মেকানিক্যাল ড্রাফটিং উইথ ক্যাড-১

এসএসসি ও দাখিল (ভোকেশনাল)

নবম-দশম শ্রেণি

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড কর্তৃক প্রকাশিত

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক প্রণীত

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষাবোর্ড কর্তৃক ২০১৭ শিক্ষাবর্ষ থেকে এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল) শিক্ষাক্রমের নবম ও দশম শ্রেণির পাঠ্যপুস্তকরূপে নির্ধারিত

মেকানিক্যাল ড্রাফটিং উইথ ক্যাড-১

প্রথম ও দ্বিতীয় পত্র

নবম-দশম শ্রেণি

লেখক

প্রকৌশলী শেখ আতিয়ার রহমান

এ.এম.আই.ই (মেকানিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং)

এফ.আই.ই.বি (মেকানিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং)

ও

প্রাক্তন বিভাগীয় প্রধান

মেকানিক্যাল ও শিপ বিল্ডিং ডিপার্টমেন্ট

বাংলাদেশ ইনস্টিটিউট অব মেরিন টেকনোলজি, নারায়ণগঞ্জ

সম্পাদক

ড. প্রকৌশলী মোঃ নুরুল ইসলাম

বি.এসসি ইঞ্জিনিয়ারিং (মেকানিক্যাল), এম, ইঞ্জিনিয়ারিং (মেকালিক্যাল)

এম.এসসি (টেকনিক্যাল এডুকেশন/প্রোডাকশন ইঞ্জিনিয়ারিং), পিএইচডি (এডুকেশন)

পরীক্ষা নিয়ন্ত্রক

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ কর্তৃক প্রকাশিত

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড

৬৯-৭০, মতিঝিল বাণিজ্যিক এলাকা, ঢাকা-১০০০

কর্তৃক প্রকাশিত।

[প্রকাশক কর্তৃক সর্বস্বত্ব সংরক্ষিত]

পরীক্ষামূলক সংস্করণ

প্রথম প্রকাশ : নভেম্বর, ২০১৬

পুনর্মুদ্রণ : , ২০১৯

ডিজাইন

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক বিনামূল্যে বিতরণের জন্য

মুদ্রণে:

প্রসঙ্গ-কথা

শিক্ষা জাতীয় জীবনের সর্বতোমুখী উন্নয়নের পূর্বশর্ত। দ্রুত পরিবর্তনশীল বিশ্বের চ্যালেঞ্জ মোকাবেলা করে বাংলাদেশকে উন্নয়ন ও সমৃদ্ধির দিকে নিয়ে যাওয়ার জন্য প্রয়োজন সুশিক্ষিত-দক্ষ মানব সম্পদ। কারিগারি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষা দক্ষ মানব সম্পদ উন্নয়ন, দারিদ্র্য বিমোচন, কর্মসংস্থান এবং আত্মনির্ভরশীল হয়ে বেকার সমস্যা সমাধানে গুরুত্বপূর্ণ অবদান রাখছে। বাংলাদেশের মতো উন্নয়নশীল দেশে কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষার ব্যাপক প্রসারের কোনো বিকল্প নেই। তাই ক্রমপরিবর্তনশীল অর্থনীতির সঙ্গে দেশে ও বিদেশে কারিগরি শিক্ষায় শিক্ষিত দক্ষ জনশক্তির চাহিদা দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে। এ কারণে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল) স্তরের শিক্ষাক্রম ইতোমধ্যে পরিমার্জন করে যুগোপযোগী করা হয়েছে।

শিক্ষাক্রম উন্নয়ন একটি ধারাবাহিক প্রক্রিয়া। পরিমার্জিত শিক্ষাক্রমের আলোকে প্রণীত পাঠ্যপুস্তকসমূহ পরিবর্তনশীল চাহিদার পরিপ্রেক্ষিতে এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল) পর্যায়ে অধ্যয়নরত শিক্ষার্থীদের যথাযথভাবে কারিগরি শিক্ষায় দক্ষ করে গড়ে তুলতে সক্ষম হবে। অভ্যন্তরীণ ও বহির্বিশ্বে কর্মসংস্থানের সুযোগ সৃষ্টি এবং আত্মকর্মসংস্থানে উদ্যোগী হওয়াসহ উচ্চশিক্ষার পথ সুগম হবে। ফলে রূপকল্প-২০২১ অনুযায়ী জাতিকে বিজ্ঞানমনস্ক ও প্রশিক্ষিত করে ডিজিটাল বাংলাদেশ নির্মাণে আমরা উজ্জীবিত।

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার ২০০৯ শিক্ষাবর্ষ হতে সকলস্তরের পাঠ্যপুস্তক বিনামূল্যে শিক্ষার্থীদের মধ্যে বিতরণ করার যুগান্তকারী সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেছে। কোমলমতি শিক্ষার্থীদের আরও আগ্রহী, কৌতূহলী ও মনোযোগী করার জন্য মাননীয় প্রধানমন্ত্রী শেখ হাসিনার নেতৃত্বে আওয়ামী লীগ সরকার প্রাক-প্রাথমিক, প্রাথমিক, মাধ্যমিকস্তর থেকে শুরু করে ইবতেদায়ি, দাখিল, দাখিল ভোকেশনাল ও এসএসসি ভোকেশনালস্তরের পাঠ্যপুস্তকসমূহ চার রঙে উন্নীত করে আকর্ষণীয়, টেকসই ও বিনামূল্যে বিতরণ করার মহৎ উদ্যোগ গ্রহণ করেছে; যা একটি ব্যতিক্রমী প্রয়াস। বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক রচিত ভোকেশনালস্তরের ট্রেড পাঠ্যপুস্তকসমূহ সরকারি সিদ্ধান্তের প্রেক্ষিতে জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড ২০১৭ শিক্ষাবর্ষ থেকে সংশোধন ও পরিমার্জন করে মুদ্রণের দায়িত্ব গ্রহণ করে। এ বছর উন্নতমানের কাগজ ও চার রঙের প্রচ্ছদ ব্যবহার করে অতি অল্প সময়ে পাঠ্যপুস্তকটি মুদ্রণ করে প্রকাশ করা হলো।

বানানের ক্ষেত্রে সমতা বিধানের জন্য অনুসৃত হয়েছে বাংলা একাডেমি কর্তৃক প্রণীত বানান রীতি। পাঠ্যপুস্তকটির আরও উন্নয়নের জন্য যে কোনো গঠনমূলক ও যুক্তিসংগত পরামর্শ গুরুত্বের সাথে বিবেচিত হবে। শিক্ষার্থীদের হাতে সময়মত বই পৌঁছে দেওয়ার জন্য মুদ্রণের কাজ দ্রুত করতে গিয়ে কিছু ত্রুটি-বিচ্যুতি থেকে যেতে পারে। পরবর্তী সংস্করণে বইটি আরও সুন্দর, প্রাঞ্জল ও ত্রুটিমুক্ত করার চেষ্টা করা হবে। যাঁরা বইটি রচনা, সম্পাদনা, প্রকাশনার কাজে আন্তরিকভাবে মেধা ও শ্রম দিয়ে সহযোগিতা করেছেন তাঁদের জানাই আন্তরিক ধন্যবাদ। পাঠ্যপুস্তকটি শিক্ষার্থীরা আনন্দের সঙ্গে পাঠ করবে এবং তাদের মেধা ও দক্ষতা বৃদ্ধি পাবে বলে আশা করি।

প্রফেসর নারায়ণ চন্দ্র সাহা
চেয়ারম্যান
জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

সূচিপত্র

প্রথম পত্র		
অধ্যায়	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা নং
অধ্যায়-০১	ড্রইং ও ড্রাফটিং	১-৪
অধ্যায়-০২	ড্রাফটিং যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জামাদি	৫-১২
অধ্যায়-০৩	ড্রইং শীটের লে-আউট	১৩-২২
অধ্যায়-০৪	লাইন	২৩-২৬
অধ্যায়-০৫	অক্ষর ও সংখ্যা লেখা	২৭-৩৬
অধ্যায়-০৬	জ্যামিতিক ড্রইং	৩৭-৫২
অধ্যায়-০৭	স্কেল	৫৩-৬০
অধ্যায়-০৮	ড্রইং-এর সিম্বল, পরিমাপ ও সারফেস ফিনিশ	৬১-৭৮
অধ্যায়-০৯	ফ্রি হ্যান্ড স্কেঠ	৭৯-৮২
অধ্যায়-১০	প্রজেকশন ড্রইং	৮৩-১০৪
অধ্যায়-১১	ওয়ার্কিং ড্রইং	১০৫-১১২
অধ্যায়-১২	ঘন বস্তুর ড্রইং	১১৩-১২২
অধ্যায়-১৩	সেকশনাল ড্রইং	১২৩-১৩০
অধ্যায়-১৪	ড্রইং নোট	১৩১-১৩২
অধ্যায়-১৫	ব্যবহারিক	১৩৩-১৬৪

দ্বিতীয় পত্র		
অধ্যায়	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা নং
অধ্যায়-১৬	মেকালিক্যাল ড্রাফটিং প্রয়োজনীয় ও প্রয়োগ	১৬৭-১৬৮
অধ্যায়-১৭	তল ও কোয়াড্রান্ট	১৬৯-১৭২
অধ্যায়-১৮	তলের বিকাশন	১৭৩-১৮১
অধ্যায়-১৯	ওয়ার্কিং ড্রইং	১৮২-১৮৪
অধ্যায়-২০	মেকালিক্যাল ফ্যাসনার	১৮৫-২০০
অধ্যায়-২১	রিভেট	২০১-২০৮
অধ্যায়-২২	পুলি ও কাপলিং	২০৯-২১৪
অধ্যায়-২৩	স্প্রিং ও বিয়ারিং	২১৫-২২০
অধ্যায়-২৪	গিয়ার	২২১-২২৮
অধ্যায়-২৫	ওয়েল্ডিং জয়েন্ট	২২৯-২৩৪
অধ্যায়-২৬	ওয়ার্কিং ড্রইং	২৩৫-২৪২
অধ্যায়-২৭	অ্যাসেম্বলি এবং ডিটেল ড্রইং	২৪৩-২৪৭
অধ্যায়-২৮	ট্রেসিং	২৪৮-২৫১
অধ্যায়-২৯	অ্যামোনিয়া প্রিন্টিং	২৫২-২৫৩
অধ্যায়-৩০	ড্রইং শীট সংরক্ষণ প্রণালী	২৫৪-২৫৭
অধ্যায়-৩১	ব্যবহারিক	২৫৮-৩০০

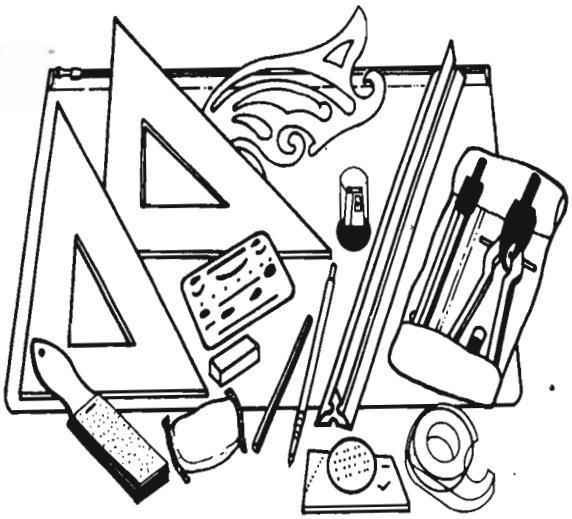
অধ্যায় – ০১

ড্রইং এবং ড্রাফটিং
(Drawing and Drafting)

১.০ সূচনা (Introduction) ঃ

প্রকৌশল প্রযুক্তি কার্যক্রমে যোগাযোগের মাধ্যম হিসেবে নকশার ব্যবহার প্রাচীন। তাই নকশা শিক্ষা, শিক্ষাক্রমের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ হিসেবে বিবেচিত হয়ে আসছে।

প্রচলিত পদ্ধতিতে টি–স্কয়ার (T-Square), সেট স্কয়ার (Set Square) কম্পাস (Compass), ইরেজার (Eraser), ইত্যাদি ব্যবহার করে নকশা অংকন করা হয়। বর্তমানে উক্ত যন্ত্রপাতির ব্যবহার ছাড়াই নকশা অংকনের জন্য কম্পিউটারের প্রয়োগ ডিজাইন ও ড্রাফটিং প্রযুক্তিকে সহজ ও আধুনিক পর্যায়ে নিয়ে এসেছে।



চিত্র নং – ১.১ ঃ প্রচলিত নকশার যন্ত্রপাতি

কম্পিউটারের সাহায্যে নকশা অংকন ও ডিজাইন করার পদ্ধতিকে ক্যাড (CAD) নামে অভিহিত করা হয়। বাস্তবে ক্যাড হল অংকন ও ডিজাইন করার একটি স্বয়ংক্রিয় পদ্ধতি যাতে কম্পিউটার ছাড়াও অন্যান্য আনুষঙ্গিক যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয়।

নকশা অংকন ও ডিজাইনে ক্যাডের কার্যকারীতা ও সফলতা প্রচলিত অংকন পদ্ধতিকে দ্রুত অপসারিত করছে। তথাপি ড্রইং বিষয়ে মৌলিক জ্ঞান অর্জনের মাধ্যম হিসেবে প্রচলিত অংকন পদ্ধতির কোন বিকল্প নাই।

১.১ ড্রইং ও ড্রাফটিং (Drawing and Drafting) ঃ

ড্রইং বা অংকন যোগাযোগের একটি প্রাচীন পদ্ধতি, মানব সভ্যতার শুরু থেকে অংকন বা ড্রইং ব্যবহার হয়ে আসছে। ড্রইং একটি সর্বজনীন ভাষা হিসেবে স্বীকৃত। বাস্তব বস্তুতে চিত্রে উপস্থাপন করা, পরিকল্পনা করা অথবা বস্তুর সংস্করণ করা অংকনের সাহায্যে সম্ভব।

১.১.১ ড্রইং ঃ কতকগুলো রেখাকে সুশৃঙ্খলভাবে ব্যবহার করে কোন বস্তুকে কাগজ বা অন্য কোন তলে উপস্থাপন করার কৌশলকে ড্রইং বা অংকন বলে। ড্রইং বা অংকনকে দু'ভাগে ভাগ করা হয়। যথা–

১। Artistic Drawing, যা শিল্পীর মন, হাত, রঙ তুলির সাহায্যে উদ্ভাসিত এবং

২। Engineering Drawing, প্রকৌশল বা প্রযুক্তিগত ড্রইং।

১.১.২ ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং ঃ কতকগুলো রেখাকে সুশৃঙ্খলভাবে ব্যবহার করে বিভিন্ন রকম ইঞ্জিনিয়ারিং বস্তু যেমন– বিল্ডিং, রোড, ব্রিজ, মেশিন ইত্যাদিকে কাগজে উপস্থাপনের কৌশলকে ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং বলে।

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং করার কাজে সব সময় ড্রইং ইনস্ট্রুমেন্ট ব্যবহার করা হয়। একটি বস্তুর গঠনে প্রয়োজনীয় সকল প্রকার তথ্য ও মাপনসই স্কেল সহযোগে ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং করা হয়ে থাকে।

ইঞ্জিনিয়ারিং দৃষ্টি কোণ থেকে ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং বিষয়টিকে মূলতঃ কয়েকটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যেমন–

(১) জিওমেট্রিক্‌ল **(Geometrical)** ড্রইং (২) মেকানিক্যাল **(Mechanical)** ড্রইং

(৩) সিভিল **(Civil)** ড্রইং (৪) ইলেকট্রিক্যাল **(Electrical)** ড্রইং

(৫) অ্যারোনটিকল **(Aeronotical)** ড্রইং (৬) আর্কিটেচারাল **(Architechtural)** ড্রাফটিং

(৭) প্রোসেস পাইপিং **(Process Piping)** বা পাইপ লাইন ড্রাফটিং ইত্যাদি।

জ্যামিতিক বস্তু যেমন –আয়তক্রে, বর্গক্রে, ত্রিভূজ, কোণ, পিরামিড, প্রিজম ইত্যাদি বস্তুকে কাগজে উপস্থাপন করার কৌশলকে জিওমেট্রিক্যাল ড্রইং বলে। জিওমেট্রিক্যাল ড্রইং আবার দু'ভাগে বিভক্ত। যথা–

(১) প্লেইন জিওমেট্রিক্যাল ড্রইং (Plane Geometrical Drawing) ঃ

দ্বিমাত্রিক বস্তু যেমন– আয়তক্রে, বর্গক্রে, ত্রিভূজ ইত্যাদি জ্যামিতিক বস্তুর কাগজে অংকন প্রক্রিয়াকে প্লেইন জিওমেট্রিক্‌ল ড্রইং বলে।

(২) সলিড জিওমেট্রিক্যাল ড্রইং (Solid Geometrical Drawing) ঃ

ত্রিমাত্রিক বস্তু যেমন– সিলিন্ডার, কৌণ, প্রিজম, পিরামিড কিউব জাতীয় জ্যামিতিক বস্তুর কাগজে অংকন প্রক্রিয়াকে সলিড জিওমেট্রিকল ড্রইং বলে।

১.১.৩ ড্রাফটিং ঃ টেকনিক্যাল বা ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং করার প্রক্রিয়াকে ড্রাফটিং বলে। আর ড্রাফটিং কাজে নিয়োজিত ব্যক্তিদের ড্রাফটস্‌ম্যান বলে।

১.২ ড্রাফটিং এর প্রকারভেদ ঃ ড্রাফটিং দুইভাগে বিভক্ত। যথা–

১) মেনুয়্যাল (Manual) ড্রাফটিং এবং

২) কম্পিউটারের সাহায্যে ড্রাফটিং।

১.২.১ মেনুয়্যাল (Manual) ড্রাফটিং ঃ মেনুয়্যাল ড্রাফটিং–এ ড্রাফটসম্যান অংকনের প্রচলিত যন্ত্রপাতি যেমন– টী স্কয়ার, সেট স্কয়ার, কম্পাস, ডিভাইডার, রাবার, পেনসিল ইত্যাদি ব্যবহার করে ড্রইং করে থাকে।

১.২.২ কম্পিউটারের সাহায্যে ড্রাফটিং ঃ ডিজাইন ও ড্রাফটিং উভয় কাজের জন্য ব্যবহৃত কম্পিউটার প্রযুক্তিকে Computer Aided Design/Drafting বা সংক্ষেপ CADD বলে। শুধুমাত্র ডিজাইন কাজের জন্য যখন কম্পিউটার প্রযুক্তি ব্যবহার করা হয় তখন তাকে Computer Aided Design সংক্ষেপে CAD বলে।
ইঞ্জিনিয়ারিং এর বিভিন্ন শাখায় ড্রাফটিং ব্যবহার হয়ে আসছে। শাখা ভিত্তিক ব্যবহারের উপর ভিত্তি করে ড্রাফটিংকে বিভিন্ন ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা–

১। এরোনটিক্যাল ড্রাফটিং
২। আর্কিটেচারাল ড্রাফটিং
৩। সিভিল ড্রাফটিং
৪। ইলেট্রিক্যাল ড্রাফটিং
৫। ইলেট্রোনিক্স ড্রাফটিং
৬। মেকানিক্যাল ড্রাফটিং
৭। প্রোসেস পাইপিং বা পাইপ লাইন ড্রাফটিং ইত্যাদি।

১.৩ ড্রাফটিং এবং চিত্রকলার পার্থক্য ঃ

টেকনিক্যাল বা ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং করার প্রক্রিয়াকে ড্রাফটিং বলে। ড্রাফটিং কাজে নিয়োজিত ব্যক্তিদের ড্রাফটস্‌ম্যান বলে। ড্রাফটিং কাজ কতকগুলো নিয়মের আবর্তে বাঁধা। এতে পরিমাপের বিষয়ও জড়িত। শিল্প কলকারখানায় উৎপাদন, নির্মাণ ও মেরামতের সাথে ড্রাফটিং বিষয়টির গভীর সম্পৃক্ততা আছে।
চিত্রকলা বলতে Artistic Drawing-কে বুঝায়, যা শিল্পীর মন, হাত, রঙ তুলির সাহায্যে উদ্ভাসিত। এ ধরনের শিল্প চর্চার কাজে নিয়োজিত ব্যক্তিদের চিত্রশিল্পী বলে। চিত্রকলার কাজ নিয়মের আবর্তে বাঁধা নয়। মনের কল্পনা শক্তিকে কাজে লাগিয়ে চিত্রকলার কাজ করা হয়।

১.৪ কারিগরি ক্ষেত্রে ড্রাফটিং এর গুরুত্ব ঃ পূর্বেই বলা হয়েছে যে, টেকনিক্যাল/ প্রকৌশল ড্রইং করার প্রক্রিয়াকে ড্রাফটিং বলে। বিভিন্ন প্রকার যন্ত্র বা যন্ত্রাংশ তৈরি, ইমারত নির্মাণ, ব্রীজ, পুল, কালভার্ট তৈরি অথবা ইঞ্জিনিয়ারিং এর বিভিন্ন শাখায় উৎপাদনে অথবা মেরামতে বস্ত সম্বন্ধে সঠিক ধারণা নকশার মাধ্যমে পাওয়া যায়। ওয়ার্কিং ড্রইং টেকনিক্যাল ড্রইং এরই অংশ যা ড্রাফটিং এর মাধ্যমে করা হয়। এতে বস্তর বিভিন্ন ভিউ (View) মাপসহ উপস্থাপন করা থাকে। ফলে ড্রইং দেখে জটিল আকৃতির বস্ত' সম্বন্ধে সহজে ধারণা নিয়ে মেরামত বা উৎপাদনের কাজ করা যায়। শিল্প কলকারখানায় ও ইঞ্জিনিয়ারিং এর বিভিন্ন শাখায় উৎপাদন বা মেরামতে ড্রাফটিং বিশেষ গুরত্ব বহন করে। ড্রাফটিং এর গুরত্বের কথা বিবেচনা করে প্রায় প্রত্যেক ইঞ্জিনিয়ারিং ডিপার্টমেন্টের আলাদা একটি ড্রাফটিং সেকশন থাকে।

১.৫ মেকানিক্যাল ড্রাফটিং (Mechanical Drafting) ঃ ড্রাফটিং–এর এ শাখা পাঠ করলে মেকানিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং বিষয়ের সকল প্রকার মেশিন, যন্ত্র বা যন্ত্রাংশ সঠিকভাবে মাপ ও নোট সহকারে বিভিন্ন ভিউ অংকনের মাধ্যমে কাগজে উপস্থাপন করা যায়। মেকানিক্যাল ড্রাফটিং জানা থাকলে নাট, বোল্ট, বিভিন্ন ধরনের থ্রেড, শ্যাফট, পুলি, গিয়ার, বিয়ারিং, স্প্রিং ইত্যাদি অংকন করা যায়। যন্ত্র বা যন্ত্রাংশের বিভিন্ন অংশ বিশদভাবে দেখার জন্য সেকশন ভিউ ও অকজিলারী ভিউ অংকন করা যায়। সারফেস ফিনিশিং ও ওয়েল্ডিং সিম্বল সম্বন্ধে জানতে পারবে। ফিট, টলারেন্স ও অ্যালাউন্স সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ করা যায়। সিম্বলগুলো ড্রইং–এ বসান যায়। বিভিন্ন যন্ত্রাংশের ডিটেল ড্রইং, অ্যাসেম্বলী ড্রইং তথা ওয়াকিং ড্রইং করা যায়।

১.৫.১ মেকানিক্যাল ও সিভিল ড্রাফটিং-এর পার্থক্য (Distinguish between Mechanical and Civil Drafting) ঃ

সিভিল ড্রাফটিং (Civil Drafting)-এ সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং এর বিভিন্ন প্রজেক্ট যেমন-হাইওয়ে, রেলরোড, ব্রীজ, কালভার্ট, পাইপ লাইন, বন্যা নিয়ন্ত্রণ বাঁধ, পানি ও পয়নিষ্কাশন প্রণালি নির্মাণ সংক্রান্ত অংকন কাজ সিভিল ড্রাফটিং এর মাধ্যমে করা হয়। তাছাড়া, বড় ধরনের নির্মাণ কাজে ব্যবহৃত প্রাকৃতিক বিবরণ সংক্রান্ত জমির পৃষ্ঠদেশের নকশা ম্যাপ অংকন সিভিল ড্রাফটিং-এর সাহায্যে করা যায়। অপর দিকে মেকানিক্যাল ড্রাফটিং এর মাধ্যমে বিভিন্ন প্রকার মেশিন, যন্ত্র বা যন্ত্রাংশের অংকনজনিত কাজ করা হয়। নাট, বোল্ট, বিভিন্ন ধরনের থ্রেড, শ্যাফট, পুলি, গিয়ার, বিয়ারিং, স্প্রীং ইত্যাদি অংকন কাজও করা যায়।

১.৫.২ ড্রাফটিং-এ কম্পিউটার প্রযুক্তি ঃ

বিংশ শতাব্দীতে কম্পিউটার প্রযুক্তির ব্যাপক বিকাশ এবং সেই সাথে কম্পিউটার গ্রাফিকসের ব্যবহার অংকন প্রযুক্তিকে আরোও সহজ, নিঁখুত ও আধুনিক পর্যায়ে নিয়ে আসে। ফলে শিল্প ও কলকারখানায় কম্পিউটারের মাধ্যমে অংকন প্রযুক্তি শুরু হয়। অংকন প্রযুক্তিকে সামনে রেখেই আরো নতুন নতুন সফটওয়্যারও তৈরি হয়। আধুনিক অংকন প্রযুক্তিতে কম্পিউটার হার্ডওয়ার ও সফটওয়্যার ব্যবহার করে ডিজাইন ড্রাফটিং-এর কাজ অতি উত্তম রুপে সমাধা করা যায়।

Autodesk Corporation-এ কম্পিউটারের সাহায্যে ডিজাইন ও অংকন করার জন্য নিয়মিতভাবে সফটওয়্যার তৈরি হয়েছ। উক্ত সংস্থার দ্বারা তৈরীকৃত ডিজাইন ও অংকন করার সফটওয়্যারটি AutoCAD নামে পরিচিত। শুরু থেকে Autodesk Corporation বিভিন্ন সংস্করণে অটোক্যাডের বিভিন্ন ভার্সন পর্যায়ক্রমে বাজারজাত করে আসছে। AutoCAD-এর উল্লেখযোগ্য ভার্সনগুলো যথাক্রমে R12, R14, R16, AutoCAD 2000, AutoCAD 2004 AutoCAD 2005 , AutoCAD 2006 , AutoCAD 2007 AutoCAD 2008 Ges AutoCAD 2009 নামে পরিচিত।

১.৫.৩ ডিজাইন (Design) ঃ

কোন একটি বস্তর সাফল্যজনক সৃষ্টিতে এবং বস্তটি সন্তোষজনক হয়েছে কিনা তা গাণিতিকভাবে যাচাই করা বা কোন সমস্যার সমাধান করাকে ডিজাইন বলে।

প্রশ্নমালা

১. ড্রইং কাকে বলে ?
২. ড্রাফটিং কী?
৩. ড্রাফটিং কয় প্রকার ও কী কী ?
৪. টেকনিক্যাল ড্রইং-এ ড্রাফটিং এর গুরত্ব বর্ণনা কর।
৫. মেকানিক্যাল ড্রাফটিং কাকে বলে।
৬. মেকানিক্যাল ড্রাফটিং ও সিভিল ড্রাফটিং-এর পার্থক্য লেখ।

অধ্যায় – ০২

ড্রাফটিং টুলস্ ও ইন্সট্রুমেন্ট
(Drawing Tools and Instrument)

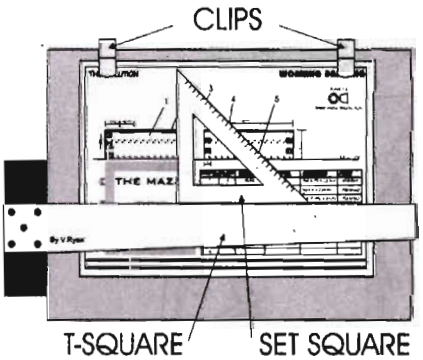
২.০ সূচনা (Introduction) ঃ

প্রচলিত পদ্ধিতেতে টি–স্কয়ার, সেট স্কয়ার, কম্পাস, ইরেজার (Eraser) ইত্যাদি ব্যবহার করে নকশা অংকন করা হয়। ম্যানুয়েল ড্রাফটিং–এ অংকনের জন্য বিভিন্ন প্রকার ড্রইং টুলস্ এবং ইন্সট্রুমেন্ট ব্যবহার হয়ে থাকে। যদিও বর্তমানে আধুনিক কম্পিউটার প্রযুক্তিকে ডিজাইন ও ড্রাফটিং–এ কাজে লাগিয়ে এতদসংক্রান্ত অধিকাংশ সমস্যার সমাধান করা হয়েছ। তথাপি অংকন বিষয়ে প্রাথমিক জ্ঞান অর্জন ও চর্চা করতে ম্যানুয়েল ড্রাফটিং ও সেই সাথে ড্রইং করার যন্ত্রপাতির নাম ও ব্যবহার জানা দরকার। এ অধ্যায়ে অংকনের জন্য বিভিন্ন প্রকার ড্রইং টুলস্ এবং ইন্সট্রুমেন্ট–এর পরিচিতি ও এদের ব্যবহার সম্বন্ধে উল্লেখ করা হল।

২.১ ড্রইং করার যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জামাদি ঃ

ম্যানুয়েল ড্রাফটিং করার জন্য যে সমস্ত যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জামাদি প্রয়োজন তার একটি তালিকা নিচে দেয়া হল–

১. ড্রইং বোর্ড
২. বোর্ডপিন / কিপ/সেলো টেপ
৩. ড্রইং টেবিল
৪. টী– স্কয়ার
৫. সেট স্কয়ার বা ট্রাঙ্গোলস্
৬. স্কেলস্
৭. পেনসিল কম্পাস বা বো পেনসিল
৮. ডিভাইডার (কাঁটা কম্পাস)
৯. চাঁদা
১০. পেনসিল
১১. পেনসিল সার্পনার
১২. শিরিষ কাগজ
১৩. রুমাল
১৪. রাবার বা ইরেজার
১৫. ইরেগুলার কার্ভ বা ফে"ঞ্চ কার্ভ
১৬. ইরেজিং শিল্ড
১৭. ড্রইং বক্স
১৮. ড্রইং পেপার
১৯. ট্রেসিংপেপার।



চিত্র নং – ২.১(ড্রইং বোর্ড, টী–স্কয়ার এবং সেট স্কয়ার)

২.২ ড্রইং যন্ত্রপাতির ব্যবহার (Use of Drawing Tools and Instrument) ঃ

নিচে বিভিন্ন প্রকার ড্রইং যন্ত্রপাতির বিবরণ ও এদের ব্যবহার উল্লেখ করা হল–

২.২.১ ড্রইং বোর্ড (Drawing Board) ঃ

ড্রইং শীটকে বোর্ডের উপর আটকে রেখে অংকন জনিত কাজ করা হয়। ইন্ডিয়ান স্টান্ডার্ডস্ ইনস্টিটিউট নির্ধারিত ড্রইং বোর্ডের শ্রেণি বিন্যাস–এর একটি তালিকা নিচে টেবিলের মাধ্যমে দেয়া হল–

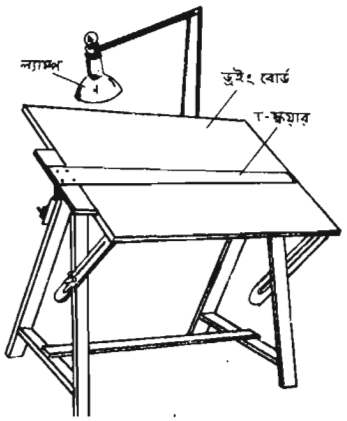
ক্রমিক নং	নাম	সাইজ, মিমি. দৈর্ঘ্য x প্রস্থ x পুরুত্ব	যে সাইজে পেপার আটকানো যাবে
১)	D0	১৫০০x১০০০x২৫	A0
২)	D1	১০০০x৭০০x২৫	A1
৩)	D2	৭০০x৫০০x১৫	A2
৪)	D3	৫০০x৩৫০x১৫	A3

ড্রইং বোর্ড দু'প্রকার। যথা–

১) ফাট ড্রইং বোর্ড এবং ২) অ্যাডজাষ্ট্যাবল বা সমন্বয়যোগ্য ড্রইং বোর্ড।

১) ফাট ড্রইং বোর্ড ঃ এই বোর্ডের উপরিভাগ সমতল ও মসৃণভাবে তৈরি। কিপ বা বোর্ড পিন অথবা সেলো টেপ দিয়ে ড্রইং পেপার বোর্ডের উপরি তলে আটকানো হয়। ড্রইং বোর্ড সাধারণত নরম কাঠ যেমন–পাইন, ওক ইত্যাদি দিয়ে তৈরি করা হয়। বোর্ডের বাঁম দিকে পুরুত্বের মাঝ বরাবর এবোনাইটের একটি স্ট্রিপ ঢুকানো থাকে যার উপর দিয়ে টী–স্কয়ারের স্টকটি সহজে যাতায়াত করতে পারে।

২) অ্যাডজাষ্ট্যাবল বা সমন্বয়যোগ্য ড্রইং বোর্ড ঃ এ ধরনের বোর্ডও সাধারণত নরম এবং হালকা কাঠ দিয়ে তৈরি হয়ে থাকে। বর্তমানে ড্রইং বোর্ড তৈরিতে প্লাস্টিকের ব্যবহার ল্য করা যাচ্ছে। একটি অ্যাডজাষ্ট্যাবল ফ্রেমের উপর ড্রইং বোর্ডটি বসানো থাকে। প্রয়োজনে ফ্রেমের উচ্চতা কম বেশী করা যায় এবং সুবিধামত কোণে বেঁধে ড্রইং করা যায়। বোর্ডের সাথে ড্রইং শীট আটকানোর জন্য কিপ বা সেলো টেপ ব্যবহার করা হয়। (চিত্র নং – ২.৪)



চিত্র নং – ২.৪ ঃ (এডজাস্টেবল ষ্ট্যান্ড সহ ড্রইং বোর্ড)

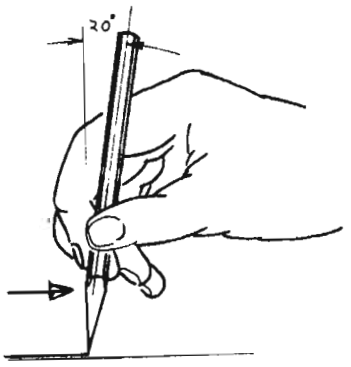
২.২.২ পেনসিল (Pencil) ঃ

কাগজে অস্থায়ী লেখা, লাইন টানা বা জ্যামিতিক অংকনের জন্য পেনসিল ব্যবহার করা হয়। পেনসিলের সীস অনুসারে পেনসিলকে তিন ভাগে ভাগ করা হয়। যেমন–

ক) শক্ত পেনসিল (Hard Pencil, Grade H - 6H), বিভিন্ন গ্রেড বা মানের শক্ত পেনসিল বাজারে পাওয়া যায়। সবচেয়ে শক্ত পেনসিল হল 6H ।

খ) মধ্যম পেনসিল (Medium Pencil, Grade HB), মধ্যম পেনসিলের একটি মাত্র গ্রেড আছে, আর তা'হল HB।

গ) নরম পেনসিল (Soft Pencil, Grade B - 6B), 6B হল সবচেয়ে নরম পেনসিল।



চিত্র নং – ২.২(পেনসিল)

জ্যামিতিক বা ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং–এ যে সব রেখা টানা হয় তার মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল–
১) সীমারেখা বা বর্ডার লাইন, ২) কেন্দ্র রেখা বা সেন্টার লাইন ও ৩) ছেদরেখা বা সেকশন লাইন। ঐ ধরনের রেখা টানতে 2H পেনসিল ব্যবহার করা ভাল।

চিত্র নং – ২.৩ঃ (পেনসিল মুখ)

অপরদিকে খালি হাতে নকশা করা, বৃত্ত, বৃত্তচাপ, মাপাঙ্করেখা বা ডাইমেনসন লাইন, বর্ধক রেখা বা এক্সটেনসন লাইন, তীর মুখ বা অ্যারো হেড তৈরির জন্য সাধারণত HB পেনসিল ব্যবহার করা হয়।

পেনসিল মুখ তৈরিকরণ ঃ পেনসিলে এর মুখ দুভাবে তৈরি করা হয়। যেমন– ১) কোনাকৃতি, ২) চেপ্টাকৃতি।

২.২.৩ পেনসিল শার্পেনার (Pencil Sharpener) ঃ
পেনসিলের অগ্রভাগ বা মুখ সূচালো ও তীক্ষ্ণ করার জন্য পেনসিল শার্পেনার ব্যবহার করা হয়।

২.২.৪ শিরিষ কাগজ (Emery) ঃ
পেনসিলের মুখ সূচালো করতে '০' সাইজের শিরিষ কাগজ ব্যবহৃত হয়।

২.২.৫ ইরেজার (Eraser) ঃ
এটি নরম রাবার দিয়ে তৈরি। কাগজ থেকে পেনসিলের দাগ মোছার জন্য ইরেজার বা রাবার ব্যবহার করা হয়।

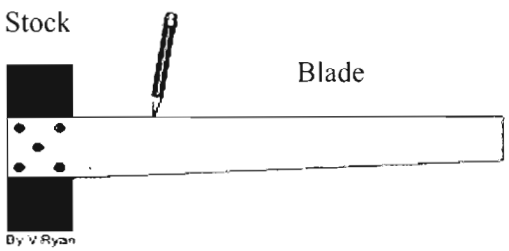
২.২.৬ ইরেজিং শীল্ড (Erasing Shield) ঃ
এটি বিভিন্ন আকার ও আকৃতির ফোকর বিশিষ্ট ষ্টেনলেস ষ্টীলের তৈরি পাতলা পাত বিশেষ। ইরেজিং শীল্ড ব্যবহার করে ড্রইং এর যতটুকু মোছা দরকার ততটুকু মোছা যায়।

২.২.৭ রুমাল (Handkerchief) ঃ
ড্রইং শীটের উপর যে কোন ময়লা অথবা রাবার দিয়ে মোছার পর বাড়তি ময়লা ঝেড়ে ফেলার জন্য রুমাল ব্যবহার করা হয়।

২.২.৮ ড্রইং টেবিল (Drawing Table) ঃ
ড্রইং টেবিলের উপর বোর্ড রেখে অংকন করার কাজে ব্যবহৃত হয়। এ ধরনের টেবিল এর উ"চতা সাধারণত তিন ফুট এবং টেবিলের উপরিতল সামনের দিকে ১৫ থেকে ২০ ডিগ্রী ঢালু থাকে।

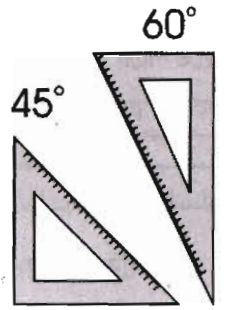
২.২.৯ বোর্ড পিন (Board Pin) ঃ
বোর্ডে ড্রইং শীট আটকানোর জন্য বোর্ড পিন ব্যবহার করা হয়। বোর্ড কিপ দ্বারাও ড্রইং শীট আটকানো যায়। টী–স্কয়ার এবং সেট স্কয়ার এর নাড়াচাড়া বোর্ড পিন বা কিপ্স দ্বারা বাধাগ্রস্ত হতে পারে। এ সকল ক্ষেত্রে স্কচ টেপ ব্যবহার করা যেতে পারে।

২.২.১০ টী–স্কয়ার (Tee-Square) ঃ
টী–স্কয়ারকে সংক্ষেপে টী বলে। অংকনের কাজে সমান্তরাল–আনুভূমিক সোজা লাইন টানার জন্য ব্যবহৃত হয়। ইহা উৎকৃষ্ট মানের কাঠ দিয়ে তৈরি। দৈর্ঘ্যে সাধারণত ২৪ থেকে ৩৫ ইঞ্চি পযন্ত হয়ে থাকে। লাইন টানার জন্য ব্যবহৃত কিণারাতে শক্ত কাঠ বা এবোনাইট বসানো থাকে। বর্তমানে প্লাস্টিকের তৈরি টীও পাওয়া যায়। টী এর দুটি অংশ আছে। যেমন–১) স্টক এবং ব্লেড। (চিত্র নং – ২.৫)



চিত্র নং – ২.৫ঃ (টী– স্কয়ার)

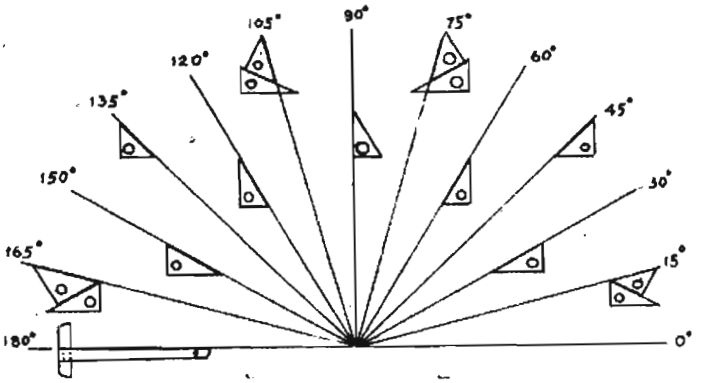
২.২.১১ সেট–স্কয়ার (Set-Square) ঃ



চিত্র নং – ২.৬ ঃ (সেট– স্কয়ার)

বাংলায় একে ত্রিকোণী বলে। দুটি ত্রিকোণী নিয়ে একটি সেট হয়। এর একটি ৩০০–৬০০ এবং অপরটি ৪৫০–৪৫০ কোণ বিশিষ্ট। টী–স্কয়ার এবং সেট–স্কয়ার সহযোগে বিভিন্ন প্রকার উলম্ব রেখা, সমান্তরাল রেখা অতি সহজে এবং কম সময়ে টানা যায়।

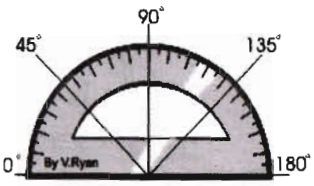
সেট স্কয়ার ও টী–স্কয়ার এর সাহায্যে বিভিন্ন কোণে লাইন টানার উপায় নিচের চিত্রে দেখানো হল–



চিত্র নং – ২.৭ ঃ সেট স্কয়ারের সাহায্যে সেট করা বিভিন্ন কোণ

২.২.১২ চাঁদা (Protractor) ঃ

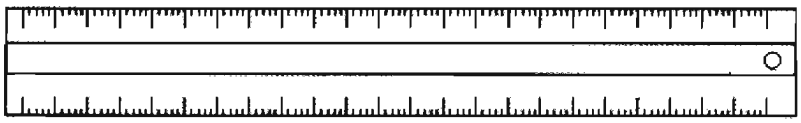
চাঁদা সাধারণত স্বচ্ছ প্লাস্টিক জাতীয় বস্ত্র দ্বারা তৈরি হয়ে থাকে। যাতে সরলরেখা ও বিন্দুর সাথে মিলায়ে দাগ দিতে সুবিধা হয়। চাঁদাটি ০০ থেকে ১৮০০ তে অংশাঙ্কন করা থাকে। নির্দিষ্ট কোণে সরলরেখা টানতে অথবা নির্দিষ্ট মাপের কোণ অংকনে চাঁদা ব্যবহার করা হয়। নিচের চিত্রে চাঁদা দিয়ে কোণ মাপার পদ্ধতি দেখান হয়েছে।



চিত্র নং – ২.৮ (চাঁদা)

২.২.১৩ স্কেল (Scale) ঃ

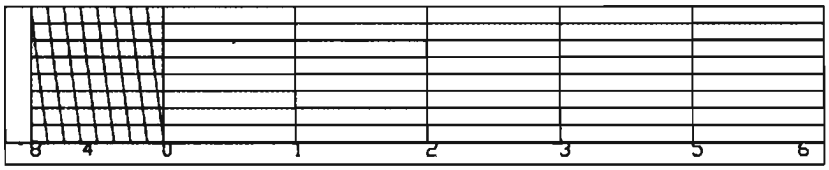
ইহা কাঠ, স্টীল, প্লাস্টিক, কার্ড বোর্ড ইত্যাদি দ্বারা তৈরি। দৈর্ঘ্যে ৬ থেকে ১২ ইঞ্চি পর্যন্ত হয়ে থাকে। স্কেলের অংশাঙ্কন ইঞ্চি বা মিলিমিটার বা উভয় এককে হতে পারে। রৈখিক মাপ নেয়ার কাজে স্কেল ব্যবহার করে।



চিত্র নং – ২.১০ ঃ (সাধারণ স্কেল)

২.২.১৪ ডায়াগনাল স্কেল (Diagonal Scale) ঃ

সূক্ষ্ম মাপ নেওয়ার কাজে ডায়গনাল স্কেল ব্যবহার করা হয়। এ স্কেলে এক ইঞ্চি বা অন্য এককে আনুভূমিক এবং খাঁড়া দিক বরাবর ১০ বা ৮ ভাগে উভয় প্রান্তে বিভক্ত করা থাকে। আনুভূমিক দিকে নিচের ১ম বিন্দুর সাথে উপরের ২য় বিন্দু কোণাকুনিভাবে যোগ করা হয়। এভাবে ক্রমান্বয়ে ১০টি বিন্দু যোগ করা হয়। খাঁড়া দিকের বিন্দুগুলো থেকে সমান্তরাল রেখা টানলে একটি ডায়গনাল স্কেল তৈরি হবে। চিত্রে ডায়াগনাল স্কেল দেখানো হল।



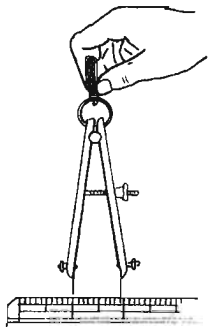
চিত্র নং – ২.১১ (ডায়াগনাল স্কেল ঃ ১/১৬ ভগ্নাংশে)

চিত্র নং – ২.১২ (ডায়াগনাল স্কেল ঃ ১/১০০ ভগ্নাংশে)

২.২.১৫ ডিভাইডার (Divider) ঃ

বাংলায় একে কাঁটা কম্পাস বলে। এর দুটি বাহুই সূচালো। এই সূচালো বাহুর প্রান্ত দিয়ে বস্তুর মাপ নিয়ে কাগজে বসানো যায়। আবার ড্রইং পেপার থেকে মাপ নিয়ে স্কেলে পড়া যায়। ডিভাইডার এর গঠন দুই প্রকার। যেমন–

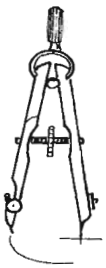
১) সাধারণ ডিভাইডার এবং ২) স্প্রিং ডিভাইডার।



চিত্র নং – ২.১৩ (ডিভাইডার)

২.২.১৬ বো পেনসিল (Bow Pencil) ঃ

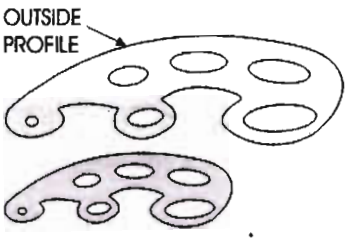
বো পেনসিল এর অপর নাম কম্পাস। এর একটি পা সরু এবং অপর পায়ে পেনসিল ধারনের ব্যবস্থা আছে। পা দ্বয়ের অপর প্রান্তগুলো একসাথে রিভেট বা স্প্রীং দ্বারা সংযুক্ত। বৃত্ত বা বৃত্তচাপ অংকনের কাজে বো পেনসিল ব্যবহার করা হয়ে থাকে। নিচে চিত্রে একটি পেনসিল কম্পাস দেখানো হল।



চিত্র নং – ২.১৪ (বো পেনসিল)

২.২.১৭ ফ্রেঞ্চ কার্ভ (French Curve) ঃ

জটিল এবং অসম বক্ররেখা সহজে টানার জন্য ফ্রেঞ্চ কার্ভ ব্যবহার করা হয়। এগুলো সাধারণত কাঠ বা প্লাস্টিকের তৈরি। নিচের ছবিতে ফ্রেঞ্চ কার্ভ দেখানো হল।



চিত্র নং – ২.১৫ (ফ্রেঞ্চ কার্ভ)

২.২.১৮ স্টাইলাস (Stylus) ঃ

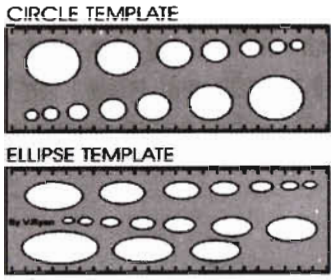
রি-ফিল সীস ব্যবহার করা যায় এমন কলমকে স্টাইলাস বলে। কলমের মাথায় অবস্তিত বোতামে চাপ দিলে সীস বের হয়ে আসে। এই সীসের ব্যাস অপেক্ষাকৃত কম থাকে ফলে সাধারণ পেনসিলের মত বারবার মুখ তীক্ষ্ণ করার প্রয়োজন হয় না।

২.২.১৯ স্টেনসিল (Stencil) ঃ

ইংরেজী ছোট-বড় অর এবং সংখ্যার মত ফাঁক বিশিষ্ট প্লাস্টিকের ছাঁচকে স্টেনসিল বলে। লেটারিং করার কাজে স্টেনসিল ব্যবহার করে।

২.২.২০ টেমপ্লেট (Template) ঃ

পাতলা প্লাস্টিক কেটে তৈরী বিভিন্ন মাপের বৃত্ত, উপবৃত্ত ও বহুভূজের পাত বিশেষ। এ দিয়ে অতি সহজে বৃত্ত, উপবৃত্ত ইত্যাদি অংকন করা যায়।



চিত্র নং – ২.১৬ (টেমপ্লেট)

২.৩ ড্রাফটিং যন্ত্রপাতির সংরক্ষণ ঃ

ড্রইং বাক্স (Drawing Box) ব্যবহার করে সংবেদনশীল কিছু কিছু ড্রইং যন্ত্রপাতি সঠিকভাবে সংরণ করা হয়। সঠিকভাবে সংরণ না করলে যন্ত্রপাতিগুলো অচিরেই নষ্ট হয়ে যেতে পারে বা খোয়া যাওয়ার সম্ভবনা থাকে। একটি ড্রইং বাক্সে অংকনের জন্য যে সব যন্ত্রপাতি থাকে তা নিচে দেওয়া হল–

১. ডিভাইডার বা কাঁটা কম্পাস;
২. পেনসিল কম্পাস;
৩. স্কেল;
৪. চাঁদা;
৫. সেট স্কয়ার;
৬. স্ক্রেঞ্চ কার্ভ;
৭. পেনসিল;
৮. পেনসিল শার্পেনার;
৯. ইরেজার;
১০. টুকরো কাপড়;
১১. ইরেজিং শিল্ড ইত্যাদি।

ড্রাফটিং কাজে সাধারণ যন্ত্রপাতি ছাড়াও বর্তমানে কম্পিউটার হার্ডওয়্যার এবং সফটওয়্যার অধিক পরিমাণে ব্যবহার হয়েছ। কম্পিউটার একটি সংবেদনশীল ইলেকট্রনিক যন্ত্র বিধায় ধূলাবালু মুক্ত পরিবেশে রেখে কাজ করতে হবে। শীততাপ নিয়ন্ত্রিত রুমে রেখে কাজ করা উত্তম।

প্রশ্নমালা

১. ড্রইং করার যন্ত্রপাতিগুলির তালিকা তৈরি কর।
২. ড্রইং বাক্সে কি কি যন্ত্রপাতি থাকে তার নাম লেখ।
৩. টী–স্কয়ার ব্যবহার সম্বন্ধে লিখ।
৪. সেট স্কয়ারের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।
৫. পেনসিলের বিভিন্ন গ্রেড উল্লেখ কর।
৬. টেমপ্লেট কি ও কোন কাজে লাগে?
৭. বো পেনসিল কি কাজে লাগে?
৮. বিভিন্ন গ্রেডের পেনসিলের ব্যবহার উল্লেখ কর।

অধ্যায় – ০৩

ড্রইং শীটের লেআউট
(Drawing Sheet Layout)

৩.০ সূচনা (Introduction) ঃ

অংকনের প্রয়োজনীয় উপকরণগুলোর মধ্যে ড্রইং শীট অন্যতম। বাজারে বিভিন্ন সাইজের ড্রইং শীট পাওয়া যায়। এগুলোর নির্দিষ্ট মাপ ও মান আছে। বিভিন্ন উন্নত দেশের মান নিরুপণ সংস্থা ও আন্তর্জাতিক সংস্থা কর্তৃক পেপারের সাইজ নির্ধারণ করা আছে। পেপারের মান তার প্রতি বর্গ মিটার ওজন (gsm) দ্বারা নির্ধারিত হয়ে থাকে। অংকনের প্রাথমিক কাজ হল লে–আউট করা। এ অধ্যায়ে ড্রইং শীটের সাইজ, ড্রইং টেবিলে শীট স্থাপন কৌশল এবং ড্রইং শীট লে–আউট নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

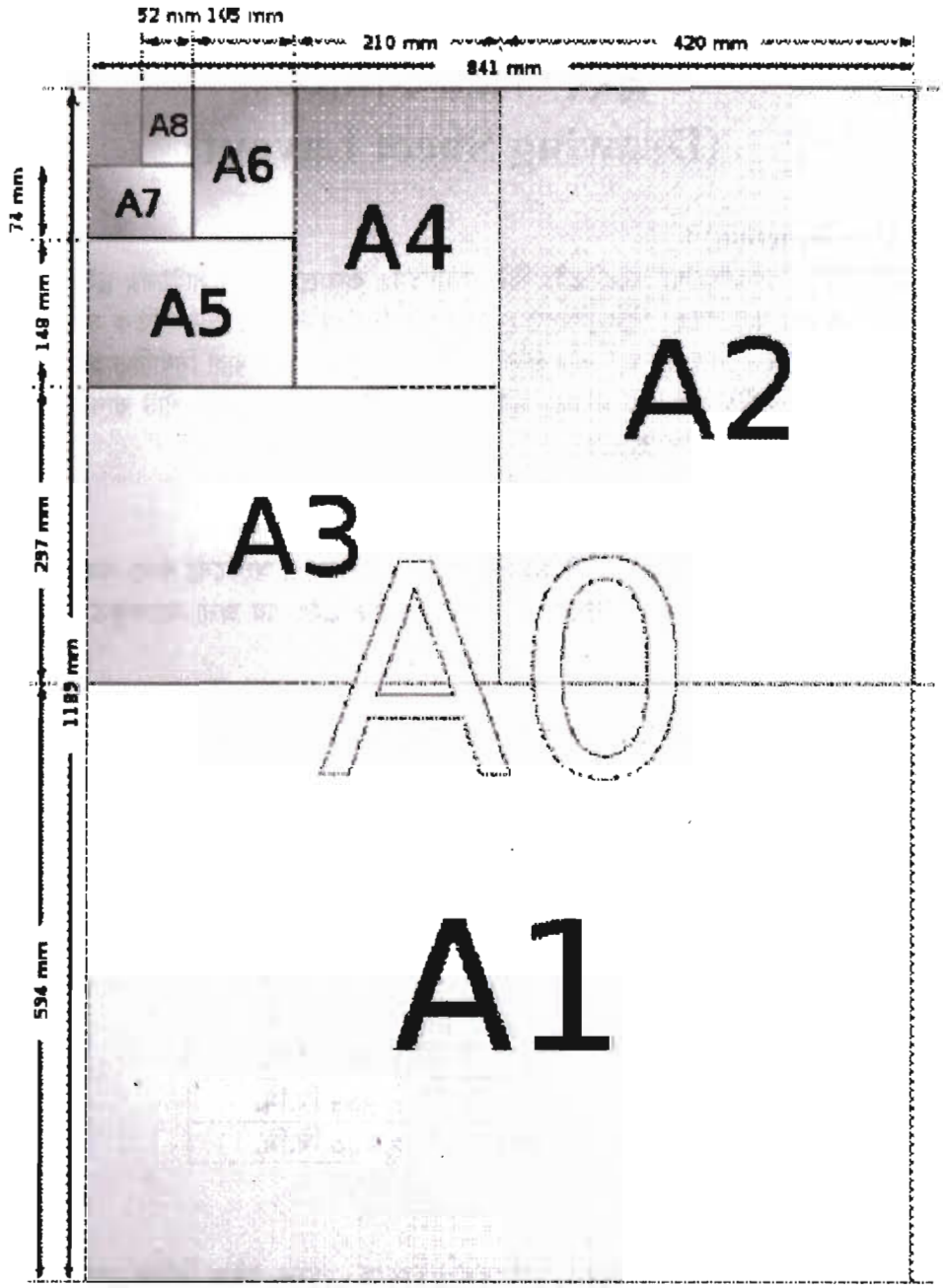
৩.১ ড্রইং শীট (Drawing Sheet) ঃ

গুণগত বিচারে বেশ কয়েক ধরনের ড্রইং শীট বাজারে পাওয়া যায়। সুন্দর অংকনের জন্য ঝকঝকে, সাদা, মোটা অথচ মষ"ণ কাগজ ব্যবহার করা হয়। অপরদিকে খসড়া বা রাফ ড্রইং এর জন্য অপোকৃত নিম্ন মানের কাগজ ব্যবহার করা যেতে পারে।

ড্রইং ট্রেসিং বা কপি করার জন্য আধা স্বচ্ছ ও আলোকভেদী পাতলা ট্রেসিং পেপার ব্যবহার করা হয়। এগুলো রোল হিসাবে বাজারে পাওয়া যায়। এগুলো চওড়ায় ৪০ ইঞ্চি এবং লম্বায় ২০ গজ পর্যন্ত হয়ে থাকে।
ইন্টারন্যাশনাল অর্গানাইজেশন ফর স্টান্ডার্ডস (ISO) কর্তৃক নির্ধারিত বিভিন্ন সাইজের পেপার এর একটি তালিকা দেওয়া হল–

সাইজ	মাপ
A0	৮৪১ মি.মি. x ১১৮৯ মি.মি.
A1	৫৯৪ মি.মি. x ৮৪১ মি.মি.
A2	৪২০ মি.মি. x ৫৯৪ মি.মি.
A3	২৯৭ মি.মি. x ৪২০ মি.মি.
A4	২১০ মি.মি. x ২৯৭ মি.মি.
A5	১৪৮ মি.মি. x ২১০ মি.মি.

উপরের তালিকায় A0 থেকে A5 সাইজের পেপার দেখান হয়েছে। পরের পৃষ্ঠায় সিরিজ পেপারের নমুনা দেখান হল।



চিত্র নং – ৩.১ (A0 থেকে A8 সাইজের পেপারের বিভাজন)

৩.২ নং টেবিলে ইন্টারন্যাশনাল অর্গানাইজেশন ফর স্টান্ডার্ডস (ISO) কর্তৃক নির্ধারিত তিনটি সিরিজের পেপার সিরিজের পেপার সাইজ দেখানো হয়েছে।

ISO পেপার সাইজ						
Format	**A সিরিজ**		**B সিরিজ**		**C সিরিজ**	
সাইজ	mm x mm	in x in	mm x mm	in x in	mm x mm	in x in
0	৮৪১ X ১১৮৯	৩৩.১ X ৪৬.৮	১০০০ X ১৪১৪	৩৯.৪X৫৫.৭	৯১৭X১২৯৭	৩৬.১ X৫১.১
1	৫৯৪ X ৮৪১	২৩.৪ X ৩৩.১	৭০৭ X ১০০০	২৭.৮ X ৩৯.৪	৬৪৮ X৯১৭	২৫.৫ X ৩৬.১
2	৪২০ X ৫৯৪	১৬.৫ X ২৩.৪	৫০০ X ৭০৭	১৯.৭ X ২৭.৮	৪৫৮ X ৬৪৮	১৮.০X২৫.৫
3	২৯৭ X ৪২০	১১.৭ X ১৬.৫	৩৫৩ X ৫০০	১৩.৯ X১৯.৭	৩২৪ X ৪৫৮	১২.৮ X ১৮.০
4	২১০ X ২৯৭	৮.৩ X ১১.৭	২৫০ X ৩৫৩	৯.৮ X১৩.৯	২২৮X৩২৪	৯.০ X ১২.৮
5	১৪৮ X ২১০	৫.৮ X ৮.৩	১৭৬ X ২৫০	৬.৯X৯.৮	১৬২ X ২২৯	৬.৪X৯.০
6	১০৫ X ১৪৮	৪.১ X ৫.৮	১২৫X১৭৬	৪.৯ X ৬.৯	১১৪ X১৬২	৪.৫ X ৬.৪
7	৭৪ X ১০৫	২.৯ X ৪.১	৮৮ X ১২৫	৩.৫ X ৪.৯	৮১ X ১১৪.৯	৩.২ X ৪.৫
8	৫২ X ৭৪	২.০ X ২.৯	৬২ X ৮৮	২.৪X৩.৫	৫৭ X ৮১	২.২ X ৩.২
9	৩৭ X ৫২	১.৫ X ২.০	৪৪ X ৬২	১.৭ X ২.৪	৪০ X ৫৭	১.৬ X ২.২
10	২৬ X ৩৭	১.০ X ১.৫	৩১ X ৪৪	১.২ X ১.৭	২৮ X ৪০	১.১ X ১.৬

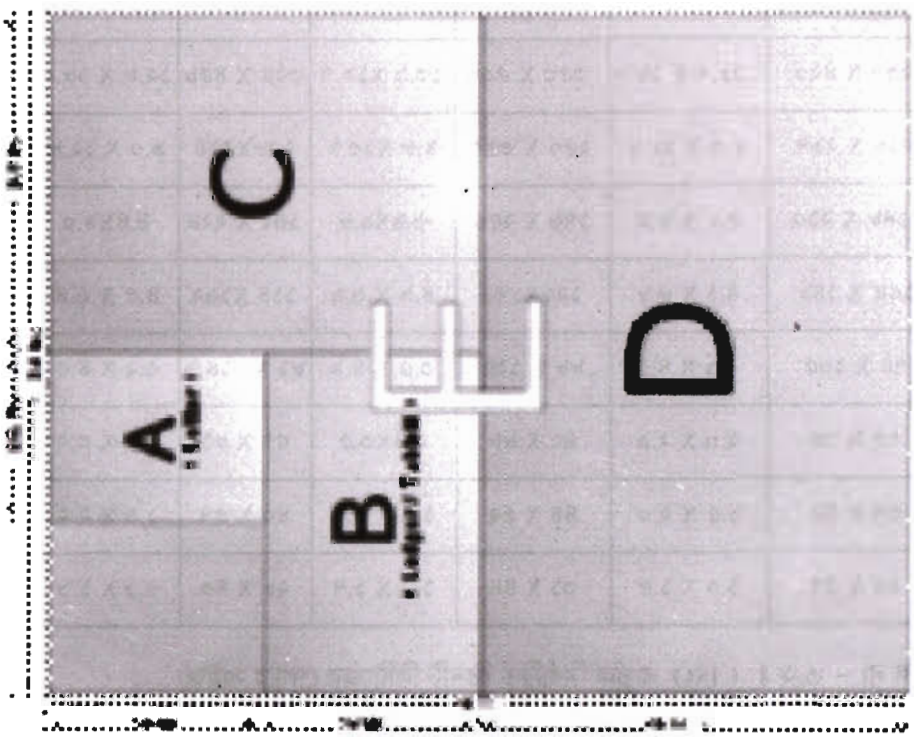
টেবিল নং – ৩.২ ঃ (ISO কর্তৃক নির্ধারিত তিনটি সিরিজের পেপার সাইজ)

৩.৩ নং টেবিলে ANSI (American National Standard Institute) কর্তৃক নির্ধারিত আটটি সিরিজের পেপার সাইজ দেখান হয়েছে।

পেপার সাইজ	**মাপ (চওড়া x লম্বা)**	**পেপার সাইজ**	**মাপ (চওড়া x লম্বা)**
A-সাইজ	৮.৫ ইঞ্চি x ১১.০ ইঞ্চি ২২ সেমি. x ২৮ সেমি.	B-সাইজ	১১.০ ইঞ্চি x 17.0 ইঞ্চি ২৮ সেমি. x ৪৩ সেমি.

C-সাইজ	১৭.০ ইঞ্চি x 22.0 ইঞ্চি ৪৩ সেমি. x ৫৬ সেমি.	D-সাইজ	২২.০ ইঞ্চি x 34.0 ইঞ্চি ৫৬ সেমি. x ৮৬ সেমি.
E-সাইজ	৩৪.০ ইঞ্চি x ৪৪.০ ইঞ্চি ৮৬ সেমি. x ১১২ সেমি.	F-সাইজ	৪৪.০ ইঞ্চি x 68.0 ইঞ্চি ১১২ সেমি. x ১৭৩ সেমি.
G-সাইজ	৬৮.০ ইঞ্চি * ৮৮.০ ইঞ্চি ২২৪ সেমি. x ১৭৩ সেমি.	H-সাইজ	৮৮.০ ইঞ্চি x 136 ইঞ্চি ১৭৩ সেমি. x ৩৪৫ সেমি.
উপরের টেবিলে পেপার সাইজ A - H তালিকা দেখলে বুঝা যায় যে, A এর উচ্চতা B এর বেস বা ভূমি। এভাবে C এর উচ্চতা D এর ভূমি ।.নিচে A – E পর্যন্ত একটি লে-আউট দেখান হল।			

৩.২ নং চিত্রে A - E পর্যন্ত পেপার সাইজ লে–আউট দেখান হল–



চিত্র নং–৩.২ ঃ (A - E পর্যন্ত পেপার সাইজ লে–আউট)

৩.২ ড্রইং টেবিলে শীট স্থাপন কৌশল (Drawing Sheet Setup Technique) ঃ

ড্রইং টেবিলে শীট স্থাপনের জন্য নিম্নোক্ত কৌশল অবলম্বন করতে হবে–

* ড্রইং বোর্ডের দৈর্ঘ্য বরাবর শীটের লম্বা দিকটি বোর্ডের কিণারার সাথে সমান্তরাল রাখতে হবে।
* বোর্ডের উপর এবং নিচের কিণারার সাথে প্রায় সম দূরত্বে শীটটি স্থাপন করতে হবে।

* টী–স্কয়ারকে শীটের উপর রেখে পেপারের কিণারার সাথে সমান্তরাল করে এক লাইনে নিয়ে আসতে হবে।
* টী–স্কয়ার স্টক থেকে ২৫– ৫০মিমি. দূরে শীটের বাম প্রান্ত স্থাপন করতে হবে।
* পেপারের উপরের দিকে দুই প্রান্তে বোর্ড পিন বা কিপ বা সেলো টেপ বা ম্যাগনেটিক পাত দিয়ে আটকাতে হবে।
* অনুরূপভাবে, পেপারের নিচের দুই প্রান্ত আটকালে ড্রইং টেবিলে শীট স্থাপন কাজ শেষ হবে।

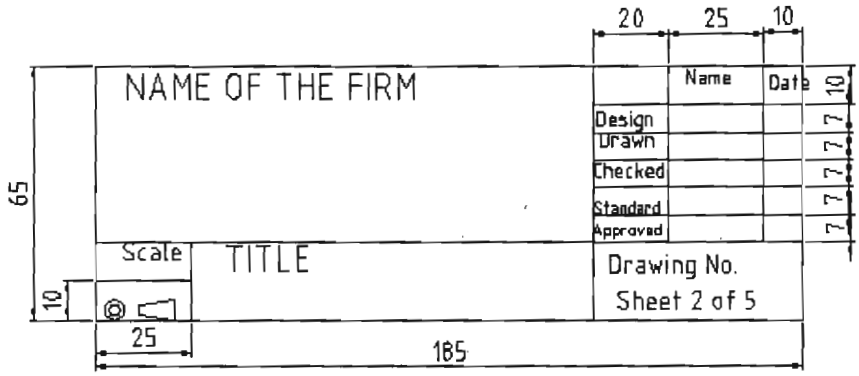
৩.৩ ড্রইং শীটের বর্ডার লাইন. টাইটেল স্ট্রীপ এবং রেকর্ডিং স্ট্রীপ ঃ

৩.৩.১ বর্ডার লাইন (Border Line) ঃ

বর্ডার লাইন হল ড্রইং শীটের চতুর্পাশে মার্জিন লাইনের কিছুটা ভিতরে অবস্থিত অপোকৃত মোটা গাঢ় একক লাইন। বর্ডার লাইনের ভিতরে কিছুটা ছেড়ে ড্রইং করতে হয়। কেবলমাত্র টাইটেল ব্লকটি বর্ডার লাইনের সাথে লাগানো থাকে।

৩.৩.২ টাইটেল স্ট্রীপ (Title Strip) ঃ

টাইটেল স্ট্রীপ ড্রইং শীটের একটি অপরিহার্য অংশ। ড্রইং শীটের ডানে নিচে এর অবস্থান। বড় শীটের জন্য টাইটেল স্ট্রীপের মাপ ১৮৫ মিমি. ৬৫ মিমি.এবং ছোট শীটের জন্য এই মাপ ১২০মিমি. ৫৫মিমি। নিচে চিত্রে টাইটেল স্ট্রীপের একটি নমুনা দেখানো হল।



চিত্র নং– ৩.৩ ঃ টাইটেল স্ট্রীপ

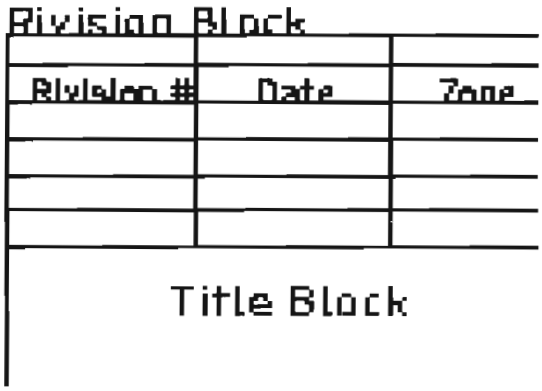
টাইটেল স্ট্রীপে বা ব্লকে যে সকল বিষয় লিপিবদ্ধ করতে হয় তা হল–

1) Name of the Firm;
2) Title of the drawing;
3) Scale;
4) Symbol for the method of projection;
5) Drawing number;
6) Initials with dates of persons who have designed drawn, checked, standards and approved;
7) No. of sheet and total number of sheets of the drawing of the object.

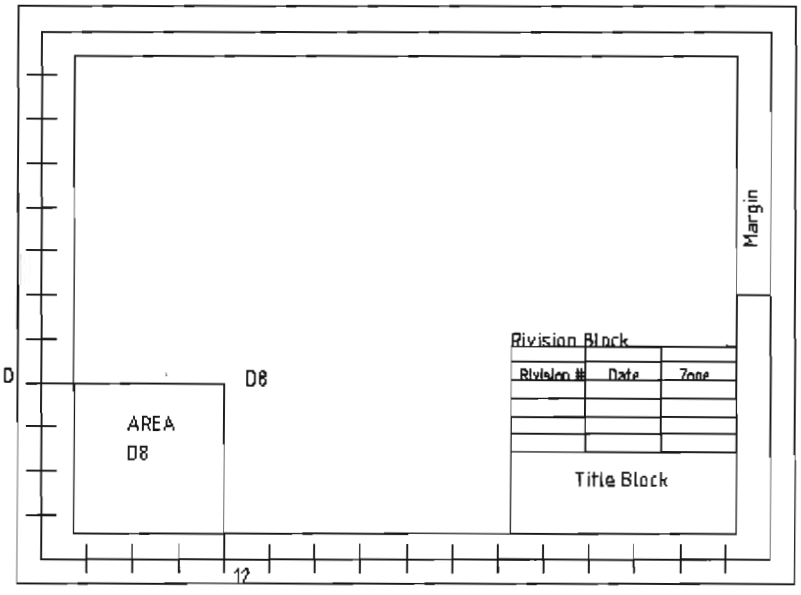
৩.৩.৩ রেকর্ডিং স্ট্রীপ (Recording Strip) ঃ

রেকর্ডিং স্ট্রীপের অপর নাম রিভিসন ব্লক। ড্রইং শীটের একাংশ রিভিসনের উদ্দেশ্যে রাখা হয়। A0, A1, A2 ইত্যাদি বড় সাইজের শীটের আয়তনকে কয়েকটি সমান সংখ্যক অঞ্চলে ভাগ করা হয়। এক এক শীটের অঞ্চল বিভাজনে এক এক ধরনের কৌশল অবলম্বন করা হয়। যেমন– A0, A1, A2 শীটের দৈর্ঘ্যকে যথাক্রমে সমান ১৬, ১২ এবং ৮ ভাগে ভাগ করা হয় এবং এগুলোকে ১,২,৩, ... সংখ্যা দিয়ে চিহ্নিত করা হয়। অপরদিকে শীটের প্রস্থকে যথাক্রমে সমান ১২, ৮ এবং ৬ ভাগে ভাগ করে ইংরেজী অর যেমন– A, B,C, ... দিয়ে চিহ্নিত করা হয়।

রিভিসন ব্লক সাধারণতঃ ফ্রেমের উপরের দিকে ডান কোণায় অথবা নিচে টাইটেল ব্লকের বামে অথবা টাইটেল ব্লকের উপরে দিকে থাকতে পারে। ড্রইং–এর যে কোন পরিবর্তন রিভিসন টেবিলে লিপিবদ্ধ করা হয়।



চিত্র নং– ৩.৪ ঃ রেকর্ডিং স্ট্রীপ।



চিত্র নং– ৩.৫ ঃ ড্রইং অঞ্চল বিভাজন

পার্টস্ লিস্ট (Parts List) ঃ মেটিরিয়াল বা পার্টস লিস্টে যে সব তথ্য থাকা দরকার তা নিচে উল্লেখ করা হল– টাইটেল ব্লকের উপরে পার্টস লিস্টের অস্থান হতে পারে। পার্টসের সংখ্যা অনেক বেশী হলে আলাদা শীট লাগানো যেতে পারে।

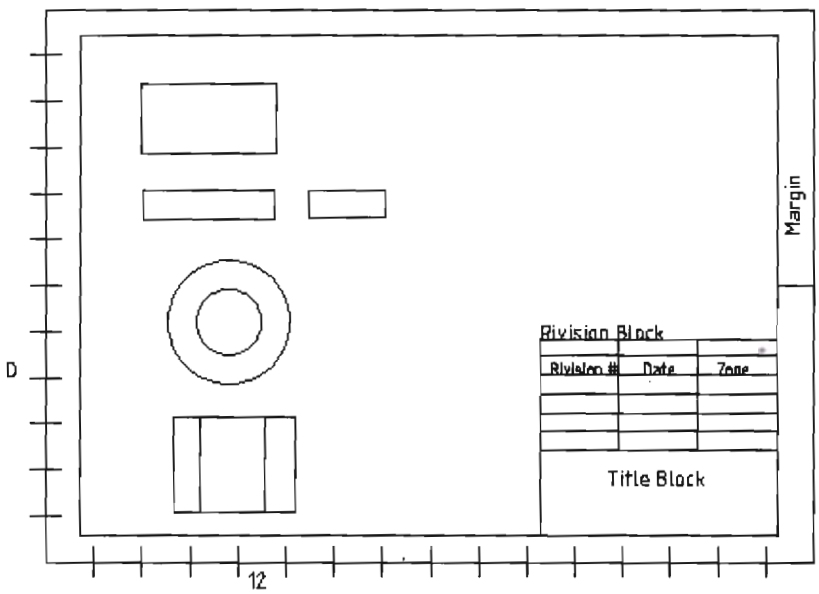
Sl# part number
part name quantity material specifications
Drawing# of the part other applicable information

চিত্র নং– ৩.৬ ঃ পার্টস লিস্ট

৩.৪ ড্রইং শীট লে–আউট (Drawing Paper Layout) ঃ

লে–আউট বলতে বুঝায় বিন্যাস বা সাজানো। একটি ড্রইং শীটে সুন্দর, সুষম ও পরিচ্ছন্ন লে–আউটের উপর ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এর সৌন্দর্য ও সার্থকতা নির্ভর করে। মানানসই স্কেলে ড্রইং শীটে বিভিন্ন ভিউগুলো সুসামঞ্জস্যভাবে স্থাপন করতে হবে। মার্জিন, বর্ডার লাইন, টাইটেল ব্লক, পার্টস লিস্ট, রিভিশন প্যানেল, স্কেল, ড্রইং নম্বর, শীট নম্বর, ফোল্ডিং মার্ক ইত্যাদি প্রয়োজনীয় বিষয়গুলো সুবিন্যস্ত করে লে–আউট এর কাজ শেষ করতে হবে।

পেপার লে–আউটের পূর্বে লে–আউট সম্পর্কিত কিছু তথ্য যেমন– মার্জিন, টাইটেল ব্লক, পার্টস লিস্ট, রিভিশন প্যানেল, স্কেল, ড্রইং নম্বর, শীট নম্বর, ফোল্ডিং মার্ক সম্বন্ধে জানা দরকার।

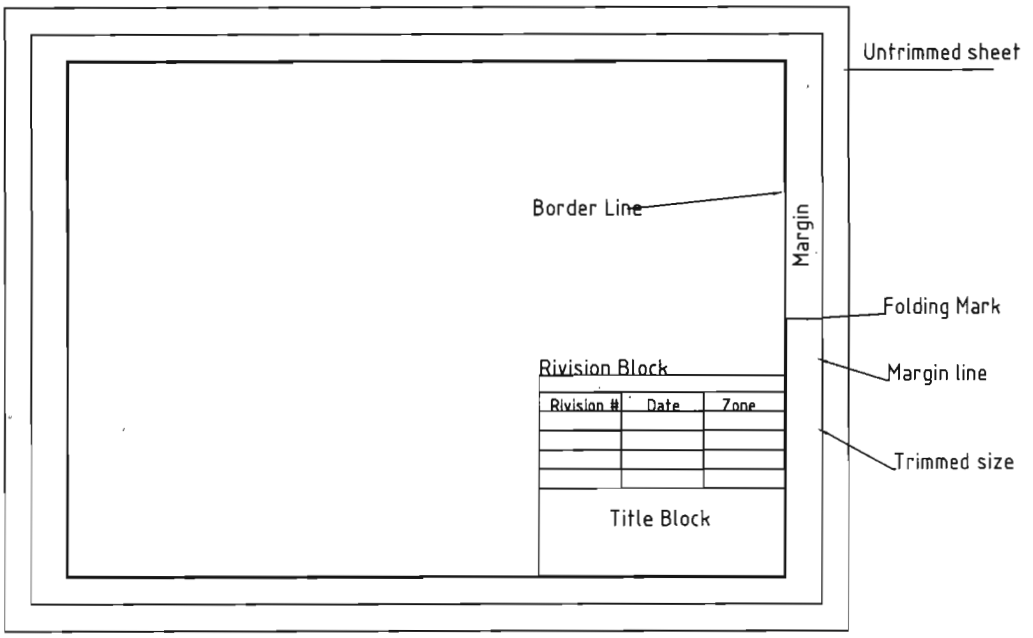


চিত্র নং– ৩.৭ ঃ ড্রইং শীট লে–আউট

৩.৪.১ মার্জিন (Margin) ঃ

ড্রইং পেপারকে নির্দ্দিষ্ট সাইজে কাটার জন্য চতুর্দিকে যে জায়গা ছেড়ে দেওয়া হয় তাকে মার্জিন বলে। ফাইলে গাঁথার জন্য অন্য তিন দিক অপো বাম দিকে বেশি জায়গা ছাড়া হয়। বিভিন্ন শীটের ক্ষেত্রে মার্জিন ছাড়ার নিয়ম নিচে দেওয়া হল–

A0 বামে ও ডানে ২৮ মিমি. এবং উপরে–নিচে ২০মিমি.;
A1 বামে ও ডানে ২০ মিমি. এবং উপরে–নিচে ১৪ মিমি.;
A2 বামে ও ডানে ১৪ মিমি. এবং উপরে–নিচে ১০ মিমি.;
A3 বামে ও ডানে ১০ মিমি. এবং উপরে–নিচে ৭ মিমি. এবং
A4 বামে ও ডানে ৭ মিমি. এবং উপরে–নিচে ৫ মিমি.।



চিত্র নং– ৩.৮ ঃ মার্জিন, মার্জিন লাইন, বর্ডার লাইন ও ফোল্ডিং মার্ক।

৩.৪ ফোডিং মার্ক (Folding Mark) ঃ

ড্রইং শীটকে ফাইলে রাখার সুবিধার্থে শীটের চারপাশে সমদূরত্বে ভাঁজ চিহ্ন দেওয়া হয়। এই ভাঁজ চিহ্ন অনুসরণ পূর্বক পরবর্তীতে শীট ভাঁজ করে ফাইলে রাখা হয়।

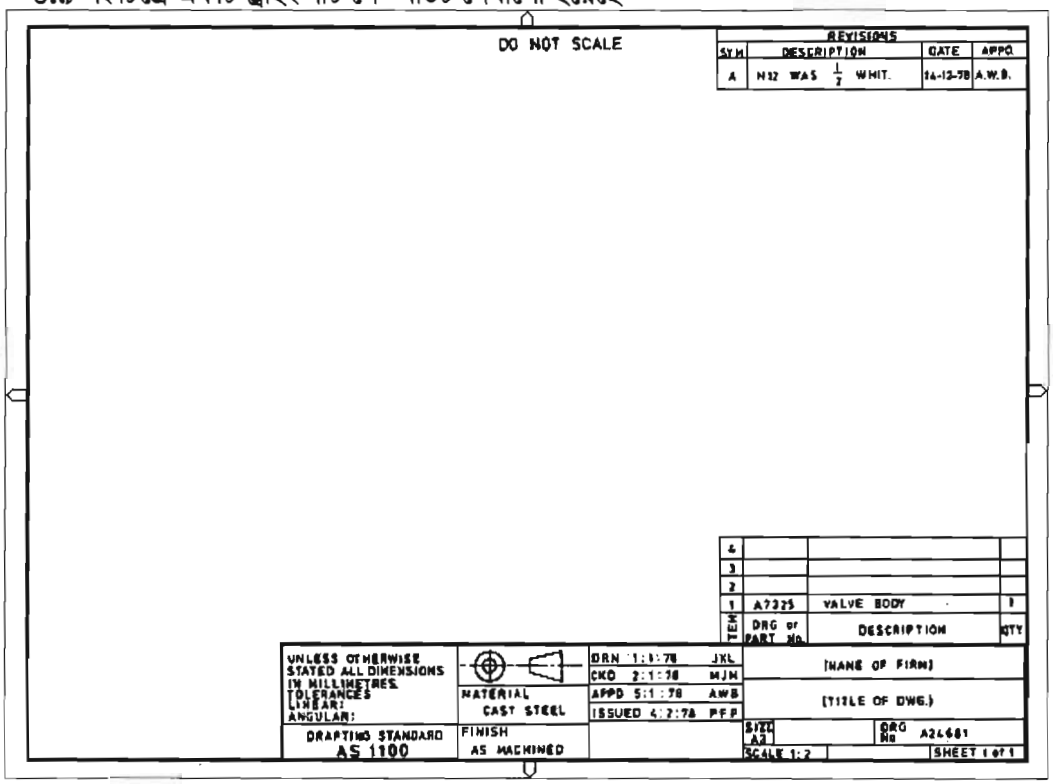
A0- A3 থেকে সাইজের শীটের ভাঁজ দুই পদ্ধতিতে করা হয়। নিচে টেবিলে ভাঁজের মাপগুলো উপস্থাপন করা হয়েছে।

Folding Marks : Method-I			
Sheet size	Horizontal dimension from Left	Vertical dimension from Bottom	No. of Folds
A0	130+109+109*5	297*2+247	9
A1	146+125+190*3	297+297	6
A2	116+96*3+190	297+123	3
A3	125+105+190	297	1

Folding Marks : Method-II			
A0	139+210*5	297+297+247	7
A1	211+210*3	297+297	4
A2	174+210*2	297+123	3
A3	210+210	297	1

টেবিল নং–৩.৪

৩.৯ নং চিত্রে একটি ড্রাইং শীট লে–আউট দেখানো হয়েছে –



চিত্র নং – ৩. ৯ ঃ (ড্রইং শীট লে আউট)

প্রশ্নমালা

১. ড্রইং সীটের বিভিন্ন প্রকার সাইজ উল্লেখ কর।
২. মার্জিন, বর্ডার লাইন, টাইটেল ব্লক–এর সচিত্র বর্ণনা দাও।
৩. ড্রইং পেপার লে–আউট পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৪. ড্রইং স্কেল বাছাই এর শর্তগুলো উল্লেখ কর।

অধ্যায় – ০৪

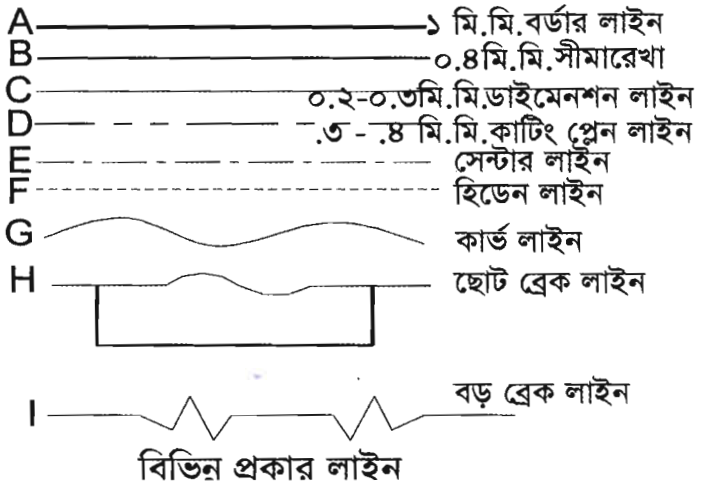
রেখা
(Lines)

৪.০ সূচনা (Introduction) ঃ

একটি চিত্র অংকনে বিন্দু, সরলরেখা ও বক্ররেখার প্রয়োজন হয়। সরল জ্যামিতিক অংকনে বিভিন্ন ধরনের রেখা দরকার হতে পারে। প্রস্তানুসারে রেখা দুই প্রকার। যেমন– মোটা ও চিকন। রেখা কোথায় এবং কোন কাজে ব্যবহার হবে তার উপর ভিত্তি করে রেখার বিভিন্ন নামকরণ করা হয়েছে। এ অধ্যায়ে বিভিন্ন প্রকার রেখার পরিচিতি, রেখার তালিকা তৈরি এবং রেখার ব্যবহার ক্ষেত্র সম্বন্ধে আলোচনা করা হয়েছে।

৪.১ ড্রইং এ ব্যবহৃত রেখার তালিকা (List of Lines used in Drawings) ঃ

একটি ড্রইং বিভিন্ন প্রকার লাইনের সম্বনয়ে গঠিত। ড্রইং শীট লে–আউটের জন্যেও বিভিন্ন প্রকার লাইন ব্যবহার করা হয়। নিচে বিভিন্ন প্রকার লাইনের নমুনা দেখানো হয়েছে।(চিত্র নং–৪.১ এবং চিত্র নং–৪.২)



চিত্র নং–৪.১ ঃ লাইন নমুনা

আউটার লাইন বা বর্ডার লাইন, বস্ত সীমানা দিতে এই রেখা ব্যবহার করা হয়। এই রেখার প্রস্ত মোটামুটি ০.৪ থেকে ১ মি.মি. পর্যন্ত হয়ে থাকে। ৪.১ নং চিত্রে ইংরেজী অক্ষর দিয়ে এই রেখার দেখানো হয়েছে।

ডায়মেনশন লাইন, লীডার লাইন, এক্সটেনশন লাইন, কনস্ট্রাকশন লাইন, শেড বা হ্যাচ রেখা, প্রজেকশন ইত্যাদি লাইনের প্রস্থ ০.৩ মিমি.পর্যন্ত হয়ে থাকে।

উপরোক্ত রেখা ছাড়াও অদৃশ্য বা হিডেন লাইন, সেন্টার লাইন, ছোট এবং বড় ব্রেক লাইন ও সেকশন লাইনের নমুনা উপরের চিত্রে দেখানো হয়েছে।

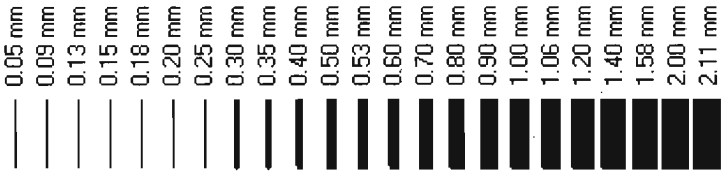
লাইন থিকনেস্ (Thickness) ড্রইং সাইজের উপরও নির্ভর করে। ড্রইং আকারে বড় হলে লাইন থিকনেস বাড়বে অপর দিকে ড্রইং আকারে ছোট হলে রেখা চিকন বা সরু হবে।

ক্রমিক নং	লাইনের ধরন
১	Part Outlines — Heavy
২	Section Lines — Light
৩	Hidden Lines — Medium
৪	Center Lines — Light
৫	Dimension and Extension Lines — Light, 3.000
৬	Cutting Plane — Heavy
৭	Break Lines — Heavy, Light
৮	Phantom line

চিত্র নং–৪.২ ঃ লাইন তালিকা

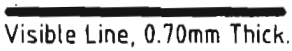
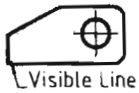
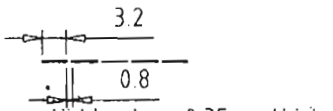
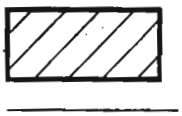
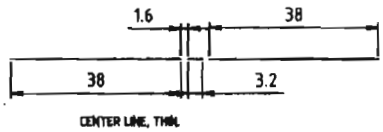
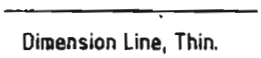
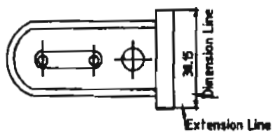
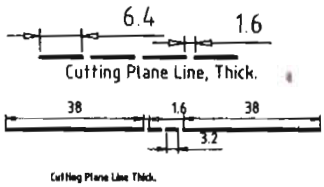
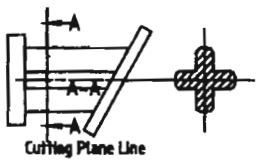
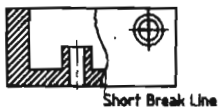
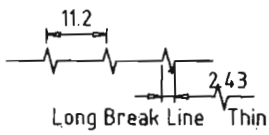
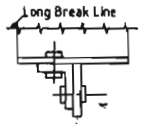
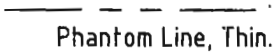
৪.১.১ লাইন গেজ ঃ

লাইন থিকনেস ০.০৫ মিমি. থেকে ২.১১ মিমি.পর্যন্ত হয়ে থাকে। লাইন গেজের (Gauge) একটি নমুনা তালিকা নিচে দেওয়া হয়েছে।



চিত্র নং–৪.৩ ঃ লাইন গেজ

৪.২ বিভিন্ন প্রকার লাইনের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of different Lines) ঃ

Lines	Width and Character of line	Applications
Visible Line		
Hidden Line		
Section Line		
Center Line		
Dimension Line Extension lime. Leaders		
Cutting-Plane or viewing plane Line		
Short Break Line		
Long Break Line		
Phantom Line		

চিত্র নং-৪.৪ ঃ অ্যালফাবেটস্ অব লাইনস্

৪.৩ রেখার ব্যবহার ক্ষেত্র (Field of usage of Lines) ঃ

ক্রমিক নং	লাইনের ধরন	ব্যবহার ক্ষেত্র
১	Part Outlines — Heavy	বস্তুর সীমানা চিহ্নিত করতে বর্ডার লাইন ব্যবহার করা হয়।
২	Section Lines — Light	কর্তিত বস্তুকে হ্যাচ দিয়ে চিহ্নিত করার জন্য এই রেখা ব্যবহার করা হয়। এই রেখারে সেকশন লাইন বলে।
৩	Hidden Lines - - - - - Medium	লুকানো বস্তু চিহ্নিত করতে হিডেন লাইন ব্যবহার করা হয়। তাই একে হিডেন লাইন বলে।
৪	Center Lines — · — Light	বস্তু কেন্দ্র বরাবর এ রেখা অতিক্রম করে। একে সেন্টার লাইন বলে।
৫	Dimension and Extension Lines — Light, 3.000	বস্তুর পরিমাপ করার জন্য এই রেখা ব্যবহার করা হয়। একে ডাইমেনসন লাইন বলে।
৬	Cutting Plane — - — Heavy	বস্তুর কল্পিত কর্তন রেখা হিসেবে এই রেখা ব্যবহার করা হয়।
৭	Break Lines — Heavy, Light	বস্তুর ব্রোকেন অংশ দেখানোর জন্য এই রেখা ব্যবহার করে। একে ব্রোকেন লাইন বলে।
৮	Phantom line	পালাক্রমে আসা বস্তু দেখাতে ফ্যান্টম লাইন ব্যবহার করা হয়।

চিত্র নং–৪.৫ ঃ রেখার ব্যবহার ক্ষেত্র

প্রশ্নমালা

১. ড্রইং –এ ব্যবহৃত রেখার একটি তালিকা তৈরি কর।
২. বিভিন্ন প্রকার রেখার বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।
৩. রেখার ব্যবহারিক ক্রেগুলো উল্লেখ কর।

অধ্যায় – ০৫

অক্ষর ও সংখ্যা লেখার পদ্ধতি
(Lettering)

৫.০ সূচনা (Introduction) ঃ

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং সাধারণতঃ বিন্দু, লাইন, আর্ক, সার্কেল ও বহুভূজের সমন্বয়ে গঠিত। একটি চিত্রের সকল প্রকার তথ্য কেবলমাত্র নকশার সাহায্যে উপস্থাপন করা যায় না। একটি ড্রইং এর পূর্ণাঙ্গ তথ্যের মধ্যে থাকে সাধারণ বৃত্তান্ত, যন্ত্রাংশের নাম এবং যন্ত্রাংশের মেটেরিয়াল তালিকা। এ সকল তথ্য উপস্থাপনের জন্য লেখার প্রয়োজন পড়ে। এ অধ্যায়ে অর ও সংখ্যা লেখার জন্য গ্রাফ তৈরি করা এবং অর ও সংখ্যা লেখন সম্বন্ধে আলোচনা করা হয়েছে।

৫.১ গ্রাফ অংকন করা ঃ

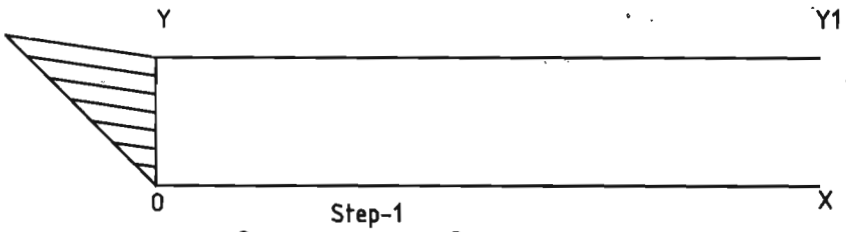
ম্যানিউআল ড্রাফটিং–এ টেমপ্লেট এর সাহায্যে লেটারিং করার ব্যবস্থা আছে। কিন্তু সকল ক্ষেত্রে টেমপ্লেট ব্যবহার করে লেটারিং করা যায় না। যেখানে টেমপ্লেট ব্যবহার করে লেটারিং করা যায় না সেখানে অরকে সুন্দর ও সুষম করে লেখার জন্য গ্রাফ তৈরি করে নিতে হয়।

গ্রাফ তৈরিতে প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম ঃ

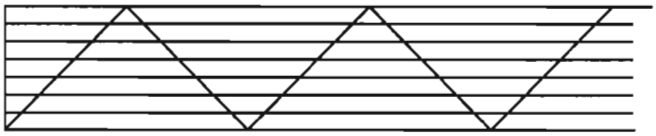
* ড্রইং বোর্ড,
* টী–স্কয়ার,
* সেট স্কয়ার,
* কাড়িখত সাইজের ড্রইং শীট,
* ডিভাইডার,
* পেনসিল কম্পাস বা বো পেনসিল ও
* ইরেজার।

নিচে গ্রাফ তৈরির নমুনা দেখানো হল–

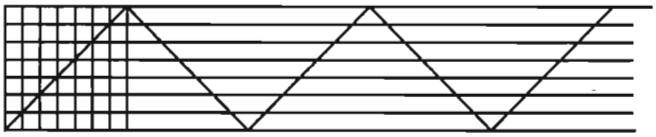
নিচের চিত্রে ১ম ধাপ এর মত একটি অনুভূমিক সরলরেখা OX অংকন করতে হবে। এখন OX সরলরেখার O বিন্দুতে OY লম্ব টানতে হবে। ২য় ধাপে OY কে সমান ৭ ভাগে ভাগ করতে হবে। এই ৭ ভাগের যে কোন একটি ভাগের দূরত্ব নিয়ে OX কে প্রয়োজনীয় সংখ্যায় ভাগ করার জন্য O বিন্দু থেকে ৪৫০ কোণে ২য় ধাপের মত রেখা টানতে হবে। এখন, ৩য় ধাপে ৪৫০ কোণে টানা রেখা এবং অনুভূমিক রেখার ছেদ বিন্দু দিয়ে খাঁড়া রেখা টানলে চিত্রানুযায়ী একটি গ্রাফ বা লেখচিত্র অংকিত হবে। (চিত্র নং– ৫.১)



চিত্র নং–৫.১ ঃ গ্রাফ তৈরির ধাপসমূহ



Step-2



Step-3

৫.২ লেটারিং (Lettering) ঃ

অক্ষর এবং সংখ্যা লেখার কৌশলকে ইংরেজিতে লেটারিং বলে।

৫.২.১ লেটারের সাধারণ অনুপাত (General Proportions of Letters) ঃ

লেটারের সাধারণ অনুপাত বলতে বুঝায় প্রত্যেক লেটারের Height, Width Ges Spacing এর অনুপাত। লেটারের Height, Width Ges Spacing এর উপর ভিত্তি করে লেটার অনুপাতকে তিন শ্রেণিতে ভাগ করা হয়েছে। যথা–

(১) স্বাভাবিক লেটার (Normal Letters), যার, Width = 0.67 Height,

(২) ঘনীভূত লেটার (Condensed Letters) এর Width Ges Spacing স্বাভাবিক লেটারের থেকে কম হয়, অপর দিকে

(৩) প্রসারিত লেটার (Extended Letters) এর ক্ষেত্রে Width = of Height হয়ে থাকে।

৫.২.২ অক্ষর এবং সংখ্যা লেখন পদ্ধতি (Method of Lettering Alphabets and Numeric) ঃ

অক্ষর ও সংখ্যা মূলত দু'ভাবে লেখা হয়। যেমন–

১। খাড়াভাবে (Vertical or Upright Position)

২। হেলানো বা কাতভাবে (Slant or Inclined Position)

৫.২.৩ অক্ষরের শ্রেণি বিন্যাস (Classification of Lettering) ঃ

অর মূলত তিন প্রকার। যথা–

১) গোথিক অর (Gothic Lettering) ঃ

গোথিক লেটারিং এ সকল অক্ষর এবং সংখ্যার পূরত্ব একই থাকে। নিচের লেখাগুলো গোথিক লেটারিং।

A B C D E F

গোথিক লেটারিংকে আবার কয়েকভাগে ভাগ করা হয়েছে। যেমন–

(ক) খাড়াভাবে (Vertical or Upright Gothic Lettering)

১.১ Single Stroke Vertical Gothic Lettering

১.২ Double Stroke Vertical Gothic Lettering

১.৩ Lower case Vertical Gothic Lettering

(খ) হেলানো বা কাতভাবে (Inclined or Italic Gothic Lettering)

১.১ Single Stroke Italic Gothic Lettering

১.২ Double Stroke Italic Gothic Lettering

১.৩ Lower case Italic Gothic Lettering

২) রোমান অর (Roman Lettering)

রোমান লেটারিং এ সকল অর এবং সংখ্যার পূরত্ব এক রকম না হয়ে মোটা ও চিকন সংমিশ্রণে হয়ে থাকে। রোমান লেটারিং খাঁড়া ও হেলান উভয়ভাবে লেখা যায়। নিচের লেখাগুলো রোমান লেটারিং।

A B C D E F G H

৩) মুক্তহস্ত অক্ষর (Free Hand Lettering)

কোন প্রকার ড্রইং যন্ত্রপাতি সাহায্য না নিয়ে খালি হাতে লেখন কৌশলকে ফ্রি হ্যান্ড লেটারিং বলে। ফ্রি হ্যান্ড লেটারিং খাঁড়া ও হেলান উভয় প্রকার হতে পারে।

এ সব অরকে আবার দুভাবে লেখা যায়। যেমন–

১। বড় হাতের অক্ষর (Capital Letter)

২। ছোট হাতের অক্ষর (Small Letter)

বড় হাতের অর সাধারণত হেডিং (Heading) লেখার কাজে ব্যবহৃত হয় এবং অধিকাংশ তথ্য উপস্থাপনে ছোট হাতের অক্ষর ব্যবহার করা হয়।

৫.২.৪ অক্ষরের উচ্চতা ও প্রস্থ (Height and Width of Letters) ঃ

অক্ষরের উচ্চতা ও প্রস্তের অনুপাত সাধারণত ৫ : ৪ বা ৭ ঃ ৪ রাখা হয়। অর্থ্যাৎ উচ্চতা ৫ বা ৭ ঘর হলে অক্ষরের প্রস্থ হবে ৪ ঘর । কোন কোন অক্ষরের বেলায় এর ব্যতিক্রম ঘটে। যেমন– ইংরেজি I অক্ষর এক ঘর, E ও F সাড়ে তিন ঘর, J তিন ঘর এবং W পাঁচ ঘর। বাকি অরগুলোর প্রস্ত ৪ ঘর হয়ে থাকে।

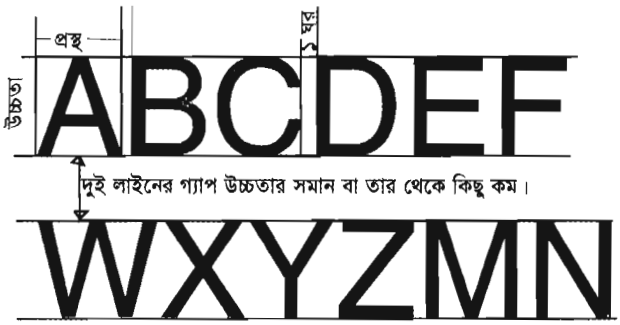
৫.২.৫ অক্ষরের আকার (Size of Letters) ঃ

লেটারের সাইজ বলতে লেটারের উচ্চতাকে বুঝায়। নিচে একটি তালিকার মাধ্যমে ড্রইং এ বিভিন্ন কাজে ব্যবহৃত লেটার সাইজ উল্লেখ করা হল–

ড্রইং এ ব্যবহৃত লেটার সাইজ

ক্রমিক নং	উদ্দেশ্য	বর্ণমালার আকার, মিমি.
১	মেইন টাইটেল এবং ড্রইং নম্বর	৬, ৮, ১০ এবং ১২
২	সাব টাইটেল এবং হেডিং	৩, ৪, ৫ এবং ৬
৩	নোটস্, লেজেন্ড, সিডিউল, মেটিরিয়ালস এবং ডাইমেনসন	২, ৩, ৪ এবং ৫।

৫.২.৬ দুটি অর এবং লাইনের মাঝে ফাঁকা জায়গা (Space between two Letters and Lines) ঃ দুটি অরের মাঝে সাধারণত ১ ঘর ফাঁকা রাখা হয়। দুটি লাইনের মাঝে ফাঁক অরের উচ্চতা সমান অথবা তার কিছু কম রাখা যেতে পারে। (চিত্র নং-৫.১)



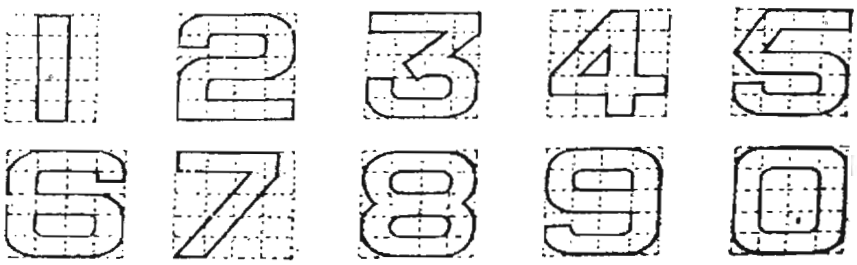
চিত্র নং-৫.১ ঃ (Space between two Letters and Lines)

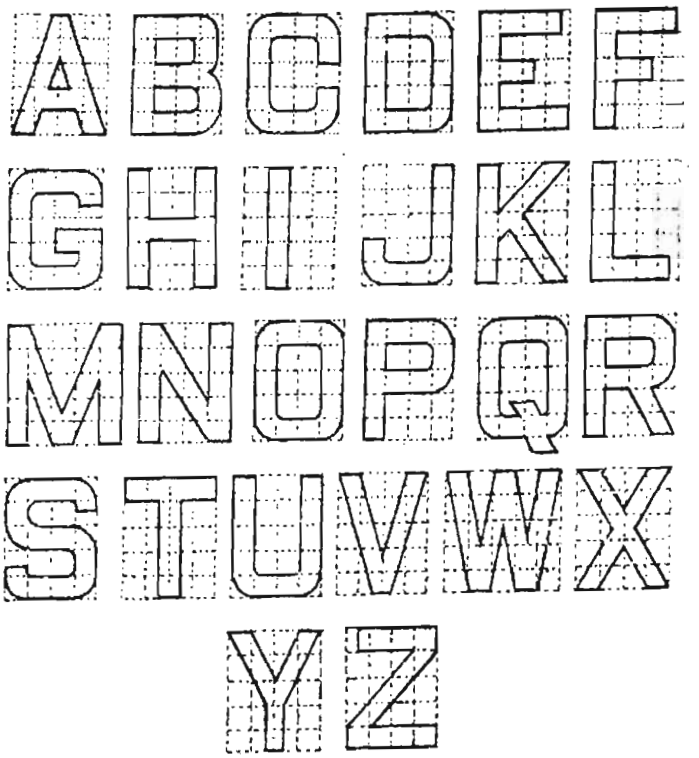
৫.২.৭ শব্দের মাঝে ফাঁকা জায়গা (Space between Words) ঃ
দুটি শব্দের মাঝে সাধারণত একটি অরের প্রস্থের সমান ফাঁক রাখা হয়। (চিত্র নং-৫.২)

চিত্র নং-৫.২ ঃ শব্দের মাঝে ফাঁকা জায়গা।

৫.৩ ৫ : ৪ অনুপাতে বড় হাতের অর লেখার পদ্ধতি (Method of Capital Lettering) ঃ
খাড়া ও হেলানো ছাড়াও বড় হাতের অর লেখার আরোও দুটি পদ্ধতি আছে। যথা- ১) এক রেখা (Single Stroke) এবং ২) দুই রেখা (Double Stroke) বিশিষ্ট।
নিচে চিত্রে দুই রেখা বিশিষ্ট গোথিক বড় অরের (৫: ৪ অনুপাত) নমুনা দেখান হল।

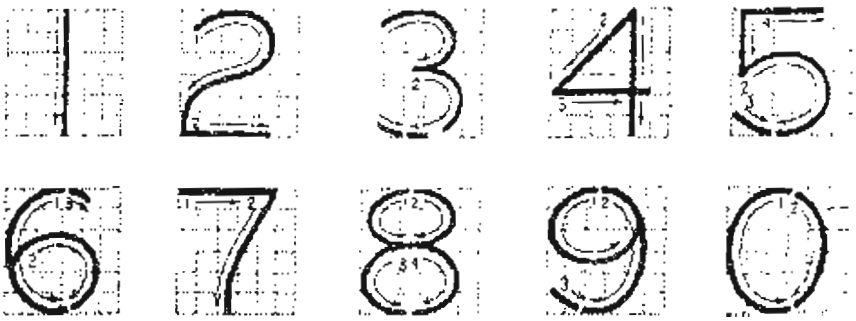
৫.৩.১ ৫ : ৪ অনুপাতে দুই রেখা বিশিষ্ট বড় হাতের ইংরেজি অর লেখার একটি ফরমেট বা ধরন দেখানো হয়েছে। (চিত্র নং-৫.৪)

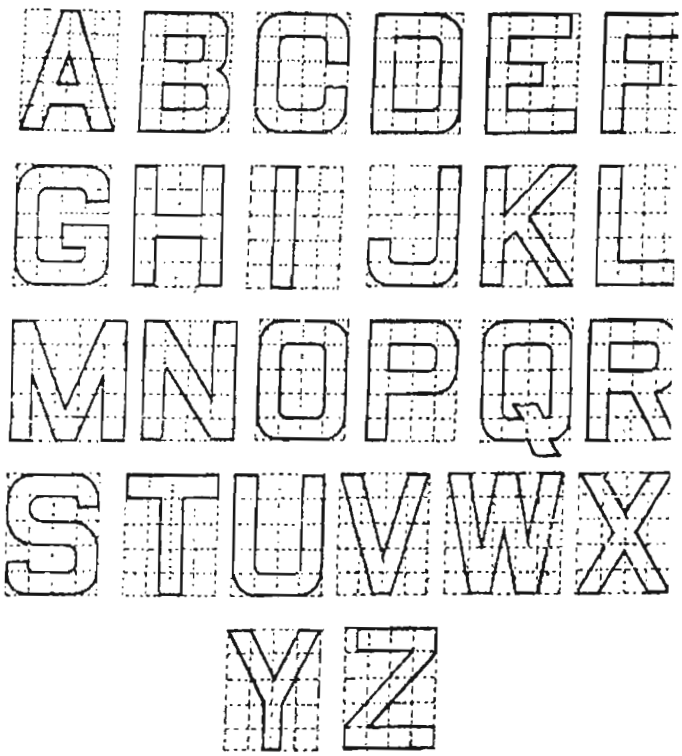




চিত্র নং–৫.৪ ঃ ব্লক লেটারিং (৫ : ৪ অনুপাত)

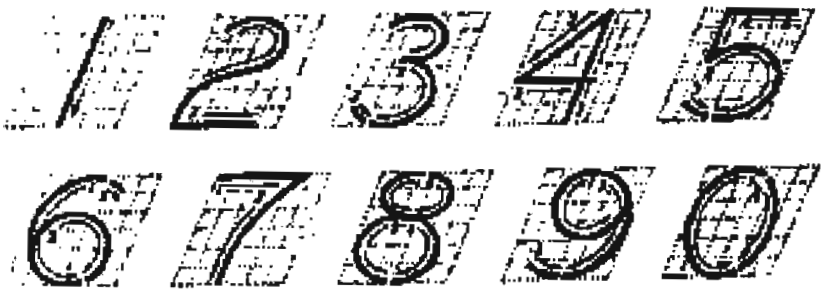
৫.৩.২ ৭ : ৪ অনুপাতে বড় হাতের অক্ষর লেখার পদ্ধতি (Method of Capital Lettering) ঃ দুই রেখা বিশিষ্ট গোথিক বড় অরের (৭: ৪ অনুপাত) নমুনা দেখান হল। চিত্র নং–৫.৫।

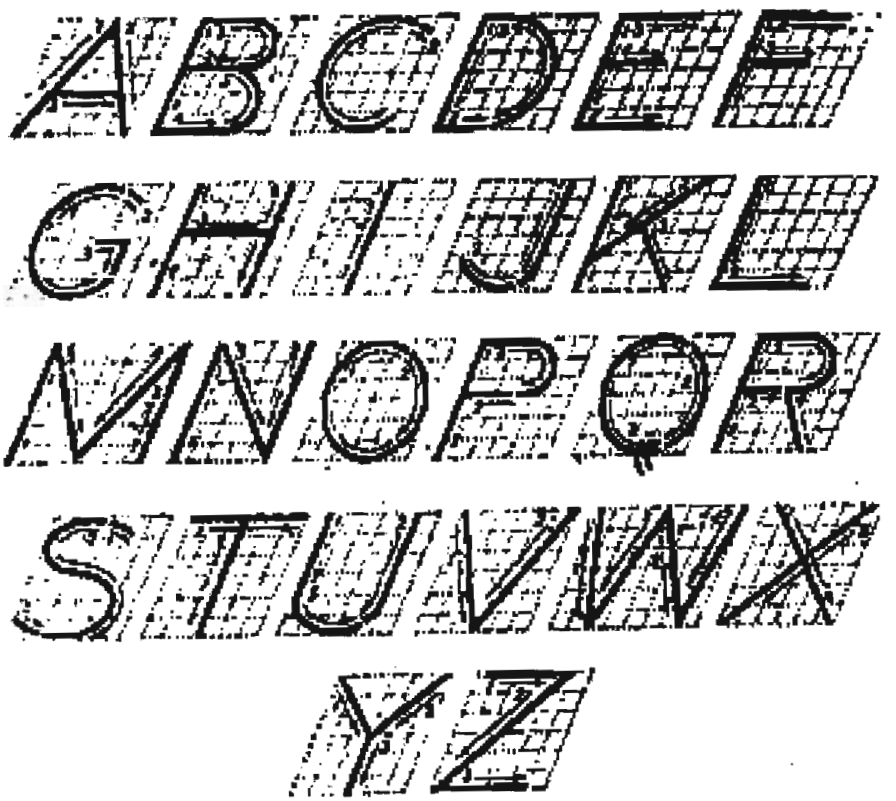




চিত্র নং-৫.৫ ঃ ব্লক লেটারিং (৭ : ৪ অনুপাত)

৫.৩.৩ ৬ : ৬ অনুপাতে এক টানে হেলানভাবে বড় হাতের অর লেখার পদ্ধতি (Method of Capital Lettering in Single Stroke with Slant Position) ঃ (চিত্র নং-৫.৬)



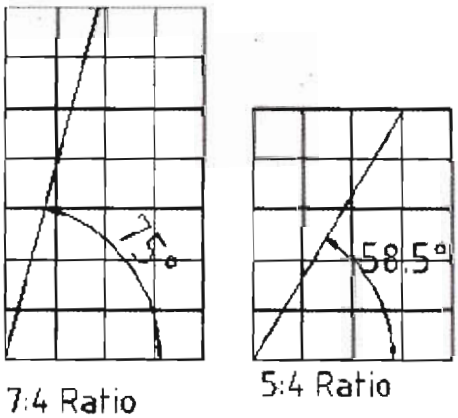


চিত্র নং–৫.৬ ঃ Capital Lettering in Single Stroke with Slant Position (৬: ৬ অনুপাত)

৫.৩.৪ এক টানে বড় হাতের লেখার নতি কোণ (Angle of Inclination of Lettering Capital Letters in Single Stroke) ঃ

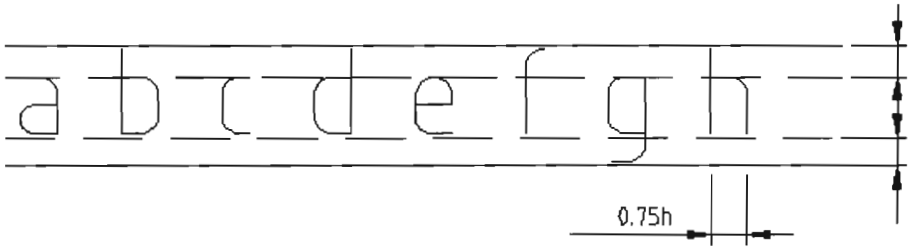
নিচে চিত্রে ৭:৪ এবং ৫:৪ অনুপাতের দুটি নতি কোণ দেখানো হল। চিত্রটি দেখলে বুঝা যাবে যে, উপরের ২ ঘর ও নিচের ০ ঘরের সাথে সংযুক্ত সরলরেখা ৭৫০ ও ৫৮.৫০ নতি কোণ উৎপন্ন করেছে। সেট স্কয়ার এর সাহায্যে অতি সহজে ৭৫০ নতি অংকন করা যায় বিধায়

৭৫০ নতিতে রেখা সুবিধাজনক। একটানে বড় হাতের লেখার নতি কোণ দেখানো হল। চিত্র নং–৫.৭ ।



চিত্র নং– ৫.৭

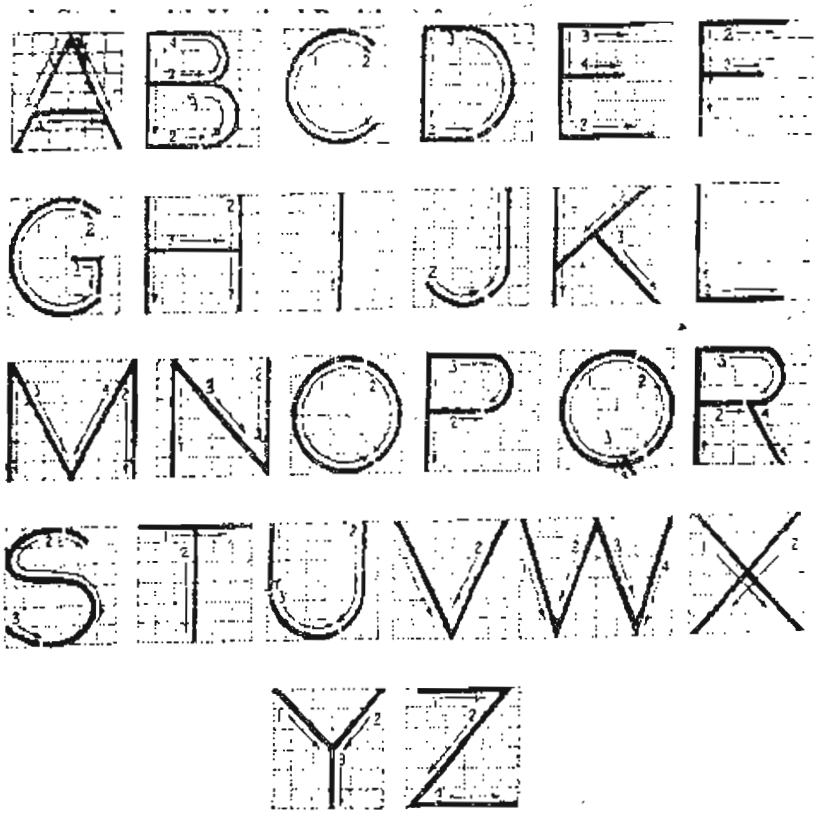
৫.৩.৫ এক টানে ছোট হাতের লেখার পদ্ধতি (Method of Lettering Small Letters in Single Stroke) ঃ ছোট হাতের অর লেখতে অরের সমান উচ্চতা (h) নিয়ে দুটি অনুভূমিক রেখা টানতে হবে। পরে এর উপর নিচে অর্ধেক উচ্চতা (h/2) নিয়ে আরোও দুটি অনুভূমিক সরলরেখা টানতে হবে। খাড়া অরের জন্য ৯০ ডিগ্রি এবং নতি অক্ষরের জন্য ৬০ ডিগ্রি তে নিয়ামক রেখা নিয়ে লেখা যাবে। নিচের চিত্রে ছোট হাতের লেখার নমুনা দেখানো হল–

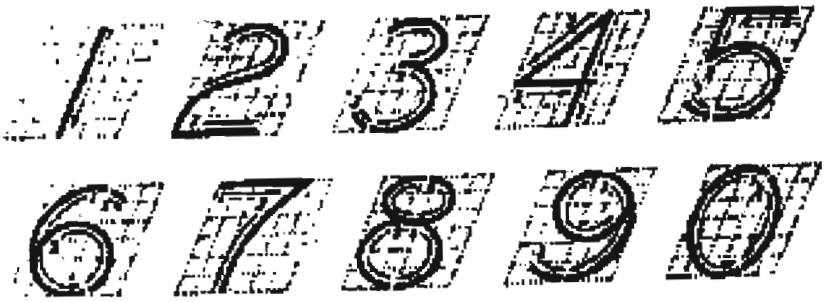


Small LetterSingle Stroke 90 degree Inclination

চিত্র নং–৫.৮ ঃ এক টানে ছোট হাতের লেখা

৫.৩.৬ ৬ : ৬ অনুপাতে এক টানে খাড়াভাবে বড় হাতের লেখার পদ্ধতি (Method of Capital Lettering in



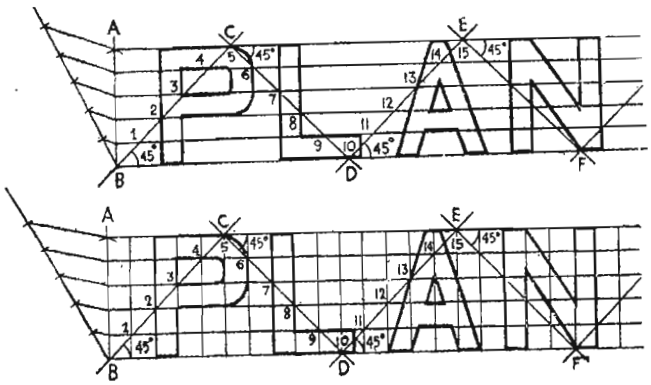


চিত্র নং–৫.৯ ঃ এক টানে ছোট হাতের লেখা স্ট্রোক পজিসন

প্রশ্নমালা

১. লেটারিং কাকে বলে ?
২. গ্রাফ অংকন করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।
৩. সিঙ্গেল স্ট্রোক ও ডাবল স্ট্রোক লেটারিং বলতে কী বোঝায় ?
৪. লেটারিং –এ চওড়া ও উ"চতার অনুপাত উল্লেখ কর।
৫. দুটি লাইন ও দুটি শব্দের গ্যাপগুলো উল্লেখ কর।
৬. ৫ : ৪ অনুপাতে ইংরেজী অর ও সংখ্যাগুলো লেখ।
৭. ৭ : ৪ অনুপাতে ইংরেজী অর ও সংখ্যাগুলো লেখ।
৮. ৬ : ৬ অনুপাতে একটানে হেলানভাবে ইংরেজি অক্ষর ও সংখ্যাগুলো অর লেখ।

অনুশীলনী–১ ঃ ব্লক বা ডাবল ষ্ট্রোক অর লিখন ঃ ড্রইং এর শিরোনাম বা হেডিং লেখার জন্য সাধারণত ৫ : ৪ এবং ৭:৪ অনুপাতের অর ব্যবহার করা হয়। বর্গক্ষেত্রে না এঁকে ৪৫০ কোণ অংকিত রেখা ও অনুভূমিক রেখাগুলোর ছেদ বিন্দু নিয়ে লেটারিং করা যায়। নিচের নমুনা দেখে উল্লেখিত বাক্যটি লিখ। " THE QUICK BROWN FOX JUMPS OVER THE LAZY DOG" "ENGINEERING EDUCATION" "DESIGN AND DRAWING" "Planning Division"



চিত্র নং–৫.১০ ঃ গ্রাফ অংকনের নমুনা

অনুশীলনী–২ ঃ চিত্র নং–৫.১১ এ বড় ও ছোট হাতের অর ও সংখ্যা লেখার ষ্ট্রোকসহ নমুনা দেখে লিখ।

চিত্র নং–৫.১১ : ষ্ট্রোকসহ নমুনা

অধ্যায় – ০৬

জ্যামিতিক ড্রইং
(Geometrical Drawing)

সূচনা (Introduction) ঃ

টেকনিক্যাল বা ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এক ধরনের রেখাভিত্তিক ড্রইং। বিভিন্ন প্রকার রেখা, বৃত্ত,বৃত্তচাপ, কোণ, ত্রিভুজ ও অন্যান্য জ্যামিতিক উপাদানের সমন্বয়ে ও কাঙ্খিত মাপে বসিয়ে ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং করা হয়। রেখাভিত্তিক চিত্রের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল– সরলরেখা, বক্ররেখা, সমান্তরাল রেখা, লম্ব, সমকোণ, সুক্ষ্মকোণ এবং স্থুলকোণ। নিচে চিত্রে সরলরেখা, বক্ররেখা, সমান্তরাল রেখা, লম্ব, সমকোণ, সুক্ষ্মকোণ , স্থুলকোণ বিভিন্ন প্রকার ত্রিভূজ, চতুর্ভুজ এবং বৃত্ত দেখান হল।

এ অধ্যায়ে বিভিন্ন ধরনের কোণের সংজ্ঞা, কোণ অংকন, ত্রিভুজ, চতুর্ভুজ এবং বহুভুজের তালিকা তৈরি করা এবং এদের অংকন, বৃত্ত এবং উপবৃত্ত সম্বন্ধে আলোচনা করা হয়েছে।

৬.০ বিন্দু (Point) ঃ

বিন্দুর অবস্থান আছে কিন্তু এর বিস্তার নেই। বিন্দুকে ছোট ডট দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

৬.১ রেখা (Line) ঃ রেখার দৈর্ঘ্য আছে কিন্তু এর প্রস্ত বা বেধ নেই। রেখা দুপ্রকার। যথা–

১) সরলরেখা এবং

২) বক্ররেখা।

৬.৭.১ সরলরেখা (Straight Line) ঃ

দুটি বিন্দুর মধ্যবর্তী নূন্যতম দূরত্বকে সরলরেখা বলে।

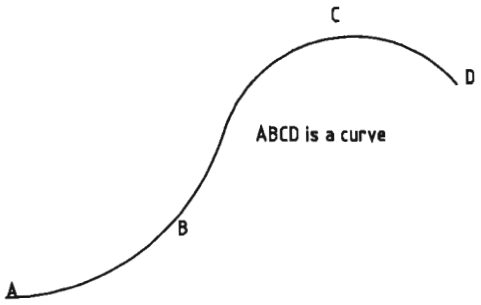
টী–স্কয়ার অথবা সেট–স্কয়ার এর সাহায্যে দুটি বিন্দুকে যোগ করলে একটি সরলরেখা অংকিত হবে।

Straight Line

চিত্র নং–৬.১ ঃ সরলরেখা

৬.৭.২ বক্ররেখা (Curved Line) ঃ

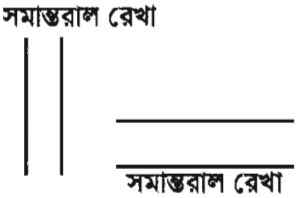
বক্ররেখার গমন পথ সদা পরিবর্তনশীল। অর্থ্যাৎ বক্ররেখায় এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে যেতে দিক পরিবর্তন করে।



চিত্র নং ৬.২ ঃ বক্ররেখা

৬.৭.৩ সমান্তরাল রেখা (Parallel Lines) ঃ

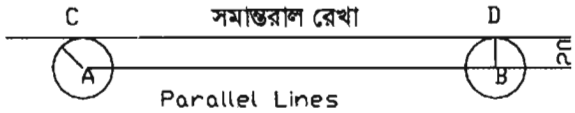
পাশপাশি সাজানো দুই বা ততোধিক সরলরেখা যেগুলো বাড়ালে কখনও একটি অপরটির সাথে মিলে না বা দূরে সরে যায় না, ঐরুপ রেখাগুলোকে সমান-রাল রেখা বলে।



চিত্র নং-৬.৩ ঃ সমান্তরাল রেখা

উদাহরণ ঃ একটি সরলরেখা থেকে ২০ মিমি. দূরে একটি সমান্তরাল টানতে হবে।

অংকন প্রণালী ঃ অই একটি সরলরেখা টানা হলো। ২০ মিমি. ব্যাসার্ধ নিয়ে A ও B কেন্দ্র করে দুটি বৃত্তচাপ অংকন করতে হবে। বৃত্তচাপ দুটি স্পর্শ করিয়ে একটি সরলরেখা টানা হল। এই সরল রেখাটি AB সমান্তরাল রেখা হবে।



চিত্র নং-৬.৪ ঃ সমান্তরাল রেখা অংকন

৬.৭.৪ লম্ব (Perpendicular) ঃ

একটি সরলরেখা অপর একটি সরলরেখার উপর সমকোণে বা ৯০ ডিগ্রি তে মিলিত হলে একটি অপরটির উপর লম্ব হয়। চিত্রে একটি বিন্দু থেকে লম্ব আঁকার ধাপগুলো দেখানো হয়েছে। চিত্র নং-৬.৫।

টী-স্কয়ার অথবা সেট-স্কয়ার এর সাহায্যে একটি সরলরেখা AB টানা হল।

টী-স্কয়ার অথবা একটি সেট-স্কয়ার অই সরলরেখা একটু নিচে সমান্তরালভাবে স্থাপন করা হল।

চিত্র নং-৬.৫ ঃ লম্ব অংকন

অন্য সেট-স্কয়ারটির খাড়া কিণারা টী-স্কয়ার বা সেট-স্কয়ার স্লাইড করিয়ে D বিন্দুর সাথে মিলানো হল।

এখন, D বিন্দু থেকে অই সরলরেখার উপর আর একটি রেখা টানা হল যা AB কে C বিন্দুতে ছেদ করল।

CD রেখা, AB এর উপর লম্ব হল।

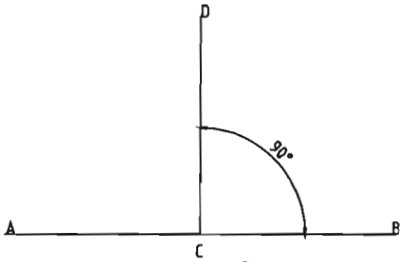
৬.২ কোণ (Angle) ঃ

দুটি সরলরেখা একটা বিন্দুতে মিলিত হলে কোণ উৎপন্ন হয়। কোণের পরিমাণ ও অবস্থার উপর ভিত্তি করে কোণের বিভিন্ন নামকরণ করা হয়েছে। যেমন- সমকোণ, সুক্ষ্ম কোণ, স্থূল কোণ,সরল কোণ, সম্পূরক কোণ, পূরক কোণ, সন্নিহিত কোণ, বিপ্রতীপ কোণ।

চিত্রে বিভিন্ন প্রকার কোণ দেখানো হল-

৬.২.১ সমকোণ (Right Angle) ঃ

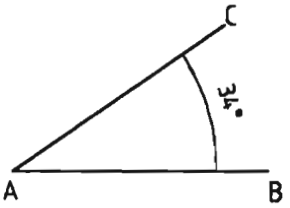
দুটি সরলরেখা দ্বারা মিলিত কোণের পরিমাণ ৯০ ডিগ্রি হলে তাকে সমকোণ বলে।



চিত্র নং–৬.৬ ঃ সমকোণ

৬.২.২ সূক্ষ্ম কোণ (Acute Angle) ঃ

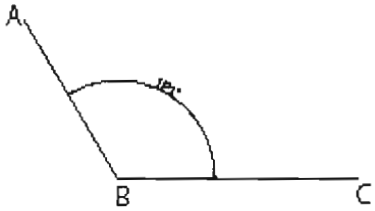
যে কোণ এক সমকোণ অপো ছোট, তাকে সূক্ষ্ম কোণ বলে।



চিত্র নং–৬.৭ ঃ সুক্ষ্মকোণ

৬.২.৩ স্থূল কোণ (Obtuse Angle) ঃ

যে কোণ এক সমকোণ অপো বড় কিন্তু দুই সমকোণ থেকে ছোট, তাকে স্থূল কোণ বলে।



ABC একটি স্থূলকোণ

চিত্র নং–৬.৮ ঃ স্থূল কোণ

স্থূল কোণ অংকন প্রণালী ঃ

✓ টী–স্কয়ার বা সেট–স্কয়ার দিয়ে একটি সরলরেখা BC টানা হল।

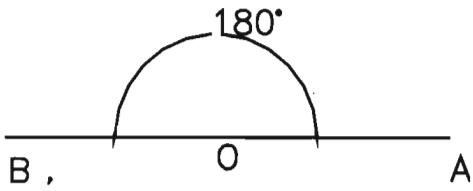
✓ চাঁদার সোজা অংশে ০–০ এবং ১৮০–১৮০ চিহ্নিত রেখাটি BC রেখার সাথে মিলিয়ে বসানো হল।

✓ চাঁদার বাঁকানো কিণারা ১৮০ ডিগ্রীতে অংশাঙ্কিত আছে। B বিন্দুর বাঁ দিকে ১২১ ডিগ্রী গণনা করে পেনসিলের সূঁচালো মুখ দিয়ে চেপে একটি বিন্দু A নেওয়া হল।

✓ এখন A ও B যোগ করলে ABC, ১২১ ডিগ্রি এর একটি স্থূল কোণ তৈরি হল।

৬.২.১ সরলকোণ (Straight Angle) ঃ

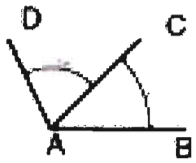
একটি সরলরেখার উপর অবস্থিত কোণকে সরলকোণ বলে। এক সরলকোণ = ১৮০ ডিগ্রি ।



চিত্র নং–৬.৯ ঃ সরলকোণ

৬.২.৫ সন্নিহিত কোণ (Adjacent Angle) ঃ

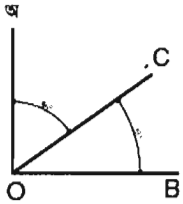
দুটি কোণ পাশাপাশি অবস্থান করলে একটিকে অপরটির সন্নিহিত কোণ বলে।



চিত্র নং–৬.১০ ঃ সন্নিহিত কোণ

৬.২.৬ পূরক কোণ (Angle) ঃ

দুটি সন্নিহিত কোণের পরিমাণ ৯০ ডিগ্রি হলে একটিকে অপরটির পূরক কোণ বলে।



চিত্র নং–৬.১১ ঃ পূরক কোণ

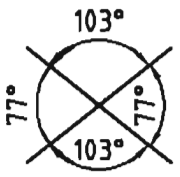
৬.২.৭ সম্পূরক কোণ (Angle) ঃ

দুটি সন্নিহিত কোণের পরিমাণ ১৮০ ডিগ্রি হলে একটিকে অপরটির সম্পূরক কোণ বলে।

চিত্র নং–৬.১২ ঃ সম্পূরক কোণ

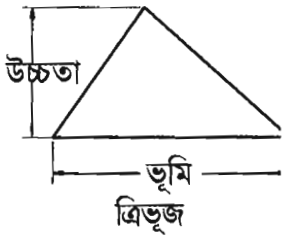
৬.২.৮ বিপ্রতীপ কোণ (Angle) ঃ

দুটি সরলরেখা একটি বিন্দুতে ছেদ করলে চারটি কোণ উৎপন্ন হয়, বিপরীত দিকে অবস্থিত কোণকে বিপ্রতীপ কোণ বলে।



চিত্র নং–৬.১৩ ঃ বিপ্রতীপ কোণ

৬.৩ ত্রিভুজ (Triangle) ঃ তিনটি বাহু দ্বারা গঠিত সীমাবদ্ধ ক্ষেত্রকে ত্রিভূজ বলে।



চিত্র নং-৬.১৪ ঃ ত্রিভুজ

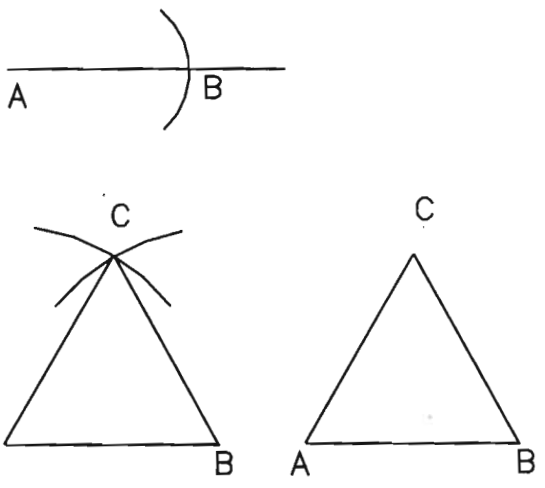
ত্রিভুজের গঠন অনুসারে এদের বিভিন্ন নামকরণ করা হয়েছে। যেমন-

(১) সমবাহু ত্রিভুজ,
(২) সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ,
(৩) সমকোণী ত্রিভুজ,
(৪) বিষমবাহু ত্রিভুজ,
(৫) সূক্ষ্মকোণী ত্রিভুজ এবং
(৬) স্থূলকোণী ত্রিভুজ।

৬.৩.১ সমবাহু ত্রিভূজ (Equilateral Triangle) ঃ

যে ত্রিভূজের তিনটি বাহু পরস্পর সমান, তাকে সমবাহু ত্রিভুজ বলে। ৫০ মিমি. বাহু বিশিষ্ট একটি সমবাহু ত্রিভূজ আঁকতে যে সব যন্ত্রের প্রয়োজন তা হল-

১. একটি মিলিমিটার স্কেল
২. একটি ডিভাইডার
৩. একটি কম্পাস
৪. সেট স্কয়ার ১ জোড়া
৫. বোর্ড, টী- স্কয়ার ও অন্যান্য উপকরণ। সমবাহু ত্রিভুজ তৈরির ধাপসমূহ



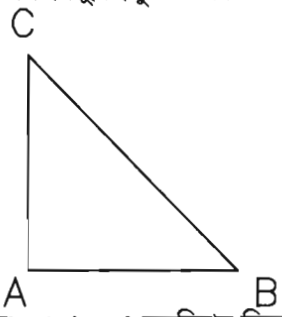
চিত্র নং-৬.১৫ ঃ সমবাহু ত্রিভুজ

অংকন প্রণালী ঃ

- ✓ টী-স্কয়ার অথবা সেট-স্কয়ার এর সাহায্যে কিঞ্চিৎ হালকা করে 2H পেনসিল দিয়ে ৫০ মি.মি. অপো কিছু বড় একটি সরলরেখা টেনে এর এক প্রান্তে একটি বিন্দু A স্থাপন করতে হবে।
- ✓ ডিভাইডার এর সাহায্যে মিলিমিটার স্কেল থেকে ৫০ মি.মি. মাপ নিয়ে মাপটি রেখার উপর স্থাপন করতে হবে। এখন A থেকে ই দূরত্ব হল ৫০ মি.মি.।
- ✓ পেনসিল কম্পাস দিয়ে অই সমান ব্যাসার্ধ A ও B কেন্দ্র করে দুটি বৃত্তচাপ অংকন করা লাগবে। বৃত্তচাপ দুটি C বিন্দুতে ছেদ করবে। এখন, AC ও BC যোগ করতে হবে । এভাবে, ABC একটি সমবাহু ত্রিভুজ তৈরি হবে। রাবার দিয়ে বাড়তি অংশগুলো মুছে দিতে হবে।

৬.৩.২ সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ (Isosceles Triangle) ঃ

যে ত্রিভুজের দুটি বাহু সমান, তাকে সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ বলে।



চিত্র নং- ৬.১৬ ঃ সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ।

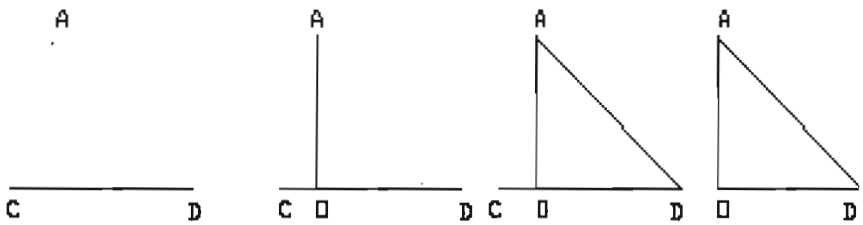
৬.৩.৩ সমকোণী ত্রিভুজ (Right Angled Triangle) ঃ

যে ত্রিভুজের একটি কোণ সমকোণ, তাকে সমকোণী ত্রিভুজ বলে।

একটি সমকোণী ত্রিভুজ আঁকতে যে সব যন্ত্রের প্রয়োজন তা হল-

- * একটি মিলিমিটার স্কেল
- * একটি ডিভাইডার
- * একটি কম্পাস
- * সেট স্কয়ার ১ জোড়া
- * বোর্ড, টী- স্কয়ার ও অন্যান্য উপকরণ।

অংকন প্রণালী ঃ

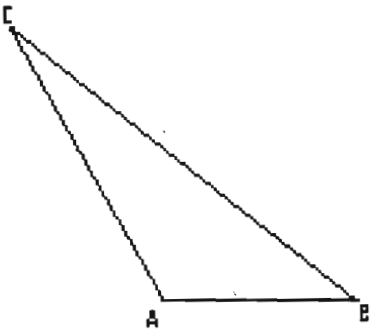


চিত্র নং-৬.১৭ ঃ একটি সমকোণী ত্রিভুজ অংকন করার বিভিন্ন ধাপসমূহ।

- টী–স্কয়ার অথবা সেট–স্কয়ার এর সাহায্যে কিঞ্চিৎ হালকা করে 2H পেনসিল দিয়ে একটি সরলরেখা টেনে রেখাটির বাইরে উপর দিকে একটি বিন্দু A অবস্থান করতে হবে ।
- টী–স্কয়ার এর হাতলকে বোর্ডের কিনারায় দৃঢ়ভাবে স্থাপন করতে হবে। ব্লেডের কিনারা বরাবর সেট স্কয়ার স্লাইড করিয়ে অ বিন্দুর সাথে মিলাতে হবে।
- এখন, A বিন্দু থেকে সরলরেখা CD উপর একটি রেখা টানতে হবে। রেখাটি CD সরলরেখাকে o বিন্দুতে ছেদ করবে।
- সেট–স্কয়ার এর সাহায্যে AD যুক্ত করতে হবে । এভাবে, AOD একটি সমকোণী ত্রিভুজ অংকিত হবে।

৬.৩.৪ বিষমবাহু ত্রিভুজ (Irregular Triangle) ঃ

যে ত্রিভুজের তিনটি বাহুই অসমান তাকে বিষম বাহু ত্রিভুজ বলে।



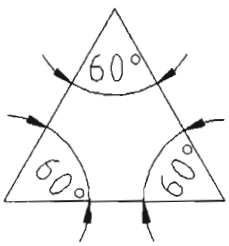
চিত্র নং–৬.১৮ ঃ বিষম বাহু ত্রিভুজ।

৬.৩.৫ সূক্ষ্মকোণী ত্রিভুজ (Acute Angled Triangle) ঃ

যে ত্রিভুজের তিনটি কোণই সূক্ষ্ম কোণ তাকে সূক্ষ্মকোণী ত্রিভুজ বলে।

একটি সূকোণী ত্রিভুজ অংকন করতে যে সকল যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হবে তা হল–

- একটি মিলিমিটার স্কেল
- একটি ডিভাইডার
- সেট স্কয়ার ১ জোড়া
- বোর্ড, টী– স্কয়ার ও অন্যান্য উপকরণ।



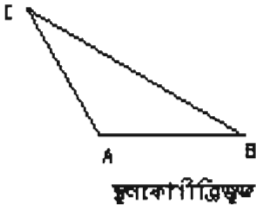
চিত্র নং–৬.১৯ ঃ সূক্ষ্মকোণী ত্রিভুজ

অংকন প্রণালী ঃ

- ✓ টী-স্কয়ার অথবা সেট-স্কয়ার এর সাহায্যে অই সমান একটি সরলরেখা টানতে হবে।
- ✓ ৬০০ -৩০০ সেট স্কয়ারকে টী-স্কয়ার এর সাথে ৬০ ডিগ্রি কোণে স্থাপন করে A বিন্দুর সাথে মিলিয়ে একটি রেখা টানা লাগবে।
- ✓ আবার, B বিন্দুর সাথে মিশিয়ে সেট-স্কয়ারটি ৬০ ডিগ্রি কোণে স্থাপন করে আরো একটি রেখা টানতে হবে।
- ✓ এখন, রেখা দুটি C বিন্দুতে ছেদ করবে। ফলে ABC একটি সূকোণী ত্রিভুজ তৈরি হবে।

৬.৩.৬ স্থূলকোণী ত্রিভুজ (Obtuse Angled Triangle) ঃ

যে ত্রিভুজের একটি কোণ স্থূলকোণ তাকে স্থূলকোণী ত্রিভুজ বলে।



স্থূলকোণী ত্রিভুজ

চিত্র নং-৬.২০ ঃ স্থূলকোণী ত্রিভুজ

৬.৪ চতুর্ভূজ (Quadrilateral) ঃ

চারিটি বাহু দ্বারা সীমাবদ্ধ ক্ষেত্রকে চতুর্ভুজ বলে। চতুর্ভূজের গঠন অনুসারে এদের বিভিন্ন নামকরণ করা হয়েছে। যেমন-

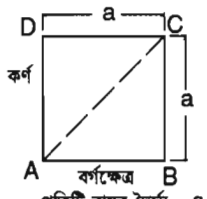
(১) বর্গক্ষেত্র,
(২) আয়তক্ষেত্র,
(৩) রম্বস,
(৪) সামন্তরিক এবং
(৫) ট্রাপিজিয়াম ।

৬.৪.১ বর্গক্ষেত্র (Square) ঃ

যে চতুর্ভুজের চারিটি বাহু পরস্পর সমান এবং কোণগুলো সমকোণ তাকে বর্গক্ষেত্র বলে।

অংকন পদ্ধতি ঃ

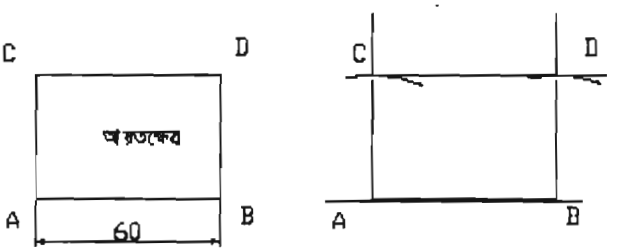
৫০মিমি.সমান দৈর্ঘ্য নিয়ে AB ভূমি আঁকতে হবে। A ও B বিন্দুতে দুটি লম্ব টেনে এবং ৫০ মিমি. সমান করে কেটে নিয়ে C ও D দুটি বিন্দু পাওয়া যাবে। C ও D দুটি বিন্দু যোগ করলে ABCD ইপ্সিত বর্গ অংকিত হবে।



চিত্র প্রতিটি বাহুর দৈর্ঘ্য = a
প্রতিটি কোণ সমকোণ [ ]

৬.৪.২ আয়তক্ষেত্র (Rectangle) ঃ

যে চতুর্ভুজের বিপরীত বাহু পরস্পর সমান এবং কোণগুলো সমকোণ তাকে আয়তক্ষেত্র বলে।

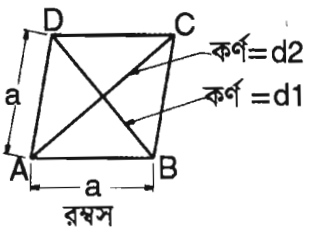


চিত্র নং-৬.২২ ঃ আয়তক্ষেত্র

অংকন পদ্ধতি ঃ

৬০মিমি. সমান লম্বা AB ভূমি নিয়ে A ও B বিন্দুতে দুটি লম্ব টানতে হবে এবং A ও B বিন্দুকে কেন্দ্র করে লম্ব দুটি থেকে ৪০ মি.মি. দূরত্ব ডিভাইডার বা কম্পাস দিয়ে কেটে নিলে C ও D দুটি বিন্দু পাওয়া যাবে। এখন, C ও D দুটি বিন্দু যোগ করলে ABCD একটি আয়তক্ষেত্র অংকিত হবে।

৬.৪.৩ রম্বস (Rhombos) ঃ যে চতুর্ভূজের চারিটি বাহু সমান কিন্তু কোন কোণ সমকোণ নয় তাকে রম্বস বলে।



রম্বস

চিত্র নং-৬.২৩ ঃ রম্বস

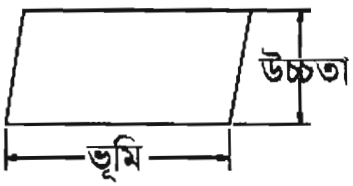
অংকন প্রণালী ঃ ধরা যাক ৫২ মি.মি. দৈর্ঘ্যের ভূমিতে ৪৫° কোণ বিশিষ্ট একটি রম্বস অংকন করতে হবে।

৫২ মি.মি. বিশিষ্ট একটি ভূমি AB অংকন করা হল।

A ও B বিন্দু থেকে ৪৫° - ৪৫° কোণওয়ালা সেট স্কয়ার দিয়ে ৪৫° কোণে দুটি সমান্তরাল সরলরেখা টানা হল। A ও B বিন্দুকে কেন্দ্র করে ভূমি সমান দূরত্ব সমান্তরাল সরলরেখাদ্বয় থেকে কেটে নিলে C ও D বিন্দু পাওয়া যাবে। এখন, C ও D বিন্দু যোগ করি। ABCD একটি কঙ্খিত রম্বস তৈরি হল।

৬.৪.৪ সামন্তরিক (Parallelogram) ঃ

যে চতুর্ভুজের বিপরীত বাহুগুলো পরস্পর সমান এবং সমান্তরাল কিন্তু কোণগুলো সমকোণ নয় তাকে সামন্তরিক বলে।

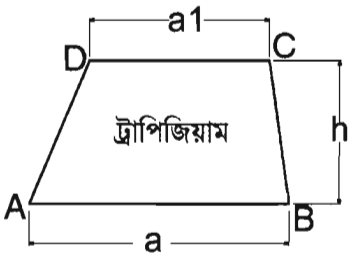


সামন্তরিক

চিত্র নং-৬.২৪ ঃ সামন্তরিক

৬.৪.৫ ট্রাপিজিয়াম (Trapezium) ঃ

যে চতুর্ভুজের দুইটি বাহু সমান্তরাল তাকে ট্রাপিজিয়াম বলে।



চিত্র নং-৬.২৫ ঃ ট্রাপিজিয়াম

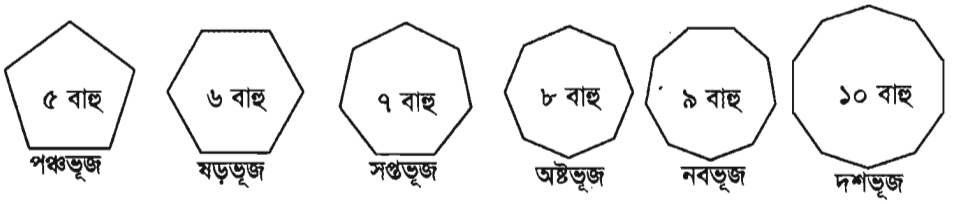
৬.৫ বহুভুজ (Polygon) ঃ

চারের অধিক সরলরেখা দ্বারা সীমাবদ্ধ ক্ষেত্রকে বহুভুজ বলে। বাহুর দৈর্ঘ্যের উপর ভিত্তি করে বহুভুজকে দুভাগে ভাগ করা হয়। যেমন- সুষম বহুভুজ ও বিষম বহুভুজ।

৬.৫.১ সুষম বহুভুজ (Regular Polygon) ঃ

যে বহুভূজের সব বাহুগুলো সমান তাকে সুষম বহুভুজ (Regular Polygon) বলে।

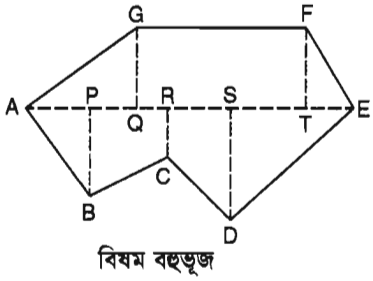
বাহুর সংখ্যার উপর ভিত্তি করে বহুভুজকে বেশ কয়েক ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যেমন ঃ পঞ্চভুজ, ষড়ভুজ, সপ্তভুজ, অষ্টভুজ, নবভুজ, দশভুজ ইত্যাদি। এদেরকে ইংরেজীতে যথাক্রমে পেন্টাগন, হেক্সাগন, হেপ্টাগন, অক্টাগন, ন্যানোগন, ডেকাগন বলে। 'n' সংখ্যক বাহু বিশিষ্ট বহুভুজকে এনগন বলে। নিচের চিত্রে কয়েকটি সুষম বহুভুজ দেখানো হলঃ



চিত্র নং-৬.২৬ ঃ সুষম বহুভূজ

৬.৫.২ বিষম বহুভুজ (Irregular Polygon) ঃ

যে বহুভুজের বাহুগুলো পরস্পর সমান নয় বা অসম তাকে বিষম বহুভুজ (Irregular Polygon) বলে। এরূপ বিষম বহুভুজের ক্ষেত্রে বহুভুজটিকে ত্রিভুজ এবং চতুর্ভুজে রূপান্তর করে আলাদা আলাদা ক্ষেত্রফল বের করা হয়। পরে ক্ষেত্রফলগুলো একত্রে যোগ করলে বহুভুজটির ক্ষেত্রফল পাওয়া যাবে।



চিত্র নং-৬.২৭ ঃ বিষম বহুভূজ

৬.৬ বৃত্ত (Circle) ঃ বৃত্ত একটি আবদ্ধ বক্ররেখা। এটির কেন্দ্রবিন্দু আছে। কেন্দ্রবিন্দু থেকে বক্ররেখার উপর অবস্থিত সকল বিন্দুর দূরত্ব সমান।

বৃত্তের বিভিন্ন অংশের তালিকা নিম্নরূপ-

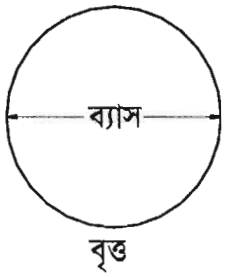
(১) কেন্দ্র
(২) ব্যাসার্ধ
(৩) ব্যাস
(৪) পরিধি
(৫) জ্যা
(৬) বৃত্তচাপ
(৭) বৃত্তের সেক্টর এবং
(৮) বৃত্তের সেগমেন্ট।

চিত্র নং-৬.২৮ ঃ বৃত্ত

৬.৬.১ ব্যাসার্ধ (Radius) ঃ কেন্দ্রবিন্দু থেকে বক্ররেখার উপর যে কোন বিন্দুর দূরত্বকে ব্যাসার্ধ বলে। ব্যাসার্ধ = $^1/_2$ ব্যাস। ব্যাসার্ধকে ইংরেজীতে Radius বলে এবং তা 'r' অক্ষর দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

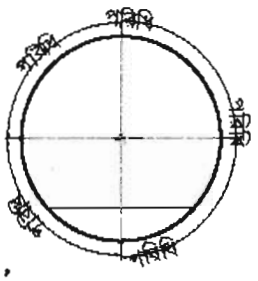
চিত্র নং-৬.২৯ ঃ ব্যাসার্ধ

৬.৬.২ ব্যাস (Diameter) ঃ বৃত্তের কেন্দ্র দিয়ে অতিক্রম করে এমন জ্যাকে ব্যাস বলে। ব্যাস ব্যাসার্ধের দ্বিগুণ। অর্থ্যাৎ ব্যাস = ২ × ব্যাসার্ধ।



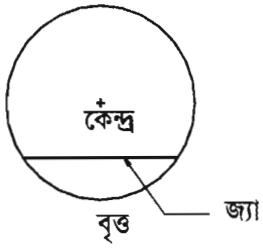
চিত্র নং-৬.৩০ ঃ ব্যাস

৬.৬.৩ বৃত্তের পরিধি (Circumference) ঃ বৃত্তের আবদ্ধ বক্ররেখার দৈর্ঘ্যকে বৃত্তের পরিধি বলে। বৃত্তের পরিধি = $2\pi r$ অথবা πd যখন , r = ব্যাসার্ধ এবং ব্যাস = d।



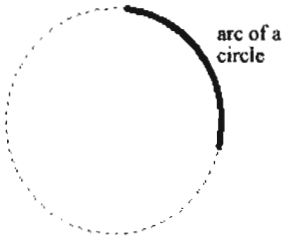
চিত্র নং-৬.৩১ ঃ বৃত্তের পরিধি

৬.৬.৪ বৃত্তের জ্যা (Chord) ঃ বৃত্তের পরিধিস্থ যে কোন দুটি বিন্দুর সংযোজক রেখাংশকে বৃত্তের জ্যা বলে।



চিত্র নং-৬.৩২

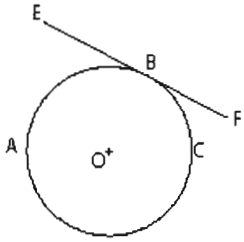
৬.৬.৫ বৃত্তচাপ (Arc) ঃ বৃত্তচাপ হল বৃত্তের পরিধির অংশ বিশেষ। নিচের চিত্রে একটি বৃত্ত চাপ দেখানো হল।



চিত্র নং-৬.৩৩ ঃ বৃত্তচাপ

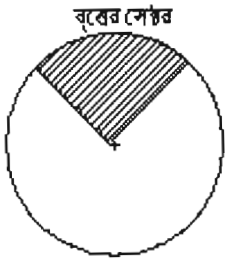
৬.৬.৬ স্পর্শক (Tangent) ঃ

স্পর্শক এমন একটি সরলরেখা যা বৃত্তকে একটি মাত্র বিন্দুতে স্পর্শ করে। ABC বৃত্তে EF সরলরেখা B বিন্দুতে স্পর্শক হয়েছে।



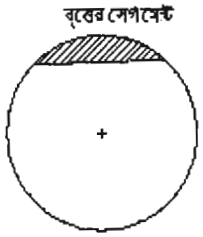
চিত্র নং-৬.৩৪ ঃ স্পর্শক

৬.৬.৭ সেক্টর (Sector) ঃ বৃত্তের দুটি ব্যাসার্ধ ও তাদের মধ্যবর্তী চাপ দ্বারা সীমাবদ্ধ অংশকে বৃত্তকলা বা সেক্টর বলে।



চিত্র নং-৬.৩৫ ঃ বৃত্তের সেক্টর

৬.৬.৮ সেগমেন্ট (Segment) ঃ জ্যা ও বৃত্তচাপ দিয়ে ঘেরা অংশকে বৃত্তাংশ বলে। নিচে চিত্রে হ্যাচ দ্বারা বৃত্তের সেক্টর ও সেগমেন্ট দেখান হয়েছে।



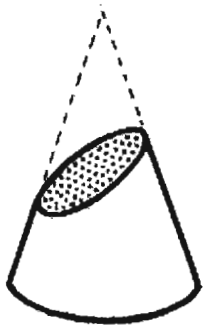
চিত্র নং-৬.৩৬ ঃ বৃত্তের সেগমেন্ট

৬.৭ কোণিক সেকসন (Conic Section) ঃ

কোণিক সেকশনকে সংক্ষেপে কোণিক বলে। কোণিক হল কার্ভ বা বক্ররেখা। একটি খাঁড়া বৃত্তীয় শঙ্কুকে (Right Circular Cone) এর অক্ষ বরাবর বিভিন্ন অবস্থানে তল দিয়ে কাটলে বিভিন্ন ধরনের কাটা অংশ বা কার্ভ পাওয়া যায়। যেমন- বৃত্ত, উপবৃত্ত,পরাবৃত্ত ও অধিবৃত্ত।

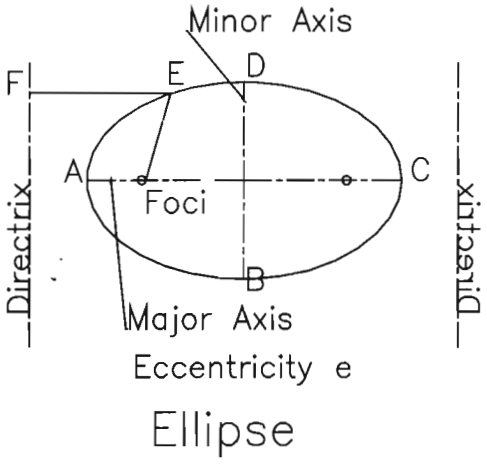
৬.৭.১ উপবৃত্ত (Ellipse) ঃ

তির্যক তল (Oblique Plane) দিয়ে শঙ্কুর একপাশে অবস্থিত শঙ্কু উৎপন্নকারী সকল রেখাকে (generators) কর্তন করলে যে কার্ভ বা বক্র রেখা উৎপন্ন হয়, তাকে উপবৃত্ত বা Ellipse বলে।



চিত্র নং-৬.৩৭ ঃ উপবৃত্ত

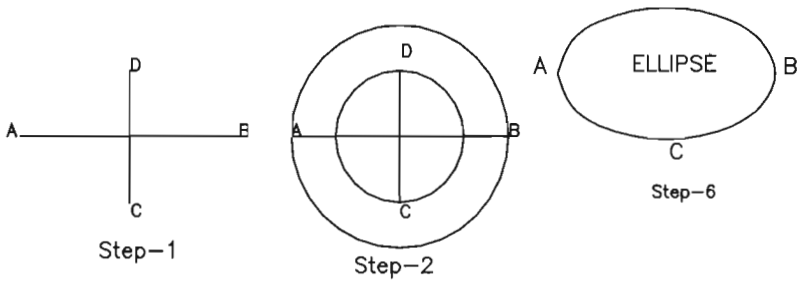
৬.৩৮ নং চিত্রে একটি উপবৃত্তের পূর্ণাঙ্গরূপ দেখান হয়েছে। একটি উপবৃত্তের প্রধান অংশসমূহ হচ্ছে-
(১) বৃহৎ অক্ষ (Major Axis), (২) ক্ষুদ্র অক্ষ (Minor Axis), (৩) উপকেন্দ্র (Foci), (৪) কেন্দ্র (Center) এবং (৫) নিয়ামক বা দিকাক্ষ (Directrix)।



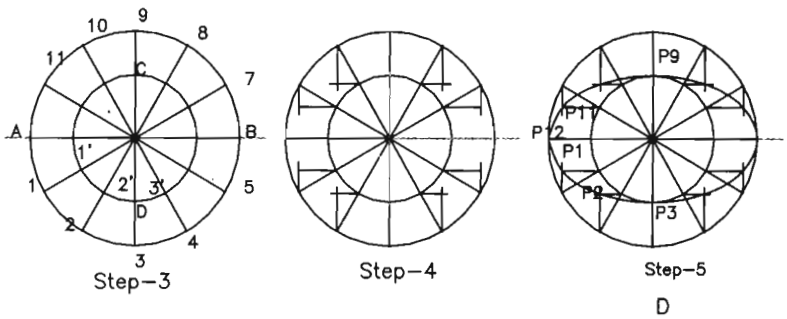
চিত্র নং- ৬.৩৮ ঃ উপবৃত্ত

প্রত্যেক কোণিক সেকশন বা কার্ভের সাথে উৎকেন্দ্রিকতা (Ecentricity) (e) মান জড়িত। উৎকেন্দ্রিকতা বলতে বুঝায়, কার্ভের উপর অবস্থিত যে কোন বিন্দু থেকে ফোসির দূরত্ব এবং একই বিন্দু থেকে দিকাক্ষের উপর লম্ব দূরত্বের অনুপাত।
বৃত্তের বেলায় উৎকেন্দ্রিকতার (e) মান শূন্য।
উপবৃত্তের বেলায় উৎকেন্দ্রিকতার(e) মান শূন্য থেকে বড় কিন্তু ১ এর থেকে কম।
পরাবৃত্তের বেলায় উৎকেন্দ্রিকতার মান = ১ ।
অধিবৃত্তের বেলায় উৎকেন্দ্রিকতার (e) মান ১ থেকে বেশী।
উপবৃত্ত বা Ellipse অংকনের বিভিন্ন পদ্ধতিসমূহ নিচে দেখানো হল-

৬.৭.২ Concentric Circle পদ্ধতিতে উপবৃত্ত অংকনের ধাপসমূহ ঃ



চিত্র নং- ৬.৪২ ঃ উপবৃত্ত

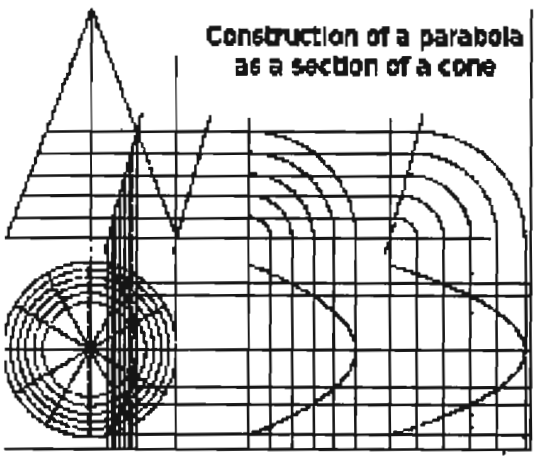


উপরের চিত্রে Concentric Circle Method অবলম্বনে একটি উপবৃত্ত অংকন করতে নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করা হয়েছে-

- বৃহৎ অক্ষ (Major Axis), AB অংকন করতে হবে;
- ক্ষুদ্র অক্ষ (Minor Axis), CD এমনভাবে অংকন করতে হবে যাতে CD রেখা AB কে সমদ্বিখন্ডিত করে, রেখাদ্বয় পরস্পরকে `o` বিন্দুতে ছেদ করে ;
- এখন, `o` কে কেন্দ্র করে AB এবং CD সমান ব্যাস নিয়ে দুটি বৃত্ত অংকন করতে হবে ;
- বড় বৃত্তটি ১২ ভাগে ভাগ করে ১,২,৩, ..১২ নম্বরে চিহ্নিত করতে হবে। কেন্দ্রকে প্রতি নম্বরের সাথে যোগ করতে হবে যা ছোট বৃত্তকে ১',২',৩' .....১২' বিন্দুতে ছেদ করবে;
- ১ বিন্দুর ভিতর দিয়ে CD সমান্তরাল করে একটি রেখা টানতে হবে ;
- ১' বিন্দুর ভিতর দিয়ে AB সমান্তরাল করে একটি রেখা টানতে হবে ;
- ১ ও ১' বিন্দুর ভিতর দিয়ে টানা সমান্তরাল রেখাদ্বয়ের ছেদ বিন্দু হল উপবৃত্তের একটি বিন্দু।
- এভাবে উপবৃত্তের জন্য বিভিন্ন বিন্দু গঠন করে উপবৃত্ত অংকন করা যাবে।

৬.৭.৩ অধিবৃত্ত (Parabola) ঃ

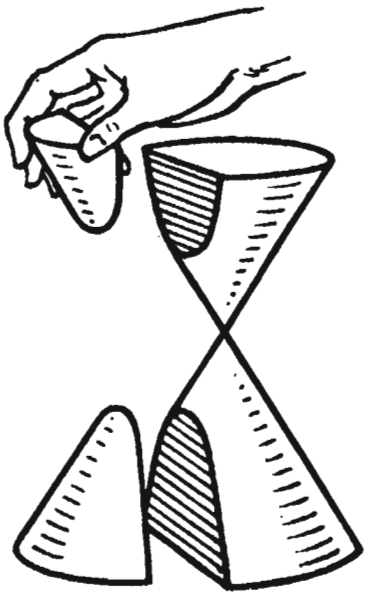
শঙ্কু উৎপন্নকারী রেখাদ্বয়ের কোন একটির সাথে কর্তিত তলকে সমান্তরালভাবে রেখে শঙ্কুর অক্ষ কর্তন করলে যে কার্ভ উৎপন্ন হয় তাকে অধিবৃত্ত বা Parabola বলে। চিত্র নং-৬.৪৩।



চিত্র নং- ৬.৪৩ ঃ অধিবৃত্ত

৬.৭.৪ পরাবৃত্ত (Hyperbola) ঃ

একটি সমতল শঙ্কুর তার শৃঙ্গ ছাড়া অন্য যে কোন বিন্দুতে তল দ্বারা কাটলে যে বক্ররেখা উৎপন্ন হয় তাকে পরাবৃত্ত বা hyperbola বলে।



প্রশ্নমালা

১. কোণ কাকে বলে ?
২. কোণ কয় প্রকার ও কী কী ?
৩. ত্রিভুজ কাকে বলে ?
৪. ত্রিভুজের প্রকার ভেদ উল্লেখ কর ।
৫. চতুর্ভুজ কাকে বলে ?
৬. একটি রম্বস অংকন কর।
৭. পূরক কোণ এবং সম্পূরক কোণের পার্থক্য উল্লেখ কর।
৮. সরলরেখা ও বক্ররেখার তফাৎ উল্লেখ কর।
৯. বহুভুজ কাকে বলে ?
১০. বহুভুজ কয় প্রকার ?
১১. বৃত্তের সংজ্ঞা লিখ ।
১২. জ্যা কাকে বলে ?
১৩. সেক্টর ও সেগমেন্টের পার্থক্য লিখ।
১৪. কোণিক কাকে বলে ?
১৫. উপবৃত্ত কাকে বলে ?
১৬. একটি উপবৃত্ত অংকন কর।

অধ্যায় – ০৭

স্কেল
(Scale)

৭.০ সূচনা (Introduction) ঃ

বস্তুর প্রকৃত আকার শীট অপেক্ষা বড়, ছোট বা সমান হতে পারে। বস্তুর আকার বড় হলে ছোট বা সংকুচিত স্কেলে ড্রইং করা হয়। অপরদিকে, বস্তু খুব ছোট হলে বড় বা বর্ধিত স্কেলে ড্রইং করলে দেখতে বা পাঠ করতে সুবিধা হয়। আবার একের অধিক ড্রইং একটি মাত্র শীটে উপস্থাপন করলে মানানসই স্কেল বেছে নিতে হয়।

এ অধ্যায়ে নিচের বিষয়গুলো আলোচনা করা হয়েছে-

- স্কেলের তালিকা তৈরি করা,
- বিভিন্ন প্রকার স্কেলের বিবরণ,
- আর, এফ এবং
- বিভিন্ন প্রকার স্কেলের ব্যবহারিক ক্ষেত্র।

৭.১ স্কেলের তালিকা ঃ স্কেলের তালিকা তৈরিতে স্কেলের শ্রেণি বিন্যাসের উপর জোর দেয়া হয়। স্কেলের শ্রেণি বিন্যাস স্কেলের গঠনের উপর ভিত্তি করে করা হয়েছে।

৭.১.১ স্কেলের শ্রেণি বিন্যাস (Classification of Scale) ঃ

স্কেলের শ্রেণি বিন্যাস নিম্নরূপ-

(১) প্লেইন স্কেল,

(২) ডায়াগনাল স্কেল,

(৩) ভার্নিয়ার স্কেল,

(৪) আইসোমেট্রিক স্কেল এবং

(৫) কর্ড স্কেল বা স্কেল অব কর্ডস (Scale of chords)।

৭.২ বিভিন্নপ্রকার স্কেলের বিবরণী ঃ

৭.২.১ প্লেইন স্কেল (Plain Scale) ঃ

প্লেইন বা সাধারণ স্কেলের লম্বা দিকের এক বা দুই প্রান্তদেশে ইঞ্চি বা সেন্টিমিটারে এবং তাদের ভগ্নাংশ দ্বারা অংকিত।

উদাহরণ ঃ মিটার ও ডেসিমিটার পাঠ করার জন্য ১/৫০ আর, এফ এর একটি প্লেন স্কেল তৈরি কর এবং এই স্কেলে ৫ মিটার ৪ ডেসিমিটার পাঠ দেখাও।

সমাধান ঃ আর,এফ $= \frac{1}{50} = \frac{1cm}{50cm} = \frac{2cm}{100cm} = \frac{2cm}{1m} = \frac{16cm}{8m}$

আট মিটার পাঠ নেয়া যায় এমন একটি প্লেইন স্কেল তৈরি করতে হবে যার স্কেল দৈর্ঘ্য হবে ১৬ সেমি.। সুতরাং, ১৬ সেমি. লম্বা একটি সরলরেখা নিয়ে তাকে সমান ৮ ভাগে ভাগ করতে হবে। এবং এর বামের একটি ঘরকে সমান ১০ ভাগে ভাগ করতে হবে।

৭.২.২ ডায়াগনাল স্কেল (Diagonal Scale) ঃ

সূক্ষ্ম মাপ নেয়ার কাজে ডায়াগনাল স্কেল ব্যবহার করা হয়। এই স্কেলে এক ইঞ্চি বা অন্য একককে হরাইজোনটাল এবং ভার্টিক্যাল দিক বরাবর ১০ বা ৮ ভাগে উভয় প্রান্তে ভাগ করা থাকে। হরাইজোনটাল দিকে নিচের ১ম বিন্দুর সাথে উপরের ২য় বিন্দু কোণাকুনি যোগ করা হয়। এভাবে ক্রমান্বয়ে ১০টি বিন্দু যোগ করা হয়। এখন, ভার্টিক্যাল দিকের বিন্দুগুলো থেকে সমান্তরাল লাইন টানলে একটি ডায়গনাল স্কেল তৈরি হবে।

প্লেইন স্কেল দিয়ে আমরা সাধারণত দুই ধাপ পর্যন্ত মাপ নিতে পারি। যেমন- সেমি. এবং মিমি.। কিন্তু ডায়গনাল স্কেল তিন ধাপ পর্যন্ত মাপ নেওয়া যায়। যেমন- মিটার, সেমি., মিমি.।

ডায়াগনাল স্কেল : ১/ ৬৪ ভগ্নাংশে।

ডায়াগনাল স্কেল : ১ / ১০০ ভগ্নাংশে।

চিত্র নং-৭.১ ঃ ডাইআগনাল স্কেল

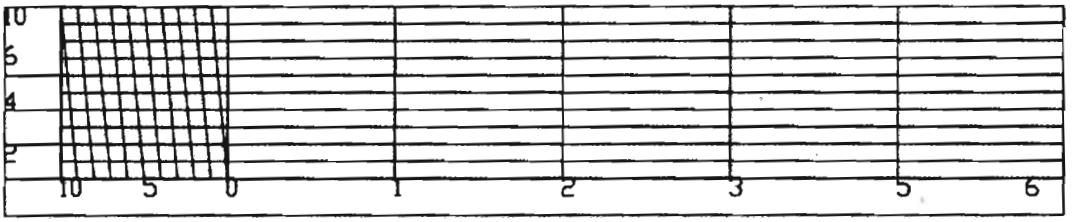
১। মিটার, ডেসিমিটার এবং সেমি. এর মাপ নেওয়া যায় এমন একটি ডায়গনাল স্কেল গঠন কর যার আর, এফ = ১/৫০ এবং এই স্কেলের সাহায্যে ৫.৪৬ মিটার পাঠ দেখাও।

সমাধান ঃ আর,এফ = ১/৫০ অর্থ্যাৎ, ১ সেমি = ৫০ সেমি.,

২ সেমি.= ১০০ সেমি.= ১ মিটার

১২ সেমি.= ৬ মিটার।

সুতরাং, ১২ সেমি. লম্বা একটি সরলরেখা নিয়ে তাকে সমান ৬ ভাগে বিভক্ত করতে হবে।
এখন, ১ অংশ = ১ মিটার। বামের ঘরকে সমান ১০ ভাগে ভাগ করতে হবে। বাম অংশটি শেষ প্রান্তে ৫ সেমি. উচ্চতা বিশিষ্ট একটি খাঁড়া রেখা AD টানতে হবে। ডান পাশের প্রান্তদেশে প্রান্তে ৫ সেমি. উচ্চতা বিশিষ্ট অপর একটি খাঁড়া রেখা BC টানতে হবে। ABCD চতুর্ভূজ অংকন সম্পন্ন করতে হবে। AD রেখাটিকে সমান দশ ভাগে ভাগ করি এবং প্রত্যেক বিন্দু থেকে অনুভূমিকরেখা টানতে হবে। নিচের চিত্র অনুযায়ী নিচের ০ এবং উপরের ১ সংখ্যা কোণাকোনি যোগ করতে হবে এবং পর্যায়ক্রমে রেখা টেনে ডাইআগনল স্কেল আঁকা সম্পন্ন করতে হবে।



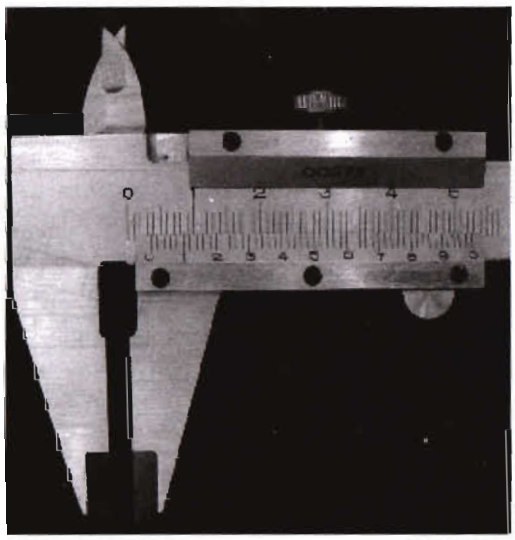
ডায়াগনাল স্কেল : ১ / ১০০ ভগ্নাংশে।

চিত্র নং-৭.২ ঃ ডাইআগনল স্কেল

৭.২.৩ ভার্নিয়ার স্কেল (Vernier Scale) ঃ

সূক্ষ্ম মাপ সঠিকভাবে নেয়ার জন্য ভার্নিয়ার স্কেল ব্যবহার করা হয়। ভার্নিয়ার স্কেলের দুটি অংশ থাকে। একটি মেইন স্কেল ও অপরটি ভার্নিয়ার স্কেল। মেইন স্কেলের ক্ষুদ্রতম ঘরকে ভার্নিয়ারের ঘর সংখ্যা দ্বারা ভাগ করলে ভার্নিয়ার ধ্রুবক পাওয়া যায়। মেইন স্কেল একটি সাধারণ স্কেল। সেন্টিমিটার বা ইঞ্চিতে অংশাঙ্কন করা থাকে। সেন্টিমিটার বা ইঞ্চি এর ঘরগুলো ১০ কিংবা ৮ ভাগে বিভক্ত থাকে।

এর মেইন স্কেল সেন্টিমিটারে অংশাঙ্কন করা থাকলে মেইন স্কেলের ছোট এক ঘরের মাপ = ১মিমি.। ভার্নিয়ারের মোট ঘর সংখ্যা= ৫০। সুতরাং ভার্নিয়ার ধ্রুবক = ০.০২।



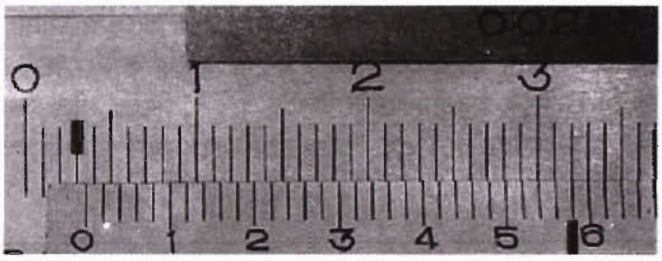
চিত্র নং-৭.৩ ঃ স্লাইড ক্যালিপার্স

মেইন স্কেল ও ভার্নিয়ার স্কেল পাঠ করার পদ্ধতি নিচের ছবিতে দেখান হয়েছে।

পাঠ = মেইন স্কেল পাঠ + (ভার্নিয়ারের যে ঘরটি মেইন স্কেলের সাথে মিশে × ভার্নিয়ার ধ্রুবক)।)

মোটা দাগগুলো মেইন স্কেল ও ভার্নিয়ার স্কেল পাঠ দেখাচ্ছে।

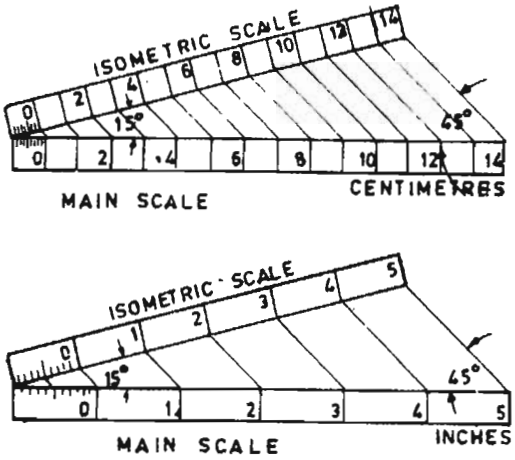
এখানে, মেইন স্কেল রিডিং বা পাঠ = ৩ মিমি, এবং ভার্নিয়ারের ২৯ নং ঘরটি মেইন স্কেলের সাথে মিলেছে।



চিত্র নং-৭.৪ ঃ ভার্নিয়ার স্কেল

৭.২.৪ আইসোমেট্রিক স্কেল (Isometric Scale) ঃ

আইসোমেট্রিক প্রজেকশনে, আইসোমেট্রিক লাইন আঁকতে আইসোমেট্রিক স্কেল ব্যবহার করা হয়। আইসোমেট্রিক লাইন বাস্তব বা মূল লাইন এর প্রায় ৮১% । যা আইসোমেট্রিক স্কেল থেকে সহজে পাওয়া যায়। নিচে চিত্রে একটি আইসোমেট্রিক স্কেল দেখান হল-



চিত্র নং-৭.৫ ঃ আইসোমেট্রিক স্কেল

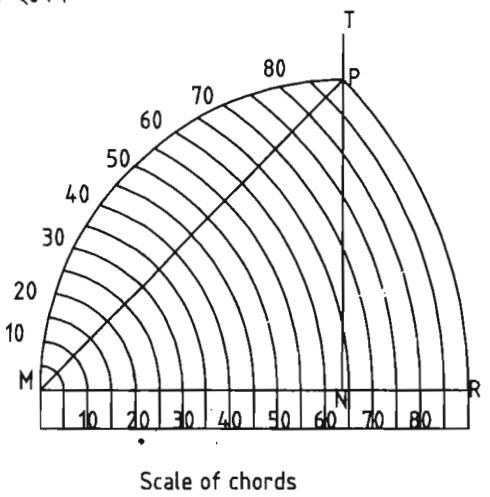
৭.২.৫ স্কেল অব কর্ডস্ (Scale of Chords) ঃ

যে কোন মাপের কোণ পরিমাপ করার জন্য স্কেল অব কর্ডস ব্যবহার করা হয়। নিচের চিত্রে স্কেল অব কর্ড দেখান হল-

স্কেল অব কর্ড তৈরিকরণ-

- MN একটি সরলরেখা টানতে হবে
- N বিন্দুতে NT লম্ব টানতে হবে
- Nকে কেন্দ্র করে MN সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্তচাপ MP আঁকি যা NTকে P বিন্দুতে ছেদ করবে।
- MP যুক্ত করতে হবে।

➢ MP কে সমান ১৮ ভাগে ভাগ করে প্রতি বিন্দুর ভিতর দিয়ে এক একটি আর্ক আঁকতে হবে। এভাবে MR পর্যন্ত বিস্তৃত একটি কর্ড স্কেল তৈরি হবে।



চিত্র নং-৭.৬ ঃ স্কেল অব কর্ডস।

৭.২.৬ স্কেল সাইজ (Scale Size) ঃ

স্কেল সাইজ তিন প্রকার। যথা-

১। ফুল সাইজ স্কেল

২। এনলার্জ স্কেল

৩। রিডিউস স্কেল।

নিচের টেবিলে একটি স্কেল-তালিকা দেওয়া হল-

সমান (Full size)	বর্ধিত (Enlarge Scale)	সংকুচিত (Reduced Scale)
১ : ১	২: ১	১:২
	৫: ১	১:৫
	১০: ১	১:১০
	১০০: ১	১:২০
		১:৫০
		১:১০০

৭.৩ আর, এফ (Representative Fraction) ঃ বাস্তব বস্তুর সাথে তুলনা করে ড্রইং-এ অংকিত বস্তুর আকার কেমন হবে তা আর, এফ দ্বারা বুঝা যায়।

একটি উদাহরণ দিয়ে আর, এফ সম্বন্ধে ধারণা নেয়া যাক। ধরা যাক, একটি ড্রইং শীটে ৫০ মিটার উচ্চতার একটি বিল্ডিং অংকন করতে হবে। ড্রইং-এ ১ সেমি. = বিল্ডিং এর ১ মিটার এমন একটি স্কেল নিয়ে ড্রইং করা

হল। এখন, ড্রইং-এর দৈর্ঘ্য ও বস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাতকে একই একক-এ রূপান্তর করলে আর, এফ বা রিপ্রেজেনটেটিভ ফ্রাকসন (R.F) পাওয়া যাবে।

উপরোক্ত স্কেলের (R.F) $= \frac{১ সেমি.}{১ মিটার.} = \frac{১ সেমি.}{১০০ সেমি.} = \frac{১}{১০০}$

উদাহরণ ঃ নিম্নলিখিত বিষয়গুলোর আর, এফ নির্ণয় কর।

(ক) ১ সেমি. = ৩ মিটার।

সমাধান ঃ $(R.F) = \frac{1cm}{3m} = \frac{1cm}{300cm} = \frac{1}{300}$

(খ) ১ সেমি. = ২ কিলোমিটার।

সমাধান ঃ $(R.F) = \frac{1cm}{2km} = \frac{1cm}{2000 \times 100cm} = \frac{1}{200,000}$

৭.৪ স্কেলের ব্যবহারিক ক্ষেত্র ঃ

- প্লেইন স্কেল ঃ রৈখিক মাপ যেমন- দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতা মাপার নেওয়ার কাজে ব্যবহৃত হয়।
- ডায়াগনাল স্কেল ঃ ভগ্নাংশের মাপ নেয়ার কাজে ডায়াগনাল স্কেল ব্যবহার করা হয়।
- ভার্নিয়ার স্কেল ঃ সূক্ষ মাপ সঠিকভাবে নেয়ার জন্য ভার্নিয়ার স্কেল ব্যবহার করা হয়।
- আইসোমেট্রিক স্কেল ঃ আইসোমেট্রিক প্রজেকশন ড্রইং করার আগে অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন ড্রইং করার জন্য আইসোমেট্রিক স্কেল ব্যবহার করা হয়। আইসোমেট্রিক স্কেল সাধারণ স্কেল থেকে ১৯% ছোট হয়ে থাকে।
- কর্ড স্কেল বা স্কেল অব কর্ডস (Scale of chords) ঃ যে কোন মাপের কোণ পরিমাপ করার জন্য স্কেল অব কর্ডস ব্যবহার করা হয়।

৭.৫ মাপের একক (Units of Measurements) ঃ

৭.৫.১ মেট্রিক পদ্ধতিতে রৈখিক মাপ (Linear Measurement in Metric System):

- 10 millimetres (mm) = 1 centimetre (cm)
- 10 centimetre (cm) = 1 decimetre (dm)
- 10 decimetre (dm)= 1 metre (m)
- 10 metres (m) = 1 decametre (dam)
- 10 decametres (dam) = 1 hectometre (hm)
- 10 hectometres (hm) = 1 kilometre (km)

৭.৫.২ মেট্রিক পদ্ধতিতে ক্ষেত্রফলের মাপ (Square Measurement in Metric System) :

- 100 square millimetres (mm^2) = 1 square centimetre (cm^2)
- 100 square centimetre (cm^2) = 1 square decimetre (dm^2)
- 100 square decimetre (dm^2)= 1 square metre (m^2)
- 100 square metre (m^2)= 1 are (a)
- 100 ares (a) = 1 hectare(ha)= 10^4 square metres
- 100 hectaress (ha) = 1 square kilometre (km^2)

৭.৫.৩ মেট্রিক পদ্ধতিতে আয়তনের মাপ (Volume Measurement in Metric System) :

1000 cubic millimetres (mm^3) = 1 cubic centimetre (cm^3)

1000 cubic centimetre (cm^3) = 1 cubic decimetre (dm^2)

1000 cubic decimetre (dm^3) = 1 cubic metre (m^3)

৭.৫.৪ ব্রিটিশ পদ্ধতিতে রৈখিক মাপ (Linear Measurement in British System) :

12 inches = 1 foot

3 feet = 1 Yard

220 Yards = 1 Furlong

8 Furlong = 1 Mile

৭.৫.৫ ব্রিটিশ পদ্ধতিতে ক্ষেত্রফলের মাপ (Square Measurement in British System) :

144 square inches = 1 square foot

9 square feet = 1 square yard

4840 square yards = 1 acre

640 acres = 1 square mile

৭.৫.৬ ব্রিটিশ পদ্ধতিতে আয়তনের মাপ (Volume Measurement in British System) :

1728 cubic inches = 1 cubic foot

27 cubic feet = 1 cubic yard.

সংক্ষেপে একক লেখার নিয়ম ঃ

Inches= in. Foot = ft. Yard = yd. Millimeters = mm.

Centimeters = cm. Meters = m. Square = sq., Cubic = cub.

প্রশ্নমালা

১. স্কেল কোন কাজে ব্যবহৃত হয় ?

২. স্কেল কয় প্রকার ও কী কী ?

৩. আর, এফ বলতে কী বোঝায় ?

৪. প্লেইন স্কেল এবং ডায়াগনাল স্কেলের পার্থক্য উল্লেখ কর।

৫. ভার্নিয়ার স্কেল কোন কাজে লাগে ?

৬. আইসোমেট্রিক স্কেলের ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ কর।

৭. ৫.২৫৭ মিটার মাপ নেওয়া যায় এমন একটি ডায়গনাল স্কেল অংকন কর।

অধ্যায় – ০৮

ড্রইং এর প্রতীক, পরিমাপ এবং সারফেস ফিনিশ
(Drawing Symbols, Measurement and Surface Finish)

৮.০ সূচনা (Introduction) ঃ

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং-এ মেটিরিয়ালস্ সিম্বল জানা খুবই আবশ্যক। মূলত সিম্বল বা প্রতীক ব্যবহার করে মেকানিক্যাল, সিভিল, ইলেকট্রিক্যাল, ইলেকট্রোনিক, পাইপলাইন বা অন্যান্য ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং-কে সংক্ষিপ্ত, সহজ ও বোধ্যগম্য করা হয়েছে। এ অধ্যায়ে মেটিরিয়াল সিম্বল, পরিমাপ দেওয়ার নিয়ম, ত্রিমাত্রিক বস্তুর পরিমাপ করা, বৃত্ত ও কোণের পরিমাপ করা, সারফেস ফিনিশের পরিভাষা জানা এবং সারফেস ফিনিশ সিম্বল নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

৮.১ মেটিরিয়ালের সিম্বল (Materials Symbols) ঃ

সিম্বলকে নিম্নলিখিত ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যেমন-

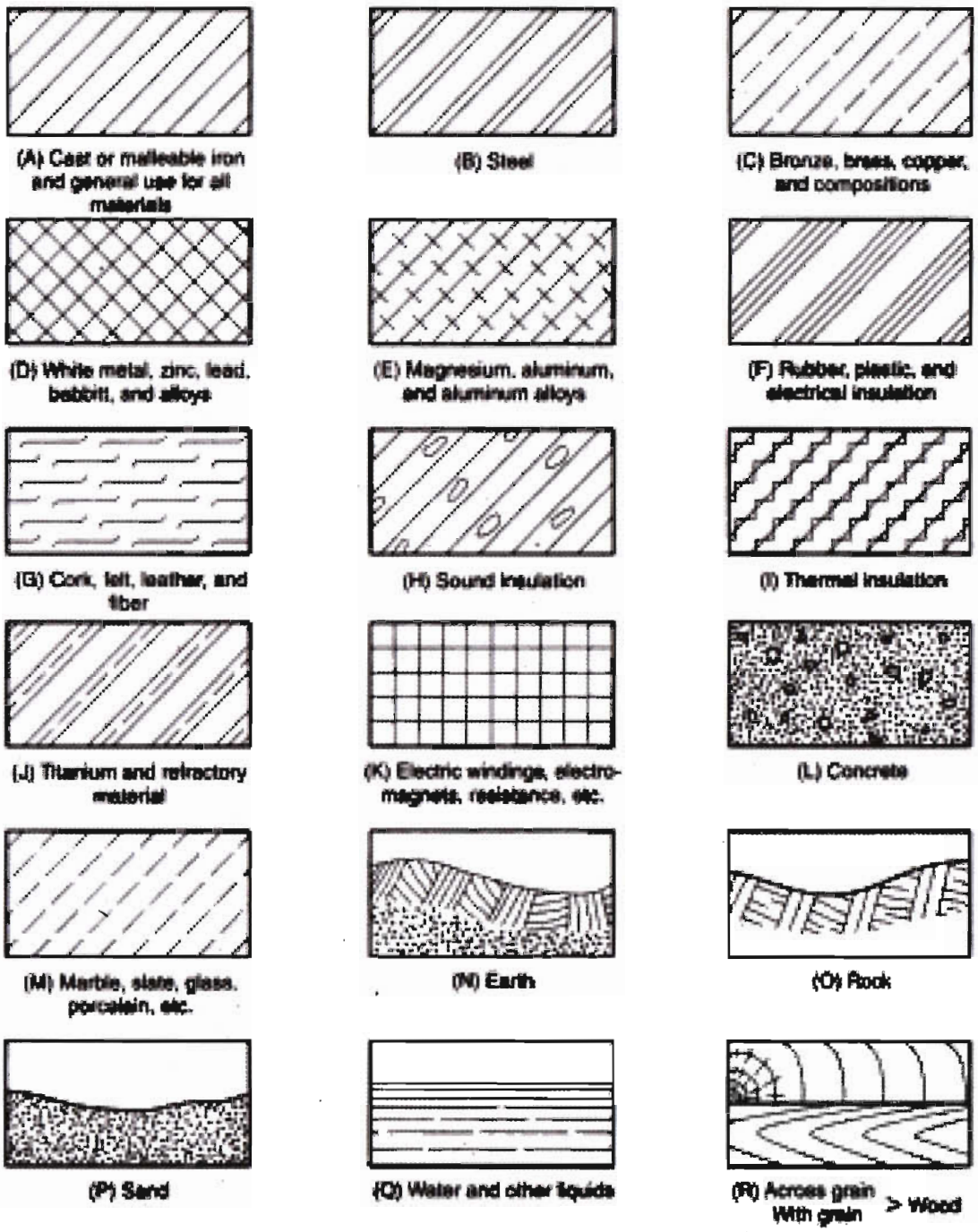
(১) মেটিরিয়াল সিম্বল,
(২) লাইন সিম্বল,
(৩) গ্রাফিক সিম্বল,
(৪) কম্পোনেন্ট সিম্বল।

মেটিরিয়াল সিম্বল আবার কয়েক প্রকার। যথা-

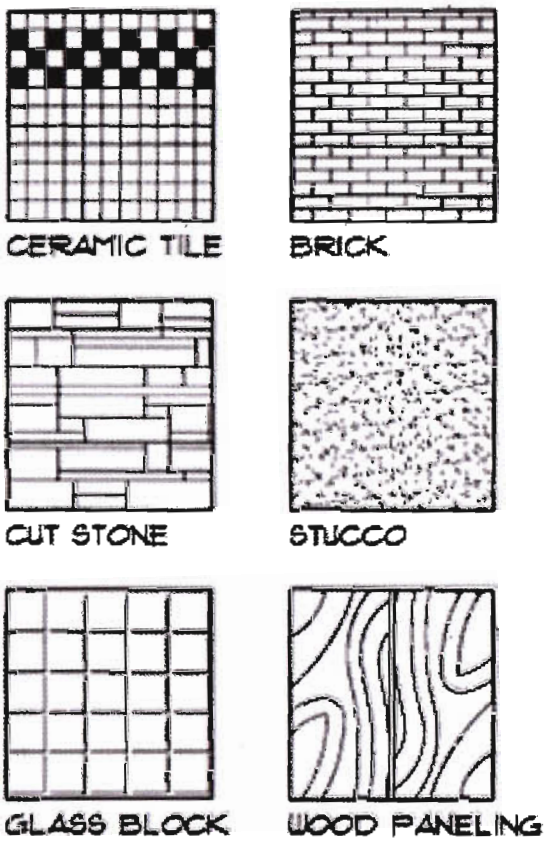
(১) কনস্ট্রাকসন মেটিরিয়াল সিম্বল
(২) হ্যাজার্ডাস মেটিরিয়াল সিম্বল
(৩) রি-সাইকেলিং মেটিরিয়াল সিম্বল ইত্যাদি।

কনস্ট্রাকসন মেটিরিয়াল সিম্বল এর একটি তালিকা নিচে দেওয়া হয়েছে।

(A) Cast or Malleable iron,	(I) Thermal Insulation
(B) Steel	(J) Titanium and refractory materials
(C) Bronze. Brass, Copper and Compositions	(K) Electrical windings. Electro magnet, electrical resistance etc.
(D) White metal, Zinc, Lead, Babbitt and alloys,	(L) Concrete
(E) Magnesium, Aluminum, and aluminum alloys.	(M) Mattie, slate, glass, porcelain etc.
(F) Rubber, plastic and electrical insulation.	(N) Earth
(G) Cock, foil, leather and fiber.	(O) Rock
(H) Sound Insulation.	(P) Sand
	(Q) Water and other liquids
	(R) Wood.



চিত্র নং- ৮.১ ঃ মেটিরিয়াল সিম্বল

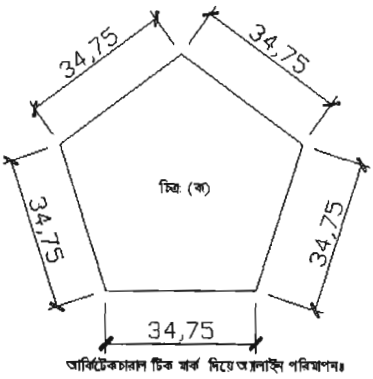


চিত্র নং- ৮.২ ঃ মেটিরিয়াল সিম্বল।

৮.২ পরিমাপ (Measurement) ঃ

একটি বস্তু বা বস্তুর অংশ কিংবা যন্ত্র বা যন্ত্রাংশ তৈরি করার জন্য ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং করা হয়। সুতরাং একটি ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং-এ বস্তুর পূর্ণ বিবরণ থাকা প্রয়োজন। আকার, আকৃতি ও অবস্থান একটি ড্রইং এর মূল অংশ।

- আকার দ্বারা বুঝা যায় একটি বস্তু কত বড় বা কত ছোট এবং মাপ দেখে তা সহজেই অনুমান করা যায়।



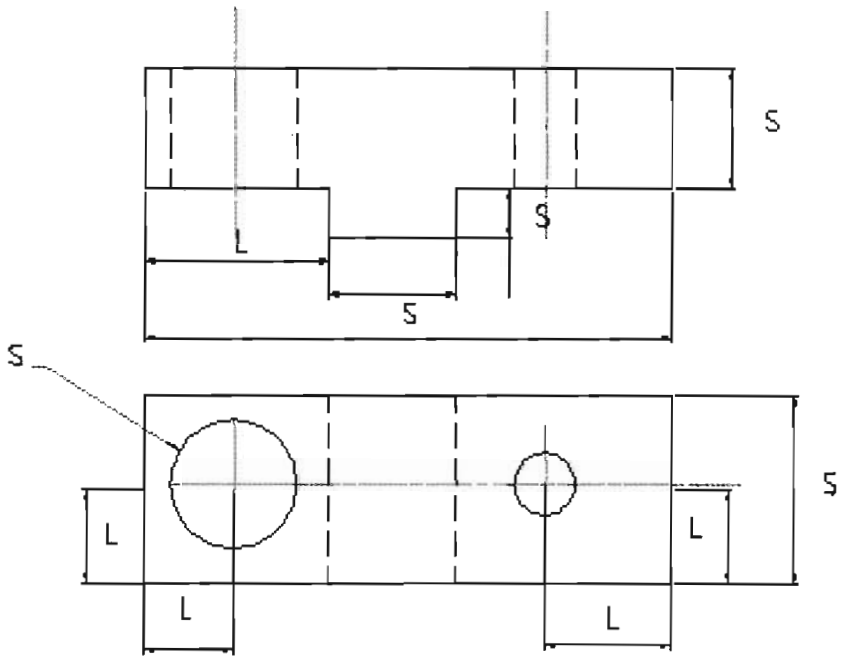
আর্কিটেকচারাল টিক মার্ক দিয়ে অ্যালাইন পরিমাপন।

- অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন, সেকশন ভিউ এবং থ্রী-ডি (3D) ভিউ থেকে বস্তুর আকৃতি সম্বন্ধে ধারণা লাভ করা যায়।
- অবস্থান দ্বারা বৃত্তের কেন্দ্র বিন্দু, গ্রুভ বা চ্যানেলের অক্ষ রেখা কোথায় তা জানা যায়। সঠিক আকার, আকৃতি ও অবস্থান জানা ও জানানোর জন্য মাপের প্রয়োজন হয়। ড্রইং-এ মাপ বসানোর এই পদ্ধতিকে পরিমাপন বা ইংরেজীতে ডায়মেনশনিং (Dimensioning) বলে।

৮.২.১ পরিমাপের ধরন (Types of Dimensioning) t ড্রইং যে ভাবেই অংকন করা হোক না কেন, প্রতিটি ড্রইং এর পরিমাপ যেমন- দৈর্ঘ্য, প্রস্থ , উচ্চতার মাপ এবং এর সাথে হোল, গ্রুভ, চ্যানেল ইত্যাদির অবস্থান জানানোর ভিন্ন ভিন্ন রীতি আছে। মাপ্ জোকের উপরোক্ত বিষয়গুলোকে বা Type of Dimension কে দু'ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা-

১) Size & Functional Dimension কে নিচের চিত্রে S দিয়ে সাইজ প্রকাশ করা হয়েছে।

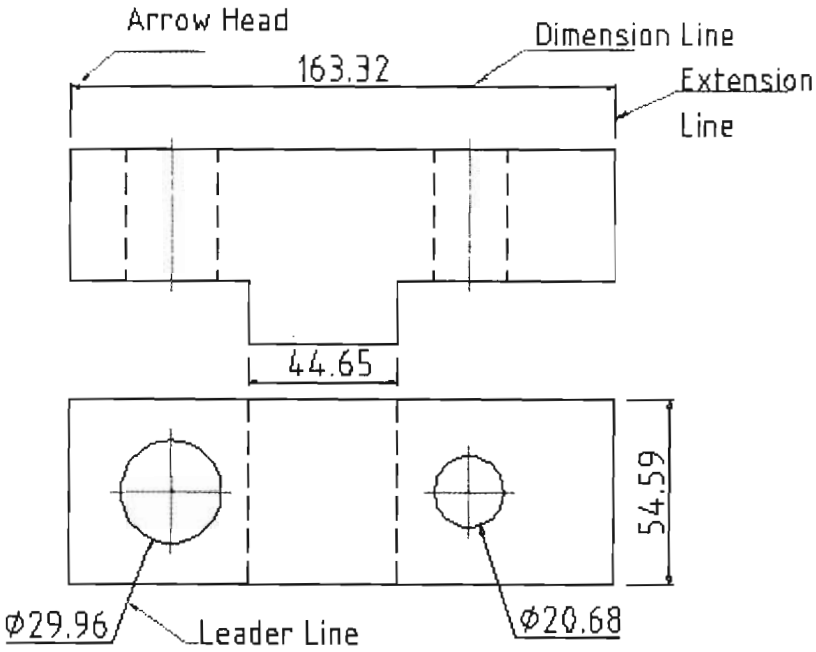
২) Location or Datum Dimension কে নিচের চিত্রে L দিয়ে লোকেসন প্রকাশ করা হয়েছে।



চিত্র নং- ৮.৩ ঃ পরিমাপের ধরণ

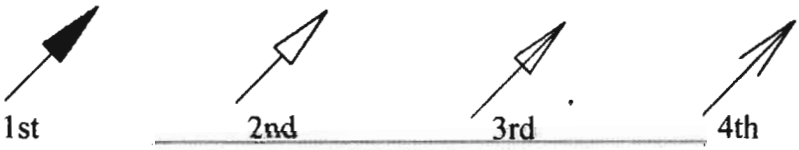
৮.২.২ পরিমাপ লাইন (Dimension Line) ঃ

চিত্রে একটি আয়তক্ষেত্রের ডায়মেনশন লাইন ও এক্সটেনশন লাইন দ্বারা পরিমাপন করা হয়েছে। এক্সটেনশন এবং ডায়মেনশন লাইন এর সংযোগ স্থল সাধারণত তীর দিয়ে দেখান হয়। কোন কোন ক্ষেত্রে সংযোগ স্থল ডট বা ৪৫° ক্রস লাইন দ্বারাও চিহ্নিত করা যায়। (চিত্র নং- ৮.৫)



চিত্র নং- ৮.৪ ঃ ডাইমেনসন লাইনস্।

৮.২.৩ অ্যারো হেড (Arrow Head) ঃ ডায়মেনশন লাইনের সমাপ্তি টানতে অ্যারো হেড ব্যবহার করা হয়। অ্যারোর শীর্ষ বিন্দুটি অবশ্যই ডায়মেনশন লাইনকে স্পর্শ করে থাকবে। মেকানিক্যাল ড্রইং-এর হেডের দৈর্ঘ্য প্রস্থের তিনগুণ হয়ে থাকে। চার ধরনের অ্যারো হেড এর অনুমোদন আছে। নিচের চিত্রে অনুমোদিত অ্যারো হেডের বিভিন্ন প্রকার গঠন দেখানো হল।



চিত্র নং- ৮.৫ ঃ অ্যারো হেড

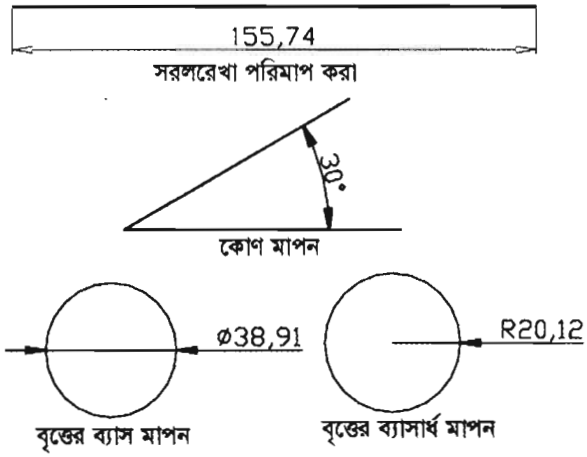
৮.২.৪ পরিমাপন রীতি (Standards of Dimensioning) ঃ

বিগত বহু বছরের পরিমাপন অভিজ্ঞতা থেকে পাওয়া ফলাফলের উপর ভিত্তি করে অ্যামেরিকান ন্যাশনাল স্টান্ডার্ড ইনষ্টিটিউশন সংক্ষেপে ANSI পরিমাপ সম্পর্কিত রীতিমালা চালু করে।

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং পরিমাপ করতে যে সব নিয়ম মেনে চলতে হয় তা হল ঃ

- অধিক অংকন রেখা বিশিষ্ট ভিউ পরিমাপ করা।
- বস্তুর বাইরে মাপগুলো স্থাপন করা।
- বস্তুর বাইরে তথ্য লেখা।

- একই মাপ একবার এবং একই জায়গায় স্থাপন করা।
- ডায়মেনশন লাইন যাতে একটি অন্যটির উপর স্থাপিত না হয় তা লক্ষ্য রাখা।
- বস্তু থেকে ডায়মেনশন লাইনের দূরত্ব ০.৩৭৫ ইঞ্চি বা ১০ মি.মি. দূরে রাখা।
- ডায়মেনশন লাইনগুলোর মধ্যকার দূরত্ব কমপক্ষে ০.২৫ ইঞ্চি বা ৬ মি.মি.বজায় রাখা। নিচের চিত্রে সররেখা, কোণ, বৃত্তের ব্যাস ও ব্যাসার্ধ পরিমাপন দেখান হয়েছে।



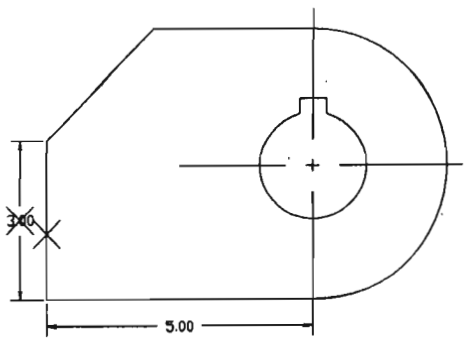
চিত্র নং- ৮.৬ ঃ সরলরেখা, কোণ, বৃত্তের ব্যাসার্ধ ও ব্যাস পরিমাপন

৮.২.৫ পরিমাপ পদ্ধতি (Methods of Dimensioning) ঃ

পরিমাপনে বিভিন্ন পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। যেমন- রৈখিক, অ্যালাইন, অর্ডিনেট, বেস লাইন এবং বিন্দু থেকে বিন্দু পরিমাপন ইত্যাদি। নিচে চিত্রের মাধ্যমে বিভিন্ন পরিমাপন পদ্ধতি দেখানো হয়েছে।

৮.২.৫.১ রৈখিক পরিমাপ (Linear Dimensioning) ঃ

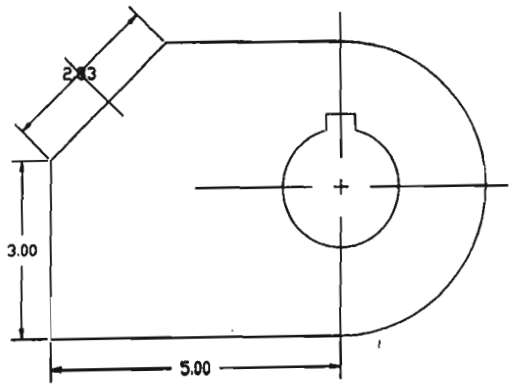
রৈখিক পরিমাপ দুই রকম। যেমন- আনুভূমিক ও খাড়া। নিচে চিত্রে আনুভূমিক ও খাড়া পরিমাপন দেখানো হল।



চিত্র নং- ৮.৭ ঃ রৈখিক পরিমাপন

৮.২.৫.২ অ্যালাইন পরিমাপন (Align Dimensioning) ঃ

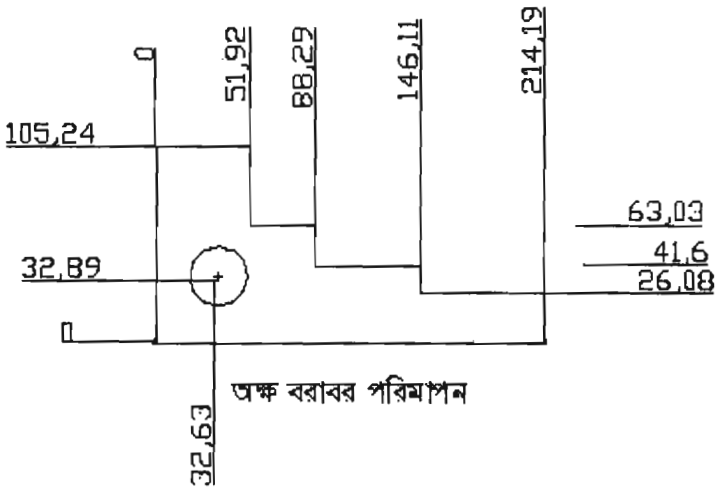
বস্তুর আকৃতির সাথে সংগতি রেখে পরিমাপ করাকে অ্যালাইন ডায়মেনশনিং বলে। নিচের চিত্রে দেখা যায় যে, ড্রইংটির বাউন্ডারী আনুভূমিক, খাড়া, হেলান ও বক্ররেখার সমন্বয়ে গঠিত। নত বা হেলান রেখার পরিমাপের জন্য অ্যালাইন পরিমাপন পদ্ধতি উপযোগী। নিচে চিত্রে নত রেখার পরিমাপন পদ্ধতি দেখান হল।



চিত্র নং- ৮.৮ ঃ অ্যালাইন পরিমাপন

৮.২.৫.৩ অর্ডিনেট পরিমাপন (Ordinate Dimensioning) ঃ

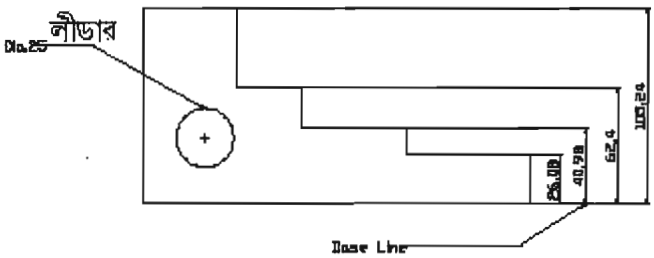
বস্তুর যে কোন একটি কোণাকে মূল বিন্দু ধরে ভূজ ও কোটি বরাবর মাপ নেয়াকে অর্ডিনেট পরিমাপন বলে। নিচে চিত্রে অর্ডিনেট পরিমাপন এর একটা নমুনা দেখানো হল।



চিত্র নং- ৮.৯ ঃ অর্ডিনেট পরিমাপন

৮.২.৫.৪ বেস লাইন পরিমাপন (Base Line Dimensioning) ঃ

অংকিত নক্সার ভূমি থেকে বিভিন্ন বিন্দুর দূরত্ব পরিমাপনকে বেস লাইন ডায়মেনশনিং বলে। নিচে চিত্রে বেস লাইন ডায়মেনশনিং এর একটা নমুনা দেখানো হল।

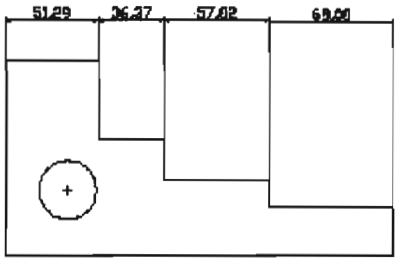


বেস লাইন ডায়মেনশন

চিত্র নং- ৮.১০ ঃ বেস লাইন পরিমাপন

৮.২.৫.৫ বিন্দু থেকে বিন্দু পরিমাপন (Point to Point Dimensioning) ঃ

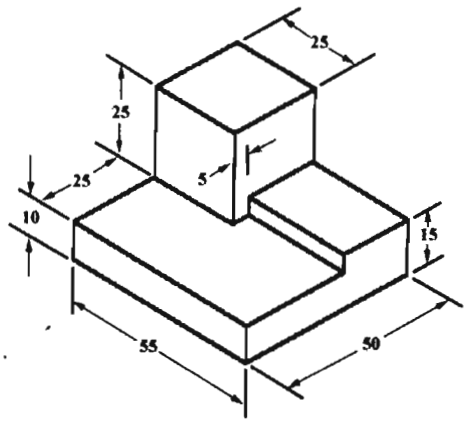
চিত্রে বিন্দু থেকে বিন্দুর দূরত্ব মাপ বসানোর পদ্ধতিকে পয়েন্ট টু পয়েন্ট ডায়মেনশনিং বলে। নিচে চিত্রে একটি নমুনা দেখনো হল।



চিত্র নং- ৮.১১ ঃ পয়েন্ট টু পয়েন্ট পরিমাপন।

৮.৩ থ্রী – ডি (ত্রিমাত্রিক)ডায়মেনশনিং (3D Dimensioning) ঃ

নিচে চিত্রে একটি থ্রী-ডি ডায়মেনশনিং নমুনা দেখান হল-



চিত্র নং- ৮.১২ ঃ থ্রী-ডি ডায়মেনশনিং

৮.৩.১ চোঙ, কোণ, প্রিজম, পিরামিড, ঘনক পরিমাপ করা (Dimensioning of cylinder, cone, prism, pyramid and cube) ঃ

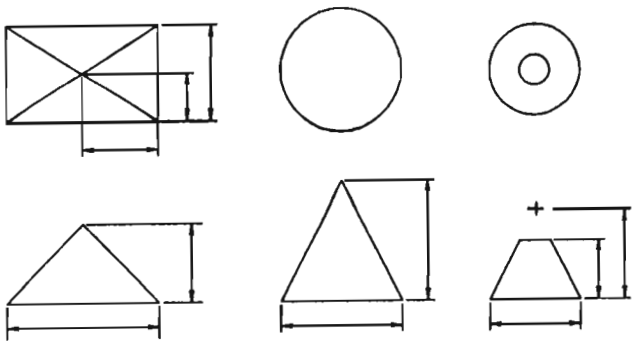
১। চোঙ (Cylinder) এর উচ্চতা ও ব্যাস পরিমাপ করার পদ্ধতি। চিত্র নং- ৮.১৩ (ক)।

২। কৌণের (cone) উচ্চতা ও ভূমির ব্যাস পরিমাপ করার পদ্ধতিচিত্র নং- ৮.১৩।

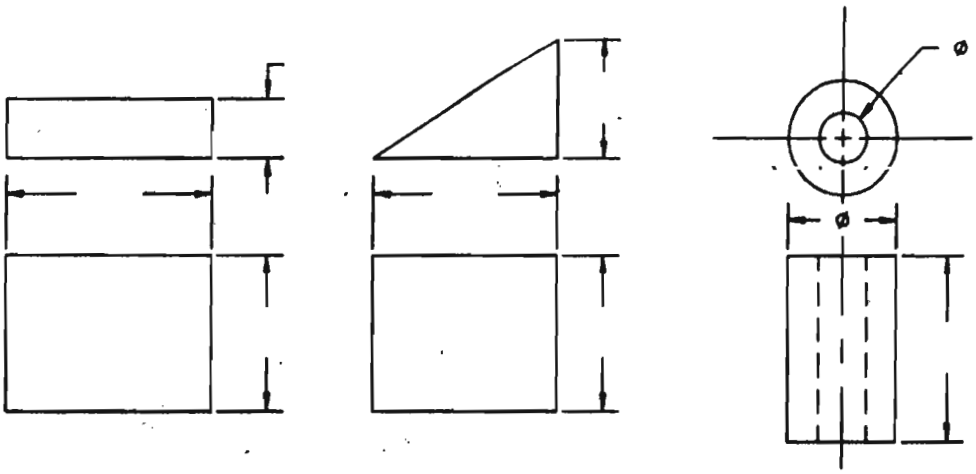
৩। প্রিজমের পরিমাপ করার পদ্ধতি। চিত্র নং- ৮.১৩ (ক)।

৪। ঘনকের পরিমাপে দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতা পরিমাপ করার পদ্ধতি। চিত্র নং- ৮.১৩ (ক)।

৫। পিরামিডের পরিমাপ করার পদ্ধতি। চিত্র নং- ৮.১৩।

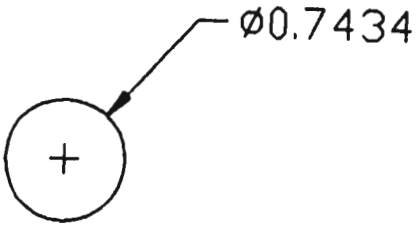


চিত্র নং- ৮.১৩ ঃ পিরামিড ও কৌণ পরিমাপন



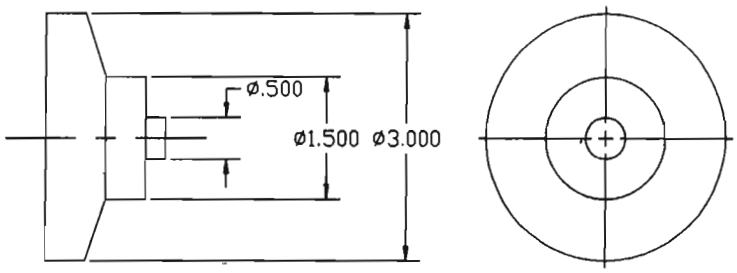
চিত্র নং- ৮.১৩ (ক) ঃ ঘনক প্রিজম ও সিভিার পরিমাপন

৮.৩.২ লম্বালম্বিভাবে বৃত্তের পরিমাপন পদ্ধতি (Longitudinal Dimensioning of Circle) ঃ

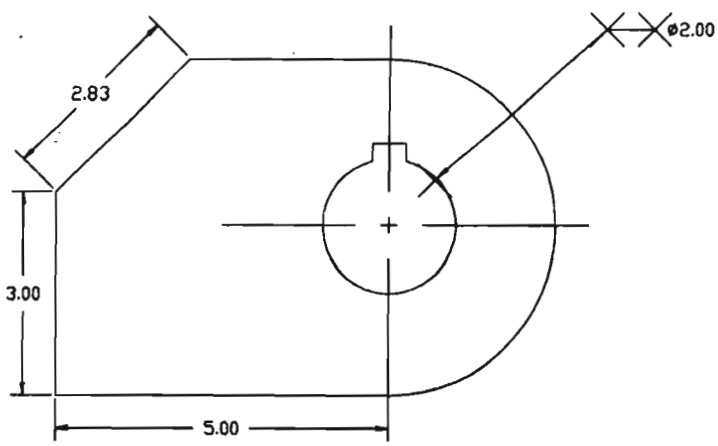


চিত্র-৮.১৪ ঃ বৃত্ত পরিমাপন

চিত্র-৮.১৫ ঃ বৃত্তের ভিতর পরিমাপন



চিত্র নং- ৮.১৬ ঃ এক কেন্দ্রিক বৃত্ত পরিমাপন

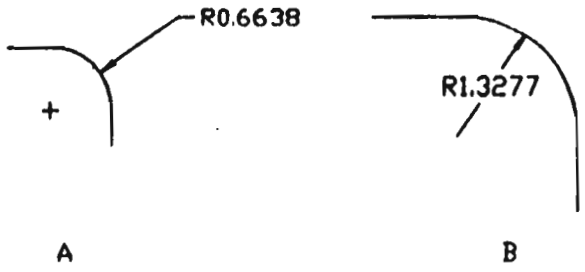


চিত্র নং-৮.১৭ ঃ লিডারের সাহায্যে বৃত্তের পরিমাপন

৮.৩.৩ বৃত্ত, বৃত্তচাপ ও বক্ররেখা পরিমাপন (Dimensioning of circle, arc and curve lines) ঃ

১। বৃত্ত, বৃত্তচাপ ও বক্ররেখার ব্যাস ও ব্যাসার্ধ পরিমাপনের কৌশল নিচে চিত্রে দেখানো হয়েছে। ব্যাসের মান 'ϕ' চিহ্ন দিয়ে আরম্ভ হবে। (চিত্র-৮.১৮)

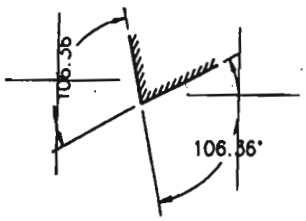
২। ব্যাসার্ধের মান 'R' চিহ্ন দিয়ে শুরু হবে। (চিত্র- ৮.১৮)



চিত্র নং -৮.১৮ ঃ বৃত্তচাপ ও বক্ররেখার ব্যাসার্ধ পরিমাপন।

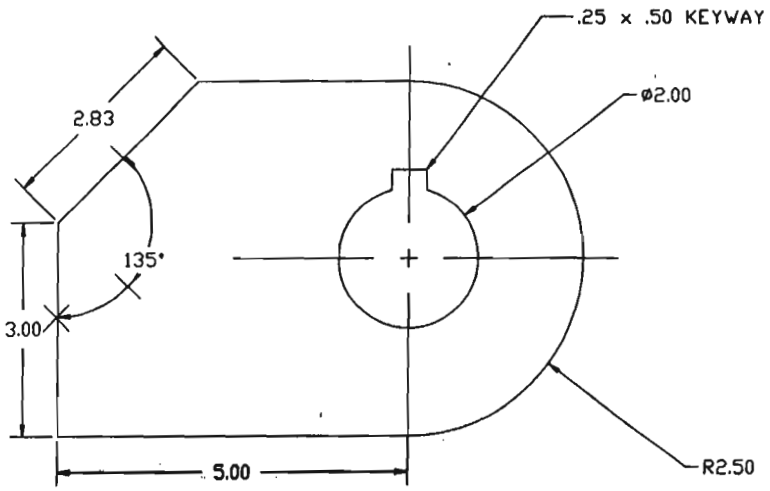
৮.৩.৪ কোণ পরিমাপন (Angle dimensioning) ঃ

বহুভুজ ও সরলরেখার মধ্যে উৎপন্ন কোণ পরিমাপনের কৌশল নিচে চিত্রে দেখানো হয়েছে।



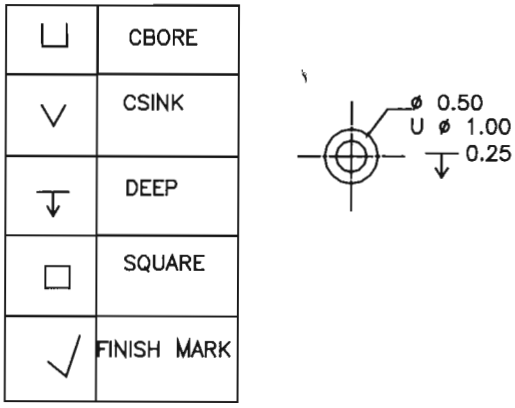
Angular dimension being dragged, while text is rotated

Angular dimension being dragged while text is rotated. (Autodesk, Inc).



চিত্র নং -৮.১৯ ঃ কোণ পরিমাপন।

৮.৩.৫ চিত্রে ডাইমেনসনের প্রতীক (Symbol used for Dimensioning) দেখান হয়েছে। (চিত্র নং-৮.২০)



চিত্র নং- ৮.২০ ঃ ডাইমেনশনের জন্য ব্যবহৃত সিম্বল

৮.৪ সারফেস ফিনিশের পরিভাষা ঃ সারফেস ফিনিশের পরিভাষা মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল-

রাফনেস, রাফনেস উচ্চতা, রাফনেস উইডথ, তরঙ্গণ, রেমশিনিং ফিনিশ, মেশিনিং সিম্বল, লে এবং রে-ডিরেকসন ইত্যাদি।

৮.৪.১ সারফেস রাফনেস (Surface Roughness) ঃ

অনিয়মিত তলের গঠন কাঠামোর পরিমাপকে সারফেস রাফনেস বলে। উৎপাদন প্রক্রিয়ায় মেশিনিং করার প্রয়োজন পড়ে। কাটিং টুলের গঠনের জন্য সারফেস রাফনেস তৈরি হয়। সারফেস রাফনেসের কিছু পরিভাষা নিচে উল্লেখ করে চিত্রের সাহায্যে দেখান হয়েছে। (চিত্র নং - ৮.২১)

৮.৪.২ রাফনেস উচ্চতা (Roughness Height) ঃ

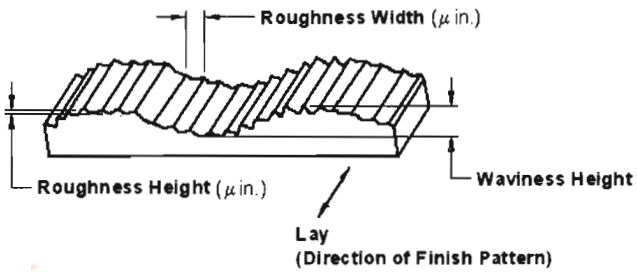
একটি তরঙ্গের নিচু তল থেকে উঁচু তলের উলম্ব দৈর্ঘ্যকে Roughness Height বলে। (চিত্র নং- ৮.২১)

৮.৪.৩ রাফনেস উইটথ (Roughness Width) ঃ

এক তরঙ্গ থেকে পার্শ্ববর্তী তরঙ্গের দুরত্বকে রাফনেস উইডথ বলে। (চিত্র নং- ৮.২১)

৮.৪.৪ তরঙ্গাণ (Waviness) ঃ

তলের গঠন কাঠামো তরঙ্গের মত উঁচু নিচু হলে তাকে ইংরেজীতে Waviness বলে। (চিত্র নং- ৮.২১)



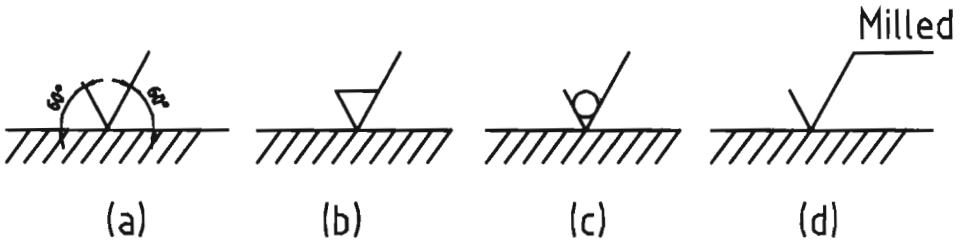
চিত্র নং - ৮.২১ ঃ সারফেস রাফনেসের গঠন কাঠামো।

৮.৪.৫ মেশিনিং ফিনিশ (Machining Finish) ঃ

যে সমস্ত যন্ত্রাংশ ঢালাই, মোল্ডিং অথবা ফোর্জিং করে তৈরি সেগুলো প্রায়শঃ মেশিনিং করার প্রয়োজন পড়ে। মেশিনের সাহায্য নিয়ে ভিন্ন ভিন্ন উপায়ে মেশিনিং করে তলের ফিনিশিং করা হয়। কি প্রক্রিয়ায় কোন ধরনের টুলস দ্বারা মেশিনিং করা হবে তার উপর মেশিনিং ফিনিশ নির্ভর করে।

৮.৫ মেশিনিং সিম্বল (Machining Symbol) ঃ

১) সারফেস ফিনিশের মূল সিম্বল হিসেবে ৬০° নতি কোণে একটি বিন্দুতে বিপরীত মুখে অবস্থিত অসম দৈর্ঘ্যের দু'টি সরলরেখা দ্বারা বুঝান হয়েছে। চিত্র নং- ৮.২২ (a) ।



চিত্র নং- ৮.২২ ঃ সারফেস ফিনিশ সিম্বল

২) মেশিনিং এর মাধ্যমে মেটিরিয়াল অপসারণের প্রয়োজন হলে মূল সিম্বলের সাথে একটি বার যুক্ত করা হয়। চিত্র নং- ৮.২২ (b) ।

৩) মেটিরিয়াল অপসারণের অনুমতি না থাকলে মূল সিম্বলের সাথে একটি বৃত্ত সংযোজন করা হয়। চিত্র নং- ৮.২২ (c)।

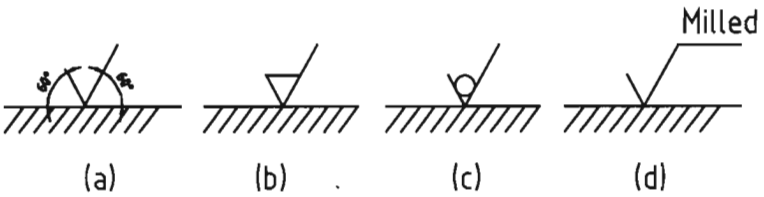
৪) বিশেষ বৈশিষ্টের তল বা সারফেস ফিনিশ এর সিম্বল প্রয়োজন হলে লম্বা লাইনের সাথে আর একটি অনুভূমিক লাইন যুক্ত করা হয়। চিত্র নং- ৮.২২ (d)।

৮.৫.১ সারফেস রাফনেস মান সূচিত করণ (Indication of surface Roughness) ঃ

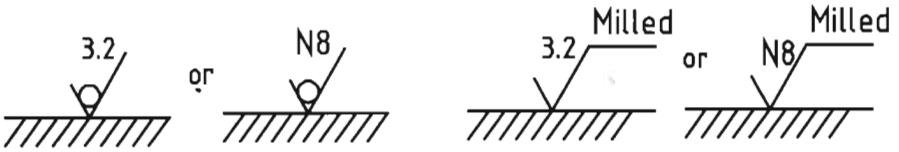
সারফেস রাফনেস পরিমাণ দেখনোর জন্য রাফনেস মান বা এর সাথে সংশ্লিষ্ট গ্রেড সিম্বল দেখান হয়। নিচের টেবিলে রাফনেস ভ্যালু এবং এর সংশ্লিষ্ট গ্রেড দেওয়া হল-

Roughness Value, Ra mm	50	25	12.5	6.3	3.2	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05	0.025
Roughness Grade Symbols	N12	N11	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1

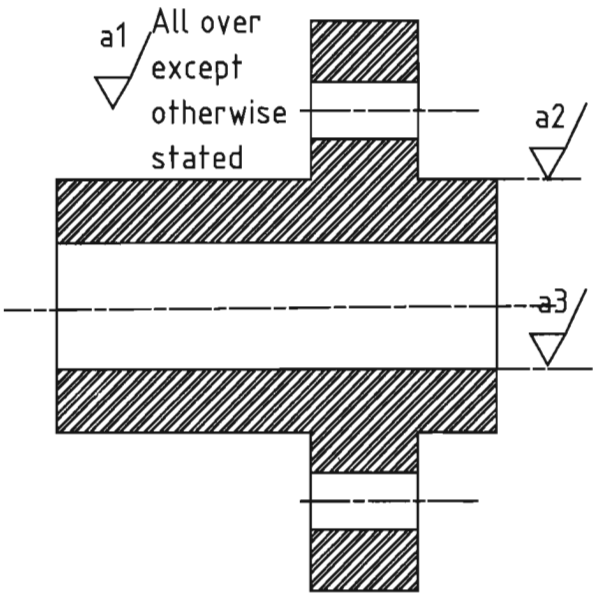
চিত্র নং- ৮.২৩ এবং চিত্র নং - ৮.২৪ তে রাফনেস মান সহ সারফেস ফিনিশ সিম্বল দেখান হয়েছে।



চিত্র নং- ৮.২৩ ঃ সারফেস ফিনিশ সিম্বল।



চিত্র নং- ৮.২৪ ঃ সারফেস ফিনিশ সিম্বল।



চিত্র নং- ৮.২৫ ঃ (মেশিনিং সিম্বল দেওয়ার পদ্ধতি)

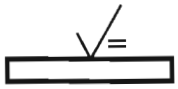
৮.৫.২ লে– সিম্বল (Lay Symbols) ঃ

লে (Lay) ঃ

টুল দ্বারা কাটার সময় তলের উপর টুলের যে দাগ পড়ে তাকে লে ডিরেকসন বলে।

পরবর্তী চিত্রে বেশ কয়েক ধরনের Lay Symbol দেখান হয়েছে।

৮.৫.৩ Surface Finish symbol with Parallel Lay.

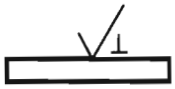


ফিনিশিং লে- আউট সমান্তরাল রেখা দিয়ে মার্কিং করা আছে এবং ফিনিশ প্রতীকের ডানে '=' চিহ্ন দেখে বুঝা যাবে যে, কাটিং টুল প্রজেকশন তলের সাথে সমান্তরালভাবে কেটে সারফেস ফিনিশ তৈরি করবে। (চিত্র নং-৮.২)

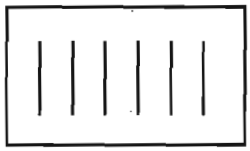
Parallel Lay

চিত্র নং-৮.২৬ ঃ (প্যারালাল- লে)

৮.৫.৪ Surface Finish symbol with Perpendicular Lay.



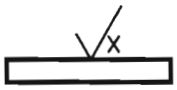
ফিনিশিং লে- আউট প্রজেকশন তলের সাথে লম্ব ভাবে আছে এবং ফিনিশ প্রতীকের ডানে উল্টা 'T' দিয়ে চিহ্নিত দেখে বুঝা যাবে যে, কাটিং টুল প্রজেকশন তলের সাথে সমান্তরালভাবে কেটে সারফেস ফিনিশ তৈরি করবে।



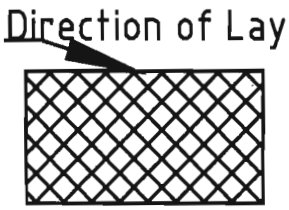
Perpendicular
Lay

চিত্র নং-৮.২৭ ঃ (পারপেনডিকুলার -লে)

৮.৫.৫ Surface finish with Cross Lay.

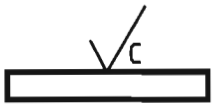


ফিনিশিং লে- আউট ক্রস মার্কিং করা আছে এবং ফিনিশ প্রতীকের ডানে 'X' অক্ষর দিয়ে চিহ্নিত করা দেখে বুঝা যাবে যে, কাটিং টুল তলকে ক্রসভাবে কেটে সারফেস ফিনিশ তৈরি করবে।

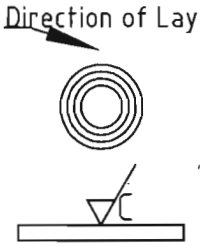


চিত্র নং-৮.২৮ ঃ (ক্রস-লে)

৮.৫.৬ Surface finish Circular Lay.

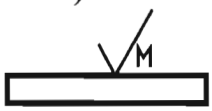


ফিনিশিং লে- আউট সার্কুলার মার্ক করা আছে এবং ফিনিশ প্রতীকের ডানে 'C' অক্ষর দিয়ে চিহ্নিত করা আছে। এতে বুঝা যায় যে, কাটিং টুল তলকে কাটার জন্য বৃত্তীয়ভাবে কেটে সারফেস ফিনিশ তৈরি করবে।



চিত্র নং-৮.২৯ ঃ (সার্কুলার লে)

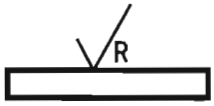
৮.৫.৭ Surface finish in Multi-directional Lay.



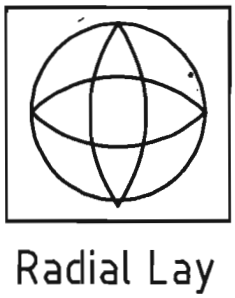
ফিনিশিং লে- আউট বহুমুখী হওয়ায় কাটিং টুল তলকে কাটার জন্য প্রায়শঃ দিক পরিবর্তন করে সারফেস ফিনিশ তৈরি করবে। এক্ষেত্রে ফিনিশ প্রতীকের ডানে 'M' অক্ষর দিয়ে চিহ্নিত করা থাকে।

চিত্র নং-৮.৩০ ঃ (মাল্টি ডিরেকশনার-লে)

৮.৫.৮ Surface finish is Radial Lay.

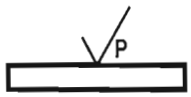


ফিনিশিং লে- আউট কতকগুলো বক্ররেখা সমন্বয়ে গঠিত সুতরাং কাটিং টুলস বক্রভাবে ঘুরে তল কেটে সারফেস ফিনিশ তৈরি করবে। এখানে ফিনিশ প্রতীকের ডানে 'R' অক্ষর দিয়ে চিহ্নিত করা থাকে।

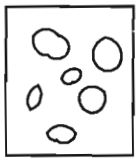


চিত্র নং-৮.৩১ ঃ (রেডিয়াল-লে)

৮.৫.৯ Lay is particulate non-directional.



ফিনিশিং লে- আউট কতকগুলো সুনির্দিষ্ট বিন্দুর সমন্বয়ে গঠিত সুতরাং কাটিং টুলস বিন্দুতে বিন্দুতে গিয়ে কাটিং টুল দিয়ে তল কেটে সারফেস ফিনিশ তৈরি করবে। এখানে ফিনিশ প্রতীকের ডানে 'P' অক্ষর দিয়ে চিহ্নিত করা থাকে।



Particulate
Lay.

চিত্র নং-৮.৩২ ঃ(পার্টিকুলেট নন-ডিরেকশনাল লে)

৮.৫.১০ ফর্ম টলারেন্স, লোকেসন টলারেন্স এবং রান আউট টলারেন্স–এর বৈশিষ্ট ও সিম্বল নিচের টেবিলে দেখানো হল–

	Characteristic	Symbol
Form Tolerance	Straightness	
	Flatness	
	Roundness	
	Cylindricity	
	Profile of line	
	Profile of a surface	
	Angularity	
	Parallelism	
Location Tolerance	Position	
	Concentricity	
	Symmerty	
Runout Tolerance	Circular	
	Total	

চিত্র নং-৮.৩৩ ঃ (টলারেন্স সিম্বল)

প্রশ্নমালা

১. মেটিরিয়াল প্রতীক কী ?
২. পরিমাপ বলতে কী বোঝায় ?
৩. পরিমাপ দেওয়া নিয়মগুলো ব্যক্ত কর।
৪. কোণ ও বৃত্তের পরিমাপ দেখাও।
৫. একটি পিরামিডের পরিমাপ কর।
৬. সারফেস ফিনিশ কী ?
৭. সারফেস ফিনিশের সিম্বলগুলো অংকন কর।
৮. সারফেস ফিনিশের কয়েকটি পরিভাষা লেখ।

অধ্যায় – ০৯

ফ্রি হ্যান্ড স্কেচ
(Free Hand Sketch)

৯.০ সূচনা (Introduction) ঃ

প্রকৌশলী, প্রযুক্তিবিদ ও ডিজাইনারদের নিকট স্কেচিং একটি উল্লেখযোগ্য ও গুরুত্বপূর্ণ যোগাযোগের মাধ্যম হিসাবে বিবেচিত হয়ে আসছে। ইঞ্জিনিয়ারিং-এর বিভিন্ন শাখায় নিয়োজিত ব্যক্তিবর্গ তাঁদের ধারণাগুলো তাড়াতাড়ি রেকর্ড করার কাজে স্কেচিং ব্যবহার করে থাকেন। নিজস্ব ইঞ্জিনিয়ারিং চিন্তা বা ধারণা অন্যকে সহজে বুঝানোর উপায় হিসাবে স্কেচিংকে বেছে নেয়া যায়। আসলে স্কেচিং হলো খসড়া নকশা অংকন। খসড়া নকশার মাধ্যমে বিভিন্ন সমস্যার সমাধান করা যায় এবং পরবর্তীতে নকশার চুড়ান্ত রূপ দেয়া হয়।

এ অধ্যায়ে ফ্রি হ্যান্ড স্কেচ, ফ্রি হ্যান্ড স্কেচ করার পদ্ধতি এবং ফ্রি হ্যান্ড স্কেচের প্রয়োজনীয়তা নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

৯.১ ফ্রি হ্যান্ড স্কেচিং (Free Hand Sketching) ঃ

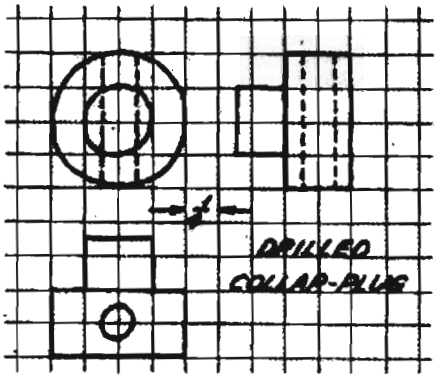
কোন প্রকার ড্রইং যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম ছাড়া শুধুমাত্র কাগজ, পেনসিল ও রাবার ব্যবহার করে হাত দ্বারা নকশা করাকে ফ্রি হ্যান্ড স্কেচিং বা এক কথায় স্কেচিং বলে।

৯.২ স্কেচিং–এর প্রকারভেদ (Types of Sketching) ঃ

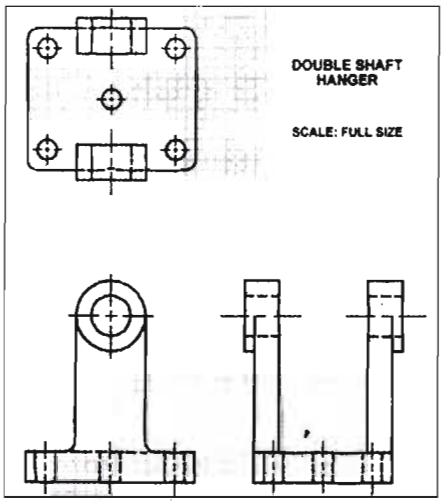
স্কেচিং দুই প্রকার। যথা-

১। অর্থোগ্রাফিক স্কেচিং (Orthographic Sketching) ঃ

অর্থোগ্রাফিক স্কেচিং অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশনের মতই। এটি ফ্রি হ্যান্ডে করা একটি দ্বিমাত্রিক (2D) ড্রইং। এতে বস্তুর পরিমাপও দেয়া থাকে। নিচে চিত্র নং- ৯.১ তে গ্রাফ পেপারে অংকিত অর্থোগ্রাফিক স্কেচিং-এর নমুনা দেখানো হয়েছে।



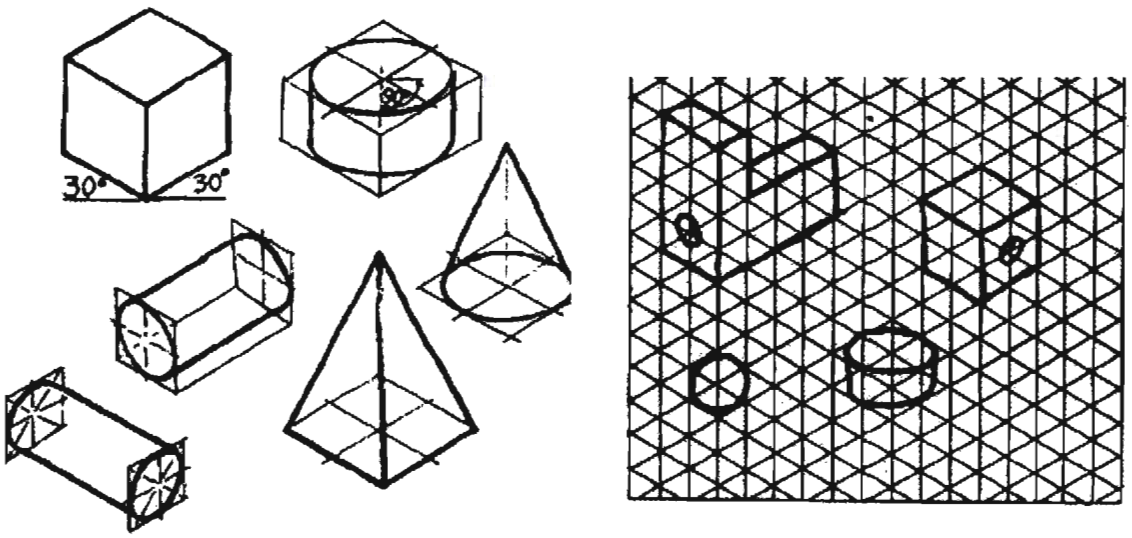
চিত্র নং- ৯.১(অর্থোগ্রাফিক প্রজেকসন)



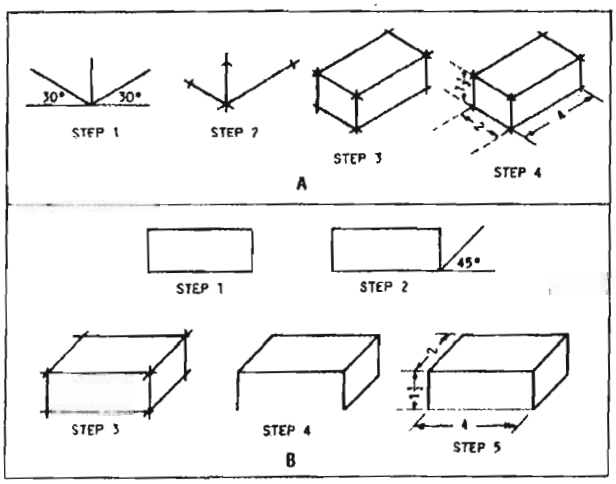
চিত্র নং- ৯.১(অর্থোগ্রাফিক প্রজেকসন)

২। পিকটোরিয়াল স্কেচিং (Pictorial Sketching) ঃ

এটি ফ্রি হ্যান্ডে করা ত্রিমাত্রিক (3D) ড্রইং। পিকটোরিয়াল ভিউ-এর সাথে আয়তন সম্পর্কিত। নিচে গ্রাফ পেপারে অংকিত পিকটোরিয়াল স্কেচিং-এর নমুনা দেখানো হল।



চিত্র নং- ৯.২ (পিকটোরিয়াল স্কেচিং)

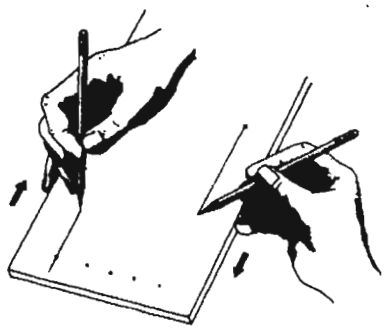


চিত্র নং- ৯.৩ ঃ (পিকটোরিয়াল স্কেচিং এর ধাপসমূহ)

৯.৩ ফ্রি হ্যান্ড স্কেচিং পদ্ধতি (Free Hand Sketching Methods) ঃ

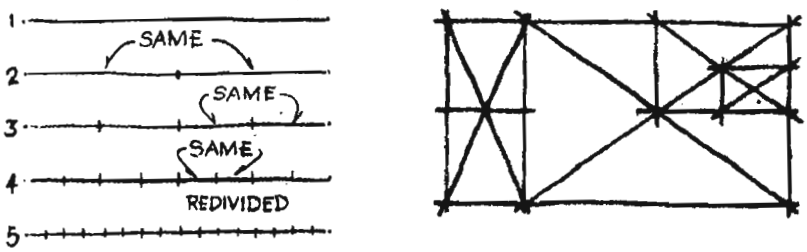
একটি নকশা কতকগুলো বিন্দু, সরলরেখা, বক্ররেখা বৃত্তের সমন্বয়ে গঠিত। সুতরাং, ফ্রি হ্যান্ড স্কেচিং-এ সরলরেখা, বক্ররেখা বা বৃত্ত অংকন করারও কিছু সুনির্দিষ্ট নিয়ম আছে।

এই নিয়মগুলো জানলে অতি সহজে এবং তাড়াতাড়ি খসড়া নকশা অংকন বা স্কেচিং করা যায়। নিচে চিত্রে খালি হাতে যতদূর সম্ভব সোজা লাইন টানার পদ্ধতি দেখান হলো। চিত্র নং-৯.৪ থেকে ৯.৭ পর্যন্ত।



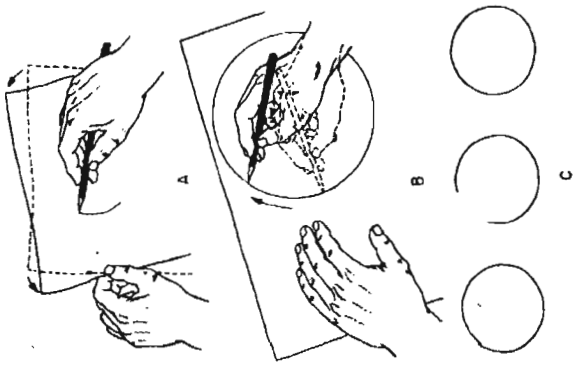
চিত্র নং- ৯.৪ ঃ (সরলরেখা টানা)

নিচে চিত্রে খালি হাতে যতদূর সম্ভব সোজা লাইন টানা এবং একে বিভক্ত করার পদ্ধতি দেখান হল-

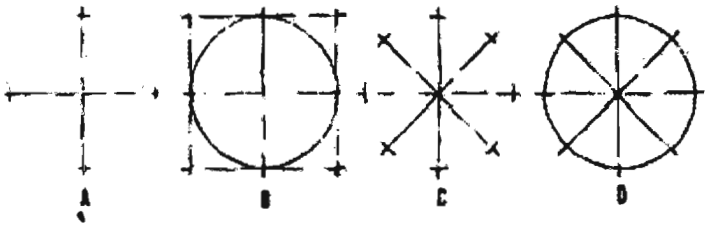


চিত্র নং- ৯.৫ ঃ (সরলরেখা বিভক্ত করা)

নিচে চিত্রে খালি হাতে বৃত্ত আঁকার পদ্ধতি দেখান হল-



চিত্র নং- ৯.৬ ঃ (খালি হাতে বৃত্ত অংকন)



চিত্র নং- ৯.৭ ঃ (খালি হাতে বৃত্ত অংকন পদ্ধতি)

প্রশ্নমালা

১. ফ্রি হ্যান্ড স্কেচ কাকে বলে ?

২. ফ্রি হ্যান্ড স্কেচ কয় প্রকার ও কী কী ?

৩. ফ্রি হ্যান্ড স্কেচ করার পদ্ধতিগুলো বর্ণনা কর।

৪. ফ্রি হ্যান্ড স্কেচ-এর প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর।

৫. সাদা পেপারে ও গ্রাফ পেপার স্কেচিং-এর সুবিধা অসুবিধাগুলো বিশ্লেষণ কর।

অধ্যায় – ১০

প্রজেকশন ড্রইং
(Projection Drawing)

১০.০ সূচনা (Introduction) ঃ

কাগজের পাতায়, পর্দায় বা ঐ জাতীয় কোন তলে বস্তুর যে কোন ধরনের উপস্থাপন তা অংকনের মাধ্যমেই হোক বা ফটোগ্রাফীর মাধ্যমে হোক, আসলে এটি বস্তুর প্রজেকশনের ফল। বস্তু থেকে আগত রশ্মিগুলো একটি তলের উপর আপতিত হয়ে বস্তুর প্রতিকৃতি তৈরি করে। ওয়ার্কিং ড্রইং এর জন্য মাল্টি ভিউ ড্রইং-এর প্রয়োজন হয়। মাল্টি ভিউ ড্রইং অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশনের মাধ্যমে পাওয়া সম্ভব। সুতরাং, প্রজেকশন ড্রইংকে ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং-এর একটি গুরত্বপূর্ণ অংশ হিসাবে বিবেচনা করা যায়। এ অধ্যায়ে প্রজেকশন ড্রইং, প্রজেকশন ড্রইং-এর প্রকারভেদ, আইসোমেট্রিক প্রজেকশন, অবলিক প্রজেকশন, অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন বিষয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

১০.১ প্রজেকশন (Projection) ঃ কোন বস্তু থেকে আগত রশ্মি বা কল্পিত রেখাগুলো একটি তলের উপর পতিত হয়ে প্রতিকৃতি বা ইমেজ তৈরির প্রক্রিয়াকে প্রজেকশন বলে।

১০.১.১ ভিউ (View) ঃ তলের উপর তৈরি প্রতিকৃতিকে ভিউ বলে।

সকল প্রজেকশন পদ্ধতিতে বস্তুকে বিভিন্ন দিক থেকে দেখার প্রয়োজন হয়। ভিউ কোন দিক থেকে দেখা হবে তার উপর ভিত্তি করে ভিউ-এর বিভিন্ন নামকরণ করা হয়েছে। যেমন-

ভিউ উপর থেকে দেখলে তাকে টপ ভিউ (Top View) বলে, সামনে থেকে দেখা ভিউকে ফ্রন্ট ভিউ (Front View) বা এলিভেশন (Elevation) এবং পাশ থেকে দেখা ভিউকে সাইড ভিউ (Side View) বলে।

১০.২ প্রজেকশনের প্রকারভেদ (Types of Projection) ঃ

তলের উপর আপতিত রশ্মির ধরণ ও তলের অবস্থান ভেদে প্রজেকশনকে প্রধানত দু'ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা-

১) পিকটোরিয়াল প্রজেকশন এবং
২) অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন।

পিকটোরিয়াল প্রজেকশনে একটি মাত্র ভিউ দ্বারা বস্তুকে উপস্থাপন করা হয়।

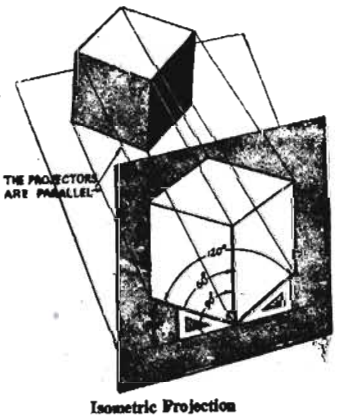
পিকটোরিয়াল প্রজেকশন আবার তিনভাগে বিভক্ত। যথা-

১) পার্সপেক্টিভ প্রজেকশন।
২) আক্সোনোমেট্রিক(আক্সোনোমেট্রিক তিনভাগে বিভক্ত। যথা- ১. আইসোমেট্রিক, ২. ডাইমেট্রিক এবং ৩. ট্রাইমেট্রিক)
৩) অবলিক প্রজেকশন।

১০.৩ আইসোমেট্রিক প্রজেকশন (Isometric Projection) ঃ

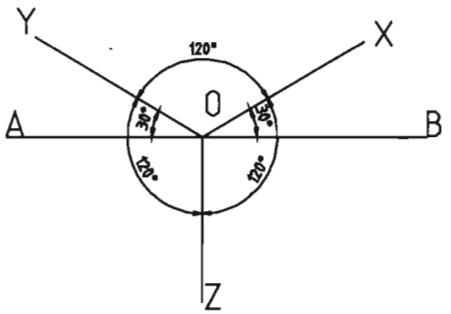
আইসোমেট্রিক প্রজেকশনে একটি বস্তুর সকল ভার্টিক্যাল লাইনগুলো খাঁড়া অবস্থায় থাকে অন্যদিকে হরাইজোনটাল লাইনগুলো অনুভূমিক রেখার সাথে ৩০ ডিগ্রী কোণে টানা হয়। আইসোমেট্রিক প্রজেকশনে

অংকিত বস্তুর আকার আসল বস্তুর আকারের থেকে প্রায় ১৯% ছোট হয়। এর তিনটি অক্ষ পরস্পর ১২০ ডিগ্রী কোণে অবস্থান করে। আইসোমেট্রিক প্রজেকশনের সুবিধা হল এই যে, পরিমাপগুলো সঠিকভাবে স্থাপন করা যায় কারণ এর অক্ষগুলো সুষমভাবে স্থাপিত।



চিত্র নং - ১০. ১৩ (আইসোমেট্রিক প্রজেকশন অংকন পদ্ধতি)

১০.৩.১ বিভিন্ন যন্ত্রাংশের আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন ।



চিত্র নং- ১০.১৩ (ক) ঃ আইসোমেট্রিক অক্ষের অবস্থান

১০.৩.২ আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন পদ্ধতি (Method to draw Isometric view or projection) ঃ
একটি আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন করতে নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করতে হবে-

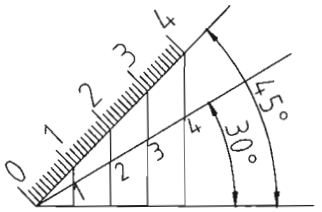
(১) একটি আইসোমেট্রিক স্কেল অংকন করতে হবে।

(২) আইসোমেট্রিক স্কেল ব্যবহার করে বস্তুর অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন অংকন করতে হবে।

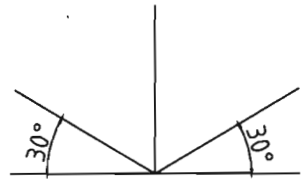
(৩) ১০.১৩(ক) নং চিত্রের মত আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন-এ অক্ষের অবস্থান ঠিক করতে হবে।

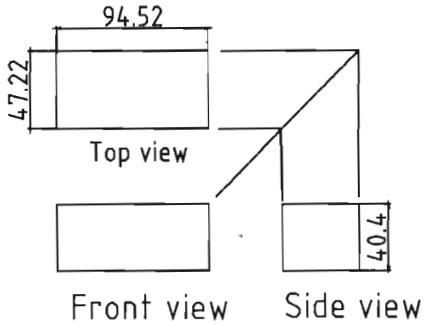
(৪) এখন, অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন থেকে প্রাপ্ত দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতার মাপগুলো অক্ষের উপর বসাতে হবে।

(৫) এভাবে ফ্রন্ট, সাইড এবং টপ ভিউ অক্ষের উপর স্থাপন করে আইসোমেট্রিক প্রজেকশনের কাজ শেষ করা যাবে।

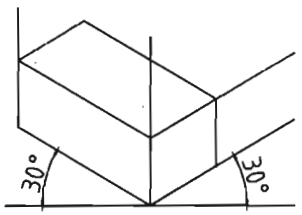


চিত্র নং- ১০.১৩ (খ) ঃ (আইসোমেট্রিক স্কেল)

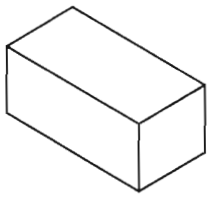




Step-2 Orthographic Projection with Isometric Scale



Step-3 Placing measurement of Length, breadth and height from orthographic projection



Step-4 Isometric Projection

চিত্র নং- ১০.১৩(গ) ঃ (আইসোমেট্রিক প্রজেকশন ড্রইং এর ধাপসমূহ)

১০.৩.৩ বিভিন্ন বস্তুর আইসোমেট্রিক ভিউজ (Isometric views of various objects) ঃ

আইসোমেট্রিক প্রজেকশনের বিবেচনায় বস্তুগুলোর গঠন প্রক্রিয়াকে তিন ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা-

(১) আইসোমেট্রিক লাইন দিয়ে বস্তুর গঠন ঃ যে সকল লাইন আইসোমেট্রিক অক্ষের সাথে সমান্তরাল তাকে আইসোমেট্রিক লাইন বলে।

(২) নন-আইসোমেট্রিক লাইন দিয়ে বস্তুর গঠন ঃ যে সকল লাইন আইসোমেট্রিক অক্ষের সাথে সমান্তরাল নয় তাকে নন-আইসোমেট্রিক লাইন বলে।

(৩) বক্রতল দিয়ে গঠিত বস্তু ঃ বৃত্ত, বক্ররেখা ইত্যাদি দ্বারা গঠিত তলকে বক্রতল বলে।

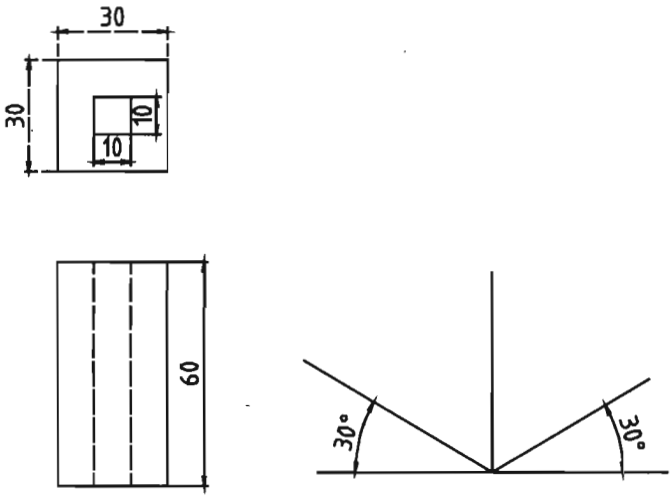
১০.৩.৪ আইসোমেট্রিক লাইনের সাহায্যে অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন অংকন পদ্ধতি ঃ

করণীয় ঃ

(১) আইসোমেট্রিক স্কেল দিয়ে অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন অংকন করতে হবে।

(২) আইসোমেট্রিক প্রজেকশনটি আইসোমেট্রিক অক্ষের উপর স্থাপন করতে হবে।

(৩) চিত্র নং- ১০.১৩(ঘ) এর মত আইসোমেট্রিক প্রজেকশন তৈরি হবে।



চিত্র নং- ১০.১৩(ঘ) ঃ (স্কয়ার প্রিজমের অর্থোগ্রাফিক ও আইসোমেট্রিক প্রজেকশন)

১০.৩.৪ নন–আইসোমেট্রিক লাইনের সাহায্যে অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন অংকন পদ্ধতি ঃ

ধরা যাক, একটি হেক্সাগোনাল পিরামিডের ভূমির প্রতিটি বাহুর দৈর্ঘ্য ২০মিমি. এবং উচ্চতা ৫০ মিমি.। ১০.১৩(ঙ)নং চিত্রে পিরামিডটি নন- আইসোমেট্রিক লাইন দিয়ে গঠিত। আইসোমেট্রিক স্কেল দিয়ে অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন করা আছে। আইসোমেট্রিক প্রজেকশন অংকনে করণীয় বিষয়গুলো নিচে উল্লেখ করা হয়েছে।

চিত্র নং- ১০.১৩(ঙ) ঃ (পিরামিডের আইসোমেট্রিক প্রজেকশন)

করণীয় ঃ

(১) আইসোমেট্রিক স্কেল দিয়ে অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন অংকন করতে হবে।

(২) টপ ভিউটি একটি আয়তকার চতুর্ভুজ npqmদিয়ে ঘোরাতে হবে।

(৩) চতুর্ভূজ npqm কে আইসোমেট্রিক প্রজেকশন এ NPQM চিত্র অনুযায়ী বসাতে হবে।

(৪) NPQMচতুর্ভূজ এর কেন্দ্রে পিরামিডের উচ্চতা স্থাপন করতে হবে।

(৫) AB, BC, CD, DE, ED এবং FA বাহুগুলো একে একে স্থাপন করতে হবে।

(৬) পিরামিডের শীর্ষ বিন্দু এর সাথে বাহুগুলোর শীর্ষ বিন্দু যোগ করলে আইসোমেট্রিক প্রজেকশনের কাজ শেষ হবে।

১০.৩.৪ বৃত্তের আইসোমেট্রিক প্রজেকশন অংকন পদ্ধতি ঃ

বৃত্তের আইসোমেট্রিক প্রজেকশন অংকনে নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করতে হবে-

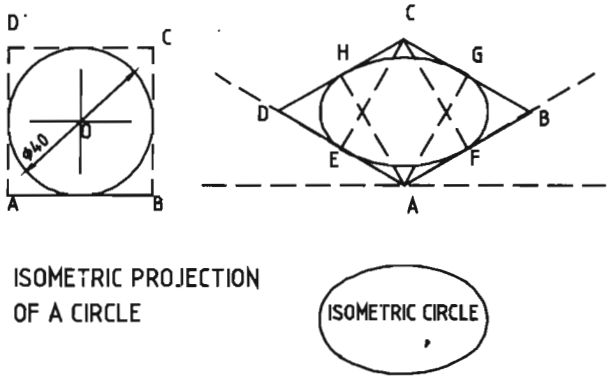
(১) আইসোমেট্রিক স্কেলে একটি বৃত্ত অংকন করতে হবে।

(২) বৃত্তটিকে ABCD চতুর্ভূজ দিয়ে পরিবেষ্টন করতে হবে ।

(৩) আইসোমেট্রিক অক্ষের উপর ABCD চতুর্ভূজটিকে স্থাপন করলে উহা রম্বসের আকার ধারণ করবে।

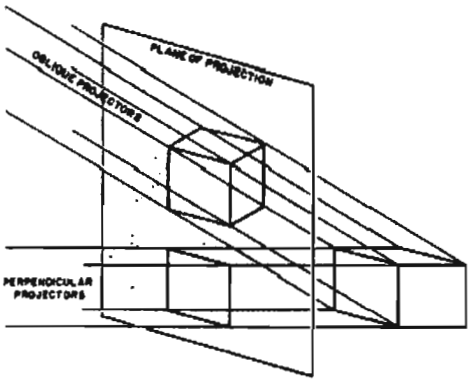
(৪) চিত্রানুযায়ী AG, EC,AH, CF যোগ করতে হবে।

(৫) AG, EC, AH, CF রেখাগুলোর ছেদ বিন্দুকে কেন্দ্র করে CF, AH,xH, xF ব্যাসার্ধ নিয়ে চারটি চাপ অংকন করলে আইসোমেট্রিক বৃত্ত অংকিত হবে। চিত্র নং- ১০.১৩(চ)।



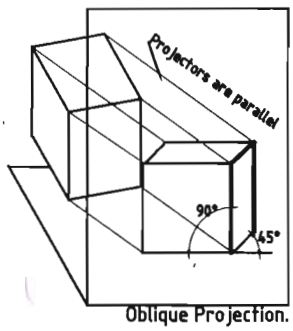
চিত্র নং- ১০.১৩(চ) ঃ (বৃত্তের আইসোমেট্রিক প্রজেকশন)

১০.৪ অবলিক প্রজেকশন (Oblique Projection) ঃ



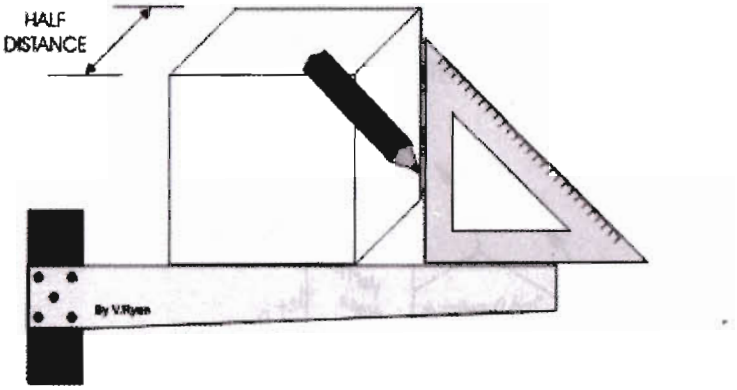
চিত্র নং - ১০. ৮ (অবলিক প্রজেকশনে তল, বস্তু ও প্রজেক্টরের এর অবস্থান)

অবলিক প্রজেকশনে বস্তুর একটি মুখ বা ফেস প্রজেকশন তলের সাথে সমান্তরাল কিন্তু এর সন্নিহিত ফেসগুলো ডানে বা বামে ৪৫° কোণে অবস্থান করবে। চিত্রে বস্তু ও তলের অবস্থান এবং তলের উপর রশ্মি কিভাবে আপতিত হয় তা দেখান হল।



চিত্র নং - ১০. ৯ (অবলিক প্রজেকশনে তল, বস্তু ও প্রজেক্টরের এর অবস্থান)

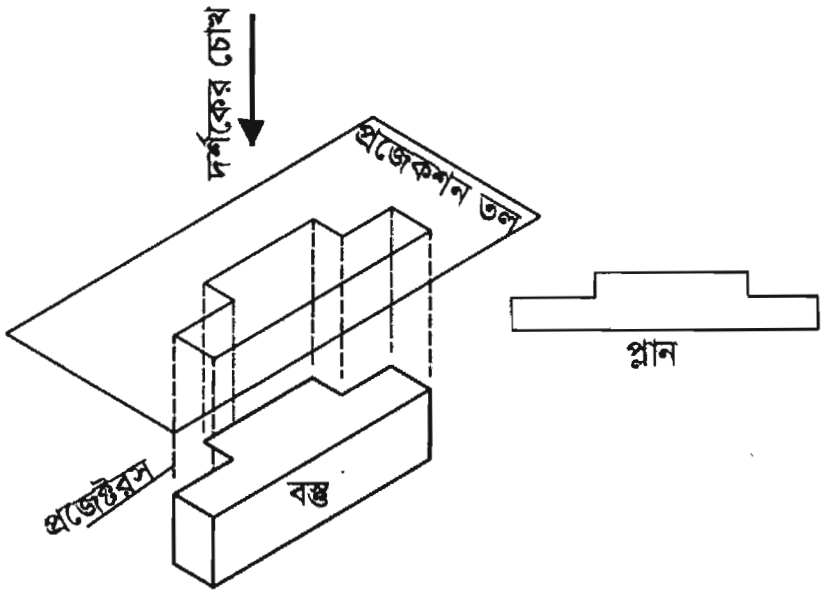
নিচে চিত্রে অবলিক ভিউ আঁকার পদ্ধতি দেখান হল-



চিত্র নং - ১০. ১০ (অবলিক ভিউ অংকন পদ্ধতি)

১০.৫ অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন (Orthographic Projection) ঃ

কোন বস্তু থেকে আগত রশ্মি বা কল্পিত সোজা রেখাগুলো ৯০° কোণে একটি তলের উপর পতিত হয়ে যে দৃশ্য তৈরি হয় তাকে অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন বলে। অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশনকে বাংলায় সোজা অভিক্ষেপণ বলে।



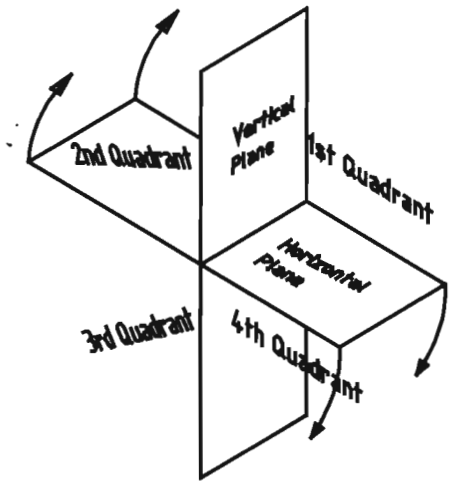
চিত্র নং-১০.১ (অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন)

এভাবে সরলরেখা টেনে যে তলের উপর নক্সা অংকন করা হয় সেই তলকে প্রজেকশন তল (Plane of Projection) এবং এসব রেখাগুলোকে প্রজেক্টর (Projector) বলে।

চিত্র নং -১০.১ এ একটি বস্তু থেকে আলোক রশ্মি (প্রজেক্টরস) প্রজেকশন তলে পতিত হয়ে কিভাবে প্রতিকৃতি বা ইমেজ তৈরি হয় তা দেখানো হয়েছে। উপর থেকে দেখা দৃশ্যকে টপ ভিউ বা প্লান বলে। তল,বস্তু ও চোখ বা দেখার অবস্থানের উপর ভিত্তি করে অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন দুই ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা-

(১) ফাস্ট অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন এবং (২) থার্ড অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন।

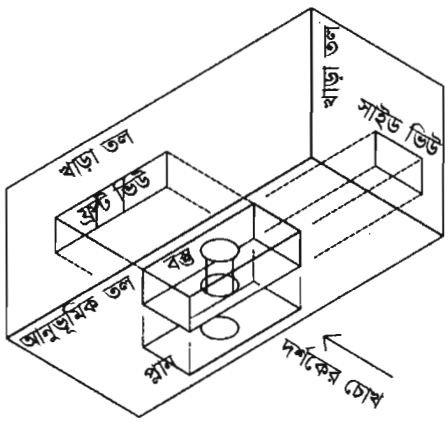
চিত্র নং- ১০.২ এ হরাইজোনটাল এবং ভার্টিক্যাল তল দুটি পরস্পর ৯০° ছেদ করার ফলে যে ৪টি কোয়ার্ড্রান্ট উৎপন্ন হয়েছে তার অবস্থান দেখান হল।



চিত্র নং - ১০.২ (৯০° কোণে হরাইজোনটাল এবং ভার্টিক্যাল তল দু'টি পরস্পর ছেদিত অবস্থা)

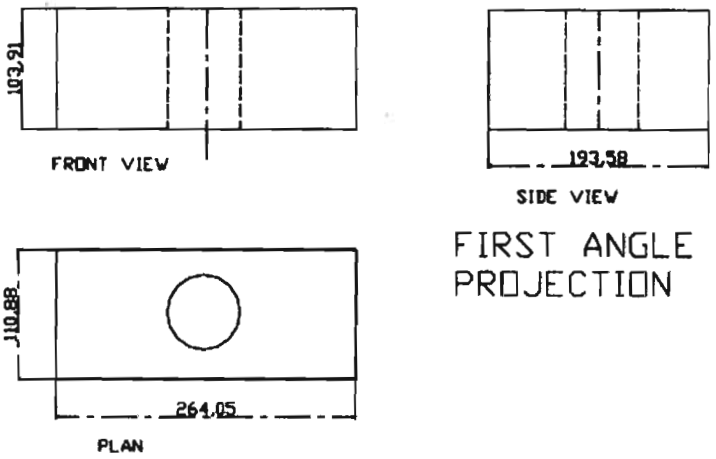
১০.৪ ফাস্ট অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন (First Angle Projection) ঃ

ফাস্ট অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন পদ্ধতিতে বস্তুকে দর্শকের চোখ এবং তলের মাঝে রেখে কল্পনা করা হয়। নিচে চিত্রে ফাস্ট অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন পদ্ধতিতে দর্শকের চোখ, বস্তু ও তলের অবস্থান এবং প্লান, এলিভেশন ও সাইড ভিউ এর বিন্যাস দেখানো হল।

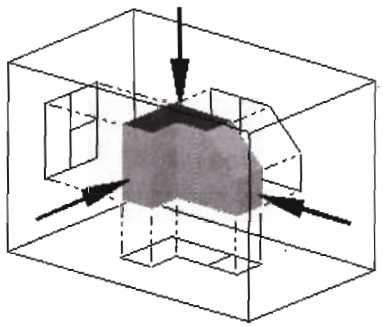


ফাস্ট্ অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন

চিত্র নং - ১০.৩ (ফাস্ট অ্যাঙ্গেল প্রজেকশনে বস্তু ও প্রজেকশন তলের অবস্থান)



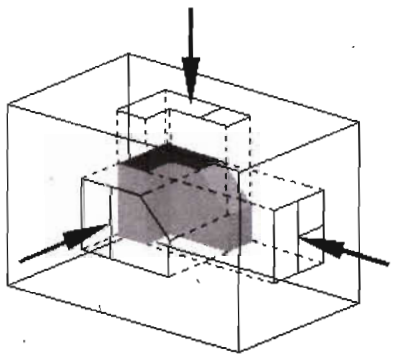
চিত্র নং - ১০.৪ (ফাস্ট অ্যাঙ্গেল প্রজেকশনে বিভিন্ন ভিউ এর অবস্থান)



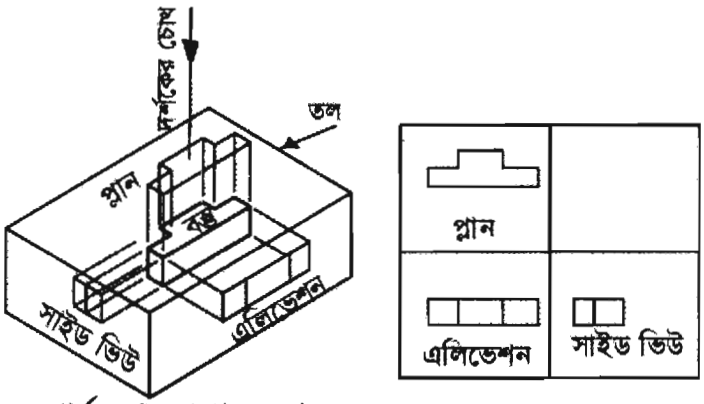
চিত্র নং - ১০.৫ (ফাস্ট অ্যাঙ্গেল প্রজেকশনে তল, বস্তু ও বিভিন্ন ভিউ এর অবস্থান)

১০.৫ থার্ড অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন ঃ

থার্ড অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন পদ্ধতিতে তলকে বস্তু ও দর্শকের চোখের মাঝে রেখে কল্পনা করা হয়। নিচে চিত্রে থার্ড অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন পদ্ধতিতে দর্শকের চোখ, বস্তু ও প্রজেকশন তল এবং প্লান, এলিভেশন ও সাইড ভিউ এর অবস্থান দেখানো হল।



চিত্র নং - ১০. ৬ (থার্ড অ্যাঙ্গেল প্রজেকশনে তল, বস্তু ও বিভিন্ন ভিউ এর অবস্থান)



থার্ড অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন

চিত্র নং - ১০. ৭ (থার্ড অ্যাঙ্গেল প্রজেকশনে তল, বস্তু ও বিভিন্ন ভিউ এর অবস্থান)

১০.৬ অর্থোগ্রাফিক, আইসোমেট্রিক এবং অবলিক প্রজেকশনের মধ্যে মূল পার্থক্য

(Distinguish between Orthographic, Isometric and Oblique Projection) ঃ

আইসোমেট্রিক এবং অবলিক প্রজেকশন হচ্ছে পিকটোরিয়াল প্রজেকশন । এ ধরনের প্রজেকশনগুলো তিনটি অক্ষ X, Y, Z নিয়ে ত্রিমাত্রিকভাবে গঠিত। এ ধরনের প্রজেকশনে বস্তুর তিনটি তল এক নজরে দেখা যায়।

আইসোমেট্রিক প্রজেকশন (Isometric Projection) ঃ আইসোমেট্রিক প্রজেকশনে একটি বস্তুর সকল ভার্টিক্যাল লাইনগুলো খাঁড়া অবস্থায় থাকে। অন্যদিকে হরাইজোনটাল লাইনগুলো আনুভূমিক রেখার সাথে ৩০ ডিগ্রী কোণে টানা হয়। আইসোমেট্রিক প্রজেকশনে অংকিত বস্তুর আকার আসল বস্তুর আকারের থেকে প্রায় ১৯% ছোট হয়। এর তিনটি অক্ষ পরস্পর ১২০ ডিগ্রী কোণে অবস্থান করে। আইসোমেট্রিক প্রজেকশনের সুবিধা হল এই যে, পরিমাপগুলো সঠিকভাবে স্থাপন করা যায় কারণ এর অক্ষগুলো সুষমভাবে স্থাপিত।

অবলিক প্রজেকশন (Oblique Projection) ঃ অবলিক প্রজেকশনে বস্তুর একটি মুখ বা ফেস প্রজেকশন তলের সাথে সমান্তরাল কিন্তু এর সন্নিহিত ফেসগুলো ডানে বা বামে ৪৫° কোণে অবস্থান করে। চিত্রে বস্তু ও তলের অবস্থান এবং তলের উপর রশ্মি কিভাবে আপতিত হয় তা দেখান হল।

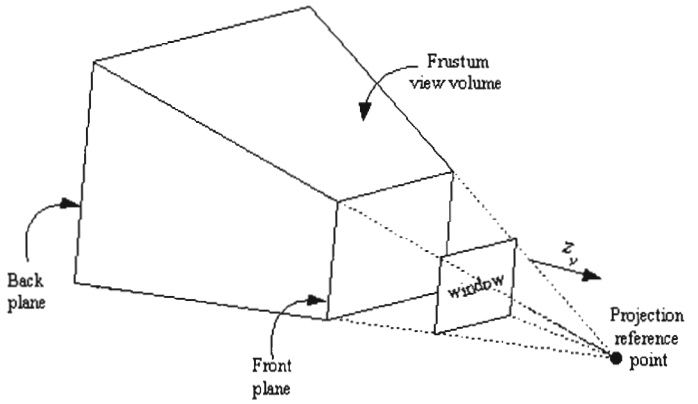
অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন (Orthographic Projection) ঃ

কোন বস্তু থেকে আগত রশ্মি বা কল্পিত সোজা রেখাগুলো ৯০° কোণে একটি তলের উপর পতিত হয়ে যে দৃশ্য তৈরি হয় তাকে অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন বলে।

অপরদিকে, অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশনে কেবলমাত্র একটি তল দেখা যায়। এ ধরনের প্রজেকশনে দু'টি অক্ষ X,Y নিয়ে দ্বিমাত্রিকভাবে গঠিত।

১০.৭ পার্সপেক্টিভ প্রজেকশন (Perspective Projection) ঃ

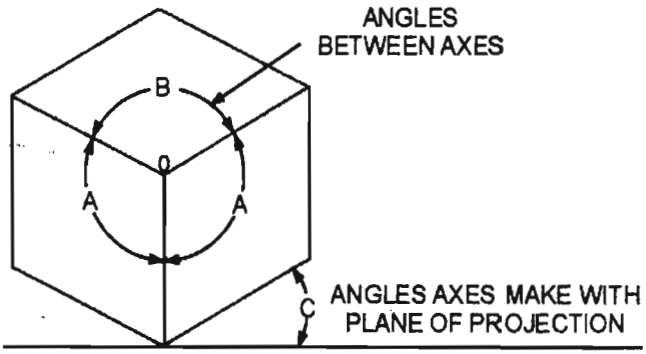
এ ধরনের প্রজেকশনে বস্তু থেকে আগত রশ্মিগুলো কোণাকুণিভাবে একটি তলের উপর আপতিত হয়। এভাবে যে ভিউ তৈরি হয় তাকে পার্সপেক্টিভ ভিউ বলে। বস্তু থেকে আগত সকল রশ্মি একটি বিন্দুতে মিলিত হয়।



চিত্র নং - ১০. ১১ (পার্সপেক্টিভ ভিউ)

১০.৮ ডাইমেট্রিক প্রজেকশন (Dimetric Projection) ঃ

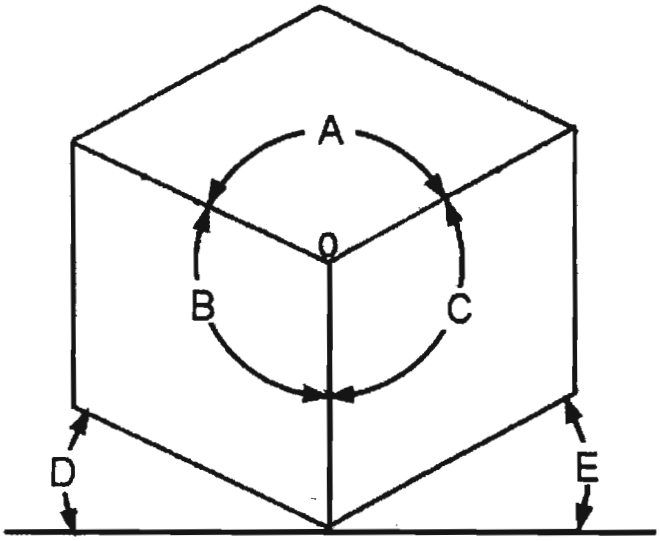
ডাইমেট্রিক প্রজেকশনে অনুভূমিক রেখার সাথে বস্তুর অবস্থান এবং তিনটি অক্ষের অবস্থান দেখান হল। এখানে দেখা যায় যে, প্রজেকশন তলগুলো পরস্পরের সাথে তিনটি কোণ উৎপন্ন করেছে, যার দুটি কোণ সমান এবং তৃতীয় কোণটি ঐ দুটি কোণ অপেক্ষা ছোট বা বড় মাপের হতে পারে। উল্লেখ্য যে, অক্ষ দ্বারা উৎপন্ন কোণ এবং অক্ষ ও প্রজেকশন প্লেনের মধ্যে উৎপন্ন কোণ সম্পূর্ণ আলাদা।



চিত্র নং - ১০. ১৪ (ডাইমেট্রিক প্রজেকশনে তল ও অক্ষের অবস্থান)

১০.৯ ট্রাইমেট্রিক প্রজেকশন (Trimetric Projection) ঃ

ট্রাইমেট্রিক প্রজেকশনে অনুভূমিক রেখার সাথে বস্তুর অবস্থান এবং শূন্যে তিনটি অক্ষের অবস্থান দেখান হল। এখানে দেখা যায় যে, প্রজেকশন তলগুলো পরস্পরের সাথে তিনটি কোণ উৎপন্ন করেছে, যার কোন দুটি কোণ পরস্পরের সমান নয়। বস্তুর পরিপ্রেক্ষিত ব্যবহার দ্বারা প্রদর্শনের জন্য তিনটি অক্ষের প্রতিটি এবং তাদের সাথে সমান্তরাল লাইনগুলোর দৈর্ঘ্যের অনুপাতও ভিন্ন ভিন্ন। কোণ D এবং কোণ E এর যোগফল কোণ ৯০ ডিগ্রীর কম কিন্তু ০° নয়। চিত্রে কোণ A, কোণ B, কোণ C, কোণ D, কোণ E এবং কোণ F এর মানও আলাদা আলাদা।



চিত্র নং - ১০. ১৫ (ট্রাইমেট্রিক প্রজেকশনে তল ও অক্ষের অবস্থান)

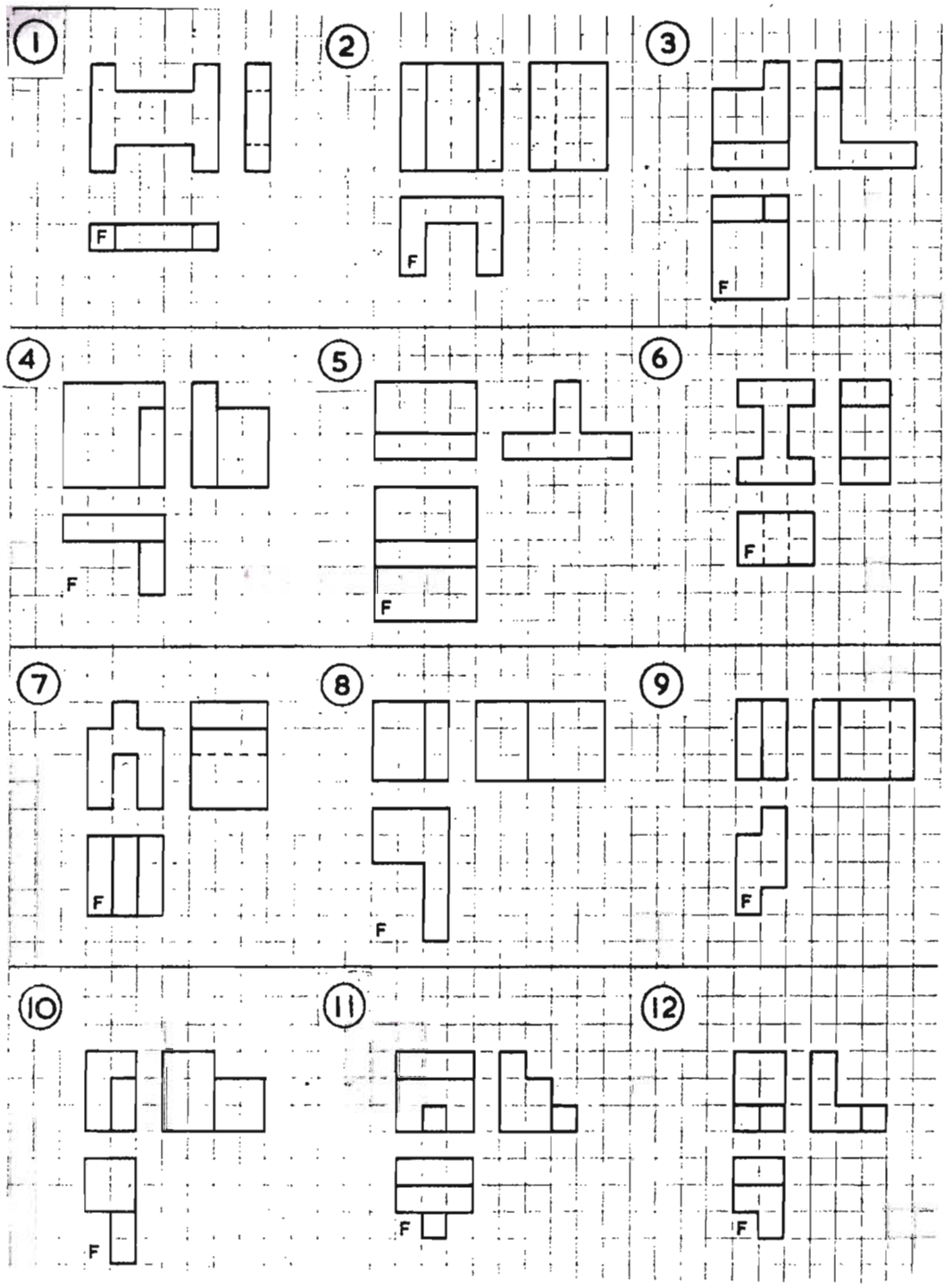
প্রশ্নমালা

১. প্রজেকশন ড্রইং বলতে কী বোঝায় ?

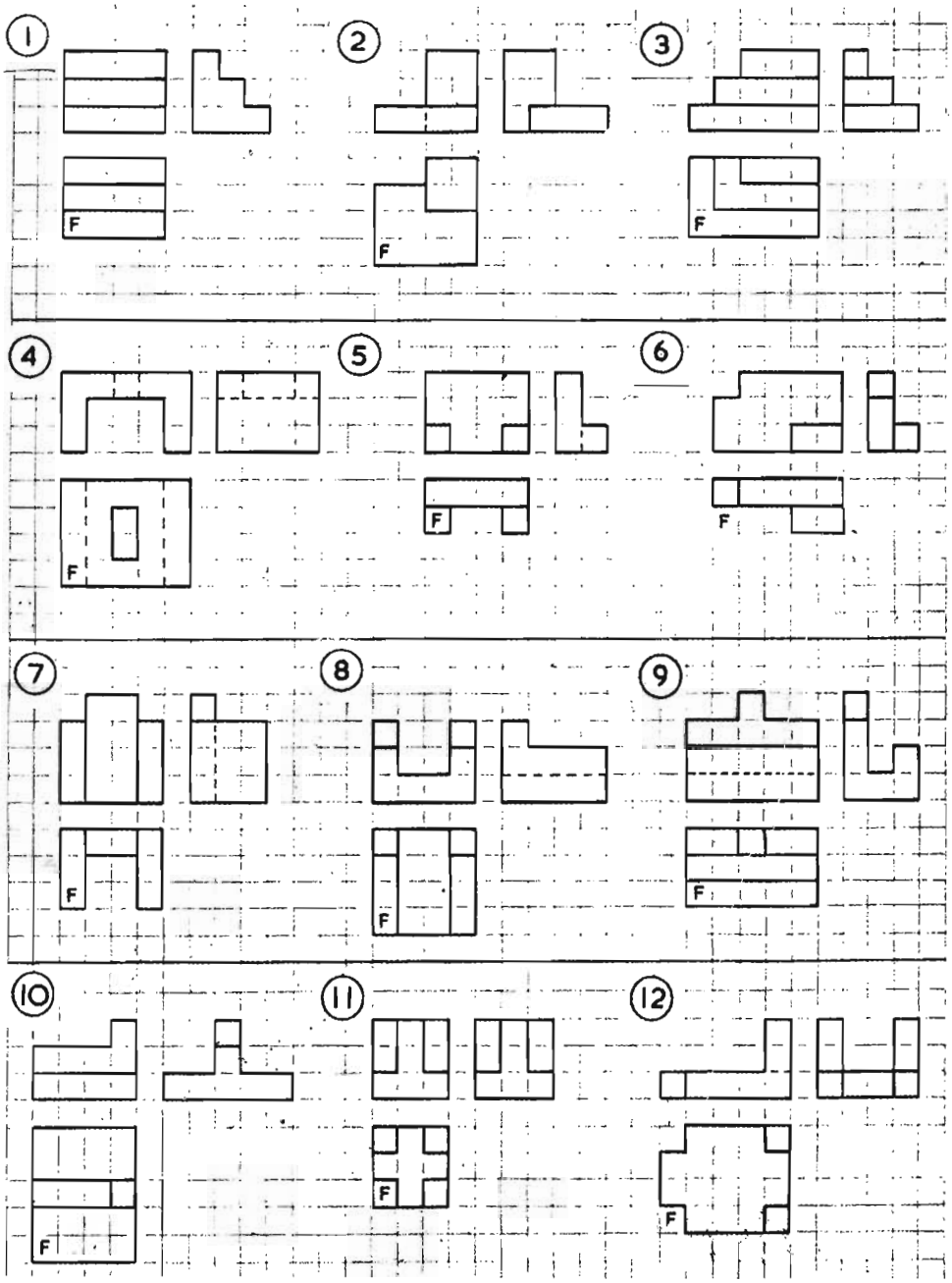
২. 1st অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন এবং 3rd অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন এর বৈশিষ্ট্যগুলো উল্লেখ কর।

৩. অর্থোগ্রাফিক, আইসোমেট্রিক ও অবলিক প্রজেকশন এর পার্থক্য বিশ্লেষণ কর।

অনুশীলনী-১ ঃ নিচের চিত্রগুলোর আইসোমেট্রিক ভিউ অংকন কর এবং এর ফার্স্ট অ্যাঙ্গেল ও থার্ড অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন অংকন কর।

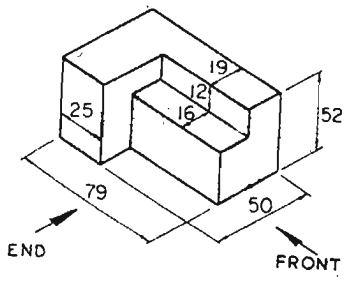


অনুশীলনী-২ ঃ নিচের চিত্রগুলোর আইসোমেট্রিক ভিউ অংকন কর এবং এর ফার্স্ট অ্যাঙ্গেল ও থার্ড অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন অংকন কর।

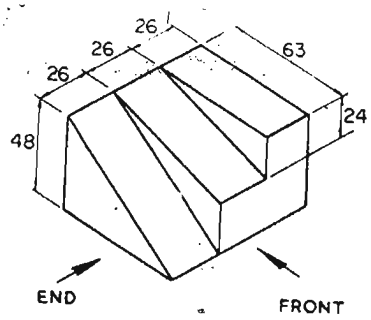


অনুশীলনী-৩ ঃ নিচের চিত্রগুলোর আইসোমেট্রিক ভিউ অংকন কর এবং এর ফার্স্ট অ্যাঙ্গেল ও থার্ড অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন অংকন কর।

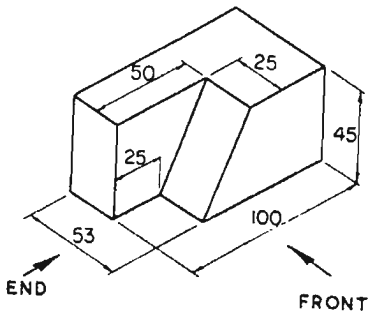
1


19
12
25
16
52
79
50
END
FRONT

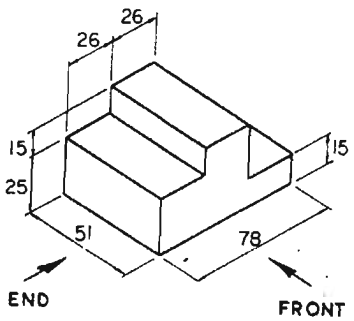
2


26
26
26
63
24
48
END
FRONT

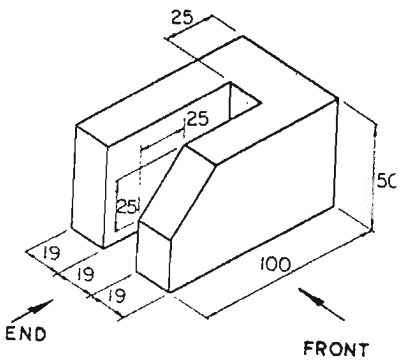
3


50
25
25
45
53
100
END
FRONT

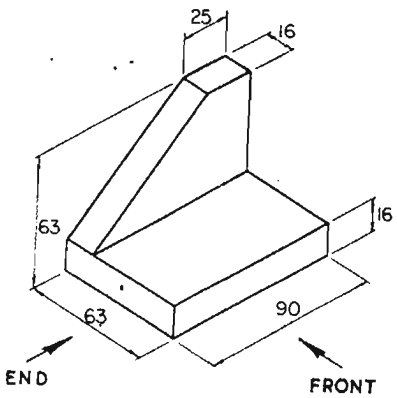
4


26
26
15
25
15
51
78
END
FRONT

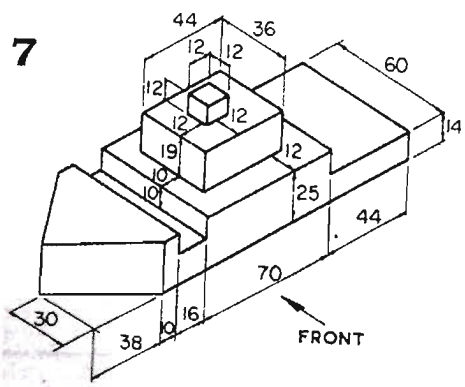
5


25
25
25
50
19
19
19
100
END
FRONT

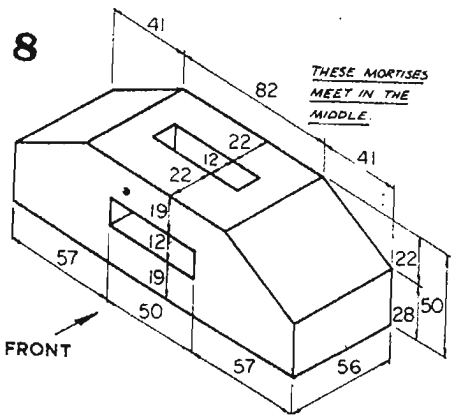
6

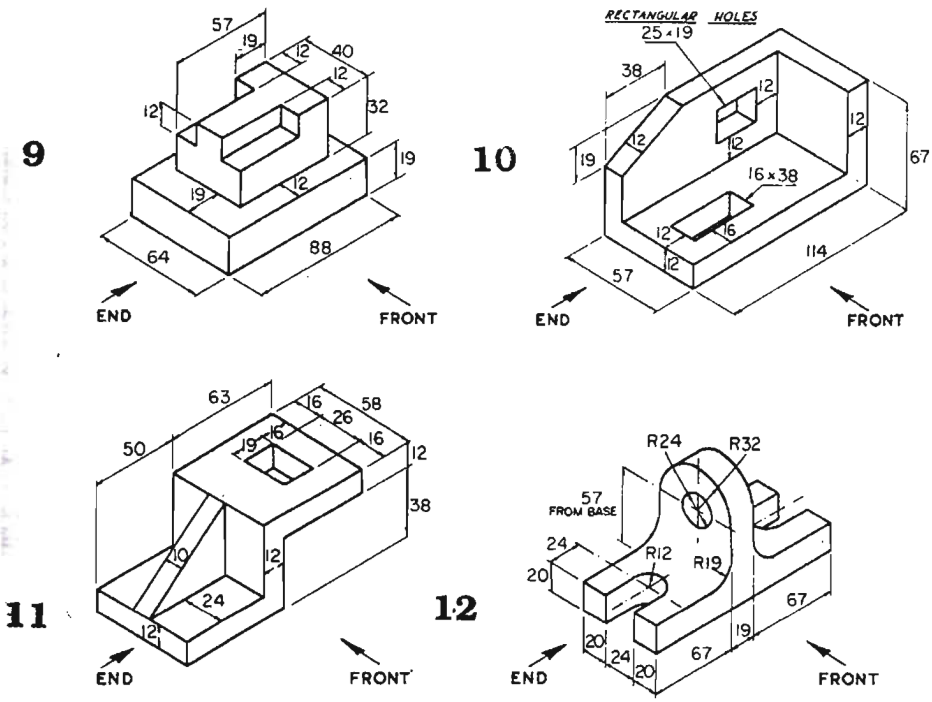

25
16
63
16
63
90
END
FRONT

7

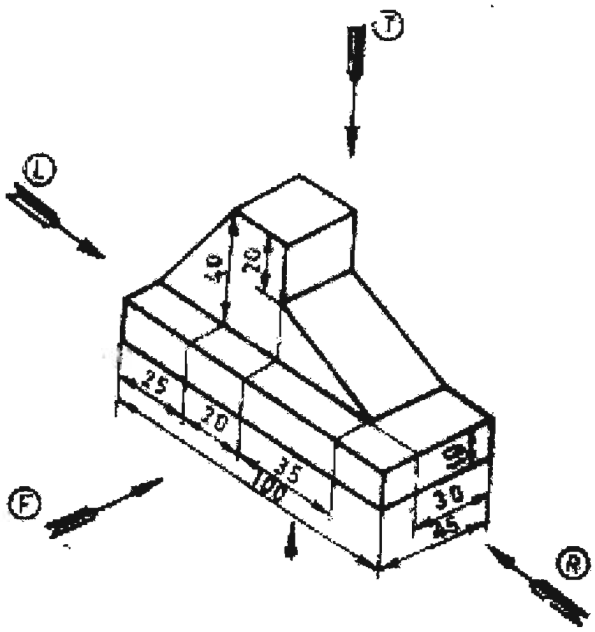

44
36
12
12
12
12
12
60
14
19
12
10
10
25
44
70
30
38
10
16
FRONT

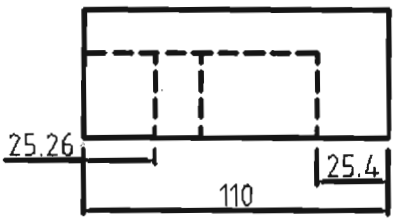
8


41
82
THESE MORTISES MEET IN THE MIDDLE.
22
12
22
41
19
12
57
19
22
50
28
50
57
56
FRONT

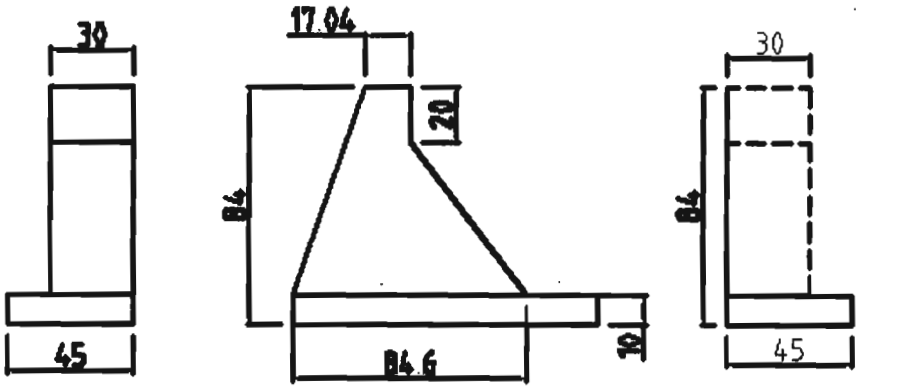


অনুশীলনী–৪ ঃ নিচের চিত্রটির একটি আইসোমেট্রিক ভিউ অংকন কর এবং এর ফার্স্ট অ্যাঙ্গেল ও থার্ড অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন অংকন কর।

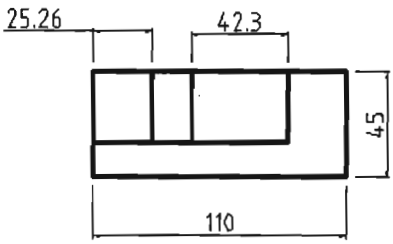




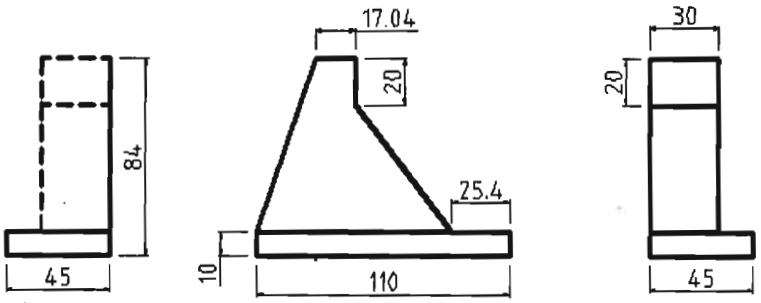
BOTTOM VIEW



RIGHTSIDE VIEW FRONT VIEW LEFTSIDE VIEW

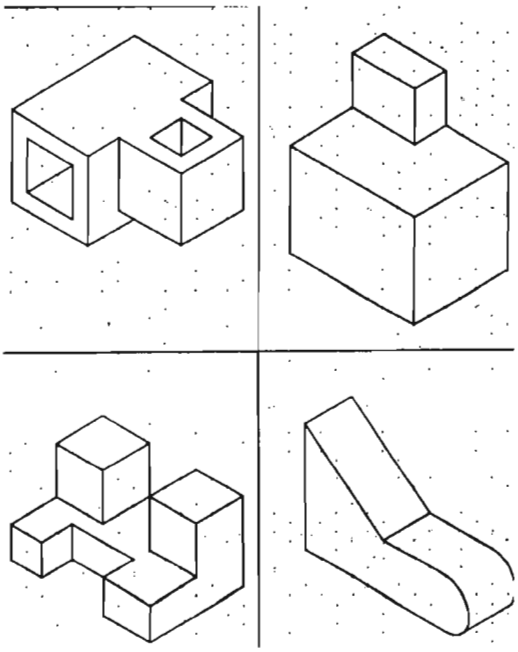


TOP VIEW

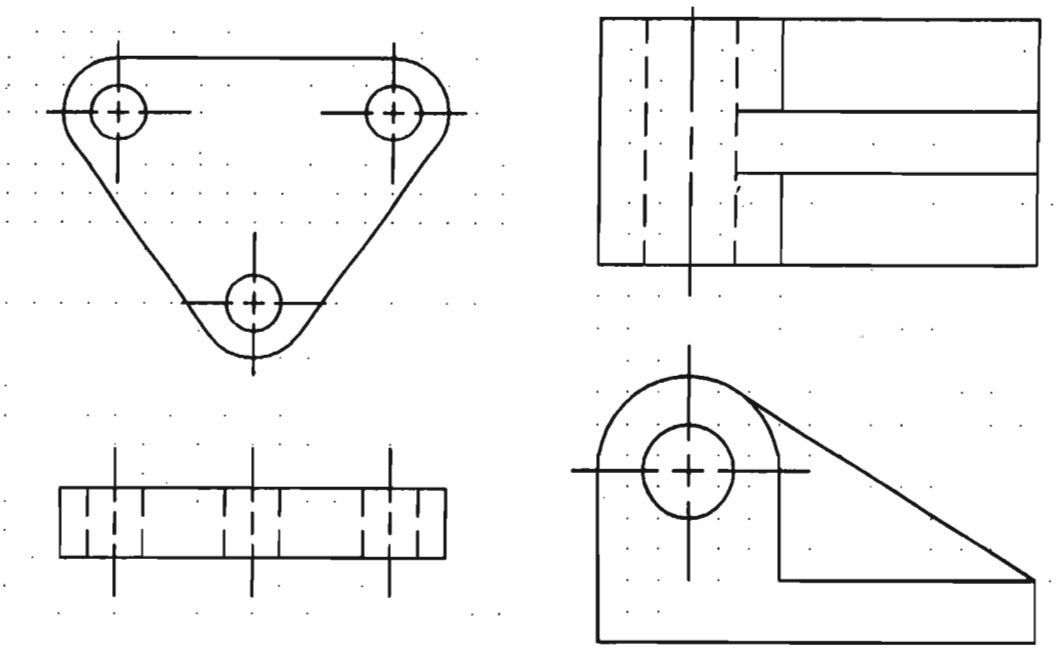


LEFTSIDE VIEW FRONT VIEW RIGHTSIDE VIEW

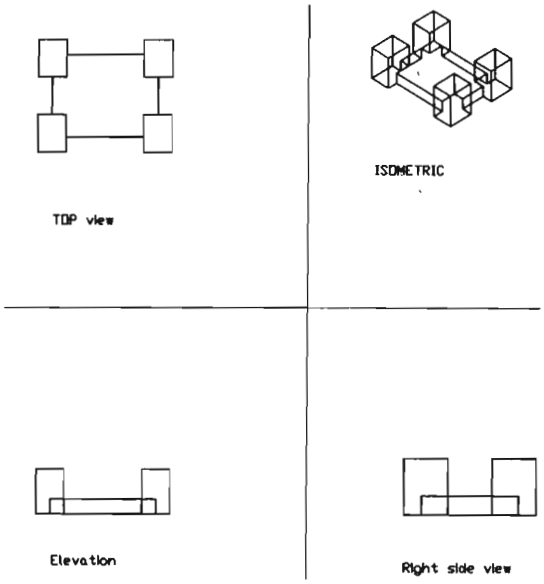
অনুশীলনী–৫ ঃ নিচের আইসোমেট্রিক ভিউ থেকে থার্ড অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন পদ্ধতিতে প্লান, এলিভেশন এবং সাইড ভিউ অংকন কর।



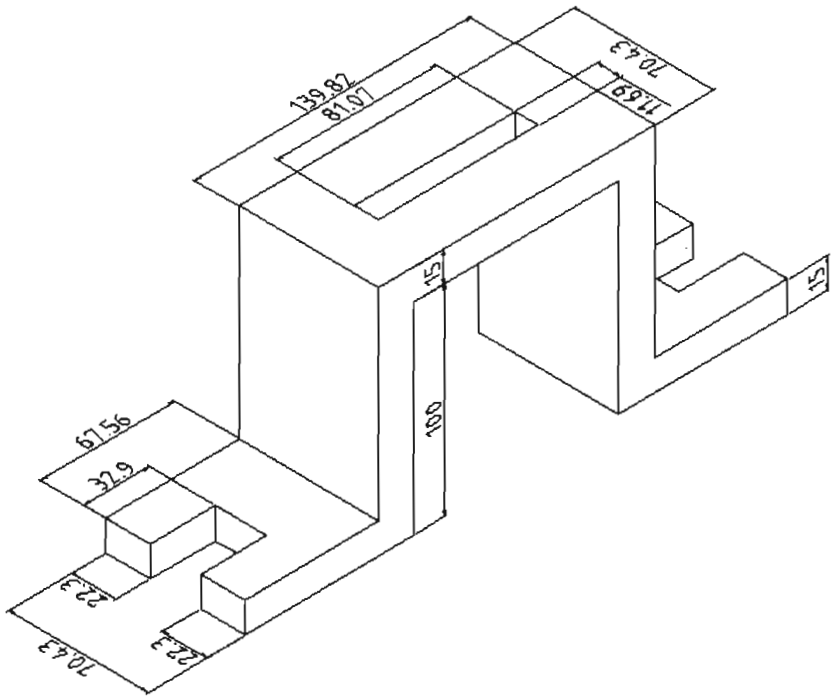
অনুশীলনী – ৬ ঃ নিচের প্লান, এলিভেশন এবং সাইড ভিউ থেকে আইসোমেট্রিক ভিউ অংকন কর।

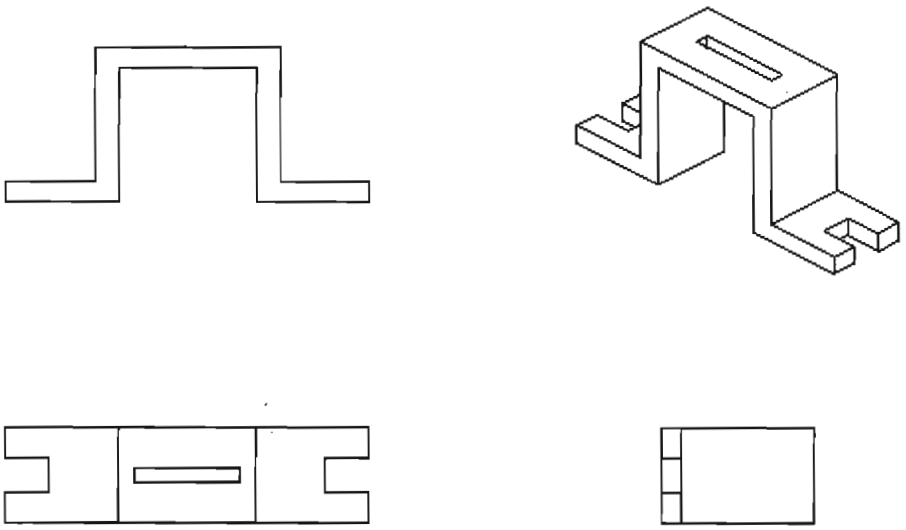


অনুশীলনী – ৭ ঃ নিচের আইসোমেট্রিক ভিউ থেকে ফার্স্ট অ্যাঙ্গোল পদ্ধতিতে প্লান, এলিভেশন এবং সাইড ভিউ অংকন কর।

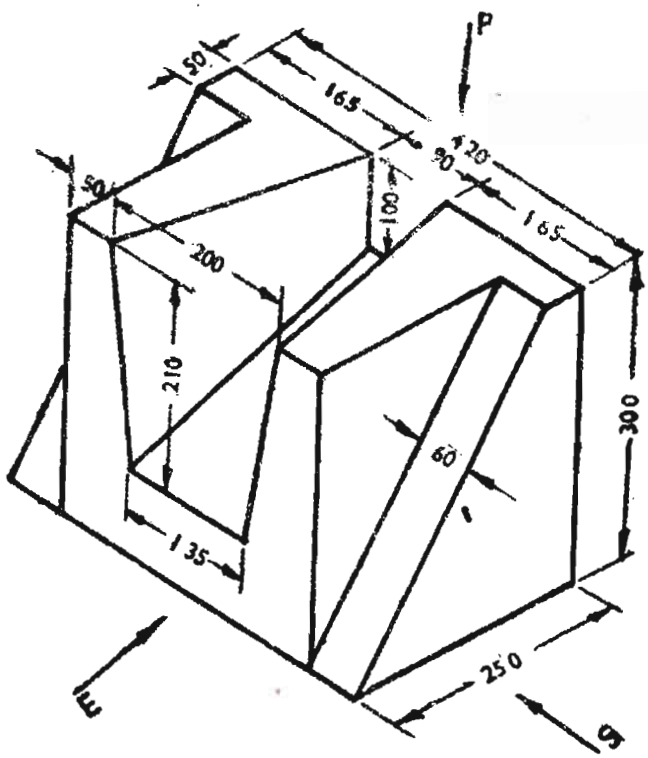


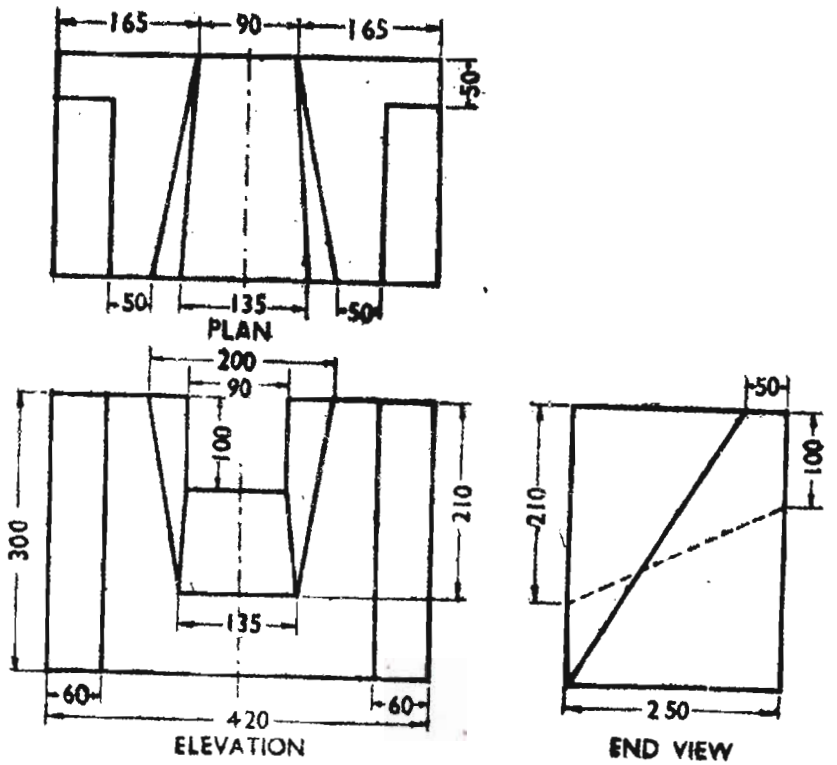
অনুশীলনী – ৮ ঃ নিচের আইসোমেট্রিক ভিউ থেকে থার্ড অ্যাঙ্গোল পদ্ধতিতে প্লান, এলিভেশন এবং সাইড ভিউ অংকন কর।



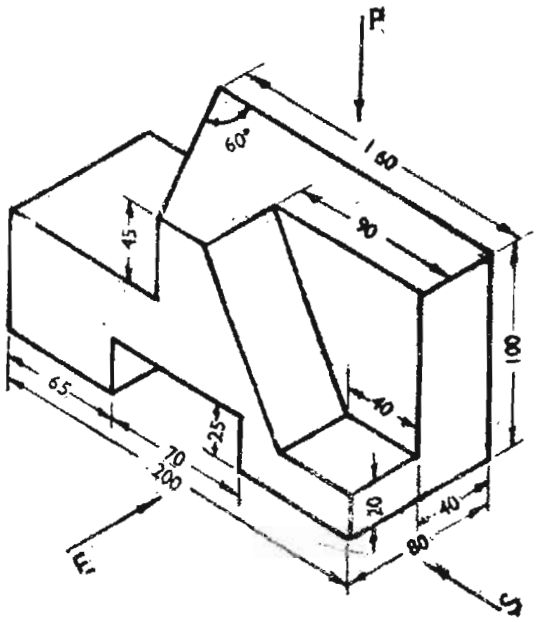


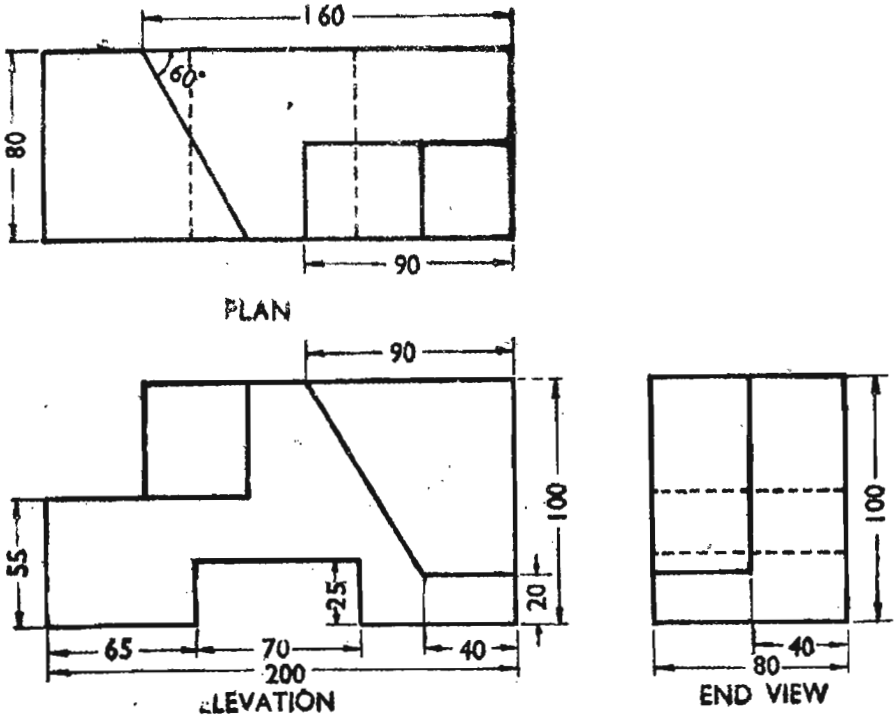
অনুশীলনী – ৯ ঃ নিচের আইসোমেট্রিক ভিউ থেকে থার্ড অ্যাঙ্গেল পদ্ধতিতে প্লান, এলিভেশন এবং সাইড ভিউ অংকন কর।



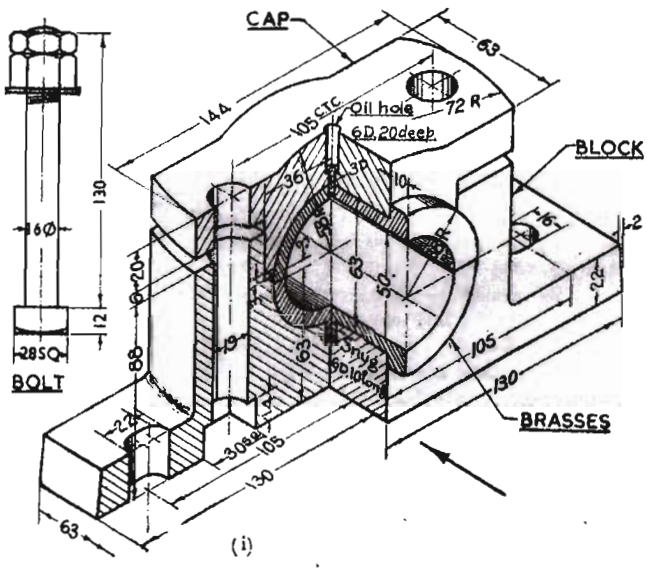


অনুশীলনী – ১০ ঃ নিচের আইসোমেট্রিক ভিউ থেকে থার্ড অ্যাঙ্গেল পদ্ধতিতে প্লান, এলিভেশন এবং সাইড ভিউ অংকন কর।





অনুশীলনী – ১১ ঃ নিচের চিত্রে প্লাম্বার বক্সের আইসোমেট্রিক ভিউ থেকে ফার্স্ট অ্যাঙ্গেল পদ্ধতিতে প্লান, এলিভেশন এবং সাইড ভিউ অংকন কর।



চিত্র নং-১০.৭ ঃ পিকটোরিয়াল ভিউ অব প্লাম্বার বক্স।

অধ্যায় – ১১

ওয়ার্কিং ড্রইং
(Working Drawing)

১১.০ সূচনা (Introduction) ঃ

কোন নির্মাণ কাজ বাস্তবায়ন বা যন্ত্রাংশ উৎপাদনের জন্য সংশ্লিষ্ট কাজের ওয়ার্কিং ড্রইং-এর প্রয়োজন হয়। ওয়ার্কিং ড্রইং-এ এমন সব তথ্য দেয়া থাকে যা দেখে মেশিন, যন্ত্রপাতি বা অন্য যে কোন সামগ্রী সহজে তৈরি করা যায়। একটি মেশিন অনেকগুলো যন্ত্রাংশের সমন্বয়ে গঠিত। ওয়ার্কিং ড্রইং-এ প্রতিটি যন্ত্রাংশের প্লান, এলিভেশন, সেকশন ভিউ এবং কোন কোন সময় ওগজিলিআরি (Auxiliary) ভিউ সরবরাহ করা হয়। এতে মাপ, বিস্তারিত বিবরণের জন্য নোটও দেওয়া থাকে, ফলে অংকিত সামগ্রী তৈরির কাজ সহজ হয়।

১১.১ ওয়ার্কিং ড্রইং (Working Drawing) ঃ

ওয়ার্কিং ড্রইং-এর অপর নাম কনস্ট্রাকসন ড্রইং। ওয়ার্কিং ড্রইং-এর দুটি ভাগ আছে। যথা-

১। ডিটেল ড্রইং এবং
২। অ্যাসেম্বলি ড্রইং।

১১.২ ডীটেল ড্রইং ও অ্যাসেম্বলি (Detail Drawing &Assembly Drawing) ঃ

ডিটেল ড্রইং ঃ একটি মেশিনের বিভিন্ন যন্ত্রাংশ তৈরি বা উৎপাদনের জন্য অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশনের টপ, ফ্রন্ট ও সাইড ভিউ এর তথ্যগুলো যথেষ্ট বলে বিবেচিত নাও হতে পারে। সেক্ষেত্রে যন্ত্রের কোন কোন জটিল অংশের খুঁটিনাটি বিষয় বিস্তারিতভাবে দেখানোর জন্য যে ড্রইং করা হয় তাকে ডিটেল ড্রইং বলে। যন্ত্রাংশ তৈরি বা মেরামতের জন্য এ ধরনের ড্রইং-এ যথেষ্ট তথ্য দেয়া থাকে।

একটি ডিটেল ড্রইং-এ যে সকল তথ্য সরবরাহ করা হয় তা নিচে উল্লেখ করা হল-

১। যন্ত্র বা যন্ত্রাংশের প্রয়োজনীয় প্রজেকশন ড্রইং।
২। প্রতিটি অংশের মাপ, প্রয়োজনে টলারেন্সসহ মাপ।
৩। যন্ত্র বা যন্ত্রাংশের বিস্তারিত বর্ণনা, যন্ত্রাংশ তৈরিতে কি ধরনের মেটিরিয়াল ব্যবহার করা হবে, তাপীয় প্রক্রিয়া কেমন হবে, সারফেস ফিনিশ কি রকম হবে ইত্যাদি তথ্য দেয়া থাকে। প্রয়োজনে সংক্ষিপ্ত বিবরণের (Note) মাধ্যমে বাড়তি তথ্য দেয়া যেতে পারে।
৪। অন্যান্য তথ্যের মধ্যে থাকবে-
   (ক) মেশিন পার্টসের সংখ্যা,
   (খ) ড্রইং স্কেল,
   (গ) প্রজেকশন পদ্ধতি,
   (ঘ) পার্ট নম্বর,
   (ঙ) নকশাকারীর / ড্রাফটম্যানের নাম, নিয়ন্ত্রণকারী / নিরীক্ষকের নাম, অনুমোদনকারীর নাম ও স্বাক্ষর এবং
   (চ) তারিখ।
৫। কোম্পানীর নাম, ড্রইং শীট সাইজ, শীট সংখ্যা, কোন প্রকার সংস্করণ হয়ে থাকলে তার তারিখসহ উল্লেখ করতে হবে।

অ্যাসেম্বলি ড্রইং (Assembly Drawing) ঃ

আমরা জানি, একটি যন্ত্র বেশ কিছু যন্ত্রাংশের সমন্বয়ে গঠিত। যন্ত্রাংশগুলো অবস্থান কোথায় হবে বা কোনটির পর কোনটি থাকবে তা সহজে বোঝার জন্য অ্যাসেম্বলী ড্রইং-এর প্রয়োজন হয়। যন্ত্র আকার আয়তনে বড় হলে এবং জটিল প্রকৃতির হলে যন্ত্রকে সংযোজনের সুবিধার্থে সাব-অ্যাসেম্বলি ড্রইং দ্বারা উপস্থাপন করা হয়। পরবর্তীতে সাব-অ্যাসেম্বলি ড্রইংগুলো একীভূত করে অ্যাসেম্বলি ড্রইং পাওয়া যায়।

অ্যাসেম্বলি ড্রইংকে সাধারণত সেকশনাল ভিউ দ্বারা উপস্থাপন করা হয়। সেকশনাল ভিউ দিয়ে উপস্থাপন করার উদ্দেশ্য হল ড্রইং-এ হিডেন লাইন না রাখা। এর ফলে যন্ত্রের ভিতরাংশ পর্যন্ত দেখা যায়। এ ধরনের ড্রইং-এ প্রতিটি যন্ত্রাংশ পার্ট নম্বর দিয়ে চিহ্নিত করা থাকে। এই নম্বরগুলো বৃত্ত দিয়ে ঘেরা থাকে। বৃত্ত ঘেরা নম্বরগুলো লিডার দিয়ে চিহ্নিত করা হয়। ড্রইং শীটের ডানে নিচের দিকে মেশিন পার্টসের একটি তালিকার মাধ্যমে যন্ত্রাংশের পার্ট নম্বর, পার্টসের নাম, মেটেরিয়াল এবং যন্ত্রাংশের সংখ্যা ইত্যাদি তথ্য সরবরাহ করা হয়।

মেটিরিয়াল লিষ্ট ছাড়াও একটি রিভিশন টেবিল থাকে। কোন সময় যন্ত্রাংশের ডিজাইন পরিবর্তন করলে তার সকল তথ্য রিভিশন টেবিলে লিপিবদ্ধ করা হয়। অ্যাসেম্বলি ড্রইং-এ কোন প্রকার পরিমাপ দেয়া থাকে না। কিন্তু কোন কোন ক্ষেত্রে কেবলমাত্র যন্ত্রাংশগুলোর সেন্টার থেকে সেন্টার দূরত্ব দিয়ে চিহ্নিত করা থাকে অথবা যন্ত্রের বাইরের মাপগুলো দেয়া হয়।

১১.৩ উৎপাদন ক্ষেত্রে ওয়ার্কিং ড্রইং (Working Drawing in production process) ঃ

পূর্বেই বলা হয়েছে যে , ওয়ার্কিং ড্রইং-এর অপর নাম কনস্ট্রাকসন ড্রইং এবং এর দুটি অংশ আছে। অংশগুলো হচ্ছে-

১। ডিটেল ড্রইং এবং

২। অ্যাসেম্বলি ড্রইং।

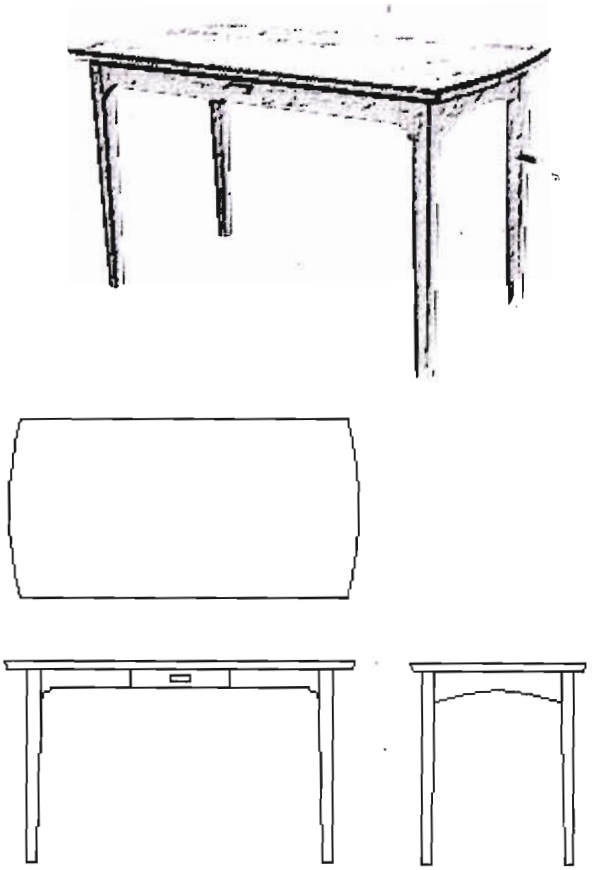
ডিটেল ড্রইং এর তথ্য দিয়ে বস্তু সম্বন্ধে খুঁটিনাটি বোঝা যায়। ফলে বস্তুর নির্মাণ কাজ সহজ হয়। অপরদিকে, অ্যাসেম্বলি ড্রইং দেখে উৎপাদিত যন্ত্রাংশগুলো সহজে সংযোজন করা যায়। উপরোক্ত সুবিধার জন্য শিল্প-কলকারখানায় উৎপাদন ক্ষেত্রে বা মেরামতে ওয়ার্কিং ড্রইং ব্যবহার করা হয়। ওয়ার্কিং ড্রইং ছাড়া কোন মেশিন নির্মাণের কথা চিন্তাই করা যায় না।

১১.৪ ওয়ার্কিং ড্রইং–এর প্রয়োজনীয়তা (Working Drawing in production process) ঃ

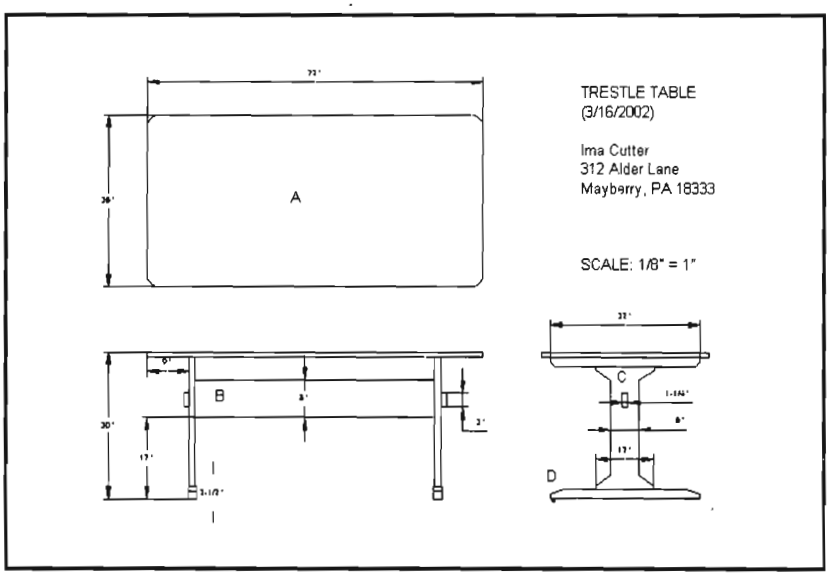
ওয়ার্কিং ড্রইং-এ একটি মেশিন, যন্ত্র বা যন্ত্রাংশ নির্মাণের সকল প্রকার তথ্য দেওয়া থাকে। এতে নির্মাণ কাজ সহজ হয়। সময় বাঁচে ফলে উৎপাদন খরচ কম হয়। শিল্প-কারখানায় উৎপাদন ছাড়াও মেরামতে ওয়ার্কিং ড্রইং এর প্রয়োজন পড়ে। উৎপাদিত বস্তুর ডিজাইন মোডিফাই বা বদলানোর জন্য ওয়ার্কিং ড্রইং-এর প্রয়োজন হতে পারে।

১১.৪.১ প্রজেক্ট ওয়ার্ক (Project Work) ঃ

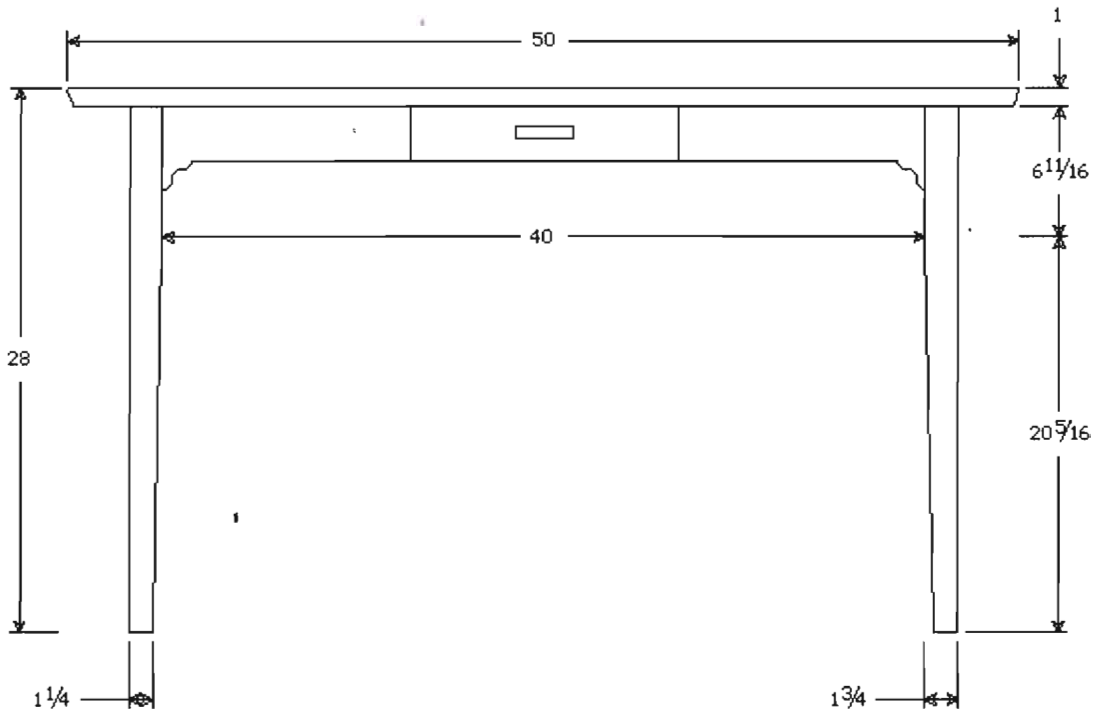
এ পর্বে কাঠের টেবিল তৈরির একটি প্রকল্প নেয়া হল। কাঠের টেবিল কেমন হবে তার একটি ফ্রি হ্যান্ড স্কেচ তৈরি করা হল। এখন টেবিল তৈরি করার জন্য একটি ওয়ার্কিং ড্রইং দরকার যা দেখে এর কাঠামো তৈরি করা যাবে এবং টেবিল তৈরি করতে কতটুকু মালামাল লাগবে বা অন্যান্য খরচ কত হবে তা বের করা যাবে। চিত্র নং-১১.১-এ টেবিলের ফ্রি হ্যান্ড স্কেচ দেখান হল। নিচের ছবিতে টেবিলের একটি অর্থোগ্রাফিক স্কেচ দেখানো হয়েছে।



চিত্র নং-১১.১



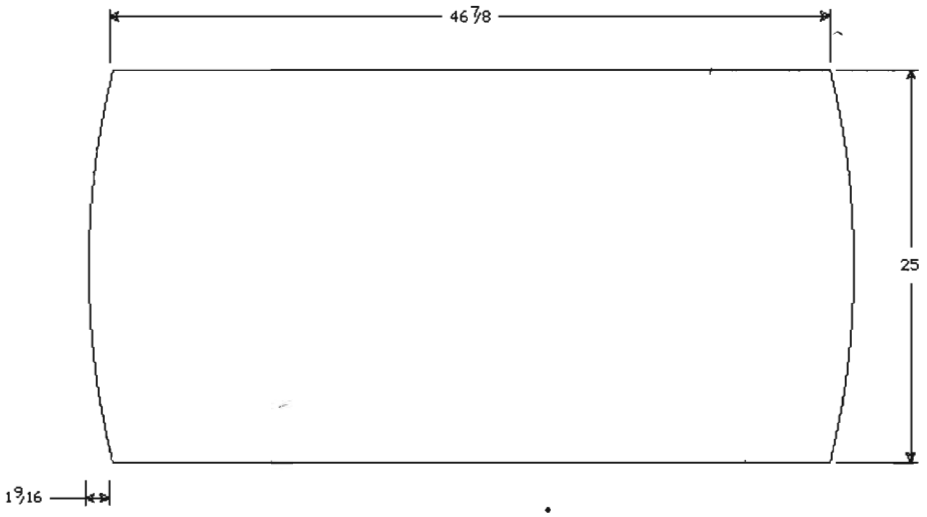
চিত্র নং - ১১.২ (অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন)



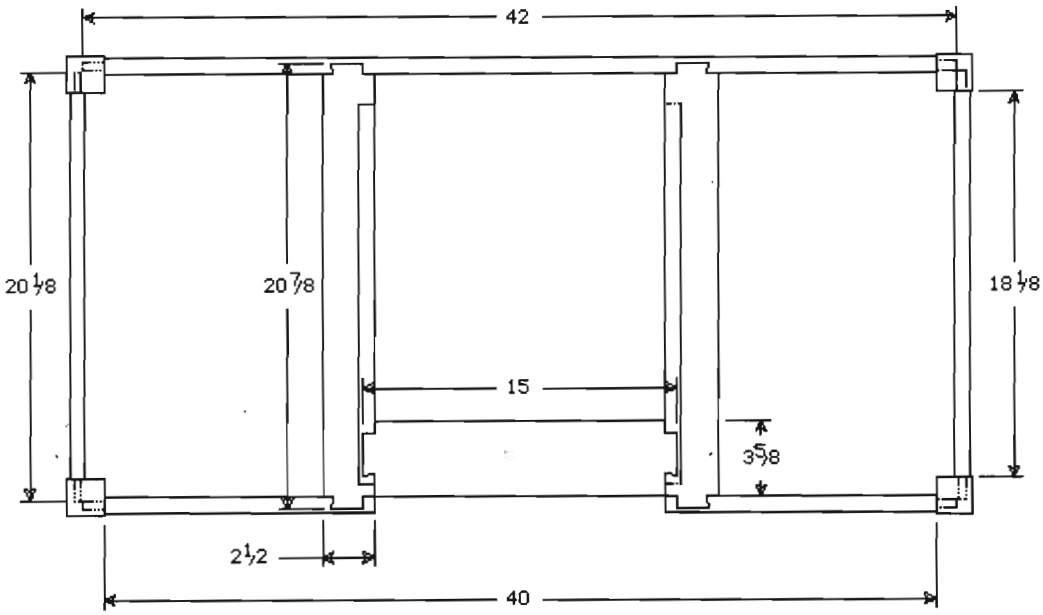
Copyright (c) 2000 Todd C. Peterson. All rights reserved.

চিত্র নং - ১১.৩ (ফ্রন্ট ভিউ)

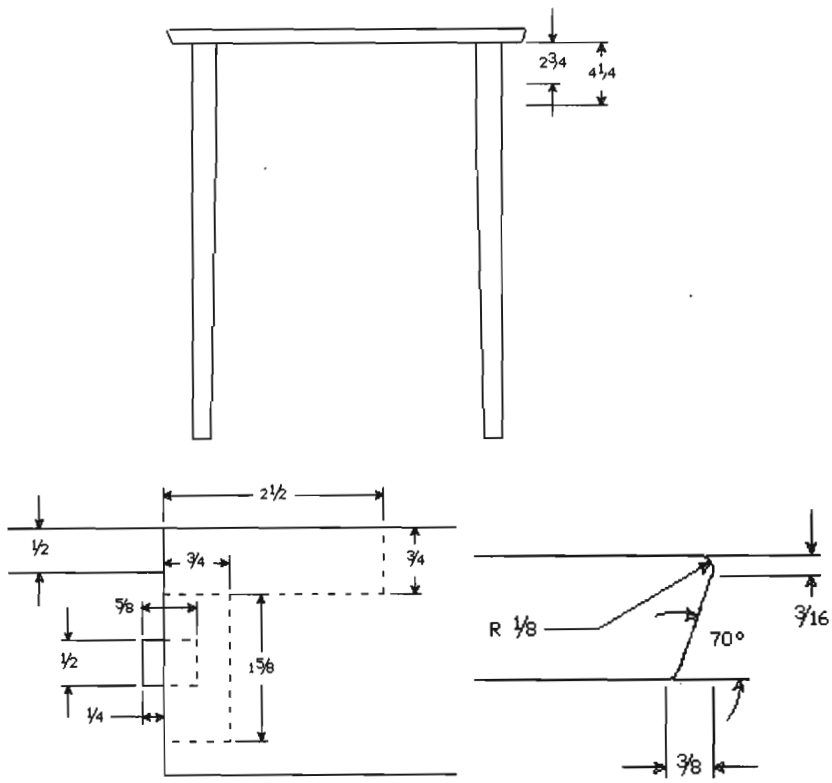
নিচের ছবিতে টেবিল টপের ডিটেইল ড্রইং দেখানো হয়েছে ঃ



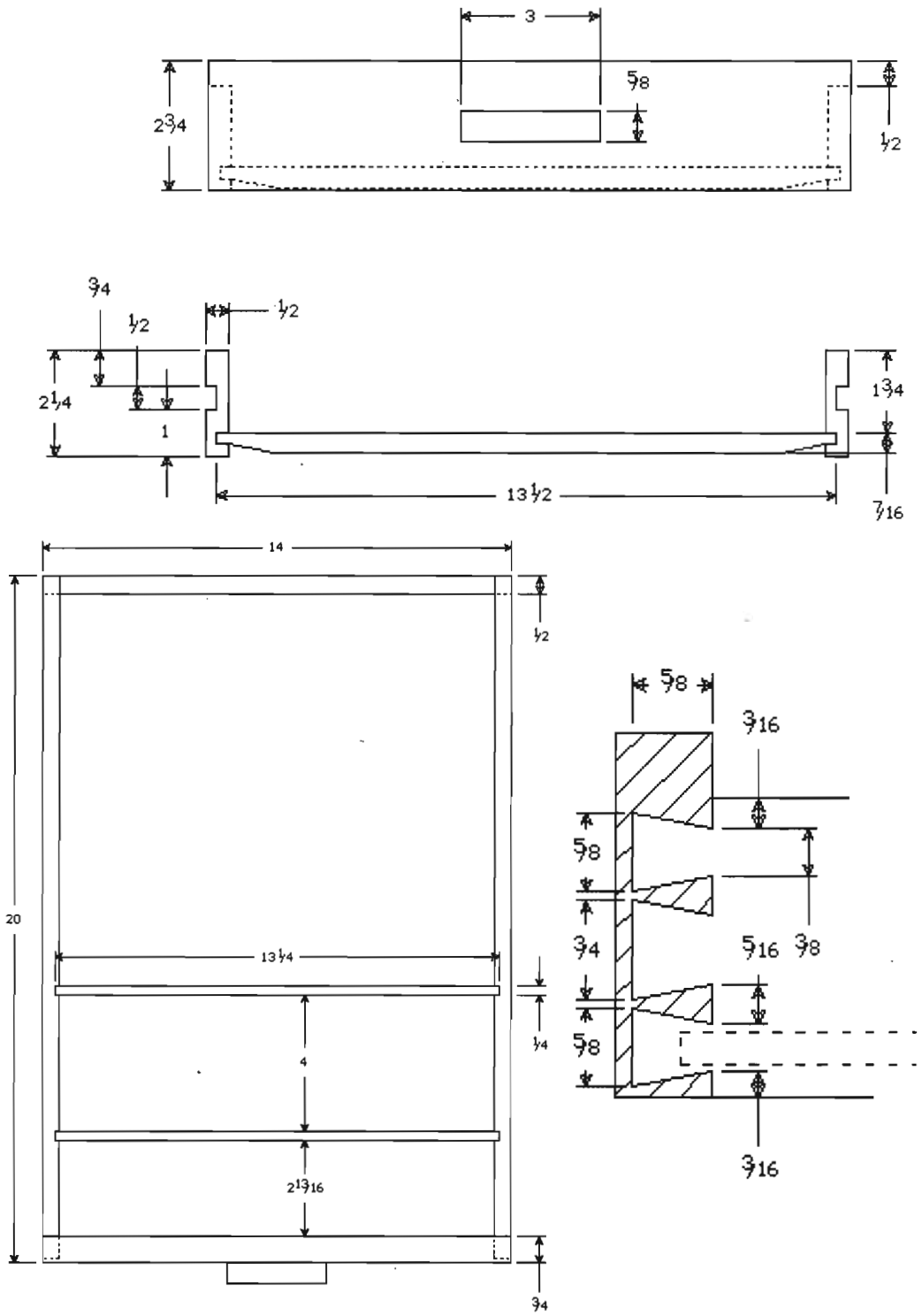
চিত্র নং - ১১.৪ ঃ (টেবিল টপের ডিটেল ড্রইং)



চিত্র নং - ১১.৪ ঃ (টেবিল টপের ডিটেল ড্রইং)



চিত্র নং - ১১.৫ ঃ (টেবিল টপ কর্ণারের ডিটেল ড্রইং)



চিত্র নং - ১১.৬ ঃ (ড্রয়ার হাউজিং ডিটেল ড্রইং)

প্রশ্নমালা

১. ওয়াকিং ড্রইং কাকে বলে ?

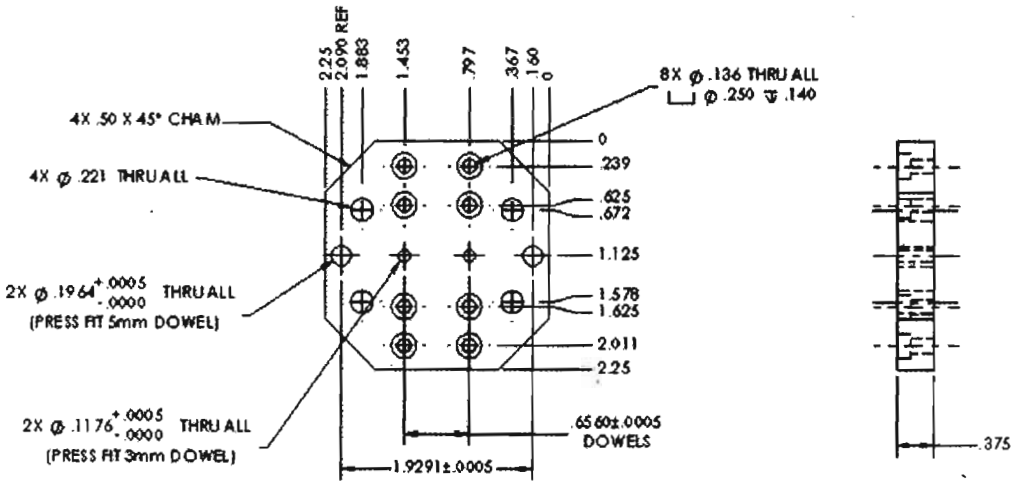
২. ওয়াকিং ড্রইং এর সাথে অন্য যেসব ড্রইং থাকবে তার নাম বল।

৩. ডিটেল ড্রইং কাকে বলে ?

৪. নিচের চিত্র (ক) অনুসারে যন্ত্রাংশের ডিটেল ড্রইং অংকন কর।

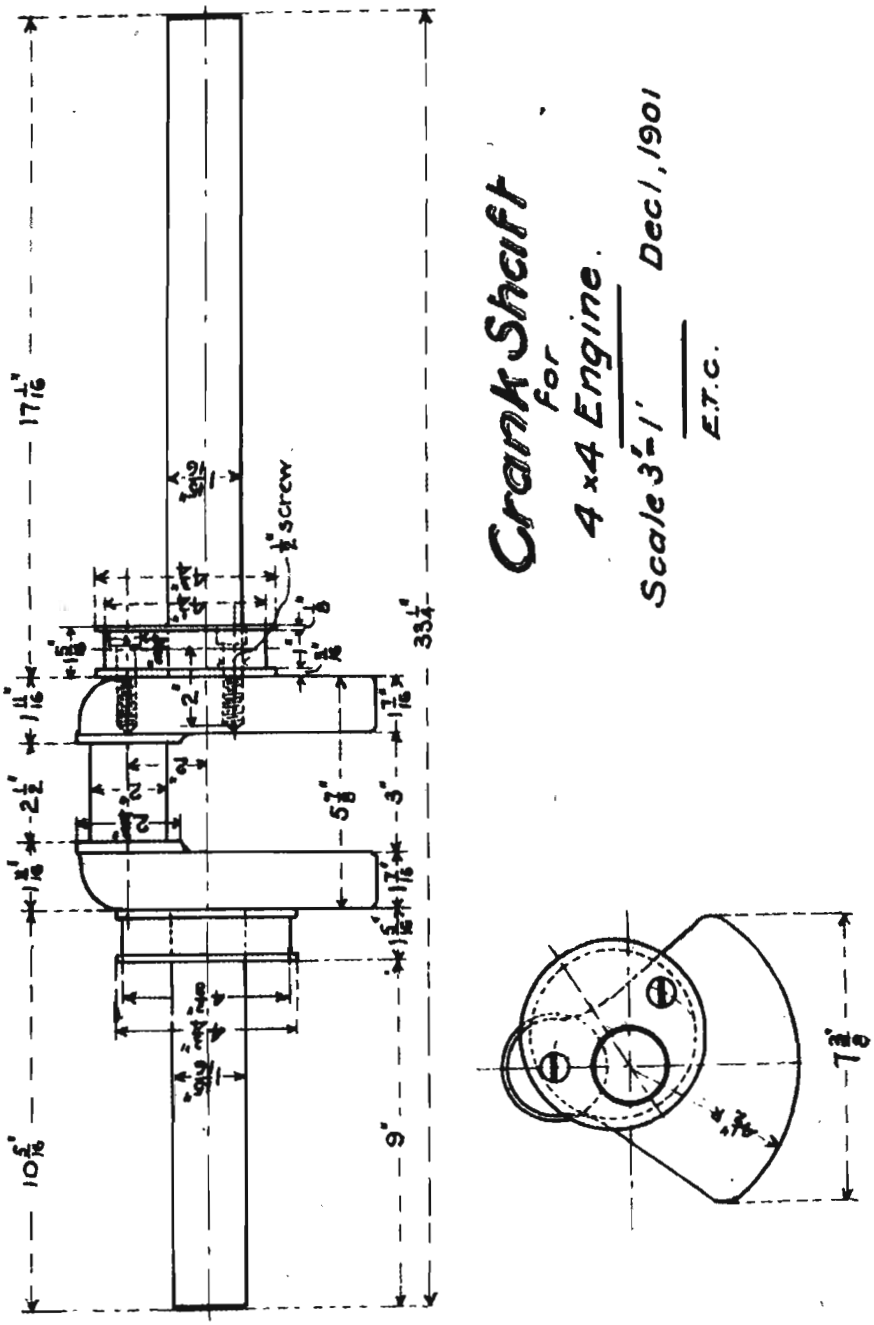
৫. অ্যাসেম্বলি ড্রইং-এ সেকশনাল ভিউ-এর উপস্থিতির বিষয়টি বিশ্লেষণ কর।

অনুশীলনী–১ ঃ নিচের চিত্রটির ডিটেল ড্রইং অংকন কর।



চিত্র নং - ১১.৭ ঃ (যন্ত্রাংশের ডিটেল ড্রইং)

অনুশীলনী–২ ঃ নিচের চিত্রটির ডিটেল ড্রইং অংকন কর।



চিত্র নং - ১১.৬ ঃ (ক্রাঙ্ক শ্যাফটের ডিটেল ড্রইং)

অধ্যায় – ১২

ঘন বস্তুর ড্রইং
(Drawing of Solid Objects)

১২.০ সূচনা (Introduction) ঃ

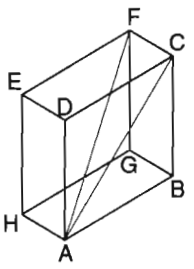
ঘন বস্তুর দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা আছে। সুতরাং ঘন বস্তুকে ত্রিমাত্রিক বস্তু বলা যায়। ত্রিমাত্রিক বস্তু অংকনে তিনটি অক্ষের দরকার হয়। ঘন বস্তু কয়েকটি তলের সমন্বয়ে গঠিত। এ অধ্যায়ে প্রিজম ও পিরামিড, সিলিন্ডার ও কৌণ এবং এদের উচ্চতা ও কৌণিক উচ্চতা নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে।।

ঘনক (Cube) ঃ

যে ঘনবস্তুর দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতা সমান হলে, তাকে ঘনক বলে। ঘনকে ছয়টি তল আছে এবং তলগুলো পরস্পরের সাথে সমকোণে অবস্থিত। এর আটটি শীর্ষ বিন্দু ও ১২টি কিণারা (Edge) আছে।

১২.১ নং চিত্রে একটি ঘনক দেখানো হয়েছে যার দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতা = a,

∴ ঘনকটির প্রতিটি তলের ক্ষেত্রফল = a × a = a2, ঘনকটির সমগ্র তলের ক্ষেত্রফল = 6a2 বর্গ একক। ঘনক এর আয়তন বা ঘনফল = a × a× a = a3 ঘন একক।



আয়তকার ঘনবস্তু ABCDEFGH

[চিত্র -১২.১ (ক)]

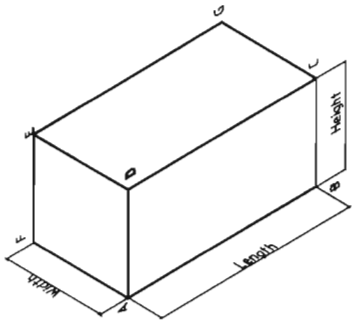
উদাহরণ ঃ কোন একটি ঘনকের দৈর্ঘ্য ৩ ফুট, প্রস্থ ৩ ফুট এবং উচ্চতা ৩ ফুট হলে উহার আয়তন কত ?

আমরা জানি, ঘনকের আয়তন = দৈর্ঘ্য × প্রস্থ × উচ্চতা।

অতএব, ঘনকের আয়তন = ৩ ফুট × ৩ ফুট × ৩ ফুট = ৯ ঘনফুট

৯ ঘনফুটকে ইংরেজীতে 9 cubic feet বা সংক্ষেপে 9 cft বলে।

উদাহরণ ঃ ১২.২নং চিত্রে একটি ঘনক দেওয়া আছে, যার দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতা =২ সে.মি.। ঘনকটির সমগ্র তলের ক্ষেত্রফল ও আয়তন কত ?



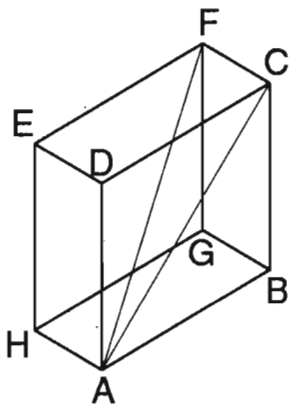
চিত্র নং- ১২.২(ঘনক)

সমাধান ঃ আমরা জানি, ঘনকের সমগ্র তলের ক্ষেত্রফল = 6a2 বর্গ একক।

∴ ঘনকটির সমগ্র তলের ক্ষেত্রফল = ৬ ×২ সে.মি. ×২ সেমি. = ২৪ বর্গ সে,মি.। আমরা আরোও জানি যে, ঘনকের আয়তন = a3 ঘন একক। ∴ ঘনকটির আয়তন = ২সে.মি ×২সে.মি. ×২ সেমি. = ৮ ঘন সে.মি.।

ঘন সেমি. কে ইংরেজিতে cubic centimeter বা সংক্ষেপে cc. বলে।

আয়তকার ঘনবস্তু ও ঘনক সংক্রান্ত পরিমাপ ঃ



আয়তকার ঘনবস্তু ABCDEFGH

চিত্র নং– ১২.৩(ঘন বস্তু)

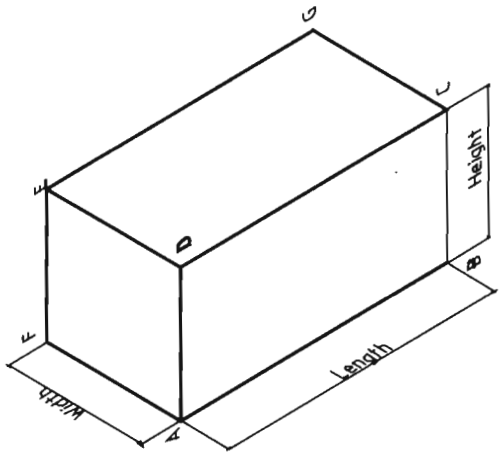
তিন জোড়া আয়তকার তল দ্বারা আবদ্ধ ঘনবস্তুকে আয়তকার ঘনবস্তু বলে। ১২.৩ নং চিত্রে ABCDEFGH একটি আয়তকার ঘনবস্তু দেখানো হয়েছে। আয়তকার ঘনবস্তুটির দৈর্ঘ্য AB = a , প্রস্থ Ad = b এবং উচ্চতা AH = c ধরা হয়েছে।

আয়তকার ঘনবস্তুর সমগ্র তলের ক্ষেত্রফল (Surface Area of Rectangular Solid)

= 2(ABCD তলের ক্ষেত্রফল+ABGH তলের ক্ষেত্রফল+BCFG তলের ক্ষেত্রফল) বর্গ একক = 2(ab+ac+bc) বর্গ একক।

আয়তকার ঘনবস্তুর আয়তন (Volume of Rectangular Solid) ঃ

আয়তকার ঘনবস্তুর আয়তন = (দৈর্ঘ্য ×প্রস্থ ×উচ্চতা) = AB × AF × BC ঘন একক = a×b×c ঘন একক



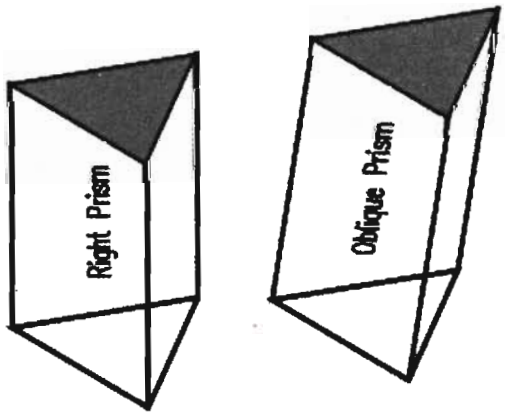
চিত্র নং– ১২.৪ (ঘন বস্তু)

১২.৪ নং চিত্রে একটি আয়তকার ঘনবস্তু দেখানো হল যার দৈর্ঘ্য (length=l),প্রস্থ (width=w)এবং উচ্চতা (height=h) ।

১২.১ প্রিজম ও পিরামিড (Prism& Pyramid) ঃ নিচে প্রিজম ও পিরামিডের বিশদ ব্যাখ্যা দেয়া হল ঃ

১২.১.১ প্রিজম (Prism) ঃ

যে ঘনবস্তুর দুটি প্রান্ত সদৃশ্য, সমতুল্য ও সমান্তরাল এবং পার্শ্বদেশগুলো এক একটি সামন্তরিক তাকে প্রিজম বলে। নিচে চিত্রে একটি সুষম খাড়া এবং একটি তিযর্ক প্রিজম দেখানো হল। ভূমির আকৃতি ভেদে এদের গঠনও ভিন্ন ভিন্ন হয়ে থাকে। (চিত্র নং-১২.১)



চিত্র নং- ১২.১ (রাইট এবং অবলিক প্রিজম)

১২.১.২ সুষম খাড়া প্রিজম (Regular Right Prism) ঃ

যেসকল প্রিজমের ভূমি একটি সুষম বহুভুজ এবং ভূমির কেন্দ্র বিন্দু ও প্রান্ত তলের কেন্দ্র বিন্দুর সংযোজক সরলরেখা ভূমির উপর লম্ব, তাকে সুষম খাড়া (Right) প্রিজম বলে।

১২.১.৩ তির্যক প্রিজম (Oblique Prism) ঃ

যে প্রিজমের ভূমির কেন্দ্র বিন্দু এবং প্রান্ত তলের কেন্দ্র বিন্দুর সংযোজক সরলরেখা লম্ব হয় না, তাকে তির্যক প্রিজম বলে।

প্রিজম এর ঘনফল = ভূমির ক্ষেত্রফল × উচ্চতা ।

ভূমির ক্ষেত্রফল = B এবং উচ্চতা = h হলে, প্রিজম এর ঘনফল $V = B \times h$ ঘন একক।

ভূমির বাহুর দৈর্ঘ্য = s হলে,

প্রিজমের সমগ্র তলের ক্ষেত্রফল = (প্রান্ত তলের ক্ষেত্রফল + পার্শ্বতলের ক্ষেত্রফল)

$=(2B + s \times h)$ বর্গ একক।

১২.১.৪ পিরামিড (Pyramid) ঃ

পিরামিড একটি বহুতলক ঘনবস্তু। এর একটি তল ভূমি এবং অন্য তলগুলো তিনকোণা বা ত্রিভুজাকৃতির। তিনকোণা তলগুলো একটি শীর্ষ বিন্দুতে মিলিত হয়েছে। পিরামিডের ভূমির আকার এবং আকৃতি বিভিন্ন রকম হতে পারে। ত্রিভুজাকৃতি ভূমি বিশিষ্ট পিরামিডকে চতুস্তলক (Tetrahedron) পিরামিড বলে। নিচে চিত্রে বিভিন্ন ধরনের পিরামিড দেখানো হল। (চিত্র নং-১২.২)

পিরামিড এর ঘনফল $= \frac{1}{3} \times$ ভূমির ক্ষেত্রফল × উচ্চতা।

ভূমির ক্ষেত্রফল = B এবং উচ্চতা = h হলে,

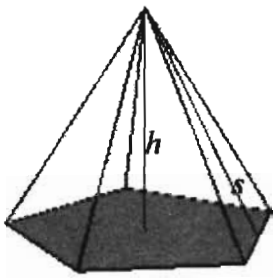
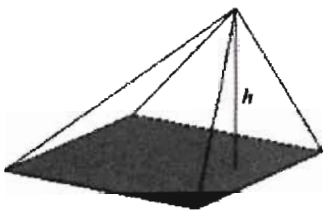
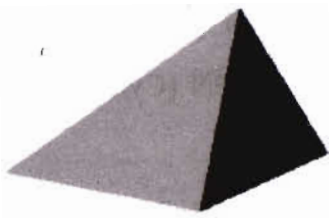
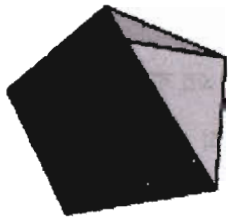
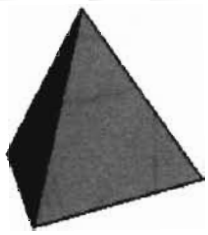
পিরামিড এর ঘনফল $= \frac{1}{3} Bh$ ঘন একক।

সুষম খাড়া পিরামিড এর পার্শ্বতলগুলোর ক্ষেত্রফল $= (\frac{1}{2} \times P \times s)$ বর্গ একক।

যখন P = ভূমির পরিসীমা এবং s = তির্যক উচ্চতা ।

পিরামিড এর সমগ্র তলের ক্ষেত্রফল $= (B + \frac{1}{2} \times P \times s)$ বর্গ একক।

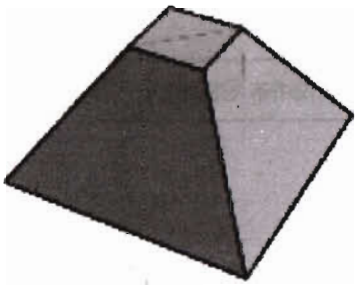
Table 1

ক্রমিক নং	পিরামিডের উচ্চতা h ও তির্যক উচ্চতা s	পিরামিডের রেন্ডার করা বা ভরাট চিত্র
১	সুষম খাঁড়া পিরামিড 	
২	তির্যক পিরামিড 	
৩	ষড়তলক পিরামিড এর মোট ছয়টি তল আছে।	
৪	চতুস্তলক পিরামিড এর মোট চারটি তল আছে।	

চিত্র নং- ১২.২ (বিভিন্ন প্রকার পিরামিড)

১২.১.৫ ছিন্ন–শীর্ষ পিরামিড (Frustum of Pyramid) ঃ

যে পিরামিড এর উপরের অংশ কেটে বাদ দেয়া হয়েছে তাকে ছিন্ন শীর্ষ পিরামিড বলে।(চিত্র নং-১২.৩)



চিত্র নং- ১২.৩ (ছিন্ন-শীর্ষ পিরামিড)

ছিন্ন-শীর্ষ পিরামিড এর ভূমির ক্ষেত্রফল $=A_1$ শীর্ষ তলের ক্ষেত্রফল $= A_2$,

উচ্চতা $= h$ এবং তির্যক উচ্চতা $= s$ হলে,

ছিন্ন-শীর্ষ পিরামিড এর ঘনফল $= \frac{1}{2} h (A_1 + A_2) \sqrt{A_1 \times A_2}$ ঘন একক।

ছিন্ন-শীর্ষ পিরামিড এর পৃষ্ঠদেশের ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2} (P_1 + P_2)s$ বর্গ একক।

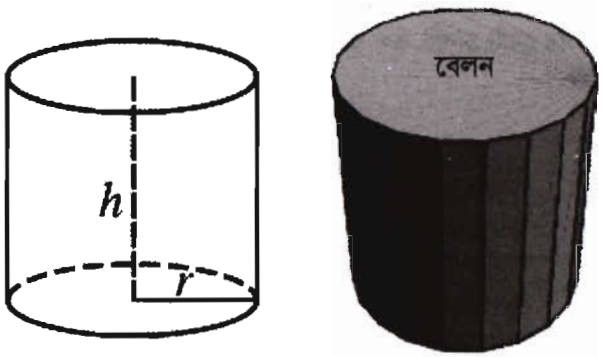
১২.২ সিলিন্ডার ও কৌণ (Cylinder & Cone) ঃ নিচে সিলিন্ডার ও কৌণ সম্পর্কে বিশদ আলোচনা করা হয়েছে।

১২.২.১ সিলিন্ডার (Cylinder) ঃ

১২.৪ নং চিত্রে একটি সিলিন্ডর দেখানো হয়েছে। বেলনটির ভূমি একটি বৃত্ত, এর ব্যাসার্ধ $= r$ একক এবং উচ্চতা $= h$ একক ।

অতএব সিলিন্ডার এর বক্রপৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল = ভূমির পরিধি × উচ্চতা $= 2\pi rh$ বর্গ একক।

সিলিন্ডার এর সমগ্র পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল = বক্রপৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল + দুই প্রান্ত তলের ক্ষেত্রফল $= (2\pi rh+2\pi r2)$ বর্গ একক। সিলিন্ডার এর আয়তন = ভূমির ক্ষেত্রফল × উচ্চতা $= \pi r2h$ ঘন একক।



চিত্র নং- ১২.৪ (সিলিন্ডার)

উদাহরণ ঃ একটি সিলিন্ডারের ভূমির ব্যাসার্ধ = ৪ সে.মি. এবং উচ্চতা = ১০ সে.মি হলে সিলিন্ডারটির বক্রপৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল, সমগ্র পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল এবং এর আয়তন কত ?

সমাধান ঃ আমরা জানি, সিলিন্ডার এর বক্রপৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল = ভূমির পরিধি × উচ্চতা $=2\pi rh$ বর্গ একক।

∴ সিলিন্ডার এর বক্রপৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল $= 2\pi rh = ২ \times ৩.১৪ \times ৪$ সে.মি. × ১০ সেমি.

= ২৫১.২০ বর্গ সে.মি.

সিলিন্ডার এর সমগ্র পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল = $(2\pi rh+2\pi r^2)$ বর্গ একক

$= ২ \times ৩.১৪ \times ৪$ সে.মি. × ১০ সে.মি.+ $২ \times ৩.১৪\times ১০^২$ বর্গ সে.মি.

= (২৫১.২০+ ৬২৮) বর্গ সে.মি. = ৮৭৯.২০ বর্গ সে.মি.

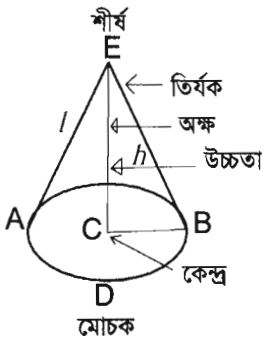
সিলিন্ডার এর আয়তন $= \pi r2h$ ঘন একক $= ৩.১৪ \times ১০^২ \times ১০$ ঘন সে.মি. ।

১২.২.২ কৌণ (Cone) ঃ

কৌণ বা মোচক এর ভূমি একটি বৃত্ত এবং তা উপরের দিক উঠার সময় ক্রমশঃ সরু হয়ে একটি বিন্দুতে মিলিত হয়েছে এবং ঐ বিন্দুটিকে শীর্ষবিন্দু বলে। ১২.৫ নং চিত্রে ADB একটি মোচক দেখানো হয়েছে। মোচকের ভূমির কেন্দ্র বিন্দু = C এবং ব্যাসার্ধ BC = r, উচ্চতা CE = h, তির্যক উচ্চতা বা হেলান AE = l।

BCE সমকোণী ত্রিভুজ থেকে আমরা পাই, $BE^2 = BC^2 + CE^2$

বা $l^2 = h^2 + r^2$ ∴ $l = \sqrt{h^2 + r^2}$



চিত্র নং- ১২.৫ (মোচক বা কৌণ)

চিত্র নং- ১২.৬ (ভরাট মোচক)

(ক) মোচক এর বক্রতলের ক্ষেত্রফল = ½ × (ভূমির পরিধি) ×(হেলান উন্নতি)

(খ) মোচক এর সমগ্র তলের ক্ষেত্রফল = (বক্রতলের ক্ষেত্রফল + ভূমির ক্ষেত্রফল)

$= (\pi rl + \pi r^{2})$ বর্গ একক $= \pi r\,(l + r)$ বর্গ একক।

(গ) মোচক এর আয়তন $= {}^১/_৩ \times$ ভূমির ক্ষেত্রফল ×উচ্চতা $= {}^১/_৩\ \pi r^2h$ ঘন একক।

১২.৩ ছিন্ন–শীর্ষ কৌণ (Frustum of Cone) ঃ

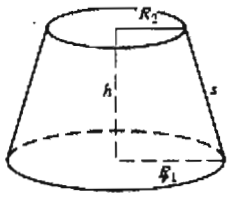
চিত্রে একটি ছিন্ন-শীর্ষ কৌণ দেখানো হল। কৌণটির ভূমির ব্যাসার্ধ = R_1,

ছিন্ন তলের ব্যাসার্ধ = R_2 এবং উচ্চতা = h হলে,

তির্যক উচ্চতা

মোচক এর পৃষ্ঠদেশের ক্ষেত্রফল $A = \pi (R_1 + R_{2)}\, s$ বর্গ একক।

মোচক এর ঘনফল $V = 1.0472\, h\, (R_1^2 + R_2^2 + R_1 \times R_2)$ ঘন একক।



চিত্র নং- ১২.৬(ক) ঃ ছিন্ন শীর্ষ কৌণ।

১২.৪ গোলক (Sphere) ঃ

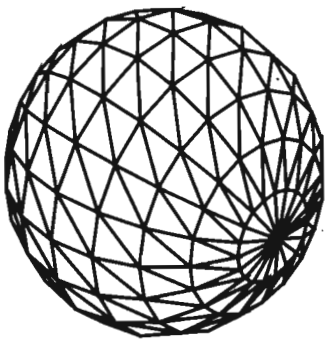
গোলক অর্থ্যাৎ বলের ন্যায় গোল বস্তু। কোন অর্ধবৃত্তের ব্যাসকে অক্ষ ধরে অর্ধবৃত্তটি ঐ ব্যাস বরাবর ঘুরালে যে ঘনবস্তু তৈরী হয় তাকে গোলক বলে। অর্ধবৃত্তের কেন্দ্রটি গোলকের কেন্দ্র। (চিত্র নং-১২.৭)

গোলকের ব্যাসার্ধ = r হলে,

গোলক এর সমগ্র তলের ক্ষেত্রফল= $4\pi r^2$ বর্গ একক।

গোলক এর ঘনফল = $\times\, \pi\, r^3$ ঘন একক।

১২.৯ নং চিত্রে একটি ভরাট গোলক দেখানো হয়েছে।



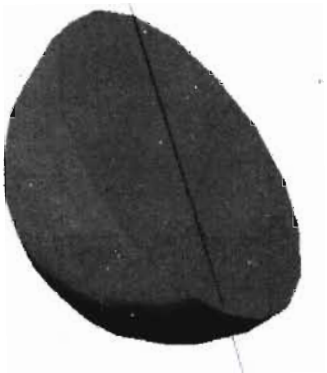
চিত্র নং- ১২.৭ (গোলক)

চিত্র নং- ১২.৮ (ভরাট গোলক)

১২.৫ অর্ধগোলক (Hemi-Sphere) ঃ

অর্ধগোলক গোলক এর অর্ধেক। (চিত্র নং-১২.৯) । অর্ধগোলক এর সমগ্র তলের ক্ষেত্রফল = $2\pi r^2$ বর্গ একক।

অর্ধগোলক এর ঘনফল = $\times \pi r^3$ ঘন একক।

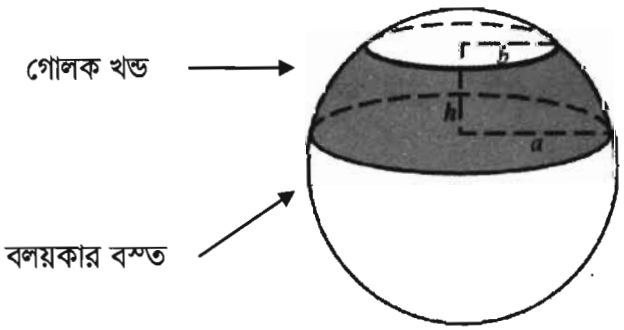


চিত্র নং- ১২.৯(অর্ধ গোলক)

১২.৬ গোলক খন্ড (Segment of a Sphere) ঃ

নিচে ১২.১১ নং চিত্রে উপরের সাদা অংশটি একটি গোলকখন্ড দেখানো হয়েছে। গোলকখন্ডটির ব্যাসার্ধ = R, খন্ডটির উচ্চতা = h হলে, গোলকখন্ডের ঘনফল = $h^2(3R-h)$ ঘন একক।

মাঝের নীল অংশটিকে গোলকের খন্ডিত অংশ বা বলয়কার বস্তু যাকে ইংরেজিতে (Zone)বলে।



চিত্র নং– ১২.১০ (অর্ধ গোলক)

১২.৭ অর্ধচন্দ্রকার গোলকার বস্তু (Spherical Lune) ঃ

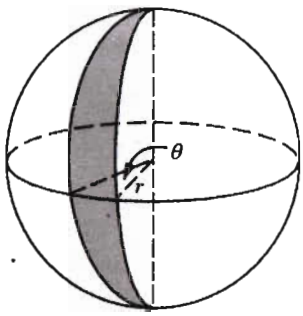
নিচে ১২.১১ নং চিত্রে একটি গোলকখন্ড দেখানো হয়েছে। এটা দেখতে অনেকটা তরমুজের ফালির মত।

একে গোলাকার খিলও (Spherical Wedge) বলে।

গোলাকার খিল এর পৃষ্ঠদেশের ক্ষেত্রফল $S = 2r^2\theta$ বর্গ একক।

গোলাকার খিল এর আয়তন $V = \frac{1}{2} r^3\theta$ ঘন একক।

চিত্র নং- ১২.১১



চিত্র নং- ১২.১২

প্রশ্নমালা

(১) ঘনক কাকে বলে ?

(২) ঘন বস্তুটির তলের সংখ্যা উল্লেখ কর।

(৩) একটি ঘন বস্তু অংকন কর যার ভূমি ৪ সেমি. ৬ সেমি. এবং উচ্চতা ১০০ মিমি.।

(৪) উক্ত ঘন বস্তুটি আয়তন কত সিসি. ?

(৫) প্রিজম কাকে বলে ?

(৬) রাইট (Right) প্রিজম বলতে কি বোঝায় ?

(৭) একটি রাইট প্রিজম অংকন কর।

(৮) রাইট প্রিজম ও অবলিক প্রিজমের গঠন বিশ্লেষণ কর।

(৯) পিরামিড কাকে বলে ?

(১০) রাইট পিরামিড ও অবলিক পিরামিড গঠন বিশ্লেষণ কর।

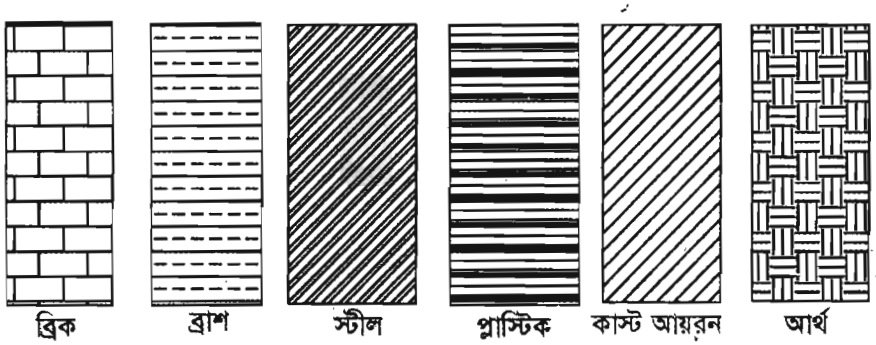
অধ্যায় – ১৩

সেকশনাল ড্রইং
(Sectional Drawing)

১৩.০ সূচনা (Introduction) ঃ

বস্তুর আকৃতি জটিল হলে শুধুমাত্র অর্থোগ্রাফিক প্রোজেকশন দ্বারা বস্তু সম্বন্ধে ধারণা দেওয়া কঠিন হয়ে পড়ে। এ সকল ক্ষেত্রে বস্তুকে কেটে ভিতরের অংশের গঠন দেখতে হয়। কল্পিত তল দ্বারা বস্তুকে কেটে কাগজে বা পর্দায় অংকন করলে যে ভিউ তৈরী হয় তাকে সেকশনাল ভিউজ বলে।

সেকশনাল ভিউ সহজে বোধগম্য করার জন্য বস্তুর কর্তিত অংশ হ্যাচ প্যাটার্ন (Hatch pattern) দ্বারা আবৃত করা হয়। মেটেরিয়েলের উপর ভিত্তি করে বিভিন্ন ধরনের হ্যাচ প্যাটার্ন সেকশন ভিউ-এ লাগান হয় যা দেখে বোঝা যায় বস্তুটি কি মেটেরিয়ালের তৈরি। ১৩.১ নং চিত্রে কয়েকটি মেটেরিয়ালের হ্যাচ প্যার্টন দেখানো হল।

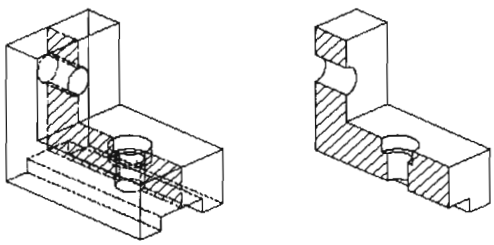


চিত্র নং -১৩.১ঃ (মেটেরিয়াল হ্যাচ প্যার্টান)

১৩.১ সেকশনাল ভিউ (Sectional View) ঃ

সেকশনাল ভিউ বস্তুর ভিতরের গঠন প্রকাশ করে, হিডেন (hidden) লাইন দূরীভূত করে এবং সহজে মাপ নেওা যায়। একটি কাটিং তল করাতের অনুরূপ। কাটা অংশটি সরিয়ে নিলে ভিতরের অংশ ভালভাবে দেখা যায়। কর্তন লাইনে তীর চিহ্ন দিয়ে বস্তুকে দেখার দিক চিহ্নিত করে।

সামনে থেকে দেখে যে ভিউ পাওয়া যায় তাকে সেকশনাল ভিউ বলে। নিচে চিত্রে একটি থ্রিডি বস্তুর কাটা অংশ দেখানো হয়েছে।



চিত্র নং -১৩.২ ঃ থ্রিডি সেকশন

১৩.২ সেকশনের প্রকারভেদ ঃ

কাটিং প্লানের অবস্থানের উপর ভিত্তি করে সেকশনকে বেশ কয়েক ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা-

১। ফুল সেকশন (Full Section),
২। হাফ সেকশন (Half Section),
৩। রিমুভড সেকশন (Removed Section),
৪। রিভোলভড (Revolved) সেকশন,
৫। অ্যালাইনড সেকশন (Aligned Section)
৬। অফসেট সেকশন (Offset Section)এবং
৭। ব্রোকেন-আউট সেকশন (Broken-out Section) ইত্যাদি।

১৩.৩ সেকশন অংকনে করণীয় বিষয় সমূহ ঃ

১। টপ ভিউ এবং ফ্রন্ট ভিউ অংকন করতে হবে।

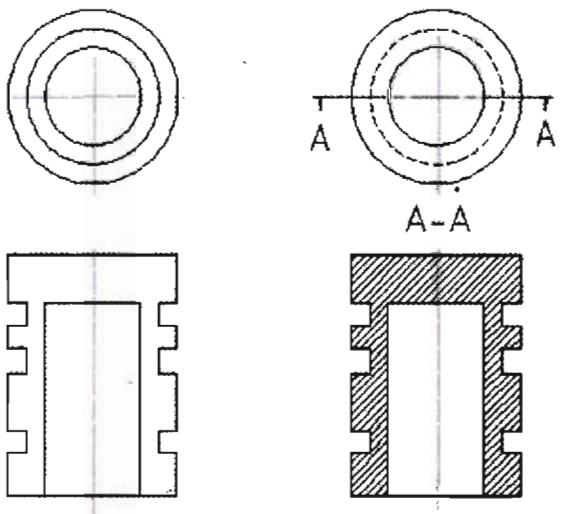
২। টপ ভিউ-এ কাঙ্খিত স্থানে কর্তন তল রেখা (Cutting plane line) স্থাপন করতে হবে।

৩। হিডেন লাইন কর্তন তলে পড়লে তার পরিবর্তে বাউন্ডারী লাইন দিতে হবে।

৪। ফ্রন্ট ভিউ এর সীমাবদ্ধ তলকে বস্তুর জন্য সুনির্দ্দিষ্ট হ্যাচ প্যাটার্ন দ্বারা পূরণ করতে হবে।

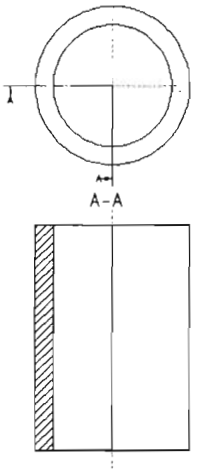
১৩.৪ ফুল সেকশন, হাফ সেকশন এবং অফ সেট সেকশন বর্ণনা ঃ

১। **ফুল সেকশন ঃ** ফুল সেকশনে বস্তুর টপ ভিউয়ের অর্ধেক অংশ কেটে সামনে থেকে দেখা হয়। নিচে চিত্রে একটি ফুল সেকশন দেখানো হয়েছে।



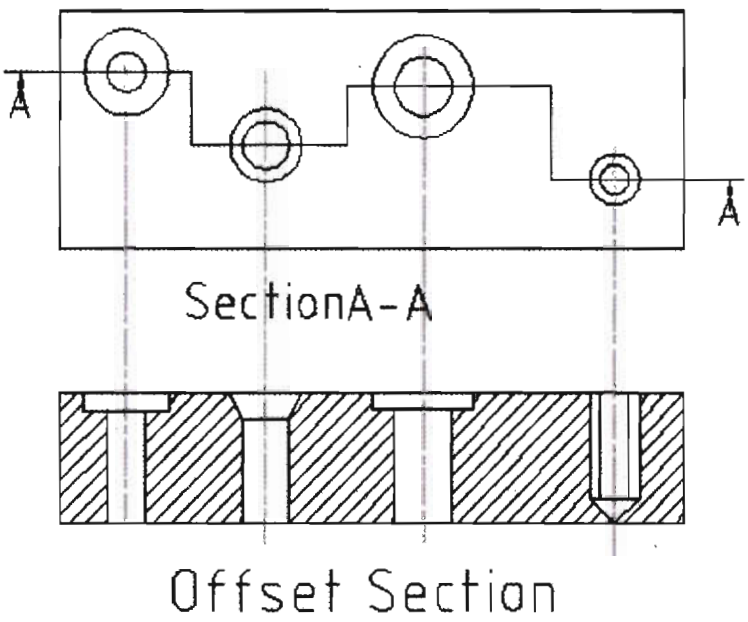
চিত্র নং -১৩.৩ ঃ (ফুল সেকশন অব পিষ্টন)

২। **হাফ সেকশন** ঃ হাফ সেকশনে বস্তুর টপ ভিউয়ের এক চতুথাংশ কেটে সামনে থেকে দেখা হয়। নিচে চিত্রে একটি হাফ সেকশন দেখানো হয়েছে। (চিত্র নং -১৩.৪)



চিত্র নং -১৩.৪ ঃ হাফ সেকশন

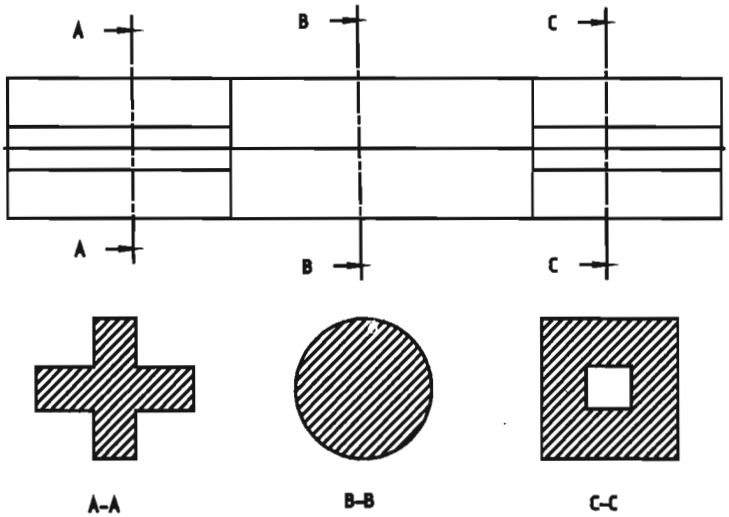
৩। **অফসেট সেকশন (Offset Section)** ঃ কোন কোন ক্ষেত্রে বস্তুর ছিদ্রগুলো এক লাইনে থাকে না। সেক্ষেত্রে কাটিং তল দ্বারা ছিদ্রগুলো কাটতে কাটিং তলের দিক পরিবর্তন করা লাগে। কাটিং তল এভাবে দিক পরিবর্তন করে কেটে যে সেকশন পাওয়া যায় তাকে অফসেট সেকশন বলে। চিত্র নং -১৩.৫।



চিত্র নং -১৩.৫ ঃ অফসেট সেকশন

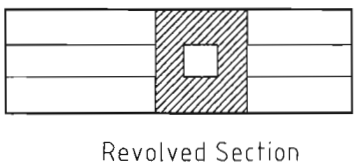
৪। রিমুভড সেকশন **(Removed Section)** ঃ

কোন বস্তুর এক প্রান্তের আকার অন্য প্রান্ত থেকে ভিন্ন রকম হতে পারে। এ সব ক্ষেত্রে বস্তুর বিভিন্ন অংশ কেটে দেখাতে রিমুভড সেকশন পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। নিচের চিত্রে রিমুভড সেকশন করা ছবি দেখান হল।



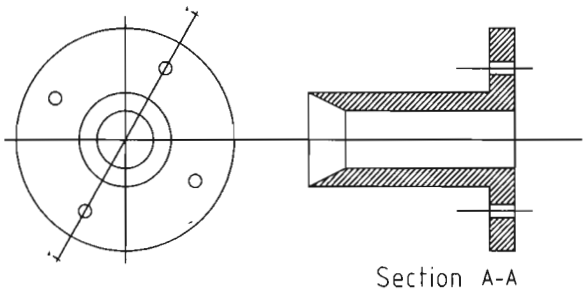
চিত্র নং -১৩.৬ ঃ রিমুভড সেকশন **(Removed Section)**

৫। **রিভোলভড (Revolved) সেকশন** ঃ বস্তুর এক প্রান্ত থেকে অপর প্রান্ত পর্যন্ত আকৃতি একই রকম থাকলে রিভোলভড Revolved)সেকশন এর মাধ্যমে সেকশন করে বস্তুকে দেখা হয়।



চিত্র নং -১৩.৭ ঃ রিভোলভড (Revolved)সেকশন

৬। **অ্যালাইনড সেকশন (Aligned Section)** ঃ বস্তুর অবস্থান ভার্টিক্যাল বা হরাইজোনটাল অক্ষের সাথে এক লাইনে না থাকলে বা অক্ষের সাথে অ্যালাইন না থাকলে অ্যালাইন সেকশন পদ্ধতিতে সেকশন করে বস্তুর ভিতরাংশ দেখা যায়। নিচে চিত্রে অ্যালাইন সেকশন পদ্ধতি দেখান হল।

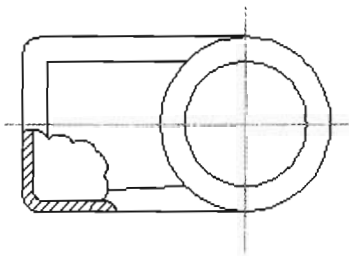


চিত্র নং -১৩.৮ ঃ অ্যালাইনড সেকশন

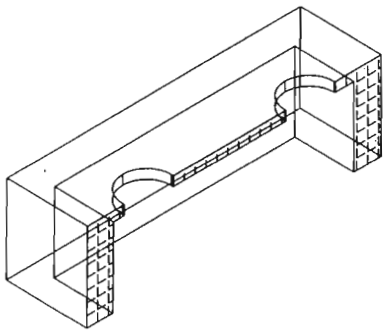
৭। **ব্রোকেন আউট সেকশন (Broken-out Section)** ঃ ফাঁপা বস্তুর পুরত্ব দেখার জন্য ব্রোকেন আউট সেকশন এর প্রয়োজন হয়। নিচের চিত্রে ব্রোকেন আউট সেকশন দেখানো হল।

৮। **পার্সিয়াল সেকশন (Partial Section)**

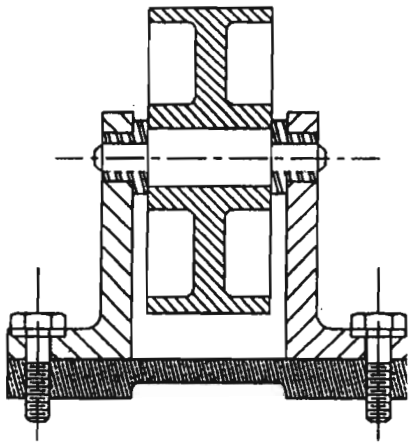
পার্সিয়াল সেকশন ব্রোকেন আউট সেকশনের মতই, তবে আকারে অপেক্ষাকৃত বড় কিন্তু হাফ সেকশন থেকে ছোট।



চিত্র নং -১৩.৯ ঃ ব্রোকেন আউট সেকশন



চিত্র নং -১৩.১০ ঃ পিকটোরিয়াল সেকশন

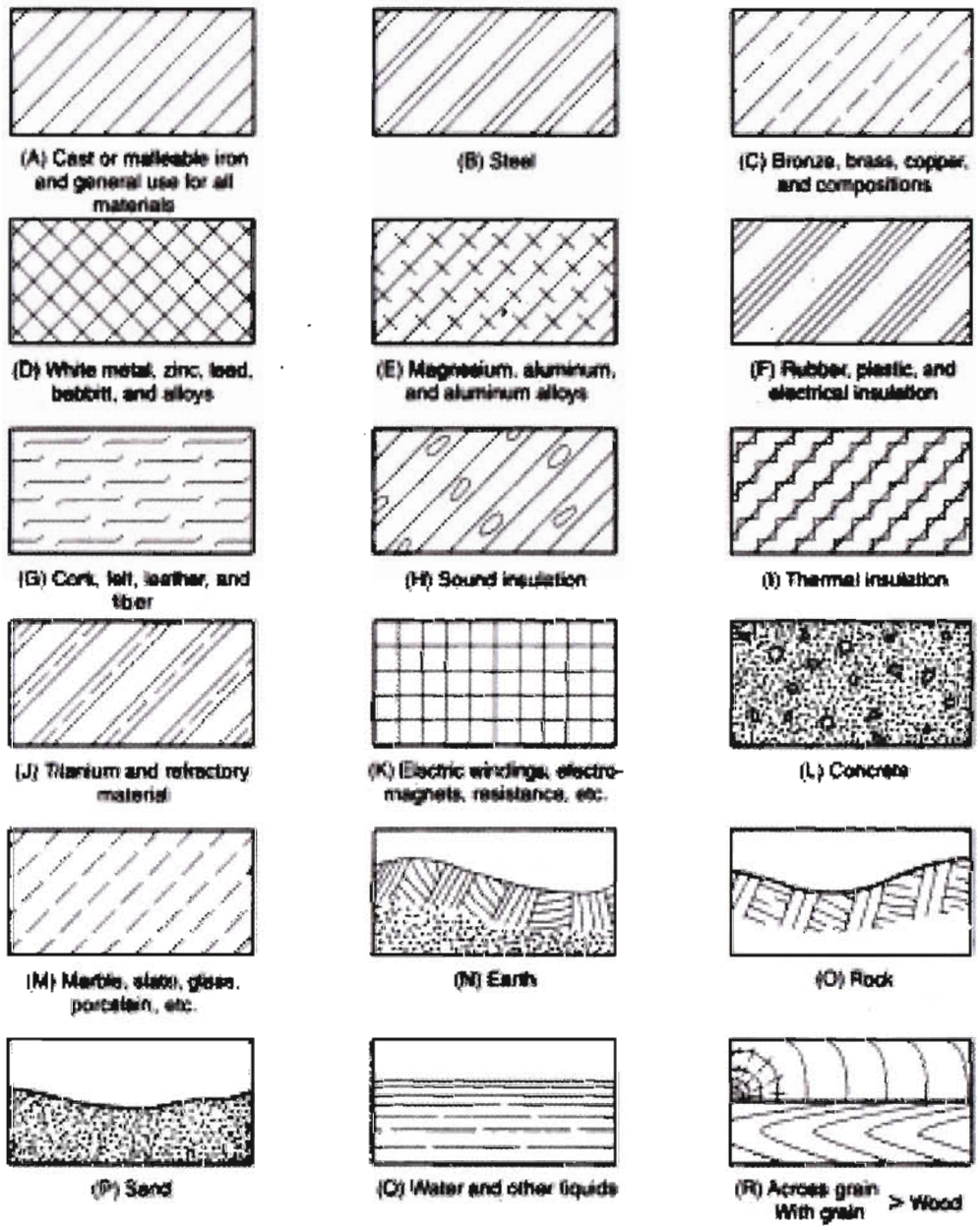


চিত্র নং -১৩.১১ ঃ অ্যাসেম্বলি সেকশন

৯। অ্যাসেম্বলি অ্যান্ড পিকটোরিয়াল সেকশন (Assembly and Pictorial Section) ঃ

একটি যন্ত্র সাধারণত বেশ কিছু যন্ত্রাংশের সমন্বয়ে গঠিত হয়ে থাকে। এভাবে অ্যাসেম্বলকৃত যন্ত্রের ভিতরের যন্ত্রাংশের অভ্যন্তরভাগ দেখতে অ্যাসেম্বলি অ্যান্ড পিকটোরিয়াল সেকশন করা হয়। ১৩.১১ নং চিত্রে একটি অ্যাসেম্বলি এবং ১৩.১০ নং চিত্রে একটি পিকটোরিয়াল সেকশন দেখানো হয়েছে।

নিচে মেটারিয়াল সিম্বল এর একটি তালিকা দেওয়া হল–



চিত্র নং-১২ ঃ মেটিরিয়াল সিম্বল

১৩.৫ সেকশন এর প্রয়োজনীয়তা (Usefulness of Section) ঃ

জটিল বস্তুর ভিতরের অংশ ভালভাবে দেখার জন্য সেকশন করার প্রয়োজন হয়। যন্ত্র বা যন্ত্রাংশ সংযোজিত অবস্থায় সেকশন করে দেখার প্রয়োজন হতে পারে। কারখানায় অ্যাসেম্বলি লাইনে সেকশন ড্রইং অবশ্যই প্রয়োজনীয় বিষয়। কোন অংশটি কোনটির পর আছে তা সহজে জানা যায়। একটি যন্ত্র কিংবা একটি বস্তুর গঠনে বিভিন্ন মেটিরিয়াল ব্যবহার হয়ে থাকে। এ ক্ষেত্রে বস্তুর সেকশন করে হ্যাচিং এর মাধ্যমে মেটিরিয়াল চিহ্নিত করার কাজে সেকশন করা প্রয়োজন হয়।

প্রশ্নমালা

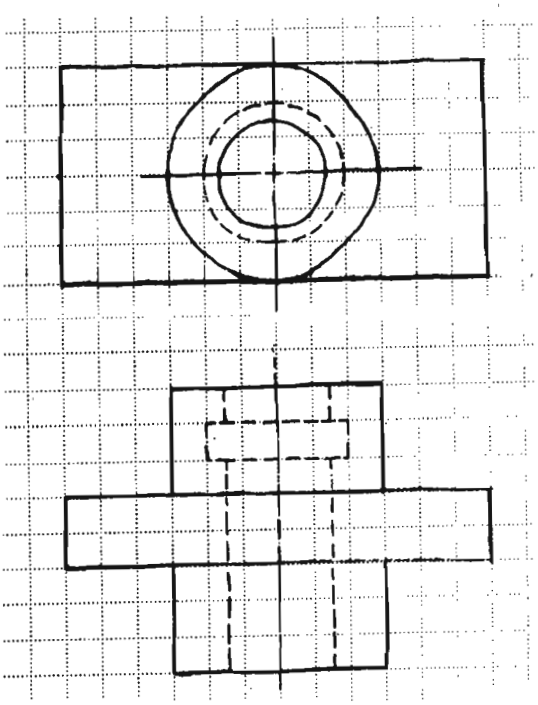
১. সেকশন ভিউ কাকে বলে ?

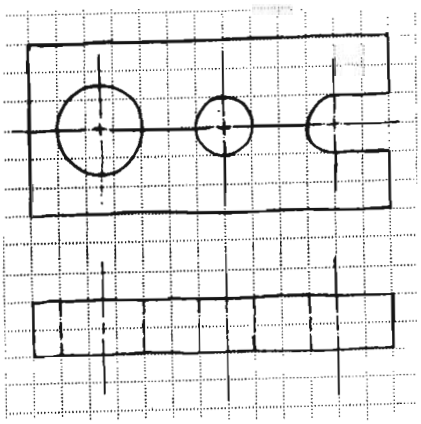
২. কোন ভিউয়ের উপর কাটিং তল বসাতে হয় ?

৩. একটি অফসেট সেকশন অংকন কর।

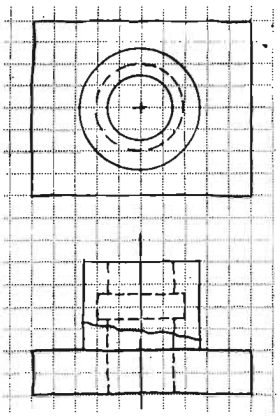
৪. ব্রোকেন আউট ও পারসিয়াল সেকশন বিষয়ে মতামত দাও।

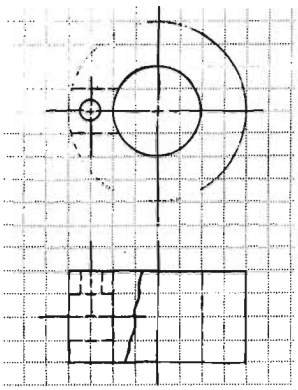
অনুশীলনী – ১ ঃ নিচের চিত্রগুলোর ফুল সেকশন অংকন কর।



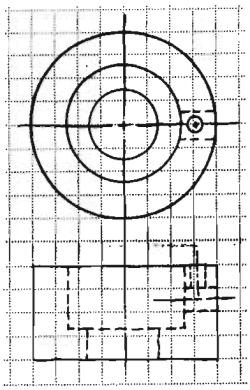


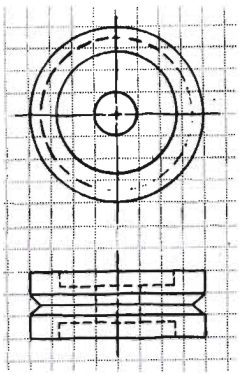
অনুশীলনী – ২ ঃ নিচের চিত্রগুলির ব্রোকেন আউট সেকশন অংকন কর।



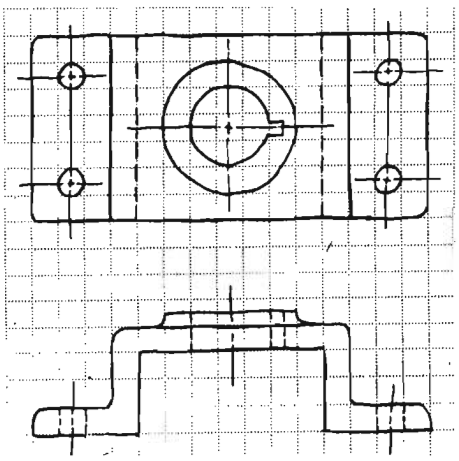


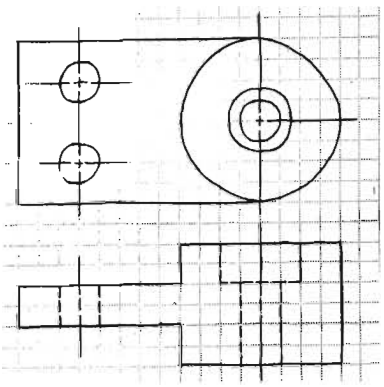
অনুশীলনী – ৩ ঃ নিচের চিত্রগুলির হাফ সেকশন অংকন কর।





অনুশিলনী–৪ ঃ নিচের চিত্রগুলির অফসেট সেকশন অংকন কর।





অধ্যায় – ১৪

ড্রইং নোটস্
(Drawing Notes)

১৪.০ সূচনা (Introduction) ঃ

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং-এর গ্রাফিকস সাধারণত বিন্দু,লাইন,আর্ক, সার্কেল ও চতুর্ভূজের সমন্বয়ে গঠিত। একটি চিত্রের সকল প্রকার তথ্য কেবল মাত্র গ্রাফিকসের সাহায্যে উপস্থাপন করা যায় না। এর জন্য প্রয়োজন হয় লেখন বা টেক্সট। একটি ড্রইং-এর পূর্ণাঙ্গ তথ্যের জন্য প্রয়োজন সাধারণ বৃত্তান্ত, যন্ত্রাংশের নাম এবং মেটেরিয়েল তালিকা, সিম্বল ও নোট।

এ অধ্যায়ে যে সকল বিষয় আলোচনা করা হয়েছে তা হল-

- ড্রইং নোট-এর সংজ্ঞা,
- জেনারেল নোট ও লোকাল নোট-এর পার্থক্য এবং
- জেনারেল নোট ও লোকাল নোট-এর ব্যবহার ক্ষেত্র ।

১৪.১ ড্রইং নোটস্ (Drawing Notes) ঃ

ড্রইং নোটস হবে সংক্ষিপ্ত, পরিস্কার, পরিপূর্ণ এবং সুনির্দিষ্ট। এগুলো প্রকৌশল ও প্রযুক্তিগত পরিভাষা সমৃদ্ধ হতে হবে । নোটের অর্থ একমুখী হওয়া দরকার।

ড্রইং নোট দুই প্রকার। যথা-

১। লোকাল এবং

২। জেনারেল।

১৪.২ লোকাল নোটস্ (Local Notes) ঃ

লোকাল নোট দ্বারা ড্রইং-এ পরিমাপ সংক্রান্ত তথ্য দেওয়া হয় বা কোন কোন জায়গায় বর্ণনামূলক নোট সংযোজিত থাকে। এ ধরনের নোটে লিডার বা অ্যারো হেড দিয়ে চিহ্নিত করা থাকে। এগুলোকে স্পেসিফিক নোটও বলে। ড্রইং শিটে জায়গা সংকুলানের জন্য অনেক শব্দ সংক্ষেপে লেখা হয়।

১৪.৩ জেনারেল নোটস্ (General Notes) ঃ

একটি ড্রইং শীটে লিডার বা অ্যারো হেডযুক্ত নোট ছাড়া অন্যান্য সকল নোটকে জেনারেল নোট বলে। একটি কাজের জন্য অনেকগুলো ড্রইং সিট থাকলে ১ম শীটে জেনারেল নোট লিখতে হয়। প্রচলিত হরাইজোনটাল টাইটেল ব্লক ব্যবহার করলে রিভিশন ব্লকের জন্য নির্ধারিত স্থানের কমপক্ষে ৩ ইঞ্চি নিচে থেকে জেনারেল নোট লিখতে হয়। ভার্টিক্যাল ব্লক ব্যবহার করলে ড্রইং-এর ডান দিকে জেনারেল নোট লেখা যায়।

নিচে জেনারেল নোট ও লোকাল নোটের একটি নমুনা দেয়া হল-

General Notes

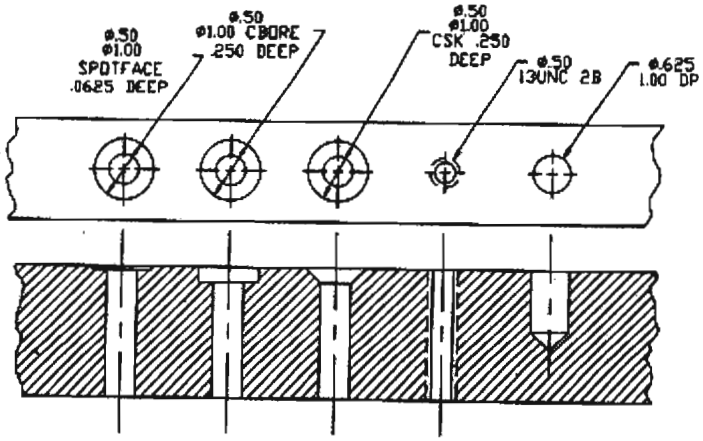
DRAWN IN ACCORDANCE WITH ASME Y14.5M - 1994
REMOVE ALL BURRS AND SHARP EDGES
ALL FILLETS AND ROUNDS R .06 UNLESS OTHERWISE SPECIFIED

Local Notes

4X Ø8.20 M10 X 1.25

82° CSK Ø10

1.5 X 45° CHAM



প্রশ্নমালা

১. নোট কাকে বলে ?

২. নোট কয় প্রকার ও কী কী ?

৩. একটি ছবি অংকন করে অনুরূপ নোট উপস্থাপন কর।

৪. একটি ড্রইং-এর অনেকগুলো সিট থাকলে জেনারেল নোট কোন শীটে লেখতে হবে ?

অধ্যায় – ১৫

ব্যবহারিক
(Practical)

১. ড্রইং বোর্ডে ড্রইং শীট স্থাপন কর ঃ

১.১ টি–স্কোয়ার বা প্যারালাল বারের সাথে ড্রইং শীট এর কিনারা সমান্তরাল করা ঃ

- ড্রইং বোর্ডের দৈর্ঘ্য বরাবর শীটের লম্বা দিকটি বোর্ডের কিণারার সাথে সমান্তরাল রাখতে হবে।
- বোর্ডের উপর এবং নিচের কিণারার সাথে প্রায় সম দূরত্বে শীটটি স্থাপন করতে হবে।
- টী-স্কয়ারকে শীটের উপর রেখে পেপারের কিণারার সাথে সমান্তরাল করে বা এক লাইনে নিয়ে আসতে হবে।

১.২ ড্রইং বোর্ডের পার্শ্ব সমান ও সমান্তরাল করে ড্রইং শীট ড্রইং বোর্ডে স্থাপন কর ঃ

- টী-স্কয়ার স্টক থেকে ২৫- ৫০মিমি. দূরে শীটের বাম প্রান্ত স্থাপন করতে হবে।

১.৩ ড্রইং শীট স্কচটেপ বা ম্যাগনেটিক পাত দিয়ে ড্রইং বোর্ডে আটকানো ঃ

- পেপারের উপরের দিকে দুই প্রান্তে বোর্ড পিন বা ক্লিপ বা সেলো টেপ অথবা ম্যাগনেটিক পাত দিয়ে আটকাতে হবে। অনুরূপভাবে, পেপারের নিচের দুই প্রান্ত আঁটকালে ড্রইং টেবিলে সিট স্থাপন কাজ শেষ হবে।

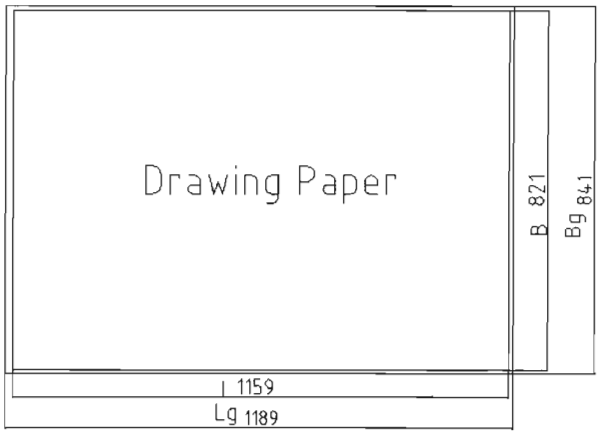
২. ড্রইং শীটে লে–আউট করার দক্ষতা অর্জন কর ঃ

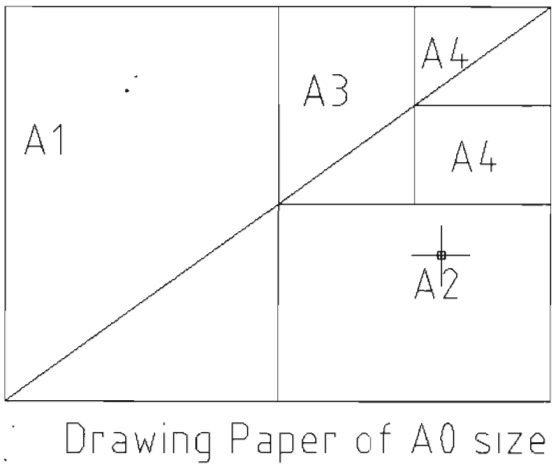
২.১ আদর্শ ড্রইং সিটের মাপ নির্ণয় কর ঃ

International Standard Organization সংক্ষেপে ISO 5457:1999 কর্তৃক নির্ধারিত মেট্রিক স্টান্ডার্ড অনুযায়ী থেকে পেপার সাইজ নিচের টেবিলে দেখানো হল-

পেপার সাইজ	বর্ডার সাইজ	সর্বমোট পেপার সাইজ
A0	৮২১x১১৫৯	৮৪১x১১৮৯
A1	৫৭৪x৮১১	৫৯৪x৮৪১
A2	৪০০x৫৬৪	৪২০x৫৯৪
A3	২৭৭x৩৯০	২৯৭x৪২০
A4	১৯০x২৬৭	২১০x২৯৭

সাইজের একটি পেপার আয়তন = ১ বর্গ মিটার এবং দৈর্ঘ্য ও প্রস্থের অনুপাত ১: ২ । প্রত্যেক পেপার সাইজের দৈর্ঘ্য ও প্রস্থের অনুপাত ১: ২ ।





চিত্র নং-২.২ ঃ A0- A4 সাইজের পেপার আনুপাতিক সম্পর্ক

২.২ মার্জিন লাইন আঁকা ঃ

একটি ড্রইং শীটে মার্জিন লাইন অংকন করে দেখানো হয়েছে।

মার্জিন (Margin) : ড্রইং পেপারকে নির্দ্দিষ্ট সাইজে কাটার জন্য চতুর্দিকে যে জায়গা ছেড়ে দেওয়া হয় তাকে মার্জিন বলে। ফাইলে গাঁথার জন্য অন্য তিন দিক অপেক্ষা বাম দিকে বেশি জায়গা ছাড়া হয়। ড্রইং শীটের মার্জিন লাইন এবং বর্ডার লাইনের মাঝের গ্যাপকে মার্জিন বলে। বিভিন্ন শীটের ক্ষেত্রে মার্জিন ছাড়ার নিয়ম নিচে দেয়া হল-

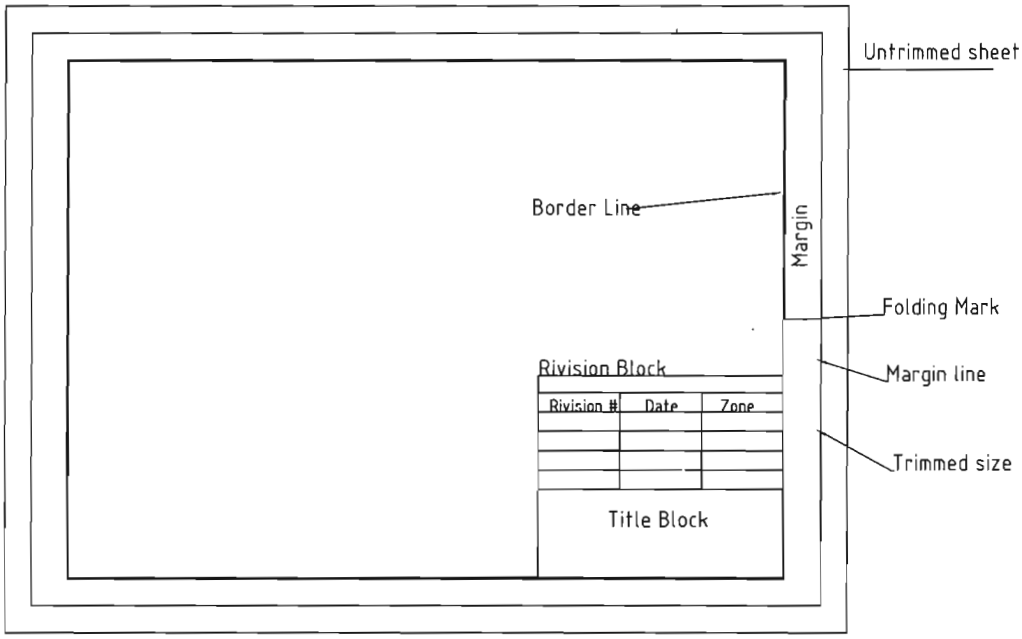
A0 বামে ও ডানে ২৮ মিমি. এবং উপরে-নিচে ২০ মিমি.;

A1 বামে ও ডানে ২০ মিমি. এবং উপরে-নিচে ১৪ মিমি.;

A2 বামে ও ডানে ১৪ মিমি. এবং উপরে-নিচে ১০ মিমি.;

A3 বামে ও ডানে ১০ মিমি. এবং উপরে-নিচে ৭ মিমি. এবং

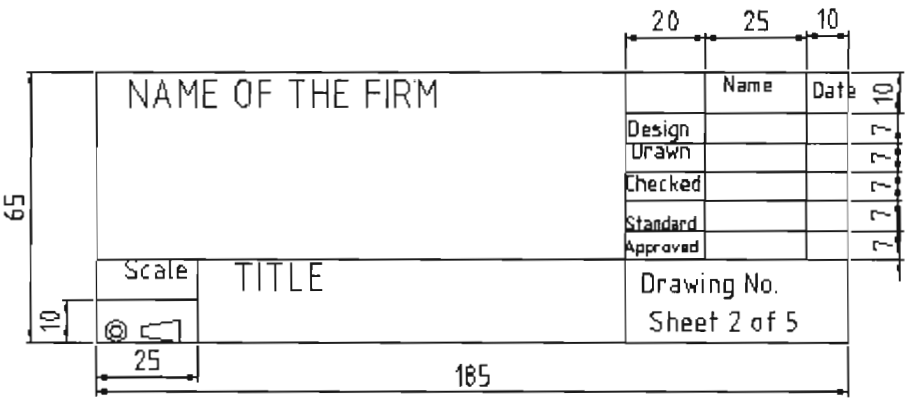
A4 বামে ও ডানে ৭ মিমি. এবং উপরে-নিচে ৫ মিমি.।



চিত্র নং-২.৩ ঃ মার্জিন।

২.৩ টাইটেল স্ট্রিপ এবং রেকর্ডিং স্ট্রিপ অংকন করা ও তথ্য লেখ ঃ

টাইটেল স্ট্রিপ (Title Strip) ঃ টাইটেল স্ট্রিপ ড্রইং শীটের একটি অপরিহার্য অংশ। ড্রইং শীটের ডানে নিচে এর অবস্থান। বড় শীটের জন্য টাইটেল স্ট্রিপের মাপ ১৮৫ মি.মি. x ৬৫মি.মি. এবং ছোট শীটের জন্য এই মাপ ১২০মি.মি. x ৫৫মি.মি। নিচে চিত্রে টাইটেল স্ট্রিপের একটি নমুনা দেখানো হল। চিত্র দেখে অনুরূপ একটি টাইটেল স্ট্রিপ আঁকতে হবে।



চিত্র নং-২.৪ ঃ মার্জিন

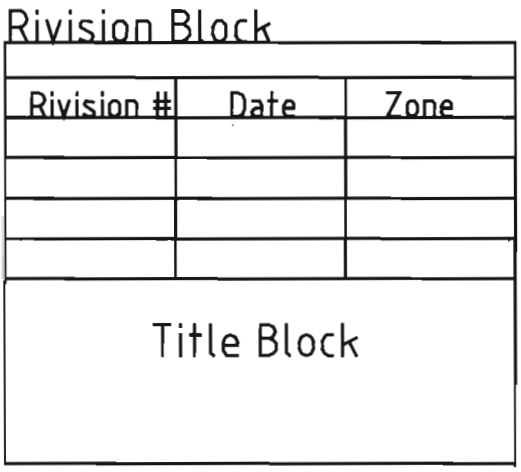
টাইটেল স্ট্রিপ এ যে সকল তথ্য দিতে হবে তা নিচে দেওয়া হল-

1) Name of the Firm
2) Title of the drawing
3) Scale
4) Symbol for the method of projection
5) Drawing number
6) Initials with dates of persons who have designed, drawn, checked, standards and approved.
7) Number of sheet and total number of sheets of the drawing of the object.

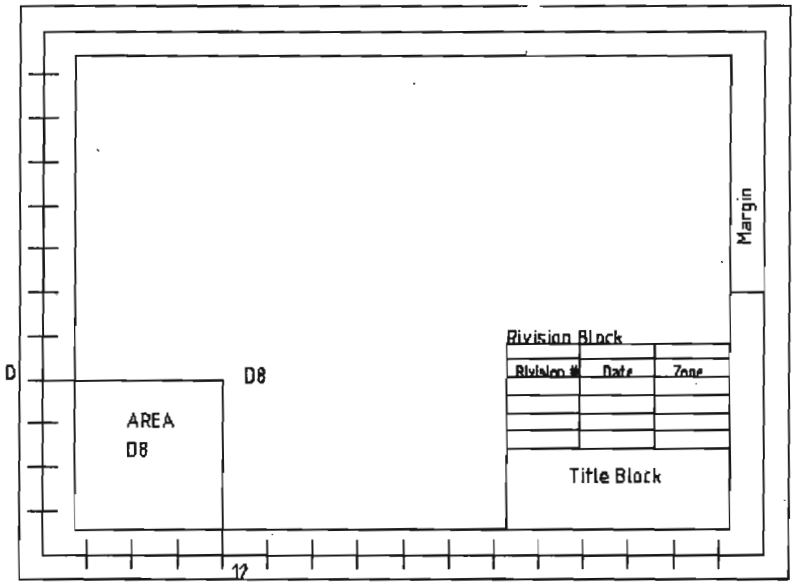
২.৪ রেকর্ডিং স্ট্রিপের তথ্যগুলো লেখ।

রেকডিং স্ট্রীপের অপর নাম রিভিসন ব্লক। ড্রইং শীটের একাংশ রিভিসনের উদ্দেশ্যে রাখা হয়। A0, A1, A2 ইত্যাদি বড় সাইজের শীটের আয়তনকে কয়েকটি সমান সংখ্যক অঞ্চলে বিভক্ত করা হয়। এক এক শীটের অঞ্চল বিভাজনে এক এক কৌশল অবলম্বন করা হয়। যেমন- A0, A1, A2 শীটের লম্বা দিকটি যথাক্রমে সমান ১৬, ১২ এবং ৮ ভাগে ভাগ করা হয় এবং এগুলো যেমন-১,২,৩, ... সংখ্যা দিয়ে চিহ্নিত করা হয়। অপরদিকে শীটের চওড়াকে যথাক্রমে সমান ১২, ৮ এবং ৬ ভাগে ভাগ করে ইংরেজি অক্ষর যেমন- A, B,C, ... দিয়ে চিহ্নিত করা হয়।

রিভিসন ব্লক সাধারণতঃ ফ্রেমের উপরের দিকে ডান কোণায় অথবা নিচে টাইটেল ব্লকের বামে অথবা টাইটেল ব্লকের উপরে দিকে থাকতে পারে। ড্রইং যে কোন পরিবর্তন রিভিসন টেবিলে লিপিবদ্ধ করা হয়।



চিত্র নং- ৩.৪ ঃ রেকডিং স্ট্রিপ



চিত্র নং- ৩.৫ ঃ ড্রইং অঞ্চল বিভাজন

পার্টস্ লিষ্ট তৈরি করা ঃ মেটিরিয়াল বা পার্টস লিষ্টে যে সব তথ্য থাকা দরকার তা নিচে উল্লেখ করা হল– টাইটেল ব্লকের উপরে পার্টস লিষ্টের অবস্থান হতে পারে। পার্টসের সংখ্যা অনেকবেশী হলে আলাদা শীট লাগানো যেতে পারে।

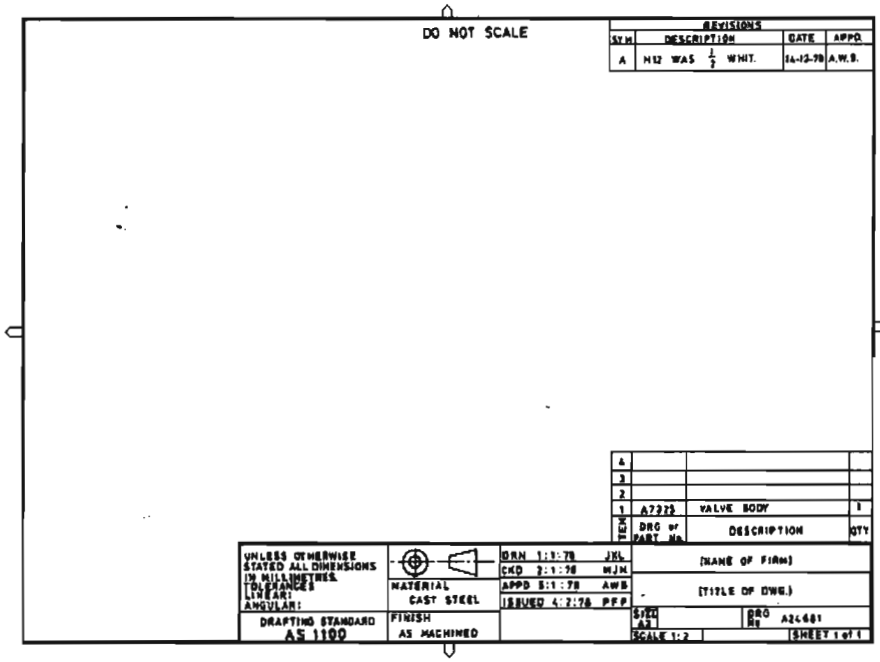
Sl#	part number	part name	quantity	material specifications	Drawing# of the part	other applicable information

চিত্র নং- ৩.৬ ঃ পার্টস লিষ্ট

২.৪.১ ফোল্ডিং মার্কস চিহ্নিত করা ঃ

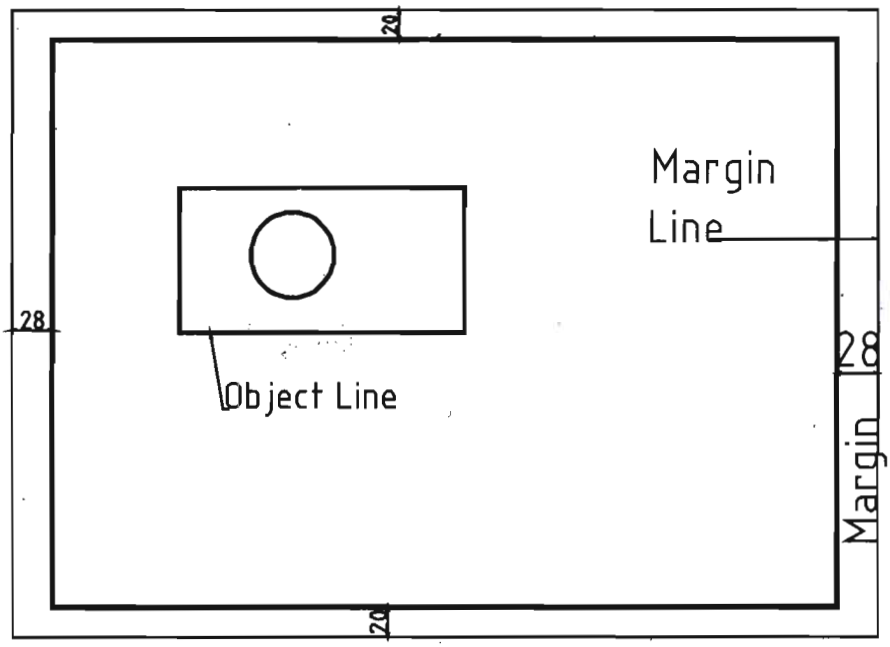
Folding Marks : Method-I

Sheet size	Horizontal dimension from Left	Vertical dimension from Bottom	No. of Folds
A0	130+109+109x5	297x2+247	9
A1	146+125+190x3	297+297	6
A2	116+96x3+190	297+123	3
A3	125+105+190	297	1
Folding Marks : Method-II			
A0	139+210x5	297+297+247	7
A1	211+210x3	297+297	4
A2	174+210x2	297+123	3
A3	210+210	297	1



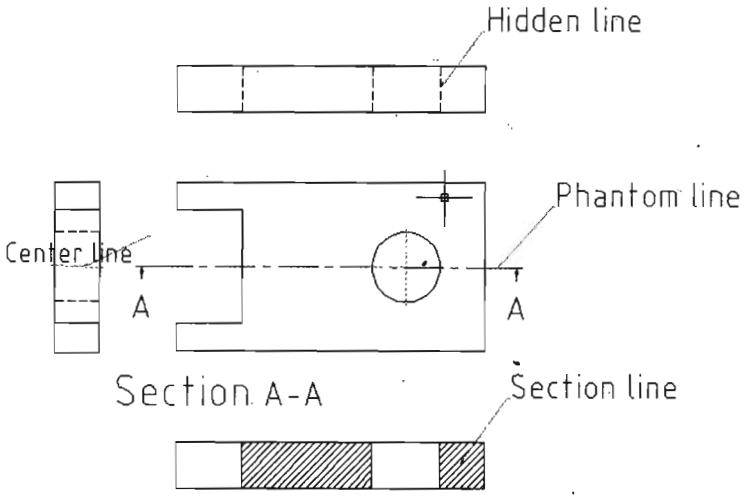
চিত্র নং-২.৫ ঃ ড্রইং শীট লে আউট।

৩.১ মার্জিন লাইন ও অবজেক্ট লাইন অংকন করা ঃ



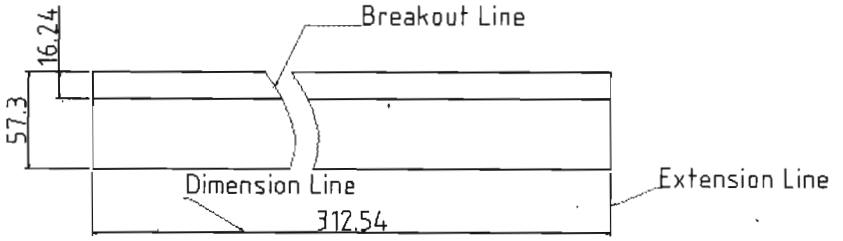
চিত্র নং-৩.১ ঃ মার্জিন লাইন ও অবজেক্ট লাইন

৩.২ হিডেন লাইন ও সেন্টার লাইন অংকন করা :



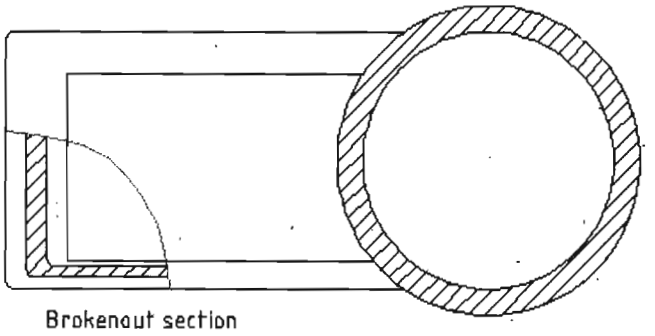
চিত্র নং-৩.২ ঃ হিডেন লাইন ও সেন্টার লাইন

৩.৩ এক্সটেনশন ও ডাইমেশন লাইন অংকন করা ঃ



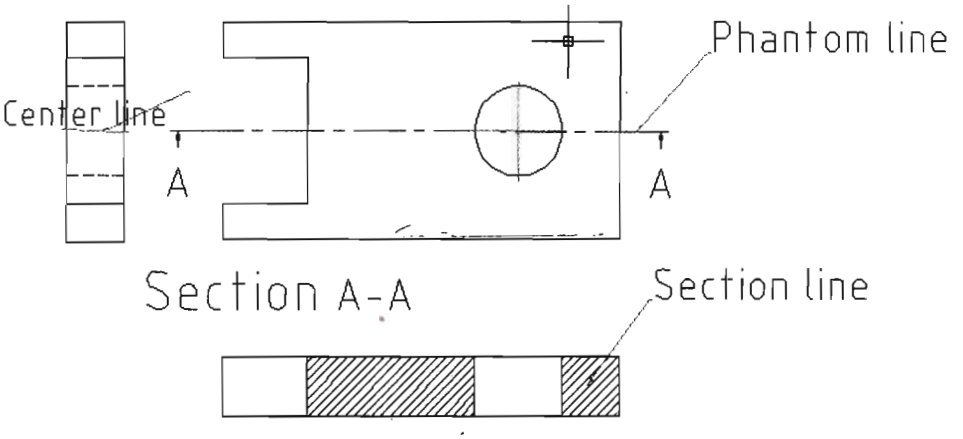
চিত্র নং-৩.৩ ঃ এক্সটেনশন ও ডাইমেশন লাইন

৩.৪ সেকশন লাইন ও ব্রেক লাইন অংকন করা ঃ



চিত্র নং-৩.৪ ঃ সেকশন লাইন ও ব্রেক লাইন

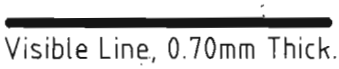
৩.৫ কাটিং প্লেইন ও ফ্যান্টম লাইন অংকন করা ঃ



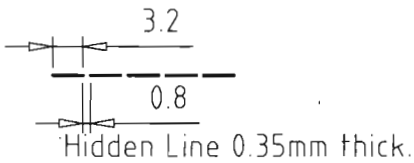
চিত্র নং-৩.৫ ঃ কাটিং প্লেইন ও ফ্যান্টম লাইন

৩.৫.১ অ্যালফাবেটস অব লাইন্স অংকন করা ঃ

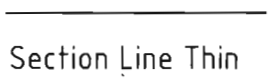
Visible Line



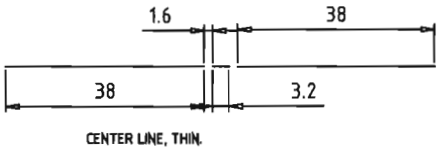
Hidden Line



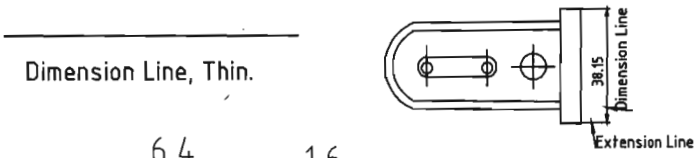
Section Line



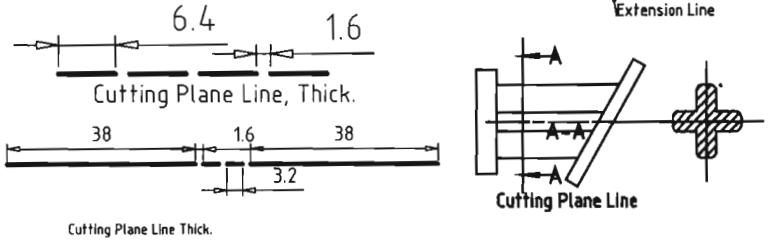
Center Line



Dimension Line

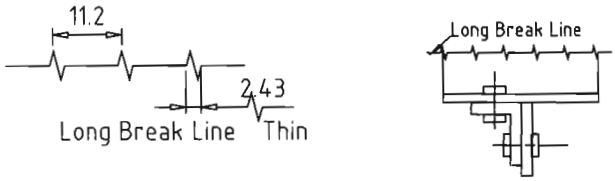


Cutting Plane Line

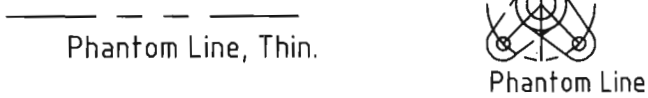


Short Break Line

Long Break Line

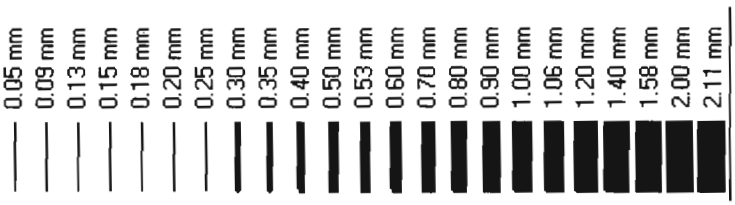


Phantom Line



চিত্র নং-৩.৫ (ক) ঃ অ্যালফাবেটস অব লাইন্স

৩.৫.২ লাইন গেজ (Line Gauge) ঃ



চিত্র নং-৩.৫ (খ) ঃ লাইন গেজ

৪.০ গোথিক অক্ষর ও সংখ্যা লেখা ঃ (অনুচ্ছেদ– ৪.১ থেকে ৪.৩)

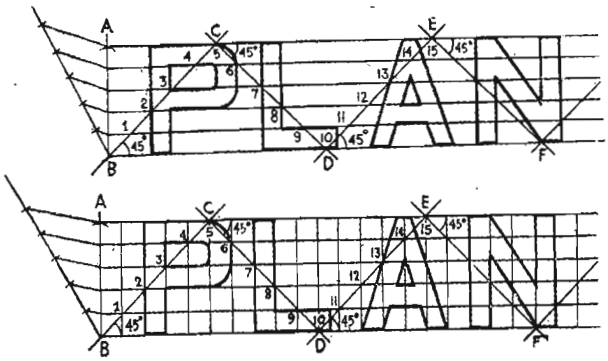
৪.১ অক্ষর লেখার অনুপাত অনুসারে গ্রাফ অংকন করা ঃ

গ্রাফ তৈরিতে প্রয়োজনীয় মেটিরিয়াল ও যন্ত্রপাতি-

- ড্রইং বোর্ড,
- টী-স্কয়ার,
- সেট স্কয়ার,
- কাঙ্খিত সাইজের ড্রইং শীট,
- ডিভাইডার,
- পেনসিল কম্পাস ও
- ইরেজার।

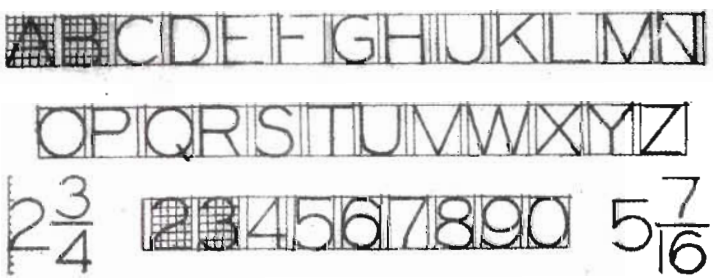
নিচে গ্রাফ তৈরির নমুনা দেখানো হল-

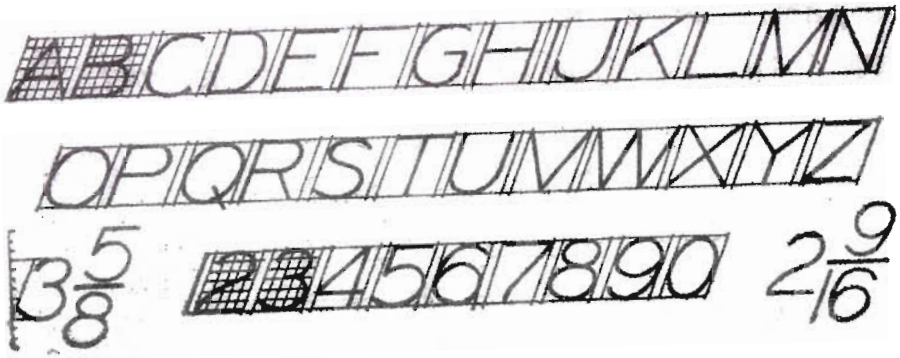
নিচের চিত্র ১ম ধাপ এর মত একটি আনুভূমিক সরলরেখা OX অংকন করতে হবে। এখন OX সরলরেখার O বিন্দুতে OY লম্ব টানতে হবে। ২য় ধাপে OY কে সমান ৫ ভাগে ভাগ করতে হবে। এই ৫ ভাগের যে কোন একটি ভাগের দূরত্ব নিয়ে OX কে প্রয়োজনীয় সংখ্যায় ভাগ করতে হবে। এখন ৩য় ধাপে বিভক্ত অংশের বিন্দুগুলো থেকে আনুভূমিক ও খাঁড়া রেখা টানলে চিত্রানুযায়ী একটি গ্রাফ বা লেখচিত্র অংকিত হবে। (চিত্র নং- ৫.১)



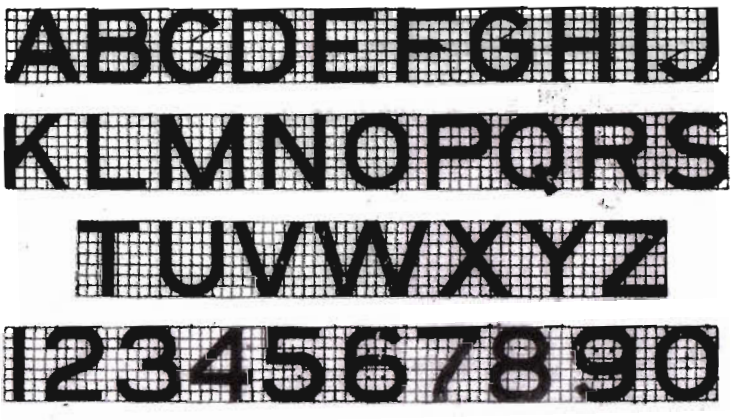
চিত্র নং-৬.১ ঃ অক্ষর লেখার অনুপাত ৫:৪ ।

৪.২ সিংগেল স্ট্রোক অক্ষর ও সংখ্যা লেখা ঃ



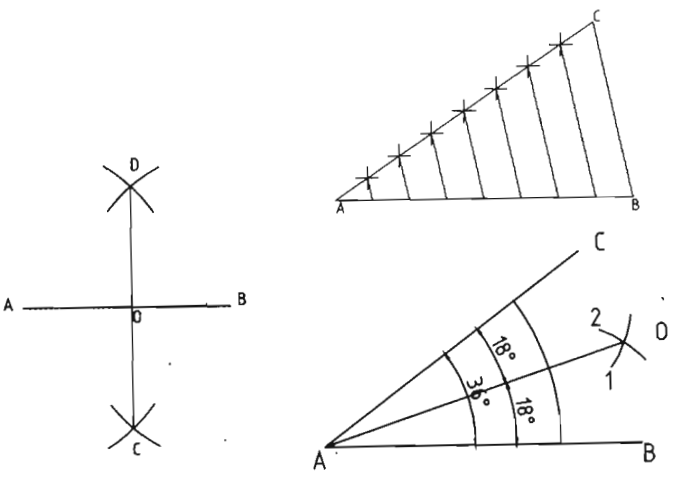


৪.৩ ডাবল স্ট্রোক অক্ষর ও সংখ্যা লেখা ঃ



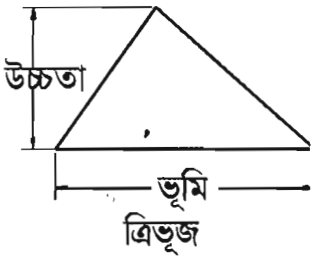
৫.০ সুষম জ্যামিতিক ড্রইং অংকন করা ঃ (অনুচ্ছেদ–৫.১)

৫.১ সরলরেখা ও কোণকে বিভক্ত করার দক্ষতা অর্জন ঃ



৫.২ বিভিন্ন প্রকার ত্রিভূজ অংকন করা ঃ (অনুচ্ছেদ- ৫.৩.১ থেকে ৫.৩.৭)

৫.২.১ ত্রিভুজ (Triangle) ঃ তিনটি বাহু দ্বারা গঠিত সীমাবদ্ধ ক্ষেত্রকে ত্রিভূজ বলে।



চিত্র নং-৬.১৪ ঃ ত্রিভুজ

৫.২.২ সমবাহু ত্রিভুজ (Equilateral Triangle) ঃ

যে ত্রিভুজের তিনটি বাহু পরস্পর সমান, তাকে সমবাহু ত্রিভুজ বলে। (চিত্র নং-৬.১৫)

৫০ মি.মি. বাহু বিশিষ্ট একটি সমবাহু ত্রিভুজ আঁকতে যেসব যন্ত্রের প্রয়োজন সেগুলো হল-

১। একটি মিলিমিটার স্কেল

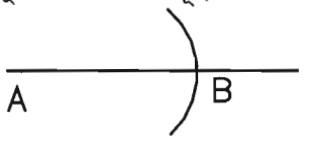
২। একটি ডিভাইডার

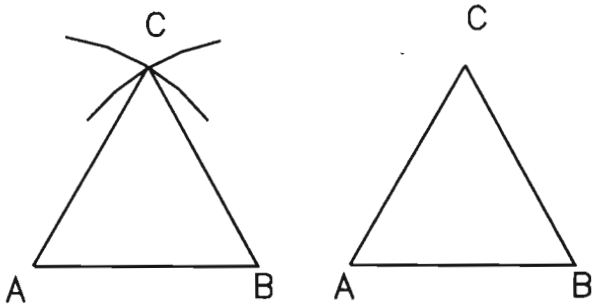
৩। একটি কম্পাস

৪। সেট স্কয়ার ১ জোড়া

৫। বোর্ড, টী- স্কয়ার ও অন্যান্য উপকরণ।

সমবাহু ত্রিভুজ তৈরির ধাপসমূহ





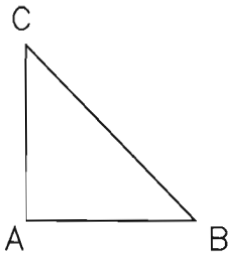
চিত্র নং-৬.১৫ ঃ সমবাহু ত্রিভুজ

অংকন প্রণালী ঃ

- ✓ টী-স্কয়ার অথবা সেট-স্কয়ার এর সাহায্যে কিঞ্চিৎ হালকা করে 2H পেনসিল দিয়ে ৫০ মি.মি. অপেক্ষা কিছু বড় একটি সরলরেখা টেনে এর এক প্রান্তে একটি বিন্দু A স্থাপন করতে হবে।
- ✓ ডিভাইডার এর সাহায্যে মিলিমিটার স্কেল থেকে ৫০ মি.মি. মাপ নিয়ে মাপটি রেখার উপর স্থাপন করতে হবে। এখন A থেকে B দূরত্ব হল ৫০ মি.মি.।
- ✓ পেনসিল কম্পাস দিয়ে AB সমান ব্যাসার্ধ A ও B কেন্দ্র করে দুটি বৃত্তচাপ অংকতে হবে। বৃত্তচাপ দুটি C বিন্দুতে ছেদ করবে। এখন, AC ও BC যোগ করলে ABC একটি সমবাহু ত্রিভূজ তৈরি হবে।

৫.২.৩ সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ (Isosceles Triangle) ঃ

যে ত্রিভূজের দুটি বাহু সমান, তাকে সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ বলে।



চিত্র নং- ৬.১৬ ঃ সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ।

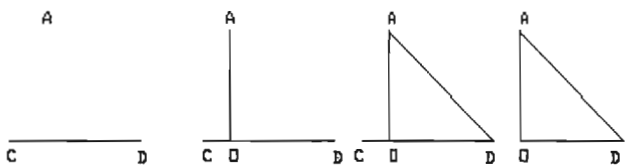
৫.২.৪ সমকোণী ত্রিভূজ (Right Angled Triangle) ঃ

যে ত্রিভূজের একটি কোণ সমকোণ, তাকে সমকোণী ত্রিভুজ বলে।

একটি সমকোণী ত্রিভুজ আঁকতে যে সব যন্ত্রের প্রয়োজন সেগুলো হল-

- ➢ একটি মিলিমিটার স্কেল
- ➢ একটি ডিভাইডার
- ➢ একটি কম্পাস
- ➢ সেট স্কয়ার ১ জোড়া
- ➢ বোর্ড, টী- স্কয়ার ও অন্যান্য উপকরণ।

অংকন প্রণালী ঃ

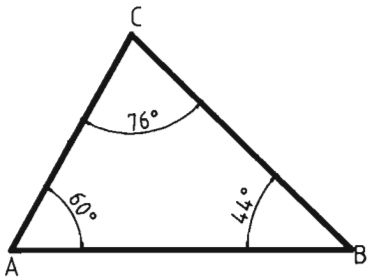


চিত্র নং-৬.১৭ ঃ একটি সমকোণী ত্রিভুজ অংকন করার বিভিন্ন ধাপসমূহ

- ✓ টী-স্কয়ার অথবা সেট-স্কয়ার এর সাহায্যে কিঞ্চিৎ হালকা করে 2H পেনসিল দিয়ে একটি সরলরেখা টেনে রেখাটির বাইরে উপর দিকে একটি বিন্দু A স্থাপন করতে হবে।
- ✓ টী-স্কয়ার এর হাতলকে বোর্ডের কিনারায় দৃঢ়ভাবে স্থাপন করতে হবে।
- ✓ ব্লেডের কিনারা বরাবর সেট স্কয়ার স্লাইড করিয়ে A বিন্দুর পাশে স্থাপন করতে হবে।
- ✓ এখন A বিন্দু থেকে সরলরেখা CD উপর একটি রেখা টানতে হবে। রেখাটি CD সরলরেখাকে o বিন্দুতে ছেদ করবে।
- ✓ সেট-স্কয়ার এর সাহায্যে AD যুক্ত করতে হবে। AOD একটি সমকোণী ত্রিভূজ অংকিত হবে।

৫.২.৫ বিষমবাহু ত্রিভুজ (Irregular Triangle) ঃ

যে ত্রিভূজের তিনটি বাহুই অসমান তাকে বিষম বাহু ত্রিভূজ বলে।



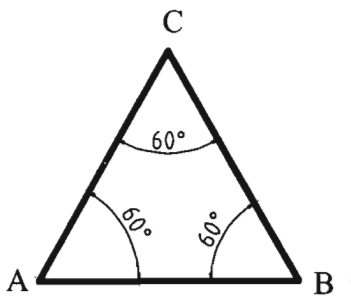
চিত্র নং-৬.১৮ ঃ বিষম বাহু ত্রিভূজ

৫.২.৬ সূক্ষ্মকোণী ত্রিভুজ (Acute Angled Triangle) ঃ

যে ত্রিভুজের তিনটি কোণই সূক্ষ কোণ তাকে সূক্ষ্মকোণী ত্রিভুজ বলে।

একটি সূক্ষ্মকোণী ত্রিভুজ অংকন করতে যেসকল যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হতে পারে সেগুলো হল-

- ➢ একটি মিলিমিটার স্কেল
- ➢ একটি ডিভাইডার
- ➢ সেট স্কয়ার ১ জোড়া
- ➢ বোর্ড, টী- স্কয়ার ও অন্যান্য উপকরণ।

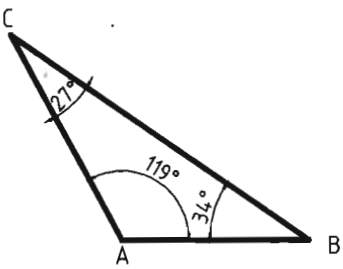


চিত্র নং-৬.১৯ ঃ সূক্ষ্মকোণী ত্রিভুজ

অংকন প্রণালী ঃ

- ✓ টী-স্কয়ার অথবা সেট-স্কয়ার এর সাহায্যে AB সমান একটি সরলরেখা টানা লাগবে।
- ✓ ৬০° -৩০° সেট স্কয়ারকে টী-স্কয়ার এর সাথে ৬০° কোণে স্থাপন করে A বিন্দুর সাথে মিশিয়ে একটি রেখা টানতে হবে।
- ✓ আবার, B বিন্দুর সাথে মিশিয়ে সেট-স্কয়ারটি ৬০° কোণে স্থাপন করে আরো একটি রেখা টানা লাগবে।
- ✓ এখন, রেখা দুটি C বিন্দুতে ছেদ করবে।
- ✓ ফলে ABC একটি সূক্ষকোণী ত্রিভূজ তৈরি হবে।

৫.২.৭ স্থূলকোণী ত্রিভুজ (Obtuse Angled Triangle) ঃ যে ত্রিভুজের একটি কোণ স্থূলকোণ তাকে স্থূলকোণী ত্রিভুজ বলে।



চিত্র নং-৬.২০ ঃ স্থূলকোণী ত্রিভুজ

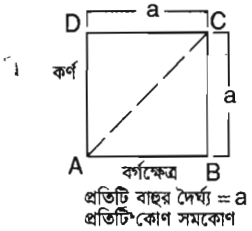
৫.৩ বিভিন্ন প্রকার চতুর্ভুজ অংকন করা ঃ

৫.৩.১ বর্গক্ষেত্র ঃ

যে চতুর্ভূজের চারিটি বাহু পরস্পর সমান এবং কোণগুলো সমকোণ তাকে বর্গক্ষেত্র বলে।

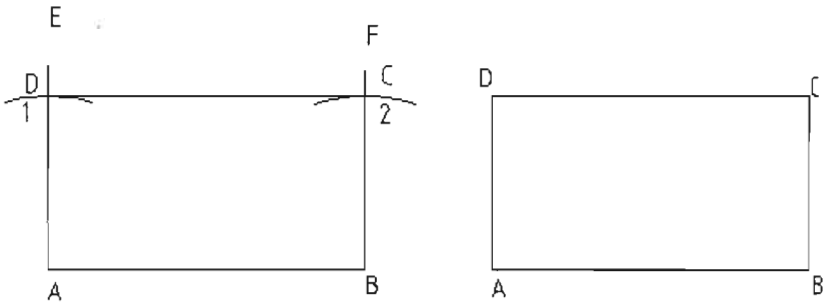
অংকন পদ্ধতি ঃ

৫০মিমি.সমান দৈর্ঘ্য নিয়ে AB ভূমি আঁকতে হবে। A ও B বিন্দুতে দুটি লম্ব টেনে এবং ৫০ মিমি. সমান করে কেটে নিয়ে C ও D দুটি বিন্দু পাওয়া যাবে। C ও D দুটি বিন্দু যোগ করলে ABCD ঈপ্সিত বর্গ অংকিত হবে।



চিত্র নং-৬.২১ ঃ বর্গক্ষেত্র

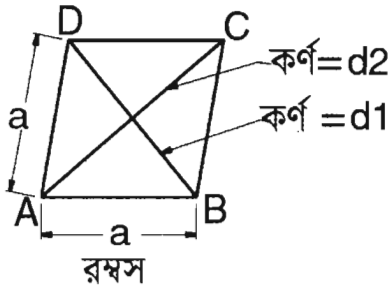
৫.৩.২ আয়তক্ষেত্র (Rectangle) ঃ যে চতুর্ভুজের বিপরীত বাহু পরস্পর সমান এবং কোণগুলো সমকোণ তাকে আয়তক্ষেত্র বলে।



চিত্র নং-৬.২২ ঃ আয়তক্ষেত্র

অংকন পদ্ধতিঃ ৬০মিমি.সমান লম্বা AB ভূমি নিয়ে A ও B বিন্দুতে দুটি লম্ব টানতে হবে এবং A ও B বিন্দুকে কেন্দ্র করে লম্ব দুটি থেকে ৪০ মি.মি. দূরত্ব ডিভাইডার বা কম্পাস দিয়ে কেটে নিলে C ও D দুটি বিন্দু পাওয়া যাবে। এখন, C ও D দুটি বিন্দু যোগ করলে ABCD একটি আয়তক্ষেত্র অংকিত হবে।

৫.৩.৩ রম্বস (Rhombos) t যে চতুর্ভূজের চারিটি বাহু সমান কিন্তু কোন কোণ সমকোণ নয় তাকে রম্বস বলে।



রম্বস

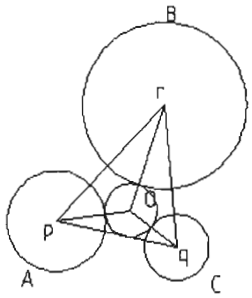
অংকন প্রণালী ঃ ৫২ মি.মি.দৈর্ঘ্যের ভূমতে ৪৫° কোণ াবাশষ্ট একাট রম্বস অংকন করতে হবে।
৫২ মি.মি.বিশিষ্ট একটি ভূমি AB অংকন করতে হবে।

A ও B বিন্দু থেকে ৪৫° - ৪৫° কোণওয়ালা সেট স্কয়ার দিয়ে ৪৫° কোণে দুটি সমান্তরাল সরলরেখা টানতে হবে। A ও B বিন্দুকে কেন্দ্র করে ভূমি সমান দূরত্ব সমান্তরাল সরলরেখাদ্বয় থেকে কেটে নিলে C ও D বিন্দু পাওয়া যাবে। এখন, C ও D বিন্দু যোগ করতে হবে। এভাবে,ABCD একটি কঙ্খিত রম্বস তৈরি হবে।

৫.৪ অন্তবৃত্ত ও বহিঃবৃত্তসহ বৃত্ত অংকন করা ঃ

বহিঃবৃত্ত সহ বৃত্ত অংকনে করণীয় ঃ

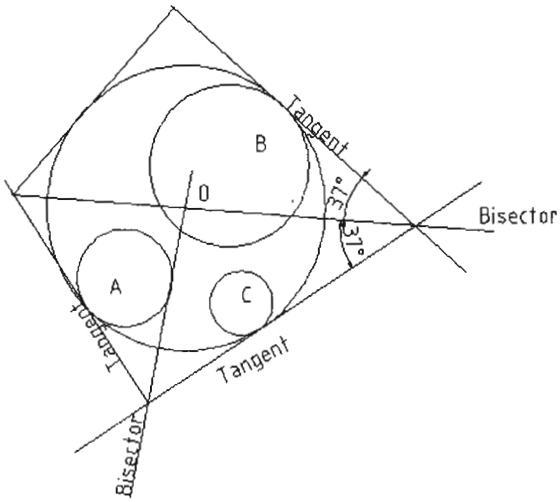
- A, B, C তিনটি বহিবৃত্তের কেন্দ্র যোগ করলে pqr নামে একটি ত্রিভূজ তৈরি হবে।
- ত্রিভূজের শীর্ষ বিন্দু থেকে বিপরীত বাহুর উপর লম্ব টানতে হবে।
- লম্বগুলোর ছেদ বিন্দু নতুন বৃত্তের কেন্দ্র হবে।



চিত্র নং- ৬.২৪ ঃ বহিবৃত্তসহ বৃত্ত অংকন

অন্তবৃত্ত সহ বৃত্ত অংকনে করণীয় ঃ

- A, B, C তিনটি বৃত্তের তিনটি স্পর্শক টানতে হবে।
- স্পর্শকগুলো পরস্পর ছেদ করলে নতুন কোণ উৎপন্ন হবে।
- কোণগুলোর সমদ্বিখন্ডক রেখার ছেদ বিন্দু নতুন বৃত্তের কেন্দ্র হবে।



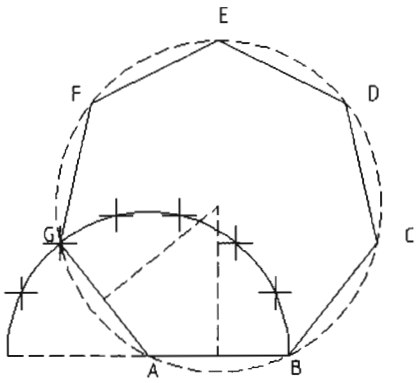
চিত্র নং- ৬.২৫ ঃ অন্তবৃত্তসহ বৃত্ত অংকন

৫.৫ বহুভুজ অংকন কর।

সুষম বহুভুজ (Regular Polygon) ঃ

যে বহুভুজের সব বাহুগুলো সমান তাকে সুষম বহুভুজ (Regular Polygon) বলে।

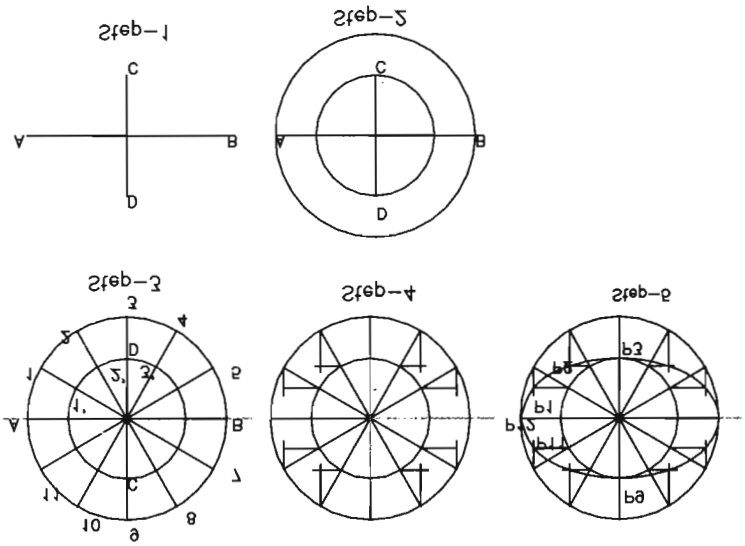
বাহুর সংখ্যার উপর ভিত্তি করে বহুভুজকে বেশ কয়েক ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যেমন ঃ পঞ্চভুজ, ষড়ভুজ, সপ্তভুজ, অষ্টভুজ, নবভুজ, দশভুজ ইত্যাদি। এদেরকে ইংরেজিতে যথাক্রমে পেন্টাগন, হেক্সাগন, হেপ্টাগন, অক্টাগন, ন্যানোগন, ডেকাগন বলে। 'n' সংখ্যক বাহু বিশিষ্ট বহুভুজকে এনগন বলে। নিচের চিত্রে একটি সুষম সপ্তভুজ দেখানো হয়েছে।



চিত্র নং-৬.২৬ ঃ সুষম সপ্তভূজ

- সপ্তভুজ এর বাহু সমান দৈর্ঘ্য নিয়ে একটি বাহু AB টানতে হবে।
- A কে কেন্দ্র করে AB সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি অর্ধ বৃত্ত আঁকতে হবে।
- সপ্তভুজের সাতটি বাহু বিধায় অর্ধ বৃত্তকে সমান সাত ভাগে ভাগ করে বামদিক হতে ১,২,৩,.. নম্বর দিয়ে চিহ্নিত করতে হবে।
- A2 সংযুক্ত করতে হবে।
- A2 এবং AB বাহুদ্বয়ের সমদ্বিখন্ডক O বিন্দুতে ছেদ করবে।
- O কে কেন্দ্র করে OA সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত আঁকতে হবে।
- AB সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে B থেকে শুরু করে বৃত্তের পরিধি বরাবর BC, CD, DE, EF, F2 বাহু কেটে নিতে হবে।
- এখন, বাহুগুলো যোগ করলে একটি সপ্তভূজ অংকিত হবে।

৫.৬ উপবৃত্ত অংকন করা ঃ



চিত্র নং- ৬.২৭ ঃ উপবৃত্ত

উপরের চিত্রে Concentric Circle Method অবলম্বনে একটি উপবৃত্ত অংকন করতে নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করা হয়েছে-

- বৃহৎ অক্ষ (Major Axis), AB অংকন করতে হবে;
- ক্ষুদ্র অক্ষ (Minor Axis), CD এমনভাবে অংকন করতে হবে যাতে CD রেখা AB কে সমদ্বিখন্ডিত করে, রেখাদ্বয় পরস্পরকে `o` বিন্দুতে ছেদ করে ;
- এখন, `o` কে কেন্দ্র করে AB এবং CD সমান ব্যাস নিয়ে দুটি বৃত্ত অংকন করতে হবে ;
- বড় বৃত্তটি ১২ ভাগে ভাগ করে ১,২,৩, ..১২ নম্বরে চিহ্নিত করতে হবে । কেন্দ্রকে প্রতি নম্বরের সাথে যোগ করতে হবে যা ছোট বৃত্তকে ১',২',৩' .....১২' বিন্দুতে ছেদ করবে;
- ১ বিন্দুর ভিতর দিয়ে CD সমান্তরাল করে একটি রেখা টানা লাগবে ;
- ১' বিন্দুর ভিতর দিয়ে AB সমান্তরাল করে একটি রেখা টানতে হবে ;
- ১ ও ১' বিন্দুর ভিতর দিয়ে টানা সমান্তরাল রেখাদ্বয়ের ছেদ বিন্দু হল উপবৃত্তের একটি বিন্দু ।
- এভাবে উপবৃত্তের জন্য বিভিন্ন বিন্দু গঠন করে উপবৃত্ত অংকন করা যাবে ।

৬. স্কেল অংকন কর ।

প্লেইন স্কেল ঃ প্লেইন স্কেলে এর দৈর্ঘ্য বরাবর একপ্রান্তে বা উভয় প্রান্তে ইঞ্চি বা সেন্টিমিটারে বা ইঞ্চিতে এবং এদের ভগ্নাংশ দ্বারা অংশাঙ্কন করা থাকে ।

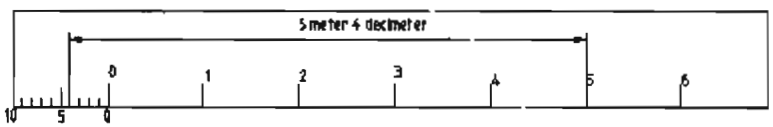
৬.১ আর.এফ নির্ণয় কর ।

একটি উদাহরণ দিয়ে আর,এফ সম্বন্ধে ধারণা নেওয়া যাক । ধরা যাক, একটি ড্রইং শীটে ৫০ মিটার উচ্চতার একটি বিল্ডিং অংকন করতে হবে । ড্রইং-এ ১ সেমি. = বিল্ডিং এর ১ মিটার এমন একটি স্কেল নিয়ে ড্রইং করতে হবে । এখন, ড্রইং-এর দৈর্ঘ্য ও বস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাতকে একই একক এ রূপান্তর করলে আর, এফ বা রিপ্রেজেনটেটিভ ফ্র্যাকসন (R.F) পাওয়া যাবে ।

$$\text{উপরোক্ত স্কেলের (R.F)} = \frac{\text{১ সেমি.}}{\text{১ মিটার}} = \frac{\text{১ সেমি.}}{\text{১০০ মিটার}} = \frac{\text{১}}{\text{১০০}}$$

৬.২ প্লেইন স্কেল অংকন কর ।

১) মিটার এবং ডেসি মিটার পাঠ করার জন্য একটি প্লেইন স্কেল গঠন করতে হবে যার আর, এফ = ১/৫০ । এই স্কেলের উপর ৫মিটার এবং ৪ ডেসি মিটার মাপটি দেখাও ।



Plain Scale when RF = 1/50

চিত্র নং- ৬.২৮

R/F = 1/50 অর্থ্যাৎ ১ সেমি, দিয়ে ৫০ সেমি. তুলে ধরা হয়েছে।
সুতরাং, ২ সেমি. = ১ মিটার।
১৬ সেমি. = ৮ মিটার। ১৬ সেমি. একটি লাইন টেনে সমান ৮ ভাগ করতে হবে। প্রতিটি বড় ঘর = ১ মিটার। বামের একটি ঘরকে ১০ ভাগ করতে হবে যাতে এর প্রতিটি ছোট ঘর দিয়ে ১ ডেসি মিটার দেখানো যায়।
D`vniY t মিটার ও ডেসিমিটার পাঠ করার জন্য ১/৫০ আর,এফ-এর একটি প্লেন স্কেল তৈরি কর এবং এই স্কেলে ৫ মিটার ৪ ডেসিমিটার পাঠ দেখাও।

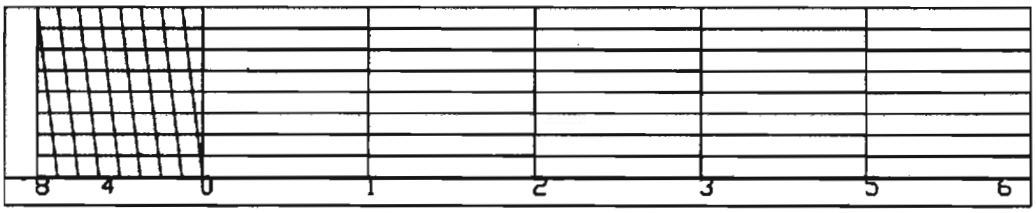
mgvavb t আর,এফ $= \frac{1}{50} \quad \frac{1\text{ cm}}{50\text{ cm}} \quad \frac{2\text{ cm}}{100\text{ cm}} \quad \frac{2\text{ cm}}{1\text{m}} \quad \frac{16\text{ cm}}{8\text{m}}$

আট মিটার পাঠ নেয়া যায় এমন একটি প্লেইন স্কেল তৈরি করতে হবে যার স্কেল দৈর্ঘ্য হবে ১৬ সেমি.। সুতরাং, ১৬ সেমি. লম্বা একটি সরলরেখা নিয়ে তাকে সমান ৮ ভাগে ভাগ করতে হবে। এবং এর বামের একটি ঘরকে সমান ১০ ভাগে ভাগ করতে হবে।

৬.৩ ডায়গোনাল স্কেল (Diagonal Scale) ঃ

এই স্কেলে এক ইঞ্চি বা অন্য একককে হরাইজোনটাল এবং ভার্টিক্যাল দিক বরাবর ১০ বা ৮ ভাগে উভয় প্রান্তে ভাগ করা থাকে। হরাইজোনটাল দিকে নিচের ১ম বিন্দুর সাথে উপরের ২য় বিন্দু কোণাকুনি যোগ করা হয়। এভাবে ক্রমান্বয়ে ১০টি বিন্দু যোগ করা হয়। এখন, ভার্টিক্যাল দিকের বিন্দুগুলো থেকে সমান্তরাল লাইন টানলে একটি ডায়গোনাল স্কেল তৈরি হবে। (চিত্র নং-৬.২৮)

প্লেইন স্কেল দিয়ে আমরা সাধারণত দুই ধাপ পর্যন্ত মাপ নিতে পারি। যেমন- সেমি. এবং মিমি.। কিন্তু ডায়গোনাল স্কেল তিন ধাপ পর্যন্ত মাপ নেওয়া যায়। যেমন- মিটার, সেমি., মিমি.।

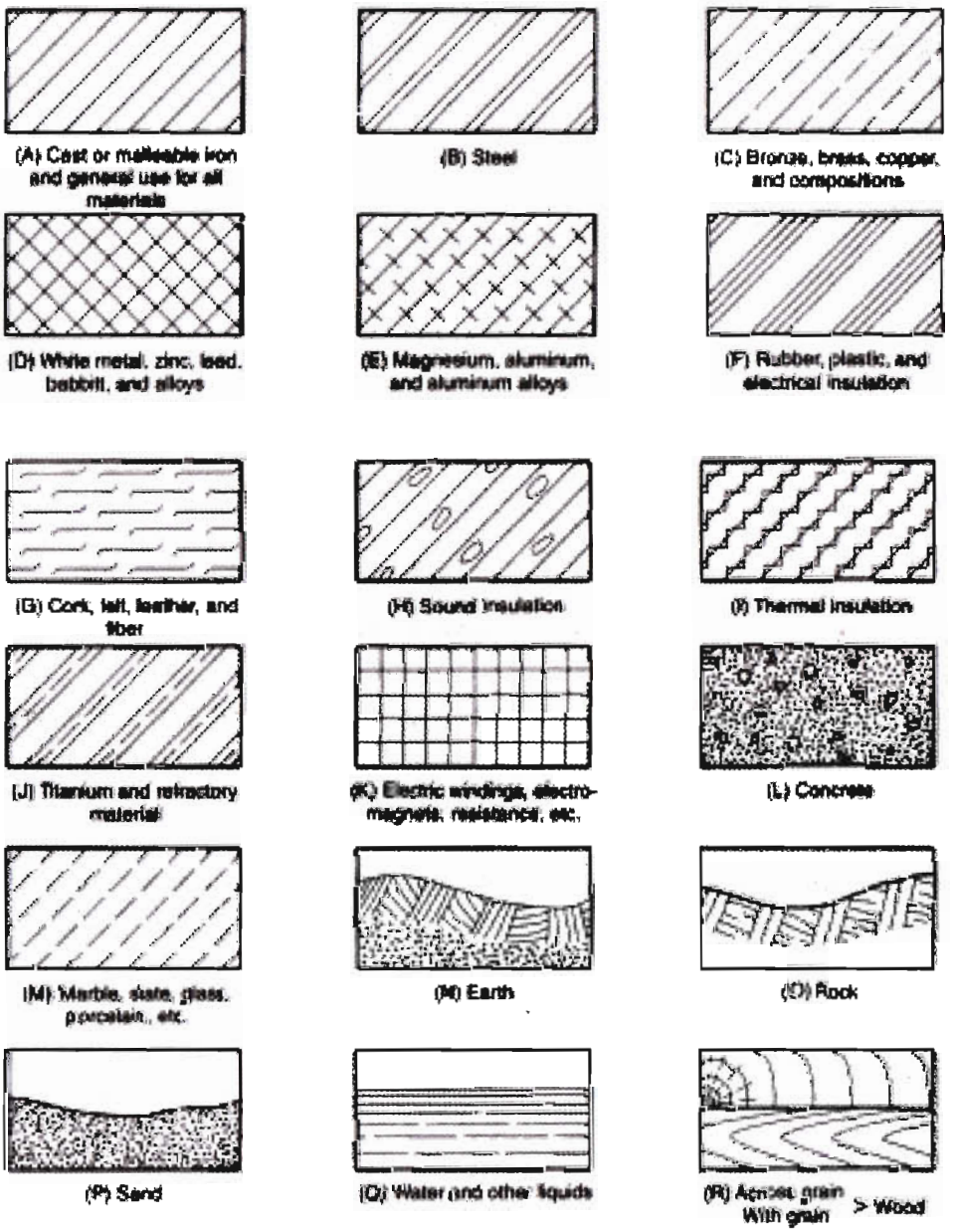


ডায়াগনাল স্কেল : ১/ ৬৪ ভগ্নাংশে।

চিত্র নং- ৬.২৮ ঃ

৭. ড্রইং এর প্রতীক ও পরিমাপ করা। (অনুচ্ছেদ-৭.১ থেকে ৭.২.৭)
নিচে ড্রইং এর প্রতীক ও পরিমাপ সম্বন্ধে বিশদ আলোচনা করা হয়েছে।

৭.১ বিভিন্ন প্রকার মেটেরিয়ালের প্রতীক অংকন ঃ

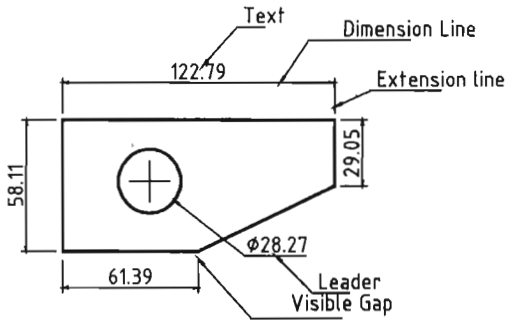


চিত্র নং-৬.২৯ ঃ মেটেরিয়াল প্রতীক

৭.২ ড্রইং-এ পরিমাপ দেয়া ঃ

পরিমাপ দেয়ার বিভিন্ন উপকরণ-এর নাম-

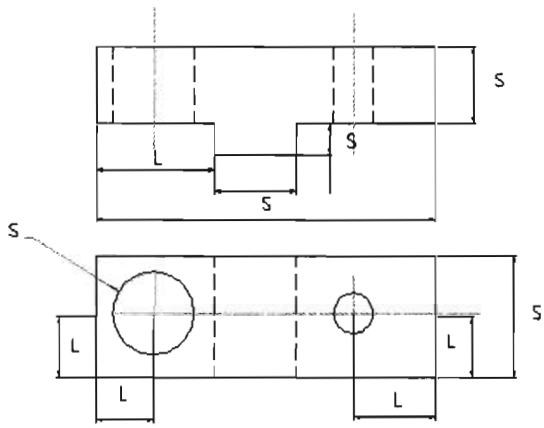
১) ডাইমেনসন লাইন,
২) এক্সটেনসন লাইন,
৩) টেক্সট,
৪) লিডার,
৫) অ্যারো হেড এবং
৬) ভিজিবল গ্যাপ।



চিত্র নং- ৬.৩০ ঃ ডাইমেনসন এলিমেন্টস্

৭.৩ পরিমাপ-ধরন (Types of Dimensioning) ঃ ড্রইং যে ভাবেই অংকন করা হোক না কেন, প্রতিটি ড্রইং এর মাপ-জোক যেমন- দৈর্ঘ্য, প্রস্থ , উচ্চতার মাপ এবং এর সাথে হোল, গ্রুভ, চ্যানেল ইত্যাদির অবস্থান জানানোর ভিন্ন ভিন্ন রীতি আছে। মাপ-জোকের উপরোক্ত বিষয়গুলোকে বা Type of Dimension কে দুভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা-

১) Size & Functional Dimension কে নিচের চিত্রে S দিয়ে সাইজ প্রকাশ করা হয়েছে।
২) Location or Datum Dimension কে নিচের চিত্রে L দিয়ে লোকেসন প্রকাশ করা হয়েছে।

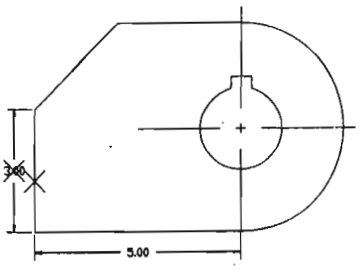


চিত্র নং- ৬.৩১ ঃ ডাইমেনসন এর ধরন

৭.৩.১ পরিমাপ পদ্ধতি (Methods of Dimensioning) ঃ অংকিত বস্তুকে বিভিন্ন পদ্ধতির মাধ্যমে পরিমাপ করা হয়। যেমন- রৈখিক, অ্যালাইন, অর্ডিনেট, বেস লাইন এবং বিন্দু থেকে বিন্দু পরিমাপন ইত্যাদি। নিচে চিত্রে যেভাবে দেখানো হয়েছে সেভাবে পরিমাপ করতে হবে।

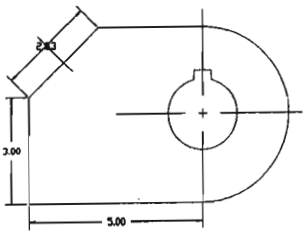
৭.৩.২ রৈখিক পরিমাপ (Linear Dimensioning) ঃ

রৈখিক পরিমাপ দুই রকম। যেমন- আনুভূমিক ও খাড়া। (চিত্র নং- ৬.৩২)



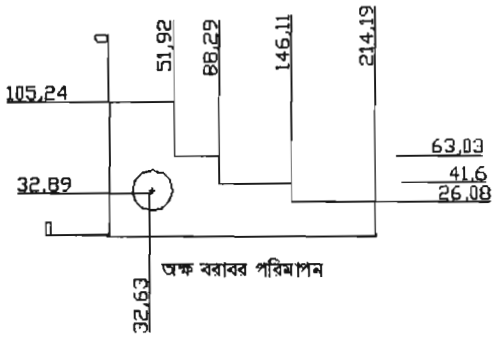
চিত্র নং- ৬.৩২ ঃ রৈখিক পরিমাপন

৭.৩.৩ অ্যালাইন পরিমাপন (Align Dimensioning) ঃ বস্তুর আকৃতির সাথে সংগতি রেখে পরিমাপ করাকে অ্যালাইন পরিমাপন বলে। নিচে চিত্রে দেখা যায় যে, ড্রইংটির বাউন্ডারি আনুভূমিক, খাড়া, হেলান ও বক্ররেখার সমন্বয়ে গঠিত। নত বা হেলান রেখার পরিমাপের জন্য অ্যালাইন পরিমাপন পদ্ধতি উপযোগী।



চিত্র নং- ৬.৩৩ ঃ অ্যালাইন পরিমাপন

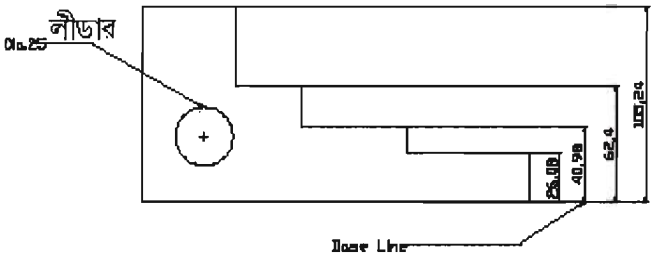
৭.৩.৪ অর্ডিনেট পরিমাপন (Ordinate Dimensioning) ঃ বস্তুর যে কোন একটি কোণাকে মূল বিন্দু ধরে ভূজ ও কোটি বরাবর মাপ নেয়াকে অর্ডিনেট পরিমাপন বলে।



চিত্র নং- ৬.৩৪ ঃ অর্ডিনেট পরিমাপন

৭.৩.৫ বেস লাইন পরিমাপন (Base Line Dimensioning) ঃ

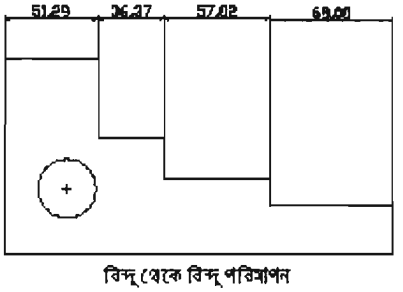
অংকিত নকসার ভূমি থেকে বিভিন্ন বিন্দুর দূরত্ব পরিমাপনকে বেস লাইন পরিমাপন বলে।



বেস লাইন ডায়মেনশন

চিত্র নং- ৬.৩৫ ঃ বেস লাইন পরিমাপন

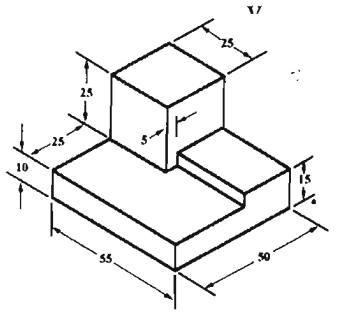
৭.৩.৬ বিন্দু থেকে বিন্দু পরিমাপন (Point to Point Dimensioning) t চিত্রে বিন্দু থেকে বিন্দুর দূরত্ব মাপ বসানোর পদ্ধতিকে বিন্দু থেকে বিন্দু পরিমাপন বলে। (চিত্র নং- ৬.৩৬)



চিত্র নং- ৬.৩৬ ঃ বিন্দু থেকে বিন্দু পরিমাপন

৭.৩.৭ থ্রী – ডি ডায়মেনশনিং (3D Dimensioning) করা ঃ

চিত্রে একটি থ্রী-ডি ডায়মেনশনিং নমুনা দেখানো হল-

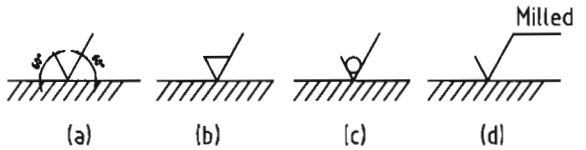


চিত্র নং- ৬.৩৭ ঃ থ্রী - ডি ডায়মেনশনিং

৭.৪ সারফেস ফিনিস এর প্রতীক অংকন করা ঃ

মেশিনিং সিম্বল (Machining Symbol) ঃ

1) সারফেস ফিনিশের মূল সিম্বল হিসেবে ৬০° নতি কোণে একটি বিন্দুতে বিপরীত মুখে অবস্থিত অসম দৈর্ঘ্যের দুটি সরলরেখা দ্বারা বুঝানো হয়েছে। চিত্র নং- ৮.২ (a) ।

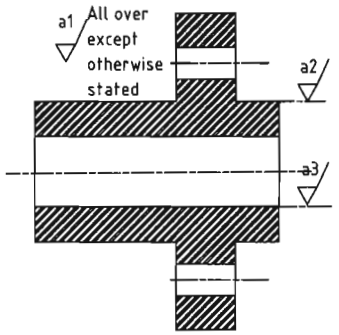


চিত্র নং- ৮.২

২) মেশিনং এর মাধ্যমে মেটেরিয়াল অপসারণের প্রয়োজন হলে মূল সিম্বলের সাথে একটি বার যুক্ত করা হয়। চিত্র নং- ৮.২ (b) ।

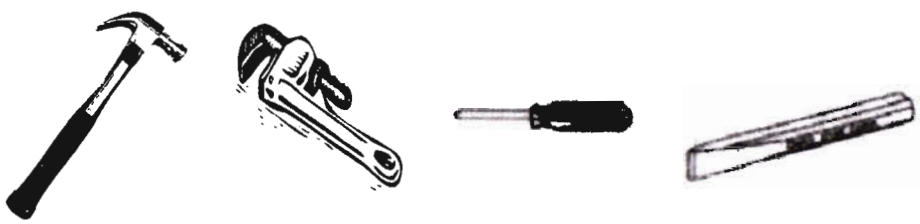
৩) মেটেরিয়াল অপসারণের অনুমতি না থাকলে মূল সিম্বলের সাথে একটি বৃত্ত সংযোজন করা হয়। চিত্র নং- ৮.২ (c)।

৪) বিশেষ বৈশিষ্টের তল বা সারফেস ফিনিশ এর সিম্বল প্রয়োজন হলে লম্বা লাইনের সাথে আর একটি অনুভূমিক লাইন যুক্ত করা হয়। চিত্র নং- ৮.২ (d)।

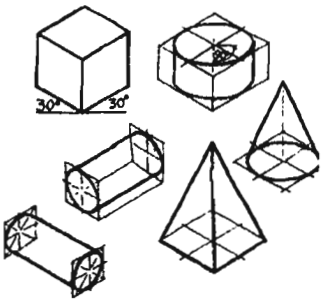


চিত্র নং- চিত্র নং- ৮.২ (d)

৮.০ ফ্রি–হ্যান্ডে বিভিন্ন প্রকার হ্যান্ড টুলস্ অংকন করা ঃ



৮.১ বিভিন্ন প্রকার ব্লক, সিলিন্ডার, কোন, পিরামিড ইত্যাদি ফ্রি–হ্যান্ডে অংকন করা ঃ

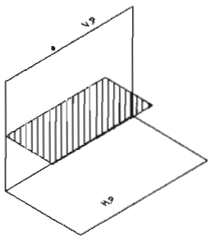


চিত্র নং-৮.৪

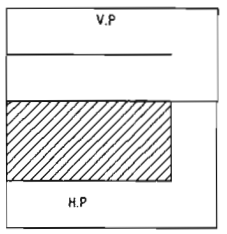
৮.২ বিভিন্ন যন্ত্রাংশ ফ্রি–হ্যান্ডে অংকন করা ঃ

চিত্র নং-৮.৫

৯.১ বস্তুর তলের প্রজেকশন অংকন করা ঃ



চিত্র নং-৯.১



চিত্র নং-৯.১(ক)

৯.২ বস্তুর ব্লকের প্রজেকশন অংকন করা ঃ

আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন পদ্ধতি (Method to draw Isometric view or projection) ঃ

একটি আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন করতে নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করতে হবে-

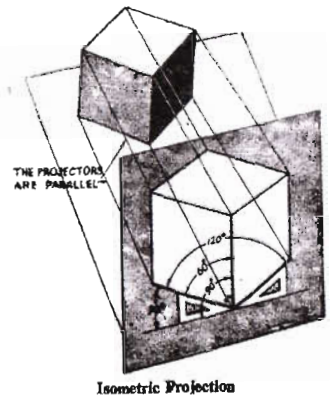
(১) একটি আইসোমেট্রিক স্কেল অংকন করতে হবে।

(২) আইসোমেট্রিক স্কেল ব্যবহার করে বস্তুর অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন অংকন করতে হবে।

(৩) আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন-এ অক্ষের অবস্থান ঠিক করতে হবে।

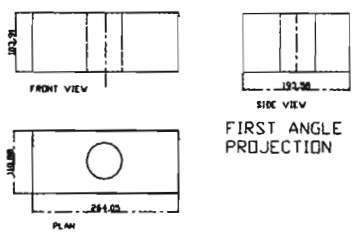
(৪) এখন, অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন থেকে প্রাপ্ত দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতার মাপগুলো অক্ষের উপর বসাতে হবে।

(৫) এভাবে ফ্রন্ট, সাইড এবং টপ ভিউ অক্ষের উপর স্থাপন করে আইসোমেট্রিক প্রজেকশনের কাজ শেষ হবে।



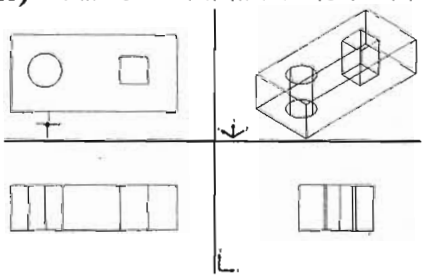
চিত্র নং-৯.২ ঃ আইসোমেট্রিক প্রজেকশন

৯.১ ১ম কোণীয় (Frist Angle) পদ্ধতিতে অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন অংকন করা ঃ



চিত্র নং-৯.৩ ঃ ফাস্ট অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন

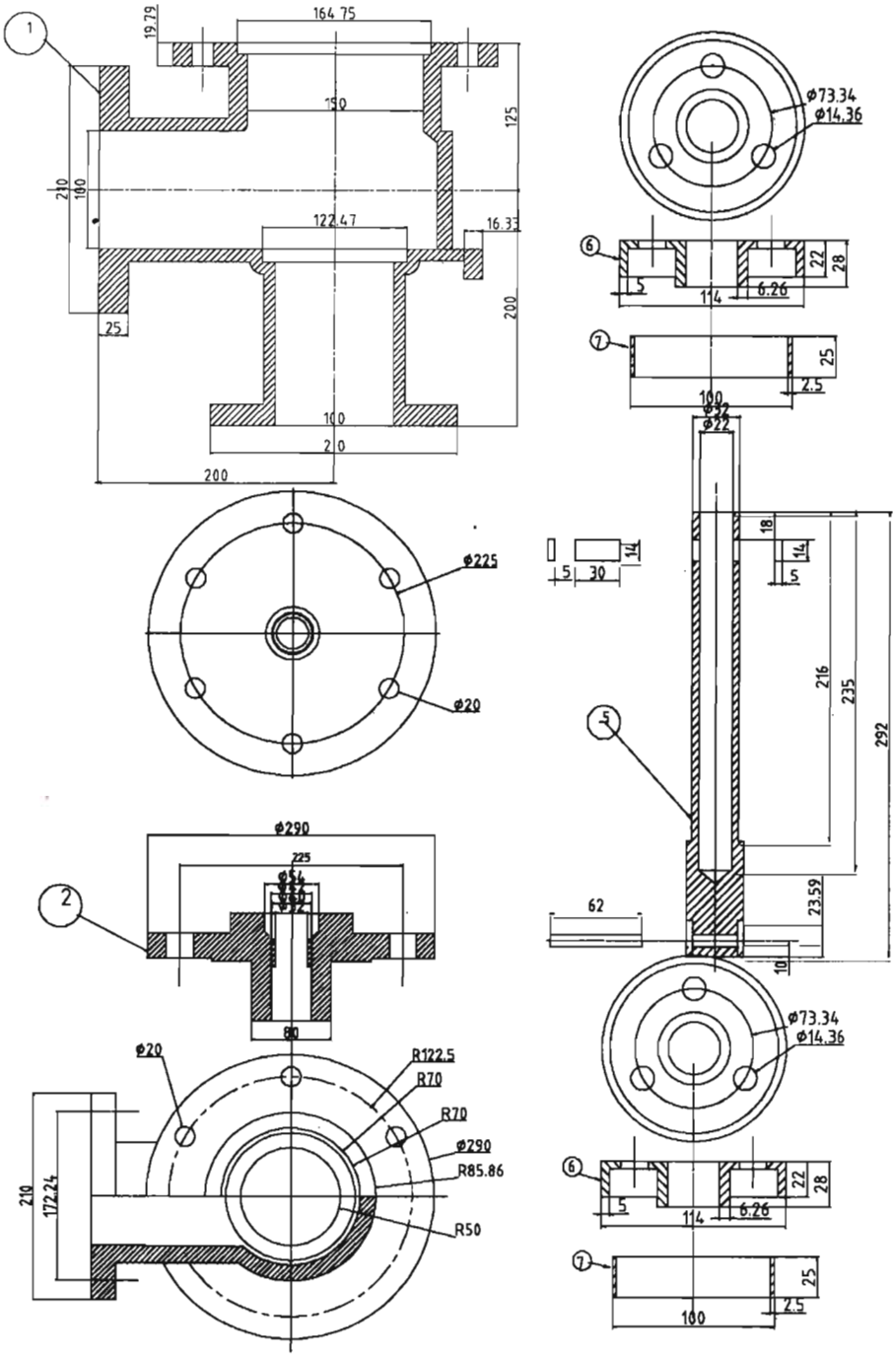
৯.২ ৩য় কোণীয় (Third Angle) পদ্ধতিতে অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন অংকন করা ঃ



চিত্র নং-৯.৪ ঃ থার্ড অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন

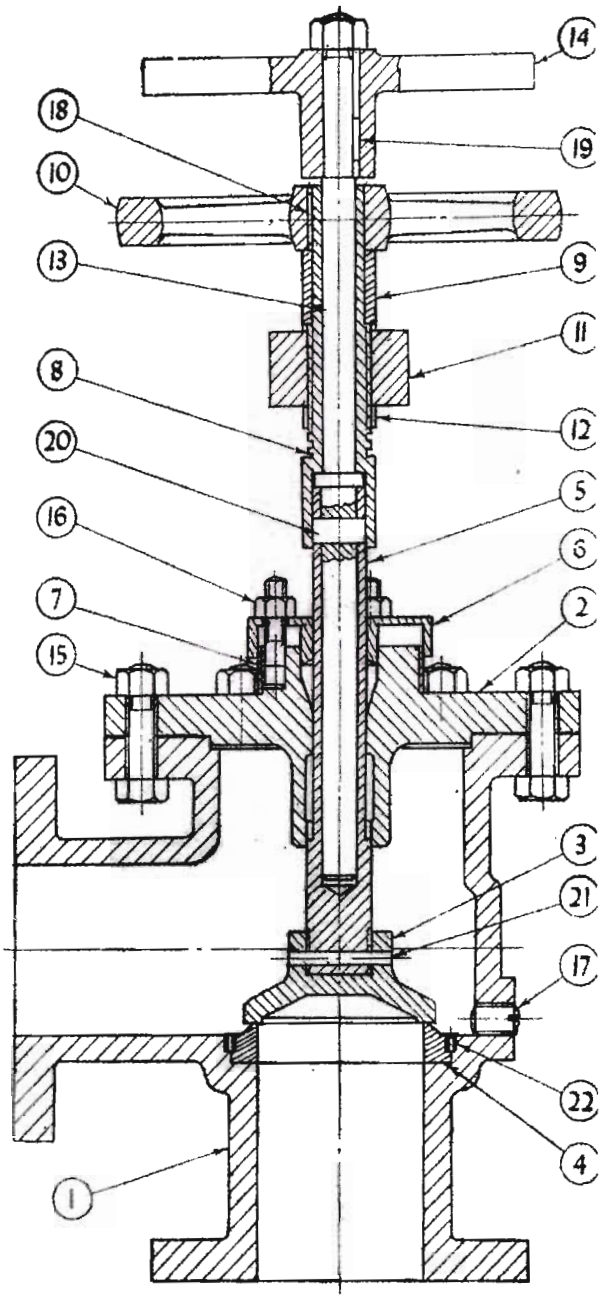
১০. ওয়ার্কিং ড্রইং অংকন কর। (অনুচ্ছেদ–১০.১ থেকে ১০.২ পর্যন্ত)

১০.২ যন্ত্রাংশসমূহ পৃথক-পৃথক ভাবে এবং অংশসমূহ যেভাবে সংযোজিত হবে সেভাবে পাশাপাশি অংকন কর ।



চিত্র নং-১০.১ ঃ স্টপ ভ্যালভ ডিটেইল

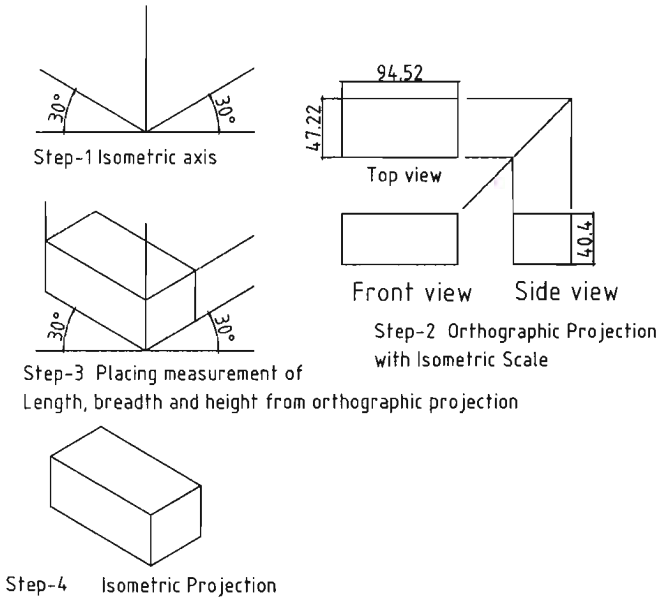
১০.৩ সংযোজিত অবস্থায় দৃশ্য অংকন করা :



Stop valve (assembly)

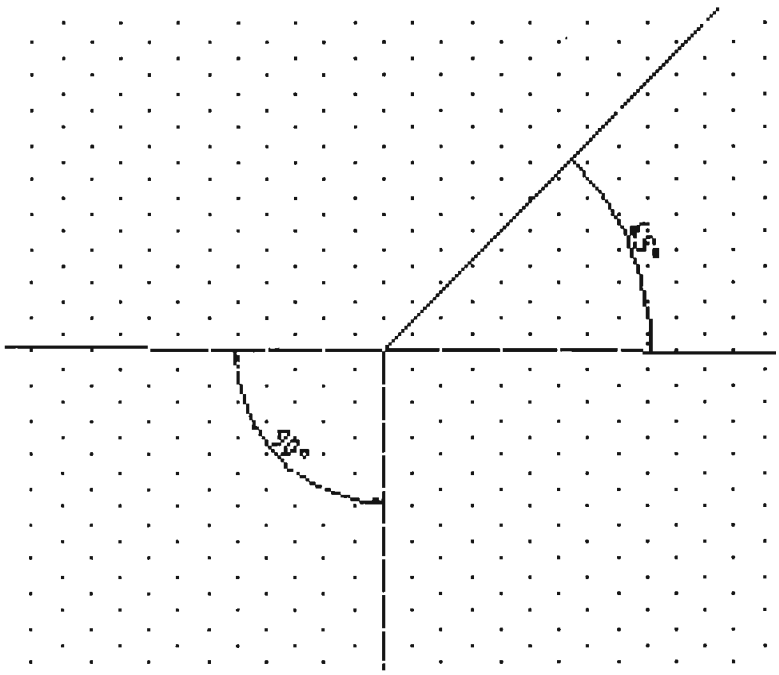
চিত্র নং-১০.২ ঃ স্টপ ভ্যালভ অ্যাসেম্বলি

১১.১ বিভিন্ন ঘন বস্তুর আইসোমেট্রিক ড্রইং অংকন করা ঃ

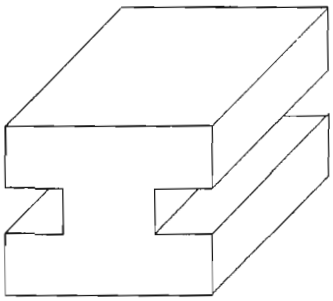


চিত্র নং- ১১.১ ঃ আইসোমেট্রিক প্রজেকশন ড্রইং এর ধাপসমূহ

১১.২ ঘন বস্তুর অবলিক ড্রইং অংকন করা ঃ

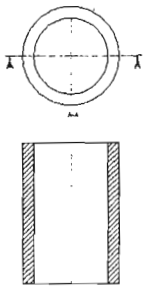


চিত্র নং-১১.২ ঃ অবলিক ভিউএর অক্ষের অবস্থান



চিত্র নং- ১১.৩ ঃ অবলিক ভিউ

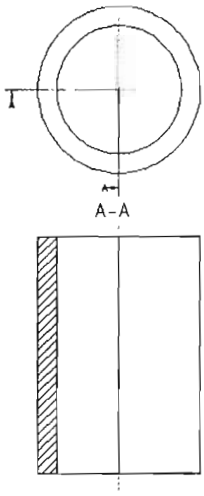
১২.১ একটি সিলিন্ডারের ফুল সেকশনাল দৃশ্য অংকন করা :



Full Section of hollow cylinder

চিত্র নং- ১২.১

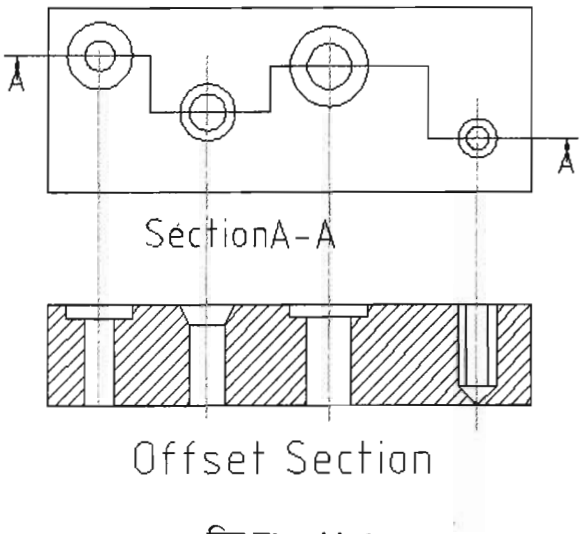
১২.২ যন্ত্রাংশের হাফ সেকশনাল দৃশ্য অংকন করা :



Half Section of hollow cylinder

চিত্র নং- ১২.২

১২.৩ যন্ত্রাংশের অফসেট সেকশন দৃশ্য অংকন করা ঃ



চিত্র নং- ১২.৩

১৩.১ জেনারেল নোট লেখাঃ

General Notes

DRAWN IN ACCORDANCE WITH ASME Y14.5M - 1994
REMOVE ALL BURRS AND SHARP EDGES
ALL FILLETS AND ROUNDS R .06 UNLESS OTHERWISE SPECIFIED

১৩.২ লোকাল নোট লেখা ঃ

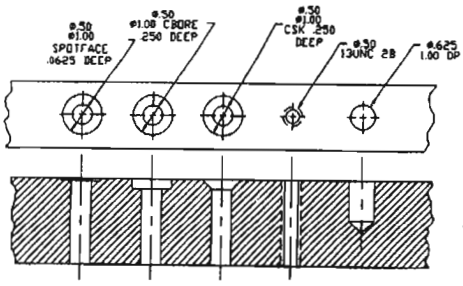
Local Notes

4X Ø8.20 M10 X 1.25

82° CSK Ø10

1.5 X 45° CHAM

১৩.৩ যন্ত্রাংশ অংকন করে ড্রইং নোট লেখা ঃ



চিত্র নং- ১৩.১ ঃ লোকাল নোট

দ্বিতীয় পত্র

দশম শ্রেণি

অধ্যায়–১৬

মেকানিক্যাল ড্রাফটিং এর প্রয়োজনীয়তা ও প্রয়োগ। (Application of Mechanical Drafting)

১৬.০ সূচনা (Introduction) ঃ

মেকানিক্যাল ড্রাফটিং জানা থাকলে মেকানিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং বিষয়ের সকল প্রকার মেশিন, যন্ত্র বা যন্ত্রাংশ সঠিকভাবে মাপ ও নোট সহকারে বিভিন্ন ভিউ অংকনের মাধ্যমে কাগজে উপস্থাপন করা যায়। মেকানিক্যাল ড্রাফটিং জানলে নাট, বোল্ট, বিভিন্ন ধরনের থ্রেড, শ্যাফট, পুলি, গিয়ার, বিয়ারিং, স্প্রিং ইত্যাদি অংকন করা যায়। যন্ত্র বা যন্ত্রাংশের বিভিন্ন অংশ বিশদভাবে দেখার জন্য সেকশন ভিউ ও অকজিলারি ভিউ অংকন করা যাবে। সারফেস ফিনিশিং ও ওয়েল্ডিং সিম্বল সম্বন্ধে বসানো যাবে। ফিট, টলারেন্স ও অ্যালাউন্স সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ সম্ভব হবে। সিম্বলগুলো ড্রইং-এ বসানো যাবে। বিভিন্ন যন্ত্রাংশের ডিটেল ড্রইং, অ্যাসেম্বলী ড্রইং তথা ওয়াকিং ড্রইং করা যাবে।

এ অধ্যায়ে মেকানিক্যাল ড্রাফটিং এ ড্রাফটসম্যানদের ভূমিকা, শিল্প কারখানায় মেকানিক্যাল ড্রাফটিং এর প্রয়োজনীয়তা এবং মেকানিক্যাল ড্রাফটিং এর প্রয়োগ ক্ষেত্র নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

১৬.১ মেকানিক্যাল ড্রাফটস্‌ম্যান (Mechanical Draftsman) ঃ

মেকানিক্যাল ড্রাফটিং এর কাজে নিয়োজিত ব্যক্তিদের মেকানিক্যাল ড্রাফটস্‌ম্যান বলে। মেকানিক্যাল ড্রাফটস্‌ম্যানরা সাধারনত মেকানিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং বিষয়ের সকল প্রকার মেশিন, যন্ত্র বা যন্ত্রাংশ সঠিকভাবে মাপ ও নোট সহকারে বিভিন্ন ভিউ অংকন করে থাকে। নাট, বোল্ট, বিভিন্ন ধরনের থ্রেড, শ্যাফট, পুলি, গিয়ার, বিয়ারিং, স্প্রিং ইত্যাদি অংকন করতে পারে। তাঁরা যন্ত্র বা যন্ত্রাংশের বিভিন্ন অংশ বিশদভাবে দেখার জন্য সেকশন ভিউ ও অকজিলারি ভিউ সহজেই অংকন করতে সক্ষম । তাদের সারফেস ফিনিশিং, ওয়েল্ডিং সিম্বল, ফিট, টলারেন্স ও অ্যালাউন্স সম্বন্ধে জ্ঞান থাকে। বিভিন্ন যন্ত্রাংশের ডিটেল ড্রইং, অ্যাসেম্বলি ড্রইং তথা ওয়াকিং ড্রইং করতে পারে।

১৬.২ শিল্প কারখানায় মেকানিক্যাল ড্রাফটিং (Mechanical Drafting in Industries) ঃ

বর্তমান বিশ্বে লোক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে মানুষের চাহিদা বৃদ্ধি পাচ্ছে। কৃষির পাশাপাশি শিল্প কারখানার প্রসার ঘটছে। ফলে যন্ত্র এবং যন্ত্রাংশের ব্যবহার ক্রমশ বাড়ছে। শিল্প কারখানায় উৎপাদনে ও ডিজাইনে প্রতিযোগিতা চলছে। শিল্প কারখানায় নিত্য নতুন যন্ত্র বা যন্ত্রাংশ-এর চাহিদা মেটাতে ডিজাইন এবং ড্রাফটিং করা প্রয়োজন । যান্ত্রিক কৌশল শাখা যন্ত্র বা যন্ত্রাংশ উৎপাদন ও ডিজাইনের বিষয়টি সাথে সম্পর্কিত। ডিজাইন এবং ড্রাফটিংজনিত সকল কাজ মেকানিক্যাল ড্রাফটিং-এর মাধ্যমে করা হয়। শিল্প কলকারখানায় উৎপাদন বা মেরামতে মেকানিক্যাল ড্রাফটিং বিশেষ গুরুত্ব বহন করে। মেকানিক্যাল ড্রাফটিং-এর গুরুত্বের কথা বিবেচনা করে প্রায় প্রতিটি শিল্প কলকারখানায় মেকানিক্যাল ড্রাফটিং-এর একটি শাখা আছে।

১৬.৩ মেকানিক্যাল ড্রাফটিংএর প্রয়োগ ক্ষেত্র (Field of Applications Mechanical Drafting) ঃ

মেকানিক্যাল ড্রাফটিং-এর প্রয়োগ ক্ষেত্রগুলোর মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল ডক ইয়ার্ড, শিপ বিল্ডিং ইন্ডাষ্ট্রিজ, এরোপ্লেন নির্মাণ কারখানা, মটর গাড়ি নির্মাণ কারখানা, পাইপ লাইন ইন্ডাষ্ট্রিজ, তেল শোধনাগার, HVAC ডাক্ট নির্মাণ, পাওয়ার প্লান্ট স্থাপনা নির্মাণ, মেশিন টুলস কারখানা, সার করখানা, ফুড প্রোসেসিং ইন্ডাষ্ট্রিজ, জুট মিল,টেক্সটাইল মিল ইত্যাদি। তাছাড়া যান্ত্রিক প্রকৌশলের বিভিন্ন শাখায় এর প্রয়োগ হয়ে থাকে।

প্রশ্নমালা

১. মেকানিক্যাল ড্রাফটসম্যানদের কাজ কী ?

২. শিল্প কারখানায় মেকানিক্যাল ড্রাফটিং এর প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।

৩. মেকানিক্যাল ড্রাফটিং এর প্রয়োগ ক্ষেত্র সম্পর্কে লেখ।

অধ্যায় – ১৭

তল ও কোয়াড্রান্ট
(Plane and Quadrant)

১৭.০ সূচনা (Introduction) ঃ

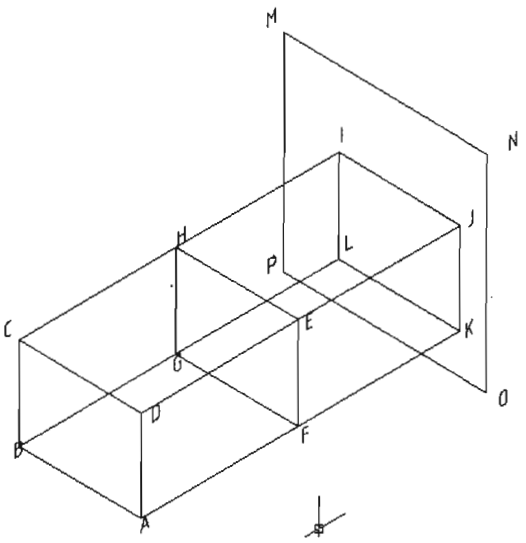
জ্যামিতিক অংকনে তল ও স্থানাংকের প্রয়োজন পড়ে। ত্রিমাত্রিক বা দ্বিমাত্রিক উভয় বস্তু তলের এর সমন্বয়ে গঠিত। এ অধ্যায়ে আমরা তল ও কোয়াড্রান্ট নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

১৭.১ অভিক্ষেপ তল (Plane of Projection) ঃ

বস্তু থেকে আগত রশ্মিগুলো একটি তলের উপর পতিত হয়ে বস্তুর প্রতিকৃতি বা ইমেজ তৈরি হয়। এই প্রক্রিয়াকে অভিক্ষেপণ বা ইংরেজিতে প্রজেকশন বলে। যে তলের উপর রশ্মিগুলো পতিত হয় তাকে অভিক্ষেপ তল বলে। চিত্রে MNOP একটি অভিক্ষেপ তল।

১৭.৫ নং চিত্রে ABCDEFGH একটি বস্তু এবং MNOP একটি অভিক্ষেপ তল বা প্লেইন অব প্রজেকশন।

HI, EJ, FK এবং GL বস্তু থেকে আপতিত রশ্মি বা অভিক্ষেপগুলো প্রজেকশন তলের উপর পতিত হয়ে MNOP প্রতিকৃতি তৈরি করেছে।

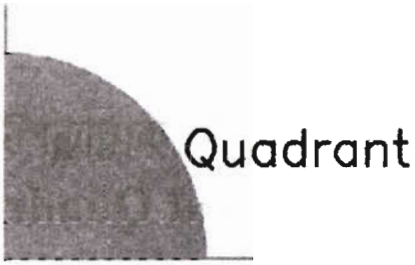


চিত্র নং-১৭.৫ (MNOP একটি অভিক্ষেপ তল)

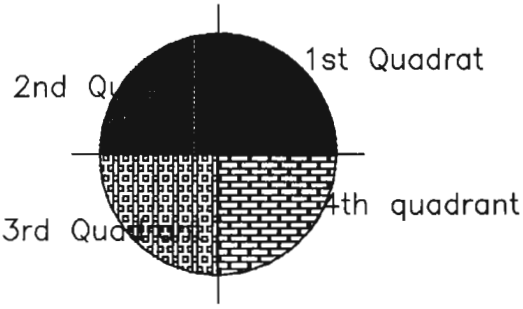
১৭.২ কোয়াড্রান্ট (Quadrant) ঃ

একটি বৃত্তের এক চতুর্থাংশকে কোয়াড্রান্ট বলে। নিচের ছবিতে একটি কোয়াড্রান্ট দেখান হল।

একটি বৃত্তকে নিচের চিত্র অনুযায়ী সমান চার অংশে বিভক্ত করলে চারটি কোয়াড্রান্ট পাওয়া যায়। এই বৃত্তের কোয়াড্রান্টগুলোকে উপরের ডান দিক থেকে বামে যথাক্রমে 1st Quadrant, 2nd Quadrant, 3rd Quadrant এবং 4th Quadrant -এ নামে অভিহিত করা হয়েছে।

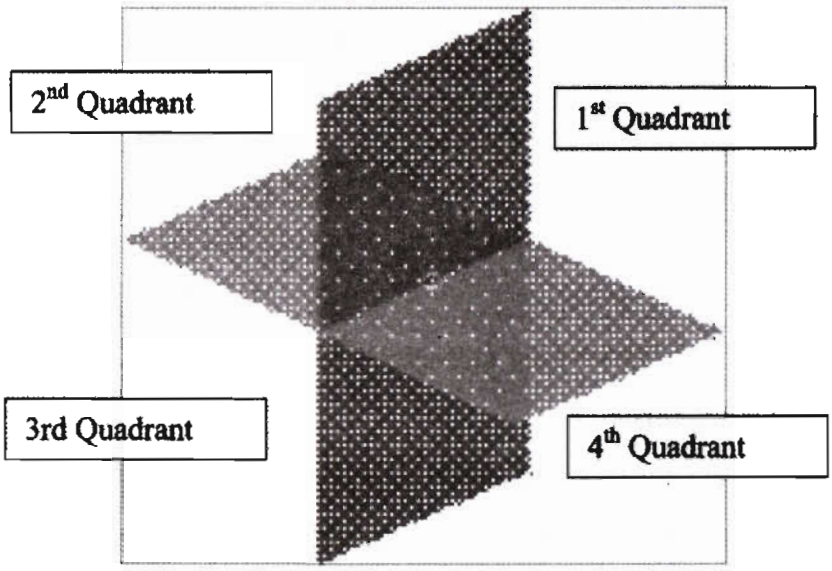


চিত্র নং-১৭.৬ (কোয়াড্রান্ট)



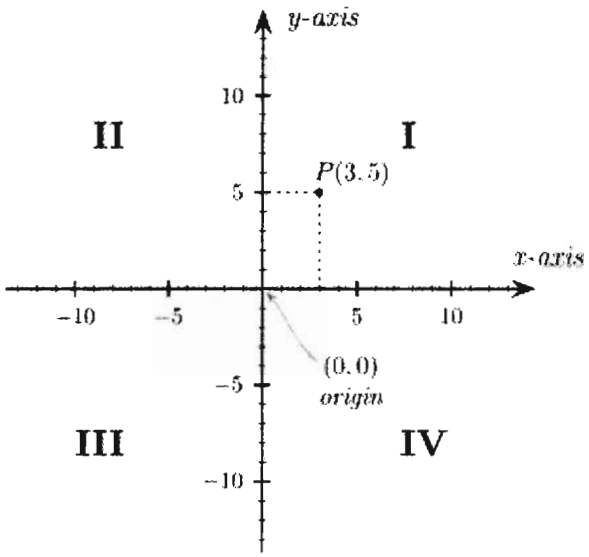
চিত্র নং-১৭.৭ ঃ (কোয়াড্রান্ট)

চিত্র নং-১৭.৮-এ একটি হরাইজোনটাল ও একটি ভার্টিক্যাল প্লেইন পরস্পর ৯০ ডিগ্রীতে ছেদিত অবস্থায় দেখানো হয়েছে। তল দুটি এভাবে ছেদ করার ফলে চারটি সমান অংশে বিভক্ত হয়ে ৪ টি কোয়াড্রান্ট গঠন করেছে। ১৭.৮ নং চিত্রে বিভিন্ন কোয়াড্রান্ট দেখান হয়েছে-



চিত্র নং-১৭.৮ ঃ (৪টি কোয়াড্রান্ট)

চিত্রে নং-১৭.৯ এ কার্তেসিয়ান বা আয়তকার কোয়াড্রান্ট দেখান হল-



চিত্র নং-১৭.৯ ঃ (আয়তকার বা কার্তেসিয়ান কোয়াড্রান্ট)

১৭.৩ প্রথম ও তৃতীয় কোণ অভিক্ষেপের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of 1st angle and 3rd angle projection) ঃ

প্রথম ও তৃতীয় কোণ অভিক্ষেপের বৈশিষ্ট্য নিম্নরূপ-

১। প্রথম কোণ অভিক্ষেপে বস্তুর প্লান নিচে, ফ্রন্ট ভিউ বা এলিভেশন উপরে থাকে।

২। প্রথম কোণ অভিক্ষেপে বস্তু দর্শকের চোখ এবং প্রজেকশন তলের মাঝে থাকে।

৩। অপরদিকে, তৃতীয় কোণ অভিক্ষেপে বস্তুর প্লান উপরে, ফ্রন্ট ভিউ বা এলিভেশন নিচে থাকে।

৪। দর্শকের চোখ এবং বস্তুর মাঝে পর্দা বা প্রজেকশন তল থাকে।

৫। উভয় কোণ অভিক্ষেপণে ফ্রন্ট ভিউ-এর পাশে সাইড ভিউ অবস্থান করবে।

২.৫ দ্বিতীয় ও চতুর্থ কোণ অভিক্ষেপ সম্ভব নয় কেন তার ব্যাখ্যা (Explain why 2nd and 4th angle projection not possible) ঃ

দ্বিতীয় ও চতুর্থ কোণ অভিক্ষেপ সম্ভব নয় কেন তার ব্যাখ্যা নিচে দেয়া হল-

চিত্রে দেখা যায় যে, দু'টি তল পরস্পর সমকোণে ছেদ করে ৪টি কোয়াড্রান্ট তৈরি করেছে এবং এদের অবস্থান হচ্ছে-

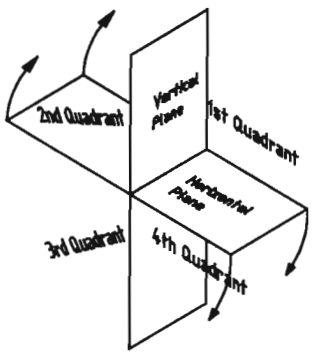
১) ফাস্ট কোয়াড্রান্ট -এর অবস্থান উপরে ডানে,

২) সেকেন্ড কোয়াড্রান্ট -এর অবস্থান উপরে বামে,

৩) থার্ড কোয়াড্রান্ট নিচে বামে এবং

৪) ফোর্থ কোয়াড্রান্ট নিচে ডানে। এছাড়া তলের ফোল্ডিং দিক নির্দেশনা ছবিতে দেখানো আছে।

৫) সেকেন্ড বা ফোর্থ কোয়াড্রান্ট মাঝে বস্তু রাখলে বস্তুর বিপরীতে হরাইজোনটাল এবং ভার্টিক্যাল তলে ফ্যাস্ট ও থার্ড কোয়াড্রান্ট এর মতই অভিক্ষেপন হয়ে প্রতিকৃতি তৈরি হবে। কিন্তু ছবিতে দেওয়া দিক নির্দেশনা মেনে ভাঁজ খুললে হরাইজোনটাল তলটি এবং ভার্টিক্যাল তলের উপর গিয়ে পড়বে। ফলে এক তলের ছবি অন্য তলের উপর গিয়ে পড়বে। এ কারণে সেকেন্ড এবং ফোর্থ কোয়াড্রান্ট প্রজেকশন সম্ভব নয়।



চিত্র নং-১৭.৯ ঃ (৪টি কোয়াড্রান্ট অবস্থান)

প্রশ্নমালা

১. অভিক্ষেপ তল কী?

২. চার কোয়াড্রান্ট সম্পর্কে বর্ণনা কর।

৩. প্রথম ও তৃতীয় কোণ অভিক্ষেপের বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে বর্ণনা কর।

৪. দ্বিতীয় ও চতুর্থ কোণ অভিক্ষেপ সম্ভব নয় কেন তা ব্যাখ্যা কর।

অধ্যায় – ১৮

তলের বিকাশন
(Surface Development)

১৮.০ তলের বিকাশন (Surface Development) ঃ

কোন বস্তুর পুরো পৃষ্ঠদেশকে একটি সমতলের উপর পূর্ণ স্কেলে বিস্তৃত করার প্রক্রিয়াকে ঐ তলের বিকাশন বলে।

১৮.১ তলের বিকাশন এর প্রয়োজনীয়তা ও প্রয়োগক্ষেত্র ঃ

শিল্প-কারখানায় উৎপাদনের বিভিন্ন ক্ষেত্রে তলের বিকাশনের (Surface Development) প্রয়োজন পড়ে। যেমন- ভেন্টিলেসন ও এয়ার কন্ডিসন ডাক্ট তৈরি, টানেল ও চিমনী তৈরি, ট্রাঙ্ক, বাক্স, ফানেল, বালতি, মগ ইত্যাদি তৈরিতে তলের বিকাশনের প্রয়োজন পড়ে।

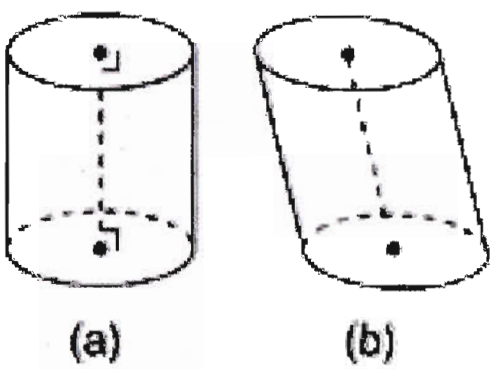
মটর গাড়ী, জাহাজ, এরোপ্লেন, নৌকা, কন্টেনার-এর বিভিন্ন অংশ তৈরিতেও তলের বিকাশন দরকার হয়। তলের বিকাশন প্রক্রিয়া শীট মেটালের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ হিসেবে বিবেচিত। বস্তুর প্যাটার্ন তৈরি করা এবং পরে টেমপ্লেট তৈরিতে ড্রইংকে ফুল স্কেলে বিকাশন করার প্রয়োজন হয়।

১৮.২ সিলিন্ডারের বিকাশন (Development of Cylinder) ঃ

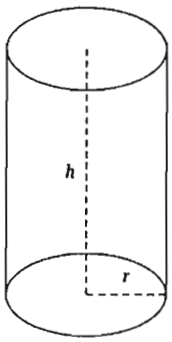
নিচে চিত্রে একটি খাঁড়া সিলিন্ডার ও একটি বাঁকানো বা তির্যক সিলিন্ডার (Right Cylinder & Oblique Cylinder) দেখানো হল। সিলিন্ডারের বৈশিষ্ট নিম্নরূপ-

১। এর দুটি বৃত্তকার তল (base) আছে যার ব্যাসার্ধ = r,

২। এর উচ্চতা (altitude) = h ।



চিত্র নং-১৮.৪ ঃ (a) Right Cylinder & (b) Oblique Cylinder



চিত্র ঃ ১৮.৫

চিত্র নং-১৮.৫ঃ রাইট সিলিন্ডার-এর ভূমির ব্যাসার্ধ = r এবং উচ্চতা= h ।

সিলিন্ডারের আয়তন = $V = \pi r^2 h$

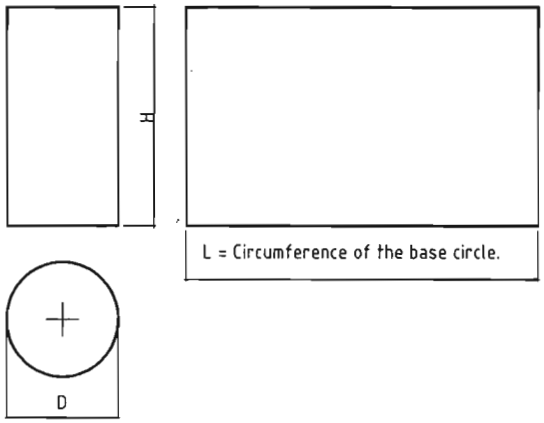
সিলিন্ডার পার্শ্ব তলের ক্ষেত্রফল = $(2\pi r h)$

উপর ও নিচের তলের ক্ষেত্রফল = $(\pi r^2) + (\pi r^2)$

মোট তলের ক্ষেত্রফল = $A = 2\pi r^2 + 2\pi r h = 2\pi r(r + h).$

১৮.২.১ রাইট সিলিন্ডারের বিকাশন (Development of Right Cylinder) ঃ

একটি রাইট সিলিন্ডারের পার্শ্বতলের বিকাশন কর যার ভূমির ব্যাস = D এবং উচ্চতা = H । সুতরাং L = pD



চিত্রে নং-১৮.৬ এ একটি কর্তিত সিলিন্ডার তলের বিকাশন দেখান হয়েছে-

একটি কর্তিত সিলিন্ডার তলের বিকাশনে নিম্নে গৃহীত ধাপসমূহ অনুসরণ করতে হবে-

১। সিলিন্ডারের একটি ফার্স্ট অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন ভিউ অংকন করতে হবে । এতে টপ ভিউ, ফ্রন্ট ভিউ এর নিচে অবস্থান করবে।

২। টপ ভিউ-এর বৃত্তকে সমান ১২ ভাগে ভাগ করতে হবে ।

৩। চিত্র অনুযায়ী নিচে বৃত্তের বিভাজন বিন্দু থেকে ফ্রন্ট ভিউ-এর উপরি মাথা পর্যন্ত প্রজেকশন লাইন টানতে হবে।

৪। সিলিন্ডার ভূমির পরিধি সমান দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট একটি অনুভূমিক রেখা 1-1 টানতে হবে।

৫। সিলিন্ডার টপ ভিউ-এ বিভক্তকৃত অংশগুলোর জ্যা দূরত্ব নিয়ে অনুভূমিক রেখা 1-1 উপর একে একে স্থাপন করতে হবে । এভাবে স্থাপনকৃত বিন্দুগুলো থেকে সিলিন্ডারের উচ্চতার সমান দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট খাঁড়া বা উলম্ব রেখা টানতে হবে।

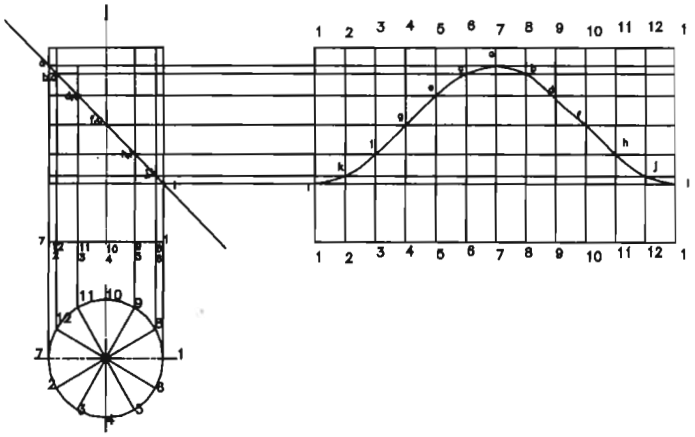
৬। খাঁড়া রেখাগুলোর উপরি মাথায় অনুভূমিক রেখার 1-1 সমান্তরাল আর একটি রেখা টানলে সিলিন্ডার তলের বিকাশন সম্পন্ন হবে। চিত্র নং-১৮.৬ ।

৭। চিত্রে দেখা যায় যে, al তল দ্বারা সিলিন্ডারটি কর্তন করা হয়েছে। তলটি ফ্রন্ট ভিউ-এর প্রজেকশন লাইনগুলোকে যথাক্রমে a,bc,de,f g,hi,jk এবং l বিন্দুতে ছেদ করেছে।

৮। ফ্রন্ট ভিউ-এ কর্তিত অংশের প্রতিটি ছেদ বিন্দু থেকে পার্শ্ববর্তী সিলিন্ডারের বিকাশিত তল পর্যন্ত প্রজেকশন লাইন টানতে হবে।

৯। প্রজেকশন লাইনগুলো বিকাশিত তলের খাঁড়া লাইনগুলোকে যথাক্রমে a,b,c,d,e,f,g,h,I,j,k এবং l বিন্দুতে ছেদ করবে।

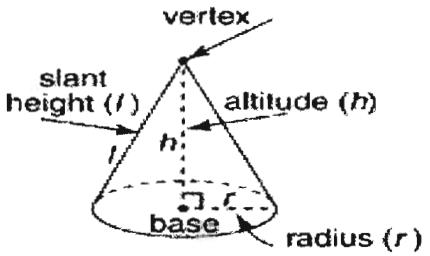
১। প্রাপ্ত বিন্দুগুলো যোগ করলে চিত্র অনুযায়ী একটি বক্ররেখা তৈরি হবে। এভাবে কর্তিত সিলিন্ডার তলের বিকাশন সম্পন্ন করা যাবে।



চিত্র নং-১৮.৬ ঃ (কর্তিত সিলিন্ডারের বিকাশন)

১৮.৩ খাড়া মোচকের বিকাশন (Development of Right Cone) ঃ

চিত্র নং-১৮.১ এ একটি খাড়া মোচক (Right Cone) দেখানো হয়েছে। মোচকের বৈশিষ্ট নিম্নরূপ-



চিত্র নং-১৮.১ ঃ মোচকের বিভিন্ন অংশ

১। এর একটি বৃত্তকার তল (Base) আছে, যার ব্যাসার্ধ = r,

২। এর একটি শীর্ষ বিন্দু (Vertex) আছে,

৩। এর উচ্চতা (Altitude) = h এবং

৪। তির্যক উচ্চতা (Slant height) = l।

মোচকের আয়তন = $V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$

তলের ক্ষেত্রফল $A = \pi r^2 + \pi rl$, তির্যক উচ্চতা $L = \sqrt{r^2 + h^2}$

মোচকের তলের বিকাশনের জন্য গৃহীত ধাপগুলোর পর্যায়ক্রম নিচে দেখানো হল-

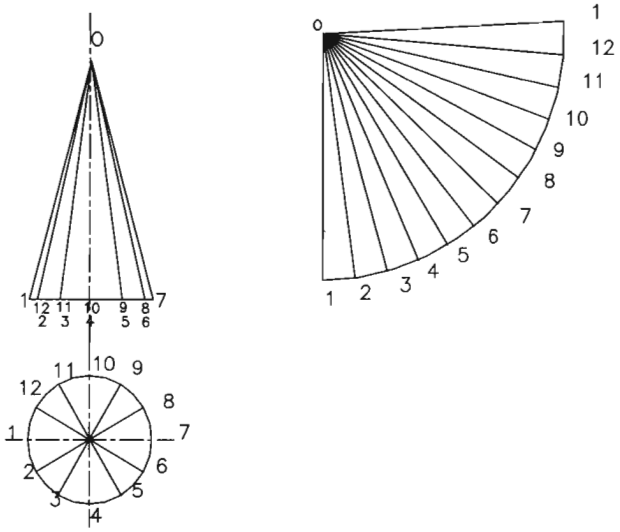
১। মোচকের একটি ফার্স্ট অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন ভিউ অংকন করতে হবে। এতে টপ ভিউ, ফ্রন্ট ভিউ এর নিচে অবস্থান করবে।

২। টপ ভিউ-এর বৃত্তকে সমান ১২ ভাগে ভাগ করতে হবে।

৩। চিত্র অনুযায়ী নিচে বৃত্তের বিভাজন বিন্দু থেকে ফ্রন্ট ভিউ-এর বেস লাইন পর্যন্ত প্রজেকশন লাইন টানতে হবে এবং বেস লাইনে প্রতিটি ছেদ বিন্দুকে শীর্ষ বিন্দুর সাথে যোগ করতে হবে ।

৪। মোচকের স্লান্ট হাইট বা পার্শ্বিক উচ্চতা 0-1 সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্তচাপ 1-1 অংকন করতে হবে।

৫। মোচকের টপ ভিউ-এ বিভক্তকৃত অংশগুলোর জ্যা দূরত্ব নিয়ে 1-1 বৃত্তচাপে একে একে স্থাপন করতে হবে। এভাবে স্থাপনকৃত বিন্দুগুলো 1-1 বৃত্তচাপের কেন্দ্র 'O' এর সাথে যোগ করলে মোচকের তলের বিকাশন সম্পন্ন হবে। (চিত্র নং-১৮.২)



চিত্র নং-১৮.২ ঃ (মোচকের বিকাশন)

চিত্র নং-১৮.৩ এ একটি কর্তিত মোচক তলের বিকাশন দেখান হয়েছে-

এখন কর্তিত মোচক তলের বিকাশনের জন্য নিম্নের ধাপগুলো অনুসরণ করতে হবে-

২। মোচকের একটি ফার্স্ট অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন ভিউ অংকন করতে হবে । এতে টপ ভিউ, ফ্রন্ট ভিউ এর নিচে অবস্থান করবে।

৩। টপ ভিউ-এর বৃত্তকে সমান ১২ ভাগে ভাগ করতে হবে ।

৪। চিত্র অনুযায়ী নিচে বৃত্তের বিভাজন বিন্দু থেকে ফ্রন্ট ভিউ-এর বেস লাইন পর্যন্ত প্রজেকশন লাইন টানতে হবে এবং বেস লাইনে প্রতিটি ছেদ বিন্দুকে শীর্ষ বিন্দু সাথে যোগ করতে হবে ।

৫। মোচকের স্লান্ট হাইট বা পার্শ্বিক উচ্চতা 0-1 সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্তচাপ 1-1 অংকন করতে হবে ।

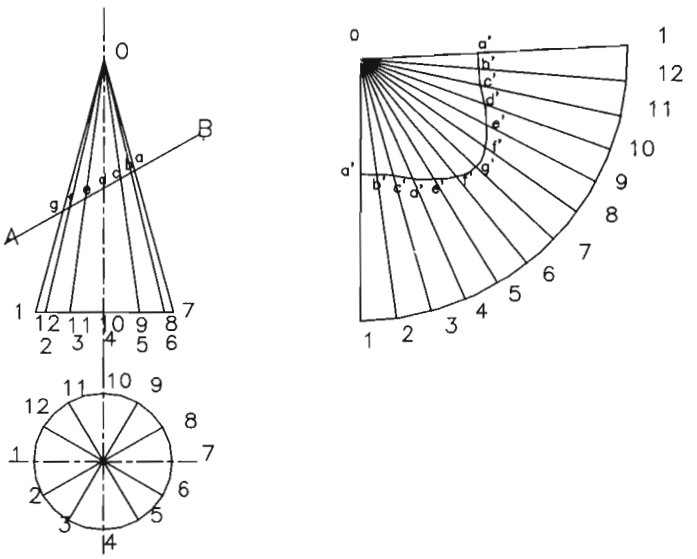
৬। মোচকের টপ ভিউ-এ বিভক্তকৃত অংশগুলোর জ্যা দূরত্ব নিয়ে 1-1 বৃত্তচাপে একে একে স্থাপন করতে হবে । এভাবে স্থাপনকৃত বিন্দুগুলো 1-1 বৃত্তচাপের কেন্দ্র 'o' এর সাথে যোগ করলে মোচকের তলের বিকাশন সম্পন্ন হবে। (চিত্র -১৮.৩)

৭। চিত্রে দেখা যায় যে, AB তল দ্বারা মোচকটি কর্তন করা হয়েছে। তলটি ফ্রন্ট ভিউ-এর প্রজেকশন লাইনগুলোকে যথাক্রমে a,b,c,d,e,f এবং g বিন্দুতে ছেদ করেছে।

৮। কর্তিত অংশের সঠিক দৈর্ঘ্যের (True Length) জন্য প্রতিটি ছেদ বিন্দু থেকে পার্শ্ব রেখা পর্যন্ত প্রজেকশন লাইন টানতে হবে।

৯। সঠিক দূরত্বগুলো যথাক্রমে 0-1,0-2, 0-3,0-4, 0-5,0-6, 0-7, 0-8, 0-9,0-10, 0-11,0-12 এবং 0-1 লাইনে স্থাপন করতে হবে ।

১০। প্রাপ্ত a', b', c', d', e', f', g' বিন্দুগুলো যোগ করলে চিত্র অনুযায়ী একটি বক্ররেখা তৈরি হবে। এভাবে কর্তিত মোচক তলের বিকাশন সম্পন্ন করা যাবে।

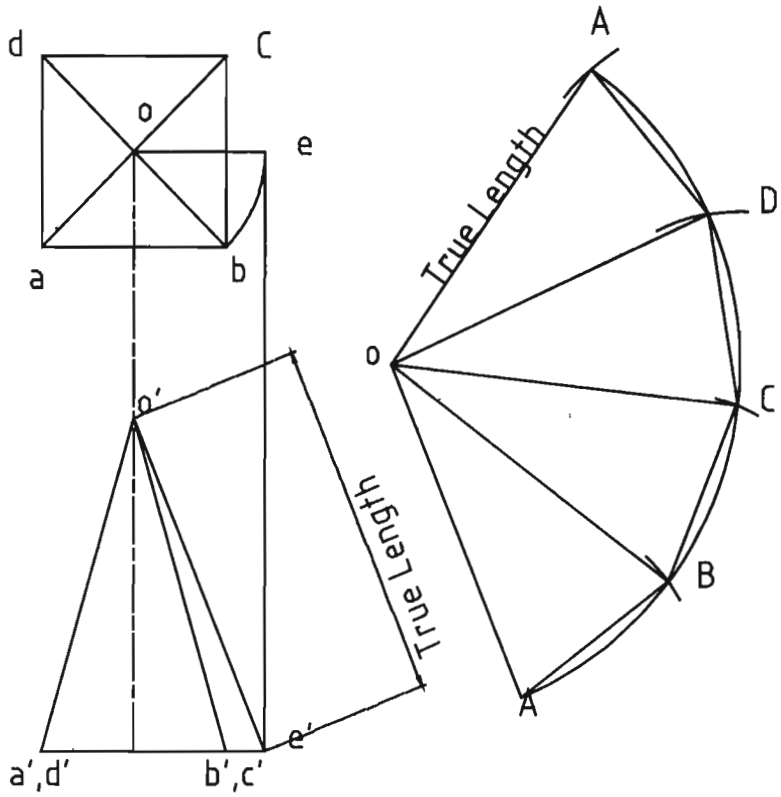


চিত্র নং-১৮.৩ ঃ (কর্তিত মোচকের বিকাশন)

১৮.৪ পিরামিডের বিকাশন (Development of Pyramid) ঃ

পিরামিডের তলের বিকাশনের আগে পিরামিডের স্লান্ট এজের ট্রু লেংথ বের করা প্রয়োজন। ১৮.৭ নং চিত্রে ট্রু লেংথ বের করার পদ্ধতি দেখান হয়েছে। একটি স্কয়ার পিরামিড বিকাশনে নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করা যায়-

- একটি স্কয়ার পিরামিডের প্লান abcd অংকন করা হলো এবং এর bd ও ac কর্ণ যোগ করা হলো যা o বিন্দুতে ছেদ করল।
- এখন, পিরামিডের এলিভেশন বা ফ্রন্ট ভিউ o',a'd',b'c' অংকন করতে হবে।
- True Length এর জন্য o কে কেন্দ্র করে ob সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে be চাপ অংকন করে oe যোগ করতে হবে।
- e বিন্দু থেকে একটি সরলরেখা ee' এলিভেশনের বেস পর্যন্ত বর্ধিত করা হলো যা a'd',b'c' এর বর্ধিত অংশকে e' বিন্দুতে ছেদ করল। o'e'যোগ করলে পিরামিডের ট্রু লেন্থ তৈরি হবে।
- o কে কেন্দ্র করে ট্রু লেন্থ সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে AA বৃত্তচাপ অংকন করতে হবে ।
- ab, bc, cd এবং da বাহুর দৈর্ঘ্য AA বৃত্তচাপ থেকে কেটে নেওয়া হলো।
- এখন, AB, BC, CD, DA, oA, oB, oC, oD এবং oA যোগ করলে স্কয়ার পিরামিডের বিকাশনের কাজ শেষ হবে।



চিত্র নং-১৮.৭ ঃ (পিরামিডের বিকাশন)

প্রশ্নমালা

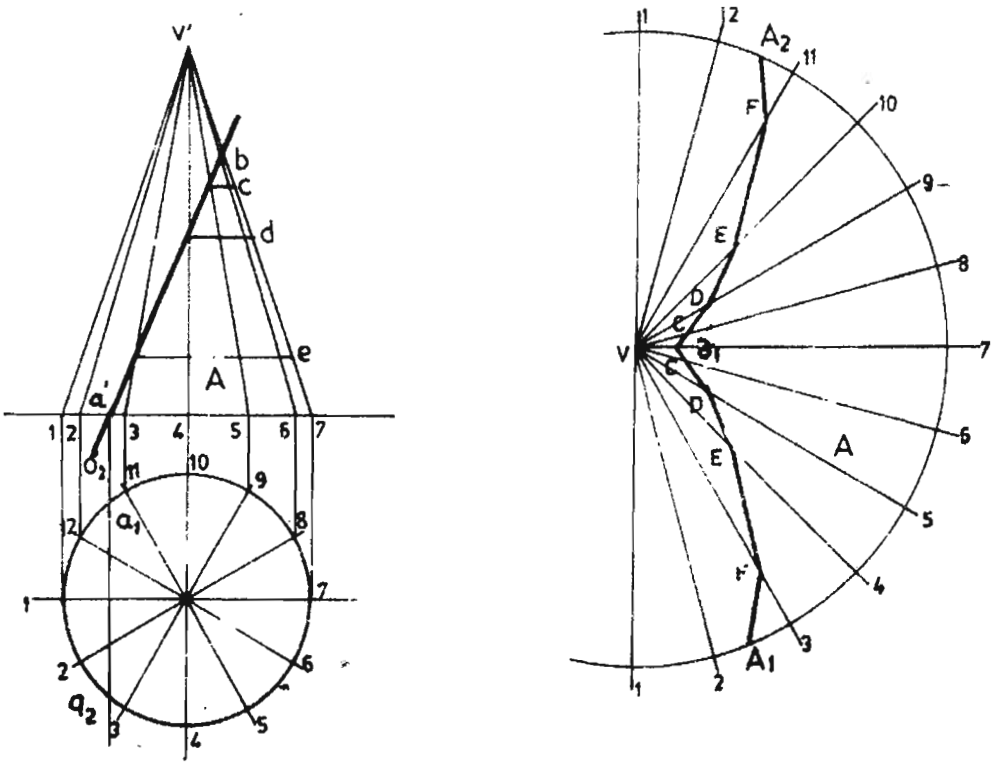
১. তলের বিকাশন বলতে কী বোঝায়?

২. তলের বিকাশন এর প্রয়োজনীয়তা ও প্রয়োগক্ষেত্র সম্পর্কে বল।

৩. একটি সিলিন্ডার এর বিকাশন কর।

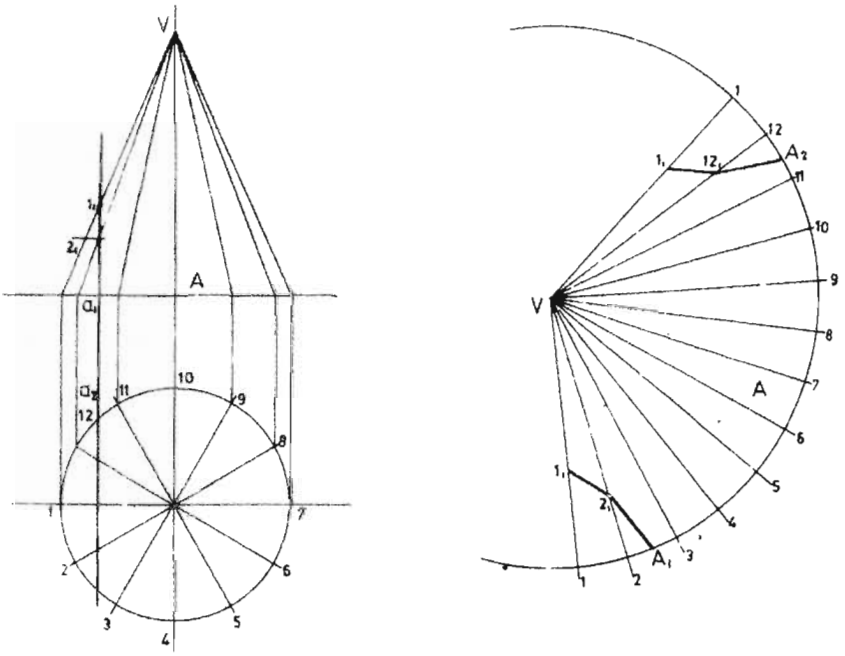
৪. একটি মোচক এর বিকাশন কর।

অনুশীলনী–১ ঃ চিত্রানুযায়ী হেলান তল দ্বারা কর্তিত একটি মোচকের পার্শ্বতলের বিকাশন কর।(চিত্র নং-১৮.৮)



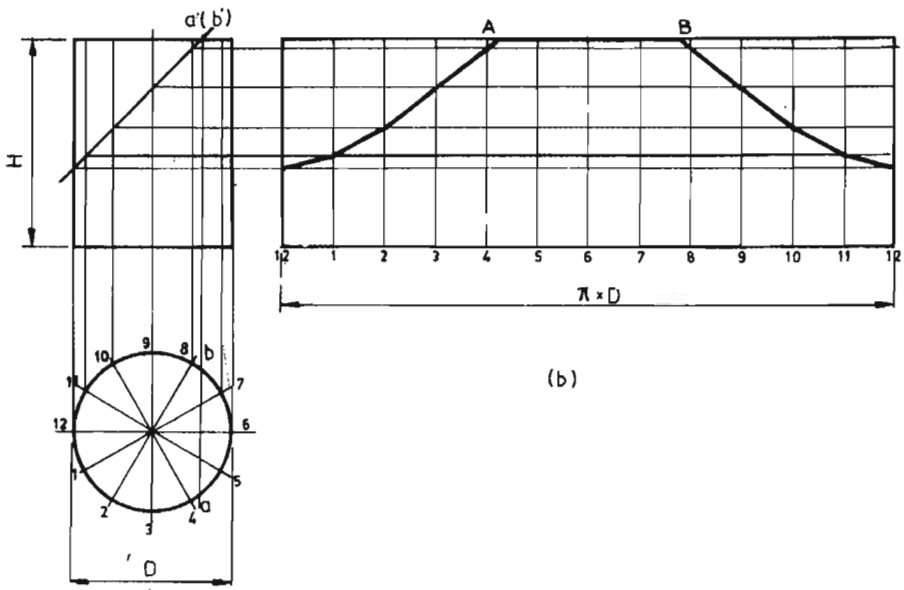
চিত্র নং-১৮.৮ ঃ কর্তিত মোচকের বিকাশন

অনুশীলনী–২ ঃ চিত্রানুযায়ী হেলান তল দ্বারা কর্তিত একটি মোচকের পার্শ্বতলের বিকাশন কর। চিত্র নং-১৮.৮ (ক)



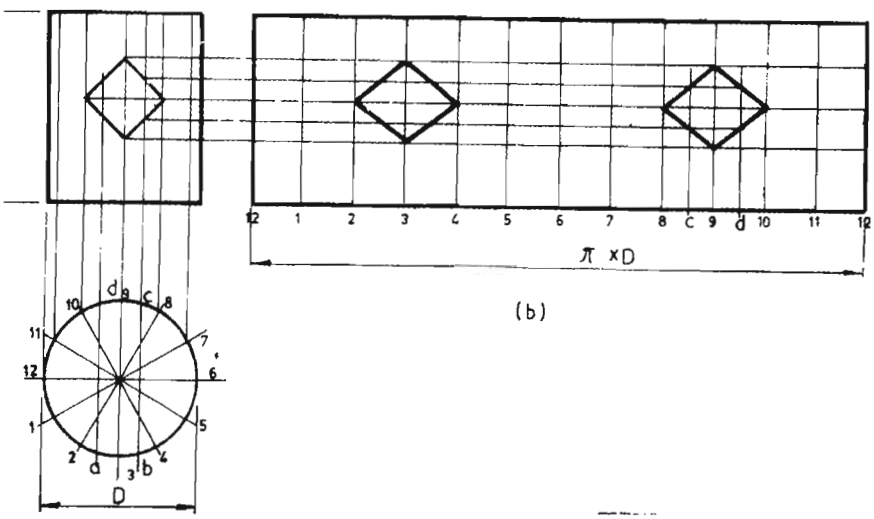
চিত্র নং-১৮.৮(ক) ঃ কর্তিত মোচকের বিকাশন

অনুশীলনী–৩ ঃ একটি ভার্টিক্যাল তল দ্বারা কর্তিত একটি মোচকের পার্শ্বতলের বিকাশন কর। (চিত্র নং- ১৮.৯)



চিত্র নং- ১৮.৯ ঃ ভার্টিক্যাল তল দ্বারা কর্তিত মোচকেন বিকাশন

অনুশীলনী–৪ ঃ এমন একটি সিলিন্ডারের পার্শ্বতলের বিকাশন কর যার মাঝে একটি বর্গাকৃতির হোল আছে। (চিত্র নং- ১৮.১১)



চিত্র নং-৮.১১ ঃ সিলিন্ডারের মাঝে বর্গাকৃতির হোল থাকা অবস্থায় পৰার্শতলের বিকাশন

অধ্যায়–১৯

ওয়ার্কিং ড্রইং
(Working Drawing)

১৯.০ সূচনা (Introduction) ঃ

প্রোডাকসন কাজের জন্য ওয়ার্কিং ড্রইং-এর প্রয়োজন হয়। কারণ এতে বস্তুর বিস্তারিত বিবরণ দেওয়া থাকে। এ অধ্যায়ে আমরা ওয়ার্কিং ড্রইং নিয়ে আলোচনা করা হবে।

১৯.১ ওয়ার্কিং ড্রইং (Working Drawing) ঃ

ওয়ার্কিং ড্রইং-এ এমন সব খুঁটি নাটি তথ্য দেওয়া থাকে যা দেখে মেশিন, যন্ত্রপাতি বা অন্য কোন সামগ্রী সহজে তৈরি করা যায়। একটি মেশিন অনেকগুলো যন্ত্রাংশের সমন্বয়ে গঠিত। ওয়ার্কিং ড্রইং-এ প্রতিটি যন্ত্রাংশের প্লান, এলিভেশন, সেকশন ভিউ এবং কোন কোন সময় ওগজিলিআরি (Auxiliary) ভিউ সরবরাহ করা হয়। এতে মাপ, বিস্তারিত বিবরণের জন্য নোট দেওয়া থাকে যাতে ড্রইং দেখে সহজে বস্তুকে বাস্তবরূপ দেয়া যায়। ওয়ার্কিং ড্রইং-এর দুটি ভাগ আছে। যথা-

১। ডিটেল ড্রইং এবং

২। অ্যাসেম্বলি ড্রইং।

১৯.২ ওয়ার্কিং ড্রইং এর প্রধান লক্ষণীয় বিষয়গুলো সম্পর্কে বর্ণনা ঃ

ওয়ার্কিং ড্রইং এর প্রধান লক্ষণীয় বিষয়গুলো হচ্ছে ডিটেল ড্রইং এবং অ্যাসেম্বলি ড্রইং। নিচে এ বিষয়ে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে।

১৯.২.১ ডিটেল ড্রইং (Detail Drawing) ঃ

মেশিনের বিভিন্ন যন্ত্রাংশ তৈরি বা উৎপাদনের জন্য অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশনের টপ, ফ্রন্ট ও সাইড ভিউ এর তথ্য যথেষ্ট বলে বিবেচিত নাও হতে পারে। সেক্ষেত্রে যন্ত্রের কোন কোন জটিল অংশের খুঁটিনাটি বিষয় বিস্তারিতভাবে দেখানোর জন্য যে ড্রইং করা হয় তাকে ডিটেল ড্রইং বলে। যন্ত্রাংশ তৈরি বা মেরামতের জন্য এ ধরনের ড্রইং-এ যথেষ্ট তথ্য দেয়া থাকে।

একটি ডিটেল ড্রইং-এ যে সকল তথ্য সরবরাহ করা হয় তা নিচে উল্লেখ করা হল-

১। যন্ত্র বা যন্ত্রাংশের প্রয়োজনীয় প্রজেকশন ড্রইং।

২। প্রতিটি অংশের মাপ এবং প্রয়োজনে টলারেন্সসহ মাপ।

৩। যন্ত্র বা যন্ত্রাংশের বিস্তারিত বর্ণনা, যন্ত্রাংশ তৈরিতে কি ধরনের মেটেরিয়াল ব্যবহার করা হবে, তাপীয় প্রক্রিয়া কেমন হবে, সারফেস ফিনিশ কি রকম হবে ইত্যাদি তথ্য দেয়া থাকে। প্রয়োজনে নোটের মাধ্যমে বাড়তি তথ্য দেয়া যেতে পারে।

৪। অন্যান্য তথ্যের মধ্যে যা থাকবে তা হল-

ক) মেশিন পার্টসের সংখ্যা,

খ) ড্রইং স্কেল,

গ) প্রজেকশন পদ্ধতি,

ঘ) পার্ট নম্বর ,

ঙ) নকশাকারীর / ড্রাফটারের নাম, নিয়ন্ত্রণকারী / চেকারের নাম, অনুমোদনকারীর নাম ও স্বাক্ষর এবং তারিখ।

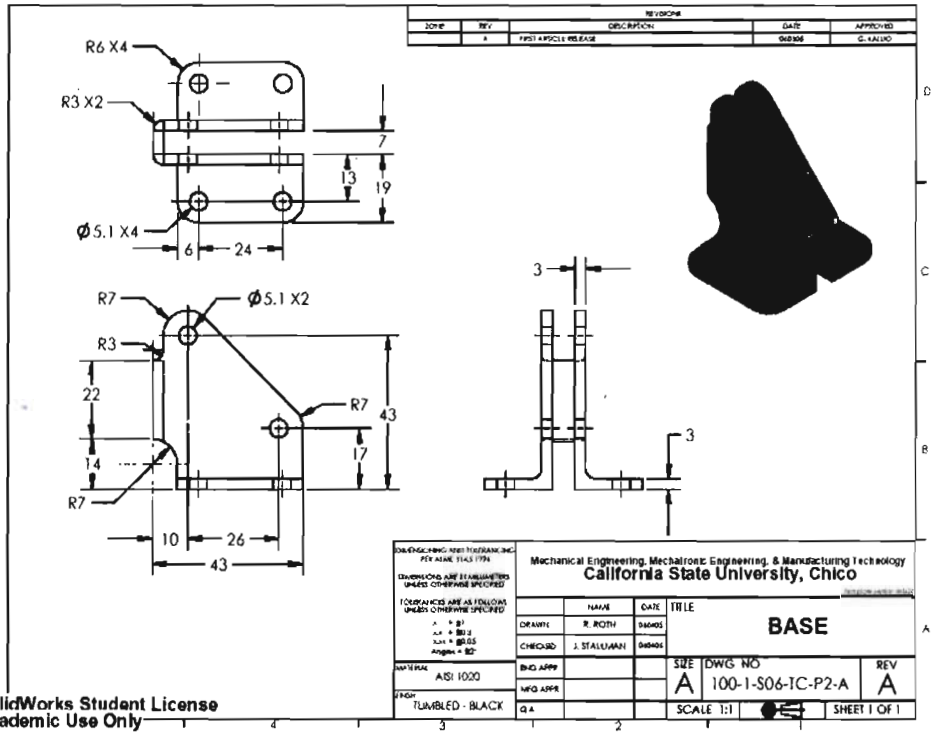
চ) কোম্পানীর নাম, ড্রইং শীট সাইজ,শীট সংখ্যা, কোন প্রকার সংস্করন হয়ে থাকলে তার তারিখ সহ উল্লেখ করতে হবে।

১৯.২.২ অ্যাসেম্বলি ড্রইং (Assembly Drawing) ঃ

আমরা জানি, একটি যন্ত্র বেশ কিছু যন্ত্রাংশের সমন্বয়ে গঠিত। মূলত ফিটিং এর সুবিধার্থে যন্ত্রাংশগুলো অবস্থান জানা দরকার। অর্থ্যাৎ কোনটির পর কোন যন্ত্রাংশ থাকবে তা সহজে জানার জন্য অ্যাসেম্বলি ড্রইং-এর প্রয়োজন হয়। যন্ত্র আকার আয়তনে বড় হলে এবং জটিল প্রকৃতির হলে যন্ত্রকে সংযোজনের সুবিধার্থে সাব- অ্যাসেম্বলি ড্রইং দ্বারা উপস্থাপন করা হয়। পরবর্তীতে সাব- অ্যাসেম্বলী ড্রইংগুলো একীভূত করে অ্যাসেম্বলী ড্রইং পাওয়া যায়।

অ্যাসেম্বলি ড্রইংকে সাধারণত সেকশনাল ভিউজ দ্বারা উপস্থাপন করা হয়। সেকশনাল ভিউ দিয়ে উপস্থাপন করার উদ্দেশ্য হল ড্রইং-এ হিডেন লাইন না রাখা বা দূরীভূত করা। এর ফলে যন্ত্রের ভিতরাংশ পর্যন্ত দেখা যায়। এ ধরনের ড্রইং-এ প্রতিটি যন্ত্রাংশ পার্ট নম্বর দিয়ে চিহ্নিত করা থাকে। এই নম্বরগুলো বৃত্ত দিয়ে ঘেরা থাকে। বৃত্ত ঘেরা নম্বরগুলো লিডার দিয়ে চিহ্নিত করা হয়। ড্রইং শীটের ডানে নিচের দিকে মেশিন পার্টসের একটি তালিকার মাধ্যমে যন্ত্রাংশের পার্ট নম্বর, পার্টসের নাম, মেটেরিয়াল এবং যন্ত্রাংশের সংখ্যা ইত্যাদি তথ্য সরবরাহ করা হয়।

মেটেরিয়াল লিষ্ট ছাড়াও একটি রিভিশন টেবিল থাকে। কোন সময় যন্ত্রাংশের ডিজাইন পরিবর্তন করলে তার সকল তথ্য রিভিশন টেবিলে লিপিবদ্ধ করা হয়। অ্যাসেম্বলি ড্রইং-এ কোন প্রকার পরিমাপ দেয়া থাকে না। কিন্তু কোন কোন ক্ষেত্রে কেবলমাত্র যন্ত্রাংশগুলোর সেন্টার থেকে সেন্টার দূরত্ব দিয়ে চিহ্নিত করা থাকে অথবা যন্ত্রের বাইরের মাপগুলো দেয়া হয়।



চিত্র নং-১৯.১ (ওয়াকিং ড্রইং অব ব্রাকেট)

প্রশ্নমালা

১. ওয়ার্কিং ড্রইং কী এবং কোন কাজে ব্যবহৃত হয়?

২. ওয়ার্কিং ড্রইং এর প্রধান লক্ষণীয় বিষয়গুলো সম্পর্কে বর্ণনা কর।

অধ্যায় – ২০

মেকানিক্যাল ফ্যাসনার
(Mechanical Fasteners)

২০.০ সূচনা (Introduction) ঃ

যন্ত্র বা যন্ত্রাংশ সংযোজনের কাজে আমরা প্রায়শঃ যান্ত্রিক বন্ধনী ব্যবহার করি। ষ্টীল স্ট্রাকচার গঠনেও যান্ত্রিক বন্ধনী ব্যবহার করা হয়। এ অধ্যায়ে যান্ত্রিক বন্ধনী সম্বন্ধে আলোচনা করা হয়েছে।

যান্ত্রিক বন্ধনী (Mechanical Fastener) ঃ

যে বস্তু অন্য বস্তুকে আঁকড়ে ধরে তাকে ইংরেজিতে ফ্যাসনার বলে। যান্ত্রিক বন্ধনীর জন্য উল্লেখযোগ্য সামগ্রী হল নাট-বোল্ট, স্ক্রু, রিভেট,পিন,কী, ওয়েল্ড ইত্যাদি।

ফ্যাসনার দুই প্রকার। যথা- ১) স্থায়ী ফ্যাসনার এবং ২)অস্থায়ী ফ্যাসনার।

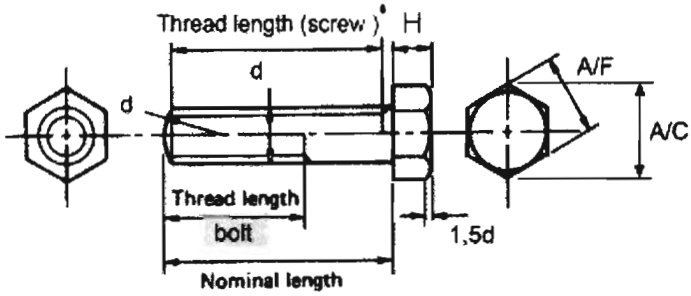
রিভেট এবং ওয়েল্ডিং স্থায়ী আবদ্ধকারী বস্তু বা ফ্যাসনার। অপরদিকে, নাট-বোল্ট, স্ক্রু, কী (Key) অস্থায়ী আবদ্ধকারী বস্তু বা ফ্যাসনার। অস্থায়ী ফ্যাসনার প্রয়োজনে খোলা এবং লাগানো যায় কিন্তু স্থায়ী ফ্যাসনারগুলো খোলা যায় না। খোলা হলে পুনরায় ব্যবহার উপযোগী থাকে না।

২০.১ বোল্ট (Bolt) ঃ

বোল্ট দেখতে সিলিন্ডারের মত। এর এক মাথায় হেড এবং অপর মাথায় থ্রেড করা থাকে। একটি যন্ত্র অনেকগুলো যন্ত্রাংশের সমন্বয়ে গঠিত। যন্ত্রাংশগুলোকে একে অপরের সাথে জোড়া দেয়ার জন্য বোল্ট ও নাট ব্যবহার করা হয়। যন্ত্র ছাড়াও ইস্পাতের বিভিন্ন অবকাঠামো যেমন- ব্রিজ, টাওয়ার, শেড, বিল্ডিং ইত্যাদি নির্মাণে নাট-বোল্ট ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

২০.১নং চিত্রে একটি বোল্টের আইসোমেট্রিক ভিউ এবং ২০.২নং চিত্রে অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন ভিউ দেখানো হয়েছে। হেডের গঠনের উপর ভিত্তি করে বোল্টকে বেশ কয়েক ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা- ১) হেক্সাগোনাল হেডেড বোল্ট , ২) স্কয়ার হেডেড বোল্ট, ৩) কাপ হেডেড বোল্ট, ৪) টি-হেডেড বোল্ট, ৫) কাউন্টার সাঙ্ক হেডেড বোল্ট, ৬) হুক বোল্ট, ৭) হেডলেস ট্যাপার বোল্ট, ৮) আই বোল্ট, ৯) সিলিন্ড্রিক্যাল বা চিজ হেডেড বোল্ট এবং ১০) স্যাকেল বোল্ট।

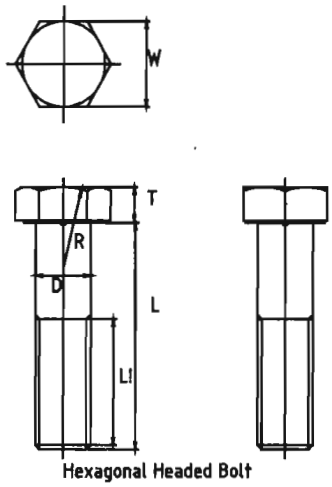
চিত্র নং-২০.১ (বোল্ট এর আইসোমেট্রিক চিত্র)



চিত্র নং-২০.২ (বোল্ট এর বিভিন্ন অংশের নাম)

L =Nominal Length, L_1 = Thread Length, H= Head thickness, A/C = Distance across Corners, A/F = Distance across Flats, D= Nominal diameter of the bolt and d= root dia. of the thread.

২০.১.১ হেক্সাগোনাল হেডেড বোল্টের বিভিন্ন ভিউ (Different view of Hexagonal Headed Bolt) ঃ



চিত্র নং-২০.৩

২০.১.২ হেক্সাগোনাল হেডেড বোল্টের অনুপাত (Proportion of the hexagonal headed bolt) ঃ

ধরা যাক, বোল্টের নমিনাল ডায়ামিটার (Nominal Diameter) = D হলে,

Width across Flat, W = 1.5D+1 mm. ২০.৩ নং চিত্র দেখি।

Thickness of Head, T = 0.7D,

Angle of Chamfer = 30^0 to the base of the head,

Radius of chamfer arc = 1.4D,

Length of the bolt = 3D to 20D,

Length of threaded portion, L_1 =2D+5mm up to 80 mm diameter,

or L_1 = 2d+10 mm up to 81 - 200 mm diameter

or. L_1 = 2d+20 mm above 200 mm diameter

২০.১.৩ স্কয়ার হেডেড বোল্টের অনুপাত (Proportion of the square headed bolt) ঃ

ধরা যাক, বোল্টের নমিনাল ডায়ামিটার (Nominal Diameter) = D হলে,

Width across Flat, W = 1.5D+1 mm.

Thickness of Head, T = 0.7D,

Angle of Chamfer = 30^0 to the base of the head,

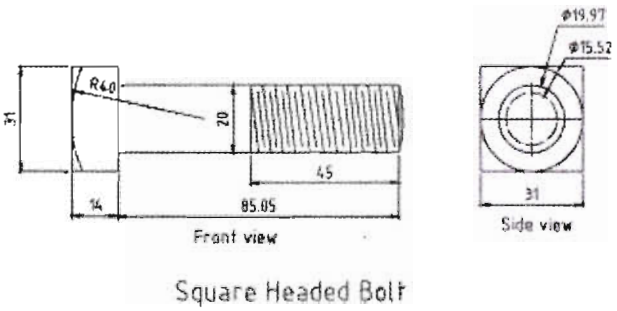
Radius of chamfer arc = 2D,

Length of the bolt = 3D to 20D,

Length of threaded portion, L_1 =2D+5mm up to 80 mm diameter,

or L_1 = 2d+10 mm up to 81 - 200 mm diameter, where d= root dia. of thread.

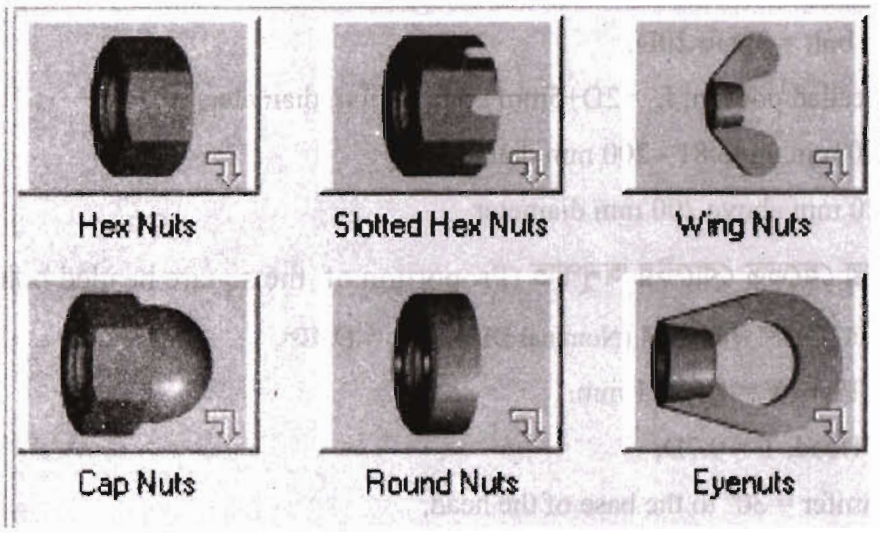
or. L_1 = 2d+20 mm above 200 mm diameter.



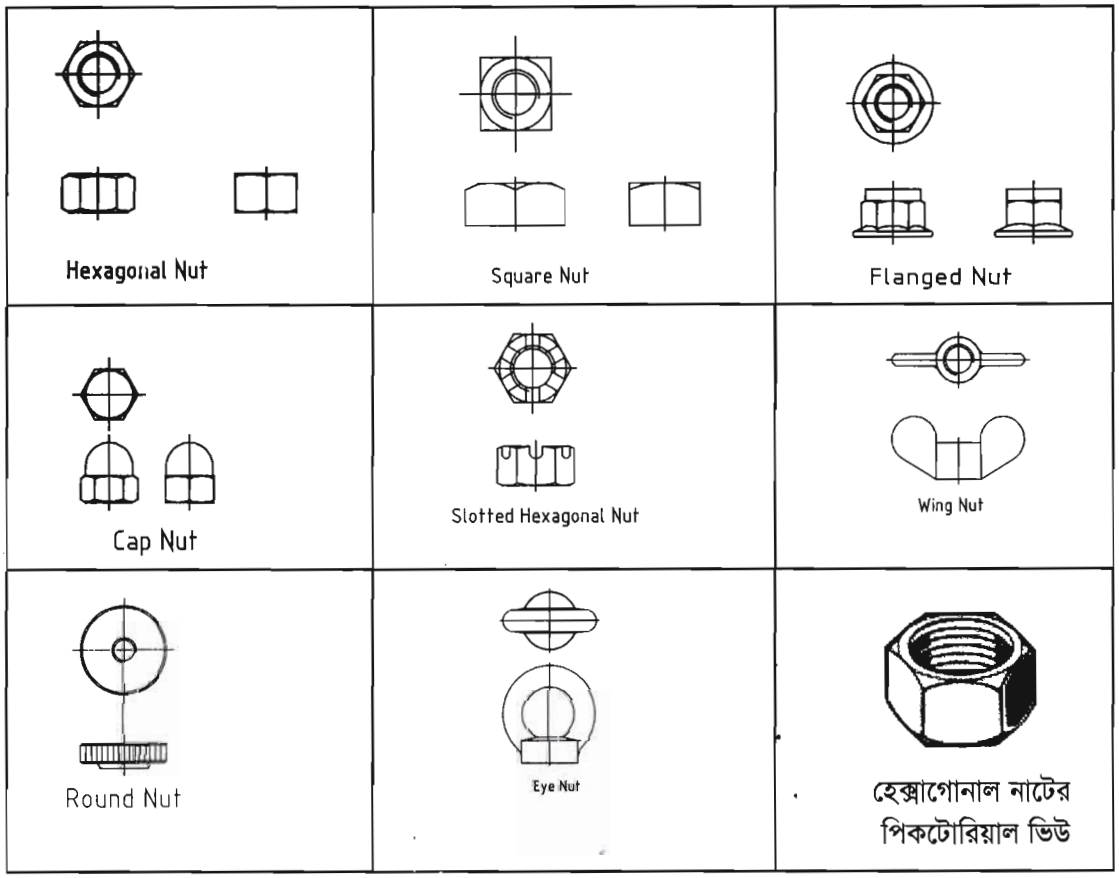
চিত্র নং-২০.৩ (ক) ঃ স্কয়ার হেডেড বোল্টের বিভিন্ন অংশের অনুপাতে বোল্ট অংকন

২০.১.৪ নাট (Nut) ঃ

নাট এক ধরনের হার্ডওয়ার ফ্যাসনার যার মাঝে একটি হোল বা ছিদ্র করা থাকে এবং হোলের ভিতর থ্রেড করা থাকে। বোল্ট বা স্টাডের সাথে নাট ব্যবহৃত হয়। চিত্র নং-২০.৩-এ নাটের একটি ছবি দেখান হয়েছে। নাটের বাহ্যিক গঠনের উপর ভিত্তি করে নাটকে সাত ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা- ১) হেক্সাগোনাল হেডেড নাট, ২)স্কয়ার হেডেড নাট, ৩) ফ্লাঞ্জড নাট, ৪) ক্যাপ নাট, ৫) স্লটেড হেক্সাগোনাল নাট ৬) উইং নাট, ৭) আই নাট এবং ৮) রাউন্ড নাট।



চিত্র নং-২০.৪ (বিভিন্ন প্রকার নাটের পিকটোরিয়েল ভিউ)



চিত্র নং-২০.৫ (বিভিন্ন প্রকার নাট এর অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন ভিউ)

২০.১.৫ নাট অংকন (Drawing of Nut) ঃ হেক্সাগোনাল নাটের অনুপাত নিচে দেয়া হয়েছে। এই অনুপাত নিয়ে একটি নাটের প্লান, এলিভেশন এবং সাইড ভিউ অংকন করতে হবে। ধরা যাক, নাটের নমিনাল ব্যাস (Nominal Diameter) = D,

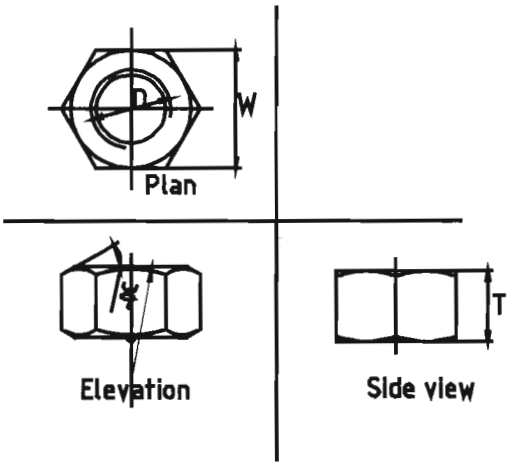
নাটের ফেস বরাবর চওড়া(Width across Flats), $W = 1.5D + 1mm$.

নাটের পুরত্ব বা Thickness of the nut, $T = 0.8D$

নাটের ভূমির সাথে চ্যাম্ফার কোণ বা Angle of chamfer = 30^0 to the base of the nut.

Radius of chamfer, R= 1.4D. The size across corner can be obtained by construction. For drawing purpose, it is taken as 2D.

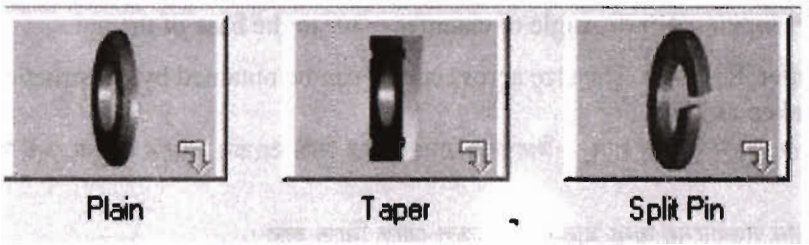
- ড্রইং শীটের যে স্থানে নাটের প্লান, এলিভেশন এবং সাইড ভিউ অংকন করতে ইচ্ছুক সেই স্থানটি বেছে নিতে হবে।
- ড্রইং শীটে স্থান সঙ্কুলানের জন্য মানান সই স্কেল বেছে নিতে হবে।
- প্লান বা টপ ভিউ আঁকতে ক্রস সেন্টার লাইন লাগবে।
- নাটের ফ্লাট বরাবর চওড়া মাপটি সেন্টার লাইনের দুপাশে স্থাপনপূর্বক দু'টি সরলরেখা টানতে হবে।
- প্লানে সেন্টার লাইনের ছেদ বিন্দুকে কেন্দ্র করে এমন একটি বৃত্ত অংকন করতে হবে যাতে সরলরেখা দু'টি বৃত্তের সাথে স্পর্শক হয়।
- বৃত্তের সাথে স্পর্শক করে অন্য বাহুগুলো অংকন করতে হবে ।
- নাটের হোল এবং থ্রেডের জন্য চিত্রানুযায়ী দুটি বৃত্ত অংকন করতে হবে ।
- এলিভেশনের জন্য নাটের প্লান ভিউ থেকে প্রয়োজনীয় প্রজেকশন লাইন টানতে হবে।
- এখন, নাটের পুরত্ব দিয়ে নাটের এলিভেশন অংকন করতে হবে। চ্যাম্ফার আর্কের ব্যাসার্ধগুলো এলিভেশন এবং সাইড ভিউ-এ স্থাপন করতে হবে ।
- এখন, সাইড ভিউটি অংকন করে অন্যান্য কাজ শেষে বাড়তি অংশ মুছে ফেলতে হবে।
- এভাবে হেক্সাগোনাল নাটের অংকনের কাজ শেষ হবে।



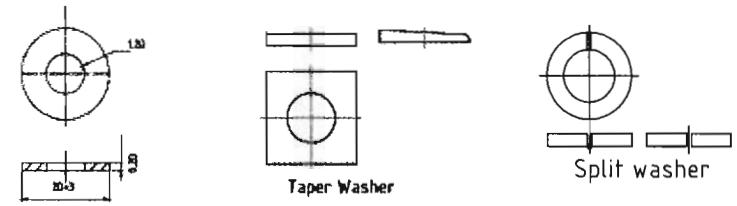
চিত্র নং-৪.১ ঃ (নাটের প্লান, এলিভেশন এবং সাইড ভিউ)

২০.১.৬ ওয়াসার (Washer) ঃ

২০.৬ নং চিত্রে একটি ওয়াসার দেখান হয়েছে। বাজারে বেশ কয়েক ধরনের ওয়াসার পাওয়া যায়। এদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল- (১) প্লেইন ওয়াসার, (২) ট্যাপার ওয়াসার এবং (৩) স্প্লিট ওয়াসার বা স্প্রিং ওয়াসার। বোল্ট হেড এবং নাটের নিচে ওয়াসার ব্যবহার করা হয়। খন্ড খন্ড বস্তুকে অস্থায়ীভাবে জোড়া দিতে বোল্ট ও নাটের সাথে ওয়াসার ব্যবহার করে ফ্যাসেনিং এরিয়া বাড়ানো যায়।



চিত্র নং-২০.৬ (বিভিন্ন প্রকার ওয়াসারের পিকটোরিয়েল ভিউ)



Plain Washer

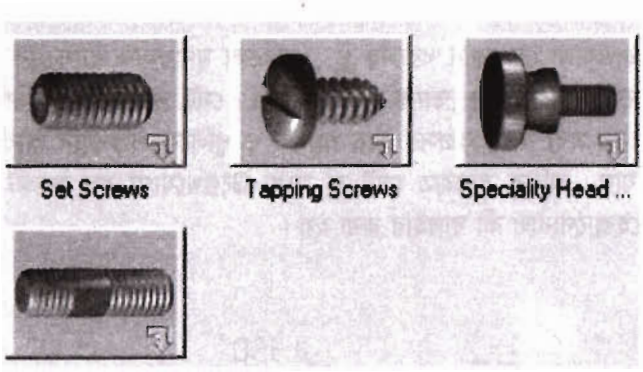
চিত্র নং-২০.৭ (বিভিন্ন প্রকার ওয়াসারের প্রজেকশনাল ভিউ)

২০.১.৭ বোল্ট এবং স্ক্রু (Bolts and Screws) ঃ

সাধারণভাবে বোল্ট এবং স্ক্রুর মধ্যে তেমন কোন তফাৎ খুজে পাওয়া যায় না যা সর্বজন স্বীকৃত। কিন্তু Machinery Hand Book এর ২৬তম সংস্করণে বোল্ট এবং স্ক্রুর মধ্যে যে সকল তফাৎ দেখানো হয়েছে তা নিচে উল্লেখ করা হল-

১। বোল্ট এক প্রকার আঁকড়ে ধরার বস্তু যার গায়ে থ্রেড করা থাকে। বোল্টকে দুই বা ততোধিক খন্ডাংশের ছিদ্রের ভিতর ঢুকিয়ে বোল্ট হেডের অপর প্রান্তে নাট লাগিয়ে লুজ বা টাইট দেয়া হয়।

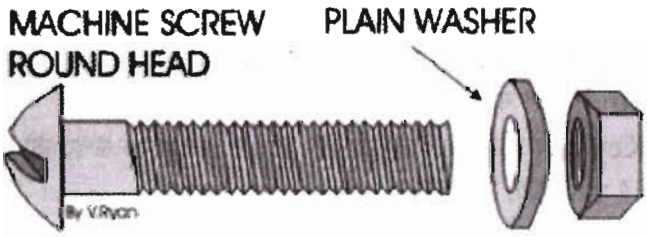
২। স্ক্রু আঁকড়ে ধরার বস্তু। এর গায়ে থ্রেড করা থাকে। সংযোজনের উদ্দেশ্যে দুই বা ততোধিক খন্ডাংশ পাশাপাশি রেখে স্ক্রুর মাথা ঘুরালে বস্তুর ছিদ্রের মধ্যে থ্রেড করে ঢুকে যায় বা পূর্বে করা থ্রেডের মধ্যে অগ্রসর হয়ে খন্ডাংশগুলোকে আঁকড়ে ধরে।



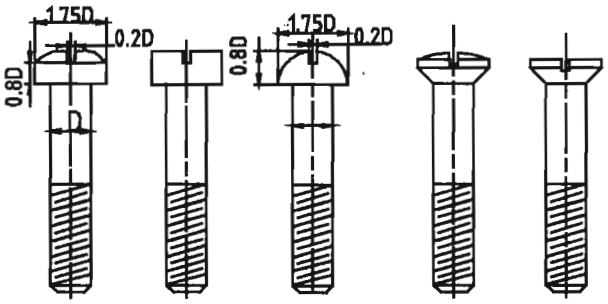
চিত্র নং-২০.৮ (বিভিন্ন প্রকার বোল্ট ও স্ক্রুজ এর পিকটোরিয়েল ভিউ)

২০.২ মেশিন স্ক্রু (Machine Screw) ঃ

ASME (American Society of Mechanical Engineers)-এর স্টান্ডার্ড অনুযায়ী $^{৩}/_{৪}$ ইঞ্চি পর্যন্ত সাইজের বিভিন্ন মেশিন স্ক্রু পাওয়া যায়। এ ধরনের স্ক্রুগুলোর সাথে সচারাচর নাট ব্যবহার করে। নাট ব্যবহার না করলে এগুলো ক্যাপ স্ক্রু হিসেবে কাজ করে। বোল্টের সাথে মেশিন স্ক্রুর তফাৎ মূলত তাদের সাইজ দিয়ে নির্ধারিত হয়। সাইজ অপেক্ষাকৃত ছোট হলে সেগুলো স্ক্রুর পর্যায়ে পড়ে এবং এগুলোকে মেশিন স্ক্রু বলে। স্ক্রু ড্রাইভার দিয়ে খোলা এবং লাগানোর সুবিধার্থে স্ক্রুর মাথায় স্লট কাটা থাকে।



চিত্র নং-২০.৯ (মেশিন স্ক্রু)

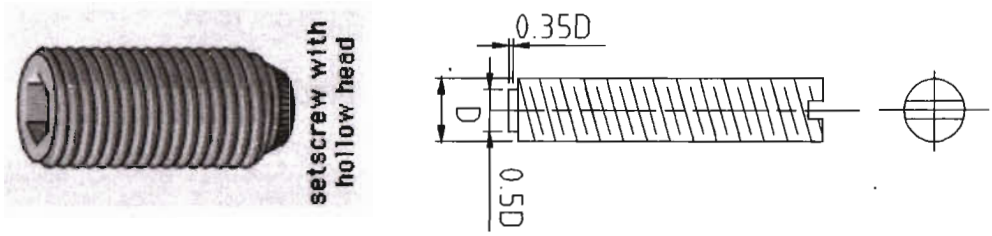


Machine Screws

চিত্র নং-২০.৯ (ক)(মাপসহ মেশিন স্ক্রু)

২০.২.১ সেট স্ক্রু (Set Screw) ঃ

মাথা ছাড়া স্ক্রু অথবা মাথাওয়ালা যে কোন ধরনের স্ক্রু , যেগুলো ঘূর্ণায়মান শ্যাফটের সাথে হুইল, পুলি, গিয়ার ইত্যাদিকে ফিট করার কাজে ব্যবহৃত হয় ,তাকে সেট স্ক্রু বলে। সেট স্ক্রুর মাথা স্ক্রু ড্রাইভার দিয়ে ঘুরালে উভয় যন্ত্রাংশের পূর্বের করা থ্রেডের মধ্য দিয়ে অগ্রসর হয়ে শ্যাফট ও পুলিকে শক্তভাবে আঁকড়ে ধরে। বিভিন্ন ধরনের সেট স্ক্রু বাজারে পাওয়া যায়। অধিক ব্যবহৃত সেট স্ক্রু মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল সকেট সেট স্ক্রু। এ ধরনের স্ক্রু খোলা ও লাগানোর জন্য হেক্সাগোনাল কী ব্যবহার করা হয়।



চিত্র নং-২০.১০ (সেট স্ক্রুজ)

২০.৩ কী ও কীওয়েজ (Key and Keyways) ঃ

Key ঃ শ্যাফটের সাথে হুইল, গিয়ার, পুলি, স্প্রোকেট ইত্যাদি সংযোগ দেওয়ার জন্য key ব্যবহার করা হয়। ইহা একটি ধাতু খন্ড। শ্যাফট এবং হুইলের হাবের (Hub) মাঝে কী (key) ঢোকানো হয়। যাতে ঘূর্ণায়নের সময় শ্যাফট এবং হুইল পিছলে না যায়।

Proportion of Key ঃ যে শ্যাফটে কী ফিট করা হবে তার ব্যাসের উপর কী (key) এর অনুপাতগুলো নির্ভর করে। যদি ডায়ামিটার = D হয়, তা হলে-

Width of the key, W = 0.33D when D up to 22mm,
and W = 0.25D + 2mm to 3mm when D is more than 22mm,
Thickness of the key, T = W, when D up to 22mm. and
T = 0.5W + 2mm to 3mm, when D is more than 22mm.
Length of the key, L = 2.8W to 12W.

২০.৩.১ কী– এর শ্রেণি বিন্যাস (Classification of Keys) ঃ

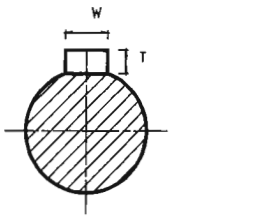
Key এর আকৃতি এবং এর কাজের উপর ভিত্তি করে key কে সাধারণত দুভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা-

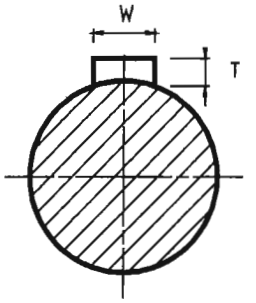
(১) সাঙ্ক কী (Sunk Key) , অর্থ্যাৎ শ্যাফট ও হুইলের হাব গ্রুভের মধ্যে যে key বসে তাকে সাঙ্ক কী বলে এবং

(২) স্যাডেল কী (Saddle Key),এ ধরনের কী শ্যাফটের উপর বসানো থাকে। যা হাবের গ্রুভের মধ্যে ঠেলে ঢোকানো হয়।

২০.৩.২ স্যাডেল কী ঃ স্যাডেল কী এর নাম থেকে বুঝা যায় যে, এর অবস্থান হবে শ্যাফটের উপর। কম পরিমাণ পাওয়ার ট্রান্সমিশনের ক্ষেত্রে এ ধরনের কী ব্যবহার করা হয়। স্যাডেল কী দুপ্রকার । যথা

(১) হলৌ (Hollow) স্যাডেল কী এবং (২) ফ্লাট স্যাডেল (Saddle) কী।
ফ্লাট স্যাডেল কী-এর একটি ফ্রন্ট ভিউ নিচে দেখান হয়েছে। যার চওড়া =W=0.33D, L = D to 1.5D এবং পুরুত্ব = T= 0.11D, যখন, D= Shaft diameter

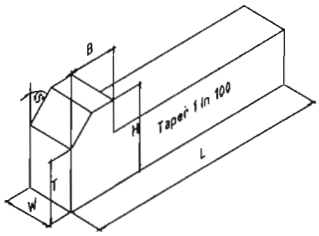




চিত্র নং-২০.১১ ঃ (ফ্লাট ও হলৌ স্যাডেল কী)

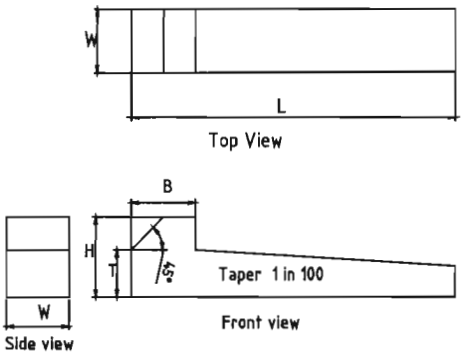
২০.৩.৩ চাবি ও চাবির ঘাট অংকন ঃ

শ্যাফটের ব্যাসের উপর ভিত্তি করে চাবির অনুপাত নির্ধারিত হয়। নিচে চিত্রে জিব হেড কী-এর একটি পিকটোরিয়েল ভিউ দেখানো হয়েছে, এর সাথে জিব হেড কী-এর বিভিন্ন অনুপাত থেকে এর থার্ড অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন অংকন।



চিত্র নং-২০.১২ ঃ (জিব হেড কী -এর পিকটোরিয়েল ভিউ)

২০.৩.৪ জিব হেড কী–এর বিভিন্ন অনুপাত (Proportion of Gib Head Key) :



চিত্র নং-২০.১৩ ঃ (জিব হেড কী এর প্লান, এলিভেশন এবং সাইড ভিউ)

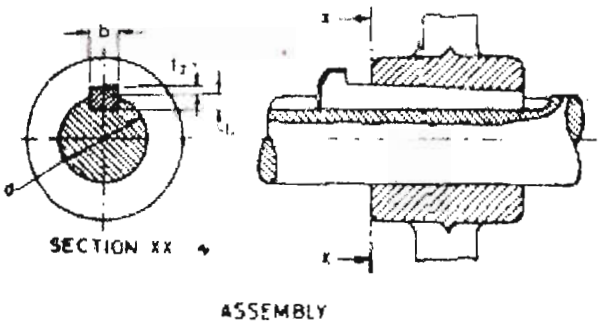
কী -এর প্রস্থ (Width of Key) W = 0.25D, যখন, D =শ্যাফট ডায়ামিটার।

কী -এর পুরত্ব (Thickness of Key), T = 0.66W

হেডের মোট পুরত্ব (Overall thickness of the Head), H = 1.75T

হেডের চওড়া (Breadth of the Head), B = 1.5T

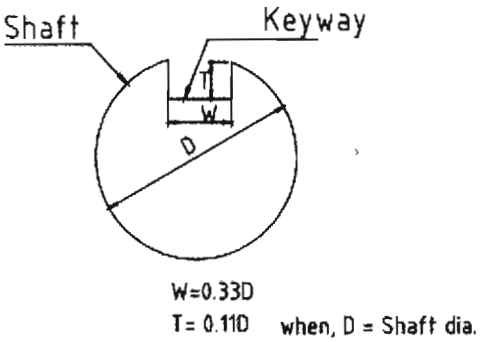
কী- এর দৈর্ঘ্য (Length of Key), L = D to 1.5D.



চিত্র নং-২০.১৩(ক) ঃ (জিব হেড কী ও কী ওয়েজ অ্যাসেম্বলী)

২০.৩.৫ কীওয়ে (Keyway) ঃ

শ্যাফটের উপরিতলে key বসানোর জন্য একটি গ্রুভ করা থাকে। এই গ্রুভের গভীরতা key উচ্চতার অর্ধেকের সমান। এই গ্রুভকে keyway বলে। অন্যদিকে, হুইল, গিয়ার, পুলি, স্প্রোকেট ইত্যাদির Hub –এ অনুরূপ আর একটি গ্রুভ করা থাকে। দুই গ্রুভের মাঝে key বসিয়ে উভয় যন্ত্রাংশকে সংযুক্ত করে একক ইউনিটে পরিণত করা হয়।২০.১৪ এবং ২০.১৫ নং ছবিতে keyway দেখান হয়েছে।



চিত্র নং-২০.১৪ ঃ (কীওয়ে)

২০.৩.৬ সাঙ্ক কী– এর প্রকারভেদ (Types of Sunk Keys) ঃ

গঠন অনুসারে SunkKey কে বিভিন্ন ভাগে ভাগ করা হয়। যথা-

১। প্যারালাল সাঙ্ক কী (Parallel Key) যেমন- ফ্লাট ও স্কয়ার কী (Flat and Square Key)

২। ট্যাপার সাঙ্ক কী (Taper Key)

ইহা ফ্লাট ও স্কয়ার কী-এর মতই কিন্তু এর উপরি ভাগে ১:১০০ স্ট্যান্ডার্ড ট্যাপার করা থাকে।

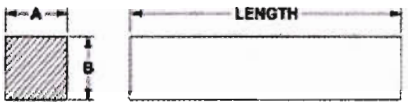
৩। জিব হেড কী (Gib Head Key)

৪। প্রাট এন্ড হুইটনী কী (Pratt and Whitney Key) এবং

৫। উডরাফ কী (Woodruff Key)।

২০.৩.৭ ফ্লাট ও স্কয়ার কী (Flat and Square Key) ঃ

অধিক প্রচলিত Key-এর মধ্যে উল্লেখযোগ্য ফ্লাট এবং স্কয়ার Key। এদের চওড়া সাধারণত শ্যাফটের এক চতুর্থাংশ পর্যন্ত হয়ে থাকে। নিচে চিত্রে ফ্লাট ও স্কয়ার কীজ দেখান হল-



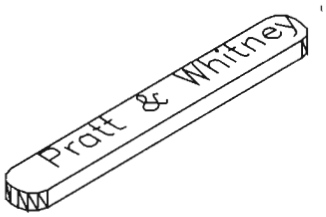
চিত্র নং- ২০.১৫ ঃ স্কয়ার কী

চিত্র নং-২০.১৬ ঃ ফ্লাট কী

টেবিল-১ ঃ (স্কয়ার কী ও ফ্লাট কী)

২০.৩.৮ প্রাট এন্ড হুইটনী কী (Pratt and Whitney Key) ঃ

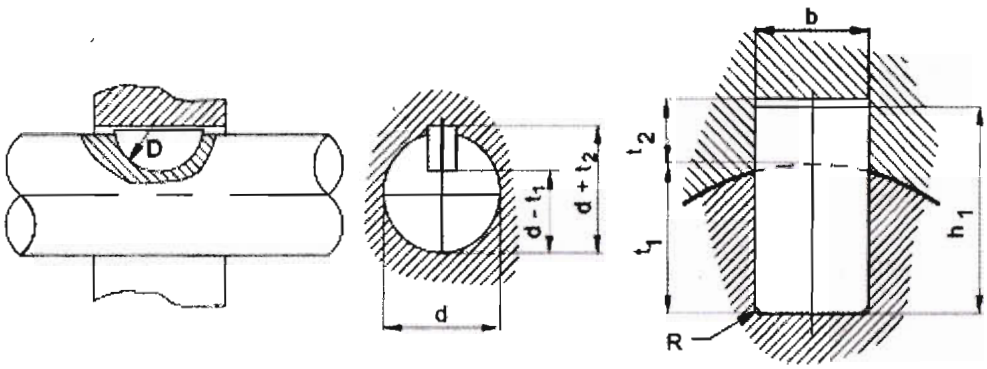
চিত্র নং- ২০.১৬ এ একটি প্রাট এন্ড হুইটনী কী দেখানো হয়েছে। এটা দেখতে আয়তকার প্রিজমের মত কিন্তু এর কোণাগুলো গোলাকার।



চিত্র নং-২০.১৭ ঃ (প্রাট এন্ড হুইটনী কী)

২০.৩.৯ উডরাফ কী (Woodruff Key) ঃ

উডরাফ কী দিয়ে আটকানো একটি শ্যাফট অ্যাসেম্বলি নিচের ছবিতে দেখান হল। এর আকৃতি অর্ধ চন্দ্রাকৃতির। কীওয়েজের আকৃতি কী এর অনুরূপ। কীওয়েজের গভীরতা কী উচ্চতার অর্ধেক। এর মাপের অনুপাতগুলো নিচে চিত্রে দেওয়া হয়েছে।



চিত্র নং-২০.১৮ ঃ (উডরাফ কী ও কী ওয়েজ)

২০.৪ ফাউন্ডেশন বোল্ট (Foundation Bolt) ঃ

বিভিন্ন প্রকার মেশিন, ইঞ্জিন বা ইস্পাতের কাঠামো কনক্রিট ভিতের সাথে আটকানোর কাজে ফাউন্ডেশন বোল্ট ব্যবহার করা হয়। বিভিন্ন প্রকার ফাউন্ডেশন বোল্ট বাজারে পাওয়া যায়। এর মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল অ্যাঙ্কর বোল্ট। হেডের গাঠনিক কাঠামোর উপর ভিত্তি করে এদের নামকরণ করা হয়েছে। বোল্টের মাথাকে কনক্রিটের সাথে সুসংহতভাবে আটকে রাখার জন্য মাথাকে আংটা বা অ্যাংঙ্কর আকৃতির করা হয়েছে। নিচে চিত্রে বিভিন্ন ধরনের অ্যাঙ্কর বোল্ট দেখানো হয়েছে। এদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল-

(১) র‍্যাগ বোল্ট (Rag Bolt)

(২) লুইস বোল্ট (Lewis Bolt)

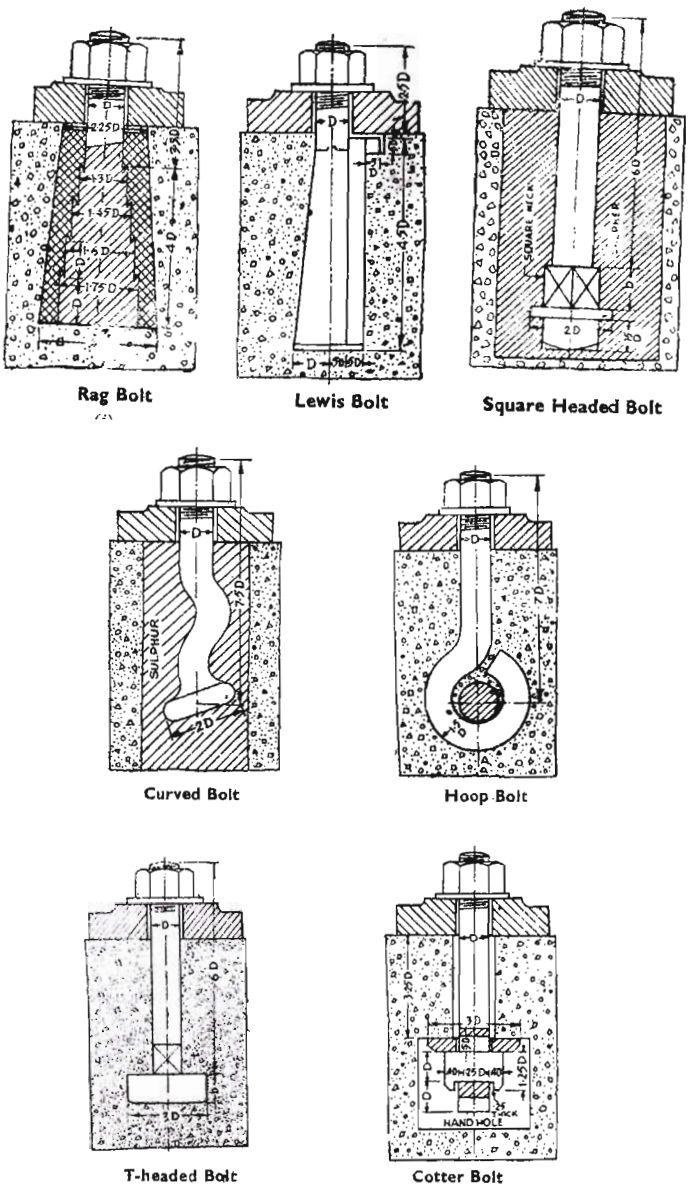
(৩) স্কয়ার হেডেড বোল্ট (Square Headed Bolt)

(৪) কার্ভড বোল্ট (Curved Bolt)

(৫) হুপ বোল্ট (Hoop Bolt)

(৬) টি- হেডেড বোল্ট (T Headed Bolt)

(৭) কটার বোল্ট (Cotter Bolt)

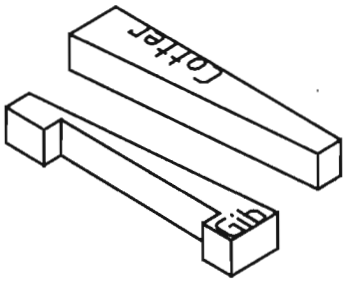


নং-২০.১৯ ঃ ফাউন্ডেশন বোল্ট

২০.৫ কটার ও পিন (Cotter and Pin) ঃ

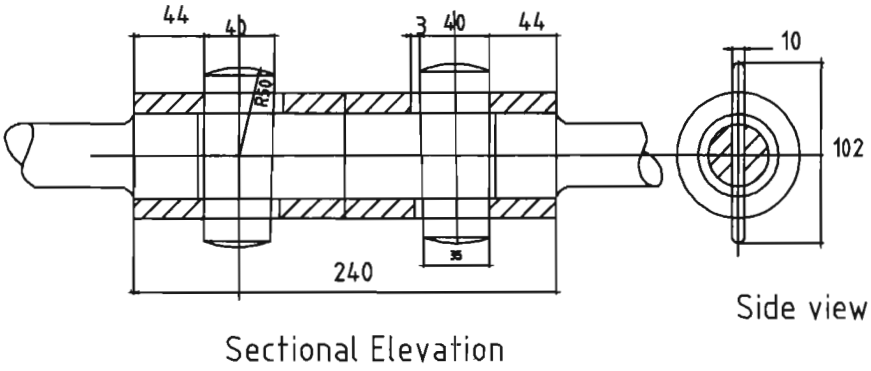
কটার এক প্রকার চেপ্টা (Flat) কোণাকৃতি ধাতুখন্ড (wedge shaped piece)। একে আড়াআড়ি কর্তন করলে আয়তকার সেকশন দেখা যাবে। সকল স্থানে এর পুরুত্ব সমান কিন্তু পুরো দৈর্ঘ্যের বরাবর চওড়া দিকে ট্যাপার করা । ট্যাপরের পরিমাণ সাধারণতঃ ১: ৪৮ থেকে ১:৩৩ পর্যন্ত হয়ে থাকে। কটারের প্রান্ত ভাগ কিছুটা গোলাকৃতি। কটার সব সময় রড বা বারের অক্ষের সাথে সমকোণে ঢোকানো হয়। কটারের পুরত্ব শ্যাফট ডায়ামিটারের ২৫% এবং চওড়া পুরুত্বের ৫গুণ হয়ে থাকে।

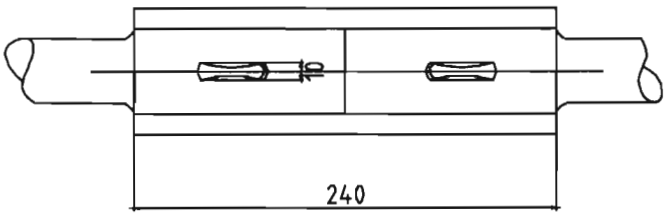
২০.২০ নং চিত্রে কটার ও জিব দেখান হয়েছে।



চিত্র নং-২০.২০ ঃ (জিব এবং কটার)

২০.৫.১ স্লিভ ও কটার জয়েন্ট (Sleeve and Cotter Joint) ঃ

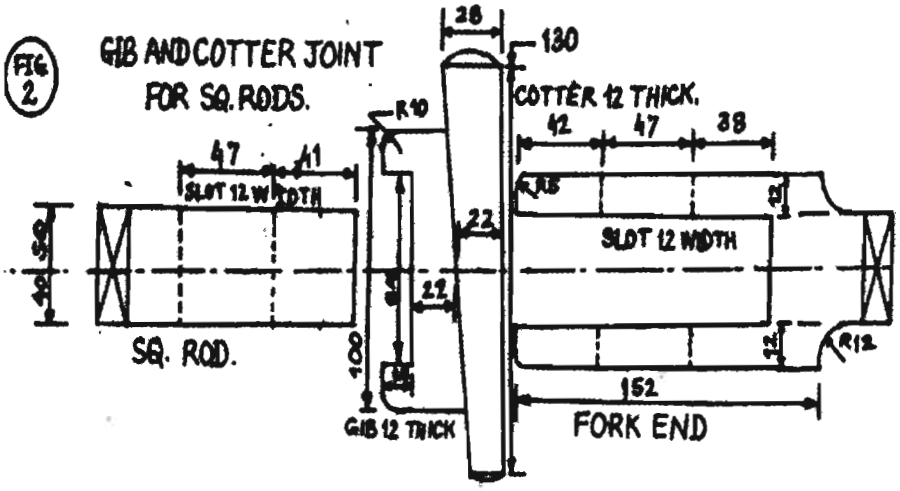




Sleeve and Cotter Joint

চিত্র নং-২০.২১ ঃ (স্লিভ এবং কটার জয়েন্ট)

২০.৫.২ জিব ও কটার জয়েন্ট (Gib and Cotter Joint) ঃ



চিত্র নং-২০.২২ ঃ (জিব এবং কটার জয়েন্ট)

প্রশ্নমালা

১. নাট, বোল্ট ও ওয়াশার এর ব্যবহার ও প্রকারভেদ উল্লেখ কর।

২. মেশিন-স্ক্রু, সেট-স্ক্রু এর ব্যবহার সম্পর্কে বর্ণনা দাও।

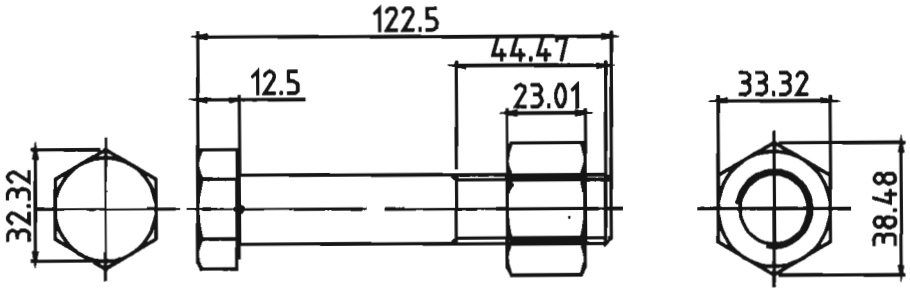
৩. বিভিন্ন প্রকার চাবি ও চাবির ঘাট এর বিবরণ দাও।

৪. ফাউন্ডেশন বোল্ট কোন কাজে ব্যবহৃত হয় ?

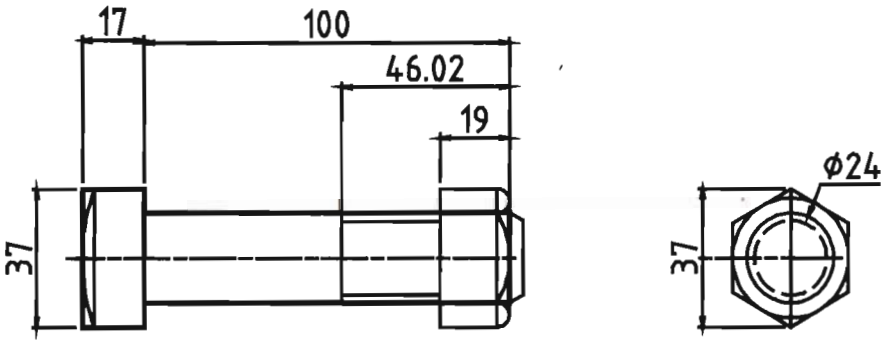
৫. পিন ও কটার জোড়ের বর্ণনা কর।

৬. স্লিভ ও কটার জয়েন্ট টপ, ফ্রন্ট এবং সাইড ভিউ অংকন কর।

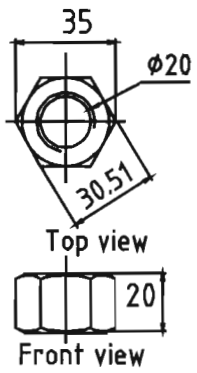
অনুশীলনী -১ ঃ একটি হেক্সাগোনাল নাট এবং ওয়াশারসহ ২৪ মিমি. ব্যাস এবং ৯৬ মিমি. লম্বা একটি হেক্সাগোনাল হেডেড বোল্টের প্লান, এলিভেশন এবং সাইড ভিউ অংকন।



অনুশীলনী -২ ঃ ২৪ মিমি. ব্যাস এবং ১০০ মিমি. লম্বা একটি স্কয়ার হেডেড বোল্টের প্লান, এলিভেশন এবং রাইট সাইড ভিউ অংকন।



অনুশীলনী -৩ ঃ নিচের চিত্রানুযায়ী একটি হেক্সাগোনাল নাট অংকন।



Hexagonal Nut

অনুশীলনী -৪ ঃ ১৮ মিমি. ব্যাস এবং ১২ মিমি. উচ্চতার একটি স্কয়ার হেডেড নাট অংকন।

অধ্যায় – ২১

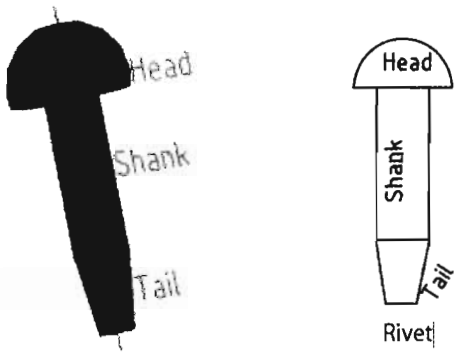
রিভেট
(Rivet)

২১.০ সূচনা (Introduction) ঃ

ষ্টীল স্ট্রাকচার গঠন, শীট মেটাল ওয়ার্কস্, বয়লার ইত্যাদি তৈরিতে রিভেটের ব্যবহার বহু কাল ধরে হয়ে আসছে। এ অধ্যায়ে রিভেট, রিভেটিং এবং বিভিন্ন ধরনের রিভেটেড জয়েন্ট নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

২১.১ রিভেট (Rivet) ঃ

রিভেট এক প্রকার গোলাকার বার বিশেষ যা নরম লোহা, ইস্পাত বা অন্য কোন ধাতুর তৈরি । রিভেটের এক প্রান্ত হেড, অপর প্রান্ত টেইল এবং মাঝের অংশ স্যাঙ্ক নামে পরিচিত। নিচে চিত্রে রিভেটের বিভিন্ন অংশ দেখান হয়েছে।(চিত্র নং-২১.৪)



চিত্র নং-২১.৪ (রিভেটের বিভিন্ন অংশের নাম)

২১.২ রিভেটের ব্যবহারিক প্রয়োগ (Practical Application of Rivet) ঃ

স্ট্রাকচারাল কাজ যথা-রুফ ট্রাস, ব্রিজ, শিপ বিল্ডিং এবং এর প্রেসার ভেসেল যেমন- বয়লার, এয়ার রিসিভার ইত্যাদি তৈরীর কাজে রিভেট ব্যবহার করা হয়।

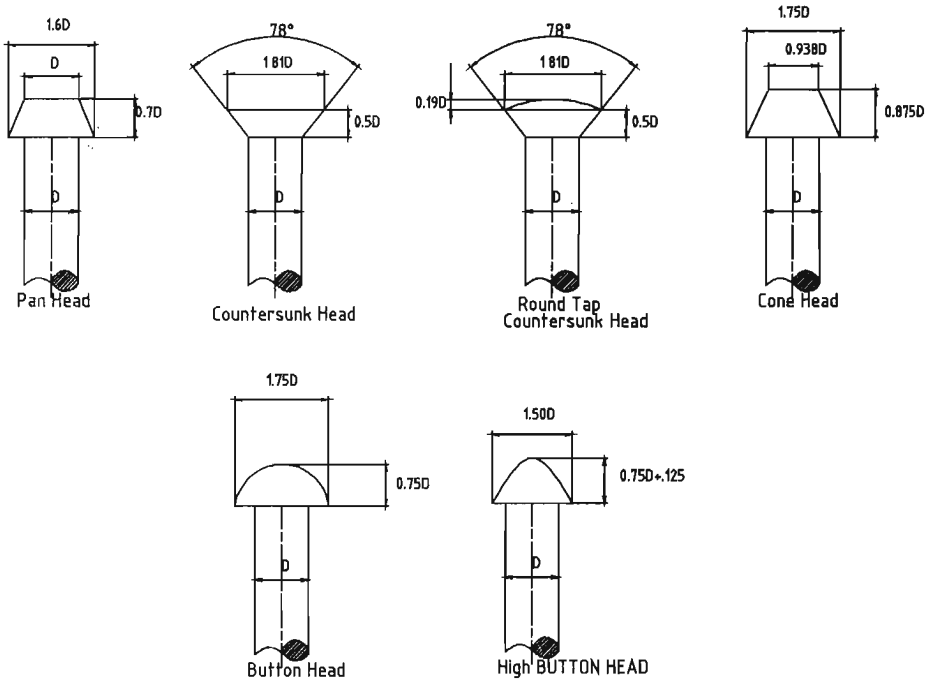
২১.৩ রিভেটের প্রকারভেদ (Types of Rivets) ঃ

বিভিন্ন কাজের জন্য সাধারণত তিন প্রকার রিভেট ব্যবহার করা হয়। যথা-

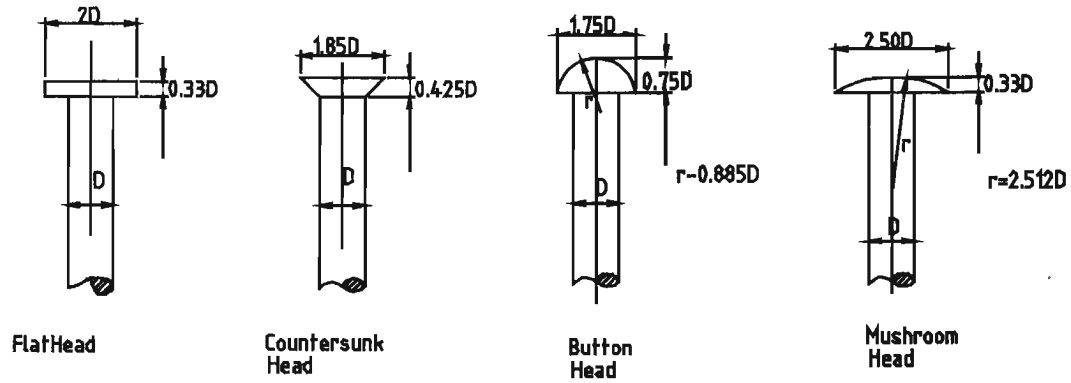
(১) স্ট্রাকচারাল রিভেট, যার ব্যাস ১২ থেকে ৪৮ মিমি.

(২) বয়লার রিভেট, এর ব্যাস ১২ থেকে ৪৮ মিমি.

(৩) স্মল বা ছোট রিভেট এর ব্যাস ১২মিমি. এর কম। চিত্র নং ২১.৫ এবং চিত্র নং- ২১.৬ এ বিভিন্ন



চিত্র নং-২১.৫ ঃ Heads of Large Rivets



চিত্র নং-২১.৬ ঃ Heads of small Rivets

২১.৪ রিভেটিং (Riveting) ঃ

স্থায়ীভাবে দুই বা ততোধিক ধাতুখন্ড বা প্লেটকে শক্তভাবে আঁকড়ে ধরার যে কটি উপায় আছে তার মধ্যে রিভেটিং একটি। রিভেট বিভিন্ন ধাতুর তৈরি হয়ে থাকে। এদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল রট আয়রন, নরম ইস্পাত, তামা, অ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি। রিভেট করার আগে ছিদ্র করা প্রয়োজন। ছিদ্র করার বিভিন্ন পদ্ধতি আছে। যেমন-ড্রিলিং, পাঞ্চিং ইত্যাদি। ছিদ্রের আকার রিভেটের থেকে সামান্য কিছু বেশী (১-১.৫ মিমি.) রাখা হয়। ধাতু খন্ডের ছিদ্রের মধ্যে রিভেট ঢুকিয়ে হেডের অপর প্রান্তকে ফর্ম টুল দিয়ে পিটিয়ে নুতন মাথা তৈরি করা হয়। রিভেটিং কাজ এমনভাবে সম্পন্ন করা হয় যাতে দুই প্লেটের মাঝে কোন প্রকার ফাঁক না থাকে।

২১.৫ রিভেট–এর শ্রেণী বিন্যাস (Classification of Rivet) ঃ

বড় ধরনের কাঠামো যেমন- ব্রিজ, বিল্ডিং তৈরিতে, জাহাজ, ট্যাংক ইত্যাদি নির্মাণে বড় সাইজের রিভেট ব্যবহার করে। বড় রিভেটের ব্যাস ১২ থেকে ৪৫ মিমি.পর্যন্ত হয়ে থাকে। প্রতিটি ধাপে রিভেটের ব্যাস ৩ মিমি. করে বাড়ে।

বাটন হেড এবং ফ্লাট হেড কাউন্টার সিঙ্ক হেড রিভেট সাধারণত কাঠামো তৈরির কাজে লাগে। অপরদিকে, কোণ হেড রিভেট দ্বারা ট্যাংক ও বয়লার তৈরির কাজে ব্যবহৃত হয়। হালকা কাজে ছোট রিভেট ব্যবহার করে।

ওয়ার্কশপে কাঠামো তৈরিতে রিভেটিং প্রক্রিয়াকে সপ রিভিটিং (Shop Riveting) এবং ওয়ার্কশপের বাইরে রিভিটিং করলে তাকে ফিল্ড রিভিটিং (Field Riveting) বলে। হালকা কাজে ব্যবহারের জন্য অ্যালুমিনিয়ামের ছোট রিভেট ব্যবহার করা হয়।

২১.৬ ল্যাপ জয়েন্ট (Lap Joint) ঃ

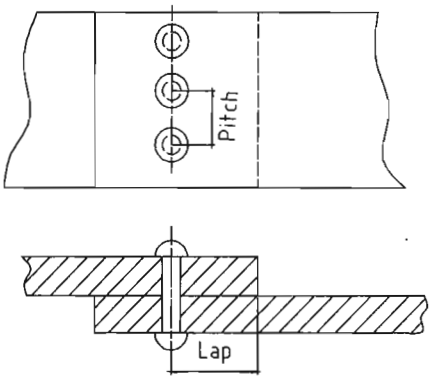
দুটি প্লেট বা বস্তু খন্ডকে একটি অপরটির উপর রেখে সংযুক্ত করার কৌশলকে ল্যাপ জয়েন্ট বলে। ল্যাপ জয়েন্ট দুই প্রকার। যথা-

১। সিঙ্গেল রিভেটেড ল্যাপ জয়েন্ট এবং

২। ডাবল রিভেটেড ল্যাপ জয়েন্ট ।

২১.১ নং চিত্রে একটি ল্যাপ জয়েন্ট দেখান হয়েছে। সিঙ্গেল রিভেটেড ল্যাপ জয়েন্ট এর ক্ষেত্রে প্লেটের প্রান্ত থেকে রিভেটের কেন্দ্র পর্যন্ত ল্যাপের দৈর্ঘ্য = 1.5d, যখন d = rivet diameter।

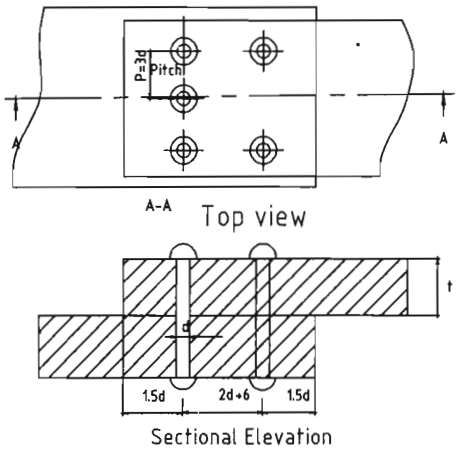
রিভেটের ব্যাস, d = 1.2 t থেকে 1.4 t পর্যন্ত হয়ে থাকে, যখন t = প্লেটের পুরুত্ব বা থিকনেস্।



Single rivetted Lap Joint

চিত্র নং-২১.১ (সিঙ্গেল রিভেটেড ল্যাপ জয়েন্ট)

উল্লেখ্য যে, ড্রইং এ রিভেটের কোন সেকশন দেখান হয় না।



Double Riveted Lap Joint

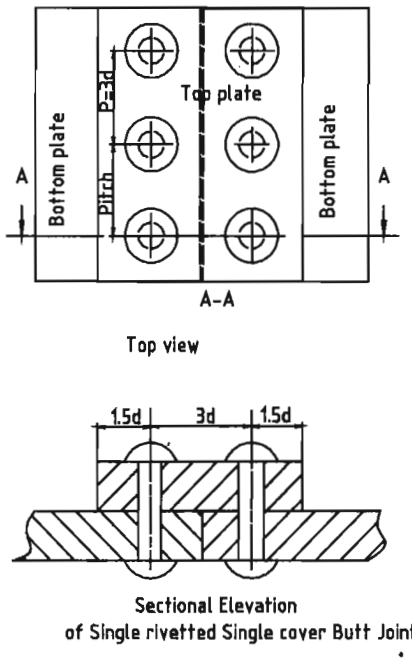
চিত্র নং-২১.২ ঃ ডাবল রিভেটেড ল্যাপ জয়েন্ট।

২১.৭ বাট জয়েন্ট (Butt Joint) ঃ

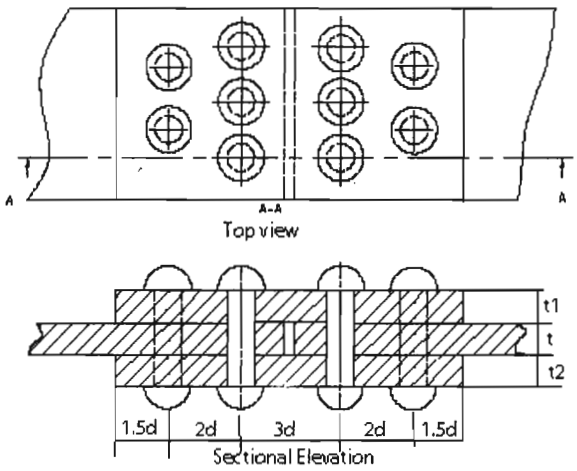
দুটি বস্তু খন্ড পাশাপাশি রেখে জোড়া দেওয়া বা সংযুক্ত করার প্রক্রিয়াকে বাট জয়েন্ট বলে। বাট জয়েন্ট দু'প্রকার। যথা-

(১) সিঙ্গেল রিভেটেড বাট জয়েন্ট

(২) ডাবল রিভেটেড বাট জয়েন্ট । ২১.৩ এবং ২১.৪ নং চিত্রে একটি বাট জয়েন্ট দেখান হল-

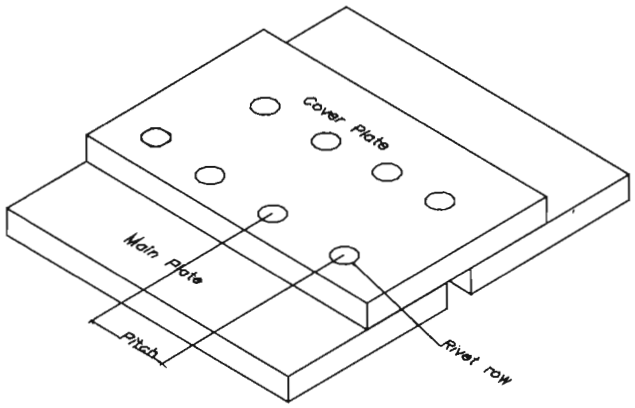


চিত্র নং-২১.৩ (সিঙ্গেল রিভেটেড বাট জয়েন্ট)



Double rivetted double strap Butt Joint

চিত্র নং-২১.৪ (ডাবল রিভেটেড বাট জয়েন্ট)



চিত্র নং-২১.৪(ক) (বাট জয়েন্টের মেন প্লেট, কভার প্লেট ও পিচ)

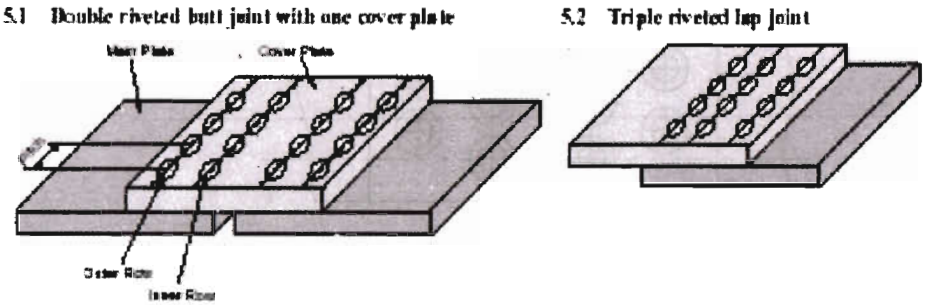
২১.৮ রিভেট জয়েন্টের পরিভাষা (Terminology of Rivet Joint) ঃ

রিভেট জয়েন্টের পরিভাষার একটি তালিকা নিচে দেওয়া হল-

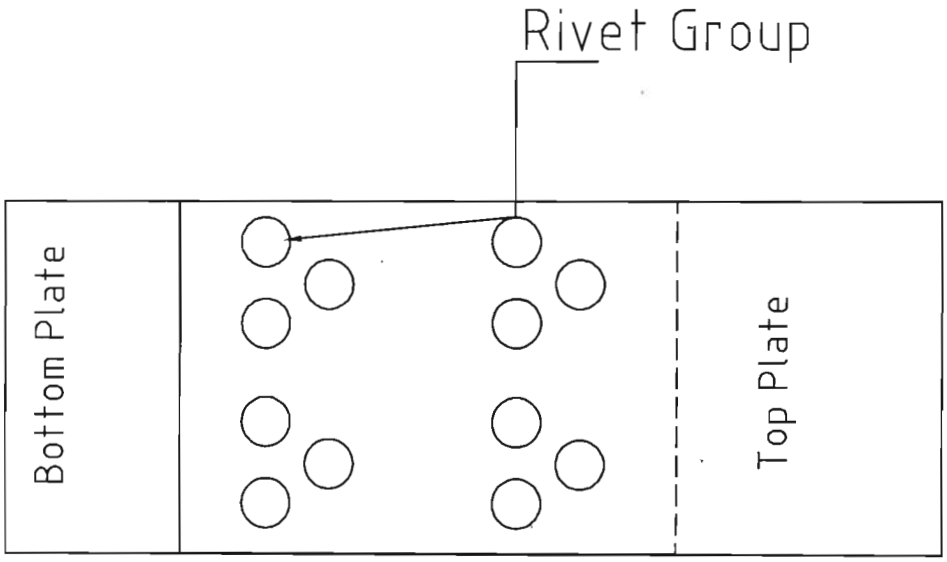
- মেইন প্লেট
- কভার প্লেট
- পিচ
- আউটার রো
- ইনার রো
- সিঙ্গেল রিভেটেড বাট জয়েন্ট

ডাবল রিভেটেড বাট জয়েন্ট

- ট্রিপল রিভেটেড বাট জয়েন্ট
- টপ প্লেট
- বটম প্লেট
- রিপিটেড গ্রুপ।



চিত্র নং-২১.১২ ঃ (বিভিন্ন প্রকার রিভেট রো)



চিত্র নং-২১.১৩ (রিভেট গ্রুপ)

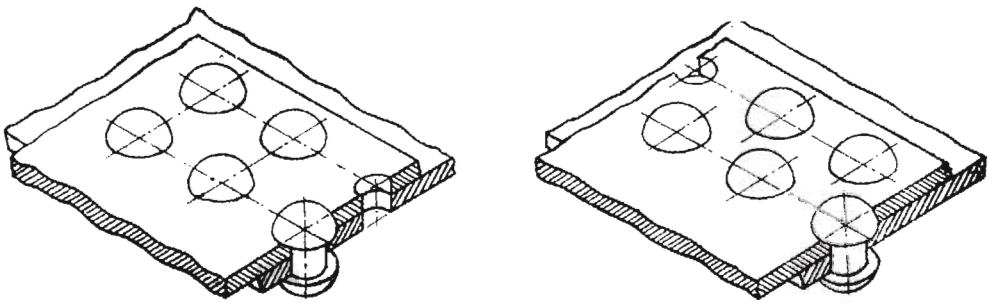
২১.৯ রিভেট জয়েন্টের সারি ঃ

দুই বা ততোধিক রিভেট রো এর প্রয়োজন হলে তা দুভাবে সাজানো যায়। উপায় দুটি হল-

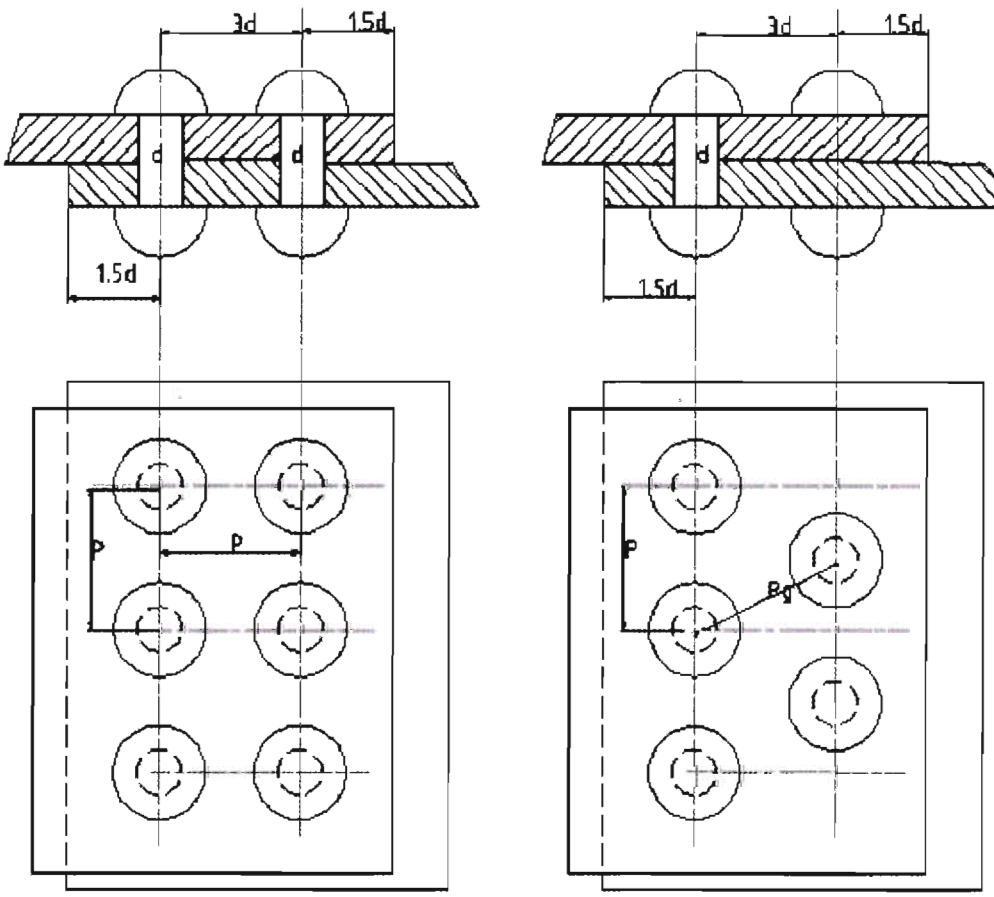
(১) চেইন এবং

(২) জিগজাগ । (চিত্র নং-২১.১৪)

দু'টি রিভেট রো এর মাঝের দূরত্বকে রো পিচ (Row Pitch) বলে এবং একে pr দিয়ে সূচিত করা হয়।
জিগজাগ রিভেটের ক্ষেত্রে pr = 0.6p, চেইন রিভেটের বেলায় pr = 0.8p,
রিভেটের ব্যাস d হলে, জিগজাগ রিভেটের ক্ষেত্রে pr = 2d এবং চেইন রিভেটের বেলায় pr = 2d+6 mm.
জিগজাগ রিভেটিং ব্যবস্থায় একই রো এর রিভেটের কেন্দ্র থেকে কেন্দ্রের দূরত্বকে পিচ বলে।
এক রো থেকে পার্শ্ববর্তী রো-এর রিভেটের কেন্দ্রের দুরত্বকে ডায়াগোনাল (Diagonal) পিচ pd বলে।
$pd = {}^{2p+d}/_{3}$



চিত্র নং-২১.১৪ ঃ ল্যাপ জয়েন্ট ডাবল রিভেটেড (চেইন এবং জিগজাগ)



Double Fivetted (Chain)
Lap Joint

Double Rivetted (Zigzag)
Lap Joint

২১.১০ রিভেট জয়েন্টের সিম্বল (Symbols of Rivet Joint) ঃ

চিত্র নং-২১.১৪- এ শপ রিভেট এবং ফিল্ড রিভেট সিম্বল দেখান হয়েছে।

Sl #	SYMBOL	OBJECT
1		SHOP SNAP HEADED RIVETS
2		SHOP COUNTERSUNK (NEAR SIDE) RIVETS
3		SHOP COUNTERSUNK (FAR SIDE) RIVETS
4		SHOP COUNTERSUNK (BOTH SIDES) RIVETS
5		SITE SNAP HEADED RIVETS
6		SITE COUNTERSUNK (NEAR SIDE) RIVETS
7		SITE COUNTERSUNK (FAR SIDE) RIVETS
8		SITE COUNTERSUNK (BOTH SIDES) RIVETS
9		OPEN HOLE

চিত্র নং-২১.১৪ঃ রিভেট সিম্বল।

প্রশ্নমালা

১. ল্যাপ জয়েন্ট কী ?

২. বাট জয়েন্ট কী ?

৩. রিভেট জয়েন্টের বিভিন্ন পরিভাষা লেখ।

অধ্যায় – ২২

পুলি ও কাপলিং
(Pulley and Coupling)

২২.০ সূচনা (Introduction) ঃ

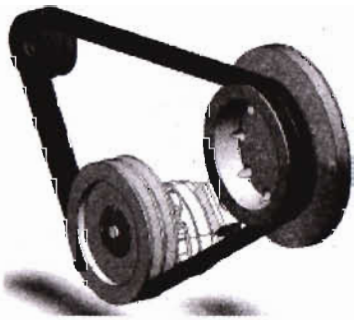
বিভিন্ন কলকারখানায় পাওয়ার ট্রান্সমিসনের জন্য শ্যাফট ও পুলি ব্যবহৃত হয়। এক শ্যাফটের সাথে অন্য শ্যাফট জোড়া দেয়ার জন্য কাপলিং ব্যবহার হয়। এ অধ্যায়ে পুলি ও কাপলিং সম্বন্ধে আলোচনা করা হবে।

২২.১ সলিড পুলি (Solid Pulley) ঃ

এক স্থান থেকে অন্য স্থানে পাওয়ার প্রেরণের জন্য পুলি ব্যবহার করা হয়। অন্য কথায় এক শ্যাফট থেকে অন্য শ্যাফটে পাওয়ার ট্রান্সমিট করার কাজে পুলি ব্যবহার করে। এক্ষেত্রে বিভিন্ন ধরনের বেল্ট যেমন- ফ্লাট বেল্ট, ভী বেল্ট, রাউন্ড বেল্টের সহায়তা নেওয়া হয়।

অধিক ব্যবহৃত পুলির মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল ফ্লাট পুলি, ক্রাউন পুলি, গ্রুভ পুলি। এগুলো সলিড পুলি নামে পরিচিত। গ্রুভ পুলিতে ভী আকারের গ্রুভ কাটা থাকে। গ্রুভ পুলি স্টেপ আকারের হলে তাকে স্টেপ পুলি। ক্রাউন পুলির রিমের উপরিভাগ কিছুটা উঁচু। তাই এর নামকরণ করা হয়েছে ক্রাউন পুলি।

চিত্র নং-২২.১ (ক্রাউন পুলি)

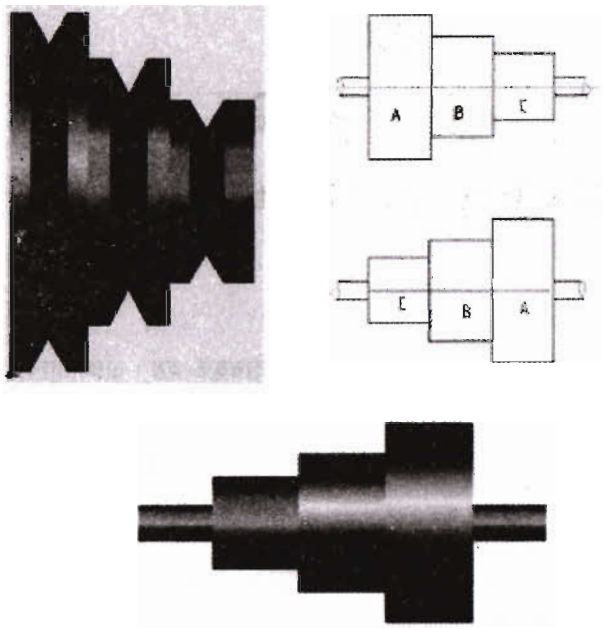


চিত্র নং-২২.২ (গ্রুভ পুলি)

ভার উত্তোলনে মেকানিক্যাল অ্যাডভানটেজ পেতে ও পুলি ব্যবহার করা হয়।

২২.২ স্টেপ পুলি (Step Pulley) ঃ

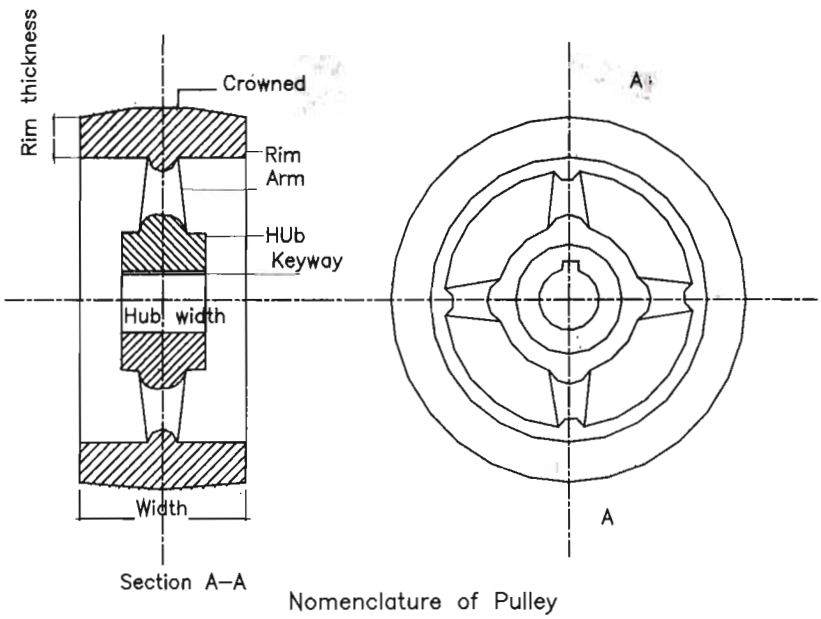
স্টেপ পুলি সাধারণত কাষ্ট আয়রনের তৈরি। কী বা সেট স্ক্রু দিয়ে শ্যাফটের সাথে দৃঢ়ভাবে আটকানো থাকে। মেশিন স্পিন্ডলকে বিভিন্ন স্পীডে চালানোর জন্য স্টেপ পুলি ব্যবহার করা হয়। স্টেপ পুলি ব্যবহার করে মেশিনের স্পীড কাউন্টার শ্যাফট স্পীডের চেয়ে বেশী, সমান এবং কম রাখা যায়। বেল্টের অবস্থানের উপর স্পীড নির্ভর করে।



চিত্র নং-২২.৩ (স্টেপ পুলির)

২২.৩ ক্রাউন পুলির বিভিন্ন অংশের নামকরণ (Nomenclature of Crown Pulley) ঃ

ক্রাউন পুলির নমেনক্লেচার বা বিভিন্ন অংশের নাম দেখান হল-



চিত্র নং-২২.৪ (ক্রাউন পুলির বিভিন্ন অংশের নামকরণ)

২২.৪ কাপলিং (Coupling) ঃ

কাপলিং এমন একটি ডিভাইস বা যন্ত্রাংশ যা পাওয়ার ট্রান্সমিসনের জন্য দুই শ্যাফটের প্রান্তকে জোড়া দিয়ে এদের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করে। ঘূর্ণায়মান গতিকে সরাসরি এক শ্যাফট থেকে অন্য শ্যাফটে পাঠনোর কাজে শ্যাফট কাপলিং ব্যবহৃত হয়। সাধারণত ঘূর্ণায়মান অবস্থায় শ্যাফট থেকে কাপলিংকে বিছিন্ন করা যায় না। কিন্তু কোন কোন ক্ষেত্রে ঘূর্ণায়নের মাত্রা নিয়ন্ত্রণ করার কাজে কাপলিং স্লিপ করে বা বিছিন্ন হয়ে যেতে পারে।

২২.৫ কাপলিং–এর ধরন (Types of Coupling) ঃ

কাপলিং প্রধানত তিন প্রকার। যথা-

১। রিজিড কাপলিং (Rigid Coupling)

২। নন রিজিড বা ফ্লেক্সিবল কাপলিং (Flexible Coupling)

৩। লুজ বা ডিজএনগেজিং কাপলিং (Loose or Disengaging Coupling)।

রিজিড কাপলিং (Rigid Coupling) আবার তিন প্রকার। যথা-

১। স্লিভ বা মাফ কাপলিং (Sleeve or Muff Coupling), চিত্র নং-২২.৪ এ স্লিভ বা মাফ কাপলিং দেখান হল-

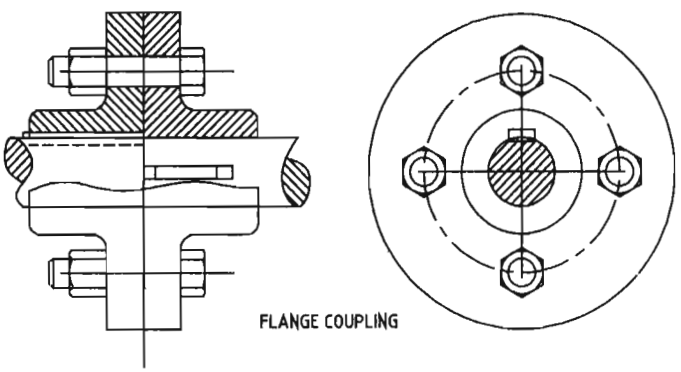
২। ফ্রিকসন গ্রিপ কাপলিং (Friction Grip Coupling),

৩। কম্প্রেসন কাপলিং (Compression Coupling) এবং

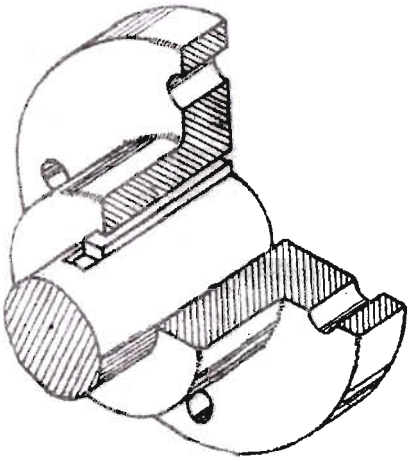
৪। ফ্লাঞ্জ কাপলিং (Flange Coupling)।

২২.৬ ফ্লাঞ্জ কাপলিং (Flange Coupling) ঃ

নিচে চিত্রে অধিক প্রচলিত স্ট্যান্ডার্ড ফর্মের একটি ফ্লাঞ্জ কাপলিং দেখানো হয়েছে। এর দুটি কাষ্ট আয়রন ফ্লাঞ্জ আছে। ফ্লাঞ্জ দু'টি শ্যাফটের প্রান্তদেশে কী দিয়ে আটকানো থাকে। পরে শ্যাফটের প্রান্তদ্বয় নাট-বোল্টের মাধ্যমে দৃঢ়ভাবে আটকানো হয়। অ্যালাইনমেন্ট সঠিক হয়েছে কিনা তা যাচায়ের জন্য শ্যাফট দ্বয়ের কোন একটিকে একটু বাড়িয়ে দেওয়া হয়। শ্যাফটের এই বাড়তি অংশ অন্য শ্যাফটে ফ্লাঞ্জের মধ্যে ঢুকে যায় ফলে দুটি শ্যাফট এক লাইনে অবস্থান করে।

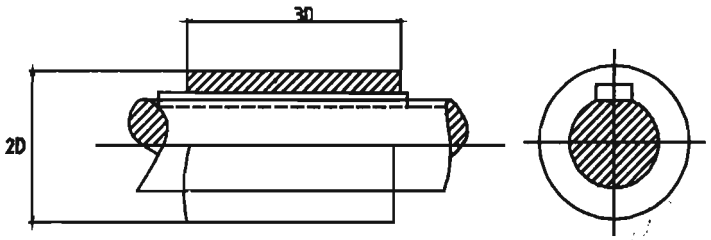


FLANGE COUPLING

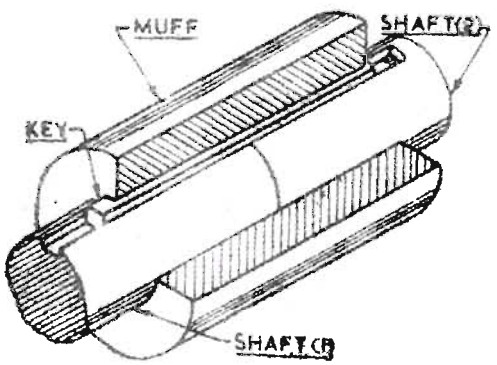


চিত্র নং-২২.৫ ঃ ফ্লাঞ্জ কাপলিং

২২.৭ মাফ কাপলিং (Muff Coupling) ঃ চিত্রে যেমন দেখা যায় একটি কাষ্ট আয়রন মাফের মাঝে দুটি শ্যাফটের প্রান্তভাগকে বাট পজিশনে রাখা আছে। পরে একটি লম্বা সাঙ্ক ট্যাপর কী দুটি শ্যাফট এবং মাফের মাঝে ঢুকানো হয়। কখন কখন মাফের বিপরীত দিকে আরোও একটি কী ঢুকানো হয়। মাফের বাইরের ব্যাস শ্যাফটের ব্যাসের ২-৩ গুণ পর্যন্ত হয়ে থাকে।

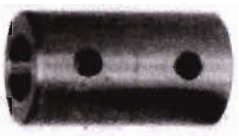


Muff Coupling



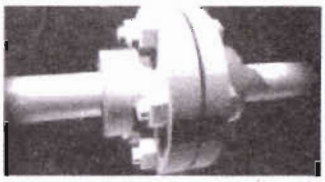
চিত্র নং-২২.৬ ঃ মাফ কাপলিং

নিচের টেবিলে কয়েক ধরনের কাপলিং দেখান হয়েছে।



চিত্র নং-২২.৭
(মাফ কাপলিং)

চিত্র নং-২২.৮
(কম্প্রেসন কাপলিং)



চিত্র নং-২২.৯
(ফ্লাঞ্জ কাপলিং)

২২.৮ ফ্লেক্সিবল কাপলিং (Flexible Coupling) ঃ

ফ্লেক্সিবল কাপলিং আট প্রকার। যথা-

১। বুশড পিন টাইপ কাপলিং
২। ইউনিভার্সেল কাপলিং
৩। ওল্ডহাম কাপলিং
৪। বেলোজ কাপলিং
৫। ডিস্ক কাপলিং
৬। জ' কাপলিং
৭। থমসন কাপলিং
৮। রেজিলিয়েন্ট কাপলিং।

চিত্র নং-২২.৬
(ফ্লেক্সিবল কাপলিং)

২২.৯ কাপলিং–এর ব্যবহার (Use of Coupling) ঃ

১। ইঞ্জিন ও জেনারেটর শ্যাফটের প্রান্তদ্বয়কে সংযুক্ত করে। মেরামত ও কোন প্রকার পরিবর্তনের দরকারে আবার খোলা যায়।
২। দুই শ্যাফটের অ্যালাইনমেন্টে ছোটখাটো ত্রুটি থাকলে কাপলিং ব্যবহারে তা দূরীভূত হয়।
৩। এক শ্যাফটের Shock Load অন্য শ্যাফটে কম পৌঁছায়।
৪। অতিরিক্ত লোড প্রতিরোধ করে।
৫। শ্যাফটের কম্পন বৈশিষ্ট্য বদলে দেয়।

প্রশ্নমালা

১. সলিড পুলি কাকে বলে ?

২. স্টেপড পুলি কী তা বর্ণনা কর।

৩. ফ্লাঞ্জ কাপলিং বলতে কী বোঝায় ?

৪. মাফ কাপলিং-এর বর্ণনা দাও।

অধ্যায়–২৩
স্প্রিং ও বিয়ারিং
(Spring and Bearing)

২৩.০ সূচনা (Introduction) ঃ

একটি পূর্ণাঙ্গ যন্ত্র তৈরিতে বিভিন্ন যন্ত্রাংশের সাথে বিভিন্ন রকম ডিভাইস ও উপকরণ প্রয়োজন পড়ে। এমন সব উপকরণ ও ডিভাইস এর মধ্যে আছে বিয়ারিং, স্প্রিং ইত্যাদি। এ অধ্যায়ে বিয়ারিং ও স্প্রিং নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

২৩.১ স্প্রিং এর প্রকারভেদ (Spring and its classification) ঃ

স্প্রিং এক প্রকার মেশিন উপকরণ বা এলিমেন্ট। স্প্রিংকে টানলে বা চাপ দিলে এর গাঠনিক বিকৃতি হয়। আবার বাহ্যিক বল অপসরণ করলে পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসে। স্প্রিং শক্তি সঞ্চয় করে এবং প্রয়োজনে ছেড়ে দেয়। স্প্রিং দুই প্রকার। যথা-

১) কয়েল স্প্রিং এবং ২) লিফ স্প্রিং।

কয়েল স্প্রিং আবার দু প্রকার। যথা- ১) ফ্লাট স্প্রিং এবং ২) হেলিক্যাল স্প্রিং। হেলিক্যাল স্প্রিংকে তিন ভাগে ভাগ করা হয়েছে-

১। কম্প্রেসন স্প্রিং

২। এক্সটেনসন স্প্রিং এবং

৩। টর্ক স্প্রিং।

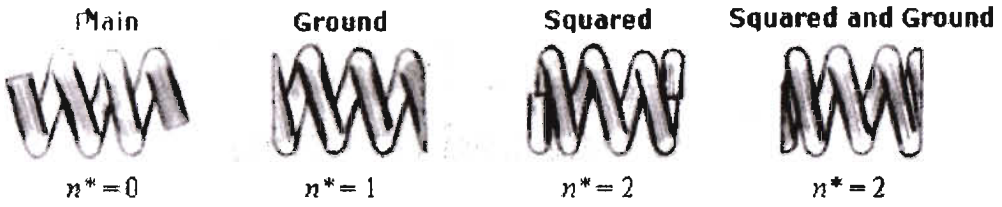
(কম্প্রেসন স্প্রিং)
চিত্র নং-২৩.১

এক্সটেনসন স্প্রিং
চিত্র নং-২৩.২

টর্ক স্প্রিং
চিত্র নং-২৩.৩

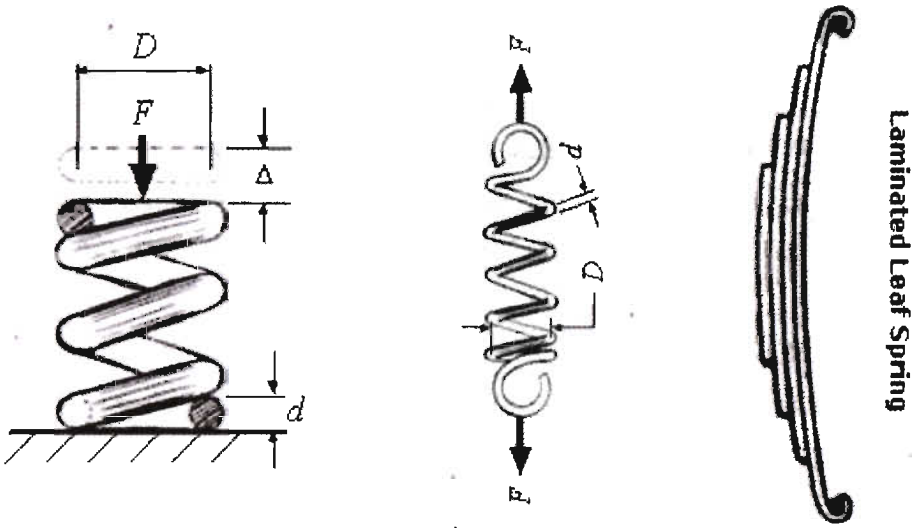
গাঠনিক কাঠামো অনুসারে কম্প্রেসন স্প্রিংকে আরও চার ভাগে ভাগ করা হয়েছে-

১) প্লেইন এনড্, ২)স্কয়ার এনড্, ৩) প্লেইন অ্যান্ড গ্রাউন্ড এনড্ এবং ৪) স্কয়ার অ্যান্ড গ্রাউন্ড এনড্

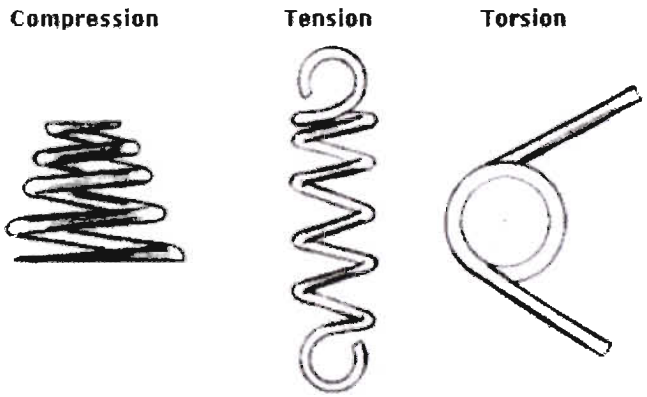


চিত্র নং-২৩.৪ ঃ (প্লেন, স্কয়ার, প্লেন এন্ড গ্রাউন্ড এবং স্কয়ার এন্ড গ্রাউন্ড স্প্রিং এর ছবি)

নিচে বিভিন্ন প্রকার স্প্রিং দেখানো হল-

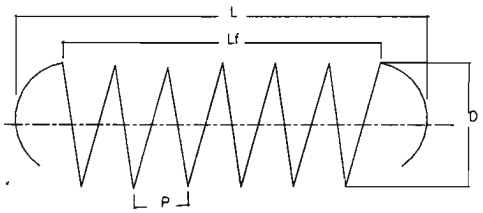


চিত্র নং-২৩.৫



চিত্র নং-২৩.৬

চিত্র নং- ২৩.৫ এ কম্প্রেসন ও এক্সটেনসন স্প্রিং-এর উপর টানা ও চাপা বল প্রয়োগ, স্প্রিং-এর ব্যাস ও তারের ব্যাস ছবিতে দেখানো হয়েছে।

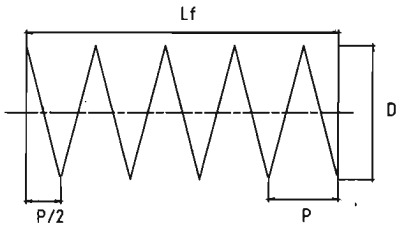


Schematic drawing of Helical Extehsion Spring

Schematic diagram of Helical Tension Spring

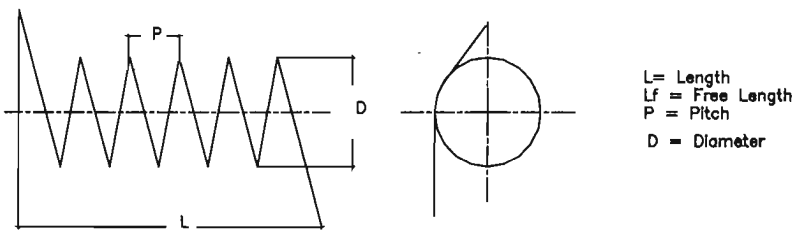
চিত্র নং-২৩.৭ (হেলিক্যাল টেনসন স্প্রিং এর ছকবদ্ধ ড্রইং)

স্প্রিং অংকন পদ্ধতি ঃ



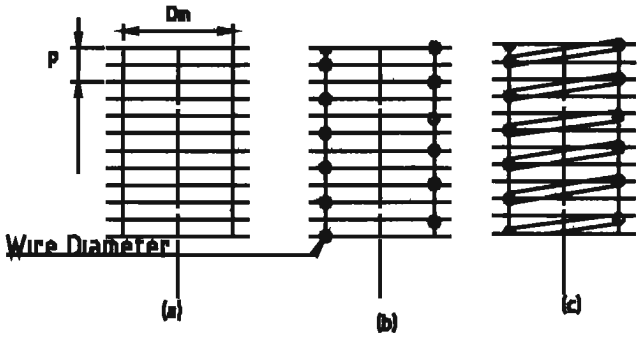
Schematic diagram of Helical Compression Spring

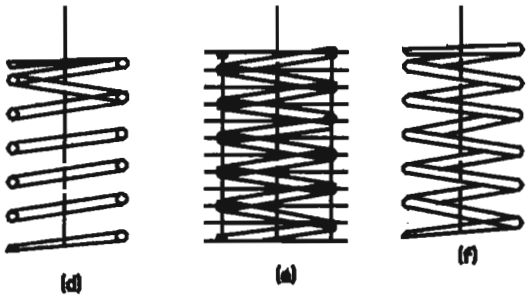
চিত্র নং-২৩.৮ (হেলিক্যাল কম্পেসন্ন স্প্রিং এর ছকবদ্ধ ড্রইং)



Schematic diagrag of Torsion Spring

চিত্র নং-২৩.৯ (হেলিক্যাল টরসন স্প্রিং এর ছকবদ্ধ ড্রইং)





চিত্র নং-২৩.১০ (হেলিক্যাল কম্প্রেসন স্প্রিং অংকনের ধাপ সমূহ)

২৩.২ বিয়ারিং (Bearing) ঃ

বিয়ারিং এমন একটি ডিভাইস যা দুটি যন্ত্রাংশের আপেক্ষিক চলৎশক্তিকে একটি জায়গায় আটকে রাখে। বিয়ারিং এর শ্রেণী বিন্যাস কয়েকটি বিষয়ের উপর নির্ভরশীল। যেমন-

১। চলশক্তির ধরনের উপর (রৈখিক বা ঘূর্ণায়মান মোসন ইত্যাদি),

২। ক্রিয়া পদ্ধতির উপর এবং

৩। প্রযুক্ত বলের মোকাবেলার উপর।

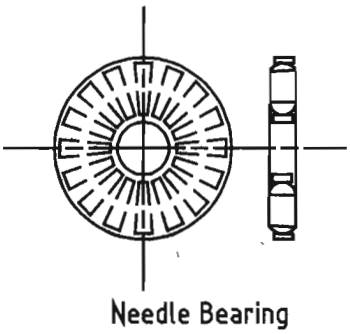
২৩.৩ বিয়ারিং–এর শ্রেণি বিন্যাস (Classification of Bearings) ঃ

বিয়ারিং-এর শ্রেণি বিন্যাস নিম্নরূপ-

১। স্লাইড বিয়ারিং (Slide Bearing)
স্লাইড বিয়ারিং-এর মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল- (ক) বুশিং, (খ) জার্নাল বিয়ারিং বা শেল বিয়ারিং, (গ) স্লিভ বিয়ারিং এবং (ঘ) প্লেইন বিয়ারিং।

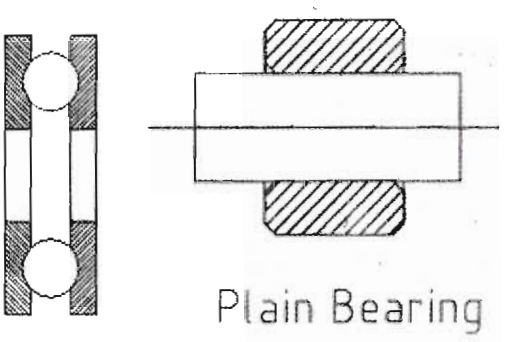
২। রোলিং বিয়ারিং (Rolling Bearing)
(ক) বল বিয়ারিং (খ) রোলার বিয়ারিং

৩। নিডল বিয়ারিং (Needle Bearing) ঃ



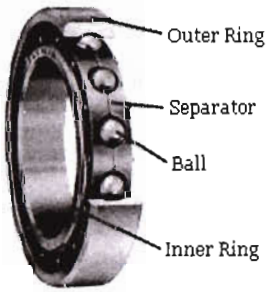
চিত্র নং- ২৩.১১ ঃ (নিডল বিয়ারিং এর ফ্রন্ট এবং সাইড ভিউ)

৪ । থ্রাষ্ট বিয়ারিং (Thrust Bearing) ঃ

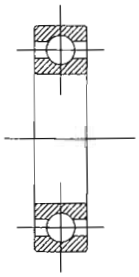


চিত্র নং- ২৩.১২ (থ্রাষ্ট বিয়ারিং ও প্লেইন বিয়ারিং)

বল বিয়ারিং এর চারটি অংশ। যথা- (১) Inner Ring, (২) Outer Ring,(৩) Ball এবং (৪) Separator। (চিত্র নং- ২৩.১৩)



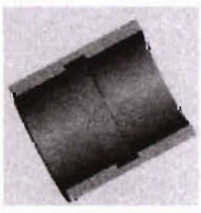
চিত্র নং- ২৩.১৩ ঃ বল বিয়ারিং এর অংশসমূহ



চিত্র নং- ২৩.১৪ঃ বল বিয়ারিং এর ফ্রন্ট ভিউ

বল বিয়ারিং

রোলার বিয়ারিং


সেল বিয়ারিং

থ্রাষ্ট বিয়ারিং

নিডল বিয়ারিং

২৩.৪ বিয়ারিং সাইজ (Size of Bearings) ঃ

বিয়ারিং এর পার্ট নম্বর থেকে বিয়ারিং সম্বন্ধে অনেক কিছু জানা যায়। ধরা যাক, একটি বিয়ারিং এর পার্ট নম্বর= 6203ZZ । পার্ট নম্বরের বিশদ বিবরণ নিচে দেয়া হল-

১ম সংখ্যা = Type Code, ২য় সংখ্যা = Series, ৩য় ও ৪র্থ সংখ্যা = Bore এবং শেষ অক্ষর দিয়ে বিয়ারিং সীল কেমন হবে তা বুঝা যায়।

6203ZZ পার্ট নম্বরের প্রথম সংখ্যা, Type Code = 6 , বলতে বোঝায় এক রো বিশিষ্ট ডিপ গ্রুভ বল বিয়ারিং, দ্বিতীয় সংখ্যা, Series = 2, বলতে যা বোঝায় লাইট সিরিজের বল বিয়ারিং তৃতীয় এবং চতুর্থ সংখ্যা, Bore=03, বলতে যা বুঝায় বিয়ারিং এর বোর ১৭ মিমি.।

শেষের অক্ষর দিয়ে বিয়ারিং সীল কেমন হবে তা বুঝা যায়। এখানে Suffix = ZZ বলতে যা বোঝায় বিয়ারিংটি ডাবল সীল করা। বিয়ারিং এর সাইজ নির্ধারণে এ পদ্ধতিটি বিশ্বের সর্বত্র মেনে চলা হয়।

প্রশ্নমালা

১. স্পিং কয় প্রকার ও কী কী ?

২. স্প্রিং এর ব্যবহার বর্ণনা কর।

৩. বিয়ারিং কয় প্রকার ও কী কী ?

৪. বিয়ারিং এর ব্যবহার উল্লেখ কর।

অধ্যায় – ২৪

গিয়ার
(Gear)

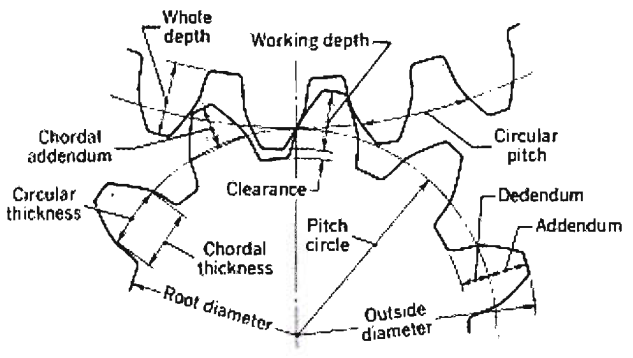
২৪.০ সূচনা (Introduction) ঃ গিয়ার যন্ত্রের একটি গুরুত্বপূর্ণ পার্টস্। একটা মেশিনে বিভিন্ন ধরনের গিয়ার ব্যবহার করা হয়। যেমন- স্পার গিয়ার, হেলিক্যাল গিয়ার, বিভেল গিয়ার, র‍্যাক ও পিনিয়ন, ওয়ার্ম ও ওয়ার্ম হুইল ইত্যাদি। এ অধ্যায়ে বিভিন্ন ধরনের গিয়ার এবং এর টার্ম নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

২৪.১ গিয়ার (Gear) ঃ গিয়ার দাঁত বিশিষ্ট এক ধরনের চাকা। গিয়ার পাওয়ার ট্রান্সমিসনের কাজে ব্যবহার করা হয়। পাওয়ারকে বিভিন্নভাবে প্রেরণ করার জন্য এক এক ধরনের গিয়ার ব্যবহার করে। গিয়ার বডি ও দাঁতের গঠন কাঠামোর উপর ভিত্তি করে গিয়ারকে কয়েক ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যেমন-

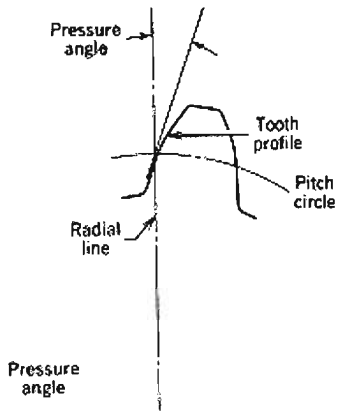
- স্পার গিয়ার
- হেলিক্যাল গিয়ার
- বিভেল গিয়ার
- ওয়ার্ম ও ওয়ার্ম হুইল এবং
- র‍্যাক ও পিনিয়ন।

২৪.২ স্পার গিয়ার (Spur Gear) ঃ

চিত্র নং- ২৪.২-এ একটি স্পার গিয়ারের বিভিন্ন অংশের নামকরণ দেয়া হয়েছে।



Spur gear terms.



Pressure angle.

চিত্র নং-২৪.২ (স্পার গিয়ার নমেনক্লেচার)

২৪.৩ স্পার গিয়ারের বিভিন্ন অংশ ও সংজ্ঞাসমূহ ঃ

নিচের টেবিলে স্পার গিয়ার-এর সংজ্ঞাসমূহ দেওয়া আছে-

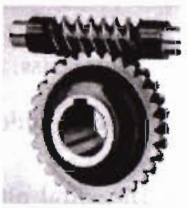
Addendum. Dedendum.	পিচ সার্কেল থেকে গিয়ারের আউটার ডায়ামিটার পর্যন্ত রেডিয়াল দূরত্বকে অ্যাডেনডাম বলে।
Circular thickness.	পিচ সার্কেল থেকে গিয়ারের রুট ডায়ামিটার পর্যন্ত রেডিয়াল দূরত্বকে ডিডেনডাম বলে।
Circular pitch.	পিচ সার্কেল বরাবর দাঁতের চওড়াকে সার্কুলার থিকনেস্ বলে। দাঁতের কোন এক বিন্দু থেকে পাশের দাঁতের একই বিন্দু পর্যন্ত চাপীয়
Pitch diameter.	দৈর্ঘ্যকে(length of the arc) সার্কুলার পিচ বলে। পিচ সার্কেলের ব্যাসকে পিচ ডায়ামিটার বলে।
Outside diameter.	ইহা গিয়ারের সবচেয়ে বড় ব্যাস।
Root diameter.	রুট সার্কেলের ব্যাসকে রুট ডায়ামিটার বলে।
Chordal addendum.	দাঁতের উপরি মাথা থেকে সার্কুলার থিকনেস্ এর জ্যা পর্যন্ত দূরত্বকে কোরডাল অ্যাডেনডাম বলে।
Chordal thickness.	কোরডাল থিকনেস্ বলতে বোঝায় পিচ সার্কেলের উপর দাঁতের চওড়া দূরত্ব।
Whole depth.	অ্যাডেনডাম এবং ডিডেনডামের দূরত্বের যোগফলকে হোল ডেপথ্ বলে।
Working depth.	গিয়ারের দুটি দাঁতের সংযোগ দূরত্বকে ওয়ার্কিং ডেপথ্ বলে।
Clearance.	দাঁতের গভীরতা এবং ওয়ার্কিং ডেপথ্ পার্থক্যকে ক্লিয়ারেন্স বলে।
Backlash.	একটি গিয়ারের দাঁত অন্য একটি গিয়ারের ফাঁকা অংশে সংযোগ কালে পিচ সার্কেলের উপর যে গ্যাপ থাকে তাকে ব্যাকলাশ বলে।
Diametral pitch.	পিচ ডায়ামিটারের প্রতি একক ইঞ্চিতে দাঁতের সংখ্যাকে ডায়ামেট্রাল পিচ বলে।
Pressure angle.	দাঁতের প্রোফাইল এবং রেডিয়াল লাইনের মধ্যে উৎপন্ন কোণকে প্রেসার অ্যাঙ্গেল বলে।
Center distance.	গিয়ারগুলোর পিচ সার্কেলের কেন্দ্র থেকে কেন্দ্র দূরত্বকে সেন্টার ডিসট্যান্স বলে।

টেবিল নং - ২৪.১ ঃ স্পার গিয়ার এর সংজ্ঞাসমূহ

চিত্র নং-২৪.৩
(স্পার গিয়ার)

চিত্র নং-২৪.৪
(হেলিক্যাল গিয়ার)

চিত্র নং-২৪.৫
(বিভেল গিয়ার)



চিত্র নং-২৪.৬
(ওয়ার্ম গিয়ার)

২৪.৪ মডুল (Module) ঃ

মডুল, m বলতে বুঝায় পিচ ডায়ামিটার এবং গিয়ারের দাঁত সংখ্যার অনুপাত, m= d/ N। সার্কুলার পিচ p =pd/N = pm । সাধারণ ব্যবহারের জন্য যে সব মডুল ব্যবহার করে তা হল-

১,১.২৫, ১.৫, ২, ২.৫, ৩, ৪, ৫, ৬, ৮, ১০, ১২, ১৬, ২০, ২৫, ৩২, ৪০ এবং ৫০।

Spur Gear Formulas

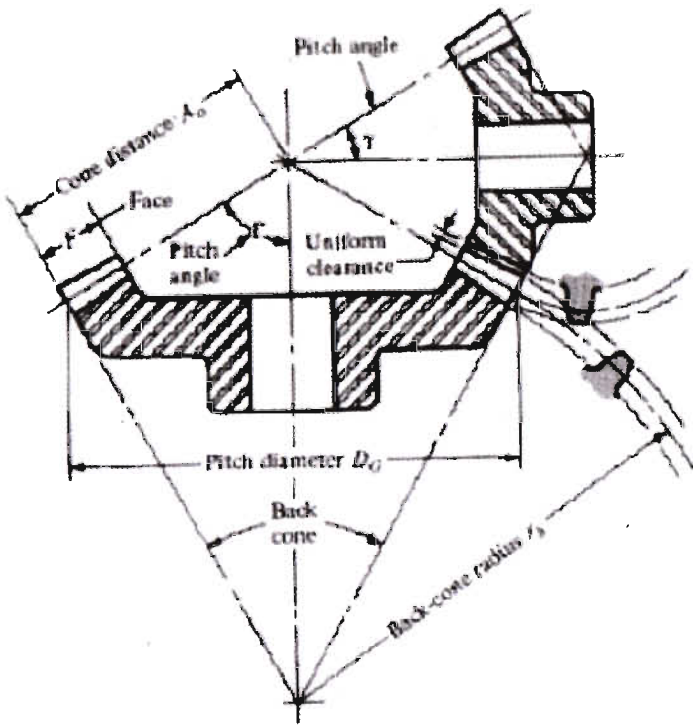
To Find	$14\frac{1}{2}$ degree Pressure Angle	20 and 25 degree Pressure Angles
Addendum, a	$a = \frac{1.0}{P}$	$a = \frac{1.0}{P}$
Dedendum, b	$b = \frac{1.157}{P}$	$b = \frac{1.250}{P}$
Pitch diameter, D	$D = \frac{N}{P}$	$D = \frac{N}{P}$
Outside diameter, D_o	$D_o = \frac{N + 2}{P}$	$D_o = \frac{N + 2}{P}$
Number of teeth, N	$N = D \times P$	$N = D \times P$
Tooth thickness, t	$t = \frac{1.5708}{P}$	$t = \frac{1.5708}{P}$
Whole depth, h_t	$h_t = \frac{2.157}{P}$	$h_t = \frac{2.250}{P}$
Clearance, c	$c = \frac{.157}{P}$	$c = \frac{.250}{P}$
Center distance, C	$C = \frac{N_1 + N_2}{2 \times P}$	$C = \frac{N_1 + N_2}{2 \times P}$

Working depth, h_k	$h_k = \frac{2}{P}$	$h_k = \frac{2}{P}$
Chordal tooth thickness, t_c	$t_c = D \sin\left(\frac{90 \text{ degrees}}{N}\right)$	$t_c = D \sin\left(\frac{90 \text{ degrees}}{N}\right)$
Chordal addendum, a_c	$a_c = a + \frac{t^2}{4D}$	$a_c = a + \frac{t^2}{4D}$
Diametral pitch, P	$P = \frac{N}{D}$	$P = \frac{N}{D}$
Center distance, C	$C = \frac{D_1 + D_2}{2}$	$C = \frac{D_1 + D_2}{2}$

টেবিল নং ২৪.২: স্পর গিয়ারের বিভিন্ন অংশের পরিমাপ

২৪.৫ বিভেল গিয়ার এর সংজ্ঞাসমূহ (Defination of Bevel Gear) ঃ

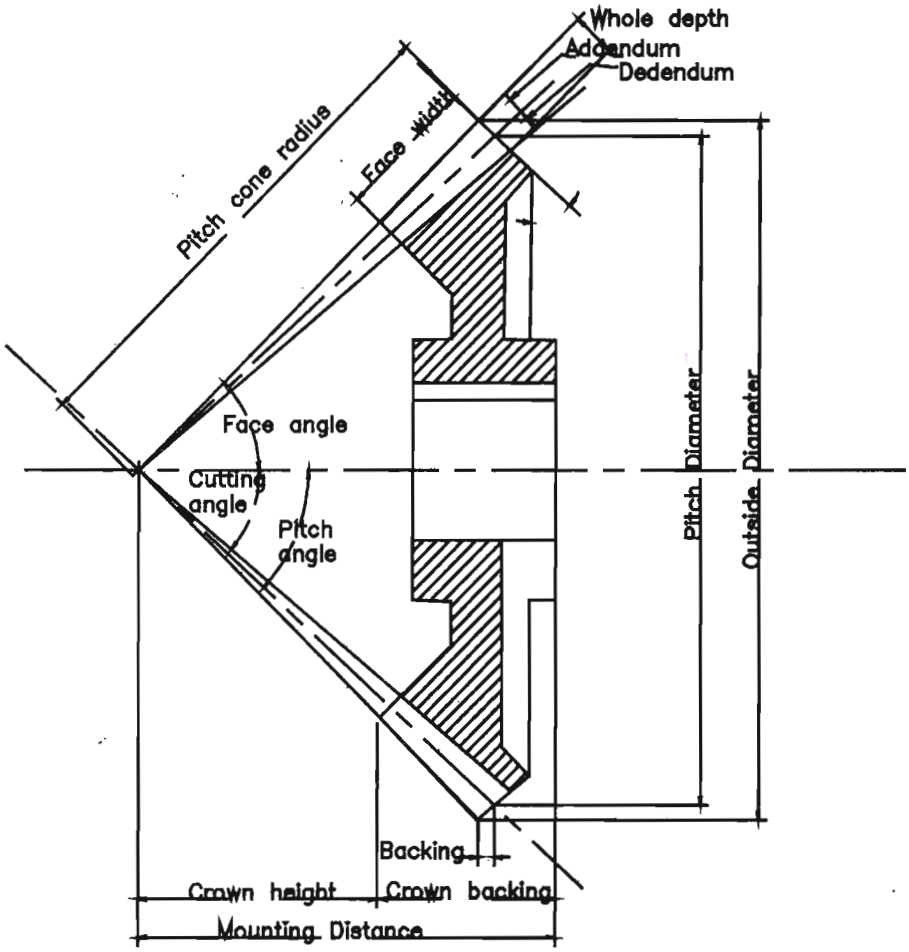
২০° স্ট্রেট বিভেল গিয়ারে দাঁতের অনুপাত নিচের টেবিলে দেওয়া হয়েছে। এখানে N_P বলতে পিনিয়নের দাঁত সংখ্যা এবং N_G বলতে গিয়ারের দাঁত সংখ্যা বুঝান হয়েছে।



চিত্র নং-২৪.৭(বিভেল গিয়ার)

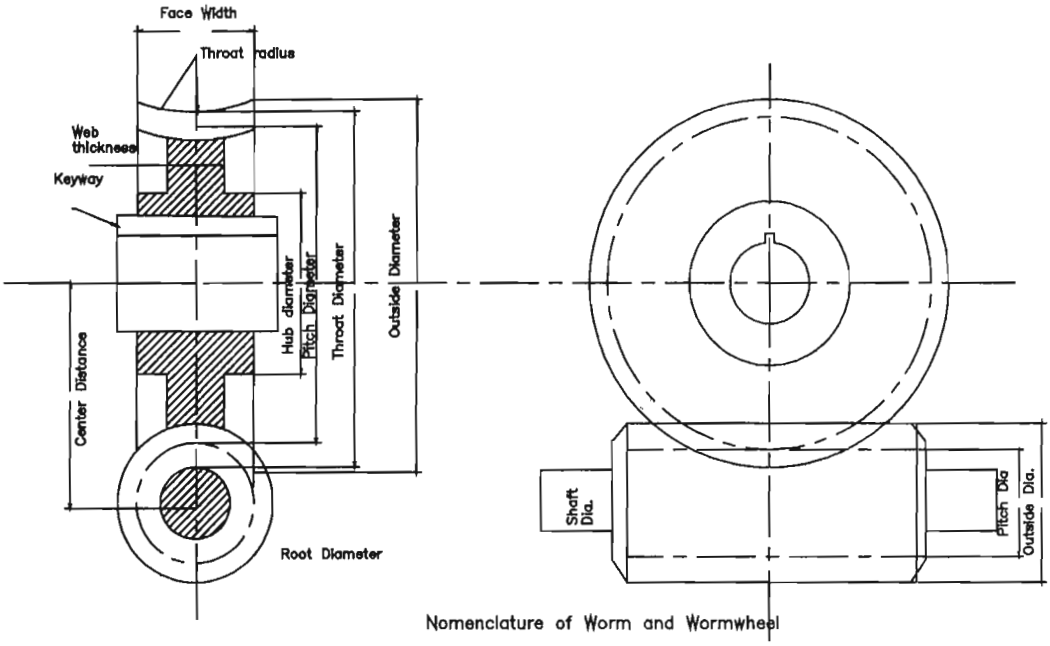
টার্ম (Term)	ফর্মুলা (Formula)
Pinion pitch angle	Tan $\gamma = N_P / N_G$
Gear pitch angle	Tan $\Gamma = N_G / N_P$
Pitch cone radius for Pinion	$A_0 = d_P/2$ 4 sin γ
Pitch cone radius for Gear	$A_0 = d_G/2$ 4 sin Γ
Back angle	Pitch cone angle (γ or Γ)
Working depth	$h_{k = 2.0m}$
Clearance	$c_{= (0.188m) + 0.050}$
Gear ratio	$m_{G =} N_{G/} N_P$
Equivalent 90^0 ratio	$m_{90 =} m_G$, when S=90^0 $m_{90 =}$ ($m_G \cos \gamma / \cos\Gamma$), when , S not=$90^0$
Minimum number of Pinion	pinion 16 15 14 13 gear 16 17 20 30
Number of teeth of pinion	$=N_P$
Number of teeth of gear	$= N_G$
Pitch Diameter of gear	$=D_G$
Pitch Diameter of pinion	= Dp
Face width=	Length of one tooth, $F=A_0/3$ or F=10m
Cone distance	Distance from pitch circle to intersection of shaft axes
Back cone radius	$= r_b$
Diametrical pitch	Teeth per inch of pitch diameter (N/D)
Circular pitch	Inches of circumference per tooth (Π/P)

টেবিল ঃ বিভেল গিয়ারের বিভিন্ন ট্রাম ও সূত্র



Bevel Gear Nomenclature

২৪.৬ গিয়ার এবং ওয়ার্ম এর সংজ্ঞাসমূহ (Defination of Gear and Worm) ঃ বোঝানো হয়েছে। fa = প্রেসার অ্যাঙ্গেল । ওয়ার্মের ফেসের চওড়া = গিয়ারের বাইরের ব্যাসের পরিধি ও ওয়ার্মের বাইরের ছেদ বিন্দুদ্বয়ের দূরত্ব।



চিত্র নং-২৪.৯ (গিয়ার এবং ওয়ার্ম এর নমেনক্লেচার)

টার্ম (Term)	ফর্মুলা (Formula)
Circular pitch of gear	$P_t = pm$
Axial pitch of worm	$P_x = P_t$
Lead	$L = N_{w\,3} P_x$
Pitch Diameter of worm	$d_w = 3 P_t$
Pitch Diameter of gear	$d_s = N_s P_{t!} p$
Face width of gear	b_{max} £ $0.5d_o$ $b = 0.5d_w$
Center distance	$C = (d_w + d_s)/2$
Lead angle	$lw = \tan^{-1}(L/p\,d_w)$
Addendum	$a = 0.3683\ P_x$ for $f_n = 20^0$, $a = 0.2865\ P_x$ for $f_n = 25^0$
Duodenum	$a_G = 0.3683\ P_x$ for $f_n = 20^0$, $a_G = 0.3314\ P_x$ for $f_n = 25^0$
Throat radius	$Rt = d_w/_2 - a$
Rim radius	$Rt = d_w/_2 + P_x$
Outside diameter of worm	$do = d_{w\ +\ 2a}$
Throat diameter of gear	$dt = d_{g\ +\ 2a}$
Outside diameter of gear	$d_{go} = d1 + 0.4775\ P_t$ for 1 or 2 threads $d_{go} = d1 + 0.4775\ P_t$ for 3 or 4 threads

প্রশ্নমালা

১. গিয়ারের বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।

২. স্পার গিয়ারের বিভিন্ন ট্রামসমূহ লেখ।

৩. বিভেল গিয়ারের বিভিন্ন ট্রামসমূহ লেখ।

৪. ওয়ার্ম ও ওয়ার্ম গিয়ারের বিভিন্ন ট্রামসমূহ লেখ।

অধ্যায়–২৫

ওয়েল্ডিং জয়েন্টস্
(Welding Joints)

২৫.০ সূচনা (Introduction) ঃ

মেশিন ও বিভিন্ন স্থাপনার অবকাঠামো নিমার্ণে ওয়েল্ডিং জয়েন্টের গুরুত্ব অনেক। এক বস্তুকে অন্য বস্তুর সাথে স্থায়ীভাবে আটকানোর যে সব ফ্যাসেনিং পদ্ধতি আছে তার মধ্যে ওয়েল্ডিং উল্লেখযোগ্য । এ অধ্যায়ে ওয়েল্ডিং জোড়া এবং ড্রইং এ ব্যবহৃত ওয়েল্ডিং জোড়ার প্রতীক চিহ্ন সম্বন্ধে আলোচনা করা হয়েছে।

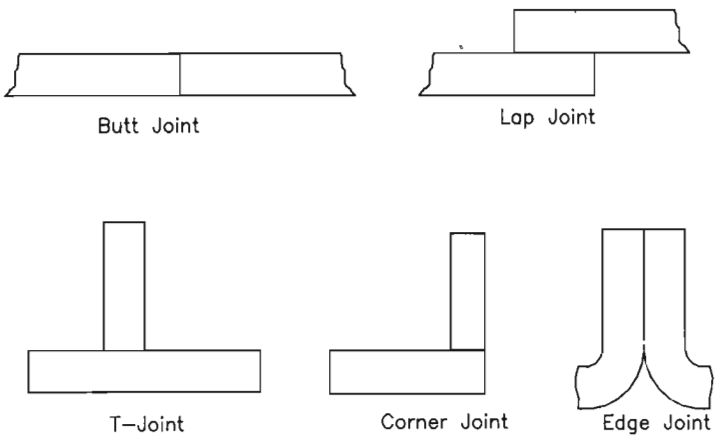
২৫.১ ওয়েল্ডিং জয়েন্ট (Welding Joints) ঃ

জয়েন্টের ধরন ধাতু খন্ডের অবস্থানের উপর নির্ভরশীল। যেমন- দুটি ধাতু খন্ড পাশাপাশি রেখে জোড়া দেয়া যায়। আবার একটি অন্যটির উপর রেখে জোড়া দেয়া সম্ভব। পাশাপাশি রাখার আবার বিভিন্ন ধরণ আছে। ধাতুখন্ডের অবস্থানগত দিক এবং জ্যামিতিক আকৃতির উপর ভিত্তি করে এদের বিভিন্ন নামকরণ করা হয়েছে।

ওয়েল্ডিং জয়েন্টের প্রকার ভেদ নিম্নরূপ-

- বাট জয়েন্ট ঃ দুটি ধাতু খন্ড পাশাপাশি রেখে জোড়া দেওয়াকে বাট জয়েন্ট বলে।
- ল্যাপ জয়েন্ট ঃ দুটি ধাতু খন্ড, একটি অপরটির উপর রেখে জোড়া দেওয়াকে ল্যাপ জয়েন্ট বলে।
- টী জয়েন্ট ঃ দুটি ধাতু খন্ড একটি অপরটির উপর টী-এর মত রেখে জোড়া দেওয়াকে টী জয়েন্ট বলে।
- কর্ণার জয়েন্ট ঃ দুটি ধাতু খন্ড একটি অপরটির উপর কর্নারে অবস্থান করলে এবং এ অবস্থায় যে জোড়া দেয়া হয় তাকে কর্নার জয়েন্ট বলে।
- এজ জয়েন্ট ঃ দুটি ধাতু খন্ড পাশাপাশি রেখে এদের কিণারা বরাবর জোড়া দেয়াকে এজ জয়েন্ট বলে।

২৫.১ নং চিত্রে ধাতুখন্ডের অবস্থান ও সেই সাথে জয়েন্টের নাম উল্লেখ করা হয়েছে-



চিত্র নং -২৫.১ ঃ (ওয়েল্ডিং জোড়া)

২৫.২ ওয়েল্ডিং সিম্বল (Welding Symbols) ঃ

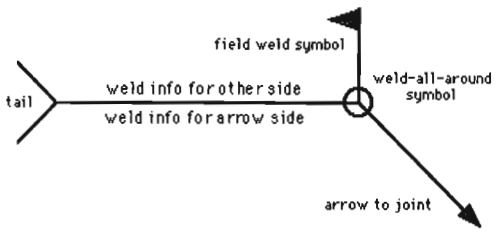
বেসিক ওয়েল্ডিং সিম্বলঃ

ওয়েল্ডিং সিম্বলে যা অবশ্যই থাকবে তা হল-

১। রেফারেন্স লাইন,

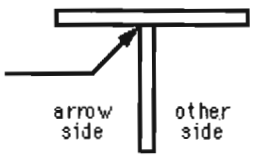
২। সিম্বল

৩। অ্যারো, চিত্র নং - ২৫.২।



চিত্র নং -২৫.২ ঃ ওয়েল্ডিং সিম্বল

বিভিন্ন প্রকার ওয়েল্ডিং এর ধরন, সাইজ, প্রক্রিয়া এবং ফিনিশিং এর তথ্য সম্বলিত বিবরণ দেয়ার জন্য ইঞ্জিনিয়ারিং ফেব্রিকেসন ড্রইং এ বেশ কিছু দুর্বোধ্য সিম্বল সংক্ষিপ্ত আকারে ব্যবহার করা হয়। ওয়েল্ডিং এ ব্যবহৃত সাধারণ কিছু সিম্বল নিয়ে নিচে আলোচনা করা হয়েছে। নিচের ছবিতে একটি টী-জয়েন্টের অ্যারো সাইড এবং আদার সাইড দেখান হয়েছে।



চিত্র নং -২৫.৩ ঃ অ্যারো সাইড এবং আদার সাইড।

২৫.৩ বেসিক ওয়েল্ডিং সিম্বল (Welding Symbols) ঃ

BASIC WELD SYMBOLS									
BEAD	FILLET	PLUG OR SLOT	GROOVE OR BUTT						
			SQUARE	V	BEVEL	U	J	FLARE V	FLARE BEVEL

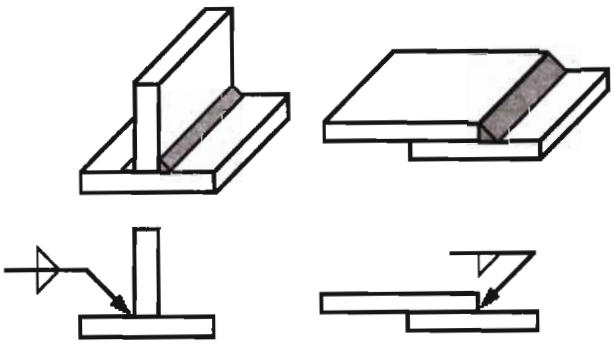
চিত্র নং -২৫.৪ ঃ বেসিক ওয়েল্ডিং সিম্বল

ওয়েল্ডিং যে কোন ধরনের হোক, প্রত্যেক প্রকার ওয়েল্ডের নিজস্ব বেসিক সিম্বল আছে। রেফারেন্স লাইনের মাঝ বরাবর জায়গায় উপরে বা নিচে অথবা উভয় পাশে সিম্বল স্থাপন করা হয়। ওয়েল্ডিং এর আকারের উপর ভিত্তি করে সিম্বলের আকার নির্ধারিত হয়ে থাকে। আসলে ওয়েল্ডিং এর ক্রস সেকশনই হল ওয়েল্ডিং সিম্বল।

সকল প্রকার ওয়েল্ডকে তিন ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা-
(১) ফিলেট ওয়েল্ড,
(২) গ্রুভ ওয়েল্ড এবং
(৩) প্লাগ ও স্লট ওয়েল্ড।

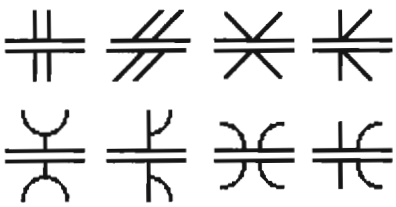
২৫.৩.১ : Fillet Welds এর সিম্বল

ল্যাপ জয়েন্ট, কর্ণার জয়েন্ট এবং টী- জয়েন্টর কাজে ফিলেট ওয়েল্ড ব্যবহার করা হয়। এর সিম্বল দেখতে ত্রিভূজ আকৃতির। সিম্বলের একটি খাঁড়া পা সব সময় বাঁম দিকে বসবে। লেগ সাইজ সিম্বলের বাঁমে থাকবে। দুটি লেগ একই সাইজের হলে কেবলমাত্র একটি মাপ দেওয়া থাকবে। অন্যথায় দুটি মাপ দিয়ে চিহ্নিত করা থাকে। (চিত্র নং-২৫.৫)

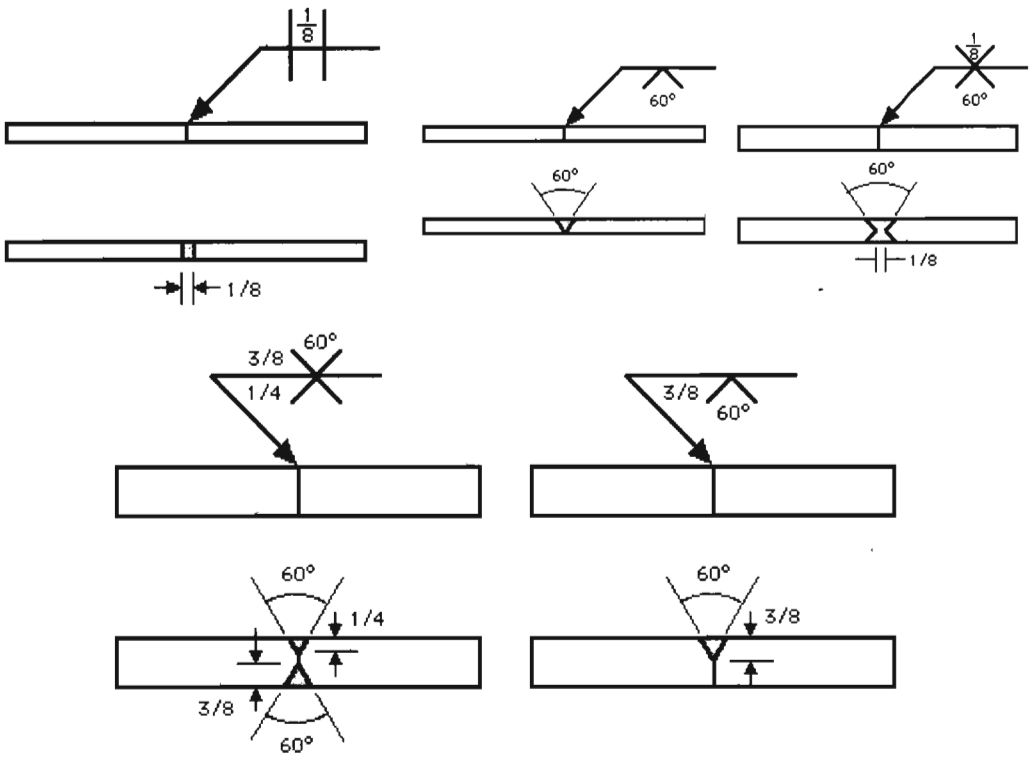


চিত্র নং -২৫.৫ ঃ ফিলেট ওয়েল্ডিং সিম্বল।

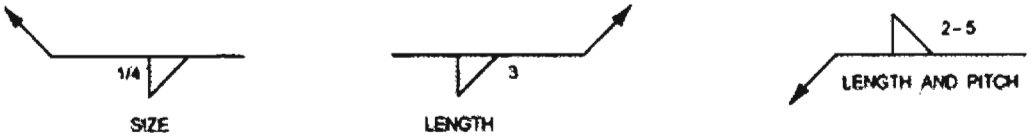
২৫.৩.২ : Groove weld এর সিম্বল নিচে দেওয়া হয়েছে। সাধারণত edge-to-edge জয়েন্টের জন্য গ্রুভ ওয়েল্ড ব্যবহার করে। যদিও কর্ণার জয়েন্ট, টী- জয়েন্ট এবং ফ্লাট ও কার্ভড সারফেস জয়েন্টের জন্য এ ধরনের ওয়েল্ড প্রায়শঃ কাজে লাগে। (চিত্র নং -২৫.৬ ও ২৫.৭)



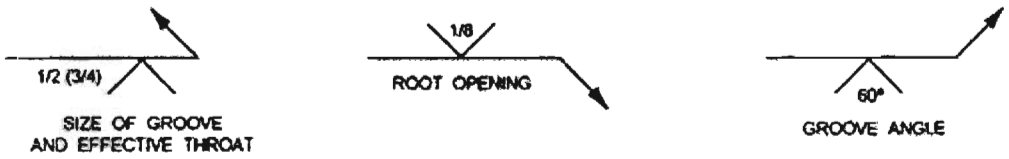
চিত্র নং -২৫.৬ ঃ গ্রুভ ওয়েল্ডিং সিম্বল



চিত্র নং -২৫.৭ ঃ বিভিন্ন অবস্থায় গ্রুভ ওয়েল্ডিং সিম্বল ও সাইজ।

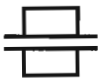


চিত্র নং -২৫.৮ ঃ ফিল্ট ওয়েল্ড সাইজ, লেংন্থ ও পিচ

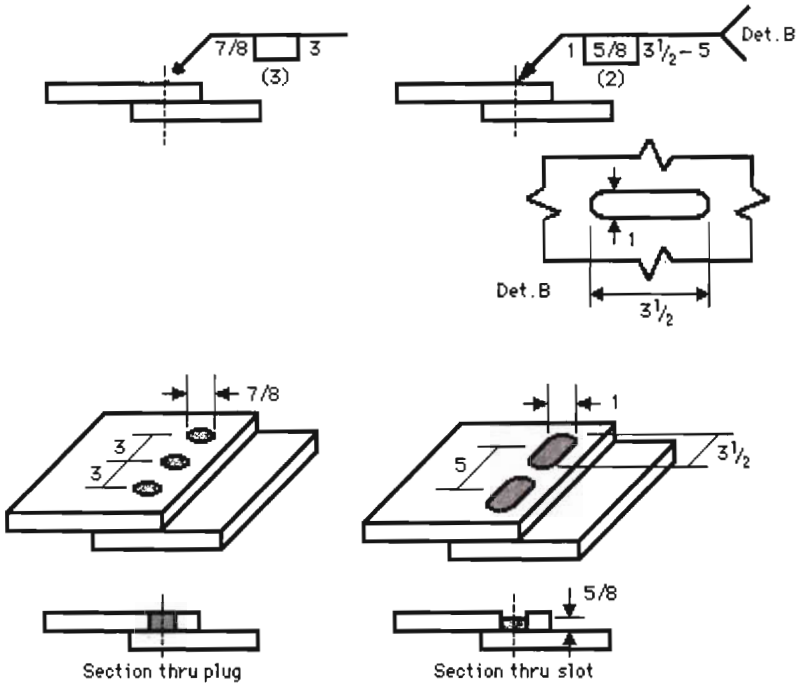


চিত্র নং -২৫.৯ ঃ গ্রুভ ওয়েল্ডের সাইজ ও রুট

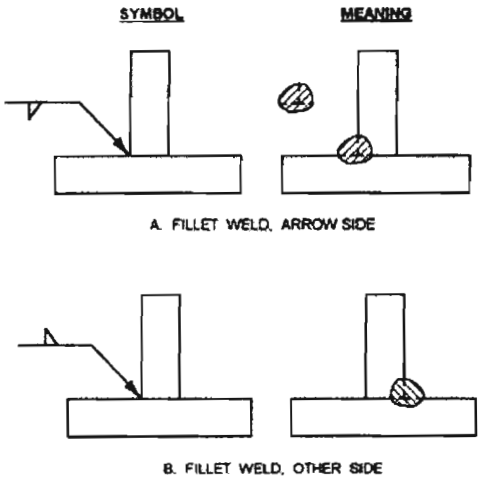
২৫.৩.৩ : Plug and Slot Welds এর সিম্বল

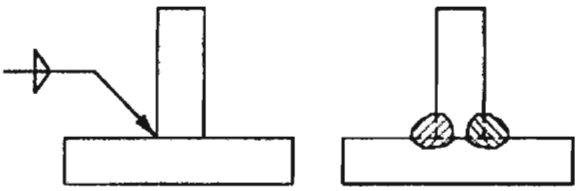


যখন একটি ছিদ্রওয়ালা বস্তু অন্য একটি বস্তুর উপর অবস্থান করে এবং এ অবস্থায় জোড়া দেয়ার জন্য প্লাগ এবং স্লোট ওয়েল্ড ব্যবহৃত হয়। নিচে চিত্রে প্লাগ এবং স্লোট ওয়েল্ড এর সিম্বল জয়েন্টের বিভিন্ন অবস্থা দেখানো হল।



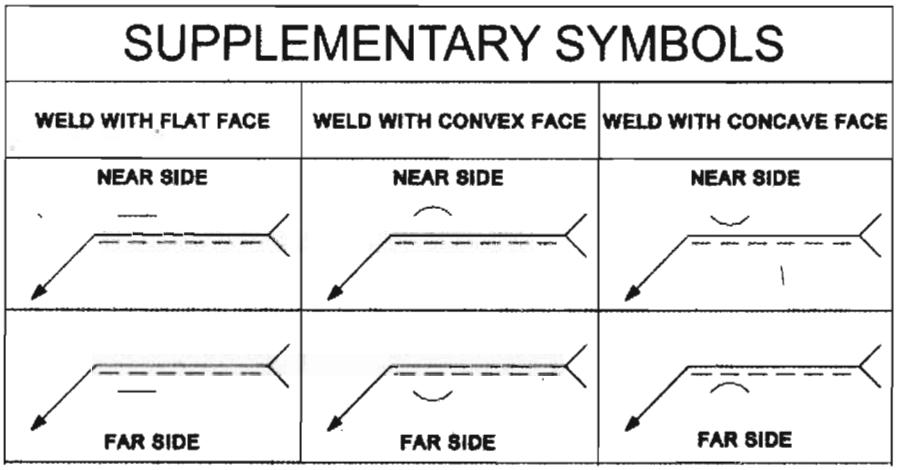
চিত্র নং -২৫.১০ঃ প্লাগ ও স্লট ওয়েল্ডের সিম্বল বিবরণী

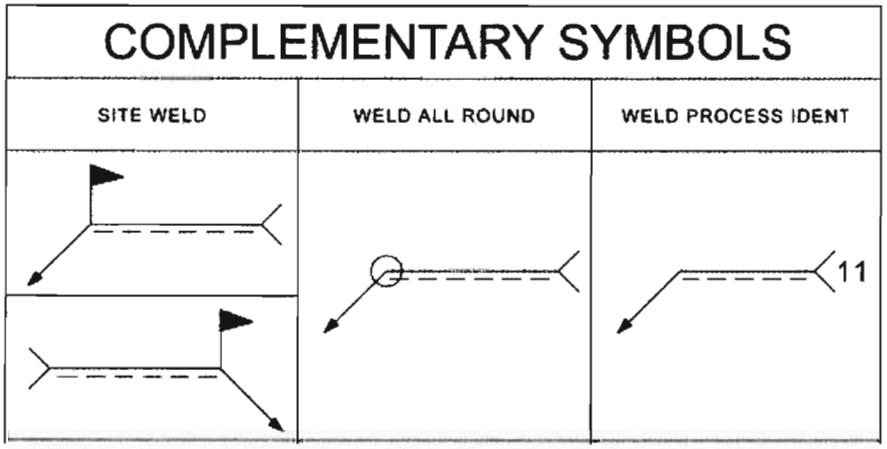




C. FILLET WELDS, BOTH SIDES

ফুল রেফারেন্স লাইন এবং ডটেট লাইনের উপরে বা নিচে ওয়েল্ডিং সিম্বল যেভাবে পাঠ করতে হয় তার একটি নমুনা নিচের টেবিলে দেখানো হল।





প্রশ্নমালা

১. বিভিন্ন প্রকার ওয়েল্ডিং জোড়া সম্পর্কে বর্ণনা কর।

২. ড্রইং এ ব্যবহৃত ওয়েল্ডিং জোড়ার প্রতীক চিহ্নের বর্ণনা কর।

৩. বিভিন্ন ওয়েল্ডিং সিম্বল ব্যবহার করে ফেব্রিকেসনজনিত একটি ড্রইং অংকন কর।

অধ্যায়–২৬

স্ক্রু থ্রেড
(Screw Thread)

২৬.০ সূচনা (Introduction) ঃ

স্ক্রু থ্রেড বা প্যাঁচের উপর ভিত্তি করে নাট বোল্ট গঠিত । নাট, বোল্ট এবং স্ক্রু কোথায় কোন কাজে ব্যবহার হবে তার উপর ভিত্তি করে বিভিন্ন প্রকার থ্রেডের ডিজাইন করা হয়েছে। এ অধ্যায়ে স্ক্রু থ্রেডের সংজ্ঞা,স্ক্রু থ্রেডের শ্রেণী বিন্যাস, স্ক্রু থ্রেডের বিভিন্ন অংশের নাম এবং থ্রেডের প্রয়োগক্ষেত্র নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

২৬.১ স্ক্রু থ্রেড (Screw Thread) ঃ সিলিন্ড্রিক্যাল বা কোণিক্যাল তলের উপর সমভাবে খোদাই করা হেলানো পথকে থ্রেড বলে। স্ক্রু থ্রেড এমন একটি সর্পিল কাঠামো যা রৈখিক বা ঘূর্ণন গতিশীলতা আনয়ন বা ক্ষমতা স্থানান্তরের কাজে লাগে।

থ্রেড এর প্রকারভেদঃ

১। এক্সটারনেল থ্রেড ২। রাইট হ্যান্ড থ্রেড,

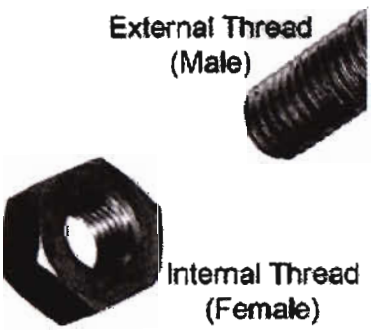
৩। ইন্টারনেল থ্রেড, ৪। লেফট হ্যান্ড থ্রেড,

৫। ট্যাপার থ্রেড, ৬। সিঙ্গেল থ্রেড এবং

৭। সিলিন্ড্রিক্যাল থ্রেড এবং ৮। মাল্টিপল থ্রেড।

এক্সটারনেল থ্রেড এবং ইন্টারনেল থ্রেড ঃ

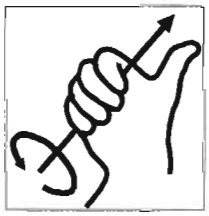
সিলিন্ড্রিক্যাল তলের বাইরের থ্রেডকে এক্সটারনেল থ্রেড এবং ভিতরের থ্রেডকে ইন্টারনেল থ্রেড বলে। ২৬১ নং চিত্রে এক্সটারনেল থ্রেড এবং ইন্টারনেল থ্রেড দেখানো হল।



চিত্র নং-২৬.১ ঃ (এক্সটারনেল থ্রেড এবং ইন্টারনেল থ্রেড)

২৬.২ স্ক্রু থ্রেডের পরিভাষা (Screw Thread Terminology) ঃ

- পিচ **(Pitch of Thread)** ঃ স্ক্রু থ্রেডের কোন এক বিন্দু থেকে পরবর্তী থ্রেডের একই বিন্দুর দূরত্বকে ঐ থ্রেডের পিচ বলে। *Pitch is the distance from crest to crest or root to root.*
- **পিচ ডায়ামিটার (Pitch of Diameter)** ঃ মেজর ও মাইনর ডায়ামিটারের মাঝের ডায়ামিটারকে পিচ ডায়ামিটার বলে।
- **ক্রেস্ট অব থ্রেড (Crest of Thread)** ঃ থ্রেডের দুটি তল উপর দিকে যে বিন্দুতে মিলিত হয় তাকে ক্রেষ্ট অব থ্রেড বলে।
- **রুট অব থ্রেড (Root of Thread)** ঃ থ্রেডের দুটি তল নিচের দিকে যে বিন্দুতে মিলিত হয় তাকে রুট অব থ্রেড বলে।
- **ডেপথ অব থ্রেড (Depth of Thread)** ঃ ক্রেষ্ট ও রুটের লম্ব দৈর্ঘ্যকে ডেপথ অব থ্রেড বলে।

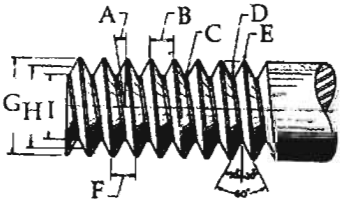


চিত্র নং-২৬.২

- **রাইট হ্যান্ড থ্রেড (Right Hand Thread)** ঃ থ্রেডের অক্ষ বরাবর তাকিয়ে ডানে বা ঘড়ির কাটার দিকে ঘুরালে নাটের দিকে আগিয়ে যায় এমন থ্রেডকে রাইট হ্যান্ড থ্রেড বলে।
- **লেফট হ্যান্ড থ্রেড (Left Hand Thread)** ঃ থ্রেডের অক্ষ বরাবর তাকিয়ে বামে বা ঘড়ির কাঁটার বিপরীতে ঘুরালে নাটের দিকে আগিয়ে যায় এমন থ্রেডকে লেফট হ্যান্ড থ্রেড বলে।
- wjW (Lead) = No. of Starts X Pitch

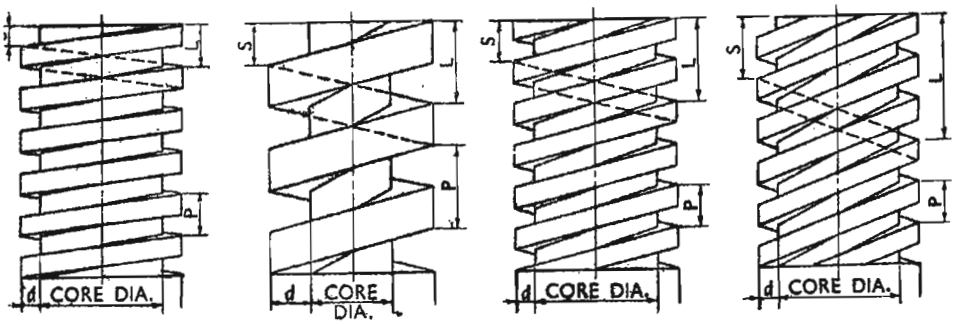
২৬.৩ থ্রেডের বিভিন্ন অংশের নামকরণ (Nomenclature of Screw Thread) ঃ

২৬.৩ নং চিত্রে একটি স্ক্রু থ্রেডের বিভিন্ন অংশের নাম নিচের টেবিলে দেখানো হয়েছে-



চিত্র নং-২৬.৩ ঃ

A - Helix angle	D - Depth of thread	G - Major Dia
B - Pitch	E - Crest	H - Pitch Dia
C - Root	F - Lead	I - Minor Dia



চিত্র নং - ২৬.৩ (ক) ঃ সিঙ্গেল, ডাবল এবং ট্রিপল স্টার্টের স্কয়ার থ্রেড

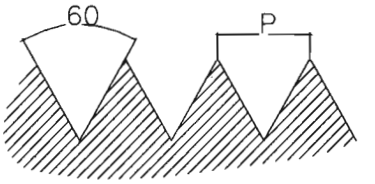
২৬.৪ স্ক্রু থ্রেডের গঠন (Form of Screw Thread) ঃ

থ্রেডের অক্ষ বরাবর তল দিয়ে কাটা থ্রেডের কর্তিতাংশকে ঐ থ্রেডের ফর্ম বলে। স্ক্রু থ্রেডের ফর্ম দু রকম। যথা-

- V- form threads, যেমন- 1) British Standard Whitworth Thread, 2) British Association Thread 3) Seller's Thread, 4) Metric Thread 5) Unified Thread, 6) British Standard Fine Thread
- Square form threads, যেমন- 1) Square Thread, 2) Knuckle Thread 3) Acme Thread, 4) Buttress Thread

নিচে বিভিন্ন থ্রেড ফর্ম দেখানো হল-

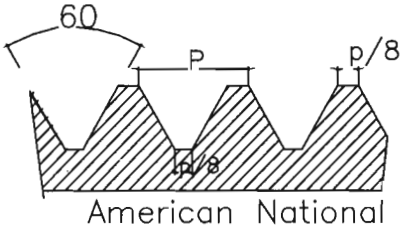
(১) **United States Standard** ঃ এই থ্রেড তীক্ষ্ণ V আকৃতির থ্রেড। একে Seller's থ্রেডও বলে। এর রুট এবং ক্রেষ্ট চোখালো। বাস্তবে এ ধরনের থ্রেডের তেমন ব্যবহার দেখা যায় না।



Sharp –V Thread

চিত্র নং-২৬.৪

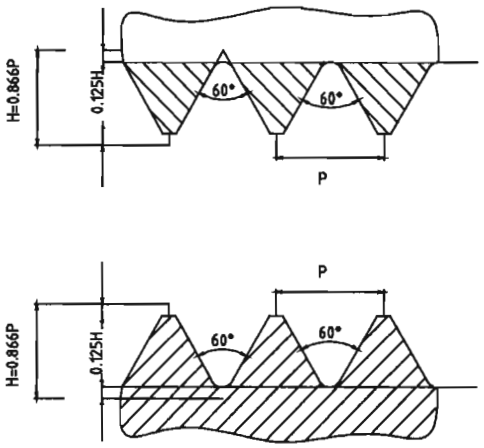
(২) **American National Thread** ঃ এই থ্রেড ভী-থ্রেডের অনুকরণে তৈরি কিন্তু এর রুট ও ক্রেষ্ট চোখালো না করে কিছুটা ফ্লাট করা হয়েছে। এ থ্রেডের শক্তি বেশী।



American National

চিত্র নং-২৬.৫

(৩) **Unified Thread** ঃ আমেরিকা, কানাডা এবং গ্রেট ব্রিটেন এ তিনটি দেশের পরস্পরের সম্মতিতে American National থ্রেডকে কিছুটা পরিবর্তন করে সবার কাছে গ্রহণযোগ্য এক ধরনের নুতন থ্রেড তৈরি করা হয়েছে। যার নাম হল Unified থ্রেড। Unified থ্রেডের ক্রেষ্ট ফ্লাট বা রাউন্ড হতে পারে, তবে রুট অবশ্যই রাউন্ড হতে হবে বলে সিদ্ধান্ত হয়।

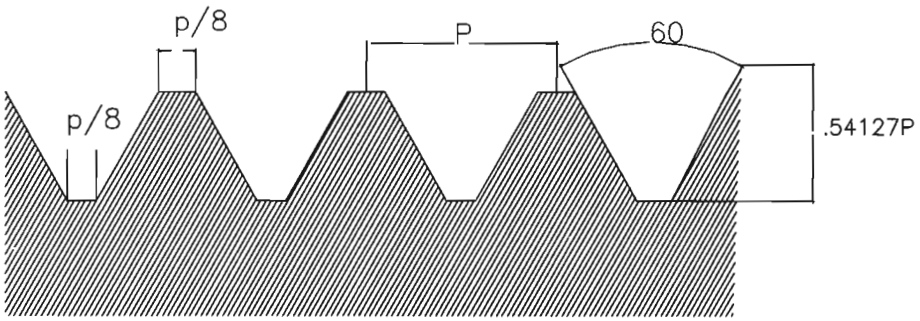


Unified External and Internal Thread

চিত্র নং-২৬.৬

(৪) **Metric Thread** ঃ আন্তর্জাতিক স্ক্রু থ্রেড ফ্যাসনার সংস্থা নুতন ধরনের একটি স্ক্রু থ্রেড উদ্ভাবন করে যা মেট্রিক থ্রেড নামে পরিচিত। মেট্রিক থ্রেডের ক্রেষ্ট ও রুট ফ্লাট রাখার সিদ্ধান্ত হয়। বাস্তবে ক্রেষ্ট ও রুটের গঠন গোলাকার হয়ে থাকে।

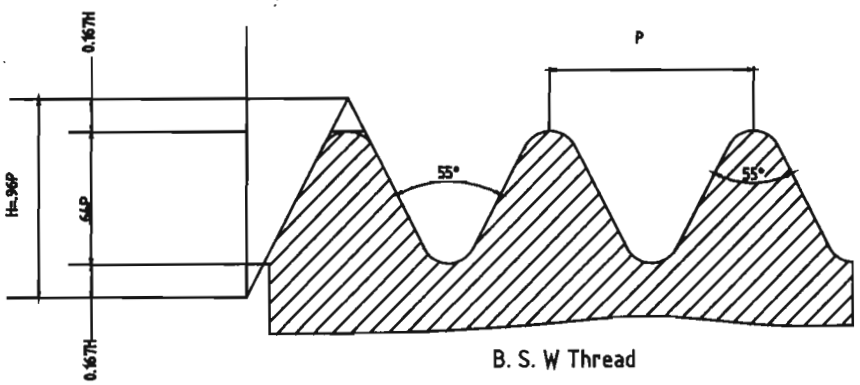
এই থ্রেড American National এবং Unified থ্রেডের অনরূপ কিন্তু এর গভীরতা অপেক্ষাকৃত কম।



Metric Thread of Form

চিত্র নং-২৬.৭

(৫) British Standard Whitworth Thread ঃ এই থ্রেডকে সংক্ষেপে B.S.W বলে। নিচের চিত্রে এর গঠন দেখান হয়েছে। দুই ফেসের মধ্যবর্তী কোণ ৫৫°। বর্তমানে Unified থ্রেড এর স্থান দখল করেছে। বোল্ট, নাট এবং স্ক্রুজ এ ধরনের থ্রেড দেখা যায়।

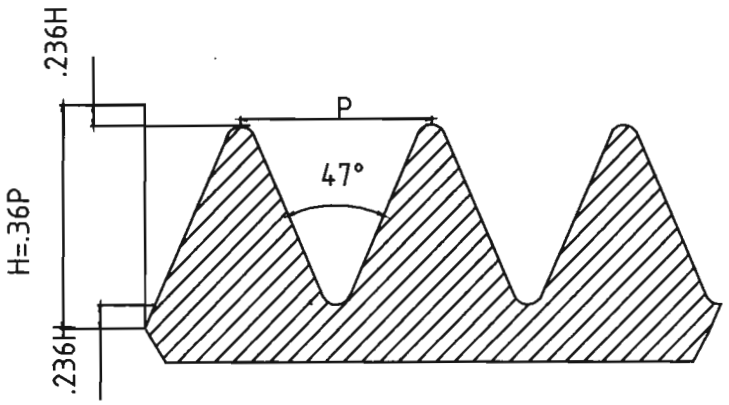


চিত্র নং-২৬.১০

চিত্রে p = pitch of the thread , d = depth of the thread এবং r = radius at the top and bottom of the threads ,তখন d = 0.640327 p এবং r = 0.137329 p

(৬) British Association Thread ঃ

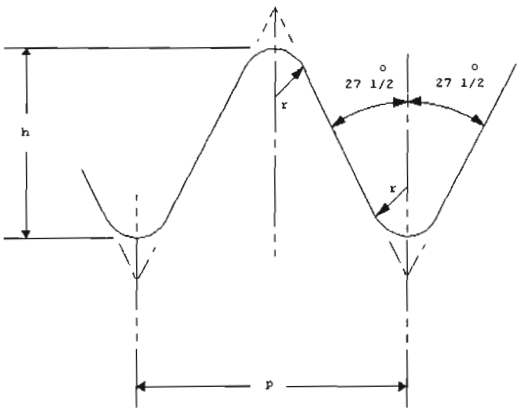
সূক্ষ কাজ যেমন- মেকানিক্যাল ইনুস্ট্রুমেন্ট তৈরি ও এয়ার ক্রাফট এর কাজে এ ধরনের থ্রেড ব্যবহার করা হয়।



British Association Thread
চিত্র নং-২৬.১১

(৭) British Standard Fine Thread ঃ পাইপে এ ধরনের থ্রেড ব্যবহার করে।

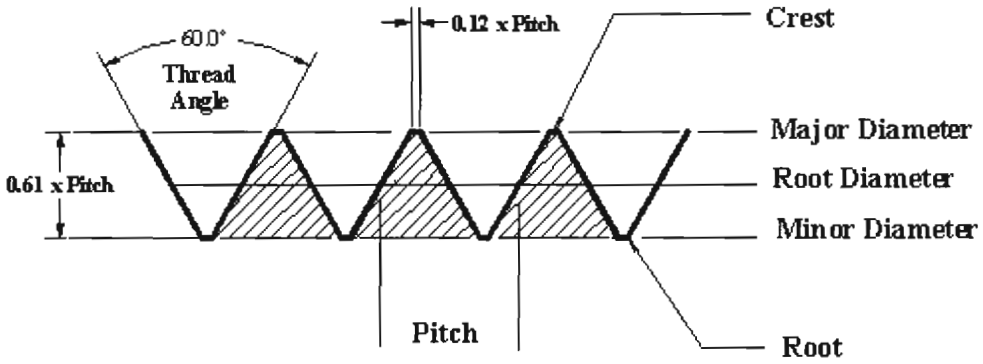
British Standard Fine Thread Profile r = 0.137329p, h = Basic Depth of Thread = 0.640327p.



চিত্র নং-২৬.১২ ঃ

Britsh Standard Fine Thread

(৮) Unified National Screw Thread ঃ

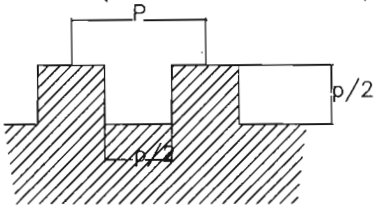


Thread Terminology

Unified National Screw Thread
UNC Inch Sizes

চিত্র নং-২৬.১৪

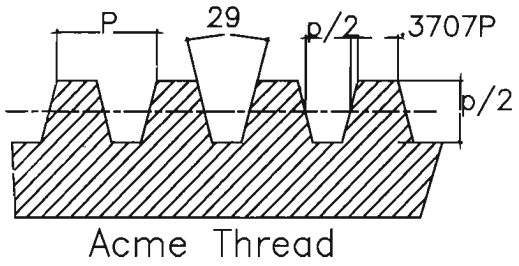
(9) **Square Thread** t স্কয়ার থ্রেডের দাঁতের গঠন বর্গাকৃতির। থ্রেডের ফেস স্ক্রু অক্ষের সাথে ৯০° কোণে অবস্থান করে। সাধারণতঃ পাওয়ার ট্রান্সমিসনের কাজে ব্যবহৃত হয়।



Square Thread

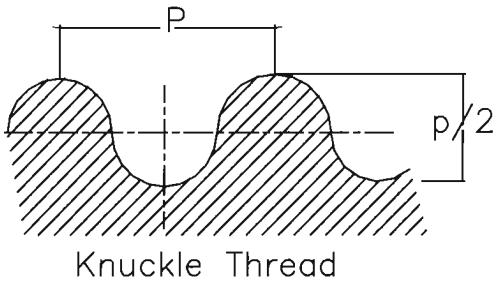
চিত্র নং-২৬.৮

(১০) **Acme Thread** ঃ একমি থ্রেড স্কয়ার থ্রেডের চেয়ে শক্তিশা্লী। এর গঠনও আলাদা। দুই ফেসের মধ্যবর্তী কোণ ২৯°। সহজে তৈরি করা যায়। পাওয়ার এনগেজ ও ডিস-এনগেজ করার জন্য Hub-Nut সহজে খুলা ও লাগান যায়। ফলে এর চাহিদাও বেশী।



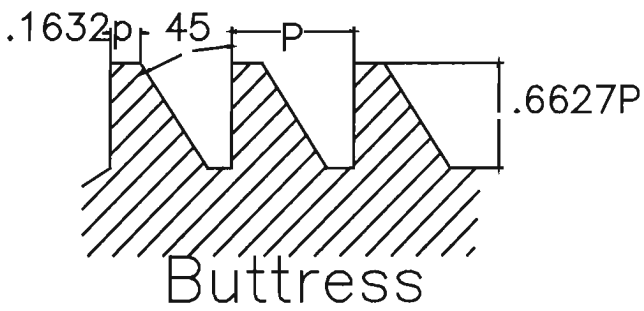
চিত্র নং-২৭.৯

(১১) **Knuckle Thread** ঃ নাকেল থ্রেডের গঠন গোলাকার। ঢালাই বা রোলিং-এর মাধ্যমে এই থ্রেড তৈরি হয়। ইলেকট্রিক বাল্বের মাথা, সকেট, বোতলের মাথা এবং মুখ তৈরিতে এ ধরনের থ্রেড ব্যবহার করা হয়।



চিত্র নং-২৭.১১

(১২) **Buttress Thread** ঃ একমুখী পাওয়ার ট্রান্সমিসনের জন্য এ ধরনের থ্রেড ব্যবহার করা হয়। বড় কামানের ব্রীচ ব্লকের চাপ ধরে রাখার কাজে এই থ্রেড ব্যবহার করে বিধায় একে Breach Block থ্রেডও বলে।



চিত্র নং-২৭.১২

প্রশ্নমালা

১. স্ক্রু থ্রেড বলতে কী বোঝায়?

২. স্ক্রু থ্রেড এর শ্রেণী বিন্যাস কর।

৩. স্ক্রু থ্রেডের বিভিন্ন অংশের নাম বল।

৪. বিভিন্ন প্রকার থ্রেডের প্রয়োগক্ষেত্র উল্লেখ কর।

অধ্যায় – ২৭

অ্যাসেম্বলি এবং ডিটেল ড্রইং
(Assembly and Detail Drawing)

২৭.০ সূচনা (Introduction) ঃ

অ্যাসেম্বলি ও ডিটেল ড্রইং, ওয়ার্কিং ড্রইং এরই অংশ। ওয়ার্কিং ড্রইং এ এমন সব তথ্য দেয়া থাকে যা দেখে মেশিন, যন্ত্রপাতি বা অন্য যে কোন সামগ্রী সহজে তৈরি করা যায়। একটি মেশিন অনেকগুলো যন্ত্রাংশের সমন্বয়ে গঠিত। ওয়ার্কিং ড্রইং-এ প্রতিটি যন্ত্রাংশের প্লান, এলিভেশন, সেকশন ভিউ এবং কোন কোন সময় ওগজিলিআরি (Auxiliary) ভিউ সরবরাহ করা হয়। এতে মাপ, বিস্তারিত বিবরণের জন্য নোটও দেওয়া থাকে যাতে অংকিত সামগ্রী সহজে তৈরি করা যায়। যন্ত্রের আকৃতি জটিল হলে ঐ অংশের খুঁটিনাটি বিষয় বিস্তারিতভাবে দেখানোর জন্য ডিটেল ড্রইং করা হয়। তাছাড়া সংযোজনের সুবিধার্থে অ্যাসেম্বলি ড্রইং সরবরাহ করে থাকে। এ অধ্যায়ে অ্যাসেম্বলি ও ডিটেল ড্রইং সম্বন্ধে আলোচনা করা হবে।

এ অধ্যায় পাঠ করলে যে সব বিষয়ে জ্ঞান লাভ করা যাবে তা হল-

- অ্যাসেম্বলি ড্রইং ও এর প্রয়োজনীয়তা এবং
- ডিটেল ড্রইং ও এর প্রয়োজনীয়তা।

২৭.১ অ্যাসেম্বলি ড্রইং (Assembly Drawing) ঃ

আমরা জানি, একটি যন্ত্র বেশ কিছু যন্ত্রাংশের সমন্বয়ে গঠিত। যন্ত্রাংশগুলো অবস্থান জানতে অর্থ্যাৎ কোনটির পর কোনটি থাকবে তা সহজে জানার জন্য অ্যাসেম্বলি ড্রইং-এর প্রয়োজন হয়। যন্ত্র আকার আয়তনে বড় হলে এবং জটিল প্রকৃতির হলে যন্ত্রকে সংযোজনের সুবিধার্থে সাব- অ্যাসেম্বলি ড্রইং দ্বারা উপস্থাপন করা হয়। পরবর্তীতে সাব- অ্যাসেম্বলি ড্রইংগুলো একীভূত করে অ্যাসেম্বলি ড্রইং পাওয়া যায়।

অ্যাসেম্বলি ড্রইংকে সাধারণত সেকশনাল ভিউ দ্বারা উপস্থাপন করা হয়। সেকশনাল ভিউ দিয়ে উপস্থাপন করার উদ্দেশ্য হল ড্রইং-এ হিডেন লাইন না রাখা। এর ফলে যন্ত্রের ভিতর পর্যন্ত দেখা যায়। এ ধরনের ড্রইং-এ প্রতিটি যন্ত্রাংশ পার্ট নম্বর দিয়ে চিহ্নিত করা থাকে। এই নম্বরগুলো বৃত্ত দিয়ে ঘেরা থাকে। বৃত্ত ঘেরা নম্বরগুলো লিডার দিয়ে চিহ্নিত করা হয়। ড্রইং শীটের ডানে নিচের দিকে মেশিন পার্টসের একটি তালিকার মাধ্যমে যন্ত্রাংশের পার্ট নম্বর, পার্টসের নাম, মেটেরিয়াল এবং যন্ত্রাংশের সংখ্যা ইত্যাদি তথ্য সরবরাহ করা হয়।

মেটেরিয়াল লিষ্ট ছাড়াও একটি রিভিশন টেবিল থাকে। কোন সময় যন্ত্রাংশের ডিজাইন পরিবর্তন করলে তার সকল তথ্য রিভিশন টেবিলে লিপিবদ্ধ করা হয়। অ্যাসেম্বলি ড্রইং-এ কোন প্রকার পরিমাপ দেয়া থাকে না। কিন্তু কোন কোন ক্ষেত্রে কেবলমাত্র যন্ত্রাংশগুলোর সেন্টার থেকে সেন্টার দূরত্ব দিয়ে চিহ্নিত করা থাকে অথবা যন্ত্রের বাইরের মাপগুলো দেয়া হয়। চিত্র নং- ২৮.১ একটি অ্যাসেম্বলি ড্রইং দেখান হয়েছে।

২৭.২ ডিটেল ড্রইং (Detail Drawing) ঃ

একটি মেশিনের বিভিন্ন যন্ত্রাংশ তৈরি বা উৎপাদনের জন্য অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশনের টপ, ফ্রন্টও সাইড ভিউ এর তথ্য যথেষ্ট বলে বিবেচিত নাও হতে পারে। সেক্ষেত্রে যন্ত্রের কোন কোন জটিল অংশের খুঁটিনাটি বিষয় বিস্তারিতভাবে দেখানোর জন্য যে ড্রইং করা হয় তাকে ডিটেল ড্রইং বলে। যন্ত্রাংশ তৈরি বা মেরামতের জন্য এ ধরনের ড্রইং-এ যথেষ্ট তথ্য দেয়া থাকে।

একটি ডিটেল ড্রইং-এ যে সকল তথ্য সরবরাহ করা হয় তা নিচে উল্লেখ করা হল-

১। যন্ত্র বা যন্ত্রাংশের প্রয়োজনীয় প্রজেকশন ড্রইং।

২। প্রতিটি অংশের মাপ, প্রয়োজনে টলারেন্সসহ মাপ।

৩। যন্ত্র বা যন্ত্রাংশের বিস্তারিত বর্ণনা, যন্ত্রাংশ তৈরীতে কি ধরনের মেটেরিয়াল ব্যবহার করা হবে, তাপীয় প্রক্রিয়া কেমন হবে, সারফেস ফিনিশ কি রকম হবে ইত্যাদি তথ্য দেয়া থাকে। প্রয়োজনে নোটের মাধ্যমে বাড়তি তথ্য দেয়া যেতে পারে।

৪। অন্যান্য তথ্যের মধ্যে থাকবে-

(ক) মেশিন পার্টসের সংখ্যা,

(খ) ড্রইং স্কেল,

(গ) প্রজেকশন পদ্ধতি,

(ঘ) পার্ট নম্বর,

(ঙ) নকশাকারীর / ড্রাফটারের নাম, নিয়ন্ত্রণকারী / চেকারের নাম, অনুমোদনকারীর নাম ও স্বাক্ষর এবং তারিখ।

৫। কোম্পানীর নাম, ড্রইং শিট সাইজ, শিট সংখ্যা, কোন প্রকার সংস্করণ হয়ে থাকলে তার তারিখ সহ উল্লেখ করতে হবে।

Features of an assembly drawing Dimensions :

অ্যাসেম্বলি ড্রইং-এ বস্তুর খুঁটিনাটি মাপ দেয়া হয় না কিন্তু এর বাইরের মাপগুলো দেয়া থাকে।

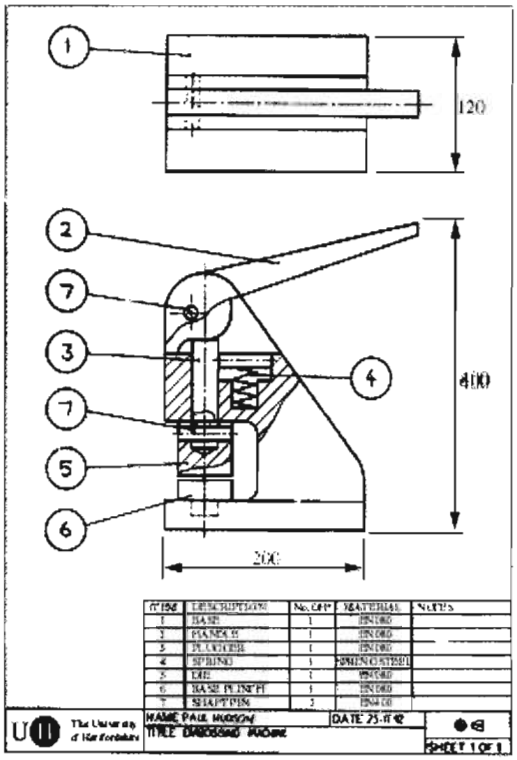
গুরত্ব অনুধাবন করে ফিটিং-এর সুবিধার্থে দুটি যন্ত্রাংশের ক্লিয়ারেন্স দেয়া যেতে পারে।

Internal Parts ঃ সাধারণ অ্যাসেম্বলি ছাড়া সাব- অ্যাসেম্বলির জন্য সেকশন ভিউ দেখান উচিত।

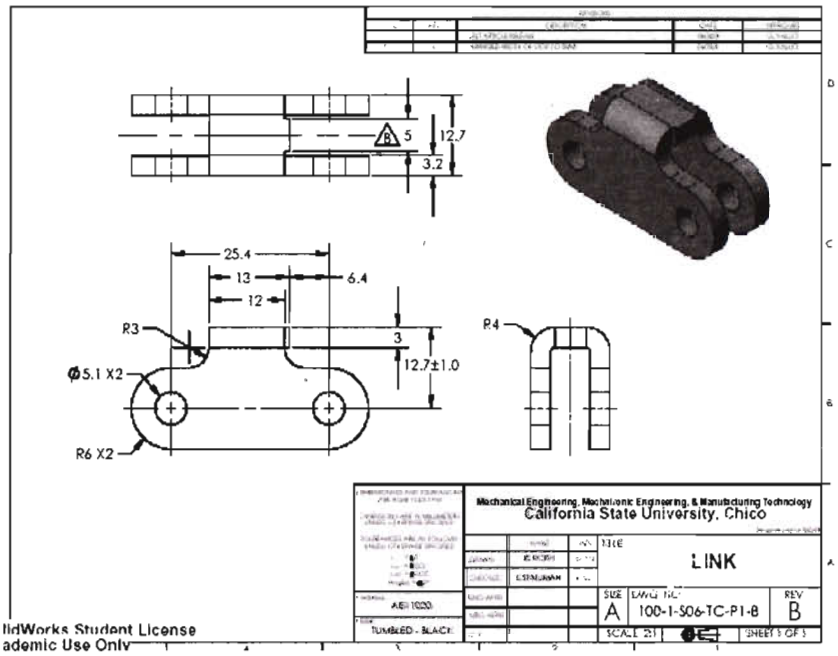
Parts list ঃ প্রত্যেক পার্টসের জন্য একটি মাত্র নাম থাকবে এবং তা একটি বৃত্তের মধ্যে লিখতে হবে। লিডার লাইনের মাথায় তীর চিহ্ন দিয়ে পার্টসকে স্পর্শ করিয়ে চিহ্নিত করা দরকার।

একটি টেবিল তৈরি করে সকল পার্টস সেখানে লিপিবদ্ধ করা হয়। এমন ধরনের একটি টেবিলের নমুনা দেখানো হল-

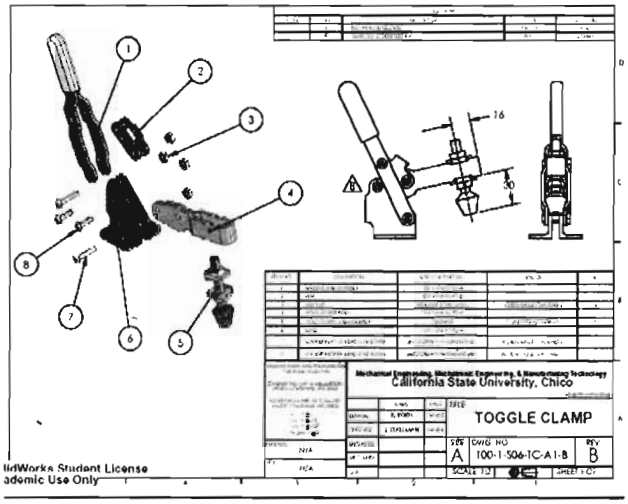
Item No.	Description	Qty	Material	Remarks



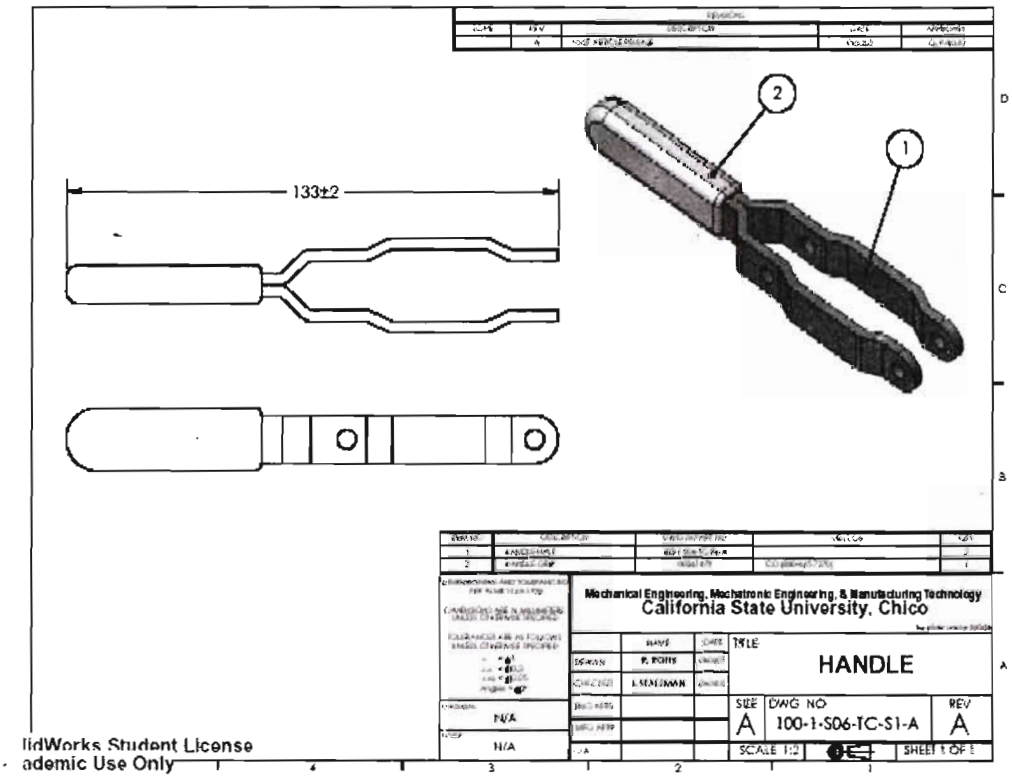
চিত্র নং-২৭.১ (অ্যাসেম্বলি ড্রইং)



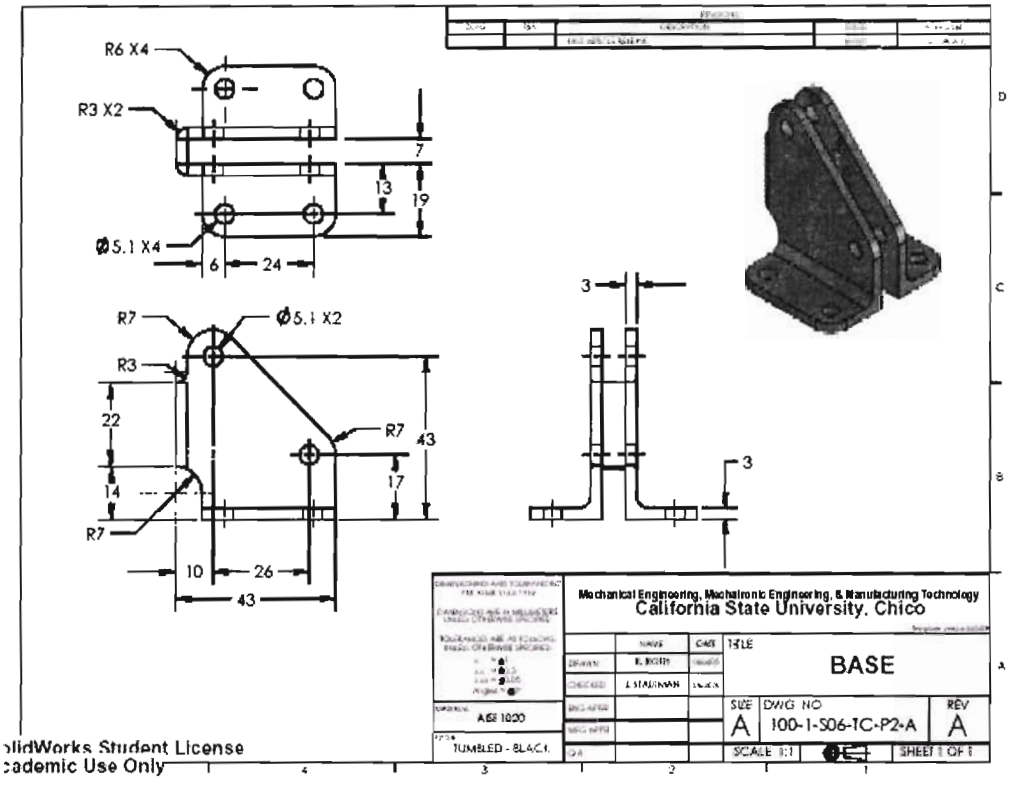
চিত্র নং-২৭.২ (ডিটেল ড্রইং)



চিত্র নং-২৭.৩ (অ্যাসেম্বলি ড্রইং)



চিত্র নং-২৭.৪ (অ্যাসেম্বলি ড্রইং)



চিত্র নং-২৭.৫ (ডিটেল ড্রইং)

প্রশ্নমালা

১. অ্যাসেম্বলি ড্রইং বলতে কী বোঝায়?

২. অ্যাসেম্বলি ড্রইং এর প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।

৩. ডিটেল ড্রইং বলতে কী বোঝায়?

৪. ডিটেল ড্রইং এর প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।

অধ্যায়–২৮

ট্রেসিং
(Tracing)

২৮.০ সূচনা (Introduction) ঃ

স্বল্প সময়ে ড্রইং কপি করার উত্তম ব্যবস্থা হিসাবে ট্রেসিং বিবেচিত। প্রচলিত পদ্ধতিতে বিভিন্ন উপায়ে ট্রেসিং করা যায়। বর্তমানে কম্পিউটারের সাহায্য নিয়ে ট্রেসিং এর কাজ চলছে। এ অধ্যায়ে ট্রেসিং, ট্রেসিং এর উদ্দেশ্য, ট্রেসিং পেপার, ট্রেসিং পদ্ধতি এবং ট্রেসিং এর সাবধানতা নিয়ে আলোচনা করা হবে।

২৮.১ ট্রেসিং (Tracing) ঃ

অস্বচ্ছ অথচ আলোক ভেদী কাগজকে অন্য কোন ম্যাপ, ডিজাইনের উপর রেখে পেনসিল বা কলম দিয়ে প্রতিকৃতির অংকন রেখা বরাবর হুবুহু নকল বা কপি করাকে ট্রেসিং বলে।

২৮.২ ট্রেসিং এর উদ্দেশ্য (Purpose of Tracing) ঃ

ড্রইং এবং ডিজাইনের খুঁটিনাটি কাজ যাচাই বাছাই পূর্বক ওয়ার্কিং ড্রইং এর চুড়ান্তরূপ দেয়া হয়। ওয়ার্কিং ড্রইং চুড়ান্তভাবে ট্রেসিং পেপারে আঁকা হয়। পরে অ্যামোনিয়া প্রিন্টারে প্রিন্ট করে প্রয়োজনীয় কপি বের করা যায়।

এছাড়া, ট্রেসিং করার আর এক উদ্দেশ্য হল নকল করা বা কপি করা। কোন একটি ড্রইং- এর অনুরূপ আর একটি ড্রইং নুতনভাবে আঁকতে বেশ সময়ের প্রয়োজন হয়। কারণ সেখানে ডিজাইন, পরিমাপ, স্কেলসহ বিভিন্ন বিষয় জড়িত থাকে। নতুনভাবে এ সমস্ত বিষয়গুলো সংযোজন করতে সময়ের প্রয়োজন। অপরদিকে, পূর্বের করা ড্রইং এর উপর শুধুমাত্র ট্রেসিং পেপার বসিয়ে পেনসিল বা কলম দিয়ে বুলিয়ে নিলে কপি করার কাজ অতি তাড়াতাড়ি সমাধা করা যায়।

২৮.৩ ট্রেসিং পেপার (Tracing Paper) ঃ

সাধারণ কাগজকে সালফিউরিক অ্যাসিডে অল্প কয়েক সেকেন্ড নিমজ্জিত করার পর পানি দ্বারা ধৌত করলে নুতন এক ধরনের অস্বচ্ছ অথচ আলোকভেদী কাগজ তৈরি হয় যা ট্রেসিং পেপার নামে পরিচিত। এভাবে তৈরি ট্রেসিং পেপার সাধারণ কাগজের তুলনায় বেশ শক্ত। তেল, গ্রিজ ও পানিতে সহজে নষ্ট হয় না। ট্রেসিং পেপারকে বস্তুর প্রতিকৃতি বা ইমেজের উপর রেখে ড্রইং নকল বা কপি করা সহজ। নুতন অংকন করতে ট্রেসিং পেপার কাজে লাগে।

ট্রেসিং পেপার সাদা এবং রঙিন দুভাবে বিভিন্ন সাইজে রোল বা শীট আকারে বাজারে পাওয়া যায়। রোলের দৈর্ঘ্যের ভিন্নতা স্বত্বেও চওড়ার মাপ নির্দিষ্ট আছে। এগুলো চওড়ায় ১২ ইঞ্চি, ১৮ ইঞ্চি, ২৪ ইঞ্চি ও ৩৬ ইঞ্চি পর্যন্ত হয়ে থাকে।

শীটের সাইজ নিম্নরূপ-

৮ ১/২ ইঞ্চি × ১১ ইঞ্চি , ৯ ইঞ্চি × ১২ ইঞ্চি, ১১ ইঞ্চি × ১৪ ইঞ্চি, ১২ ইঞ্চি × ১৮ ইঞ্চি, ১৪ ইঞ্চি × ১৭ ইঞ্চি, ১৮ ইঞ্চি × ২৪ ইঞ্চি এবং ১৯ ইঞ্চি × ২৪ ইঞ্চি।

ISO ট্রেসিং পেপার সাইজ হল- A2, A3, A4। পেপারের শ্রেণী বিন্যাস প্রতি বর্গমিটারের ওজন দিয়ে হয়ে থাকে। প্রতি বর্গ মিটারের পেপারের ওজনকে সংক্ষেপে gsm বলে।

২৮.৪ ট্রেসিং পদ্ধতি (Tracing Methods) ঃ

ট্রেসিং পদ্ধতি প্রধানত দুই প্রকার। যথা-

(১) ফ্রি হ্যান্ড ট্রেসিং ঃ

ফ্রি হ্যান্ড ট্রেসিং পদ্ধতিতে পিক্সেল (ডট) ছাড়াই যে কোন সময় বিন্দু, লাইন এবং কার্ভের এর সাহায্যে ড্রইং বা ইমেজ ট্রেসিং করা যায়। ফ্রি হ্যান্ড ট্রেসিং এর একটি উল্লেখযোগ্য সংযোজন হল গ্রিড পদ্ধতি।

ফ্রি হ্যান্ড ট্রেসিং- এ তেমন কোন যন্ত্রপাতি লাগে না কিন্তু ট্রেসিং-এর কাজের পরিমাণ বেশী হলে লাইট বক্স ব্যবহার করা ভাল। অন্যথায় সাধারণ কাঁচের টেবিলে এ কাজ সমাধা করা যায়।

যারা নতুন ট্রেসিং শুরু করার কথা ভাবছেন তারা যে কোন পেনসিল দিয়ে ট্রেসিং করতে পারেন। তবে পেনসিলের গ্রেড 2B হলে ভাল হয়। কারণ 2B পেনসিল নরম এবং এতে হালকা গ্রে এবং গাঢ় কালো রঙের আভা ফুটে উঠে। ছোট খাট কাজের জন্য 2B গ্রেডের এবং ০.৫ সাইজের মেকানিক্যাল পেনসিল ব্যবহার করা যায়। বড় কাজের জন্য মেকানিক্যাল পেনসিল যথাযথ নয়। 2H থেকে শুরু করে 9B পর্যন্ত বিভিন্ন গ্রেডের পেনসিল বাজারে পাওয়া যায়।

ফ্রি হ্যান্ড ট্রেসিং-এ পেনসিল ছাড়া অন্যান্য যে সকল সামগ্রী ব্যবহার হয়ে থাকে তার মধ্যে উল্লেখ যোগ্য হচ্ছে নরম-মসৃণ সাদা প্লাষ্টিক ইরেজার, রুমাল, পেনসিল সার্পনার এবং ব্লেন্ডিং স্টাম্পস্।

(২) অটোমেটিক ট্রেসিং ঃ

বর্তমানে বিভিন্ন ধরনের সফটওয়্যারের সাহায্য নিয়ে অটোমেটিক ট্রেসিং এর কাজ চলছে। অটোমেটিক ট্রেসিং পদ্ধতিতে কম্পিউটারের ব্যবহার করে ট্রেসিং কাজ কম সময়ে ও সহজে করা যায়। যে সকল সফটওয়্যার ট্রেসিং এর কাজে ব্যবহার হচ্ছে তার মধ্যে উল্লেখ যোগ্য হল-

(1) Adobe Illustrator CS2,

(2) Adobe Photoshop,

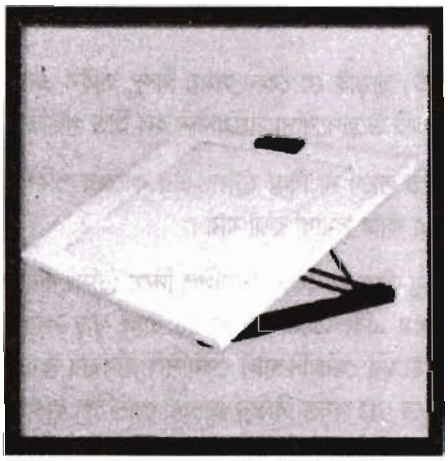
(3) AutoCAD এবং

(4) Manifold ইত্যাদি।

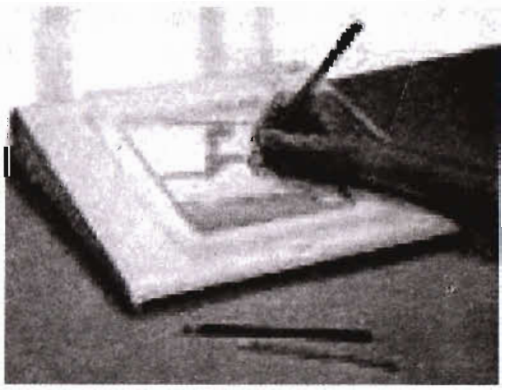
Manifold হল একটি Geographical Information System সফটওয়্যার যা ম্যাপ ট্রেসিং এর কাজে ব্যবহার করা হচ্ছে। ড্রইং লেয়ারে অবজেক্ট তৈরীর জন্য Manifold সফটওয়্যারের Tracing Tools ইমেজ লেয়ারের পিক্সেলগুলোকে গাইড হিসেবে ব্যবহার করে। উদাহরণ স্বরূপ বলা যায় যে, Tracing Tool এর পয়েন্ট কমান্ড

পিক্সেল কেন্দ্রে একটি পয়েন্ট তৈরি করবে। সাধারণত ইমেজ ট্রেসিং উপরে উল্লেখিত দুটি পদ্ধতির সমন্বয়ে করা হয়ে থাকে। কম্প্রেসড ইমেজের ক্ষেত্রে Tracing Tools কোন কাজে আসে না কারণ কম্প্রেসড ইমেজ এডিট করা যায় না। Tracing Tools এর বিভিন্ন অপশনগুলো হল-

- Auto Tracing
- Auto Area
- Tracing Line
- Tracing Point
- Pick Color.



চিত্র নং-২৮.১ (সান স্কেচ ট্রেসিং বোর্ড)



চিত্র নং-২৮.২ (ট্রেসিং লাইট বক্স)

২৮.৫ ট্রেসিং পদ্ধতির বর্ণনা (Description of Tracing) ঃ

ট্রেসিং করার জন্য নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করতে হবে-

- একটি ছবি নিয়ে লাইট বক্সে অথবা কাঁচের টেবিলে টেপ দিয়ে আটকাতে হবে।
- ট্রেসিং পেপারটি ছবির উপর যথাযথ ভাবে স্থাপন করে সেটিকে টেপ দিয়ে আটকাতে হবে।
- এখন, পেনসিল দিয়ে ছবির উপর বুলিয়ে ছবিটি ট্রেসিং করতে হবে।
- ট্রেসিং এর কাজ শেষ হলে ট্রেসিং পেপারের টেপ খুলে মূল ছবির উপর থেকে তুলে দেখতে হবে ট্রেসিং এর কাজ সঠিকভাবে হয়েছে কিনা।
- এখন, সাদা রাবার দিয়ে ট্রেসিং এর বাড়তি লাইনগুলো মোছে ফেলতে হবে।

২৮.৬ ট্রেসিং এ সাবধানতা (Precaution in Tracing) ঃ

- ট্রেসিং করার জন্য সঠিক পেনসিল ব্যবহার করতে হবে।
- মূল ছবিটি ভালভাবে টেপ দিয়ে আটকাতে হবে।
- ছবির উপর ট্রেসিং পেপারটি সঠিকভাবে বসাতে হবে।
- টেসিং করার সময় মূল ছবি বা ট্রেসিং পেপার যাতে নড়ে না যায় সে ব্যাপারে লক্ষ রাখতে হবে।
- টেপ খোলার সময় সাবধানতা অবলম্বন করতে হবে। যাতে মূল ছবি বা ট্রেসিং পেপার ছিঁড়ে না যায় সে ব্যাপারে লক্ষ রাখতে হবে।
- বাড়তি বৈদ্যুতিক লাইটের ব্যবস্থায় যেন কোন ত্রুটি না থাকে সে ব্যাপারে নিশ্চিত হতে হবে।

প্রশ্নমালা

১. ট্রেসিং বলতে কী বোঝায় ?

২. ট্রেসিং-এর উদ্দেশ্য বর্ণনা কর।

৩. ট্রেসিং পেপার এর গুনগত মান ও সাইজ সম্পর্কে বর্ণনা দাও।

৪. ট্রেসিং পদ্ধতির ধারাবাহিক বর্ণনা দাও।

৫. ট্রেসিং-এর সাবধানতাসমূহ লেখ।

অধ্যায় – ২৯

অ্যামোনিয়া প্রিন্টিং
(Ammonia Printing)

২৯.০ সূচনা (Introduction) ঃ

আলোকভেদী কাগজের উপর ট্রেসিং বা ফটো কপি করা কোন ইমেজ বা ড্রইং কপি করার অন্যতম একটি উপায় হল অ্যামোনিয়া প্রিন্টিং। এই পদ্ধতিতে কপি করার জন্য ডিয়াজো আবরণযুক্ত বিশেষ ধরনের এক প্রকার কাগজ ব্যবহার করা হয়। এ কাগজ ফয়েল আকারে বাজারে পাওয়া যায়। ডিয়াজো নামের রাসায়নিক পদার্থ আলোতে সংবেদনশীল। কিন্তু ঘরের আলোতে নাড়াচাড়া করলে কোন ক্ষতি হয় না। কিন্তু তীব্র আলোতে ডিয়াজো আবরণযুক্ত পেপারে বিক্রিয়ার ফলে পরিবর্তন ঘটে। অ্যামোনিয়া গ্যাসের সংস্পর্শে এনে এই পরিবর্তনের স্থায়ীত্ব দেয়া হয়। দুই পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া প্রিন্টিং করা যায়। যেমন- ১) ওজালিড প্রসেস এবং ২) ডিয়াজো প্রসেস। ড্রাই অ্যামোনিয়া প্রিন্টিং প্রক্রিয়াকে ওজালিড প্রসেস বলে। নিচে ড্রাই অ্যামোনিয়া প্রিন্টিং প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করা হয়েছে।

২৯.১ ড্রাই অ্যামোনিয়া প্রিন্টিং (Dry Ammonia Printing) ঃ

ট্রেসিং পেপারে ইমেজ ট্রেসিং বা ফটোকপি করে ডিয়াজো আবরণযুক্ত সেলুলোজ অ্যাসিটেট ফয়েলে ইমেজ স্থানান্তর করা যায়। এ কাজে ড্রাই অ্যামোনিয়া প্রিন্টিং পদ্ধতি একটি উপযুক্ত ব্যবস্থা হিসাবে স্বীকৃত।

এই পদ্ধতিতে স্বচ্ছ প্রিন্টিং এর জন্য দুটি ধাপ অবলম্বন করা হয়-

১ম ধাপে ট্রেসিং করা ইমেজের মূল কপি ও ডিয়াজো আবরণযুক্ত পেপার ফয়েল এর স্যানওয়িচকে (Sandwich)আলট্রাভায়োলেট রশ্মির মধ্য দিয়ে অতিক্রম করাতে হবে।

২য় ধাপে আলট্রাভায়োলেট রশ্মি (Ultra Violet Ray) দ্বারা সিক্ত ডিয়াজো পেপারকে অ্যামোনিয়া গ্যাসের সংস্পর্শে কিছুক্ষণ রাখতে হবে।

ড্রাই অ্যামোনিয়া (ওজালিড) প্রিন্টিং মেশিন দুটি সেকশনে বিভক্ত। প্রথমটি এক্সপোজার সেকশন এবং দ্বিতীয়টি ডেভলপমেন্ট সেকশন।

মূল ট্রেসিং পেপার ও ডিয়াজো পেপারের স্যানওয়িচকে এক্সপোজার সেকশনে এবং পরবর্তীতে রশ্মি সিক্ত ডিয়াজো পেপারকে ডেভলপমেন্ট সেকশনে সুনিয়ন্ত্রিতভাবে টানার জন্য একটি ইলেকট্রিক মটর ফিট করা থাকে। এ মেশিনের বৈশিষ্ট্য হল দ্রুত কপি করার ক্ষমতা ও স্বচ্ছ প্রিন্টিং।

অ্যামোনিয়া প্রিন্টিং এর ধাপ সমূহ-

(ক) মূল ট্রেসিং করা পেপারকে ওজালিড ফয়েলের সীটের উপর এমনভাবে রাখতে হবে যাতে ফয়েলের ইমালসন সাইড এবং মূল ট্রেসিং পেপার একই দিকে থাকে।
(খ) দুটি শীটকে এক সাথে চেপে ধরে মেশিনের লাইট সেকশনে ঢুকাতে হবে।

(গ) লাইট সেকশনের কাজ শেষে মূল ট্রেসিং পেপারকে আলাদা করে রাখতে হবে।

(ঘ) এখন ওজালিড পেপারকে খবরের কাগজ বা ঐ জাতীয় পানি শোষক কাগজে পেঁচিয়ে রাখতে হবে।

(ঙ) খবরের কাগজে পেঁচান ওজালিড পেপারকে মেশিনের অ্যামোনিয়া চেম্বারে এমনভাবে প্রবেশ করাতে হবে যাতে পেপারের এমালশন সাইড অ্যামোনিয়া গ্যাসের সংস্পর্শে আসে। ইমেজ স্পষ্ট হয়ে উঠা পর্যন্ত কাগজসহ পেপারকে বেশ কয়েকবার অ্যামোনিয়া চেম্বারে প্রবেশ করাতে হবে। এক পর্যায়ে ইমেজ স্পষ্ট হয়ে উঠলে প্রক্রিয়া বন্ধ করতে হবে। এভাবে প্রিন্টিং এর কাজ শেষ করতে হবে।

উল্লেখ্যে যে, এক সেশনে ৫টির বেশী শীট কপি করা যায় না। কারণ অ্যামোনিয়া গ্যাসের ধূয়ায় রুম আচ্ছন্ন হয়ে যেতে পারে। যা শ্বাস প্রশ্বাসের জন্য কষ্টকর এবং স্বাস্থ্যের জন্য ক্ষতিকরও বটে। এ ব্যাপারে সতর্ক থাকা প্রয়োজন। রুমে এগজষ্ট ফ্যানের ব্যবস্থা রেখে ঐ জাতীয় সমস্যার সমাধান করা যেতে পারে।

২৯.২ অ্যামোনিয়া প্রিন্টিং কেমিক্যাল (Amonia Printing Chemical) ঃ

অ্যামোনিয়া প্রিন্ট এর প্রয়োজনীয় কেমিক্যালগুলোর মধ্যে উল্লেখযোগ্য হল- ১) অ্যামোনিয়া গ্যাস, ২) ডিয়াজোনিয়াম সল্ট, লাইট সেনসেটিভ কেমিক্যাল ,৩) আজোডাই, বর্ণহীন কেমিক্যাল কিন্তু অন্য কেমিক্যালের সংস্পর্শে কালার তৈরি করে, ৪) অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ইত্যাদি।

প্রশ্নমালা

১. অ্যামোনিয়া প্রিন্ট এ ব্যবহৃত পেপারের বিবরণ দাও।

২. অ্যামোনিয়া প্রিন্ট কেমিক্যাল প্রস্তুত প্রণালীর বর্ণনা কর।

৩. অ্যামোনিয়া প্রিন্ট করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

৪. অ্যামোনিয়া প্রিন্ট করার সতর্কতা অবলম্বন সম্পর্কে বর্ণনা দাও।

অধ্যায় – ৩০

ড্রইং শীট সংরক্ষণ প্রণালী
(Preservation of Drawing Sheet)

৩০.০ সূচনা (Introduction) ঃ

এ অধ্যায়ে ড্রইং শীট সংরক্ষণ, প্রণীত ড্রইং শীট ভাজকরন এবং সংরক্ষণ কেবিনে এ ড্রইং শীট সংরক্ষণ করার নিয়মাবলী সম্বন্ধে আলোচনা করা হবে।

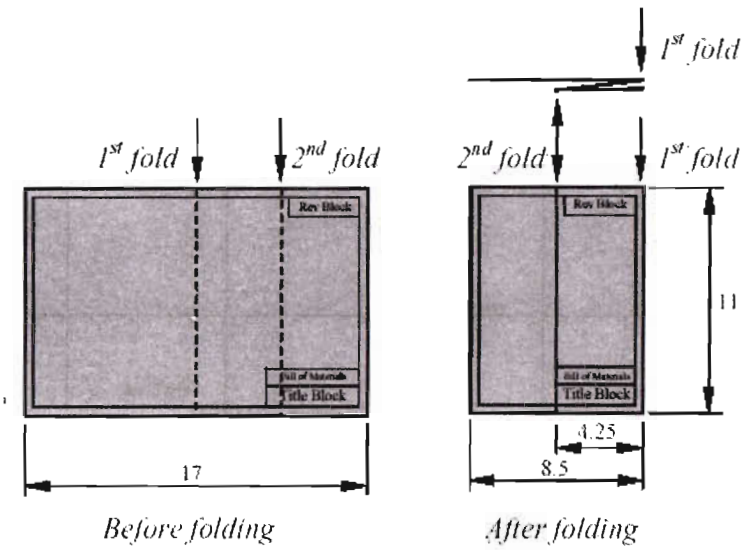
৩০.১ ড্রইং শীট ভাজকরণ (Folding of Drawing Sheet) ঃ

নিচের টেবিলে A ও B সাইজের পেপারের মাপ, তাদের মার্জিন একটি ছকের মাধ্যমে দেখানো হল। A সাইজের পেপারের মাপ = ৮.৫ ইঞ্চি x১১ ইঞ্চি এবং B সাইজের পেপারের মাপ = ১১ ইঞ্চি x ১৭ ইঞ্চি।

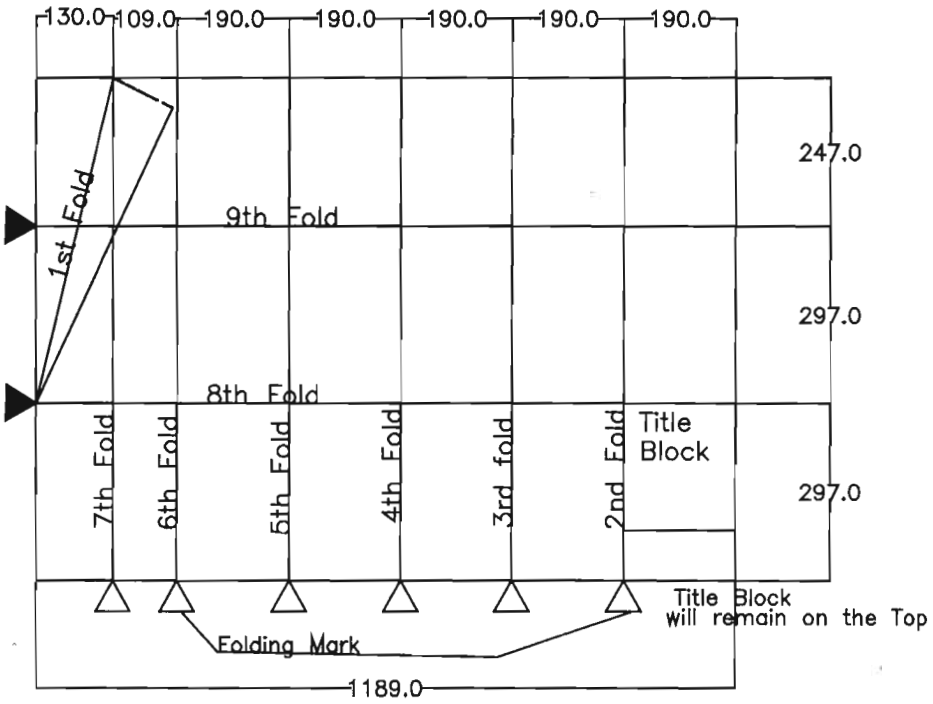
Size Designation	Size of sheet (in)		Margins (mm)	
	Vertical	Horizontal	Top/bottom	Sides
A	8.5	11	10	6
B	11.0	17.0	10	16

A সাইজের পেপার কোন প্রকার ভাঁজ ছাড়া ফাইলে রাখা যায়। অপরদিকে, ই সাইজের পেপারকে ভাঁজ দিয়ে A সাইজের মত করতে কিভাবে ভাঁজ দেওয়া হয়েছে 1st Fold এবং 2nd Fold এর মাধ্যমে দেখানো হয়েছে। নিচে ছবিতে ফোল্ডিং করার নমুনা দেখানো হয়েছে। ভাঁজ দেয়ার সময় একটা বিষয় লক্ষ রাখতে হবে, যেন টাইটেল ব্লক সব সময় উপরে থাকে। সুতরাং টাইটেল ব্লক উপরে রেখে ভাঁজ দেয়ার কাজ সম্পন্ন করতে হবে।

Folding Marks : Method-I			
Sheet size	Horizontal dimension from Left	Vertical dimension from Bottom	No. of Folds
A0	130+109+109*5	297*2+247	9
A1	146+125+190*3	297+297	6
A2	116+96*3+190	297+123	3
A3	125+105+190	297	1
Folding Marks : Method-II			
A0	139+210*5	297+297+247	7
A1	211+210*3	297+297	4
A2	174+210*2	297+123	3
A3	210+210	297	1

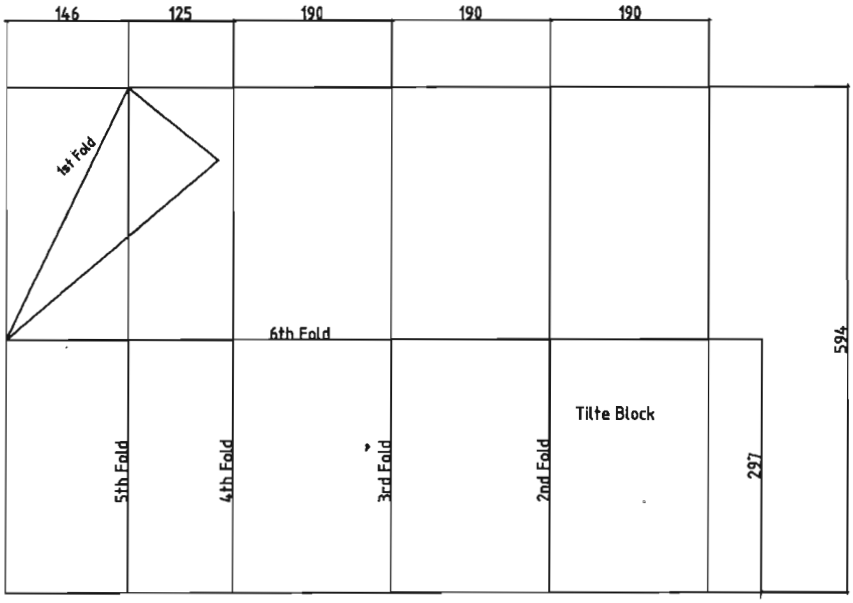


চিত্র নং- ৩১.১ ঃ ফোল্ডিং নমুনা



FOLDING Mark of A0 size Paper

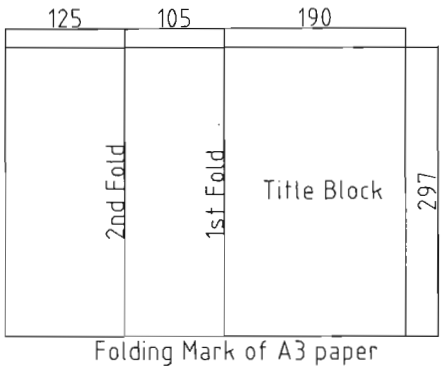
চিত্র নং - ৩১.২ ঃ (A0 সাইজ পেপারের ফোল্ডিং মার্ক)



Folding Mark of A1 size paper

চিত্র নং - ৩১.৩ ঃ.(A1 সাইজ পেপারের ফোল্ডিং মার্ক)

চিত্র নং - ৩১.৪ ঃ (A2 সাইজ পেপারের ফোল্ডিং মার্ক)



Folding Mark of A3 paper

চিত্র নং - ৩১.৫ ঃ (A3 সাইজ পেপারের ফোল্ডিং মার্ক)

৩০.২ ড্রইং শীট সংরক্ষণ করার নিয়মাবলী (Preservation of Drawing Sheet) ঃ

সংরক্ষণ কেবিনে এ ড্রইং শীট সংরক্ষণ করার নিয়মাবলীর বর্ণনা নিচে দেয়া হল-

পেপারের উপর কাজ করা পান্ডুলিপি, ড্রইং, মুদ্রণ, পোষ্টার, ম্যাপ বা দলিল দীর্ঘ মেয়াদে সংরক্ষণের বিষয়টি মূলতঃ ড্রইং এ ব্যবহৃত কাঁচামাল যেমন- পেপারের মান, কালি, পেইন্ট, পেনসিল ইত্যাদি ও পরিবেশের উপর অধিকাংশে নির্ভরশীল। এছাড়াও অন্যান্য যে সমস্ত বিষয়ের উপর নির্ভরশীল তা হল-

মজুত জায়গার আপেক্ষিক আদ্রতা এবং তাপমাত্রা ঃ

কাগজ জাতীয় জিনিষপত্র মজুত রাখতে আঁধার, ঠান্ডা এবং অপেক্ষাকৃত শুকনো জায়গা দরকার। আপেক্ষিক আদ্রতা শতকরা ৩৫ ভাগ এবং তাপমাত্রা ৭০° ফারেনহাইট থাকা বাঞ্ছনীয়। তাপ, আলো ও ভিজা আবহাওয়া পরিহার করা উচিত। মাটির নিচের রুম, বাথরুম, চিলেকোঠা মজুদ জায়গা হিসাবে ব্যবহার করা যাবে না। কারণ এ সব রুমে আর্দ্রতা পরিমাণ বেশী থাকে।আর্দ্রতার পরিমাণ বেশী হলে কাগজের গায়ে বাদামী ছোপ পড়তে পারে।

রুম আলোকিতকরণ ঃ

রুম আলোকিতকরণ বিষয়ে সাবধানতা অবলম্বন করা উচিত। কারণ সূর্য্যের প্রখর আলো রুমে সরাসরি প্রবেশ করে সংরক্ষিত সামগ্রীর ক্ষতি সাধন করতে পারে। তীব্র আলো থেকে ড্রইং শীটগুলো দূরে রাখা ভালো। তীব্র আলোর বিকিরণে জলছাপ, পান্ডুলিপি,এবং অ্যামোনিয়া প্রিন্টের কপিগুলো আবছা হয়ে যাওয়া এবং হলুদ দাগ পড়ার সম্ভাবনা থাকে। তাই এ ধরনের আলো থেকে মজুদ সামগ্রীগুলো দূরে রাখা দরকার।

দূষণ, ময়লা ও পোকামাকড় ঃ

দূষক যেমন- ওজন (Ozone), ফটোকপি মেশিনের তাপ, গাড়ীর ধূঁয়া, হিটিং সিস্টেম থেকে তাপীয় বিকিরণ মজুত সামগ্রীর জন্য ক্ষতির কারণ হতে পারে। ক্ষারীয় বস্তুর উপস্থিতি এ ধরনের দূষণ রোধ করতে সক্ষম। কাগজ জাতীয় বস্তুর উপর যাতে ধূলা বালি না জমে সে বিষয়ে লক্ষ্য রাখতে হবে। ইঁদুর ও পোঁকা মাকড়ের উপস্থিতি না হয় সে ব্যাপারে নজরদারী রাখা দরকার। ছোট পাখনাহীন বই খেঁকো পতঙ্গ যা ইংরেজীতে সিলভার ফিস নামে পরিচিত এরা বই এর বাঁধন ও কাপড় চোপড় নষ্ট করে , উঁই পোকা যেগুলো কাগজকে মাটিতে পরিণত করে, ফলে সমস্ত মজুদ সামগ্রী নষ্ট হয়ে যেতে পারে, এদের থেকে নিরাপদ থাকার উপায় হল প্রতিদিন ঘর পরিস্কার রাখা এবং পরিবেশ ঠিক রাখা।

মজুতকরণ ঃ

পেপার সামগ্রী অধিক মাত্রায় ভাঁজ করা এবং ভাঁজ খোলা পরিহার করা উচিত। পেপার সামগ্রী সব সময় ফ্লাট্ বা সোজাসুজি রাখা ভাল। বারবার ভাঁজ খোলাখুলি করলে এক সময় পেপার কেটে যায় এবং ছিঁড়ে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে। ক্ষারীয় অথচ অ্যাসিড মুক্ত পরিবেশে পেপার মজুত রাখলে পেপার ভাল থাকে। সুতরাং, ক্ষারীয় অ্যাসিডমুক্ত ফোল্ডার বা পলিষ্টার ফিল্ম ফোল্ডার অথবা ক্ষারীয় মাদুরে পেপার রাখা নিরাপদ। ক্ষারীয় কাগজ বা বোর্ডের মাঝে ড্রইং শীট মজুত রাখলে তা ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা পায়। স্বচ্ছ পলিষ্টার ফিল্মে মাঝে ড্রইং শীট সংরক্ষণ করলে তা নিরাপদে থাকবে কারণ পলিষ্টার অ্যাসিডিক নয়। পেনসিল, চারকোল দ্বারা অংকিত ড্রইং শীট পলিষ্টার ফয়েলে না রাখাই ভাল।

প্রশ্নমালা

১. প্রণীত ড্রইং শীট ভাজকরণ প্রণালী ব্যক্ত কর।

২. সংরক্ষণ কেবিনে-এ ড্রইং শীট সংরক্ষণ করার নিয়মাবলী বর্ণনা কর।

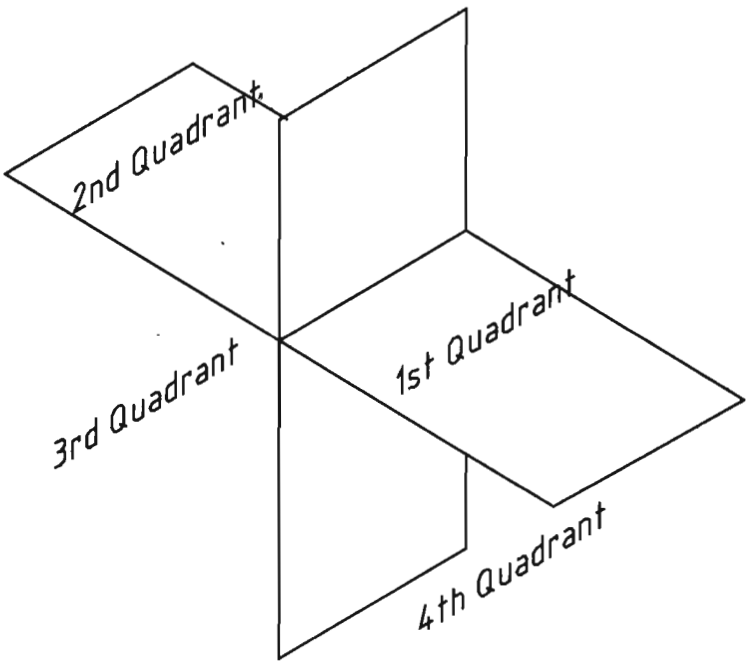
অধ্যায় – ৩১

ব্যবহারিক
(Practical)

১.১ চার কোয়াড্রান্ট অংকন করা ঃ

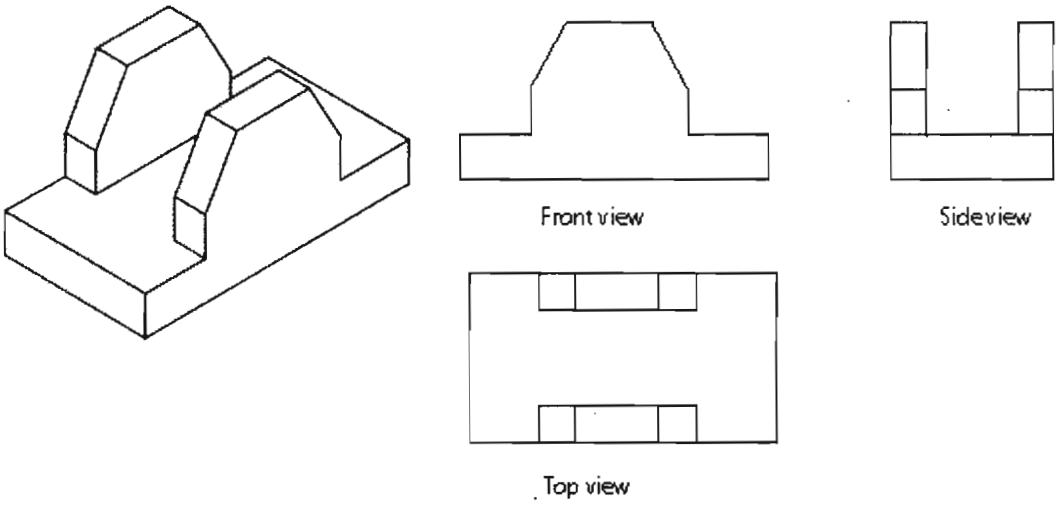
চারটি কোয়াড্রান্ট আঁকতে নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করতে হবে -

- একটি অনুভুমিক(Horizontal) তল অংকন করতে হবে ।
- আর একটি খাঁড়া (Vertical) তল, অনুভুমিক(Horizontal) তলের মাঝামাঝি স্থানে নিচের চিত্রের মত স্থাপন করতে হবে ।
- হরাইজোনটাল এবং ভার্টিক্যাল তল দু'টি পরস্পর ৯০ ডিগ্রীতে ছেদ করবে। তল দুটি এভাবে ছেদ করার ফলে চারটি সমান অংশে বিভক্ত হয়ে ৪টি কোয়াড্রান্ট গঠিত হবে। ১.১ নং চিত্রে ৪টি কোয়াড্রান্ট দেখানো হয়েছে।

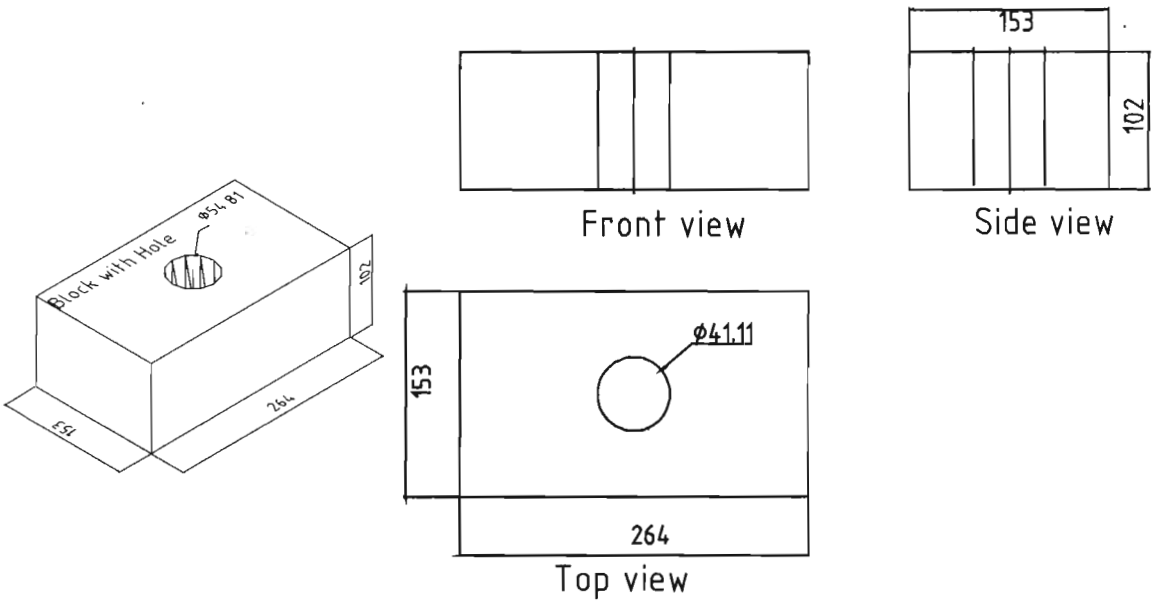


চিত্র নং- ১.১ঃ (চারটি কোয়াড্রান্ট)

১.২ প্রথম কোণীয় পদ্ধতিতে বস্তুর দৃশ্য অংকন করা ঃ

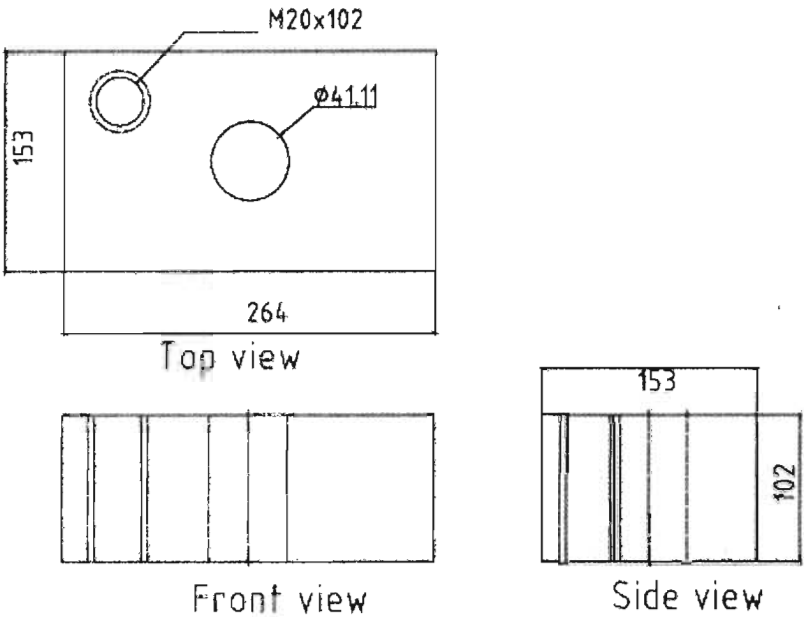


চিত্র নং- ১.২ ঃ ১ম কেণীয় পদ্ধতিতে ১.২ নং চিত্রের বিভিন্ন ভিউ।



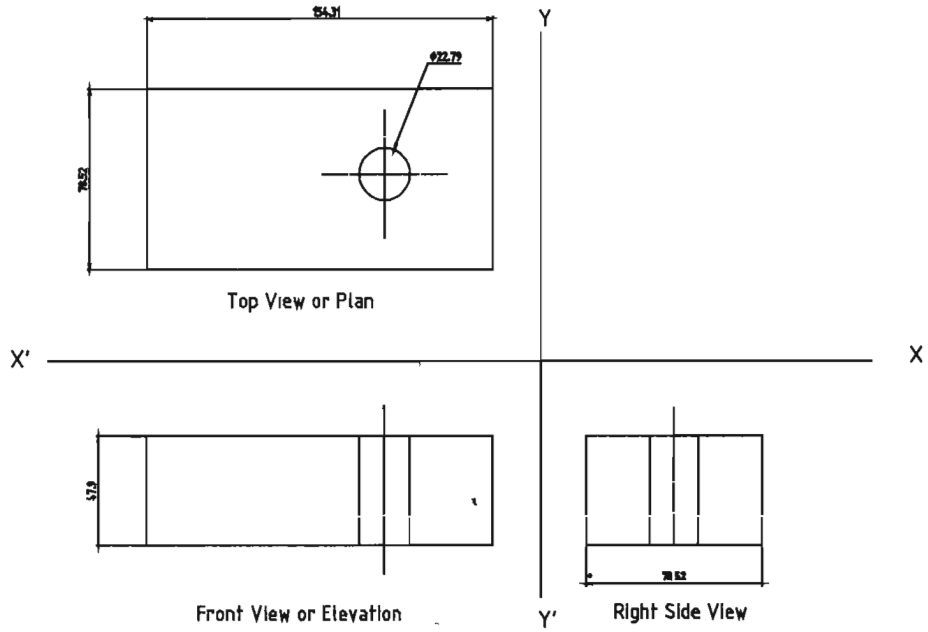
চিত্র নং- ১.৩ ঃ (১ম কোণীয় পদ্ধতিতে বামের চিত্রের বিভিন্ন ভিউ)

১.৩ ৩য় কোণীয় পদ্ধতিতে এমন একটি যন্ত্রাংশের মাল্টি ভিউ অংকন করতে হবে যার মধ্যে হোল ও থ্রেড আছে।



চিত্র নং- ১.৪ ঃ ৩য় কোণীয় পদ্ধতিতে থ্রেড ও হোল সহ একটি ব্লকের ফ্রন্টভিউ, টপভিউ, সাইডভিউ ভিউ।

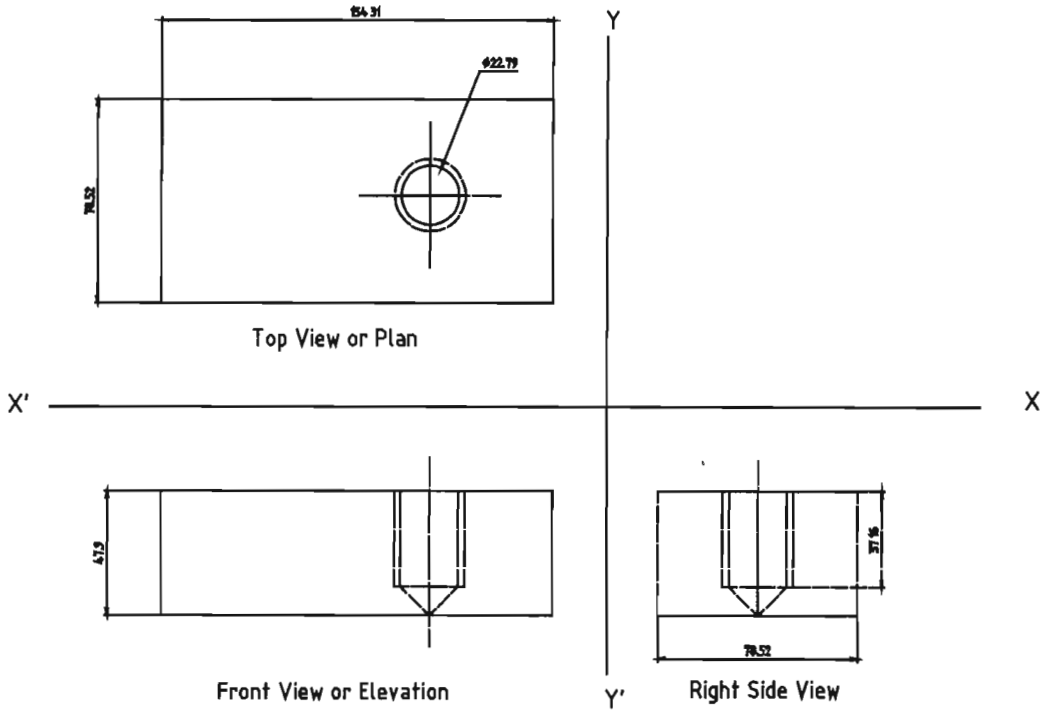
১.৪.১ হোল সম্বলিত যন্ত্রাংশের ৩য় কোণীয় পদ্ধতিতে ফ্রন্টভিউ, টপভিউ, সাইডভিউ অংকন করা ঃ



3rd angle projection of a block which contains a hole.

চিত্র নং- ১.৯ ঃ (৩য় কোণীয় পদ্ধতিতে হোল সম্বলিত যন্ত্রাংশের ফ্রন্টভিউ, টপভিউ, সাইডভিউ)

১.৪.২ থ্রেড সম্বলিত যন্ত্রাংশের ৩য় কোণীয় পদ্ধতিতে ফ্রন্টভিউ, টপভিউ, সাইডভিউ অংকন করা ঃ



3rd angle projection of an object with thread.

চিত্র নং- ১.১০ ঃ (৩য় কোণীয় পদ্ধতিতে থ্রেড সম্বলিত যন্ত্রাংশের ফ্রন্টভিউ, টপভিউ, সাইডভিউ)

২.১ বিভিন্ন যন্ত্রাংশের আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন করা ঃ

২.১.১ আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন পদ্ধতি (Method to draw Isometric view or projection) t

একটি আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন করতে নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করতে হবে-

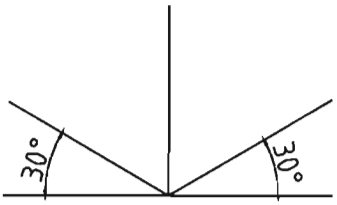
(১) একটি আইসোমেট্রিক স্কেল অংকন করতে হবে।

(২) আইসোমেট্রিক স্কেল ব্যবহার করে বস্তুর অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন অংকন করতে হবে।

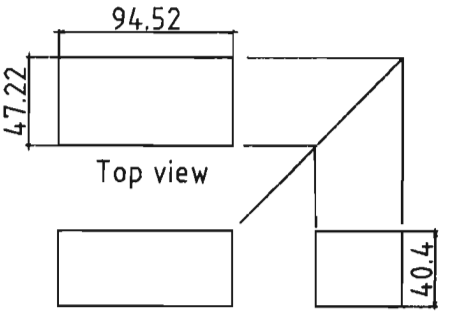
(৩) আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকনের জন্য অক্ষের অবস্থান ঠিক করতে হবে।

(৪) এখন, অক্ষগুলো থেকে অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন থেকে প্রাপ্ত দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতার মাপ বসাতে হবে।

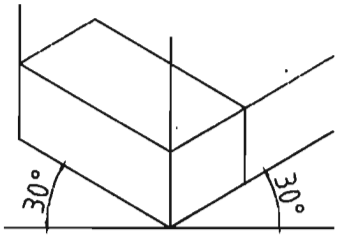
(৫) এভাবে আইসোমেট্রিক প্রজেকশনের কাজ শেষ করতে হবে।



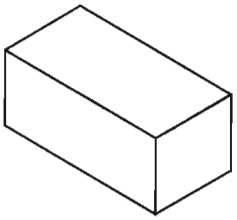
Step-1 Isometric axis



Step-2 Orthographic Projection with Isometric Scale



Step-3 Placing measurement of Length, breadth and height from orthographic projection



Step-4 Isometric Projection

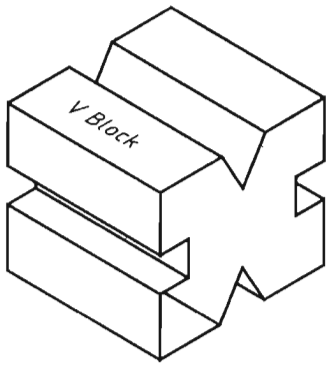
২.১.২ বিভিন্ন বস্তুর আইসোমেট্রিক ভিউজ (Isometric views of various objects) t

আইসোমেট্রিক প্রজেকশনের বিবেচনায় বস্তুগুলো তিন ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা-

(১) আইসোমেট্রিক লাইন দিয়ে বস্তুর গঠন।

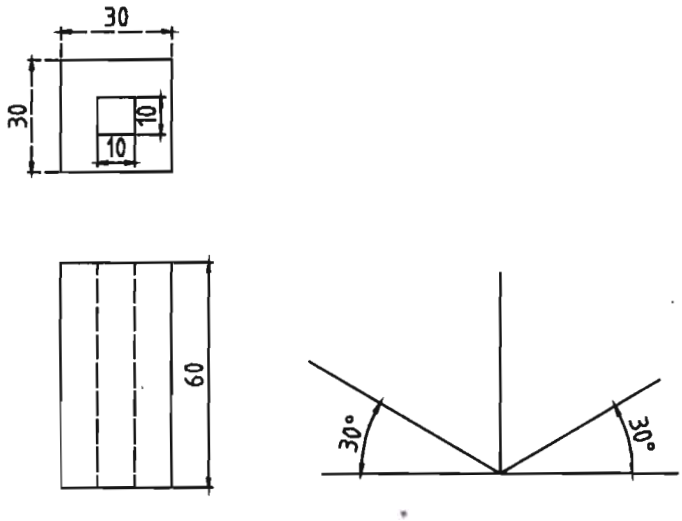
(২) নন-আইসোমেট্রিক লাইন দিয়ে বস্তুর গঠন।

(৩) বক্রতল দিয়ে গঠিত বস্তু।



চিত্র নং- ২.১(ক) ঃ (আইসোমেট্রিক ব্লক অংকন)

২.১.৩ চিত্র নং -২.১(খ) এ আইসোমেট্রিক লাইনের একটি অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন দেওয়া আছে। এই অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন থেকে আইসোমেট্রিক প্রজেকশন অংকন করা ঃ



Orthographic Projection

চিত্র নং- ২.১(খ) ঃ (স্কয়ার প্রিজমের অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন)

২.১.৪ একটি হেক্সাগোনাল পিরামিডের ভূমির প্রতিটি বাহুর দৈর্ঘ্য ২০মিমি. এবং উচ্চতা ৫০ মিমি.। নিচে চিত্রে ২.১(গ)-এ পিরামিডের নন-আইসোমেট্রিক লাইন দিয়ে অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন দেওয়া আছে। আইসোমেট্রিক প্রজেকশন অংকন করা ঃ

চিত্র নং- ২.১(গ) ঃ (পিরামিডের আইসোমেট্রিক প্রজেকশন)

করণীয় ঃ

(১) আইসোমেট্রিক স্কেল দিয়ে অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন অংকন করতে হবে।

(২) টপ ভিউটি একটি আয়তকার চতুর্ভুজ npqmদিয়ে পরিবেষ্টন করতে হবে।

(৩) চতুর্ভূজ npqm কে আইসোমেট্রিক প্রজেকশন এ NPQM চিত্র অনুযায়ী বসাতে হবে।

(৪) NPQMচতুর্ভুজ এর কেন্দ্রে পিরামিডের উচ্চতা স্থাপন করতে হবে।

(৫) AB, BC, CD, DE, ED এবং FA বাহুগুলো একে একে স্থাপন করতে হবে।

(৬) পিরামিডের শীর্ষ বিন্দু এর সাথে বাহুগুলোর শীর্ষ বিন্দু যোগ করলে আইসোমেট্রিক প্রজেকশনের কাজ শেষ হবে।

২.১.৫ বৃত্তের আইসোমেট্রিক প্রজেকশন অংকন করা ঃ

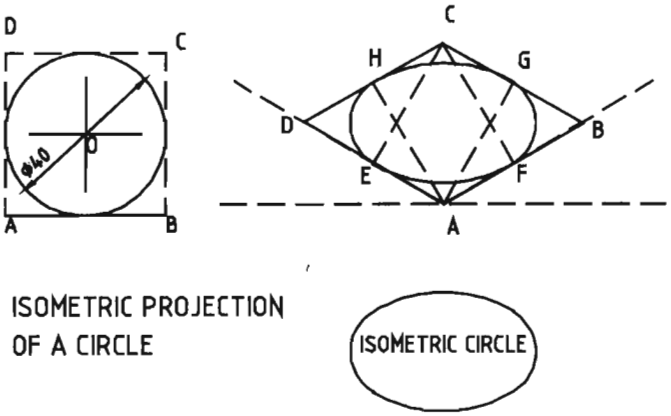
বৃত্তের আইসোমেট্রিক প্রজেকশন অংকনে নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করতে হবে

(১) বৃত্তটিকে ABCD চতুর্ভুজ দিয়ে পরিবেষ্টন করতে হবে।

(২) আইসোমেট্রিক অক্ষের উপর ABCD চতুর্ভুজটিকে স্থাপন করলে উহা রম্বসের আকার ধারণ করবে।

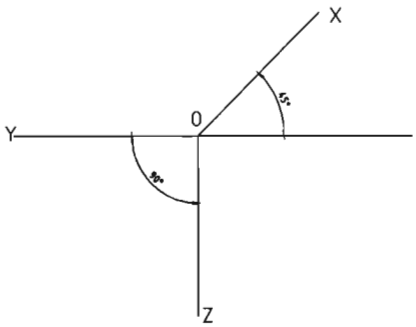
(৩) চিত্রানুযায়ী AG, EC,AH, CF যোগ করতে হবে ।

(৪) AG, EC, AH, CF রেখাগুলোর ছেদ বিন্দুকে কেন্দ্র করে CF, AH,xH, xF ব্যাসার্ধ চারটি চাপ অংকন করলে আইসোমেট্রিক বৃত্ত অংকিত হবে।



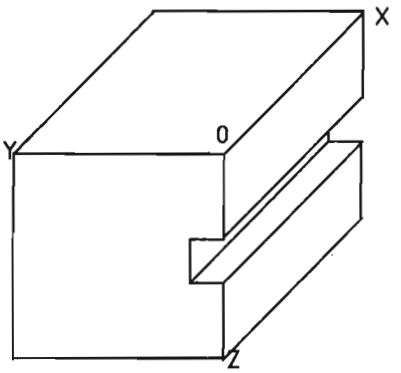
চিত্র নং- ২.১(ঘ) ঃ (বৃত্তের আইসোমেট্রিক প্রজেকশন)

২.২ অবলিক ভিউ অংকন করা ঃ



Axis arrangement of Oblique view

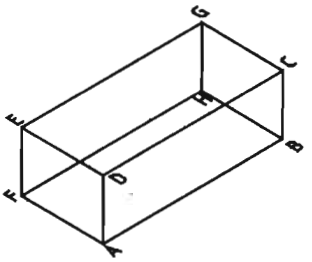
চিত্র নং- ২.২ ঃ (অবলিক দৃশ্য অংকনে অক্ষের অবস্থান)



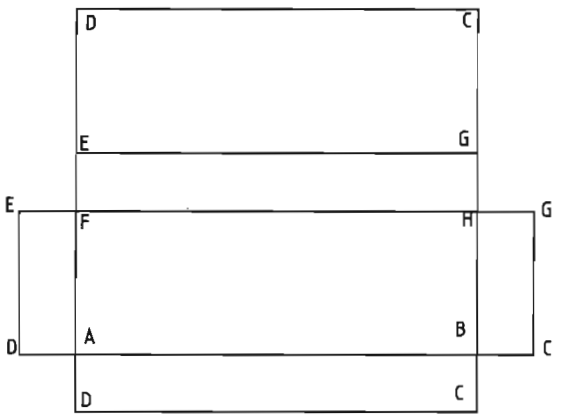
Oblique View

চিত্র নং- ২.২ (ক) ঃ (অবলিক দৃশ্য)

৩.১ ঘন বস্তুর বিকাশন করা ঃ



চিত্র নং- ৩.১ ঃ আয়তকার ঘন বস্তু



Development of Rectangular Solid

চিত্র নং- ৩.১ ঃ ঘন বস্তুর বিকাশন

৩.২ সিলিন্ডারের বিকাশন করা ঃ

চিত্রে নং-৩.২ এ একটি কর্তিত সিলিন্ডার তলের বিকাশন দেখানো হয়েছে।

এখন, একটি কর্তিত সিলিন্ডার তলের বিকাশনের জন্য গৃহীত ধাপগুলো অনুসরণ করতে হবে -

১। সিলিন্ডারের একটি ফার্স্ট অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন অংকন করতে হবে ।

২। টপ ভিউ-এর বৃত্তকে সমান কয়েক ভাগে ভাগ করতে হবে।

৩। বৃত্তের বিভাজন বিন্দু থেকে ফ্রন্ট ভিউ-এর উপরি মাথা পর্যন্ত প্রজেকশন লাইন টানতে হবে।

৪। সিলিন্ডার এর ভূমির পরিধি সমান দৈর্ঘ্য নিয়ে একটি আনুভূমিক রেখা 1-1 টানা লাগবে।

৫। সিলিন্ডার টপ ভিউ-এ বিভক্তকৃত অংশগুলোর জ্যা দূরত্ব নিয়ে আনুভূমিক রেখা 1-1 উপর একে একে স্থাপন করতে হবে। এভাবে স্থাপনকৃত বিন্দুগুলো থেকে সিলিন্ডারের উচ্চতার সমান দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট খাঁড়া বা উলম্ব রেখা টানতে হবে।

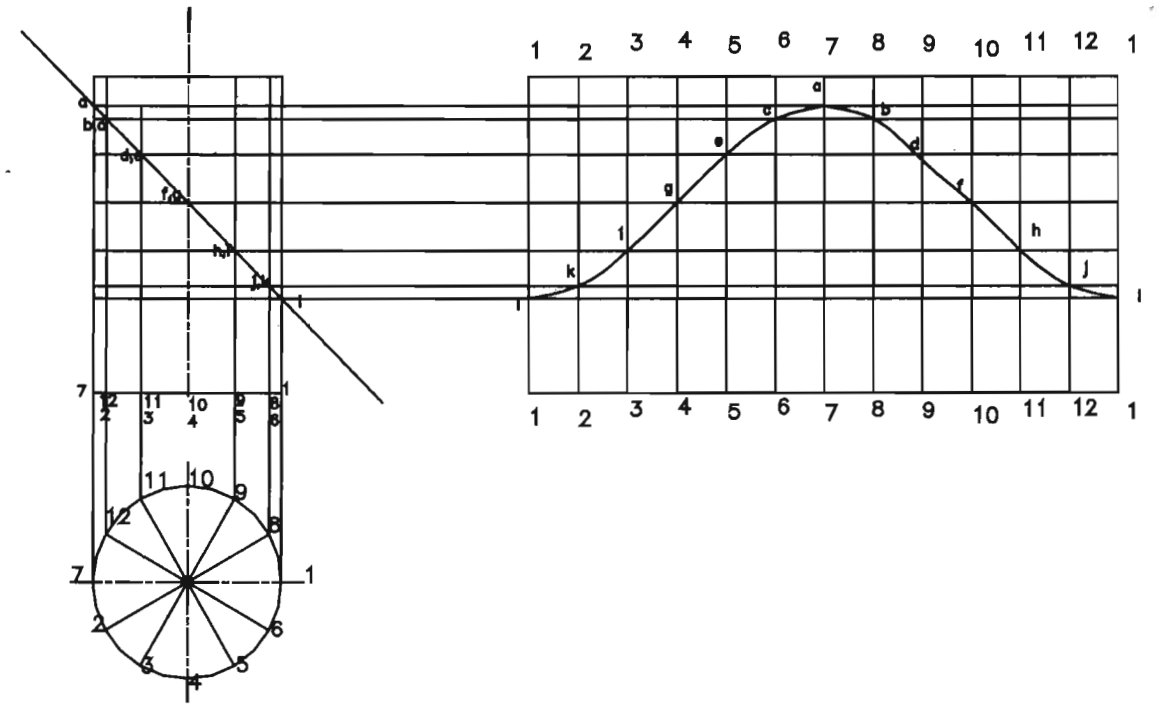
৬। খাঁড়া রেখাগুলোর উপরি মাথায় অনুভূমিক রেখার 1-1 সমান্তরাল আর একটি রেখা টানলে সিলিন্ডার তলের বিকাশন সম্পন্ন হবে। (৩.২ নং চিত্র)

৭। চিত্রে দেখা যায় যে, al তল দ্বারা সিলিন্ডারটি কর্তন করা হয়েছে। তলটি ফ্রন্ট ভিউ-এর প্রজেকশন লাইনগুলোকে যথাক্রমে a,bc,de,f g,hi,jk এবং l বিন্দুতে ছেদ করেছে।

৮। ফ্রন্ট ভিউ-এ কর্তিত অংশের প্রতিটি ছেদ বিন্দু থেকে পার্শ্ববর্তী সিলিন্ডারের বিকাশিত তল পর্যন্ত প্রজেকশন লাইন টানতে হবে।

৯। প্রজেকশন লাইনগুলো বিকাশিত তলের খাঁড়া লাইনগুলোকে যথাক্রমে a,b,c,d,e,f,g,h,I,j,k এবং l বিন্দুতে ছেদ করবে।

১০। প্রাপ্ত বিন্দুগুলো যোগ করলে চিত্র অনুযায়ী একটি বক্ররেখা তৈরি হবে। এভাবে কর্তিত সিলিন্ডার তলের বিকাশন সম্পন্ন হবে।



চিত্র নং-৩.২ ঃ (কর্তিত সিলিন্ডারের বিকাশন)

৩.৩ মোচক এর তল বিকাশন করা ঃ

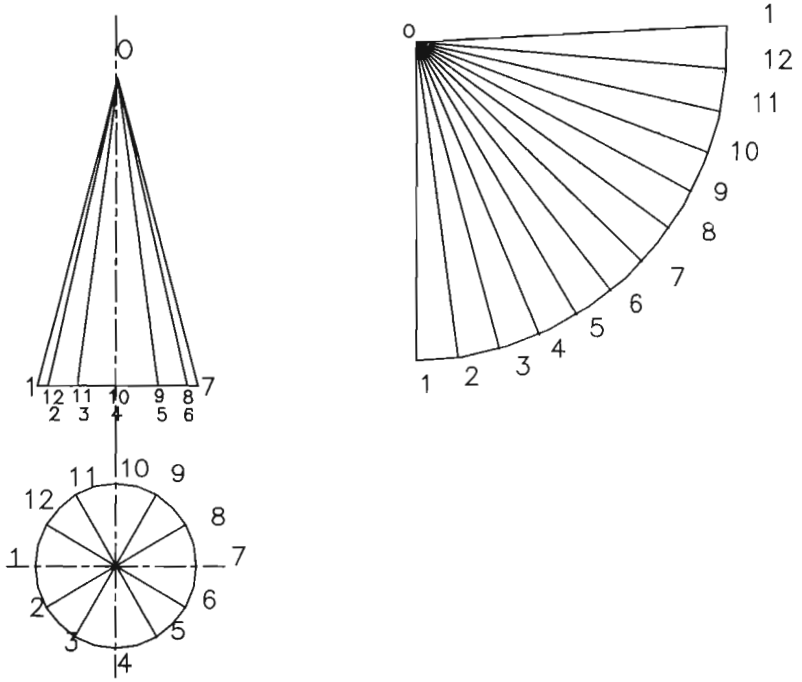
মোচকের তলের বিকাশনের জন্য গৃহীত ধাপগুলোর পর্যায়ক্রম নিচে দেখানো হয়েছে-

১। মোচকের একটি ফার্স্ট অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন অংকন করতে হবে। টপ ভিউ-এর বৃত্তকে সমান কয়েক ভাগে ভাগ করতে হবে।

২। চিত্র অনুযায়ী বৃত্তের বিভাজন বিন্দু থেকে ফ্রন্ট ভিউ-এর বেস লাইন পর্যন্ত প্রজেকশন লাইন টানতে হবে এবং বেস লাইনে প্রতিটি ছেদ বিন্দুকে শীর্ষ বিন্দু সাথে যোগ করতে হবে।

৩। মোচকের স্লান্ট হাইট বা পার্শ্বিক উচ্চতা 0-1 সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্তচাপ 1-1 অংকন করতে হবে।

৪। মোচকের টপ ভিউ-এ বিভক্তকৃত অংশগুলোর জ্যা দূরত্ব নিয়ে 1-1 বৃত্তচাপে একে একে স্থাপন করতে হবে । এভাবে স্থাপনকৃত বিন্দুগুলো 1-1 বৃত্তচাপের কেন্দ্র 'O' এর সাথে যোগ করলে মোচকের তলের বিকাশন সম্পন্ন হবে। (চিত্র নং-৩.৩)



চিত্র নং-৩.৩ ঃ (মোচকের বিকাশন)

এখন কর্তিত মোচক তলের বিকাশনের জন্য গৃহীত ধাপগুলো অনুসরণ করতে হবে -

১। মোচকের একটি ফার্স্ট অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন ভিউ অংকন করতে হবে। টপ ভিউ-এর বৃত্তকে সমান ১২ ভাগে ভাগ করতে হবে ।

২। চিত্র অনুযায়ী নিচে বৃত্তের বিভাজন বিন্দু থেকে ফ্রন্ট ভিউ-এর বেস লাইন পর্যন্ত প্রজেকশন লাইন টানতে হবে এবং বেস লাইনে প্রতিটি ছেদ বিন্দুকে শীর্ষ বিন্দু সাথে যোগ করতে হবে ।

৩। মোচকের স্লান্ট হাইট বা পার্শ্বিক উচ্চতা 0-1 সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্তচাপ 1-1 অংকন করতে হবে।

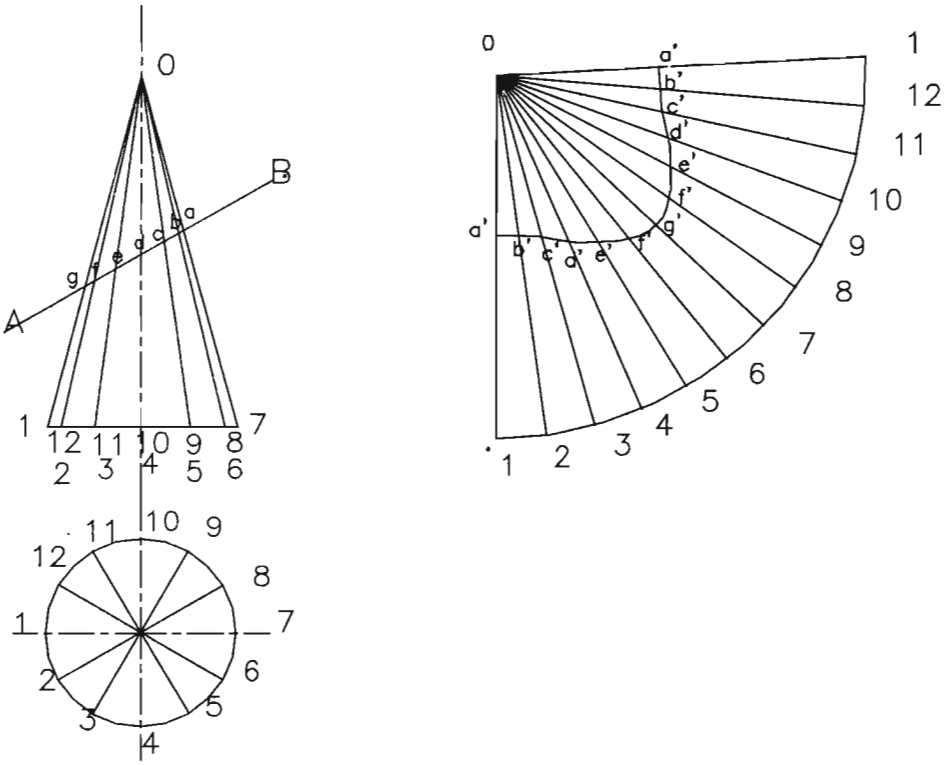
৪। মোচকের টপ ভিউ-এ বিভক্তকৃত অংশগুলোর জ্যা দূরত্ব নিয়ে 1-1 বৃত্তচাপে একে একে স্থাপন করতে হবে । এভাবে স্থাপনকৃত বিন্দুগুলো 1-1 বৃত্তচাপের কেন্দ্র 'o' এর সাথে যোগ করলে মোচকের তলের বিকাশন সম্পন্ন হবে। (চিত্র নং-৩.৪)

৫। চিত্রে দেখা যায় যে, AB তল দ্বারা মোচকটি কর্তন করা হয়েছে। তলটি ফ্রন্ট ভিউ-এর প্রজেকশন লাইনগুলোকে যথাক্রমে a,b,c,d,e,f এবং g বিন্দুতে ছেদ করেছে।

৬। কর্তিত অংশের সঠিক দৈর্ঘ্যের (True Length) জন্য প্রতিটি ছেদ বিন্দু থেকে পার্শ্বরেখা পর্যন্ত প্রজেকশন লাইন টানতে হবে।

৭। সঠিক দূরত্বগুলো যথাক্রমে 0-1,0-2, 0-3,0-4, 0-5,0-6, 0-7,0-8, 0-9,0-10, 0-11,0-12 এবং 01 লাইনে স্থাপন করতে হবে।

৮। প্রাপ্ত a', b', c', d', e', f', g' বিন্দুগুলো যোগ করলে চিত্র অনুযায়ী একটি বক্ররেখা তৈরি হবে। এভাবে কর্তিত মোচক তলের বিকাশন সম্পন্ন হবে।

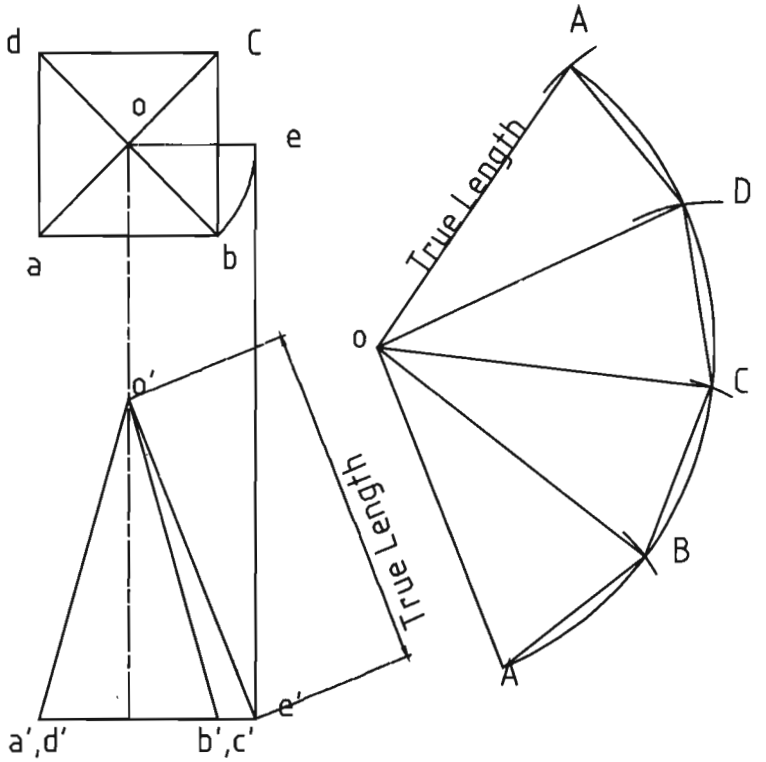


চিত্র নং-৩.৪ ঃ (কর্তিত মোচকের বিকাশন)

৩.৪ পিরামিডের তলের বিকাশন ।

পিরামিডের তলের বিকাশনের আগে পিরামিডের স্লান্ট এজের ট্রু লেন্থ বের করা প্রয়োজন। ৩.৭ নং চিত্রে ট্রু লেন্থ বের করার পদ্ধতি দেখানো হয়েছে। একটি স্কয়ার পিরামিড বিকাশনে নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করতে হবে।

- একটি স্কয়ার পিরামিডের প্লান abcd অংকন করতে হবে এবং এর bd ও ac কর্ণ যোগ করি যা o বিন্দুতে ছেদ করবে।
- এখন, পিরামিডের এলিভেশন বা ফ্রন্ট ভিউ o',a'd',b'c' অংকন করতে হবে ।
- True Length এর জন্য o কে কেন্দ্র করে ob সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে be চাপ অংকন করতে হবে এবং oe যোগ করতে হবে ।
- e বিন্দু থেকে একটি সরলরেখা ee' এলিভেশনের বেস পর্যন্ত বর্ধিত করতে হবে যা a'd',b'c' এর বর্ধিত অংশকে e' বিন্দুতে ছেদ করবে। o'e'যোগ করলে পিরামিডের ট্রু লেন্থ তৈরি হবে।
- o কে কেন্দ্র করে ট্রু লেন্থ সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে AA বৃত্তচাপ অংকন করতে হবে ।
- পিরামিডের ভূমি ab, bc, cd এবং da বাহুর দৈর্ঘ্য AA বৃত্তচাপ থেকে কেটে নিতে হবে।
- এখন, AB, BC, CD, DA, OA, OB, OC, OD এবং OA যোগ করলে স্কয়ার পিরামিডের তলের বিকাশনের কাজ শেষ হবে। (চিত্র নং-৩.৫)



চিত্র নং-৩.৫ ঃ (পিরামিডের বিকাশন)

৪.১ নাট অংকন করা ঃ

হেক্সাগোনাল নাটের অনুপাত নিচে দেওয়া হয়েছে। এই অনুপাত নিয়ে একটি নাটের প্লান, এলিভেশন এবং সাইড ভিউ অংকন করতে হবে।

ধরা যাক, নাটের মোটামুটি ব্যাস (Nominal Diameter) = D,

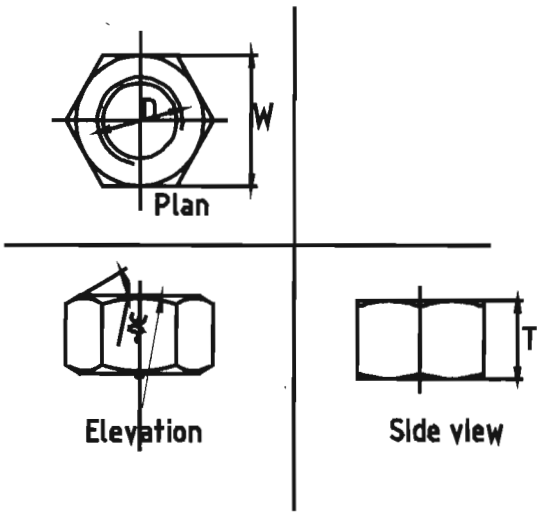
নাটের ফেস বরাবর চওড়া (Width across Flats), W = 1.5D + 1mm.

নাটের পুরত্ব বা Thickness of the nut, T = 0.8D

নাটের ভূমির সাথে চ্যাম্ফার কোণ বা Angle of chamfer = 30^0 to the base of the nut.

Radius of chamfer, R= 1.4D. The size across corner can be obtained by construction. For drawing purpose, it is taken as 2D.

- ড্রইং শীটের যে স্থানে নাটের প্লান, এলিভেশন এবং সাইড ভিউ অংকন করতে ইচ্ছুক সেই স্থানটি বেছে নিতে হবে।
- ড্রইং শীটে স্থান সঙ্কুলানের জন্য মানান সই স্কেল বেছে নিতে হবে।
- প্লান বা টপ ভিউ আঁকতে ক্রস সেন্টার লাইন টানতে হবে। (চিত্র নং-৪.১)
- নাটের ফ্লাট বরাবর চওড়া মাপটি সেন্টার লাইনের দু'পাশে বসাতে হবে এবং দু'টি সরলরেখা টানতে হবে।
- প্লানে সেন্টার লাইনের ছেদ বিন্দুকে কেন্দ্র করে এমন একটি বৃত্ত অংকন করতে হবে যাতে সরলরেখা দু'টি বৃত্তের সাথে স্পর্শক হয়।
- বৃত্তের সাথে স্পর্শক করে অন্য বাহুগুলো অংকন করতে হবে।
- নাটের হোল এবং থ্রেডের জন্য চিত্রানুযায়ী দু'টি বৃত্ত অংকন করতে হবে ।
- এলিভেশনের জন্য নাটের প্লান ভিউ থেকে প্রয়োজনীয় প্রজেকশন লাইন টানতে হবে।
- এখন, নাটের পুরত্ব দিয়ে নাটের এলিভেশন অংকন করতে হবে । চ্যাম্ফার আর্কের ব্যাসার্ধগুলো এলিভেশন এবং সাইড ভিউ-এ স্থাপন করতে হবে ।
- এখন, সাইড ভিউটি অংকন করে এবং অন্যান্য কাজ শেষে বাড়তি অংশ মুছে ফেলতে হবে।
- এভাবে হেক্সাগোনাল নাটের অংকনের কাজ শেষ হবে।



চিত্র নং-৪.১ ঃ (নাটের প্লান, এলিভেশন এবং সাইড ভিউ)

৪.২ বোল্ট অংকন কর ।

ধরা যাক, বোল্টের নমিনাল ডায়ামিটার বা মোটামুটি ব্যাস = D হলে,

Width across Flat, W = 1.5D+1 mm. (৪.২ নং চিত্র)

Thickness of Head, T = 0.7D,

Angle of Chamfer = 30^0 to the base of the head,

Radius of chamfer arc = 1.4D,

Length of the bolt = 3D to 20D,

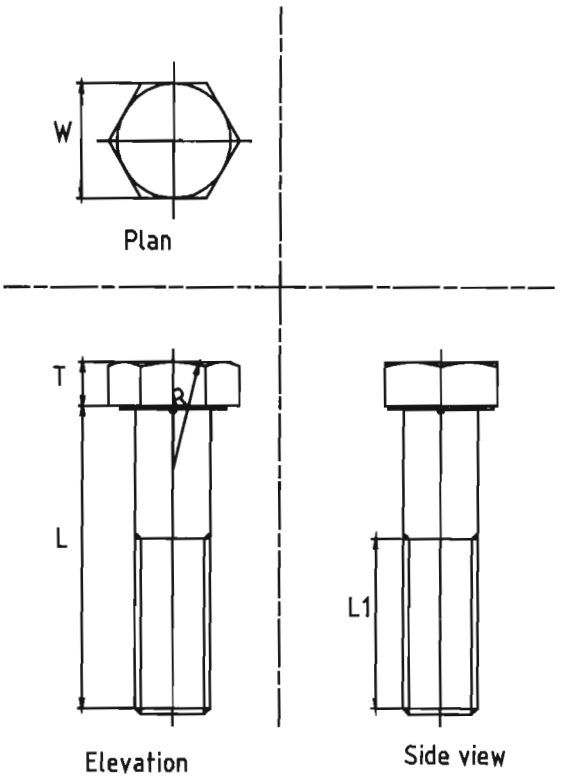
Length of threaded portion, L_1 =2D+5mm up to 80 mm diameter,

or L_1 = 2d+10 mm up to 81 - 200 mm diameter

or. L_1 = 2d+20 mm above 200 mm diameter

অংকন পদ্ধতি-

- ড্রইং শীটের যে স্থানে বোল্টের প্লান, এলিভেশন এবং সাইড ভিউ অংকন করতে ইচ্ছুক সেই স্থানটি বেছে নিতে হবে।
- ড্রইং শীটে স্থান সঙ্কুলানের জন্য মানান সই স্কেল বেছে নিতে হবে।
- প্লান বা টপ ভিউ আঁকতে ক্রস সেন্টার লাইন টানতে হবে। (চিত্র নং-৪.২)
- বোল্ট হেডের ফ্লাট বরাবর চওড়ার মাপটি সেন্টার লাইনের দুপাশে বসাতে হবে এবং দুটি সরলরেখা টানতে হবে।
- সেন্টার লাইনের ছেদ বিন্দুকে কেন্দ্র করে এমন একটি বৃত্ত অংকন করতে হবে যাতে সরলরেখা দুটি বৃত্তের সাথে স্পর্শক হয়।



- বৃত্তের সাথে স্পর্শক করে অন্য বাহুগুলো অংকন করতে হবে।
- এলিভেশনের জন্য বোল্টের প্লান ভিউ থেকে প্রয়োজনীয় সংখ্যক প্রজেকশন লাইন টেনে অক্ষের দু পাশে নমিনাল ব্যাসের মাপ স্থাপন করতে হবে।
- এখন, হেডের পুরত্ব দিয়ে হেডটি অংকন করতে হবে। চ্যাম্ফার আর্কের ব্যাসার্ধগুলো হেডে সঠিকভাবে স্থাপনপূর্বক হেডটি সঠিকভাবে গঠন করতে হবে ।
- হেডের তলদেশ থেকে বোল্টের দৈর্ঘ্যের মাপটি স্থাপন করতে হবে এবং সেই সাথে থ্রেডের দৈর্ঘ্যের মাপ বরাবর থ্রেড চিহ্ন সম্বলিত রেখা স্থাপন করতে হবে ।
- এখন, সাইড ভিউ অংকন করে এবং অন্যান্য কাজ শেষে বাড়তি অংশ মুছে ফেলতে হবে।
- এভাবে হেক্সাগোনাল বোল্ট অংকনের কাজ শেষ হবে।

৪.৩ স্কয়ার হেডেড বোল্ট অংকন করা ঃ

স্কয়ার হেডেড বোল্টের অনুপাত (Proportion of the square headed bolt) t

ধরা যাক, বোল্টের নমিনাল ডায়ামিটার বা মোটামুটি ব্যাস = D হলে,

Width across Flat, W = 1.5D+1 mm.

Thickness of Head, T = 0.7D,

Angle of Chamfer = 30^0 to the base of the head,

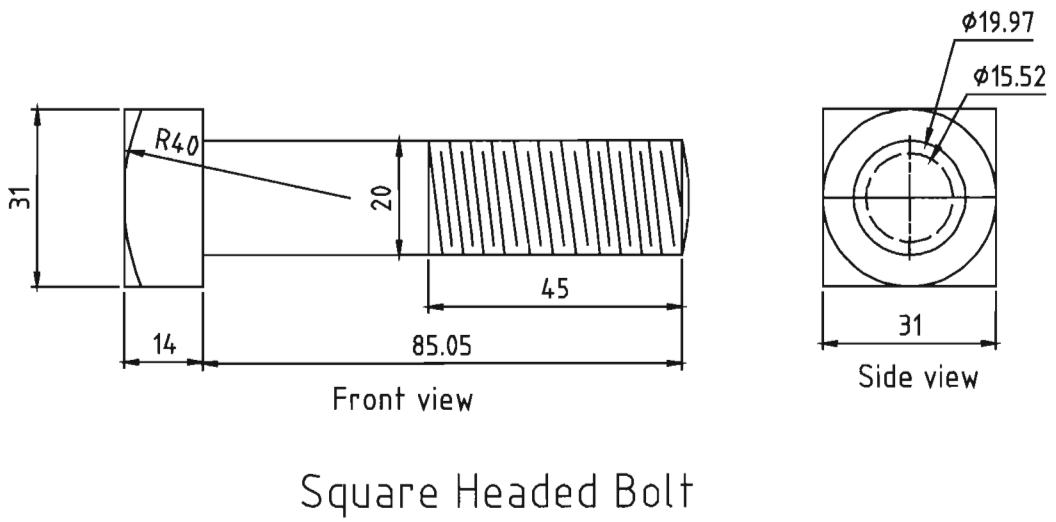
Radius of chamfer arc = 2D,

Length of the bolt = 3D to 20D,

Length of threaded portion, L_1 =2D+5mm up to 80 mm diameter,

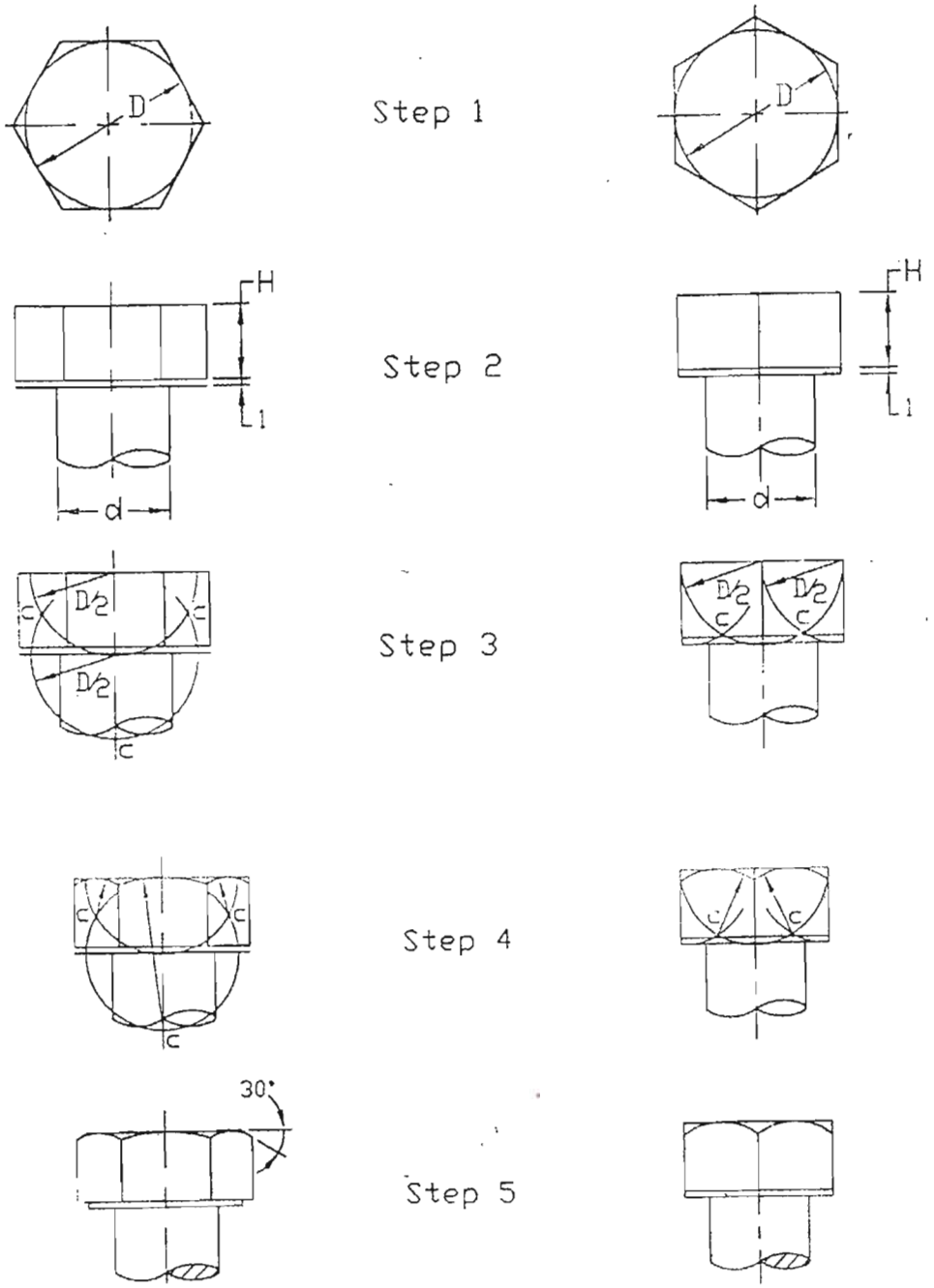
or L_1 = 2d+10 mm up to 81 - 200 mm diameter, where d= root dia. of thread.

or. L_1 = 2d+20 mm above 200 mm diameter.



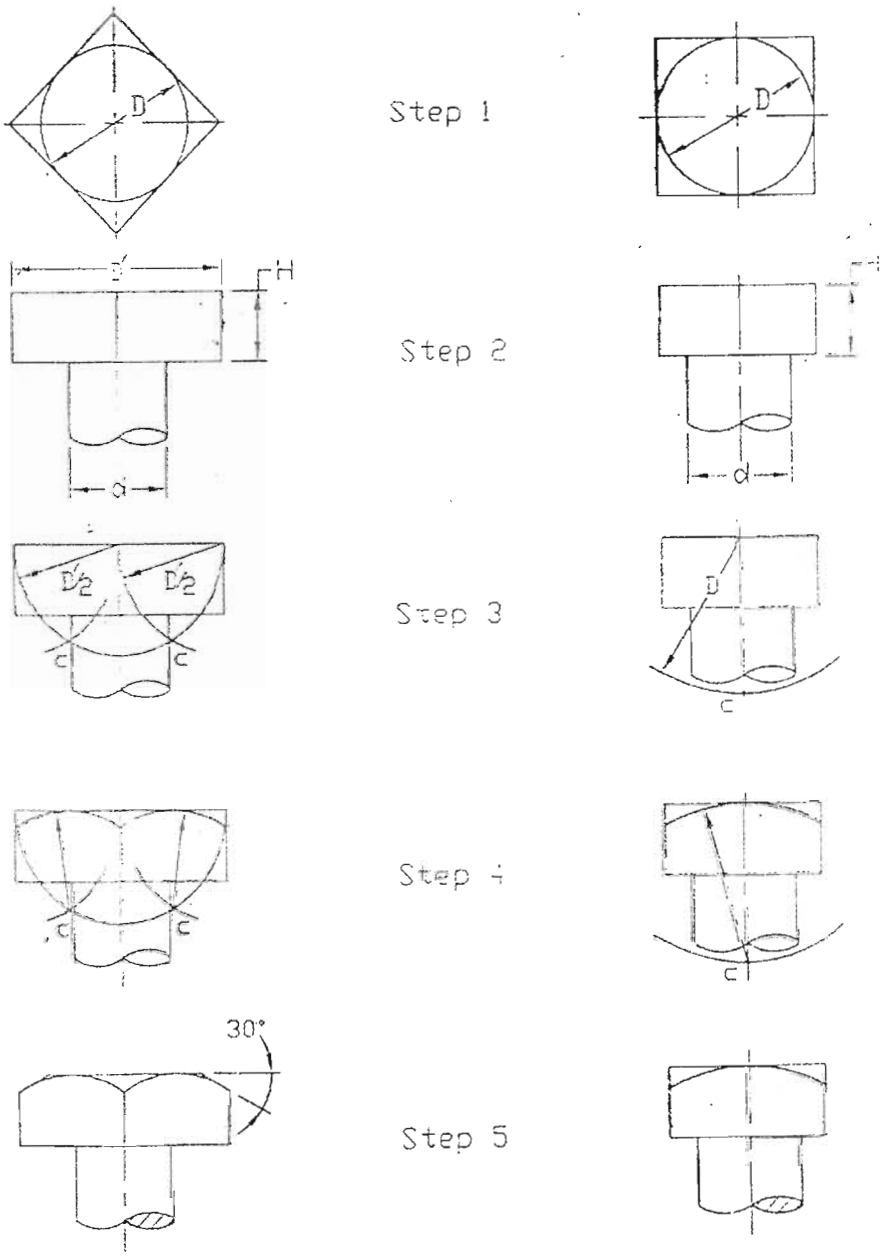
চিত্র নং-৪.৩ ঃ স্কয়ার হেডেড বোল্টের বিভিন্ন অংশের অনুপাতে বোল্ট অংকন

৪.৪ নিচের ধাপ অনুসরন করে হেক্সাগোনাল বোল্টের হেড অংকন করা ঃ



চিত্র নং-৪.৩ (ক) ঃ হেক্সাগোনাল বোল্টের হেড অংকনের ধাপসমূহ

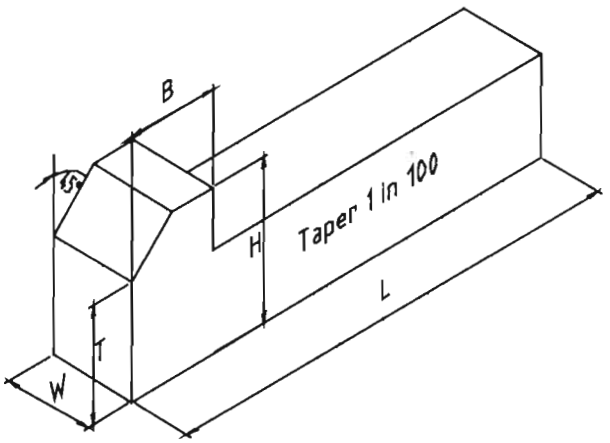
৪.৫ নিচের ধাপ অনুসরন করে স্কয়ার বোল্টের হেড অংকন করা ঃ



চিত্র নং-৪.৩ (ক) ঃ স্কয়ার বোল্টের হেড অংকনের ধাপসমূহ

৪.৬ চাবি ও চাবির ঘাট অংকন করা ঃ

শ্যাফটের ব্যাসের উপর ভিত্তি করে চাবির অনুপাত নির্ধারিত হয়। নিচে চিত্রে জিব হেড কী-এর একটি পিকটোরিয়েল ভিউ দেখানো হয়েছে, এর সাথে জিব হেডেড কী-এর বিভিন্ন অনুপাত থেকে এর থার্ড অ্যাঙ্গেল প্রজেকশন অংকন করা।



চিত্র নং-৪.৪ ঃ (গিব হেডেড কী -এর পিকটোরিয়েল ভিউ)

৪.৬.১ জিব হেড কী–এর বিভিন্ন অনুপাত (Proportion of Gib Head Key) :

শ্যাফটের ব্যাস (Diameter of the Shaft) = D

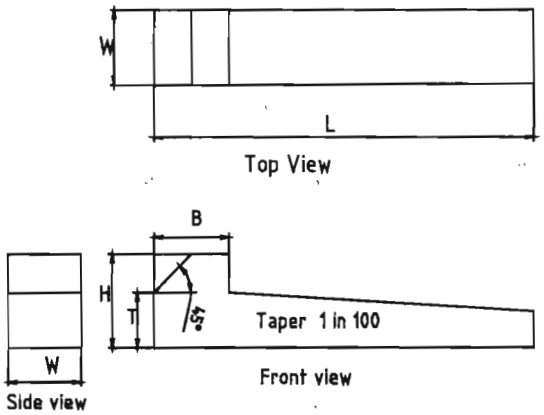
কী -এর প্রস্থ (Width of Key) W = 0.25D

কী -এর পুরত্ব (Thickness of Key), T = 0.66W

হেডের মোট পুরত্ব (Overall thickness of the Head), H = 1.75T

হেডের চওড়া (Breadth of the Head), B = 1.5T

কী- এর দৈর্ঘ্য (Length of Key), L = D to 1.5D.

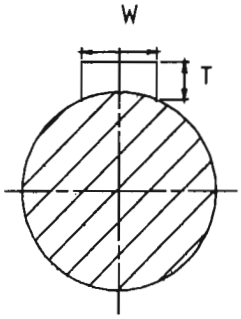


চিত্র নং-৪.৫ ঃ (গিব হেড কী এর প্লান, এলিভেশন এবং সাইড ভিউ)

৪.৬.২ স্যাডেল কী ঃ স্যাডেল কী নাম থেকে বুঝা যায় যে, এর অবস্থান হবে শ্যাফটের উপর। কম পরিমাণ পাওয়ার ট্রান্সমিশনের ক্ষেত্রে এ ধরনের কী ব্যবহার করা হয়। স্যাডেল কী দুপ্রকার । যথা-

(১) হলো স্যাডেল কী এবং (২) ফ্লাট স্যাডেল কী।

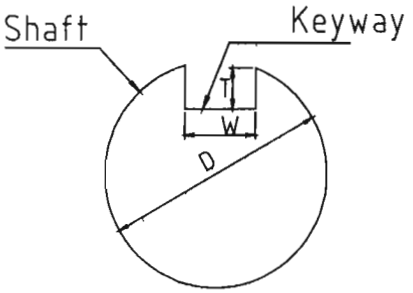
ফ্লাট স্যাডেল কী-এর একটি ফ্রন্ট ভিউ দেখান হয়েছে। যার চওড়া =W=0.33D, L = D to 1.5D এবং পুরুত্ব = T= 0.11D, যখন, D= Shaft diameter



W = 0.33 D
T = 0.11D, when D is the shaft dia.

Flat Saddle Key

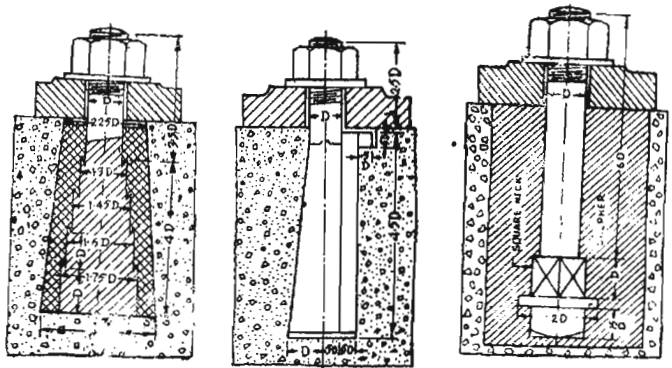
চিত্র নং-৪.৬ ঃ (ফ্লাট ও হলো স্যাডেল কী)

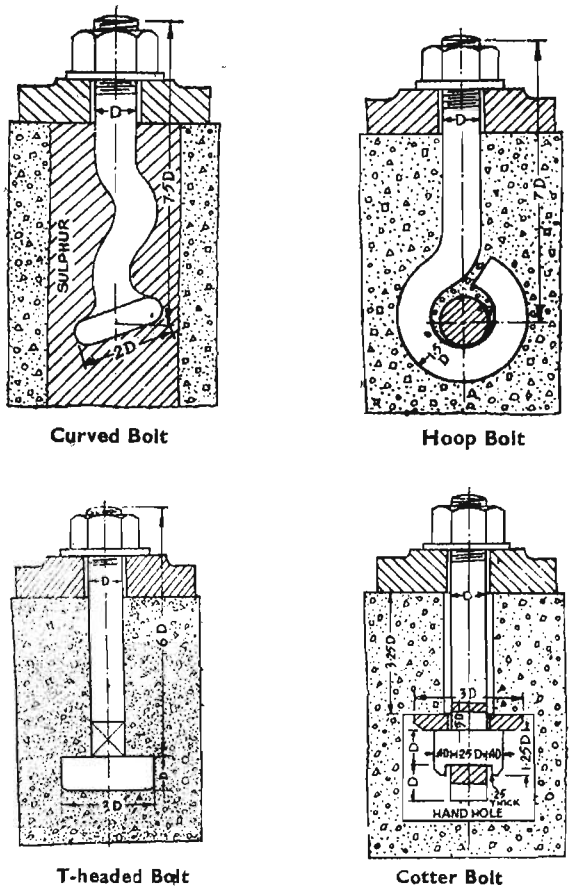


W=0.33D
T= 0.11D when, D = Shaft dia.

চিত্র নং-৪.৭ ঃ (কীওয়ে)

৪.৬.৩ নিচে চিত্র বিভিন্ন দেখে বিভিন্ন প্রকার ফাউন্ডেসন বোল্ট অংকন করা ঃ

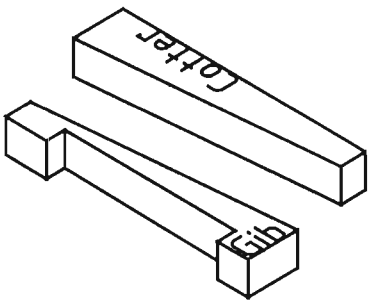




চিত্র নং-৪.৭ ঃ ফাউন্ডেশন বোল্ট

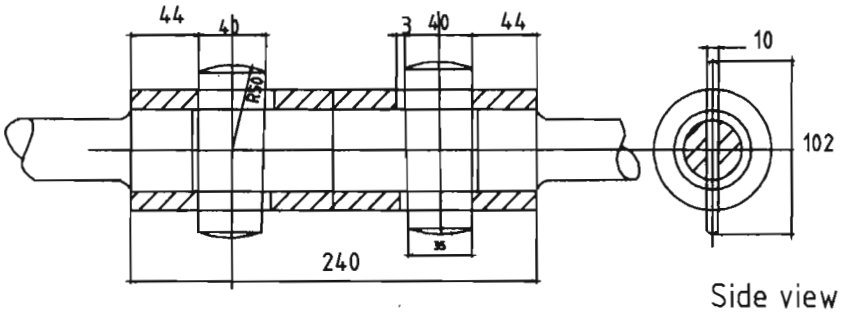
৪.৭ পিন ও কটার অংকন করা ঃ

কটার এক প্রকার চেপ্টা (Flat) কোণাকৃতি ধাতুখন্ড (wedge shaped piece)। একে আড়াআড়ি কর্তন করলে আয়তকার সেকশন দেখা যাবে। সকল স্থানে এর পুরুত্ব সমান কিন্তু পুরো দৈর্ঘ্যের বরাবর চওড়া দিকে ট্যাপার করা । ট্যাপরের পরিমাণ সাধারণতঃ ১: ৪৮ থেকে ১:৩৩ পর্যন্ত হয় থাকে। কটারের প্রান্ত ভাগ কিছুটা গোলাকৃতি। কটার সব সময় রড বা বারের অক্ষের সাথে সমকোণে ঢোকানো হয়। কটারের পুরত্ব শ্যাফট ডায়ামিটারের ২৫% এবং চওড়া পুরুত্বের ৫গুণ হয়ে থাকে।

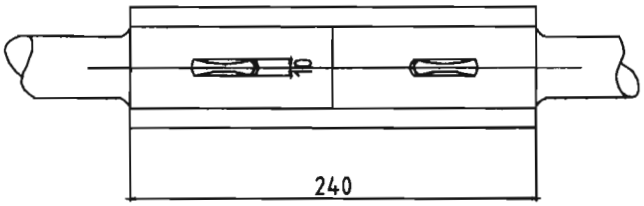


চিত্র নং-৪.৮ ঃ (গিব এবং কটার)

৪.৮ স্লিভ ও কটার অংকন করা ঃ



Sectional Elevation

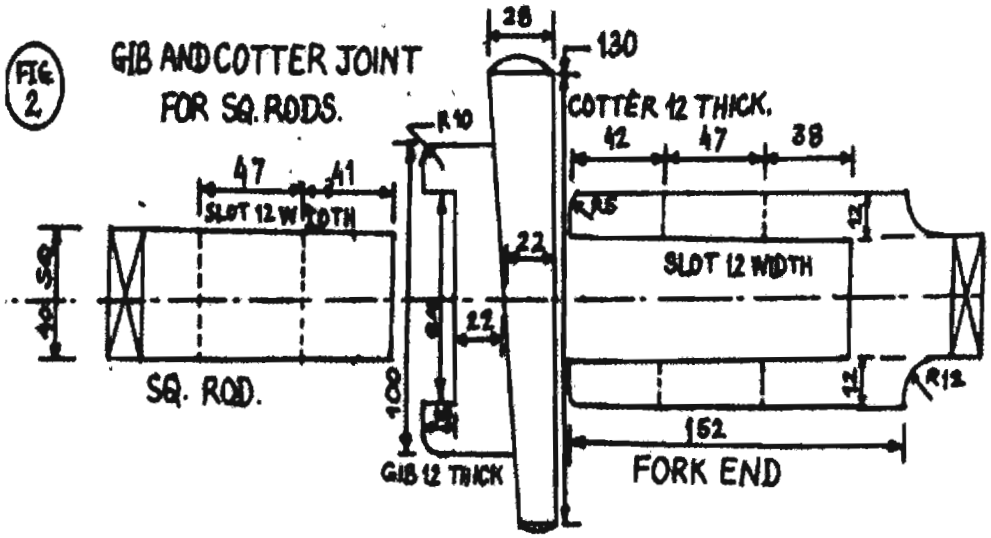


Plan or Top view

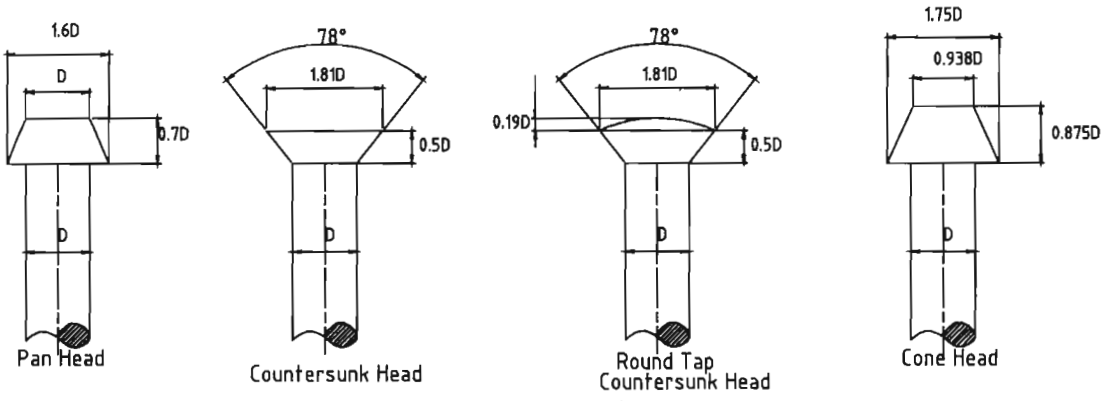
Sleeve and Cotter Joint

চিত্র নং-৪.১০ ঃ (স্লিভ এবং কটার জয়েন্ট)

৪.৯ জিব ও কটার জয়েন্ট অংকন করা ঃ

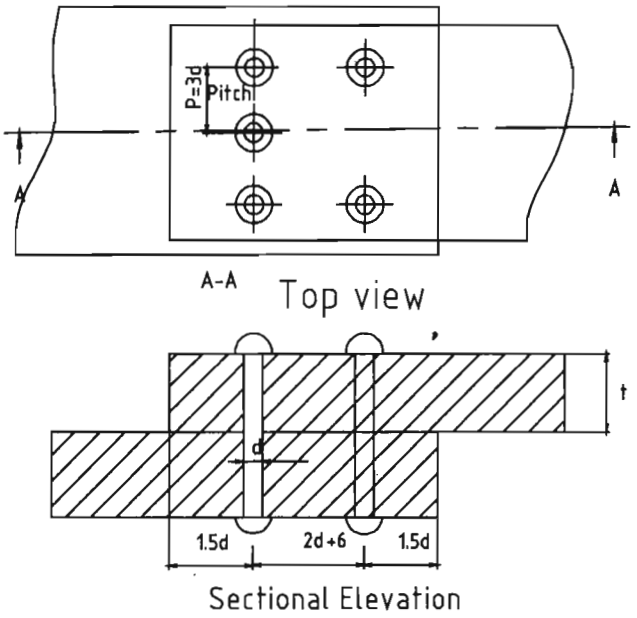


৪.১০ নিচে চিত্র দেখে বিভিন্ন প্রকার রিভেট অংকন করা ঃ

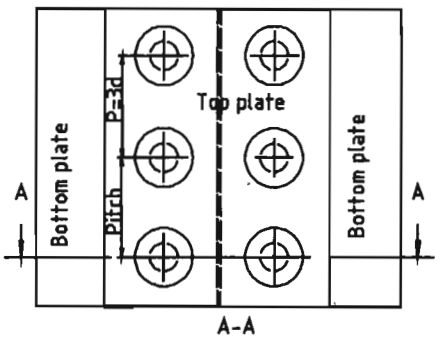


চিত্র নং-৪.১২ ঃ (রিভেট হেড অংকন)

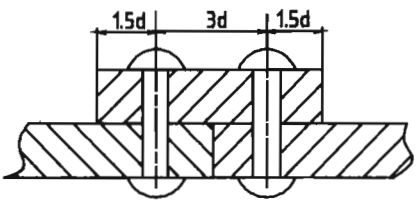
৫.১ ল্যাপ ও বাট জয়েন্ট গুলোর টপভিউ ও সেকশনাল দৃশ্য অংকন করা ঃ



Double Riveted Lap Joint



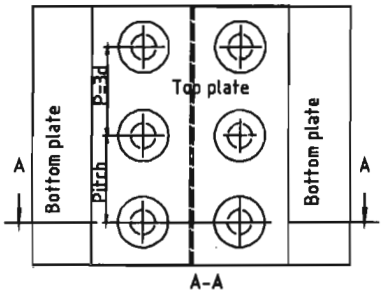
Top view



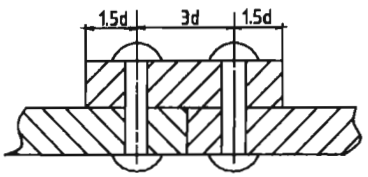
Sectional Elevation
of Single rivetted Single cover Butt Joint

চিত্র নং-৫.১ ঃ (সিঙ্গেল রিভেটেড ল্যাপ ও বাট জয়েন্ট)

৫.৩ বাট জয়েন্ট (Butt Joint) t ৫.২ এবং ৫.৩নং চিত্রে একটি বাট জয়েন্ট দেখানো হল ঃ

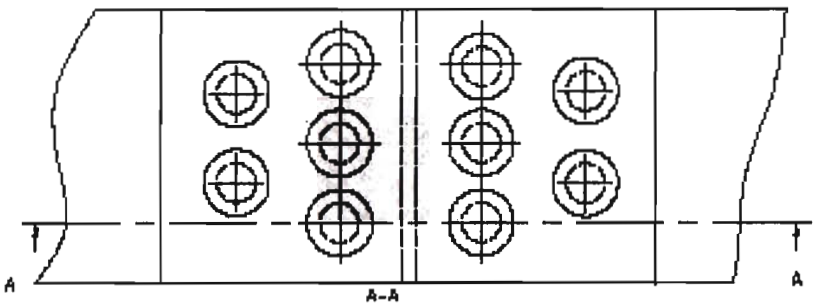


Top view

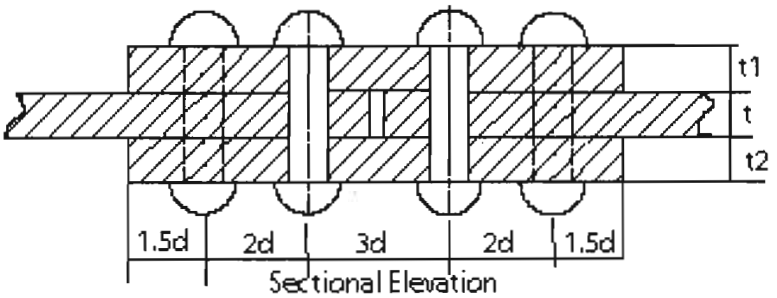


Sectional Elevation
of Single rivetted Single cover Butt Joint

চিত্র নং-৫.২ (সিঙ্গেল রিভেটেড বাট জয়েন্ট)



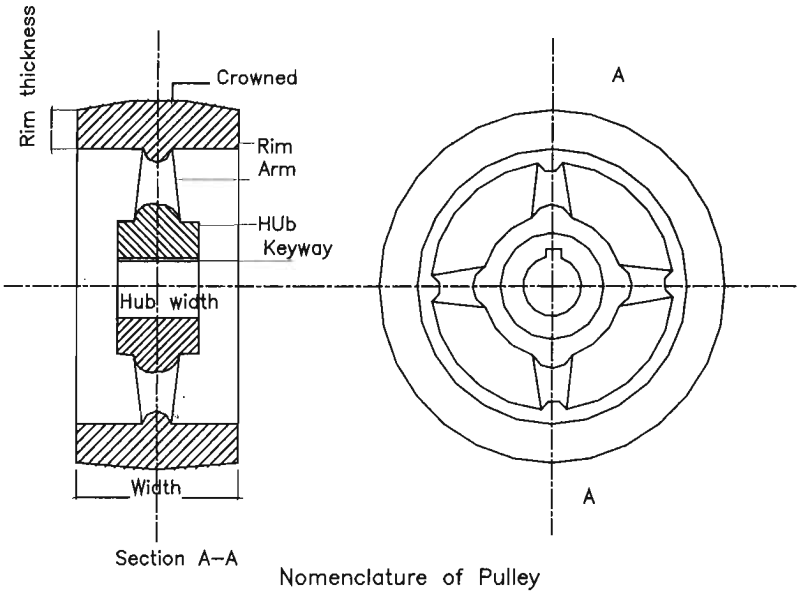
Top view



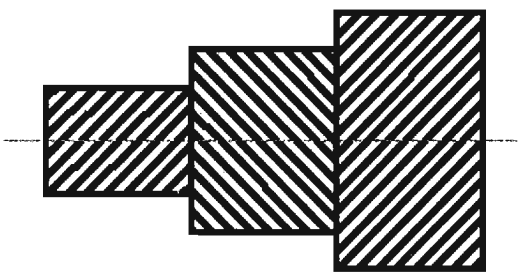
Sectional Elevation

চিত্র নং-৫.৩ (ডাবল রিভেটেড ডাবল স্ট্রাপ বাট জয়েন্ট)

৬.১ সলিড পুলি এবং ষ্টেপড্ পুলির সেকশনাল ও সাইড ভিউ অংকন ঃ



চিত্র নং-৬.১ (সলিড পুলি)

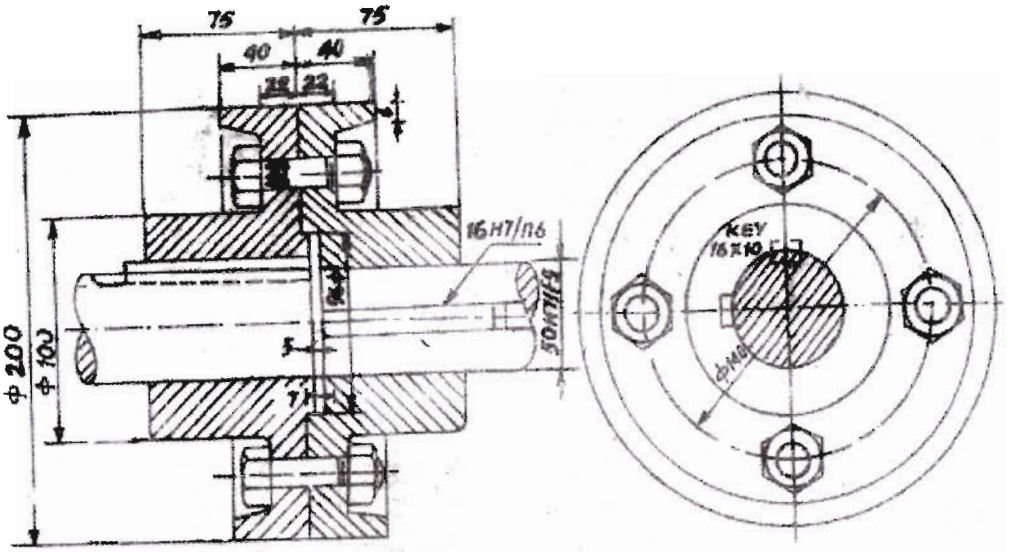


চিত্র নং-৬.২ ঃ স্টেপ পুলি ফর ফ্লাট বেল্ট

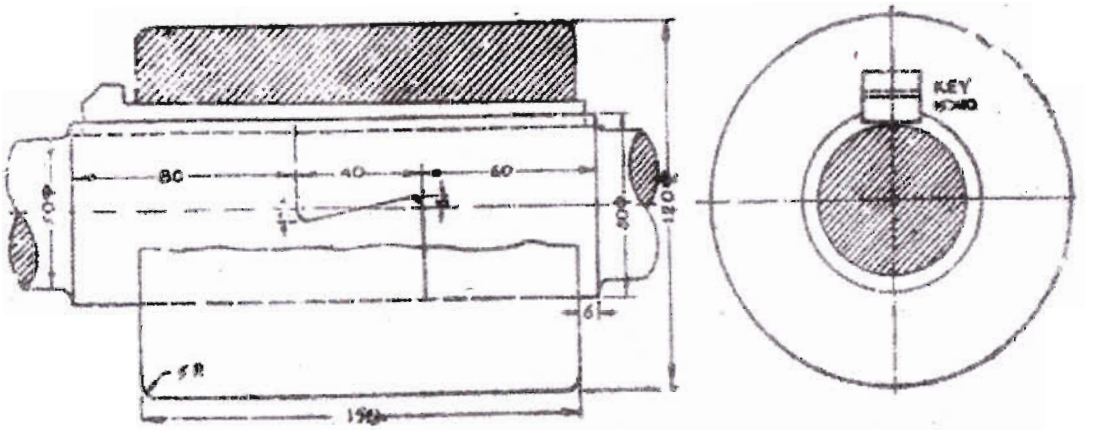
৬.২ মাফ কাপলিং এবং ফ্লেঞ্জ কাপলিং অংকন করা ঃ

শ্যাফট কাপলিং ঃ শ্যাফটের দৈর্ঘ্য বাড়ানোর জন্য দুই বা ততোধিক শ্যাফটকে জোড়া দেয়ার নাম শ্যাফট কাপলিং।

নিচের চিত্র অনুযায়ী কাপলিংগুলো অংকন ঃ



চিত্র নং-৬.৩ ঃ Flange Coupling



চিত্র নং-৬. Muff Coupling

যে সব শ্যাফট এর অবস্থান এক রেখায় অবস্থিত নয়, ঐ সকল শ্যাফট সংযোগের জন্য নন- রিজিড কাপলিং বা ফ্লেক্সিবল কাপলিং ব্যবহার করা হয়। এ ধরনের কাপলিং-এ এক শ্যাফটের কম্পন অন্য শ্যাফটে যেতে বাধা দেয়। এ ধরনের কাপলিং এর মধ্যে উল্লেখ যোগ্য হল-

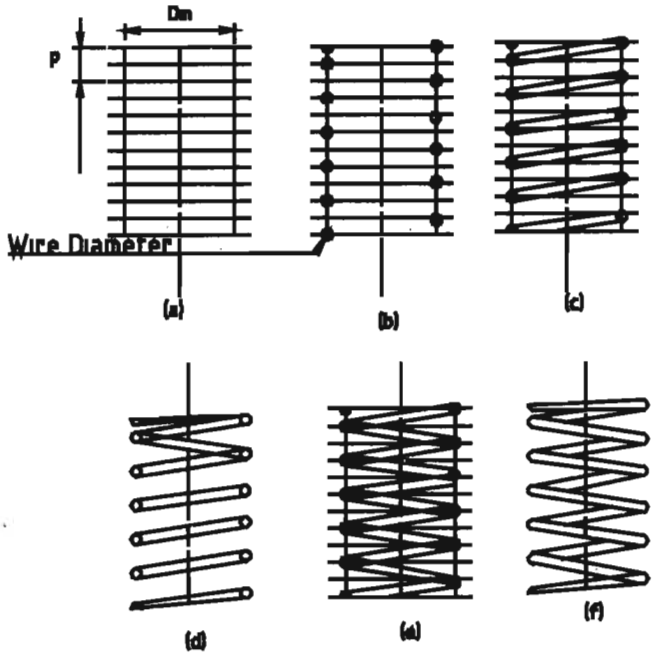
(১) পিন টাইপ ফ্লেক্সিবল কাপলিং (Pin Type Flexible Coupling)

(২) ইউনিভার্সেল কাপলিং (Universal Coupling)

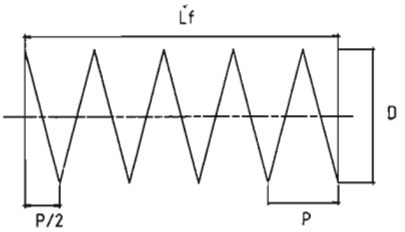
(৩) ওল্ডহামস্ কাপলিং (Oldham's Coupling) ইত্যাদি।

৬.৩ বিভিন্ন প্রকার স্প্রিং অংকন করা ঃ

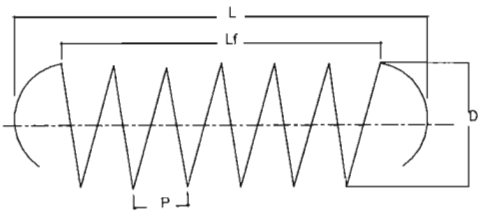
একটি হেলিক্যাল স্প্রিং অংকনের ধাপ সমূহ ৬.৫ নং চিত্রে দেখান হয়েছে-



চিত্র নং-৬.৫ ঃ হেলিক্যাল স্প্রিং অংকনের ধাপ সমূহ



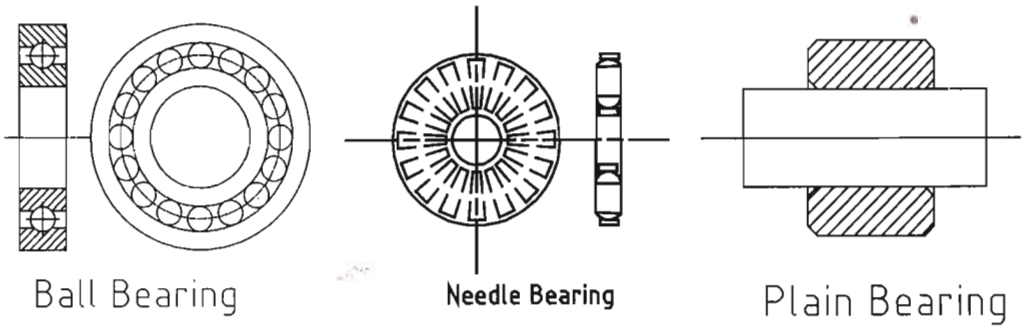
Schematic diagram of Helical Compression Spring



Schematic drawing of Helical Extehsion Spring

চিত্র নং-৬.৬ ঃ স্কেমেটিক ডায়াগ্রাম অব হেলিক্যাল কম্পেসন্ন এবং টেনসন স্প্রিং

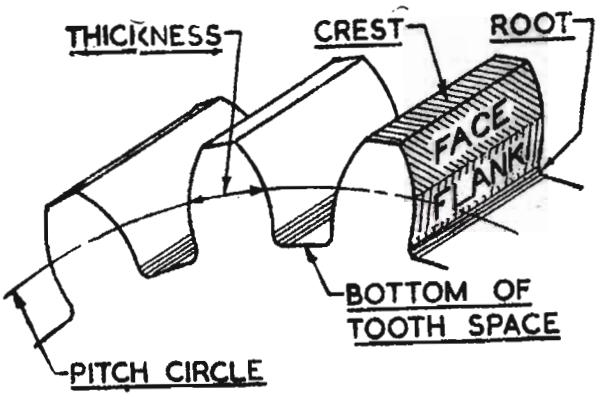
৭.১ বিভিন্ন প্রকার বিয়ারিং অংকন ঃ

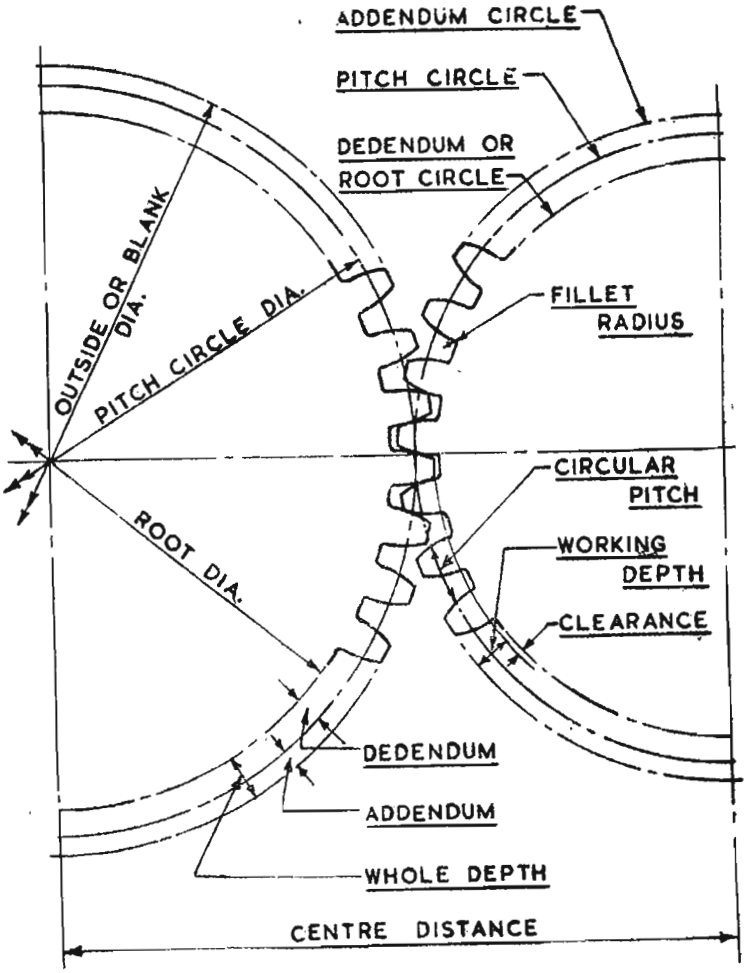


চিত্র নং-৭.১ ঃ বিভিন্ন প্রকার বিয়ারিং

৮.১ গিয়ার অংকনের দক্ষতা অর্জনের জন্য নিচের চিত্রের মত গিয়ার অংকন করা ঃ

একটি স্পার গিয়ারের বিভিন্ন অংশের নামকরণ ৮.১ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে -





চিত্র নং-৮.১ ঃ নমেনক্লেচার অব স্পার গিয়ার

৮.২ মিলিত অবস্থায় ভিন্ন মডিউল এর দুইট স্পার গিয়ার অংকন ঃ

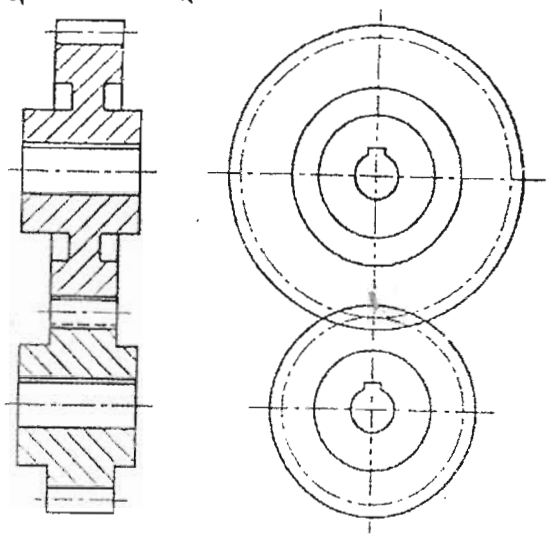


Figure 7.43: Engagement of Spur Gear

চিত্র নং-৮.২ ঃ দুটি স্পার গিয়ারসংযুক্ত অবস্থায়

৮.৩ Drawing a Gear :

১৬ ডাইমেট্রাল পিচ, ২০টি দাঁত বিশিষ্ট্য, ১৪.৫ প্রেসার অ্যাঙ্গেলর একটি ইনভ্যলুট স্পার গিয়ার অংকনের হিসাব নিচে দেওয়া হল। কম্পিউটারের সাহায্য নিয়ে এবং নিচের নির্দেশনা অনুযায়ী গিয়ারটি অংকন করা যায়।

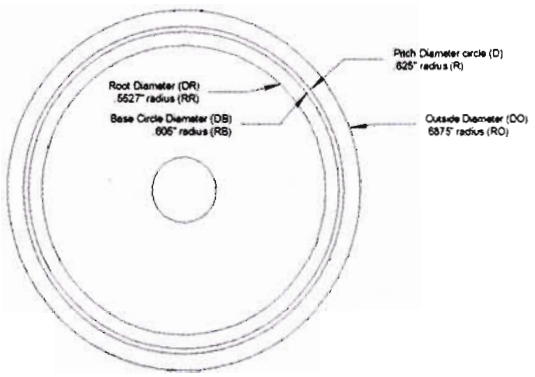
16 Diametral Pitch (P), 20 Tooth (N), $14\frac{1^{\circ}}{2}$ Degree Pressure Angle (PA) involute spur gear

- The Pitch Diameter (D) = N/P = 20/16 = 1.25"
- The Pitch Radius (R) = D/2 = .625"
- The Base Circle Diameter (DB) = D x COS (PA) = 1.25 x COS (14.5 deg) = 1.210"
- The Base Circle Radius (RB) = DB/2 = .605"
- The Addendum (a) = 1/P = 1/16 = .0625
- The Dedendum (d) = 1.157/P = 1.157/16 = .0723" (rounding off at .0001")
- Outside Diameter (DO) = D+2xa = 1.375"
- Outside Radius (RO) = .625" (R) + .0625" (a) = .6875"
- Root Diameter (DR) = D-2xb = 1.1054"
- Root Radius (RR) = .625" (R) - .0723" (b) = .5527"

For our method we need to compute the following as well:

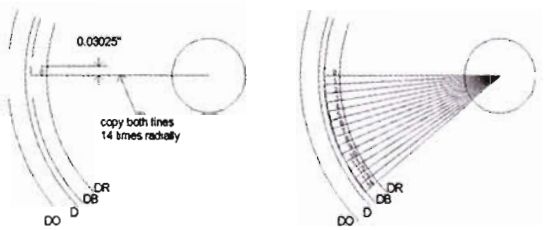
1. Circumference of the Base circle, (CB) = Pi x (DB) = Pi x 1.210" = 3.8013"
2. 1/20th of the Base Circle Radius, (FCB) = .03025"
3. Number of times that FCB can be divided into CB, (NCB) = 125.6628
4. 360 degrees divided by NCB, (ACB) = 2.86 degrees
5. Gear Tooth Spacing (GT) = 360/T = 18 degrees
6. The 1/20th of the Base Circle Radius (FCB) is an arbitrary division, which yields a very close approximation; you can use whatever fraction you think will yield a good result. Now we have all our pertinent data, let's get drawing!

ক্যাড প্রোগ্রামে একটি নতুন ফাইল ওপেন করতে হবে। UCS কে নতুন অবস্থানে নিয়ে আসতে হবে যার স্থানাংক (০,০) থাকবে। এখন, (০,০) কে কেন্দ্র করে রুট ডায়ামিটার, বেস সার্কেল ডায়ামিটার, পিচ সার্কেল ডায়ামিটার, আউট সাইড সার্কেল ডায়ামিটার এবং গিয়ার বোরের এর জন্য যথাক্রমে ০.৫৫২৭ ইঞ্চি, ০.৬০৫ ইঞ্চি, ০.৬২৫ ইঞ্চি, ০.৬৮৭৫ ইঞ্চি এবং ০.২৫ ইঞ্চি ব্যাসার্ধ নিয়ে এক কেন্দ্রিক ৫টি বৃত্ত অংকন করতে হবে।



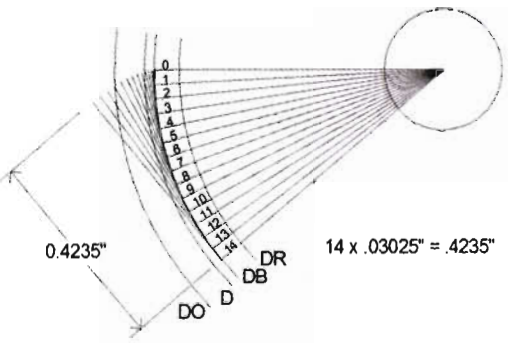
(১) বৃত্তের কেন্দ্র থেকে ০,বা ৯০,বা ১৮০ বা ২৭০ ডিগ্রীতে একটি লম্ব টানতে হবে। এখানে ২৭০ ডিগ্রীতে লম্ব টানা হল।

(২) বেস সার্কেল রেডিয়াসের ২০ ভাগের ১ ভাগ পরিমাণ(FCB = .03025") লম্বা নিয়ে লাইনের প্রান্তভাগে একটি লম্ব টানতে হবে। এই লাইনটি বেস সার্কেলের স্পর্শক হল যা দেখতে খুব ছোট। ভালভাবে দেখতে হলে জুম করতে হবে।

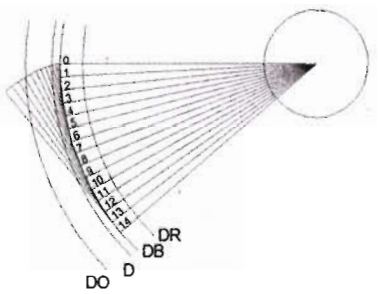


(৩) বৃত্তকে কেন্দ্র করে পরিধি বরাবর ঐ দুটি লাইনের ১৪টি কপি ২.৮৬ ডিগ্রী অন্তর স্থাপন করতে হবে। ফলে মোট ১৫ জোড়া লাইন পাওয়া যাবে। লাইন সেটগুলো ০-১৪ নাম্বর দিয়ে চিহ্নিত করতে হবে।

(৪) লাইন দ্বারা ছেদিত বেস সার্কেলের প্রতিটি বিন্দু থেকে এক একটি স্পর্শক টানতে হবে এবং এই স্পর্শকগুলোর লম্বা হবে যথাক্রমে (0 x FCB, 1 x FCB, 2 x FCB...14 x FCB)। এই স্পর্শকগুলো টানার জুম করে নিতে হবে। ড্রইং থেকে দেখা যায় যে, ১৪ নং স্পর্শখটির দৈর্ঘ্য হবে ০.৪২৩৫ ইঞ্চি।



(৫) এখন প্রতিটি স্পর্শকের প্রান্তভাগ যোগ করলে একটি কার্ভ তৈরি হবে।

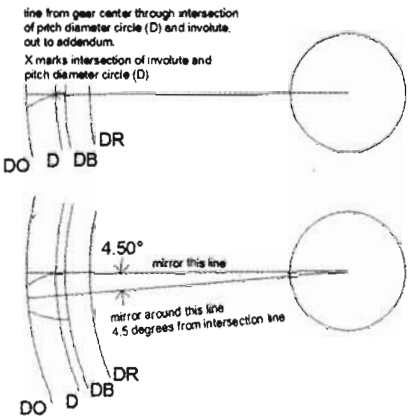


(৬) তৈরিকৃত কার্ভটি রেখে সকল স্পর্শকগুলো মুছে ফেলতে হবে।

(৭) ইনভ্যলুট কার্ভ এবং পিচ ডায়ামিটার সার্কেলের ছেদ বিন্দু কেন্দ্র পর্যন্ত একটি রেখা টানতে হবে। উল্লেখ্য যে, এই রেখাটি পূর্বের অংকিত রেখার মত নয়।

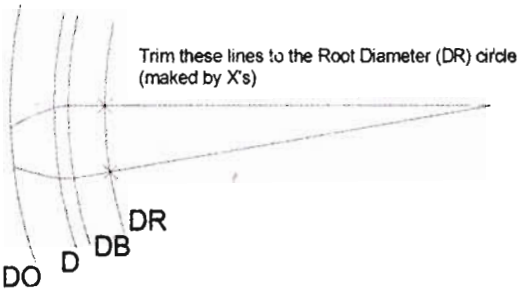
(৮) ১ম লাইন থেকে গিয়ার টুথ স্পেসিং এর চার ভাগের এক ভাগ রেডিয়াল দূরত্বে ২য় আর একটি লাইন টানতে হবে। (GT=18 degrees). GT এর ১/৪ = ৪.৫ ডিগ্রী।

(৯) ২য় লাইন বরাবর ইনভ্যলুট কার্ভটি কপি করতে হবে।



(১০) ইনভ্যলুট কার্ভটি রেখে অবশিষ্ট লাইনগুলো মুছে ফেলতে হবে। বেস সার্কেলে ও ইনভোলুট কার্ভ এর ছেদ বিন্দু থেকে গিয়ারের কেন্দ্র পর্যন্ত চিত্র অনুযায়ী লাইন টানতে হবে।

গিয়ারের দাঁত ও রুট ডায়ামিটার বাদে অন্যান্য সকল লাইন, বৃত্ত ইত্যাদি মুছে ফেলতে হবে।

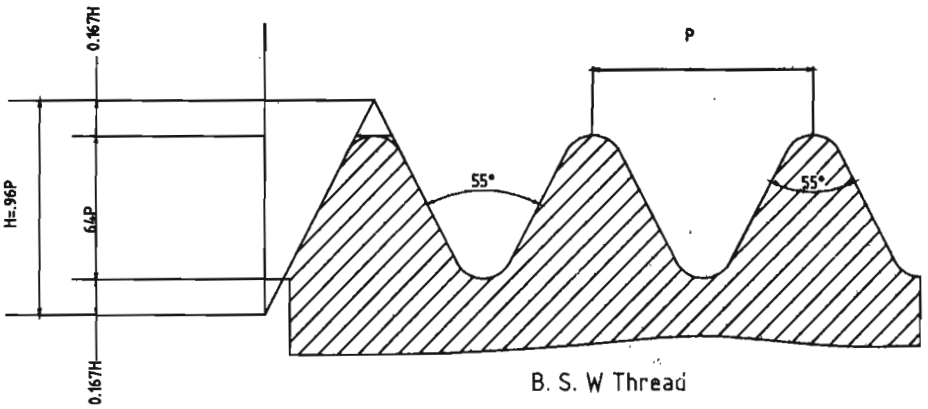


(১১) গিয়ারের উপরি মাথার রেডিয়াল দুরত্ব রুট সার্কেলে উপর স্থাপন করতে হবে এবং কপি করে রুট সার্কেলের উপর স্থাপন করলে চিত্রানুযায়ী একটি গিয়ার অংকিত হবে।

(১২) বৃত্তাকারভাবে আরোও ১৯টি দাঁত রুট ডয়িামিটার সার্কেল বরাবর কপি করতে হবে। ১৮ ডিগ্রী পরপর কপি করলে সর্বমোট ২০টি দাঁত তৈরি হবে।

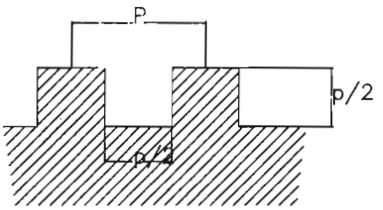
৮.৪ থ্রেড অংকনের নিয়মানুযায়ী বি এস ডব্লিউ থ্রেড অংকন করা ঃ

যখন, p = pitch of the thread , d = depth of the thread এবং r = radius at the top and bottom of the threads ,তখন d = 0.640327 p এবং r = 0.137329 p।



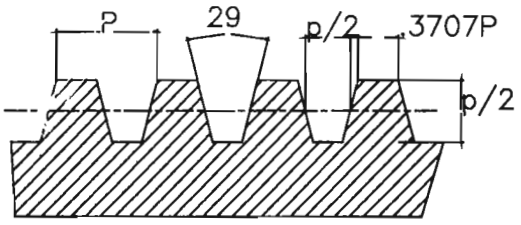
B. S. W Thread

৮.৫ থ্রেড অংকনের নিয়মানুযায়ী স্কোয়ার থ্রেড ও একমি থ্রেড অংকন করা ঃ



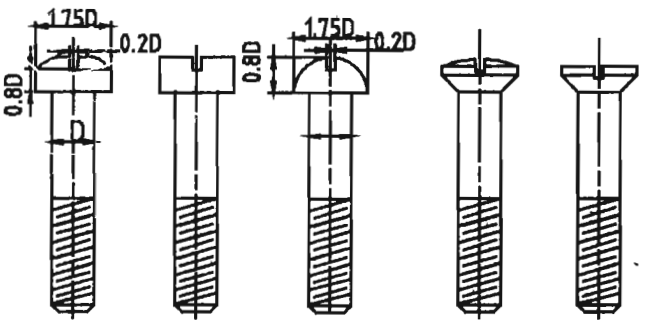
Square Thread

একমি থ্রেড, স্কয়ার থ্রেডের আর এক রুপ। এর থ্রেড অ্যাঙ্গেল ২৯° । থ্রেডের গভীরতা = 0.5P+0.25এবং ক্রেস্টে থ্রেডের চওড়া =0.3707 P ।

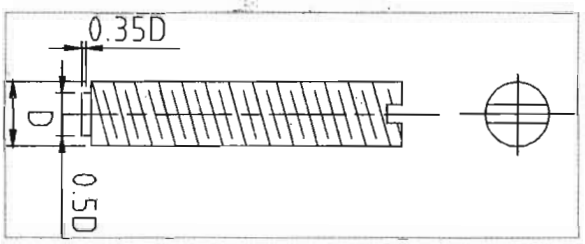


Acme Thread

৮.৬ নিচের চিত্র দেখে মেশিন-স্ক্রু ও সেট-স্ক্রু অংকন করা ঃ

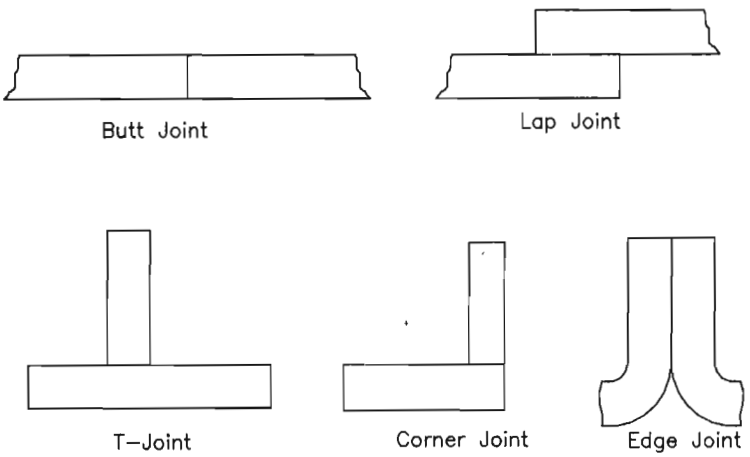


Machine Screws



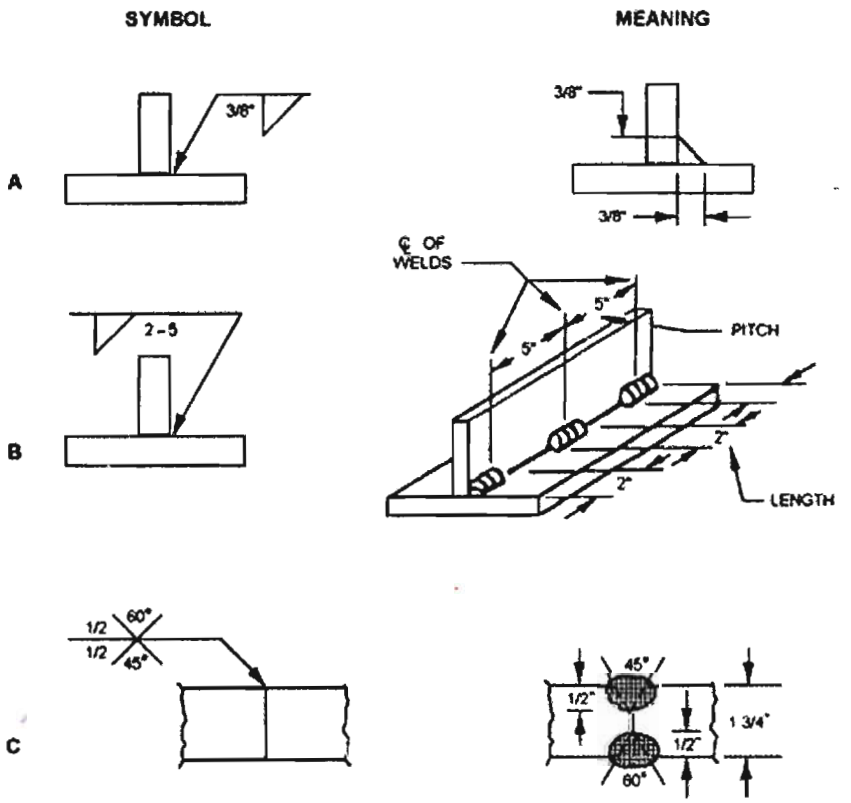
Set Screws

৮.৭ বিভিন্ন প্রকার ওয়েল্ডিং জোড় অংকন করা :



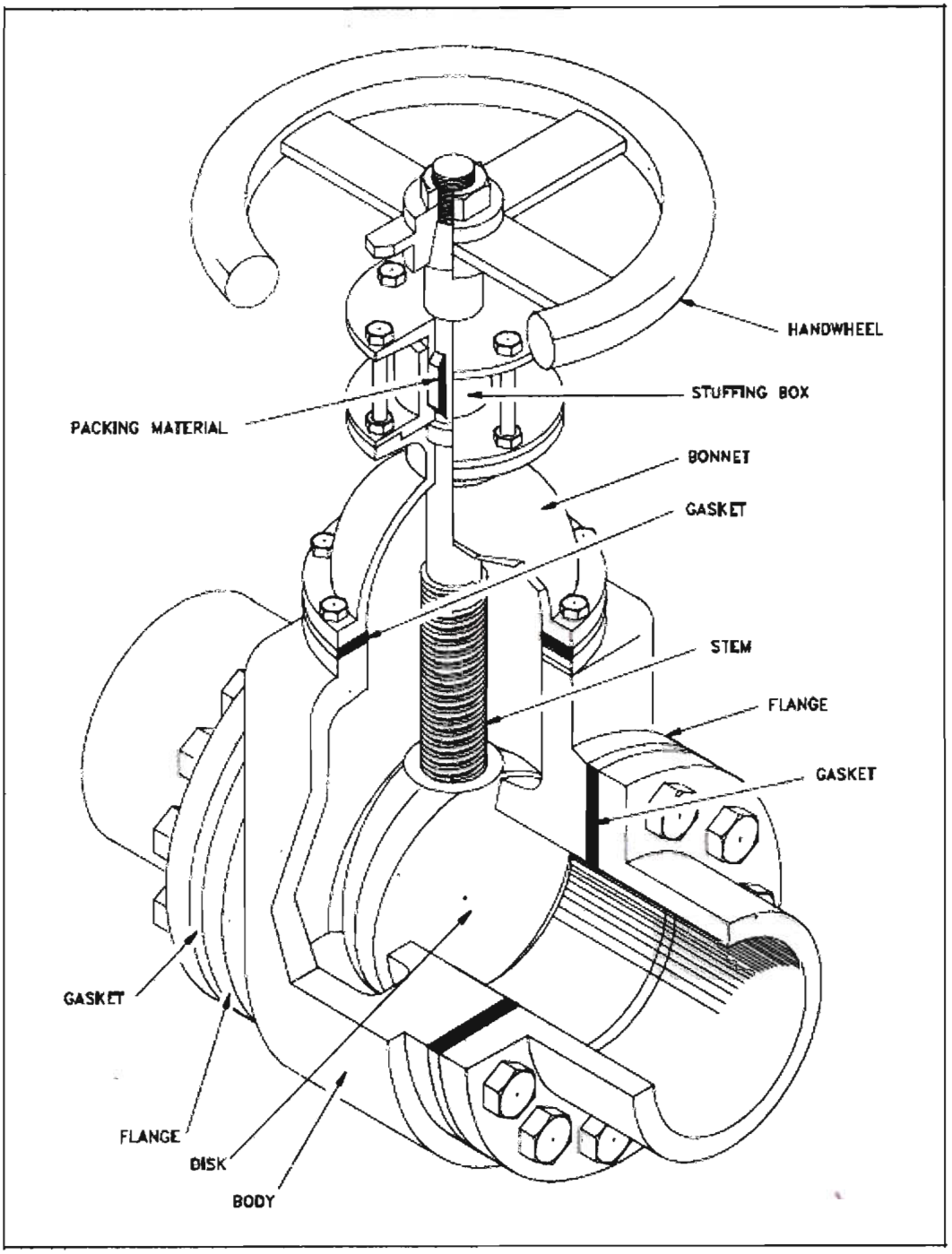
চিত্র নং-৮.৮ ঃ ওয়েল্ডিং জয়েন্ট।

৮.৮ ড্রইং এ ব্যবহৃত ওয়েল্ডিং জোড়ের প্রতীক চিহ্ন অংকন করা :



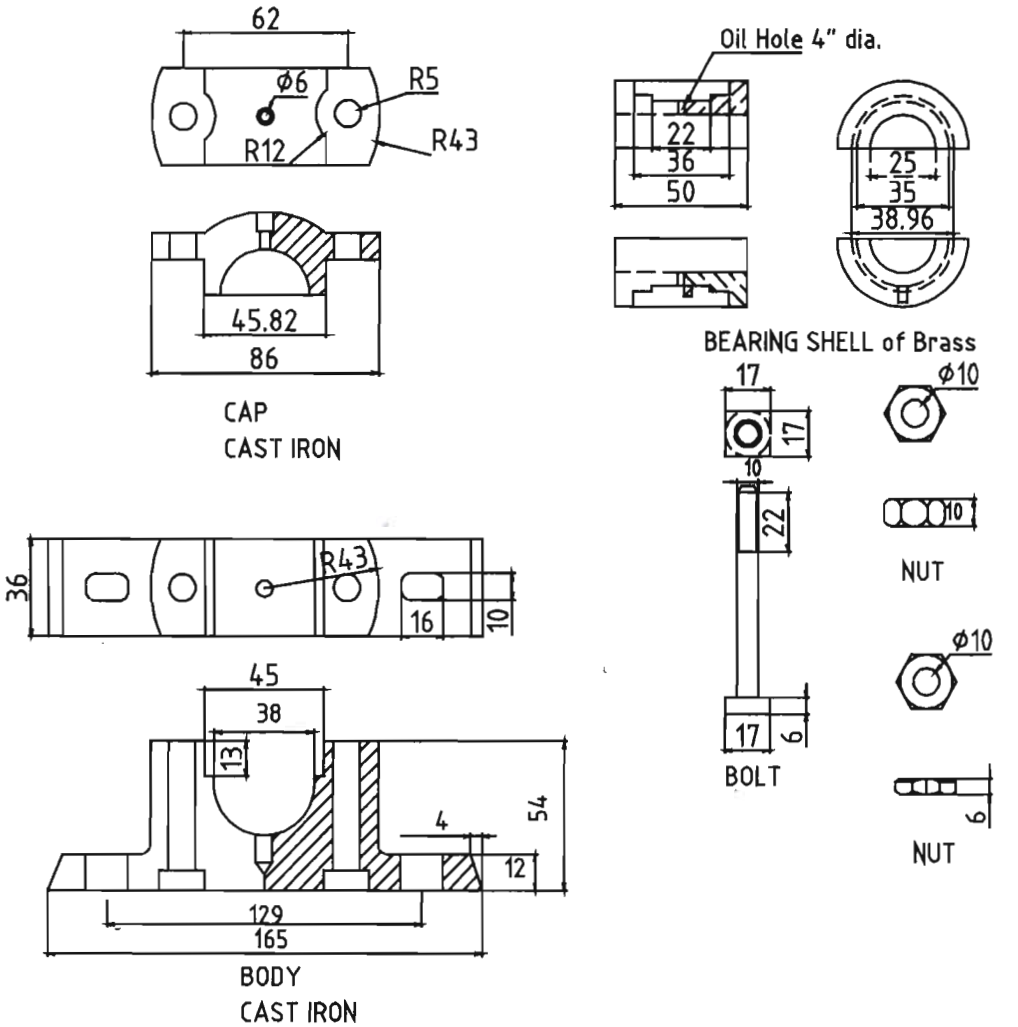
চিত্র নং-৮.৮ ঃ ওয়েল্ডিং সিম্বল ও এর অর্থ

৯.১ নিচের ছবি দেখে যে কোন ব্যাসের গেইট ভালভ্ এর প্রতিটি যন্ত্রাংশের ওয়ার্কিং ড্রইং এবং অ্যাসেম্বলি ড্রইং অংকন।



চিত্র নং-৯.১ ঃ গেট ভালভ্

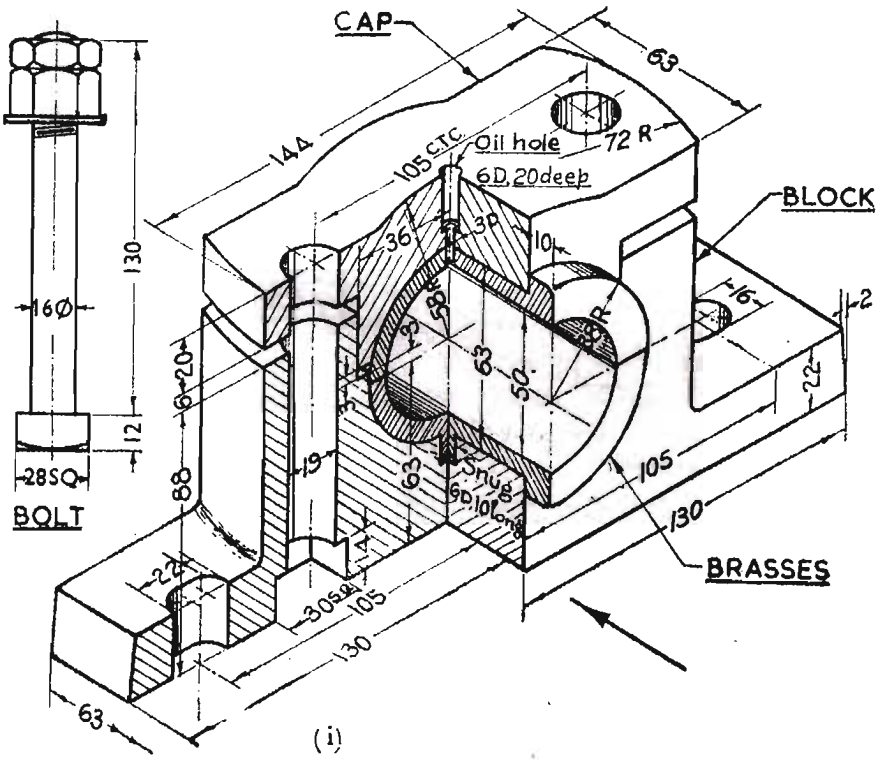
৯.২ প্লাম্মার ব্লক (Plummer Block) এর ডিটেল ড্রইং অংকন করা।



চিত্র নং-৯.২ ঃ ডিটেল ড্রইং অব প্লাম্মার ব্লক

Sl. No.	Part's Name	**Material**	**Nos.**
1	Body	Cast Iron	1
2	Cap	Cast Iron	1
3	Bush (Two Halves)	Brass	1
4	Bolts	Mild Steel	2 sets
5	Nuts	Mild Steel	2 sets

৯.৩ নিচে চিত্র দেখে প্লাম্মার ব্লক (Plummer Block) এর ওয়াকিং ড্রইং অংকন করা।

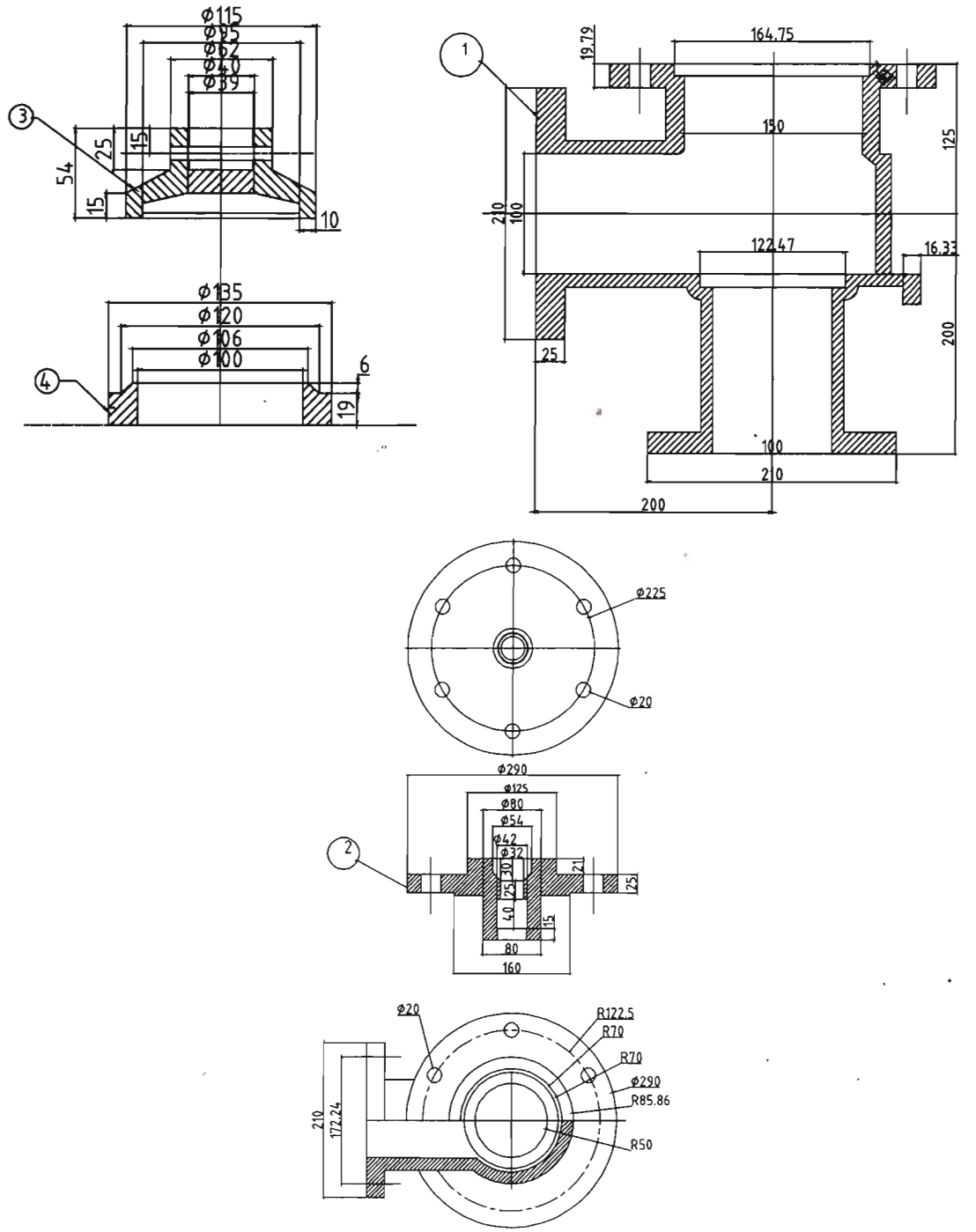


চিত্র নং-৯.৩ ঃ হাফ সেকশন অব প্লাম্মার ব্লক

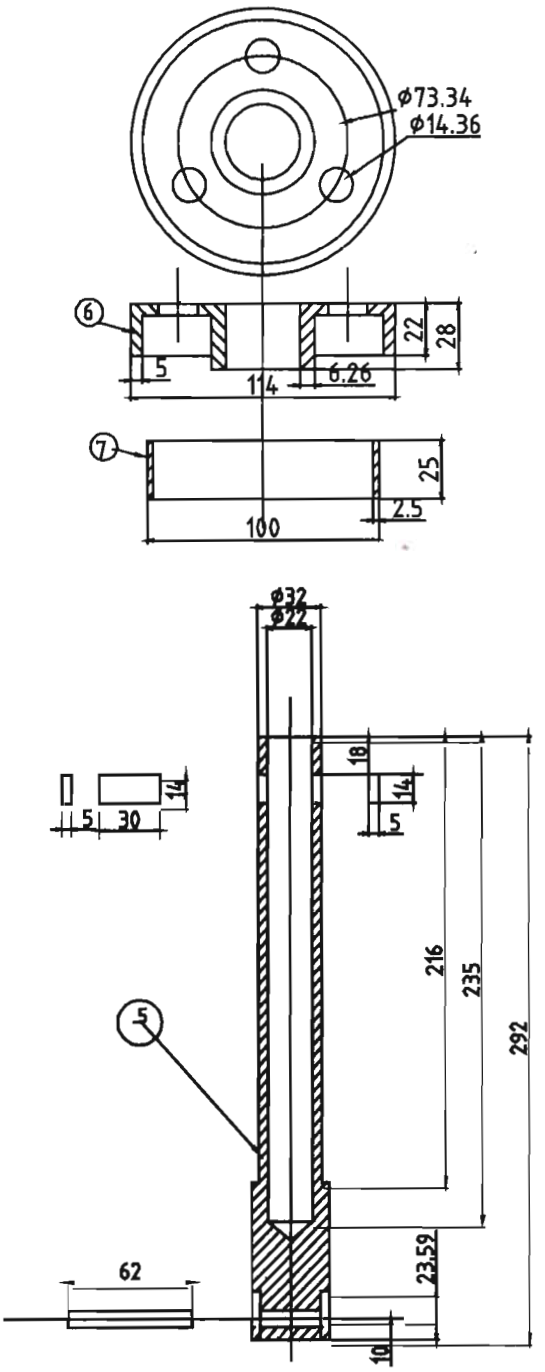
Plummer block

চিত্র নং-৯.৪ ঃ পিকটোরিয়াল ভিউ অব প্লাম্মার ব্লক

১০.১ স্টপ ভ্যালভ্ এর ডিটেল ড্রইং থেকে অ্যাসেম্বলি ড্রইং অংকন করা ঃ



চিত্র নং- ১০.১ ঃ ডিটেল ড্রইং অব স্টপ ভালভ্



চিত্র নং- ১০.২ ঃ ডিটেল ড্রইং অব স্টপ ভালভ্

১১. ট্রেসিং ঃ

নিচে ট্রেসিং কি ভাবে করা যায় তা আলোচনা করা হয়েছে।

১১.১ ট্রেসিং পদ্ধতির বর্ণনা (Description of Tracing) ঃ

ট্রেসিং করার জন্য নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করতে হবে-

- যে ছবিটির ট্রেসিং করতে ইচ্ছুক সেটি লাইট বক্সের সাথে অথবা কাঁচের টেবিলে টেপ দিয়ে আটকাতে হবে ।
- ট্রেসিং পেপারটি ছবির উপর যথাযথভাবে স্থাপন করতে হবে।
- এখন, পেনসিল দিয়ে ছবির উপর বুলিয়ে ছবিটি ট্রেসিং করতে হবে।
- ট্রেসিং কাজ সঠিকভাবে হয়েছে কিনা তা যাচাই এর জন্য টেপ খুলে ট্রেসিং করা ছবিটি উপর তুলে দেখতে হবে।
- এখন, সাদা রাবার দিয়ে ট্রেসিং এর বাড়তি বা অপ্রয়োজনীয় লাইনগুলো মুছে ট্রেসিং এর কাজ শেষ করতে হবে।

১১.৬ ট্রেসিং এ সাবধানতা (Precaution in Tracing) ঃ

- ট্রেসিং করার জন্য সঠিক পেনসিল ব্যবহার করতে হবে।
- মূল ছবিটি ভালভাবে টেপ দিয়ে আটকাতে হবে।
- ছবির উপর ট্রেসিং পেপারটি সঠিকভাবে বসাতে হবে।
- ট্রেসিং করার সময় মূল ছবি বা টেসিং পেপার যাতে নড়ে না যায় সে ব্যাপারে লক্ষ রাখতে হবে।
- টেপ খোলার সময় সাবধানতা অবলম্বন করতে হবে। যাতে মূল ছবি বা টেসিং পেপার ছিঁড়ে না যায় সে ব্যাপরে লক্ষ্য রাখতে হবে।
- বাড়তি বৈদ্যুতিক লাইটের ব্যবস্থায় যেন কোন ত্রুটি না থাকে সে ব্যাপারে নিশ্চিত হতে হবে।

১১.৭ অ্যামোনিয়া প্রিন্টিং ঃ

ট্রেসিং পেপারে ইমেজ ট্রেসিং বা ফটোকপি করে ডিয়াজো আবরণযুক্ত সেলুলোজ অ্যাসিটেট ফয়েলে ইমেজ স্থানান্তর করা যায়। এ কাজে ড্রাই অ্যামোনিয়া প্রিন্টিং পদ্ধতি একটি উপযুক্ত ব্যবস্থা হিসাবে স্বীকৃত।

এই পদ্ধতিতে স্বচ্ছ প্রিন্টিং এর জন্য দুটি ধাপ অবলম্বন করা হয়-

১ম ধাপে ট্রেসিং করা ইমেজের মূল কপি ও ডিয়াজো আবরণযুক্ত পেপার ফয়েল এর স্যানওয়িচকে (Sandwich) আলট্রাভায়োলেট রশ্মির মধ্য দিয়ে অতিক্রম করতে হবে ।

২য় ধাপে আলট্রাভায়োলেট রশ্মি (Ultra Violet Ray) দ্বারা সিক্ত ডিয়াজো পেপারকে অ্যামোনিয়া গ্যাসের সংস্পর্শে কিছুক্ষণ রাখতে হবে।

অ্যামোনিয়া প্রিন্টিং এর ধাপসমূহ-

(ক) মূল ট্রেসিং করা পেপারকে ওজালিড ফয়েলের শীটের উপর এমনভাবে রাখতে হবে যাতে ফয়েলের ইমালসন সাইড এবং মূল ট্রেসিং পেপার একই দিকে থাকে।

(খ) দুটি শীটকে এক সাথে চেপে ধরে মেশিনের লাইট সেকশনে ঢুকাতে হবে।

(গ) লাইট সেকশনের কাজ শেষে মূল ট্রেসিং পেপারকে আলাদা করে রাখতে হবে।

(ঘ) এখন ওজালিড পেপারকে খবরের কাগজ বা ঐ জাতীয় পানি শোষক কাগজে পেঁচিয়ে রাখতে হবে।

(ঙ) খবরের কাগজে পেঁচান ওজালিড পেপারকে মেশিনের অ্যামোনিয়া চেম্বারে এমনভাবে প্রবেশ করাতে হবে যাতে পেপারের এমালশন সাইড অ্যামোনিয়া গ্যাসের সংস্পর্শে আসে। ইমেজ স্পষ্ট হয়ে উঠা পর্যন্ত কাগজসহ পেপারকে বেশ কয়েকবার অ্যামোনিয়া চেম্বারে প্রবেশ করাতে হবে। এক পর্যায়ে ইমেজ স্পষ্ট হয়ে উঠলে প্রক্রিয়া বন্ধ করতে হবে। এভাবে প্রিন্টিং এর কাজ শেষ করতে হবে।

সাবধানতা-

উল্লেখ্যে যে, এক সেশনে ৫টির বেশী শীট কপি করা যায় না। কারণ অ্যামোনিয়া গ্যাসের ধূয়ায় রুম আচ্ছন্ন হয়ে যেতে পারে। যা শ্বাস প্রশ্বাসের জন্য কষ্টকর এবং স্বাস্থ্যের জন্য ক্ষতিকরও বটে। এ ব্যাপারে সতর্ক থাকা প্রয়োজন। রুমে এগজষ্ট ফ্যানের ব্যবস্থা রেখে ঐ জাতীয় সমস্যার সমাধান করা যেতে পারে।

Reference Books :

AutoCAD for Engineering Graphics	- Gary R. Bertoline.
Machanical Engineering Drawing	- Dr. Amalesh Chancra Mandal and Dr. Dr. Md. Quamrul Islam
Machine Drawing	- N. D. BHATT
Geometrical Drawing	- D. D. AGARWAL, N. K. MITTAL, V.C. BHAVSAR
A FIRST YEAR ENGINEERING DRAWING	–R.K.DHAWAN.

২০২০ শিক্ষাবর্ষ

মেকানিক্যাল ড্রাফটিং উইথ ক্যাড-১

কারিগরি শিক্ষা আত্মনির্ভরশীলতার চাবিকাঠি

তথ্য, সেবা ও সামাজিক সমস্যা প্রতিকারের জন্য '৩৩৩' কলসেন্টারে ফোন করুন

নারী ও শিশু নির্যাতনের ঘটনা ঘটলে প্রতিকার ও প্রতিরোধের জন্য ন্যাশনাল হেল্পলাইন সেন্টারে ১০৯ নম্বর-এ (টোল ফ্রি, ২৪ ঘণ্টা সার্ভিস) ফোন করুন

শিক্ষা নিয়ে গড়ব দেশ শেখ হাসিনার বাংলাদেশ

শিক্ষা মন্ত্রণালয়

২০১০ শিক্ষাবর্ষ থেকে গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক
বিনামূল্যে বিতরণের জন্য