المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

التكييف والتبريد

الرسم الصناعي

الفصل الدراسي الثاني

الصف الثاني عشر

الفرع الصناعي

الناشر

وزارة التربية والتّعليم

إدارة المناهج والكتب المدرسية

يسرّ إدارة المناهج والكتب المدرسيّة استقبال ملحوظاتكم وآرائكم على هذا الكتاب على العناوين الآتية:

هاتف: 8-5/4117304 فاكس: 4637569 ص.ب: (1930) الرّمز البريديّ: 11118

أو على البريد الإلكترونيّ: VocSubjects Division@ moe.gov.jo

قررت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (2021/68)، تاريخ (2021/5/27)، بدءًا من العام الدراسي 2021 / 2022م.

الحقوق جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم

الأردن - عمان ص.ب: (1930)

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2021/7/4107)

ISBN: 978 - 9957 - 84- 999-3

لجنة التوجيه والإشراف على هذا الكتاب

أ.د. راتب حمدان العيسى
أ.د. عصام صالح جلهم
د. مازن عبد الرحيم عرباسي
د. زبيدة حسن أبو شويمة
م. باسل محمود غضية
م. حمد عزات أحمرو
م. محمد عبد اللطيف أبو رحمة

لجنة تأليف هذا الكتاب

م. دولت فخر الدين محمود
م. سلام فايز البرادعي
م. محمد حسن خليفة

التحرير العلمي: م. محمد عبد اللطيف أبو رحمة

التحرير اللغوي: د. خليل إبراهيم القعيسي
التحرير الفني: نرمين داود العزة
التصميم: عمر أحمد أبو عليان
الإنتاج: د.عبد الرحمن سليمان أبوصعليك

دقق الطباعة وراجعها: م. ثامر سامي الحلايبة

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الطبعة الأولى
أعيدت طباعته

1442 هـ – 2021 م
2022 م

قائمة المحتويات

الموضوع			الصفحة
إرشادات تطبيقية			4
الوحدة الخامسة: الرسم التجميعي	أولا	أهمية الرسم التجميعي واستخداماته وخطواته	7
	ثانيًا	وسائل الربط في الرسم التجميعي	19
	ثالثًا	تطبيقات على الرسم التجميعي	45
الوحدة السادسة: مجاري الهواء في أنظمة التكييف المركزي	أولًا	قطع الوصل المستخدمة في ربط شبكات مجاري الهواء	73
	ثانيًا	الرموز المستخدمة في تمثيل مجاري الهواء ووصلها	79
	ثالثًا	رسم مساقط مجاري الهواء وأبعادها	92
	رابعًا	رسم الإفرادات لمجاري الهواء	109
مسرد المصطلحات			141
قائمة المراجع			142

منهاجي
متعة التعليم الهادف

إرشادات تطبيقية

من النصائح والإرشادات المهمة التي يجب مراعاتها عند الرسم:

- نظف لوحة الرسم وأدواته قبل البدء.
- نظف الطبعات (الشبلونات) تنظيفًا جيدًا قبل استعمالها.
- فرغ لوحة الرسم من الأدوات الهندسية التي لا تحتاج إليها.
- استعمل مسطرة (T) لرسم الخطوط بدلًا من مسطرة القياس.
- ارسم الخطوط الرأسية بالأدوات المتاحة بدلًا من الحافة السفلية للمسطرة (T).
- تجنب استعمال أدوات الرسم سكينًا لقطع الورق.
- استعمل الأقلام المناسبة للرسم.
- ضع الأدوات في علبتها بعد استعمالها وهي نظيفة.
- حافظ على ورقة الرسم نظيفة ولا تثنيها.

ويستخدم في رسم المخططات أنواع متعددة من الطبعات (الشبلونات) كل منها يتناسب والأداء المطلوب منها:

1 - طبعات لرسم الانحناءات تُستخدم في رسم الخطوط المنحنية غير المنتظمة.

2 - طبعات لرسم الدوائر الصغيرة والأقواس الدائرية، وأخرى لرسم الأشكال الهندسية المنتظمة، مثل: المضلعات، والقطع الناقص، ورموز الرسم الكهربائي، والرسم المعماري، والرسم الميكانيكي.

3 - طبعات بلاستيكية مرنة، وهي ذات فوائد كبيرة في رسم المنحنيات ونقلها.

4 - طبعات خاصة بالرموز، مثل الرموز الكهربائية، والإلكترونية، والميكانيكية، والمعمارية.

الوحدة الخامسة

الـرسم التجـميعـي

- ما الهدف من الرسم التجميعي؟
- ما الفائدة من عملية تجميع القطع الميكانيكية؟

يعد الرسم التجميعي أحد أنواع الرسم الصناعي الذي يظهر وحدة ميكانيكية مكونة من أجزاء عدة، ويبين موقع كل جزء من هذه الوحدة، ويُظهر كيفية تسلسل (ترتيبية) وترابط هذه الأجزاء ببعضها بالترقيم، وعلاقة الحركة والتعشيق بين هذه الأجزاءالمكونة للوحدة.

فمحتويات الرسم التجميعي، تضم رسومات لمساقط ومقاطع ضرورية بالقياسات والمواصفات وجداول بيانات، لتبين شكل الوحدة الميكانيكية. ويساعد الرسم التجميعي على فك الأجزاء الميكانيكية المختلفة وتجميعها عن طريق تمييز الأجزاء المكونة لهذه الوحدة، وقياساتها، وتحديد أماكن تركيب كل منها.

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يتعرف أهمية الرسم التجميعي.
- يتعرف استخدامات الرسم التجميعي.
- يتعرف خطوات الرسم التجميعي.
- يتعرف وسائل الربط والقطع الميكانيكية المختلفة المستخدمة في أنظمة التكييف والتبريد في الرسم التجميعي ويرسمها.
- يرسم قطعًا ميكانيكية مختلفة مجمعة.

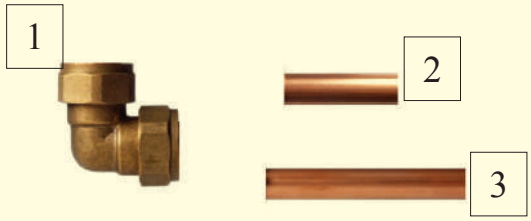
أولًا: أهمية الرسم التجميعي واستخداماته وخطواته

النتاجات

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تتعرف مفهوم الرسم التجميعي.
- تتعرف أهمية الرسم التجميعي.
- تتعرف استخدامات الرسم التجميعي.
- تتعرف خطوات الرسم التجميعي.
- تتعرف مفهوم الرسم التفصيلي.
- تتعرف خطوات الرسم التفصيلي

انظر وتساءل



- إذا نظرت إلى أي وحدة ميكانيكية تتكون من قطع عدة، فلماذا تُرسم القطع كلها قطعة قطعة؟

- لماذا ترتب هذه القطع بصورة تسلسلية؟

استكشف

ناقش زملاءك ومعلمك في محتويات الرسومات التجميعية للوحدات الميكانيكية وفي الهدف منها.

اقرأ وتعلّم

1 - الرسم التجميعي (Assembly Drawing):

هو رسم تنفيذي لوحدات ميكانيكية تتألف من أجزاء عدة، بحيث يحتوي الرسم الأجزاء جميعها المكونة للوحدة الميكانيكية لتحديد كل جزء ميكانيكي بالنسبة إلى بقية أجزاء الوحدة.

أ- **أهمية الرسم التجميعي:** تقديم معلومة وفكرة وتصور وتوضيح عن الأجزاء الداخلية للوحدة الميكانيكية، باستخدام الأبعاد والجداول والمساقط والمقاطع الضرورية، التي تساعد على توضيح تجميع الوحدة الميكانيكية.

تذكر

تُحضر الرسومات في مكتب التصميم والرسم، حيث تُنفذ الرسومات باليد الحرة (بقلم رصاص)، ثم تستخدم برامج الرسم الهندسي، مثل برنامج (Auto CAD) الذي يرسم الرسومات التنفيذية لكل قطعة والرسم الإجمالي لها لدراستها، ثم يطبع الرسم نسخًا عدة ويوزع على العاملين في المصنع.

ب- استخدامات الرسم التجميعي: يستخدم غالبًا في التنفيذ والإنتاج، وفي الأعمال الصناعية جميعها، ويكون للقطع جميعها مع بعضها، وكل جزء واضح في مكانه بالنسبة إلى الأجزاء الأخرى، ولا يشترط في الرسم التجميعي تفصيلات كثيرة للإيضاح، إلا أنه يُكتفى بالرسومات التي توضح القطع والأجزاء في مكانها فقط وفي أبسط صورة، ويُعد بواسطة مهندس التصميم.

تذكر

يقرأ مقياس الرسم من اليسار إلى اليمين، (1:2) يقرأ واحد إلى اثنين.

جـ ـ الخطوات المتبعة للرسم التجميعي: لتجميع أي وحدة ميكانيكية تجميعًا صحيحًا وسريعًا، فهناك إجراءات للرسم التجميعي، ومن هذه الإجراءات:

1. معرفة اسم الوحدة أو الجزء الميكانيكي المراد تجميعه، ودراسة الغرض من استخدامه وطريقة عمله للمساعدة على عملية التجميع.
2. دراسة وظيفة كل جزء من الأجزاء بالنسبة إلى الآخر لفهم طريقة عملها.
3. دراسة المساقط والمقاطع المعطاة، وعلاقتها ببعضها، فيساعد على توضيح الفكرة عن الجزء المراد تجميعه.
4. طريقة ربط القطع ببعضها، بالبراغي والصمولات وغيرها.
5. رسم كل قطعة بمقياس الرسم المناسب؛ لتوضيح التفاصيل في كل قطعة.
6. قراءة المعلومات المعطاة في الرسم التجميعي جميعها من أبعاد، ومقارنة مساقط الأجزاء وتفاصيلها، والملحوظات وغيرها.

7. قراءة الكتيبات الصغيرة تعطي الفني فكرة عن الوحدة وأجزائها وفرصة لاستخدام العُدد والأدوات المطلوبة في الصيانة بأقل الأخطاء والأخطار المتوقعة.
8. استخدام الجداول الفنية في معرفة البيانات اللازمة لكل جزء من الوحدة الميكانيكية؛ لتجميع الأجزاء تجميعًا متسلسلًا، لإخراج وحدة تجميع كاملة موضح عليها الأجزاء والمواصفات المطلوبة داخل جدول.
9. للرسوم التجميعية جداول مرفقة بها؛ لمعرفة المواصفات والبيانات اللازمة للإنتاج والصيانة (الفك والتركيب)، مثل: اسم القطعة، ونوع معدنها، وعددها، والرقم المتسلسل، واسم المصنع، ورامسها والملاحظات وغيرها.

لتوضيح رسم الجدول وتبسيطه لغايات التدريب على الرسم، اعتُمد في هذا الكتاب جدول توضيحي يتضمن بعض المواصفات فيها، مثل: اسم القطعة، ونوع مادة الصنع، وعدد القطع. وبالرجوع إليها تُجمع حسب التسلسل الأدائي لكل جزء والترقيم المكتوب لكل قطعة حسب أولوية تجميع هذه الأجزاء مع بعضها، انظر إلى الشكل (5-1).

الشكل (5-1): جدول توضيحي.

في الرسم التجميعي ترقم الأجزاء الميكانيكية ويجب أن يكون لكل جزء في الوحدة الرئيسة رقم، وهذا الرقم ثابت (Part Number) حيث يساعد العامل (الفني) على طلب الجزء بسهولة من الشركة الصانعة ويساعد على عملية ترتيب المستودعات الفنية من جوانب مختلفة، ولا يتغير هذا الرقم إلا إذا طرأ تعديل على الجزء نفسه حيث يضاف إليه رقم آخر، أما الرقم المتسلسل (Serial Number) في الوحدة التجميعية الواحدة، فيوضع إما بحسب أهمية الجزء في الوحدة التجميعية وإما بحسب ترتيب تركيب الأجزاء وإما بحسب ترتيب فكها.

د- وضع الأبعاد على الرسومات التجميعية: توضع الأبعاد الرئيسة فقط التي تبين المسافة بين المحاور، وعليه، تحديد حركة الوحدات المكونة لهذه الوحدة الميكانيكية، وقد توضع الأبعاد جميعها، والأبعاد بين المحاور وبين كل جزء وآخر، لمعرفة كيفية تثبيت الأجزاء بالنسبة إلى بعض، توضع الأبعاد الرئيسة في الكتيبات التخطيطية فقط.

تذكر

غالبية الرسومات التجميعية لا تحتاج إلى وضع أبعاد عليها (حيث يكتفي بذكر مقياس رسم).

2 - الرسم التفصيلي (Detailed Drawing)

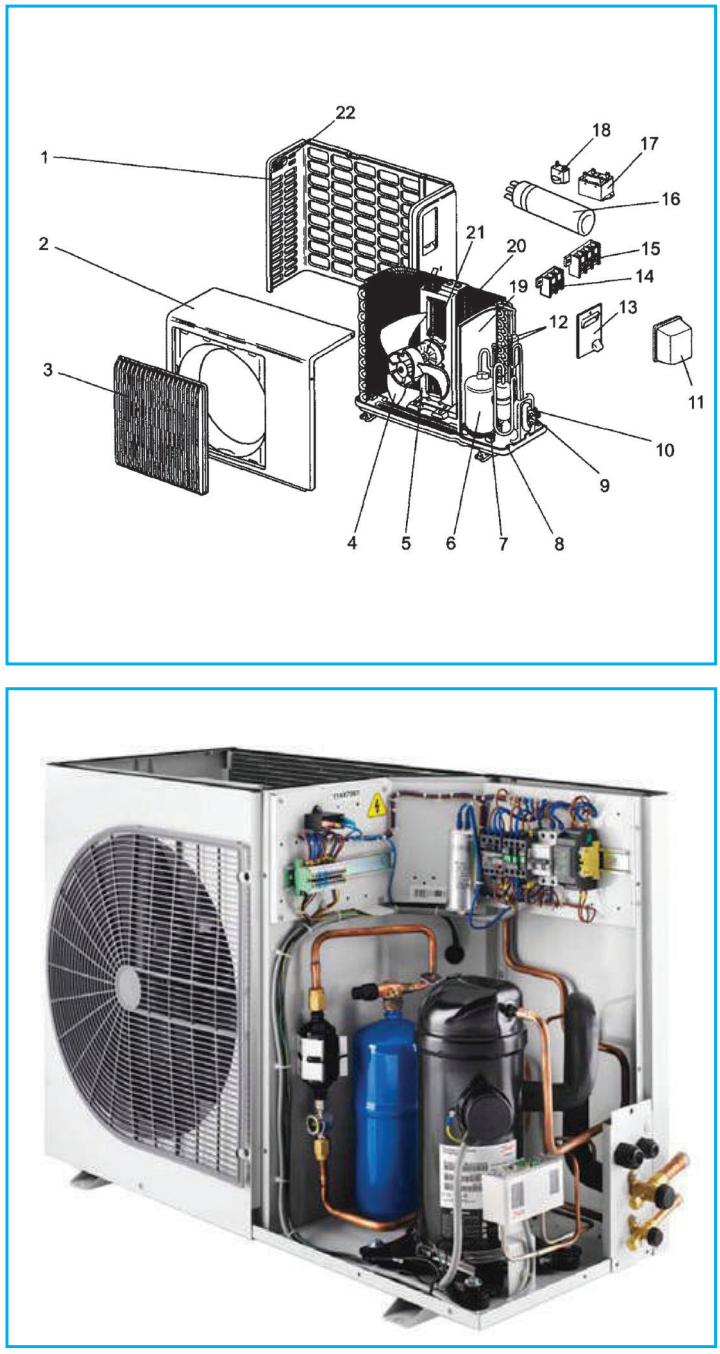
هو عرض المعلومات الضرورية جميعها لإنتاج الجزء الميكانيكي مطابقًا للمواصفات المطلوبة مطابقة دقيقة، وتختلف الطرائق المتبعة في إعداد الرسومات من شركة إلى أخرى.

أ- مفهوم الرسم التفصيلي: هو ذلك الرسم الذي يصف الجزء الميكانيكي المطلوب رسمه وصفًا دقيقًا شاملًا لكل التفاصيل من حيث الشكل، والأبعاد، ونوع مادة التصنيع اللازمة، والحجم، فضلًا عن نعومة الأسطح المطلوبة خلال عمليات الإنتاج، وكذلك التفاوت المناسب، ويعد الرسم التفصيلي للجزء الميكانيكي الواحد رسمًا كاملًا وناجحًا إذا استطاع الفني عبر دراسته أن يستخلص منه المعلومات الضرورية جميعها مباشرة لإنتاج هذا الجزء الميكانيكي.

ب- خطوات الرسم التفصيلي: يراعى في الرسم التفصيلي ما يأتي:

1. قراءة الوحدة المجمعة المراد رسمها قراءة فاحصة وترتيب مكوناتها.
2. فك القطع لرسم كل قطعة وحدها.
3. فرز القطع ذات القياسات العالمية مع ذكر النوع والتصنيف.
4. تحديد عدد المساقط أو القطاعات الضرورية اللازمة لكل قطعة، على أن يظهر الرسم التفصيلي التفاصيل كلها.
5. اختيار مقياس الرسم المناسب لكل قطعة؛ لتوضيح تفاصيلها.

يمكن للطالب اعتماد مقياس الرسم من الأبعاد على القطعة أو نقل الأبعاد لكل تمرين عند رسمه بالمسطرة؛ لتسهيل رسم القطع المطلوبة، وفي الشكل (5-2) مثال توضيحي لأجزاء وحدة تكثيف مفصلة ومجمعة.

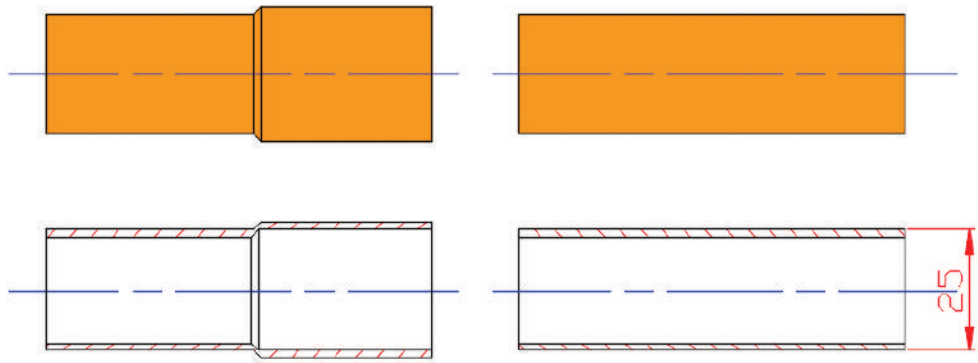


الشكل (5-2): أجزاء مفصّلة للوحدة الخارجية للمكيف وجمعها.

في ما يأتي أمثلة توضح طريقة التجميع وتسهيلها وخطوات الرسم التجميعي في صورة رسوم وصور لأجزاء ميكانيكية مفككة، وكذلك بعد التجميع.

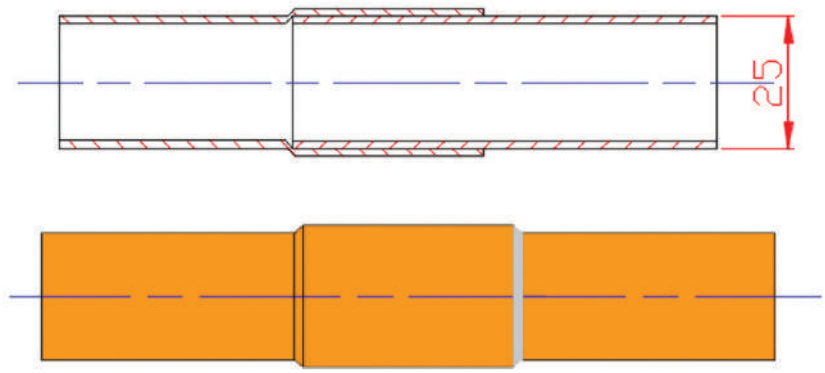
مثال (1)

يبين الشكل (5-3) أنبوب نحاس وُسِّع لتجميعه، والشكل (5-4) تجميع أنبوب النحاس ملحوم بسبيكة.



الشكل (5-3): أجزاء أنبوب نحاس وُسّع لتجميعه.

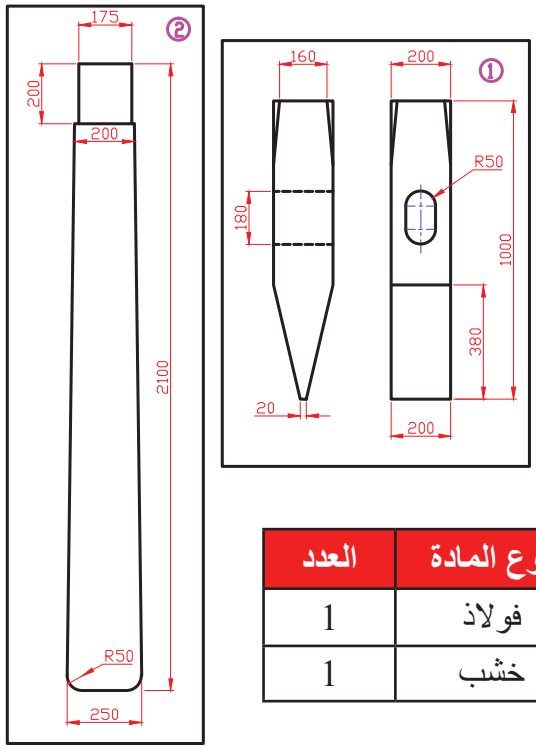
الحل



الشكل (5-4): أنبوب نحاس مجمع وملحوم بسبيكة.

مثال (2)

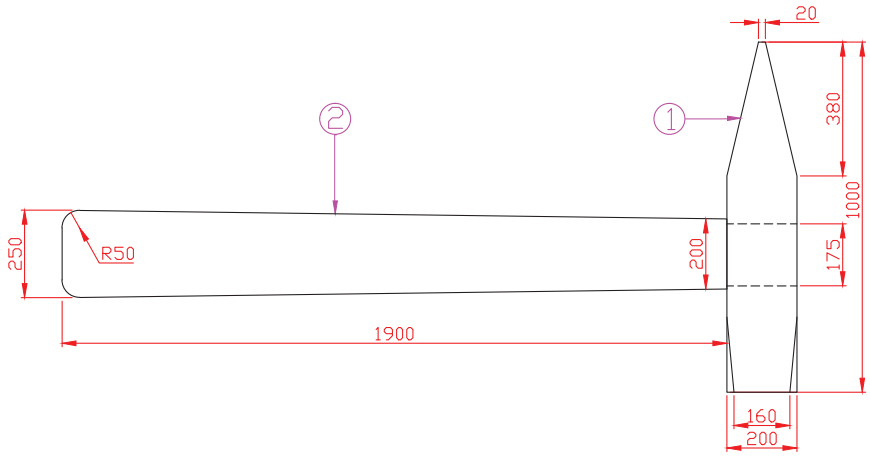
يبين الشكل (5-5) أجزاء المطرقة، والشكل (5-6) الأجزاء مجمعة.



رقم	اسم القطعة	نوع المادة	العدد
1	جسم المطرقة	فولاذ	1
2	مقبض المطرقة	خشب	1

الشكل (5-5): أجزاء المطرقة.

الحل



الشكل (5-6): مطرقة مجمعة.

مثال (3)

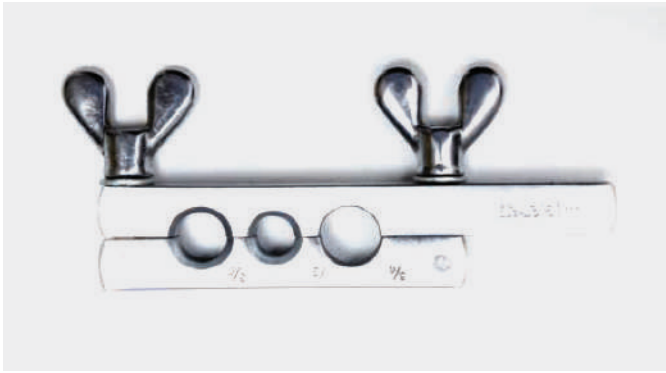
يبين الشكل (5-7) أجزاءً لملزمة تفليج أنابيب نحاسية، والشكل (5-8) صور الأجزاء مجمعة.

الشكل (5-7): أجزاء لملزمة تفليج أنابيب نحاسية.

الجدول (5-1): أجزاء لملزمة تفليج أنابيب نحاسية

رقم	اسم القطعة	نوع المادة	العدد
1	الجسم العلوي للملزمة	فولاذ	1
2	الجسم السفلي للملزمة	فولاذ	1
3	صمّولة فراشة (مجنحة)	فولاذ	2
4	حلقة (روديلا) مبسّطة	فولاذ	2
5	برغي تثبيت	فولاذ	2
6	مسمار	فولاذ	2

الحل



الشكل (5-8): ملزمة تفليج أنابيب نحاسية مجمعة.

مثال (4)

يبين الشكل (5-9) أجزاء ذكر تفليج أنابيب نحاسية، والشكل (5-10) يبين صور الأجزاء مجمعة.

الشكل (5-9): أجزاء ذكر تفليج أنابيب نحاسية.

الجدول (5-2): أجزاء ذكر تفليج أنابيب نحاسية.

رقم	اسم القطعة	نوع المادة	العدد
1	ذراع شد	فولاذ مجفلن	1
2	عمود مسنن	فولاذ	1
3	جسم ذكر التفليج	فولاذ مجفلن	1
4	حلقة تثبيت	فولاذ	1
5	رأس التفليج	فولاذ مجفلن	1

الحل

الشكل (5-10): ذكر تفليج أنابيب نحاسية مجمعة.

تذكر

الرسم التجميعي يتكون من المساقط والقطاعات والأبعاد والجداول الخاصة التي تساعد على الحصول على المعلومات الفنية الكافية للوحدة الميكانيكية، لذلك يتم اختيار المساقط والمقاطع المناسبة لتوضح وتساعد على جمع الأجزاء مع بعضها، المعلومات كلها سترشدك إلى الحل.

ابحث في مصادر المعرفة المتوافرة عن الجداول المختلفة في رسم القطع المنتجة في الرسم التجميعي.

القياس والتقويم

أضع إشارة (√) في خانة الدرجة المناسبة.

الرقم	المؤشر	درجة تحقيق المؤشر		
		ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أدرك مفهوم الرسم التجميعي وأهميته.			
2	أعرف استخدامات الرسم التجميعي.			
3	أعرف الخطوات المتبعة في الرسم التجميعي.			
4	أعرف وضع الأبعاد في الرسومات التجميعية.			
5	أميز الرسم التجميعي من الرسم التفصيلي.			

التمارين

1- ما الرسم التجميعي؟ وما الفرق بينه وبين الرسم التفصيلي؟

2- ما أهمية الرسم التجميعي؟

3- بين استخدامات الرسم التجميعي.

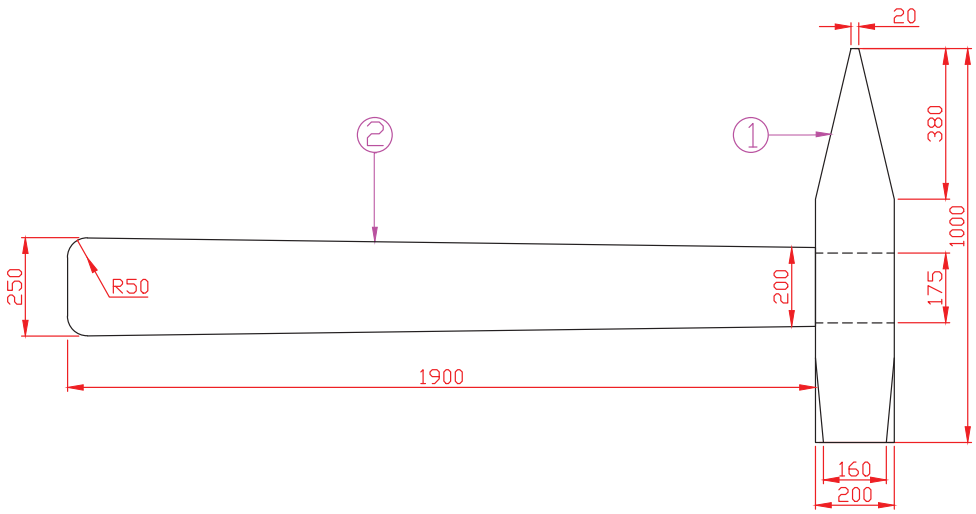
4- عدد خطوات الرسم التجميعي.

5- ما الغاية من وضع الأبعاد على الرسوم التجميعية؟

6- وضح سبب استخدام الجداول في الرسم التجميعي.

7- يبين الشكل التالي رسمًا لمطرقة. المطلوب:

- نوع الرسم المستخدم.
- تسمية الأجزاء (1)، (2).
- رسم المطرقة بمقياس رسم مناسب.



ثانيًا: وسائل الربط في الرسم التجميعي

النتاجات

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تتعرف وسائل الربط، والقطع الميكانيكية المختلفة المستخدمة في أنظمة التكييف والتبريد في الرسم التجميعي.
- ترسم وسائل الربط، والقطع الميكانيكية المختلفة المستخدمة في أنظمة التكييف والتبريد في الرسم التجميعي.

انظر وتساءل

- ما الفائدة من هذه الأجزاء المستخدمة مع القطع الميكانيكية؟
- اذكر مسميات هذه القطع.

استكشف

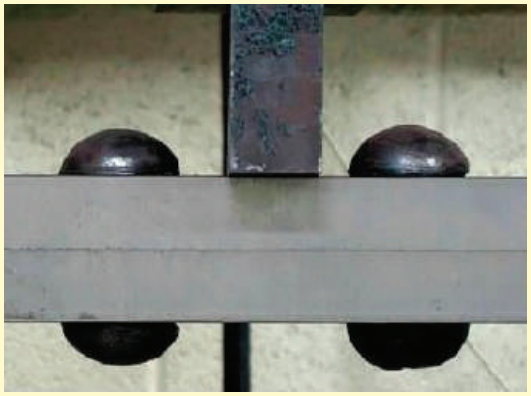
ناقش زملاءك و معلمك في الرسومات التجميعية لوسائل الربط في التكييف والتبريد.

اقرأ وتعلّم

هناك طرائق ربط وتوصيل عديدة ومختلفة لربط الأجزاء الميكانيكية للآلات والوحدات والمعدات الصناعية لتشكيل الوحدة المطلوبة.

تذكر

وسائل الربط والوصلات نوعان: وصلات دائمة (اللحام والبراشيم، وغيرهما) ووصلات مؤقتة (البراغي، ومسامير، والزنبركات، والثني للصفائح، وغيرها).



في ما يأتي شرح مبسط لبعض وسائل الربط المستخدمة في العمليات الميكانيكية:

1 -أنواع البراغي والصمولات والحلقات المعدنية (Bolts & Nuts & Washers)

هناك أنواع عدة من البراغي والصمولات والحلقات المعدنية المستخدمة في عمليات الربط والتثبيت بأشكال مختلفة، كما في الجداول الآتية:

الجدول (5-3): أنواع البراغي.

الرقم	اسم البرغي	شكل البرغي
1	برغي مسنن (Bolts): تستخدم هذه البراغي مع الصمولات والحلقة المعدنية في تثبيت الأجزاء وربطها ببعض.	
2	براغي الأوتاد (Stud Bolts): وهي من دون رؤوس، وأطرافها مسننة من الجهتين، وتستخدم لربط قطعتين، جزء في القطعة والآخر بصمولة.	
3	براغي سن صاج (Sheet Metal Screws): يستخدم المفك في ربط هذه البراغي بالأجزاء معًا مثل الصفائح أو القطع.	
4	براغي ذاتية الثقب (Self-drilling Screws): يستخدم المقدح في ربط هذه البراغي بالأجزاء المطلوبة.	

الجدول (5-4): أنواع الصمولات.

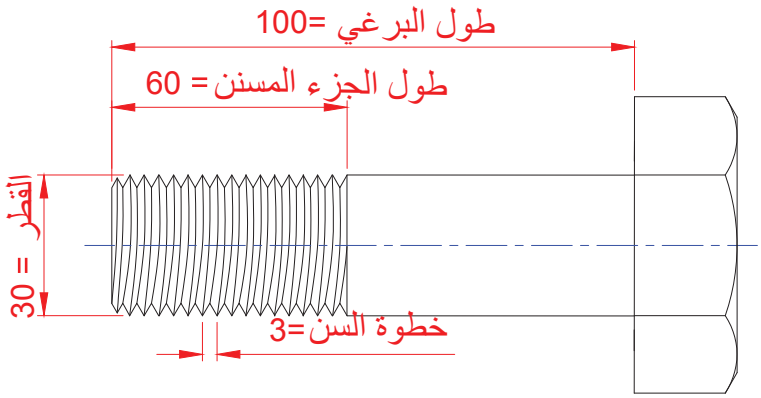
الرقم	اسم الصمولة	شكل الصمولة
1	الصمولات السداسية (Hexagonal Nut) وهي سداسية الشكل، وتستخدم مع برغي سداسي في التثبيت.	
2	الصمولات المربعة (Square Nut): وهي مربعة الشكل، وتستخدم مع برغي مربع في التثبيت.	
3	الصمولات المجنحة (Wing Nut): فيها جناحان يسهلان الربط.	
4	الصمولات الكروية (Cap Nut): طرفها يشبه نصف الكرة.	

الجدول (5-5): أنواع الحلقات.

الرقم	اسم الحلقة	شكل الحلقة
1	الحلقات المنبسطة (Washers): وهي حلقات توضع بين القطعة ورأس البرغي في التثبيت أو قبل وضع الصمولة.	
2	الحلقات الزنبركية (Washers Spring): وهي حلقات مرنة ومقطوعة من المنتصف، وتحول دون فك الصمولة تلقائيًا.	
3	حلقات الأسنان الداخلية (Internal teeth Washers): وهي حلقات تحتوي أسنانًا داخلية تحول دون فك الصمولة تلقائيًا، وتتماسك عبرها الأجزاء.	

2 - طريقة رسم البرغي في الأجزاء الميكانيكية

إن رسم البرغي يكون بحسب شكله ويعتمد على قياسات أساسية بالميلمتر (مم)، وهي قطر البرغي وطول البرغي وطول الجزء المسنن وخطوة السن موضحة في الشكل (5-11):



الشكل (5-11): القياسات الأساسية.

ويعبر عنها بالعلاقة الآتية: (م30×3×100×60)

حيث إن:

م – متري

30 – قطر البرغي

3 – خطوة السن

100 – طول البرغي

60 – طول الجزء المسنن

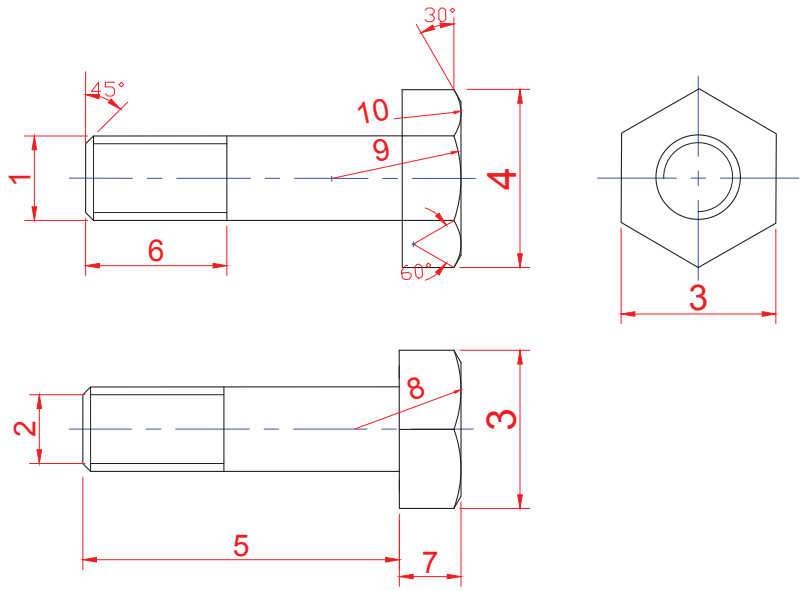
يمكن قراءة العلاقة (م30 × 3 × 100 × 60) بحسب التسلسل الآتي:

(قطر البرغي المتري(مسنن)=30م) × (خطوة سن البرغي=3) × (طول البرغي=100)× (طول الجزء المسنن =60).

البراغي والصمولات هي من القطع القياسية (Standard Parts) تستخدم في عمليات الربط في بعض التركيبات الميكانيكية والصناعية، ونظرًا إلى صعوبة رسم هذه الأجزاء بأشكالها الحقيقية وتجنبًا لضياع الوقت، اصطلح على رسمها بصورة مبسطة، يسهل معها رسمها وقراءتها كما يأتي:

أ- **البرغي سداسي الرأس (Hexagonal-Head Bolt)**: يعبر عنه بدلالة القطر الاسمي (ق)، ويستخدم الحرف (م) أو (M) للدلالة على أنه نظام متري (Metric).

ق: القطر الخارجي للتسنين، ومن القطر الاسمي للبرغي ونوعه (تستخرج القياسات الأخرى الأساسية من جداول خاصة بذلك)، ونوضح طريقة رسم البرغي السداسي اصطلاحًا، كما في الشكل (5-12/أ):



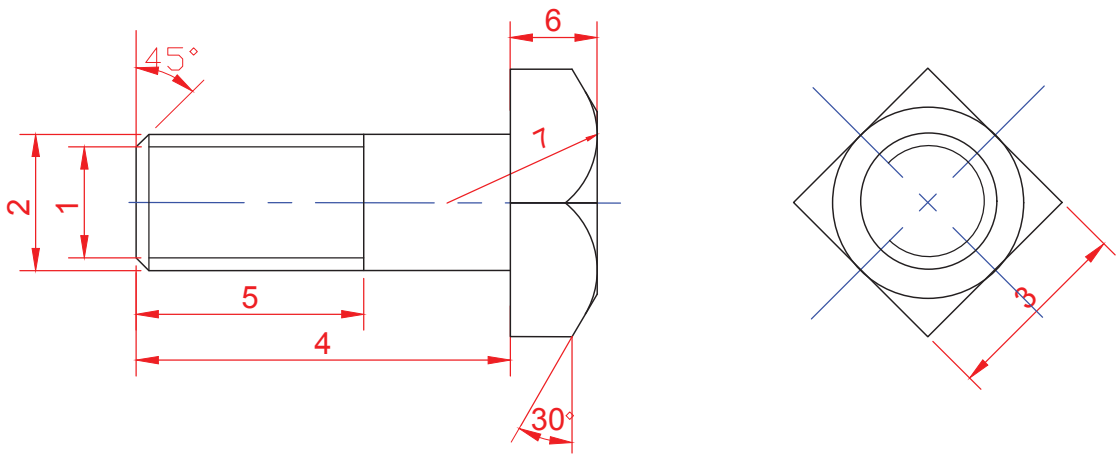
الشكل (5-12/أ): الرسم الاصطلاحي لبرغي سداسي.

ويبين الجدول (5-6) الأبعاد الأساسية للبرغي السداسي وطريقة استخراج كل منها.

الجدول (5-6): قراءات الأبعاد للبرغي السداسي

الرقم	اسم البعد	رمزه	طريقة استخراجه
1	قطر البرغي	ق	من السؤال
2	عمق السن (جذر)	ق1	0.85 × ق
3	المسافة بين ضلعي السداسي	ف	1.75 × ق
4	طول رأس البرغي	د	2 × ق
5	طول البرغي	ل	من السؤال
6	طول الجزء المسنن	ل1	من السؤال أو (2ق + 6مم)
7	سمك رأس البرغي	س1	0.7 × ق
8	نصف قطر القوسين	نق	ق
9	نصف قطر القوس الكبير	نق1	1.5× ق
10	نصف قطر القوس الصغير	نق2	0.4× ق

ب- البرغي مربع الرأس (Square-Head Bolt): يرسم البرغي على المعطيات الأساسية، وهي: قطر البرغي، وطول البرغي، وطول الجزء المسنن، ونوضح طريقة رسم البرغي الرباعي اصطلاحًا، كما في الشكل (5-12/ب):



الشكل (5-12/ب): الرسم الاصطلاحي لبرغي مربع.

ويبين الجدول (5-7) الأبعاد الأساسية للبرغي مربع الرأس وطريقة استخراج كل منها.

الجدول (5-7): قراءات الأبعاد للبرغي مربع الرأس.

الرقم	اسم البعد	رمزه	طريقة استخراجه
1	قطر الاسمي أو متري (عمق السن)	م	ق × 0.85
2	قطر البرغي	ق	من السؤال
3	طول رأس البرغي	ف	ق × 1.75
4	طول البرغي	ل	من السؤال
5	طول الجزء المسنن	ل1	من السؤال
6	سمك رأس البرغي	ق1	ق × 0.7
7	نصف قطر القوسين	نق	ق ×1.25

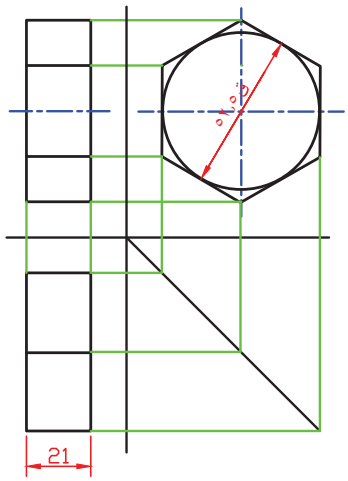
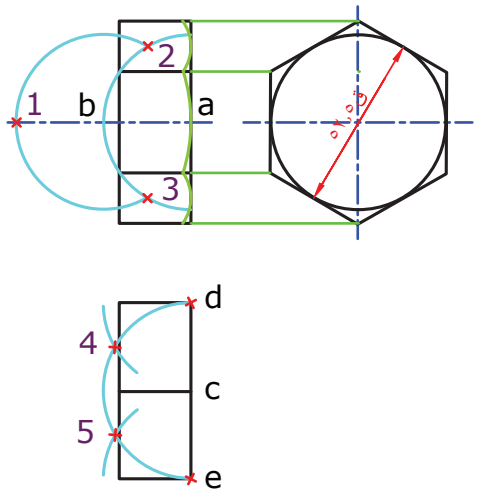
مثال (5)

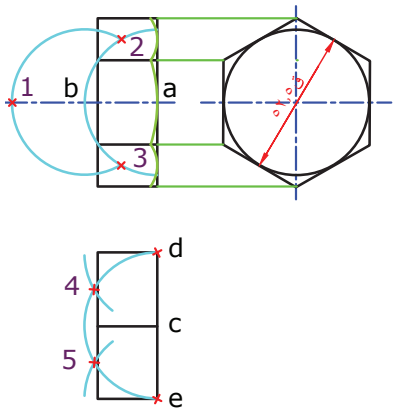
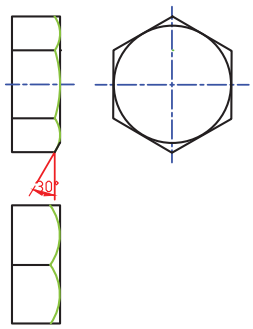
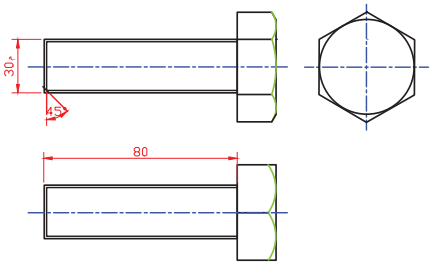
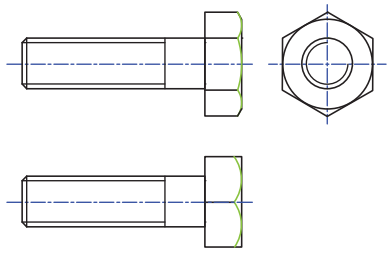
ارسم برغيًّا سداسيًّا بحسب مصطلح أبعاد البراغي: (م30×80×50)؟

المعطيات المطلوبة للسؤال: 30 – قطر البرغي، 80 – طول البرغي، 50 – طول الجزء المسنن.

الحل

الجدول (5-8): طريقة رسم برغي سداسي.

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	ارسم محور المساقط، ثم ارسم خط مركز لرسم دائرة على المسقط الجانبي. احسب قطر الدائرة = 30×1.75 = 52.5 مم. ارسم الشكل السداسي باستخدام مثلث (60°)، ارسم المسقط الأمامي والأفقي باستخدام خطوط المساعدة. احسب سُمْك رأس البرغي = 0.7 × 30 = 21 مم.	
2	افتح الفرجار فتحة نق = 15مم ثبت الفرجار في النقطة a وارسم قوسًا يقطع سُمْك البرغي. ثبت الفرجار في النقطة b وارسم قوسًا يقطع القوس السابق. ثبت الفرجار في النقطة c وارسم قوسًا يقطع سُمْك البرغي. ثبت الفرجار في النقطة d وارسم قوسًا يقطع القوس السابق. ثبت الفرجار في النقطة e وارسم قوسًا يقطع القوس السابق.	

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
3	أصبح لدينا مراكز من نقاط تقاطع الأقواس على المسقط الأمامي في: 1 و2 و3. لرسم القوس الكبير في رأس البرغي نركز في1، ثم نرسم دائرة. ولرسم القوسين الصغيرين لرأس البرغي، نركز في 2 و3، ثم نرسم دائرة. لرسم القوسين لرأس البرغي في المسقط الأفقي نركز في 4 و5.	
4	ارسم شطفتين على طرفي رأس البرغي في المسقط الأمامي بزاوية (30°) باستخدام مثلث. لاحظ أن طرفي رأس البرغي في المسقط الأفقي من غير شطفة. امسح الخطوط الزائدة داخل رأس البرغي وخارجه في المسقطين الأمامي والأفقي.	
5	علم الخطوط الخارجية للبرغي بخط علام واضح. ارسم طول البرغي وحدّد قطر الجذر للبرغي (عمق) = 0.85 ق في المسقطين بخط رفيع. ارسم في بداية البرغي المسنن شطفتين بزاوية (45°) في المسقطين الأمامي والأفقي.	
6	ارسم خط نهاية طول الجزء المسنن حسب البعد المطلوب = 50 مم. ارسم في المسقط الجانبي دائرة القطر الخارجي للبرغي= 30 مم بخط علام واضح. ارسم أربعة أخماس دائرة الجذر للبرغي بخط رفيع.	

تذكر

يمكن استخدام المثلث (60°) في رسم المضلع المنتظم السداسي، شُرح ذلك في كتاب الرسم في الصف الحادي عشر.

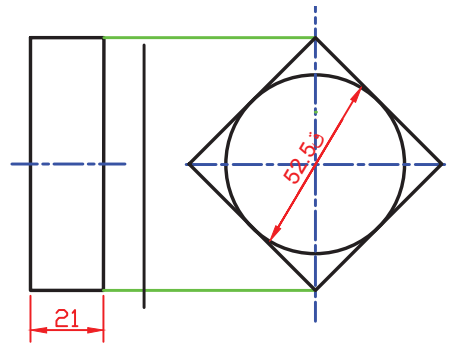
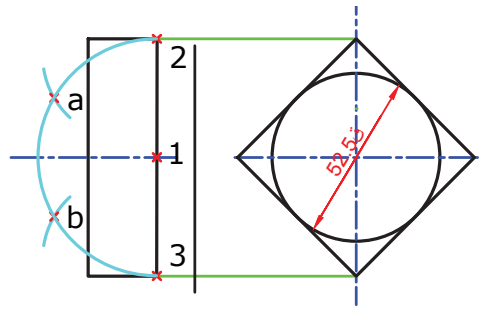
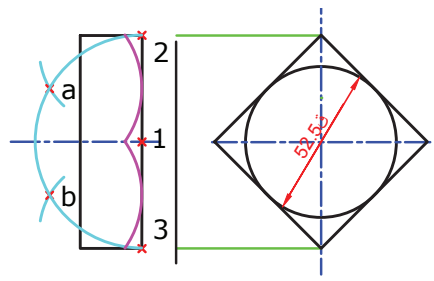
مثال (6)

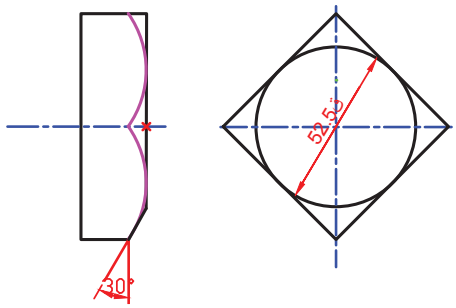
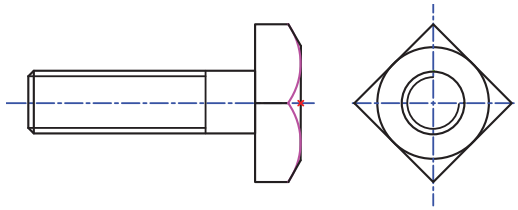
ارسم برغي مربع الرأس قياسه: (م30×80×50) مُوجِّهًا النظر إلى وجهي رأس البرغي.

المعطيات المطلوبة للسؤال: 30 – قطر البرغي، 80 – طول البرغي، 50 – طول الجزء المسنن.

الحل

الجدول (5-9): طريقة رسم البرغي مربع الرأس.

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	ارسم محور المساقط، ثم ارسم خط مركز لرسم دائرة على المسقط الجانبي. احسب قطر الدائرة = 30×1.75 = 52.5 مم. ارسم الشكل المربع باستخدام مثلث (45°)، ثم باستخدام خطوط الإسقاط لرسم المسقط الأمامي. احسب سمك رأس البرغي= 0.7 × 30 = 21 مم.	
2	افتح الفرجار فتحة تساوي المسافة بين النقطتين (1) و(2)، ثم ثبت الفرجار في النقطة (1) وارسم قوسًا تقطع سُمك البرغي في (2) و (3). ثبت الفرجار في النقطة (2) و (3) وارسم قوسًا يقطع القوس السابق في نقطتين (a) و(b).	
3	ثبت الفرجار في النقطة (a) وارسم قوسًا في رأس البرغي. ثبت الفرجار في النقطة (b) وارسم قوسًا في رأس البرغي.	

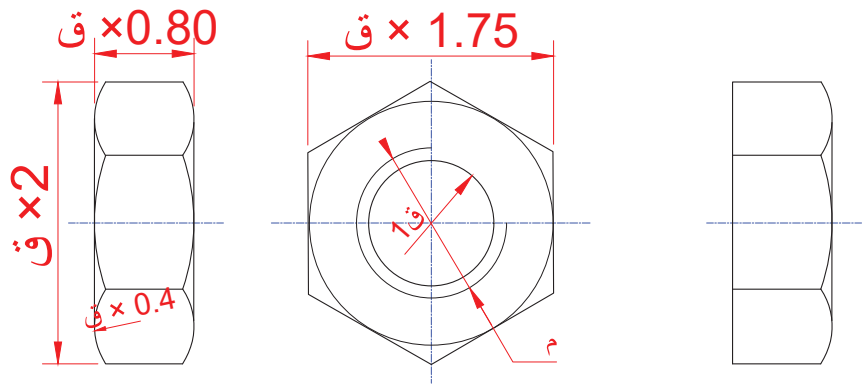
الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
4	ارسم شطفتين على طرفي رأس البرغي في المسقط الأمامي بزاوية (30°). امسح الخطوط الزائدة داخل رأس البرغي وخارجه في المسقطين الأمامي والجانبي.	
5	علم الخطوط الخارجية للبرغي بخط علام واضح. ارسم طول البرغي وعلم قطر الجذر للبرغي (عمق) = 0.85 ق في المسقط بخط رفيع. ارسم في بداية البرغي المسنن شطفتين بزاوية (45°) في المسقطين الأمامي والجانبي. ارسم خط نهاية طول الجزء المسنن بحسب البعد المطلوب = 50 مم. ارسم في المسقط الجانبي دائرة القطر الخارجي للبرغي = 30 مم بخط علام واضح. ارسم أربعة أخماس دائرة الجذر للبرغي بخط رفيع.	

النشاط

ارسم برغيًّا مربع الرأس قياسه: (م30×80×60) مُوجِّهًا النظر إلى أحد أوجه رأس البرغي.

جـ - الصمولات السداسية (Hexagonal-Head Nut): تستخدم مع برغي سداسي الرأس في عمليات الربط والتركيب، وهنا يرسم القطر بخط مستمر واضح = (0.85 ق) ويرسم قطر جذر السن بخط مستمر رفيع، ويرمز إلى السن بالحرف (م).

وسُمك الصمولة أكبر من كل رأس البرغي = (0.8 × ق)، وترسم الصمولة بطريقة رسم البرغي، ترسم الصمولة على المعطيات الأساسية وهي قطر الصمولة، يكتب مصطلح أبعاد الصمولة (كمصطلح البرغي: يعني رسم الأقواس بطريقة رسم أقواس البرغي)، كما في الشكل (5-13/أ).



الشكل (5-13/أ): الرسم الاصطلاحي لصمولة سداسية.

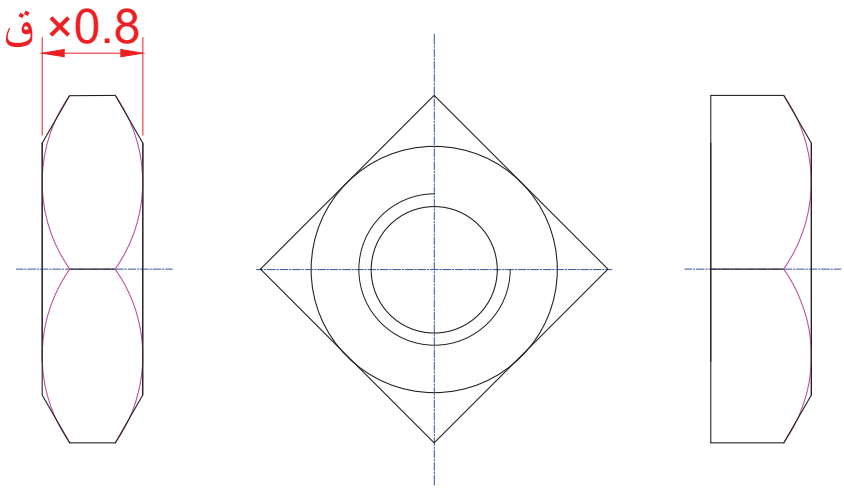
ويعبر عنها بالعلاقة الآتية (م25×1):

حيث إن:

م – متري = م25 = القطر (ق) مم.

1 – خطوة السن.

د- الصمولات مربعة الرأس (Square-Head Nut): تستخدم مع البرغي مربع الرأس في عمليات الربط والتركيب، وسُمْك الصمولة أكبر من رأس البرغي = (0.8 × ق)، ترسم الصمولة بطريقة رسم البرغي، كما في الشكل (5-13/ب).



الشكل (5-13/ب): الرسم الاصطلاحي لصمولة مربعة.

تذكر

تصنع الصمولة مشطوفة من طرفين أو طرف واحد بحسب غايات الاستخدام.

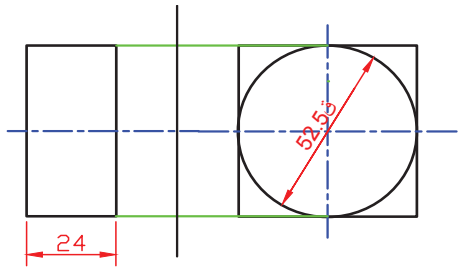
مثال (7)

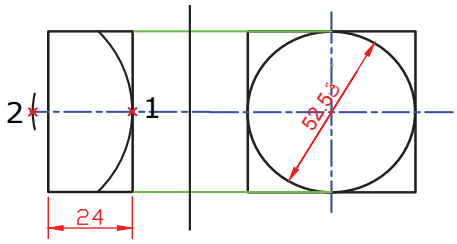
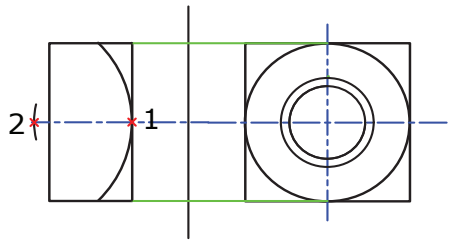
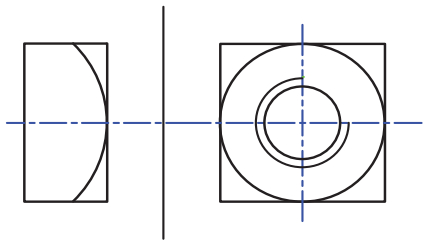
ارسم صمولة مربعة قياسها: (م30×1) مُوجِّهًا النظر إلى أحد أوجه رأسها.

المعطيات المطلوبة للسؤال: 30 – قطر الصمولة

الحل

الجدول (5-10): طريقة رسم صمولة مربعة.

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	ارسم محور المساقط، ثم ارسم خط مركز لرسم دائرة على المسقط الجانبي. احسب قطر الدائرة = 30×1.75 = 52.5 مم. ثم ارسم الشكل المربع باستخدام مسطرة (T) ومثلث. باستخدام خطوط الإسقاط ارسم المسقط الأمامي. احسب سُمْك الصمولة = 0.8 × 30 = 24 مم.	

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
2	افتح الفرجار فتحة تساوي (نق) دائرة المسقط الجانبي. ثم ثبت الفرجار في النقطة (1) وارسم قوسًا يقطع خط مركز في (2). ثبت الفرجار في النقطة (2) وارسم قوس رأس الصمولة.	
3	ارسم في المسقط الجانبي دائرة القطر الخارجي للصمولة، وقطر جذر الصمولة (عمق) = (0.85 × ق) في المسقط الجانبي بخط واضح.	
4	امسح الخطوط الزائدة داخل الصمولة. علِّم الخطوط الخارجية للصمولة بخط علام واضح. علم دائرة القطر الخارجي للصمولة في المسقط الجانبي بخط علام واضح. ارسم أربعة أخماس دائرة الجذر للصمولة بخط رفيع.	

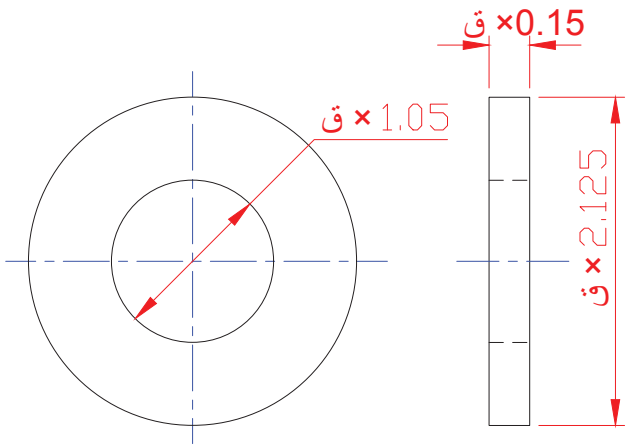
النشاط

ارسم صمولة سداسية بحسب مصطلح أبعاد الصمولات: (م30×1).

هـ - الحلقات (الروديلات) (Washers): تستخدم الحلقات في تأمين التثبيت الأفضل للبرغي والصمولة، ولمنع ارتخائها وحلها، وأكثرها استخدامًا الحلقة المنبسطة كما في الشكل (5-14).

رسم الحلقة بحسب الأبعاد الآتية:

- القطر الخارجي للحلقة = 2.125 × ق
- سُمْك للحلقة = 0.15 × ق
- القطر الداخلي للحلقة = 1.05 × ق



الشكل (5-14): الرسم الاصطلاحي لحلقة منبسطة.

و- الخوابير (Keys): تستخدم في تثبيت القطع الدوارة مثل البكرات والمسننات مع محاورها، ولكي تتحمل إجهاد التشغيل تصنع من الفولاذ، وهي قابلة للفك والتركيب، والجدول (5-11). يوضح أهم الخوابير المستخدمة:

الجدول (5-11): خوابير متنوعة.

نوع الخابور	شكل الخابور
المربع (Square)	
ذو الرأس (Gib-Head)	
دائري الطرف (Round-End)	
نصف القرص (Woodruff)	

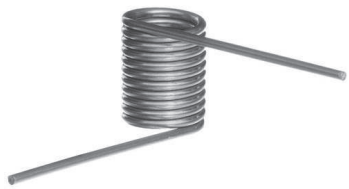
ز- القارنات (وصلات ربط) (Coupling): تستخدم في نقل الحركة بين محورين أو لوصل (ربط) نهايتي عمودين ليعملا معًا، وتقسم القارنات قسمين: جاسئة ومرنة، والجدول (5-12) يوضح بعض القارنات المستخدمة.

الجدول (5-12): أشكال القارنات.

نوع القارنة	شكل القارنة
قارنة الجلبة الجاسئة (Rigid Sleeve Coupling)	
قارنة الربط الجاسئة (Rigid Clamp Coupling)	
قارنة القرص الجاسئة (Rigid Flange Coupling)	
القارنة المرنة (Flexible Coupling)	

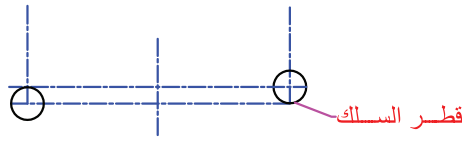
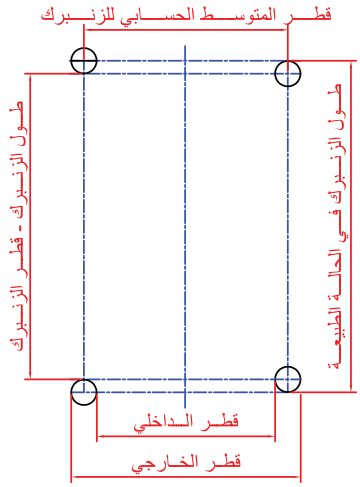
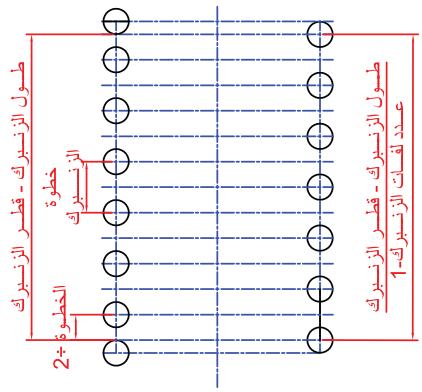
ح- **النوابض (الزنبركات) (Springs):** تستخدم النوابض في الآلات والأجهزة الميكانيكية المختلفة لأغراض متعددة، منها امتصاص الصدمات والاهتزازات، وإنتاج حركة مخصصة، وتصنف النوابض حسب نوع تحميل القوى عليها إلى ضغط أو شد أو ليّ (الفتل) والجدول (5-15) يوضح بعض الزنبركات المستخدمة.

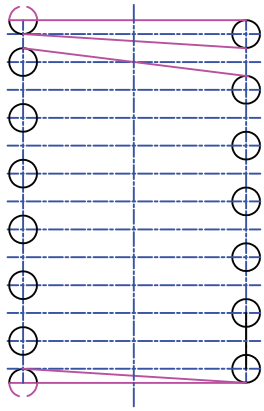
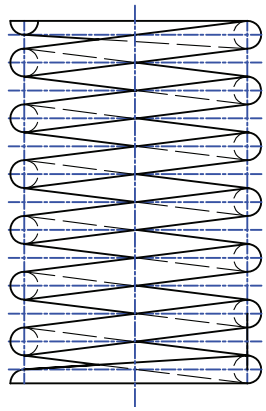
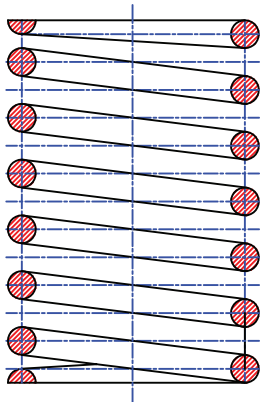
الجدول (5-13): أشكال الزنبركات.

نوع الزنبرك	شكل الزنبرك
زنبرك ضغط أسطواني (Compression Spring)	
زنبرك شد (Tension Spring)	
زنبرك ليّ (Torsion Spring)	

نوابض الضغط : هي زنبركات حلزونية الشكل، تتحمل الضغوط المفترضة باتجاه محورها، ويوضح الجدول (5-14) خطوات رسم مسقط ومقطع لزنبرك ضغط، ويكون معروفًا لدينا قطر سلك الزنبرك والقطر الخارجي والداخلي للزنبرك وطوله.

الجدول (5-14): طريقة رسم نوابض الضغط.

الرقم	نوع الزنبرك	شكل الزنبرك
1	ارسم قطر السلك، ثم ارسم طول الزنبرك وصل خط مركز لدائرتين على امتداده.	
2	حساب متوسط القطر = (قطر الخارجي + الداخلي للزنبرك) مقسوم على (2)، لتحديد مركز قطر الزنبرك الطرف الآخر لرسمه. حساب خطوة الزنبرك = (طول الزنبرك – قطر سلك الزنبرك) مقسومًا على (عدد لفات الزنبرك - 1)	
3	ارسم عدد لفات الزنبرك بحسب قطر السلك على الطرف اليمين. وعلى الطرف الشمال اقسم خطوة الزنبرك على (2) ونرسم عدد لفات الزنبرك بحسب قطر السلك.	

الرقم	نوع الزنبرك	شكل الزنبرك
4	ارسم خطوطًا تصل بها دوائر قطر الزنبرك بخط على كل الأجزاء.	
5	بداية الزنبرك ونهايته مرسومتان بنصف قطر الزنبرك على الطرف الشمال. ارسم الخطوط الظاهرة والمخفية بخط رفيع متقطع بخط علام واضح، ليتشكل مسقط للزنبرك.	
6	قسّم الزنبرك نصفين، مُظهِرًا الخطوط الواضحة وهشّر قطر الزنبرك ليتشكل مقطع للزنبرك.	

تذكر

إذا كان الزنبرك مشدودًا، فإن طوله يكون أكبر منه وهو حر (الحالة الطبيعية)، وكذلك إذا كان مضغوطًا يقل عنه وهو حر.

3 - نقل الحركة بالأقشطة والبكرات والجنازير

تستخدم هذه الطريقة في نقل الحركة بين الآلات الميكانيكية، وتتألف من بكرة قائدة (مسنن) وبكرة مقودة (مسنن) مثبته على عمودين ووصلة بينهما قشاط (مطاطي) دوار أو جنزير، والجدول (5-15) يوضح بعض طرائق نقل الحركة المستخدمة.

الجدول (5-15): طرائق نقل الحركة.

نوع نقل الحركة	شكل نقل الحركة
الأقشطة والبكرات (Belts Pulley)	
الجنازير والبكرات (Chain Pulley)	

تذكر

لحل مشكلة الانزلاق في الأقشطة، زُودت بأسنان مرنة، لتوزيع الحمل على الأسنان التي تكون على تماس مع البكرة، وهي تشابه الجنازير.

البكرات (Pulley): هي عجلة مثبتة على محور تدور حوله، والطارة تتكون من إطار مقطعه مصمت، وأذرع وصرة (يثبت فيها عمود دوران) وقد تكون الطارة مصمتة من دون أذرع، كما في الشكل (5-15).

الشكل (5-15): مكونات البكرة.

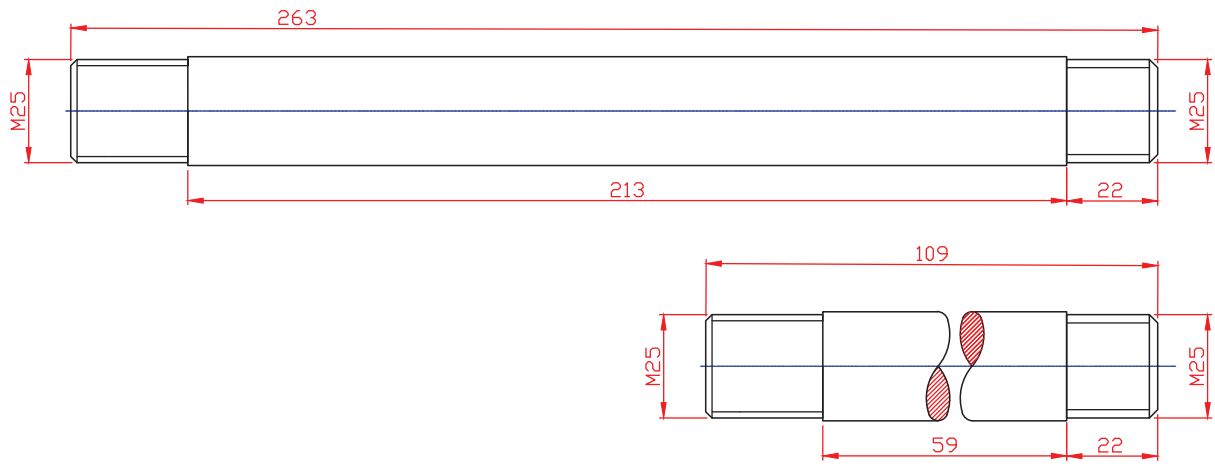
هناك أنواع من البكرات، يوضح الجدول (5-16) نوعين منها:

الجدول (5-16): أنواع من البكرات.

أنواع البكرات	شكل البكرات
البكرة المستوية (Pulley Flat) تستخدم معها الأقشطة المبسطة	
البكرة على شكل حرف V (V-Belt Pulley) تستخدم معها الأقشطة V	

4 - اصطلاحات القطع الدائرية طويلة المقطع (Breaking lines)

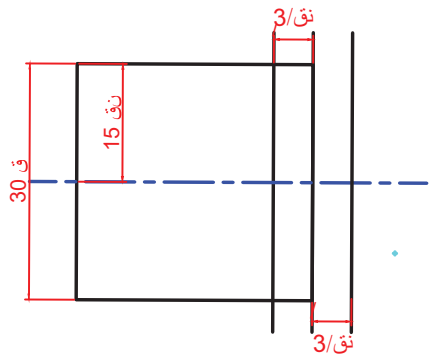
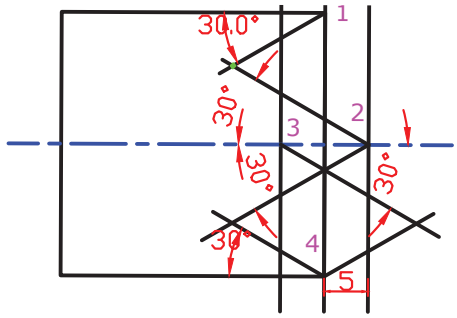
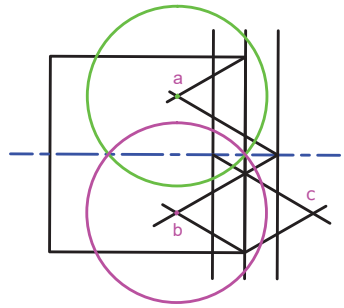
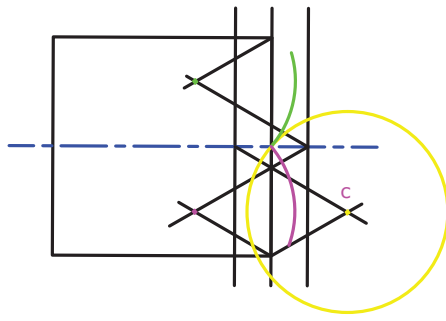
تستخدم عملية القطع (القص) للمقاطع الميكانيكية الطويلة ذات المقطع الدائري بقطع جزء منها من المنتصف، مع بقاء البعد الحقيقي للقطعة، وهذه الطريقة تسهل وتسرع الوقت في عملية الرسم والشكل (5-16) يبين صورة توضيحية للقطع الطويلة قبل القص وبعده.

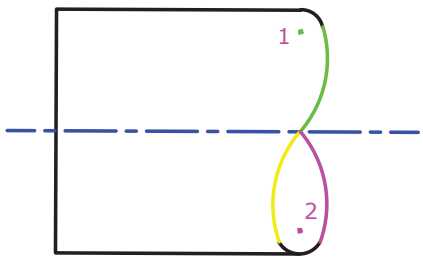
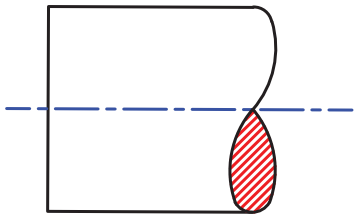


الشكل (5-16): القطع الطويلة قبل قصها وبعده.

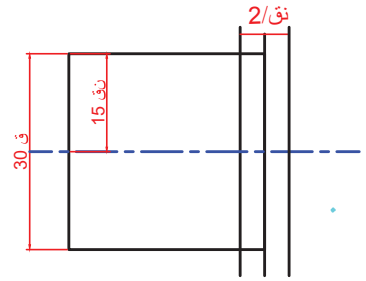
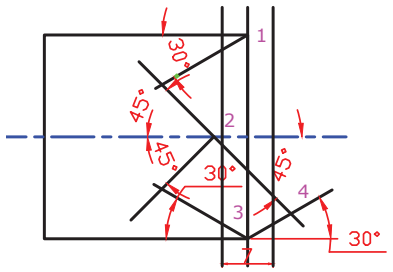
الجدولان (5-17) و(5-18) يوضحان طريقة رسم القطع الميكانيكية الطويلة المصمتة والمجوفة:

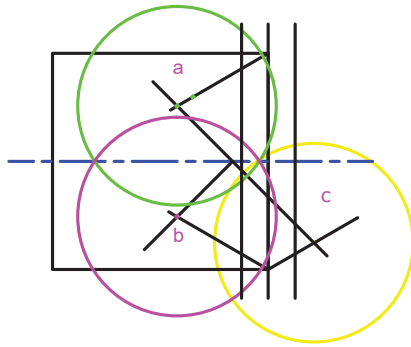
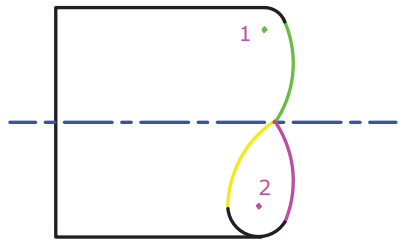
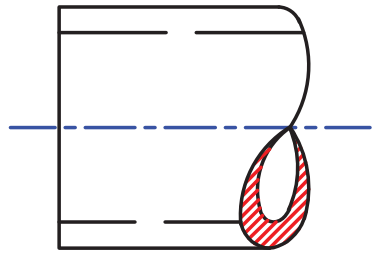
الجدول (5-17): رسم القطع الطويلة المصمتة.

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	بعد رسم المقطع الطويل الدائري في المنتصف، ارسم المقطع المطلوب، ولها عملية حسابية بسيطة = نصف القطر مقسومة على (3)، ترسم خطًّا بطول مناسب يمين منتصف القطعة وشمالها.	
2	ارسم خطوطًا مساعدة باستخدام مثلث (30°)، وهي: (1،2،3،4)، ثم حدد مركز رسم الدوائر المطلوبة لعملية القطع (الكسر) من تقاطعها معًا.	
3	ارسم دائرة في مركز (a)، ودائرة في مركز (b) لتساعد على رسم شكل المقطع المطلوب.	
4	ارسم دائرة في مركز (c) لإتمام رسم شكل المقطع المطلوب.	

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
5	امسح الخطوط الزائدة ليتشكل مقطع يجب إتمامه في النهايتين العلوية والسفلية، إما باستخدام الفرجار في النقطة (2،1) وإما بشبلونة المنحنيات (الطبعة).	
6	ارسم الخطوط بخط واضح، ثم هشِّر في الجزء السفلي.	

الجدول (5-18): رسم القطع الطويلة المجوفة (الأنابيب).

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	بعد رسم المقطع الطويل الدائري في المنتصف، ارسم المقطع المطلوب، ولها عملية حسابية بسيطة = نصف القطر مقسومة على (2)، ارسم خطًّا بطول مناسب يمين منتصف القطعة وشمالها.	
2	باستخدام مثلث (30°) ارسم خطوطًا مساعدة وهي (3،1)، وبمثلث (45°) وارسم خطوطًا مساعدة (4،2)، ثم حدد مركز رسم الدوائر المطلوبة لعملية القطع (الكسر) من تقاطعها معًا.	

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
3	ارسم دائرة في مركز (a)، ودائرة في مركز (b)، ودائرة في مركز (c) لإتمام رسم شكل المقطع المطلوب.	
4	امسح الخطوط الزائدة ليتشكل مقطع يجب إتمامه في النهايتين العلوية والسفلية، إما باستخدام الفرجار في النقطة (1،2) وإما شبلونة المنحنيات (الطبعة).	
5	ارسم شكل التجويف الداخلي (سُمْك) باليد الحرة، ثم ارسم الخطوط المتقطعة للتجويف الداخلي. ارسم الخطوط بخط واضح، وهشِّر في الجزء السفلي كما في الرسمة.	

تذكر

عملية القطع (القص) لرسم القطع الطويلة ذات المقطع الدائري داخل لوحة الرسم، تسهل وتختصر الوقت ويفضل رسمها رسمًا حرًّا.

- ابحث في مصادر المعرفة المتوافرة عن طبيعة الأسنان وأنواعها المستخدمة في تسنين البراغي والصمولات.
- مستعينًا ببرنامج الرسم الهندسي (AutoCAD) ارسم بمقياس رسم مناسب الرسم الإصطلاحي لبرغي سداسي كما في الجدول (5-8) ، ثم اعرضها على زملائك ومعلمك.

القياس والتقويم

أضع إشارة (√) في خانة الدرجة المناسبة.

الرقم	المؤشر	درجة تحقيق المؤشر		
		ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أميز بين اصطلاحات الربط البراغي والصمولات والحلقات المعدنية وأرسمها.			
2	أميز بين اصطلاحات الربط الخوابير والقارنات والنوابض وأرسمها.			
3	أميز بين اصطلاحات نقل الحركة بالأقشطة والبكرات والجنازير وأرسمها.			
4	أميز بين اصطلاحات القطع الدائرية طويلة المقطع وأرسم نهايات القطع.			
5	أرسم وأمثل البراغي والصمولات والحلقات المعدنية المختلفة.			

التمارين

1 - ارسم برغيًّا مربع الرأس بحسب مصطلح الأبعاد: م 20× 100×60، المطلوب رسمه بمقياس رسم (1:1).

2 - ارسم صمولة سداسية بحسب مصطلح الأبعاد: م 20× 1.5، المطلوب رسمها بمقياس رسم (1:1).

3 - ارسم حلقة معدنية قياسها: م 20× 1.5، المطلوب رسمها بمقياس رسم (1:1).

4 - ارسم القطع للمقاطع الطويلة المصمتة قياس قطرها: 50 مم، المطلوب رسمها بمقياس رسم (1:1).

5 - ارسم القطع للمقاطع الطويلة المجوفه قياس قطرها: 40 مم، المطلوب رسمها بمقياس رسم (1:1).

ثالثًا: تطبيقات على الرسم التجميعي

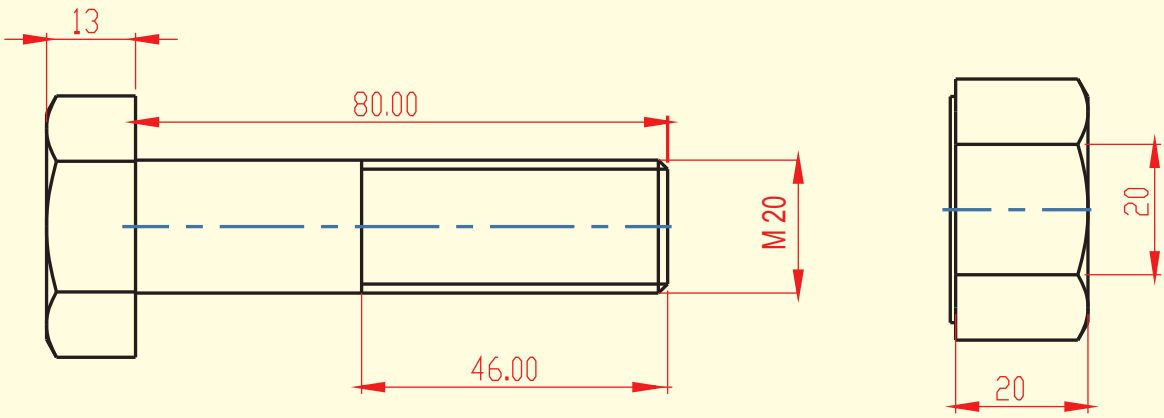
النتاجات

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- ترسم قطعًا ميكانيكية مختلفة مجمعة .

انظر وتساءل

- ما الغاية من ربط القطع الميكانيكية بطرائق مختلفة؟
- لماذا تصنع الصمولات والبراغي بأشكال مختلفة؟



استكشف

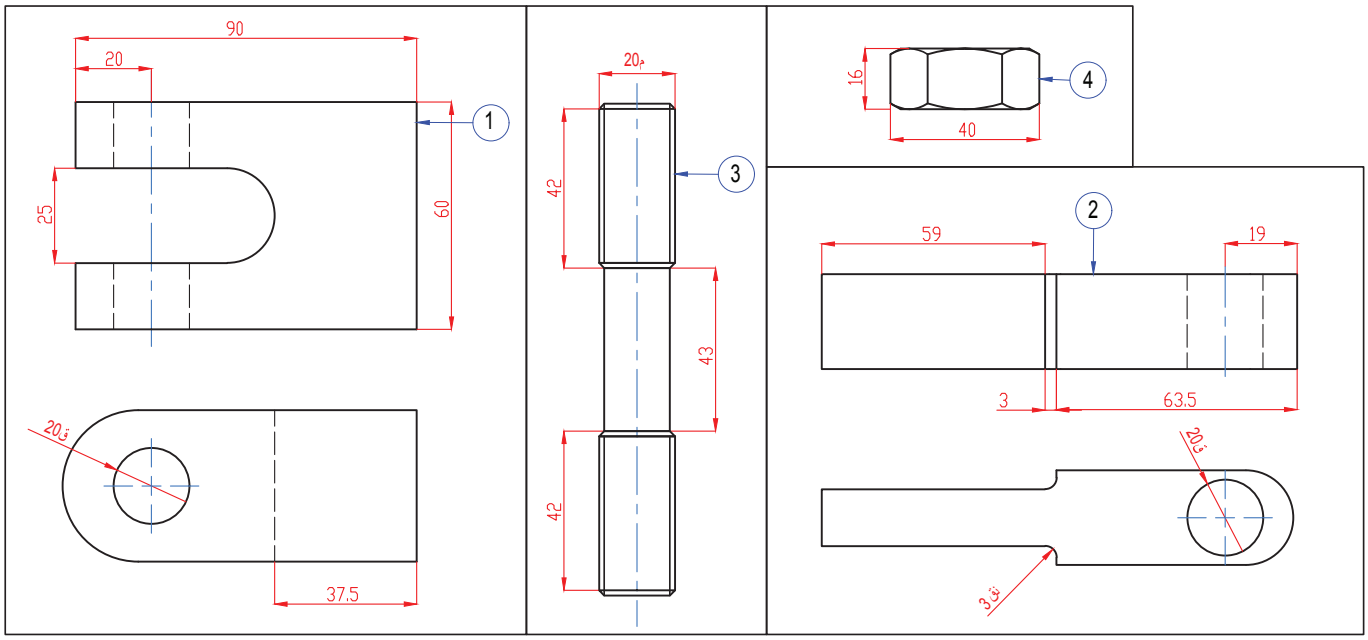
ناقش زملاءك ومعلمك في طرائق قراءة الكتيبات والرسومات التجميعية في الرسم التجميعي.

اقرأ وتعلّم

الوحدة الميكانيكية تهدف إلى توضيح عملية التجميع من فك وتركيب بصورة صحيحة، ويفضل وضع الأجزاء في صورة تسلسلية (ترتيبية) بالنسبة إلى عملية التجميع، وتستخدم المساقط والمقاطع والأبعاد والجداول في الوصول إلى الرسم المطلوب في الأمثلة الآتية:

مثال (8)

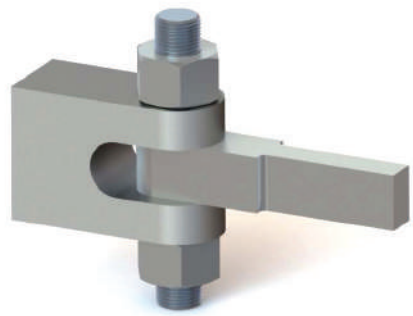
يبين الشكل (5-17/أ) مساقط وقطاعات للأجزاء المكونة للقطعة الميكانيكية المبينة في الشكل (5-17/ب)، المطلوب رسم قطاع أمامي مجمع تجميعًا صحيحًا بحسب الجدول (5-19) وبمقياس رسم (1:1) والأبعاد بالمليمترات.



الشكل (5-17/أ): مساقط قطعة ميكانيكية وأجزاؤها.

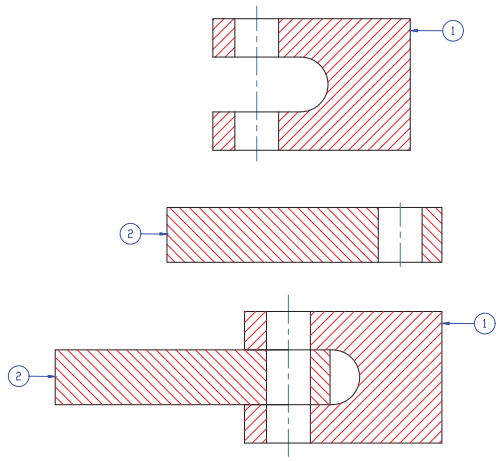
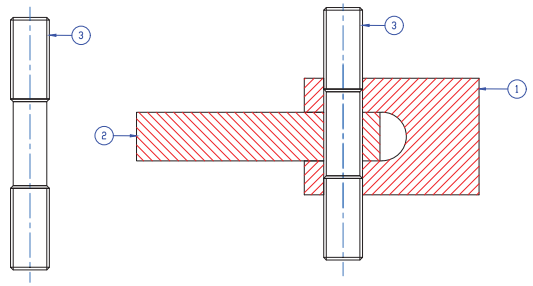
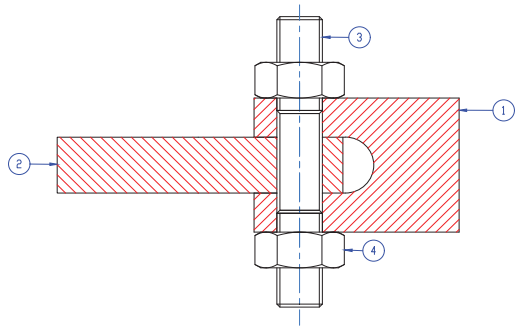
الجدول (5-19): بيانات القطع.

الرقم	اسم القطعة	المادة	العدد
1	قطعة 1	فولاذ	1
2	ذراع	فولاذ	1
3	برغي	فولاذ	1
4	صمولة	فولاذ	2



الشكل (5-17/ب): صورة مجمعة للقطعة الميكانيكية.

الحل

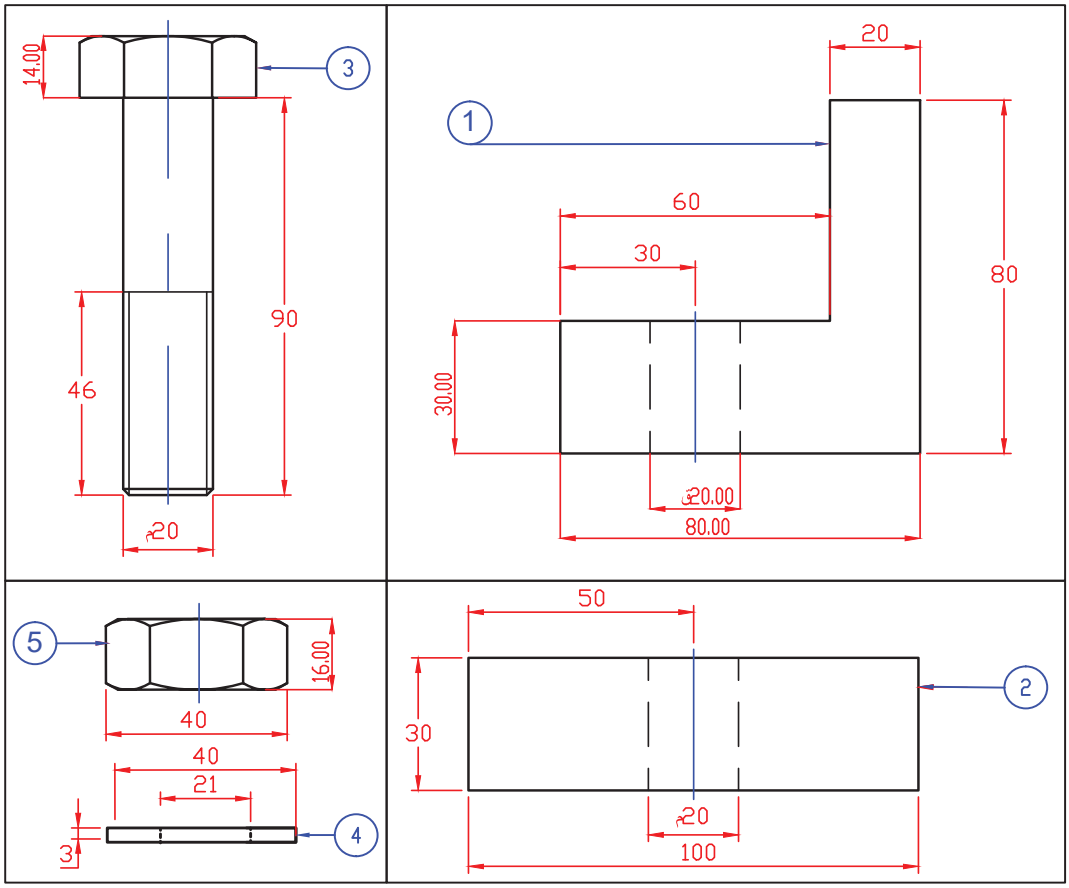
الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	بعد قراءة السؤال والجدول المرفق ودراسة المساقط وتحليلها وأبعادها، تتبع التسلسل الموجود وركب القطع، ارسم قطاعًا أماميًّا للقطعة (1و2) التي تتكون من قطعتين كما في الجدول على خط المحور معًا، كما يوضح الرسم.	
2	ارسم القطعة (3) وضع البرغي بحسب الترتيب داخل الثقب كما يوضح الرسم.	
3	بعد تجميع القطع الثلاث معًا، ضع الصمولة (4) بحسب الترتيب لربطها بالبرغي، كما يوضح الرسم.	

تذكر

يجب قراءة السؤال ثم الجدول المرفق (لمعرفة القطع ومسمياتها) ودراسة المساقط والمقاطع وأبعادها (الأبعاد لمقارنة الأبعاد المتطابقة معًا)، ثم نتبع التسلسل والترقيم الموجود، وتركيب القطع بناءً على ذلك.

مثال (9)

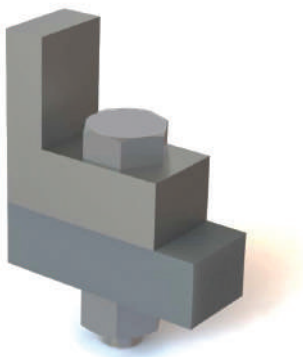
يبين الشكل (5-18) مساقط للأجزاء المكونة للقطعة الميكانيكية المبينة في الشكل (5-19)، المطلوب رسم قطاع أمامي مجمع تجميعًا صحيحًا حسب الجدول (5-20) المرفق وبمقياس رسم (1:1) والأبعاد بالمليمترات.



الشكل (5-18): مسقطان أماميان لقطعتين معدنيتين مع برغي وحلقة وصمولة.

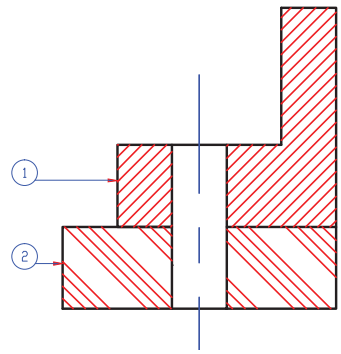
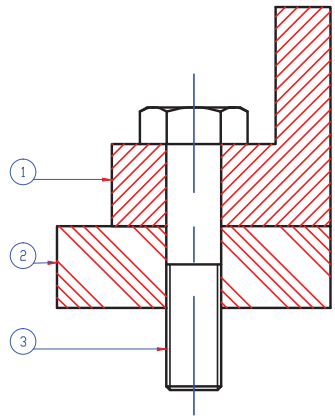
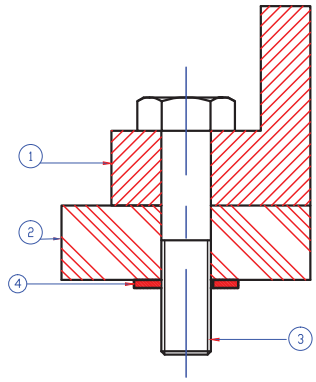
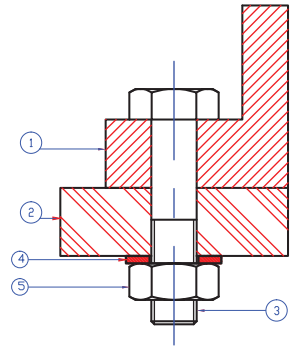
الجدول (5-20): بيانات القطع.

الرقم	اسم القطعة	المادة	العدد
1	قطعة 1	فولاذ	1
2	قطعة 2	مطاط	1
3	برغي	فولاذ	1
4	روندیلة	فولاذ	1
5	صمولة	فولاذ	1



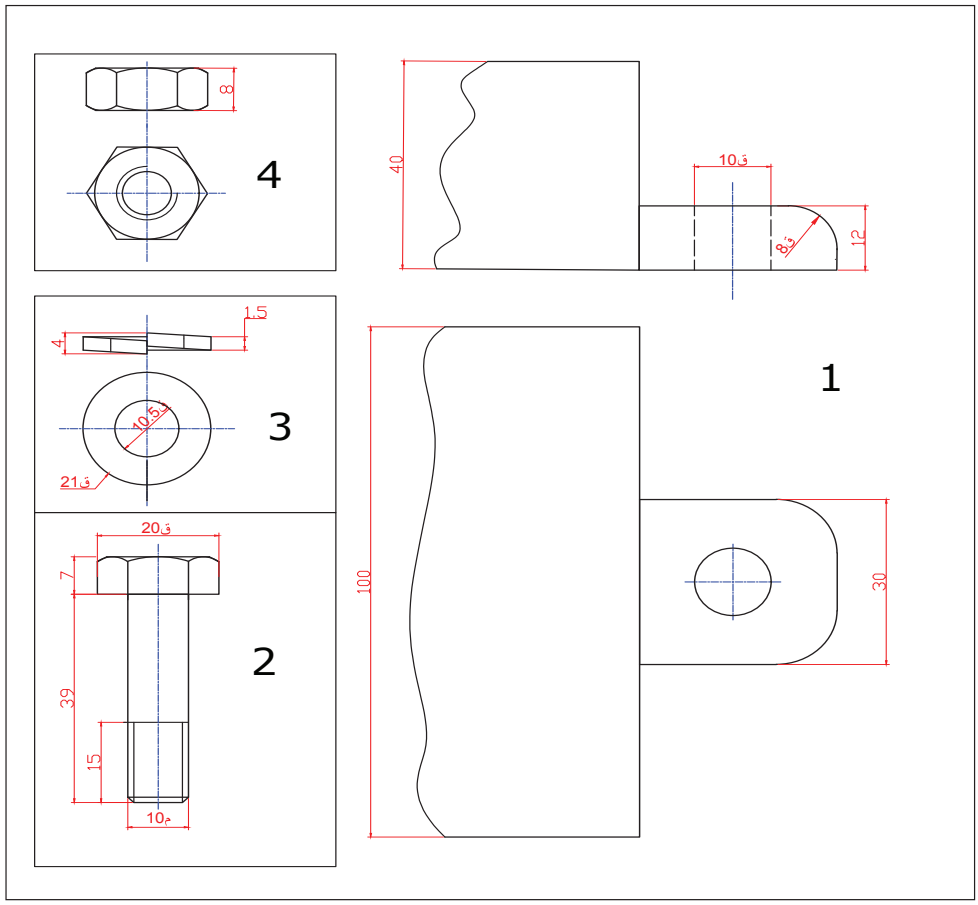
الشكل (5-19): صورة مجمعة.

الحل

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	بعد قراءة السؤال والجدول المرفق ودراسة المساقط وتحليلها وأبعادها، تتبع التسلسل الموجود وتركيب القطع، ثم ارسم قطاعًا أماميًّا للقطعة (2،1) التي تتكون من قطعتين كما في الجدول على خط المحور معًا، كما يوضح الرسم.	
2	ارسم البرغي (3) بحسب الترتيب داخل الثقب، وبذلك جُمعت القطعة 3 (البرغي)، كما يوضح الرسم.	
3	ضع الروندلة (4) بحسب الترتيب للربط بالبرغي والقطعتين، كما يوضح الرسم.	
4	ضع الصمولة (5) بحسب الترتيب لربطها بالبرغي، وبذلك جُمعت كل القطع معًا، كما يوضح الرسم.	

مثال (10)

يبين الشكل (5-20) جزءًا من غطاء محرك، المطلوب رسم قطاع أمامي مجمّع تجميعًا صحيحًا حسب الجدول(5-21) المرفق وبمقياس رسم (1:1) والأبعاد بالمليمترات.

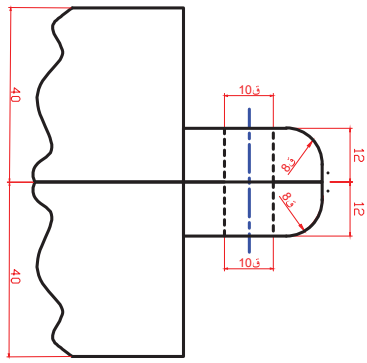
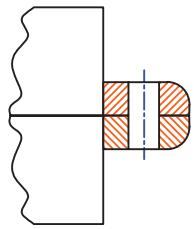
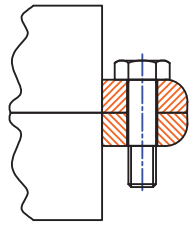
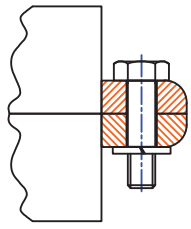
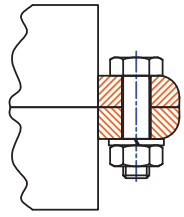


الشكل (5-20): جزء من غطاء محرك.

الجدول (5-21): بيانات القطع.

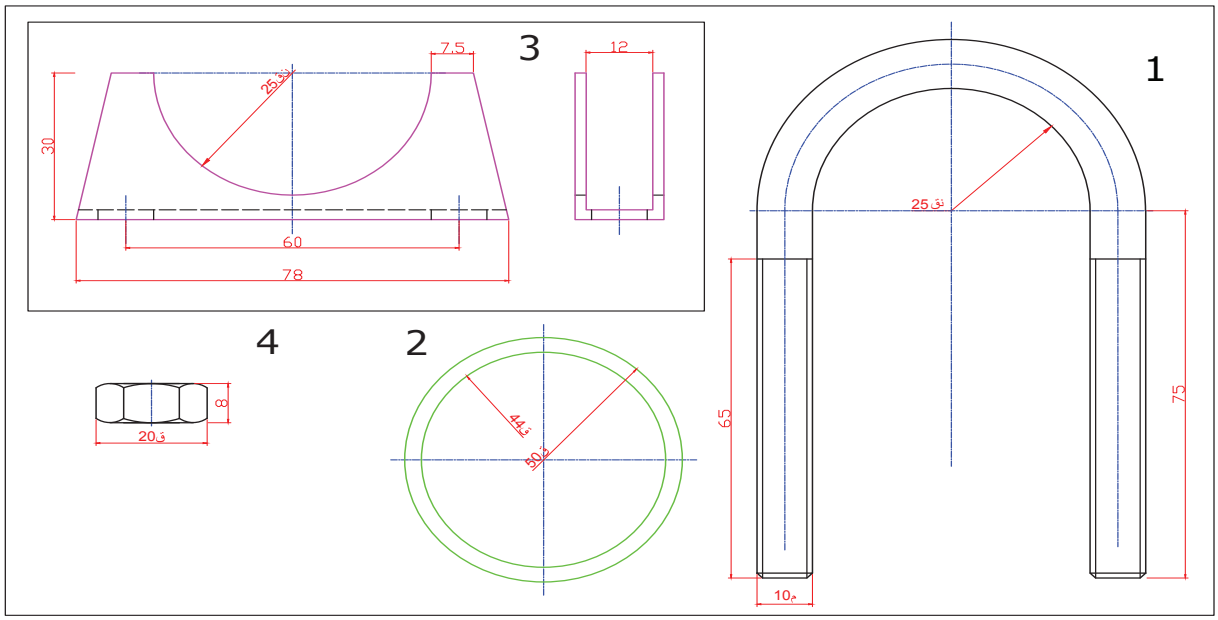
الرقم	اسم القطعة	المادة	العدد
1	قطعة 1	فولاذ	2
2	برغي	فولاذ	1
3	حلقة معدنية	فولاذ	1
4	صمولة	فولاذ	1

الحل

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	بعد قراءة السؤال والجدول المرفق ودراسة المساقط وتحليلها وأبعادها، تتبع التسلسل الموجود وتركيب القطع، ثم ارسم مسقطًا أماميًّا للقطعة (1) التي تتكون من قطعتين كما في الجدول، كما يوضح الرسم.	
2	ارسم قطاع القطعة (1) التي تتكون من جزأين (غطاء محرك) على خط المحور واحد معًا، كما يوضح الرسم.	
3	ارسم القطعة (2) برغي سداسي طوله (39 مم) داخل الفراغ في القطعة (1) بوضعه على خط المحور كما يوضح الرسم.	
4	ارسم الحلقة المعدنية (الروندليه الزنبركية) القطعة (2) على خط محور البرغي ملاصقة للسطح كما يوضح الرسم.	
5	ارسم الصمولة (4) على خط المحور وملصقة للقطعة (3) لإتمام شكل التجميع بحسب المطلوب، كما يوضح الرسم	

مثال (11)

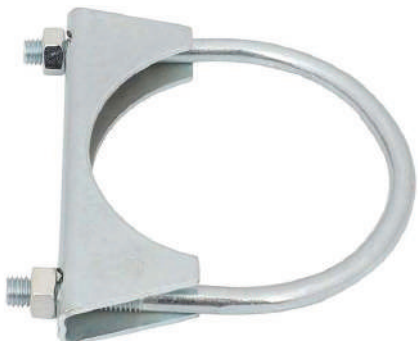
يبين الشكل (5-21) أجزاء مربط برغي U لأنبوب مبين في الشكل (5-22)، المطلوب رسم قطاع أمامي مجمّع تجميعًا صحيحًا بحسب الجدول (5-22) وبمقياس رسم (1:1) والأبعاد بالمليمترات.



الشكل (5-21): أجزاء لمربط برغي U لأنبوب.

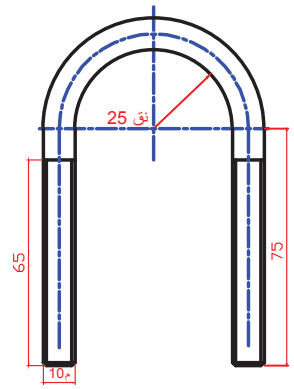
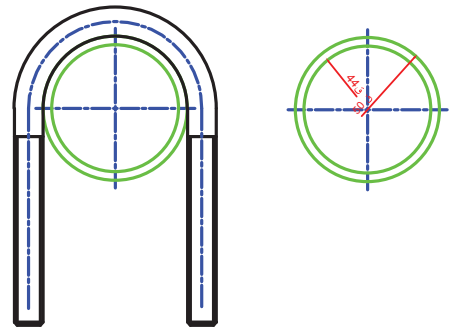
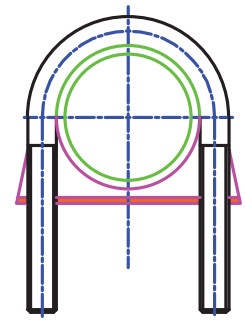
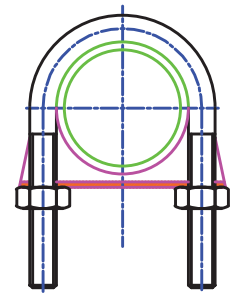
الجدول (5-22): بيانات القطع.

الرقم	اسم القطعة	المادة	العدد
1	برغي U	فولاذ	1
2	أنبوب معدني	فولاذ	1
3	غطاء معدني	فولاذ	1
4	صمولة	فولاذ	2



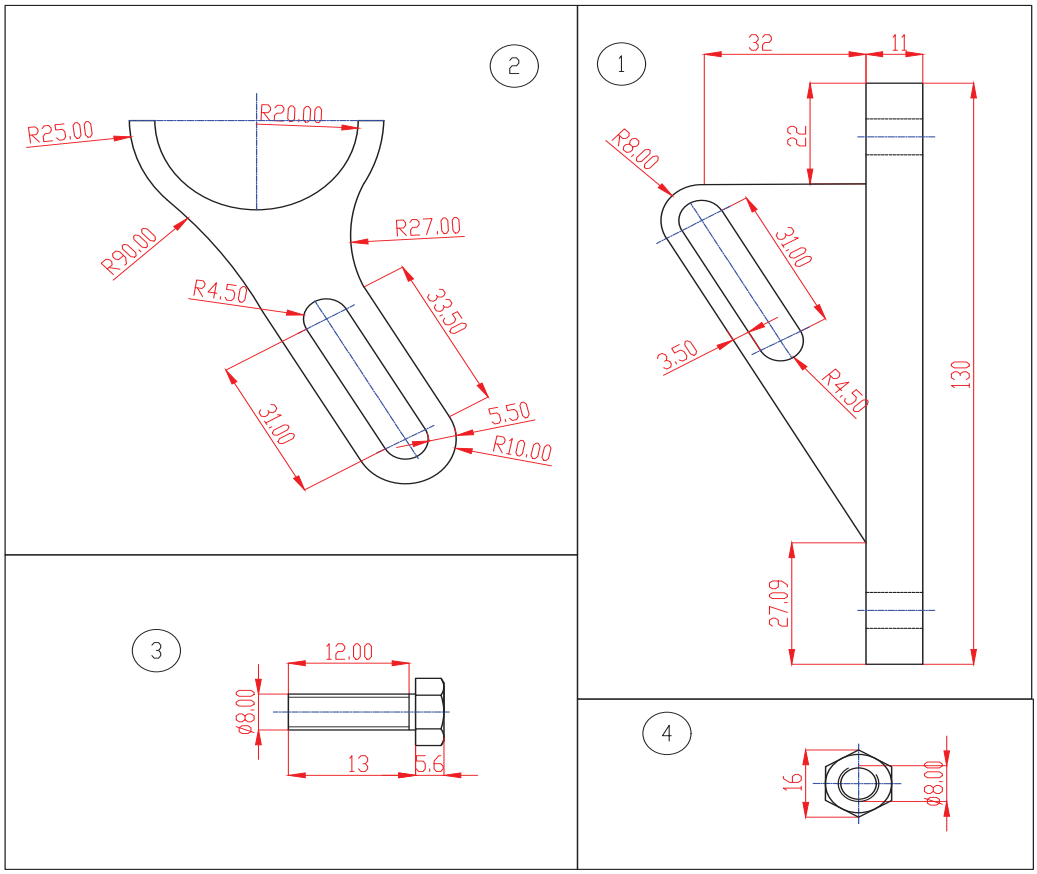
الشكل (5-22): صورة مجمعة.

الحل

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	بعد قراءة السؤال والجدول المرفق ودراسة المساقط وتحليلها وأبعادها، تتبع التسلسل الموجود وتركيب القطع، ثم ارسم القطعة (1) برغي U كما يوضح الرسم.	
2	ارسم القطعة (2) أنبوب بطول (55 مم وسُمْك 3 مم) داخل برغي U معًا على خط المحور كما يوضح الرسم.	
4	ارسم قطاع القطعة (3) داخل البرغي U ملاصقًا للأنبوب كما يوضح الرسم.	
5	ارسم الصمولتين (4) على خط المحور وملاصقة للقطعة (3) لإتمام شكل التجميع بحسب المطلوب، كما يوضح الرسم.	

مثال (12)

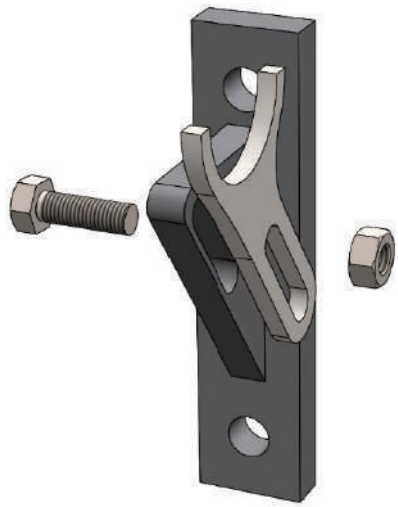
يبين الشكل (5-23) قاعدة تثبيت أنابيب مبينة في الشكل (5-24)، المطلوب رسم مسقط أمامي مجمّع تجميعًا صحيحًا بحسب الجدول (5-23) وبمقياس رسم (1:1) والأبعاد بالمليمترات.



الشكل (5-23): أجزاء لقاعدة تثبيت أنابيب.

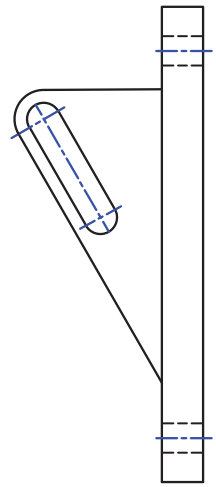
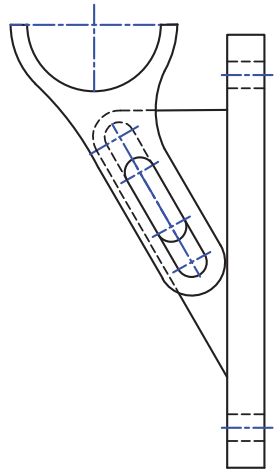
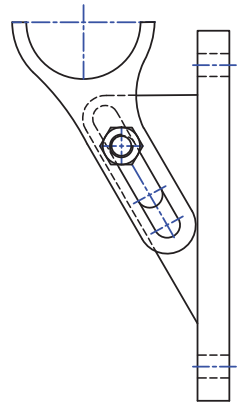
الجدول (5-23): بيانات القطع.

الرقم	اسم القطعة	المادة	العدد
1	قاعدة	فولاذ	1
2	ذراع	فولاذ	1
3	برغي	فولاذ	1
4	صمولة	فولاذ	1



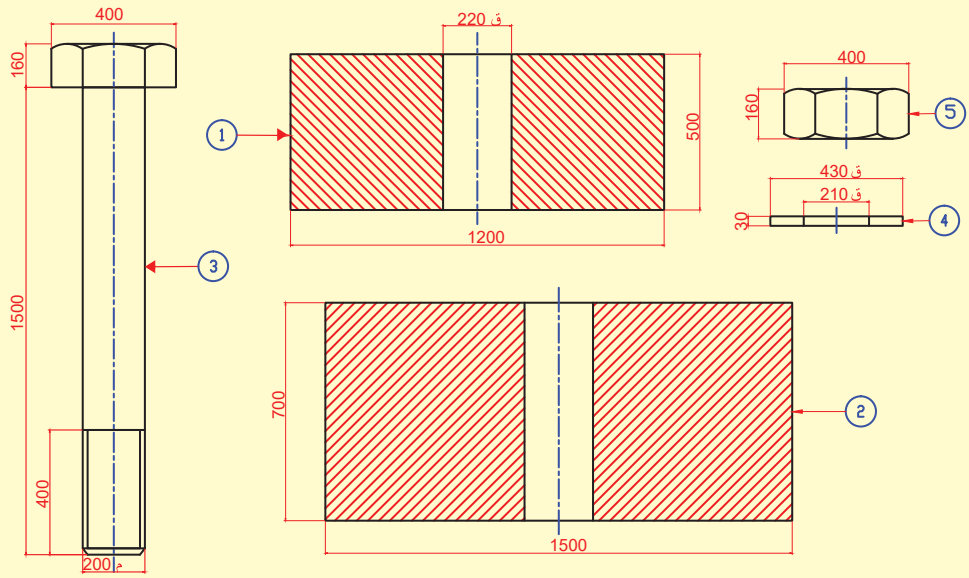
الشكل (5-24): صورة مجمعة.

الحل

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	بعد قراءة السؤال والجدول المرفق، تتبع التسلسل الموجود وتركيب القطع، ارسم القطعة (1)، القاعدة، المسقط الأمامي كما هو موضح بالرسم.	
2	ارسم مسقطًا أماميًّا للقطعة (2)، وذراعًا حاملًا للأنبوب ملاصقًا لخط المحور مجرًى للقاعدة (الثقب العريض) كما يوضح الرسم.	
3	ارسم مسقطًا أماميًّا للقطعة (3)، وبرغيًّا سداسيًّا على خط المحور مجرًى، وفي المقابل ستثبت الصمولة حامل الأنابيب، وسيظهر معًا فقط مسقط الصمولة كما يوضح الرسم.	

تمرين

يبين الشكل (5-25) مقطعين لقطعتين معدنيتين مثقوبتين وبرغيًّا وصمولة وحلقة، المطلوب رسم مقطع أمامي مجمع لهذه القطع المبينة في الجدول (5-24) بمقياس رسم (1:10) والأبعاد بالمليمترات.



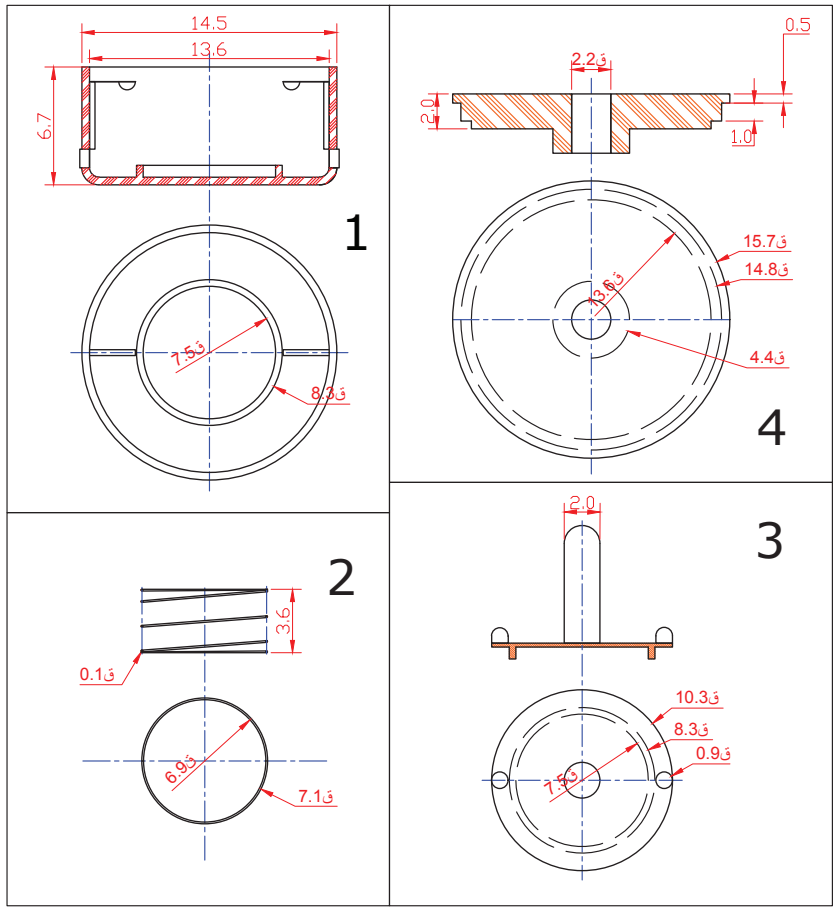
الشكل (5-25): أجزاء لقطع ميكانيكية.

الجدول (5-24): بيانات القطع.

الرقم	اسم القطعة	المادة	العدد
1	قطعة 1	فولاذ	1
2	قطعة 2	فولاذ	1
3	برغي	فولاذ	1
4	حلقة	فولاذ	1
5	صمولة	فولاذ	1

مثال (13)

يبين الشكل (5-26) أجزاء مفتاح (On-off)، المطلوب رسم قطاع أمامي مجمع تجميعًا صحيحًا بحسب الجدول (5-25)، وبمقياس رسم (2:1) والأبعاد بالمليمترات.

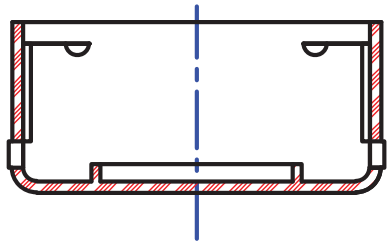
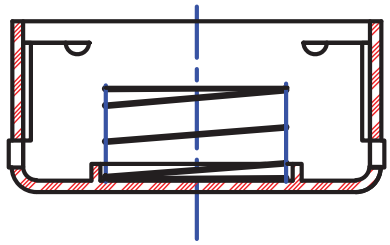
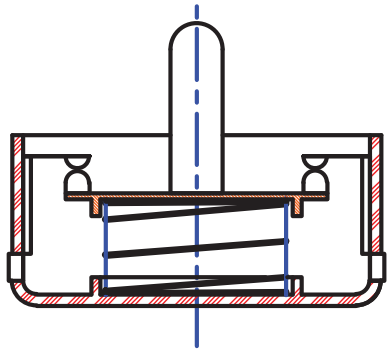
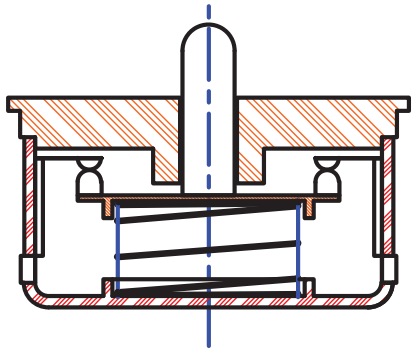


الشكل (5-26): أجزاء لمفتاح (On-off).

الجدول (5-25): بيانات القطع.

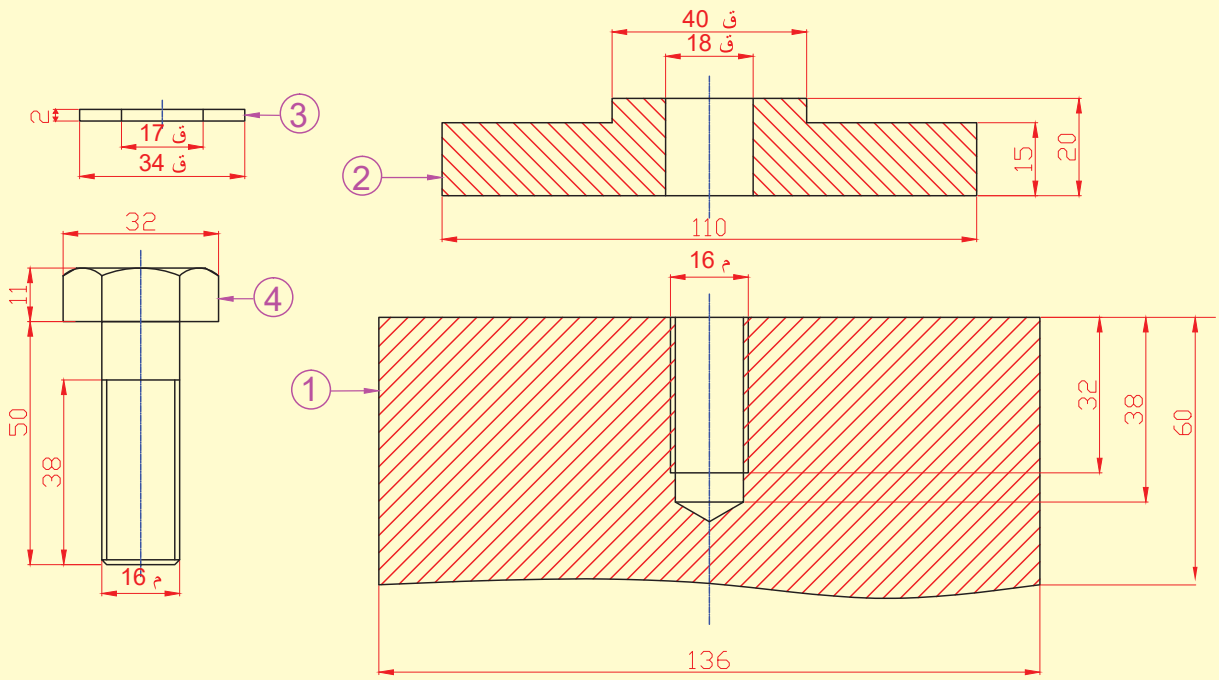
الرقم	اسم القطعة	المادة	العدد
1	حاضنة المفتاح	بلاستيك	1
2	زنبرك	فولاذ	1
3	كبسة التوصيل	فولاذ	1
4	غطاء المفتاح	بلاستيك	1

الحل

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	بعد قراءة السؤال والجدول المرفق ودراسة أجزاء المفتاح وأبعادها وتحليلها، تتبع التسلسل الموجود وتركيب القطع، ثم ارسم القطعة (1) حاضنة المفتاح كما يوضح الرسم.	
2	ارسم القطعة (2) زنبركًا داخل الحاضنة على خط المحور معًا، كما يوضح الرسم.	
3	ارسم القطعة (3) الكبسة الضاغطة (التوصيل) على خط المحور فوق الزنبرك، كما يوضح الرسم.	
4	ارسم القطعة (4) غطاء المفتاح على خط محور ملاصقة لحاضنة المفتاح كما يوضح الرسم.	

تمرين

يبين الشكل (5-27) مقطعين أماميين لقطعتين معدنيتين مع برغي سداسي الرأس غير نافذ بحسب الأبعاد المبينة في الشكل، المطلوب ارسم مقطع أمامي مجمع لهذه القطع، المبينة في الجدول (5-26) بمقياس رسم (1:1) والأبعاد بالمليمترات.



الشكل (5-27): أجزاء لقطع ميكانيكية

الجدول (5-26): بيانات القطع.

الرقم	اسم القطعة	المادة	العدد
1	قطعة 1	فولاذ	1
2	قطعة 2	فولاذ	1
3	حلقة	فولاذ	1
4	برغي	فولاذ	1

- ابحث في الإنترنت عن مساقط قطع ميكانيكية خاصة بتخصص التكييف والتبريد، مُنفذًا الرسم التجميعي لها.
- مستعينًا ببرنامج الرسم الهندسي (AutoCAD) ارسم الشكل (5-23) ثم اعرضه على زملائك ومعلمك.

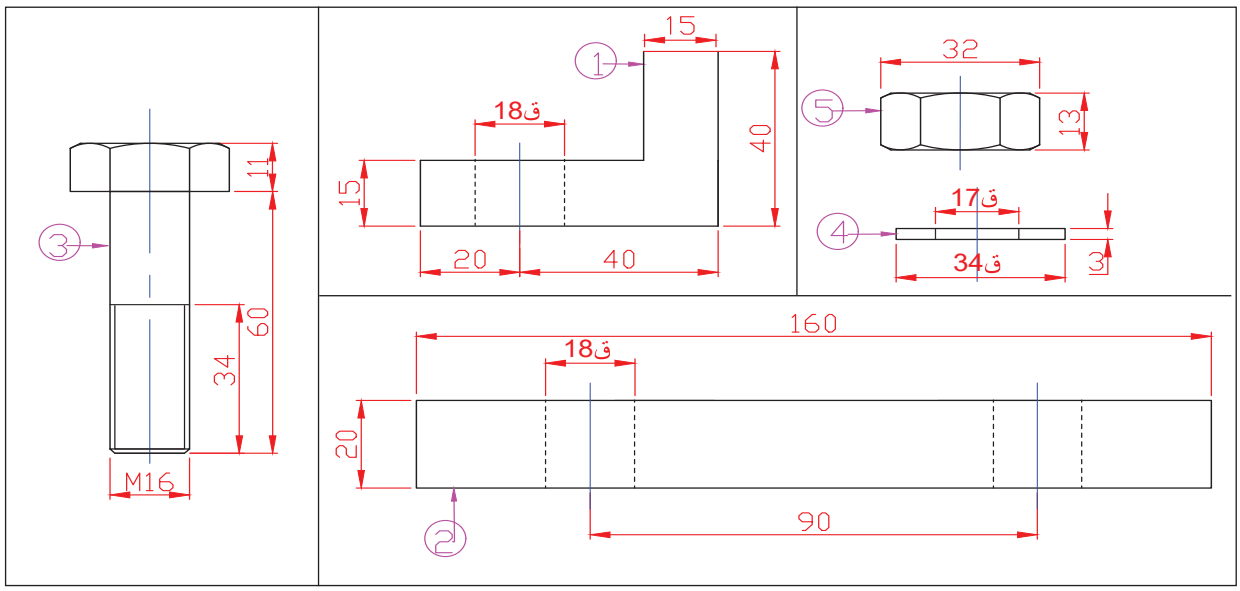
أضع إشارة (√) في خانة الدرجة المناسبة.

الرقم	المؤشر	درجة تحقيق المؤشر		
		ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أميز بين القطع اعتمادًا على الجداول الخاصة بالقطع.			
2	أميز بين المساقط والقطاعات المختلفة لرسم التجميعي.			
3	أميز بين أبعاد القطع بالنسبة إلى بعضها في عمليات الرسم التجميعي.			
4	أميز بين التطبيقات المختلفة لعمليات الرسم التجميعي.			
5	أرسم وأمثل الرسوم المختلفة للقطع الميكانيكية بناءً على المسميات.			
6	أجمع الأجزاء مع بعضها بمساقط وقطاعات للقطع الميكانيكية.			

1 - يبين الشكل (5-28) أجزاء قطعتين مثقوبتين وبرغيًّا وحلقة وصمولة، المطلوب رسم مقطع أمامي مجمع لهذه القطع المبينة في الجدول (5-27) بمقياس رسم (1:1) والأبعاد بالمليمترات.

الجدول (5-27): بيانات القطع.

الرقم	اسم القطعة	المادة	العدد
1	قطعة 1	فولاذ	1
2	قطعة 2	فولاذ	1
3	برغي	فولاذ	1
4	حلقة معدنية	فولاذ	1
5	صمولة	فولاذ	1

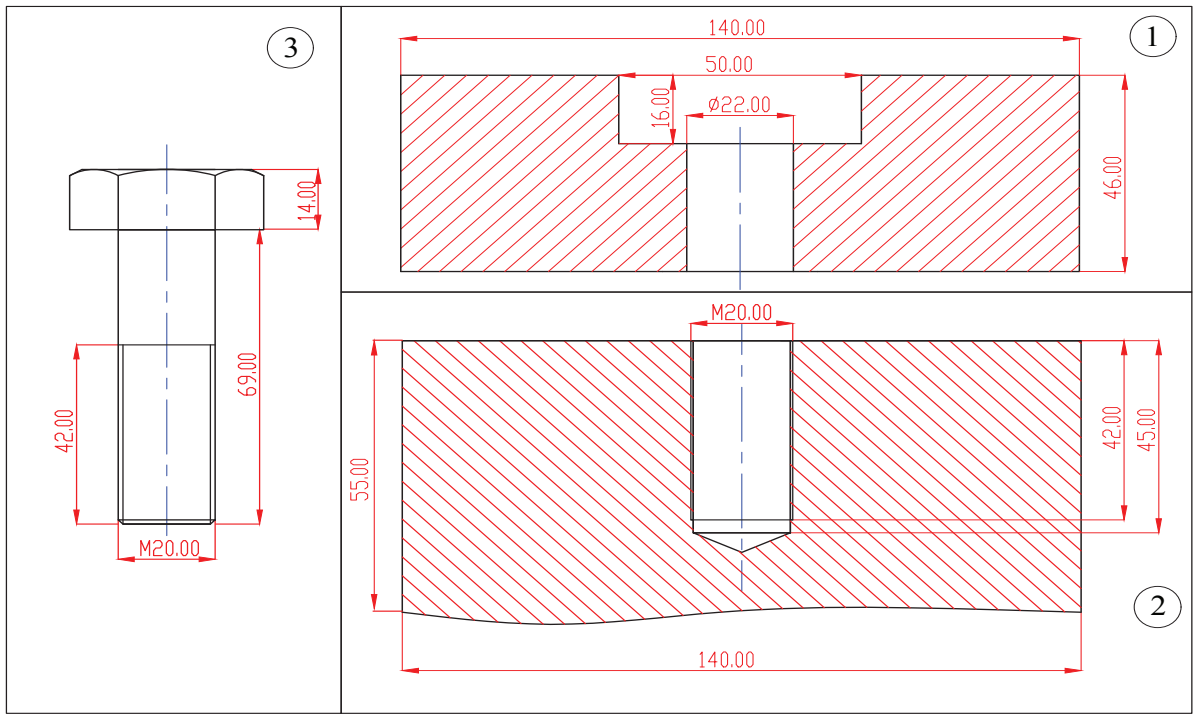


الشكل (5-28): أجزاء لقطع ميكانيكية.

2 - يبين الشكل (5-29) مقطعين أماميين لقطعتين معدنيتين مع برغي سداسي الرأس غير نافذ بحسب الأبعاد المبينة في الشكل، والمطلوب رسم مقطع أمامي مجمع لهذه القطع المبينة في الجدول (5-28) بمقياس رسم (1:1) والأبعاد بالمليمترات.

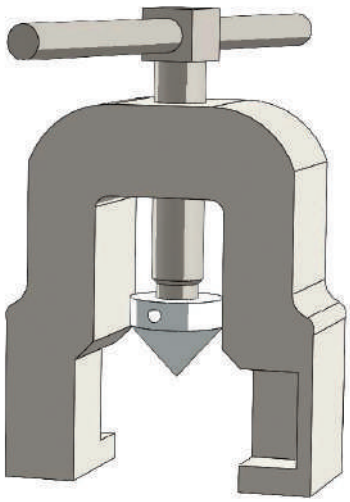
الجدول (5-28): بيانات القطع

الرقم	اسم القطعة	المادة	العدد
1	الغطاء	فولاذ	1
2	القاعدة	فولاذ	1
3	برغي	فولاذ	1



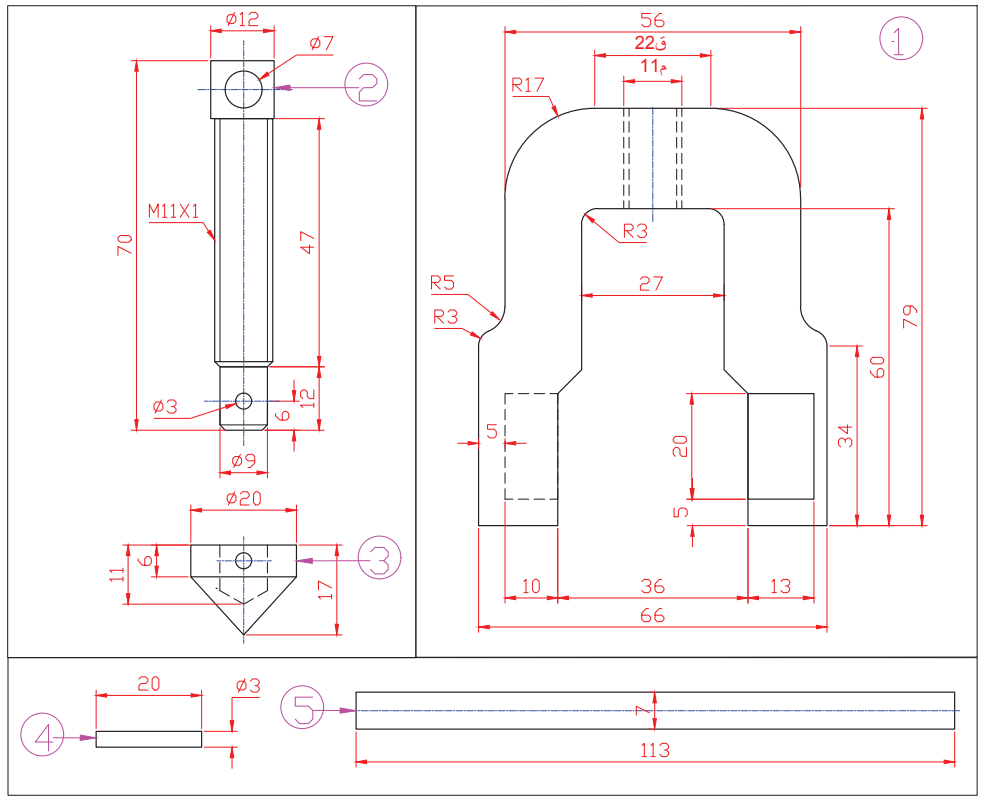
الشكل (5-29): أجزاء لقطع ميكانيكية.

3 - يبين الشكل (5-30) مساقط للأجزاء المكونة لملزمة تفليج، ويوضح الجدول (5-29) بيانات عن هذه الأجزاء، المطلوب رسم مسقط أمامي مجمع تجميعًا صحيحًا للأجزاء المبينة في الشكل، بحسب الجدول المرفق بمقياس رسم (1:1) والأبعاد بالمليمترات.



الجدول (5-29): بيانات القطع.

الرقم	اسم القطعة	المادة	العدد
1	جسم ذكر تفليج	فولاذ	1
2	عمود مسنن	فولاذ	1
3	رأس تفليج	فولاذ	1
4	مسمار تثبيت	فولاذ	1
5	ذراع الشد	فولاذ	1

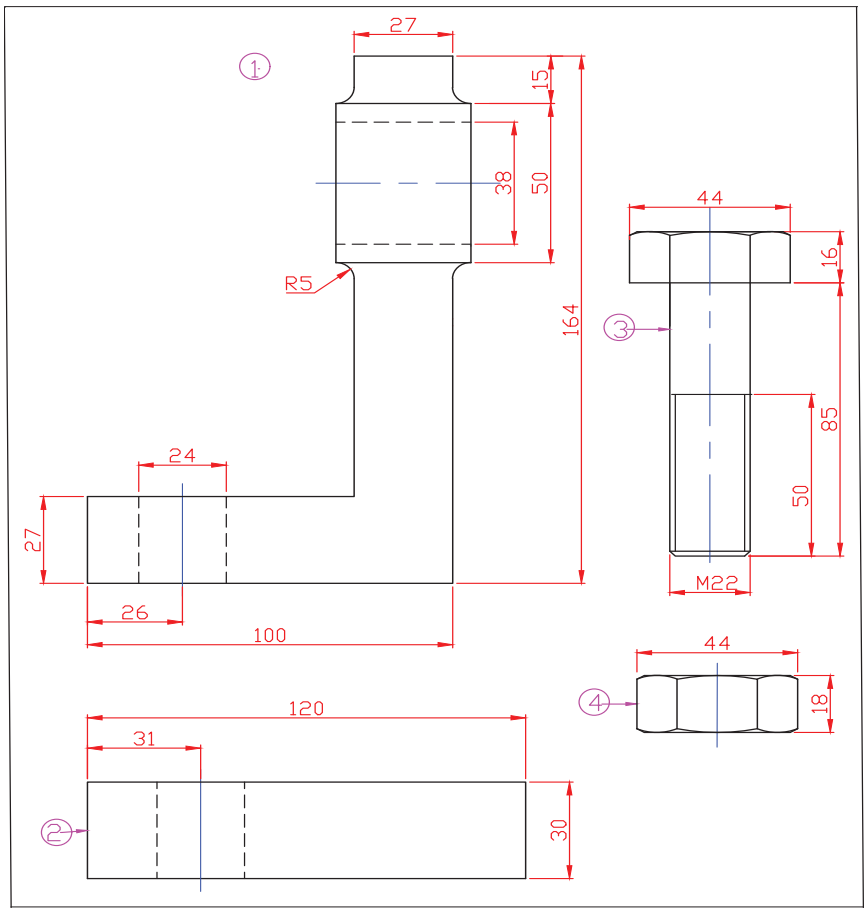


الشكل (5-30): مسقط أمامي لأجزاء لملزمة تفليج.

4 - يبين الشكل (5-31) الأجزاء المكونة لقطعة ميكانيكية، ويوضح الجدول (5-30) بيانات هذه الأجزاء. المطلوب رسم قطاع أمامي مجمع تجميعًا صحيحًا للأجزاء المبينة في الشكل، بحسب الجدول المرفق بمقياس رسم (1:1) والأبعاد بالمليمترات.

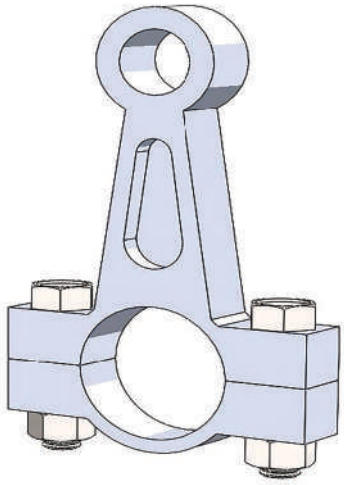
الجدول (5-30): بيانات القطع

الرقم	اسم القطعة	المادة	العدد
1	قطعة معدنية	فولاذ	1
2	قطعة معدنية	فولاذ	1
3	برغي	فولاذ	1
4	صمولة	فولاذ	1



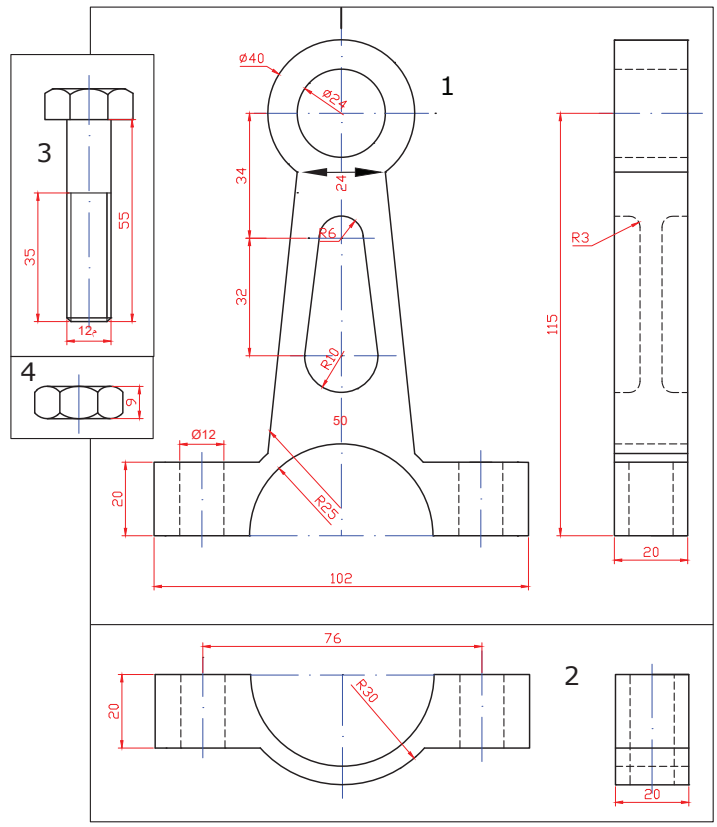
الشكل (5-31): أجزاء لقطعة ميكانيكية.

5 - يبين الشكل (5-32) مساقط للأجزاء المكونة لذراع توصيل، يوضح الجدول (5-31) بيانات هذه الأجزاء. المطلوب رسم قطاع أمامي مجمع تجميعًا صحيحًا، وقطاع جانبي مجمع تجميعًا صحيحًا للأجزاء المبينة في الشكل، بحسب الجدول المرفق بمقياس رسم (1:1) والأبعاد بالمليمترات.



الجدول (5-31): بيانات القطع.

الرقم	اسم القطعة	المادة	العدد
1	جسم الذراع	فولاذ	1
2	غطاء الذراع	فولاذ	1
3	برغي	فولاذ	2
4	صمولة	فولاذ	2

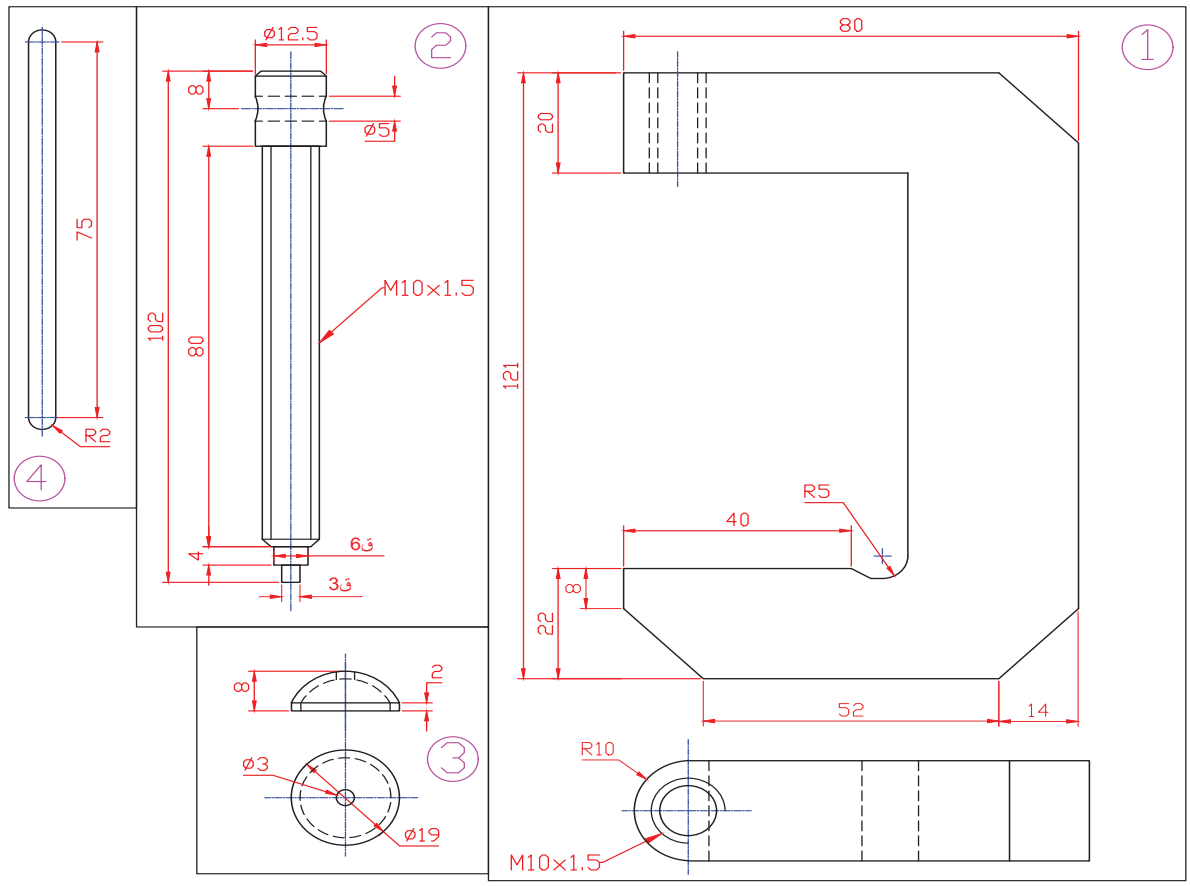


الشكل (5-32): مساقط لأجزاء ذراع توصيل.

6 - يبين الشكل (5-33) مساقط للأجزاء المكونة لملزمة تثبيت، ويوضح الجدول (5-32) بيانات هذه الأجزاء. المطلوب رسم قطاع أمامي مجمع تجميعًا صحيحًا للأجزاء المبينة في الشكل، بحسب الجدول المرفق بمقياس رسم (1:1) والأبعاد بالمليمترات.

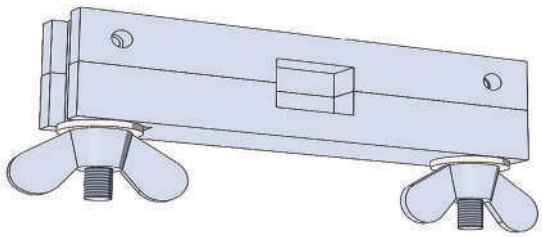
الجدول (5-32): بيانات القطع.

الرقم	اسم القطعة	المادة	العدد
1	جسم ملزمة	فولاذ	1
2	عمود مسنن	فولاذ	1
3	فك متحرك	فولاذ	1
4	ذراع الشد	فولاذ	1



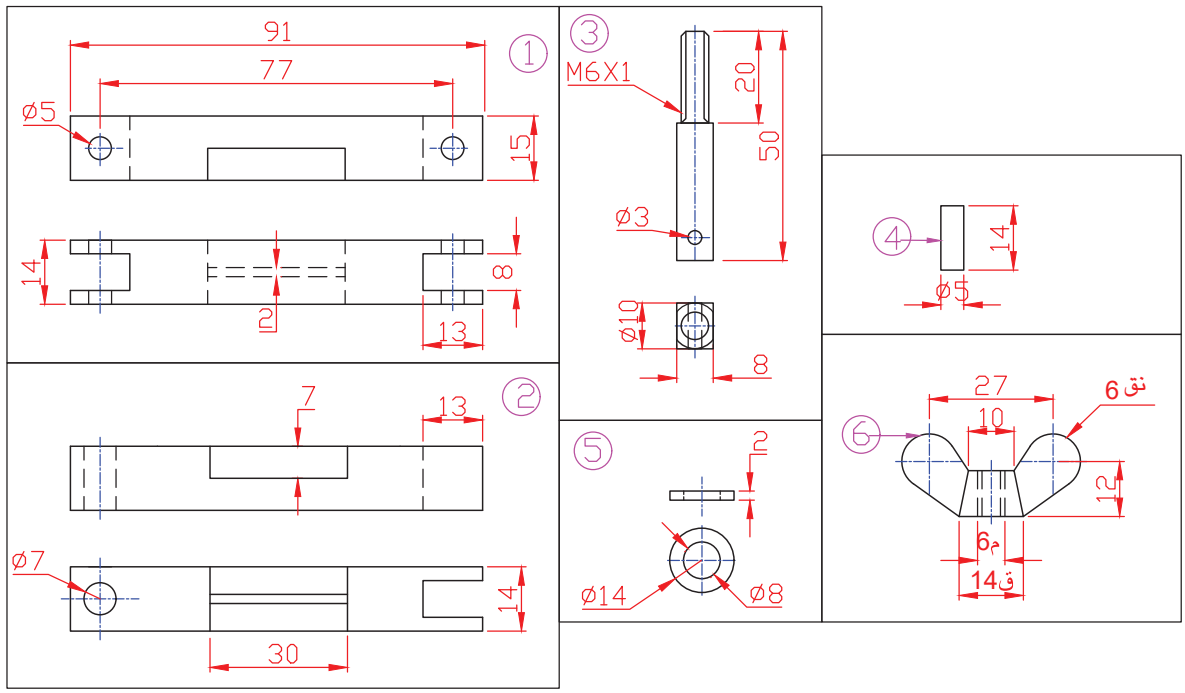
الشكل (5-33): مساقط لملزمة تثبيت.

7 - يبين الشكل (5-34) مساقط للأجزاء المكونة لملزمة ختامة أنابيب نحاس، ويوضح الجدول (5-33) بيانات هذه الأجزاء. والمطلوب رسم مسقط أمامي مجمع تجميعًا صحيحًا للأجزاء المبينة في الشكل، بحسب الجدول المرفق بمقياس رسم (1:1) والأبعاد بالمليمترات.



الجدول (5-33): بيانات القطع.

الرقم	اسم القطعة	المادة	العدد
1	جسم الملزمه العلوي	فولاذ	1
2	جسم الملزمه السفلي	فولاذ	1
3	عمود مسنن	فولاذ	2
4	مسمار تثبيت	فولاذ	2
5	حلقة (روندیلة)	فولاذ	2
6	صمولة ربط مجنحة	فولاذ	2

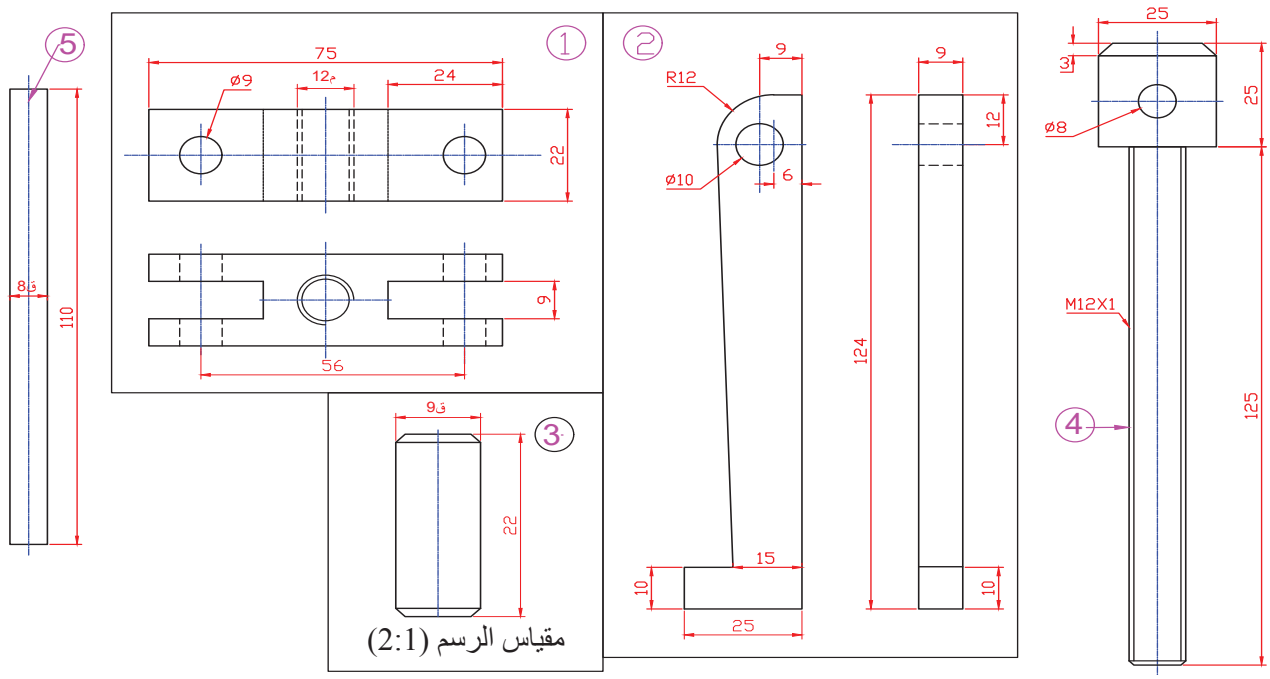


الشكل (5-34): مسقط أمامي لأجزاء ختامة أنابيب.

8 - يبين الشكل (5-35) مساقط للأجزاء المكونة لملزمة سحب، ويوضح الجدول (5-34) بيانات عن هذه الأجزاء. المطلوب رسم قطاع أمامي مجمع تجميعًا صحيحًا للأجزاء المبينة في الشكل، بحسب الجدول المرفق بمقياس رسم (1:1) والأبعاد بالمليمترات.

الجدول (5-34): بيانات القطع.

الرقم	اسم القطعة	المادة	العدد
1	جسم ملزمة	فولاذ	1
2	ذراع سحب	فولاذ	2
3	مسمار تثبيت	فولاذ	2
4	عمود مسنن	فولاذ	1
5	ذراع شد	فولاذ	1

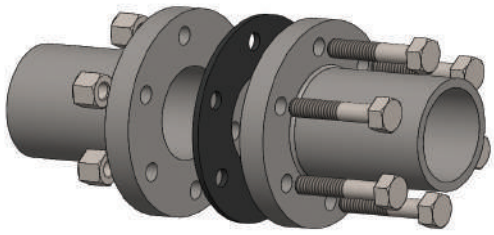


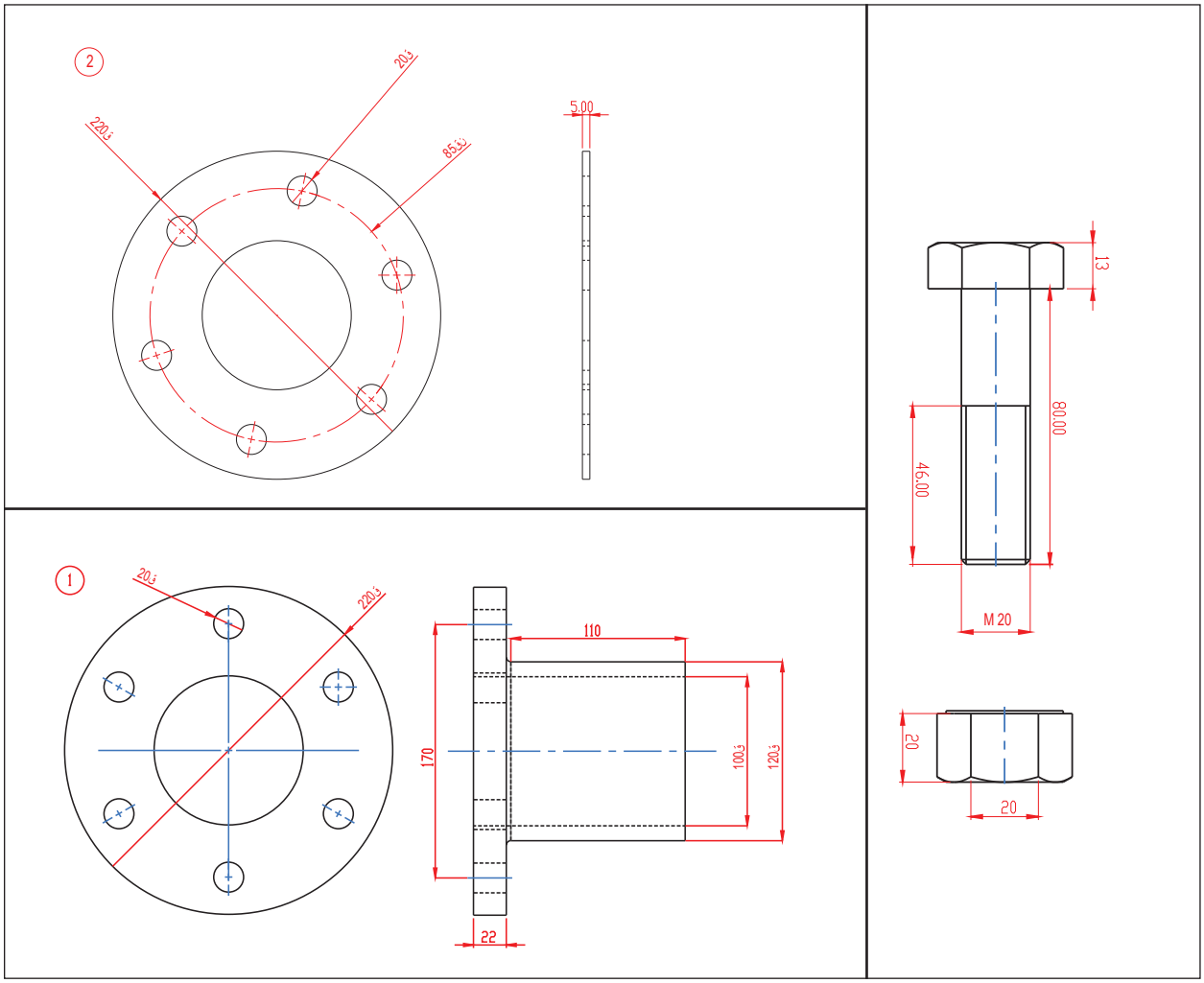
الشكل (5-35): مسقط أمامي لأجزاء لملزمة سحب.

9 - يبين الشكل (5-36) مساقط للأجزاء المكونة لأنبوبين معدنيين مشفهين (فلنج) وحافظة وبراغي وصمولات، ويوضح الجدول (5-35) بيانات هذه الأجزاء. المطلوب رسم مقطع أمامي مجمع تجميعًا صحيحًا للأجزاء المبينة في الشكل، بحسب الجدول المرفق، بمقياس رسم (1:1).

الجدول (5-35): بيانات القطع.

الرقم	اسم القطعة	المادة	العدد
1	قطعة 1	فولاذ	2
2	حافظة	مطاط	1
3	برغي	فولاذ	6
4	صمولة	فولاذ	6



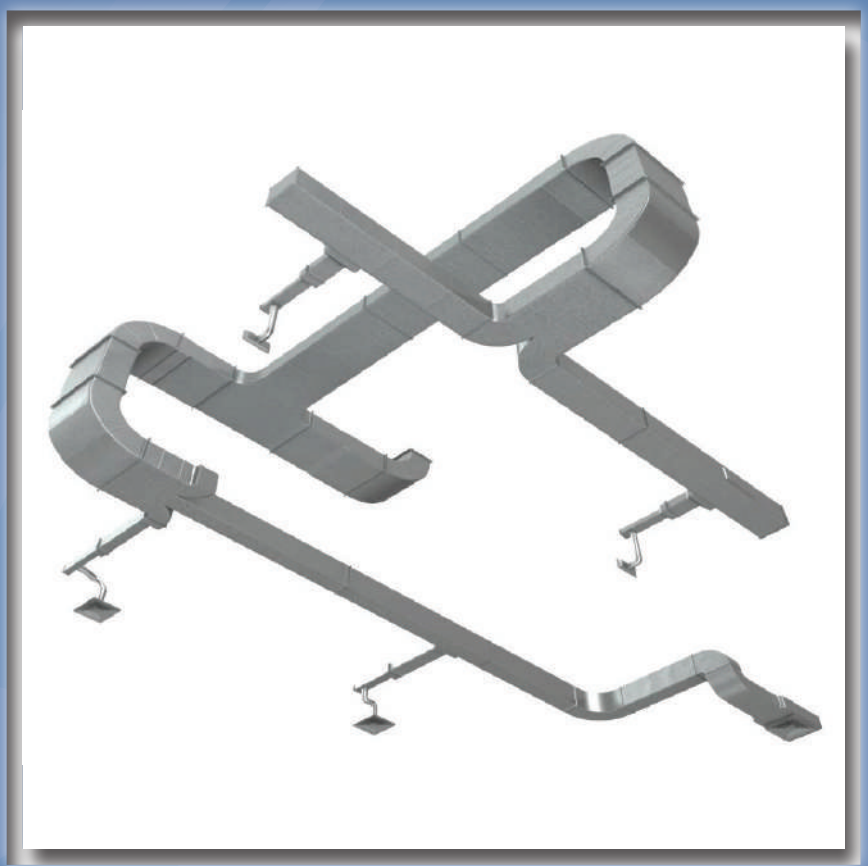


الشكل (5-36): أجزاء لقطع ميكانيكية.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الوحدة السادسة

مجاري الهواء في أنظمة التكييف المركزي



- ما الهدف من رسم مخططات مجاري الهواء؟
- كيف تتشكل مجاري الهواء؟
- ما الفائدة من عملية الإفراد؟

يعتمد التكييف المركزي على توزيع الهواء عبر مجارٍ وأقنية، ولتوصيل شبكات الهواء وتركيبها، تستخدم قطع وصل مختلفة المقاطع والأشكال ونواشر الهواء وصمامات ومحددات جريانه ، ومهمة هذه الأجزاء كلها تكوين الشبكات المختلفة التي تنقل الهواء من أنظمة التكييف والتبريد ووحداتها إلى الحيز المطلوب ضمن درجات الحرارة المناسبة لتأمين الجو المناسب لراحة المستخدم .

لذلك لجأ المهندسون إلى وضع مجموعة من الرموز والمصطلحات تسهل قراءة المخططات والرسومات، وتسهل رسم المساقط والمناظير لشبكات التكييف والتبريد وأنظمتهما، وهذا يخدم عمليات الحساب والدراسة والتركيب ثم تعديلها في أثناء التنفيذ إذا تتطلب الأمر ذلك. فما قطع الوصل المستخدمة في مجاري شبكات التكييف والتبريد؟ وما طرائق الوصل المختلفة المستخدمة في الشبكات؟ وما طرائق رسم المخططات لشبكات التكييف والتبريد؟ ستتمكن من إجابة عن هذه الاسئلة وغيرها.

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يميز مقاطع مجاري الهواء المستخدمة .
- يفرق بين قطع وصل المجاري وطريقة وصلها.
- يميّز الرموز والمصطلحات الفنية لشبكات التكييف والتبريد.
- يرسم الرموز والمصطلحات الفنية لشبكات التكييف والتبريد.
- يقرأ مخططات لشبكات المستخدمة في أنظمة التكييف والتبريد.
- يرسم مساقط شبكات المجاري المختلفة.
- يرسم الإفرادات لقطع الوصل وأقنية الهواء المستخدمة.

أولاً: قطع الوصل المستخدمة في ربط شبكات مجاري الهواء.

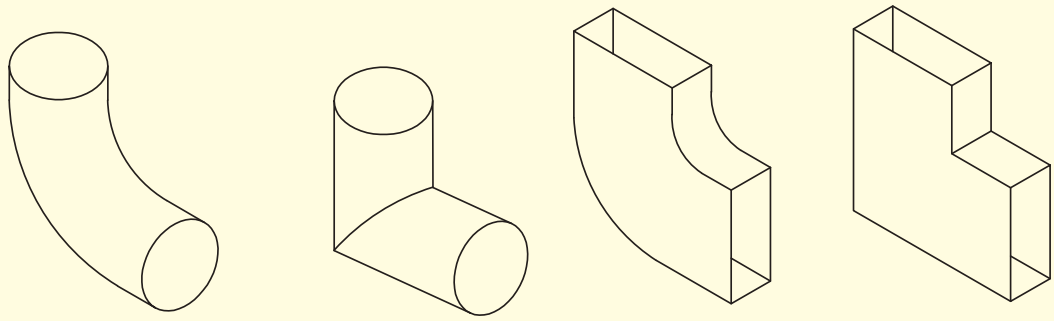
النتاجات

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تتعرف المقاطع المستخدمة في تمثيل مجاري الهواء.
- تتعرف المقاطع المستخدمة في تمثيل قطع الوصل لمجاري الهواء.
- ترسم قطع الوصل الخاصة المستخدمة في وصل مجاري الهواء.

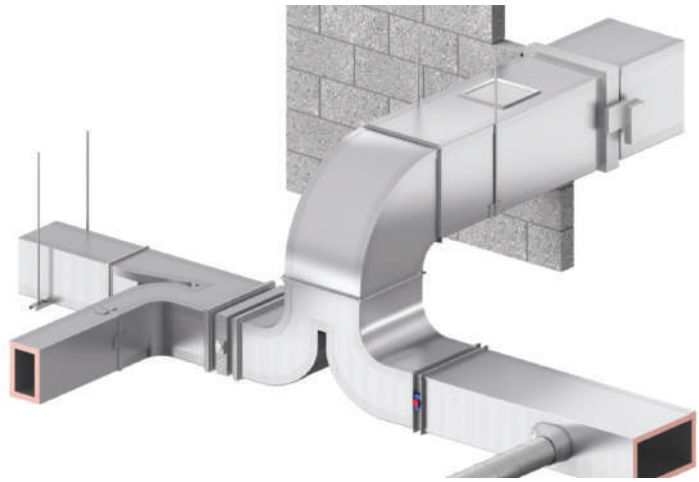
انظر وتساءل

- لماذا تستخدم قطع الوصل في مجاري الهواء؟



استكشف

بالنظر إلى الشكل، ناقش معلمك وزملاءك، في الأشكال المختلفة لقطع الوصل الخاصة بشبكات مجاري الهواء وتمثيلها في أنظمة التكييف والتبريد.



اقرأ وتعلّم

يعتمد تشكيل أي شبكة مجاري هواء وتصنيعها على:

1 - مجاري الهواء المختلفة.

2 - قطع الوصل المختلفة.

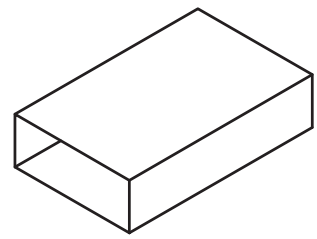
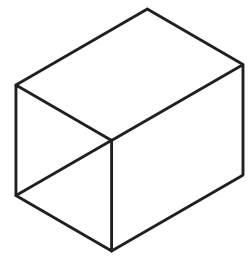
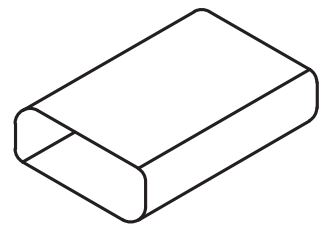
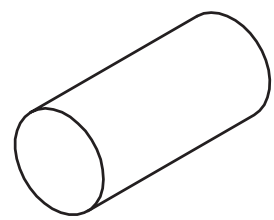
1 - مجاري الهواء (Ducts)

هي قنوات وممرات لنقل الهواء من الوحدة الميكانيكية إلى الأماكن المراد تزويدها بالهواء، أو سحب الهواء منها بوحدات مناولة الهواء (Air Handling Unit).

وتصنع مجاري الهواء، بمقاطع وأشكال مختلفة فمنها الدائري، والبيضوي، والمستطيل، والمربع، وكذلك من مواد مختلفة، كالصاج المجلفن، أو الألمنيوم، أو الفولاذ وغيرها.

يبين الجدول (6-1) مجاري هواء مختلفة المقطع، المستخدمة في تشكيل شبكات مجاري الهواء.

الجدول (6-1): مجاري هواء مختلفة المقطع.

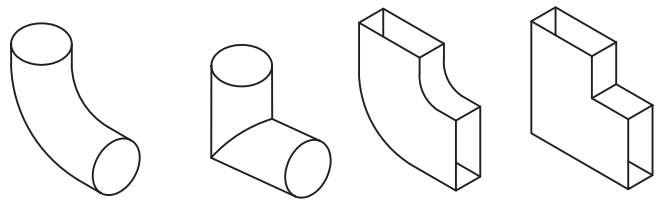
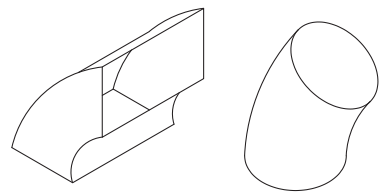
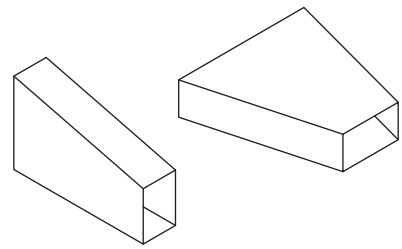
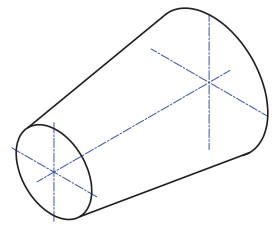
اسم المجرى	شكله
(مجرى) مستطيل المقطع	
(مجرى) مربع المقطع	
(مجرى) بيضوي المقطع	
(مجرى) دائري المقطع	

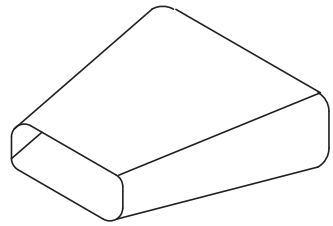
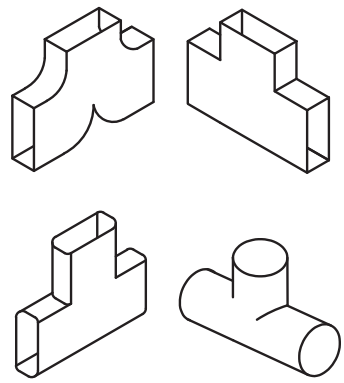
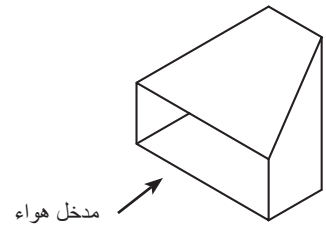
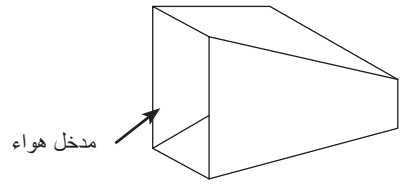
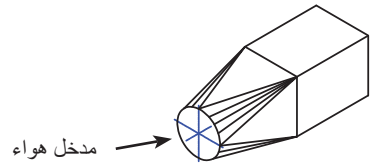
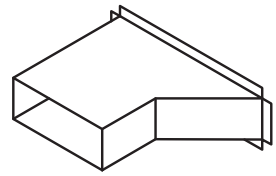
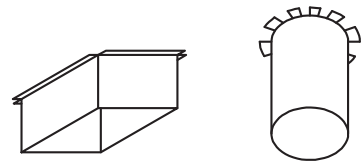
2 - قطع الوصل المجاري (Duct Fittings Connections)

هي من الأجزاء المكملة لشبكات مجاري الهواء؛ لأنها تستخدم في تغيير الاتجاه، أو للتحويل من مقطع إلى آخر، أو لتقليل مساحة المجرى أو تكبيره، أو لأخذ فرع من (مجرى) رئيس.

وهذه القطع شائعة الاستخدام في تمديد شبكات مجاري الهواء المختلفة، وفي ما يأتي ستتعرف طريقة رسم بعض هذه القطع، ويبين الجدول (6-2) أشكال قطع وصل المستخدمة في مجاري الهواء:

الجدول (6-2): أشكال قطع وصل مجاري الهواء.

اسم قطعة الوصل	شكلها
الكوع القائم (90^{o})	
الكوع المفتوح (45^{o})	
نقاصة (مجرى) مستطيل	
نقاصة (مجرى) دائري	

اسم قطعة الوصل	شكلها
نقاصة (مجرى) بيضوي	
قطع وصل (T)	
تحويلة من مقطع أفقي إلى مقطع رأسي	
تحويلة من مقطع رأسي إلى مقطع أفقي	
تحويلة من مقطع دائري إلى مقطع مربع	
مأخذ لمجرى هواء فرعي	
مأخذ لمجرى هواء	

مستعينًا ببرنامج الرسم الهندسي (AutoCAD) ارسم عددًا من مجاري الهواء وقطع الوصل، ثم اعرضها على زملائك ومعلمك.

القياس والتقويم

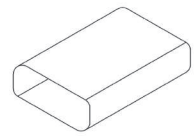
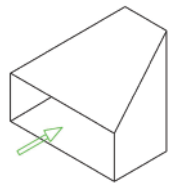
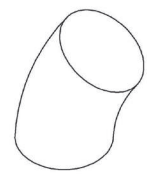
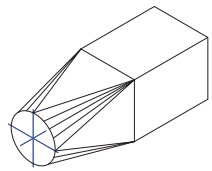
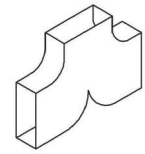
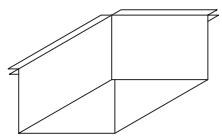
أضع إشارة (√) في خانة الدرجة المناسبة.

الرقم	المؤشر	درجة تحقيق المؤشر		
		ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أميز بين أشكال مجاري الهواء.			
2	أبين استخدمات قطع الوصل في ربط شبكات مجاري الهواء.			
3	أرسم قطع وصل مجاري الهواء.			

التمارين

اكتب أسماء الرموز في الجدول (6-3).

الجدول (6-3).

الرمز	ارسم الرمز	الرمز	ارسم الرمز
			
			
			

ثانيًا: الرموز المستخدمة في تمثيل مجاري الهواء ووصلها

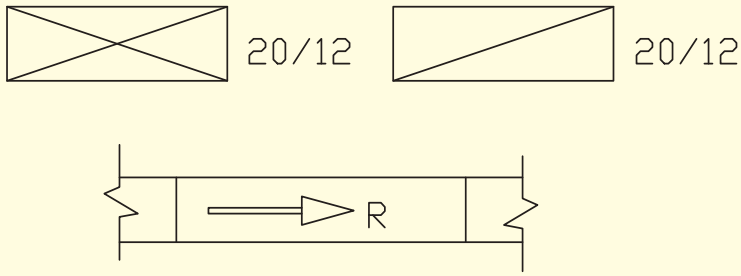
النتاجات

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تتعرف الرموز والمصطلحات المستخدمة في مجاري الهواء المختلفة.
- تتعرف طرائق الوصل المستخدمة في مجاري الهواء المختلفة.
- تقرأ مخططات لشبكات المستخدمة في أنظمة التكييف والتبريد.
- ترسم الرموز الفنية المستخدمة في شبكات مجاري الهواء المختلفة.

انظر وتساءل

- ماذا تمثل الرموز الآتية؟



استكشف

ناقش زملاءك ومعلمك في الرموز الأكثر استخدامًا في رسم شبكات مجاري الهواء وتمثيلها في أنظمة التكييف والتبريد.

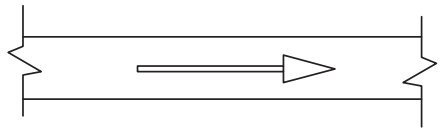
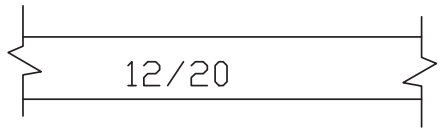
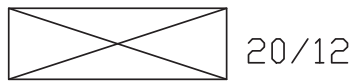
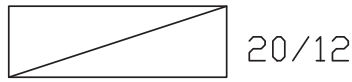
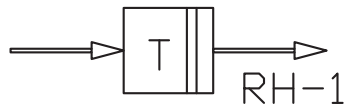
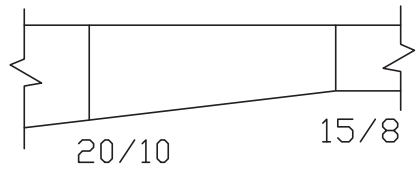
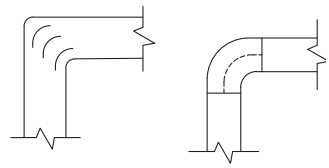
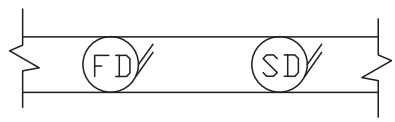
اقرأ وتعلّم

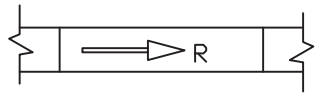
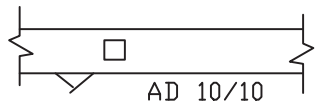
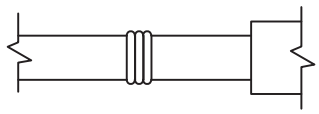
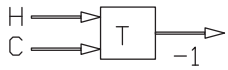
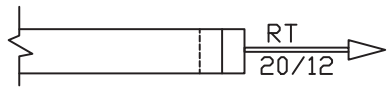
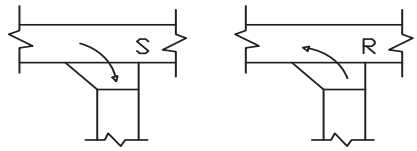
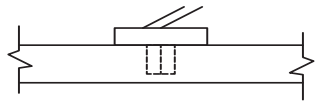
لتمثيل شبكات مجاري الهواء في أنظمة التكييف والتبريد تستخدم رموز ومصطلحات، تعطي المعلومات الضرورية عن الشبكة من أبعاد وقياسات وأنواعها المختلفة، وتقسم هذه الرموز مجموعات كما يأتي:

1 - رموز مجاري الهواء

وهي الرموز المستخدمة في تمثيل المجاري الهوائية التي تبين المعلومات الضرورية، مثل أبعاد هذه المجاري واستخداماتها، واتجاه تدفق الهواء داخلها. يبين الجدول (4-6) رموز مجاري الهواء ومصطلحاتها.

الجدول (6-4): رموز مجاري الهواء ومصطلحاتها.

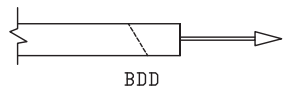
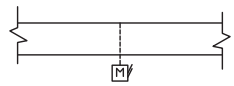
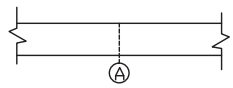
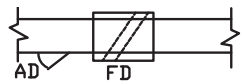
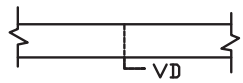
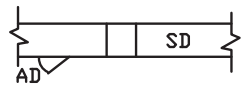
معنى الرمز	الرمز
اتجاه تدفّق الهواء داخل المجرى	
مجرى هواء بقياس (12/20)	
مقطع لقناة ذات ضغط موجب (مزوّد للهواء)	
مقطع لقناة ذات ضغط سالب (سحب للهواء)	
وحدة طرفيّة لإعادة التسخين	
محوّل المساحة المقطعية (نقّاصة)	
ريش توجيه الانعطاف (صفائح توجيه)	
كاشفات حريق (دخان)	

معنى الرمز	الرمز
التغيّر في الارتفاع (R) ارتفاع، (D) هبوط	
أبواب دخول (أبواب خدمة) أفقيّة أو رأسية	
تبطين عزل صوتي (بطانة عازلة للصوت)	
وصلة مرنة	
مجرى هواء مرن	
خافض صوت	
وحدة طرفيّة مازجة	
سدّادة (فتحة قابلة للضغط)	
مجرى هواء فرعي للهواء المزوّد أو الراجع من غير مجزّئات	
سخّان كهربائي للمجرى	

2 - الخانقات (Dampers)

هي أدوات تتحكم في تمرير كمية الهواء المتدفق عبر مقطع مجرى الهواء، يبين الجدول (6-5) رموز الخانقات والمعلومات الضرورية عنها، وكيفية عمل هذه الخانقات.

الجدول (6-5): رموز الخانقات.

معنى الرمز	الرمز
خانق التيّارات الهوائيّة الخلفيّة	
خانق تحكّم كهربائي	
خانق تحكّم بتفريغ الهواء	
خانق حريق مزوّد بباب دخول	
خانق تحكّم حجمي يدوي	
مجزّئ هواء يدوي	
خانق حريق مزوّد بأبواب دخول	

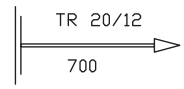
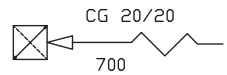
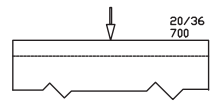
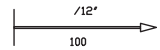
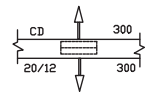
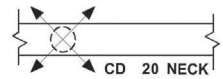
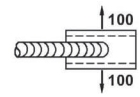
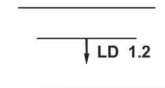
تذكر

الأبعاد الموجودة على الرموز هي أبعاد مقاطع مجاري الهواء.

3 - الشبكيات أو المحددات (Grills)، وناشرات الهواء (Diffusers)

وتستخدم لتوزيع الهواء داخل الحيز المراد تكييفه، يبين الجدول (6-6) رموز الشبكيات وناشرات الهواء.

الجدول (6-6): رموز الشبكيات وناشرات الهواء.

معنى الرمز	الرمز
مخرج الهواء المزوّد	
شبيكة أو محدّد للهواء على جدار جانبي	
شبيكة أو محدّد للهواء على سقف	
مأخذ، أو مدخل شبكي، أو أباجوري للهواء	
شبيكة للباب	
باب ذو قطع سفلي (أسفل الباب مرتفع عن سطح بلاط الأرضية بمقدار القياس المبيّن على الرمز)	
ناشر سقفي مستطيل، مزوّد للهواء (أفقي)	
ناشر سقفي دائري، مزوّد هواء	
ناشر هواء سقفي، مع مجرى مرن	
ناشر هواء خطي	

تمرين

ارسم على ورقة الرسم رمز كل مما يأتي:

1 - مجرى هواء بقياس 20/12.
2 - مقطع لقناة ذات ضغط سالب.
3 - سخان كهربائي للمجرى.
4 - وصلة مرنة.
5 - وحدة طرفية مازجة.
6 - خانق تحكم كهربائي.

4 - طرائق وصل مجاري الهواء

وهي عمليات الثني والتداخل في أعمال الصفائح والألواح المعدنية وتشكيلها، وتوصيل الأطراف المعدنية وثنيها بدقة؛ لتثبيتها وإضفاء مظهر جميل عليها، وهناك أنواع عدة لوصلات الثني.

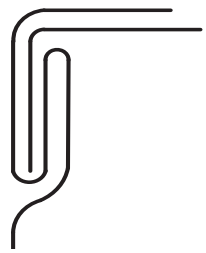
يعتمد اختيار نوع الوصلة على عوامل عدة، منها:

أ- طبيعة المعدات والآلات المتوافرة.

ب- نوع المعدن وقياساته.

والجدول (6-7) يبين أنواع وصلات الثني وأشكالها.

الجدول (6-7): أنواع وصلات الثني وأشكالها.

اسم الوصلة	شكل الوصلة (رمزها)
الوصلة المنزلقة C - cleat	
وصلة الثني العاديّة	
الوصلة المنزلقة (S)	
وصلة بيتسبرغ	

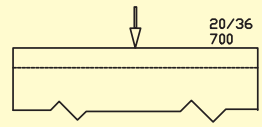
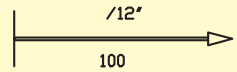
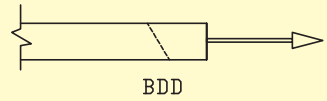
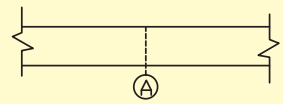
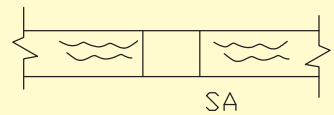
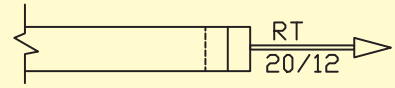
تذكر

إن عملية وصل مجاري الهواء تعتمد على ثني القطع وتوصيلها ببعضها لتشكيل المقطع المطلوب وتثبيته، وزيادة متانتها ومقاومتها العطب من إجهادات التشغيل والحمل، وهي شائعة في أعمال الألواح المعدنية وتشكيلها.

النشاط

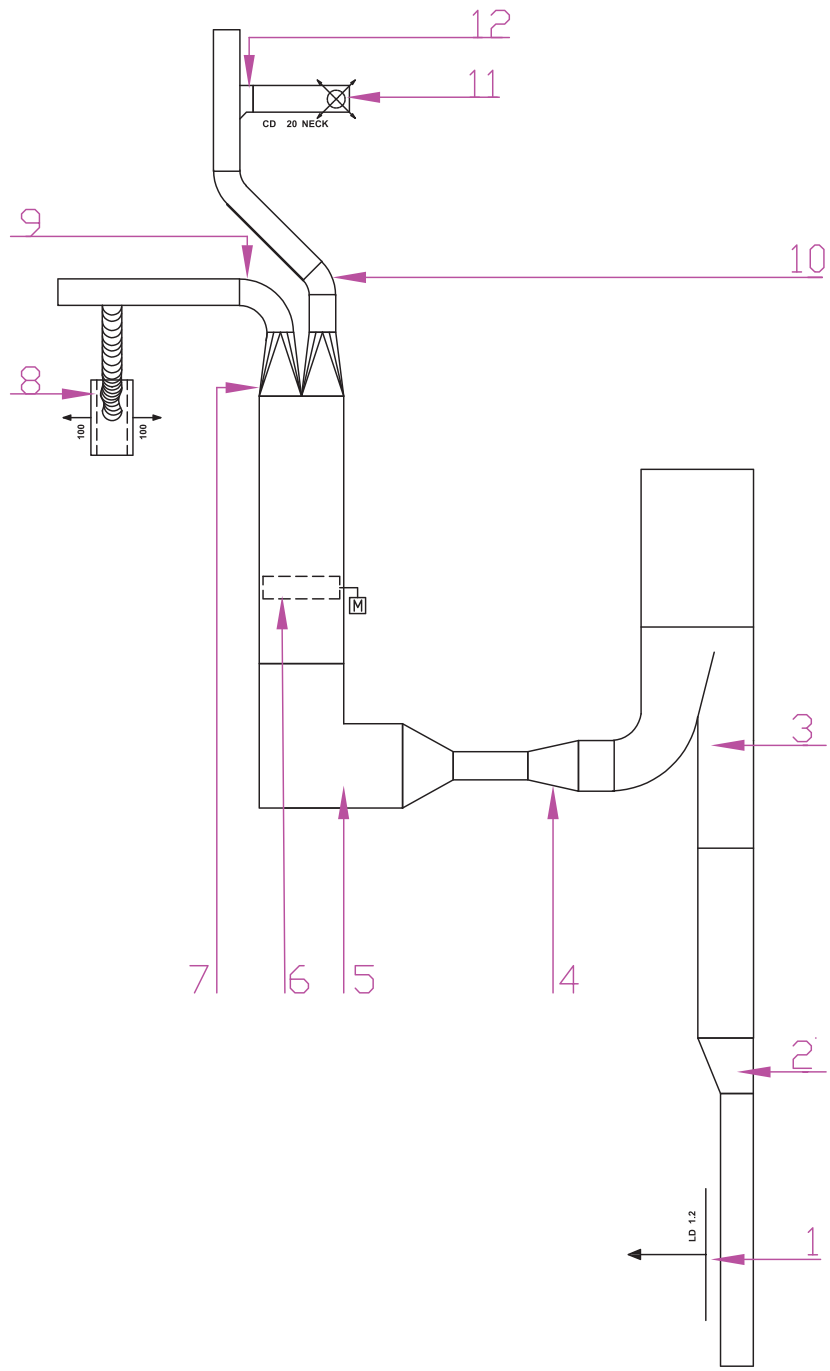
ماذا تمثل الرموز في الجدول (6-8) .

الجدول (6-8).

الرمز	معنى الرمز
	
	
	
	
	
	

مثال (1)

يمثل الشكل (6-1) شبكة مجاري هواء. اكتب في جدول أسماء الرموز والقطع المشار إليها بالأسهم.



الشكل (6-1): شبكة مجاري هواء.

الحل

الجدول (6-9): مسميات القطع.

رقم الرمز أو القطعة	معنى الرمز
1	ناشر هواء خطي
2	نقاصة مجرى هواء مستطيل المقطع
3	مجزّىء هواء يدوي
4	نقاصة مركزية
5	كوع قائم 90°
6	منظم خانق تحكم آلي (كهربائي)
7	تحويلة من مقطع مضلع إلى مقطع دائري
8	ناشر هواء سقفي، مع مجرًى مرن
9	كوع 90° مقطع دائري
10	كوع 45°
11	ناشر سقفي دائري مزود للهواء
12	مأخذ لمجرى هواء فرعي

نظّم زيارة بإشراف معلمك إلى أحد المكاتب الهندسية، وتعرّف الرموز لتمثيل مجاري الهواء ووصلها في المخططات الهندسية، ثم اكتب تقريرًا بذلك واعرضه على زملائك.

القياس والتقويم

- أضع إشارة (√) في خانة الدرجة المناسبة.

الرقم	المؤشر	درجة تحقيق المؤشر		
		ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أميز بين الرموز لقطع الوصل المختلفة، ومصطلحاتها وأرسمها.			
2	أميز رموز مجاري الهواء المختلفة من مصطلحاتها وأرسمها.			
3	أميز رموز طرائق الوصل للمجاري المختلفة، من مصطلحاتها وأرسمها.			
4	أقرأ الرسومات والمخططات وأنفذها.			

التمارين

1 - ارسم على ورقة الرسم رموز كل مما يأتي:

أ- مجرى هواء بقياس 50/20.

ب- مقطع لقناة ذات ضغط موجب.

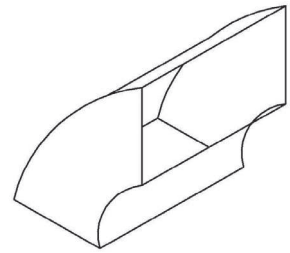
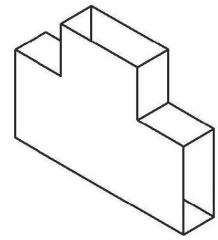
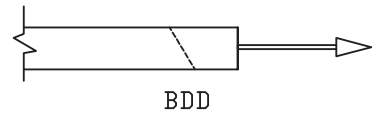
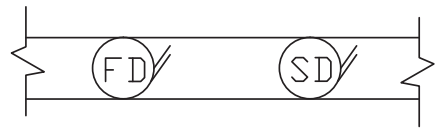
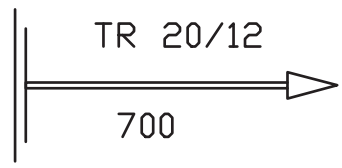
جـ- مجرى هواء هابط.

د- مجرى هواء مرن.

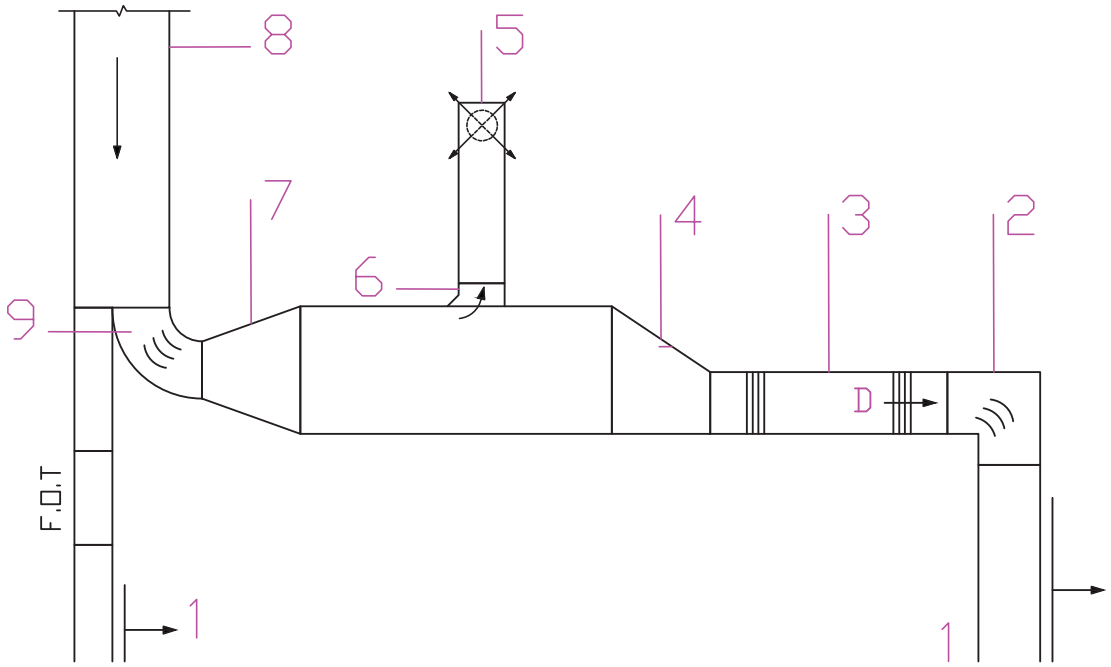
هـ- وحدة طرفية لإعادة التسخين.

و- سدادة (فتحة قابلة للضغط)

2 - ما دلالة الرموز والأشكال والوصلات في الجدول الآتي:

الرمز	دلالة الرمز
	
	
	
	
	

3 - يبين الشكل (6-2) جزءًا من شبكة مجاري الهواء، اكتب في جدول أسماء الرموز والقطع المشار إليها بالأسهم بالترتيب.

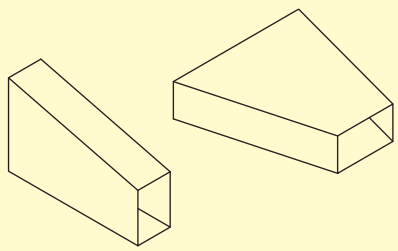


الشكل (6-2): جزء من شبكة مجاري الهواء.

فائدة

النقاصة المستوية من الأعلى F.O.T

النقاصة المستوية من الأسفل F.O.B



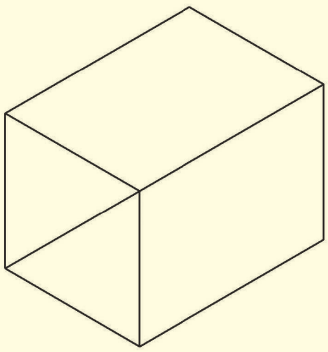
ثالثًا: رسم مساقط مجاري الهواء وأبعادها

النتاجات

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- تقرأ مخططات للشبكات المستخدمة في أنظمة التكييف والتبريد.
- توظف الأبعاد في قراءة المساقط وترسمها.
- ترسم مساقط لأجزاء شبكات مجاري الهواء المختلفة.

انظر وتساءل



- كيف تُرسم مساقط مقاطع مجاري الهواء؟

استكشف

بالنظر إلى الشكل، اذكر أشكال شبكات مجاري هواء بمقاطع مختلفة، ثم ارسم مساقط هذه الشبكات، واعرض ما تتوصل إليه على زملائك بإشراف معلمك.

اقرأ وتعلّم

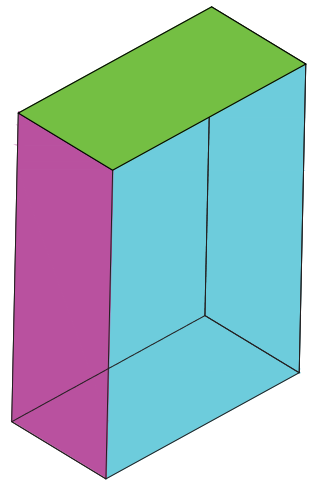
يعد رسم المساقط من الطرائق الضرورية لتمثيل مجاري الهواء في عمليات التشكيل وتعديل المقاطع بحسب الأبعاد والقياسات، ويعد مرشدًا ودليلًا لتصميم المجاري وصيانتها، سترسم المساقط المتعامدة للمجاري بنظام الزاوية الأولى والمقاسات بوحدة المليمتر، والمثال الآتي يبين ذلك:

مثال (2)

يبين الشكل (6-4) قطعة وصل من مجاري الهواء المبينة بمنظور متساوٍ متوازٍ (المنظور الآيزومتري)، المطلوب:

رسم المساقط الآتية بمقياس رسم مناسب :

1 - المسقط الأمامي. 2 - المسقط الجانبي الأيسر. 3 - المسقط الأفقي.



الشكل (6-4): قطعة وصل من مجاري هواء.

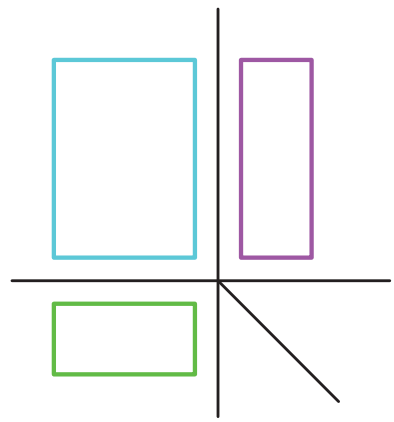
الحل

1 - نحدد الأبعاد بحسب مقياس الرسم.

2 - نرسم محور المساقط لرسم المساقط.

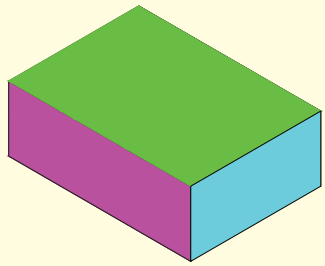
3 - ترك فراغ عن محور المساقط ثم الرسم بحسب الترتيب.

4 - الشكل (6-5) يوضح ذلك (الألوان تساعد على الرسم).



الشكل (6-5): مساقط قطعة وصل من مجاري هواء.

النشاط



ارسم على ورقة الرسم المساقط الآتية:

1 - المسقط الأمامي.

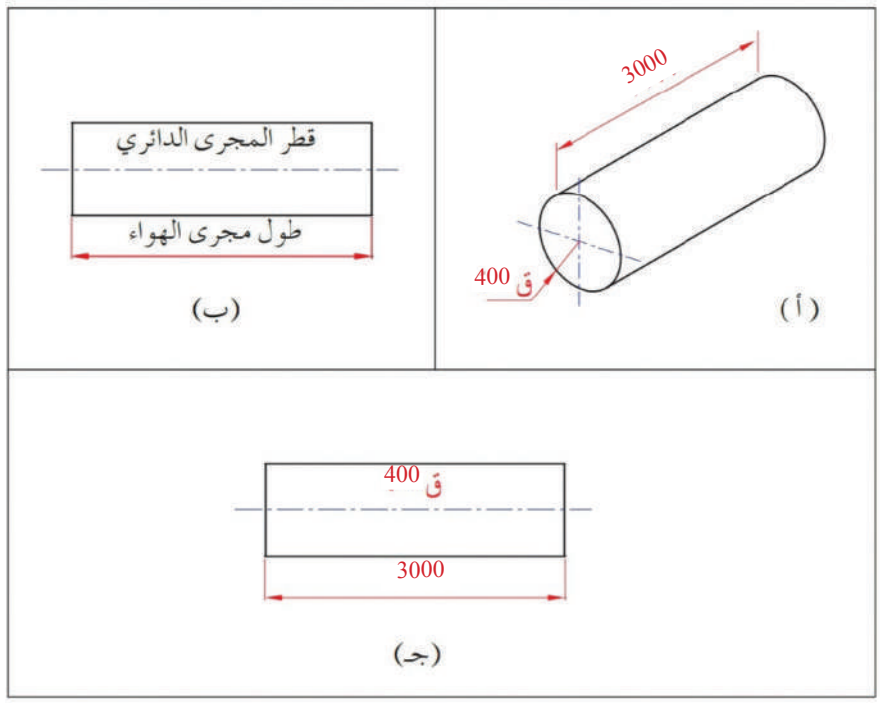
2 - المسقط الجانبي الأيسر.

3 - المسقط الأفقي.

قراءة الأبعاد على رسوم مجاري الهواء وقطع وصلها

تشغل مجاري الهواء على شكلين: ذي مقطع دائري، والآخر مضلع المقطع، وتختلف طريقة وضع الأبعاد بحسب الشكل المستخدم، لذا فمن الضروري التمييز بين هاتين الطريقتين للتمكن من قراءة مخططات مجاري الهواء.

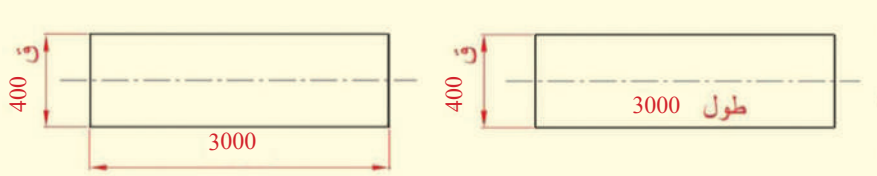
أ- **مجاري الهواء ذات المقطع الدائري:** يوضع بعدان فقط على مجاري الهواء ذوات المقطع الدائري، هما: طول المجرى، وقطر المقطع الدائري، والشكل (6-5/أ) يبين مجرى هواء دائري المقطع منظوري، والشكل (6-5/ب) يبين مكان وضع الأبعاد على المساقط، والشكل (6-5/جـ) يوضح كيفية وضع الأبعاد مكتوبة عليه.



الشكل (6-5): مجرى هواء دائري المقطع بالأبعاد.

النشاط

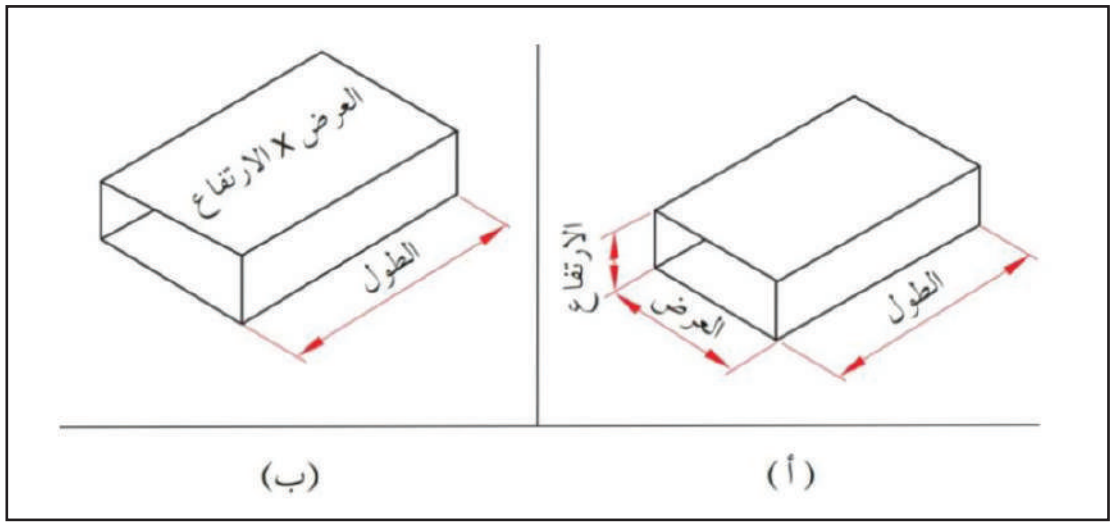
اكتشف الخطأ في وضع الأبعاد في الشكل (6-6)، ثم اكتبها كتابة صحيحة.



الشكل (6-6): أبعاد غير صحيحة.

ب- مجاري الهواء ذات المقطع المضلع (المستطيل والمربع): في هذا النوع من مجاري الهواء، يجب استخدام ثلاثة أبعاد لتوضيح قياسات المجرى وهي: الطول، والعرض، والارتفاع، والشكل (6-7/أ) يبين مجرى هواء مستطيل المقطع، وقد حُدّد طوله وعرضه وارتفاعه، والشكل (6-7/ب) يوضح مكان وضع الأبعاد عليه بالشكل الاصطلاحي على مجاري الهواء، حيث يستخدم ثلاثة أبعاد، الأول للعرض، والثاني للارتفاع، والثالث يمثل الطول.

مُلاحظًا أن الرمز (X) لا يعني أي عملية حسابية.



الشكل (6-7): مجرى هواء مستطيل المقطع بالأبعاد.

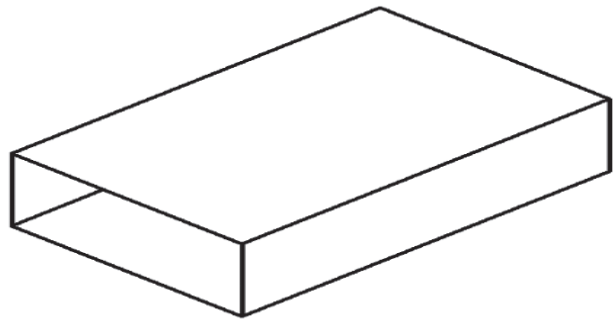
مثال (3)

يبين الشكل (6-8) مجرى هواء مستطيل المقطع، ضع الأبعاد على هذا المجرى بصورة صحيحة، علمًا أن:

1 - طول المجرى = 8000 مم.

2 - عرض المجرى = 5000 مم.

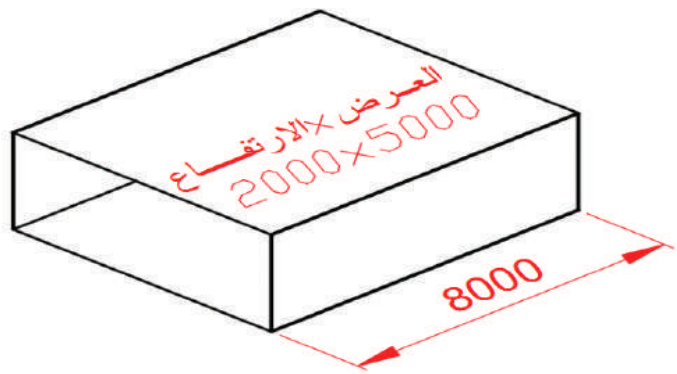
3 - ارتفاع المجرى = 2000 مم.



الشكل (6-8): مجرى هواء مستطيل المقطع دون أبعاد.

الحل

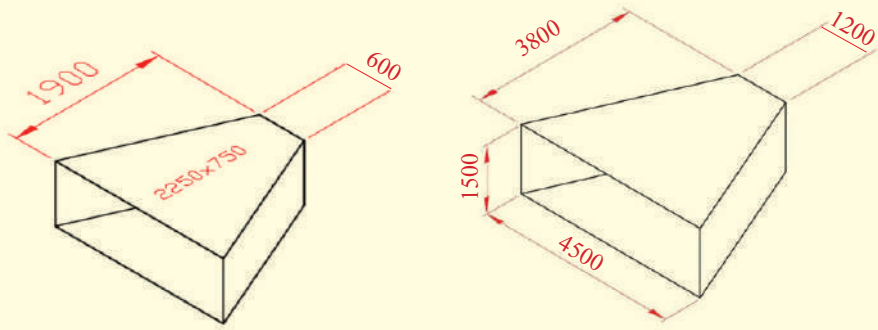
كما في الشكل (6-9).



الشكل (6-9): مجرى هواء مستطيل المقطع مع الأبعاد.

النشاط

يبين الشكل (6-10) نقاصة مركزية، وقد وُضعت أبعادها، المطلوب: ناقش زملاءك كيف وُضعت الأبعاد، وهل وضعت بصورة صحيحة، ثم أعد رسمها بمقياس رسم (1:100).

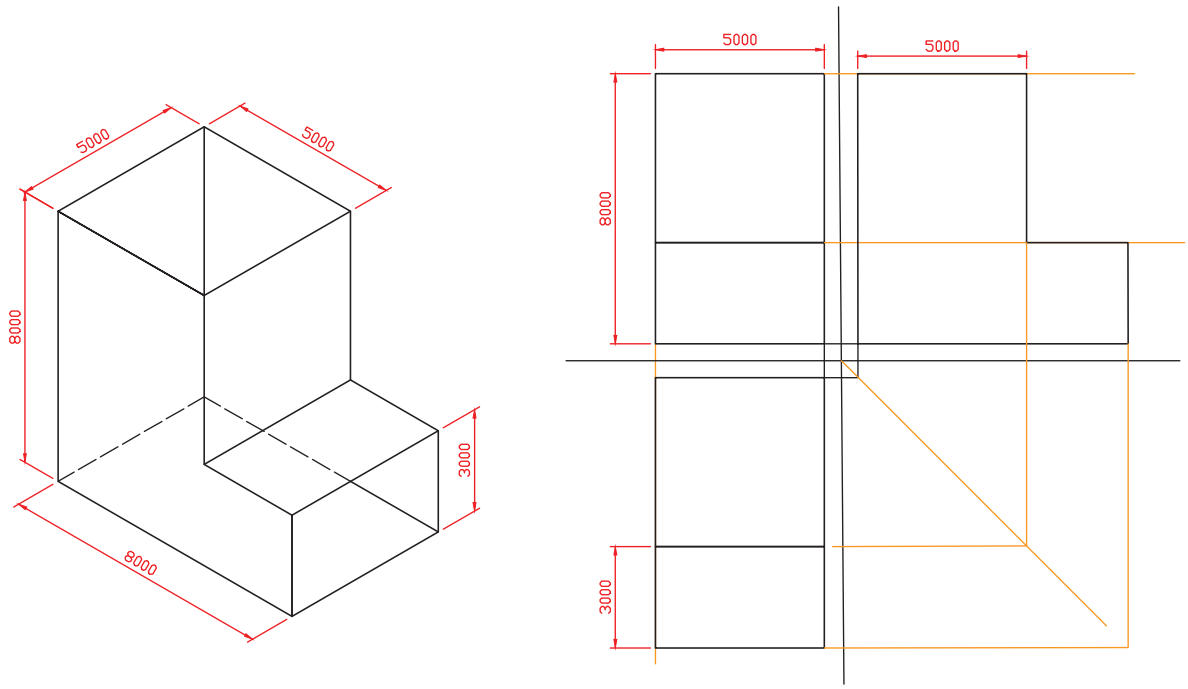


الشكل (6-10): وضع الأبعاد للنقاصة المركزية.

مثال (4)

يبين الشكل (6- 11) قطعة وصل من مجاري الهواء المطلوب:

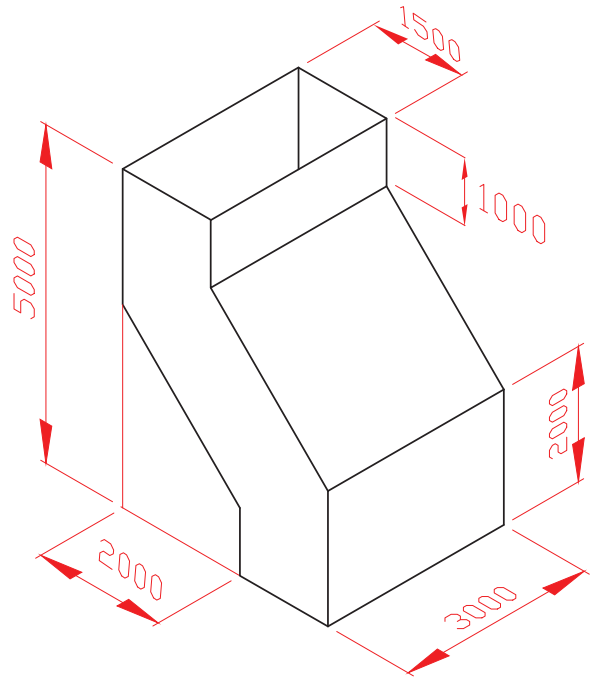
رسم المساقط الآتية بمقياس رسم (1:100) : - المسقط الأمامي. - المسقط الجانبي. - المسقط الأفقي.



الشكل (6-11): قطعة وصل من مجاري الهواء مع المساقط المطلوبة.

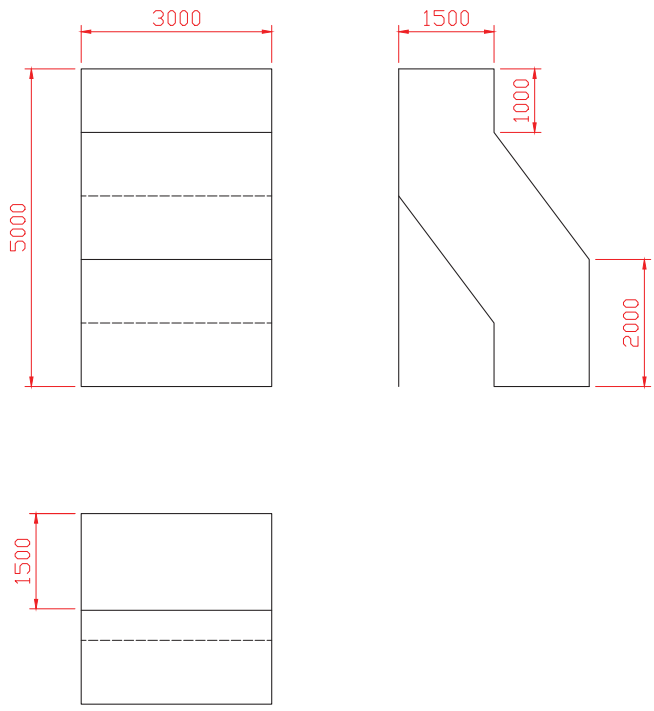
مثال (5)

ارسم بمقياس رسم (1:100) المساقط الثلاثة (الأمامي، الأفقي، الجانبي) لقطعة الوصل من مجاري الهواء المبينة في الشكل (6-12):



الشكل (6-12): قطعة وصل من مجاري الهواء.

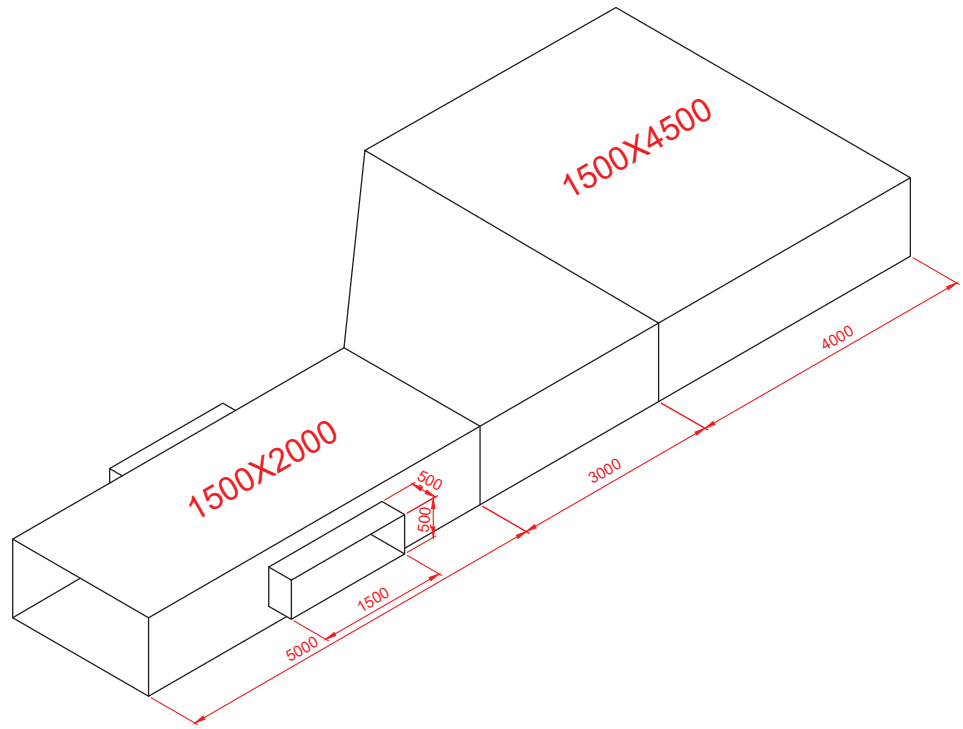
الحل



الشكل (6-13): قطعة وصل من مجاري الهواء.

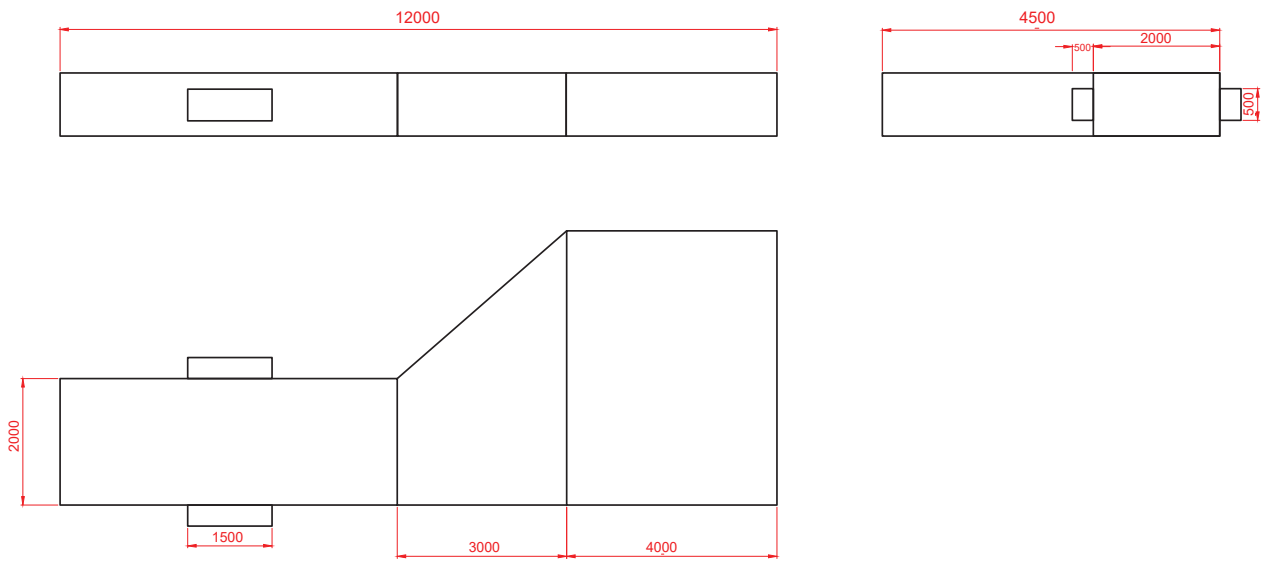
مثال (6)

ارسم بمقياس رسم (1:100) المساقط الثلاثة (الأمامي، الأفقي، الجانبي) لمجرى هواء يحتوي نقاصة مركزية المبينة في الشكل (6-14):



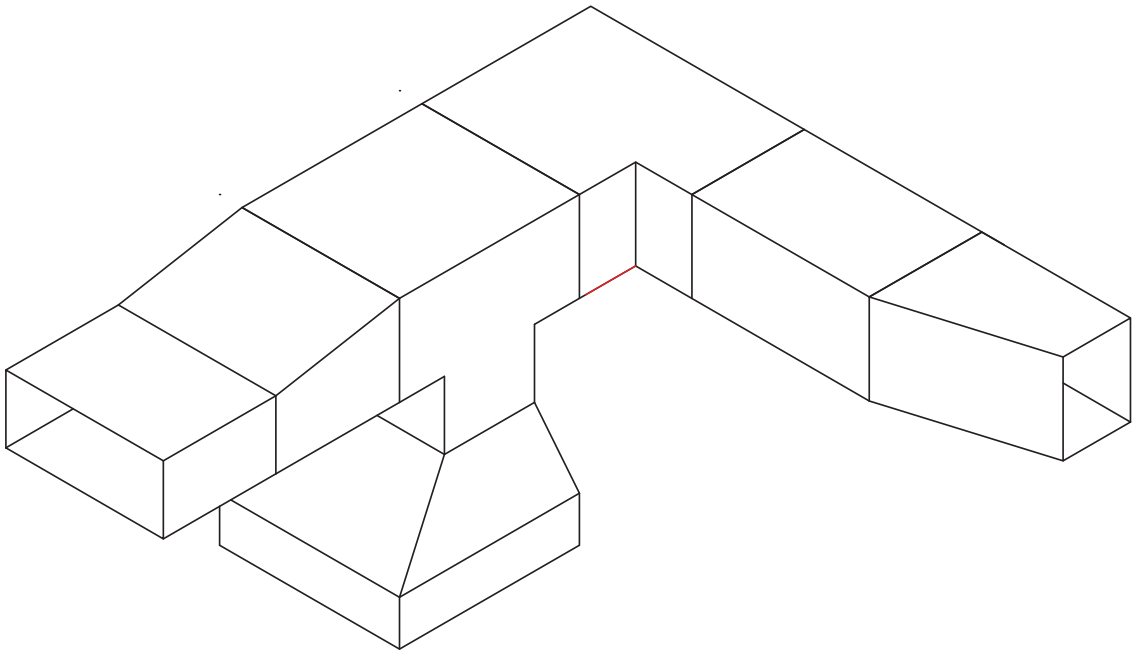
الشكل (6-14): منظور لجزء من مجاري الهواء.

الحل



الشكل (6-15): مساقط لهذه الأجزاء من مجاري الهواء.

مستعينًا ببرنامج (AutoCAD)، ارسم بمقياس رسم مناسب المسقط الأمامي والجانبي والأفقي لجزء من شبكة مجاري الهواء المبينة في الشكل (6-16) ثم اعرضها على معلمك.



الشكل (6-16).

القياس والتقويم

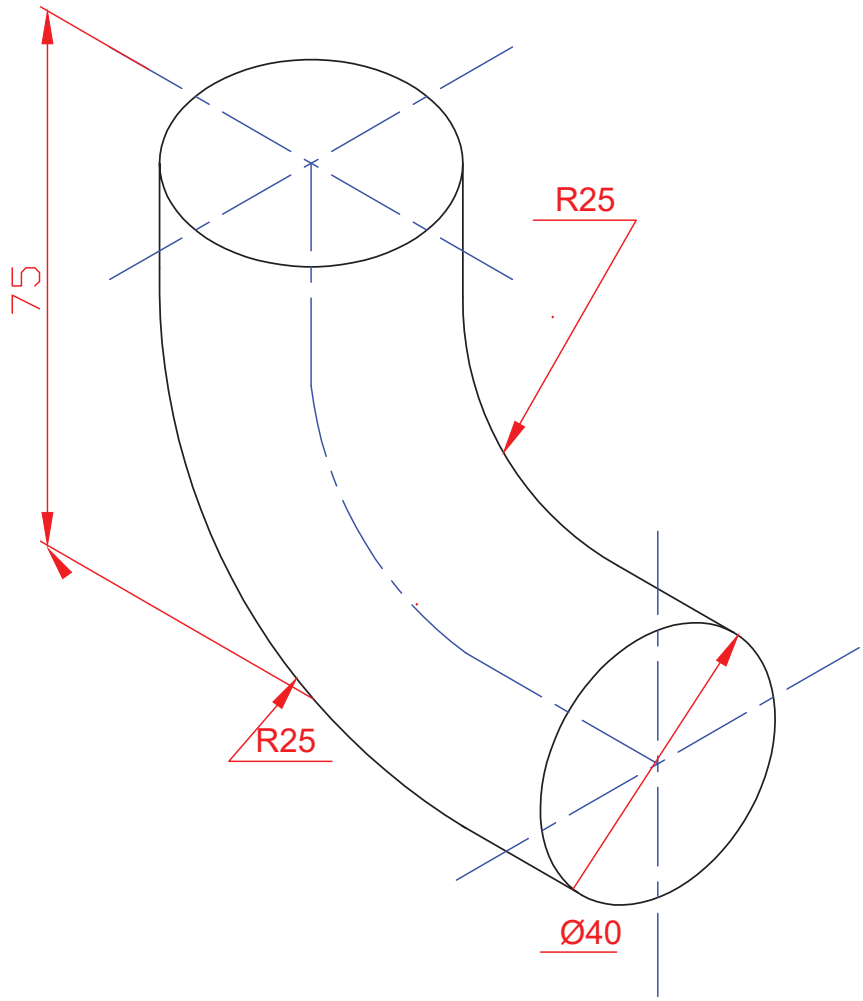
- أضع إشارة (√) في خانة الدرجة المناسبة.

الرقم	المؤشر	درجة تحقيق المؤشر		
		ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أرسم قطع الوصل المختلفة بنظام الخطين.			
2	أرسم مجاري شبكات الهواء المختلفة بنظام الخطين.			
3	أرسم المساقط المختلفة في الزاوية الأولى.			
4	أكتب الأبعاد على الرسوم المختلفة بحسب القاعدة المطلوبة.			

1 - يبين الشكل (6-17) منظورًا لقطعة وصل من مجاري الهواء. المطلوب:

رسم المساقط الآتية بمقياس رسم (1:1):

- المسقط الأمامي. - المسقط الجانبي الأيسر. - المسقط الأفقي.

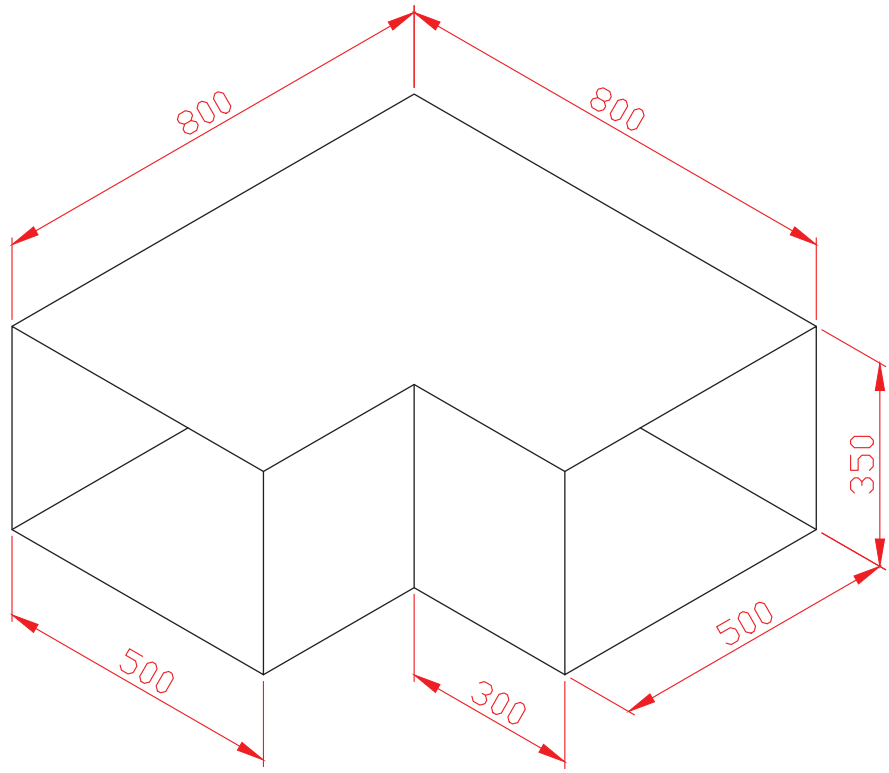


الشكل (6-17): منظور لقطعة وصل من مجاري الهواء.

2 - يبين الشكل (6-18) منظورًا لقطعة وصل من مجاري الهواء. المطلوب:

رسم المساقط الآتية بمقياس رسم (1:10):

- المسقط الأمامي. - المسقط الجانبي الأيسر. - المسقط الأفقي.

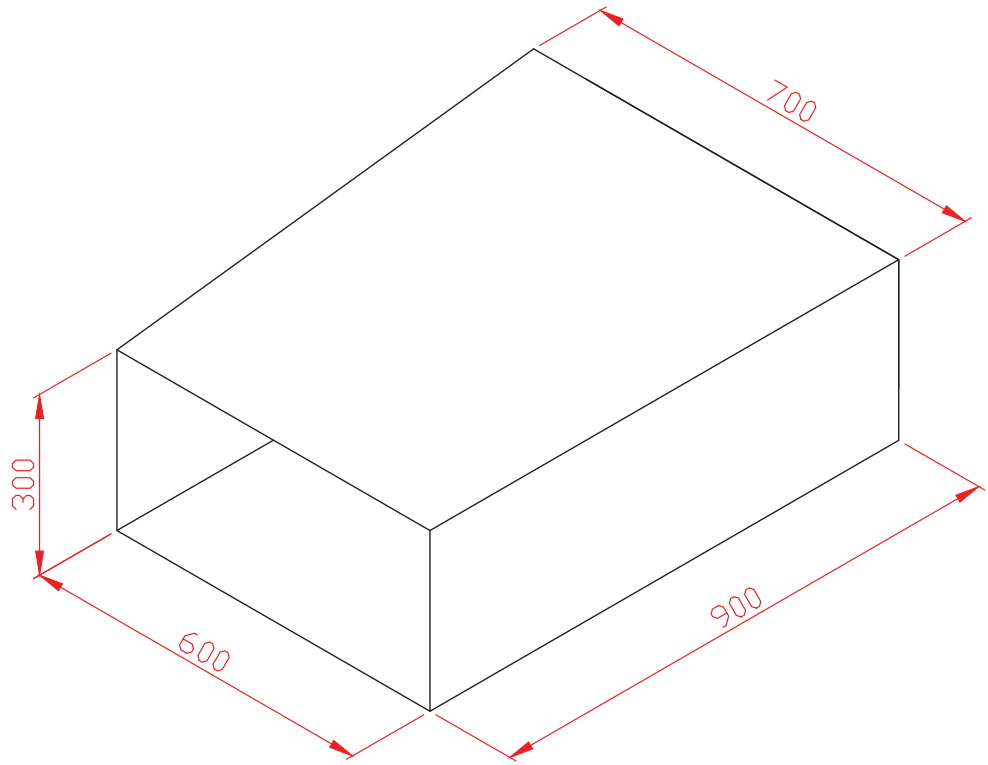


الشكل (6-18): منظور لقطعة وصل من مجاري الهواء.

3 - يبين الشكل (6-19) منظورًا لقطعة وصل من مجاري الهواء. المطلوب:

رسم المساقط الآتية بمقياس رسم (1:10):

- المسقط الأمامي. - المسقط الجانبي الأيسر. - المسقط الأفقي.

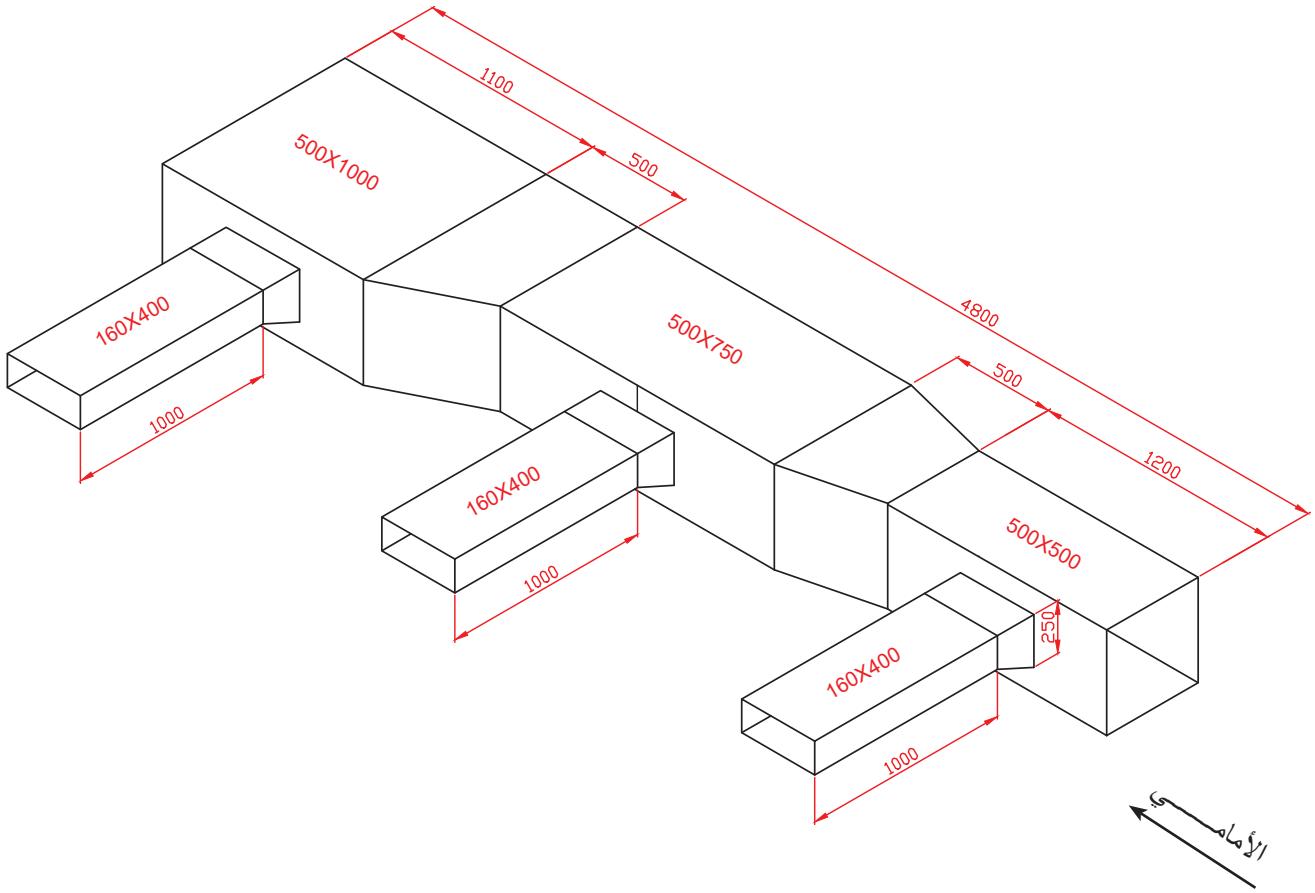


الشكل (6-19): منظور لقطعة وصل من مجاري الهواء.

4 - يبين الشكل (6-20) جزءًا من شبكة من مجاري الهواء. المطلوب:

رسم المساقط الآتية بمقياس رسم (1:20):

- المسقط الأمامي. - المسقط الجانبي الأيسر. - المسقط الأفقي.

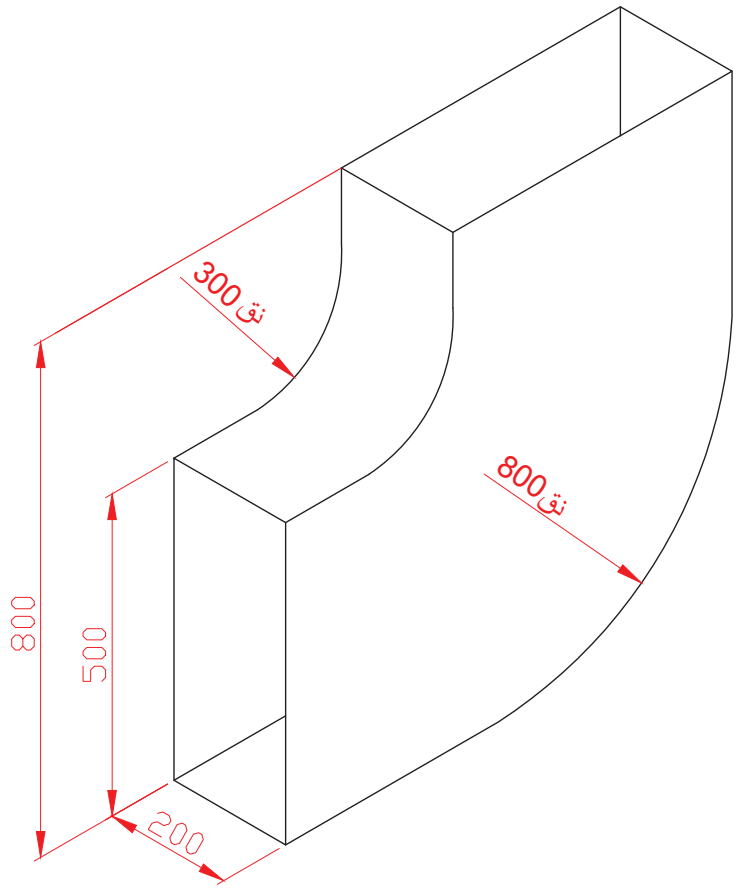


الشكل (6-20): منظور لجزء من شبكة مجاري الهواء.

5 - يبين الشكل (6-21) منظورًا لقطعة وصل من مجاري الهواء. المطلوب:

رسم المساقط الآتية بمقياس رسم (1:10):

- المسقط الأمامي. - المسقط الجانبي الأيسر. - المسقط الأفقي.

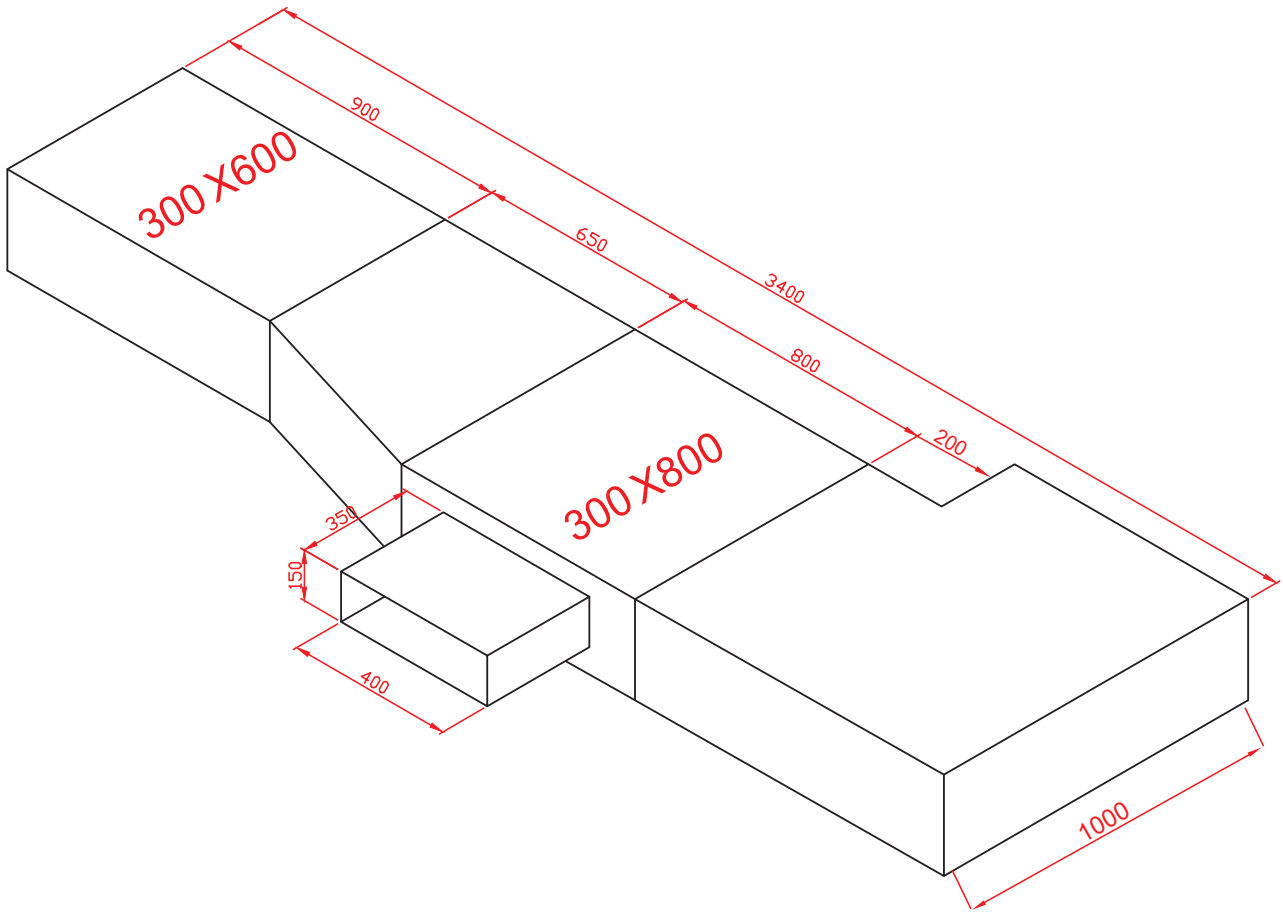


الشكل (6-21): منظور لقطعة وصل من مجاري الهواء.

6 - يبين الشكل (6-22) جزءًا من شبكة من مجاري الهواء. المطلوب:

رسم المساقط الآتية بمقياس رسم (1:20):

- المسقط الأمامي. - المسقط الجانبي الأيسر. - المسقط الأفقي.

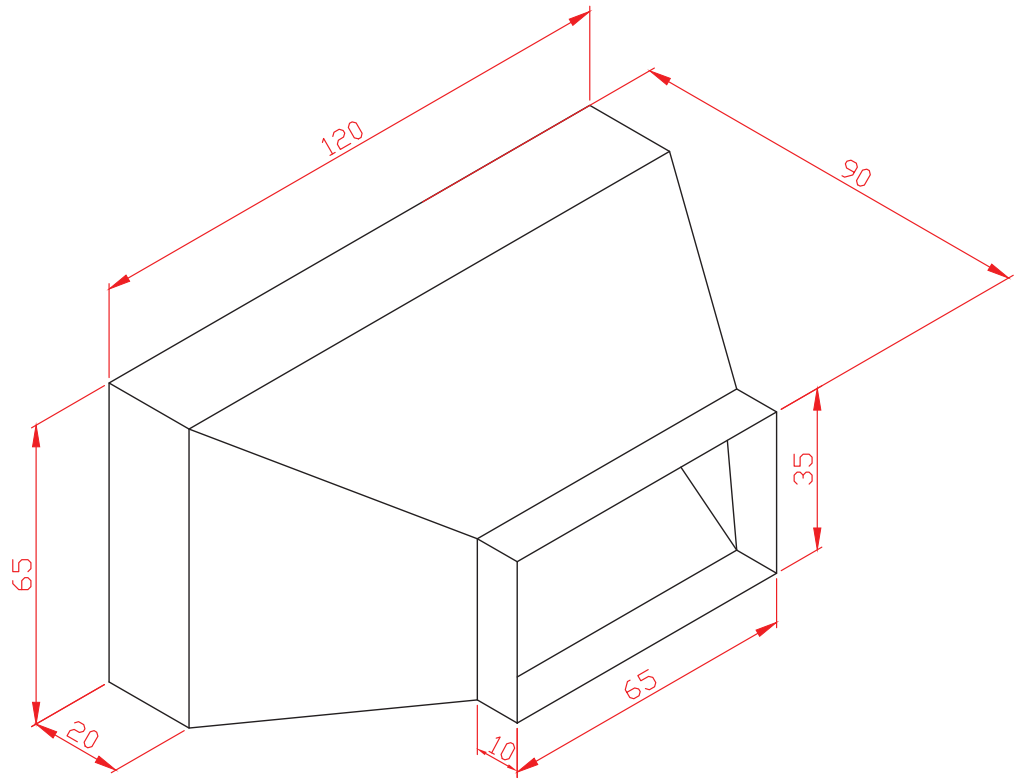


الشكل (6-22): منظور لقطعة وصل من مجاري الهواء.

7 - يبين الشكل (6-23) منظورًا لقطعة وصل من مجاري الهواء. المطلوب:

رسم المساقط الآتية بمقياس رسم (1:1):

- المسقط الأمامي. - المسقط الجانبي الأيسر. - المسقط الأفقي.



الشكل (6-23): منظور لقطعة وصل من مجاري الهواء.

رابعًا: رسم الإفرادات لمجاري الهواء

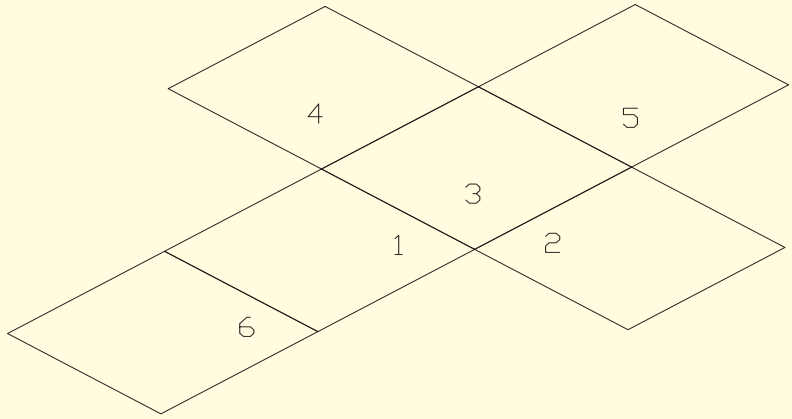
النتاجات

يتوقع منك بعد دراسة هذا الدرس أن:

- ترسم الإفرادات لأقنية الهواء.
- ترسم الإفرادات لقطع الوصل المستخدمة.

انظر.... وتساءل

- لماذا يُرسم الإفراد لقطع مجارى الهواء؟



استكشف

ناقش زملاءك ومعلمك في عملية إفراد مجاري الهواء وتشكيلها في أنظمة التكييف والتبريد.

اقرأ وتعلّم

تُعد الإفرادات أحد فروع الرسم الهندسي والصناعي، وهي أعمال التشكيل التي تنفذ على ألواح الصاج والصفائح المعدنية من مجسمات وأشكال هندسية، وتستخدم في تطبيقات التمديدات ومجاري الهواء في التكييف والتدفئة وشبكات الأنابيب وتصنيع الملابس والأحذية وغيرها، التي تحتاج عند إنتاجها وتشكيلها إلى تنفيذ عملية إفراد صحيحة.

الإفراد (Development): هي الطريقة التي تُحوَّل عبرها الصفائح المعدنية إلى مجسّمات هندسية، فتخضع هذه الصفائح المعدنية إلى بعض العمليّات التصميميّة لإخراجها بالصورة المطلوبة.

طرائق إفراد الأشكال الهندسية

تفرد الأشكال الهندسية بحسب شكلها، فلكل شكل نوع إفراد يناسبه، وهناك بعض الأسس يجب مراعاتها عند تنفيذ خطوات الإفراد عمومًا، وهي:

- رسم المسقط الأمامي الذي يبين الأطوال الحقيقية والارتفاع الحقيقي للجسم.
- رسم المسقط الأفقي للجسم بمقياس الرسم نفسه.
- استخدام الأطوال الحقيقية للخطوط والرسوم للأسطح المختلفة.
- تقسيم المسقط الأفقي أقسامًا متساوية إذا كان دائريًّا، كلما زادت الأقسام، كان الإفراد أكثر دقة.
- ابتداء الترقيم وانتهاؤه بالرقم نفسه، وذلك على الخط الأساسي للإفراد.
- استعمال الخطوط المتوازية في الرسم ، وتحديد النقاط المطلوبة من تقاطع تلك الخطوط مع الخطوط أو الأعمدة المتوازية الأخرى المقامة من نقاط التقسيم.
- استخدام العدد وأدوات الرسم الهندسية والقياسية، والشبلونات المناسبة لرسم المنحنيات.

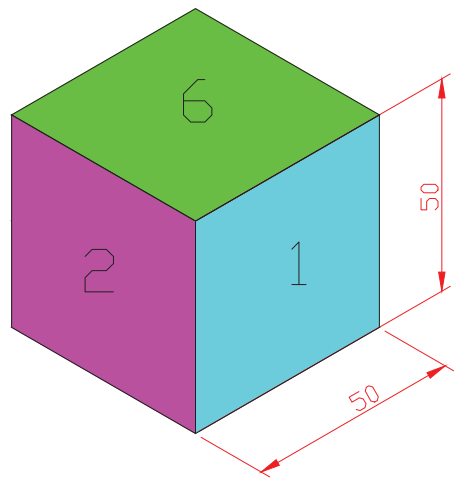
أنواع الإفراد

1 - الإفراد الموازي (Parallel Line Development)

يستخدم الإفراد الموازي للأشكال الهندسية المكونة من مجموعة من الأسطح المتوازية، ومن أهم الأجسام والأشكال: هي المكعبات، والمستطيلات، والأسطوانات، والأكواع، والوصلات حرف (T)، ومجاري الهواء، والأنابيب، وتنفذ خطوات أسس الإفراد نفسها في تنفيذ الرسوم، والمثال الآتي يبين ذلك:

مثال (7)

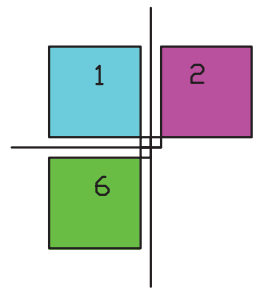
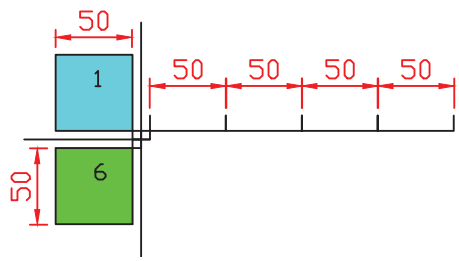
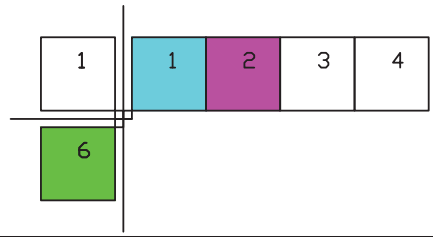
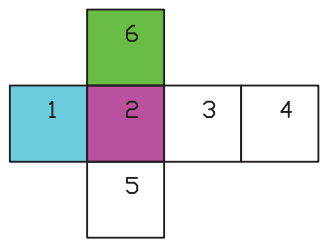
يبين الشكل (6-24) منظورًا مكعبًا، المطلوب إفراد المكعب.



الشكل (6-24): منظور المكعب.

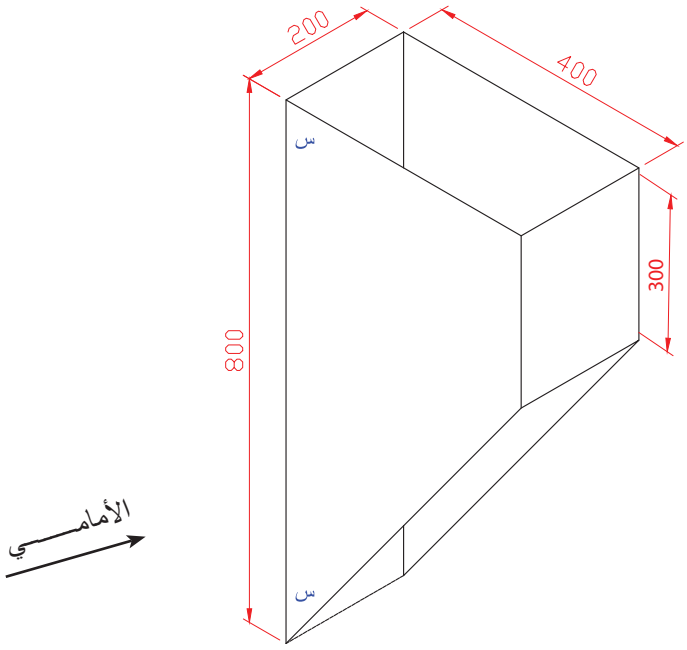
الحل

الجدول (6-10): خطوات الرسم.

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	بعد قراءة السؤال، ارسم المساقط حسب الأبعاد، حيث يبين المسقطان الأمامي والأفقي الأطوال الحقيقية للجوانب، كما يوضح الرسم.	
2	ارسم خط الإفراد في الجانب الأيمن، بوضع الأبعاد (كونها متساوية) كما يوضح الرسم.	
3	ارسم الأسطح ليتم الإفراد على الترتيب الرقمي للأسطح (ليسهل عملية الإفراد) على خط الإفراد، كما يوضح الرسم.	
4	ارسم السطحين العلوي والسفلي، لتكون الأسطح الستة للمكعب، ثم اثنِ الأسطح بحسب الخطوط المبينة، مُثبتًا الحواف لتشكيل المكعب المطلوب، كما يوضح الرسم.	

مثال (8)

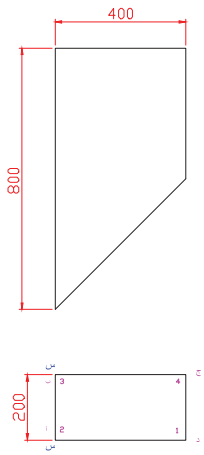
يبين الشكل (6-25) منظورًا لمجرى هواء ذا مقطع مستطيل، (400×200×800) مم، المطلوب:
رسم إفراد المجرى بمقياس رسم (1:10) على أن يكون خط القطع (س-س).

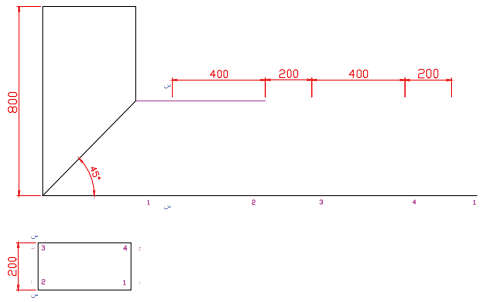
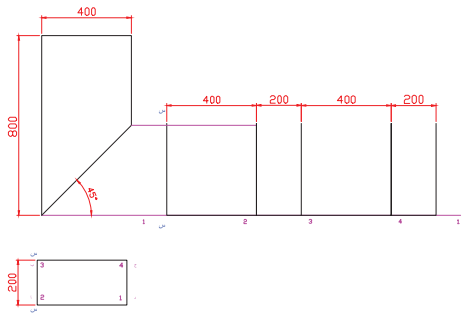
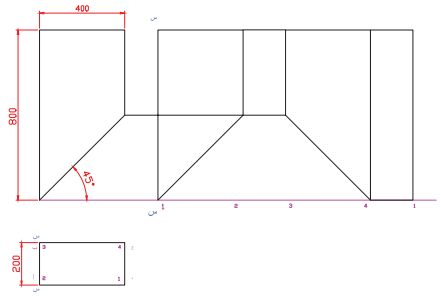


الشكل (6-25):(مجرى) مستطيل.

الحل

الجدول (6-11): خطوات الرسم.

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	بعد قراءة السؤال، ارسم المسقطين الأمامي والأفقي بحسب الأبعاد، حيث يبين المسقطان الأمامي والأفقي الأطوال الحقيقية للجوانب لمجرى المستطيل، كما يوضح الرسم.	

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
2	ارسم خط الإفراد في الجانب الأيمن، بوضع الأبعاد حسب التسلسل الرقمي للأسطح (يتم الأفراد من خط القطع س-س)، كما يوضح الرسم.	
3	ارسم الخطوط العمودية بناءً على ارتفاع المسقط الأمامي وارسم الزاوية المعطاة في السؤال (45°) ليتشكل الخط المائل بحسب التقسيم والترقيم للمسقط الأفقي، كما يوضح الرسم.	
4	ارسم خط الارتفاع لغلق أسطح الإفراد، ليتشكل إفراد أسطح مجرى المستطيل، كما يوضح الرسم.	

فائدة

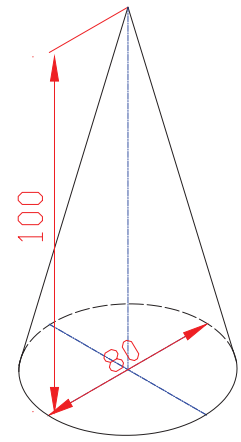
خط الإفراد هو مجموع الأبعاد في القطع المضلعة (المستطيلة = الطول والعرض والارتفاع) وفي القطع الأسطوانية محيط الدائرة والارتفاع.

2 - الإفراد القطري أو الدائري (Radial Line Development)

يستخدم الإفراد الدائري للأشكال الهندسية المكونة من مجموعة من الأسطح المائلة، مثل الأشكال المخروطية والهرمية والمسلوبة، وفي هذا الإفراد تتلاقى أطراف الإفراد في نقطة واحدة، وتشبه خطوات الإفراد المتبعة في الإفراد المتوازي، والمثال الآتي يبين ذلك:

مثال (9)

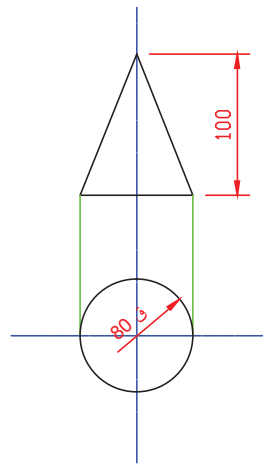
يبين الشكل (6-26) منظورًا لمخروط قائم، قطر قاعدته (80) مم، وارتفاعه (100) مم، ارسم إفراد السطح الجانبي لهذا المخروط بمقياس رسم (1:1).

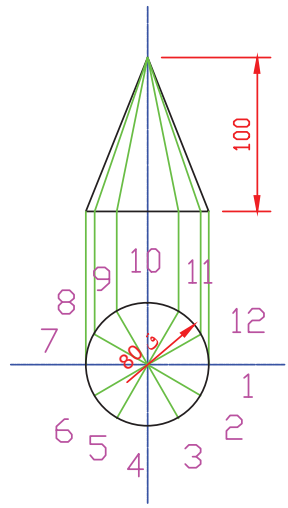
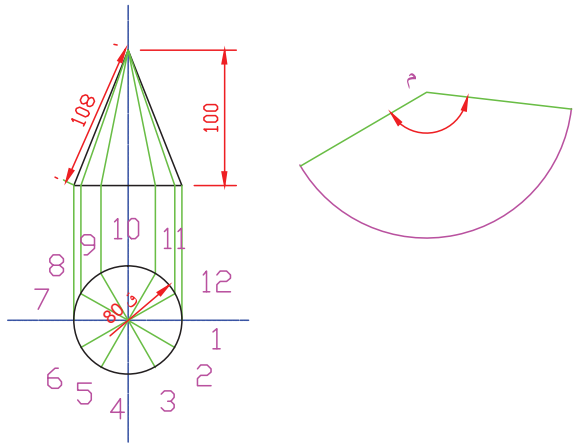
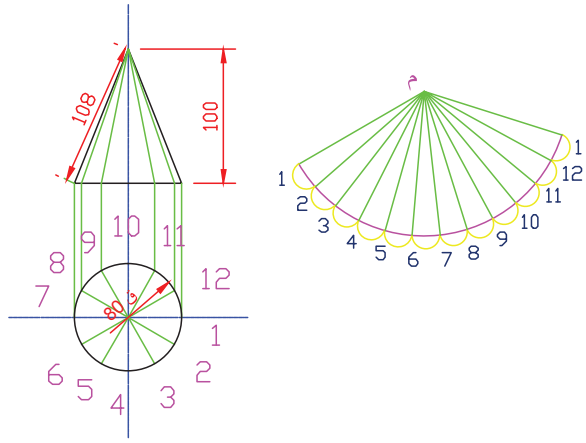


الشكل (6-26): مخروط قائم.

الحل

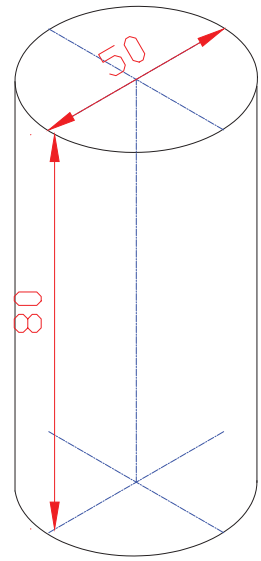
الجدول (6-12): خطوات الرسم.

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	بعد قراءة السؤال، ارسم المسقطين الأمامي والأفقي للمخروط بحسب الأبعاد، كما يوضح الرسم.	

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
2	قسّم الدائرة في المسقط الأفقي (12) جزءًا باستخدام الفرجار أو المثلث (30° ، 60°). أسقط النقاط على شكل خطوط تواصل رأس المخروط في المسقط الأمامي، وهكذا يجزأ، كما يوضح الرسم.	
3	ارسم م1 = طول رسم الخط المائل للمخروط (الطول الحقيقي)، ركز الفرجار ثم ارسم قوسًا نصف قطره = م1 (108مم).	
4	قسّم القوس المرسوم 12 قسمًا متساويًا للأقسام الموجودة في المسقط الأفقي، لتشكل إفراد المخروط وصل بداية النقطة1 ونهاية النقطة للحصول على انفراد المخروط، كما يوضح الرسم.	

مثال (10)

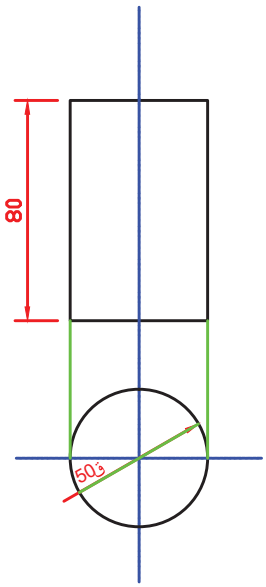
يبين الشكل (6-27) منظورًا لمجرى هواء ذا مقطع دائري، قطره (50) مم، وارتفاعه (80) مم، ارسم إفراد المجرى بمقياس رسم (1:1).

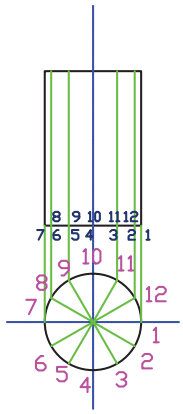
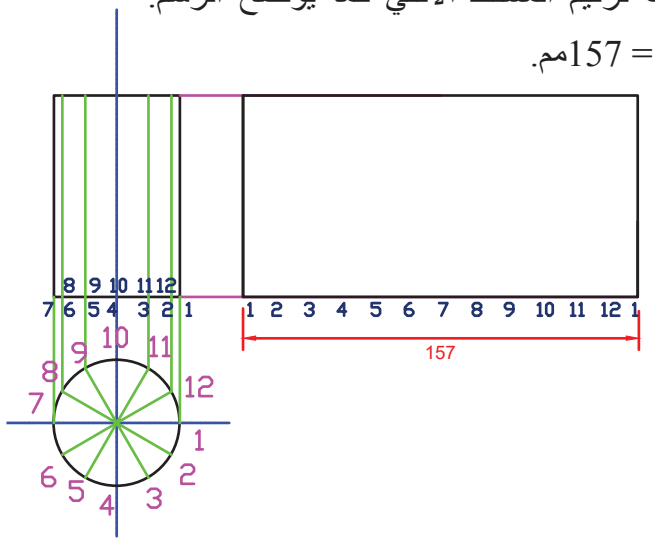
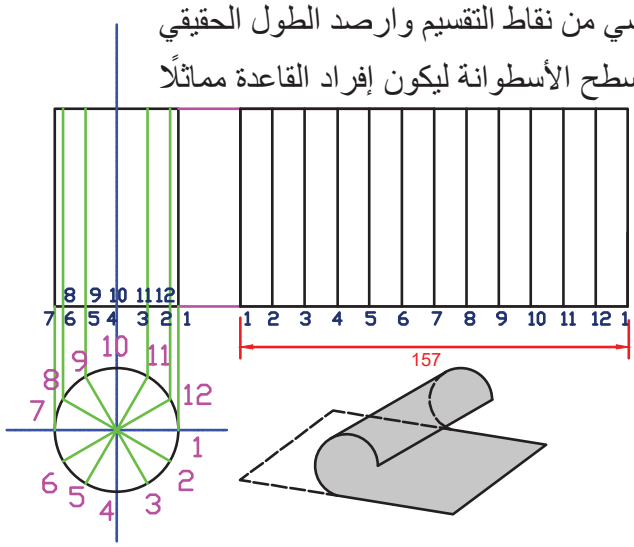


الشكل (6-27): مجرًى دائري.

الحل

الجدول (6-13): خطوات الرسم.

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	بعد قراءة السؤال، ارسم المسقطين الأمامي والأفقي بحسب الأبعاد، حيث يبين المسقط الأمامي الأطوال الحقيقية لجوانب الأسطوانة والمسقط الأفقي القطر الحقيقي للدائرة، كما يوضح الرسم.	

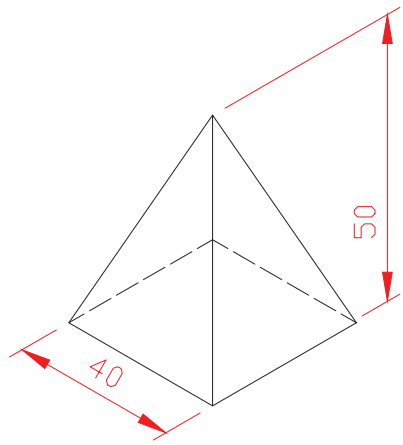
الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
2	قسّم الدائرة في المسقط الأفقي (12) جزءًا بإستخدام الفرجار أو المثلث (°30، °60). أسقط النقاط على شكل خطوط لتقطع المسقط الأمامي بأكمله وهكذا يجزأ (خط القطع من النقطة 1)، كما يوضح الرسم.	
3	ارسم خط الإفراد الأساسي للأسطوانة على يمين المسقط الأمامي الذي هو محيط الدائرة، قسّم خط الإفراد أجزاء متساوية حسب ترقيم المسقط الأفقي كما يوضح الرسم. محيط الدائرة = π × ق = 3.14 × 50 = 157مم.	
4	ارسم أعمدة متساوية على خط الإفراد الأساسي من نقاط التقسيم وارصد الطول الحقيقي لها في المسقط الأمامي = ل، لتشكل إفراد أسطح الأسطوانة ليكون إفراد القاعدة مماثلًا للمسقط الأفقي، كما يوضح الرسم.	

3 - الإفراد بطريقة المثلثات (Triangulation Development)

يستخدم الإفراد بطريقة المثلثات للأشكال الهندسية المكونة من مجموعة من السطوح المائلة، مثل الأشكال الهرمية، وتشبه خطوات الإفراد المتبعة في الإفراد المتوازي والقطري، والمثال الآتي يبين ذلك:

مثال (11)

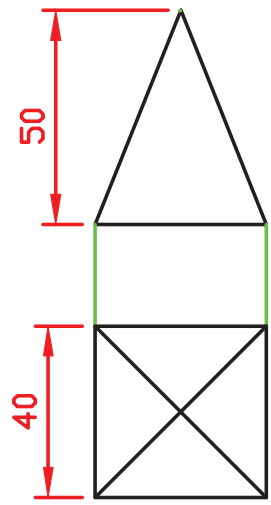
يبين الشكل (6-28) منظورًا هرميًّا رباعي القائم، طول ضلعه (40) مم، وارتفاعه (50) مم، المطلوب: رسم إفراد المخروط بمقياس رسم (1:1) علمًا أن الأبعاد بالمليمترات.

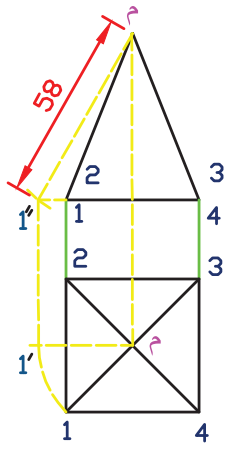
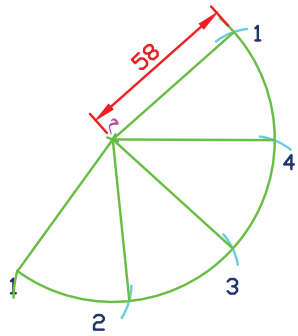
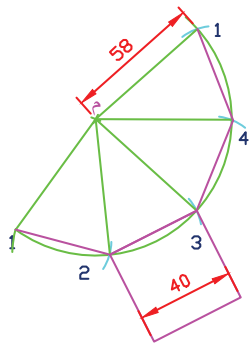


الشكل (6-28): منظور هرم رباعي.

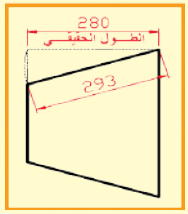
الحل

الجدول (6-14): خطوات الرسم

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	بعد قراءة السؤال، ارسم المسقطين الأمامي والأفقي للهرم بحسب الأبعاد، كما يوضح الرسم:	

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
2	لإيجاد الطول الحقيقي لحرف الهرم (م1)، ركز في (م) للمسقط الأفقي وبنصف قطر = (م1). اقطع الخط الأفقي المار بـ (م 1')، ارسم خطًّا بدءًا من التقاطع على الامتداد من الأفقي إلى القاعدة الأمامية ليلتقي في (1")، فيصبح لدينا طول حقيقي للحرف الهرم (م1) وهذا = 58مم، كما يوضح الرسم:	
3	ارسم خط الإفراد الأساسي بوضع الفرجار في النقطة (م) إلى (1") = 58مم، هذا الإفراد يبدأ من (م 1)، تُحدد أطوال الأضلاع القاعدة على القوس بنقلها من المسقط الأفقي، ليقسم خط الإفراد أجزاء متساوية مرقمة بالتسلسل كما في المسقط الأفقي، كما يوضح الرسم.	
4	وصّل الخطوط بالترتيب ليصبح خط الإفراد مضلعًا ومقسمًا، ثم ارسم القاعدة بنقل الأبعاد (40 مم) من القاعدة بالترتيب 2-1، كما يوضح الرسم.	

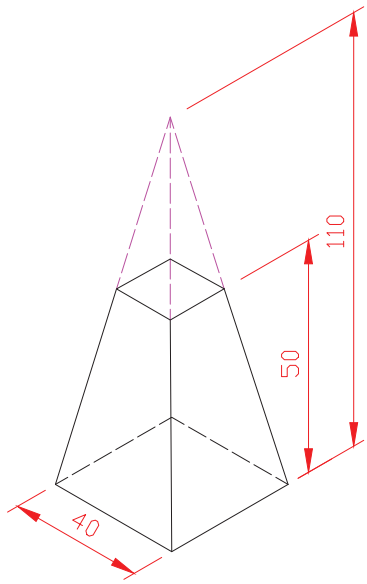
فائدة



في الأشكال الأسطوانية والمستطيلة، تكون أبعاد السطوح المتعامدة حقيقية في المساقط، وأبعاد السطوح المائلة غير حقيقية في المساقط مثل المخروط والهرم (النقاصات).

مثال (12)

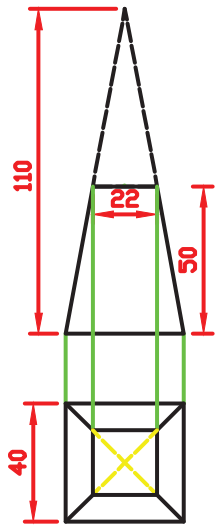
يبين الشكل (6-29) منظورًا لهرم رباعي ناقص، طول ضلعه (40) مم، وارتفاعه (110) مم ومقطوع على ارتفاع (50) مم، المطلوب: رسم إفراد الهرم بمقياس رسم (1:1) علمًا أن الأبعاد بالمليمترات.

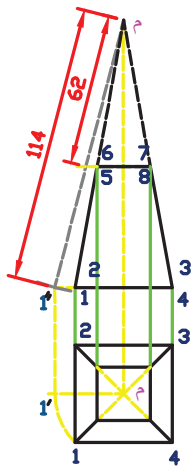
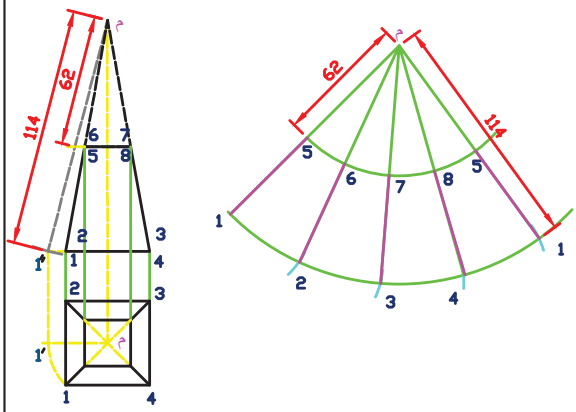
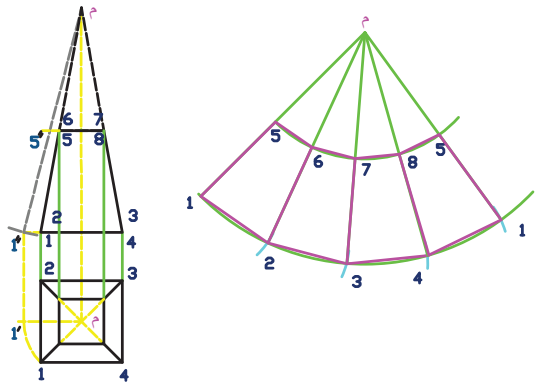


الشكل (6-29): منظور هرم رباعي ناقص.

الحل

الجدول (6-15): خطوات الرسم.

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	بعد قراءة السؤال، ارسم المسقطين الأمامي والأفقي للهرم الناقص بحسب الأبعاد، كما يوضح الرسم.	

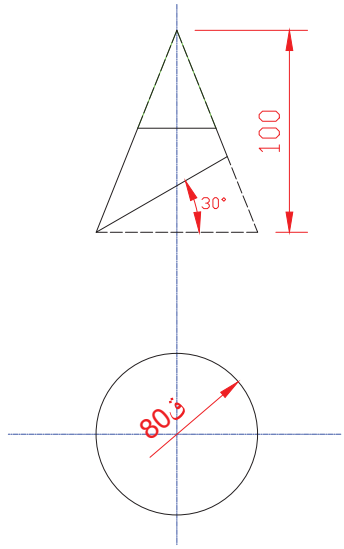
الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
2	لإيجاد الطول الحقيقي لحرف الهرم (م1)، ركز في (م) للمسقط الأفقي وبنصف قطر = (م1) اقطع الخط الأفقي المار في (م) (1')، ارسم خطًّا بدءًا من التقاطع على الامتداد من الأفقي إلى القاعدة الأمامية يلتقي في (1")، فيصبح لدينا طول حقيقي للحرف الهرم (م1) وهو = 114مم، والطول الحقيقي لارتفاع المقطوع على للحرف الهرم (م5) وهو= 62 مم، كما يوضح الرسم.	
3	ارسم خط الإفراد الأساسي بوضع الفرجار في النقطة (م) إلى (1") = 114مم، وكذلك ارتفاع القطع (م) إلى (5)، حدد أطوال الأضلاع على القوس بنقلها من المسقط الأفقي = 40 مم، ليقسم خط الإفراد أجزاء متساوية مرقمة بالتسلسل كما في المسقط الأفقي، كما يوضح الرسم:	
4	وصّل الخطوط بالترتيب ليصبح خط الإفراد مضلعًا ومقسمًا، بنقل الأبعاد (40 مم) من القاعدة بالترتيب 2-1، كما يوضح الرسم:	

فائدة

التطبيقات على الإفراد الوصلات والأكواع سيُحدّد عدد القطع التي تتكون منها هذه الوصلات والأكواع، بطريقة الإفراد الموازي أو الإفراد القطري أو الإفراد بطريقة المثلثات.

مثال (13)

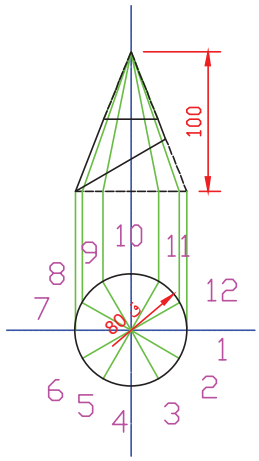
يبين الشكل (6-30) المسقط الأمامي لمخروط قائم مقطوع من الجهتين، قطره (80) مم، وارتفاعه (100) مم، المطلوب: رسم إفراد المخروط بمقياس رسم (1:1)، علمًا أن الأبعاد بالمليمترات.

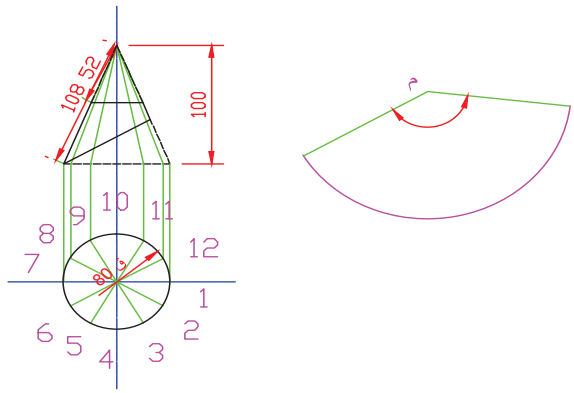
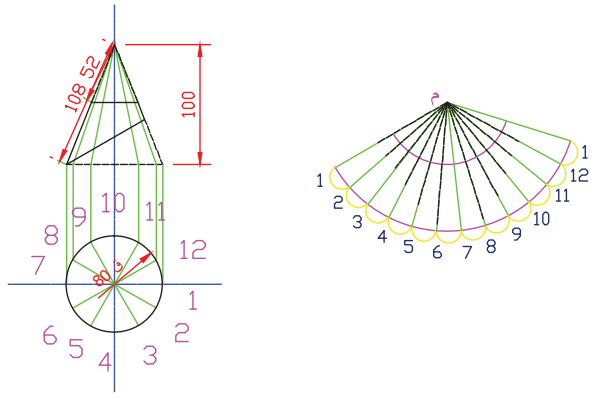
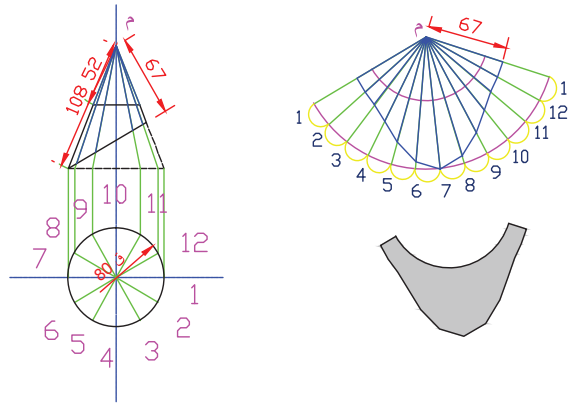


الشكل (6-30): المسقط الأمامي لمخروط مقطوع من الجهتين.

الحل

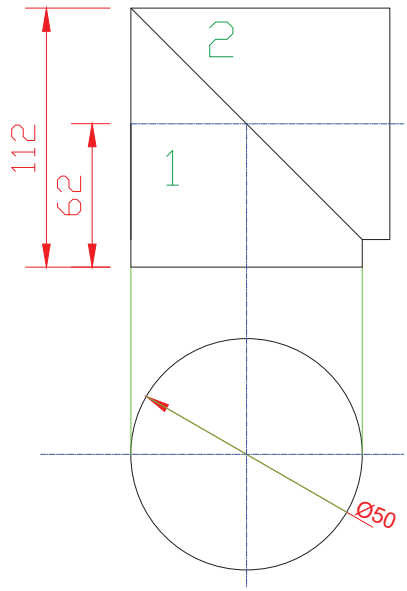
الجدول (6-16): خطوات الرسم

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	بعد قراءة السؤال، ارسم المسقطين الأمامي والأفقي للمخروط بحسب الأبعاد، قسّم الدائرة في المسقط الأفقي (12) جزءًا باستخدام الفرجار أو المثلث (30° ، 60°). أسقط النقاط على شكل خطوط تصل رأس المخروط في المسقط الأمامي بالنقاط، وهكذا يُجزأ، كما يوضح الرسم.	

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
2	ارسم م1 = طول الرسم الخط المائل للمخروط (الطول الحقيقي)، ركز الفرجار في م وارسم قوسًا نصف قطره = م1 (108مم).	
3	قسّم القوس المرسوم 12 قسمًا متساويًا للأقسام الموجودة في المسقط الأفقي، لتشكل إفراد المخروط، ثم وصل بداية النقطة 1 ونهاية النقطة لتحصل على إفراد المخروط، كما يوضح الرسم.	
4	حدد المسافات، ثم وصّل هذه النقاط ببعض ليتشكل الجزء المطلوب تشكيله، كما يوضح الرسم.	

مثال (14)

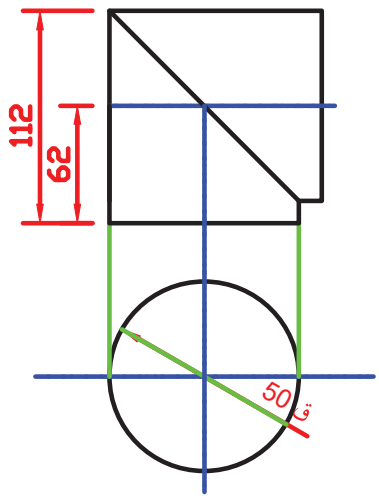
يبين الشكل (6-31) المسقط الأمامي للكوع القائم الدائري المقطع، قطره (50) مم، وارتفاعه (112) مم، المطلوب: رسم إفراد الكوع القائم الدائري رقم (1) بمقياس رسم (1:1)، علمًا أن الأبعاد بالمليمترات (خط القطع من النقطة 1) .

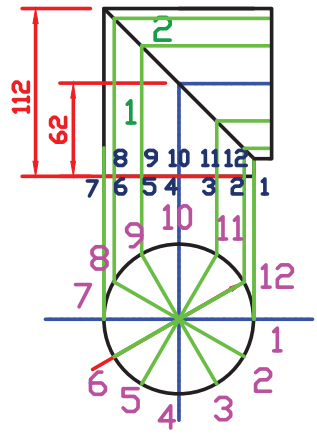
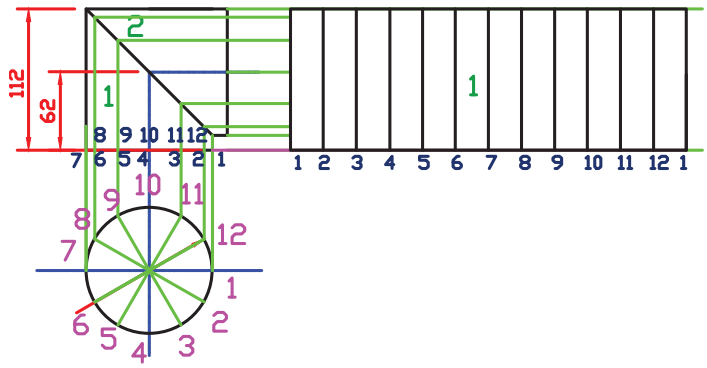
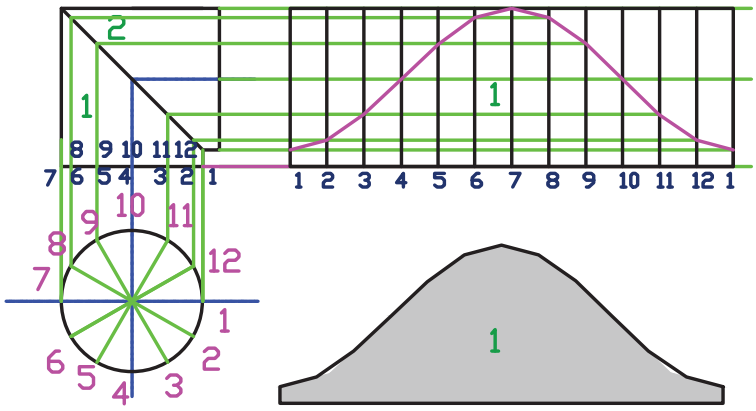


الشكل (6-31): المسقط الأمامي للكوع القائم الدائري.

الحل

الجدول (6-17): خطوات الرسم.

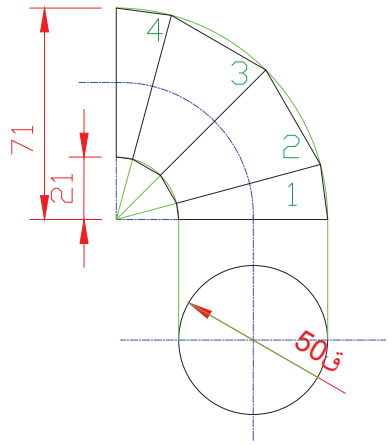
الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	بعد قراءة السؤال، ارسم المسقطين الأمامي والأفقي بحسب الأبعاد، حيث يبين المسقط الأمامي الأطوال الحقيقية لجوانب الأسطوانة والمسقط الأفقي القطر الحقيقي للدائرة، كما يوضح الرسم.	

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
2	قسّم الدائرة في مسقط الأفقي (12) جزءًا باستخدام الفرجار أو المثلث (30° ، 60°). أسقط النقاط على شكل خطوط لتقطع المسقط الأمامي بأكمله وهكذا يُجزأ (خط القطع من النقطة 1)، كما يوضح الرسم.	
3	ارسم خط الإفراد الأساسي للأسطوانة على يمين المسقط الأمامي الذي هو محيط الدائرة. محيط الدائرة = 3.14 × 50 = 157مم. قسم خط الإفراد أجزاءً متساوية حسب ترقيم المسقط الأفقي، كما يوضح الرسم.	
4	سيتم بحسب السؤال إفراد القطعة رقم (1)، ارسم أعمدة متساوية على خط الإفراد الأساسي من نقاط التقسيم ثم ارصد الطول الحقيقي لها في المسقط الأمامي وتُسحب الخطوط بحسب الترقيم إلى خط الإفراد الأساسي، ليتشكل إفراد السطح الأسطوانة رقم (1)، يكون إفراد القاعدة مماثلًا للمسقط الأفقي، كما يوضح الرسم.	

مثال (15)

يبين الشكل (6-32) المسقط الأمامي للكوع القائم المكون من 4 قطع، قطره (50) مم، ونصف قطره الداخلي (21) مم، ونصف قطره الخارجي (71) مم المطلوب: رسم إفراد الكوع القائم الدائري رقم (1) و(2)، بمقياس رسم (1:1)، علمًا أن الأبعاد بالمليمترات (خط القطع من النقطة 1).

حيث إن (n:عدد القطع التي يتكون منها الكوع)



الشكل (6-32): المسقط الأمامي للكوع القائم.

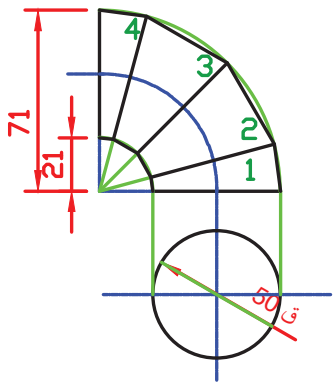
الحل

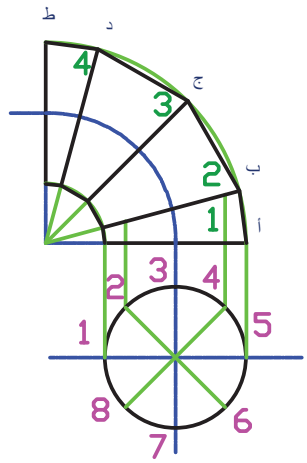
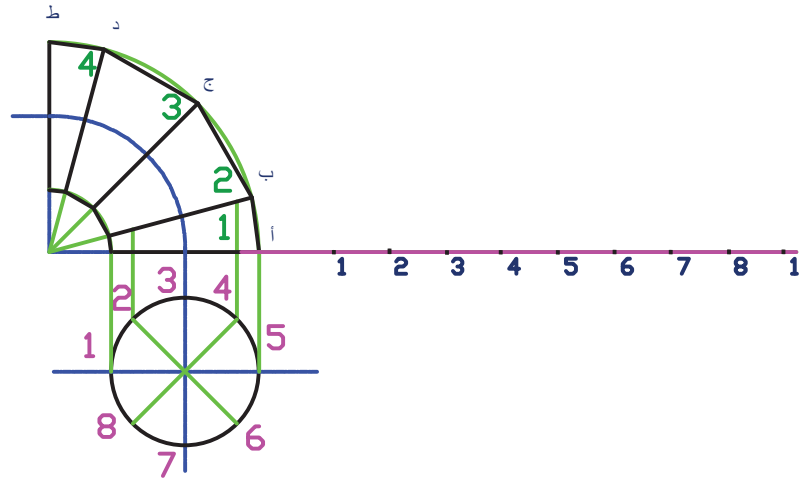
يمكن حساب الزاوية

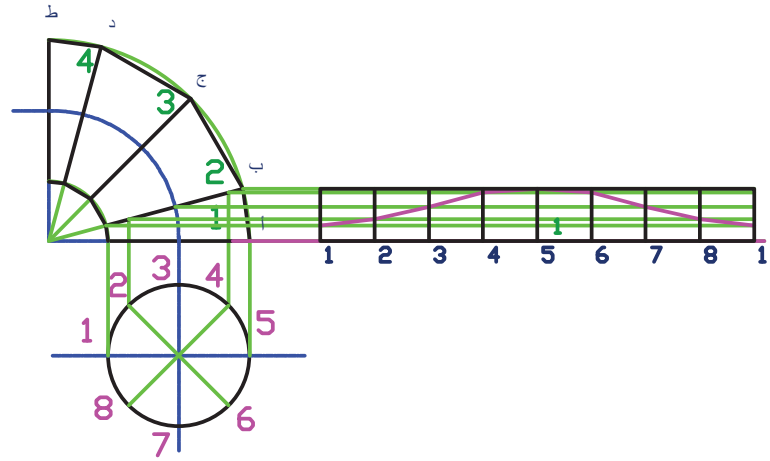
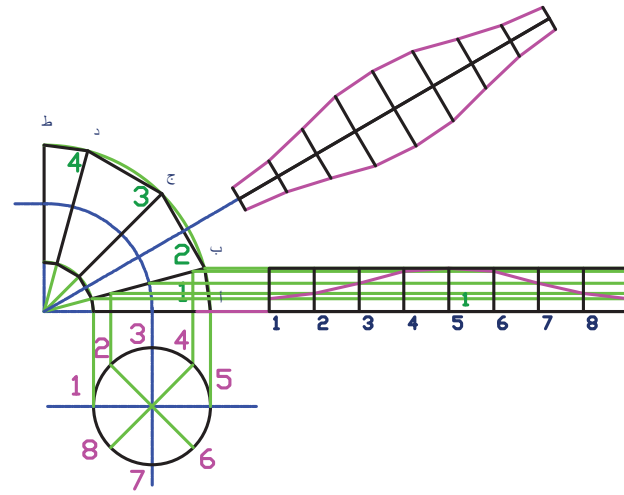
$$\alpha = \frac{\text{زاوية الكوع}}{(2n) - 2} = \frac{90°}{(2\times4) - 2} = 15° \quad \text{(القطعة 1و4)}$$

$$ß = \frac{90°-(15\times2)}{2} = \frac{60}{2} = 30° \quad \text{(القطعة 2و3)}$$

الجدول (6-18): خطوات الرسم.

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	بعد قراءة السؤال، ارسم المسقطين الأمامي والأفقي بحسب الأبعاد، حيث يبين المسقط الأمامي الأطوال الحقيقية لجوانب الأسطوانة والمسقط الأفقي القطر الحقيقي للدائرة، كما يوضح الرسم.	

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
2	قسّم الدائرة في المسقط الأفقي (8) أجزاء باستخدام الفرجار أو المثلث (45°). اسقط النقاط على شكل خطوط لتقطع المسقط الأمامي بأكمله وهكذا تُجزأ (خط القطع من النقطة 1)، كما يوضح الرسم.	
3	ارسم خط الإفراد الأساسي للأسطوانة على يمين المسقط الأمامي الذي هو محيط الدائرة، محيط الدائرة = 3.14 × 50 = 157مم ، قسّم خط الإفراد أجزاءً متساوية بحسب ترقيم المسقط الأفقي. كما يوضح الرسم: $\frac{157}{8}$ = 19.62مم.	

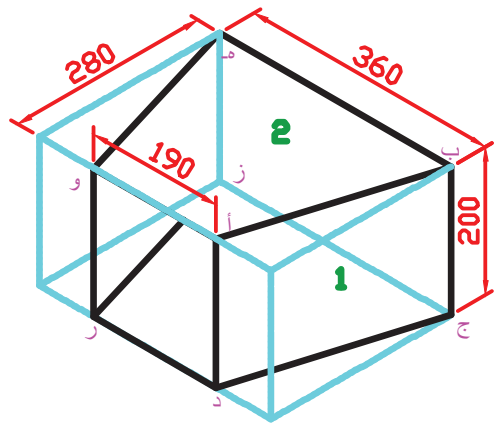
الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
4	سيتم حسب السؤال إفراد القطعة رقم (1)، ارسم أعمدة متساوية على خط الإفراد الأساسي من نقاط التقسيم وارصد الطول الحقيقي لها في المسقط الأمامي ثم اسحب الخطوط حسب الترقيم إلى خط الإفراد الأساسي، ليتشكل إفراد السطح الأسطوانة رقم (1)، كما يوضح الرسم.	
5	فرد القطعة رقم (2) بتكرار الخطوتين (3و4)، ارسم خط الإفراد الأساسي للأسطوانة يمين المسقط الأمامي الذي هو محيط الدائرة = 3.14 × 50 = 157مم، قسّم خط الإفراد أجزاء متساوية بحسب ترقيم المسقط الأفقي، وارصد الطول الحقيقي لها في المسقط الأمامي، ثم اسحب الخطوط بحسب الترقيم إلى خط الإفراد الأساسي، ليتشكل إفراد السطح الأسطوانة رقم (2)، كما يوضح الرسم.	

فائدة

الكوع القائم تكون فيه القطعة (1) مساوية للقطعة (2) والكوع القائم المكون من قطع عدة تكون فيه القطعة (1) مساوية للقطعة (4) والقطعتين (2) و(4).

مثال (16)

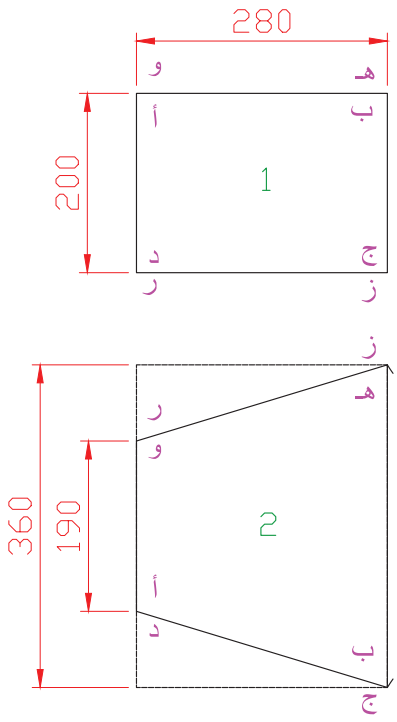
يبين الشكل (6-33) منظورًا لنقاصة مستطيلة المقطع، المطلوب: رسم إفراد لنقاصة مستطيلة المقطع، بمقياس رسم (1:10)، علمًا أن الأبعاد بالمليمترات (خط القطع من المستقيم ج، د).

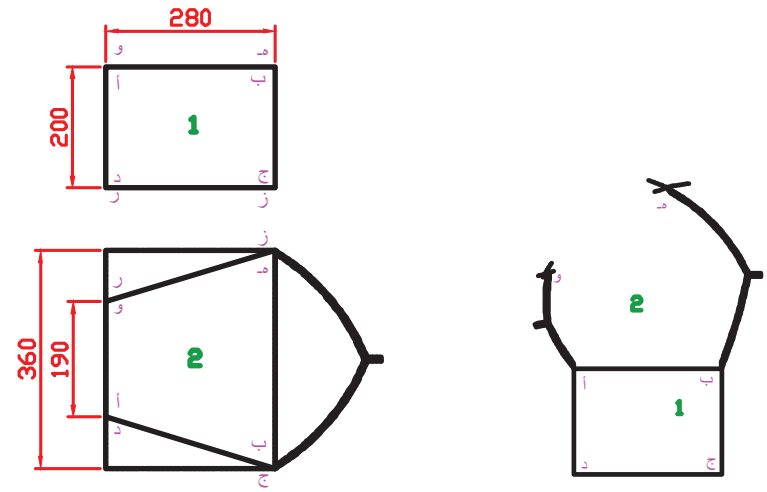
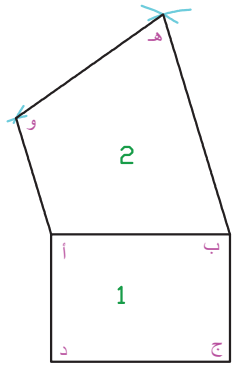
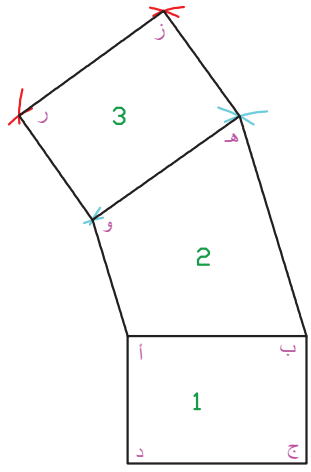


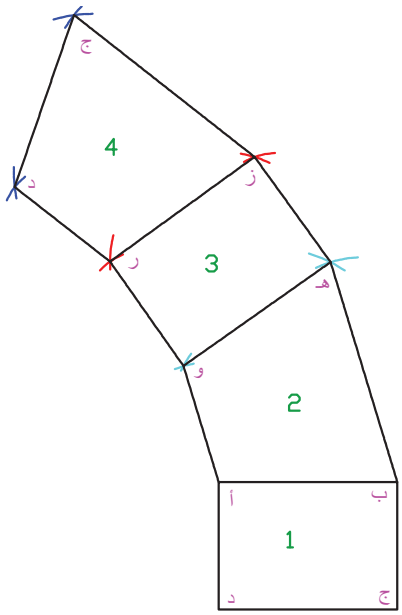
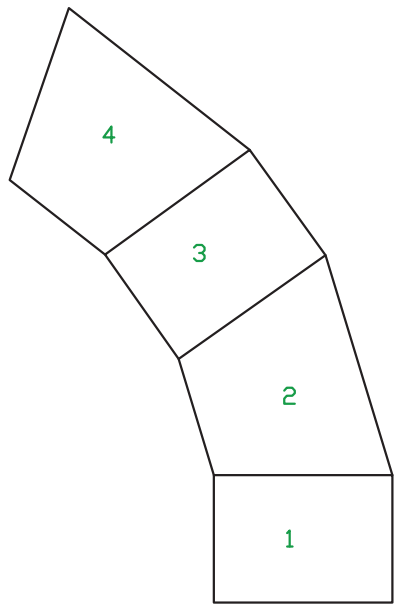
الشكل (6-33): منظور لنقاصة مستطيلة المقطع.

الحل

الجدول (6-19): خطوات الرسم.

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
1	بعد قراءة السؤال، ارسم المسقطين الأمامي والأفقي بحسب الأبعاد، حيث يبين المسقط الأمامي الأطوال الحقيقية للسطح والمسقط الأفقي، وبسحب الخطوط يتبن الطول الحقيقي، كما يوضح الرسم.	

الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
2	ارسم المسقط الأمامي (1) بأبعاده (أ ب ج د)، ثم باستخدام الفرجار ركز في (ب هـ) وانقل البعد إلى (ب)، ثم ركز في (أ هـ) ثم انقل البعد إلى (أ) ليتقاطع معًا ليشكل النقطة (هـ)، وكذلك ركز في (أ و) وانقل البعد إلى (أ)، ثم ركز في (ب و) وانقل البعد إلى (ب) ليتقاطع معًا ليشكل النقطة، كما يوضح الرسم.	
3	يتشكل السطح 2 بعد توصيل النقاط (أ هـ)، (أ و)، (هـ و)، كما يوضح الرسم. يجب مراعاة الترقيم والأحرف لنقل الأبعاد.	
4	كرر الخطوات السابقة بنقل الأبعاد بالفرجار ليتشكل السطح 3، بعد توصيل النقاط معًا، كما يوضح الرسم.	

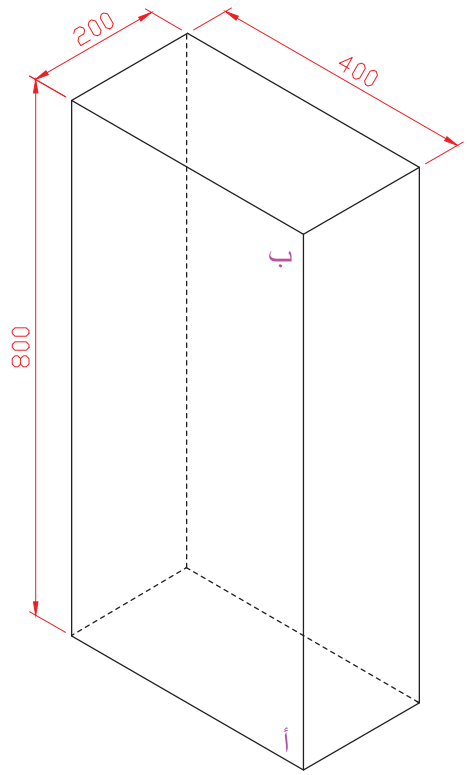
الرقم	خطوات الرسم	الرسمة
5	كرر الخطوات السابقة ليتشكل السطح 4، بعد توصيل النقاط معًا، كما يوضح الرسم.	
6	امسح الخطوط الزائدة، ثم علّم الخطوط بخط واضح وغامق، كما يوضح الرسم.	

- ابحث في الإنترنت عن قطع ميكانيكية خاصة بتخصص التكييف والتبريد ونفذ عملية الإفراد لها، ثم اعرضها على معلمك وزملائك.
- مستعينيًا ببرنامج (Auto CAD) ارسم إفراد هرم رباعي ناقص كما في الشكل (6-29)، وارسم كوعًا قائمًا مكونًا من أربع قطع كما في الشكل (6-32)، ثم اعرض الرسم على معلمك.

- أضع إشارة (√) في خانة الدرجة المناسبة.

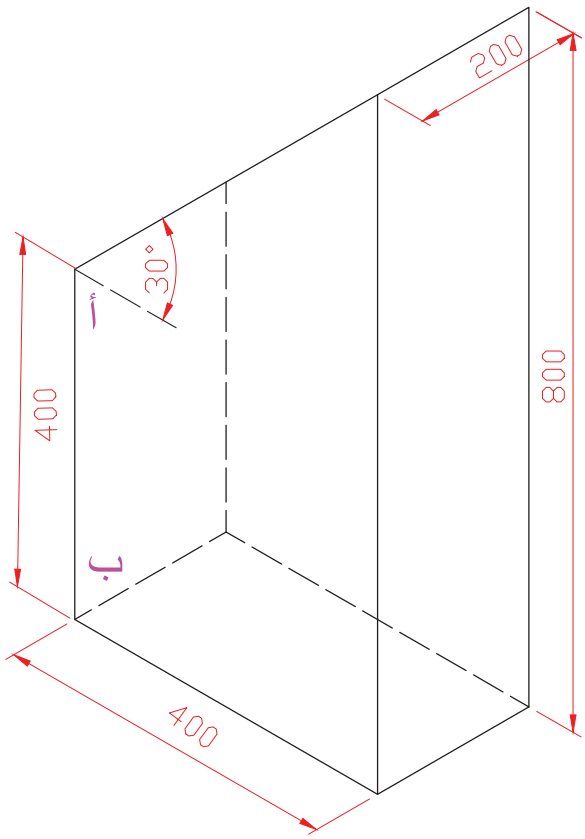
الرقم	المؤشرات	درجة تحقيق المؤشر		
		ممتاز	جيد	في حاجة إلى تحسين
1	أوضح كيفية الإفراد.			
2	أحدد طرائق لإفراد الأشكال الهندسية.			
3	أحدد الأسس العامة لتنفيذ الإفراد.			
4	أنفذ خطوات الإفراد لكل طريقة من طرائق الإفراد حسب الأسس المتبعة.			
5	أنفذ إفراد مجاري الهواء وقطع الوصل بطرائق إفراد الأشكال الهندسية حسب الأسس المتبعة.			

1 - يبين الشكل (6-34) منظورًا لمجرى هواء ذا مقطع مستطيل،(400×200×800) مم، المطلوب:
رسم إفراد المجرى بمقياس رسم (1:10) بحيث يكون خط القطع (أ - ب).



الشكل (6-34): منظور لمجرًى مستطيل.

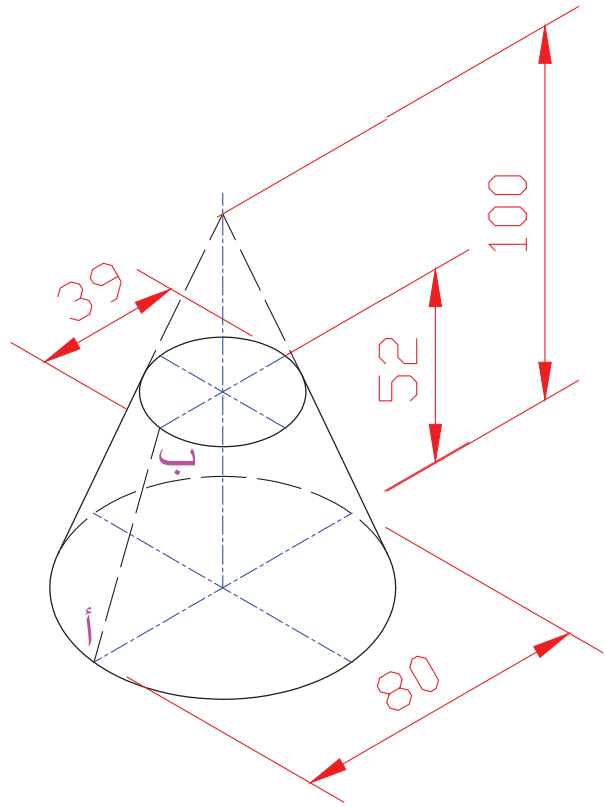
2 - يبين الشكل (6-35) منظورًا لمجرى هواء ذا مقطع مستطيل، (400×200×800) مم، المطلوب:
رسم إفراد المجرى بمقياس رسم (1:10) بحيث يكون خط القطع (أ - ب).



الشكل (6-35): منظور لمجرًى مستطيل.

3 - يبين الشكل (6-36) منظورًا لمخروط قائم مقطوع من الجهة العلوية، قطره 80 مم، وارتفاعه 100 مم، المطلوب:

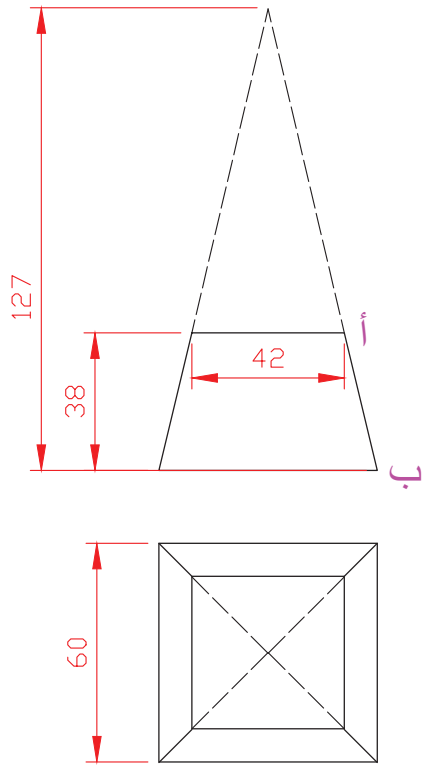
رسم إفراد المخروط بمقياس رسم (1:1) بحيث يكون خط القطع (أ-ب).



الشكل (6-36): منظور لمخروط قائم مقطوع.

4 - يبين الشكل (6-37) منظورًاهرميًّا رباعي الناقص، طول ضلعه 60 مم، وارتفاعه 127 مم ومقطوع على ارتفاع 38 مم، المطلوب:

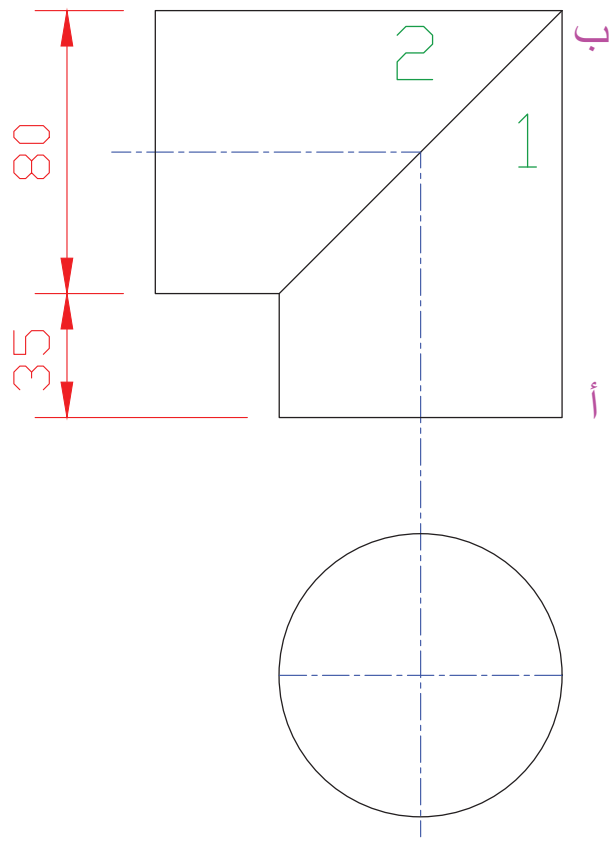
رسم إفراد الهرم بمقياس رسم (1:1)، بحيث يكون خط القطع (أ-ب).



الشكل (6-37): منظور لهرم رباعي ناقص.

5 - يبين الشكل (6-38) المسقط الأمامي الكوع القائم الدائري المقطع، قطره 80 مم، وارتفاعه 115 مم، المطلوب:

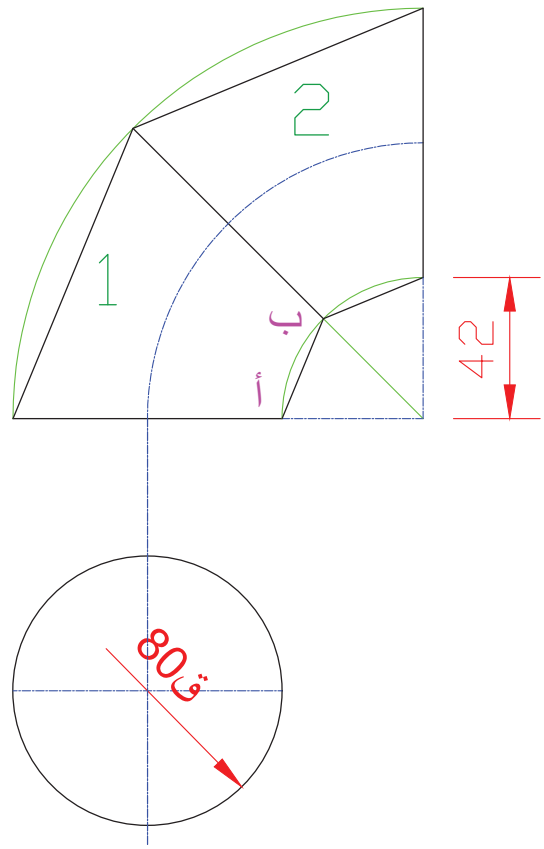
رسم إفراد الكوع القائم الدائري رقم (1) بمقياس رسم (1:1)، علمًا أن الأبعاد بالمليمترات (خط القطع من النقطة (أ، ب).



الشكل (6-38): المسقطان الأمامي والأفقي لكوع القائم.

6 - يبين الشكل (6-39) المسقط الأمامي الكوع القائم المكون من قطعتين، قطره 80 مم، ونصف قطره الداخلي 42 مم، المطلوب:

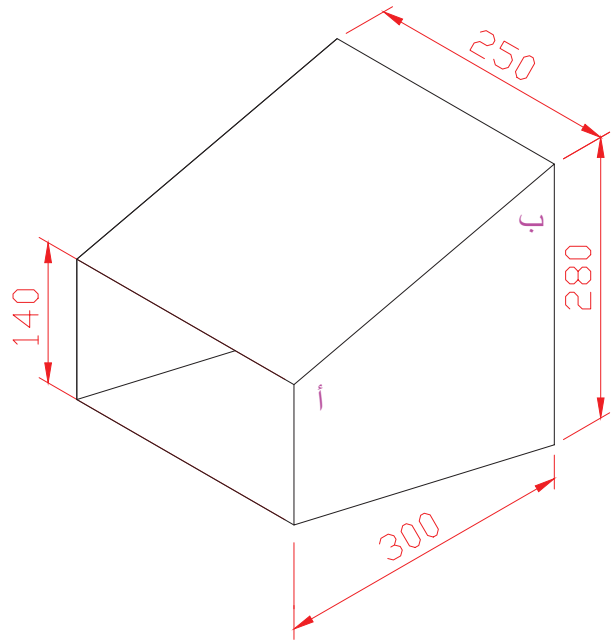
رسم إفراد الكوع القائم الدائري رقم (1) و(2)، بمقياس رسم (1:1)، علمًا أن الأبعاد بالمليمترات (خط القطع من النقطة (أ-ب).



الشكل (6-39): المسقطان الأمامي والأفقي لكوع القائم.

7 - يبين الشكل (6-40) منظورًا لنقاصة مستطيلة المقطع، المطلوب:

رسم إفراد لنقاصة مستطيلة المقطع، بمقياس رسم (1:10)، علمًا أن الأبعاد بالمليمترات (خط القطع من النقطة أ، ب).



الشكل (6-40): منظور لنقاصة مستطيلة المقطع.

مسرد المصطلحات

Air Handling Unit	وحدة مناولة الهواء
Assembly Drawing	الرسم التجميعي
Bolts	براغي
Ball Valve	صمام كروي
C - Cleat	الوصلة المنزلقة (C)
Ceiling Diffuser	ناشر سقفي
Damper	خانق
Detailed Drawing	الرسم التفصيلي
Diffuser	ناشر
Ducts	مجاري الهواء
Float Valve	صمام عوامة
Faucet	حنفية
Grill	أباجور
Gate Valve	صمام بوابة
Hexagonal-Head Bolt	البرغي السداسي
Hexagonal Nut	الصمولة السداسية
Hammer	مطرقه
Projections	المساقط
Square-Head Bolt	البرغي مربع الرأس
Sections	المقاطع
Springs	النوابض أو الزنبركات
S - Cleat	الوصلة المنزلقة (S)
Screw	مفك
Vent Valve	صمام تنفيس
Washers	الحلقات/ الروديلات

قائمة المراجع

أولًا: المراجع العربية

1 - سفيان أحمد، والدوس، **الرسم الهندسي** – تمارين وتطبيقات، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمان – الأردن، 2011م.

2 - محمود زعموط، **المرجع في الرسم الهندسي**، دار الشرق للنشر والتوزيع، عمان – الأردن، 2001م.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

1 A Practical Course in Mechanical Drawings by William Willard / Publisher: popular Mechanics Company Pub. Date: 2006.

2- Electricity for Refrigeration, Heating, and Air Conditioning by Russell E. Smith / Publisher: Delmar Cengage Learning by Pub. Date: 2010.

3- Engineering Drawing and Design, Fourth Edition / David A. Madsen, David P. Madsen, J. Lee Turpin / Publisher: Delmar Learning by Pub. Date: 2007.

4 -Engineering Drawing by C H Simmons & D E Maguire / Publisher: University of Hertfordshire Pub. Date: Sept 2003.

5- Engineering Drawing by S. Bogolybov & A Voinov / Publisher: MIR Publishers-Moscow Pub. Date: 2001

6- Handbook of Valves and Actuators by Brian Nesbitt / Publisher: Elsevier Science & Technology Books Pub. Date: August 2007.

7- MACHINE ELEMENTS IN MECHANICAL DESIGN/ Fourth Edition / Robert L. Mott, RE(University of Dayton) Publisher: Prentice Hall by Pub. Date: 2004.

تمَّ بحمد الله تعالى