المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

اللحام وتشكيل المعادن

الرسم الصناعي

الفصل الدراسي الثاني

للصف الثاني عشر

الفرع الصناعي

الناشر
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

يسر إدارة المناهج والكتب المدرسية استقبال آرائكم ملحوظاتكم على هذا الكتاب على العناوين الآتية:
هاتف: 8-4117304/5، فاكس: 4637569، ص.ب: 1930، الرمز البريدي: 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 (2021/70)، تاريخ (2021/5/27)، بدءًا من العام الدراسية 2021/ 2022م.

الحقوق جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم

عمّان - الأردن/ ص.ب: 1930

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(2021/7/4098)
ISBN: 978-9957-84-975-7

لجنة التوجيه والإشراف على هذا الكتاب

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

وقام بتأليف هذا الكتاب

م. عبد الله محمد الهزايمة
م. عبد الرحمن محمد أبو شقير — م. إسماعيل محمد طرخان

التحرير العلمي: م. محمد عبد اللطيف أبو رحمة
التحرير اللغوي: نضال أحمد موسى — التحرير الفني: نداء فؤاد أبوشنب
التصميم: فخري موسى الشبول — الإنتاج: سليمان أحمد الخلايلة

دقق الطباعة وراجعها: م. ثامر سامي الحلايبة

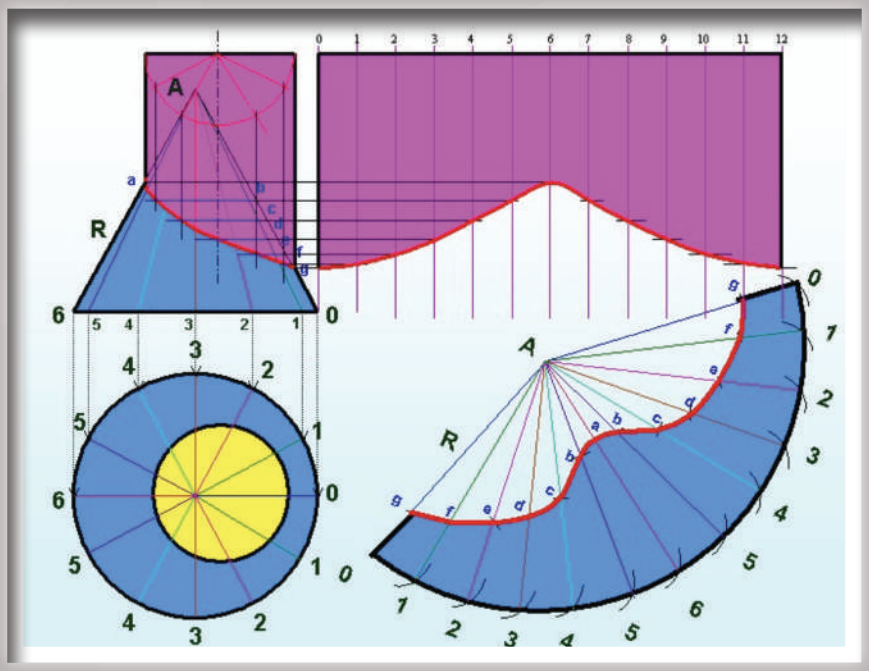
الطبعة الأولى — 1442 هـ / 2021 م
أعيدت طباعته — 2022 م

قائمة المحتويات

الوحدة		الموضوع	الصفحة
الخامسة: الإفراد	أولا	الإفراد	7
	ثانيًا	إفراد الأشكال الهندسية البسيطة	12
	ثالثًا	إفراد أشكال هندسية أكثر تعقيدًا	40
	أسئلة الوحدة		65
السادسة: تقاطع الأشكال الهندسية	أولا	تقاطع الأشكال الهندسية	72
	ثانيًا	تطبيقات على تقاطعات الأشكال الهندسية	76
	أسئلة الوحدة		90
السابعة: الرسم التجميعي	أولا	الرسم التجميعي	95
	ثانيًا	العناصر الميكانيكية المستخدمة في الرسم التجميعي	101
	ثالثًا	مقاطع الحديد المضغوط	115
	رابعًا	مقاطع الألمنيوم المستخدمة في الأبواب والشبابيك	124
	أسئلة الوحدة		136
الثامنة: الرسم التفصيلي	أولا	الرسم التفصيلي	149
	ثانيًا	رموز التشغيل وعلاماته	152
	ثالثًا	تطبيقات على الرسم التفصيلي	156
	أسئلة الوحدة		161
	مسرد المصطلحات		165
	قائمة المراجع		168

الوحدة الخامسة

الإفـراد
(Development)



- ما الأشكال الهندسية الظاهرة في الصورة؟ اذكر اسم كل شكل منها.
- ما الطريقة المستخدمة في إفراد هذه الأشكال؟

يُستخدَم الإفراد في تشكيل الصاج وتصنيع المجسمات والأشكال الهندسية، مثل: المخاريط، والأسطوانات، والأهرام، والموشورات، والمضلعات. أمّا التقاطعات فتُمثِّل نقطة التقاء سطوح المجسمات واختراق بعضها لبعض. تُعَدُّ الإفرادات والتقاطعات أحد فروع الرسم الهندسي لحديد الصاج والصفائح المعدنية الذي يهدف إلى قصها وتشكيلها بحسب الشكل المطلوب، وهي تُستخدَم في كثير من التطبيقات الصناعية، مثل: التمديدات، ومجاري التوزيع في التكييف والتدفئة، وصوامع الحبوب، ومصانع الأسمنت، وشبكات الأنابيب في مصافي البترول.

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يتعرَّف عملية إفراد السطوح.
- يُحدِّد طرائق إفراد الأشكال الهندسية.
- يُحدِّد الأسس العامة لتنفيذ الإفراد.
- يتعرَّف بعض العمليات الهندسية المستخدمة في الإفراد.
- يتعرَّف خطوات تنفيذ الإفراد لكل طريقة من طرائق الإفراد.
- يتعرَّف الإفراد البسيط، ويرسم إفرادات المكعب، ومتوازي المستطيلات، والنقّاصات، والمضلع، والدائرة.
- يتعرَّف الإفراد الموازي، ويرسم إفرادات الموشور، والأسطوانة، والكوع، والوصلات على شكل حرف (T).
- يتعرَّف الإفراد القُطْري، ويرسم إفرادات المخروط والهرم.

أولًا: الإفراد (Development)

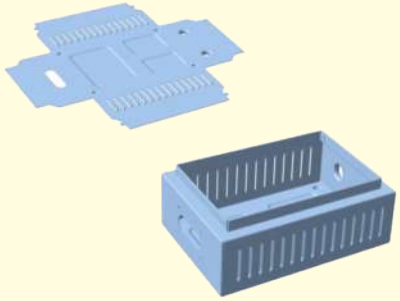
النتاجات

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذا الدرس أن:

- يتعرَّف عملية إفراد السطوح.
- يُحدِّد طرائق إفراد الأشكال الهندسية.
- يُحدِّد الأسس العامة لتنفيذ الإفراد.
- يتعرَّف بعض العمليات الهندسية المستخدمة في الإفراد.
- يتعرَّف خطوات تنفيذ الإفراد لكل طريقة من طرائق الإفراد.
- يتعرَّف الإفراد البسيط.
- يُطبِّق الإفراد البسيط على المكعب، ومتوازي المستطيلات، والنقّاصات.
- يرسم إفراد المضلع والدائرة.

انظر وتساءل

تأمَّل الشكل المجاور الذي يُمثِّل صندوقًا على شكل متوازي مستطيلات، وإفراد الصندوق، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



- ما المقصود بالإفراد؟
- ما المجسمات الهندسية؟
- ما المقصود بالسطوح الخارجية للأشكال الهندسية؟

استكشف

ناقِش زملاءك في خطوات عمل مجسم على شكل مكعب باستعمال ورق مقوّى، ثم اعرضها على المعلم قبل بدء العمل.

اقرأ وتعلّم

يؤدي الرسم الهندسي دورًا مهمًّا في أعمال تشكيل الصاج والصفائح المعدنية التي يتطلَّب إنتاجها وتشكيلها تنفيذ عمليات إفراد هندسية لمختلف السطوح المنتظمة وغير المنتظمة. ولتخطيط مختلف الأشكال والإفرادات، ورسمها بصورة صحيحة ودقيقة؛ يجب تعرُّف مفهوم الإفراد، والطرائق المختلفة لإفراد السطوح الهندسية، والأسس المتبعة عند تنفيذ بعض العمليات الهندسية التي تُسهِّل عملية الإفراد.

1 - مفهوم الإفراد

تعتمد فكرة الإفراد على تخيُّل أن للمجسمات الهندسية سطوحًا خارجية تُغلِّف الجسم، وقلبها فارغ، ثم تخيُّل قطع المجسم من أحرفه، ثم فرده لتكون جميع سطوحه على مستوى واحد فقط.

2 - طرائق الإفراد

يُنفَّذ الإفراد عمليًّا بطرائق هندسية عِدَّة. وفي ما يأتي الطرائق التي تُستعمَل لإفراد السطوح المختلفة:

أ- الإفراد البسيط (Straight line Development).

ب- الإفراد الموازي (Parallel line Development).

جـ- الإفراد القُطْري (Radial line Development).

د- الإفراد عن طريق التقسيم إلى مثلثات (Triangulation Development).

3 - أسس تنفيذ الإفراد

تختلف خطوات تنفيذ إفراد السطوح الهندسية؛ تبعًا لطريقة الإفراد المتبعة، وشكل السطح المراد إفراده. وتوجد خطوات وأسس عامة ومشتركة بين طرائق الإفراد المختلفة. وفي ما يأتي الأسس العامة التي يجب مراعاتها عند عمل الإفراد:

أ- رسم المسقط الأمامي الذي يُبيِّن الأطوال الحقيقية والارتفاع الحقيقي للجسم.

ب- رسم المسقط الأفقي للجسم باستعمال مقياس الرسم نفسه.

جـ - استخدام الأطوال الحقيقية للخطوط والرواسم للسطوح.

د- تقسيم المسقط الأفقي إلى أقسام متساوية إذا كان دائريًّا، وكلَّما زاد عدد الأقسام كان الإفراد أكثر دقة.

هـ - بدء الترقيم وانتهاؤه بالرقم نفسه، وذلك على الخط الأساسي للإفراد.

و- استعمال الخطوط المتوازية في الرسم، وتحديد النقاط المطلوبة من تقاطع تلك الخطوط مع الخطوط أو الأعمدة المتوازية الأخرى المقامة من نقاط التقسيم.

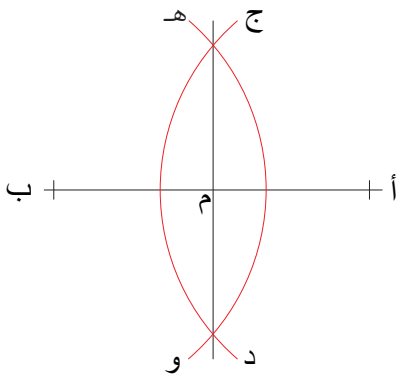
ز- استعمال العُدَد وأدوات الرسم الهندسية والقياسية، والطبعات (الشبلونات) المناسبة لرسم المنحنيات.

4 - العمليات الهندسية

يتطلَّب تنفيذ عملية الإفراد استخدام الفرجار لتطبيق بعض العمليات الهندسية، مثل تنصيف الخط المستقيم، وتقسيمه إلى أيِّ عدد من الأجزاء المتساوية، وتنصيف الزاوية؛ ما يُوفِّر كثيرًا من الوقت والجهد المبذول في القياس، فتزداد سرعة إنجاز الإفراد المطلوب.

أ- تنصيف الخط المستقيم: يُنصَّف الخط المستقيم بالرسم بدلًا من القياس؛ لدقته.

يُبيِّن الجدول الآتي طريقة تنصيف الخط المستقيم (أ ب)؛ بحسب الخطوات الآتية:

	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	تثبيت الفرجار في النقطة (أ)، وفتحة فتحة أكبر من نصف طول الخط (أب) بقليل، ثم رسم القوس (جـ د) لقطع هذا الخط.	
2	تثبيت الفرجار في النقطة (ب)، وبالفتحة نفسها، ثم ارسم القوس (هـ و).	
3	وَصْل الخط بين نقطتي تقاطع القوسين السابقين، بحيث يقطع المستقيم (أب) في النقطة (م).	
		الشكل (1): تنصيف الخط المستقيم.

التمرين (5-1):

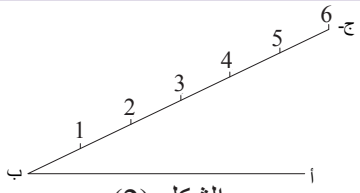
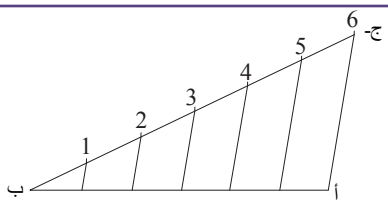
ارسم الخط المستقيم (أب)، ثم قسِّمه إلى (4) أقسام متساوية بالفرجار، وتنصيف الخط المستقيم.

فكِّر ثم أجب

هل يمكن تقسيم الخط المستقيم (أب) إلى (6) أقسام متساوية بالطريقة نفسها؟ لماذا؟

ب - تقسيم الخط المستقيم إلى أيِّ عدد من الأجزاء: يُبيِّن الجدول الآتي طريقة تقسيم الخط المستقيم إلى أيِّ عدد من الأجزاء المتساوية بحسب الخطوات الآتية:

	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	رسم الخط المستقيم (أ ب) المطلوب تقسيمه كما في الشكل (1).	أ ـــــــــــــــــــ ب الشكل (1).

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
2	رسم المستقيم (ب جـ) من النقطة (ب) بصرف النظر عن الزاوية، ثم تقسيم المستقيم (ب جـ) إلى (6) أقسام متساوية باستخدام الفرجار كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
3	وصْل النقطة (6) بالنقطة (أ)، فينتج الخط (أ6)، ثم رسم خط يوازي الخط (أ6) من النقطة (5)، بحيث يقطع المستقيم (أب)، ثم رسم بقية المستقيمات من النقاط؛ على أن تكون متوازية، فينتج المستقيم (أب) المُقسَّم إلى (6) أقسام متساوية، كما في الشكل (3).	 الشكل (3).

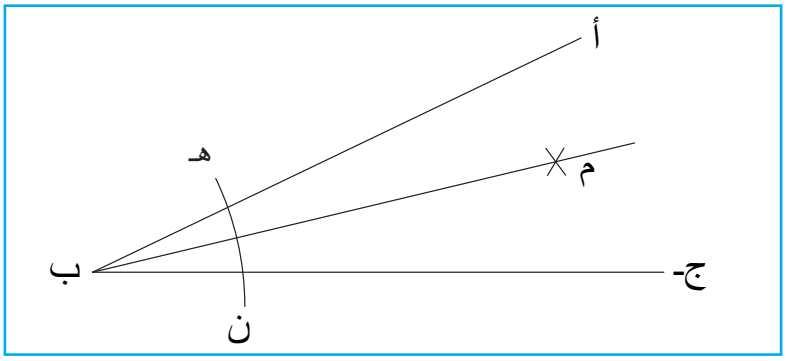
التمرين (5-2)

الخط المستقيم أب، طوله (120) مم. قسِّم هذا الخط إلى (4) أقسام متساوية، مُتَّبِعًا خطوات حل المثال السابق.

جـ - تنصيف الزاوية: يُبيِّن المثال الآتي طريقة تنصيف الزواية.

لتنصيف الزاوية (أ ب جـ) المُبيَّنة في الشكل (5-1):

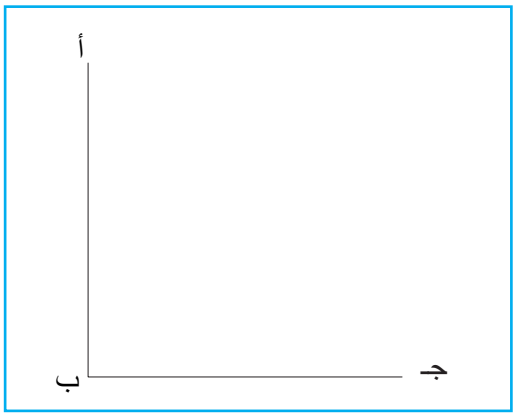
1. ارسم قوسًا بالفرجار تقطع ضلعَي الزاوية في (ن، هـ).
2. ارسم قوسًا مركزها النقطة (ن) وقوسًا أخرى بالقطر نفسه، مركزه النقطة (هـ)، بحيث تتقاطعان في النقطة (م).
3. صل النقطتين (ب، م)، فيكون الخط (ب م) هو مُنصِّف الزاوية.



الشكل (5 - 1): تنصيف الزاوية (أب جـ).

التمرين (5-3)

يُبيِّن الشكل (5-2) الزاوية (أ ب جـ). قسِّم هذه الزاوية إلى (4) أقسام متساوية باستخدام الفرجار.



الشكل (5 - 2): الزاوية (أ ب جـ).

تذكَّر

مستعينًا بكتاب الرسم الصناعي للصف الحادي عشر، الفصل الدراسي الأول، ارسم العمليات الهندسية الأساسية.

يمكن إفراد الأشكال الهندسية البسيطة مثل: (المكعب، ومتوازي المستطيلات، والأسطوانة، والموشور، والهرم، والمخروط) بطريقة مُحدَّدة من طرائق الإفراد، أو إفراد الشكل نفسه بأكثر من طريقة.

1 - الإفراد المستقيم (البسيط)

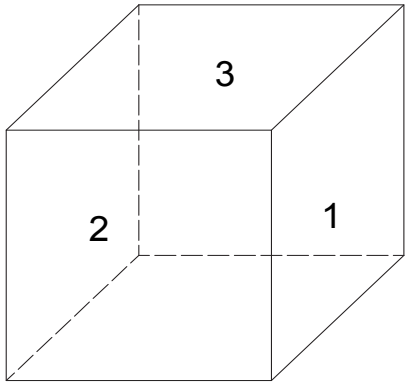
يستخدم الإفراد المستقيم للأشكال الهندسية ذوات السطوح المستوية، مثل: المكعب، ومتوازي المستطيلات، والموشور، والنقّاصات. ويجب معرفة الأبعاد الحقيقية للسطوح؛ للتمكُّن من إفرادها بطريقة متعاقبة. يؤدي الطول الحقيقي والسطوح المتساوية دورًا فاعلًا في تنفيذ عملية الإفراد:

أ- **الطول الحقيقي:** يجب معرفة الأطوال الحقيقية للسطوح، أو استنتاجها عن طريق رسم المساقط كما في إفراد النقّاصات.

ب- **السطوح المتساوية:** تُرسَم السطوح المتساوية الأبعاد (المتطابقة) عند الإفراد وفق ترتيبها في الشكل الهندسي.

المثال (5-1)

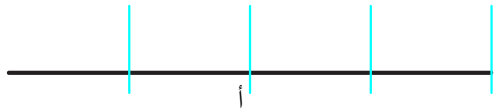
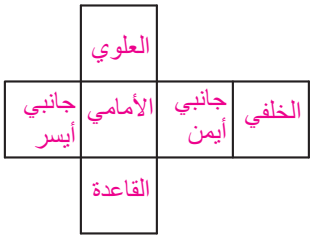
ارسم إفراد المكعب المُبيَّن في الشكل (5 - 3).



الشكل (5 - 3): المكعب قبل الإفراد.

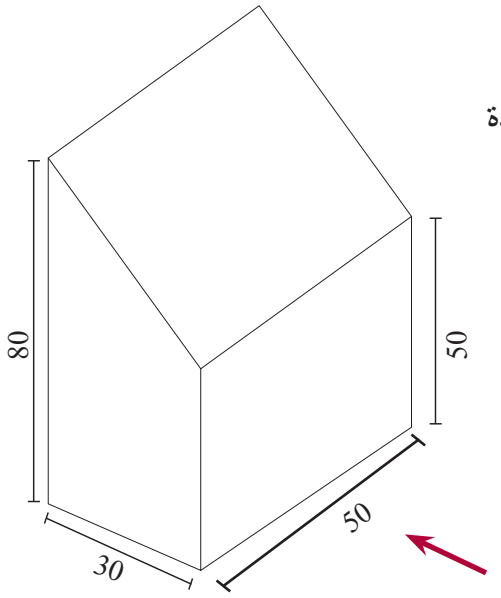
الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	ارسم المساقط الثلاثة للمكعب؛ بحسب اتجاه السهم على المنظور للمكعب كما في الشكل (1).	

الشكل (1).

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
2	ارسم خط الإفراد، ثم قسّمه 4 أقسام متساوية، كل منها يساوي طول ضلع المكعب كما في الشكل (2/أ).	 أ
3	ارسم أعمدة من نقاط التقسيم، ثم حدِّد ارتفاع المكعب، كما في الشكل (2/ب) .	ب
4	ارسم خطًّا يوازي خط الإفراد كما في الشكل (2/جـ).	جـ الشكل (2).
5	- ارسم مربعًا فوق المربع الذي يُمثِّل الوجه الأمامي ليكون الغطاء العلوي للمكعب. - ارسم مربعًا أسفل المربع الذي يُمثِّل الوجه الأمامي ليكون قاعدة المكعب كما في الشكل (3).	 الشكل (3).
6	اثنِ الأوجه عند خطوط الثني المُبيَّنة في الشكل (4)، ثم وصِلِ الحافات بعضها ببعض، فينتج المكعب المطلوب.	 الشكل (4).

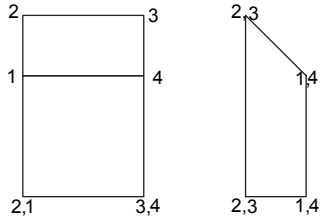
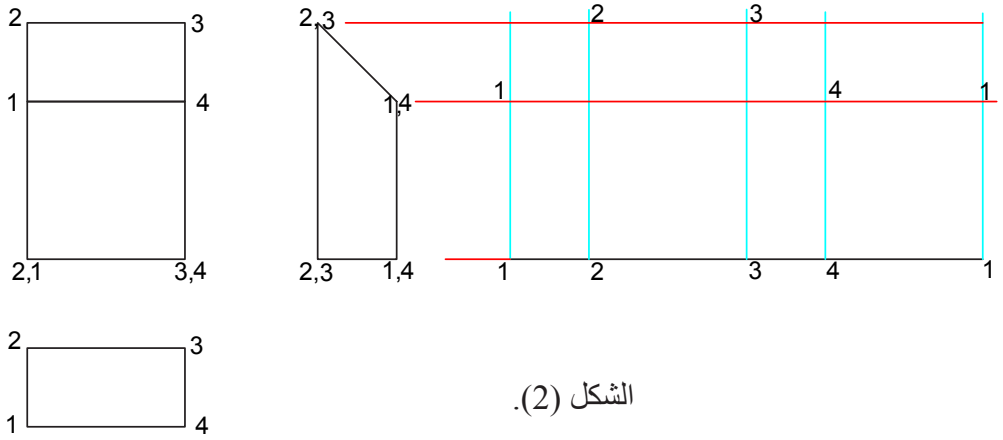
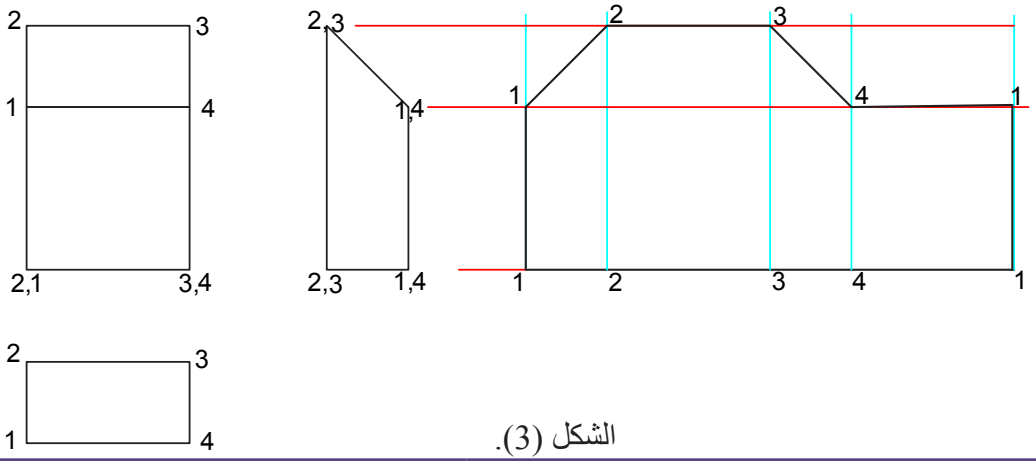
المثال (5-2)

يُبيِّن الشكل (5-4) موشورًا رباعيًّا مقطوعًا يتكوَّن من قاعدة و(4) جوانب. ارسم إفراد الموشور.



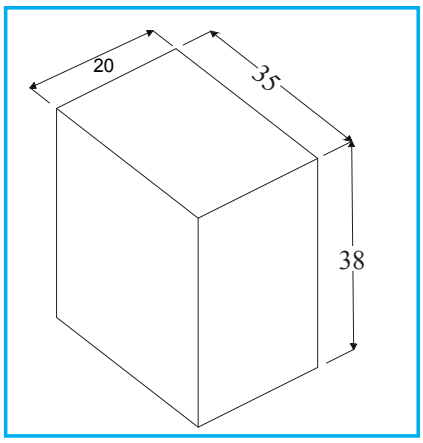
الشكل (5 - 4): الموشور الرباعي.

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم المساقط الثلاثة للموشور الرباعي. - رقِّم رؤوس الموشور في المسقط الأفقي بالأرقام: 1، 2، 3، 4، ثم أسقطها على المسقطين الأمامي والجانبي كما في الشكل (1).	 الشكل (1).
2	- ارسم خط الإفراد الذي يُمثِّل قاعدة الموشور، ثم قسِّم عليه الأبعاد من المسقط الأفقي: 1-2، 2-3، 3-4، 4-1. - ارسم أعمدة من نقاط التقسيم على خط الإفراد. - أسقط خطوطًا أفقية من النقاط التي على المسقط الجانبي إلى الأعمدة المقامة على خط الإفراد، مُحدِّدًا نقاط التقاطع كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
3	صِلْ بين نقاط التقاطع بخطوط مستقيمة، فيكون الشكل الناتج هو إفراد الشكل الهندسي المطلوب رسم إفراده كما في الشكل (3).	 الشكل (3).

التمرين (5-4)

يُبيِّن الشكل (5-5) متوازي مستطيلات. ارسم إفراد متوازي المستطيلات بحسب القياسات المُبيِّنة على الرسم، علمًا بأن الأبعاد بالمليمترات.



الشكل (5 - 5): متوازي مستطيلات.

نشاط

أحضر ورقًا مقوًّى، ثم طبِّق عليه إفراد المكعب في الشكل (5-5) باستعمال مقياس رسم مناسب، ثم اثنِ الأوجه، ثم ألصقها لينتج الشكل المطلوب.

2 - الإفراد الموازي

يُستخدَم الإفراد الموازي للأشكال الهندسية المكونة من مجموعة من الخطوط المتوازية التي لها شكل المقطع نفسه، مثل الأسطوانة التي تتألَّف من عدد كبير من خطوط الطول المتوازية، ويكون شكل مقطعها دائريًّا.

من أهم الأجسام التي تُفرَد بهذه الطريقة: الأسطوانة، والموشور، والأكواع، والوصلات على شكل حرف (T).

الخطوات الرئيسة لعمل الإفراد الموازي:

أ- رسم المسقط الأمامي والمسقط الأفقي للجسم المراد إفراد سطحه.

ب- رسم خط الإفراد الأساسي، وهو خط عمودي على خطوط الجسم المتوازية المرسومة.

جـ- تقسيم الخط الأساسي إلى الأجزاء والعناصر المتساوية؛ بحسب تقسيم الخط المسقط الأفقي.

د- تعيين الأطوال الحقيقية للأجزاء برسم الخطوط المتوازية من المسقط الأمامي، ثم وصل نقاط الأجزاء، فينتج إفراد السطح المطلوب.

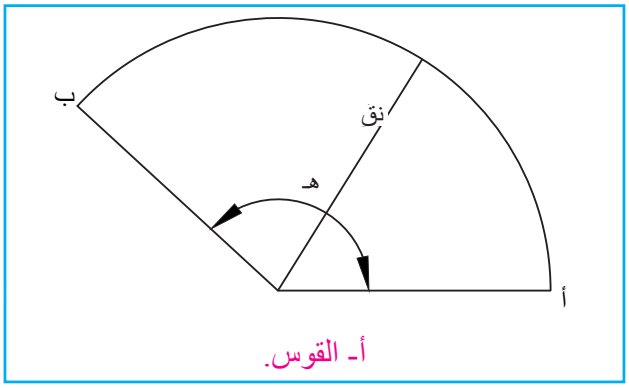
في ما يأتي الأساسيات المطلوب إتقانها لعمل الإفراد الموازي، وهي تتمثَّل في إفراد القوس، والدائرة، والشكل المضلع:

أ- **إفراد القوس والدائرة:** يمكن إفراد القوس والدائرة بالطريقة الدقيقة، والطريقة التقريبية.

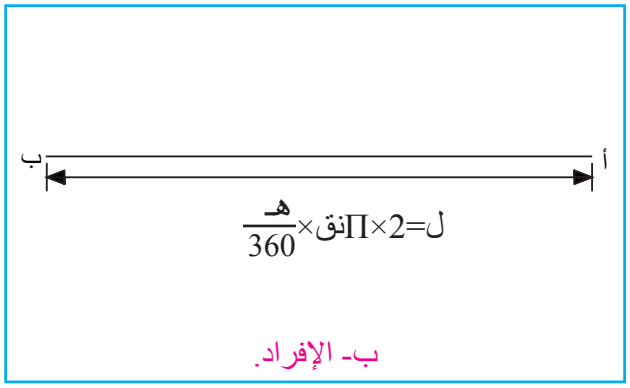
1. الطريقة الدقيقة (ACCURATE METHOD): تعتمد الطريقة الدقيقة على حساب طول القوس المراد إفرادها، وتُستخدَم في رسم إفراد الأقواس المنتظمة.

المثال (5-3)

يُبيِّن الشكل (5-6/أ) القوس (أب) التي نصف قُطْرها (نق)، وزاويتها (هـ). ارسم إفرادها.



أ- القوس.



ب- الإفراد.

الشكل (5 - 6): إفراد القوس.

الحل

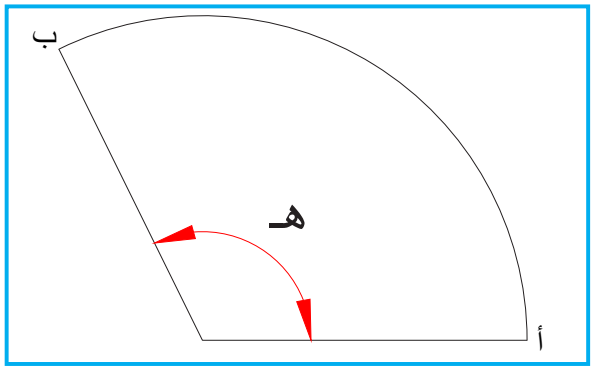
1 - جِدْ طول القوس من العلاقة الآتية: $ل = 2 \times \Pi \times نق \times \frac{هـ}{360}$.

2 - ارسم خطًّا مستقيمًا بطول (ل)، فيكون هو الإفراد المطلوب كما في الشكل (5-6/ب).

2. الطريقة التقريبية (APPROXIMATE METHOD): تُستخدَم الطريقة التقريبية لإفراد جميع الأقواس والمنحنيات المنتظمة حين يصعب إفرادها بالطريقة الدقيقة، أو عندما تكون الدقة غير مطلوبة. تعتمد هذه الطريقة على تقسيم المنحنى أو القوس إلى أجزاء صغيرة، ثم قياس طول الوتر لكل منها، ثم ارسم مستقيمًا لأطوالها.

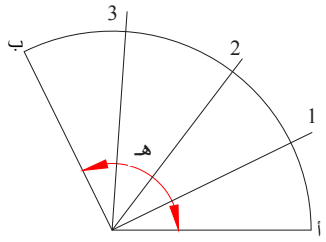
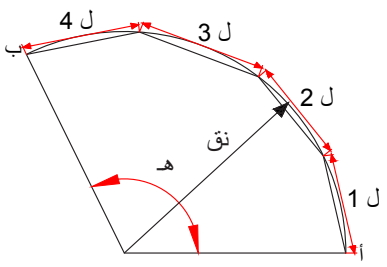
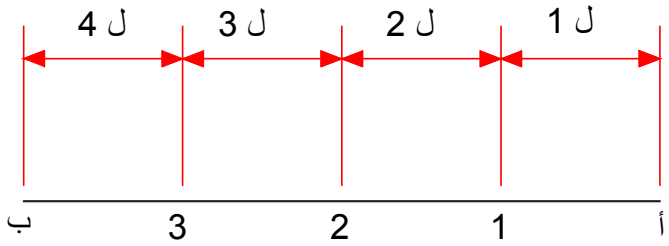
المثال (5-4)

يُبيِّن الشكل (5-7) القوس (أب). ارسم إفرادها.



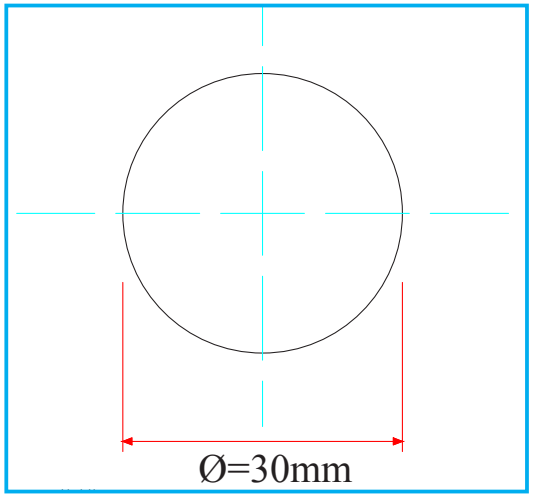
الشكل (5-7): القوس (أ ب).

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	قسِّم القوس إلى أجزاء صغيرة (بطريقة تنصيف الزوايا مثلًا)، ثم رقِّمها بالأرقام: 1، 2، 3 كما في الشكل (1).	 الشكل (1).
2	صِلْ بين نقاط تقسيم المنحنى فتنتج، الأوتار: ل1، ل2، ل3، ل4 كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
3	ارسم مستقيمًا طوله يساوي مجموع أطوال الأوتار (ل = ل1 + ل2 + ل3 + ل4) ، فيكون ذلك هو الإفراد المطلوب كما في الشكل (2/ب)؛ علمًا بأنه كلَّما زاد عدد الأقسام كانت درجة الدقة أكبر.  الشكل (3).	

التمرين (5-5)

لديك الحلقة الدائرية المُبيَّنة في الشكل (5-8) التي قُطْرها (30) مم. ارسم إفرادها بالطريقة الدقيقة، وبالطريقة التقريبية.

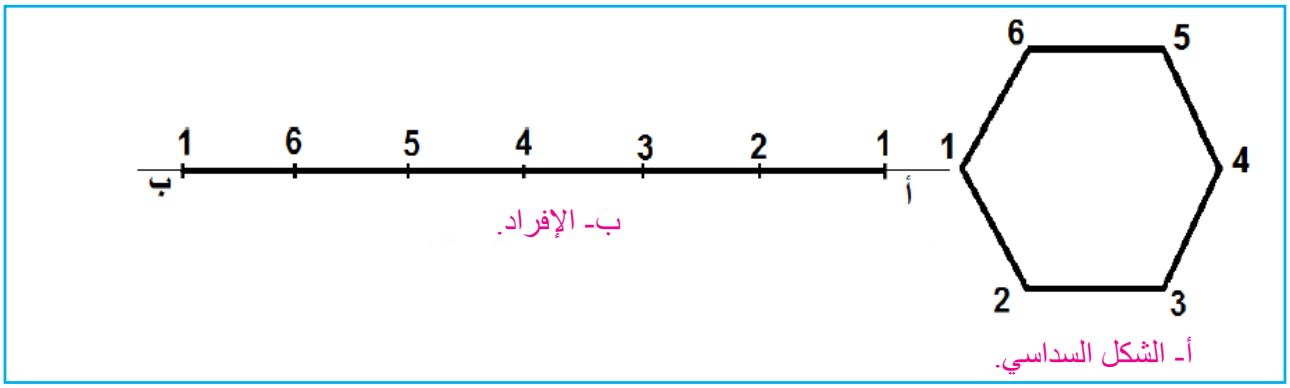


الشكل (5-8): الحلقة الدائرية.

ب- إفراد المضلعات المستوية (Flat Polygons Development): يمكن إفراد المضلعات المستوية (مثل: المثلث، والرباعي، والخماسي) برسم خط مستقيم طوله يساوي مجموع أطوال أضلاع المضلع.

المثال (5-5)

يُبيِّن الشكل (5-9/أ) شكلًا سداسيًّا. ارسم إفراده.



ب- الإفراد.

أ- الشكل السداسي.

الشكل (5-9): إفراد الشكل السداسي.

الحل

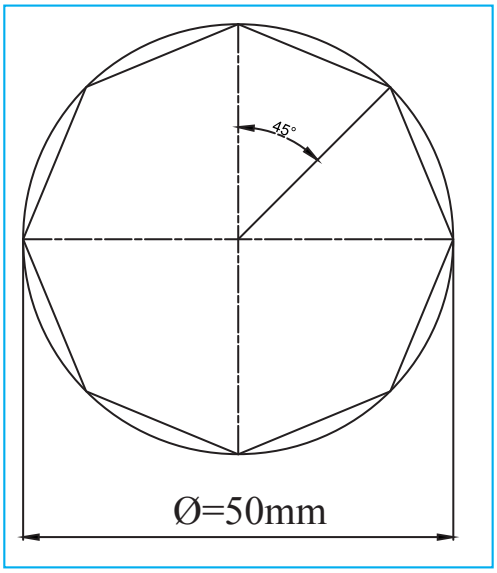
1 - رقِّم رؤوس الشكل السداسي بالأرقام: 1،2،3،4،5،6 كما في الشكل (5-9/أ).

2 - ارسم المستقيم (أب) الذي يُمثِّل خط الإفراد، مُحدِّدًا عليه النقطة (1)، انظر الشكل (5-9/ب).

3 - انقل بُعْد القطعة المستقيمة (1-2) من الشكل السداسي إلى خط الإفراد باستعمال الفرجار، ثم انقل بُعْد القطعة المستقيمة (2-3)، وهكذا حتى ينتج الخط المستقيم الذي يبدأ بالنقطة (1)، وينتهي بالنقطة (1)، فيكون هو الإفراد للشكل السداسي.

التمرين (5-6)

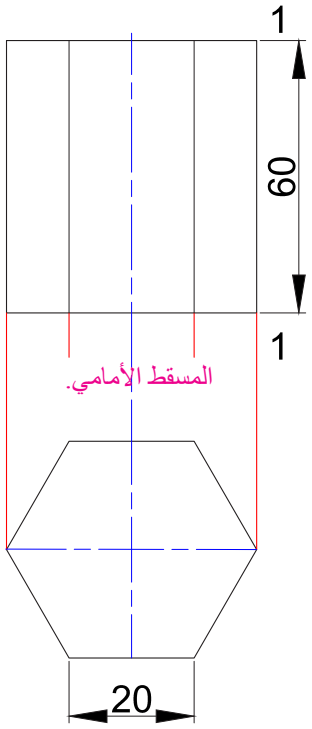
يُبيِّن الشكل (5-10) مضلعًا ثمانيًّا. ارسم إفراده.



الشكل (5-10): مضلع ثماني.

جـ- إفراد الموشور القائم والمقطوع: الموشور (PRISM) مجسم هندسي منتظم الشكل، له أوجه جانبية، وكل وجه يكون على شكل مستطيل، وله قاعدة سفلية وأخرى علوية.

يُصنَّف الموشور بحسب عدد أضلاع القاعدة؛ فمنه الثلاثي، والرباعي، والخماسي، والسداسي، وقد يكون الموشور بشكل قائم أو مائل.

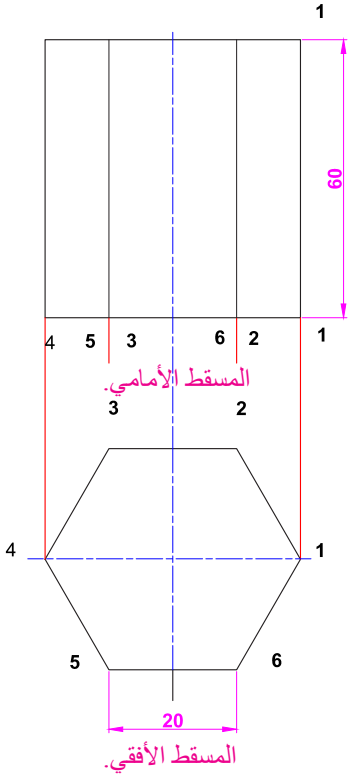


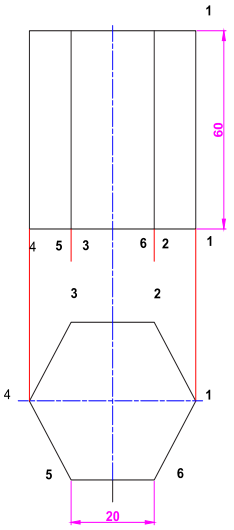
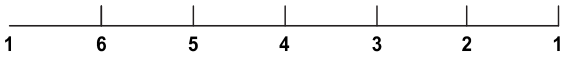
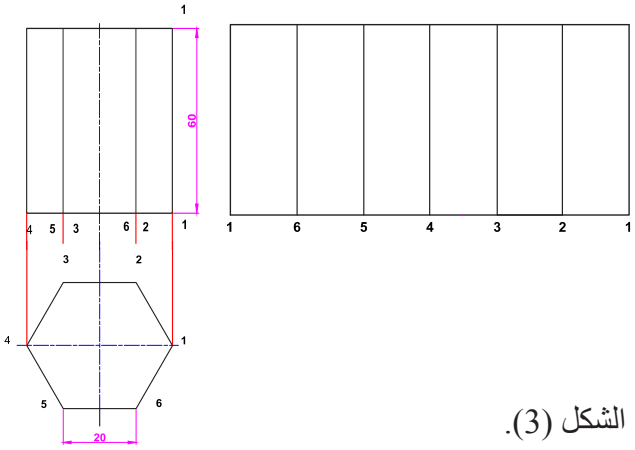
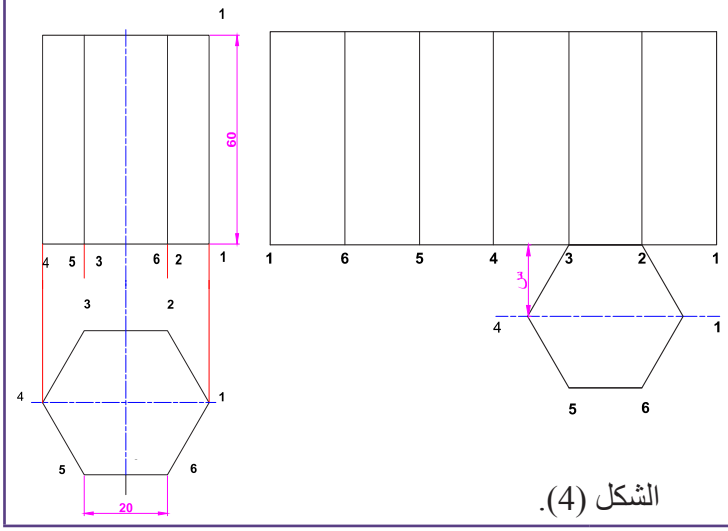
الشكل (5-11): المسقط الأمامي والمسقط الأفقي للموشور السداسي القائم.

المثال (5-6)

يُبيِّن الشكل (5-11) المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لموشور سداسي قائم ذي قاعدة سفلية وهو مفتوح من الأعلى، وطول ضلع قاعدته (20) مم، وارتفاعه (60) مم. ارسم إفراد الموشور باستعمال مقياس الرسم (1:1)؛ علمًا بأن خط الوصل (1-1).

الحل

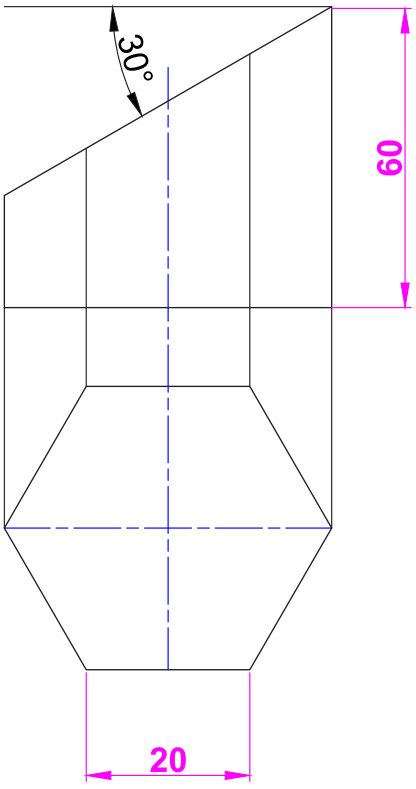
الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم المسقط الأمامي والمسقط الأفقي. - رقِّم رؤوس الشكل السداسي في المسقط الأفقي. - أسقط الأرقام على المسقط الأمامي كما في الشكل (1).	 الشكل (1).

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
2	- ارسم خط الإفراد على يمين المسقط الأمامي، وعلى امتداد قاعدته، حدِّد النقطة (1). - انقل الأبعاد: 1-2، 2-3، 3-4، 4-5، 5-6، 6-1 من المسقط الأفقي على خط الإفراد الأساسي باستعمال الفرجار كما في الشكل (2).	  الشكل (2).
3	- ارسم أعمدة من نقاط التقسيم على خط الإفراد. - ارسم خطًّا أفقيًّا من المسقط الأمامي لتحديد ارتفاع الإفراد الذي يساوي ارتفاع المسقط الأمامي كما في الشكل (3).	 الشكل (3).
4	- ارسم على البُعْد (2-3) من خط الإفراد الشكل السداسي الذي يُمثِّل قاعدة الموشور، فينتج إفراد الموشور القائم. - حدِّد خطوط الثني كما في الشكل (4).	 الشكل (4).

خطوات إفراد المنشور السداسي القائم.

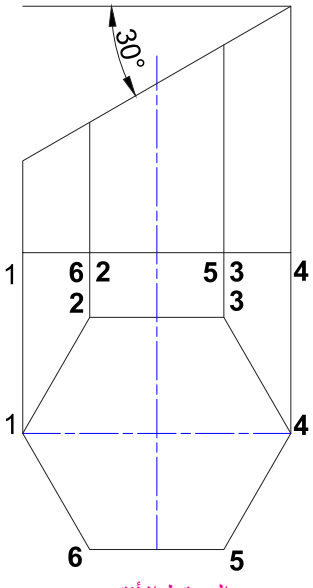
المثال (5-7)

يُبيِّن الشكل (5-12) المسقطين الأمامي والأفقي لموشور سداسي مقطوع بزاوية (30°)، وهو ذو قاعدة سفلية وغطاء علوي، وطول ضلع قاعدته (20) مم، وارتفاعه الأكبر (90) مم. ارسم إفراد الموشور المقطوع مُظهِرًا الشكل الحقيقي للقطع.

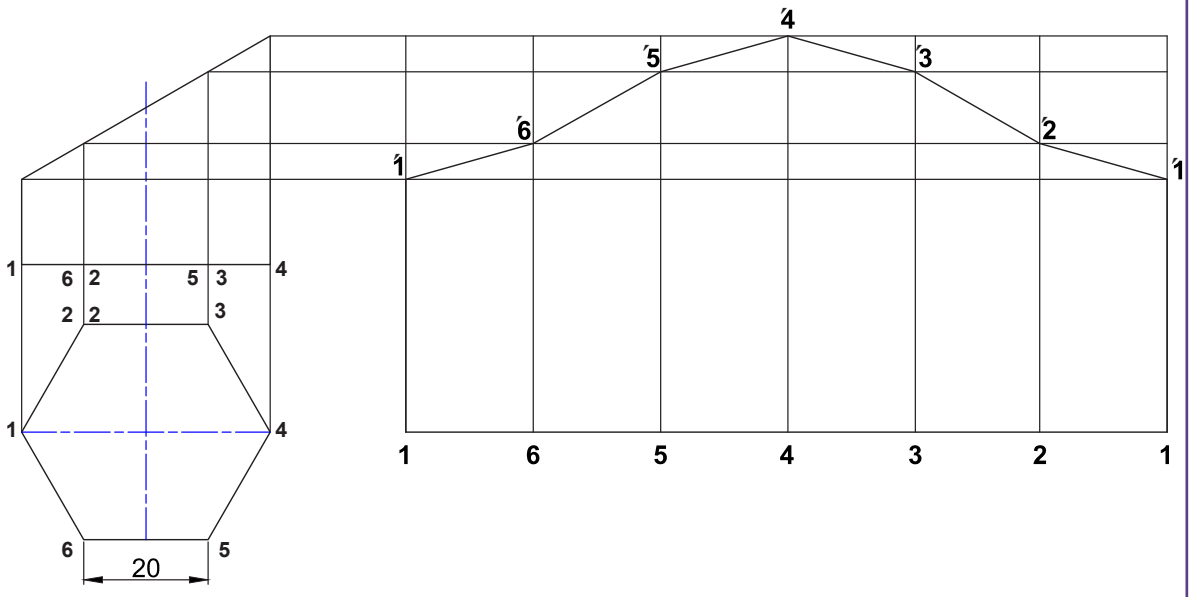


الشكل (5-12): المسقط الأمامي والمسقط الأفقي.

الحل

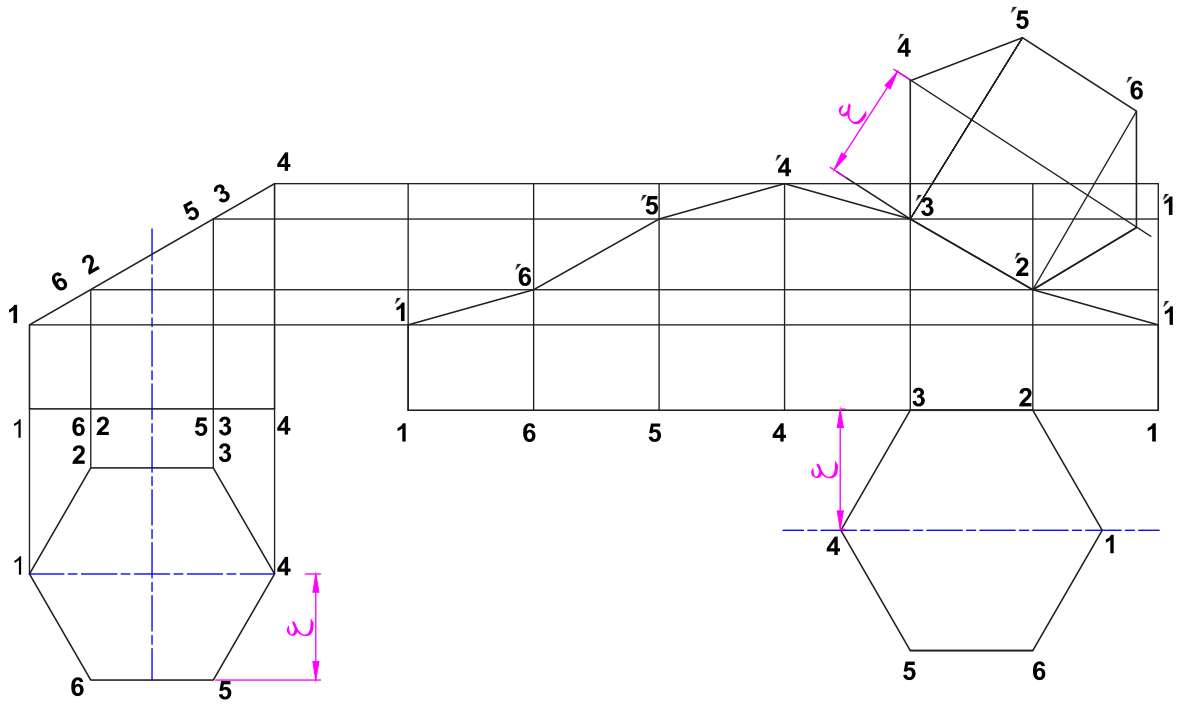
الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم المسقط الأمامي (مقطوع بزاوية 30°) والمسقط الأفقي. - رقِّم رؤوس الشكل السداسي في المسقط الأفقي من (1) إلى (6). - أسقط الأرقام على المسقط الأمامي حتى تلاقي خط القطع كما في الشكل (1).	 المسقط الأفقي. الشكل (1).

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
2	- ارسم خط الإفراد الأساسي، ثم انقل الأبعاد: 1-2، 2-3، 3-4، 4-5، 5-6، من المسقط الأفقي على خط الإفراد. - ارسم أعمدة من تلك النقاط. ثم أسقط الأرقام من الأمام على خط الإفراد، مُحدِّدًا نقاط التقاطع. - صِلْ بين النقاط كما في الشكل (2). - رقِّم نقاط التقاطع الجديدة بالأرقام: 1´، 2´، 3´، 4´، 5´، 6´ كما في الشكل (2).	



الشكل (2).

الرقم	خطوات العمل
3	- اختر النقطتين (2) و(3). وعلى بُعْد (ع) ارسم المحور موازيًا للخط (2-3)، وانقل باستعمال الفرجار البُعْد (2-3) من النقطة (2) ليتقاطع مع خط المحور في النقطة (1)، ومن النقطة (3) ليتقاطع مع خط المحور في النقطة (4). - ارسم خطًّا موازيًا لخط المحور على البُعْد (ع) إلى الأسفل، ومن النقطة (1) التي على المحور، وبفتحة الفرجار نفسها، اقطع الخط الجديد في النقطة (6)، ومن النقطة (4) التي على المحور اقطع الخط الجديد في النقطة (5). - صِلِ النقاط ببعضها للحصول على الغطاء السفلي. - اختر النقطتين (2‘) و(3‘). وعلى بُعْد (ع) ارسم المحور موازيًا للخط (2‘- 3‘)، ثم انقل باستعمال الفرجار البُعْد (1‘- 2‘) من النقطة (2‘) ليتقاطع مع خط المحور في النقطة (1‘)، ومن النقطة (3‘) ليتقاطع مع خط المحور في النقطة (4). - ارسم خطًّا موازيًا لخط المحور على البُعْد (ع) إلى الأعلى، ومن النقطة (1‘) التي على المحور، وبفتحة الفرجار نفسها، اقطع الخط الجديد في النقطة (6‘)، ومن النقطة (4‘) التي على المحور اقطع الخط الجديد في النقطة (5‘). - صِلِ النقاط ببعضها للحصول على الغطاء العلوي، انظر الشكل (3).



الشكل (3).

خطوات إفراد المنشور السداسي المقطوع.

فكّر ثم أجب

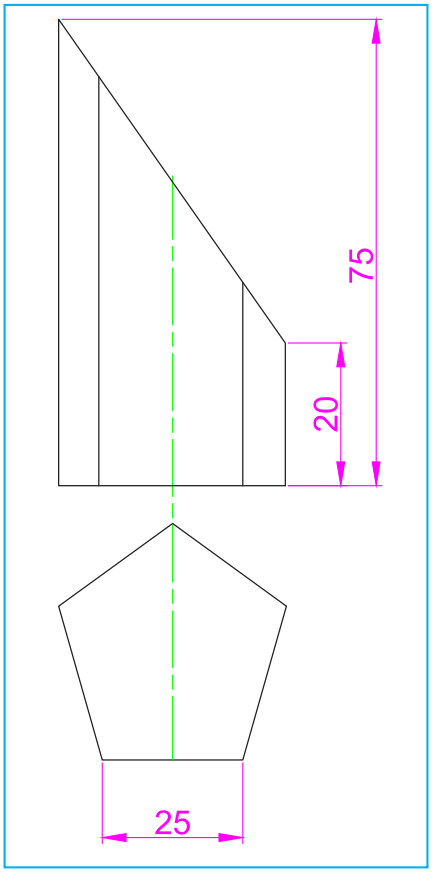
لماذا لم تتغير قيمة البُعْد (ع) مع القاعدة والغطاء كما في الشكل (3)؟

نشاط

ارسم إفراد المنشور القائم. وحسب طريقة الإفراد المستقيم.

التمرين (5-7)

يُبيِّن الشكل (5-13) المسقطين الأمامي والأفقي لموشور خماسي مقطوع، ارسم إفراد الموشور المقطوع، مُظهِرًا الشكل الحقيقي للقطع، بحيث يكون خط القطع عند الارتفاع الأقل في المسقط الأمامي.



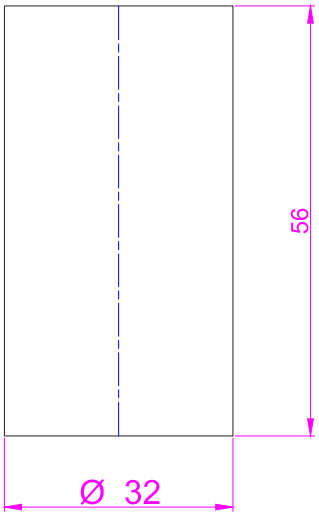
الشكل (5-13): المسقط الأمامي والمسقط الأفقي.

د ـ إفراد الأسطوانة القائمة والمقطوعة (CYLINDERS DEVELOPMENT):

تُفرَد الأسطوانات بنفس الطريقتين السابقتين (الدقيقة، والتقريبية).

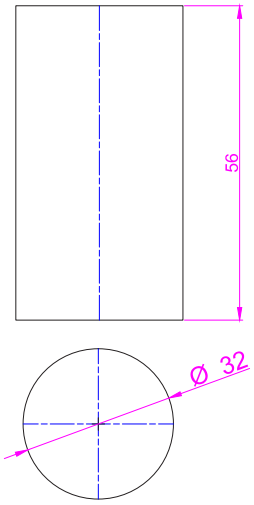
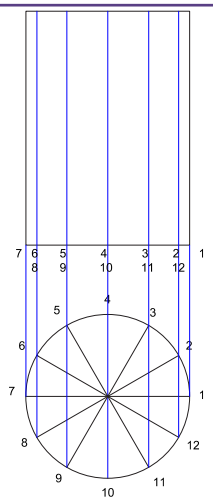
المثال (5-8)

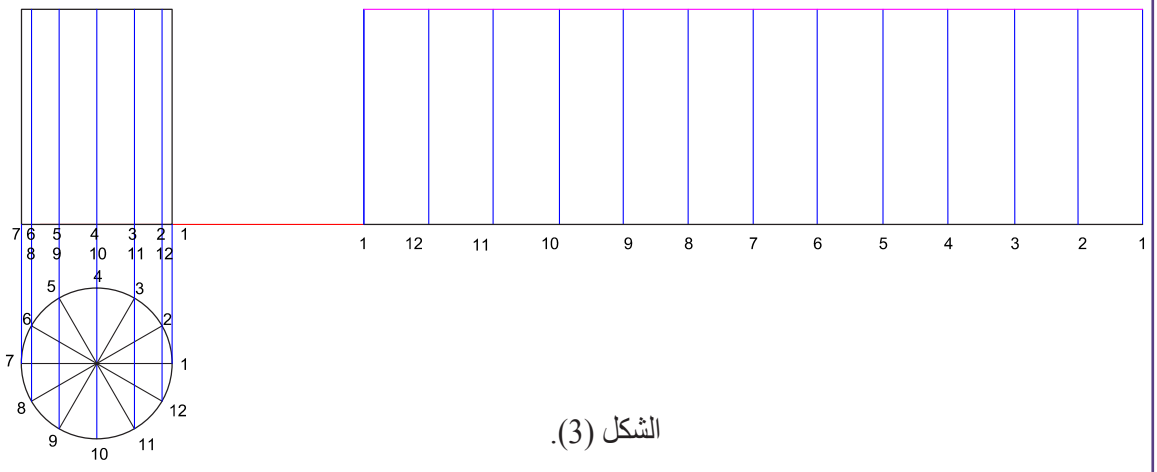
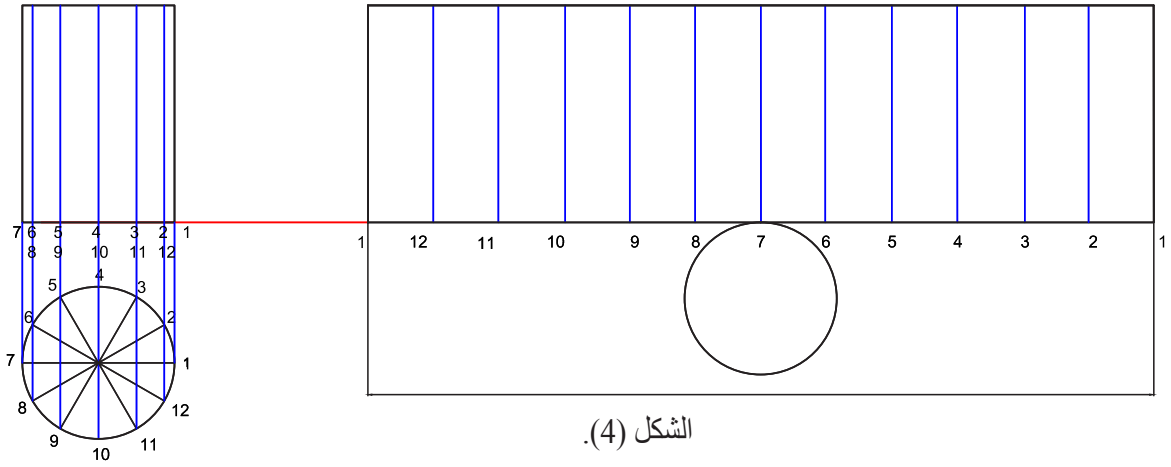
يُبيِّن الشكل (5-14) أسطوانة قائمة، قُطْرها (32) مم، وارتفاعها (56) مم، وهي مغلقة الطرف كما يُبيِّن مسقطها. ارسم إفراد هذه الأسطوانة.



الشكل (5-14): أسطوانة قائمة.

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	ارسم المسقطين الأمامي والأفقي، بحيث يُبيِّن المسقط الأمامي طول الأسطوانة الحقيقي، ويُبيِّن المسقط الأفقي قُطْر الأسطوانة الحقيقي كما في الشكل (1).	 الشكل (1).
2	- قسِّم الدائرة في المسقط الأفقي إلى (12) جزءًا باستعمال الفرجار (فتحة نصف القُطْر)، أو المثلث (30، 60°). - أسقط النقاط على شكل خطوط لتقطع المسقط الأمامي كاملًا كما في الشكل (2).	 الشكل (2).

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
3	- ارسم خط الإفراد الأساسي على يمين المسقط الأمامي، وعلى امتداد قاعدته. - حدِّد عليه النقطة (1)، ثم انقل الأبعاد من المسقط الأفقي، بحيث يبدأ بالرقم (1)، وينتهي به. - حدِّد الخط العلوي للإفراد من المسقط الأمامي؛ علمًا بأنه متساوٍ لجميع النقاط كما في الشكل (3).	 الشكل (3).
4	- اختر إحدى النقاط على خط الإفراد. وبمسافة تساوي نصف القُطْر، ارسم الدائرة التي تُمثِّل القاعدة السفلية، بحيث تُكوِّن مماسًّا مع النقطة كما في الشكل (4)، ثم عيِّن حدود الإفراد الخارجية.	 الشكل (4).

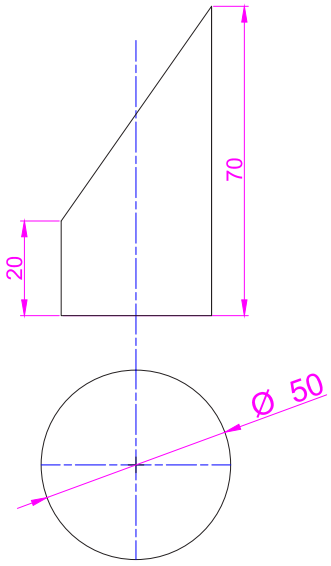
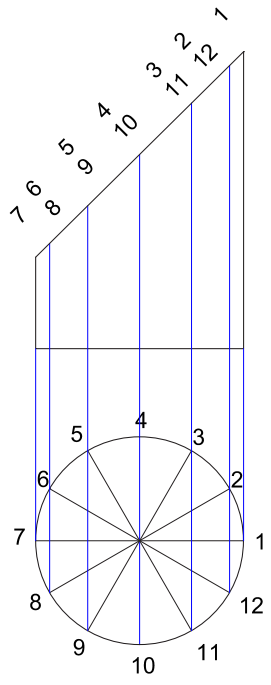
يمكن رسم إفراد الأسطوانة القائمة بمعرفة قُطْرها وارتفاعها باستعمال المعادلة الآتية:

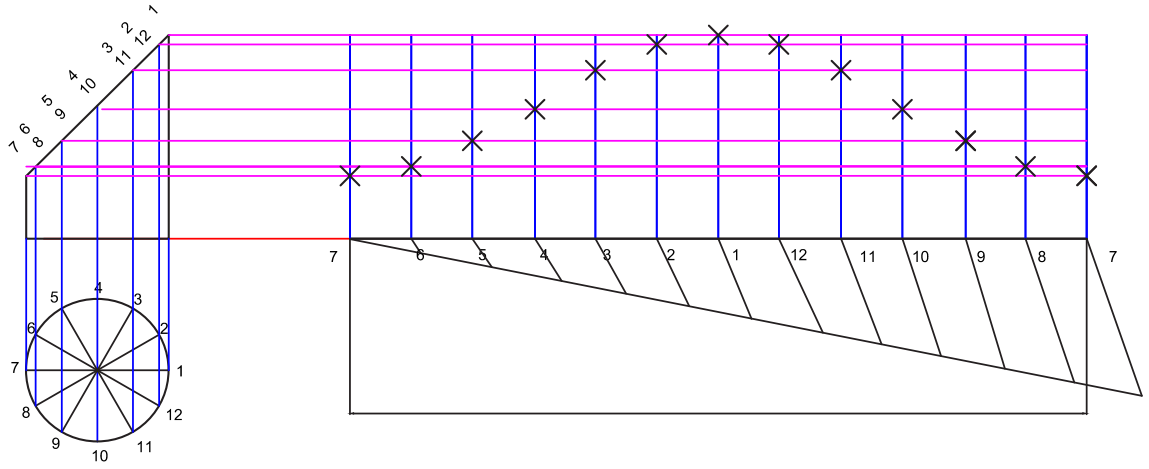
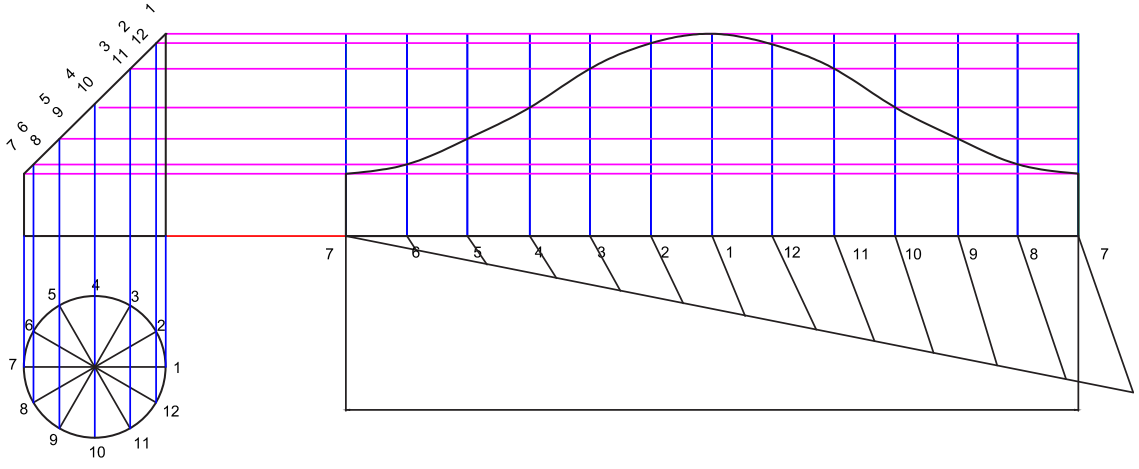
المحيط = القُطْر × Π.

المثال (5-9)

أنبوب أسطواني الشكل، قُطْره (50) مم، وطوله (70) مم، وهو مقطوع بشكل مائل، وأقل طول له (20) مم. ارسم إفراد سطح الأسطوانة الجانبي؛ علمًا بأن خط القطع عند الجانب الأقل ارتفاعًا.

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم المسقط الأمامي والمسقط الأفقي، بحيث يظهر فيهما أكبر طول وأقل طول لجوانب الأسطوانة كما في الشكل (1).	 الشكل (1).
2	- قسِّم الدائرة في المسقط الأفقي إلى (12) قسمًا متساويًا، ثم رقِّمها (يمكن الاكتفاء بـ 6 أقسام، أو 8 أقسام). - أسقط خطوطًا رأسية من نقاط التقسيم على المسقط الأمامي، بحيث تقطع خط مستوى القطع في النقاط المناظرة كما في الشكل (2).	 الشكل (2).

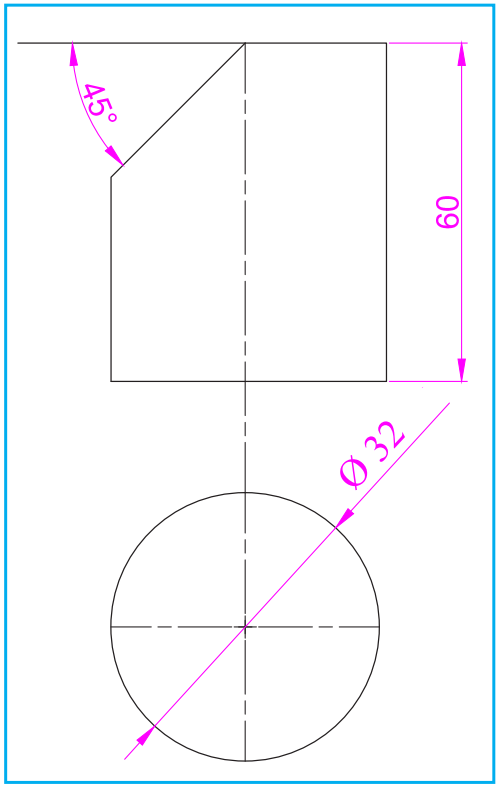
الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
3	- ارسم خط الإفراد الأساسي الأفقي على يمين المسقط الأمامي بإسقاط خط القاعدة الذي طوله يساوي محيط القاعدة؛ أي (3.14×50) مم. - قسِّم خط الإفراد إلى (12) قسمًا. - أقم أعمدة من نقاط التقسيم بحيث تتقاطع مع خطوط الإسقاط المناظرة من المسقط الأمامي كما في الشكل (3).	 الشكل (3).
4	- ارسم خطًّا يصل بين نقاط التقاطع يبيّن إفراد الأسطوانة، كما في الشكل (4).	 الشكل (4).

فكِّر ثم أجب

هل يمكن رسم إفراد الأسطوانة القائمة المقطوعة؛ بمعرفة قُطْرها وارتفاعها حسابيًّا؟

التمرين (5-8)

يُبيِّن الشكل (5-15) أسطوانة قائمة مقطوعة بزاوية (45°) عند خط محورها، وارتفاعها (60) مم، وقُطْرها (32) مم. ارسم إفراد سطح الأسطوانة الجانبي؛ علمًا بأن خط القطع عند الجانب الأقل ارتفاعًا.



الشكل (5-15): أسطوانة قائمة مقطوعة بزاوية (45°).

نشاط

استخدم الورق المقوّى لتكوين الأسطوانة المقطوعة في المثال (5-9)؛ على أن يكون خط القطع عند الجانب الأكثر ارتفاعًا.

3 - الإفراد القُطْري (Radial Line Development)

يُستعمَل الإفراد القُطْري للأجسام والأشكال ذوات السطوح المائلة التي تتكوَّن من خطوط تلتقي في مركز مُحدَّد، مثل: الأشكال المخروطية، والأشكال الهرمية.

في هذا النوع من الإفراد تتلاقى أطراف سطوح الإفراد في نقطة واحدة خلافًا للإفراد المتوازي.

الخطوات الرئيسة لعمل الإفراد القُطْري:

أ- رسم المسقط الأمامي والمسقط الأفقي.

ب- رسم قوس بنصف قُطْر يساوي طول الراسم.

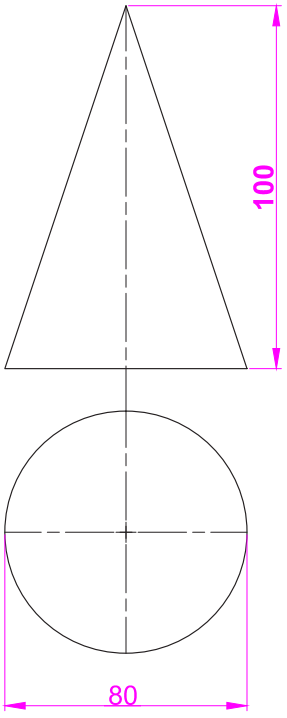
جـ - تقسيم القوس إلى عدد من الأقسام يساوي عدد أقسام المسقط الأفقي.

د- تحديد طول الراسم عند مستوى القطع.

أ ـ إفراد المخروط القائم والمقطوع

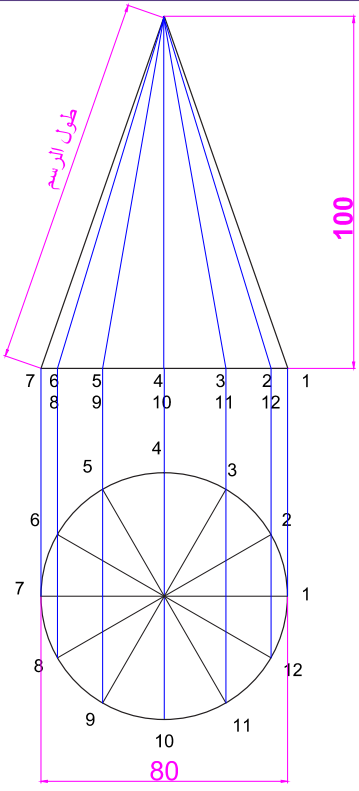
المثال (5-10)

يُبيِّن الشكل (5-16) المسقطين الأمامي والأفقي لمخروط قائم، قُطْر قاعدته (80) مم، وارتفاعه (100) مم. ارسم إفراد السطح الجانبي لهذا المخروط.

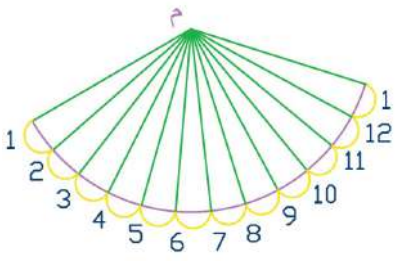


الشكل (5-16): المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لمخروط قائم.

الحل

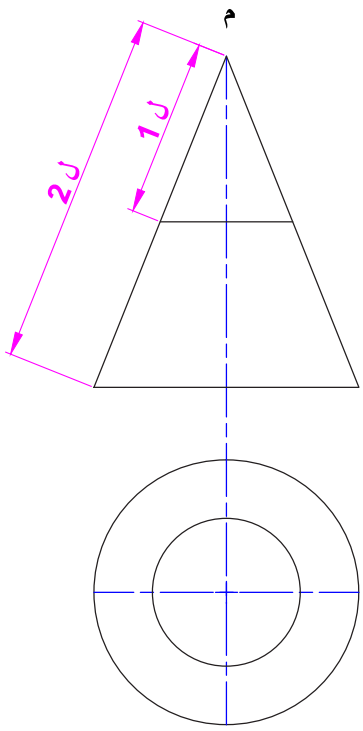
الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم المسقط الأمامي والمسقط الأفقي للمخروط. - قسِّم الدائرة في المسقط الأفقي إلى عدد من الأقسام المتساوية، ولتكن (12) قسمًا. - أسقط من نقاط التقسيم خطوطًا رأسية على قاعدة المخروط في المسقط الأمامي، ثم صلها برأس المخروط.	

الشكل (1).

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
2	- حدِّد نقطة المركز (م)، ثم افتح الفرجار فتحة تساوي طول الراسم. - ارسم قوسًا، ثم حدِّد النقطة (1) على بداية القوس. - افتح الفرجار فتحة تساوي طول أحد اقسام الدائرة في المسقط الأفقي، ثم قسِّم القوس بعدد أقسام دائرة المسقط الأفقي كما في الشكل (2)، ثم صل النقطة (1) الأخيرة بالنقطة (م)، فينتج إفراد المخروط.	 الشكل (2).

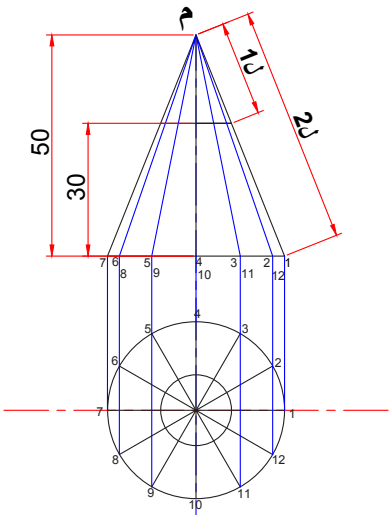
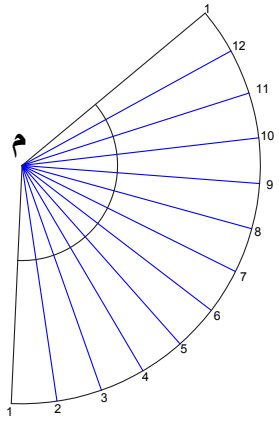
المثال (5-11)

يُبيِّن الشكل (5-17) المسقطين الأمامي والأفقي لمخروط قائم، قُطْر قاعدته (40) مم، وهو مقطوع بمستوى موازٍ للقاعدة، على ارتفاع (30) مم، وارتفاعه (50) مم. ارسم إفراد السطح الجانبي للمخروط.



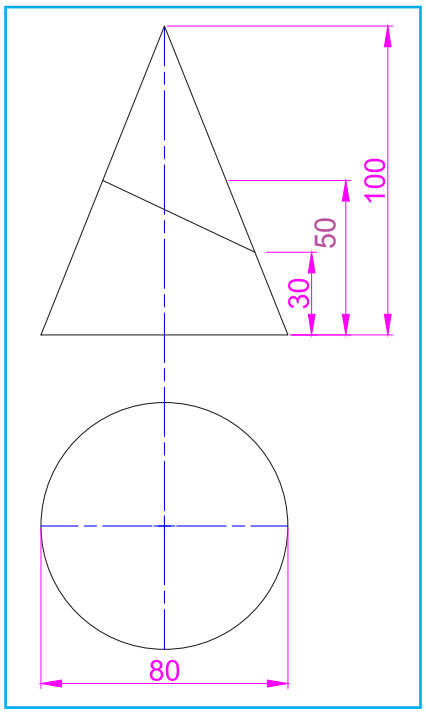
الشكل (5-17): المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لمخروط قائم مقطوع بمستوى موازٍ للقاعدة.

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم المسقطين الأمامي والأفقي للمخروط الناقص بمقياس الرسم (1:1). - قسِّم المسقط الأفقي إلى عدد من الأقسام المتساوية، ولتكن (12) قسمًا، ثم رقِّم هذه الأقسام كما في الشكل (1).	 الشكل (1).
2	- افتح الفرجار فتحة تساوي الطول (ل2) من المسقط الأمامي الذي يُمثِّل طول الراسم. - ثبِّت الفرجار في النقطة (م). وبالفتحة نفسها، ارسم قوسًا. - حدِّد النقطة (1) على القوس، ثم افتح الفرجار فتحة تساوي طول أحد أقسام الدائرة في المسقط الأفقي. - قسِّم القوس إلى (12) قسمًا، بحيث يبدأ بالنقطة (1)، وينتهي فيها، ثم صِلِ النقطة (م) بالنقطة (1) من الجهتين. - افتح الفرجار فتحة تساوي الطول (ل1) من المسقط الأمامي، ثم ثبِّت الفرجار في النقطة (م)، ثم ارسم قوسًا تقطع المستقيم (م1) من الجهتين، فتكون هذه القوس هي الحد العلوي للإفراد كما في الشكل (2).	 الشكل (2).

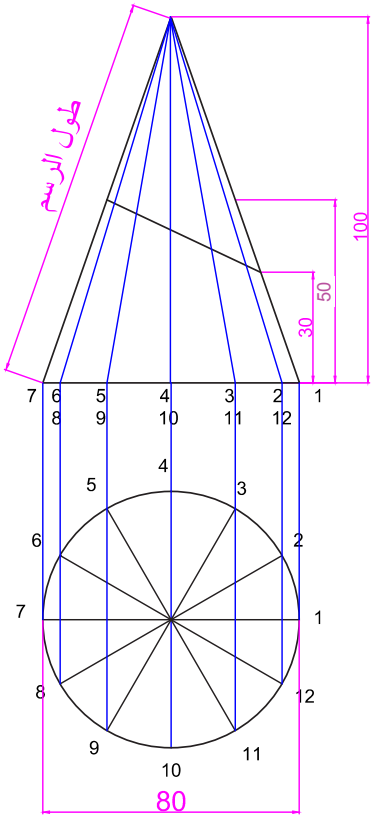
المثال (5-12)

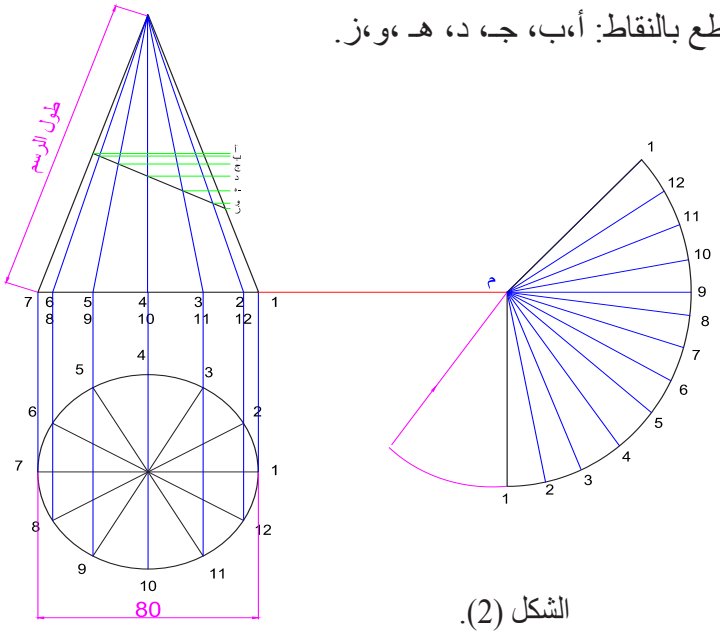
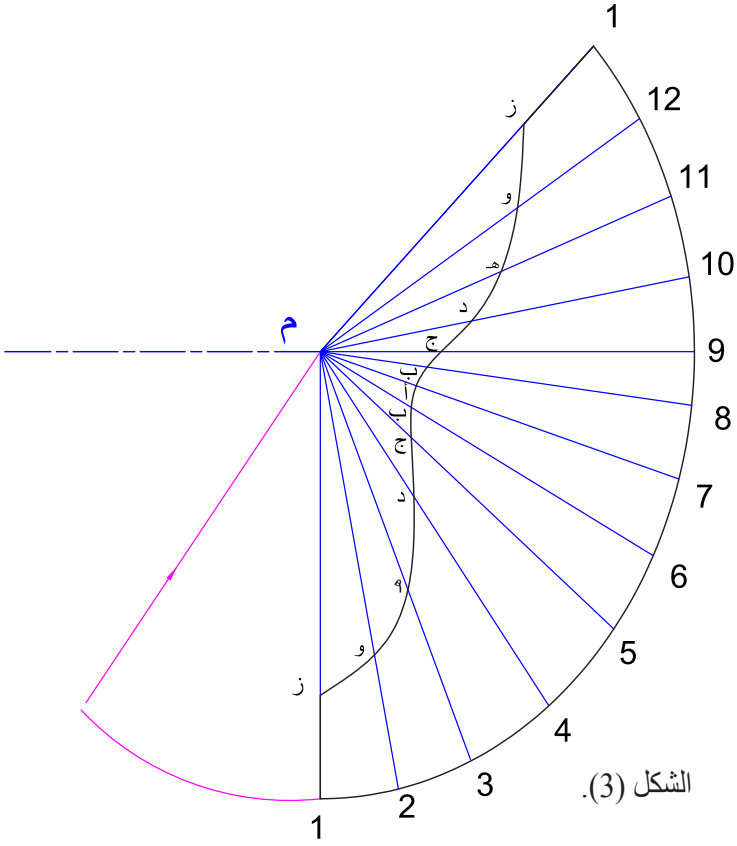
يُبيِّن الشكل (5-18) مخروطًا قائمًا، قُطْر قاعدته (80) مم، وهو مقطوع بمستوى يميل على القاعدة، وارتفاعه الأكبر (70) مم، وارتفاعه الأصغر (30) مم، وارتفاع المخروط الكامل (100) مم. ارسم إفراد السطح الجانبي لهذا المخروط.



الشكل (5-18): المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لمخروط مقطوع بزاوية.

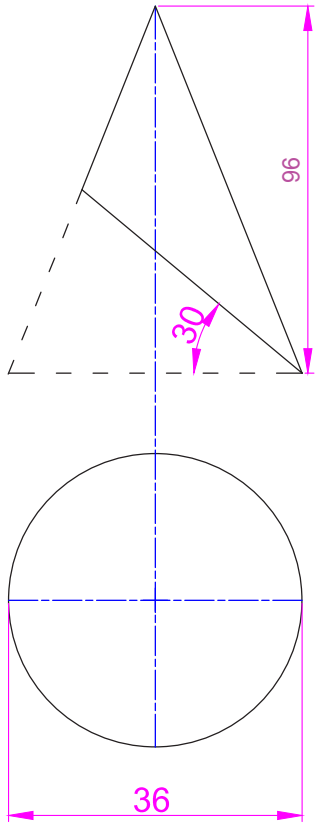
الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم المسقطين الأمامي والأفقي للمخروط المقطوع. - قسِّم المسقط الأفقي إلى عدد متساوٍ من الأقسام، وليكن (12) قسمًا، ثم رقِّم هذه الأقسام. - أسقط نقاط التقسيم على المسقط الأمامي، ثم صِلها برأس المخروط؛ بحيث تقطع خط القطع كما في الشكل (1).	 الشكل (1).

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
2	- ثبِّت الفرجار في النقطة م، ثم ارسم قوسًا نصف قُطْرها يساوي الراسم الأساسي للمخروط بنقله من المسقط الأمامي. - حدِّد طول القوس: 1،2،3...1،12 بطريقة نقل الأبعاد من المسقط الأفقي كما في الشكل (2). - حدِّد طول الراسم لخط القطع بالنقاط: أ،ب، جـ، د، هـ ،و،ز.	 الشكل (2).
3	- حدِّد خط القطع على الإفراد عن طريق طول الراسم لكل نقطة على خط القطع في المسقط الأمامي. فمثلًا، المسافة (م أ) تُمثِّل طول الراسم للنقطة (7). - انقل بقية الأبعاد (م ب،م جـ، م د،م هـ، م و، م ز)، ثم صِلْ بين النقاط كما في الشكل (3).	 الشكل (3).

التمرين (5-9)

يُبيِّن الشكل (5-19) مخروطًا قائمًا، قُطْر قاعدته (36) مم، وارتفاعه (96) مم، وهو مقطوع بزاوية (30º) من جهة القاعدة. ارسم إفراد المخروط باستعمال مقياس الرسم (1:1).

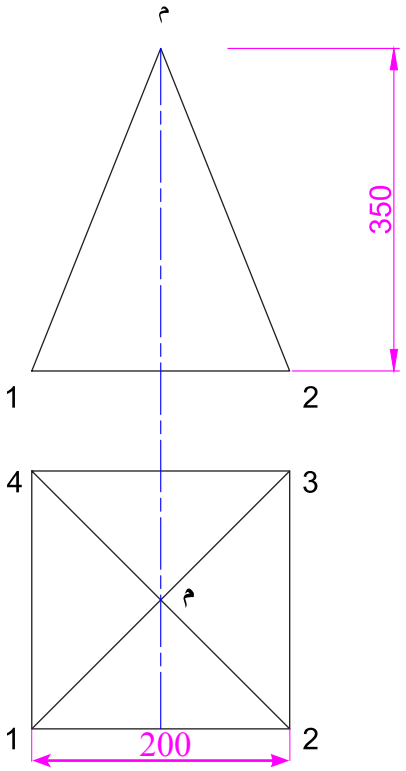


الشكل (5-19): المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لمخروط مقطوع من الأسفل.

ب - إفراد الهرم القائم والمقطوع

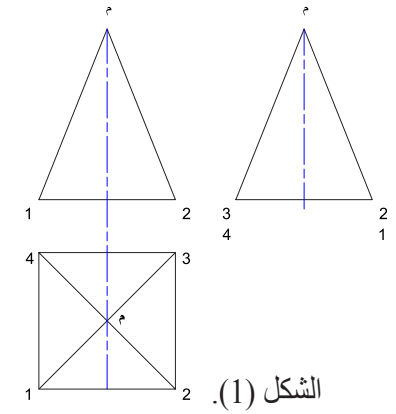
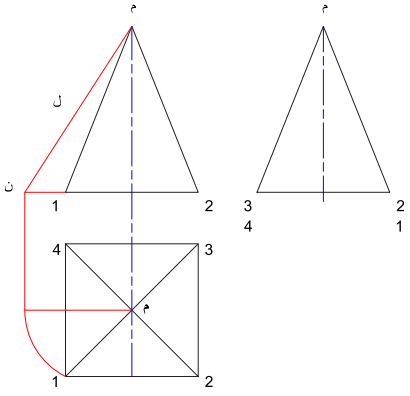
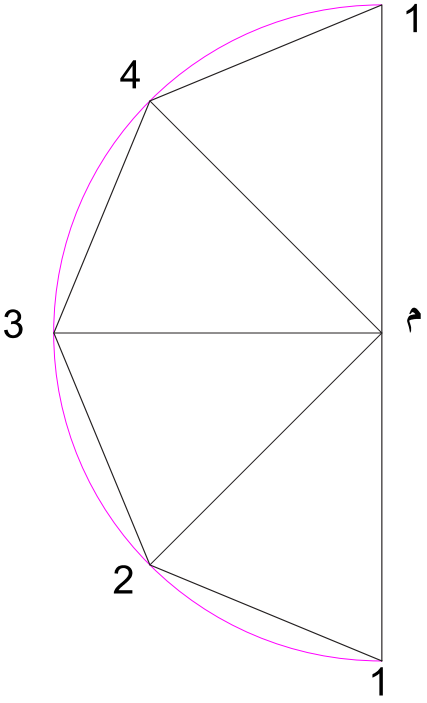
المثال (5-13)

يُبيِّن الشكل (5-20) هرمًا رباعيًّا قائمًا قاعدته مربعة، وطول ضلعها (200) مم، وارتفاعه (350) مم. ارسم إفراد السطوح الجانبية لهذا الهرم باستعمال مقياس الرسم (1:5).



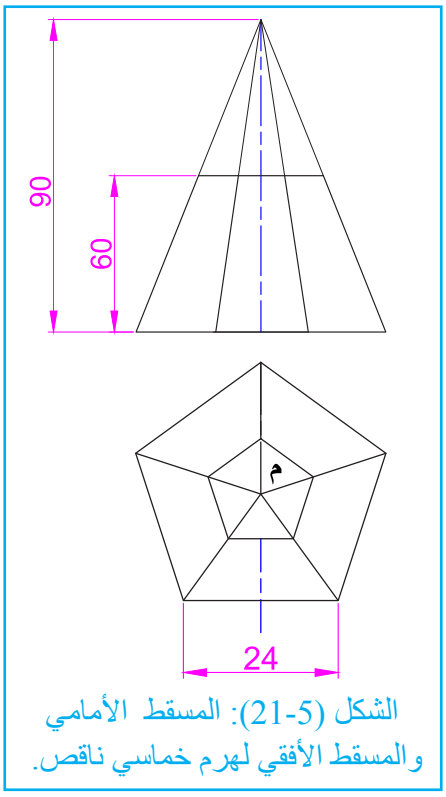
الشكل (5-20): المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لمخروط مقطوع من الأسفل.

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم المساقط الثلاثة للهرم الرباعي (الأمامي، والجانبي والأفقي) باستعمال مقياس الرسم المطلوب. - رقِّم رؤوس القاعدة في المسقط الأفقي، ثم أسقط الأرقام على المسقط الأمامي ثم أظهرها على المسقط الجانبي كما في الشكل (1).	 الشكل (1).
2	جِدِ الطول الحقيقي لحرف الهرم (م1) كما يأتي: - ثبِّت الفرجار في النقطة (م) بالمسقط الأفقي. وبنصف قُطْر يساوي (م1)، ارسم قوسًا تقطع الخط الأفقي المار بالنقطة (م). - ارسم عمودًا من نقطة التقاطع؛ بحيث يلاقي امتداد قاعدة المسقط الأمامي في النقطة (ن). - صِلِ النقطة (م ن)، فيكون ذلك هو الطول الحقيقي للحرف (م1) (طول الراسم) كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
3	- ثبِّت الفرجار في النقطة (م). وبفتحة تساوي طول الراسم (م ن) من المسقط الأمامي، ارسم قوسًا. - حدِّد النقطة (1) على القوس، ثم صِلِ النقطة (م1)، ثم افتح الفرجار فتحة تساوي طول ضلع القاعدة من المسقط الأفقي، مُحدِّدًا النقاط 1،4،3،2 على التوالي. - صِلِ النقطة (م) بالنقطة (1) من الجهتين، ثم صِلْ بين النقاط: (1234) بخطوط مستقيمة كما في الشكل (3). - حدِّد خطوط الثني بتوصيل النقاط: (4،3،2) بالنقطة (م).	 الشكل (3).

التمرين (5-10)

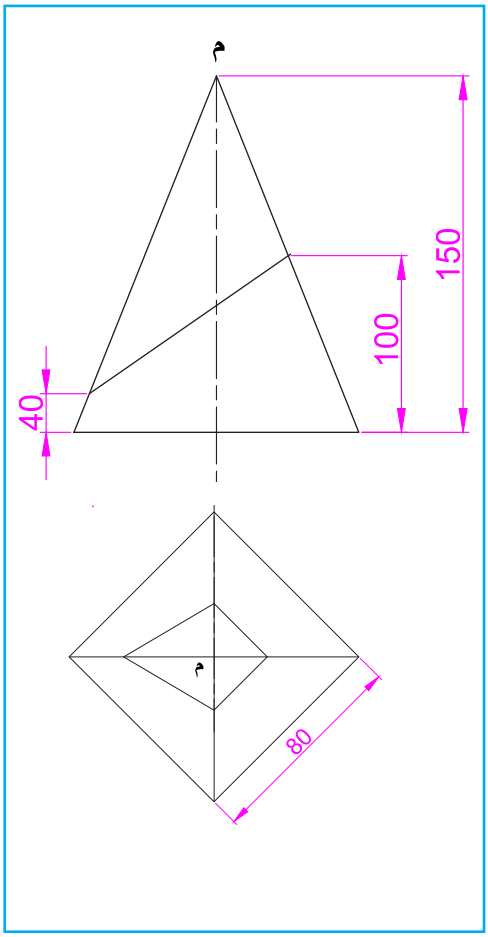
يُبيِّن الشكل (5-21) المسقطين الأمامي والأفقي لهرم خماسي ناقص، طول ضلع قاعدته (24) مم، وارتفاعه (60) مم، وارتفاع الهرم الكامل (90) مم. ارسم إفراد هذا الهرم باستعمال مقياس الرسم (1:1).



الشكل (5-21): المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لهرم خماسي ناقص.

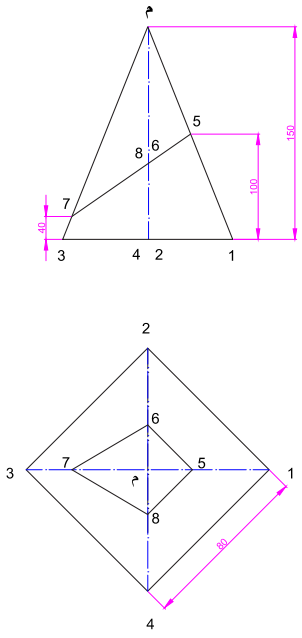
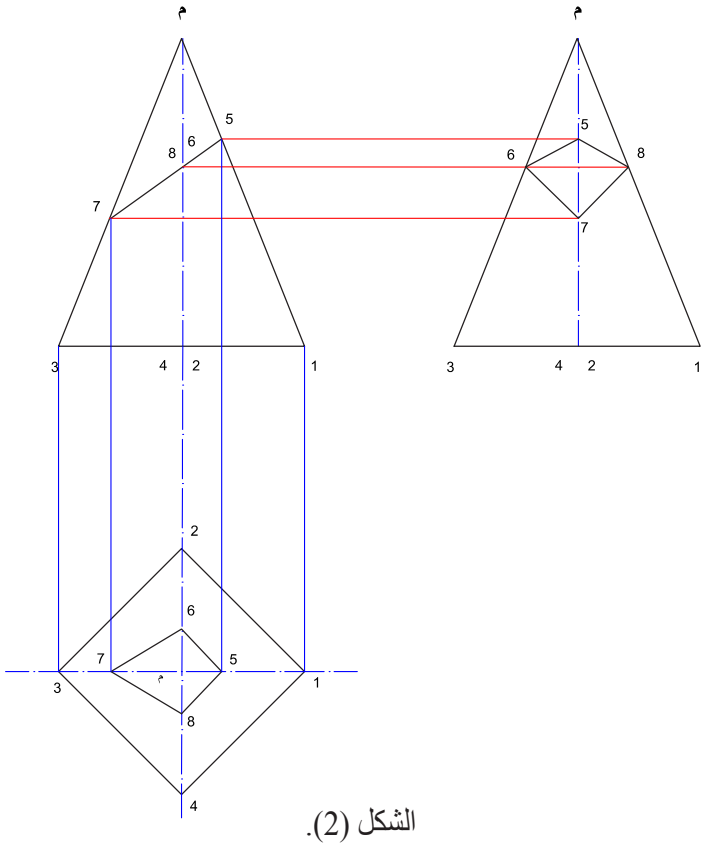
المثال (5-14)

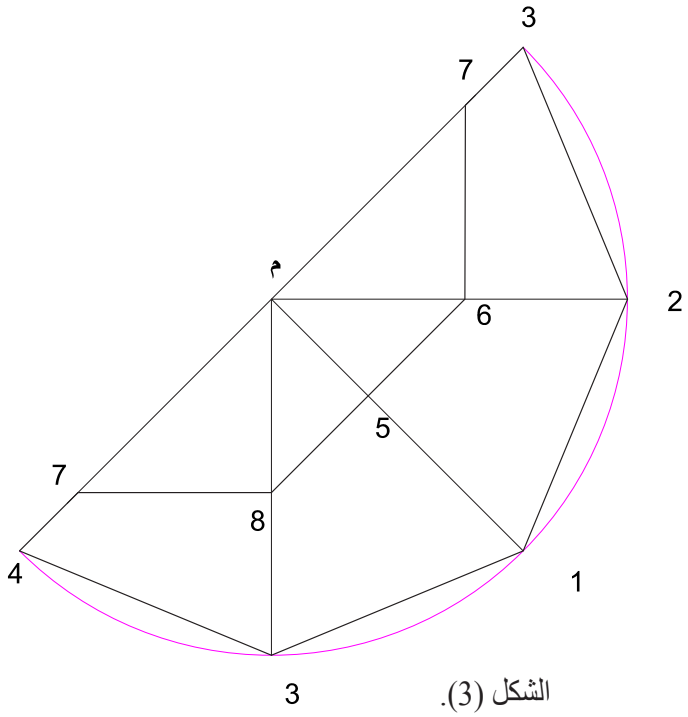
يُبيِّن الشكل (5-22) المسقطين الأمامي والأفقي لهرم رباعي قائم، قاعدته مربعة، وطول ضلعه (80) مم، وارتفاعه (150) مم. قُطِّع هذا الهرم بمستوى مائل على القاعدة، بحيث كان ارتفاعه الأكبر (100) مم، وارتفاعه الأصغر (40) مم. ارسم إفراد السطوح الجانبية للهرم باستعمال مقياس الرسم (1:2).



الشكل (5-22): المسقط الأمامي والمسقط الأفقي لهرم رباعي مقطوع.

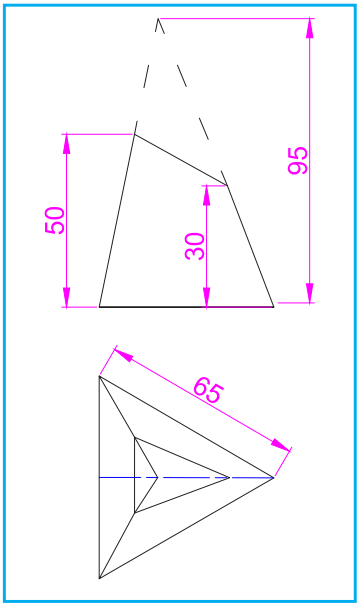
الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم المسقط الأمامي للهرم، ثم ارسم مسقطه الأفقي (يُمثِّل الضلعان الجانبيان للمسقط الأمامي الطول الحقيقي لراسم الهرم)، انظر الشكل (1).	 الشكل (1).
2	- حدِّد الطول الحقيقي لحرفَي الهرم الآخريْن (2-6)، (4-8) في المسقط الأمامي، وذلك بإسقاط النقطتين (6) و(8) أفقيًّا على الحرفين (م2) و(م4) في المسقط الجانبي على التوالي، فيكون الضلعان الجانبيان للمسقط الجانبي هما الطول الحقيقي لهما، انظر الشكل (2).	 الشكل (2).

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
3	- افتح الفرجار فتحة تساوي طول الراسم (م1)، أو (م3). ومن النقطة (م)، ارسم قوسًا رفيعة. - حدِّد على القوس أضلاع القاعدة الأربعة، ثم رقِّمها بحسب الترقيم المُبيَّن في المسقط الأفقي، وهو (3،2،1،4،3)، ثم صِلِ النقاط بالمركز (م). - ثبِّت الفرجار في النقطة (م). وبفتحة تساوي (م5) من المسقط الأمامي، ارسم قوسًا تقطع الخط (م1) في النقطة (5)، واتبع الطريقة نفسها لتنتج النقطة (7)، ثم كرِّر الخطوة السابقة لتنتج النقطتان (6) و(8). - صِلْ بين النقاط المختلفة لينتج إفراد السطح الجانبي للهرم المقطوع بشكل مائل، ثم حدِّد خطوط الثني وخط الوصل كما في الشكل (3).	 الشكل (3).

التمرين (5-11)

يُبيِّن الشكل (5-23) هرمًا ثلاثيًّا طول ضلع قاعدته (65) مم، وارتفاعه (95) مم، وقد قُطِّع بزاوية (30°) على ارتفاع (50) مم من القاعدة. ارسم إفراد هذا الهرم باستعمال مقياس الرسم (1:1)؛ علمًا بأن خط الوصل عند ارتفاعه الأكبر.



الشكل (5-23): هرم ثلاثي.

ثالثًا: إفراد أشكال هندسية أكثر تعقيدًا

يُقصَد بإفراد هذه الأشكال جميع الأشكال الهندسية المُركَّبة التي يتطلَّب إفراد سطوحها دقة أكبر من الأشكال البسيطة؛ لأنها تتكوَّن من عدد من المقاطع المختلفة. وفي ما يأتي بعض الأمثلة العملية على إفراد السطوح والأشكال الهندسية المُركَّبة:

- الأكواع (Elbows).
- مجرى على شكل حرف (T) (Round –T- Connection).
- المدخنة (Chimney).
- النقّاصات (Reducers) المستطيلة المقطع.
- مُحوِّل المقطع المربع إلى مقطع دائري (Transition piece –Square to Round).

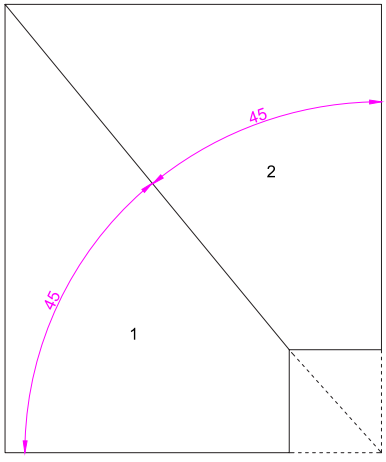
لإفراد السطوح الجانبية لهذه الوصلات والأكواع، يمكن استخدام الإفراد المستقيم (البسيط)، أو الإفراد الموازي، أو الإفراد القُطْري، أو الإفراد بطريقة المثلثات، أو بعض هذه الطرائق؛ تبعًا لشكل الوصلات، والأجزاء المختلفة التي تتكوَّن منها، وأبعادها.

وفي ما يأتي بعض القواعد التي يجب مراعاتها لتسهيل الإفراد المطلوب:

- تحديد عدد القطع التي تتكوَّن منها الوصلة، والشكل الحقيقي لكل قطعة.
- تحديد القطع المتماثلة، والاكتفاء بعمل إفراد لإحداها مرة واحدة، وعدم تكرار إفراد القطع المتشابهة.
- استخدام طريقة نقل الأبعاد في حالة الإفرادات التي يتعذَّر فيها الإفراد بالإسقاط.
- الاقتصاد، وتوفير المواد الأولية، وذلك باختيار الطريقة المثلى للإفراد.
- استخدام الطبعات (الشبلونات) لتسريع عملية الإفراد في بعض الحالات، الاعتماد على القواعد والأسس العملية المُتَّبَعة في تنفيذ الإفرادات.

1 - إفراد الأكواع القائمة

تتكون الأكواع القائمة الدائرية من قطعتين أو أكثر، ويختلف شكل الإفراد لكل قطعة من قطع الكوع بحسب خط الوصل. تُستخدَم طريقة الإفراد الموازي لإفراد الكوع القائم الدائري، وتتطلَّب هذه العملية رسم المسقط الأمامي للكوع؛ إذ يُرسَم المسقط الأمامي للكوع القائم الدائري المقطع المُكوَّن من قطعتين بسهولة؛ لأن كل قطعة منه تُشكِّل زاوية قياسها (45°) من زاوية الكوع القائمة البالغة (90°)، انظر الشكل (5-24).



الشكل (5-24): كوع قائم (90°)

إذا زاد عدد قطع الكوع القائم الزاوية عن قطعتين، فإن كل قطعة تُمثِّل جزءًا من الزاوية القائمة؛ وفقًا لما يأتي:

$$\text{س} = \frac{90}{2 - \text{ع} \times 2}$$ ، حيث:

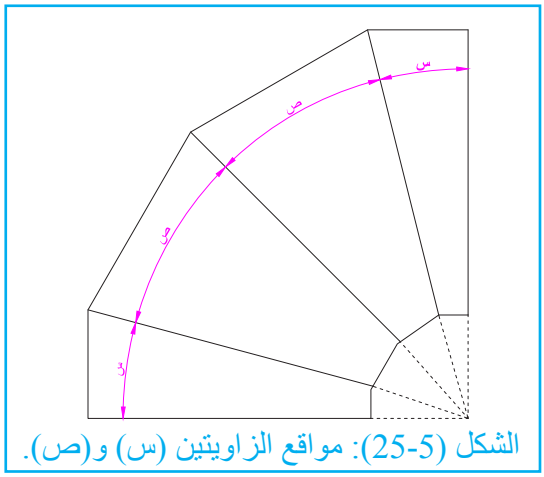
س: زاوية كلٍّ من القطعتين على طرفي الكوع.

ع: عدد قطع الكوع.

$$\text{ص} = \frac{90 - 2 \times \text{س}}{\text{ع و}}$$ ، حيث:

ص: زاوية كلٍّ من قطع الكوع الوسطية.

ع و: عدد القطع الوسطية للكوع.

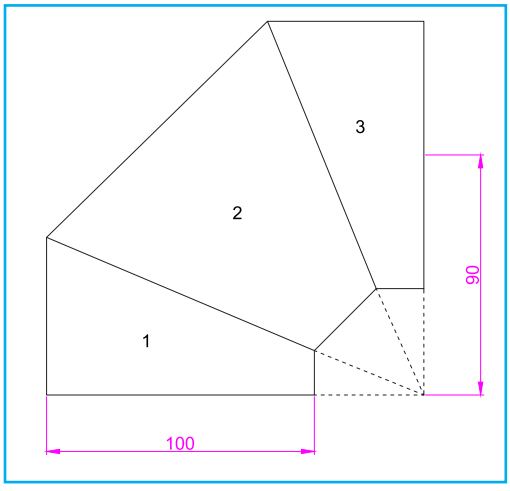


الشكل (5-25): مواقع الزاويتين (س) و(ص).

يُبيِّن الشكل (5 - 25) مواقع الزاويتين (س) و(ص) على الكوع القائم.

المثال (5-15)

جِدْ قيمة زوايا قطع الكوع المُبيَّن في الشكل (5-26)، ثم ارسم الكوع باستعمال مقياس الرسم (1:1).



الشكل (5-26): مواقع الزاويتين (س) و(ص).

الحل

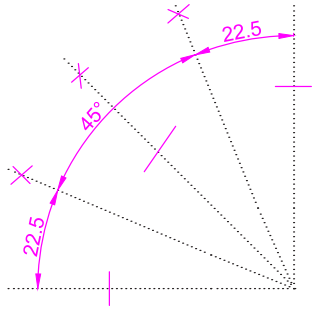
$$\text{س} = \frac{90}{2 - \text{ع} \times 2}$$ ، حيث ع (3) قطع.

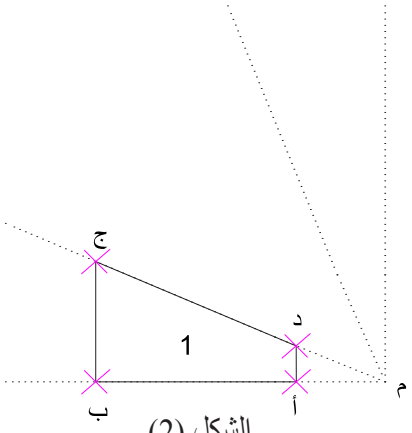
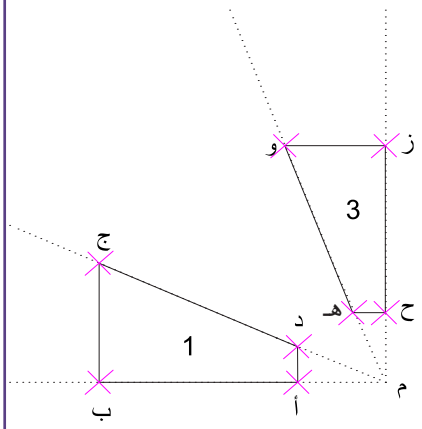
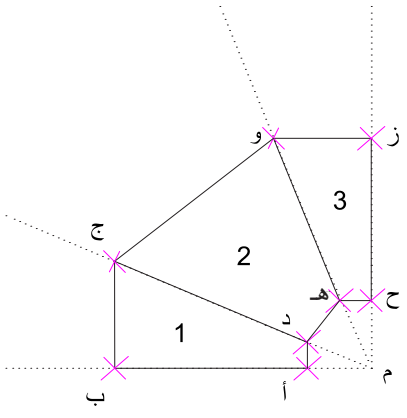
$$\text{س} = \frac{90}{2 - 3 \times 2} = \frac{90}{4} = 22.5^{\circ}$$

$$\text{ص} = \frac{90 - 2 \times \text{س}}{\text{ع و}}$$ ، حيث ع و قطعة واحدة.

$$= \frac{90 - 45}{1} = 45^{\circ}$$

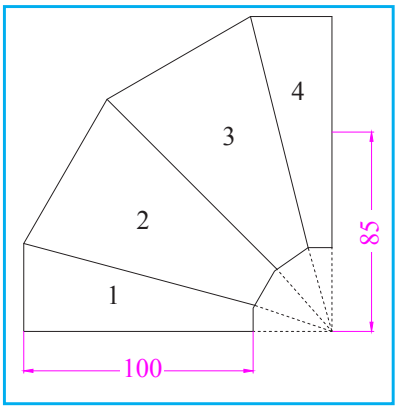
لرسم الكوع، اتَّبِع الخطوات الآتية:

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم زاوية قائمة، ثم نصِّفها باستعمال الفرجار، ثم نصِّف الزاويتين الناتجتين، فينتج الشكل (1).	 الشكل (1).

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
2	- ارسم الخط (أ ب) بحسب الأبعاد؛ أي بطول (100) مم، ثم ارسم خطين عموديين من النقطتين (أ) و(ب) يقطعان زاوية القطعة رقم (1) كما في الشكل (2)، ثم صِلْ بين النقطتين (ج) و(د)، فتنتج القطعة رقم (1).	 الشكل (2).
3	- ارسم الخط (ح ز) بحسب الأبعاد، ثم ارسم خطين أفقيين من النقطتين (ح) و(ز) يقطعان ضلع زاوية القطعة رقم (3) كما في الشكل (3)، ثم صِلْ بين النقطتين (هـ) و(و)، فتنتج القطعة رقم (3).	 الشكل (3).
4	- صِلْ بين النقطتين (و) و(ج) والنقطتين (هـ) و(د)، فينتج كوع يتكوَّن من (3) قطع كما في الشكل (4).	 الشكل (4).

فكِّر ثم أجب:

فيمَ يستفاد من زيادة عدد قطع الكوع؟



الشكل (5-27): كوع مُكوَّن من (4) قطع.

التمرين (5-12)

جِدْ قيمة زوايا الكوع المُبيَّن في الشكل (5-27)، ثم ارسم الكوع باستعمال مقياس الرسم (1:1).

التمرين (5-13)

جِدْ قيمة زوايا قطع الكوع المُكوَّن من:

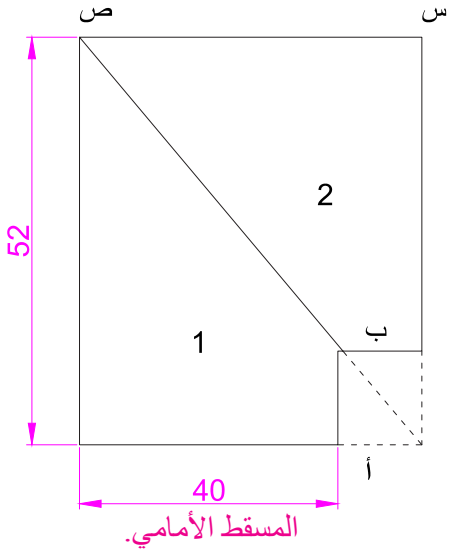
1 - (5) قطع. 2 - (8) قطع.

2 - إفراد الأكواع الدائرية المقطع

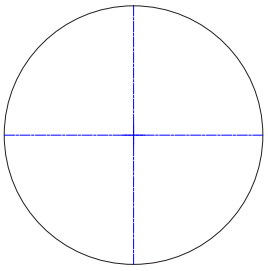
أ- إفراد كوع قائم مُكوَّن من قطعتين: يُوضِّح المثال الآتي التطبيق المباشر لإفراد كوع قائم مُكوَّن من قطعتين، وقد أُفرِدت فيه قطعة واحدة من الكوع؛ لأن إفراد كلٍّ من القطعتين متشابه.

المثال (5-16)

- يُبيِّن الشكل (5-28) كوعًا قائمًا دائري المقطع يتكوَّن من قطعتين أسطوانيتين، قُطْر كلٍّ منهما (40 مم)، وارتفاع كلٍّ من القطعتين (52) مم، وخط الوصل (أ، ب). ارسم إفراد القطعة (1) باستعمال مقياس الرسم (1:1).



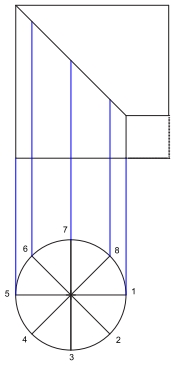
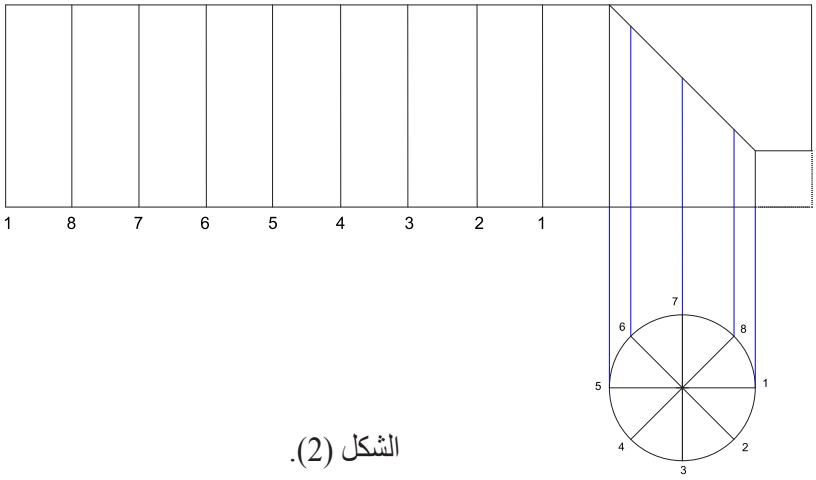
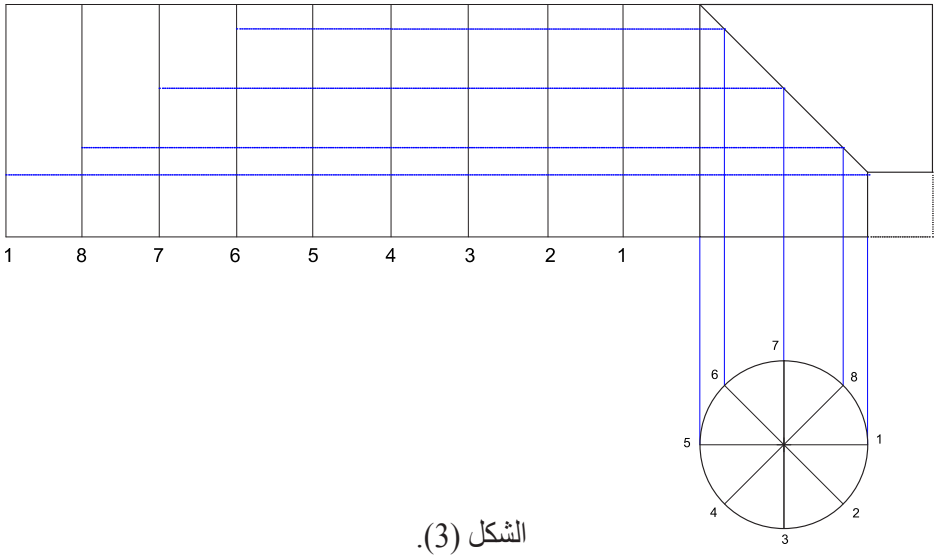
المسقط الأمامي.



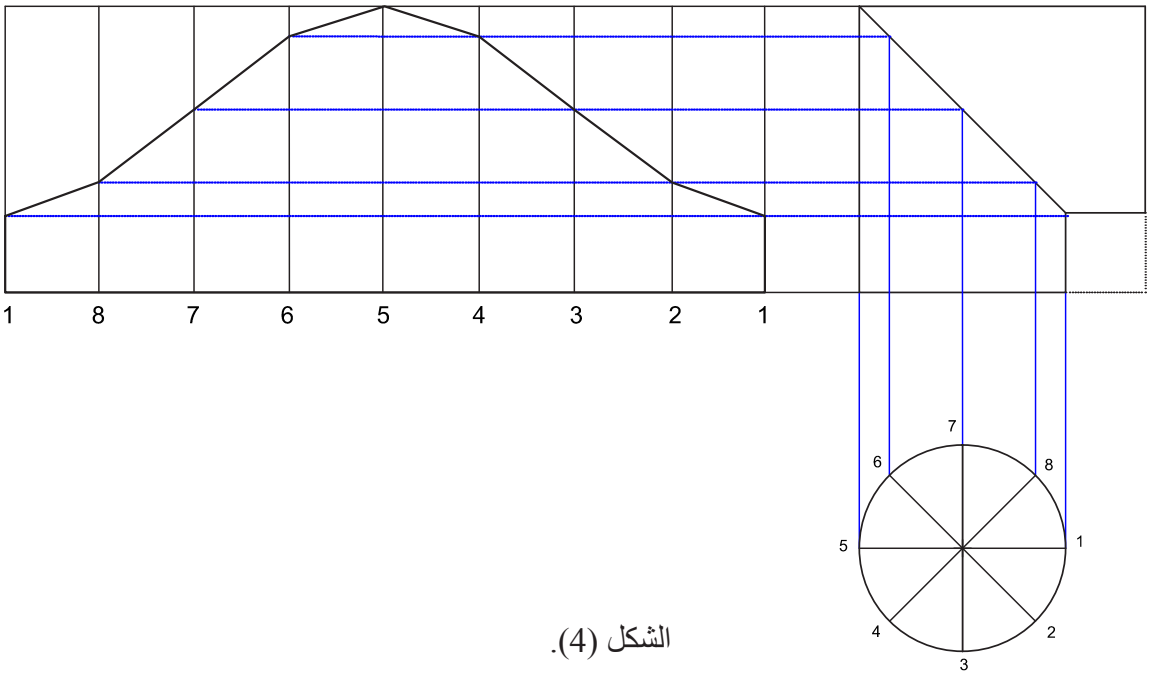
المسقط الجانبي.

الشكل (5-28): كوع قائم دائري المقطع.

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم المسقط الأمامي للكوع باستعمال مقياس الرسم المطلوب. - ارسم المسقط الأفقي للقطعة (1). - قسِّم دائرة المسقط الأفقي إلى (8) أقسام. - رقِّم الأقسام بدءًا بخط الوصل كما في الشكل (1). - أسقط خطوطًا رأسية من نقاط التقسيم في المسقط الأفقي لتقطع المسقط الأمامي كما في الشكل (1).	 الشكل (1).
2	- ارسم خط الإفراد الأساسي الأفقي على يسار المسقط الأمامي، ثم ارسم مستطيل الإفراد، ثم قسِّمه إلى (8) أقسام متساوية، ورقِّم خطوط التقسيم بدءًا بخط الوصل كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
3	- أسقط خطوطًا أفقية من نقاط التقاطع داخل المسقط الأمامي؛ لتقطع خطوط تقسيم خط الإفراد، كما في الشكل (3).	 الشكل (3).

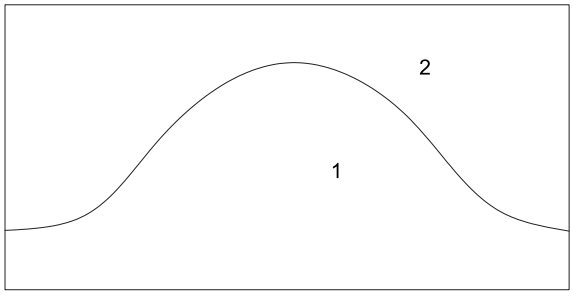
الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
4	- صِلْ بين النقاط الناتجة، فينتج الإفراد المطلوب كما هو مُبيَّن على الخط السميك في الشكل (4).	



الشكل (4).

التمرين (5-14)

في المثال (5-16) السابق، قُصَّ الصاج بجعل خط الوصل (س ص) للقطعة رقم (2)، ليكون شكل إفراد القطعتين كما في الشكل (5-29).



الشكل (5-29): إفراد القطعتين معًا.

ارسم إفراد القطعتين، مراعيًا قَصَّ الصاج من دون زيادة لينتج الشكل (5-29).

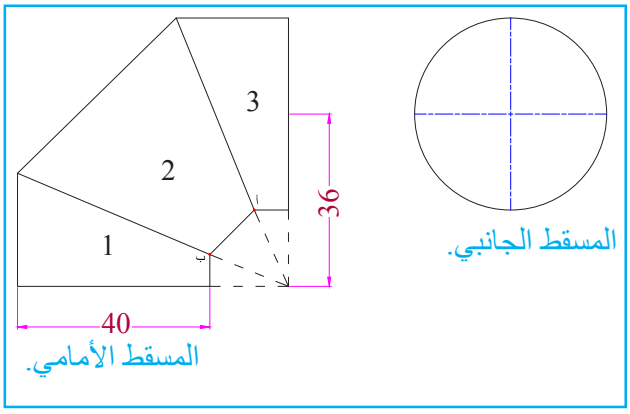
ب ــ إفراد كوع قائم مُكوَّن من أكثر من قطعتين:

يُوضِّح المثال الآتي تطبيق إفراد كوع قائم مُكوَّن من (3) قطع. وفي هذا المثال أُفرِدت القطعة (2) فقط من الكوع القائم؛ لأن القطعتين (1) و(3) لهما الإفراد نفسه، ولأن كلًّا منهما يُمثِّل منتصف القطعة (2)، انظر الشكل (5-30).

الشكل (5-30): كوع قائم مُكوَّن من (4) قطع.

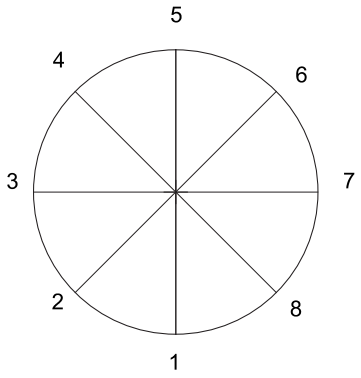
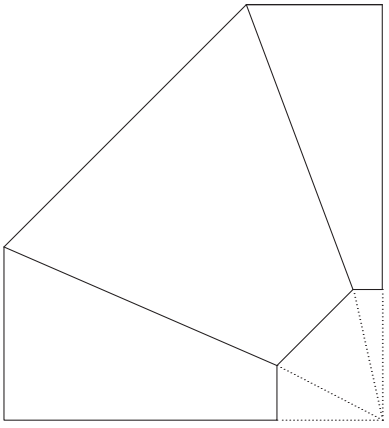
المثال (5-17)

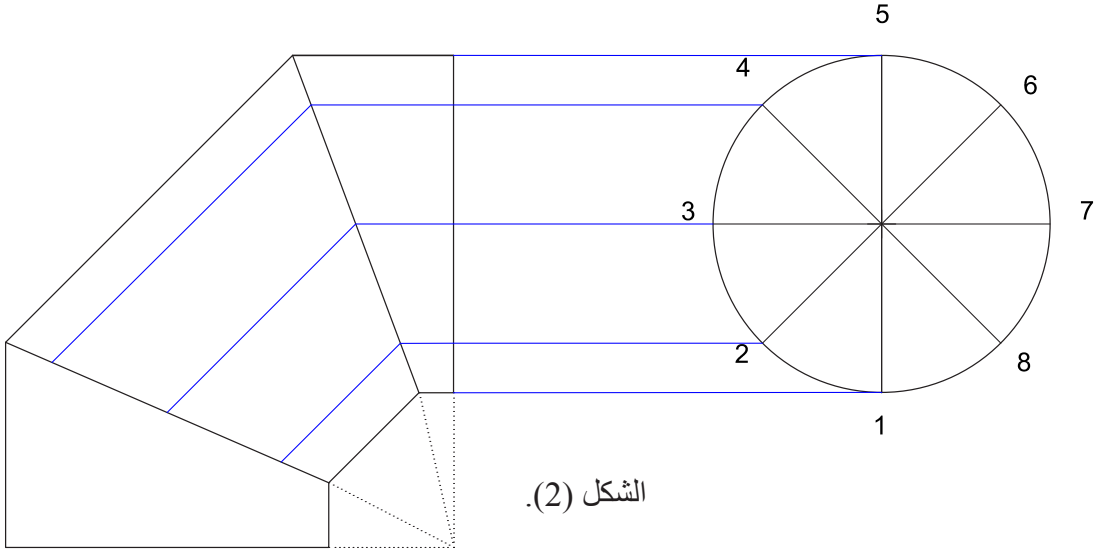
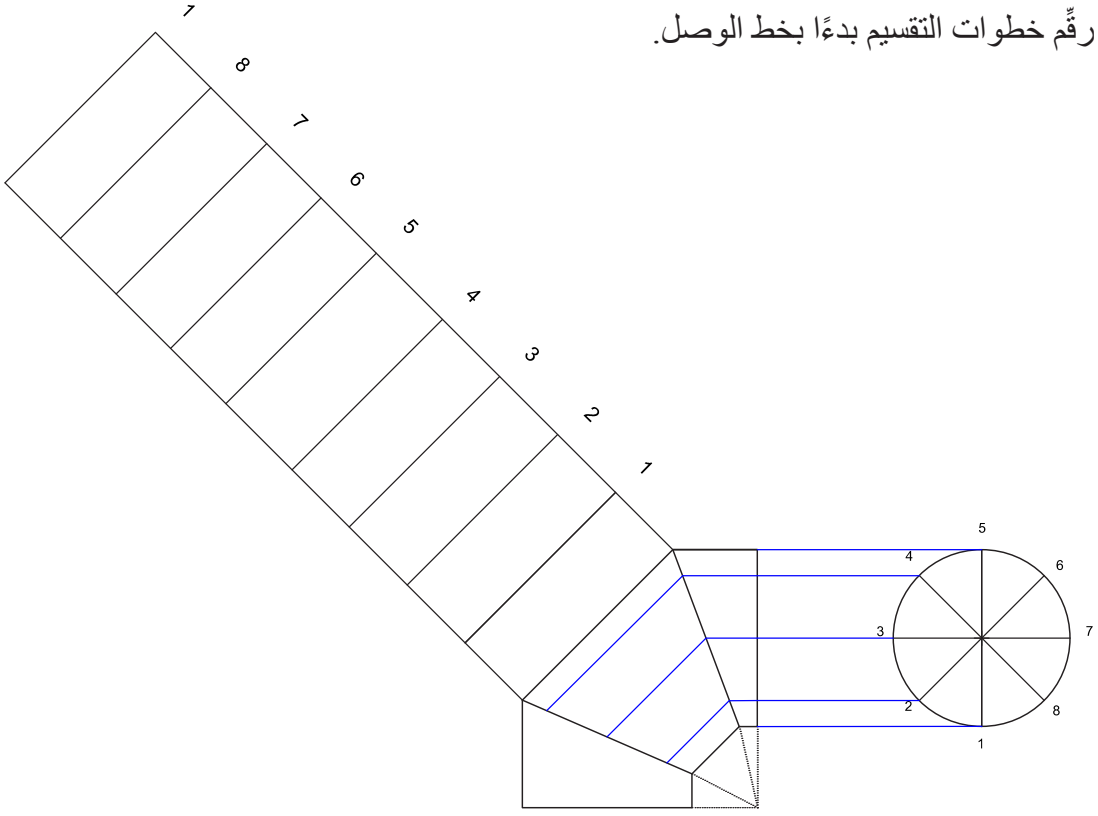
يُبيِّن الشكل (5-31) كوعًا قائمًا دائري المقطع يتكوَّن من (3) قطع، وأبعاده بالمليمترات، وخط الوصل (أ ب). ارسم إفراد القطعة (2) والقطعة (3) باستعمال مقياس الرسم (1:1)

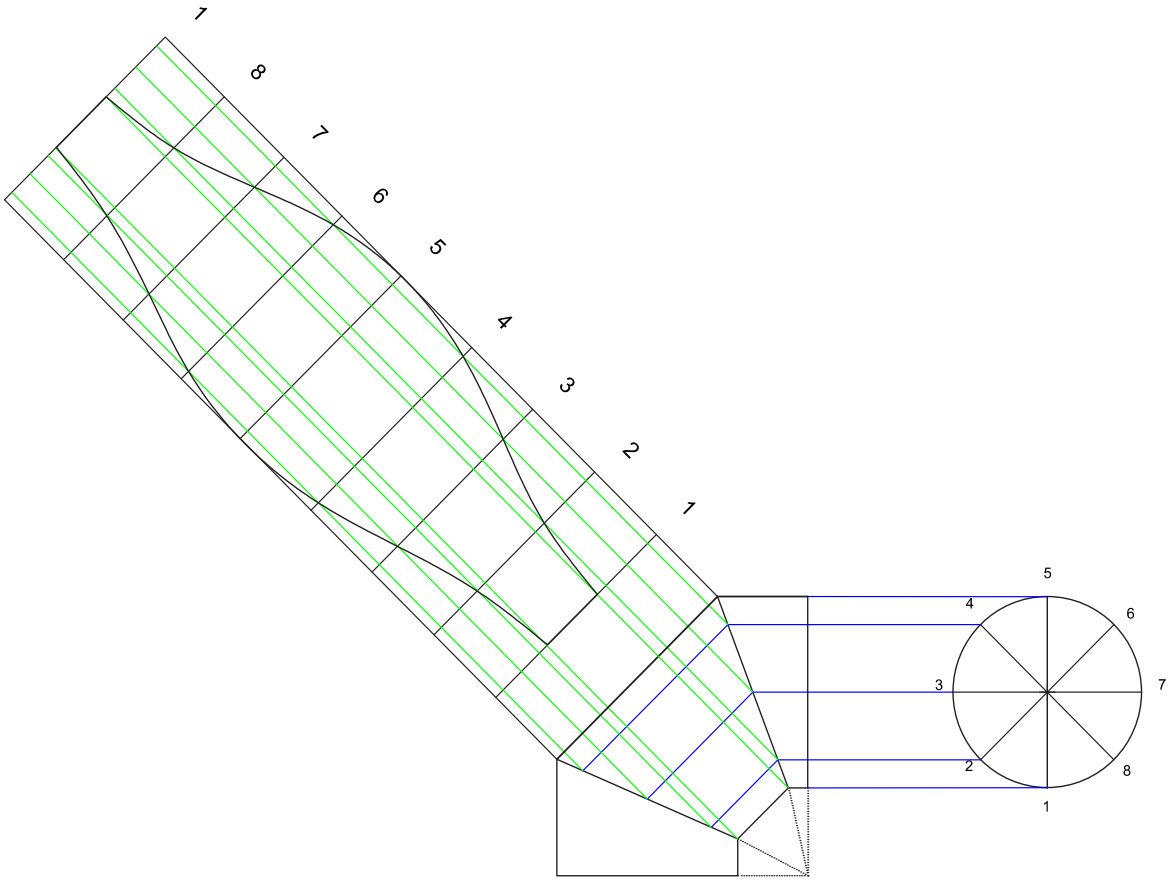


الشكل (5-31): كوع قائم دائري المقطع.

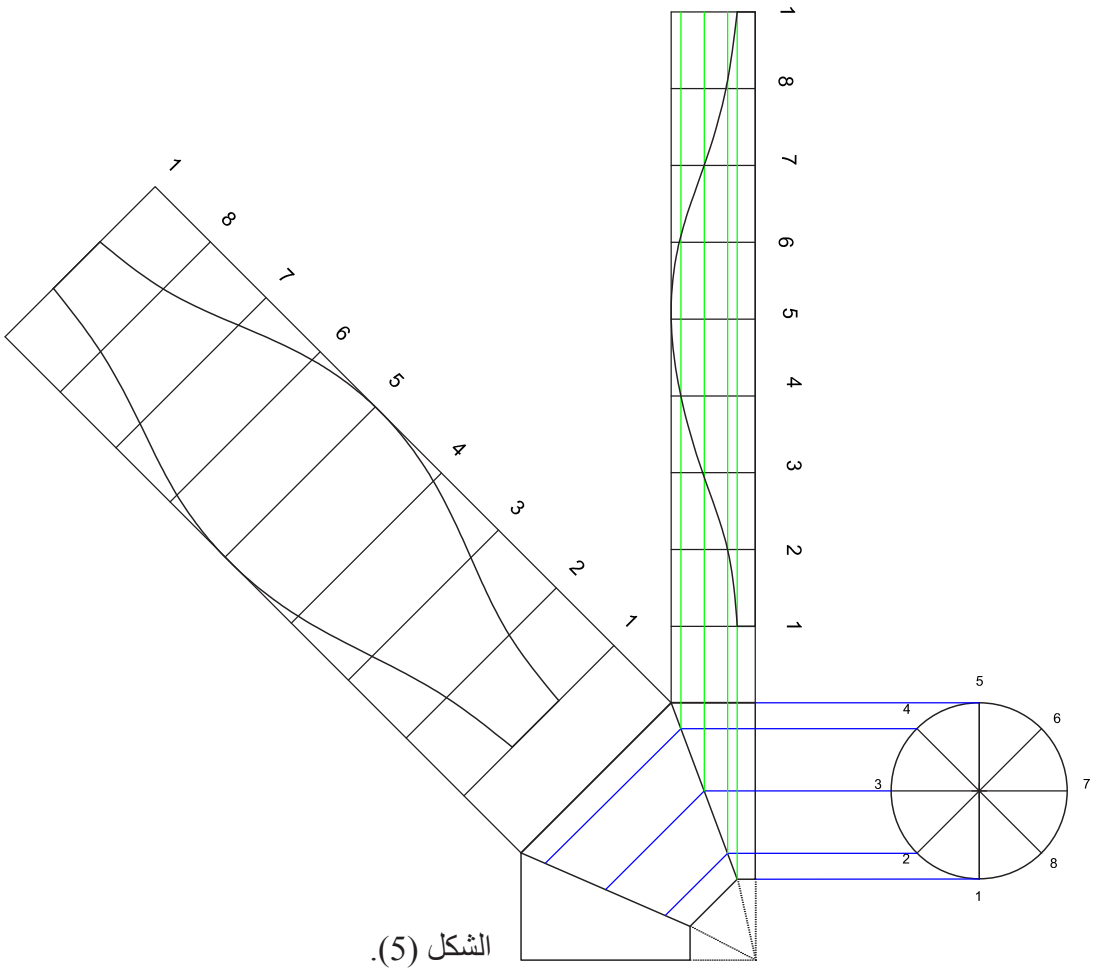
الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم المسقط الأمامي للكوع. - ارسم المسقط الأمامي للكوع، ثم قسِّمه إلى (8) أقسام متساوية، ثم رقِّمه بخط الوصل كما في الشكل (1).	  الشكل (1).

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
2	- أسقط خطوطًا من نقاط تقسيم دائرة المسقط الجانبي في اتجاه المسقط الأمامي لتقطع القطعة (2) كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
3	- ارسم خط الإفراد الأساسي على نحوٍ متعامد على القطعة (2)، مراعيًا أن يساوي طوله محيط دائرة مقطع الكوع (ق ط) كما في الشكل (3)، ثم ارسم مستطيل الإفراد، ثم قسِّمه إلى (8) أقسام متساوية، ثم رقِّم خطوات التقسيم بدءًا بخط الوصل.	 الشكل (3).

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
4	- أسقط خطوطًا من نقاط التقاطع على القطعة (2) التي تُمثِّل النقطة (1) من دائرة المسقط الجانبي في اتجاه خطوط مستطيل الإفراد، ثم حدِّد نقاط التقاطع على الخط (1). - أسقط خطوطًا من نقاط التقاطع على القطعة (2) التي تُمثِّل النقطتين (2) و(8) من دائرة المسقط الجانبي في اتجاه مستطيل الإفراد، ثم حدِّد نقاط التقاطع على الخطين (2) و(8). - كرِّر ما سبق لتظهر بقية النقاط على مستطيل الإفراد. - صِلْ بين النقاط الناتجة، فينتج الإفراد المطلوب كما هو مُبيَّن على الخط السميك في الشكل (4).	 الشكل (4).

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
5	- اتَّبِع الخطوات السابقة لينتج إفراد القطعة (3) كما في الشكل (5).	

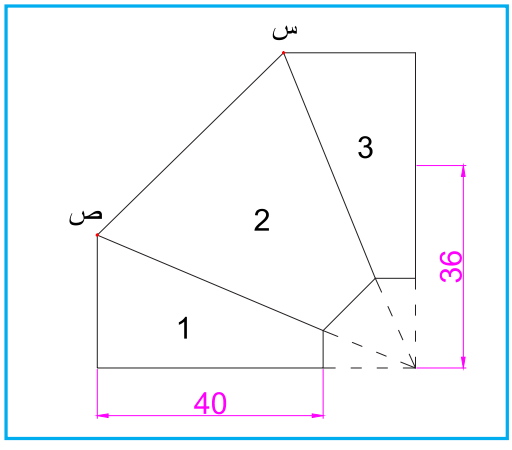


الشكل (5).

المثال (5-18)

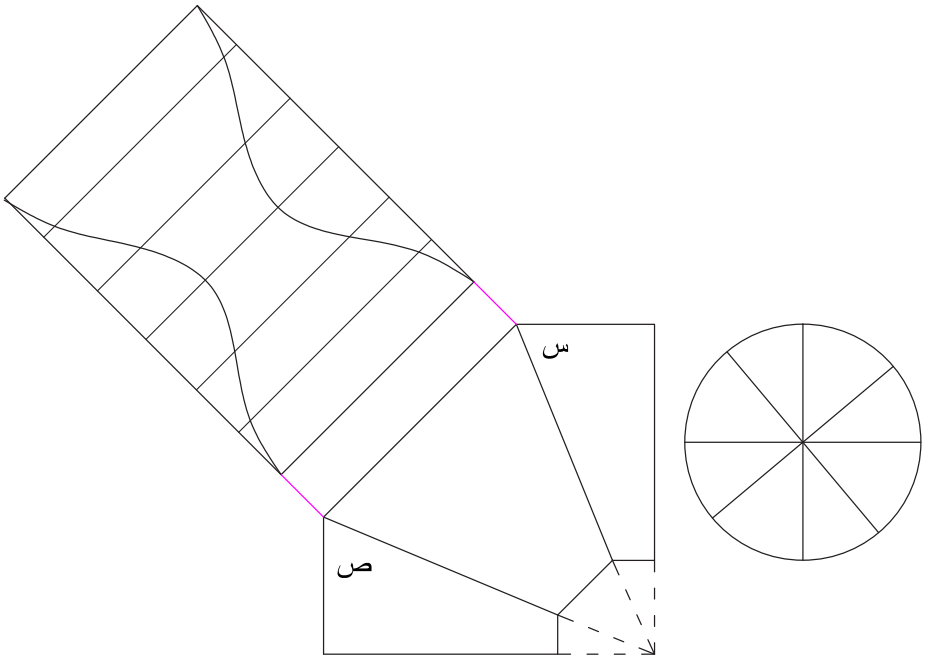
إذا كان خط الوصل (س ص) كما في الشكل (5-32)، فإن الإفراد يظهر كما في الشكل (5-31).

بناءً على ذلك، ارسم إفراد القطعة (2) باستعمال مقياس الرسم (1:1)، مُتَّبِعًا الخطوات السابقة.



الشكل (5-32): كوع مُكوَّن من (3) قطع.

الحل



الشكل (5-33): إفراد القطعة (2).

فكِّر ثم أجب

قارن بين شكل الإفراد في المثال (5-17) وشكل الإفراد في التمرين (5-15)، محاولًا استنتاج كيفية تغيير شكل الإفراد.

3 ـ إفراد النقّاصة المستطيلة المقطع

تُستعمَل النقّاصة المستطيلة المقطع في مجاري الهواء، وتوجد منها أشكال عديدة، وتُستخدَم طريقة الإفراد المستقيم لإفرادها. قبل البدء بإفراد النقّاصة تذكَّر ما تعلَّمته عن السطوح المتعامدة والسطوح المائلة ومساقطها؛ لأهميته في عملية الإفراد، فقد تعلَّمت أن:

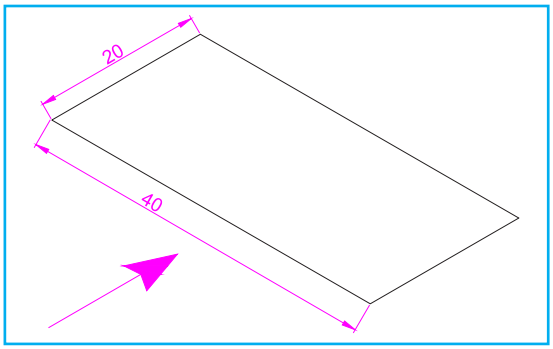
أ- أبعاد السطوح المتعامدة حقيقية في المساقط.

ب- أبعاد السطوح المائلة غير حقيقية في المساقط.

تُوضِّح الأمثلة الآتية طريقة رسم السطح الحقيقي للسطوح المائلة، وطريقة رسم سطحين متجاورين باستعمال الفرجار.

المثال (5-19)

ارسم السطح المُبيَّن في الشكل (5-34) بأبعاده الحقيقية؛ علمًا بأن الأبعاد بالمليمترات.

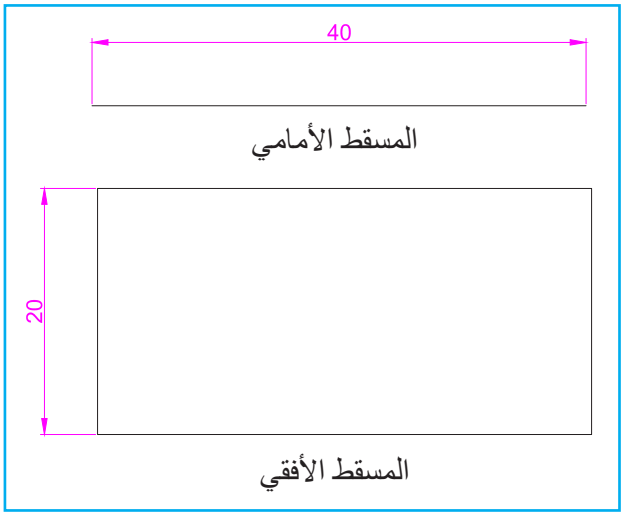


الشكل (5-34): السطح.

الحل

1 -ارسم المسقطين الأمامي والأفقي.

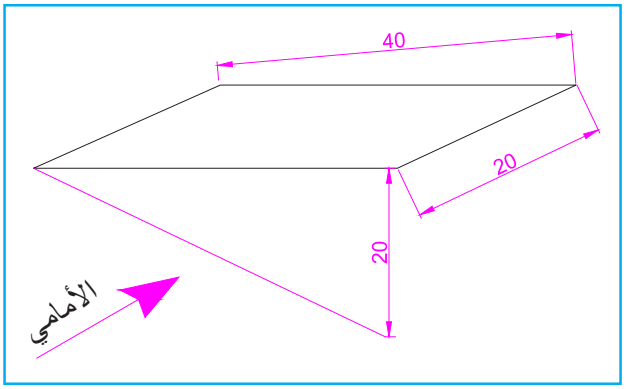
2 -لاحِظ أن المسقط الأفقي يُمثِّل المسقط الحقيقي؛ لأن السطح متعامد مع اتجاه النظر، انظر الشكل (5-35).



الشكل (5-35).

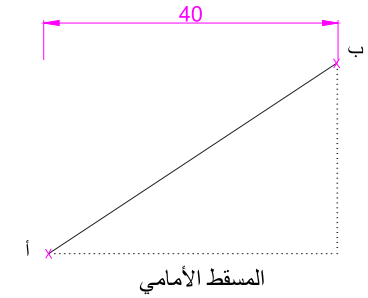
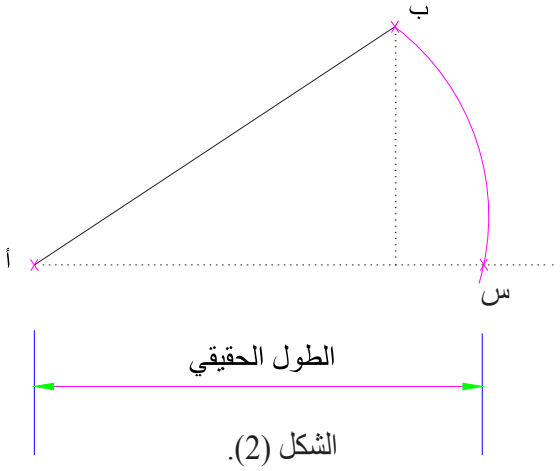
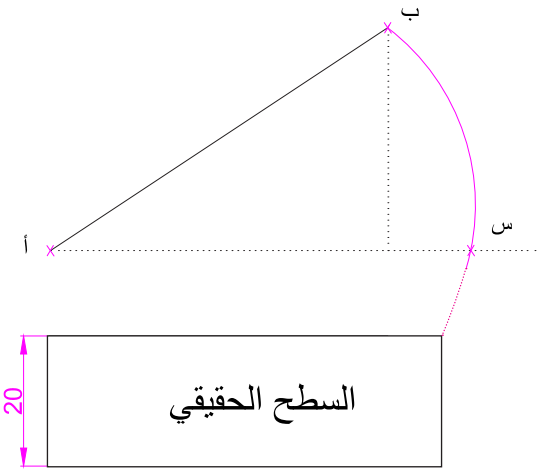
المثال (5-20)

ارسم السطح المُبيَّن في الشكل (5-36) بأبعاده الحقيقية؛ علمًا بأن الأبعاد بالمليمترات.



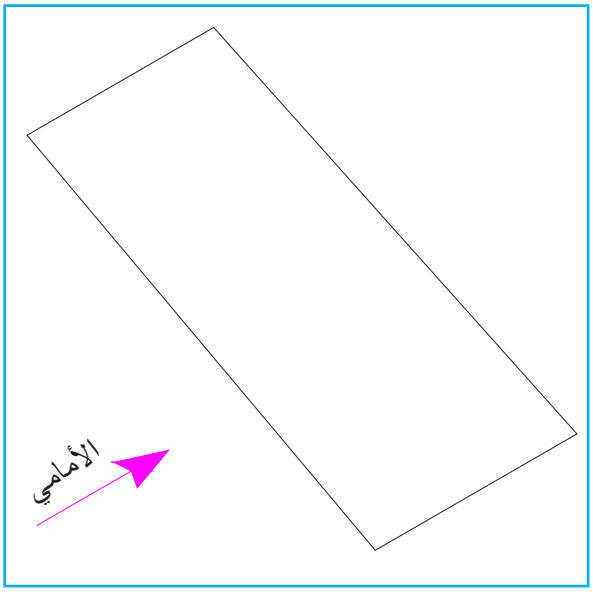
الشكل (5-36): السطح.

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم المسقط الأمامي، والمسقط الأفقي. - لاحِظ أن المسقط الأفقي لا يُمثِّل السطح الحقيقي؛ لأن السطح غير متعامد مع اتجاه النظر، انظر الشكل (1).	 المسقط الأمامي المسقط الأفقي الشكل (1).
2	- ارسم قوسًا من النقطة (أ) بطول (أب)، لتقطع الخط المنقط في النقطة (س) كما في الشكل (2). - ارسم خطوطًا عمودية من النقطتين (أ) و(س)؛ على أن يُمثِّل البُعْد بينهما الطول الحقيقي للسطح المائل المُبيَّن في الشكل (2).	 الشكل (2).
3	- ارسم السطح الحقيقي؛ اعتمادًا على الطول الحقيقي والأبعاد الأخرى للمسقط الأفقي كما في الشكل (3).	 الشكل (3).

التمرين (5-15)

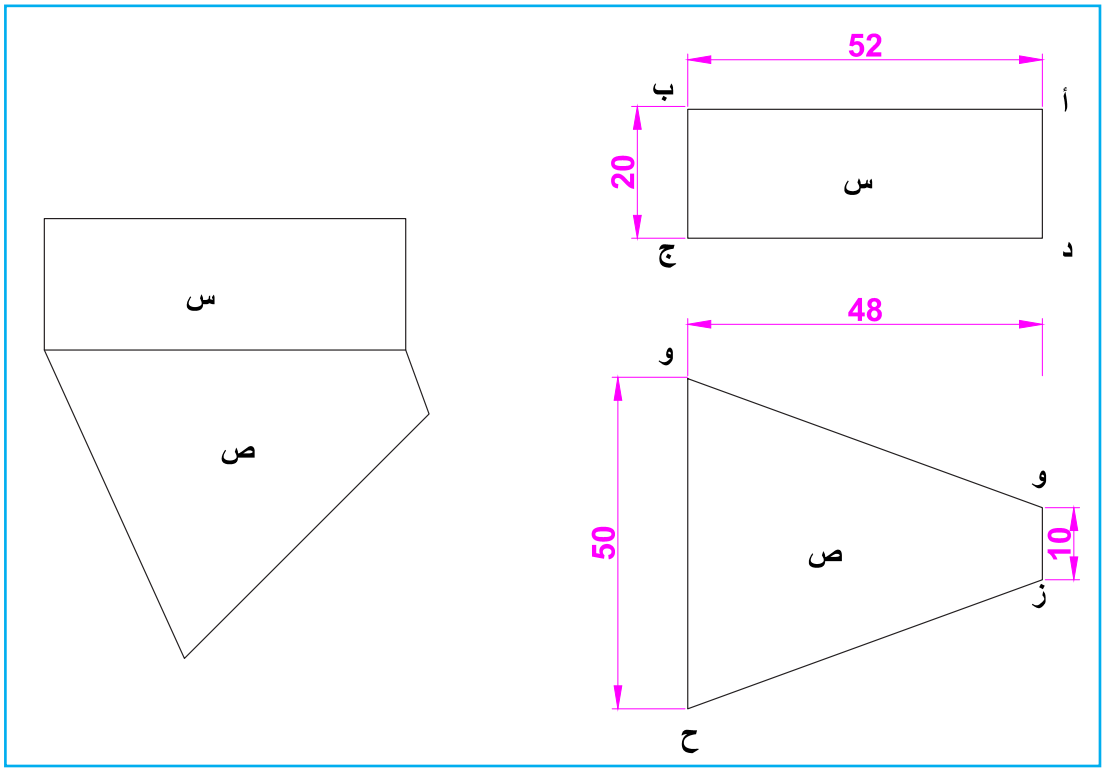
ارسم السطح المائل المُبيَّن في الشكل (5-37) بأبعاده الحقيقية؛ علمًا بأن الأبعاد بالمليمترات.



الشكل (5-37): السطح المائل.

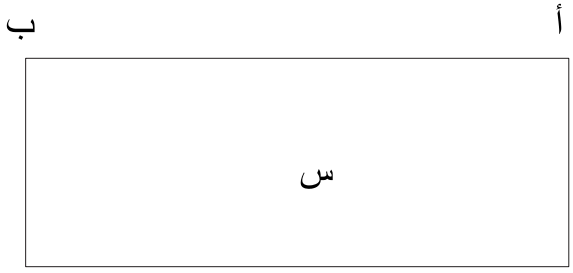
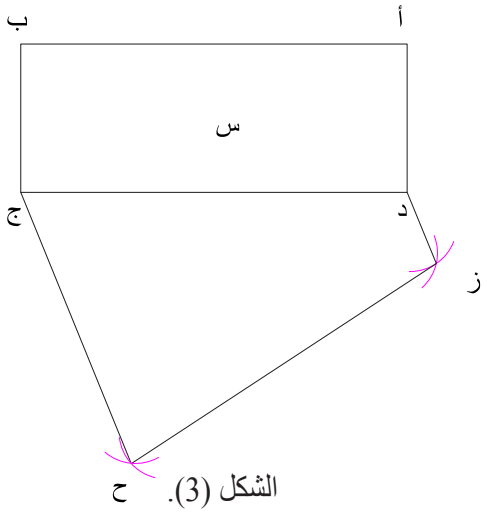
المثال (5-21)

ارسم السطحين (س) و(ص) كما في الشكل (5-38)؛ علمًا بأن الأبعاد بالمليمترات.



الشكل (5-38): السطحان (س) و(ص).

الحل

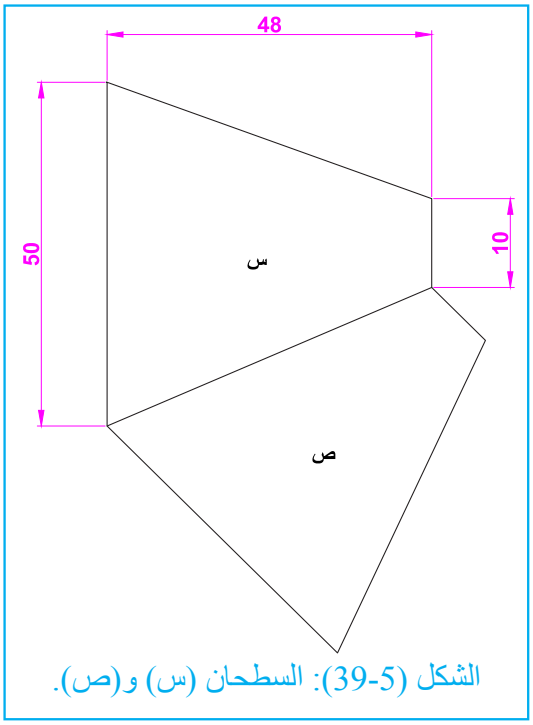
الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم السطح (س) بأبعاده كما في الشكل (1). - ارسم السطح (ص) جانبًا (لنقل الأبعاد من زواياه).	 الشكل (1).
2	- ارسم الأقواس مستعينًا بأبعاد السطح (ص). - ارسم بالفرجار قوسًا من النقطة (ج) طولها (ج ح)، ثم ارسم قوسًا من النقطة (د) طولها (د ح)، بحيث تمثِّل تقاطع القوسين النقطة (ح) كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
3	- ارسم بالفرجار قوسًا من النقطة (د) طولها (د ز)، ثم ارسم قوسًا من النقطة (ج) طولها (ج ز)، بحيث تمثِّل تقاطع القوسين النقطة (ز). - ارسم خطوطًا بين النقاط: (د)، و(ز)، و(ح)، و(ج)، فينتج السطح (ص) الملاصق للسطح (س) كما في الشكل (3).	 الشكل (3).

فكِّر ثم أجب

حُلَّ المثال السابق من دون استعمال الفرجار.

التمرين (5-16)

ارسم السطحين (س) و(ص) المُبيَّنين في الشكل (5-39)، علمًا بأن لهما الأبعاد نفسها بالمليمترات.



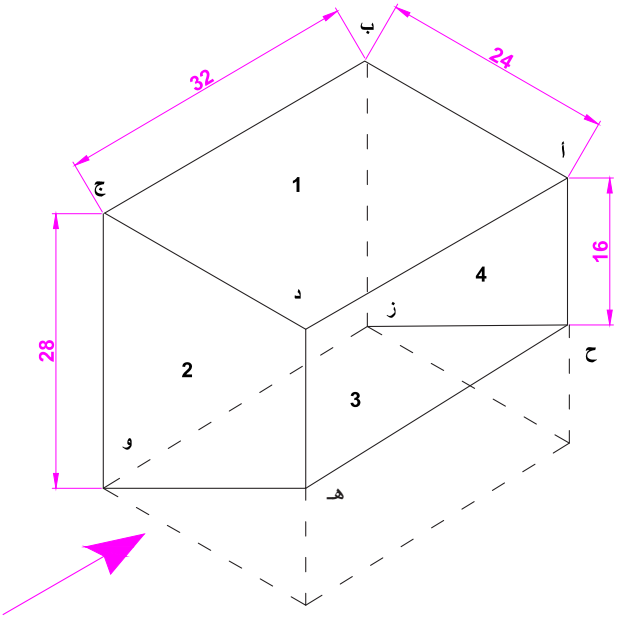
الشكل (5-39): السطحان (س) و(ص).

تطبيقات على إفراد أشكال النقّاصات:

1 - إفراد نقّاصة سطحها السفلي مائل.

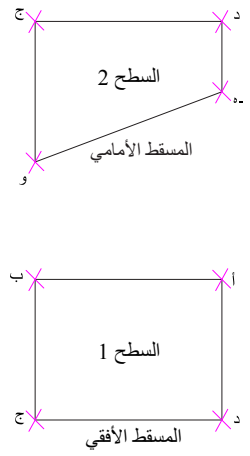
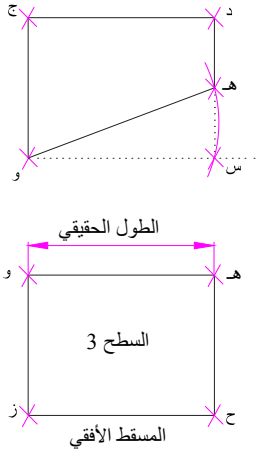
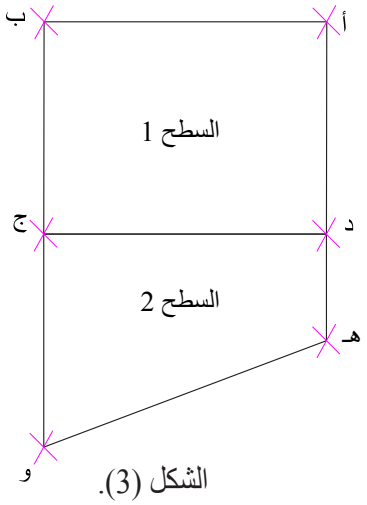
المثال (5-22)

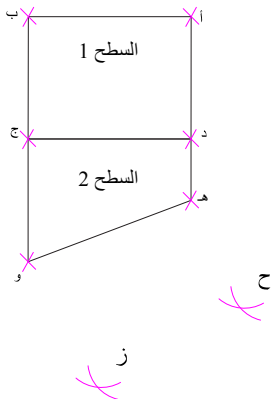
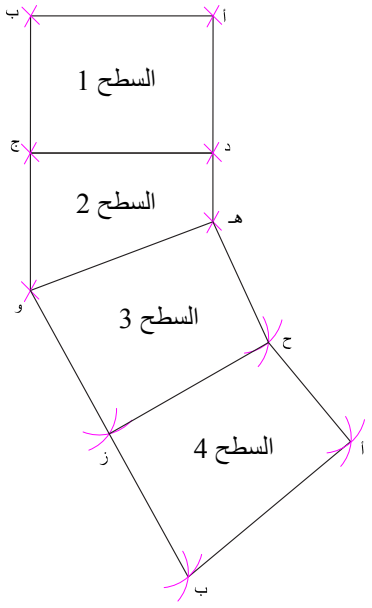
يُبيِّن الشكل (5-40) نقّاصة مستطيلة المقطع، وسطحها السفلي مائل. ارسم إفراد هذه النقّاصة باستعمال مقياس الرسم (1:1)، علمًا بأن خط الوصل هو (أ ب)، والأبعاد بالمليمترات.



الشكل (5-40): نقّاصة مستطيلة المقطع.

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم المسقطين الأمامي والأفقي باستعمال مقياس الرسم (1:1) كما في الشكل (1)، ولاحِظ أن المسقط الأفقي يُمثِّل السطح (1)، وأن المسقط الأمامي يُمثِّل السطح (2)، وأن السطح (4) يُشبِه السطح (2)، وأن السطح (3) مائل.	 الشكل (1).
2	- كرِّر ما سبق لرسم السطح (3) بأبعاده الحقيقية كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
3	- ابدأ برسم الإفراد من السطح (1)؛ لأن خط الوصل هو (أ ب). - ارسم السطح (1)؛ أي المسقط الأفقي، ثم ارسم السطح (2)؛ أي المسقط الأمامي كما في الشكل (3).	 الشكل (3).

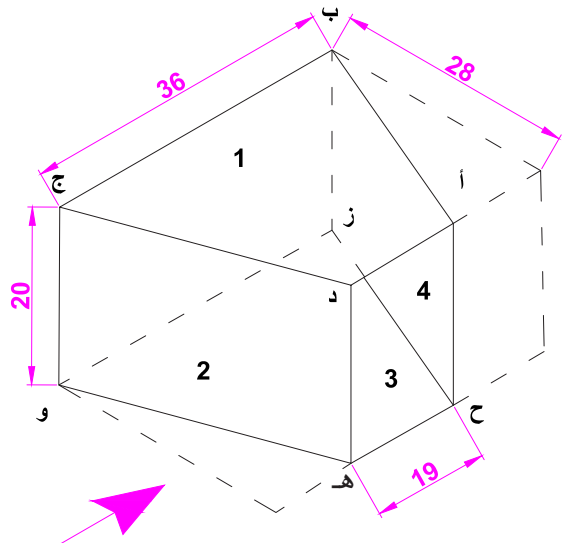
الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
4	- استعن بالسطح (3) الحقيقي لتنتج النقطتان (ح) و(ز) كما في الشكل (4).	 الشكل (4).
5	- صِلْ بين النقاط: (هـ) و(ح) و(ز)، و(و)، لينتج السطح (3). - استعن بأبعاد السطح (2) لتنتج النقطتان (أ) و(ب). - صِلْ بين النقاط لرسم السطح (4)، فينتج الإفراد المطلوب كما في الشكل (5).	 الشكل (5).

2 - إفراد نقّاصة سطحها الأمامي وسطحها الخلفي مائلان

المثال (5-23)

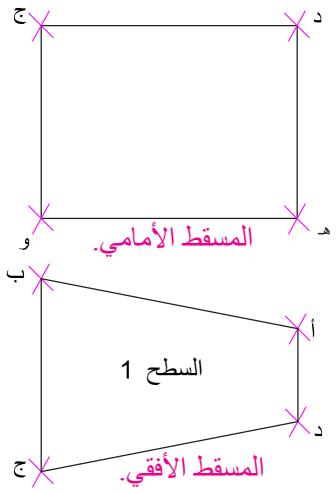
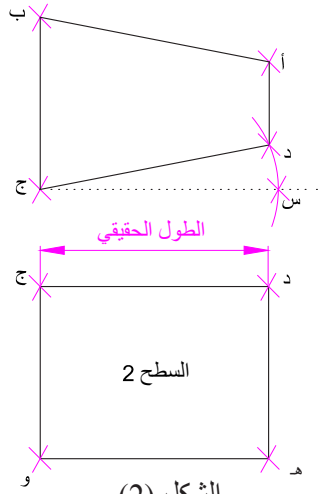
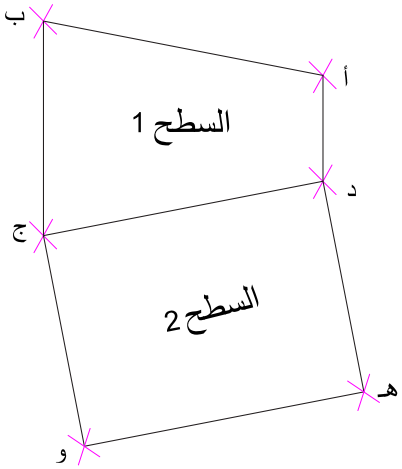
1 - يُبيِّن الشكل (5-41) نقّاصة مستطيلة المقطع، سطحها الأمامي وسطحها الخلفي مائلان.

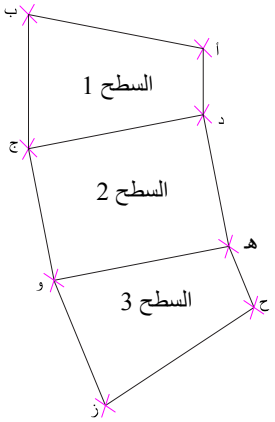
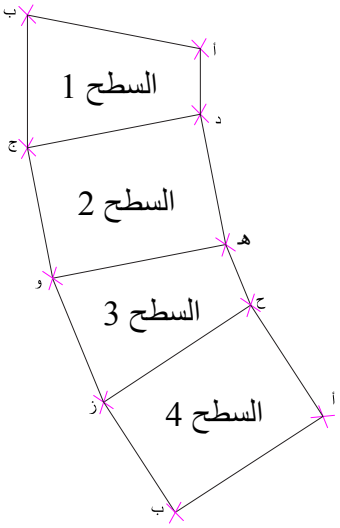
2 - ارسم إفراد هذه النقّاصة باستعمال مقياس الرسم (1:1)، علمًا بأن خط الوصل (أ ب)، والأبعاد بالمليمترات.



الشكل (5-41): نقّاصة مستطيلة المقطع.

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم المسقطين الأمامي والأفقي باستعمال مقياس الرسم (1:1) كما في الشكل (1)، ولاحِظ أن المسقط الأفقي يُمثِّل السطح (1)، وأن السطح (3) يُشبِه السطح (1)، وأن السطح (2) يُشبِه السطح (4)، وأن المسقط الأمامي لا يُمثِّل السطح الحقيقي؛ لأن السطح مائل.	 الشكل (1).
2	- ارسم المسقط الأفقي. - كرِّرالخطوات التي اتبعتها في المثال السابق لينتج السطح (2) بأبعاده الحقيقية كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
3	- ابدأ برسم الإفراد من السطح (1)؛ لأن خط الوصل هو (أ ب). - ارسم السطح (1)؛ أي المسقط الأفقي. - كرِّر الخطوات التي اتبعتها في المثال السابق لرسم السطح (2) بأبعاده الحقيقية كما في الشكل (3).	 الشكل (3).

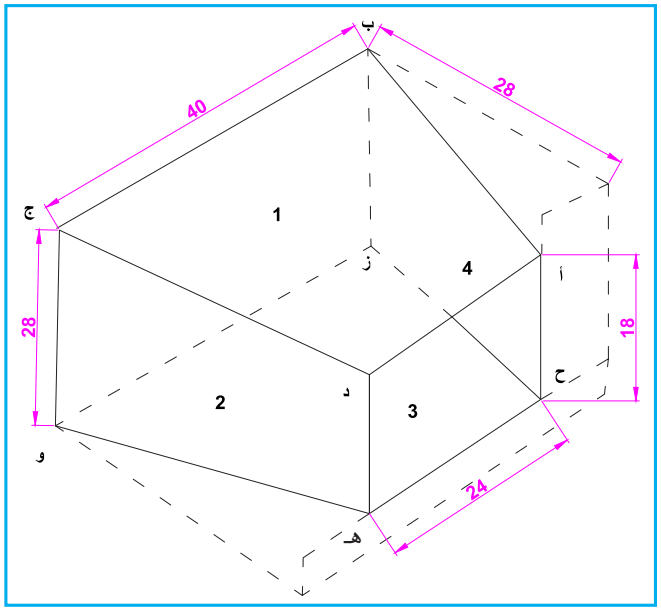
الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
4	- ارسم السطح (3)، برسم الأقواس كما في الخطوة السابقة، واستخدم الأبعاد من السطح (1) كما في الشكل (4).	 الشكل (4).
5	- ارسم السطح (4)، برسم الأقواس كما في الخطوة السابقة، واستخدم الأبعاد من السطح (2) كما في الشكل (5).	 الشكل (5).

3 - إفراد نقّاصة سطوحها مائلة جميعها

يُوضِّح المثال الآتي إفراد هذه النقّاصة.

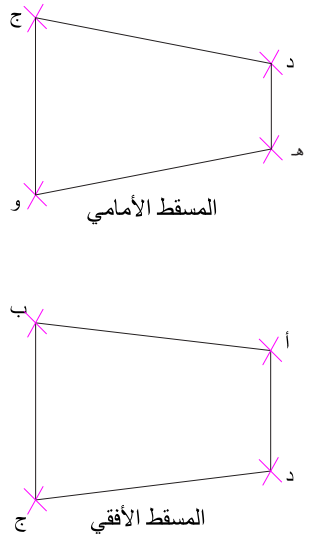
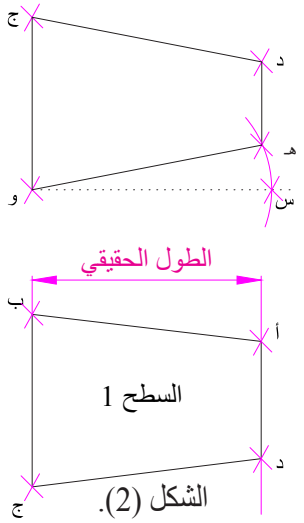
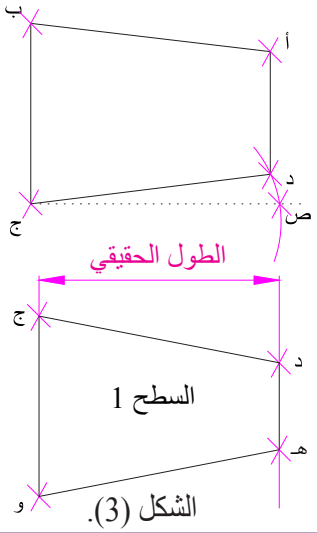
المثال (5-24)

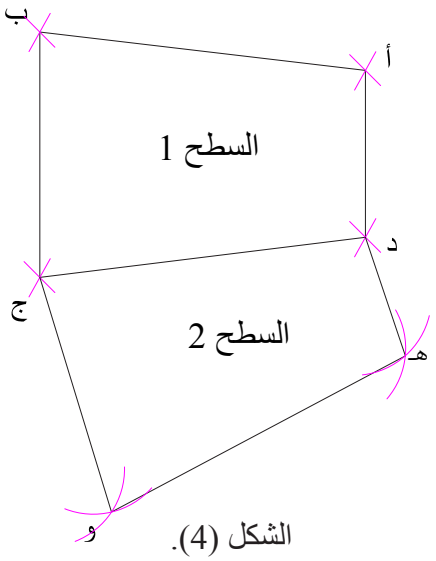
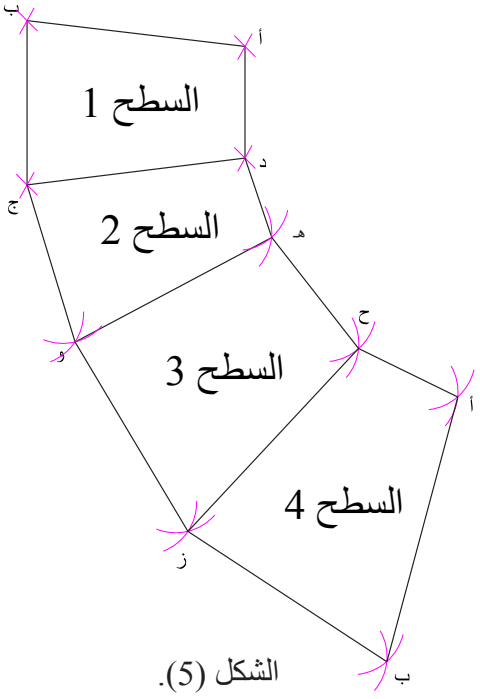
يُبيِّن الشكل (5-42) نقاصة مستطيلة المقطع، وسطوحها مائلة (غير متعامدة مع اتجاه النظر). ارسم إفراد هذه النقّاصة باستعمال مقياس الرسم (1:1)، علمًا بأن خط الوصل هو (أ ب)، والأبعاد بالمليمترات.



الشكل (5-42): نقّاصة مستطيلة المقطع.

الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم المسقطين الأمامي الخلفي باستعمال مقياس الرسم (1:1) كما في الشكل (1)، ولاحِظ أن المسقط الأفقي يُمثِّل السطح (1)، وأن السطح (3) يشبه السطح (1)، وأن السطح (2) يشبه السطح (4)، وأن المسقط الأمامي لا يُمثِّل السطح الحقيقي؛ لأن السطح مائل.	 الشكل (1).
2	- ارسم المسقط الأفقي. - كرِّر الخطوات التي اتبعتها في المثال السابق لينتج السطح (2) بأبعاده الحقيقية كما في الشكل (2).	 الشكل (2).
3	- ابدأ برسم الإفراد من السطح (1)، لأن خط الوصل هو (أ ب). - ارسم السطح (1)؛ أي المسقط الأفقي. - كرِّر الخطوات التي اتبعتها في المثال السابق لرسم السطح (2) بأبعاده الحقيقية كما في الشكل (3).	 الشكل (3).

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
4	- ارسم السطح (3)، برسم الأقواس كما في الخطوة السابقة، واستخدم الأبعاد من السطح (1) كما في الشكل (4).	 الشكل (4).
5	- ارسم السطح (4)، برسم الأقواس كما في الخطوة السابقة، واستخدم الأبعاد من السطح (2) كما في الشكل (5).	 الشكل (5).

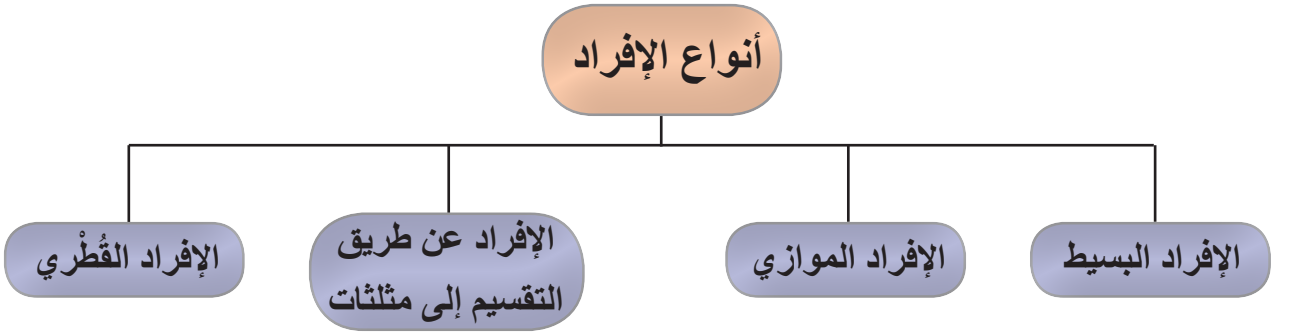
مستعينًا ببرنامج الرسم باستخدام الحاسوب (AutoCAD) وبناءً على ما تعلَّمته عن البرنامج في الصف الحادي عشر، ارسم:

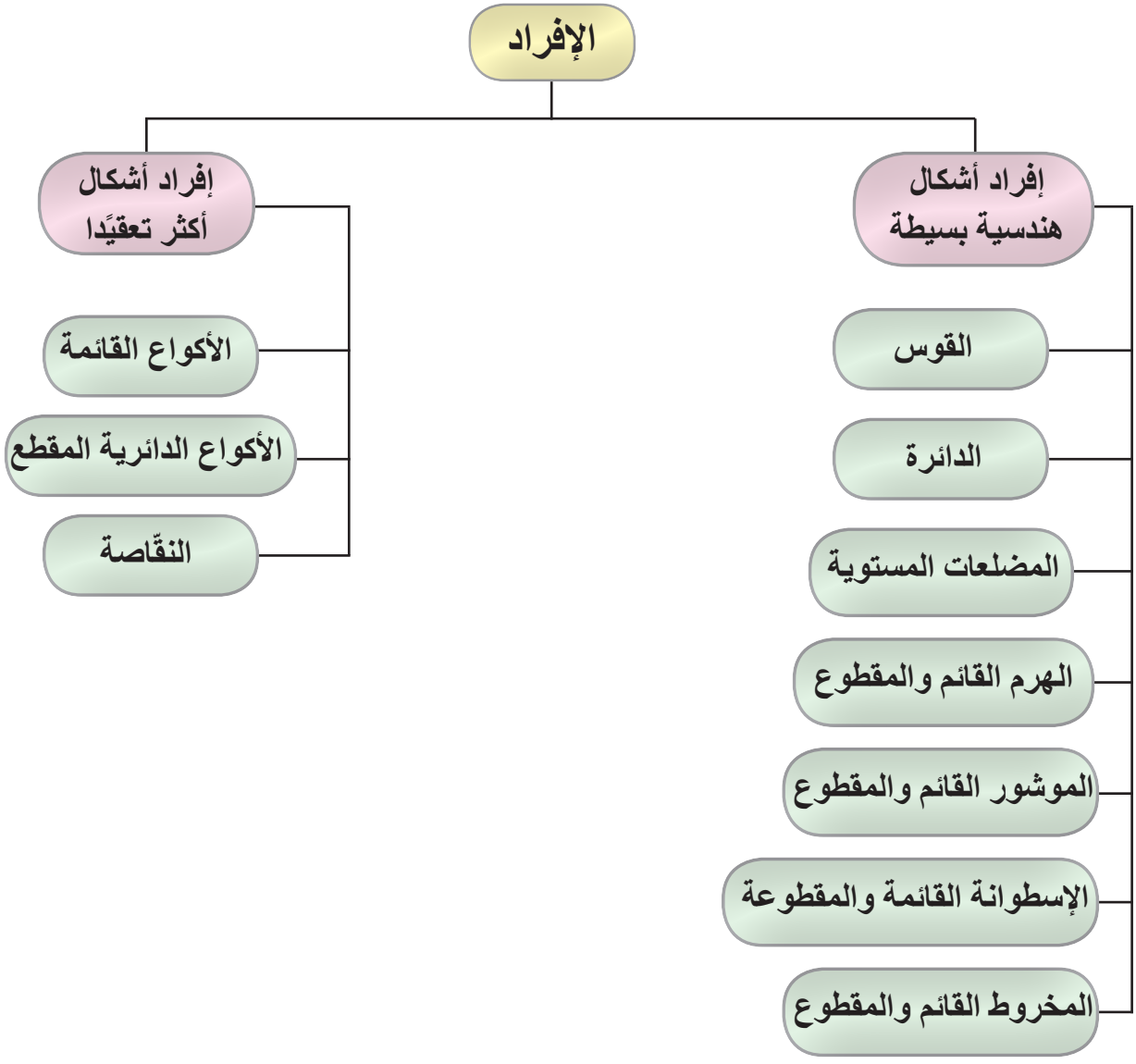
- إفراد مخروط قائم.
- إفراد كوع قائم مكوَّن من أكثر من قطعتين.
- إفراد النقّاصة المستطيلة المقطع.

ثم اعرض هذه الرسوم على زملائك ومعلمك.

- ابحث في مصادر المعرفة عن إفراد مُحوِّلة المقطع من مربع إلى دائرة، وارسمها على ورق الرسم واعرضها على معلمك.

الخريطة المفاهيمية





القياس والتقويم

أستطيع بعد دراسة هذه الوحدة أن:

الرقم	خطوات الأداء	ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُوضِّح كيفية إفراد السطوح.			
2	أُحدِّد طرائق إفراد الأشكال الهندسية.			
3	أُحدِّد الأسس اللازمة لتنفيذ الإفراد.			
4	أذكر بعض العمليات الهندسية المستخدمة في الإفراد.			
5	أُنفِّذ خطوات الإفراد لكل طريقة من طرائق الإفراد على نحوٍ صحيح.			
6	أُبيِّن مفهوم الإفراد البسيط.			
7	أُفرِد المكعب ومتوازي المستطيلات والنقّاصة بطريقة الإفراد البسيط.			
8	أرسم إفراد المضلع والدائرة.			
9	أُوضِّح المقصود بالإفراد المتوازي.			
10	أُفرِد الموشور والأسطوانة والكوع بطريقة الإفراد الموازي.			
11	أُبيِّن مفهوم الإفراد القُطْري.			
12	أُفرِد المخروط والهرم بطريقة الإفراد القُطْري.			
13	أُوضِّح مفهوم الإفراد بطريقة التقسيم إلى مثلثات.			

- 1

أ- ما المقصود بالمصطلحات الآتية:

إفراد السطوح	
خط الإفراد الأساسي	
الإفراد الموازي	
الإفراد القُطْري أو الدائري	
خط الوصل	

ب- ما المساقط اللازمة لإفراد الموشور والأسطوانة؟

1. .....
2. .....

جـ - حدِّد الطول الكلي لخط الإفراد الأساسي لكلٍّ ممّا يأتي:

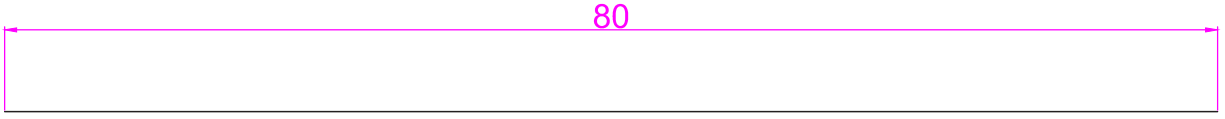
القوس	
المضلع	
الأسطوانة	
المخروط	
الهرم	

د- صنِّف المجسمات والسطوح الآتية بحسب طريقة إفرادها إلى إفراد موازٍ وإفراد قُطْري:

الأسطوانة، المخروط، المكعب، الهرم الرباعي، المنشور السداسي.

- 2

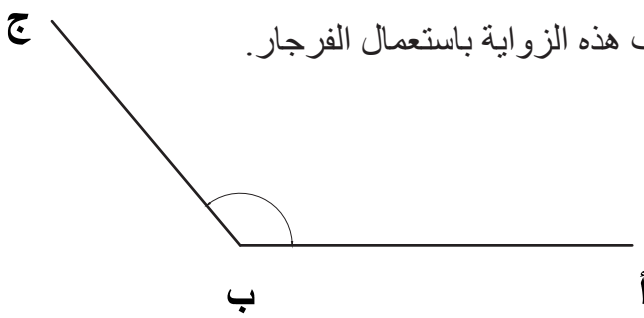
أ- يُبيِّن الشكل الآتي الخط المستقيم (أب)، الذي طوله (80) مم. قسِّم هذا الخط إلى (5) أقسام متساوية باستعمال الفرجار، وخطوط التوازي.



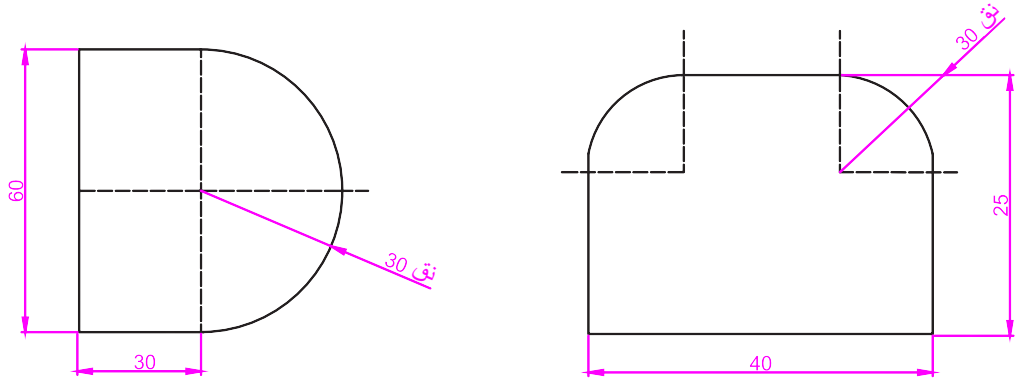
أ

ب

ب- يُبيِّن الشكل المجاور الزاوية (أب جـ). نصِّف هذه الزواية باستعمال الفرجار.



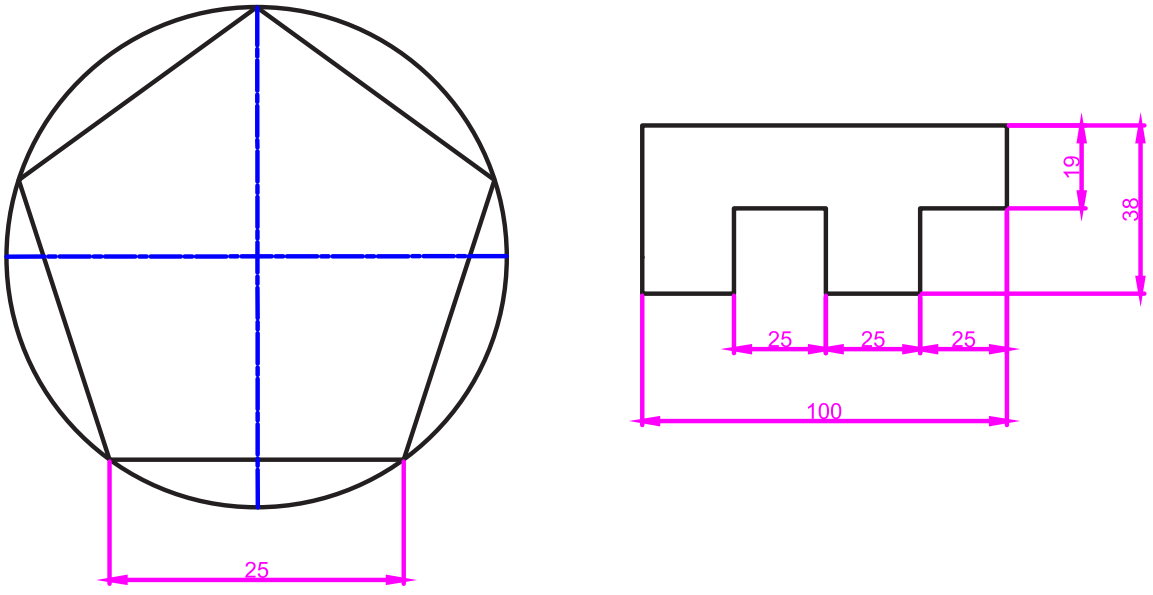
جـ - ارسم إفراد الأقواس والمنحنيات في الشكلين الآتيين:



د- ارسم المضلعات الآتية بحيث يكون طول ضلع كلٍّ منها (35) مم:

- مضلع ثلاثي.
- مضلع خماسي.
- مضلع سداسي.

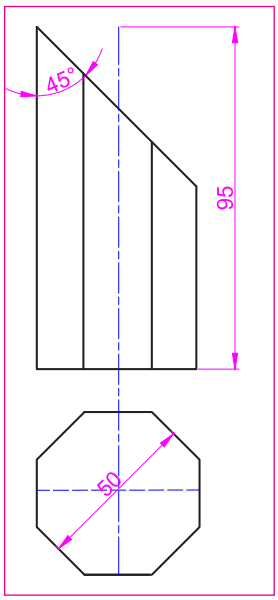
هـ - ارسم إفراد المضلعات في الشكلين الآتيين:



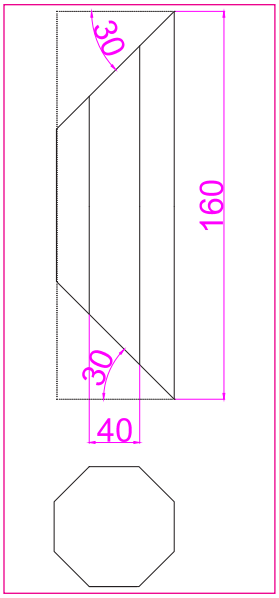
3 - يُبيِّن الشكل المجاور المسقطين الأمامي والأفقي لموشور ثماني قائم، ارتفاعه (95) مم، وهو مقطوع بزاوية (45°). ارسم:

أ- المساقط الثلاثة، مُظهِرًا القطع في المسقط الجانبي.

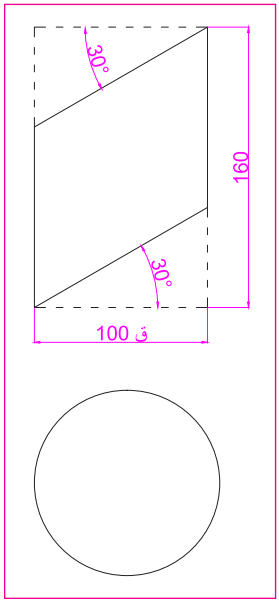
ب- إفراد الموشور الثماني.



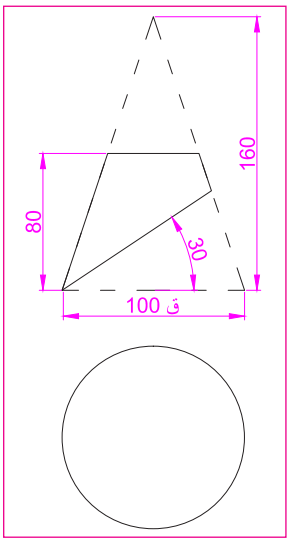
4 - يُبيِّن الشكل المجاور المسقطين الأمامي والأفقي لموشور سداسي مقطوع من الجهتين. ارسم إفراد هذا الموشور باستعمال مقياس الرسم (1:2)، علمًا بأن الأبعاد بالمليمترات.



5 - يُبيِّن الشكل المجاور المسقطين الأمامي والأفقي لأسطوانة مقطوعة من الجهتين. ارسم إفراد هذه الأسطوانة باستعمال مقياس الرسم (1:2)، علمًا بأن الأبعاد بالمليمترات.



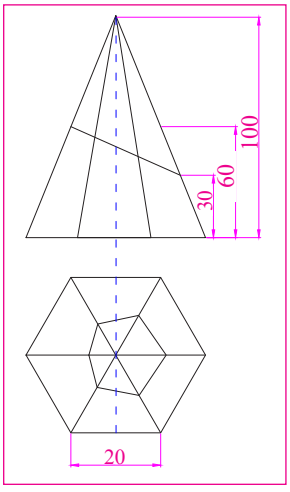
6 - يُبيِّن الشكل المجاور المسقط الأمامي لمخروط قائم مقطوع من الجهتين. ارسم إفراد المخروط باستعمال مقياس الرسم (1:1)، علمًا بأن الأبعاد بالمليمترات.



7 - يُبيِّن الشكل المجاور المسقطين الأمامي والأفقي لهرم سداسي قائم، ارتفاعه (100) مم، وهو مقطوع بشكل مائل بحسب الرسم. ارسم:

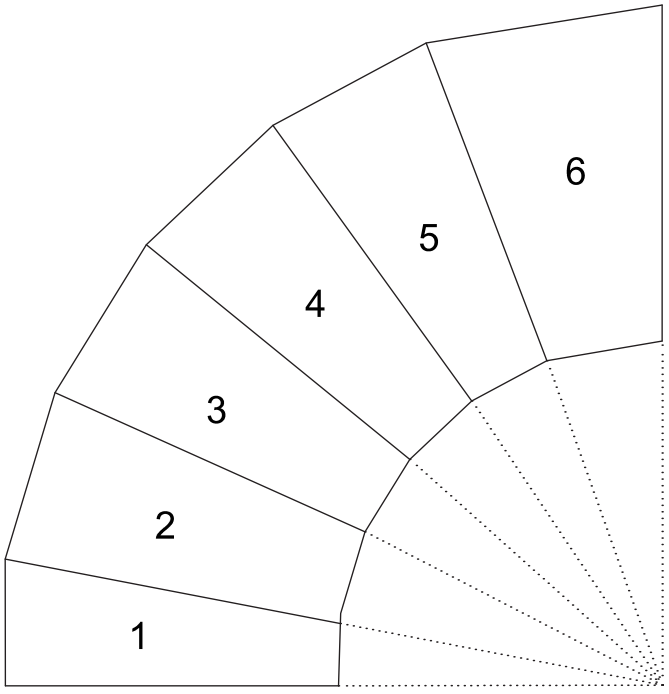
أ- المساقط الثلاثة مُظهِرًا القطع في المسقط الجانبي.

ب- إفراد الهرم السداسي المقطوع.

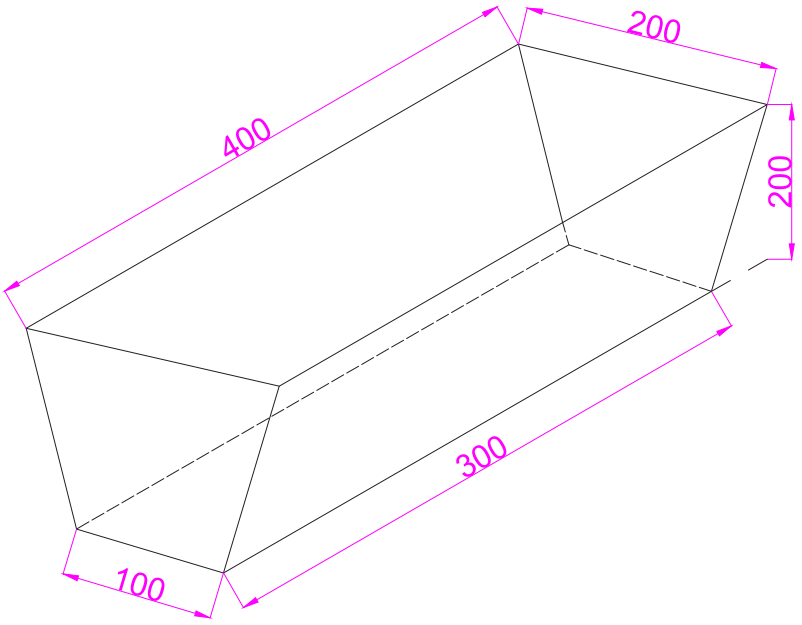


8 - أ- جِدْ قيمة زوايا قطع لكوع قائم مُكَّون من خمسة أجزاء.

ب- جِدْ قيمة زوايا قطع الكوع المُبيَّن في الشكل الآتي، ثم ارسم الكوع، مُستخدِمًا الأبعاد من الشكل المرسوم.

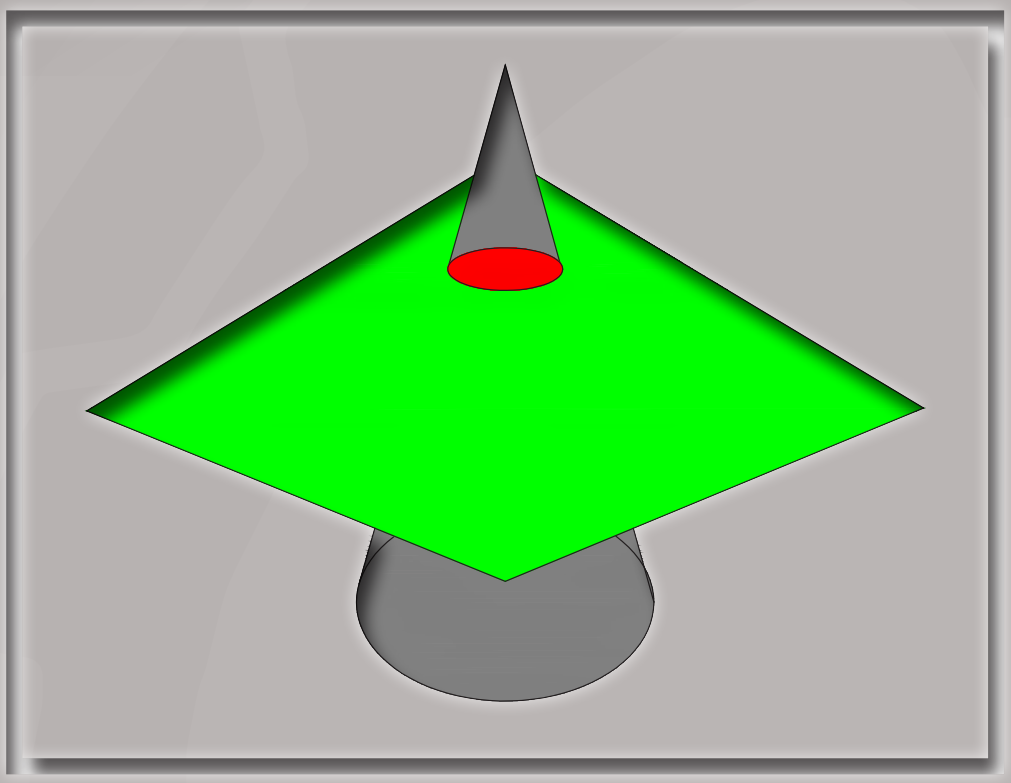


9 - يُبيِّن الشكل الآتي منظورًا لحوض أزهار على شكل نقّاصة سطوحها مائلة، وأبعاد الحوض بالمليمترات.
ارسم إفراد الحوض باستعمال مقياس الرسم (1:4)، علمًا بأن الحوض مفتوح من الأعلى.



الوحدة السادسة

تقاطع الأشكال الهندسية
(Intersection of Soilds)



- كيف تُحدِّد نقاط التلاقي عند تقاطع الأشكال الهندسية؟
- ما أهمية تقاطع الأشكال الهندسية في حياتنا العملية؟

يندرج تقاطع الأشكال الهندسية الذي ستتعلَّمه في هذه الوحدة مع الإفراد الذي تعلَّمته في الوحدة السابقة ضمن مُسمّى الهندسة الوصفية، وهي العلم الذي يُسهِم إسهامًا فاعلًا في الصناعة وتطويرها؛ إذ تُصمَّم قوالب الأشكال المطلوب إنتاجها وفق حسابات الإفراد والتقاطعات، ثم تُشكَّل الألواح المعدنية وفق الشكل المطلوب، مع مراعاة النسب الموجودة للتشغيل والتشكيل.

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

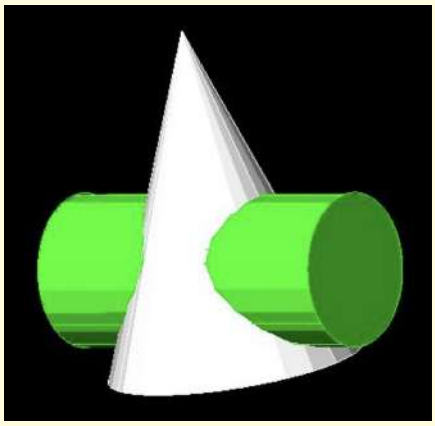
- يُوضِّح مفهوم التقاطع، ويُبيِّن أهميته.
- يُعدِّد أسس عملية تنفيذ التقاطع.
- يرسم تقاطع المستوى مع الأسطوانة، والموشور، والمخروط، والهرم.
- يرسم تقاطع أسطوانتين، محوراهما متعامدان وقُطْراهما متساويان.
- يرسم تقاطع أسطوانتين، محوراهما متعامدان، وقُطْراهما غير متساويين.
- يرسم تقاطع أسطوانتين، محوراهما متقاطعان، وغير متعامدين.
- يرسم تقاطع أسطوانة مع مخروط، محوراهما متقاطعان.
- يتعرَّف عملية التقاطعات للسطوح الأسطوانية.
- يقاطع أسطوانتين، محوراهما متقاطعان، وقُطْراهما متساويان.
- يرسم تقاطع أسطوانتين، محوراهما متقاطعان، وقُطْراهما غير متساويين.
- يرسم تقاطع أسطوانتين، محوراهما متقاطعان، وغير متعامدين.

أولاً ـ تقاطع الأشكال الهندسية (Intersection of Soilds)

انظر وتساءل

تأمَّل الشكل المجاور الذي يُمثِّل تقاطع أسطوانة مع مخروط، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

- ما المقصود بالمجسمات ذوات الأشكال الهندسية المنتظمة؟
- كيف يحدث التقاطع بينها؟
- فيمَ يستفاد من التقاطعات؟



استكشف

ناقِش زملاءَك في الأشكال الهندسية، وأنواع المجسمات المختلفة، ثم اذكر أمثلة من واقع الحياة على بعض الأشكال الهندسية المتقاطعة وفوائدها في التطبيقات الصناعية.

اقرأ وتعلَّم

تُعَدُّ تقاطعات الأشكال الهندسية أحد فروع الرسم الهندسي الذي يُنفَّذ على ألواح الصاج والصفائح المعدنية قبل قصها وتشكيلها وتجميعها بحسب الشكل المطلوب، وهي تُستخدَم في كثير من التطبيقات الصناعية، مثل: التمديدات، ومجاري التوزيع في التكييف، والتدفئة، وصوامع الحبوب، ومصانع الأسمنت، وشبكات الأنابيب في مصافي البترول.

1 ـ مفهوم التقاطع

التقاطع في الهندسة الوصفية يشير إلى كيان مشترك (نقاط، خطوط) بين كيانين أو أكثر (خطوط، مستويات)، قد يكون على نفس المستوى، أو في الفراغ.

2 ـ أهمية التقاطعات

تُقدِّم التقاطعات معلومات وحسابات مهمة لعملية التصميم؛ فوصل قطع أنابيب الهواء المستخدمة في التكييف مثلًا يتطلَّب معرفة جيدة بالتقاطع بين مُكوِّنات أجزاء هذه الأنابيب.

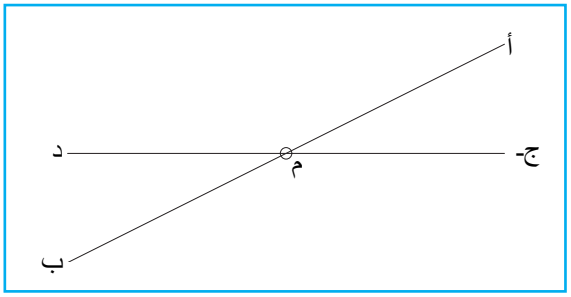
3 ـ أساسيات تنفيذ التقاطع

قبل البدء بعمل تقاطعات على الأشكال الهندسية، يجب معرفة التقاطعات الأساسية:

أ- تقاطع خط مع خط

المثال (6-1)

التقاطع بين خطين هو النقطة التي تكون فيها الزاوية بينهما أكبر من صفر؛ إذ تُمثِّل النقطة (م) التقاء المستقيمين (أب) ، (جـ د)، وتقاطعهما، انظر الشكل (6-1).



الشكل (6-1): تقاطع خط مع خط.

ب- تقاطع مستوى مع خط: المستوى هو سطح يمتد إلى ما لانهاية في جميع الاتجاهات، ويُمثَّل هندسيًّا بشكل رباعي، أو أيِّ منحنى مغلق، ويُرمَز إليه بأحد الأحرف: س، ص، ع...، أو بثلاث نقاط عليه ليست على استقامة واحدة (أ، ب، جـ)، ويُسمّى المستوى (أ ب جـ)، وهو يضم مجموعة غير منتهية من النقاط.

المثال (6-2)

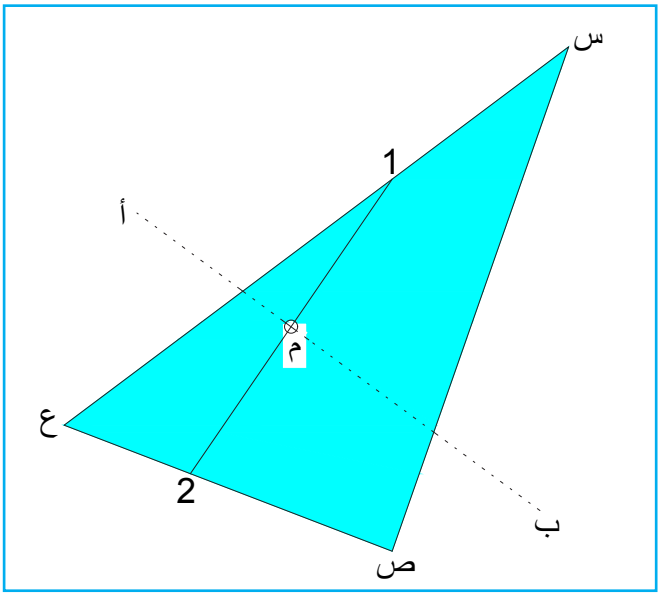
يُبيِّن الشكل (6-2) المستوى (س ص ع)، والخط المستقيم (أب). لتحديد نقطة التقائهما أو تقاطعهما نفِّذ الخطوات الآتية:

1 - حدِّد النقطة (1) على المستقيم (س ع).

2 - حدِّد النقطة (2) على المستقيم (ص ع).

صِلْ بين النقطتين، فتكون (م) نقطة تقاطع الخط مع المستقيم (أ ب)، وهي تُمثِّل نقطة تقاطع الخط (أب)

مع المستوى (س ص ع).



الشكل (6-2): تقاطع مستقيم مع مستوى.

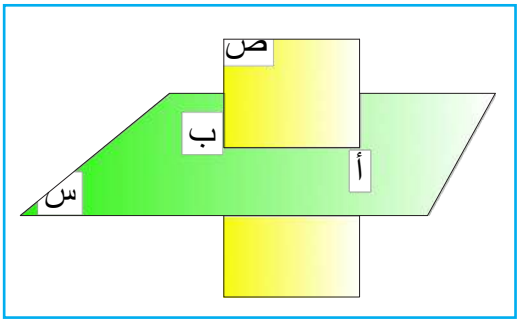
فكِّر ثم أجب

ما شكل التقاطع عندما يلامس الخط المستقيم سطح المستوى؟

جـ - تقاطع مستوى مع مستوى متعامد

المثال (6-3)

يُبيِّن الشكل (6-3) تقاطع المستوى (ص) مع المستوى (س)، ويكون التلاقي بين السطحين هو الخط المستقيم (أب)، وتكون الزاوية بين المستويين قائمة، حيث يكون التقاطع متعامدًا.



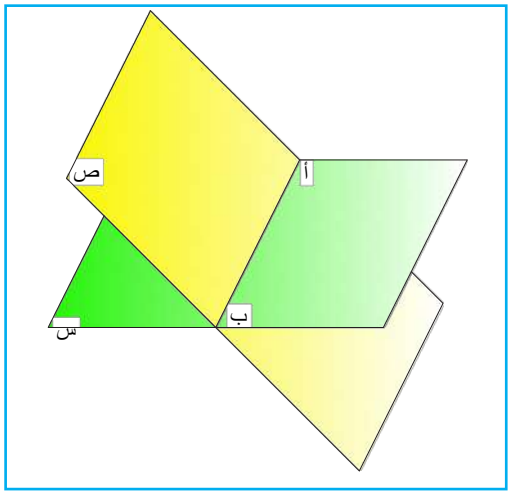
الشكل (6-3): تقاطع المستويات المتعامد.

د- تقاطع مستوى مع مستوى مائل

المثال (6-4)

يُبيِّن الشكل (6-4) تقاطع المستوى (ص) مع المستوى (س).

ويُمثِّل الخط المستقيم (أب) خط التلاقي (التقاطع)، وتكون الزاوية بين المستويين غير قائمة.

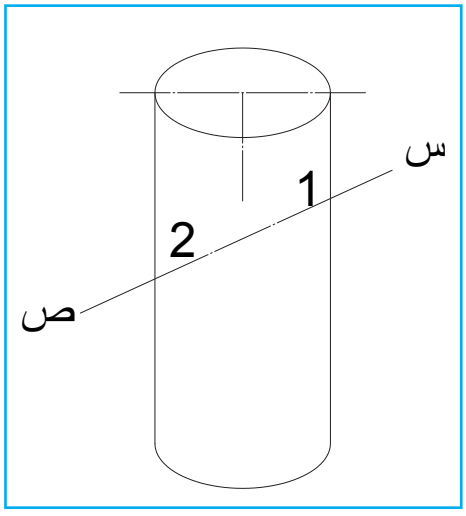


الشكل (6-4): تقاطع مستوى مع مستوى.

هـ- تقاطع مستقيم مع أسطوانة قائمة

المثال (6-5)

يخترق المستقيم (س ص) أسطوانة قائمة في النقطة (1) على محيطها، ويخرج من النقطة (2) على سطحها الدائري، ولا يقطع محورها. ارسم مساقطها الثلاثة، مُبيِّنًا مناطق التقاطع، انظر الشكل (6-5).



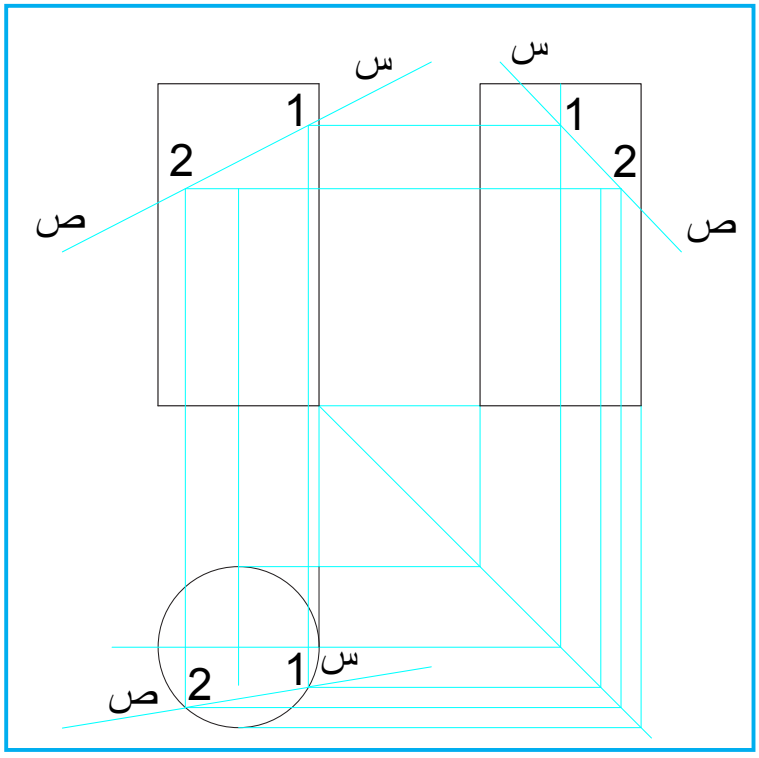
الشكل (6-5): تقاطع المستقيم مع الأسطوانة.

الحل

1 - ارسم المسقطين الأمامي والأفقي للمستقيم والأسطوانة كما في الشكل (6-6).

2 - ارسم من النقطة (1) والنقطة (2) في المسقط الأمامي عمودين على المسقط الأفقي، ليقطع محيط الدائرة في النقطة (1) والنقطة (2).

3 - ارسم المسقط الجانبي للأسطوانة ونقطتي التقاطع بالطريقة المعروفة للإسقاط.



الشكل (6-6): تقاطع المستقيم مع الأسطوانة في المساقط الثلاثة.

فكِّر ثم أجب

ما البُعْد بين أيِّ نقطتين في المثال السابق؛ إذا كان الخط المستقيم يمر بمحور الأسطوانة، ويقطعه بشكل متعامد؟

التمرين (6-1)

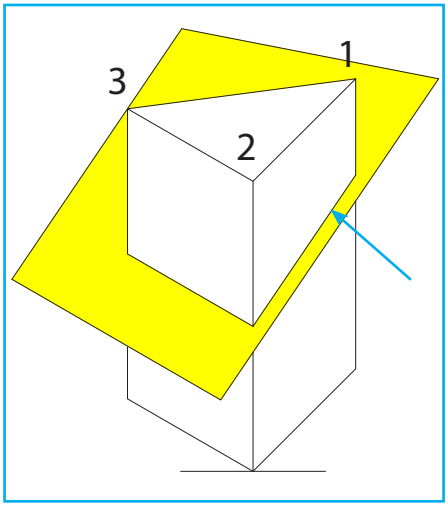
يخترق مستقيم مخروطًا في النقطة (1) على محيطه، ويخرج من النقطة (2) على سطحه الدائري. إذا علمت أن الخط يمر بمحور المخروط على ارتفاع (4) سم من قاعدته، ويقطعه على نحوٍ متعامد؛ وأن قُطْر قاعدة المخروط (5) سم، وارتفاعه (8) سم، فارسم المساقط الثلاثة، مُبيِّنًا نقاط التقاطع.

تتكوَّن غالبية الأجسام الهندسية من تجميع عِدَّة عناصر مع بعضها، ويتطلَّب التصميم كثيرًا أن تتقاطع هذه العناصر. لعمل العناصر المتقاطعة، يجب أولًا رسمها، وتحديد نقاط تقاطعها بدقة، ورسم إفراد الأجسام المتقاطعة.

1 - تقاطع مستوى مع موشور ثلاثي مائل

المثال (6-6)

يُبيِّن الشكل (6-7) موشورًا ثلاثيًّا قائمًا ومنتظمًا تقاطع مع مستوى مائل. ارسم الشكل الحقيقي لمنطقة القطع.



الشكل (6-7): تقاطع مستوى مع موشور.

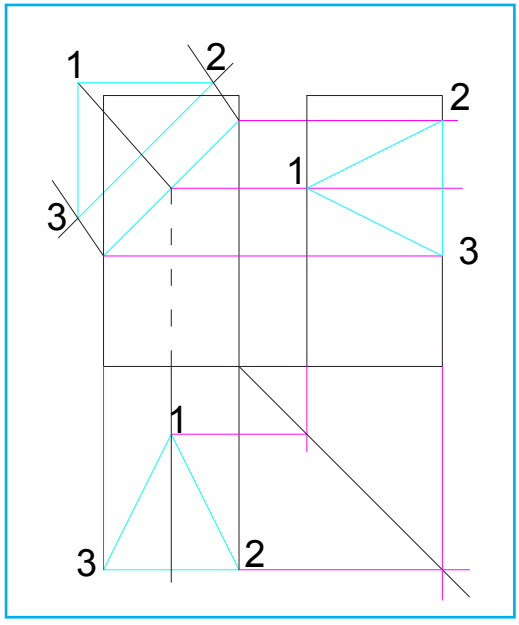
الحل

1 - ارسم المسقطين الأمامي والأفقي للموشور، ثم ارسم الخط الذي يُمثِّل مستوى القطع في المسقط الأمامي.

2 - رقِّم رؤوس الموشور في المسقط الأفقي بالأرقام: 1، 2 ، 3، ثم ارسم أعمدة من النقاط إلى المسقط الأمامي، فتتقاطع مع الخط الذي يُمثِّل مستوى القطع.

3 - ارسم المسقط الجانبي، ثم أسقط عليه النقاط التي تُمثِّل مستوى القطع، ثم صِلْ ما بينها، فينتج شكل مستوى القطع.

4 - ارسم شكل القطع الحقيقي، برسم أعمدة من نقاط التقاطع، ثم ارسم خطًّا يوازي خط القطع، ثم حدِّد النقطتين (2) و(3)، ثم حدِّد ارتفاع النقطه (1) من المسقط الأفقي، انظر الشكل (6-8).



الشكل (6-8): شكل القطع في المساقط الثلاثة.

2 - تقاطع مستوى مائل مع موشور رباعي

المثال (6-7)

يُبيِّن الشكل (6-9) موشورًا رباعيًّا قائمًا منتظمًا تقاطع مع مستوى مائل. ارسم الشكل الحقيقي لمنطقة القطع.

الحل

تتبَّع خطوات الرسم كما في الشكل (6-10):

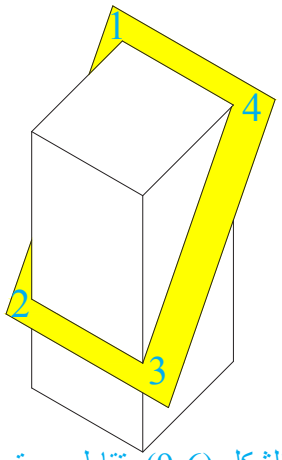
1 - ارسم المسقطين الأمامي والأفقي للموشور الرباعي، ثم ارسم الخط الذي يُمثِّل المستوى في المسقط الأمامي.

2 - رقِّم رؤوس الموشور في المسقط الأفقي بالأرقام: 1، 2، 3، 4، ثم ارسم أعمدة من النقاط إلى المسقط الأمامي، فتتقاطع مع الخط الذي يُمثِّل مستوى القطع.

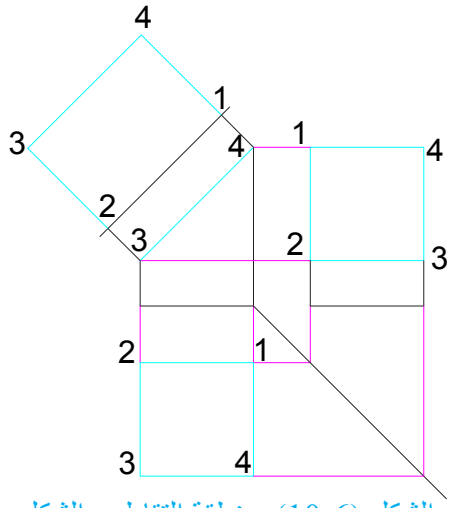
3 - ارسم المسقط الجانبي، ثم أسقط عليه النقاط التي تُمثِّل مستوى القطع من المسقط الأمامي، ثم أسقط النقاط من المسقط الأفقي بحيث تتقاطع هذه النقاط وفق اتجاهات الأسهم، ثم صِلْ بينها، فينتج شكل مستوى القطع، على جانبي المقطع.

4 - لرسم شكل تقاطع الحقيقي في المسقط الأمامي، ارفع من نقاط التقاطع أعمدة، ثم ارسم خطًّا يوازي خط القطع، ثم حدِّد النقطتين (1) و(2)، ثم حدِّد النقطة (4) والنقطة (3) بنقل البُعْد (1-4) والبُعْد(2-3) من المسقط الأُفقي.

5 - صِلْ بين النقاط لينتج شكل التقاطع الحقيقي كما في الشكل (6-10).



الشكل (6-9): تقاطع مستوى مع موشور رباعي.



الشكل (6-10): منطقة التقاطع والشكل الحقيقي للقطع.

3 - تقاطع مستوى مائل مع موشور سداسي

المثال (6-8)

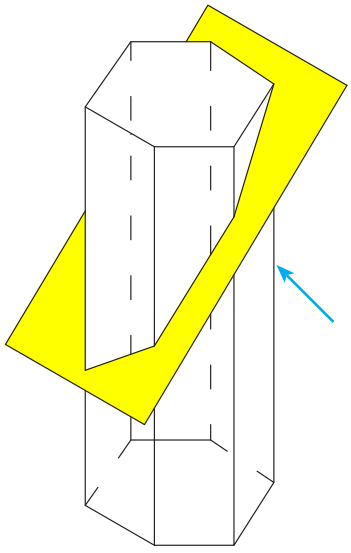
يُبيِّن الشكل (6-11) موشورًا سداسيًّا قائمًا ومنتظمًا قُطِع بمستوى مائل. ارسم الشكل الحقيقي لمنطقة القطع.

الحل

تتبَّع خطوات الرسم كما في الشكل (6-12):

1 - ارسم المسقطين الأمامي والأفقي للموشور السداسي، ثم ارسم أثر مستوى القطع في المسقط الأمامي.

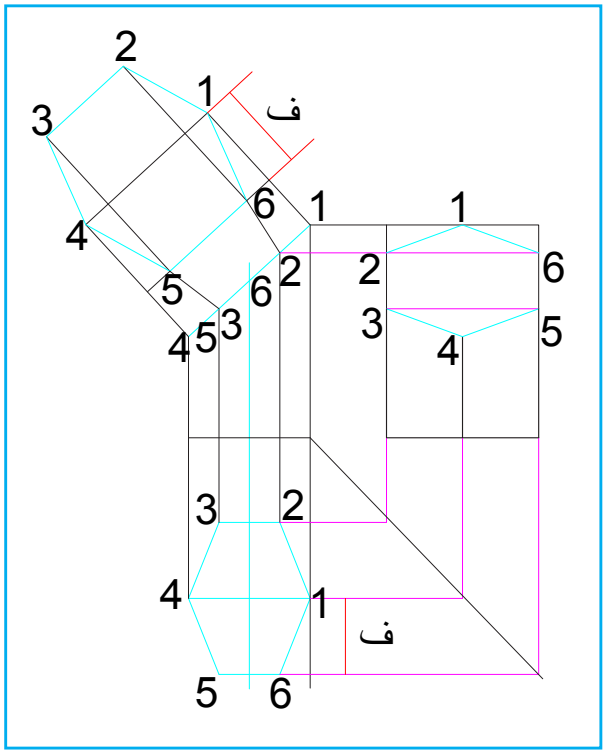
2 - رقِّم رؤوس الموشور في المسقط الأفقي بالأرقام: 1، 2، 3،4،5،6، ثم ارسم أعمدة من النقاط إلى المسقط الأمامي، لتتقاطع مع الخط الذي يُمثِّل مستوى القطع.



الشكل (6-11): تقاطع مستوٍ مع موشور سداسي.

3 - ارسم المسقط الجانبي، ثم أسقط عليه النقاط التي تُمثِّل مستوى القطع من المسقط الأمامي، ثم أسقط النقاط من المسقط الأفقي؛ لكي تتقاطع هذه النقاط، ثم صِلْ بينها، فينتج شكل مستوى القطع في المسقط الجانبي.

4 - لرسم شكل القطع الحقيقي على مستوى القطع في المسقط الأمامي، ارسم من نقاط التقاطع أعمدة، ثم ارسم خطًّا يوازي خط القطع، ثم حدِّد عليه النقطتين (5) و(6)، ثم ارسم مستقيمًا يوازي الخط (5)، ويبعد عنه المسافة (ف) من المسقط الأفقي، ثم حدِّد النقطة (1) والنقطة (4) على هذا الخط، ثم انقل المسافة (ف) إلى الجهة الأخرى، وارسم مستقيمًا يوازيه، وحدِّد عليه النقطتين (2) و(3)، ثم صِلِ النقاط بخطوط مستقيمة، فينتج الشكل الحقيقي للقطع، انظر الشكل (6-12).

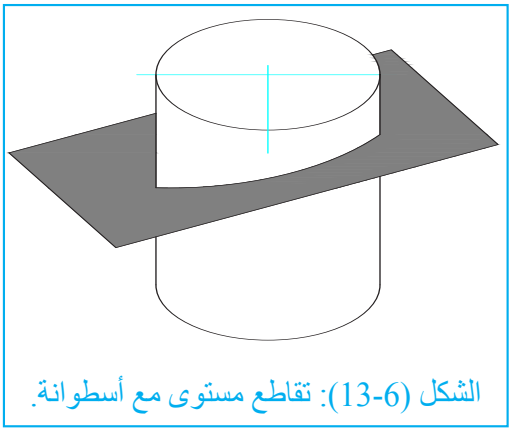


الشكل (6-12): الشكل الحقيقي للقطع.

4 - تقاطع مستوى مائل مع أسطوانة

المثال (6-9)

يُبيِّن الشكل (6-13) أسطوانة دائرية قائمة قُطِعت بمستوى قطع مائل على محورها. ارسم الشكل الحقيقي لمنطقة القطع.



الشكل (6-13): تقاطع مستوى مع أسطوانة.

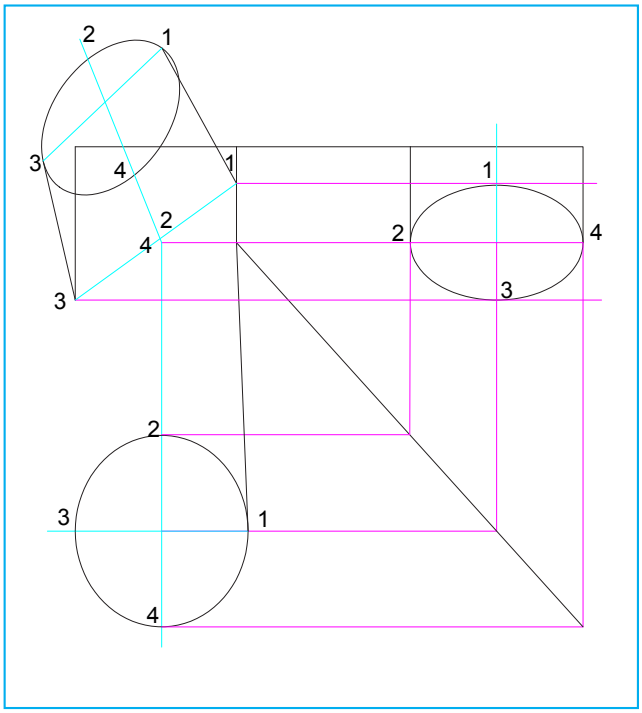
الحل

تتبَّع خطوات الرسم الآتية كما في الشكل (6-14):

1 - ارسم المسقط الجانبي للأسطوانة، مُوضِّحًا عليه شكل القطع الذي ينتج من تلاقي نقاط تقسيم الدائرة في المسقط الأفقي مع إسقاطاتها في المسقط الأمامي.

2 - لرسم شكل القطع الحقيقي على المسقط الأمامي، ارسم خطًّا يوازي خط القطع، ويبعد عنه مسافة مناسبة، ثم ارسم أعمدة من النقاط على خط القطع، لتتلاقى مع الخط المرسوم، ثم حدِّد النقطتين (1) و(3)، علمًا بأنه يمكن تحديد النقطتين (2) و(4) عن طريق قياس المسافة بينهما في المسقط الأفقي، ونقلها الى الشكل الحقيقي في المسقط الأمامي.

3 - صِلْ بين النقاط: 1، 2، 3، 4 بخطوط منحنية، فينتج الشكل الحقيقي المطلوب.

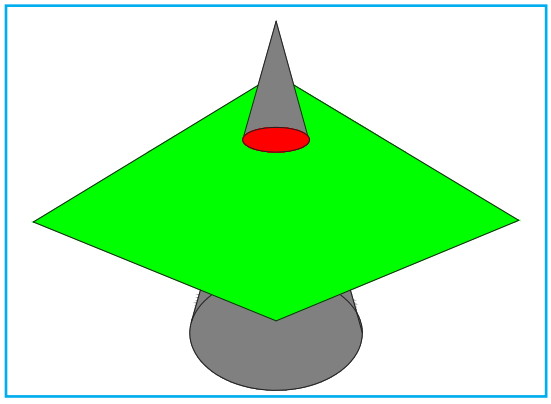


الشكل (6-14): شكل القطع في المساقط.

5 - تقاطع مستوى أفقي مع مخروط قائم

المثال (6-10)

يُبيِّن الشكل (6-15) مخروطًا قائمًا قُطِع بمستوى موازٍ لقاعدته. ارسم الشكل الحقيقي لمنطقة القطع.



الشكل (6-15): تقاطع مستوى مع مخروط.

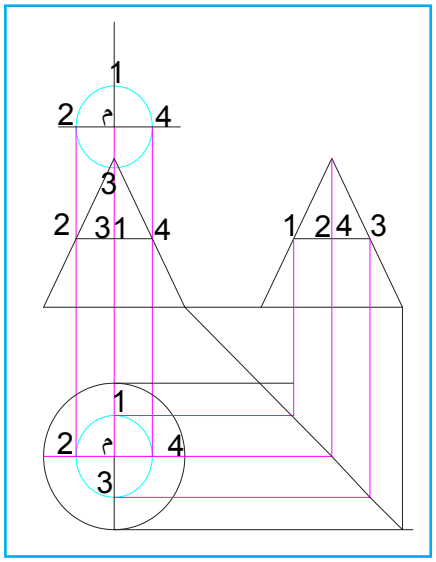
الحل

1 - ارسم المسقطين الأمامي والأفقي، مُبيِّنًا خط القطع في المسقط الأمامي، بحيث يظهر القطع في المسقط الأفقي دائرة منتظمة؛ لأن القطع يوازي القاعدة.

2 - قسِّم الدائرة في المسقط الأفقي بحسب تقاطع محوريها مع المحيط، ثم رقِّمها بالأرقام: 1،2،3،4، ثم أسقط الأرقام على المسقط الأمامي.

3 - ارسم المسقط الجانبي، ثم أسقط الأرقام من المسقطين الأمامي والأفقي لإظهار خط القطع.

4 - لرسم شكل القطع الحقيقي، ارسم خطًّا يوازي خط القطع، ويقطع المحور العمودي في النقطة (م)، ثم ارفع أعمدة من النقاط على خط القطع، وحدِّد النقطتين (2) و(4). ولتحديد النقطتين (1) و(3)، افتح الفرجار بمقدار المسافة بين النقطتين (1–3) من المسقط الأفقي، ثم ارسم دائرة تمس النقاط الأربع، فتكون هي الشكل الحقيقي للقطع، انظر الشكل (6-16).



الشكل (6-16): القطع والشكل الحقيقي.

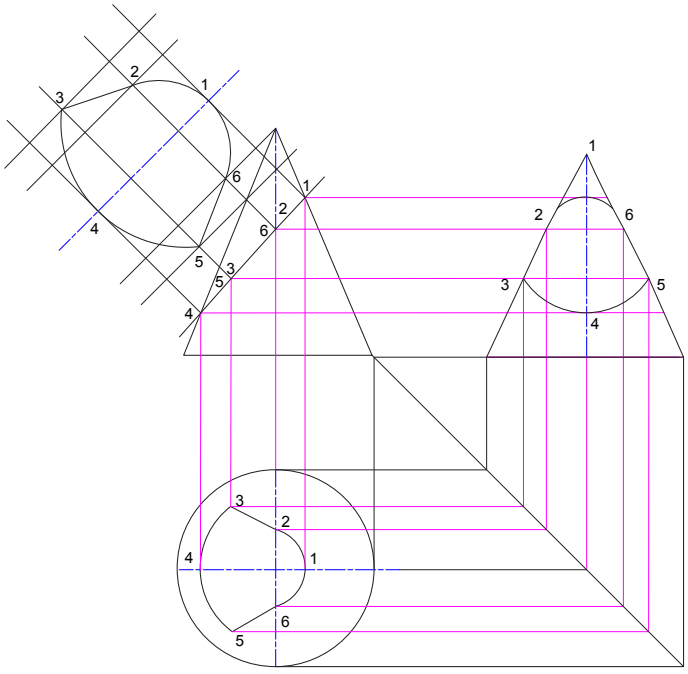
6 - تقاطع مستوى مائل مع مخروط قائم

المثال (6-11)

يُبيِّن الشكل (6-17) مخروطًا قائمًا قُطِع بمستوى مائل على قاعدته:

1 - بيِّن شكل القطع في المساقط الثلاثة.

2 - ارسم الشكل الحقيقي لمنطقة التقاطع.



الشكل (6-17): نقاط التقاطع.

الحل

1 - ارسم المساقط الثلاثة كاملة (الأمامي، والأفقي، والجانبي)، مُبيِّنًا خط القطع في المسقط الأمامي.

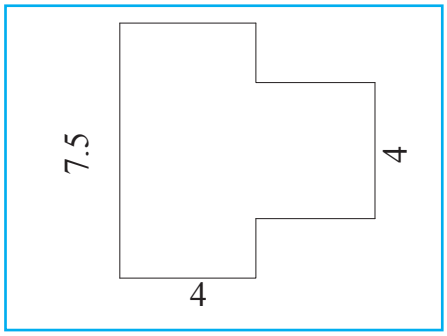
2 - حدِّد النقطتين (1) و(4)، ثم أسقطهما على المسقطين الأفقي والجانبي، ثم حدِّد النقطتين (2) و(6)، والنقطتين (3) و(5)، ثم أسقطهما على المسقط الجانبي، ثم أسقط النقاط (2) و(6) و(3) و(5) من المسقطين الأمامي والجانبي على المسقط الأفقي.

3 - صِلِ النقاط الناتجة بخطوط منحنية، فينتج شكل القطع في كلٍّ من المسقطين.

4 - لرسم الشكل الحقيقي للقطع على المسقط الأمامي، ارسم خطًّا يوازي خط القطع، ويبعد عنه مسافة معينة، ثم ارسم أعمدة من النقاط: 1، 2، 6، 3، 5، 4 على خط القطع، لتلتقي بالخط المرسوم، ثم حدِّد عليه النقطتين (1) و(4)، ثم انقل الأبعاد من المسقط الأفقي إلى الشكل الحقيقي على المسقط الأمامي.

5 - بعد تحديد موقع النقاط، صِلْ بينها بخطوط منحنية، فيكون الشكل الناتج هو شكل القطع الحقيقي.

7 - تقاطع أسطوانتين متعامدتين ومتساويتي القُطْر

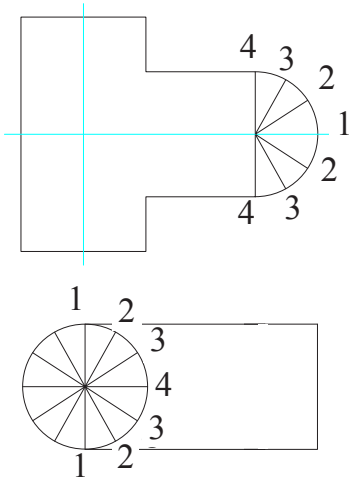
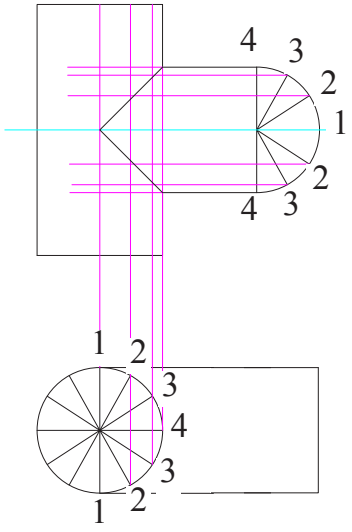


الشكل (6-18):أسطوانتان متقاطعتان.

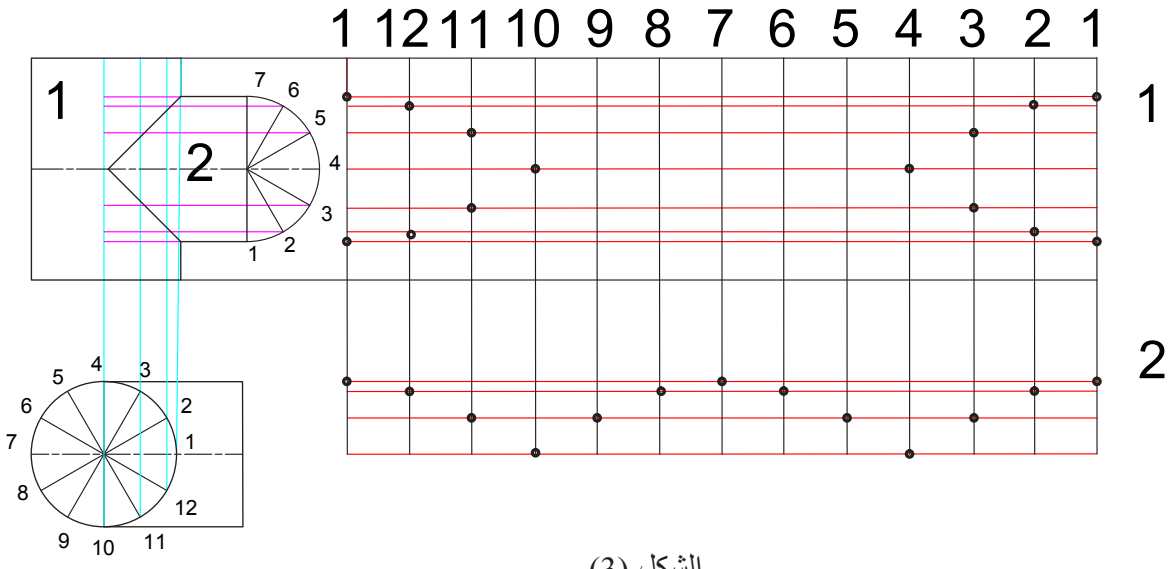
المثال (6-12)

يُبيِّن الشكل (6-18) أسطوانتين قائمتين متقاطعتين ومتساويتي القُطْر، ومتعامدتي المحور. ارسم المسقط الأمامي والمسقط الأفقي، مُبيِّنًا خطوط التلاقي.

الحل

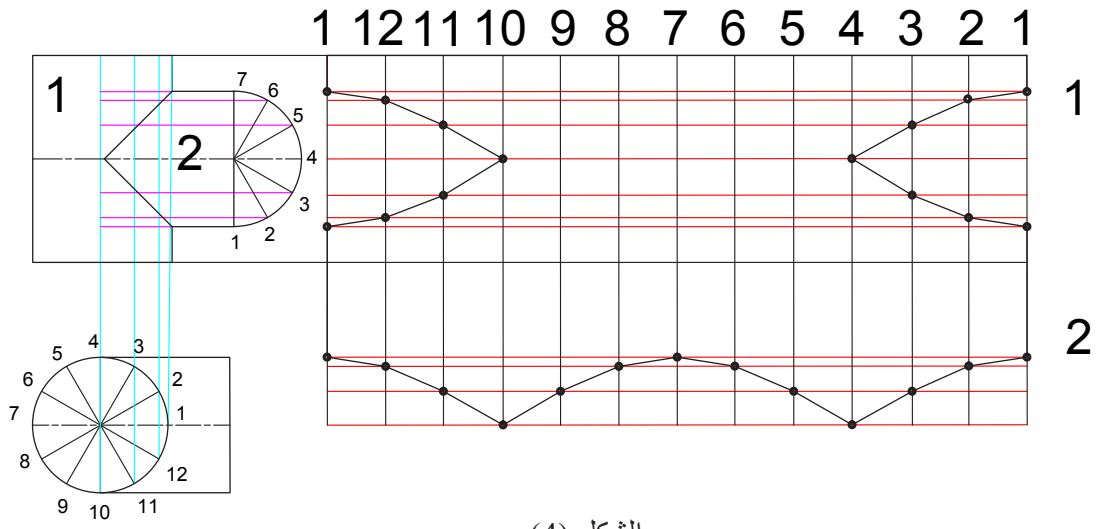
الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم المسقط الأمامي والمسقط الأفقي. - ارسم نصف دائرة على نهاية الأسطوانة الأفقية في المسقط الأمامي، ثم قسِّمها إلى (6) أقسام متساوية، ثم رقِّمها. - قسِّم الدائرة في المسقط الأفقي إلى عدد من الأقسام المتساوية، وليكن (12) قسمًا، ثم رقِّمها كما في الشكل (1).	 الشكل (1).
2	- أسقط نقاط التقسيم بحسب الأرقام من نصف الدائرة إلى الأسطوانة العمودية. - أسقط نقاط التقسيم من الدائرة في المسقط الأفقي على الأسطوانة العمودية في المسقط الأمامي. - حدِّد نقاط التلاقي الناتجة من التقاء خطوط الإسقاط الأفقية والعمودية. - صِلِ النقاط بخطوط مستقيمة، فيكون الخط الناتج هو شكل التقاطع بين الأسطوانتين، انظر الشكل (2).	 الشكل (2).

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
3	- لرسم إفراد الأسطوانة رقم (1): • ارسم خط الإفراد الأساسي، ثم قسِّمه إلى (12) قسمًا مساوية لأقسام الدائرة، ثم رقِّمها بحيث تبدأ بالرقم (1)، وتنتهي به. • ارسم أعمدة من نقاط التقسيم، ثم مُدَّ الخط العلوي لمسقط الأسطوانة حتى يقطع الأعمدة، فيتحدِّد ارتفاع الإفراد. • أسقط نقاط خطوط التقاطع من المسقط الأمامي إلى الإفراد، ثم حدِّد نقاط التلاقي بحسب الأرقام كما في الشكل (3). - لرسم إفراد الأسطوانة رقم (2): • ارفع أعمدة من نقاط التقسيم على خط الإفراد الأساسي. • انقل الأطوال من الأسطوانة (2) في المسقط الأمامي على الإفراد. • حدِّد النقاط الناتجة كما في الشكل (3)	



الشكل (3).

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
4	- صِلْ بين النقاط في إفراد الأسطوانة رقم (1)، والأسطوانة رقم (2) بخطوط منحنية، فيكون الشكل الناتج هو الإفراد المطلوب، انظر الشكل (4).	



الشكل (4).

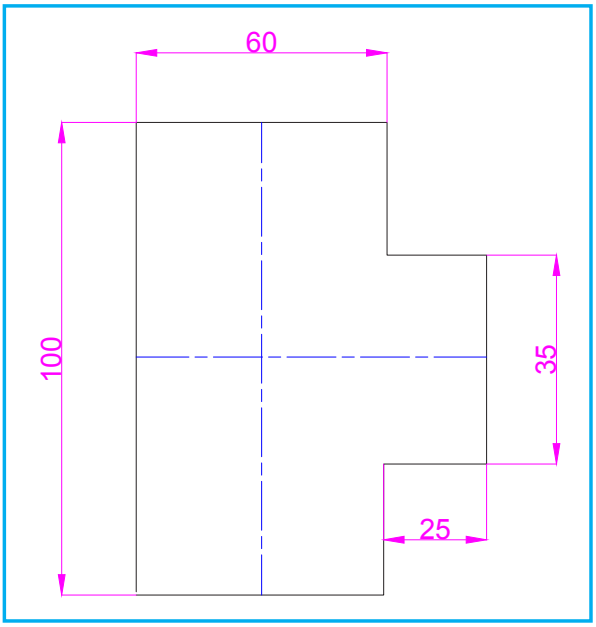
8 - تقاطع أسطوانتين متعامدتين غير متساويتي القُطْر

المثال (6-13)

يُبيِّن الشكل (6-19) أسطوانتين قائمتين متقاطعتين متعامدتي المحور، وغير متساويتي القُطْر:

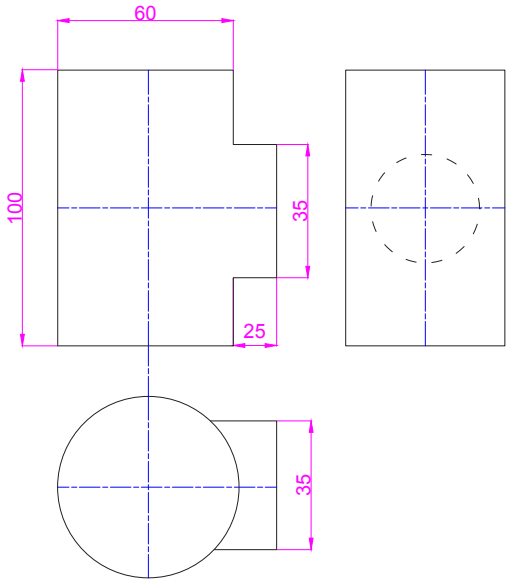
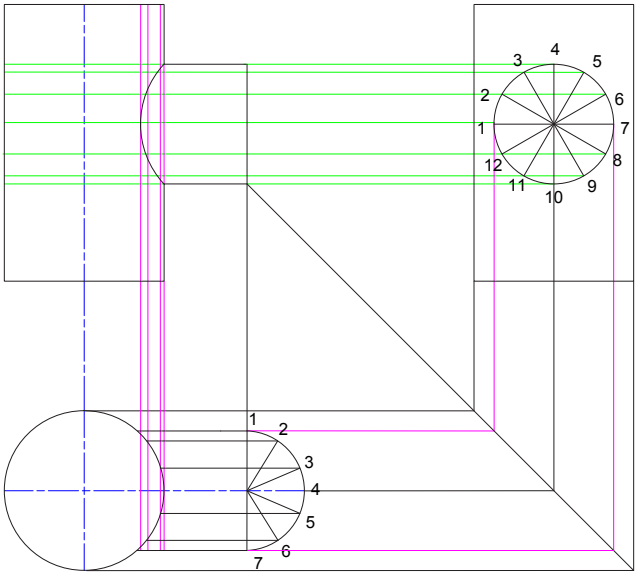
1- ارسم المساقط الثلاثة، مُبيِّنًا خطوط التلاقي.

2- ارسم إفراد كلٍّ من الأسطوانتين.



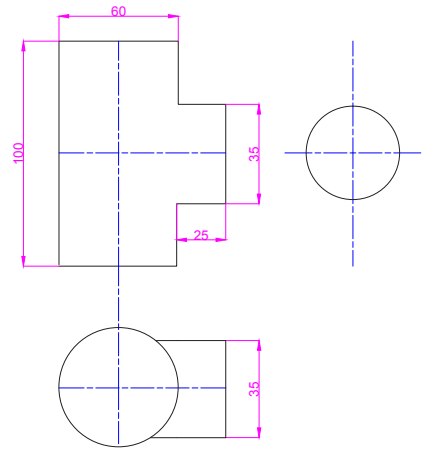
الشكل (6-19): أسطوانتان قائمتان متقاطعتان.

الحل

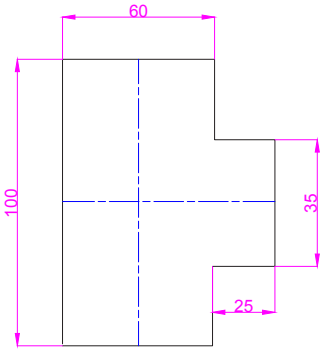
الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم المساقط الثلاثة للأسطوانتين كما في الشكل (1).	 الشكل (1).
2	- قسِّم الدائرة في المسقط الجانبي إلى (12) قسمًا، ثم رقِّمها، ثم ارسم خطوطًا أفقية من نقاط التقسيم إلى المسقط الأمامي. - ارسم نصف دائرة على طرف الأسطوانة في المسقط الأفقي، ثم قسِّمها إلى (6) أقسام متساوية، ثم رقِّمها، ثم ارسم أعمدة من نقاط التقسيم إلى المسقط الأمامي. - حدِّد نقاط التقاطع المتلاقية من المسقطين بحسب الأرقام. - صِلْ بين النقاط بخطوط منحنية، فيكون الخط الناتج هو خط التلاقي بين الأسطوانتين، انظر الشكل (2).	 الشكل (2).

نشاط

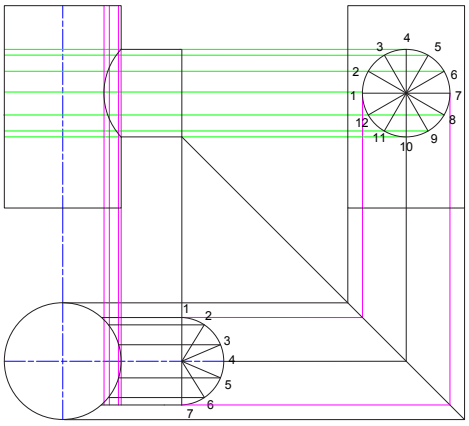
كوِّن مجرًى دائريًّا على شكل حرف (T) على ورق كرتون مقوّى، مستعينًا بالأشكال الآتية:



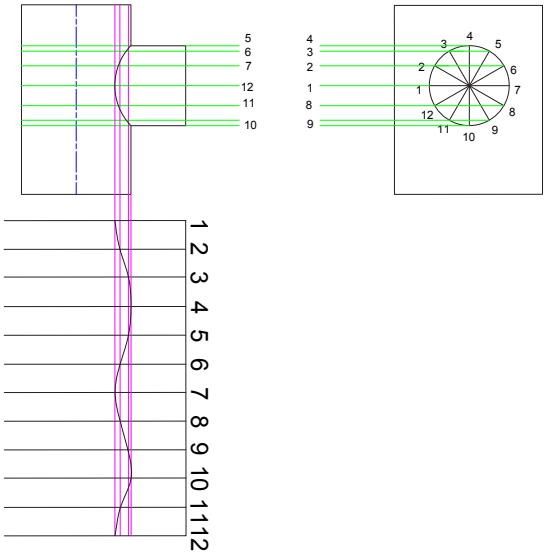
الشكل (1): المساقط.



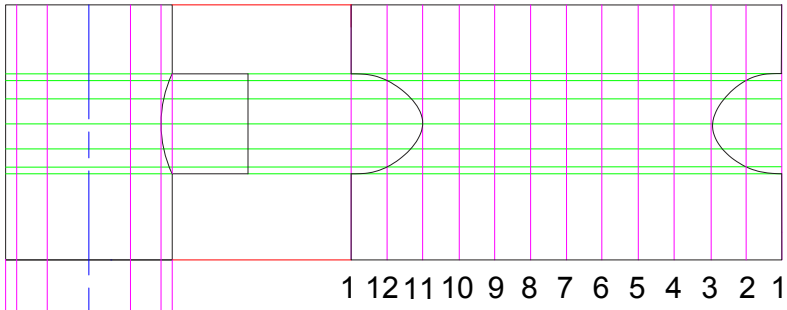
الشكل (2): أبعاد المجرى.

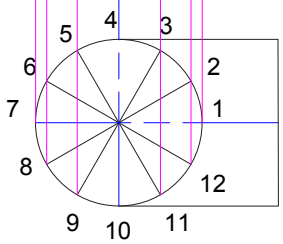


الشكل (3): خطوط التقاطع.



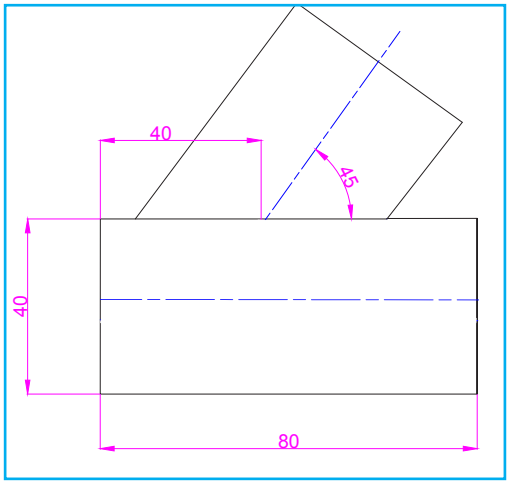
الشكل (4): إفراد المقطع (2).





الشكل (5): إفراد المقطع (1).

9 - تقاطع أسطوانتين متساويتي القُطْر وغير متعامدتي المحاور



الشكل (6-20): تقاطع أسطوانتين.

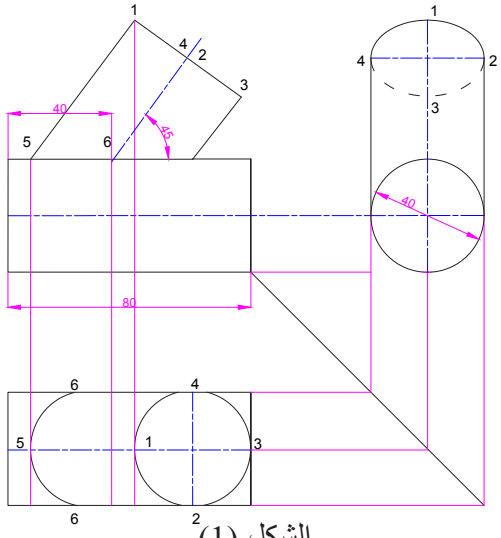
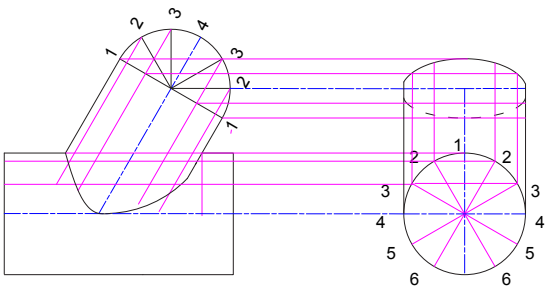
المثال (6-14)

يُبيِّن الشكل (6-20) أسطوانتين قائمتين، ومتقاطعتين، ومتساويتي القُطْر، وغير متعامدتي المحور:

1 - ارسم مساقطهما الثلاثة، مُبيِّنًا عليها حدود التلاقي.

2 - ارسم إفراد كلٍّ من الأسطوانتين.

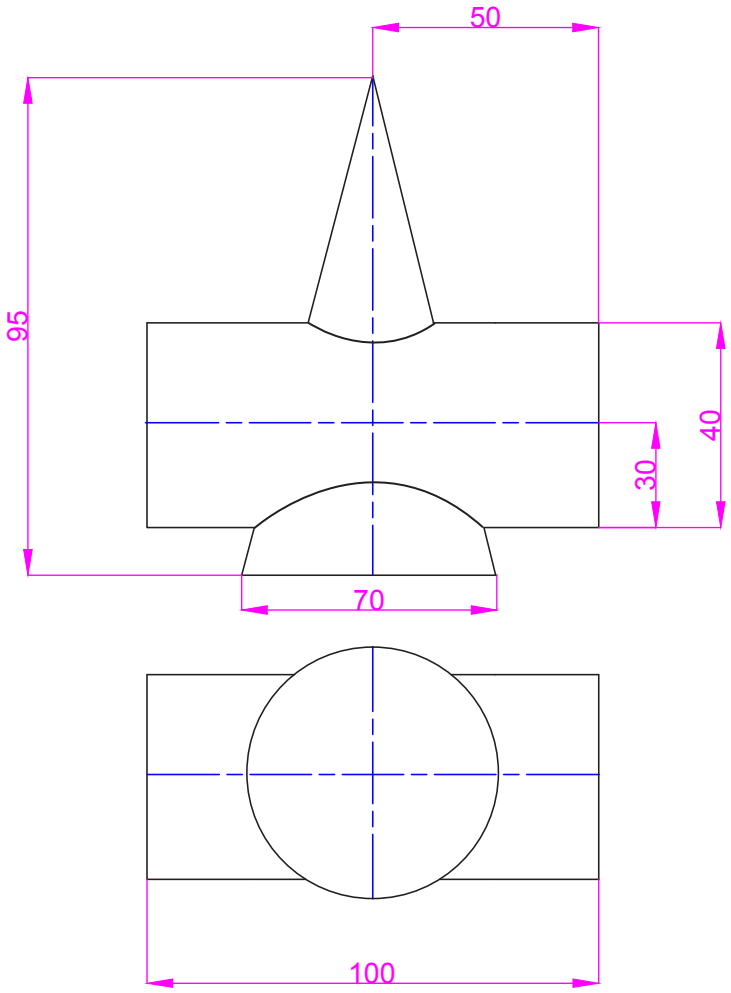
الحل

الرقم	خطوات العمل	الرسوم التوضيحية
1	- ارسم المسقطين الأمامي والجانبي بحسب الأبعاد المعطاة، ثم ارسم المسقط الأفقي بحسب الإسقاطات. - ارسم مقطع الأسطوانة المائلة في المسقطين الجانبي والأفقي عن طريق إسقاط نقاط محاور الأسطوانة: 1، 2، 3، 4، 5، 6 على كلٍّ من المسقطين، ثم حدِّد نقاط التقاطع للأرقام المتشابهة في كل مسقط، ثم صِلْ بين هذه النقاط بخطوط منحنية، فينتج الشكل البيضوي الذي يُمثِّل مقطع الأسطوانة المائلة في كلا المسقطين، انظر الشكل (1).	 الشكل (1).
2	- لتحديد خطوط التلاقي بين الأسطوانتين، قسِّم الدائرة في المسقط الجانبي إلى عدد من الأقسام، ولتكن (12) قسمًا، ثم ارسم نصف دائرة على الأسطوانة المائلة، ثم قسِّمها بنفس التقسيم للدائرة في المسقط الجانبي، ثم رقِّم هذه الأقسام، ثم أسقطها من المسقط الجانبي، ومن الأسطوانة المائلة في المسقط الأمامي حتى يتقاطع بعضها مع بعض. - حدِّد نقاط التلاقي، ثم صِلْ بينها بخطوط مستقيمة، فيكون الخط الناتج هو خط التقاطع بين الأسطوانتين، انظر الشكل (2).	 الشكل (2).

- يُبيِّن الشكل المجاور المسقطين الأمامي والأفقي لتقاطع أسطوانة مع مخروط بشكل متعامد.

بيِّن خطوات العمل مُوضَّحة بالرسوم، ثم بيِّن حدود التلاقي بين السطحين الناتجة من التقاطع، مستعينًا بشبكة الإنترنت وبرنامج الرسم (AutoCAD).

- بناءً على دراستك الوحدة الأولى (الإفراد)، ارسم إفراد كلٍّ من القطعتين في المثال (6-14).



تقاطع الأشكال الهندسية
تقاطع الأشكال الهندسية
تقاطع خط مع خط
تقاطع مستوى مع خط
تقاطع مستوى مع مستوى متعامد
تقاطع مستوى مع مستوى مائل
تقاطع مستقيم مع أسطوانة قائمة
تطبيقات على التقاطعات
تقاطع مستوى موشور ثلاثي مائل
تقاطع مستوى مائل مع موشور رباعي
تقاطع مستوى مائل مع موشور سداسي
تقاطع مستوى مائل مع أسطوانة
تقاطع مستوى أفقي مع مخروط قائم
تقاطع مستوى مائل مع مخروط قائم
تقاطع أسطوانتين متعامدتين، ومتساويتي القُطْر
تقاطع أسطوانتين متعامدتين، وغير متساويتي القُطْر
تقاطع أسطوانتين متساويتي القُطْر، وغير متعامدتي المحور

التقويم الذاتي: أستطيع بعد دراسة هذه الوحدة أن:

الرقم	خطوات الأداء	ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُوضِّح مفهوم التقاطع.			
2	أُبيِّن أهمية التقاطع.			
3	أُعدِّدَ أسس عملية تنفيذ التقاطع.			
4	أرسم تقاطع المستوى المتعامد على محور الأسطوانة.			
5	أرسم تقاطع المستوى المائل مع محور الأسطوانة.			
6	أرسم تقاطع المستوى المتعامد على محور الموشور.			
7	أرسم تقاطع المستوى المائل على محور الموشور.			
8	أرسم تقاطع المستوى المتعامد على محور المخروط.			
9	أرسم تقاطع المستوى المائل على محور المخروط.			
10	أرسم تقاطع أسطوانتين متساويتي القُطْر، ومحوراهما متعامدان.			
11	أرسم تقاطع أسطوانتين غير متساويتي القُطْر، ومحوراهما متعامدان.			
12	أرسم تقاطع أسطوانتين متساويتي القُطْر، ومحوراهما غير متعامدين.			
13	أرسم تقاطع أسطوانتين غير متساويتي القُطْر، ومحوراهما غير متعامدين.			

1 - المستقيمان (أب)، و(جـ د) طول كلٍّ منهما (65) مم. وضِّح بالرسم الحالات الآتية للمستقيمين:

أ- غير متقاطعين.

ب- متقاطعان، وبينهما زاوية.

جـ- متقاطعان، ومتعامدان.

2 - لديك المستوى (أ ب جـ د) والمستقيم (س ص). بيِّن بالرسم ما يأتي:

أ- تقاطع المستقيم مع المستوى بزاوية (بشكل مائل).

ب- تقاطع المستقيم مع المستوى عموديًّا.

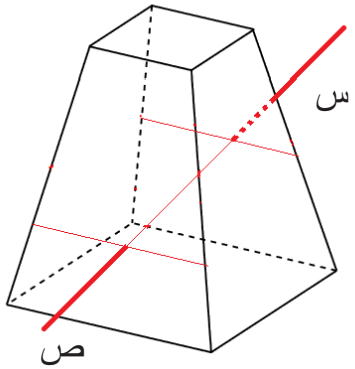
3 - لديك المستويان (س ص ع ل)، و(أ ب جـ د). بيِّن بالرسم ما يأتي:

أ- تقاطع المستويين عند الأقطار بزاوية مائلة.

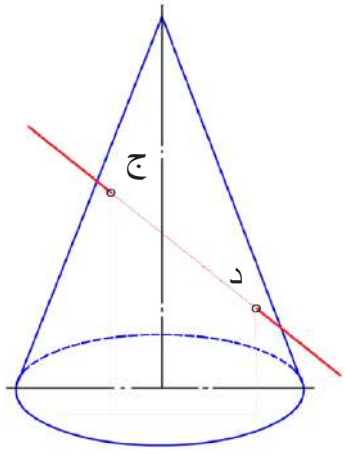
ب- تقاطع المستويين عند الأقطار، وهما متعامدان.

4 - يُبيِّن الشكل المجاور مستقيمًا يقطع هرمًا رباعيًّا ناقصًا تقاطع معه المستقيم (س ص):

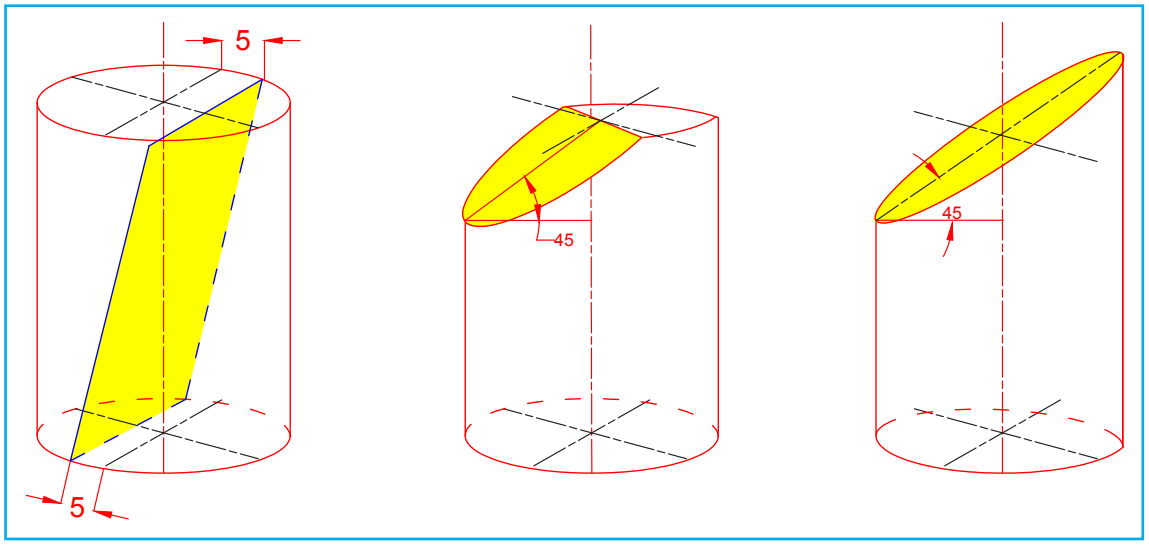
ارسم المساقط الثلاثة للهرم، مُبيِّنًا عليها شكل التقاطع مع المستقيم لكل مسقط.



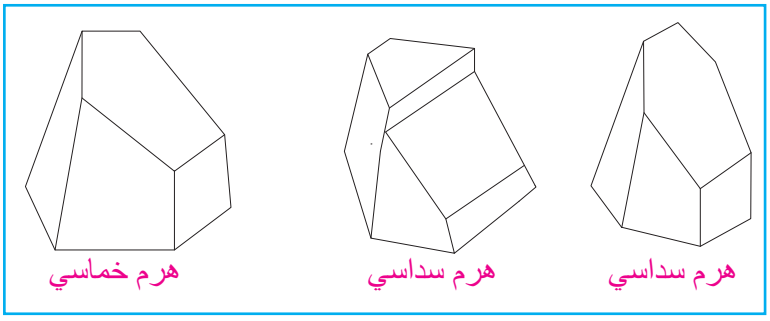
5 - يُبيِّن الشكل المجاور تقاطع الخط المستقيم (أب) مع المخروط القائم الذي قُطْر قاعدته (50) مم، وارتفاعه (80) مم في النقطتين (جـ)، و(د). ارسم المساقط الثلاثة للمستقيم والمخروط، مُبيِّنًا مساقط نقاط التقاطع لكل مسقط.



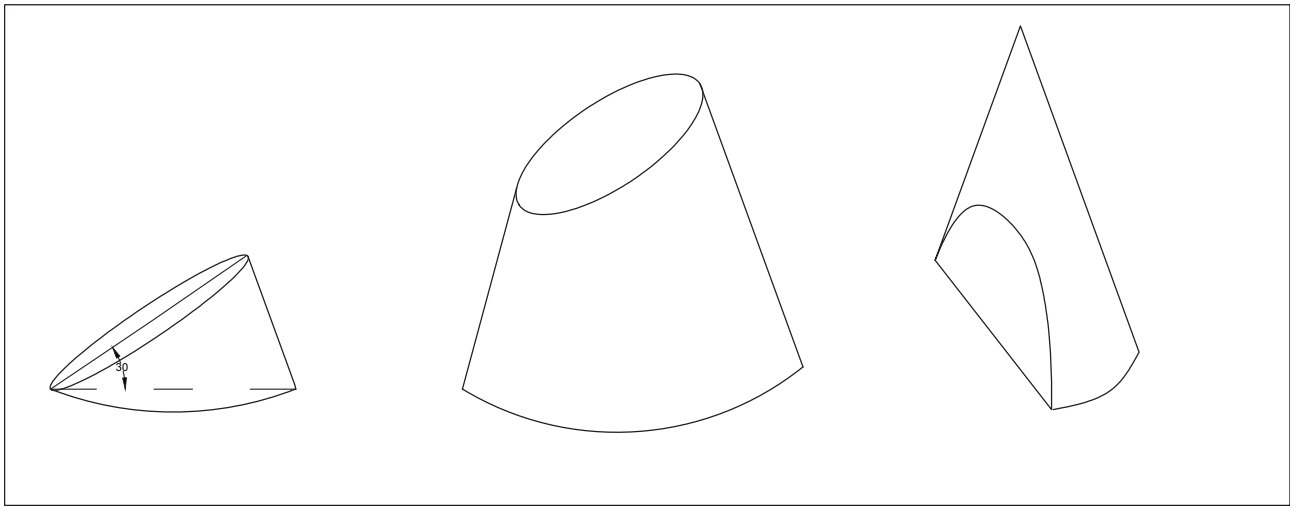
6 - يُبيِّن الشكل الآتي ثلاث أسطوانات قائمة، قُطْر الواحدة منها (40) مم، وارتفاعها (60) مم، وقد قُطِعت بمستويات مختلفة. ارسم الأشكال الحقيقية لمناطق القطع.



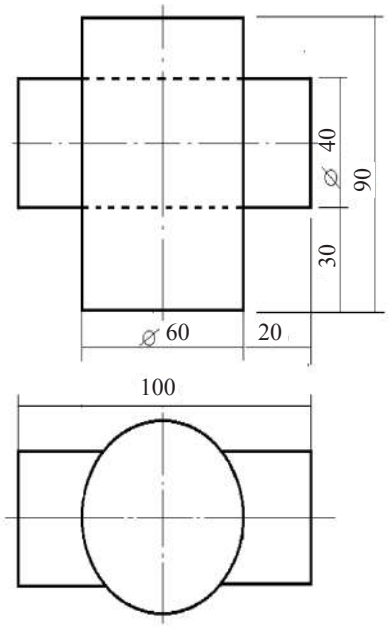
7 - يُبيِّن الشكل الآتي ثلاثة أهرامات قائمة (خماسي، وسداسيان)، طول ضلع القاعدة لكلٍّ منها (20) مم، وارتفاع كلٍّ منها (70) مم. إذا قُطِع كل هرم بمستوى يميل على القاعدة بزاوية (150)، فارسم الأشكال الحقيقية لمناطق القطع.



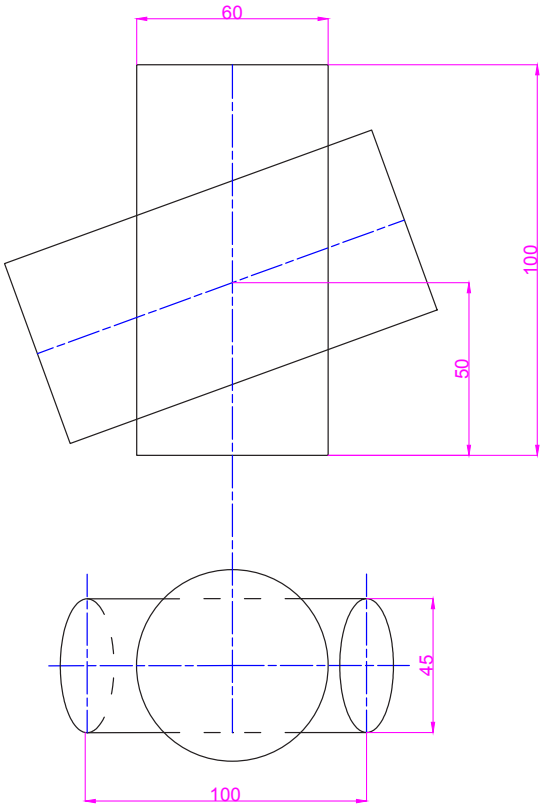
8 - يُبيِّن الشكل الآتي ثلاثة مخاريط قائمة، قُطْر قاعدة كلٍّ منها (50) مم، وارتفاعه (70) مم. إذا قُطِع كل مخروط بمستوى قاطع، فارسم الأشكال الحقيقية لمناطق القطع.



9 - يُبيِّن الشكل المجاور المسقطين الأمامي والأفقي لأسطوانتين متقاطعتين، ومحاور كلٍّ منهما متعامدة، وبحسب الأبعاد المعطاة. ارسم المساقط الثلاثة، مُبيِّنًا حدود التقاطع.

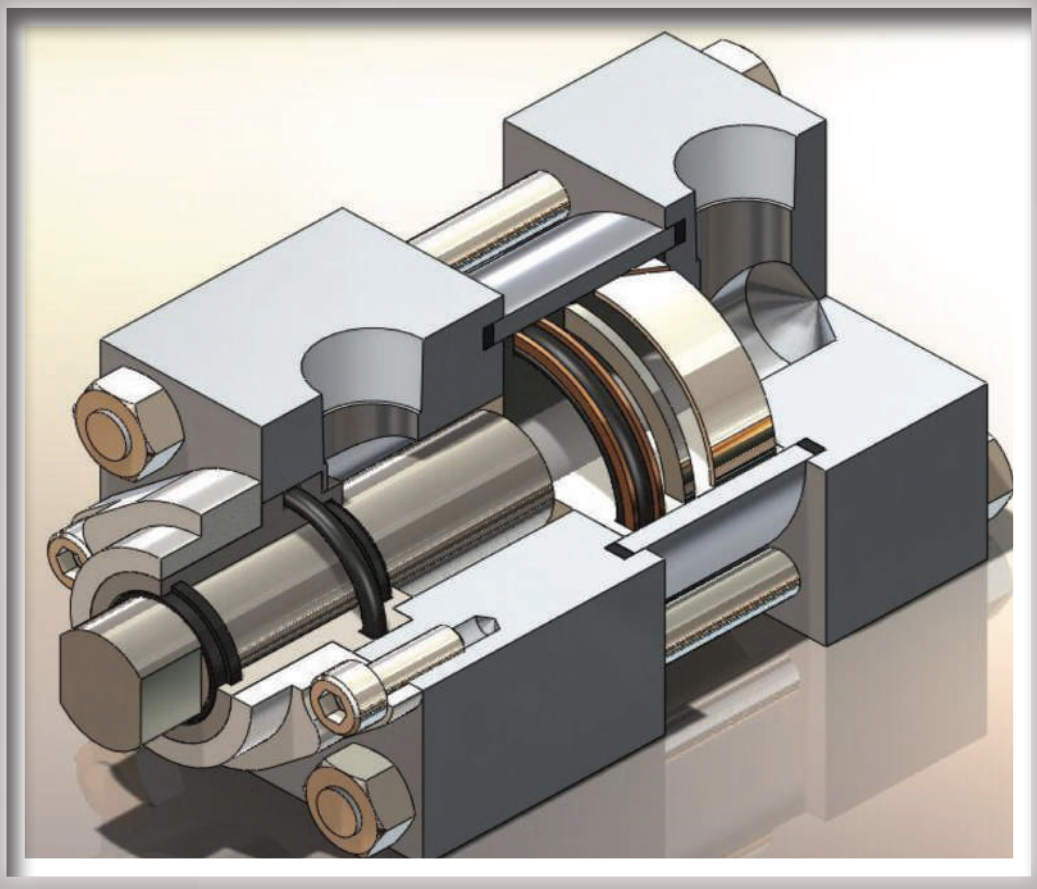


10 - يُبيِّن الشكل المجاور المسقطين الأمامي والأفقي لأسطوانتين متقاطعتين، ومحاور كلٍّ منهما غير متعامدة، وتميلان بزاوية (30°)، وبحسب الأبعاد المعطاة. ارسم المساقط الثلاثة، مُبيِّنًا حدود التقاطع.



الوحدة السابعة

الرسم التجميعي
(Assembley Drawing)



- ما الفرق بين الرسم الهندسي والرسم التجميعي؟
- ما الخطوات التي يتبعها مُصمِّمو الآلات في عملهم؟

تعرَّفت سابقًا أن الرسم الهندسي لغة يستخدمها المهندسون والفنيون للتخاطب عند تنفيذ أعمالهم ومشروعاتهم. من أهم أنواع الرسم الهندسي الرسم التجميعي؛ فقد يحتاج الناس إلى منتج معين، أو تصميم آلة، أو جهاز، أو تجميع مُكوِّنات بعضها مع بعض لقضاء حوائجهم.

يبدأ الاختراع أو التصميم بفكرة ، تُكتَب أولًا على الورق ، فيبدأ المهندسون برسم الجهاز أو الآلة، مُبيِّنين عليها جميع القطع المُكوِّنة لها؛ نوعها، وقياساتها، وكمياتها، وطريقة ربط بعضها ببعض، في ما يُعرَف بالرسم التجميعي.

لا يُشترَط في الرسم التجميعي تفصيلات كثيرة أو مساقط مختلفة للإيضاح، ولكن يكتفى بالرسوم التي تُوضِّح القطع والأجزاء، وطريقة الربط ، وهذا يعتمد على درجة تعقيد الآلة، أو الجهاز، أو الوحدة المُجمَّعة.

يشتمل الرسم التجميعي على ما يأتي:

- الرسوم اللازمة لإيضاح القطع، وربط بعضها ببعض.
- ترقيم كل قطعة برقم مُحدَّد.
- وجود جدول يحوي البيانات الخاصة بكل قطعة، مثل: اسم القطعة، ومادة الصنع، والعدد المطلوب منها.
- تحديد أبعاد القطع المُجمَّعة.

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

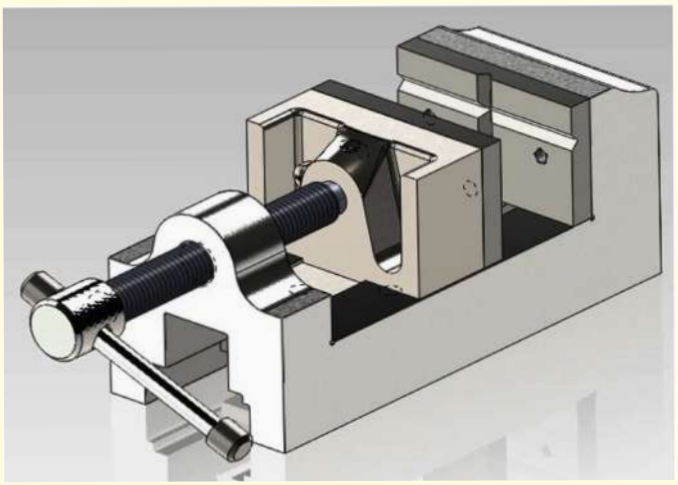
- يتعرَّف مفهوم الرسم التجميعي.
- يتعرَّف هدف الرسم التجميعي.
- يتعرَّف أنواع الرسم التجميعي.
- يتعرَّف الشروط والإرشادات التي يجب مراعاتها في الرسم التجميعي.
- يتعرَّف وسائل الربط الدائمة والمؤقتة المستخدمة في الرسم التجميعي.
- يرسم مساقط وقطاعات لأجزاء ميكانيكية رسمًا تجميعيًّا.
- يتعرَّف مقاطع الفولاذ، وأنواعها.
- يتعرَّف الأشكال المختلفة لمقاطع الألمنيوم المستخدمة في الأبواب والشبابيك.

أولًا: الرسم التجميعي

انظر .... وتساءل

تأمَّل الشكل المجاور الذي يُمثِّل ملزمة مُكوَّنة من أجزاء مُتعدِّدة جُمِعت معًا:

- اذكر خمسة أجزاء تتألَّف منها الملزمة.
- ارسم باليد الحرة المسقط الأمامي للملزمة.



استكشف

ناقش مع زملائك ومعلمك مفهوم الرسم التجميعي، والهدف منه، وأنواعه، ثم اكتب تقريرًا عن ذلك.

اقرأ وتعلَّم

يتضمَّن الرسم التجميعي مسقطًا واحدًا أو أكثر للجهاز، أو الآلة، أو الوحدة الميكانيكية المُجمَّعة تبعًا لعدد الخطوط المتقاطعة في الرسم؛ ما يزيد اللبس في فهم المُكوِّنات. وقد يكون من الضروري أحيانًا رسم قطاع أو أكثر لبيان ترابط القطع ببعضها من الداخل.

1 - مفهوم الرسم التجميعي

رسم يُبيِّن كيفية تركيب الأجزاء وترابط بعضها ببعض في الوحدة المُجمَّعة؛ سواء كانت آلةً، أو جهازًا، أو غير ذلك.

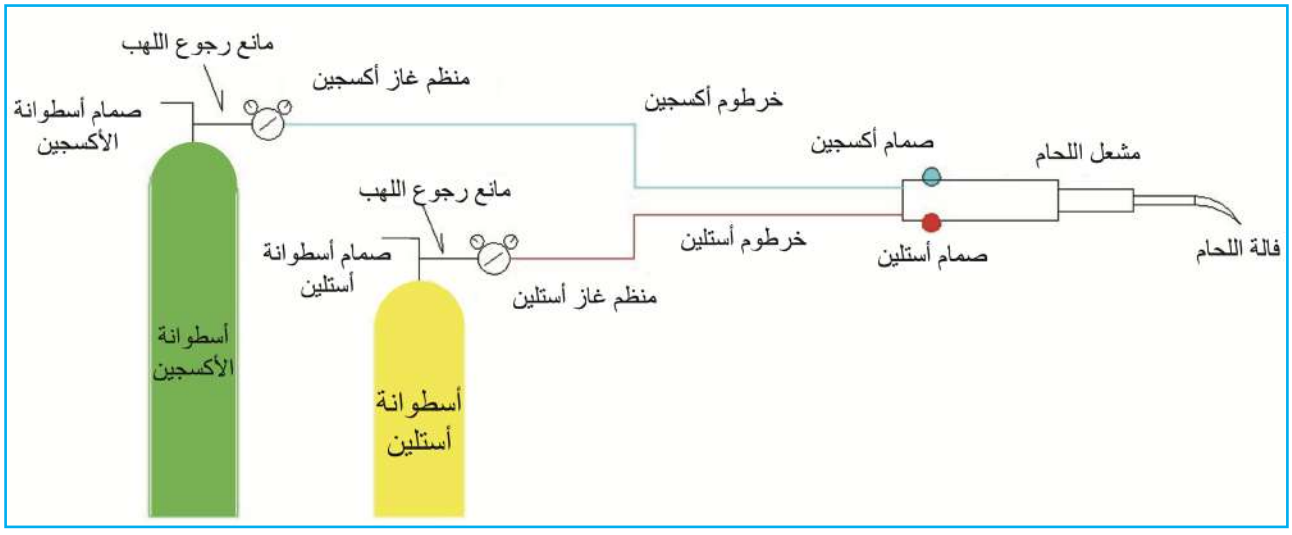
2 - هدف الرسم التجميعي

يهدف الرسم التجميعي إلى توضيح المعلومات الفنية الخاصة بالأجزاء المُكوِّنة للآلة، أو الوحدة الميكانيكية المُجمَّعة، وطريقة ترابط الأجزاء بعضها ببعض؛ ما يساعد على تنفيذ المخططات الخاصة بها. تُرفَق الرسوم التجميعية بكتيبات الآلات والأجهزة، لبيان الأبعاد النهائية للأجهزة؛ بُغْيَة الإفادة منها في النقل والتركيب، وفي أثناء عمليات الصيانة عند فك الأجهزة وتجميعها.

3 - أنواع الرسم التجميعي

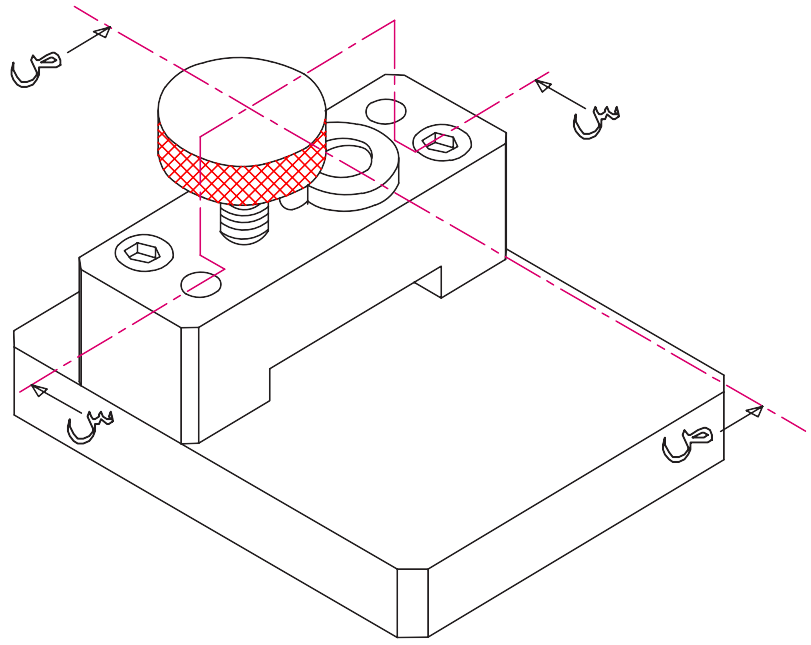
يختلف شكل أداء الرسم التجميعي (طريقة الرسم) باختلاف الهدف منه، ومجال استخدامه، وهو يُصنَّف إلى الأنواع الآتية:

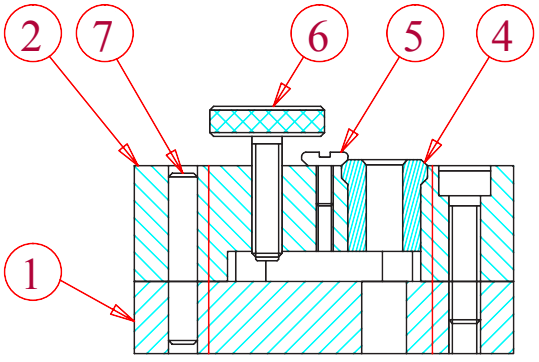
أ- **الرسم التجميعي التخطيطي:** رسم مبسط يتضمَّن رموزًا وخطوطًا واضحة لنقل معلومات مهمة، تُبيِّن طريقة عمل الوحدات الميكانيكية وفقًا لترتيب المُكوِّنات في الرسم. يُستخدَم هذا النوع من الرسم في كتيبات الآلات والأجهزة؛ للإفادة منها في عمليات التجميع والتركيب. ويكتفي الرسم التخطيطي بالأجزاء التي تُبيِّن مبدأ العمل، وهو يمتاز بالسهولة، وتوفير الوقت في إعداده مقارنة بغيره، وإظهار كيفية ربط المُكوِّنات بعضها ببعض، وبيان مبدأ العمل، انظر الشكل (7-1).



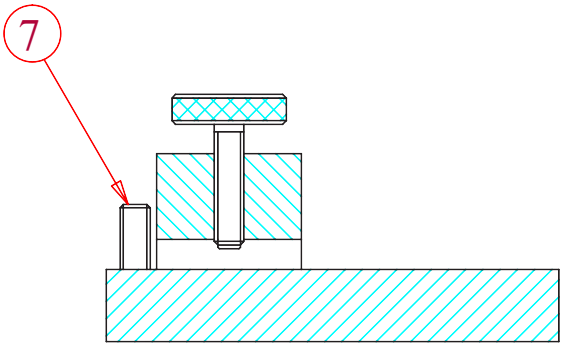
الشكل (7-1): مخطط وحدة لحام الأكسي أستيلين.

ب- الرسم التجميعي الجزئي: رسمُ يُظهِر تفاصيل نظام واحد لآلة مُكوَّنة من أنظمة عِدَّة، انظر الشكل (7-2).

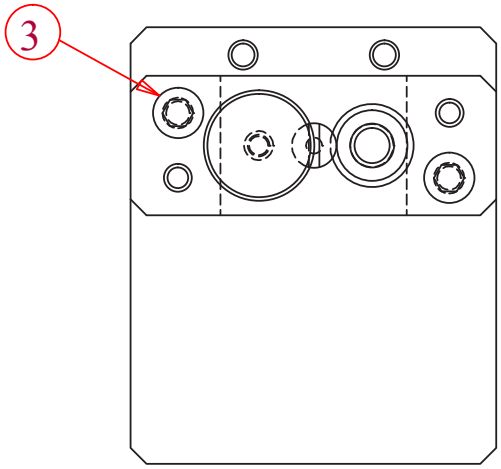




قطاع أمامي لمثبت ودليل تثبيت
(س-س)



قطاع جانبي لمثبت ودليل تثبيت
(ص-ص)

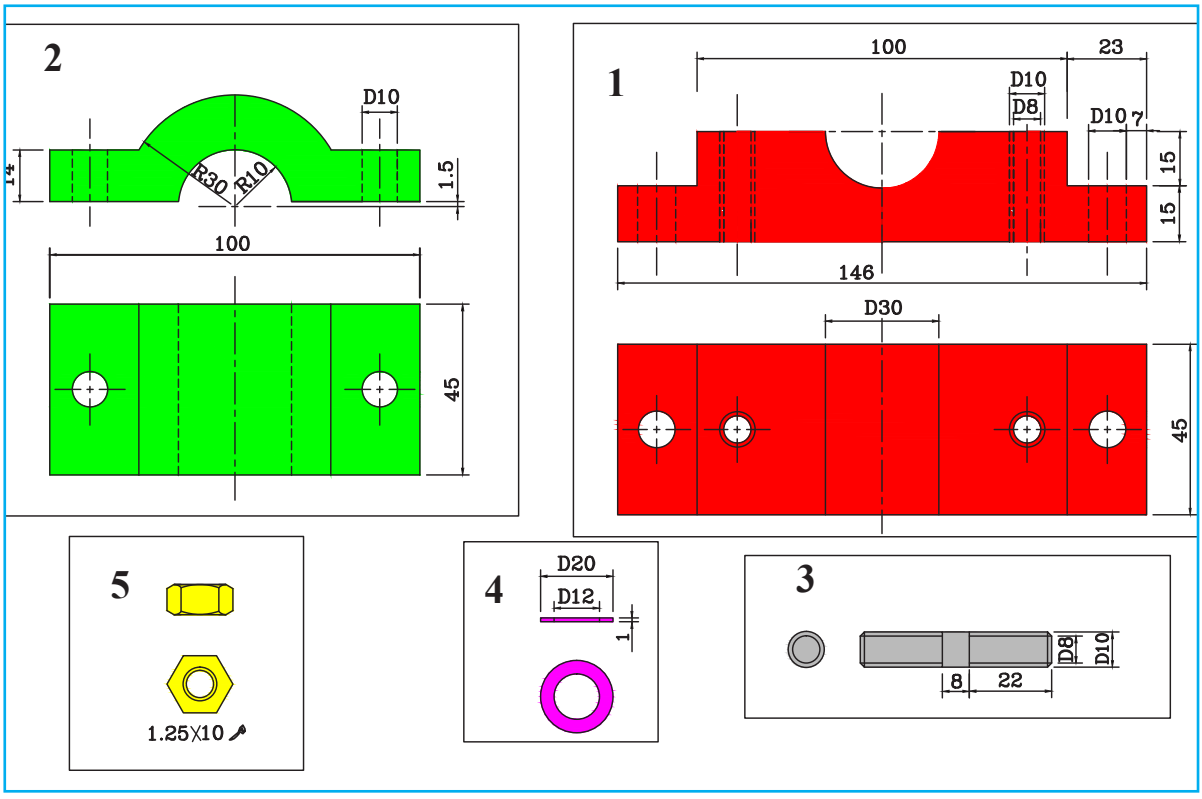


مسقط أفقي لمثبت ودليل تثبيت

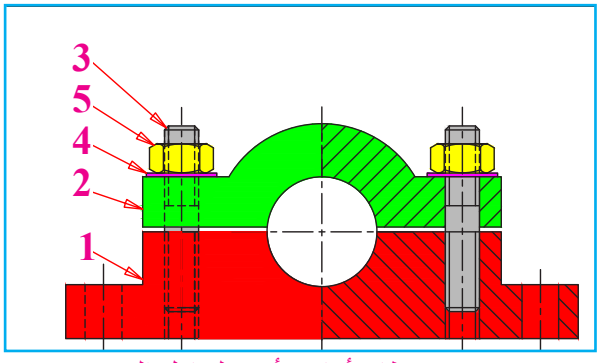
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	القاعدة	حديد زهر	1
2	الدليل	حديد زهر	1
3	برغي	فولاذ	2
4	جلبة	حديد زهر	1
5	برغي ماسك الجلبة	فولاذ	1
6	برغي مثبت قطعة العمل	فولاذ مقسى	1
7	مسمار تثبيت الدليل بالقاعدة	فولاذ	2

الشكل (7-2): مُثبِّت ودليل ثقب لإحدى ماكنات الثقب.

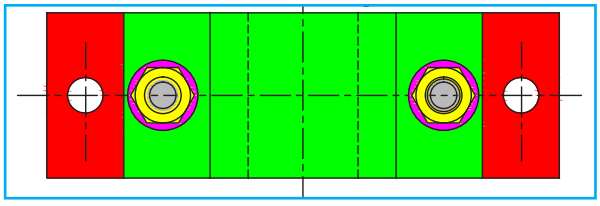
جـ - الرسم التجميعي العام: مجموعة رسوم تُبيِّن الوحدة الميكانيكية مُجمَّعة، وتتضمَّن رسومًا تُوضِّح كل جزء من أجزاء هذه الوحدة على حِدَة. ويُبيِّن الشكل (7-3) رسومًا تفصيلية لأجزاء حامل محور، ويُبيِّن الشكل (7-4) نصف قطاع ومسقطًا أفقيًّا لوحدة حامل المحور مُجمَّعة.



الشكل (7-3): رسوم تفصيلية لأجزاء حامل محور.



نصف قطاع أمامي أيمن لحامل المحور

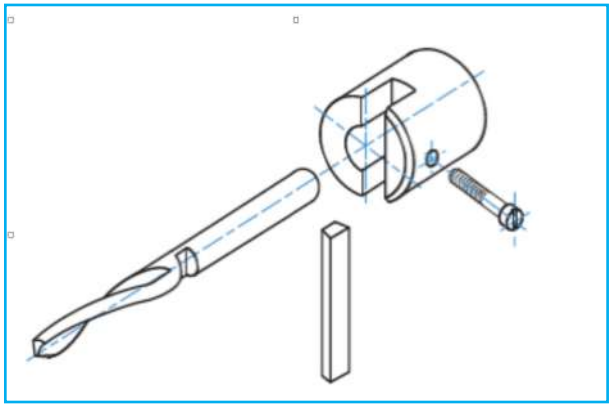


مسقط أفقي لحامل المحور

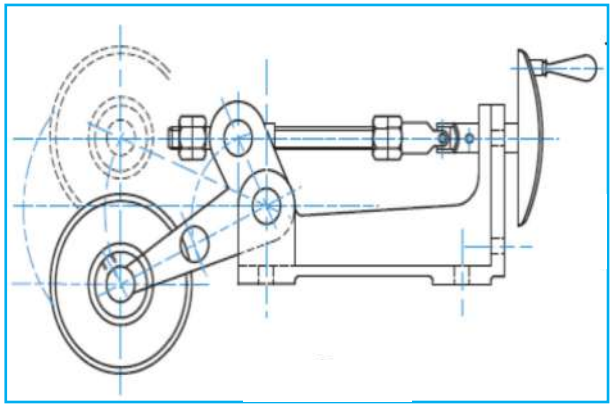
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	قاعدة حامل المحور	فولاذ	1
2	غطاء المحور العلوي	فولاذ	1
3	برغي جاويط	فولاذ	2
4	حلقة أحكام	فولاذ	2
5	صمولة سداسية	فولاذ	2

الشكل (7-4): الرسم التجميعي لحامل محور.

د- التركيب التجميعي: يُستخدَم هذا النوع لتوضيح طريقة تركيب أجزاء آلة، أو وحدة ميكانيكية، وتجميعها، ويُسمّى المخطط التجميعي التمهيدي، ولا يُشترَط وضع الأبعاد على هذا النوع من الرسم. وفي بعض الحالات يُستخدَم ما يُسمّى الرسم التجميعي الممهد في كتيبات الأجهزة والتجميعات الميكانيكية؛ بُغْيَة مساعدة الزبائن غير المُتخصِّصين على التركيب، انظر الشكل (7-5/أ،ب).



(أ) العلاقة بين الأجزاء.



(ب) الآلة مُجَّمعة.

الشكل (7-5): تركيب تجميعي لآلة.

4 ـ القواعد الفنية الواجب اتباعها عند تنفيذ الرسوم التجميعية

تُطبَّق على الرسم التجميعي جميع القواعد المتبعة في الرسم الهندسي باستثناء الحالات التي تستخدم في بعض كتيبات الآلات والأجهزة؛ لمساعدة الزبائن غير المُتخصِّصين على تركيب الأجهزة والمعدات الميكانيكية. وفي ما يأتي بعض الأسس الفنية الواجب مراعاتها عند تنفيذ الرسوم التجميعية:

أ- لا تُرسَم الخطوط المتقطعة للمعالم المختفية (إلّا عند الضرورة).

ب- تُقطَع الرسوم في الأماكن التي تُوضِّح أكبر عدد من العناصر أو الأجزاء المخفية.

جـ- لا توضَع الأبعاد على الرسوم التجميعية، وتوضَع الأبعاد العامة فقط إذا لزم ذلك.

د- تُرقَّم أجزاء الجسم المُجمَّع، ويُكتَب في جدول المعلومات الخاصة: رقم العنصر، واسمه، ومادة صنعه، والعدد المطلوب.

5 ـ خطوات تنفيذ الرسوم التجميعية

لتنفيذ الرسم التجميعي بصورة صحيحة، يجب اتباع عدد من الخطوات التي تُسهِم في إنجاز مراحل الرسم بطريقة يسهل معها إنجاز المخطط المطلوب. وفي ما يأتي ذكر مختصر لهذه الخطوات:

أ- محاولة معرفة وظيفة الآلة، أو الوحدة الميكانيكية المُجمَّعة.

ب- تحديد الأجزاء بناءً على ما هو معطى سلفًا، مثل: منظور الآيزوميتري، والأجزاء، وقائمة القطع.

جـ - محاولة تجميع الأجزاء في المخيلة قبل البدء بالرسم بناءً على المعطيات، وملاحظة الأبعاد، والثقوب، والأعمدة التي تساعد على تخيُّل عملية الربط.

د- معرفة الطريقة الصحيحة لربط الأجزاء بعضها ببعض، مثل: اللحام، والبراغي.

هـ - محاولة رسم مخطط يدوي (مبدئي) للقطع المُجمَّعة.

و- تحديد مقياس الرسم المناسب، وتقسيم اللوحة بطريقة مناسبة.

ز- إنجاز الرسم التجميعي.

ح- ترقيم أجزاء الوحدة الميكانيكية على نحوٍ متسلسل بحسب الأهمية، وكتابتها عموديًّا أو أفقيًّا.

ط - في حال تكرار جزء أكثر من مرة، فإنه لا يأخذ إلّا رقمًا واحدًا.

ي- يوصل الرقم بالجزء الخاص به بخط مستقيم متصل (غير متقطع) على أن يكون رفيعًا، وفي اتجاه مغاير لاتجاه خطوط الرسم بحيث يمكن تمييزه.

ك- تجهيز الجدول الذي يحوي الملاحظات والبيانات الخاصة بالرسم، ويتكوَّن من جزأين رئيسيْن.

1. جدول العنوان: يتضمَّن اسم الوحدة الميكانيكية المُجمَّعة، ومقياس الرسم، وتاريخ الرسم، واسم الطالب واسم المدرسة.

2. جدول الأجزاء: يتضمَّن أسماء أجزاء الوحدة الميكانيكية مُرتَّبة بحسب الأهمية، وأرقامها، ومعدن المادة، ومادة الصنع، وعدد القطع المطلوبة لكل جزء.

ثانيًا: العناصر الميكانيكية المستخدمة في الرسم التجميعي

تعرَّفت سابقًا الوسائل التي تُجمَّع بها القطع الميكانيكية، والطرائق المثالية لعمليات التثبيت؛ إذ تُختار طريقة التثبيت بناءً على الهدف من تجميع القطع، وتكلفتها، وصعوبة الطريقة نفسها، فضلًا عن الصيانة المستقبلية، ونقل الأجهزة والمعدات.

تُصنَّف وسائل الربط إلى نوعين رئيسين، هما:

1 - وسائل الربط الدائمة

وسائل تُثبَّت بها القطع الميكانيكية تثبيتًا دائمًا، ولا تُفصَل فيها بعضها عن بعض بسهولة، وينجم عن هذا الفصل تلف وسيلة الربط، وقد يصيب التلف القطع نفسها، أو جزءًا منها، وأهم هذه الوسائل:

أ- **اللحام:** تحدث عملية الربط بعد تجمُّد المادة المنصهرة في منطقة اللحام. وتتطلَّب عملية إزالة اللحام وقتًا، وجهدًا، وتكلفة مالية، وهي تحدث بالجلخ، ويؤدي ذلك إلى تلف القطع جميعها، أو بعضها، أو تشويه سطحها؛ لذا يُعَدُّ اللحام من وسائل الربط الدائمة. يُستخدَم اللحام كثيرًا في الصناعات، وبناء الجسور والهناجر؛ لتكلفته القليلة نسبيًّا، وسرعة إنجاز العمل به، ومتانته مقارنة بغيره من طرائق الربط، انظر الشكل (7-6).

الرمز	الشكل الفعلي
	لحام تناكبي (شطفة مفردة)
	لحام تناكبي (وصلة حرف J مفردة)
	لحام تناكبي (وصلة حرف V مفردة)
	لحام تناكبي (وصلة حرف V مفردة)

الرمز	الشكل الفعلي
	لحام تناكبي (شطفة مزدوجة)
	لحام تناكبي (وصلة قائمة)
	لحام تناكبي (وصلة حرف J مزدوجة)
	لحام تناكبي (وصلة حرف V مزدوجة)
	لحام تناكبي (وصلة حرف U مفردة)

الشكل (7-6): بعض وصلات اللحام ورموزها.

المثال (7-2)

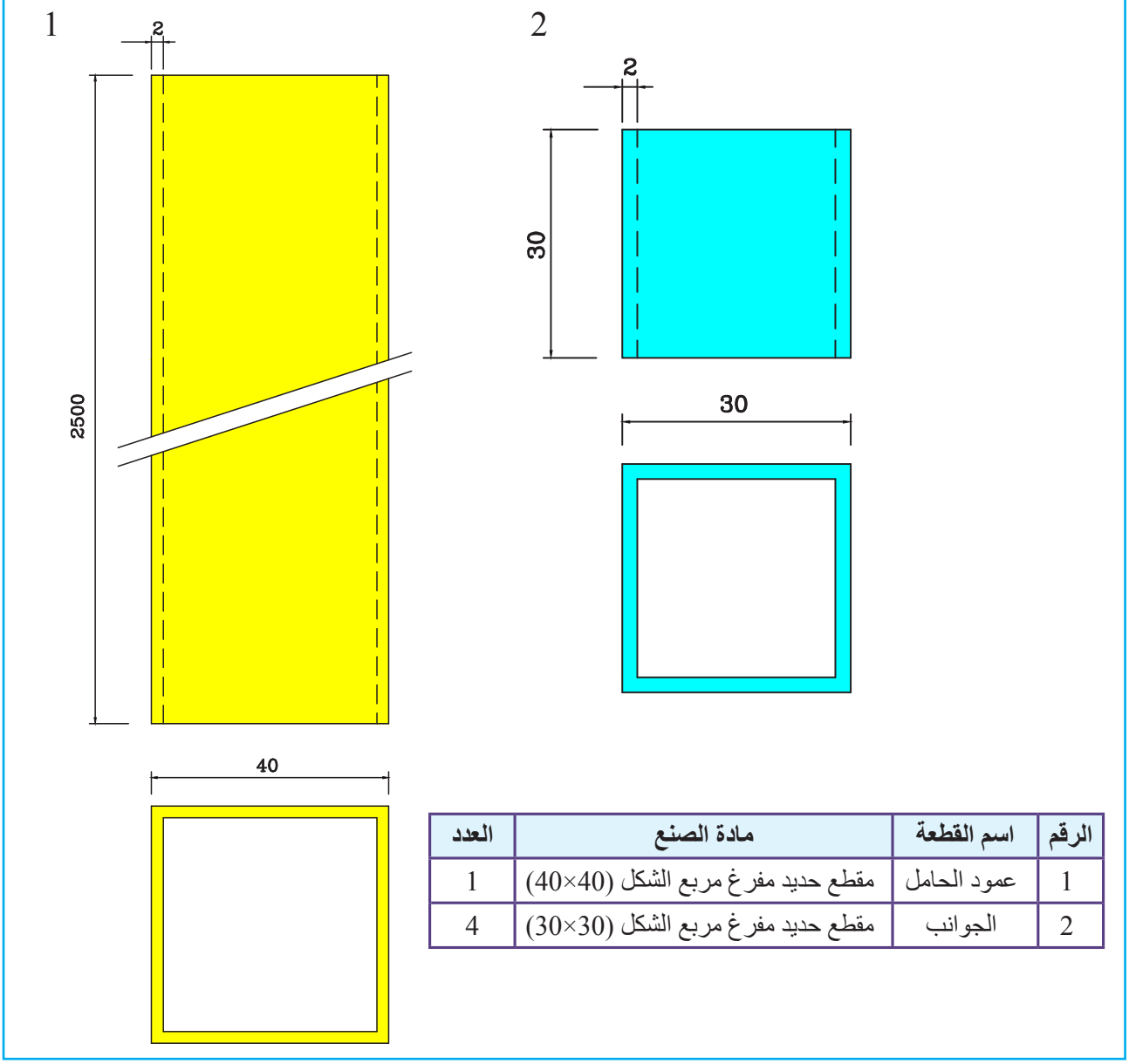
يُبيِّن الشكل (7-7) أجزاء حامل وسطي لمُعرَّش معدني سريع التركيب والفك. ارسم باستعمال مقياس الرسم (1:1):

1 - المسقط الأمامي بعد تجميعه.

2 - المسقط الأفقي بعد تجميعه.

3 - المنظور بعد تجميعه.

علمًا بأن لحام القطع الجانبية من الجهتين الجانبيتين.



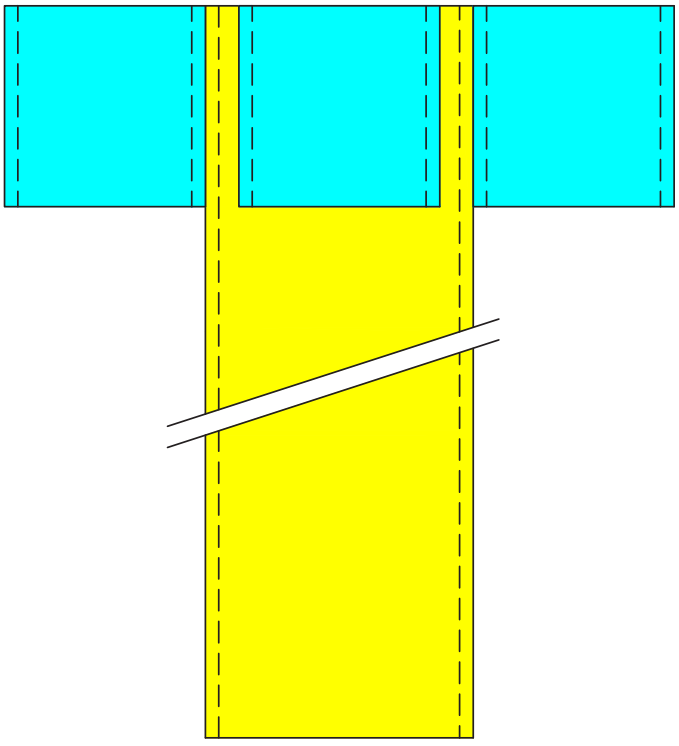
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	عمود الحامل	مقطع حديد مفرغ مربع الشكل (40×40)	1
2	الجوانب	مقطع حديد مفرغ مربع الشكل (30×30)	4

الشكل (7-7): أجزاء حامل وسطي لمُعرَّش معدني.

الحل

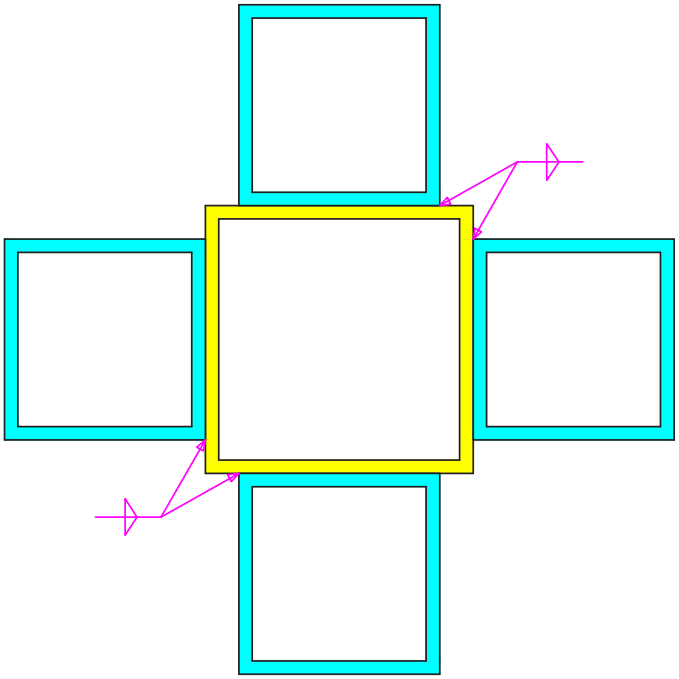
يُبيِّن الشكل (7-8) المسقط الأمامي والمسقط الأفقي للحامل الوسطي بعد عملية التجميع، ويُبيِّن الشكل (7-9) منظور الحامل الوسطي للمُعرَّش بعد عملية التجميع.

(1)



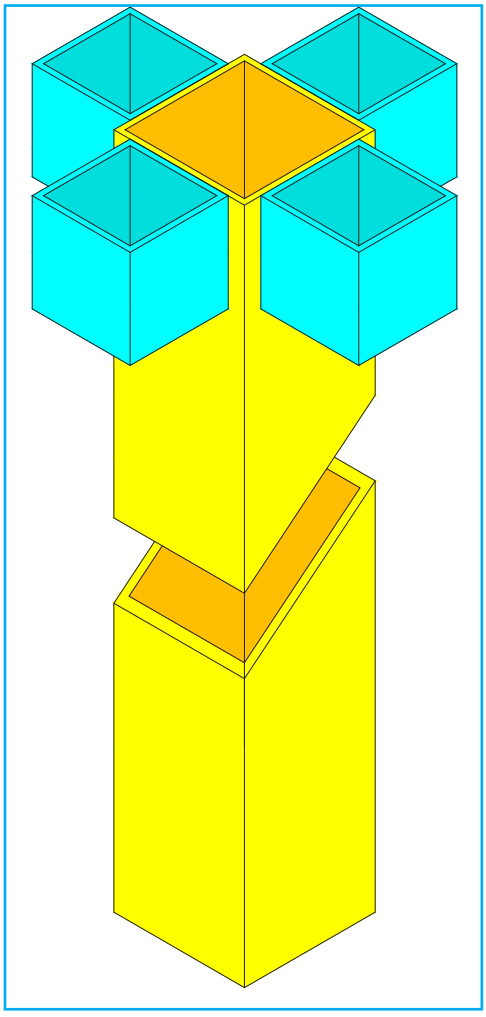
المسقط الأمامي وهو مُجمَّع

(2)



المسقط الأفقي وهو مُجمَّع

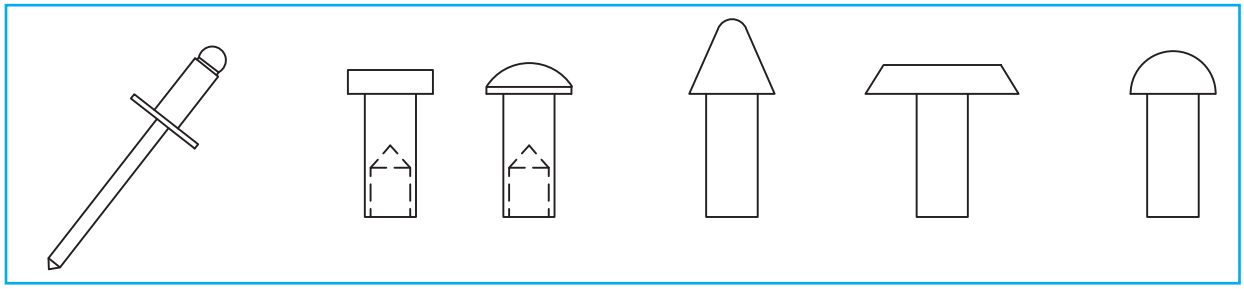
الشكل (7-8): المسقط الأمامي والمسقط الأفقي للحامل الوسطي بعد عملية التجميع.



الشكل (7-9): منظور الحامل الوسطي للمُعرَّش.

ب- البرشمة: تُستعمَل مسامير البرشام لوصل قطعتين أو أكثر من المواد الخفيفة، مثل: الألمنيوم، وألواح الصاج. ولفك القطع المُجمَّعة، يجب إزالة مسامير البرشام بالجلخ، أو باستخدام آلات الثقب، وبالطَّرْق أحيانًا. وتؤدي عملية الفك إلى تلف مسمار البرشام، وكشط سطح قطعة العمل غالبًا؛ لذا تُعَدُّ طريقة الربط بالبرشمة من طرائق الربط الدائمة.

يُذكَر أن مسامير البرشمة لا تُقطَع ولا تُهشَّر في قطاعات الرسوم التجميعية، انظر الشكل (7-10).



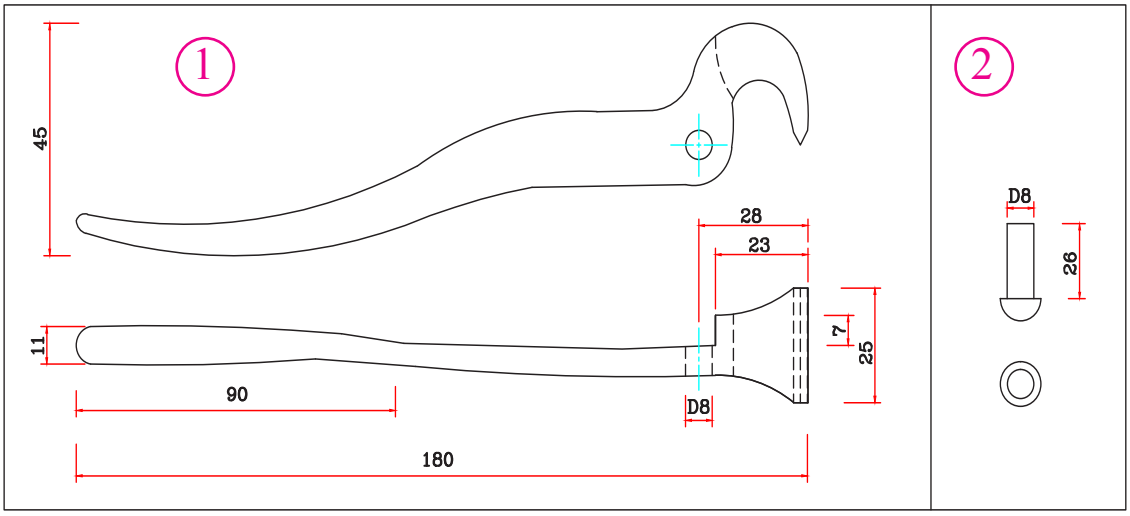
الشكل (7-10): أشكال بعض مسامير البرشام.

المثال (7-3)

يُبيِّن الشكل (7-11) أجزاء قطّاعة أسلاك. ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1):

1 - المسقط الأمامي بعد تجميعه.

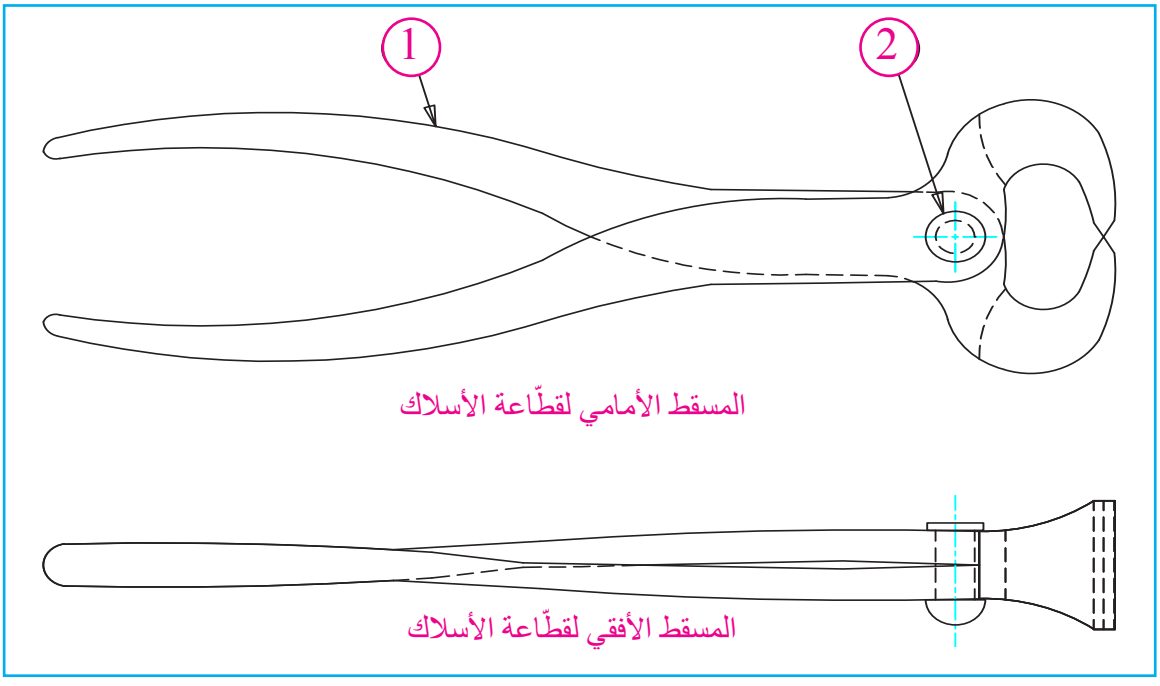
2 - المسقط الأفقي بعد تجميعه.



الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	فك القطّاعة	فولاذ	2
2	مسمار تباشيم	فولاذ	1

الشكل (7-11): أجزاء قطّاعة أسلاك.

الحل



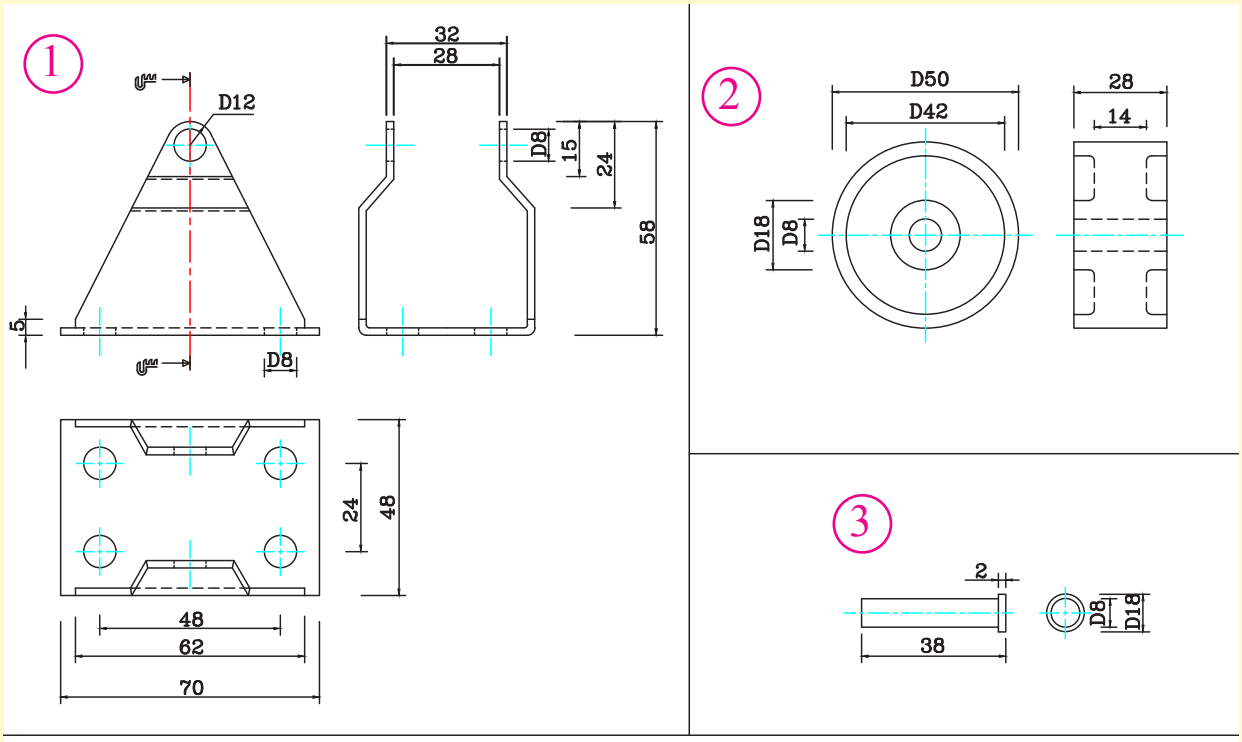
الشكل (7-12): الرسم التجميعي لقطّاعة الأسلاك.

نشاط إثرائي

يُبيِّن الشكل (7-13) مُكوِّنات عجلة عربة مع قاعدة. ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 1):

1- المسقط الأمامي بعد تجميعه.

2- القطاع الجانبي (س–س) بعد تجميعه.



الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	القاعدة (حامل العجل)	فولاذ	1
2	عجل	بلاستيك مقوّى	1
3	مسمار التباشيم	فولاذ	1

الشكل (7-13): مُكوِّنات عجلة عربة مع قاعدة.

2 - وسائل الربط المؤقتة

وسائل تُثبَّت بها القطع بعضها ببعض، وتُفَك من دون حدوث تلف لها، أو لوسائل الربط نفسها. وهذا الأسلوب هو المُفضَّل في تثبيت قطع الأجهزة والمعدات في عمليات الصيانة والنقل؛ لتوفيره الجهد، وتكلفته القليلة نسبيًّا، وعدم إضراره بالأجهزة والمعدات وأدوات الربط نفسها. من أدوات الربط المؤقتة:

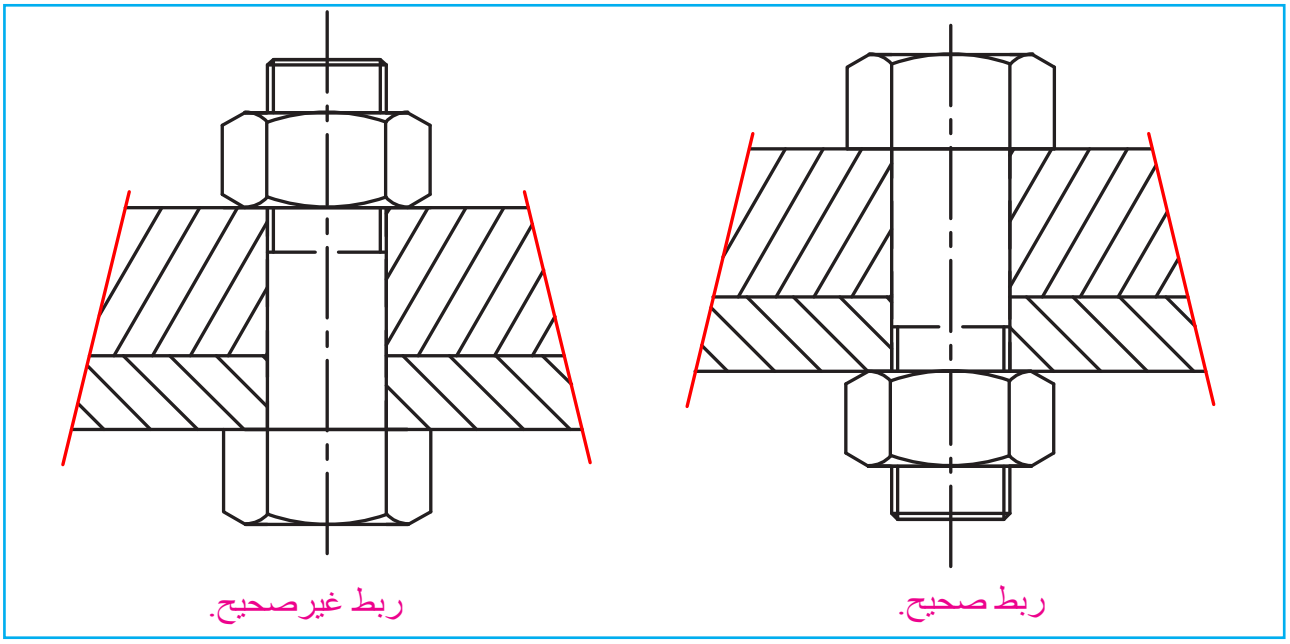
الشكل (7-14): بعض أنواع البراغي والصواميل والحلقات الروندیلات.

أ- البراغي والصواميل والحلقات (الروندیلات): تُثبَّت القطع بعضها ببعض باستعمال البراغي فقط إذا كانت القطع مسننة، وقد تُستخدَم البراغي والصواميل إذا لم تكن القطع مسننة، وتُستخدَم الحلقات (الروندیلات) في حال تعرُّض الآلات والمعدات للإجهادات والاهتزازات لضمان عدم ارتخاء البراغي والصواميل بعد استعمالها في عملية التثبيت.

تُصنَع البراغي والصواميل وفق قياسات ومواصفات قياسية عالمية، ولها أشكال وأطوال مختلفة تبعًا لاستخداماتها، انظر الشكل (7-14).

فكِّر ثم أجب

عند ربط البراغي والصواميل في المنشآت المعدنية بشكل رأسي، يكون البرغي من الأعلى، والصمولة من الأسفل كما في الشكل (7-15). لماذا؟

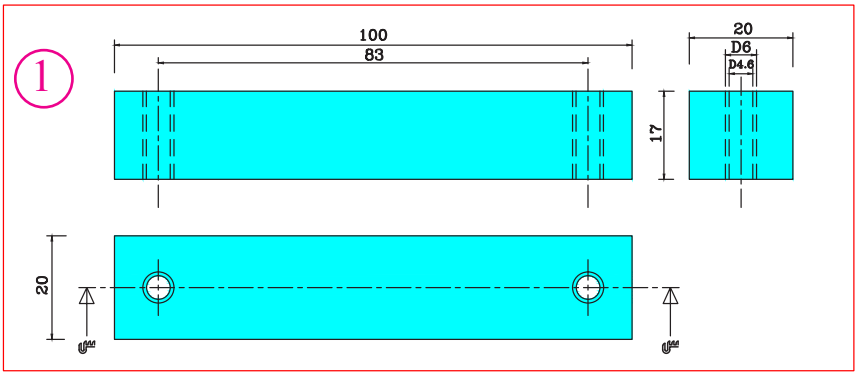


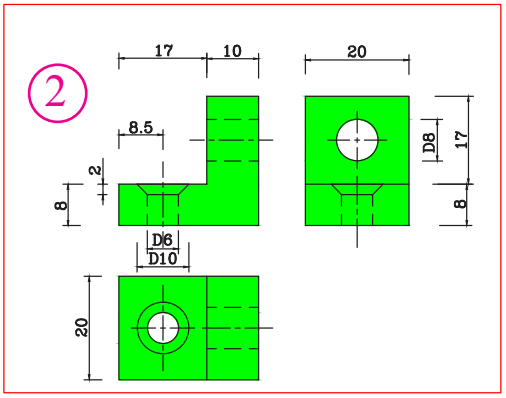
الشكل (7-15): الطريقة الصحيحة لربط البراغي والصواميل في المنشآت المعدنية.

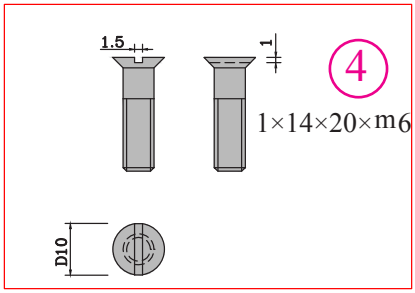
المثال (7-4)

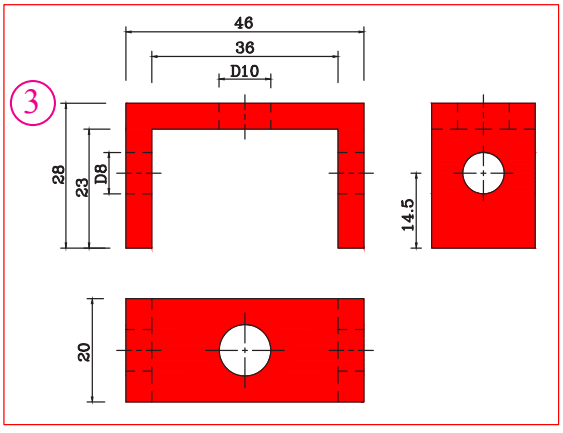
يُبيِّن الشكل (7-16) قاعدة تثبيت أحد الأعمدة والأجزاء المُكوِّنة لها. ارسم باستعمال مقياس الرسم (1:1):

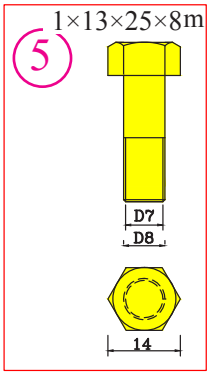
- المسقط الأمامي الكامل لقاعدة التثبيت بعد عملية التجميع.
- المسقط الأفقي الكامل لقاعدة التثبيت بعد عملية التجميع.
- القطاع الأمامي الكامل عند مستوى القطع (س – س).

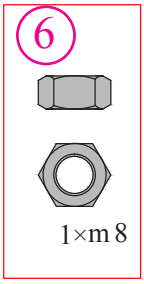










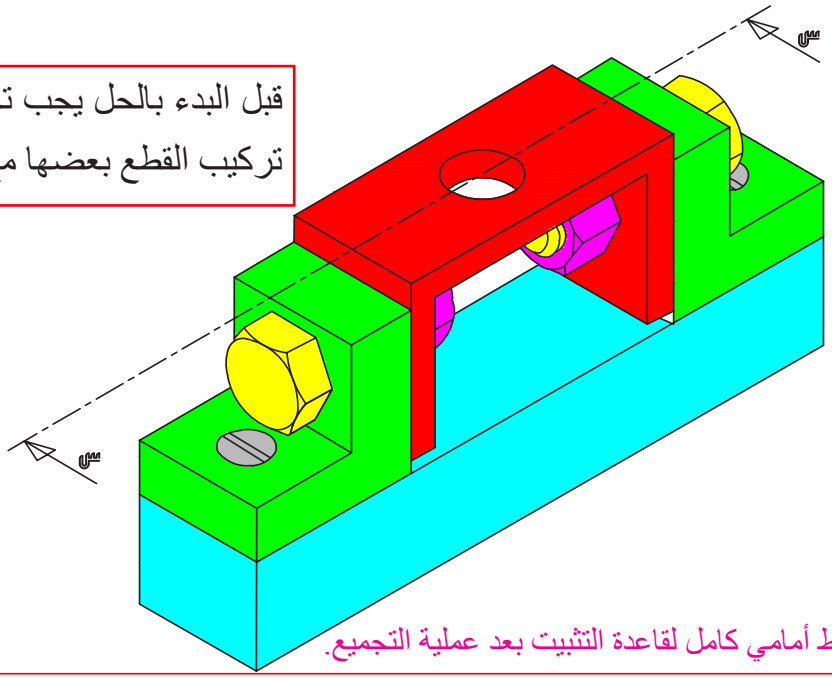


الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	القاعدة	حديد زهر	1
2	زوايا تثبيت جانبية	حديد زهر	2
3	حامل العمود	حديد زهر	1
4	برغي مسطح مشقوف الرأس	فولاذ	2
5	برغي ذو رأس سداسي	فولاذ	2
6	صمولة سداسية	فولاذ	2

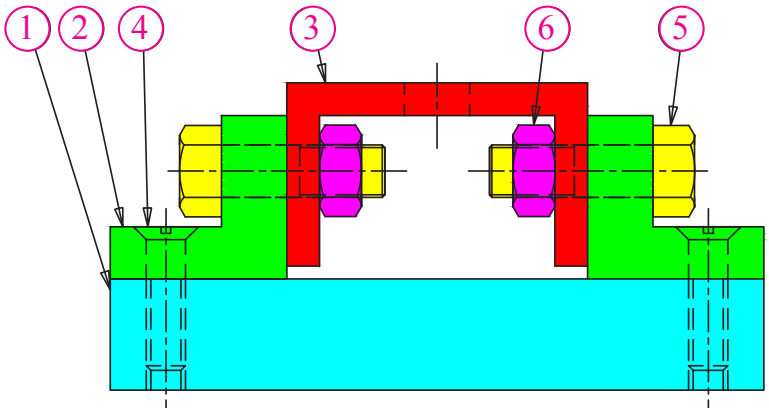
الشكل (7-16): أجزاء قاعدة تثبيت أحد الأعمدة

الحل

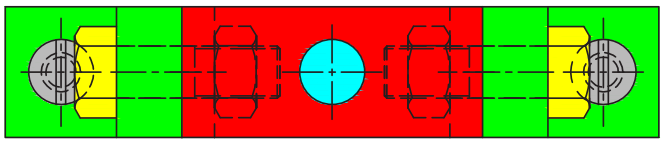
قبل البدء بالحل يجب تخيُّل طريقة تركيب القطع بعضها مع بعض.



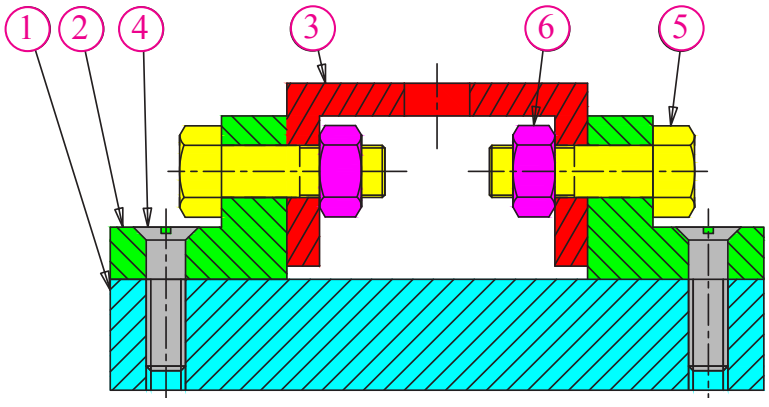
1 - مسقط أمامي كامل لقاعدة التثبيت بعد عملية التجميع.



2 - مسقط أفقي كامل لقاعدة التثبيت بعد عملية التجميع.



3 - قطاع أمامي كامل عند مستوى القطع (س-س).



الشكل (7-17): مسقط أمامي، ومسقط أفقي، وقطاع لقاعدة تثبيت أحد الأعمدة.

ب - **الزنبركات (النوابض):** تتعدَّد وظائف الزنبركات في الماكنات والأجهزة والمعدات؛ فقد تُستخدَم لامتصاص الصدمات كما في المركبات، أو لتثبيت براغي عيار الصمامات، أو تُستخدَم بوصفها صمامات أمان كما في ضاغطات الهواء، ومنها ما يُستخدَم لإعادة الجزء الموصول بالزنبرك إلى وضعه الأول بعد إزالة القوة عنه. وبوجه عام، يوجد نوعان من الزنبركات، هما:

1. زنبركات الشد: زنبركات يزداد طولها مع تأثير القوة فيها.
2. زنبركات الضغط: زنبركات يقل طولها مع تأثير القوة فيها.

يُبيِّن الشكل (7-18) بعض أنواع الزنبركات.

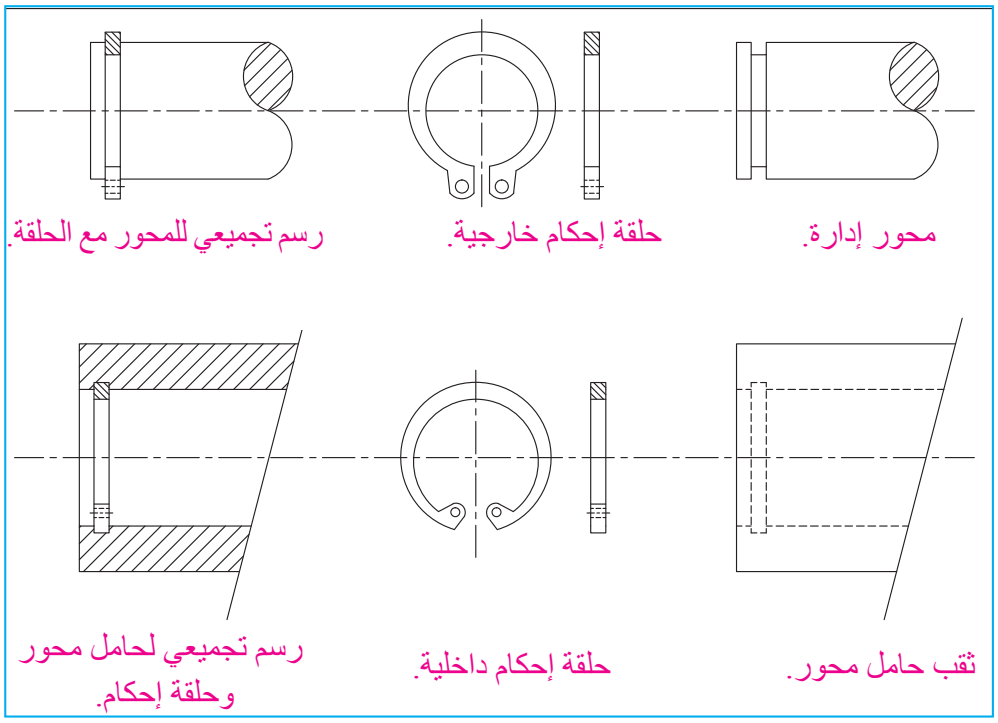
الشكل (7-18): بعض أنواع الزنبركات.

فكِّر ثم أجب

ما نوع الزنبرك المستخدم في مربط الكبل الأرضي في ماكنة اللحام بالقوس الكهربائي؟ انظر الشكل (7-19).

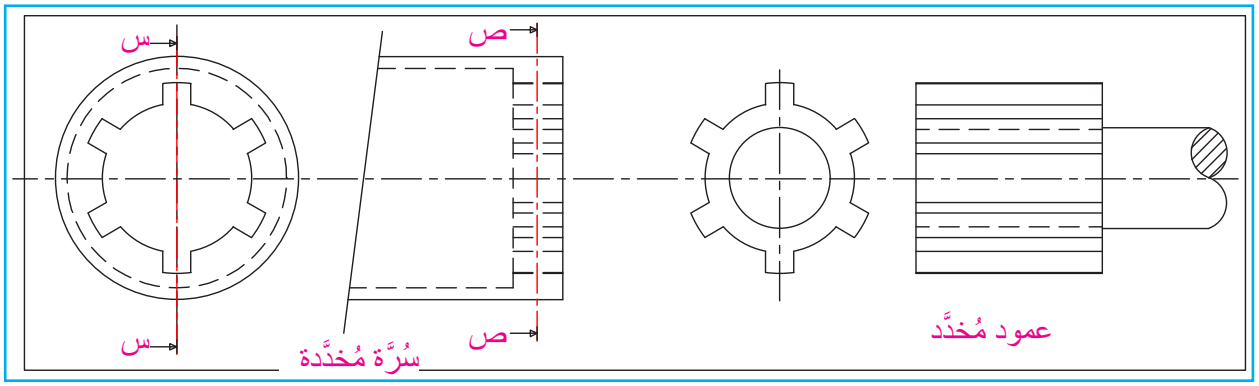
الشكل (7-19): مربط كبل أرضي لماكنة لحام بالقوس الكهربائي.

جـ - حلقات الإحكام: تعمل هذه الحلقات على تحديد مقدار الإزاحة الطولية للمحاور والأعمدة داخل الثقوب. ويُبيِّن الشكل (7-20) حلقات إحكام داخلية تُركَّب داخل الثقوب، وأخرى خارجية تُركَّب على الأعمدة.

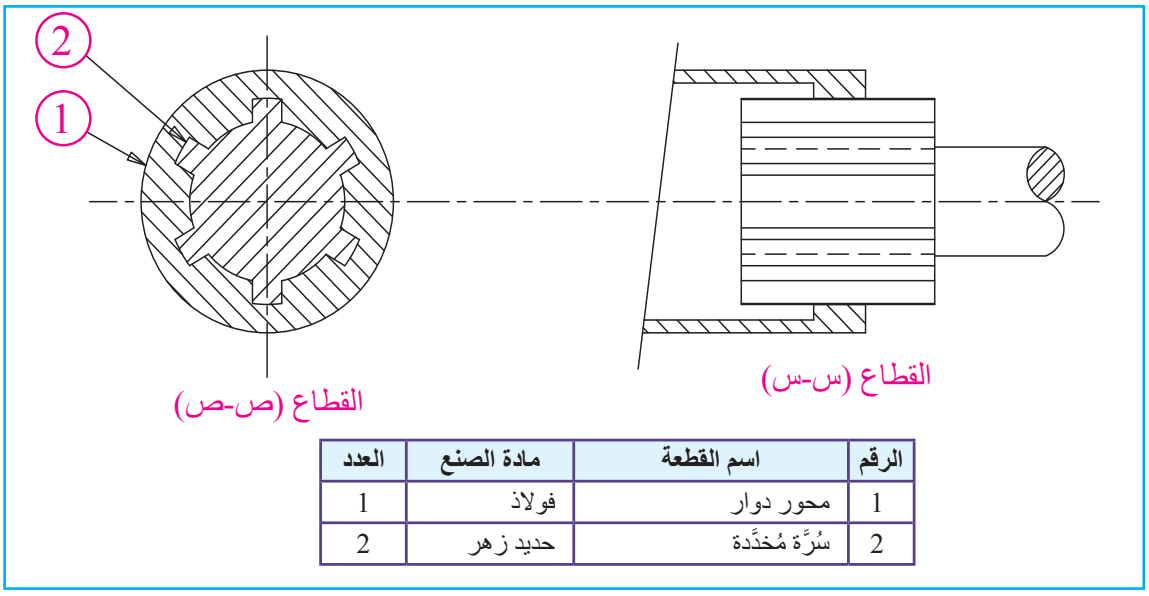


الشكل (7-20): حلقات إحكام داخلية وخارجية.

د- الأعمدة المُخدَّدة: يُستخدم هذا النوع للأعمدة الدوّارة التي تتعرَّض لإجهادات عالية، وتتحرك حركة محورية مع السُّرَّة لضمان عدم فك الوصلة في أثناء العمل. يُبيِّن الشكل (7-21/أ) مساقط عمود مُخدَّد، وسُرَّة مُخدَّدة، ويُبيِّن الشكل (7-21/ب) رسمًا تجميعيًّا لقطاعات العمود المُخدَّد والسُّرَّة المُخدَّدة.



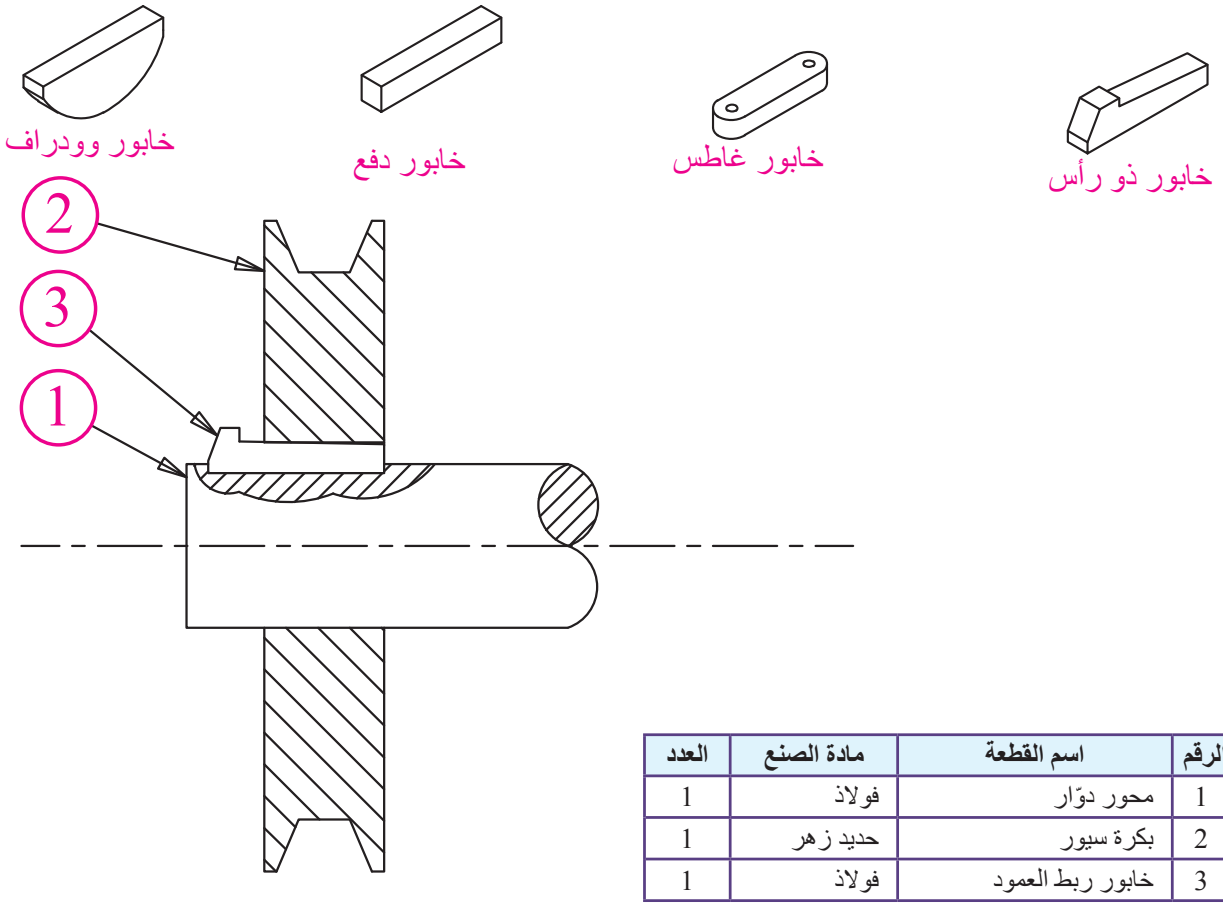
الشكل (7-21/أ): مساقط عمود مُخدَّد وسُرَّة مُخدَّدة.



الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	محور دوار	فولاذ	1
2	سُرَّة مُخدَّدة	حديد زهر	2

الشكل (7-21/ب): رسم تجميعي لقطاعات العمود المُخدَّد والسُّرَّة المُخدَّدة.

هـ - وصلات الخوابير: تُستخدَم الخوابير العادية لوصل الأعمدة الدّوارة ببكرات السيور الأقشطة والمسننات والقارنات. يُبيِّن الشكل (7-22) أنواعًا عِدَّة من الخوابير، والرسم التجميعي لمحور إدارة مع بكرة.



الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	محور دوّار	فولاذ	1
2	بكرة سيور	حديد زهر	1
3	خابور ربط العمود	فولاذ	1

الشكل (7-22): الرسم التجميعي لمحور إدارة مع بكرة وبعض أنواع الخوابير.

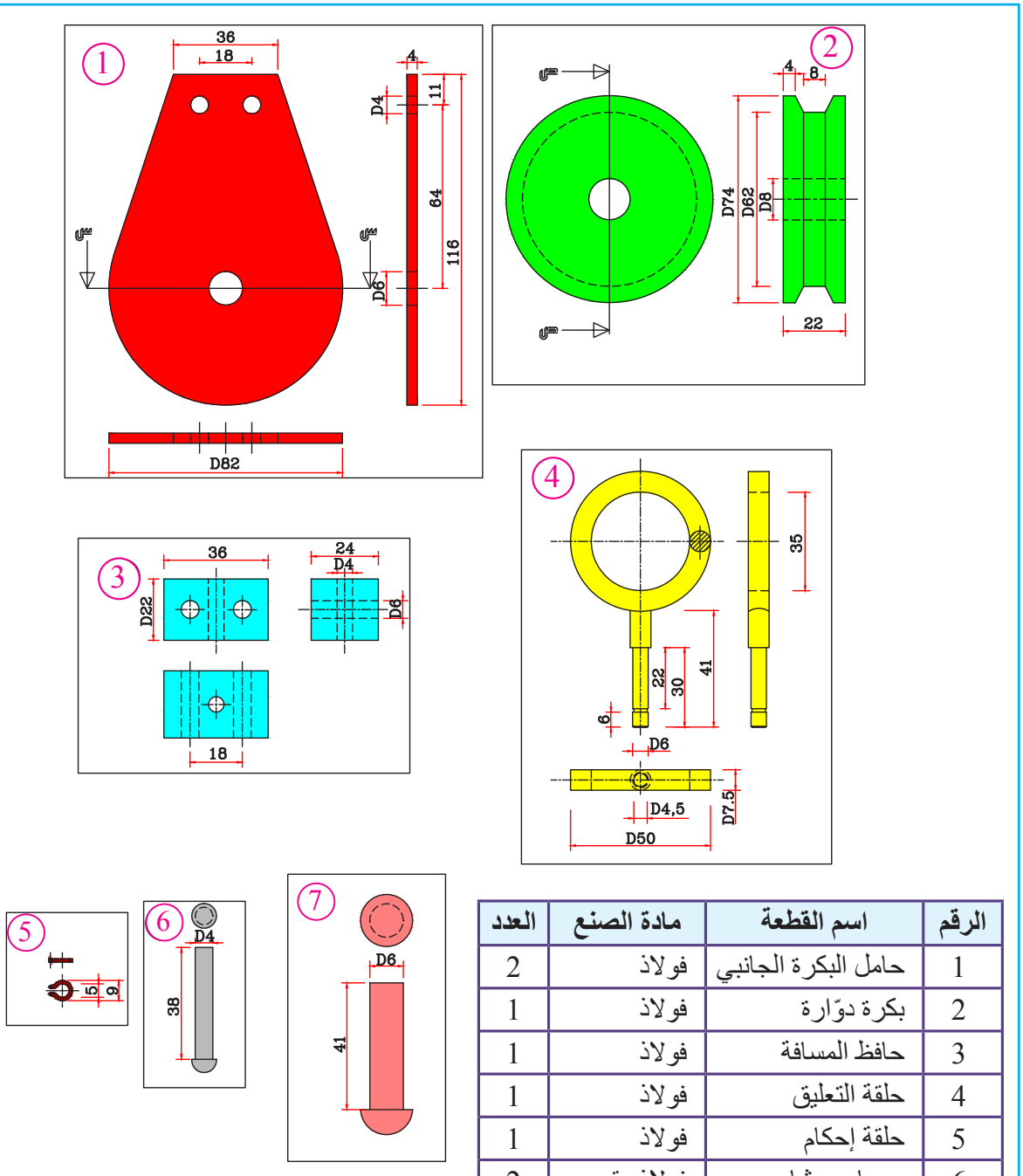
المثال (7-5)

يُبيِّن الشكل (7-23) مُكوِّنات مجموعة بكرة دوّارة. ارسم باستعمال مقياس الرسم (1:1) ما يأتي:

1- المسقط الأمامي لمجموعة البكرة بعد عملية التجميع.

2- القطاع الجانبي (ص – ص) لمجموعة البكرة بعد عملية التجميع.

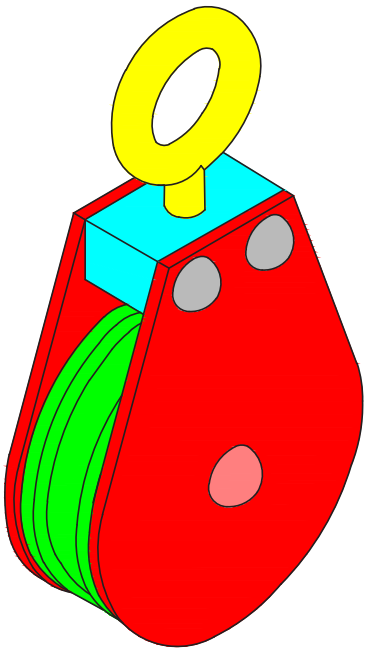
3- القطاع الأفقي (س – س) لمجموعة البكرة بعد عملية التجميع.



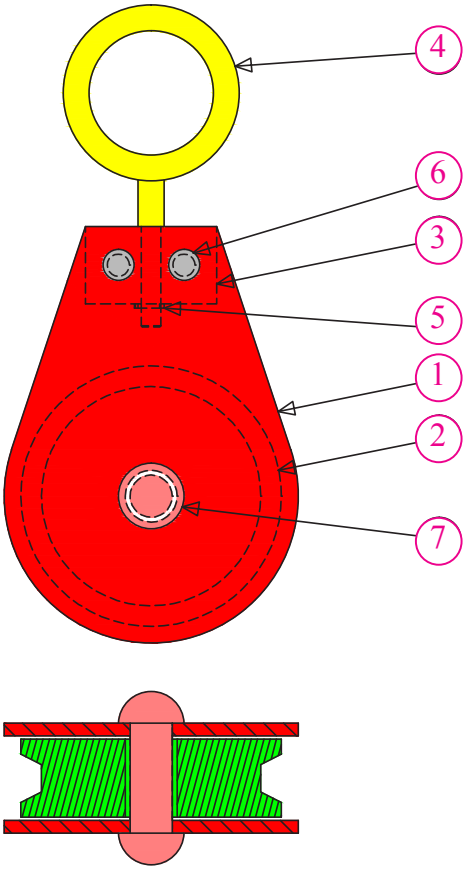
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	حامل البكرة الجانبي	فولاذ	2
2	بكرة دوّارة	فولاذ	1
3	حافظ المسافة	فولاذ	1
4	حلقة التعليق	فولاذ	1
5	حلقة إحكام	فولاذ	1
6	مسمار برشام	فولاذ مقسى	2
7	مسمار برشام	فولاذ مقسى	1

الشكل (7-23): مُكوِّنات مجموعة بكرة دوّارة.

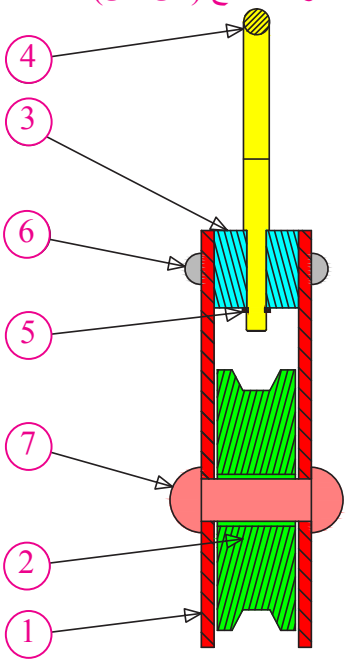
قبل البدء بالحل يجب تخيّل طريقة تركيب القطع مع بعض.



1 - مسقط أمامي لبكرة بعد عملية التجميع.



2 - قطاع جانبي لمجموعة البكرة بعد التجميع عند مستوى القطع (ص-ص).



3 - قطاع أفقي عند مستوى القطع (س-س).

الشكل (7-23): مساقط وقطاعات مجموعة بكرة دوّارة بعد عملية التجميع.

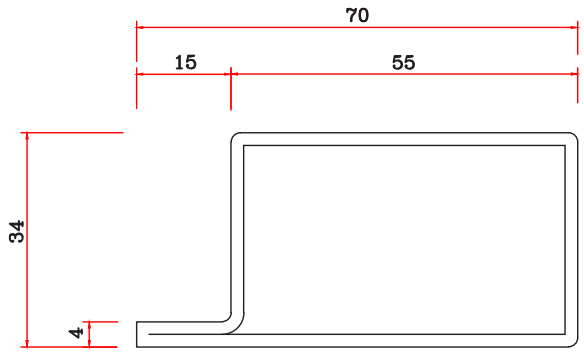
ثالثًا: مقاطع الحديد المضغوط

يُستخدَم الحديد المضغوط في عمليات البناء الهندسية المختلفة، وتُصنَع منه أنواع مُتعدِّدة من حيث شكل المقطع، والسُّمْك، وهي تُختار بناءً على طبيعة استخدام المُنتَج. ومن أمثلتها: الحديد المضغوط في الأبواب والشبابيك والدربزينات. وفي ما يأتي بعض هذه المقاطع:

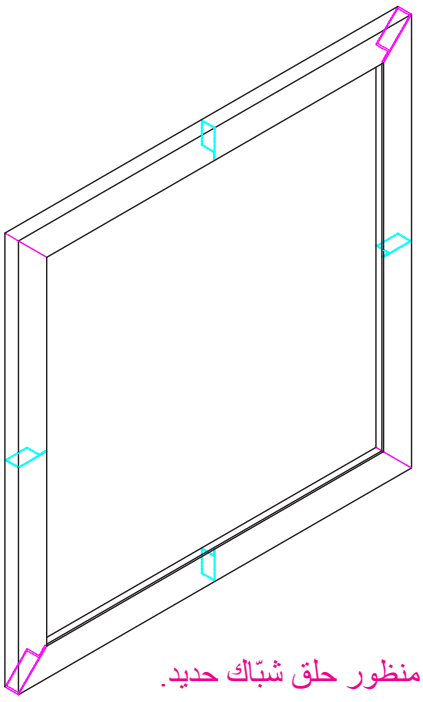
1 - مقاطع الفاصون المصنوع من الحديد المضغوط (الفاصون المُفرَّغ)

توجد ثلاثة أشكال رئيسة لهذه المقاطع:

أ - **مقاطع حلق حديد مُفرَّغ عريض:** تُستخدَم هذه المقاطع في الإطار الخارجي للأبواب والشبابيك. وفيها يُجمَع الإطار بعد لحام أضلاعه التي تُقَصُّ نهاياتها بزاوية (45°). انظر الشكل (7-24).



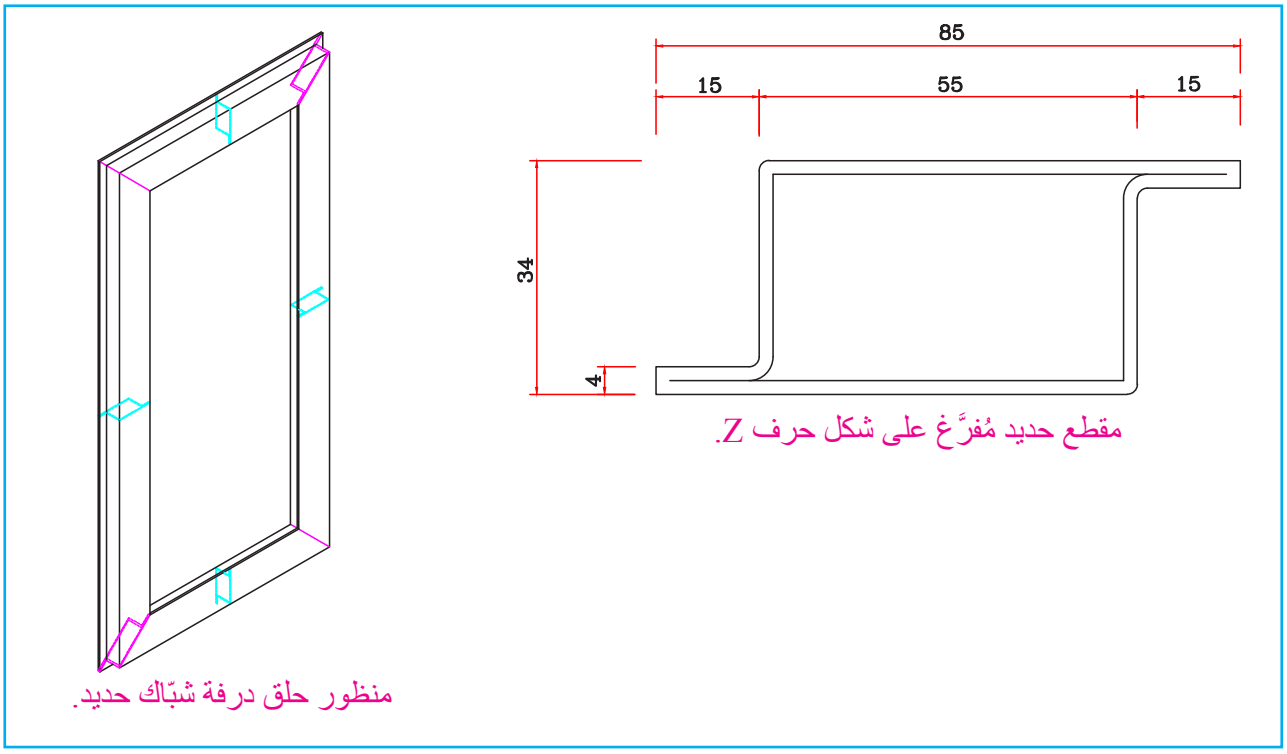
مقطع حلق حديد مُفرَّغ عريض.



منظور حلق شبّاك حديد.

الشكل (7-24): مقطع حلق حديد مُفرَّغ عريض، ومنظور حلق شبّاك حديد.

ب- مقطع حديد مُفرَّغ عريض على شكل حرف (Z): يُستخدَم هذا المقطع في إطار درف الأبواب والشبابيك الحديدية. وفيه يُجمَع إطار الدرف بلحام أضلاعه التي تُقَصُّ نهاياتها بزاوية (45°)، انظر الشكل (7-25).

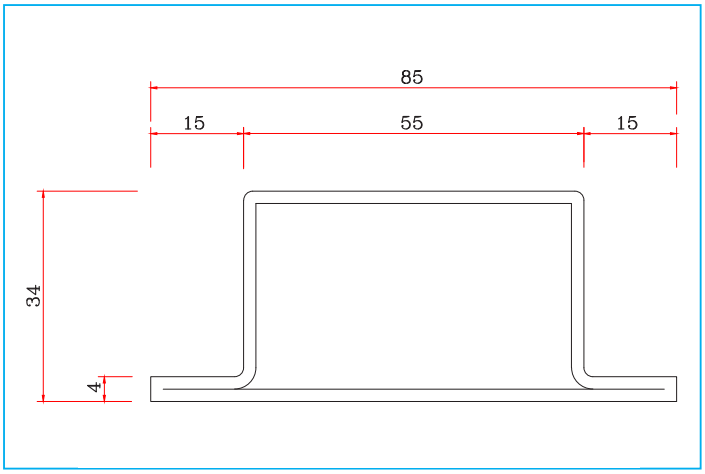


مقطع حديد مُفرَّغ على شكل حرف Z.

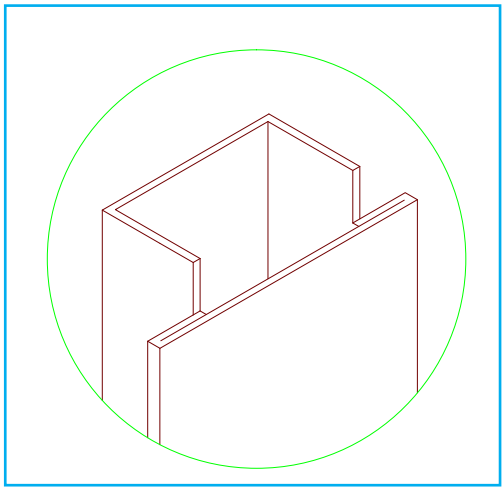
منظور حلق درفة شبّاك حديد.

الشكل (7-25): مقطع حديد مُفرَّغ على شكل (Z)، ومنظور حلق درفة شبّاك حديد.

جـ- مقطع حديد مُفرَّغ عريض على شكل حرف (T): يُركَّب هذا المقطع بوصفه قاطع وسط ثابتًا عند تركيبه في حلق الباب أو الشبّاك، أو بوصفه قاطع وسط متحركًا عند تركيبه في حلق درف الباب أو الشبّاك، انظر الشكل (7-26/ أ)، والشكل (7-26/ ب).

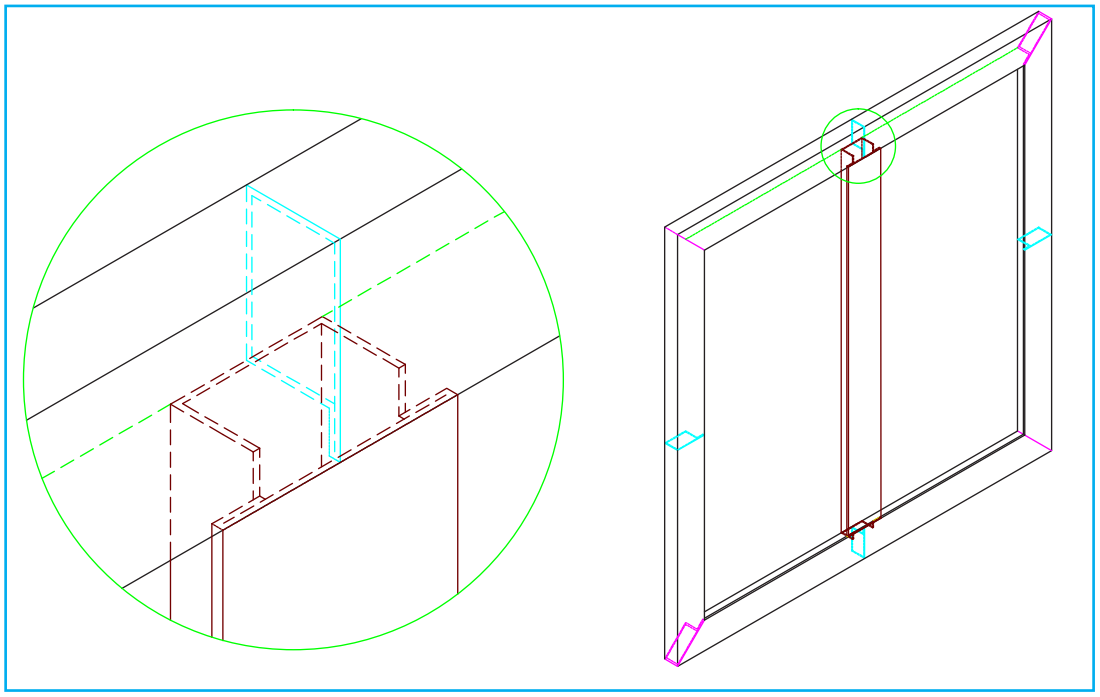


الشكل (7-26/أ): مقطع حديد مُفرَّغ عريض على شكل حرف (T).



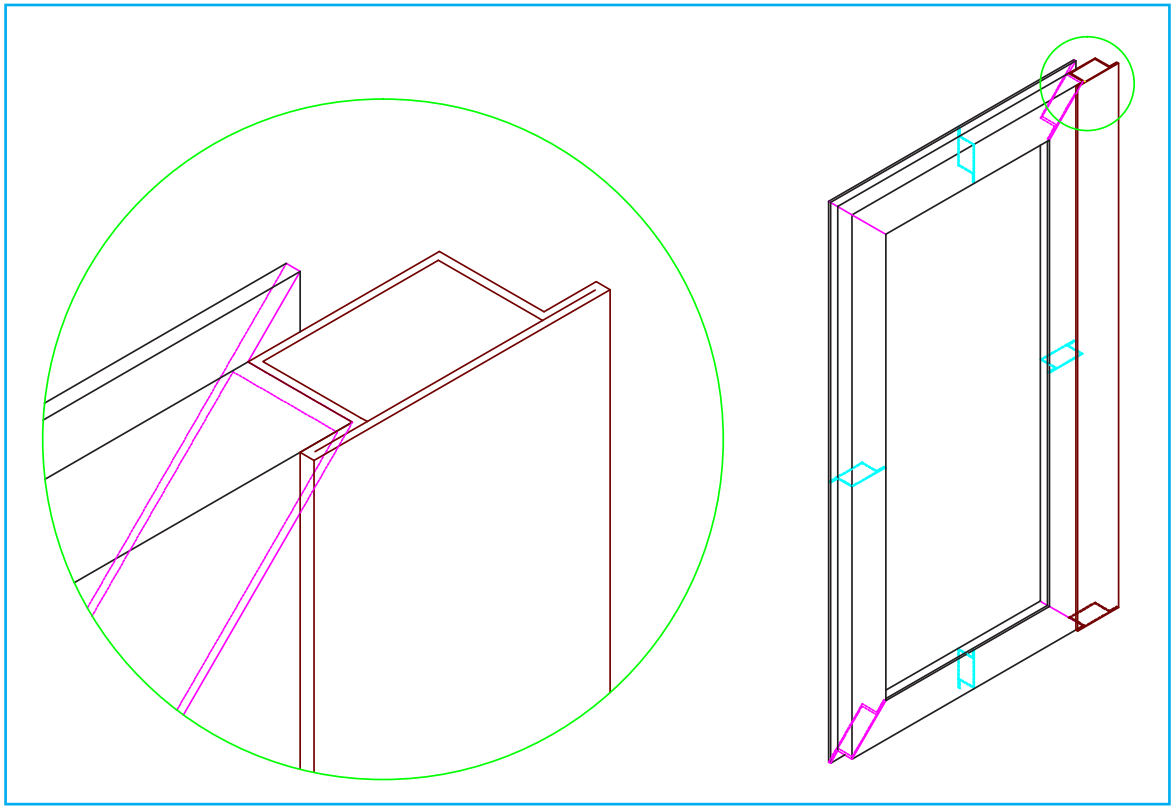
الشكل (7-26/ب): مقطع حديد على شكل حرف (T) مُجهَّز للتركيب بوصفه قاطع وسط ثابتًا.

يُبيِّن الشكل (7-27/ جـ) طريقة تركيب مقطع على شكل حديد حرف (T) بوصفه قاطع وسط ثابتًا لحلق باب.



الشكل (7-26/ جـ): تركيب مقطع حديد على شكل حرف (T) بوصفه قاطع وسط ثابتًا لحلق باب.

يُبيِّن الشكل (7-26/ د) طريقة تركيب مقطع حديد على شكل حرف (T) بوصفه قاطع وسط متحركًا (مع درفة).



الشكل (7-26/ د): تركيب مقطع حديد على شكل حرف (T) بوصفه قاطع وسط متحركًا (مع درفة).

المثال (7-6)

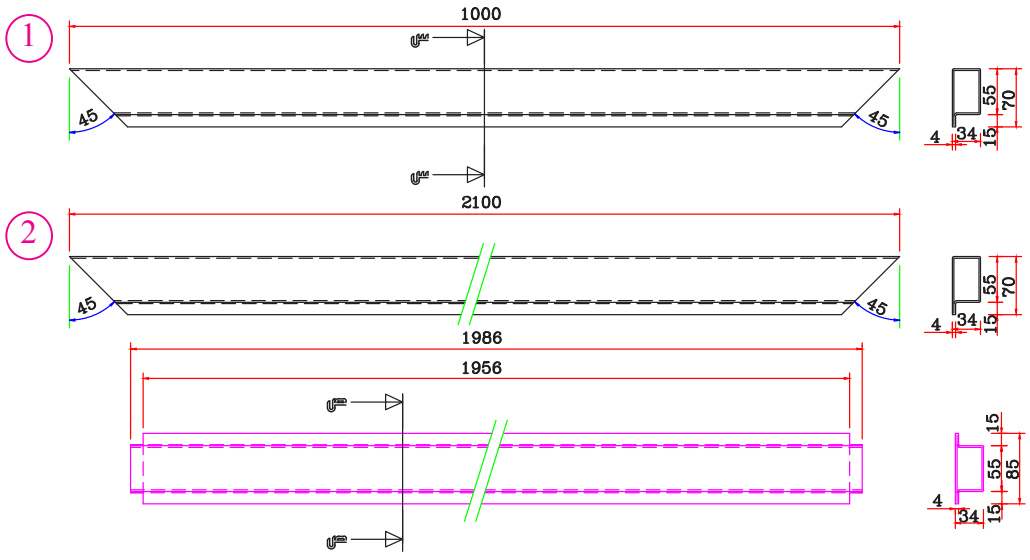
يُبيِّن الشكل (7-27) مُكوِّنات حلق باب حديد مع قاطع وسطي ثابت. ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 10) ما يأتي:

1 - المسقط الأفقي لحلق الباب، مُبيِّنًا عليه أماكن اللحام الممكنة.

2 - القطاع الأفقي (ص – ص) لحلق الباب بعد عملية التجميع.

3 - القطاع الجانبي (س – س) لحلق الباب بعد عملية التجميع.

4 - المسقط الأمامي لحلق الباب بعد عملية التجميع.

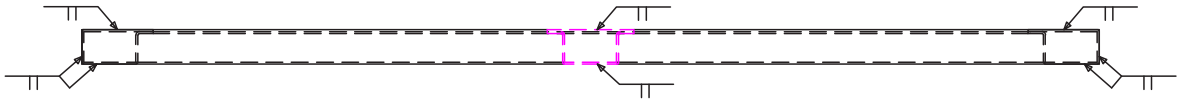


الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	مقطع فاصون (أرضية وسقف حلق)	فولاذ	2
2	مقطع فاصون (جنب حلق)	حديد زهر	2
3	مقطع فاصون (قاطع حلق ثابت)	فولاذ	1

الشكل (7-27): مُكوِّنات حلق باب حديد.

الحل

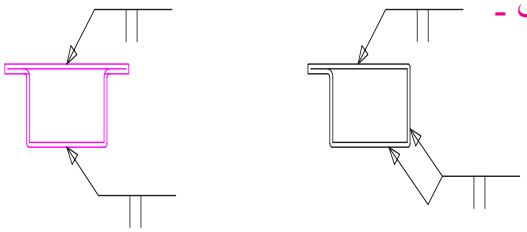
أ-



الشكل (أ): مسقط أفقي لحلق الباب.

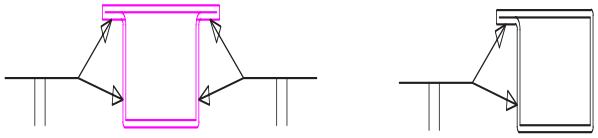
ملحوظة: يكون اللحام لحلق الباب من الخارج كما في الشكل (ب)، ولا يجوز أن يكون كما في الشكل (جـ)؛ لكيلا يُعوِّق اللحام إغلاق درفة الباب بصورة صحيحة؛ لأن جلخ اللحام البارز صعب.

ب -



الشكل (ب): لحام من الخارج (صحيح).

جـ -

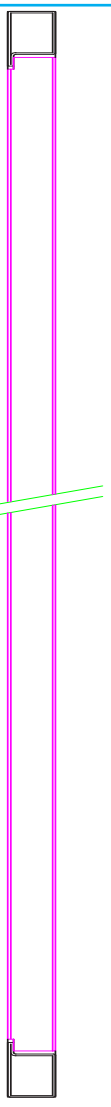


الشكل (جـ): لحام من الداخل (غير صحيح).

د -

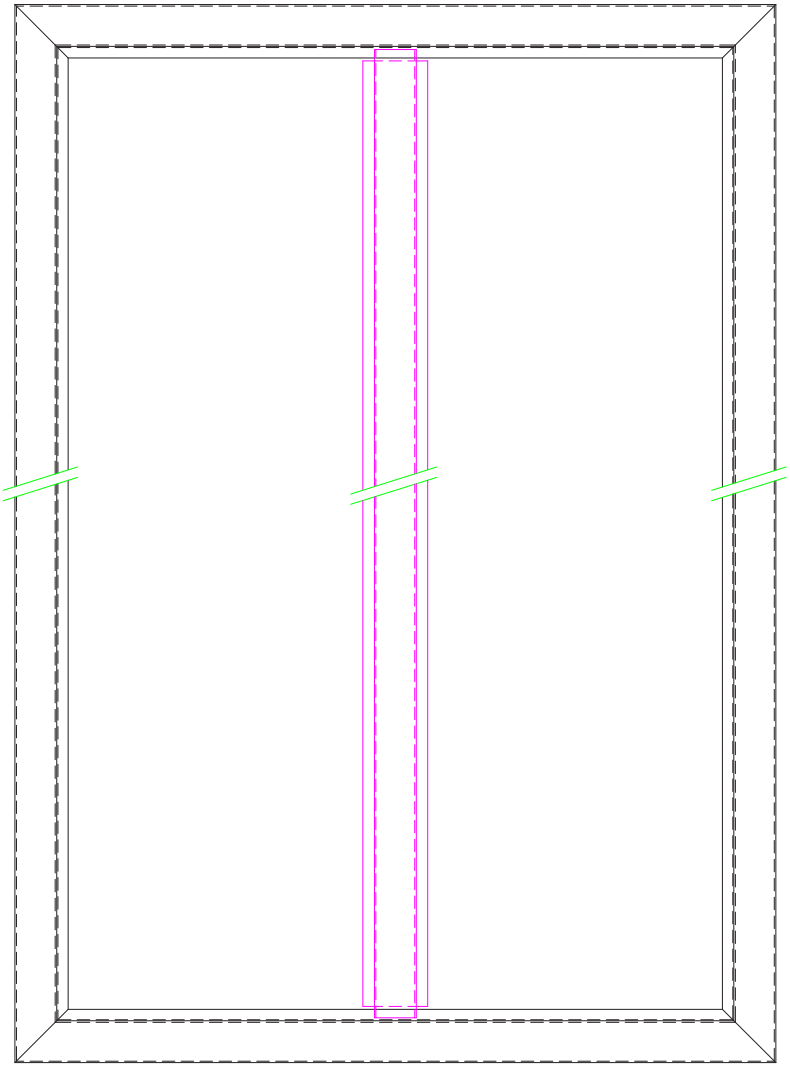
الشكل (د): قطاع أفقي لحلق الباب (ص – ص).

هـ -



الشكل (هـ): القطاع الجانبي (س – س) لحلق الباب بعد عملية التجميع.

و -

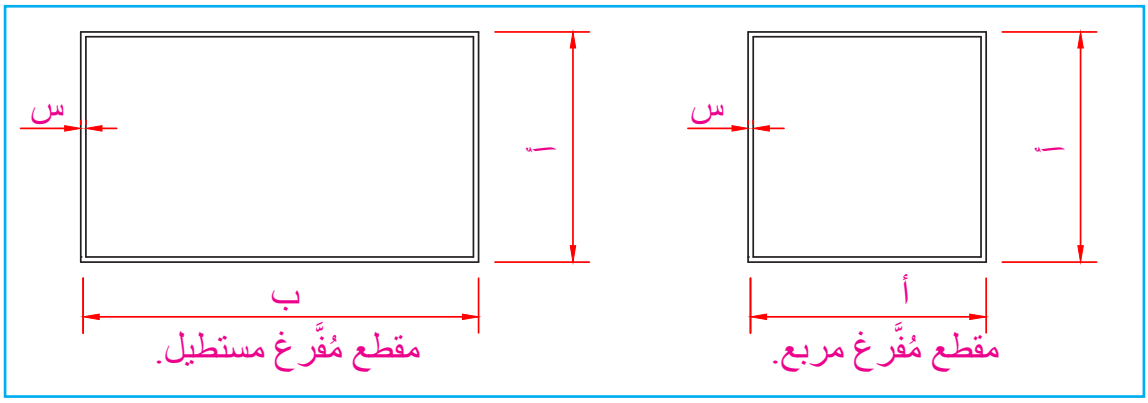


الشكل (و): المسقط الأمامي لحلق الباب بعد عملية التجميع.

الشكل (7-28): مساقط وقطاعات حلق الباب بعد عملية التجميع.

2 - مقاطع الحديد المضغوط المُفرَّغ

مقاطع مُفرَّغة مربعة الشكل أو مستطيلة، وهي تُستخدَم للجمالونات والدربزينات والمُعرَّشات، ويوجد منها قياسات مختلفة السُّمْك، انظر الشكل (7-29).



الشكل (7-29): مقطع عرضي لعمود مُفرَّغ مربع وآخر مستطيل.

من القياسات الشائعة للأعمدة المُفرَّغة المربعة (بالمم): (20×20)، (25×25)، (30×30)، (40×40).

من القياسات الشائعة للأعمدة المُفرَّغة المستطيلة (بالمم): (20×40)، (25×50)، (30×60)، (40×80).

المثال (7-7)

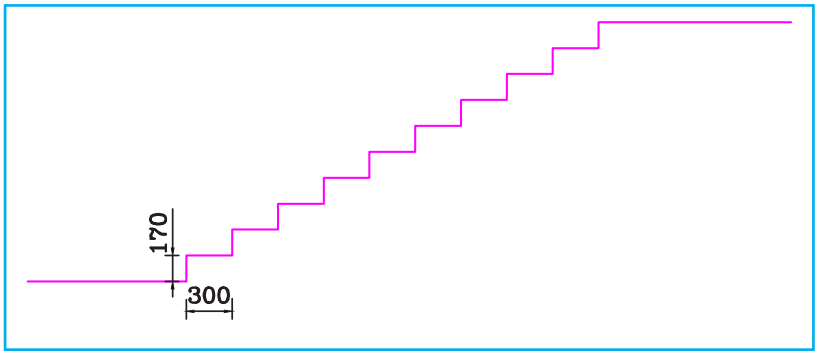
1 - ارسم دربزين درج يتكوَّن من (10) درجات، وارتفاع الدرجة (17) سم، وعرضها (30) سم، مُستخدِمًا عمودًا أبعاده (30×60) من أعلى الدربزين إلى أسفله، وعمودًا مربعًا أبعاده (25×25) لاستخدامه قواطع عمودية، علمًا بأن الارتفاع الدارج لدربزين الدرج (1) م، والفراغات بين الأعمدة العمودية (10) سم، ومقياس الرسم (1 : 10).

2 - ارسم مسقطًا أفقيًّا للدربزين بعد عملية التجميع.

الحل

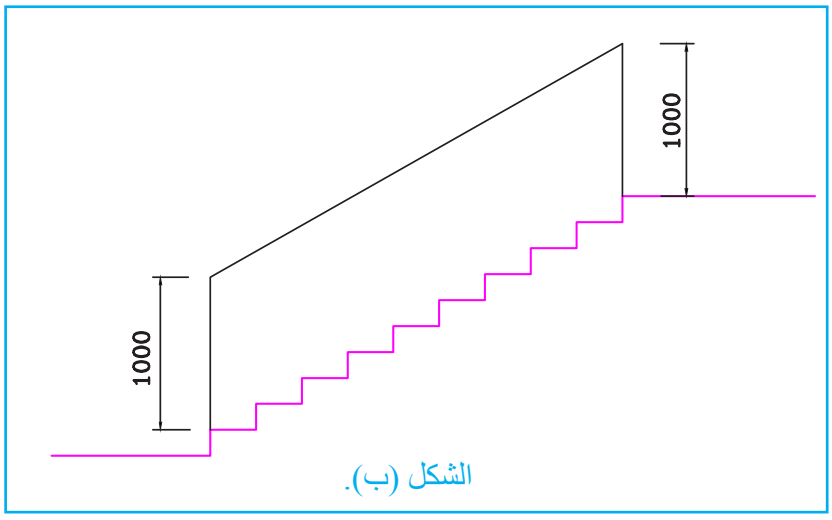
1 -

أ- ارسم الدرجات المطلوبة بمسطرة (T) والمثلث القائم كما في الشكل (أ).



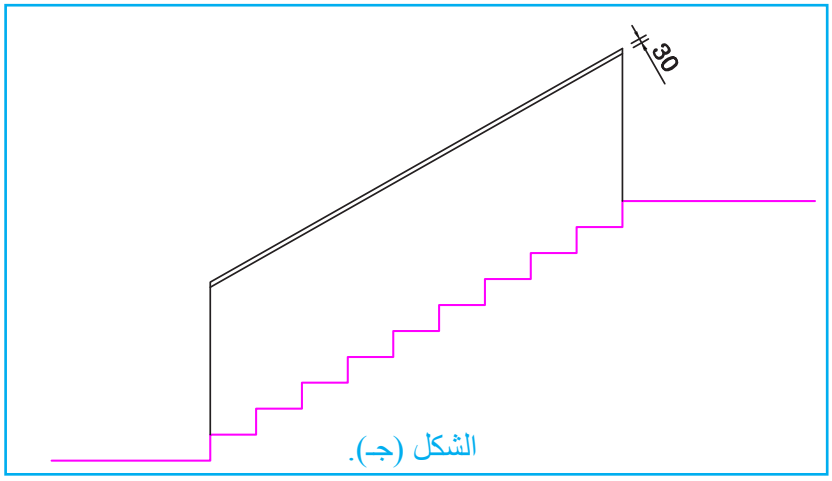
الشكل (أ).

ب- ارسم خطًّا عموديًّا من الدرجة الأولى على ارتفاع (1) م، وخطًّا آخر بنفس القياس من الدرجة الأخيرة، انظر الشكل (ب). وبوصل نهاية الخطين من الأعلى بعضهما ببعض ينتج سطح العمود المستطيل.



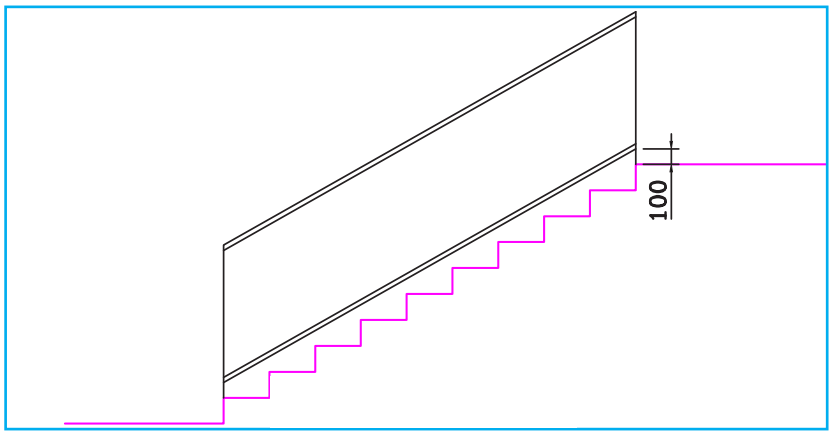
الشكل (ب).

جـ- ارسم خطًّا موازيًّا للخط العلوي على بُعْد (3) سم، ليُمثِّل السطح السفلي للعمود، انظر الشكل (جـ).



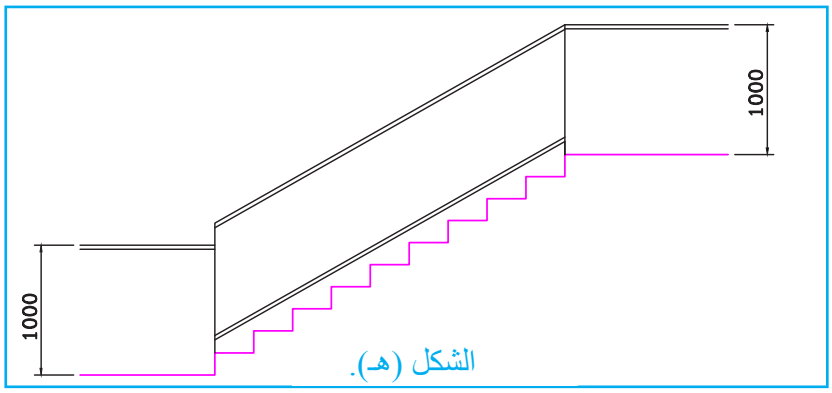
الشكل (جـ).

د- ارسم عمودًا آخر موازيًّا للدرج على ارتفاع (10) سم، ثم ارسم خطًّا موازيًا للخط السفلي على بُعْد (3) سم، ليُمثِّل السطح العلوي للعمود، انظر الشكل (د)



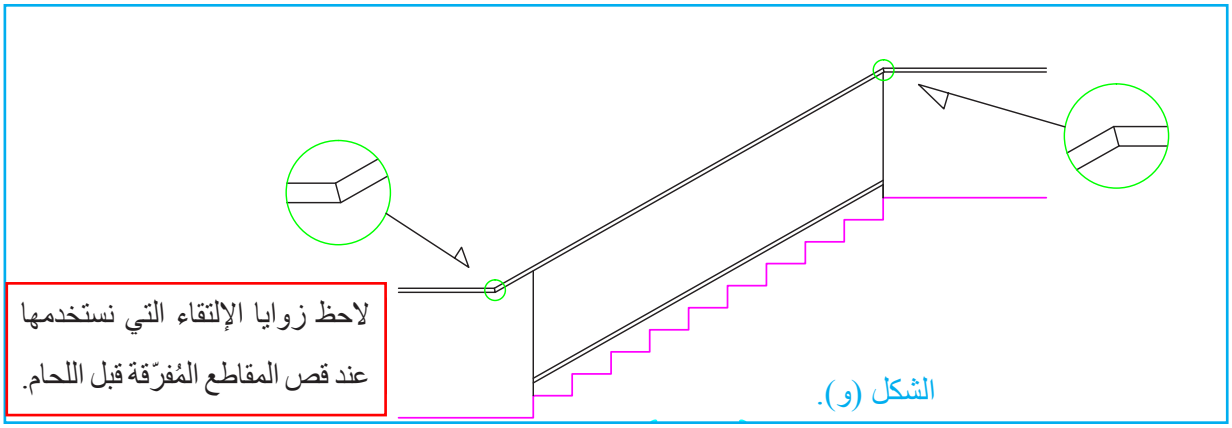
الشكل (د).

هـ - ارسم عمودًا على ارتفاع (1) م للبسطتين العلوية والسفلية، انظر الشكل (هـ).



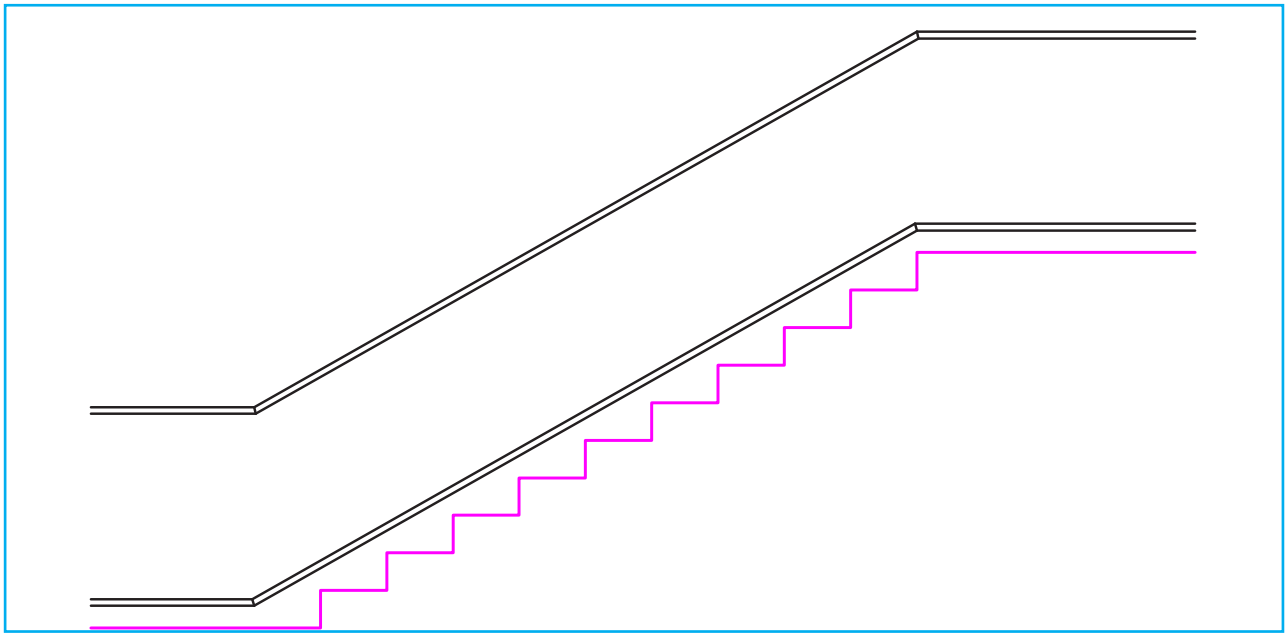
الشكل (هـ).

و- مُدَّ خطوط العمود العلوي المائل من الجهتين حتى يصل إلى الأعمدة الأفقية، انظر الشكل (و).



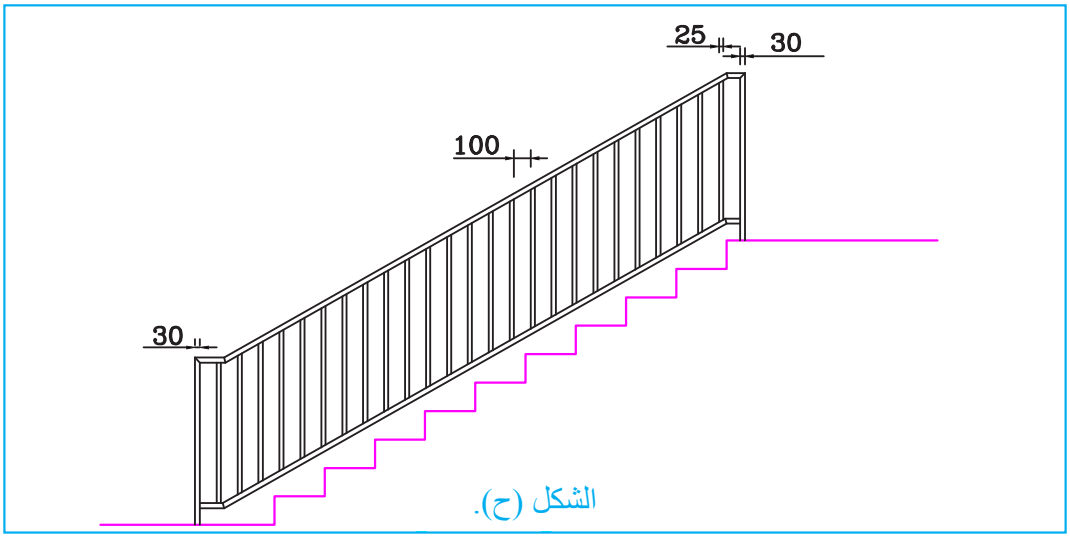
الشكل (و).

ز- كرِّر نفس الخطوات السابقة للعمود السفلي على ارتفاع (10) سم، انظر الشكل (ز).



الشكل (ز).

ح- ارسم على بُعْد مناسب من الأعمدة الأفقية أعمدة قائمة (30×60) من الطرفين لحمل الدربزين، وبينهما أعمدة (25×25) بوصفها قواطع عمودية بينها فراغات (10) سم، انظر الشكل (ح)، فينتج الشكل المطلوب.



الشكل (ح).

- 2

الشكل (ط): المسقط الأفقي للدربزين بعد عملية التجميع.

الشكل (7-30).

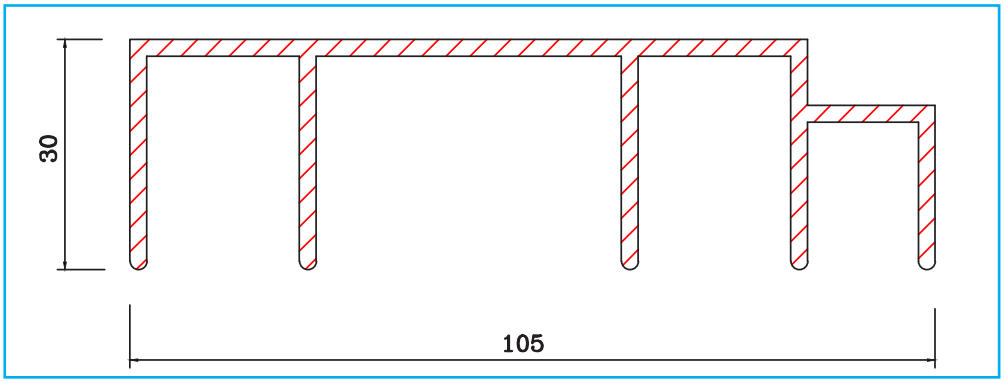
رابعًا: مقاطع الألمنيوم المستخدمة في الأبواب والشبابيك

نظرًا إلى جمال مقاطع الألمنيوم، ومتانتها، ومقاومتها للعوامل الجوية؛ فقد استُخدِمت كثيرًا في صناعة الأبواب والشبابيك. تختلف أشكال هذه المقاطع باختلاف نوع الباب أو الشبّاك؛ إن كان سحّابًا، أو ذا درف مفصلية أو محورية، أو كان يحتوي على طبقة واحدة من الزجاج أو طبقتين، أو كان داخليًّا أو خارجيًّا. ومن هذه المقاطع:

1 ـ مقاطع الألمنيوم للأبواب والشبابيك ذوات السحّاب:

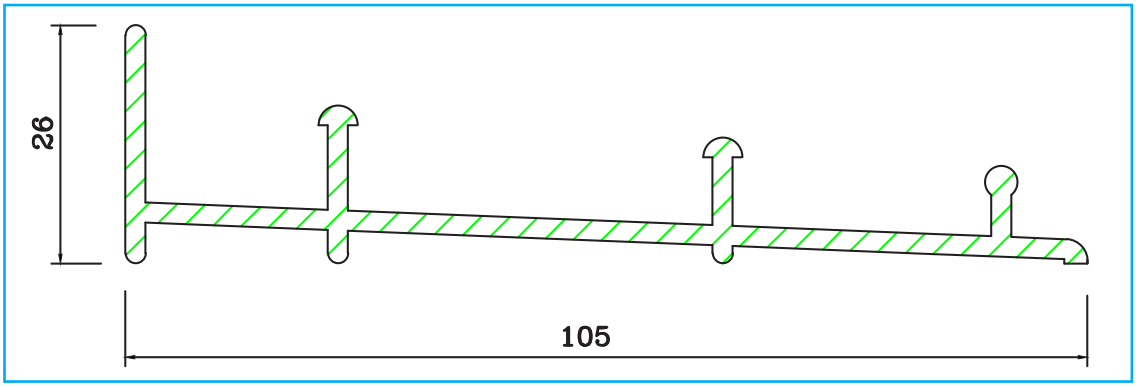
أ- مقاطع حلق الأبواب وشبابيك الألمنيوم السحّابة

1. عارضة حلق أفقية علوية (رأسية حلق)، انظر الشكل (7-31/أ).



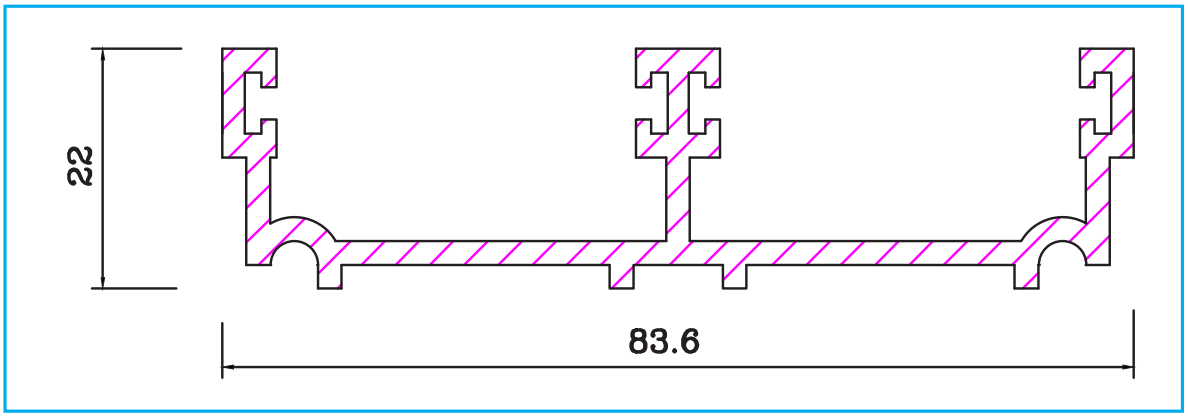
الشكل (7-31/أ): عارضة حلق أفقية علوية (رأسية حلق).

2. عارضة حلق أفقية سفلية للشبابيك السحّابة (أرضية حلق)، انظر الشكل (7-31/ب).



الشكل (7-31/ب): عارضة حلق أفقية سفلية للشبّاك السحّاب (أرضية حلق).

3. عارضة حلق عمودية (جنب حلق) للأبواب والشبابيك السحّابة، انظر الشكل (جـ).



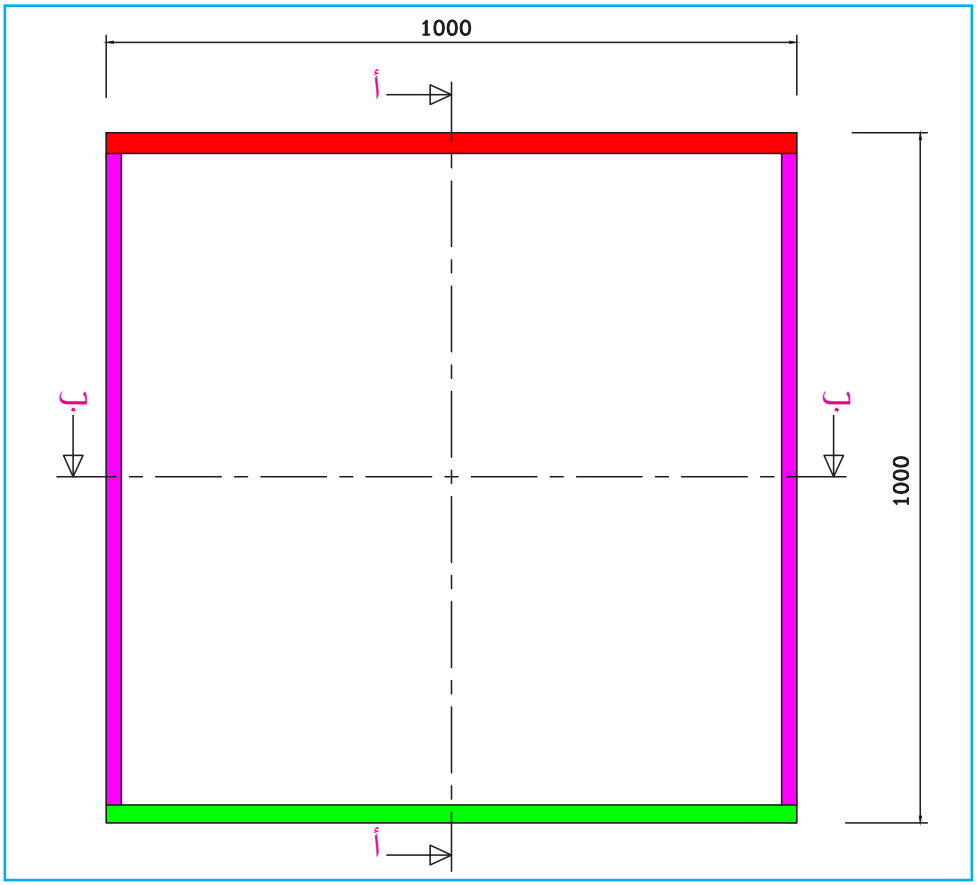
الشكل (7-31/جـ): عارضة حلق عمودية (جنب حلق) للأبواب والشبابيك السحّابة.

المثال (7-8)

يُبيِّن الشكل (7–32) مسقطًا أماميًّا لحلق شبّاك ألمنيوم سحّاب بعد عملية التجميع. ارسم باستعمال مقياس الرسم (1 : 5) ما يأتي:

1 - القطاع الجانبي (أ – أ).

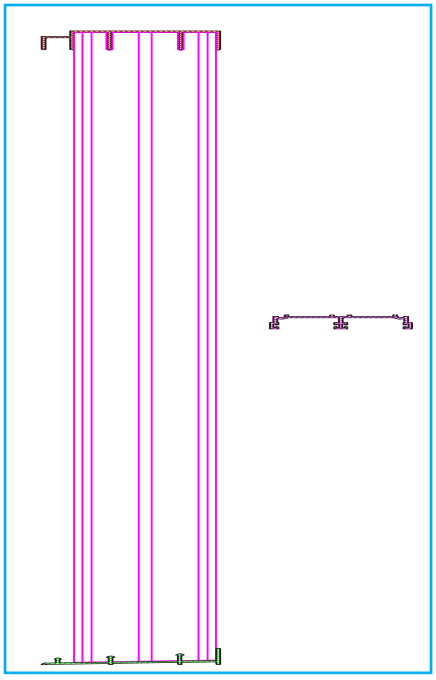
2 - القطاع الأفقي (ب – ب).



الشكل (7-32): المسقط الأمامي لحلق شبّاك ألمنيوم سحّاب.

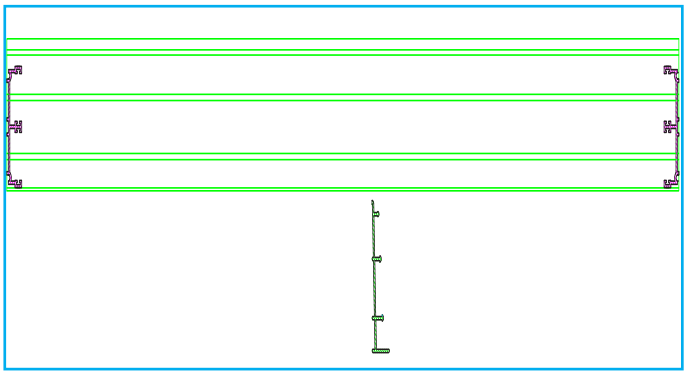
الحل

- 1



الشكل (أ): القطاع الجانبي (أ - أ) لحلق شبّاك ألمنيوم سحّاب.

- 2

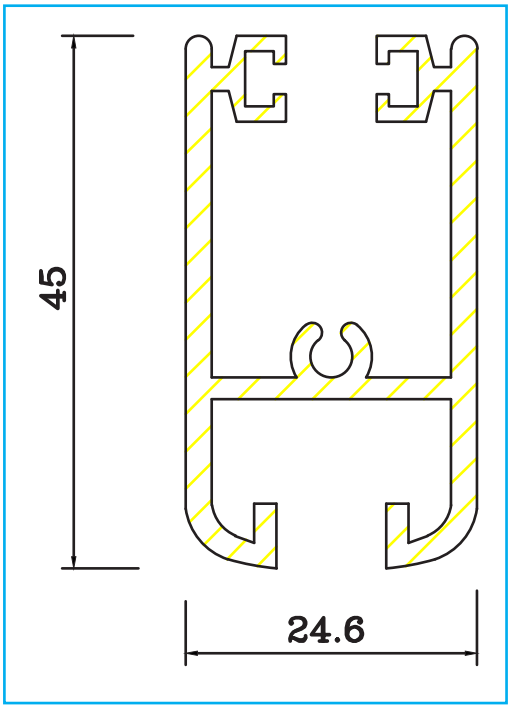


الشكل (ب): القطاع الأفقي (ب - ب) لحلق شبّاك ألمنيوم سحّاب.

الشكل (7-33): القطاع الجانبي والقطاع الأفقي لحلق شبّاك ألمنيوم سحّاب

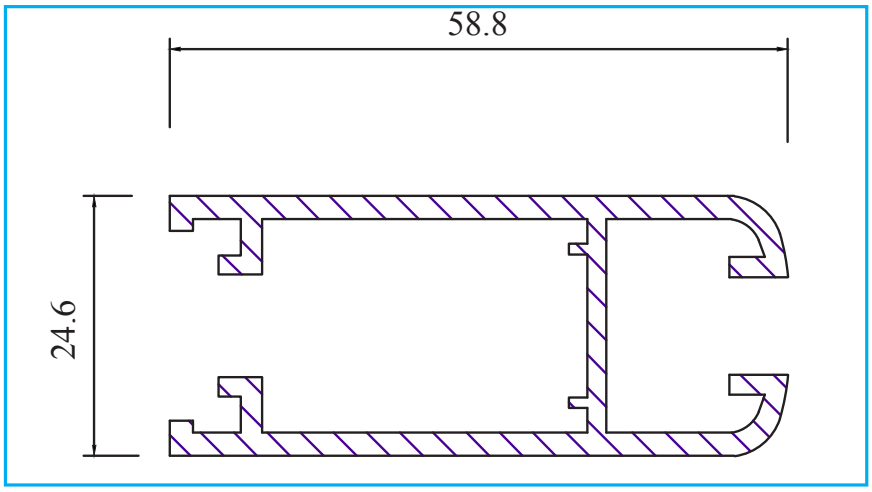
ب - مقاطع درف الأبواب وشبابيك الألمنيوم السحّابة:

1. مقطع عارضة الدرف الأفقية (العلوية)، انظر الشكل (7-34).



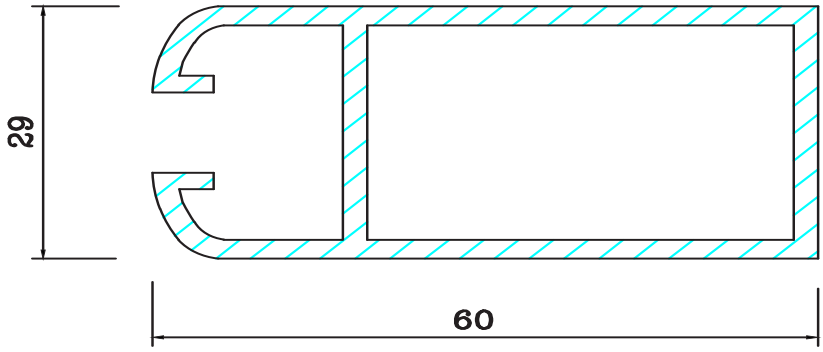
الشكل (7-34): مقطع عارضة الدرف الأفقية (العلوية) لباب أو شبّاك ألمنيوم سحّاب.

2. مقطع عارضة الدرفة الأفقية (السفلية)، انظر الشكل (7-35).



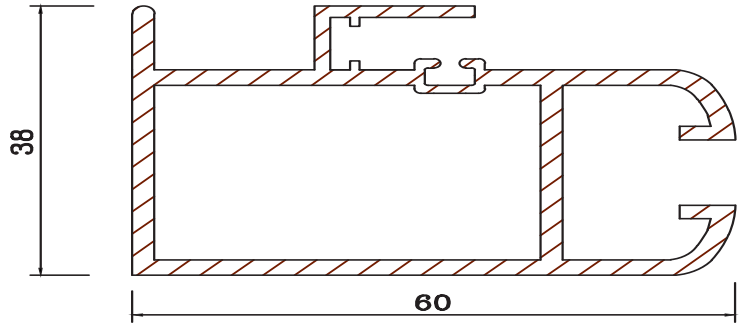
الشكل (7-35): مقطع عارضة الدرف الأفقية (السفلية) لباب أو شبّاك ألمنيوم سحّاب.

3. مقطع جانب الدرفة الخارجي (الزرفيل)، انظر الشكل (7-36).



الشكل (7-36): مقطع الدرفة الخارجي (الزرفيل) لباب أو شبّاك ألمنيوم سحّاب.

4. مقطع جانب الدرفة الداخلي (السكين)، انظر الشكل (7-37).

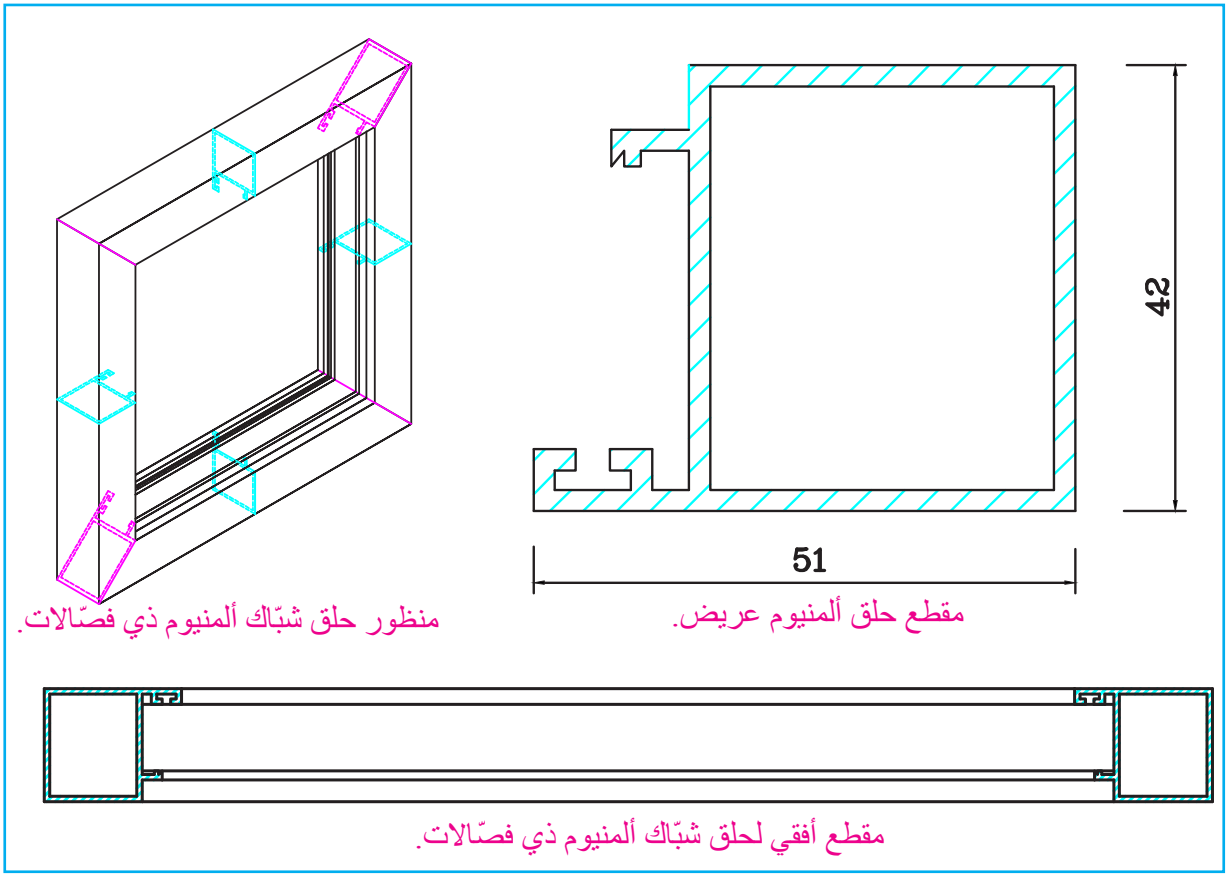


الشكل (7-37): مقطع جانب الدرفة الداخلي (السكين) لباب أو شبّاك ألمنيوم سحّاب.

2 - مقاطع الألمنيوم للأبواب والشبابيك ذوات المفاصل:

يوجد تشابه بين طريقة تركيب الأبواب وشبابيك الألمنيوم المفصلية وطريقة تركيب الأبواب وشبابيك الحديد (الفاصون) من حيث الشكل، ويمكن ملاحظة ذلك بعد تعرُّف مُكوِّنات الأبواب وشبابيك الألمنيوم المفصلية.

أ- **مقطع حلق ألمنيوم عريض:** يُستخدَم هذا المقطع في الإطار الخارجي لحلق الأبواب وشبابيك الألمنيوم ذوات الفصّالات. وفيه توصَل أضلاع الحلق ببعضها باستعمال البراغي بعد قص نهاياتها بزاوية (45°). يُبيِّن الشكل (7-38) مقطعًا لحلق الأبواب وشبابيك الألمنيوم المفصلية، ومنظورًا لحلق شبّاك ألمنيوم، ومقطعًا أفقيًّا لحلق شبّاك ألمنيوم ذي فصّاليات.



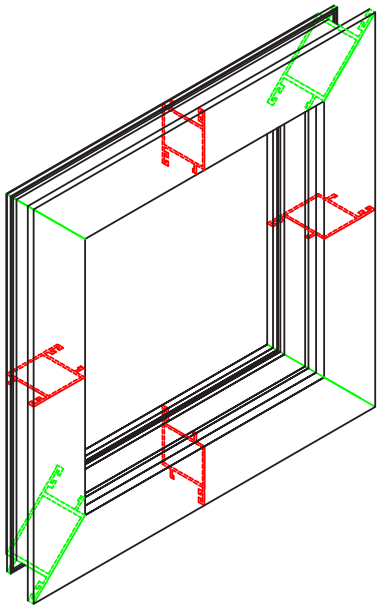
منظور حلق شبّاك ألمنيوم ذي فصّالات.

مقطع حلق ألمنيوم عريض.

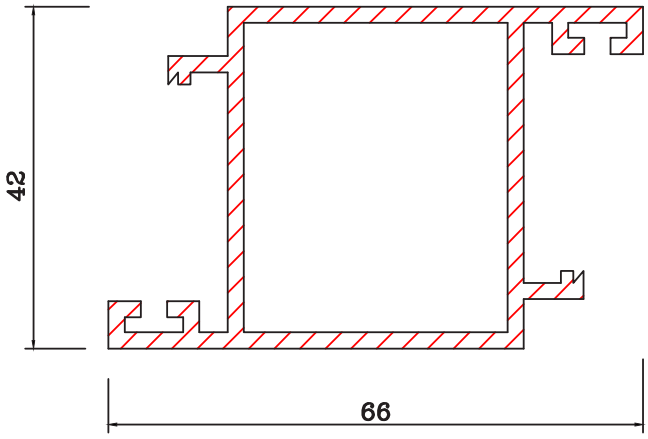
مقطع أفقي لحلق شبّاك ألمنيوم ذي فصّالات.

الشكل (7-38): مقطع حلق ألمنيوم عريض.

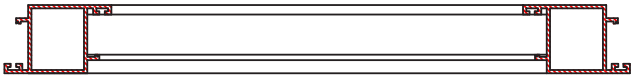
ب ـ مقطع درفة ألمنيوم عريض على شكل حرف (Z): يُستخدَم هذا المقطع في إطار الدرف، وتُقَصُّ نهايات أطرافه بزاوية (45°)، ثم تُجمَّع بالبراغي، انظر الشكل (7-39).



منظور حلق شبّاك ألمنيوم ذي فصّالات.



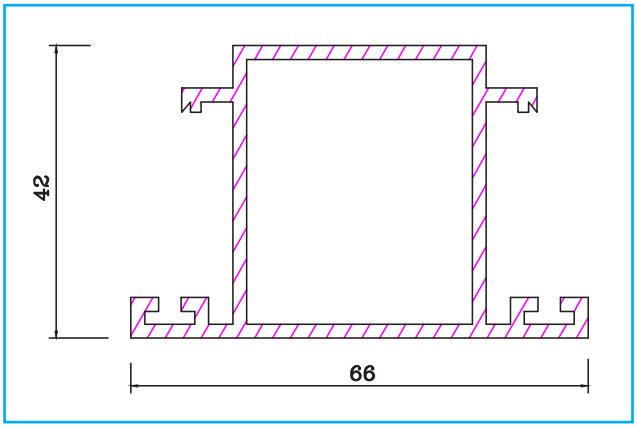
مقطع درفة ألمنيوم عريض على شكل حرف (Z).



مقطع أفقي لحلق درفة شبّاك ألمنيوم ذي فصّالات.

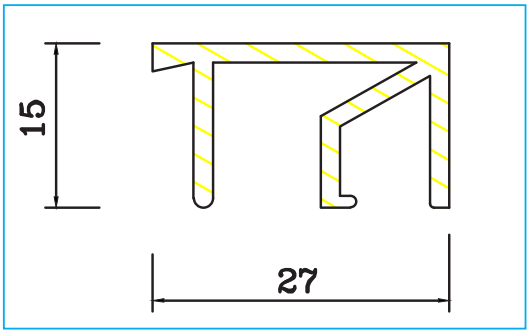
الشكل (7-39): مقطع درفة ألمنيوم عريض على شكل حرف (Z).

جـ ـ مقطع ألمنيوم عريض على شكل حرف (T): يُركَّب هذا المقطع للإطار الداخلي (لأبواب الدرف المفصلية) بوصفه قاطعًا ثابتًا أو متحركًا، انظر الشكل (7-40).



الشكل (7-40): مقطع ألمنيوم عريض على شكل حرف (T).

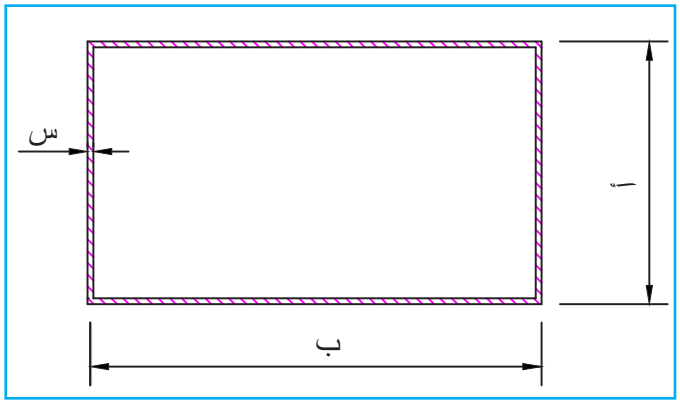
د ـ مقطع تثبيت الزجاج (البيشة): يُركَّب هذا المقطع على مقطع ألمنيوم عريض على شكل حرف (Z)، وعلى مقطع ألمنيوم عريض على شكل حرف (T)؛ لتثبيت الزجاج على درف الأبواب والشبابيك المفصلية، انظر الشكل (7-41).



الشكل (7-41): مقطع تثبيت الزجاج (البيشة).

3 ـ مقاطع ألمنيوم لأبواب الدرف المحورية:

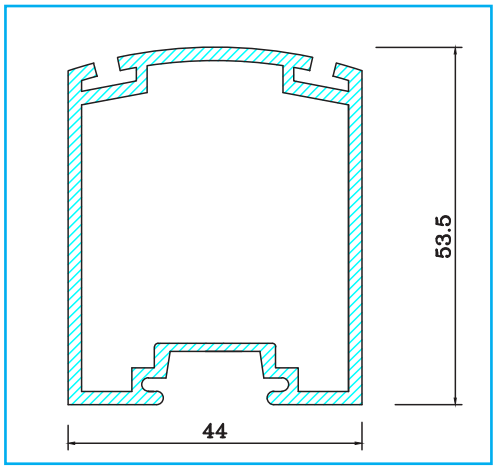
أـ مقاطع الحلق: تُستخدَم هذه المقاطع في الإطار الخارجي لحلق الأبواب، وتكون أعمدة مستطيلة الشكل، وتُقَصُّ أطرافها بزاوية (45°)، وتُثبَّت بالبراغي، انظر الشكل (7-42).



الشكل (7-42): عمود مستطيل يُستخدَم إطار حلق للأبواب المحورية.

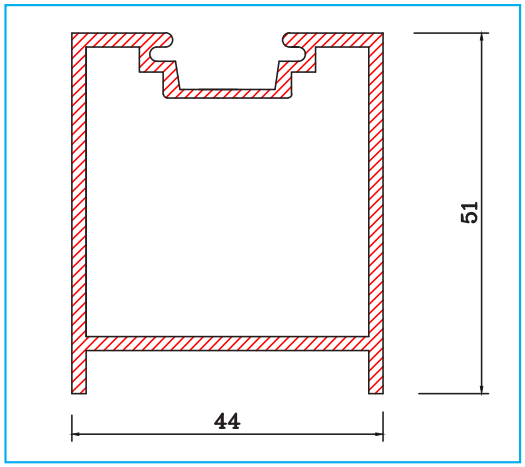
ب ـ مقاطع الدرف الداخلية

1. مقطع جوانب الدرف: يُبيِّن الشكل (7-43) مقطع ألمنيوم يُستخدَم إطارًا للدرف المحورية من الأعلى والجوانب. وفيه تُقَصُّ الأطراف العلوية بزاوية (45°)، ثم يُثبَّت بعضها ببعض باستعمال البراغي، فيصبح مجرى تركيب الزجاج من الأسفل، ومن الجوانب الداخلية.



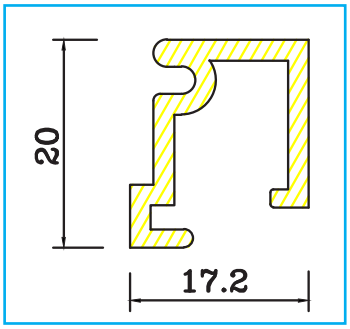
الشكل (7-43): مقطع ألمنيوم لجوانب الدرف المحورية.

2. مقطع الدرف السفلية: يُثبَّت هذا المقطع مع جوانب الدرفة المحورية الجانبية بالبراغي بعد قص الأطراف بزاوية (45°)، ويكون مجرى تثبيت الزجاج بهذا المقطع إلى أعلى، انظر الشكل (7-44).



الشكل (7-44): مقطع ألمنيوم لقاعدة الدرف المحورية.

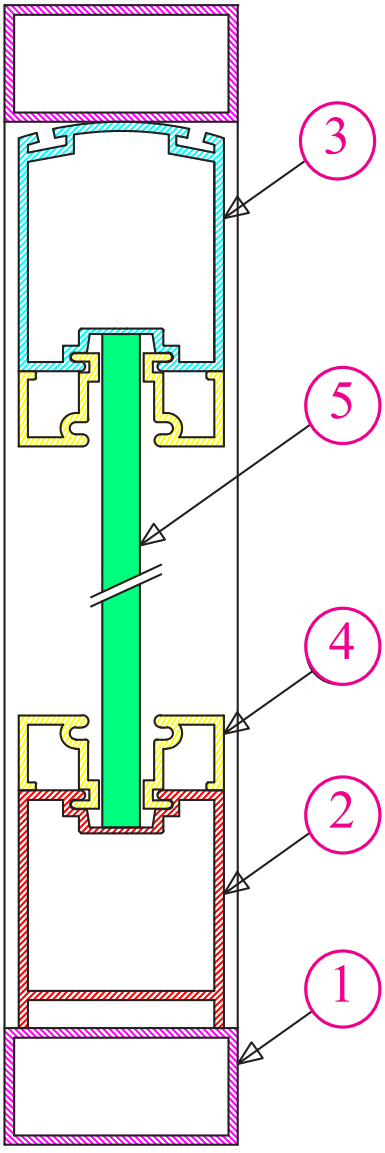
3. مقطع تثبيت الزجاج: يُستخدَم هذا المقطع لتثبيت الزجاج مع مقاطع جوانب الدرف ومقاطع الدرف السفلية للأبواب المحورية، انظر الشكل (7-45).



الشكل (7-45): مقطع تثبيت الزجاج لأبواب الألمنيوم المحورية.

المثال (7-11)

1 – من خلال الشكل(7-46) اذكر مسميات الاجراء (5-1).



الشكل (7-46): مقطع جانبي لباب الدرفة المحورية بعد عملية التجميع.

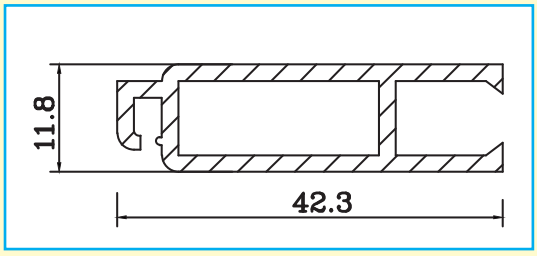
الحل:

الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	مقطع حلق ألمنيوم لباب محوري	ألمنيوم	1
2	مقطع درفة سفلية ألمنيوم لباب محوري	ألمنيوم	4
3	مقطع درفة علوية ألمنيوم لباب محوري	ألمنيوم	1
4	مقطع تثبيت الزجاج (البيشة)	ألمنيوم	1
5	لوح زجاج	زجاج	2

- مستعينًا ببرنامج الرسم (AutoCAD)، ارسم الشكل (7-46).
- مستعينًا بشبكة الإنترنت وبرنامج الرسم (AutoCAD)، ارسم الشكل الفعلي والرمز لكلٍّ من وصلات اللحام الآتية: اللحام الشقي، اللحام الزاوي (التعبوي)، اللحام المسماري، اللحام السطحي، لحام الدرزة.

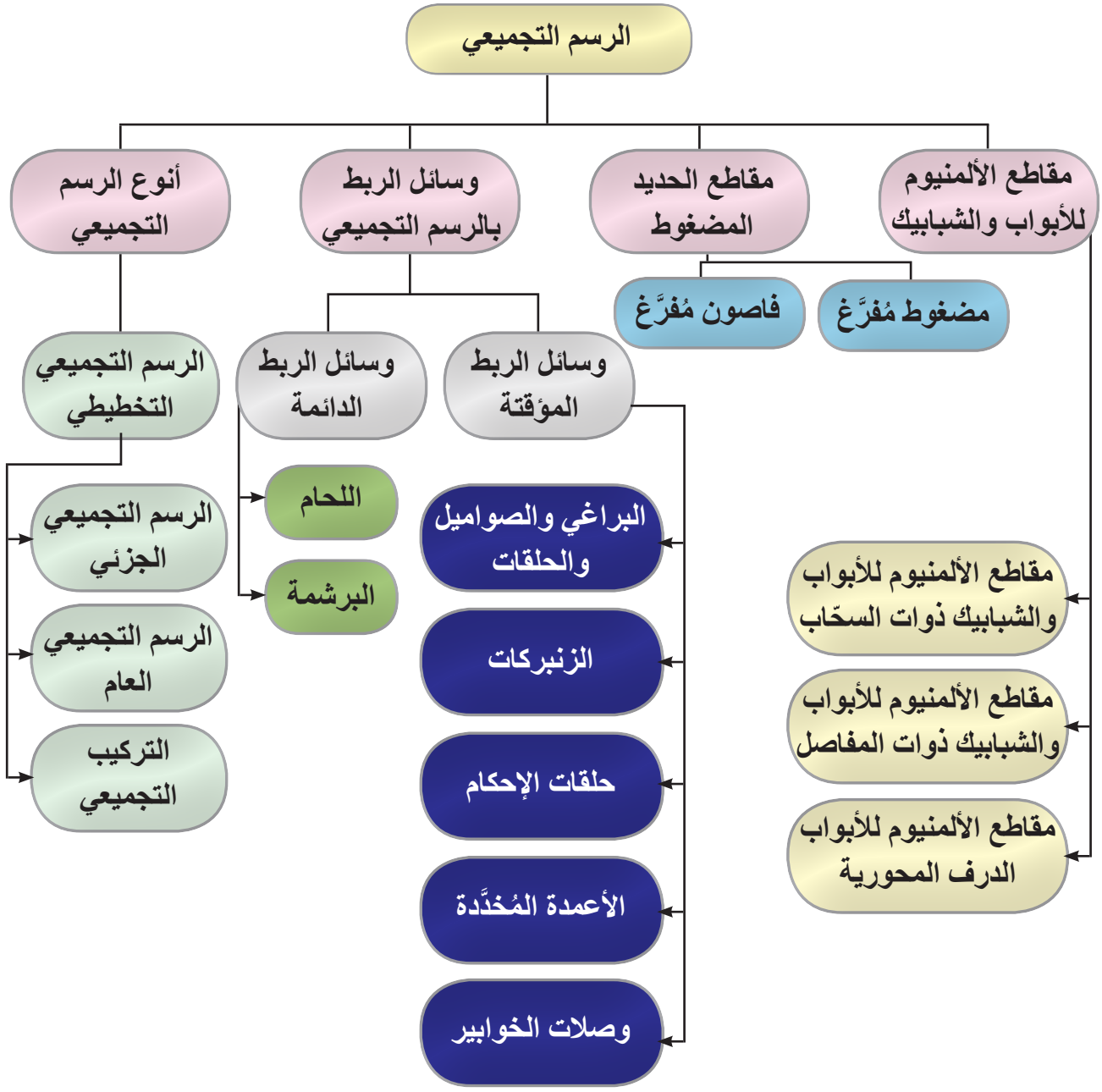
نشاط إثرائي

يُبيِّن الشكل المجاور مقطعًا لإطار منخل واقٍ من الحشرات. ارسم مقطعًا أفقيًّا لإطار المنخل بعد عملية التجميع.



مقطع إطار منخل واقٍ من الحشرات.

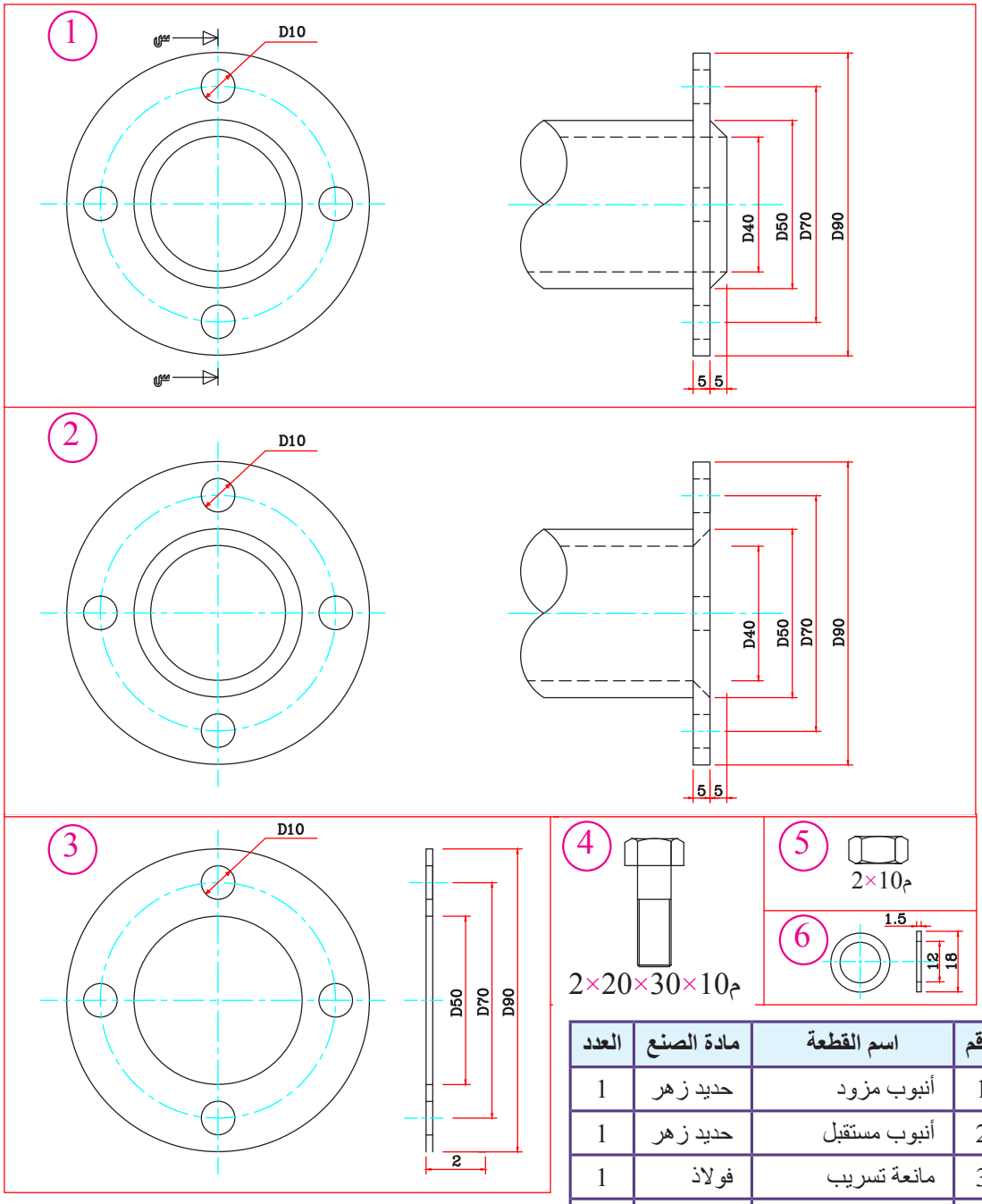
الخريطة المفاهيمية



أستطيع بعد دراسة هذه الوحدة أن:

الرقم	خطوات الأداء	ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أتعرَّف مفهوم الرسم التجميعي، وأهميته.			
2	أذكر أنواع الرسم التجميع.			
3	أُبيِّن الشروط والإرشادات التي يجب مراعاتها عند الرسم التجميعي.			
4	أتعرَّف وسائل الربط الدائمة والمؤقتة المستخدمة في الرسم التجميعي.			
5	أرسم مساقط وقطاعات لأجزاء ميكانيكية رسمًا تجميعيًّا.			
6	أعرف أنواع مقاطع الفولاذ، وأشكالها.			
7	أعرف الأشكال المختلفة لمقاطع الألمنيوم المستخدمة في الأبواب والشبابيك.			

1 - يُبيِّن الشكل الآتي طرفي أنبوبين معدنيين لهما فلنجات، ومُثبَّتان بالبراغي والصواميل. ارسم القطاع الجانبي (س – س) بعد عملية التجميع، مُستعمِلًا مقياس الرسم (1:1).



الشكل (7-47) مكونات ربط أنبوبين بفلنجات وبراغي.

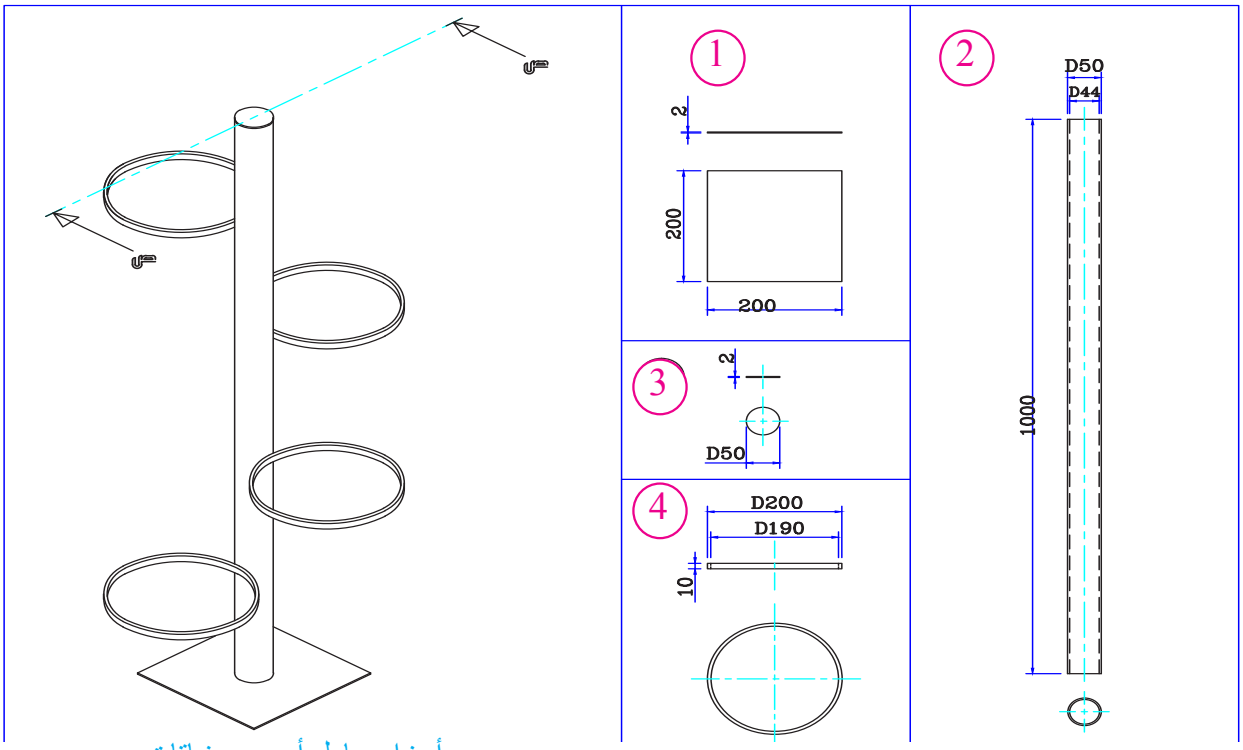
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	أنبوب مزود	حديد زهر	1
2	أنبوب مستقبل	حديد زهر	1
3	مانعة تسريب	فولاذ	1
4	برغي ذو رأس سداسي	فولاذ	4
5	صمولة سداسية	فولاذ	4
6	روندیلة	فولاذ	4

2 - يُبيِّن الشكل التالي مُكوِّنات حامل أصيص نباتات، والمنظور الآيزومتري للحامل بعد تجميعه باللحام.

ارسم ما يأتي باستعمال مقياس الرسم (4:1):

أ- المسقط الأفقي للحامل بعد عملية التجميع، مُبيِّنًا عليه أماكن اللحام، ورموزه.

ب - القطاع الأمامي (ص– ص) للحامل بعد عملية التجميع.



أجزاء حامل أصيص نباتات.

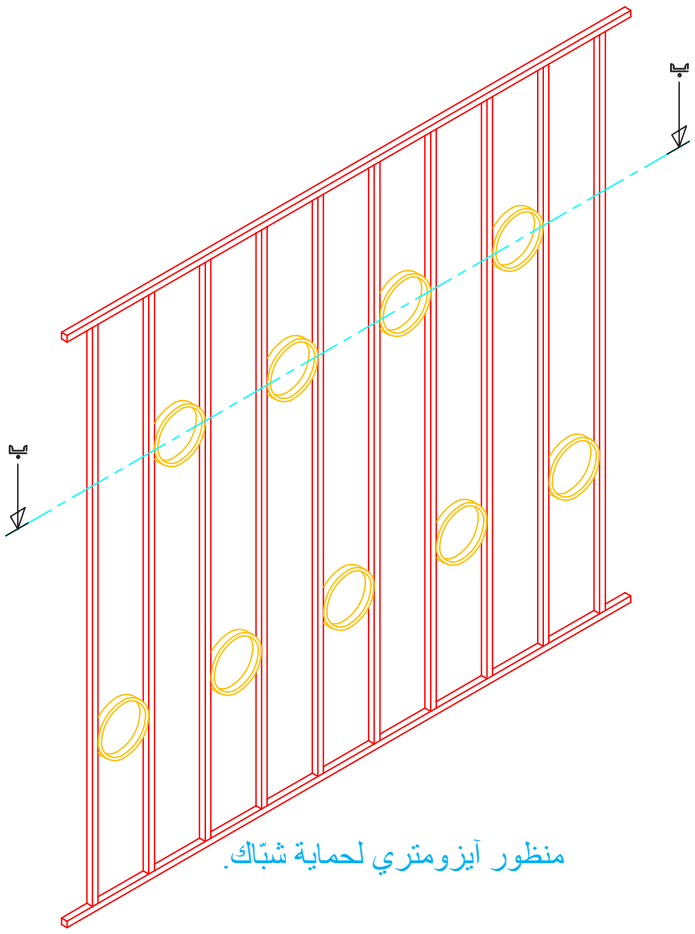
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	قاعدة الحامل	صاج مجلفن	1
2	الأنبوب الحامل	حديد مجلفن	1
3	سدة الأنبوب العلوي	فولاذ	1
4	طوق مبسط 5/10 ملفوف	فولاذ	4

3 - يُبيِّن الشكل التالي أجزاء الحماية لشبّاك، والمنظور الآيزومتري للحماية بعد تجميعه باللحام .

ارسم ما يأتي باستعمال مقياس رسم (1 : 4):

أ – القطاع الأفقي (ب – ب) للحماية بعد عملية التجميع، مُبيِّنًا عليه أماكن اللحام، ورموزه.

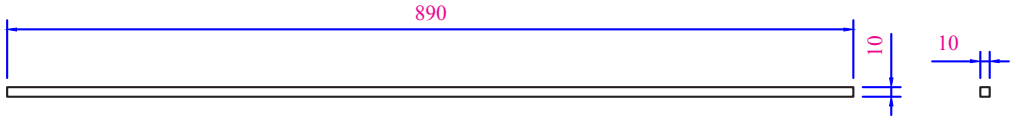
ب – المسقط الأمامي للحماية بعد عملية التجميع.



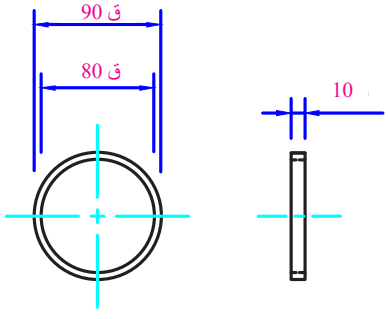
منظور آيزومتري لحماية شبّاك.

1

2



3

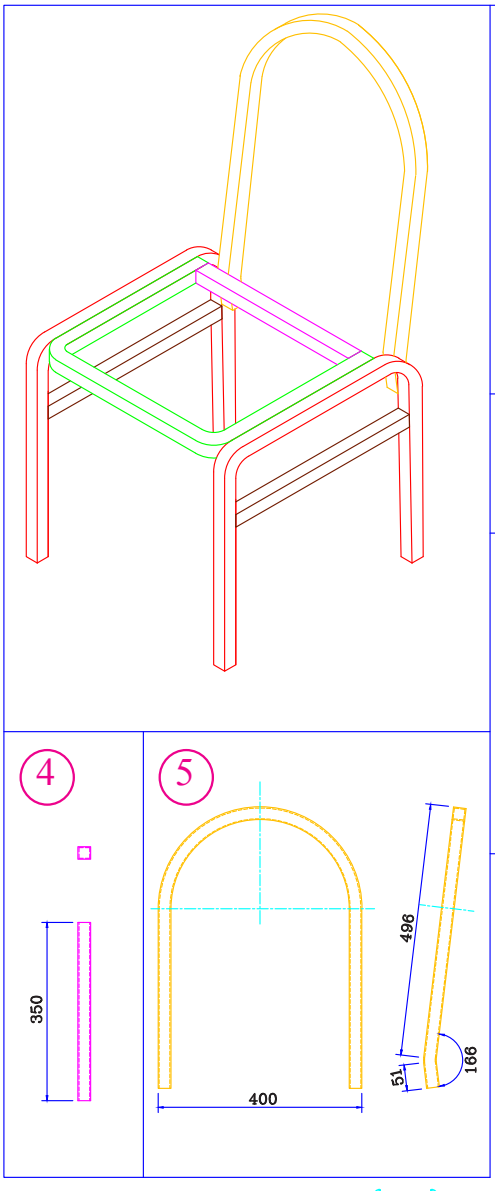


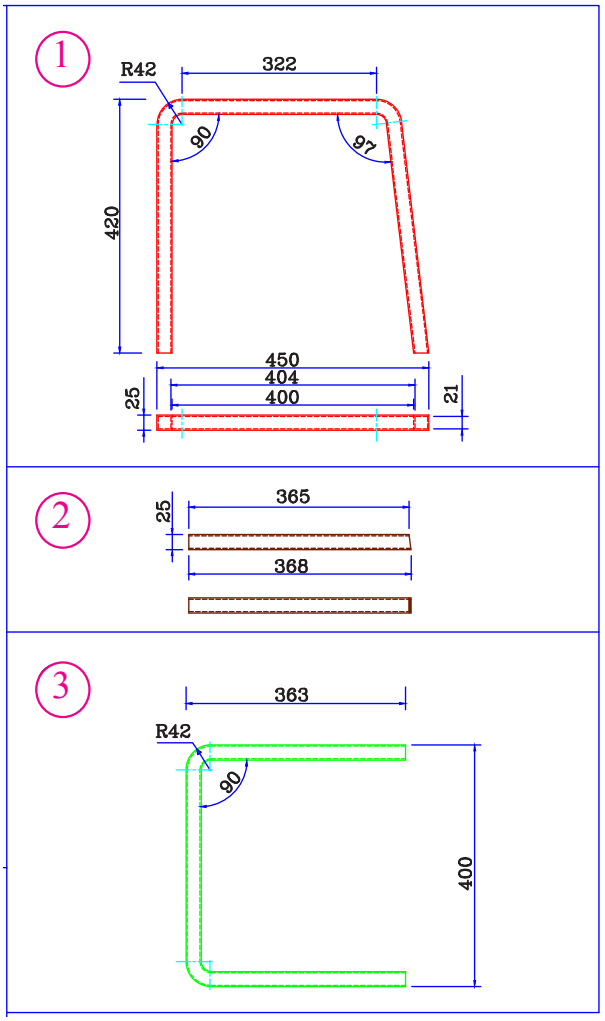
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	قضيب مربع علوي وسفلي	فولاذ	2
2	قضيب مربع للقواطع القائمة	فولاذ	10
3	حلقة (مبسط 5/1 ملفوف)	فولاذ	9

4 - يُبيِّن الشكل التالي أجزاء هيكل كرسي معدني قبل التنجيد، والمنظور الآيزومتري لهيكل الكرسي بعد عملية التجميع باللحام. ارسم ما يأتي باستعمال مقياس رسم مناسب:

أ- المسقط الأمامي.

ب- المسقط الأفقي.

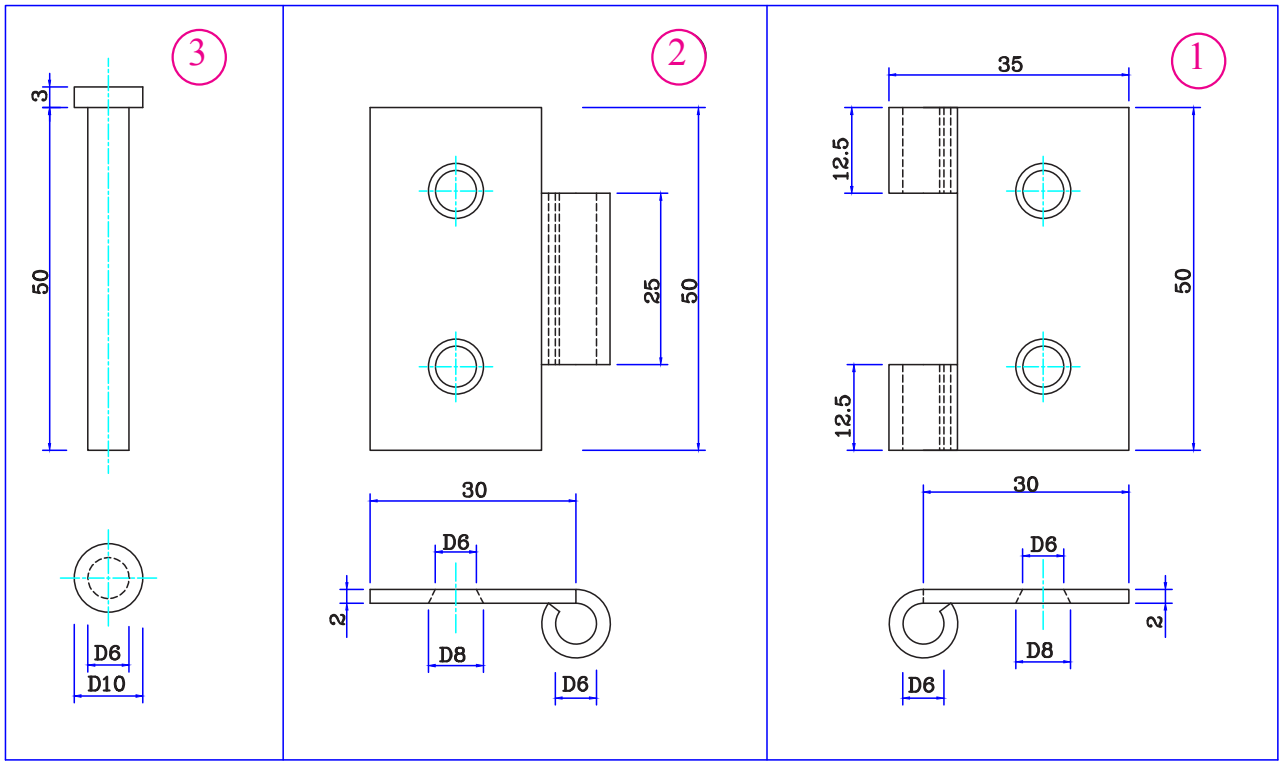




الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	رجلي كرسي على شكل حرف (U)	صاج مجلفن	2
2	دعامة عرضية لأرجل الكرسي	حديد مجلفن	2
3	مقعد الكرسي	صاج مجلفن	1
4	دعامة مقعد الكرسي	فولاذ	1
5	ظهر الكرسي	صاج مجلفن	1

5 - يُبيِّن الشكل التالي مُكوِّنات إحدى فصّالات الأبواب. ارسم ما يأتي بعد تجميع الفصّالة، مُستعمِلًا مقياس الرسم (1:1):

أ- المسقط الأمامي. ب- المسقط الأفقي.

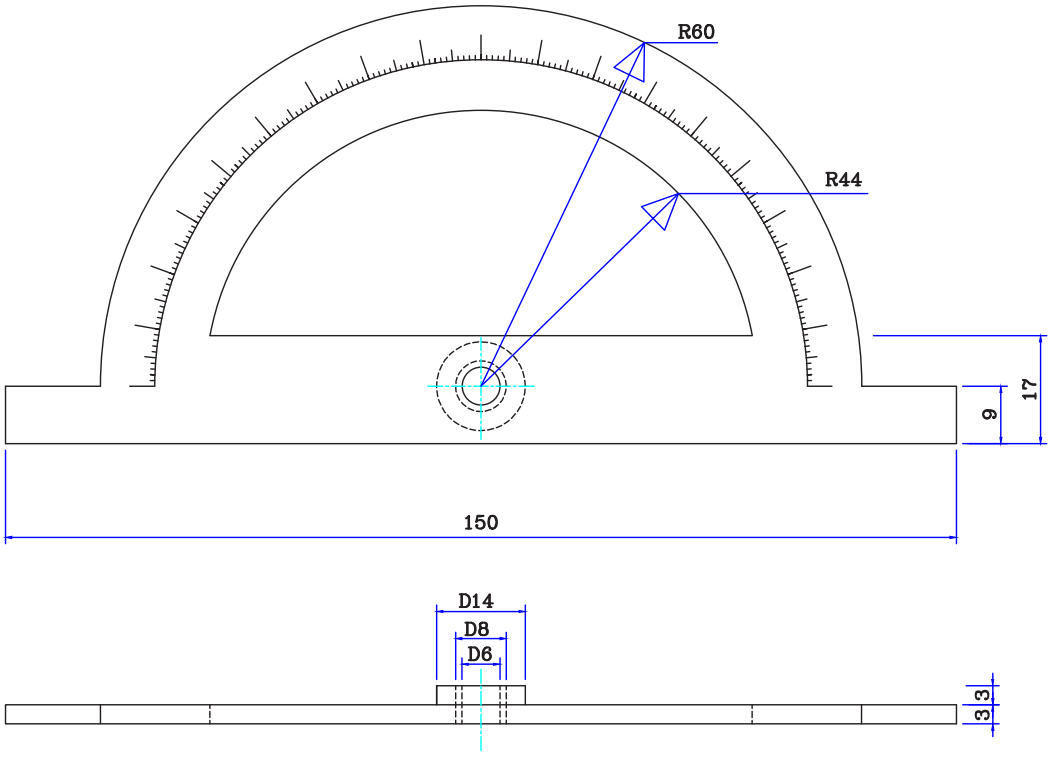


الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	مسمار الربط	فولاذ	1
2	جزء الفصّالة المتحرك	فولاذ	1
3	جزء الفصّالة الثابت	فولاذ	1

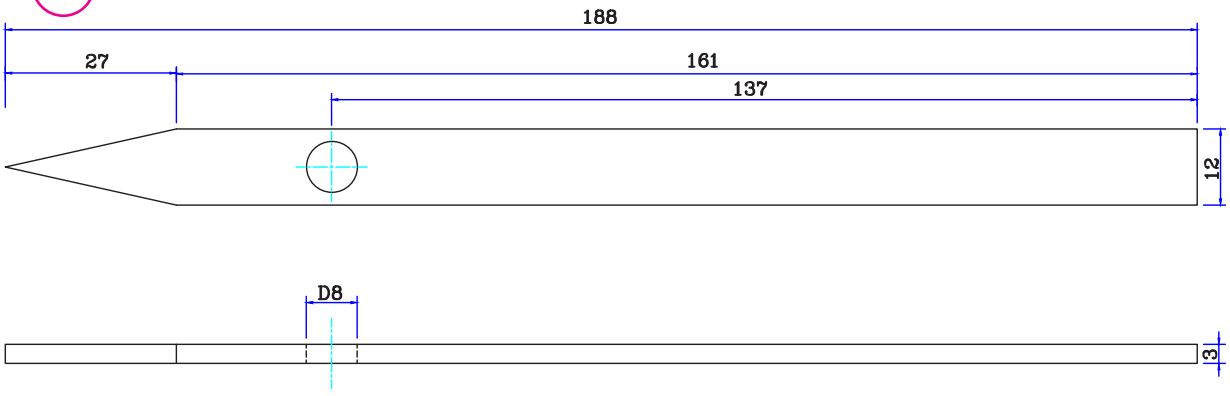
6 - يُبيِّن الشكل التالي منقلة معدنية لقياس الزوايا. ارسم ما يأتي بعد تجميع المنقلة، مُستعمِلًا مقياس الرسم (1:1):

أ- المسقط الأمامي. ب- المسقط الأفقي.

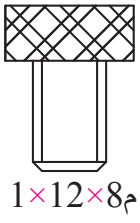
1



2



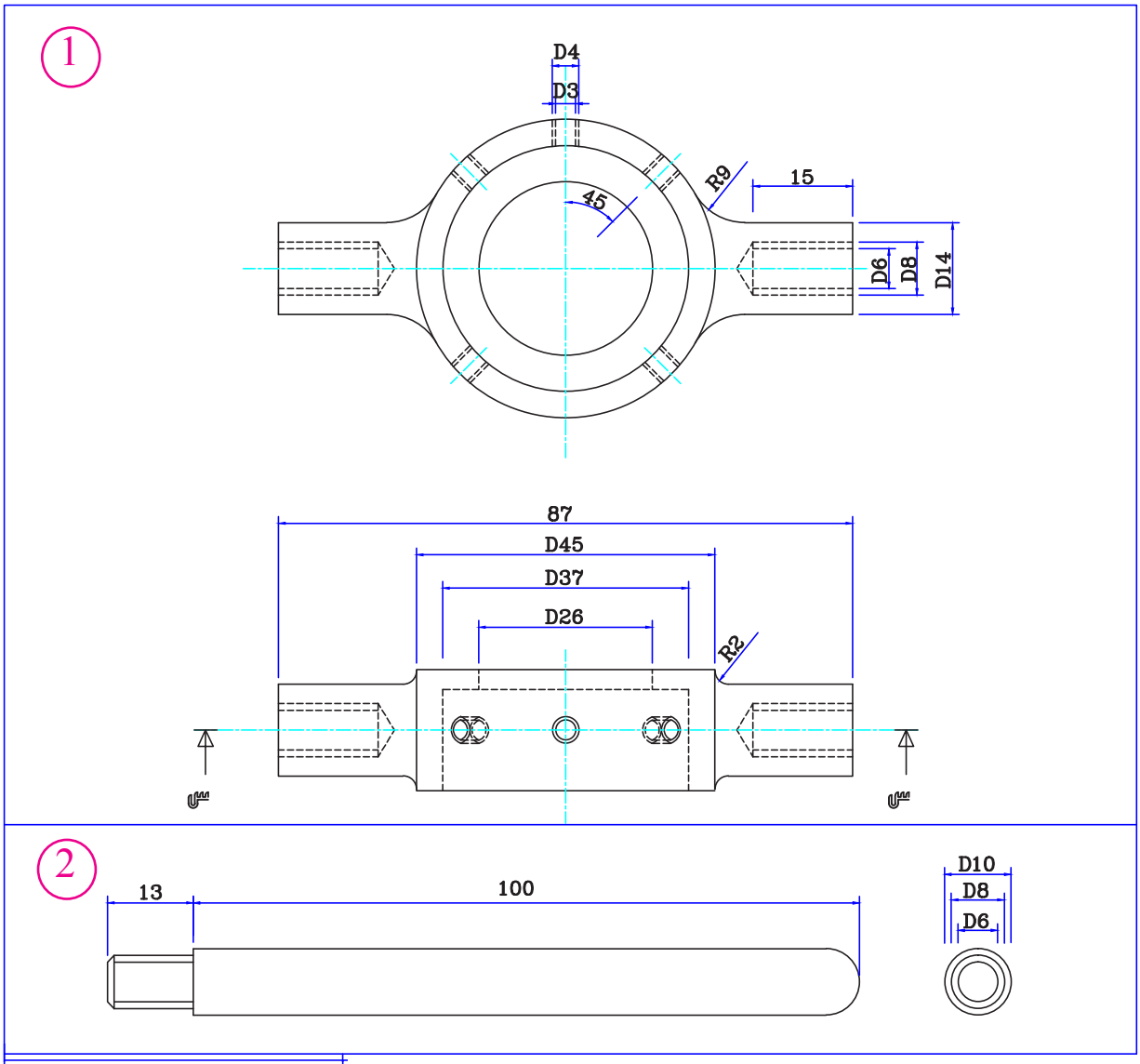
3



الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	منقلة قياس زوايا	فولاذ	1
2	مؤشر متحرك	فولاذ	1
3	برغي	فولاذ	1

7 - يُبيِّن الشكل التالي مُكوِّنات ماسك لقمة القلاووظ. ارسم ما يأتي بعد تجميع الماسك، مُستعمِلًا مقياس الرسم (1:1):

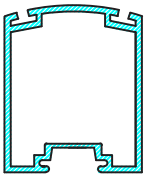
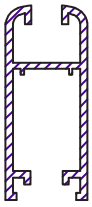
أ- القطاع الأمامي (س– س). ب- المسقط الأفقي.

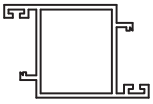
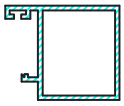


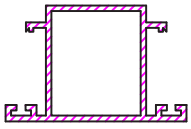
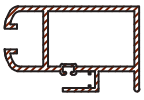
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	كفة القلاووظ	فولاذ	1
2	ماسك لقمة القلاووظ	فولاذ	2
3	برغي	فولاذ	5

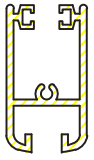
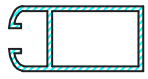
8 - صِلْ بخط بين اسم القطاع الخاص بأجزاء الأبواب والشبابيك المعدنية وشكل القطاع المناسب في الشكل الآتي:

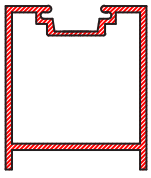
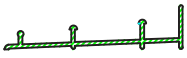
اسم القطعة
مقطع حلق حديد مُفرَّغ عريض.
مقطع حديد مُفرَّغ عريض على شكل حرف (Z).
مقطع حديد مُفرَّغ عريض على شكل حرف (T).
عارضة حلق أفقية سفلية للشّباك السحّاب (أرضية حلق).
عارضة حلق عمودية (جنب حلق) لباب أو شبّاك ألمنيوم سحّاب.
مقطع عارضة الدرفة الأفقية (العلوية) لباب وشبّاك ألمنيوم سحّاب
مقطع عارضة الدرفة الأفقية (السفلية) لباب وشبّاك ألمنيوم سحّاب
مقطع جانب الدرفة الخارجي (الزرفيل).
مقطع جانب الدرفة الداخلي (الزرفيل).
مقطع حلق ألمنيوم عريض.
مقطع درفة ألمنيوم عريض على شكل حرف (Z).
مقطع ألمنيوم عريض على شكل حرف (T).
مقطع تثبيت الزجاج (البيشة) لباب ألمنيوم ذي فصّالات.
مقطع ألمنيوم لجوانب الدرف المحورية.
مقطع ألمنيوم لقاعدة الدرف المحورية.
مقطع تثبيت الزجاج (البيشة) لباب ألمنيوم محوري.

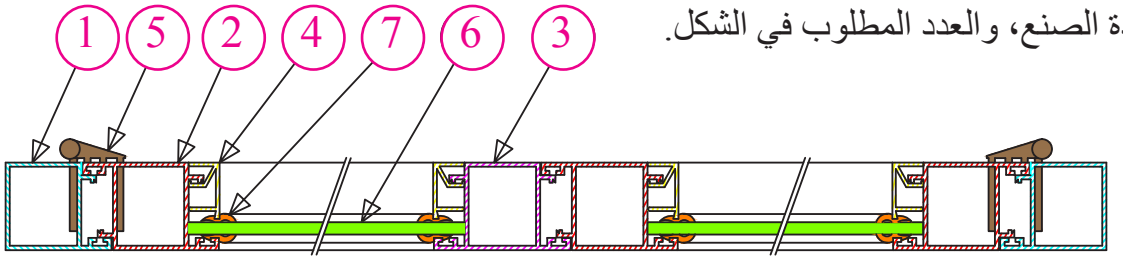



9 - يُبيِّن الشكل التالي قطاعًا أفقيًّا (أ – أ) لباب ألمنيوم ذي درفتين وقاطع متحرك، ويحتوي الشكل على أرقام تُمثِّل أجزاء الباب والحلق. املأ الفراغ في الجدول الذي يليه بأسماء الأجزاء المُمثَّلة بالأرقام، ومادة الصنع، والعدد المطلوب في الشكل.



الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

10 - صنِّف وسائل الربط الآتية إلى دائمة ومؤقتة:

أ- البراغي والصواميل.

ب- اللحام.

جـ - الزنبركات.

د- البرشمة.

هـ - حلقات الإحكام.

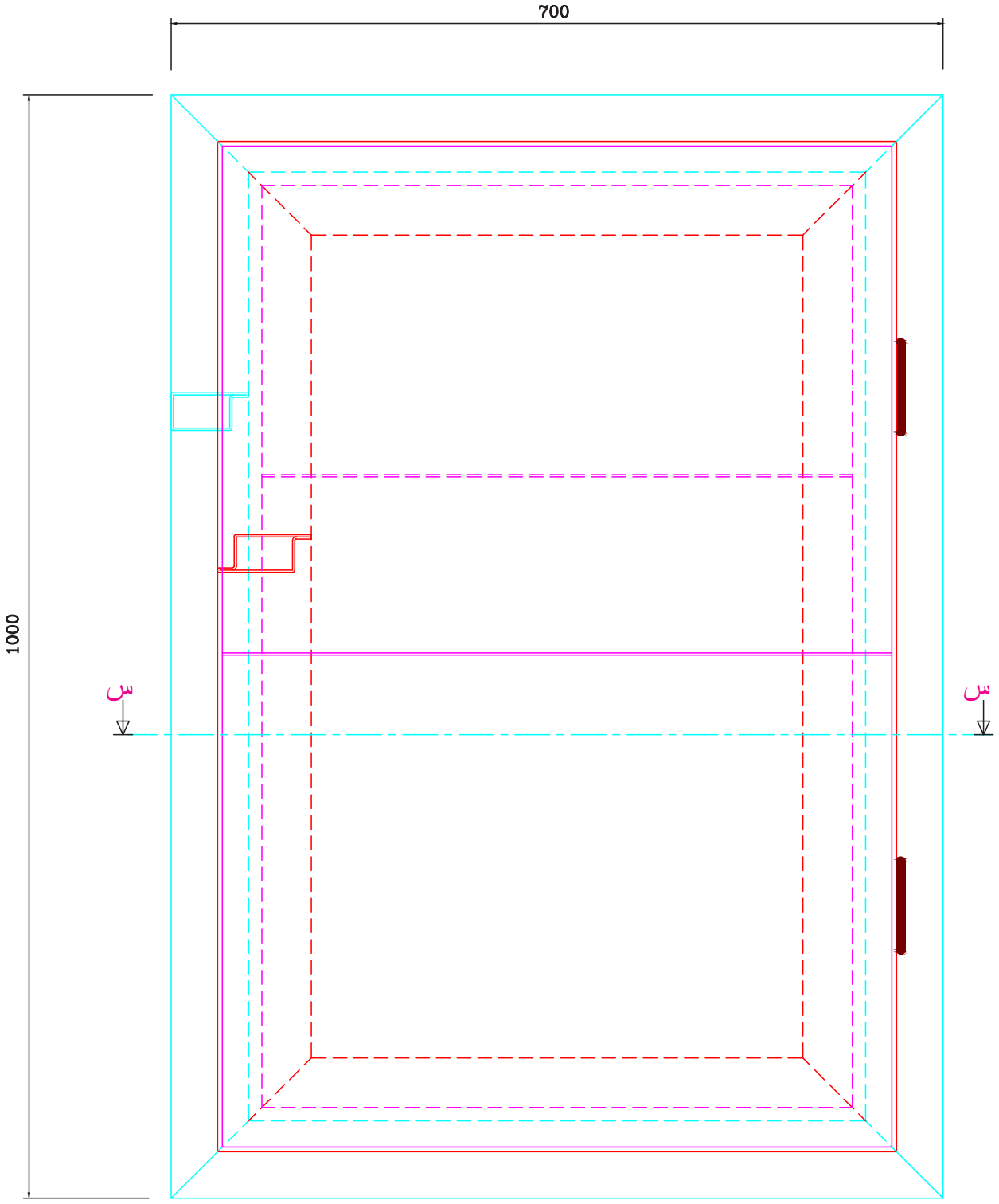
و- الأعمدة المُخدَّدة.

11 -

أ- ارسم دربزين درج يتكوَّن من (8) درجات، وارتفاع الدرجة (15) سم، وعرضها (28) سم، مُستخدِمًا عمودًا أبعاده (30X60) من أعلى الدربزين إلى أسفله، وعمودًا مربعًا أبعاده (25X25) لاستخدامه قواطع عمودية، علمًا بأن الارتفاع الدارج لدربزين الدرج (1) م، والأعمدة العمودية (10) سم، ومقياس الرسم (1 : 10).

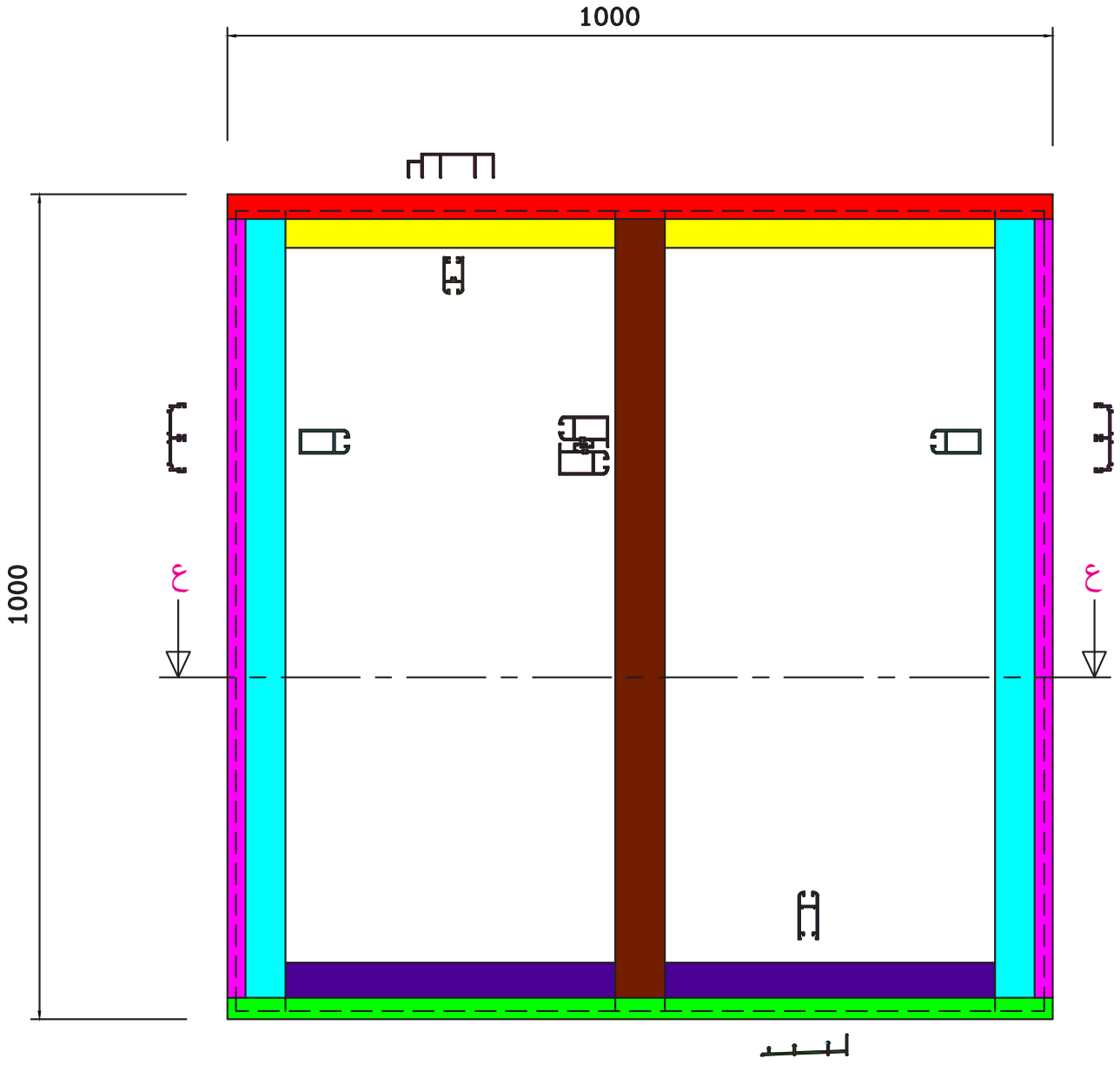
ب- ارسم مسقطًا أفقيًّا للدربزين بعد عملية التجميع.

12 - يُبيِّن الشكل الآتي مسقطًا أفقيًّا لشبّاك حديد مع حلق. إذا كانت درفة الشبّاك ملحومة بقطع صاج سُمْكها (2) مم من الأمام ومن الخلف، فارسم القطاع الأفقي (س – س) باستعمال مقياس رسم مناسب.



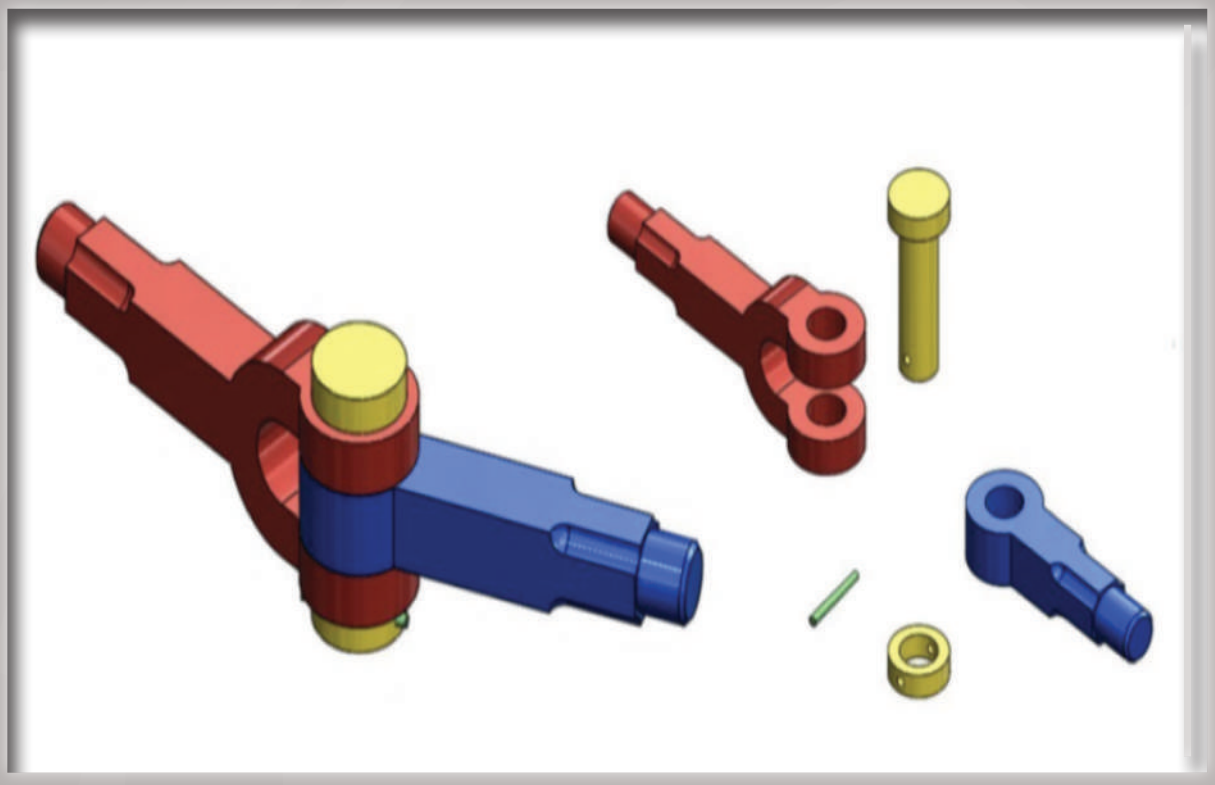
13 - يُبيِّن الشكل التالي درفتي شبّاك ألمنيوم سحّاب مُجمَّعتين مع حلق. ارسم قطاعًا أفقيًّا (ع – ع) للدرفتين مُجمَّعتين مع الحلق في وضع الإغلاق.

ملحوظة: لا تنسَ رسم الزجاج وحافظة تثبيت الزجاج في المكان المناسب لكلٍّ منهما.



الوحدة الثامنة

الرسم التفصيلي
(Detailed Drawing)



- ما المقصود بالرسم التفصيلي؟
- ما الفرق بين الرسم التجميعي والرسم التفصيلي؟

تعرَّفت في الوحدة السابقة مفهوم الرسم التجميعي الذي ضَمَّ رسمًا لوحدة ميكانيكية متكاملة، وأظهر تداخل قطعها، وموضع كلٍّ منها بالنسبة إلى غيرها من القطع، وأظهر طريقة تجميعها بعد وضع تصوُّرات كاملة عن أية وحدة ميكانيكية في مراحل تطوُّرها الأولية، وستتعرَّف في هذه الوحدة كيفية تحليل التصاميم، وصولًا إلى رسم تجميعي نهائي، تظهر عليه الأجزاء المُكوِّنة للوحدة، ثم عمل وحدة رسم مُفصَّلة ومستقلة، تُبيِّن الأجزاء الميكانيكية التي ستتكوَّن منها الوحدة.

يُتوقَّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

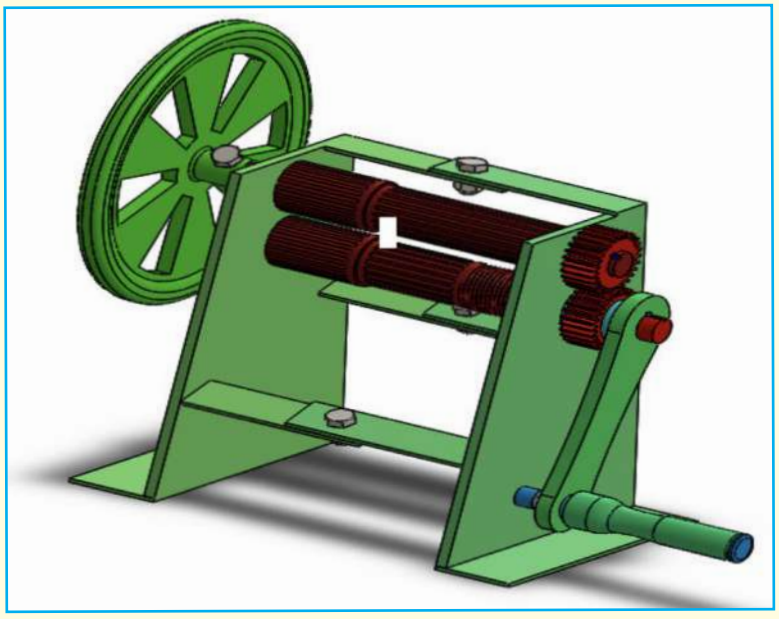
- يُبيِّن أهمية الرسم التفصيلي ومفهومه.
- يُنشئ جدول المعلومات الفنية.
- يُطبِّق بعض الأمثلة المحلولة، ويرسمها.
- يرسم المساقط والقطاعات اللازمة لرسم كل جزء رسمًا تفصيليًّا.
- يضع الأبعاد، ويُوزِّعها على نحوٍ متوازن بحسب المواصفات.
- يُبيِّن مقياس الرسم للجزء (أو القطعة) عند رسمه مُصغَّرًا أو مُكبَّرًا.
- يُخصِّص مساحة من اللوحة لرسم كل جزء (أو قطعة) على حِدَة.

أولًا: الرسم التفصيلي

انظر .... وتساءل

تأمَّل الشكل المجاور، ثم أجب عن السؤالين الآتيين:

- مِمَّ تتكوَّن هذه الآلة؟
- لماذا صُمِّمت على نحوٍ يسمح بفك كل قطعة منها بسهولة؟



استكشف

ارسم – بالتعاون مع زملائك في المجموعة – مُكوِّنات آلة ثني الصاج، مُبيِّنًا أهمية كل جزء منها، ثم اعرض الرسوم على المُعلِّم لتقييمها.

اقرأ وتعلَّم

يُستخدَم الرسم التفصيلي (Details drawing) لوصف الجزء الميكانيكي المطلوب رسمه بصورة دقيقة.

1 - مفهوم الرسم التفصيلي

رسم يصف الجزء الميكانيكي المطلوب رسمه وصفًا دقيقًا وشاملًا من حيث: الشكل، والأبعاد، والحجم، ونوع مادة التصنيع، ونعومة السطح المطلوب خلال عملية الإنتاج، والتفاوت المسموح.

يُعَدُّ الرسم التفصيلي للجزء الميكانيكي الواحد رسمًا كاملًا وناجحًا إذا استطاع الفني إنتاج القطع المطلوبة بحيث تكون مطابقة للمواصفات بناءً على المعلومات المعطاة.

2 - هدف الرسم التفصيلي

يهدف الرسم التفصيلي إلى إظهار الأجزاء التي يتداخل بعضها ببعض، وتوجد في الرسم التجميعي، مثل: البطانات، والصواميل، والمسننات، والزنبركات؛ إذ يُعَدُّ جدول تفصيلي لذلك الجزء مع بيان جميع المعلومات اللازمة للتنفيذ. ولمّا كان لبعض القطع قياسات عالمية، مثل: البراغي، والصواميل، وحلقات الإحكام، والخوابير، فإنه يكتفى بذكر نوع البرغي، أو الصمولة، أو الخابور، وتصنيفه العالمي. تُمثِّل لوحة الرسم التفصيلي لجميع المصانع المُتخصِّصة لوحة رسم واحدة لعملية الإنتاج؛ ما يُوفِّر الجهد، ويزيد من سرعة الإنتاج وكفاءته.

3 - إجراءات الرسم التفصيلي

قبل بدء عملية الرسم التفصيلي، يجب مراعاة ما يأتي:

أ- قراءة القطع المُجمَّعة المراد رسمها رسمًا تفصيليًّا، وملاحظة شكلها النهائي، وترتيب القطع في الرسم.

ب- البدء بفك القطع، ووضع كلٍّ منها وحدها لعمل رسم تفصيلي لها.

جـ- فرز القطع ذوات القياسات العالمية التي لا تحتاج إلى رسم تفصيلي، والاكتفاء بذكر النوع والتصنيف.

د- تحديد عدد المساقط أو القطاعات الضرورية اللازمة لكل قطعة؛ شرط أن يكون عدد المساقط أو القطاعات أقل ما يكون، وتكون كافية لإظهار التفاصيل كلها.

هـ- التأكُّد من العمليات النهائية للقطعة، والقطع المُركَّبة عليها، بما ورد في دليل التركيب (إن وُجِد)، أو بأماكن الخوابير، وعمليات التشغيل، والجودة النهائية، وكتابة ذلك على اللوحة.

و-اختيار مقياس الرسم المناسب لكل قطعة بصرف النظر عن قياساتها؛ لتسهيل إنتاجها، وعمل رسم توضيحي لإظهار تفاصيل القطع.

تتطلَّب عملية الرسم التفصيلي من الرسّام أن يكون على اطلاع وعلم ومعرفة بالجداول والرموز الخاصة بالقطع ذوات المواصفات العالمية الثابتة، مثل: البراغي، والصواميل، وحلقات الإحكام، والخوابير.

4 - لوحة الرسم التفصيلي

تحتوي لوحة الرسم التفصيلي على ما يأتي:

أ- عدد المساقط الضرورية، مثل: القطاعات، والمساقط المساعدة (إذا لزم ذلك)؛ على أن تكون جميعها كافية وتامة، وأن يراعى فيها البساطة؛ لتسهيل قراءتها وتنفيذها.

ب- الأبعاد والرموز العملية اللازمة للإنتاج التي يجب أن تكون واضحة وتامة، بحيث لا يحتاج الفني المُنفِّذ إلى إجراء أيِّ أعمال حسابية أو غيرها ممّا يؤدي إلى إضاعة الوقت، وحدوث الخطأ، وإفساد عملية الإنتاج.

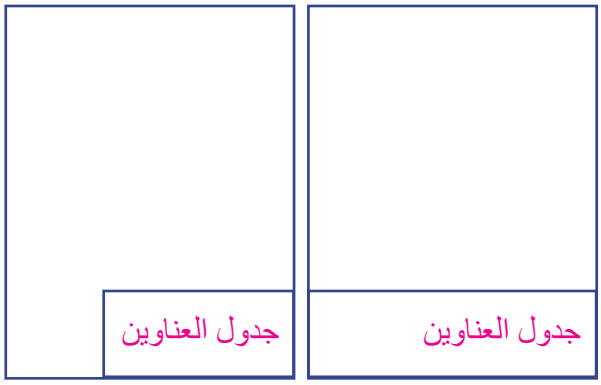
جـ - جدول العناوين الذي يشمل:

1. اسم المصنع، وعنوانه (مكان الإنتاج).
2. اسم القطعة المُمثَّلة في ورقة الرسم، أو المراد إنتاجها، أو شراؤها.
3. اسم الرسّام، وتوقيعه، وتاريخ الانتهاء.
4. توقيع المُدقِّق الذي أشرف على عملية التدقيق، وتاريخ الانتهاء من التدقيق.
5. توقيع رئيس المُدقِّقين، وتاريخ الموافقة على الإنتاج.
6. مقياس الرسم.
7. الرقم المتسلسل لحفظ الأوراق في الملفات الخاصة بها.

د- طريقة ترتيب المساقط (الرسم بالزاوية الأولى، والرسم بالزاوية الثالثة).

هـ- أيُّ معلومات أخرى لازمة، مثل: المادة التي صُنِعت منها القطعة، ووزنها، وعدد القطع المراد إنتاجها.

يُرسَم الجدول أسفل ورقة الرسم، ويُملَأ من أولها إلى آخرها، أو في جزء مناسب من الزاوية اليمنى. وفي ما يتعلَّق بترتيب المعلومات خلف الجدول، فلكل مصنع أو مؤسسة نظام خاص بذلك، انظر الشكل (8-1).



الشكل (8-1): مكان جدول العناوين في لوحة الرسم.

5 - الإرشادات الخاصة بإعداد لوحة الرسم التفصيلي

أ- استعمال الكلمات أو الرموز الاصطلاحية التي تُغْني عن رسم المساقط ما أمكن؛ لاختصار الوقت، وتوفير مساحات إضافية في ورقة الرسم.

ب- رسم مساقط أو قطاعات جزئية بدلًا من المساقط أو القطاعات الكاملة إذا كان ذلك كافيًا، وكذلك رسم مساقط نصفية عندما يكون الشكل متماثلًا حول المحور.

جـ- استعمال طرائق التمثيل الرمزية، مثل: رموز الأسنان، والتروس، والأنابيب.

د- كتابة كل ما هو مناسب، ثم رسمه وفق الرمز الاصطلاحي المتداول على نحوٍ سهل غير مُعقَّد، والحرص على عدم تكرار الكتابة أو الرسم.

هـ- التأكُّد أن كل ما يتعلَّق بإظهار القطعة ووضوح شكلها وتفصيلها تام من حيث رسم مساقط اعتيادية، وقطاعية، وجزئية، ومساعدة.

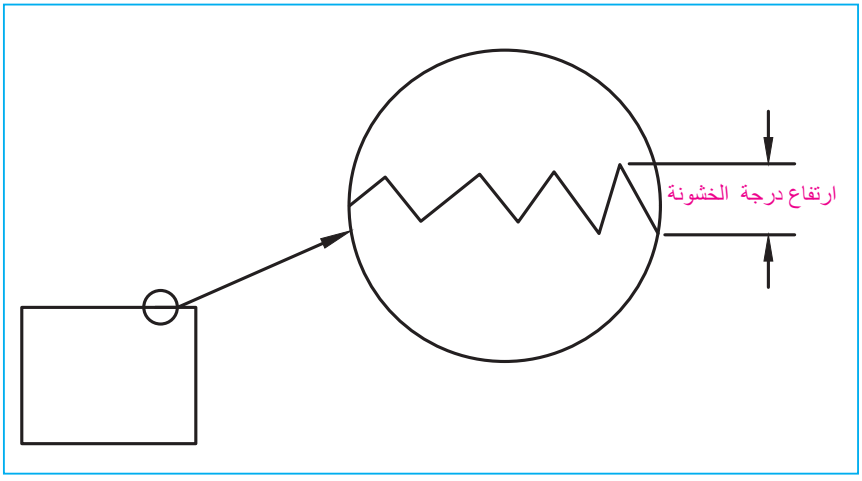
و- التأكُّد أن جميع المواصفات القياسية المُتعلِّقة بقياسات القطعة وأبعادها تامة أيضًا؛ ليتمكَّن الشخص الذي يقرأ الرسم من دراسة العمل وتنفيذه بدقة.

ز- دراسة المراحل العملية المتسلسلة لتنفيذ القطعة المرسومة أو ذكرها (إذا لزم ذلك)، بكتابة رقم مميز داخل دائرة، مع خط دليل يشير إلى المنطقة المعينة، أو العملية المراد تنفيذها؛ ليتمكَّن قارئ الرسم من معرفة تسلسل العمليات المطلوبة وفق متطلَّبات العمل، واختصار الوقت، والتأكُّد من سير العمل حسب الأصول.

لمّا كانت الصناعات الحديثة للطائرات والسيارات والقطع والآلات الميكانيكية التي تتعرَّض لأحمال كبيرة وسرعات عالية تحتاج إلى مقاومة الاحتكاك والتآكل، فقد كان لزامًا زيادة ضبط جودة التشغيل للسطوح لتصبح مقاومة للاحتكاك والتآكل. ولبيان إذا كان السطح ذا جودة كبيرة؛ فقد كان لزامًا وجود علامة خاصة تُظهِر دقة التشغيل للسطوح حسب ما تقتضيه الحاجة من نعومة السطح المشغل أو خشونته. والحقيقة أنه لا توجد سطوح كاملة النعومة، وإنما توجد سطوح خشنة وأخرى أقل خشونة، وهذه الخشونة يمكن مشاهدتها تحت عدسة مُكبِّرة، ويمكن قياسها ورسمها باستخدام أدوات خاصة. تعتمد الدقة والجودة وخشونة السطح على نوع الآلة المراد إنتاجها؛ إذ توجد آلات أو قطع تمتاز بالدقة الكاملة في الإنتاج والتشغيل كما في المحامل (bearings)، والمكابس (pistons)، وجميع القطع التي تتعرَّض للاحتكاك.

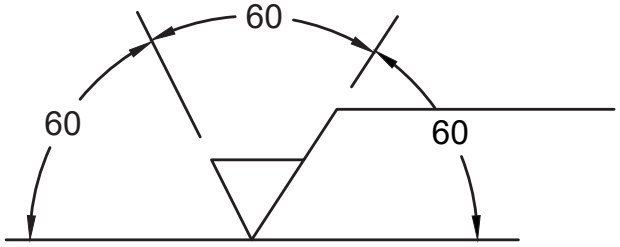
لذا يجب أن تكون السطوح ناعمة؛ لتقليل تأثير الاحتكاك، وصرف النظر عن إنتاج قطع ذوات جودة كبيرة ودقة زائدة على المطلوب؛ لأن ذلك يستغرق وقتًا طويلًا، وكلفته مرتفعة.

يُبيِّن الشكل (8-2) أحد السطوح تحت عدسة مُكبِّرة، ويُطلَق على المسافة العمودية بين أعلى نقطة في تدرُّج السطح وأسفل نقطة اسم ارتفاع الخشونة، أو خشونة السطح، وتقاس بالمايكرون الذي يساوي (1/1000) من المليمتر. ولوضع علامات التشغيل على سطح معين؛ يتعيَّن على الرسّام معرفة نوع الآلات التي تُنتِج هذا السطح؛ للتمكُّن من إنتاج المشغولات بأقل التكاليف، وأفضل جودة؛ فكلَّما كان التشغيل ناعمًا زادت تكاليف التشغيل.



الشكل (8-2): ارتفاع درجة الخشونة.

لبيان علامات التشغيل على السطح المشغول؛ يُرسَم مثلث متساوي الأضلاع، ثم يوضَع رأس المثلث على القطعة المراد تشغيلها، بحيث يمتد من حافة المثلث اليمنى العلوية خط بالزاوية نفسها مع قاعدة علوية تُكتَب عليها المعلومات الكاملة الخاصة بالسطح، من حيث: التنعيم، والصلادة، ووقاية السطح. والشكل (8-3) يُبيِّن الرمز المستخدم.



الشكل (8-3): رمز علامة التشغيل.

يمكن وضع علامات تشغيل أخرى على الرمز (غير النعومة والخشونة للسطح)؛ بأن توضَع درجة المعاملة الحرارية (الصلادة) لقطعة التشغيل التي أُنجِزت، ثم تُختبَر صلادة المواد باختبار برنيل (HB)، أو اختبار روكيل (HRC)، أو اختبار (HV)؛ لذا يجب ذكر قِيَم الصلادة المطلوبة. والتصليد نوعان: تصليد شامل للقطعة جميعها، وتصليد سطحي لعمق معين، انظر الجدول (8-1).

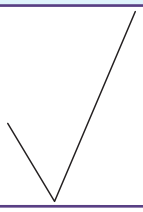
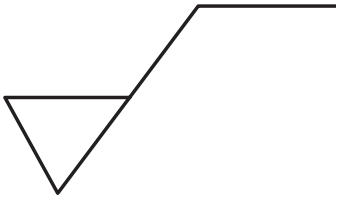
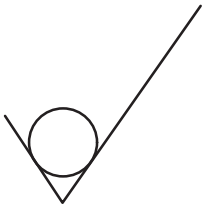
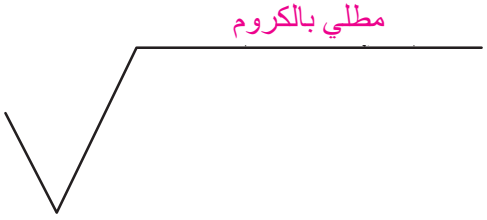
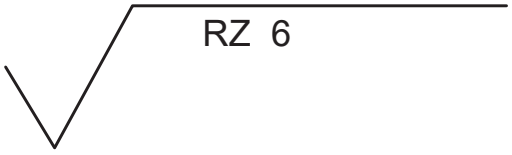
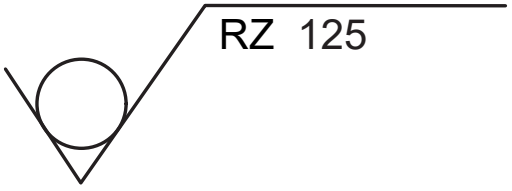
الجدول (8-1): المتانة أو(الصلادة) المطلوبة للقطعة.

يُبيِّن الرمز المقابل أن قطعة العمل قد أُجرِي لها عملية تخمير (annealed)، وأن مقاومة الشد المطلوبة لها هي: N (95 ± 5)، N (263 ± 5)، وفقًا لمقياس برنيل للصلادة.	annealed 6B=95H± 5kg / mm^2 HB30=263± 5kg / mm^2
يُبيِّن الرمز المقابل أن قطعة العمل قد أُجرِي لها تقسية (تصليد) (Hardened) وفقًا لمقياس فيكرز للصلادة الذي تبلغ قيمته N (790 ± 55).	Hardened HV=790± 55
يُبيِّن الرمز المقابل أن قطعة العمل قد أُجرِي لها تقسية سطحية بالتغليف حتى عمق (0.8) مم، مع الاحتفاظ بالقلب متينًا، وفقًا لمقياس روكويل للصلادة الذي تبلغ قيمته (66 ± 2) (HRC).	case - Hardened 0.8 deep HRC = 66± 2

1 - علامات التشغيل الحديثة

يُبيِّن الجدول (8-2) رموز التشغيل للسطوح المتفق عليها بحسب النظام الألماني (DIN -150 1302).

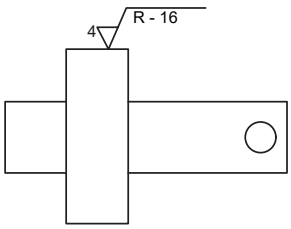
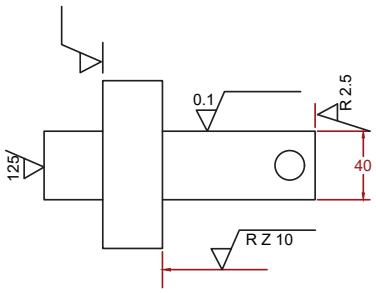
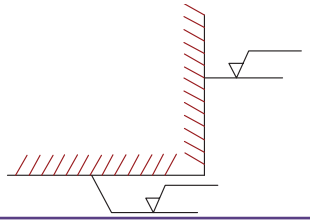
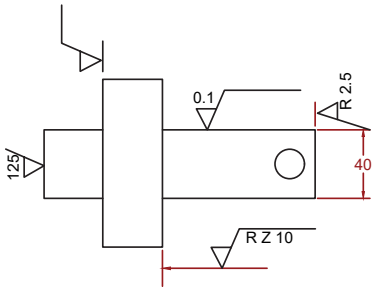
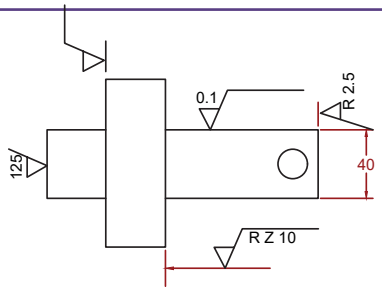
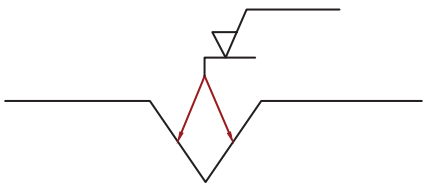
الجدول (8-2): رموز التشغيل للسطوح.

الإيضاح وطريقة الرسم	الرمز
يشير هذا الرمز إلى خطين، لهما طولان مختلفان، وهما يُشكِّلان زاوية مقدارها (60°)، وهي ترمز إلى سطح خشن مُنتَج بقطع أو من دون قطع.	
يشير هذا الرمز إلى ما يشير إليه الرمز السابق، مع إضافة خط أفقي يُشكِّل مثلثًا يرمز إلى سطح مشغل بالقطع، مثل: القص، والخراطة، والثقب، والجلخ.	
ترمز الدائرة إلى سطح مشغل بلا قطع كما في صب المعادن، والسحب، واللحام، والحدادة. أمّا الرمز الذي يحيط بها فهو الرمز الأول نفسه.	
عند إضافة عبارات إضافية، يوصَل خط أُفقي بالطرف الطويل للرمز، وتُكتَب عليه العبارة المطلوبة.	
يشير هذا الرمز إلى سطح مُنتَج بالجلخ، وتُمثِّل (RZ) القيمة الوسطية لعمق المسافات بعد التشغيل، ومقدار هذه الحالة (6) ميكرون.	
يشير هذا الرمز إلى سطح مشغل بلا قطع. والقيمة الوسطية لعمق المسافات بعد التشغيل مقدارها في هذه الحالة (125) ميكرون.	

2 - وضع علامات التشغيل على الرسم

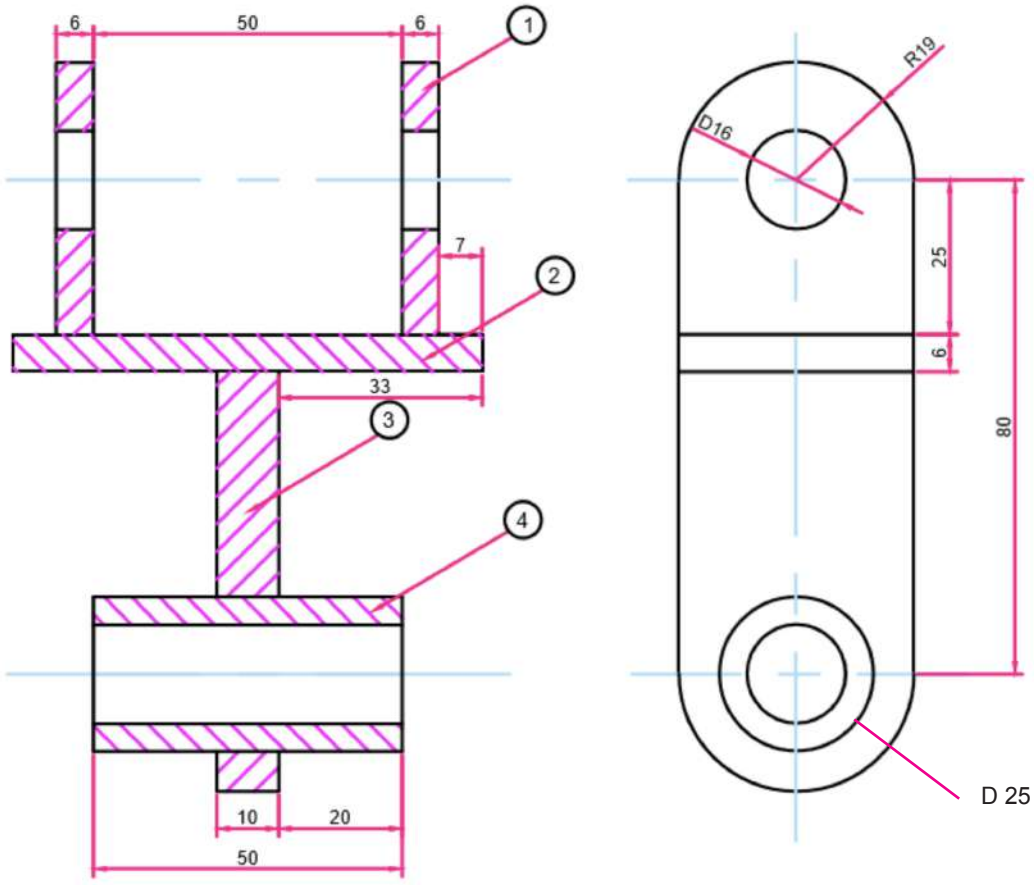
يُبيِّن الجدول (8-3) وضع علامات التشغيل على الرسم .

الجدول (8-3): وضع علامات التشغيل على الرسم.

يوضَع الرمز بجانب الرقم الدال على رقم القطعة إذا كانت رموز التشغيل لسطوح القطعة واحدة كما في الشكل المجاور.	
يوضَع الرمز مباشرة على القطعة، أو على خط مستقيم مساعد كما في الشكل المجاور.	
يوضَع الرمز على جانب السطح المراد تحديد دقة تشغيله كما في الشكل المجاور.	
توضَع الكلمات الإضافية فوق الخط الأفقي بحيث تُقرَأ دائمًا من اليمين، ومن الأعلى كما في الشكل المجاور.	
عند وضع رمز دقة تشغيل السطح على الجانب الأيمن، أو الجانب الأسفل للقطعة، فإن هذا الرمز يوضَع فوق خط مساعد كما في الشكل المجاور.	
وضع رمز واحد لأكثر من سطح كما في الشكل المجاور.	

المثال (8-1)

يُبيِّن الشكل (8-4) ذراع أرجوحة. ارسم باستعمال مقياس الرسم (1:1) القطاعات الأمامية والمساقط الجانبية لأجزاء ذراع الأرجوحة، ثم حدِّد الأبعاد عليها.

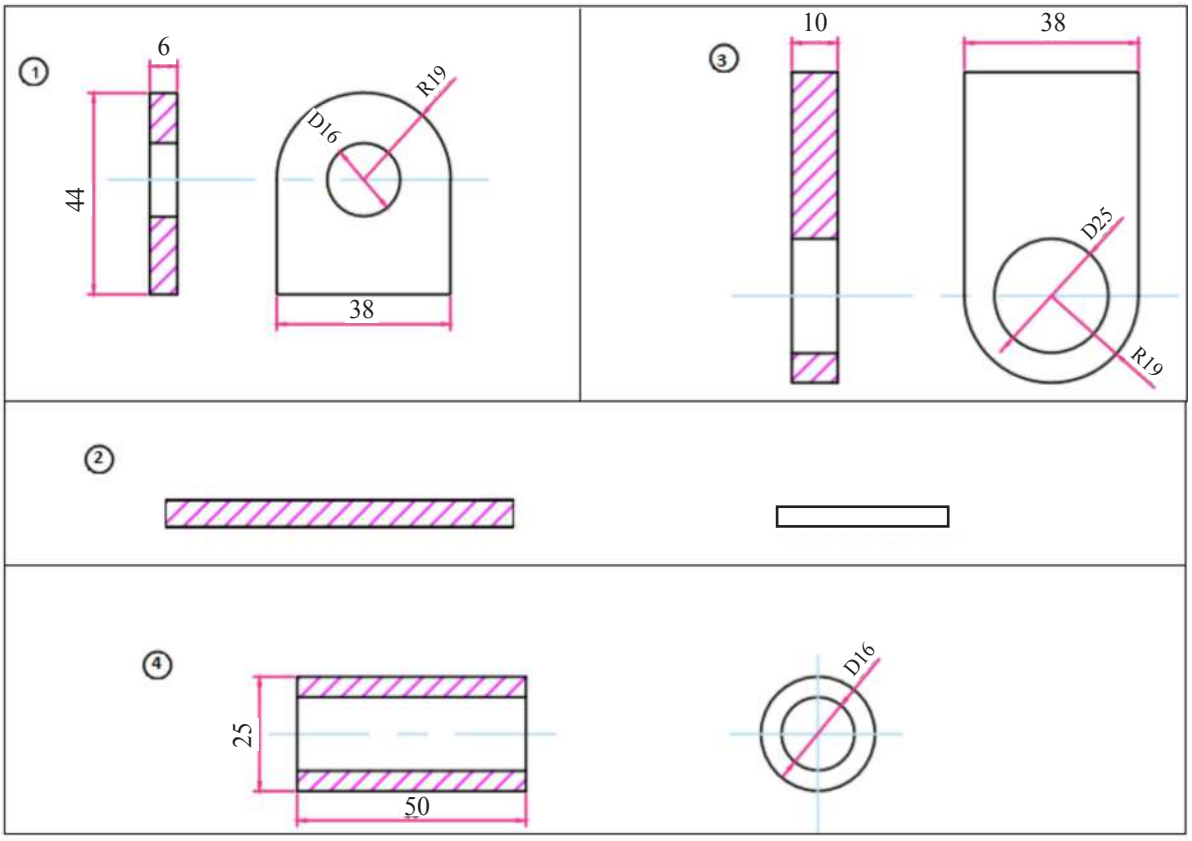


الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	جنب الذراع العلوي	حديد مطاوع	2
2	اللوح المعدني	حديد مطاوع	1
3	جنب الذراع السفلي	حديد مطاوع	1
4	الأسطوانة	حديد مطاوع	1

الشكل (8-4): أرجوحة.

الحل

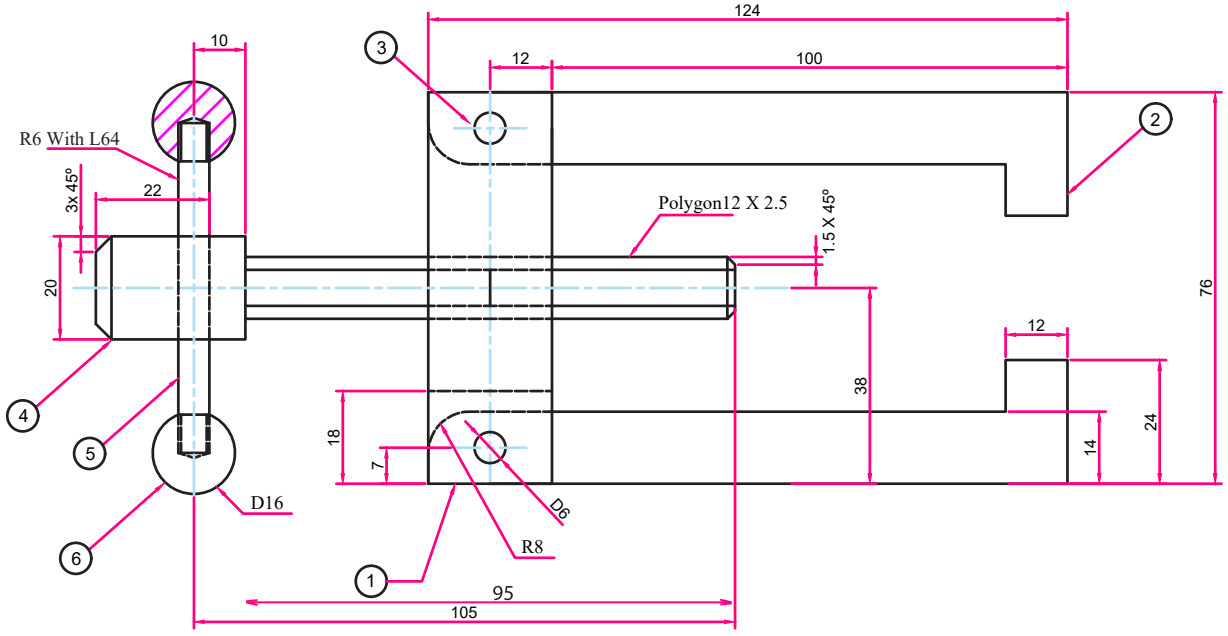
الشكل (8-5) يُمثِّل الحل.



الشكل (8-5): المساقط الامامية والجانبية لذراع الارجوحة.

المثال (8-2)

يُبيِّن الشكل (8-6) مسقطًا أماميًّا مُجمَّعًا لساحبة. ارسم باستعمال مقياس الرسم (1:1) المسقط الأمامي لجميع القطع.

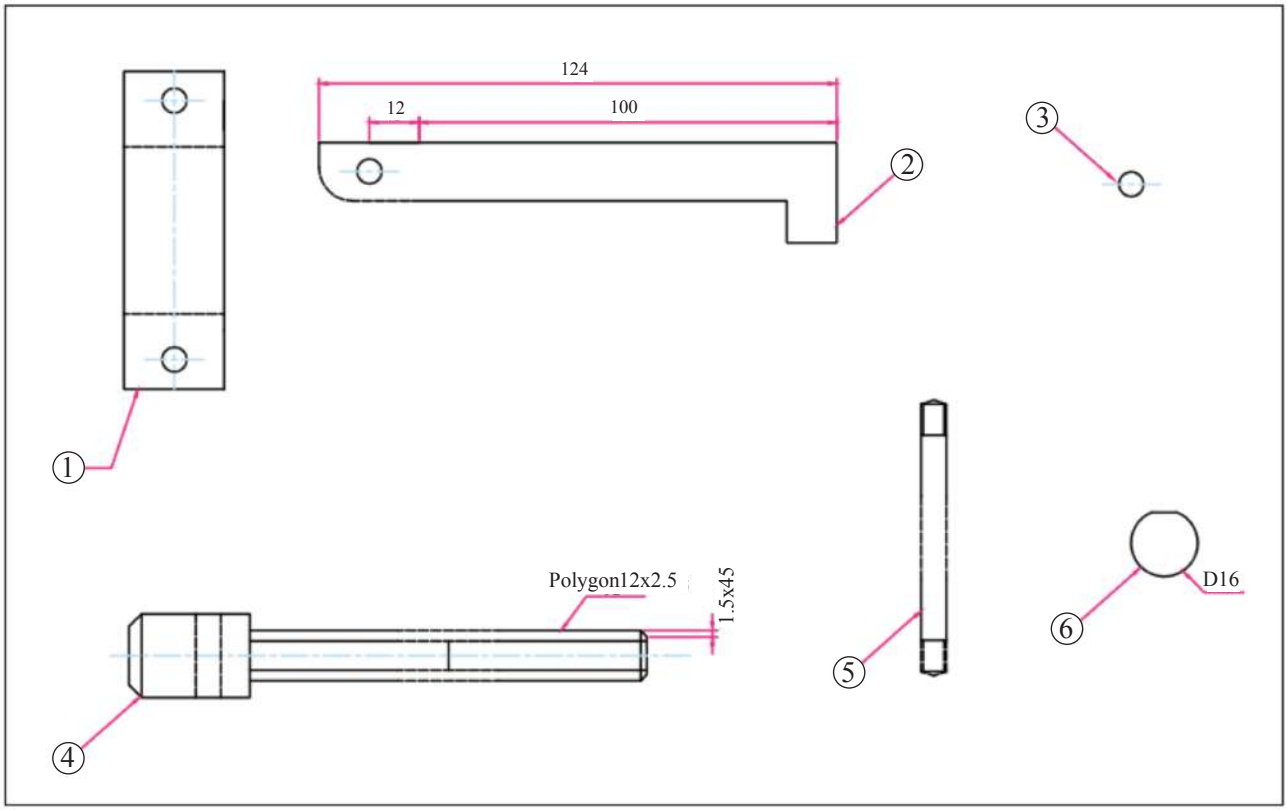


الشكل (8-6) مسقطًا أماميًّا مُجمَّعًا لساحبة.

الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	حامل	فولاذ طري	1
2	ساق	فولاذ طري	2
3	مسمار	فولاذ صلد	2
4	عمود مسنن	فولاذ صلد	1
5	ذراع	فولاذ صلد	1
6	كرة	فولاذ صلد	2

الحل

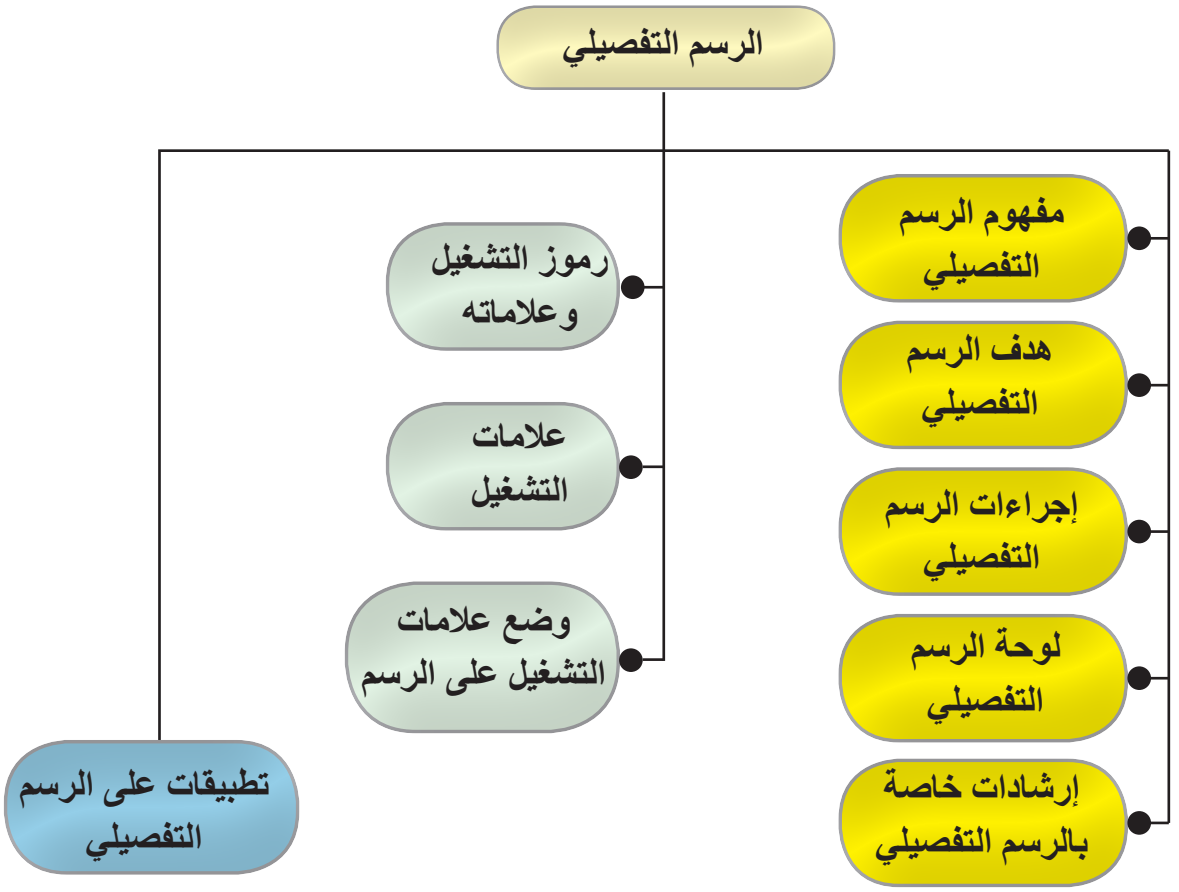
الشكل (8-7) يُمثِّل الحل.



الشكل (8-7)

مستعينًا ببرنامج الرسم (AutoCAD)، وبمساعدة المُعلِّم، ارسم رسمًا تفصيليًّا لإحدى القطع الميكانيكية.

الخريطة المفاهيمية



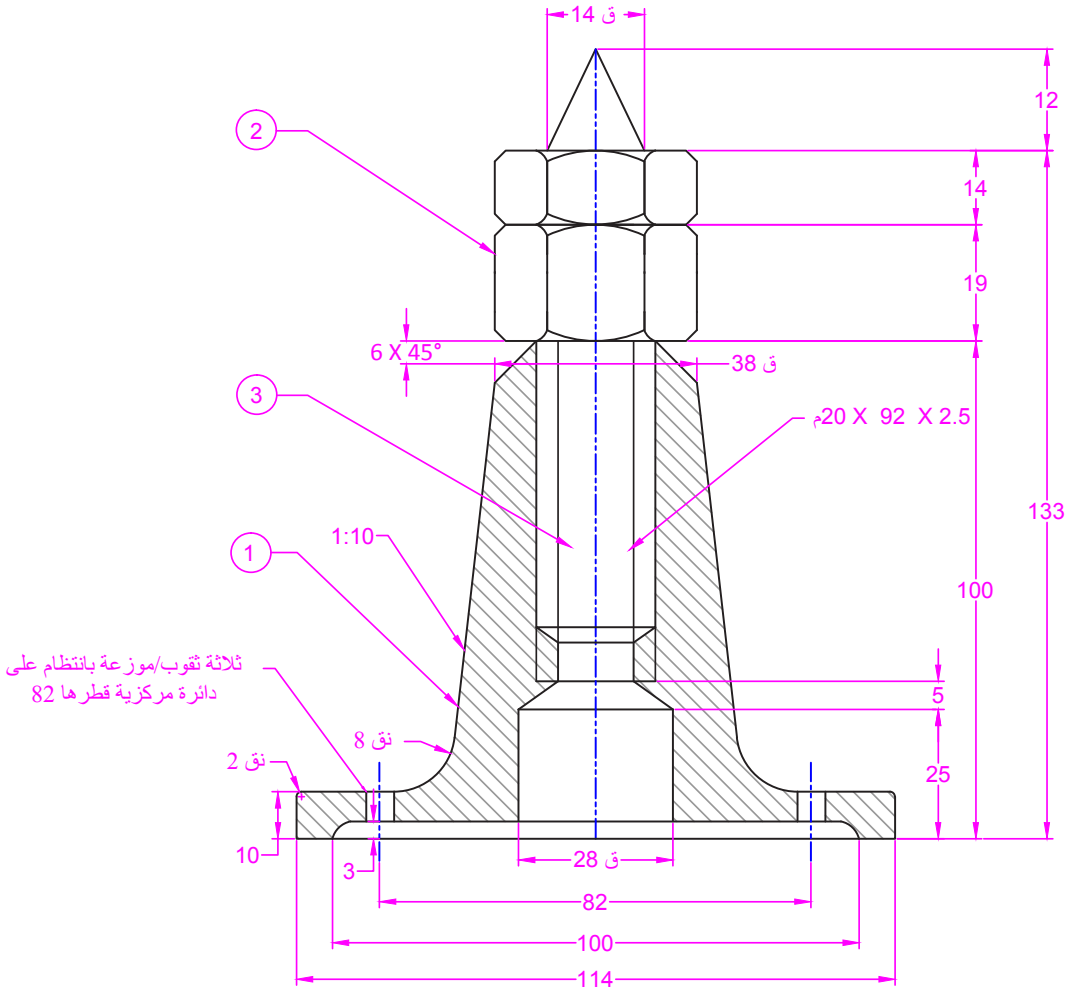
القياس التقويم

أستطيع بعد دراسة هذه الوحدة أن:

الرقم	خطوات الأداء	ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُبيِّن أهمية الرسم التفصيلي، ومبادئه.			
2	أُحدِّد الهدف من استخدام الرسم التفصيلي.			
3	أُعدِّد القطع الميكانيكية المختلفة المستخدمة في عملية التجميع.			
4	أرسم مساقط القطع الميكانيكية وقطاعاتها التفصيلية.			
5	أُبيِّن كيفية تنفيذ الرسم التفصيلي.			
6	أُفسِّر الأمثلة المحلولة، وأرسمها.			
7	أكتسب المعارف والمهارات الأدائية اللازمة لقراءة الرسوم التنفيذية.			
8	أُوظِّف مهارات استخدام التكنولوجيا في معرفة تنفيذ الرسم التفصيلي.			
9	أُبيِّن القطع المتحركة في التركيبة التجميعية، وطبيعة حركة كلٍّ منها.			
10	أُعيِّن سطوح الارتكاز الرئيسة بين القطع المختلفة.			
11	أشرح طريقة فك القطع وتجميعها، وترتيبها العملي.			
12	أُفكِّر بأسهل الطرائق، وأسرعها، وأكثرها سلامة.			
13	أُحدِّد ما يلزم من عُدَد وأدوات لإتمام عملية التجميع.			
14	أُعدِّد طرائق فك الجهاز وتركيبه.			

1 - يُبيِّن الشكل التالي قطاعًا أماميًّا مجمعًا لسنبك.

ارسم باستعمال مقياس الرسم (1:1) المسقط الأمامي والمسقط الجانبي للقطعة رقم (1)، والقطعة رقم (3)، ثم حدِّد الأبعاد على كلٍّ منهما.

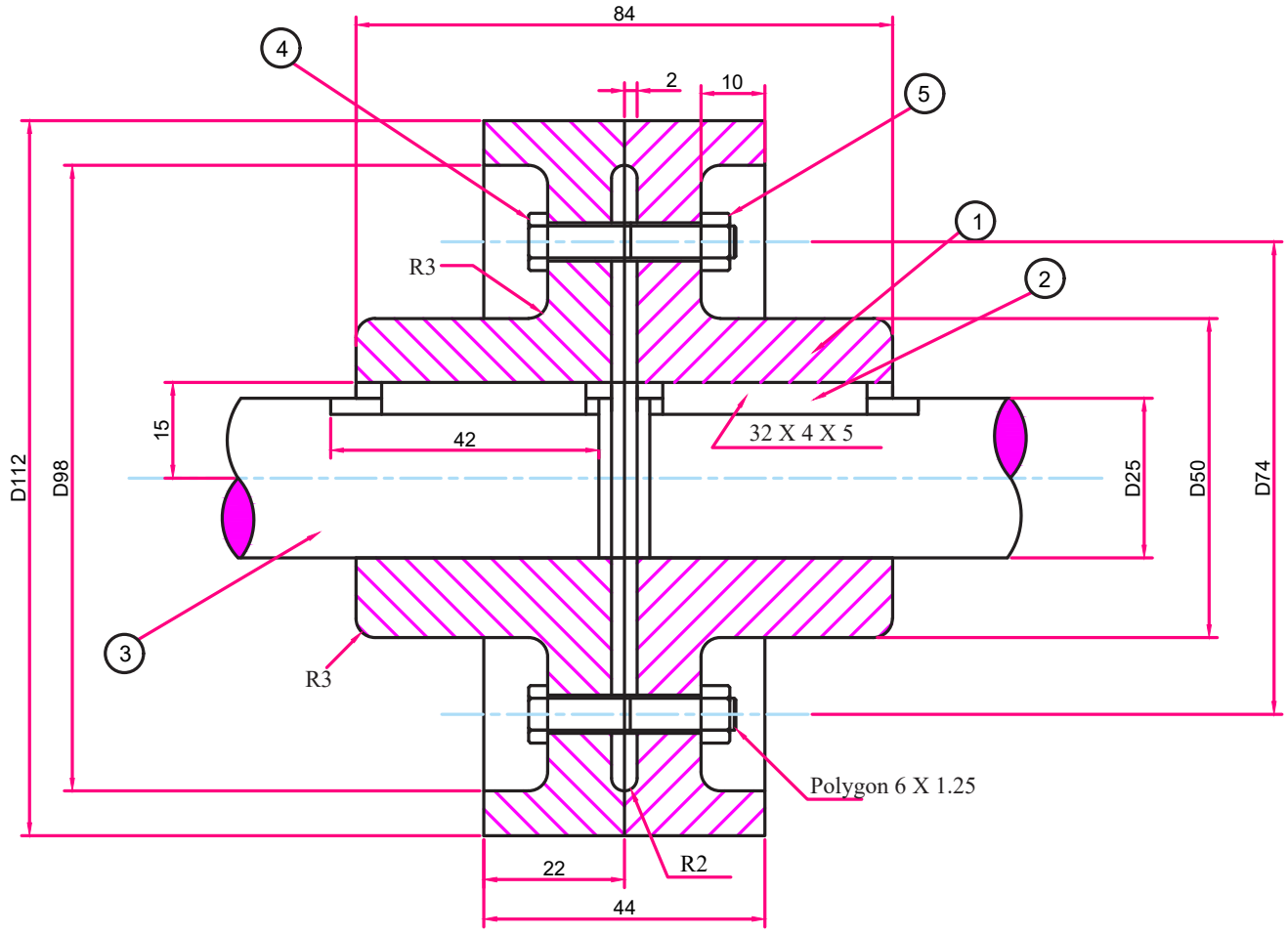


الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	قاعدة	فولاذ طري	1
2	صمولة	فولاذ طري	2
3	برغي مدبَّب الرأس	فولاذ صلد	1

2 - يُبيِّن الشكل التالي قطاعًا أماميًّا مُجمَّعًا لقارنة قرصية. ارسم باستعمال مقياس الرسم (1:1):

أ- القطاع الأمامي والمسقط الجانبي للقطعة رقم (1).

ب- المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لكلٍّ من القطعتين: (2)، و(3).

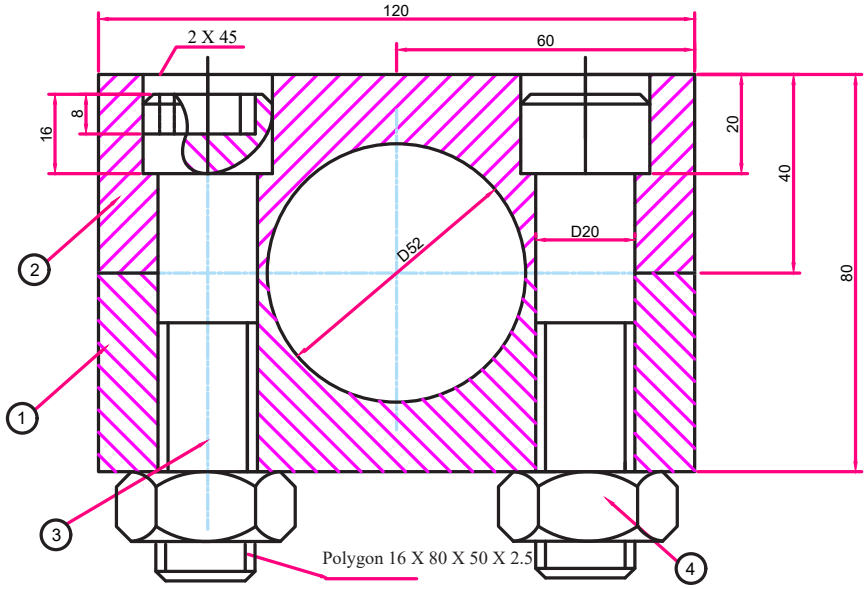


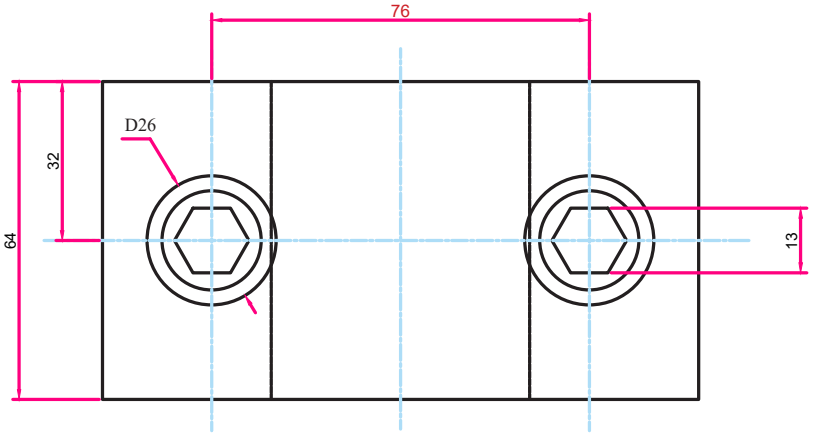
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	فلنجة	فولاذ طري	2
2	خابور	فولاذ طري	2
3	عمود	فولاذ صلد	2
4	برغي	فولاذ صلد	4
5	صمولة	فولاذ صلد	4

3 - يُبيِّن الشكل التالي القطاع الأمامي والمسقط الأفقي لمربط عمود. ارسم ما يأتي باستعمال مقياس الرسم (1:1) مُوضِّحًا الأبعاد:

أ- نصف القطاع الأمامي والمسقط الأفقي للقطعة رقم (1).

ب- المسقط الأمامي والمسقط الأفقي للقطاع رقم (3).



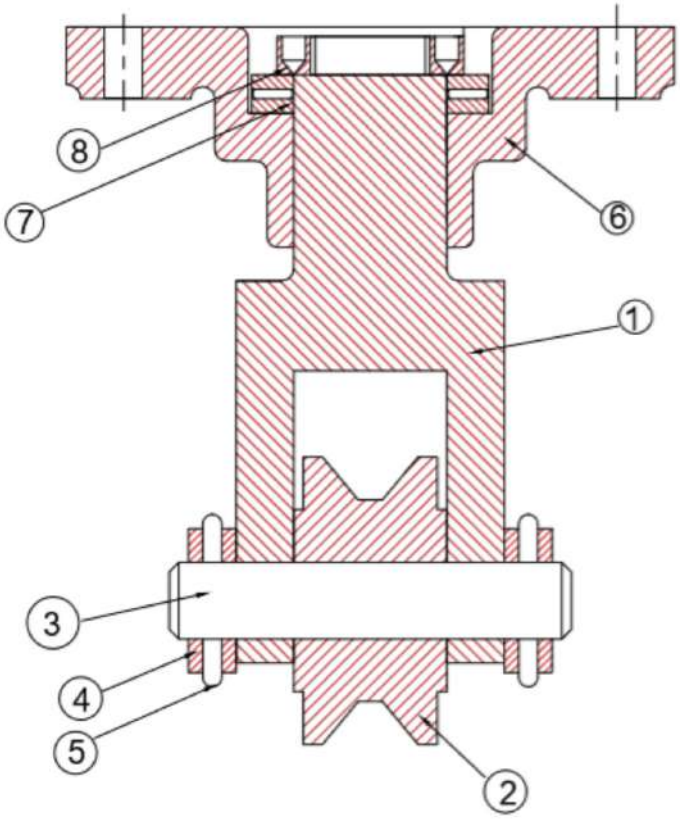


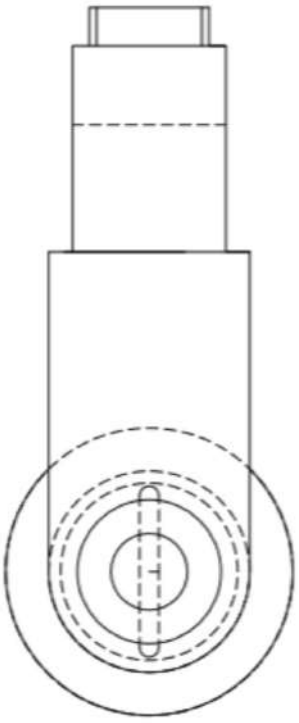
الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	مسند سفلي	فولاذ طري	1
2	مسند علوي	فولاذ طري	1
3	برغي	فولاذ صلد	2
4	صمولة	فولاذ صلد	2

4 - يُبيِّن الشكل التالي قطاعًا أماميًّا ومسقطًا جانبيًّا مُجمَّعًا لبكرة. ارسم باستعمال مقياس رسم مناسب:

أ- القطاع الأمامي والقطاع الجانبي للقطعة رقم (1).

ب- المسقط الأمامي والمسقط الجانبي لكلٍّ من القطع؛ (2)، و(3)، و(4).





الرقم	اسم القطعة	مادة الصنع	العدد
1	حامل شوكي	فولاذ طري	1
2	طارة	فولاذ طري	1
3	عمود	فولاذ صلد	1
4	حلقة تثبيت	فولاذ صلد	2
5	مسمار	فولاذ صلد	1
6	قاعدة	فولاذ صلد	1
7	محمل إبري	فولاذ صلد	1
8	جلب وتثبيت	فولاذ صلد	1

مسرد المصطلحات

المصطلح الإنجليزي	المصطلح العربي
Accurate Method	الطريقة الدقيقة
An outline assembly	المخطط التجميعي التمهيدي
Approximate Method	الطريقة التقريبية
Assembly drawing	الرسم التجميعي
Auto Lift-Tow post	مرفاع السيارات
Chimney	المدخنة
Compression Spring	زنبرك ضغط
Cone	المخروط
Cube	المكعب
Cylinders	الأسطوانات
Dashed Lines	الخطوط المتقطعة
Design or Layout Assemblies	الرسم التجميعي التخطيطي
Detailed drawing	الرسم التفصيلي
Development	الإفراد
Dimensions	الأبعاد
Drill Ling	موجه ريشة المقدح
Elbows	الأكواع
General Assembly	الرسم التجميعي العام
Installation Assembly	التركيب التجميعي
Intersection Of solids	تقاطع الأجسام الهندسية

المصطلح الإنجليزي	المصطلح العربي
Jig and Fissure	الدلائل والمثبتات
Locking Rings	حلقان الإحكام
Lock Washers	حلقات زنبركية
Parallel Line development	الإفراد الموازي
Parallel rectangles	متوازي المستطيلات
Pictorial assembly	التجميع التصويري
Polygons	المضلعات
PRISMS	الموشور
Pyramid	الهرم
Redial line development	الإفراد القطري
Reducers	النقاصات
Riveting	البرشمة
Rivets	البراشيم
Round T-connection	مجرى على شكل حرف (T)
Sections	القطاعات
Splined Shafts	الأعمدة المخددة
Springs	الزنبركات (النوابض)
Standard	قياس (معياري)
Standard Screw & Nuts	البراغي والصواميل القياسية
Straight line development	الإفراد البسيط او المستقيم
Stud	برغي جاويط

المصطلح الإنجليزي	المصطلح العربي
Subassembly Drawing	الرسم التجميعي الجزئي
Tailstock	الغراب المتحرك
Tension spring	زنبرك شد
Transition piece- rectangle or round	محول المقطع المربع إلى مقطع دائري
Triangulation development	الإفراد بطريقة التقسيم إلى مثلثات
Valves	المحابس
Views	المساقط
Welding	اللحام
Working Drwaing Assembly	الرسوم التشغيلية المجمعة

قائمة المراجع

أولًا: المراجع العربية

1- الرسم التخصصي، **تكنولوجيا اللحام والفبركة**، وزارة التربية والتعليم، ، ط1، 1999م

2- الرسم الصناعي، **التجليس وأشغال المعادن**، وزارة التربية والتعليم، الأردن، ط1، 1997م.

3- الرسم الفني، **تخصص ميكانيكا إنتاج**، المؤسسة العامة للتدريب الفني والمهني، المملكة العربية السعودية، 1429هـ.

4- رسم الميكانيك، الصف الثاني الثانوي الصناعي، وزارة التربية والتعليم العالي، دولة فلسطين.

5- الرسم الهندسي، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، المملكة العربية السعودية، 1428هـ.

6- سفيان أحمد، زينب والدوس، الرسم الهندسي: تمارين وتطبيقات، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمّان، 2011 م.

7- سفيان أحمد، الرسم الهندسي، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمّان، 2008 م.

8- محمود زعموط ، المرجع في الرسم الهندسي، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمّان - الأردن، 2001م.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

1- Standard Symbols For Welding, Brazing and Nondestructive Examination / American Welding Society - 1998

2- Manual Of Engineering Drawing -Third edition -2009 /Colin H. Simmons ,Dennis E. Maguire ,NEIL Phelp.

3- Manual Of Engineering Drawing -second edition - 2004 /Colin H. Simmons ,Dennis E. Maguire ,NEIL Phelp.

4- Engineering Drawing / Pearson Education M. B. Shah, B. C. Rana. 2007.

5- Blueprint Reading For Welder - A.E Bennett, Louis J .Siy / 2009. - Welding Print Reading - Jon.

تم بحمد الله تعالى