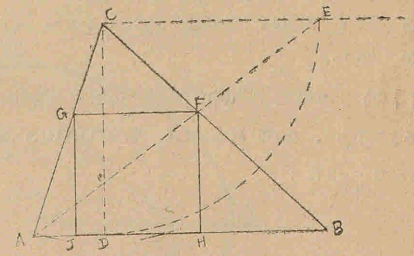
ഷഡ്ഭുജത്തിന്റെ വികർണം AB വരയ്ക്കുക. DC യിന്മേൽ DF=E (ആധാരം) അടയാളപ്പെടുത്തുക. FG, DB ക്കും, GH, CD ക്കും സമാന്തരമായി വരയ്ക്കുക. AGH ആണ് ആവശ്യമായ ത്രികോണം.




ചിത്രം 4.68

**(71) തന്നിരിക്കുന്ന ത്രികോണത്തിൽ ഒരു സമചതുരം ഉൾക്കൊള്ളിക്കാൻ :**

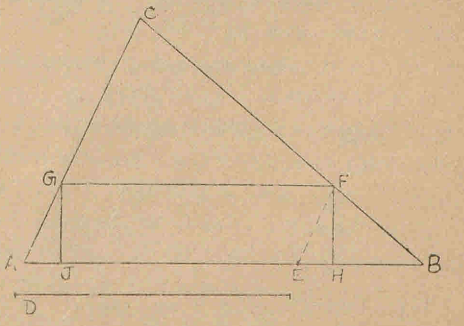
ABC തന്നിരിക്കുന്ന ത്രികോണം. CD, AB യ്ക്ക് ലംബമായി വരയ്ക്കുക. CE, AB ക്ക് സമാന്തരമായും CE = CD. AE യോജിപ്പിക്കുക. ഇതു CB യെ F-ൽ മുറിക്കുന്നു. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചപോലെ FGJH എന്ന ചതുരം മുഴമിപ്പിക്കാം.




ചിത്രം 4.69

**(72) ഒരു ത്രികോണത്തിനുള്ളിൽ തന്നിരിക്കുന്ന ഭുജത്തോടുകൂടി ഒരു ദീർഘചതുരം കൊള്ളിക്കാൻ :**

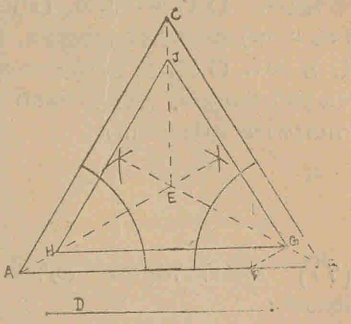
ABC-തന്ന ത്രികോണം. D-തന്ന ഭുജം. AB യിൽ AE = D അടയാളപ്പെടുത്തുക. EF, AC യ്ക്ക് സമാന്തരമായി BC യെ F-ൽ ഛേദിക്കുന്നു. FG, AB യ്ക്ക് സമാന്തരം. FGJH എന്ന ദീർഘചതുരം വരപ്പാൻ ഇനി വിഷമമില്ല.




ചിത്രം 4.70

(73) തന്നിരിക്കുന്ന ഒരു സമബഹുഭുജത്തിനു് തുല്യമായി, അതിനു് സദൃശമായി ഭുജങ്ങളിൽ നിന്നു് തുല്യദൂരത്തിൽ, നിശ്ചിതമായ ഭുജത്തോടുകൂടി മറെറാരു സമബഹുഭുജം വരയ്ക്കുവാൻ :

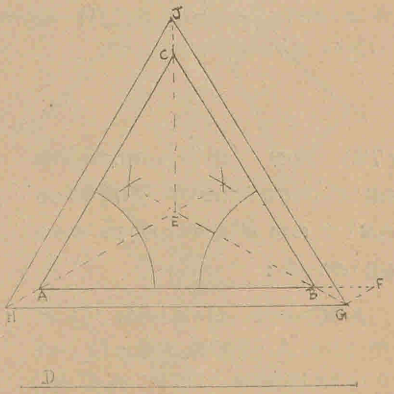
ABC എന്ന ത്രികോണം തന്നിരിക്കുന്നു. അതുപോലെ വരയ്ക്കേണ്ട സദൃശത്രികോണത്തിന്റെ ഭുജം D ആണു്. AB യിൽ AF = D അടയാളപ്പെടുത്തുക. A, B, C കോണങ്ങളുടെ സമദ്വിഭാജികൾ E-ൽ സന്ധിക്കുന്നു. AE യ്ക്കു് സമാന്തരമായി FG, BE യെ G-ൽ മുറിക്കുന്നു. AB യ്ക്കു് സമാന്തരമായി G-ൽ നിന്നു വരയ്ക്കുന്ന രേഖ AE യെ H-ൽ സന്ധിക്കുന്നു. ആവശ്യമായ ത്രികോണത്തിന്റെ ഒരു ഭുജമാണിതു്. AC യ്ക്കു് സമാന്തരമായി HJ യും BC യ്ക്കു് സമാന്തരമായി GJ യും വരച്ചു് ത്രികോണം പൂർത്തിയാക്കാം.




ചിത്രം 4.71

(74) തന്നിരിക്കുന്ന ഒരു ത്രികോണത്തിനോ സമബഹുഭുജത്തിനോ പുറത്തു്, മുൻപൊന്നു നിബന്ധനകളും അനുസരിച്ചുള്ള മറെറാരു രൂപം വരപ്പാൻ :

ABC–തന്ന ത്രികോണം. D–തന്ന ഭുജം. AB നീട്ടി AF = D അടയാളപ്പെടുത്തുക. AE, BE, CE കോണങ്ങളുടെ സമഭാജികളാണു്. AE ക്കു് സമാന്തരമായ FG, EB നീട്ടിയതിനെ G-ൽ ചേരിക്കുന്നു. GH, AB യ്ക്കു് സമാന്തരം. ഇനി CHJ എന്ന ത്രികോണം മുഴുമിപ്പിക്കാൻ വിഷമമില്ല.

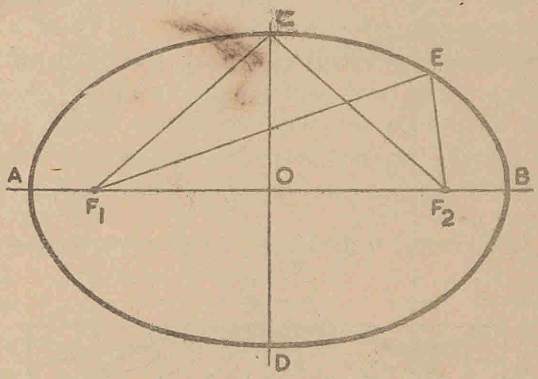



ചിത്രം 4.72

(75) തന്ന വലിയ അക്ഷവും, ചെറിയ അക്ഷവും ഉപയോഗിച്ചു് ദീർഘവൃത്തം വരയ്ക്കുവാൻ :

നിർവചനം: രണ്ടു സ്ഥിരബിന്ദു ($F_1$, $F_2$) കളിൽ നിന്നു് വക്രത്തിന്മേലുള്ള ഏതൊരു ബിന്ദുവിലേയ്ക്കുമുള്ള ദൂരത്തിന്റെ ആകത്തുക(sum) സ്ഥിരമാണെങ്കിൽ ആ വക്രം ദീർഘവൃത്തമായിരിയ്ക്കും. ($F_1$, $F_2$) എന്ന ബിന്ദുക്കളെ ഫോകസ്സുകൾ എന്നു വിളിയ്ക്കുന്നു. ഫോകസ്സുകളായ ($F_1$, $F_2$) ലൂടെ കടന്നു പോകുന്ന വക്രത്തിന്റെ രണ്ടറ്റങ്ങൾക്കിടയ്ക്കുള്ള രേഖയെ (A B) വലിയ അക്ഷം (Major Axis) എന്നു പറയുന്നു. അതിന്റെ ലംബദ്വിഭാജിയായ C D യെ ചെറിയ അക്ഷം എന്നു വിളിയ്ക്കാം. ഇതു് വലിയ അക്ഷത്തിന്റെ ഇണ (Conjugate) ആണു്. വക്രങ്ങൾക്കുള്ളിൽ ഒതുക്കിയതും കേന്ദ്രത്തിൽ (O) ൽ കൂടെ കടന്നു പോകുന്നതുമായ ഏതു വരയും വക്രത്തിന്റെ വ്യാസം ആകുന്നു. വലിയ അക്ഷത്തിനു് ലംബമായ ഏതു രേഖയും വക്രത്തിന്റെ കോടി (ordinate) ആകുന്നു (O C). D C ഒരു 'ദ്വികോടി' ആകുന്നു. വക്രത്തെ ഒരു ബിന്ദുവിൽ മാത്രം സ്പർശിയ്ക്കുന്നതാണു് 'സ്പർശരേഖ'. സ്പർശബിന്ദുവിൽ നിന്നും സ്പർശരേഖയ്ക്കു ലംബമായി വരച്ചതിനെ നോർമൽ (അഭിലംബം) എന്നു പറയുന്നു.

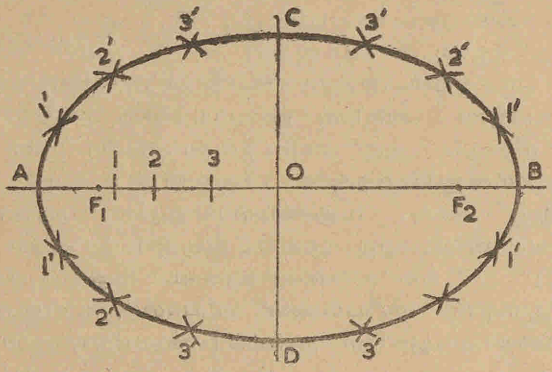
(76) വഴി (a) നൂൽ സമ്പ്രദായം




ചിത്രം 4.73 ദീർഘവൃത്തം–നൂൽ–സമ്പ്രദായം

AB, CD ഇവ വലിയക്ഷവും ചെറിയക്ഷവുമായിരിയ്ക്കട്ടെ. ഇവ O-ൽ, തമ്മിൽ, ലംബമായി സമഭാഗിയ്ക്കുന്നെന്നിരിയ്ക്കട്ടെ. AO ത്രിജ്യയും C കേന്ദ്രവുമായി രണ്ടു ചാപങ്ങൾ AO യെ $F_1$ ലും $F_2$ ലും മുറിയ്ക്കുന്നതുക്കവണ്ണം വരയ്ക്കുക (ഫോകസ്സുകൾ). C, $F_1$, $F_2$ എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽ ഓരോ പിന്നുകൾ തറയ്ക്കുക. ഈ പിന്നുകളിലൂടെ ഒരു നൂൽ കെട്ടുക ($CF_1$, $F_1F_2$, $F_2C$). C ലെ പിന്നു് എടുത്തുമാറ്റി ഒരു പെൻസിൽമുന പിടിപ്പിയ്ക്കുക. നൂൽ വലിച്ചു പിടിച്ചു കൊണ്ടു് പെൻസിൽ മുനയെ രണ്ടു പിന്നുകൾക്കു ചുറ്റുമായി കറക്കുക. മുന വരയ്ക്കുന്ന വക്രം ദീർഘവൃത്തമായിരിയ്ക്കും.

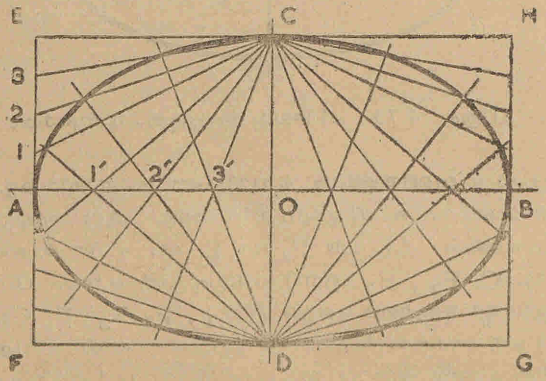
(77) വഴി (b) തമ്മിൽ മുറിയുന്ന ചാപസമ്പ്രദായം




ചിത്രം 4.74 ദീർഘവൃത്തം–ചാപസമ്പ്രദായം

ആദ്യത്തെപ്പോലെ അക്ഷങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. A O ത്രിജ്യയും, C കേന്ദ്രവും ഉപയോഗിച്ച് ഫോകസ്സുകൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക. $F_1$ O-ൽ 1, 2, 3 തുടങ്ങി എത്രയെങ്കിലും ബിന്ദുക്കൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക. B-1 ത്രിജ്യയും $F_1$, $F_2$ കേന്ദ്രങ്ങളുമായി A യ്ക്കും B യ്ക്കും സമീപം ചാപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. ഇതേപോലെ A–1 ത്രിജ്യയും $F_1$ $F_2$ കേന്ദ്രങ്ങളുമായി വീണ്ടും ചാപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. ഈ രണ്ടു ചാപങ്ങൾ 1', 1' ൽ മുറിയും. ഇതേ പണി വീണ്ടും തുടർന്ന് 2', 3' തുടങ്ങിയ മറ്റു ബിന്ദുക്കളും കണ്ടുപിടിക്കുക. ഈ ബിന്ദുക്കളിലൂടെ ആവശ്യപ്പെട്ട വക്രം വരയ്ക്കുക.

(78) വഴി (c) തമ്മിൽ മുറിയുന്ന രേഖാസമ്പ്രദായം

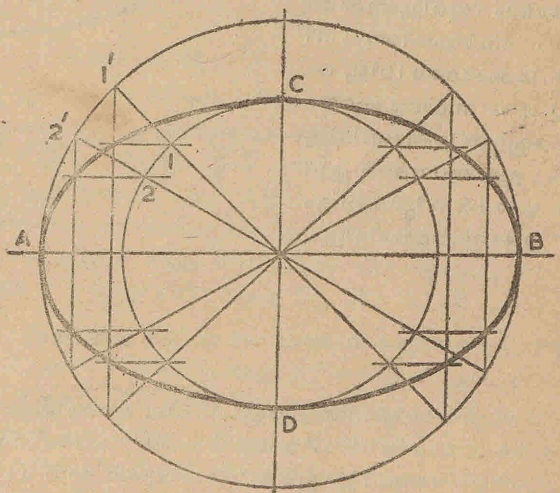



ചിത്രം 4.75 ദീർഘവൃത്തം വരയ്ക്കൽ

AB യും CD യും വശങ്ങളായ EFGH എന്ന ദീർഘചതുരം വരയ്ക്കുക. AE യെ എത്രയെങ്കിലും സമഭാഗങ്ങളായി ഭാഗിക്കുക; 4 എന്നിരിക്കട്ടെ (ബിന്ദുക്കൾ 1, 2, 3). ഈ ബിന്ദുക്കളെയെല്ലാം C യോട് കൂട്ടിച്ചേർക്കുക. AO നെയും ആദ്യത്തെയത്ര (4) സമഭാഗങ്ങളായി ഭാഗിക്കുക (1′, 2′, 3′). D-ൽ നിന്ന് ഇവയിലൂടെ രേഖകൾ വരയ്ക്കുക. ഇവ ആദ്യത്തെ രേഖകളെ $C_1$, $C_2$, $C_3$ -ൽ മുറിക്കട്ടെ ഈ പണി ആവർത്തിച്ചാൽ കിട്ടുന്ന ബിന്ദുക്കളെ കൂട്ടിച്ചേർത്ത് ദീർഘവൃത്തം വരയ്ക്കാം.

## (79) വഴി (d) സംകേന്ദ്രവൃത്തസമ്പ്രദായം

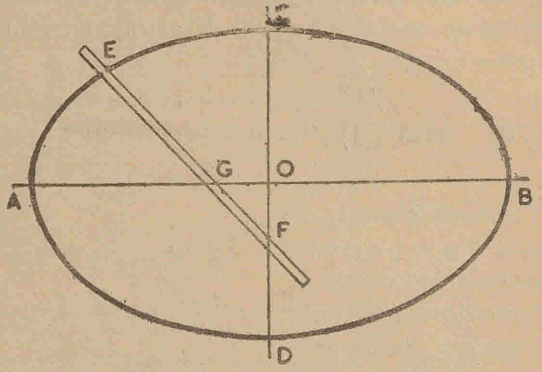
അക്ഷങ്ങൾ രണ്ടും വരയ്ക്കുക. ഇവ പ്രത്യേകം വ്യാസമാക്കി ഓരോ വൃത്തങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. ഏതെങ്കിലും ഒരു കാൽവട്ടത്തെ എത്രയെങ്കിലും ഭാഗങ്ങളായി ഭാഗിക്കുക. ത്രിജ്യകൾ നീട്ടി രണ്ടു വൃത്തങ്ങളുടെയും പരിധികളിൽ ബിന്ദുക്കൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക. ചെറിയ വൃത്തത്തിലെ ബിന്ദുക്കളായ 1, 2-ൽ നിന്ന് AB യ്ക്ക് സമാന്തരരേഖകൾ വരയ്ക്കുക. വലിയ വൃത്തത്തിലെ 1′, 2′-ൽ നിന്ന് CD യ്ക്കും സമാന്തരങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. ഇവ കൂട്ടിമുറിക്കട്ടെ. ഇതേവിധം മറ്റു ബിന്ദുക്കളും കിട്ടാവുന്നതാണ്. ഈ ബിന്ദുക്കളിലൂടെ ദീർഘവൃത്തം വരയ്ക്കുക.




ചിത്രം 4.76 ദീർഘവൃത്തം–സംകേന്ദ്രവൃത്തസമ്പ്രദായം

## (80) വഴി (e) 'നേർവക്ക്' സമ്പ്രദായം അഥവാ ട്രാമൽ സമ്പ്രദായം.

ഒരു നേർവക്കിലോ ഒരു കടലാസുതുണ്ടിലോ EF = AO, EG = CO എന്നീ അളവുകൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക. G വലിയക്ഷത്തിലും F ചെറിയക്ഷത്തിലും വീഴത്തക്കവിധം തുണ്ടിനെ (നേർവക്കിനെ) പിടിയ്ക്കുക. E വക്രത്തിലെ ഒരു ബിന്ദുവായിരിയ്ക്കും. G, F ഇവ ക്രമത്തിൽ വലിയക്ഷത്തിലും ചെറിയക്ഷത്തിലും ഇരിയ്ക്കത്തക്കവിധം നേർവക്കിനെ നീക്കിക്കൊണ്ടേയിരിയ്ക്കുക. E യുടെ സ്ഥാനം അടയാളപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടിരിയ്ക്കുക. ഈ ബിന്ദുക്കൾ കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ കിട്ടുന്ന വക്രം ദീർഘവൃത്തമായിരിയ്ക്കും.




ചിത്രം 4 77 ദീർഘവൃത്തം-നേർവക്ക് സമ്പ്രദായം

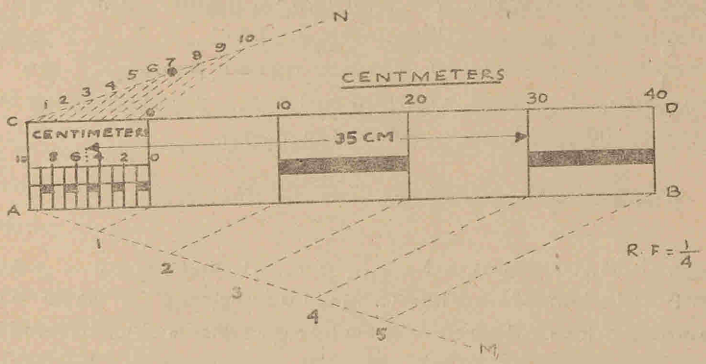
## (81) തോതുകൾ അഥവാ സ്കെയിലുകൾ :

എൻജിനീയറിങ്ങ് വരപ്പിൽ പല തരത്തിലുള്ള വരപ്പുതോതുകൾ ആവശ്യമായി വരുമെന്നു് 3-ാം അധ്യായത്തിൽ പറഞ്ഞിരുന്നുവല്ലോ. ജ്യാമിതീയരചനകൾ ഉപയോഗിച്ചു് ഈ സ്കെയിലുകൾ അഥവാ വരപ്പുതോതുകൾ എങ്ങിനെ നിർമിക്കാം എന്നു ചുവടെ കാണിക്കുന്നു.

ഒരു സ്കെയിൽ തയ്യാറാക്കുമ്പോൾ അറിഞ്ഞിരിക്കേണ്ട വിവരങ്ങൾ.

1. സ്കെയിലിന്റെ ചുരുക്കൽ (അല്ലെങ്കിൽ വലുതാക്കൽ) ഗുണാങ്കം.
2. അതു ഏതു മാതൃയിൽ— മീറ്റർ, അടി... ആണു് ദൂരത്തെ കുറിക്കുന്നതു്.
3. അതു് പരമാവധി കാണിയ്ക്കേണ്ട നീളം.

(82) 50 സെ. മീ. നീളം കാണിക്കുന്നതിനുവിധത്തിലും $\frac{1}{4}$ മുതൽ ഗുണകമുള്ളതുമായ സെ. മീ. അളവിലുള്ള ഒരു സ്കെയിൽ വരയ്ക്കുക:




ചിത്രം 4.78

AB എന്ന രേഖ = $\frac{1}{4} \times 50 = 12.5$ സെ. മീ. നീളമെടുത്ത് വരയ്ക്കുക. AB യിന്മേൽ, AC ഇഷ്ടമുള്ള ഏതെങ്കിലും നീളമാകത്തക്കവണ്ണം (1 ഓ 2 ഓ സെ. മീ. എന്നിരിക്കട്ടെ) ABCD എന്ന ദീർഘചതുരം വരയ്ക്കുക. ഓരോ ഭാഗവും 10 സെ. മീ. നെ പ്രതിനിധീകരിക്കത്തക്കവണ്ണം AB യെ അഞ്ചു സമഭാഗങ്ങളായി വിഭജിക്കുക. AB യിലെ വിഭജനബിന്ദുക്കളിൽ നിന്ന് CD യിലേയ്ക്ക് ലംബങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. CD ലെ ഇപ്രകാരമുള്ള ഒന്നാമത്തെ വിഭജനബിന്ദുവിൽ O എന്ന് അടയാളപ്പെടുത്തുക. മറ്റുള്ള ബിന്ദുക്കളെ 10, 20, 30, 40 എന്നും അടയാളപ്പെടുത്തണം.

ആദ്യത്തെ ഭാഗമായ CO നെ 10 സമഭാഗങ്ങളായി ഭാഗിക്കുക. ഇപ്പോൾ ഈ ഓരോ ഭാഗവും $\frac{10}{10} = 1$ സെ. മീ. നീളത്തെ കുറിക്കുന്നു. CO യുടെ താഴെ വരച്ച ഒരു രേഖയിന്മേൽ ഈ ബിന്ദുക്കൾ പ്രക്ഷേപിക്കുക. ഈ രേഖയിന്മേൽ O ന് ഇടത്ത് സെൻറിമീറ്ററുകൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക. ഒന്നിടവിട്ട വിഭാഗങ്ങളിൽ കട്ടിവരകൾ വരച്ച് ഈ വിഭജനങ്ങളെ കൂടുതൽ തെളിപ്പിക്കാം.

35 സെ. മീ. നീളമെടുക്കണമെന്നിരിക്കട്ടെ. ഇതിനായി വിഭാജിനിയുടെ ഒരു കാല് 5 സെ. മീ. ബിന്ദുവിലും മറ്റേതു് 30 സെ. മീ. ബിന്ദുവിലും വെയ്ക്കുക. വിഭാജിനിയുടെ കാലുകൾക്കിടയിലെ ദൂരം $\frac{1}{4}$ മു. ഘ-ൽ 35 സെ. മീ. നെ കുറിക്കുന്നു.

(83) $\frac{1}{60}$ മു. ഘ. ഉള്ളതും മീറ്ററുകളും ഡെസിമീറ്ററുകളും അളന്നെടുക്കാവുന്നതും 6 മീറ്റർ നീളം വരെ അളക്കാവുന്നതുമായ ഒരു സ്കെയിൽ നിർമ്മിക്കുക.

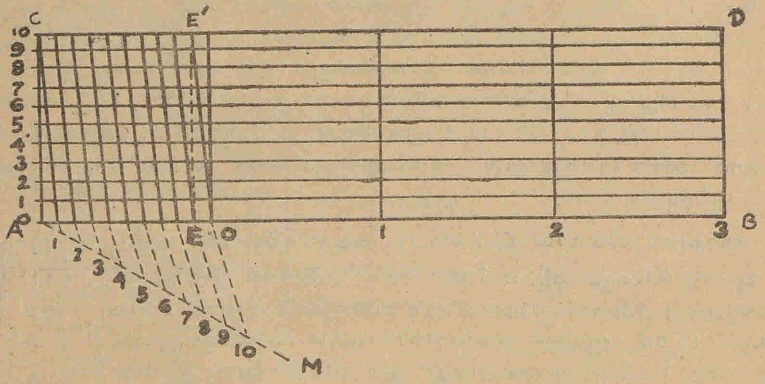
സ്കെയിലിന്റെ നീളം = $\frac{1}{60} \times 6 = \frac{1}{10}$ മീറ്റർ = 10 സെ. മീ.

10 സെ. മീ. നീളമുള്ള ഒരു രേഖ വരച്ച് 6 സമഭാഗങ്ങളായി വിഭജിക്കുക. ഈ ഓരോ ഭാഗവും ഒരു മീറ്ററിനെ കുറിക്കുന്നു. ഒന്നാമത്തെ വിഭാജന ബിന്ദുവിൽ 0 എന്നും തുടർന്നുള്ള ബിന്ദുക്കളിൽ 1, 2, 3, 4, 5 എന്നും എഴുതുക. ഒന്നാമത്തെ ഭാഗത്തെ 10 സമഭാഗങ്ങളായി ഭാഗിക്കുക. ഈ ഓരോ ചെറുഭാഗങ്ങളും 1 ഡെസി മീറ്ററിനെ കുറിക്കുന്നു. 0 ത്തിനു് ഇടത്തായി ഈ രേഖയിന്മേൽ ഡെസിമീറ്ററുകൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക.

## (84) വികർണസ്കെയിലുകൾ

വളരെ ചെറിയ അളവുകൾ—$\frac{1}{100}$ സെ. മീ. പോലുള്ളവ— കൃത്യമായളക്കാനാണു് വികർണസ്കെയിലുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. താഴെ കൊടുത്ത കണക്കുകളിൽ നിന്നും വികർണസ്കെയിലുകളുടെ തത്വം വിശദമാകുന്നതാണു്.

**(85) $\frac{1}{100}$ അംഗുലം കിട്ടത്തക്കവണ്ണം 4″ വരെ അളക്കാവുന്ന ഒരു മുഴവലുപ്പ വികർണസ്കെയിൽ വരയ്ക്കുക.**




ചിത്രം 4.79 വികർണസ്കെയിൽ

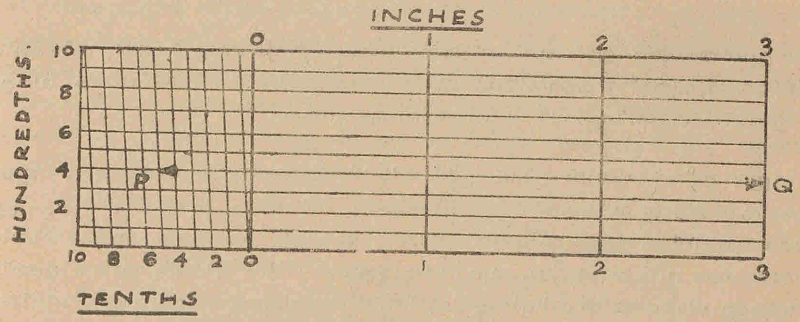
സ്കെയിലിന്റെ നീളം = ച. ഗു. × 4 = 1 × 4 = 4″

4″ നീളത്തിൽ ഒരു രേഖവരച്ചു് അതിനെ നാലു സമഭാഗങ്ങളാക്കി വിഭജിക്കുക. ഇപ്പോൾ ഓരോ ഭാഗവും ഒരംഗുലമായിരിക്കുമല്ലോ. ഒന്നാമത്തെ ഭാഗമായ AO യെ 10 സമഭാഗങ്ങളാക്കി വിഭജിക്കുക ഈ ചെറുഭാഗങ്ങളോരോന്നും $\frac{1}{10}$″ നെ കുറിക്കുന്നു. A-ൽ ഒരു ലംബം വരച്ചു് അതിന്മേൽ, സൌകര്യമുള്ള 10 സമഭാഗങ്ങൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക. ഇതവസാനിക്കുന്ന ബിന്ദുവാണു് C.

ABCD എന്ന ദീർഘചതുരം മുഴമീക്കുക. 0, 1, 2 എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽ നിന്നും ലംബങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. AC യിലെ വിഭജനബിന്ദുക്കളിലൂടെ വിലങ്ങൻ വരകൾ വരയ്ക്കുക. AO-ൽ, ആദ്യത്തെ വിഭജനബിന്ദുവുമായി C കൂട്ടിയോജിപ്പിക്കുക. മറ്റു വിഭജനബിന്ദുക്കളിൽ നിന്ന് ഈ രേഖക്ക് സമാന്തരങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. ഇപ്രകാരം O-ൽ നിന്നുള്ള സമാന്തരമാണ് OE'.

OE' നും O ലൂള്ള ലംബത്തിനുമിടയ്ക്കുള്ള ഒന്നാമത്തെ ഭാഗത്തിന്റെ നീളം $\frac{1}{10} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{100}''$ ആയിരിയ്ക്കുമെന്നു കാണാം. രണ്ടാമത്തെ ഭാഗം $\frac{2}{100} = \frac{1}{50}''$ ഉം, മൂന്നാമത്തേത് $\frac{3}{100}$ ഉം...ആയിരിയ്ക്കും. ഒടുക്കത്തെ ഭാഗം $\frac{10}{100} = \frac{1}{10}''$ ആയിരിയ്ക്കും.

ഉദാഹരണമായി 3.54" നീളം എടുക്കണമെന്നു വെയ്ക്കുക. പത്തിലൊന്നു (ദശമ) സ്കെയിലിൽ അഞ്ചാമത്തെ വിഭജനബിന്ദു കണ്ടു പിടിയ്ക്കുക. നൂറിലൊന്നു (ശതാംശ) സ്കെയിലിൽ അഞ്ചാം വിഭജനബിന്ദുവിൽ നിന്നും തുടങ്ങുന്ന വികർണത്തിലൂടെ നാലാമത്തെ വിഭജനബിന്ദു കണ്ടു പിടിയ്ക്കുക. 3" വിഭജനത്തിൽ നിന്നുമുള്ള ലംബത്തിൽ നിന്നും മേൽ കണ്ടുപിടിച്ച ബിന്ദുവിലേയ്ക്കുള്ള ദൂരം 3.54" ആയിരിയ്ക്കും.

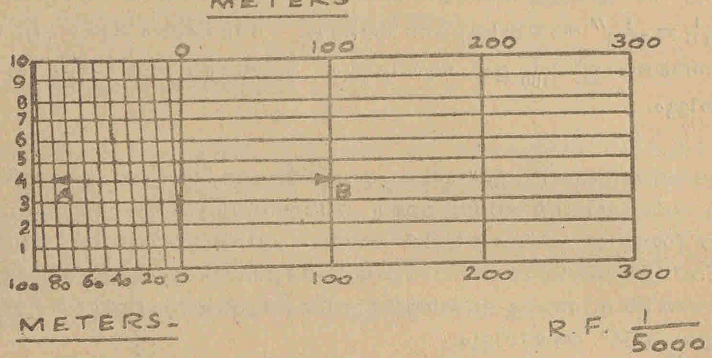



ചിത്രം 4.80

(86) ഭൂ. ഗ്രാ. = $\frac{1}{5000}$ ആയും 400 മീറ്റർ ദൂരത്തെ അളവെടുക്കുന്നവിധത്തിലുള്ള ഒരു മീറ്റർ വികർണസ്കെയിൽ വരയ്ക്കുക.

സ്കെയിലിന്റെ നീളം $\frac{1}{5000} \times 400 = .08$ മീറ്റർ $= 8$ സെ. മീ.

8 സെ. മീ. നീളമുള്ള ഒരു വര വരച്ച് അതിനെ നാലായി സമഭാഗിക്കുക. ഓരോ ഭാഗവും 100 മീറ്ററായിരിക്കും. ഇതിൽ ഒന്നാമത്തെ ഭാഗത്തെ വീണ്ടും പത്തായി വിഭജിക്കുക. ഇതിലെ ഓരോ അംശവും 10 മീറ്ററിനെ കുറിക്കുന്നു.




ചിത്രം 4.81

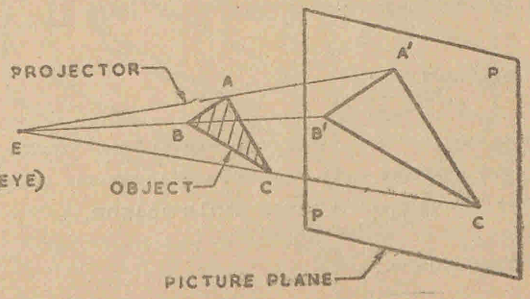
ഇടത്തെ അറ്റത്ത് ഒരു ലംബം വരച്ച് സൗകര്യമുള്ള ഒരു നീളത്തിൽ അതിന്മേൽ പത്ത് സമഭാഗങ്ങൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക. ദീർഘചതുരം വരച്ച് ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചപടി സ്കെയിൽ മുഴുമിക്കുക.

ഈ സ്കെയിലിൽ നിന്നും 184 മീറ്റർ എടുക്കണമെന്നു കരുതുക. ഇടതുവശം താഴെയുള്ള സ്കെയിലിൽ 80 മീറ്റർ വിഭജനം കണ്ടുപിടിക്കുക. ഈ വിഭജനത്തിലൂടെയുള്ള വികർണ്ണത്തിൽ, ഇടത്തെ കുത്തനെ സ്കെയിലിൽ നാലാമത്തെ വിഭജനബിന്ദു സ്ഥാനപ്പെടുത്തുക. 100 മീറ്റർ അടയാളത്തിൽ നിന്നുമുള്ള ലംബത്തിൽ നിന്നും ഈ ബിന്ദുവിലേയ്ക്കുള്ള ദൂരം 184 മീറ്ററായിരിക്കും.

# 5

## ബഹുകാഴ്ചാവരപ്പുകൾ

ഒരേ വസ്തുവിന്റെ വിവിധ കാഴ്ചകൾ വരച്ചിട്ടുള്ള വരപ്പിനെ 'ബഹുകാഴ്ചാ വരപ്പുകൾ' എന്നു വിളിക്കുന്നു. പക്ഷേ ഇവയെ 'ബഹുകാഴ്ചാലംബികപ്രക്ഷേപം' എന്നു വിളിക്കുന്നതാവും കൂടുതൽ ശരി. ഇതു് താഴെ പറയുന്ന വിവരണത്തിൽ നിന്നും വ്യക്തമാവും. ഉണ്ടാക്കാൻ പോകുന്ന യന്ത്രത്തിന്റെയോ വസ്തുവിന്റെയോ എല്ലാ കാഴ്ചകളും വരച്ചാലെ അതിന്റെ ഒരു മുഴു വിവരണവും ആവുകയുള്ളൂ. അതിനാൽ മൂന്നു മാനങ്ങളുള്ള (Three dimensional—നീളം, വീതി, ഉയരം) വസ്തുക്കളെ, രണ്ടു മാനങ്ങൾ മാത്രമുള്ള (നീളം, വീതി) കടലാസ്സിൽ പൂർണമായും വരയ്ക്കാൻ എല്ലാ കാഴ്ചകളും വേണ്ടി വരുന്നു. എൻജിനീയറിങ്ങ് വരപ്പുകളിൽ നിന്നും കിട്ടേണ്ട വിവരങ്ങൾ ഇവയാണു്: (1) വസ്തുവിന്റെ ആകൃതി (shape) യെപ്പറ്റിയുള്ള പൂർണരൂപം. (2) വലുപ്പത്തിന്റെ എല്ലാ അളവുകളും, നിർമാണത്തിന്റെ വിവരങ്ങളും; ആകൃതിയുടെ പ്രതിഫലനം സാധിക്കുന്നതു് മുറ്റും ക്രമത്തിലും ഉള്ള പ്രക്ഷേപം വഴിയാണു്. ശരിയായ അളവെഴുത്തു വഴിയാണു് വലുപ്പത്തിന്റെ വിവരണങ്ങൾ കിട്ടുന്നതു്. ഇതിനെപ്പറ്റി കൂടുതൽ പിന്നീടു് പഠിക്കാം.

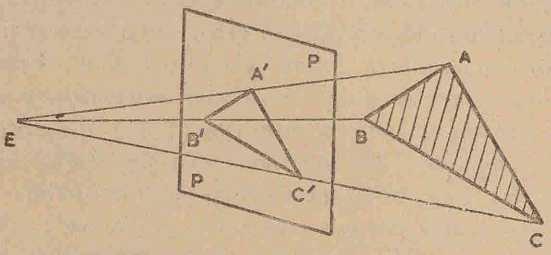



ചിത്രം 5.1

പ്രക്ഷേപം—വസ്തു കണ്ണിനും ചിത്രതലത്തിനുമിടയിൽ

5. 1. പ്രക്ഷേപം : കാഴ്ചക്കാരൻ കാണുന്ന വസ്തുവിന്റെ പുറംവര (outline) യെ ചിത്രത്തിൽ പ്രതിഫലിപ്പിക്കലാണ് പ്രക്ഷേപം (projection). ഇതിനായി, കാഴ്ചക്കാരന്റെ കണ്ണിൽ നിന്നും വസ്തുവിന്റെ പുറംവരയ്ക്ക്, (അദൃശ്യമായ) പ്രക്ഷേപകങ്ങൾ (projectors) അഥവാ കാഴ്ചരശ്മികൾ (visual rays) വരച്ചതായി സങ്കല്പിക്കേണ്ടതുണ്ട്. വരപ്പിന്റെ തലത്തിൽ മുട്ടത്തക്കവണ്ണം ഈ പ്രക്ഷേപകങ്ങളെ നീട്ടുന്നു. (ചിത്രം 5.1)

ചിത്രതലത്തിൽ (picture plane) കൂടിമുട്ടുന്ന ഈ പ്രക്ഷേപമുനകളെ കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ വസ്തുവിന്റെ പുറംവര കിട്ടും. ഇങ്ങിനെ കിട്ടുന്ന കാഴ്ചയെ പ്രക്ഷേപം അഥവാ കാഴ്ച എന്നു വിളിക്കുന്നു. ചിത്രതലം മറുപുറക്കാഴ്ചയുള്ളതാണെന്നു സങ്കല്പിച്ചാൽ, അത് കണ്ണിനും വസ്തുവിനും ഇടയിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതായി കരുതാം. (ചിത്രം 5.2)




ചിത്രം 5.2

പ്രക്ഷേപം — ചിത്രതലം കണ്ണിനും വസ്തുവിനുമിടയിൽ

പ്രക്ഷേപങ്ങൾ സാധാരണയായി രണ്ടു വിധമുണ്ട് : (1) കോണികപ്രക്ഷേപം. (2) സമാന്തരപ്രക്ഷേപം.

(1) കോണികപ്രക്ഷേപം :

കോണികപ്രക്ഷേപത്തിൽ, പ്രക്ഷേപകങ്ങൾ ഒരു ബിന്ദുവിലേയ്ക്ക് ഒന്നു കൂടുന്നു (converge) (ചിത്രം 5.1). ഇത്തരം പ്രക്ഷേപം കേന്ദ്രീയപ്രക്ഷേപം, ത്രിജ്യാപ്രക്ഷേപം എന്നീ പേരുകളാലും അറിയപ്പെടുന്നു.

(2) സമാന്തരപ്രക്ഷേപം :

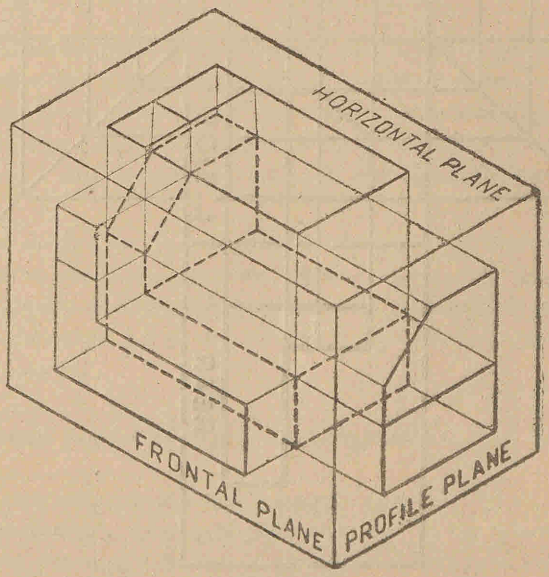
പ്രക്ഷേപകങ്ങൾ ഒത്തുകൂടുന്ന ബിന്ദു അളവറ്റ (infinite) ദൂരത്തേയ്ക്ക് അകന്നുവെന്നിരിയ്ക്കട്ടെ; അപ്പോൾ പ്രക്ഷേപകങ്ങൾ സമാന്തരങ്ങളായി മാറും.

ഇതിൽ നിന്നു ലഭ്യമാകുന്ന പ്രക്ഷേപത്തെ സമാന്തരപ്രക്ഷേപം എന്നു വിളിക്കുന്നു. പ്രക്ഷേപകങ്ങൾ സമാന്തരങ്ങൾ മാത്രമല്ല, ചിത്രതല (picture plane) ത്തിനു് ലംബം കൂടിയാണെങ്കിൽ, തന്മൂലമുണ്ടാകുന്ന പ്രക്ഷേപത്തെ ലംബിക (orthographic) പ്രക്ഷേപം എന്നു വിളിക്കുന്നു.

എൻജിനീയർമാർ സാധാരണയായുപയോഗിക്കുന്നതു് ലംബികപ്രക്ഷേപമാകയാൽ, ഇനിയങ്ങോട്ടു് "പ്രക്ഷേപം" എന്നുപയോഗിക്കുന്നതു് ലംബികപ്രക്ഷേപം എന്ന അർഥത്തിലായിരിക്കും.

## 5. 2. ബഹുകാഴ്ചാലംബികപ്രക്ഷേപം—ചില്ലുപെട്ടിസമ്പ്രദായം :

ബഹുകാഴ്ചാവരപ്പുകൾ വരയ്ക്കാൻ, സാധാരണയായി വസ്തുവിനു മുപുറക്കാഴ്ചയുള്ള ഒരു ചില്ലുപെട്ടിയ്ക്കകം, പ്രധാനമുഖം മുൻതലത്തിനു (Frontal plane) സമാന്തരമായി വെയ്ക്കപ്പെട്ടതായി സങ്കല്പിക്കാവുന്നതാണു്. കാഴ്ചക്കാരൻ പെട്ടിയ്ക്കു് അഭിമുഖമായി പെട്ടിയ്ക്കു് പുറമേ നിന്നു് വസ്തുവിന്റെ കാഴ്ചകളും പ്രക്ഷേപങ്ങളും നോക്കിക്കാണുന്നു (ചിത്രം 5.3).




ചിത്രം 5.3

ബഹുകാഴ്ചാലംബികപ്രക്ഷേപം—ചില്ലുപെട്ടി സമ്പ്രദായം

ചിത്രം 5.4 ചിട്ടപ്പെടുത്തി ഇറക്കിയ വീക്ഷണം

പ്രക്ഷേപകങ്ങൾ, പ്രക്ഷേപതലത്തിന്നു് ലംബമായിട്ടിരിയ്ക്കുന്തക്ക വിധമാണു് എല്ലായ്പ്പോഴും കാഴ്ച എടുക്കേണ്ടതു്. പിൻവശമൊഴിച്ചുള്ള എല്ലാ വശങ്ങളും (sides) മുൻതല (frontal plane) ത്തിനോടു് ഫിൻജ്ജ ചെയ്തിരിയ്ക്കുന്നതായും പുറത്തേയ്ക്കു് തുറക്കാവുന്നതായും സങ്കല്പിയ്ക്കുക. അങ്ങിനെയായാൽ വസ്തുവിന്റെ അഞ്ചു കാഴ്ചകളും മുൻതലത്തിൽ തന്നെ ഒതുങ്ങിയതായി കണക്കാക്കാം. ഇപ്രകാരം വസ്തുവിന്റെ ബഹുതല ലംബികപ്രക്ഷേപം (Multiplanar orthographic projection) ഒരു പരന്ന ഷീറ്റിൽ തന്നെ ചിത്രം 5.4–ൽ കാണിച്ച പോലെ വരയ്ക്കാവുന്നതാണു്.

ആവശ്യമാണെങ്കിൽ പിൻവശക്കാഴ്ചയും, ഒന്നു കറക്കി മുൻവശത്തിലേയ്ക്കു് കൊണ്ടുവരാവുന്നതാണു് (ചിത്രം 5.4). സാധാരണയായി പിൻവശത്തിന്റെയും കീഴ്ഭാഗത്തിന്റെയും കാഴ്ചകൾ ആവശ്യമാകാറില്ല. മേൽവശം; ഇടതോ, വലതോ ഏതെങ്കിലുമൊന്നു്; മുൻവശം—ഇവയുടെ കാഴ്ചകളേ ആവശ്യമായി വരാറുള്ളൂ.

മേൽവശക്കാഴ്ചയെ പ്ലാൻ എന്നും, ഒരു വശത്തെ കാഴ്ചയെ പ്രൊഫൈൽ അല്ലെങ്കിൽ അറ്റക്കാഴ്ചയെന്നും, മുൻവശത്തെ കാഴ്ചയെ മുൻകാഴ്ച (front elevation) എന്നും വിളിക്കുന്നു.

പ്രക്ഷേപതലത്തിന്നു് സമാന്തരമായ വസ്തുവിന്റെ ഉപരിഭാഗത്തിന്റെ ശരിയായ ആകൃതിയും വലുപ്പവും അറിയാൻ ലംബികപ്രക്ഷേപം സഹായകമാകുന്നു. പക്ഷേ പ്രക്ഷേപതലത്തിന്നു് ലംബമായ ദിക്കിലേയ്ക്കുള്ള വസ്തുവിന്റെ വണ്ണം അഥവാ ആഴം അറിയാൻ ഇതു പറ്റില്ല. അതിനാൽ വസ്തുവിന്റെ മുഴുവൻ വിവരങ്ങളും കിട്ടാനായി മറ്റു കാഴ്ചകൾ കൂടി വരയ്ക്കേണ്ടിയിരിയ്ക്കുന്നു.

പരസ്പരം ലംബമായ രണ്ടു കാഴ്ചകൾ മതി ഏതു വസ്തുവിനെയും ശരിയായും മുഴുവനായും വിവരിക്കുവാൻ. പക്ഷേ വളരെ വ്യക്തമായും എളുപ്പമായും മനസ്സിലാക്കാൻ മൂന്നോ അതിൽക്കൂടുതലോ കാഴ്ചകൾ വരയ്ക്കാവുന്നതാണു്. സാധാരണയായി മേൽക്കാഴ്ച, മുൻകാഴ്ച, ഓരക്കാഴ്ച (വശക്കാഴ്ച) എന്നീ മൂന്നെണ്ണം വരയ്ക്കാറാണു് പതിവു്.

## 5. 3. ഒരേതല (ഏകതലീയ) ലംബികപ്രക്ഷേപം :

ചിലപ്പോൾ വസ്തുവിന്റെ മൂന്നളവുകളും (ഉയരം, വീതി, വണ്ണം) ഒരേ കാഴ്ചയിൽ, അതായതു് ഒരേ പ്രക്ഷേപതലത്തിൽ കാണിക്കേണ്ടതായി വരും. ഇത്തരം ഘട്ടങ്ങളിൽ വസ്തുവിന്റെ പ്രധാന മുഖം ചിത്രതലത്തിന്നു സമാന്തരമായിരിക്കത്തക്കവണ്ണം വെയ്ക്കാതെ, ചിത്രം 5.5–ൽ കാണിച്ചപോലെ വസ്തുവിനെ ചരിച്ചോ കറക്കിയോ ആണു് വെയ്ക്കേണ്ടതു്.

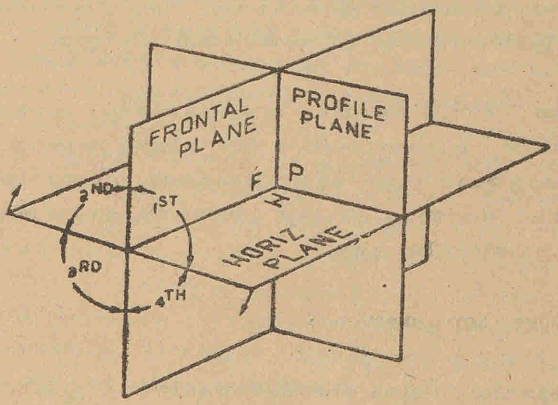
ചിത്രം 5.5 അക്ഷാംശമിതികപ്രക്ഷേപം

ഇത്തരം പ്രക്ഷേപത്തെ ഒരേതലലംബികപ്രക്ഷേപമെന്നോ അക്ഷാണമിതികപ്രക്ഷേപ (axonometric) മെന്നോ വിളിയ്ക്കാം. വസ്തുവിന്റെ മൂന്നളവ് (three dimensional) ചിത്രം കിട്ടുമെങ്കിലും ഇത്തരം പ്രക്ഷേപംകൊണ്ട് ശരിയായ ആകൃതിയും വലുപ്പവും വരപ്പിൽ നിന്നും കിട്ടുന്നില്ല. പലതരം അക്ഷാണമിതികപ്രക്ഷേപങ്ങളുണ്ടെങ്കിലും ഇവയിൽ വെച്ചേറവും കൂടുതൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നത് ഐസോമെട്രികപ്രക്ഷേപമാണ് (ഘനീയപ്രക്ഷേപം). ഇവയെപ്പറ്റി അദ്ധ്യായം ഏഴിൽ കൂടുതൽ പഠിക്കാം.

## 5. 4. ഒന്നാം കോണപ്രക്ഷേപവും മൂന്നാം കോണപ്രക്ഷേപവും

**(First angle and third angle projections)** തമ്മിലുള്ള താരതമ്യപ്പെടുത്തൽ.

പരസ്പരം ലംബമായ മൂന്നു പ്രധാന പ്രക്ഷേപതലങ്ങളാണുള്ളത്. (ചിത്രം 5.6. നോക്കുക).




ചിത്രം 5 6. പ്രധാന പ്രക്ഷേപതലങ്ങൾ

ഇവയെ മുൻതലം, വിലങ്ങൻതലം, പ്രൊഫൈൽ (ഓര) തലം എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഇവയെ നിർദ്ദേശ (Co-ordinate) തലങ്ങൾ എന്നും വിളിക്കാം. മുൻതലവും, വശതലവും കുത്തനെയാണ്. ഇവ അനിശ്ചിതദൂരത്തോളം നിണ്ടുകിടക്കുന്നതായി കണക്കാക്കപ്പെടുന്നു ഇവയുടെ തമ്മിൽ മുറിക്കുന്ന (intersecting) രേഖകളെ നിർദ്ദേശാക്ഷങ്ങൾ (Co-ordinate axes) എന്നു വിളിക്കുന്നു വിലങ്ങൻ തലവും മുൻതലവും തമ്മിൽ മുട്ടുന്ന രേഖയെ X–അക്ഷം എന്നു വിളിക്കുന്നു മുൻതലവും ഓരതലവും തമ്മിൽ മുട്ടുന്ന രേഖയാണ് Y–അക്ഷം. വിലങ്ങൻതലവും ഓരതലവും തമ്മിൽ മുട്ടുന്ന രേഖയെ Z–അക്ഷം എന്നും വിളിക്കുന്നു.

നിർദ്ദേശാക്ഷങ്ങൾ കൂടിച്ചേരുന്നതാണ് മൂലബിന്ദു (origin). മുൻ തല ങ്ങളും വിലങ്ങൻ തലങ്ങളും തമ്മിൽ മുറിക്കുന്നതു വഴി നാലു് കാൽവട്ടങ്ങൾ (quadrants) ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടു്. ഇവയെ ഒന്നാം കാൽവട്ടം, രണ്ടാം കാൽവട്ടം, മൂന്നാം കാൽവട്ടം, നാലാം കാൽവട്ടം എന്നു വിളിക്കുന്നു. മൂന്നു പ്രക്ഷേപതല ങ്ങൾക്കിടയിൽ ഉണ്ടാകുന്ന എട്ടു ഘന കോണങ്ങളെ 'അഷ്ടക'ങ്ങൾ (octants) എന്നും വിളിക്കുന്നു.

വസ്തുവെ ഒന്നാമത്തെയോ മൂന്നാമത്തെയോ കാൽവട്ടത്തിൽ വെയ്ക്കുന്നതിന നുസരിച്ചു് കിട്ടുന്ന മൂന്നു പ്രധാന തലങ്ങളിലെ പ്രക്ഷേപങ്ങളെ ക്രമത്തിൽ ഒന്നാം കോണപ്രക്ഷേപം എന്നും മൂന്നാം കോണപ്രക്ഷേപം എന്നും വിളിക്കുന്നു. ബഹു കാഴ്ചാവരപ്പുകളിൽ, പ്രധാനതലങ്ങളിലെ പ്രക്ഷേപങ്ങൾ മുൻതലത്തിൻമേൽ വീഴത്തക്കവിധം (coincide) 90° യിൽ കറക്കുന്നു. സാധാരണ സമ്പ്രദായം ഇതാണു്: X– അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി, വിലങ്ങൻ തലത്തെ കറക്കി മുൻതല ത്തിന്മേൽ വീഴ്ത്തുക; ഇതിനായി ഒന്നാമത്തെയും മൂന്നാമത്തെയും കാൽവട്ട ങ്ങളെ 'ഉറക്കു'കയോ രണ്ടാമത്തെയും നാലാമത്തെയും കാൽവട്ടങ്ങളെ 'അടയ്ക്കു' കയോ ചെയ്യാം. ഓരതലത്തെ ഇതേപോലെ, വസ്തുവിൽനിന്നകത്തേയ്ക്കു് Y-അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി കറക്കി മുൻതലത്തിന്മേൽ വീഴ്ത്തുക.

വസ്തുവിനെ രണ്ടാമത്തെയോ നാലാമത്തെയോ കാൽവട്ടത്തിലാണു് വെച്ചിട്ടുള്ളതെങ്കിൽ, പ്രക്ഷേപതലങ്ങൾ 90° യിലൂടെ കറക്കിയ ശേഷം മുൻ കാഴ്ചയും മേൽകാഴ്ചയുമായിരിക്കും മേൽവീഴ്ന്നതെന്നു വ്യക്തമാണല്ലൊ. ഇതു കാരണം രണ്ടാം കോണപ്രക്ഷേപവും നാലാംകോണപ്രക്ഷേപവും വളരെ ചുരുക്കമായേ ഉപയോഗിക്കാറുള്ളൂ.

## 5. 5. മൂന്നാംകോണപ്രക്ഷേപം :

5.4. ചിത്രത്തിൽ ചില്ലുപെട്ടി സമ്പ്രദായമുപയോഗിച്ചു കിട്ടിയ പ്രക്ഷേപ ങ്ങൾ മൂന്നാംകോണപ്രക്ഷേപത്തിനുദാഹരണമാണു്. മൂന്നാംകോണപ്രക്ഷേപ ത്തിൽ പ്രക്ഷേപതലം വസ്തുവിനും കാഴ്ചക്കാരനുമിടയ്ക്കായിരിക്കും.

ഓരോ കാഴ്ചയും, അതിന്റെ തൊട്ടടുത്ത കാഴ്ചയ്ക്കു സമീപമുള്ള (വസ്തുവിന്റെ) വശത്തെ പ്രതിനിധീകരിയ്ക്കുന്ന തരത്തിലുള്ള പ്രക്ഷേപമാണു് മൂന്നാംകോണ പ്രക്ഷേപം. മറ്റു തരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ, മുൻകാഴ്ചയിൽ കാഴ്ചക്കാരന്നോടുവും അടുത്തുള്ള വസ്തുവിന്റെ ഭാഗങ്ങൾ തൊട്ടടുത്തുള്ള കാഴ്ചകളിൽ മുൻകാഴ്ചയ്ക്കുട ത്താണു് വരിക. മൂന്നാംകോണപ്രക്ഷേപത്തെക്കുറിച്ചു് ഈ അധ്യായത്തിന്റെ ഒടുവിൽ കൂടുതൽ വിവരണവും അഭ്യാസങ്ങളും ചേർത്തിട്ടുള്ളതും ശ്രദ്ധിക്കുക.

## 5. 6. ഒന്നാംകോണപ്രക്ഷേപം :

വസ്തു, കാഴ്ചക്കാരനും പ്രക്ഷേപതലത്തിനും ഇടയിലായിരിക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന പ്രക്ഷേപത്തെ ഒന്നാംകോണപ്രക്ഷേപമെന്നു പറയുന്നു. ഇവിടെ കാഴ്ചക്കാരൻ സാങ്കല്പിക ചില്ലുപെട്ടിയ്ക്കകത്തുതന്നെ നില്ക്കുന്നതായും, വസ്തുവിനപ്പുറമുള്ള ചില്ലുവശങ്ങളിന്മേൽ പ്രക്ഷേപങ്ങൾ എടുക്കുന്നതായും സങ്കല്പിക്കേണ്ടതാണ്.

ഒന്നാംകോണപ്രക്ഷേപം താഴെ കാണും വിധം നിർവചിക്കാം. ഓരോ കാഴ്ചയും വസ്തുവിന്റെ വശത്തെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നതു്, തൊട്ടടുത്ത കാഴ്ചകളിൽ, ആ കാഴ്ചയിൽ നിന്നും അകന്നിരിയ്ക്കുന്നതുക്രമവിധത്തിലാണെങ്കിൽ അതിനെ ഒന്നാംകോണപ്രക്ഷേപം എന്നു വിളിക്കാം. മറു തരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ മുൻകാഴ്ചയിൽ കാഴ്ചക്കാരനു് ഏറ്റവും അടുത്തായിരിക്കുന്ന വസ്തുവിന്റെ ഭാഗങ്ങൾ, തൊട്ടടുത്ത കാഴ്ചകളിൽ, മുൻകാഴ്ചയിൽ നിന്നും ഏറ്റവും അകന്നായിരിക്കും.

ഒരേ വസ്തുവിന്റെ ഒന്നാം കോണപ്രക്ഷേപവും മൂന്നാം കോണപ്രക്ഷേപവുമാണു് ചിത്രങ്ങൾ 5.7, 5.8-ൽ വരച്ചിരിയ്ക്കുന്നതു്. മൂന്നാം കോണപ്രക്ഷേപത്തിൽ, വലതുവശക്കാഴ്ച മുൻകാഴ്ചയുടെ വലതു വശത്തും, മുകൾക്കാഴ്ച മുൻകാഴ്ചയുടെ മുകൾ വശത്തും തന്നെയാണു്. ഇപ്രകാരം, ഓരോ കാഴ്ചയും തൊട്ടടുത്ത കാഴ്ചയെ അപേക്ഷിച്ചുള്ള സ്ഥാനങ്ങളിൽ തന്നെ വരപ്പിലും വരുന്നു. ഇതു് മൂന്നാം കോണപ്രക്ഷേപത്തിന്റെ ഒരു പ്രധാന മേന്മയായി കണക്കാക്കപ്പെടുന്നു. നേരെ മറിച്ചാണു് ഒന്നാം കോണ പ്രക്ഷേപത്തിന്റെ സ്ഥിതി. ഇതിൽ വലതുവശക്കാഴ്ച മുൻകാഴ്ചയുടെ ഇടതു വശത്തും, മുകൾക്കാഴ്ച മുൻകാഴ്ചയുടെ കീഴ്വശത്തും ഇടതുവശക്കാഴ്ച മുൻകാഴ്ചയുടെ വലതു വശത്തും വരുന്നു. ഇന്ത്യയിലും അമേരിക്കയിലും സാമാന്യ എൻജിനീയറിങ്ങ് വരപ്പുകളിൽ മൂന്നാം കോണപ്രക്ഷേപമാണു് അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതു്. പക്ഷെ സംരചനാപരവും ഭവനശില്പപരവുമായ വരപ്പുകളിൽ ഒന്നാം കോണപ്രക്ഷേപമാണു് ധാരാളമായുപയോഗിച്ചു വരുന്നതു്. യൂറോപ്പിലും ഇംഗ്ലണ്ടിലും എല്ലാതരം വരപ്പുകൾക്കും ഒന്നാം കോണപ്രക്ഷേപമാണു് പ്രമാണപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ളതു്.

കെട്ടിടവരപ്പുകൾക്കു് (Building drawing) ഇന്ത്യൻ നിലവാരങ്ങൾ നിർദേശിക്കുന്നതു് ഒന്നാം കോണപ്രക്ഷേപവും മൂന്നാം കോണപ്രക്ഷേപവും രണ്ടും കൂടിയാണു്. അതായതു്, ഓരക്കാഴ്ചകൾ മൂന്നാം കോണപ്രക്ഷേപത്തിലും പ്ലാൻകാഴ്ചകൾ ഒന്നാം കോണപ്രക്ഷേപത്തിലും വരത്തക്കവിധത്തിലാണു് വരയ്ക്കുക. ഈ അധ്യായത്തിന്റെ ഒടുവിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന പ്രായോഗിക വസ്തുക്കളുടെ വിശദചിത്രങ്ങളുടെ ഒന്നാം കോണപ്രക്ഷേപവും മൂന്നാം കോണപ്രക്ഷേപവും വരച്ചു് പഠിക്കേണ്ടതാണു്.

ചിത്രം 5.7 മൂന്നാം കോണ്പ്രക്ഷേപം

ചിത്രം 5.8 ഒന്നാം കോണ പ്രക്ഷേപം

## 5. 7. ബഹുകാഴ്ചാവരപ്പുകളിലെ ബിന്ദുക്കളും, രേഖകളും, പ്രതലങ്ങളും: നിർവചനങ്ങളും :

വീതിയും വണ്ണവുമില്ലാത്തവിധം ബിന്ദുക്കളുടെ ഒരു തുടർച്ചയാണ് വര (രേഖ) എന്നു പറയാം. ഏറ്റവും സാധാരണമായുപയോഗിക്കേണ്ടിവരാറുള്ളതു് നേർവരയാണു്. രണ്ടു ബിന്ദുക്കൾക്കിടയിലെ ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ ദൂരമാണു് നേർവര. അതിനാൽ, ഇനിമേൽ വര എന്നു പറയുമ്പോൾ ഉദ്ദേശിക്കുന്നതു നേർവരയെയാണു്. വരകൾ പല വിധത്തിലാവാം— നേർവരകൾ, വെറും വക്രങ്ങൾ (plane curves), സ്ഥലവക്രങ്ങൾ (space curves).

വശതലത്തിനോ മുൻതലത്തിനോ സമാന്തരമെങ്കിലും വിലങ്ങനെയോ (horizontal) കുത്തനെയോ അല്ലാത്തതായ വരയാണു് ചെരിഞ്ഞ വര (inclined line).

ഒരു നിർദ്ദേശതലത്തിനും (Co-ordinate) സമാന്തരമല്ലാത്ത വരയാണു് 'തിര്യക്കരേഖ' (oblique line).

ഒരു വരയുടെ ഏതെങ്കിലും തലവുമായിട്ടുള്ള ചരിവു് (inclination) ആ വരയ്ക്കും വരയുടെ തലത്തിന്മേലുള്ള പ്രക്ഷേപത്തിനുമിടയ്ക്കുള്ള കോണമാകുന്നു.

നിർദ്ദേശതലങ്ങളിൽ ചെന്നു മുട്ടുന്ന മുറിബിന്ദു (intersection points)ക്കളാണു് ഒരു വരയുടെ ടേസുകൾ (Traces) എന്നു പറയുന്നതു്.

ഒരു വരയുടെ ചായ്വു് (slope) എന്നു പറയുന്നതു് വരക്കും അതിന്റെ വിലങ്ങൻപ്രക്ഷേപത്തിനും ഇടയ്ക്കുള്ള കോണമാകുന്നു.

ചെരിവുതലം (inclined plane) എന്നു പറയുന്നതു് ഏതെങ്കിലും ഒരു പ്രധാന തലത്തിനു് ലംബമെങ്കിലും ഒരു തലത്തിനും സമാന്തരമല്ലാതെയുള്ള തലത്തിനാണു്. ചരിവുതലത്തിന്റെ പ്രക്ഷേപം, അതു ലംബമായിട്ടുള്ള പ്രധാന തലത്തിന്മേൽ ഒരു നേർവരയായിരിക്കും.

ഒരു തിര്യക്തലം (oblique plane) ഒരു പ്രധാന തലത്തിനും ലംബമോ സമാന്തരമോ അല്ലാതെയുള്ള സ്ഥലമാകുന്നു.

ഒരു 'തലത്തിന്റെ ടേസു'കൾ എന്നു പറയുന്നതു്, അതു് നിർദ്ദേശതലങ്ങളിൽ കൂട്ടിമുട്ടുന്ന വരകളെയാണു്. മുൻതലവുമായുള്ള തമ്മിൽ മുറിപ്പിനെ (intersection) 'മുൻടേസു്' (Frontal trace) എന്നു വിളിക്കുന്നു. അതുപോലെ വിലങ്ങൻ തലവുമായുള്ളതിനെ 'വിലങ്ങൻ ടേസു്' എന്നും, ഓരതലവുമായുള്ളതിനെ 'ഓരടേസു്' എന്നും വിളിക്കുന്നു.

ഇരുതലകോണം (dihedral angle) രണ്ടു തലങ്ങൾക്കിടയിൽ അവ തമ്മിൽ മുറിക്കുന്ന രേഖയിലെ ഒരു പൊതു ബിന്ദുവിൽ നിന്നു രേഖയ്ക്കു ലംബമായും രണ്ടു തലങ്ങളിലുമായി വരച്ച രണ്ടു രേഖകൾക്കിടയിലുള്ള കോണമാകുന്നു.

ഒരു പ്രതലം എന്നു പറയുന്നതു് ഖരവസ്തുക്കളുടെ അതിരുകളെപ്പോലെ അളവുകളുള്ള സ്ഥലത്തെ (area) യാണു്. ഒരു ജ്യാമിതീയമായ (സാങ്കല്പികമല്ല എന്നർഥം) നേർവരയോ വക്രവരയോ ചലിക്കുന്നതു കൊണ്ടുണ്ടാകുന്നതാണു് പ്രതലം. ഈ ജ്യാമിതീയമായ വരയെ 'ജനിത്രവര' (generatrix) എന്നു വിളിക്കാം. ജനിത്രവരയുടെ ഏതൊരു സ്ഥാനത്തെയും പ്രതലത്തിന്റെ അംഗം (Element of the surface) എന്നു വിളിക്കാം.

ഒരു നേർപ്രതലം (ruled surface) നേർവരയുടെ ചലനം മൂലം ഉണ്ടാക്കപ്പെടുന്നു. ഉദാ :— ഒരു സമതലം, ഒരേ വിധം വക്രമായ തലം, കോടിയ (warped) തലം.

ജനിത്രവരയുടെ ഒരറ്റം മറ്റൊരു നേർവരയിലൂടെ നീങ്ങത്തക്കവണ്ണം, സ്വയം സമാന്തരമായി ചലിക്കുന്ന ഒരു നേർവര ജനിപ്പിക്കുന്നതാണു് ഒരു സമതലം അഥവാ തലം (plane).

ഒരു ഒറ്റ വക്രതലം (Singly curved surface) നിവർത്തിയിടാവുന്ന നേർതലമാകുന്നു. അതായതു്, ഒരു പരന്ന സമതലത്തിന്മേൽ പരത്തി, നിവർത്തിയിടാവുന്ന പ്രതലം. ഇതിൽ ജനിത്രവരയുടെ രണ്ടു് അടുത്തടുത്ത സ്ഥാനങ്ങൾ തമ്മിൽ സമാന്തരമായിരിയ്ക്കുയോ തമ്മിൽ മുറിയ്ക്കുയോ ചെയ്യാം. ഉദാ :— ഒരു സിലിണ്ഡറിന്റെയോ കോണിന്റെയോ വക്രമായ ഉപരിതലം.

ഒരു കോടിയ പ്രതലം (warped surface) നിവർത്തിയിടാനാവാത്തതാണു്. അതായതു്, അടുത്തടുത്ത (consecutive) തലത്തിന്റെ ഭാഗങ്ങളായ നേർവരകൾ ഒരേ തലത്തിൽ കിടക്കുകയോ സമാന്തരമായിരിയ്ക്കുയോ തമ്മിൽ മുറിയ്ക്കുയോ ചെയ്യുന്നില്ല. ഉദാ :— കറക്കം കൊണ്ടുണ്ടാക്കാവുന്ന ഒരു പരാബോളോയ്ഡു്.

ഒരു വക്രവര ചലിപ്പിച്ചാൽ കിട്ടുന്നതാണു് 'ഇരട്ട വക്രപ്രതലം' അതിന്മേൽ നേർവരയായ ഒരു ഭാഗം സ്ഥിതിചെയ്യുന്നില്ല. ഉദാ :— ഗോളം, ടോറസ്സു്.

ഒരക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി, ഒരു നേർവരയെയോ വക്രത്തെയോ കറക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്നതാണു് ഒരു കറക്കപ്രതലം (surface of revolution). ജനിത്രനേർവര, അക്ഷത്തിനു സമാന്തരമായിരിയ്ക്കുയോ, അതിനെ മുറിയ്ക്കുയോ ചെയ്യുന്നുവെങ്കിൽ ഒരു ഒറ്റവക്രപ്രതലം സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നു. ജനിത്രനേർവര അക്ഷ

ത്തിനു് സമാന്തരവുമല്ല, അതിനെ മുറിയ്ക്കുന്നുമില്ലായെങ്കിൽ ഒരു കോടിയ പ്രതലം (warped surface) അഥവാ കറക്ക ഹൈപർ ബോളോയ്ഡ് (hyperboloid of revolution) ആണു് സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നതു്. ഒറ്റ ഹൈപർബോളയെ അതിന്റെ തലത്തിൽ ഒരക്ഷത്തിനു ചുറ്റും കറക്കുമ്പോഴും ഹൈപർബോളോയ്ഡു് ഉണ്ടാകുന്നതാണു്.

## 5. 8 ലംബികപ്രക്ഷേപണത്തിന്റെ (Orthographic Projection) അടിസ്ഥാനതത്വങ്ങൾ:

താഴെ പറയുന്ന തത്വങ്ങൾ ബഹുകാഴ്ചാലംബിക പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരയ്ക്കുമ്പോൾ ഓർത്തിരിയ്ക്കേണ്ടതാണു്.

1. ഒരു വസ്തുവിലെ ഏതൊരു ബിന്ദുവിന്റെയും മുകൾകാഴ്ചയും മുൻകാഴ്ചയും ഒരേ കുത്തനെ വരയിലായിരിക്കണം. ഏതൊരു ബിന്ദുവിന്റെയും വശക്കാഴ്ചയും മുൻകാഴ്ചയും ഒരേ വിലങ്ങൻ വരയിലായിരിയ്ക്കണം.

2. ഒരു ബിന്ദുവിന്റെ മുൻകാഴ്ച വരച്ചാൽ അതിന്റെ X-നിർദേശവും (Co-ordinate) Y-നിർദേശവും നിശ്ചയിക്കപ്പെട്ടു. അതുപോലെ മുൻകാഴ്ച X-ഉം Z-ഉം നിർദേശങ്ങളും, വശക്കാഴ്ച Y-ഉം Z-ഉം നിർദേശങ്ങളും.

3. ഒരു സമചതുരപ്പായ രൂപത്തിന്റെ, അതിനു സമാന്തരമായ ഒരു തലത്തിന്മേലുള്ള പ്രക്ഷേപത്തിൽ നിന്നു്, രൂപത്തിന്റെ ശരിയായ വലുപ്പവും ആകൃതിയും കിട്ടുന്നു.

ഒരു ബിന്ദുവെ സ്പേസിൽ മുഴുവനായും തിട്ടപ്പെടുത്താൻ മൂന്നു നിർദേശങ്ങൾ മാത്രം മതിയായതിനാൽ, വരപ്പിൽ രണ്ടു കാഴ്ചകൾ മതി അതിന്റെ സ്ഥാന നിർണയം ചെയ്യാൻ. പ്ലാനിൽ നിന്നു് വണ്ണവും വീതിയും, മുൻകാഴ്ചയിൽ നിന്നു് ഉയരവും വീതിയും കിട്ടുമല്ലോ. ഇപ്രകാരം ഒരു വസ്തുവിലെ ഏതൊരു ബിന്ദുവിന്റെയും നിർദേശങ്ങൾ അറിഞ്ഞാൽ ആ വസ്തുവിന്റെ ആകൃതി ശരിക്കും വരയ്ക്കുവാൻ കഴിയും. അതുപോലെ തന്നെ വസ്തുവിലെ ഏതൊരു വരയും ഭാഗവും ചിത്രീകരിക്കാമെന്നു പറയേണ്ടതില്ലല്ലോ.

## 5. 9. അടയാളപ്പെടുത്തൽ (Notation):

ഒരു ബിന്ദുവിനെ ഏതു തലത്തിലാണു് പ്രക്ഷേപിച്ചിട്ടുള്ളതു് എന്നറിയാനായി, വരപ്പിൽ അതിനെ f, h, p, a, എന്നീ കീഴെഴുത്തു് (subscript) പയോഗിച്ചു് വേർതിരിക്കാവുന്നതാണു്. ഇപ്രകാരം $A_f$ എന്നതു് 'A എന്ന ബിന്ദുവിന്റെ മുൻതലത്തിലുള്ള പ്രക്ഷേപമാണു്; $A_h$ വിലങ്ങൻ തലത്തിൽ; $A_p$ വശതലത്തിൽ; $A_a$ എന്നതു് സഹായക (Auxiliary) തലത്തിലും, പ്രക്ഷേ

പതലത്തിന്റെ കുറുക്കു അക്ഷങ്ങൾ വേറെ സൂചിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ കീഴെഴുത്തു് ആവശ്യമില്ല. കുറുക്കു അക്ഷങ്ങൾ ഒരു നീണ്ട വരയ്ക്കിടയിൽ രണ്ടു കുറുവരകൾ വരച്ചു് അടയാളപ്പെടുത്താം. മുൻതലം, വിലങ്ങൻതലം, വശതലം, സഹായ കതലം എന്നീ പ്രക്ഷേപത്തിനു് ഇരുവശവുമുള്ള തലങ്ങളെ ക്രമത്തിൽ F, H, P, A എന്നീ അക്ഷരങ്ങൾ കൊണ്ടു് കുറിയ്ക്കാവുന്നതാണു്. രണ്ടു തലങ്ങൾക്കിടയിലെ രേഖകളെ—മടക്കുവരകളെ (folding lines)—അതതു തലങ്ങളുടെ ആദ്യക്ഷരങ്ങൾ കൊണ്ടു സൂചിപ്പിക്കാം. ഉദാ: മുൻതലത്തിനും വിലങ്ങൻ തലത്തിനും ഇടയ്ക്കുള്ള മടക്കുവരയെ F. H. അല്ലെങ്കിൽ 'മു. വി.' കൊണ്ടടയാളപ്പെടുത്താം.

മേൽ വിവരിച്ച തത്വങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കാനായി കുറെ ഉദാഹരണങ്ങൾ താഴെ കൊടുക്കുന്നുണ്ടു്. സ്പേസിലെ ബിന്ദുക്കളുടെ സ്ഥാനങ്ങളും വസ്തുവിലെ രേഖകളുടെയും പ്രതലങ്ങളുടെയും യഥാർഥ ആകൃതിയും അവയെ പ്രക്ഷേപിച്ചിരിയ്ക്കുന്ന (സാങ്കല്പിക ചില്ലുപെട്ടിയുടെ ഉൾഭാഗവശങ്ങളായ) പ്രധാന പ്രക്ഷേപതലങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തി മനസ്സിലാക്കാൻ വിദ്യാർഥികൾ അഭ്യസിക്കേണ്ടതാണു്. മറ്റു വിധത്തിൽ സൂചിപ്പിക്കാത്തപക്ഷം ഇവയെല്ലാം മൂന്നാം കോണപ്രക്ഷേപമാണെന്നു് മനസ്സിലാക്കുക.

കണക്കു് 1. താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ബിന്ദുക്കളുടെ പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക:

(i) രണ്ടു തലങ്ങളെയും തൊട്ടു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന A എന്ന ബിന്ദു.

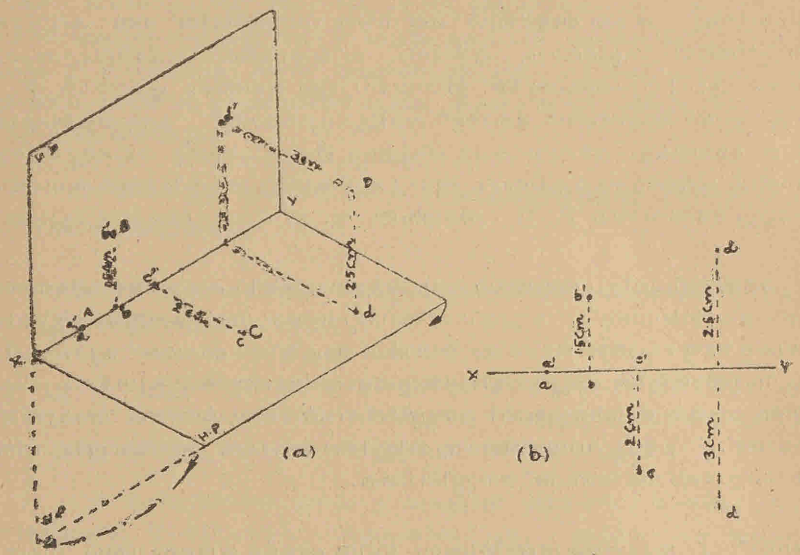
(ii) വിലങ്ങൻ തലത്തിൽ നിന്നു് 1.5 cm മുകളിലായി കുത്തൻ തലത്തിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ബിന്ദു—B.

(iii) കുത്തൻ തലത്തിനു് 2.0 cm മുന്നിലായി വിലങ്ങൻ തലത്തിൽ കിടക്കുന്ന ബിന്ദു—C.

(iv) കുത്തൻ തലത്തിനു് 3.0 cm മുന്നിലും വിലങ്ങൻ തലത്തിനു് 2.5 cm മുകളിലും ആയി സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന D എന്ന ബിന്ദു.

മേൽ കൊടുത്ത ബിന്ദുക്കളുടെ വി. ത. ക്കും കു. ത. ക്കും ആപേക്ഷികമായ സ്ഥാനങ്ങളും അവയുടെ പ്രക്ഷേപങ്ങളും ചിത്രം 5.9 a-ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ചിത്രം 5.9 b-ൽ പ്രക്ഷേപങ്ങളെ കടലാസ്സിന്റെ തലത്തിലേയ്ക്കു കൊണ്ടുവന്നിരിക്കുന്നു.

A എന്ന ബിന്ദു രണ്ടു തലങ്ങളെയും തൊടുന്നതിനാൽ അതിന്റെ മേൽക്കാഴ്ചയും മുൻകാഴ്ചയും X Y രേഖയിൽ ഒരു ബിന്ദുവായി കുറിക്കപ്പെടുന്നു.




ചിത്രം 5.9 a&b

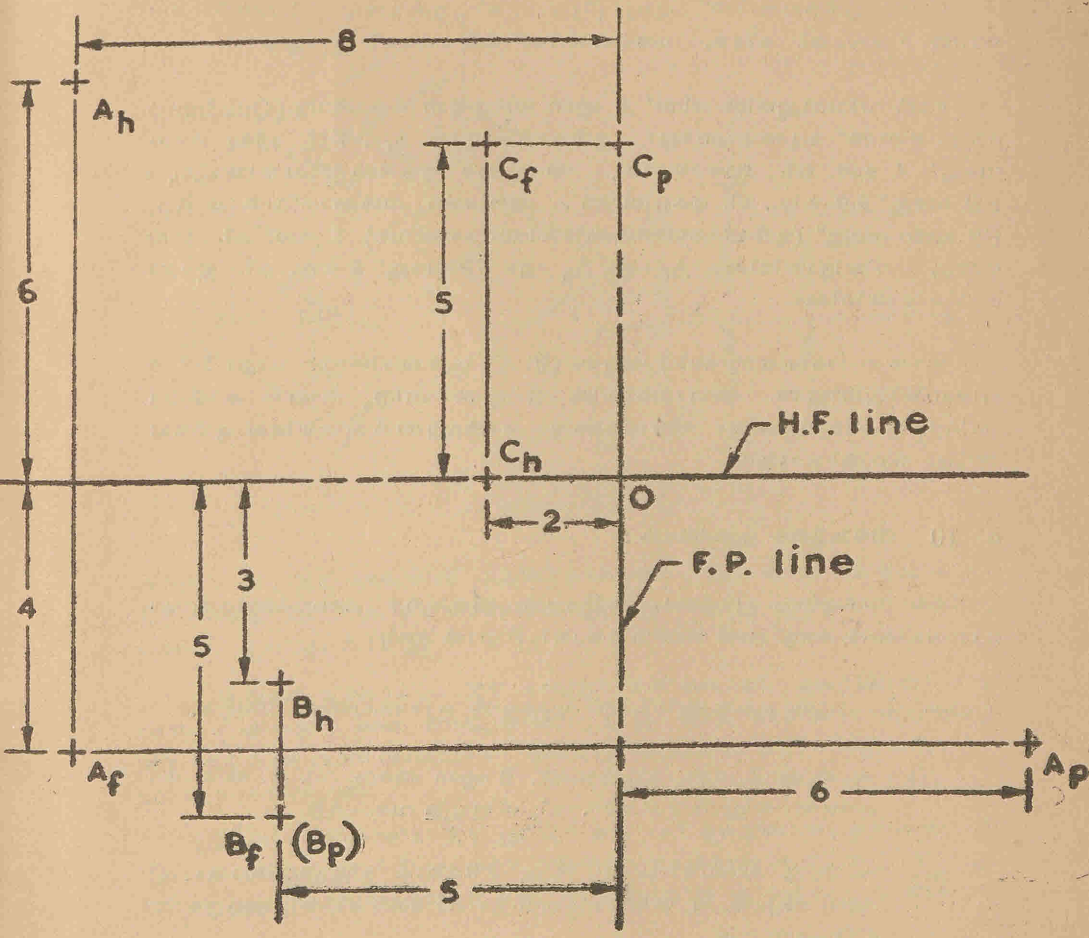
B കൂ. ത. യിൽ കിടക്കുന്നതിനാൽ അതിന്റെ മുൻകാഴ്ച o, b', കൂ. ത. യിൽ കിടക്കുന്ന ഒരു ബിന്ദുവായിരിക്കും. B, വി. ത. ക്കു് 1.5 cm മുകളിലാകയാൽ b', X Y രേഖയുടെ 1.5 cm മുകളിലായിരിക്കും. B യുടെ മേൽക്കാഴ്ച യായ b, X Y രേഖയിൽ b' നു് നേരെ താഴെയുള്ള ഒരു ബിന്ദുവാണു്.

C കൂ. ത. യു 2.0 cm മുന്നിലായി വി. ത. യിൽ കിടക്കുന്നതിനാൽ അതിന്റെ മേൽക്കാഴ്ച C, X Y രേഖയിൽ നിന്നു് 2.0 cm താഴെയും മുൻകാഴ്ച C', C-ക്കു് മുകളിലായി XY രേഖയിലും കിടക്കുന്നു.

D വി. ത. ക്കു് 2.5 cm മുകളിലാകയാൽ അതിന്റെ മുൻകാഴ്ചയായ d' X Y രേഖയുടെ 2.5 cm ഉയരെയാകും. D കൂ. ത. ക്കു് 3.0 cm മുന്നിലാകയാൽ അതിന്റെ മേൽക്കാഴ്ച d, X Y രേഖയുടെ 3.0 cm താഴെ കിടക്കുന്നു.

ഉദാഹരണം 1

താഴെ വിവരിച്ചിരിക്കുന്ന തരത്തിലുള്ള ബിന്ദുക്കളുടെ മുൻ തലത്തിലും, വിലങ്ങൻ തലത്തിലും വശതലത്തിലുമുള്ള പ്രക്ഷേപങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുക :—




ചിത്രം 5.10

A — മുൻതലത്തിന്നു് 6 cm പിന്നിൽ, വിലങ്ങൻ തലത്തിന്നു് 4 cm താഴെ, വശതലത്തിന്നു് 8 cm ഇടതുവശം.

B — മുൻതലത്തിന്നു് 3 സെ. മീ. മുൻ വശത്തു്, വിലങ്ങൻ തലത്തിന്നു് 5 സെ. മീ. താഴെ, വശതലത്തിന്നു് 5 സെ. മീ. ഇടതുവശം.

C — മുൻതലത്തിന്നു് പൂജ്യം (0) സെ. മീ. മുൻവശം, വിലങ്ങൻ തലത്തിന്നു് 5 സെ. മീ. മീതെ, വശതലത്തിന്നു് 2.0 സെ. മീ. ഇടതു്.

മേൽ വിവരിച്ചതിൽ നിന്നു് A എന്ന ബിന്ദു മൂന്നാം കാൽവട്ട (Quadrant) ത്തിലാണെന്നു് വ്യക്തമാണല്ലോ. മുൻകാഴ്ചയായ $A_f$ , FH എന്ന മടക്കു വരയ്ക്കു് 4 സെ. മീ. താഴെയാണു്. അതിന്റെ മുകൾക്കാഴ്ചയായ $A_h$ , FH വരയ്ക്കു് 6.0 സെ. മീ. മുകളിലാണു്. അതിന്റെ വശക്കാഴ്ചയായ Ap, FP എന്ന വരയ്ക്കു് (മുൻവശതലങ്ങൾക്കിടയിലെ മടക്കു വര) 6 സെ. മീ. വലത്തേയ്ക്കു മാറിയിട്ടായിരിക്കും. $A_f$ –ഉം $A_h$ –ഉം FP വരയ്ക്കു് 8 സെ. മീ. ഇടത്തു മാറിയിട്ടായിരിക്കും.

ഇതേ പോലെ മറ്റു ബിന്ദുക്കളുടെ (B, C) പ്രക്ഷേപങ്ങളും ചിത്രം 5·9-ൽ നിർണയിച്ചിരിയ്ക്കുന്നു. യഥാർഥത്തിൽ B എന്ന ബിന്ദു നാലാം കാൽവട്ടത്തിലും, C ഒന്നാമത്തെയും രണ്ടാമത്തെയും കാൽവട്ടങ്ങൾക്കിടയിലെ മുൻതലത്തിലും സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു.

## 5. 10 വരകളുടെ പ്രക്ഷേപം :

ഒരു വരയുടെ പ്രക്ഷേപം കിട്ടുവാൻ അതിന്റെ രണ്ടറ്റത്തിന്റെയും പ്രക്ഷേപങ്ങൾ കണ്ടു് അവ തമ്മിൽ യോജിപ്പിച്ചാൽ മതി.

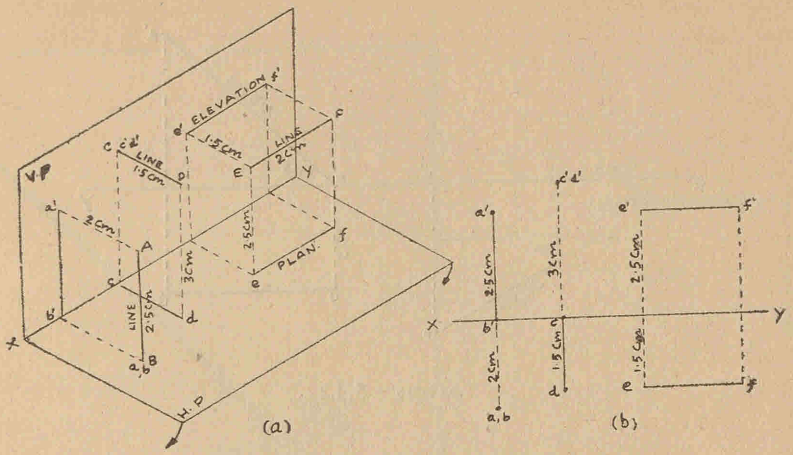
കണക്കു് 2. താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന വരകളുടെ പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക.

(i) കു. ത. യ്ക്കു 2. സെ. മീ. മുന്നിൽ, B എന്ന അറ്റം വി. ത. യിലായി കുത്തനെ നില്ക്കുന്ന 2.5 സെ. മീ. നീളമുള്ള വര—AB.

(ii) കു. ത. യ്ക്കു് ലംബമായും വി. ത. യ്ക്കു് 3.0 സെ. മീ. മുകളിലായും, C എന്ന അറ്റം കു. ത. യിൽ കിടക്കുന്നതും 1.5 സെ. മീ. നീളമുള്ളതുമായ CD എന്ന വര.

(iii) കു. ത. യ്ക്കു് 1.5 സെ. മീ. മുന്നിലും വി. ത. യ്ക്കു് 2.5 സെ. മീ. മുകളിലും രണ്ടു തലങ്ങൾക്കു സമാന്തരവുമായി കിടക്കുന്ന 2. സെ. മീ. നീളമുള്ള EF എന്ന വര.

ചിത്രങ്ങൾ 5.11 a, 5.11 b എന്നിവയിൽ പ്രക്ഷേപത്തിന്റെ വിശദാംശങ്ങൾ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. AB യുടെ മുൻ കാഴ്ചയായ a′ b′, XŸ രേഖയ്ക്കു് മുകളിലും അതിനു ലംബവുമായിക്കിടക്കുന്ന 2.5 സെ. മീ. നീളമുള്ള ഒരു വര




ചിത്രം 5.11

യാണ്. b', XY രേഖയിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. AB യുടെ മേൽക്കാഴ്ച XY രേഖയ്ക്ക് 2.0 സെ. മീ. താഴെയായി കിടക്കുന്ന a, b എന്ന ഒറ്റ ബിന്ദുവാണ്. (ചിത്രം 5.11 b)

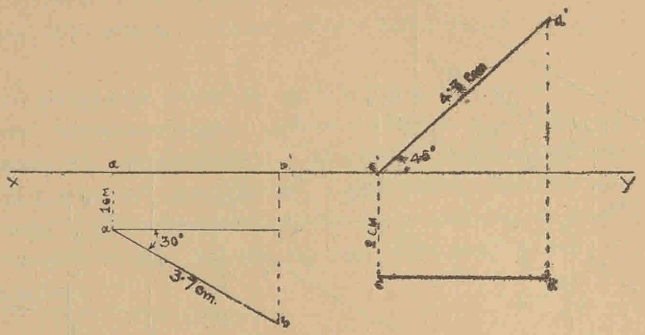
CD യുടെ മുൻകാഴ്ച XY രേഖയ്ക്ക് 3.0 സെ. മീ. മുകളിലായി കിടക്കുന്ന c' d' എന്ന ഒറ്റ ബിന്ദുവാണ്. CD യുടെ മേൽക്കാഴ്ചയാകട്ടെ XY രേഖയിൽ നിന്നു ലംബമായി താഴോട്ട് 1.5 സെ. മീ. നീണ്ടു കിടക്കുന്ന cd എന്ന രേഖയാണ്.

EF-ന്റെ മുൻകാഴ്ച XY യ്ക്ക് 2.5 സെ. മീ. മുകളിലായി കിടക്കുന്ന 2.0 സെ. മീ. നീളമുള്ള e' f' ആണ്. EF-ന്റെ മേൽക്കാഴ്ചയാകട്ടെ XY യ്ക്ക് 1.5 സെ. മീ. താഴെയായി 2.0 സെ. മീ. നീളത്തിൽ കിടക്കുന്ന cd ആകുന്നു.

കണക്ക് 3 : താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന വരകളുടെ പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക :

(i) വി. ത. യിൽ, കൂ. ത. ക്ക് 30° ചെരിഞ്ഞ് കിടക്കുന്ന 3.7 സെ. മീ. നീളമുള്ള AB. ഏറ്റവും അടുത്ത A കൂ. ത. യിൽ നിന്നും 1.0 സെ. മീ. അകലെ കിടക്കുന്നു.

(ii) 4.3 സെ. മീ. നീളമുള്ള CD എന്ന വര C വി. ത. യിൽ കിടക്കുന്നു. CD കൂ. ത. യ്ക്ക് സമാന്തരവും അതിനു 2.0 സെ. മീ. മുന്നിലും ആണ്. വി. ത. യ്ക്ക് 45° ചെരിഞ്ഞാണ് കിടക്കുന്നത്.




ചിത്രം 5.12

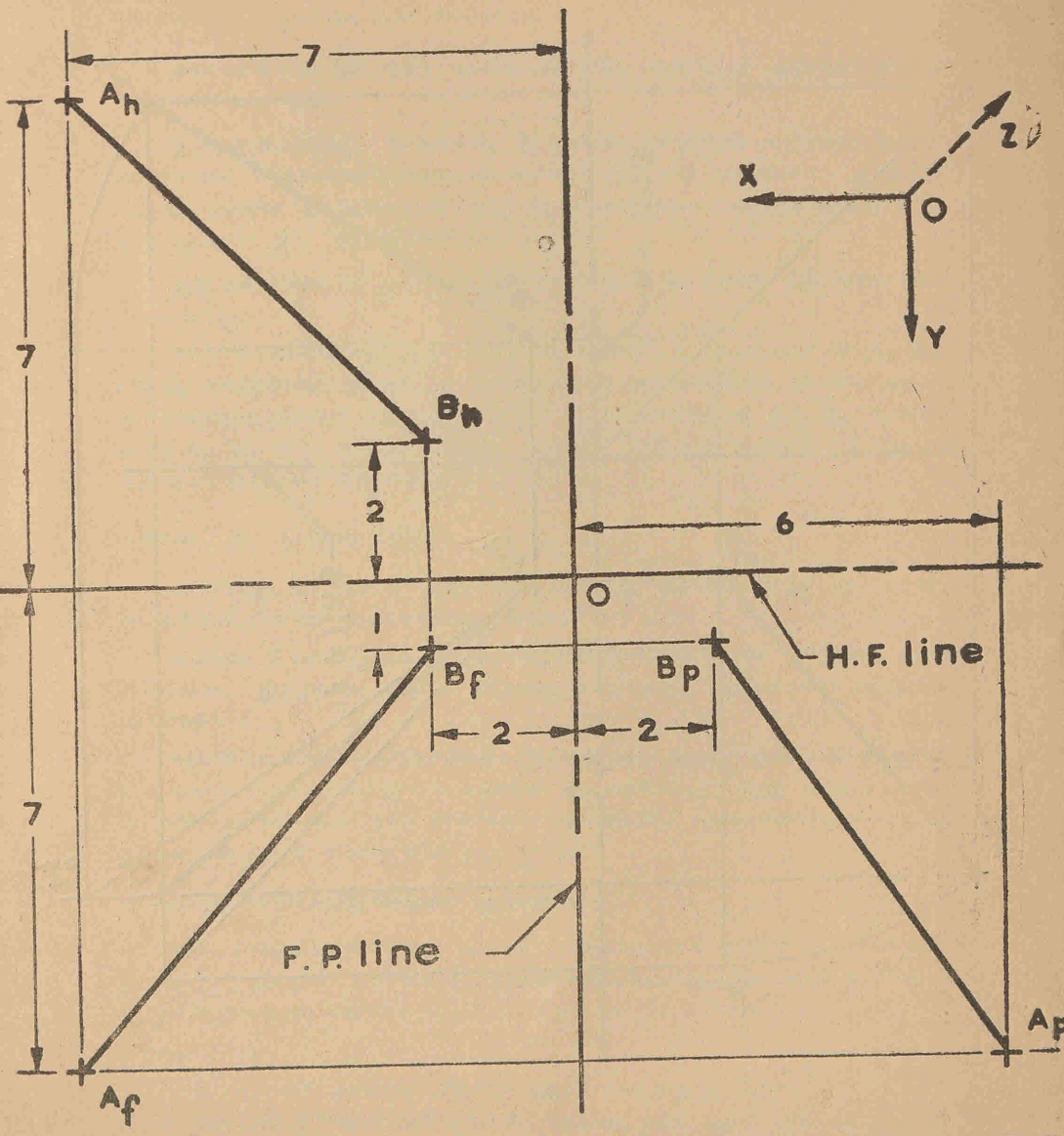
AB വി. ത. യിൽ കിടക്കുന്നതിനാൽ അതിന്റെ മേൽക്കാഴ്ച ശരിയായ നീളം തന്നെ കുറിക്കുന്നു. XY വരയ്ക്കുക. അതിന്നു് 1.0 സെ. മീ. താഴെയായി a അടയാളപ്പെടുത്തുക. XY ക്കു് 30° യിൽ 3·7 സെ. മീ. നീളത്തിൽ a b വരയ്ക്കുക. a യെ a′ ലേക്കും b യെ b′ ലേക്കുമായി XY ലേക്കു് പ്രക്ഷേപിക്കുക. ab, AB യുടെ മുൻദൃശ്യവും a′ b′ മുൻകാഴ്ചയുമായിരിക്കും.

CD കു. ത. ക്കു സമാന്തരമാകയാൽ മുൻകാഴ്ച അതിന്റെ ശരിയായ നീളം കാണിക്കുന്നു. XY വരച്ചു് അതിൽ c′ എന്നൊരു ബിന്ദു അടയാളപ്പെടുത്തുക. XY ക്കു മുകളിൽ 45° ചെരിവിൽ 4.3 സെ. മീ. നീളമുള്ള c′ d′ വരയ്ക്കുക. c′ നെ C യിലേക്കും d′ നെ d യിലേക്കും പ്രക്ഷേപിക്കുക. c യും d യും XY യുടെ 2.0 സെ. മീ. താഴെയായിരിക്കും. cd, CD യുടെ മേൽദൃശ്യവും c′ d′ മുൻകാഴ്ചയുമാണു്.

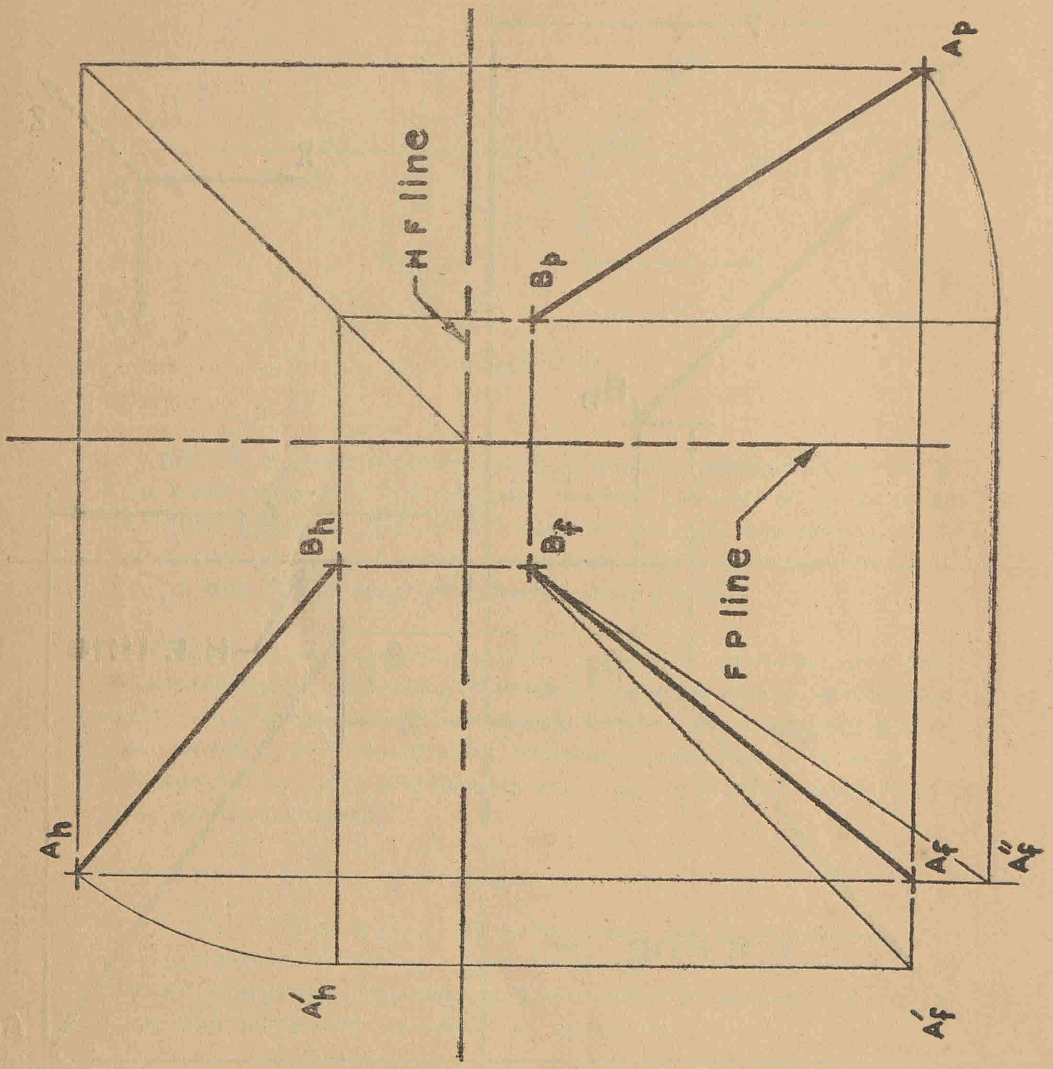
കണക്കു് : 4 (ചിത്രം 5·13 നോക്കുക).

A (7, 7, 6) ഉം B (2, 1, 2) ഉം അറ്റങ്ങളായിട്ടുള്ള ഒരു തിര്യക്കു് വരയുടെ പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരക്കുക. മേൽ കൊടുത്തതു് ബിന്ദുക്കളുടെ ധനാത്മക നിർദേശാങ്കങ്ങളാണു്. Z–അക്ഷം X–Y തലത്തിന്നു് ലംബമാണു്; കടലാസ്സിലേക്കു ചൂണ്ടുന്ന ദിക്കിനെ ധനാത്മകമായി എടുത്തിരിക്കുന്നു.

$A_f$ , $A_h$ , $A_p$ , $B_f$ , $B_h$ , $B_p$ എന്നീ ബിന്ദുക്കൾ ഒന്നാം ഉദാഹരണത്തിലെന്നപോലെ നിർണയിക്കാവുന്നതാണു്. $A_f$ $B_f$ , $A_h$ $B_h$ , $A_p$ $B_p$ എന്നീ വരകൾ വരച്ചാൽ AB യുടെ മൂന്നു കാഴ്ചകൾ കിട്ടി.


7
Ah
7
Bh
2
6
O
H.F. line
Bf
Bp
2
2
7
F.P. line
Af
Ap
X
O
Y
Z
DIMENSIONS IN Cm

ചിത്രം 5.13




ചിത്രം 5.14

കണക്ക് 5. (ചിത്രം 5.14 നോക്കുക)

കണക്ക 4 ലെ AB യുടെ ശരിയായ നീളം തന്നിട്ടുള്ള പ്രക്ഷേപങ്ങളിൽ നിന്നു നിശ്ചയിക്കൽ.

B കേന്ദ്രമാക്കിയും, A യുടെയും B യുടെയും ഉയരങ്ങൾ മാറാതെയും മുൻതലത്തിന്നു് സമാന്തരമാകത്തക്കവിധത്തിലും AB യെ കറക്കുക. ഇപ്പോൾ കിട്ടുന്ന പുതിയ മുകൾക്കാഴ്ച $A'_h$ $B_h$ ആയിരിക്കും. പുതിയ മുൻകാഴ്ച ഇതു പ്രകാരം $A'_f$ $B_f$ ആയിരിക്കും.

AB മുൻതലത്തിന്നു സമാന്തരമാകയാൽ $A'_f$ $B_f$ ആണു് AB യുടെ ശരിയായ നീളം.

മറ്റൊരു വിധത്തിലും ഇതു ചെയ്യാവുന്നതാണു്. മുൻകാഴ്ചയായ $A_p$ $B_p$ യെ $B_p$ കേന്ദ്രമാക്കി കറക്കുക. കറക്കുമ്പോൾ മുൻതലത്തിൽ നിന്നും ബിന്ദുക്കളിലേക്കുള്ള ദൂരങ്ങൾ മാറരുതു്. FP വരയ്ക്കു സമാന്തരമായ $A'_p$ $B_p$ ആയിരിക്കട്ടെ $A_p$ $B_p$ യുടെ പുതിയ സ്ഥാനം. പുതിയ മുൻകാഴ്ചയായ $A'_f$ $B_f$ ഉം AB യുടെ യഥാർഥ നീളമായിരിക്കും.

കണക്ക് 6. (ചിത്രം 5.15)

തന്നിട്ടുള്ള മുകൾക്കാഴ്ചയും മുൻകാഴ്ചയും ഉപയോഗിച്ചു് ത്രികോണത്തിന്റെ ശരിയായ രൂപം നിർണയിക്കുക.

കണക്ക 3 ലെപ്പോലെ ത്രികോണഭുജങ്ങളുടെ ശരിയായ നീളങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുക. ഇപ്രകാരം കിട്ടിയ നീളങ്ങളുപയോഗിച്ചു് ത്രികോണം വരയ്ക്കുന്നതാണു്.

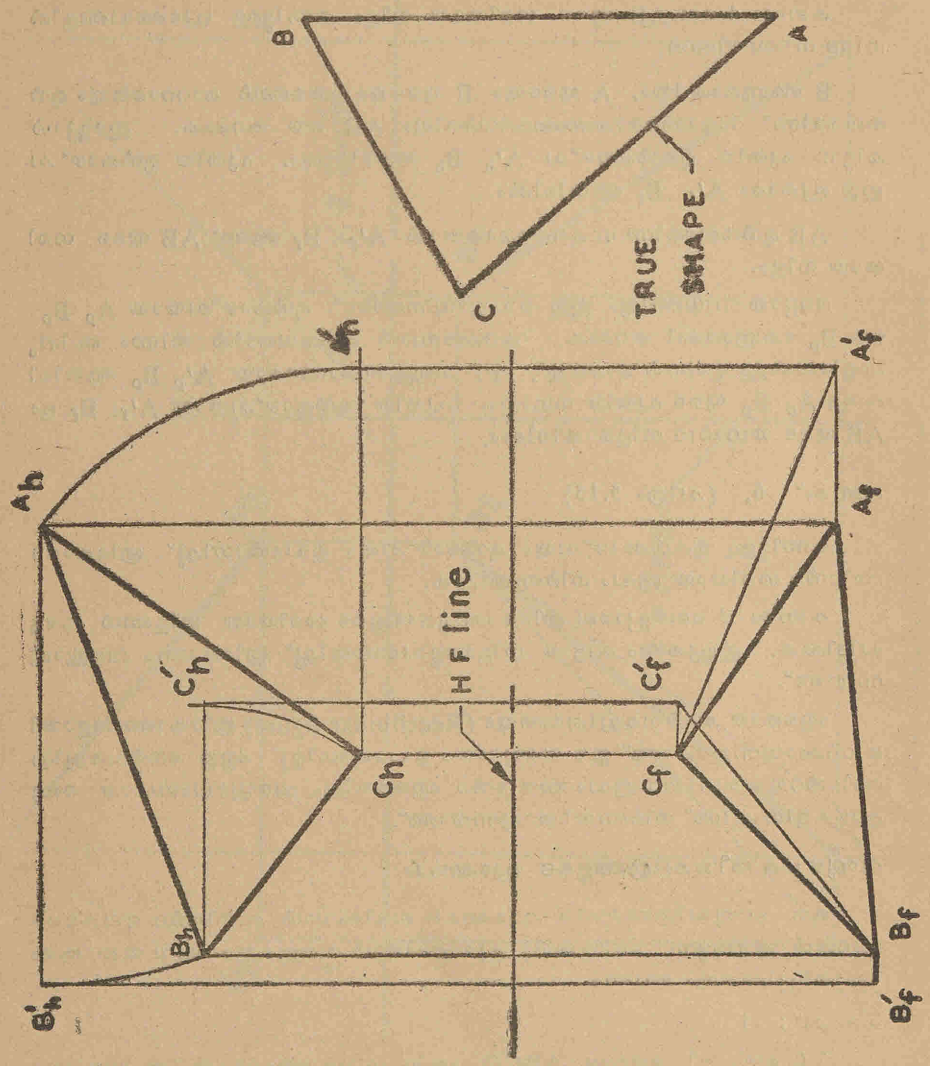
ഏതൊരു നേർവരച്ചിത്രത്തേയും (Rectilinear figure) ത്രികോണങ്ങളായി ഭാഗിക്കാവുന്നതുകൊണ്ടു് ഈ സമ്പ്രദായം ഉപയോഗിച്ചു് ഏതു നേർവരച്ചിത്രത്തിന്റെയും യഥാർഥ രൂപം അതിന്റെ ഏതെങ്കിലും പരസ്പരലംബമായ രണ്ടു കാഴ്ചകളിൽ നിന്നു് നിർണയിക്കാവുന്നതാണു്.

## ലഘുജ്യാമിതീയചിത്രങ്ങളുടെ പ്രക്ഷേപം

ഒരു ലഘുചിത്രത്തിന്റെ പ്രക്ഷേപം ലഭിക്കുവാൻ അതിന്റെ മൂലകങ്ങളുടെ (വരകൾ കൂട്ടിമുട്ടുന്ന ബിന്ദുക്കൾ) പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരയ്ക്കുകയും അവ യഥാക്രമം യോജിപ്പിക്കുകയും വേണം.

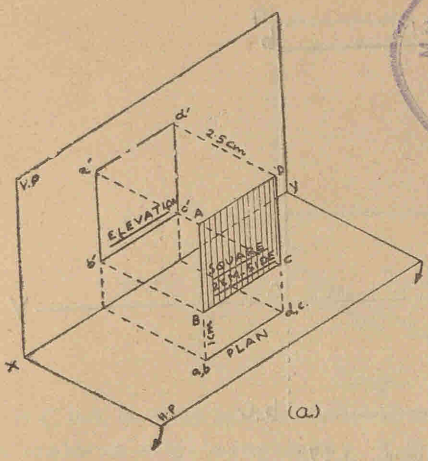
കണക്ക്: 1

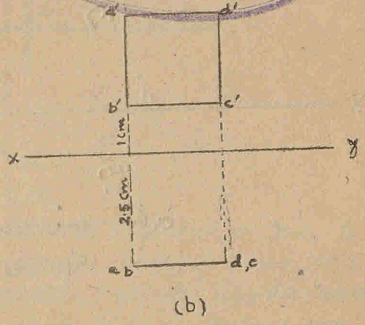
2.0 സെ. മീ. ഭുജമുള്ള ABCD എന്ന സമചതുരം കു. ത. ക്കു സമാന്തരമായി അതിനു് 2.5 സെ. മീ. മുന്നിൽ നില്ക്കുന്നു. BC എന്ന വശം വി. ത. ക്കു സമാന്തരമാണു്; അതിനു് 1.0 സെ. മീ. മുകളിലും. ചതുരത്തിന്റെ പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക.




ചിത്രം 5.15

MUSLIM VIDYAL ISLAM HIGH SCHOOL
Date.....
ERNAKULAM.



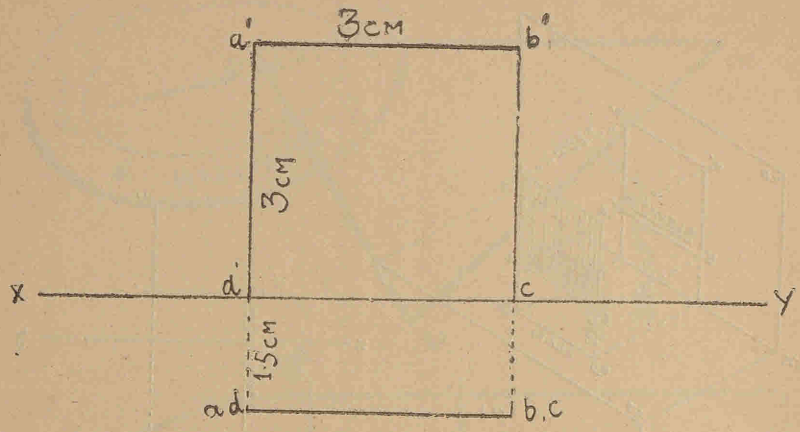

ചിത്രം 5.16

ചിത്രം 5.16 a യിൽ പ്രക്ഷേപത്തിന്റെ വിശദാംശങ്ങൾ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ചിത്രം 5.16 b യിൽ മുൻകാഴ്ചയെയും മേൽക്കാഴ്ചയെയും കടലാസ്സിന്റെ തലത്തിലേക്കു കൊണ്ടുവന്നിരിക്കുന്നു.

XY വരക്കുക. ABCD കു. ത. ക്കു് സമാന്തരമാകയാൽ കു. ത. യിലുള്ള പ്രക്ഷേപം അതിന്റെ ശരിയായ വലുപ്പവും രൂപവും കാണിക്കുന്നു. XY ക്കു് 1.0 സെ. മീ. മുകളിലായി b' c' എന്ന രേഖ വരച്ചു് അതിന്മേൽ a' b' c' d' എന്ന 2.0 സെ. മീ. ഭുജമുള്ള ചതുരം നിർമിക്കുക. XY ക്കു് 2.5 സെ. മീ. താഴെയായി അതിനു സമാന്തരവും 2.5 സെ. മീ. നീളവും ഉള്ള ഒരു വരയാണു് മേൽക്കാഴ്ച. ചിത്രത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന പോലെ മുൻകാഴ്ചയിൽ നിന്നു് മേൽ കാഴ്ചയെ പ്രക്ഷേപിക്കുന്നു.

കണക്കു് 2.

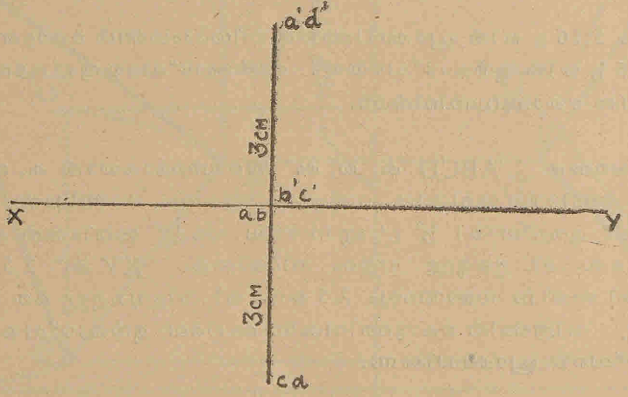
കു. ത. ക്കു സമാന്തരവും 1.5 സെ. മീ. മുന്നിലായും നില്ക്കുന്ന 3.0 സെ. മീ. ഭുജമുള്ള ഒരു ചതുരമാണു് ABCD. DC വി. ത. യിൽ കിടക്കുന്നു. പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരക്കുക. (ചിത്രം 5.17)




ചിത്രം 5.17

**കണക്ക് 3.**

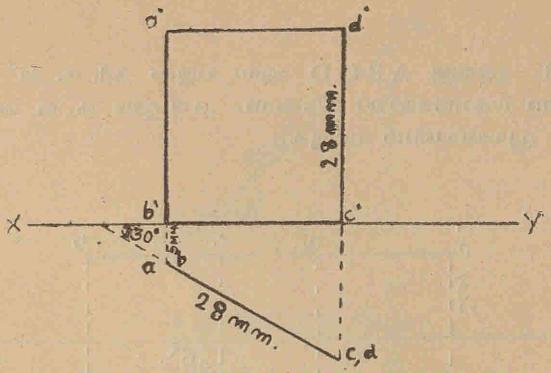
3.0 സെ. മീ. ഭുജമുള്ള ABCD എന്ന ചതുരം രണ്ടു തലങ്ങൾക്കും ലംബമാണ്. AB കു. ത. യെ സ്പർശിക്കുന്നു. BC വി. ത. യേയും. പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. (ചിത്രം 5.18)




ചിത്രം 5.18

**കണക്ക് 4.** (ചിത്രം 5.19)

28 മി. മീ. ഭുജമുള്ള ABCD എന്ന ചതുരം കു. ത. ക്ക് 30° ഉണ്ടാക്കി ക്കൊണ്ട് കുത്തനെ നില്ക്കുന്നു. BC വി. ത. യിലാണ്. സമീപസ്ഥമായ AB എന്ന വശം കു. ത. യുടെ 5 മി. മീ. മുന്നിൽ കിടക്കുന്നു. പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക.

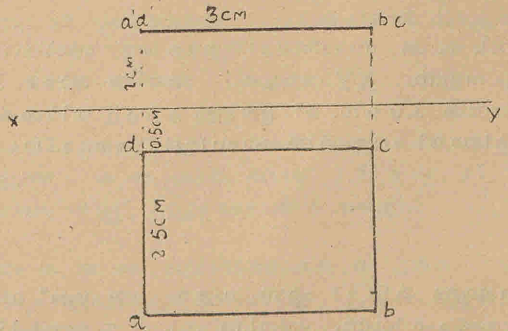



ചിത്രം 5.19

B C വി. ത. യിൽ കിടക്കുന്നതിനാൽ അതിന്റെ മേൽക്കാഴ്ച b c, B C യുടെ ശരിയായ നീളം കാണിക്കുന്നു. X Y വരയ്ക്കുക. അതിനു താഴെ 30° b c എന്നൊരു രേഖ വരയ്ക്കുക. b, X Y ൽ നിന്നും 5 മി. മീ. താഴെയാകണം b c, ചതുരത്തിന്റെ മേൽക്കാഴ്ചയാണ്. ചതുരം കുത്തനെ നില്ക്കുന്നതിനാൽ. മുൻകാഴ്ചയ്ക്ക് അതിന്റെ ഉയരം തന്നെ ഉണ്ടായിരിക്കും. b യിൽ നിന്നു b' നെയും c യിൽ നിന്നു c' നെയും X Y ലേയ്ക്ക് പ്രക്ഷേപിക്കുക. b' c' ന്മേൽ a' b' c' d' മുഴുമിപ്പിക്കുക. a' b' നു 28 മി. മീ. നീളമുണ്ടായിരിക്കും.

കണക്ക്: 5

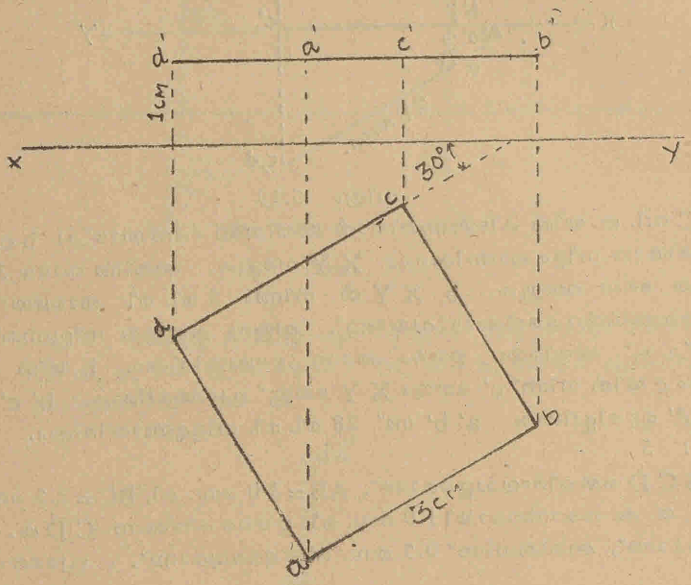
A B C D ഒരു ദീർഘചതുരമാണ്. AB = 3·0 സെ. മീ, BC = 2.5 സെ. മീ. അതു വി. ത. ക്കു സമാന്തരമായി 1.0 സെ. മീ. ഉയരെ കിടക്കുന്നു. C D കു. ത. ക്കു സമാന്തരമാണു, അതിൽനിന്നു 0.5 സെ. മീ. ദൂരെയുമാണു, പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക.




ചിത്രം 5.20

**കണക്ക് 6.**

3 സെ. മീ. ഭുജമുള്ള ABCD എന്ന ചതുരം വി. ത. ക്ക് 1.0 സെ. മീ. മുകളിൽ അതിന്റെ സമാന്തരമായി കിടക്കുന്നു. ഒരു ഭുജം കു. ത. ക്ക് 30° ചെരിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക.

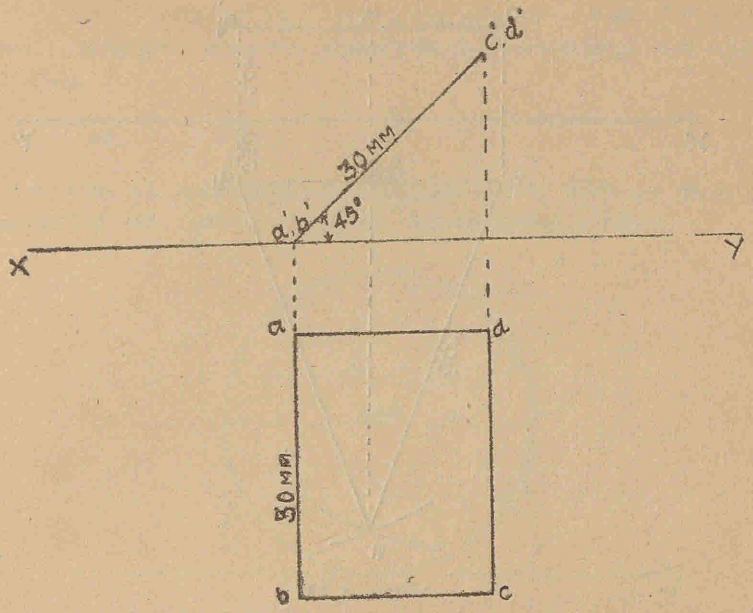



ചിത്രം 5.21

ABCD വി. ത. ക്ക് സമാന്തരമായതുകൊണ്ട് മേൽക്കാഴ്ച പൂർണരൂപവും വലുപ്പവും നല്കുന്നു. XY വരയ്ക്കുക. അതിന്റെ താഴെ 30° യിൽ ഒരു വര വരച്ച് അതിന്മേൽ 3.0 സെ. മീ. ഭുജമുള്ള a b c d തീർക്കുക. XY ക്ക് 1.0 സെ. മീ. മുകളിലായി ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന പോലെ മുൻകാഴ്ച വരയ്ക്കുക.

**കണക്ക് 7.**

30 മി. മീ. ഭുജമുള്ള ABCD എന്ന ചതുരം ഒരു വക്ക് വി. ത. യിലായും കു. ത. ക്ക് ലംബമായും നില്ക്കുന്നു. അതിന്റെ വി. ത. യുമായി 45° ചെരിവുണ്ട്. പ്രക്ഷേപങ്ങൾ തയ്യാറാക്കുക.




ചിത്രം 5.22

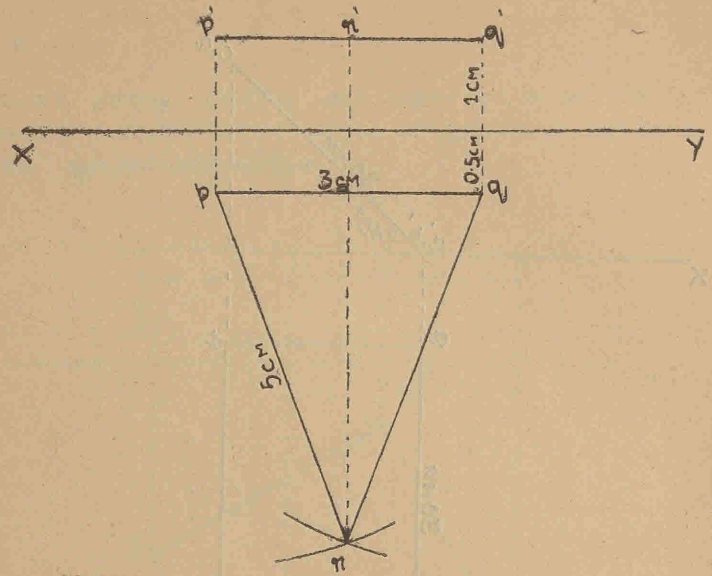
കണക്ക് 8.

PQR ഒരു സമദ്വിഭുജത്രികോണമാണ്. PQ ന്റെ 3.0 സെ. മീ. നീളം. മറ്റു ഭുജങ്ങൾക്ക് 5.0 സെ. മീ. വീതവും. വി. ത. ക്ക് 1.0 സെ. മീ. ഉയരെയായി അതു വിലങ്ങനെ കിടക്കുന്നു. PQ കു. ത. ക്ക് സമാന്തരമാണ്; അതിൽ നിന്ന് 0.5 സെ. മീ. ദൂരെയുമാണ്. പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. (ചിത്രം 5.23)

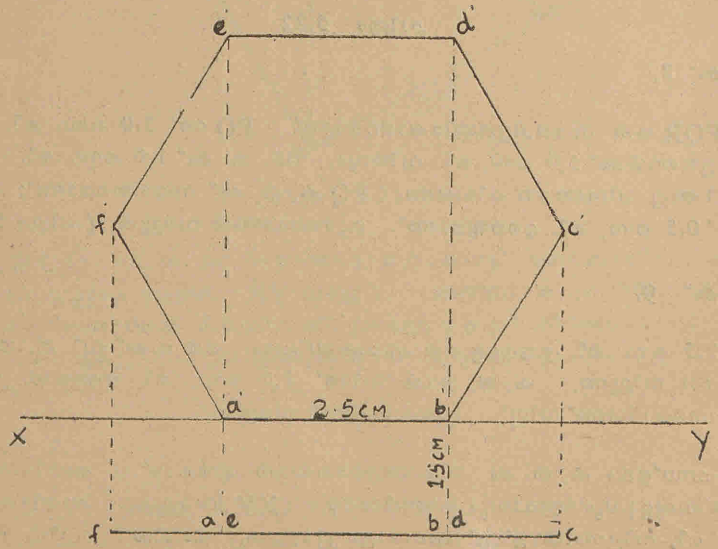
കണക്ക് 9.

2.5 സെ. മീ. ഭുജമുള്ള ഒരു സമഷഡ്ഭുജം. ഒരു വക്ക് വി. ത. യിലായി കൂത്തനെ നില്ക്കുന്നു. കു. ത. യിൽ നിന്ന് 1.5 സെ. മീ. ദൂരത്തിൽ അതിന്നു സമാന്തരമായാണ് നില്പ്. പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക.

ഷഡ്ഭുജം കു. ത. ക്ക് സമാന്തരമാകയാൽ മുൻകാഴ്ച അതിന്റെ ശരിയായ വലുപ്പവും രൂപവും കാണിക്കുന്നു. XY വരയ്ക്കുക. അതിന്മേൽ 2.5 സെ. മീ. നീളത്തിൽ a' b' അടയാളപ്പെടുത്തുക. അതിന്റെ മുകളിൽ a' b' c' d' e' f' എന്ന സമഷഡ്ഭുജം നിർമിക്കുക. ഇതാണ് മുൻകാഴ്ച. XY ക്ക്




ചിത്രം 5.23

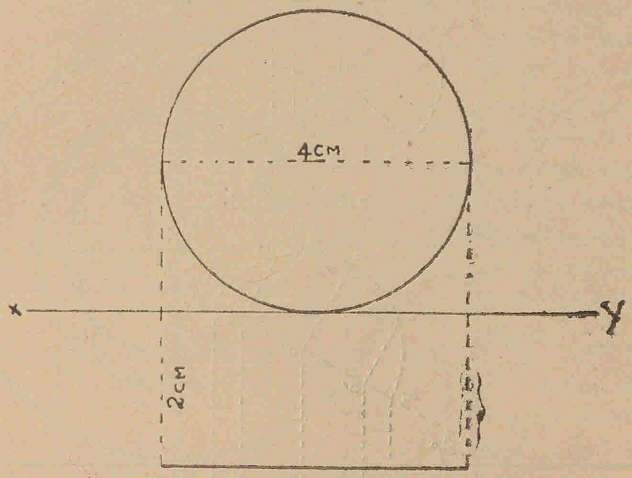



ചിത്രം 5.24

1.5 സെ. മീ. താഴെയായി മേൽക്കാഴ്ചയെ മുൻകാഴ്ചയിൽ നിന്നും പ്രക്ഷേപിക്കുക. ഷഡ്ഭുജം കുത്തനെ നിൽക്കുന്നതിനാൽ മേൽദൃശ്യം ഒരു ഋജുരേഖയായിരിക്കും.

കണക്ക് 10.

4.0 സെ. മീ. വ്യാസമുള്ള ഒരു വട്ടപ്പലക വി. ത. യിൽ കു. ത. സ്സു സമാന്തരമായി 2·0 സെ. മീ. ദൂരെ നില്ക്കുന്നു. പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക.




ചിത്രം 5.25

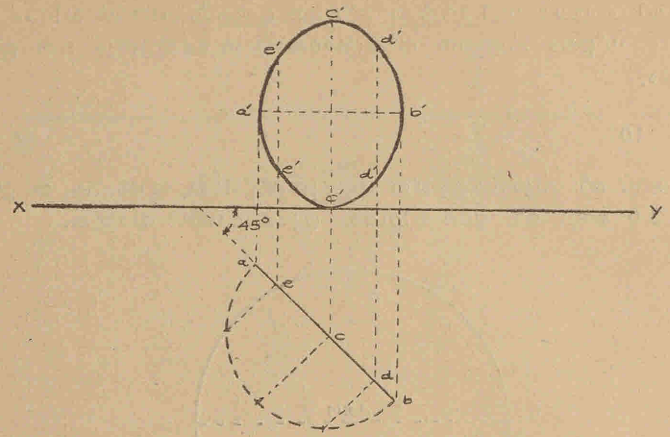
കണക്ക് 11.

3.0 സെ. മീ. വ്യാസമുള്ള ഒരു വട്ടപ്പലക കു. ത. സ്സു് 45° ഉണ്ടാക്കിക്കൊണ്ടു് വി. ത. യിൽ കുത്തനെ നില്ക്കുന്നു. അതിന്റെ പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക.

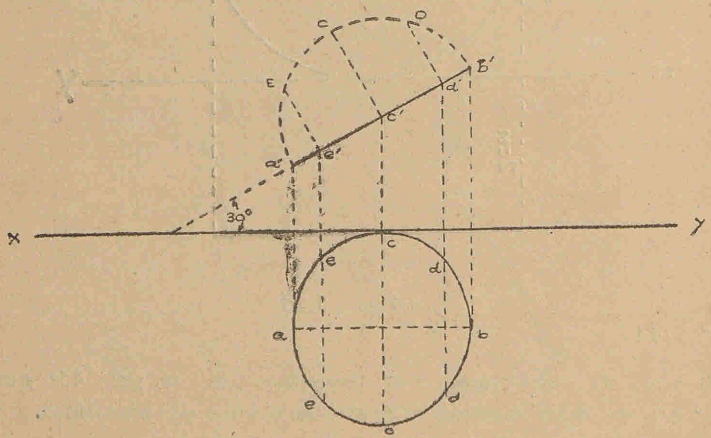
വട്ടപ്പലക കുത്തനെ നില്ക്കുന്നതിനാൽ മേൽക്കാഴ്ചയിൽ വ്യാസത്തിനോളമുള്ള ഒരു നേർവരയാണു് കാണുക. XY സ്സു് 45° യിൽ 3.0 സെ. മീ. നീളമുള്ള ഒരു രേഖ വരയ്ക്കുക. ഇതു് മേൽക്കാഴ്ചയാണു്. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ മേൽക്കാഴ്ചയിൽ നിന്നു് മുൻകാഴ്ചയെ പ്രക്ഷേപിക്കാം.

കണക്ക് 12.

കു. ത. സ്സു് ലംബമായും വി. ത. സ്സു് 30° യിലും കിടക്കുന്ന 3.0 സെ. മീ. വ്യാസമുള്ള ഒരു വട്ടത്തിൽ പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക




ചിത്രം 5.26




ചിത്രം 5.27

XY യ്ക്കു മുകളിൽ 30° യിൽ 3·0 സെ. മീ. നീളത്തിൽ a′ b′ എന്ന രേഖ വരയ്ക്കുക. ഇതു് മുൻദൃശ്യമാണു്. അതിൽ നിന്നു് ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ മേൽക്കാഴ്ചയെ പ്രക്ഷേപിക്കുന്നു.

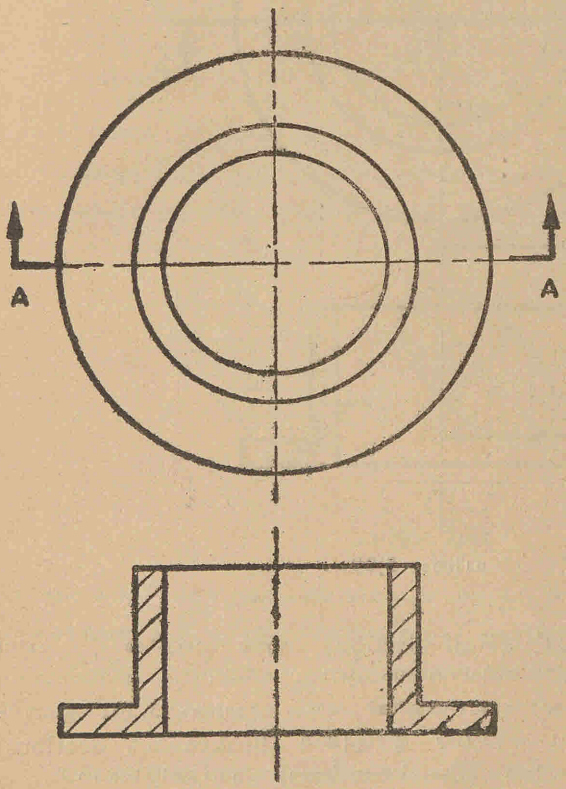
**അഭ്യാസങ്ങൾ**

I. താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ബിന്ദുക്കളുടെ പ്രക്ഷേപങ്ങൾ ഒരേ ആധാരരേഖയിൽതന്നെ വരയ്ക്കുക. പ്രക്ഷേപവരകൾ തമ്മിൽ 2·0 സെ. മീ. വീതം അകലം വേണം.

(i) കു. ത. സ്ക്വ് 2.0 സെ.മീ. മുന്നിൽ കിടക്കുന്ന A.

## 5.12 മുറിപ്പുകൾ

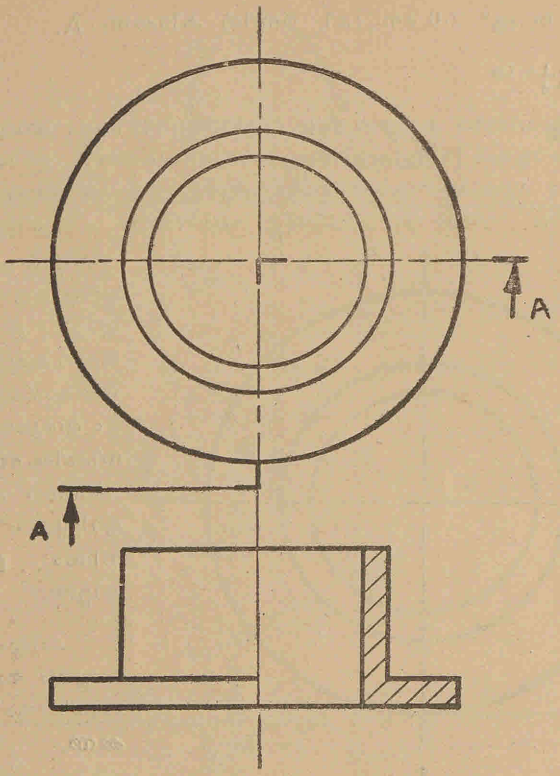
ഒരു വസ്തുവിന്റെ ഉൾഭാഗത്തെ നിർമാണരീതികളും മറ്റും മനസ്സിലാക്കാൻ മുറിപ്പുകാഴ്ചകൾ (Sectional views) ആവശ്യമാണ്. ഉദാഹരണത്തിന്, ഒരു വീടിന്റെ പുറംകാഴ്ചകൾ മാത്രം കിട്ടിയതു കൊണ്ട് അതിന്റെ അകത്തെ വിശദാംശങ്ങളും നിർമാണവിവരങ്ങളും അറിയാൻ കഴിയില്ല. പക്ഷേ വീടിന്റെ ഒരു ഭാഗം നിരപ്പായ ഒരു തലം ഉപയോഗിച്ച് മുറിച്ചു നീക്കിയതായി കരുതുക. ഇപ്പോൾ അകഭാഗത്തെ വിവരങ്ങളും ദൃശ്യമാകുന്നു. മുറിച്ചു നീക്കിയ ശേഷമുള്ള ഭാഗത്തിന്റെ കാഴ്ചയാണ് മുറിപ്പുകാഴ്ച. ഇതിൽ നിന്നും ഉൾവിവരങ്ങൾ കിട്ടുന്നു.




ചിത്രം 5.28

ചിത്രം 5.28–ൽ ഒരു വസ്തുവും അതിന്റെ മുറിപ്പുകാഴ്ചയും കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

മുകൾക്കാഴ്ചയിൽ മുറിപ്പുതലത്തെ A = A എന്ന രേഖ കൊണ്ടും നോട്ടത്തിന്റെ ദിശ അമ്പുമുനകൊണ്ടും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. വസ്തുവിന്റെ മുൻഭാഗത്തെ പാതി മുറിച്ചു നീക്കിയതായി സങ്കല്പിച്ചാണ് മുറിപ്പുകാഴ്ച വരയ്ക്കുന്നത്. മുൻവശം മുഴവനും മുറിച്ചു നീക്കിയിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ കിട്ടുന്ന കാഴ്ചയെ മുഴമുറിപ്പ് (Full Section) എന്നു വിളിക്കുന്നു. ചിലപ്പോൾ മുറിപ്പുതലം വസ്തുവിന്റെ കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നുകയും, കാഴ്ചയുടെ പാതി മാത്രം മുറിച്ചതായി കാണിക്കുകയും ചെയ്യാം. (ചിത്രം 5.29 കാണുക)

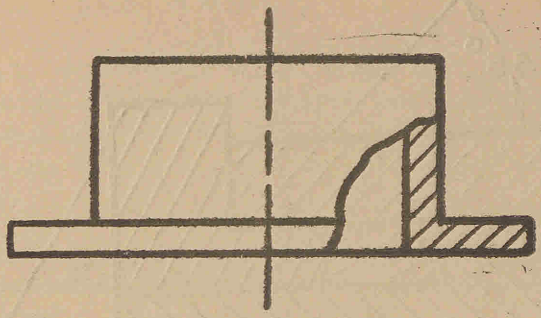



ചിത്രം 5.29

ഇതിനെ പാതിമുറിപ്പ് (Half Section) എന്നു വിളിക്കാം. ചില പ്പോൾ വസ്തുവിന്റെ ഒരു ചെറിയ ഭാഗം മുറിച്ചു നീക്കി ആ ഭാഗത്തിന്റെ ഉൾവശം മാത്രം മറ നീക്കിക്കാണിക്കേണ്ടി വരും. (ചിത്രം 5.30) ഇത്തരം കാഴ്ചകളെ പൊളിച്ചു മാറ്റിയ മുറിപ്പുകൾ (Broken-out Sections) അല്ലെങ്കിൽ സ്ഥാനീയമുറിപ്പുകൾ (Local Sections) എന്നു വിളിക്കുന്നു.

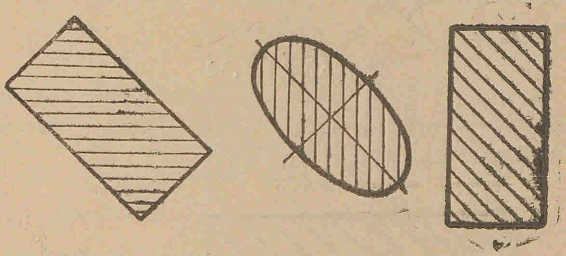
## 5. 13. ചെത്തുവര (Hatching)

വസ്തുവിന്റെ മുറിക്കപ്പെട്ട ഭാഗം വ്യക്തമാക്കാനാണ് ചെത്തുവരയിടൽ ഉപയോഗിക്കുന്നത്.



ചിത്രം 5.30

അക്ഷത്തിന്നോ പ്രധാന പുറംവരയ്ക്കോ വ്യക്തമായ ഒരു കോണത്തിൽ, പ്രത്യേകിച്ചും 45° യിൽ, നേരിയ വരകൾ കൊണ്ടാണ് ചെത്തുവരയിടുന്നത്.

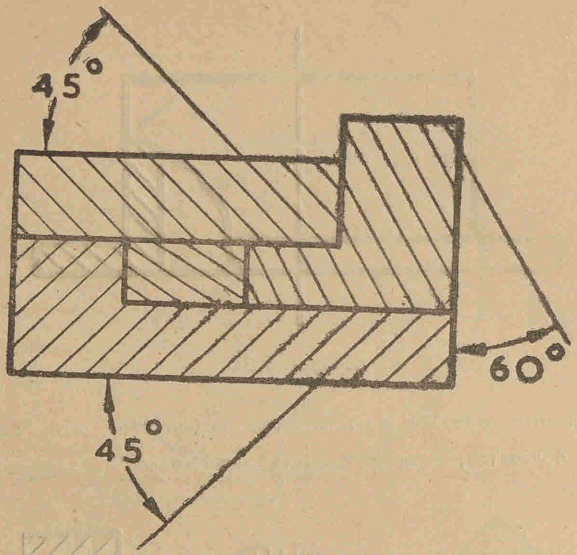


ചിത്രം 5.31

(ചിത്രം 5.31) ഒരേ ഘടകത്തിന്റെ വെവ്വേറെ മാറിയ മുറിപ്പുകളെ ഒരേ ദിശയിലേക്കാണ് ചെത്തുവരയിടേണ്ടത്. ആദ്യത്തെ ഘടകത്തിന്നു തൊട്ടടുത്തുള്ളതിന്റെ ഛേദത്തിൽ ചെത്തുവരകൾ വരയ്ക്കുണ്ടത് മുദിശയിലേയ്ക്ക് 45° യിലായിരിക്കണം. (ചിത്രം 5.32)

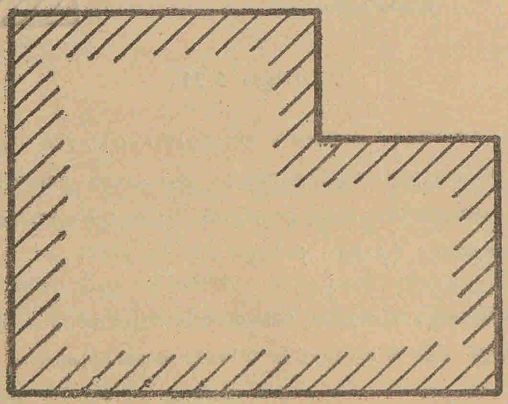
അതിന്നും അടുത്ത മൂന്നാമത്തെ ഘടകത്തിന്റെ ഛേദം വരയ്ക്കുമ്പോൾ ഛേദവരകൾ വരയ്ക്കുന്നത് 30° യിലോ 60° യിലോ ആയിരിക്കണം.

മുറിച്ച ഭാഗത്തിന്റെ വലുപ്പമനുസരിച്ചാണ് ഛേദവരകൾക്കിടയിലുള്ള ഇടം തിട്ടപ്പെടുത്തേണ്ടത്. അതായത് ചെറിയ മുറിപ്പുഭാഗങ്ങളിൽ ചെത്തുവരകൾ—ഛേദവരകൾ—അടുത്തടുത്തും, വലുപ്പം കൂടിയവയിൽ വിട്ടു വിട്ടുമാകാം.




ചിത്രം 5.32

വളരെ വലിയ വിസ്തീർണങ്ങളിൽ, ചെത്തുവരകൾ പുറംവരയ്ക്കു സമീപത്തു മാത്രം വരച്ചാൽ മതിയാകും. (ചിത്രം 5.33)

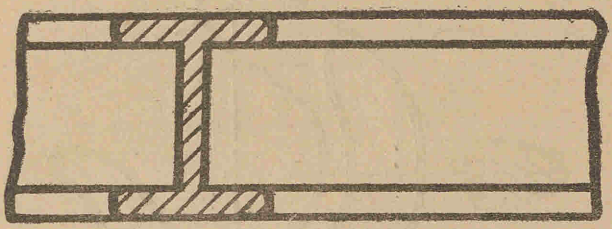


ചിത്രം 5.33

മറഞ്ഞു നില്ക്കുന്ന വക്കുകളും ഭാഗങ്ങളും ചെത്തുവരയിട്ടു കാണിക്കേണ്ടതില്ല. എങ്കിലും പ്രത്യേക വ്യക്തത ആവശ്യമുള്ളപ്പോൾ കാണിക്കാവുന്നതാണ്.

### കറക്കമുറിപ്പുകം (Revolved Sections)

ഒരു ദണ്ഡ്, യന്ത്രത്തിന്റെ കൈ, ആരക്കോല് (Spoke), റിബ്, ഫ്ളേഞ്ച് മുതലായി നീളം കൂടിയ വസ്തുക്കളുടെ പ്രധാന മുൻകാഴ്ചയിൽത്തന്നെ അവയുടെ ഛേദം—മുറിപ്പ്—കാണിക്കാവുന്നതാണ്. ഇതിനായി മുറിക്കുന്ന സ്ഥലത്തെ ഭാഗത്തെ 90° യിൽ കറക്കി അവിടെ കാണിക്കാവുന്നതാണ്. (ചിത്രം 5.34)



ചിത്രം 5.34

### 5.14 എടുത്തു മാറ്റിയ മുറിപ്പുകം (Removed Sections)

ചിലപ്പോൾ, ചിത്രം 5.35 ൽ കാണിച്ചപോലെ, 90° യിലൂടെ കറക്കിയ ഛേദത്തെ പ്രധാന കാഴ്ചയിൽനിന്നും എടുത്തുമാറ്റി വേറെ തന്നെ കാണിക്കാവുന്നതാണ്. (ചിത്രം 5.35)

### സവിശേഷസന്ദർഭങ്ങൾ (Exceptional Cases)

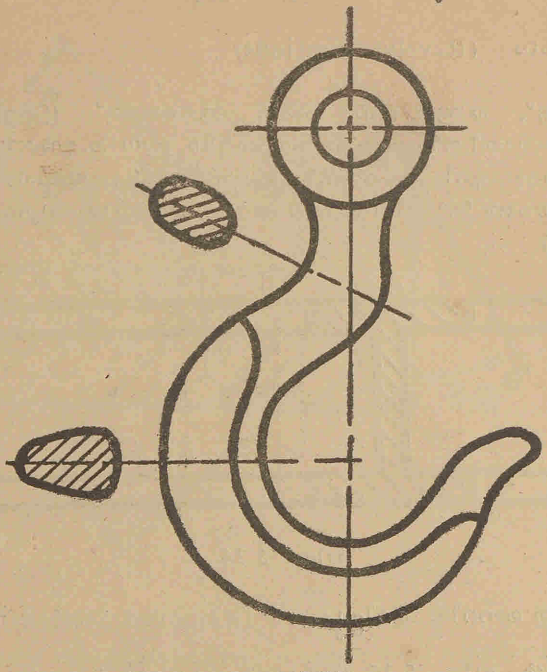
താഴെ പറയുന്നവ സൗകര്യത്തിനും എളുപ്പത്തിനുംവേണ്ടി ഉപയോഗിക്കാവുന്ന മറ്റു ചില സമ്പ്രദായങ്ങളാകുന്നു.

### (1) ഛേദം ചെയ്യാത്ത ഭാഗങ്ങൾ

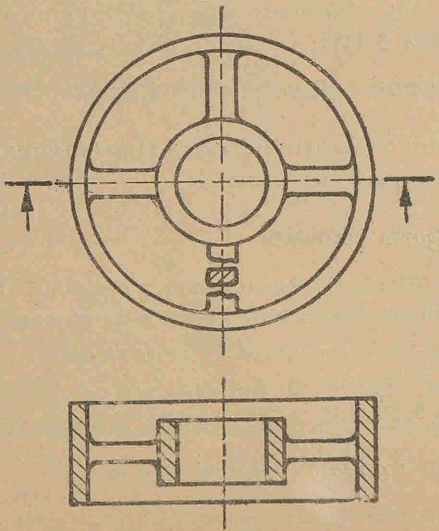
അച്ചുതണ്ടുകൾ (Shafts), ബോൾട്ടുകൾ, നട്ടുകൾ, റിവെറ്റുകൾ, ബാളുകൾ, കോട്ടറുകൾ, കീകൾ, ആണികൾ (പിന്നുകൾ) ആരക്കോലുകൾ (Spokes), ഗിയർപ്പല്ലുകൾ, റിബ്ബുകൾ, വെബ്ബുകൾ മുതലായവയെ, മുറിപ്പുതലം അവയിലൂടെ കടന്നുപോകുന്നുണ്ടെങ്കിലും ഛേദിച്ചതായി കാണിക്കാൻ പാടില്ലാത്തതാകുന്നു. (ചിത്രം 5.36)

### (2) ചൊവ്വാക്കിയ ഛേദം (Aligned Section)

ഒരു സമമിതഭാഗത്തിൽ ആരക്കോല്, റിബ്, തുളകൾ മുതലായവയുടെ എണ്ണം ഒറ്റ സംഖ്യ (odd) ആണെങ്കിൽ, അതിന്റെ ശരിയായ ഛേദമെടുക്ക

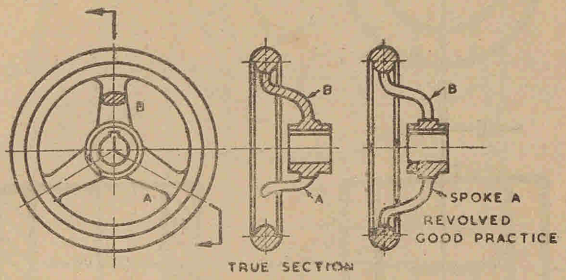


ചിത്രം 5.35



ചിത്രം 5.36

മ്പോൾ, വളരെ ബുദ്ധിമുട്ടുള്ളതും മനസ്സിലാക്കാൻ വിഷമമായതുമായ ഒരു ഛേദ ചിത്രമായിരിക്കും കിട്ടുക. ഇത്തരം ഘട്ടങ്ങളിൽ, അസമമിതഭാഗങ്ങൾ സമമിത ഛേദതലത്തിന്മേൽ വീഴത്തക്കവിധത്തിൽ അവയെ കറക്കി (Revolve) കൂടി എളുപ്പമായ കാഴ്ചകൾ ലഭ്യമാക്കാവുന്നതാണ്. (ചിത്രം 5.37)



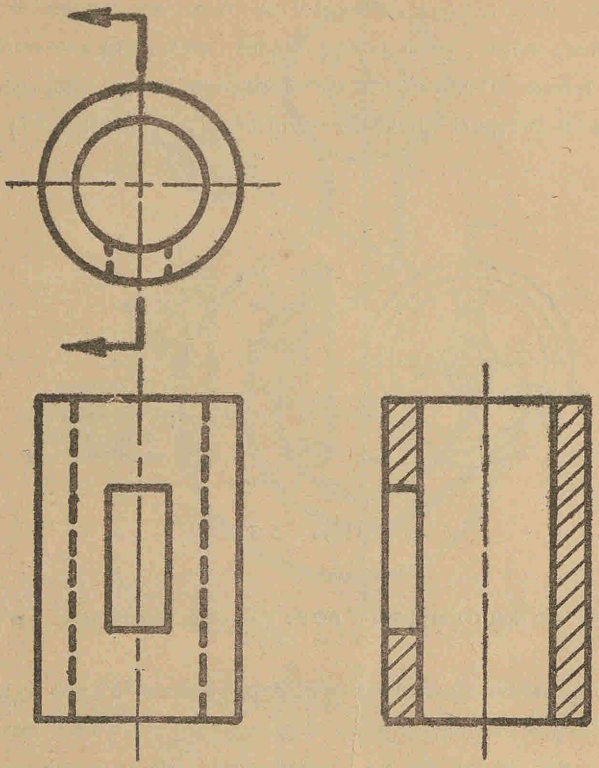

ചിത്രം 5.37

## (3) തമ്മിൽ മുറിക്കുന്നവയുടെ ഛേദം (Inter sections in section)

തമ്മിൽ മുറിക്കുന്ന ഏതെങ്കിലും ഒരു ഭാഗത്തിലൂടെ ഛേദം എടുക്കുമ്പോൾ, അവിടത്തെ ശരിയായ ആകൃതിയോ വക്രരേഖയോ ചെരുവോ അപ്രധാനമോ ആണെങ്കിൽ, ആ ആകൃതിയേയും വക്രത്തേയും വിട്ടുകളയുന്നതിൽ തെറ്റില്ല (ചിത്രം 5.38).

## 5. 15. സഹായകകാഴ്ചകളും കറക്കങ്ങളും (Auxiliary views and Revolutions)

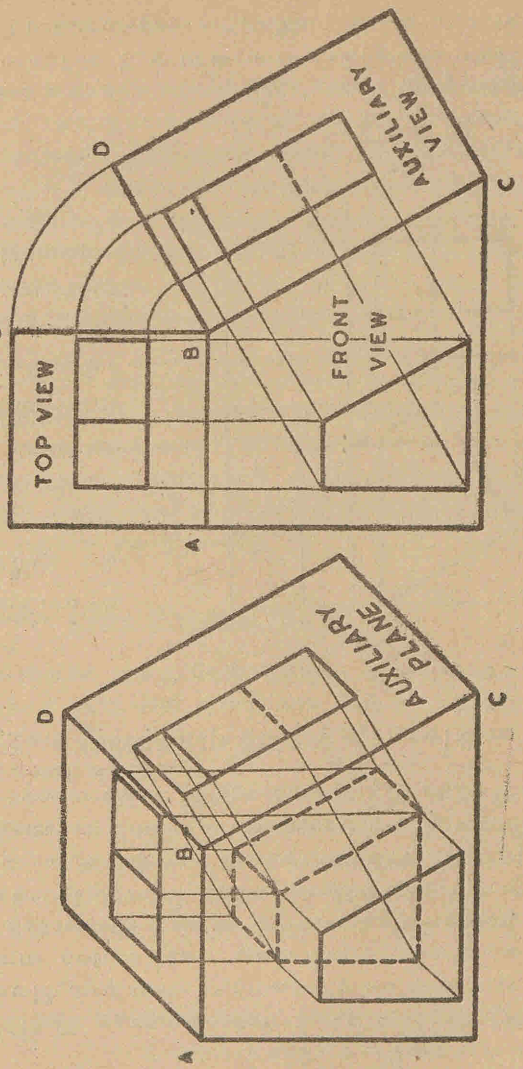
കൂടുതൽ സഹായകമായ വിവരങ്ങൾ നല്കുന്ന കാഴ്ചകളാണ് സഹായക കാഴ്ചകൾ. സാങ്കല്പികച്ചില്ലുപെട്ടിയുടെ പ്രധാനമായ ആറു വശങ്ങൾക്കും സമാന്തരമല്ലാതെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന പ്രതലങ്ങളുടെ ശരിയായ ആകൃതിയും വലുപ്പവും കണ്ടുപിടിക്കാൻ ഇവ സഹായിക്കുന്നു. ഒരു ചെരിവുതലത്തിന്റെ, അതിനു സമാന്തരമായിട്ടുള്ള ഒരു ചിത്രതലത്തിന്മേലുള്ള പ്രക്ഷേപം, ചെരിവുതലത്തിന്റെ ശരിയായ ആകൃതിയും വലുപ്പവും കാണിക്കുന്നു. ഈ ചിത്രതലത്തെ



ചിത്രം 5.38

സഹായകതലമെന്നും ആ തലത്തിന്മേലുള്ള പ്രക്ഷേപത്തെ സഹായകക്കാഴ്ച യെന്നും വിളിക്കുന്നു. (ചിത്രം 5.39)

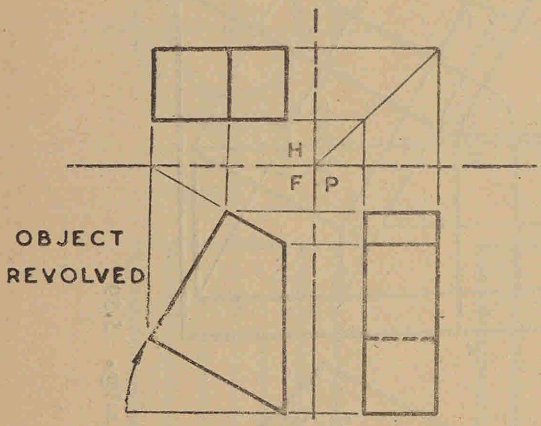
സാധാരണയായി ഭാഗികസഹായകക്കാഴ്ചയോ, സ്ഥാനീയസഹായക ക്കാഴ്ചയോ മാത്രമേ വരയ്ക്കാറുള്ളൂ. അതായത്, സഹായകതലത്തിന്നു് സമാ ന്തരമായ വസ്തുവിന്റെ ചരിഞ്ഞ തലം മാത്രമേ കാണിക്കേണ്ടതുള്ളൂ. അനാവ ശ്യമായ വിധത്തിൽ വിഷമം പിടിച്ച ഒരു കാഴ്ചയാവരുതു് വരയ്ക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്നതു് എന്നുദ്ദേശിച്ചാണു് ഇങ്ങനെ ചെയ്യുന്നതു്. ഏതെങ്കിലുമൊരു പ്രധാന തലത്തിന്നു് ലംബമായ ഒരു സാങ്കല്പികസഹായകതലത്തെ ഒന്നാം സഹായക തലം (Primary auxiliary plane) എന്നു വിളിക്കുന്നു. എല്ലാ പ്രധാന തല ങ്ങൾക്കും ചെരിഞ്ഞുകൊണ്ടാണെങ്കിൽ (അതായതു് കുറുകെ), അതിനെ രണ്ടാം




ചിത്രം 5.39

സഹായകതലം (Secondary auxiliary plane) എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഈ പുസ്തകത്തിൽ ഒന്നാം സഹായകകാഴ്ചകൾ മാത്രമേ വിസ്തരിക്കപ്പെട്ടുള്ളൂ. ഒന്നാം സഹായകതലം, അതു് ലംബമായിട്ടുള്ള പ്രധാന തലത്തിനോടു് വിജാഗിരിയിട്ടു് പിടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളതായി കരുതാവുന്നതാണു്. അതിനെ പ്രധാന തലത്തിന്മേൽ വീഴത്തക്കവണ്ണം 90°യിൽ തുറന്നിടാവുന്നതാണു്.

കറക്കം എന്നു പറയുന്നതു്, വസ്തുവിനെ അതിന്റെ ചെരിഞ്ഞ തലത്തിന്റെ ശരിയായ വലുപ്പവും ആകൃതിയും കാണിക്കുന്ന കാഴ്ച കിട്ടത്തക്കവണ്ണം കറക്കുന്നതിനാണു്. (ചിത്രം 5.40)




വസ്തുവിന്റെ ചെരിഞ്ഞ തലത്തിന്റെ ശരിയായ കാഴ്ച കിട്ടാനായി സഹായക കാഴ്ച എടുക്കുമ്പോൾ, കാഴ്ചക്കാരൻ വസ്തുവിനു തുടർന്നു സ്വയം സ്ഥാനം മാറി നിലകൊള്ളുന്നു. കറക്കസമ്പ്രദായത്തിലാകട്ടെ, കാഴ്ചക്കാരൻ നിശ്ചലനായിരിക്കുകയും, വസ്തുവിനെ കറക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ചിത്രം 5.40

## 5. 16 പണിവരപ്പുകൾ (Working drawings) വരയ്ക്കാൻ.

വർക്ക്ഷോപ്പുകളിൽ മുഴുമിച്ച വിധത്തിലുള്ള യന്ത്രഭാഗങ്ങളെ കരുപ്പിടിക്കുക, അല്ലെങ്കിൽ നിർമിക്കുക, ഫീൽഡിൽ സംരചനകളെ സംഘടിപ്പിക്കുക, യന്ത്രഭാഗങ്ങൾ കൂട്ടിച്ചേർത്തു് മുഴുയന്ത്രം തയ്യാറാക്കുക ഇവയ്ക്കായി ഉപയോഗിക്കുന്ന വരപ്പുകളെയാണു് 'പണിവരപ്പു'കൾ എന്നു പറയുന്നതു്. ഉദാഹരണമായി, ഒരു യന്ത്രഭാഗത്തിന്റെ പണിവരപ്പിൽ നിന്നു്, ആവശ്യമായ ഘടകങ്ങളുടെ എണ്ണം, ഉപയോഗിക്കുന്ന പദാർഥങ്ങൾ, ആകൃതിയുടെ വിശദവിവരങ്ങൾ, വലുപ്പത്തെപ്പറ്റിയ കണക്കുകൾ, അനുവദിക്കാവുന്ന സഹിഷ്ണുതകൾ, നിർമാണരീതി, മിനുക്കിന്റെ സമ്പ്രദായം, ഭാഗത്തിന്റെ അടയാളപ്പെടുത്തേണ്ട എണ്ണം, മുതലായ എല്ലാ വിവരങ്ങളും കിട്ടേണ്ടതാകുന്നു.

പണിവരപ്പുകൾ, അതതു ഭാഗങ്ങളുടെ മുഴുവിവരങ്ങൾ നൽകുന്ന പ്രത്യേക വരപ്പുകളാവാം അല്ലെങ്കിൽ ഭാഗങ്ങൾ കൂട്ടിച്ചേർത്ത അസംബ്ലി വരപ്പുകളാവാം. യന്ത്രത്തിൽ അതതു ഘടകഭാഗങ്ങൾ എങ്ങിനെയാണു് കൂട്ടിയോജിപ്പിക്കുന്നതെന്നു് അസംബ്ലി വരപ്പുകളിൽ നിന്നു വ്യക്തമാകുന്നു.

## 5. 17. അളവെഴുത്തിന്റെ തത്വങ്ങൾ

സരളവും അടിസ്ഥാനപരവുമായ പ്രിസങ്ങൾ, സിലിണ്ടറുകൾ, പിരമിഡുകൾ, കോണുകൾ, ഗോളങ്ങൾ മുതലായ ജ്യാമിതീയഘനവസ്തുക്കളോ, അവയുടെ തന്നെ ഭാഗങ്ങളോ കൂട്ടിച്ചേർത്തവയാണ് എൻജിനീയറിങ് സംരചനകളും യന്ത്രങ്ങളുമെല്ലാം. അതിനാൽ, വരപ്പിൽ അളവെഴുതുക എന്നു വെച്ചാൽ, ഈ അടിസ്ഥാനരൂപങ്ങളുടെ അളവുകൾ കുറിക്കുക എന്നാണർഥം. വരയ്ക്കപ്പെടാനുള്ള വസ്തുവിന്റെ (സംരചനയുടെ) അകത്തോ പുറത്തോ ആവാം ഈ അടിസ്ഥാനരൂപങ്ങൾ. ഉദാ: അച്ചുതണ്ട്—ഷാഫ്റ്റ്—ഒരു പുറം സിലിണ്ടറും, ഒരു തുള ഒരു ഉൾസിലിണ്ടറുമാണെന്നു പറയാം.

എൻജിനീയറിങ് വരപ്പുകളിലെ നീളഅളവുകൾ രണ്ടു വിധത്തിലാണ്: (1) വലുപ്പ അളവുകൾ (2) സ്ഥാനനിർണയ (location) അളവുകൾ. ഇവയെല്ലാം വരപ്പിന്മേൽ വ്യക്തമായി കാണിച്ചിരിക്കണം. അതതു ഭാഗമുണ്ടാക്കാനായി പണിക്കാരന് അളവുകൾ വരപ്പിൽനിന്ന് അളന്നെടുക്കുകയോ, കണക്കു കൂട്ടുകയോ, ഊഹിക്കുകയോ ചെയ്യേണ്ടി വരുന്നു. മുഴുവനാക്കിയ തലങ്ങളുടെ അളവുകളാണ് കൊടുക്കേണ്ടതു്.

## വലുപ്പ അളവുകൾ (Size dimensions)

പ്രധാന കാഴ്ചയിൽ ഉയരം, വീതി, വണ്ണം ഇവയിലേതെങ്കിലും രണ്ടളവുകളും, രണ്ടാമതൊരു കാഴ്ചയിൽ മൂന്നാമത്തെ അളവും കാണിക്കേണ്ടതാണ്.

### സ്ഥാനനിർണയ അളവുകൾ

തമ്മിൽ ലംബമായ രണ്ടു തലങ്ങൾക്കിടയിലോ, ഒരു തുളയുടെ കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും മറെറാരു തുളയുടെ കേന്ദ്രത്തിലേയ്ക്കോ, ഒരു തലത്തിൽ നിന്നും ഒരു തുളയുടെ കേന്ദ്രത്തിലേയ്ക്കോ ഉള്ള ദൂരമായിട്ടാണ് ഇവ കൊടുക്കേണ്ടതു്. ഇതിനു പുറമെ മൂന്നാം അധ്യായത്തിൽ കൊടുത്ത മറു തത്വങ്ങളും അനുസരിക്കേണ്ടതാണു്.

## 5. 18. കുറിപ്പുകളും തലക്കെട്ടുകളും (Notes and Titles)

വസ്തുവിന്റെ നിർമിതി, ഭാഗത്തിന്റെ പദാർഥം, അതേ ഭാഗം ഉപയോഗിച്ചിട്ടുള്ള തവണകളുടെ എണ്ണം തുടങ്ങി ഒട്ടേറെ വിവരങ്ങൾ, വരപ്പിൽ കുറിപ്പുകൾവഴി കാണിക്കേണ്ടതുണ്ട്. വലുപ്പത്തിന്റെയും ആകൃതിയുടെയും വിവരണമല്ലാതെ വരുന്ന ഇത്തരം വിവരങ്ങൾ, നല്ല കയ്യടയിൽ വൃത്തിയായും വ്യക്തമായും ചെറുകുറിപ്പുകളായി കൊടുക്കേണ്ടതാണു്. കുറിപ്പുകൾ തെറ്റിദ്ധാരണ

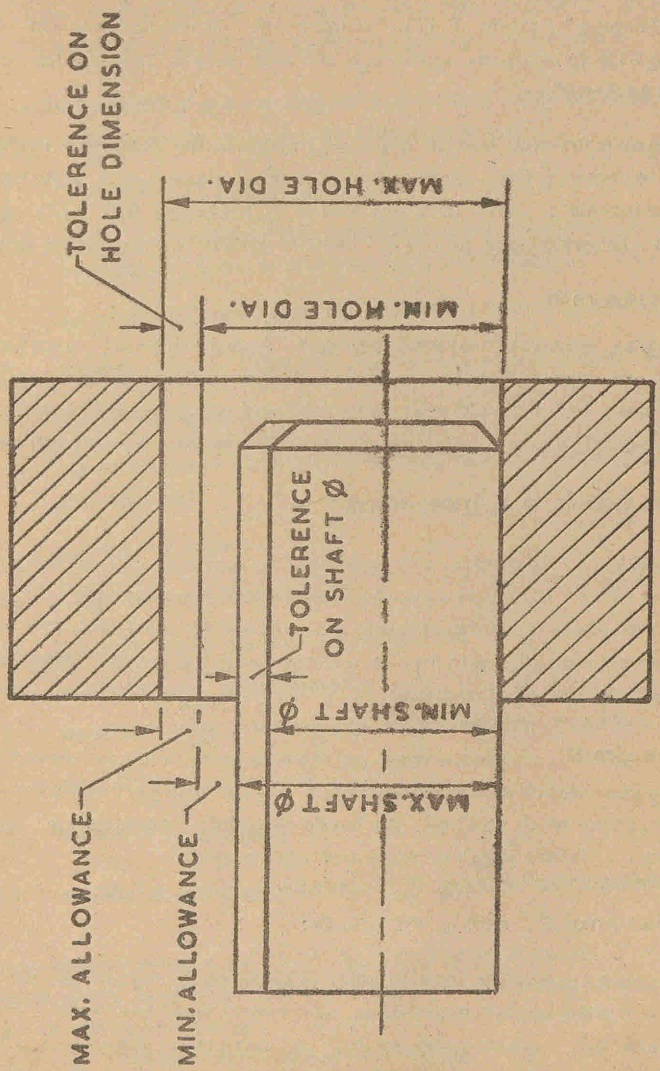
യുണ്ടാവാത്തവിധം വ്യക്തതയുള്ളതും അതേ സമയം സംക്ഷിപ്തവുമായിരിക്കണം പ്രമാണപ്പെടുത്തിയ ചുരുക്കെഴുത്തുകളും ചിഹ്നങ്ങളും കുറിപ്പുകളുടെ നീളം കുറയ്ക്കാനായി ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്.

ദീർഘചതുരാകൃതിയിലുള്ള കള്ളികളിൽ വരകടലാസ്സിന്റെ താഴെ വലതു വശത്തു മൂലയിലാണ് തലക്കെട്ടുകൾ കൊടുക്കേണ്ടതു്. തലക്കെട്ടുകള്ളിയുടെ (Title block) ഉദ്ദേശം, വരച്ചിട്ടുള്ള സംരചനയുടെയോ—വസ്തുവിന്റെയോ—പേരു്, സ്ഥാപനത്തിന്റെ പേരു്, വരച്ച തീയതി, അളവുതോതു് മുതലായ വിവരങ്ങൾ കാണിക്കുകയാകുന്നു. ചിലപ്പോൾ ഡിസൈനർ, വരപ്പുകാരൻ, ടേസർ, പരിശോധകൻ, അംഗീകരിക്കുന്ന അധികാരി മുതലായവരുടെ പേരുകൾ, ഒപ്പുകൾ മുതലായ കൂടുതൽ വിവരങ്ങളും കൊടുക്കാറുണ്ടു്. വരച്ചിട്ടുള്ള സംരചനയുടെയോ വസ്തുവിന്റെയോ പേരു് കൂടുതൽ മുഖ്യമായും വലുതായും എഴുതേണ്ടതാണു്. എൻജിനീയറിങ്ങ് വരപ്പുകളിൽ ഒറ്റവര ഗോഥികരീതിയിലാണു് (ഇംഗ്ലീഷിലെഴുതുമ്പോൾ) എഴുതേണ്ടതു്. പ്രദർശിപ്പിക്കേണ്ട വരപ്പുകളിൽ തടിച്ച അക്ഷരങ്ങളിലാവാം എഴുത്തു്. തലക്കെട്ടുകള്ളിയുടെ കേന്ദ്രത്തിലൂടെയുള്ള കുത്തൻവരയ്ക്കു് സമവിന്യസ്തമായിട്ടാണു് സാധാരണ എഴുതാറുള്ളതു്.

## 5. 19. ചേരുവകളും സഹിഷ്ണുതകളും (Fits and tolerances)

ആധുനികരീതിയിലുള്ള നിർമാണരീതിയിൽ ഒന്നിച്ചുകൂടുന്ന ഭാഗങ്ങളുടെ വമ്പിച്ച തോതിലുള്ള ഉല്പാദനവും അവ മാറാറാവുന്ന തരത്തിലുള്ള സൗകര്യവും പ്രാധാന്യമുള്ളവയാണു്. ഇണഭാഗങ്ങൾ (Mating parts) പരസ്പരം ഒന്നിച്ചുകൂടുകയും ചേരുകയും ചെയ്യുന്ന ഭാഗങ്ങളാണു്. ഉദാ: ഷാഫ്റ്റും ബിയറിങ്ങും; ബോൾട്ടും നട്ടും. ഏതു ഭാഗവും ഉണ്ടാക്കുമ്പോൾ വരപ്പിൽ കൊടുത്ത ആദർശ അളവുകൾ (Theoretical dimensions) കിറുകൃത്യമായി അനുസരിക്കുക സാധ്യമല്ല. പ്രായോഗിക അളവുകൾക്കുള്ളിൽ ചെറിയ ഒരളവു് പിശകു വകയിരുത്താവുന്നതാണു്. ഉണ്ടാകേണ്ട ഭാഗത്തിന്റെ ഉപയോഗോദ്ദേശമനുസരിച്ചായിരിക്കും അനുസരിക്കേണ്ട കിറുകൃത്യത, ഏറ്റവും കൂടിയതും ഏറ്റവും കുറഞ്ഞതുമാകാവുന്ന ഭാഗത്തിന്റെ നീളമോ വ്യാസമോ ഈ അതിരുകൾ (Limits) നിർണയിക്കുന്നു. ഒരളവിന്റെ ഈ അതിരുകൾ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസത്തെയാണു് ആ അളവിന്മേലുള്ള സഹിഷ്ണുത എന്നു പറയുന്നതു്. (ചിത്രം 5.41)

മറു തരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ, ഒരളവിന്മേൽ അനുവദനീയമായിട്ടുള്ള വ്യതിയാനം (variation) ആണു് സഹിഷ്ണുത. ഈ വിചരണ (വ്യതിയാന) അതിരുകൾ ഉരുത്തിരിച്ചെടുക്കാൻ സഹായകമാവുന്ന ആദർശ അളവിനെയാണു് അടിസ്ഥാനവലുപ്പം (Basic size) എന്നു പറയുന്നതു്. അതിർ അളവുകൾ (Limiting dimensions) ദശാംശരൂപത്തിലാണു് കൊടുക്കുന്നതു്. അടിസ്ഥാന




ചിത്രം 5.41

അളവിന്റെ ഒരു ഭാഗത്തു മാത്രമാണ് വ്യതിയാനമുള്ളതെങ്കിൽ ആ സഹിഷ്ണുതയെ ഏകപക്ഷീയം (Unilateral) എന്നും രണ്ടു ഭാഗത്തുമുണ്ടെങ്കിൽ ദ്വിപക്ഷീയം (Bilateral) എന്നും വിശേഷിപ്പിക്കാം.

ഇണഭാഗങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള വിടവിനെയാണ് ഇളവ് (allowance) എന്നു വിളിക്കുന്നത് (ചിത്രം 5.41). ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചപോലെ ഇളവ്, ഏററവും കൂടിയ വിടവിന്നും ഏററവും കുറഞ്ഞ വിടവിന്നുമിടയിൽ വ്യാപ്തി (Range) യുള്ളതാണ്.

രണ്ട് ഇണഭാഗങ്ങൾ തമ്മിൽ മുറുകിച്ചേരുന്നതിന്റെ കണിശത (degree) തെയാണ് ചേരുവ (Fit) എന്നു വിളിക്കുന്നത്. ചേരുവകൾ പ്രധാനമായി മൂന്നു വിധത്തിലാണ്: (1) വിടവുചേരുവ (Clearance fit) (2) ഇടപെടൽ ചേരുവ (Interference fit) (3) മാററച്ചേരുവ (Transition fit).

### (1) വിടവുചേരുവ

ഒരു ഭാഗം മറെറാരു ഭാഗത്തിനകത്ത് പ്രയാസമെന്യെ ചലിക്കുവാൻ പ്രയോജനപ്പെടുന്നതാണ് വിടവുചേരുവ. ഈ സന്ദർഭത്തിൽ, തുളയുടെ ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ അളവ് (വ്യാസം) ഷാഫ്ററിന്റെ ഏറ്റവും കൂടിയ അളവിനെക്കാൾ കൂടുതലായിരിക്കും. അതായത് ഇളവ് ധനാത്മകമാണെന്നു അർഥം.

### (2) ഇടപെടൽചേരുവ ഉണ്ടാകുന്നതു

തുളയുടെ ഏററവും കുറഞ്ഞ വ്യാസം ഷാഫ്ററിന്റെ ഏററവും കുറഞ്ഞ വ്യാസത്തെക്കാൾ കുറഞ്ഞിരിക്കുമ്പോഴാണ്. ഇളവ് ഋണാത്മകമായിരിക്കും. ഇങ്ങനെയുള്ള ചേരുവയെ ബലച്ചേരുവ (Force fit) എന്നാണ് വിളിക്കുന്നത്. കാരണം ഷാഫ്ററിനെ തുളയിലേക്കു തള്ളിക്കയററുവാൻ ബലപ്രയോഗം ആവശ്യമാണ്.

(3) **മാററച്ചേരുവ** ഉണ്ടാകുന്നതു തുളയുടെ കുറഞ്ഞ വലുപ്പം ഷാഫ്ററിന്റെ കൂടിയ വലുപ്പത്തെക്കാൾ കുറഞ്ഞും, തുളയുടെ കൂടിയ വലുപ്പം ഷാഫ്ററിന്റെ കുറഞ്ഞ വലുപ്പത്തെക്കാൾ കൂടിയും ഇരിക്കുമ്പോഴാണ്. ആദ്യത്തേതു ഇടപെടൽച്ചേരുവയും പിന്നത്തേതു വിടവുചേരുവയും നല്കുന്നു.

## 5. 11. പെൻസിൽ, മഷി, ടേസുകൾ:

ചിലപ്പോൾ ശരിയായ വരപ്പിന്റെ പകർപ്പുകൾ ആവശ്യമായി വരും. ഇത്തരം ആവശ്യങ്ങൾക്കായി പെൻസിൽ കൊണ്ടോ മഷി കൊണ്ടോ ടേസെടുക്കുകയാണ പതിവ്. കടലാസ്സിൽ താണ് ചാലുപോലെ ഉണ്ടാകാതിരിക്കത്തക്കവണ്ണം, തടിച്ച വരകൾ കൊണ്ടാണ് പെൻസിൽ ടേസുകൾ വരയ്ക്കേണ്ടതു.

കൂടുതൽ പ്രാധാന്യമുള്ള വരപ്പുകളുടെ പകർപ്പുകൾ മഷികൊണ്ട് ടേസുതുണിയിലോ, നല്ല ടേസുകടലാസുകളിലോ ടേസെടുക്കാറുണ്ട്. പെൻസിൽ

വരകളെക്കാൾ മഷിവരകൾ തടിച്ചവയാകയാൽ, ശരിയായ വരകളുടെ മേൽ ശ്രദ്ധിച്ചു കേന്ദ്രീകരിച്ച ശേഷം വേണം മഷി വരകൾ വരയ്ക്കാൻ.

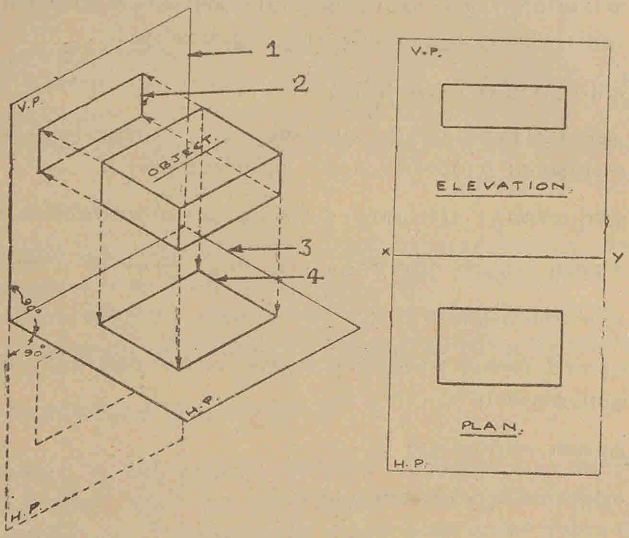
മഷിയിടലിന്റെ ക്രമം ശരിയായ മഷി ടേസ്സ് കിട്ടുന്നതിൽ മുഖ്യമാകയാൽ താഴെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ക്രമം സ്വീകരിക്കുന്നതു നന്ന് :—

1. നടുവരകൾ (Centre lines)
2. എല്ലാ ചാപങ്ങളുടെയും വൃത്തങ്ങളുടെയും കേന്ദ്രബിന്ദുക്കൾ അടയാളപ്പെടുത്തുക; സ്പർശരേഖകളുടെ സ്പർശബിന്ദുക്കളും.
3. മുഴുവൃത്തങ്ങളും ചാപങ്ങളും (ഏറ്റവും ചെറിയവ ഒന്നാമതായി)
4. മറഞ്ഞു നില്ക്കുന്ന വൃത്തങ്ങളും ചാപങ്ങളും (ചെറിയവ ആദ്യം)
5. ക്രമഹീനവക്രങ്ങൾ
6. മുഴുനേർവരകൾ (വിലങ്ങൻ ആദ്യം, കുത്തൻ രണ്ടാമതു്, ചെരിഞ്ഞവ മൂന്നാമതായി)
7. മറഞ്ഞ നേർവരകൾ
8. നീട്ടൽവരകളും അളവുവരകളും
9. ചെത്തുവരകൾ അഥവാ ഛേദവരകൾ
10. അനുമാനകളും അളവക്കങ്ങളും
11. അക്ഷരമെഴുത്തു്, കുറിപ്പുകൾ, തലക്കെട്ടുകൾ (പെൻസിൽ കൊണ്ടു് വഴികാട്ടിവരകൾ വരയ്ക്കാം.)
12. അതിർവര (Border)

## 5. 20. ലംബികപ്രക്ഷേപത്തെക്കുറിച്ചു് കൂടുതൽ വിവരങ്ങൾ

ഒരു കുത്തൻ തലവും (കു. ത.—V. P) വിലങ്ങൻ തലവും (വി. ത.—H. P) ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന, കാൽവട്ടത്തിൽ വെച്ചിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവാണു് ചിത്രം 5.42 (a)ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്. കാഴ്ചരശ്മികൾ പരസ്പരം സമാന്തരമായും കു. ത. യ്ക്കു് ലംബമായും ഇരിക്കത്തക്കവണ്ണം ഒരു കാഴ്ചക്കാരൻ ഈ വസ്തുവെ നോക്കിക്കാണുന്നതായി വിചാരിക്കുക. ഈ കാഴ്ചരശ്മികൾ കു. ത. യിൽ ചെന്നുമുട്ടുന്ന ബിന്ദുക്കളെ അവയുടെ ശരിയായ അനുക്രമത്തിൽ കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ കിട്ടുന്ന കു. ത. യിലുള്ള ചിത്രം വസ്തുവിന്റെ ലംബികപ്രക്ഷേപമായിരിക്കും. ഈ കാഴ്ച വസ്തുവിന്റെ നേർകാഴ്ചയായിരിക്കും. ഇതു് വസ്തുവിന്റെ

മുൻഭാഗപ്രതലത്തെ അതിന്റെ ശരിയായ ആകൃതിയിലും വലുപ്പത്തിലും ചിത്രീകരിക്കുന്നതാണ്. ഇതിൽ നിന്നും വസ്തുവിന്റെ ഉയരവും വീതിയും കിട്ടുമെങ്കിലും വണ്ണം (ആഴം) കിട്ടുന്നതല്ല.




(a) ചിത്രം 5.42 a & b (b)

വസ്തുവെ മുകളിൽ നിന്നാണ് നോക്കിക്കാണുന്നതെന്നു വെയ്ക്കുക. പ്രക്ഷേപകങ്ങൾ വി. ത. യെ മുട്ടുന്ന ബിന്ദുക്കൾ കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ മറെറാരു ലംബികകിട്ടും. വസ്തുവിന്റെ മുകൾഭാഗത്തെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്ന ഇക്കാഴ്ചയെ പ്ലാൻ എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഇതിൽ നിന്ന് വസ്തുവിന്റെ ശരിയായ വീതിയും ആഴവും—വണ്ണം—കിട്ടും.

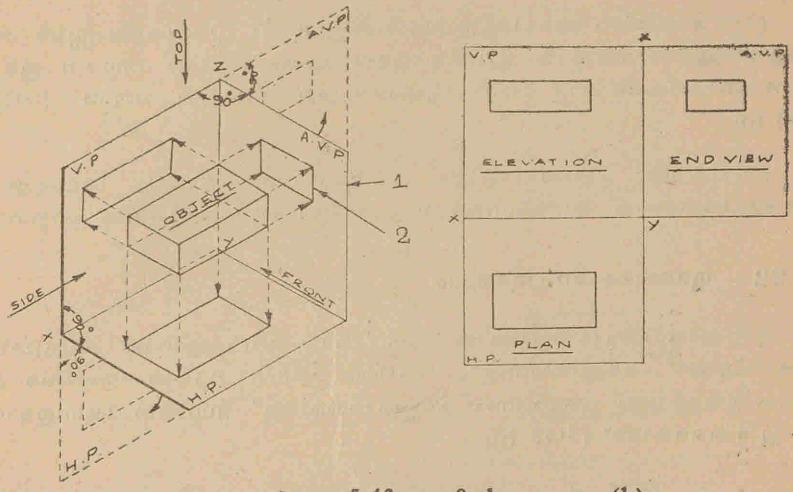
ഇപ്രകാരം പ്ലാനും നേർക്കാഴ്ചയും കൂടിയാൽ വസ്തുവിന്റെ ശരിയായ വലുപ്പത്തേയും ആകൃതിയേയും കുറിച്ചുള്ള പൂർണമായ ഒരു വിവരണമായി.

ഇതിനു പുറമേ ചിലപ്പോൾ വസ്തുവിന്റെ ഒരു വശത്തിന്റെ കാഴ്ച കൂടി ആവശ്യമായി വരും. ഇതു് ഒരു സഹായകകൃത്തൻതലത്തിലാണെടുക്കുക. ഇത്തരം കാഴ്ചകളെ ഓരക്കാഴ്ചയെന്നോ വശക്കാഴ്ച എന്നോ വിളിക്കാം. ചിത്രം 5.43–ൽ ഇതു വ്യക്തമാക്കിയിരിക്കുന്നു.

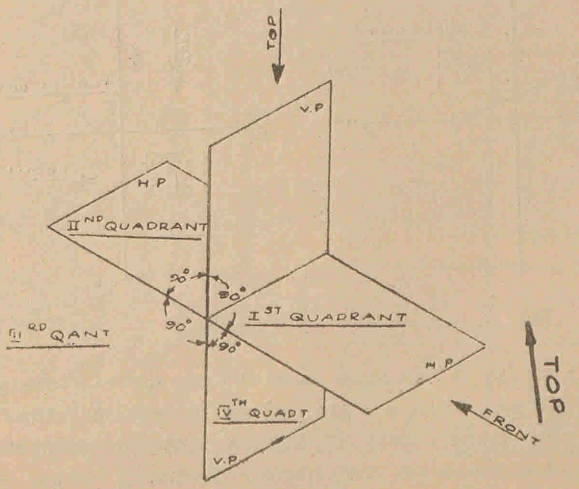
## 5. 21. ഒന്നാംകോണപ്രക്ഷേപം

ഒന്നാമത്തെ കാൽവട്ടത്തിൽ വസ്തു സ്ഥിതിചെയ്യുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന പ്രക്ഷേപത്തെ ഒന്നാംകോണപ്രക്ഷേപമെന്നു വിളിക്കുന്നു. ഇപ്രകാരം 5.43–ൽ ഒന്നാം

കോണപ്രക്ഷേപപ്രകാരമുള്ള കാഴ്ചകളാണ് കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്. ചിത്രം 5.44-ൽ പ്രധാന കാൽവട്ടങ്ങളും മറ്റും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ചിത്രം 5·43 (a)ൽ ഒന്നാംകോണപ്രക്ഷേപത്തിന്റെ തത്വം വിശദമാക്കിയിരിക്കുന്നു.




(a) ചിത്രം 5.43 a & b (b)




ചിത്രം 5.44

**ഒന്നാംകോണപ്രക്ഷേപത്തിന്റെ പ്രധാന പ്രത്യേകതകൾ**

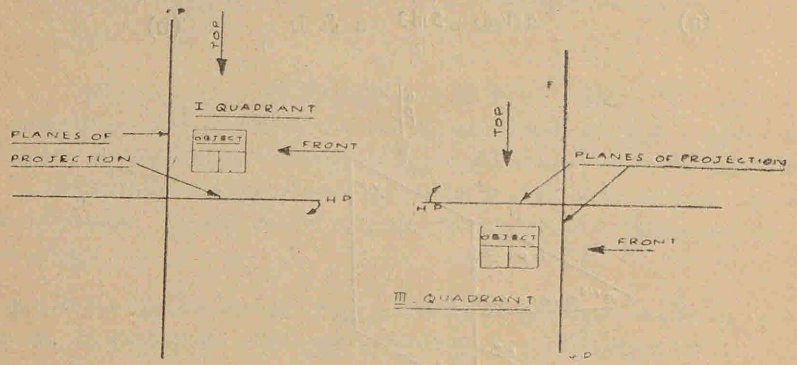
(1) വസ്തു കാഴ്ചക്കാരനും പ്രക്ഷേപതലത്തിനും ഇടയിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു.

(2) അതിന്റെ ആപേക്ഷികസ്ഥാനങ്ങളിലായി വരപ്പുകടലാസ്സിൽ കാഴ്ചകളെ വെയ്ക്കുകയാണെങ്കിൽ, പ്ലാൻ നേർക്കാഴ്ചയ്ക്ക് താഴെയായും വസ്തുവെ ഇടത്തു നിന്നു നോക്കിക്കണ്ട കാഴ്ച നേർക്കാഴ്ചയുടെ വലതു വശത്തും വരുന്നു (ചിത്രം 5.43 b).

(3) ഓരോ പ്രക്ഷേപത്തിലും, കാഴ്ചക്കാരന് ഏറ്റവും അടുത്തുള്ളതും പ്രക്ഷേപതലത്തിൽ നിന്നകന്നതുമായ പ്രതലത്തിന്റെ കാഴ്ചയാണ് കിട്ടുന്നത്.

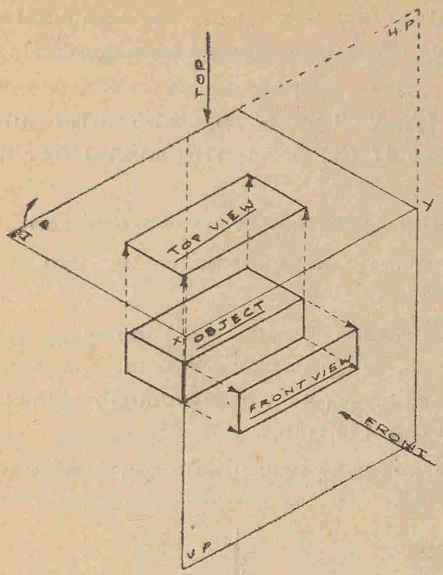
## 5. 22. മൂന്നാംകോണപ്രക്ഷേപം

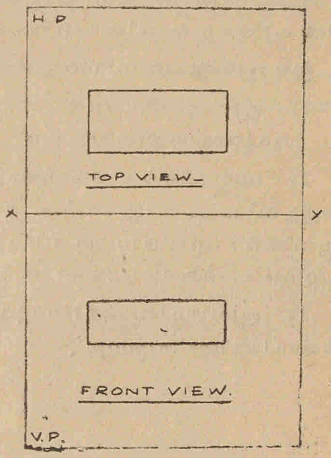
മൂന്നാംകോണപ്രക്ഷേപത്തിൽ വസ്തു മൂന്നാം കാൽവട്ടത്തിൽ വെച്ചിരിക്കുന്നതായിട്ടാണ് സങ്കല്പിക്കേണ്ടത്. (ചിത്രം 5.45 b) പ്രക്ഷേപതലങ്ങൾ മറുപുറക്കാഴ്ചയുള്ളവയും വസ്തുവിനും കാഴ്ചക്കാരനുമിടയ്ക്ക് സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതുമായി സങ്കല്പിക്കേണ്ടതാണ് (5·45 b).



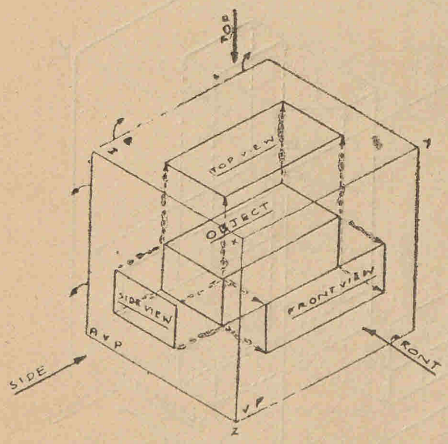

(a) ചിത്രം 5.45 a & b (b)

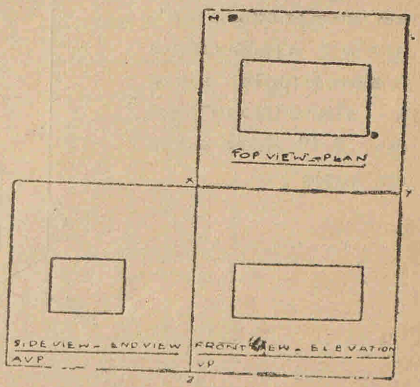
ചിത്രം 5.46 (a) ൽ കൊടുത്ത മാതിരി വസ്തു മൂന്നാംകാൽവട്ടത്തിൽ ഇരിക്കുന്നുവെന്നു കരുതുക. വസ്തുവെ ഈ നിലയിൽ മുന്നിൽ നിന്നും നോക്കിക്കാണുക. ഇപ്പോൾ പ്രക്ഷേപങ്ങൾ കു. ത. തെ മുറിക്കുന്ന ബിന്ദുക്കൾ അനുക്രമമായി കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്നതായാൽ വസ്തുവിന്റെ നേർക്കാഴ്ച കിട്ടും. ഇതുപോലെ മുകളിൽ നിന്നും നോക്കുമ്പോൾ വസ്തുവിന്റെ പ്ലാൻ കിട്ടുന്നു.




(a) ചിത്രം 5.46 a & b (b)




(a) ചിത്രം 5.47 a & b (b)

ചിത്രം 5.47 (a) ൽ കാണിച്ചപോലെ ഒരു സഹായക കുത്തൻതലത്തിന്മേൽ, വസ്തുവെ ഇടതുവശത്തു നിന്നും നോക്കിക്കൊണ്ടുള്ള ഓരക്കാഴ്ചയും കിട്ടാവുന്നതാണ്.

വി. ത. യും സ. കു. ത. യും (A. V. P.), കു. ത. യിൽ വീഴും വിധം 90° ൽ കറക്കിയാൽ, മൂന്നു കാഴ്ചകളും 5.47 (b) ൽ കാണിച്ച മാതിരി ഒരേ തലത്തിൽ കിടക്കുന്നതായിക്കാണാം.

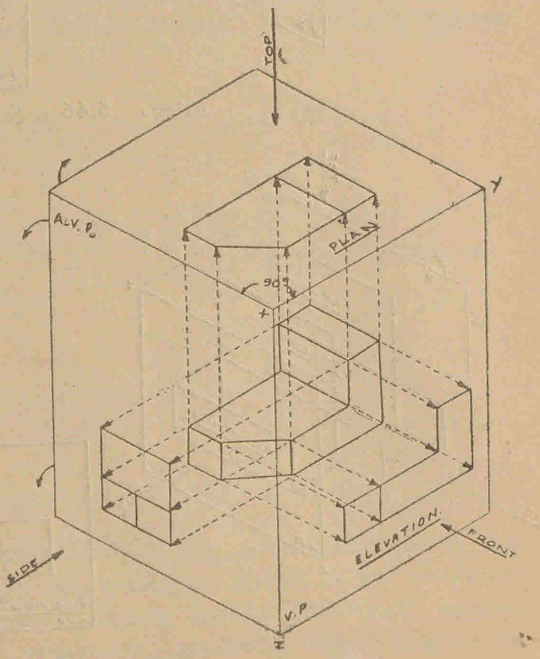
ഈ പ്രക്ഷേപവ്യവസ്ഥയുടെ ചില പ്രത്യേകതകൾ താഴെ കൊടുക്കുന്നു:–

1) പ്രക്ഷേപതലങ്ങൾ വസ്തുവിന്നും കാഴ്ചക്കാരനുമിടയിൽ കിടക്കുന്നു. ഇവ മുപ്പുറക്കാഴ്ച ഉള്ളവയാണ്.

2) വസ്തുവിന്റെ മുകൾക്കാഴ്ച, നേർക്കാഴ്ചയുടെ മുകൾവശത്തും, ഇടതുവശത്തു നിന്നുള്ള കാഴ്ച, നേർക്കാഴ്ചയുടെ ഇടതുവശത്തും കിടക്കുന്നു. അതായതു് വസ്തുവിന്റെ ഏതു ഭാഗത്തു നിന്നാണോ കാഴ്ച നോക്കിക്കാണുന്നതു്, വരപ്പുകടലാസ്സിലും നേർക്കാഴ്ചയുടെ അതേ വശത്തു കിടക്കുന്നു.

3) പ്രക്ഷേപതലത്തിന്നേറ്റവും അടുത്തുള്ള വസ്തുവിന്റെ മുഖമാണ് ഓരോ പ്രക്ഷേപത്തിലും കിട്ടുന്നതു്.

ചിത്രം 5.48 (a) ൽ കറെ സങ്കീർണമായ ഒരു വസ്തുവിന്റെ മൂന്നാം കോണ പ്രക്ഷേപമാണ്. ഇതിന്റെ പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരക്കടലാസ്സിൽ കിടക്കുന്ന രീതിയിലാണ് ചിത്രം 5.49 (b)ൽ കൊടുത്തിട്ടുള്ളതു്.

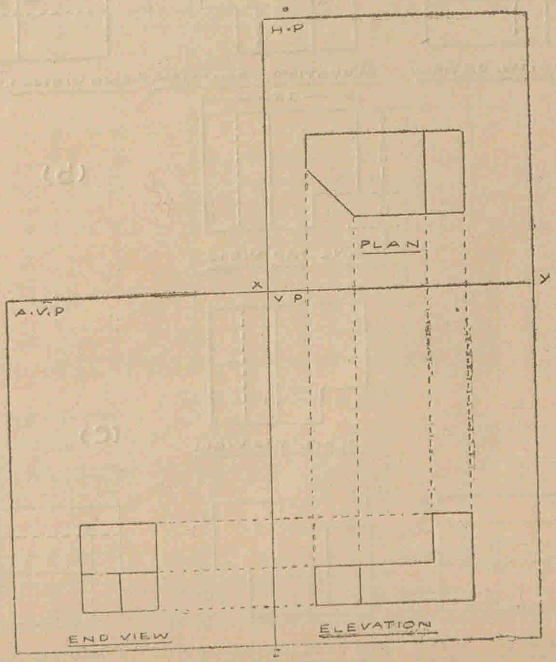



ചിത്രം 5.48 (a)

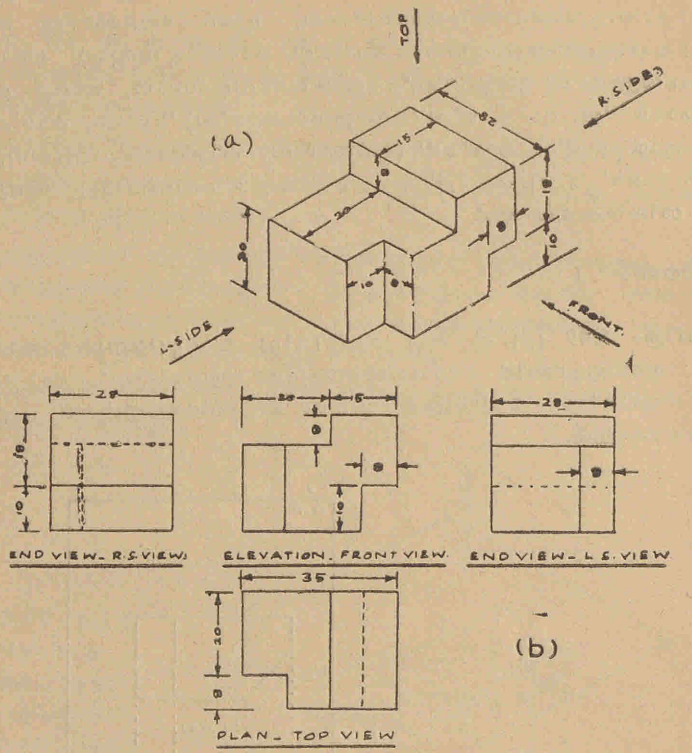
ചിലപ്പോൾ ഈ രണ്ടു രീതികളും കൂട്ടിക്കലർത്തി ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. ഒന്നാംകോണപ്രക്ഷേപത്തിലെന്നപോലെ, പ്ലാൻ നേർക്കാഴ്ചയുടെ താഴെയും, മൂന്നാംകോണപ്രക്ഷേപത്തിലെന്ന പോലെ, ഓരക്കാഴ്ച വസ്തുവെ നോക്കിക്കണ്ട അതേ വശത്തുമായി വരയ്ക്കാറുണ്ട്. ഇങ്ങിനെ വരുമ്പോൾ, അതതു കാഴ്ചകളുടെ താഴെ "ഇ. വ. കാഴ്ച" (ഇടതുവശക്കാഴ്ച) "വ. വ. കാഴ്ച" (വലതുവശക്കാഴ്ച) "മു. കാഴ്ച" (മുൻകാഴ്ച), കീഴ്ക്കാഴ്ച എന്നെല്ലാം എഴുതാവുന്നതാണ് (ചിത്രം 5.49 b, c). താഴെ കൊടുത്തിട്ടുള്ള അഭ്യാസങ്ങൾ വരച്ചു ശീലിക്കേണ്ടതാണ്.

**ഉദാഹരണം 1**

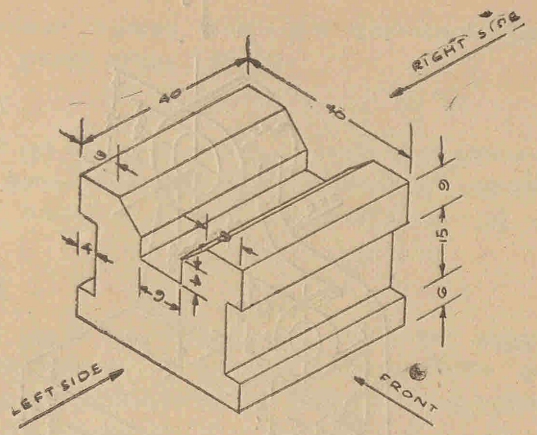
ചിത്രം 5.49 (a) ൽ ഒരു മെഷീനിച്ച വാർപ്പിരുമ്പുകട്ട കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. മുഴവലുപ്പത്തിൽ ഒന്നാംകോണപ്രക്ഷേപമനുസരിച്ച്, (a) നേർക്കാഴ്ച (b) ഓരക്കാഴ്ച — രണ്ടു വശത്തു നിന്നും നോക്കിക്കൊണ്ടുള്ളവ (c) പ്ലാൻ എന്നിവ വരയ്ക്കുക.




ചിത്രം 5.48 (b)

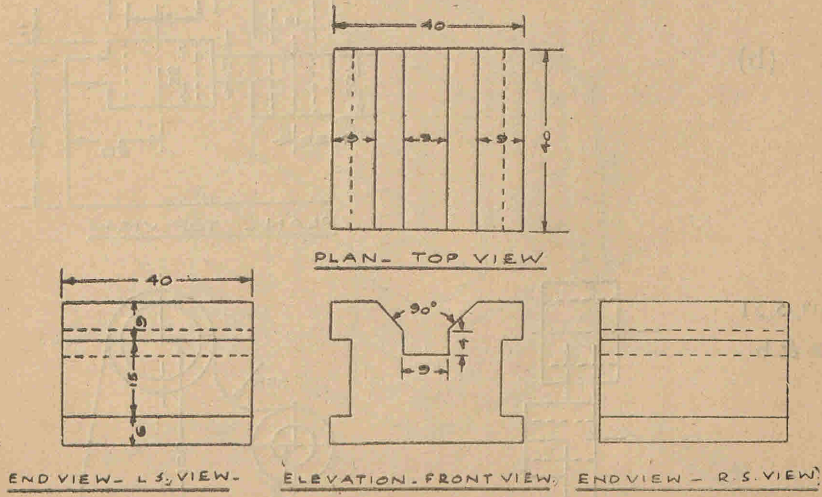

TOP
R.SIDE
FRONT
L-SIDE
(a)
END VIEW - R.S.VIEW
ELEVATION - FRONT VIEW
END VIEW - L.S.VIEW
(b)
PLAN - TOP VIEW
(C)
PLAN - TOP VIEW
END VIEW - (L.S VIEW)
ELEVATION - (FRONT VIEW)
END VIEW - (R.S VIEW)

ചിത്രം 5.49



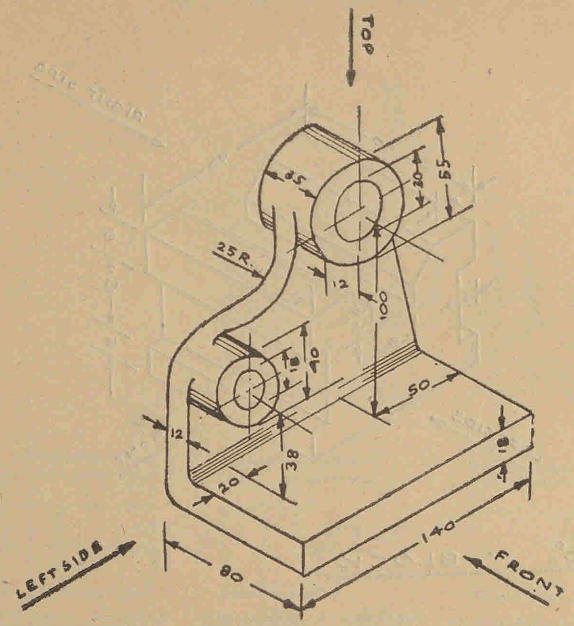

90° V BLOCK

ചിത്രം 5.50 a

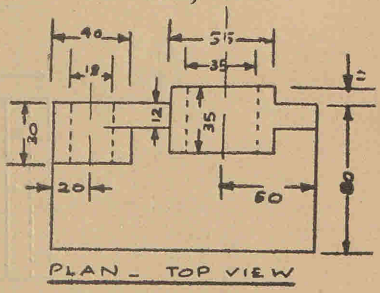



ചിത്രം 5·50. b

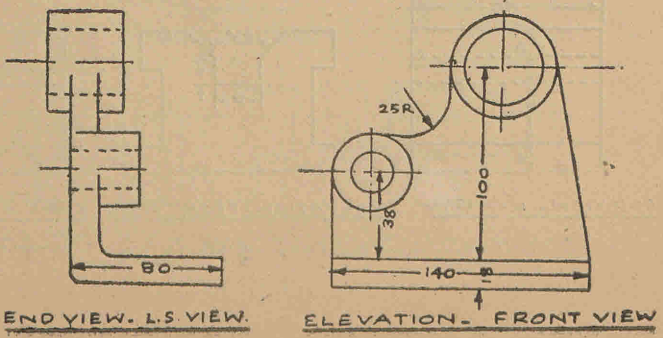
(a)


TOP
35
20
55
25R
12
100
40
50
12
38
20
140
80
LEFT SIDE
FRONT

(b)


40
15
35
12
35
30
20
60
80
PLAN - TOP VIEW

ചി. 5.51
a & b


80
END VIEW. L.S. VIEW.
25R
100
38
140
ELEVATION - FRONT VIEW

**ഉദാഹരണം 2**

മുൻ കണക്കിലെ കട്ടയുടെ കാഴ്ചകൾ മൂന്നാംകോണപ്രക്ഷേപമനുസരിച്ച് വരയ്ക്കുക. ഉത്തരം ചിത്രം 5.49 (c)

**ഉദാഹരണം - 3**

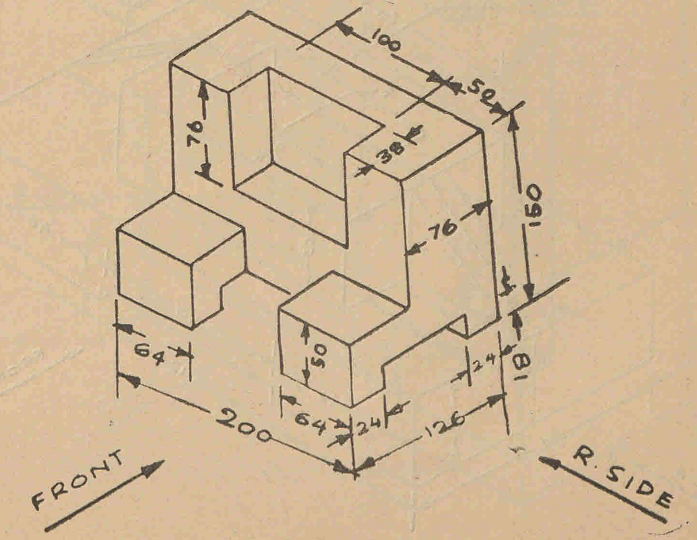
ചിത്രം 5.50 (a) ൽ ഒരു മെഷീനിച്ച V കട്ടയുടെ ആകൃതിക്കാഴ്ച കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. മൂന്നാംകോണപ്രക്ഷേപരീതിയനുസരിച്ച് മുഴവലുപ്പ അളവുതോതിൽ, (a) നേർക്കാഴ്ച (b) ഓരക്കാഴ്ചകൾ (c) പ്ലാൻ ഇവ വരയ്ക്കുക.

**ഉദാഹരണം 4**

ചിത്രം 5.51 (a) ൽ ഒരു വാർപ്പിരുമ്പ് ബെയറിങ് കട്ടയുടെ ആകൃതിക്കാഴ്ച കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. $\frac{1}{3}$ മുഴവലുപ്പത്തിൽ ഇതിന്റെ മൂന്നാംകോണപ്രക്ഷേപത്തിലുള്ള (i) നേർക്കാഴ്ച (ii) ഓരക്കാഴ്ച—ഇടത്തുനിന്നു നോക്കുന്നപടി (iii) പ്ലാൻ വരയ്ക്കുക.

**അഭ്യാസങ്ങൾ :**

ഇവയുടെ ഉത്തരങ്ങൾ കൊടുത്തിട്ടില്ല. വിദ്യാർഥികൾ ഇവയുടെ ഉത്തരങ്ങൾ വരച്ചു പഠിക്കുക.



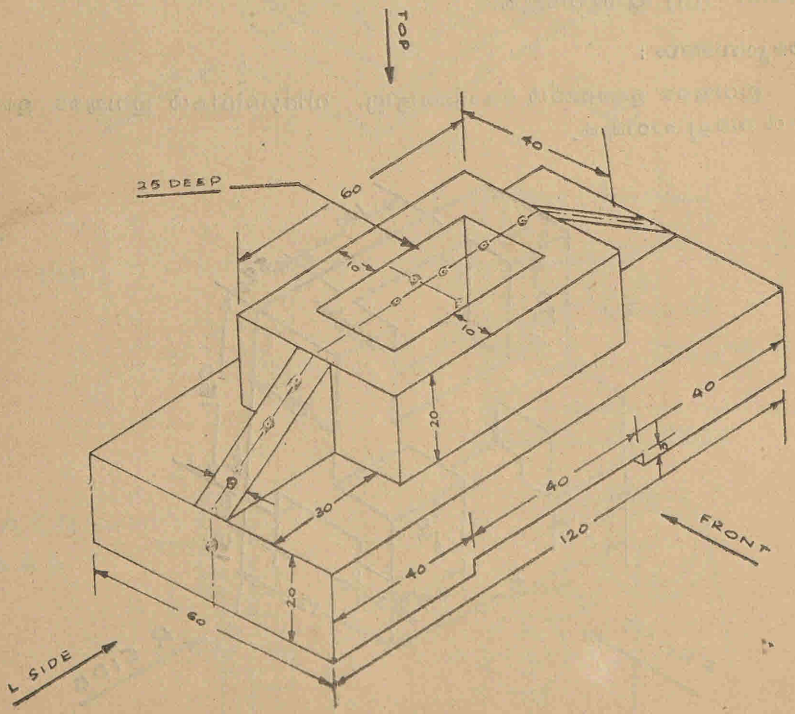

ചിത്രം 5.52

(1) ചിത്രം 5.52–ൽ ഒരു മെഷീനിന്റെ കട്ട കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. $\frac{1}{4}$ മുഴ വലുപ്പത്തിൽ ഒന്നാംകോണപ്രക്ഷേപത്തിൽ (i) നേർക്കാഴ്ച (ii) ഓര ക്കാഴ്ച—വലതുവശത്തു നിന്നു നോക്കിക്കൊണ്ട് (iii) പ്ലാൻ വരയ്ക്കുക.

(2) ചിത്രം 5.53–ൽ ഒരു വാർപ്പിരുമ്പ് മെഷീൻ അസ്സിവാരം കാണിച്ചി രിക്കുന്നു. മൂന്നാംകോണപ്രക്ഷേപമനുസരിച്ച് ഇതിന്റെ (i) നേർക്കാഴ്ച (ii) ഇടതുവശത്തു നിന്നുള്ള ഓരക്കാഴ്ച (iii) പ്ലാൻ എന്നിവ വരയ്ക്കുക. മുഴവലുപ്പ അളവുതോതുപയോഗിക്കുക.

(3) ഒരു വാർപ്പിരുമ്പു ബ്രാക്കറിന്റെ ആകൃതിക്കാഴ്ചയാണ് ചിത്രം 5.54–ൽ കൊടുത്തിട്ടുള്ളത്. മുഴവലുപ്പത്തോതിൽ മൂന്നാംകോണപ്രക്ഷേപമുപ യോഗിച്ച് താഴെ പറയുന്ന കാഴ്ചകൾ വരയ്ക്കുക.

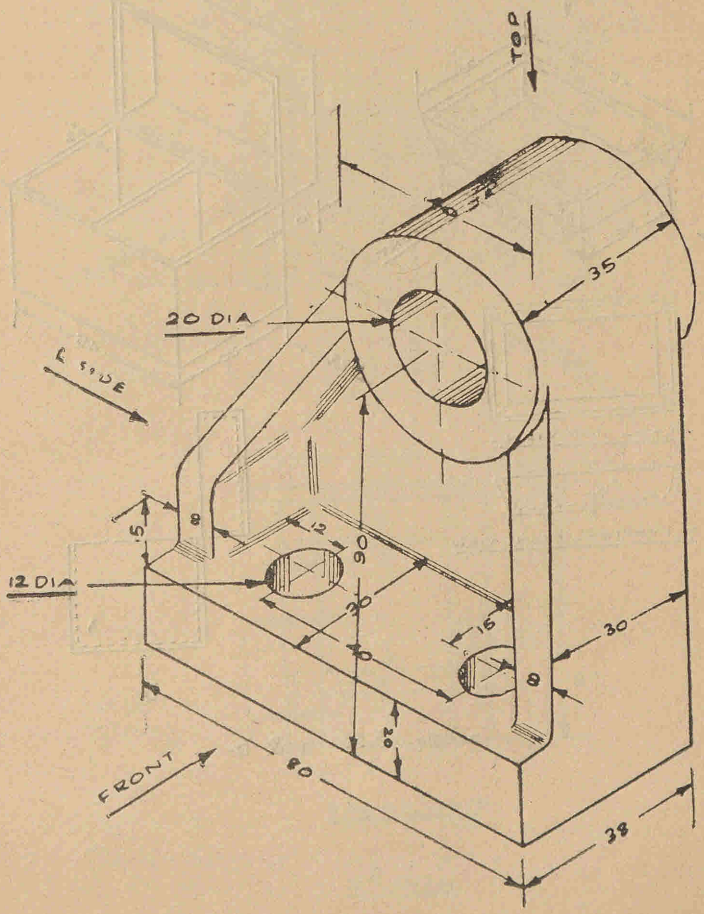
(i) നേർക്കാഴ്ച, (ii) ഇടതുവശക്കാഴ്ച, (iii) പ്ലാൻ.



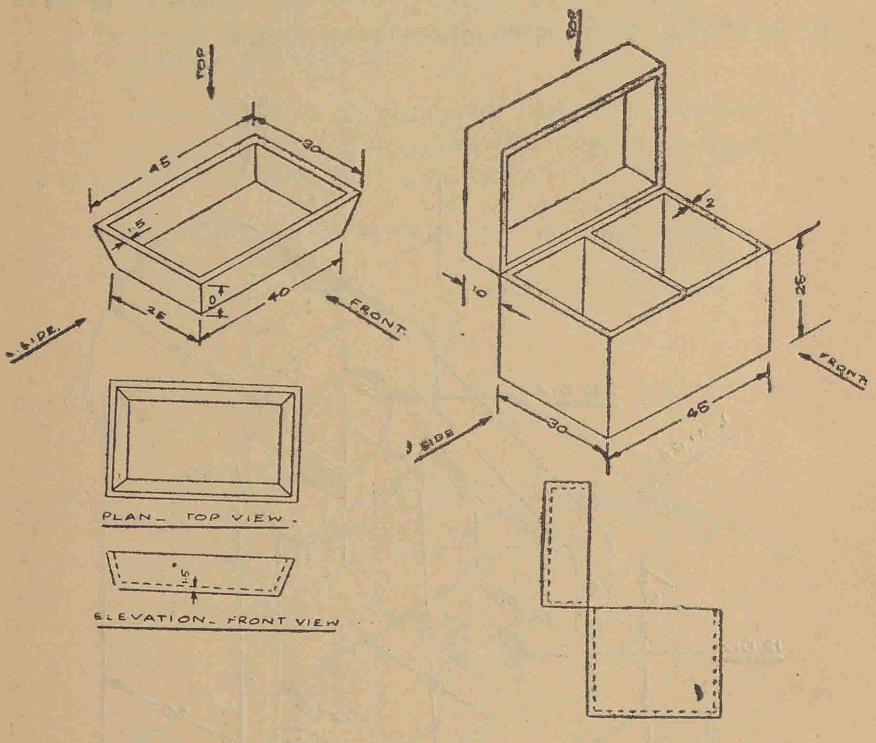

ചിത്രം 5.53

(4) ചിത്രം 5·55 a ഒരു മരടേയുടേതാണ്. 1 മി. മീ. = 1 സെ. മീ. എന്ന തോതിൽ ഇതിന്റെ മൂന്നു കാഴ്ചകളും വരയ്ക്കുക.

(5) ചിത്രങ്ങൾ 5.55 b, 5.56, 5.57, 5.58, 5.59 യഥാക്രമം ഒരു പെട്ടി, സ്ററൂൾ, മേശ, സ്റ്റാനർ, ഷെൽഫു് ഇവയുടെ വിശദാംശങ്ങൾ കാണിക്കുന്നു. അളവുകൾ സെ. മീ. ലാണ് കൊടുത്തിട്ടുള്ളതു്. ഇവയുടെ എല്ലാ കാഴ്ചകളും മൂന്നാംകോണപ്രക്ഷേപത്തിൽ വരയ്ക്കുക.

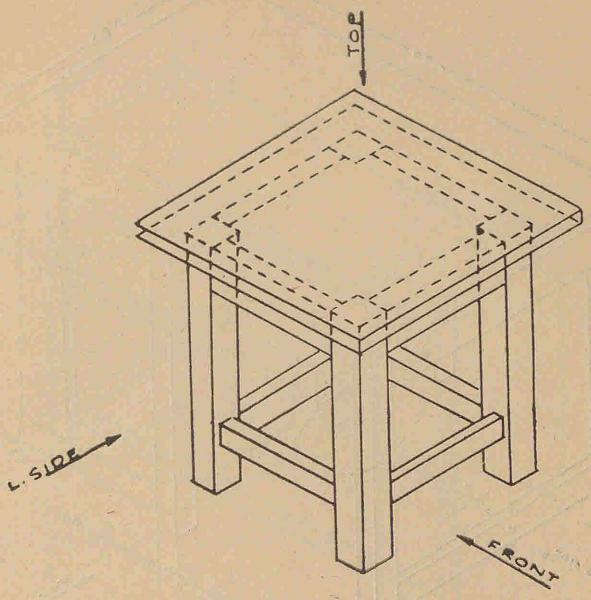


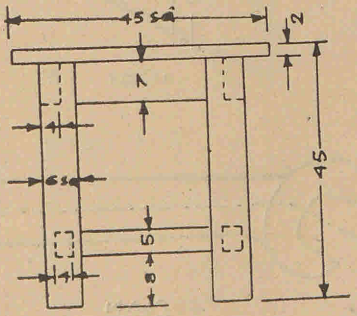

ചിത്രം 5.54


TOP
45
30
5
5
25
40
FRONT
SIDE
PLAN - TOP VIEW
5
ELEVATION - FRONT VIEW
TOP
2
10
25
FRONT
SIDE
30
45

a b

ചിത്രം 5.55 a & b

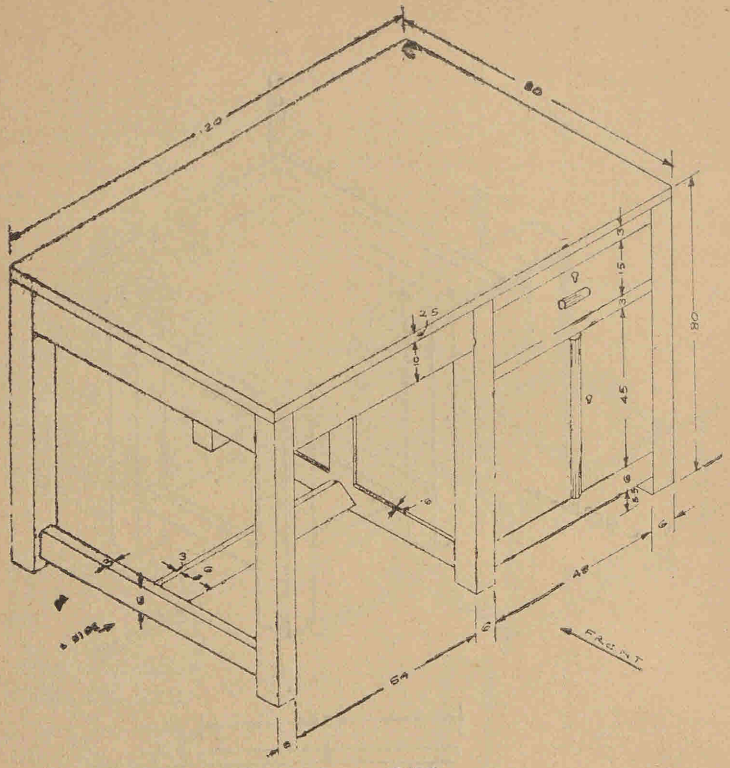


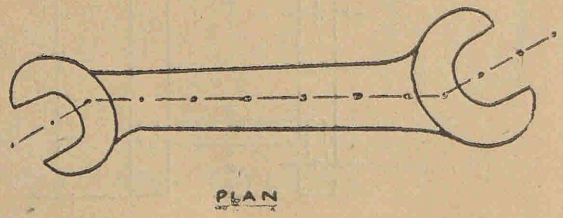

FRONT VIEW.

STOOL.

ചിത്രം 5.56



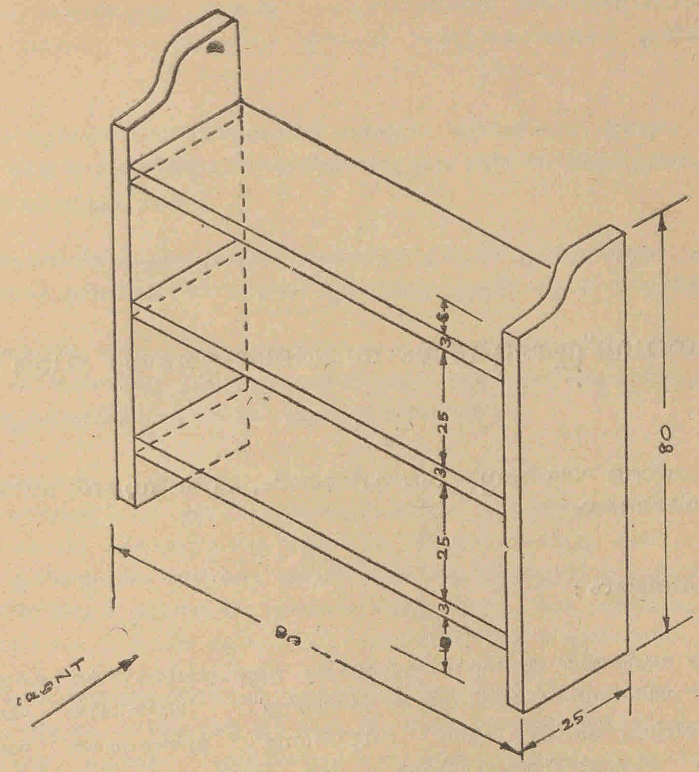

ചിത്രം 5.57






ELEVATION

ചിത്രം 5.58




ചിത്രം 5.59

# 6

# ഘനവസ്തുക്കളുടെയും സമതലങ്ങളുടെയും ജ്യാമിതി

## 6. 1. സരള ഘനവസ്തുക്കൾ– പ്രിസങ്ങൾ, പിരമിഡുകൾ, സിലിണ്ടറുകൾ, കോണുകൾ.

**നിർവചനങ്ങൾ :**

ഒരു വ്യക്തമായ രൂപമോ ആകൃതിയോ ഉള്ള ദ്രവ്യത്തിന്റെ ഒരളവിനെയാണ് ഘനവസ്തു (solid) എന്നു പറയുന്നത്. ജ്യാമിതീയ ഘനവസ്തു (Geometrical solid) എന്നു വിളിക്കുന്നത്, ഇത്തരമൊരു ഘനവസ്തുവിന്റെ ആകൃതിചിത്രത്തെയാണ്. ഒരു ബഹുഫലകം (Polyhedron) അഥവാ പോളിഹെഡ്രൻ എന്നു വിളിക്കുന്നത് സമതലങ്ങളാൽ ചുറ്റപ്പെട്ട ഒരു ഘനവസ്തുവെയാണ്. ഒരു ക്രമബഹുഫലകത്തിന്റെ മുഖങ്ങൾ (വശങ്ങൾ) സമവും ക്രമവുമായ ബഹുഭുജങ്ങളായിരിക്കും. രണ്ടു തൊട്ടടുത്ത വശങ്ങൾക്കിടയിലെ കോണത്തെയാണ് ദ്വിതലകോണം (dihedral) എന്നു വിളിക്കുന്നത്. ക്രമബഹുഫലകങ്ങളായി ആകെ അഞ്ചെണ്ണമേ ഉള്ളൂ : ചതുർഫലകം (Tetrahedron), സമഘനം അഥവാ ക്യൂബ്, അഷ്ടഫലകം, ദ്വാദശഫലകം (dodecahedron), വിംശഫലകം (Icosahedron).

ചതുർഫലകം നാല് സമഭുജത്രികോണങ്ങളടങ്ങിയതാണ്. ഒരു സമഘനം (Cube) ആറു സമചതുരങ്ങൾ (Squares) ചേർന്നുണ്ടാകുന്നതാണ്. എട്ട് തുല്യ അളവുകളുള്ള സമത്രികോണങ്ങൾ ചേർന്നതാണ് അഷ്ടഫലകം.

തുല്യ അളവുകളുള്ള പന്ത്രണ്ടു് സമപഞ്ചഭുജങ്ങൾ കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയതാണു് ദ്വാദശഫലകം. വിംശഫലകം ഇരുപതു സമത്രികോണങ്ങൾ കൂടിച്ചേർന്നതാണു്.

ഒരു പ്രിസത്തിന്റെ രണ്ടറ്റങ്ങൾ പരസ്പരം സമാന്തരവും, തുല്യവും, സദൃശവുമായ രണ്ടു ബഹുഭുജങ്ങളും, മറ്റു വശങ്ങളെല്ലാം സമാന്തരചതുർഭുജങ്ങളുമായി (parallelograms) രിക്കും.

രണ്ടറ്റത്തെ ബഹുഭുജങ്ങളും സമാന്തരചതുർഭുജങ്ങളാണെങ്കിൽ, അത്തരം പ്രിസങ്ങളെ സമാന്തരഷഡ്ഫലകം (parallelopiped) എന്നു വിളിക്കുന്നു.

ഇരിപ്പിടം (base) ഒരു ബഹുഭുജവും വശങ്ങൾ (sides) ഒരു പൊതു മുനമ്പിൽ– ശീർഷത്തിൽ– (vertex) ഒന്നുചേരുന്ന ത്രികോണങ്ങളുമായിട്ടുള്ള ഒരു ഘനവസ്തുവെയാണു് പിരമിഡ് എന്നു വിളിക്കുന്നതു്.

അറ്റങ്ങൾ പരസ്പരം സമാന്തരവും തുല്യവും സംവൃതവുമായ വക്രങ്ങളായുള്ളതും, ഈ വക്രങ്ങളിന്മേൽ കിടക്കത്തക്കവിധം സ്വയം സമാന്തരമായി ചലിക്കുന്ന ഒരു നേർവരയാൽ ഉണ്ടാക്കപ്പെട്ട പുറവശത്തോടു (side) കൂടിയതുമായ ഘനവസ്തു ആണു് സിലിണ്ടർ. ഏറ്റവും സാധാരണമായ സിലിണ്ടർ അറ്റങ്ങൾ വൃത്തങ്ങളായുള്ളതാണു്. ഒരു ദീർഘചതുരത്തെ അതിന്റെ ഒരു വശത്തെ അക്ഷമാക്കി കറക്കിയാൽ ഇതു കിട്ടുന്നതാണു്.

ഒരു സംവൃതവക്രത്തിന്മേൽ മുട്ടിയിരിക്കത്തക്കവണ്ണം ഒരു സ്ഥിര ബിന്ദുവിലൂടെ കടന്നു പോയിക്കൊണ്ടു കറങ്ങുന്ന ഒരു നേർവരയാൽ ഉണ്ടാക്കപ്പെട്ട ഘനവസ്തുവാണു് കോൺ. ഏതെങ്കിലും ഒരു ലംബവശത്തെ അക്ഷമാക്കി ഒരു ലംബ ത്രികോണത്തെ കറക്കിയാൽ കിട്ടുന്ന കോണാണു് സാധാരണ പ്രയോഗത്തിലുള്ളതു്.

രണ്ടറ്റത്തെ വശങ്ങളുടെ കേന്ദ്രബിന്ദുക്കളെ കൂട്ടിച്ചേർത്ത രേഖയാണു് ഒരു ഘനവസ്തുവിന്റെ അക്ഷം (Axis). അക്ഷം, അറ്റങ്ങൾക്കു ലംബമാണെങ്കിൽ, ആ ഘനവസ്തുവെ നേർപ്രിസം, നേർപിരമിഡു്, നേർകോൺ, നേർസിലിണ്ടർ എന്നെല്ലാം വിളിക്കുന്നു. അക്ഷം ലംബമല്ലാത്തപക്ഷം ഘനവസ്തു തിര്യക് (oblique) ആണെന്നു പറയാം. മറു തരത്തിലാണെന്നു പറയാത്ത പക്ഷം അക്ഷം അറ്റങ്ങൾക്കു ലംബമാണെന്നു മനസ്സിലാക്കാനിടയാകും.

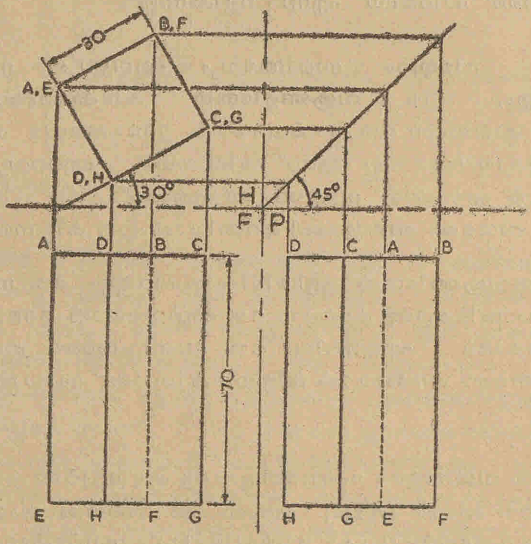
മുകൾ തലപ്പു് മുറിച്ചു നീക്കിയ കോണിനെയോ, പിരമിഡിനെയോ ഫ്രസ്റ്റം (Frustum) എന്നു പറയുന്നു. ഇതിനെ മുറിച്ചകോൺ, മുറിച്ച പിരമിഡു് (truncated) എന്നും വിളിക്കാവുന്നതാണു്.

മേൽ വിവരിച്ച ഘനവസ്തുക്കളുടെ ബഹുകാഴ്ചാപ്രക്ഷേപങ്ങൾ താഴെ കൊടുക്കുന്ന ഉദാഹരണങ്ങളിൽ നിന്നും വിശദമാകുന്നതാണ്. ഇതു പോലെയുള്ള പ്രശ്നങ്ങൾ സ്വയം ചെയ്യാൻ കഴിയുവോളം വിദ്യാർഥികൾ ഇവ അഭ്യസിക്കേണ്ടതാണ്.

**കുറിപ്പ്:**

താഴെ കൊടുത്തവയിൽ H. P, F. P, P. P. എന്നിവ സാങ്കല്പിക ചില്ലുപെട്ടിയുടെ ചിത്രതലത്തെ നിർദ്ദേശിക്കുന്നു. ഒരു H. P. (വി. ത.) ഒരു F. P. (കു. ത) ഒരു P. P. (ഓ. ത) എന്നു പറയുമ്പോഴാകട്ടെ, ചില്ലുപെട്ടിയുടെ പ്രക്ഷേപതലത്തിനു സമാന്തരമായ ഏതെങ്കിലുമൊരു പ്രക്ഷേപതലമേ ഉദ്ദേശിക്കുന്നുള്ളു. മൂന്നാംകോണപ്രക്ഷേപം മാത്രമേ ഇവയിൽ ഉപയോഗിച്ചിട്ടുള്ളു.

ഉദാഹരണം 1. ചിത്രം 6.1




ALL DIMENSIONS IN mm

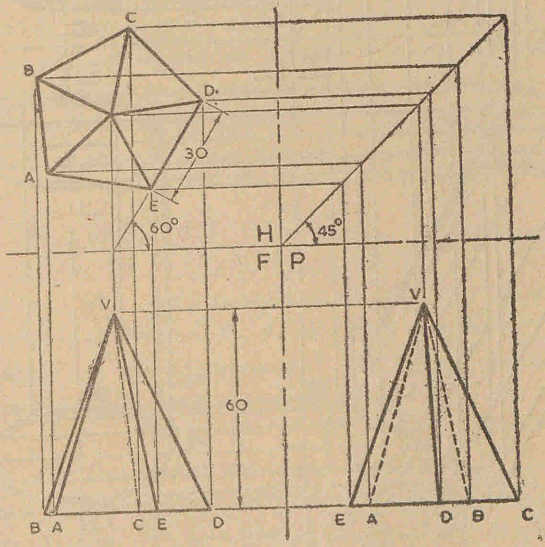
ചിത്രം 6.1

ഒരു സമചതുരപ്രിസത്തിന്റെ ഒരറ്റം ഒരു H. P. (വി. ത.) യിലും ആ അറ്റത്തിന്റെ ഒരു ഭുജം (side) F. P. (കു. ത.) യ്ക്ക് 30° ചെരിവിലും ആയിരിക്കുമ്പോഴുള്ള, മുൻ, മുകൾ, വശക്കാഴ്ചകൾ വരയ്ക്കുക. ആധാരത്തിന്റെ ഭുജം 30 മി. മീ. നീളമാണ്. പ്രിസത്തിന്റെ ഉയരം (altitude) 70 മി. മീറ്ററും

മടക്കുവരകളായ F. H. ഉം F. P. യും വരയ്ക്കുക. F. H. നു് 30° യിൽ പ്രിസത്തിന്റെ മുകൾക്കാഴ്ച വരയ്ക്കുക. F. H. നു് ലംബമായി സമചതുരത്തിന്റെ മൂലകളിൽ നിന്നു് പ്രക്ഷേപകങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. ഘനവസ്തുവിന്റെ 70 മി. മീ ഉയരമുപയോഗിച്ചു് ഈ പ്രക്ഷേപകങ്ങളിൽ മുൻകാഴ്ച വരയ്ക്കുക. ഇതേ പോലെ, F. P. വരയ്ക്കു് ലംബമായി പ്രക്ഷേപകങ്ങൾ വരച്ചു് മുൻകാഴ്ചയിൽ, F. H. ൽ നിന്നുള്ള ലംബദൂരം തന്നെയാണു് ഘനവസ്തുവിന്റെ ഓരോ ബിന്ദുവിലേയ്ക്കും F. P. യിൽ നിന്നുള്ള ദൂരം എന്നു മനസ്സിലാക്കി, വലതു വശക്കാഴ്ചയും (Right profile view) വരയ്ക്കാവുന്നതാണു്.

**ഉദാഹരണം 2.** ചിത്രം 6.2

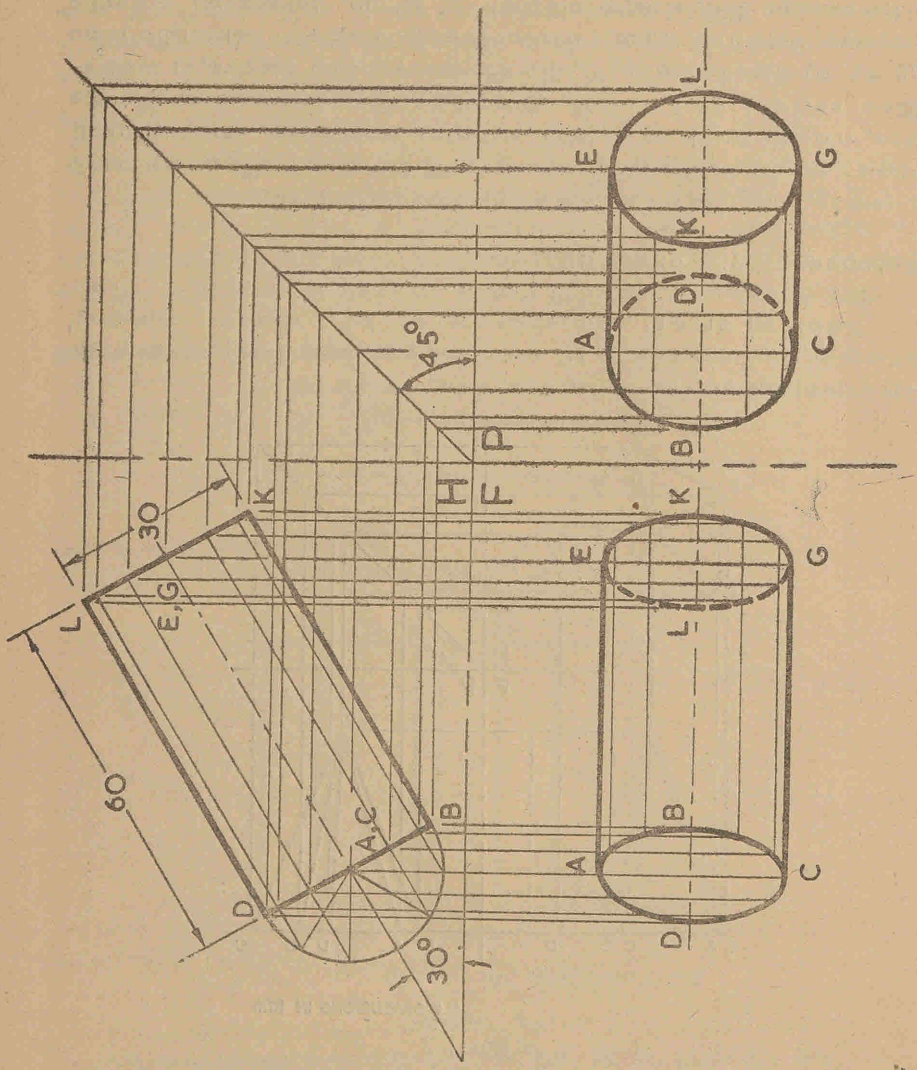
ഉയരം 60 മി. മീ., ആധാരഭുജം 30 മി. മീ., ആധാരം വിലങ്ങൻ, ആധാരത്തിന്റെ ഒരു ഭുജം F. H. രേഖയുമായി 60° യിൽ ഇത്തരമൊരു പഞ്ചഭുജ പിരമിഡിന്റെ മുൻ, മുകൾ, വശ–ക്കാഴ്ചകൾ വരയ്ക്കുക.




ALL DIMENSIONS IN mm

ചിത്രം 6.2

ആധാരത്തിലെ ഒരു ഭുജം– ED– F. H. വരയുമായി 60° ഉണ്ടാക്കത്തക്കവണ്ണം മുകൾക്കാഴ്ച വരയ്ക്കുക. ഇതിന്റെ മൂലകളിൽ നിന്നു് F. H നു് ലംബങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. ഉയരം അടയാളപ്പെടുത്തി ശീർഷം (vertex) നിശ്ചയി




ചിത്രം 6.3

ക്കുക. (കൂ. തലത്തിനു്) F. P. യിൽ നിന്നും അവസ്ഥയുള്ള ദൂരം F. H. വര യിലേയ്ക്കുള്ളതു തന്നെയായിരിക്കത്തക്കവണ്ണം മുനമ്പുകൾ അടയാളപ്പെടുത്താം.

**ഉദാഹരണം 3. ചിത്രം 6.3**

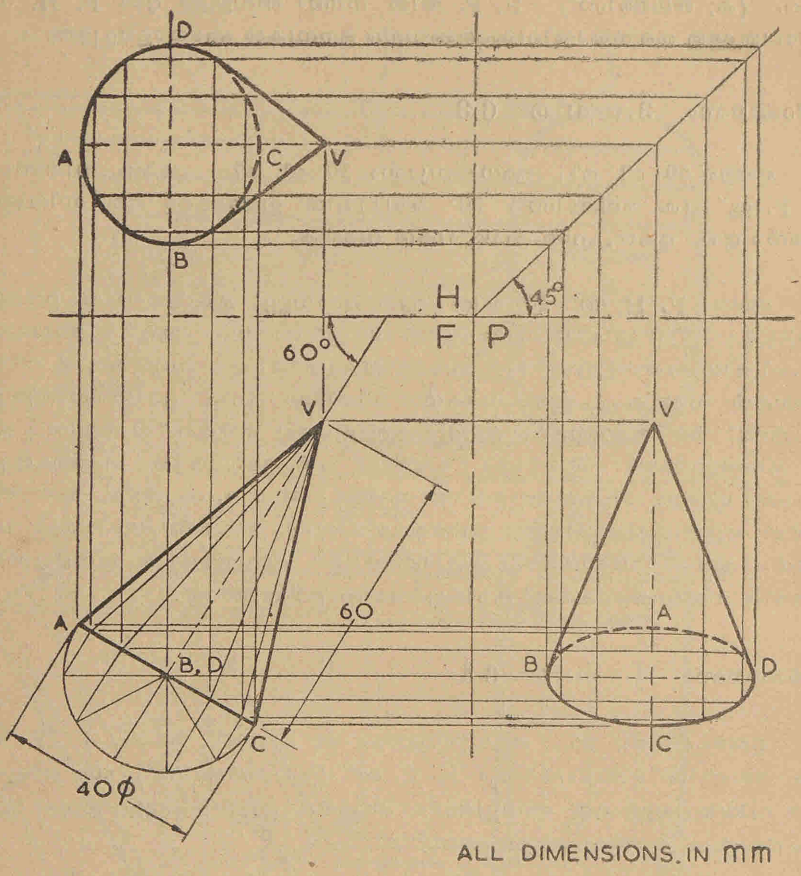
ഉയരം 60 മി. മീ., ആധാരവ്യാസം 30 മി. മീ. അക്ഷം വിലങ്ങനെ F. P. യ്ക്കു് (കൂ. തലത്തിനു്) 30° ചെരിവിൽ ഇത്തരമുള്ള ഒരു സിലിണ്ഡറിന്റെ മുൻ, മുകൾ, വശ-ക്കാഴ്ചകൾ വരയ്ക്കുക.

അക്ഷം F. H. നു് 30° യിൽ ആകത്തക്കവണ്ണം മുകൾക്കാഴ്ച വരയ്ക്കുക (DBKL). DB യ്ക്കു മേൽ ഒരർധവൃത്തം വരച്ചു് അതിനെ ആറു് സമഭാഗങ്ങളാക്കി ഭാഗിക്കുക. DB യ്ക്കു് (LK വരെ) ലംബമായി ഈ ബിന്ദുക്കളിൽ നിന്നു് രേഖകൾ വരയ്ക്കുക. ഈ വരകൾ സിലിണ്ഡറിന്റെ ഉപരിതലത്തിലുള്ള പന്ത്രണ്ടു് നേർഭാഗങ്ങളുടെ (straight elements) മുൻകാഴ്ച നല്കുന്നു. ഈ പന്ത്രണ്ടെണ്ണത്തിൽ ഏഴെണ്ണം മാത്രമേ മുൻകാഴ്ചയിൽ കാണുകയുള്ളു. ബാക്കി അഞ്ചും മറുവശത്താകയാൽ മറഞ്ഞു നില്ക്കുകയും, കാണുന്ന ഭാഗങ്ങളിന്മേൽ ഒതുങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു. ഓരോക്കാഴ്ചയിലും മുൻക്കാഴ്ചയിലുമുള്ള വക്രങ്ങൾ, ഈ രേഖാഭാഗങ്ങളെ പ്രക്ഷേപിച്ചു് അവയുടെ അറ്റബിന്ദുക്കളെ നേരിയ ഒരു വക്രം കൊണ്ടു് കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ കിട്ടുന്നതാണു്.

**ഉദാഹരണം 4. ചിത്രം 6.4**

ഉയരം 60 മി. മീ., ആധാരവ്യാസം 40 മി. മീ., അക്ഷം F. P. ക്കു് (കൂ. തലത്തിനു്) സമാന്തരവും H. P. ക്കു് (വി. തലത്തിനു്) 60° യിലും— ഈ വിധത്തിലുള്ള ഒരു നേർവൃത്തകോണിന്റെ (right circular cone) മുൻ, മുകൾ, വശ-ക്കാഴ്ചകൾ വരയ്ക്കുക.

അക്ഷം F. P. വരയുമായി 60° ഉണ്ടാക്കത്തക്കവണ്ണം കോണിന്റെ മുൻകാഴ്ച വരയ്ക്കുക. അർധവൃത്തരചനയുപയോഗിച്ചു് ഒരു വസ്തു പ്രക്ഷേപിക്കുമ്പോൾ മറഞ്ഞു നില്ക്കുന്ന വിശദാംശങ്ങളെ കൃത്യവരകളാലാണു് കാണിക്കുക. ഛേദക്കാഴ്ചകളിൽ, വസ്തുവെ ഒരു സാങ്കല്പികതലം (ഛേദതലം) മുറിക്കുന്നതായും, കാഴ്ചക്കാരനും മുറിപ്പുതലത്തിനുമിടക്കുള്ള വസ്തുവിന്റെ ഭാഗം നീക്കം ചെയ്തതായും കരുതേണ്ടതാണു്. ഇങ്ങിനെ കിട്ടുന്ന കാഴ്ചയെ പകർത്തുന്നതായാൽ വസ്തുവിന്റെ ഛേദക്കാഴ്ച അഥവാ മുറിപ്പുകാഴ്ച കിട്ടുകയായി. ഈ മുറിപ്പുകാഴ്ചയെ വേർതിരിച്ചു കിട്ടാൻ, 45° ചരിവിലുള്ള ചെറു വരകൾ വരയ്ക്കേണ്ടതാണു്.




ALL DIMENSIONS IN mm

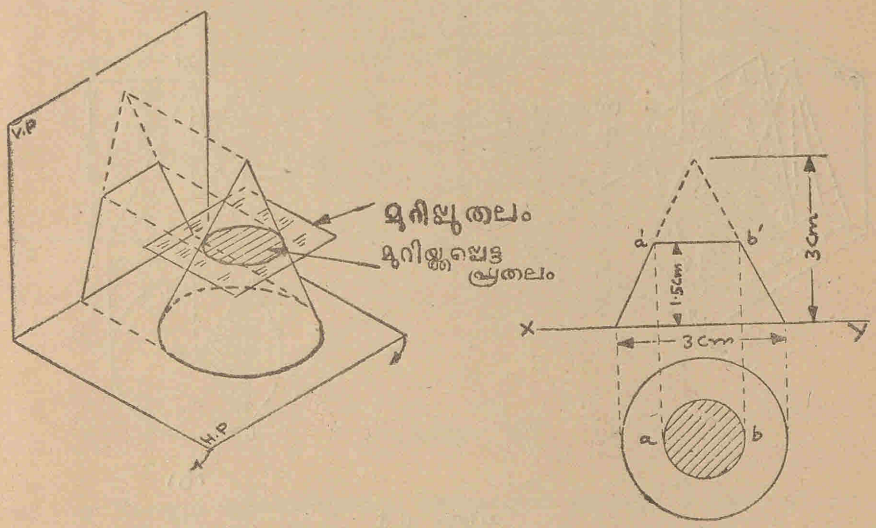
ചിത്രം 6.4

കാഴ്ച, പ്രക്ഷേപിക്കപ്പെട്ടന്ന ഏതെങ്കിലുമൊരു നിർദ്ദേശതലത്തിന്നു് ലംബമായിട്ടായിരിക്കും സാധാരണയായി ഛേദതലങ്ങൾ സ്വീകരിക്കപ്പെട്ടന്നതു്. മറ്റു നിർദ്ദേശതലങ്ങൾക്കു് ഇതു് ചരിഞ്ഞോ, സമാന്തരമായോ മറ്റു നിലയിലോ ആവാം. ഒരു ഛേദതലത്തിന്നു് ലംബമായ മറ്റൊരു തലത്തിൽ ഛേദതലത്തെ പ്രക്ഷേപിച്ചാൽ കിട്ടന്നതു് ഒരു നേർവരയായിരിക്കും. ഛേദതലത്തിന്നു് സമാന്തരമായ ഒരു തലത്തിന്മേൽ പ്രക്ഷേപിക്കപ്പെട്ടമ്പോൾ ഛേദത്തിന്റെ ശരിയായ ആകൃതി കിട്ടന്നു.

താഴെ ചില കണക്കുകൾ കൊടുത്തിട്ടുള്ളതിൽ നിന്നും സംഗതികൾ കൂടുതൽ വ്യക്തമാകുന്നതാണ്.

കണക്കു്.

ആധാരം = 3 സെ. മീ., ഉയരം 3 സെ. മീ. ഉള്ള ഒരു നേർവട്ടകോൺ ആധാരം വിലങ്ങൻതലത്തിൽ (H. P.) ഇരിക്കത്തക്കവണ്ണം നില്ക്കുന്നു. വി. ത. സ്റ്റു് 1.5 സെ. മീ. മീതെ വെച്ചു് ഒരു വിലങ്ങൻതലം ഇതിനെ മുറിക്കുന്നു. ഛേദിക്കപ്പെട്ട കോണിന്റെ ഒരു പ്ലാനും നേർക്കാഴ്ചയും വരയ്ക്കുക.



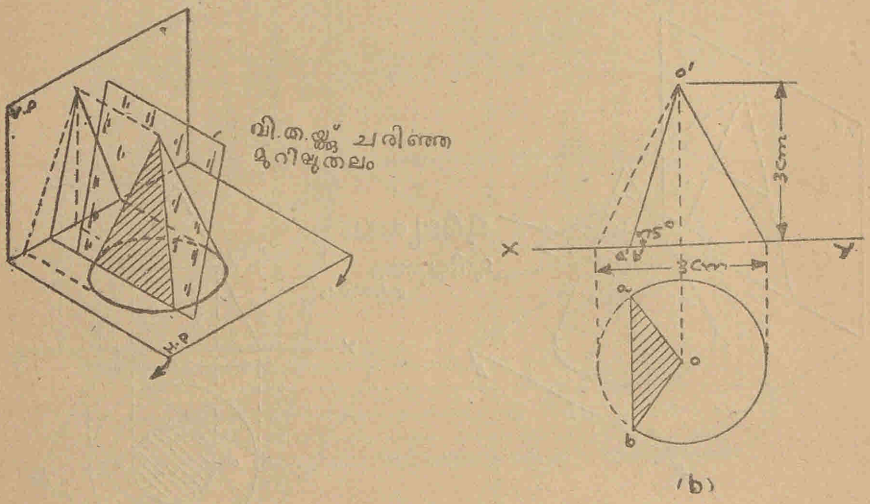

ചിത്രം 6.5

ചിത്രം 6.5 (a), ഛേദതലം, മുറിക്കപ്പെട്ട പ്രതലം, മുറിക്കപ്പെട്ട കോണിന്റെ V. P. മേലും H. P. മേലുമുള്ള പ്രക്ഷേപം എന്നീ വിശദവിവരങ്ങൾ കാണിക്കുന്നു. ചിത്രം 6·5 (b), ഈ പ്രക്ഷേപങ്ങൾ കടലാസ്സിന്റെ തലത്തിലേയ്ക്കു കൊണ്ടു വന്ന രീതിയിലാണു്.

XY രേഖ വരയ്ക്കുക. ഇതിന്മേൽ ആധാരം 3 സെ. മീ., ഉയരം 3 സെ. മീ എന്നിവയുള്ള ഒരു ത്രികോണം വരയ്ക്കുക. ത്രികോണത്തിന്റെ ഭുജങ്ങളെ a' b' ൽ മുറിച്ചു കൊണ്ടു് XY-ൽ നിന്നും 1.5 സെ. മീ. അകലെ ആയി ഒരു രേഖ വരയ്ക്കുക. a' b' ന്റെ താഴെയുള്ള ഭാഗം മുറിക്കപ്പെട്ട കോണിന്റെ നേർക്കാഴ്ചയായിരിക്കും. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ച പടി നേർക്കാഴ്ചയിൽ നിന്നും പ്ലാൻ പ്രക്ഷേപിക്കുക. കോണിന്റെ ഛേദിക്കപ്പെട്ട പ്രതലം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ച പടിയായിരിക്കും.

കണക്ക് 2.

3 സെ. മീ. ആധാരവും, 3 സെ. മീ. ഉയരവുമുള്ള ഒരു നേർവട്ടക്കോണിന്റെ ആധാരം H. P. യിന്മേലിരിക്കുന്നു. H. P. യ്ക്ക് 75° യിൽ ചരിഞ്ഞ ഒരു മുറിപ്പുതലം അതിനെ മുറിക്കുന്നു. മുറിപ്പുതലം V. P. യ്ക്ക് ലംബമായി, കോണിന്റെ മുനമ്പിലൂടെ കടന്നു പോകയും ചെയ്യുന്നു. മുറിക്കപ്പെട്ട കോണിന്റെ പ്ലാനും നേർക്കാഴ്ചയും വരയ്ക്കുക.

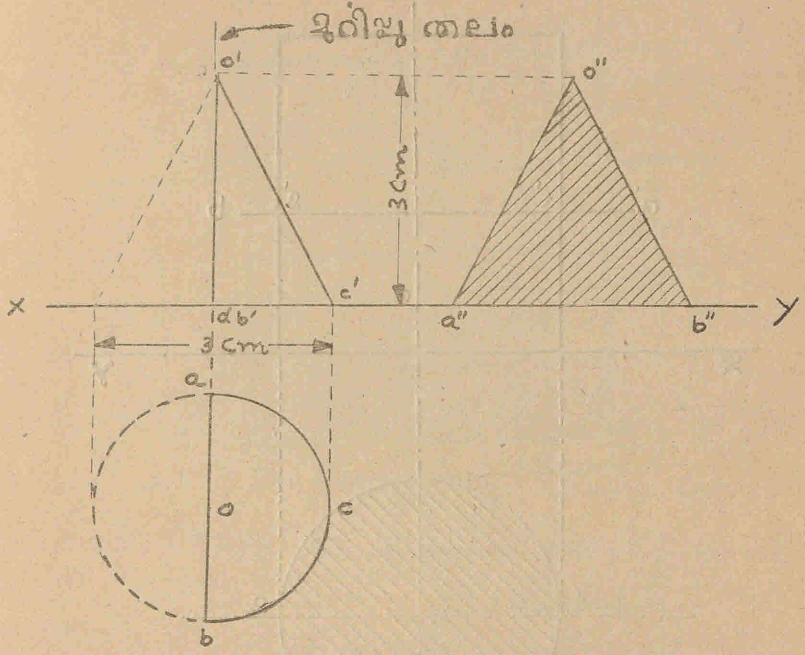



ചിത്രം 6.6

കോണിന്റെ ആകെ രൂപത്തിലുള്ള പ്ലാനും നേർക്കാഴ്ചയും ആദ്യമായി വരയ്ക്കുക. XY രേഖയ്ക്ക് 75° ചരിവിൽ O' ൽ കൂടി o' a' എന്ന രേഖ വരയ്ക്കുക. o' a' മുറിക്കപ്പെട്ട പ്രതലത്തിന്റെ V. P. മേലുള്ള പ്രക്ഷേപത്തെക്കുറിക്കുന്നു. a', b' നെ പ്ലാനിൽ പ്രക്ഷേപിച്ച് a, b അടയാളപ്പെടുത്തുക. Oab മുറിക്കപ്പെട്ട പ്രതലത്തിന്റെ പ്ലാനായിരിക്കും.

കണക്ക് 3.

3 സെ. മീ. ആധാരവും 3 സെ. മീ. ഉയരവുമുള്ള ഒരു നേർവട്ടക്കോൺ ആധാരം H. P. യിന്മേലായി നില്ക്കുന്നു. V. P. യ്ക്കും H. P. യ്ക്കും ലംബമായതും മുനമ്പിലൂടെ കടന്നു പോകുന്നതുമായ ഒരു മുറിപ്പുതലം ഇതിനെ മുറിക്കുന്നു. കോണിന്റെ പ്ലാനും നേർക്കാഴ്ചയും, മുറിക്കപ്പെട്ട പ്രതലത്തിന്റെ ശരിയാകൃതിയും വരയ്ക്കുക.

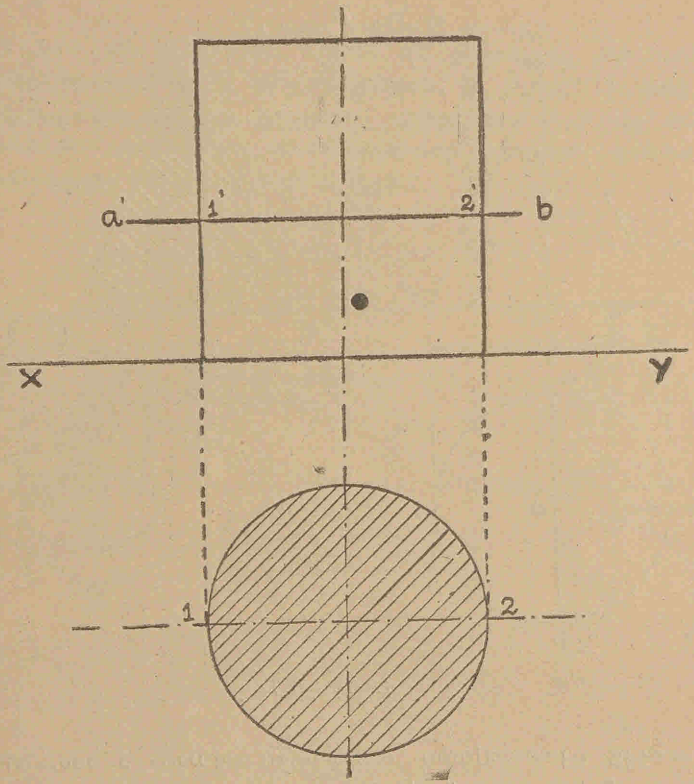



ചിത്രം 6.7

മുറിക്കപ്പെട്ട പ്രതലത്തിന്റെ ശരിയാകൃതി ആധാരം 3 സെ. മീറ്ററും, ഉയരം 3 സെ. മീറ്ററും ഉള്ള a'' b'' o'' എന്ന ത്രികോണമായിരിക്കും. മുറിപ്പു തലം H. P. ക്കും V. P. ക്കും ലംബമാകയാൽ, മുറിക്കപ്പെട്ട പ്രതലത്തിന്റെ V. P. മേലും H. P. മേലുമുള്ള പ്രക്ഷേപങ്ങൾ നേർവരകളായിരിക്കും. oab മുറിച്ച പ്രതലത്തിന്റെ പ്ലാനും o' a' b' അതിന്റെ നേർക്കാഴ്ചയുമാണ്, a'' b'' o'' H. P. ക്കും V. P. ക്കും ലംബമായ ഒരു തലത്തിന്മേലുള്ള മുറിക്കപ്പെട്ട തലത്തിന്റെ പ്രക്ഷേപമാണ്. അതിനാൽ ഇതു തന്നെയായിരിക്കും മുറിക്കപ്പെട്ട പ്രതലത്തിന്റെ ശരിയാകൃതിയും.

**കണക്ക് 4.**

H. P. മേൽ ആധാരമുള്ള ഒരു സിലിണ്ടറിനെ H. P. ക്ക സമാന്തരമായ ഒരു തലം മുറിക്കുന്നു. മുറിക്കപ്പെട്ട സിലിണ്ടറിന്റെ പ്ലാനും നേർക്കാഴ്ചയും വരക്കുക.

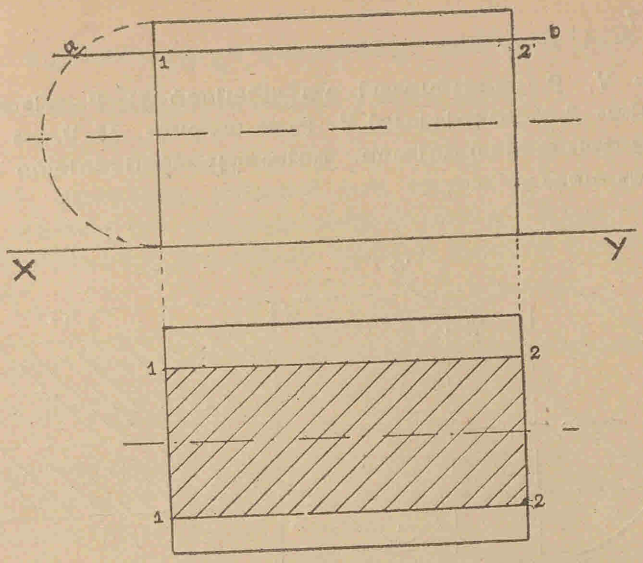



ചിത്രം 6.8

സിലിണ്ടറിന്റെ സാധാരണ നിലയിലുള്ള പ്ലാനും നേർക്കാഴ്ചയും വരക്കുക. സിലിണ്ടറിന്റെ നേർക്കാഴ്ചയെ മുറിച്ചു കൊണ്ട് XY രേഖക്കു സമാന്തരമായി a' b' വരക്കുക. മുറിച്ചതലം H. P. ക്കു സമാന്തരമാകയാൽ മുറിക്കപ്പെട്ട തലത്തിന്റെ പ്ലാൻ സിലിണ്ടറിന്റെ വ്യാസമുള്ള ഒരു വൃത്തമായിരിക്കും. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചപടി പ്ലാനിൽ ഛേദം കാണിക്കാവുന്നതാണ്.

കണക്ക് 5.

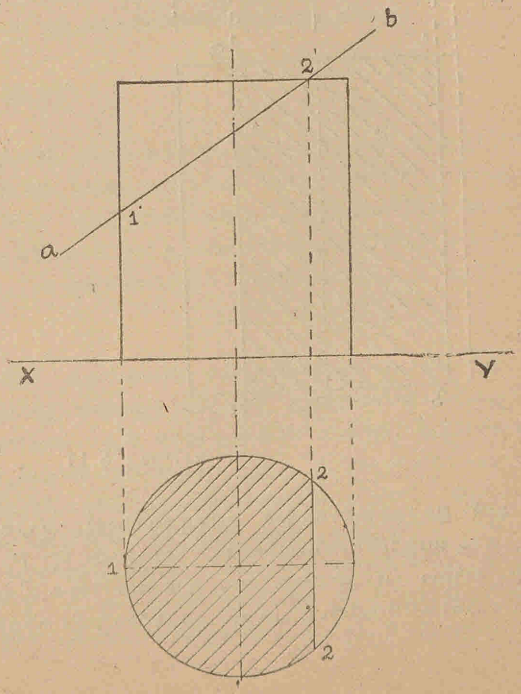
അക്ഷം V. P. ക്കു സമാന്തരമായി ഒരു സിലിണ്ടർ H. P. യിന്മേൽ കിടക്കുന്നു. H. P. ക്ക് സമാന്തരമായ ഒരു തലം ഇതിനെ മുറിക്കുന്നു. അക്ഷത്തിനു മീതെയാണ് ഇങ്ങിനെ മുറിക്കുന്നത്. മുറിക്കപ്പെട്ട സിലിണ്ടറിന്റെ പ്ലാൻ വരക്കുക.




ചിത്രം 6.9

കണക്ക് 6.

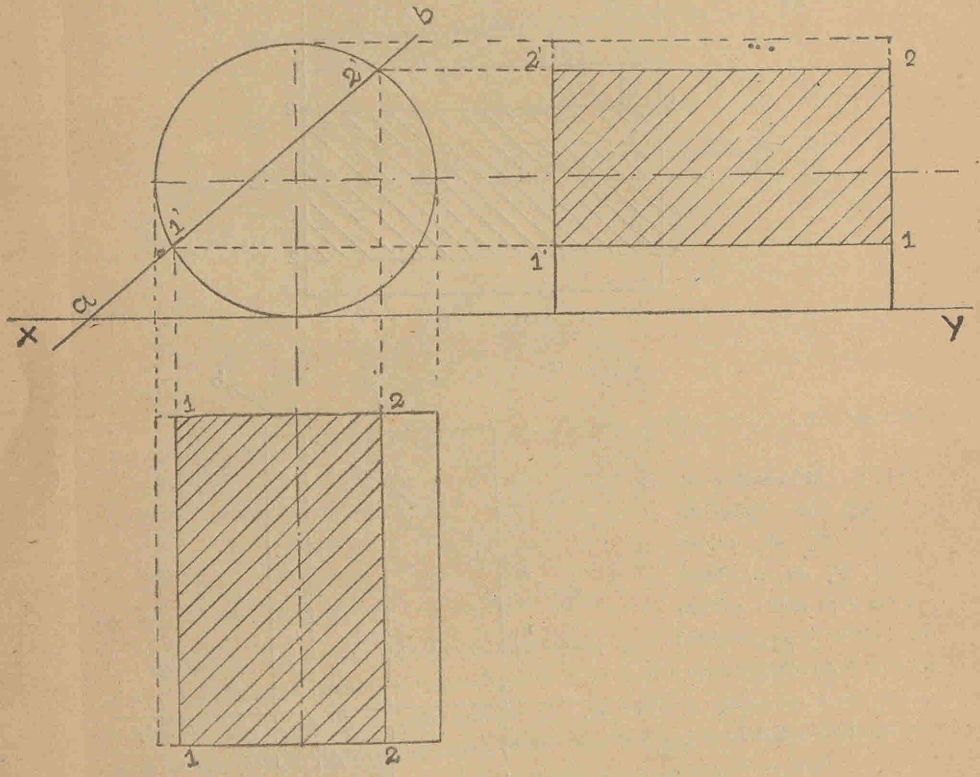
H. P. യിന്മേൽ ആധാരമുള്ള ഒരു സിലിണ്ടറിനെ V. P. ക്കു ലംബവും H. P. ക്കു ചരിഞ്ഞതുമായ ഒരു തലം മുറിക്കുന്നു. മുറിക്കപ്പെട്ട സിലിണ്ടറിന്റെ പ്ലാൻ വരക്കുക.




ചിത്രം 6.10

കണക്ക് 7.

അക്ഷം V. P. ക്ക ലംബമായി ഒരു സിലിണ്ടർ H. P. യിന്മേൽ കിടക്കുന്നു. ചിത്രം 2-ൽ കാണിച്ചപടി V. P. ക്ക ലംബവും, H. P. ക്ക ചരിഞ്ഞതുമായ ഒരു തലം ഇതിനെ മുറിക്കുന്നു. മുറിക്കപ്പെട്ട സിലിണ്ടറിന്റെ പ്ളാനും നേർക്കാഴ്ചയും വരക്കുക.




ചിത്രം 6.11

മുൻ ഉദാഹരണത്തിൽ ചെയ്തപോലെ, ഉപരിതലത്തെ പന്ത്രണ്ട് നേർരേഖാഭാഗങ്ങളായി വിഭജിക്കുക. ഇവയെ H. P. യിലും (വി. തലത്തിലും) P. P. യിലും (ഓരതലത്തിലും) പ്രക്ഷേപിക്കുക. ഇവയുടെ അറ്റബിന്ദുക്കളിലൂടെ നേരിയ വക്രങ്ങൾ വരച്ച് മുകൾക്കാഴ്ചയും ഓരക്കാഴ്ചയും മുഴമിക്കുക.

## 6. 2. സരളഘനവസ്തുക്കളും സമതലങ്ങളും തമ്മിൽ മുറിക്കൽ. (Intersection of Simple Solids with Planes)

രണ്ടു തലങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ഛേദം ഒരു മുറിപ്പുവരയോ മുറിപ്പുവക്രമോ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇവയിലുള്ള ബിന്ദുക്കൾ രണ്ടു തലങ്ങൾക്കും പൊതുവേയുള്ളവയാണു്. അതിനാൽ ഈ മുറിപ്പുവക്രം കണ്ടുപിടിക്കുന്നതു്, ഇപ്രകാരമുള്ള കുറെ ബിന്ദുക്കൾ നിർണയിച്ചു് അവയിലൂടെ ശരിയായ ക്രമത്തിൽ ഒരു രേഖ വരച്ചു കൊണ്ടാണു്.

## 6. 3. പ്രതലീയ അഭിവർധനം അല്ലെങ്കിൽ പ്രതലം നിവർത്തൽ. (Surface development)

ബഹുതലഘനവസ്തുക്കളുടെയും ഒറ്റവക്രതലങ്ങളുടെയും പ്രതലങ്ങൾ മാത്രമേ നിവർത്താൻ (അഭിവർധിക്കാൻ) കഴിയൂ. അതായതു് പ്രതലത്തെ ഒരു സമതലത്തിന്മേൽ (Plane) പരത്തിയിടാം ഷീറ്റു് ലോഹപ്പണിയിൽ സാധാരണയായി ഉണ്ടാകാറുള്ളതാണു് തമ്മിൽ മുറിപ്പിന്റെയും നിവർത്തലിന്റെയും പ്രയോഗങ്ങൾ. പ്രതലങ്ങളുടെ മുറിപ്പുവക്രങ്ങളും നിവർത്തലും കണ്ടുപിടിക്കാൻ താഴെ കാണുന്ന ഉദാഹരണങ്ങൾ സഹായകമാകും.

### ഉദാഹരണം 1. (ചിത്രം 6.12)

ഒരു സമചതുരപ്രിസത്തിന്റെ മുകൾക്കാഴ്ചയും മുൻകാഴ്ചയും ചിത്രത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. കു. തലത്തിനു ലംബമായി വി. തലത്തിനു 60° ചരിവുള്ള ഒരു സമതലം പ്രിസത്തിന്റെ മുകളറ്റത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലൂടെ കടന്നു പോകുന്നു. മുറിപ്പുവരയുടെ മുകൾക്കാഴ്ച, ഛേദത്തിന്റെ ശരിയായ കാഴ്ച ഘനവസ്തുവിന്റെ വലിയ കഷണത്തിന്റെ നിവർത്തൽ എന്നിവ വരയ്ക്കുക.

ആദ്യമായി പ്രിസത്തിന്റെ മുകൾഭാഗം കേന്ദ്രത്തിലൂടെ കടന്നു പോവുകയും, മുകൾക്കാഴ്ചയിൽ F. H. രേഖയുമായി 60° ഉണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യുന്ന മുറിപ്പൻ സമതലരേഖ 1–1 വരയ്ക്കുക. ഈ രേഖ മുൻകാഴ്ചയിൽ, പ്രിസത്തെ M, N, P, Q എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽ മുറിക്കുന്നു. ഈ ബിന്ദുക്കളുടെ മുകൾക്കാഴ്ച ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചപോലെ പ്രക്ഷേപിക്കാവുന്നതാണു്. ആവശ്യപ്പെട്ട മുറിപ്പിന്റെ മുകൾക്കാഴ്ചയാണു് MNPQ എന്ന ബഹുഭുജം. മുറിപ്പു തലത്തിനു് സമാന്തരമായി ഏതെങ്കിലുമൊരു സഹായകതലത്തിന്റെ മടക്കു വരയായി F. A. വരയ്ക്കുക. F. A. ക്കു് ലംബമായി M, N, P, Q–ൽ നിന്നു് പ്രക്ഷേപകങ്ങൾ വരയ്ക്കുക, ഈ പ്രക്ഷേപകങ്ങളിന്മേൽ M, N, P, Q എന്നിവ

യുടെ സഹായകക്കാഴ്ചകൾ F A. യിൽ നിന്നും അവയുടെ ദൂരവും മുകൾ ക്കാഴ്ചയിൽ F. H. ൽ നിന്നും ക്രമത്തിൽ അവസ്സുള്ള ദൂരവും സമമായിരിക്കത്ത ക്കവണ്ണം വരക്കുക. MNPQ എന്ന സഹായകതലത്തിന്മേലുള്ള ഈ ബഹുഭുജ മാണ് മുറിപ്പിന്റെ ശരിയായ കാഴ്ച.

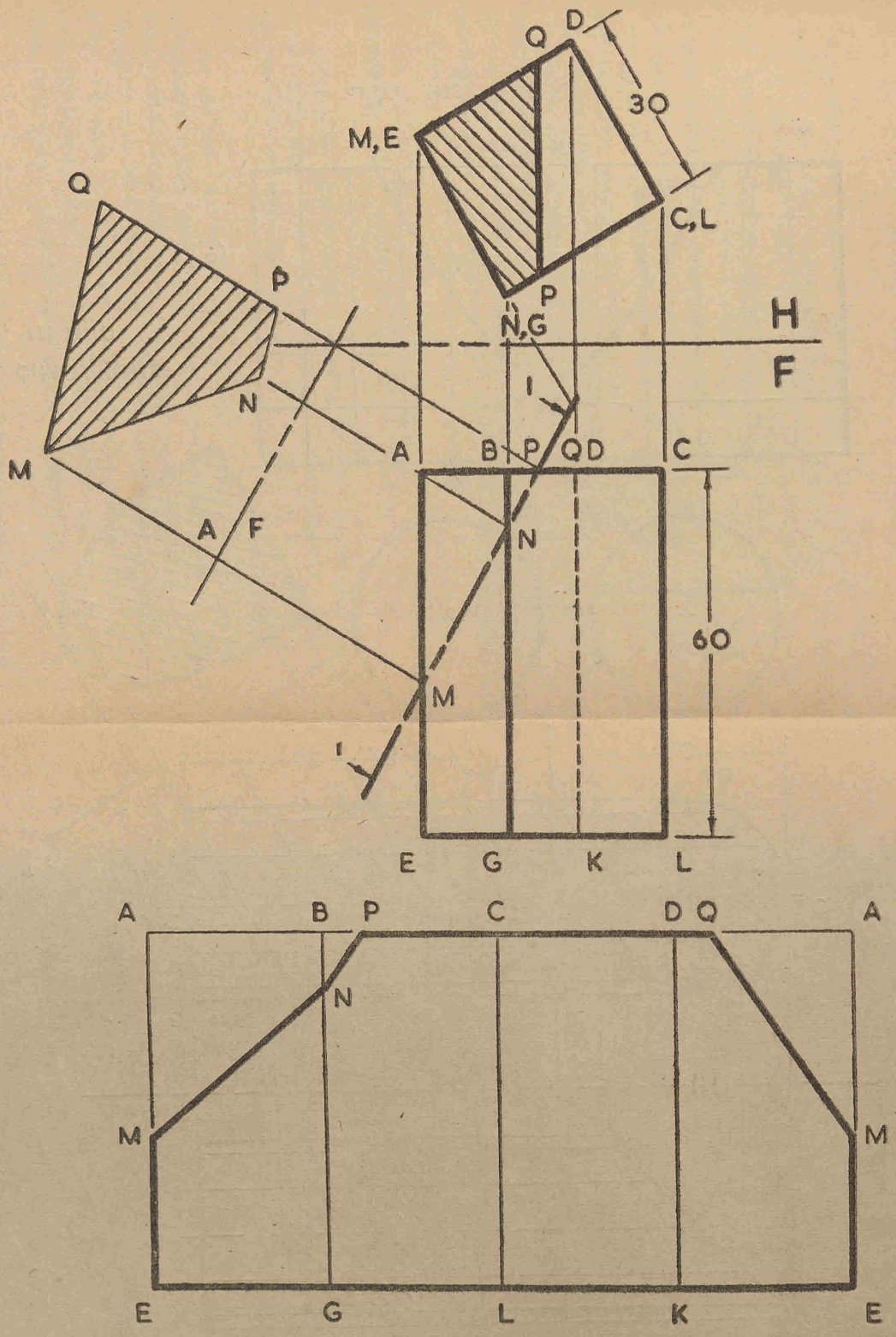
പ്രിസത്തിന്റെ വലിയ കഷണത്തിന്റെ നിവർത്തൽ താഴെ വിവരിച്ച പ്രകാരം കിട്ടാവുന്നതാണ്. പ്രിസത്തിന്റെ നാല് ദീർഘചതുരവശങ്ങൾ ABGE, BCLG, CDKL, DAEK, പുറത്തേയ്ക്കു തുറന്ന് പരപ്പായി, കാണി ച്ചവിധം നിവർത്തിയിടാവുന്നതാണ്. AE, BG, BC, AE, DA എന്നീ വശങ്ങളിന്മേൽ AM, BN, BP, AM, DQ എന്നീ ശരിയായ നീളങ്ങൾ ക്രമത്തിൽ അടയാളപ്പെടുത്തുക. MN, NP, QM കൂട്ടിച്ചേർക്കുക. കിട്ടിവര യിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന ഭാഗമാണ് പ്രിസത്തിന്റെ വലിയ കഷണത്തിന്റെ വശങ്ങളുടെ നിവർത്തൽ. മുകൾപ്രതലങ്ങളുടെ നിവർത്തലാണ് ശരിക്കാഴ്ച കളായ MNPQ ഉം PCDQ ഉം. അവസാനമായി പ്രിസത്തിന്റെ കീഴ്ഭാഗ ത്തിന്റെ നിവർത്തലാണ് മുകൾക്കാഴ്ചയിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന EGLQ എന്ന സമചതുരം.

ഉദാഹരണം 2. (ചിത്രം 6.13)

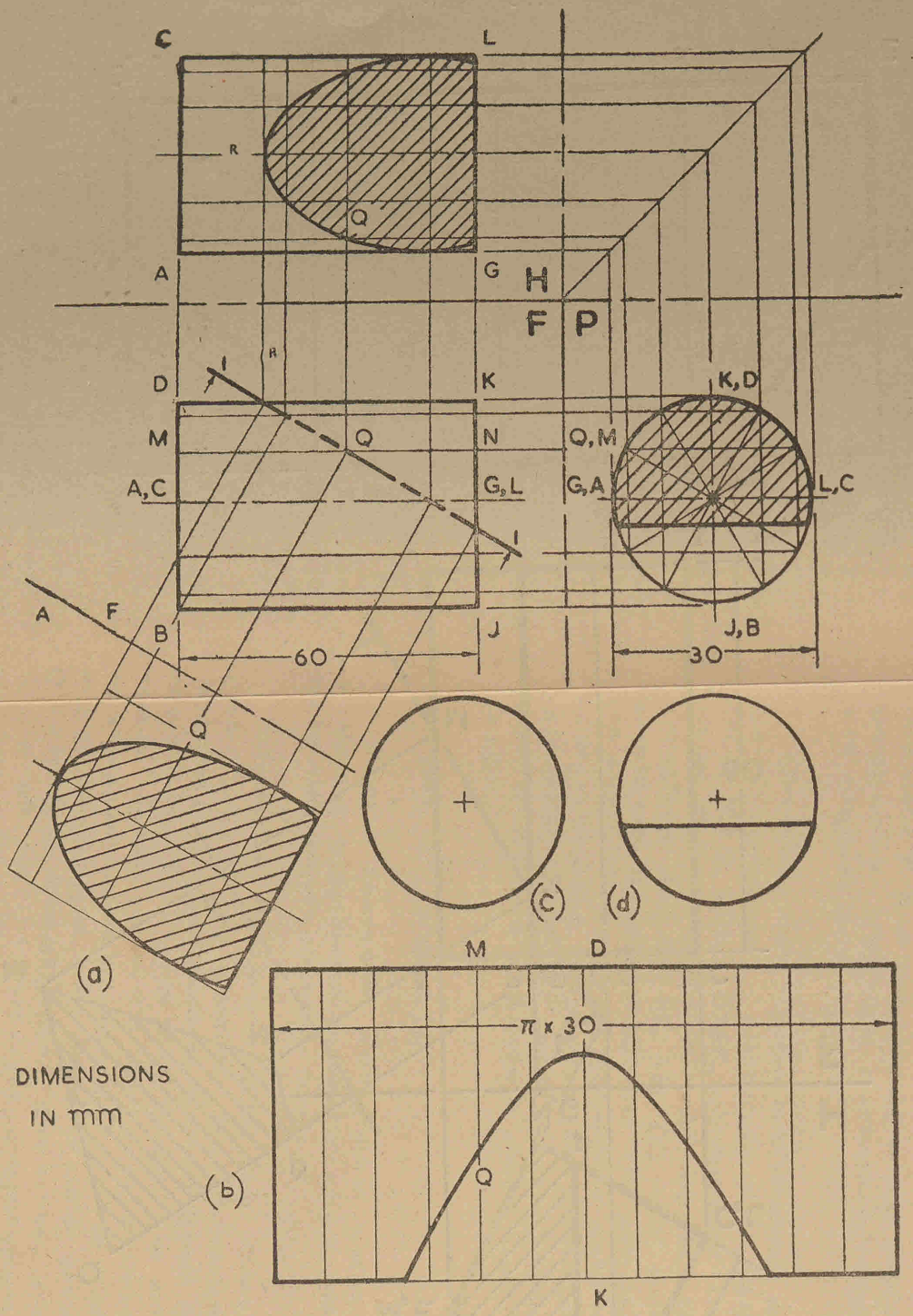
ചിത്രത്തിൽ മുൻകാഴ്ചയായി കാണിച്ചിരിക്കുന്ന സിലിണ്ടറിന്റെ മുറിപ്പു തലവുമായുള്ള മുറിപ്പുരേഖയുടെ മുകൾക്കാഴ്ച വരക്കുക. ഘനവസ്തുവിന്റെ വലിയ കഷണത്തിന്റെ നിവർത്തലും വരക്കുക.

സിലിണ്ടറിന്റെ മുകൾക്കാഴ്ച ACLG എന്ന ദീർഘചതുരം തന്നെ. ഓരക്കാഴ്ച GKLJ എന്ന വൃത്തമാണ്. MN സിലിണ്ടറിന്റെ ഉപരിതല ത്തിലെ ഒരു നേർവരയാണെന്നിരിക്കട്ടെ. ഇതിനെ മുറിപ്പുതലം Q എന്ന ബിന്ദു വിൽ മുറിക്കുന്നു. ഓരക്കാഴ്ചയിൽ N, Q, M എന്നീ മൂന്നു ബിന്ദുക്കളും ഒന്നു ചേരുന്നു. Q-ന്റെ മുകൾക്കാഴ്ച കൃത്തൻപ്രക്ഷേപകത്തിന്മേൽ ഇങ്ങിനെ അടയാളപ്പെടുത്താം—വശക്കാഴ്ചയിൽ F. P. വരയിൽ നിന്നും Q വിലേ ക്കുള്ള ദൂരം തന്നെ F. H-ൽ നിന്നും മുകൾക്കാഴ്ചയിൽ ഉണ്ടാകത്തക്കവണ്ണം Q വിന്റെ സ്ഥാനം അടയാളപ്പെടുത്തുക. ഇതേ പോലെ, സിലിണ്ടറിന്മേൽ സങ്കല്പിക്കാവുന്ന മറ്റു നേർവരഭാഗങ്ങളുടെ മുറിപ്പുബിന്ദുക്കളുടെയും സ്ഥാനം കണ്ടുപിടിക്കാവുന്നതാണ്. ഈ ബിന്ദുക്കളെ കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്ന വക്രം മുറിപ്പു വക്രത്തിന്റെ മുകൾക്കാഴ്ചയായിരിക്കും.

ഛേദത്തിന്റെ ശരിയായ കാഴ്ച ഒരു സഹായകതലത്തിന്മേൽ ചിത്ര ത്തിൽ (a) എന്നടയാളപ്പെടുത്തി കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഏതെങ്കിലും ഒരു ബിന്ദു വായ Q, വശക്കാഴ്ചയിൽ നിന്ന് F. A. ക്കു ലംബമായ പ്രക്ഷേപകത്തി




ചിത്രം 6.12


C
L
R
Q
A
G
H
F
P
D
K
K,D
M
N
Q,M
A,C
G,L
G,A
L,C
J,B
60
30
A
F
B
J
(a)
(c)
(d)
M
D
π x 30
(b)
K
ALL DIMENSIONS
IN mm

ചിത്രം 6.13

ന്നേൽ ഇങ്ങിനെ അടയാളപ്പെടുത്താം. F. A. യിൽ നിന്നും അതിലേക്കുള്ള (Q വിലേക്കുള്ള) ദൂരവും, ഓരക്കാഴ്ചയിൽ കു. തലത്തിൽ നിന്നും Q വിലേക്കുള്ള ദൂരവും സമമായിരിക്കത്തക്കവണ്ണം അടയാളപ്പെടുത്തുക.

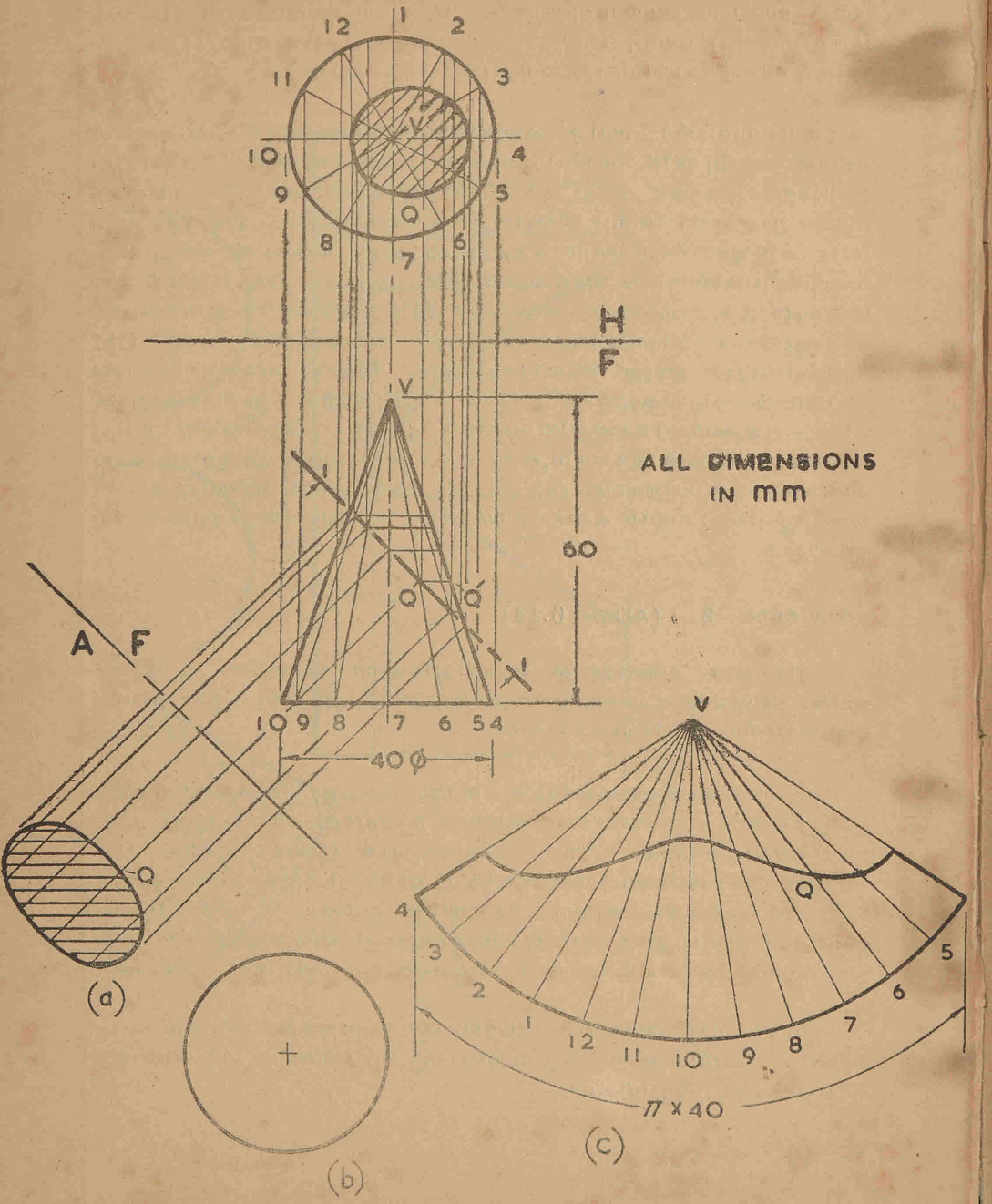
സിലിണ്ടറിന്റെ വലിയ കഷണത്തിന്റെ വശത്തിന്റെ നിവർത്തൽ ചിത്രത്തിൽ (b) യിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. സിലിണ്ടറിന്റെ പരിധിനീളം ആധാരഭുജമായെടുത്ത് വരച്ച ഒരു ദീർഘചതുരമായിരിക്കുമിത്. സിലിണ്ടറിന്റെ ഉയരമായിരിക്കണം ദീർഘചതുരത്തിന്റെ ഉയരവും. DK ഈ നിവർത്തിയ കാഴ്ചയുടെ കേന്ദ്ര അംഗ (Central element) മാണെന്നു സങ്കല്പിക്കുക. വശക്കാഴ്ചയിൽ നിന്നും അളന്നെടുത്ത DR എന്ന ദൂരം DK യിന്മേൽ അടയാളപ്പെടുത്തുക. ഏതെങ്കിലും ഒരംഗമായ MN നിവർത്തലിൽ ഇങ്ങനെ അടയാളപ്പെടുത്താം—വിഭാജകങ്ങളുപയോഗിച്ച് വശക്കാഴ്ചയിൽ നിന്ന് DM എന്ന ചാപദൂരം എടുത്ത് അടയാളപ്പെടുത്തുക. MN-ൽ വശക്കാഴ്ചയിലെ MQ വിന്റെ നീളം എടുത്തുവെച്ച് Q അടയാളപ്പെടുത്തുക. ഇത്തരം എത്രയെങ്കിലും ബിന്ദുക്കൾ നിവർത്തലിൽ അടയാളപ്പെടുത്താം. വശത്തിലെ മുറിപ്പുവരയുടെ നിവർത്തൽ ഈ ബിന്ദുക്കളെ ഒരു നേരിയ വക്രത്താൽ കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ കിട്ടുന്നതാണ്. ചിത്രത്തിൽ (a), (c), (d) എന്നിവയിൽ കാണിച്ചപോലെ ഘനവസ്തുവിന്റെ വലിയ കഷണത്തിന്നു്. മറ്റു സമതലമുഖങ്ങളും ഉണ്ടെന്നു മനസ്സിലാക്കുക.

**ഉദാഹരണം 3.** (ചിത്രം 6.14)

ചിത്രത്തിൽ മുൻകാഴ്ചയിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന കോണിനും മുറിപ്പുതലത്തിനും മധ്യേയുള്ള ഛേദവരയുടെ മുകൾക്കാഴ്ച വരക്കുക. കോണിന്റെ ഫ്രസ്റ്റത്തിന്റെ നിവർത്തലും വരക്കുക.

കോണിന്റെ മുകൾക്കാഴ്ച ആദ്യമായി വരക്കുക. വശക്കാഴ്ചയിലും മുറിപ്പുതലത്തിന്മേലും ആധാരത്തെ പന്ത്രണ്ടായി വിഭജിക്കുന്ന പന്ത്രണ്ടു് നേർവരഭാഗങ്ങൾ വരക്കുക. ഒരു ഛേദബിന്ദുവായ Q ന്റെ മുകൾക്കാഴ്ച V6 എന്ന അംഗത്തിന്റെ വശക്കാഴ്ചയിൽ Q വിൽ നിന്നുമുള്ള കത്തൻ പ്രക്ഷേപകം V6 എന്ന അംഗത്തിന്റെ പ്ലാനിനെ മുറിക്കുന്ന ബിന്ദുവായിരിക്കും. മറ്റു ബിന്ദുക്കളും ഇതേ പോലെ സ്ഥാനപ്പെടുത്തി അവയിലൂടെ ഒരു വക്രം വരയ്ക്കുന്നതാണ്. ഛേദവരയുടെ മുകൾക്കാഴ്ച ഈ വക്രമാണ്.

മുൻ ഉദാഹരണങ്ങളിലെന്നപോലെ, ഒരു സഹായകതലത്തിന്മേൽ ഛേദത്തിന്റെ യഥാർഥ കാഴ്ച വരയ്ക്കുന്നതാണ്. ചിത്രത്തിൽ (a) യിൽ ഈ സഹായകകാഴ്ച വരച്ചിരിക്കുന്നു.


12
1
2
11
3
10
4
9
5
8
7
6
V
Q
H
F
V
60
ALL DIMENSIONS
IN mm
A F
Q
Q'
10 9 8 7 6 5 4
40 ϕ
Q
(a)
(b)
V
4
3
2
1
12
11
10
9
8
7
6
5
Q
77 X 40
(c)

ചിത്രം 6.14

വക്രതലത്തിന്റെ നിവർത്തൽ കിട്ടാൻ ചിത്രം 6.14 (c) യിൽ കാണിച്ച പോലെ, V കേന്ദ്രവും കോണിന്റെ ചരിവു നീളം ത്രിജ്യയുമാക്കി ഒരു ചാപം വരക്കുക. ഈ ചാപത്തിന്റെ നീളം കോണിന്റെ ആധാരവൃത്തത്തിന്റെ പരിധിക്കു തുല്യമാക്കുക. ചാപത്തെ പന്ത്രണ്ടായി വിഭജിക്കുന്ന 1 മുതൽ 12 വരെ കോൺഭാഗങ്ങൾ വരക്കുക. V എന്ന മുനമ്പിൽ നിന്നും ഛേദബിന്ദുക്കളിലേക്കുള്ള യഥാർഥ ദൂരം ഈ ഭാഗങ്ങളിന്മേൽ അടയാളപ്പെടുത്തുക. ഉദാഹരണത്തിന്, VQ വിന്റെ മുൻകാഴ്ചയിലുള്ള യഥാർഥ ദൂരം VQ′ ആണ്. ഈ ഛേദബിന്ദുക്കളെ കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ കിട്ടുന്ന വക്രമാണ് ഛേദവരയുടെ നിവർത്തൽ. ചിത്രം 6.14 (c) യിൽ കട്ടിവരയിട്ട കാട്ടിയതാണ് ഫ്രസ്റ്റത്തിന്റെ വക്രതലത്തിന്റെ നിവർത്തൽ.

ആധാരത്തിന്റെ നിവർത്തൽ ചിത്രം 6.14 (b) യിൽ കാണിച്ച പോലെ ഒരു വൃത്തമാണ്. ഫ്രസ്റ്റത്തിന്റെ മുകൾ ഭാഗത്തിന്റെ നിവർത്തൽ ചിത്രം 6.14 (a) യിൽ കാണിച്ച സഹായകക്കാഴ്ചയാണ്.

# 7

## ആകൃതിവരപ്പുകൾ
## (Pictorial Drawings)

### 7.1

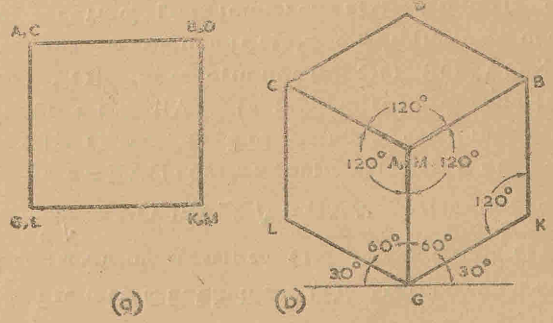
പ്രക്ഷേപതലങ്ങൾക്കു് സമാന്തരമായ വസ്തുവിന്റെ വശങ്ങളുടെ യഥാർഥ രൂപവും വലിപ്പവും കാണിക്കുന്നവയാണു് ബഹുകാഴ്ചാലംബികപ്രക്ഷേപങ്ങൾ. എങ്കിലും ഇവയിൽ പഴക്കവും തഴക്കവുമില്ലാത്ത ഒരാൾക്കു് ഈ വക ചിത്രങ്ങളിൽ നിന്നു് വസ്തുവിന്റെ ദൃശ്യമായ ആകൃതി സങ്കല്പിച്ചെടുക്കാൻ പ്രയാസമാണു്. അതിനാൽ കെട്ടിടശില്പവരപ്പുകളിലും, വ്യവസായകാര്യാലോഹകളിലും, കെട്ടിടങ്ങൾ, യന്ത്രങ്ങൾ മുതലായി അവയിൽ വിവരിക്കപ്പെടുന്ന വസ്തുക്കളുടെ ശരിയായ രൂപം വ്യക്തമാക്കാനായി ആകൃതിവരപ്പുകൾ ആണുപയോഗിക്കപ്പെടുന്നതു്.

ഒരു വസ്തുവിനെ കാഴ്ചക്കാരൻ കണ്ണുന്ന അതേ രൂപത്തിൽ വരച്ചിട്ടുള്ളതിനെയാണു് ആകൃതിവരപ്പു് എന്നു പറയുന്നതു്. ഇതു് വസ്തുവിന്റെ ഫോട്ടോവിനെപ്പോലിരിക്കുന്ന പരിപ്രേക്ഷ്യവരപ്പാകാം (Perspective drawing), അല്ലെങ്കിൽ ഒരേ കാഴ്ചയിൽ വസ്തുവിന്റെ ഘനത്വം— ഉയരം, വണ്ണം, വീതി— കാണിക്കുന്ന തരം വരപ്പാകാം. പക്ഷെ, ആകൃതിവരപ്പിനു് വസ്തുവിന്റെ എല്ലാ ഭാഗങ്ങളുടെയും യഥാർഥരൂപം അതേപടി പ്രദർശിപ്പിക്കുക സാധ്യമല്ല.

പ്രധാനമായും മൂന്നു തരത്തിലുള്ള ആകൃതിവരപ്പുകളാണുള്ളതു്:— (1) ഘനീയപ്രക്ഷേപം (2) തിര്യക്പ്രക്ഷേപം (oblique) (3) പരിപ്രേക്ഷ്യപ്രക്ഷേപം.

അഞ്ചാമധ്യായത്തിൽ വിവരിച്ചപോലെയുള്ള ഒരു തരം അക്ഷോണമിതികപ്രക്ഷേപമോ ഏകതലീയ (ഒരു കാഴ്ച) ലംബികപ്രക്ഷേപമോ ആണു് ഘനീയപ്രക്ഷേപം. ഇതിൽ നിന്നു് വസ്തുവിന്റെ മൂന്നളവുകളുള്ള (Three dimensional)

ചിത്രീകൃതകാഴ്ചയാണ് കിട്ടുന്നത്. ചിത്രം 7.1 (a) യിൽ മുൻകാഴ്ച കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഒരു സമഘനത്തിന്റെ കാര്യമെടുക്കാം. കൃബിനെ ചരിച്ചു കറക്കി, ഘനവികർണമായ (Body diagonal) AM മുൻതലത്തിന്നു് ലംബമായിരിക്കത്തക്ക വിധം നിർത്തിയാൽ AC, AB, AG എന്നീ മൂന്നു വക്കുകൾ മുൻതലവുമായി ഒരേ കോണമാണുണ്ടാക്കുക. ($35^\circ 16'$) അതിന്റെ മുൻതലത്തിലുള്ള ലംബികപ്രക്ഷേപമാണ് ചിത്രം 7.1 b യിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്. ഈ പ്രക്ഷേപത്തെ കൃബിന്റെ ഘനീയപ്രക്ഷേപമെന്നും കൃബിന്റെ വക്കുകളെ ഘനീയഅക്ഷങ്ങൾ അഥവാ ഘനീയവരകളെന്നും വിളിക്കാം. പ്രക്ഷേപതലങ്ങൾക്കു് തുല്യമായ ചരിവാണു് എല്ലാ വക്കുകൾക്കുമുള്ളതെന്നതു കൊണ്ടു് പ്രക്ഷേപിക്കപ്പെട്ട കാഴ്ചയിൽ അവയെല്ലാം ഒരേപോലെ–തുല്യമായ അളവിൽ–നീളം കുറഞ്ഞതായി കാണപ്പെടുന്നു. ഇതിനു് ഇംഗ്ലീഷിൽ 'ഐസോമെട്രിക്' ('തുല്യഅളവു്') എന്നു പേർ വന്നതിനു കാരണമിതാണു്. പ്രക്ഷേപിക്കപ്പെട്ട ഓരോ വശത്തിന്റെയും നീളം അതിന്റെ യഥാർഥ നീളത്തിന്റെ $\sqrt{\frac{2}{3}} = 0.8165$ മടങ്ങു് ആയിരിക്കും. കാഴ്ചക്കാരന്നടുത്തുള്ള മൂന്നു വക്കുകൾ പ്രക്ഷേപിക്കപ്പെട്ട കാഴ്ചയുമായി $120^\circ$ യിലായിരിക്കും (ചിത്രം 7.1 b). മറ്റു് ലംബകോണങ്ങൾ (Right angles) $60^\circ$ യോ $120^\circ$ യോ ആയി കാണപ്പെടുന്നു.




ചിത്രം 7.1 ഒരു സമതലത്തിന്റെ ഘനീയപ്രക്ഷേപം

ഘനീയ കാഴ്ചയിൽ കൃബിന്റെ വക്കുകളുടെ രേഖീയഅളവുകൾ വരയ്ക്കാൻ, യഥാർഥനീളത്തെ 0.8165 എന്ന സ്ഥിരഗുണാങ്കത്തിന്റെ മടങ്ങിൽ ചുരുക്കുന്ന ഒരളവുതോതു് ഉപയോഗിക്കേണ്ടതുണ്ടു്. ഇതിനെ ഘനീയതോതു് എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഒരു മുഴഅളവുതോതാണു് ഘനീയതോതിനു പകരം ഉപയോഗിച്ചതു് എങ്കിൽ ആ വരപ്പിനെ ഘനീയപ്രക്ഷേപം എന്നല്ല, ഘനീയവരപ്പെന്നാണു് വിളിക്കേണ്ടതു്. ഘനീയതോതു് അത്ര സൗകര്യപ്രദമല്ലാത്തതിനാൽ, ശരിയായ ഘനീയപ്രക്ഷേപത്തിനു പകരം ഘനീയവരപ്പാണു് സാധാരണ വരയ്ക്കാറുള്ളതു്.

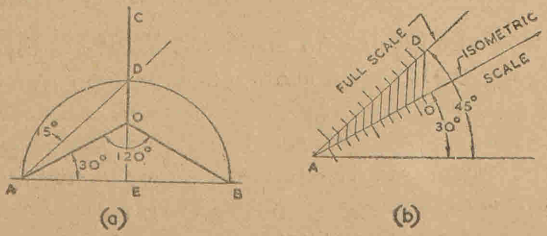
എല്ലാ അളക്കലും ഘനീയവരകളിന്മേലോ അവയ്ക്കു സമാന്തരമായ വരകളിലോ ആണ് നടത്തേണ്ടതു്. ഇതു് വളരെ പ്രധാനമായ ഒരു കാര്യമാണ്. ഘനീയവരകൾക്കു സമാന്തരമല്ലാത്ത വരകളെ അഘനീയവരകൾ എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഇവയ്ക്കു മേൽ യാതൊരു അളവുകളും എടുക്കരുതു്. കാരണം ഇങ്ങനെ വരുമ്പോൾ പ്രക്ഷേപനിളവും ശരിനീളവും തമ്മിലുള്ള തോതു് സ്ഥിരമല്ല. ഇത്തരം വരകൾ ഘനീയപ്രക്ഷേപത്തിൽ (വരപ്പുകളിലും) വരയ്ക്കുന്നതു് അവയുടെ അറ്റബിന്ദുക്കൾ ഘനീയവരകളിന്മേൽ സ്ഥാനപ്പെടുത്തിയിട്ടാണ്.

വൃത്തങ്ങളും വക്രങ്ങളും ഘനീയപ്രക്ഷേപങ്ങളിൽ വരയ്ക്കാനായി, അവയുടെ ധാരാളം ബിന്ദുക്കൾ ഘനീയവരകളിന്മേൽ സ്ഥാനപ്പെടുത്തുകയും അവയെ നേരിയ വക്രം കൊണ്ടു് കൂട്ടിയോജിപ്പിക്കുകയും ചെയ്താൽ മതി. താഴെ കൊടുത്തിട്ടുള്ള ഉദാഹരണങ്ങളിൽ നിന്നു് ഇതു വ്യക്തമാകും.

**ഉദാഹരണം 1.**

ഒരു ഘനീയ തോതുണ്ടാക്കാൻ :— ഘനീയതോതും ശരിയളവുതോതും തമ്മിലുള്ള തോതു് $\sqrt{\frac{2}{3}}$ ആണല്ലോ.

പരസ്പരം ലംബവും, പ്രക്ഷേപതലവുമായി തുല്യമായ കോണമുണ്ടാക്കുന്നതും, O എന്ന ഒരേ ബിന്ദുവിൽ കൂടിച്ചേരുന്നതുമായ മൂന്നു തുല്യരേഖകളുടെ പ്രക്ഷേപങ്ങൾ OA, OB, OC ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. OA, OB, OC ഇവ 120° അകൽച്ചയിലാണ് (ചിത്രം 7.2 a). AB കൂട്ടിച്ചേർക്കുക. എന്നിട്ടു് AB യിന്മേൽ ഒരർധവൃത്തം വരക്കുക. ഇതു് OC യെ D യിൽ മുറിക്കട്ടെ. AD കൂട്ടിച്ചേർക്കുക. ഈ രചനയിൽ നിന്നു് കോണം DAE = 45° = കോണം ADE എന്നതു വ്യക്തമാണല്ലോ. $\therefore AD = \sqrt{2}\,AE$; $OA = \frac{2}{\sqrt{3}}\,AE$ അതായതു് $OA = \sqrt{\frac{2}{3}}\,AD$. അതുകൊണ്ടു് AD ശരിയായ സ്കെയിലാണെങ്കിൽ OA ഘനീയ സ്കെയിലായിരിക്കും. AD യെ ഇഷ്ടമുള്ളതു ഭാഗങ്ങളായി വിഭജിക്കാം.



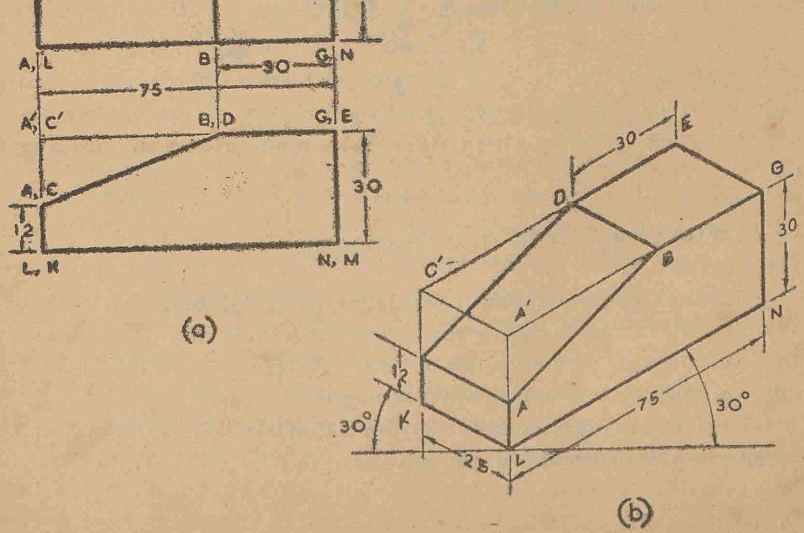

ചിത്രം 7.2 ഘനീയസ്കെയിൽ

ഈ ബിന്ദുക്കൾക്ക് സംഗതമായ (Corresponding) AO വിലെ വിഭജന ബിന്ദുക്കൾ, AD യിലെ വിഭജനബിന്ദുക്കളിൽ നിന്ന് OD യ്ക്ക് സമാന്തരമായി വരകൾ വരച്ചാൽ കിട്ടുന്നതാണ് (ചിത്രം 7.2 b).

**ഉദാഹരണം 2.**

ചിത്രം 7.3 a-ൽ ഒരു പേണിന്റെ- wedge- മുകൾക്കാഴ്ചയും മുൻകാഴ്ചയും കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. അതിന്റെ ഒരു ഘനീയവരപ്പു തയ്യാറാക്കുക (എല്ലാ അളവുകളും മി. മീറ്ററിൽ).

പേണിനെ, അതിന്റെ മുകൾ മുഖമായ C' A' GE, ചിത്രം 7.3 b യിൽ കാണിച്ച പോലെ ഇരിക്കത്തക്കവിധം ഒരു സാങ്കല്പിക ദീർഘചതുര പ്രിസത്തിനകത്ത് ഉള്ളടക്കുക. ഇനി ദീർഘചതുര പ്രിസത്തിന്റെ ഘനീയ കാഴ്ച വരക്കുക. AB യും CD യും അഘനീയ രേഖകളാകുന്നു. ചിത്രം 7.3 a-ൽ കാണിച്ച അളവുകളുപയോഗിച്ച് ഘനീയവരകളായ AL, BG, CK, DE ഇവയിൽ A, B, C, D എന്നീ അറ്റബിന്ദുക്കൾ സ്ഥാനപ്പെടുത്തുക. AB, BD, DC, CA എന്നീ വരകൾ വരയ്ക്കുക. ചിത്രം 7.3 b-ൽ കാണിച്ച പോലെ (കട്ടിവരയിൽ) ഘനീയവരപ്പു കിട്ടുന്നതാണ്.

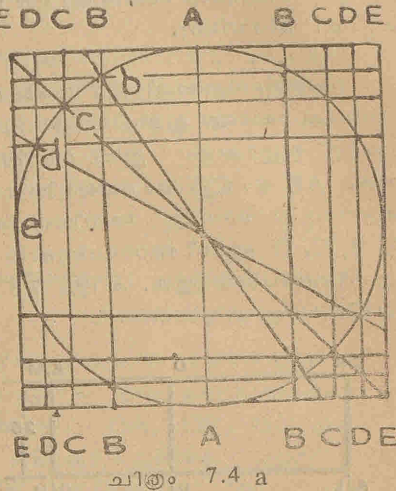



ചിത്രം 7.3 ഒരു പേണിന്റെ ഘനീയവരപ്പ്

ഉദാഹരണം 3.

40 മി. മീ. വക്ക് നീളമുള്ള ഒരു സമഷഡ്ഭുജത്തിന്റെ ഓരോ വശത്തും ഓരോ വൃത്തം ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിട്ടുണ്ട്. സമഷഡ്ഭുജത്തിന്റെ ഘനീയകാഴ്ച വരയ്ക്കുക.

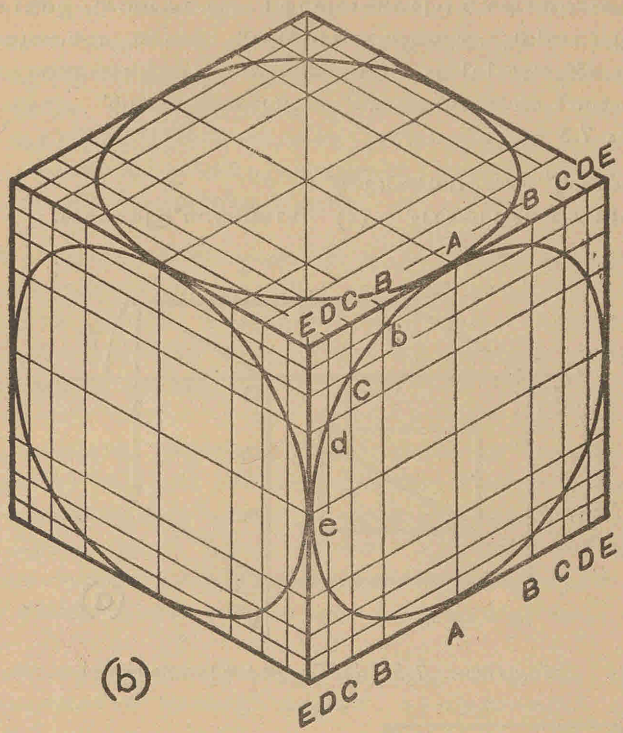
ആദ്യമായി 40 മി. മീ. ഭുജത്തിൽ ഒരു സമഷഡ്ഭുജം വരച്ച് വൃത്തം ഉൾക്കൊള്ളിക്കുക. (ചിത്രം 7.4 a) ഈ വൃത്തത്തിന്മേൽ A, b, c, d, e മുതലായി എത്രയെങ്കിലും ബിന്ദുക്കൾ അടയാളപ്പെടുത്തി, ഇവയിലൂടെ സമഷഡ്ഭുജത്തെ A, B, C, D, E യിൽ മുറിക്കത്തക്കവണ്ണം കുത്തനെ വരകൾ വരയ്ക്കുക. സമഷഡ്ഭുജത്തിന്റെ മുഖങ്ങളുടെയും AA, BB, CC, DD, EE-യ്ക്കനുസൃതമായ കുത്തൻ വരകളുടെയും ഘനീയകാഴ്ച വരയ്ക്കുക. (7.4 a). ചിത്രം 7.4 a യിലെ അളവുകളിൽ നിന്ന് Bb, Cc, Dd, Ee എന്നീ ദൂരങ്ങൾ ഈ കുത്തൻവരകളിന്മേൽ അടയാളപ്പെടുത്തുക. a, b, c, d, e യിൽ കൂടി ഒരു നേരിയ വക്രം വരച്ചാൽ വൃത്തത്തിന്റെ ഘനീയ കാഴ്ചയായി (ചിത്രം 7.4 b). സമഷഡ്ഭുജത്തിന്റെ മറ്റു മുഖങ്ങളിന്മേലുള്ള വൃത്തങ്ങളുടെ ഘനീയകാഴ്ചയും ഇതേ രീതിയിൽ വരയ്ക്കാവുന്നതാണ്.



ചിത്രം 7.4 a

## 7.2 തിര്യക്കുവരപ്പ് (oblique drawing)

ഏകതല ആകൃതിവരപ്പിന്റെ (uniplanar pictorial drawing) മറ്റൊരു രൂപഭേദമാണ് തിര്യക്കുവരപ്പ് അഥവാ തിര്യക്പ്രക്ഷേപം. ഈ ജാതി വരപ്പിലും, ഘനീയവരപ്പിലെന്നപോലെ, ഒരു ദീർഘചതുര പ്രിസമാണ് വസ്തുവെന്ന് അടിസ്ഥാനപരമായി സങ്കല്പിക്കേണ്ടതുണ്ട്. ലംബികപ്രക്ഷേപത്തിൽ ചിത്രതലത്തിനു ലംബമായാണ് പ്രക്ഷേപകങ്ങളെങ്കിൽ, തിര്യക്കുവരപ്പിൽ പ്രക്ഷേപകങ്ങളിൽ ചിത്രതലത്തിനു കുറുകെ– ചരിവിൽ– (തിര്യക്)–ആണ്. പ്രക്ഷേപകങ്ങൾ പരസ്പരം സമാന്തരവും ചിത്രതലത്തിനു നേരെങ്കിലും കോണത്തിൽ ചരിവുള്ളവയുമാണ്. പക്ഷേ സാധാരണമായി ഇവ ചിത്രതലത്തിനു 45° ചരിവിലായിരിക്കും.

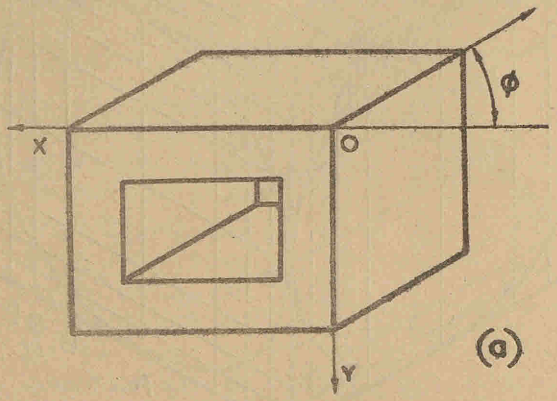



ചിത്രം 7.4 b ഒരു സമഘനത്തിന്റെ ഘനീയവരപ്പ്

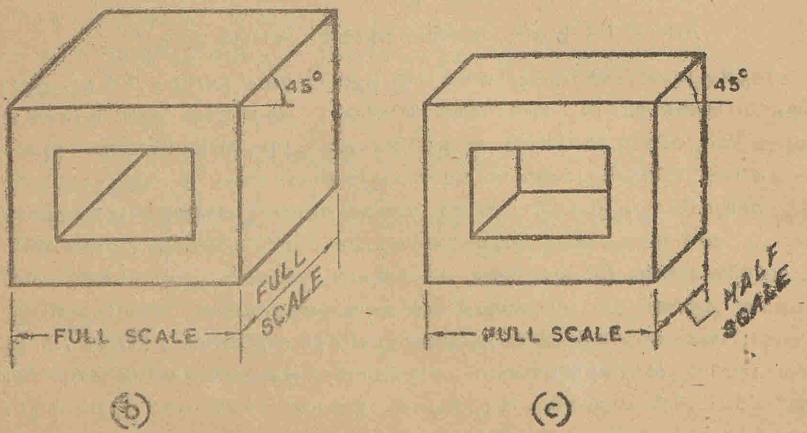
തിര്യക്പ്രക്ഷേപത്തിൽ പ്രിസത്തിന്റെ പ്രധാനമുഖം (ചിത്രം 7.5 a) എല്ലായ്പ്പോഴും ചിത്രതലത്തിന്നു് സമാന്തരമായിരിക്കും. അതിനാൽ ഈ പ്രക്ഷേപത്തിലൂടെ വസ്തുവിന്റെ ശരിയായ ആകൃതിയും വലിപ്പവും ബിംബിക്കുന്നു. ഇക്കാരണം കൊണ്ടു് തിര്യക്പ്രക്ഷേപം ഘനീയപ്രക്ഷേപത്തെക്കാൾ എളുപ്പമുള്ളതാകുന്നു. വസ്തുവിന്റെ പ്രധാനമുഖത്തിന്നു സമാന്തരമായ വൃത്തങ്ങളും ക്രമമല്ലാത്ത വക്രങ്ങളും അവയുടെ യഥാർഥആകൃതിയിൽത്തന്നെ കാണിക്കാവുന്നതാണു്. ഇതും ഘനീയത്തെക്കാൾ ഇതിനുള്ള മേന്മയത്രെ. പക്ഷെ പ്രധാനമുഖത്തിന്നു ലംബമായ മുഖങ്ങളുടെ പ്രക്ഷേപം ശരിയായ ആകൃതിയെ കാണിക്കുന്നില്ല. എന്നാലും, അക്ഷത്തിന്നു സമാന്തരമായ വസ്തുവിലെ നീളങ്ങൾ (ചിത്രം 7.5 a) പ്രക്ഷേപത്തിൽ ശരിയായിത്തന്നെ കിട്ടുന്നുണ്ടു്. പ്രക്ഷേപകങ്ങൾ ചിത്രതലത്തിന്നു് 45° യിൽ ചരിഞ്ഞവയായതാണു് ഇതിന്റെ കാരണം. പ്രധാനമുഖത്തിന്നു ലംബമായ വസ്തുവിന്റെ OZ അക്ഷം 'പിൻവാങ്ങൽ അക്ഷം' (Receding axis) എന്ന പേരിൽ അറിയപ്പെടുന്നു. തിര്യൽവരപ്പിൽ, പിൻവാങ്ങൽ

അക്ഷം OX അക്ഷത്തിന്റെ പ്രക്ഷേപവുമായി എതു കോണായും ഉണ്ടാക്കുന്നതിൽ വിരോധമില്ല (ചരിവ് എത്രമാകാമെന്നർഥം). പക്ഷെ സൗകര്യത്തിന്നായി ഈ കോണം 45° ആയിരിക്കും. പ്രിസത്തിന്റെ പരസ്പരലംബങ്ങളായ OX, OY, OZ എന്നീ അക്ഷങ്ങളെയാണ് 'പ്രധാന അക്ഷങ്ങൾ' എന്നു വിളിക്കുന്നു (ചിത്രം 7.5 a).

തിര്യക്‌വരപ്പ് രണ്ടു വിധത്തിലുണ്ട് :
(1) കവലിയർപ്രക്ഷേപം (2) കാബിനറ്റ്പ്രക്ഷേപം.




ചിത്രം 7.5 (a) കുറുകെപ്രക്ഷേപം




ചിത്രം 7.5 (b), (c) കവലിയർ, കാബിനറ്റ് പ്രക്ഷേപങ്ങൾ

പ്രക്ഷേപകങ്ങൾ ചിത്രതലവുമായി 45° ചരിവുണ്ടാക്കുന്ന, മേൽ വിവരിച്ച തരം കുറുകെവരപ്പിനെയാണ് കവലിയർപ്രക്ഷേപം എന്നു വിളിക്കുന്നത് (ചിത്രം 7.5 b). കവലിയർപ്രക്ഷേപത്തിൽ പിൻവാങ്ങൽ അക്ഷത്തിനു സമാന്തരമായ വരകൾ അവയുടെ ശരി നീളത്തിൽത്തന്നെ കാണപ്പെടുന്നു. പക്ഷെ വസ്തുവിന്റെ ആകൃതി—കാഴ്ച—അയഥാർഥവും വികൃതവുമായിട്ടാണ് പ്രത്യക്ഷപ്പെടുക. പിൻവാങ്ങുന്ന സമാന്തരരേഖകൾ ഒരു ബിന്ദുവിലേയ്ക്ക് ഒന്നിച്ചു കൂട്ടുന്നതായിട്ടാണ് നാം കണ്ട ശീലിച്ചിട്ടുള്ളത് എന്നതാണിതിനു കാരണം. പക്ഷെ കവലിയർപ്രക്ഷേപത്തിൽ സമാന്തരവരകൾ ഒന്നുകൂട്ടുകയല്ല സമാന്തരമായിത്തന്നെ നില നില്ക്കുന്നു.

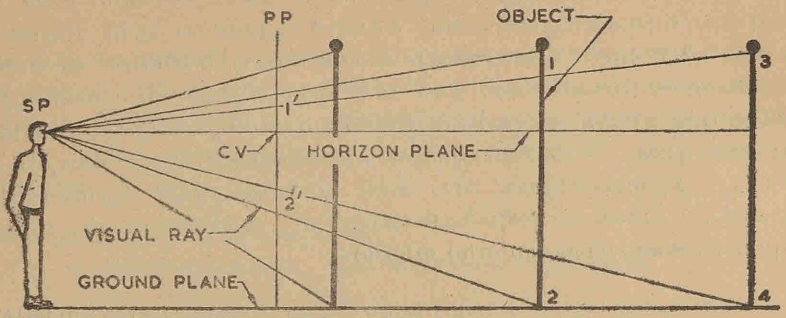
മേൽ പറഞ്ഞ മാതിരി വസ്തുവിന്റെ രൂപം വികൃതമായിക്കാണാതിരിക്കുന്നായി പിൻവാങ്ങുന്ന വരകളുടെ നീളം കുറച്ചാൽ മതിയാകും. കാബിനറ്റ് പ്രക്ഷേപത്തിൽ ഇതാണ് ചെയ്യുന്നത്. വസ്തുവിന്റെ പിൻവാങ്ങുംവരകൾ അവയുടെ മുഴുനീളത്തിന്റെ പാതി മാത്രം വരച്ചു കൊണ്ടുള്ള തിര്യക്പ്രക്ഷേപമാണ് കാബിനറ്റ്പ്രക്ഷേപം.

തിര്യക്വരപ്പിൽ വസ്തുവിന്റെ പ്രധാനമുഖത്തിനു സമാന്തരമായ വൃത്തങ്ങളും വക്രങ്ങളും അവയുടെ ശരിയായ ആകൃതിയിൽ തന്നെ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു. പക്ഷെ മറു മുഖങ്ങളിലുള്ള വൃത്തങ്ങളും വക്രങ്ങളും മറ്റും ഘനീയവരപ്പിൽ വരച്ചെടുത്ത പ്രകാരം തന്നെ വരയ്ക്കേണ്ടതാണ്. പ്രിസത്തിന്റെ പ്രധാനഅക്ഷങ്ങൾക്ക് സമാന്തരമായ രേഖകളിന്മേൽ വക്രത്തിലുള്ള ബിന്ദുക്കൾ സ്ഥാനപ്പെടുത്തി ഈ ബിന്ദുക്കളിലൂടെ നേരിയ വക്രം വരച്ചു മുഴുമിപ്പിക്കാം.

തിര്യക്വരപ്പിലും ഘനീയവരപ്പിലും എല്ലാ അളക്കലും പ്രധാനഅക്ഷത്തിനു സമാന്തരമായ രേഖകളിന്മേലാണ് ചെയ്യേണ്ടതെന്ന് പ്രത്യേകിച്ചും ഓർമിക്കുക.

## 7.3 പരിപ്രേക്ഷ്യവരപ്പ്

ഒരു വസ്തുവിന്റെ ഫോട്ടോ, അതിന്റെ പരിപ്രേക്ഷ്യക്കാഴ്ചയ്ക്ക് ഉദാഹരണമാണ്. കാഴ്ചക്കാരനു നേരിട്ടു കാണപ്പെടുന്ന (വസ്തുവിന്റെ) രൂപമാണ് പരിപ്രേക്ഷ്യത്തിൽ പകർത്തുന്നത്. കെട്ടിടശില്പത്തിലും ചിത്രകലയിലും മറ്റുമാണ് പരിപ്രേക്ഷ്യവരപ്പ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. വസ്തുവിന്റെ ആകൃതി മിക്കവാറും വികൃതമായിരിക്കും. വളരെ സങ്കീർണമായ ഒരു വസ്തുവിന്റെ പ്രത്യക്ഷമായ (apparent) ആകൃതി ഒരു ലംബികപ്രക്ഷേപത്തെക്കാൾ ഒരു പരിപ്രേക്ഷ്യവരപ്പിൽ നിന്നാണ് എളുപ്പം മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കുക. ഇക്കാരണത്താൽ വിമാനനിർമാണം, മോട്ടർവാഹനവ്യവസായം മുതലായവയിൽ പരിപ്രേക്ഷ്യവരപ്പിന്റെ പ്രാധാന്യം കൂടിക്കൂടി വരികയാണ്.

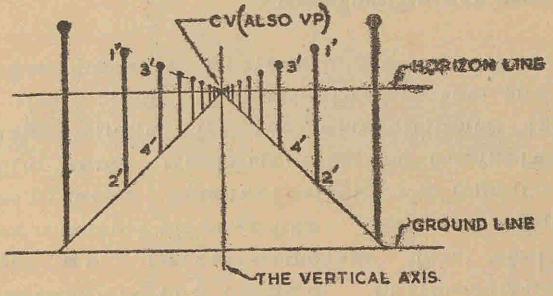



ചിത്രം 7.6 പരിപ്രേക്ഷ്യപ്രക്ഷേപം–നിർവചനങ്ങൾ

## 7.4 പരിപ്രേക്ഷ്യക്കാഴ്ച—നിർവചനങ്ങൾ

രണ്ടു വശത്തും വിളക്കുകാലുകളുള്ള ഒരു നേർനിരത്തിന്റെ നടുക്ക് ഒരു കാഴ്ചക്കാരൻ നില്ക്കുന്നതായി സങ്കല്പിക്കുക. അയാൾ മുമ്പിലുള്ള, കുത്തനെ നില്ക്കുന്ന ഒരു സാങ്കല്പികതലത്തിലൂടെ നോക്കുന്നതായും കരുതുക. പ്രക്ഷേപങ്ങൾ എടുക്കുന്ന ഈ തലത്തിനെയാണ് ചിത്രതലം എന്നു വിളിക്കുന്നത്. (ചിത്രം 7.6-ൽ PP). സാധാരണയായി ചിത്രതലം PP കാഴ്ചക്കാരനും വസ്തുവിനും ഇടയിലാണ് വെയ്ക്കാറ്. PP യ്ക്ക് ആപേക്ഷികമായി കാഴ്ചക്കാരന്റെ കണ്ണിന്റെ സ്ഥാനത്തെ 'കേന്ദ്രബിന്ദു' (station point) എന്നു വിളിക്കുന്നു—ചിത്രത്തിൽ SP. SP യിൽ നിന്നും വസ്തുവിലെ വിവിധബിന്ദുക്കളിലേക്ക് വരച്ച വരകൾ, പ്രക്ഷേപങ്ങൾ, കാഴ്ചവരകൾ (Lines of Sight), ദൃശ്യരശ്മികൾ (Visual rays) എന്നീ പേരുകളിലറിയപ്പെടുന്നു. പ്രക്ഷേപകങ്ങൾ PP യെ പിളർന്നു കടക്കുന്ന ബിന്ദുക്കളെ വസ്തുബിന്ദുക്കളുടെ പരിപ്രേക്ഷ്യങ്ങൾ എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഈ പരിപ്രേക്ഷ്യബിന്ദുക്കൾ കൂടിച്ചേർന്നാണ് വസ്തുവിന്റെ പരിപ്രേക്ഷ്യ ദൃശ്യം ഉണ്ടാക്കുന്നത്. ഉദാഹരണമായി വിളക്കുകാലിന്റെ (ചിത്രത്തിൽ 1-2) പരിപ്രേക്ഷ്യം PP യിൽ 1' 2' ആയി കാണപ്പെടുന്നു. കാഴ്ചക്കാരന്റെ കണ്ണിന്റെ സ്ഥാനത്തിലൂടെ കടന്നു പോകുന്ന (സാങ്കല്പിക) തലത്തിനെ വിലങ്ങൻതലം അഥവാ കേന്ദ്രതലം എന്നു വിളിക്കുന്നു. ചിത്രതലവും കേന്ദ്രതലവും തമ്മിൽ ഛേദിക്കുന്ന രേഖയാണ് ഭൂരേഖ (Ground line). ഭൂതലവും വിലങ്ങനെ ആണെന്നാണ് കണക്കാക്കിയിരിക്കുന്നത്. SP യിൽ നിന്നും ചിത്രതലത്തിലേക്കുള്ള ലംബത്തിന്റെ പാദബിന്ദുവാണ് ദൃശ്യകേന്ദ്രം (Centre of Vision–C. V.). അതായത് CV, SP യുടെ PP യിന്മേലുള്ള ലംബികപ്രക്ഷേപമാകുന്നു. CV കേന്ദ്രരേഖയിൽ, കണ്ണിന്റെ നേരെ മുൻവശത്ത് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. ദൃശ്യരശ്മികൾ SP എന്ന മുനബിന്ദുവിനു ചുറ്റും

ഒരു ദൃശ്യകോൺ (Visual Cone) ഉണ്ടാക്കുന്നു. SP യും CV യും കൂട്ടിച്ചേർത്ത വരയെ ദൃശ്യകോണിന്റെ അക്ഷം എന്നാണു് വിളിക്കുന്നതു്. ഒരു നല്ല പരിപ്രേക്ഷ്യകാഴ്ച കിട്ടാനായി ദൃശ്യകോണിന്റെ മുനമ്പിലുള്ള കോണം 30°-ൽ കൂടുതലാവരുതു്. ഭൂതലത്തിനു ലംബമായി SP യും CV യും ഉൾക്കൊള്ളുന്ന തലമാണു് ലംബതലം (Vertical plane). ലംബതലവും PP യും തമ്മിലുള്ള ഛേദരേഖയെ ലംബഅക്ഷം എന്നു വിളിക്കുന്നു. ചിത്രം 7.6-ലെ കാഴ്ചക്കാരൻ കണ്ട PP യിന്മേലുള്ള പരിപ്രേക്ഷ്യപ്രക്ഷേപമാണു് ചിത്രം 7·7-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്. ഒരു ബിന്ദു, രണ്ടു ബിന്ദു-പരിപ്രേക്ഷ്യപ്രക്ഷേപങ്ങളെപ്പറ്റിയുള്ള താഴെ പറയുന്ന തത്വങ്ങൾ ശ്രദ്ധിക്കുക :—




ചിത്രം 7.7 ഒരു ബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം

1. വസ്തുവിലെ സമാന്തരവും, PP ക്കു സമാന്തരമല്ലാത്തതുമായ രേഖകൾ PP യിൽ ഒരു ബിന്ദുവിൽ കൂടിച്ചേരുന്നു. ഈ ബിന്ദു അദൃശ്യബിന്ദു (Vanishing Point- VP) എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്നു. അതായതു് സമാന്തരരേഖകളുടെ VP, SP യിലൂടെ കടന്നു പോകുന്ന ഒരു വ്യൂഹത്തിനു (system) സമാന്തരമായ ഒരു രേഖ ചിത്രതലത്തെ പിളർന്നു കടക്കുന്ന ബിന്ദുവാകുന്നു.

2. സമാന്തരങ്ങളായ വിലങ്ങൻവരകൾ (PP ക്കു് സമാന്തരമല്ലാത്തവ) ളുടെ VP (അദൃശ്യബിന്ദു) കേന്ദ്രരേഖയിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു.

3. PP യ്ക്കു ലംബമായ വിലങ്ങനെയുള്ള സമാന്തരരേഖകൾ, ഒരു VP യിലേക്കു് കൂടിച്ചേരുന്നു. CV യും ഇതിൽത്തന്നെ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു.

4. എല്ലാ കുത്തൻവരകളുടെയും പരിപ്രേക്ഷ്യങ്ങൾ ചിത്രം 7.7-ലെ വിളക്കുകാലുകളെപ്പോലെ കുത്തനെ തന്നെയാണു്.

5. PP ക്കു സമാന്തരമായ എല്ലാ വരകളുടെയും പരിപ്രേക്ഷ്യങ്ങളും സമാന്തരങ്ങളത്രെ.

6. PP യ്ക്ക് സമാന്തരമായ എല്ലാ വിലങ്ങൻവരകളുടെയും പരിപ്രേക്ഷ്യങ്ങൾ കേന്ദ്രരേഖയ്ക്കും സമാന്തരമായിരിക്കും.

7. തമ്മിൽ സമാന്തരങ്ങളും ലംബതലത്തിനു് സമാന്തരങ്ങളുമായ വരകളുടെ പരിപ്രേക്ഷ്യങ്ങൾ ലംബ-അക്ഷത്തിൽ ഒരു VP യിലേയ്ക്ക് ഒന്നു കൂട്ടുന്നു.

8. PP യിന്മേൽത്തന്നെ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ഒരു രേഖയുടെ പരിപ്രേക്ഷ്യം രേഖയുടെ യഥാർഥനീളം കാണിക്കുന്നു.

9. PP യ്ക്ക് പിൻവശം സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ഒരു രേഖയുടെ പരിപ്രേക്ഷ്യം, അതിന്റെ ശരിനീളത്തെക്കാൾ കുറവായിരിക്കും.

## 7.5 പല തരം പരിപ്രേക്ഷ്യങ്ങൾ

ഒരു പരിപ്രേക്ഷ്യം വരയ്ക്കാനാവശ്യമായ അദൃശ്യബിന്ദുക്കളുടെ എണ്ണത്തിനനുസരിച്ച് മൂന്നു തരം പരിപ്രേക്ഷ്യങ്ങളുണ്ട്. ഇവ: (1) ഏകബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം (2) ദ്വിബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം (3) ത്രിബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം. ഏകബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യത്തെ സമാന്തരപരിപ്രേക്ഷ്യം എന്നും വിളിക്കാം. ഏകബിന്ദുവും ദ്വിബിന്ദുവും പരിപ്രേക്ഷ്യങ്ങളെ കോണീയ പരിപ്രേക്ഷ്യങ്ങൾ എന്നും വിളിക്കാം. മറ്റു് ആകൃതിവരപ്പുകളിലെന്ന പോലെ, പരിപ്രേക്ഷ്യവരപ്പിലും, വസ്തു അടിസ്ഥാനപരമായി ഒരു ദീർഘചതുരപ്രിസമാണെന്നു സങ്കല്പിക്കപ്പെടുന്നു. ഇതിന്റെ മൂന്നു പ്രധാനഅക്ഷങ്ങൾ പരസ്പരം ലംബമായിരിക്കും.

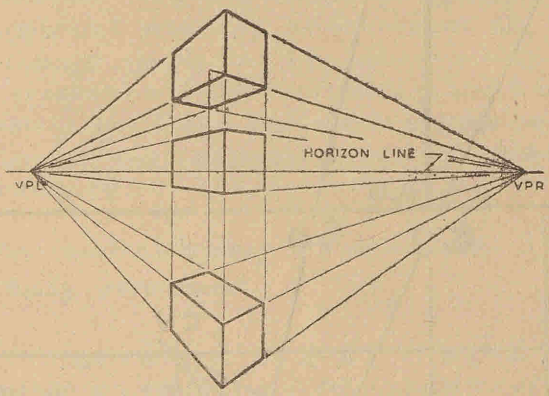
## 7.6 ഏകബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം

ഏകബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യത്തിൽ വസ്തുവിന്റെ പ്രധാനമുഖം PP യ്ക്ക് സമാന്തരമായിരിക്കത്തക്ക വണ്ണം വെച്ചിരിക്കുന്നു. അതു കൊണ്ടു്, ഈ മുഖത്തിന്റെ പരിപ്രേക്ഷ്യം അതിന്റെ ശരിയായ ആകൃതി തന്നെ കാണിക്കുന്നു. ഈ മുഖം PP യിന്മേൽ വീഴത്തക്ക വിധം കൂടിയാണെങ്കിൽ ഇതിന്റെ ശരിവലിപ്പവും വരപ്പിൽ കിട്ടുന്നതാണു്. PP യ്ക്ക് ലംബമായ വസ്തുവിന്റെ പിൻവാങ്ങുന്ന വക്കുകളുടെ പരിപ്രേക്ഷ്യം ഒരു VP യിലേക്കു് ഒന്നു കൂട്ടുന്നു. ഇതു് CV യിന്മേൽ വീഴത്തക്ക വണ്ണം, കേന്ദ്രരേഖയിലുമായിരിക്കും. ഏകബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യത്തിനു് ഒരൊറ്റ അദൃശ്യബിന്ദുവേയുള്ളു.

## 7.7 ദ്വിബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം

ഒരു ദ്വിബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യത്തിനു് രണ്ടു് അദൃശ്യബിന്ദുക്കളുണ്ടു്. ഏറ്റവും സാധാരണമായുപയോഗിക്കപ്പെടാറുള്ള പരിപ്രേക്ഷ്യം ഇതാണു്. പെരിയ

വസ്തുക്കൾ കേന്ദ്രരേഖയ്ക്കു മുകളിലോ താഴെയോ അതിന്മേൽത്തന്നെയോ വെയ്ക്കാവുന്നതാണ്. (ഈ രേഖ കണ്ണിന്റെ നിരപ്പിലാണെന്നു് ഓർക്കുക–ചിത്രം 7.8) വസ്തുവിന്റെ പ്രധാനമുഖം PP യുമായി ഏതെങ്കിലുമൊരു കോണത്തിലാകയാൽ ദ്വിബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യത്തെ കോണീയപരിപ്രേക്ഷ്യം എന്നും കൂടി വിളിക്കുന്നു. ഈ കോണം സൗകര്യത്തിനു വേണ്ടി 30° ആയിട്ടാണെടുക്കാറു്. രണ്ടാമത്തെ മറെറാരു മുഖം PP യുമായി 60° യിലായിരിക്കും.




ചിത്രം 7.8 ദ്വിബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം

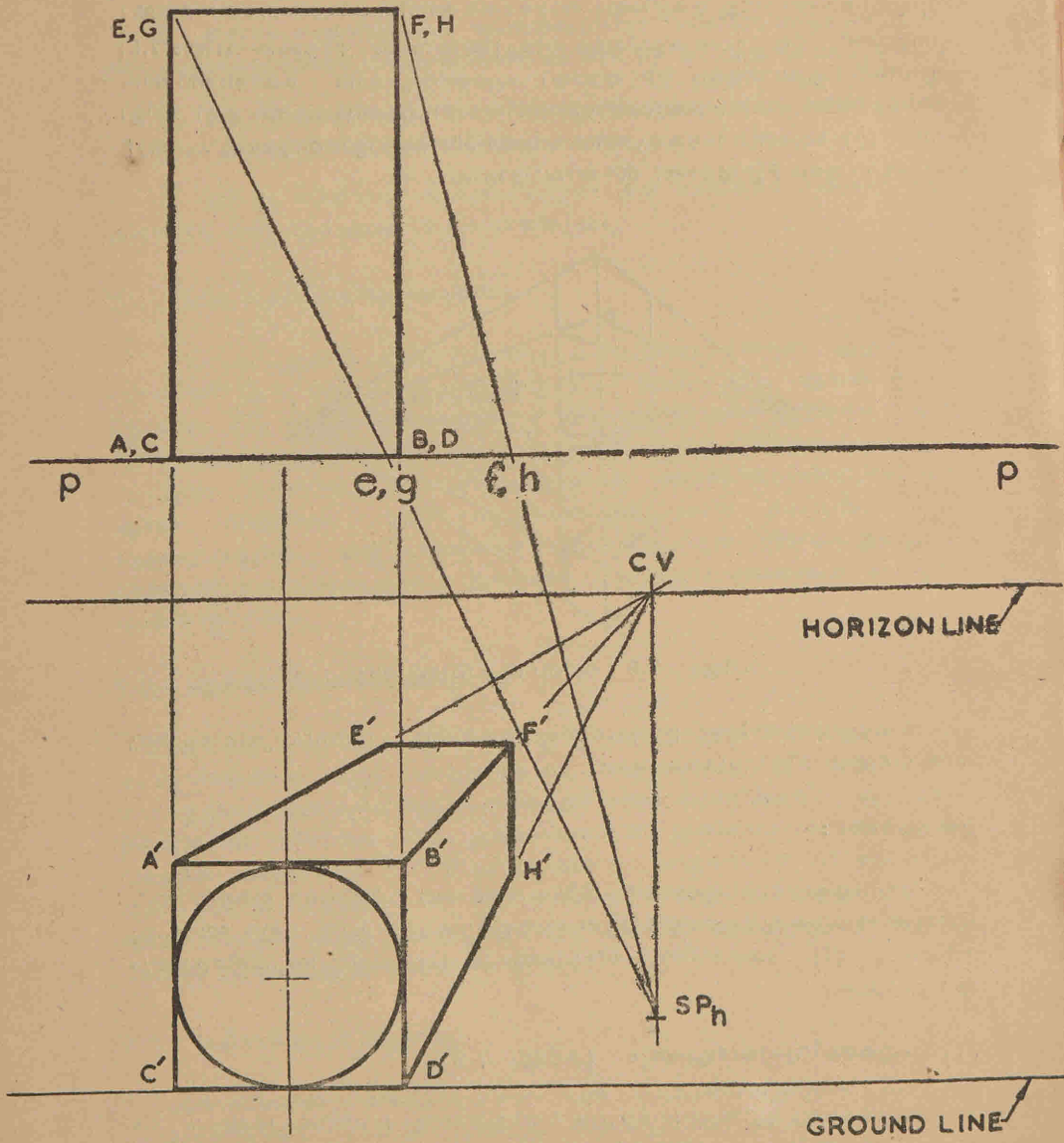
താഴെ കൊടുത്തിട്ടുള്ള ഉദാഹരണം ഏകബിന്ദു, ദ്വിബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യങ്ങൾ വരയ്ക്കുന്ന രീതി വ്യക്തമാക്കും.

**ഉദാഹരണം :**

ഒരു സമചതുരപ്രിസത്തിന്റെ നീളം അതിന്റെ വീതിയുടെ ഇരട്ടിയാണു്. പ്രിസത്തിന്റെ അഗ്രമുഖങ്ങളിൽ വൃത്തങ്ങൾ ഉൾവരച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ ഘനവസ്തുവിന്റെ (1) ഏകബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം (2) ദ്വിബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം ഇവ വരയ്ക്കുക.

## (1) ഏകബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം (ചിത്രം 7.9)

PP യുടെയും പ്രിസത്തിന്റെ മുകൾക്കാഴ്ചയുടെയും ലംബികപ്രക്ഷേപം വരയ്ക്കുക. ചിത്രത്തിൽ ഇതാണു് PP യുടെ മീതെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്. പ്രിസത്തിന്റെ ABCD എന്ന വക്കു് PP യിന്മേൽ വീഴത്തക്കവണ്ണം വെച്ചിരിക്കുന്നു.




ചിത്രം 7.9 ഉദാഹരണം : ഏകബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം

അതിനാൽ അതിന്റെ ലംബികപ്രക്ഷേപമായ A′ B′ C′ D′ തന്നെയാണ് അതിന്റെ പരിപ്രേക്ഷ്യവും. C′ D′ എന്ന വക്ക് ഭ്രരേഖയിന്മേൽ വീഴത്തക്ക വണ്ണം വെയ്ക്കുക. ഭ്രരേഖയ്ക്ക് മീതെ, കാഴ്ചക്കാരന്റെ കണ്ണിന്റെ നിരപ്പിന്റെ ഉയരത്തിൽ കേന്ദ്രരേഖ വരയ്ക്കുക. ഈ ഉയരം സാധാരണയായി 1.6 മീ. മീ. ആയിട്ടാണെടുക്കാറ്. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ച പോലെ, SP യുടെ മുകൾക്കാഴ്ച $SP_h$ വരയ്ക്കുക. SP യുടെ PP യിന്മേലുള്ള ലംബികപ്രക്ഷേപം കേന്ദ്രരേഖമേൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന CV യാകുന്നു. $Sp_h$ -ൽ നിന്ന് മുകൾക്കാഴ്ചയിലെ വസ്തുവിന്റെ വിവിധമൂലകളിലേക്ക് പ്രക്ഷേപകങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. മുകൾക്കാഴ്ചയിലെ പിളർക്കൽബിന്ദുക്കളെ (piercing point) ശ്രദ്ധാപൂർവം മനസ്സിലാക്കി വെയ്ക്കണം. ഉദാഹരണമായി, $SP_h$ -ൽ നിന്നും E യിലേക്കും F ലേക്കുമുള്ള പ്രക്ഷേപങ്ങൾ PP രേഖയെ e-യിലും f-ലും പിളർന്നു കടക്കുന്നു. ഭ്രരേഖയിൽ നിന്നും PP രേഖ വരെയുള്ള മുഴുവൻ സ്ഥലവും അടങ്ങിയതാണ് പരിപ്രേക്ഷ്യപ്രക്ഷേപം എടുക്കേണ്ടുന്ന ചിത്രതലം അഥവാ മുൻതലം. മുകൾക്കാഴ്ചയുടെ ലംബികപ്രക്ഷേപമെടുക്കുന്ന വിലങ്ങൻതലത്തിന്റെ മടക്കുവരയായിരിക്കും PP.

**വസ്തുവിന്റെ പരിപ്രേക്ഷ്യക്കാഴ്ച PP യിന്മേലുള്ള പിളർക്കൽബിന്ദുക്കളുടെ മുൻകാഴ്ച തന്നെയാണ്.**

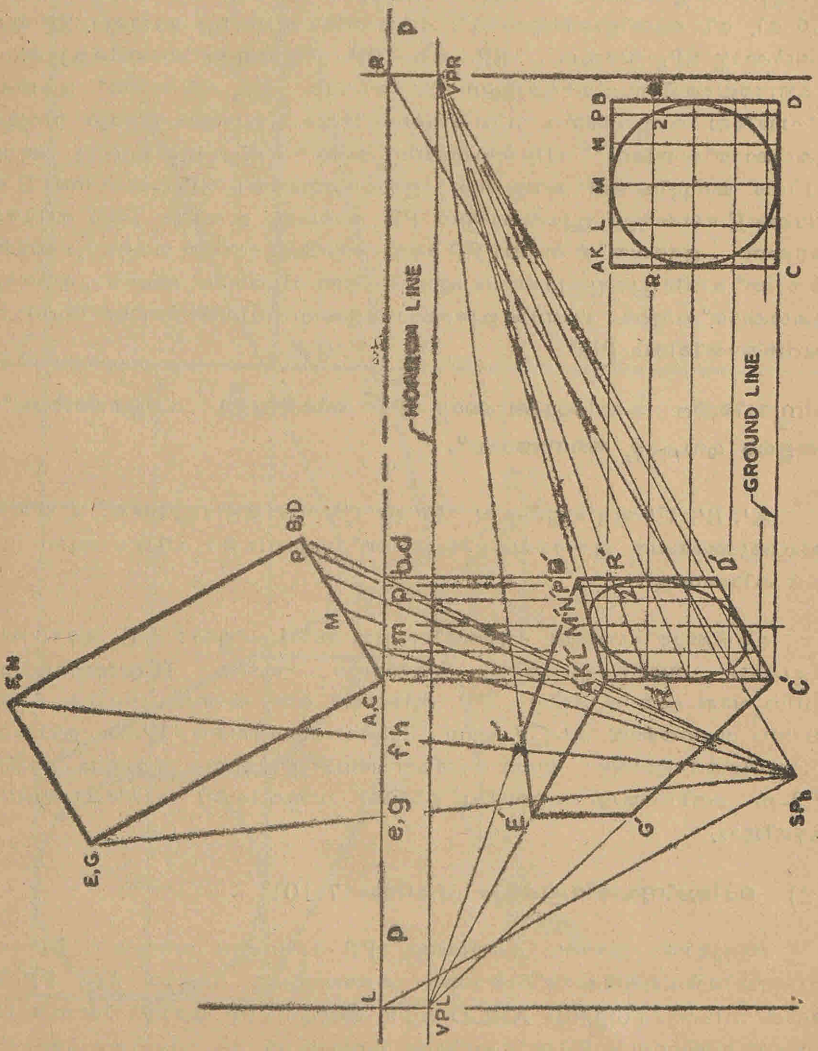
A′, B′, C′ കൂട്ടിച്ചേർക്കുക; D′ ഉം CV യും കൂട്ടിച്ചേർക്കുക. CV യിൽ അപ്രത്യക്ഷമാകുന്ന ഈ രേഖകളിന്മേലാണ് വസ്തുവിന്റെ പിൻവാങ്ങുന്ന വക്കുകൾ കിടക്കുന്നതു്.

മുകൾക്കാഴ്ചയിലെ ഏതെങ്കിലും ഒരു ബിന്ദു— ഉദാ: E യുടെ, പരിപ്രേക്ഷ്യം സ്ഥാനപ്പെടുത്താൻ, അതിന്റെ സംഗത (Corresponding) ബിന്ദുവായ e–യിൽ നിന്നും PP യിലേക്ക് ഒരു ലംബം വരയ്ക്കുക. ഈ ലംബം സംഗതമായ A′-CV എന്ന പിൻവാങ്ങുംരേഖയെ E′-ൽ മുറിക്കുന്നു. വസ്തുവിന്റെ മൂലകളും ഇതേ പോലെ സ്ഥാനനിർണയം ചെയ്യാം. ചിത്രം 7.9–ൽ കട്ടിവരയിൽ കാണിച്ച മാതിരി വസ്തുവിന്റെ പരിപ്രേക്ഷ്യദൃശ്യം മുഴമിയ്ക്കാം.

## (2) ചേബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം (ചിത്രം 7.10)

ആദ്യമായി ഭ്രരേഖ, കേന്ദ്രരേഖ, PP രേഖ ഇവ വരയ്ക്കുക. PP രേഖ ചിത്രത്തിന്റെ മുകൾക്കാഴ്ചയാണ്. കുത്തനെയുള്ള വക്കായ AC, PP യിന്മേൽ വീഴത്തക്ക വണ്ണവും ABCD എന്ന അഗ്രമുഖം PP യുമായി 30° യിലായിരിക്കത്തക്ക വണ്ണവും, PP യ്ക്ക് മുകളിലുള്ള സ്ഥലത്തിൽ വസ്തുവിന്റെ മുകൾക്കാഴ്ചയുടെ ലംബികപ്രക്ഷേപം വരയ്ക്കുക (ചിത്രം 7.10). ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ച

പോലെ, SP യുടെ (SP യുടെ മുകൾക്കാഴ്ച) സ്ഥാനം സൗകര്യമുള്ളിടത്ത് നിശ്ചയിക്കുക. വസ്തുവിന്റെ എല്ലാ മൂലകളിലേക്കും $SP_h$ -ൽ നിന്ന് പ്രക്ഷേപകങ്ങൾ വരച്ച് PP യിന്മേലുള്ള പിളർക്കൽബിന്ദുക്കൾ നിശ്ചയിക്കുക. അടുത്ത



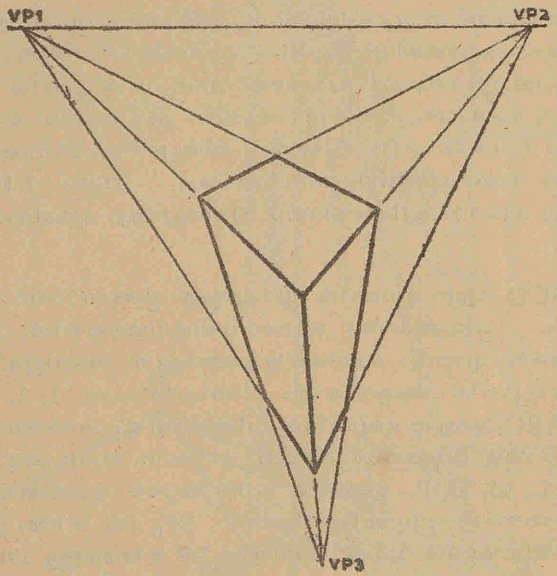

ചിത്രം 7.10 ഉദാഹരണം— ദ്വിബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം

പടിയായി ചെയ്യേണ്ടതു് രണ്ടു വ്യൂഹം സമാന്തരരേഖകൾക്കുള്ള ഇടത്തും വലത്തും അദൃശ്യബിന്ദുക്കൾ (VPL ഉം VPR ഉം) നിർണയിക്കലാണു്. $SP_h$ -ൽ നിന്നു് ഈ വ്യൂഹങ്ങൾക്കു് സമാന്തരമായി രണ്ടു രേഖകൾ വരയ്ക്കുക. (അതായതു് മുകൾക്കാഴ്ചയിലെ AE യ്ക്കും AB യ്ക്കും സമാന്തരമായി). ഈ വരകൾ PP യെ L ലും R ലും മുറിക്കുന്നു. ഈ ബിന്ദുക്കളെ താഴോട്ടു് പ്രക്ഷേപിച്ചു് കേന്ദ്രരേഖമേൽ VPL ഉം VPR ഉം അടയാളപ്പെടുത്തുക. ഇവയാണു് രണ്ടു അദൃശ്യബിന്ദുക്കളുടെയും പരിപ്രേക്ഷ്യങ്ങൾ. കുത്തനെ വക്കായ AC യുടെ പരിപ്രേക്ഷ്യം A′ C′, PP യിന്മേൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ ഭൂരേഖമേൽ കുത്തനെ നില്ക്കും വിധത്തിൽ, അതിന്റെ ശരിയായ നീളത്തിൽത്തന്നെ വരയ്ക്കാം. ഏതെങ്കിലും മൂല-E- (മുകൾക്കാഴ്ചയിൽ) യുടെ പരിപ്രേക്ഷ്യം അതിനു സംഗതമായ പിളർക്കൽബിന്ദുവായ e-യിൽ നിന്നു് PP യ്ക്കു ലംബമായി ഒരു രേഖ വരച്ചാൽ കിട്ടുന്നതാണു്. ഈ ലംബം A—VPL എന്ന രേഖയെ E′-ൽ മുറിക്കുന്നു. E′, E യുടെ പരിപ്രേക്ഷ്യമായിരിക്കും. ഇപ്രകാരം മറ്റു മൂലകളുടെ പരിപ്രേക്ഷ്യങ്ങളും നിശ്ചയിക്കുക. ചിത്രം 7.10-ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതിൽ കാണിച്ച പ്രകാരം പ്രിസത്തിന്റെ പരിപ്രേക്ഷ്യം മുഴമിക്കാം.

ഇനി ABCD എന്ന മുഖത്തിൽ വരച്ചിട്ടുള്ള വൃത്തത്തിന്റെ പരിപ്രേക്ഷ്യം നിർണയിക്കാം. ചിത്രത്തിന്റെ താഴെ വലതുവശമൂലയിൽ, ഭൂരേഖ മേൽ നില്ക്കുന്ന വിധത്തിൽ വൃത്തവും അതിനെ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന സമചതുരവും അവയുടെ ശരിയായ വലിപ്പത്തിലും ആകൃതിയിലും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. 1, 2, 3... മുതലായ ബിന്ദുക്കൾ, ABCD എന്ന മുഖത്തിലെ വിലങ്ങനെയും കുത്തനെയുമായ സമാന്തരരേഖകളുടെ രണ്ടു വ്യൂഹങ്ങൾ തമ്മിൽ മുറിക്കുന്ന ബിന്ദുക്കളാണു്. വ്യൂഹങ്ങളിലെ K, L, M, N, P മുതലായ ബിന്ദുക്കളുടെ മുകൾക്കാഴ്ചകൾ AB എന്ന വക്കിൽ അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. $SP_h$ -ൽ നിന്നും ഈ ബിന്ദുക്കളിലേക്കു് പ്രക്ഷേപകങ്ങൾ വരച്ചു് അവയുടെ PP യിന്മേലുള്ള പിളർക്കൽബിന്ദുക്കളായ k, l, m, n, p എന്നിവ കണ്ടു പിടിക്കുക. ഒരു മാതൃകാബിന്ദുവായെടുക്കാവുന്ന വൃത്തത്തിന്മേലുള്ള 2 എന്ന ബിന്ദു P യിലൂടെ കുത്തനെവരയും വിലങ്ങനെയുള്ള RR ഉം തമ്മിൽ മുറിക്കുന്ന സ്ഥാനത്തു സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. R′ ന്റെ A′ C′ ന്മേലുള്ള പരിപ്രേക്ഷ്യബിന്ദു R-ന്റെ A′ C′ ന്മേലുള്ള വിലങ്ങനെയുള്ള പ്രക്ഷേപം തന്നെയാണു്. കാരണം A′ C′ അതിന്റെ യഥാർഥനീളത്തിൽ തന്നെയാണു് കാണപ്പെടുന്നതു്. R ഉം VPR ഉം കൂട്ടിച്ചേർത്തു് R′ R′ എന്ന പരിപ്രേക്ഷ്യം മുഴമിക്കുക. PP യ്ക്കു ലംബമായി, പിളർക്കൽബിന്ദുവായ P യിലൂടെ ഒരു രേഖ വരയ്ക്കുക. ഈ ലംബരേഖ A′ B′ നെ P′ ലും R′ R′ നെ 2′ ലും മുറിക്കുന്നു. 2 എന്ന ബിന്ദുവിന്റെ പരിപ്രേക്ഷ്യമായിരിക്കും 2′. അഗ്രമുഖത്തിലെ വൃത്തത്തിലെ മറ്റു ബിന്ദുക്കളും ഇതേ പോലെ നിശ്ചയിക്കാവുന്നതാണു്. ഈ ബിന്ദുക്കളിലൂടെ ഒരു നേരിയ വക്രം വരയ്ക്കാവുന്നതാണു്.

## 7.8 ത്രിബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം

ഏകബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യത്തിലും ദ്വിബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യത്തിലും PP വസ്തുവിന്റെ കുത്തനെ വക്കുകൾക്ക് സമാന്തരമായിട്ടാണല്ലൊ എടുക്കുന്നത്. PP ഇപ്രകാരം പ്രിസത്തിന്റെ ഒരു വക്കിനും സമാന്തരമല്ലെങ്കിൽ, പ്രിസത്തിലെ മൂന്നു സമാന്തരരേഖാവ്യൂഹങ്ങളുടെ പരിപ്രേക്ഷ്യങ്ങൾക്ക് മൂന്നു അദൃശ്യബിന്ദുക്കളുണ്ടാവും (ചിത്രം 7.11)




ചിത്രം 7.11 ഉദാഹരണം : ത്രിബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം

ത്രിബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം അപൂർവമായേ ഉപയോഗിക്കാറുള്ളൂ. അതിനാൽ ഈ പുസ്തകത്തിൽ അതിനെപ്പറ്റി വിവരിക്കുന്നില്ല.

# 8

# മെഷീൻവരപ്പ്

## 8.1 സരളമായ മെഷീൻഭാഗങ്ങളുടെ വെറുംകൈവരപ്പ് (Free hand Sketching)

പ്രായോഗികഎൻജിനീയറിങ്ങിൽ വെറുംകൈവരപ്പിനു് സുപ്രധാനമായ ഒരു സ്ഥാനമാണുള്ളതു്. ഒരു പുതിയ ഡിസൈൻ ആദ്യമായി സ്കെച്ചുകയും പിന്നീടു് അളവുതോതിൽ വരയ്ക്കുകയുമാണു് ചെയ്യുന്നതു്. ഒരു പ്രത്യേക ഡിസൈനിന്റെ ധാരാളം സ്കെച്ചുകൾ തയ്യാറാക്കിയ ശേഷമേ അവയിൽ ഏറ്റവും നല്ലതു തിരഞ്ഞെടുത്തു് ശരിയായ വരപ്പിനുപയോഗിക്കാൻ പറ്റൂ.

ഇപ്പോഴുള്ള മെഷീനിൽ മാറ്റം വരുത്തുമ്പോൾ അതാതു ഭാഗത്തിന്റെ വെറും കൈസ്കെച്ചായിരിക്കും വാഗ്വിവരണത്തെക്കാൾ മനസ്സിലാക്കാനെളുപ്പം. സ്കെച്ചുന്നതിനു് ആവശ്യമായ ഉപകരണങ്ങൾ പെൻസിൽ, കടലാസ്സു്, മായ്ക്കുന്ന ഇവ മാത്രമാണു്. ഏറ്റവും എളുപ്പത്തിലും വേഗത്തിലും ഒരു യന്ത്രഭാഗത്തിന്റെ വിശദാംശങ്ങൾ പറഞ്ഞു മനസ്സിലാക്കാൻ സ്കെച്ചാണു് നല്ലതു്. കുറച്ചു് അഭ്യാസം കൊണ്ടു് നല്ല വൃത്തിയിൽ ചെയ്യാനും കഴിയും.

വെറുംകൈസ്കെച്ചുകൾ ബഹുദൃശ്യപ്രക്ഷേപങ്ങളായി വരയ്ക്കാവുന്നതാണു്. അതു കൂടാതെ അക്ഷാണമിതികം, തിര്യക്, പരിപ്രേക്ഷ്യം മുതലായ മറ്റു തരത്തിലുള്ള ആകൃതിചിത്രങ്ങളായും വരയ്ക്കാം. നീളം, വീതി, ഉയരം (വണ്ണം) എന്നിവ ആദ്യമായി നേരിയ വരകൾ കൊണ്ടു് ലഘുവായി വരയ്ക്കുക. പിന്നീടു് ഇവയെ അക്ഷങ്ങളാക്കി ഇവയെ അവലംബിച്ചു് മറ്റു വിശദാംശങ്ങൾ വരച്ചു ചേർക്കാവുന്നതാണു്. ഗ്രാഫുകടലാസ്സുകളോ ചതുരക്കള്ളികളിട്ട കടലാസ്സുകളോ ഈ ആവശ്യത്തിനു് വളരെ പ്രയോജനകരമാണു്. ഇവയിൽ പരസ്പരലംബങ്ങളായ വരകളുള്ളതു കൊണ്ടു് അവയെ അക്ഷങ്ങളായുപയോഗപ്പെടുത്താം.

ഒരു സ്കെച്ചിലെ എല്ലാ വരകളും ഒരേ പോലെയിരിക്കണമെന്നില്ല. പുറവരകളെപ്പോലെ (out lines) പ്രധാനപ്പെട്ടവ മാത്രം കട്ടി കൂടിയവയായും, മറ്റുള്ളവ നേരിയവയായും വരയ്ക്കാവുന്നതാണ്. മറഞ്ഞ ഭാഗങ്ങൾ കുത്തുവരകൾ കൊണ്ട് (Dotted lines) കാണിക്കുന്നതു് വളരെ അത്യാവശ്യമാണെങ്കിൽ മാത്രം മതി.

സ്കെച്ചുകൾ അളവുതോതെടുത്തല്ല വരയ്ക്കുന്നതു്. പക്ഷെ വസ്തുവിന്റെ ഒരു മുഴുആകൃതി കിട്ടാനായി സ്കെച്ചുകൾ ശരിക്കു് തോതൊപ്പിച്ചു് വരയ്ക്കേണ്ടതുണ്ടു്. സ്കെച്ചിന്റെ വലിപ്പം സൗകര്യത്തെ മാത്രം ആധാരമാക്കിയാണു് നിശ്ചയിക്കേണ്ടതു്.

വെറുംകൈസ്കെച്ചിൽ മൃദുവായ HB പെൻസിലോ F ഇനം പെൻസിലോ സൂചിമുന പോലെ കൂർപ്പിച്ചുപയോഗിക്കണം. വളരെ നേരിയ വരകൾ വരയ്ക്കാൻ സൂക്ഷ്മമായ മുനയുള്ള പെൻസിൽ തന്നെ വേണം. അല്ലാത്തപ്പോഴെല്ലാം മുന അത്ര കൂർത്തതാകണമെന്നില്ല, കുറച്ചു മുഴുത്തതാവാം.

## 8.2 പിരിയാണിയുടെ തോതിലുള്ള വരപ്പുകർമം

**കുറിപ്പുകർമം :**

പല മെഷീൻഭാഗങ്ങളുടെയും ഒരു പ്രധാനഘടകമാണു് പിരിയാണി. അതിന്റെ പ്രധാനധർമങ്ങൾ താഴെ കൊടുക്കുന്നു :

(a) ഭാഗങ്ങളെ തമ്മിൽ കൂട്ടി നിർത്തുക.

(b) ഒരു ഭാഗത്തിനനുസൃതമായി മറെറാരു ഭാഗത്തെ ഒപ്പിക്കുക.

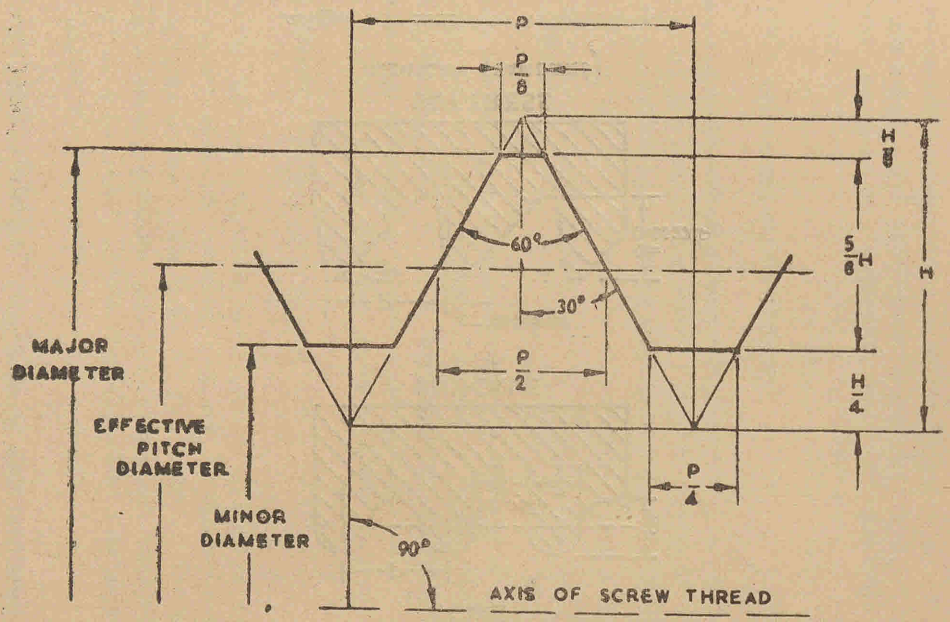
(c) ശക്തിപ്രേഷണം ചെയ്യുക.

**നിർവചനങ്ങൾ :**

പിരിയാണിയുടെ പ്രവർത്തനത്തിൽ പലപ്പോഴും ഉപയോഗിച്ചു വരുന്ന ചില സാങ്കേതികപദങ്ങൾ താഴെ കൊടുക്കുന്നു :

### സ്ക്രൂപിരി (സ്ക്രൂചാലു്)

ഹെലികമോ ചുരുളോ ആകൃതിയിലുള്ള ചാലുകളാൽ തുടർച്ചയായും ഒരേ ഛേദത്തിലും, ഒരു സിലിണ്ടറിന്റെ ഉപരിതലത്തിന്മേൽ ഉണ്ടാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന വരമ്പിനെയാണു് സ്ക്രൂപിരി (Screw thead) എന്നു വിളിക്കുന്നതു്. സ്ക്രൂവിന്റെ അക്ഷത്തിനു സമാന്തരമായ ദിശയിൽ, അതിന്റെ (പിരിയുടെ) ഗതിവക്ര (Contour) ത്തിന്മേൽ എടുക്കുന്ന ഏതു രണ്ടു ബിന്ദുക്കളുടെയും ഇടയിലുള്ള ദൂരം, അവ അക്ഷവുമായുണ്ടാക്കുന്ന കോണീയസ്ഥലനീക്ക (Angular displacement)ത്തിനു് ആനുപാതികമായിരിക്കും.

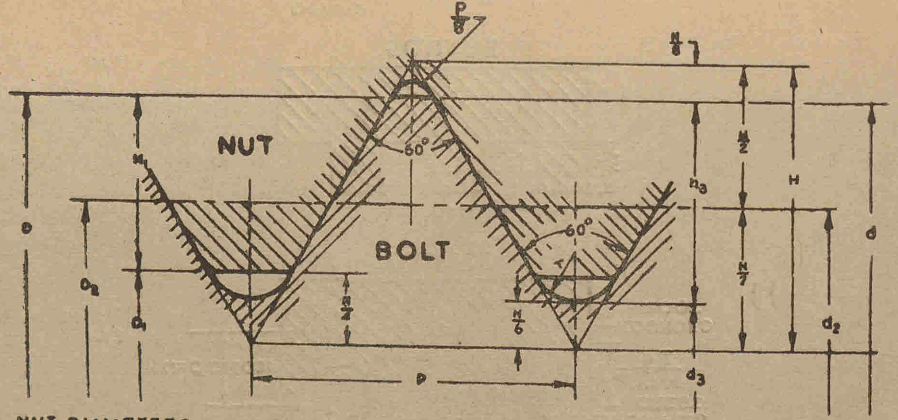



$H = 0.866\,03P$ $\quad \frac{H}{8} = 0.108\,25P$

$\frac{H}{4} = 0.216\,51P$ $\quad \frac{5}{8}H = 0.541\,27P$

BASIC PROFILE OF ISO METRIC SCREW THREAD

IN PRACTICE THE ROOT IS ROUNDED AND CLEARED BEYOND A WIDTH OF $\frac{P}{8}$




NUT DIAMETERS

P = PITCH

$H = 0.866\,03P$

$D = d = \text{MAJOR DIAMETER}$

$D_2 = d_2 = d - \frac{3}{4}H$

$= d - 0.649\,5P$

$D_1 = d_2 - 2\left[\frac{H}{2} - \frac{H}{4}\right] = d - 2H_1 = d - 1.082\,5P$

$d_3 = d_2 - 2\left[\frac{H}{2} - \frac{H}{6}\right] = d - 1.226\,8P$

$H_1 = \frac{D - D_1}{2} = \frac{5}{8}H = 0.541\,2P$

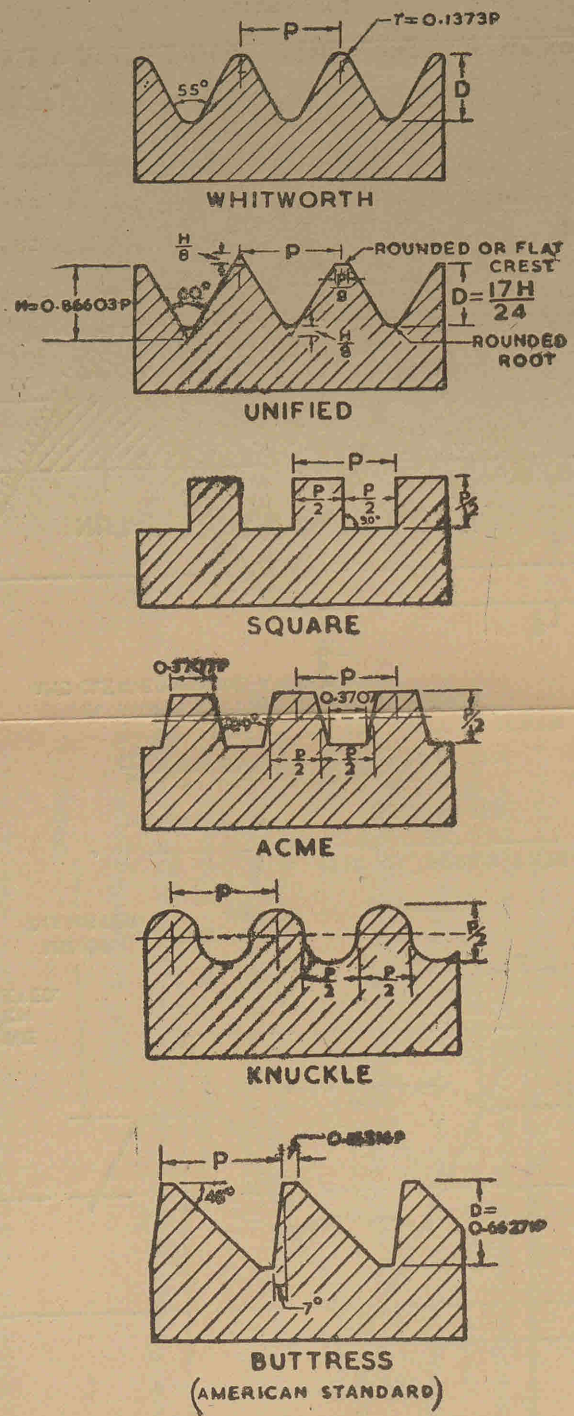
BOLT DIAMETERS

$h_3 = \frac{d - d_3}{2} = \frac{17}{24}H$

$= 0.613\,4P$

$r = \frac{H}{6} = 0.144\,3P$

ISO METRIC SCREW THREAD DESIGN PROFILES OF NUT AND BOLT




ചിത്രം 8.2 പല തരം സ്ക്രൂപിരികൾ

### പുറംസ്ക്രൂപിരി (External screw thread)

ഇതു് ഒരു സിലിണ്ടറിന്റെ പുറംഭാഗത്തുണ്ടാക്കപ്പെട്ട സ്ക്രൂ ആകുന്നു. ഒരു ബോൾട്ടിന്നു മീതെയുള്ള പിരി ഇതിന്നുദാഹരണമാണു്. ഇവ ഒരു ലേത്തുപയോഗിച്ചു് മുറിച്ചുണ്ടാക്കുകയോ പിരിയുണ്ടാക്കുന്ന ഡൈ ഉപയോഗിച്ചു് മുറിക്കുകയോ ആവാം.

### ഉൾസ്ക്രൂപിരി (Internal screw thread)

ഒരു പൊള്ളസിലിണ്ടറിന്റെ അകഭാഗത്തുണ്ടാക്കിയ പിരികളാണിവ. ഒരു നട്ടിലെ പിരി ഇതിന്നുദാഹരണമാണു്. ഇത്തരം പിരികൾ സാധാരണയായി ടാപ്പുകളുപയോഗിച്ചോ ലേത്തുകൾ കൊണ്ടോ മുറിച്ചുണ്ടാക്കാവുന്നതാണു്.

### പിരിയിട (Pitch)

തൊട്ടടുത്ത വരികളിന്മേൽ രണ്ടു സംഗതബിന്ദുക്കൾക്കിടയിൽ അക്ഷത്തിന്നു സമാന്തരമായുള്ള ദൂരമാണു് സ്ക്രൂവിന്റെ പിരിയിട. മെട്രിക്വ്യവസ്ഥയിൽ ഇതു് മില്ലിമീറ്ററിലാണളക്കുക. F. P. S. വ്യവസ്ഥയിൽ ഇഞ്ചിലോ T. P. I., അതായതു് ഓരോ ഇഞ്ചിനുമുള്ള പിരികൾ– പ്രത്യംഗുലപിരി ആയിട്ടോ പറയാവുന്നതാണു്. ഇഞ്ചിലുള്ള അകലത്തിന്റെ വ്യാൽക്രമമാണു് T. P. I.

### സ്ക്രൂമുൻപോക്കു് (Lead of a Screw)

അക്ഷത്തിന്നു ചുറ്റും സ്ക്രൂവിനെ ഒരു മുഴുവൻ പ്രാവശ്യം കറക്കിയാൽ അതു് അക്ഷത്തിന്റെ ദിശയിൽ നീങ്ങുന്ന ദൂരമാണു് സ്ക്രൂമുൻപോക്കു്. ഒറ്റപ്പിരിയുള്ളവസ്തു് മുൻപോക്കും പിരിയിടയും സമമായിരിക്കും. ഒന്നിൽ കൂടുതൽ പിരിയുള്ളവസ്തു്— അതായതു് രണ്ടോ അധികമോ പിരികൾ വശത്തോടു വശം മുന്നേറുന്നവസ്തു്— മുൻപോക്കു്, പിരിയിടയെ അത്തരം പിരികളുടെ എണ്ണം കൊണ്ടു ഗുണിച്ചാൽ കിട്ടുന്നതായിരിക്കും.

### വലംപിരികളും ഇടംപിരികളും (Right hand and left hand threads)

ഒരു സ്ക്രൂപിരി നട്ടിന്നകത്തേയ്ക്കു് ഘടികാരസൂചിയുടെ ദിശയിലാണു്— വലത്തോട്ടു്– കറങ്ങിക്കയറുന്നതെങ്കിൽ അതിനെ വലംപിരി എന്നു വിളിക്കാം. എതിർദിശയിലൂടെയാണെങ്കിൽ ഇടംപിരി എന്നും.

### വലിയ വ്യാസം (Major Diameter)

ഒരു സ്ക്രൂവിന്റെ ഏറ്റവും വലിയ വ്യാസമാണു് അതിന്റെ വലിയ വ്യാസം.

### ചെറിയ വ്യാസം (Minor Diameter)

സ്ക്രൂവിന്റെ ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ വ്യാസമാണ് ചെറിയ വ്യാസം.

### പിരിയിടവ്യാസം അഥവാ സഫലവ്യാസം (Pitch dia or effective dia)

പിരിയുടെയും ചാലിന്റെ (വിടവ്-gap)യും വീതികൾ സമമാകുന്നതും വലിയ വ്യാസത്തിനും ചെറിയ വ്യാസത്തിനുമിടയ്ക്കുള്ളതുമായ വ്യാസമാണ് പിരിയിടവ്യാസം.

### തല (Crest)

ഒരു സ്ക്രൂപിരിയുടെ ഏറ്റവും മുകളിലത്തെ നിരപ്പിനെയാണ് തല എന്നു വിളിക്കുന്നത്.

### കട (Root)

ഒരു സ്ക്രൂപിരിയുടെ താഴെ അറ്റത്തെ നിരപ്പിനെയാണ് കട എന്നു പറയുന്നത്.

### പല തരം സ്ക്രൂപിരികൾ

പല ആവശ്യങ്ങൾക്കായി പല തരം സ്ക്രൂപിരികൾ ആകൃതിപ്പെടുത്താറുണ്ട്. ചിത്രം 8. 1-ൽ .25 മി. മീ മുതൽ 39 മി. മീ വരെ വ്യാസങ്ങളുള്ള സാധാരണ ആവശ്യങ്ങൾക്കുള്ള പല തരം പിരിരൂപങ്ങൾ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇവ ഇന്ത്യൻപ്രമാണങ്ങൾ (Indian standards) അനുസരിച്ച് നിർമിച്ചവയാണ്. ഒരു മെടിക് സ്ക്രൂ താഴെ പറയും വിധം നിർദേശിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. M $10 \times 1.25$ സ്ക്രൂ പിരി എന്നു വെച്ചാൽ 10 മി. മീ. വ്യാസവും 1.25 മി. മീ. പിരിയിടയും ഉള്ള ഒരു സ്ക്രൂ എന്നർഥം. ഇത്തരം പിരികളെ V-പിരി എന്നു വിളിക്കാം.

മറ്റു രണ്ടു തരം V-പിരികൾ ഇവയാണ്: (1) ഏകീകൃത V-പിരി (2) വിറ്റ്വർത്ത് പിരി—ഇതിനെ B. S. W. എന്നും വിളിക്കുന്നു—അതായതു് ബ്രിട്ടീഷ് സ്റ്റാന്റേർഡ് വിറ്റ്വർത്ത്. ഇതിൽ ഇഞ്ചു മാത്രകളാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

പല തരം പിരിയുടെ ആകൃതികൾ ചിത്രം 8.2 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഉദാ:—

**ചതുരപ്പിരി (square thread)** : ഇതു് ശക്തിപ്രേഷണ (അയസ്സൽ) ത്തിനുപയോഗിക്കുന്നു.

**ആകു്മെ പിരി (Acme thread)** : ശക്തിപ്രേഷണത്തിന്നാണിതും ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. പക്ഷെ ഉറപ്പിലും ഉണ്ടാക്കാനുള്ള എളുപ്പത്തിന്റെ കാര്യത്തിലും ഇതു് ചതുരപ്പിരിയെക്കാൾ മെച്ചമാർന്നതാണു്.

**നക്കിൾ പിരി (Knuckle Screw)** : ലോഹഷീറുകളിലും കുപ്പിയടപ്പു (bottle tops) കളിലും മറ്റും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

**ബട്രസു് പിരി (Buttress thread)** : ഒരു ദിശയിൽ മാത്രം ശക്തിപ്രേഷണം നടത്തുവാൻ ഇതുപയോഗിക്കുന്നു.

## സ്ക്രൂ പിരിയുടെ ചിത്രീകരണം (Representation of Screw thread)

ഒരു സ്ക്രൂ പിരി അതിന്റെ ശരിയായ ഹെലികആകൃതിയിൽ വരയ്ക്കുക എന്നതു് വിഷമം പിടിച്ച കാര്യമാണു്. ഇപ്രകാരം വരച്ചാൽത്തന്നെയും കാണാൻ ചന്തമുണ്ടാകുമെന്നല്ലാതെ മറ്റു പ്രയോജനങ്ങളൊന്നും കാണില്ല. ഇതിനാൽ സ്ക്രൂ പിരികളെ ചില പ്രതീകങ്ങളുപയോഗിച്ചാണു് ചിത്രീകരിക്കുന്നതു്. ഇതു് എളുപ്പം വരയ്ക്കാനും മനസ്സിലാക്കാനും സഹായിക്കുന്നു.

പിരിയെക്കുറിച്ചുള്ള വിശദവിവരങ്ങൾ—അകലം, തരം, വ്യാസം, ഇടമോ വലമോ—കുറിപ്പുകളായിക്കൊടുക്കാം.

ചിത്രം 8. 3–ൽ കീഴ്വഴക്കപ്പെട്ടുത്തിയ ചില പ്രതീകങ്ങൾ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഇവ ഇന്ത്യൻനിലവാരസ്ഥാപനം (Indian standard Institution) അംഗീകരിച്ചവയാണു്.

ചിത്രം 8. 4 ലും 8. 5 ലും V–പിരിയുടെയും ചതുരപ്പിരിയുടെയും കുറെക്കൂടി വിശദമായ ചിത്രീകരണം വരച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ക്രമങ്ങൾ താഴെ കൊടുക്കാം.

1) പിരിയുടെ കേന്ദ്രരേഖ, നീളം, വലിയ വ്യാസം, ചെറിയ വ്യാസം ഇവ വരയ്ക്കുക.

2) അക്ഷത്തിനു ലംബമായി ഒരറ്റത്തു് ഒരു രേഖ വരയ്ക്കുക.

3) വലംപിരിയാണെങ്കിൽ, മുകൾവരയുടെ അറ്റത്തു് P/2 നീളം അടയാളപ്പെടുത്തുക. ഇടംപിരിക്കു് ഇതേ നീളം താഴെ വരയുടെ അറ്റത്തു നിന്നാവണം അടയാളപ്പെടുത്തേണ്ടതു്. വലംപിരിയ്ക്കു്, (R. H.) പിരി താഴോട്ടു് ഇടതു ഭാഗത്തേയ്ക്കും ഇടം (L. H.) പിരിക്കു് നേരെ മറിച്ചുമാണു്, പിരികൾ പുറം പിരികളാണെങ്കിൽ, ചരിഞ്ഞിറങ്ങുന്നതു്. ഉൾപ്പിരികളുടെ കാര്യത്തിൽ നേരെ മറിച്ചും. ഇവയുടെ ഛേദമാണു് ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്.

4) അകലത്തിന്റെ നീളമെടുത്തു് വലിയ വ്യാസത്തിന്റെയും ചെറിയ വ്യാസത്തിന്റെയും വരകൾക്കിടയിൽ പിരിയുടെ രൂപം വരയ്ക്കുക.

5) തലയും തലയും തമ്മിലും കടയും കടയും തമ്മിലും കൂട്ടിച്ചേർക്കുക. ചതുരപ്പിരിക്കു്, ചതുരത്തിന്റെ സംഗതബിന്ദുക്കൾ മാത്രം കൂട്ടിച്ചേർക്കുകയും, കാണപ്പെടുന്ന ഭാഗങ്ങൾ മാത്രം കാണിയ്ക്കുയും ചെയ്യുക.

## 8.3 ബോൾട്ടുകൾ, റിവെറ്റുകൾ, മറ്റു പിടിപ്പുകൾ (Fasteners)

മെഷീനുകളുടെയും സംരചനകളുടെയും വിവിധഭാഗങ്ങൾ കൂട്ടി ഘടിപ്പിക്കാൻ പല തരത്തിലുള്ള പിടിപ്പുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ചിലവ താല്ക്കാലിക പിടിപ്പുകൾ മാത്രമാണു്. ഉദാ: ബോൾട്ടുകൾ, നട്ടുകൾ, സ്ക്രൂകൾ, സ്റ്റഡുകൾ, പിന്നുകൾ, ക്ലിപ്പുകൾ. മറ്റു ചിലവ സ്ഥിരമായ പിടിപ്പുകളാകുന്നു.

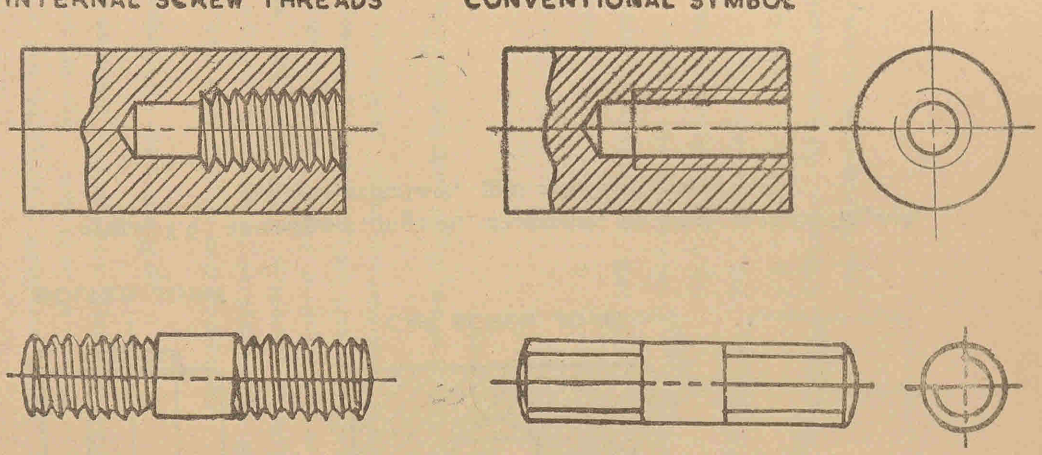
ഉദാ: റിവെറ്റുകൾ.

## 8.4 ബോൾട്ടുകൾ, നട്ടുകൾ, സ്റ്റഡുകൾ

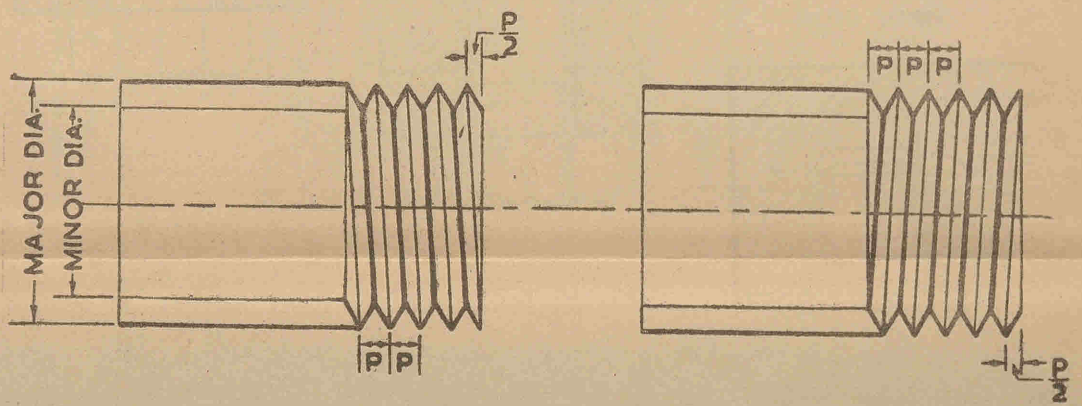
ഒരറ്റത്തു് സ്ക്രൂപിരികളും മറേറ അറ്റത്തു് ഷഡ്ഭുജമോ ചതുരമോ ആയ ശീർഷവും ഉള്ള ഒരു നീണ്ടുരുണ്ട ദണ്ഡാകുന്നു ബോൾട്ടു്. ഇതിനനുസരിച്ചു് ബോൾട്ടിനെ ഷഡ്ഭുജശീർഷമെന്നോ ചതുരശീർഷമെന്നോ പറയാം. (ചിത്രങ്ങൾ 8.8, 8.9).

നട്ടു് ഇതേ പോലെ ഷഡ്ഭുജമോ ചതുരമോ ആയതും കേന്ദ്രത്തിലൂടെ പിരിയുള്ള ഒരു ദ്വാരം കടന്നു പോകുന്നതുമായ നിർമിതിയാകുന്നു. ഒരു ബോൾട്ടു്, സാധാരണയായി പിരിയില്ലാതെ തുളച്ച ഒരു ദ്വാരത്തിലൂടെയാണു് നട്ടോട്ടു കൂടെ ഉപയോഗിക്കുന്നതു് (ചിത്രം 8.6)

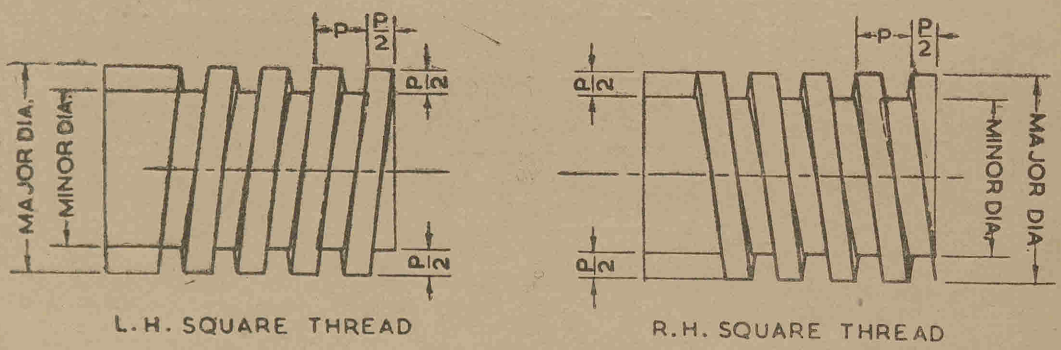
ബോൾട്ടു്, കാപ്സ്ക്രൂ, ടാപ്ബോൾട്ടു് ഇവയെല്ലാം കാഴ്ചയിൽ ഒരേ പോലെയിരിക്കും. അവയുടെ പ്രയോഗത്തിൽ മാത്രമേ വ്യത്യാസമുള്ളു. ഒരു കാപ്സ്ക്രൂ, പിരിയുള്ള തുളയിൽ നട്ടു കൂടാതെ നേരെ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നതാണു്. ഒരു സ്റ്റഡു് (ചിത്രം 8.3, 8.6) രണ്ടറ്റത്തും പിരികളുള്ള പിന്നാണു്.



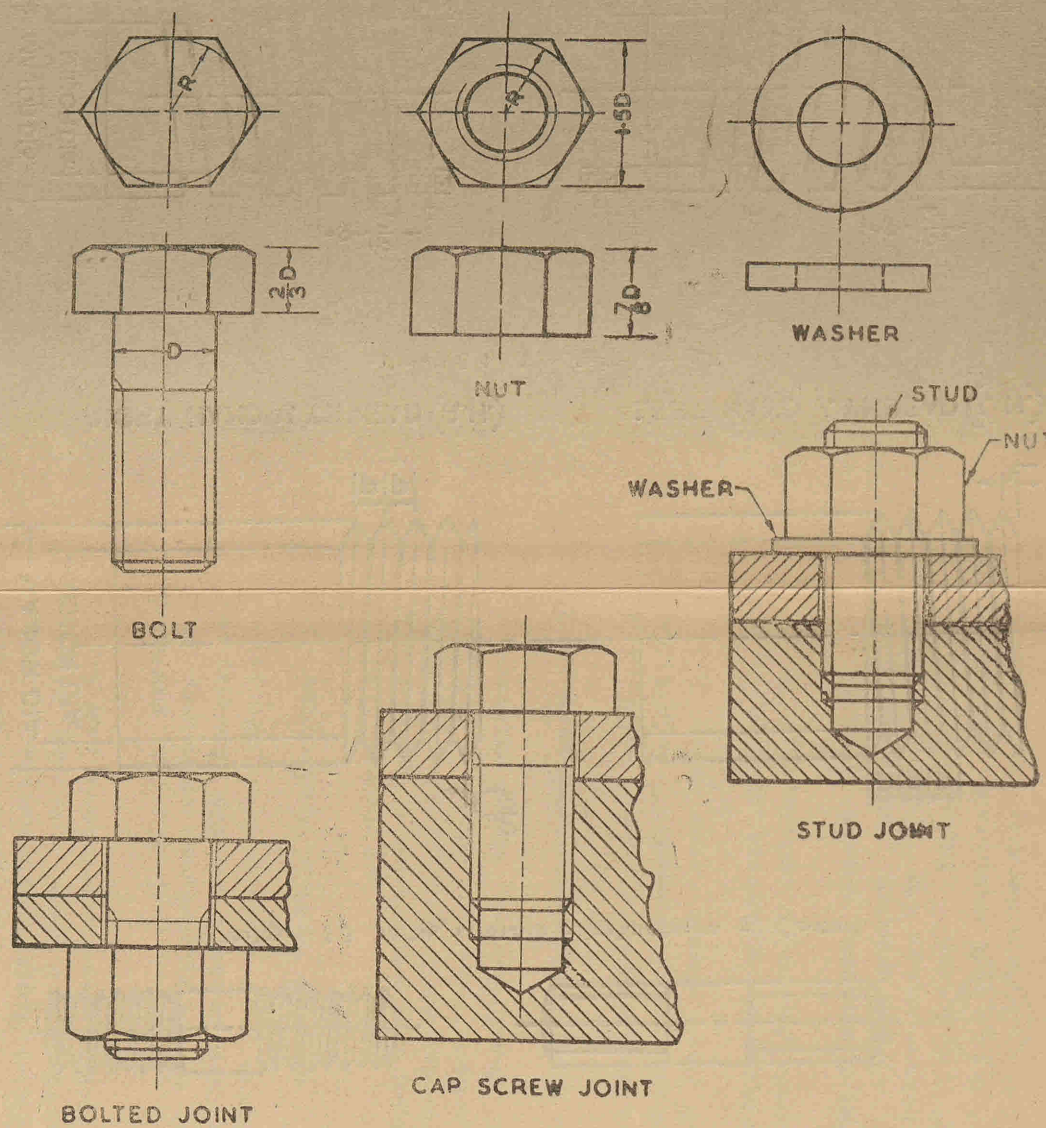

ചിത്രം 8.3 സ്ക്രൂപിരികൾ ചിത്രീകരിക്കുന്ന പ്രതീകങ്ങൾ




ചിത്രം 8.4 V-പിരി വരയ്ക്കൽ

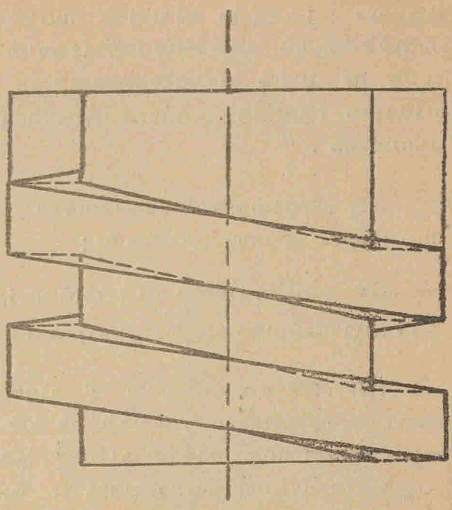



ചിത്രം 8.5 (a) ചതുരപ്പിരി വരയ്ക്കൽ




ചിത്രം 8.6 ബോൾട്ടുകൾ, നട്ടുകൾ, വാഷറുകൾ, സ്റ്റഡുകൾ, കാപ്സ്ക്രൂകൾ, ഇവയുടെ സന്ധികൾ, ഇവ ചിത്രീകരിക്കുന്ന വിധം

ഇതിന്റെ ഒരറ്റം ആവശ്യമുള്ള ഘന വസ്തുവിലുണ്ടാക്കിയിട്ടുള്ള പിരിത്തുള യിൽ ചെലുത്തുന്നു. മറ്റെയറ്റം ഒരു നട്ടിന്റെ സഹായത്തോടെ വേ റൊരു ഘനവസ്തുവിലേയ്ക്ക് പിടി പ്പിക്കാം. നട്ടിനെ ശരിയായി സ്ഥാ നത്തു നിർത്താൻ വാഷറുകൾ ഉപ യോഗിക്കുന്നു.



ചിത്രം 8. 5(b) ചതുരപ്പിരി വരയ്ക്കൽ

## 8. 5. ടാപ്പുള്ള ദ്വാരത്തിന്റെ ചിത്രീകരണം (Representation of tapped hole)

പണിശാലയിൽ നിർമിക്കാനെടുക്കുന്ന ക്രമം തന്നെയാണ് വരയ്ക്കുന്നതിലും പാലിക്കുന്നത്. ആദ്യമായി ദ്വാരമുണ്ടാക്കപ്പെടുന്ന ഭാഗം വരയ്ക്കുക. പിന്നീട് ഉൾഭാഗത്തെ പിരിയുടെ നീളം കാണിക്കുക. ചിത്രം 8.7 (c) യിൽ ഇത്തരം ഒരു സ്റ്റഡ് സ്ഥാനത്തുറപ്പിച്ച നിലയിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ദ്വാരത്തിന്റെ കട്ടി വരയ്ക്കും, പിരിയെ കാണിക്കുന്ന നേരിയ വരയ്ക്കും ഇടയിലുള്ള വിടവ് ഏകദേശം പിരിയുടെ ആഴത്തിന്റെ അത്രയായിരിക്കും.

## 8. 6 ബോൾട്ടും നട്ടും വരയ്ക്കൽ

നീളത്തിലൂടെ ഛേദമെടുത്ത നിലയിൽ ബോൾട്ട്, നട്ട്, സ്ക്രൂ, സ്റ്റഡ് ഇവ കാണിക്കാറില്ല. തൊട്ടടുത്ത ഭാഗങ്ങൾ ഛേദവരകളാൽ കാണിക്കാറുണ്ടെങ്കിലും ഈ പിടിപ്പുകൾ മുഴുരൂപത്തിലാണ് വരയ്ക്കാറുവതിനു് (ഛേദമെടുക്കാതെ).

ഈ പിടിപ്പുകൾ സാധാരണ വൻതോതിൽ നിർമിക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ അവയുടെ അളവുകൾ നിലവാരപ്പെടുത്തിയവയായിരിക്കും. അതു കൊണ്ട്, പലപ്പോഴും ബോൾട്ട്, നട്ട് എന്നിവയുടെ വിശദവരപ്പുകൾ ആവശ്യമായി വരില്ല. അവയുടെ വലിപ്പവും മറ്റു വിവരങ്ങളും കുറിപ്പായി കൊടുത്താൽ മതിയാകും. പക്ഷെ ഒരു മെഷീന്റെ അസംബ്ളിച്ചിത്രത്തിൽ ബോൾട്ട്

കളെയും നട്ടുകളെയും അവയുടെ സ്ഥാനത്തിൽ കാണിക്കേണ്ടി വരും. ഈ സന്ദർഭങ്ങളിൽ ഏകദേശവലിപ്പത്തിൽ മാത്രം വരച്ചാൽ മതിയാകും. അവയുടെ അളവുകൾ കാണിക്കേണ്ടതുമില്ല. ശരിവലിപ്പങ്ങൾ ഇന്ത്യൻ നിലവാര നിർദ്ദേശ (Indian standard specifications) ങ്ങളിൽ നിന്നും കണ്ടുപിടിക്കാവുന്നതാണ്.

ഒരു ബോൾട്ടുശീർഷമോ നട്ടോ ചിത്രീകരിക്കുന്നതിന്റെ ഒരേകദേശ സമ്പ്രദായം താഴെ കൊടുക്കുന്നു :

(i) ബോൾട്ടിന്റെ ഷാങ്കിന്റെ—ie. ഉടലിന്റെ വ്യാസം D ആണെങ്കിൽ $\frac{3}{4}$ D വ്യാസാർദ്ധമെടുത്ത് (ത്രിജ്യ) ഒരു വൃത്തം വരയ്ക്കുക.

(ii) 60° കോണമട്ടവും T ചട്ടവുമുപയോഗിച്ച് വൃത്തത്തിനു പുറത്ത് അതിനെ സ്പർശിക്കുന്ന ഭുജങ്ങളോടെ ഒരു ക്രമഷഡ്ഭുജം വരയ്ക്കുക. ഈ ചിത്രം ഷഡ്ഭുജബോൾട്ടു ശീർഷത്തിന്റെ മുകൾക്കാഴ്ചയായിരിക്കും. ഇതേപോലെ ചതുരശീർഷബോൾട്ടുകളും വരയ്ക്കാം. വൃത്തത്തിനു പുറത്ത് 45° മട്ടമുപയോഗിച്ച് ഒരു സമചതുരമാണ് വരയ്ക്കേണ്ടതെന്നു മാത്രം.

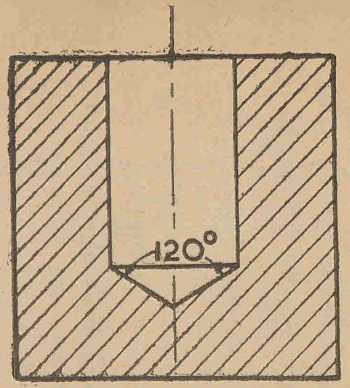
(iii) ഈ കാഴ്ചയിൽ നിന്ന് പ്രക്ഷേപിച്ച് ശീർഷത്തിന്റെ വണ്ണം $\frac{2}{3}$ D ആയെടുത്ത് ഒരു ദീർഘചതുരം വരയ്ക്കുക. കേന്ദ്രരേഖയിൽനിന്നുമശത്തും, $\frac{D}{2}$ ദൂരത്തിൽ രണ്ടു സമാന്തരരേഖകൾ വരയ്ക്കുക. ഇതിന്മേൽ ബോൾട്ടിന്റെ നീളം എടുത്താൽ ബോൾട്ടിന്റെ ഉടൽ കിട്ടും. ഈ നീളവും പിരിയുള്ള ഭാഗത്തിന്റെ നീളവും ഇന്ത്യൻ നിലവാരനിർദ്ദേശങ്ങളിൽ നിന്നും കണ്ടുപിടിക്കാവുന്നതാണ്. കീഴ് വഴക്കപ്പെടുത്തിയ പ്രതികമുപയോഗിച്ച് പിരിഭാഗം വരച്ച് സ്വതന്ത്രയറ്റത്ത് 45° ഒരു ചെത്ത് (Chamfer) വരയ്ക്കുക.

(iv) പിരിയുന്ന ഭാഗങ്ങൾക്കെതിരെയായൊ മുലകൾക്കെതിരെയായൊ മുകൾക്കാഴ്ചയുടെ പ്രക്ഷേപം വരയ്ക്കാവുന്നതാണ്. വിഷമമില്ലാതെ മനസ്സിലാക്കാൻ, മൂലകൾക്കെതിരെ ഒരു ഷഡ്ഭുജശീർഷവും വരയ്ക്കുക.

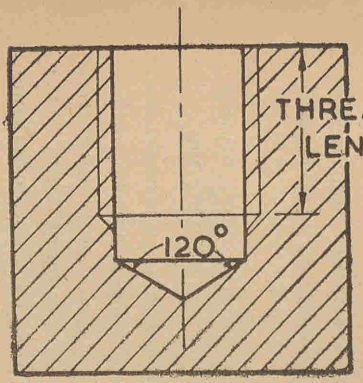
മൂലകൾക്കെതിരെ ഷഡ്ഭുജശീർഷം വരയ്ക്കുവാനായി ചിത്രം 8.8–ൽ കൊടുത്ത സമ്പ്രദായം സ്വീകരിക്കാം.

(iii)–ൽ വിവരിച്ച തരത്തിൽ ഒരു ദീർഘചതുരം വരച്ചു കൊണ്ട് താഴെ പറയുന്ന വിധം തുടരുക :—

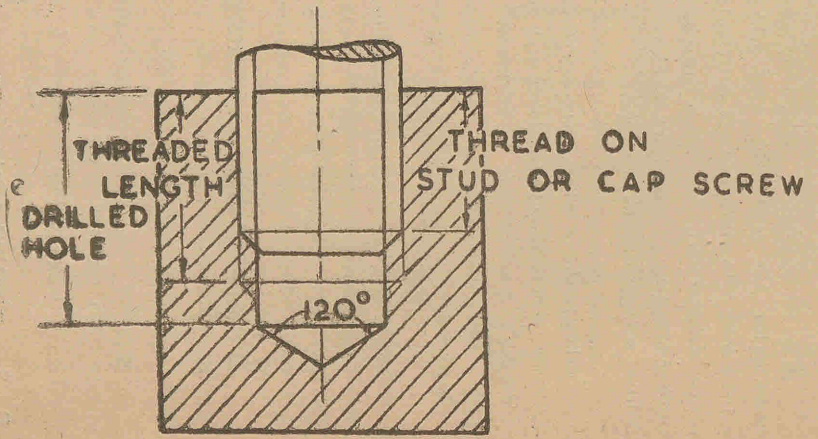
അക്ഷങ്ങളുമായി 30° കോണമുണ്ടാക്കത്തക്ക വിധത്തിൽ, പുറത്തുള്ള മുകൾമൂലകളിലൂടെ നിർമിതിരേഖകൾ വരയ്ക്കുക. ഇതിന്റെ ഛേദബിന്ദു കേന്ദ്രമായെടുത്ത്, മുകളറ്റം വരെയുള്ള ദൂരം ത്രിജ്യ (R) യാക്കി ഒരു ചാപം വരയ്ക്കുക.




(a) DRILLED HOLE




(b) TAPPED HOLE




(c)

ഇതു് ശീർഷത്തിന്റെ മധ്യഭാഗത്തെക്കുറിക്കുന്നു. രണ്ടുൾഭാഗമൂലകളിൽ നിന്നു് മുൻപറഞ്ഞ നിർമിതിരേഖകളെ 60° യിൽ മുറിക്കത്തക്ക വണ്ണം സദൃശരേഖകൾ വരയ്ക്കുക. ഈ ബിന്ദുക്കളെ കേന്ദ്രമാക്കി മുകളറ്റം വരെയുള്ള ദൂരം ത്രിജ്യയായെടുത്തു്, രണ്ടു ചാപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. അവസാനമായി, ശീർഷത്തിന്റെ പുറഭാഗത്തെ മൂലകളിൽ, ഈ ചാപങ്ങൾക്കു് 30° യിൽ സ്പർശിക്കത്തക്ക വണ്ണം ചെത്തുവരകൾ (Chamfer lines) വരയ്ക്കുക. നിർമിതിവരകളെ മായ്ച്ചു കളഞ്ഞു് കാണേണ്ട ഭാഗങ്ങൾ കറുപ്പിച്ചു വരയ്ക്കുക.

ചിത്രം 8.9-ൽ മൂലകൾക്കെതിരെ ചതുരശീർഷം വരയ്ക്കുന്ന വിധം വ്യക്തമാക്കിയിരിക്കുന്നു. ഇതു് മേൽ വിവരിച്ച പ്രകാരം തന്നെ ചെയ്യാവുന്നതാണു്.

ഇതു വരയ്ക്കാനായി ചതുരത്തിന്റെ മൂലകളിൽ നിന്നും പ്രക്ഷേപിക്കുക. അക്ഷത്തിനു് 30° ചരിവിൽ, രണ്ടു നിർമിതിരേഖകൾ രണ്ടു മൂലകളിൽ നിന്നും വേറെ രണ്ടു നിർമിതിരേഖകൾ മധ്യത്തിൽ നിന്നും വരയ്ക്കുക. രണ്ടു ഛേദബിന്ദുക്കളും കേന്ദ്രമാക്കി, മുകൾവര വരെയുള്ള ഉയരം ത്രിജ്യയെടുത്തു് രണ്ടു ചാപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. അതിനു ശേഷം പുറംമൂലകളിൽ 30°യിൽ സ്പർശിക്കുന്ന വിധം ചെത്തുവരകൾ വരയ്ക്കുക.

നിരപ്പുകൾക്കെതിരെ, ചതുരശീർഷം വരയ്ക്കുന്നതു് ഇതിലും എളുപ്പമാണു്. പറഞ്ഞ ഒരു തരം പ്രക്ഷേപം വരച്ച ശേഷം ആദ്യത്തെപ്പോലെ ദീർഘചതുരം വരയ്ക്കുക. മുകൾവരയെ സ്പർശിക്കുന്ന ഒരൊറ്റ ചാപമേ കാണാവുന്നതായിട്ടുള്ളൂ. ഈ ചാപത്തിന്റെ കേന്ദ്രം അക്ഷത്തിന്മേലായിരിക്കും; ത്രിജ്യ 2 Dയും. സ്പർശീയമായ ചെത്തുവരകൾ വരയ്ക്കേണ്ടതില്ല താനും. (ചിത്രം 8.9 a).

ഇതേ പോലെ നിരപ്പുകൾക്കെതിരെ ഷഡ്ഭുജശീർഷം വരയ്ക്കാം. പറഞ്ഞ തരം പ്രക്ഷേപമുപയോഗിച്ചു് ശീർഷദീർഘചതുരം ആദ്യമായി വരയ്ക്കുക. ഇതിനെ ഒരു കേന്ദ്രവര കൊണ്ടു് രണ്ടു സമഭാഗങ്ങളായി വിഭജിക്കുക. ഈ ഈ ചെറു ദീർഘചതുരങ്ങളുടെ മധ്യരേഖകൾ വരയ്ക്കുക. (ചിത്രം 8.8 b)

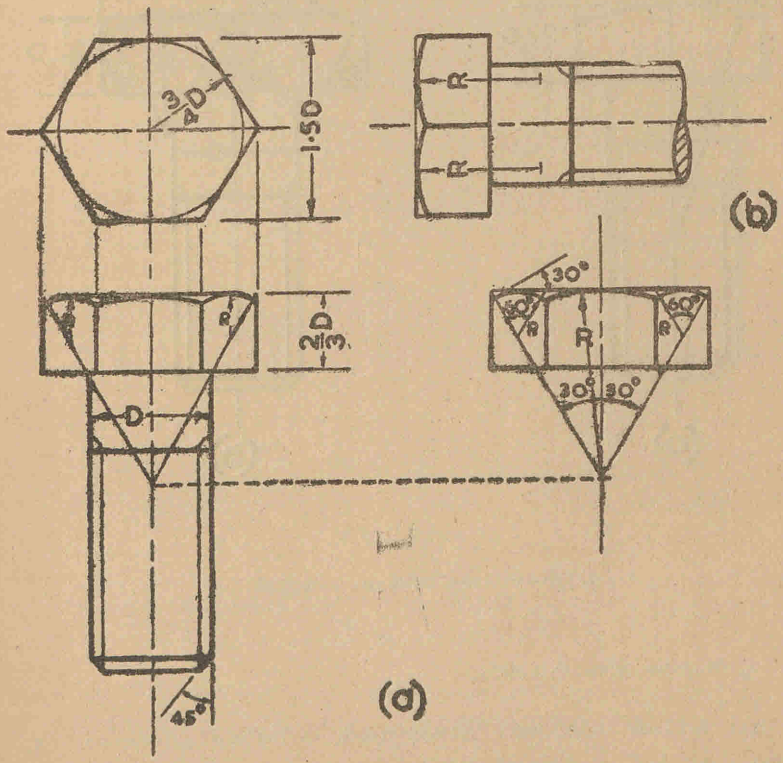
D ത്രിജ്യയായെടുത്തു് മധ്യരേഖകളിന്മേൽ ടയലുപയോഗിച്ചു് കേന്ദ്രങ്ങളെ സ്ഥാനനിർണയം ചെയ്യുക. മുകൾവരയെ സ്പർശിക്കും വിധം ചാപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക മറ്റു വിധത്തിലുള്ള ചെത്തുവരകൾ ആവശ്യമില്ല.

ഇതു പോലെ നട്ടുകളും വരയ്ക്കാവുന്നതാണു്. വരയ്ക്കാനുള്ള അളവായി നട്ടിന്റെ വണ്ണം $\frac{7}{8}$ D എടുക്കാവുന്നതാണു്. ശരിയായ വണ്ണം ഇതല്ലെന്നു് ഓർമിക്കുക. ശരിയായ വണ്ണം മനസ്സിലാക്കാൻ I. S. S. (ഇ. നി. നി.) നോക്കിയാൽ മതി.

## 8. 7. റിവെറ്റുകൾ:—

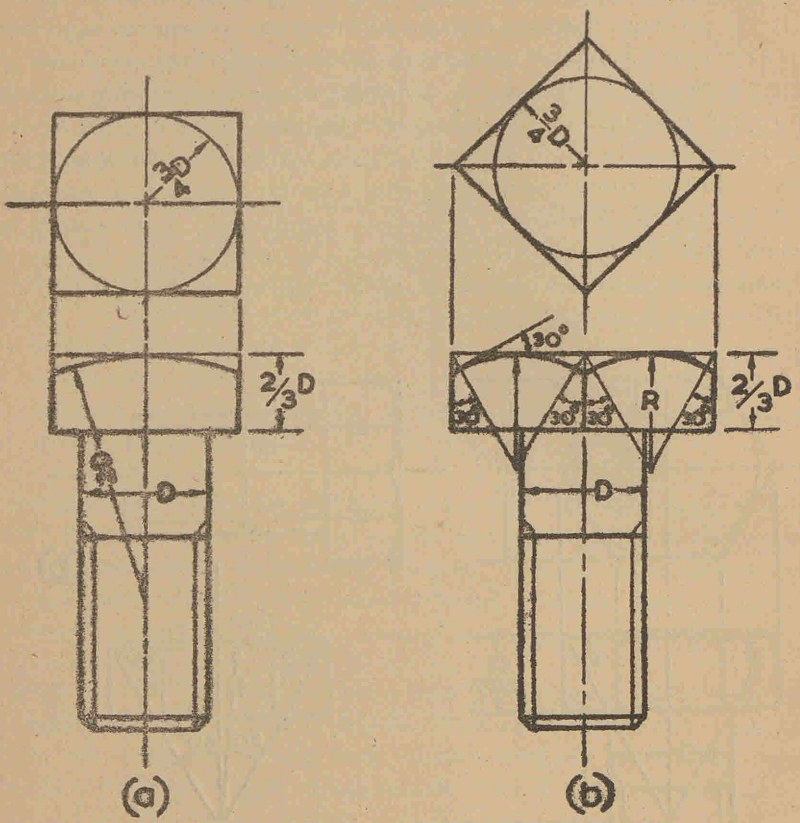
ഒരറ്റത്തു രൂപപ്പെടുത്തിയ ശീർഷത്തോടു കൂടിയ—നിർമിത ശീർഷം— (Formed head) ഒരു നേർ ദണ്ഡാണു് റിവെറ്റു്. രണ്ടു പ്ലേറ്റുകൾ പരസ്പരം

പിടിപ്പിക്കാനാണിതുപയോഗിക്കുന്നത്. ഈ പ്ലേറ്റുകളുടെ മീതെ തുരന്നി (drill) ട്ടോ, പഞ്ച് ചെയ്തോ (punch) തുളകളുണ്ടാക്കുന്നു. പിന്നെ ഒരു പ്ലേറ്റിലെ തുള മറേതിലെ യോജ്യമായ തുളയ്ക്കു മേൽ വരത്തക്ക വണ്ണം പ്ലേറ്റുകൾ വെച്ച്, ഈ തുളകളിലേയ്ക്ക് റിവെറ്റുകൾ ചെലുത്തുന്നു. റിവെറ്റിന്റെ ശീർഷം പ്ലേറ്റിന്മേൽ ഞെരുക്കി വെച്ച്, മറെറ ഭാഗത്തു് തള്ളി നില്ക്കുന്ന ദണ്ഡാഗ്രത്തെ അച്ചുപയോഗിച്ചോ മറേറാ ഇടിച്ച് മറെറാരു ശീർഷത്തിന്റെ ആകൃതി വരുത്തുന്നു. വലിയ റിവെറ്റുകൾ മുൻകൂട്ടിച്ചൂടാക്കുന്നു; ചെറിയവ തണുപ്പിൽത്തന്നെ ചെലുത്താവുന്നതാണ്. ഇപ്രകാരം പ്ലേറ്റുകളുടെ ഉരുവശത്തുമായി റിവെറ്റ് ഒരു സ്ഥിരമായ പിടിപ്പ് ഉണ്ടാക്കുകയും അവയെ അതു വേഗത്തിൽ വേർപെടുത്താൻ കഴിയാതാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. (ചിത്രം 8.10)




ചിത്രം 8.8

ഷഡ്ഭുജബോൾട്ട് ശീർഷം വരയ്ക്കൽ

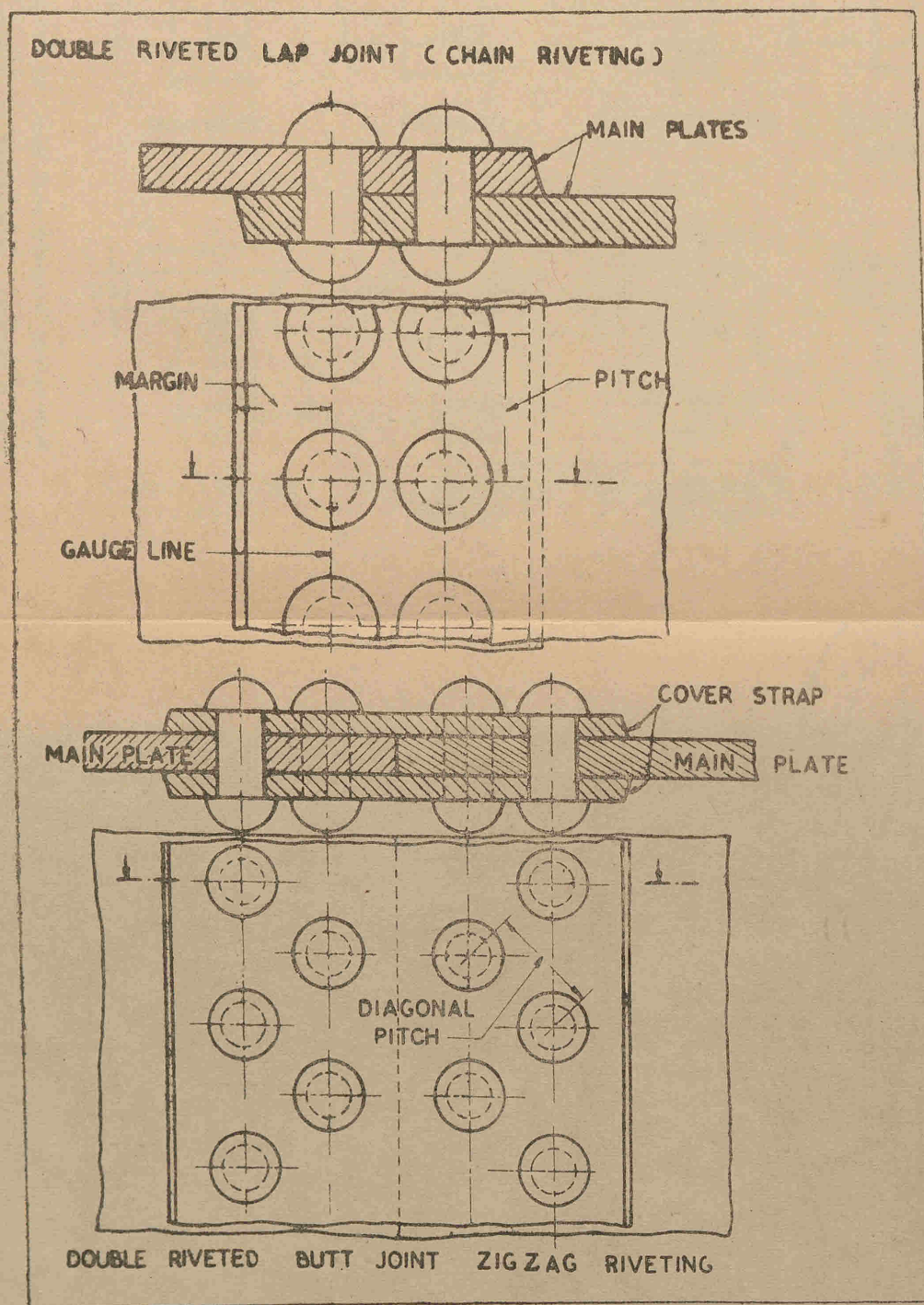



ചിത്രം 89

ചതുരബോൾട്ട് ശീർഷം വരയ്ക്കൽ

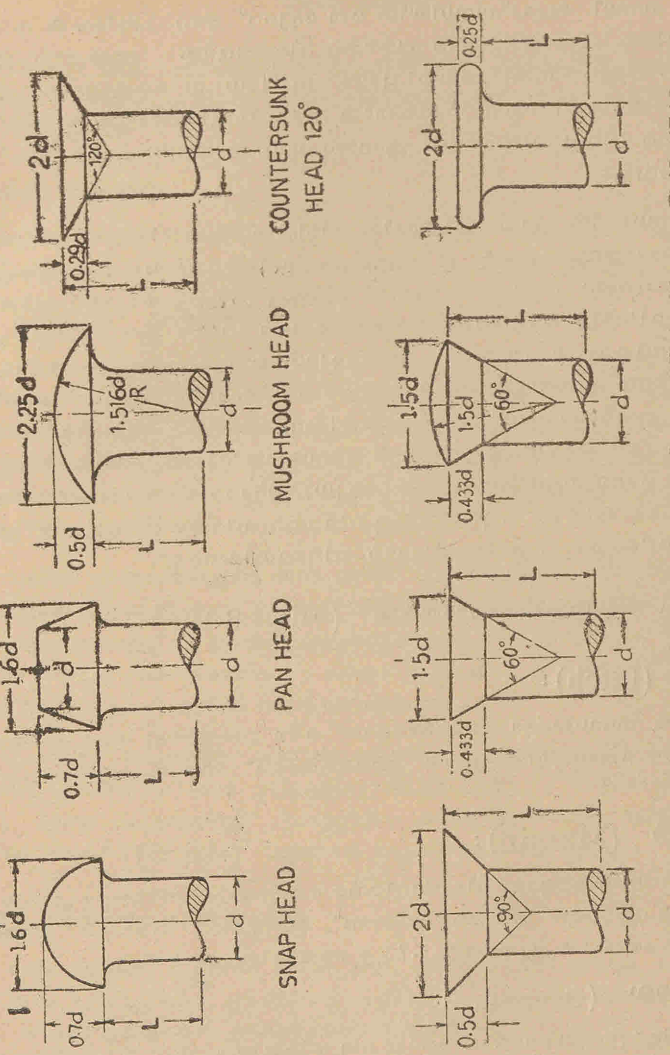
## 8.8 പല തരം റിവെറ്റുകൾ:

ചിത്രം 8.11-ൽ പല തരം റിവെറ്റുകൾ ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇവയുടെ അളവുകൾ I. S. S. (ഇ നി. നി) നന്നുസൃതമായിട്ടാണ്. ഏറ്റവും സാധാരണമായത് സ്നാപ് ശീർഷമാണ്. ചെരിച്ചു ചെത്തിയ (councer sunk) ശീർഷങ്ങൾ പതിഞ്ഞു ചേർന്ന ഒരു നിരപ്പ് കിട്ടുവാൻ സഹായിക്കുന്നു.




ചിത്രം 8.10 റിവെറിട്ട സന്ധി

MUNAVIRUL ISLAM HIGH SCHOOL
Date.....
ERNAKULAM.




ചിത്രം 8.11 പല തരം റിവെറ്റ് ശീർഷങ്ങൾ

## 8. 9 പല തരം റിവെറ്റ് സന്ധികൾ: (ചിത്രം 8.10)

സാധാരണ ഉപയോഗിക്കാറുള്ളത് രണ്ട് തരം റിവെറ്റ് സന്ധികളാണ്.
(1) ലാപ്സന്ധി അഥവാ മേൽക്കുമേൽ സന്ധി (2) ബട്ട്സന്ധി അഥവാ

നേർക്കുനേർ സന്ധി. ലാപ് സന്ധിയിൽ ഒരു പ്ലേറ്റ് മറെറാന്നിന്മേൽ കയറി വെച്ച് (ഇതിനെ 'ലാപനം' എന്നു പറയാം) റിവെറുന്നു. ഏതു നിര (Row) റിവെറുകളാണുള്ളതെന്നതിനനുസരിച്ചാണ് ഇതിനെ നാമകരണം ചെയ്യാറ്. ഒറെ റിവെററിതസന്ധി എന്നു പറഞ്ഞാൽ ഒരു നിരയിൽ മാത്രമുള്ള റിവെറുകൾ എന്നും മൂ റിവെററിതസന്ധി എന്നാൽ മൂന്നു നിരകൾ എന്നുമർത്ഥം. ഇതുപോലെ മറെറവയും.

ബട്ട് സന്ധിയിൽ പ്ലേറുകൾ തമ്മിൽ തമ്മിൽ നേർക്കു നേരായി നില്ക്കത്തക്കവിധം ഒരു പൊതുവക്കിന്മേൽ (Common edge) വെയ്ക്കുന്നു. കവർപ്ലേറ് എന്നു വിളിക്കാവുന്ന മറെറാരു പ്ലേറ് (Cover Strap) പൊതുവക്കിന്മീതെ വെയ്ക്കുകയും, പിന്നീട് രണ്ടു പ്ലേറുകളേയും വേറെ വേറെ ഈ പൊതു പ്ലേറുമായി റിവെറുകയും ചെയ്യുന്നു. ചിലപ്പോൾ ഒരു കവർപ്ലേററിനു പകരം സന്ധിയുടെ രണ്ടു വശങ്ങളിലുമായി രണ്ടു കവർപ്ലേറുകൾ ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. ഒറെ കവർപ്ലേററാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതെങ്കിൽ, പ്ലേററിന്റെ കട്ടി (Thickness) പ്രധാനപ്ലേറുകളുടെ കട്ടി തന്നെയായിരിക്കും. രണ്ടു കവർപ്ലേറുകളുണ്ടെങ്കിൽ ഓരോന്നിന്റെയും കട്ടി പ്രധാനപ്ലേററിന്റെ പകുതിയായിരിക്കണം. ഓരോ പ്രധാന പ്ലേററിലുമുള്ള റിവെറു നിരകളുടെ എണ്ണത്തിനനുസരിച്ചാണ് ഇവിടെയും സന്ധിയുടെ പേർ നിർദേശിക്കുന്നത്.

## 8.10 ചില സാങ്കേതികസംജ്ഞകൾ (ചിത്രം 8.10)

### അകലം (Pitch):

വക്കിനോ സന്ധിക്കോ സമാന്തരമായ ഒരേ നിരയിലെ രണ്ടു തൊട്ടടുത്ത റിവെറുകളുടെ കേന്ദ്രാൽകേന്ദ്രമായ ദൂരത്തെയാണ് അകലം എന്നു വിളിക്കുന്നത്.

### മാർജിൻ (Margin):

വക്കിന്നേററവുമടുത്തുള്ള റിവെററിന്റെ കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും പ്ലേററിന്റെ വക്കിലേയ്ക്കുള്ള ഏററവും കുറഞ്ഞ ദൂരമാണ് മാർജിൻ. റിവെറ് ദ്വാരത്തിന്റെ വ്യാസം d ആണെങ്കിൽ ഏതാണ്ട് 1.75 d ആയിരിക്കും മാർജിൻ.

### ഗേജ് രേഖ (Gauge line):

ഏപ്പുവരയ്ക്ക് (seam) സമാന്തരമായ ഒരു നിരയിലെ റിവെറുകളുടെ കേന്ദ്രങ്ങളെ കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ കിട്ടുന്ന രേഖയാണ് ഗേജ് രേഖ.

### സിഗ്സാഗ്, ചങ്ങല–റിവെററിംഗ്:

തൊട്ടടുത്ത നിരകളിലെ രണ്ടു റിവെറുകളുടെ കേന്ദ്രങ്ങളെ കൂട്ടിച്ചേർത്ത രേഖ ഗേജ് രേഖയ്ക്ക് ലംബമാണെങ്കിൽ, അത്തരം റിവെററിംഗാണ് ചങ്ങല

റിവെററൽ (Chain revetting) എന്നു പറയുന്നതു്. ഇങ്ങനെയല്ലാത്ത റിവെറ്റൽ പണികളെ തലങ്ങു വിലങ്ങു റിവെററൽ അല്ലെങ്കിൽ സിഗ്സാഗു് റിവെററൽ എന്നു വിളിക്കുന്നു.

**വികർണ അകലം :**

സിഗ് സാഗ് റിവെററലിൽ രണ്ടു തൊട്ടടുത്ത നിരകളിലെ രണ്ടു റിവെററുകളുടെ കേന്ദ്രങ്ങളെ കൂട്ടിച്ചേർത്ത രേഖയാണു് വികർണ അകലം.

## റിവെററു് ചിഹ്നങ്ങൾ (Rivet Symbols)

വൻതോതിലുള്ള പണികളിൽ ആയിരക്കണക്കിനു റിവെററുകളുപയോഗിച്ചിരിക്കും. അതിനാൽ ഇവയുടെ വരപ്പുകളിൽ എല്ലാ റിവെററുകളും കാണിക്കേണ്ടതില്ല. ഗേജ്രേഖകൾ വരയ്ക്കുകയും ഇവയിന്മേൽ കട്ടിവരയിൽ ഒരു + ചിഹ്നം കാണിക്കുകയും ചെയ്താൽ മതി. റിവെറ്റൽ നടത്തുന്നതു് പണിശാലയിൽ തന്നെയാണെങ്കിൽ, വരപ്പിൽ 'പണിശാല'–വർക്ക്ഷോപ്പു്–എന്നൊരു കുറിപ്പു് ചേർക്കുന്നതു് നന്നായിരിക്കും.

വലിയ സംരചനകളുടെ കാര്യത്തിൽ റിവെററലിൽ ഏറിയ കൂറും നടത്തുന്നതു് പണിസ്ഥലത്തു വച്ചു തന്നെയായിരിക്കും, അതായതു് സംരചനയെ പ്രതിഷ്ഠിക്കുന്ന സ്ഥാനത്തു്. ഇത്തരം ഘട്ടങ്ങളിൽ പണിസ്ഥലറിവെറ്റ് (Site Rivet) എന്ന കുറിപ്പും കൊടുക്കണം. ചിത്രം 8.12–ൽ I. S. 696—1960 അനുസരിച്ചുള്ള റിവെററു ചിഹ്നങ്ങൾ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ചെരിച്ചു ചെത്തിയ റിവെററുകളുടെ ചുരുക്കെഴുത്തായി 'ചെ' എന്ന അക്ഷരം ഉപയോഗിക്കാം (Conuter Sunk–Csk). 'സമീപവശം' (Near side) എന്നു പറയുന്നതു്, വരപ്പിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന വശത്തെയാണു്. 'അങ്ങേ വശം' (Far side) എന്നാൽ പ്ലേററിന്റെ മറുവശവും.

## 8.11 മറു തരം പിടിപ്പുകൾ

ബോൾട്ടുകൾ, നട്ടുകൾ, സ്ക്രൂകൾ, റിവെററുകൾ ഇവയ്ക്കു പുറമേ, മറു പല തരം പിടിപ്പുകളും ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ടു്. പല തരം പിന്നുകൾ, കോട്ടറുകൾ, കീകൾ മുതലായവ ഉദാഹരണങ്ങളാണു്.

## 8.12 കീകളും കീവഴികളും

ഒരു ഷാഫ്റ്റിന്മേൽ— തണ്ടു്, അച്ചുതണ്ടു്— ഒരു കപ്പിയോ അതുപോലുള്ള മറു വല്ല ആരോപിതുങ്ങളോ, (Mounting) അവ ഷാഫ്റ്റിനോടൊപ്പം കറങ്ങത്തക്ക വണ്ണം പിടിപ്പിക്കേണ്ടപ്പോൾ, പിടിപ്പായി ഉപയോഗിക്കുന്നതാണു് കീ.

തമ്മിൽ ആപേക്ഷികമായ അനക്കം ഇല്ലാതിരിക്കത്തക്ക വണ്ണം ഒരു ഷാഫ്റ്റിനും അതിന്റെ ആരോപിത്രത്തിനും ഇടയിൽ തമ്മിൽ ബന്ധിപ്പിച്ചു് ചെലുത്തുന്ന ഒരു ലോഹശലാകയാണു് കീ. ഇതു് എടുത്തു മാറാവുന്നതാകയാൽ സ്ഥിരമായ പിടിപ്പല്ല ഇതു്. കീ സ്ഥാനത്തു വെയ്ക്കാനായി ഷാഫ്റ്റിന്റെ പുറഭാഗത്തും ആരോപിത്രത്തിന്റെ ഹബ്ബിന്റെ ഉൾഭാഗത്തും ഓരോ ചാൽ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇതിനെ 'കീവഴി' എന്നു പറയുന്നു.

## 8 13 പല തരം കീകളും കീവഴികളും

ചിത്രങ്ങൾ 8.13 ലും 8.14 ലും പല തരം മാതൃകാകീകൾ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഷോപ്പ്സ്റ്റാപ്പ് ശീർഷ റിവെറ്റുകൾ

ഷോപ്പ് (SK അടുത്ത വശം) റിവെറ്റുകൾ

ഷോപ്പ് (SK അങ്ങേ വശം) റിവെറ്റുകൾ

ഷോപ്പ് (SK ഇരുവശവും) റിവെറ്റുകൾ

പണിസ്ഥലസ്റ്റാപ്പ് ശീർഷ റിവെറ്റുകൾ

പണിസ്ഥല (SK അടുത്തവശം) റിവെറ്റുകൾ

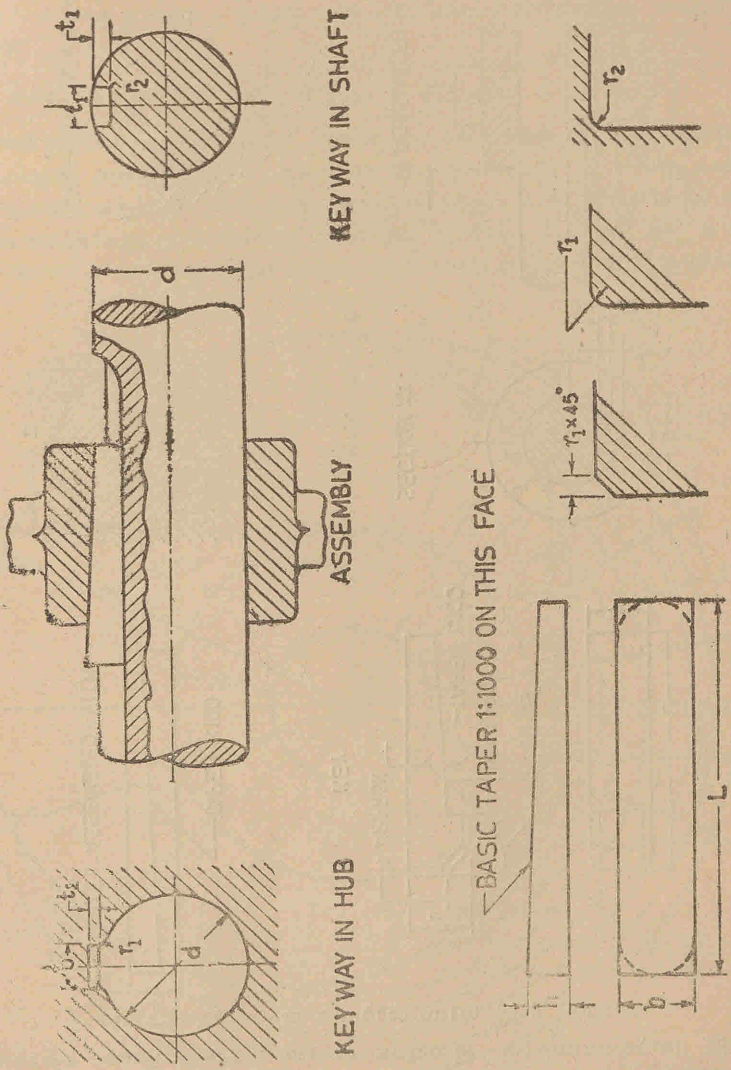
പണിസ്ഥല (SK അങ്ങേവശം) റിവെറ്റുകൾ

പണിസ്ഥല (SK ഇരുവശവും) റിവെറ്റുകൾ

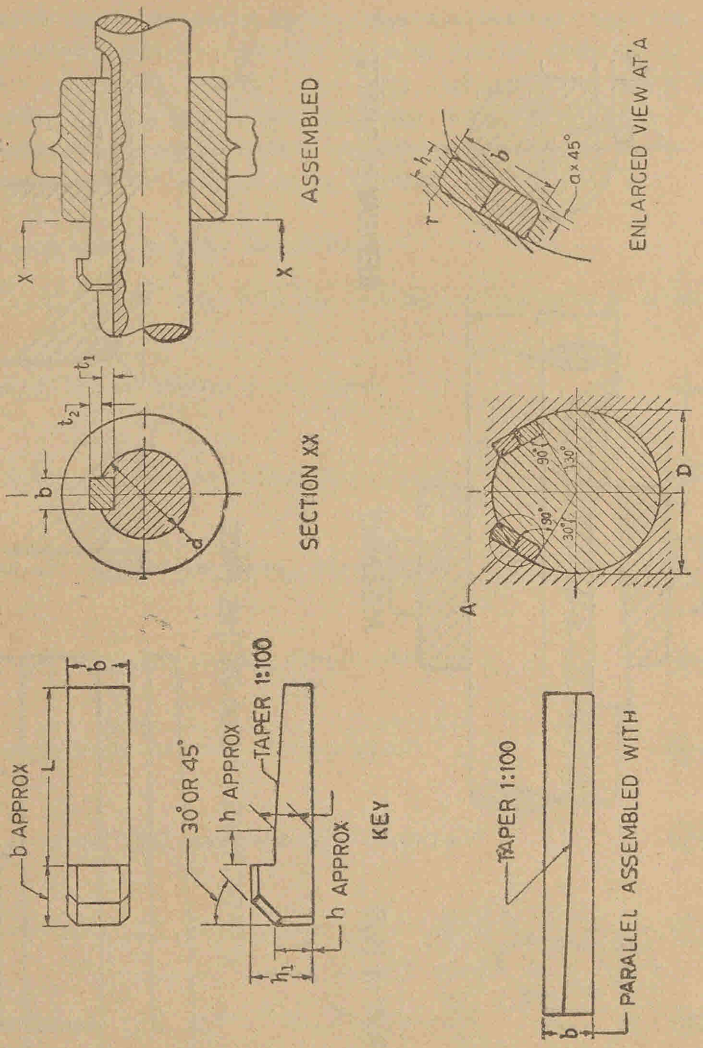


തുറന്ന തല

ചിത്രം 8.12
റിവെറ്റ് ചിഹ്നങ്ങൾ




ചിത്രം 8.13 ടേപ്പർകീയും കീവഴിയും




ചിത്രം 8.14 ഗിബ് ശീർഷകീയും സ്പർശകകീയും

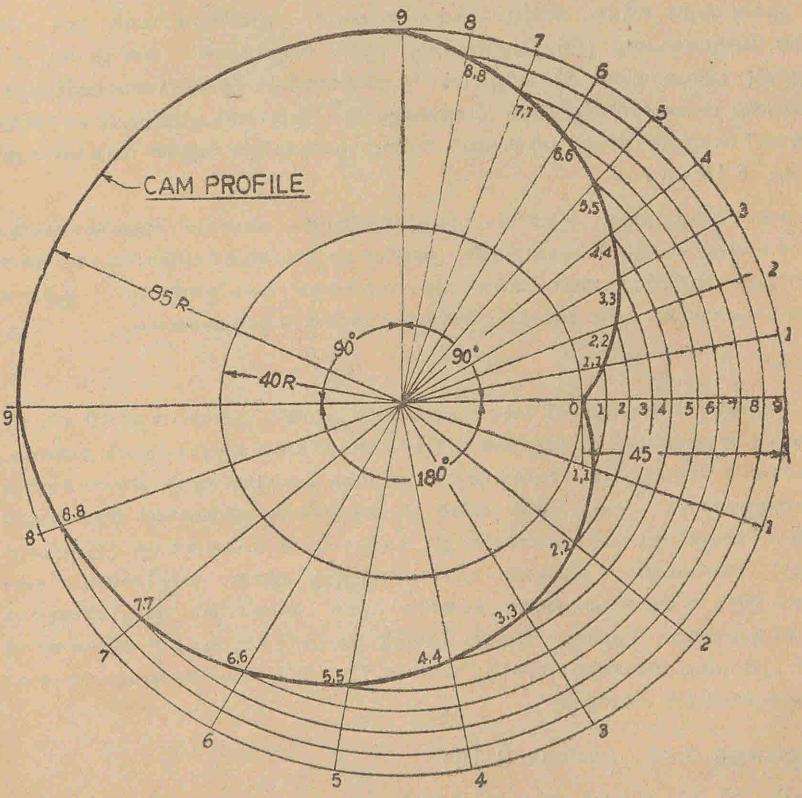
ISI നിർദ്ദേശങ്ങളിൽ ഇവയുടെ ശരിയായ അളവുകൾ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു (IS : 2291—1963, IS : 2292—1963, IS : 2293—1963, IS : 2294—1963) വരയ്ക്കുമ്പോൾ ഈ അളവുകൾ ഉപയോഗിക്കേണ്ടതും താഴെ കാണുന്ന വിധം വ്യക്തമാക്കേണ്ടതുമാകുന്നു.

(ഉദാഹരണം)

ടേപർ കീ 10x8x80 IS: 2292— ഇതിന്റെ അർഥം 10മി. മീ. വീതിയും 8 മി മീറർ ഉയരവും (കട്ടി) 80 മി. മീറർ നീളവുമുള്ള ടേപർ കീ എന്നാണു്.

## 8.14 കേമുകളും ഗിയറുകളും (Cams & Gears)

**കേമുകൾ** :—ക്രമഹീനമായ ഗതിവക്രം—കോൺട്ടർ-മുള്ള, കറങ്ങുമ്പോൾ കൂടെ കറങ്ങുന്ന അനുഗാമിയായ മറൊരു ഘടനാഭാഗത്തിനു് ഇട വിട്ട ചലനം കൈമാറുകയും ചെയ്യുന്ന, ഒരു യന്ത്രഭാഗമാണു കേം. പല തരത്തിലുള്ള കേമുകളും അനുഗാമികളും സാധ്യമാണു്. ചിത്രം 8.15 ലും 8.16 (b) ലും കാണിച്ചിട്ടുള്ള ഡിസ്ക് കേമുകൾ (disc cams) സാധാരണ പ്രചാരത്തിലുള്ളവയത്രെ.




ചിത്രം 8.15 കേം പ്രൊഫൈൽ

ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന അനുഗാമിയുടെ പേരു് കത്തിവായ് അനുഗാമി (Knife edge follower) എന്നാണു്. ഇത്തരം കേംകളേയും അനുഗാമികളെയും പറ്റിയേ ഇവിടെ വിവരിക്കുന്നുള്ളു.

## വിസ്ഥാപനചിത്രം (Displacement Diagram)

അനുഗാമിയുടെ ചലനം മിക്കപ്പോഴും മുൻപിന്നാക്കമാ (Reciprocating) യായിരിക്കും. ഇതു തന്നെ ക്രമമായിട്ടായിക്കൊള്ളണമെന്നില്ല. കേം അതിന്റെ അക്ഷത്തിന്നു ചുറ്റും ഒരേ ദിശയിലെ കറങ്ങുകയാണെന്നിരിക്കട്ടെ; അനുഗാമി കുറച്ചു നേരത്തേയ്ക്കു് കേം കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നകലേയ്ക്കു് സഞ്ചരിക്കുന്നു. പിന്നെ കുറച്ചു നേരം അതേ സ്ഥാനത്തിരിപ്പുറപ്പിക്കുന്നു; പിന്നീടു തിരിച്ചു പൂർവസ്ഥാനത്തേയ്ക്കുതന്നെ.

ഇതേ ക്രമം വീണ്ടും വീണ്ടും ആവർത്തിക്കുന്നു. അനുഗാമിയുടെ ഈ ചലനത്തെ വിസ്ഥാപനം (Displacement) എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഒരു ഗ്രാഫ് കടലാസ്സിൽ വിസ്ഥാപനം മി. മീറ്ററിൽ Y-അക്ഷത്തിലും (കോട്യക്ഷം-ordinate) കേമിന്റെ കറക്കം ഡിഗ്രിയിൽ X അക്ഷത്തിലും (ഭുജാക്ഷം-abscissa) അടയാളപ്പെടുത്തി വരയ്ക്കുന്ന ചിത്രത്തെയാണു് വിസ്ഥാപനചിത്രം എന്നു വിളിക്കുന്നതു് (ചിത്രം 8.16 a).

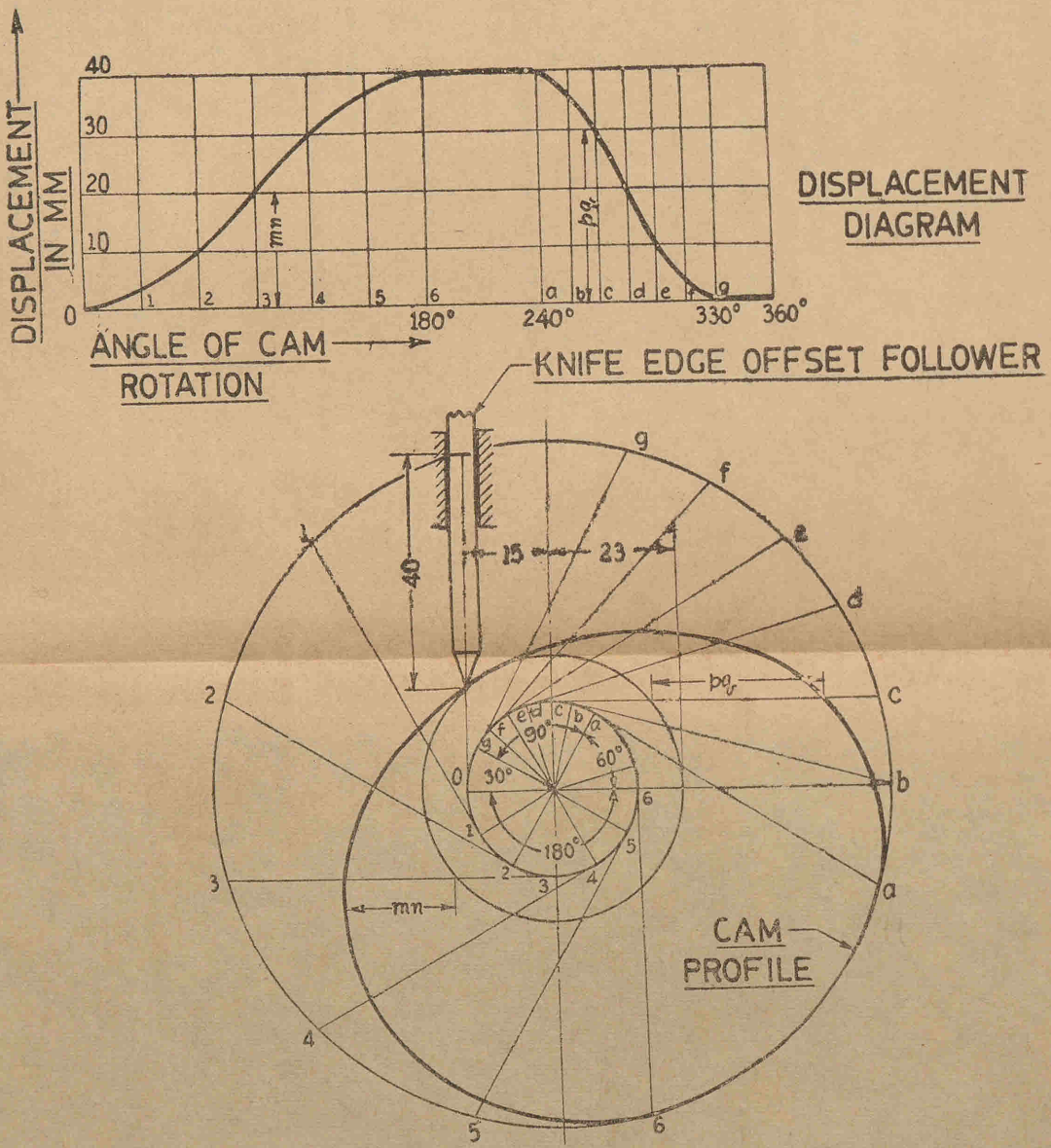
കേം വരപ്പിലുള്ള പ്രശ്നം, കേം ഗതിവക്രം അഥവാ ആകാരരേഖയും പ്രൊഫൈലും കണ്ടുപിടിക്കലാണു്. ഇതിന്നായി വിസ്ഥാപനചിത്രമോ അനുഗാമിയുടെ വിസ്ഥാപനത്തിന്റെ വ്യവസ്ഥകളോ തന്നിട്ടുണ്ടാകും. കൂടുതൽ വ്യക്തമാക്കാനായി ഒന്നു രണ്ടുദാഹരണങ്ങൾ താഴെ കൊടുക്കുന്നു :—

### കണക്കു് 1.

കത്തിവായ് അനുഗാമി കേം കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നു് ചുരുങ്ങിയതു് 40 മി. മീ. ദൂരെയായിരിക്കത്തക്കവണ്ണമുള്ള ഒരു ഡിസ്ക് കേമിന്റെ പ്രൊഫൈൽ വരക്കുക. അനുഗാമി നീങ്ങുന്നതു് അതിന്റെ ഗതിരേഖ കേം കേന്ദ്രത്തിലൂടെ കടന്നു പോകത്തക്കവണ്ണമാണു്. കേം 180° യിൽ കറങ്ങുമ്പോൾ അനുഗാമി കേം കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും 45 മി. മീ. അകലത്തേയ്ക്കു് ഒരേ പോൽ വേഗതയിൽ (Uniform Speed) ചലിക്കണം. ഇതിനെ പോക്കു് (Lift) എന്നു വിളിക്കുന്നു. കേം വീണ്ടും 90° യിലൂടെ കറങ്ങുന്ന സമയം വരെ അനുഗാമി അവിടെത്തന്നെ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. (ഇരിപ്പു സമയം–Dwell period) ശേഷം 90° കറക്കത്തിൽ അതു് പൂർവസ്ഥാനത്തേയ്ക്കു തിരിച്ചു വരുന്നു (വരവു്). കേം ഒരേ പോൽ കോണീയവേഗത്തിൽ കറങ്ങുന്നു

### ചെയ്യാനുള്ള വഴി (ചിത്രം 8.15)

(i) 40 മി. മീറ്റർ ത്രിജ്യയിൽ ഒരു വൃത്തം വരയ്ക്കുക. (ie. തന്നിട്ടുള്ള ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ ദൂരം). ഈ ത്രിജ്യയെ 45 മി. മീ. ദൂരത്തേയ്ക്കു് നീട്ടുക




ചിത്രം 8.16 തന്നിട്ടുള്ള വിസ്ഥാപനചിത്രത്തിനനുസരിച്ചുള്ള കേം പ്രൊഫൈൽ

(കേമിന്റെ ഏറ്റവും കൂടിയ പോക്ക്). ഈ ദൂരത്തിൽ (40+45=85 മി. മീ. ത്രിജ്യയിൽ) മറ്റൊരു വൃത്തം വരയ്ക്കണം.

(ii) ഈ 45 മി. മീ. ദൂരത്തെ സൗകര്യമുള്ളത്ര സമഭാഗങ്ങളായി—ഇവിടെ 9 ആയിട്ടാണ്—വിഭജിക്കുക. ഈ ബിന്ദുക്കളെ 1, 2, 3... etc. ആയി അടയാളപ്പെടുത്തുക.

(iii) വൃത്തകേന്ദ്രത്തിൽ 180° (പോക്കുസമയം), 90° (ഇരിപ്പുസമയം), 90° (വരവുസമയം) ഇവ അടയാളപ്പെടുത്തുക. പോക്കുസമയത്തേയും, വരവുസമയത്തേയും 9 സമകോണീയഭാഗങ്ങളായി വിഭജിക്കുക. ഇവയിലൂടെ 9 ത്രിജ്യരേഖകൾ വരച്ച് 1, 2, 3... etc. തുടങ്ങി ഇരിപ്പിനു മുമ്പത്തെ പോക്കിനും, 9, 8, 7, 6 ... etc. ഇരിപ്പിനു ശേഷത്തെ വരവിനും അക്കമിടുക. ഇരിപ്പിൽ (Dwell) പ്രൊഫൈലിന്റെ ത്രിജ്യ സ്ഥിരമായിരിക്കും (85 മി. മീ).

(iv) കേം കേന്ദ്രം തന്നെ കേന്ദ്രമാക്കി 1, 2 ... etc-ൽക്കൂടി ചാപങ്ങൾ വരയ്ക്കുകയും പാദബിന്ദുക്കളെ 1, 1, 2, 2, ... മുതലായി അടയാളപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുക. ഈ ബിന്ദുക്കളിലൂടെ ഒരു നേരിയ വക്രം വരയ്ക്കുക. ഇതാണ് ആവശ്യപ്പെട്ട പ്രൊഫൈൽ.

ചിലപ്പോൾ തന്നിട്ടുള്ളത് വിസ്ഥാപനചിത്രമായിരിക്കും. വരയ്ക്കാനുള്ള കേമിന്റെ അളവുതോതു തന്നെയുപയോഗിച്ച് വിസ്ഥാപനത്തിനും-അതായത്, കോട്യക്ഷ (ordinate) ത്തിനും—ഉപയോഗിച്ചു വേണം ഇത് അളവുതോതെടുത്തു വരയ്ക്കാൻ. ഭുജാക്ഷം (Abscissa) ഏതെങ്കിലും സൗകര്യമുള്ള അളവുതോതെടുത്തു വരയ്ക്കാം.

കണക്ക് 2 (ചിത്രം 8.16 a&b):

തന്നിട്ടുള്ള പ്രകാരത്തിൽ ഒരു വിസ്ഥാപനചിത്രമുള്ളതും 15 മി. മീ കേം കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും 15 മി. മീ. അകന്ന ഗതിരേഖയുള്ളതുമായ ഒരു ഡിസ്ക് കേമിന്റെ പ്രൊഫൈൽ വരയ്ക്കുക. ഗതിക്രമം താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

180° കേം കറക്കത്തിനു 40 മി. മീ. പോക്ക്; 60° കേം കറക്കസമയമത്രയും അവിടെ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. (ഇരിപ്പ്);

90° കേം കറക്കസമയം 40 മി. മീ. വീഴ്ച;

30° കേം കറക്കസമയം അവിടെ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. (ആകെ 360°)

കേമിന്റെ ഏററവും കുറഞ്ഞ ത്രിജ്യ 23 മി. മീ; ചെയ്യാനുള്ള വഴി:—

(i) 23 മി. മീ. ത്രിജ്യയിൽ (ഏററവും കുറഞ്ഞ ത്രിജ്യ) ഒരു വൃത്തം വരയ്ക്കുക. അതിനു സമകേന്ദ്രികമായി 15 മി. മീ. ത്രിജ്യ (തന്നിട്ടുള്ള പ്രരോഹം–off set)യിൽ മറെറാരു വൃത്തം വരയ്ക്കുക.

(ii) വൃത്തകേന്ദ്രത്തിൽ 180° (പോക്കു്), 60° (ഇരിപ്പു്), 90° (വരവു്), 30° (ഇരിപ്പു്) ഇവ ക്രമത്തിൽ അടയാളപ്പെടുത്തുക. ത്രിജ്യരേഖകൾ വരയ്ക്കുക. പോക്കുസമയത്തേയും വരവുസമയത്തേയും ഏതെങ്കിലും ഇഷ്ടമുള്ളത്ര സമഭാഗങ്ങളായി ഭാഗിക്കുക. ചിത്രത്തിൽ ഇതു്, പോക്കുസമയത്തിൽ 1, 2, 3 ... etc ആയും വരവുസമയത്തിൽ a, b, c ... etc ആയും അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. ഇതേ അടയാളങ്ങൾ തന്നെ വിന്യാസചിത്രത്തിലും കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

(iii) പ്രരോഹവൃത്ത (off set circle)വും ത്രിജ്യരേഖകളും തമ്മിലുള്ള ഛേദബിന്ദുക്കളിൽ, പ്രരോഹവൃത്തത്തിനു് സ്പർശരേഖകൾ വരയ്ക്കുക. ഒരേ ദിശയിലായിരിക്കണം ഇവ വരയ്ക്കുന്നതു്. ഈ രേഖകൾ 1–1, 2–2, 3–3 ... etc ഉം a–a, b–b, c–c ... etcഉം ആകുന്നു.

(iv) 1, 2, 3 ... etc ഉം a, b, c ... etc ഉം ബിന്ദുക്കളിലെ വിന്യാസനങ്ങൾ–സ്ഥലനീക്കങ്ങൾ (displacements)–വിഭാജകമുപയോഗിച്ചു് അളന്നെടുത്തു് സ്പർശരേഖകളിന്മേൽ അടയാളപ്പെടുത്തുക. കുറഞ്ഞ ത്രിജ്യവൃത്തത്തിൽ നിന്നും അതിനു പുറത്തായിട്ടാണു് അടയാളപ്പെടുത്തേണ്ടതു്. ഉദാഹരണമായി mn, pq എന്നീ നീളങ്ങൾ, 3–3, c–c, എന്നീ സ്പർശരേഖകളിന്മേൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇവ വിന്യാസചിത്രത്തിന്മേലും കാണിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ഇരിപ്പുസമയത്തിൽ അളവിൽ മാററമില്ല.

(v) സ്പർശരേഖകളുടെ അററത്തു് അടയാളപ്പെടുത്തിയ ബിന്ദുക്കളുടെ ഒരു നേരിയ വക്രം വരച്ചാൽ കേംപ്രൊഫൈൽ കിട്ടുന്നു.

**ഗിയറുകൾ**

ഗിയറുകൾ പൽച്ചക്രങ്ങളാകുന്നു. ഇവ സാധാരണയായി, വേഗമാററത്തോടെ, ഒരു യന്ത്രഭാഗത്തിൽ നിന്നും മറെറാന്നിലേയ്ക്കു് (ഒരു ഷാഫ്ററിൽ നിന്നും മറെറാന്നിലേയ്ക്കു്) ഘൂർണനശക്തി (Rotary power) കൈമാറാനാണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. കറക്കത്തെ നേർവരയിലുള്ള ചലനമാക്കുന്ന റേക്കു് എന്ന ഗിയർ ഒരുദാഹരണമാണു്.

8.15 പല ജാതി ഗിയറുകൾ : പല തരം ഷാഫ്ററ്വിന്യാസങ്ങൾക്കനുസരിച്ചു് പല തരം ഗിയറുകൾ ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടു്. സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്നവ :—

**സ്പർഗിയർ :** ഇവ സമാന്തരഷാഫ്റ്റുകൾക്കുപയോഗിക്കുന്നു.

**ബെവൽ ഗിയറുകൾ :** തമ്മിൽ ക്രോസുന്ന ഷാഫ്റ്റുകളിലാണിവ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.

**ഏങ്കോണ ഗിയറുകൾ** (Skew gears): സമാന്തരവും ക്രോസുന്നവയുമല്ലാത്ത ഷാഫ്റ്റുകളിലാണിവ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. സ്ക്രൂഗിയറുകൾ, വേം ഗിയറുകൾ, ഹൈപോയ്ഡ് ബെവൽഗിയറുകൾ മുതലായവ ഇതിനുദാഹരണങ്ങളാണു്.

ഒരു സ്പർഗിയറിന്റെ പല്ലുകൾ, അതിന്റെ അക്ഷത്തിനു സമാന്തരങ്ങളാണെങ്കിൽ, അതിനെ നേർപ്പൽസ്പർഗിയർ എന്നു വിളിക്കുന്നു. ചിലപ്പോൾ പല്ലുകൾ അക്ഷത്തിനു് ഹെലികാകൃതിയിലുള്ള ചരിവുള്ള വിധത്തിലായിരിക്കും. ഇവയെ ഹെലികപ്പൽസ്പർഗിയറുകൾ അഥവാ സർപിളപ്പൽസ്പർഗിയറുകൾ എന്നു വിളിക്കാം. ഇവിടെ നേർപ്പൽസ്പർഗിയറുകളുടെ വരപ്പു രീതികൾ മാത്രമേ വിവരിക്കാൻ പോകുന്നുള്ളൂ.

## 8.16 പേരിടൽവ്യവസ്ഥ (Terminology)

താഴെക്കൊടുത്ത ഗിയർവരയ്ക്കലിലെ ചില പ്രധാനപദങ്ങൾ വിദ്യാർഥികൾ ഹൃദിസ്ഥമാക്കേണ്ടതാണു്. (ചിത്രം 8.17 a, 8.18)

**പിനിയൻ :** ഒരു ഗിയർജോഡി (Gear pair) യിലെ ചെറിയ ചക്രമാണു് പിനിയൻ. വലിപ്പം കൂടിയതിനെ വെറുതെ ഗിയർ എന്നു തന്നെയോ ചക്രം എന്നോ വിളിക്കാം.

**അകലവൃത്തം (Pitch Circle):** ഈ വൃത്തത്തിന്റെ വലിപ്പത്തിനനുസരിച്ചാണു് ഗിയറുകൾക്കു പേരിട്ടിരിക്കുന്നതു്. അതേ ശക്തി, അതേ വേഗമാറ്റത്തോടെ കൈമാറ്റം ചെയ്യുന്ന ഒരു സമാനമായ ഉരസൽചക്രത്തിന്റെ വലിപ്പമാണിതു്. ഗിയർച്ചിത്രത്തിൽ പല്ലുകളുടെ മുനമ്പിനും അടിഭാഗത്തിനുമേതാണ്ടു് നടുവിലായി ഈ വൃത്തം വരച്ചു കാണിക്കേണ്ടതാണു്. പല്ലിനെയും വിടവിനെയും ഈ വൃത്തം നിലവാരത്തോതുകളുള്ള ഗിയറുകളുടെ കാര്യത്തിൽ സമമായി വിഭജിക്കുന്നു.

**വൃത്തീയഅക്ഷം** (Circular Pitch): തൊട്ടടുത്ത പല്ലുകളിന്മേൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന സദൃശബിന്ദുക്കൾക്കിടയിൽ, അകലവൃത്തത്തിന്മേലുള്ള ചാപദൂരമാണു് വൃത്തീയഅകലം.

**മോഡ്യൂൾ:** അകലവൃത്തത്തിന്റെ മി. മീറ്ററിലുള്ള വ്യാസവും ഗിയറിന്മേലുള്ള പല്ലുകളുടെ എണ്ണവും തമ്മിലുള്ള തോതാണ് മോഡ്യൂൾ.

**വ്യാസീയഅകലം** (Diametral Pitch): മോഡ്യൂളിന്റെ വ്യൽക്രമ (Reciprocal) മാണിത്. പല്ലുകളുടെ എണ്ണവും അകലവൃത്തവ്യാസവും തമ്മിലുള്ള തോതാണിത്.

**അഡെൻഡം** (Addendum): അകലവൃത്തത്തിനു താഴോട്ട് (അകത്തു്) പല്ലിന്റെ ഉയരമാണ് അഡെൻഡം.

**ഡെഡൻഡം** (Dedendum): അകലവൃത്തത്തിനു താഴോട്ട് (അകത്തു്) പല്ലിന്റെ ആഴമാണ് ഡെഡൻഡം.

**വിടവു്** (Clearance): അഡെൻഡവും ഡെഡൻഡവും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമാണ് വിടവു്.

**കണക്കുകൂട്ടലുകൾ** (Calculations): N എന്നതു് പല്ലുകളുടെ എണ്ണത്തെയും D അകലവൃത്തവ്യാസത്തെയും കുറിക്കുന്നു എന്നിരിക്കട്ടെ.

വ്യാസീയഅകലം = $N/D$;

വൃത്തീയഅകലം = $\pi D/N$;

മോഡ്യൂൾ $\times \pi$ = വൃത്തീയഅകലം;

വൃത്തീയഅകലം $\times$ വ്യാസീയഅകലം = $\pi$

$N_1$, $N_2$ = പിനിയനിലും ഗിയറിലുമുള്ള പല്ലുകളുടെ എണ്ണങ്ങൾ,

M = മോഡ്യൂൾ എന്നിരിക്കട്ടെ.

(മോഡ്യൂൾ, വ്യാസീയഅകലം, വൃത്തീയഅകലം ഇവ പിനിയനിനും ഗിയറിനും സമമായിരിക്കും).

പിനിയനും ഗിയറക്ഷങ്ങൾക്കും ഇടയിലുള്ള കേന്ദ്രാന്തരം = $\frac{m}{2}(N_1 + N_2)$

ഗിയർപ്പല്ലുകളുടെ നിലവാരഅളവുകൾ താഴെ കൊടുക്കുന്നു:—

അഡെൻഡം = മോഡ്യൂൾ;

ഡെഡൻഡം = $1.25 \times$ മോഡ്യൂൾ.

## 8.17 പൽപ്രൊഫൈൽ:

ഗിയർപ്പല്ലിന്റെ പ്രൊഫൈൽ, ഇൻവൊല്യൂട്ട് എന്നു വിളിക്കുന്ന ഒരു വക്രമായിരിക്കും. ഒരു സിലിണ്ടറിന്മേൽ ചുറ്റിയിരിക്കുന്ന കയറിനെ ചുരുളഴിക്കുമ്പോൾ കയറിന്റെ അഗ്രം ഉണ്ടാക്കുന്ന വക്രമാണ് ഇൻവൊല്യൂട്ട്. ഇതിന്റെ നിർമാണം ചിത്രം 8.17 (b) യിൽ വ്യക്തമാക്കിയിരിക്കുന്നു. അതു താഴെ വിവരിക്കാം:

(i) ഒരു വൃത്തം വരച്ച് അതിന്റെ പരിധിയെ ധാരാളം ഭാഗങ്ങളായി വിഭജിക്കുക. ഇവിടെ 30° കോണമളവുപയോഗിച്ച് 12 ഭാഗങ്ങളായി ഭാഗിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ ബിന്ദുക്കളിന്മേൽ ഒരേ ദിശയിലേയ്ക്ക് സ്പർശരേഖകൾ വരയ്ക്കുക.

(ii) ആദ്യത്തെ ബിന്ദുവിന്നടുത്തുള്ള ബിന്ദുവിലെ സ്പർശരേഖയുടെ നീളം ഈ ബിന്ദുക്കൾക്കിടയിലുള്ള ചാപനീളത്തിനു സമമാക്കുക. ഇതേ പോലെ മറ്റു ബിന്ദുക്കളിലെ സ്പർശരേഖകളിന്മേലും ആ ബിന്ദുവിന്നും ആദ്യബിന്ദുവിന്നുമിടയിലുള്ള ചാപനീളം അടയാളപ്പെടുത്തുക.

(iii) സ്പർശരേഖകളുടെ അഗ്രങ്ങൾ കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ കിട്ടുന്നതായിരിക്കും ഇൻവൊല്യൂട്ട്. ഇൻവൊല്യൂട്ട് വരയ്ക്കാൻ സഹായകമാകുന്ന വൃത്തത്തിനെ അടിസ്ഥാനവൃത്തം (base circle) എന്നു വിളിക്കുന്നു.

**ഗിയർപ്പല്ല് വരയ്ക്കൽ:** വളരെ ശരിയായി വരയ്ക്കാനാണുദ്ദേശമെങ്കിൽ പല്ലിന്റെ ഇരു വശത്തുമുള്ള പ്രൊഫൈലുകൾ, ഇൻവൊല്യൂട്ട് വക്രത്തിന്റെ ഭാഗമായി വരയ്ക്കണം. ഇതു് വളരെ പ്രയാസമേറിയ രചനയാകയാൽ, എളുപ്പത്തിനു വേണ്ടി ചില ഏകദേശരചനാസമ്പ്രദായങ്ങൾ സ്വീകാര്യമാണ്.

ചിത്രം 8.17 (a) യിൽ പ്രൊഫ: അൽവിൻ സമ്പ്രദായമനുസരിച്ചുള്ള ഗിയർപ്പൽരചനാസമ്പ്രദായം വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു.

O ഗിയറിന്റെ കേന്ദ്രമാകുന്നു. O കേന്ദ്രമാക്കി മൂന്നു സമകേന്ദ്രീയവൃത്തങ്ങൾ വരയ്ക്കുക. OP അകലവൃത്തത്തിന്റെ ത്രിജ്യയും, OA പുറം ത്രിജ്യയും, OB മൂലത്രിജ്യ (root radius) യുമാകുന്നു.

$$OP = \frac{\text{മോഡ്യൂൾ} \times \text{പല്ലുകളുടെ സംഖ്യ}}{2}$$

ഇതിൽ മോഡ്യൂളും പല്ലുകളുടെ എണ്ണവും അറിയാവുന്ന അളവുകളായിരിക്കും.

$OA = OP + PA = OP +$ മോഡ്യൂൾ $= OP +$ അഡെൻഡം.

$OB = OP - PB = OP - 1.25 \times$ (മോഡ്യൂൾ) $= OP -$ (ഡെഡൻഡം)

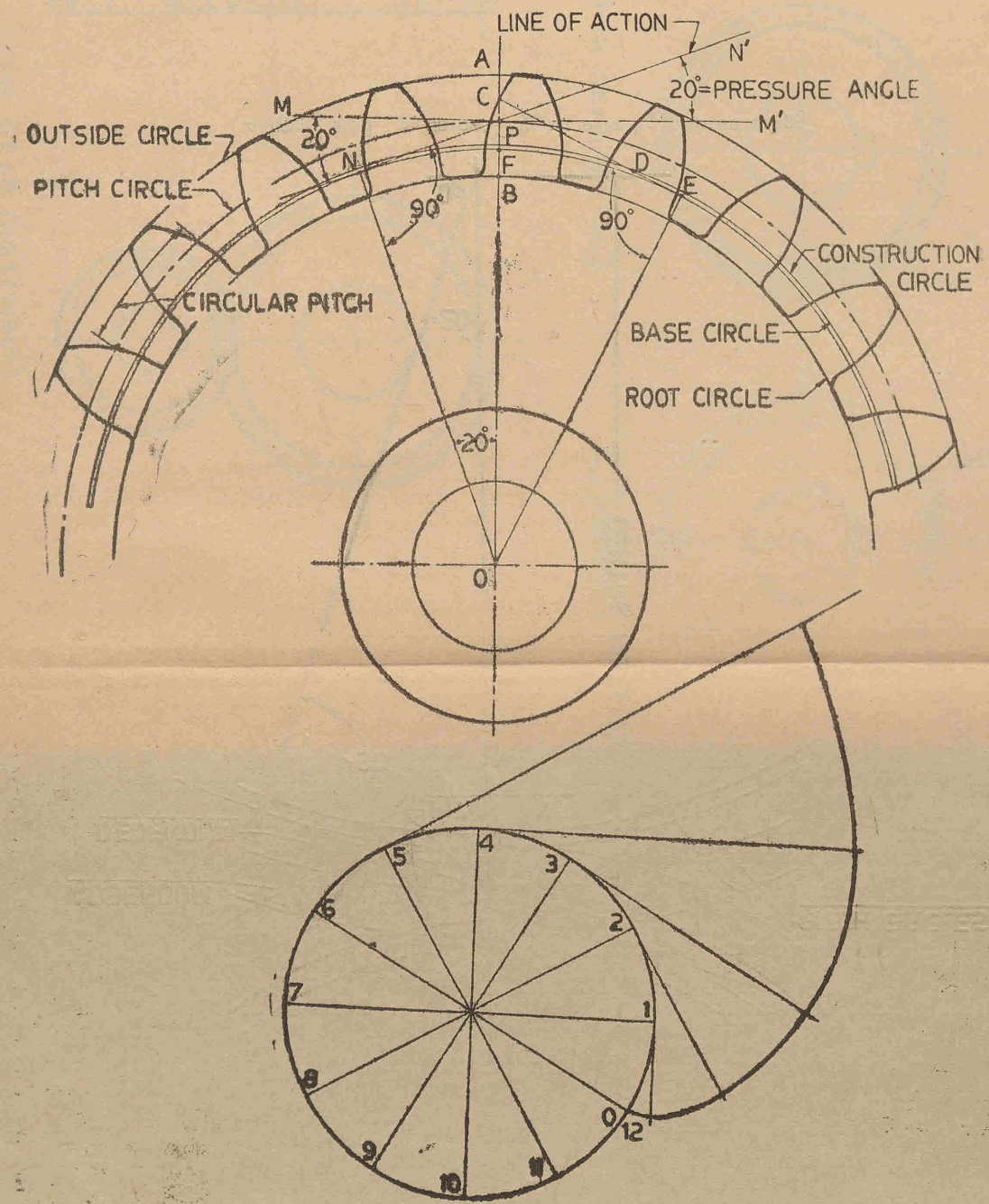
P യിൽ OP യ്ക്ക് ലംബമായി MPM' വരയ്ക്കുക. MPM'-യുമായി 20° യിൽ NPN' വരയ്ക്കുക. ഈ കോണത്തെയാണ് മർദകോണം (Pressure angle) എന്നു വിളിക്കുന്നത്. സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്ന മർദകോണങ്ങൾ 20° യും $14\frac{1}{2}$° യുമാണ്. ഇവിടെ മർദകോണം NPM = N'PM. ISS പ്രകാരം മർദകോണം 20° ആയിരിക്കണം.

NPN' എന്ന രേഖയെ പ്രവർത്തനരേഖ എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഇൻവൊല്യൂട്ട് പല്ലുകളുടെ സമ്പർക്കബിന്ദുക്കൾ ഈ രേഖയിലാണ് കിടക്കുന്നത്. O കേന്ദ്രമാക്കി NPN' നെ സ്പർശിച്ചു കൊണ്ട് ഒരു വൃത്തം വരയ്ക്കുക. ഇത് ഇൻവൊല്യൂട്ട് പ്രൊഫൈലുകളുടെ അടിസ്ഥാനവൃത്തമായിരിക്കും. ഈ വൃത്തം OA യെ F-ൽ മുറിക്കട്ടെ. AF നെ $AC = \frac{1}{3} AF$ ആയിരിക്കത്തക്കവണ്ണം C യിൽ വിഭജിക്കുക. C യിൽ നിന്ന് അടിസ്ഥാനവൃത്തത്തിലേയ്ക്ക് CE എന്ന സ്പർശരേഖ വരയ്ക്കുക. CE യെ D യിൽ $CD = \frac{3}{4} CE$ എന്ന വിധത്തിൽ വിഭജിക്കുക. D കേന്ദ്രമായും CD ത്രിജ്യയായും പുറംവൃത്തത്തിനും മൂലവൃത്തത്തിനുമിടയിൽ ഒരു ചാപം വരയ്ക്കുക. ഇത് ഗിയർപ്പല്ലിന്റെ ഒരേകദേശപ്രൊഫൈലായിരിക്കും. മൂലവൃത്തത്തിനടുത്തുള്ള പ്രൊഫൈലിന്റെ തുടർച്ച, അനുയോജ്യമായ ഒരു ഫില്ലെറ്റ് ത്രിജ്യ (Fillet Radius) ഉപയോഗിച്ച് മുഴമിക്കാവുന്നതാണ്.

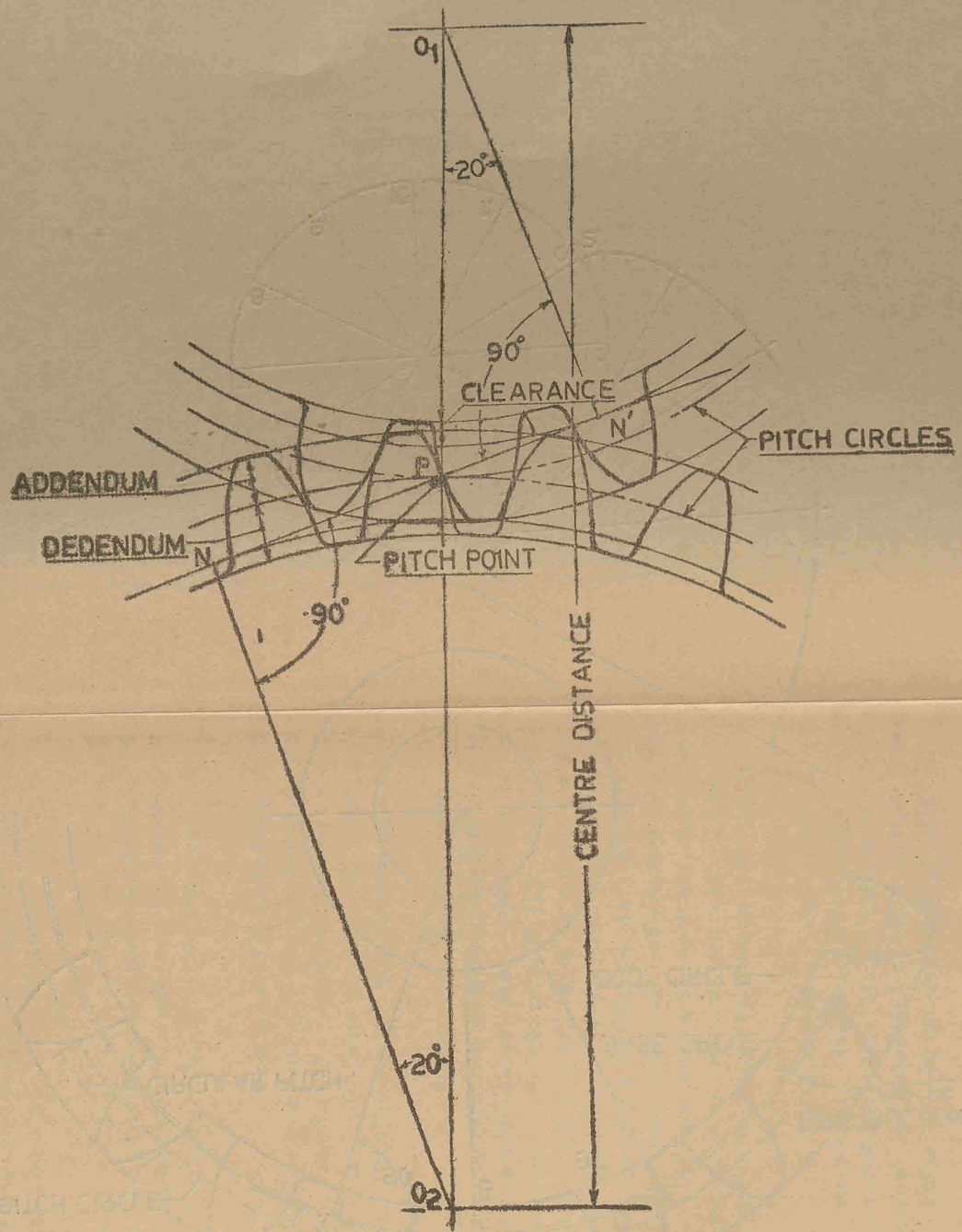
വൃത്തീയ അകലത്തിന്റെ പകുതി നീളമുള്ള ചാപങ്ങളായി അകലവൃത്തത്തെ വിഭജിക്കുക. D യിലൂടെ O കേന്ദ്രമാക്കി ഒരു വൃത്തം വരയ്ക്കുക. ഈ വൃത്തം ഒരു രചനാവൃത്തം മാത്രമാണ്. ഈ വൃത്തത്തിന്മേൽ ഉദ്യമം (ട്രയൽ) വഴി കേന്ദ്രങ്ങൾ കണ്ടു പിടിച്ച് CD ത്രിജ്യയായെടുത്ത്, അകലവൃത്തത്തിലെ വിഭജനബിന്ദുക്കളിലൂടെ ചാപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക.

മൂലവൃത്തം അടിസ്ഥാനവൃത്തത്തെക്കാൾ ചെറുതാണെങ്കിൽ, പല്ലിന്റെ ചാപപ്രൊഫൈൽ, അടിസ്ഥാനവൃത്തത്തിനടുത്തു വന്നു നിലയ്ക്കുകയും, പിന്നീട് മൂലവൃത്തം വരെ കേന്ദ്രത്തിനു നേരെ, ഒരു ത്രിജ്യരേഖയായി തുടരുകയും ചെയ്യും. ഇപ്രകാരം ഒട്ടേറെ പല്ലുകൾ ചിത്രം 8.17 (a) യിൽ വരച്ചു കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

കുറച്ചു കൂടി എളുപ്പമുള്ള രചനാസമ്പ്രദായം ഇപ്രകാരമാണ്: NP പൽ പ്രൊഫൈൽ ചാപങ്ങളുടെ ത്രിജ്യയായെടുക്കുകയും, അടിസ്ഥാനവൃത്തത്തെ രചനാവൃത്തമായെടുക്കുകയും ചെയ്ത് രചന മുഴമിക്കാം. ചിത്രം 8.18 ഈ സമ്പ്രദായത്തിൽ വരച്ച പരസ്പരം പിണഞ്ഞു നില്ക്കുന്ന ഒരു ഗിയർജോഡിയാകുന്നു.



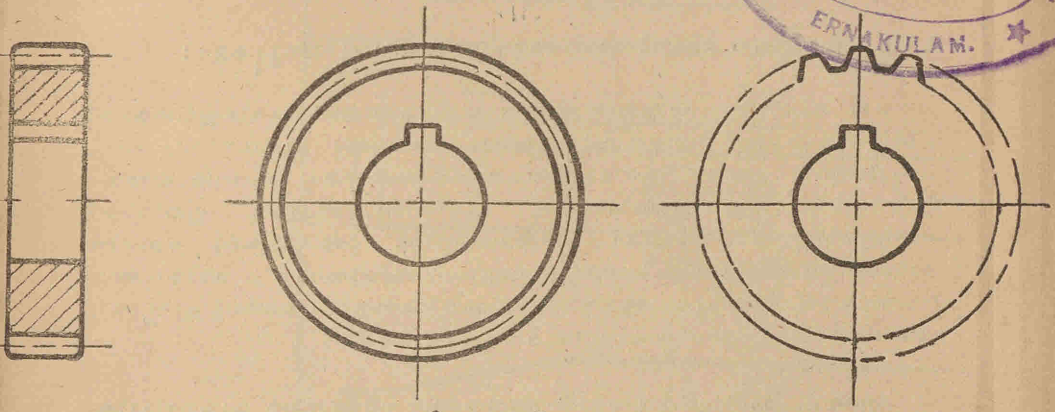

ചിത്രം 8.17 ഇൻവൊല്യൂട്ട് വക്രത്തിന്റെയും ഗിയർപ്പല്ല് പ്രൊഫൈലിന്റെയും വരപ്പ്.




ചിത്രം 8·18 പിണഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഗിയർപ്പല്ലിന്റെ വരപ്പ്

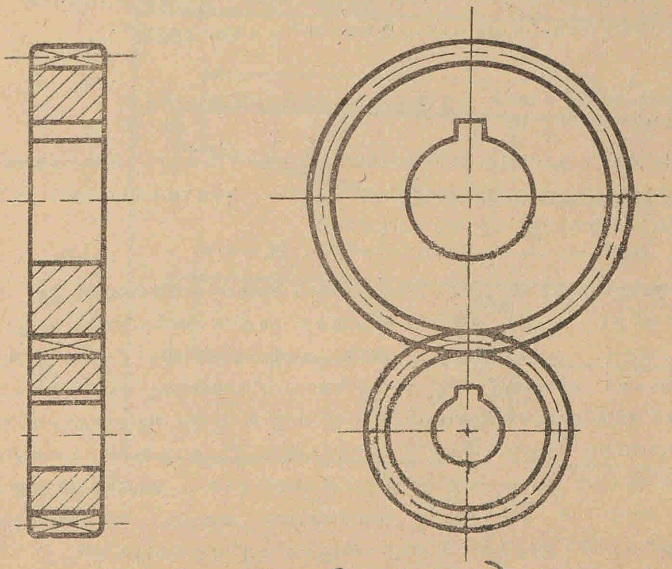
MUNAVVIRUL ISLAM HIGH SCHOOL
Date.....
ERNAKULAM.

## CONVENTIONAL SYMBOL



SPUR GEAR (DETAIL)

ALTERNATIVE



SPUR GEAR (ASSEMBLY)

ചിത്രം 8·19 ഗിയറുകളുടെ കീഴ്വഴക്കപ്രതീകങ്ങൾ

ISI യുടെ നിർദ്ദേശങ്ങളനുസരിച്ചുള്ള ഗിയർ പ്രതീകങ്ങളാണ് ചിത്രം 8.19-ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്.

## 8.18 സരളമായ മെഷീൻഭാഗങ്ങളും അസംബ്ളിവരപ്പുകളും :

ഒരു മെഷീൻ സാധാരണയായി ധാരാളം ഭാഗങ്ങൾ കൂടിച്ചേർന്നതായിരിക്കും. ഭാഗത്തെ 'അവയവം' എന്നോ വിശദാംശം എന്നോ വിളിക്കാം, വരപ്പിന്റെ ഭാഷയിൽ ഈ ഭാഗങ്ങൾ തമ്മിൽത്തമ്മിലോ വെവ്വേറെയായോ യന്ത്രത്തിന്റെ പ്രധാനശരീരത്തോട് കൂട്ടിയിണക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. ഇതിനായി പിടിപ്പുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഡിസൈനറാണ് (ആസൂത്രകൻ) മെഷീൻ ശരീരത്തിന്റെ ആകൃതിയും വലിപ്പവുമെല്ലാം നിശ്ചയിക്കുന്നത്. ഓരോ അവയവത്തിന്റെയും വലിപ്പവും ആകൃതിയും നിശ്ചയിക്കുന്നത് അതിന്റെ പ്രവൃത്തി, ഉണ്ടാക്കുന്ന വിധം എന്നിവ മനസ്സിൽ വെച്ചു കൊണ്ടാണ്.

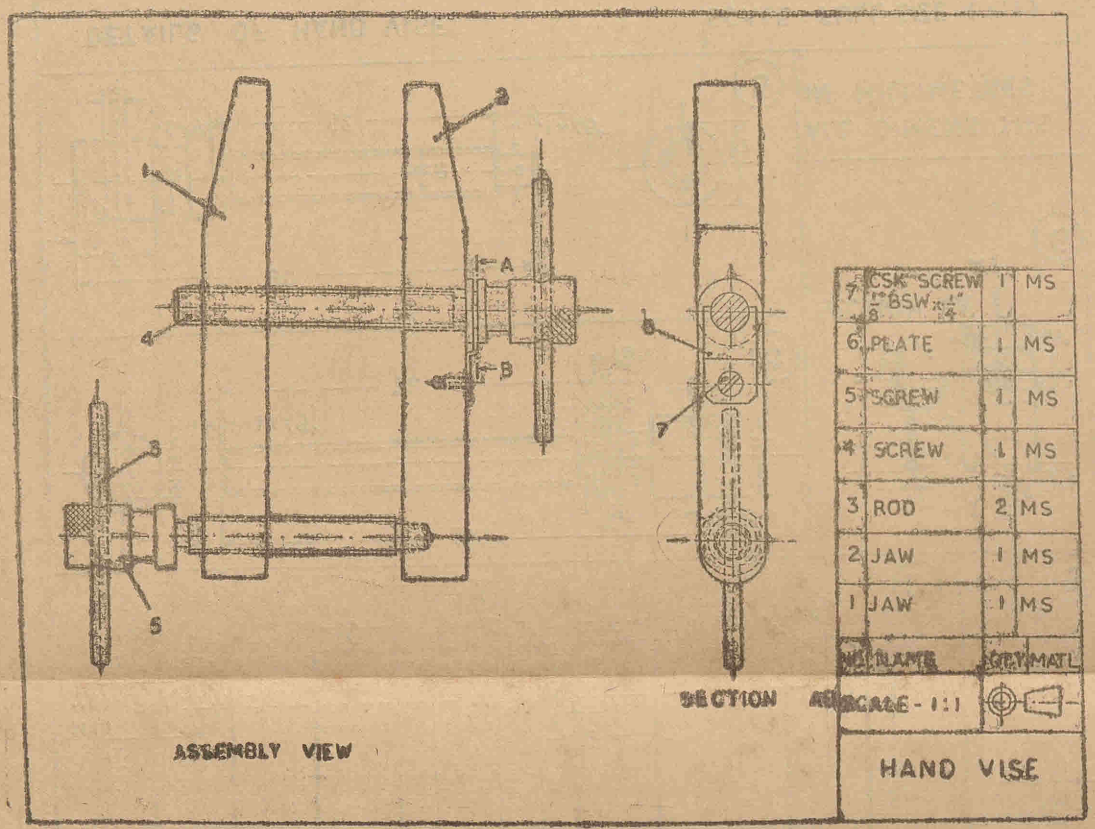
ഏറ്റവും അടിസ്ഥാനപരമായ ആശയങ്ങൾ സ്കെച്ചുകൾ പ്രകാശിപ്പിക്കുന്നത് വെറും സ്കെച്ചുകൾ വഴിയാണ്. പിന്നീട് ഈ സ്കെച്ചുകളിൽ നിന്ന് ശരിയായ അളവുതോതുപയോഗിച്ച് വിശദവരപ്പുകൾ വരച്ചതിനു ശേഷമേ, നിർമാണത്തിനും പിടിപ്പിടലിനും ഉപയോഗിക്കാൻ പറ്റൂ. ഇത് സാധാരണയായി രണ്ടു പടികളായാണ് ചെയ്യാറുള്ളത് :—

(i) വിവിധഭാഗങ്ങൾ കൂട്ടിച്ചേർത്ത അസംബ്ളിവരപ്പ്.

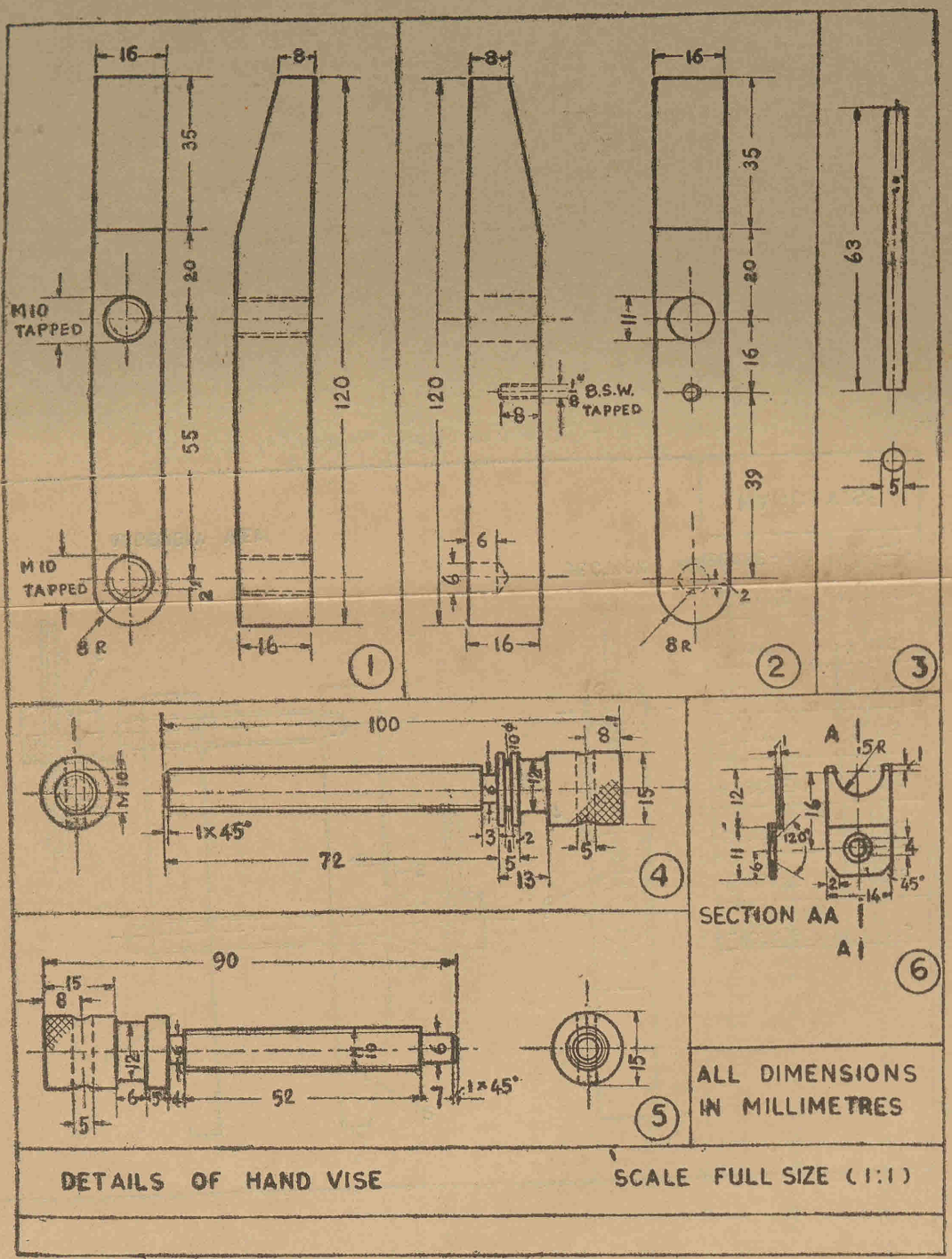
(ii) ഓരോ പ്രത്യേകഅവയവത്തിന്റെയും വരപ്പ്. ഒന്നാമത്തേതിനെ അസംബ്ളിവരപ്പ്—സമുച്ചയവരപ്പ്— എന്നും രണ്ടാമത്തേതിനെ വിശദവരപ്പ് (Detail drawing) എന്നും പറയുന്നു.

അസംബ്ളിവരപ്പിൽ വിവിധഭാഗങ്ങൾ അതതിന്റെ സ്ഥാനത്ത് കാണിച്ചിരിക്കും. നീളം, വീതി, ഉയരം ഇവയുടെ ശരിയായ വിവരം കിട്ടാനായി അസംബ്ളിയുടെ ചുരുങ്ങിയത് രണ്ടു കാഴ്ചകളെങ്കിലും വരയ്ക്കേണ്ടതുണ്ട്. സാധാരണയായി മറഞ്ഞു നില്ക്കുന്ന ഉൾഭാഗവിവരങ്ങളെ കാണിക്കാനായി, മുഴുവനായോ ഭാഗികമായോ ഛേദം ചെയ്ത ഒരു കാഴ്ചയും ആവശ്യമായി വരാം. മറഞ്ഞ ഭാഗങ്ങളെ കുത്തുവരകളിട്ട് കാണിക്കുന്നത് കാഴ്ചയിൽ കുഴമറിയായിക്കിടന്ന് വ്യക്തമായ രൂപം കിട്ടാതാകാൻ കാരണമാകും. അതിനാൽ മുഴുവനോ ഭാഗികമോ ആയ ഒരു ഛേദക്കാഴ്ച തന്നെയാണ് മെച്ചം. വിവിധഭാഗങ്ങൾ കൂട്ടിച്ചേർത്ത് പണി മുഴുമിക്കാൻ അസംബ്ളിവരപ്പ് ആവശ്യമാണ്.

വിശദവരപ്പ് പണിശാലയിലാണ്—വർക്ക്ഷാപ്പ്—ആവശ്യം വരുന്നത്. ഇതിനെ പണിവരപ്പ് (working drawing) എന്നു വിളിക്കുന്നു.




ചിത്രം 8.20 (a) ഒരു ക്ലാമ്പിന്റെ അസംബ്ളി— വിശദവരപ്പുകൾ


16
8
35
20
55
120
M10 TAPPED
M10 TAPPED
8R
16
1
8
16
120
8
B.S.W. TAPPED
8
6
6
16
35
20
16
39
11
2
8R
2
63
5
3
100
8
10
M16
1×45°
72
3
2
5
13
15
5
4
A
5R
12
16
11
5
120
4
2
14
45°
SECTION AA
A
6
90
15
8
12
M10
6
6
5
4
52
7
1×45°
15
5
ALL DIMENSIONS IN MILLIMETRES
DETAILS OF HAND VISE
SCALE FULL SIZE (1:1)

ചിത്രം 8.20 (b)

ഓരോ ഘടകത്തേയും പ്രത്യേകം വേറെ വേറെ എടുത്തു് അതിന്റെ വിശദാംശങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കുകയാണു് വിശദവരപ്പു് ചെയ്യുന്നതു്. നിർമാണാവശ്യത്തിന്നാകയാൽ ഇതോടൊപ്പം മോടി (Finish), ഉഷ്ണഅഭിക്രിയ (Heat Treatment), അളവുകളുടെ സഹിഷ്ണുതകൾ മുതലായ വിവരങ്ങളും കുറിപ്പുകളായി കൊടുക്കേണ്ടതാണു്. അസംബ്ളിവരപ്പുകളിൽ മേലളവുകളും (Overall dimensions). വിശദവരപ്പിൽ, നിർമാണത്തിന്നാവശ്യമായ എല്ലാ അളവുകളും കൊടുക്കേണ്ടതാണു്.

കടലാസ്സു വേണ്ടത്ര വലുതാണെങ്കിൽ, അസംബ്ളിവരപ്പും വിശദവരപ്പും ഒന്നിൽത്തന്നെ ഉൾക്കൊള്ളിക്കാവുന്നതാണു്. (IS നിർദേശിച്ചിരിക്കുന്നതു് A O or A I). അസംബ്ളിവരപ്പിൽ അതതു ഭാഗങ്ങൾ അക്കമിട്ടു കാണിക്കുകയും വിശദവരപ്പുകളിൽ അതനുസരിച്ചുള്ള അക്കം കാണിക്കുകയും ചെയ്യണം.

ചുവടെ വലതുവശമൂലയിൽ, ശീർഷകബ്ളോക്കു് (Title block) വരയ്ക്കേണ്ടതാണു്. (IS: 696—1960) ശീർഷകബ്ളോക്കിൽ താഴെപ്പറയുന്ന വിവരങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കണം:

1) വരപ്പിന്റെ പേരുവിവരങ്ങൾ

2) അളവുതോതു്

3) കമ്പനിയുടെയോ സ്ഥാപനത്തിന്റെയോ വിവരങ്ങൾ

4) വരപ്പിന്റെ ക്രമസംഖ്യ

5) ഡിസൈനറുടെയും വരപ്പുകാരന്റെയും ഒപ്പും തീയതിയും

6) ഘടകപദാർഥങ്ങളുടെ ലിസ്റ്റു്—ഇതിനെ പദാർഥലിസ്റ്റു് എന്നു വിളിക്കാം.

ഈ ഒടുക്കത്തേതു് ശീർഷകബ്ളോക്കിന്നു മീതെ ഒരു പട്ടികയായി കൊടുക്കാം. വളരെ കൂട്ടുതലാണെങ്കിൽ വേറൊരു ഷീററിൽ കാണിക്കുന്നതിലും തെറ്റില്ല. ഇതിൽ താഴെ കാണിച്ചിട്ടുള്ള വിവരങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളിക്കണം:—

(1) ഇനസംഖ്യ (item number), വിശദവിവരസംഖ്യ. ഇതു് താഴെനിന്നു മുകളിലോട്ടെഴുതിയാൽ പിന്നീടുള്ള കൂട്ടിച്ചേർക്കലുകൾക്കു് സ്ഥലം കരുതിവെയ്ക്കാൻ കഴിയും.

2) ഘടകത്തിന്റെ പേരു്

3) ഘടകപദാർഥം

4) ഓരോ ഇനത്തിന്റെയും അളവു് (പരിമാണം)

5) നിലവാരനിർദേശസംഖ്യ—ഘടകം ബോൾട്ട്, നട്ട് മുതലായവയെപ്പോലെ നിലവാരപ്പെട്ടത്തിയതാണെങ്കിൽ.

6) കൂട്ടതൽ, പ്രത്യേകകുറിപ്പുകൾക്കു് സ്ഥലം വിട്ടിരിക്കണം.

നിലവാരപ്പെട്ടത്തിയ ഭാഗങ്ങളുടെ വിശദവരപ്പാവശ്യമില്ല. നിർദേശസംഖ്യ (Specification number) കാണിച്ചാൽ മതി.

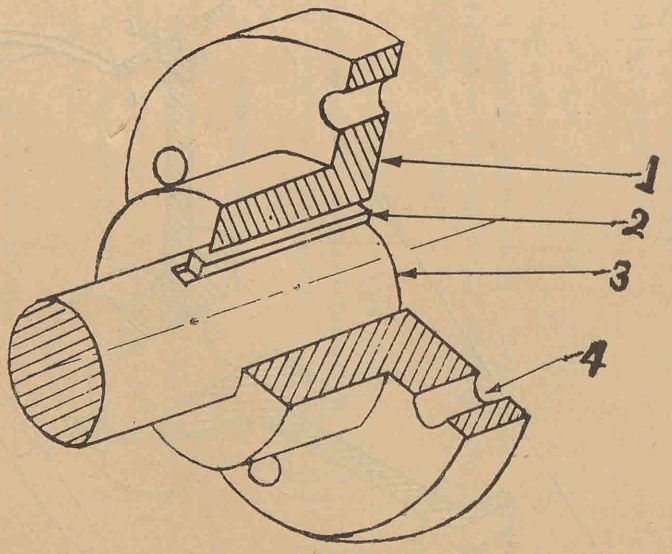
അസംബ്ളിയും വിശദാംശവും ഒരേ ഷീറ്റിൽത്തന്നെയാണു് വരയ്ക്കുന്നതെങ്കിൽ ഒരേ അളവുതോതുതന്നെ ഉപയോഗിക്കുന്നതാണു് നല്ലതു്. വ്യത്യസ്ത അളവുതോതുകളാണു് ഉപയോഗിച്ചിട്ടുള്ളതെങ്കിൽ അതു്, അതിന്റെ കീഴെ കാണിക്കേണ്ടതാണു്. വിശദവരപ്പുകൾക്കു ചുറ്റും വരയിട്ടു് മറ്റവയിൽ നിന്നു് വേർതിരിച്ചില്ലെങ്കിൽ, അവയുമായി കൂടിക്കുഴയാനിടയാകും. കുഴിയുമെങ്കിൽ വിശദവരപ്പുകൾ വെവ്വേറെ കടലാസ്സിൽ വരയ്ക്കുന്നതാണു് നല്ലതു് ഇതിനായി ISA 4 (210 × 297 മി. മീ.) ISA 5 (148 × 210 മി. മീ.) മുതലായവ ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണു്.

## 8.19 കറ്റിങ്ങുകളും കറ്റിങ്കികളും

ഷാഫ്റ്റു് കറ്റിങ്ങുകൾ: ഒരു നീണ്ട ലൈൻഷാഫ്റ്റു് ചെറുഷാഫ്റ്റുകൾ അറ്റത്തോടറ്റം കൂട്ടിയിണക്കിയാണുണ്ടാക്കാറു്. ഇപ്രകാരം കൂട്ടിയോജിപ്പിക്കുന്നതിനെ ഷാഫ്റ്റിണക്കൽ അഥവാ യുഗ്മനം (കപ്ലിങ്) എന്നു പറയുന്നു. രണ്ടു തരത്തിലുള്ള കപ്ലിങ്ങുകൾ താഴെ വിവരിക്കുന്നു.

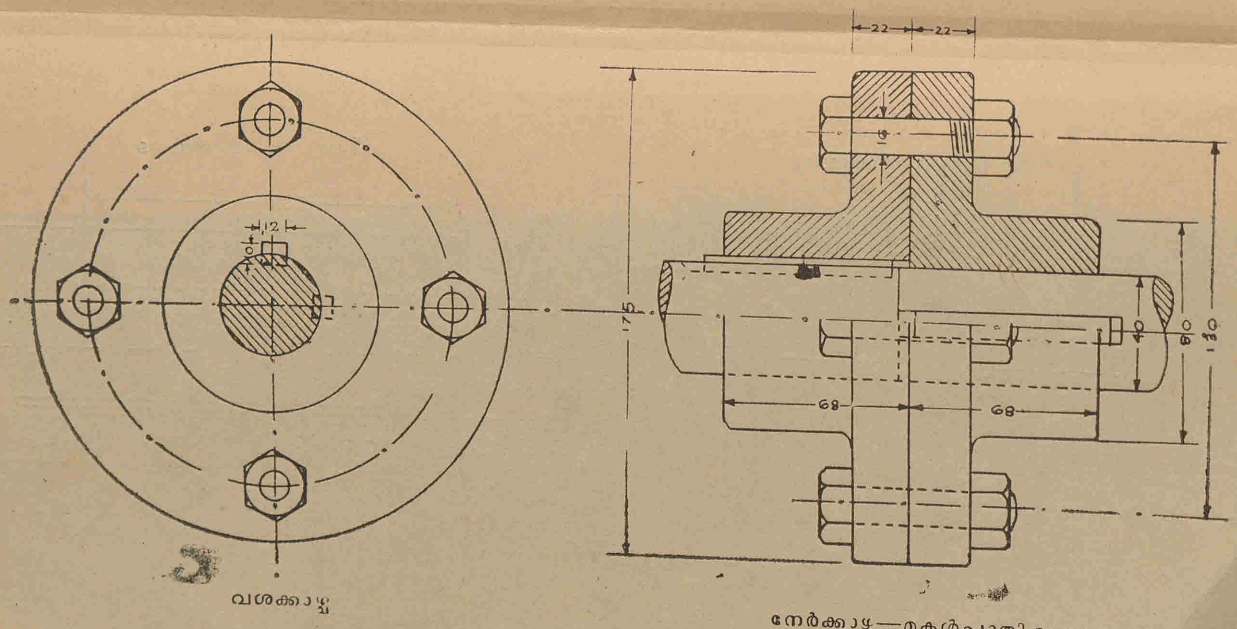
ഫ്ളാഞ്ചു് കറ്റിങ്ങു്: ചിത്രങ്ങൾ 8.21–ഉം 8.22-ഉം ഫ്ളാഞ്ചുകപ്ലിങ്ങിന്റെ വിശദരൂപം കാണിക്കുന്നു. ഫ്ളാഞ്ചുകൾ വാർപ്പിരുമ്പു കൊണ്ടുണ്ടാക്കപ്പെട്ടതാണു്. ഇവ ഷാഫ്റ്റിന്റെ അറ്റങ്ങളിൽ മുറുക്കം കൂടിയ പിടിപ്പു ബോൾട്ടുകളുപയോഗിച്ചു് കീ ചെയ്തിരിക്കുന്നു. വൃത്താകാരമായ ഒരു തള്ളിനില്പു് ഒരു മുഖത്തും അതിന്മേലിണങ്ങുന്ന ഒരു വൃത്താകാരച്ചാൽ ഇണയ്ക്കാനുള്ളതിന്റെ മുഖത്തും നിർമിച്ചിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ രണ്ടും എളുപ്പം കേന്ദ്രീകരണം സാധിക്കാവുന്നതും പിടിപ്പിക്കാവുന്നതുമാണു്.

മഫ്കറ്റിങ്ങു്: ഇതിന്റെ ഛേദമെടുത്ത ഒരു ആകൃതിചിത്രം, ചിത്രം 8.23-ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. വാർപ്പിരുമ്പു കൊണ്ടുള്ള ഒരു മഫ്പെട്ടി അഥവാ




ചിത്രം 8.21 ഫ്ളാഞ്ച് കപ്ലിങ്ങ്

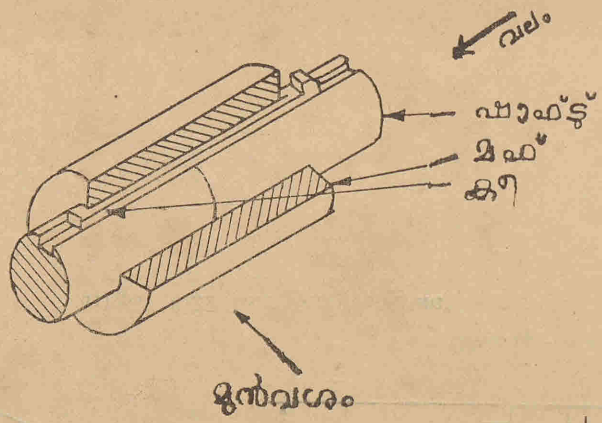
1. ഫ്ളാഞ്ച് 2. കീ 3. ഷാഫ്ട് 4. ബോൾട്ടുള

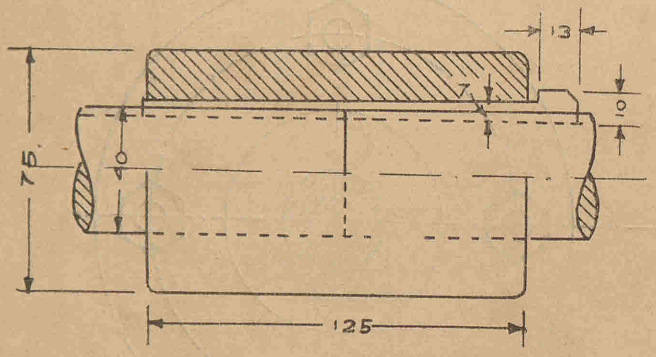



വശക്കാഴ്ച

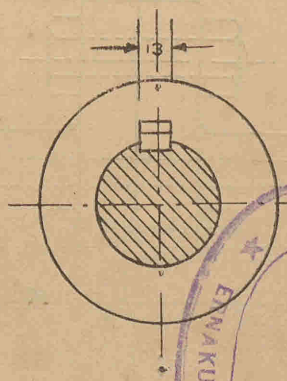
നേർക്കാഴ്ച—മുകൾപ്പാതി ഛേദത്തിൽ

ചിത്രം 8.22 ഫ്ളാഞ്ച് കപ്ലിങ്ങ്



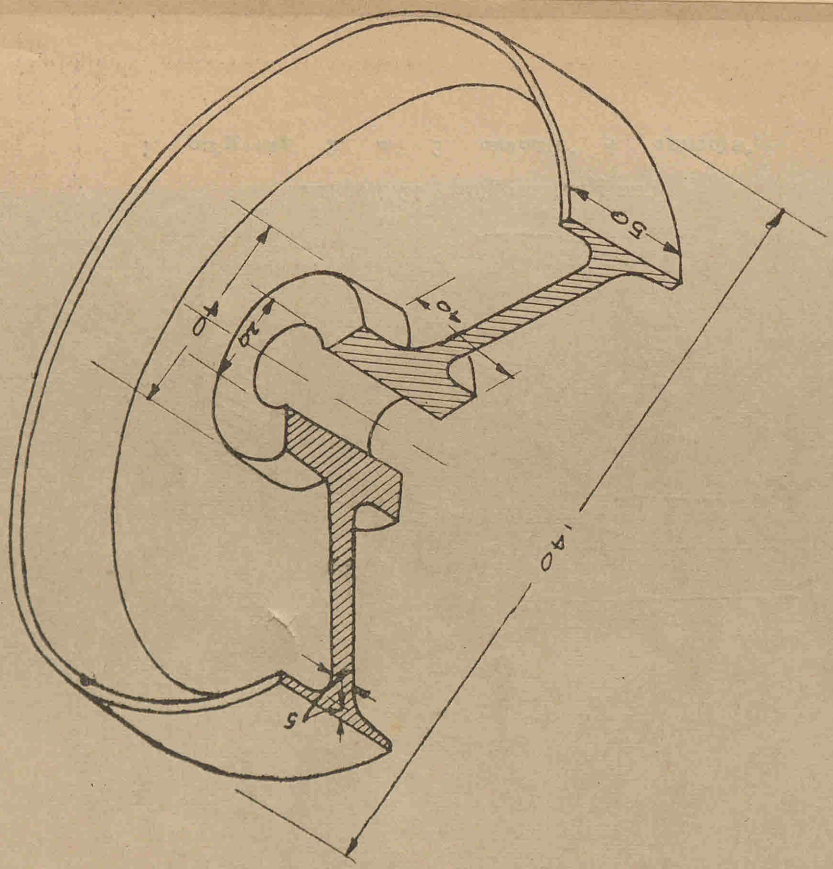

നേർക്കാഴ്ച (മുൻകാഴ്ച)



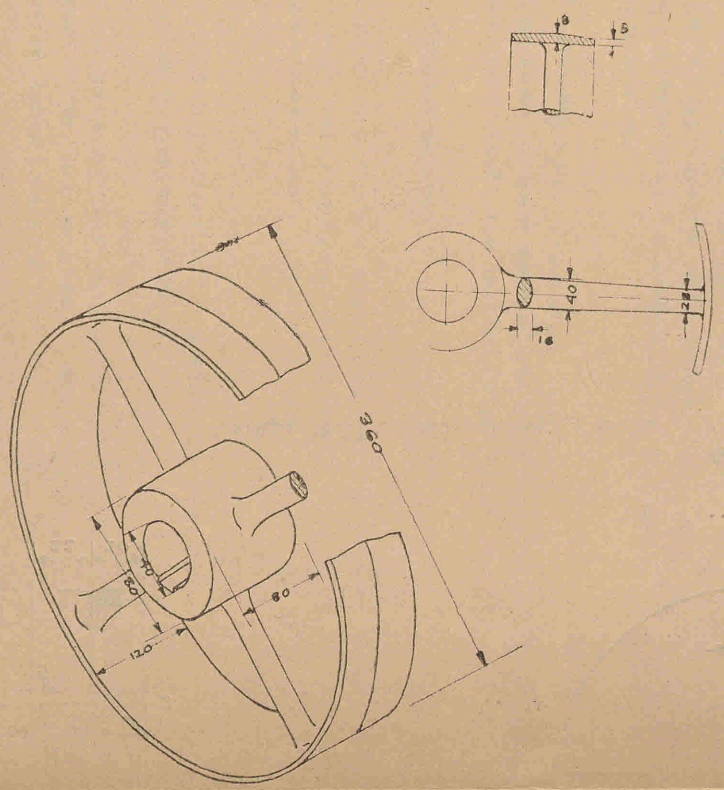

വശക്കാഴ്ച (വലതുവശം)

ചിത്രം 8.23. മഫ് കപ്ലിങ്ങ്

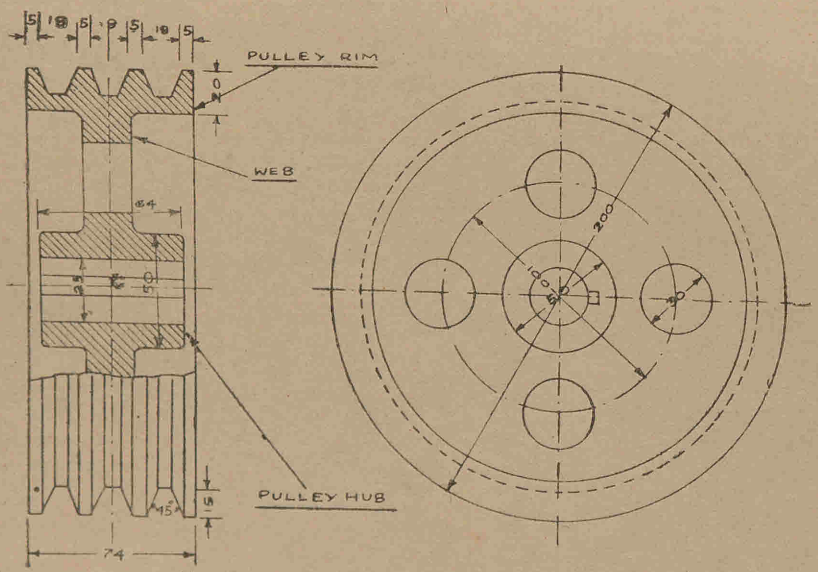
MUNAVVIRUL ISLAM HIGH SCHOOL
Date.....
ERNAKULAM.



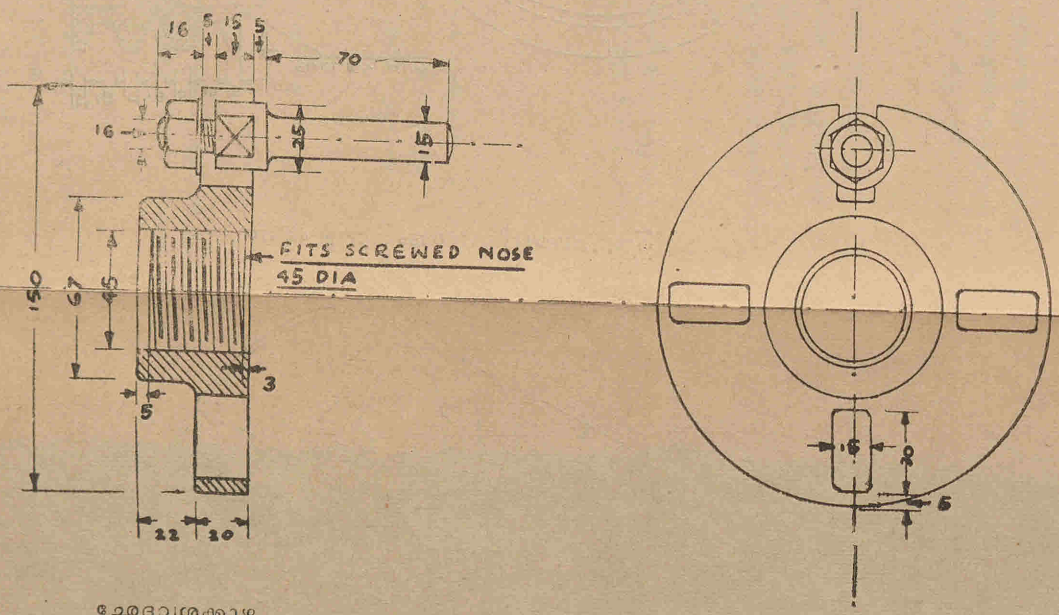

ചിത്രം 8.24 ഘൽവാർപ്പിരുമ്പ് കപ്പി




ചിത്രം 8.25 ഘനവാർപ്പിരുമ്പ് കപ്പി

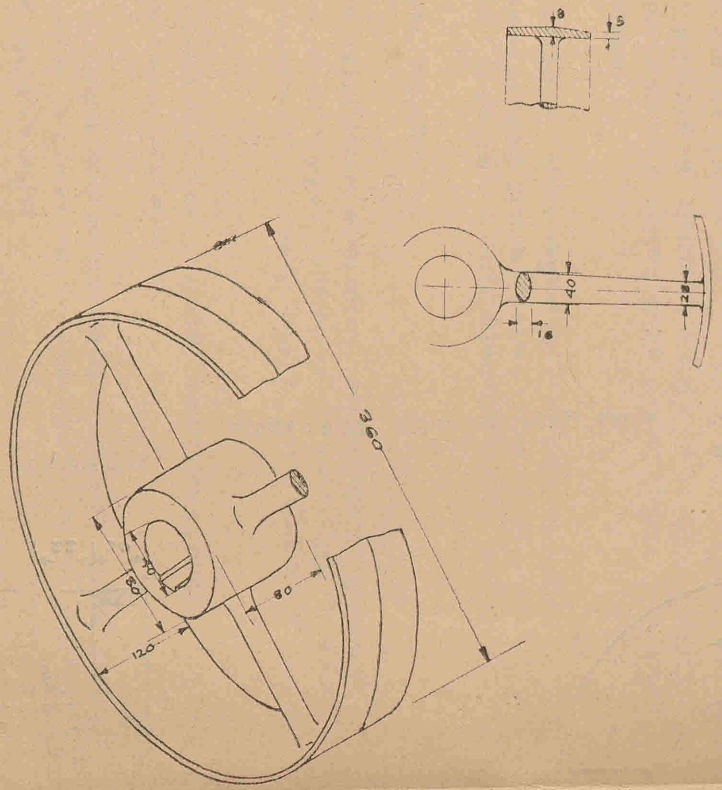



ചിത്രം 8.26 V-ബെൽട്ട് കപ്പി

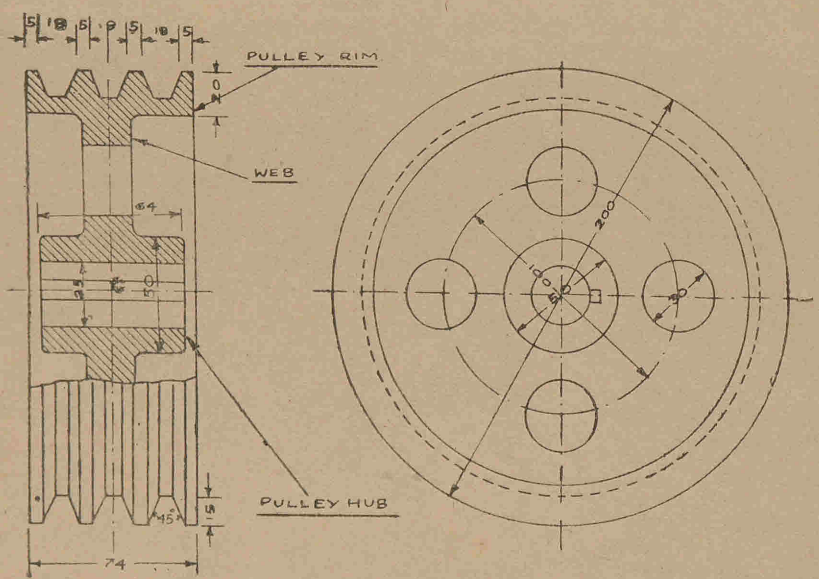



ഛേദവശക്കാഴ്ച മുൻകാഴ്ച

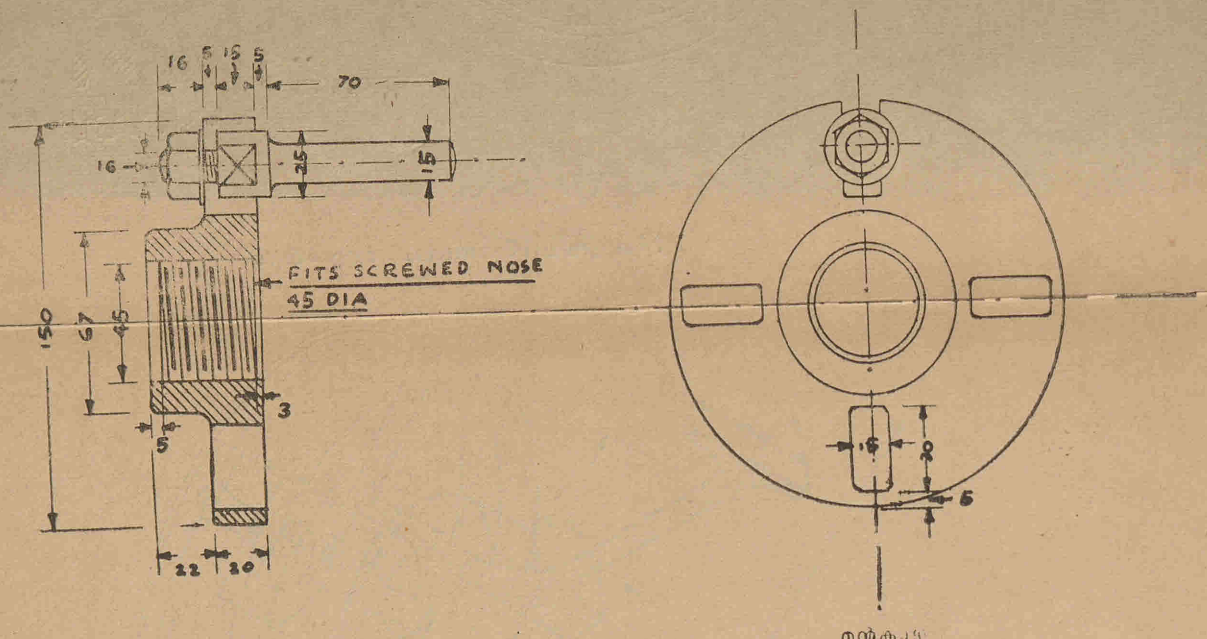
ചിത്രം 8.27 ലേഥിലെ ക്യാച്ച് പ്ലേറ്റ




ചിത്രം 8.25 ഘനവാർപ്പിരുമ്പ് കപ്പി




ചിത്രം 8.26 V-ബെൽട്ട് കപ്പി




ഛേദവശക്കാഴ്ച മുൻകാഴ്ച

ചിത്രം 8.27 ലേഥിലെ ക്യാച്ച് പ്ലേറ്റ്

സ്ലീവ് കൂടിച്ചേരാനുള്ള അററങ്ങളെ പൊതിഞ്ഞിരിക്കുയും ഇവ തമ്മിൽ തമ്മിൽ കീ ചെയ്യപ്പെട്ടകയുമാണ് കൂട്ടിയിണക്കാനുള്ള വഴി.

**ബെൽറ്റുകപ്പികൾ:** ബെൽറ്റോ കയറോ ഉപയോഗിച്ച് ശക്തി പ്രേഷിക്കാനുപയോഗിക്കപ്പെടുന്നതും വാർപ്പിരുമ്പു കൊണ്ടുണ്ടാക്കപ്പെടുന്നവയുമാണ് കപ്പികൾ. കഴിച്ചടേപ്പർ കീകൾ ഉപയോഗിച്ചാണ് കപ്പികൾ ഷാഫ്റ്റിലേയ്ക്ക് പിടിപ്പിക്കുന്നത്.

ചെറിയ കപ്പികളിൽ റിമ്മിനും കേന്ദ്രത്തിലെ ബോസ്സിനുമിടയിൽ ഒരു വെബ്ബ് ഉണ്ടായിരിക്കും (ചിത്രം 8.24). വലിയ കപ്പികളിൽ റിമ്മിനെ ബോസ്സുമായി കൂട്ടിച്ചേർക്കാൻ ത്രിജ്യക്കൈകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. കപ്പികൾ ചലിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ ബെൽറ്റ് ഊരിപോകാതിരിക്കാനായി റിംവളവുകളുള്ളതായിരിക്കും.

**V-ബെൽറ്റുകപ്പി:** V-ബെൽറ്റുകൾ ഇടാനായി ഈ കപ്പികളുടെ റിമ്മിൽ ഒന്നോ കൂടുതലോ ചാലുകൾ ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കും. (ചിത്രം 8.26) ചിത്രം 8.27-ൽ ഒരു ലേഥിന്റെ കവർപ്പലക കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

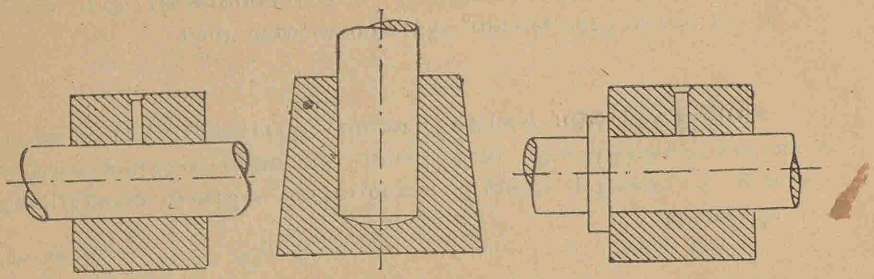
## 8.20 ബെയറിങ്ങുകൾ:

കറങ്ങുന്ന ഷാഫ്റ്റിനെ താങ്ങാനാണ് ബെയറിങ്ങുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഇവ ഷാഫ്റ്റുകളുടെ നിർബാധമായ മയത്തിലുള്ള ഓട്ടത്തിനു സഹായകമാകേണ്ടതാണ്. ബെയറിങ്ങുകളെ മൂന്നു പ്രധാനവർഗങ്ങളിൽപ്പെടുത്താം.

1) ജെർണൽബെയറിങ്ങ്: ഇതിൽ ബെയറിങ്ങു താങ്ങുന്ന ഭാരം ഷാഫ്റ്റിനു ലംബമായിട്ടായിരിക്കും.

2) പാദുകാബെയറിങ്ങ് അഥവാ പിവട്ട്ബെയറിങ്ങ്: ഇതിൽ താങ്ങുന്ന ഭാരം അക്ഷത്തിനു സമാന്തരമാണ്. ഷാഫ്റ്റിന്റെ അറ്റം ബെയറിങ്ങ് പ്രതലത്തിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു.

3) സമ്മർദബെയറിങ്ങ് അഥവാ കോളർബെയറിങ്ങ്: ഇതിൽ ബെയറിങ്ങ്മർദം മിക്കവാറും അക്ഷത്തിനു സമാന്തരമായിട്ടായിരിക്കും. ഷാഫ്റ്റ് ബെയറിങ്ങിലൂടെ അതിനപ്പുറം വരെ തള്ളി നില്ക്കുന്നു. ഇവയെപ്പറ്റി വിശദമായി താഴെ വിവരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 8.28

(a) ജർണൽബെയറിങ്ങ് (b) പിവട്ട്ബെയറിങ്ങ് (c) മർദബെയറിങ്ങ്

## 1) സരളജർണൽബെയറിങ്ങ്

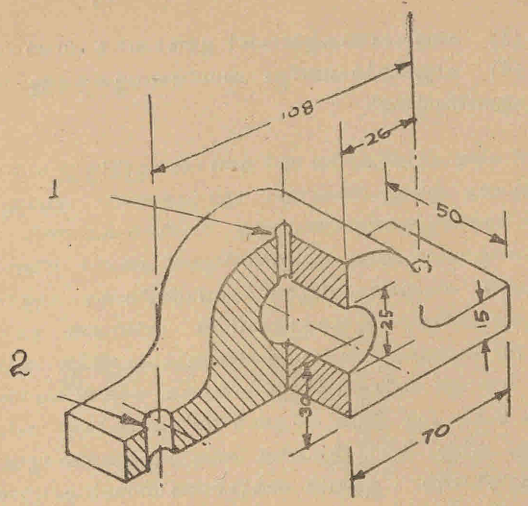
ചിത്രം 8.29 ഒരു സരളഘനജർണൽബെയറിങ്ങിന്റെ ആകൃതിക്കാഴ്ച യാണു്. ഷാഫ്റ്റിനെ ഉൾക്കൊള്ളുവാൻ പാകത്തിൽ ഉളയുള്ള ഒരു വാർപ്പിരുമുകട്ടയും ഒരു അടിപ്പലകയും ചേർന്നതാണിതു്. ബെയറിങ്ങിനെ അസ്ഥിവാര വുമായി പിടിപ്പിക്കുവാൻ ബോൾട്ടുതുളകൾ അടിപ്പലകയിലുണ്ടാക്കിയിരിക്കും. ബെയറിങ്ങിനു് മെഴുക്കിടാനായി മുകളുറപ്പിച്ചു് ഒരു എണ്ണിത്തുള കൊട്ടത്തിട്ട ണ്ടാകും.

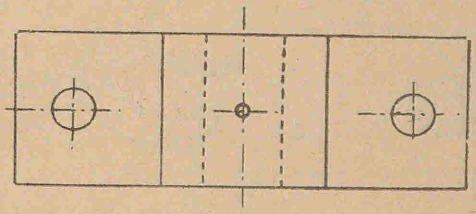
## 2) പാദികാബെയറിങ്ങ്

ഒരു സരളജാതിപാദികാബെയറിങ്ങു് ചിത്രത്തിൽ കൊട്ടത്തിരിക്കുന്നു. ഇതു് വേഗതയും ഭാരവും കുറഞ്ഞ ഷാഫ്റ്റുകൾക്കു പറ്റിയതാണു്. ഗൺ മെറ്റൽബുഷിനു ചുവടെ ഒരു ഗൺമെറ്റൽപാഡിനു മീതെയാണു് ഷാ ഫ്റ്റിന്റെ അറ്റം സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നതു്. ഗൺമെറ്റൽ ബുഷ്ഷാഫ്റ്റിനെ നയിക്കുന്നു ഇതിന്റെ പ്രധാനഉടൽ, ഒരു അടിപ്പലകയോടു കൂടിയ ഒരു വാർപ്പിരുമുകട്ടയാണു്. അടിത്തറയിന്മേൽ പിടിപ്പിക്കാനായി ബോൾട്ടു തുളകൾ ഉറന്നിരിക്കും.

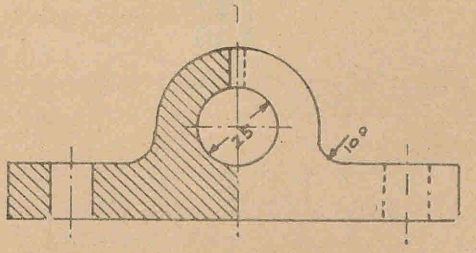
## 3) പീഠികാബെയറിങ്ങ്–പ്ലമ്മർ ബ്ലോക്ക്

ഇതിൽ, (1) ബോൾട്ടിട്ടു പിടപ്പിക്കാൻ സഹായിക്കുന്ന വിധം തള്ളി നില്ക്കുന്ന ഒരു ഭാഗത്തോടു കൂടിയ ഒരു വാർപ്പിരുമുപീഠിക. (2) ഒരു വാർപ്പി



പ്ലാൻ

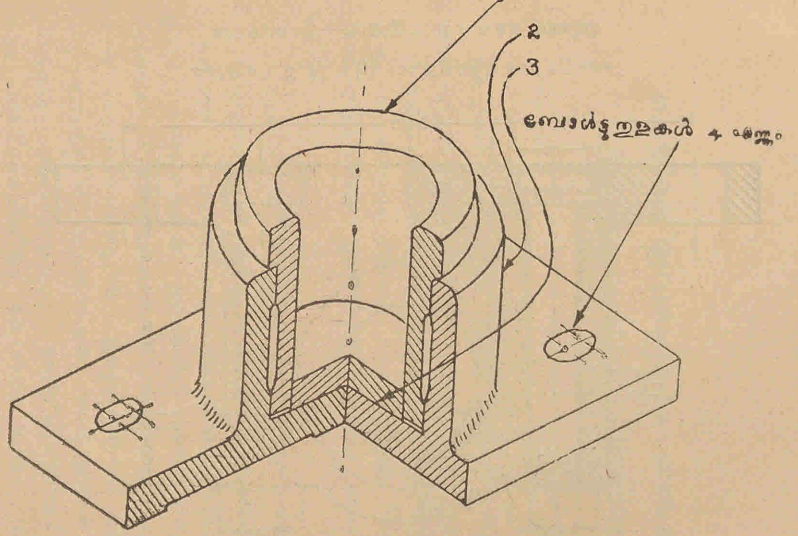



നേർക്കാഴ്ച

ചിത്രം 8.29 സരള ജർണൽ ബെയറിങ്ങ്

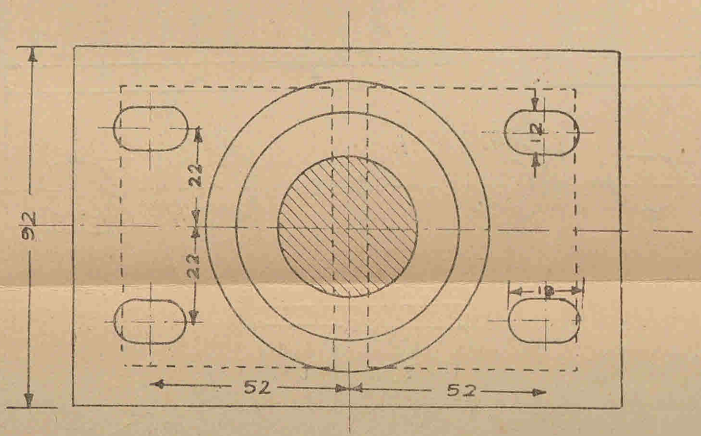
രുമുതൊപ്പി. (3) രണ്ടു പാതികളിലായി ഉണ്ടാക്കിയ ഗൺമെറ്റൽപടികൾ (ബ്രാസ്സുകൾ). (4) ചതുരശീർഷങ്ങളും ഷഡ്ഭുജനട്ടുകളുമുള്ള രണ്ടു പച്ചയുരുക്കു ബോൾട്ടുകൾ എന്നിവയുണ്ട്.

ബെയറിങ്ങ് രണ്ടു പാതികളിലായി ഉണ്ടാക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതിനാൽ, ഷാഫ്റ്റു സ്ഥാനത്തു വെയ്ക്കാനും എടുത്തു നീക്കാനും എളുപ്പമാണ്. ബ്രാസ്സുകളിലെ തേമാനത്തിനു വേണ്ട ശരിപ്പെടുത്തലിനും ഇതു സഹായകമാണ്. ബ്രാസ്സുകളുടെ അറ്റത്തിലെ കോളറുകൾ അവ ഷാഫ്റ്റിലൂടെ തെന്നി നീങ്ങുന്നതു തടയുന്നു. ഒരു ചതുരവിടവിൽ ചേർന്നു നില്ക്കുന്ന ബോൾട്ടിന്റെ ചതുരശീർഷം നട്ട്, അകമോ പുറമോ സ്ക്രൂ ചെയ്യപ്പെടുമ്പോൾ തിരിഞ്ഞു പോകാതിരിക്കാൻ സഹായകമാകുന്നു. ബ്രാസ്സുകൾ തന്നെ കറങ്ങാതിരിക്കാനായി താഴെ ബ്രാസ്സിന്റെ കീഴ്വശത്തുള്ള ഒരു മുഴ ബ്ലോക്കിലെ സമാനമായ ഒരു കുഴിയിൽ പതിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. ചിത്രം 8.31 (a) യിൽ പ്ലമ്മർ ബ്ലോക്കിന്റെ വിശദാംശങ്ങളുടെ ആകൃതിക്കാഴ്ചകളും ചിത്രം 8.31 (b) യിൽ അതിന്റെ നേർക്കാഴ്ചയും പ്ലാനും ഛേദത്തിലും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. കൂടുതൽ അഭ്യാസത്തിനായി ചിത്രങ്ങൾ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതിന്റെ വിവിധ കാഴ്ചകൾ വരച്ചു പരിശീലിക്കേണ്ടതാണ്.

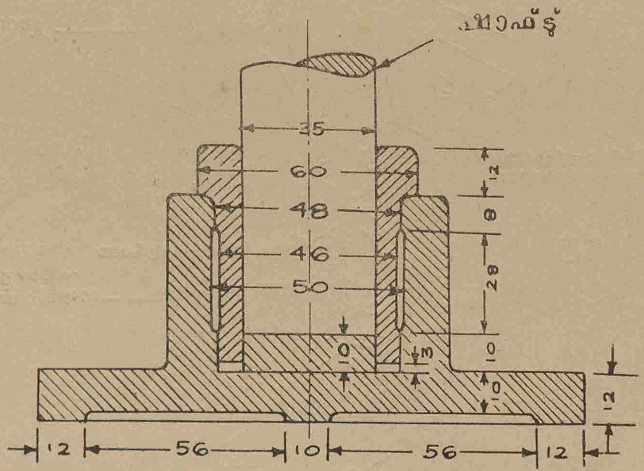



ചിത്രം 8.30 (a)

1. ലോഹബുഷ് 2. താങ്ങുന്ന വാർപ്പ് 3. ഗൺമെറ്റൽ പാഡ്




പ്ലാൻ




ചിത്രം 8.30 (b) പാദുകാബെയറിങ്ങ്

ചിത്രം 8.31 (b) പ്ലേറ്റ് ബേസ് ഉള്ളോക്ക്




ചിത്രം 8.31 (a)




ചിത്രം 8.32 – ഹീൽ ടോ ബ്ലോക്ക്

# 9

# കെട്ടിടശില്പവരപ്പുകളും സംരചനാവരപ്പുകളും
# (Architectural and Structural Drawings)

## 9.1 ആമുഖം

കെട്ടിടങ്ങളുടെ നിർമാണവും സംവിധാനവും വിശദമാക്കുന്ന വരപ്പുകളാണ് കെട്ടിടശില്പവരപ്പുകൾ. വാതിലുകൾ, മുറികൾ, മുഖപ്പുകൾ, വരാന്തകൾ മുതലായ കെട്ടിടഭാഗങ്ങളുടെ പ്രത്യേകവിന്യാസത്താൽ, ഏറ്റവും കൂടിയ സൗകര്യവും സുഖവും, കയ്യിരിപ്പുള്ള സ്ഥലസാമഗ്രികളുടെ ഏറ്റവും പ്രയോജനകരമായ ഉപയോഗത്തോടെ, രൂപീകരിക്കുന്നവനാണ് കെട്ടിടശില്പി.

സുരക്ഷിതമായി ഭാരത്തെ താങ്ങുകയും മറ്റു ഭാഗങ്ങളിലേയ്ക്ക് പ്രേഷിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന ഏതു് ഏർപ്പാടിനെയും സംരചന (structure) എന്നു വിളിക്കാം. കെട്ടിടങ്ങൾ, പാലങ്ങൾ മുതലായവയുടെ ചട്ടക്കൂട് താങ്ങുന്ന മറ്റു ഭാഗങ്ങളുടെ (ഉദാ: അടിത്തറകൾ, തൂണുകൾ, ഗർഡറുകൾ, തൂലാങ്ങൾ, മേൽക്കൂരകൾ, നിലങ്ങൾ) വിശദവിവരങ്ങൾ സംരചനാവരപ്പുകൾ കാണിക്കുന്നു. വിശദമായ സംരചനാവരപ്പിൽ, ഉറപ്പിക്കലുകൾ (Reinforcements) റിവെറ്റുകൾ, ബോൾട്ടുകൾ, വെൽഡുകൾ, ബലിത്തുങ്ങൾ (stiffeners), ബ്രാക്കറ്റുകൾ, ക്ലീറ്റുകൾ മുതലായവയുടെ വെയ്പുരീതിയും (arrangements) പദാർഥങ്ങളും നിർമാണരീതിയും മോടിയും മറ്റും വിവരിക്കുന്ന ചെറുകുറിപ്പുകൾ ചേർത്തിരിക്കും.

## 9.2 അക്ഷരമെഴുത്തുരീതികൾ

കെട്ടിടശില്പവരപ്പുകളിൽ ഉപയോഗിക്കേണ്ട അക്ഷരമെഴുത്തുരീതിയെപ്പറ്റി മൂന്നാമധ്യായത്തിൽ വിവരിച്ചിട്ടുണ്ട്. പഴയ റോമൻരീതിയിന്മേൽ ആധാരമാക്കിയ ചിത്രം 3.3-ൽ കാണിച്ചിരുന്ന അക്ഷരമെഴുത്താണ് കെട്ടിട

ശില്പവരപ്പുകളിൽ, പ്രത്യേകിച്ചും തലക്കെട്ടിന്നു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. ചിത്രം 3.4-ൽ കാണിച്ച എളുപ്പം കൂടിയ മറ്റു രീതികളും ആധുനികശില്പവരപ്പുകാർ ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടു്. കെട്ടിടശില്പവരപ്പുകളിൽ കുത്തനെ വലിയക്ഷരങ്ങൾ (vertical capital letters) മാത്രമാണുപയോഗിക്കാറുള്ളതു്. കീഴ്ക്കള്ളിയക്ഷരങ്ങൾ (lower case letters) രാഷ്ട്രാന്തരീയചതുക്കങ്ങളായി സ്വീകരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതൊഴിച്ചുള്ള ഘട്ടങ്ങളിൽ, പ്രത്യേകിച്ചും. സംരചനാവരപ്പുകളിൽ ചിത്രം 3.2-ൽ കാണിച്ച സരളഗോഥികരീതി (simple gothic style) ഉപയോഗിക്കുന്നു.

## 9.3 വീടുകളുടെയും കെട്ടിടങ്ങളുടെയും നാമപദ്ധതി (Nomenclature):

കുറെ സ്ഥലം ഉൾക്കൊണ്ടു കൊണ്ടു് നില്ക്കുന്ന സ്ഥിരമായ ഒരു സംരചനയാണു് കെട്ടിടം. ഇതിന്റെ ഭാഗങ്ങളായ ചുമരുകൾ, തൂണുകൾ, വരാന്തകൾ, ബാൽക്കണികൾ, മേൽക്കൂരകൾ മുതലായവയെയും 'കെട്ടിടം' (കെട്ടിയ ഇടം) എന്ന പേരിൽത്തന്നെ നിർദ്ദേശിക്കാറുണ്ടു്,

ഒരു കുടുംബത്തിന്റെ താമസസ്ഥാനമായ കെട്ടിടത്തിനെ ഭവനം എന്നോ വീടെന്നോ (Dwelling) വിളിക്കാം.

കെട്ടിടങ്ങളെ നാലു തരമായി തിരിക്കാം:— (i) വ്യവസായകെട്ടിടങ്ങൾ (Industrial Buildings): ഉദാ: ഫാക്ടറികൾ, ഗുദാമുകൾ, അലക്കുശാലകൾ, വാഷ്പ്പുശാലകൾ.

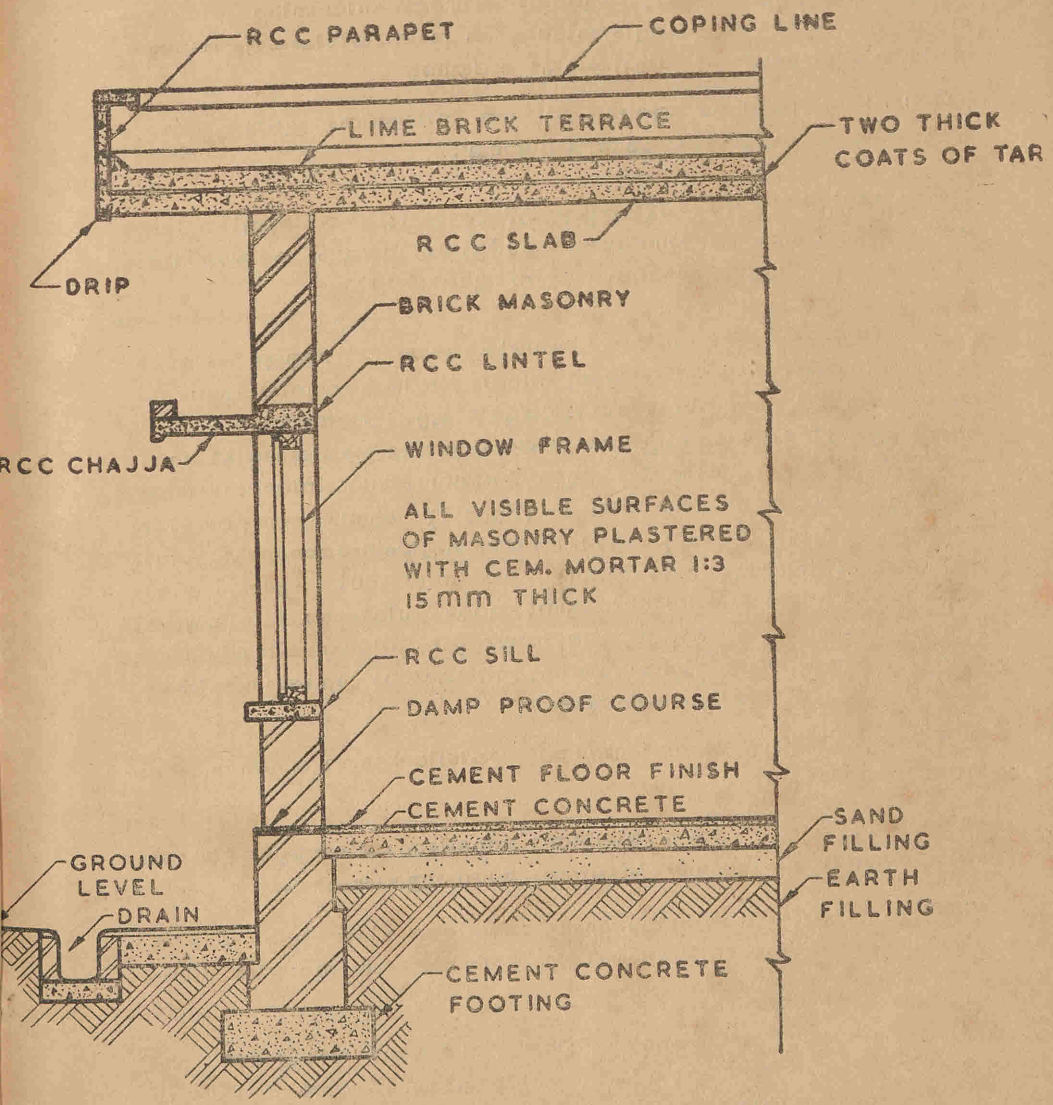
(ii) വ്യാപാരകെട്ടിടങ്ങൾ: ഉദാ:—വ്യാപാരത്തൂപ്പീസുകൾ, കടകൾ

(iii) പൊതുകെട്ടിടങ്ങൾ: പൊതുജനങ്ങൾ സമ്മേളിക്കുന്ന സ്ഥലങ്ങൾ. ഉദാ: അമ്പലങ്ങൾ, പള്ളികൾ, സ്കൂളുകൾ, സിനിമാലയങ്ങൾ, ആശുപത്രികൾ

(iv) താമസക്കെട്ടിടങ്ങൾ (Residential Buildings): താമസിക്കാനായുപയോഗിക്കുന്നവ. ഇവയിൽ ഗാരേജുകൾ, തൊഴുത്തുകൾ, പടിപ്പുരകൾ മുതലായവയും പെടും.

ഒരു കെട്ടിടത്തിന്റെ പ്രധാനഭാഗങ്ങൾ താഴെ വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു. ചിലവ ചിത്രം 9.1-ൽ കാണിക്കയും ചെയ്തിരിക്കുന്നു. ഒരു കെട്ടിടത്തിൽ ഇവ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ക്രമമനുസരിച്ചാണു് ഏകദേശം ഇവ വിവരിച്ചിട്ടുള്ളു്.

അടിത്തറ (Footing): അസ്തിവാരത്തിന്റെ വീതി കൂടിയ ഭാഗം. ഇതു് ഭാരത്തെ കൂടുതൽ വിസ്തൃതിയിൽ വിതരണം ചെയ്യുന്നു.




ചിത്രം 9.1 ഒരു കെട്ടിടത്തിന്റെ ഛേദം

**അസ്തിവാരം** (Foundation): ഏറ്റവും താഴത്തെ നിലത്തിനു കീഴെയുള്ള സംരചന. ഇതു് മേൽക്കെട്ടിടത്തിനു് ഒരു താങ്ങായിരിക്കുകയും ഭാരത്തെ, താങ്ങുന്ന മണ്ണിലേയ്ക്കു് വ്യാപിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

**പ്ലിന്ത്**: ഭൂനിരപ്പിനും ഏറ്റവും താഴത്തെ നിലത്തിനും ഇടയ്ക്കുള്ള കെട്ടിട ഭാഗത്തെയാണു് പ്ലിൻത് എന്നു പറയുന്നതു്.

**ഈർപ്പമേല്ക്കാകോഴ്സ്** (Damp proof course): ഒരു കെട്ടിടത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗത്തു നിന്നും മറ്റൊന്നിലേയ്ക്കു് ഈർപ്പവും നനവും കടക്കാതിരിക്കാനായി തേച്ചു നിർത്തുന്ന പദാർത്ഥത്തിന്റെ സ്തരമാണിതു്.

**നില** (Floor): മുറികളുടെയും നടവഴികളുടെയും താഴത്തുള്ള തലമാണു് നിലം. കെട്ടിടങ്ങളുടെ തട്ടു് (storey) അഥവാ മാളികകളെ നില എന്നു വിളിക്കാം. അതായതു്, ഒരു തലത്തിലെ മുറികളുടെ കൂട്ടം. താഴെ നില (Ground floor) എന്നതു് ഭൂമിക്കേറ്റവുംമടുത്ത നിലയും, ഇതിനു മുകളിലത്തേതു് ഒന്നാം നില (First floor) യുമാണു്. ഇന്ത്യൻനിലവാരങ്ങൾ നിർദേശിക്കുന്നതു് ഏറ്റവും താഴത്തെ നിലയെ നില 1 (Foor 1) എന്നും തൊട്ടു മുകളിലെ നിലയെ നില 2 (Floor 2) എന്നും പേർ വിളിക്കണമെന്നാണു്. ഒന്നാം കീഴ്നില (First Basement Floor) യെ നില 001 എന്നും, രണ്ടാം ബേസ്മെൻറുനിലയെ നില 002 എന്നും മറ്റും വിളിക്കുന്നു. നിലയുയരം (Floor height) തൊട്ടു തൊട്ടുള്ള രണ്ടു നിലകളുടെ നിലകൾക്കിടയിലെ ദൂരമാണു്. രണ്ടാമതൊരു നിലയില്ലെങ്കിൽ, നിലത്തിനും മോന്തായത്തിനുമിടയ്ക്കുള്ള ദൂരമായാണു് ഇതിനെ കണക്കാക്കാറു്.

**വാതിൽപ്പടി** (Sill): ജന്നലിന്റെയോ വാതിലിന്റെയോ താഴത്തെ സ്ലാബാണു് വാതിൽപ്പടി.

**മേൽപടി** (Lintel): ഒരു വാതിലിനോ ജന്നലിനോ മീതെയുള്ളതും അതിനു മീതെ വരുന്ന ചുമർപ്പണിയെ (Masonry) താങ്ങുന്നതുമായ ഭാഗം.

**ഛജ്ജ** (Chajja): ചുമരിലെ തുറസ്സായ ഭാഗങ്ങളുടെ മീതെ (ഉദാ: വാതിൽ, ജന്നൽ) തള്ളി നില്ക്കുന്ന സ്ലാബാണിതു്. വെയിൽ, മഴ ഇവയിൽ നിന്നും മറയ്ക്കാൻ ഇതു സഹായിക്കുന്നു.

**തട്ടു്** (Ceiling): മുറിക്കു നേരെ മീതെ നിൽക്കുന്ന നിരപ്പാണു് തട്ടു് അതായതു്, മേൽക്കൂരസ്ലാബിന്റെ അടിഭാഗമോ, മേൽ നിലയുടെ സ്ലാബിന്റെ അടിഭാഗമോ.

**തട്ടുയരം**: നിലത്തിനും മുകളിലെ തട്ടിനുമിടയ്ക്കുള്ള ദൂരമാണു് ഇതു്.

തുലാം (Beam): ഭാരങ്ങളെ താങ്ങുന്ന വിലങ്ങനെയുള്ള അവയവം. ചെറിയ തുലാങ്ങളെ ജോസ്റ്റുകൾ എന്നു വിളിക്കാം.

**കഴുക്കോൽ** (Rafter): ചരിവുള്ള മേൽക്കൂരകളിലുള്ള ചരിവുതുലാം.

**ഗർഡർ:** മറ്റു തുലാങ്ങളെ താങ്ങുന്ന തമ്മിൽ വലിപ്പം കൂടിയ തുലാം.

**മേൽക്കൂര** (Roof): ഒരു കെട്ടിടത്തിന്റെ മുകൾ ഭാഗത്തെ മറ, അഥവാ മേൽമറയുടെ മുകൾ ഭാഗം.

**അരമതിൽ** (Parapet): ഒരു മേൽക്കൂരയുടെ വക്കിൽ തള്ളി നില്ക്കുന്ന ഉയരം കുറഞ്ഞ ചുമർ.

**കോണി(പ്പടികം)** (Stairs): ഒരു കെട്ടിടത്തിലെ വിവിധ നിലകൾ തമ്മിൽ ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന അനങ്ങാത്ത പടികളുടെ സമൂഹമാണ് കോണി. കോണിപ്പടി ഇത്തരം ഒരു പടിയുടെ പേരാണ്. കോണി എന്ന് സാമാന്യമായി കുറെയെണ്ണം ചേർന്നു നില്ക്കുന്നതിനു പറയാം. കോണിയുടെ മുകളിലെ ചെന്നു കയറുന്ന തട്ടിനെയാണ് താവളം (Landing) എന്നു വിളിക്കുന്നത്.

**ബാലുസ്റ്റർ (അഴിത്തുൺ):** കോവണിയുടെയോ ബാൽക്കണിയുടെയോ കൈറെയിൽ (Hand rail) താങ്ങുന്ന ഒരു ചെറിയ തുൺ അഥവാ കാലാണ് ബാലുസ്റ്റർ. ഇത്തരം ബാലുസ്റ്ററുകളുടെ ഒരു നിരയാണ് ബാലുസ്ട്രേഡു് അഥവാ അഴിത്തുൺനിര. ഇതിന്റെ മുകളിൽ ഒരു കൈറെയിലോ മേലഴിയോ ഉണ്ടായിരിക്കും.

**ബാൽക്കണി:** കെട്ടിടത്തിൽ നിന്നും പുറത്തേയ്ക്കു് കയറി ഇരിക്കാനോ നടന്നു പോകാനോ ഉപയോഗിക്കാവുള്ള ഒരു സ്ഥലപരിധിയാണ് ബാൽക്കണി. ഇതിന് വക്കിൽ ഒരു കൈറെയിലുമുണ്ടാകും. സിനിമാശാലകളിൽ വേർതിരിച്ച ഉയർന്ന നിരപ്പിലെ ഒരു പറ്റം ഇരിപ്പിടങ്ങളുള്ള മുറിയാണ് ബാൽക്കണി.

**ശീർഷിക** (Coping): ഒരു പാരപ്പെററിന്റെയോ ബാലുസ്ട്രേഡിന്റെയോ മുകളിലുള്ള തുടർച്ചയായ മേലാപ്പാ (ആവരണം)ണ് ശീർഷിക.

**നികാസം** (Drain): പൈപ്പു്, തോട്ടു് (ചാൽ), ഡിച്ചു് (അഴുക്കുചാൽ) മുതലായി മലിനജലത്തെയും അഴുക്കിനെയും ഒഴുക്കിക്കളയുന്ന ഏതു് ഉപയുക്തി (device) യെയും നികാസം എന്നു വിളിക്കുന്നു.

**ജലക്ലോസെറ്റ്** (Water Closet): തൊട്ടിയെ വെള്ളം കൊണ്ടു മുഴുക്കാൻ (Flush) കഴിയുന്ന തരം ഏർപ്പാടുള്ള കക്കൂസാണിതു്.

**താഴ്പ്പു്** (Sink): അഴുക്കുവെള്ളം പുറത്തേയ്ക്കൊഴുക്കാനുള്ള കുഴലോടു കൂടിയ ഒരു ബേസിനാണിതു്.

**സുവേജ്—കുപ്പ അഥവാ തുപ്പം്**: തെരുവുകളിൽ നിന്നും വീടുകളിൽ നിന്നും പുറന്തള്ളപ്പെടുന്ന അനാവശ്യവസ്തുക്കൾ. സുവർ എന്നതു് ഇത്തരം മാലിന്യങ്ങളെ ദൂരെയ്ക്കെത്തിക്കുന്ന ഉപയുക്തിയാണു്.

**കോൺക്രീറ്റ്**: സിമൻറു്, ചരൽ (കരിങ്കൽക്കഷണങ്ങൾ) മണൽ, വെള്ളം ഇവയുടെ മിശ്രം. ഇതു് കട്ടപ്പുറ ഒരു നിരപ്പായി ഉറയ്ക്കുന്നു.

**കുമ്മായക്കൂട്ടു്** (Mortar): ചുമർപ്പണിയിലെ ഒരു ബന്ധിപ്പിക്കൽക്കൂട്ടു്. ഇതു് ചുണ്ണാമ്പു് (ചിലപ്പോൾ സിമൻറും), മണൽ, ജലം ഇവയുടെ ഒരു മിശ്രിതമാണു്. ചുമരോ, മോന്തായമോ പൊതിയാനുപയോഗിക്കുന്ന കൂട്ടിനെ പ്ലാസ്റ്റർ എന്നു വിളിക്കുന്നു.

**ചുമർപ്പണി** (Masonry): കല്ലു്, ഇഷ്ടിക മുതലായ ചുമരുണ്ടാക്കുന്ന ഘടകങ്ങളെ ഒന്നൊന്നായി വെച്ചു് പരസ്പരം ബന്ധിപ്പിച്ചു് കുമ്മായത്തിലുറപ്പിക്കുന്ന വേലയ്ക്കാണു് ചുമർപ്പണി എന്നു പറയുന്നതു്.

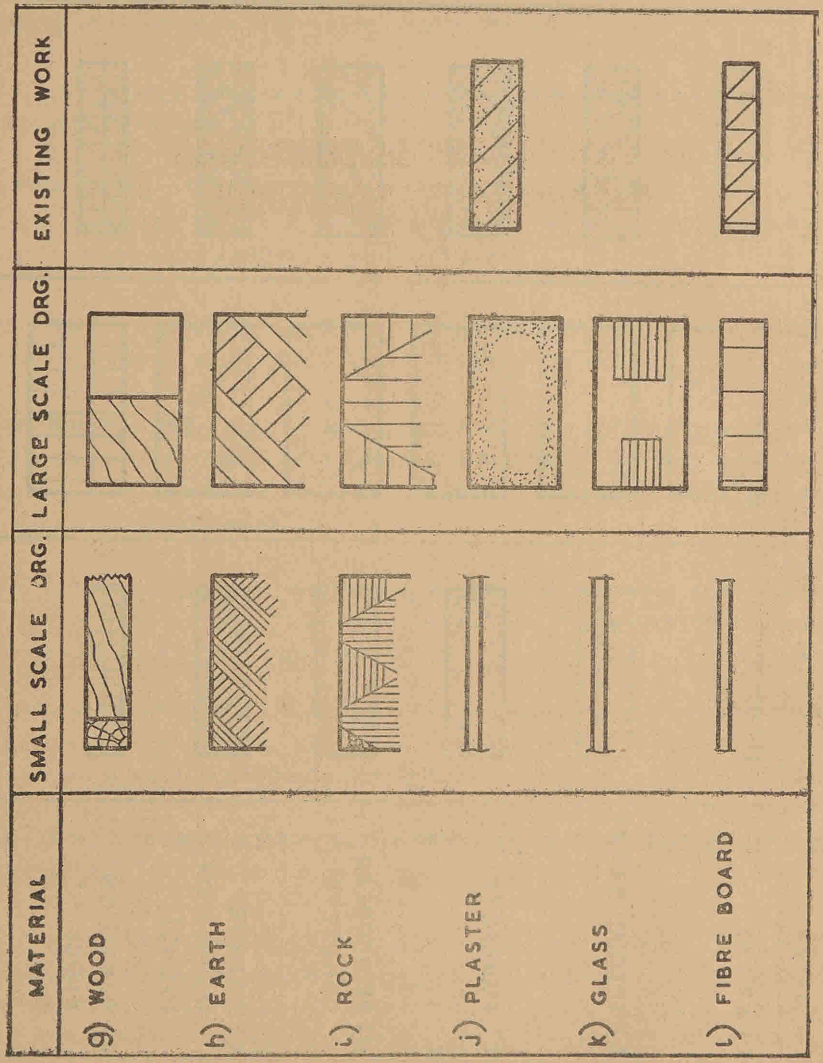
**പ്രബലിതകോൺക്രീറ്റ്**: പുറത്തു നിന്നുള്ള ശക്തികളുടെ പ്രഭാവം കാരണം ഉണ്ടാകാവുന്ന വലിവുകളെ ചെറുക്കാനായി അകത്തു് ഉരുക്കുദണ്ഡുകൾ നിരത്തിയിട്ടുള്ള തരം കോൺക്രീറാണിതു്.

## 9.4 കെട്ടിടസാമഗ്രികളുടെ പ്രതീകങ്ങൾ: (Symbols for Building Materials)

കെട്ടിടനിർമാണത്തിലുപയോഗിക്കുന്ന വിവിധസാമഗ്രികൾ കെട്ടിടച്ചിത്രങ്ങളിലെ കാഴ്ചകളിൽ അടയാളപ്പെടുത്തുന്നതു് അവയെ വേർതിരിച്ചറിയാവുന്ന വിധത്തിലായിരിക്കണം. ചിത്രം 9.2–ൽ ഈ സാമഗ്രികളെ അടയാളപ്പെടുത്തുന്ന വിധം ചെത്തുവരയിട്ടു് (Hatching) കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ചിലപ്പോൾ വളരെ വിസ്തൃതമായ ഒരു സ്ഥലം മുഴുവൻ ചെത്തുവരയിട്ടു് കാണിക്കേണ്ടിവരും. അപ്പോൾ അത്തരം വിസ്തൃതിയുടെ ഒരു മൂലയ്ക്കുമാത്രം ചെത്തുവര കാണിച്ചാൽ മതിയാകും. (ചിത്രം 9.2c & 9 2d). വളരെ ഘനം കുറഞ്ഞ ലോഹച്ഛേദങ്ങളെ മുഴുപ്പിച്ചു് കറുപ്പായി കാണിക്കേണ്ടതാണു്. തമ്മിൽ

ചിത്രം 9.2

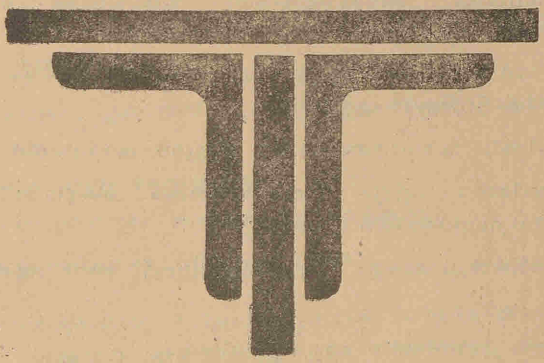
ചുമരത്തിലുള്ള പദാർത്ഥങ്ങളുടെ പ്രതീകങ്ങൾ




ചിത്രം 9.2 (തുടർച്ച)

ഛേദത്തിലുള്ള പദാർത്ഥങ്ങളുടെ പ്രതീകങ്ങൾ

സമ്പക്കമുള്ള തൊട്ടടുത്ത ഭാഗങ്ങൾക്കിടയിൽ നേരിയ ഒരു ഇട വിട്ടാൽ മതിയാകും. (ചിത്രം 9.3)



ചിത്രം 9.3 തൊട്ടു നില്ക്കുന്ന കട്ടികുറഞ്ഞ രേഖങ്ങൾ

സമയവും സ്ഥലവും ലാഭിക്കാനായി മറ്റു ചില ചുരുക്കുകളും പ്രതീകങ്ങളും ആവശ്യമായി വരുന്നുണ്ട്.

## 9.5 തറക്കാഴ്ചയും ഘേർക്കാഴ്ചകളും (Floor Plan and Elevations):

സാധാരണയായി പ്ലാൻ എന്നോ വരപ്പെന്നോ പറഞ്ഞു കഴിഞ്ഞാൽ തന്നെ കെട്ടിടനിർമാണത്തിനാവശ്യമായ എല്ലാ ചിത്രീകരണങ്ങളും അതിലുൾപ്പെട്ട കഴിഞ്ഞു. ആവശ്യമുള്ള പ്ലാനുകൾ ഇവയാണ്:— (a) പണിസ്ഥലപ്ലാൻ–സൈറ്റ് പ്ലാൻ (b) തറക്കാഴ്ച—തറപ്ലാൻ (Floor Plan) (c) വിലങ്ങൻമുറിപ്പ്—ക്രോസ്ഛേദം (Cross Section) (d) നേർക്കാഴ്ച (Elevation). വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ട കെട്ടിടങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ (e) ഒന്നോ കൂടുതലോ പരിപ്രേക്ഷ്യക്കാഴ്ചകൾ (f) പരിസരദൃശ്യം (Lanscape Plan) ഇവയും ആവശ്യമാകാം.

(a) പണിസ്ഥലപ്ലാൻ (Site Plan): 8 മീറ്ററിന് 1 സെ. മീ. (അഥവാ 64 അടിക്ക് 1 ഇഞ്ച്) എന്ന അളവു തോതിൽ കുറയാതെയാണ് പണിസ്ഥലപ്ലാൻ വരയ്ക്കാറു പതിവു്. ഇതിലെ വിവരങ്ങൾ:—

(1) സ്ഥലത്തിന്റെ അതിരുകളും പുറംവരയും, ഓരോ വശത്തിന്റെയും നീളവും സ്ഥലസംഖ്യ (Plot number)യും സർവേസംഖ്യയും.

(2) തൊട്ടടുത്ത സ്ഥലങ്ങളുടെ സ്ഥലസംഖ്യകൾ.

(3) അടുത്തുള്ള തെരുവുകൾക്കനുസരിച്ച് പണിസ്ഥലത്തിന്റെ കിടപ്പ്; അടുത്തുള്ള തെരുവും അതിലേയ്ക്കുള്ള വഴിയും; തൊട്ടടുത്ത തെരുവുകളുടെ വീതിയും.

(4) പണിസ്ഥലത്തു് അപ്പോൾത്തന്നെ നിലവിലുള്ള കെട്ടിടങ്ങൾ; ഉദ്ദിഷ്ടകെട്ടിടത്തിന്റെ സ്ഥാനം.

(5) 12 മീറ്റർ പരിധിക്കകത്തുള്ള എല്ലാ കെട്ടിടങ്ങളുടെയും സ്ഥാനവും നിലകളുടെ (മാളിക–Storey) എണ്ണവും.

(6) വടക്കുദിക്കു്; സാധാരണ നീണ്ടു നില്ക്കുന്ന കാറ്റിന്റെ ദിശ.

(7) സ്ഥലത്തിന്റെ എല്ലാ അതിർത്തികൾക്കും കെട്ടിടത്തിനുമിടയിൽ വിട്ടിരിക്കുന്ന ഒഴിവുസ്ഥലത്തിന്റെ അളവുകൾ.

(8) അഴുക്കുനീക്കൽച്ചാലുകളും (Drainage lines) അവ എത്തിച്ചേരുന്ന സങ്കേതവും.

(9) ഉപരിതലച്ചരിവിന്റെ അളവും ദിശയും.

(10) നിർമ്മിക്കാനുള്ള കെട്ടിടത്തിനു സമീപം കുഴിക്കുന്ന പരീക്ഷണക്കുഴികളിൽ നിന്നും കിട്ടുന്ന മണ്ണിന്റെ സ്വഭാവം.

b) **തറക്കാഴ്ചകൾ:** ഓരോ തറയും (നില) ഓരോന്നെന്ന വിധത്തിൽ, (അവ വ്യത്യസ്തമാണെങ്കിൽ മാത്രം), തറക്കാഴ്ചകൾ വരയ്ക്കേണ്ടതാണു്. ഇതിന്റെ അളവുതോതു് 1 മീറ്ററിനു് 1 ഇഞ്ചു് (8 അടിക്കു് 1 ഇഞ്ചു്) എന്നതിൽ കുറയരുതു്. ഇവ കൺനിരപ്പിലുള്ള ഛേദപടങ്ങൾ തന്നെയാണു്. ഇവയിൽ താഴെപ്പറയുന്നവ ഉണ്ടായിരിക്കേണ്ടതാണു്:—

(1) എല്ലാ മുറികളുടെയും കിടപ്പും വഴികളും.

(2) എല്ലാ താങ്ങുഭാഗങ്ങളുടെയും വലുപ്പം, സ്ഥാനം, ചുമരുകളുടെ എണ്ണം.

(3) ജന്നലുകൾ, വാതിലുകൾ, ചുമരലമാരകൾ (cupboards) ഉടങ്ങി കാണാവുന്ന എല്ലാ ഭാഗങ്ങളുടെയും സ്ഥാനം; കക്കൂസുകൾ, കുളിമുറികൾ, താഴ്പ്പുകൾ (Sinks) മുതലായവയെ അതതു പ്രതീകങ്ങളുപയോഗിച്ചു് അടയാളപ്പെടുത്താവുന്നതാണു്.

(4) തൂലാങ്ങളുടെയും ട്രസ്സുകളുടേയും സ്ഥാനം, അദൃശ്യമായ മറ്റു ഘടകങ്ങളുടെ സ്ഥാനം എന്നിവ തറക്കാഴ്ചയിൽ കുത്തുവരകളാൽ അടയാളപ്പെടുത്താവുന്നതാണു്. ഡാഷും കുത്തുമുള്ള ഭാഗിഷ്ടവരകളുപയോഗിച്ചും ആകാം.

(5) വടക്കുദിക്കു കാണിക്കുന്ന വര.

c) **വിലങ്ങൻമുറിപ്പുകൾ**— ക്രോസ്ഛേദങ്ങൾ (Cross Section): കെട്ടിടത്തെ കുത്തനെ മുറിച്ചു നിലയിൽ നേരെ നോക്കിക്കാണുന്ന കാഴ്ചയാ

ണിതു്. മുറിപ്പുതലം കഴിയുന്നത്ര വിശദാംശങ്ങളെ മുറിക്കും വിധത്തിലാവണം കടന്നു പോകുന്നതു്. ഇതിൽ നിന്നും താഴെ പറയുന്നവ വ്യക്തമാക്കേണ്ടതുണ്ടു്:—

(1) നിർമാണസാമഗ്രികളുടെ വിശദാംശങ്ങൾ;

(2) ജന്നലുകൾ, വാതിലുകൾ, ചുമരലമാരകൾ, മോന്തായങ്ങൾ മുതലായവയുടെ ഉയരങ്ങൾ;

(3) അടിത്തറ, തൂലാങ്ങൾ, ചുമരുകൾ, തറകൾ ഇവയുടെ ആഴവും (കട്ടി) വീതിയും;

(4) അഴക്കുചാലും മേൽക്കൂരയുടെ ചരിവും;

(5) തെരുവിന്റെയും ഭൂമിയുടെയും നേർക്കാഴ്ച;

(6) കോവണികളുടെ വിശദവിവരങ്ങൾ.

ഛേദം വരയ്ക്കുമ്പോൾ, ശില്പവരപ്പുകാരൻ പ്ലാനിൽ കാണിച്ച മുറിപ്പുതലത്തിലൂടെ നടക്കുന്നതായും മേൽക്കൂര മുതൽ അടിത്തറ വരെയുള്ള എല്ലാ വിശദാംശങ്ങളുടെയും കൃത്തനെവരകൾ രേഖപ്പെടുത്തുന്നതായും സങ്കല്പിക്കേണ്ടതാണു്. മുറിപ്പുതലം മുറിക്കുന്ന ഭാഗങ്ങളെ ചെത്തുവരയിട്ടു് ഛേദമായി കാണിക്കേണ്ടതാണു്. മുറിപ്പുതലത്തിനപ്പുറമുള്ള ഭാഗങ്ങൾ നേർക്കാഴ്ചയിലും കാണിക്കാവുന്നതാണു്.

d) നേർക്കാഴ്ചകൾ (Elevations):— അടുത്തുള്ള വീഥികളിൽ നിന്നും നോക്കിക്കാണുന്ന നേർക്കാഴ്ചകൾ വളരെ പ്രധാനമാണു്. അത്തരം കാഴ്ചകൾ കാണാൻ ഭംഗിയുള്ളതുമായിരിക്കണം.

e) പരിപ്രേക്ഷ്യദൃശ്യങ്ങൾ: ഒരു ക്യാമറയിലൂടെ കാണുന്ന പോലെ, വസ്തുക്കളുടെ അതേ പോലെയുള്ള ദൃശ്യമാണു് പരിപ്രേക്ഷ്യം. പരിപ്രേക്ഷ്യദൃശ്യത്തിൽ അടുത്തുള്ള വസ്തു അകന്നു കിടക്കുന്ന അതേ വലുപ്പമുള്ള ഒരു വസ്തുവിനെക്കാൾ വലുതായിക്കാണുന്നു; ലംബികക്കാഴ്ച (Orthographic elevation) യിലാകട്ടെ, രണ്ടും ഒരേ വലുപ്പമുള്ളതായിരിക്കും. അതായതു്, ലംബികക്കാഴ്ച "ഒഴക്ക" (flat) നാണെന്നോ പരിപ്രേക്ഷ്യമില്ലാത്തതാണെന്നോ പറയാം. അതുകൊണ്ടു് വസ്തുക്കളുടെ ശരിക്കാഴ്ച കിട്ടാനായി ഒരു പരിപ്രേക്ഷ്യദൃശ്യം കൂടി ചേർക്കുന്നതാവശ്യമത്രെ.

f) പരിസരപ്ലാൻ (Lanscape Plan): കെട്ടിടത്തിന്റെ ചുറ്റുപാടിനു് മോടി കൂട്ടുന്ന വൃക്ഷങ്ങൾ, കുന്നുകൾ, പൊന്തകൾ, നീരുറവുകൾ, കാർപ്പുതകൾ തുടങ്ങിയവയുടെ രൂപം കിട്ടാൻ പരിസരപ്ലാൻ സഹായിക്കുന്നു.

# 10

# വൈദ്യുതവരപ്പ്

## 10.1 വൈദ്യുതവരപ്പ്

വളരെയേറെ പ്രായോഗികഉപയോഗങ്ങളുള്ള ഒന്നാണ് വൈദ്യുത വരപ്പ്. ഒരു വൈദ്യുതസംയോജനത്തെയോ, പരിപഥത്തെയോ, പ്രതിഷ്ഠാപനത്തെയോ അതിന്റെ ശരിയായ രൂപത്തിലും അർഥത്തിലും ഇവ ചിത്രീകരിക്കുന്നു. ഡിസൈനർ–ആസൂത്രകൻ–ആദ്യമായിച്ചെയ്യുന്നത് ഏറെറടുത്തിട്ടുള്ള പദ്ധതിയുടെ വിശദാംശങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഒരു സാമാന്യകിടപ്പ് വരയ്ക്കുകയാണ്.

പിന്നീട് പണി നടക്കുമ്പോഴോ റിപ്പെയറുകൾ നടത്തേണ്ടപ്പോഴോ ഈ വരപ്പിനെ വീണ്ടും വീണ്ടും ഉപയോഗിക്കേണ്ടതായി വരും.

ഈ വരപ്പുകളിൽ നിന്ന് ഘടകഭാഗങ്ങളുടെ നിർമാണം എങ്ങിനെയാണെന്ന് മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയില്ല. മറിച്ച് ഘടകഭാഗങ്ങളെ കൂട്ടിപ്പിണയ്ക്കുന്ന വിധമാണ് പ്രതീകങ്ങളുപയോഗിച്ച് ചിത്രീകരിക്കുന്നത്.

## 10.2 ഗ്രാഫികപ്രതീകങ്ങൾ

പ്രായോഗികവിദ്യുത്എൻജിനീയറിങ്ങിൽ ഗ്രാഫികപ്രതീകങ്ങളുപയോഗിക്കുന്നത് സർവസാധാരണമാണ്. അതതുപയോഗങ്ങളുടെയും ഉപകരണങ്ങളുടെയും പ്രതിനിധികളാണ് പ്രതീകങ്ങൾ. ഇവ സംയോജനങ്ങളെ ചിത്രരൂപത്തിൽ അവതരിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

വളരെ വിശദമായ വരപ്പുകളിൽ ഉപകരണങ്ങളുടെ ഭൗതികഘടന, ടെർമിനലുകളുടെ ശരിയായ സ്ഥാനങ്ങൾ മുതലായ വിശദവിവരങ്ങൾ കാണിക്കേണ്ടതായിട്ടുണ്ട്. കഴിയുന്നിടത്തോളം നിലവാരപ്പെട്ടുത്തിയ ചിഹ്നങ്ങളുപയോ

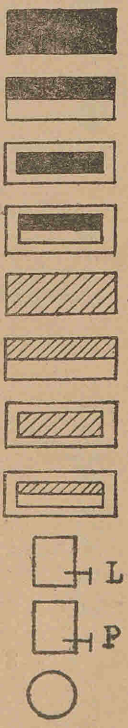
ഗിക്കണം. ഇന്ത്യൻപ്രമാണസ്ഥാപനത്തിന്റെ നിർദ്ദേശങ്ങളാണിതിൽ പ്രമാണമാക്കേണ്ടത്. ഈ സ്ഥാപനം നിർദ്ദേശിച്ച ഗ്രാഫികപ്രതീകങ്ങളാണ് ചിത്രം 10.1–ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്.

## ചിത്രം 10.1 വൈദ്യുതപ്രതിഷ്ഠാപനങ്ങളുടെ സാമ്പ്രദായിക പ്രതീകങ്ങൾ (IS: 732—1963)

### നിയന്ത്രണഗിയറുകളും വിതരണഫ്യൂസ്ബോർഡുകളും

1. സ്വിച്ചുകളില്ലാത്ത ലൈറ്റിങ്ങ് മെയിൻഫ്യൂസ്ബോർഡ്.
2. സ്വിച്ചുകളുള്ള ലൈറ്റിങ്ങ് മെയിൻ ഫ്യൂസ്ബോർഡ്.
3. സ്വിച്ചുകളില്ലാത്ത ശക്തി മെയിൻ ഫ്യൂസ്ബോർഡ്.
4. സ്വിച്ചുകളുള്ള ശക്തി മെയിൻ ഫ്യൂസ്ബോർഡ്.
5. സ്വിച്ചുകളില്ലാത്ത ലൈറ്റിങ്ങ് വിതരണ സ്വിച്ച് ബോർഡ്.
6. സ്വിച്ചുകളുള്ള ലൈറ്റിങ്ങ്വിതരണ സ്വിച്ചുബോർഡ്.
7. സ്വിച്ചുകളില്ലാത്ത ശക്തിവിതരണ സ്വിച്ചുബോർഡ്.
8. സ്വിച്ചുകളുള്ള ശക്തിവിതരണസ്വിച്ചുബോർഡ്.
9. ലൈറ്റിങ്ങ് മെയിൻ സ്വിച്ചുകൾ.
10. ശക്തി മെയിൻ സ്വിച്ചുകൾ.

10 a മോട്ടോർ.



## സീലിങ്ങ് നിർഗമങ്ങൾ

11. ഒറ്റവിളക്കു് നിലംബം.



12. പ്രതിഭാരതുങ്ങൻ, പ്രതിഭാരനിലംബം.




13. ദണ്ഡുതുങ്ങൻ, ദണ്ഡനിലംബം.




14. ചങ്ങലതുങ്ങൻ, ശൃംഖലാനിലംബം.




15. വിളക്കു ബ്രാക്കറ്റു്.



16. ബാറൻ ലാമ്പു് ഹോൾഡർ.




17. വെള്ളംകേറാവിളക്കുഫിറ്റിങ്ങു്.




18. ഘനശീർഷ ഫിറ്റിങ്ങു്.




19. ശക്തിഗ്രഹണകസംധാരിത്രം (വിളക്കിൽ നിന്നും അകലെ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളപ്പോൾ)



20. ചോക്കു് (വിളക്കിൽ നിന്നും അകലെ പിടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളപ്പോൾ).



21. ഒരടിയന്ത്രിവ്യൂഹത്തിലേയ്ക്കു ബന്ധിപ്പിച്ച ലൈറ്റിങ്ങു് നിർഗമം.



## സ്വിച്ചു് നിർഗമങ്ങളം

22. ഒരുവഴിസ്വിച്ചു്.



23. ഇരുവഴിസ്വിച്ചു്.



24. ഇടനിലസ്വിച്ചു്.



25. തുങ്ങൻസ്വിച്ചു്.




26. കർഷണസ്വിച്ചു്.



## സോക്കെറ്റ് നിർഗമങ്ങളം

27. സോക്കെറ്റ് നിർഗമം 3 പിൻ 5 A.

28. സോക്കെറ്റ് നിർഗമവും സ്വിച്ചും ചേന്നതു്
3 പിൻ 5 A.

29. സോക്കെറ്റ് നിർഗമം 2 പിൻ 15 A.

30. സോക്കെറ്റ് നിർഗമം 3 പിൻ 15 A.

31. സോക്കെറ്റ് നിർഗമവും സ്വിച്ചും ചേർന്നതു്
2 പിൻ 15 A.

32. സോക്കെറ്റ് നിർഗമവും സ്വിച്ചും ചേർന്നതു്
3 പിൻ 15 A.



33. സംവഹനതാപകം



34. വൈദ്യുത യൂണിറ്റ് ഹീറ്റർ.



35. മുക്കൽതാപകം.



36. ഥർമോസ്റ്റാറ്റ്.



37. ഥർമോസ്റ്റാറോടു കൂടിയ മുക്കൽത്താപകം.



38. സ്വയംസമ്പൂർണവിദ്യുത് വെള്ളം താപകം.



39. ഫ്യൂമിഡിസ്റ്റാറ്റ്.




## ബെല്ലുകളും ബസ്സറുകളും

40. മണിമുഴ, ബെൽ പുഷ്.



41. മണി, ബെല്ല്.



42. ബസ്സർ.



43. സൂചകം ('N' എന്ന സ്ഥലത്തു വഴികളുടെ എണ്ണം കാണിക്കുക.)




44. റിലേ [ഇതു് ഒരു സാമാന്യമായ പ്രതീകമാണു്. ഇതിന്റെ കൂടെ വേർതിരിച്ചറിയാനുള്ള ഒരു ചിഹ്നം കൂട്ടിയാൽ ഏതു പ്രത്യേകവ്യവസ്ഥയും പ്രയോഗിക്കാം. ഉദാഹരണമായി നടുവിലെ ചിത്രം ഒരു ബെൽ വ്യവസ്ഥാറിലേയാണു്. ഏറ്റവും താഴെയുള്ളതു് സൂചകവും മണി (ബെൽ) യുമാണു്.]



## ഘടികാരങ്ങൾ

45. സിംക്രണികഘടികാരനിർഗമം 

46. ആവേഗഘടികാരനിർഗമം 

47. മുഖ്യഘടികാരം. 

## തീയലാറങ്ങൾ

48. തീയലാറമുഴ. 

49. സചലസമ്പർക്കം. 


50. തീയലാറത്തിനോട്ടു ഘടിപ്പിച്ച മണി 
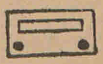
51. തീയലാറസൂചകം ('N' എന്നിടത്തു് വഴികളുടെ എണ്ണം കുറിക്കുക.) 


52. പ്രവർധകം. 

53. നിയന്ത്രണബോർഡു്. 

54 മൈക്രോഫോൺനിർഗമം. 

55. ഉച്ചഭാഷിണീനിർഗമം. 

56. സ്പീകാരനിർഗമം. 

57. ഏരിയൽ. 

## സ്ഥിരഉപകരണനിർഗമങ്ങൾ

58. തട്ടപ്പങ്ക.



59. ബ്രാക്കറ്റ്പങ്ക.



60. പുറംതള്ളുപങ്ക.



61. പങ്കാക്രമീകാരി.



62. പാചകനിയന്ത്രണയൂണിറ്റ്.



63. ഭ്രബിന്ദു, ഭ്രമീകരണം.



64. സർജവഴിമാറ്റി.

## മറ്റു പ്രതീകങ്ങൾ

65. പൈലറ്റ്വിളക്ക് അഥവാ ഇടനാഴിവിളക്ക്.



66. സൂചകം (ആവശ്യമുള്ളപ്പോൾ ബസ്സറും കൂട്ടിച്ചേർക്കാം).




67. റിലേ.



68. വീണ്ടുവെയ്യുസ്ഥാനം.



69. ഹോൺ അഥവാ വർധകം.



70. സൈറൺ.



## പരിപഥാവയവങ്ങൾ

## (IS: 2032 Part III 1962)

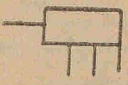
71. പ്രതിരോധം, പ്രതിരോധകം (പ്രതികാരിതയുള്ളതാണോ അല്ലയോ എന്നു വ്യക്തമാക്കേണ്ടതില്ലെങ്കിൽ)



72. സ്ഥിരപ്രതിരോധം, സ്ഥിരടാപ്പിങ്ങുള്ള വോൾടതാ വിഭാജി.



73. സ്ഥിര പ്രതിരോധം, സ്ഥിര ടാപ്പിങ്ങോട്ട കൂടിയ പ്രതിരോധം.



74. ലംബരോധമില്ലാത്ത പ്രതിരോധം;കർണരോധം.




75. ലംബരോധം.




76. പ്രേരകത, പ്രേരകം.



77. ചുരുൾ. 

78. സംധാരിത്രം, ധാരിത (പ്ലേറുകൾക്കിടയിലെ ദൂരം ഒരു പ്ലേറിന്റെ നീളത്തെക്കാൾ കുറഞ്ഞതലാകരുത്) 

79. ഭൂമി. 

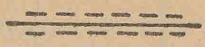
80. ചട്ടക്കൂട്ട്, ചാസിസ് സംയോജനം. 

81. ചട്ടക്കൂട്ടിലോ ചാസിസിലോ ഉള്ള ഭൂസംയോജനം. 

82. തകരാറ്, കേട്. 

83. ഉദാ: ചട്ടക്കൂട്ടിലേയ്ക്കുള്ള കേടിന്റെ സ്ഥാനം. 

84. തിരശ്ശീല, ആവരണം 

85. ഉദാ: പൊതിഞ്ഞ കമ്പിയോ, കേബിളോ. 

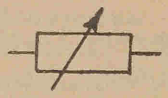
86. യാന്ത്രികഇണക്കൽ, യാന്ത്രികയുഗ്മനം. 

87. കാന്തികക്കാമ്പ്. 

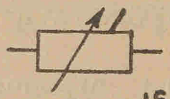
88. ലാമിനിതകാമ്പ്, അടരുകളായുള്ള കാമ്പ്. 

89. പൊടിക്കാമ്പ്. 

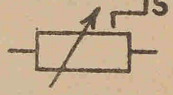
90. മാറാവുന്ന പ്രതിരോധം (സാമാന്യപ്രതീകം).



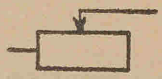
91. ഉടർച്ചയായി മാറാവുന്ന പ്രതിരോധം.



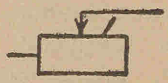
92. പടിപ്പടിയായി മാറാവുന്ന പ്രതിരോധം.



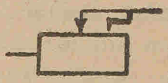

93. നീങ്ങുംസമ്പർക്കമുള്ള മാറാവുന്ന പ്രതിരോധം.



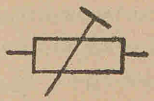
94. നീങ്ങുംസമ്പർക്കമുള്ള ഉടർച്ചയായി മാറ്റാവുന്ന പ്രതിരോധം.



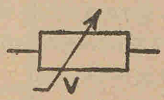
95. നിങ്ങുംസമ്പർക്കമുള്ള പടിപ്പടിയായി മാറാവുന്ന പ്രതിരോധം.



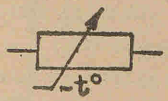
96. മുൻവെച്ച വോൾട്ടതാവിഭാജി.



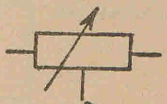
97. വോൾട്ടതയെ ആശ്രയിക്കുന്ന പ്രതിരോധം.



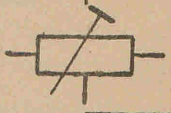

98. താപത്തിനു വഴങ്ങുന്ന പ്രതിരോധം; ഋണാത്മകമായ പ്രതിരോധതാപഗ്രണകമുള്ളതു്.



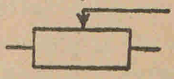

99. മാറാവുന്ന വോൾട്ടതാവിഭാജി.



100. മുൻവെച്ച വോൾട്ടതാവിഭാജി.



101. വീണ്ടും സമ്പർക്കമുള്ള വോൾട്ടതാവിഭാജി.

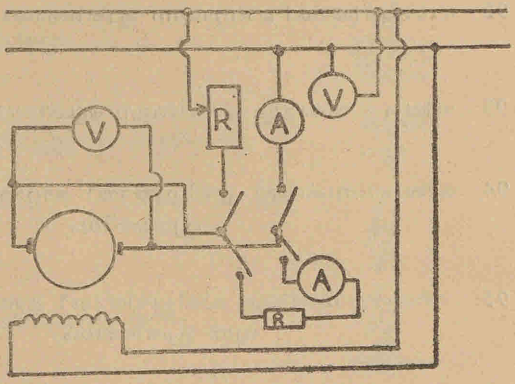


## 10.3 പരിപഥവരപ്പ്

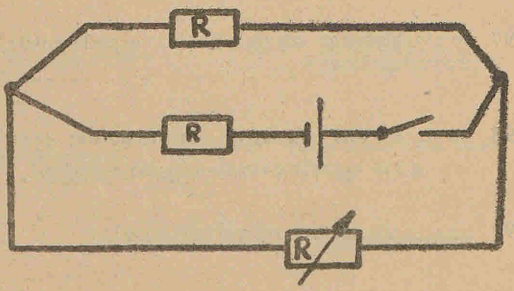
വൈദ്യുതോർജ്ജത്തെ അതാതിടത്തേയ്ക്ക് കൊണ്ടെത്തിക്കുന്നതിനുള്ള വാഹികളുടെ (ചാലകങ്ങൾ) ഒരു വ്യൂഹമാണ് വിദ്യുത്പരിപഥം. ചിത്രം 10.2-ൽ രണ്ടു പരിപഥങ്ങൾ സാമ്പ്രദായികപ്രതീകങ്ങൾ അഥവാ കീഴ്വഴക്കപ്രതീകങ്ങളുപയോഗിച്ച് കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

## 10.4 വ്യവസ്ഥാചിത്രവും ആകൃതിചിത്രവും

ഒരു വൈദ്യുതപരിപഥത്തെ നേരിൽ കാണുന്ന തരത്തിലുള്ള ഒരു വരപ്പാണ് ആകൃതിവരപ്പ്. ഇതിൽ ഘടകഭാഗങ്ങൾ തമ്മിൽ തമ്മിൽ സന്ധിച്ചിരിക്കുന്ന വിധവും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. പ്രതീകങ്ങളൊന്നും ഉപയോഗിക്കാതെയാണ് വരച്ചിരിക്കുന്നതെന്നതിനാൽ ഘടകഭാഗങ്ങൾ (ഉദാ: സ്വിച്ച്, ബൾബ് മുതലായവ) അവയുടെ യഥാർത്ഥരൂപത്തിൽത്തന്നെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ആകൃതിചിത്രം വായിച്ചു മനസ്സിലാക്കാൻ എളുപ്പമാണ്; പ്രത്യേകിച്ചും വരച്ചിരിക്കുന്ന പരിപഥം സരളമാണെങ്കിൽ.




ചിത്രം 10.2 (a)

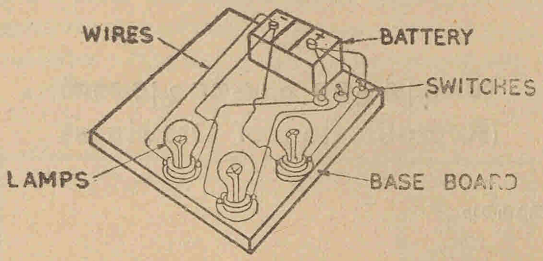



ചിത്രം 10.2 (b)

വളരെ സങ്കീർണമായ രീതിയിൽ വിദ്യുത്ഘടകങ്ങൾ കൂട്ടിയിണക്കി ഉപയോഗിച്ചിട്ടുള്ള പരിപഥങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ ഇത്തരം ആകൃതിവരപ്പുകൾ പറ്റുകയില്ല. വിശദഭാഗങ്ങൾ കൂടിക്കുഴഞ്ഞു കിടക്കുകയായിരിക്കും. അവയെ വേർ

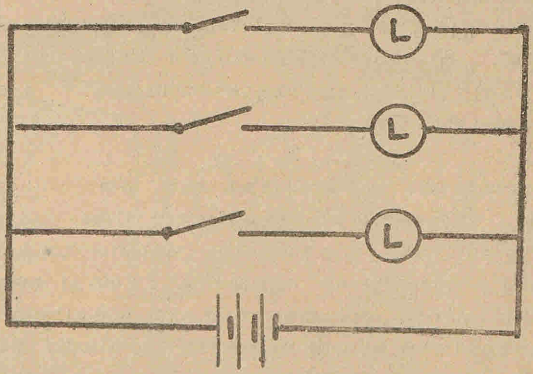
തിരിച്ചു കാണാനും മനസ്സിലാക്കാനും സാധ്യമാവില്ല. ഇത്തരം ഘട്ടങ്ങളിൽ വ്യവസ്ഥാചിത്രങ്ങൾ വളരെയേറെ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

വ്യവസ്ഥാചിത്രങ്ങളിൽ വിദ്യുത്ചിഹ്നങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ഘടകങ്ങൾ കൂട്ടിച്ചേർത്ത വിധം സരളമായും വ്യക്തിയായും കാണിക്കുന്നു. ഇതു് വരയ്ക്കാനും എളുപ്പമാണു്. പക്ഷെ വായിച്ചു മനസ്സിലാക്കാൻ കുറച്ചു പരിചയവും അഭ്യാസവും ആവശ്യമാണെന്നേയുള്ളു (ചിത്രം 10.3).




PICTORIAL DIAGRAM

ചിത്രം 10.3 (a)




ചിത്രം 10.3 (b)

# 11

## വരപ്പുകളുടെ പകർപ്പെടുക്കൽ
## (Reproduction of Drawings)

### 11.1 ആമുഖം

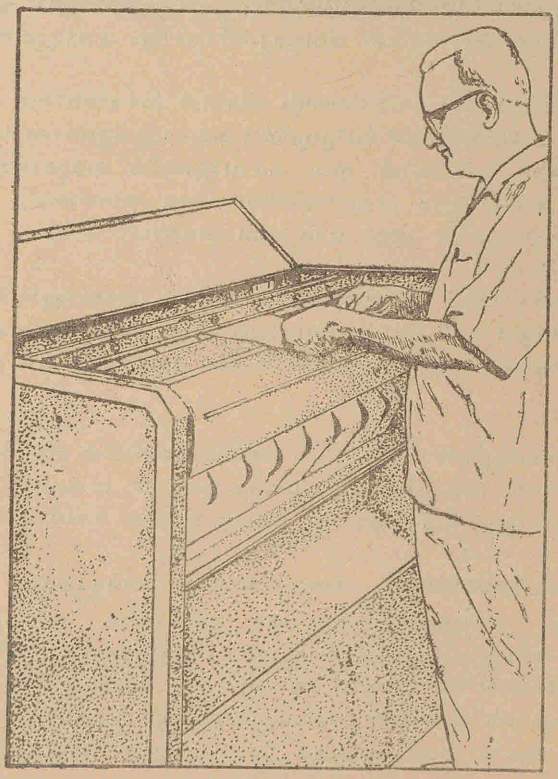
തന്നിട്ടുള്ള വരപ്പിന്റെ കൂടുതൽ പതിപ്പുകൾ ഉണ്ടാക്കലാണു് പകർപ്പെടുക്കൽ. തന്നിട്ടുള്ള വരപ്പിനെ ആദ്യവരപ്പു് അഥവാ മൂലചിത്രം എന്നും പകർത്തിയ വരപ്പുകളെ 'കോപ്പികൾ', 'പകർപ്പുകൾ', 'ബ്ലൂപ്രിൻറുകൾ' എന്നിങ്ങനെ പല വിധത്തിലും വിളിക്കുന്നു. എല്ലാ പ്രായോഗികസന്ദർഭങ്ങളിലും പകർപ്പെടുക്കൽ ആവശ്യമായി വരും. മൂലചിത്രം വളരെ അമൂല്യമായ ഒരു രേഖയായി കരുതേണ്ടതിനാൽ, അതിനെ വളരെ സുരക്ഷിതമായി സൂക്ഷിക്കേണ്ടതാകുന്നു. പണിവരപ്പുകളായി ഉപയോഗിക്കേണ്ടതു് മൂലചിത്രത്തിന്റെ പകർപ്പുകൾ മാത്രമാണു്. ഇക്കാരണത്താൽ, വളരെ വേഗമായും ലാഭകരമായും കൃത്യമായ പകർപ്പെടുക്കാനുള്ള വഴികളാരായേണ്ടതുണ്ടു്. ഫോട്ടോ എടുക്കലാണു് ഏറ്റവും പറ്റിയ വഴി.

മറുപുറക്കാഴ്ചയുള്ളതോ അർധദൃശ്യമോ ആയ ഒരു മാധ്യമത്താൽ—ഇതു ടേസുകടലാസ്സോ ടേസുതുണിയോ ആകാം—മൂലചിത്രം വരയ്ക്കുന്നു. കൂർത്ത പെൻസിലോ ഇന്ത്യനിങ്കോ ഉപയോഗിച്ചു വേണം വരയ്ക്കാൻ. പകർപ്പു കോപ്പികൾ തേച്ച കടലാസ്സിലാണു് എടുക്കുന്നതു്. തേച്ച കടലാസ്സെന്നു പറഞ്ഞതു കൊണ്ടുദ്ദേശിക്കുന്നതു് ഒരു തരം രാസവസ്തു തേച്ചിട്ടുള്ള കടലാസ്സു് എന്നാണു്. പ്രകാശത്തിന്റെ പ്രവർത്തനം കൊണ്ടു് ഇതിന്റെ രാസസ്വഭാവവും ചിലപ്പോൾ നിറം തന്നെയും മാറുന്നു.

പരന്ന ചില്ലു പതിച്ച മുകൾഭാഗമുള്ള ഒരു അച്ചടിച്ചട്ടക്കൂട്ടിൽ മൂലചിത്രവും തേച്ച കടലാസ്സും മേൽക്കു മേൽ ചേർത്തു വെയ്ക്കുന്നു. വെളിച്ചം ആദ്യം ചില്ലിലൂടെയും പിന്നെ ടേസിലൂടെയും കടന്ന ശേഷം പകർപ്പുകടലാസ്സിന്റെ തേച്ച

ഭാഗത്തും വീഴത്തക്കവണ്ണം ഈ ചട്ടക്കൂടിനെ വെളിച്ചത്തിനു നേരെ പിടിക്കുന്നു. ചിത്രത്തിലെ കറുത്ത വരകളിലൂടെ വെളിച്ചത്തിനു സഞ്ചരിക്കാൻ കഴിയില്ല. അതിനാൽ തേച്ച കടലാസ്സിൽ ഈ വരകളുള്ള ഭാഗത്തു് വെളിച്ചം വീഴുന്നില്ല

കുറച്ചു നേരം തുറന്നിട്ട ശേഷം തേച്ച കടലാസ്സിനെ (ചിത്രത്തെ) തെളിവാക്കുകയും ഉറപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. മേൽപ്പറഞ്ഞ വിധം തുറന്നിട്ടതിനു ശേഷം തേച്ച കടലാസ്സിനെ ചില രാസലായനികളിൽ മുക്കുമ്പോൾ ചിത്രങ്ങൾ തെളിഞ്ഞു വരും. ഇതിനാണു് ഡെവലപ്പുക അഥവാ തെളിവാക്കുക എന്നു പറയുന്നതു്. തെളിവാക്കിയ ചിത്രത്തെ മറ്റു ചില രാസവസ്തുക്കൾ ഉപയോഗിച്ചു് ഉറപ്പിക്കണം. പിന്നീടു് രാസവസ്തുക്കളെ വെള്ളത്തിൽ കഴുകിക്കളഞ്ഞു് ഉണ



ചിത്രം 11.0

ക്കുകയും വേണം. ഇപ്രകാരം ചിത്രത്തിലെ വരകളും അതിന്റെ ചുറ്റുപാടും തമ്മിൽ വൈവിധ്യമുള്ള രണ്ടു നിറങ്ങളിലായിത്തീരുകയും മൂലചിത്രത്തിന്റെ ഒരു യഥാർഥപകർപ്പ് കിട്ടുകയും ചെയ്യുന്നു.

തീരെ നനവേല്ക്കാത്ത സമ്പ്രദായങ്ങളും (വരൾത്തെളിവുസമ്പ്രദായം) നടപ്പിലുണ്ട്. ഇത്തരം സന്ദർഭങ്ങളിൽ തേച്ച കടലാസ്സിനെ രാസലായനികൾക്കു പകരം രാസആവികൾ കൊണ്ടാണ് തെളിവാക്കലും ഉറപ്പിക്കലും നടത്തുന്നത്.

പകർപ്പെടുക്കലിൽ പല സമ്പ്രദായങ്ങളും ഉണ്ടെങ്കിലും പ്രധാനപ്പെട്ട മൂന്നെണ്ണം മാത്രം താഴെ വിവരിക്കുന്നു:

11. 2. **ബ്ലൂപ്രിന്റെടുക്കൽസമ്പ്രദായം:** ബ്ലൂപ്രിന്റിൽ പശ്ചാത്തലം മുഴുവൻ നീല നിറത്തിലും വരകൾ വെളുപ്പു നിറത്തിലും ദൃശ്യമാകുന്നു.

പൊട്ടാസിയം ഫെറി സൈനൈഡും ഫെറിക് അമോണിയം നൈട്രേറും ചേർത്തുണ്ടാക്കുന്ന ലായനി പുരട്ടിയിട്ടാണ് ബ്ലൂപ്രിന്റു കടലാസ്സുകളുണ്ടാക്കുന്നത്. നേരെ ഉപയോഗിക്കാവുന്ന വിധത്തിൽ ഇവ കമ്പോളത്തിൽ ലഭ്യമാണ്. കടലാസ്സിന്റെ തേച്ച ഭാഗം ഇളം പച്ച കലർന്ന മഞ്ഞ നിറമാണ്. വെളിച്ചം തട്ടാതെ സൂക്ഷിച്ചില്ലെങ്കിൽ ഇതു ചാര നീല നിറമായി മാറും.

കടലാസ്സിന്റെ തരം, വെളിച്ചത്തിന്റെ തീവ്രത, കടലാസ്സിന്റെ പഴക്കം തുടങ്ങിയ കാര്യങ്ങളനുസരിച്ചിരിക്കും വെളിച്ചം എത്ര നേരം തട്ടിക്കണമെന്നത്. ഒരു വെള്ളത്തൊട്ടിയിൽ തുക്കി നിർത്തിയാണ് തെളിവാക്കലും ഉറപ്പിക്കലും നടത്തേണ്ടത്.

തെളിച്ച പകർപ്പിന്റെ നീലനിറം ക്ഷാരലായനികൾ കെടുത്തിക്കളയുന്നതാണ്. അതിനാൽ കോസ്റ്റിക് സോഡയുടെ ഒരു 1.5 ശതമാനം വിലയനം ഉപയോഗിച്ച് ബ്ലൂപ്രിന്റിൽ കൂടുതൽ വെള്ള വരകൾ ചേർക്കാവുന്നതാണ്.

11. 3 **അമോണിയാവാതകം—വരൾത്തെളിവുപകർപ്പുകൾ:** ഈ വരൾ സമ്പ്രദായത്തിൽ, വെളിച്ചം തട്ടിയാൽ മിക്കവാറും നിറമില്ലാതാകുന്ന തരം ഒരു രാസവസ്തുവാണ് കടലാസ്സിൽ തേച്ചിട്ടുള്ളത്. പിന്നീട് ഈ പകർപ്പിനെ അമോണിയാ—ആവി നിറച്ച ഒരു പെട്ടിയ്ക്കകത്തു നിറുത്തുന്നു. വെളിച്ചം ഏൽക്കാത്ത ഭാഗത്തെ രാസവസ്തുക്കൾ ആവിയുമായി പ്രതികരിക്കയും ഒരു തരം ആസോചായക്കൂട്ടിന്റെ (നൈട്രജനുള്ള ചായക്കൂട്ട്) വരകൾ ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. സാധാരണ കെട്ടിടങ്ങൾക്കകത്തുള്ള വെട്ടത്തിൽ ഈ കടലാസ്സുകൾ പെരുമാറാവുന്നതാണ്.

**11. 4 ഫോട്ടോസ്റ്റാറ്റ് സമ്പ്രദായം:** മേൽ വിവരിച്ച രണ്ടും പകർപ്പ് എടുക്കലിന്റെ സമ്പർക്കസമ്പ്രദായങ്ങൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഫോട്ടോസ്റ്റാറ്റ് സമ്പ്രദായമാകട്ടെ ക്യാമറ ഉപയോഗിച്ച് പകർപ്പെടുക്കലാണ്. സമ്പർക്കസമ്പ്രദായത്തിൽ പകർപ്പുകൾക്ക് അതേ വലുപ്പമേയുള്ളുവെങ്കിൽ ഫോട്ടോസ്റ്റാറ്റ് സമ്പ്രദായമുപയോഗിച്ച് കൂടുതൽ വലുപ്പമുള്ളതോ കുറഞ്ഞ വലുപ്പമുള്ളതോ അതേ വലുപ്പമുള്ളതോ ആയ പകർപ്പുകൾ എടുക്കാവുന്നതാണ്.

ഫോട്ടോസ്റ്റാറ്റ് ക്യാമറയിൽ മൂലചിത്രത്തിന്റെ ആവശ്യമുള്ള വലുപ്പത്തിലുള്ള ഫോട്ടോ എടുക്കുകയും അങ്ങിനെ കിട്ടുന്ന നെഗറ്റീവിനെ തെളിപ്പിച്ച് ഉണക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. (ഇതിനായി ഇരുട്ടറ—dark room ആവശ്യമില്ല) നെഗറ്റീവിൽ കുത്ത പശ്ചാത്തലത്തിൽ വെള്ള വരകളാണുള്ളത്. വെള്ള പശ്ചാത്തലത്തിനെതിരെ കുത്ത വരകളുള്ള ശരിപ്പതിപ്പെടുക്കുന്നതിന് ഈ നെഗറ്റീവിൽ നിന്ന് വീണ്ടും പ്രിന്റെടുത്താൽ മതിയാകും.

# ചോദ്യങ്ങൾ

## അധ്യായം 1:

1. ഹീറോഗ്ലിഫിക്കുകൾ എന്നാലെന്ത്?
2. ഒരു കെട്ടിടത്തിലെ മുറികളുടെ കിടപ്പ് കാണിച്ചിട്ടുള്ള വരപ്പിന്റെ പേരെന്ത്?
3. ഒരു സ്കെച്ചിനും വരപ്പിനും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമെന്ത്?
4. മേപ്പുകളിലുപയോഗിക്കുന്ന ചില പ്രതീകങ്ങൾ കുറിയ്ക്കുക.

## അധ്യായം 2.

1. വരപ്പിന്നാവശ്യമായ പ്രധാനസാമഗ്രികളുടെ (ഉപകരണങ്ങൾ മുതലായവ) ഒരു ലിസ്റ്റുണ്ടാക്കുക.
2. ഉപകരണത്തിലെ ഓരോ അംഗത്തെയും അതതു സ്ഥാനത്തു തന്നെ വെയ്ക്കേണ്ടതെന്തു കൊണ്ടെന്നു വിവരിയ്ക്കുക.
3. 7B, 9H, HB പെൻസിലുകളുടെ ഗുണങ്ങളെന്തെല്ലാം?
4. പ്രൊജ്യുവക്രങ്ങളെന്നാൽ എന്ത്? അവ ഉപയോഗിക്കുന്നതെങ്ങിനെ?
5. ഒരു വൃത്തം, ഒരു സമചതുരം, ഒരു സമാന്തരചതുർഭുജം തുടങ്ങിയവ വരയ്ക്കാൻ ഉപകരണങ്ങളെങ്ങിനെ ഉപയോഗിക്കുമെന്നു വിവരിയ്ക്കുക.

## അധ്യായം 3.

1. എഞ്ചിനീയറിങ്ങ് വരപ്പുകളിലെ അക്ഷരമെഴുത്തിന്റെ പ്രധാനആവശ്യങ്ങളെക്കുറിച്ച് വിവരിക്കുക.
2. മലയാളത്തിലെയും ഇംഗ്ലീഷിലെയും അക്ഷരങ്ങൾ വെറും കൈയെഴുത്തിൽ എഴുതുക. ഉയരം 15 മി. മീ. ൽ കുറയാതെ ഒരു ഗ്രാഫ് കടലാസുപയോഗിയ്ക്കുക.

3. 10 മി. മീ. ഉയരത്തിൽ കൂറയാതെ അക്കങ്ങൾ എഴുതുക.
4. അക്ഷരമെഴുത്തിലെ പ്രധാനരീതികളെക്കുറിച്ചു വിവരിയ്ക്കുക. സാങ്കേതികവരപ്പിലുപയോഗിയ്ക്കുന്നവ ഏവ?
5. എഞ്ചിനീയറിങ്ങ് വരപ്പിലുപയോഗിയ്ക്കുന്ന പ്രധാനവരകൾ വരയ്ക്കുക.
6. ചെറുതാക്കൽ, വലുതാക്കൽ അളവുതോതുകൾ എന്നാൽ എന്തു്? 1:20 എന്ന അളവുതോതിന്റെ അർത്ഥമെന്തു്?
7. ഗ്രാഫികസ് കെയിലുകളെപ്പറ്റി വിവരിക്കുക.
8. അളവുവരകൾ, നീട്ടൽവരകൾ, പ്രക്ഷേപവരകൾ ഇവയെന്തു്?
9. അളവെഴുത്തിനെപ്പറ്റി വിവരിയ്ക്കുക.
10. ഒരസുമുന സ്കെച്ചു ചെയ്യു് തോതുകൾ കുറിയ്ക്കുക.
11. ചൊവ്വാക്കിയ വ്യവസ്ഥ, ഒരേദിശാഅളവുവ്യവസ്ഥ എന്നിവയെന്തു്?
12. ചിത്രം 3.14 മുതൽ ചിത്രം 3.27 വരെയുള്ള വരപ്പുകളെ 2:1 എന്ന വലുതാക്കിയ തോതിൽ വരയ്ക്കുക.

## അധ്യായം 4:

1. വരപ്പുകോല്യും കോമ്പാസുകളും ഉപയോഗിച്ചു് 40 മി. മീ നീളമുള്ള ഒരു രേഖയെ ദ്വിഭാഗിയ്ക്കുക.
2. ഒരു 50 മി. മീ. രേഖയെ ത്രികോണങ്ങളുപയോഗിച്ചു് ദ്വിഭാഗിയ്ക്കുക.
3. വരകോല്യും വൃത്തരേഖയുമുപയോഗിച്ചു് 68 മി. മീ. നീളമുള്ള ഒരു രേഖയെ അഞ്ചായി സമഭാഗിക്കുക.
4. 78 മി. മീ. നീളമുള്ള ഒരു രേഖ വരച്ചു് അതിനെ 8/5 മടങ്ങായി വർധിപ്പിക്കുക.
5. 78 മി. മീ. നീളമുള്ള ഒരു രേഖ വരച്ചു് അതിനെ അതിന്റെ 3/5 ഭാഗമായി ചുരുക്കുക.
6. 56 മി. മീ. വ്യാസമുള്ള ഒരു വൃത്തം വരയ്ക്കുക. വൃത്തകേന്ദ്രത്തിനു് 100 മി. മീ. വലതുവശത്തുള്ള ഒരു ബിന്ദുവിൽ നിന്നു് ഒരു സ്പർശരേഖ വരയ്ക്കുക.
7. 95 മി. മീ. ഉം 65 മി. മീ. ഉം വ്യാസങ്ങളും 110 മി. മീ. കേന്ദ്രങ്ങൾ തമ്മിൽ ദൂരവുമുള്ള രണ്ടു വൃത്തങ്ങൾ വരച്ചു് (a) പുറം (b) ഉൾസ്പർശ രേഖകൾ വരയ്ക്കുക.

8. 30° ത്രികോണമുണ്ടാക്കുന്ന രണ്ടു രേഖകൾ വരച്ചു് അവയ്ക്കിടയിൽ 35 മി. മീ. ത്രിജ്യയുള്ള ഒരു വൃത്തം ഉൾ വരയ്ക്കുക.

9. 30°–ൽ ഒന്നു കൂടുന്ന രണ്ടു രേഖകളുടെ മുറിപ്പുബിന്ദുവിൽ നിന്നും 75 മി. മീ. അകലെയുള്ള P എന്ന ഒരു ബിന്ദുവിലൂടെ പോകും വിധം ഒരു വൃത്തം വരയ്ക്കുക. ഒന്നു കൂടുന്ന വരകളിൽ ഒന്നിൽ നിന്നു് 15 മി. മീ. അകലെയാണു് P.

10. 30 മി. മീ. നീളമുള്ള 9 ഭുജങ്ങളുള്ള ഒരു ക്രമബഹുഭുജം വരയ്ക്കുക.

11. 25 മി മീ. ഭുജമുള്ള ഒരു പഞ്ചഭുജത്തിന്നകത്തു് ഒരു വൃത്തം ഉൾവരയ്ക്കുക.

12. 100 മി. മീ. വലിയക്ഷവും 60 മി. മീ. ചെറിയക്ഷവുമുള്ള ഒരു എല്ലിപ്സു് ഈ സമ്പ്രദായങ്ങളുപയോഗിച്ചു് വരയ്ക്കുക:— (a) ന്യൂൽ സമ്പ്രദായം (b) തമ്മിൽ മുറിപ്പുചാപസമ്പ്രദായം (c) തമ്മിൽ മുറിപ്പുവരസമ്പ്രദായം (d) സമകേന്ദ്രീയവൃത്തസമ്പ്രദായം (e) ട്രാമൽ സമ്പ്രദായം.

## അധ്യായം 5:

1. പരിപ്രേക്ഷ്യപ്രക്ഷേപവും സമാന്തരപ്രക്ഷേപവും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങളെന്തു്?

2. അക്ഷോണമിതികപ്രക്ഷേപമെന്നാലെന്തു്?

3. മൂന്നാംകോണപ്രക്ഷേപത്തിനു് ഒന്നാംകോണപ്രക്ഷേപത്തേക്കാൾ മേന്മകളെന്തു്?

4. ലംബികപ്രക്ഷേപത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനതത്വങ്ങളെന്തു്?

5. മുൻതലത്തിന്മേൽ വീഴത്തക്ക വണ്ണം മൂന്നു പ്രധാനമുഖങ്ങളെ തൊന്നിട്ടപടി, താഴെ കൊടുത്ത തരം ബിന്ദുക്കളുടെ പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക:–

   (a) F. P. ക്കു് 5 സെ. മീ. പിന്നിൽ, H. P. ക്കു് 4 സെ. മീ. താഴെ, P. P. ക്കു് 6 സെ. മീ. വലതുവശം.

   (b) F. P. ക്കു് 5 സെ. മീ. മുൻവശം, H. P. ക്കു് 4 സെ. മീ. മീതെ P. P. ക്കു് 6 സെ. മീ. വലതുവശം.

6. X–അക്ഷം ഇടത്തും, Y–അക്ഷം കൃത്യം മുകളിലേയ്ക്കും Z–അക്ഷം കാഴ്ചക്കാരനിൽ നിന്നു് അകത്തേയ്ക്കും ധനാത്മകദിശകളിൽ ചൂണ്ടുന്ന തായി സങ്കല്പിച്ചു് താഴെ പറയുന്ന മൂന്നു ബിന്ദുക്കളുടെ പ്രക്ഷേപങ്ങൾ വരയ്ക്കുക :–

A (2, 3, 5), B (3, 6, 6), C (6, 2, 1)

1 മാത്ര = 1 സെ. മീ. എന്നെടുത്ത് AB, AC, BC എന്നീ വരകളുടെ ശരിനീളം (1) പ്രക്ഷേപസമ്പ്രദായമുപയോഗിച്ച് (2) കണക്കുകൂട്ടലുപയോഗിച്ചു കാണുക. △ABC യുടെ ശരിരൂപം വരയ്ക്കുക.

7. ചെത്തുവരയിടലിന്റെ തത്വങ്ങളെന്തെല്ലാം? രണ്ടിൽ കൂടുതൽ അയൽഭാഗങ്ങളുണ്ടെങ്കിൽ ചെത്തുവരയിടുന്നതെങ്ങിനെ?
8. ചൊവ്വാക്കിയ ചേരുദങ്ങളെന്നാലെന്ത്?
9. സഹായകക്കാഴ്ച ആവശ്യമാകുന്നതെപ്പോൾ?
10. കറക്കസമ്പ്രദായമെന്താണ്?
11. പണിവരപ്പുകൾ, അസെംബ്ലിവരപ്പുകൾ ഇവയെന്ത്?
12. സഹിഷ്ണത, ഇളവ്, ചേർപ്പ് ഇവയെ വിവരിയ്ക്കുക
13. അളവെഴുത്തിന്റെ തത്വങ്ങളെന്തെല്ലാം?
14. കുറിപ്പുകൾ, തലക്കെട്ടുകൾ ഇവയെപ്പറ്റി വിവരിയ്ക്കുക.

## അധ്യായം 6:

1. ഒരു ഘനവസ്തു, ഒരു, ജ്യാമിതീയഘനവസ്തു ഇവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമെന്ത്?
2. ഒരു പ്രിസവും ഒരു സമാന്തരപിപ്പെഡും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമെന്ത്?
3. എത്ര തരം ക്രമപോളിഹെഡ്രനുകൾ ഉണ്ട്? അവ ഏവ?
4. കോണിനും പിരമിഡിനും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമെന്ത്?
5. ഒരു അഗ്രം H. P. യെ സ്പർശിയ്ക്കുകയും ആ അറ്റത്തിന്റെ ഒരു ട്രജം F. P. യ്ക്ക് 30° ചരിവുണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യുന്നതും ആധാരം 4 സെ. മീ., നീളം 7 സെ. മീ., ആയും ഉള്ള ഒരു സമപ്രിസത്തിന്റെ മുൻ, മുകൾ, വശക്കാഴ്ചകൾ വരയ്ക്കുക. മടക്കവരകൾ കാണിയ്ക്കുക.
6. ഒരു പഞ്ചട്രജപ്രിസത്തിന്റെ താഴെയുള്ള രണ്ടു സന്ദർഭങ്ങളിലെ, മുകൾ, മുൻ, വശക്കാഴ്ചകൾ വരയ്ക്കുക. (a) അതിന്റെ ഒരു മുഖം H. P. യിന്മേൽ കിടക്കുന്നു. അക്ഷം F. P. യ്ക്ക് ലംബം; പഞ്ചട്രജത്തിന്റെ ട്രജം 3 സെ. മീ. ഉം പ്രിസത്തിന്റെ നീളം 7 സെ. മീ. ഉം ആകുമ്പോൾ (b) അതിന്റെ അക്ഷം F. P. യ്ക്ക് 30° ചരിഞ്ഞിരിയ്ക്കുമ്പോൾ.

7. ഒരു തിര്യക്പ്രിസത്തിന്റെ അഗ്രങ്ങൾ 3 സെ. മീ. വശങ്ങളുള്ള ഷഡ്ഭുജങ്ങളാണ്. ഒരു മുഖത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും മറ്റേ അറ്റത്തെ മുഖത്തിന്റെ തലത്തിലേയ്ക്കുള്ള ലംബം ആ മുഖത്തിന്റെ ഏതെങ്കിലുമൊരു കോണമുനമ്പിലൂടെ (Angular point) കടന്നു പോകുന്നു. അഗ്രങ്ങൾ വിലങ്ങനാണ്. അക്ഷത്തിന്റെ തലം F. P. യുമായി 15° ഉണ്ടാക്കുന്നു. പ്രിസത്തിന്റെ ഉയരം 7 സെ. മീ. ആണ്. ഇതിന്റെ മുൻ, മുകൾ, വശക്കാഴ്ചകൾ വരയ്ക്കുക.

8. ഒരു തിര്യക്ഷഡ്ഭുജപിരമിഡിന്റെ ആധാരം H. P. യ്ക്ക് സമാന്തരമാണ്. തലപ്പിൽ (apex) നിന്നും ആധാരത്തിലേയ്ക്കുള്ള ലംബം ഷഡ്ഭുജത്തിന്റെ ഒരു കോണമുനമ്പിലൂടെ കടന്നു പോകുന്നു. അക്ഷം F. P. യ്ക്ക് സമാന്തരമാണ്. ഷഡ്ഭുജത്തിന്റെ ഭുജം 3 സെ. മീ., പിരമിഡിന്റെ ഉയരം 7 സെ. മീ. മുകൾ, മുൻ, വശക്കാഴ്ചകൾ വരയ്ക്കുക.

9. ആധാരവ്യാസം 4 സെ. മീ. ഉം അക്ഷനീളം 8 സെ. മീ. യുമായ ഒരു സിലിണ്ടറിന്റെ മുൻ, മുകൾക്കാഴ്ചകൾ വരയ്ക്കുക. അക്ഷം വിലങ്ങനെ F. P. യ്ക്ക് 30° യിൽ ആണ്.

10. ഒരു നേർവട്ടക്കോണിന്റെ ഉയരം 7 സെ. മീ. ഉം, ആധാരവ്യാസം 4 സെ. മീ. ഉം അക്ഷം വിലങ്ങനെ F. P. ക്ക് 60° യിലുമാകുന്നു. മുൻ, മുകൾക്കാഴ്ചകൾ വരയ്ക്കുക.

11. ഒരു ചതുരപിരമിഡിന്റെ ആധാരം 4 സെ. മീ. ഉം ഉയരം 7 സെ. മീ. ഉം ആകുന്നു. ആധാരത്തിന്റെ ഒരു ഭുജം F. P. യുമായി 60° ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇതിന്റെ മുൻകാഴ്ച വരയ്ക്കുക. H. P. യ്ക്ക് 45° യിലുള്ള ഒരു തലം അക്ഷത്തെ ദ്വിഭാഗിയ്ക്കുന്നുണ്ടെങ്കിൽ ഫ്രസ്റ്റത്തിന്റെ തലവും ഛേദത്തിന്റെ ശരിയായ ആകൃതിയും വരയ്ക്കുക.

12. മുൻ കണക്കിലെ ഫ്രസ്റ്റത്തിന്റെ ചരിവുവശങ്ങളുടെ നിവർത്തൽ വരയ്ക്കുക.

13. ആധാരത്രിജ്യ 3 സെ. മീ. ഉം, ഉയരം 9 സെ മീ. ഉം ഉള്ള ഒരു കോണിന്റെ മുൻകാഴ്ച വരയ്ക്കുക. തലപ്പിൽ നിന്നും 4 സെ. മീ. അകലമായി, H. P. യ്ക്ക് 30° യിലുള്ള F. P. യ്ക്ക് ലംബമായ ഒരു തലം അക്ഷത്തെ മുറിയ്ക്കുന്നു. ഫ്രസ്റ്റത്തിന്റെ നിവർത്തൽ വരയ്ക്കുക.

## അധ്യായം 7.

1. പ്രധാനമായ ആകൃതിവരപ്പുകൾ ഏവ ?
2. ഘനീയപ്രക്ഷേപവും ഘനീയവരപ്പും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമെന്ത് ?
3. ഒരു ഘനീയസ്കേലുണ്ടാക്കുന്ന വിധം സ്കെച്ചു വഴി വിവരിക്കുക.
4. ഘനീയ, അഘനീയവരകളെന്താണ് ?
5. ഒരു 6 സെ. മീ. സമഘനത്തിന്റെ മുഖങ്ങളിൽ വൃത്തം ഉൾവരച്ചിരിക്കുന്നു. സമഘനത്തിന്റെ ഘനീയവരപ്പുണ്ടാക്കുക.
6. 5 സെ. മീ. വക്കുകളുള്ള ഒരു സമഘനത്തിന്റെ (i) കാബിനറ് പ്രക്ഷേപം (ii) കവലിയർപ്രക്ഷേപം ഉണ്ടാക്കുക.
7. ഒരു പരിപ്രേക്ഷ്യപ്രക്ഷേപവും ഘനീയപ്രക്ഷേപവും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമെന്ത് ?
8. ഏകബിന്ദു, ദ്വിബിന്ദു പരിപ്രേക്ഷ്യങ്ങളിൽ ശ്രദ്ധിക്കേണ്ട കാര്യങ്ങളെന്തെല്ലാം ?
9. ഒരു 4×4×8 സെ. മീ. ചതുരപ്രിസത്തിന്റെ മുഖങ്ങളിൽ വൃത്തങ്ങൾ ഉൾവരച്ചിരിക്കുന്നു. (i) ഒരു ഏകബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം (ii) ഒരു ദ്വിബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം വരയ്ക്കുക.

## അധ്യായം 8.

1. വെറുംകൈസ്കെച്ചുവരപ്പിന്റെ പ്രാധാന്യം വിശദമാക്കുക. അത് ചെയ്യുന്നതെങ്ങിനെ ?
2. ഒരു സ്ക്രൂവിന്റെ പിരിയിട (അകലം Pitch), മുൻനില എന്നാലെന്ത് ? ഒരു വലംപിരിസ്ക്രൂ എന്താണ് ?
3. പല തരം സ്ക്രൂപിരികളുടെ പ്രൊഫൈലുകൾ വരച്ച് അവയുടെ ഉപയോഗം വിവരിയ്ക്കുക.
4. ഒരു സ്ക്രൂപിരിയും ഒരു കുരുടൻടാപ്രന്ധ്രവും (blind tapped hole) ചിത്രീകരിയ്ക്കുന്ന കീഴ്വഴക്കചിഹ്നങ്ങളേവ ? സ്ഥാനത്തു വെച്ചു സ്റ്റഡോട്ട കൂടിയ ഇത്തരം ഒരു രന്ധ്രം വരയ്ക്കുക.

5. സ്ഥിരപ്പിടിപ്പ്, താല്ക്കാലികപ്പിടിപ്പ് എന്നാലെന്ത്? ഉദാഹരണങ്ങൾ പറയുക.

6. മൂലകൾക്കെതിരെയും പരപ്പുകൾക്കെതിരെയും (Across flat) ഒരു ബോൾട്ടിന്നു് ഷഡ്ഭുജശീർഷവും സമചതുരശീർഷവും വരയ്ക്കുക. വ്യാസം 20 മി. മീ.

7. 20 മി. മീ. വ്യാസമുള്ള ഒരു റിവെറ്റിന്നു് ഒരു സ്കാപ്ശീർഷവും ഒരു പരന്ന 90° Countersunk ശീർഷവും വരയ്ക്കുക.

8. റിവെറ്റുസന്ധികളുടെ അകലം, മാർജിൻ ഇവയെ നിർവചിയ്ക്കുക. 16 മി. മീ. കട്ടിയുള്ള രണ്ടു പ്ലേറ്റുകളിൽ 24 മി. മീ. വ്യാസമുള്ള റിവെറ്റുകൾ 75 മി. മീ അകലത്തിൽ ഉപയോഗിച്ചിട്ടുള്ള ഒരു ഇരട്ട റിവെറ്റിതലാപ്പുസന്ധി വരയ്ക്കുക. മുഴവലുപ്പത്തിൽ അളവു കാണിച്ചു് രണ്ടു കാഴ്ചകൾ വരയ്ക്കുക.

9. താഴെ പറയുന്നതനുസരിച്ചു് ഒരു ഇരട്ടറിവെറ്റിത സിഗ്സാഗ് ബട്ട്സന്ധിയുടെ രണ്ടു കാഴ്ചകൾ വരയ്ക്കുക. രണ്ടു് കവർ പ്ലേറ്റുകൾ. പ്ലേറ്റ്കട്ടി 18 മി. മീ.; കവർ പ്ലേറ്റ് കട്ടി 12 മി. മീ.; റിവെറ്റ് വ്യാസം 20 മി. മീ; അകലം 75 മി. മീ., മാർജിൻ 1.5d; ഗേജ് രേഖകൾക്കിടയിലെ ദൂരം 2d.

10. ഒരു കീ ഉപയോഗിക്കുന്നതെന്തിനാണു്? കീവഴി എന്നാലെന്ത്?

11. കുറഞ്ഞ ത്രിജ്യ 25 മി. മീ. ഉള്ള ഒരു കേമിന്റെ മുഴവലുപ്പപ്രൊഫൈൽ വരയ്ക്കുക. കത്തിവായ് അനുഗാമി ത്രിജ്യാദിശയിൽ താഴെ പറയും വിധം ചലിയ്ക്കുന്നു: ലിഫ്റ്റ് 20 മി. മീ. 45° കറക്ക സമയത്തിൽ; 25° യിൽ ഇരിപ്പു്; 45° കറക്കത്തിൽ വീഴ്ച; ബാക്കി സമയവും ഇരിപ്പു്. ലിഫ്റ്റും വീഴ്ചയും ഒരേ പോലെ നടക്കുന്നു.

12. 20 ഉം 30 ഉം പല്ലുകളുള്ള തമ്മിൽ പിണഞ്ഞ രണ്ടു ഇൻവൊലൂട്ട് ഗിയറുകൾ വരയ്ക്കുക. മോഡ്യൂൾ = 5 മി. മീ. മർദ്ദകോണം 20°.

13. നിങ്ങളുടെ വർക്ക്ഷോപ്പിലെ ഏതെങ്കിലും സരളമായ ഒരു യന്ത്രത്തിന്റെ അളവുകളെടുത്തു് അതിന്റെ അസെംബ്ളിവരപ്പു് വരയ്ക്കുക.

## അധ്യായം 9.

1. കെട്ടിടശില്പവരപ്പു് എന്നാലെന്ത്? സംരചനാവരപ്പു് എന്നാലെന്തു്?

2. കെട്ടിടത്തെ നിർവചിക്കുക; നാലു തരം കെട്ടിടങ്ങളേവ?

3. നിർവചിക്കുക : (1) അസ്തിവാരം (footing) (2) അടിത്തറ (foundation) (3) തട്ട് (4) പ്ലിൻത് (5) തറ (6) കോപിങ്ങ് (7) തൂലാം (8) ഗർഡർ (9) ചരിജ് (10) മേൽപ്പടി (lintel) (11) ജനൽപ്പടി (sill) (12) അരമതിൽ (13) ബാൽക്കണി (14) ബാലുസ്റ്റർ (15) കഴുക്കോൽ (16) മേൽക്കൂര (17) നികാസം (drain) (18) ജലശ്ലോസെറ് (19) അഴുക്കുനീക്കി (drainage) (20) പ്ലാസ്റ്റർ (plaster) (21) കോൺക്രീറ് (22) പ്രബലിത കോൺക്രീറ് (23) ചുമർപ്പണി (24) താഴ്പ് (sink) (25) കോണിപ്പടികൾ.

4. താഴെ പറയുന്നവയുടെ ഛേദങ്ങളുടെ പ്രതീകങ്ങളെന്ത്?

(1) പാറ (2) ഭൂമി (3) മരം (4) ഇഷ്ടികച്ചുമർപ്പണി (5) പ്രക്രീറ്.

5. സ്പർശിച്ചു നില്ക്കുന്ന കനം കുറഞ്ഞ ലോഹത്തകിടുകളെ വരപ്പുകളിൽ ചിത്രീകരിക്കുന്നതെങ്ങിനെ?

6. ഒരു പണിസ്ഥലപ്ലാൻ വരയ്ക്കാനുള്ള ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ തോതെന്ത്?

7. ഒരു തറപ്ലാനിൽ കാണിക്കേണ്ട വിശദാംശങ്ങളെന്തെല്ലാം?

8. ഒരു പരിസരപ്ലാനിന്റെ ഉദ്ദേശ്യമെന്ത്?

## അധ്യായം 10.

1. വൈദ്യുതവരപ്പ് എന്നാലെന്ത് ?

2. വൈദ്യുതപരിപഥങ്ങളുടെ ആകൃതിവരപ്പ്, വ്യവസ്ഥാവരപ്പ് എന്നിവയെന്താണ് ?

3. താഴെ പറയുന്നവയുടെ വ്യവസ്ഥാചിത്രങ്ങൾ വരയ്ക്കുക:—

(a) ശ്രേണീപരിപഥം.

(b) സമാന്തരപരിപഥം

(c) ടോർച്ച് വിളക്ക്.

4. ഒരു ആകൃതിചിത്രത്തിന്റെ ഉപയോഗമെന്ത്?

## അധ്യായം 11.

1. വരപ്പുകളുടെ പകർപ്പെടുക്കലെന്നാലെന്ത്?

2. ഒരു വരപ്പിന്റെ ബ്ലൂപ്രിന്റെടുക്കുന്ന വിധം വിവരിക്കുക.

3. വരപ്പുകൾ പകർത്തുന്നതിന്റെ വരൽസമ്പ്രദായം വിവരിക്കുക.

4. ഫോട്ടോസ്റ്റാറ്സമ്പ്രദായമെന്നാലെന്ത്?

# അനുബന്ധം 1.

## സാങ്കേതികപദങ്ങളുടെ വിശദീകരണം

അംഗം, അവയവം (Member)

ഒരു സംരചനയുടെയോ യന്ത്രവിധിയുടെയോ ഭാഗം.

അച്ച് (Die)

മർദമുപയോഗിച്ച് ലോഹവസ്തുവിന്റെ പുറം ഭാഗം ആകൃതിപ്പെടുത്തുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന കട്ടിയുള്ള ഉരുക്കു കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയിട്ടുള്ള പണിക്കോപ്പ്.

അടിത്തൂൺ, പ്രസ്തംഭം (Pier)

ചുമരുകളെ താങ്ങുന്ന കുത്തനെയുള്ള ഒരു താങ്ങ്.

അടിവാരം (Footing)

ഭൂമിയിൽ തറഞ്ഞിരിക്കുന്ന കെട്ടിടത്തിന്റെ അടിഭാഗം.

അദൃശ്യബിന്ദു (Vanishing Point)

ഒരു വരപ്പിലെ വിലങ്ങൻവരകൾ പിൻവാങ്ങി ഒന്നു കൂടുന്നതായി തോന്നപ്പെടുന്ന ബിന്ദു.

അനീലിക്കൽ (Annealing)

ചൂടാക്കുകയും പതുക്കെ തണുപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുക വഴി ഉൾഭാഗത്തിലെ പ്രതിബലങ്ങളെ നീക്കുവാനുള്ള ഒരു സമ്പ്രദായം.

അസെംബ്ളിവരപ്പ് (Assembly Drawing)

അതതു ഭാഗങ്ങളെ അക്കമിട്ടു കാണിച്ച് കൂട്ടിയോജിപ്പിച്ച പടിയുള്ള ഒരു മുഴുമെഷീനിന്റെയോ പണിക്കോപ്പിന്റെയോ വരപ്പ്.

അസ്തിവാരം (Foundation)

ഭൂമിയ്ക്കടിയിലുള്ള കെട്ടിടത്തെ താങ്ങി നിർത്തുന്ന ഭാഗം.

**അസ്ബസ്റ്റോസ്** (Asbestos)

തീ തട്ടിക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന തീ പിടിക്കാത്ത തന്തുമയമായ ഒരു ഖനിജ വസ്തു.

**അഴുക്കുചാല്** (Gutter)

അഴുക്കുവെള്ളവും മഴവെള്ളവും ഒഴുകിപ്പോകാനുള്ള ചാൽ.

**അക്ഷം, അച്ചുതണ്ട്** (Axle)

ഒരു ചക്രത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലുള്ള സിലിണ്ടറാകൃതിയിലുള്ള ദണ്ഡ്.

**ആംഗിൾ** (Angle)

⌞ ആകൃതിയിലുള്ള ലോഹബാർ.

**ആധാരം, അസ്തിവാരം** (Base)

ഒരു സംരചനയെ താങ്ങി നില്ക്കുന്ന അടിഭാഗം.

**ഇടച്ചുമർ** (Partition)

ഒരു സ്ഥലത്തെ രണ്ടായി വിഭജിക്കുന്ന ചുമര്.

**ഇണഭാഗങ്ങൾ** (Mating Parts)

പരസ്പരം ചേരുന്ന ഭാഗങ്ങൾ. ഉദാ: ഷാഫ്റ്റും ബെയറിങ്ങും ബോൾട്ടും നട്ടും.

**ഇളവ്** (Allowance)

കൂടിച്ചേരുന്ന ഭാഗങ്ങൾക്കിടയിലെ വിടവ്.

**ഇറ** (Eave)

പുറം ചുമരിനു പുറത്തു് താണു തള്ളി നില്ക്കുന്ന മേൽക്കൂരയുടെ കീഴ്ഭാഗം.

**ഉയർച്ച** (Elevation)

സമുദ്രനിരപ്പിൽ നിന്നോ മറേറതെങ്കിലും ആധാരബിന്ദുവിൽ നിന്നോ ഒരു ബിന്ദുവിന്റെ ഉയരം.

**ഉല** (Forge)

കൊല്ലന്മാരുപയോഗിക്കുന്ന അടുപ്പ്.

## ഉറപ്പിപ്പ് (Fixture)

(1) യഥാസ്ഥാനം സ്ഥിരമായുറപ്പിച്ചിട്ടുള്ള വൈദ്യുതസാമഗ്രിയോ, പൈപ്പിന്റെ ഭാഗമോ. (2) പണിക്ഷണത്തെ മുറിപ്പൻ പണിക്കോപ്പുകൾക്കനുകൂലമായി മെഷിനിൽ ദൃഢമായി പിടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ഭാഗം.

## ഒന്നാം തേപ്പ് (Prime Coat)

പെയിന്റിന്റെ ഒന്നാമത്തെ സ്തരം. (ഉപരിതലത്തിലെ തുളകളെല്ലാം അടയ്ക്കാനുള്ളതു്).

## ഒഴിവു് (Niche)

ഒരു ചുമരിലെ പൊള്ളയായ ഒരു ചെറുവിടവു്.

## കമാനം (Arch)

ഒരു ഉറന്ന ഭാഗത്തിന്റെ മീതെ (ഉദാ: വാതിൽ) ഭാരം താങ്ങി നില്ക്കുന്ന ചാപാകൃതിയിലുള്ള ഒരു സംരചന.

## കല്പണി (Masonry)

ഇഷ്ടിക, കല്ലു് മുതലായവ ഒന്നൊന്നായി പട്ടത്തു് കുമ്മായത്തിൽ ഉറപ്പിച്ച സംരചന.

## കഴുക്കോൽ (Rafter)

മേൽക്കൂരയെ ചുമന്നു നില്ക്കുന്ന ചരിവുതൂലാം.

## കാൻറിലീവർ (Cantilever)

ഒരറ്റത്തു മാത്രം പിടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള പുറത്തേക്കു തള്ളി നില്ക്കുന്ന തൂലാം അഥവാ സംരചന.

## കീ (Key)

ഒരു കപ്പിയേയോ ഗിയർചക്രത്തേയോ അച്ചുതണ്ടുമായി ചേർത്തു നിർത്തുന്ന തള്ളി നില്ക്കുന്ന ഭാഗം.

## കുമ്മായം (Mortar)

ചുമർപ്പണിയിൽ ഇഷ്ടികകളെ കൂട്ടി നിർത്താനുപയോഗിക്കുന്ന മണൽ, സിമന്റ് (അല്ലെങ്കിൽ ചുണ്ണാമ്പു്), വെള്ളം എന്നിവയുടെ കൂട്ടു്.

## കുറുതുലാം (Joist)

തറയെയോ മേൽക്കൂരയെയോ താങ്ങുന്ന മരം, ലോഹം എന്നിവയാലുള്ള ചെറിയ ഒരു തുലാം.

## കൂട്ട്, സമുച്ചയം (Aggregate)

പാറയുടച്ച കൽക്ഷണങ്ങളെ പരുക്കൻ കൂട്ട് എന്നും (Coarse Aggregate) എന്നും മണലിനെ നേരിയ കൂട്ട് (Fine Aggregate) എന്നും വിളിക്കുന്നു. കോൺക്രീറുണ്ടാക്കാനാണിവ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.

## കേം (Cam)

ഒരു ഉൽകേന്ദ്രഅക്ഷത്തിന്നു് (eccentric axis) ചുറ്റും കറങ്ങിക്കൊണ്ടു് വൃത്തീയഗതിയെ മുൻ-പിൻചലനമായി മാറുന്ന രൂപപ്പെട്ടത്തിയ ഒരു പലക.

## കോൺക്രീറു് (Concrete)

മണൽ, ഉടച്ച കല്ലു്, സിമന്റു്, വെള്ളം ഇവയുടെ ഒരു മിശ്രിതം; ഉണ്ടാക്കിയ ഉടനെ ഇതു് ഇഷ്ടപ്പെട്ട ആകൃതിയിൽ രൂപപ്പെട്ടത്തിയാൽ മണിക്കൂറുകൾക്കകം ഉറയ്ക്കുന്നു.

## കോളർത്തുലാം, ഇടത്തുലാം (Collar beam)

രണ്ടു കഴുക്കോലുകളെയോ ചരിവുള്ള ഒരു തട്ടിനെയോ സ്ഥലത്തു നിർത്തുന്ന തുലാം.

## ഗർഡർ, വിട്ടം (Girder)

മറ്റു തുലാങ്ങളെ താങ്ങുന്ന വലിയ തുലാം.

## ഗാസ്കെറ്റു് (Gasket)

തമ്മിൽ വഴുതുന്ന (ഉരഞ്ഞു നീങ്ങുന്ന) ഭാഗങ്ങൾക്കിടയിലോ ഒരു സന്ധിയിലോ ഉപയോഗിക്കാറുള്ള ഒരു പേക്കിങ്ങു്.

## ഘനീയപ്രക്ഷേപം (Isometric Projection)

ഒരു ഘനവസ്തുവിന്റെ മൂന്നു പ്രധാനാക്ഷങ്ങൾ തമ്മിൽ 120° യിലായിരിക്കത്തക്ക വണ്ണം വരച്ചിട്ടുള്ള ആകൃതിവരപ്പു്.

## ചട്ടക്കൂടു് (Frame)

ഭാരം ചുമക്കുന്ന പ്രധാനഅംഗങ്ങളടങ്ങുന്ന സംരചനയുടെ അസ്ഥികൂടം.

## ചായ്മാനം (Gradient)

ഒരു നിശ്ചിതവിലങ്ങൻദൂരത്തിനെതിരെ കുത്തനെദിശയിലുള്ള ചരിവു യരം. ഉദാ: 25ന്ന് 1, 100ന്ന് 1.

## ചാൽഛേദം (channel section)

ഒരു വശം തുറന്ന ഒരു ദീർഘചതുരം ഛേദമായിട്ടുള്ള ഒരു ലോഹരൂപം.

## ചിത്രതലം (Picture plane)

ഒരു വസ്തുവിന്റെ ചിത്രത്തെ പ്രക്ഷേപിക്കാനുതകുന്ന സാങ്കല്പികതലം.

## ചുമട്ടുതാങ്ങിച്ചുമർ (Load bearing wall)

മേൽക്കൂരയേയോ മേൽത്തറകളേയോ താങ്ങി നില്ക്കുന്ന ചുമരു്.

## ചെത്തു് (Chamfer)

വളരെ കൂത്തു നില്ക്കുന്ന വക്കില്ലാതാക്കാൻ വേണ്ടി അല്പം ചരിവുള്ള ഒരു തലം വക്കിലുണ്ടാക്കുക, ഒരു വക്കിനെ ബെവെൽ ചെയ്യുക; അങ്ങിനെയുള്ള വക്കു്.

## ചേരുവ (Fit)

കൂടിച്ചേരുന്ന രണ്ടു ഭാഗങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള മുറുക്കത്തിന്റെ അളവു്.

## ചേർപ്പു്, ഫിറ്റിങ്ങ് (Fitting)

മറ്റൊരു ഭാഗവുമായി പിടിപ്പിക്കേണ്ട ഒരു ഘടകഭാഗം. ഉദാ: പൈപ്പ് ഫിറ്റിങ്ങുകൾ.

## ജന്നൽപടി, വാതിൽപടി (Sill)

ജന്നലിന്റേയോ വാതിലിന്റേയോ ചട്ടക്കൂടിന്റെ അടിഭാഗം.

## ജാക്കു് (Jack)

ഒരു സ്ക്രൂ ഉപയോഗിച്ചോ ദ്രവമർദ്ദമുപയോഗിച്ചോ ഭാരങ്ങളുയർത്താനുള്ള ഒരു പണിക്കോപ്പു്.

## ജിഗ് (Jig)

പണിലോഹത്തെ തൽക്കാലം പിടിച്ചു നിർത്തി തുളക്കാനും പണിക്കോപ്പിനെ സ്ഥാനപ്പെടുത്താനും ഉപയോഗിക്കുന്ന ഒരുപയുക്തി.

## ടാപ്പു് (Tap)

ഉൾഭാഗത്തു് പിരികൾ ഉണ്ടാക്കാനുള്ള ഒരു പണിക്കോപ്പു്.

## ടെം പ്ലേറ്റ് (Template)

ഒരു പണിയുടെ രൂപം, വലുപ്പം മുതലായവ പരിശോധിക്കാനോ ചെയ്യാൻ തന്നെയോ ഉള്ള കൃത്യമായ ഒരു പ്രരൂപം.

## ടെറസ്സ് (Terrace)

1) മേൽക്കൂരയ്ക്കു മീതെയുള്ള പരന്ന ഇടം.

2) ഭൂമിയിൽ ഉയർന്ന നിരപ്പായുള്ള ഒരു പ്ലാറ്റ്ഫോറം.

3) പടിപ്പടിയായുയർന്നു പോകുന്ന ഭൂമിയോ സംരചനയോ.

## ടെറാസ്സോ (Terrazzo)

സിമെൻറുകൂട്ടും മാർബിൾത്തുണ്ടുകളും ചേർത്ത് മിനുസപ്പെടുത്തിയുണ്ടാക്കിയ തറ.

## ട്രസ്സ് (Truss)

മേൽക്കൂരകളുടെയും പാലങ്ങളുടെയും മറ്റും ഭാരങ്ങൾ ചുമക്കാനായി മരം കൊണ്ടോ ലോഹം കൊണ്ടോ ഉണ്ടാക്കിയിട്ടുള്ള ചട്ടക്കൂട്.

## ട്രേസിങ്ങ് (Tracing)

മറുപുറക്കാഴ്ചയുള്ള ഒരു കടലാസ്സിലോ തുണിയിലോ പകർപ്പുകളെടുക്കാനുണ്ടാക്കിയ വരപ്പിൻെറ പ്രതി.

## ഡവൽ (Dowell)

ഒരു അച്ചിൻെറ (Mould) പിളർന്നു നില്ക്കുന്ന രണ്ടു ഭാഗങ്ങൾ തമ്മിൽ ചേർത്തു നിർത്തുവാനുപയോഗിക്കുന്ന, സിലിണ്ടറാകൃതിയിലുള്ള തള്ളി നില്ക്കുന്ന ഭാഗം.

## ഡാഡോ (Dado)

ചായം തേയ്ക്കുകയോ അലങ്കരിക്കുകയോ ചെയ്തിട്ടുള്ള ചുമരിൻെറ അടിഭാഗം.

## ഡ്രിഫ്റ്റ് (Drift)

കോണാകൃതിയിലോ ഉളിയാകൃതിയിലോ ഉള്ള ഒരു ലോഹത്തിൻെറ ദണ്ഡ്.

## തട്ടുജന്നൽ, പ്രകാശജന്നൽ (Clerestory)

കാറ്റും വെളിച്ചവും കടക്കാനായി തൊട്ടടുത്ത മുറികൾക്കു മീതെ മേൽക്കൂരയിൽ പിടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ജന്നൽ.

## താവളം (Landing)

കോവണികൾ ചെന്നവസാനിക്കുന്ന പ്ലാറ്റുഫോറം.

## താഴ്‌വരത്തുലാം (Valley Rafter)

ചരിവുള്ള രണ്ടു മേൽക്കൂരകളുടെ താഴെ ഭാഗത്തു് (താഴ്‌വരയിൽ) ചുമന്നു നില്ക്കുന്ന കഴുക്കോൽ.

## തിര്യക്പ്രക്ഷേപം

വസ്തുവിന്റെ മുൻമുഖം മുൻതലത്തിനു സമാന്തരമായിരിക്കുകയും പ്രക്ഷേപകങ്ങൾ തമ്മിൽ തമ്മിൽ സമാന്തരമായും മുൻതലത്തിനു് 90° യിൽ നിന്നും വിഭിന്നമായ കോണത്തിൽ ചരിഞ്ഞിരിക്കുകയും ചെയ്യുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന പ്രക്ഷേപം. പ്രക്ഷേപങ്ങളുടെ ചരിവു് 45° യാണെങ്കിൽ ഇതു് കവലിയർപ്രക്ഷേപമാകുന്നു.

## തീയിഷ്ടിക (Fire brick)

ചൂടും തീയും ഏശാത്ത ഒരു പ്രത്യേകതരം ഇഷ്ടിക.

## തുലാം (Beam)

ഒരു ഉറപ്പായ സ്ഥലത്തിനു മീതെയുള്ള ഭാരങ്ങളെ താങ്ങി നില്ക്കുന്ന വിലങ്ങൻ അവയവം.

## തുള ചെരിച്ചുചെത്തൽ (Counter sink)

ഒരു തുളയുടെ മുകളറ്റം ഒരു കോണിന്റെ ആകൃതിയിൽ വലുതാക്കുക.

## തുളമറ (Louvre)

മഴയേയും മറ്റും മറയ്ക്കുകയും അതേ സമയം കാറ്റും വെളിച്ചവും കടക്കാനനുവദിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന തുളകളുള്ള ഒരു മറ.

## തുളയ്ക്കൽ, തുളപ്പൻ (Drill)

(1) കറങ്ങുന്ന ഒരു പണിക്കോപ്പുപയോഗിച്ചു് സിലിണ്ടറികമായ ഒരു തുളയുണ്ടാക്കൽ; (2) അങ്ങിനെ തുളയുണ്ടാക്കുന്ന പണിക്കോപ്പു്.

## തുള വലുതാക്കൽ (Counterbore)

ഒരു തുളയുടെ മുകളറ്റം സിലിണ്ടറാകൃതിയിൽ വലുതാക്കുക.

## തൂണ്‌ (Column)

കുത്തനെ നിന്നു ഭാരം താങ്ങുന്ന അംഗം.

## നങ്കൂരബോൾട്ടുകൾ (Anchor Bolts)

ഉരുക്കുതൂണുകളെ അടിത്തറയിലേക്കോ ടെറസ്സിന്റെ അറ്റങ്ങളെ ചുമരുകളിലേക്കോ കൂട്ടി ഘടിപ്പിക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന നീളം കൂടിയ ബോൾട്ടുകൾ.

## നിർദിഷ്ടവലുപ്പം (Nominal size)

കൃത്യമായി ആവശ്യമുള്ള വലുപ്പം.

## നിർദേശവരകൾ (Guide lines)

അക്ഷരമെഴുത്തിന്റെ ഉയരം നിജപ്പെടുത്തുന്ന നേരിയ വരകൾ.

## നിരപ്പുവര (Horizon line)

പരിപ്രേക്ഷ്യവരപ്പിൽ അദൃശ്യബിന്ദുവിന്റെ നിരപ്പിൽ ഭൂരേഖയ്ക്കു സമാന്തരമായി വരയ്ക്കുന്ന രേഖ.

## നീളത്തിൽ, നീളൻ (Longitudinal)

ഒരു വസ്തുവിന്റെ നീളദിശയിലുള്ള (അളവ് മുതലായവ).

## നേർവരച്ചിത്രം (Line diagram)

ഒരു വസ്തുവിന്റെ അതിർവരകളോ അതിർഭിത്തികളുടെ കേന്ദ്രരേഖകളോ മാത്രം കാണിച്ചു കൊണ്ടുള്ള ചിത്രം.

## പട്ടിക, ബാറൻ (Batten)

മരം കൊണ്ടുള്ള നീണ്ടു പരന്ന കോൽ.

## പണിവരപ്പ് (Working drawing)

പണിക്കാർക്ക് ഉപയോഗിയ്ക്കാൻ പാകിയ വിധം ഒരു സംരചനയുടെ നിർമിതിയോ മെഷീൻഭാഗമുണ്ടാക്കുന്ന വിധമോ ഒരു മെഷീൻ കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്ന വിധമോ വിശദമായി വിവരിക്കുന്ന വരപ്പ്.

## പർലിൻ (Purlin)

മേൽക്കൂരയെ താങ്ങി നില്ക്കുന്ന ട്രസ്സുകൾക്കിടയിൽ വിലങ്ങനെയുള്ള അംഗം.

## പരിപ്രേക്ഷ്യപ്രക്ഷേപം (Perspective Projection)

ഒരു ക്യാമറയിൽ കിട്ടുന്നപോലെ, വസ്തുവിനെ നേരിട്ട് കാണുന്ന തരത്തിലുള്ള ഏകതലപ്രക്ഷേപം.

പിനിയൻ (Pinion)

തമ്മിച്ചു പ്രവർത്തിക്കുന്ന രണ്ടു ഗിയർചക്രങ്ങളിൽ ചെറിയ ചക്രം.

പിലാസ്റ്റർ (Pilaster)

(1) കാഴ്ചക്കാരൻ ഏതെങ്കിലും നിലയിൽ നില്ക്കുമ്പോൾ കൺനിരപ്പിൽ കാണാകുന്ന കെട്ടിടത്തിന്റെ വിലങ്ങനെയുള്ള ഛേദത്തിന്റെ കാഴ്ച.

(2) മുകൾക്കാഴ്ച.

പൊള്ള (Frog)

ഇഷ്ടികയിന്മേൽ കുമ്മായം പിടിയ്ക്കാനുള്ള പൊള്ളസ്ഥലം.

പ്രക്ഷേപകം (Projector)

കാഴ്ചക്കാരന്റെ കണ്ണിൽ നിന്നും വസ്തുവിലെ ഒരു ബിന്ദുവിലേയ്ക്കുള്ള നേർവര (ദൃശ്യരശ്മി); പ്രക്ഷേപരേഖ.

പ്ലിൻഥ് (Plinth)

ഭൂനിരപ്പിനും കെട്ടിടത്തിന്റെ ആദ്യത്തെ തറയ്ക്കും ഇടയിലുള്ള (ഭൂമിക്കു തൊട്ടടുത്ത) ഭാഗം

ഫില്ലെറ്റ് (Fillet)

ഒരു കോണത്തിൽ സന്ധിക്കുന്ന രണ്ടു തലങ്ങളെ ഘടിപ്പിക്കുന്ന നടു കുഴിഞ്ഞ (Concave) ഒരു പ്രതലം.

ഫെറൂൾ (Ferrule)

ഒരു മരക്കൈപ്പിടിയുടെയോ വടിയുടെയോ തലപ്പിൽ വലയാകൃതിയിലോ തൊപ്പിയുടെ ആകൃതിയിലോ കെട്ടിയിട്ടുള്ള ലോഹപ്പൊതി.

ഫോർജ് (Forge)

ചുറ്റികയടിച്ചോ മർദ്ദമുപയോഗിച്ചോ ചൂടു പിടിപ്പിച്ച ലോഹത്തെ ആകൃതിപ്പെടുത്തൽ.

ഫ്ളാഞ്ച് (Flange)

ഒരു I-ഉലാത്തിന്റെയോ ചാൽഛേദത്തിന്റെയോ വിലങ്ങൻഭാഗം; പൈപ്പിന്നറ്റത്ത് തള്ളി നില്ക്കുന്ന മറ്റു പൈപ്പുകൾ പിടിപ്പിക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന പരന്ന ഭാഗം

## ഫ്ലൂ (Flue)

ഒരു പുകക്കുഴലിന്റെ മുഖദ്വാരം.

## ബർ, ആരു് (Burr)

മുറിക്കുന്നതു കൊണ്ടോ പഞ്ചു ചെയ്യുന്നതു കൊണ്ടോ ഒരു പണിലോഹത്തിൽ ഉയർന്നു നില്ക്കുന്ന പരുക്കൻ മുനകൾ.

## ബാറർ (Batter)

കുത്തനെയുള്ള ഒരു ദൂരത്തിനെതിരെ വിലങ്ങനെയുള്ള ഒരു ദൂരവുമായി തട്ടിച്ചു കൊണ്ടു് വ്യവഹരിക്കപ്പെടുന്ന ചരിവു് (Slope). ഉദാ: 4 നു് 1; 1 നു് 2. എന്നിങ്ങനെ.

## ബുഷിങ്ങു് (Bushing)

ഒരു ബെയറിങ്ങിന്നോ ജിഗ്ഗിന്നോ മീതെ എട്ടുത്തു മാറാവുന്ന വിധത്തിലുള്ള കട്ടപ്പമില്ലാത്ത പദാർഥം കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ ഭാഗം.

## ബെഞ്ചുമാർക്കു് (Bench mark)

മറ്റു നിരപ്പുകളും ഉയരങ്ങളും അളക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന ഒരു ആധാരബിന്ദു.

## ബെയറിങ്ങു് (Bearing)

(1) കറങ്ങുന്ന ഒരു ഷാഫ്റ്റിനെ താങ്ങുന്ന ഭാഗം.

(2) താങ്ങുന്ന ഏതു അവയവവുമാകാം.

## ബെയറിങ്ങുപ്ലേറ്റു് (Bearing Plate)

മുകളിൽ വരുന്ന ഭാരത്തെ വിതരണം ചെയ്യാനുപയോഗിക്കുന്ന ഒരു മരപ്പലകയോ ലോഹപ്പലകയോ.

## ബെവെൽ (Bevel)

ചരിഞ്ഞ തലത്തോടു കൂടിയ ഒരു വക്കു്.

## ബേസുമെൻറു്, കീഴുനില (Basement)

ഭൂനിരപ്പിനു താഴെയുള്ള നില.

## ബോൾട്ട് (Bolt)

ഒരഗ്രത്തിൽ മുഴപ്പുറ ശീർഷമുള്ളതും മറേറ അഗ്രത്തിൽ നട്ടിലേയ്ക്കു കടക്കത്തക്ക വണ്ണം പിരികളുള്ളതും സിലിണ്ഡറാകൃതിയിലുള്ളതുമായ ഒരു ലോഹരൂപം.

## ബ്ലൂപ്രിൻറ് (Blue Print)

ഒരു തേച്ച കടലാസ്സിന്മേൽ വെളിച്ചത്തിൽ തുറന്നിട്ട് തെളിപ്പിച്ച വരപ്പിൻെറ പകർപ്പ്.

## മാനവന്യത്ത (Manhole)

ബോയ്ലർ, പൈപ്പ്, അഴുക്കുചാൽ മുതലായവയ്ക്കകത്തു കടന്നു അവയെ വെടിപ്പാക്കാനോ പരിശോധിക്കാനോ അനുവദിക്കുന്ന പ്രവേശദ്വാരം.

## മുൻകാഴ്ച (Elevation)

ലംബികപ്രക്ഷേപത്തിൻെറ മുൻഭാഗക്കാഴ്ച.

## മുറിഉയരം (Room-head)

തട്ടിനും തറയ്ക്കുമിടയിൽ കുത്തനെയുള്ള ദൂരം; ഉലാത്തിനു താഴെ കുത്തനെയുള്ള ഉയരം.

## മുഴ, ബോസ് (Boss)

പരന്ന തലത്തിൽ ഉന്തി നില്ക്കുന്ന ഒരു ഭാഗം.

## മൂലക്കല്ലുകൾ (Quoins)

ചുമരുകളുടെ താഴെ മൂലകളിലുള്ള കല്ലുകൾ.

## മൂലക്കഴക്കോൽ (Hip Rafter)

ചരിഞ്ഞു താഴ്ന്ന രണ്ടു മേൽക്കൂരകളുടെ സന്ധിയിലുള്ള ചരിവുതിണ്ടുപോലെ നില്ക്കുന്ന കഴക്കോൽ.

## മൂലമേൽക്കൂര (Hip roof)

ഒരു പുരയുടെ നാലു ചുമരുകളിൽ നിന്നും ചരിഞ്ഞുയരുന്ന മേൽക്കൂര.

## മൂവങ്കി (Gable)

ചരിഞ്ഞു താഴ്ന്ന മേൽക്കൂരയുടെ ത്രികോണാകൃതിയിൽ കൂടിച്ചേരുന്ന ഭാഗം.

## മൂവങ്കിമേൽക്കൂര (Gable roof)

രണ്ടു സമാന്തരചുമരുകളിൽ നിന്നു് ചരിഞ്ഞുയരുന്ന നടുവിൽ മോന്തായത്തോടു കൂടിയ മേൽക്കൂര.

## മെഷീൻ (Machine)

ഊർജത്തെ ഒരു ബിന്ദുവിൽ നിന്നും മറെറാന്നിലേയ്ക്കു് പ്രേഷിച്ചു് പ്രവൃത്തി നടത്തുന്ന യന്ത്രം.

## മേൽത്തേപ്പു് (Lining)

ഉൾഭാഗതലത്തിന്മേൽ തേച്ചു പിടിപ്പിക്കുന്ന സ്തരം.

## മേൽപടി (Lintel)

തുറന്ന ഭാഗത്തു് മേൽ വരുന്ന ചുമരിനെ താങ്ങി നിർത്താനുപയോഗിക്കുന്ന സ്ലാബോ തുലാമോ.

## മേൽമുറി, തട്ടിൻപുറം (Attic)

വീടിന്റെ മേൽക്കൂരയുടെ നേരെ താഴെയുള്ള സ്ഥലം.

## മോന്തായം (Ridge)

കെട്ടിടത്തിന്റെ മേൽക്കൂരയുടെ ചരിഞ്ഞ ഭാഗങ്ങൾ കൂടിച്ചേരുന്ന മുകൾവക്കു്.

## യന്ത്രവിധി (Machanism)

ഘടകഭാഗങ്ങൾ തമ്മിൽ, ഇഷ്ടാനുസരണം ആപേക്ഷികചലനമനുവദിച്ചുകൊണ്ടു തന്നെ കൂടിച്ചേർന്നു നിൽക്കുന്ന ദൃഢാവയവങ്ങളുടെ സമുച്ചയം അഥവാ അസെംബ്ലി.

## രന്ധ്രം, ദ്വാരം, തുള (Bore)

ഒരു തുളയുടേയോ പൈപ്പിന്റെയോ ഉൾഭാഗവ്യാസം.

## ലംബികപ്രക്ഷേപം (Orthographic Projection)

പ്രക്ഷേപതലത്തിനു് ലംബമായിട്ടാണു് പ്രക്ഷേപങ്ങളെങ്കിൽ കിട്ടുന്ന പ്രക്ഷേപം ലംബികമായിരിക്കും.

## വാതിൽക്കൂറ (Jamb)

വാതിലുകളുടെ വശങ്ങളിൽ കൂത്തനെയുള്ള ഭാഗം; വശങ്ങളിൽ പിടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള മരക്കാലുകൾ.

## വാഷർ (Washer)

ബോൾട്ടിന്റെ തിനെക്കാൾ വലുതായ തുളയോടു കൂടിയതും നട്ടിന്റെ ഇരിപ്പിടമായി ഉപയോഗിക്കാനുള്ളതുമായ ഒരു പരന്ന ലോഹത്തകിട്ട്.

## നിർദേശങ്ങൾ (Specifications)

ചെയ്യേണ്ട പ്രവൃത്തിയുടെ പ്രക്രമം, പണിയിൽ ഉപയോഗിച്ചിട്ടുള്ള പദാർഥങ്ങൾ എന്നിവയുടെ വിവരണം.

## വിശദവരപ്പ് (Detail drawing)

ഓരോ ഘടകഭാഗത്തെയും വിശദമായി വിവരിച്ചു കാണിക്കുന്ന വരപ്പ്.

## വെനീർ (Veneer)

അകഭാഗത്തെ പദാർഥത്തെ മൂടി മറച്ചു നില്ക്കുന്ന അലങ്കാരസ്തരം.

## വെബ്ബ് (Web)

വാർപ്പുകളിൽ കൂടുതൽ ഉറപ്പിനായി ഉയർന്നു നില്ക്കുന്ന വിധം ഉണ്ടാക്കിയിട്ടുള്ള ഭാഗം.

## ഷാഫ്ട് (Shaft)

കപ്പി മുതലായ യന്ത്രഭാഗങ്ങളെ വഹിക്കുകയും ശക്തിപ്രേഷണത്തിനു സഹായിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന സിലിണ്ഡറാകാരദണ്ഡ്.

## സംരചന (Structure)

ഘടകഭാഗങ്ങൾ അനങ്ങി നീങ്ങിപ്പോകാതെ ദൃഢമായി നിന്ന് ഭാരത്തെ താങ്ങുന്ന ചട്ടക്കൂട്.

## സന്ധിത്തകിടുകൾ (Flashings)

കാലാവസ്ഥയിൽ നിന്നും കെട്ടിടത്തിലെ സന്ധികളെ അടച്ചു നിർത്താൻ (to seal) ഉപയോഗിക്കുന്ന ദ്രവിക്കാത്ത ലോഹത്തകിടുകൾ.

സഹിഷ്ണുത (Tolerance)

ഒരു വസ്തുവിന്റെ അളവിലുണ്ടാകാനനുവദിയ്ക്കാവുന്ന വ്യതിയാനം.

സ്റ്റക്കോ (Stucco)

ചുമരിൻ മീതെയുള്ള പ്ലാസ്തരപ്പൊതി (Plaster)

ഹബ്ബ് (Hub)

ഒരു ചക്രത്തിന്റെ കേന്ദ്രം.

ഹോപ്പർ (Hopper)

ഒരു പിരമിഡിന്റെ ഫ്രസ്റ്റത്തെപ്പോലുള്ള ഒരു ഫണൽ.

റിബ് (Rib)

ഉറപ്പുണ്ടാവാനായി ഉപരിതലത്തിലുണ്ടാക്കുന്ന ദണ്ഡാകൃതിയിൽ മുഴച്ചു നില്ക്കുന്ന ഭാഗം

# അനുബന്ധം 2.

## അക്ഷരമെഴുത്ത് മലയാളത്തിൽ

മിക്ക എൻജിനീയറിങ്ങ് വരപ്പുകളിലും, തലക്കെട്ടും വിവരണങ്ങളും മറ്റും ഇംഗ്ലീഷിൽ എഴുതുവാൻ പറ്റില്ല ആ വരപ്പുകൾ ആരുപയോഗിക്കുന്നുവോ അവരുടെ ഭാഷയിലായിരിക്കണം എഴുത്ത്—നമ്മുടെ നാട്ടിൽ മലയാളത്തിൽ. എൻജിനീയറിങ്ങ് വരപ്പിൽ മലയാളം അക്ഷരങ്ങൾ എഴുതേണ്ടതെങ്ങനെയെന്നു പറയാം.

അക്ഷരമെഴുത്തു സമ്പ്രദായത്തെ പൊതുവിൽ രണ്ടു തരത്തിൽ പെടുത്താം :—

(1) സ്കെയിൽ മട്ടങ്ങൾ, വൃത്തലേഖിനി മുതലായവ ഉപയോഗിച്ച് ജ്യാമിതീയമായി വരയ്ക്കുക.

(2) ഉപകരണങ്ങളൊന്നും ഉപയോഗിക്കാതെ വെറും കൈ കൊണ്ടു വരയ്ക്കുക (എഴുതുക).

മലയാളഅക്ഷരങ്ങൾ ലളിതജ്യാമിതീയരൂപങ്ങളല്ലാത്തതിനാൽ ഉപകരണങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു വരയ്ക്കുവാൻ (എഴുതുവാൻ) പറ്റില്ല. വെറും കൈ കൊണ്ടു തന്നെ വരയ്ക്കേണ്ടി വരുന്നു വെറും കൈ കൊണ്ട് അക്ഷരങ്ങൾ വൃത്തിയായി എഴുതുവാൻ വളരെ കുറച്ചു പേർക്കു മാത്രമേ സാധിക്കയുള്ളു. എൻജിനീയറിങ്ങ് വരപ്പിലാകട്ടെ എല്ലാവരും അക്ഷരങ്ങൾ ഭംഗിയായി എഴുതേണ്ടതുണ്ട്. ഇതിനു രണ്ടു മാർഗങ്ങളാണുള്ളതു്.

(1) നിലവിലുള്ള മലയാളഅക്ഷരങ്ങളെ, ലളിതജ്യാമിതീയരൂപങ്ങളായി മാറുക.

(2) ഓരോ അക്ഷരത്തിനും പറ്റിയ സ്റ്റെൻസിലുകൾ ഉണ്ടാക്കുക. പ്ലാസ്റ്റിക് തകിടിലോ ലോഹത്തകിടിലോ തുളച്ചുണ്ടാക്കിയ അക്ഷരങ്ങളാണിവ. ഫാക്ടറികളിൽ നിർമിക്കുന്നവയാകയാൽ ഏതു വലുപ്പത്തിലും വടിവിലും വൃത്തിയായി ഇവ ഉണ്ടാക്കാൻ പറ്റുന്നതാണു്. പക്ഷെ നാനൂറിൽ പരം അക്ഷരങ്ങൾക്കു് പല വലുപ്പങ്ങളിലായി സ്റ്റെൻസിലുകൾ ശേഖരിച്ചു വെയ്ക്കുവാൻ ഒരു വിദ്യാർഥിക്കും സാധിക്കുകയില്ല. ഈ കാരണങ്ങളെക്കൊണ്ടു് എൻജിനീയറിങ്ങ് വരപ്പിനു വേണ്ടി താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന തത്വങ്ങൾ അംഗീകരിച്ചിരിക്കുന്നു.

MUNAVIRUL ISLAM HIGH SCHOOL
Date.....
ERNAKULAM.

1. വരപ്പുകളിൽ പരിഷ്കരിച്ച മലയാളലിപി മാത്രമേ ഉപയോഗിക്കാവൂ. കൂട്ടക്ഷരങ്ങൾ തീരെ ഉപയോഗിക്കരുത്.

2. മുഖ്യതലക്കെട്ടും രണ്ടാം തലക്കെട്ടുകളും ജ്യാമിതീകരിച്ച അക്ഷരങ്ങളിൽ ഉപകരണങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചെഴുതുക.

3. കാഴ്ചകളുടെ തലക്കെട്ടുകൾ, വിവരണങ്ങൾ എന്നിവ സ്റ്റെൻസിലുകളുണ്ടെങ്കിൽ അവ ഉപയോഗിച്ചും ഇല്ലെങ്കിൽ ജ്യാമിതീയഉപകരണങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചും എഴുതുക.

4. പ്രത്യേകവിവരണങ്ങൾ, നിർദേശങ്ങൾ മുതലായവ വെറിയ അക്ഷരത്തിൽ വെറും കൈ കൊണ്ടെഴുതുക.

## അക്ഷരരൂപങ്ങളും അഥവാ ഗണങ്ങളും

ഒരക്ഷരത്തെ പൂർണമായി നിർവചിക്കുവാൻ പല രാശികളും ആവശ്യമാണ്. അവ താഴെ കൊടുക്കുന്നു:

1. ഉയരം: ഇതിനു് 'പോയിൻറ്' എന്നു സാങ്കേതികമായി പറയുന്നു. എൻജിനീയറിങ്ങിൽ എല്ലാ ദൂരങ്ങളും മില്ലിമീറ്റർ, മീറ്റർ മുതലായ മെട്രിക് അളവുകളിലാണ് കുറിക്കേണ്ടതെങ്കിലും, അക്ഷരങ്ങളുടെ വലുപ്പം നിർവചിക്കുവാനായി അന്താരാഷ്ട്രീയമായി സ്വീകരിക്കപ്പെട്ട പോയിൻറ്വ്യവസ്ഥ ബ്രിട്ടീഷ് സമ്പ്രദായമാണ്. ഒരു പോയിൻറ് എന്നതു് $\frac{1}{72}$ ഇഞ്ചാകുന്നു. സാധാരണ മലയാള പുസ്തകങ്ങൾ 10-ഓ 12-ഓ പോയിൻറുകളിലാണ് അച്ചടിക്കുക. ഈ പുസ്തകം '10' പോയിൻറിലാണ് അച്ചടിച്ചിട്ടുള്ളതു്. കുട്ടികൾക്കുള്ള പുസ്തകങ്ങൾ പലപ്പോഴും 14 പോയിൻറിൽ അച്ചടിക്കുന്നു. അച്ചടിശാസ്ത്രത്തിൽ പോയിൻറ് സൂചിപ്പിക്കുന്നതു് വാസ്തവത്തിൽ അക്ഷരത്തിൻറെ തനതുയരത്തെയല്ല, അതിൻറെ അച്ചിൻറെ ഉയരത്തെയാണ്.

അക്ഷരമെഴുത്തിനു് താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന സമ്പ്രദായത്തിൽ അക്ഷരവലുപ്പങ്ങൾ നിർവചിക്കാം.

| വലുപ്പനമ്പർ | ഉയരം മി. മീ. | പോയിൻറു് വ്യവസ്ഥ |
|---|---|---|
| 1 | 3.5 | 10 |
| 2 | 4.2 | 12 |
| 3 | 4.9 | 14 |

| വലുപ്പനമ്പർ | ഉയരം മി. മീ. | പോയിൻറുവ്യവസ്ഥ |
|---|---|---|
| 4 | 5.6 | 16 |
| 5 | 8.0 | 24 |
| 6 | 12 | 36 |
| 7 | 24 | 72 |
| 8 | 48 | 144 |

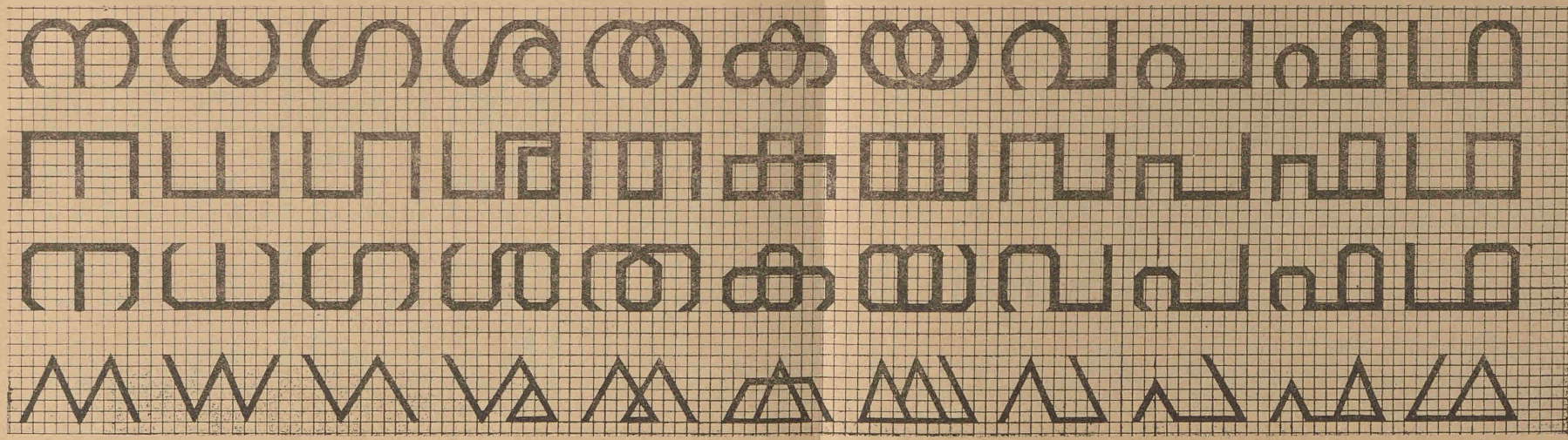
2. ഉയരവും വീതിയും തമ്മിലുള്ള അനുപാതം: 'O' എന്ന അക്ഷരത്തെ അടിസ്ഥാനയൂണിറ്റ് ആയെടുക്കാം. സാധാരണഗതിയിൽ ഈ അക്ഷരം ഒരു പൂർണവൃത്തമായിരിക്കും. പക്ഷെ ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ, സ്ഥലസൗകര്യം അനുസരിച്ച്, വീതി കുറച്ച് അക്ഷരങ്ങൾ ഞെരുക്കിയോ, വീതി കൂട്ടി പരത്തിയോ എഴുതാറുണ്ട്. ആദ്യത്തേതിനെ 'കോലെഴുത്ത്' എന്നും രണ്ടാമത്തേതിനെ 'പരപ്പെഴുത്ത്' എന്നും വിളിക്കാം. അങ്ങിനെ 'O' എന്ന അക്ഷരത്തെ ആധാരമാക്കി, നീളം/വീതി ബന്ധത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ, അക്ഷരങ്ങളെ ഇപ്രകാരം വർഗീകരിക്കാം.

| | | |
|---|---|---|
| നീളം/വീതി | $= 1$ | നാട്ടെഴുത്ത് |
| നീളം/വീതി | $> 1$ | കോലെഴുത്ത് |
| നീളം/വീതി | $< 1$ | പരപ്പെഴുത്ത് |

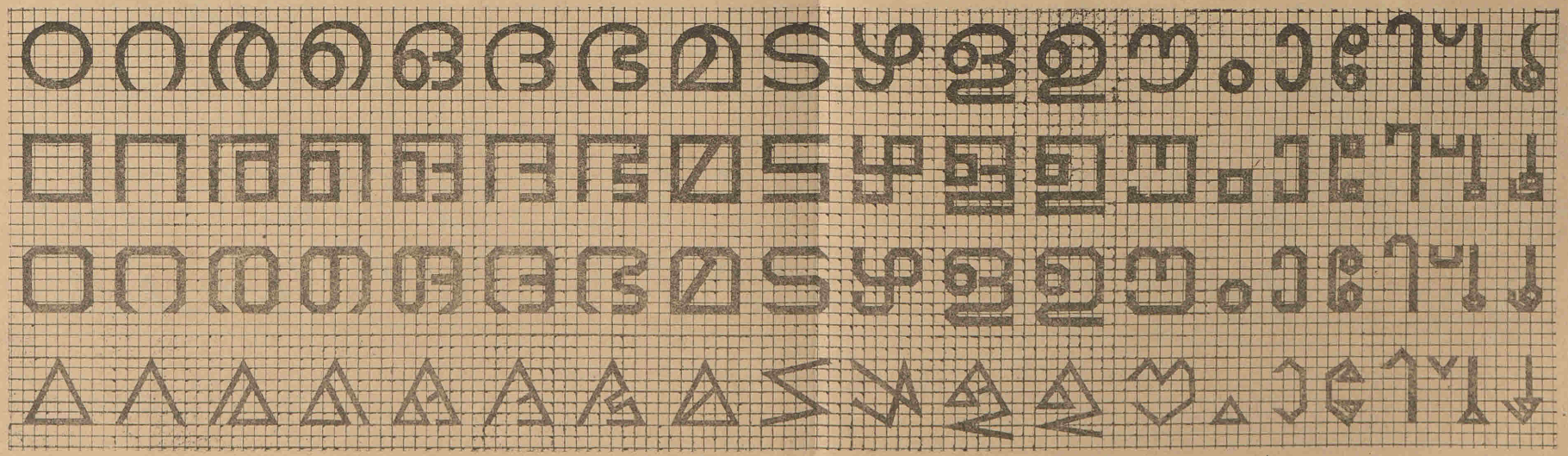
കോലെഴുത്തുകളിൽ $\frac{\text{നീളം}}{\text{വീതി}}$ 1.2 മുതൽ 2.0 വരെ ആകാവുന്നതാണ്. പരപ്പെഴുത്തുകളിൽ നീളം/വീതി 0.9 മുതൽ 0.5 വരെ ആകാവുന്നതാണ്. O എന്ന അക്ഷരത്തിൽ മാത്രമേ ഇവയെല്ലാം ഇത്രയും വ്യക്തമായി പറയാൻ സാധിച്ചിട്ടുള്ളൂ. ബാക്കിയുള്ള അക്ഷരങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ അവയുടെ അവയവങ്ങളുടെ വലുപ്പം തമ്മിലുള്ള ബന്ധം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതു് ഉരുണ്ട നാട്ടെഴുത്തുകളാണ്. കോലെഴുത്ത്–പരപ്പെഴുത്ത് അക്ഷരങ്ങളിൽ ഈ അളവുകൾ അതാതു് അനുപാതത്തിൽ വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. ഉദാഹരണങ്ങൾ ചിത്രത്തിൽ കാണാം.

3. വരയുടെ വണ്ണം: വരയുടെ വണ്ണം അനുസരിച്ച് അക്ഷരങ്ങളെ പൊതുവിൽ നേർത്ത, മുഴുത്ത, തടിച്ച എന്നിങ്ങനെ മൂന്നായി തരം തിരിക്കാം.

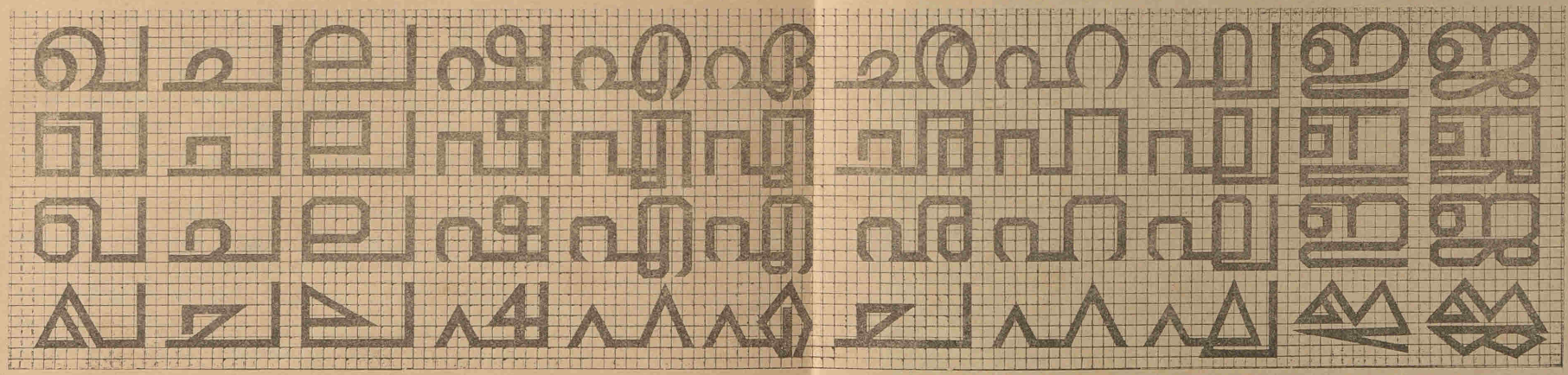
| വരയുടെ വണ്ണം<br>അക്ഷര ഉയരം | പേർ | ഉപയോഗം |
|---|---|---|
| $\frac{1}{10} - \frac{1}{8}$ | നേത്ത | വെറും കൈഎഴുത്ത് |
| $\frac{1}{6} - \frac{1}{8}$ | മുഴുത്ത | തലക്കെട്ടുകൾ |
| $\frac{1}{4} - \frac{1}{6}$ | തടിച്ച | മുഖ്യതലക്കെട്ടിനു മാത്രം |



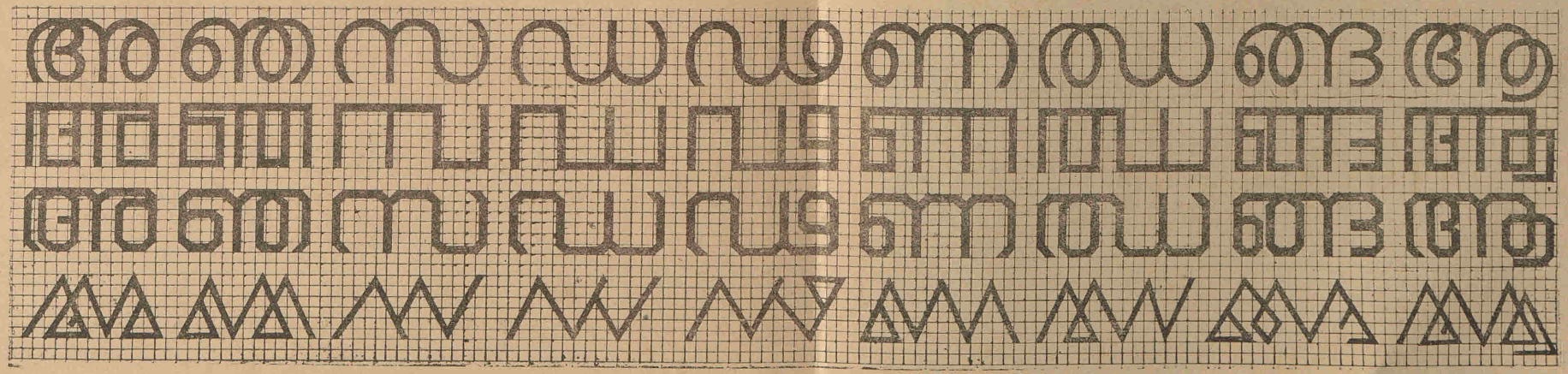
അനുബന്ധം 2 അക്ഷരമെഴുത്ത്



അനുബന്ധം 2 അക്ഷരമെഴുത്ത് (തുടർച്ച)



അനുബന്ധം 2 അക്ഷരമെഴുത്ത് (തുടർച്ച)



അനുബന്ധം 2 അക്ഷരമെഴുത്ത് (തുടർച്ച)

4. അക്ഷരങ്ങളുടെ ആകൃതി: സാധാരണ മലയാള അക്ഷരങ്ങൾ വളഞ്ഞ വരകൾ കൊണ്ടു നിർമിതമാണെന്നു പറഞ്ഞുവല്ലോ. ഇവയ്ക്കു 'ഉരുളൻ' അക്ഷരങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നു. എൻജിനീയറിങ്ങ് വരപ്പിലേയ്ക്കു് ഇവ ജ്യാമിതീകരിക്കണം. രണ്ടു മാർഗങ്ങളുണ്ടു്. അക്ഷരങ്ങളെ അന്യോന്യലംബികളായ രേഖകൾ കൊണ്ടുണ്ടാക്കാം. അല്ലെങ്കിൽ പരസ്പരം കോണുകളുണ്ടാക്കുന്ന രേഖകൾ കൊണ്ടും ഉണ്ടാക്കാം. ആദ്യത്തേതു് 'ചതുരൻ' അക്ഷരങ്ങളെന്നും, രണ്ടാമത്തേതു് 'കോണൻ' അക്ഷരങ്ങളെന്നും പറയാം. അങ്ങിനെ ആകൃതി അനുസരിച്ചു്, ഉരുളൻ, ചതുരൻ, കോണൻ എന്നിങ്ങനെ മൂന്നായി തരം തിരിക്കാം. ഇവയ്ക്കു പുറമേ ചിത്രപ്പണികളോടു കൂടിയ വിചിത്രഅക്ഷരങ്ങളുമുണ്ടു്.

5. വടിവു്: മേൽ പറഞ്ഞ വ്യത്യാസങ്ങൾക്കു പുറമേ നേരെ നില്ക്കുന്ന അക്ഷരങ്ങളെന്നും ചരിഞ്ഞു നില്ക്കുന്ന അക്ഷരങ്ങളെന്നും (italics) കൂടി അക്ഷരങ്ങളെ വർഗീകരിക്കാം. പ്രത്യേകശ്രദ്ധ ആകർഷിക്കുന്നായിട്ടോ മറ്റുള്ളവയിൽ നിന്നു വേർതിരിച്ചു കാണിക്കുവാനായിട്ടോ ആണു് ചരിവു് അക്ഷരങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുക. ഇവയിലെ കുത്തനെവരകൾ അടിവരകളുമായി ഏകദേശം 70°–30° ചരിഞ്ഞിരിക്കും. ചരിവു് ഇടത്തോട്ടുമാകാം, വലത്തോട്ടുമാകാം.

# അനുബന്ധം 3.

## സാങ്കേതികപദാവലി

| | |
|---|---|
| അക്ഷരമെഴുത്ത് | lettering |
| അടയാളപ്പെടുത്തൽ | notation |
| അതിർവരകൾ | border lines |
| അതിർഅളവുകൾ | limiting dimensions |
| അദൃശ്യബിന്ദു | vanishing point |
| അനുപാതം | proportion |
| അമ്പടയാളം | arrow mark |
| അരം | file |
| അർധവൃത്തം | semicircle |
| അഷ്ടകം | octant |
| അഷ്ടഭുജം | octagon |
| അളവറ്റ | infinite |
| അളവുകൾ | dimensions |
| അളവുതോത് | scale |
| അളവെഴുത്ത് | dimensioning |
| അറ്റബിന്ദുക്കൾ | end-points |
| ആകാരരേഖ | contour |
| ആകൃതിവരപ്പ് | pictorial drawing |
| ആധാരം | base |
| ഇടംപിരി | left hand screw |
| ഇടനിലവര | medium line |
| ഇടപെടൽ ചേരുവ | interference fit |
| ഇണ | conjugate |
| ഇണഭാഗങ്ങൾ | mating parts |

| | |
|---|---|
| ഇരുതലകോണം, ദ്വിതലകോണം | dihedral angle |
| ഇളവ് | allowance |
| ഉദ്യമം | trial |
| ഉയരം | altitude |
| ഉളിമുന | wedge point |
| ഉൾസ്ക്രൂപിരി | internal screw-thread |
| എടുത്തു മാറ്റിയ മുറിപ്പ് | removed section |
| ഏകപക്ഷീയം | unilateral |
| ഏകബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം | one-point perspective |
| ഒട്ടനാട, ഒട്ടുംടേപ് | adhesive tape |
| ഒന്നാംകോണപ്രക്ഷേപം | first angle projection |
| ഒരേതലലംബികപ്രക്ഷേപം, അക്ഷോണമിതികപ്രക്ഷേപം | axonometric projection |
| ഒരേ ദിശാരീതി | unidirectional system |
| ഒറ്റ വക്രതലം | singly curved surface |
| ഓരതലം | profile plane |
| കട | root |
| കട്ടിവര | thick line |
| കണക്ക്, പ്രശ്നം | problem |
| കണിശത്വം | degree |
| കവലിയർപ്രക്ഷേപം | cavalier projection |
| കറക്കങ്ങൾ | revolutions |
| കറക്കപ്രതലം | surface of revolutions |
| കറക്കമുറിപ്പുകൾ | revolved sections |
| കാബിനറ് പ്രക്ഷേപം | cabinet projection |
| കാൽവട്ടം | quadrant |
| കാഴ്ച | view |
| കാഴ്ചക്കാരൻ | observer |
| കാഴ്ചരശ്മികൾ | visual rays |
| കീഴെഴുത്ത് | subscript |

| | |
|---|---|
| കുത്തുവര | dotted line |
| കുറിപ്പുകൾ | notes |
| കെട്ടിടവരപ്പ് | building drawing |
| കെട്ടിടശില്പവരപ്പ് | architectural drawing |
| കേന്ദ്രം | centre |
| കേന്ദ്രബിന്ദു | station point |
| കോടിയപ്രതലം | warped surface |
| കോണം | angle |
| കോണമാപി | protractor |
| കോണീയസ്ഥലനീക്കം | angular displacement |
| ക്ഷേത്രഫലം | area |
| ഗതിവക്രം | contour |
| ഗോഥികശൈലി | gothic style |
| ഘനകോണം | solid angle |
| ഘനവസ്തു | solid |
| ഘനവികർണം | body diagonal |
| ഘനീയതോതു് | isometric style |
| ഘനീയപ്രക്ഷേപം, ഐസോമെടികപ്രക്ഷേപം | isometric projection |
| ചതുർഫലകം | tetrahedron |
| ചതുർഭുജം | equilateral |
| ചരിവു് | inclination |
| ചാപം | arc |
| ചായ്വു് | slope |
| ചിത്രതലം | picture plane |
| ചിപ്പി | planer |
| ചില്ലുപെട്ടിസമ്പ്രദായം | glass box method |
| ചുരുക്കൽഗുണകം | reduction factor |
| ചെത്തുവരയിടൽ | hatching |
| ചെറിയ അക്ഷം | minor axis |
| ചെറിയ വ്യാസം | minor diameter |

| | |
|---|---|
| ചേരുവ | fit |
| ചൊവ്വാക്കിയ മുറിപ്പ് | aligned section |
| ചൊവ്വാക്കിയ രീതി | aligned system |
| ജനിത്രവര | generatrix |
| ജ്യാമിതി | geometry |
| ജ്യാമിതീയരചന | geometrical construction |
| ജ്യാവ് | chord |
| T–ചട്ടം | T–square |
| ഡിസൈൻവരപ്പ് | design drawing |
| തമ്മിൽ മുറിക്കുക | intersect |
| തല | crest (screw) |
| തല | head (T–square) |
| തലം | plane |
| തലക്കെട്ടുകള്ളി | title block |
| തിര്യക്ക് പ്രക്ഷേപം | oblique projection |
| തിര്യക്ക് രേഖ | oblique line |
| തുരുമ്പുകേറാ ഉരുക്ക് | stainless steel |
| തുത്തുകളയുക | erase |
| ത്രികോണമട്ടങ്ങൾ | set squares |
| ത്രിജ്യ (വ്യാസാർധം) | radius |
| ത്രിബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം | three point perspective |
| ദീർഘചതുരം | rectangle |
| ദീർഘവൃത്തം, എലിപ്സ് | ellipse |
| ദൃശ്യകേന്ദ്രം | centre of vision C. V. |
| ദൃശ്യകോൺ | visual cone |
| ദ്വാദശഫലകം | dodecahedron |
| ദ്വിതലകോണം, ഇരുതലകോണം | dihedral angle |
| ദ്വിപക്ഷീയം | bilateral |
| ദ്വിബിന്ദുപരിപ്രേക്ഷ്യം | two point perspective |
| നടുവര | middle line |

| | |
|---|---|
| നാവ് | blade (T-square) |
| നിബന്ധന | condition |
| നിർദ്ദേശതലങ്ങൾ | co-ordinate planes |
| നിർമാണരേഖ, നിർമിതിവര | construction line |
| നീട്ടൽവര | extension line |
| നേർപ്രതലം | ruled surface |
| നേർഭാഗങ്ങൾ | straight elements |
| നേർവക്ക് സമ്പ്രദായം | trammel method |
| നേർവരകൾ | straight lines |
| നേർവരച്ചിത്രം | rectilinear figure |
| നേർവൃത്തകോൺ, നേർവട്ടക്കോൺ | rightcircular cone |
| നോർമൽ, അഭിലംബം | normal |
| പകർപ്പുകടലാസ്, ട്രേസ് കടലാസ് | tracing paper |
| പഞ്ചഭുജം | pentagon |
| പണിക്കോപ്പ് | tool |
| പണിവക്ക് | working edge |
| പണിവരപ്പ് | working drawing |
| പരിധി | circumference |
| പരിവൃത്തം | circum circle |
| പാതിമുറിപ്പ് | half section |
| പിന്നുകൾ | pins |
| പിൻവാങ്ങൽ അക്ഷം | receding axis |
| പിരിയിടവ്യാസം | pitch diameter |
| പിളർക്കൽ ബിന്ദു | piercing point |
| പുറം സ്ക്രൂപിരി | external screw thread |
| പുറവര | outline |
| പേൺ | wedge |
| പൊളിച്ചു മാറ്റിയ മുറിപ്പ് | broken-out section |

| | |
|---|---|
| പൊള്ള സിലിണ്ടർ | hollow cylinder |
| പ്രക്ഷേപം | projection |
| പ്രക്ഷേപകം | projector |
| പ്രതലം | surface |
| പ്രതലം നിവർത്തൽ | surface developement |
| പ്രിസം | prism |
| ഫ്രഞ്ചുവക്രങ്ങൾ | french curves |
| ഫ്രസ്റ്റം | frustrum |
| ബലച്ചേരുവ | force fit |
| ബഹുകാഴ്ചാവരപ്പുകൾ | multiview drawings |
| ബഹുതലലംബികപ്രക്ഷേപം | multiplanner orthographic projection |
| ബഹുഫലകം | polyhedron |
| ബ്രാക്കറ്റ് | bracket |
| ഭുജം, വശം | side |
| ഭൂരേഖ | ground line |
| മടക്കുവര | folding line |
| മറുപുറക്കാഴ്ചയുള്ള | transparent |
| മാത്ര | unit |
| മായ്പ്പ് | eraser |
| മായ്പ്പുകവചം | erasing shield |
| മാറ്റച്ചേരുവ | transition fit |
| മുൻട്രേസ് | frontal trace |
| മുൻതലം | frontal plane |
| മുനമ്പ് | apex, vertex |
| മുഴുവര | full line |
| മുഴുവലുപ്പം | full-size |
| മുറിച്ച | truncated |
| മുറിപ്പുകാഴ്ച | sectional view |
| മുറിവുവര | break line |
| മൂന്നാംകോണപ്രക്ഷേപം | third angle projection |

| | |
|---|---|
| മൂലബിന്ദു | origin |
| മെഷീനിച്ച കട | machined block |
| മേൽ വീഴുക | coincide |
| മോടി, മിനുക്കു് | finish |
| ലംബം | perpendicular |
| ലംബകോണം | right angle |
| ലംബിക | orthographic |
| വക്രരേഖകൾ | curved lines |
| വട്ടപ്പലക | circular plate |
| വരകൾ | lines |
| വരപ്പലക, വരപ്പുപലക | drawing board |
| വരപ്പുപകരണങ്ങൾ | drawing instruments |
| വലംപിരി | right hand thread |
| അലിയ അക്ഷം | major axis |
| വലതുവശക്കാഴ്ച | right profile view |
| വലിയ വ്യാസം | major diameter |
| വലുപ്പം | size |
| വാർപ്പിരുമ്പുകട്ട | cast iron block |
| വികർണം | diagonal |
| വിടവുചേരുവ | clearance fit |
| വിഭജനം | division |
| വിഭാജിനി | dividers |
| വിലങ്ങൻവരകൾ | horizontal lines |
| വിശദാംശങ്ങൾ | details |
| വെറും കൈവരപ്പു് | free hand sketching |
| വെറും വക്രം | plane curve |
| വെറുമെഴുത്തുശൈലി | free hand lettering style |
| വ്യതിയാനം | variation |
| വ്യൂഹം | system |
| ശരിനീളം | true length |
| ശരിയാകൃതി | true shape |

| | |
|---|---|
| ഷഡ്ഭുജം | hexagon |
| സംഗതമായ | corresponding |
| സംരചന | structure |
| സദൃശം | similar |
| സന്ദർഭം | case |
| സപ്തഭുജം | heptagon |
| സമചതുരം | square |
| സമദ്വിഭുജത്രികോണം | isosceles triangle |
| സമബഹുഭുജം | regular polygon |
| സമഭാഗിക്കുക | bisect |
| സമഭുജത്രികോണം | equilateral triangle |
| സമാന്തരം | parallel |
| സമാന്തരഷഡ്ഫലകം | parallelopiped |
| സരളഘനവസ്തു | simple solid |
| സർവാംഗ അളവ്, മേലളവ് | over all dimension |
| സഹിഷ്ണുത | tolerance |
| സൂചകവര | pointer line |
| സൂക്ഷ്മത, കൃത്യത | accuracy |
| സ്കെച്ച് | sketch |
| സ്കെയിൽ | scale |
| സ്ക്രൂപിരി | screw thread |
| സ്ക്രൂമുൻപോക്ക് | lead of a screw |
| സ്പർശരേഖ | tangent |
| സ്ഥലവക്രം | space curve |
| സ്ഥാനപ്പെടുത്തുക | locate |
| സ്ഥാനീയമുറിപ്പ് | local section |
| ഹീറോഗ്ലിഫിക്കുകൾ | hieroglyphics |

# ശുദ്ധിപത്രം

| പേജ് | വരി | തെറ്റ് | ശരി |
|---|---|---|---|
| 8 | 15 | ചാല്യകൽ | ചാല്യകൾ |
| 91 | 9 | ഏ്ഉ വരയും | ഏഉ നേർവരയും |
| 100 | 13–14 | കോണിക പ്രക്ഷേപം | പരിപ്രേക്ഷ്യ പ്രക്ഷേപം |
| ,, | 15–16 | കോണിക പ്രക്ഷേപം | പരിപ്രേക്ഷ്യ പ്രക്ഷേപം |
| ,, | 20 | ഒത്തു കൂട്ടുന്ന | ഒന്നു കൂട്ടുന്ന |

MUNAVVIRUL ISLAM HIGH SCHOOL
Date.....
ERNAKULAM.

Amine

M HIGH SCHOOL
Date
ERNAKULAM

# ജൂനിയർ ടെക്നിക്കൽ സ്കൂൾ പാഠപുസ്തകങ്ങൾ

---

രസതന്ത്രം- ഏ. പി. ജയരാമൻ

കേരള സർക്കാർ ജൂനിയർ ടെക്നിക്കൽ സ്കൂളുകളിലേയ്ക്കു പാഠപുസ്തകമായി അംഗീകരിച്ചതു്.

178 പേജു്, 26 ചിത്രങ്ങൾ, വില: 4.00

●

മെക്കാനിക്കൽ എൻജിനീയറിങ്ങ്-
രവീന്ദ്രൻനായർ, ജോജ്ജു് ഫിലിപ്പു്

ജൂനിയർ ടെക്നിക്കൽ സ്കൂളുകളിലെ മൂന്നാം വർഷത്തേയ്ക്കു് ഉപയോഗയോഗ്യമായ ഒരു പാഠപുസ്തകം.

180-ൽ പരം പേജുകൾ, 94 ചിത്രങ്ങൾ,
വില: 3.00.