SUBSIDISED
LOW COST
L C
S E
EDITIONS
NBT, INDIA

பொறியியலின் வரைவியல்

முனைவர் கொடுமுடி சண்முகன்

32113

ANNA UNIVERSITY
PROGRESS THROUGH KNOWLEDGE

அண்ணா பல்கலைக் கழகம்
சென்னை - 600 025.

பொறியியலின் வரைவியல்

பொறியியல் பாடநூல் - 4

பொறியியலின் வரைவியல்

முனைவர் கொடுமுடி சண்முகன்

அண்ணா பல்கலைக்கழகம்,
சென்னை - 600 025.

முதற் பதிப்பு

திருவள்ளுவராண்டு 2028 மாசித் திங்கள் பெப்ருவரி 1997

பதிப்புவகை : மாணவர் சலுகைப் பதிப்பு

பதிப்புரிமை : பதிவாளர், அண்ணா பல்கலைக் கழகம்,
சென்னை - 600 025.

விலை : ரூ.74.00

ISBN : 81-85845-08-5

SUBSIDISED LOW COST L C S E EDITIONS NBT INDIA

தேசிய புத்தக நிறுவன நிதிச் சலுகை பெற்ற வெளியீடு

This book has been subsidised by the Government of India through the National Book Trust for the benefit of Students.

விற்பனை உரிமை : பதிவாளர், அண்ணா பல்கலைக் கழகம்,
சென்னை - 600 025.

பணி ஒருங்கிணைப்பு :

வளர்தமிழ் மன்றம், அண்ணா பல்கலைக் கழகம்,
சென்னை - 600 025.

அச்சிட்டோர் : பாவை அச்சகம்
142, சானி சான் கான் சாலை,
இராயப்பேட்டை, சென்னை - 600 014.

பேரா. இரா. மா. வாசகம்
துணைவேந்தர்

அண்ணா பல்கலைக்கழகம்
சென்னை 600 025.

அறிமுகவுரை

உண்டி, உடை, உறையுள் என்னும் அடிப்படைத் தேவைகளை எதிர்நோக்கியே மனிதன் வாழ்கிறான். இயற்கைக் குகைத் தளங்களிலிருந்து செயற்கை வீடுகளுக்கு மாறிய காலந் தொட்டுக் கட்டுமானப் பணிகள் வளரத் தொடங்கிவிட்டன. கட்டுமானப் பணிகள் கூட்டு முயற்சிகளால் ஆகக்கூடியவை. ஒருத்தரின் சிந்தனையை அடுத்தவருக்கு மாற்றித் தர வேண்டிய தேவை குறித்து வரைபடங்கள் தோன்றின. தமிழகத்தில் கட்டுமானப் பணியில் ஈடுபட்டிருந்தோர் தச்சர் எனப்பட்டனர். தலைமைத் தச்சர் பெருந்தச்சர் எனப்பட்டார். ஸ்தபதி என்றும் கூறுவர்.

மயன், விசுவகர்மா ஆகியோர் இந்தியத் திருநாட்டின் தெற்கிலும், வடக்கிலும் புகழ் பெற்ற பெருந்தச்சர்களாவர். புராணங்களிலும், இதிகாசங்களிலும் மட்டுமே இவர்களைச் சந்திக்கின்றோம். இராமன் இலங்கை செல்லுவதற்குப் பாலம் அமைத்துக் கொடுத்தவர் நளன் என்னும் பெருந்தச்சர் எனக் கம்பர் கூறுவார். மாமல்லபுரத்தை 5,6,7 நூற்றாண்டுகளில் நிறுவிய சிற்பிகளில் கௌதப்பெருந்தச்சன் என்ற பெயர் கல்வெட்டில் கிடைத்துள்ளது.

தமிழகக் கட்டடக்கலை சிறு வீடுகள் முதல் 64 மீட்டர் உயரம் கொண்ட தஞ்சைப் பெருவுடையார் கோயில்வரை வளர்ந்துள்ளது. இத்தகைய கட்டுமானங்களின்போது அவற்றின் சுருக்கப்படத்தைத் தரையிலும் சுவரிலும் வரைந்து வைத்து விடுவர். கிடைப்படம், நேர்ப்படம் ஆகியவற்றிற்குச் சமமானவை இவை. இப்படங்களிலிருந்து அளவுகள் எடுத்து அவற்றை உரிய சுருக்களவால் பெருக்குவதால் உண்மை அளவுகள் கிடைக்கும். பல சிற்பிகள் பணியாற்றுகிற இடத்தில் இத்தகைய படங்கள் இன்றியமையாதவை. சென்னையில் வள்ளுவர்கோட்டம் கட்டியபோதும் இந்த முறை கையாளப்பட்டதைச் சென்னை மக்கள் கண்டிருக்கக்கூடும். தற்போது தாளும், கோலும், படிபெருக்கு முறைகளும் புழக்கத்திற்கு வந்துவிட்டன. சிற்பிகளும் அதற்கு மாறிவிட்டனர். சிற்பங்கள் செதுக்கும்போது மட்டும பழைய முறை கையாளப்படுகிறது. படிமத்தின் வடிவத்தை ஒட்டுப் பலகைகளில் முழு அளவில் வரைந்து பக்கத்தில் வைத்துக் கொண்டு படிமம் செதுக்குவர்.

பொறியியலுக்கு முதல்மொழி படங்களே எனில் மிகையாகாது. எல்லாப் பொறியியல் பாடங்களுக்கும் இது அடிப்படையானது, கற்பனைத் திறன் முழுமையும் பயன்படுத்தி எழுதவேண்டிய நூல்.

பொறியியலின் வரைவியல் என்ற இந்நூலினைச் சிறப்பாக எழுதிக் கொடுத்துள்ளார்

முனைவர் கொடுமுடி சண்முகன் அவர்கள். பொதுப்பணித்துறையில் 35 ஆண்டுகள் கட்டுமானப் பொறியாளராகப் பணியாற்றி மிகுந்த அனுபவம் பெற்றுள்ளார். அயராதுழைக்கும் ஆற்றலர். பொதுப்பணித் துறையில் திறம்படப் பணியாற்றியமைக்காக பாசனப் பிரிவில் அண்ணா விருது பெற்றுள்ளார்.

அண்ணா பல்கலைக்கழகத்தில் மண்விசையியல் துறையில் முதுபொறியியல் பட்டம் பெற்றுள்ளார். புதுச்சேரி பல்கலைக்கழகத்தில் சுப்பிரமணிய பாரதியார் உயர் தமிழாய்வு நிறுவனம் வழியாக முனைவர் பட்டம் பெற்றுள்ளார். ''பழந்தமிழர் பொறியியல் நுட்பத் திறன்'' என்பது இவரின் ஆய்வுத் தலைப்பு.

எளிய தமிழில், மிகுந்த முயற்சியோடு இந்நூலைத் தயாரித்துள்ளதால் நமது பாராட்டிற்குரியவர்.

இந்நூல் வெளிவருவதற்குத் தேசிய புத்தக நிறுவனம் நிதியுதவி வழங்கியுள்ளது. அவர்களுக்கு நன்றி கூறக் கடமைப்பட்டுள்ளோம்.

இந்நூல் விரைந்து வெளிவருவதில் பெரிதும் ஆர்வம் காட்டிவரும். தமிழக அரசுக்கும் நன்றி. குறிப்பாக தமிழக முதல்வர் டாக்டர். கலைஞர். மு, கருணாநிதி, கல்வி அமைச்சர் பேராசிரியர் டாக்டர் க.அன்பழகன், தமிழ் வளர்ச்சி, பண்பாட்டுத்துறை அமைச்சர், முனைவர். மு.தமிழ்க்குடிமகன் ஆகியோர் சிந்தனை, செயல் இரண்டிலும் தமிழ் முனைப்போடு அண்ணா பல்கலைக்கழகத்தை ஊக்குவித்து வருகின்றனர். பொறியியல் கல்வியைத் தமிழ்வழி ஊட்டுவதற்குப் பெரிதும் முயன்றுவரும் இவ்வேளையில் இந்நூல் சிறந்த கருவியாகப் பயன்படும் என்பதில் ஐயமில்லை.

ஆங்கிலம் வழி கற்போருக்கும், பொருளை எளிதில் மனதுள் வாங்குவதற்குத் தமிழறிந்த மாணவர்க்கும் இந்நூல் பெரிதும் உதவும். பாடத்திட்டத்திற்கு மேலும் பல கூடுதல் செய்திகளைத் தரும் பார்வை நூலாகவும் விளங்குகிறது. பொறியியல் என்னும் அரிய களஞ்சியத்தின் பெரிய திறவு கோலாக இந்நூல் பயன்படும் என்பதில் ஐயம் ஏதுமில்லை.

(இர்ா.மா. வாசகம்)
துணைவேந்தர்
அண்ணா பல்கலைக்கழகம்

முனைவர் இரா. செகதீசன் — பதிவாளர்

5.3.1997

அண்ணா பல்கலைக்கழகம்
சென்னை 600 025.

பதிப்புரை

''சொல்லில் உயர்வு தமிழ்ச் சொல்லே - அதைத்
தொழுது படித்திடடி பாப்பா.''

என்றான் பாரதி.

தமிழை மட்டும் படிக்கச் சொல்லியதன்று இந்தப் பாட்டு. பிற பாடங்களையும் தமிழ் வழியில் படிக்குமாறு வற்புறுத்தியதாகும். தாய்மொழிக் கல்வியே தலைசிறந்தது என்பது உலகமுழுதும் ஒப்புக்கொண்ட உண்மை. ஆனால் என்ன காரணத்தினாலோ, இன்றைய இருபதாம் நூற்றாண்டுத் தமிழர்கள் தங்கள் மொழியில் படிக்கத் தயங்குகின்றனர். தகுதியான பாடநூல்கள் தமிழில் இல்லை என்பதும் முக்கியமான குறையாகக் கூறப்படுகிறது. இக்குறையைப் போக்கும் வகையில் தமிழக அரசு நிதி உதவி நல்கிப் பொறியியல் பாடநூல்களைத் தமிழில் வெளியிடும் பொறுப்பினை அண்ணா பல்கலைக்கழகத்திற்கு அளித்தது. இத்திட்டத்தின்கீழ் முனைவர் அ. இளங்கோவன் அவர்களின் ''திண்ம விசையியல்'' நூலும், முனைவர் மு. ஆறுமுகம் அவர்களின் ''பொருள்களின் அறிவியல்'' நூலும், முனைவர் வெ. கிருட்டிணமூர்த்தி அவர்களின் ''கணிப்பொறி இயலுக்கு அறிமுகம்'' என்னும் நூலும் அண்ணா பல்கலைக்கழகத்தால் வெளியிடப்பட்டுள்ளன. நான்காவது நூலாக முனைவர் கொடுமுடி சண்முகன் அவர்கள் எழுதியுள்ள ''பொறியியலின் வரைவியல்'' என்னும் இந்த நூல் வெளிவருகிறது.

முதல் நிலையில் நூலாசிரியருக்கு என் பாராட்டு உரியது. அடுத்த நிலையில் இதனை அழகுற எழுத்தமைப்புச் செய்து தந்த சிவாச்செல் நிறுவனத்தார்க்கும், நலமுற அச்சிட்டுத் தந்த பாவை அச்சகத்தார்க்கும் என் நன்றி உரியது.

தமிழ்வழிக் கல்வியை நடைமுறைப்படுத்துவதில் தனியார்வம் கொண்டவராய் அவ்வப்போது நல்ல நல்ல அறிவுரைகளை வழங்கி, இந்த நூலுக்கு அருமையானதோர் அறிமுகவுரையை ஆக்கித் தந்து சிறப்பித்துள்ள அண்ணா பல்கலைக்கழகத் துணைவேந்தர் பேராசிரியர் இரா.மா. வாசகம் அவர்களுக்கு என் நெஞ்சார்ந்த நன்றி உரியது. அச்சிடல் தொடர்பான பணிகளில் பெரிதும் துணைநின்ற அச்சுப்பொறியியல் துறைப் பேராசிரியர் நா. சங்கரநாராயணன் அவர்களுக்கும், கட்டடப் பொறியியல் பேராசிரியர் அ. இளங்கோவன்

அவர்களுக்கும், பல்வேறு வகைகளில் நூலின் செம்மைப்பாட்டிற்கு உதவிய வளர்தமிழ் மன்றத் தனி அலுவலர்கள் திரு. கண்ணன், திரு. ப. இராமலிங்கம், முனைவர் தமிழப்பன் ஆகியோர்களுக்கும், பிற வகையில் துணைநின்ற அனைவர்க்கும் என் நன்றி உரியது.

இந்நூல் வெளிவர நிதி உதவி நல்கிய தமிழக அரசிற்கும், மாணவர் பதிப்பாக மலிவு விலையில் இந்நூலை வெளியிட ஒப்புதல் தந்து, பல்கலைக்கழகத்திற்கு நூல் அச்சிட்டுச் செலவில் 50 விழுக்காடும், நூலாசிரியருக்கு 20 விழுக்காடு மதிப்பூதியமும் வழங்க முன்வந்துள்ள தேசிய புத்தக நிறுவனத்திற்கு என் நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன.

தமிழ்வழிப் பயிற்றுவிப்பதில் அண்ணா பல்கலைக்கழகம் ஆற்றிவரும் இத்தகைய அரிய பணிகளுக்குத் தமிழ்கூறு நல்லுலகம் தகுந்த வரவேற்பினை நல்கி அறிவியல் தமிழ் மேம்பாட்டிற்கு வழிவகுக்கும் என்று நம்புகிறேன்.

சென்னை-25

5.3.1997

முனைவர் இரா. செகதீசன்
பதிவாளர்
அண்ணா பல்கலைக்கழகம்
சென்னை 600 025.

முனைவர் கொடுமுடி சண்முகன், எம்.இ.,டி.எஸ்.எஸ்,
எச்.டி.எப்ஆர், எப்ஐவி, எப்ஐஇ,, பிஎச்.டி.

சென்னை - 20
19.01.1997

முன்னுரை

எண்ணும் எழுத்தும் ஒரு மொழியின் சிறப்புக் கூறுகள். இவற்றையும் விஞ்சியது ஓவியம். *கண்ணில் கண்ட வண்ணம் வரைந்துகாட்டுவது.* எழுத்தில் பல பக்கங்கள் வடிக்க வேண்டி யதை, ஒரு படத்தில் எளிதில் விளக்க முடியும். குறிப்பாகப் பொறியியலில் வடிவமைப்பாளர் கருத்தை வனைபவருக்கு எடுத்துக் கூறுவது வரைபடங்களேயாகும்.

பொறியியலின் வரைவியல் என்னும் இந்நூல், பொறியியல் கல்லூரிகள், பல்தொழில் நுட்பப் பயிலகங்கள் ஆகியவற்றிற்குப் பொருந்துமாறும், பாடத்திட்டத்திற்கு மேலும் கூடுதல் செய்திகளைக் கூறும் வகையிலும் எழுதப்பட்டுள்ளது. அடிப்படை வரைவியல் மட்டுமே இந்நூலில் இடம் பெற்றுள்ளது. இதன் மேல் கட்டடங்களுக்குத் தனியாகவும், எந்திரங்களுக்குத் தனியாகவும் அவ்வத் துறைகளில் படிக்க வேண்டும்.

கல்லூரிப் பேராசிரியராக இல்லாமல், பொதுப்பணித்துறையில் கட்டுமானப் பொறியாளராக இருந்தபோதிலும் பொறியியல் நூல்கள் எழுதப்பரிந்துரை செய்தவர் முனைவர் வா.செ.குழந்தைசாமி அவர்கள். அதனால் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் வழியே அளக்கையியல் (Surveying) முதல் தொகுதி வெளியாகும் வாய்ப்பு உருவாயிற்று. அதனைத் தொடர்ந்து எழுதி முடிக்கப்பட்ட இந்நூலை தமிழக அரசு உதவியுடன் வெளியிடுவதற்கு முன் வந்தார் முன்னைத் துணைவேந்தர் முனைவர் ஆநந்தகிருட்டிணன் அவர்கள். இந்நூலுக்குத் தேசியப் புத்தக நிறுவனத்தின் உதவியும் கிடைத்தது.

பொறியியல் கல்வியினைத் தமிழ் வழியே தருவதற்குத் தமிழக அரசின் முதல்வர் டாக்டர் கலைஞர் அவர்களும் தமிழ் வளர்ச்சி, பண்பாட்டுத்துறை அமைச்சர் முனைவர் தமிழ்க்குடிமகன் அவர்களும் முடிவு செய்து முயன்று வருவது தமிழ் வரலாற்றில் பொன்னெழுத்துகளால் பொறிக்கப்பட வேண்டிய புதிய அத்தியாயம். அதனடிப்படையில் அண்ணா பல்கலைக்கழகத் துணைவேந்தர் *பேராசிரியர் இரா.மா.வாசகம் அவர்களின் முயற்சியால் இந்நூல் மக்கள் கைகளில்* திகழ்கின்றது. பொறியியல் மாணவர் பெரிதும் பயனடைவர் என்பது திண்ணம்.

இந்நூல் எழுதுவதற்குப் பெரிதும் உதவியது. இந்திய தொழில்நுட்பவியல் கழகத்தின் நூலகம் ஆகும். ஏராளமான நூல்கள் கிடைத்தன. ஓர் ஆண்டில் கலைமகள் நாள் தவிர எல்லா நாட்களிலும் இந்நூலகம் திறந்திருப்பது பெருஞ்சிறப்பு. அங்குக் கிடைத்த நூல்களின் தாக்கம் இந்நூலில் ஆங்காங்கு எதிரொலிக்கும். இந்தியச் செந்தர நிறுவனத்தின் நூலகமும் பெரிதும் உதவிற்று.

இந்நூலில் ஏராளமான படங்கள் இடம் பெற்றுள்ளன. அனைத்தும் ஆசிரியரே வரைந்தவை. அவற்றைக் கறுப்பு மைப் படமாக வரைந்து, ஒளி நகல் எடுத்து, அளவில் சுருக்கியும் பெருக்கியும் இடத்திற்கேற்ப நேர்த்தியாக ஒட்டுவதில் உதவியவர் பொறிஞர் ஞானசேகரன் அவர்களும் திருமதி.ச.பிரகதம் அவர்களும் ஆவர். அவர்களின் சலியாத உழைப்பு நூலின் சிறப்புக்குப் பெருங்காரணம் எனில் மிகையாகாது.

பேராசிரியர் முனைவர் அ. இளங்கோவன், வளர்தமிழ் அலுவலர்கள் திரு.கண்ணன், முனைவர் தமிழப்பன் ஆகியோர் அவ்வப்போது வழங்கிய ஆலோசனைகள் குறிப்பிடத்தக்கன.

அன்னைத் தமிழின் புனைவிற்குதவும் வகையில் இந்நூலை எழுதி வெளியிட என்னை ஈடுபடுத்திய அனைவருக்கும் நான் பெரிதும் கடமைப்பட்டுள்ளேன். காயும் கதிரென, வீசும் தென்றலென, வீழும் புனலென பெயர் சுட்டாப் பலபேர் உதவியுள்ளனர். அனைவருக்கும் என் இனிய நன்றி.

சொல்லடி சிவசக்தி எனைச்
சுடர்மிகும் அறிவுடன் படைத்து விட்டாய்
வல்லமை தாராயோ இந்த மாநிலம்
பயனுற வாழ்வதற்கே!

என்றான் பாரதி. அந்தப் பெருங்கவிஞன் கூற்றிற்கேற்ப என் கடன் பணி செய்து கிடப்பதே எனக் கூறி அனைவரையும் வாழ்த்துவேன்.

கொடுமுடி சண்முகன்

பொதுப்பணித்துறையின்
முன்னைக் கண்காணிப்புப் பொறியாளர்

மாமல்லபுரம்
அரசினர் கட்டடக்கலை, சிற்பக் கல்லூரி
முன்னை முதல்வர்

செந்தமிழ்ச் சொற்பிறப்பியல் அகரமுதலிப்
பதிப்பாசிரியர்.

பொருளடக்கம்

அறிமுகவுரை ... v
பதிப்புரை ... vii
முன்னுரை ... ix

1. வடிவ வரையியல்

சொற்கள் ... 1
எழுத்து அச்சிடுதல் ... 2
வடிவு ... 5
எழுதும் திசை ... 5
எழுத்துச் சேர்க்கை ... 6
எழுத்துப் பொறிகள், பொத்தடை ... 7
ஓரவெளிகள் ... 11
முகப்புக் கட்டம் ... 11
மடித்தல் ... 15
பலவகை வரைபடங்களுக்குப் பயன்படும் சுருக்களவுகள் ... 19
அளவு குறிப்பிடும் நுட்பங்கள் ... 23
அமைவு ... 27
ஏற்றத்தாழ்வு அளவுகள் ... 28

2. நேரிய வீழம்

நேரிய வீழம் ... 29
ஆயத்தளங்கள் ... 31
சுழல்தளம் ... 33
கோணப்பகுதிகள் ... 34
முதல் மூன்றாம் கோணக் கூட்டு வீழ்ச்சி ... 37
அடையாளம் ... 37
பொருள்களின் வைப்புமுறை ... 37
ஆயத் தொலைவுகள் ... 37
வீழங்களின் அமைவுகள் ... 39
தெரியாக் கோடுகள் ... 41
துணை வீழங்கள் ... 41

புள்ளி	... 41
நேர்கோடு	... 45
ஓர் ஆயத்தளத்திற்குச் செங்குத்தான கோடு	... 45
ஓர் ஆயத்தளத்திற்கு இணையாக உள்ளவை	... 49
முத்தளங்களுக்கும் சாய்வாயுள்ளவை	... 51
சாய்மானம்	... 57
திசையம்	... 57
சமதளங்கள்	... 58
ஒரு சமதளம் ஓர் ஆயத்தளத்திற்கு இணையாகவும் பிறதளங்களுக்குச் சாய்வாகவும் உள்ள சமதளம்	... 60
மூன்று ஆயத்தளத்திற்கும் சாய்வாயுள்ள சமதளம்	... 61
சமதளத்தில் புள்ளி, கோடு	... 61
ஒரு தளத்தின் தள திசையம்	... 63
கோட்டின் வீழம் புள்ளியாதல்	... 64
சமதளத்தின் முனைத் தோற்றம்	... 67
சமதளத்தின் சாய்மான திசையம்	... 68
சமதளத்தில் அசல் அளவு காணல்	... 70
அசல் அளவு - சுழல் முறை	... 70
இருகோடுகளின் இடைக்கோணம்	... 72
இரு இணைகோடுகளின் இடைவெளி	... 73
ஒரு கோடு, ஒரு புள்ளி இவற்றின் இடைவெளி	... 73
சமதளத்தில் கோடு புகுதல்	... 73
புகுமிடம் : வெட்டு முறை	... 74
மறைபகுதி	... 75
சமதளங்கள் வெட்டிக் கொள்ளுதல்	... 77
திண்மங்கள்	... 80
பட்டகம்	... 83
கூர்பட்டகம்	... 85
சுழலியங்கள்	... 86
உருளை, கூம்பு	... 86
கோளம், நான்முகி	... 88
கனசதுரம்	... 91
எண்முகி	... 94

பட்டகம்	...	95
அய்ங்கரப் பட்டகம்	...	97
அறுகரப் பட்டகம்	...	98
கூர் பட்டகம்	...	100
அய்ங்கரக் கூர்பட்டகம்	...	103
கூம்பு	...	104
கோளம்	...	105
கூட்டுருவங்கள்	...	105
பயிற்சி	...	106
3. சமளவீழம்		
அச்சளம்	...	115
சொற்கள்	...	115
சமளம்	...	116
சமளவீழமும் சமளப்பட்டங்களும்	...	117
சமளச் சுருக்களவு கோல்	...	118
பரப்புகளின் சமளம்	...	118
சமளத்தில் வட்டம்	...	120
திண்மப் பொருள்களின் சமளம்	...	122
ஒரு கட்டையின் சமளம்	...	123
தொடுகோட்டு வட்டங்கள், வில்கள்	...	127
வட்டங்களின் பிழைகள்	...	128
சமளத்தின் நன்மைகள்	...	131
பெட்டி வீழல் & சாய்மான வீழல்	...	131
4. பார்வைப் படம்	...	137
காண்கதிர் முறை	...	140
கோடுகளின் மறையும் புள்ளி	...	142
ஒருகோட்டின் பார்வைப்படம்	...	145
மறையும் புள்ளிகள் முறை	...	149
வட்டம், வளைவுகளின் பார்வைப்படம்	...	149
நிழல்	...	155
செய்த கணக்குகள்	...	158
ஒரு கட்டையின் நிழல்	...	162

5. இடைவெட்டலும் உட்புகுதலும் ... 167

பட்டகத்தைச் சமதளம் வெட்டுதல் ... 169
கூர்பட்டகத்தைச் சமதளம் வெட்டுதல் ... 170
உருளையைச் சமதளம் வெட்டுதல் ... 171
கூம்பினைச் சமதளம் வெட்டுதல் ... 174
இரண்டு உருளைகள் உட்புகுதல் ... 181
கூம்பும் உருளையும் ... 183

6. விரித்தல் ... 187

தலையில்லா கூர்பட்டகம் ... 188
நேர்உருளை ... 191
கூம்பு ... 192
சாய்வுக் கூம்பு ... 193
இருவளைவுத் தளங்கள் ... 194
செய்த கணக்குகள் ... 195

பயிற்சி வினாக்கள் ... 201

1. கோடுகள் ... 201
2. சமதளம் ... 205
3. திண்மங்கள் ... 207
4. துணை வீழங்கள் ... 207
5. வெட்டுகள் ... 215
உருளைகள்
6. உள் உழைவு ... 219

நூற்பட்டி ... 224

கலைச்சொல் பட்டியல் ... 225

★★★

1. வடிவ வரைவியல்

ஒருவர் எண்ணத்தைப் பிறருக்குக் கடத்த, தெரிவிக்க மொழிகள் பயன்படுகின்றன. எண்ணத்தில் உள்ளதை, உள்ளவாறே எடுத்துச் சொல்லப் பயன்படும் அம்மொழிகளுள் முதன்மையானது வரைபடமாகும். ஒரு கருத்தினைக் கண்களால் கண்டுவரும் வகையில் அதனை வரைபடங்களால் எழுதிக்காட்டலாம். ஓர் இயந்திரத்தின் அமைப்பினையோ, ஒரு கட்டடத்தின் நுணுக்கங்களையோ எம்மொழியால் எவ்வாறு விவரித்தாலும், அவற்றை ஒருவர் தெளிவாய் அறிந்துகொள்ள இயலாது. அவைகளைத் தாள்களில் வரைந்துகாட்டினால், மொழிகள் மூலம் புரிந்து கொண்டதைவிடச் சற்றுத் தெளிவாக, மிகுதியாக அறிந்து கொள்ள முடியும். பொறியியல் உறுப்புகளின் அமைப்புகளையும், அளவுகளையும் பிறருக்கு நன்கு விளக்க வரைபடங்கள் பயன்படுகின்றன.

பொறியியலில் வரைபடங்களை உயிர் எனலாம். தொழிற்சாலைகளில் உருவாக்கும் எந்திரங்களின் பாகங்களை வடிவமைத்தபின் அவற்றைச் செயல்படுத்துபவருக்கு அவற்றைப் பற்றி எடுத்துச் சொல்ல வேண்டுவது இன்றியமையாப் பணியாகும். திட்டமிடுதல் ஓரிடம்; செயலாக்குதல் ஓரிடம்; இடையே பலவேறு மனிதர் பணியாற்றுகின்றனர். வடிவமைத்த பாகங்களின் அமைப்புகளையும், அளவுகளையும் பிழையின்றி அனைவரும் அறியும் வண்ணம் சொல்லப் பயன்படும் ஊடகம் வரைபடங்களே. எண்ணிறந்த கட்டடங்களும், அணைகளும், சாலைகளும், பாலங்களும், ஏரிகளும், குளங்களும் இத்தகைய வரைபடங்கள் மூலமாகவே பல்வேறு மனிதரால் பிழையற உணர்ந்து பல்வேறு இடங்களில் அமைக்கப்படுகின்றன. கலைஞர் கற்பனையிற் காணும் அனைத்தையும் வரைபடங்களாலேயே உரிய அளவுகளோடுதர இயலும்.

உரைநடை, கவிதை என மொழிகளில் பல பிரிவுகள் இருத்தல் போல வரைபடங்களிலும் வரிவரைவு, வீழ்படங்கள், பார்வைப் படங்கள் எனப் பல வகைகள் உண்டு. ஒரு மொழிக்கு இலக்கணமும், மரபுகளும், அணிகளும் இருத்தல் போலவே, வரைவுகளுக்கும் இலக்கணம் மரபுகள், அணிகள் முதலாய அனைத்தும் உள.

வரைவினை உலக மொழி எனில் அது மிகையன்று. அஃது எல்லா நாட்டவரும் எளிதில் அறிந்துகொள்ளக்கூடிய ஒரு பொது மொழியாகும்.

1. சொற்கள்

சித்திரம், ஓவியம், படம் எனப் பல சொற்கள் வரைவியலில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவற்றுள் ஒவ்வொன்றும் தனித்தனிப் பொருளைக் குறித்து நிற்கின்றன. SKETCH, DIAGRAM, DRAWING, FIGURE, VIEW, DRAUGHT, DRAFT போன்ற பல சொற்கள், மிக்க வேறுபாடின்றி ஒன்றனுக்கொன்று மாறிக்கொள்ளக் கூடியனவாய் இருந்தபோதிலும் அவை வடிவ

வரைவியலில் பொருந்தி வாரா. பொறியாளர் சொற்களுக்கு வழங்கிய பொருளடைவு, தன்தன் இடம் மாறாமல், அததனுக்குரிய பொருளினைமட்டும் உணர்த்தி வருகின்றன.

இந்நிலைமை எல்லா மொழிகளுக்கும் பொதுவாகும், தமிழ்மொழியிலும் அவ்வாறே. வடிவ வரைவியலில் கொடுத்துள்ள பொருளடைவிற்கும், அகரமுதலிகளில் காணப்படும் பொருளிற்கும் பல வேறுபாடுகள் இருக்கலாம். அவற்றைக் கண்டு மயங்காமல் இனி வரும் சொற்களைத் தக்க பொருளடைவுடன் வழங்கல் ஏற்றதாகும்.

PROJECTION என்னும் சொல் குறிப்பிடத்தக்க ஒன்றாகும். ஒரு பொருளிலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்களை ஒருதிரையில் பிடித்தல், வீழ்த்தல் என்பது அதன் பொருளாகும். அதனால் PROJECTION என்பதற்கு வீழல், வீழம் (வீழ்த்தம்) அல்லது வீழ்படம் எனப் பொருள் கூறலாம். வீழ்த்தல், வீழ்ச்சி வினைப் பெயர்கள். வீழ்த்தப்பட்டது வீழல், வீழம் ஆகும். ORTHOGRAPHIC PROJECTION என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட வரைமுறை ஆகும். ஒரு பொருளினை நேருக்குநேர் காணும் போது எவ்வாறு இருக்குமோ, அதனை அவ்வாறே வீழ்த்தி, அக்காட்சியை நேருக்குநேர் காண்பது போல வரைதல் வீழ்த்தல் ஆகும். அதனால், இதனை நேரிய வீழம் எனலாம்.

வீழத்தில் Elevation, Plan, Endview பிரிவுகள் உள்ளன. அவற்றை முறையே நிலைவீழம் அல்லது நிலைப்படம், கிடைவீழம் அல்லது கிடைப்படம், பக்கவீழம் அல்லது பக்கப்படம் எனலாம். நேரிய வீழத்தில் நீள, அகல, உயரங்களுள் எவையேனும் இரண்டு அளவுகளை மட்டுமே காட்ட இயலும். மூன்றாம் அளவினை, அதனுடன் இருக்கும் இன்னொரு படம் அல்லது வீழத்தின் துணைகொண்டே அறிய இயலும். PICTORIAL VIEW என்பது பொருள் களின் முழுத்தோற்றத்தைக் காட்டப் பயன்படும் காட்சிப் படங்களைக் குறிக்கும் இத் தொடரி லுள்ள ஆங்கிலச் சொற்கள் இரண்டற்கும் பொருள் ஒன்றே எனினும், அவை இரண்டும் ஒன்று சேர்ந்து, பொருளின் மூன்று திசை அளவுகளையும் காட்டும் படங்களைக் குறிக்கின்றன.

முத்திசை அளவுப்படங்கள் இருவகைப்படும். முதலாவது PERSPECTIVE VIEW எனப்படும். இதனைப் பார்வைப்படம் எனலாம். தொலைதூரப் பொருள்கள் குறுகி ஒருபுள்ளியில் குவியும் தன்மையைக் கருத்திற்கொண்டு கண்ணில் அஃது எவ்வாறு தோன்றுகிறதோ, அதனைப் போல வரைதல் பார்வைப்படமாகும்.

Axonometric View, Isometric View என்பன, மூன்று அச்சுகளில் அளவுகள் காட்டும் வகையில் வரையப்படுவன. இவற்றை அச்சளம் என்றும் சமளம் என்றும் சொல்லலாம். சம அளவு வீழம் என்பதன் சுருக்கம் சமளம். அச்சு அளவு வீழம் என்பதன் சுருக்கம் அச்சளம்.

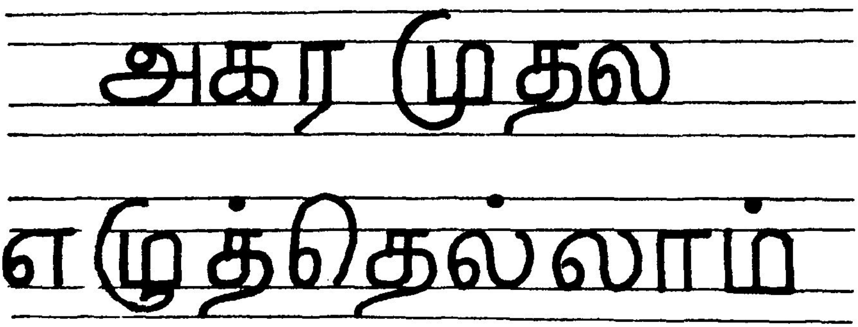
எழுத்துக்கள் அச்சிடுதல் (Letter Printing)

வரைபடங்களில் விளக்கம் தரவேண்டிய இடங்களில் அவற்றை எழுதிக்காட்ட வேண்டியிருக்கும். தெளிவாகவும், அழகாகவும் எழுதுதல் இன்றியமையாதது எழுத்தில் வடித்தலை ஆங்கிலத்தில் PRINTING என்பர். தமிழில் அச்சுக் கூட்டி எழுதுதல் என்பர். கொட்டை எழுத்தில் எழுதுதல் என்றும் கூறுவர். இதனை அச்சிடுதல், அச்செழுதுதல் என

வழங்கலாம். எழுத்து, எழுது எனவும் வழங்கலாம். PRINTING என்பதற்கு நேர்த்தமிழ்ச்சொல் தேட வேண்டுவதில்லை.

ஆங்கிலத்தில் அச்சிற்குப் பயன்படும் முதல் இருவகை எழுத்துகளையே வரைபடங்களில் பயன்படுத்துவர். மூன்றாம் நான்காம் வகை எழுத்துகளை ஒரோருகால் பயன்படுத்துவதும் உண்டு. அப்பொழுதும் எழுத்துகளைத் தனித்தே எழுதுவர். தொடர்ந்து, சங்கிலி கோத்தாற் போல எழுதார். தமிழில் தனித்தெழுதும் எழுத்துகளே உள்ளன. ஆயினும், பொதுவாய் ஒன்றனொடு ஒன்று இணைத்து எழுதும் பழக்கமும் உள்ளது. வரைவுகளில் அவ்வாறு எழுதுதல் கூடாது. கொட்டை எழுத்துகளில் தனித்தே எழுதுதல் வேண்டும்.

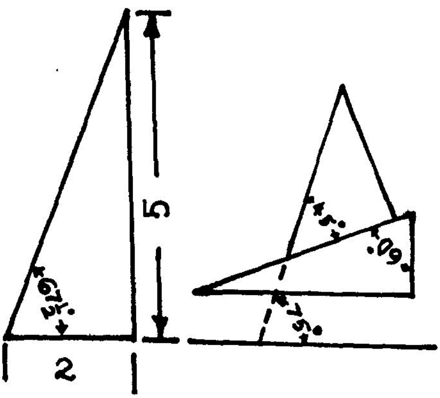
தமிழ் எழுத்துகள் ஒரே அளவினஅல்ல. மேற்கொம்பு, மேல்விலங்கு, கீழ்விலங்கு முதலாயன நிறைய உள. நான்கு கோடுகள் வரைந்துகொண்டு படம் 1இல் காட்டியவாறு வரைந்து பழகலாம்.



படம் 1

நடுக்கோட்டினிடையே இரண்டு அலகு உயரமும் மேற்கோடும், கீழ்க்கோடும் ஒவ்வொரு அலகு உயரத்திலும் வைத்துக்கொள்ளுதல் நல்லது.

எழுத்துகளை நேராய் எழுதுதல் முறை. எனினும், தோற்றத்தைக் கருதிச் சாய்த்து எழுதுதலும் உண்டு. நேர்வடிவில் நேர்கோடுகள், செங்குத்தாகவும் படுக்கைக்கோடுகள் கிடையாகவும் இழுக்கப்படும். வளைவுகள் இவற்றை இணைப்பதாகவோ, சுற்றி வருபவையாகவோ, வட்டத்தின் பகுதிகளாகவோ இருக்கும். சாய்வு எழுத்துகளின் உடல் ஓரளவு சாய்ந்திருக்கும் அச்சாய்வு பெரும்பாலும் வலப்பக்கமே இருக்கும். சாய்மானம் 65° முதல் 75° வரை உள்ள



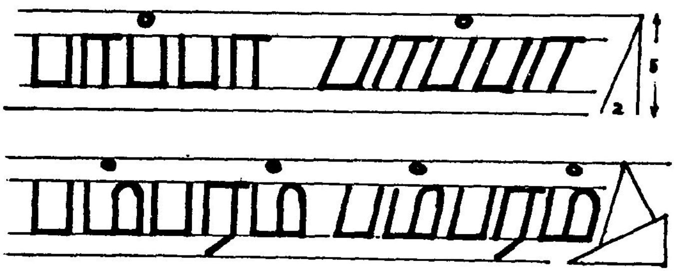
படம் 2

எழுத்துகளே அழகாய்க்காட்சி அளிக்கும். ஆங்கில எழுத்துகளுக்கு $67\frac{1}{2}$ பாகை சாய்மானமே பேரழகு எனக் கருதப்படுகிறது. 5 அலகு உயரத்திற்கு, 2 அலகு தள்ளி வரைந்தால் அச்சாய்வு கிடைக்கும்.

இதில் நெட்டுக்கோடுகள் மட்டுமே சாய்ந்திருக்கும். கிடைக்கோடுகள், கிடையாகவே இருக்கும். இந்தியத் செந்தர நிறுவனம் 75 பாகை சாய்வையே பரிந்துரை செய்கிறது. 30 பாகை முக்கோணியின்மேல் 45 பாகை முக்கோணியை வைத்து வரைந்தால் இச்சாய்வு கிடைக்கும்.

எழுத்துகள் அனைத்தும் நேர்க்கோடுகளாலோ, வளைவுக் கோடுகளாலோ இரண்டும் இணைந்தோ அமைந்திருக்கும். நேர்க்கோடுகள் எப்பொழுதும் ஒன்றனுக்கொன்று இணையாகவே இருக்கவேண்டும்.

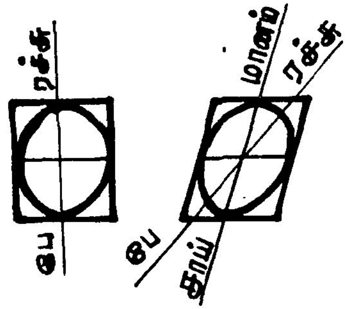
வளைவுக்கோடுகளுள் முதன்மையானது சுழியாகும். பெரும்பாலான எழுத்துகள் சுழியில் தொடங்குகின்றன. பிறவளைவுகள் நேர் கோடுகளை இணைக்கவும் இரண்டு சுழிகளை



படம் 3

இணைக்கவும் உதவுகின்றன. சுழி பெரும்பாலும் நீள்வட்ட வடிவிலோ, வட்ட வடிவிலோ இருக்கும். நேர்எழுத்துகளின் நீள் வட்டத்தின் பேரச்சுச் செங்குத்தாய் இருக்கும். சாய்வு எழுத்துகளில் பேரச்சுச் சாய்ந்திருக்கும். இதில் பேரச்சுச் சாய்வுக் கோட்டிற் படியாமல் சுமார் 45° பாகையில் இருக்கும்.

சுழி, நேர்க்கோடு, வளைவுக் கோடுகளைத் தனித்தனியே வரைந்து கொண்டு, அவற்றை இணைத்தெழுதிப் பழக வேண்டும். சுழிமீது கோடு இணையும்போது இணைப்பிடக் கோட்டின் பருமன் கூடிவிடாமல் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும்.



படம் 4

கைவாகு

ஒவ்வொருவர் பழக்கத்திற் கேற்ப, எழுதும்போதைய கைவாகு அமையும். இருப்பினும், சில பொது விதிகள் அனைவருக்கும் பொருந்தும்.

1. முன்னகை மேசையின்மீது படிந்திருக்க வேண்டும்.
2. பேனா அல்லது பென்சிலைத் திடமாகப் பிடித்திருக்க வேண்டும்; உறுதியாய் அன்று.
3. எழுதும்போது விரல்களை மட்டும் அசைப்பதைவிடக் கையையும் உடன் நகர்த்தல் நல்லது.
4. முன்னங்கை 75° முதல் 80° வரை சாய்ந்திருத்தல் நல்லது.

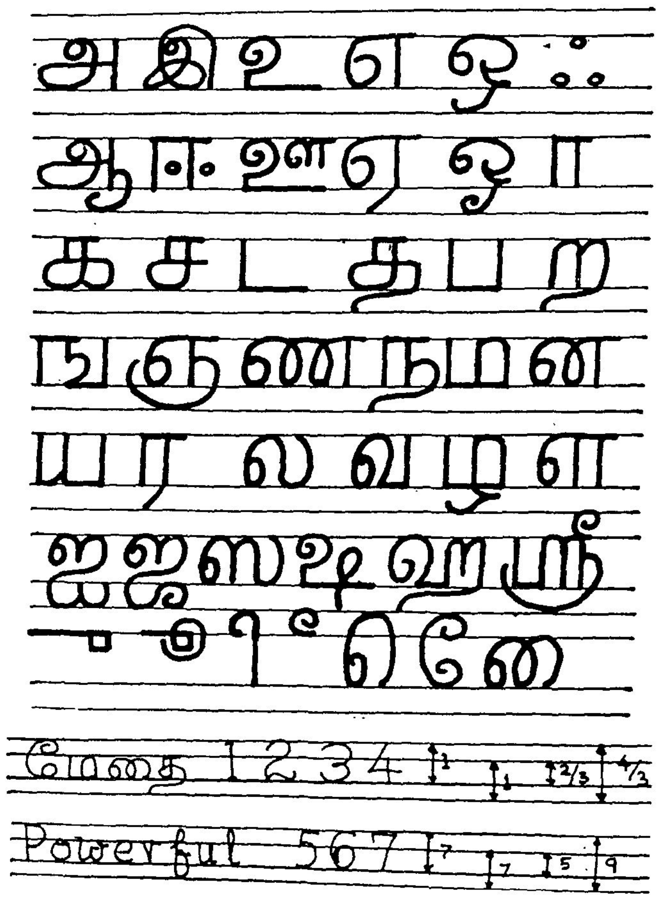
வடிவு

1. எழுத்துகளின் கோடுகள் அனைத்தும் ஒரே சீரான பருமனுடன் இருக்கலாம்.
2. கோடுகளின் தடிப்புச் சீராய் இல்லாமல் சன்னமாயும், தடிப்பாயும் இருக்கலாம். மேலே செல்பவை சன்னமாயும், கீழே இறங்குபவை தடிப்பாயும் இருக்கும்.
3. நளினங்கள் பல கொண்ட அழகு எழுத்துகளாயும் இருக்கலாம்.

அச்சுக்கலையில் மிகுதியாய் அலங்கார எழுத்துகள் பயன்படுகின்றன. புதிய நூல்கள் வாங்கிப் படிக்கும்போதும், சுவரொட்டிகள், துண்டறிவிப்புகள் காணும் போதும் அவற்றிலுள்ள எழுத்துகளை நன்கு அறிந்து வைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

எழுதும் திசை

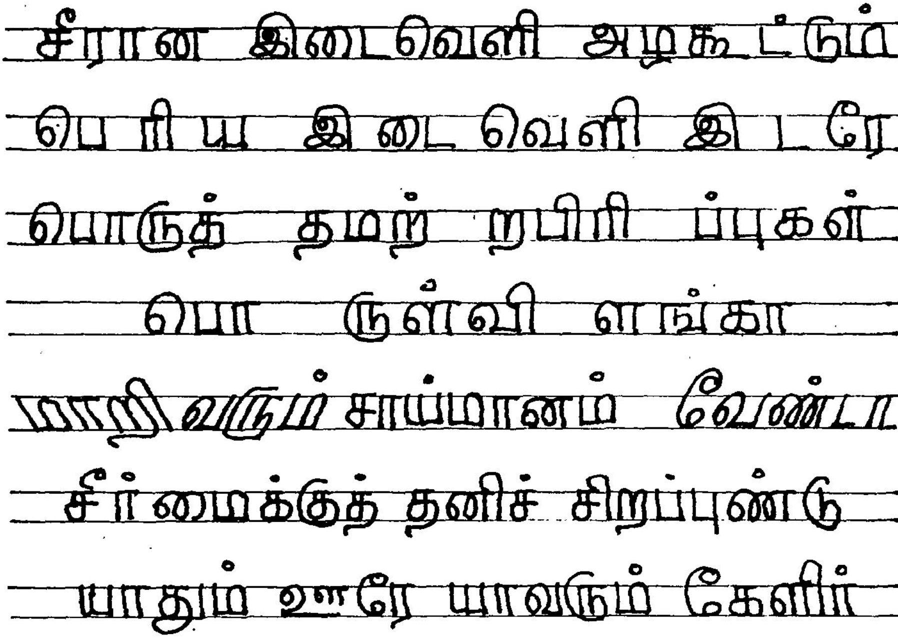
தமிழ் எழுத்துகளை வேகமாய் எழுதும்போது, ஒவ்வொரு எழுத்தையும் ஒருமுனையில் தொடங்கித் தொடர்ச்சியாய் மறுமுனையில் முடிக்கின்றோம். வரைதாளில் அவ்வாறு தொடர்ந்து எழுத வேண்டுவதில்லை. கோடுகளைத் தனித்தனியே வரைந்து இணைக்கலாம். பெரும்பாலும் மேலிருந்து கீழும், இடமிருந்து வலமும் இழுத்தல் எளிதாய் இருக்கும்.



படம் 5

எழுத்துச் சேர்க்கை

எழுத்துகள் இணைந்து சொற்களாகின்றன. சொற்கள் இணைந்து தொடர்களாய் அமைகின்றன. எழுத்துகளின் இடையேயும், சொற்களின் இடையேயும் விடும் இடைவெளிகள் சீராய் இருக்க வேண்டும். அச்சீர்மை கண்மதிப்பிற்கு ஏற்றதாய் இருந்தாற்போதும்; அளந்து வைக்க வேண்டுவதில்லை. எழுத்துகளின் உருவம், ஒன்றனுக்கொன்று மாறுபடும். அதனாலேயே பார்வைக்கு முதலிடம் தரப்படுகிறது. சீரான இடைவெளி படிப்பதற்கு எளிதாய் இருக்கும். சீரற்ற இடைவெளிகள் சேர்த்தும் பிரித்தும் படிக்கப் பேரிடர்தரும். அகன்ற இடைவெளி கண்ணை உறுத்தும்.

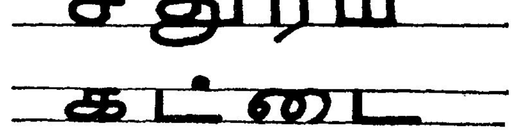


படம் 6

எழுத்துகளின் அகலத்தைவிட, உயரம் மிகுதியாய் இருந்தால், நெட்டை எழுத்தென்றும், குறைவாக இருந்தால் கட்டை எழுத்துகள் என்றும் கூறுவர். எழுத்துகளின் அகலமும் உயரமும் சமமாய் இருந்தால், அழகாய் இருக்கும்.

எழுத்துப் பொறிகள் (Stencils) பொத்தடை

எழுத்துகளின் கோடுகளை வரைதற்கேற்ற வகையில் துளைகளைக் கொண்ட தகடுகள், ஆங்கிலத்திற்கு மிகுதியாய் வந்துள்ளன. பொத்தல் கொண்ட அட்டை என்பதைச் சுருக்கிப் பொத்தடை என்பர். தேவைக்கேற்ற தமிழ் என்ற நூலில் தமிழ்ப் பொத்தடை



படம் 7

வடிவம் வெளியாகியுள்ளது. துளைத்தகடுகளின், கோட்டுத்துளைகளை நகர்த்தி, நகர்த்தி அவற்றின் இடையே வரையும் கோடுகளால் நிலைப்படுத்திய எழுத்துகளை எளிதாயும் விரைவாயும் எழுதலாம்.

அழகிய எழுத்துகள்

அழகிய எழுத்துகளுக்கு ஆறுவகை சீர்மை தேவை. அவை எடை, உருவம், வடிவம், சாய்வு, அளவு, இடைவெளி என்பன.

எண்ணும் எழுத்தும் அவற்றின் உயரத்தாலேயே அடையாளம் சொல்லப்படும், 8 மிமீ எழுத்து என்றால், எழுத்தின் உயரம் 8 மிமீ என்பது பொருள். வரைபடங்களில் இருக்க வேண்டிய எழுத்து அளவுகளை இந்தியச் செந்தர நிறுவனம், (B.I.S) பின்வருமாறு வரையறுத்துள்ளது.

1.	தலைமைத் தலைப்பு, வரைபட எண்	– 6, 8, 10, 12 மிமீ.
2.	துணைத் தலைப்பு	– 3, 4, 5, 6 மிமீ.
3.	விளக்கங்கள், குறிப்புகள், பட்டியல்கள், பொருட் பெயர்கள், அளவுகள்	– 2, 3, 4, 5 மிமீ.

எழுத்தின் அளவு என்பது f எழுத்தின் முழு உயரம் ஆகும். தமிழில் கி எழுத்தின் உய ரத்தை எடுத்துக் கொள்ளலாம். க ச ட ப ம ஆகியவை இவற்றில் 2/3 உயரம் இருக்கும். டே, செ முழு உயரம். எண்களை இதே உயர அளவில் எழுதலாம். ஆங்கிலத்தில் எண்களும் பெரிய எழுத்துகளும் முழுப் பங்கு இருக்கும்.

படங்களை ஒளிப்பட முறையில் (Photographic) சுருக்கி நகல் எடுக்கும்போது, எழுத்துகளின் அளவும் குறைந்துவிடும். அதனால் அதற்கேற்ப அசல் வரைவில் எழுத்துகள் பெரிய அளவில் இருக்க வேண்டும்.

வரைவின் அடியிலிருந்தோ வலப் பக்கத்திலிருந்தோ படிப்பதற்கு ஏற்றதாய் எழுத்துகள் இருக்க வேண்டும்.

(அ) எடைச்சீர்மை : எழுத்துகள், கோடுகள், ஆகியவற்றின் தடிப்பு எல்லா இடத்திலும் சீராய் இருக்க வேண்டும், பென்சிலை அடிக்கடி கூர்மைப்படுத்திக் கொண்டால் கோட்டின் தடிப்பு மாறாதிருக்கும். கறுப்பு மையினால் எழுதும் போது உயர்வகை பேனாக்களைப் பயன்படுத்த வேண்டும். மை குறையக் குறைய நிரப்பிக் கொள்ள வேண்டும். மை வரளும்வரை எழுதக்கூடாது.

(ஆ) உருவச்சீர்மை : ஒரே எழுத்துப் பலதடவை வருங்கால் அதன் உருவம் எல்லா இடங்களிலும் ஒரே மாதிரியாய் இருக்க வேண்டும். எழுத்துகளின் உருவங்களை நன்கறிந்து கொண்டு எழுதிப் பழகப் பழக உருவச் சீர்மை உருவாகும்.

(இ) வடிவச்சீர்மை : எழுத்துகளில், நெட்டை, கட்டை, ஒரே சீராய கோடுகளாலானவை, சன்னம், தடிப்புக் கோடுகள் கலந்தவை, அழகு வடிவம் கொண்டவை. இவற்றுள் எவற்றைத் தேர்ந்தெடுத்தாலும், ஒரே வரைதாளில் எல்லாம் ஒரேவடிவினவாய் இருக்க வேண்டும். அடிக்கடி வடிவினை மாற்றுதல் நன்றன்று.

(ஈ) சாய்வுச் சீர்மை : எழுத்துகள் நேராய் இருக்க வேண்டும். சாய்வு எழுத்தை தேர்ந்தெடுத்தால் சாய்வுத்தன்மை ஒரே அளவாய் இருக்க வேண்டும். தொடக்கத்தில் வழிகாட்டும் சாய்கோடுகள் வரைந்துகொண்டு எழுதிப் பழகலாம், பிறகு கண்ணோட்டதாலேயே சாய்வினை மதிப்பிட்டுக் கொள்ளலாம்.

(உ) அளவுச்சீர்மை : எழுத்துகளின் உயரம் ஒரே அளவினதாய் இருத்தல் மிகவும் இன்றியமையாதது. தொடக்கத்தில், நான்கு கோடுகள் வரைந்து கொண்டு, அச்சிட்டுப் பழக வேண்டும். பின்னர் நடுக்கோடுகள் இரண்டுடன் பழகலாம். இறுதியில் அடிக்கோடு ஒன்று மட்டும் வரைந்து கொண்டு எழுதலாம்.

(ஊ) இடைவெளிச் சீர்மை : எழுத்துகளைப் பிரிக்க இடையே அமையும் இடம் சமமாயும், எழுத்துகளின் அகலத்தைவிடச் சிறியதாயும் இருக்க வேண்டும். அதுபோலச் சொற்களின் இடையே அமையும் இடைவெளியும் சமமாய் இருக்க வேண்டும். இஃது எழுத்தின் அகலத்தைப்போல ஒன்று அல்லது இரண்டு மடங்கு இருக்கலாம். ஒரு படத்திற்கு அழகு சேர்ப்பது எழுத்துகளே, அதனால் அவற்றை மிக்க கவனம் செலுத்தி எழுதிப்பழக வேண்டும். சங்கிலி கோத்தாற் போல எழுதாமல், தனித்தனியே அச்சுப் போல எழுத வேண்டும். அதனாலேயே வரைபடத்து எழுத்துகளை **அச்செழுத்து** என்கிறோம்.

வரைதாள்கள்

இந்தியச் செந்தர நிறுவனம் வரைவியலுக்காக இரண்டு செந்தரங்களை உருவாக்கியிருந்தது.

1. பொதுப் பொறியியல் வரைவிற்குரிய நெறிமுறைகள் இசெ.696-1960
2. கட்டடங்கள், கட்டடக்கலை வரைவிற்குரிய நெறிமுறைகள் இசெ 962-1967 இவற்றுள் பல அனைத்துலகத் தரநிலைவுகளுக்கொப்ப (International Standards Organisation) வகுக்கப்பட்டுள்ளன. மாணவர் அவற்றை நன்கு கற்றுத் தேர்ந்து, தம் பிற்கால வாழ்க்கையிலும், தற்காலக் கல்வியிலும் பயன்படுத்துதல் நல்லது. தற்போது இசெ 696-1960 செந்தரச் சுவடியை விலக்கிக் கொண்டு **சிறப்பு வெளியீடு 46-1988 பொறியியலின் வரைவியல் -பள்ளி, கல்லூரிகளுக்கான நெறிமுறை**, வெளியிட்டுள்ளது.

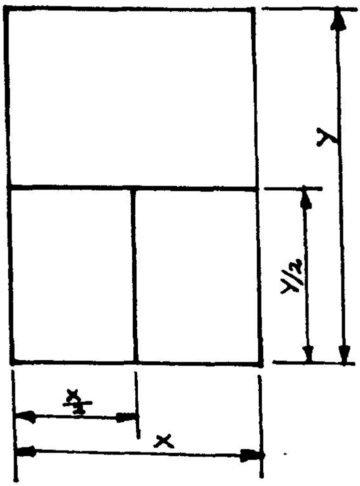
இந்நூலில் பழைய சுவடியின் தகவல்களும் புதிய சுவடிகளின் தகவல்களும் ஆங்காங்கு தரப்பட்டுள்ளன.

வரைதாள்கள்

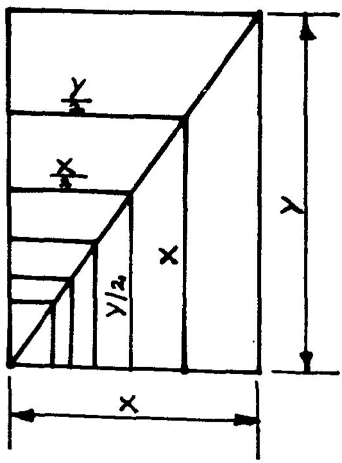
வரைதாள்கள் A_0, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, என ஆறு வகைளாய்ப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஓரங்கள் நறுக்கப்படுமுன் உள்ள நீள அகலங்களும், ஓரங்களை நறுக்கி ஒழுங்கு செய்யப்பட்டபின் உள்ள அளவுகளும் தரப்பட்டுள்ளன.

பெயர்	ஒழுங்கு செய்த பின் அளவுகள் மி.மீ.	ஒழுங்கு செய்யுமுன் அளவுகள் மி.மீ.
A_0	841 × 1189	880 × 1230
A_1	594 × 841	625 × 880
A_2	420 × 594	450 × 625
A_3	297 × 420	330 × 450
A_4	210 × 297	240 × 330
A_5	148 × 210	165 × 240

இவற்றுள் சில நெறிமுறைகள் உள.



படம் 8
பாதியாக்கலும் இரட்டத்தலும்



படம் 9
வடிவமைப்பு மாறாமை

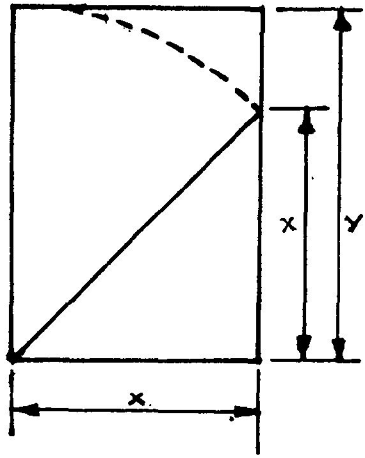
1. அடுத்தடுத்த அளவுள்ள தாள்கள் ஒழுங்காக, ஓரம் ஒழுங்காக நறுக்கிய பின்னர் இரட்டிப்பாக்கியோ, பாதியாக்கியோ, அமைக்கப்பட்டுள்ளது. சான்றாக A_2 தாளின் நீளம் 420 மிமீ அகலம் 504 மிமீ, அதற்கடுத்த அளவான A_3 தாளின் நீளம் 297 மிமீ, அகலம் 420 மிமீ, 420 மிமீ. ஓரம் மாறாதிருக்க அடுத்த ஓரம் பாதியாக்கப்பட்டுள்ளது.
2. அதனால் ஒன்றின் பரப்பு அதற்கு முந்திய தாளின் பரப்பிற் பாதியாய் இருக்கும்.

3. வரைதாளின் வடிவ அமைப்புகள் (FORMAT) மாறாமல் உள்ளன.

4. ஒவ்வொரு தாளின் அகலம் : நீளம் 1:1.414

5. A_0 தாளின் பரப்பு ஒரு சதுர மீட்டர்

ஆசிரியர் அனுபவம் : இந்தியச் செந்தர நிறுவனம் நிர்ணயித்துள்ள தாள் அளவுகளோடு, சில வகைப் புதிய தாள்கள் சேர்த்துக் கொள்வது நல்லது. தாள்கள் மடித்துக் கோப்பில் சேர்க்க வேண்டியுள்ளது. கோப்பின் உயரத்தை அகலமாக வைத்துக் கொண்டு, நெடுகக் கிழித்துக் கொண்டு, அதில் படம் வரையலாம். கோப்பில் தைக்கும் போது கிழியாது. A_4 அளவுக் கோப்பாயின் வரைதாளின் அகலம் 297 மி.மீ வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். நீளம் எவ்வளவு வேண்டுமானாலும் இருக்கலாம். விசிறி மடிப்பில், மடித்துக் கோப்பில் சேர்க்கலாம். புல்ஸ்கேப் தாள் கோப்பிற்கு அதற்கேற்ற அகலம் வைத்து வரை தாளைக் கிழித்துக் கொள்ளலாம். வரைதாளைக் கிழித்துக் கொண்ட பின்னர், உரிய ஓரவெளி விட்டுக் கொண்டு, படம் வரையத் தொடங்க வேண்டும்.



படம் 10
அகல நீள உறவு

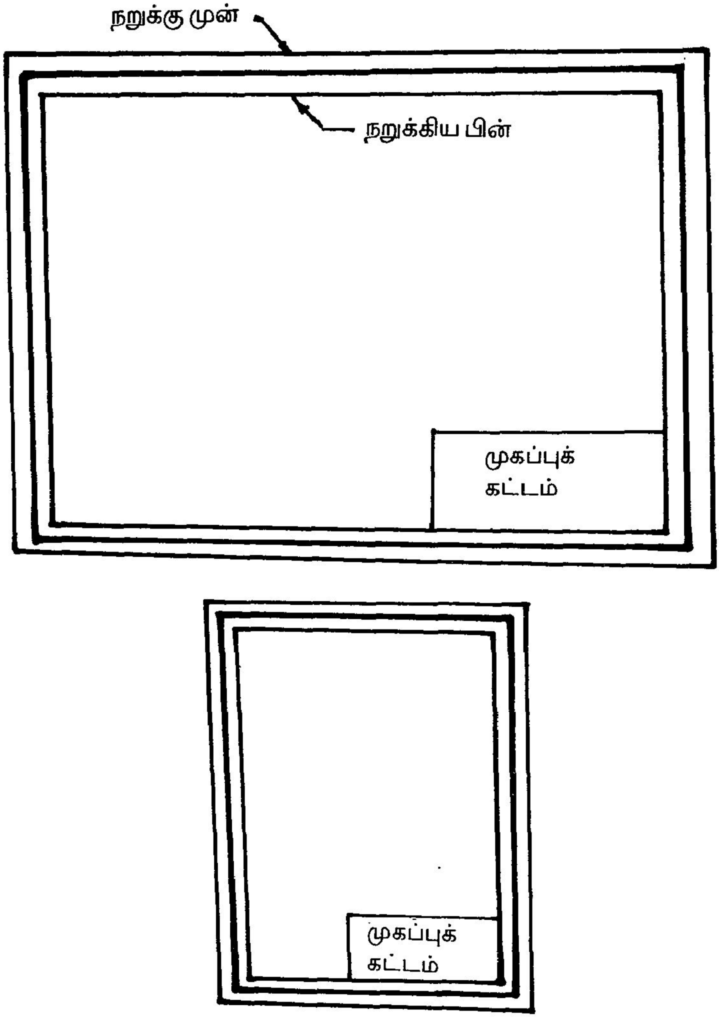
ஓர வெளிகள் (Margins) :

ஒவ்வொரு வரைதாளுக்கும் நான்கு ஓரங்களிலும் இடைவெளிவிட வேண்டும். அவைகளைப் பதினோன்றாம் படத்திற் காணலாம். நறுக்கிய முனையிலிருந்து 5 மிமீ ஓரவெளியும் மண்டலக் குறியீடு இடுவதற்காக 5 மிமீ ஓரவெளியும் ஆக 10 மிமீ விடலாம். கோப்புகளில் சேர்க்க வேண்டிய படங்களாய் இருந்தால், வலஓரத்தில் 20 மிமீ ஓரவெளி விடலாம், தேவையாயின் 40 மிமீ தள்ளி வரைதலும் உண்டு. வரைதாளைப் பல மண்டலங்களாகப் பிரித்துக் காணும் வழக்கமும் உள்ளது. மண்டலங்களை அடையாளம் காட்ட வலப் பக்கத்திலிருந்து இடப் பக்கமாக வளரும் எண்களாலும் (1,2,3..) கீழேயிருந்து மேலாக A,B,C என வளரும் ஆங்கில எழுத்துகளாலும், குறிக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு தாளுக்கும் எத்தனை மண்டலங்களாகப் பிரிக்கப்படுகிறதென்பதனைப் படத்துடன் அட்டவணை சேர்த்துக் காட்டவேண்டும்.

முகப்புக் கட்டம் : (Name Plate)

ஒவ்வொரு வரைதாளுக்கும் முகப்புக்கட்டம் இன்றியமையாதது. இது வலக் கீழ் முலையில் அமையும் வரைதாளை மடிக்கும்போது இம் முகப்புக் கட்டம் தெரிய வேண்டும். முகப்புக் கட்டத்தில் பின்வரும் தகவல்களை எழுதப் போதிய இடவசதி இருக்க வேண்டும்.

1. திட்டத்தின் பெயர் அல்லது வரைபடத்தின் பெயர் (சுருக்கமாக).



படம் 11

2. வரைபடத்தின் எண்.

3. சுருக்களவு அல்லது சுருக்களவுகளின் பெயர். தேவையானால் படத்தின் மூலம் சுருக்களவு. (Graphical Scale)

4. முதற்கோண வீழமா, மூன்றாம் கோண வீழமா எனக்காட்டும் அடையாளம்.

5. மொத்த வரைதாள்களின் எண்ணிக்கையும், அவற்றுள் இஃது எத்தனையாவது என்ற குறிப்பும்.

6. துறை, அலுவலகம் அல்லது தொழிற்சாலை அதன் பார்வை எண்.

7. வடிவமைப்பவர், வரைபவர், சோதனை செய்பவர், படிவரைபவர், முதலாயவர் நாளுடன் கூடிய சுருக்கொப்பம்.

8. ஏற்பு அளிப்பவர் ஒப்பம்.

9. திருத்தங்களைக் குறிக்கும் தகவல்.

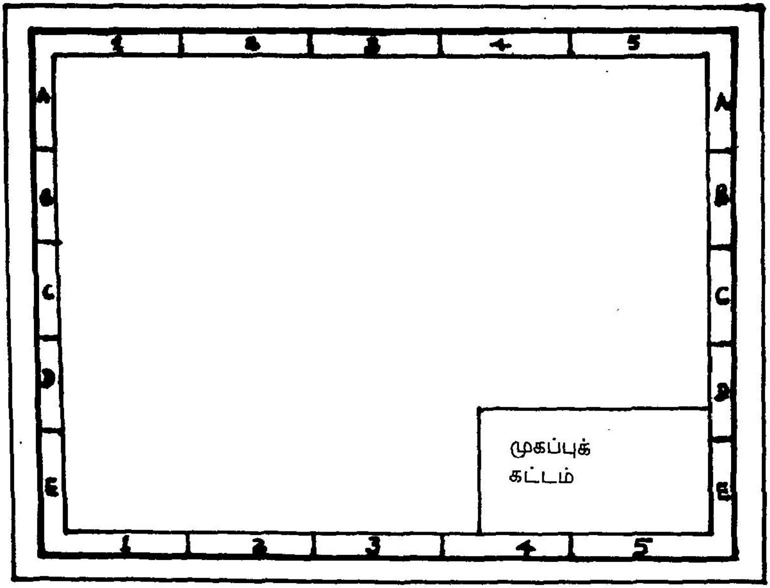
A_0, A_1, A_2, A_3, தாள்களுக்கு முகப்புக்கட்டத்தின் அளவு 150 × 50 மிமீ. A_4 தாளில் முகப்புக் கட்டமும், திருத்தப்பட்டியும் அதன் முழு அகலத்திலும் இருக்கலாம். A_5 தாளுக்கு, 185 × 42 மிமீ, 123 × 50 மிமீ ஆகிய அளவுகளில் முகப்புக் கட்டம் இருக்கலாம்.

முகப்புக் கட்டத்தை அமைப்பது அவரவர் விருப்பமேயாயினும், வேண்டிய முதன்மைத் தகவல்களை உடனே கண்டுபிடிக்குமளவு தெளிவாய் இருக்க வேண்டும். வரைபடங்களைப் பேரளவு கையாளும் நிறுவனங்களில் நிலைவு செய்தவாறு வரைதாள்களை வெட்டி வைத்துக் கொள்வதோடு அவற்றின் முகப்புக் கட்டங்களையும், எல்லைக் கோடுகளையும் அச்சடித்து வைத்துக்கொண்டு அவ்வப்போது மையில் தோய்த்துக் குறித்துக் கொள்ளலாம்.

திருத்தங்கள் : அவ்வப்போது உற்பத்திப் பொருள்களின் அளவுகள், அனுபவத்தை ஒட்டி மாறக்கூடும். அத்தகைய மாற்றங்களை வரைபடத்தில் உடனே குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். வரைபடத்தின் திருத்தம், திருத்தப்பட்டியில், திருத்த எண் (தி.எண்), நாள் அமைபும். மண்டலம், திருத்தம் பற்றிய சுருக்கமான குறிப்பு, திருத்தத்தை ஏற்பவரின் சுருக்கொப்பம் முதலியவற்றிற்கு இடம் இருக்க வேண்டும். திருத்தப்பட்டி கீழிலிருந்து மேலேயோ மேலிருந்து கீழேயோ இருக்கலாம். திருத்தங்கள் மிகுதியாய் வருமென எதிர்பார்க்கும்போது இம்முறை சிறந்ததாகும்.

தாளுக்கு எண் இடல் : ஒரு திட்டத்திற்கு, ஒன்றனுக்கு மேற்பட்ட வரைதாள்கள் வரக்கூடிய இடங்களில், ஒவ்வொரு தாளுக்கும் வரிசையாய் எண் கொடுக்க வேண்டும். அத்திட்டத்திற்கு மொத்தம் எத்தனை எண்ணம் (NUMBER) படங்கள் உளவோ அவற்றுள் இத்தனையாவது எனக் குறிப்பிடுதல் நல்லது.

எடுத்துக்காட்டு : 23இல் 4 ஆம் தாள் என்பதனை 4/23 என்று தாளின் மேல் மூலையில் எழுதலாம்.



படம் 12 மண்டலம் பிரித்தல்

கூடுதல் தகவல்கள் : தானே எல்லா விவரங்களையும் தருமாறு ஒரு வரைபடம் இருத்தல் வேண்டும். அதனால், கீழ்க்காணும் தகவல்களுள் எவற்றைத் தரமுடியுமோ, அவற்றை எல்லாம் தருதல் நல்லது.

1. பணியின் பெயர் அல்லது ஆணை எண்
2. பொருள்களின் பட்டியல்
3. முடிவின் குறிப்பு (Finish)
4. இயந்திரங்களின் பயன்பாடு பற்றிய வழிகாட்டும் குறிப்புகள்.
5. தனித்தனியாகச் சொல்லாத இடங்களில் ஏற்றத்தாழ்வு அளவுகள்
6. பயன்படுத்த வேண்டிய கருவிகள்
7. அதனதன் தனித்தன்மைக்கேற்ப, ஒவ்வொரு நிறுவனமும் ஏதேனும் கூடுதல் செய்தி தரலாம்.
8. பல்வேறு உதிரி உறுப்புகள் பற்றிய வரைபடங்களாய் இருந்தால், முதற் படத்தில் அவற்றின் கூட்டமைப்புப் பற்றிய வழி காட்டிப்படம் வரைந்து கொள்ளலாம்.

9. கட்டடக்கலை வரைபடங்களில், வடக்குத் திசையைக் காட்ட வேண்டும். அதனைத் தாளின் வலமேல் மூலையில் குறிப்பிடலாம்.

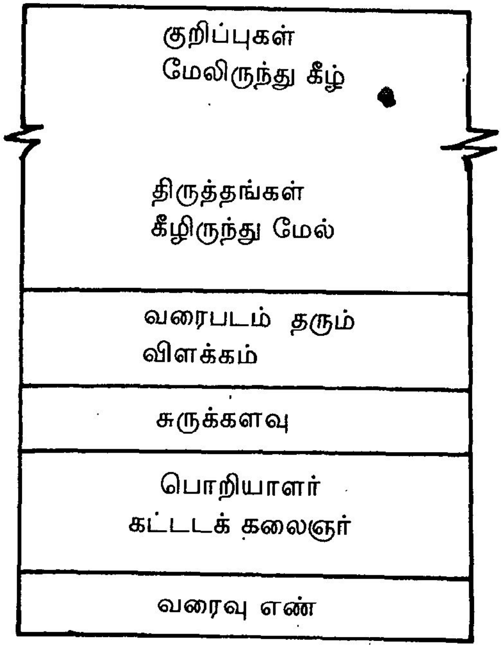
அறிமேடை விவரம். (Reference to Bench Mark) இந்தியப் பேரளவுத் துறையின் அளவுத் தாளெண், முதலியவற்றை மேல் ஓரக்கோட்டின் கீழ் நடுவிற் குறிக்கலாம்.

கட்டடக் கலைக்குரிய வரைபடம் ஒன்றன் முகப்புக் கட்டத்தை படம் 13ல் காணலாம்.

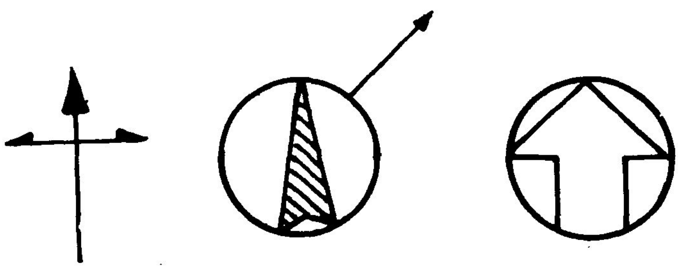
சிலவகை வடக்குத் திசைக் குறிகள், படம் 14ல் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன.

மடித்தல்

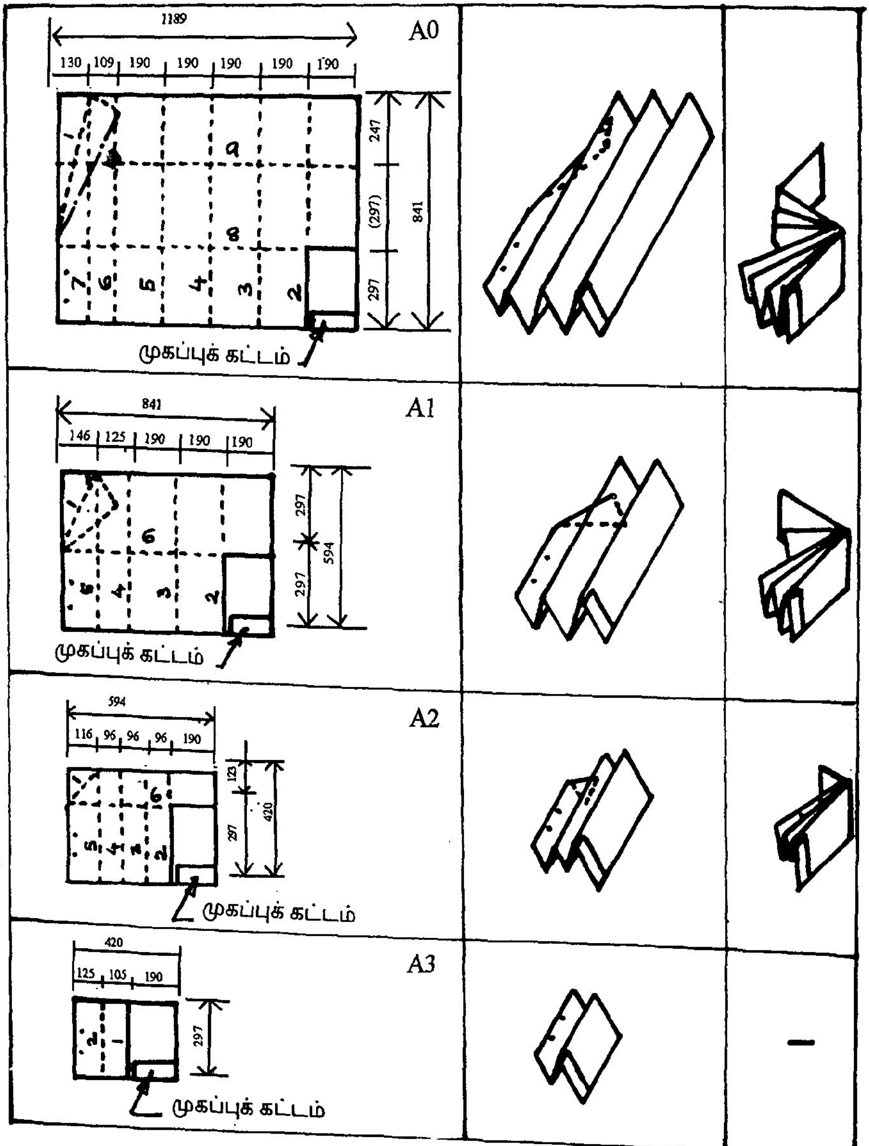
வரைபடங்களை மடித்து வைப்பதிலும் தனிக்கவனம் செலுத்த வேண்டும். 15, 16, 17ஆம் படங்களில் மடிக்கும் முறை காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 13

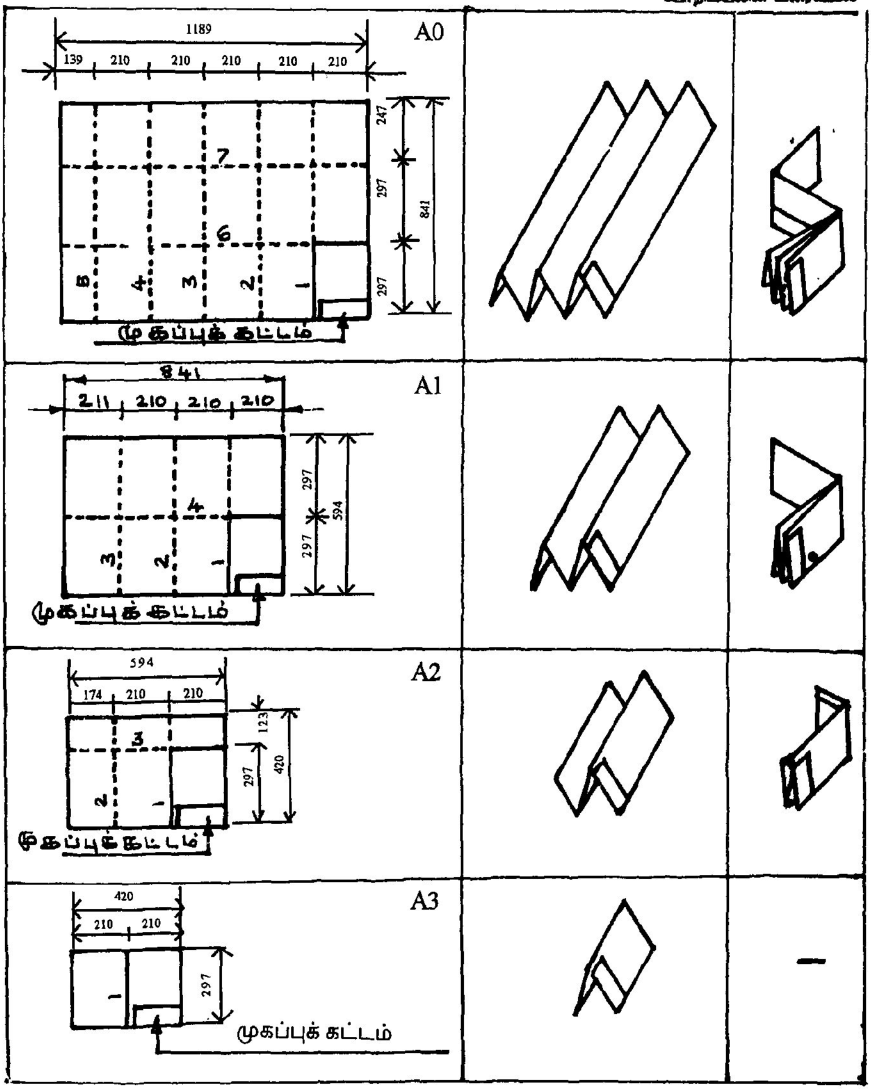


படம் 14 வடதிசைக் குறிகள்



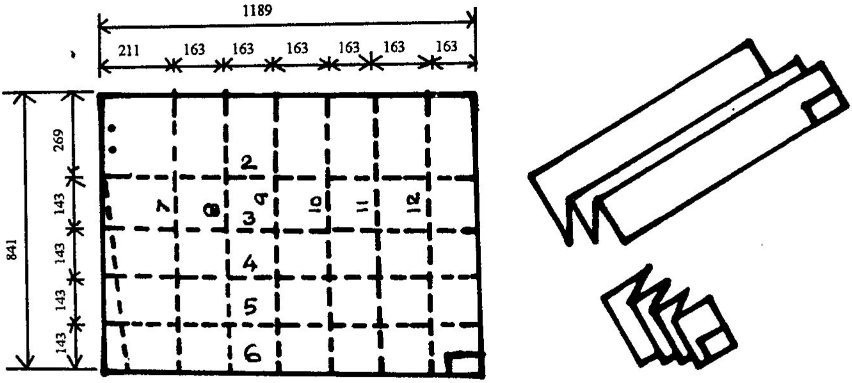
படம் 15

கோப்பில் வைத்திட வரைப்படத் தாள் மடிக்கும் முறை - I



படம் 16

அலமாரியில் வைத்திட வரைப்படத் தாள் மடிக்கும் முறை



படம் 17

கோப்பில் வைப்பதற்கு வரைப்படத் தாள் மடிக்கும் முறை - II

இதன் சிறப்பியல்புகள்

1. கோப்பிலிருக்கும் போதோ, அறைகளில் இருக்கும்போதோ பிரிக்காமலேயே அடையாளம் காணும் பொருட்டு முகப்புக் கட்டம் மேலே தெரியுமாறு அமைக்கப்படுகிறது.

2. மடித்துள்ள வரைபடத்தின் இட மேல் மூலையை ஒருகையாலும், முகப்புக் கட்டம் உள்ள வலக் கீழ் மூலையை ஒருகையாலும் பிடித்து இழுத்தால், படம் முழுக்க விரிந்து கொள்ளும் விசிறி மடிப்பாக அமைப்பதால் இஃது எளிதாகிறது.

3. அலுவலகக் கோப்புகளிற் பதிவதற்கு வசதியாய் எவ்வளவு பெரிய வரைபடமாய் இருந்தாலும், மடித்தபின் இறுதி அளவு 297 × 210 மிமீ ஆகிறது.

4. கோப்புகளில் இருக்கும் போது, வரைதாளைக் அக்கோப்பிலிருந்து நீக்காமலே, பிரிக்கவும், மடிக்கவும் இயல்கின்றது. முதலில் செங்குத்து மடிப்புகளும், பின்னர் கிடைமட்ட மடிப்புகளும் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. மடிப்புகளின் வரிசை முறையையும் 15, 16ஆம் படங்களில் காண்க. இதற்கு மாறாகத் தமிழகத்தில் கையாளப்படும் முறை 17ஆம் படத்தில் குறிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

சுருக்களவு : பொருள்களின் படங்களை வரைதற்குத் தகுதியான சுருக்களவினைத் (Scale) தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். வரைதாளின் பரப்பினைப் பொறுத்துச் சுருக்களவு இருக்கும். வரைபடங்களிலிருந்து பொருள்களின் அளவுகளை அளந்து எடுத்துக்

கொள்ளுதல் சரியன்று. அவ்வாறு அளந்து தெரிந்து கொள்ள வேண்டிய வேலைகளில் ஏறத்தாழ நீளத்தில் 0.5 மி.மீ நீளத்தை எடுத்துக் கொள்ளல் நலம். 1:2500 சுருக்களவென்றால் 0.5 மி.மீ தூரமே 1250 மி.மீ ஆகிவிடும், அளவுகளை எப்பொழுதுமே எழுதிவிடுதல் நல்ல முறையாகும்.

வரைபடங்கள் சிலவேளைகளில் சுருங்கி விடும். அதனால் சுருக்களவினைப் படமாக வரைந்து காட்ட வேண்டும். அதனைப் படவழிச் சுருக்களவு என்பர் (Graphic Scale) 18ஆம் படத்தில் படவழிச் சுருக்களவு ஒன்றனைக் காணலாம்.

சுருக்களவு 1 : 100

படம் 18 படவழிச் சுருக்களவு

முகப்புக் கட்டத்தில் சுருக்களவைக் குறிப்பிட வேண்டும். ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட சுருக்களவு பயன்படுத்தப்பட்டால், அவை எல்லாம் குறிப்பிடப்பட வேண்டும். சுருக்களவு குறிப்பிடும் வகைகள் சிலவற்றைக் காணலாம்.

சுருக்களவு	1:1
சுருக்களவு	2:1
சுருக்களவு	1:50
சுருக்களவு	1:50
சுருக்களவு	10:1

பலவகை வரைபடங்களுக்குப் பயன்படும் சுருக்களவுகள்

அ) பொறியாளர் சுருக்களவுகள்

1. முழுச் சுருக்களவு 1:1
2. குறைக்கும் சுருக்களவுகள்

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

3. பெருக்கும் சுருக்களவுகள்

10:1
5:1
2:1

ஆ) கட்டடக்கலை வரைவளவுகள்

1. 1:1
2. 1:5
3. 1:10
4. 1:20
5. 1:50
6. 1:100
7. 1:200
8. 1:500
9. 1:1000

இ) சாலைகள், பாலங்கள், இருப்புப் பாதைகள்.

1:1
1:5
1:10
1:20
1:50
1:100
1:200
1:500
1:1000
1:2000

ஈ) அளவுப் படங்கள் (Survey Plan): புவியியல் நிலப்படங்கள்

வரைபடங்கள்			சார்புப் பின்னம்
1 செமீ	=	160 கிமீ	$\frac{1}{16,000,000}$
1 செமீ	=	120 கிமீ	$\frac{1}{12,000,000}$
1 செமீ	=	80 கிமீ	$\frac{1}{8,000,000}$
1 செமீ	=	40 கிமீ	$\frac{1}{4,000,000}$

1 செமீ	=	35 கிமீ	$\frac{1}{3,500,000}$
1 செமீ	=	25 கிமீ	$\frac{1}{2,500,000}$
1 செமீ	=	20 கிமீ	$\frac{1}{2,000,000}$
1 செமீ	=	10 கிமீ	$\frac{1}{1,000,000}$
1 செமீ	=	5 கிமீ	$\frac{1}{500,000}$

வட்டார நிலப்படங்கள்

1 செமீ	=	2.5 கிமீ	$\frac{1}{250,000}$
1 செமீ	=	1 கிமீ	$\frac{1}{100,000}$
1 செமீ	=	0.5 கிமீ	$\frac{1}{50,000}$
1 செமீ	=	0.25 கிமீ	$\frac{1}{25,000}$

காடுகளின் படங்கள் 1:25000 அளவிலும் அதில் 10மீ சமஉயரிகளும் வரையப்படும். மண்வெட்டுப் படங்களின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் நீள வாக்கில் ஒரு சுருக்களவிலும் குறுக்குவெட்டு ஒரு சுருக்களவிலும் வரையலாம்.

கோடுகள் : வரைபடங்கள் அனைத்தும் கோடுகளால் ஆனவை. எல்லாக் கோடுகளும் நெருக்கமாகவும், தெளிவாகவும், கறுப்பாகவும் இருக்க வேண்டும். அப்போது தான் அவற்றின் படிகள் (Copies) தெளிவாய் இருக்கும். மிகச் சன்னமான கோடு 0.20 மிமீ கனம். 0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.45, 0.50, 0.60, 0.80, 1.00, 1.30 மிமீ கனங்களிலும் கோடுகள் வரையலாம்.

ஏ. தந்தி, தொலைபேசி, மின் கடத்தல் போன்ற மேனிலைக் கம்பிகள்.

ஒ. மேற்படி (Ditto) கோடுகள்.

பேனாவால் கோடுகள் வரையும் போது கோட்டின் கனத்தைக் கூட்டவும் குறைக்கவும் வழி உண்டு. பென்சிலில் வரையும்போது அவ்வாய்ப்பு இல்லை. அதனாலும் விழிப்பாயும் பொறுமையாயும் கோடுகளை வரைய வேண்டும்.

பென்சில்களுள் 3H, 2H, H, HB, B1, B2 எனப் பலவகைகள் உள. B1, B2 பென்சில்களை ஓவியர் பயன்படுத்துவர். அவை மிகவும் கருப்பாய் இருக்கும். வரைவுகளில் எழுத்துகளை எழுத HB பென்சில் பயன்படும். படத்தின் ஓரக் கோடுகளை வரைய H பென்சிலும் அதைவிடச் சன்னமான பிற கோடுகள் வரைய 2H, 3H பென்சில்களும் பயன்படுகின்றன.

படங்களை ஒளிப்பட (Photo) முறையில் சுருக்குவதாய் இருந்தால் கோடுகளைக் கனமாய் இட வேண்டும்.

Line	Description	General applications See figure **20** and other relevant figures
A	Continuous thick	A1 Visible outlines A2 Visible edges
B	Continuous thin (straight or curved)	B1 Imaginary lines of intersection B2 Dimension lines B3 Projection lines B4 Leader lines B5 Hatching B6 Outlines of revolved sections in place B7 Short centre lines
C	Continuous thin freehand[2]	C1 Limits of partial or interrupted views and sections, *if the limit is not a chain thin*
D[1]	Continuous thin (straight) with zigzags	D1 line (see figures 53 and 54)
E	Dashed thick[2]	E1 Hidden outlines E2 Hidden edges
F	Dashed thin	F1 Hidden outlines F2 Hidden edges
G	Chain thin	G1 Centre lines G2 Lines of symmetry G3 Trajectories
H	Chain thin, thick at ends and changes of direction	H1 Cutting planes
J	Chain thick	J1 Indication of lines or surfaces to which a special requirement applies
K	Chain thin double-dashed	K1 Outlines of adjacent parts K2 Alternative and extreme positions of movable parts K3 Centroidal lines K4 Initial outlines prior to forming (see figure 58) K5 Parts situated in front of the cutting plane (see figure 48)

1) This type of line is suited for production of drawings by machines.

2) Although two alternatives are available, it is recommended that on any one drawing, only one type of line be used.

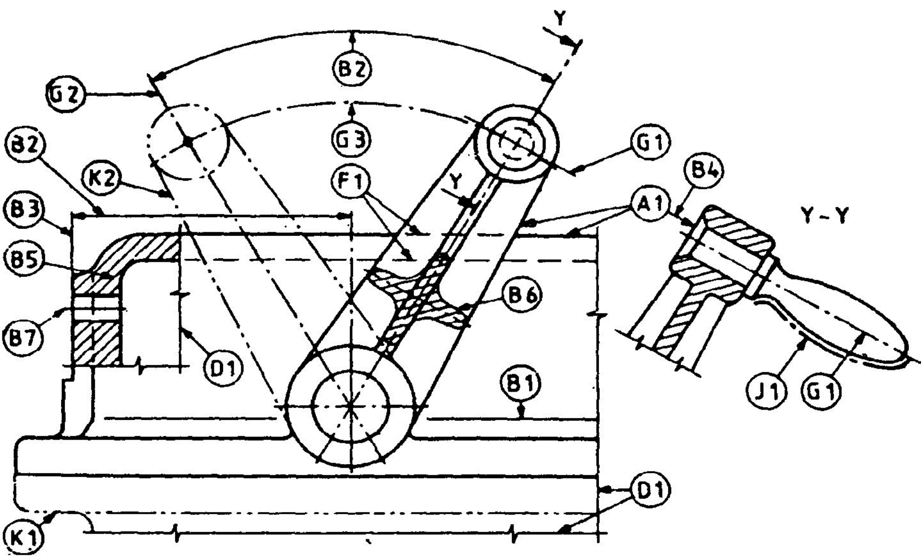
படம் : 19 நன்றி : SP : 46-1988

அளவு குறித்தல் : வரை படங்களில் அவற்றின் தோற்றத்தை அனுமானிக்கலாம், ஆனால், அவற்றின் அளவுகளை அறியவியலாது. அதனால் எல்லா அளவுகளையும் வீழுங்களின் அருகில் எழுதியே ஆக வேண்டும்.

அளவுகளை எழுதுவதற்குச் சில மரபுகள் கையாளப்படுகின்றன. அவற்றை நினைவில் வைத்துக் கொண்டு பிழையின்றி எழுதிவர வேண்டும். இந்நூலில் உள்ள எல்லாப் படங்களிலும் அளவுகள் எழுதும் முறை சரியாகக் கையாளப்பட்டுள்ளன என்று கூற இயலாது. ஆனால், கீழ்க் கூறுபவற்றை நினைவில் வைத்துக் கொள்ள வேண்டுவது இன்றியமையாதது.

தொழிற்சாலைகளில் பணியாற்றும் ஊழியர் வரைபடத்தைப் பார்த்ததும் அறியுமாறு அளவுகள் இருத்தல் வேண்டும். அவைகளைத் தேடுமாறு இருத்தல் கூடாது. ஓரங்களின் நீளங்கள் நேரடியாய் அறிந்து கொள்ளுமாறு இருத்தல் வேண்டும். பல அளவுகளைக் கூட்டி அறியுமாறு இருத்தல் கூடாது. உற்பத்திக்குத் தேவையில்லாத அளவுகளைத் தரவேண்டுவதில்லை.

அ) அளவு குறிப்பிடும் நுட்பங்கள் : பொதுவியல், இயந்திரவியல், மின்னியல் முதலாய அனைத்துப் பிரிவுகளையும் அளவிடும் நுட்பங்கள் பொதுவானவை-வரைபடங்களின் கவனம் செலுத்தப்பட வேண்டியவை. அளவு காட்டும் கோடுகளின் வகை, கனம், அளவு கோட்டின் முனையிலிருக்கும் அம்புகளின் நீளம், பரிமானம், எண்களின் பரிமானம், அமைவு, இவைகளை அளவுக் கோட்டில் பொருத்துமிடம் செமீ, மிமீ பாகை/மீட்டர் போன்ற அலகுகள் குறிப்பிடத்தக்கன.



படம் : 20

ஆ) அளவுகளின் அமைவு வரைதலில் அளவுகள் எவ்வாறு இருக்க வேண்டுமென அறிதல் வேண்டும். அளவுகள் எந்தெந்த இடத்தில் இருக்க வேண்டுமெனத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். குறிப்பாகத் தொழிலாளர் குறிப்பிட்ட சில இடங்களில் அளவுகளைத் தேடுவர். அவ்விடங்களில் அளவு சுட்டாயம் இருக்க வேண்டும்.

இ) எந்தெந்த அளவுகள் : உற்பத்திப் பொருளின் தன்மையைப் பொறுத்து வரைபடத்தில் தர வேண்டிய அளவுகள் வரையறுக்கப்படும். அவை குறிப்பாய் பொருள்களின் பல்வேறு பாகங்கள் கிளைகள், அழுத்தங்கள் முளைகள், சுவர்கள், . தூண்கள், போன்றன. அவை எங்கெங்கே அமைந்துள்ளன என்பதனையும் குறிக்கவேண்டும்.

நுட்பங்கள் :

1. அளவு குறித்தலின் நுட்பங்களை அறியுமுன் அவற்றில் பயன்படும் சொற்களை அறிய வேண்டும்.

   (அ) அளவுக்கோடு (Measurement Line) முனைகளில் அம்புக் குறிகளுடன், இடையில் அளவு எழுதிய கோடாகும்.

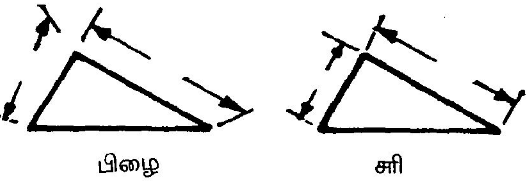
   (ஆ) நீட்சிக் கோடு (Extension Line) பொருளின் கோடுகளை நீட்டினாற்போல அமைந்துள்ள கோடாகும்.

   இ) சுட்டுகோடு (Leaders) செய்மையில் உள்ள பகுதியைச் சுட்டுவன.

2. அளவுக்கோடுகள், நீட்சிக் கோடுகள், சுட்டுக் கோடுகள் அனைத்தும் கறுப்புப் பென்சிலால் சன்னமாய் எழுதப்பட்டிருக்க வேண்டும். வரைதாளில் உள்ள கோடுகளுள் மிகச் சன்னமானவை இவை. வீழுங்களின் கோடுகளை நன்கு அறியுமளவு வேறுபாடு இருத்தல் வேண்டும். படம் 24இல் இதை காண்க. H பென்சிலை இதற்குப் பயன்படுத்தலாம். வீழுங்களை வரைய H பென்சிலையும் எழுத்துகளை அச்சிட HB பென்சிலையும் சாதாரணமாய்ப் பயன்படுத்தலாம்.

3. நீட்சிக் கோடுகள், பொருளின் முனையைத் தொடக்கூடாது. சுமார் 2 மிமீ, இடைவெளி இருக்க வேண்டும். அளவுக் கோட்டின் எல்லைகளை வரையறுப்பன இந் நீட்சிக் கோடுகளே. நீட்சிக் கோடுகள் அளவுக் கோட்டின் முனைக்கு மேலாய் சுமார் 2 மிமீ இடைவெளி இருக்க வேண்டும். அளவுக் கோட்டின் எல்லைகளை வரையறுப்பன இந்நீட்சிக்கோடுகளே. நீட்சிக் கோடுகள் அளவுக் கோட்டின் முனைக்கு மேலாய்ச் சுமார் 3 மிமீ வரை நீண்டிருத்தல் நல்லது. அஃது அளவுக் கோட்டிற்குச் செங்குத்தாய் இருக்க வேண்டும்.

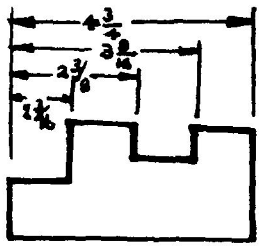
4. நீட்சிக் கோடுகள் பொருளின் கோடுகளின் குறுக்கே சென்றால் அவற்றைக் கெட்டிக் கோடுகளாக வரைய வேண்டும். அதேபோல நீட்சிக் கோடுகள் ஒன்றையொன்று வெட்டும்போதும் அவற்றைக் கெட்டிக் கோடுகளாகவே வரைதல் வேண்டும். வெட்டுமிடங்களில் இடைவெளி விடக்கூடாது.



படம் 21

5. பொதுவாய் இயந்திரவியல் வரைவுகளில் அளவுக் கோட்டின் நடுவில் இடைவெளி விட்டு, அங்கு அளவு எண்கள் எழுதப் படுதலுண்டு. இம்முறை, கட்டடக் கலை, பொதுவியல், இரும்பு உத்திரங்கள் வரைவு போன்றவற்றில் பின்பற்றப் படுவதில்லை. அப் பகுதிகளில் எல்லாம் அளவுக் கோடுகளின் இடையில் இடைவெளி விடாமல், கோடுகளின் மேலேயே எழுதப்படுகின்றன.

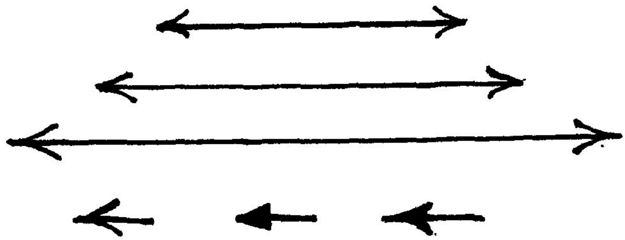
6. அடுத்தடுத்துப் பல அளவுக்கோடுகள் வரைய வேண்டியிருந்தால், அவற்றைச் சற்றுத் தள்ளித் தள்ளி (Offset) வரைதல் வழக்கம். அவற்றுக் கேற்ப நீட்சிக் கோடுகளின் நீளங்களும் மாறுபடும்.



படம் 22

7. அம்புக் குறிகள் அளவுக் கோட்டின் இரு முனைகளிலும் இடப்படுகின்றன. அம்புகளின் நீளம் அகலத்தைப் போல மூன்று பங்கு வைக்கலாம். அம்புகள் திறந்தோ, மூடியோ இருக்கலாம். ஒரு படத்திலேயே அம்புகள் பெரியனவாகவோ, சிறியனவாகவோ, இருக்கலாம். ஆனால் இரு முனைகளும் ஒரே மாதிரியாய் இருத்தல் வேண்டும். மிக நீளமாக கோட்டிற்குப் பெரிய அம்பும், நீளம் குறையக் குறைய சிறிய அம்புகளும் போடலாம்.

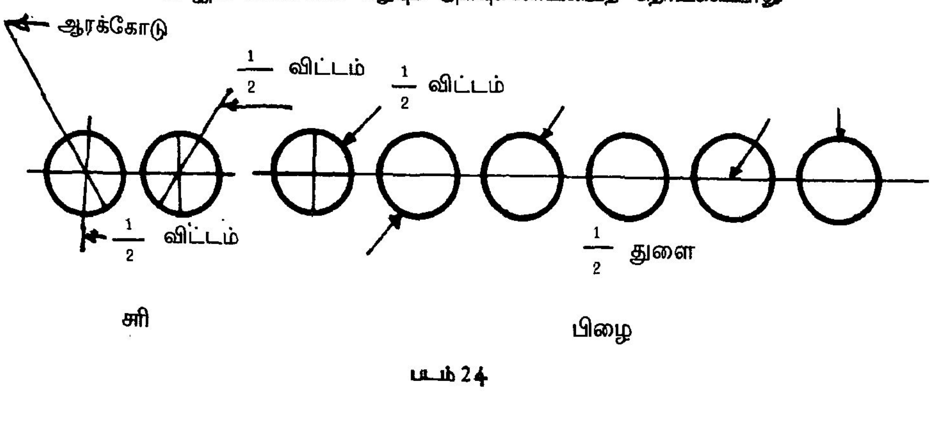
8. சுட்டுக் கோடுகளை நேர் ஓரமுள்ள கருவியால் வரைய வேண்டும். அதன் முனையைக் கிடைமட்டமாய்த் திருப்பிவிட வேண்டும். அதனை ஒட்டி வரும் விளக்க எழுத்துகளின் மத்தியில் இக்கிடைக்கோடு இருக்க வேண்டும். கிடை, செங்குத்துத் தவிர வேறு எக்கோணம் வேண்டுமானாலும் இருக்கலாம். விட்டங்களைக் காட்டும் சுட்டுக் கோடுகள் பெரும்பாலும் 60° பாகையில் இருக்க வேண்டும். அதனை ஒட்டிவரும் விளக்க எழுத்துகளின் மத்தியில் இரு கிடைக்கோடு இருக்க வேண்டும். கிடைக் கோடுகளைச் சுட்டும் கோடுகள் 30° பாகையில் இருக்க வேண்டும். அடுத்தடுத்துப் பல சுட்டிகள் வரும்போது அவை ஒன்றற்கொன்று இணையாய் இருக்க வேண்டும். சிறு



படம் 23 அளவு காட்டும் அம்புகள்

வட்டங்களின் விட்டங்களைக் குறிக்கச் சுட்டிகள் வட்டத்தைத் தொட்டுக் கொண்டிருந்தாற் போதும், அவை வட்ட மையத்தின் வழியாய்ச் செல்ல வேண்டுவதில்லை; ஆனால், நீட்டினால் மையத்தின் வழியே செல்லுமாறு இருக்க வேண்டும். வட்டத் துளையை, அதன் விட்டத்தால் குறிக்கலாம்.

9. அளவுக் கோடுகளின் நடுவில் எண்களை வரைகையில், சரியாக மையப்படுத்திக் கோட்டின் மேலும், கீழும் சமமாய் எழுத வேண்டும். பின்னங்களின் நடுக்கோடு அளவுக் கோட்டிற்கு நேராய் இருக்க வேண்டும், அளவுக்கோட்டின் பகுதியாய் இருத்தல் கூடாது. இது கிடைமட்டமாய்த்தான் இருக்க வேண்டும். சாய்வாய் இருத்தல் கூடாது. கோடே இல்லாமலும் இருத்தல் கூடாது. பின்னத்தின் உயரம், முழு எண்ணின் உயரத்தைப் போல ஒன்றரை மடங்கு முதல் இரண்டு மடங்கு வரை இருக்கலாம். எண்ணோ, இடைக்கோடோ எதுவும் அளவுக்கோட்டைத் தொடக்கூடாது.



படம் 24

10. அலகுகளை எழுதும்போது, படம் முழுவதும் ஒரே அலகைக் கையாளும் முறை பரவி வருகிறது. படம் முழுக்க மிமீ யில் இருக்கலாம் என்று இந்தியத் செந்தரக் கழகம் பரிந்துரைக்கிறது. 208 மிமீ 12 மிமீ என எழுதலாம். படத்தின் விவரப் பகுதியில் எல்லா அளவுகளும் மிமீ என எழுதிவிட்டால், ஒவ்வொரு அளவின் பின்னாலும் மிமீ என்று எழுத வேண்டியதில்லை. பின்னங்களைக் குறிப்பிடும் போதும், 20.65 என எழுதும் போதும், 20.65 எனத் தட்டச்சுச் செய்யும் போதும் மிமீ என்று சேர்க்கலாம். மதிப்பு ஒன்றிற்குக் குறைவாக இருந்தால், சுழி முன்னால் வரவேண்டும் 0.65 என்றாற் போல. ஏதாவதொரு அடையாளம் வந்தால் சுழியை விட்டு விடலாம். சான்று : 20.65 ± .65

அமைவு

அளவுகளை எங்கெங்கே அமைக்க வேண்டும்? தெளிவு, எளிதில் படித்தல், இயலுமாறு அமைதல் நல்லது. பெரும்பாலும், படங்களின் அடியில், அல்லது வலப் பக்கத்தில் அமைக்கலாம்.

எண்களும், எழுத்துகளும், அளவுக் கோட்டின் நடுவிலுள்ள இடத்தில் அமையும். அவை கோட்டிற்கு இணையாகப் படிக்குமாறு இருக்கும். இதனால் கிடைக்கோடுகளின் அளவுகள் நேருக்கு நேர் இருக்கும். செங்குத்துக் கோடுகளின் அளவுகள், செங்குத்து திசையில் எழுதப் பெறும் இது நேரமை (Aligned) முறை எனப்படும். விமானத் தொழிற்சாலை போன்ற இடங்களில் ஒரு திசை எழுத்து முறை உள்ளது. அதில் அளவுக்கோடு, எத்திசையில் இருந்தாலும், எண்கள் நேராக எழுதப்படுகின்றன.

பெரும்பாலும் அளவுக்கோடுகளைப் பொருளுக்கு வெளியேயே அமைப்பது நல்லது. விட்டம், ஆரங்களுக்குமட்டும் விலக்கு அளிக்கலாம்.

இரண்டு வீழ்வுகளின் நடுவிலுள்ள இடத்தை அளவுக்கோடுகள் அமைக்கப் பயன்படுத்தலாம். முதல் அளவுக்கோடு உருவத்திலிருந்து சுமார் 1 செமீ தள்ளி இருக்கலாம். அதேபோன்று அடுத்தடுத்த அளவுக்கோடுகள் நன்கு இடைவெளி விட்டு அமைக்கவேண்டும்.

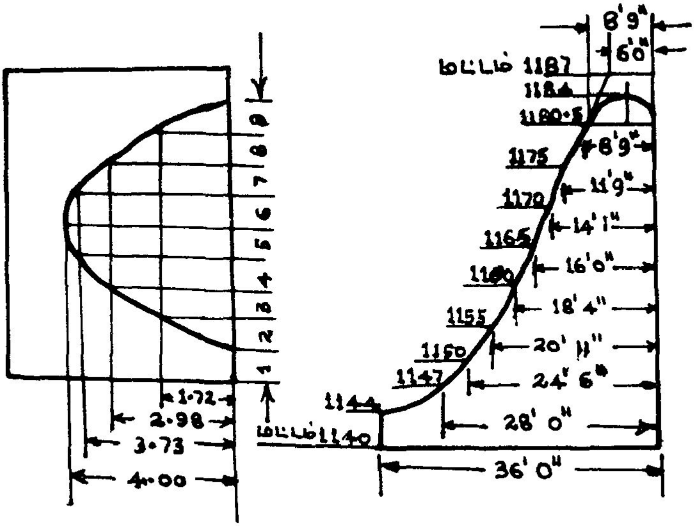
மையக் கோடுகளின் நடுவில் அளவு எண்களை எழுதக்கூடாது. அதனையும் உருவத்திற்கு வெளியேயே கொண்டு வந்து விட வேண்டும். வரிசையாய் வரும் அளவுகளை ஓர் அளவுக் கோட்டில் அமைக்க வேண்டும். தள்ளித் தள்ளி எழுதக்கூடாது.

தெரியாக் கோடுகளுக்குச் சாதாரணமாய் அளவு எழுதுவதில்லை. தேவைப்பட்டால் மட்டும் எழுதலாம்.

சிறிய அளவைப் பொருளின் அருகிலும், படிப்படியாக அகலமான அளவுகளை அடுத்தடுத்தும் எழுதலாம். மொத்த அளவினை (Overall dimension) இறுதியில் எழுதலாம்.

வளைவுகளுக்கு அளவு குறித்தலை 25 ஆம் படத்திற் காணலாம்.

எந்தெந்த அளவுகள் எழுத வேண்டுமென்பதில் சற்றுக் கவனம் செலுத்த வேண்டும். பரப்புகளுக்கு, நீளம் அகலம் இரண்டும் போதும். பருமம்களுக்குக் கனம் என்னும் மூன்றாம் அளவையும் குறிக்கவேண்டும்.



வளைவுகளை அளவிடுதல்

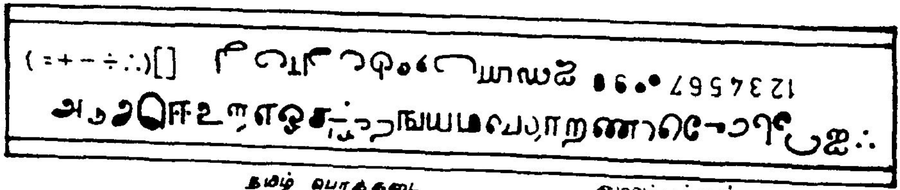
படம் 25

ஓரளவினை ஓரிடத்தில் எழுதினால், இரண்டும் அதற்கு மேலும் எழுதக்கூடாது. ஏனெனில், வடிவமைப்பில் மாற்றம் செய்யும் போது ஏதாவதோர் அளவு திருத்தப்படாமல் நின்று போய் விடலாம்.

ஏற்றத்தாழ்வு அளவுகள் (Tolerances)

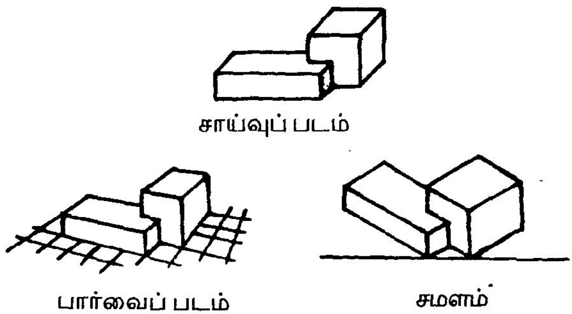
எப்பொருளையும், அதில் குறிப்பிட்ட அளவிற்குச் சரியாய் வைத்து உற்பத்தி செய்தல் மிகவும் கடினம். அதில் சற்று ஏற்றத்தாழ்வு இருந்தாலும் பொறுத்துக் கொள்ள இயலும். அதனையே **ஏற்றத்தாழ்வு** (Tolerance) அளவு என்பர். வரைபடத்திலேயே அதனையும் குறித்து விடுதல் மரபு.

இந்திய செந்தர எண். 696/1960 இல் விரிவாய் ஏற்றத்தாழ்வு அளவுகள் வரைந்து காட்டப்பட்டுள்ளன. அதன் பின் திருத்தப்பட்ட சிறப்பு வெளியீடு 46 கண்டு அதற்கொப்ப நடந்து கொள்க. மாணவர் கற்கும்போதும் பிறகு தொழில் செய்யும் போதும் அவற்றைப் பின்பற்ற வேண்டும்.



2. நேரிய வீழம்
(Orthographic Projection)

பொறியாளர்கள் வரைவியலில் நேரிய வீழத்தை மிகுதியாய்ப் பயன்படுத்துகின்றனர். அவர்கள் நேரிய வரைபடங்களை இரண்டு வகையாய்ப் பிரிப்பர். 1. நேரிய வீழம் 2. காட்சிப் படங்கள் (Pictorial views). நேரிய வீழத்தில் பொருளின் ஒவ்வொரு முகங்களின் தோற்றமும் பரப்புப் படமாய் வரையப்படுகிறது. காட்சிப் படங்கள் பொருளின் மூன்று பரிமாணமும் தெரியுமாறு வரையப்படுகின்றன. அவை சமளம் (isometric), சாய்வுப்படம் (Oblique projection), பார்வைப் படங்கள் (Perspective). (படம் 26)

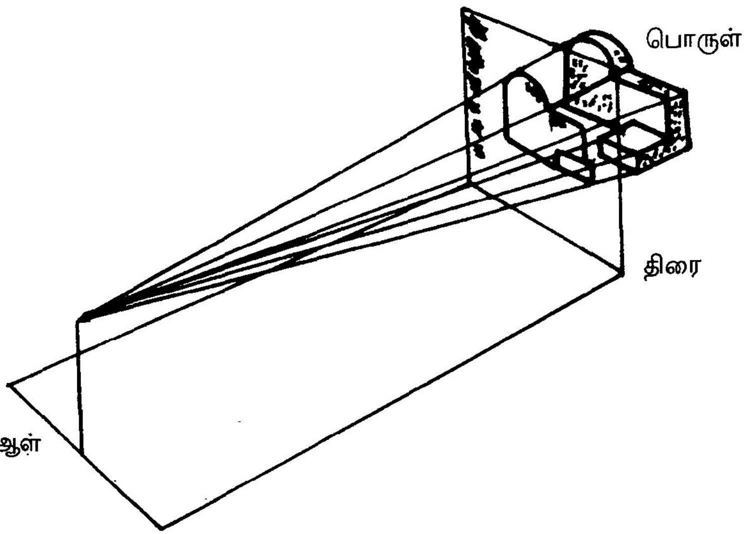


படம் 26 பார்வைப்படம் சாய்வுப்படம் சமளம்

நேரிய வீழம்

ஒருபொருளுக்கும் பார்வையாளருக்கும் இடையில் கண்ணாடித்திரை ஒன்று இருப்பதாய் வைத்துக் கொள்வோம் (படம் 27). திரைத்தளத்தில் தெரியும் பொருளின் படம் (வீழம்) (Projection) எனப்படுகிறது. பொருளிலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்கள் படத்திரையால் வெட்டப்படுகின்றன. அதனால், பொருளின் படம் திரையில் தோன்றுகிறது. அஃதாவது வீழ்த்தப்படுகிறது. அதனால் வீழ்த்தம் எனலாம். சுருக்கமாக வீழல் என்றும் வீழம் என்றும் அழைக்கலாம். கண்ணாடித் திரையின் இடத்தில் வரைதாள் இருப்பதாய் எண்ணிக் கொள்வோம். அது படத்தளம் (Picture plane) எனப்படும்.

திரையில் தோன்றும் உருவம், கண்ணால் காணும் தோற்றத்திலேயே இருக்கும். அஃதாவது பொருளிலிருந்து வரும் கதிர்களெல்லாம் கண்ணில் குவியும். அதனால், பொருளின்

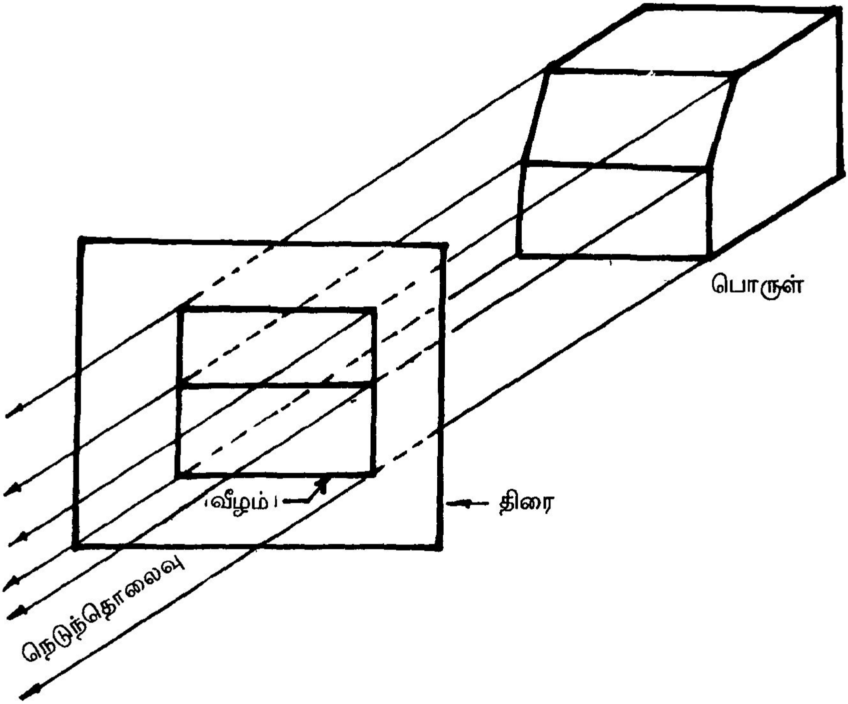


படம் 27 திரையில் தெரியும் படம்

அளவினைவிடப் படத்தின் அளவு சற்றே குறைவாய்த் தெரியும். திரையில் தெரியும் படம் பார்வைப்படம் (Perspective view) எனப்படும்.

பார்ப்பவர் பின்னோக்கி நடந்து நெடுந்தொலைவு (infinity) சென்று விடுவதாய் வைத்துக்கொள்வோம். ஒளிக்கதிர்கள் குவியத்தை நோக்கிச் செல்லாமல், விரிந்து கொண்டே வந்து இணையாய்ச் செல்லும் (படம் 28). அப்போது திரையில் விழும் படமே நேரிய வீழும் ஆகும்.

Orthographic எனில் நேராக எழுதுதல் (Right writing) அல்லது நேராக வரைதல் என்று பொருள். காலப்போக்கில், இத்தகைய ஓரிரு படங்கள் கொண்ட கணத்திற்கு (set) நேரிய வீழும் என்று பெயர் வந்துவிட்டது.

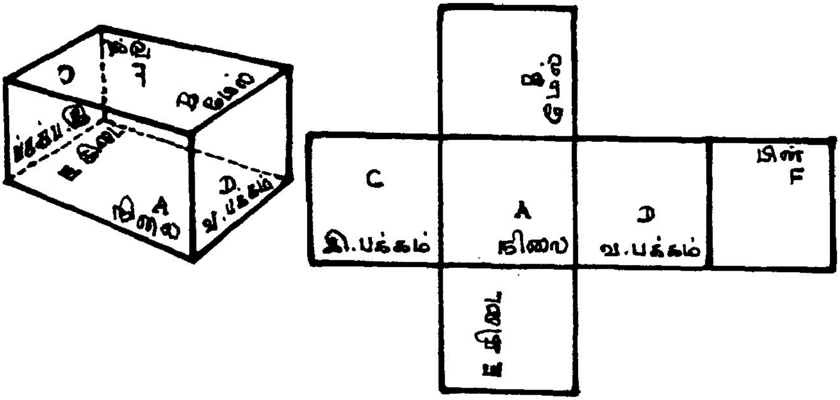


படம் 28

ஒரு பொருளின் இரண்டு அல்லது மூன்று திசைகளிலிருந்து ஒன்றற்கொன்று செங்குத்தாய் அமைந்துள்ள தாள்களில், செங்குத்துக் கதிர்களை வரைந்து பொருளின் அசல் வடிவினை வரையும் வரைபட முறை, நேரிய வீழம். ஆகும்.

ஆயத்தளங்கள்

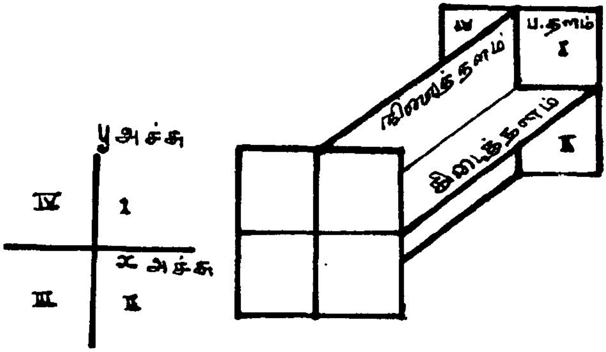
ஒருபொருளைப் பல திசைகளிலுமிருந்து பார்க்க இயலும். மேற்பரப்பு (B), கீழ்ப்பரப்பு (E), முன்பகுதி (A), பின்பகுதி (F), வலப்பக்கம் (D), இடப்பக்கம் (C), ஆகிய திசைகளில் பொருளைப் பார்க்கலாம்.அத்தோற்றங்களை வீழ்த்துவதற்கு வீழ்தளங்கள். தேவை (படம் 29). ஒரு பெட்டியினுள் ஒரு பொருள் இருப்பதாய்க் கருதிக் கொள்வோம். பெட்டியின் ஆறுபக்கங்களிலுமிருந்து பொருளை நோக்கி, அதன் தோற்றத்தை அப்பக்கங்களில் வீழ்த் தலாம். பிறகு பெட்டியின் பக்கங்களை விரித்துவைத்தால் பொருளின் ஆறுபக்கப்படங்களும் கிடைக்கும்.



படம் 29

பெட்டியின் பக்கங்களைப் போலவே ஆயத்தளங்களைக் (Co-oridnate plane) கருதிக் கொள்ளலாம். x, y அச்சுகளால் பிரிக்கப்பட்ட, நான்கு கால்பகுதிகள், பொருள் வைப்பதற்குரிய இடங்களாகின்றன. (படம் 30). x ஆயம், கிடைத்தளமாகின்றது. y ஆயம் நிலைத்தளமாகின்றது. இரண்டு முனைகளிலும் உள்ளவை பக்கத்தளங்களாகின்றன. கிடைத்தளத்தில் கிடைக்கும் படம் கிடைவீழும் (horizontal projection, plan) ஆகும். கிடைப்படம் எனவும் இதனைச் சொல்லலாம்.

வீழ்தளத்தின் பரப்பு கற்பனைத் திரைதானே; அஃது எவ்வளவு வேண்டுமானாலும் இருக்கலாம். எனினும், பொருள் முழுமையும் தளத்தில் விழத்தக்க அளவு கருதிக்கொண்டாற் போதும்.



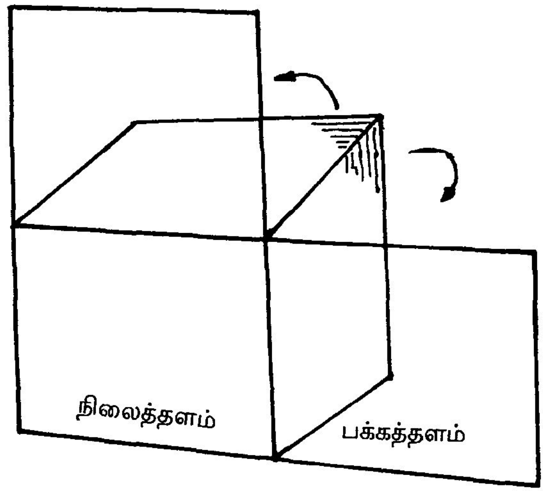
படம் 30

சுழல்தளம்

பொருளின் மேற்படம், நேர்படம், பக்கப்படம் எதுவாயினும், அஃது ஒன்றற்கொன்று ஒப்பிட்டுக் காணுமளவு வரைதாளில் நெருங்கி இருக்கவேண்டும்.

பல படங்களில், நிலைப்படத்தைமட்டும் அவ்வாறே வைத்துக்கொண்டு, அதன் ஓரங்களிலும் சுழலும் தகடுகள் போலப்பிற வீழ்தளங்களை விரித்து ஒரே பரப்பாக்கவேண்டும். (படம் 31).

விரிந்த படங்களில் ஓர் ஒற்றுமையைக் காணலாம். கிடைப்படத்தின் நேர் கீழே நேர்படம் உள்ளது. நேர்படத்தின் பக்கத்தில் பக்கப்படம் உள்ளது. பல்வேறு புள்ளிகளை ஒருபடத்திலிருந்து இன்னொரு படத்திற்கு நீட்டிக்கொள்ள, வீழ்த்த இயலுமாதலால், ஒருபடத்திலிருந்து இன்னொருபடம் வரைதல் எளிது. அவ்வாறு படங்கள் நேருக்குநேர் இல்லாவிட்டால் பொருளின் உருவத்தைக் கற்பனை செய்தல் எளிதன்று.

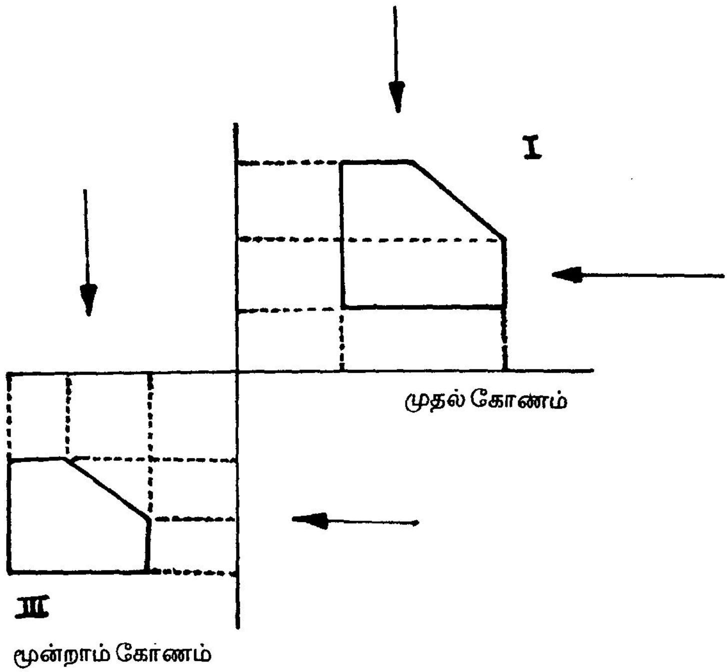


படம் 31 சுழல்தளம்

கோணப் பகுதிகள்

"x, y அச்சுகள் ஒரு தளத்தை நான்காகப் பிரிக்கின்றன" என்பதனைக் கண்டோம் (படம் 30). பொருளை முதல் கோணத்தில் வைக்கலாம்; அல்லது மூன்றாம் கோணத்தில் வைக்கலாம். இரண்டாம், நான்காம் கால்பகுதிகளில் வைப்பதில்லை. ஏனெனில், கிடைத்தளத்தை அச்சில் சுழற்றும் போது கிடை, நிலை படங்கள் இரண்டும் ஒன்றன் மீது ஒன்றாய்ப் படிந்துவிடும்.

முதற்கோணத்தில் பொருள் இருந்தால், அதில் திரை பொருளிற்குப் பின்னால் அமைந்து விடும்; அதனால் பொருளின் வீழம் பொருளிற்கு அடியில் அமையும். அதேபோல் நிலைப்படம் பொருளிற்குப் பின்னால் இருக்கும். தொடக்க காலத்தில் முதல் கோண வீழ்த்தமே பழக்கத்தில் இருந்தது. எனினும் பின்னர் மூன்றாம் கோண வீழ்த்தம் தற்போது ஆட்சிக்கு வந்து விட்டது. மூன்றாம் கோணத்தில் (படம் 32 இல்) பொருள் வைக்கப்படும். இதில் பொருளிற்கும் கண்ணிற்கும் இடையில் திரை இருக்கும். கிடைத்தளத்தின்கீழே பொருள் இருப்பதால், பொருளின் மேல் தோற்றம் உள்ளவாறே படத்திரையில் தெரியும்; நிலைப்படத்தில் முன்தோற்றம் பிழையின்றித் தெரியும்.



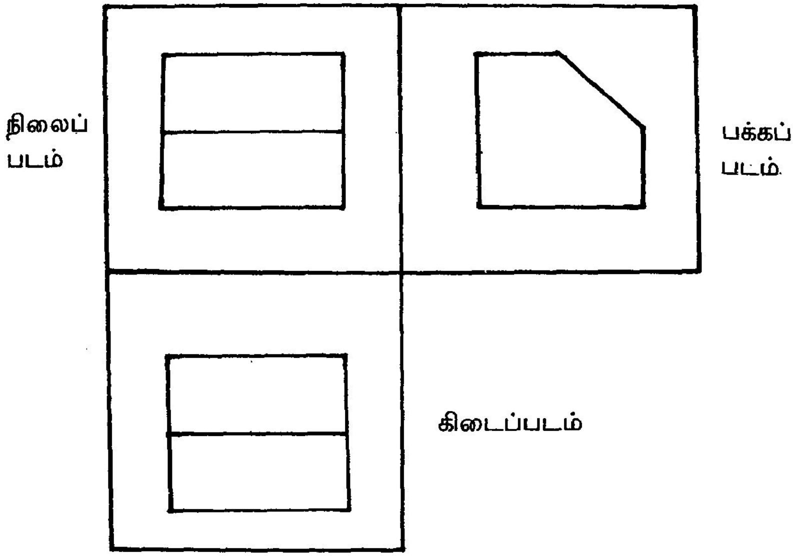
படம் 32 நேரிய வீழம்

கிடைத்தளத்தினைச் சுழற்றும் போது, முதற்கோண அமைப்பிற் கிடைப்படம் கீழேயும் நிலைப்படம் மேலேயும் அமையும். குடிமைப் பொறியியலில் இது புழக்கத்தில் உள்ளது.

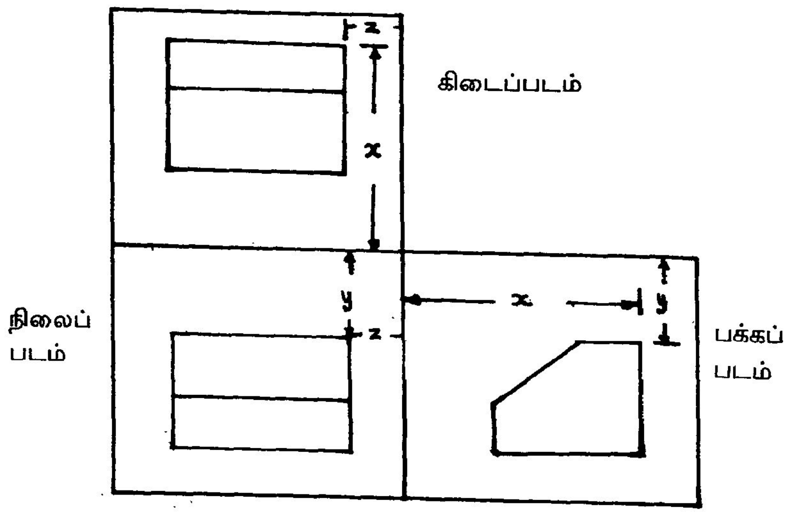
மூன்றாம் கோணத்திற் பொருளிருந்தால், கிடைப்படம் மேலேயும் நிலைப்படம் கீழேயும் இருக்கும் (படம் 33). எந்திரவியல், மின்னியல் பாடங்களில் இம்முறை கையாளப்பட்டுவருகிறது.

பக்கப்படங்கள் (Side Elevation, profile) நிலைப்படத்தின் பக்கத்தில் இருக்கும். சில வேளைகளில் கிடைப்படத்திற்கு நேராய் வரைதலும் உண்டு (படம் 34).

4



படம் 33 முதற் கோண விழும்



படம் 34 மூன்றாம் கோண விழும்

முதல், மூன்றாம் கோணக்கூட்டு வீழ்ச்சி:

மூன்றாம் கோணத்து வீழ்ச்சிகளைப் போல நிலைப்படத்தையும், பக்கப்படங்களையும் வைத்துக்கொண்டு, முதற்கோண வீழ்ச்சியைப் போலக் கிடைப்படத்தையும் வைத்துக் கொள்ளும் ஏற்பாடு, முதல், மூன்றாம் கோணக் கூட்டுமுறை எனப்படும் (படம் 35).

இதில் முதற்கோண வீழ்ச்சி, மூன்றாம் கோண வீழ்ச்சி இரண்டன் நன்மைகளும் சேர்ந்துள்ளன. கட்டடக்கலை வரைபடங்களுக்கு இக்கூட்டு முறையைப் பயன்படுத்துமாறு, இந்தியச் செந்தர நிறுவனம் முதலில் பரிந்துரை செய்திருந்தது. தற்போது அதனை வலியுறுத்தாமல் விட்டுவிட்டது.

அடையாளம் :

வரைதாளில் பயன்படுத்திய முறையை, முகப்புக் கட்டத்தில் (Title Block) அடையாளப் படமாய் வரைந்து காட்ட வேண்டும். இந்தியச் செந்தரக்கழகம், தக்கை அடைப்பான் ஒன்றன் வடிவத்தைத் தேர்ந்தெடுத் துள்ளது (படம் 36)

பொருள்களின் வைப்புமுறை :

வரைபடங்களைப் பார்த்தவுடனேயே அவை பொருளின் உருவத்தைக் கருத்திற் கொண்டு வருமாறு, காட்சிகளைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். வரைபடத்திலுள்ள பெரும்பாலான கோடுகள் அவற்றின் உண்மை நீளங்களைத் தருவனவாய் இருத்தல் வேண்டும். கீழ்க்காணும் குறிப்புகள் அதற்குரிய வழிகாட்டிகளாகும்.

(அ) பொருளை அதன் இயல்பான நிலையில் வைக்க வேண்டும்.

(ஆ) அதன் முகங்கள், வீழ்தளங்களுக்குச் செங்குத்தாயும் இணையாயும் இருக்கவேண்டும்.

(இ) தெரியாக் கோடுகள் (invisible lines) மிகக் குறைந்த அளவில் இருக்குமாறு பொருளினை வைக்கவேண்டும்.

ஆயத் தொலைவுகள் :

மூன்றாம் கோண வீழங்களின் கிடைத்தளத்திருந்து பல்வேறு புள்ளிகள் அமைந்துள்ள தூரங்கள் y ஆயம் ஆகும். நேர் வீழத்திலும் பக்க வீழத்திலும் இவை பயன்படுகின்றன.

நிலைத் தளத்திலிருந்து, பொருளின் முனைகள் உள்ள தூரம், x ஆயம் ஆகும். இவை கிடை வீழத்திலும், பக்க வீழத்திலும் தெரியும்.

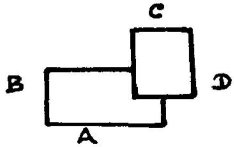
பக்கத் தளத்திலிருந்து பல்வேறு முனைகளுள்ள தூரம், z ஆயம் ஆகும். கிடை வீழலிலும், நிலை வீழலிலும் இவை பயன்படும்.

ஒவ்வோர் ஆயமும், இரண்டு வீழங்களுக்கும் பொதுவாய் இருப்பதைக் காணலாம். இத் தன்மையைப் பயன்படுத்தி, ஒரு வீழம் வரைந்ததும், அதிலுள்ள புள்ளிகள் அடுத்த தளத்திற்கு

நேர் படம் D

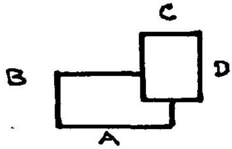
நேர் படம் A

நேர் படம் B



தரைப்படம்

முதற்கோண வீழம்



தரைப்படம்

நேர் படம் B

நேர் படம் A

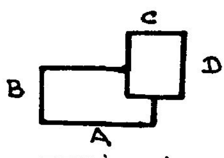
நேர் படம் D

மூன்றாம் கோண வீழம்

நேர் படம் B

நேர் படம் A

நேர் படம் D

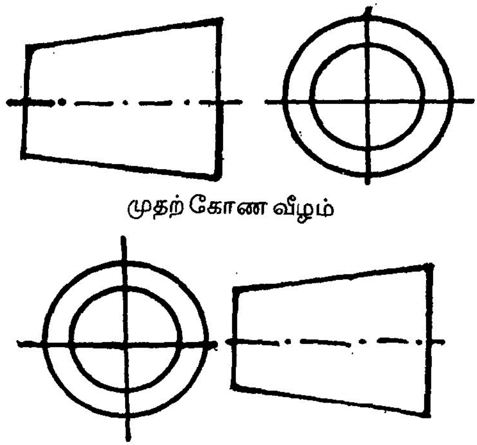


தரைப்படம்

முதல் மூன்றாம் கோண கூட்டு வீழம்

படம் 35

எளிதாய் வரைமுறையிலேயே வீழ்த்தப் படுகின்றன. நிலை வீழப் புள்ளிகள் அனைத்தும், அச்சிற்குச் செங்குத்தாய் வரையப்படும் கோடுகள் மூலம் நிலை வீழத்திற்கு மாற்றப்படும். அதே போல நிலை வீழத்திலிருந்து, பக்க வீழத்திற்குப் புள்ளிகளை மாற்றலாம். பக்க வீழத்தை எடுத்துக் கொண்டால், நிலை வீழத்திலிருந்து y ஆயங்களையும் கிடை வீழத்திலிருந்து x ஆயங்களையும் பயன்படுத்தி வரையப்படும். கிடை வீழத்திலிருந்து நிலை வீழத்திற்க்கு x ஆயங்களை மாற்ற மூன்று எளிய முறைகள் பயன்படுகின்றன.



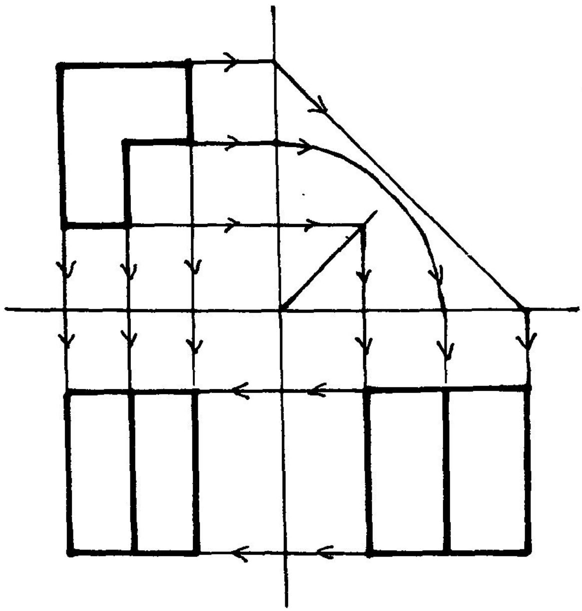
படம் 36
மூன் றாம் கோண வீழம்

1. அச்சுகள் இணையுமிடத்திலிருந்து 45 பாகைக் கோடு வரைந்து கொள்ள வேண்டும். கிடைப்படத்தில் உள்ள புள்ளிகளின் வழியே அச்சிற்கு இணையாகக் கிடைக் கோடுகள் வரைந்தால், அவை 45 பாகைக் கோட்டை வெட்டுமிடத்தில் 90 பாகை திருப்பிக் கீழே தொங்கல்களை வரைய வேண்டும். அவை வரைதற்கு வாய்ப்புடையன.
2. கிடை அச்சிலிருந்து கிடைக்கோடுகள் வரைந்தால், அவை நிலை அச்சை வெட்டுமிடத்தைக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். அவற்றிலிருந்து கீழ்நோக்கி 45 பாகைக்கோடுகள் வரைந்தால், அவை கிடை அச்சை வெட்டுமிடங்களைக் குறித்துக் கொண்டு அவைகளிலிருந்து தொங்கல் விடவேண்டும். மாதிரிப் படங்கள் காட்டுதற்கு ஏற்புடையன (படம் 37).
3. அச்சுகள் சந்திக்கும் மையப்புள்ளியிலிருந்து ஆயங்களை வட்டவில் வரைந்தும் பக்கப்படத்திற்கு மாற்றலாம்.

வீழங்களின் அமைவுகள் :

வரையப்போகும் பொருளைக் கற்பனையில் காணும் திறனை வளர்த்துக் கொள்ள வேண்டும். பொருளின் தன்மைக் கேற்ப மிக்க விளக்கங்கள் தரும் முகநிலை, வீழத்தில் இருக்குமாறு அமைத்தல் மரபு.

வரைவினைத் தொடங்குமுன் சுருக்களவினைத் (Scale) தேர்தெடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். வரைதாளின் அளவுகளைப் பொறுத்தும், வரையவேண்டிய வீழங்களின்



படம் 37

எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தும் சுருக்களவினை முடிவு செய்ய வேண்டும். அசல் வரைவைத் தொடங்குமுன், வீழங்கள் எவ்வாறிருக்கு மென்பதைக் கற்பனையாற்கண்டு, அதனை வரிப்படமாய் (Free hand Sketch) வரைந்து பார்த்து, அதற்கேற்ப சுருக்களவைத் தேர்ந் தெடுக்கலாம்.

பொருளின் நீளமும் உயரமும் நிலைவீழத்திலும், அகலமும் உயரமும் பக்க வீழத்திலும் அமையுமாறு வரைந்தால், வரைபடம் அடக்கமாய் மிகுந்த இடத்தைக் கொள்ளாமல் இருக்கும். இருவீழ்த்தங்களுக்கிடையில் எவ்வளவு இடம் விட வேண்டு மென்பதனை பட்டறிவால் (அனுபவத்தால்) அறிந்துகொள்ளலாம். இடையில் அமைக்க வேண்டிய அளவுக் கோடுகளைப் பொறுத்து இவ்வகலம் மாறும்; எனினும், தொடக்க காலத்தில் சுமார் 4 செமீ இடைவெளி விட்டு, வரைந்து பழகலாம்.

முதல்வினா, கிடைப்படமா, நிலைப்படமா? என்பது. எதனை எளிதாய் வரைய இயலுமோ, அதனை முதலில் வரையலாம். முதலில் நிலைப்படம் வரைந்தால் அடுத்துக் கிடைப்படம் வீழ்த்தலாம்; பக்கப்படம் தேவையானால் அதனை இறுதியில் வரைந்து கொள்ளலாம்.

வீழுங்களை வரைந்தபின், அவற்றின் அருகில் அளவுக்கோடுகளை வரைந்து, அளவுகளைக் குறிக்க வேண்டும். வரைதற்கு உதவிய கோடுகளை இறுதியில் அழித்து விட்டு வீழுங்களைக் கெட்டிக்கோடுகளால் வரைந்து கொள்ள வேண்டும்.

தெரியாக் கோடுகள் :

வீழுங்களில் தெரியும் கோடுகளை மட்டும் கெட்டிக் கோடுகளால் வரைந்து கொள்ள வேண்டும். தெரியாக் கோடுகளைப் புள்ளிக்கோடுகளால் வரையவேண்டும். தெரியாக் கோடுகளை எவ்வாறு காண்பது?

ஒரு கோடு, அடுத்த வீழத்தில் புள்ளியாய்த் தெரியலாம்; ஒரு வீழத்தில் புள்ளியாகத் தெரிவது அடுத்த வீழத்தில் கோடாய்த் தெரியும். இரண்டு கோடுகள் ஒன்றனையொன்று வெட்டிக் கொண்டால், வெட்டுமிடம் ஒரு வீழத்தில் புள்ளியாய்த் தெரியும். அப்புள்ளியை அடுத்த வீழத்திற்கு வீழ்த்தினால், இரண்டு கோடுகளும் தனித்தனியாய்த் தெரியும். அவற்றுள் அச்சிற்குச் சேய்மையில் இருப்பது தெரியாப் புள்ளியாகும். இம்முறையில் தெரியாக் கோடுகளை எளிதில் அறியலாம்.

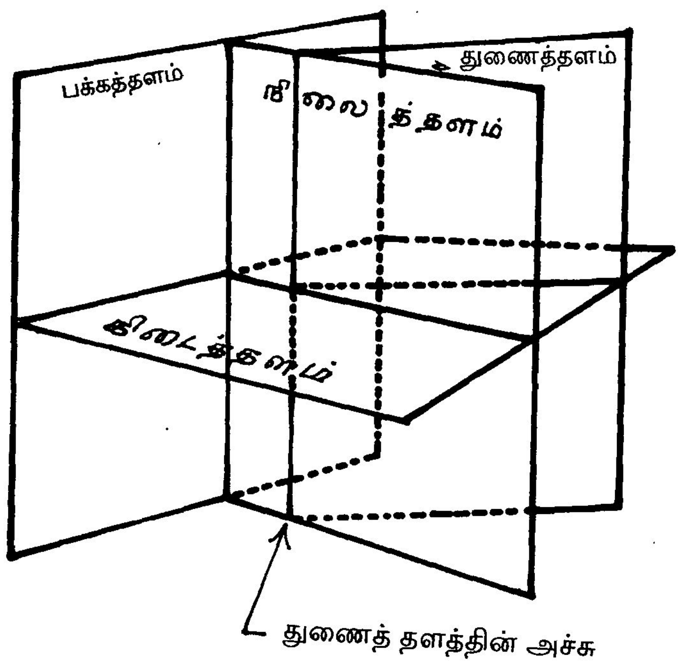
துணை வீழுங்கள் :

சில வேளைகளில், பொருளின் அடிப்படை வீழுங்கள் மூன்றிலும் தெரியாத தகவல்கள் சிலவும் தேவைப்படும். அவற்றை வரைதற்கு, முதன்மைத் தளங்கள், ஏதாவதொன்றிற்குச் செங்குத்தாய் இன்னொரு துணைத்தளத்தை கற்பித்துக்கொண்டு, அதனிற் பொருளை வீழ்த்தலாம். அதனைத் துணை வீழும் என்பர். சில சமயம், ஒரு துணை வீழும் போதாமல் மேலும் சில துணைத் தளங்களை அமைத்து, அவற்றில் வீழ்த்த வேண்டியிருக்கும் (படம் 38) .

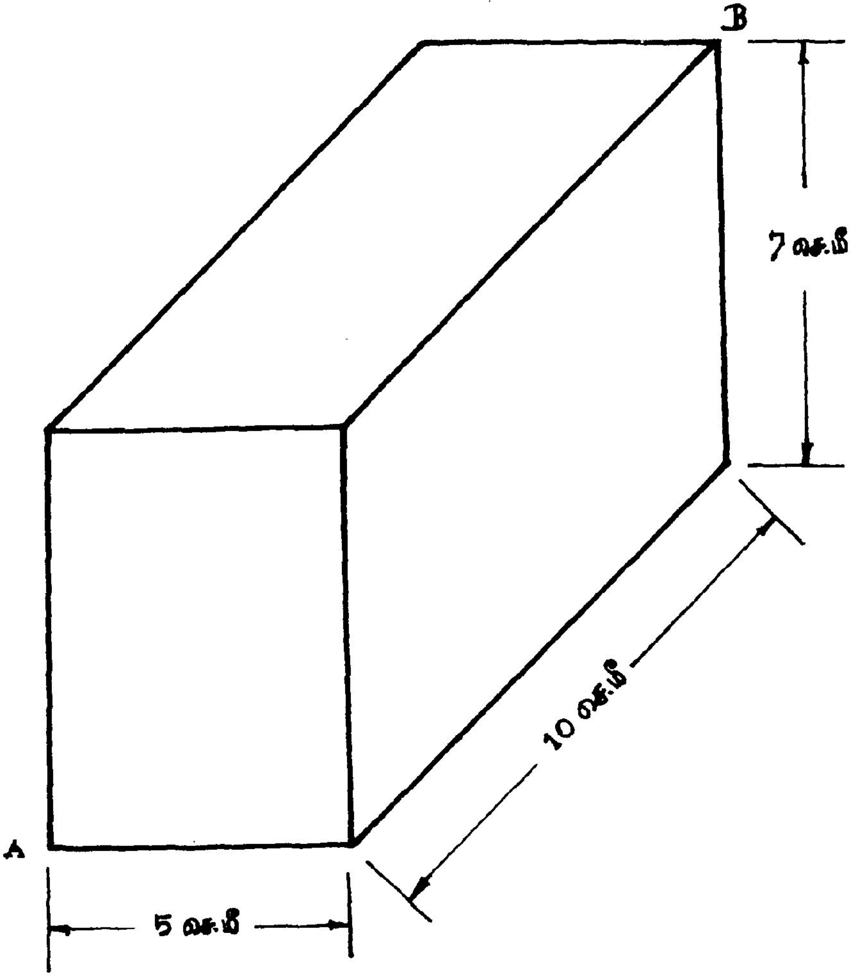
ஒரு தளத்திற்குச் செங்குத்தாய் ஒரு கோடு இருப்பின் அதன் வீழும் அத்தளத்தில் புள்ளியாய் விழும். ஒரு தளத்திற்கு இணையாய் ஒருகோடு இருப்பின், அத்தளத்தில் கோட்டின் வீழும், அசல் நீளத்தைக் காட்டும். அதனால், பொருள்களில் ஓரக்கோடுகளுக்கு முழுநீளம் வேண்டுமாயின், அவ்வீழத்துக்கு இணையாய் துணைத்தளம் ஒன்றனை அமைத்து, அதனில் வீழ்த்த வேண்டும். துணைத்தளம், துணைவீழும் பற்றிப் பின்வரும் ஏடுகளில் விரிவாய்க் காணலாம்.

புள்ளி :

இரண்டு கோடுகள் வெட்டிக் கொள்ளும் இடம், ஒரு வடிவத்தின் கூர்முனை போன்ற புள்ளியாகும். அதற்கு நீளம், அகலம், உயரம் ஏதுமில்லை. எனினும், கண்ணாற் காண வேண்டியும், எழுதுகோலால் குறித்தல் வேண்டியும் மிகச்சிறிய பரிமாணம் ஒன்றனை அதற்களித்து வரைதாளிற் குறிக்கப்படுகிறது. புள்ளிக்குப் பரிமாணம் இல்லையே தவிர, அமைவு (location) உண்டு.



படம் 38

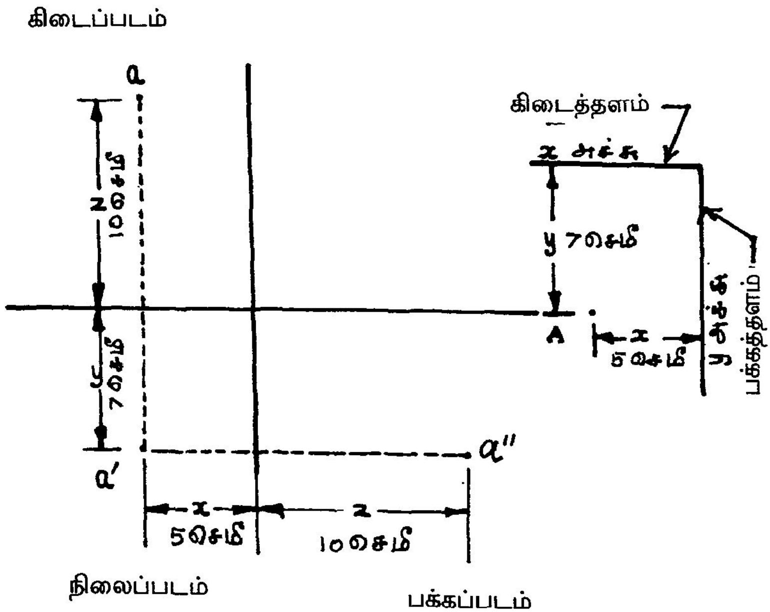


படம் 39

இரண்டு புள்ளிகளுக்கிடையே உள்ள உறவு, அவற்றின் இடைத்தூரமும், அமைந்துள்ள திசைகளுமாகும். ஒரு பொருளின் மீது இரண்டு புள்ளிகளிருந்தால், அவற்றின் இடை தூரத்தை நேரிடையாய் அளக்க இயலாது; பொருளின் மேற்பரப்பு வழியாகவே அளக்க இயலும்.

39 ஆம் படத்திலுள்ள AB முனைகளை எடுத்துக் கொள்வோம். A புள்ளியிலிருந்து 5 செமீ அகலத்திலும், 10 செமீ நீளத்திலும், 7 செமீ உயரத்திலும் B புள்ளி அமைந்துள்ளமை புலனாகும். இவற்றையே மூன்று வீழ்தளங்களுக்குச் செங்குத்தாய் இருப்பதாய்க் கொண்டு ஒரு புள்ளியின் அமைவினைக் குறிப்பிடலாம். அஃதாவது O வை மையமாய்க் கொண்டு x, y, z ஆயங்களில் A யின் தூரத்தை அளந்து குறிப்பிடலாம்; வேறு புதிய மையம் அமைத்து A, B இரண்டு புள்ளிகளுக்கும் ஆயத்தொலைவுகளைக் கணக்கிட்டுக் குறிக்கலாம்.

40 ஆம் படத்தில் x ஆயத்திலிருந்து 5 செமீ ரிலும் y ஆயத்திலிருந்து 7 செமீரிலும் உள்ள புள்ளி (A) காட்டப்பட்டுள்ளது. கிடைத்தளத்தை மேலே விரித்தால் கிடைப்பது கிடைப்படம். கிடைப்படத்தில் x ஆயமும், மறைந்திருந்த z ஆயமும் தெரியும்.



படம் 40

பக்கத் தளத்தை விரித்தால் கிடைப்பது பக்கப்படம். அதனில் y ஆயமும் மறைந்திருந்த z ஆயமும் தெரியும்.

ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட புள்ளிகளையும் இவ்வாறே ஆயத்தொலைவுகள் மூலமாய் ஒரே படத்தில் வரையலாம்.

கோடு :

நகரும் புள்ளியின் பாதை கோடு ஆகும். கோடுகளுக்கு அமைவிடம், திசை, நீளம் ஆகியவை உள. கோடுகளுக்குப் பருமன் ஏதும் இல்லையாயினும் காணுதற்கும் வரைதற்கும் வாய்ப்பாய்ச் சிறிதளவு பருமனைக் கற்பித்துக் கொள்கிறோம் கோடுகள் நேராயும் இருக்கலாம்; வளைந்தும் இருக்கலாம்.

நேர்கோடு:

இரண்டு புள்ளிகளுக்கு இடையில் அமையும் மிகக் குறைந்த நீளம் நேர்கோடாகும். ஒரு கோட்டின் நீளமும், திசையும், ஒரு புள்ளியின் அமைவும் தெரிந்தால் அக்கோட்டினை வரைந்துவிடலாம். நேர்கோடுகளை அதன் அமைவு கருதி மூன்று வகையாய்ப் பிரிக்கலாம்:

அ. ஓர் ஆயத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும் ஏனைய இரண்டு ஆயத்தளங்களுக்கும் இணையாயும் இருப்பன.

ஆ. ஓர் ஆயத்தளத்திற்கு இணையாயும் ஏனைய இரண்டு ஆயத்தளங்களுக்கும் சாய்ந்தும் இருப்பன.

இ. மூன்று ஆயத்தளங்களுக்கும் சாய்ந்திருப்பன.

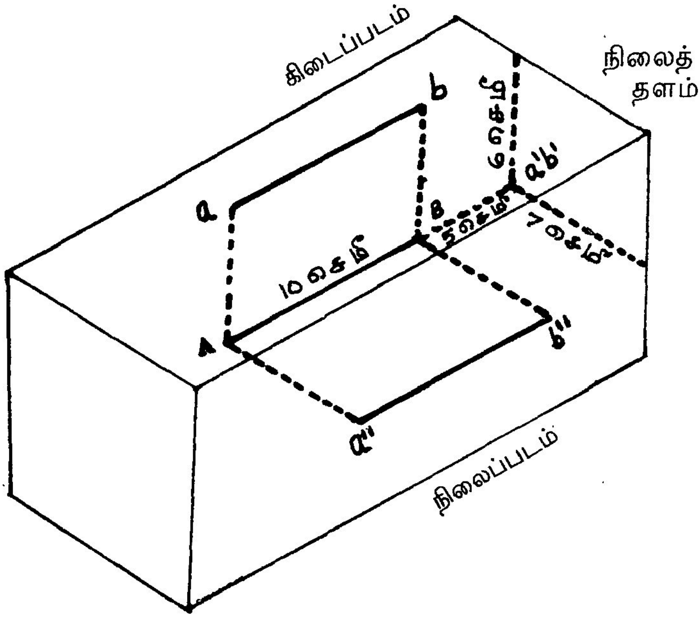
அ. ஓர் ஆயத்தளத்திற்குச் செங்குத்தான கோடு :

ஒரு கோடு, ஆயத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாய் இருந்தால், அத்தளத்திற் கோட்டின் வீழும் ஒருபுள்ளியாய் இருக்கும். ஓர் ஆயத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயுள்ள கோடு, பிற ஆயத்தளங்களுக்கு இணையாயிருக்கும். அதனால், அத்தளங்களின் கோட்டு நீளம் அதன் அசல் நீளமாயிருக்கும். இத் தன்மை வடிவகணித நேரிய வீழத்தில் அடிக்கடிப் பயன்படுத்தப்படும்.

எடுத்துக்காட்டு -1 :

AB என்னும் கோட்டின் நீளம் 10 செமீ அது நிலைத் தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும், பிற தளங்களுக்கு இணையாயும் உள்ளது. A புள்ளி நிலை, கிடை , பக்கத் தளங்களிலிருந்து முறையே 5 செமீ , 6 செமீ., 7 செமீ தொலைவுகளிலுள்ளது. AB கோட்டின் கிடை வீழும் நிலை வீழும் ஆகியவற்றை வரைக.

41 ஆம் படத்தில் AB கோட்டின் அமைவு காட்டப்பட்டுள்ளது. கிடைத்தளம், நிலைத்தளம், பக்கத் தளம் மூன்றும் கொண்ட பெட்டிக்குள் AB கோடு அமைந்துள்ளது. AB கோட்டை நீட்டினால், அது நிலைவீழத்தில் ஒரு புள்ளியாய் விழுகிறது. AB புள்ளியாகக் கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்துக் கோடுகள் வரைந்தால் கிடை வீழப்பெட்டியின் மேற்பரப்பில் கிடைக்கிறது. அதேபோல் ab புள்ளிகள் வழியே பக்கத் தளத்திற்குச் செங்குத்துக் கோடுகள்



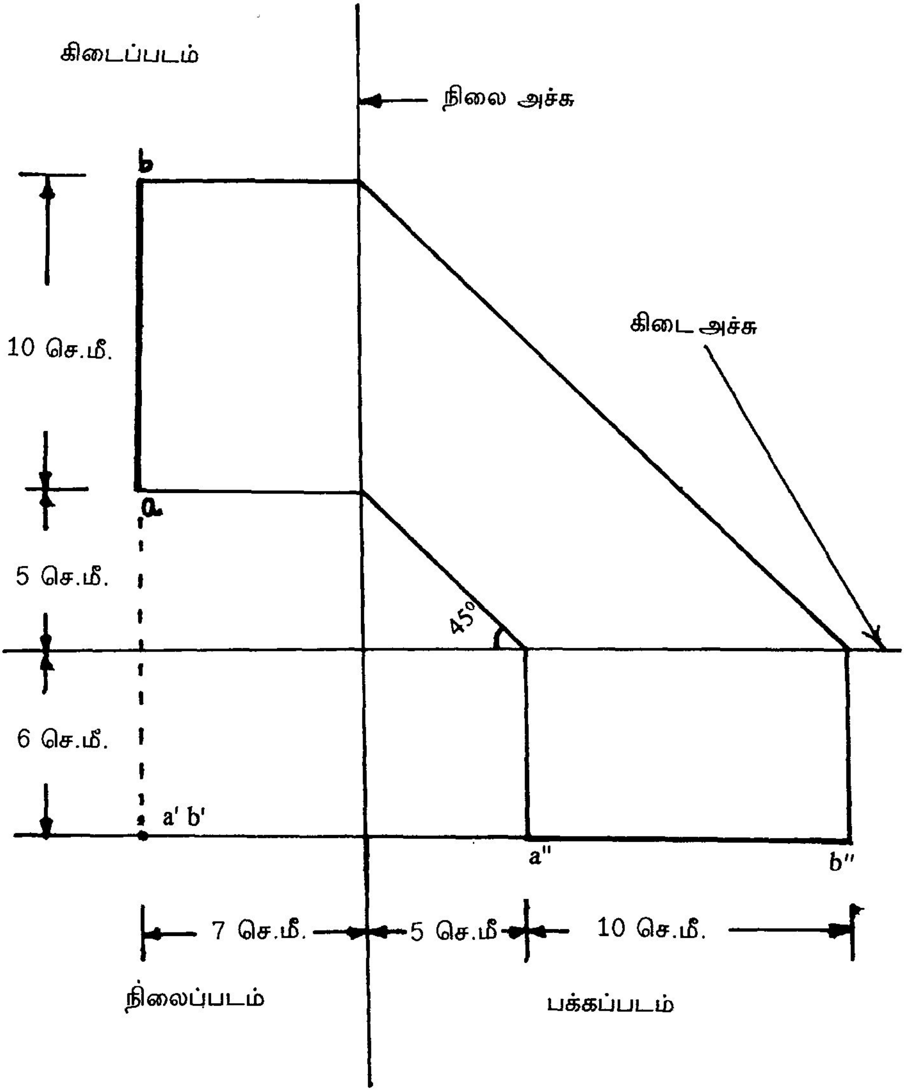
படம் 41

வரைந்தால், பக்கப் பரப்பில் பக்கப்படம் கிடைக்கிறது. கிடைத்தளத்தையும், பக்கத்தளத்தையும், அதனதன் அச்சுகளில் விரித்து வைத்தால், நிலைப்படம், பக்கப்படம், கிடைப்படம் மூன்றும் கிடைக்கும்.

42 ஆம் படத்தில் வரைமுறை விளக்கப்பட்டுள்ளது.

1. கிடை, நிலை அச்சுகளை வரைந்து கொள்க.

2. AB கோடு நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாக உள்ளதால் அதன் வீழம் ஒரு புள்ளியாய் இருக்கும்; அது கிடைத்தளத்திலிருந்து 6 செமீ பக்கத்தளத்திலிருந்து 7 செமீ தொலைவில் இருக்கும். அதனால், கிடை அச்சிலிருந்து 6 செமீ கீழாகவும், நிலை அச்சிலிருந்து 7 செமீ தள்ளியும் ஒரு புள்ளி குறித்திடுக. இதுவே AB கோட்டிடன் நிலை வீழம் (a' b') ஆகும்.

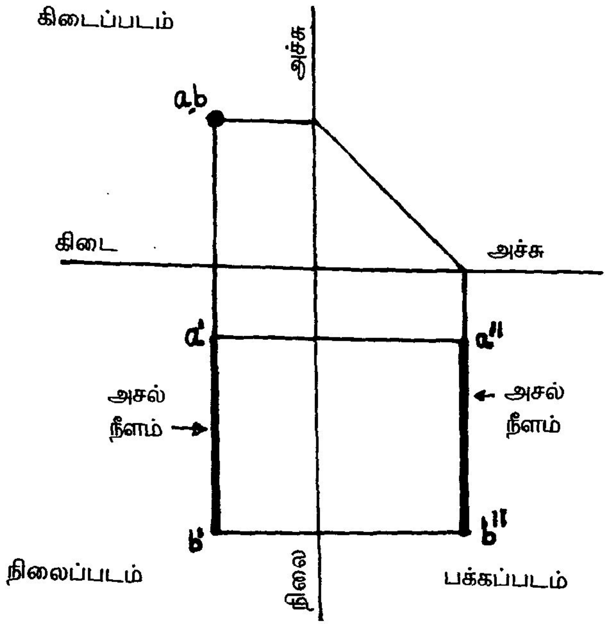

கிடைப்படம்
நிலை அச்சு
b
10 செ.மீ.
கிடை அச்சு
a
5 செ.மீ.
45°
6 செ.மீ.
a' b'
a''
b''
7 செ.மீ.
5 செ.மீ
10 செ.மீ.
நிலைப்படம்
பக்கப்படம்

படம் 42

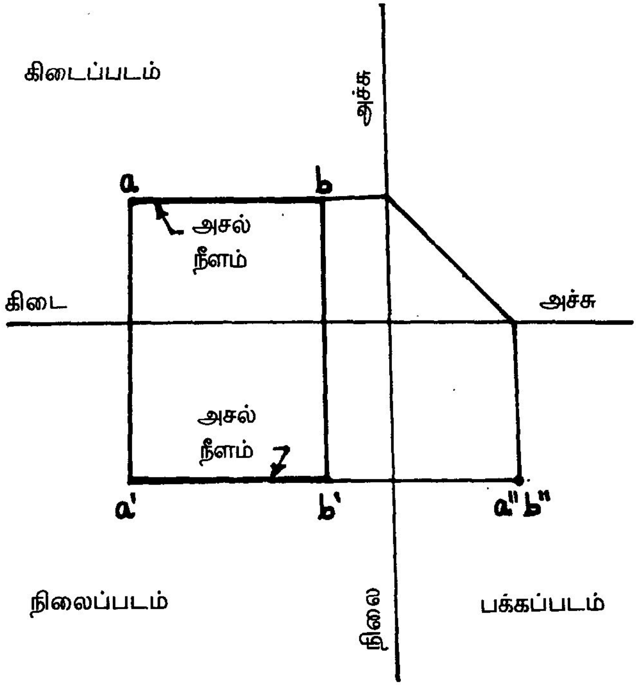
3. கிடைப்படத்தில் AB வீழம் கிடை அச்சிற்குச் செங்குத்தாக இருக்கும். அதனால், AB வழியாய்க் கிடை அச்சிற்குச் செங்குத்தாய் கோடு ஒன்று வரைந்து கொள்க. A புள்ளி நிலைத்தளத்திலிருந்து 5 செமீ தள்ளி இருக்கும். அதனால், கிடை அச்சிலிருந்து 5 செமீ தள்ளி, a′ புள்ளியைக்குறித்துக் கொள்க. AB கோடு கிடைத்தளத்திற்கு இணையாய் இருப்பதால், அதன் முழுநீளம் கிடைப்படத்தில் தெரியும் ; a′ யிலிருந்து 10 செமீ அளந்துவைத்து b′ யைக்குறித்துக் கொள்க.

4. கிடை வீழத்தை வரைந்தது போலவே பக்க வீழத்தை வரையலாம். எனினும், அளந்து வைக்க வேண்டிய தொலைவுகளைக் குறித்து கொண்டு, வரைவு முறையிலேயே அவ்வளவுகளை மாற்றலாம். ab புள்ளிகள் வழியே நிலை அச்சிற்குச் செங்குத்துக் கோடுகள் வரைக; நிலை அச்சில் கிடைத்த தொலைவுகளை 45 பாகைக்கோடுகள் மூலம் மாற்றுக; கிடை அச்சிற் கிடைத்த அளவுகளைச் செங்குத்துக்கோடுகள் மூலம் ab புள்ளி வழியே வரைந்த செங்குத்துக் கோட்டிற்கு மாற்றிக்கொள்க. இப்பொழுது a"b" புள்ளிகள் கிடைத்துவிட்டன.

a′ b′ புள்ளி, a b கோடு, a" b" கோடு ஆகியவையே விடையாகும்.



படம் 43
AB கோடு கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாக உள்ளது



படம் 44

AB கோடு பக்கத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாக உள்ளது

இதே போல வரும் கணக்குகளில் முதலில் செங்குத்துக் கோடுள்ள தளத்தில் புள்ளியை வரைந்துகொண்டு மேலே தொடரலாம். (படம்43 & 44) 43ஆம் படத்தில் AB கோடு கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாக உள்ளது. 44ஆம் படத்தில் AB கோடு பக்கத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாக உள்ளது.

ஆ. ஓர் ஆயத்தளத்திற்கு இணையாக உள்ளவை :

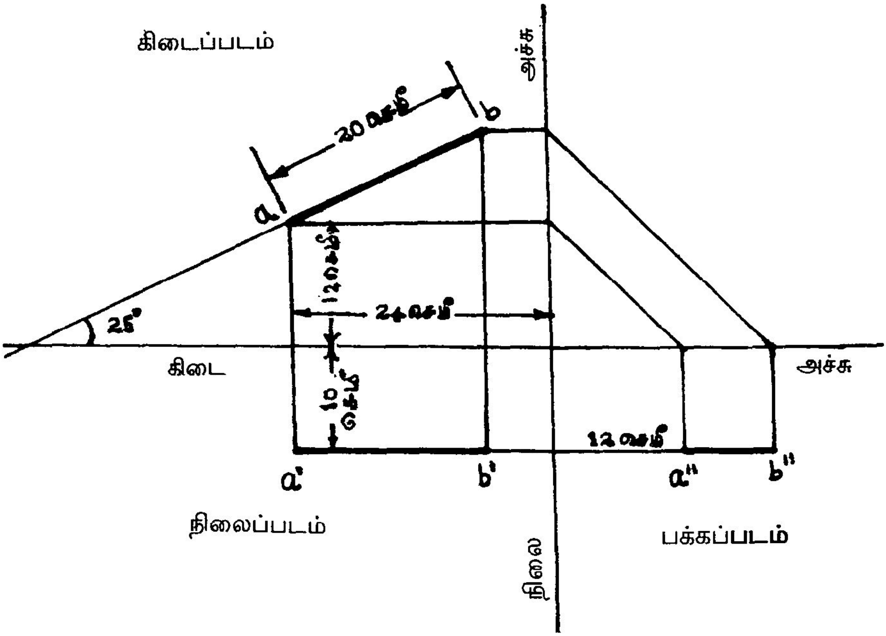
ஓர் ஆயத்தளத்திற்கு இணையாகயுள்ள கோடு, அத் தளப்படத்தில் அதன் அசல் நீளத்தைக் காட்டும். பிற கோடுகள் இரண்டு தளங்களிலும் அதனதன் அச்சிற்கு இணையாக் இருக்கும்; ஆனால் அவற்றின் நீளம் சுருங்கியிருக்கும்.

இது போன்ற கணக்குகளில், கோடு இணையாயுள்ள தளத்தின் படத்தை முதலில் வரைந்துகொள்ள வேண்டும். அதில் அசல் நீளம் கிடைக்கும். பின் அவ்வீழத்தின் இருமுனைகளையும் பிற தளங்களுக்கு வீழ்த்திக் கொள்ளலாம்.

எடுத்துக்காட்டு :

AB கோட்டின் நீளம் 20 செ.மீ. அது கிடைத்தளத்திற்கு இணையாயும் நிலைத்தளத்திற்கு 25 பாகை சாய்ந்தும் உள்ளது. A முனை, கிடை, நிலை, பக்கத் தளங்களிலிருந்து முறையே 10 செ.மீ. 12 செ.மீ. தொலைவுகளில் உள்ளது. AB கோட்டின் கிடை, நிலை, பக்க வீழ்ச்சிகளை வரைக.

45 ஆம் படத்தில் வரைமுறை காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 45

AB கோடு கிடைத்தளத்திற்கு இணையாக உள்ளது

1. கிடை, நிலை அச்சுகளை வரைந்து கொள்க.

2. கிடைத்தளத்தில் a புள்ளியைக் குறிக்க வேண்டும். A புள்ளி, நிலைத்தளத்திலிருந்து 12 செ.மீ. யும் பக்கத் தளத்திலிருந்து 24 செ.மீ. யும் உள்ளது. அதனால், கிடைத்தளத்திலிருந்து 12 செமீ யும், நிலைத்தளத்திலிருந்து 24 செ.மீ. யும் வைத்து a புள்ளியைக் குறித்துக் கொள்க.

3. AB கோடு நிலைத்தளத்திற்கு 25 பாகை சாய்வில் இருக்கும். அதனால்,கிடை அச்சில் 25 பாகை வைத்து a வழியே ஒரு கோடு வரைந்து கொள்க. (கிடையச்சில் ஏதாவதோரிடத்தில் 25 பாகை வைத்து ஒரு கோடு வரைந்து கொண்டு அதற்கு இணையாக a வழியே கோடு வரைதல் எளிதாகும்). a யிலிருந்து 20 செ.மீ. அளந்து வைத்துப் b புள்ளியைக் குறித்துக் கொள்க. அஃது ab கிடைப்படமாகும்.

4. ab புள்ளிகள் வழியே கிடை அச்சிற்குச் செங்குத்துக் கோடுகள் வரைந்து, அதனை நிலைத்தளத்தில் நீட்டுக; AB கோடு கிடைத்தளத்திற்கு இணையாயுள்ளதால், a′ b′ ஆகியவை கிடையச்சிலிருந்து சம தூரத்தில் இருக்கும். அது கிடை அச்சிற்கு இணையாயிருக்கும். கிடைத்தளத்திலிருந்து 10 செமீ தொலைவில் உள்ளதால், கிடையச்சிலிருந்து 10 செ.மீ. வைத்து ஓர் இணைக் கோடு வரைக. முந்தைய செங்குத்துக் கோடுகளின் நடுவில் அமையும் இணைக்கோடு, நிலை வீழம் a′ b′ ஆகும்.

5. a′ b′ வழியாய் நிலையச்சிற்குச் செங்குத்தாகக் கோடு ஒன்றினைப் பக்கத்தளத்தில் வரைந்துகொள்க. கிடைவீழ்த்தத்திலிருந்து a b புள்ளிகளின் வழியே நிலையச்சிற்குச் செங்குத்தாகக் கோடுகள் வரைக. இவ்வரைவுகளை 45 பாகைக்கோடுகள் மூலம் கிடையச்சிற்கு மாற்றுக. அப்புள்ளிகளின் வழியே செங்குத்துக் கோடுகள் வரைக. அவை முந்தைய a b வழியே வரும் கிடைக்கோட்டை வெட்டுமிடங்களே a" b" புள்ளிகளாகும். a" b" கோடே பக்க வீழமாகும்.

இதே போலப் பிற தளங்களுக்கு இணையாவுள்ள கோடுகளின் வீழங்களையும் வரையலாம். முதலில் கோடு, இணையாயுள்ள தளத்தின் வீழத்தை வரைந்து கொண்டு மேலே தொடர வேண்டும். (படம் 46 & 47) படம் 46 இல் AB கோடு பக்கத்தளத்திற்கு இணையாக உள்ளது. படம் 47 இல் AB கோடு பக்கத்தளத்திற்கு இணையாக உள்ளது.

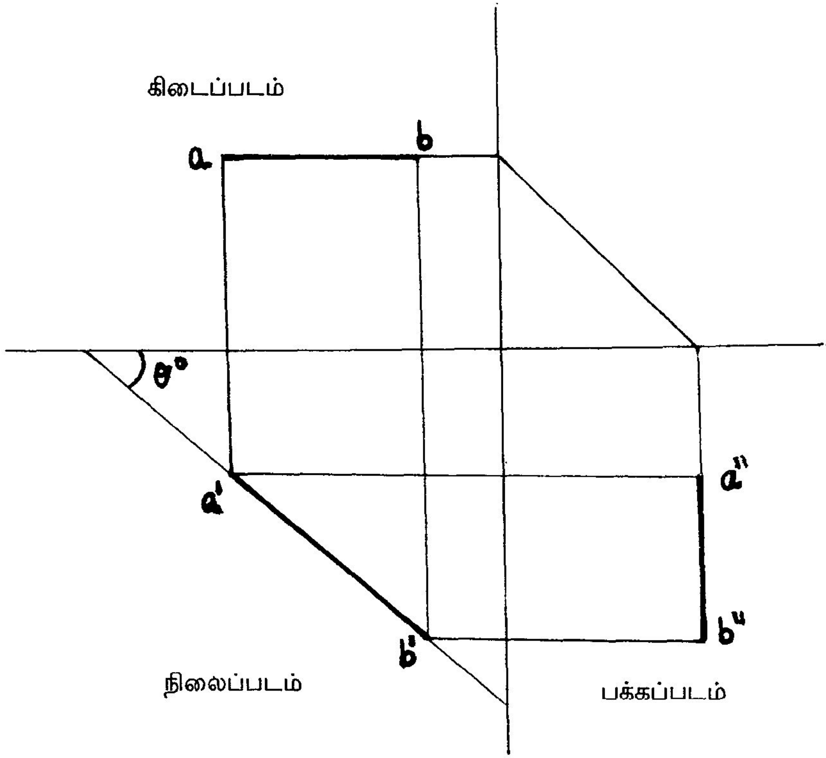
இ. முத்தளங்களுக்கும் சாய்வாயுள்ளவை :

48 ஆம் படத்திலுள்ள திண்மப்படம் காண்க. அதில் ADBC முகம், எந்தத் தளத்திற்கும் இணையாயில்லை; கிடைத்தளத்திற்கு θ பாகை சாய்ந்துள்ளது; நிலைத் தளத்திற்கு ϕ பாகை சாய்ந்துள்ளது; பக்கத் தளத்திற்குச் செங்குத்தாயுள்ளது; AB கோடு ADBC முகத்தின் மூலை விட்டமாயமைந்துள்ளது. கிடை, நிலை, பக்க வீழங்களுள் எதிலும் AB கோட்டின், முழு நீளம் கிடைக்காது.

ADBC முகம், பக்கத் தளத்திற்குச் செங்குத்தாயுள்ளதால், பக்கப்படத்தில் AD, BC முனைகளின் முழுநீளம் மட்டும் கிடைக்கும். இதிலிருந்து முகம் முழுதும் கிடைக்க, ஒரு வழிகண்டால், அதில் AB கோட்டின் முழு நீளம் கிடைக்கும்.

துணைத்தளம் :

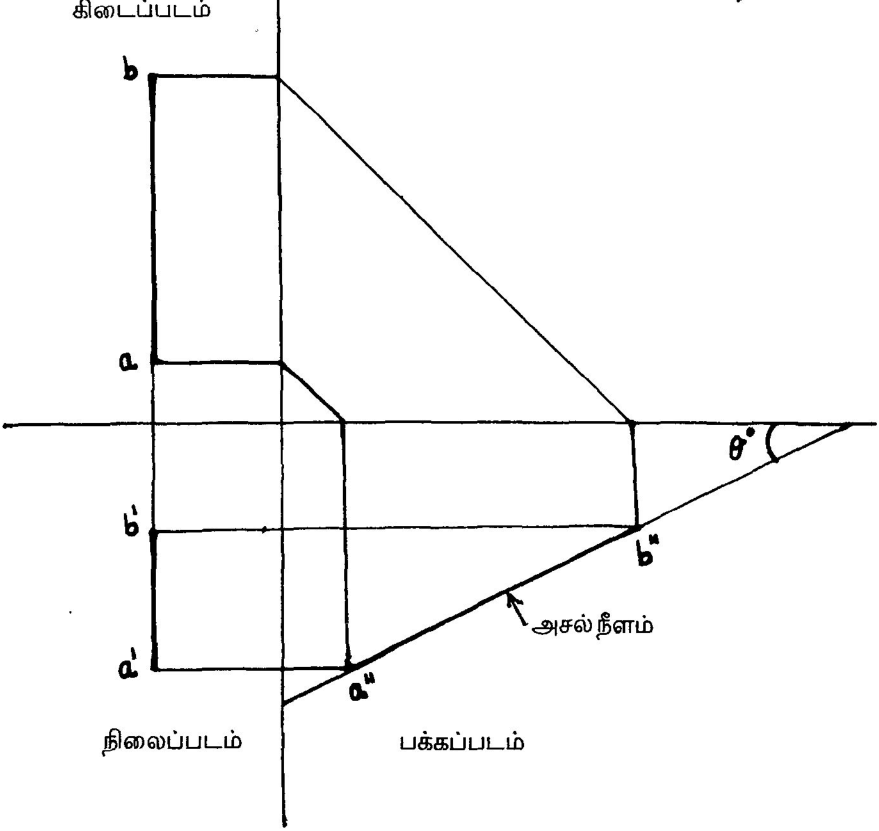
பக்கப்படத்தில் AC, DB கோடுகளின் வீழ்ச்சிற்கு இணையாய் துணைத்தளம் ஒன்றனை அமைத்து, அதில் ACDB முகத்தை வீழ்த்தலாம்.



படம் 46

AB கோடு நிலைத்தளத்திற்கு இணையாக உள்ளது

49ஆம் படத்தில் பொருளின் நிலைப்படம், கிடைப்படம், பக்கப்படம் வரையப்பட்டுள்ளன. பக்கப்படத்தில் ADBC முகம் ஒரே நேர்க்கோடாகத் தெரிகிறது (a" b"). இதற்கு இணையாய் ஒரு துணைத்தளம் வரைந்து அதற்குச் செங்குத்தாக வீழ்கோடுகள் வரைந்து துணைவீழம் வரையப்படுகிறது. அதில் a', b' புள்ளிகளை இணைத்து, AB கோட்டின் அசல் நீளம் பெறப்படுகிறது. பக்கப்படத்தில் AB கோடு உள்ள முகம், கிடைத்தளத்திலிருந்து θ பாகை சாய்ந்துள்ளது. துணையச்சும் அதே கோணத்திலுள்ளமை காண்க. AB கோடு BC கோட்டிலிருந்து π பாகை சாய்ந்துள்ளது. துணை வீழலிலும் அதே அளவு சாய்மானம் உள்ளதைக் காண்க.

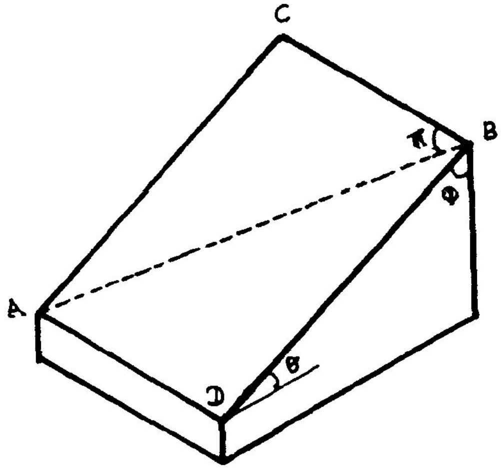


படம் 47

AB கோடு பக்கத்தளத்திற்கு இணையாக உள்ளது

ஒரு கோடு ஒரு தளத்திற்கு இணையாயிருந்தால், அத் தளத்தில் கோட்டின் வீழம் அசல் நீளமாயிருக்கும். சாய்வுக்கோடு, எந்த முதன்மைத் தளத்திற்கும் இணையாயிராதாகையால், முதன்மை வீழங்களில் அதன் அசல் நீளம் பெற வழியில்லை. அதனால், சாய்வுக் கோட்டிற்கு இணையாக துணைத்தளம் ஒன்றனை அமைக்க வேண்டும்; கோட்டின் முதன்மை வீழல்களுள் ஒன்றனுக்கு இணையாயிருக்க வேண்டும்.

கிடைத்தள, நிலைத்தள சுழலச்சிற்கு செங்குத்தாகவே இவற்றின் வீழங்கள் இருக்கும். அதேபோலத் துணைத்தளம் ஆயத்தளத்தோடு இணையும் இடம், துணைத்தளத்தின் சுழலச்சாகும். துணைத்தளத்து வீழங்கள் இதற்குச் செங்குத்தாயமையும்.

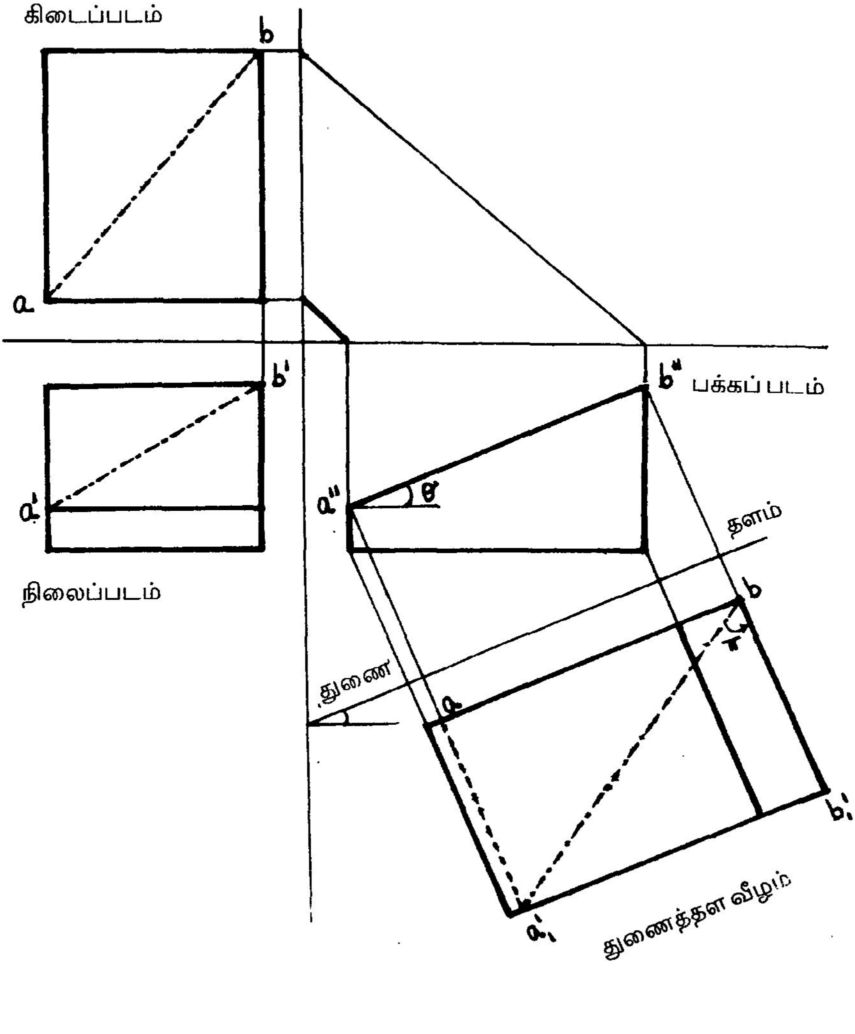


படம் 48

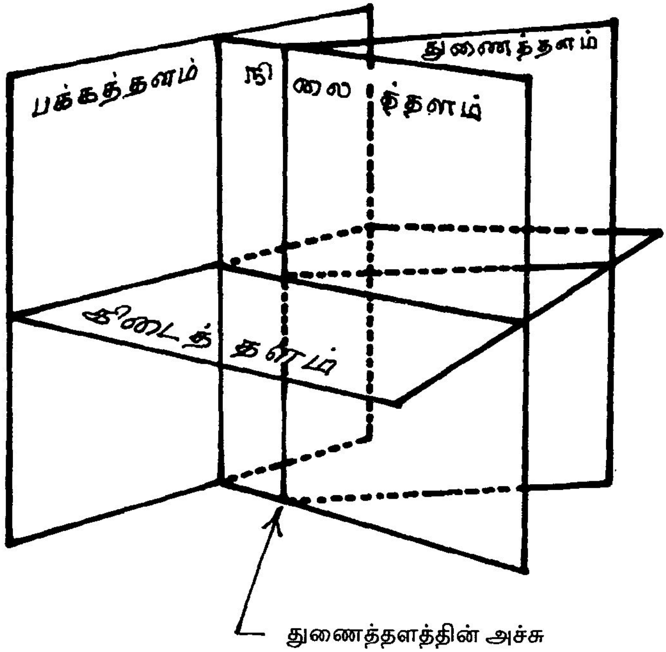
50 ஆம் படத்தில் துணைத்தளம் அமையும் விதம் காட்டப்பட்டுள்ளது. நிலைத் தளத்தை ஒட்டித் துணைத்தளம் அமைந்துள்ளது. நிலைத் தளத்தைப் போலவே துணைத்தளமும், கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாய் அமைந்துள்ளது. அதனால், நிலைத்தளத்து ஆயங்கள் (y), துணைத்தளத்திலும் மாறாமல் இருக்கின்றன.

நிலைத்தளத்தில், துணைத் தளம் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும் கோடு, துணைத்தளத்தின் அச்சாகும். துணைத்தளத்தை இந்த அச்சில் சுழலவிட்டுத் துணைத்தள வீழத்தை படமாகப் பெறலாம்.

51 ஆம் படம் காண்க. இதில் ab என்பது AB என்ற சாய்வுக் கோட்டின் கிடைவீழமாகும். a"b" பக்க வீழத்துக்கு இணையாகத் துணைத்தளம் அமைக்கப் பட்டுள்ளது. அதன் அச்சிற்கு a வழியாய்ச் செல்லும் கோட்டில் a_1 யும் b வழியாய்ச் செல்லும் கோட்டில் b_1 யும் உள்ளன. இத்



படம் 49



படம் 50

துணைத்தளம் கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயுள்ளதால், a_1, b_1 நீளங்கள் கிடை அச்சிலிருந்து a', b' உள்ள தூரங்களுக்குச் சமமாக இருக்குமல்லவா? அதனால், a', b' தூரங்களாய y_a, y_b ஆயங்களை அளந்து, துணை அச்சில் வைத்து, a_1' b_1' புள்ளிகள் பெறப்படுகின்றன. a_1' b_1' புள்ளிகளை இணைத்தால் கோட்டின் அசல் நீளம் கிடைக்கும்.

இதே போல a^1 b^1 வீழலுக்கு இணையாய் இன்னொரு துணை அச்சு (துணைத்தளம் 2) வரைந்து, செங்குத்துக்கோடுகளை நீட்டி, அவற்றில் z_a, z_b தூரங்களை அளந்துவைத்து, a_2,b_2 புள்ளிகளைக் காணலாம். a_2 b_2 நீளமும், சாய்வுக் கோட்டின் அசல் நீளமும், ஒன்றாக இருக்கும்.

a_1 b_1 கோடு அதன் அச்சிற்கு அமையும் கோணத்தை அளந்தால், கோட்டின் கிடைக்கோணம் (θ) கிடைக்கும். a_2 b_2 கோடு அதன் அச்சிற்கு அமையும் கோணத்தை அளந்தால் நிலைக்கோணம் (ϕ) கிடைக்கும்.

சாய்மானம் (Slope) :

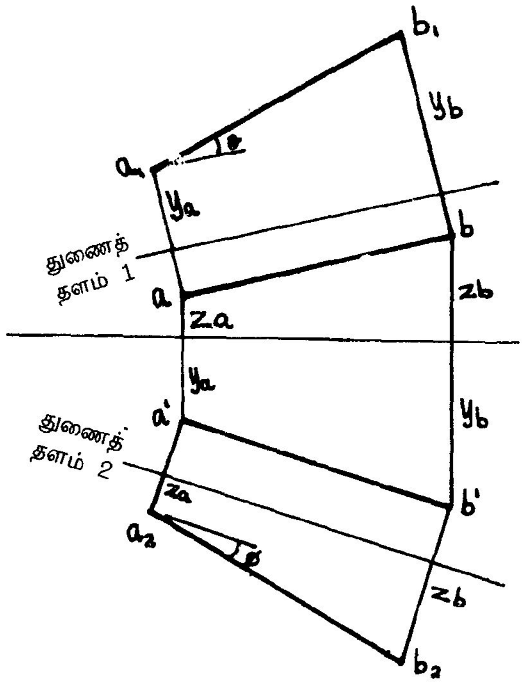
ஒரு கோட்டின் சாய்மானம் என்பது ஒரு கோடு கிடைக் கோட்டில் அமைக்கும் அதன் சாய்மானமாகும். மேலே கூறியதும் அத்தகையதே. அதனால், ஒரு கோட்டின் சாய்மானம் அறியவும் மேலே கண்ட செய்முறை பொருந்தும்.

திசையம் (Bearing) :

ஒரு கோட்டின் அமைவை, அது வடக்குத் திசைக்கு அமைக்கும் கோணத்தைக் கொண்டு கூறுதல், அளக்கையியல் மரபாகும். கோட்டின் கிடை வீழத்தைக் கொண்டே இது கூறப்படுகிறது. கோடு ,கிடையாக இல்லாமல் சாய்ந்திருந்தால், கிடை வீழக் கோட்டின் அசல் நீளத்தைக் காட்டாது.

எடுத்துக்காட்டு :

ஒரு கோட்டின் திசையம் வ 45 கி அதன் நீளம் 5 செ.மீ. 30 பாகை கீழ்நோக்கி உள்ளது. அதன் வீழங்களை வரைக.



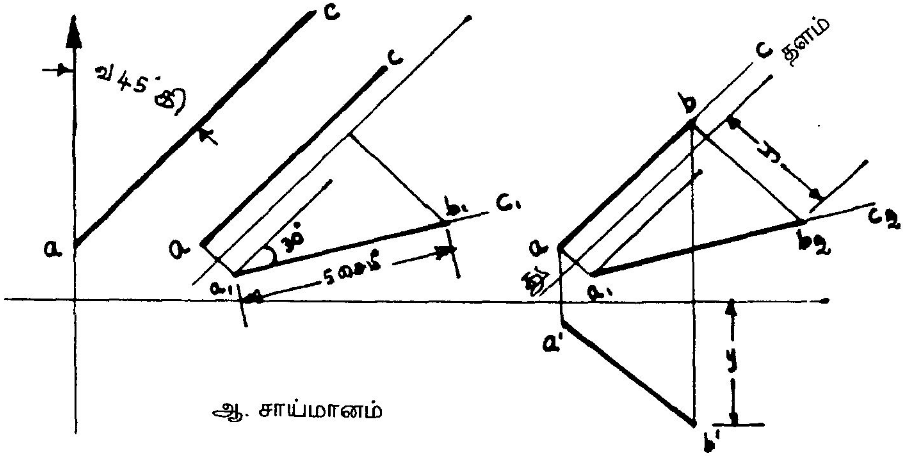
படம் 51

படத்தில் (52அ) கோட்டின் திசையம் a c வரையப்பட்டுள்ளது. a c நடுவில் B கண்டுபிடிக்க வேண்டும்; கிடைப்படத்தில் 45 பாகை வடக் கிலிருந்து தள்ளியுள்ளது.

(52ஆ) a c கோட்டிற்கு இணையாக ஒரு துணை அச்சு அமைக்கப்படுகிறது . அதில் a c கோட்டிற்கு 30 பாகை கீழ்க்கோணம் வைத்து. ஒரு கோடு a_1 c_1 வரையப்படுகிறது. இக்கோட்டில் கோட்டின் அசல் நீளமான 5 செ.மீ அளந்து வைத்து b_1 குறிக்கப்படுகிறது.

(52இ) புள்ளி வழியே, துணைத்தளத்திற்கு ஒரு செங்குத்துக்கோடு வரையப்படுகிறது. அது a c கோட்டில் வெட்டுமிடம் b ஆகும். a b புள்ளிகளை, இணைத்தால் கிடைப்பது கோட்டின் கிடைவீழலாகும்.

a, b புள்ளிகள் வழியே கிடை அச்சிற்குச் செங்குத்துக் கோடுகள் வீழ்த்தப்படுகின்றன. அவற்றில் துணை அச்சிலிருந்து a_1 , b_1 புள்ளிகளின் தூரங்களை (y) அளந்து வைத்து, a', b' புள்ளிகள் பெறப்படுகின்றன. ab புள்ளிகளை இணைத்து நிலைவீழம் பெறப்படுகிறது.



அ. திசையம் இ. வீழங்கள்

படம் 52 (அ), (ஆ), (இ)

சமதளங்கள் (Planes) : .

சமதளத்திற்கு நீளம், அகலம் உண்டு ; கனம் அல்லது உயரம் இல்லை. இரண்டு கோடுகள் வெட்டும்போதும், இரண்டு இணைக்கோடுகளினிடையிலும் ஒரு கோடு ஒருபுள்ளி இவற்றினிடையிலும், ஒரு அடிக்கோட்டின் மீதும் வேறு ஒரு கோடு, கோணம் அமைக்கும் போதும் சமதளங்கள் தோன்றுகின்றன.

சமதளங்களின் வீழங்களை வரைவதில் மூன்று நிலைமைகள் உள்ளன.

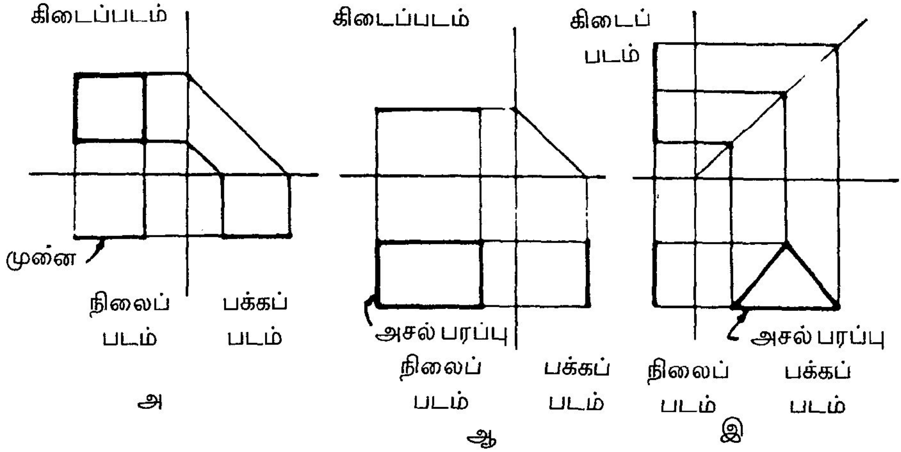
(அ) ஓர் ஆயத்தளத்திற்கு இணையாயும், பிற ஆயத்தளங்களுக்குச் செங்குத்தாயும் இருத்தல்.

(ஆ) ஓர் ஆயத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும் பிற ஆயத்தளங்களுக்குச் சாய்வாயும் இருத்தல்.

(இ) மூன்று ஆயத்தளங்களுக்கும் சாய்வாய் இருத்தல்.

அ. ஒரு சமதளம் ஓர் ஆயத்தளத்திற்கு இணையாயும் பிற தளங்களுக்குச் செங்குத்தாயும் இருத்தல்.

சமதளம் எந்த ஆயத்தளத்திற்கு இணையாய் உள்ளதோ, அதில் சமதளத்தின் முழுப்பரப்பும் அசல் அளவில் வீழமாய் அமையும். பிற இரண்டு ஆயத்தளங்களுக்கும் செங்குத்தாய் இருப்பதால் அதன் முனைகள் கோடுகளாய் விழும்.



படம் 53

படத்தின் கீழ்வரும் குறிப்புகள் :

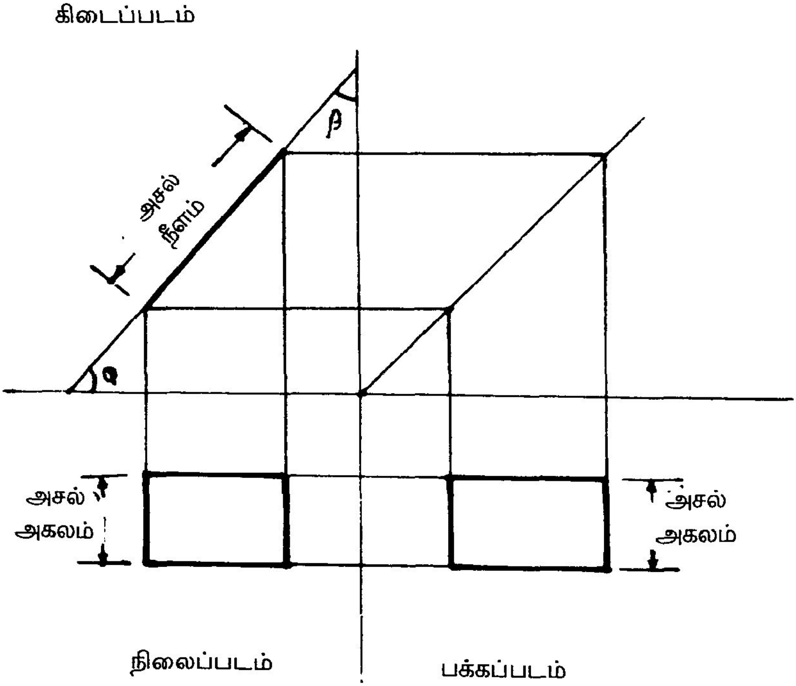
53 அ. கிடைத்தளத்திற்கு இணையாயும், பிற தளங்களுக்குச் செங்குத்தாயும் உள்ள சதுரத்தின் கிடை வீழத்தின் அசல் பரப்புக் கிடைக்கிறது. நிலை வீழத்திலும் பக்க வீழத்திலும் அவற்றின் முனைகள் மட்டும் தெரிகின்றன.

53 ஆ. நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயும், பிற தளங்களக்குச் செங்குத்தாயும் உள்ள செவ்வகத்தின் வீழங்களைக் காண்க. நிலை வீழத்தின் அசல் பரப்புத் தெரிகிறது. கிடை வீழத்தில் நீளவாக்குமுனையும், பக்கவீழத்தில் அகலவாக்கு முனையும் தெரிகின்றன.

53 இ. ஒரு முக்கோணம் பக்கத்தளத்திற்கு இணையாயும், பிற தளங்களுக்குச் செங்குத்தாயும் உள்ளது. நிலைத்தளத்தில் அதன் உயரமுனை தெரிகிறது. கிடைத்தளத்தில் முக்கோணத்தின் மேல்முனை தெரிகிறது. முக்கோணத்தின் தலையும் கோட்டினுள்ளேயே அடங்கிவிடுவதால் தனியாய்த் தெரிவதில்லை. பக்க வீழலில் முக்கோணத்தின் அசல் பரப்புத் தெரிகின்றன.

ஆ. ஓர் ஆயத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும், பிற ஆயத்தளங்களுக்குச் சாய்வாயும் உள்ள சமதளம்.

செங்குத்தாயுள்ள ஆயத் தளத்தில் வீழம் ஒரு நேர் கோடாகத் தெரியும். இது சமதளத்தின் முனைத் தோற்றம் ஆகும். பிற இரு தளங்களிலும் சாய்வுப் பரப்பு வீழங்களாய் அமையும் . அவை அசல் பரப்புகள் ஆகா.



படம் 54

ஒரு செவ்வகம் கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும், நிலைத்தளத்திற்கு β பாகையிலும் பக்கத்தளத்திற்கு ϕ பாகையிலும் சாய்ந்தும் உள்ளது. அதன் வீழங்கள் 54ஆம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாய் உள்ளதால் அதன் கிடை வீழம் நேர்கோடாய் இருக்கிறது. அது நிலைத்தள அச்சிற்கு ϕ பாகை சாய்ந்தும், பக்கத்தள அச்சிற் β பாகையில் சாய்ந்துமுள்ளது. கிடை வீழத்தில் அதன் அசல் நீளம் கிடைக்கிறது. அக்கோட்டின் இருமுனைகள் நிலைத்தளத்திற்கு வீழ்த்தப்பட்டுள்ளன. செவ்வகம் கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாக உள்ளதால் நிலைவீழத்திலும், பக்க வீழத்திலும் அதன் அகலம் கிடைக்கிறது. கிடை வீழத்தின் இரு முனைகளையும் வீழ்த்திப் பக்க வீழம் பெறப்படுகிறது.

நிலை, பக்க வீழல்கள் செவ்வகமாய்த் தோன்றினாலும், அவை உண்மைப் பரப்பாகா; சாய்வுப் பரப்புகளேயாகும். மூன்று வீழங்களிலும் அசல் பரப்புக் கிடைக்கவில்லை. அசல் பரப்பு வேண்டுமாயின், நேர் கோடாய்த் தெரியும் வீழத்திற்கு இணையாய் ஒரு துணைத்தளம் அமைத்து, அதில் மீண்டும் வீழ்த்திப் பெறலாம்.

எடுத்துக்காட்டு :

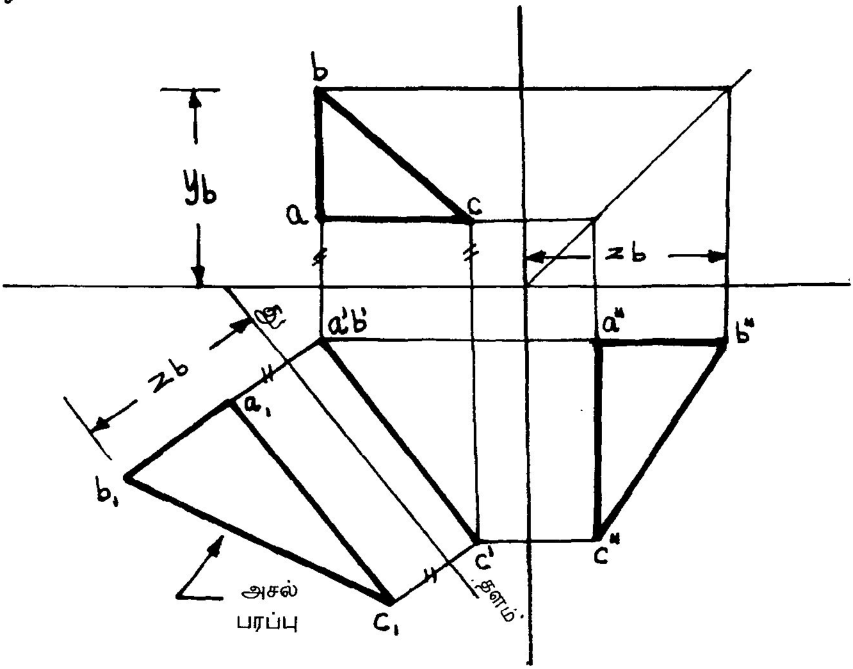
ஒரு முக்கோணத்தின் கிடை, நிலை, பக்க வீழங்கள் தரப்பட்டுள்ளன. முக்கோணம் நிலைத்தளத்திற்குக் செங்குத்தாயுள்ளதால் நிலை வீழம் நேர்கோடாயுள்ளது. (படம் 55) இந்த நேர்க்கோட்டிற்கு இணையாய், ஒரு துணைத்தளம் அமைத்து, அதில் வீழ்த்தலாம். துணைத்தள வீழத்திற்க்குரிய ஆயத் தொலைவுகளை கிடை அச்சிலிருந்து எடுத்துக் கொள்ள லாம். (3b) இத் துணைத்தளம் நிலை அச்சிற்குச் செங்குத்தாயிருப்பதால், இது சாத்தியமாகிறது. கிடை அச்சிலிருந்து a, b புள்ளிகளின் தூரங்களை அளந்து, துணை அச்சில் வைத்தால், a_1 b_1 புள்ளிகள் கிடைத்து விடுகின்றன. துணை வீழத்தில் முக்கோணத்தின் அசல் பரப்புக் கிடைத்துவிட்டது.

இ. மூன்று ஆயத்தளங்களுக்கும் சாய்வாயுள்ள சமதளம் :

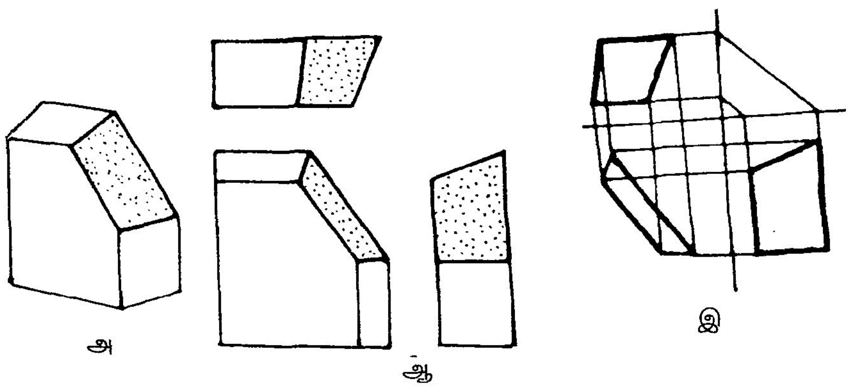
56 ஆம் படத்தில் இத்தகைய படம் ஒன்று வரைந்து காட்டப்பட்டுள்ளது. இதன் மூன்று வீழங்களும் அசல் உருவினைக் காட்டா. 56 அ படத்தில் தெரிவது சமளக்காட்சி. ஆ படத்தில் தெரிவது நேரிய வீழத்தின் மூன்று வீழங்கள். இ படத்தில் இதன் வரைமுறை காட்டப்பட்டுள்ளது. மாணவர்கள் முயன்று பார்க்கலாம்.

சமதளத்தில் கோடு, புள்ளி :

சமதளத்திலுள்ள இரண்டு புள்ளிகளை இணைக்கும் கோடு, சமதளத்திலேயே இருக்கும். சமதளத்தின் ஓரக்கோடுகளில் அமைந்துள்ள இருவேறு புள்ளிகளை இணைத்தால், ஒரு புதிய கோடு கிடைக்கும். அக்கோட்டின் வீழத்தை வரைதற்கு அதன் முனைப் புள்ளிகளை வீழத்தில் குறித்து, அவற்றை இணைக்கவேண்டும்.



படம் 55



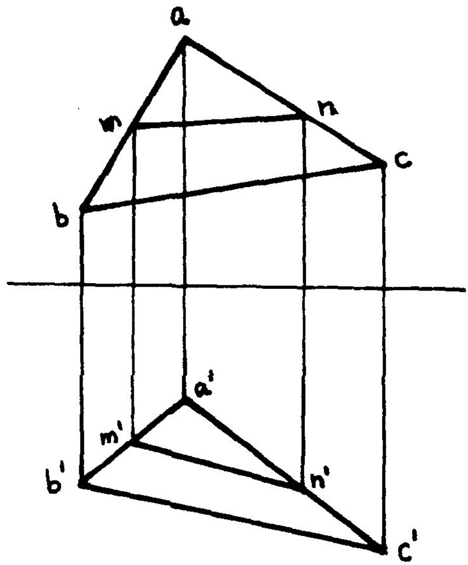
படம் 56

அ. சமளக் காட்சி ஆ. நேரிய வீழக்காட்சி இ. நேரிய வீழத்தில் வரைமுறை

சமதளத்தில் ஒருபுதிய புள்ளியைக் குறிக்க வேண்டுமென வைத்துக் கொள்வோம்; அப் புள்ளி வழியே ஒருகோடு வரைந்து அதன் முனைப் புள்ளிகளைக் கண்டு கொள்ள வேண்டும்; முனைப் புள்ளிகளின் வீழங்களை வரைந்து இணைத்துக் கோட்டின் வீழத்தைப் பெற வேண்டும். பின் புள்ளியின் வீழத்தை அக்கோட்டில் பெறலாம்.

எடுத்துக்காட்டு :

57ஆம் படத்தில் ABC முக்கோணத்தின் கிடை வீழமும், நிலை வீழமும் காட்டப்பட்டுள்ளன. AB கோட்டில் M புள்ளியும், AC கோட்டில் N புள்ளியும் உள்ளன. M,N புள்ளிகளின் கிடை வீழத்தைக் குறித்து விட்டால், பின்னர் அவற்றை இணைத்து MN கோட்டின் கிடை வீழலை (m', n') வரையலாம். புள்ளிகளிலிருந்து அச்சிற்குச் செங்குத்துக் கோடுகள் வரைந்து, நிலைவீழத்தில் புள்ளிகளைக் குறிக்கலாம். (m', n') புள்ளிகளை இணைத்தால் MN கோட்டின் நிலை வீழம் கிடைக்கிறது.



படம் 57

எடுத்துக்காட்டு :

58ஆம் படத்தில் ABC முக்கோணத்தின் கிடைவீழலும், நிலைவீழலும் காட்டப்பட்டுள்ளன. சமதளத்தில் P என்ற புள்ளியைக் குறிக்க வேண்டும்.

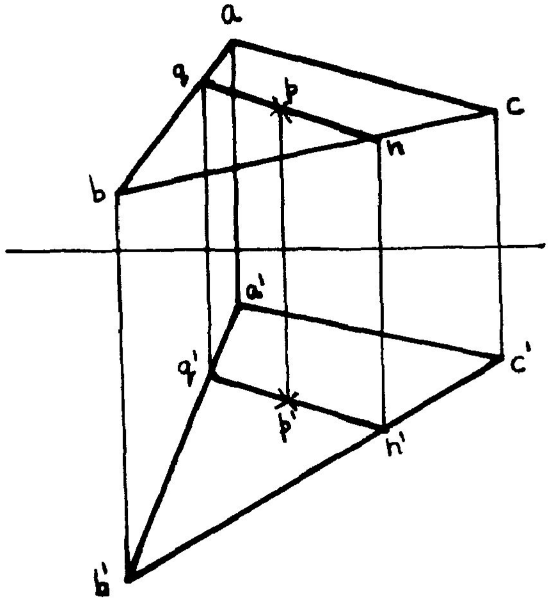
P அமைவது போல ஒரு நேர் கோடு வரைந்துகொள்ள வேண்டும். பின்னர் நேர் கோட்டின் இருமுனைகளையும் (Q,R) வரைய வேண்டும்.

Q, R புள்ளிகளின் வீழல்களை (q', r') வரைந்து அவற்றை இணைத்து அதில் p' புள்ளியைக் குறிக்க வேண்டும்.

q', r' புள்ளியைக் கிடைத்தளத்திற்கு மாற்றி, q r புள்ளிகளைக் குறிக்கலாம். p' வழியாய்ச் செங்குத்துக்கோடு வரைந்து q r கோட்டின்மீது p புள்ளியைக் குறிக்க வேண்டும்.

ஒரு தளத்தின் தளத்திசையம் (Strike) :

ஒருதளத்தின் தளத்திசையம் என்பது அத்தளத்தில் அமைந்துள்ள கிடைமட்டக்கோடு ஒன்றன் திசையம் ஆகும்.



படம் 58

சாய்ந்துள்ள சமதளம் ஒன்றன் திசையம் காண, அதன் நிலைவீழத்தில் ஒரு கிடைக்கோடு வரைய வேண்டும்; அக்கோட்டின் கிடை வீழத்தை வரைய வேண்டும். இந்தக் கிடைவீழக் கோட் டின் திசையமே, தளத்தின் தளத் திசை யமாகும்.

59ஆம் படத்தில் ABC முக் கோணத்தின் கிடை வீழமும், நிலை வீழமும் உள்ளன. நிலை வீழத்தில் C வழியாய் ஒரு கிடைக்கோடு வரைக. c', d' கோடு தளத்தில் அமைந்த கிடைக் கோடாகும். d' புள்ளியைக் கிடை வீழத்திற்க்கு வீழ்த்தினால் d கிடைக் கும். d c யை இணைத்தால் கிடைக்கும் கோடு தளத்திசையம் காட்டும் கோடாகும். வடக்கிலிருந்து அதன் கோணத்தை அளந்து எழுதுக. (வ 70° கி).

கோட்டின் வீழம் புள்ளியாதல் :

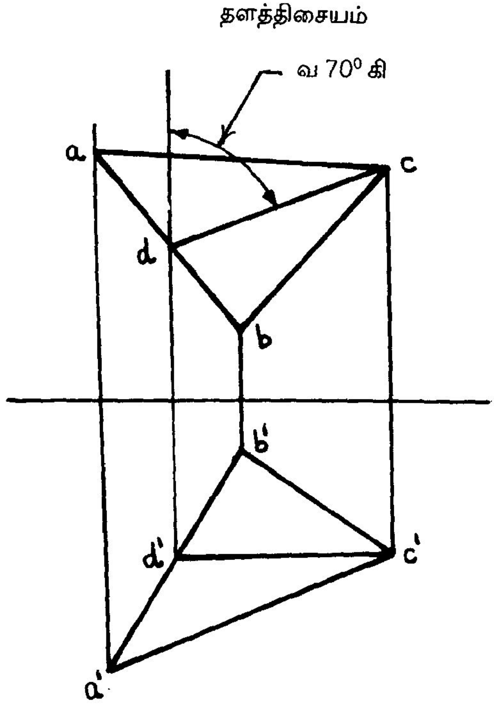
ஒருகோடு, அதற்குச் செங்குத் தான சமதளத்தில் ஒரே புள்ளியாய் விழும். தொழில்நுட்ப வரைவியலில் பல கணக்குகளைத் தீர்ப்பதற்கு இச்செய்தி உதவியாய் இருக்கிறது.

இரண்டு தளங்களுக்கு இணை யாயும், ஒருதளத்திற்குச் செங்குத்தா யும் உள்ள கோடுகள் படத்தில் (60 அ, ஆ, இ) காட்டியவாறு புள்ளியாகச் சுருங்கும்.

எந்த ஆயத்திற்கும் செங்குத்தாய் இல்லாமல் ஓர் ஆயத்திற்கு இணையாயுள்ள கோடு புள்ளியாய் விழ ஒருதுணைத்தளம் தேவைப் படுகிறது.

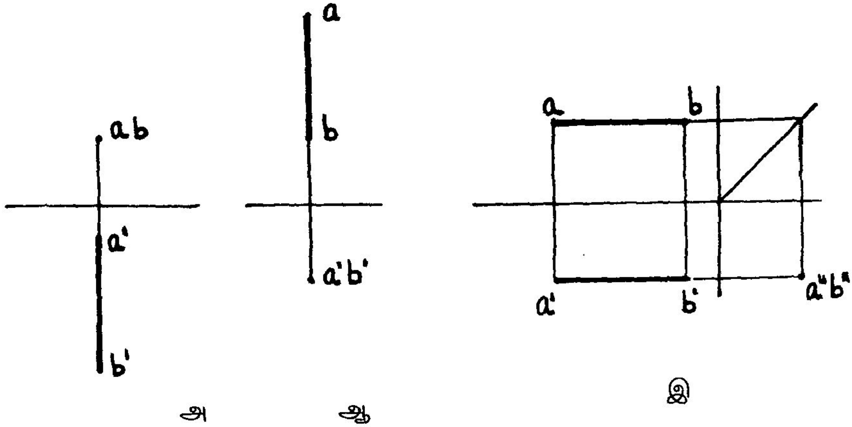
61ஆம் படத்தில் அத்தகைய மூன்று நிலைகளும் காட்டப்பட்டுள்ளன. கோட்டின் அசல்நீளம் தரும் வீழலுக்குச் செங்குத்தாகத் துணைத் தளம் அமைக்க வேண்டும். இது மிகவும் இன்றியமையாதது.

எந்த ஆயத்தளத்திற்கும் செங்குத்தாகவோ இணையாகவோ இல்லாத கோட்டிற்கு இரண்டு துணைத்தளங்கள் தேவைப்படுகின்றன. ஒரு துணைத்தளம், நேர்கோட்டின் அசல்நீளம் தரும் வீழத்தை வரைவதற்காகவும், இன்னொரு துணைத் தளம் அது புள்ளியாக விழுவதற்குமாகும்.



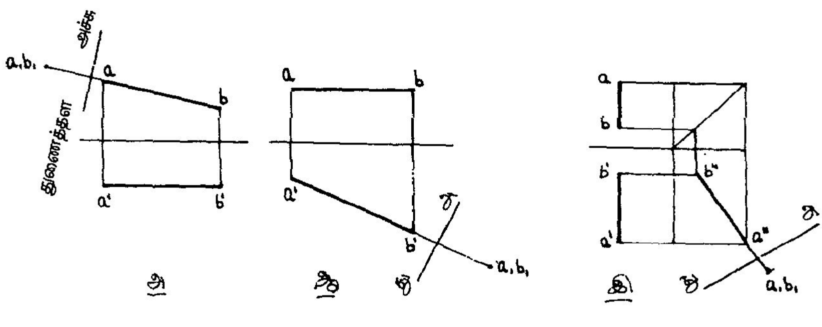
படம் 59

62ஆம் படத்தில் AB கோட்டின் கிடைவீழத்தின் படமும் (a b), நிலைவீழத்தின் படமும் (a', b') உள்ளன. AB கோட்டின் அசல்நீளம் காண, கிடைவீழத்திற்கு இணையாய் ஒரு துணைத்தளம் அமைக்கப் படுகிறது (துத1). இதிலிருந்து நிலைவீழப் புள்ளிகளின் ஆயங்களை அளந்து (y_a , y_b) வைத்து, துணைவீழத்தின் புள்ளிகள் (a_1 , b_2) குறிக்கப்படுகின்றன. இத்துணை வீழம் (a_1 b_2) அசல் நீளத்தைக் காட்டுகிறது. இதற்குச் செங்குத்தாய் இன்னொரு துணைத்தளம் (துத2) அமைக்கப்படுகிறது. முதலாம் துணைத்தள அச்சிலிருந்து வீழம் உள்ள தூரத்தை அளந்து புள்ளி (a_2 b_2) வைக்கப்படுகிறது. முதல் துணைத்தளம் கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயுள்ளது. அதனால், ஆயத்தொலைவுகள் அளந்து வைக்கப்பட்டன. 2ஆம் துணைத்தளத்தை முதல் துணைத்தளத்தில் பக்கத் தளமாகக் கருதலாம். கிடை வீழத்திலிருந்து முதல் துணைத்தளம் உள்ள தூரம்தான் (W), இதன் வீழம் அமைந்திருக்கும். அதனால் அத்தூரம் (W) அளந்து வைத்து வீழம் குறிக்கப்படுகிறது.



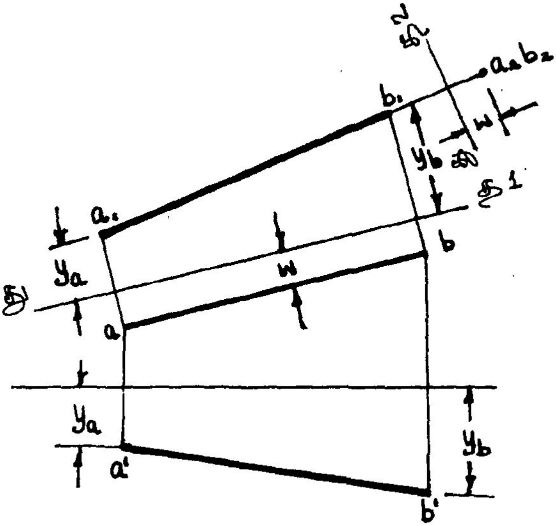
படம் 60 அ. ஆ. இ

இரண்டு முதன்மைத் தளங்களுக்கு இணையான கோடு



படம் 61

ஒரு முத ன்மைத் தளத்திற்கு இணையாக உள்ள கோடு



படம் 62

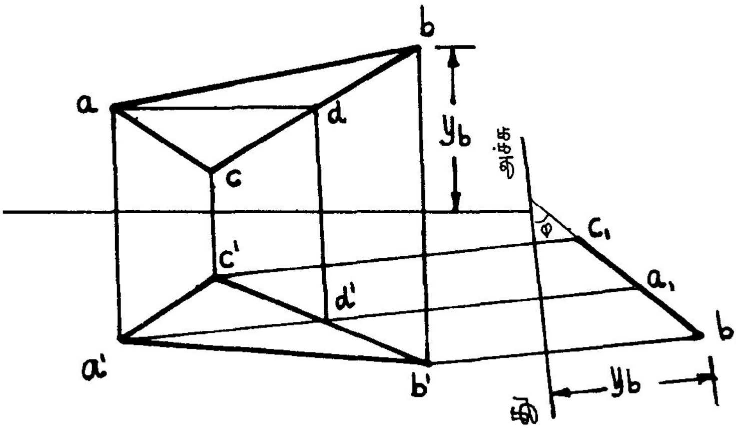
சமதளத்தின் முனைத் தோற்றம்: (Edgewise View) :

ஒருசமதளத்தின் மீது ஏதாவதொரு முதன்மைத் தளத்திற்கு இணையாக ஒரு கோட்டைக் கருதிக்கொண்டு, அக்கோட்டின் வீழம் புள்ளியாக விழும் திசையில் வீழ்த்தினால் சமதளத்தின் முனைத்தோற்றம் கிடைக்கும்.

சமதளம் இரண்டு முதன்மைத் தளங்களுக்கு மட்டும் சாய்ந்திருந்தால் ஒருதுணைத்தளம் போதும். மூன்று முதன்மைத் தளங்களுக்கும் சாய்ந்திருந்தால், இரண்டு துணைத்தளம் தேவைப்படும்.

63ஆம் படத்தில் ABC தகட்டின் கிடைப்படம் (abc) நிலைப்படம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. (a'b'c') தகட்டில் ஏதாவதொரு முதன்மைத் தளத்திற்கிணையாக ஒருகோட்டைக் கருதிக்கொள்ள வேண்டும். இங்கு நிலைத்தளத்திற்கு இணையாக கோடு, கருதிக் கொள்ளப்படுகிறது. AD யின் கிடைவீழம் அச்சிற்கு இணையாயிருக்குமாதலால், a வழியாய் அச்சிற்கு இணையாய் ஒருகோடு வரைந்து கொள்ளப்பட்டுள்ளது (a d).

d யின் வீழலை நிலைப்படத்திற்குச் செங்குத்துக்கோடு மூலம் மாற்றி d' புள்ளி கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. a' d' நிலை வீழமாகும். இதுவே AD யின் அசல் நீளமாகும். a' d'



படம் 63

கோட்டை நீட்டி, அதற்குச் செங்குத்தாக ஒரு துணைத்தளம் அமைக்கப் பட்டுள்ளது. இது கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தான தளம். இதனால் கிடைத்தளத்திலுள்ள ஆயத்தொலைவுகளை (yb போன்றது) அளந்துவைத்து, a_1 b_1 c_1 புள்ளிகள் குறிக்கப்படுகின்றன. a_1 b_1 c_1 புள்ளிகளை இணைத்தால், ABC தகட்டின் முனைப்படம் கிடைக்கும்.

முனைப்படத்தினைக் குறிக்கும் இக் கோடு துணைத்தளத்தோடு அமைக்கும் கோணம் (φ), சமதளம் நிலை அச்சில் அமைக்கும் கோணமாகும்.

மாறாய், கிடைத்தளத்திற்கு இணையாய் நிலைவீழத்தில் கோடு வரைந்து அதன் வீழங்களைக் கிடை வீழத்திற்க்கு மாற்றி, அதற்குச் செங்குத்தாய்த் துணைத்தளம் அமைத்து, அதில் வீழ்த்தினால் அக்கோடு துணைத்தளத்துடன் அமைக்கும் கோணம் (θ), கிடைக்கோணமாகும்.

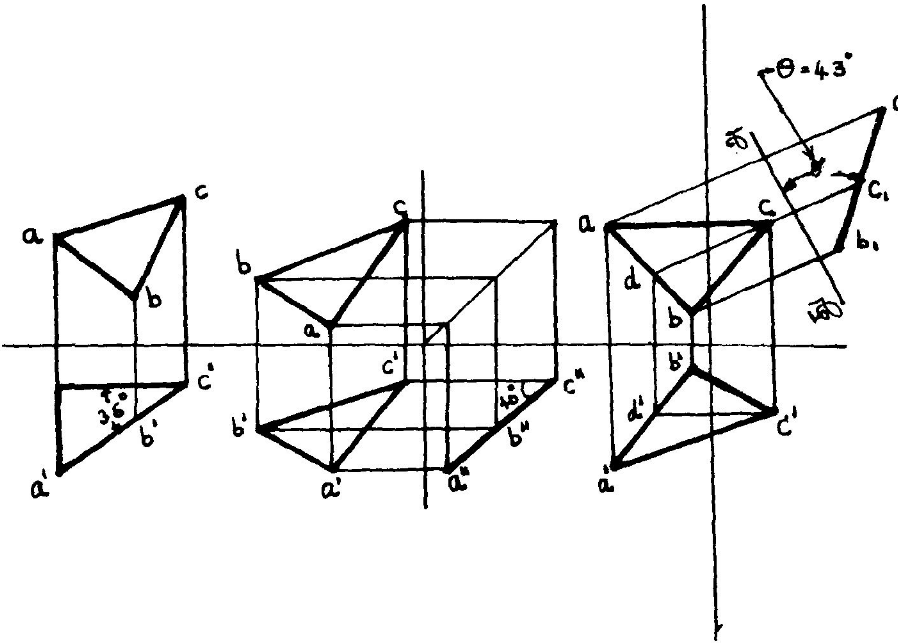
சமதளத்தின் சாய்மான திசையம் (Dip of a plane) :

புவியியலில் கீழ்நோக்கிச் சாய்ந்துள்ள சமதளத்தின் சாய்வை அளந்து சொல்ல வேண்டிய பணி உண்டு; சாய்மானத்தோடு திசையத்தையும் சேர்த்துச் சொல்லுதலும் உண்டு. இதனைச் சாய்மான திசையம் (Dip) என்பர்.

தளத்திலுள்ள கிடைக்கோட்டின் வீழத்தை கிடைப்படத்தில் திசையம் காண்பதை முன்னரே கண்டோம்.

தளத்தின் முனைப்படம் நிலைப்படத்திலோ, பக்கப்படத்திலோ கோடாகத் தெரிந்தால், அக்கோடு அச்சுடன் அமைக்கும் கோணமே சாய்மானமாகும்.

64 ஆம் படத்தில் மூன்று படங்களில் சாய்மானம் காணும் முறை காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 64 அ ஆ இ

64 அ இதில் ABC தகடு நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயுள்ளது. அதனால், நிலைப்படத்தில் அதன் முனைக்காட்சி, கோடாகத் தெரிகிறது. இக்கோடு கிடைமட்டத்துடன் அமைக்கும் கோணம், இதன் சாய்மானமாகும் (36°).

64 ஆ இதில் ABC தகடு பக்கத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயுள்ளது. அதனால், பக்க வீழத்தில், முனைக்காட்சி கோடாகக் கிடைக்கிறது. இக் கோடு கிடைமட்டத்துடன் அமைக்கும் கோணம் சாய்மானம் (40°) ஆகும்.

64 இ இதில் முனைக்காட்சி எந்த வீழத்திலும் கோடாய்த் தெரியவில்லை. அதனால், நிலை வீழத்தில், ஒரு கிடைமட்டக்கோடு b' d' வரையப்படுகிறது. அதன் வீழல்கள் கிடைப்படத்திற்கு மாற்றப்படுகின்றன (d'). cd கோடு அதன் அசல் நீளமாகும். அக்கோட்டை நீட்டி, அதற்குச் செங்குத்தாக ஒருதுணைத்தளம் அமைக்கப்படுகிறது. நிலை வீழத்து ஆயங்களை அளந்து துணைத்தளத்திலிருந்து வைத்து a_1 b_1 c_1 புள்ளிகள் குறிக்கப்படுகின்றன. அவற்றை இணைத்து, ABC தகட்டின் முனைக்காட்சி பெறப்படுகிறது. இக்கோடு, கிடைமட்டத்துடன் அமைக்கும் கோணம் சாய்மானமாகும்.

சமதளத்தின் அசல் அளவு காணல் :

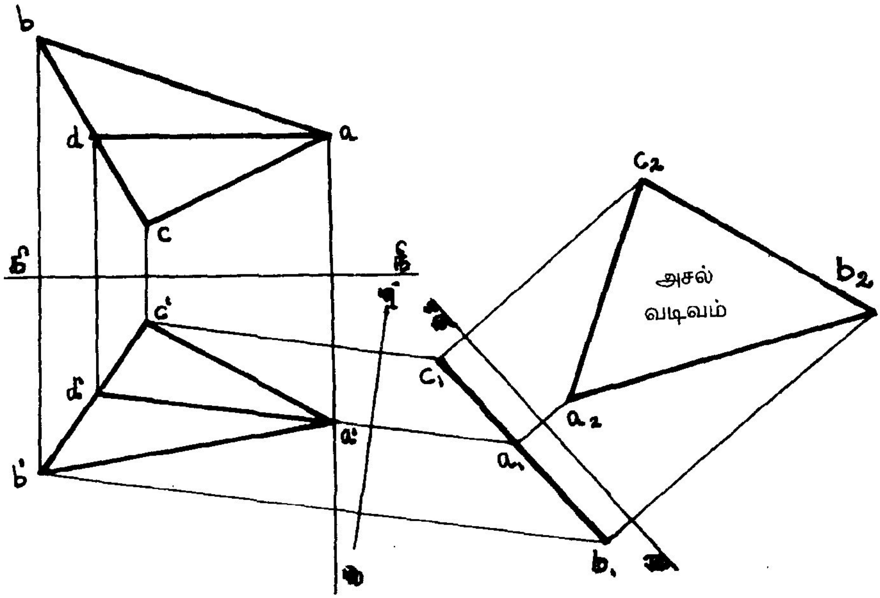
சமதளத்தின் முனைக்காட்சியைக் கோடாக வரையும் வழியினை மேலே கண்டோம். அக்கோட்டிற்கு இணையாக ஒருதுணைத்தளம் அமைத்து, அதில் வீழ்த்தினால், சமதளத்தின் அசல் அளவுகள் கிடைக்கும்.

65ஆம் படத்தில் சமதளத்தின் அசல் வடிவம் காணும் முறை காட்டப்பட்டுள்ளது. ABC தகட்டின் கிடைவீழமும், நிலைவீழமும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. ABC தகட்டில் நிலைத் தளத்திற்கு இணையாக ஒருகோடு AD கருதிக்கொள்ளப்படுகிறது. அதன் கிடைவீழம் a d ஆகும். அதன் வீழங்கள், நிலைவீழத்திற்கு a d மாற்றப்படுகின்றன. இது AD கோட்டின் அசல் நீளமாகும். இக்கோட்டை நீட்டி, இதற்குச் செங்குத்தாக ஒரு துணைத்தளம் (துத1) அமைக்கப்படுகிறது. கிநி அச்சிலிருந்து a b c தூரங்களைக் கவராயம் (divider) மூலம் துணைத்தள அச்சிலிருந்து எடுத்துவைத்து a_1 b_1 c_1 புள்ளிகள் குறிக்கப்படுகின்றன. இது ABC தகட்டின் முனைக்காட்சியாகும்.

முனைக்காட்சிக்கு இணையாக இன்னொரு துணைத்தளம் (துத2) அமைத்து செங்குத்துக் கோடுகள் வரையப்படுகின்றன. துத1 அச்சிலிருந்து a′ b′ c′ புள்ளிகள் அமைந்துள்ள தூரங்கள் கவராயம் மூலம் எடுத்து, துத2 அச்சிலிருந்து வைக்கப்படுகின்றன. இதனால், a_2 b_2 c_2 புள்ளிகள் கிடைக்கின்றன. இவை மூன்றனையும் இணைத்தால், ABC தகட்டின் அசல் வடிவம் கிடைக்கிறது.

அசல் அளவு- சுழல் முறை :

சமதளத்தின் அசல் அளவு காணச் சுழல்முறை பயன்படுகிறது. சமதளத்தின் முனைக்காட்சி கோடாகக் கிடைத்ததும் இன்னொரு துணைத்தளம் அமைத்து, அதில்



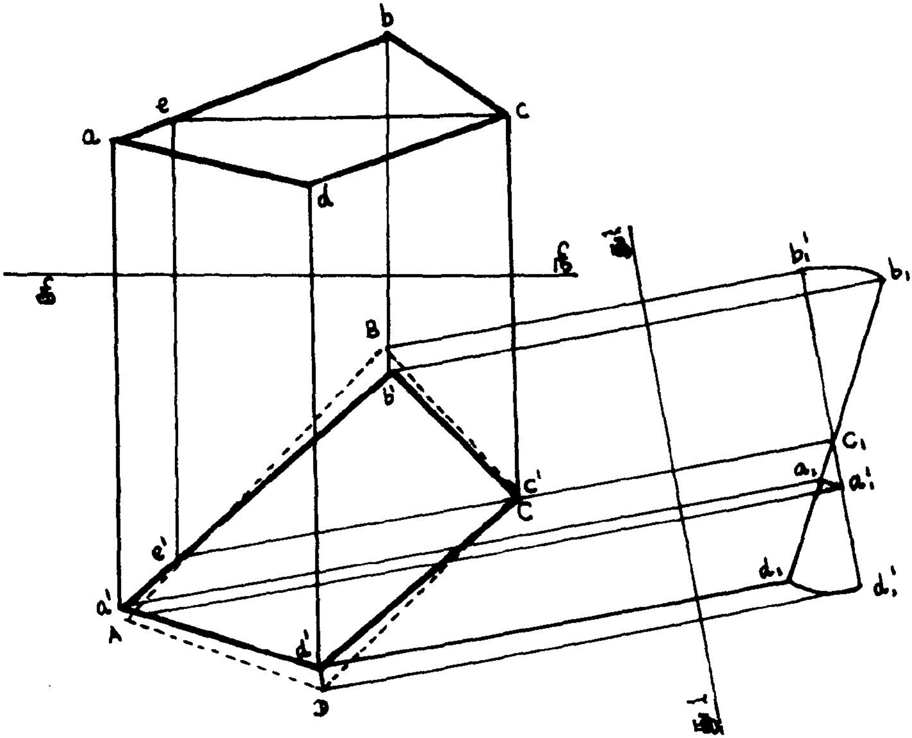
படம் 65

வீழ்த்துவதற்குப் பதிலாகக் கோடாகக் கிடைத்த முனைக்காட்சியை, அதன் மையத்தில் துணைத்தளத்திற்கு இணையாய் வரும்வரை சுழற்றி, அதன் அளவுகளை பின்னோக்கிச் செலுத்தித் துணைத்தளத்திற்கு முந்தைய படத்திலேயே மாற்றங்காணுதலாகும்.

66ஆம் படத்தில் ஒரு நாற்கரத்தின் கிடைப்படமும், நிலைப்படமும் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன. நிலைத்தளத்திற்கு இணையாகக் கிடைப்படத்தில் ஒருகோடு கருதிக்கொள்ளப் படுகிறது.

e யின் நிலைவீழத்தைத் தொங்கவிட்டு e' புள்ளி குறிக்கப்படுகிறது. கோட்டை நீட்டி, அதற்குச் செங்குத்தாக ஒரு துணைத்தளம் (துத1) அமைத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. கிடைவீழலின் ஆயங்களை அளந்து, துணைத் தளத்திலிருந்து வைத்து d_1 a_1 c_1 b_1 புள்ளிகள் குறிக்கப்படுகின்றன. d_1 a_1 c_1 b_1 தகட்டின் முனைக்காட்சிகளாகும்.

நிலைத்தளத்துக்கு இணையான கோடு, முனைக்காட்சியில் c_1 புள்ளியில், புள்ளியாகத் தெரிகிறது. அப்புள்ளியை மையமாக வைத்து, முனைக்காட்சிக் கோட்டை, துணைத் தளத்திற்கு இணையாகச் சுழற்றுக (d_1^1 a_1^1 c_1^1 b_1^1). இப் புள்ளிகளின் வழியே பின்னோக்கிச் செங்குத்துக் கோடுகள் (கதிர்கள்) வரைந்து கொள்ளப்படுகின்றன. நிலைவீழத்தில் a^1, b^1, c^1, d^1,



படம் 66

புள்ளிகளின் வழியே துணைத்தளத்திற்கு இணையாகக் கோடுகள் வரைந்து, அவை முந்தைய கதிர்களை வெட்டுமிடத்தில் முறையே நிரல்பட ABCD புள்ளிகள் குறிக்கப்படுகின்றன. இவற்றை நிரல்பட இணைத்துத் தகட்டின் அசல் அளவு பெறப்படுகிறது. இதில் c′ e′ கோட்டின் வழியாக சுழல்வதால், c′ e′ புள்ளிகளே C E புள்ளிகளுமாகும் என்பது கவனத்தில் கொள்ளத்தக்கது.

இருகோடுகளின் இடைக்கோணம் :

இரண்டு கோடுகளும் ஏதாவதொரு ஆயத்தளத்திற்கு இணையாக இருக்கும்போதுதான் அத்தளத்து வீழத்தில், அவற்றின் இடைக்கோணம் அசல் அளவு காட்டும்.

இரண்டு கோடுகளும் ஒருசமதளத்தில் அமைந்துள்ளதாகக் கருதிக்கொண்டு சமதளத்தின் அசல் வடிவம் காணும் வழிகளில் முயல வேண்டும். அசல் வடிவம் கிடைத்ததும் அதில் இடைக்கோணத்தை அளந்துகொள்ளலாம்.

இரு இணைகோடுகளின் இடைவெளி :

இரு கோடுகளையும் ஏதாவது ஒருமுதன்மைத் தளத்தில், அல்லது துணைத்தளத்தில் புள்ளிகளாய் வீழ்த்தி, அப்புள்ளிகளின் இடைத்தூரத்தை அளந்துகொள்ளலாம். முதன்மைத் தளம் ஒன்றனுக்குக் கோடுகள் செங்குத்தாயிருக்க வேண்டும் அல்லது கோடுகளுக்குச் செங்குத்தாய் ஒரு துணைத்தளம் அமைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

இரண்டாம் வழி :

இணைகோடுகளின் அசல் நீளங்கள் கிடைக்கும்வரை துணைத்தளம் அமைத்து, அதில் வீழ்த்தி, வீழங்களின் இடைத்தூரத்தை அளந்து கொள்ளலாம். கோடுகள் ஏதாவது ஒரு முதன்மைத் தளத்திற்கு இணையாய்ச் சமதூரத்தில் இருக்க வேண்டும். அல்லது கோடுகள் இணையாயும் சமதூரத்திலும் இருக்குமாறு துணைத்தளம் அமைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

ஒருகோடு, ஒருபுள்ளி இவற்றின் இடைவெளி :

கோட்டின் வீழம் புள்ளியாய் விழுமாறு துணைத்தளம் அமைத்து, அதில் விழ்த்த வேண்டும். இதில் இரண்டு புள்ளிகளுக்கும் இடையிலுள்ள தூரமே இடைவெளியாகும்.

மூன்றாம் வழி :

கோட்டின் அசல் நீளம் கிடைக்குமாறு துணைத்தளம் அமைத்து வீழ்த்த வேண்டும். இதில் கோட்டிற்கும், புள்ளிக்குமுள்ள இடைத்தூரத்தை அளந்துகொள்ளலாம்.

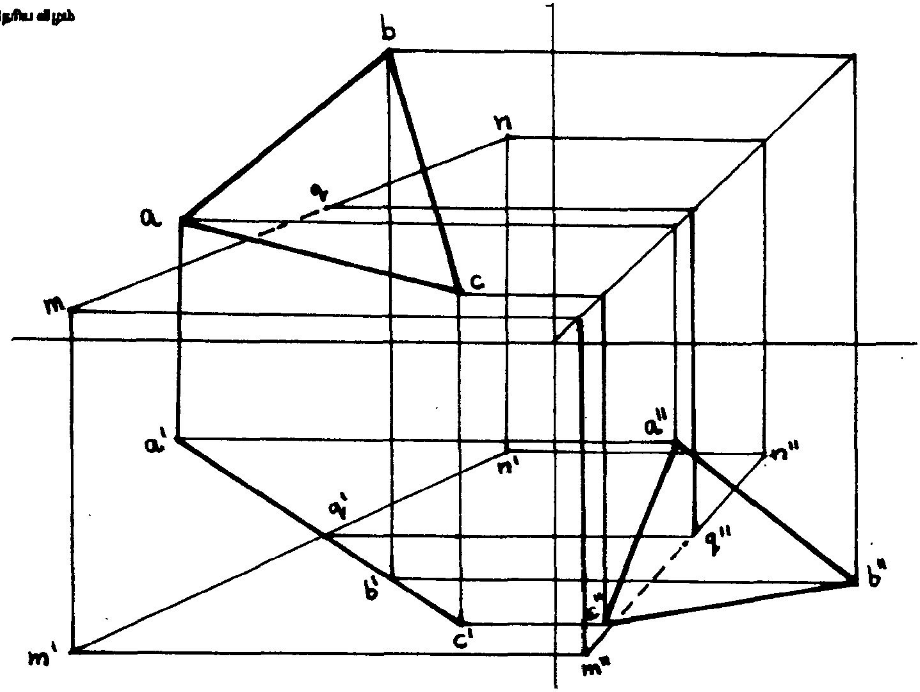
சமதளத்தில் கோடு புகுதல் :

ஒரு சமதளத்தின் ஊடாக ஒருகோடு புகுந்துள்ளதென்று வைத்துக்கொள்வோம். அப்புகுமிடம் காணுதல் எங்ஙனம்?

சமதளத்தின் முனைக்காட்சியை வரைந்து விட்டால், அதன் வழியே ஊடுருவும் கோட்டையும் காணலாம். இரண்டும் வெட்டிக்கொள்ளும் இடமே புகுமிடமாகும்.

67ஆம் படத்தில் நிலைவீழத்தில் ABC முக்கோணத்தின் முனைக்காட்சி, நேர்கோடாகத் தெரிகிறது. அதில் MN கோடு m′ n′, Q புள்ளியில் (q′) துளைத்துக்கொண்டு செல்கிறது. இந்த வீழத்திலிருந்து வழக்கமான முறைகளில் பிற வீழங்களை வரைந்துகொள்ளலாம்.

முதன்மை வீழங்களில் எதிலும், முனைக்காட்சி தெரியாதபோது, தேவையான துணைத்தளங்கள் அமைத்து, முனைக்காட்சியை பெறலாம். பின்னர் தொடர்ந்து பிற வீழங்களை வரையலாம்.



படம் 67

நேர்கோடு ஆயத்தளங்களைத் துளைக்கும் இடங்களை வரைய வேண்டிய கணக்குகள் வரலாம்.

ஆயத்தளங்களின் அச்சுகளே, முதன்மைத் தளங்களின் முனைக்காட்சிகளாகும். அதனால், கோட்டின் வீழத்தை நீட்டி, அச்சுகளை வெட்டுமிடம் கண்டுகொள்ளலாம். (படம் 68). அப்புள்ளிகளைப் பிற வீழங்களுக்கும் மாற்றிக் கொள்ளலாம்.

ஒருமுதன்மைத் தளத்திற்கு இணையாக வரும் கோடு, அத்தளத்தை எந்த இடத்திலும் வெட்டாது. எனினும், அது நெடுஞ்சேய்மையில் (infinity) வெட்டிக் கொள்வதாய்ச் சொல்வது மரபு.

புகுமிடம் : வெட்டுமுறை

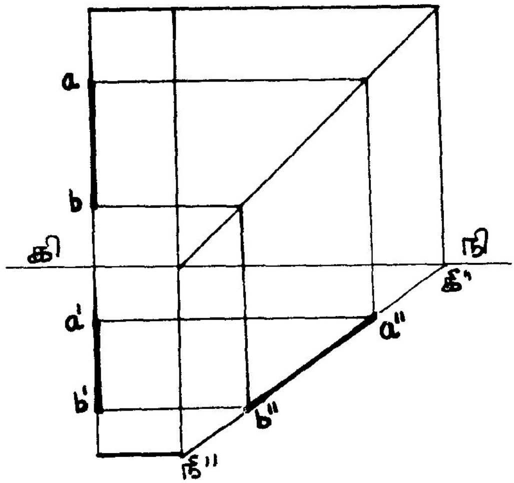
துணைத்தளம் அமைத்துப் புகுமிடம் காண்பதைவிட, வெட்டு முறை சற்று எளிதானது. ஒரு தளத்தினுள் இன்னொரு தளம் புகுவது போன்ற கணக்குகளில் வெட்டுமுறை அதிகமாய்ப் பயன் படுகிறது.

செய்முறை :

69அ படத்தில் AB கோடு, CDE முக்கோணத்தகடு இவற்றின் நிலை வீழுங்களும் கிடைவீழுங்களும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

1. கிடை வீழத்தில் AB கோட்டின் வீழம் a b ஆகும். தகட்டின் வீழம் c d e ஆகும். a b கோடு ஒருதளத்தில் அமைந்துள்ளதாயும், அதன் முனைக்காட்சி இக்கோடு எனவும் கருதிக் கொள்க. இத்தளமும், தகடும் வெட்டிக் கொள்ளும் கோடு m n ஆகும்.

2. m n கோட்டின் வீழங்களைச் செங்குத்துக் கோடுகள்மூலம் நிலைப் படத்திற்கு மாற்றி, m′, n′ புள்ளிகளைக் குறிக்க. m′, n′ புள்ளிகளை இணைக்க. இவ் விணைப்புக் கோடு, AB கோட்டின் நிலைவீழமான a′ b′ யை வெட்டுமிடமே புகுமிடமாகும்.



படம் 68

3. இப்புள்ளிக்கு நேராய்ச் செங்குத்துக்கோடு வரைந்து, கிடை வீழத்துக்கு மாற்றி, a b வீழத்தினை வெட்டுமிடம், புகுமிடம் (P) ஆகும்.

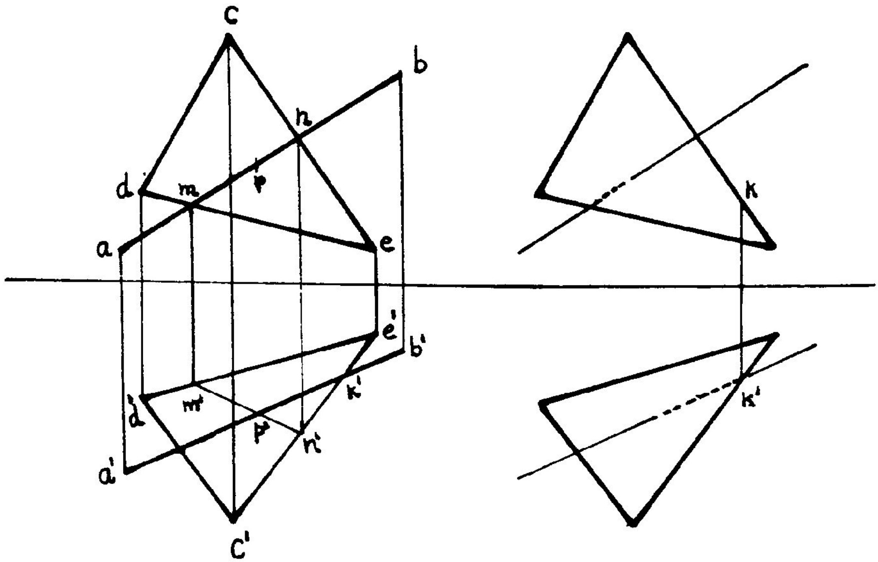
4. இனிக் கோட்டின் வீழத்தில் மறைந்துள்ள பகுதியைப் புள்ளிகளாலும், தெரியும் பகுதியை முழுக்கோடுகளாலும் வரைந்து கொள்ள வேண்டும். (படம் 69 அ).

மறை பகுதி :

மேலே கூறியபடி, கோட்டின் படத்தில் தெரியும் பகுதியையும் தெரியாத பகுதியையும் கண்டுபிடிக்க வேண்டும்.

கிடை வீழத்திலுள்ள m புள்ளியைக் காண்க. அதன் வீழம் நிலைப்படத்தில் m′ தகடு மேலாகவும், கோடு கீழாகவும் உள்ளது. அதனால், இந்த இடத்தில் கோடு அடியிலேயிருந்துவந்து, தகட்டைப் பொத்துக்கொண்டு மேலே வருகிறது. அதனால், கோட்டின் கிடைவீழம் m p பகுதி மறைந்திருக்கிறது. அதனை மட்டும் புள்ளிக் கோட்டால் வரைந்து, மீதிப்பகுதிகளை முழுக்கோடாய் வரைந்துகாட்ட வேண்டும்.

நிலைப்படத்தில் தெரியும் பகுதியையும் மறையும் பகுதியையும் கண்டுபிடிக்க வேண்டும்.



படம் 69 அ & ஆ

புள்ளியிலிருந்து செங்குத்துக்கோடு வரைந்து கிடை வீழத்திற்கு மாற்றுக k'. இங்குக் கோட்டின் வீழத்துக்கு முன்னாலேயே (K) புள்ளி அமைந்துவிடுகிறது. அதனால், கோடு, தகட்டின் பின்புறம் அமைந்துள்ளது. k' யிலிருந்து p' வரை மறைந்திருக்கும். இப் பகுதியை மட்டும் புள்ளிக்கோடாக வரைந்து கொண்டு, மீதியை முழுக்கோடாகக் காட்ட வேண்டும்.

சமதளங்கள் வெட்டிக் கொள்ளுதல் :

இரண்டு சமதளங்கள் வெட்டிக்கொள்ளும் இடம் ஒரு நேர்க்கோடாய் இருக்கும். அதனால், இரண்டு தளங்களுக்கும் பொதுவான இரண்டு புள்ளிகளைக் கண்டுபிடித்து இணைத்து விட வேண்டும்.

70ஆம் படத்தில் இரண்டு முக்கோணங்கள் வெட்டிக்கொள்வது காட்டப்பட்டுள்ளது. அதன் புகுமிட வரைமுறைகள் வருமாறு.

70 அ. ABC, MNO என்னும் இரண்டு முக்கோணங்களில் கிடைப்படங்கள் (a b c m n o) நிலைப்படங்கள் (a' b' c', m' n' o) கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் வெட்டுக் கோடு வரைய வேண்டும்.

70 ஆ. கிடைப்படத்தில் இரண்டு முக்கோணங்களின் பொதுவான வீழங்களுக்கும் p q புள்ளிகளின் வழியே செங்குத்துக்கோடு வரைக. அவற்றின் கிடைவீழல்கள் p' q' குறித்து இணைக்க. a' c' கோட்டை p' q' கோடு r' புள்ளியில் வெட்டுகிறது. இப்புள்ளி இரண்டு தளங்களுக்கும் பொதுவான புள்ளியாகும். இதிலிருந்து மேல்நோக்கிச் செங்குத்துக்கோடு வரைந்து r புள்ளியைக் குறித்துக் கொள்க.

கிடைப்படத்தில் s, t புள்ளிகளில் இரண்டு தளங்களின் வீழல்களும் சந்திக்கின்றன. இவற்றை நிலைத்தளத்திற்கு வீழ்த்தி s, t புள்ளிகளைக் குறித்து இணைக்க. s' t' கோடு n' o கோட்டை u' புள்ளியில் வெட்டுகிறது. இஃது இரண்டு தளங்களுக்கும் பொதுவான புள்ளியாகும். இதிலிருந்து (u') மேல்நோக்கி வீழ்கோடு வரைந்து u புள்ளியைக் கண்டுபிடிக்க.

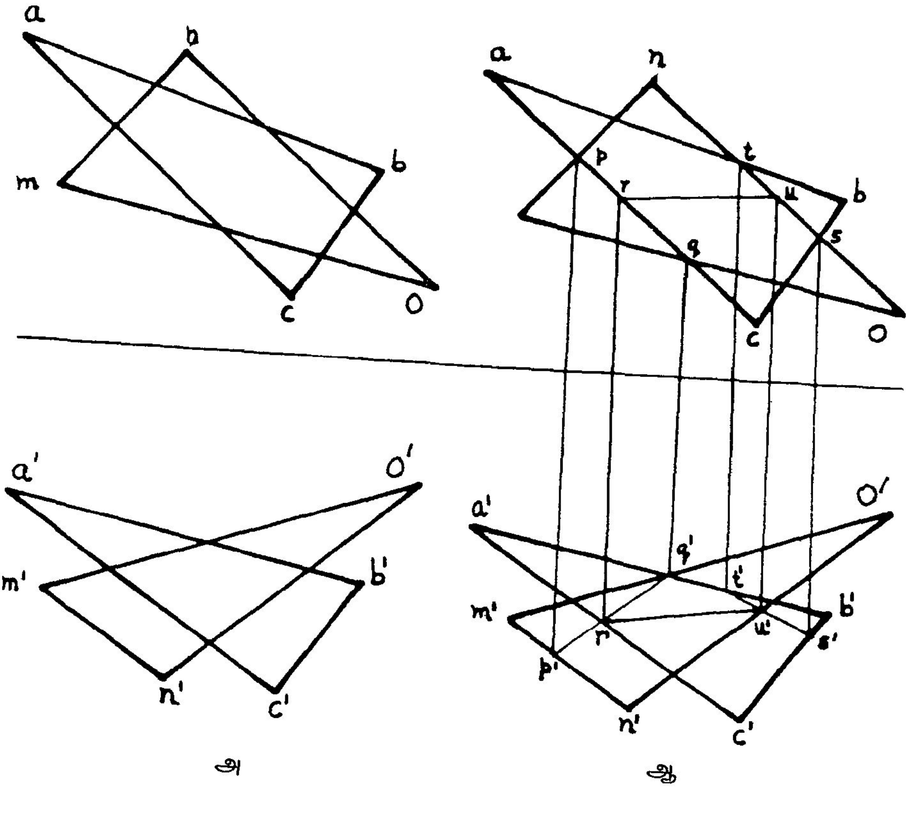
r, u புள்ளிகளை இணைக்க. இதுவே தளங்களுக்குப் பொதுவான வெட்டுக்கோட்டின் கிடைவீழமாகும்.

r', u' புள்ளிகளை இணைக்க. இது வெட்டுக்கோட்டின் நிலை வீழலாகும்.

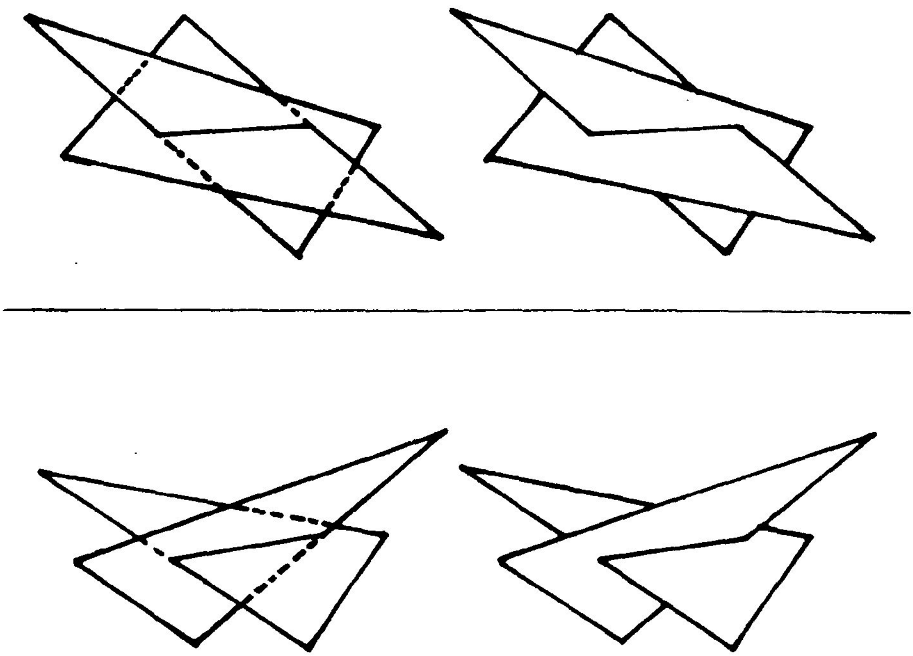
70 இ. கிடை, நிலைவீழல்களில் மறைந்துள்ள பகுதியையும், தெரியும் பகுதிகளையும் கண்டுபிடிக்க வேண்டும்.

பொதுவான புள்ளிகளை அடுத்த வீழத்துக்கு மாற்றினால், முன்னால் உள்ளது, பின்னால் உள்ளது எது? என்பது தெரிந்துவிடும். அதிலிருந்து தெரியும் பகுதிகளைக் கண்டுபிடிக்கலாம். மறைந்துள்ள பகுதிகளைப் புள்ளிக்கோட்டால் இணைக்கலாம்.

70 ஈ. ஒன்றையொன்றை வெட்டிக்கொள்ளும் இரண்டு தளங்களையும், வேறுவேறு வண்ணங்களைப் பூசித் தெளிவாக்கலாம்.



படம் 70 அ, ஆ



இ ஈ

படம் 70 இ, ஈ

திண்மங்கள் :

புள்ளி என்பது அளவுகள் ஏதுமில்லாதது; அமைவு (location) மட்டும் உள்ளது.

இரண்டு புள்ளிகளை இணைப்பது கோடாகும். நீளம் என்னும் ஒரே அளவுமட்டும் இதற்கு உண்டு.

தளம் (plane) என்பது, சிறுமமாக மூன்று நேர்க்கோடுகளால் சூழப்பட்டது. அதற்கு நீளம், அகலம் என்னும் அளவுகள் உள. பரப்பு அதன் சிறப்பு.

திண்மம் (Solids) என்பது, சிறுமையாக நான்கு சமதளங்களால் சூழப்பட்டது. இதற்கு நீளம், அகலம், உயரம் என்னும் மூன்று அளவுகள் உள. பருமம் (quantity) அதன் சிறப்பு. பருமம் என்பது ஒரு கொள்ளளவைக் (volume) குறிக்கும். பருமன் என்று றன்னகரத்தில் முடிந்தால், கனம் thickness என்னும் பொருளாகி விடும்; கவனம் தேவை. பருமம் = Volume, பருமன் = thickness.

திண்மங்கள் :

திண்மங்களை நான்கு பெரும்பிரிவில் அடக்கலாம்.

1 . சமதளங்களால் சூழப்பட்டவை எடுத்துக்காட்டு: நான்முகி, கனசதுரம், பட்டகம், பன்முகி (படம் 71 அ, ஆ, இ) .

2. சமதளத்தாலும், வளைவுத் தளத்தாலும் சூழப்பட்டவை. இவை பெரும்பாலும், ஒருகோடு நிரல்படச் சுழல்வதால் ஏற்படுவன. இவற்றைச் சுழலியம் (Solids of revolution) என்றும் சொல்லலாம் (படம் 72 அ, ஆ, இ) .

எடுத்துக்காட்டு: உருளை, கம்பு, தலையிலாக் கூம்பு.

3. ஒருவளைவு அல்லது இருவளைவு கொண்ட வளைவு தளங்களால் ஆனவை. எடுத்துக்காட்டு: கோளம், முட்டை, சக்கரக்குழாய் (படம் 73 அ, ஆ, இ) .

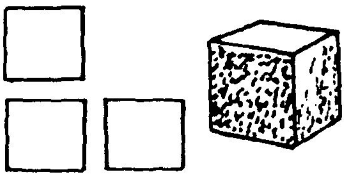
4. முறுக்குத் தளங்களால் ஆன வடிவங்கள் பெரும்பாலும் ஒழுங்கான அமைப்புடையவை. எடுத்துக்காட்டு: திருகு, மறை, சுழல்படி (படம் 74 அ, ஆ, இ) .

திண்மங்கள் (Solids) - ஒழுங்கான வடிவங்கள் :

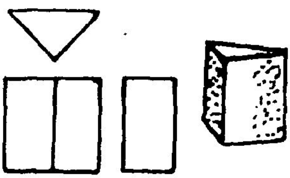
நான்கு சர்வசம முக்கோணங்களால் ஆனது 'நான்முகி' எனப்படும்; நான்கு முகங்களால் சூழப்பட்டதால் நான்முகி என்கிறோம் (Tetrahedron) (படம் 75) .

ஆறு சம சதுரங்களால் சூழப்பட்டது கனசதுரமாகும்.

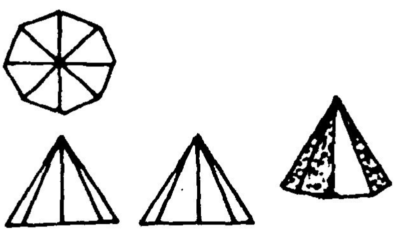
எட்டு முக்கோணங்களால் சூழப்பட்ட வடிவம் எண்முகி (Octahedron) ஆகும் (படம் 76).



அ. கனசதுரம்

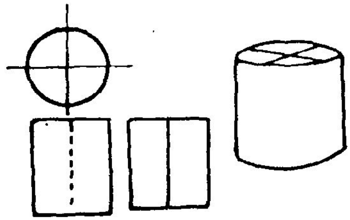


ஆ. பட்டகம்

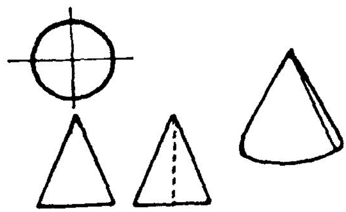


இ. கூர்பட்டகம்

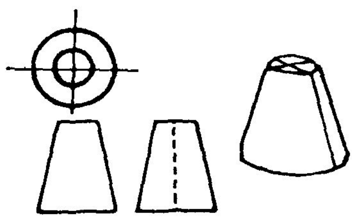
படம் 71 அ, ஆ, இ



அ. உருளை

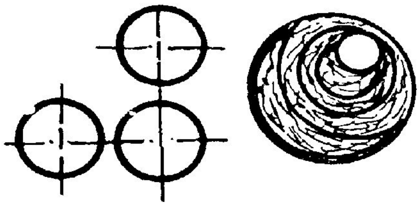


ஆ. கூம்பு

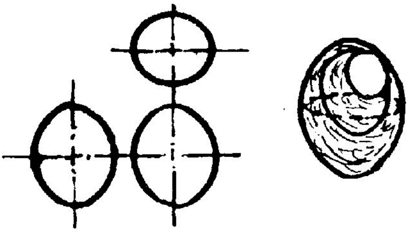


இ. தலையிலாக் கூம்பு

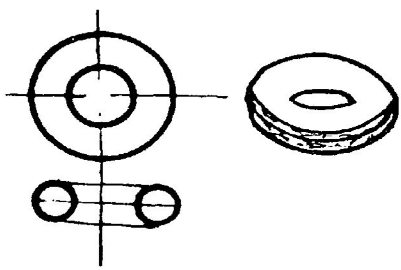
படம் 72 அ, ஆ, இ



அ. கோளம்

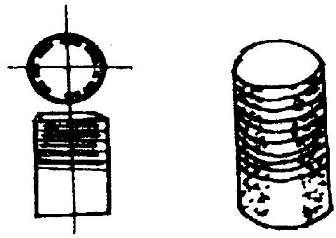


ஆ. முட்டை

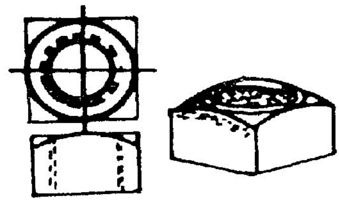


இ. சக்கரக்குழாய்

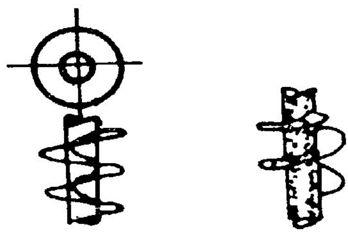
படம் 73 அ. ஆ. இ



அ. மறை

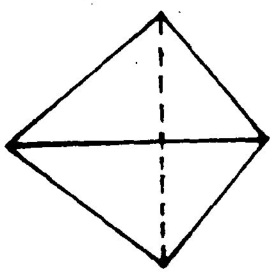


ஆ. திருகு



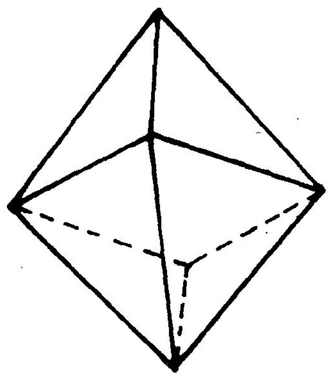
இ. சுழல்படி

படம் 74 அ. ஆ. இ



நான்முகி

படம் 75



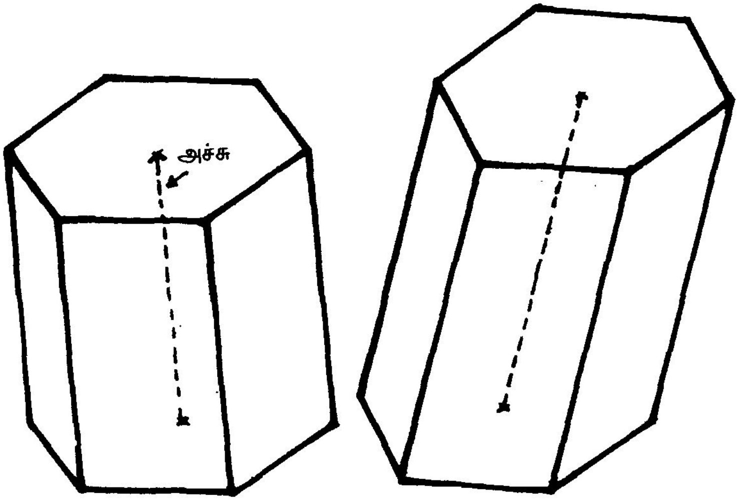
எண்முகி

படம் 76

பட்டகம் (Prism):

ஓர் ஒழுங்கற்ற பலகரத்தின் (Polygon) முனைகளை (Corners) அதற்கு இணையாயுள்ள இன்னொரு பலகரத்தின் ஒத்த முனைகளோடு இணைப்பதாய் வைத்துக்கொள்வோம். முனைகளை இணைக்கும் இத்தகைய அடுத்தடுத்த ஓரங்கள் (edges) தனித்தனி

இணைகரங்களாய் அமையும். இவ்விணைகரங்களால் சூழப்பட்ட வடிவம், அதன்கீழ், மேல் பலகரங்களுடன் சேர்த்துப் பட்டகம் எனப்படும்(படம் 77).



நேர்பட்டகம் சாய்வுப்பட்டகம்

படம் 77

பலகரங்கள் பீடங்கள் (bases) எனப்படும்.

கீழ் மேல்பலகரங்களின் (பீடங்களின்) மையங்களை இணைக்கும் கற்பனைக்கோடு அச்சு (axis) எனப்படும்.

அச்சு, பீடத்திற்குச் செங்குத்தாயிருந்தால் அது நேர்ப்பட்டகம் (right prism) எனப்படும்.

அச்சு, பீடத்திற்குச் செங்குத்தாயில்லாமல் ஒரு கோணத்தில் அமைந்தால், அது சாய்பட்டகம் (Oblique prism) எனப்படும்.

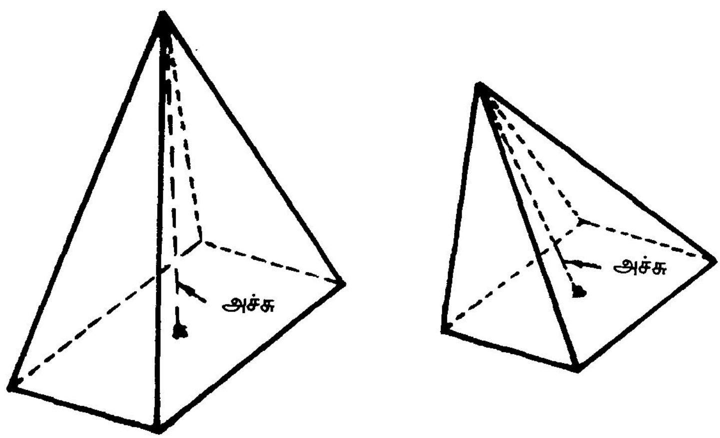
இரண்டு பீடங்களுக்கு இடையிலுள்ள குத்துயரம் (perpendicular distance), நிலைவெளி அல்லது உயரம் (altitude) எனப்படும். நேர்ப்பட்டகத்தில் அச்சின் நீளமே, நிலைவெளியாகும். சாய்வுப் பட்டகத்தில் நிலைவெளி, அச்சின் நீளத்தைவிடக் குறைவாயிருக்கும்.

பலகரங்கள் ஒழுங்கான வடிவக்கணித உருவங்களாயிருந்தால், அவற்றில் அமையும் பட்டகம் ஒழுங்குப் பட்டகம் (regular polygon) எனப்படும். சாய்வுப் பட்டகம் எனக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லாமல் பொதுவாய்ப் பட்டகம் என்றால், அது நேர்ப்பட்டகத்தையே குறிக்கும்.

இருபீடங்களின் ஒத்த முனைகளை இணைக்கும் கோடுகளை ஓரங்கள் (edges) எனலாம். பீடங்கள் தவிர்த்த பக்கவாட்டு முகங்களைப் பட்டகப் பக்கங்கள் (lateral surface of the prism) எனலாம். நேர்ப்பட்டகத்தின் பக்கங்கள் செவ்வகம் (rectangle) ஆகும். சாய்பட்டகங்களின் பக்கங்கள் இணைகரமாயிருக்கும்.

கூர்பட்டகம் (Pyramids) :

ஒருபலகரத்தின் மேலுள்ள ஏதாவது ஒருபுள்ளியுடன் பலகரத்தின் ஒவ்வொரு முனை (Corners) களையும் இணைப்பதாய் வைத்துக் கொள்வோம். அடுத்தடுத்துள்ள முனைகள் புள்ளியுடன் இணைவதால், பல முக்கோணங்கள் தோன்றும். பலகரத்தாலும், இம்முக் கோணங்களாலும் சூழப்பட்ட உருவம் கூர்பட்டகமாகும் . பலகரம் பீடம் என்றழைக்கப்படும். மேல்புள்ளி உச்சி(Vertex) எனப்படும் (படம் 78).



நேர்கூர் பட்டகம்   சாய்வுக் கூர்பட்டகம்

படம் 78

பீடத்தின் மையப்புள்ளியுடன், உச்சி சேரும் கோடு அச்சு. பீடத்திற்கும் உச்சிக்கும் உள்ள குத்துயரம் நிலைவெளி யாகும். பீடத்தில் அச்சு அமைக்கும் கோணம் 90 பாகையானால் அது நேர்க்கூர்ப்பட்டகமாகும். மற்றவை, சாய்வுக் கூர்ப்பட்டகம் எனப்படும். சாய்வு பற்றி எதுவும் குறிப்பிடாமல் கூர்ப்பட்டகம் என்று வேறுமையாய்க் கூறினால், அது நேர்க்கூர்ப்பட்டகத்தையே குறிக்கும். பீடம் ஒழுங்கான வடிவக்கணித உருவமாயிருந்தால் அதனை ஒழுங்குக் கூர்ப்பட்டகம் எனலாம். பிற ஒழுங்கிலிக் கூர்ப்பட்டகம் ஆகும். ஒழுங்குக் கூர்ப்பட்டகம் நேர்க்கூர்ப்பட்டகமாயும் இருக்கும்; சாய்வுக் கூர்ப்பட்டகமாயும் இருக்கலாம்.

உச்சியையும் பலகரத்தின் ஒருமுனையையும் இணைக்கும் கோடு, சாய்வு ஓரம் (Slant edge) எனப்படும். இருசாய்வு ஓரங்களினிடையேயும், பீடத்தின் பக்கத்தினிடையேயும் அடைபட்ட முக்கோணம், ஒழுங்கு நேர்க்கூர்ப்பட்டகத்தில் இருசமபக்க முக்கோணமாயிருக்கும்.

சுழலியங்கள் (Solids of Revolution) :

ஓர் அச்சினைச் சுற்றி, ஒருசமதளம் சுழலுவதால் உண்டாகும் வடிவங்கள் சுழலியங்கள் எனப்படும். உருளை (Cylinder), கூம்பு அல்லது கூர்உருளை (Cone), கோளம் (Sphere) போன்றவை காண்க.

உருளை :

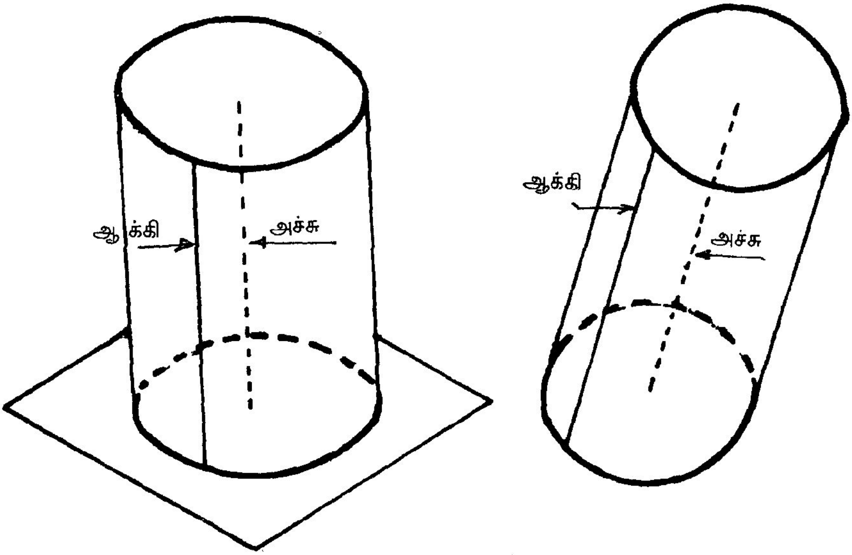
* ஓர் அச்சிற்கு இணையாய் ஒரு நேர்கோடு சமதூரத்தில் சுற்றிவந்து ஒருமூடிய வளைவுப்பாதை அமைத்தால் கிடைக்கும் வடிவம் உருளையாகும். மூடிய வளைவுப்பாதை வட்டமாயிருக்கும். அதனால், அதனை வட்ட உருளை என்று சொல்ல வேண்டும். உருளை என்றாலே சாதாரணமாய் வட்ட உருளையையே குறிக்கும். அதனால், உருளை என்றாலே போதும். வட்டம் அமையும் தளத்திற்குச் செங்குத்தாய் அச்சு இருந்தால் அதனை நேர் உருளை என்பர்; அச்சுச் சாய்ந்திருந்தால் சாய்வு உருளை என்பர் (படம் 79).

ஒரு செவ்வகம் தன்முனைகளுள் ஒருமுனையை அச்சாக வைத்துக்கொண்டு, தானே சுழன்றால் கிடைக்கும் வடிவமும் நேர்உருளையேயாகும். வட்டப்பாதை அமைக்கும் ஓரம் ஆக்கி (Generator) எனப்படும்.

கூம்பு :

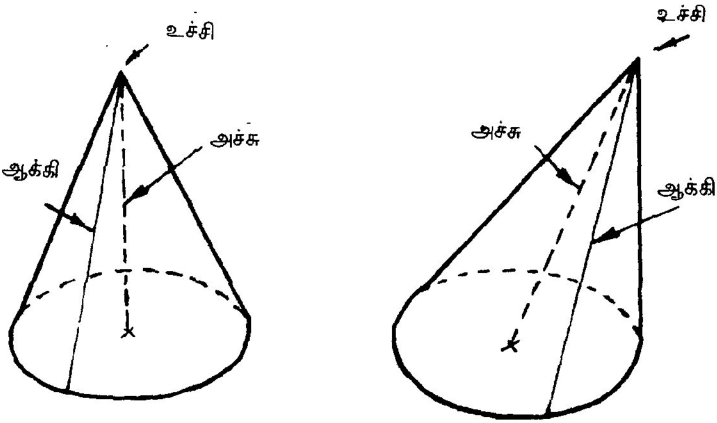
ஒரு நிலையான புள்ளியின்வழியே செல்லும் நேர்கோடு, சுழலும்போது அடியில் ஒருமூடிய வளைவுப்பாதையிற் சென்றால் அதன்மூலம் உருவாகும் வடிவம் கூம்பு ஆகும். நிலையான புள்ளியை உச்சி (Vertex) என்பர். மூடிய வளைவுப்பாதை வட்டமாயமைந்தால் அதனை வட்டக்கூம்பு என்பர். அடைமொழி இன்றி வாளா கூம்பு என்றாலும், வட்டக்கூம்பையே சுட்டும் (படம் 80).

வட்டத்தின் மையத்தையும், உச்சியையும் இணைக்கும் கற்பனைக் கோடு அச்சு ஆகும். வட்டத்திற்கு அச்சுச் செங்குத்தாயிருந்தால் அதனைச் சாய்வு வட்டக் கூம்பு அல்லது சாய்வுக் கூம்பு என்றும் சொல்வர்.



நேர்உருளை சாய்வுருளை

படம் 79



நேர் கூம்பு படம் 80 சாய்வுக் கூம்பு

வட்டத்தின் ஏதாவது ஒரு புள்ளியுடன், உச்சி இணைப்பக்கிடைக்கும் நேர்கோட்டினை ஆக்கி (Generator) என்பர்.

ஒரு செங்கோண முக்கோணம் அதன் இரண்டு பக்கங்களில் ஒன்றை அச்சாக வைத்துக் கொண்டு, தானே சுழன்று கொண்டாலும், கிடைக்கும் உருவம், கூம்பு ஆகும். இங்கு முக்கோணத்தின் மூலைவிட்டம் ஆக்கியாயுள்ளது.

கோளம் :

ஓர் அரைவட்டம், அதன் விட்டத்தை அச்சாய்க் கருதிக்கொண்டு சுழன்றால் கிடைக்கும் உருவம், கோளமாகும். ஒரு கோளத்தின் வீழம் அதன் ஆரத்தையே, ஆரமாகக் கொண்ட வெற்று வட்டமாய்க் காட்சியளிக்கும். வட்டத்தின் மையமே கோளத்தின் மையமாகும். ஒருகோளம் எல்லாத்திசையிலும் ஒரே அளவில் வட்டமாய்த் தெரியும். அதனால் அதன் வீழங்களும் ஒரே அளவு வட்டங்களாயிருக்கும்.

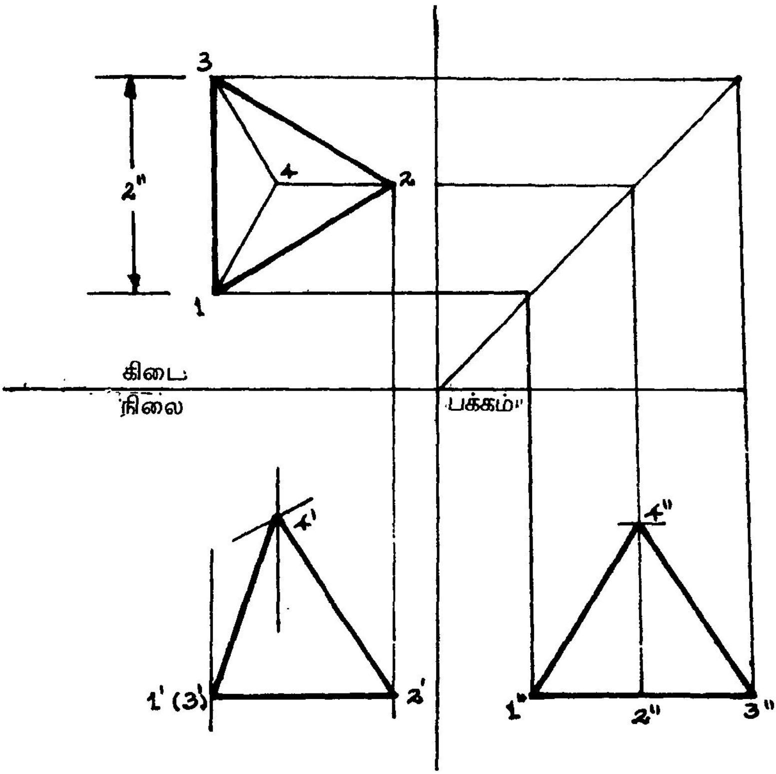
நான்முகி :

நான்கு முகங்களைக் கொண்டது நான்முகி (Tetrahedron) எனப்படும். இதற்கு நான்கு முனைகள் (Corners) உள; ஆறு ஓரங்கள் (edges) உள. ஓரங்கள் அனைத்தும் ஒரே நீளம் கொண்டவை. நான்கு முகங்களும், மூன்று ஓரங்கள் சூழ்ந்த சர்வசம முக்கோணங்களாகும்.

நான்முகியை வரைய அதன் ஓர் ஓரத்தின் நீளம் தெரிந்தாற்போதும். நான்முகியின் வீழம் வரைய அதன் ஒருமுகம் கிடைமட்டத்தில் அதாவது தரையில் படிய, ஓர் ஓரம் நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாய்மைத்துக்கொள்ளல் நல்லது.

முதலில் கிடைப்படத்தில் (படம் 81) கிடைஅச்சிற்குச் செங்குத்தாய் ஓர்ஓரம் இருக்குமாறு வரைந்துகொள்க (1 3). அதன்மீது மீதி இரண்டு ஓரங்களையும், வில்வெட்டிச் சர்வசம முக்கோணமாய் வரைந்து கொள்க (1 3 2). அதன் நடுவில் நான்காம் முனை (4) இருக்கும். அதனைக் குறித்து இணைத்துக்கொள்க. நிலைப்படத்தில் 1, 2 புள்ளிகளை வீழ்த்தி இணைத்துக் கொள்க (1' 2') . 1' புள்ளிக்குப் பின்னால் 3' புள்ளி மறைந்திருக்கும். 4 புள்ளியை வீழ்த்துதற்காக, அதன்வழியே ஒரு செங்குத்துக்கோடு வரைந்து கொள்க. கிடைப்படத்தில் 2, 4 கோடு நிலை அச்சிற்கு இணையாயிருப்பதைக் காண்க. அதனால் நிலைவீழத்தில் 2,4 கோட்டின் அசல்நீளம் தெரியும். அதனால், நிலைவீழத்தில் 2' புள்ளியிலிருந்து, ஓரத்தின் அசல்நீளத்தை வட்டகை (Compass)யில் வைத்து வில் வரைந்து, 4 வழியாக முன்னர் வரைந்து செங்குத்துக் கோட்டினை வெட்டுக. அதுவே 4' ஆகும். 1' புள்ளியுடன் அதனை இணைத்து, நிலைப் படத்தை நிறைவு செய்க.

நிலைப்படத்தின் புள்ளிகளையும், கிடைப்படத்தின் புள்ளிகளையும் வீழ்த்திப் பக்கப்படத்தினை வரையலாம். கிடைப்படத்திலும் பக்கப்படத்திலும் நான்கு ஓரங்களும் தெரியும். அதனால், அனைத்தையும் கெட்டிக்கோடுகளாகக் காட்ட வேண்டும். நிலைப்படத்தில் 1' 4' கோட்டின் பின்னரே 3' 4' கோடு மறைந்திருக்கும். அதனால் பார்வைக்கு ஒருகோடு வரைந்து காட்டினாலே போதும். (மறைந்துள்ள புள்ளிகளைப் பிறை அடைப்பிற்குள் காட்டுதல் ஒருமரபாகும்.)



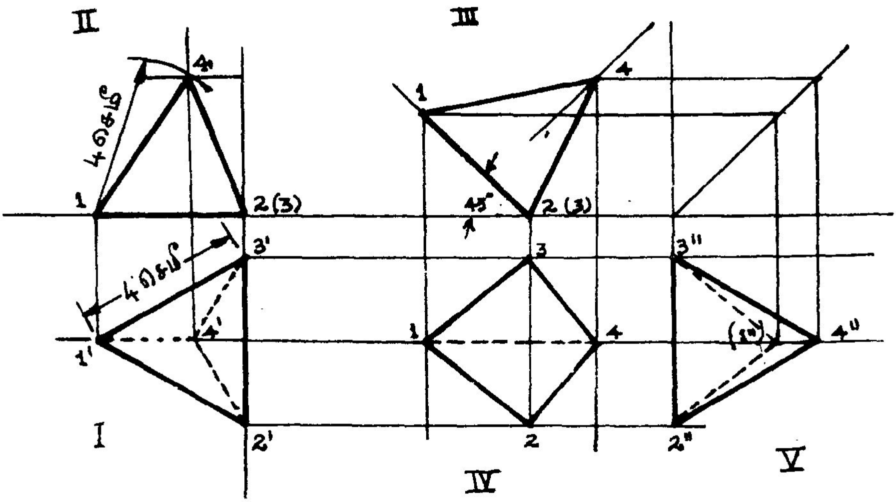
படம் 81

எடுத்துக்காட்டு :

4 செமீ ஓரமுள்ள ஒரு நான்முகியின் ஓர் ஓரம் மட்டும் நிலைத்தளத்தில் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கிறது. அந்த ஓரம் கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயுள்ளது. அந்த ஓரம் அமைந்துள்ள பக்கம் நிலைத்தளத்தோடு 45 பாகைக் கோணம் அமைக்கிறது. அந் நான்முகியின் கிடை, நிலை வீழங்களை வரைக.

வரைவுக் குறிப்பு :

நான்முகியின் ஓர் ஓரம் நிலைத்தளத்தை ஒட்டியுள்ளது. அந்த ஓரம் உள்ள முகம் 45 பாகை சாய்ந்துள்ளது (படம் 82) .



படம் 82

முதலில் அந்தமுகம் நிலைத்தளத்தில் ஒட்டிக்கொண்டிருப்பதாய்க் கருதிக்கொண்டு, நிலைப்படத்தை வரைந்துகொள்ள வேண்டும். (1′ 2′ 3′ 4′). அந்த ஓரம் கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயுள்ளதால், அஃது அச்சிற்குச் செங்குத்தாயுருக்கும் (3′ 2′). 3′ 2′ வரைந்துகொண்டால், அதிலிருந்து ஓரத்தின் நீளத்தை வில் வைத்து 1′ புள்ளியைக் கண்டுபிடித்துச் சர்வசம முக்கோணம் வரைந்துவிடலாம். அதன் மையப்புள்ளி (4′) கண்டுபிடித்து இணைத்துவிடலாம். அந்த முகம் நிலைத்தளத்தின் ஒட்டியிருப்பதால், ஓரங்கள் மறைந்திருக்கும். அதனால், புள்ளிக்கோட்டால் இணைக்க வேண்டும்.

இப்புள்ளிகளிலிருந்து கிடைப்படத்தை 1 2 (3) 4 வீழ்த்த வேண்டும்.

இதற்கு அருகிலேயே இன்னொரு கிடைப்படம் வரைய வேண்டும். அதில் 1 2 (3) கோடு அச்சிற்கு45 பாகை வைத்து வரைந்துகொண்டு அதன்மீது வீழ்படத்தை நிறைவு செய்ய வேண்டும்.

அதிலிருந்து முனைகளை நிலைவீழத்திற்கு மாற்றிக்கொண்டு, நிலைப்படம் வரைய வேண்டும். முதலில் வரைந்த நிலைப்படத்தின் அளவுகளையும் இதற்குப் பயன்படுத்த வேண்டும். இக் கிடைப்படம், நிலைப்படம் ஆகியவற்றிலிருந்து பக்கப்படம் வீழ்த்தலாம்.

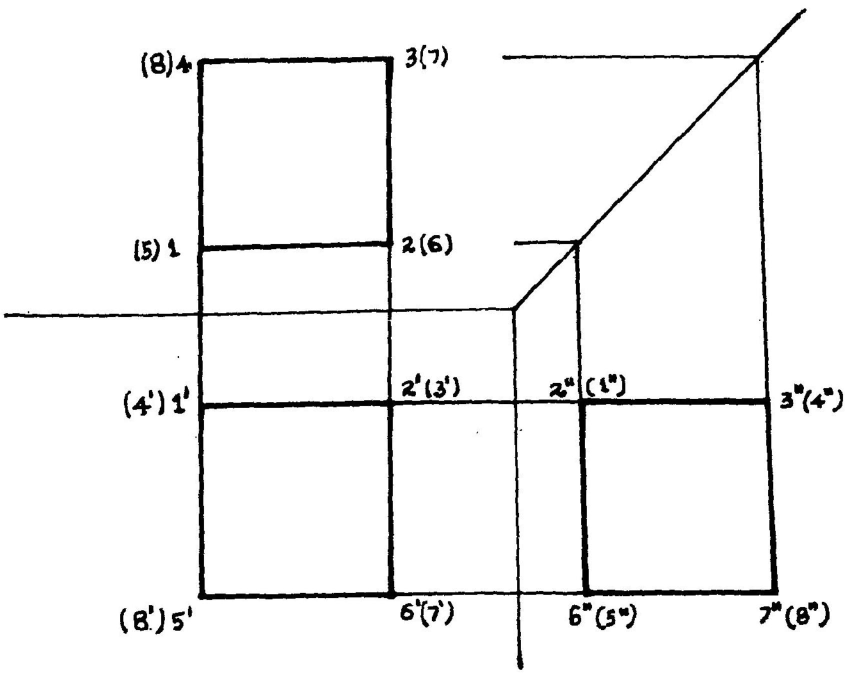
82ஆம் படத்தில் பல்வேறு படங்களின் வரைநிரல் I, II, III, IV, V என ரோம் எண்களிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளன.

மாற்று முறை :

நிலைப்படத்தையும், கிடைப்படத்தையும் வரைந்துகொண்ட பிறகு, கிடைப்படத்தை மீண்டும் ஒருமுறை தனியாய் எடுத்து வரைய வேண்டுவதில்லை. இக் கிடைப்படத்திலிருந்தே (II), 45° துணைத்தளம் ஒன்று அமைத்து, அதில் நிலைவீழத்தைப் பெறலாம்.

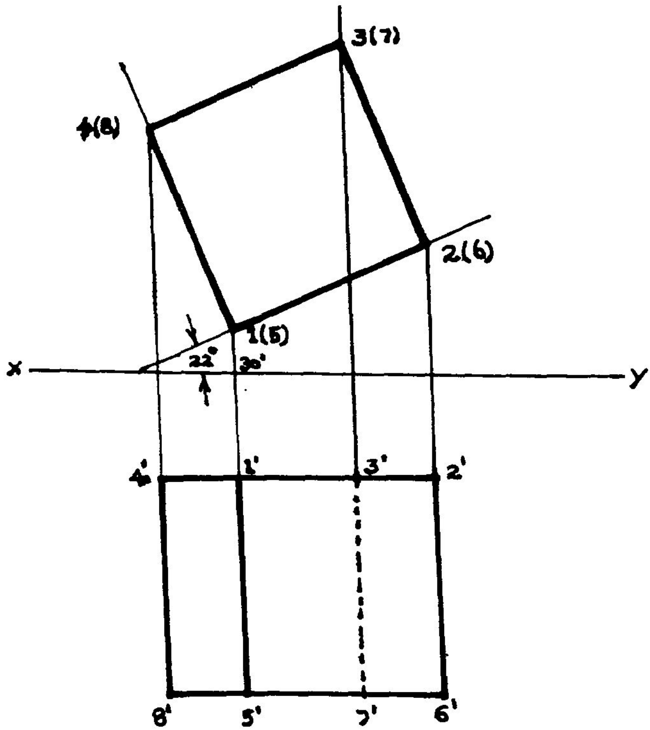
கனசதுரம் :

ஆறு சமசதுரங்களால் (கட்டங்களால்-square) சூழப்பட்டது கனசதுரம் (கட்டி- Cube) ஆகும். இதற்கு எட்டுமுனைகள் உள. பன்னிரண்டு ஓரங்கள் உள. ஓர் ஓரத்தின் நீளம் தெரிந்தாற்போதும். கனசதுரத்தின் மூன்று வீழங்களும் சதுரமாகவே இருக்கும் (படம் 83).



படம் 83

எடுத்துக்காட்டு: ஒருகனசதுரத்தின் ஓரம் 5 செமீ அதன் பீடம் தரையில் படியுமாறு வைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒருமுகம் நிலைத்தளத்திற்கு 22° 30' சாய்ந்துள்ளது. அதன் கிடை, நிலை வீழுங்களை வரைக. (படம் 84)



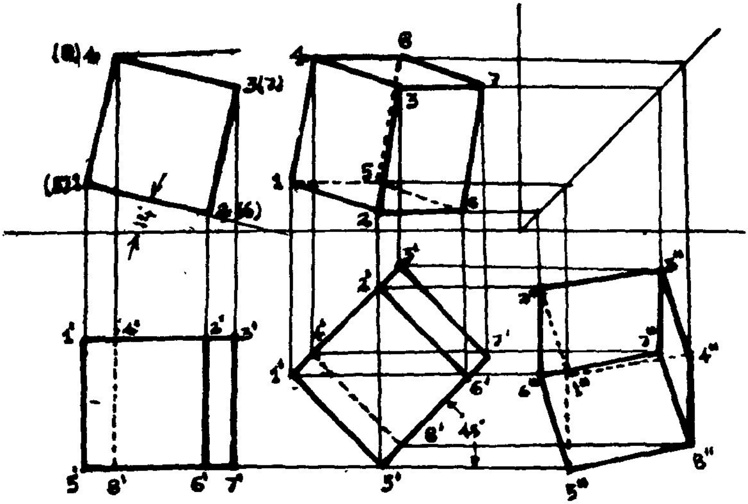
படம் 84

வரைவுக்குறிப்பு :

கன சதுரத்தின் கிடைப்படத்தை வரைதற்காக, அதன் ஒருபக்கத்தை, கிடை அச்சிற்கு 22°.30' பாகை சாய்வாய் வரைந்துகொள்க. அதன் மீது 5 செமீ நீளமுள்ள சதுரத்தை வரைந்து நிறைவுசெய்து கொள்க.

கிடை வீழத்திலிருந்து புள்ளிகளின் வழியே அச்சிற்குச் செங்குத்தாய்க் கோடுகள் வரைந்து நிலைவீழத்தை நிறைவுசெய்து கொள்க. இதில் உயரத்தை (5 செமீ) அளந்து வைத்துக்கொள்ளலாம்.

எடுத்துக்காட்டு 2: ஒரு 3 செமீ கனசதுரம், அதன் பீடம் தரையில் 45° கோணம் அமையுமாறும், நிலைத்தளத்திற்கு 14° கோணம் சாய்ந்தும் நிறுத்தப்பட்ட நிலையில் அதன் வீழங்களை வரைக (படம் 85).



படம் 85

வரைவுக் குறிப்பு :

முதலில் கிடைவீழத்தை வரைந்து கொள்ள வேண்டும். அதன் ஒருபக்கத்தை அச்சிற்கு 14° சாய்வாய் வைத்து வரைந்து படத்தை நிறைவு செய்துகொள்க. அதன் நிலைவீழத்தை வீழ்த்திக்கொள்க.

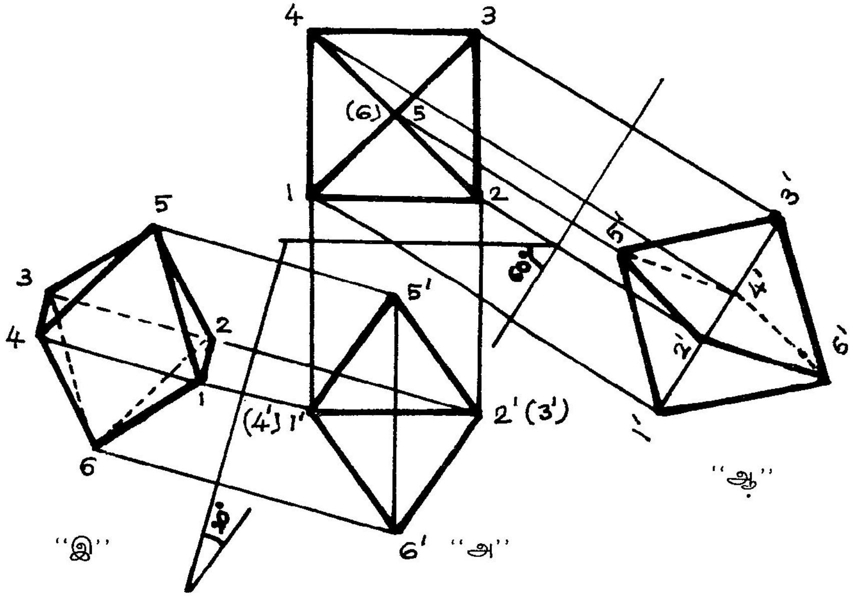
நிலைவீழத்திற்குப் பக்கத்திலேயே இன்னொரு நிலைப்படம் வரைந்துகொள்க. அதில் பீடம் கிடைப்படத்திற்கு 45° சாய்வாக வரைந்துகொண்டு, அதன் பல்வேறு அளவுகளை முதல் நிலைப்படத்திலிருந்து அளந்துவைத்து இந்த நிலைப்படத்தை நிறைவு செய்து கொள்க.

நிலைப்படத்திலிருந்து, கிடைத்தளத்திற்கு வீழ்த்துக. கிடைப்படத்திற்குரிய உயர அளவுகளை முதல்கிடைப்படத்திலிருந்து எடுத்துக்கொள்ளலாம்.

பக்கப்படத்தை, நிலைப்படத்திலிருந்தும், கிடைப்படத்திலிருந்தும் அளவுகளை மாற்றிப் பக்கப்படம் வரைந்துகொள்க.

எண்முகி :

எட்டுச் சர்வசம முக்கோணங்களால் சூழப்பட்டது எண்முகி (Octahedron) ஆகும். இதற்கு ஆறுமுனைகள் உள; 12 ஓரங்கள் உள. சர்வசம முக்கோணத்தின் ஓர் அளவு சொன்னாற்போதும் (படம் 86).



படம் 86

(அ) 86ஆம் படத்தில் ஓர் எண்முகியின் எளிய நிலையில் கிடைவீழமும், நிலைவீழமும் காட்டப்பட்டுள்ளன. கிடைப்படம் முதலில் வரைய வேண்டும். சர்வசம முக்கோணத்தின் ஓரம், பக்கமாகக் கொண்ட சதுரம், அதன் மூலைவிட்டங்களை இணைக்க வேண்டும். இவை வெட்டுமிடம் மேல்முனையைக் காட்டும். கீழ்முனை அடியில் இருக்கும்; தெரியாது.

இதிலிருந்து கிடைப்படத்தை வீழ்த்த வேண்டும். இதில் நடுக்கோட்டின் அகலம், மேல்மட்டத்திலிருந்து வீழ்த்தப்படும். கிடைவீழத்திலுள்ள மூலைவிட்டமே, நிலைவீழத்தில் அதன் உயரமாயிருக்கும். அதனை அளந்து, பகிர்ந்து, மேலும், கீழும், பாதிபாதியாய் வைத்து நிலைவீழத்தை நிறைவு செய்ய வேண்டும்.

(ஆ) எண்முகியின் ஓர் ஓரம் நிலைத்தளத்திற்கு 60 பாகை சாய்ந்துள்ள நிலைமையில் வரையப்பட்ட கிடைப்படமாகும். முதல் நிலைப்படத்தில் ஓரம் அச்சிற்கு இணையாய் இருந்தது. அதனால் அந்த அச்சிற்கு 60 பாகை கோணத்தில் ஒரு புதிய துணைத்தளம் அமைத்து, அதில் ஒரு புதிய நிலைப்படம் வீழ்த்தப்பட்டுள்ளது. இதற்குரிய அளவுகள் (y), முந்தைய நிலைப்படத்திலிருந்து அளந்துவைத்துக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. மறைந்துள்ள ஓரங்களைப் புள்ளிக் கோட்டால் வரைந்து நிறைவு செய்யப்பட்டுள்ளது.

ஓர் எண்முகியின் ஒருமுகம், கிடைவீழத்திற்கு 20 பாகை சாய்ந்துள்ளதாய் வைத்துக்கொள்வோம். நான்முகியின் நிலைவீழத்தில் கோடாகத் தெரியும் (1′(4′)5′) தளத்திற்கு 20 பாகை வைத்து, ஒரு புதிய துணைத்தளம் அமைத்துக்கொண்டு, அதில் வீழ்த்த வேண்டும். கிடை வீழத்தின் அளவுகளை அளந்தெடுத்து துணைத்தள வீழத்தை நிறைவு செய்யலாம் (படம் 86 இ).

பட்டகம் :

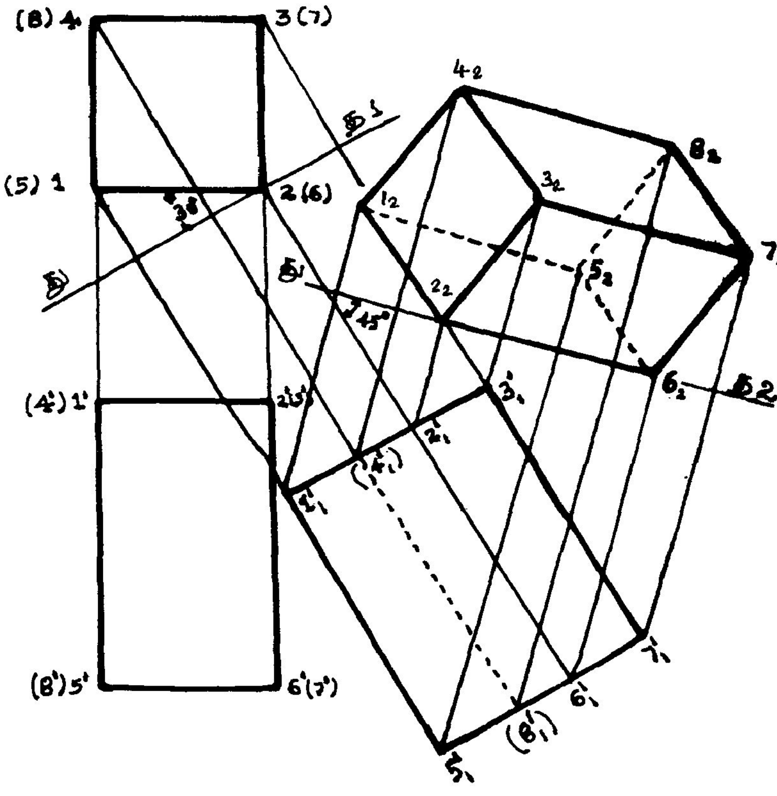
ஒரு சதுரப்பட்டகத்தின் வீழங்களை 87ஆம் படத்திற் காணலாம். அதன் எளிய வீழங்கள் முதலில் உள்ளன. கிடைவீழம், அச்சிற்கு இணையாய் ஓர்ஓரம் அமைந்த சதுரமாகும். அது நிலைவீழத்தில் செவ்வகமாய்த் தோற்றமளிக்கும்.

பட்டகத்தின் பக்கமும், நிலைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்தும், அதன் அச்சுக்கிடைத்தளத்திற்கு 45 பாகை சாய்ந்தும் அமைந்துள்ள நிலையிலும், அதன் பக்க ஓரம் நிலைத்தளத்தில் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் நிலைமையில் கிடை, நிலை வீழங்கள் வரைந்து காட்டப்பட்டுள்ளன.

இதில் வரும் மூன்று நிலைமைகளும் எவ்வாறு கணக்கிலெடுத்துக் கொள்ளப்பட்டுள்ளன? என்பதை ஊன்றிக் கவனித்துக் கொள்க.

1. ஓர் ஓரம் நிலைத்தளத்தில் ஒட்டிக்கொண்டுள்ளது. அதனால், முதல் துணைத்தளம் 2(6) புள்ளியின் வழியே செல்கிறது. அதனால், 2-6 ஓரம் நிலைத் தளத்தில் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும்.

2. பக்கமுகம் 30 பாகை நிலைத்தளத்திற்குச் சாய்ந்துள்ளது. அதனால், முதல்துணைத்தளம் 1-2-5-6 பக்கத்தின் வீழத்திற்கு 30 பாகை சாய்வாய் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. அச்சு கிடைத்தளத்திற்கு 45 பாகை சாய்ந்துள்ளது. அதனால், துணைவீழம் ஒன்றன் அச்சிற்கு அல்லது 2-6 ஓரத்தின் வீழத்திற்கு 45 பாகையில் இரண்டாம் துணைத்தளம் அமைத்து, அதில் வீழ்த்தப்படுகிறது.

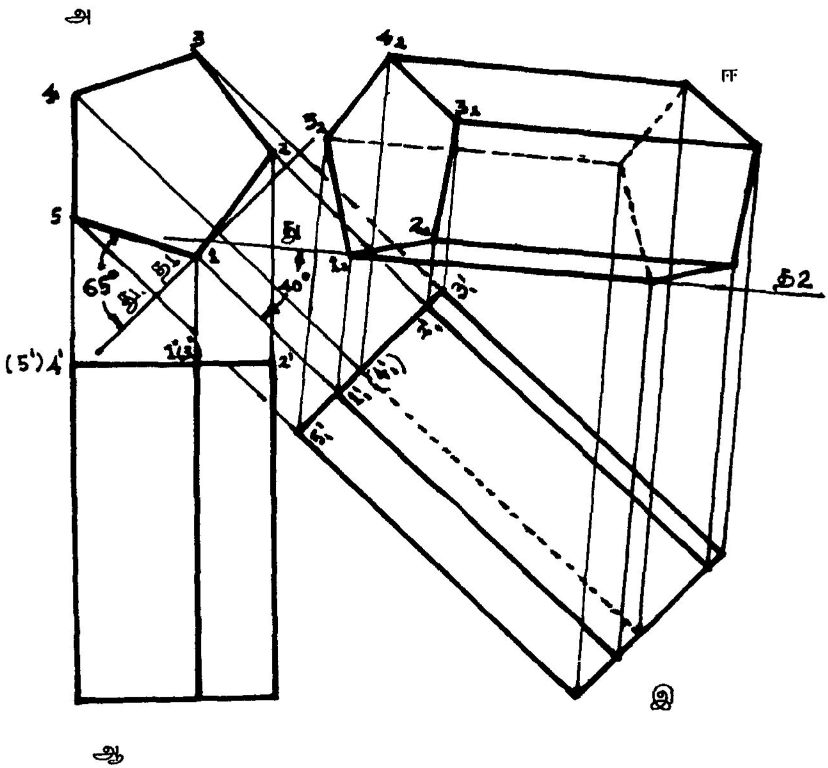


படம் 87

இதுபோன்ற படங்கள் வரைவதில் கவனிக்க வேண்டிய இன்னொரு அம்சம், வரைதாளின் இடவசதி. ஒவ்வொரு வீழமும் அமையுமிடத்தைத் தோராயமாய், முதலில் ஒருவரிப்படம் (sketch) வரைந்து பார்த்துக்கொள்ளுதல் நல்லது. அதனால், வீழங்கள் ஒன்றன்மீது ஒன்று படியாமல் நெடுந்தொலைவில் தள்ளிப்போகாமலும் கண்காணித்துக் கொள்ளலாம்.

ஐங்கரப் பட்டகம் :

ஓர் ஐந்து பக்கப் பட்டகத்தின் வீழங்களை 88ஆம் படத்திற் காணலாம்.



படம் 88

அதன் எளிய நிலை பட்டகத்தின் ஒருபக்கம் கிடைவீழலுக்குச் செங்குத்தாய் வைத்துக் கொள்வதுதான். முதலில் கிடைப்படத்தில் அய்ங்கரத்தை வரைந்துகொள்ள வேண்டும் (படம் 88). அய்ங்கரத்தை வரைவதற்குரிய வழிமுறையை மீண்டும் நினைவுபடுத்திக்கொள்ள வேண்டும். அதன் உட்கோணம் 108 பாகை இருக்கும். ஒரு பக்கத்தின் இரண்டு முனைகளிலிருந்து 54 பாகை உட்கோணம் அமைத்து, கோடு வரைந்து, இரண்டும் வெட்டுமிடத்தை மையமாய் வைத்து, வட்டம் வரையலாம். பக்கத்தின் நீளத்தை வட்டகையில் (compass) வைத்து, பிற பக்கங்களையும், வில் வெட்டிக் கண்டுபிடித்து, அய்ங்கரத்தை நிறைவு செய்க.

அய்ங்கரத்திலிருந்து, நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்துக் கோடுகள் வரைந்து, நிலை வீழத்தை நிறைவு செய்துகொள்ளலாம்.

அய்ங்கரப் பட்டகத்தின் ஒருபக்கம் நிலைத்தளத் தளத்திற்கு 65 பாகை சாய்ந்தும், அதன் ஒரு பீடம் நிலைத்தளத்திற்கு 40 பாகை சாய்ந்தும் உள்ள நிலையில், அதன் வீழங்கள் வரையப்பட்டுள்ளன. நிலைத்தளத்திற்கு 65 பாகை சாய்ந்துள்ளதால், கிடைவீழத்தில் அப் ப்க்கத்திற்கு 65 பாகையில் ஒருதுணைத்தளம் (1) வரைந்து, அதில் நிலைவீழத்தை வீழ்த்துக (படம் 88 இ).

இந்நிலைவீழத்தின் ஓரத்திற்கு 40 பாகையில் இன்னொறு துணைத்தளம் (2) வரைந்து, அதில் கிடைத்தளத்தை வீழ்த்துக. (படம் 88 ஈ).

பல்வேறு வகை வீழங்கள் வரையும்போது குழப்பம் ஏற்படாமலிருக்கப் புள்ளிகளின் எண்களைத் தொடர்ந்து, எல்லா வீழங்களிலும் குறித்துக்கொள்ளுதல் நல்லது.

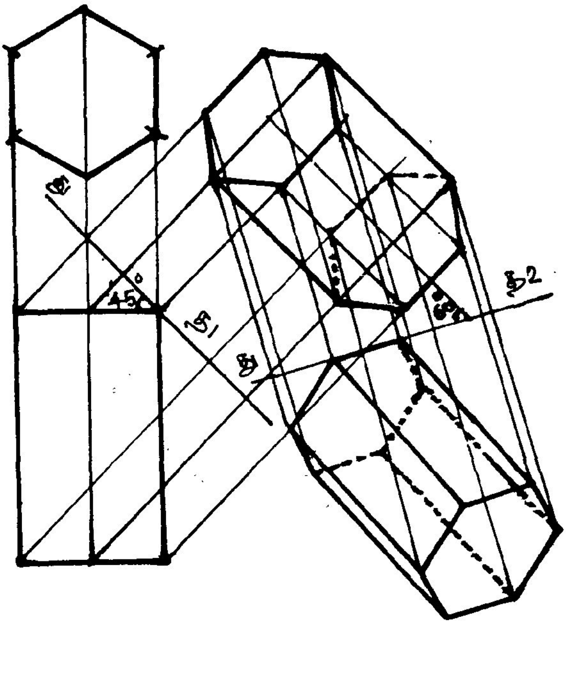
தெரியும் கோடுகளையும், தெரியாக் கோடுகளையும் பிழையின்றி அடையாளம் கண்டு, கெட்டிக்கோட்டாலும், புள்ளிக் கோட்டாலும் வரைய வேண்டும். மூன்றாம் கோண வீழ்முறையில் அச்சிற்கு அருகிலுள்ளவை தெரியும்; அதன் பின்னால் உள்ளவை தெரியாது என்பதை மீண்டும் நினைவிற் கொள்க.

அறுகரப் பட்டகம் :

அய்ங்கரப் பட்டகம் போன்றதேதான், அறுகரப்பட்டகமும். அறுகரம் வரைதல் ஒன்றுதான் வேறுபாடு. அறுகரத்தின் உட்கோணம், 120 பாகை இருக்கும். எதிரெதிர் புள்ளிகளை இணைக்கும் கோடு மையத்தின் வழியே செல்லும். 30 பாகை, 60 பாகை முக்கோணியை நன்கு பயன்படுத்திக்கொண்டு எளிதில் வரையலாம். இரண்டு திசைகளிலும் சீர்மை (uniformity) உண்டு.

ஓர் அறுகரப்பட்டகத்தின் பக்கநீளம் 2 செமீ உயரம் 6 செமீ; அதன் ஒருபீடம் கிடைத்தளத்திற்கு 45 பாகையிலும், ஒரு பீடஓரம் கிடைத்தளத்தில் ஒட்டிக் கொண்டும் உள்ளன. அதன் அச்சு, நிலைத்தளத்திற்கு 60 பாகை சாய்ந்தும் உள்ளது. அதனைக் கிடை, நிலை வீழங்களில் வரையும்முறை 89ஆம் படத்தில் வரைந்து காட்டப்பட்டுள்ளது.

முதலில் கிடைப்படம்; பின்னர் நிலைப்படம்; அடுத்து நிலைத்தளத்தில் ஒருபீடத்திற்கு 45 பாகை சாய்வில் ஒருதுணைத்தளம் அமைத்து, அதில் துணைவீழம் வீழ்த்தப்படுகிறது. இஃது ஒரு

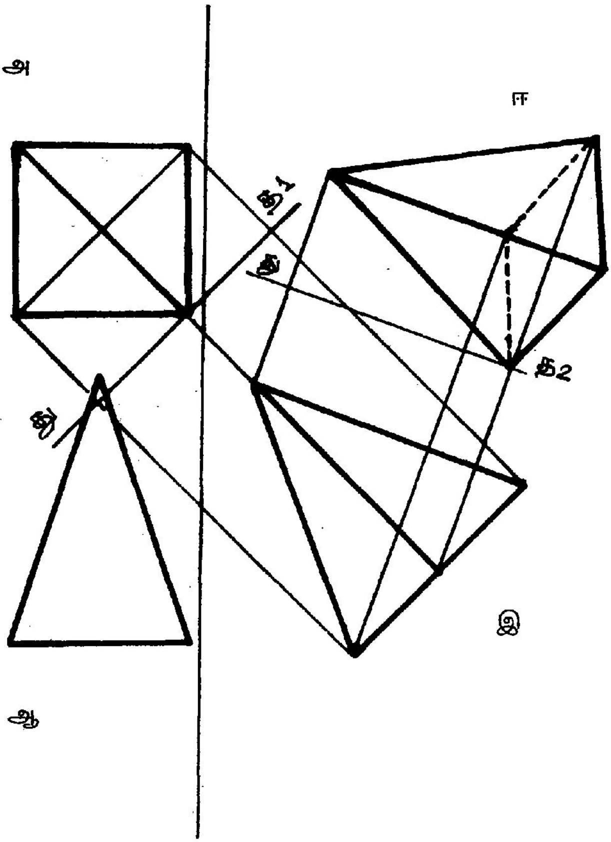


படம் 89

கிடைப்படமாகும். இதில் பட்டகத்தின் பீட மையக் கோடுகளை இணைக்கும் அச்சிற்கு 60 பாகை சாய்வில் ஒரு துணைத்தளம் அமைத்து, அதில் வீழ்த்தப்படுகிறது. இது நிலைவீழுமாகும்.

கூர்பட்டகம் (Pyramid) :

90ஆம் படத்தில் ஒருசதுரக் கூர்பட்டகத்தின் வீழங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம் 90

(அ) எளிய நிலையில் கிடைப்படம் அச்சிற்குச் செங்குத்தாயும், இணையாயும் பக்கங்கள் அமைந்துள்ள நிலைமை. மேல்முனை, சதுரத்தின் மூலைவிட்டங்கள் வெட்டிக் கொள்ளும் இடமான மையத்தில் இருக்கும்.

(ஆ) எளிய நிலையில் நிலைப்படம் மேலே உள்ள கிடைப்படத்தை வீழ்த்திப் பெற்றதாகும். இதில் அடிப் பீடத்தின் பக்கம் தவிரப் பிற எல்லாக் கோடுகளும் அவற்றின் அசல் நீளத்தில் இல்லை என்பதை நினைவிற் கொள்ள வேண்டும்.

(இ) கூர்பட்டகத்தின் ஓர்ஓரம் நேருக்குநேர் உள்ள நிலையில் வரையப்பட்ட நிலைவீழம் இரண்டு முகங்களின் வீழம் தெரிகிறது. இதில் இரண்டு ஓரக்கோடுகள் முழு நீளத்தில் உள்ளன. அடிப்பக்கம் மூலை விட்டத்தின் அசல்நீளத்தில் உள்ளது.

(ஈ) கூர்பட்டகத்தின் ஓர்ஓரம், கிடைவீழலுக்கு இணையாகவுள்ள நிலையில் வரையப்பட்ட கிடைப்படம். இதற்குரிய அளவுகள் முந்தைய கிடைப்படத்திலிருந்து மாற்றிக்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. தெரியாத பகுதிகள் புள்ளிக் கோட்டால், காட்டப் பட்டுள்ளன.

முதல்துணைத்தளம் கிடைப்படத்தில் பக்கங்களுக்கு 45 பாகை சாய்வாயும், மூலைவிட்டத்திற்கு இணையாயும் வரைந்து. அதிலிருந்து துணைநிலைவீழத்திற்கு வீழ்த்தப்பட்டது.

இரண்டாம் துணைத்தளம், துணைநிலைவீழத்தின் ஓர் ஓரத்திற்கு இணையாய் வரைந்து கொண்டு அதிலிருந்து வீழ்த்தப்பட்டுள்ளது.

எடுத்துக்காட்டு :

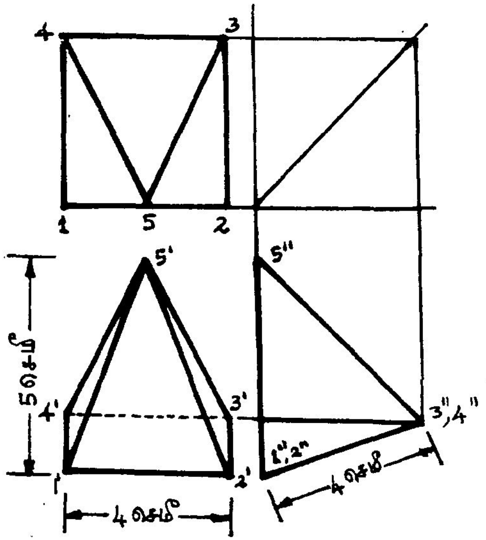
ஒருசதுரக் கூர்பட்டகத்தின் ஒருமுக்கோண முகம், நிலைத்தளத்தில் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கிறது. அதன் அடிப்பக்கம் 4 செமீ, குத்துயரம் 5 செமீ, அதன் கிடை நிலை வீழங்களை வரைக. (படம் 91).

வரைநிரல் :

1. நிலை வீழலில் 4 செமீ பீடமும் 5 செமீ உயரமும் கொண்ட முக்கோணம் (1′ 2′ 5′) வரைந்துகொள்க. இதனால் அம்முக்கோணத்தின் ஓரங்கள் கிடைத்துவிடுகின்றன. $(1'-5'$ & $2'-5')$

2. பக்கத்தளம் ஒன்று அமைத்து $(2'(1')-5')$ அதில் முக்கோணத்தின் பக்கப்படத்தை வீழ்த்துக. இக்கோடு கூர்பட்டகத்தின் ஒருமுகம் ஆகும். இதே நீளத்தை வட்டகையில் வைத்து, ஒருவில் 5' புள்ளியிலிருந்து வரைந்து கொள்க. {(2')(1P)} புள்ளியிலிருந்து சதுரத்தின் பக்கமான 4 செமீ வில் வைத்து, முதல்வில்லை வெட்டுக. இதுவே {3" (4")} புள்ளியாகும். மூன்று புள்ளிகளையும் இணைத்து, முக்கோணம் வரைக. இதுவே கூர்பட்டகத்தின் பக்கவீழமாகும்.

3. பக்க வீழத்திலிருந்து, நிலைவீழத்திற்கு 3, 4 புள்ளிகளை வீழ்த்துக. கிடைக்கோட்டை 1′, 2′ புள்ளிகளின் வழியே செங்குத்துக்கோடுகள் வரைந்தால் அவை வெட்டுமிடமே 4′, 3′ புள்ளியாகும். இவற்றை முகட்டுடன் (5′) இணைத்துப் படத்தை நிறைவு செய்து கொள்க.

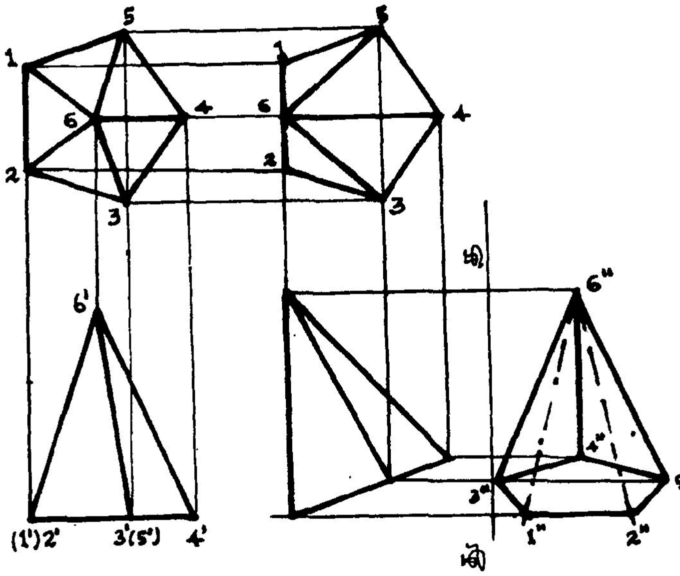


படம் 91

4. இந்நிலை வீழத்திலிருந்து கிடைப்படத்தினை வீழ்த்த வேண்டும். கிடைப்படத்திற்குரிய கிடை அளவுகள் (horizontal distances) நிலைப்படத்திலிருந்து கிடைத்துவிடுகின்றன. செங்குத்து அளவுகள் (vertical distances) பக்கப்படத்திலிருந்து மாற்றிக் கொள்ள வேண்டும். இதில் எல்லா ஓரங்களும், முனைகளும் தெரியுமாதலால் முழுதும் கெட்டிக்கோடாகவே இருக்கும்.

அய்ங்கரக் கூர்பட்டகம் :

92ஆம் படத்தில் அய்ங்கரக் கூர்பட்டகம் ஒன்றன் வீழங்கள் வரைந்து காட்டப் பட்டுள்ளன. ஒரு பீடத்தின் ஓர் ஓரம் அச்சிற்குச் செங்குத்தாயுள்ளதே எளிய நிலைமையாகும். கிடைவீழமும், நிலைவீழமும் படத்திற் (அ) காணலாம்.



அ ஆ

படம் 92

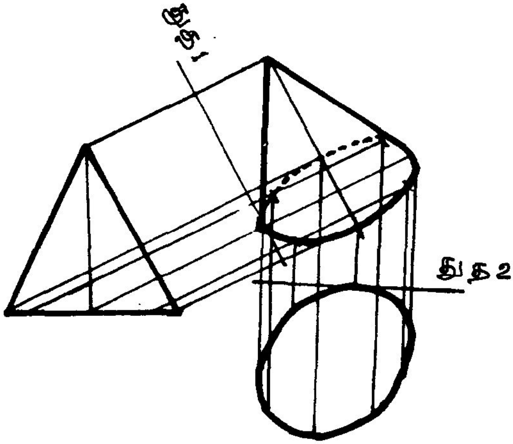
இந்த அய்ங்கரக் கூர்பட்டகத்தின் ஒரு முக்கோண முகம் நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயுள்ளதாய் வைத்துக்கொள்வோம் (படம் 92ஆ). நிலைவீழத்தில் 1-2-6 முகம் ஒருகோடாய் வீழ்ந்துள்ளது. நிலைப்படத்தில் (அ) சாய்வாயுள்ளது. அதனைச் செங்குத்தாய் நிறுத்தி, அதில் (ஆ) நிலைவீழம் மீண்டும் வரைந்து கொள்ளப்படும். இந் நிலை வீழத்திலிருந்து மீண்டும் ஒருகிடைப்படம் வீழ்த்தப்படும். இதற்குரிய அளவுகளை முந்திய

கிடைப்படத்திலிருந்தே எடுத்துக்கொள்ளலாம். கிடைப்படத்தில் பீடம் தவிர எல்லா முகங்களும் தெரிகின்றன.

நிலைப்படத்திலிருந்து பக்கப்படம் வீழ்த்தப்படும். பக்கப்படத்தில் பீடமும் தெரியும்.

கூம்பு :

ஒரு கூம்பின் வீழங்களை 93ஆம் படத்திற் காணலாம். கூம்பின் கிடைவீழம் சாதாரண வட்டம். அதன் முகடு மையப்புள்ளியாகும். புள்ளியாய் வைத்தால் தெரியாது என்பதால், சிறுபெருக்கல்குறி போட்டு அதனைக் காட்டவேண்டும்.



படம் 93

அதன் நிலைவீழல் முக்கோணமாய்த் தோன்றும். பீடம் நேர்க்கோடாயுள்ளது.

கூம்பின் ஓரம், நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும் கிடைத்தளத்திற்கு இணையாயும் உள்ளதென வைத்துக்கொள்வோம்.

நிலைவீழலிலுள்ள ஓரத்திற்கு இணையாய் ஒரு துணைத்தளம் அமைத்து, அதில் துணைக்கிடைவீழம் வீழ்த்தப்பட்டுள்ளது. இத்துணைக் கிடைவீழத்தில் ஓரத்திற்குச் செங்குத்தாய் இரண்டாம் துணைத்தளம் அமைத்து, அதில் துணைநிலைவீழம் வீழ்த்தப்படுகிறது.

துணை வீழங்களில் பீட வட்டத்தின் உருவத்தினை வீழ்த்துங்கால் மிகுந்த கவனம் செலுத்த வேண்டும். வட்டத்தைப் பல பாகங்களாய்ப் பிரித்துக் கொண்டு, ஒவ்வொரு புள்ளியையும் வீழ்த்தி, அவற்றை இணைக்க வேண்டும்.

இறுதி நிலை வீழத்தில் முகட்டுப்புள்ளி பீடத்தின் சுற்றுக்கோட்டிலேயே அமைந்து விடுவதால் தனியாய்த் தெரியாது. பரப்புப் படங்களில் வளைவுத்தளங்களை வளைவாகக் காட்ட இயலாது.

கோளம் :

ஒரு கோளத்தின் வீழம், எல்லாத் தோற்றங்களிலும், அதன் அசல் விட்டத்தை அளவாகக் கொண்டுள்ள வட்டமாகவே தோன்றும். அதனால், கோளத்தின் மையப் புள்ளியை மட்டும் கவனமாய் வீழ்த்தி, அதனைக் கோளத்தின் அசல் ஆரத்தையே வைத்து வட்டம் வரைய வேண்டும்.

94ஆம் படத்தில் ஓர் உருளையும் அதன்மீது அமைந்துள்ள ஒருகோளமும் காட்டப்பட்டுள்ளன. அதன் எளிய வீழங்கள் முதலில் காட்டப்பட்டுள்ளன. அடுத்து உருளையின் பக்கம் நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயும், கிடைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்தும் உள்ள நிலையில் வீழங்கள் வரையப்பட்டுள்ளன.

கோளத்தின் வீழத்தினை வரைய, அதன் மையப்புள்ளியினை மட்டும் வரைந்துகொண்டு, வட்டம் வரையப்பட்டுள்ளது.

கூட்டுருவங்கள் :

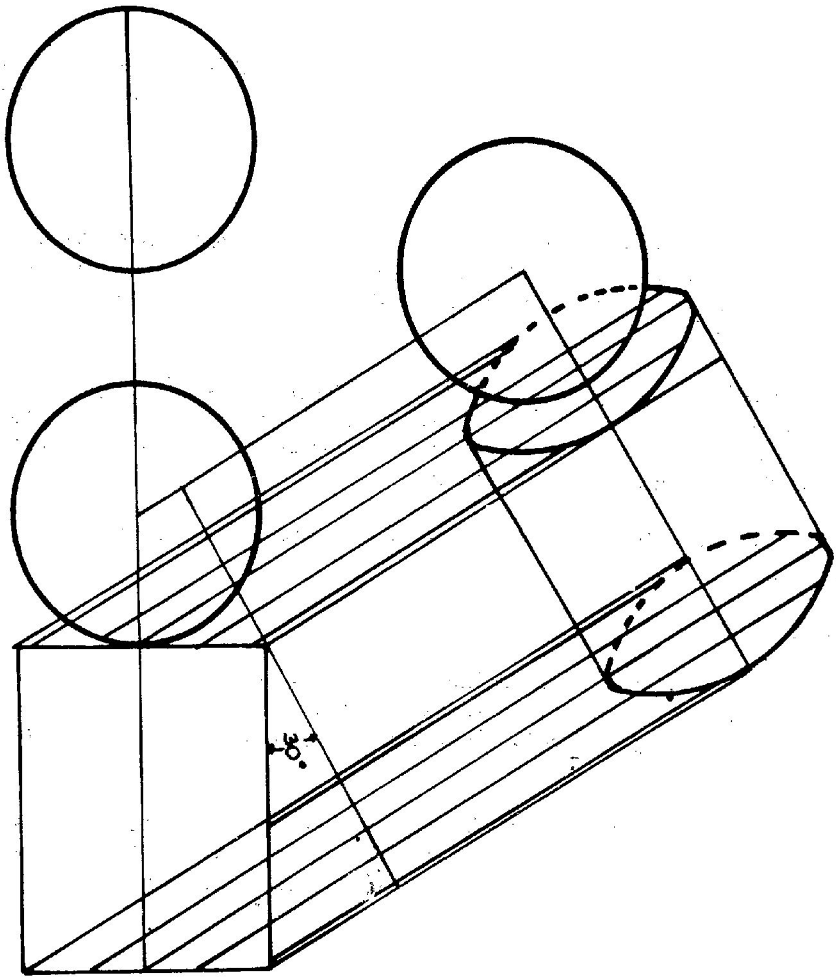
பொறியியலில் உபயோகப்படும் பொருள்கள் தனித்தனி வடிவத்திலேயே இருக்குமென்று சொல்ல இயலாது. பல்வேறு உருவங்களின் கூட்டமைப்பாயிருக்கலாம். அவற்றைத் தனித்தனியாய்ப் பிரித்து, மீண்டும் இணைப்பதாய்க் கருதி, அவற்றை வரைய வேண்டும் (படம் 95).

பொருளின் பல்வேறு வீழங்கள் கொடுத்தால், அதன் வடிவம் எவ்வாறு இருக்குமென்று கற்பனையில் காணுந்திறன், பொறியாளருக்கு இன்றியமையாதது. 96, 97, 98ஆம் படங்களில் காணும் பொருள்களின் உருவத்தை அனுமானித்துக் காட்சிப்படமாய் வரைந்து பழகுக.

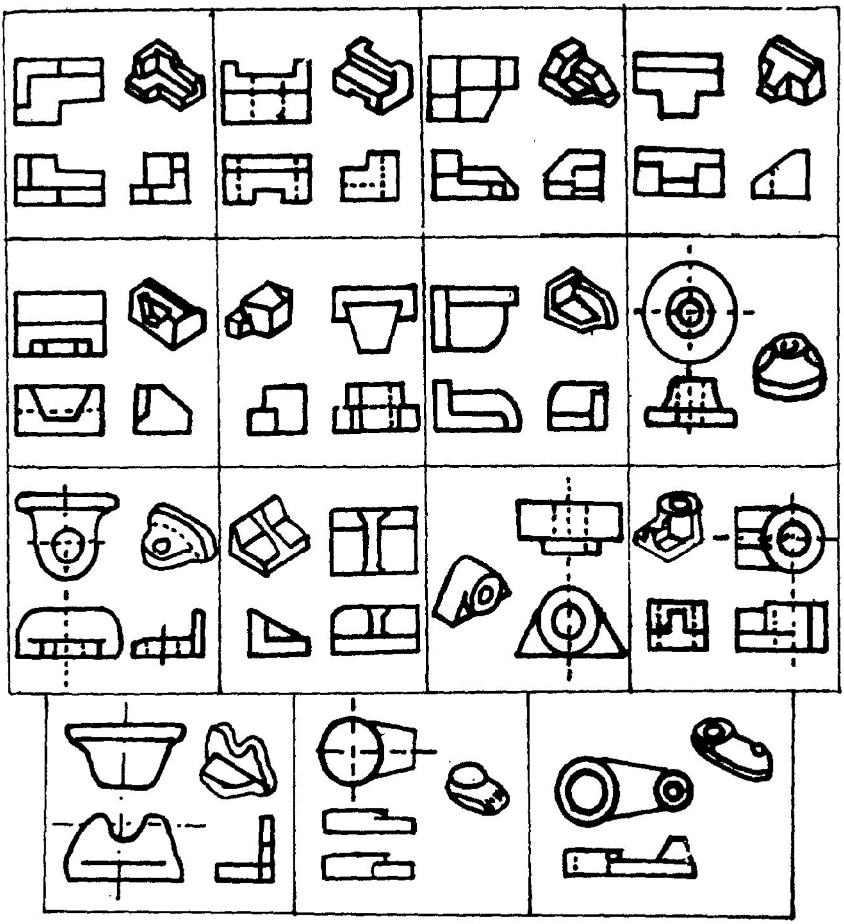
பயிற்சிகள் :

99ஆம் படத்தில் சில பொருள்களின் வீழங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றுள் ஒருசில கோடுகள் விடப்பட்டுள்ளன. அவற்றைக் கண்டுபிடித்து வரைக.

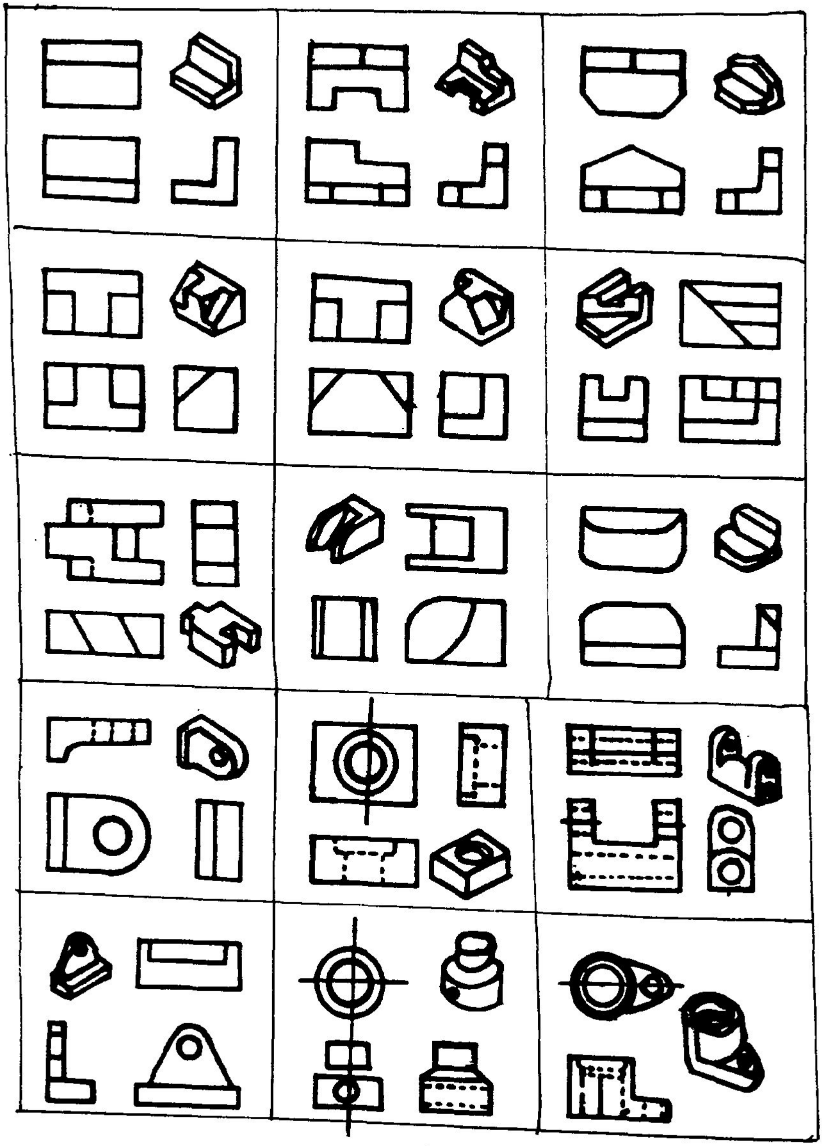
100, 101ஆம் படங்களில் பொருள்களின் இரண்டு வீழங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றின் மூன்றாம் வீழத்தினை வரைக.



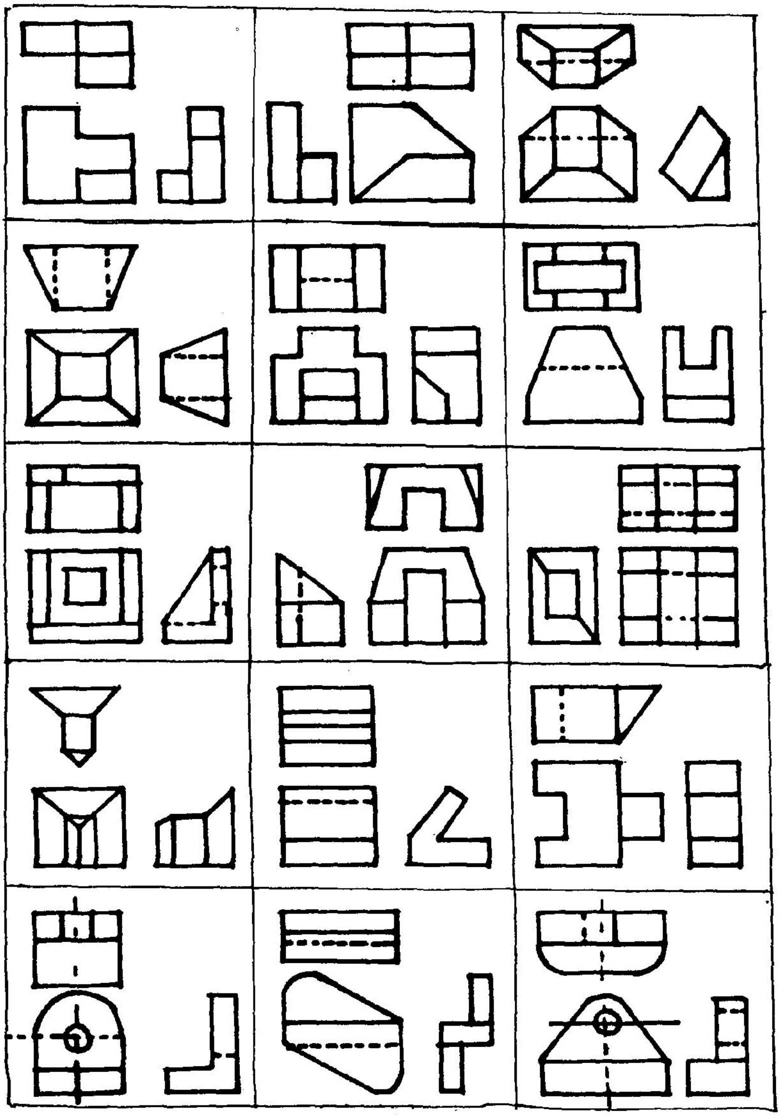
شكل 94



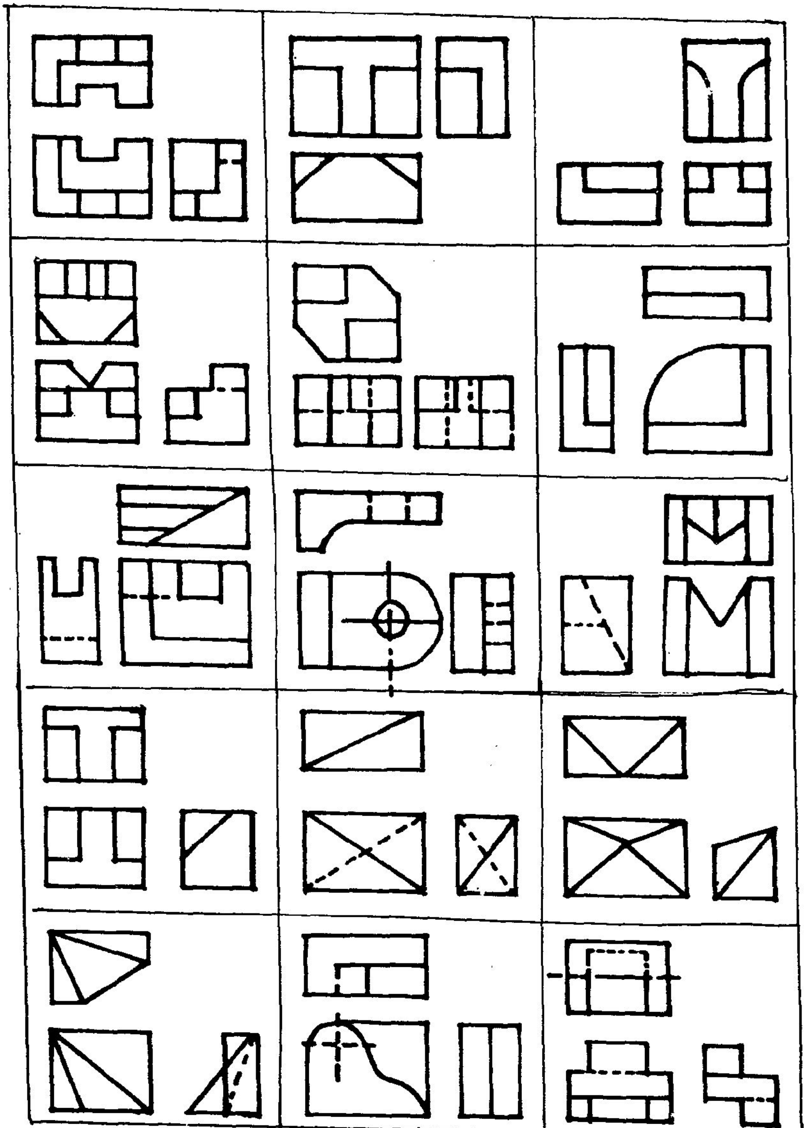
படம் 95



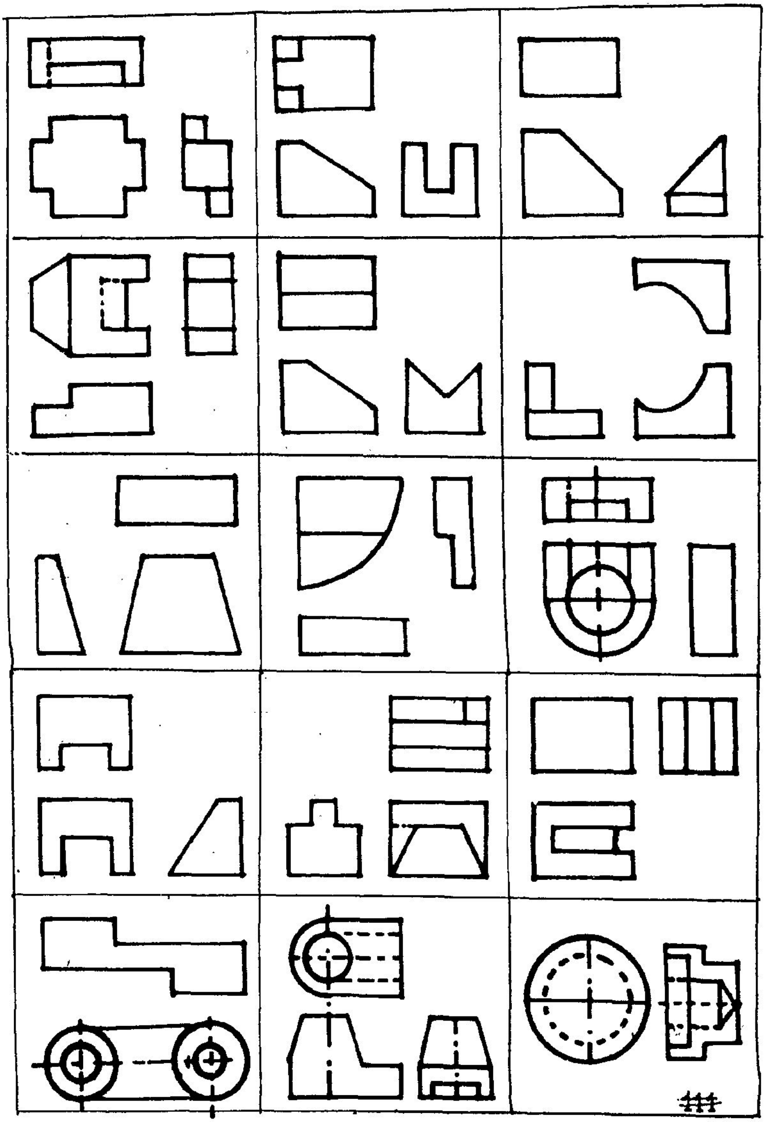
படம் 96



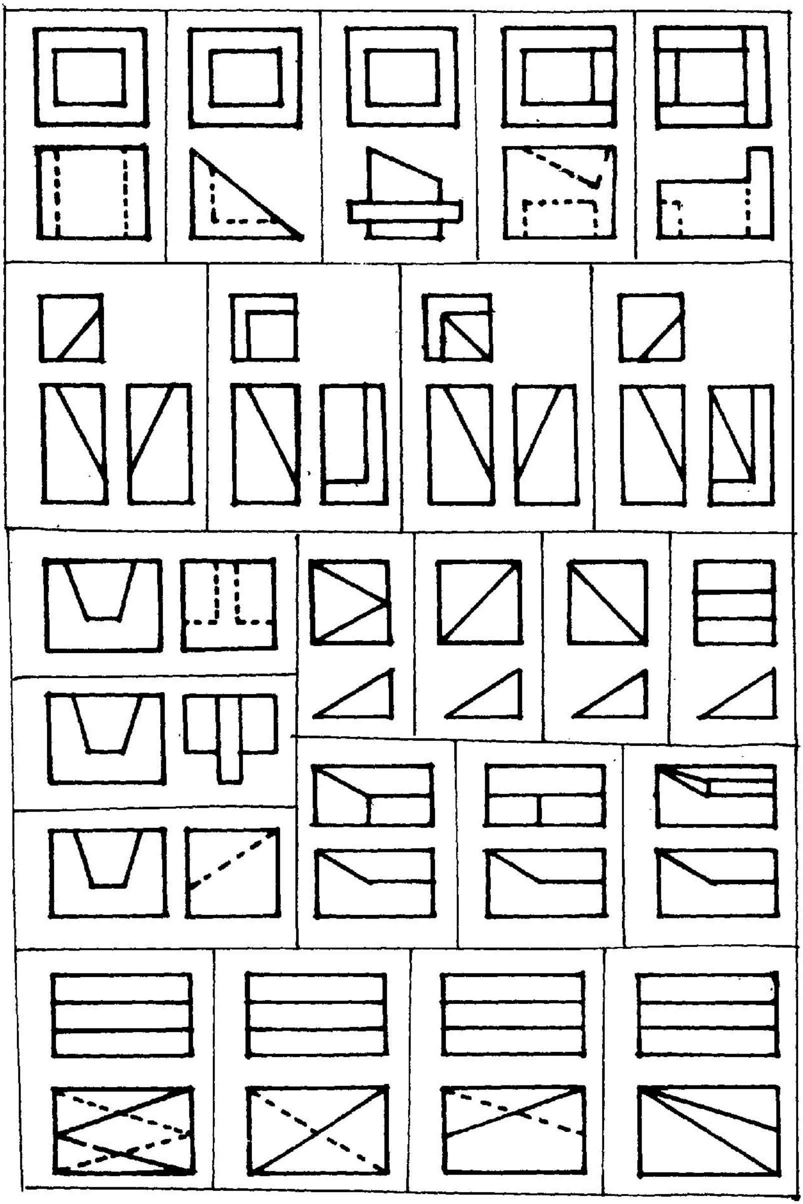
படம் 97



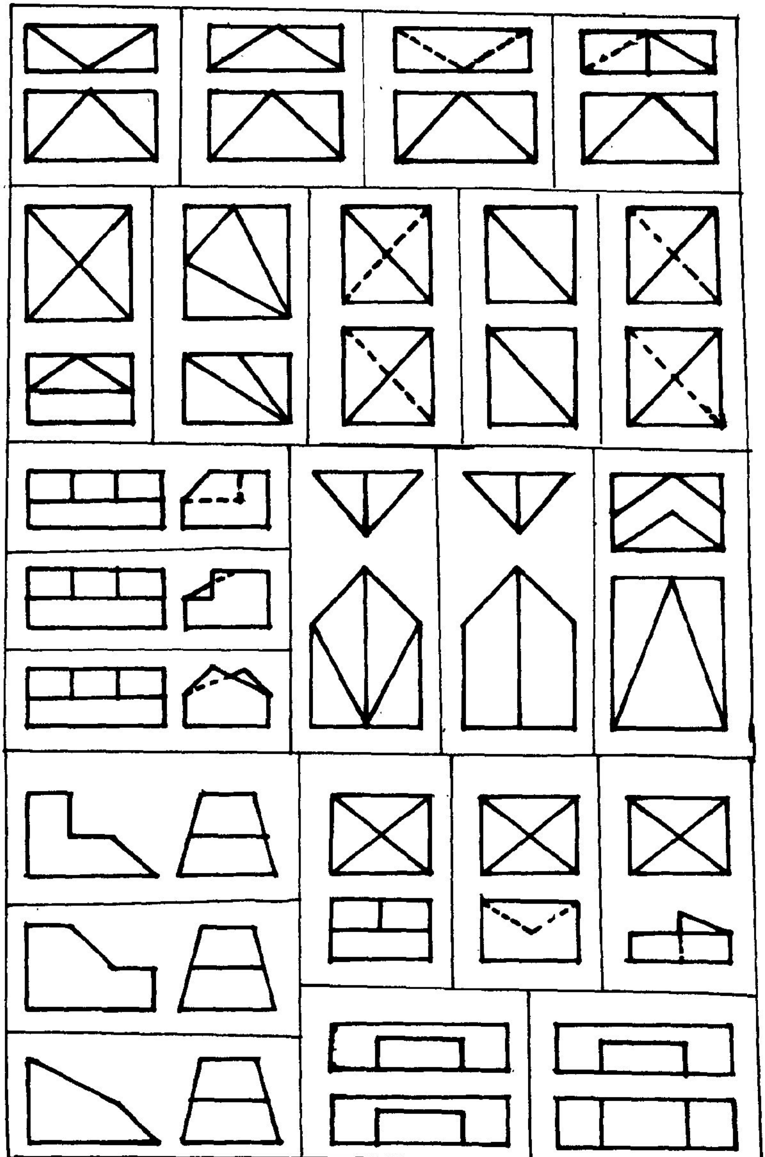
படம் 98



படம் 99



படம் 100



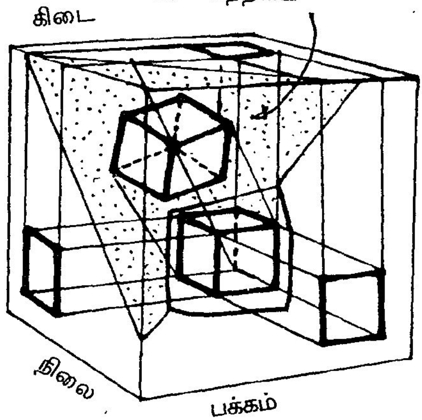
படம் 101

3. சமள வீழும் (Isometric Projection)

அச்சளம்:

நேரிய வீழ் காட்சிகளில் எல்லாத் தளங்களும், மூன்று முதன்மையான திசைகளில் உள்ளன. அவை கிடைத்தளம், அதற்குச் செங்குத்தான நிலைத்தளம், பக்கத்தளங்களாகும். இம்மூன்று தளங்களிலும் சாய்ந்துள்ள ஒரு புதிய தளம் அமைத்து, அதில் பொருள்களின் படங்களை வீழ்த்தினால் கிடைப்பது அச்சளவீழும் அல்லது அச்சளம் (Axonometric Projection) எனப்படும்.

இத்தளம், மூன்று முதன்மைத் தளங்களுக்கும் சமமாய்ச் சாய்ந்திருந்தால், அதில் கிடைக்கும் வீழும் சமள வீழும் (Isometric Projection) எனப்படும். அதனால் ஒரு கனசதுரக்கட்டையின் சமள வீழத்தில் அதன் அச்சுகள் அல்லது முனைகள் ஒன்றனுக்கொன்று 120 பாகையில் சாய்ந்தும், சமமாய்க் குறுகியும் இருக்கும்.



படம் 102 அச்சளக் கொள்கை

சொற்கள்:

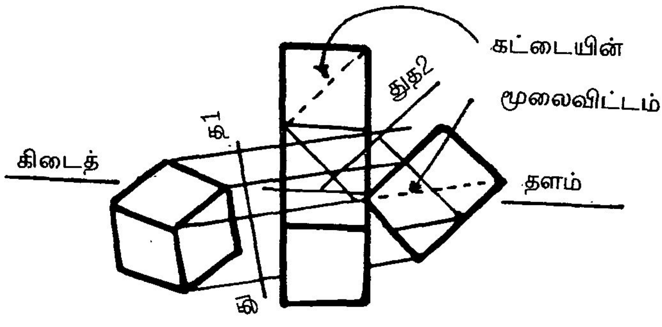
அச்சளம், சமளம், மூவளம் போன்ற சொற்களின் அமைப்பு எளிமையும், சொற்செட்டும் கருதியாக்கப்பட்டுள்ளன. Metric என்னும் சொல் அளவைக் குறிப்பதாகும். Isometric எனில், 'சம அளவு' என்றாகும். இது பெயர்ச்சொல்லாய் இருப்பதாலும், Metric என்பதை அளவு என்றே பொருள் படும், Scale, Measurement போன்றவற்றிலிருந்து வேறுபடுத்திக் காட்டவும் வசதியாய் 'அளம்' எனச் சுருக்கிக்கொண்டோம். அதனால், சம +அளம் – சமவளம் – சமளம் எனக் கொண்டோம். இதனை ஒப்ப Axonometric என்பதனை 'அச்சளம்' என்றும் Trimetric என்பதனை 'மூவளம்' என்றும் சொல்லலாம்.

அச்சளத் தளம் மூன்று முதன்மைத்தளங்களுக்கும் சமமாய்ச் சாய்ந்திருத்தலால் 'சமளத் தளம்' என்றோம். அதில் கிடைக்கும் வீழம் மூன்று முனைகளிலும் சமமாகக் குறுகியிருக்கும். அச்சளத்தின் தளம் இரண்டு முதன்மைத் தளங்களுக்குச் சமமாய்ச் சாய்ந்திருந்தால், அதில் கிடைக்கும் வீழத்தின் இரண்டு அச்சுகள் சமமாய்க் குறுகியும் மூன்றாம் அச்சு, வேறு அளவில் குறுகியும் இருக்கும். இதில், முனைகளின் இரண்டு இடைக்கோணங்கள் சமமாயும், மூன்றாம் கோணம் மாறுபட்டும் இருக்கும். இதில் கிடைக்கும் படம் 'ஈரளம்' எனப்படும்.

அச்சளத் தளம் முதன்மைத் தளங்களுக்கு, வெவ்வேறு கோணங்களில் சாய்ந்திருந்தால், முனைக் குறுக்கங்கள் வெவ்வேறு அளவிலும், முனையிடைக் கோணங்கள் வெவ்வேறாயும் இருக்கும். இவ்வகைத் தளத்தில் கிடைக்கும் வீழங்களை மூவளம் அல்லது **மூவள வீழங்கள்** (trimetric projections) என்பர். இதன் முனையிடைக் கோணங்களுள் ஒன்றுகூடத் 90 பாகையோ, அதற்குக் குறைந்தோ இரா.

சமளம்:

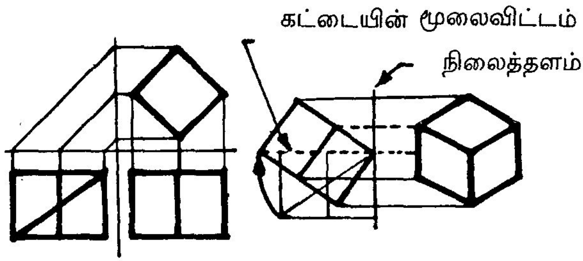
சமள வீழங்களைப் பல வழிகளில் பெறலாம். படத்தில் (படம் 102) கனசதுரக் கட்டையின் மூலைவிட்டம், சமளத் தளத்திற்குச் செங்குத்தாயிருப்பதைக் காணலாம். அதனால், மூன்று முனைகளும் ஒன்றனுக்கொன்று 120 பாகையில் அமைந்துள்ளன.



படம் 103 துணைத்தளங்கள் வழி சமளம்

அதனால் படத்தில் (படம் 103) காட்டியவாறு கனசதுரக் கட்டையின் மூலை விட்டத்திற்குச் செங்குத்தாய்த் துணைத்தளம் அமைத்து, அதில் வீழமும் பெறலாம். மூலை விட்டத்தைச் செங்குத்தாக்க இரண்டு துணைத்தளங்கள் தேவைப்படுவதைப் படத்தைக் கண்டு அறிக.

கனசதுரக் கட்டையின் மூலைவிட்டம், அச்சிற்குச் செங்குத்தாய் வரும்வரை சுழற்றி அதனை வீழ்த்தியும் சமளம் பெறலாம். 104ஆம் படம் இதனை விளக்குகிறது.



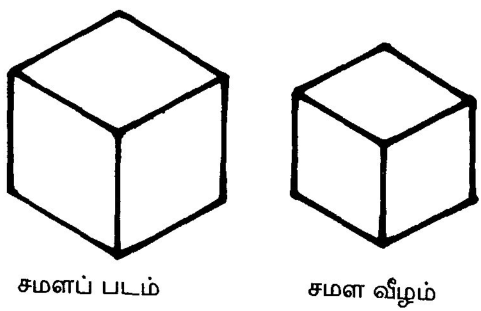
படம் 104 சுழற்றுவதன் மூலம் சமளம

மேற்கண்ட முறைகள், எளிதானவை அல்ல. எனினும், இவற்றிலிருந்து ஒருசில நியதிகளை வகுத்துக்கொண்டு, எளிதாய் வரைவதற்குரிய செய்முறைகளை வகுக்கலாம். இவ்வெளிய முறையே மரபுவழியாகும். இதன்படி அசலில் செங்குத்தாயிருக்கும் முனை சமதளத்திலும், செங்குத்தாகவே இருக்கும். அசலில் கிடைமட்டமாயிருக்கும் கோடுகள் சமளத்தில் 30 பாகை மேல்நோக்கிச் சாய்ந்திருக்கும்.

சமள வீழங்களும், சமளப் படங்களும்:

105ஆம் படத்தில் பார்த்தால், அசல் உருவின் ஒருமுனை, எவ்வாறு, எவ்வளவு குறைந்துள்ளது என்பதை அறியலாம்.

சமளப்படத்திற்கும், சமள வீழத்திற்குமுள்ள அளவு வேறுபாட்டை, 105ஆம் படத்தில் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கலாம். சமளவீழத்தை விடச் சமளப் படம் சுமார் $1\frac{1}{4}$ மடங்கு பெரியதாயுள்ளது. இத்தகு அளவு வேறுபாடு தவிர வரைந்த வடிவத்தில் வேறு மாறுபாடு ஏதுமில்லை. அதனால் பல வேளைகளில் சமள வீழங்களுக்குப் பதில் சமளப் படங்களே பயன்படுகின்றன. சமளப் படங்கள் அல்லது சமள வீழங்களுக்கு இணையாய் வரையப்படும் கோடு சமளக் கோடு (Isometric line) ஆகும். இது 30 பாகை மேல்நோக்கிச் சாய்ந்திருக்கும்.



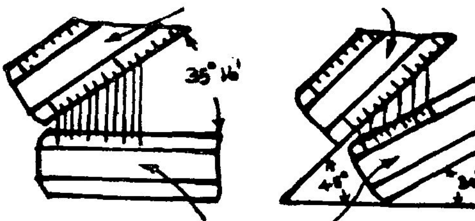
படம் 105

சமளச் சுருக்களவுக்கோல்:

சமள வீழத்தின் அளவுகளை அறிய ஒருசமளச் சுருக்களவு கோலை (isometric scale) உருவாக்கிக் கொள்ளலாம்.

கிடைமட்டத்திற்கு 45 பாகை வைத்து ஒருகோடு வரைந்துகொள்க. அதில் அளவுகளை அசல் நீளத்தில் பகுத்துக் குறிக்குக் கொள்க. அதன் சுழியின் வழியாய்க், கிடைமட்டத்திற்கு 30 பாகை வைத்து, இரண்டாம் கோடு வரைந்து கொள்க. முதல் கோட்டின் அளவுகளைக் கிடைமட்டத்திற்குச் செங்குத்துக் கோடு வரைந்து இரண்டாம் கோட்டிற்கு மாற்றுக. இரண்டாம் கோட்டில் கிடைப்பது சமளச் சுருக்களவாகும். படங்கள் வரைந்து கொண்டிருக்கும்போதே, வரைதாளில் ஓரிடத்தில் இவ்வாறு சுருக்களவுகோல் வரைந்துகொண்டு பயன்படுத்தலாம்.

மேலே 45 பாகைக் கோட்டிலிருந்து 30 பாகைக் கோட்டிற்குச் செங்குத்துக் கோடுகள் மூலம் அளவுகளை மாற்றினோம். மாறாகச் சமளச் சுருக்களவு கோலைக் கிடைமட்டமாய் வைத்துக்கொண்டு, அதில் சமள வரைவளவு பெற, மேல்கோடு எத்தனை பாகையில் சாய்ந்திருக்க வேண்டும்?



படம் 106 சமளக் கோல்

106ஆம் படத்தில் சமளச் சுருக்களவுகோல் உள்ளது. அதற்கு 35° 16' கோணத்தில் அமைந்திருப்பது அசல் அளவுகோலாகும். செங்குத்துக் கோடுகள், அளவு மாற்றம் செய்கின்றன.

பரப்புகளின் சமளம்:

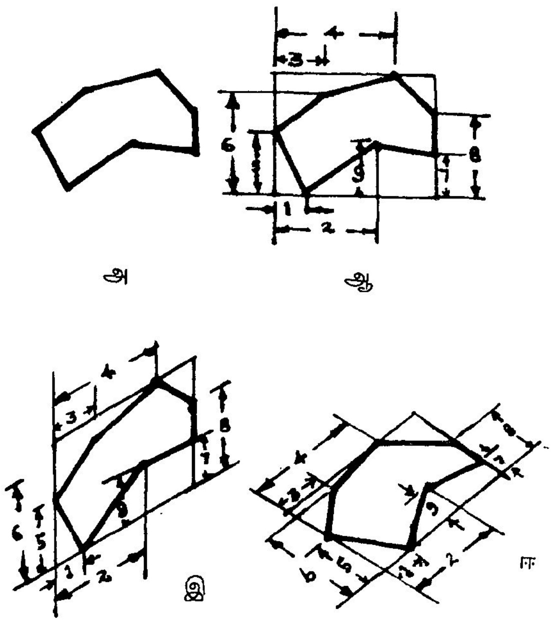
சமளப் படங்களில், மூன்று பக்கங்கள் உள. இட, வல, மேல் ஆகிய மூன்று பக்கங்கள். கீழ்காணும் நியதிகளைக் கொண்டு சமளப் படங்களை எளிதில் வரையலாம்.

(அ) நிலைக்கோடுகள், சமளத்திலும் நிலையாகவே உள்ளன.

(ஆ) கிடைக்கோடுகள், சமளத்தில் 30 பாகை ஏற்றக் கோணத்திலுள்ளன.

(இ) வலப்பக்கக் கிடைக்கோடுகள், வலப்பக்கம் ஏறியும், இடப்பக்கக் கிடைக்கோடுகள் இடப்பக்கம் ஏறியுமுள்ளன.

ஓர் எழுகரத்தின் சமளப்படம் வரையும் முறையைக் காண்போம்.



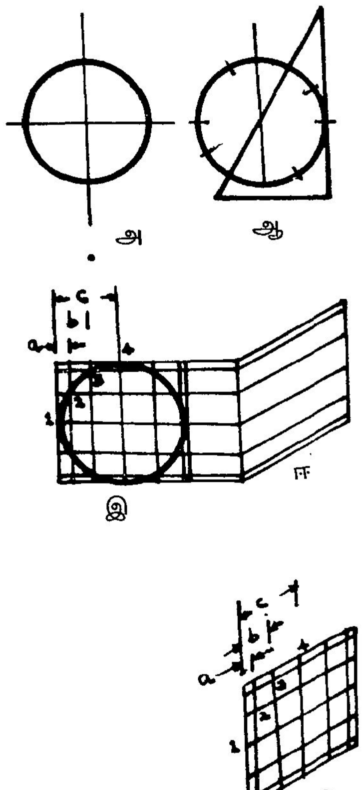
படம் 107 சமளப் பரப்பு

எழுகரத்தினை (107 அ) ஒருசெவ்வகம் வரைந்து, அதற்குள் அடக்கிக் கொள்க. அதன் ஒவ்வொரு முனைகளுக்கும் (corners) ஆயத்தொலைவுகள் அளந்துகொள்க. (107 ஆ) வலப் பக்கச் சமளமுகம் வரைதற்கு, முதலில் செவ்வகத்தை சமளமுகத்தில் வரைந்துகொள்க (107 இ). அது 30 பாகை சாய்வில் அமைந்த இணைகரமாயிருக்கும் இந்த இணைகரத்தில் ஆயத்தொலை வுகளை அளந்து வைத்து எழுகரத்தின் முனைகளை மாற்றுக. இம்முனைகளை நிரல்பட இணைத்தால், எழுகரத்தின் வலப்பக்கச் சமளப்படம் கிடைக்கும். இது சமளப்படமேயாதலின் நீளங்களை அதே அளவில் மாற்றலாம். சமளச் சுருக்களவிற்குக் குறுக்கத் தேவையில்லை.

இதேபோன்று எழுகரத்தின் மேல்முகத்தையும் வரையலாம். இரண்டு ஓரங்களும் இடத்திசையிலும், வலத்திசையிலும் 30 பாகை ஏற்றத்தில் வரையப்பட்ட இணைகரமாய் இம்முகம் இருக்கும். எழுகரத்தின் பல்வேறு முனைகளின் ஆயத்தொலைவுகளை இப் படத்திற்கு மாற்றி, சமள முனைகளைப் பெறலாம்; சமள முனைகளை இணைத்துச் சமளப்படம் பெறலாம் (படம் 107 ஈ).

சமளத்தில் வட்டம்

(அ) ஆயத்தொலைவு முறை: வட்டத்தின் பல்வேறு புள்ளிகளுக்கு ஆயத் தொலைவுகளை அளந்துகொண்டு, அவற்றைச் சமளப்படத்திற்கு மாற்றி, வட்டத்தின் சமளப்படம் வரையலாம். வரைமுறை, படிப்படியாய்ப் படம் 108இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 108 அ. ஆ. இ. ஈ. உ.
சமள வட்டம்

வரைமுறை:

1. வட்டத்தின் சுற்றளவை 12 சமபாகங்களாகப் பிரித்துக் கொள்க. (அ & ஆ)

2. வட்டத்ினை ஒரு கட்டத்திற்குள் (square) அடைத்துக் கொண்டு, இரண்டு திசைகளிலும், அப்புள்ளிகளின் ஆயத்தொலைவுகளை அளந்து கொள்க (இ).

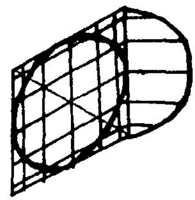
3. சதுரத்தின் சமளத்தை வரைந்து, அதில் ஆயத்தொலைவுகளின் மூலம், வட்டத்தின் பன்னிரு புள்ளிகளையும் மாற்றுக. (ஈ & உ).

4. புள்ளிகளை, ஒருவளைவுக்கோட்டால் இணைத்துச் சமள வட்டம் பெறுக. இஃது ஒருபரவளைய வடிவில் (Parabola) அமைந்திருக்கும்.

5. இந்நீண்ட செயல்முறையைச் சுருக்க (படம் 109) படத்தில் காட்டிய எளிய முறையைக் கையாளலாம்.

முதலில் சதுரத்தின் சமளத்தை (இணைகரம்) வரைந்துகொள்க; ஒருபக்கத்தை விட்டமாய் வைத்து, அரைவட்டம் வரைக; அரைவட்டத்தை ஆறுசமபாகங்களாய்ப் பிரித்துக் கொள்க; அப்புள்ளிகளை இணைகரத்தின் பக்கத்திற்கு மாற்றுக; இணைக் கோடுகள் வரைந்து கொள்க. இணைகரத்தின் சிறிய மூலைவிட்டத்தை வரைக. இணைக் கோடுகளை, இம் மூலைவிட்டம் வெட்டுமிடங்களில் செங்குத்துக் கோடுகள் வரைந்துகொள்க. இணைக்கோடுகளும், செங்குத்துக் கோடுகளும் வெட்டுமிடங்களில், வட்டத்தின் சமளப் புள்ளிகள் உள்ளன. அவற்றை வளைவுக் கோட்டால் சேர்க்க வட்டத்தின் சமளம், அஃதாவது பரவளையம் கிடைக்கும்.

நான்கு மையத் தோராய முறையில் வட்டம்: வட்டத்தைச் சமதளத்தில் எளிதாய் வரைதற்கு நான்கு மைய முறைகள் பயன்படுகின்றன. வட்டத்தின் தொடுகோட்டிற்குச் செங்குத்தாய் அதன் மையம் இருக்கும் என்னும் கொள்கை இம்முறையில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.



படம் 109
சமள வட்டம்

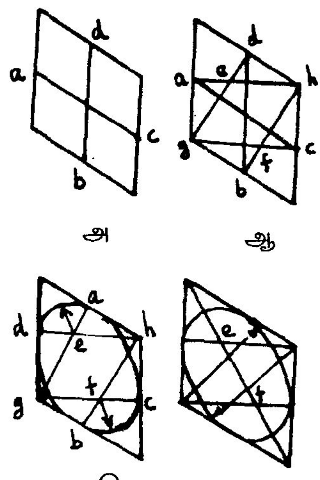
(அ) சதுரத்தின் சமளம் (இணைகரம்) வரைந்து கொள்க. இணைகர ஓரக் கோடுகளின் மையப் புள்ளிகளை (a, b, c, d)க் குறித்துக் கொள்க. ஓரங்களுக்கு இணையாய் இப்புள்ளிகளை இணைத்து ac, bd கோடுகள் வரைந்து கொள்க.

(ஆ) a, b, c, d புள்ளிகள் வழியே குத்துக் கோடுகள் (perpendiculars) வரைக. அவை ஒன்றனுக் கொன்று வெட்டி, நான்கு மையங்களையும் அடையாளம் காட்டும். a, b வழிக் குத்துக் கோடுகள், h-இல் வெட்டுகின்றன; d, c வழிக் குத்துக்கோடுகள், g-யில் வெட்டுகின்றன. a, d வழிக் குத்துக்கோடுகள் b, e-யில் வெட்டுகின்றன; b, c வழிக் குத்துக் கோடுகள், fல் வெட்டுகின்றன.

(இ) g, h புள்ளிகளை மையமாய்க் கொண்டு, இரண்டு வில் வரைக. e f புள்ளிகளை மையமாகக் கொண்டு இரண்டு வில் வரைக. வட்டத்தின் சமளத்தை இவை அமைக்கின்றன.

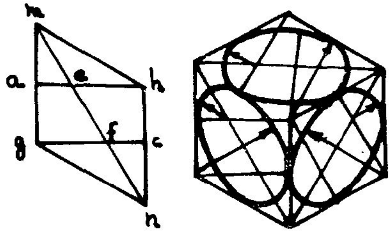
இப்படத்திலிருந்து அறிவன: (1) இணை கரத்தின் சிறிய மூலைவிட்ட இருமுனைகளும் இருமையங்களாகின்றன. மீதி இரண்டு மையங்கள், இணைகரத்தின் பெரிய மூலைவிட்டத்தில் அமைகின்றன.

இந்த உண்மைகளைப் பயன்படுத்தி, வரைமுறையை இன்னும் எளிதாக்கலாம். 111ஆம் படத்தில் பெரிய மூலைவிட்டம் (mn), குத்துக் கோடுகளான ah, cg ஆகியவற்றை மட்டும் வரைந்து கொண்டு நான்கு மையங்களையும் அடையலாம். இந்த முறையைப் பயன்படுத்திச் சமளத்தின் எந்த முகத்திலும் வட்டத்தின் சமளத்தை அமைக்கலாம்.



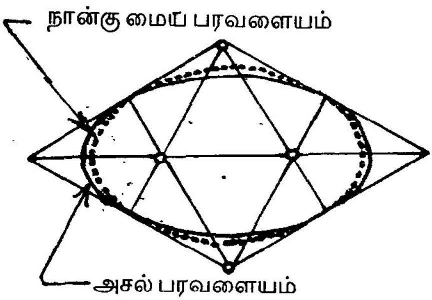
படம் 110
நான்கு மைய முறை

ஒப்புமை: நான்கு மைய முறையில் கிடைத்த தோராயப் பரவளையத்திற்கும், அசல் பரவளையத்திற்கும் சற்று வேறுபாடு உண்டு. (படம் 112).



படம்11
நான்கு மைய முறை

தோராயச் சமளத்தின் பெரிய அச்சு, அதன் அசல் நீளத்தைவிடச் சற்றே குறைந்தும், சிறிய அச்சு, சற்றே நீண்டும் இருக்கும். இந்த முறை, ஆயத்தொலைவு முறையைவிடத் தொல்லை குறைந்தது. பல சமளப்படங்களுக்கு இதுவே போதுமானதாகும். அதனால், இம் முறை மிகுந்த அளவு உபயோகத்தில் உள்ளது. ஆயத்தொலைவு முறையில் கிடைக்கும், வட்டத்தின் சமளம், பரவளைய வடிவில் தவறின்றி (accurate) இருக்கும்.



படம்12

திண்மப் பொருள்களின் சமளம்:

பெட்டிமுறை :- பரப்புப் படங்களைச் சமளத்தில் வரைந்தது போலவே, திண்மப் பொருள்களின் படங்களையும் எளிதாய் வரையலாம். பரப்புப் படங்களுக்கு மூன்றாம் ஆயம் சேர்த்துக் கொண்டாற் போதும்.

வரைநிரல்:

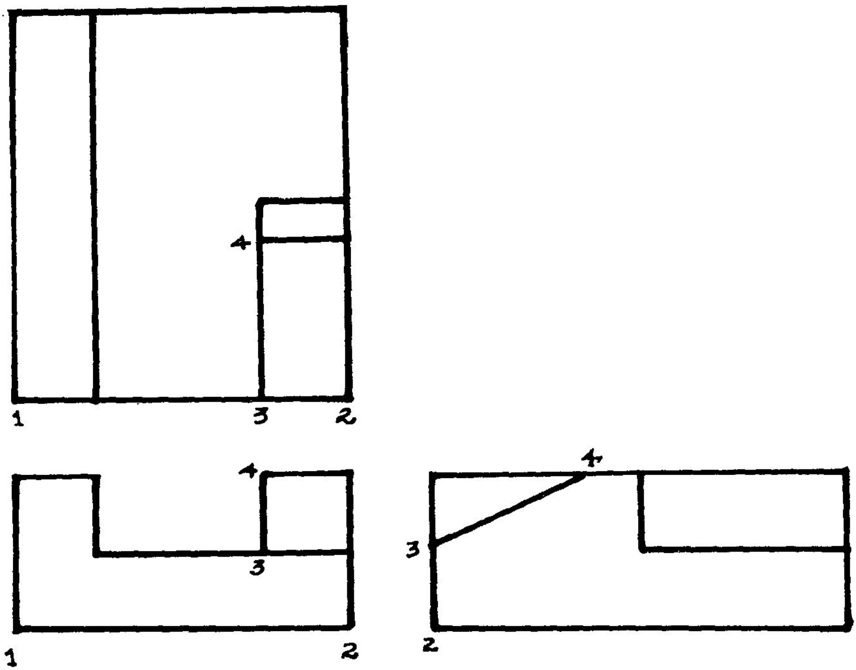
1. பொருளின் படத்தை நேரிய வீழுங்களில் வரைந்து கொள்க. சமளத்தில் இருக்க வேண்டிய, அளவில் வரைந்து கொள்ளுதல் நல்லது.
2. பொருள் முழுதும் அடங்கக் கூடிய மிகச்சிறிய பெட்டி ஒன்றனைக் கற்பித்துக்கொள்க.
3. அப்பெட்டியைச் சமளத்தில் வரைந்து கொள்க. பொருளின் பல்வேறு முகங்களைத் தெளிவாகக் காட்டுமாறு வரைந்து கொள்ளுதல் நல்லது.
4. பெட்டியின் முகங்களில், அந்தந்த வீழுங்களில் காணும் காட்சியைச் சமள முறைப்படி மாற்றிக்கொள்க.
5. உட்பகுதிகளையும், வளைவுகளையும் ஆயத்தொலைவுகளால் வரைந்து கொள்க.
6. இதுபோன்ற சமளப் படங்களில் மறைகோடுகளை விடுத்துத் தெரியும் பகுதிகளை வரைதலே மரபு.

ஒரு கட்டையின் சமளம்

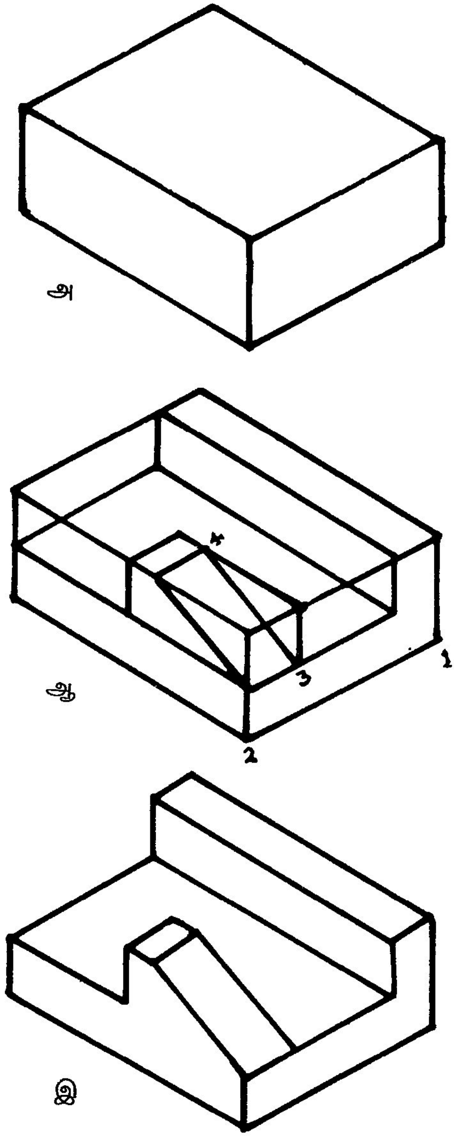
ஒரு கட்டையின் சமளம் வரையும் விதம் காண்போம்.

கட்டையின், கிடைப்படம், நிலைப்படம், பக்கப்படம் மூன்றும் வரைந்துகொள்ளப் படும்; (படம் 113). கட்டை அடங்கும் பெட்டியின் சமளப்படம் வரைந்துகொள்ளப்படும்; (படம் 114 அ). பெட்டியின் வலமுகத்தில் பக்கப்படத்தின் அளவுகள் ஆயத்தொலைவு முறையில் அளந்து வைக்கப்படும்; பெட்டியின் இடப்பக்கத்தில் இதேபோன்று நிலைப் படத்தின் ஆயத்தொலைவு முறையில் அளந்துவைக்கப்படும்; பெட்டியின் மேல்பாகத்தில், கிடைப்படத்தின் அளவுகள் ஆயத் தொலைவுகளால் அளந்து வைக்கப்படும்; பல்வேறு புள்ளிகளை இணைத்துச் சமளப்படம் நிறைவுபடுத்தப்படும் (படம் 114 ஆ & இ).

மழுக்க முனை, ஆயத்தொலைவால் மாற்றப்படும். பிற உள் விவரங்களும் ஆயத் தொலைவால் மாற்றப்படுகின்றன. இதில் எல்லா ஆயத்தொலைவுகளும், அந்தந்த முகங் களில் அளந்துவைக்கப்படும்; சமள வீழத்திற்குரிய குறுக்கம் ஏதும் செய்யவில்லை.



படம் 113 நேரிய வீழம்



படம் 114 அ. ஆ. இ.
சமனம்

தலையில்லா கூர்பட்டகம்: ஒரு தலையில்லாக் கூர்பட்டகச் சமளம் வரைதலை 115 ஆம் படத்திற் காண்க.

(அ) கூர்பட்டகத்தின் நிலைப்படம் வரைந்து கொள்ளப்படும்; அதன் பல்வேறு புள்ளிகளை வீழ்த்தி கிடைப்படமும் வரைந்து கொள்ளப்படும்; ஆயத்தொலைவுகளைப் பிழையின்றி எடுப்பதற்காக, கூர்பட்டகத்தின் பல்வேறு புள்ளிகளும் அவற்றின் கிடைவீழங்களும், எண்ணிட்டுக் கொள்ளப்படுகின்றன.

(ஆ) கூர்பட்டகம் முழுதும் அடங்கக்கூடிய பெட்டி ஒன்றின் சமளம் வரைந்து கொள்ளப் படும்; பெட்டியின் அடிப்பகுதியில், கூர்பட்டகப் பீடம் வரையப்படும்; ab போன்ற ஆயத்தொலைவுகளை அளந்து வைத்துப் பல்வேறு புள்ளிகள் கண்டுபிடிக்கப்படும்; அப் புள்ளிகளை இணைத்துப் பீடம் வரைந்துகொள்ளப்படும்.

(இ) கூர்பட்டகத்தின் மேற்பாகத்தை வரைதற்காகப் பெட்டியின் மேல்பாக மையக்கோடு வரைந்துகொள்ளப்படும். அதில் ஆயத்தொலைவுகளின்படி 2, 3, 4, 5 புள்ளிகள் குறிக்கப்படும். பெட்டியின் வலப்பக்கத்தில் மையக்கோட்டை வரைந்து கொண்டு, அதில் புள்ளி 9 அளந்து குறிக்கப்படும். மேல்பக்கத்துப் புள்ளியான 2-5 இணைத்து, 2-9 கோடு வரைந்து கொள்ளப்படும். மேல் பக்கத்துப் புள்ளிகளாய் 3, 4, 5க்கு நேராய்ச் செங்குத்துக் கோடுகளைத் தொங்கவிட்டு, அவை 2-9 கோட்டை வெட்டுமிடங்களில் 6, 7, 8 புள்ளிகள் குறித்துக் கொள்ளப்படும்.

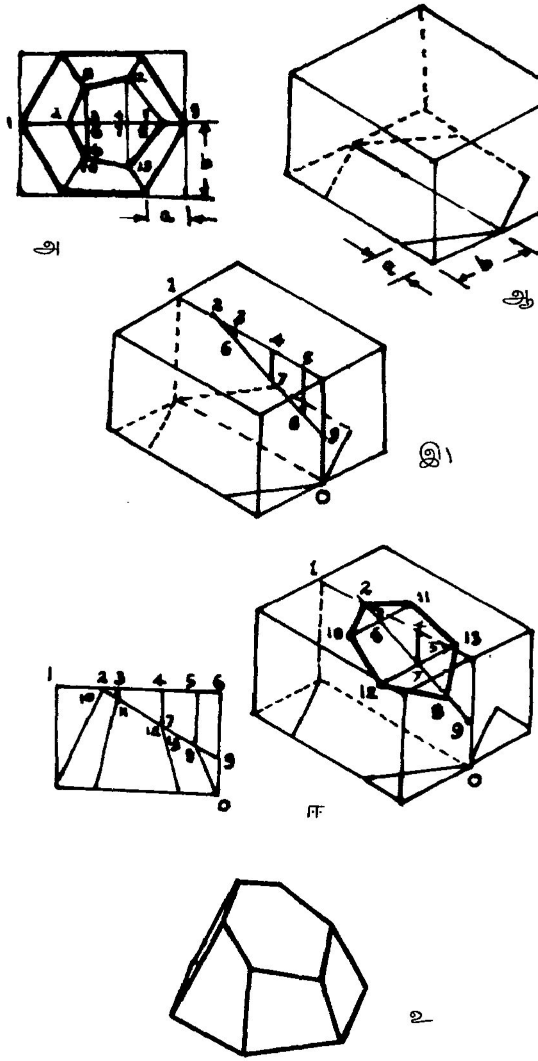
(ஈ) 6, 7 புள்ளிகளின் வழியே செங்குத்துக் கோடுகள் வரைந்து கிடைப்படத்திலிருந்து ஆயத்தொலைவு, அளந்து வைக்கப்பட்டு, 10, 11, 12, 13 புள்ளிகள் குறித்துக் கொள்ளப்படும். இப்போது 2, 11, 13, 8, 12, 10 புள்ளிகளை இணைத்துக் கூர்பட்டகத்தின் மேல்பாகம் வரையப்படும்.

(உ) கூர்பட்டகத்தின் ஒவ்வொரு முனையும், தொடர்புள்ள புள்ளிகளை இணைத்துப் பெறப்படும். மறைகோடுகளை விடுத்துத் தெரியும் கோடுகள் மட்டும் வரையப்படும்.

இப் படத்தில் பொருளின் பக்கச் சீர்மை (symmetry) நன்கு பயன்படுத்தப்பட்டிருப் பதைக் காணலாம். கிடைப்படத்தைப் பெட்டியின் அடிப்பாகத்தில் வரையும்போது, எட்டுப்புள்ளிகளையும் அதன் இருபக்கச் சீர்மை கொண்டு வரையப்பட்டது. கூர்பட்டகத்தின் மேல்பாகத்தை வரைதற்கும் 10, 11, 12, 13 புள்ளிகளைக் குறித்தற்கும் இச்சீர்மையே உதவிற்று.

இப்படத்தில் எந்த அளவுகளும் குறுக்கப்படவில்லை. கிடை, நிலை வீழல்களின் ஆயத்தொலைவுகள் அளந்து, அவற்றிற்கு ஒப்பான சமளக் கோடுகளில் அளந்து வைத்துக் கொள்ளப்பட்டன.

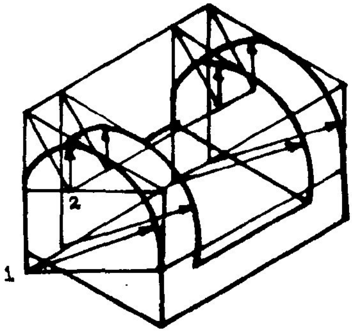
இணைவட்டங்கள், இணைவளைவுகள்: திண்மப் பொருள்களில், நேர்க்கோடுகளோடு பல வளைவுகளும், வட்டங்களும் இருக்கலாம். அவற்றை எளிதில் வரைதல் வேண்டும்; வழக்க மாகத் தோன்றும் பிழைகள் தவிர்க்கப்பட வேண்டும். வட்டங்களோ, வளைவுகளோ, ஒருசில தொடர்ந்து வரும் இடங்கள் பல உள. அத்தகைய இடங்களில், ஒரு வட்டத்திற்கு, நான்கு மையப்புள்ளி முறையில், மையங்களைக் கண்டுபிடித்துக் கொள்ள வேண்டும். அப்புள்ளிகள் அமைந்துள்ள சமளக்கோட்டை வரைந்து கொண்டு, அதில் பிற வட்டங்களின் மையங்களை



படம் 115 தலையிலாக் கூர்பட்டகம்

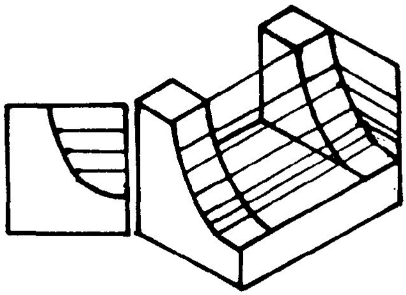
மாற்றிக் கொள்ள வேண்டும். இதனால், ஒவ்வொரு வட்டத்திற்கும் தனித்தனியாய் மையம் காண வேண்டிய வேலை குறைந்து, நேரம் மிச்சமாகும்.

116ஆம் படத்தில் பெட்டியின் இடப் பக்கத்தில் வழக்கமான நான்கு மைய முறையில், அரை வட்டத்திற்குரிய இரண்டு மையங்களும் (1, 2) கண்டு குறிக்கப்படுகின்றன. இவ்விரண்டு புள்ளிகளிலிருந்து அரை வட்டத்தின் சமளம் வரைந்து கொள்ளப்படும். இவ்விரண்டு மையங் களின் வழியே (1, 2) சமளக்கோட்டை நீட்டி அடுத்த அரை வட்டங்களின் மையங்களும், குறித்துக்கொள்ளப்படும். அந்த மையங்களிலி ருந்து பிற சமள வட்டங்கள் வரையப்படுகின்றன.



படம் 116
இணைவட்டங்கள் வரைதல்

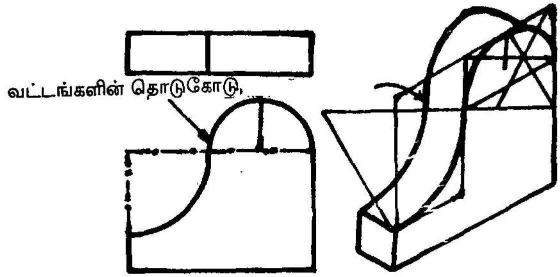
117ஆம் படத்தில் இணை வளைவுகள் வரையும் முறை காட்டப்பட்டுள்ளது. வல முனையின் இறுதியிலுள்ள வளைவு, ஆயத் தொலைவுகளால் நீளங்களை அளந்து புள்ளி களை வைத்து அவற்றை இணைத்து வரையப்படுகிறது. பின்னர் இப்புள்ளிகளின் வழியே இணைச் சமளக்கோடுகளை வரைந்து, அக் கோடுகளில் ஆயத்தொலைவு களை அளந்து வைத்து, பிற தொலைவுகளின் புள்ளிகள் குறிக்கப்படுகின்றன. கவராயத்தின் (Dividers) உதவியால் இத் தொலைவுகளை எல்லாக் கோடுகளிலும் வைக்கலாம். இறுதியில் புள்ளிகளை இணைத்து வளைவுக் கோடுகள் பெறப்படுகின்றன.



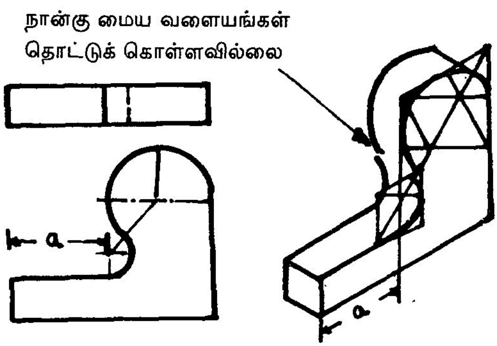
படம் 117
இணை வளைவுகள் வரைதல்

தொடுகோட்டு வட்டங்கள், வில்கள்: வட்டங்களும், வில்களும், தாம் அடங்கும் செவ்வகங்களின் மையப்புள்ளிகளில், ஒன் றினை ஒன்று தொட்டுக்கொண்டிருந்தால் மட்டுமே, நான்கு மையமுறை பொருந்தி வரும். படம் 118 காண்க.

தாம் அடங்கும் செவ்வகங்களின் மையப்புள்ளிகள் அல்லாத இடங்களில் தொட்டுக் கொள்ளும் வட்டங்களின் சமளம், நான்கு மைய முறைகளில் ஒட்டிக்கொண்டிராது (படம் 119). நான்கு மைய முறைகளில் கிடைக்கும் பரவளையும், அசல் பரவளையத்தை விடச் சற்றே உருமாறி இருப்பதால், இப்பிழை நேர்கிறது. இது போன்ற இடங்களில், நான்கு மைய முறைகளைப் பின்பற்றாமல் ஆயத்தொலைவு முறையைப் பின்பற்றவேண்டும்.



படம் 118
நான்கு மைய முறை பொருந்துகிறது

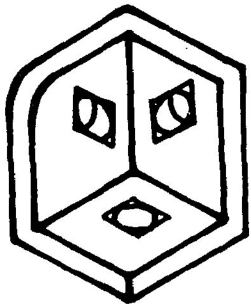


படம் 119
நான்கு மைய முறை பொருந்தவில்லை

வட்டங்களில் பிழைகள்: வட்டங்கள் வரையும்போது, இரண்டு வகைப் பிழைகள் நேர்ந்துவிடுவதுண்டு. வட்டங்கள் அடங்கிய இணைகரத்தை, அதன் பெரும்பரப்பிற்கு ஏற்ற வகையில் வரையாமல் எதிர்த்திசையில் வரைந்து விடுதல் ஒன்றாகும். அதனால், அதனுள் வரும் பரவளையங்களும் திசைமாறி இருக்கும் (படம் 120).

படத்தில் கீழிணைகரம் சரியாயுள்ளது. ஆனால், வலப்பக்க, இடப்பக்க இணைகரங்கள் திசைமாறி உள்ளன.

இரண்டாம் வகைப் பிழை, இரண்டு வட்டங்களை இணைக்கும் சமளக்கோட்டை வரையாமல் விட்டு விடுவது (படம் 121). அல்லது வட்டத்தின் இரண்டாம் பரவளையம் வரையாமல் விடுபட்டுப் போவதாகும்.



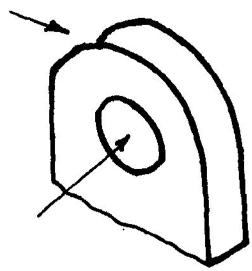
படம் 120
பிழைகள்

வரைநிரல்: கை பழகுதற்காக ஒரு தாங்கியில் (bearing) சமளப்படம் வரைந்து பயிற்சி தரப்படும் (படம் 122).

(அ) தாங்கியின் கிடைப்படம், நிலைப்படம், பக்கப்படம் மூன்றனையும் வரைந்துகொள்க.

(ஆ) தாங்கி அடங்கக்கூடிய, ஒரு பெட்டியின் படத்தைச் சமளத்தில் வரைந்துகொள்க. பெட்டியின் மேல் முனை யில் a, b, c அளவுகளை அளந்துவைத்து, வட்டம் அடங்கும் இணைகரம் வரைந்து கொள்க. அதில் நான்கு மைய முறையில் முதல் வட்டம் வரைந்து கொள்க. சமள இணைகோடுகளை மையப் புள்ளிகளின் வழியே வரைந்து கொண்டு அடுத்த வட்டத்தின் மையங்களைக் குறித்துக் கொள்க. அவற்றிலிருந்து வட்டத் தையும் வரைந்து கொள்க.

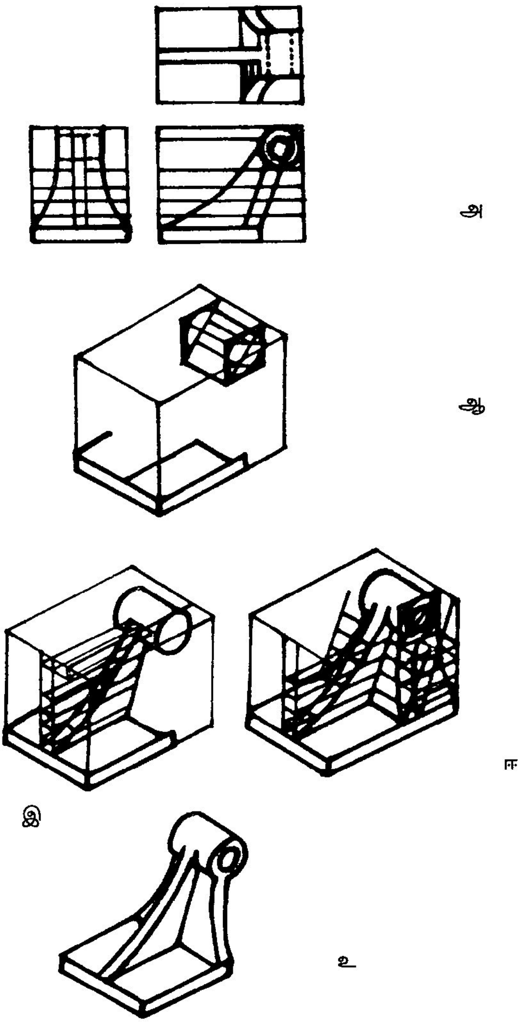
பீடத்தின் அளவுகளையும் அளந்துவைத்து, பீடத் தையும் வரைந்துகொள்க.



படம் 121
மேலே தொடுகோடும் பின்வட்டத்தின் நீள்வட்டமும் விடுபட்டு விட்டன

(இ) தாங்கியின் துதிக்கை போன்ற பகுதிகளை வரைய, அவற்றின் இருபக்கச் சீர்மை உதவியாமைந்துள்ளது. நிலைவீழத்தில் காட்டியுள்ளதுபோல, நடுத் துதிக் கையை, d, e, f, g போன்ற கோடுகளால், பல பகுதிகளாகப் பிரித்துக்கொள்க. தெளிவிற்காக அவற்றை 1 முதல் 12 வரை எண்ணமிட்டுக் கொள்க. நிலைப் படத்திலிருந்து od, oe, of, og தூரங்களை அளந்து சமளப் பெட்டியின் முன்முகத்தில் வைத்துக் குறித்துக் கொள்க. கிடைக்கோட்டிற்கு இணையான சமளக் கோடுகளில் d-1, e-2, f-3 நீளங்களை அளந்து வைத்து, துதிக்கை வளைவின் புள்ளிகளைப் பெறுக. அவற்றை இணைத்துத் துதிக்கையின் இருமுனைகளையும் வரைக.

(ஈ) பின்னர் தகடு வரைய, அதில், துதிக்கை சேரும் இடத்திலிருந்து (m, n, e, f) சமளக்கோடுகள் வரைந்துகொள்க. பக்கப் படத்திலிருந்து m-5, n-6, o-7, p-8 ஆகிய நீளங்களை அளந்து, சமளக் கோட்டில் வைத்து, 5, 6, 7, 8 புள்ளிகளைக் குறிக்க. இப் புள்ளிகளின் வழியே



படம் 122

ஒரு தாங்கியின் சமனம் வரைதல்

கீழ்க்கோட்டிற்கு இணைக் கோடுகள் வரைந்து அவற்றில் 9, 10, 11, 12 புள்ளிகளைக் கண்டுபிடித்திடுக.

அத்தகட்டின் பின்னப்பகுதியை வரையப் பக்கச்சீர்மையைப் பயன்படுத்தி 5, 6, 7, 8 புள்ளிகளின் வழியே சமளக் கோடுகள் வரைந்து நீளங்களைச் சாய்வுக் கோட்டிலிருந்து அளந்து குறித்துக் கொள்க. இப்போது எல்லாக் கோடுகளும் கிடைத்துவிடும்.

(உ) வரைதற்குப் பயன்படுத்திய வழிக்கோடுகளை அழித்துவிட்டுத் தாங்கி யின் உருவினை அழகுபடுத்திக் கொள்க.

கோளம்: ஒருகோளத்தின் எல்லாத் தோற்றங்களும் வட்டமாகவே இருக்கும். அதனால், சமளத்தோற்றமும் வட்டமாகவே இருக்கும். சமள வீழத்தின் விட்டம், பரவளையத்தின் பேரச்சு ஆகும்.

அதனால், கோளத்தின் சமள வீழம் வரைய அதன் பேரச்சினை மட்டும் வரைந்தாற் போதும். பேரச்சினை விட்டமாக வைத்து வரையும் வட்டமே கோளத்தின் வீழமாகும்.

சமளத்தின் நன்மைகள் :- நேரிய வீழங்களில் மூன்று அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட காட்சிகளில் காட்டுவதைச் சமளத்தில் ஒரே படத்தில் காட்டிவிடலாம். அளவுகளைச் சமளத்தில் எழுதிக் காட்ட இயலும். மூன்று திசைகளிலும் ஒரே சுருக்களவு (scale); அதனால், அது வரைதற்கு எளிது. வட்டங்களை வரைய நான்குமைய முறையைப் பின்பற்ற இயலும். பிற பட முறைகளைப் போலன்றி, வட்டம் மிகுதியாய் உருமாறுவது இல்லை.

சமளத்தில் ஒருபொருந்தாமை உள்ளது. நீளமான பொருள்கள் பின்னே செல்லச் செல்ல சுருங்குவதில்லை. அதனால், கண்கள் ஏற்பதில்லை. கண்ணால் காணும்போது பின்னே உள்ளவை சுருங்கிச் சுருங்கி ஒரு புள்ளியில் குவியும். இதனைப் பார்வைப் படத்திற் (Perspective) காணலாம். எனினும், பின் நீளம் குறைவாயுள்ளவற்றில் இப்பிழை தெரியாது.

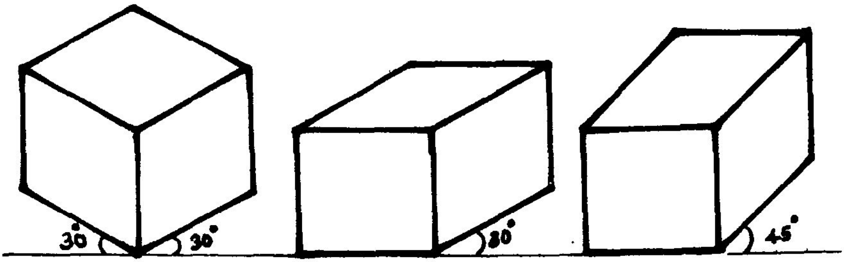
இருபக்கச் சீர்மை (Uniformity on both sides) உள்ள பொருள்களிலும், பக்கச்சீர்மை சமளத்தில் பொருந்தாமல் தோன்றும்.

ஈரளம்: சமளப் படத்திற்கும், சமள வீழலுக்கும் உள்ள வேறுபாடு, ஈரளப்படத்திற்கும், ஈரள வீழலுக்கும் உண்டு. ஈரளத்திற்கெனத் தனிச் சுருக்களவு (Scale) உண்டு.

மூவளம் (Trimetric): மூன்று திசைகளிலும் வெவ்வேறு கோணங்களில் சாய்ந்தும், வெவ்வேறு அளவுகளில் சுருங்கியும் நிற்க வரையும் வரைவளவுகள் 'மூவளம்' ஆகும். மூவளத்தினால் மிக்க பயனில்லை.

பெட்டி வீழல் & சாய்மான வீழல்

சமள வீழலில் மூன்று திசைகளும் சமமாய் ஒன்றனுக்கொன்று 120 இடைவிட்டு இருக்குமென்று அறிந்துள்ளோம்: அதற்குப் பதிலாய் முன்புறம் சாய்மானம் ஏதுமின்றி நேரியவீழல் போலவே அமைய, மூன்றாம் திசை 30° அல்லது 45° சாய்மானம் வைத்துப்



படம் 123 ஒப்பீடு

படங்கள் வரைவதுண்டு. 30° சாய்மான கொண்டதைப் பெட்டி வீழல் (Cabinet projection) எனவும் 45° சாய்மானகொண்டதைச் சாய்மான வீழல் (Oblique projection) எனவும் அழைப்பர். இத்தகைய படங்களை முன்புற வீழல்கள் (frontal projections) என்றும் அழைப்பர். ஒரு கனசதுரத்தின் சமளம், பெட்டி வீழல், சாய்மான வீழல் மூன்றனையும் படத்திற்கு (படம் 123) காணலாம். மூன்று திசைகளிலும் ஒரே அளவினை வைத்துக்கொள்ளலாம்.

செய்த கணக்குகள் :

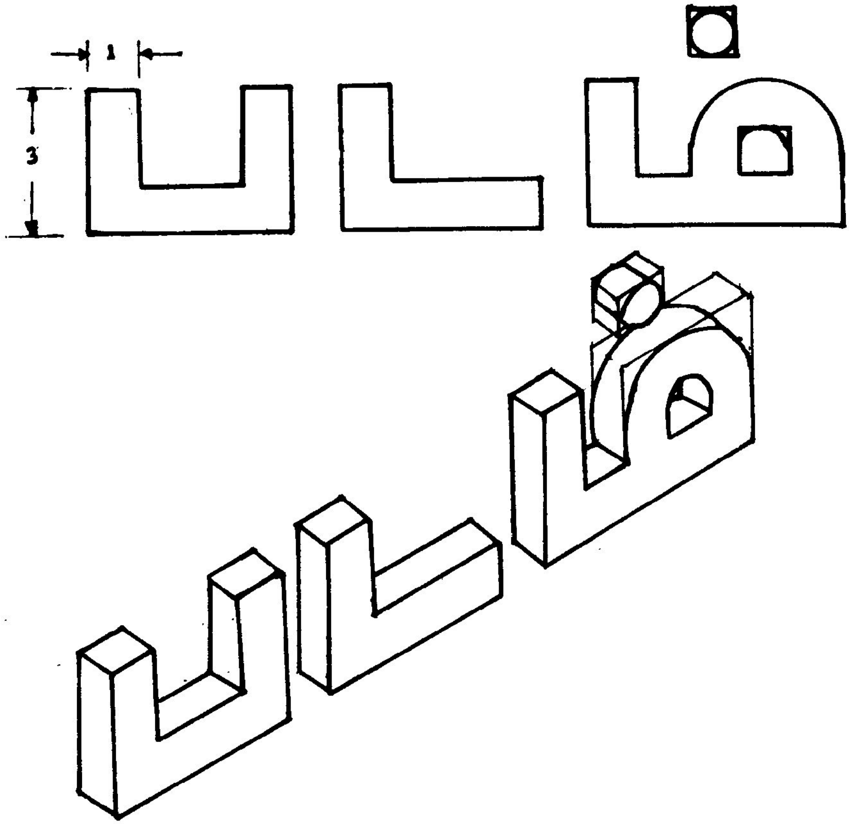
1. எழுத்துகள் : 3 அலகு உயரம், 1 அலகு அகலம் 3/4 அலகு கனம் கொண்ட படம் என்னும் எழுத்துகள் சமளத்தில் வரைந்து காட்டப்பட்டுள்ளன. வளைவுகளை வரைய, அவற்றை ஒரு கட்டத்திற்குள் அமைத்துக் கொள்ளலாம் (படம் 124).

2. ஒரு நினைவுச் சின்னம் : ஒரு செவ்வகப் பட்டகம் அதன்மேல் இன்னொரு செவ்வகப்பட்டகம் ஒரு சதுரப்பட்டகம், அதன் தொடர்ச்சியாய் அம்பு போன்ற வடிவம், கிடை, நிலை வீழல்களும் சமளமும் காணலாம் (படம் 125).

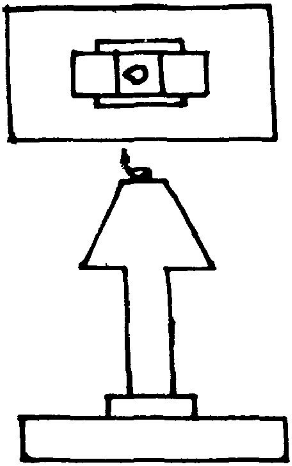
3. ஓர் அய்ங்கரப் பட்டகத்தின் சமளம் (படம் 126).

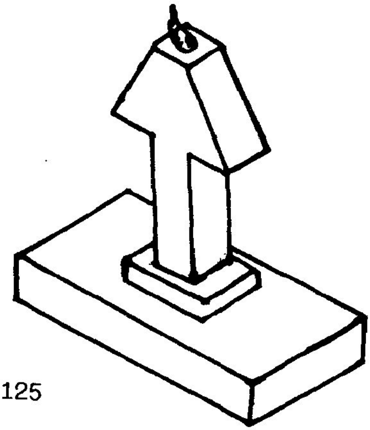
4. ஒரு கூட்டுருவம் (படம் 127)

5. இன்னொரு கூட்டுருவம் : ஒரு சதுரப்பட்டகம், ஒரு தலையிலாக் கூம்பு, ஒரு கோளம். கூம்பின் உச்சி இருக்க வேண்டிய இடத்தில் கோளத்தின் மையம் இருக்கிறது. (படம் 128). அதன் சமளம் காண்க.

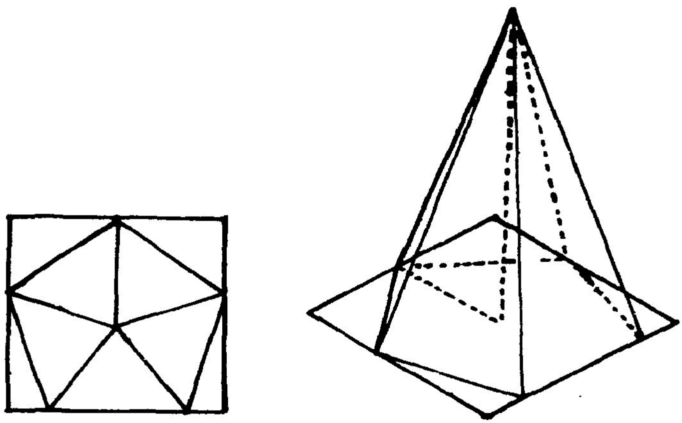


படம் 124



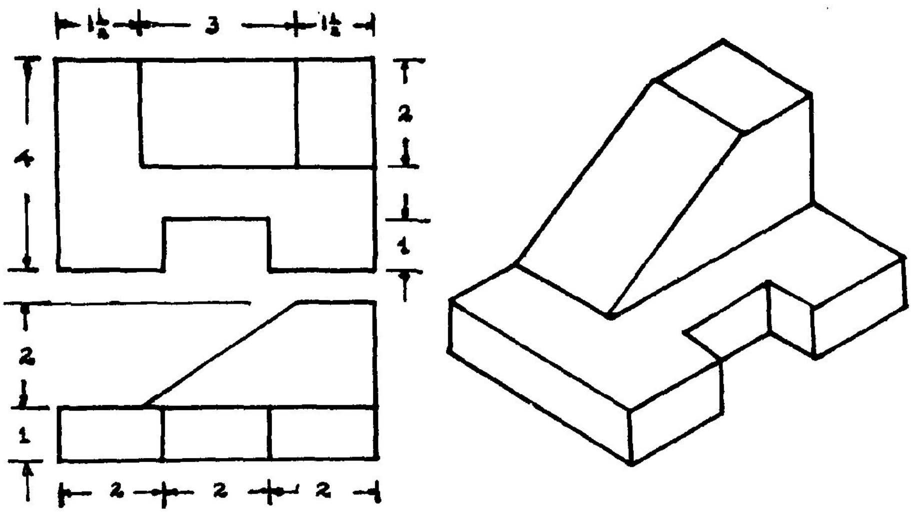


படம் 125

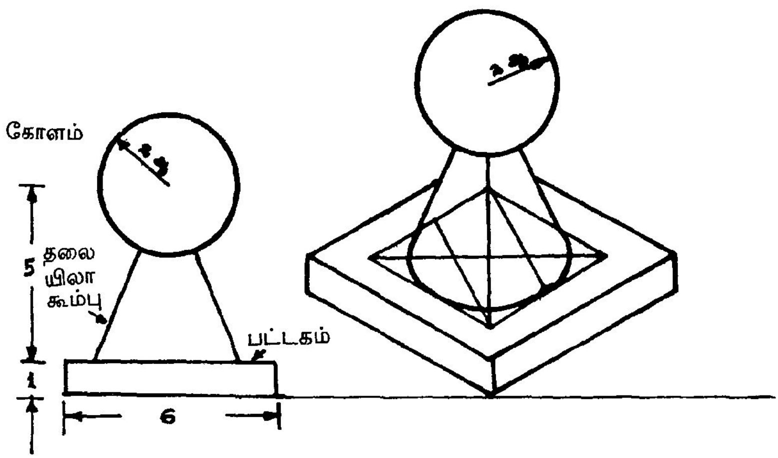


அய்ங்கரப் பட்டகத்தின் சமளம

படம் 126



படம் 127



படம் 128

4. பார்வைப் படம் (Perspective)

ஒரு பொருளைப் பார்க்கும்போது, பொருளிலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்கள் கண்மணிவழியே குவிந்து, விழித்திரையில் அதன் பிம்பத்தை அமைக்கின்றன. அதனையே கட்புலனால் உணர்ந்து மகிழ்கின்றோம். கண்களில் தோன்றுமாறே, படம் வரைய முடிந்தால் அதனைப் பார்வைப் படம் (Perspective View) எனலாம்.

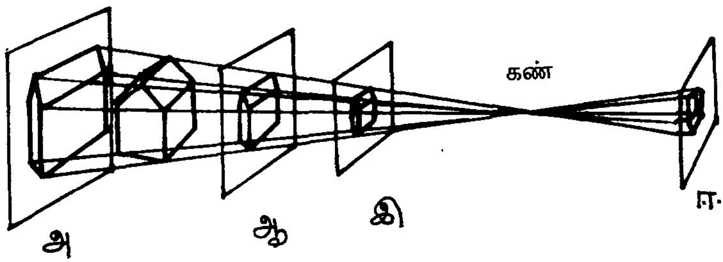
காண்பாரின் இடத்தையும், உயரத்தையும் பொறுத்துப் பொருளின் தோற்றம் மாறுபடும். கண்மட்டம், பொருளின்மேல் இருந்தால் அதன் மேற்பாகம் முழுதும் தெரியும்; அடிமட்டத்திற்குக் கீழ் இருந்தால் அடிப்பாகம் முழுதும் தெரியும்; அருகில் இருந்தால் பெரிதாய்த் தெரியும்; தொலைவில் இருந்தால் சிறிதாய்த் தெரியும். அதனால், பார்வைப்படம் வரைவதில் கண்ணின் இடமும், உயரமும் முக்கிய இடம் பெறுகின்றன.

பொருளின் எல்லா முனைகளிலிருந்தும் வரும் கதிர்கள் கண்ணிற் குவிகின்றன. மற்ற வகை வீழ்படங்களில் இக்குவியும் தன்மை கருதப்படாமல், எல்லாக் கதிர்களும் இணையாய் வருவதாய் எடுத்துக் கொள்கிறோம். பார்வைப் படத்தில் கதிர்களின் குவியும் தன்மை கருதிப் பார்க்கப்படுகிறது. இத்தன்மையே பார்வைப் படத்தைப் பிற வீழங்களிலிருந்து தனிமைப்படுத்துகிறது.

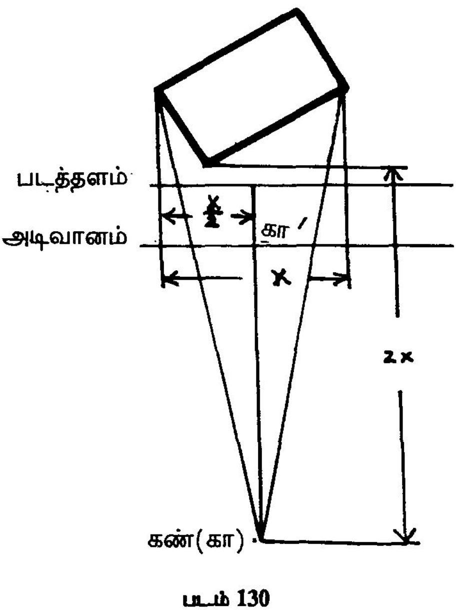
படத்திரை : கண், பொருள் இவற்றின் இடையே படத்திரையில் அமைவிற் (Location) கேற்பப் பார்வைப் படத்தின் அளவுகள் அமையும். படத்திரை என்பது ஒரு கற்பனைத் திரையேயாகும். இத்திரையில் விழும் படங்கள் பொருளைவிடச் சிறியதாயிருக்கும் (படம் 129 ஆ, இ). ஆ, இ ஆகிய திரைகளை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால் கண்ணருகில் வரவர படம் சிறிதாவதும் விலகிச் செல்லச் செல்ல, படம் பெரிதாவதும் புலனாகும்.

பொருளுக்குப் பின்னால் திரை அமைந்தால் (129 அ) படம் பொருளைவிடப் பெரிதாய்க் கிடைக்கும். கண்ணுக்குப் பின்னால் திரை அமைந்தால் (129 ஈ) படம் தலைகீழாயிருக்கும். ஒளிவரைப்பெட்டிகளில் இந்நிலையைக் காணலாம். அங்குக் கண்ணின் இடத்தைக் கண்ணாடிவில்லை (Lens) பெறுகிறது. திரையில் உருவம் தலைகீழாய்த் தெரிகிறது.

காணும் புள்ளி, படத்திரை : கண் இருக்கும் இடத்தைக் காணும் புள்ளி (Point of Sight) எனலாம். படத்திரையே படம் வரையும் தளமாகும். இதனைப் படத்தளம் (Picture Plane) எனலாம். இரண்டு இணை கோடுகள் இருப்புப் பாதைத் தண்டவாளங்களைப் போல எப்போதும் எங்கும் சந்தியா; ஆனால் நம் பார்வையில், எங்கோ, நெடுந்தொலைவில் ஒன்றுகூடி மறைவது போலத் தோன்றும். அவ்வாறு சந்திக்கும் இடம் அடிவானம் போலத் தோன்றும். இவ்வாறு மறையும் இடத்தை 'மறையும் புள்ளி' (Vanishing Point) எனலாம். அடிவானம் கண்மட்டத்தில் அமையும் கிடைக்கோடாகும்.



படம் 129 திரையில் படம்



படம் 130
காட்சிப் புலம்

பல்வேறு சொற்களைக் கீழ்க் காணுமாறு சுருக்கிக் குறிக்கலாம்.

காணும் புள்ளி .	.	கா
படத்தளம்	..	ப.த.
மறையும் புள்ளி	..	ம.பு
அடிவானம்	..	அ.வா.

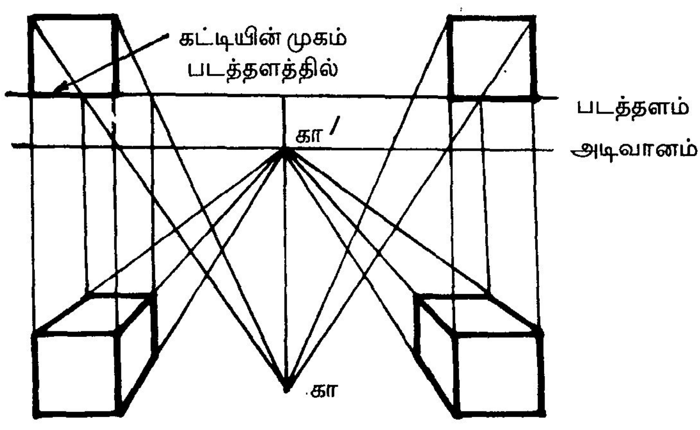
காட்சிப்புலம் : வரைய வேண்டிய பொருள்களின் அழகான தோற்றம் கிடைக்கும் வகையில் காணும் புள்ளியைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ளுதல் நன்று. பொருளின் அண்மையில், சேய்மையில், மேல், கீழ், பக்கவாட்டில் எங்கு வேண்டுமானாலும் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ளலாம்.

கண்ணைச் சுழற்றி முன்னால் உள்ள அனைத்தையும் காணலாம். ஆனால், கண் நிலையாயிருக்கும் போது கண் பார்வைப் புலம், அதனை மையமாகக் கொண்ட 'கூம்பு' எனலாம். அதன் கோணம் சுமார் 30 பாகை இருக்கும். இந்த இடைவெளியில் உள்ள வையே தெளிவாகத் தெரியக் கூடியன

வாகும். அதனால், காணும் புள்ளியைத் தேர்ந்தெடுக்கும்போது பொருளின் முழு உருவமும், இந்த 30 பாகைக் கோணத்திற்குள்ளாகவே அமையுமாறு அமைத்துக் கொள்ளல் வேண்டும். பொருளின் மிகப்பெரிய நீளத்தைப் போல, இரண்டு மடங்கு தூரத்தில் காணும் புள்ளியை அமைக்கலாம் (படம் 130) .

மூவகைப் பார்வை : பொருளுக்கும் திரைக்குமுள்ள உறவினைப் பொறுத்துப் பார்வைப் படம் மூன்று விதமாயமையும். ஒரு கனசதுரம் எவ்வாறு தோன்றுமென்பதைக் காண்போம். கனசதுரத்தின் ஒரு முகம் திரையோடு படிந்துள்ளதெனக் கொள்வோம். அந்த முகம் உருவம் மாறாமல் சதுரமாய்த் தோன்றும்; திரைக்கு இணையாயிருந்தாலும் கோட்டம் ஏதுமின்றிச் சதுரமாகவே தோன்றும். அதன் மூன்றாம் திசை மட்டும் சுருங்கும்; ஒரு புள்ளியில் மறையும். இதற்கு ஒரே ஒரு மறையும் புள்ளி மட்டும் உண்டு.

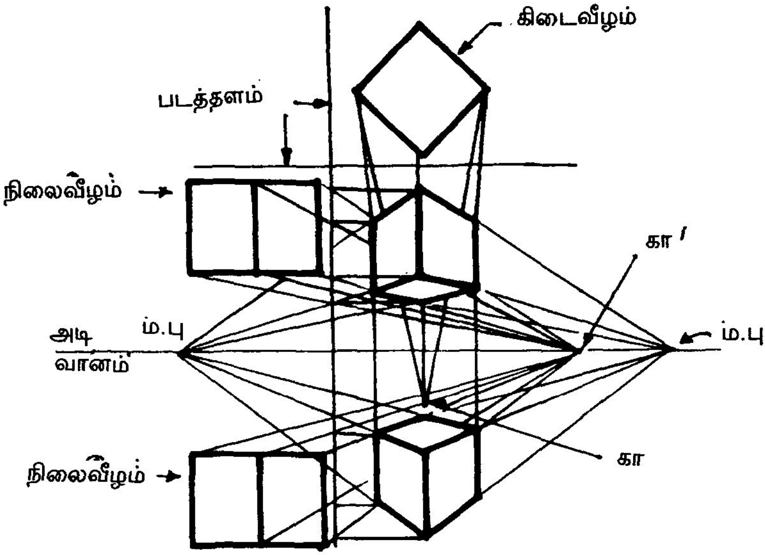
இத்தகைய படம் இணைப் பார்வைப்படம் (Parallel Perspective) எனப்படும் (படம் 131). இரண்டு கனசதுரக் கட்டைகள் படத்தளத்தில் படிய அமைந்துள்ளன. காணும் புள்ளி (கா.)



படம் 131 இணைப் பார்வைப் படம்

காட்டப்பட்டுள்ளது. இவை மூன்றும் கிடைத்தள வீழமாகும். இவற்றிலிருந்து இரண்டு கட்டைகளின் பார்வைப் படங்களும் வரைந்து காட்டப்பட்டுள்ளன. அடிவானம், (கா′), பார்வைப் படங்கள் ஆகியன நிலைத்தளத்தைச் சேர்ந்தன. இவற்றில் காணும் புள்ளியின் நிலைவீழம் (கா′) தான் மறையும் புள்ளியாகும்.

(ஆ) கனசதுரக்கட்டையின் இரண்டு முகங்கள் படத்தை நோக்கிக் கிடைக்கோணம் அமைக்கின்றதாய் வைத்துக் கொள்வோம் (படம் 132). கட்டையின் கிடைவீழமும், நிலைவீழமும் காட்டப்பட்டுள்ளன. காணுபம் புள்ளியின் கிடைவீழலும் (கா′), நிலை வீழலும் (கா′) காட்டப்பட்டுள்ளன. கட்டையின் இரண்டு முகங்களுக்கும் ஏற்ப இரண்டு மறையும்

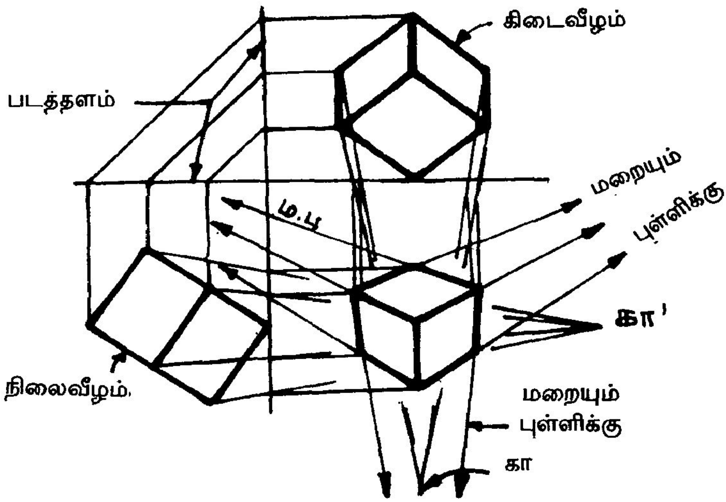


படம் 132 கோணப் பார்வைப் படம்

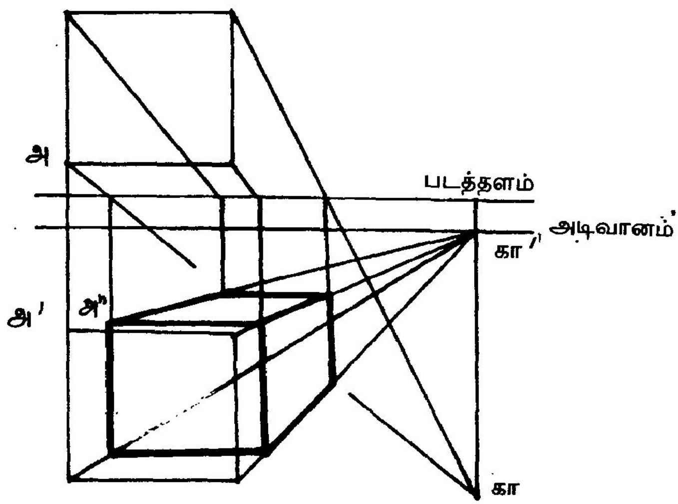
புள்ளிகள் உள. அவற்றிற்கேற்பக் கட்டைகளின் மூன்று முகங்கள் பார்வையில் கிடைக்கின்றன. இத்தகைய பார்வைப்படம் கோணப் பார்வைப்படம் (Angular Perspective) என்றழைக் கப்படும்.

இ) மூன்றாம் வகை, சாய்வுப் பார்வைப்படம் (Oblique Perspective) ஆகும். கன சதுரக்கட்டையின் மூன்று முகங்களும் படத்தளத்திற்குச் சாய்வாய் அமைந்திருந்தால் இத்தகைய பார்வைப் படம் கிடைக்கும் (படம் 133). இதில் மூன்று மறையும் புள்ளிகள் உள்ளமையைக் காணலாம்.

காண் கதிர்முறை : பார்வைப்படம் வரையப் பலமுறைகள் உள்ளன. எளிய உருவங்களுக்குக் 'காண்கதிர்' (Visual ray method) முறை பயன்படுகிறது. பொருளிலிருந்து கிளம்பும் கதிர்கள், படத்தளத்தில் குவியும் புள்ளியை வரையறுத்துக் கொண்டாற்போதும். படத்தில் (134) ஒருகன சதுரக்கட்டையின் கிடைவீழலும் நிலைவீழலும் காட்டப்பட்டுள்ளன. காணும் புள்ளி (கா) யின் கிடை நிலையிலிருந்து படத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாய் ஒருகோடு வரைந்தால், அஃது அடிவானக் கோட்டை வெட்டும் இடமே, காணும் புள்ளியின் நிலைவீழமாகும்(கா'). கட்டையின் நிலைவீழம் காண்கதிர்கள், கா, புள்ளியில் குவிகின்றன. கிடைவீழத்திலிருந்து, கா, புள்ளிக்கு வரும் கதிர்கள், படத்தளத்தை வெட்டுமிடங்களிலிருந்து வரையப்படும் செங்குத்துக் கோடுகள், கட்டையின் பார்வைப் படத்தை வரையறுக்கின்றன.



படம் 133 சாய்வுப் பார்வைப் படம்



படம் 134 காண்கதிர் முறை

மறையும் புள்ளி : பார்வைப் படத்தின் உயிர்நாடி அதன் மறையும் புள்ளியேயாகும். மறையும் புள்ளியைச் சரியாய் வரையறுத்து விட்டால், படம் பழுதின்றி அமையும். அனுபவம் மிக்க ஓவியர், வடிவக்கணிதப் புலமை ஏதுமின்றி உத்தேசமாக மறையும் புள்ளியை அமைத்துக் கொண்டு மிகச்சிறந்த ஓவியங்களை வரைந்துள்ளனர். மேற்கண்ட காண்கதிர் முறையை அவர்கள் அறியாமலேயே பின்பற்றுகின்றனர்.

இணைகோடுகள் தொகுதி ஒன்றன் மறையும் புள்ளியைக் காண, இக்கோடுகளுக்கு இணையாகக் காணும்புள்ளி வழியே ஒருகோடு வரைந்து, அது படத்தளத்தில் குவியும் புள்ளியைக் காணலாம்.

படத்தில் (படம் 135) ஒரு வீட்டின் கிடைவீழல் வரையப்பட்டுள்ளது. அதில் AA′, EE′ கோடுகள் இணையானவை. கண் வழியாய், அவற்றிற்கு ஓர் இணைக்கோடு வரையப்படுகிறது. அது படத்தளத்தை வெட்டுமிடம் மறையும் புள்ளியின் கிடைவீழல் (ம.பு)வாகும். அதன் வீழலை அடிவானக் கோட்டிற்கு மாற்றிக் கொண்டால் அதுவே படத்தின் மறையும் புள்ளி (ம.பு.)பாகும்.

இதே போல AE, A′E′ ஆகியவை இணைகோடுகள் படத்தில் வலப்புறம் குவியும். மேலே குறிப்பிட்டது போலவே கண்வழியாய் இணைகோடு வரைந்தால், பார்வைத் தளத்தை முட்டுமிடம், மறையும் புள்ளியின் (ம.பு) கிடை வீழமாகும்.

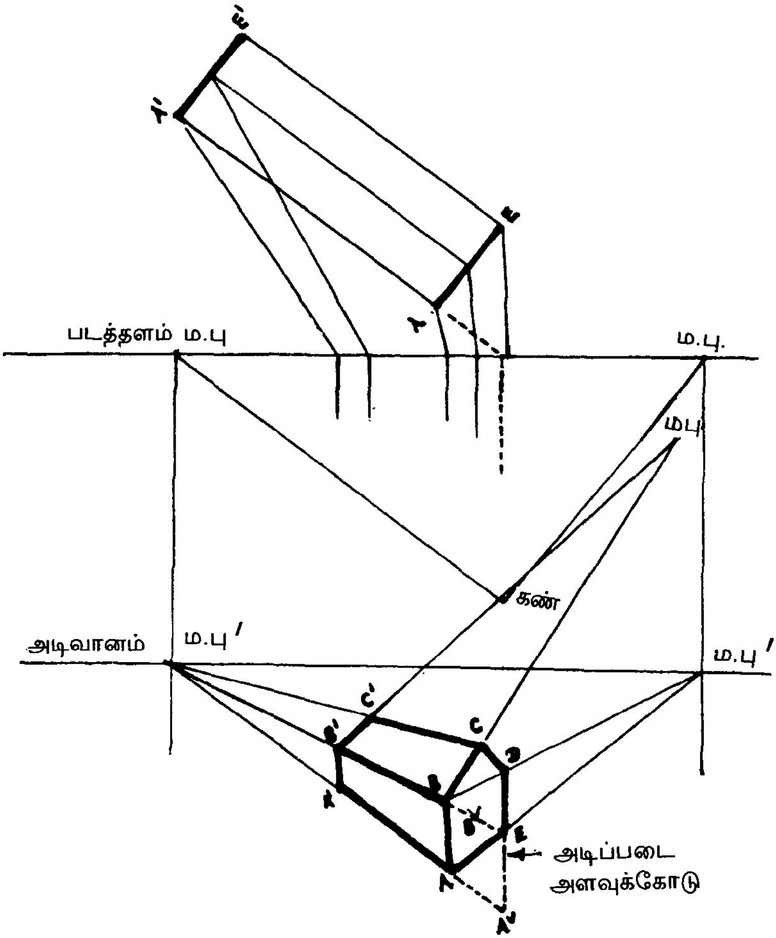
கிடைமட்டக் கோடுகள் எப்பொழுதும் அடிவானத்திலேயே குவியும். அதனால், செங்குத்துத் தளங்களில் அமையும் கோடுகளின் மறையும் புள்ளி, அடிவானக் கோட்டிலேயே அமைந்திருக்கும்.

சாய்வுத்தளங்களின் மறையும் புள்ளி படத்திரையில் எங்கு வேண்டுமானாலும் இருக்கலாம். படத்தில் (135) B C C′ B′ தளத்தின் மறையும் புள்ளி, அடிவானத்திற்கு மேலே அமைந்துள்ளதைக் காணலாம்.

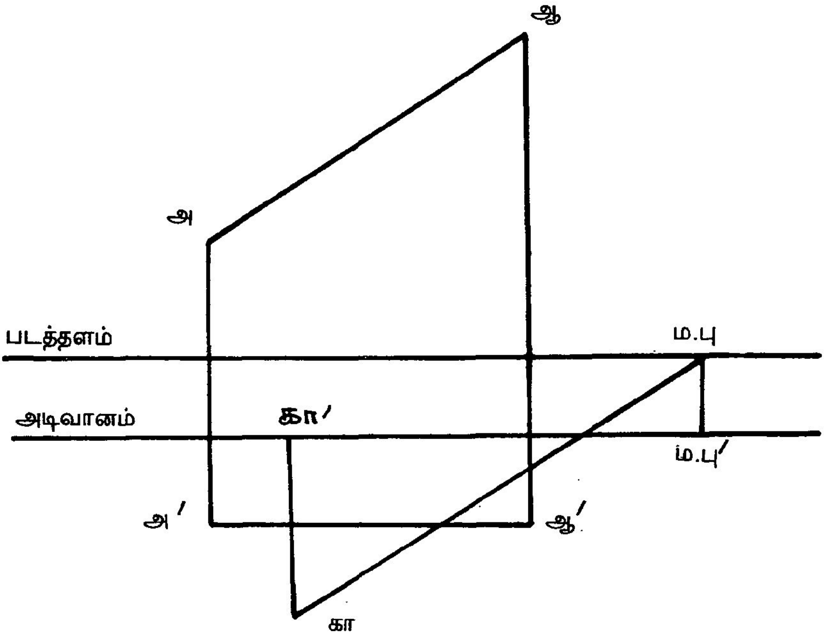
கோடுகளின் மறையும் புள்ளி :

136, 137, 138 படங்களில் மூன்று கோடுகளின் மறையும் புள்ளி காணும் விதம் காட்டப்பட்டுள்ளது. பொதுவான வரைமுறை இதுதான்:

1. கோட்டின் கிடைவீழலுக்கு இணையாய் காணும் புள்ளி (கா) வழியாய் ஓர் இணைக்கோடு வரைக.
2. இவ்விணைக்கோடு படத்தளத்தை வெட்டுமிடம் மறையும் புள்ளியின் கிடைவீழல் (ம.பு) ஆகும்.
3. காணும் புள்ளியின் வழியே, அடிவானத்திற்குச் செங்குத்துகோடு வரைக. இக்கோடு அடிவானத்தில் முட்டுமிடம், காணும் புள்ளியின் நிலைவீழலாகும் (கா′).
4. இப்புள்ளி (கா′) வழியே, கோட்டில் நிலைவீழலுக்கு ஓர் இணைகோடு வரைக.
5. இக்கோடு, மறையும் இப்புள்ளியின் (ம.பு) வழியே படத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாய் வரையப்பட்ட கோட்டை வெட்டுமிடமே அசல் மறையும் புள்ளியாகும் (ம.பு.).



படம் 135 மறையும் புள்ளி முறை



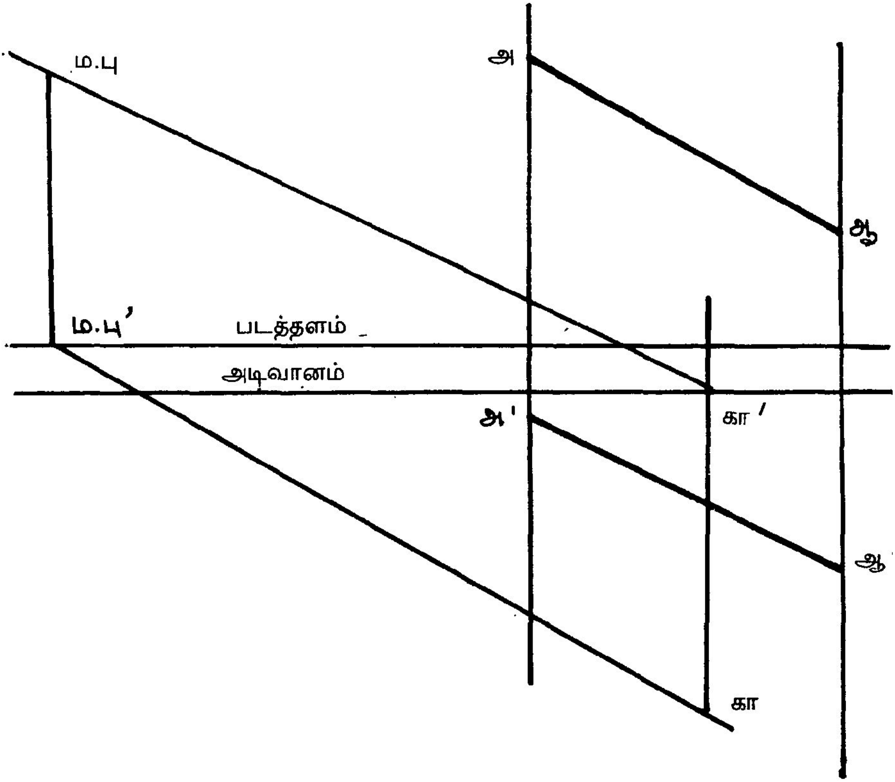
படம் 136 கிடைக் கோடு

136 ஆம் படத்தில் கோடு கிடைமட்டமாயுள்ளது (அ′ ஆ′). அதனால், மறையும் புள்ளி, அடிவானத்திலேயே அமைந்துள்ளது.

137 ஆம் படத்தில் கோடு மேல்நோக்கி (அ′ஆ′)யுள்ளது. அதனால் மறையும் புள்ளி அடிவானத்தில் மேலேயுள்ளது.

138 ஆம் படத்தில் கோடு கீழ்நோக்கியுள்ளது (அ′ஆ′). அதனால், மறையும் புள்ளியும் அடிவானத்தின் கீழாகவேயுள்ளது.

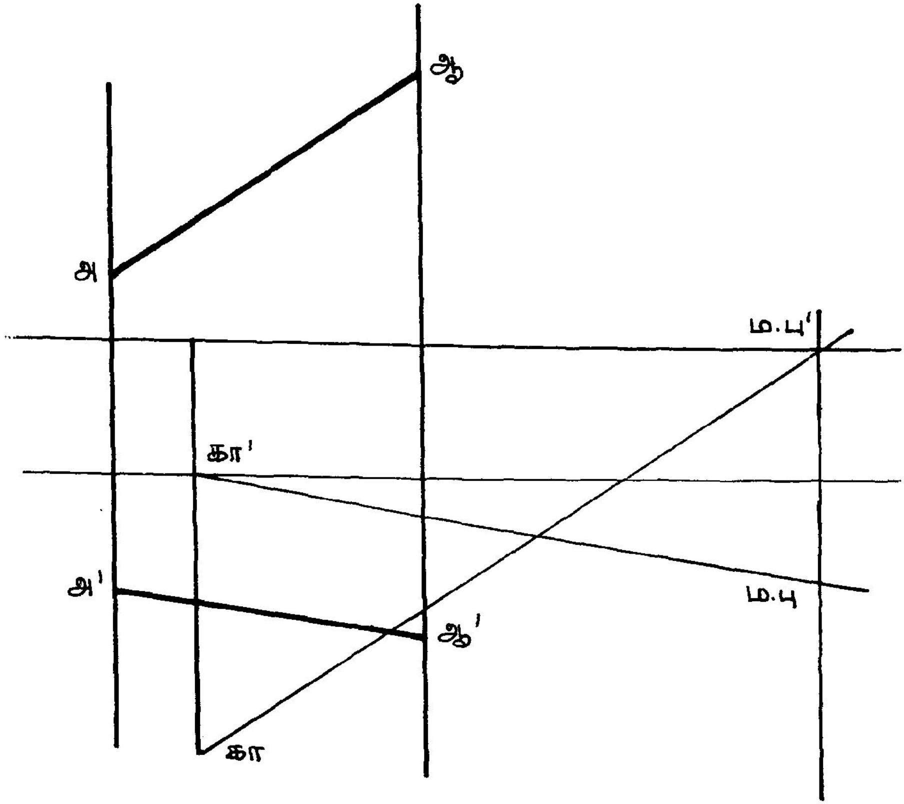
மறையும் புள்ளி வரையப் பொருளின் இரண்டு வீழங்கள் தேவைப்படுகின்றன. படத்தளம், காணும்புள்ளி முதலியன நமக்குத் தெரிந்தவை அதனால், பொருளின்



படம் 137 மேல்நோக்கிய கோடு

கிடைப்படம், படத்தளம், காணும்புள்ளியின் கிடைவீழம் (கா) முதலியவற்றை முதலில் வரைந்துகொள்க. அடுத்து பொருளின் நிலைவீழம், வரைக. காணும் புள்ளியின் உயரத்தைப் பொறுத்துப் பொருளின் நிலைவீழமும், அடிவானமும் அமைந்திருக்கும் என்பது குறிப்பிடத் தக்கது. கண்மட்டமே அடிவானம் என்பதை அறிக.

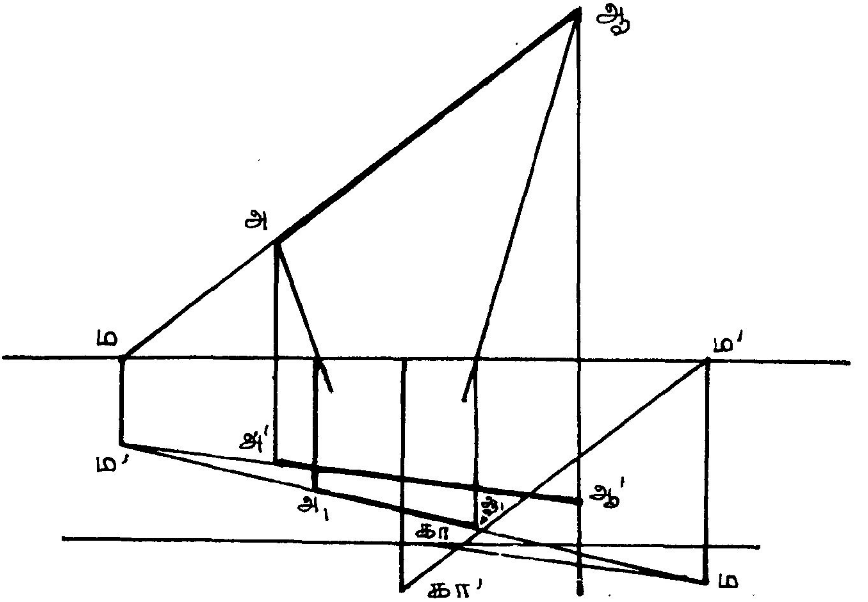
ஒரு கோட்டின் பார்வைப்படம்: ஒரு கோட்டின் பார்வைப்படம் வரைய, அக்கோட்டின் இரண்டு புள்ளிகளுக்கிடையே படம் தேவை. இவ்விரு புள்ளிகள் ஒரு பொருளின் இரண்டு முனைகளாயிருக்கலாம்; கோட்டின்மீதமைந்த அசல்புள்ளியாகவே அதன் நீட்சியில் அமைந்த கற்பனைப் புள்ளியாகவோ இருக்கலாம். அத்தகைய புள்ளிகள் இரண்டு உள்ளன; ஒன்று



படம் 138 கீழ் நோக்கிய கோடு

மறையும் புள்ளி; மற்றது அக்கோடு படத்தளத்தைத் துளைக்கும் புள்ளி, படத்தளத்தைத் துளைக்கும் புள்ளியின் நிலைவீழம் படத்தளத்தில்தானே இருக்கும்! அதனால், அப்புள்ளியின் பார்வைப் படமும் அதுவேயாகும்.

ஒருகோட்டின் பார்வைப் படம் வரைய, முன்னர்க்கூறியது போல மறையும் புள்ளி வரைந்துகொள்ள வேண்டும்; கோட்டின் மறுமுனையை நீட்டிப் படத்தளத்தை முட்டச் செய்ய வேண்டும். அந்தப் புள்ளியின் நிலைவீழமே கோட்டின், பார்வைப் படத்தின் இன்னொரு முனையாகும்.



படம் 139 ஒரு கோட்டின் பார்வைப் படம்
அ ஆ கிடை வீழம் அ^1 ஆ^1 நிலைவீழம் அ$_1$ ஆ$_1$ பார்வைப் படம்

படத்தில் (139) அ ஆ கோட்டின் நிலைவீழம் அ'ஆ' ஆகும். காணும் புள்ளி (கா) வழியாய், அதற்கொரு இணைக்கோடு வரைந்தால், படத்தளத்தில் மறையும் புள்ளியின் கிடைவீழம் (ம) கிடைக்கும். காணும் புள்ளி (கா) வழியே வரையப்படும் செங்குத்துக்கோடு அடிவானத்தை வெட்டுமிடத்திலிருந்து (கா), கோட்டின் நிலை வீழத்திற்கு (அ' ஆ') ஓர் இணைக்கோடு வரைந்தால், அது ம வழியே செங்குத்தாய் வரையப்படும் கோட்டில் வெட்டுமிடமே அசல் மறையும் புள்ளி (மபு) யாகும். கோட்டின் பார்வைபடத்தின் ஒருமுனை இந்த மபுயாகும்.

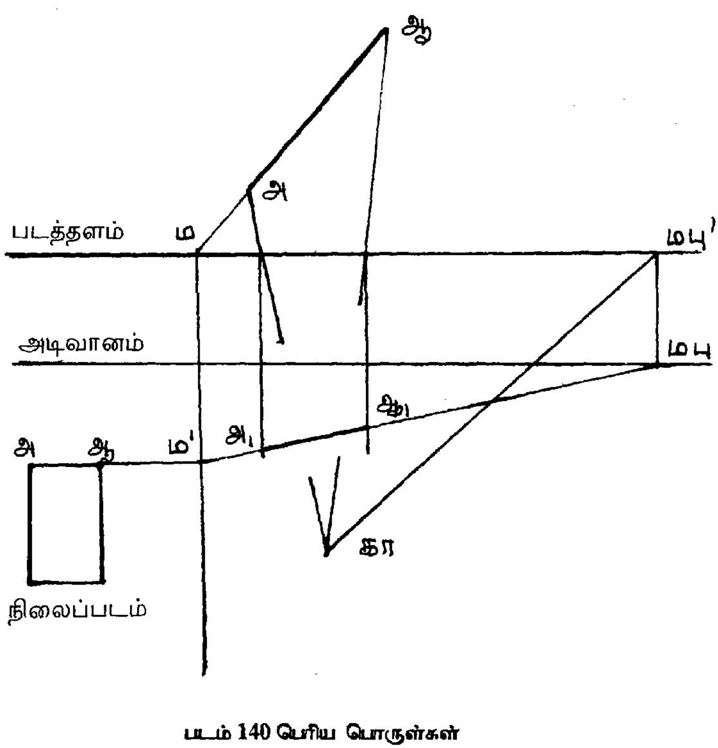
கோட்டின் கிடைவீழலை (அ ஆ) நீட்டினால், அது படத்தளத்தைத் துளைக்கும் புள்ளி (ம) கிடைக்கும். அதன் வழியே செங்குத்துக்கோடு வரைந்தால், அது கோட்டின் நிலைவீழத்தின் (அ ஆ) நீட்சியை வெட்டுமிடம், துளைக்கும் புள்ளியின் நிலைவீழமாகும். இதுவே, பார்வைப் படத்தின் மபு புள்ளியையும், ம' புள்ளியையும் இணைக்கும் நீளக்கோட்டில் அமைந்திருக்கும்.

அ ஆ கோட்டின் கிடைவீழம் அ ஆ. இதன் இருமுனைகளையும் காணும் புள்ளி (கா) யொடு இணைக்கும் கோடுகள், படத்தளத்தைத் துளைக்குமிடங்களிலிருந்து செங்குத்துக்

கோடுகள் வரைந்தால், அவை மபு வையும் ம' புள்ளியையும் இணைக்கும் கோட்டினை அ$_1$ ஆ$_1$ புள்ளிகளில் வெட்டும். இந்த அ$_1$ ஆ$_1$ கோடு அ ஆ கோட்டின் பார்வைப் படம் ஆகும்.

இம்முறையில் பார்வைப்படம் வரையக் கோட்டின் கிடைவீழம், நிலைவீழம் இரண்டும் வேண்டும். கோடு கிடைமட்டமாயிருப்பதாய்க் கொள்வோம். அப்போது கோட்டின் நிலைவீழம் கிடைக்கோடாயிருக்கும். அதனால், மறையும்புள்ளி அடி வானத்திலேயே அமையும். இத்தன்மையைப் பெரிய பொருள்களின் பார்வைப்படத்தை வரையப் பயன்படுத்தலாம். பொருளின் முகத்தில் ஏதாவது ஒரு கிடைக்கோடு இருக்கலாம்; அல்லது கற்பனையாய்க் கிடைக்கோட்டைக் கற்பித்துக்கொள்ளலாம்.

படத்தில் (140) உள்ள பொருளின் தலைப்புக்கோடு அ ஆ எனக் கொள்ளலாம். அதன் கிடைவீழலுக்கு (அ ஆ) இணையாய் காணும் புள்ளி (கா) வழியே வரையும் கோடு,



படம் 140 பெரிய பொருள்கள்

படத்தளத்தில் வெட்டுமிடம், மறையும் புள்ளியின் கிடைவீழுமாகும். அதனை அடிவானத்திற்கு வீழ்த்தினால் மறையும் புள்ளி (ம.பு.) கிடைக்கும்.

கோட்டின் கிடைவீழத்தின் (அ ஆ) நீட்சி படத்தளத்தை துளைக்கும் புள்ளியிலிருந்து செங்குத்துக்கோடு வரைந்துகொள்ளப்படும். அதனருகில் பொருளின் நிலைப்படம் வரைந்து கொள்ளப்படும். கண் மட்டத்திற்கேற்ப, அடிவானத்திற்கு மேலேயோ, கீழேயோ, இடையிலோ பொருளின் நிலைப்படம் அமையும். அதன் மேற்கோட்டை (அ ஆ) நீட்டினால், அது படத்தளத்தைத் துளைக்கும் புள்ளியின் வீழக்கோட்டை வெட்டுமிடம் (ம') கோட்டின் பார்வைப்பட நெடுங்கோடாகும்.

அ, ஆ புள்ளிகளிலிருந்து , காணும் புள்ளியை (கா) நோக்கி வரும் கதிர்கள், படத்தளத்தை வெட்டுமிடங்களிலிருந்து செங்குத்துக் கோடு வரைந்து அ ஆ கோட்டின் பார்வைப் படமாய் அ1 ஆ1 கோட்டினை அடையலாம்.

படத்தில் (140) உள்ள நிலைப்படம் முழுமையாயிருக்க வேண்டுவதில்லை. பொருளின் பல்வேறு உயரங்களைக் காட்டக்கூடியதாய் இருந்தாற்போதும். பொருளின் முகத்தில் கிடைக்கோடுகளே இல்லையாயினும், பல கற்பனைக் கிடைக்கோடுகளை அமைத்துக் கொள்ளலாம். ஒரு வட்டத்தின் பார்வைப்படம் வரையும்போது, இவ்வாறு கற்பனைக் கோடுகள் அமைப்பதைப் பின்னர் (படம் 142) காணலாம்.

மறையும் புள்ளிகள் முறை:

பொருள்களின் இருபக்கத்தும் மறையும் புள்ளிகளைக் கண்டுபிடித்துக்கொண்டு, அவைகளிலிருந்து வரும் கதிர்கள் ஒன்றையொன்று வெட்டிக்கொள்ளும் புள்ளிகள் மூலம் பார்வைப்படம் வரைதல் மறையும் புள்ளிகள் முறை (Vanishing Points Method) எனப்படும்.

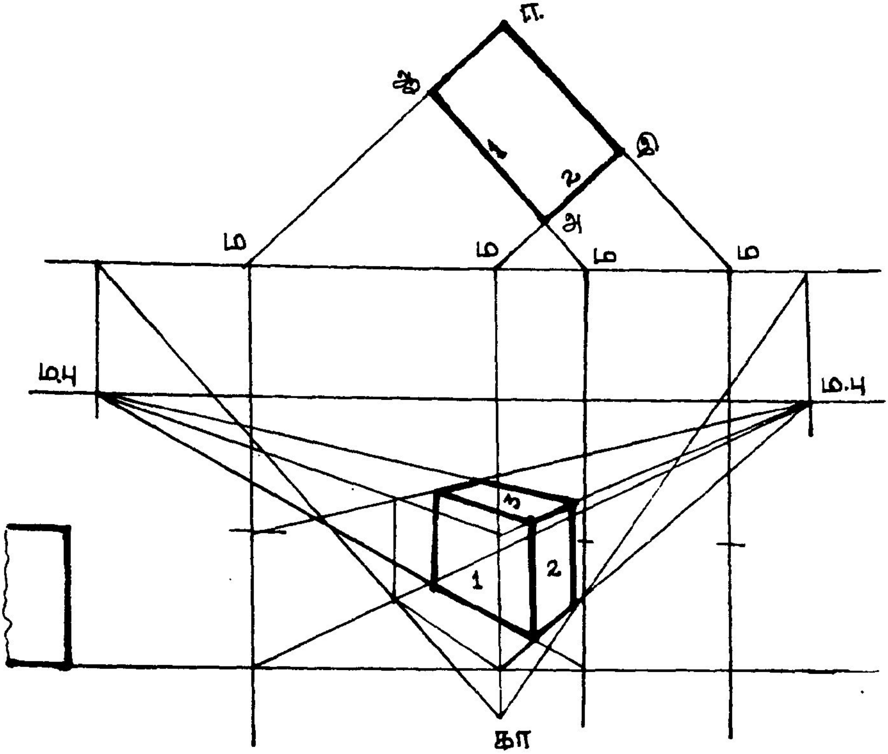
படத்தில் (படம் 141) ஒரு நீண்ட சதுரக் கட்டையின் பார்வைப்படம் வரையும்வழி காட்டப்பட்டுள்ளது. கட்டையின் இரண்டு பக்கங்களிலும் வரும் மறையும் புள்ளிகள் வழக்கமான முறையில் கண்டுபிடித்துக் கொள்ளப்படுகின்றன.

கட்டையின் உயரத்தைப் பக்கத்தில் வரையப்பட்ட நிலைப்படம் தருகிறது. கட்டையின் பல்வேறு முனைகளின் செங்குத்துக்கோடுகளிலிருந்து மறையும் புள்ளிக்கு வரையப்படும் கோடுகள், வெட்டுமிடங்கள் பார்வைப்படத்தின் பலமுனைகளைத் தருகின்றன. அவைகளை இணைத்துப் பார்வைப் படத்தினைப் பெறலாம்.

வட்டம், வளைவுகளின் பார்வைப்படம்:

வட்டம், அல்லது வளைவுகளைப் பார்வைப் படத்தில் வரைய, எளிய வழி அதில் பல்வேறு புள்ளிகளைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொண்டு, அப்புள்ளிகளின் பார்வைப் படங்களை வரைந்து, அவற்றை இணைத்துக் கொள்ளுதலாகும். வட்டம், அல்லது வளைவை, ஒரு ஒழுங்கான உருவத்திற்குள் அடைத்துக் கொண்டு, அதனைப் பார்வைப் படத்தில் வரையலாம்.

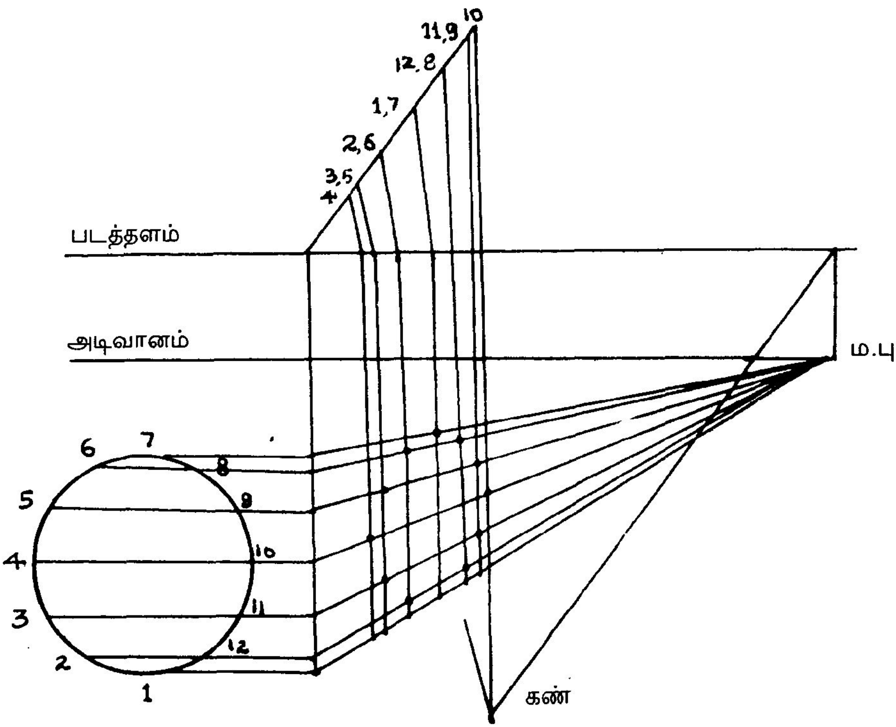
வட்டத்தின் பார்வைப்படம், மறையும் புள்ளி-காண்கதிர் முறையில் வரைந்து காட்டப்பட்டுள்ளது (படம் 142). வட்டத்தின் கிடைப்படத்திலிருந்து வழக்கம்போல மறையும்



படம் 141 மறையும் புள்ளி முறை

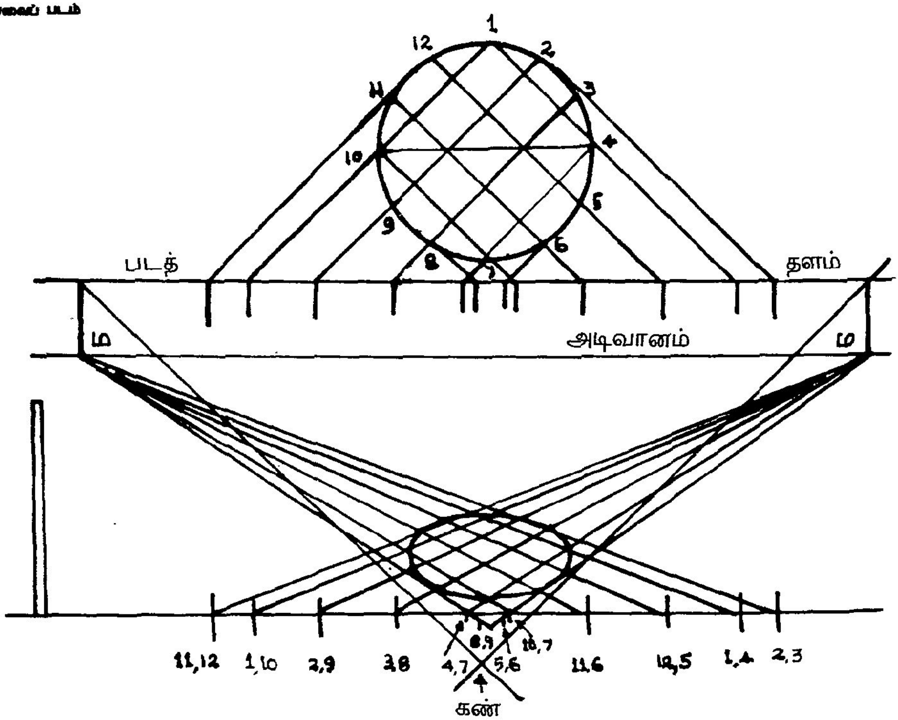
புள்ளி கண்டுபிடித்துக் கொள்ளப்படுகிறது. கிடைப்படத்தின் நீட்சி, படத்தளத்தைத் துளைக்கும் புள்ளியின் செங்குத்துக் கோடு வரைந்து, அதில் வட்டத்தின் பல்வேறு புள்ளிகள் குறிக்கப்படுகின்றன. அவைகளிலிருந்து மறையும் புள்ளிக்குக் குவியும் கோடுகள் வரையப் படுகின்றன.

கிடைப்படத்தின் பல்வேறு புள்ளிகளிலிருந்து கண்ணிற்குக் கதிர்கள் வரையப்படுகின்றன. அக்கதிர்கள் படத்தளத்தை வெட்டுமிடங்களிலிருந்து செங்குத்துக்கோடுகள் வரையப் படுகின்றன. அவை, முதலில் வரைந்த மறையும் புள்ளியில் குவியும் கோடுகளில் வெட்டுமிடங்கள் குறிக்கப்படுகின்றன. அப் புள்ளிகளை இணைத்தால் கிடைப்பது வட்டத்தின் பார்வை வட்டமாகும்.



படம் 142 வட்டம் - காண்கதிர் முறை

மறையும் புள்ளிகள் முறையில், வட்டத்தின் பார்வைப்படம் வரையும் முறை காட்டப்பட்டுள்ளது (படம் 143). வட்டத்தின் பல்வேறு புள்ளிகள் பல இணைகோடுகளில் அமையுமாறு இரண்டு திசைகளில் கோடுகள் வரையப்படுகின்றன. வழக்கம் போல மறையும் புள்ளிகள் இரண்டு திசைகளிலும் கண்டுபிடிக்கப்படுகின்றன. வட்டப் புள்ளிகள் வழி வரும்கோடுகள் படத்தளத்தைத் துளைக்கும் இடங்களில் செங்குத்துக்கோடுகள் வரையப் படுகின்றன. வட்டத்தின் அடிக்கோட்டை வரைந்து அது வரைபடத்தளத் துளைப்பு புள்ளிகள் வழியே செங்குத்துக்கோடுகள் வரையப்படுகின்றன. இப்புள்ளிகளை, மறையும் புள்ளிகளோடு இணைக்கும் கோடுகள் ஒன்றையொன்று வெட்டிக்கொள்வதன் மூலம் வட்டத்தின் பார்வைப்படப்புள்ளிகள் கிடைக்கின்றன. அவற்றை இணைத்துப் பார்வைப்படம் பெறலாம்.



படம் 143 வட்டம் - மறையும் புள்ளி முறை

எடுத்துக்காட்டு:

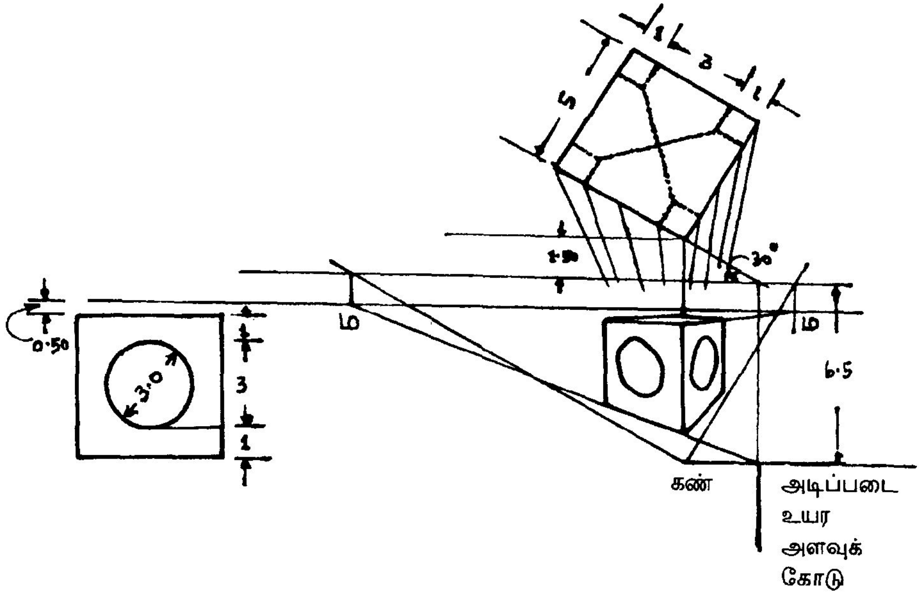
5 செமீ கனசதுரக் கட்டை ஒன்றன் பார்வைப்படம் வரைக. கட்டையின் மையத்தில் 3 செமீ விட்டமுள்ள வட்டத்துளை, இரண்டு திசைகளிலும் குடைந்து எடுக்கப்பட்டுள்ளது.

கட்டையின் ஒருமுனை கண்ணிலிருந்து 8 செமீ தூரத்திலும், படத் தளத்திலிருந்து 1.5 செமீ தூரத்திலும் அமைந்துள்ளது. அம்முனை கொண்ட இடமுகம், படத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்துள்ளது.

கட்டையின் மேல்மட்டம், கண்மட்டத்திற்குக்கீழ் 0.5 செமீ யும் அடிமட்டம் 5.5 செமீ யும் தாழ உள்ளன. கட்டையின் பார்வைப் படத்தினை வரைக.

வரைமுறை (படம் 144)

முதலில் படத்தளக் கோடு வரைந்து கொள்க. அதற்குச் செங்குத்தாய் ஒருகோடு வரைந்து அதில், கீழே 6.5 செமீ தூரத்தில் காணும் புள்ளியைக் (கண்) குறித்துக்கொள்க. அதே



படம் 144 துளைக் கட்டை

கோட்டில் படத்தளத்திற்கு மேலே 1.5 செமீ தூரத்தில் கட்டையின் ஒருமுனையைக் குறித்துக் கொள்க. அம்முனையிலிருந்து கட்டையின் இடமுகத்தை 30 பாகை சாய்வில் வரைந்துகொள்க. அகலம் 5 செமீ வைத்துக் கட்டையின் கிடைப்படத்தை வரைந்து கொள்க. கட்டையிலுள்ள வட்ட துளைகள் மேலே தெரியாமையால், அவை புள்ளிக்கோட்டால் காட்ட வேண்டும். இப்போது தேவையான கிடைத்தூரங்கள் எல்லாம் கிடைத்துவிட்டன.

உயரங்கள் காண, அடிவானமும், கட்டையின் நிலைவீழமும் வரையவேண்டும். அடிவானமே கண்மட்டமாகும். அடிவானம் படத்தளத்திற்குக் கீழே எவ்வளவு வேண்டுமானாலும் தாழ இருக்கலாம். வரைதாளில் கிடைக்கும் இடத்தைப் பொறுத்து வசதியான இடத்தில் அடிவானத்தைக் குறிக்கும் கிடைக்கோட்டை வரைந்துகொள்க. தாளின் இடக்கோடியில், கட்டையின் மேல்மட்டம் 0.5 செமீ யும், அடிமட்டம் 5.5 செமீ யும் இருக்குமாறு கட்டையின் நிலைவீழத்தை வரைந்து கொள்க.

அடுத்து மறையும் புள்ளி வரையவேண்டும். கண்வழியாய் இடமுகத்திற்கு இணையாய் ஒருகோடு வரைந்து கொள்க. இது படத்தளத்தை முட்டுமிடத்திலிருந்து, செங்குத்துக்கோடு வரைந்து அடிவானத்தை வெட்டுக. அதுவே இடப்பக்க மறையும் புள்ளியாகும். இதேபோன்று வலப்பக்க மறையும் புள்ளியையும் குறிக்க.

கிடைப்படத்தில் இடமுகத்தை நீட்டி, அது படத்தளத்தை வெட்டுமிடத்திலிருந்து ஒருசெங்குத்துக்கோடு வரைக. இதுவே அடிப்படை உயர அளவுகள் தரும் கோடாகும். நிலைப்படத்திலுள்ள பல்வேறு புள்ளிகளைக் கிடைக்கோடுகள்மூலம், இச்செங்குத்துக் கோட்டிற்கு மாற்றி கொள்க. இவ்வாறு கிடைத்த கட்டையின் மேல், அடிப்புள்ளிகளை, இடபக்க மறையும் புள்ளியோடு இணைத்திடுக. இந்த இரு கோடுகளுக்குள்தான் கட்டையின் இடமுகத்தின் பார்வைப்படம் அடங்கியுள்ளது.

கிடைப்படத்தின் இருமுனைகளிலிருந்தும், கண்ணைநோக்கி காண்கதிர்கள் வரைக. இவை படத்தளத்தை துளைக்கும் இடங்களிலிருந்து செங்குத்துக்கோடுகள் வரைக. இக்கோடுகள் முந்தைய மறையும் புள்ளியில் குவியும் கோடுகளை வெட்டுமிடமே, கட்டையின் இடமுகப் பார்வைப் படமாகும்.

கிடைத்துள்ள, இடமுகப் பார்வைப் படத்தினுள்ளே அமைந்துள்ள வட்டத் துளையை வரையவேண்டும். நிலைப்படத்திலிருந்து வட்டத்தின் மேல்,கீழ்,நடுப் புள்ளிகளை அடிப்படை உயர அளவுக்கோட்டிற்கு மாற்றிக்கொண்டு, அவற்றை ஒரு இடப்பக்க மறையும் புள்ளியோடு இணைத்திடுக. கிடைப்படத்திலிருந்து வரும் காண் கதிர்கள், படத்தளத்தை துளைக்கும் புள்ளிகள் வழியே செங்குத்துக்கோடு வரைந்து, வெட்டுமிடங்கள் காண்க. இவ்வாறு வட்டத்தின் நான்கு புள்ளிகள் கிடைக்கின்றன. அவற்றை வளைந்த கோடுகளால் இணைத்து, வட்டத்தின் பார்வைப் படம் பெறுக.

வட்டத்தின் நடுப்பகுதி, ஒருகோடு போலத் தெரியாது. எனினும், அதனைக் கோடுபோல வரைந்து காட்டினால், துளையின் போக்கை ஓரளவு காட்டலாம். எனவே வட்டத்தின் இடது பக்கத்தையும், அடிபக்கத்தையும், வலது பக்கப் பார்வைப் புள்ளியோடு இணைக்கும் கோடுகளை, வட்டத்திற்குள்ளாக மட்டும் வரைந்து கொள்க.

இனி வலது முகத்திற்கு வருவோம். வலது முகத்தின் எல்லாக் கோடுகளும், இடது முகத்தின் ஏதாவது ஒரு புள்ளியிலிருந்துதான் கிளம்புகின்றன. இடது முகத்தில், உட்பக்கத்தில் உள்ள வட்டம் போன்றவற்றினை, இடதுபக்கத்தில் வலது முனைக்கு, மறையும் புள்ளிக்குக் குவியும் கோடுகளின் துணைகொண்டு மாற்ற இயலும். அதனால் இடது முகத்திற்கு வேண்டிய எல்லாப் புள்ளிகளையும், அதன் முனையிலிருந்தே பெற்றுக்கொள்ளலாம். எனவே வலது முகத்தின் கிடைபட நீட்சி, படத்தளத்தை முட்டுமிடத்திலிருந்து செங்குத்துக்கோடு வரைந்து, அதில் அடிப்படை உயர அளவுகளைக் குறிக்க வேண்டிய அவசியம் இல்லை. இன்றியமையாதபோது அவ்வாறு வரைந்து கொள்வதும் நல்லதே. பார்வைப்படத்தில் முனையிலுள்ள பல்வேறு புள்ளிகளை மறையும் வலப்புள்ளியோடு இணைத்து, அக்கோடுகள், காண்கதிர் படத்தளத்தை வெட்டுமிடங்களிலிருந்துவரும் செங்குத்துக்கோடுகளை வெட்டும் புள்ளிகளை, நிரல்பட இணைத்துப் பார்வைப்படம் பெறுக. வட்டத்தின் படத்தையும் அதன் நான்கு புள்ளிகளையும் கண்டுபிடித்து இணைத்து பெறுக.

கட்டையின் மேல்பாகம் வரைதற்கு, இடமுகத்தின் இடமுனையிலிருந்து மறையும் வலப்புள்ளிக்கு ஒருகோடு வரைக. வலமுகத்தின் வல முனையிலிருந்து மறையும் இடப்புள்ளிக்கு ஒருகோடு வரைக. இவ்விரு கோடுகளும் வெட்டுமிடம், கட்டையின் மேல்பாகத்தின் நான்காம் முனையாகும்.

பார்வைப்படத்தில் காணத்தக்கவைகள்:

1. செங்குத்துக் கோடுகள் செங்குத்தாகவே இருக்கின்றன.

2. செங்குத்தாயுள்ள தளங்களின் மறையும் புள்ளி அடிவானத்திலேயே அமைகின்றன.

3. கீழ்நோக்கிய தளங்களின் மறையும்புள்ளி, அடிவானக்கோட்டிற்குக் கீழே இருக்கும். அதனைப்போன்று மேல்நோக்கிய தளங்களின் மறையும் புள்ளி அடிவானக்கோட்டிற்கு மேலே இருக்கும்.

4. இணையாயுள்ள தளங்கள் எல்லாம் ஒரே புள்ளியில் மறைகின்றன. திசை மாறினால்தான் வேறு புள்ளியில் மறையும்.

5. வட்டங்கள்,பக்கச் சீர்மைக்கேற்ப சுருங்குவதில்லை. சுருக்கம் தளத்திற்கேற்ப அமைகிறது.

நிழல்:

பார்வைப்படங்களில், பொருள்களின் நிழலைக் காட்டுதல் மரபு. சூரிய ஒளி நடுப்பகல் தவிர மற்ற வேளைகளில் ஏதாவதொரு திசையில் சாய்ந்திருக்கும். அதனால், நிழலின்றி எப்பொழுதும் காணப்படுவதில்லை. மேலும், நிழலொடு வரைதல் படத்திற்கு அழகு தரும். அதனுடன் அதன் உயரத்தை ஓரளவு புலப்படுத்தவும் பயன்படுகிறது.

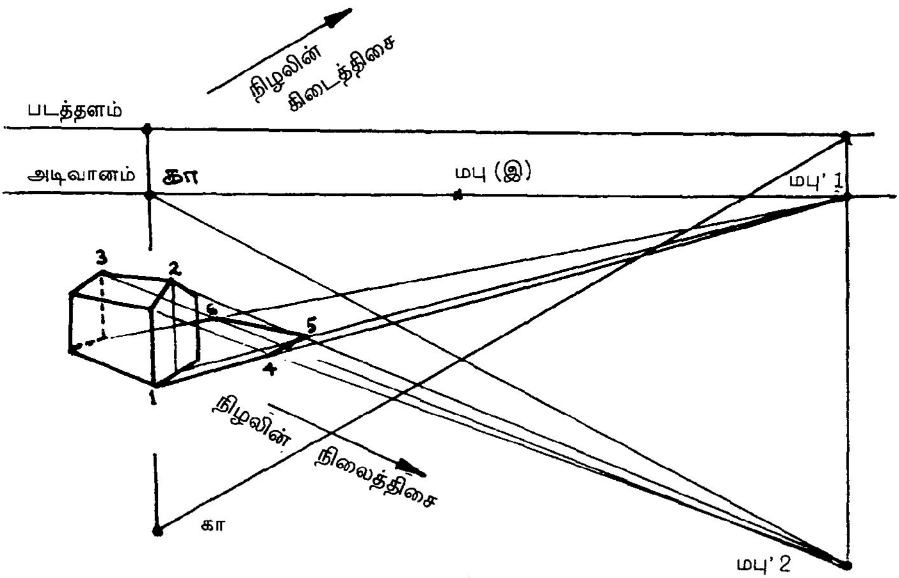
நிழல் இணையாய ஒளிக்கற்றையால் ஏற்படுகின்றது. அகலம், உயரம் என இருதிசைகள் உள. அதனால், இரண்டு கூடுதல் மறையும் புள்ளிகள் தேவைப்படுகின்றன. அகலத்தளத்திற்குரிய மறையும் புள்ளி, அடிவானக் கோட்டிலேயே அமையும். ஒளிக் கற்றையின் கிடைப்படத்திற்கு இணையாக கண் வழியே கோடு வரைந்து அது படத்தளத்தை வெட்டுமிடத்திற்கு நேர் செங்குத்துக்கோடு தொங்கவிட்டு, அஃது அடிவானக் கோட்டை வெட்டுமிடத்தில் மறையும்புள்ளியைக் குறிக்கவேண்டும். வெய்யில் ஒளிக்கற்றையின் கிடைப்படம் கிழக்கு மேற்காய் இருக்கும்; அல்லது சற்றே தென்வடப் பக்கம் சாய்ந்தும் இருக்கும். இச்சாய்வு எப்பொழுதும் $23\frac{1}{2}$ பாகைக்குமேல் இராது. ஏனெனில், பூமியில் சாய்வும் $23\frac{1}{2}$ பாகையே.

மேற்கண்ட மறையும் புள்ளியின் நேர்க்கீழேயே,உயரத்தளத்திற்குரிய மறையும் புள்ளி இருக்கும். ஒளிக்கற்றையின் நிலைப்படக் கோட்டிற்கு இணையாகக் காணும் புள்ளியின் நிலைவீழ்ச்சி வழியே வரையும்கோடு, முதல் மறையும் புள்ளி வழியே வரையப்படும் செங்குத்துக்கோட்டை வெட்டுமிடத்தில் இம்மறையும் புள்ளி அமையும். ஒளிக்கற்றை கீழ்நோக்கியே இருப்பதால் மறையும் புள்ளியும் அடிவானக் கோட்டிற்குக் கீழேயே இருக்கும்.

காணும் புள்ளியின் நிலைவீழ்ச்சி, அடிவானக் கோட்டில், காணும் புள்ளிக்கு நேர்மேலே இருக்கும்.

பொருளின் பார்வைப் படப்படங்களிலிருந்து முதல் மறையும் புள்ளிக்கு வரையும் கோடுகள், நிழலின் அகலப்பகுதியைக் காட்டுகின்றன. பொருளின் பார்வைப் பட முகடுகளிலிருந்து இரண்டாம் மறையும் புள்ளிக்கு வரையப்படும் கோடுகள் நிழலின் உயரத்தை வரையறுக்கின்றன.

145ஆம் படத்தில் ஒரு வீட்டில் பார்வைப்படத்தின் நிழல் வரைந்து காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 145

நிழல்

அ. நிழலின்கிடைப்படத்திற்கு இணையாக காணும்புள்ளி வழியே ஒரு கோடு வரைந்து, அது படத்தளத்தை வெட்டுமிடத்திற்கு நேர்செங்குத்துக்கோடு ஒன்றைத் தொங்கவிட்டு, அஃது அடிவானத்தை வெட்டுமிடத்தில் நிழலின் மறையும் புள்ளி (ம.பு1.) குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

ஆ. காணும்புள்ளியின் நேர் செங்குத்துக்கோடு வரைந்து, அஃது அடிவானத்தில் வெட்டு மிடத்தில், அதன் நிலைவீழம் குறிக்கப்பட்டுள்ளது (கா). நிழலின் நிலைப்படத்திற்கு இணையாக (ககா') வழியே கோடு வரைந்து அது மபு 1 வழியே தொங்கவிடப்படும் செங்குத்துக்கோட்டை வெட்டுமிடத்தில் மபு 2 குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

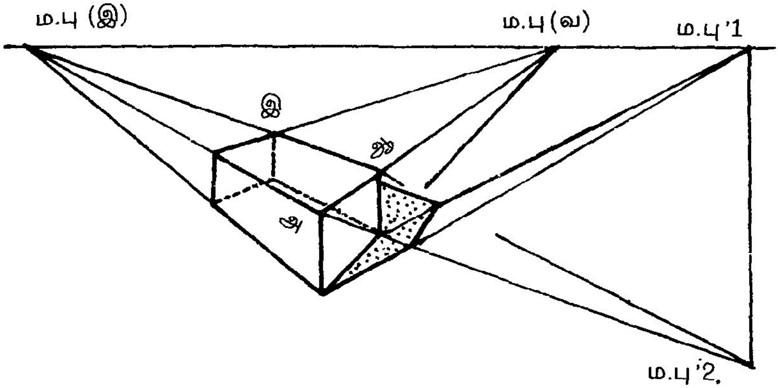
இ. பொருளின் மூன்று நிலைக்கோடுகள் (1, 2, 3) நிழலின் எல்லையை வரையறுக்கின்றன. முதற்கோட்டின் பீடம் (1), ம.பு 1 புள்ளியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. முதற் கோட்டின் மேற்புள்ளியை ம.பு 2 புள்ளியுடன் இணைக்கும் கோடு, முந்தைய கோட்டை வெட்டுமிடம் குறித்துக் கொள்ளப்படுகிறது (4)

ஈ. இரண்டாம்கோடு, வீட்டின் முகட்டையும் பீடத்தையும் இணைக்கும் கோடாகும். முதலில் முகட்டில் நேர்கீழே இரண்டாம் கோட்டில் பீடம் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. இது ம.பு 1 புள்ளியுடன் இணைத்துக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. இக்கோட்டை, முகட்டிலிருந்து (2), ம.பு 2 புள்ளியை இணைக்கும் கோடு வெட்டுமிடம் (5) கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

உ. மூன்றாம்கோடு (3) வீட்டின் பின்புறம் உள்ளது. அது கண்ணுக்குத் தெரியாது. அதன்பீடம், முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இப்புள்ளியை ம.பு 1 புள்ளியுடன் இணைத்துக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. இக்கோட்டினை, பின்முகட்டு(3)னை, ம.பு 2 புள்ளியுடன் இணைக்கும்கோடு வரைந்து இவை வெட்டிக் கொள்ளும் புள்ளி (6) அறியப் படுகிறது. 4, 5, 6 புள்ளிகளை இணைத்து நிழலின்மேல் எல்லை வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒருகோட்டின் நிழல்: சமமான தரையில் விழும் ஒருகிடைக்கோட்டில் நிழல், தரையிலும் அதற்கு இணையாகவே இருக்கும். அதனால், அக்கோட்டிற்குப் பயன்படுத்திய மறையும் புள்ளியையே நிழலுக்கும் பயன்படுத்தலாம்.

146ஆம் படத்தில் ஒருகட்டையின் பார்வைப்படமும், அதன் நிழலும் வரைந்து காட்டப்பட்டுள்ளன. கட்டையில் அ ஆ கோடு வல மறையும் புள்ளியை நோக்கி மறைகிறது. அதன் நிழலும் அதே புள்ளியை நோக்கி மறைதலை ஒரு நேர்முனையை வைத்து அறியலாம். அதேபோன்று ஆ இ கோட்டில் நிழல் இட மறையும் புள்ளியை நோக்கி மறைதலையும் அறியலாம்.



படம் 146 நிழல்

கிடைக்கோட்டின் நிழல், ஒருநிலைத்தளத்திலேயோ, சாய்தளத்திலேயோ விழும்போது, நிழலின் இருபுள்ளிகளைக் கண்டுபிடித்து அவற்றை இணைக்க வேண்டும். நிழலின் ஒரு புள்ளியும் திசையும் தெரிந்தால்,அவற்றால் வரையலாம்.

சாய்வுக் கோடுகள் வரும்போது, அவற்றின் சில கற்பனைக் கோடுகளை அனுமானித்துக் கொண்டு, அவற்றின் நிழலை வரைந்து, முனைகளை இணைக்க வேண்டும்; வளைவுக் கோடுகளின் நிழலையும் இவ்வாறே வரையலாம்.

பார்வைப்படத்தின் பயன்: பார்வைப் படம் மிகுதியாய்ப் பயன்படும் துறை கட்டடங்களின் தோற்றம் கட்டி முடிந்தபின் எவ்வாறு இருக்குமென்று வீட்டுச் சொந்தக்காரருக்கு எளிதாய்க் காட்டலாம். நாடகத் திரைச்சீலைகள் அனைத்தும் பார்வைப் படங்களேயாகும். ஓவியர், பார்வைப் படத்தில் கொள்கையையே எளிதாய்க் கடைப்பிடிக்கின்றனர்.

பார்வைப் படங்கள்: செய்த கணக்குகள்.

மாணவர் பயிற்சியை முன்னிட்டுச் சில கணக்குகள் செய்துகாட்டப்பட்டுள்ளன

1. பின்வரும் வாயிற்படியின் படத்தை (147) காண்க. படியில் கிடைப்படமும், காணும் புள்ளியின் அமைப்பும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. படியின் வெட்டுப்படமும் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது.

கவனிக்க வேண்டுவைன:

(அ) படியில் முதல் ஓரத்தை வரைய ஓர் அளவுகோடும், இரண்டாம் ஓரத்தை வரைய ஓர் அளவுகோடும் எடுத்துக்காட்டப்பட்டுள்ளன.

(ஆ) படிகள் சுவருடன் சேரும் புள்ளிகளுக்கு இரண்டாம் அளவுகோடு பயன் படுத்தப்பட்டுள்ளது. இப்புள்ளிகளை, மறையும் புள்ளிகளோடு இணைத்துக் கோடுகள் பெறப்பட்டுள்ளன.

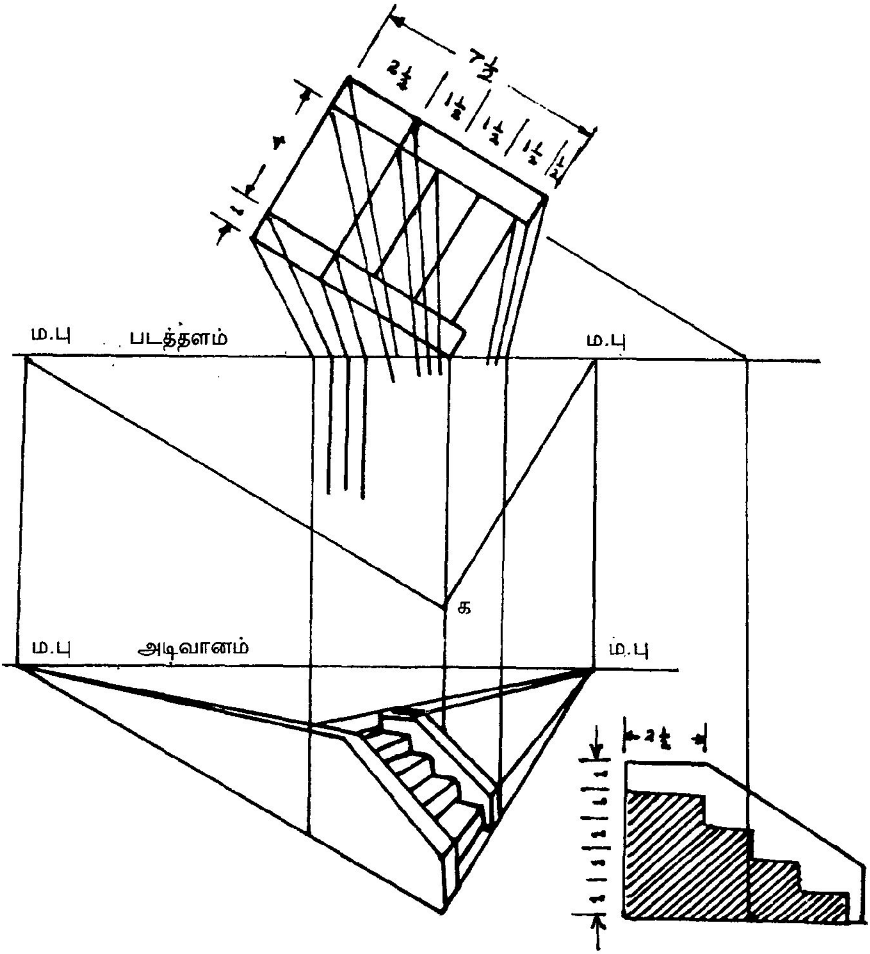
(இ) ஓர் அலகு 1 செ.மீ. என்று வைத்துக் கொண்டு இதனை வரைந்து காணலாம்.

2. எழுத்துக்களை வரைதல் காட்டப்பட்டுள்ளது. (படம் 148) 'ம' என்னும் எழுத்தின் உயரம் 4 அலகு; கனம் 1 அலகு. பார்வைத்தளத்திற்கு இரண்டு பக்கமும் 45 பாகை அது சாய்ந்துள்ளது. எழுத்தின் மையத்தில் கண்ணின் உயரம் உள்ளது.

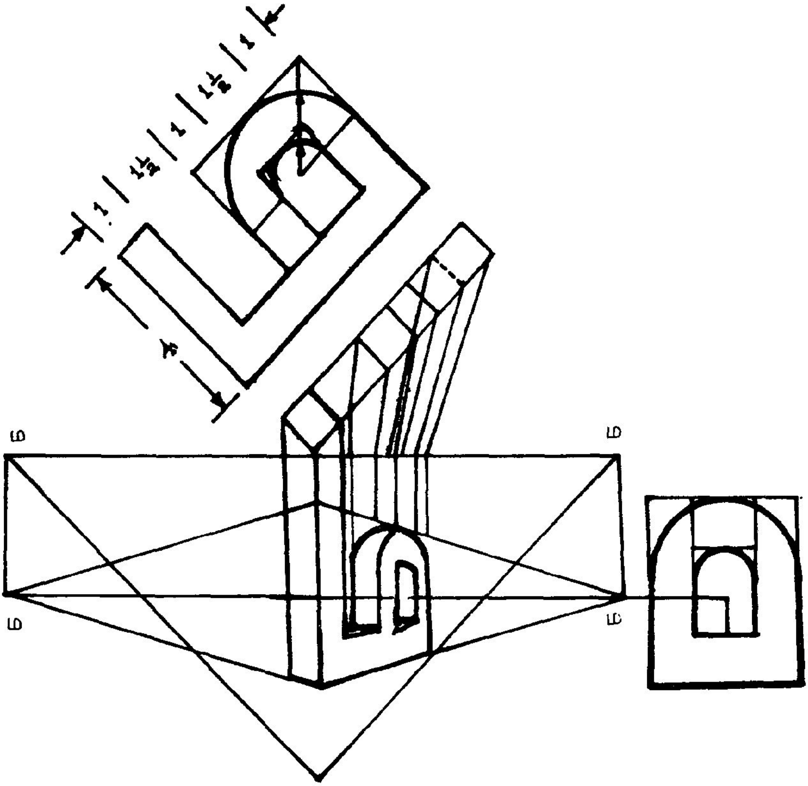
மகரத்தின் வளைவுப் பகுதியை வரைய, அந்த 1/2 வட்டம் அடங்கிய சதுரத்தை வரைந்துகொண்டு, அதில் வட்டத்தை வரையும் முறையில் வரைதல் வேண்டும்.

ஒரு பொம்மை (படம் 149): ஒரு சதுரப் பட்டகம்; அதன்மேல் ஓர் உருளை; அதன்மேல் சதுரப்பட்டகம்; அதன்மேல் கூர்ப்பட்டகம். எல்லா உருவங்களின் அச்சுக்களும் ஒரே கோட்டில் உள்ளன. காணும் புள்ளி, உருவத்தின் மேல்முனையின் உயரத்திலேயே உள்ளது. ஓர் அலகு 1 செமீ எனக் கொண்டு இதனை வரையலாம்.

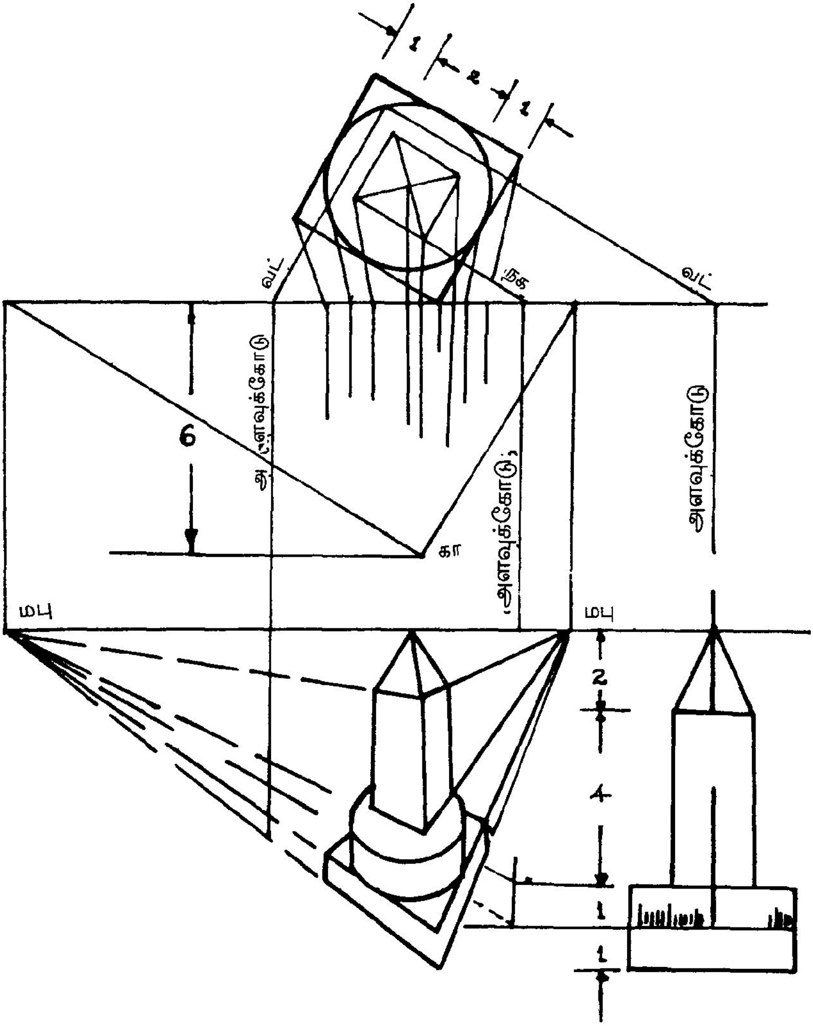
குறிப்பு: இதில் அளவுகோடுகளைக் கவனத்தோடு எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும்; பீடப்பட்டகத்தின் ஓர் அளவுகோடு வேண்டும். உருளையில் வரும் புள்ளிகளை வரைதற்கு, ச



படம் 147



படம் 148



படம் 149

அளவுக்கோடுகள் தனியாய் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. மேல்பட்டகத்திற்கும் கூர்ப்பட்டகத்திற்கும் தனியாய் ஓர் அளவுகோடு எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது.

உருளையின்மேல் வட்டத்தையும், கீழ்வட்டத்தையும் தனித்தனியே வரைய வேண்டும். எட்டுப்புள்ளிகளின் நிலைகளையும் பார்வைப்படத்தில் வீழ்த்தி அவற்றை இணைத்துக் கொள்ளலாம். இரண்டு ஓரங்களும் செங்குத்தாய் இருக்குமென்பதை நினைவிற்கொள்ள வேண்டும்.

3. ஓர் அய்ங்கரப்பட்டகம் (150)

குறிப்பு: இதில் பட்டகத்தின் அய்ந்து முகங்களும் வேறுவேறு திசையில் உள்ளன; அதனால் அம்முகங்களை வரைய இயலாது; அய்ந்து கோடுகளையும் வரைந்து கொண்டு, முனைப் புள்ளிகளை இணைக்கவேண்டும். அய்ந்து ஓரங்களுக்கும் அளவுக்கோடுகள் வரைந்து கொள்ளப்படுகின்றன. குழப்பம் நேராமலிருக்க எண்கள் இட்டுக் கொள்ளலாம். தெரியாத கோடுகளைப்புள்ளிகளால் இணைத்துக் கொள்ளலாம்.

ஒரு கட்டையின் நிழல்: (படம் 151)

நிழலைப் பற்றிய கொள்கையை விளங்கிக்கொள்ள இக்கணக்கைக் காணலாம். சூரிய ஒளிக்கதிர்கள் இணையாய் வருகின்றன; அதனால், ஏற்படும் நிழல் அக்கதிர்களால் தோன்றுகின்றன; கதிர்கள், வடிவரைவியல் கதிர்களுக்குச் சமமானவை. அதனால், நிழலை வீழ்த்துதல், வடிவ வரைவியல் வீழங்களைப் போன்றதே.

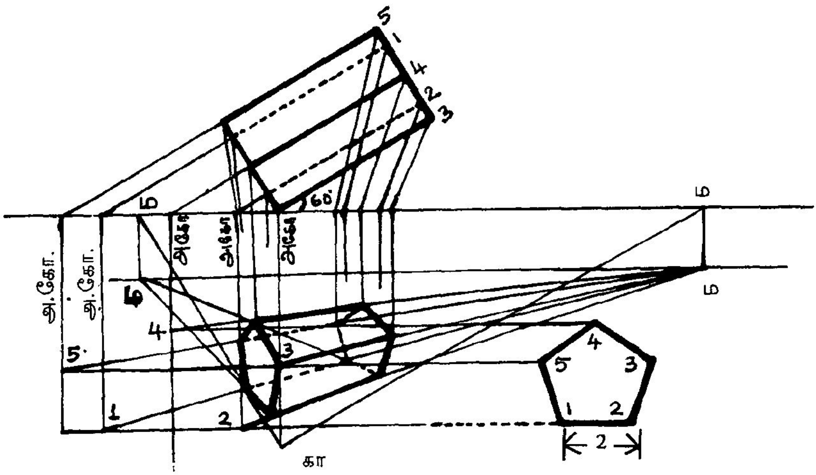
படத்தில் ஒரு கட்டை சுவருக்கு இணையாய் நிற்கிறது; வெய்யிலின் திசைகள் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. இப்படம் முதற்கோண வீழத்தில் அமைந்துள்ளதைக் கவனிக்க. அதனால், கிடைப்படம் கீழேயுள்ளது. நிழலை வரைய எளிதாகலின் முதற்கோணவீழம் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளது.

முதற்படத்தில் நிழல் தரையிலேயே விழுந்து விடுகிறது.

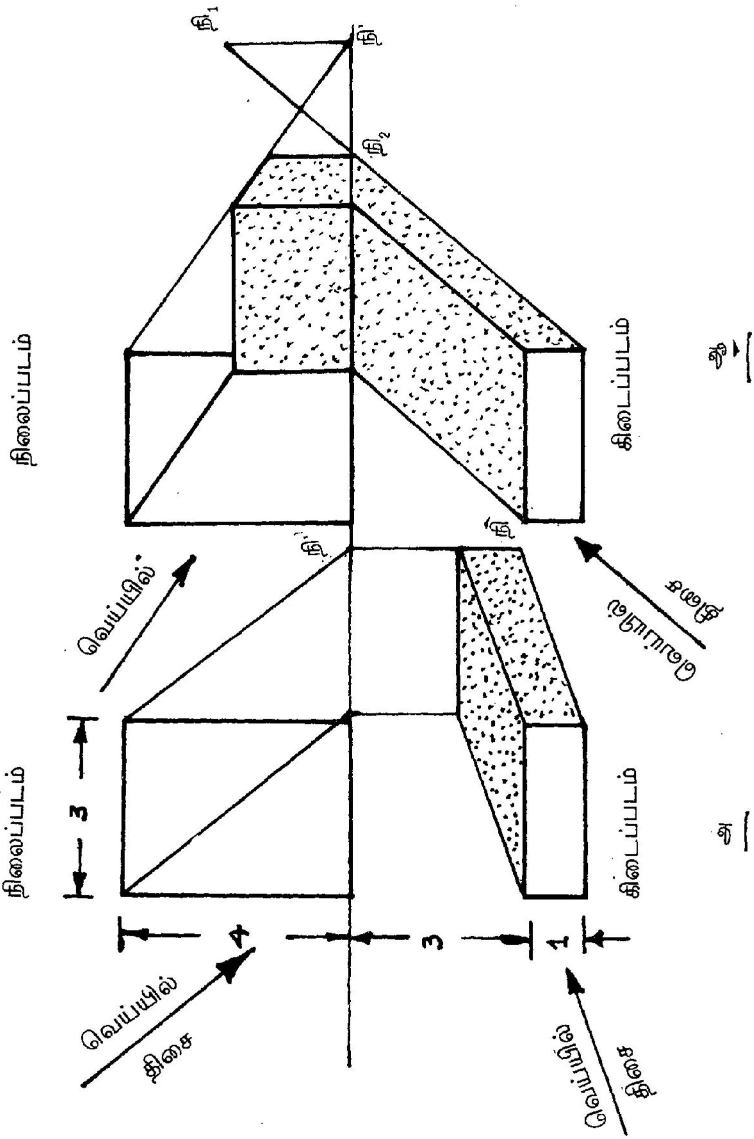
இரண்டாம் படத்தில் (படம் 151) வெய்யிலின் திசை மாறிவிடுவதால், நிழலின் ஒரு பகுதி தரையிலும் ஒருபகுதி சுவரிலும் விழுகின்றன.

முதற்படத்தில், நிழலின் எல்லையை, வெயில் திசைக்கு இணையாய்த் தரையில் வரையப்படும் கோடுகளும், நிலைப்படத்தில் வெயில் திசைக்கு இணையாய் வரையப்பட்ட கோடுகள் அச்சை வெட்டும் புள்ளியிலிருந்து வீழ்த்தப்படும் செங்குத்துக்கோடுகளும் வரையறுக்கின்றன.

இரண்டாம் படத்தில் தரையில் படியும் நிழலின் எல்லையைத் தரை ப்படத்தில், வெயில் திசைக்கு இணையாய் வரையும் கோடுகள் வரையறுக்கின்றன. சுவரில் படும் நிழற்பகுதியை, நிலைப்படத்தில் வெயில் திசைக்கு இணையாய் வரையப்படும் கோடுகள் வரையறுக்கின்றன. நிலைப்படத்திலிருந்து வெயில் திசைக்கு, இணை யாய் வரையப்பட்ட கோடு அச்சை வெட்டுமிடத்தில் (நி') செங்குத்துக்கோடு வரைந்து, கிடைப்படத்திலிருந்து வரும் நிழற்கோடு, வெட்டுமிடம் (நி), அஃது அச்சை வெட்டுமிடம் (நி) இந்தப்புள்ளி வழியே வரும் செங்குத்துக்கோடு நிழலின் எல்லையை வரையறுக்கின்றன. இதேபோன்று எல்லாக் கோடுகளையும் அறியலாம்.



படம் 150



படம் 151

இந்த உருவம் பார்வைப் படத்தில் வரைந்து காட்டப்பட்டுள்ளது; கட்டையின் நெடிய ஓரம் படத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்துள்ளபோது படம் வரையப்பட்டுள்ளது (படம் 151). வழக்கமான முறையில் கட்டையின் பார்வைப்படத்தை வரைந்துகொள்ள வேண்டும்; பின்னர் நிழல் மறையும் புள்ளிகளை வரைய வேண்டும். காணும் புள்ளி (கா) வழியே கிடைப் படத்திலுள்ள வெயில் திசைக்கு ஒருகோடு வரையவேண்டும். அது படத்தளத்தை வெட்டும் புள்ளி நிழலின் மறையும் புள்ளியின் கிடைவீழ (ம.பு.நி.) மாகும். அதன் வழியே செங்குத்துக்கோடு வரைந்துகொள்ள வேண்டும். இது அடிவானத்தை வெட்டுமிடமே நிழலின் மறையும் புள்ளியாகும். (மபுநி (கிடை). கிடைக்கோடுகளை இது வரையறுக்கும்.

காணும் புள்ளி (கா) வழியே செங்குத்துக்கோடு வரைந்து, அஃது அடி வானத்தை வெட்டுமிடம் காணும் புள்ளியின் நிலைவீழலாகும் (கா). இதன் வழியே நிலைத்தளத்து வெயில் திசைக்கு இணையாய் ஒருகோடு வரைந்தால், அது மபுநி. மபுநி (கிடை) புள்ளிகள் வழியே வரும் செங்குத்துக்கோட்டை வெட்டுமிடம் நிழலின் நிலைத்தள மறையும் புள்ளியாகும் (மபுநி (நிலை). இதுவே நிழலின் உயரப்புள்ளிகளை வரையறுக்கிறது.

-hedron என்று முடியும் சொற்களுக்கு இணையாய் முகி என்னும் ஈறு சேர்க்கப் பட்டுளளது. இத்தனை முகங்கள் கொண்டது என்று அதற்குப் பொருள் கொள்ள வேண்டும்.

- **oid** என்று முடியும் சொற்களுக்கு அகம் என்னும் ஈறு சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. **prisom** -என்பதைப் பட்டகம் என்கிறோம். பட்டைகளின் நடுவில் அடங்கியது பட்டகம். அதே போன்று paraboloid என்பதைப் பரவளைவகம் என்கிறோம். பரவளையங்களுக்குள் அடங்கியது என்று அதற்குப் பொருள்கொள்ளலாம்.

முன்னர்க் கூறிய பட்டியலுக்கும் மேற்பட்டுப் பல உருவங்கள் உள்ளன. அவற்றைப் பற்றிச் சிந்தியாமல், அவற்றைத் 'தளங்கள்' எனக் கருதிக்கொண்டு மேலே தொடரலாம்.

5.இடைவெட்டலும், உட்புகுதலும்

பொருள்களை ஒழுங்கான வடிவங்கள் என்றும் ஒழுங்கற்ற வடிவங்கள் என்றும் பிரிக்கலாம். ஒழுங்கான வடிவங்கள் பலவற்றின் பலதிசைக் காட்சிகளை வரையும் வழிவகைகளை முந்திய அத்தியாயங்களிற் கண்டோம். ஆனால், அவ்வடிவங்கள் எப்பொழுதும் தனித்தனியே வருவதில்லை. ஒன்றோடொன்று சேர்ந்து ஒன்றுக்குள் ஒன்று நுழைந்து புதிய பொருளாய் இணைந்து காட்சியளிக்கின்றன. அவை இணையும் பகுதிகளை வரைந்துக் கொள்ள அறிந்திருக்க வேண்டும்.

இணைப்புக்கோட்டினை அறியு முன்னர் அசல் வடிவங்களை நன்கு அறிந்து கொள்ள வேண்டும். பலவகை வடிவங்கள் 152ஆம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. அவை:

(அ) நேர்கோடுகளால் தோற்றுவிக்கப்பட்டவை:

(க) சமதளப் பரப்புகளால் ஆனவை.

1. ஒழுங்கான பன்முகிகள்
(நான்முகி, கனசதுரம், எண்முகி, 12முகி, 20முகி)

(கா) ஒற்றை வளைவுத்தளத்தால் ஆனவை

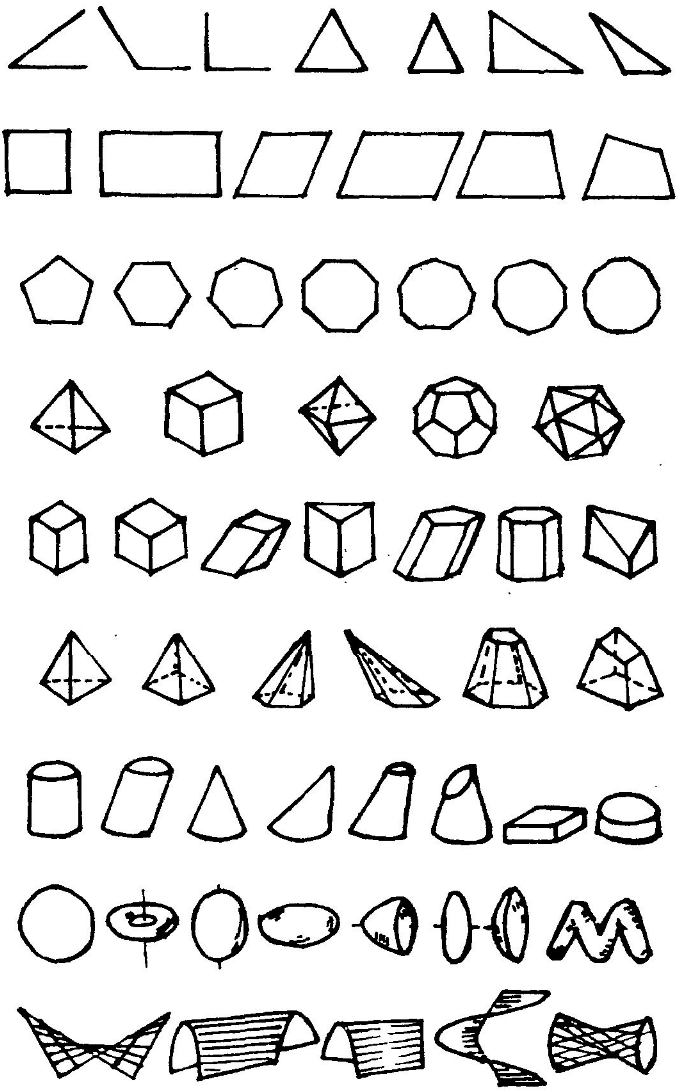
1. உருளைகள்
2. கூம்புகள்
3. சுருளைகள் (convolute)

(கி) முறுக்குத் தளங்களால் ஆனவை.

1. உருளையகம் (cylindroid)
2. கூம்பகம் (conoid)
3. அதிபரவளைவுப் பரவளைவகம் (Hyperbolic paraboloid)
4. ஒருதகடு சுற்றத்தோற்றும் அதிபரவளைவகம்
(Hyperboloid of revolution of one sheet)
5. விரிபரப்புச் சுருளியகம்.

(ஆ) இரட்டை வளைவுத்தளங்களால் ஆனவை (ஒருவளைவுக்கோடு சுற்றுவதால் தோன்றுபவை)

1. கோளம் (Sphere)
2. நீள்கோளகம் (Oblate Spheroid)
3. உயர்கோளகம் (Prolate Spheroid)



படம் 152 பலவகை வடிவங்கள்

4. இருதகடு சுற்றத்தோன்றும் அதிபரவளைவகம் (Hyperboloid of two sheets)

5. பரவளைவகம் (Paraboloid)

6. குழாய்வட்டம் (Torus)

வடிவங்களைப் பற்றிய சொல்லாட்சியில் ஒருசில ஒற்றுமைகளைக் காணலாம். ஆங்கிலத்தில் gon என முடியும் சொற்களுக்குக் கரம் என முடியும் சொற்கள் உள்ளன. சான்று: Polygon பலகரம், Pentagon அய்ங்கரம், gon என்னும் கிரேக்கச் சொல்லிற்குக் கோணம் என்பது பொருள். ஆனால், தமிழில் கரம் என்னும் சொல் ஓரத்தைக் குறிக்கிறது. எத்தனை கோணங்கள் உள்ளனவோ அத்தனை ஓரம் இருக்குமாதலால், கோணத்திற்கு மறுதலையாய்க் கரம் எனும் சொல் கையாளப்படுகிறது.

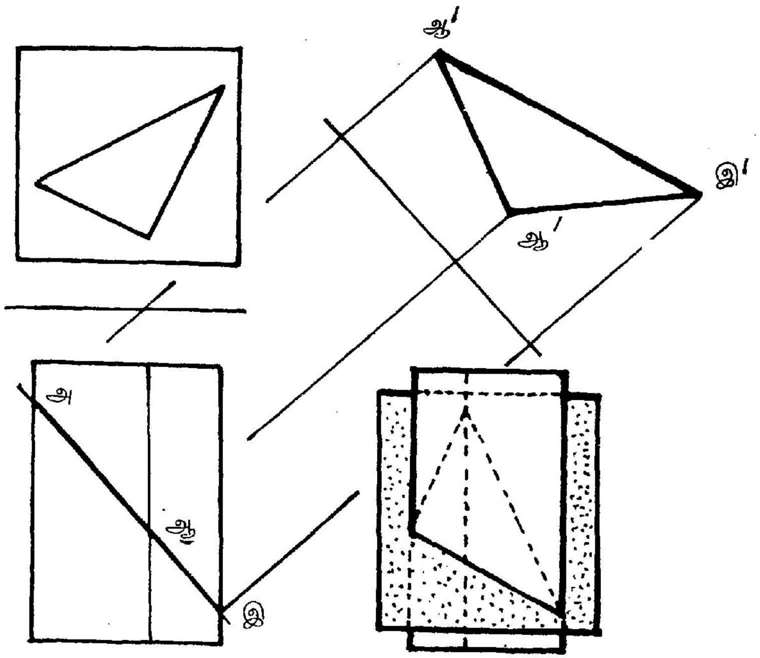
இடைவெட்டல்: இரண்டு தளங்களின் இடைவெட்டு என்பது இரண்டு தளங்களுக்கும் பொதுவாக அமைந்துள்ள கோடாகும். இடைவெட்டுக் கோட்டைக் கண்டுபிடிக்க, ஒருதளத்தின் வீழத்தை வரைந்து கொண்டு, அதில் வெட்டும் அடுத்த தளத்தின் புள்ளிகளை வீழ்த்துதலாகும். ஒருதளத்தின் மீது முழுக்க அமைந்துள்ள கோடு அதன் மூலக்கூறாகும். அது நேர்கோடாகவும் இருக்கலாம்: வளைவுக்கோடாகவும் இருக்கலாம். நேர்கோடுகளால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட உருவங்களில், நேர்கோடும், வளைவுக்கோட்டால் தோற்றுவித்த உருவங் களில், வட்டமும், தெரிந்தெடுத்து வரைதற்கு எளிதானவை. வட்டம் தவிர வேறு வளைவுக் கோடுகளையும் அவ்வப்போது தேர்ந்தெடுக்கலாம். அதனைப் பின்னர்ப் பார்ப்போம்.

இரண்டு சமதளங்கள் வெட்டிக்கொள்வதனைப் புள்ளி, கோடு, தளம் என்னும் மூன்றாம் அத்தியாயத்தில் கண்டோம். அதனிற் கடைப்பிடித்த முறைகள் இந்த அத்தியாயத்தில் அதிக மாய்க் கூறப்படுமாதலால், மீண்டும், அவற்றை நினைவு கூர்ந்து, மேலே தொடருதல் நல்லது.

பட்டகத்தைச் சமதளம் வெட்டுதல்:

153ஆம் படத்தைக் காண்க. இதனில் ஒரு பட்டகத்தின் நிலை வீழமும், கிடைவீழமும் உள்ளன. நிலைவீழத்தில் வெட்டுதளம் ஒருகோடாய்த் தெரிகிறது. பக்கத் தளத்தில், பக்கப் படத்தை வீழ்த்தி, வெட்டு தளம் பெறப் பட்டுள்ளது. முதலில் பட்டகத்தின் பக்கப்படம் வரையப்படுகிறது. பின்னர் வெட்டுத்தளத்தின் ஓரங்கள் வரையப்படுகின்றன. பின்னர் நிலைவீழத்திலிலுள்ள அ, ஆ, இ புள்ளிகள் பக்கப்படத்திற்கு வீழ்த்தப்படுகின்றன. ஆ, இ, புள்ளிகள் மட்டும் பக்கப்படத்தில் தெரியும். ஆ, இ, கோடும் மறைந்திருக்கும். அவை புள்ளிக்கோட்டால் இணைத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன.

வெட்டு தளத்தின் அசல் வடிவம் பெற நிலைப்படத்திலுள்ள தளத்தின் வீழலுக்கு இணையாய் ஒருதுணை அச்சு அமைத்து, அதனில் வீழ்த்தப்படுகிறது. கிடைத்தளத்து ஆயங்களை எடுத்துத் துணைத்தளத்திலிருந்து அ, ஆ, இ, புள்ளிகளைக் குறிக்க வேண்டு மென்பது நினைவிற் கொள்க.

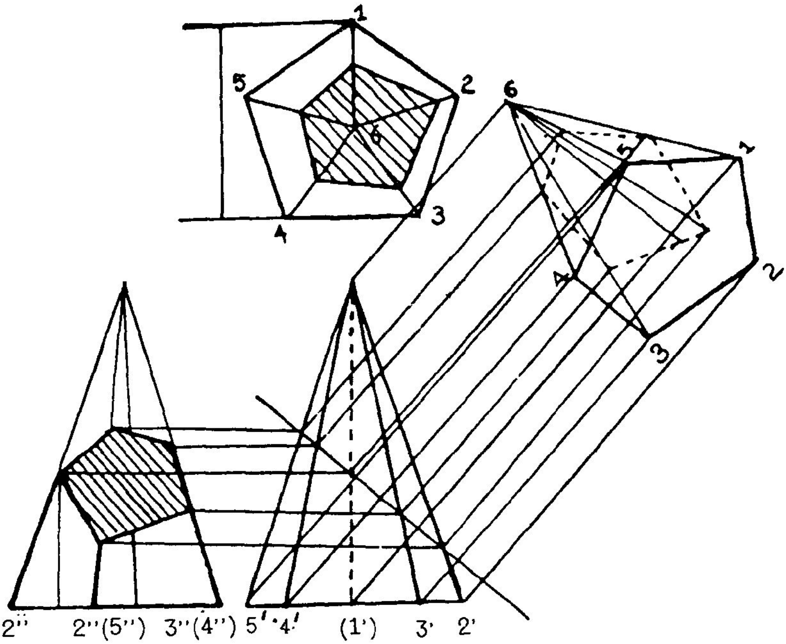


படம் 153

கூர்ப்பட்டகத்தை சமதளம் வெட்டுதல்:

154ஆம் படத்தில் கூர்ப்பட்டகம் ஒன்றனை ஒரு சமதளம், வெட்டுதலைக் காட்டுகிறது. சமதளம், நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும், கிடைவீழத்திற்குச் சாய்வாயும் உள்ளது. நிலை வீழம் காண்க. இதனில் வெட்டுதளம் நேர்க்கோடாய்த் தெரிகிறது.

வழக்கமான முறைகளில் கிடைப்படம் வீழ்த்தப்படுகிறது. அதன் முனைக் கோடுகளில் நிலைத்தளத்தில், கூர்ப்பட்டகத்திற்கும் வெட்டுதளத்திற்கும் பொதுவான புள்ளிகள் வீழ்த்தப்படுகின்றன. அவற்றை இணைத்து வெட்டுப்பரப்பு அறியப்படுகிறது. தளத்திற்கு



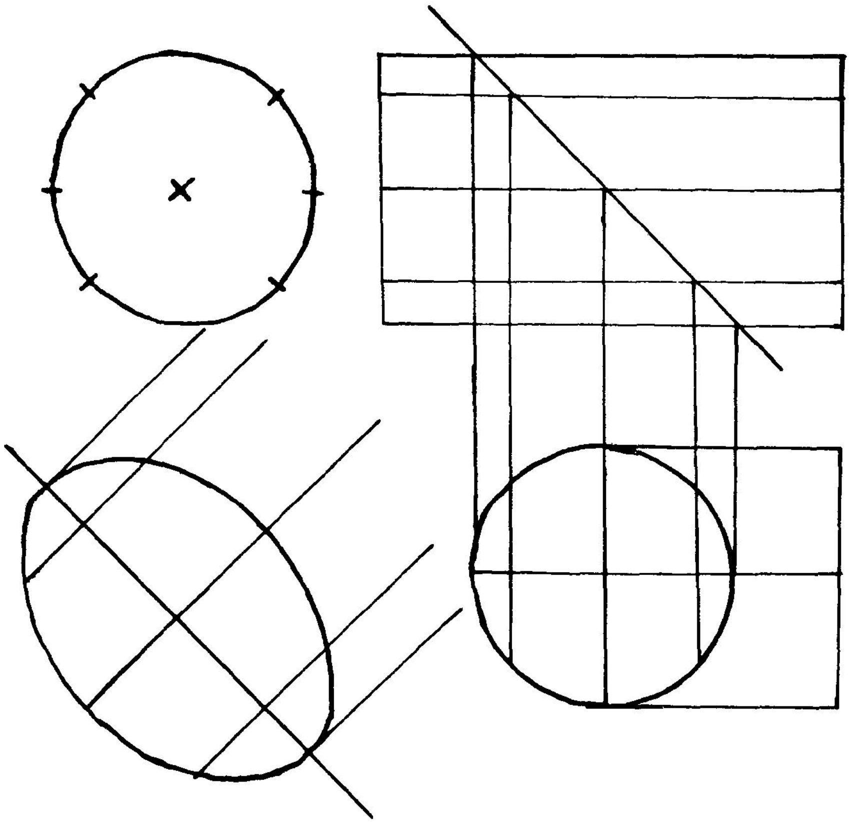
படம் 154 கூர்பட்டகத்தைச் சமதளம் வெட்டுதல்

மேலே உள்ள முனைக்கோட்டுப் பகுதி முழுக்கோடாயும், கீழே உள்ளவை புள்ளிக்கோடாயும் வரைந்து காட்டப்பட்டுள்ளன. அவ்வாறே பக்கப்படத்திலும், பொதுவான புள்ளிகளை வீழ்த்தி, இணைத்து வெட்டுமுகம் வரையப்படுகிறது.

இதுபோன்ற கணக்குகளில், வெட்டு தளம் ஏதாவதொரு முதன்மைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயுள்ள வீழத்தை முதலில் வரைந்து கொண்டு அதிலிருந்து பிற வீழங்களை வரைதல் முறை.

உருளையைச் சமதளம் வெட்டுதல்:

155ஆம் படத்தில் ஓர் உருளையை ஒரு சமதளம் வெட்டுகிறது. உருளை போன்ற வளைவுப்பரப்புகளுக்கு ஒழுங்கான முனைகளும், நேர்க்கோடுகளும் இல்லை. அதனால், வட்டத்திலேயே பல புள்ளிகளைத் தேர்ந்தெடுத்துக்கொண்டு அவற்றின் வீழங்களைக் குறித்து,



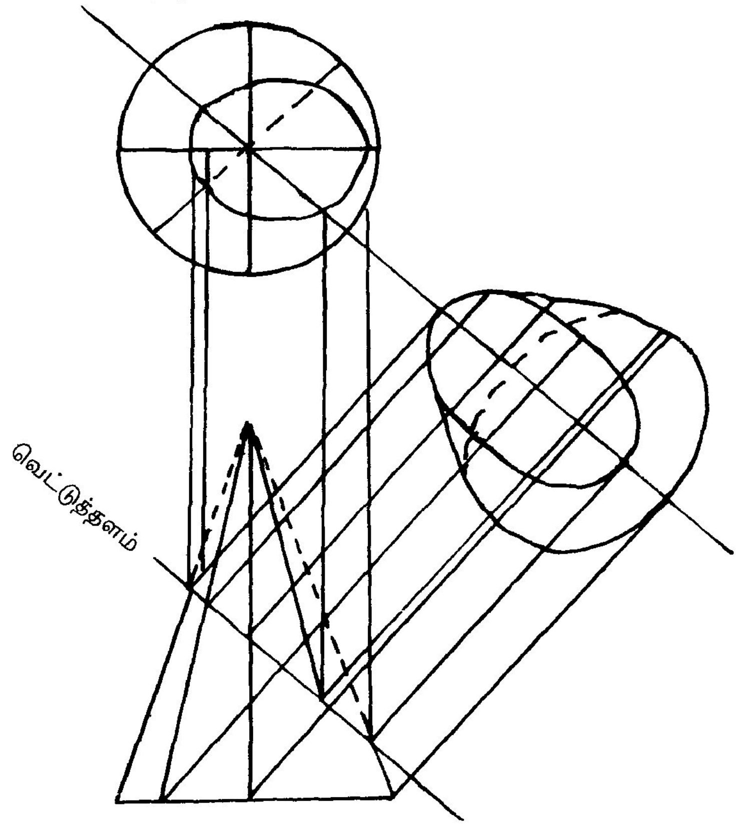
படம் 155 உருளையைச் சமதளம் வெட்டுதல்

அவை வளைவுகள் மூலம் இணைக்கப்படுகின்றன. படத்தில் பக்கவீழம் வரைந்து காட்டப்பட்டுள்ளது. கிடைப்படத்து வட்டத்தை 45 பாகைகளில் பகிர்ந்து கொண்டு அப்புள்ளியின் வீழல்கள் நிலைப் படத்தில் வீழ்த்தப்படுகின்றன. அவற்றை வெட்டுதளம் வெட்டுமிடங்களிலிருந்து பக்கபடத்திற்கு வீழங்கள் வரையப்படுகின்றன. அவற்றை வெட்டுதளம்

வெட்டுமிடங்களிலிருந்து பக்கட்படத்திற்கு வீழங்கள் வரையப்படுகின்றன. பக்கவீழ அளவுகள், கிடைவீழத்திலிருந்து எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன.

வெட்டுதளம் நிலை அச்சிற்கு 45 பாகை சாய்ந்துள்ளது. அதனாலேயே வெட்டு தோற்றம் வட்டமாகவே தோன்றுகின்றது. ஒரு குழாயை 45 பாகையில் வெட்டி, முனைமாற்றி வைத்தால் செங்குத்து வளைவு (ellow) கிடைக்கும்.

வெட்டப்பட்ட பரப்பின் அசல் தோற்றம் வரைய, நிலைப் படத்தில் வெட்டு தளத்திற்கு இணையாய் ஒரு துணைத்தளம் வரைந்து. அதனில் வீழ்த்த வேண்டும். இஃது ஒருநீள் வட்டமாக (ellipsc) இருப்பதை படத்திற் காணலாம்.



படம் 156 கூம்பினைச் சமதளம் வெட்டுதல்

கூம்பினைச் சமதளம் வெட்டுதல்:

156ஆம் படத்தில் ஒரு கூம்பினை சமதளம் வெட்டுதலைக் காணலாம். தலையில்லா கூம்பின் கிடை வீழம் மேலே உள்ளது.

கூம்பின் பரப்பும் வளைவு தளம் ஆனதால் முனைகளைக் கண்டுபிடித்து இணைக்க இயலாது. பல நேர்க்கோடுகளை வளைவுப் பரப்பில் கற்பித்துக்கொண்டு, அவற்றில் வெட்டு புள்ளிகளை வீழ்த்தி இணைக்க வேண்டும். இப் படத்தின் வட்டத்தை எட்டாகப் பிரித்துக் கோடுகள் வரையப்பட்டுள்ளன. எவ்வளவு அதிகமாகப் பிரித்துக் கொள்கிறோமோ, அவ்வளவு அதிகமான புள்ளிகள் கிடைக்கும்; வளைவுகள் வரைதலும் எளிதாகும்.

கூம்பின் நிலைப்படத்தில் வெட்டுதளம், ஆக்கிகளை (Generators) வெட்டுமிடங்களைக் கிடைவீழத்திற்கு வீழ்த்தப்பட்டு அவை இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

வெட்டு தளத்திற்கு இணையாய் ஒரு துணைத்தளம் கற்பித்துக் கொண்டு, அதில் ஒரு துணைப்படம் வீழ்த்தப்பட்டுள்ளது. இதற்குரிய அளவுகள் கிடைப்படத்திலிருந்து எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டுள்ளன. இது மையக் கோட்டிற்கு இருபக்கமும் சமமாய் உள்ள படம். அதனால், கிடைப்படத்து மையக் கோட்டிலிருந்து, இருபக்க அளவுகளையும் அளந்து புதிய துணைப்படத்தில் வைத்துப் புள்ளிகளைப் பெறலாம்.

இதனில் இரண்டு நீள்வட்டங்கள் கிடைத்துள்ளன. ஒன்று பீடத்தின் வீழம்; இரண்டாம் வெட்டு முகத்தின் தோற்றம். இது சமம் முட்டை வடிவமாகும். கூம்பின் இரண்டு ஓரங்களையும் வரைதற்கு, மேற்கண்ட இரண்டு வளைவுக் கோடுகளையும் அவற்றின் தொடு கோட்டுப் புள்ளியில் இணைக்க வேண்டும்.

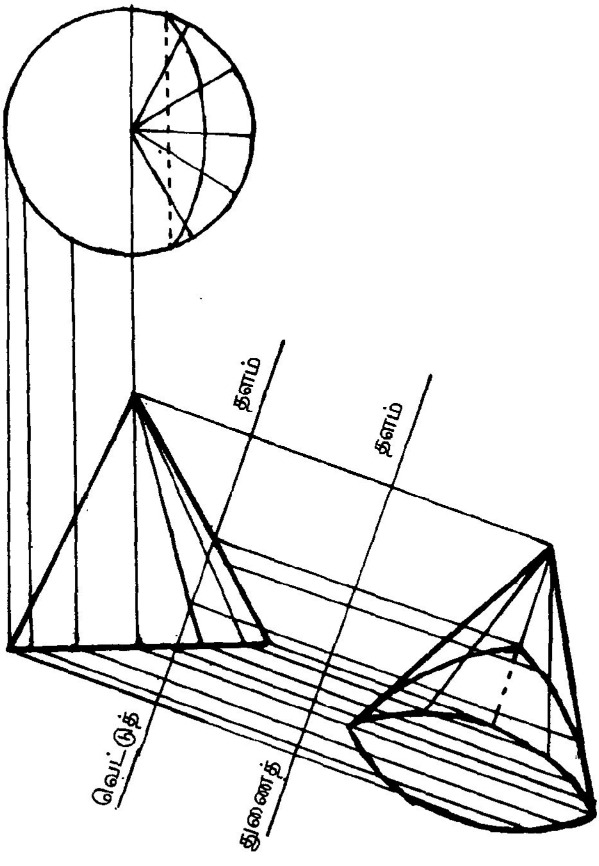
இப்பக்கப் படத்தில் பீடத்தின் அடிமுனை தெரியாது. அது புள்ளிக் கோட்டால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

157ஆம் படத்தில் ஒரு கூம்பு அதன் பீடத்தின் வழியே வெட்டப்படுதலைக் காணலாம். அஃது நிலைப் படத்திலிருந்து கிடைப்படத்திற்கு வீழ்த்தப்பட்டுள்ளது. பீடத்தின் வெட்டு நேர்க்கோடாயும், மேல் வளைவுப்பகுதி வளைவாயும் தெரிதலைக் காணலாம். இப் படத்தில் வட்டம் 12 பகுதிகளாய்ப் பகுக்கப்பட்டுள்ளது. அதனால், வளைவுக் கோட்டை வரைய ஏழு புள்ளிகள் கிடைத்தன. வளைவு மென்மையாயுள்ளது.

வெட்டு தளத்திற்கு இணையாய் ஒரு துணைத்தளம் வரைந்து கொண்டு அதனில் வீழ்த்தப்பட்டுள்ளது. அதனின் வெட்டுமுகத்தில் அசல் அளவு கிடைத்துள்ளது.

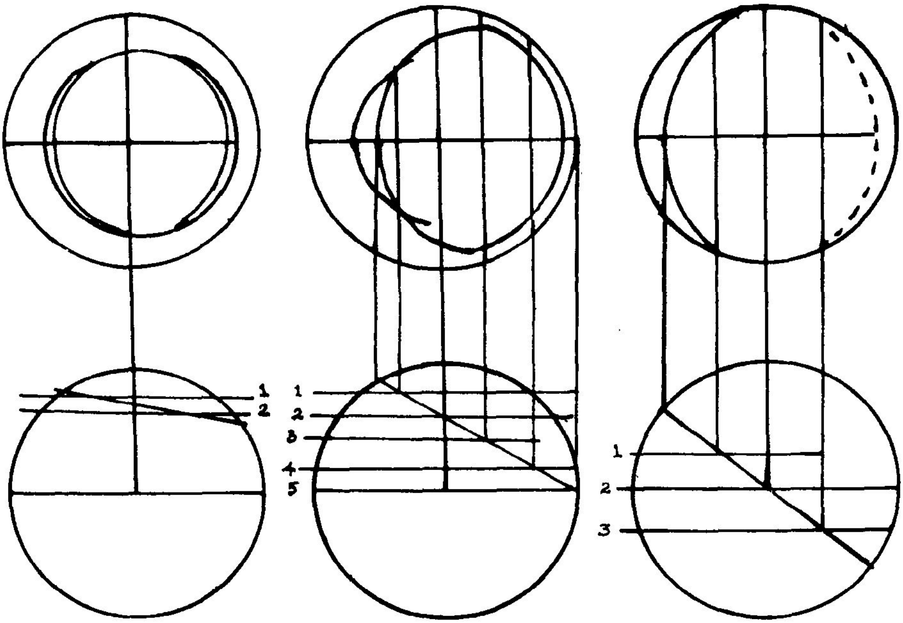
கூம்பின் பீடம் முழுதும் தெரியும். அதனின் வெட்டுமுகத்தில் ஓரம் நேர்க் கோடாய் இருத்தலைக் கவனித்துக் கொள்க.

கோளத்தில் வெட்டல்: கோளம் ஓர் இருவளைவு உருவமாகும். அதனை ஒரு சமதளம் வெட்டுவதாய் வைத்துக் கொள்வோம். வெட்டுமுகம் நேருக்குநேர் காணும்போது வட்டமாகவே தோன்றும். ஆனால், நேராகக் காணும் வாய்ப்பைவிட வேறு திசைகளில் காணும் வாய்ப்பு மிகுதி; அதன் வரைமுறை தெரிந்திருக்க வேண்டும்.



படம் 157

158ஆம் படத்தில் கோளத்தில் வெட்டு தோற்றங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன. கீழ்வரும் நிலைப்படத்திலிருந்து கிடைப்படங்கள் வீழ்த்தப்பட்டுள்ளன. கோளத்திற்கும், தளத்திற்கும் பொதுவாயுள்ள புள்ளிகளைக் கண்டு பிடித்தல் மிகவும் இன்றியமையாதது. அதற்காக வேறுசில கற்பனை வெட்டு தளங்களை வரைந்து கொள்ளலாம்.



அ ஆ இ

படம் 158

படத்தில் 1, 2, என்று வரிசையாக எண்ணிடப்பட்டவை கற்பனை வெட்டு தளங்கள். அவை அச்சிற்கு இணையாய் வரைந்துகொள்ளப்படுகின்றன. இக் கற்பனை வெட்டு தளங்களின் கிடைவீழல் கற்பனை வெட்டு தளநாணில் (chord) பாதியை வைத்து வரைந்த வட்டமாயிருக்கும். கற்பனை வெட்டுதளமும் அசல் வெட்டுதளமும் வெட்டிக்கொள்ளும் புள்ளியின்வழியே செங்குத்தாய் மேலே இழுக்கப்படும் கோடு, முந்தைய வட்டத்தை இரண்டு இடங்களில் வெட்டும். அவ்விரண்டு புள்ளிகளும், வெட்டுமுகத்தில் கிடைவீழத்தில் இரண்டு புள்ளிகளாகும். அதே போன்று அடுத்தடுத்துப் பல கற்பனை வெட்டு தளங்கள் வரைந்து கொண்டு, வீழத்தில் புள்ளிகளைக் குறித்துக் கொள்ளலாம்.

வெட்டு தளத்தின் ஓரங்கள், கிடைவீழத்தில் மையவழியே செல்லும் கோட்டில் அமைந்திருக்கும். இப் புள்ளிகளை இணைத்து, வெட்டுமுகத்தில் கிடைத்தோற்றம் வரையலாம்.

மூன்று படங்களில் முதலாவதில் கோளத்தின் மேற்பகுதிமட்டும் சீவப்பட்டுள்ளது. அதனால் கோளத்தின் வெளிவட்டத்திற்கு உள்ளாகவே வெட்டுமுகம் உள்ளது. இரண்டாம் படத்தில் (ஆ) வெட்டுமுகமும், கோளத்தின் வெளிவட்டமும் தொட்டுக் கொண்டிருக்கின்றன.

மூன்றாம் படத்தில் (இ) வெட்டுத்தளம் கோளத்தின் மைய வழியே செல்கிறது. அதனால், கிடைவீழத்தில் மேல், கீழ் முனைகளில் வெளிவட்டமும், வெட்டுமுகமும் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன. இது தேங்காய் மூடியின் தோற்றத்தில் இருப்பதைக் காணலாம்.

உட்புகுதல்: ஒருகூர்ப்பட்டகத்தில், ஒரு பட்டகம் துளைத்து உட்புகுந்துள்ள நிலையை அடுத்து காணலாம். 159ஆம் படம் ஐந்து நிலைகளில் வரைமுறையை விளக்குகிறது. அதனைப் பொறுமையொடு அணுகிப் பொறுமையுடன் பார்த்தல் படிப்படியாய் வரைதலைப் படித் துணரலாம்.

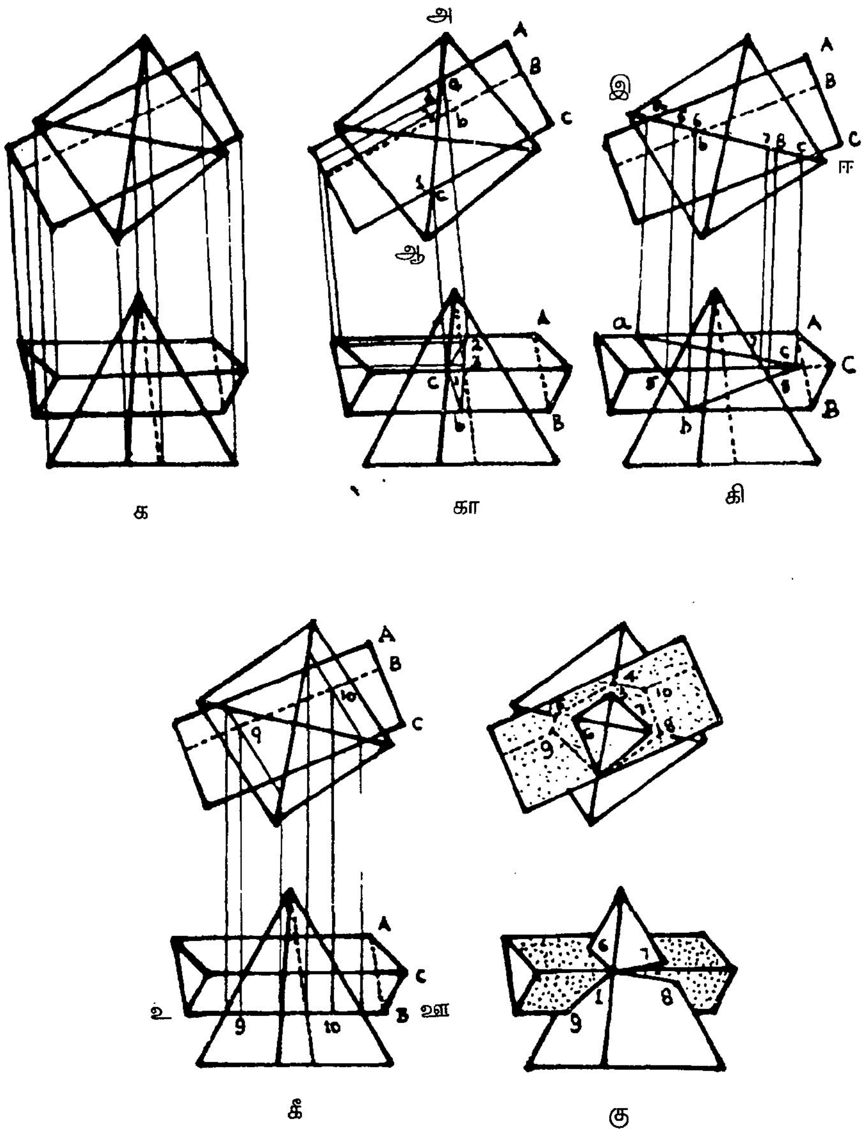
வரைநிரல்:

(க) முதற்படத்தில் ஒரு கூர்ப்பட்டகம், அதன் நடுவிலே உட்புகுந்துள்ள பட்டகம் எனும் இரண்டன் நிலைப்படமும், கிடைப்படமும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. கூர்ப்பட்டகத்தில், பட்டகம் உட்புகுந்திருந்தபோதும் இப்படத்தில் தனித்தனியே காட்டப்பட்டுள்ளன. இப்போது படிப்படியாய் அவை உட்புகுந்த நிலையில் தெரியும் பகுதிகள் எவை? தெரியாப் பகுதிகள் எவை?

(கா) முதலில் கூர்ப்பட்டகத்தில் இரண்டு முனைகளாய அ ஆ வழியே (கிடைப் படத்தில்) ஒரு வெட்டுதளம் செல்வதாய்க் கருதிக் கொள்வோம். இந்த வெட்டுதளம் பட்டகத்தை வெட்டுகிறது. அந்த வெட்டுப்பரப்பை நிலைப் படத்தில் வரைவதே முதல்வேலை. பட்டகத்தின் மூன்றுமுனைகளாய கோடுகள் அ ஆ வெட்டுக்கோட்டை வெட்டு மிடங்களாய A, B, C புள்ளிகளின் வழியே செங்குத்துக்கோடுகளைத் தொங்கவிட வேண்டும். அவை கிடைப் படத்தில் தத்தம் கோடுகளில் a, b, c புள்ளிகளை வெட்டுகின்றன. முக்கோணமே பட்டகத்தின் வெட்டு முகமாகும்.

கூர்ப்பட்டகத்தின் தெரியும் முனையை C முனை தொடுகிறது. இதனை 1 (ஒன்று) என்னும் எண்ணால் குறித்துக் கொள்ளலாம். இதனை மேலே உள்ள கிடைப்படத்திற்கு மாற்றினால், கிடைப் படத்து புள்ளியிலேயே அமையும்.. அதனால் அதுவே கிடைப்படத்தின் முதற் புள்ளியாகும்.

கூர்பட்டகத்தின் தெரியாத பின் முனையை a c கோடு வெட்டுமிடத்தை 2 எனக் குறிப்பிடுவோம். இதனை மேலேயுள்ள கிடைப்படத்திற்கு மாற்ற வேண்டும். இரண்டு வழியில் அதனைச் செய்யலாம். அப்புள்ளியின் வழியே செங்குத்துக் கோட்டை மேலே இழுத்து அஃது அ ஆ கோட்டை வெட்டுமிடத்தில் குறிக்கலாம். ஆனால், ஏற்கனவே குறுகிய இடத்தில் பல கோடுகள் வந்து ஒழுங்கின்றிக் கலந்துள்ளன. அதனால், தெளிவு கருதி இப்படத்தில் வேறுமுறை காட்டப்பட்டுள்ளது. 2 புள்ளி வழியே, பட்டகத்தின் முனைக்கு இணையாக ஒரு கோடு வரைந்து அஃது இட ஓரத்தில் வெட்டு மிடத்திலிருந்து மேல்நோக்கிச் செங்குத்துக்கோடு வரைந்து அதிலிருந்து பட்டகத்தின் முனைக்கு இணையாய்க் கோடு ஒன்றனை வரைந்து அஃது அ ஆ இட ஓரத்தில் வெட்டுமித்திலிருந்து மேல்நோக்கிச் செங்குத்துக்கோடு வரைந்து அதிலிருந்து பட்டகத்தின் முனைக்கு இணையாய்க் கோடு ஒன்றனை வரைந்து அஃது அ ஆ கோட்டை வெட்டுமிடத்தில் கிடைப்படத்து 2 புள்ளி குறிக்கப்படுகிறது. பட்டகத்தின்



படம் 159 க, கா, கி, கீ, கு

முகத்திலேயே, கிடைப்படத்திலும் நிலைப்படத்திலும் இக் கோடுகள் செல்வதைக் கவனத்திற்கு கொள்ள வேண்டும்.

இதே போன்று கூர்ப்பட்டகத்தின் தெரியாக்கோடு, நிலைப்படத்தில் கோட்டை வெட்டுமிடத்தை 3 என்று குறிப்பிடலாம். இதன் வீழத்தையும் மேலே கண்ட முறையில் கிடைப்படத்திற்கு மாற்றிக் கிடைப்பட 3 குறிக்கலாம்.

இப்படத்தில் கவனிக்க வேண்டும் செய்தி ஒன்றுண்டு. புள்ளி சரியாய்ப் பட்டகத்தின் முனையும், கூர்ப்பட்டகத்தின் முனையும் சந்திக்கும் இடத்தில் உள்ளது. அவ்வாறின்றிப் பட்டகத்தின் முனை கூர்பட்டகத்தை விட்டுச் சற்றே பிதுங்கி இருப்பதாய் வைத்துக்கொள்வோம். அப்பொழுது கூர்பட்டகத்தின் தெரியும்முனை, a c கோட்டையும், a b கோட்டையும் வெட்டும். அப்பொழுது இரண்டு புள்ளிகள் கிடைக்கும். இங்கு அவ்வாறில்லை; இரண்டு முனைகளும் சந்திப்பதால் ஒரே புள்ளி மட்டும் கிடைத்துள்ளது.

கி) கிடைப்படத்தைக் காண்க. இதில் கூர்பட்டகத்தின் இன்னொரு முனையான இ ஈ வழியே இன்னொரு வெட்டுதளம் கற்பித்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இவ்வெட்டு தளக்கோடு பட்டகத்தின் முனைகளாய A, B, C கோடுகள் வெட்டுமிடங்களில் புள்ளிகள் குறிக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் வழியே செங்குத்துக் கோடுகள் வரைந்தால் அவை நிலைப்படத்தில் தத்தம் கோடு a, b, c புள்ளிகளில் வெட்டுகின்றன. முக்கோணமே பட்டகத்தின் புதிய வெட்டுமுகம் ஆகும்.

கூர்ப்பட்டகத்தின் இடமுனை a b கோட்டை வெட்டுமிடத்தை 5 என்றும் a c கோட்டை வெட்டுமிடத்தை 6 என்றும் குறிக்கலாம். கூர்ப்பட்டகத்தின் வலமுனை கோட்டை வெட்டுமிடத்தை 7 என்றும், b c கோட்டை வெட்டுமிடத்தை 8 என்றும் குறிக்கலாம். 5, 6, 7, 8 புள்ளிகள் வழியே செங்குத்துக் கோடு வரைந்து, கிடைப்படத்தில் இ ஈ கோட்டை வெட்டுமிடங்களில் 5, 6, 7, 8 புள்ளிகளைக் குறித்துக் கொள்ளலாம்.

கீ) இப்பொழுது நிலைப்படத்தைக் காண்க. பட்டகத்தின் அடிமுனை உ ஊ வழியாய் வெட்டுதளம் ஒன்றனைக் கருதிக் கொள்ளலாம். உ ஊ கோட்டைக் கூர்ப்பட்டகத்தின் நான்கு முனைகளும் வெட்டுமிடங்களின் வழியே செங்குத்துக் கோடுகள் வரைந்து, அவற்றின் கிடைவீழங்கள் குறிக்கப்படுகின்றன. கிடைப்படத்தில் இடப்பக்க முனைகளில் கிடைக்கும் மேற்கண்ட புள்ளிகளை இணைக்கும் கோடு பட்டகத்தின்

வெட்டு புள்ளிகளை வீழ்த்தி இணைக்க வேண்டும். இப் படத்தின் வட்டத்தை எட்டாகப் பிரித்துக் கோடுகள் வரையப்பட்டுள்ளன. எவ்வளவு அதிகமாகப் பிரித்துக் கொள்கிறோமோ, அவ்வளவு அதிகமான புள்ளிகள் கிடைக்கும்; வளைவுகள் வரைதலும் எளிதாகும்.

கூம்பின் நிலைப்படத்தில் வெட்டுதளம், ஆக்கிகளை (Generators) வெட்டுமிடங்களைக் கிடைவீழலுக்கு வீழ்த்தப்பட்டு அவை இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

வெட்டு தளத்திற்கு இணையாய் ஒரு துணைத்தளம் கற்பித்துக் கொண்டு, அதில் ஒரு துணைப்படம் வீழ்த்தப்பட்டுள்ளது. இதற்குரிய அளவுகள் கிடைப்படத்திலிருந்து எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டுள்ளன. இது மையக் கோட்டிற்கு இருபக்கமும் சமமாய் உள்ள படம். அதனால், கிடைப்படத்து மையக் கோட்டிலிருந்து . இருபக்க உளவுகளையும் அளந்து புதிய துணைப்படத்தில் வைத்துப் புள்ளிகளைப் பெறலாம்.

இதனில் இரண்டு நீள்வட்டங்கள் கிடைத்துள்ளன. ஒன்று பீடத்தின் வீழல்; இரண்டாம் வெட்டு முகத்தின் தோற்றம். இது சமமாக முட்டை வடிவமாகும். கூம்பின் இரண்டு ஓரங்களையும் வரைதற்கு, மேற்கண்ட இரண்டு வளைவுக் கோடுகளையும் அவற்றின் தொடுகோட்டுப் புள்ளியில் இணைக்க வேண்டும்.

இப்பக்கப் படத்தில் பீடத்தின் அடிமுனை தெரியாது. அது புள்ளிக் கோட்டால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. B முனையை வெட்டுமிடத்தை 9 என்று குறிக்கலாம். வலப்பக்க முனைகளில கிடைக்கும் புள்ளிகளை இணைக்கும் கோடு பட்டகத்தின் B முனையை வெட்டுமிடத்தை 10 என்று குறிக்கலாம். இந்த 9, 10 புள்ளிகளின் வழியே செங்குத்துக் கோட்டைத் தொங்கவிட்டு, நிலைவீழத்தில் உ ஊ கோட்டை வெட்டுமிடங்களில் 9, 10 புள்ளிகளைக் குறித்துக் கொள்ளலாம்.

கு) இப்போது எல்லாப் புள்ளிகளும் கிடைத்துவிட்டன. இவற்றில் 1, 9, 6, 7, 8, ஆகிய புள்ளிகள் மட்டும் நிலைவீழத்தில் தெரியும் ; அவற்றை நிரல்பட இணைத்துக் கொள்ளலாம்.

கிடைப்படத்தில் 1, 6, 3, 7 புள்ளிகள் வெளியே தெரியும். அவற்றை இணைத்துக் கொள்ளலாம். 8, 10, 4, 5, 9 முதலானவை கண்ணுக்குத் தெரியா. அவற்றைப் பட்டகத்தின் பகுதியே மறைக்கிறது. எனினும், அவை பட்டகமும், கூர்ப்பட்டகமும் சந்திக்கும் புள்ளிகளாகும். அவற்றைப் புள்ளிக் கோட்டால் இணைத்துக்காட்ட வேண்டிய அவசியமில்லை. எனினும், ஆர்வம் கருதி இங்கே காட்டப்பட்டுள்ளது.

இரண்டு கூர்பட்டகங்கள் ஒன்றில் ஒன்று உட்புகுதல்:

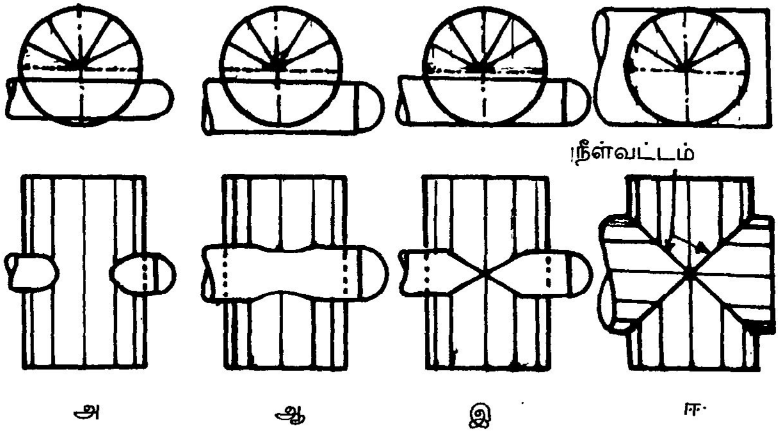
160 ஆம் படத்தில் இரண்டு கூர்ப்பட்டகங்களின் நிலைவீழமும், கிடைவீழமும் காட்டப்பட்டுள்ளன. மேலே கூறிய முறையிலேயே, இரண்டற்குமுள்ள பொதுக் கோடுகளை வரையவேண்டும். இறுதித் தோற்றம் எவ்வாறிருக்குமென்பதையும் படத்திற் காணலாம். வரைநிரலும், இடைப்படங்களும் இல்லை. மாணவர்களே முயன்று பார்க்கலாம்.

படம் 160 *காண்க பக்கம் 185*

இரண்டு உருளைகள் உட்புகுதல்:

ஒரு பெரிய உருளையில், ஒரு சிறிய உருளை உட்புகுவதாய் வைத்துக் கொள்வோம். பொதுவாய் அவற்றை நான்காகப் பிரிக்கலாம்.

161 ஆம் படத்தில் அத்தகைய தோற்றங்களைக் காணலாம்.



படம் 161

(அ) பெரிய உருளையில், சிறிய உருளை முழுதுமாய் உட்புகுந்துள்ளது. சிறிய உருளையின் தோற்றம் இரண்டு பக்கங்களிலும் இரண்டு பிறைகளாகத் தோன்றுகின்றன.

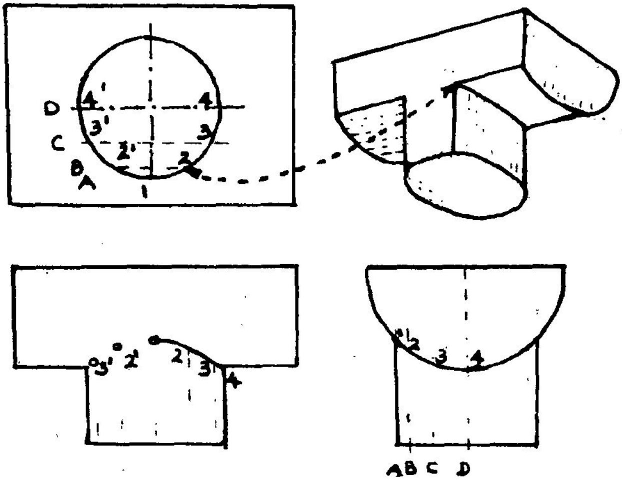
(ஆ) பெரிய உருளையில், சிறிய உருளையின் ஒரு பகுதி மட்டும் உட்புகுந்துள்ளது. சிறிய உருளையின் மேற்பகுதியில் ஒருவளைவும், கீழ்ப்பகுதியில் ஒரு வளைவும் தெரிகின்றன.

(இ) பெரிய உருளையின் ஒருமுனையில் சிறிய உருளையின் வெளிமுனை ஒன்றாய் அமைந்துள்ளபோது, எட்டுப்போன்ற இருவளைவு வடிவம் தெரிகிறது.

(ஈ) இரண்டு சமவிட்ட உருளைகள் சமமாய் ஒன்றுக்குள் ஒன்று நுழைந்துள்ளபோது, X வடிவம் கிடைக்கும். நிலைவீழத்தில் அவை நேர்க்கோடாய்த் தெரிந்தாலும், அவை உண்மையில் நீள்வட்டங்களாகும்.

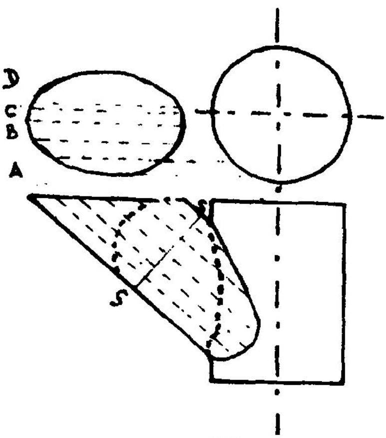
உருளைகளின் உட்புகுவுக் கணக்குகள்: இரண்டு உருளைகளின் வட்டங்களையும் அவற்றின் முனைகளில் வரைந்து, அவற்றைப் பல பகுதிகளாகப் பகிர்ந்து, அவற்றின் வழியே நேர்க்கோடுகள் வரைந்து, அவை முறையே, ஒன்றனுக்கொன்று பொருத்தமாய் கோடுகளை வெட்டிக் கொள்ளும் இடங்களில் புள்ளிகளைக் குறித்து, அவற்றை மென்மையான வளைவுகளால் இணைக்க வேண்டும்.

கிடைப்படத்தையோ, பக்கப்படத்தையோ வரைந்து அதிலிருந்து நிலைப்படத்து வளைவுகளை வரையலாம்.



படம் 162

ஒரு பெரிய உருளையில், ஒரு சிறிய உருளை வந்திணையும்போது உண்டாக்கும் தோற்றத்தை 162 ஆம் படத்திற் காணலாம். படமே வரைமுறையே எளிதாகக் கூறுகிறது. A, B, C, D போன்ற வெட்டு தளங்களை அனுமானித்துக் கொண்டு அவற்றில் இரண்டடிற்குமாய பொதுப்புள்ளிகளை வீழ்த்தி (நிலைப்படத்தில் 1, 2, 3, 4,) அவற்றை மென்மையான வளைவுக் கோட்டால் இணைத்தல் போதும். B வெட்டு தளத்திற்கு நேரான சமளவீழல் ஒன்று வெட்டு தளத்தின் கொள்கையைக் காட்டுதற்காக வரைந்து காட்டப்பட்டுள்ளது.



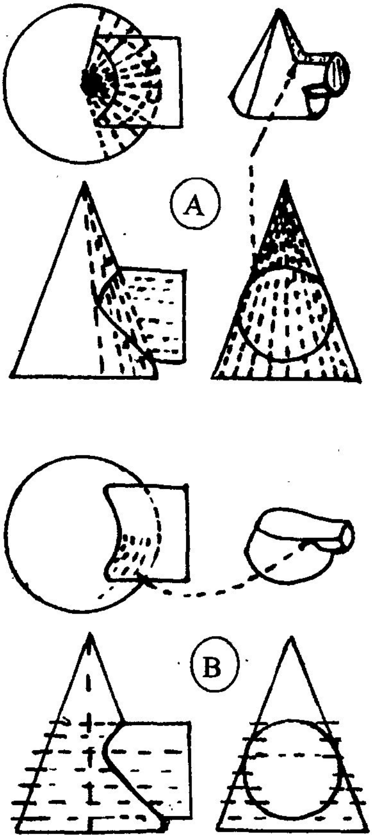
படம் 163
உருளையில் சாய்வாகப் புகுதல்

163 ஆம் படத்தில் ஒரு பெரிய உருளையில் ஒரு சிறிய உருளை சாய்வாய் இணையும் விதம் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதனில் முதலில் கிடைப் படம் வரைந்து கொள்ளப்படுகிறது. அதிலிருந்து நிலைப்படம் வீழ்த்தப்படுகிறது. இதிலும் பல

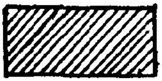
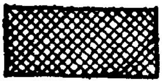
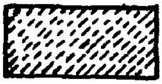
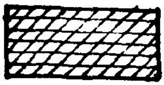
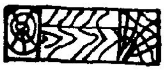
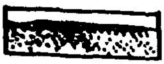
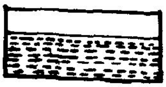
வெட்டுதளங்கள் அனுமானிக்கப்படுகின்றன. A, B, C, D தளங்களின் மூலம், உருளையின் நான்கு புள்ளிகள் வரையறுக்கப்படுகின்றன. இடையில் வரும் புள்ளிகளுக்காக, இன்னும் பல வெட்டுதளங்கள் கற்பித்துக் கொள்ளப்படுகின்றன.

கூம்பும் உருளையும்

கூம்பும் உருளையும் இணையும் படங்களிலும் வெட்டுதள முறையில் எளிதில் வரையலாம். 164A படத்தில் கூம்பையும் உருளையையும் மேலிருந்து கீழாய் மையம் வழியே வெட்டுதல் போன்ற வெட்டுத் தோற்றங்கள் அனுமானிக்கப்பட்டுள்ளன.



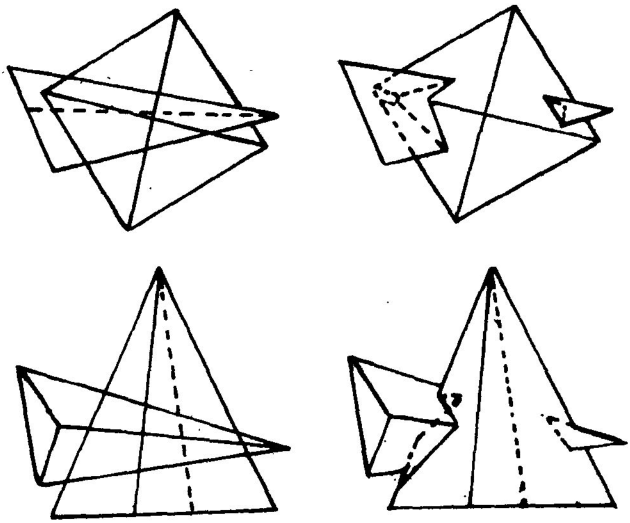
படம் 164 கூர் உருளையில் உருளை புகுதல்

உலோகங்கள்		எஃகு, இரும்பு, செம்பு அதன் கலவைக அலுமினியம், அதன் கலவைகள்
		ஈயம், துத்தநாகம், தகரம்
காப்புப் பொருட்கள்		கண்ணாடி, பீங்கான் மட்பொருள், சலவைக் கல், கடப்பைக்கல் சிலேட்டுக்கல்
		கல்நார், இழை, செயற்கைக் கோந்துகள் தாள், தக்கை, தோல் லினோவியம், ரப்பர், மெழுகு
கட்டடப் பொருட்கள்		மரம், ஒட்டுப் பலகை
		மண், கருங்கல் தரை
	பக்கம் 186	செங்கல், கருங்கல் கற்காரைக் கட்டிடங்கள்
நீர்மம்		தண்ணீர், எண்ணெய் பெட்ரோல்

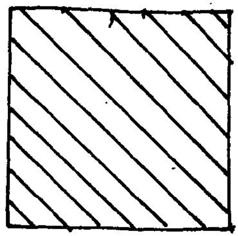
படம் 165 வெட்டுத் தளம்

164B படத்தில் கிடைமட்டத்தில் பல வெட்டுதளங்கள் கற்பித்துக் கொள்ளப் பட்டுள்ளன. படத்தைப் பார்த்தாலே செய்முறைகள் எளிதில் விளங்கும்.

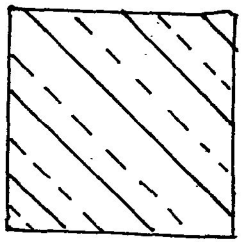
வெட்டுத் தோற்றம் : பொறியியலில் புழங்கும் பலவகைப் பொருள்கள் வெட்டுத் தோற்றத்தில் எவ்வாறு காட்டப்பட வேண்டுமென்பதனை 165 ஆம் படத்திற் காணலாம். இஃது இந்தியச் செந்தரக்கழகத்தின் அய்.எஸ் 696-1972 சுவடியில் இருந்தது. இச்சுவடி திரும்பப் பெற்றுக் கொள்ளப்பட்டு Engineecing Drawing Practice for schools and colleges என்ற சிறப்பு வெளியீடு வெளிவந்துள்ளது.



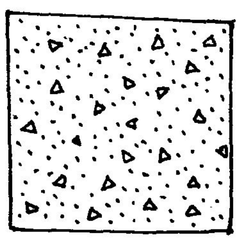
படம 160



செங்கல்
கட்டடம்



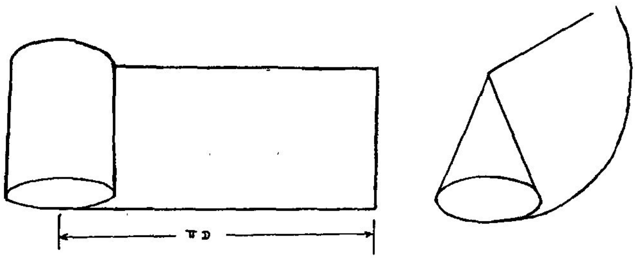
கருங்கல்
கட்டடம்



கற்காரை

6 விரித்தல்

பொறியியலில் பல இடங்களில் பொருள்களின் புறப்பரப்புகள் தேவைப்படுகின்றன. அட்டைப்பெட்டிகள், தகரக்குழாய்கள் போன்ற பரவலான தகடுகளில் வெட்டி இணைக்கப் படுகின்றன. பொருள்களின் உருவத்தை விரித்துப் பரப்புகளாய் மாற்ற வேண்டுவது முதற் பணியாகும்.



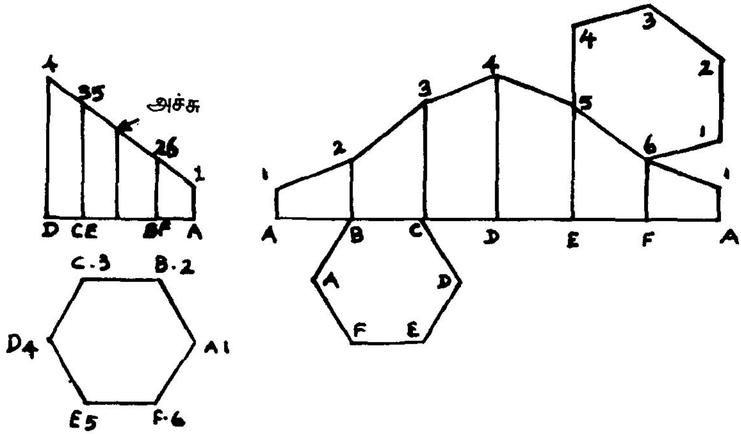
படம் 166 உருளையும் கூம்பும் விரிகின்றன

ஒரு பொருளின் புறப்பரப்புகளை விரித்து வைத்தல் விரித்தல் (Development) எனப்படும். 166 ஆம் படம் காண்க. இதில் ஓர் உருளையை விரித்துவைத்தலும் ஒரு கூம்பை விரித்து வைத்தலும் காட்சிப் படங்களாகக் காட்டப்பட்டுள்ளன. ஓர் உருளையை விரித்தால் அதன் உயரத்தை அகலமாகவும் சுற்றளவை நீளமாகவும் கொண்ட சமதளம் கிடைக்கும். மேல் மூடியும், கீழ்ப்பீடமும் இரண்டு தனித்தனி வட்டங்களாயிருக்கும். கூம்பினை விரித்தால் ஒரு வட்டக் கோணப்பகுதியாய் இருக்கும். வட்டக்கோணப் பகுதியின் இருமுனைகளும், கூம்பின் சாய்வு தூரமாயிருக்கும்; பீடம் தனி வட்டமாகவும் இருக்கும்.

விரித்தலில் கவனிக்கவேண்டுவது என்னவெனில், பொருளின் புறப்பரப்புகளின் அசல் நீள அகலங்கள் தெரிய வேண்டும்.

தலையிலா அறுகரப் பட்டகம்:

167 ஆம் படத்தைக் காண்க. தலையிலா அறுகரப்பட்டகம் ஒன்றன் விரிப்பினைக் காணலாம். அறுகரப் பட்டகத்தின் நிலைவீழம் காட்டப்பட்டுள்ளது. அதன் பக்கங்கள் சமஅளவு உடையன. ஒவ்வொரு பக்கமும், ஒன்றனுக் கொன்று இணையாயுள்ள அவற்றின் இருபக்கங்களாலும் சூழப்பட்டன. அடிப்பக்கம் கிடைமட்டமாயுள்ளது. மேற்பக்கம் மட்டும் சாய்வாயிருக்கிறது. மேற்பக்கத்தின் சாய்வு சீரானதன்று (not uniform). பக்கங்களின் அமைவுக் கேற்பச் சாய்வு மாறும். இதில் பக்கங்களின் அகலத்தை ஒன்றன் பின் ஒன்றாக வைத்து, A B C



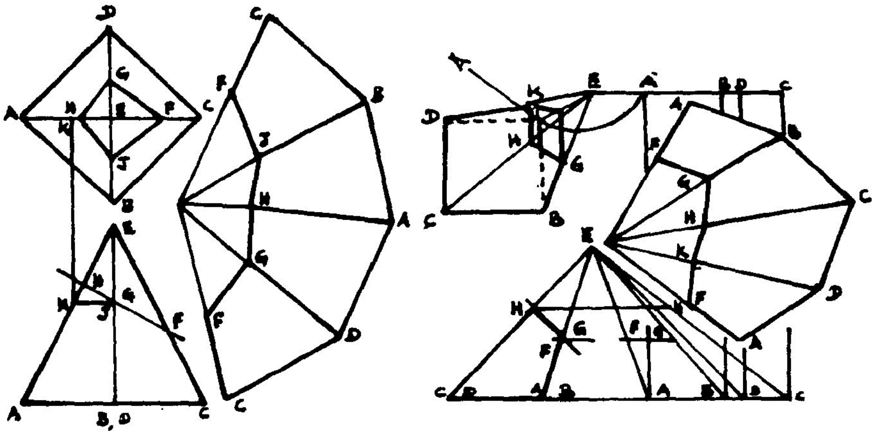
படம் 167 தலையிலாப் பட்டகம்

D E F A கோட்டை முதலில் வரைந்து கொள்ளலாம். அப்புள்ளிகளின் செங்குத்துக்கோடுகளை நீட்டி, நிலைப்படத்தில் உள்ள ஓரங்களின் நீளங்களை அந்தந்தப் புள்ளியிற்குறிக்க வேண்டும். இனி அடுத்தடுத்துள்ள இப் புள்ளிகளை நேர் கோட்டால் இணைக்கவேண்டும். நிலைப் படத்தின், ஓரங்கள் அதனதன் அசல் நீளத்தில் உள்ளதென்ற உண்மை, இங்குப் பயன் படுத்தப்பட்டுள்ளது.

பட்டகத்தின் பீடப்பகுதியின் பரப்பினைப் பெற நேராகக் கீழே ஒரு வீழல் A B C D E F A வரைந்து கொள்ள வேண்டும். பட்டகத்தின் மூடிய பகுதியை வரைய, 1-4 என்ற வெட்டுக் கோட்டிற்குச் செங்குத்தாய் ஒரு புதிய வீழம் 1234561 வரைந்து கொள்ள வேண்டும். மேற்பரப்பினையும், கீழ்ப்பரப்பினையும் பக்க விரிப்புடன் ஒட்டி வரையலாம்.

தலையிலாக் கூர்பட்டகம்:- 168 ஆம் படத்தில் ஒரு நேர்த் தலையிலாக் கூர்பட்டகத்தின் விரிப்பும் சாய்வுக் கூர்பட்டகத்தின் விரிப்பும் காட்டப்பட்டுள்ளன. இவை சதுரக் கூர்ப் பட்டகங்கள். கூர்பட்டகத்தைத் தலையுடன் கருதிக் கொள்ளவேண்டும். இல்லாத முகட்டைக் கற்பித்துக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். நிலைப்படத்தில் இது நேர்ப்பட்டக மாதலால் ஓரத்தில் நீளங்கள் சமமாயிருக்கும். நிலைவீழத்தில் இடப்பக்கம் அல்லது வலப்பக்கம் உள்ள ஓரம் அதன் அசல் நீளத்தைத் தரும். கிடைப்படத்தில் அதன் பீட ஓரங்களின் அசல் நீளம் கிடைக்கும்.

முதலில் ஏதாவது ஓர் ஓரத்திலிருந்து தொடங்க வேண்டும். முதலில் CED பக்கத்தை வரைந்து கொள்ளலாம். அதன் மேலேயே DEA பக்கம்; அதனை ஒட்டி AEB; அடுத்து BEC ; முழுக் கூர்ப்பட்டகத்தின் விரிப்புக் கிடைத்துவிட்டது. இதில் தலையிலாப் பகுதியைக் குறிக்க வேண்டும்.



படம் 168 தலையிலாக் கூர்பட்டகம்

இவற்றில் EH, EF இரண்டும் அதன் அசல் நீளங்களில் உள்ளன. அதனால் இத்தூரங்களைக் கவராயத்தில் (Dcviders) எடுத்து, விரிப்பில் குறிக்கலாம். G, J ஆகிய இரண்டு புள்ளிகளின் அசல் நீளம் காண வேண்டும். கிடை வீழலில் J புள்ளியில் தொலைவை வட்டகை (Compass) மூலம் கோட்டிற்கு மாற்றி அதனை K எனக்குறிப்பிடலாம். K வழியே செங்குத்துக்கோடு தொங்க விட்டு நிலைப்படத்தில் K புள்ளியைக் குறிக்கவேண்டும். இது Q, J புள்ளிகளுக்கு நேராய் அமைந்திருக்கும். E K தூரத்தைக் கவராயத்தில் எடுத்து விரிப்பில் EG, EJ புள்ளிகளைக் குறிக்கலாம். f g h j f புள்ளிகளை நீள்கோடுகளால் இணைத்து விரிப்பின் மேல் கோட்டைப் பெறலாம்.

நிலைப்படத்தில் HF கோட்டிற்கு இணையாய் ஒரு துணைத்தளம் அமைத்து அதில் வீழ்த்தினாலும், தலையிலாக் கூர்பட்டகத்தில் மேல் வெட்டு முகத்தின் அசல் பரப்புக்கிடைக்கும். அதிலிருந்து பல்வேறு ஓரங்களின் நீளங்களை விரிப்பிற்கு மாற்றலாம். இதனைவிட முன்னது மிக எளிதான முறையாகும்.

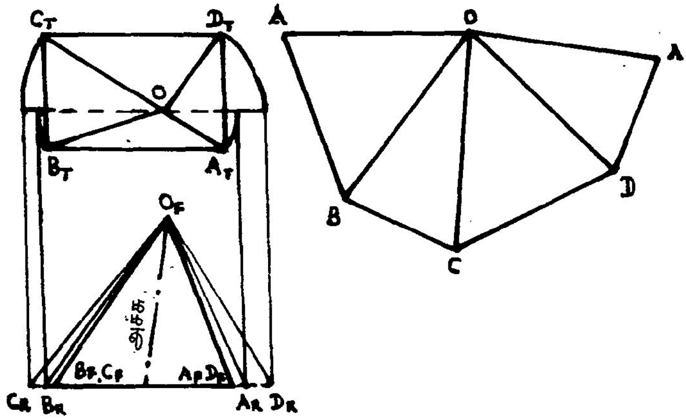
இப்படத்தில் முதலிலேயே கூர்ப்பட்டகத்தின் நிலைப்படம் வரைய, அதன் பீடத்தின் மூலைவிட்டம் அச்சிற்கு இணையாக வைத்துக் கொண்டதால், இரண்டு ஓரங்கள் அசல் நீளம் காட்டுவனவாக அமைந்துவிட்டன. அவ்வாறின்றி பீடத்தின் ஓரம் அச்சிற்குச் செங்குத்தாய் வைத்திருந்தால், ஓர் ஓரம் கூட அதன் அசல் நீளம் காட்டாது.

கிடைப்படத்தில், ஓரங்களின் வீழலை அச்சிற்கு இணையாய்த் திருப்பி, அப்புள்ளியை நிலைப் படத்திற்கு வீழ்த்த வேண்டும். இப்புள்ளியைக் கூர்ப்பட்டக முகட்டுடன் இணைத்தால் அக்கோடு பட்டகத்தின் ஓரத்தின் அசல் நீளம் தரும்.

நிலைப்படத்தில் இப்புள்ளியையும் முகட்டையும் இணைக்கும் கோட்டின் நீளம், அதன் அசல்நீளம் ஆகும். இதுவே மூன்றாம் புள்ளியின் அசல் நீளமும் ஆகும். இதே முறையைப் பயன் படுத்திப் பிற புள்ளிகள் அனைத்தின் அசல் நீளத்தையும் அறியலாம்.

அடுத்து ஒருகோடு வரைந்து, அதில் ஏதாவது ஒரு புள்ளி (எட்டாம் புள்ளி) யின் அசல் நீளத்தைக் குறிக்கவும். எட்டாம் புள்ளியிலிருந்து நாண்தூரத்தை வைத்து வில் ஒன்று மேலும்கீழும் வரையவும். ஒன்பதாம் புள்ளியின் அசல் நீளத்தைக் கவராயத்தில் எடுத்து முகட்டிலிருந்து மேல் வில்லை வெட்டவும். இவ்வெட்டுமிடம் ஒன்பதாம் புள்ளியாகும். இதேபோன்று மேலும், கீழும் தொடர்ந்து எல்லா புள்ளிகளையும் குறிக்கலாம். நாண்நீளம் வட்டகையில் வைத்துக் கொண்டால் இறுதிவரை மாற்ற வேண்டுவதில்லை. உறுப்புகளின் அசல்நீளங்களை மட்டும் கவராயத்தில் அவ்வப்போது அளந்து வைத்துக் கொள்ளலாம்.

169 ஆம் படத்தில் ஒரு சாய்வுக் கூர்பட்டகத்தின் விரிப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது.



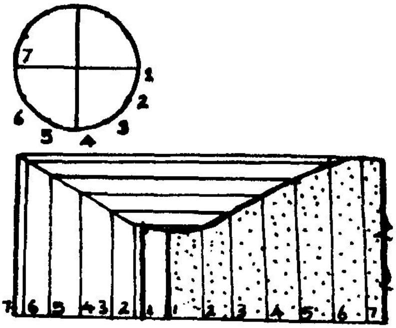
படம் 169 சாய்ந்த கூர்பட்டகம்

சாய்வுக் கூர்பட்டகத்தின் கிடைவீழமும், நிலைவீழமும் வரைந்து கொள்ளப்படுகிறது. கிடைவீழலில் முகட்டின் வழியே (O) ஒரு செங்குத்துக்கோடு வரைந்து கொண்டு OA, OB, OC, OD ஆகிய வீழங்கள் அக்கோட்டிற்குத் திருப்பப்படுகின்றன. இப்புள்ளிகள் நிலை வீழத்திற்கு மாற்றப்படுகின்றன. இப்புள்ளிகளை முகட்டுடன் இணைத்தால் நான்கு ஓரங்களின் அசல் நீளங்களும் கிடைத்து விடும்.

விரிப்பினை வரைய, நிலைப்படத்தில் கிடைத்த அசல் நீளங்களைப் பயன்படுத்தி AOB வரையப்படுகிறது. அதன்மீது ABC வரையப்படுகிறது. அதன்மீது COD வரையப்படுகிறது. இறுதி யாய் DOA வரையப்படுகிறது. OAB′ CDAO விரிப்பின் படமாகும்.

நேர் உருளை : பட்டகம், கூர்ப்பட்டகம் போன்றவற்றில் பல சம தளங்கள் உள்ளன. அவற்றின் அசல் வடிவங்களை ஒன்றன்பின் ஒன்றாகத் தொடர்ச்சியாய் வரைந்தாற் போதும். வளைவுப் பரப்புக் கொண்ட உருளை, கூர் உருளைகளில் இந்த வசதி இல்லை. அதனால், வளைவுத்தளங்களைப் பல சிறிய பகுதிகளாய்ப் பகிர்ந்து கொண்டு, ஒன்றன்பின் ஒன்றாய்த் தொடர்ச்சியாய் வரைய வேண்டும்.

170ஆம் படத்தில் ஒருநேர் உருளையின் விரிப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது; உருளையின் தலை வெட்டப்பட்டுள்ளது. உருளையின் கிடைப்படம் மேலே வரையப்பட்டுள்ளது. அஃது ஒருவட்டம் அந்த வட்டத்தைப் பல பகுதிகளாய்ப் பிரித்துக் கொள்ளப்படுகிறது. கீழே நிலைப்படம் உள்ளது. அதில் பிரிப்புகள் வீழ்த்தப்படுகின்றன.



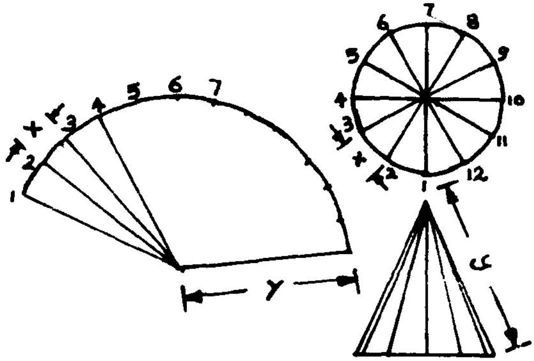
படம் 170
நேர் உருளை

சமஉருளையை விரித்தால் ஒருசெவ்வகமாய் இருக்குமென்பதை அறிவோம். அதன் நீளம் உருளையின் சுற்றளவுக்குச் சமம். அதனால், உருளையின் சுற்றளவுக்குச் சமமான நீளமுள்ள கோட்டை நெடுக வரைந்து கொள்ள வேண்டும். கிடைப்பட வட்டத்தை எத்தனை பகுதிகளாகப் பிரிக்கின்றோமோ அத்தனை பகுதிகளாக, இக்கோட்டையும் பகிர்ந்து அவற்றில் செங்குத்துக்கோடுகள் வரைந்து கொள்ள வேண்டும். இக்கோடுகளை எண்ணிக் கொண்டு, நிலைப்படத்திலிருந்து அந்தந்த எண்களிட்ட கோடுகளின் உயரங்களை விரிப்பிற்கு வீழ்த்த வேண்டும். ஒவ்வொரு கோடுகளின் உயரத்தையும் குறித்துக் கொண்டு, அப்புள்ளிகளையும் ஒரு மென்மையான கோட்டால் இணைக்க வேண்டும். படத்தில் பாதிப் பகுதியின் விரிப்பு வரைந்து காட்டப்பட்டுள்ளது.

உருளையின் சுற்றளவு வரைவதில் கவனிக்க வேண்டிய குறிப்பு ஒன்றுண்டு. வட்டத்தைப் பல பகுதிகளாகப் பிரிக்கின்றோம். பிரிப்பு எண்ணிக்கை கூடக்கூடச் சிறிய துண்டின் நீளம் குறைகிறது. அப்போது அதன் வளைவு நீளமும், நாண் நீளமும் கிட்டத்தட்டச் சமமாக இருக்கும். அதனால் விரிப்பிற்குரிய பீடக்கோட்டில் இச்சிறு துண்டுகளின் நீளங்களை கவராயம் (deviders) மூலம் எடுத்து வைத்துக் கொள்ளலாம். அப்புள்ளிகள் வழியே செங்குத்துக் கோடுகள் வரைந்து கொள்ளலாம்.

சாய்வு உருளைகள் தலைவெட்டப்பட்ட உருளை போன்றதேயாகும். இதன் இருபக்கமும் வெட்டப்பட்டிருக்கும். சாய்வு உருளையின் விரிவுகள் வரைய, அதன் வெட்டுமுகம் நேர்க்கோடாகத் தெரியக்கூடிய ஒரு துணைவீழத்தை வரைந்து கொண்டு அதிலிருந்து விரிக்கலாம்.

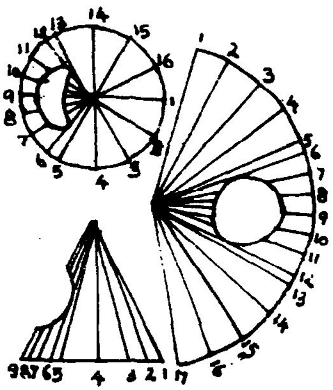
கூம்பு : கூம்பின் விரிப்பு ஒன்றனை 171ஆம் படத்திற் காணலாம். கூம்பினை விரித்தால் வட்டக்கோணப் பகுதியாய் இருக்குமென்பதை அறிவோம். வரையும் முறை காண்போம். கூம்பின் கிடைப்படம் வட்டமாக இருக்கும். இதனைப் பல சமபாகங்களாகப் பிரித்து எண்ணிட்டுக் கொள்கிறோம். அவற்றுள் ஒரு துண்டின் நீளம் x என வைத்துக் கொள்ளலாம்.



படம் 171 கூம்பு

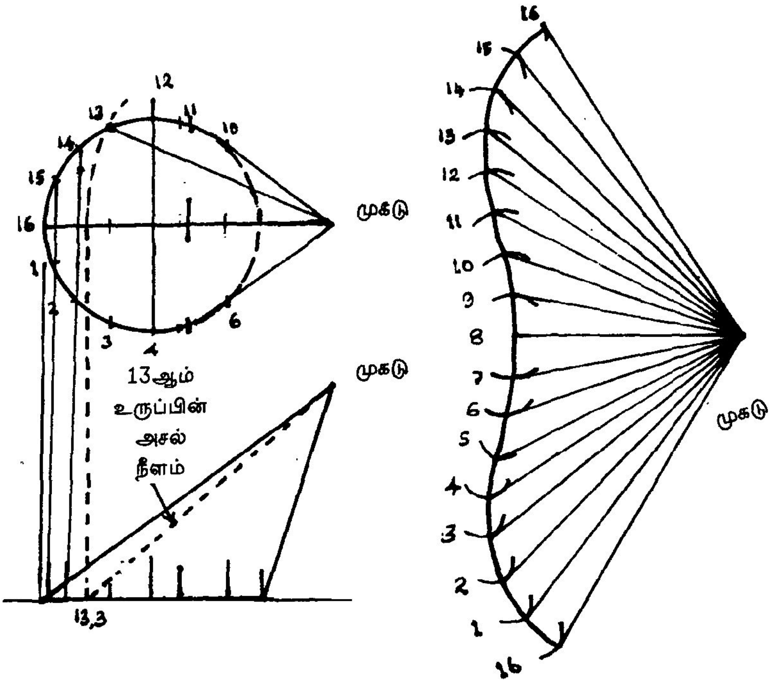
நிலைப்படத்தின் தூம்பின் சாய்வுப் பரப்பின் அசல் நீளம் கிடைக்கிறது. இதனை y என வைத்துக் கொள்வோம். x நீளத்தை ஆரமாக வைத்து சுமாரான முக்கால் வட்டம் ஒன்று வரைய வேண்டும். அச்சுற்றளவில் ஒருமுனையிலிருந்து x தூரங்களை, எத்தனை பாகமாகப் பிரித்தோமோ அத்தனை தடவை, அடுத்தடுத்துச் சுற்றளவில் வைக்க வேண்டும். முதற் புள்ளியையும், இறுதிப் புள்ளியையும் மையத்துடன் இணைத்து விட்டால் கூம்பின் விரிப்புக் கிடைத்துவிடும். கூம்பின் விரிப்புப் பல முக்கோணங்களை அடுத்தடுத்து வைத்ததாகக் கொள்ளலாம்.

ஒரு கூம்பில், ஓர் உருளை துளைத் துள்ளதென்று வைத்துக் கொள்வோம். அதன் விரிப்பு எவ்வாறு இருக்குமென்பதை 172ஆம் படத்திற் காணலாம்.



படம் 172
உருளை துளைத்த கூம்பு

சாய்வுக் கூம்பு : சாய்வுக் கூம்பு ஒன்றன் விரிப்பு வரைதலை 173ஆம் படத்திற் காணலாம். நேர்க்கூம்புகளின் இருபக்கச் சீர்மை, வரைதலை எளிதாக்கியது. சாய்வுக் கூம்பில் அந்த வசதி இல்லை. ஒவ்வொரு உருப்பின் அசல் நீளத்தையும் கண்டுபிடித்தாக வேண்டும்.



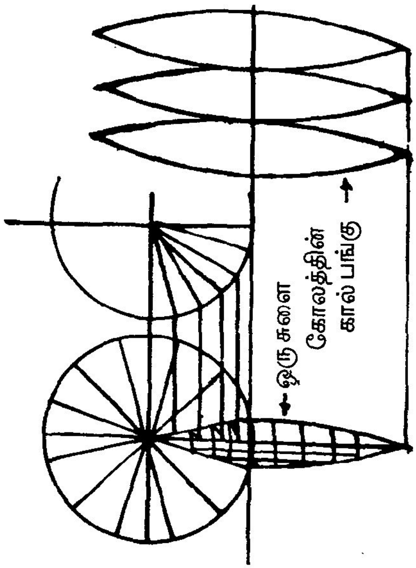
படம் 173 சாய்வுக் கூம்பு

படத்தில் நிலைப்படமும், கிடைப்படமும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. கிடைப்படத்தில் கூம்பின் வட்டத்தை 16 அல்லது வசதியான எண்ணிக்கையில் பிரித்துக் கொள்ள வேண்டும். 16ஆம் புள்ளி, எட்டாம்புள்ளி இரண்டும் கிடைக்கோட்டில், அஃதாவது நிலைத்தளத்திற்கு இணையாய் உள்ளன. அதனால், அவைகளை நிலைப்படத்தில் காட்டும் ஓரக்கோடுகள் இரண்டு மட்டும் அசல் நீளத்தில் உள்ளன. பிற புள்ளிகளின் அசல் நீளங்களைக் கண்டாக வேண்டும்.

13ஆம் புள்ளியின் அசல்நீளம் காணும் முறையைப் படத்திற் காணலாம். முகட்டிலிருந்து 13ஆம் புள்ளியுள்ள தூரத்தைக் கவராயத்தில் எடுத்து, முக்டு வழியே செல்லும் கிடைக் கோட்டிற்கு மாற்ற வேண்டும். இப்புதிய புள்ளியை நிலைப்படத்திற்கு மாற்ற வேண்டும்.

இருவளைவு தளங்கள் : 174ஆம் படம் காண்க: பக்கம் 200

கோப்பை போன்ற உருவம் ஒன்றனைக் காணலாம். பொறியியலில் இத்தகைய உருவங்களை அச்சுவார்க்க, போலிகை உரு அமைக்க வேண்டும். அதற்கு வெட்டுப்பலகைகள் உருவாக்கும் விதத்தினைப் படம் விளக்கு கிறது. உருவத்தைச் செங்குத்தாகவும், குறுக் காகவும் வெட்டினால் எவ்வாறு இருக் குமோ, அவ்வாறு பலகைகளில் வெட்டி வைத்து வார்ப்புறு செய்தல் வழக்கம். பொறி யியலில் இதுபோன்ற உருவங்கள் செய்ய வேண்டிய அவசியம் அடிக்கடி தோன்ற லாம்.



படம் 175
கோளம்

இருவளைவு தளத்திற்குச் சரியான சான்று கோளமாகும். இருவளைவு தளங் களை விரிக்க மிகச்சரியான (accurate) முறை எதுவும் இல்லை. இரண்டு தோராய முறை களே உள்ளன. ஒன்று மண்டல முறை; மற் றது சுளை முறை.

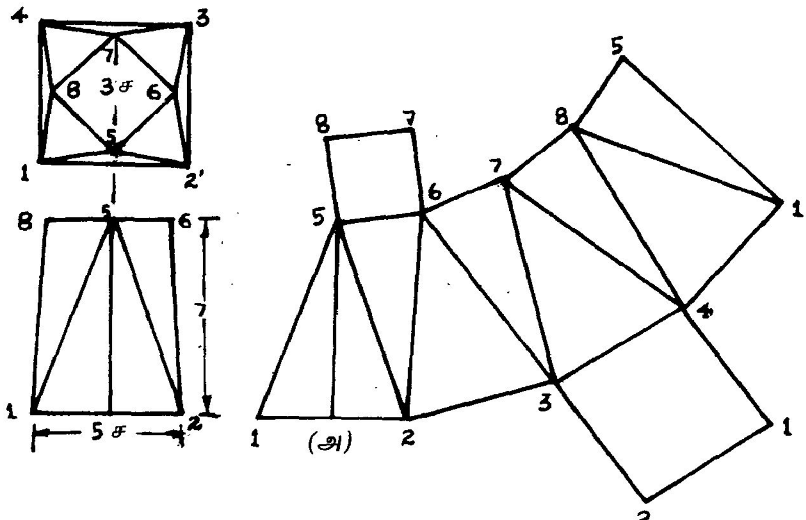
மண்டலமுறையில், கோளம் பல மண் டலங்களாகக் கிடைக்கோடுகளால் பகிர்ந்து கொள்ளப் படுகிறது. ஒவ்வொரு மண்டல மும், ஒரு பெரிய கோணத்தின் அடிப்பகுதி யாய்க் கருதப்படுகிறது. அதனால், கூம்பினை விரிப்பது போன்று விரித்த அதன் அடிப் பகுதியைப் பெறலாம். இதில் எல்லா அளவு களும் அவற்றின் அசல் நீளங்களே என்பதை நினைவிற் கொள்ள வேண்டும்.

ஆரஞ்சு பழத்தின் சுளைகளைப் போன்று கோளத்தின் பகுதிகளைப் பகிர்ந்து கொள்வதால் இதனைச் சுளை முறை என்பர். ஒவ்வொரு சுளையையும் பல பாகங்களாகப் பகிர்ந்துகொண்டு, அதனை ஆரக்காலுக்குச் சுழற்றி, அசல் அளவுகளைக் குறிக்கலாம். கோளத்தின் நாண் தூரங்களை அளந்து, ஒன்றன்கீழ் ஒன்றாக வைத்துக் கோளத்தின் விட்டம் நீளவாக்கில் பெறப்படுகிறது. சுளையின் நீளமும், அகலமும் அதனதன் அசல் நீளங்களில் வரையப்பட்டு விரிப்பு நிறைவு செய்யப்படுகிறது.

கோளத்தை எவ்வளவு அதிகமான பாகங்களாகப் பிரித்துக் கொள்கிறோமோ, விரிப்பு அவ்வளவு சரியாயிருக்கும்.

செய்த கணக்குகள் :

1) 8 முக்கோண சமதளங்களாலும், பீடமும், மூடியும் கொண்ட உருவம் ஒன்றன் கிடைப்படம், நிலைப்படம் அதன் விரிப்புக் காண்க (படம் 176).

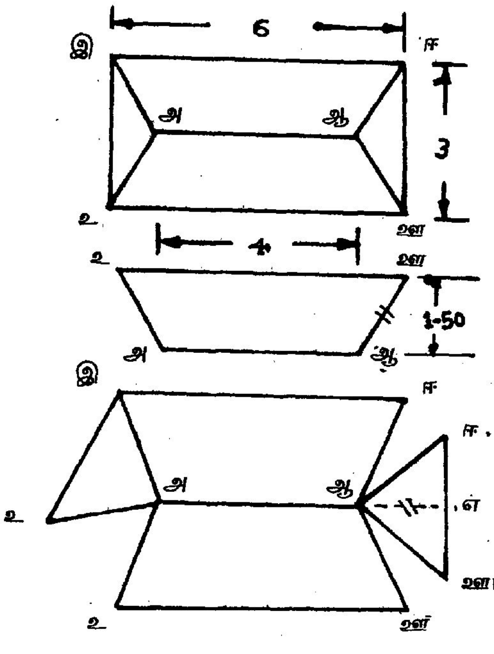


படம் - 176

குறிப்பு: 2, 6, 3 முக்கோணத்தின் பீடம் தெரியும். நிலைத்தளத்தில் 2, 6 கோட்டின் நீளமே, அதன் உயரம் (அ5) ஆகும். இந்த முக்கோணத்தை வரைந்ததும், 1-5,

2-5 கோடுகளின் அசல் நீளம் கிடைத்து விடுகிறது. தொடர்ந்து படத்தில் கண்டுள்ளவாறு விரிப்பினை வரையலாம். ஓர் அலகு 1 செ.மீ எனக் கொள்க.

2) ஒரு தண்ணீர்த் தொட்டியின் கிடைப்படமும், நிலைப்படமும், அதன் விரிப்பும் காண்க (படம் 177).

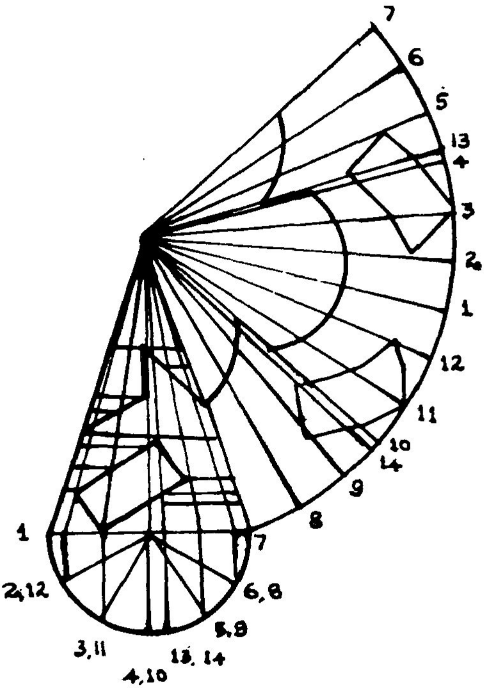


படம் 177

குறிப்பு : இதில் அ ஆ, இ ஈ, உ ஊ, இ உ, ஈ ஊ ஆகியவை கிடைப்படத்தில் அசல் நீளம் காட்டுகின்றன. நிலைப்படத்தில் ஆ ஊ கோடு ஆ ஈ ஊ முக்கோணத்தின்

உயரமாகும். அதனால், விரிப்பில் ஆ ஊ = ஆ எ எனக்கொண்டு ஆ ஈ ஊ முக்கோணத்தை வரைந்து கொள்ளலாம். ஆ ஈ = அ இ = அ உ = ஆ ஊ ஆகும். அதனால், எல்லா விரிப்புகளையும் வரையலாம். இடப்பக்கம் காட்டியது போல முக்கோணத் துண்டினைப், பெருந்துண்டினை ஒட்டி வரைதல் நல்லது.

3. ஒரு கூம்பின் தலை, இரண்டு தளங்களில் வெட்டப்பட்டுள்ளது; கீழ்ப்பகுதியில் ஒரு செவ்வகத் துளையும் போடப்பட்டுள்ளது. அதன் விரிப்பினைக் காண்க (படம் 178).

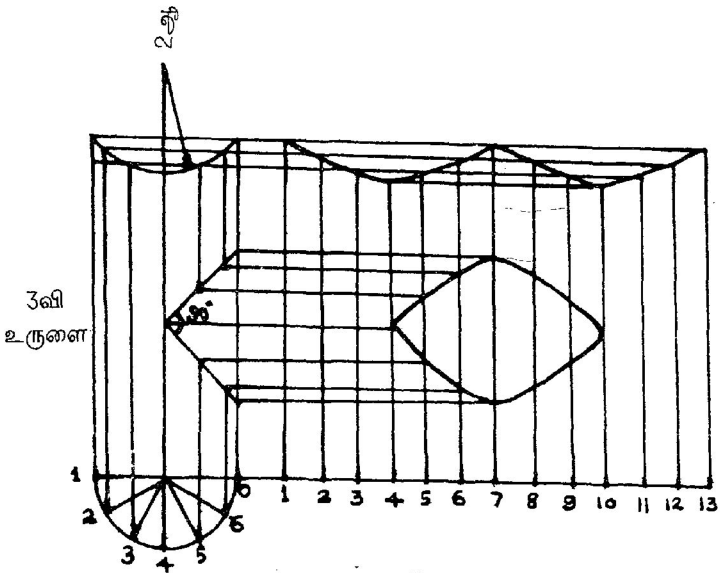


படம் 178

குறிப்பு : கூம்பினைப் பல ஆக்கிகளாகப் பகுத்துக் கொண்டு, ஆக்கியின் நீளத்தை ஓரத்திற்கு மாற்றி, அசல்நீளம் கண்டுபிடித்து, விரிப்பில் அவை குறிக்கப் படுகின்றன. செவ்வகமும் அவ்வாறே குறிக்கப்படுகிறது.

4. ஓர் உருளையின் விரிப்பு : (படம் 179).

தலையிலும், இடையிலும் உள்ள வெட்டுகளை வரைதலைப் படமே விளக்குகிறது.

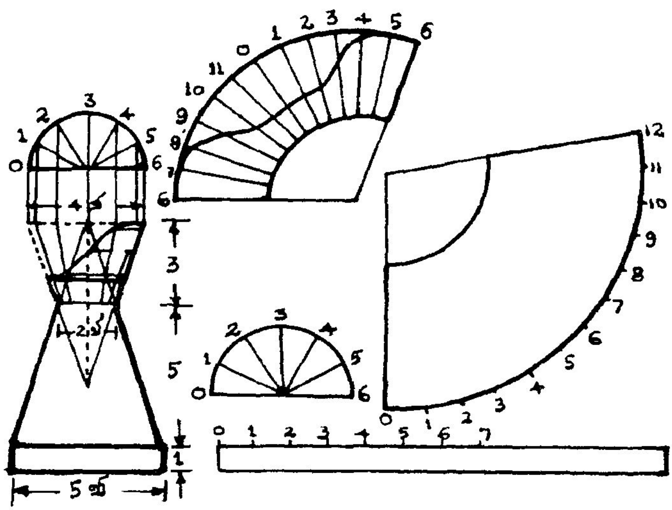


படம் 179

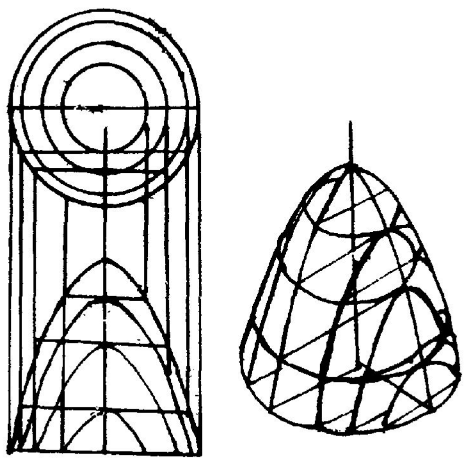
5. ஒரு மண்ணெண்ணெய்க்கலத்தின் விரிப்பினைப் படத்திற் காணலாம் (படம் 180).

இது நான்கு பகுதிகளால் ஆனது ; பீடம் ஒரு வட்டம் ; அது காட்டப்படவில்லை ; கால் ஒரு உருளை ; விரிப்பிற் செவ்வகமாயுள்ளது ; நடுப்பகுதி ஒருதலையில்லாக் கூம்பு ; தலைப்பகுதியும் ஒரு தலைகீழ்த் தலையில்லாக் கூம்பு ; அதன் பீடம் வளைவாய் வெட்டப்

பட்டுள்ளது. ஆக்கிகளின் ஆயத்தை அசல் நீளத்திற்கு மாற்றி எல்லைப் புள்ளிகள் குறிக்கப் படுகின்றன.



படம் 180



படம் 174

பயிற்சி வினாக்கள்

1. கோடுகள்

1. கிடைத்தளத்தில் உள்ள 10 செமீ நீளமுள்ள அஆ என்னும் கோடு, நிலைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்துள்ளது ; நிலைத் தளத்திலிருந்து 2.5 செமீ பின்தள்ளி அ புள்ளி இருக்கிறது. அஆ கோட்டின் வீழங்களை வரைக.

2. நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயும், கிடைத்தளத்திற்கு 45 பாகை சாய்வாயுமுள்ள கோட்டின் கிடைப்படம் 7 செமீ நீளமாகும். அதன் ஒருமுனை கிடைத்தளத்திற்கு கீழே 1.5 செமீ யும், நிலைத் தளத்திற்குப் பின்னே 2.5 செமீ யும் தள்ளி அமைந்துள்ளது. கோட்டின் வீழங்களை வரைந்து அதன் அசல் நீளத்தைக் கண்டுபிடித்திடுக.

3. 7.5 செமீ நீளமுள்ள கோட்டின் நிலைவீழத்தின் நீளம் 5.5 செமீ கோட்டின் ஒருமுனை நிலைத்தளத்தில் மோதிக் கொண்டிருக்கிறது. அது கிடைத்தளத்திற்கு இணையாயுள்ளது.

   ஒரு கோட்டின் நீளம் 7.5 செமீ, அது கிடைவீழத்திற்கு இணையாயுள்ளது. ஒரு முனைக் கிடைத்தளத்திற்குக் கீழே 2.5 செமீ தள்ளி நிலைவீழத்தி முட்டிக் கொண்டுள்ளது. அக்கோட்டின் நிலைவீழத்தின் நீளம் 5.5 செமீ கோட்டின் வீழங்களை வரைந்து கொண்டு, அவற்றிலிருந்து கோடு நிலைத்தளத்தில் அமைக்கும் கோணத்தை அளந்து கண்டுபிடித்திடுக.

4. ஒரு 10 செமீ நீளக்கோடு, கிடைத்தளத்திற்கு இணையாயும், அதன் கீழே 4 செமீ தள்ளியும் அமைந்துள்ளது. நிலைத்தளத்திற்குப் பின்னால் அதன் முனைகள் முறையே 2.5 செமீ., 5 செமீ தள்ளி அமைந்துள்ளன. கோடு நிலைத்தளத்தோடு அமைக்கும் சாய்மானத்தைக் கண்டுபிடித்திடுக.

5. 9 செமீ நீளக்கோடு நிலைத்தளத்திற்குப் பின்னே 2.5 செமீ தள்ளி, அதற்கு இணையாயமைந்துள்ளது. ஒரு முனைக் கிடைத்தளத்தில் முட்டிக்கொண்டும் இன்னொரு முனை 5 செமீ கீழேயும் அமைந்துள்ளன. கிடைத்தளத்தோடு அக்கோடு அமைக்கும் கோணத்தைக் காண்க.

6. 75 மிமீ நீளமுள்ள கோட்டின் கிடைப்படம் 55 மிமீ உள்ளது. அக்கோடு, நிலைத் தளத்தில் அமைந்துள்ளது. அதன் ஒரு முனை கிடைத்தளத்திலிருந்து 25 மிமீ கீழே அமைந்துள்ளது. கோட்டின் வீழங்களை வரைக.

7. நிலைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்துள்ள கோடு 65 மிமீ நீளமுள்ளது. அது கிடைத்தளத்திற்கு இணையாயும், 40 மிமீ கீழேயும் அமைந்துள்ளது. அதன் ஒரு முனை நிலைத்தளத்திலிருந்து 30 மிமீ பின்தள்ளி அமைந்துள்ளது. கோட்டின் வீழங்களை வரைக.

8. அஆ என்னும் செங்குத்துக் கோட்டின் நீளம் 75 மிமீ அ கிடைத்தளத்தில் முட்டிக்கொண்டும், நிலைத்தளத்திலிருந்து 25 மிமீ பின்தள்ளியும் அமைந்துள்ளது. அஇ என்ற கோடு 100 மிமீ நிலைத்தளத்திற்கு இணையாய்க் கிடைத்தளத்திலேயே அமைந்துள்ளது. இனி ஆஇ புள்ளிகளை இணைக்கும் கோட்டின் வீழல்களை வரைந்து, ஆஇ கோடு, கிடைத்தளத்தில் அமைக்கும் சாய்மானத்தைக் காண்க.

9. கிடைத்தளத்திற்குக் கீழே 50 மிமீ யிலும், நிலைத்தளத்திற்குப் பின்னே 12 மிமீ யிலும் அ என்னும் புள்ளி உள்ளது. கிடைத்தளத்திற்கு மேலே 10 மிமீ யிலும், நிலைத்தளத்திற்கு முன்னே 25 மிமீ யிலும் ஆ என்னும் புள்ளி உள்ளது. அவற்றின் வீழ்த்திகளின் (Projector) இடைத்தூரம் 40 மிமீ. அ ஆ கோட்டின் துளைக்கும் புள்ளிகளைக் கண்டுபிடிக்க.

குறிப்பு : புள்ளிகளைத் தளங்களுக்கு வீழ்த்தும்கோடு வீழ்த்தி (Projector) எனப்படும். வீழ்த்திகளுக்கு இடையிலுள்ள தூரத்தை அச்சிலேயே அளந்து வைக்கலாம். அச்சிற்கு மேலே 12 மிமீ யில் அ வும் கீழே 50 மிமீ யில் அ வும் இருக்கும். அச்சில் 40 மிமீ/ஆ ஆ′ வீழ்த்தி அமையும். அச்சின் மேலே 10 மிமீ யில் அ வும் 25 மிமீ கீழே ஆ வும் இருக்கும். அ, ஆ கிடைவீழம், அ′, ஆ′ நிலைவீழம். பின்னர் எளிதில் துளைக்கும் புள்ளிகளாய்க் காணலாம்.

10. அஆ என்னும் கோட்டின் நீளம் 5 செமீ. அ புள்ளி, நிலைத்தளமும், கிடைத்தளமும் இணையும் இடத்தில் அமைந்துள்ளது. அது கிடைத்தளத்திற்கு 30° பாகையிலும், நிலைத் தளத்திற்கு 45° சாய்ந்தும் உள்ளது. அதன் வீழங்களை வரைக.

11. அஆ என்ற 75 மிமீ நீளக்கோட்டின் அ முனை நிலைத்தளத்திலும், ஆ முனை கிடைத்தளத்திலும் முட்டிக் கொண்டுள்ளன. அவை கிடைத்தளத்திற்கு 30 பாகையிலும், நிலைத்தளத்திற்கு 60 பாகையிலும் சாய்ந்துள்ளன. அவற்றின் வீழங்களை வரைக.

12. 10 செமீ நீளமுள்ள இஈ என்னும் கோடு, கிடைத்தளத்திற்கு 30 பாகையிலும், நிலைத்தளத்திற்கு 45 பாகையிலும், சாய்ந்துள்ளது. அதன் நடுப்புள்ளி, கிடைத்தளத்திலிருந்து 20 மிமீ மேலே நிலைத்தளத்தில் அமைந்துள்ளது. இ புள்ளி, மூன்றாங்காலிலும், ஈ புள்ளி, முதற்காலிலும் (First Quadrant) அமைந்துள்ளனவெனின், அதன் வீழங்களை வரைக.

13. 7.5 செமீ நீளமுள்ள கோட்டின் நிலைவீழம் 5 செமீ கிடைவீழம் 6.5 செமீ அதன் ஒரு முனை அ தரையிலும், நிலைவீழ்க்குப் பின்னே 1.2 செமீ தள்ளியும் அமைந்துள்ளது. அ ஆ கோட்டின், வீழல்கள் வரைந்து, கிடை நிலைத்தளங்களோடு அவை அமைக்கும் கோணங்களை அளந்து குறித்திடுக.

14. அ ஆ என்னும் கோட்டின் நீளம் 6.5 செமீ அ முனை கிடைத்தளத்திற்குக் கீழே 2 செமீ யிலும் நிலைத்தளத்திற்குப் பின்னே 2.5 செமீ யிலும் அமைந்துள்ளது. அதன் ஆ முனை கிடைத்தளத்திற்குக் கீழே 5 செமீ யிலும் நிலைத்தளத்திற்குப் பின்னே 6.5 செமீ யிலும் அமைந்துள்ளது. அ ஆ கோட்டின், வீழல்கள் வரைந்து அவை தளங்களோடு அமைக்கும் கோணங்களைக் காண்க.

15. இஈ கோட்டின், இ முனை கிடைத்தளத்தின் மேலே 20 மிமீ யிலும், நிலைத்தளத்தின் முன்னே 25 மிமீ யிலும் உள்ளது. ஈ முனை கிடைத்தளத்தின் கீழே 12 மிமீ யிலும் நிலைத்தளத்தின் பின்னே 40 மிமீ யிலும் உள்ளது. அ, ஆ புள்ளிகளின் வீழ்த்திகள் 45 மிமீ இடைவெளி கொண்டுள்ளன. அஆ கோட்டின் நீளத்தையும், அது தளங்களைத் துளைக்கும் புள்ளிகளையும் தளங்களோடு அஃது அமைக்கும் கோணங்களையும் கண்டுபிடித்திடுக.

16. அஆ கோட்டின் அ முனை நிலைத்தளத்திற்குப் பின்னே 25 மிமீ தள்ளிக் கிடைத்தளத்திற்குக் கீழே அமைந்துள்ளது. ஆ முனை நிலைத் தளத்திற்கு முன்னேயும், கிடைத்தளத்திற்கு மேலேயும் அமைந்துள்ளது. இரண்டு முனைகளின் வீழ்த்திகளின் இடைவெளி 65 மிமீ நிலைத்தளத்திற்கு 40° சாய்வில் அக்கோடு உள்ளது. அதன் கிடைத்தளத் துளைப்பு, நிலைத்தளத்தின் பின்னே 20 மிமீ தள்ளி அமைந்துள்ளது. அக்கோட்டின் வீழங்களை வரைக. அதன் அசல் நீளத்தைக் கண்டுபிடித்திடுக. அதன் நிலைத்தளத்து அமைவையும் குறித்திடுக.

17. அஆ கோட்டின் நீளம் 7.5 செமீ அது கிடைத்தளத்திற்கு 45° சாய்மானத்தில் உள்ளது. அதன் கிடைவீழல், நிலைத்தளத்திற்கு 60° சாய்ந்துள்ளது. அ முனை நிலைத்தளத்திற்கு 12 செமீ கீழே, கிடைத்தளத்தில் அமைந்துள்ளது. அதன் நிலைப் படத்தை வரைந்து அது நிலைத்தளத்தோடு அமைக்கும் கோணத்தைக் கண்டுபிடித்திடுக.

18. 90 மிமீ நீளமுள்ள இஈ என்னும் கோடு, கிடைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்துள்ளது. அதன் இ முனை, கிடைத்தளத்தின் கீழே 12 மிமீ யும் நிலைத்தளத்தின் பின்னே 20 மிமீ யும் உள்ளது. அதன் நிலைப்படத்தின் நீளம் 65 மிமீ அதன் கிடைப்படத்தை வரைந்து அதன் நி.த. சாய்மானத்தைக் கண்டுபிடித்திடுக.

19. அஆ என்னும் கோட்டின் இருமுனைகளும் ஒரே வீழலில் அமைந்துள்ளன. இ முனை கிடைத்தளத்தின் கீழே 30 மிமீ யிலும், நிலைத்தளத்தின் பின்னே 12 மிமீ யிலும் ஈ முனை முறையே 55 மிமீ மேலேயும், முன்னேயும் உள்ளன. அஆ கோட்டின் அசல்நீளம் தளங்களொடு, அதன் சாய்மானங்கள், துளைப்புகள் முதலியன கண்டுபிடித்திடுக.

20. கத என்னும் கோடு நிலைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்துள்ளது. அதன் முனைகள் கிடைத்தளத்திற்குக் கீழே முறையே 5 செமீ, 2 செமீ தள்ளி அமைந்துள்ளன. அதன் நேர்ப்படத்தின் நீளம் 6.5 செமீ அதன் நிலைத் துளைப்பு கிடைத்தளத்தின் கீழே 1 செமீ யில் உள்ளது. கத கோட்டின் அசல்நீளம் கிடைத்தளத்தொடு அதன் சாய்மானம், அதன் கிடைத் துளைப்பு ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடித்திடுக.

21. ஒரு மூன்றுகால் நிறுத்தி (TRIPOD STAND), தரையில் நிற்கிறது. ஒன்றன் நீளம் 15 செமீ அது தரையோடு 70 பாகை சாய்ந்துள்ளது. பிற கால்கள் முறையே 16 செமீ, 17 செமீ நீளம் கொண்டவை. மூன்று கால்களும் மேலே கிடைமட்டமாயுள்ள சமபக்க முக்கோணச் சட்டகத்தின் மூன்று முனைகளிலும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அதன் ஒருபக்கம், நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயுள்ளன. மேலிருந்து காணும்போது மூன்று கால்களும் ஒன்றனுக்கொன்று 120° யில், அவைகளை நீட்டினால் ஒரு புள்ளியில் இணையுமாறு

அமைந்துள்ளன. நிறுத்தியின், வீழங்களை வரைந்து, இரண்டாம், மூன்றாம் கால்கள் தரையொடு அமைக்கும் கோணத்தை வரைக. நிறுத்தியின் கால்களைக் கனமில்லாத கோடாகப் பாவித்துக் கொள்க (நிறுத்தி- Stand).

22. ஒரு சாலை அ புள்ளியிலிருந்து நேர்க்கிழக்கில் 15° ஏறுவாக்கில் சென்று இ புள்ளியை அடைகிறது அதன் நீளம், 4 கிமீ இ யிலிருந்து இன்னொரு சாலை 30° வடகிழக்கில் தரையிற் சென்று உ புள்ளியை அடைகிறது. அதன் நீளமும் 4 கிமீ, அஉ புள்ளிகளை இணைக்கும் நேர்ப்பாதையின் நீளமும் சாய்மானமும் கண்டு பிடித்திடுக. (வசதியான சுருக்களவு எடுத்துக்கொள்க).

23. அ இ, அ உ என்னும் இரண்டு கோடுகள், கிடைப்படத்திலும், நிலைப்படத்திலும் தமக்குள் 120° காட்டுகின்றன. அ இ கோடு, நிலைத்தளம், கிடைத்தளம் இரண்டிற்கும் இணையாயுள்ளது. அ இ, அ உ கோடுகளின் இடையேயுள்ள அச்சல் கோணம் கண்டுபிடித்திடுக.

24. 4.2 மீ × 3.6 மீ × 3.6 மீ அளவுள்ள அறை ஒன்றன் தரையில், நடுவில் ஒருபொருள் வைக்கப்படுகிறது. பொருளுக்கும், அறையின் மேல்மூலை ஒன்றுக்கும் இடையேயுள்ள தூரத்தைக் கண்டுபிடித்திடுக.

25. ஓர் அறையின் அளவு 5 மீ × 4 மீ × 3.5 மீ உயரம். அதன் மேல்மூலை ஒன்றிற்கும், அதனெதிர் கீழ்மூலை ஒன்றிற்கும் இடையேயுள்ள தூரத்தைப் படம் வரைந்து காண்க.

26. ஒரு 20 செமீ சுவரிலிருந்து ஒருபக்கம் 2 மீ தூரத்தில் தரையிலிருந்து 3 மீ உயரத்தில் ஒரு மாம்பழம் உள்ளது. சுவரின் மறுபக்கம் 1.5 மீ தூரத்தில் 2 மீ உயரத்தில் ஓர் அணில் இன்னொரு மரத்தில் நிற்கிறது. அணிலுக்கும், மாம்பழத்திற்கும் இடையேயுள்ள இடைவெளி சுவரோரமாய்த் தரையில் அளந்தபோது 2.5 மீ இருந்தது. அணிலுக்கும், பழத்துக்குமிடையே உள்ள அசல் தூரம் எவ்வளவு?

குறிப்பு : (அணில், பழம் இவற்றின் கிடைப்படத்தின் வீழல்களின் இடைவெளி 2.5 மீ எனவும் கிடைவீழலின் செங்குத்துக்கூறு 2 + 0.20 + 1.5 = 3.7 மீ எனவும் கொள்க. சுவர் நிலைவீழத்திற்கு இணையாய் இருப்பதாய் எடுத்துக்கொள்க).

27. 40 மிமீ பீடமும் 75 மிமீ உயரமும் கொண்ட இருசமபக்க முக்கோணம் அ இ உ வரைந்து கொள்க. அடி அசலில் அ உள்ளது ; அ இ அடிக்கு 45° சாய்ந்துள்ளது. கிடைத்தளத்திற்குக் கீழே முறையே 75 மிமீ, 25 மிமீ, 50 மிமீ உள்ள அ இ உ முக்கோணத்தின் கிடைப்படமே மேலே கூறிய இருசமபக்க முக்கோணமாகும். முக்கோணத்தின் அசல் வடிவத்தைக் கண்டுபிடிக்க. அ இ கோடு, இரு தளங்களொடு அமைக்கும் சாய்மானத்தை கண்டு பிடித்திடுக.

28. அ, இ, உ என்னும் மூன்று இடங்கள் நேர்ச்சாலைகளினால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒ என்னும் மேட்டுப்புள்ளி, தரைமட்டத்திற்கு மேலே 30 மீ உயரத்திலுள்ளது. அதன் வடகிழக்கில் அ, வடக்கில் இ, தென்கிழக்கில் உ, முறையே 10°, 15°, 30°, இறக்கக் கோணத்தில் அமைந்துள்ளன. அ, இ, எ புள்ளிகள் முறையே 7.5 மீ தரைமட்டத்திற்கு

மேலும், தரைமட்டத்திலும், 9 மீ தரை மட்டத்திற்கு கீழும் அமைந்துள்ளன. அ, இ, உ புள்ளிகளை இணைக்கும் சாலைகளின் அசல் நீளங்களைக் கணக்கிடுக.

வரை குறிப்பு : முதலில் கிடைப்படத்தில் ஒ குறித்துக் கொண்டு, அ, இ, உ உள்ள திசைகளைக் குறித்துக் கொள்க. இவற்றின் உயரங்களும், இறக்கக் கோணமும் தெரியுமாதலால், தனித்தனியாய்ச் செங்கோண முக்கோணம் வரைந்து, கிடைத்தூரத்தைக் கண்டுபிடித்துக் கொண்டு, அ இ உ புள்ளிகளைக் குறித்துக் கொள்ளலாம். கிடைப்படத்திலிருந்து அ, இ, உ, புள்ளிகளை வீழ்த்தி, நிலைப்படத்தைப் பெறலாம். கிடைப்படம், நிலைப்படம் இவற்றிலிருந்து, சாலைகளின் அசல்நீளம் கண்டுபிடிக்கலாம்.

29. இரண்டு கம்பங்கள் 12 மீ தள்ளி உள்ளன. அவற்றிலிருந்து இரண்டு இழுவைக் கம்பிகள், ஒரு கட்டடத்தில் 15 மீ உயரப்புள்ளியில், இழுத்துக்கட்டப்பட்டுள்ளன. அக்கம்பிகள், கம்பங்களில் முறையே 7.5 மீ உயரத்திலும், 4.5 மீ உயரத்திலும் உள்ளன. அக்கம்பிகள் முறையே தரைமட்டத்திற்கு 45°, 30° களில் சாய்வாய் அமைந்துள்ளன. கம்பங்கள், கம்பிகளின் வீழல்களை வரைந்து, கட்டடத்திலிருந்து கம்பங்கள் உள்ள தூரத்தையும், கம்பிகளின் நீளங்களையும் கண்டுபிடிக்க.

2. சமதளம்

1. ஒரு சர்வசம முக்கோணத்தின் பக்கம் 6 செமீ, அது கிடைத்தளத்திற்கு இணையாய் 4 செமீ கீழே உள்ளது. அதன் ஒரு பக்கம், நிலைத்தளத்திற்கு 45 பாகை சாய்ந்திருந்தால், அதன் வீழங்களை வரைக.

குறிப்பு: கிடைத்தளத்திற்கு இணையாக இருந்தது என்று சொல்லாமல், அதற்குக் கிடைத்துளைப்பு இல்லை என்று சொல்வதும் உண்டு.

2. ஒரு 5 செமீ சதுரம், நிலைத்தளத்திற்கு இணையாய் 3 செமீ பின்தள்ளி உள்ளது; அதன் ஒருமுனை தரையில் நிற்கிறது; அதனை ஒட்டிய பக்கம் தரைக்கு 15 பாகை சாய்ந்துள்ளது. அதன் கிடைநிலை வீழங்களை வரைக.

3. ஒரு 3 செமீ பக்கங்கொண்ட, ஒழுங்கான அய்ங்கரத்தின் ஓர் ஓரம் தரையில் படிந்துள்ளது; அய்ங்கரம், தரைக்கு 45° சாய்வாயும் நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும் உள்ளது. அதன் வீழங்களை வரைக.

4. 4 செமீ விட்டமுள்ள வட்டத்தின் வீழங்களை, அது செங்குத்தாயும், நிலைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்தும் உள்ளபோது வரைக. அதன் மையம், கிடைத்தளத்தின் கீழே 4 செமீ தள்ளியும் நிலைத்தளத்தின் பின்னே 3 செமீ தள்ளியும் உள்ளது.

5. அ ஆ, இ ஈ என்னும் 6 செமீ பக்கங்கொண்ட சதுரத்தில் அ முனை தரையில் உள்ளது. அ இ என்னும் மூலைவிட்டம் தரைக்கு 30 பாகை சாய்வாயுள்ளது. ஆ ஈ மூலைவிட்டம் நிலைத்தளத்திற்கு 45 சாய்வாயும், கிடைத்தளத்திற்கு இணையாயும் உள்ளது. அதன் வீழங்களை வரைக.

6. 3 செமீ பக்கங்கொண்ட அறுகரம், அதன் ஓர் ஓரம், நிலத்தில் பொருந்துமாறும் நிலைத்தளத்திற்கு 60° சாய்ந்தும் உள்ளது; அதன் முகம் தரைக்கு 45° சாய்ந்துள்ளது. அறுகரத்தின் வீழங்களை வரைக.

7. 6 செமீ விட்டம் கொண்ட வட்டம், அதன் ஒரு முனையில் தரையில், அதன் முகம் 45° சாய்ந்துள்ள நிலையில் உள்ளது; அம்முனை வழியே செல்லும் விட்டம் (a) நிலைத் தளத்திற்கு 30° பாகை சாய்வாயிருக்கும்போதும் (b) அந்த விட்டத்தின் கிடைப்படம், நிலைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்வாயிருக்கும்போதும் அதன் வீழங்களை வரைக.

8. ஒரு 30 - 60 மூலைச்சட்டம், அதன் நீளமான ஓரம், நிலைத்தளத்தில் ஒட்டிக்கொண்டும், கிடைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்தும் உள்ளது; அதன் பரப்பு நிலைத்தளத்திற்கு 45 பாகை சாய்ந்துள்ளது. அதன் வீழங்களை வரைக.

9. 30 மீமீ 60 மீமீ பக்கங்கள் கொண்ட செவ்வகத் தகடு ஒன்று; அதன் சிறிய ஓரம், நிலைத்தளத்தில் படிந்தும், கிடைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்தும் உள்ளது. அதன் பக்க வீழம் 30 மிமீ பக்கங்கொண்ட சதுரமாய்க் காட்சியளிக்கிறது. அதன் கிடை, நிலை வீழங்களை வரைக.

10. 50 மிமீ விட்டங்கொண்ட இலேசான தகடு, நிலைப்படத்தில் ஒரு நீள்வட்டமாய்க் காட்சியளிக்கிறது. அதன் பேரச்சு 50 மிமீ, சிற்றச்சு 30 மிமீ, பேரச்சுக் கிடை மட்ட மாயுள்ளபோது அதன் கிடை நிலை வீழங்களை வரைக.

11. 75 மிமீ பக்கங்கொண்ட சர்வசம முக்கோணத்தகடு ஒன்று வரைந்து, அதன் நடுவில் மிகப் பெரிய வட்டம் ஒன்றனை வரைந்துகொள்க. தகடு செங்குத்தாயும் நிலைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்தும் உள்ள நிலையில் அதன் கிடை, நிலை வீழங்களை வரைக.

12. 40 மிமீ பக்கங்கொண்ட ஓர் ஒழுங்கான அறுகரத்தின் ஒருமுனை கிடைத்தளத்தில் அமைந்துள்ளது; அதன் பரப்பு கிடைத்தளத்திற்கு 45 பாகை சாய்ந்துள்ளது. கிடைத்தளத்தில் நிற்கும் முனைவழியேவரும் மூலைவிட்டத்தின் கிடைப்படம் நிலைத்தளத்திற்கு 60 பாகை சாய்ந்துள்ளது. அதன் கிடை, நிலை வீழங்களை வரைக.

13. 40 மிமீ பக்கங்கொண்ட ஒழுங்கான அய்ங்கரத்தின் ஓர் ஓரம், கிடைத்தளத்திற்கு இணையாயும், நிலைத்தளத்திற்கு 60 பாகை சாய்ந்தும் உள்ளது; அதன் பரப்பு கிடைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்துள்ளது. அதன் வீழங்களை வரைக.

14. ஒரு நீள்சதுரத்தின் (Rhombus) பெரிய மூலைவிட்டம் 125 மிமீ, சிறிய மூலைவிட்டம் 50 மிமீ, சிறிய மூலைவிட்டம், இரண்டு முதன்மைத் தளங்களுக்கும் இணையாயும், பெரிய மூலைவிட்டம் கிடைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்துமுள்ளது. அதன் வீழங்களை வரைக.

15. 10 செமீ விட்டமுள்ள வட்டத்தின் அ ஆ என்னும் விட்டத்தின் அ முனை கிடைத்தளத்திலும் ஆ முனை நிலைத்தளத்திலும் முட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன. வட்டம், கிடைத்தளத்திற்கு 30 பாகையும், நிலைத்தளத்திற்கு 60 பாகையும் சாய்ந் துள்ளது. அதன் வீழங்களை வரைக.

3. திண்மங்கள்

1. ஓர் அறுகரப்பட்டகத்தின் பீடப்பக்கம் 1 செமீ நீளம், 2.5 செமீ உயரம். அஃது இன்னொரு தலையிலா அறுகரக் கூர்ப்பட்டகத்தின் மேலே அமர்ந்துள்ளது. அதன் பீடப்பக்கம் 2.5 செமீ நீளம், மேல்பக்கம் 1.75 செமீ, உயரம் 2.5 செமீ, இரண்டின் அச்சும் ஒன்றாயுள்ளன. அவற்றின் பீடங்கள் இணையாயுள்ளன. பட்டகத்தின் மேலே, அச்சு ஒன்றிவருதல் போல ஒரு கூம்பு அமைந்துள்ளது. அதன் பீடம் 3 செமீ விட்டம், உயரம் 3 செமீ, இதன் பொது அச்சுக் கிடைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்தும், அறுகரப் பட்டகத்தின் ஒரு பக்கம் நிலைத்தளத்திற்கு செங்குத்தாயும் உள்ளபோது அதன் வீழங்களை வரைக.

2. ஒரு தலையிலாக் கூம்பு, அதன் பீட விட்டம் 3 செமீ, மேல்விட்டம் 2 செமீ, உயரம் 2 செமீ அதன்மேல் அச்சு ஒன்றி வருதல் போல் ஒரு 2 செமீ விட்டமுள்ள 1 செமீ உயரமான உருளை நிற்கிறது. உருளையின் நடுவில் 2.5 செமீ விட்டமுள்ள கோலி ஒன்று நிற்கிறது.

   இதன் பொது அச்சுக் கிடைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்தும், நிலைத் தளத்திற்கும் இணையாயுள்ளபோது அதன் வீழங்களை வரைக.

3. ஓர் அறுகரப்பட்டகம் பட்டகத்தின் பீடப்பக்கம் 2 செமீ, உயரம் 2 செமீ, அதன்மீது அச்சு ஒன்றியபடி, அதே அளவு பீடமும் 4 செமீ உயரமும் கொண்ட அறுகர கூர்பட்டகமும் அமைந்துள்ளது.

   ஒரு பீடப்பக்கம் நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாய்த் தரையில் படிந்தும், அச்சுக் கிடைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்தும் உள்ளபோது, அதன் வீழங்களை வரைக.

4. 2 செமீ x 2 செமீ x 6 செமீ கட்டை ஒன்று அதன் 2 செமீ x 6 செமீ முகம் நிலத்தில் படிய, அச்சு நிலைத்தளத்திற்கு 60 பாகை சாய்வாயுள்ளது. அந்தக் கட்டையின் மீது இன்னொரு கட்டை (3 செமீ x 2 செமீ x 8 செமீ.) அதன் அச்சுக் கீழ்க்கட்டையின் அச்சிற்கு எதிராய் 30 பாகை இடைக்கோணம் அமையப் பெருக்கல்குறி போல மையத்தின் மேல் மையமாய் அமைந்துள்ளது. அதன் வீழங்களை வரைக.

4. துணை வீழங்கள்

1. 5 செமீ நீளமுள்ள அ ஆ என்னும் கோடு, கிடைத்தளத்திற்கு 30 பாகையும், நிலைத்தளத்திற்கு 60 பாகையும் சாய்ந்துள்ளது. அதன் வீழங்களை வரைக.

2. 4 செமீ நீளமுள்ள இருசமபக்க முக்கோணம், அதன் மூன்றாம் ஓரம் தரையில் படுமாறும் நிலைத்தளத்திற்கு 60 பாகை சாய்ந்தும் உள்ளது. அதன் வீழங்கள் வரைக.

3. ஒரு அ இ உ என்னும் இரு சமபக்க முக்கோணத்தின் பீடம் 6 செமீ, உயரம் 4 செமீ., அதன் பீடம் கிடைத்தளத்தில் உள்ளது; நிலைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்தும் உள்ளது. அதன் அ, உ முனைகள் நிலைத்தளத்தில் உள்ளன. அதன் வீழங்களை வரைக.

4. அ இ உ என்னும் சர்வசம முக்கோணத்தின் உயரம் 5 செமீ, அதன் அ இ ஓரம் xy அச்சிலும், உ முனை அதன் மேலேயும் உள்ளன. அ இ உ ஓர் இரு சமபக்க முக்கோணமாயும், உ xy அச்சிற்குக் கீழேயும் உள்ளது. அதன் உயரம் 7.5 செமீ,அ இ உ கிடைப்படமாயும், அ இ உ நிலைப்படமாயும் உள்ள முக்கோணத்தின் அசல் வடிவம் வரைக.

5. ஓருருவத்தின் மேற்படம், 35 மிமீ பக்கங்கொண்ட ஒழுங்கான அய்ங்கரமாயுள்ளது. அய்ங்கரத்தின் ஓர் ஓரம் கி.நி. அச்சிற்கு 30 பாகை சாய்ந்துள்ளது. அவ்வுருவத்தின் நேர்ப்படம், கி.நி. அச்சிற்கு 45 பாகை சாய்ந்துள்ள நேர்கோடாயுள்ளது. அவ்வுருவத்தின் அசல் வடிவினைக் கண்டுபிடி.

6. அ இ உ என்ற 75 மிமீ பக்கங்கொண்ட சமப்பக்க முக்கோணத்தின் ஓர் ஓரம் (அ இ) நிலைத்தளத்தில் இடைத்தளத்திற்கு 60 பாகையில் சாய்ந்துள்ளது; அதன் பரப்பு நிலைத்தளத்திற்கு 45 பாகை சாய்ந்துள்ளது. அதன் வீழங்களை வரைக.

7. 5 செமீ பீடமும், 7.5 செமீ உயரமும் கொண்ட கசத என்னும் இருசமப் பக்க முக்கோணத்தின் க, ச, த முனைகள் தரையிலிருந்து முறையே 2.5 செமீ, 5 செமீ, 7.5 செமீ உயரத்தில் உள்ளன. அக்கோணத்தின் வீழங்களை வரைக.

8. 6 செமீ பக்கங்கொண்ட ஓர் அய்ங்கரத்தின் ஓர் ஓரம், கிடைத்தளத்தில் செங்குத்தாயும், கீழ்முனை 6 செமீ கீழேயும் அமைந்துள்ளன. அதன் வீழங்களை வரைந்து கொள்க. நிலைத்தளத்திற்கு 45 பாகை சாய்ந்துள்ள துணைத்தளம் ஒன்றில் அதன் நேர்படத்தை மீண்டும் வீழ்த்துக.

9. 70 மிமீ பக்கங்கொண்ட அ ஆ இ ஈ சதுரம் ஒன்றன் இஈ பக்கத்தின் மீது அதனையே விட்டமாகக் கொண்ட அரைவிட்டம் அமைந்துள்ளது. அதன் அஆ ஓரம், செங்குத்தாயும், அதன் பரப்பு, நிலைத்தளத்திற்கு 45 பாகை சாய்ந்தும் உள்ளன. அதன் வீழங்களை வரைக. அ ஆ கோட்டிற்கு 30 பாகை சாய்ந்துள்ள துணைத்தளம் ஒன்றமைத்து, அதில் கிடைப்படம் ஒன்றனை வீழ்த்துக.

10. ஒழுங்கான அய்ங்கரப்பட்டகம் ஒன்றன் பக்கம் 25 மிமீ, அச்சுயரம் 50 மிமீ, அதன் ஓர் ஓரம் தரையில் படிய, அதன் அச்சு நிலைத்தளத்திற்கு 45 பாகை சாய்வாயுள்ளது. அதன் வீழங்களை வரைக.

11. 75 மிமீ விட்டமும், 100 மிமீ நீளமும் கொண்ட உருளை, அதன் அச்சு நிலைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்வாய் நிலத்தில் கிடைக்கின்றது. அதன் வீழங்களை வரைக.

12. ஓர் அறுகரப் பட்டகத்தின் பீடம் 25 மிமீ பக்கம் கொண்டது; அதன் அச்சு 50 மிமீ நீளம், ஒரு பீடத்தின் ஓரம் தரையில் படியுமாறு கிடக்கிறது. அதன் அச்சுத்தரைக்கு 30 பாகை சாய்ந்தும், நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயும் அமைந்துள்ளது. அதன் வீழங்களை வரைக.

13. ஒரு கூம்பின் பீடம் 75 மிமீ விட்டம் கொண்டது; அச்சு 100 மிமீ உயரம் கொண்டது; அதன் அச்சு நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயிருக்கையில், அதன் ஆக்கி ஒன்று நிலைத் தளத்தில் படியுமாறு கிடக்கிறது. அதன் வீழங்களை வரைக.

14. ஒரு சதுரத்தலை கொண்ட மறை ஆணி (Bolt) விட்டம் 25 மிமீ, 125 மிமீ நீளம்; அதன் சதுரக்கழுத்தின் நீளம் 25 மிமீ, தலையின் நீளம் 25 மிமீ, 30 மிமீ பக்கங்கொண்ட சதுரம்; அதன் தலையின் எல்லாச் சதுரமுகங்களும் தரைக்கு ஒரே அளவில் சாய்ந்துள்ளன. அச்சு, தரைக்கு இணையாயும், நிலைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்தும் உள்ளது. அதன் மறைகளையும், ஓரச்செதுக்குகளையும் (Chamfer) மறந்துவிட்டு அதன் வீழுங்களை வரைக.

15. ஓர் அறுகரப் பட்டகத்தின் பக்க நீளம் 4 செமீ, உயரம் 4 செமீ, அதன் நடுவில் 4 செமீ விட்டமுள்ள துளை ஒன்றுள்ளது. பட்டகம் அதன் ஒருமுனையில் நிற்கிறது. அதன் அச்சுத்தரைக்கு 60 பாகை சாய்ந்தும், அதன் இருபக்கங்கள் நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயும் உள்ளன. அதன் வீழுங்களை வரைக.

16. ஒரு புனல்வாய் (Hopper) தலைகீழ்த் தலையிலாக் கூம்பின் பாகமாயும் மேலும் கீழும் வளையம் இணைக்கப்பட்டுமுள்ளது. மேல் வளையத்தின் விட்டம் 8 செமீ, 1 செமீ உயரம். கீழ் வளையத்தின் விட்டம் 4 செமீ, 1 செமீ உயரம். கூம்பின் மேல்விட்டம் 8 செமீ கீழ்விட்டம் 4 செமீ. அதன் அச்சுக் கிடைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்துள்ளபோது அதன் வீழுங்களை வரைக.

17. ஒரு சதுரப் பட்டகத்தின் பீடத்தின் பக்கம் 25 மிமீ, உயரம் 50 மிமீ, அதன் அச்சுத்தரைக்கு 45° சாய்வாயும் அதன் ஓர் ஓரம் தரையில் படிந்தும், நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும் உள்ளன. அதன் வீழுங்களை வரைக.

18. ஒரு கூம்பின் பீடம் 50 மிமீ விட்டம், அச்சின் நீளம் 55 மிமீ பீடத்தின் ஒருமுனை நிலத்தில்பட நிற்கிறது.

(அ) அதன் அச்சுக்கிடைத் தளத்திற்கு 30 பாகையும், நிலைத்தளத்திற்கு 45 பாகையும் சாய்ந்துள்ள நிலையிலும்

(ஆ) அச்சு இடைத்தளத்திற்கு 30 பாகையும், நிலைத்தளத்திற்கு 45 பாகையும் சாய்ந்துள்ள நிலையிலும் அதன் வீழுங்களை வரைக.

19. ஓர் அய்ங்கர கூர்ப்பட்டகத்தின் பீடப்பக்கம் 25 மிமீ நீளம்; அதன் அச்சு 50 மிமீ நீளம், ஒரு முக்கோண முகம் நிலைத்தளத்தில் படிந்துள்ளது. அதன் பீட ஓரம், நிலைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்துள்ளது. அதன் வீழுங்களை வரைக.

20. ஒரு சதுரக் கூர்ப்பட்டகத்தின் பீடப்பக்கம் 35 மிமீ, நீளம்; அச்சின் உயரம் 45 மிமீ, அதன் பீடத்தின் ஒருமுனையில் கயிறு கட்டித் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. அதன் அச்சு அடங்கிய தளம், நிலைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்துள்ள நிலையில் அதன் வீழுங்களை வரைக.

(குறிப்பு: கூர்ப்பட்டகங்களின் புவி ஈர்ப்புத்தானம் அச்சின் உயரத்தில் பீடத்திலிருந்து 1/4 பங்கு தூரத்திலிருக்கும்).

21. ஓர் அறுகரக் கூர்ப்பட்டகத்தின் பீடப்பக்கம் 24 மிமீ நீளம், அச்சு 50 மிமீ நீளம், அதன் ஒரு சாய்வு ஓரம் தரையில் படுமாறு உள்ளது. அச்சும், அந்த ஓரமும் அடங்கிய தளம், தரைக்குச் செங்குத்தாயும், நிலைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்தும் உள்ளது. பீடத்தைவிட முகடு நிலைத்தளத்திற்கு அருகில் உள்ளபோது அதன் வீழுங்களை வரைக.

21 அ. ஒரு முக்கோணப் பட்டகத்தின் பீடம் 30 மிமீ பக்கம் கொண்டது; அச்சு 50 மிமீ நீளம் கொண்டது; அதன் அச்சு நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயிருக்கும்போது, அதன் ஒருசெவ்வக முகம் தரையில் படுமாறு கிடக்கிறது. அதன் சாய்ந்த முகம் ஒன்றின் நடுவில், ஒரு கூம்பின் ஆக்கி பொருந்தச் சாய்ந்துள்ளது. கூம்பின் பீடம் 40 மிமீ விட்டம்; அச்சு 50 மிமீ நீளம். இவ்வடிவங்களின் வீழங்களை வரைக. கி.நி. அச்சிற்கு 60 பாகை சாய்ந்துள்ள துணை அச்சில் இன்னொரு நேர்படம் வரைக.

22. ஒரு பூக்கூடை மேலும், கீழும் வெட்டப்பட்ட கோள வடிவில் உள்ளது. மேல்விட்டம் 35 மிமீ, கீழ்விட்டம் 25 மிமீ, மிகப்பெரிய விட்டம் 40 மிமீ. அதன் அச்சு நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயும், தரைக்கு 60° சாய்ந்தும் உள்ளநிலையில் அதன் வீழங்களை வரைக.

23. 40 மிமீ விட்டமுள்ள மூன்று கோளங்கள் தரையில் ஒன்றோடொன்று முட்டிக் கொண்டுள்ளன. இரண்டு கோளங்களின் மையங்களை இணைக்கும்கோடு நிலைத் தளத்திற்கு இணையாயுள்ளன. 50 மிமீ விட்டமுள்ள பெரிய கோளம், முதல் மூன்று கோணங்களின் மீது நிறுத்தப்பட்டுள்ளது. அந்த அடுக்கின் மூன்று வீழல்களையும் வரைக. பெரிய கோளத்தின் மையம் தரையிலிருந்து எவ்வளவு உயரத்தில் இருக்கிறதென்று கண்டுபிடித்திடுக.

24. அ ஆ இ என்ற மூன்று கோளங்கள் முறையே 75 மிமீ, 50 மிமீ, 30 மிமீ விட்டமுள்ளவை, ஒன்றனையொன்று முட்டிக்கொண்டு தரையில் அமைந்துள்ளன. அ ஆ கோளங்களின் மையங்களை இணைக்கும்போதும் நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயுள்ளபோதும் ஒன்றனையொன்று சந்திக்கும் புள்ளிகளைக் குறிக்க.

25. ஒரு சதுரப் பட்டகத்தின் பீடம் 20 மிமீ சதுரம், 50 மிமீ உயரம். அதன் பீடத்தில் இருமுகங்கள் நிலைத் தளத்திற்குச் செங்குத்தாய் நிற்கிறது. ஒரே மாதிரியான நான்கு கோடுகள், ஒவ்வொன்றும் பட்டகத்தின் ஒவ்வொரு முகத்தையும் அடுத்த இரண்டு கோளிகளையும் முட்டிக்கொண்டு தரையில் நிற்கின்றன. அக்கோளிகளின் விட்டத்தைக் காண்க. அவற்றின் வீழங்களை வரைக.

26. ஓர் அறுகரக் கூர்ப்பட்டகத்தின் பீடப்பக்கம் 20 மிமீ, நீளம், உயரம் 50 மிமீ, பீடத்தின் ஓர் ஓரம் நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயிருக்கும் நிலையில், பீடம் தரையில்பட நிற்கிறது. ஆறு சம கோளங்கள், ஒவ்வொன்றும் அடுத்த இருகோளங்களையும், பட்டகத்தின் ஒவ்வொரு முகத்தையும் தொட்டுக்கொண்டிருக்கின்றன. கோளங்களின் விட்டத்தைக் கண்டுபிடிக்க அதன் வீழங்களை வரைக.

27. ஒரு கட்டையின் நீளம் 7.5 செமீ., அகலம் 5 செமீ., உயரம் 2.5 செமீ, கட்டையில் மத்தியில் 3 செமீ விட்டமுள்ள வட்டத்துளை ஒன்று, மேலிருந்து கீழாயுள்ளது. கட்டையின் 5 செமீ ஓரம் தரையில், நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும் துளையின் அச்சுக் கிடைத்தளத் திற்கு 60 பாகை சாய்ந்தும் உள்ளபோது அதன் வீழங்களை வரைக.

28. 75 மிமீ விட்டமும், 25 மிமீ உயரமும் கொண்ட ஓர் உருளைக் கட்டையின் நடுவில் 25 மிமீ பக்கங்கொண்ட அறுகரத்துளை ஒன்று குடையப்பட்டுள்ளது. உருளையின் தட்டை

முகங்கள் செங்குத்தாயும், நிலைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்தும் உள்ள நிலையில் அதன் வீழங்களை வரைக.

29. ஒரு மண் பூந்தொட்டியின் மேல்விட்டம் 25 செமீ. கீழ்விட்டம் 15 செமீ. உயரம் 30 செமீ ஓட்டின் கனம் 2.5 செமீ. அதன் அச்சு நிலை அச்சிற்கு 30° சாய்ந்திருக்கையில், அதன் வீழங்களை வரைக. (தாளுக்குத் தக்க சுருக்களவை மேற்கொள்க).

ஒரு நான்முகியின் பக்க நீளம் 7.5 செமீ, அதன் ஓர் ஓரம் கிடைத்தளத்திற்கு இணையாயும், நிலைத்தளத்திற்கு 45 பாகை சாய்ந்தும் உள்ளது. அந்த ஓரம் அடங்கிய முகம் செங்குத்தாயுள்ளது. அதன் வீழங்களை வரைக.

30. ஓர் அய்ங்கரப் பட்டகத்தின் பீடப்பக்க நீளம் 40 மிமீ, உயரம் 65 மிமீ, அது பீடத்தின் ஒரு முனையில் நிற்கிறது. அந்த முனை அடங்கிய நீள ஓரம், கிடைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்துள்ளது. அந்த ஓரம் அடங்கிய முகமும், அச்சும், நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்துள்ளது. அதன் வீழங்களை வரைக.

31. ஒரு கூம்பின் சரிவுப் பகுதி நிலைத்தளத்தில் முட்டிக்கொண்டும், கிடைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும், உச்சி கிடைத்தளத்தில் முட்டிக்கொண்டும் உள்ளன; கூம்பின் பீடம் 50 மிமீ விட்டம் கொண்டது; உயரம் 75 மிமீ ஆகும்.

32. ஒரு கனசதுரத்தின் பக்கம் 4 செமீ நீளம் பின் காணும் நிலமைகளில் அதன் வீழங்களை வரைக.

(அ) அதன் ஒரு முகம் நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயுள்ளபோது

(ஆ) ஒரு முகம் நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும் கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும் உள்ளபோது

(இ) ஒரு முகம் கிடைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும் நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும் உள்ளபோது.

33. 3 செமீ பக்கமுள்ள ஒருகனசதுரம், அதன் ஓர் ஓரம் தரையில் பட, அது நிலைத் தளத்திற்கு இணையாயும், அந்த ஓரம் அடங்கிய முகம் கிடைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்தும் உள்ளபோது அதன் வீழங்களை வரைக.

34. 3 செமீ பக்கங்கொண்ட ஒருகனசதுரம், அதன் ஓர் ஓரம் தரையில்பட, அது நிலைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்தும், அந்த ஓரம் அடங்கிய முகம் கிடைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும் உள்ளபோது, அதன் வீழங்களை வரைக.

35. 3 செமீ பக்கங்கொண்ட கனசதுரம், பின்வரும் நிலைகளில் உள்ளபோது அதன் வீழங்களை வரைக.

(அ) தரையில் ஒருமுனையில் நிற்கிறது. அந்தமுனை அடங்கிய ஓரம், கிடைத்தளத்திற்கு 60 பாகையும், நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயும் உள்ளது.

15

(ஆ) ஒரு முனை நிலத்திலபட, அந்த முனை அடங்கிய ஓரத்தின் கிடைப்படம்(க) நிலைத்தளத்திற்கு செங்குத்தாயுள்ளது (கா) நிலைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்துள்ளது அந்த ஓரம் கிடைத்தளத்திற்கு 60 பாகை சாய்வாயுள்ளது.

36. ஒரு 3 செமீ கனசதுரத்தின் ஒருமுகம் தரைக்கு 30° சாய்வாயும், நிலைத்தளத்திற்கு 40° சாய்வாயும் உள்ளது. அதன் வீழுங்களை வரைக.

37. ஒரு சமபக்க முக்கோணத்தின் பக்கம் 3 செமீ, உயரம் 5 செமீ. அதன் முக்கோண முகத்தின் ஓர் ஓரம் நிலைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்தும், அதன் அச்சுக்கிடைத் தளத்திற்கு 45° சாய்ந்தும் உள்ளன. அதன் வீழுங்களை வரைக.

38. ஓரம் 3 செமீ கொண்ட சமபக்க முக்கோணப் பட்டகத்தின் உயரம் 5 செமீ அதன் ஒரு செவ்வக முகம் கிடைத்தளத்திற்கு 20° சாய்ந்தும், நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும் உள்ளது. அதன் வீழுங்களை வரைக.

39. 3 செமீ பக்கங்கொண்ட சதுரப் பட்டகத்தின் உயரம் 5 செமீ பின்காணும் நிலைகளில் அதன் வீழுங்களை வரைக.

(அ) பீடத்தின் ஓர் ஓரம் தரையிலபட, அதன் அச்சு நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயும் கிடைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்தும் உள்ளபோது.

(ஆ) ஒரு முனை தரையிலபட, அதன் அச்சுக் கிடைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்தும் அச்சின் கிடைப்படம் நிலைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்தும் உள்ளபோது

40. ஒரு 3 செமீ, 2 செமீ பீடங்கொண்ட செவ்வகப்பட்டகம் 6 செமீ உயரம் உள்ளது. அதன் பீடத்து 2 செமீ நீளமுள்ள ஓரம் தரையிலபட, அவ்வோரம் அடங்கிய செவ்வக முகம் கிடைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்துள்ளது. அதன் அச்சு நிலைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்துள்ளது. அதன் வீழுங்களை வரைக.

41. பீடப்பக்கம் 2.5 செமீ நீளம் கொண்ட அய்ங்கரப்பட்டகத்தின் உயரம் 6 செமீ. பின்காணும் நிலைகளில் அதன் வீழுங்களை வரைக.

(அ) ஒரு செவ்வக முகம் தரையிற் படிய, அதன் பீடம் நிலைத் தளத்திற்கு 45° சாய்ந்துள்ளபோது

(ஆ) பீடத்தின் ஓர் ஓரம் தரையிலபட, அதன் அச்சுக் கிடைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும், அச்சின் கிடைப்படம் நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும் உள்ளபோது.

(இ) ஒரு முனை தரையிற்பட, அச்சுக் கிடைத்தளத்திற்கு 30° சாய்வாயும் அச்சின் கிடைப்படம், நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும் உள்ளபோது ஒரு எண்கரப் பட்டகத்தின் பீடத்து ஓரம் 2 செமீ, உயரம் 6 செமீ, ஒரு முனை தரையிற்பட, அம்முனை கொண்ட பக்க ஓரம், கிடைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும் நிலைத் தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும் உள்ள நிலையில் நிற்கும்போது அதன் வீழுங்களை வரைக.

42. ஒரு செவ்வகக் கூர்ப்பட்டகத்தின் பீட ஓரம் 4 செமீ, உயரம் 4 செமீ.

(அ) அதன் ஒரு முக்கோண முகம், கிடைத்தளத்திற்கு 60° சாய்ந்தும், நிலைத்தளத் திற்குச் செங்குத்தாயும் உள்ளபோது

(ஆ) ஒரு முக்கோண முகம் தரையிற்பட, அதன் அச்சின் கிடைப்படம் நிலைத்தளத் திற்கு 45° சாய்ந்துள்ளபோது இந்நிலைமைகளில் அதன் வீழங்களை வரைக.

(இ) ஒரு பீடமுனை தரையிற்பட, அதன் அச்சுக் கிடைத்தளத்திற்கு இணையாயும், நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும் உள்ளபோது

43. 4 செமீ 3 செமீ பீடமும் 5 செமீ உயரமும் கொண்ட ஒரு செவ்வகப்பட்டகம், அதன் பீடத்தின் நீண்ட ஓரம் தரையில் படவும், அவ்வோரம் அடங்கிய முக்கோண முகம், கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும் நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயும் உள்ள நிலையில் நிற்கிறது. அதன் வீழங்களை வரைக.

(அ) அதன் முக்கோண முகம் தரையிலும், அதன் அச்சின் கிடைப்படம், நிலைத் தளத்திற்கு 45° சாய்ந்துமிருக்கும்போது

(ஆ) பீடத்தின் ஓர் ஓரம் தரையிற்பட, அதன் அச்சும் கிடைத்தளத்திற்கு 45 பாகை சாய்ந்தும், அச்சின் கிடைப்படம் நிலைத்தளத்திற்கு 30 பாகை சாய்ந்தும் உள்ளபோது

(இ) பீடத்தின் ஒரு முனையில் ஒரு நூலில் கட்டி தொங்கவிடும் போதும், அச்சு நிலைத் தளத்திற்கு இணையாயிருக்கும்போது

44. ஓர் அறுகரப்பட்டகத்தின் பீடப்பக்க நீளம் 2.5 செமீ, உயரம் 6 செமீ. பின்காணும் நிலைமைகளில் அதன் வீழங்களை வரைக.

(அ) ஒரு முக்கோண முகம், கிடைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்தும் அச்சு நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயும் இருக்கும்போது

(ஆ) ஒரு முக்கோண முகம், தரையில் படிய, அச்சின் கிடைப்படம், நிலைவீழத்திற்கு 45° சாய்ந்திருக்கும்போது

(இ) ஒரு முக்கோண முகம், கிடைத்தளம், நிலைத்தளம் இரண்டிற்கும் செங்குத்தா யுள்ளபோது

(ஈ) அதன் உச்சி தரையிற்பட, ஒரு முக்கோணமுகம் நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத் தாயுள்ளபோது

45. 4 செமீ விட்டமும், 6 செமீ உயரமும் கொண்ட உருளை பின்காணும் நிலைகளில் உள்ள போது அதன் வீழங்களை வரைக.

(அ) அதன் அச்சுக் கிடைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும் அச்சின் கிடைப்படம் நிலைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்தும் உள்ளபோது

(ஆ) அதன்பீடம் நிலைத்தளத்திற்கு 60° சாய்ந்தும் கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும் உள்ளபோது

(இ) அதன் பீடம் கிடைத்தளத்திற்கு 60° சாய்ந்தும், அதன் அச்சின் கிடைப்படம் நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும் இருக்கும்போது

46. ஒரு கூம்பின் பீடம் 5 செமீ விட்டம், உயரம் 6 செமீ. பின்காணும் நிலைகளில் அதன் வீழங்களை வரைக.

(அ) அதன் அச்சுக் கிடைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும் அச்சின் கிடைப்படம், நிலைத் தளத்திற்குச் சாய்ந்தும் உள்ளபோது

(ஆ) அதன் வளைவு ஓரம் தரையிற்பட, அச்சின் கிடைப்படம் நிலைத்தளத்திற்கு 60° சாய்ந்துள்ளபோது

(இ) அதன் பீடம் கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும், அச்சுக் கிடைத்தளத்திற்கு 60° சாய்ந்தும், உச்சி நிலைத்தளத்திற்கு அருகிலும் உள்ளபோது

(ஈ) அதன் ஆக்கி கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும் அச்சின் கிடைப்படம் நிலைத்தளத்திற்கு 60° சாய்ந்தும் உள்ளபோது

(உ) அதன் உச்சி தரையிலும், பீடம் கிடைத்தளத்திற்கு 60° சாய்ந்தும் அச்சின் கிடைப்படம், நிலைத்தளத்திற்குச் சாய்ந்தும் உள்ளபோது

47. 4 செமீ ஓரங்கொண்ட நான்முகி,

(அ) அதன் ஒரு முக்கோண முகம் தரையிலும், அந்த முகத்தின் ஓர் ஓரம், நிலைத் தளத்திற்கு 10° சாய்ந்தும் உள்ளபோதும்,

(ஆ) ஓர் ஓரம் நிலைத்தளத்திற்கு 10° சாய்ந்தும், அந்த ஓரம் அடங்கிய முக்கோண முகம் நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும் உள்ளபோதும் அதன் வீழங்களை வரைக.

48. 4 செமீ ஓரங்கொண்ட எண்முகியின் வீழங்களைப் பின்காணும் நிலைகளில் வரைக.

(அ) அதன் ஒரு முக்கோண முகம் தரையிலும், அந்த முகத்தின் ஓர் ஓரம் நிலைத்தளத் திற்கு 10° சாய்ந்தும் உள்ள நிலையில்

(ஆ) அதன் அச்சுச் செங்குத்தாயும், ஓர் ஓரத்தின் கிடைப்படம் நிலைத்தளத்திற்கு செங்குத்தாயும் உள்ளபோது

49. ஒரு வட்டத்தகடு, 5 செமீ விட்டமும், 2 செமீ கனமும் உள்ளது; அதன் நடுவில் 2 செமீ சதுரத்துளை உள்ளது.

(அ) தகடு நிலைத்தளத்திற்கு 60° சாய்ந்தும், துளையின் ஓரம் ஒன்று கிடைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும் உள்ளபோது

(ஆ) தகடு கிடைத்தளத்திற்கு 60° சாய்ந்தும், சதுரத்துளையின் மூலைவிட்டம் ஒன்று நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும் உள்ளபோது, இந்நிலைமைகளில் அதன் வீழங்களை வரைக.

50. 2 செமீ உயரமுள்ள, 3 செமீ பீடப்பக்கமுள்ள அறுகரப்பட்டகம் ஒன்றன்மீது தொடர்ச்சியாய் 6 செமீ உயரமுள்ள அறுகரக் கூம்பு உள்ளது. பீடத்தின் ஓர்ஓரம் தரையிற்பட, நிலைத்தளத்திற்கு 60 பாகை சாய்ந்தும், பீடம் கிடைத்தளத்திற்கு 60° பாகை சாய்ந்தும் உள்ள நிலையில் அதன் வீழங்களை வரைக.

51. ஓர் அய்ங்கரக் கூர்ப்பட்டகத்தின் உயரம் 5 செமீ, பீடப்பக்கம் 2.5 செமீ. இன்னொரு அய்ங்கரப்பட்டகத்தின்மீது இரண்டின் அச்சும் ஒருங்கிணையப் பீடப்பக்கங்கள் இணையாய் ஒட்டிக்கொண்டுள்ளது. இதன் பீடப்பக்கம் 3 செமீ, உயரம் 2 செமீ. அதன் அச்சு நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயும், கிடைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும் ஒரு பீடப்பக்கத்தின்மீது தரையில் நிற்கையில், அதன் வீழங்களை வரைக.

52. ஓர் அறுகரப்பட்டகம் (பீடப்பக்கம் 3 செமீ, உயரம் 2 செமீ). ஒரு தலையிலாக் கூம்பு (பீடம் 5 செமீ விட்டம், உயரம் 4 செமீ, மேல்விட்டம் 4 செமீ.) ஒருநான்முகி (பீடப்பக்கம் 3 செமீ.) ஆகிய மூன்றும் அவற்றின் அச்சு ஒருங்கிணைய ஒன்றன்மீதொன்றாய் ஒட்டி இணைந்துள்ளன. இக்கூட்டுவத்தின் அச்சு நிலைத்தளத்திற்கு 45 பாகையும், கிடைத்தளத்திற்கு 45 பாகையும் சாய்ந்து, பீடத்தில் ஓரம் ஒன்றில் நிற்கிறது. தலை, நிலைத்தளத்தின் அருகில் உள்ளது. அதன் வீழங்களை வரைக.

5. வெட்டுகள்

1. 4 செமீ பக்கங்கொண்ட கனசதுரக் கட்டையின் ஒரு முகம், நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும், நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும் நிற்கிறது.

   (அ) நிலைத்தளத்திற்கு அருகிலுள்ள இரண்டு பக்கங்களின் மையங்கள் வழியே கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாய் ஒரு வெட்டுதளம் செல்கிறது. அதன் பின்னர் நிலைவீழத்தையும், வெட்டு முகத்தின் அசல் வடிவத்தையும் வரைக.

   (ஆ) மேல்முகத்தின் மையப்புள்ளி வழியே, கிடைத்தளத்திற்கு 45° சாய்வில் ஒரு வெட்டுதளம் செல்கிறது. வெட்டியபின் நிலைவீழத்தையும், வெட்டுமுகத்தின் அசல் வடிவினையும் வரைக.

2. 4 செமீ பக்கங்கொண்ட கனசதுரத்தின் ஓர் ஓரம் நிலைத்தளத்திற்கு இணையாய்த் தரையில் படிந்துள்ளது. அந்த ஓரமுள்ள முகம் கிடைத்தளத்திற்கு 30° பாகை சாய்ந்துள்ளது. நிலைத்தளத்திற்கு வல இடப்பக்கமாய் 60° சாய்ந்துள்ள செங்குத்து வெட்டு தளம், தரையிலுள்ள முனையின் இடப்பக்க ஓரத்திலிருந்து 1 செமீ. தள்ளியுள்ள புள்ளி வழியே செல்கிறது. வெட்டியபின் வீழங்களையும், வெட்டுமுகத்தின் அசல்வடிவத்தையும் வரைக.

3. 3.5 செமீ பக்கங்கொண்ட கனசதுரம், ஓர் ஓரம் நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும், அதன் இரு பக்கங்களும், தரைக்கு 45° சாய்ந்தும் உள்ளநிலையில் நிற்கிறது. நிலைத்தளத் திற்கு வலப்பக்கமாய் 60° சாய்ந்துள்ள வெட்டுத்தளம் நிலத்தில் படிந்துள்ள ஓரத்தில்

நிலைத்தளத்திற்கு அருகிலுள்ள முனையிலிருந்து 1 செமீ தள்ளியுள்ள புள்ளிவழியே செல்கிறது. அதன் வீழங்களையும், வெட்டுமுகத்தின் அசல் தோற்றத்தையும் வரைக.

4. ஒரு சதுரப் பட்டகத்தின் பீடப்பக்கம் 3.5 செமீ, நீளம் 6 செமீ, அதன் ஓர் ஓரத்தில் நிற்கிறது. அந்த ஓரம் நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும், ஓரம் அடங்கிய பக்கம், கிடைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும் உள்ளன. பட்டகத்தின் அச்சுச் சாய்ந்துள்ள திசையிலேயே, நிலைத்தளத்திற்கு 60° சாய்ந்துள்ளது செங்குத்து வெட்டுதளம் ஒன்று, தெரியும் முனையிலிருந்து அச்சின் 1/3 பங்கின் வழியே செல்கிறது. அதன் வீழங்களையும் வெட்டு முகத்தின் அசல் வடிவத்தையும் வரைக.

5. ஓர் அய்ங்கரப்பட்டகத்தின் பீடப்பக்கம் 2.5 செமீ, நீளம் 6 செமீ, பீடத்தின் ஓர் ஓரம், நிலைத்தளத்திற்கு 30° வலப்பக்கம் சாய்ந்தும், அச்சுக் கிடைத்தளத்திற்கு 60° சாய்ந்தும் உள்ளது. அச்சின் மேல்முனையிலிருந்து 1.5 செமீ தூரத்தின் வழியே கிடைத்தளத்திற்கு 60° சாய்ந்துள்ள வெட்டுமுகத்தின் அசல் வடிவத்தையும் வரைக.

6. ஓர் அறுகரப்பட்டகத்தின் பீடப்பக்கம் 2.5 செமீ, நீளம் 8 செமீ, அதன் ஒரு செவ்வக முகம் தரையில் படிய, அச்சு நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயுள்ளது. அச்சின் ஒருமுனையிலிருந்து, 3 செமீ தள்ளி நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்துள்ள செங்குத்து வெட்டுதளம் செல்கிறது. வெட்டியபின் வீழங்களையும், வெட்டுமுகத்தின் அசல்வடிவையும், வெட்டுமுகத்தின் அசல்வடிவையும் வரைக.

7. ஒரு எண்கரப் பட்டகத்தின் பீடப்பக்கம் 2 செமீ, நீளம் 8 செமீ, ஒரு செவ்வகமுகம் தரையிற்படிய, அச்சு நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்துள்ளது. அச்சின் 1/3 பங்கில் ஒரு செங்குத்து வெட்டுதளம், நிலைத்தளத்திற்கு இணையாய்ச் செல்கிறது. வீழங்களையும், வெட்டுமுகத்தின் அசல் வடிவத்தையும் வரைக.

8. 4 செமீ பீடப்பக்கங்கொண்ட, சதுரக் கூர்ப்பட்டகத்தின் உயரம் 6 செமீ, அச்சுச் செங்குத்தாயும், பீடத்து ஓரம் ஒன்று நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும் உள்ளன. பின் காணும் நிலைமைகளில் வெட்டுத்தோற்றங்களையும், வெட்டு முகத்தின் அசல் வடிவத்தினையும் வரைக.

   (அ) முன்புறம் தாழ்ந்த வெட்டுதளம், கிடைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்தும், அச்சின் மையப்புள்ளி வழியாயும் செல்கிறது.

   (ஆ) செங்குத்தான வெட்டுதளம், உச்சியின் கிடைப்படத்திலிருந்து 1செமீ முன்னாலும், நிலைத்தளத்திற்கு 60° பாகை சாய்ந்தும் உள்ளது.

9. 4 செமீ, 3 செமீ பீடங்கொண்ட செவ்வகக் கூர்ப்பட்டகத்தின் உயரம் 6 செமீ., சிறிய முக்கோண முகம் தரையில்பட அச்சு நிலைத்தளத்திற்கு இணையாய் இருக்கிறது. பின் காணும் நிலைமைகளில் வெட்டுத்தோற்றங்களையும், வெட்டுமுகத்தின் அசல் வடிவங்களையும் வரைக.

(அ) வெட்டுதளம், கிடைத்தளத்திற்கு இணையாயும் அச்சின் மையப்புள்ளியின் வழியாயும் செல்லும்போதும்.

(ஆ) வெட்டுமுகம் முன்னால் தெரியுமாறு செங்குத்தான வெட்டுதளம் அச்சின் மையப்புள்ளி வழியே செல்லும்போதும்.

உருளைகள்:

10. ஒரு 4 செமீ விட்டமும், 8 செமீ உயரமும் கொண்ட உருளையின் அச்சு, இரண்டு தளங்களுக்கும் இணையாயுள்ளது. நிலைத்தளத்திற்கு அருகில் உள்ள 'ஆக்கி' யின் ஒரு முனையிலிருந்து 3 செமீ தள்ளியுள்ள புள்ளியின் வழியே, நிலைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்த வெட்டு தளம் ஒன்று செல்கிறது. வெட்டுமுகம் தெரியும் நிலையில் உள்ளதாயின், வெட்டுத்தோற்றங்களையும், வெட்டுமுகத்தின் அசல்வடிவினையும் வரைக.

(ஆ) மேலேயுள்ள உருளையையே, கிடைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந் துள்ள வெட்டு தளம் ஒன்று, மேல் 'ஆக்கி' யின் 2 செமீ புள்ளியின் வழியே செல்வதாய் கொண்டு, வெட்டுத் தோற்றங்களையும், வெட்டுமுகத்தின் அசல் வடிவையும் வரைக.

11. வெளிவிட்டம் 5 செமீ., உள்விட்டம் 3.5 செமீ., உயரம் 8 செமீ கொண்ட குழாயை அதன் அச்சுச் செங்குத்தாய் நிற்கும்போது, கிடைத்தளத்திற்கு 45° சாய்வாயுள்ள வெட்டுதளம், அச்சு மையத்தின் வழியே வெட்டுகிறது. வெட்டுமுகத்தின் அசல்வடிவையும் வெட்டுத் தோற்றங்களையும் வரைக.

வெட்டப்பட்ட உருவத்தின் அச்சுக்கிடைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்துள்ள நிலையில், சிறிய 'ஆக்கி' தரைக்குமேலே எழும்பியநிலையின், வெட்டுத்தோற்றங்களை வரைக.

12. ஒரு குழாயின் உள்விட்டம் 4 செமீ, வெளிவிட்டம் 5 செமீ., உயரம் 8 செமீ, அதன் அச்சு நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்வாய்த் தரையில் கிடக்கிறது. நிலைத்தளத்திற்கு அருகிலுள்ள ஆக்கியிலிருந்து 1.5 செமீ உள்தள அச்சிற்கு இணையாய்ச் செல்லும் வெட்டுதளம், 5 செமீ சென்றதும், அச்சிற்கு 45° சாய்வாய்த் திரும்பிவிடுகிறது.

வெட்டுத்தோற்றங்களை வரைக. வெட்டுமுகத்தின் இரண்டு பகுதிகளின் அசல் வடிவு களையும் தனித்தனியே வரைக.

13. ஓர் அய்ங்கரக் கூர்ப்பட்டகத்தின் பீடப்பக்கம் 2.5 செமீ, உயரம் 6 செமீ. அதன் அச்சுச் செங்குத்தாயும் நிற்கிறது.

(அ) அச்சின் மையப்புள்ளிவழியே செல்லும் வெட்டு தளம் நிலைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்துள்ளபோதும்

(ஆ) அச்சிலிருந்து 0.75 செமீ தள்ளியும், செங்குத்தாயுள்ள பீடப்பக்கத்தை வெட்டாமலும் நிலைத்தளத்திற்கு 60° சாய்வாயும் வெட்டு தளம் உள்ளபோதும் அதன் வீழங்களையும் வெட்டுமுகத்தால் அசல் வடிவங்களையும் வரைக.

14. ஓர் அறுகரக் கூர்ப்பட்டகத்தின் பீடப்பக்கம் 2.5 செமீ, உயரம் 6 செமீ. பீடத்தின் ஓர் ஓரம் நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும், அச்சு செங்குத்தாயும் உள்ளன. கிடைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்துள்ள வெட்டுதளம், அச்சின் மையப்புள்ளி வழியே செல்கிறது. வெட்டுத் தோற்றங்களையும் வெட்டுமுகத்தின் அசல் வடிவையும் வரைக.

இதே உருவம், ஒரு முக்கோண முகம் தரையில் படிந்துள்ளபோதுள்ள தோற்றங்களை வரைக.

15. ஓர் அறுகர கூர்ப்பட்டகத்தின் பீடப்பக்கம் 2.5 செமீ, உயரம் 6 செமீ, அச்சு செங்குத்தாயும், பீடத்தின் ஓர் ஓரம் நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயும் உள்ளது. உச்சியின் கிடைப்படத்திலிருந்து ஒரு செமீ தள்ளியுள்ள புள்ளியின் வழியே நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்துள்ள வெட்டுத்தளம் செல்கிறது. வெட்டுத் தோற்றங்களையும், வெட்டுமுகத்தின் அசல் வடிவையும் வரைக.

16. 2.5 செமீ பீடப்பக்கமும், 6 செமீ உயரமும் கொண்ட ஓர் அறுகரக் கூர்ப்பட்டகத்தின் அச்சுக் கிடைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்தும், பீடத்தின் ஓர் ஓரம் நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயுமுள்ளது. இரண்டு தளங்களுக்கும் செங்குத்தாயுள்ள ஒரு வெட்டுதளம் அச்சின் மையம் வழியே செல்கிறது. வெட்டுத் தோற்றங்களையும், வெட்டுமுகத்தின் அசல் வடிவங்களையும் வரைக.

17. 5 செமீ விட்டமுள்ள கோளத்தினைப் பின்காணும் நிலைமைகளில் வரைக.

(அ) கிடைமட்டத்திற்கு 45° சாய்ந்துள்ள வெட்டுதளம், மையத்திலிருந்து 1 செமீ தள்ளிச் செல்லும்போது.

(ஆ) நிலைத் தளத்திற்கு 60° சாய்ந்துள்ள வெட்டுதளம், மையத்திலிருந்து 1 செமீ தள்ளிச் செல்லும்போது

(இ) ஒன்றனுக்கொன்று 60° சாய்ந்துள்ள இரண்டு வெட்டுதளங்களின் இணைப்பு மையத்திலிருந்து 1 செமீ தள்ளியிருக்கும்போதும் ஒரு வெட்டுதளம் இரண்டு முதன்மைத் தளங்களுக்கும் செங்குத்தாயிருக்கும்போது.

18. ஒரு 3 செமீ பீடப்பக்கமும், 5 செமீ உயரமும் கொண்ட அறுகரப் பட்டகத்தின்மீது, ஒரு கூம்பு (2.5 செமீ விட்டம், 2.5 செமீ உயரம்), இரண்டு அச்சுகளுக்கும் பொருந்துமாறு அமைந்துள்ளது. அதன் அச்சுச் செங்குத்தாயும் கீழுள்ள அறுகரத்தின் பீடத்து ஓரம் ஒன்று, நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயும் உள்ளன. பின்வரும் நிலைமைகளில் அவற்றின் வெட்டுத்தோற்றங்களையும், வெட்டுமுகத்தின் அசல்வடிவையும் வரைக.

(அ) நிலைத்தளத்திற்கு 45° சாய்வில் அச்சின் கிடைப் புள்ளியிலிருந்து 1 செமீ தள்ளி வெட்டு தளம் செல்கிறது.

(ஆ) கூம்பின் மையப்புள்ளி வழியாய்க் கிடைத்தளத்திற்கு 60° சாய்வில் வெட்டுதளம் செல்கிறது.

6. உள்நுழைவு

1. 5 செமீ விட்டமுள்ள பெரிய உருளையினுள், 4.5 செமீ விட்டமுள்ள சிறிய உருளை, பின்காணும் நிலைமைகளில் உள்நுழைகிறது. அதன் வீழங்களை வரைக.

   (அ) இரண்டின் அச்சுகளும், ஒன்றனையொன்று செங்கோணத்தில் வெட்டிக் கொள்கின்றன; நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயுள்ளன.

   (ஆ) பெரிய உருளை பீடத்தில் நிற்கிறது. சிறிய உருளை நிலைத்தளத்திற்கு இணையாய்க் கிடைத்தளத்திற்கு 60° சாய்வில் அச்சுகள் வெட்டிக் கொள்கின்றன.

   (இ) பெரிய உருளை பீடத்தில் நிற்கிறது. அச்சுகள் வெட்டிக்கொள்ள, சிறிய உருளை, நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்துள்ளது.

2. 5 செமீ விட்டங்கொண்ட உருளைப் பீடத்தில் 3.5 செமீ விட்டங்கொண்ட சிறிய உருளை கிடைமட்டமாய் நுழைகிறது.

   (அ) அச்சுகள் வெட்டிக்கொள்ளுமாறு

   (ஆ) பெரிய உருளையின் அச்சிலிருந்து 0.5 செமீ முன்னால் தள்ளிச் சிறிய உருளையின் அச்சு இருக்குமாறு

   (இ) இரண்டின் ஆக்கிகளும் ஒரே புள்ளியில் இருக்குமாறு

   (ஈ) இரண்டு அச்சுகளின் இடைவெளி 2.5 செமீ உள்ளபோது

3. மேற்கணக்கில் சிறிய உருளை கிடைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்துள்ள நிலைமையில் நான்கு வகை வீழங்களையும் வரைக.

4. உள்துளையுள்ள உருளையின் வெளிவிட்டம் 5 செமீ, உள்விட்டம் 3.5 செமீ., அதன் குறுக்காக 3 செமீ விட்டமுள்ள வட்டத்துளை ஒன்று போடப்படுகிறது; உருளை செங்குத்தாய் நிற்கிறது. வட்டத்துளை நிலைத்தளத்திற்கு 45° சாய்வில் மட்டமாய் இருக்கிறது. இதன் வீழங்களை வரைக.

5. ஒரு கூம்பு (பீடம் 5 செமீ விட்டம், உயரம் 6 செமீ) அதன் பீடத்தில் நேராய் நிற்கிறது.

   (அ) அச்சின் மையத்தின்வழியே, கிடைத்தளத்திற்கு 45° சாய்வில் வெட்டுதளம் செல்லும்போது

   (ஆ) ஓர் ஆக்கியிலிருந்து 1 செமீ உள்தள்ளி அதற்கு இணையாய் வெட்டுதளம் செல்லும்போது

   (இ) செங்குத்து வெட்டுதளம், அச்சின் கிடைப்புள்ளியிலிருந்து 1 செமீ தூரம் அண்மையில் நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்வாய் வெட்டுதளம் செல்லும்போது

   (ஈ) அச்சிலிருந்து தள்ளி இருதளங்களுக்கும் செங்குத்தாய் வெட்டுதளம் செல்லும் போது வெட்டுத்தோற்றங்களையும், வெட்டுமுகங்களின் அசல் வடிவுகளையும் வரைக.

6. பீடவிட்டம் 5 செமீ, உயரம் 6 செமீ உள்ள கூம்பு தரையில் நேராய் நிற்கிறது. நிலைத் தளத்திற்குச் செங்குத்தான வெட்டுதளம் அச்சு வரை செல்கிறது. அதன்பின்னர் நிலைத் தளத்திற்கு 45^{o} சாய்வில் தொடருகிறது. வெட்டுத் தோற்றங்களையும், வெட்டு முகங்களின் அசல் வடிவையும் வரைக.

7. 5 செமீ விட்டமும், 6 செமீ உயரமும் கொண்ட கூம்பு தரையில் நேராய் நிற்கும்போது கிடைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்த வெட்டுதளம் அச்சின் மையம் வழியே செல்கிறது. அதன் வீழல்களையும் வெட்டுமுகத்தின் அசல் வடிவையும் வரைக. தலையிலாப் பீடப்பகுதி, அதன் நீளமான ஆக்கி, தரையில்படக் கிடக்கும்போது அதன் தோற்றங்களை வரைக.

8. 5 செமீ விட்டமும், 6 செமீ உயரமும் கொண்ட கூம்பு, அதன் ஆக்கி ஒன்றன் மையப்புள்ளியில் கயிற்றில் கட்டித் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. அதன் புவிஈர்ப்புத் தானத்தின் வழியே கிடைமட்டமாய் வெட்டுதளம் செல்கிறது. கயிற்றில் தொங்கும் பகுதியின் தோற்றங்களை வரைக.

   (அ) கூம்பின் அச்சின் கிடைப்புள்ளியிலிருந்து 1 செமீ தள்ளி உருளையின் அச்சு 4 செமீ உயரத்தில், நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்வில் நுழைந்துள்ளபோது

   (ஆ) கூம்பின் அச்சின் கிடைப்புள்ளியிலிருந்து 1.5 செமீ தள்ளி இரண்டு அச்சுகளும் செங்குத்தாய் இரண்டனையும் இணைக்கும்கோடு நிலைத்தளத்திற்கு 45^{o} சாய்வாய் நுழைந்துள்ளபோது.

9. 4 செமீ விட்டமுள்ள உருளையில், 6 செமீ உயரமும், 4 செமீ விட்டமும் கொண்ட கூம்பு குத்திக்கொண்டுள்ளது; உருளை பீடத்தில் நேராய் நிற்கிறது. இரண்டின் அச்சுகளும் வெட்டிக்கொள்கின்றன. உருளைக்கு வெளியே கூம்பின் தலை 1 செமீ நீட்டிக் கொண்டுள்ளது.

   உருளையின் அச்சு நிலைத் தளத்திற்கு

   (அ) இணையாயுள்ளபோது

   (ஆ) 30° கூம்பின் தலைப்பக்கம் சாய்ந்துள்ளபோது

   (இ) 30° கூம்பின் பீடப்பக்கம் சாய்ந்துள்ளபோது வீழல்களை வரைக.

10. 5 செமீ விட்டமும், 6 செமீ உயரமும் கொண்ட கூம்பு தரையில் நேராய் நிற்கிறது. தரையிலிருந்து 1 செமீ.க்கு மேலாய் 3 செமீ விட்டமுள்ள உருளை ஒன்று கூம்பின் நடுவில் கிடைமட்டமாய் நிலைத்தளத்திற்கு இணையாய் நுழைந்துள்ளது. அவற்றின் வீழங்களை வரைக.

11. மேற்கணக்கில் உருளை நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்துள்ளநிலையில் வீழங்களை வரைக.

12. 6 செமீ விட்டமும், 7 செமீ உயரமும் கொண்ட கூம்பு தரையில் நேராய் நிற்கிறது.

   3 செமீ விட்டமுள்ள உருளை ஒன்று

   (அ) கூம்பின் அச்சின் கிடைப்புள்ளியின் முன்னால் 1 செமீ தள்ளி, 2.5 செமீ உயரே உருளையின் அச்சுக்கிடைமட்டமாய் நுழையும்போது

(ஆ) கூம்பகச்சின் கிடைப்புள்ளி முன்னால் 1 செமீ தள்ளி உருளையின் அச்சுக் கிடைத்தளத்திற்கு 30° சாய்வாய், மையத்தில் தரையிலிருந்து 4 செமீ உயரத்தில் நுழைந்துள்ளபோது.

13. சமபக்க முக்கோணப்பட்டகம் ஒன்றன் உயரம் 8 செமீ, பீடப்பக்கம் 4 செமீ, பின்னால் உள்ள செவ்வகமுகம், நிலைத்தளத்திற்கு இணையாய் இருக்குமாறு பீடத்தில் நிற்கிறது. இதே அளவான இன்னொரு முக்கோணப் பட்டகம் இரண்டு அச்சுகளும் தரையிலிருந்து 4 செமீ. உயரத்தில் வெட்டிக் கொள்ளுமாறு உள்நுழைகிறது. நுழையும் பட்டகத்தின் அச்சுக் கிடைத்தளத்திற்கு 45° சாய்வாயும் அதன்கீழ்ச் செவ்வகமுகம் கிடைமட்டமாயும் உள்ளன. அதன் வீழங்களை வரைக.

14. ஒரு சமபக்க முக்கோணப் பட்டகத்தின் பீடப்பக்கம் 5 செமீ, உயரம் 7 செமீ, பீடத்தில் நேராய் நிற்கிறது. பின்னால் உள்ள செவ்வகமுகம் நிலைத் தளத்திற்கு இணையாய் உள்ளது. அதில் 3 செமீ பக்கங்கொண்ட சதுர செவ்வகம், அச்சுகள் தரையிலிருந்து 4 செமீ உயரத்தில் வெட்டிக் கொள்ளுமாறு உள்நுழைகிறது. நுழையும் பட்டகத்தின் அச்சு, நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயும், ஒரு செவ்வகமுகம் கிடைத்தளத்திற்கு இணையாயும் உள்ளன. இவற்றின் வீழங்களை வரைக.

15. 5 செமீ பக்கமும் 8 செமீ உயரமும் கொண்ட சதுரப்பட்டகம், அதன் ஒரு செவ்வகமுகம், நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்வாய் இருக்குமாறு, தரையின்மீது பீடத்தில் நிற்கிறது.

3 செமீ பக்கங்கொண்ட சிறிய சதுரப்பட்டகம் ஒன்று, அதன் அச்சு இரு தளங்களுக்கும் இணையாய் இருக்குமாறும் நிற்கும் பட்டகத்தின் அச்சிலிருந்து 1 செமீ முன்புறமும் தரையின்மேல் 4 செமீ உயரத்திலும் இருக்குமாறும் நுழைகிறது அதன் வீழங்களை வரைக.

16. 4 செமீ பக்கமும், 8 செமீ உயரமும் கொண்ட சதுரப்பட்டகம், தரையின்மீது அதன் பீடத்தில், நிற்கிறது. ஒரு செவ்வகமுகம் நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்துள்ளது. 4.5 செமீ பக்கங்கொண்ட சமபக்க முக்கோணப் பட்டகம் அதன் அச்சு, இருதளங்களுக்கும் இணையாய் இருக்குமாறு உள்நுழைகிறது. அதன் ஒரு செவ்வகமுகம் கிடைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்துள்ளது. அதன் கீழ்ஓரம் தரையிலிருந்து 2 செமீ. உயரத்திலும், நிற்கும் சதுரப்பட்டகத்தின் அச்சின் வழியாய் செல்கிறது.

இவற்றின் வீழல்களை வரைக.

17. ஓர் அய்ங்கரப்பட்டகத்தின் பீடப்பக்கம் 3 செமீ, உயரம் 8 செமீ, பின்னாலுள்ள செவ்வகமுகம் நிலைத்தளத்திற்கு இணையாய் இருக்குமாறு பீடத்தில் நேராய் நிற்கிறது.

(அ) 4 செமீ பக்கங்கொண்ட சமபக்க முக்கோணப்பட்டகம் அதன் பின்னைய செவ்வகமுகம் கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாயும், நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயும், அதன் அச்சுத் தரைக்குமேல் 4 செமீ உயரத்தில், அய்ங்கரப்பட்டகத்தின் அச்சினை வெட்டுமாறு உள்நுழைந்துள்ளது.

(ஆ) 3.5 செமீ பக்கங்கொண்ட சதுரப்பட்டகம், அதன் அச்சு நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயும், இடைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்தும், அய்ங்கரப் பட்டகத்தில் அச்சினை 3.5 செமீ உயரத்தில் வெட்டுமாறு உள்நுழைந்துள்ளது. இவற்றின் வீழங்களை வரைக.

18. ஒரு அறுகரப் பட்டகத்தின் பீடப்பக்கம் 3 செமீ, உயரம் 8 செமீ, அதன் ஒரு செவ்வக முகம் நிலைத்தளத்திற்கு இணையாய் இருக்கிறது. 4.5 செமீ பக்கங்கொண்ட சதுரப்பட்டகம் ஒன்று, அறுகரப் பட்டகத்தினுள் நுழைந்துள்ளது. இரண்டின் அச்சுகளும் 4 செமீ உயரத்தில் வெட்டிக்கொள்ளுகின்றன. சதுரப்பட்டகத்தின் ஒரு செவ்வகமுகம் கிடைத்தளத்திற்கு 45° சாய்ந்துள்ளது; அதன் அச்சு நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்துள்ளது. இவற்றின் வீழங்களை வரைக.

19. 5 செமீ பக்கங்கொண்ட சதுரக் கூர்ப்பட்டகத்தின் உயரம் 8 செமீ, பீடத்து ஓரம் ஒன்று நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்துள்ளது; இதனுள் ஒரு சதுரப்பட்டகம் நுழைந்துள்ளது. அதன் பீடப்பக்கம் 3 செமீ, ஒரு செவ்வகமுகம் கிடைத்தளத்திற்கு 60° சாய்ந்துள்ளது; அதன் அச்சுக் கூர்ப்பட்டகத்தின் அச்சின் முன்னால் 0.5 செமீ தள்ளியும் தரையிலிருந்து 3.5 செமீ உயரத்திலும் உள்ளது. அது நிலைத்தளத்திற்கு இணையாயும் உள்ளபோது இவற்றின் வீழங்களை வரைக.

20. ஓர் அறுகரக் கூர்ப்பட்டகத்தின் பீடப்பக்கம் 3 செமீ, உயரம் 8 செமீ, பீடத்தின் ஓர் ஓரம் நிலைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாய்த் தரையில் நேராய் நிற்கிறது. இதனுள் ஒரு 3 செமீ பக்கங்கொண்ட சதுரப்பட்டகம், அதன் அச்சுகள் வெட்டிக்கொள்ளுமாறு நுழைகிறது. பட்டகத்தின் ஒரு செவ்வகமுகம் கிடைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்துள்ளது; பட்டகத்தின் கீழ்முனை தரையிலிருந்து 1 செமீ உயரத்தில் உள்ளது. அதன் அச்சு இரண்டு தளங்களுக்கும் இணையாயுள்ளது. இவற்றின் வீழங்களை வரைக.

21. ஓர் அய்ங்கரப் பட்டகம் (பீடப்பக்கம் 3 செமீ, உயரம் 6 செமீ) அதன் பீடத்து ஓர் ஓரம், நிலைதளத்திற்குச் செங்குத்தாயிருக்குமாறு பீடத்தில் நேராய் நிற்கிறது. 3.5 செமீ பக்கங்கொண்ட சமபக்க முக்கோணப் பட்டகம், கூர்ப்பட்டகத்தில் நுழைகிறது. தரையிலிருந்து 2.5 செமீ உயரத்தில் அதன் அச்சுகள் செங்கோணத்தில் வெட்டிக்கொள்கின்றன. பட்டகத்தின் அச்சு, இருதளங்களுக்கும் செங்குத்தாய் இருக்கிறது. பட்டகத்தின் ஒரு செவ்வகமுகம் கிடைத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாய்க் கண்ணுக்குத் தெரியாமல் இருக்கிறது. இவற்றின் வீழங்களை வரைக.

22. கோளங்கள்: 6 செமீ விட்டங்கொண்ட உருளை ஒன்று அதன் பீடத்தில் நிற்கிறது; 5 செமீ விட்டங்கொண்ட கோளம் அதனுள் நுழைந்துள்ளது; இரண்டின் மையங்களும் 1.5 செமீ தள்ளி அமைந்துள்ளன; இவற்றை இணைக்கும் கற்பனைக்கோடு, நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்துள்ளது; கோளத்தின் மையம், உருளையின் மையத்திற்கு முன்னாலும், தரையிலிருந்து 5 செமீ உயரத்திலும் உள்ளது. இவற்றின் வீழங்களை வரைக.

23. ஒரு சதுரப்பட்டகம் (பீடப்பக்கம் 4 செமீ) அதன் பீடத்தில் நேராய் நிற்கிறது. பீடத்தில் ஓர் ஓரம் நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்துள்ளது. நிலைத்தளத்திற்கு அருகிலுள்ள முனை

யிலிருந்து புறப்படும் மூலைவிட்டத்தில் பட்டகத்தின் அச்சிலிருந்து 0.5 செமீ தூரம் முன்னால் மையம் அமைகின்றது. ஒரு 5 செமீ விட்டக்கோளம், உள்நுழைந்துள்ளது. இத்திண்மங்களின் வீழங்களை வரைக.

24. ஒரு கூம்பின் பீட விட்டம் 6 செமீ, உயரம் 7 செமீ, தன் பீடத்தின் தரையின்மீது நேராய் நிற்கிறது. 5 செமீ விட்டங்கொண்ட கோளம் ஒன்று, அதனுள் நுழைகிறது. கோளத்தின் மையம் கூம்பின் மையத்தின் முன்னால், இரண்டையும் இணைக்கும் கற்பனைக்கோடு நிலைத்தளத்திற்கு 30° சாய்ந்துள்ளது. கோளத்தின் மையம் தரைக்குமேல் 2.5 செமீ உயரத்தில் இருக்கும்போது அவற்றின் வீழங்களை வரைக.

25. பீடப்பக்கம் 4 செமீ கொண்ட சமபக்க முக்கோணக் கூர்ப்பட்டகத்தின் உயரம் 9 செமீ, 6 செமீ, விட்டங்கொண்ட கோளம் செறுகப்பட்டுள்ளது; கூம்பின் மையத்தில் கோளத்தின் மையம் உள்ளது. இந்தத் திண்மங்கள் சாய்ந்துவிட்டன.

கோளமும், கூர்ப்பட்டகத்தின் பீடத்து ஓரம் ஒன்றும் தரையில் நிற்கின்றன. கூர்ப்பட்டகத்தின் அச்சு, நிலைத்தளத்திற்கு 60° சாய்ந்தும் பீடம் அருகிலும் உள்ளது. அதன் வீழங்களை வரைக.

26. கூம்பும் கூம்பும்: 5 செமீ விட்டமும் 6 செமீ உயரமும் கொண்ட கூம்பு ஒன்று, பீடத்தில் நிற்கிறது. அதே அளவுள்ள இன்னொரு கூம்பு, அதன் அச்சு இரண்டு தளங்களுக்கும் இணையாய் இருக்குமாறு உள்ளே நுழைகிறது. அவற்றின் அச்சுகள் தரைக்குமேல் 3 செமீ உயரத்தில் வெட்டிக்கொள்கின்றன. நுழையும் கூம்பின் உச்சியிலிருந்து 2.5 செமீ தூரத்தில் இவ்வெட்டு உள்ளது. இதன் வீழங்களை வரைக.

குறிப்பு: பயிற்சி வினாக்கள் சென்னை IIT நூலகத்திலிருந்த பல நூல்களிலிருந்து திரட்டப்பட்டன. நன்றி.

நூற்பட்டி

1. Venkataraman K., - Geometrical Drawing

2. French, Thomas E. and Vierck, Charles J. - A Manual of Engineering Drawing for Students and Draftsmen. - Mc Grow-Hill Book Company - 1 NC.,

3. Serebryakov A
   Yankovsky K.
   Pleshkin M. - Mechanical Drawing

4. Hoelscher, Randolph P.
   Springer, Clifford H - Engineering Drawing and Geometry

5. Indian Standards Is: 962-1967 (With drawn)
   B.I.S : SP :46

6. Drawing and Design - Rogers

7. Practical Plane and Solid Geometry - Abdulla Sheriff

வரைவியலில் எனக்கு விருப்பு ஏற்படுத்திய பேராசிரியர் கே. வெங்கட்ராமன் அவர்கட்கும் சென்னை IIT நூலகம், தரமணி இந்தியச் செந்தர நூலகம், பிற நூலாசிரியர்கள் அனை வர்க்கும் நன்றி உடையேன்.

- ஆசிரியர்

கலைச்சொற்பட்டியல்

A

Alphabet	-	நெடுங் கணக் கு, அறி வரி
Altitude	-	நிலைவெளி, உயரம்
Ammonia Print	-	அமோனியா நகல்
Arc	-	வில்
Arch	-	வளைவு
Architecture	-	கட்டடக்கலை
Architectural Drawing	-	கட்டடக்கலை வரைபடம்
Auxiliary plane	-	துணைத்தளம்
- Projection	-	துணைவீழம்
- View	-	துணைக்காட்சி
Axonometric	-	அச்சளம்
Azimuth	-	அச்சு

B

Bending	-	வளைத்தல்
Blue print	-	நீல நகல், நீலப்படி
Bolt	-	மறை ஆணி (Nut - மறைவில்லை)
Bow	-	வில்

C

Campus	-	வளாகம்
Circle	-	வட்டம்
Cone	-	கூம்பு
Conoid	-	கூம்பகம்
Convolute	-	சுருளை
Corner	-	முனை

Cylinder - உருளை

Compass - வட்டகை

D

Development - விரிப்பு

Diagram - கோட்டுப்படம், படம்

Dip - சாய்மான திசை

Drawing - வரைபடம், வரைவு, படம்

Devider - கவராயம்

E

Edge - ஓரம்

Elevation - நேர்படம், நிலைப்படம், நிலைவீழம்

Ellipse - நீள்வட்டம்

Ellipsoid - நீள்வட்டகம்

End Elevation - பக்கப்படம்

F

Figure - உருவம், படம்

G

Generator - ஆக்கி

H

Helix - விரிபரப்புச் சுருளி

Hyperbola - அதிபரவளைவு

Hyperboloid - அதிபரவளைவகம்

Hyperboloid paraboloid - அதிபரவளைவுப் பரவளைவகம்

I

Isometric	-	சமளம்

L

Lay - out	-	அமைவுப்படம், தரைப்படம்
Line	-	கோடு

M

Map	-	நிலப்படம்
Maximum	-	பெருமம்
Minimum	-	சிறுமம்

O

Oblique	-	சாய்வு, சாய்மானம்
Oblique projection	-	சாய்மான வீழம்
Oblique view	-	சாய்மானப் படம்
Oblique prism	-	சாய்வுப் பட்டகம்
Oblique cone	-	சாய்வுக் கூம்பு
Oblique cylinder	-	சாய்வு உருளை

P

Parabola	-	பரவளையம்
Paraboloid	-	பரவளைவகம்
Perspective	-	பார்வை, பார்வைப்படம்
- Projection	-	பார்வை வீழம்
- View	-	பார்வைப்படம்
Picture	-	படம், காட்சிப்படம்
Pictorial view	-	காட்சிப் படங்கள்

Plan	-	கிடைப்படம், தரைப்படம்
Plane	-	தளம்
Polyhedran	-	பன்முகி
Print	-	அச்சு, அச்சிடு, எழுது, நகல், படி
Prism	-	பட்டகம்
Prismoid	-	பட்டயகம்
Projection	-	வீழம், வீழ்த்தம்,

R

Right	-	நேர், செங்குத்து
- Prism	-	நேர்ப்பட்டகம்
- cone	-	நேர்க்கூம்பு
- Cylinder	-	நேர் உருளை

S

Scale	-	சுருக்களவு, அடிக்கோல்
Shape	-	வடிவம், உருவம்
Size	-	அளவு
Solid	-	திண்மம், திடம்
Solids of revolution	-	சுழலியம்
Sketch	-	வரிப்படம், படம்
Sphere	-	கோளம்
Spheroid	-	கோளகம்
Strike	-	திசையம் (தளம்)
Style	-	அழகுநிலை
Symbol	-	அடையாளம்
Set square	-	முக்கோணிகள்

T

Tetrahedron	நான்முகி

V

Vertex	உச்சி, முகடு, கூர்முனை
View	காட்சி, படம்

கலைச்சொற்பட்டியல்

அச்சளம்	-	Axonometric
அச்சு, அச்சிடு	-	Print
அச்சு	-	Azimuth
அடிக்கோல்	-	Scale
அடையாளம்	-	Symbol
அதிபரவளைவகம்	-	Hyperboloid
அதிபரவளைவு	-	Hyperbola
அதிபரவளைவுப் பரவளைவகம்	-	Hyperboloid paraboloid
அமைவுப்படம்	-	Layout
அமோனியா நகல்	-	Ammonia Print
அழகு நிலை	-	Style
அளவு	-	Size
அறிவரி	-	Alphabet
ஆக்கி	-	Generator
உச்சி	-	Vertex
உயரம்	-	Altitude, height, elevation
உருவம்	-	Figure
உருளை	-	Cylinder
எழுது	-	Print
ஓரம்	-	Edge
கட்டடக் கலை	-	Architecture
கட்டடக் கலை வரைபடம்	-	Architectural Drawing
கவராயம்	-	Divider
காட்சி	-	View
காட்சிப்படம்	-	Pictorial View
கிடைப்படம்	-	Plan

கூம்பகம்	-	Conoid
கூம்பு	-	Cone
கூர்முனை	-	Vertex
கோட்டுப்படம்	-	Diagram
கோடு	-	Line
கோளகம்	-	Spheroid
கோளம்	-	Sphere
சமளம்	-	Isometric
சாய்மானக் கூம்பு	-	Oblique cone
சாய்மான திசை	-	Dip
சாய்மானப் படம்	-	Oblique view
சாய்மானம்	-	Oblique
சாய்மான வீழம்	-	Oblique projection
சாய்வு	-	Oblique
சாய்வு உருளை	-	Oblique cyclinder
சாய்வுப்பட்டகம்	-	Oblique prism
சிறுமம்	-	Minimum
சுருக்களவு	-	Scale
சுருளை	-	Convolute
சுழலியம்	-	Solids of revolution
செங்குத்து	-	Right
தரைப்படம்	-	Layout, Plan
தளம்	-	Plane
திசையம்	-	Strike *(தளம்)*
திடம்	-	Solid
திண்மம்	-	Solid
துணைக்காட்சி	-	Auxiliary view
துணைத் தளம்	-	Auxiliary plane

துணை வீழம்	-	Auxiliary projection
நகல்	-	Print
நான்முகி	-	Tetrahedron
நிலப்படம்	-	Map
நிலைப்படம்	-	Elevation
நிலை வீழம்	-	Elevation
நிலைவெளி	-	Altitude
நீல நகல்	-	Blue Print
நீலப்படி	-	Blue Print
நீள்வட்டகம்	-	Ellipsoid
நீள்வட்டம்	-	Ellipse
நெடுங்கணக்கு	-	Alphabet
நேர்	-	Right
நேர் உருளை	-	Right cylinder
நேர் கூம்பு	-	Right cone
நேர்ப்பட்டகம்	-	Right prism
நேர்ப்படம்	-	Elevation
பக்கப்படம்	-	End elevation
பட்டகம்	-	Prism
பட்டயகம்	-	Prismoid
படம்	-	Print, Copy
பரவளையம்	-	Paralola
பரவளைவகம்	-	Paraloloid
பன்முகி	-	Polyhedron
பார்வை	-	Perspective
பார்வைப்படம்	-	Perspective view
பார்வை வீழம்	-	Perspective projectiion
பெருமம்	-	Maximum

மரை ஆணி	-	Bolt
மரை வில்லை	-	Nut
முக்கோணிகள்	-	Set square
முகடு	-	Vertex
முனை	-	Corner, edge
மூலை	-	Corner
வட்டகை	-	Compass
வட்டம்	-	Circle
வடிவம்	-	Shape
வரிப்படம்	-	Sketch
வரைபடம்	-	Drawong
வரைவு	-	Drawing
வளாகம்	-	Campas
வளைத்தல்	-	Bending
வளைவு	-	Arch
விரிப்பு	-	Development
விரிபரப்புச் சுருளி	-	Helix
வில்	-	Arc, Bow
வீழ்ச்சி, வீழ்த்தம், வீழம், வீழல்	-	Projection

ரூ. 74.00

பாவை பிரிண்டர்ஸ் (பி) லிமிடெட்
142, ஜானி ஜான் கான் ரோடு,
ராயப்பேட்டை,
சென்னை - 600 0014.

306