

وضع الأبعاد DIMENSIONING

1.7 طريقة وضع البعد

تستخدم لكتابة الأبعاد على الرسم الهندسي خطوط الامتداد extension وخطوط الأبعاد وخطوط الإشارة leaders ورؤوس الأسهم والمصطلحات والملاحظات والرموز لتعريف الخصائص الهندسية كالأطوال والأقطار والزوايا وتموضع locations الأجزاء بعضها إزاء بعض. وبينما تتميز خطوط الامتداد والأبعاد والإشارة بكونها رفيعةً thin تُكتب بقلم 2H أو H حتى لا تؤثر على الرسومات، تبرز الرموز والمصطلحات والملاحظات بشكلٍ أكثر وضوحاً. ولذلك تُكتب الأخيرة بقلم H أو HB. أما قيم الأبعاد فتبرز بشكلٍ أكثر سماكةً thick ووضوحاً، وتبعاً لذلك تُكتب بقلم H أو HB.

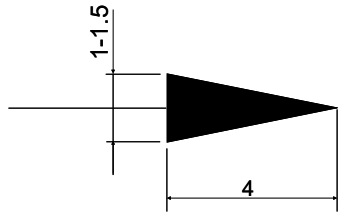
ويوضح الشكل 1.7 أن خطوط الامتداد تترك فراغاً ظاهراً حتى 2 ملليمتر من الجسم، ويزداد طولها عن خط البعد بمسافة 2 ملليمتر أيضاً. وبينما يبعد خط البعد الأول عن الجسم مسافة 10 ملليمترات تتناقص مسافة خط البعد الثاني عن الأول إلى 8 ملليمترات، وهكذا يثبت البعد فيما بعد. ويوضح الشكل 2.7 أبعاد رأس السهم، طوله 4 ملليمترات وعرضه عند القاعدة من 1-1.5 ملليمتر. ويستعمل لكتابة السهم قلم H أو HB فقط. وتلامس أطراف خط البعد (رأس السهمين) خطين من خطوط الامتداد وللجهتين. وتكتب قيمة البعد

يهدف الرسم الهندسي إلى إعداد الرسومات اللازمة لغرض الإنتاج في المصانع والورش. ويتم ذلك برسم مساقط القطعة الهندسية و/أو رسمها التصويري وخاصة الأيزومتري isometric مع إعطاء تفاصيلها الكاملة بشكلٍ لا يحتمل اللبس أو الغموض. وتعتبر الأبعاد المضافة والكاملة إلى الرسم الهندسي أهم المتطلبات لغرض الإنتاج. إن خلو لوحة الرسم الهندسي من الأبعاد المذكورة لا يحدد أبعاد القطعة المراد إنتاجها حتى بعد نقل قياساتها بشكلٍ دقيق. إذ تؤثر سماكة الخطوط ودقة الرسم على دقة الرسم الهندسي المنتج. كما تتغير أبعاد القطعة المراد إنتاجها تبعاً لذلك، ليصل الفرق إلى عدة ميكرونات (الميكرون = 10^{-6} متر). وتؤثر الحرارة والرطوبة على أبعاد ورقة الرسم وبالتالي أبعاد الجسم المراد إنتاجه، هذا بالإضافة إلى أن نقل الأبعاد طريقة غير عملية ومضيعة للوقت.

لذلك، تعتبر إضافة أبعاد الجسم على الرسم الهندسي إحدى الخطوات المهمة من الرسام لتحديد وصفٍ كاملٍ للأجسام الهندسية من حيث الشكل والحجم والأبعاد تحديداً ووضوحاً ومباشراً تنقل فيه كافة المعلومات المطلوبة من الرسام إلى قارئ الرسم حتى يتمكن هذا الأخير من تدقيقها إذا كان مسؤولاً، أو تنفيذها إذا كان عاملاً في الورشة workshop.

تميز ثلاث مجموعاتٍ من الأبعاد. أولاً: أبعاداً حسب متطلبات القياس

أبعاداً تستند إلى الإمكانية المتوفرة لأجهزة القياس الاعتيادية في ورشة العمل كالمسطرة والورنية vernier والمكروميتر micrometer ومحددات القياس الأخرى، شكل 3.7. فمثلاً، قياس البعد 28، رسم 1، المبين عمق الثقب يتحدد بالمسطرة دون قياس التجويف المخروطي في الأسفل، إذ من الصعوبة عمل هذا الأخير. كما ينطبق نفس الشيء، رسم 2، لقياس عمق الفتحات الخاصة.

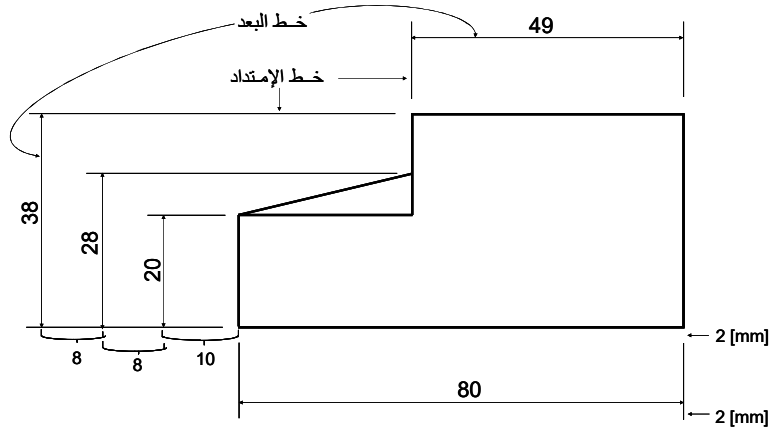


شكل 2.7

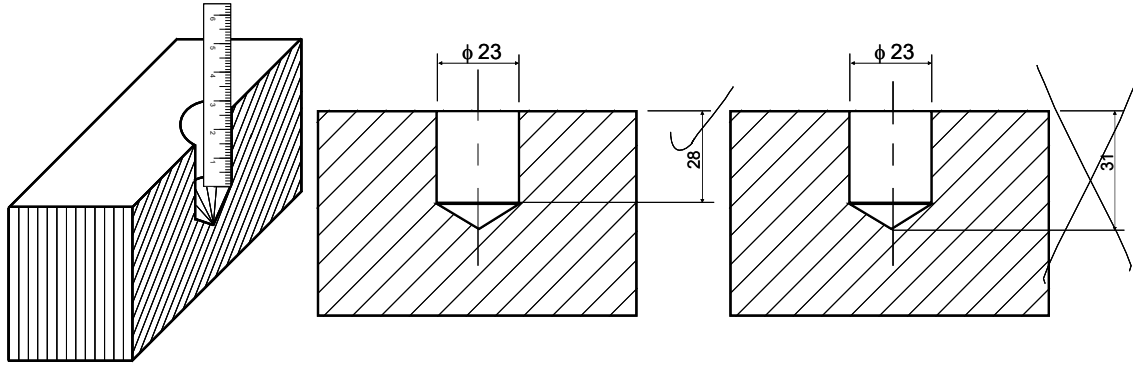
فوق خط البعد وبموازاته على بعد 1 ملليمتر، وفي المنتصف تقريباً. ونستطيع التحكم في وضع قيمة البعد ضمن حيزه حتى للحالات التي يكون فيها خط البعد يساوي أو أكثر من 10 ملليمترات. أما إذا كان خط البعد أقصر من ذلك فإن عكس الأسهم على خط البعد أو استخدام النقطة وخطوط الإشارة للأبعاد يؤدي الوظيفة ذاتها، وهذا ما سنراه لاحقاً، رسم 1 في الشكل 10.7.

2.7 قواعد وضع الأبعاد

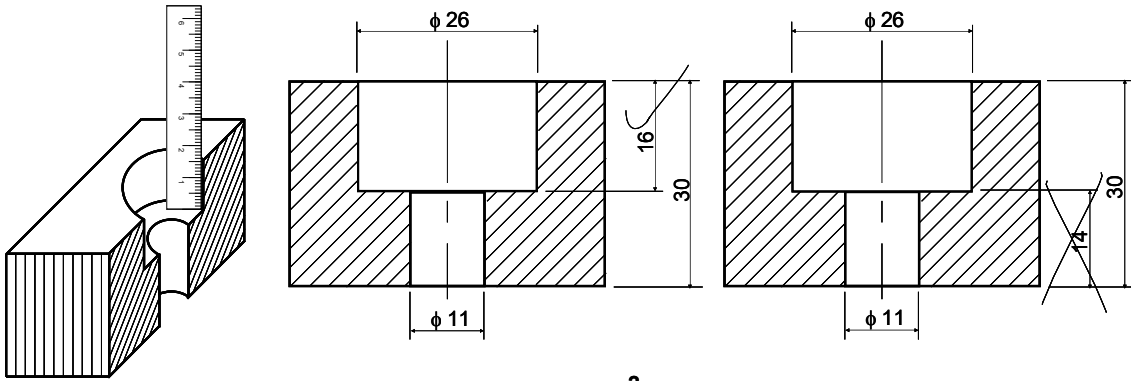
يمكن الاستناد عند وضع الأبعاد على الرسم الهندسي إلى قواعد معينة تحدد الهدف منها. وتبعاً لذلك، نستطيع



شكل 1.7



رسم 1



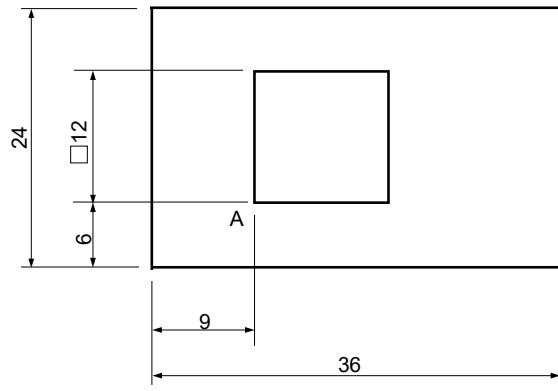
رسم 2

شكل 3.7 : أبعاد حسب متطلبات القياس

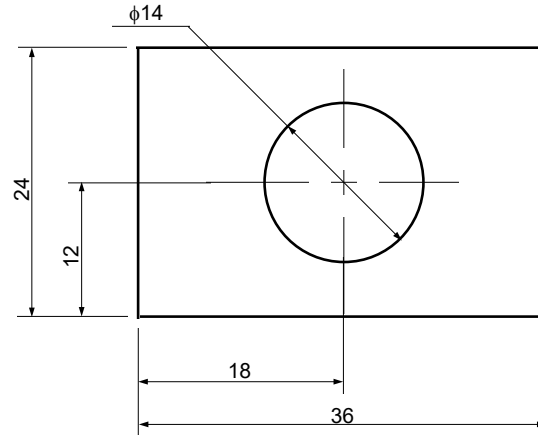
ثانياً: أبعاد حسب متطلبات الإنتاج Productional Dimensions

12، 18 من حواف القطعة ثم نحتاج إلى قطر المثقب drill المبين بالرمز $\phi 14$ لتحديد قطر الفتحة. أما بالنسبة للفتحة المربعة، رسم 2، فيلزمنا إحداثيات الزاوية A وطول ضلعها مبيّن برمز المربع 12. □.

أبعاد تستند إلى السبيل الأسهل لإنتاج القطعة أو الجسم في الورشة بشكل مباشر ومطابق لمراحل الإنتاج، شكل 4.7. فلحفر ثقب في القطعة المبيّنة في الرسم 1، نحتاج إلى معرفة موقع مركزه المحدد بالبعدين



رسم 2

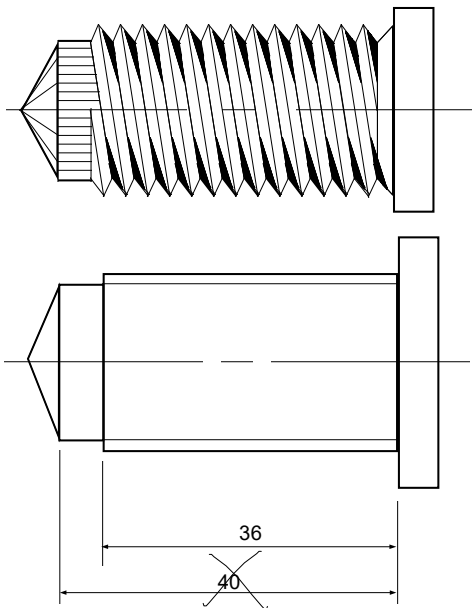


رسم 1

شكل 4.7: أبعاد حسب متطلبات الإنتاج

ثالثاً: أبعاد وظيفية Functional Dimensions

أبعاد تستند إلى إطار إسناد معين تمكن الجزء من أداء وظيفته بكفاءة عند التجميع مع الأجزاء الأخرى في جهاز أو آلة أو ماكينة. وهذه من أهم الأبعاد التي توضح الرسم الهندسي. وقد تشمل الانحرافات allowances و/ أو التفاوتات tolerances المسموح بها، شكل 5.7.



شكل 5.7: أبعاد وظيفية

3.7 قواعد إضافية لوضع الأبعاد

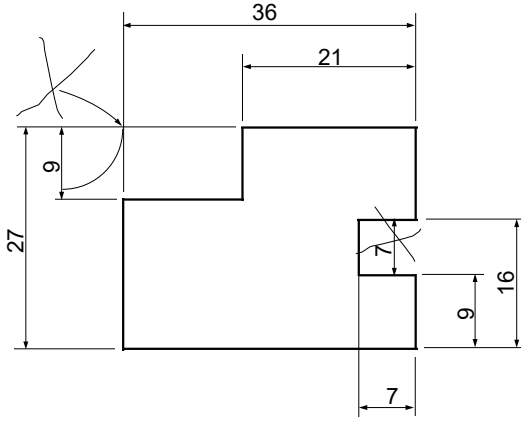
الهندسي فعلى الرسام الالتزام ببعض القواعد المحددة التي تضيفي جمالاً واتساقاً مع الشكل العام للرسم.

1- ترتيب خطوط الامتداد أو خطوط الأبعاد بحيث لا يتقاطع

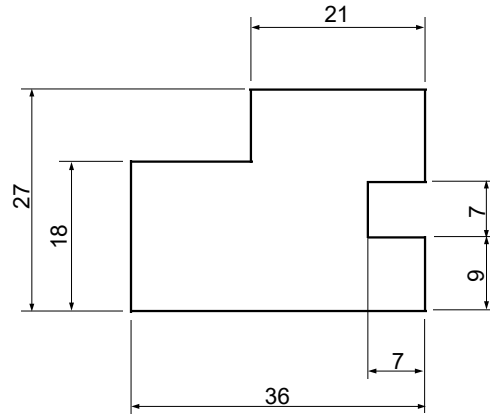
بعضها مع بعض، شكل 6.7.

2- ترتيب الأبعاد في مجموعات متتالية بالنسبة إلى إطار إسناد واحد أو أكثر، شكل 7.7.

إن وضع الأبعاد على الرسم الهندسي يلغي ضرورة القياس بالمسطرة أو أية أداة أخرى. وبالعادة يلتزم الرسام بوحدات قياسية واحدة، كأن تكون المتر أو الإنش. ويستخدم في هذا الكتاب المتر وحدة أساسية من النظام الدولي للوحدات بجزئه الألفي- المليمتر. وعند إضافة الأبعاد إلى الرسم

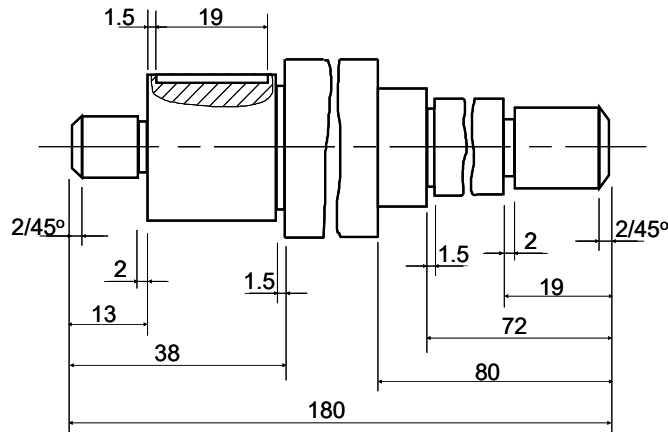


رسم 2

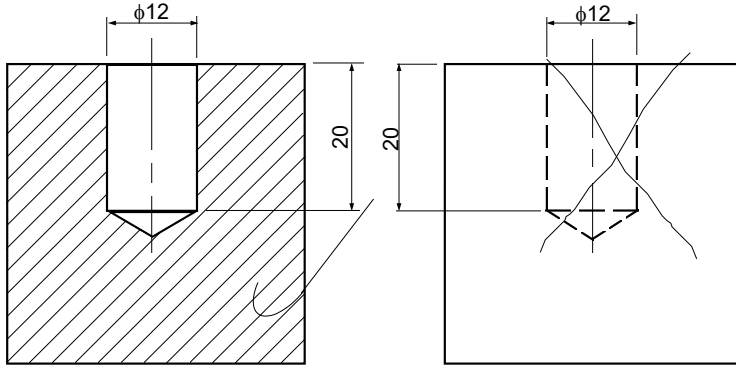


رسم 1

شكل 6.7: ترتيب خطوط الامتداد والأبعاد بحيث لا يتقاطع بعضها مع بعض

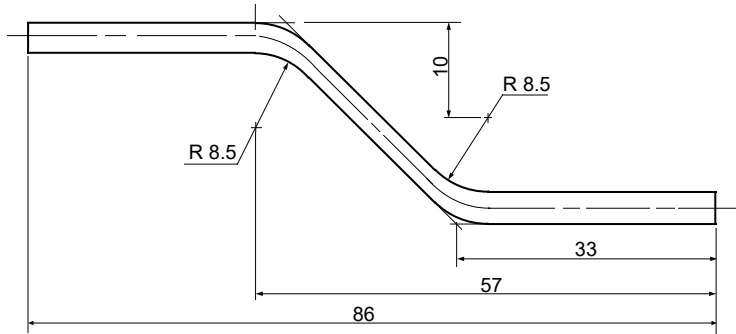


شكل 7.7 : ترتيب خطوط الامتداد والأبعاد في مجموعات متتالية



3- تجنب وضع الأبعاد استناداً إلى الخطوط المخفية (المتقطعة)، واستخدم بدلاً منه الرسم القطاعي، شكل 8.7.

شكل 8.7: تجنب وضع الأبعاد بالنسبة للخطوط المتقطعة

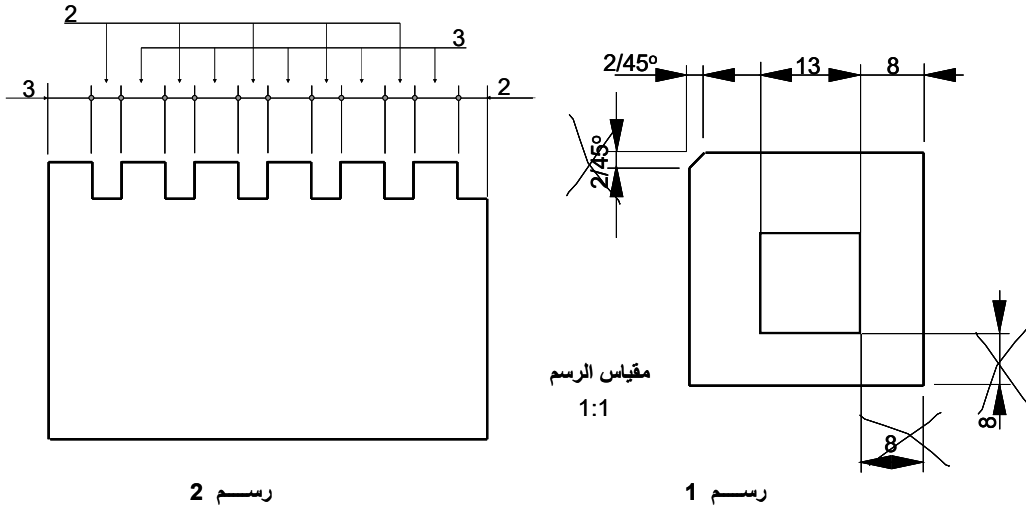


شكل 9.7: قياس الأبعاد من نقاط التقاطع في الأركان الدورانية

4- وفي الأجسام ذات الأركان الدورانية (fillets and rounds) يتم وضع الأبعاد قياساً من نقطة التقاطع المفترضة للشكل كما لو كان بدون تلك الأركان الدورانية، شكل 9.7.

أو 2 ملليمتر، فيمكن كتابة البعد خارج حيز الكتابة مع سهمين معكوسين، انظر بُعد الحافة المشطوفة chamfer، رسم 1. كما يمكن استخدام النقطة مكررةً للأبعاد الصغيرة المتتالية، رسم 2.

5 - وفي الحالات التي يكون فيها خط البعد قصيراً، كأن يكون طوله الفعلي 8 ملليمترات، فإننا نعكس رأس السهمين للخارج، بمساعدة النقطة كفاصل بدل السهم، شكل 10.7. أما إذا كان خط البعد أقل طولاً من ذلك مثلاً، 1

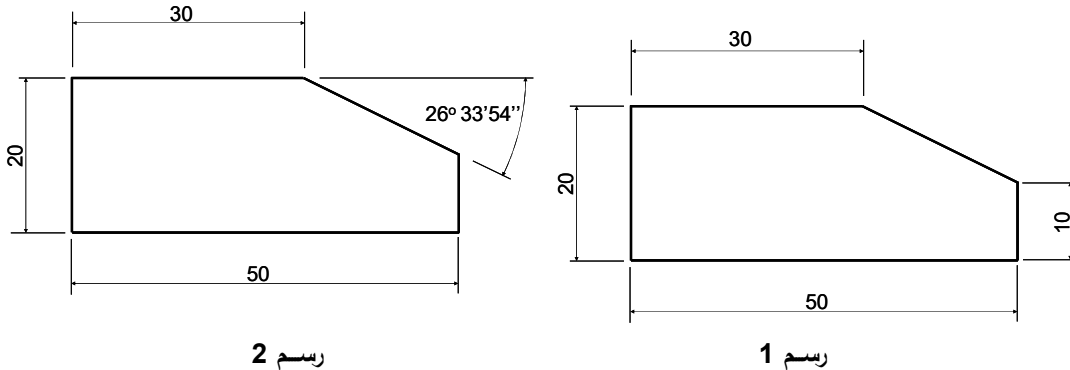


شكل 10.7: البعد داخل أو خارج حيز السهمين واستخدام النقطة في الأبعاد

4.7 أبعاد الأشكال الهندسية المختلفة

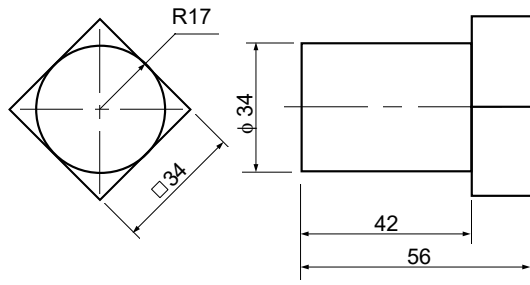
Dimensioning Angles أبعاد الزوايا

يعبر عن وحدات الزوايا بالدرجات [°] والدقائق ['] والثواني ["], بدون وضع أي فاصلة أو شَرْطَة بينهم. وخطُ البعد للزوايا هو قوسٌ من دائرة، مركزها منطبقٌ على رأس الزاوية. وتكتب قيم الزوايا فوق القوس أو داخله وبشكلٍ عمودي. الشكل 11.7 يمثل عينة نحاس لفحص اختبار الصلادة hardness test بعد قصِّ جزءٍ منشوريٍّ منها. فالأبعاد المعروفة في الرسم 1 للشكل المذكور تعتبر كاملةً. وبنفس الدرجة نستخدم القياس الزاوي، رسم 2 فيلغى القياس 10، ويضاف آخر، المقدار $26^{\circ} 33' 54''$ لتعريف الزاوية.



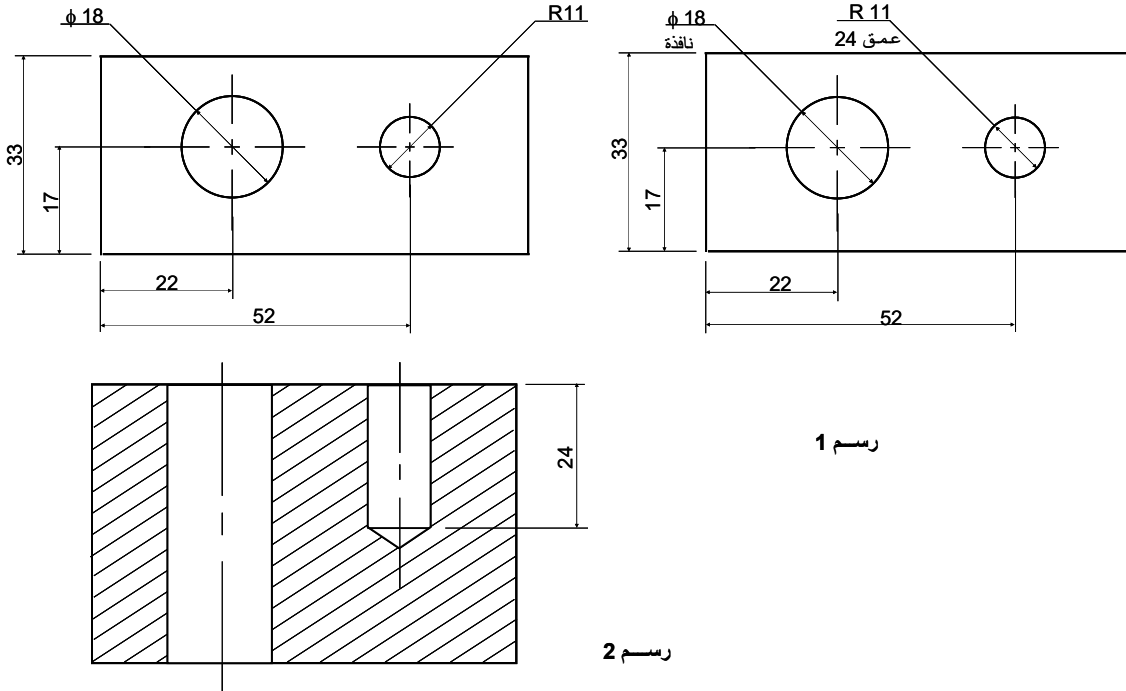
شكل 11.7: قياس الزاوية

أبعاد الفتحات والثقوب والأسطوانات Dimensioning Holes & Cylinders



شكل 12.7: أبعاد الأجسام الأسطوانية

تعرف الفتحات والثقوب بواسطة أقطارها، وهي على الدوام تمثل إما بالرمز ϕ للقطر أو بالرمز R لنصف القطر، شكل 12.7. فالأسطوانة تعرف بعدياً إما بالقطر $\phi 34$ وإما بنصف القطر R17. وفي الشكل 13.7 تميز الفتحات والثقوب في المسقط الواحد أو في الرسم المجسم بإضافة كلمة نافذة through أو عمق deep (رقم)، رسم 1. كما يمكن تمييزهما بإضافة مسقط أو قطاع آخر لهما بدون أي كلمة مضافة، ولحظتها تبين الأبعاد على المسقط الإضافي فقط، رسم 2.



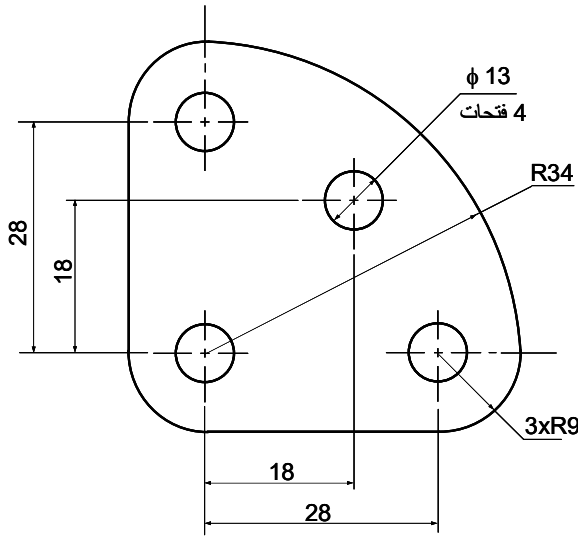
رسم 1

رسم 2

شكل 13.7: أبعاد الفتحات والثقوب الكثيرة وتموضعها

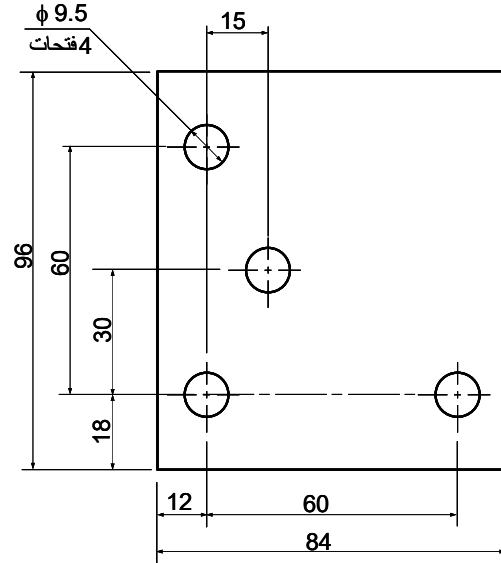
أبعاد الأقواس Dimensioning of Arcs

تعرف أبعاد الأقواس الدائرية في المسقط الذي يبين الشكل الحقيقي للقوس. عندئذ يرسم خط البعد بزواوية مناسبة، تميل عن الأفقي بمقدار 30° أو 45° أو 60° بحيث يمر امتداده في مركز القوس. ويستعمل بالعادة خط إشارة واحد لبعد القوس، ينطلق من (نحو) المركز بشكل مائل، الشكل 14.7، رسم 2 والشكل 15.7. ويحدد مركز القوس كتنقاط خطين مركزيين أو بإشارة تصالب + لزيادة توضيح ودقة الرسم. وفي الأقواس الكبيرة التي مركزها خارج نطاق لوحة الرسم أو بعيداً عن القوس، كأن يتداخل مع مسقط آخر في الرسم، يحذف المركز، ولا يبين على الرسم. وفي حالات أخرى يرسم خط نصف القطر منكسراً، شكل 16.7.



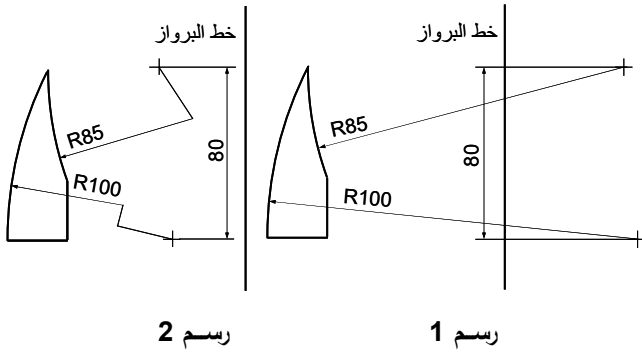
رسم 2

وتميز مجموعة الفتحات في المسقط الواحد أو حتى في الرسم المجسم بقطر فتحة واحدة مضافاً إليها عدد الفتحات، شكل 14.7. فالقول $\phi 9.5$ ، 4 فتحات، يعني أن في الجسم قيد الدراسة أربع فتحاتٍ متشابهة، قطر كل منها يبلغ 9.5 ملم، رسم 1. ومن المهم تحديد إحداثيات مركز إحدى الفتحات ثم تحديد تموضع باقي الفتحات أو أغلبها بالنسبة لهذا المركز. وفي جميع الحالات يكون مناسباً تحديد تموضع مركز الفتحة مع الحدود المحيطية السفلى للرسم أو حتى مع محور ثابت، انظر رسم 1، القياسان 12 و 18، ورسم 2، القياسان 18 و 28 أفقياً ورأسياً، وانظر كذلك الشكل 13.7، القياسات 17، 22، و 52.

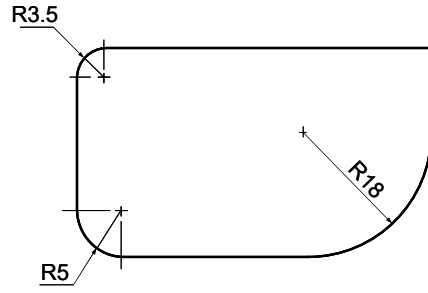


رسم 1

شكل 14.7: تموضع الفتحات والثقوب

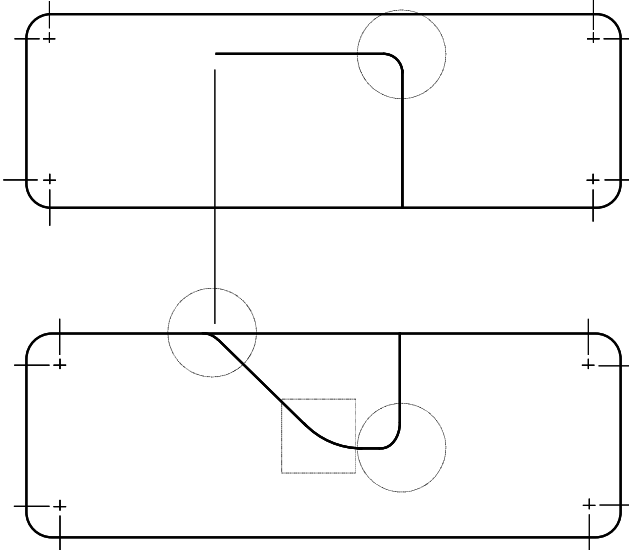


شكل 16.7: أبعاد الأقواس الكبيرة



شكل 15.7: أبعاد الأقواس

FILLETS & ROUNDS R5 الأركان الدورانية = R5
ALL OTHERS R2 غير المؤشرة = R2



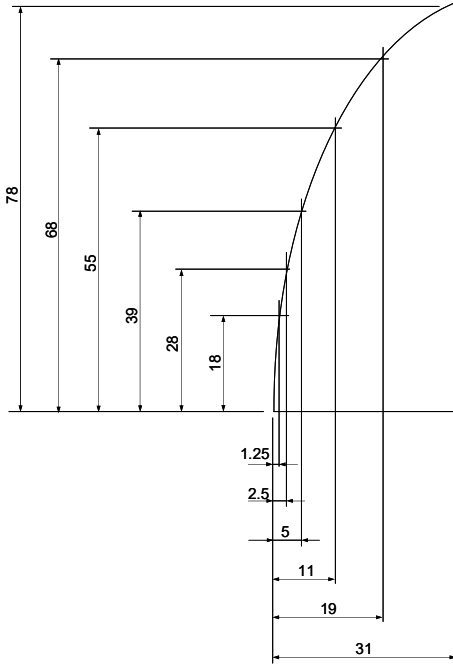
شكل 17.7: أبعاد الأركان الدورانية

وأخيراً، تبين أبعاد الأركان الدورانية
fillets & rounds المتشابهة والمتكررة
بذكرها في المتطلبات الفنية بالشكل التالي:
أنصاف أقطار الأركان الدورانية = R5،
وأنصاف أقطار الأركان غير المؤشرة =
R2، وهكذا، شكل 17.7.

أبعاد المنحنيات

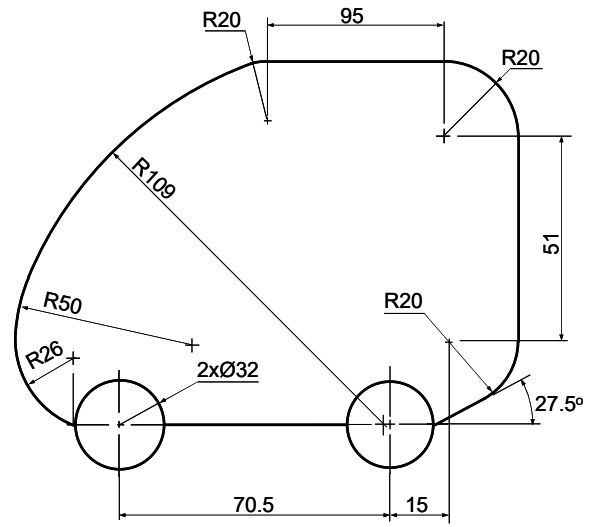
Dimensioning of Curves

إذا كان المنحنى مكوناً من عدة
أقواس دائرية ومنتالية، فإن أبعاده تكتب
بواسطة أنصاف الأقطار، شكل 18.7. وإلا
فتوضع أبعاد المنحنيات بإعطاء أبعاد
إحداثيات نقاط محددة على المنحنى المذكور،
شكل 19.7.



شكل 19.7: أبعاد المنحنيات من نقاط محددة عليه

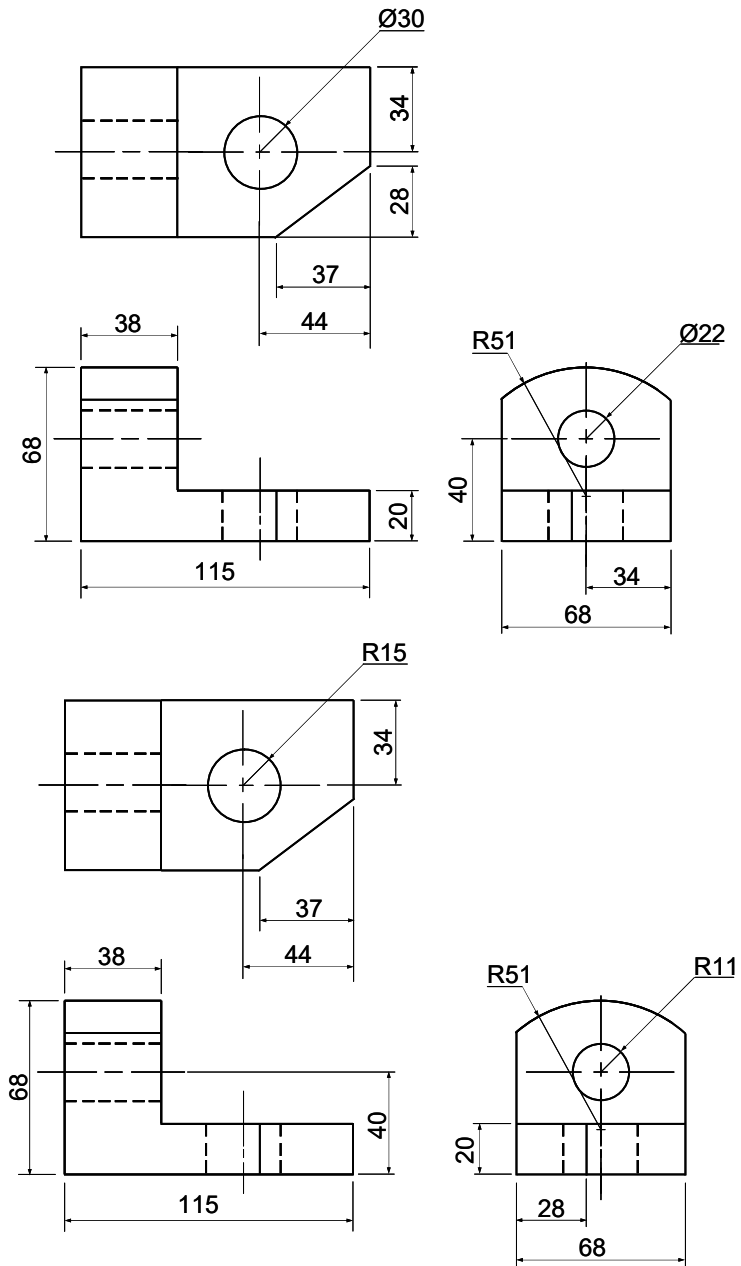
بمجموعها تموضع (مراكز) الفتحات المذكورة. ونفس الشيء ينطبق على الحافة المقطوعة في المسقط العلوي إذ يُخَدِّدُها البعدان 28 و 37. وهكذا نقيس سمك بعض الأجزاء كالبعدين 20 و 38 في المسقط الأمامي. ويمكن مقارنة هذا التوزيع الصحيح للأبعاد، رسم 1، مع توزيع آخر فيه بعض الأخطاء، رسم 2.



شكل 18.7: أبعاد المنحنيات المكونة من مجموعة أقواس دائرية

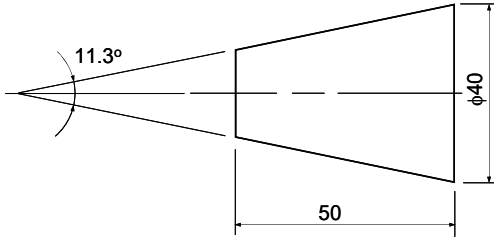
الأبعاد الكفافية (المحيطة) Dimensioning of Contours

ترسم المساقط لوصف أشكال القسامات المختلفة للجسم ، بينما تحدد الأبعاد الأحجام وتموضع تلك القسامات بشكل دقيق . لذلك ، توضع الأبعاد على المساقط حيثما تبرز الأشكال بأوضح صورة، شكل 20.7. فيتبين من رسم 1 أن تموضع الفتحات يظهر جلياً حيثما تبرز تلك الفتحات دائرية. فالبعدان 44 و 34 في المسقط العلوي والبعد 40 في المسقط الجانبي تحدد

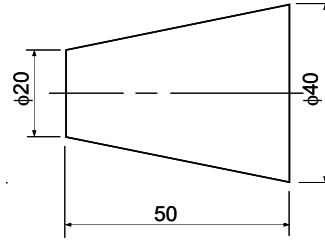


شكل 7.20: الأبعاد الكفافية

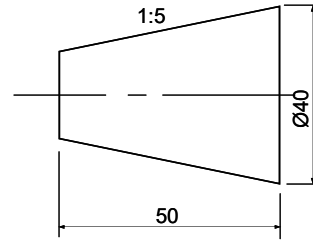
أبعاد المستدقات المخروطية Dimensioning of Tapers



رسم 2



رسم 1



رسم 3

- 2- اكتب الأبعاد بالتتالي بالنسبة للجسم، البعد الأصغر أقرب إلى الجسم ثم البعد الأكبر. ويكون أكبر الأبعاد الأبعد عن الجسم.
- 3- اكتب الأبعاد على المسقط الأكثر توضيحاً للشكل العام للجسم، وتجنب وضعها على الأجزاء المخفية والخطوط المتقطعة في المسقط.
- 4- لا تكرر الأبعاد بين المساقط.
- 5- لا يجوز استخدام حافة الجسم كخط امتداد.
- 6- لا يجوز استخدام امتداد حافة في الجسم كخط بعد.
- 7- لا يجوز تقاطع خطوط الأبعاد.
- 8- لا يفضل تقاطع خطوط الامتداد.
- 9- يمكن استخدام امتداد خط محوري كخط امتداد لبعيد معين.
- 10- يفضل استخدام خطوط الإشارة بزوايا ميل عن الأفقي 30 أو 45 أو 60 فقط.
- 11- تكتب الملاحظات والإشارات مختصرة وواضحة وبشكل أفقي.
- 12- تكتب رموز القطر ونصف القطر والمربع قبل قيمة البعد.
- 13- تكتب الأبعاد دون ذكر وحدة القياس كالمليمتر مثلاً.

يمكن وصف الأجزاء المخروطية بعدة طرق.

شكل 21.7، يبين أن أبعاد المستدق المخروطي taper تستكمل بالقطرين $\phi 20$ و $\phi 40$ ، مضافاً إليهما الطول 50، رسم 1. ويمكن استخدام زاوية الرأس بدلاً من القطر، رسم 2. كما تُمَيِّزُ أبعاد المستدقات بإعطاء ميلها. فمثلاً الميل 1:5 تعني أن خمس وُحَدَاتٍ أفقية تكتسب وُحْدَةً واحدة رأسية، رسم 3.

وأخيراً، يمكن إجمال قواعد وتعليمات ضرورية لكل ممارس للرسم الهندسي والميكانيكي حال وضعه الأبعاد

- 1- اكتب الأبعاد بين المساقط قدر الإمكان.

تمارين الباب السابع

يهدف هذا النوع من التمارين إلى وصف الجسم بعدياً بشكل كامل على مساقطه. لذلك، يرسم الجسم (المرسوم أيزومترياً) بعدة مساقط (أقل عدد ممكن) وتوضع الأبعاد عليها، آخذين بعين الاعتبار مقياس الرسم وحجم لوحة الرسم، وقبل هذا وذلك المعرفة بأطوال وقياسات الأجزاء وتناسب بعضها مع بعض. ومن الطبيعي أن كل الوارد أعلاه يتطلب استخدام المقسم ومسطرة القياس المدرجة و/أو أية أداة هندسية للقياس. إذ تقاس الأبعاد بمسطرة القياس المدرجة وبمقياس رسم محدد، ثم تنقل إلى لوحة الرسم والمساقط بطولها الحقيقي فقط.

تمرين 1.7 - 2.7

ارسم مساقط الجسم بالأدوات وأضف الأبعاد كاملة عليها.

تمرين 3.7

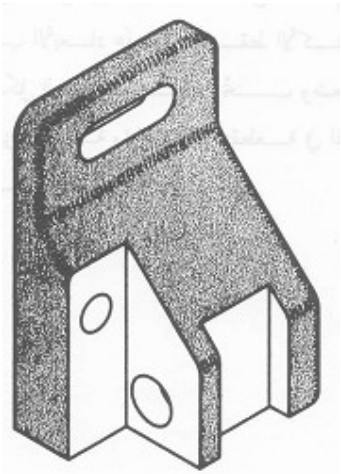
ارسم مساقط كل مجسم من المجسمات السبعة بالأدوات أو رسماً تخطيطياً باليد وأضف الأبعاد كاملة عليها.

تمرين 4.7

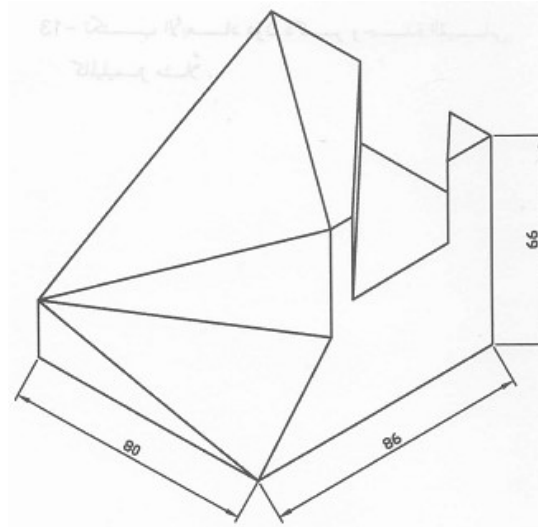
ارسم مساقط كل مجسم من المجسمات الأربعة بالأدوات وأضف الأبعاد كاملة عليها.

تمرين 5.7

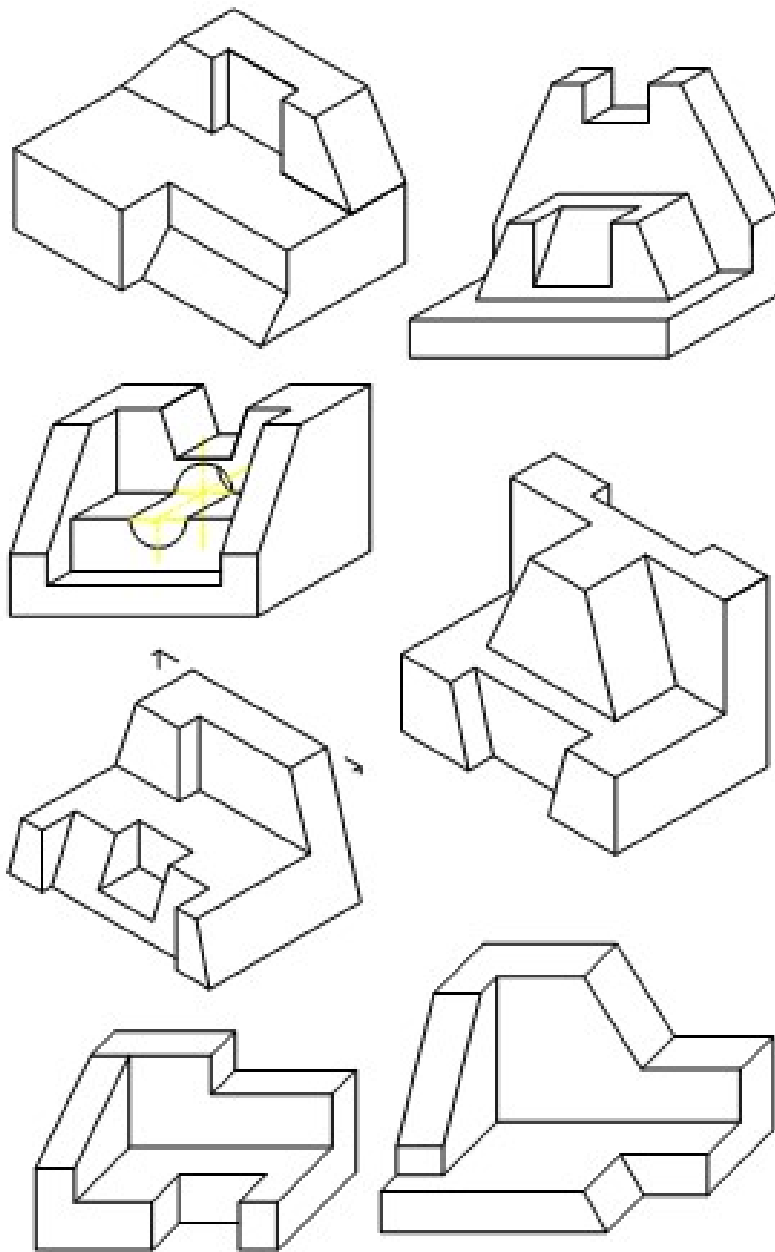
أضف الأبعاد الكاملة إلى المساقط الممثلة لخمسة مجسمات، كل مجسم بمسقطين.



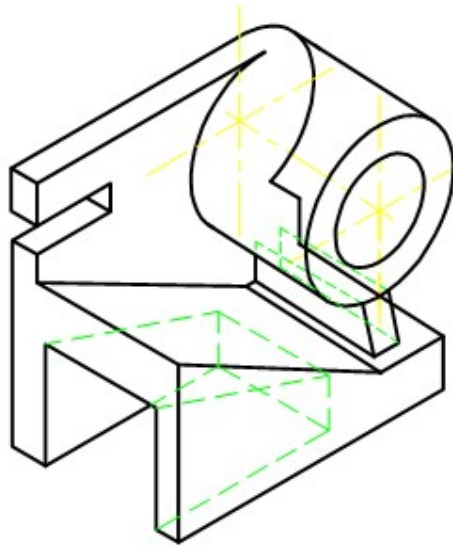
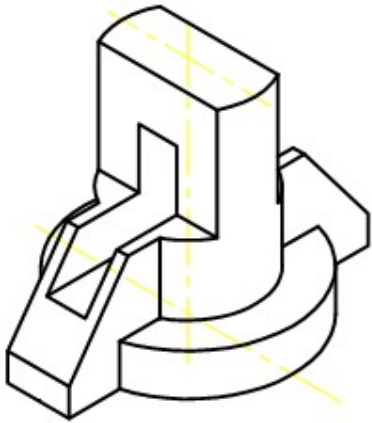
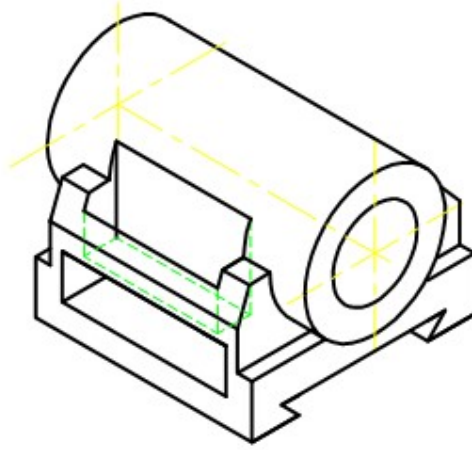
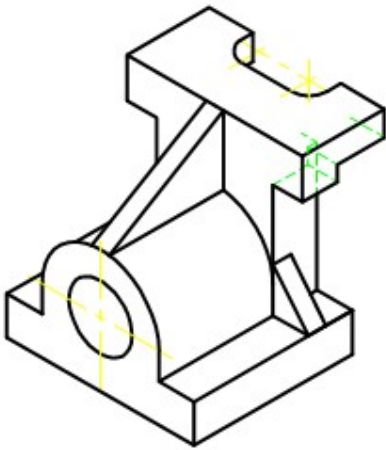
تمرين 2.7



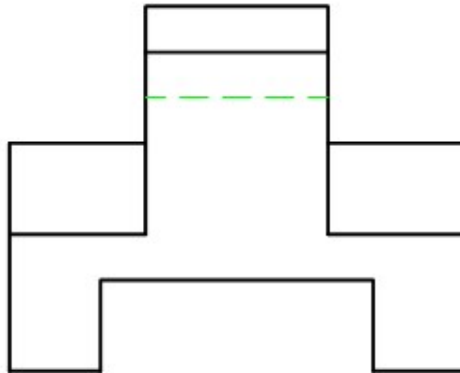
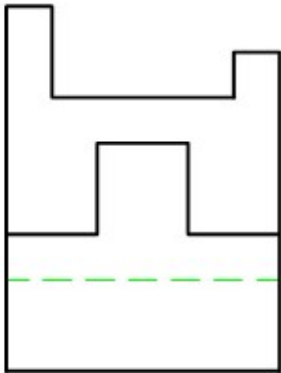
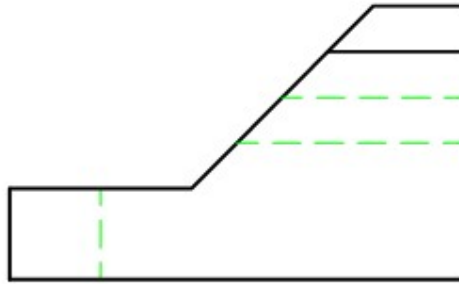
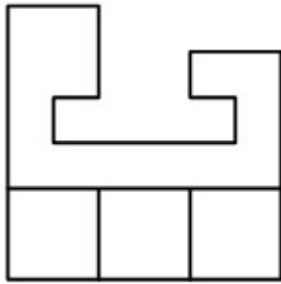
تمرين 1.7



تمرین 1.7



تمرین 4.7



تمرین 5.7