

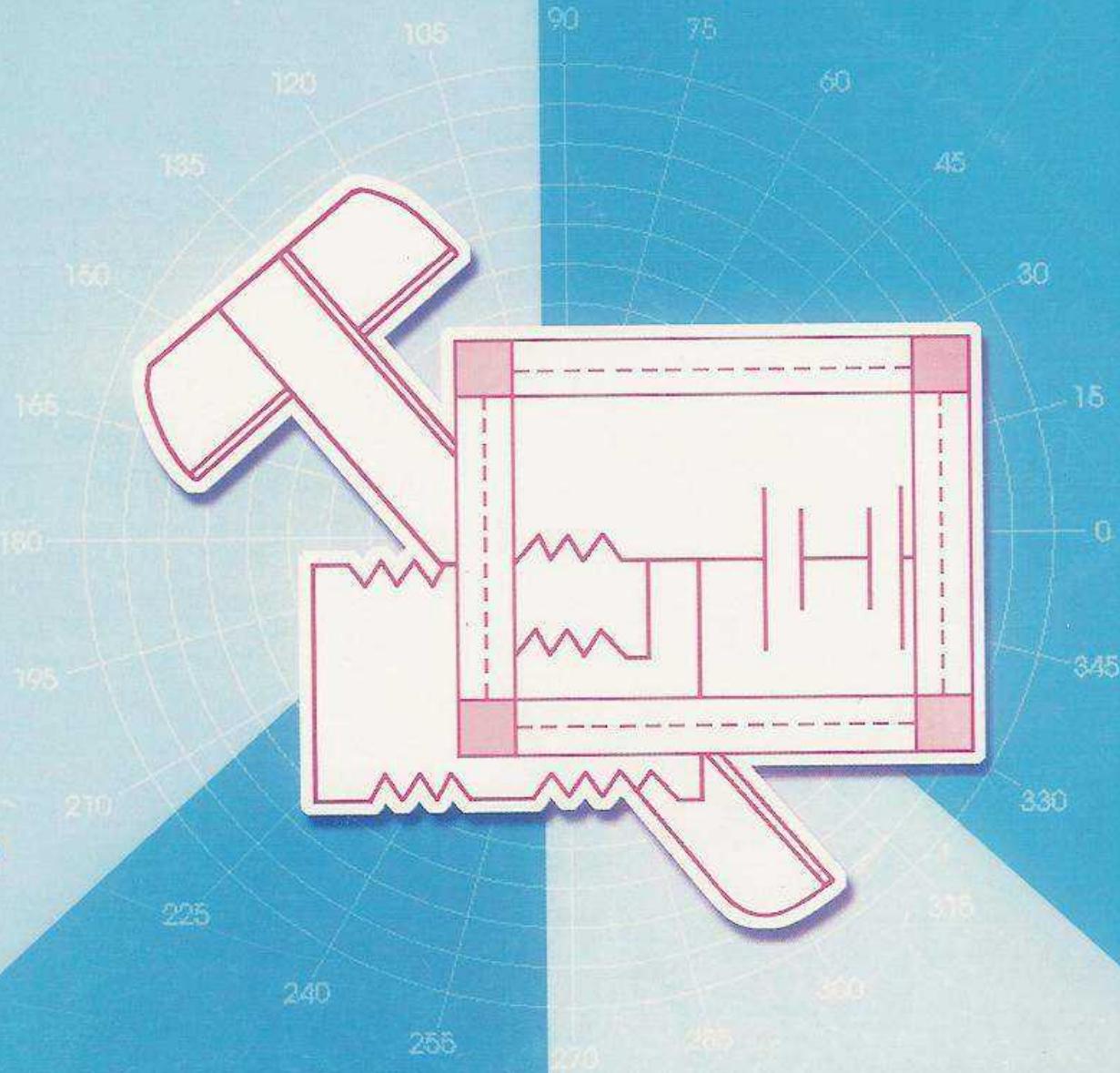


جمهورية السودان  
التعليم الثانوي



# أسسيات العلوم الهندسية

الصف الأول



بِسْمِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

جمهوريَّةُ السُّودان  
وزارَةُ التَّربيَّةِ والتعلِّيمِ العام  
الْمَرْكُزُ القُوميُّ لِلمناهجِ والبحْثِ التَّربويِ  
بِفُتُّ الرَّضَا .

# أَسْهَابُ الْعِلْمِ الْهَنْدَسِيِّ

الصف الأول الثانوي

تأليف :

- ١ الاستاذ : ابو القاسم عبد القادر صالح - نائب وكيل التعليم الفني سلفا
- ٢ الاستاذ : عبد الرحيم سعيد - المركز القومي للمناهج والبحث التربوي
- ٣ دكتور : محمد عثمان محمود - كلية الهندسة جامعة الزعيم الازهري
- ٤ الاستاذ : فرشى ادم ماهل - تعليم ولاية الخرطوم

مراجعة :

- ١ بروفسور : على محمد على - عميد كلية الهندسة جامعة الازهري
- ٢ بروفسور : عصام محمد عبد الماجد - كلية الهندسة جامعة السودان

الخراج الفني والتخصص :

الاستاذ : ابراهيم الفاضل الطاهر - مختص مناهج.

الحمد بالكمبيوتر :

ابنهاج مصطفى على  
تهانى بذكر سليمان

**فهرسة المكتبة الوطنية - السودان**

620.7 أبوالقاسم عبدالقادر

ع.م.ع

مادة العلوم الهندسية أساسيات العلوم الهندسية : الصف الأول

ثانوي / أبوالقاسم عبدالقادر (وآخرون). -الدويم : المركز القومي

للمناهج والبحث التربوي، 2009 م

ص : 24 سم.

ردمك : 978-99942-53-52-4

-1 - الهندسة - كتب دراسية.

أ. العنوان.

## المحتويات

<b>المقحة</b>	<b>الموضوع</b>
١ - د	• المقدمة
	<b>الباب الأول</b>
	أساسيات الرسم الهندسي
١٠	• المقدمة
١٢	• معدات الرسم الهندسي
٣٤	• المثلثات
٤٨	• المتوازيات
٥٤	• الدائرة
٦٧	• المماسات
٧٨	• القطع الناقص
٨٥	• المضلعات المنتظمة
٩٢	• المكعب - المنشور
٩٤	• المخروط
٩٥	• الأجسام الأسطوانية
	<b>الباب الثاني</b>
	أساسيات الهندسة الميكانيكية
١٠٠	• أدوات القياس والمقارنة
١١٣	• معدات القطع
١٢١	• المبارد وعملية البرد
١٢٦	• التقطيع والمناوب
١٢٩	• البرغة والبراغيل

١٣١	• قطع التولب (القلووظ)
١٣٥	• أساليب وصل المعان
<b>الباب الثالث</b>	
<u>اسسیات الهندسة الكهربائية</u>	
١٤٦	• مقدمة
١٤٧	• أصل الكهرباء الكهربائية
١٥٣	• مصادر القوة الدافعة الكهربائية
١٥٦	• المولد البسيط
١٥٨	• تأثيرات التيار الكهربائي
١٦٧	• الدائرة الكهربائية
١٨٢	• تطبيقات قانون أم
<b>الباب الرابع</b>	
<u>الهندسة المدنية والعمارة</u>	
١٩٩	• مقدمة الهندسة المدنية والعمارة
٢٠٠	• مواد البناء الاصقة
٢٠٣	• الأساسات
٢١١	• المقاولات والتأمين
٢١٤	

## بسم الله الرحمن الرحيم

### المقدمة :

لقد اقتضت سنة التطور أن تراجع مناهج التعليم العام وفقاً لمتطلبات العصر وتتجزء المعرفة التي جعلت العالم قرية صغيرة يستطيع الإنسان التجوال فيها من خلال وسائل الإعلام المسموعة والمرئية في لحظات معدودة .

أفضت مراجعة المناهج إلى تغيير جذري في تركيبة مؤسسات التعليم العام . فقد تغير شكل السلم التعليمي في سنوات التعليم العام وأصبح مرحلتان فقط . هما مرحلة الأساس ذات الثانوي سنوات ومرحلة الثانوي ذات الثلاث سنوات . واكتملت مرحلة الأساس بحمد الله وطبقت منذ أمد .

كان لابد من الالتفات إلى المرحلة الثانوية لإعادة صياغة مناهجها لتلبى متطلبات الحياة وحاجيات الدارسين على السواء .

فكان مقترح توحيد المرحلة الثانوية بحيث تختفي مظاهر الانقسام المؤسسي من أكاديمي وبنائي وفني ، وتبرز إلى الوجود مدرسة ثانوية واحدة تبسط المعارف المختلفة للدارسين ، تشبع حاجاتهم الدينية وتلبى طموحاتهم المعرفية الأخرى كلها . وتقوم على نظام خاص لتقديم المعرفة المتدرجة التي تقود الطالب في يسر وتغرس فيه فيضاً من المعارف تجعله قادرًا على حسن الاختيار للدراسة الجامعية إن وفق لدخول مؤسسات التعليم العالي أو قابلاً للتربيب إن أراد الخروج للحياة العملية .

واحد من هذه المناهج التي عكف علماء مختصون على تصميمها بعد عدد من ورش العمل واللقاءات العلمية والمناقشات المستفيضة هو منهج العلوم الهندسية .

منهج العلوم الهندسية للصف الأول في المدرسة الثانوية هو عبارة عن أساسيات من الهندسة المدنية ، وعلوم الكهرباء ، والميكانيكا والرسم الهندسي .

وقد اشتمل قسم الرسم الهندي من الكتاب على معدات الرسم الهندسي ، وأنواع الخطوط ، والمستقيمات ، والزوايا ، والأقواس ، والمتلثات ، والدائرة ، والمحاولات ، والقطع الناقص ، والشكل البيضي ، والمضلعات ، والمتوازيات ،

والهرم والأجسام الأسطوانية بالقدر الذي يكون أساساً سليماً يضع الطالب مبادئه  
أمام الإسقاط ليدخل في أغوار الرسم الهندسي في الصف الثاني إن شاء الله .  
أما أساسيات الميكانيكا ، فقد بدأت بأدوات القياس والمقارنة ثم معدات قطع  
وقص المعادن وعملية التقب والمناقب ، ثم الدشكلة والمخاوش والبرانيل وينتهي  
هذا القسم بأساسيات طرق وصل المعادن .  
القسم الثالث من الكتاب يقدم أساسيات في الهندسة الكهربائية في أربعة  
محاور .

يجد الطالب في المحور الأول أصل الكهرباء ، فالمواد الموصلة والمرواد  
العزلة ثم أشباه الموصلات .

وفي المحور الثاني يجد الطالب أساسيات مصادر القوة الكهربائية الدافعة ،  
المولد البسيط ثم تأثيرات التيار الكهربائي الحراري ، المغناطيسي ، الكيميائي  
والميكانيكي .

أما المحور الثالث فيجد فيه الطالب الدائرة الكهربائية وتعريف المصطلحات  
المستخدمة في الهندسة الكهربائية .

ويختتم هذا القسم بالمحور الرابع الذي يقدم تطبيقات عملية على ثنوں اوم  
وأمثلة وتدريبات عملية .

يتعرض الجزء الأخير من الكتاب إلى أساسيات الهندسة المدنية مبتدئاً بممواد  
البناء ، الأسمنت وأنواعه ، الجير وأنواعه والجبس ، ثم يعرض نماذج من  
(مونة) الأسمنت ومواصفاتها وحساباتها ولونة الخرسانية وأنواعها ثم يدلّف هذا  
القسم إلى طرق حسابات المواد اللازمة للبناء ومقاييسها وينتهي هذا القسم عند  
عملية التكعيب .

مركز تطوير المناهج والبحث العلمي مدین للعلماء الأجلاء الذين شاركوا  
بجهودهم وأفكارهم في اللقاءات العلمية ولجان إعداد المفردات والصفوة الخيرة  
التي شاركت في تأليف هذا الكتاب .

## مقدمة العلوم الهندسية :

ورد في تاج العروس من جواهر القاموس للزبيدي ، ويقال : رجل هنوس هذا الأمر ، بالضم ، أي العالم به . هنادسةً هذا الأمر ، أي العلماء به . والمهندس مقدرٌ مجازي الماء الفنى<sup>1</sup> واحتقارها حيث تُحفر ، والأسم الهندسة ، وهو مشتق من الهندر (أو أنداز) ، فارسية معرب أب أنداز ، فابدلت الزاي سينا ، لأنه ليس لهم دال بعده زاي وهو حاصل كلام كتاب الجوهرى ، وأنداز : التقدير ، وأب : هو الماء " . أسمى الفارسيون مبدع الفن الهندسى أنداز ، ولقبه الفراعنة بالنجار الملكي (البناء الملكي) ، وأسماء اليونانيون أرشيتكتون Architktons أي سيد البناءين ، وعرفه الرومان بالأنجيناري Ingenari لصنعته الأجهزة العسكرية ومنشأتها ، ثم التصق لفظ مهندس في القرن السابع عشر بالمنشآت المدنية .

ثم تطورت مهنة الهندسة بعد احتراها وابتكاق التخصصات الدقيقة الخاصة بها ، فشملت العلوم وتطبيقاتها في محاور التصميم ، والإنشاء الخاصة بالعمارة ، والآلات والأجهزة وكافة وسائل الإنتاج الصناعية ، والزراعة ، والطبية ، والفنية ، والعسكرية ، والاقتصادية ؛ وكل ما يكفل أساليب الراحة وتيسير إيقاع الحياة . ويعرف بعضهم الهندسة على أنها فن الإفادة من المبادئ والأصول العلمية في بناء الأشياء وتنظيمها .

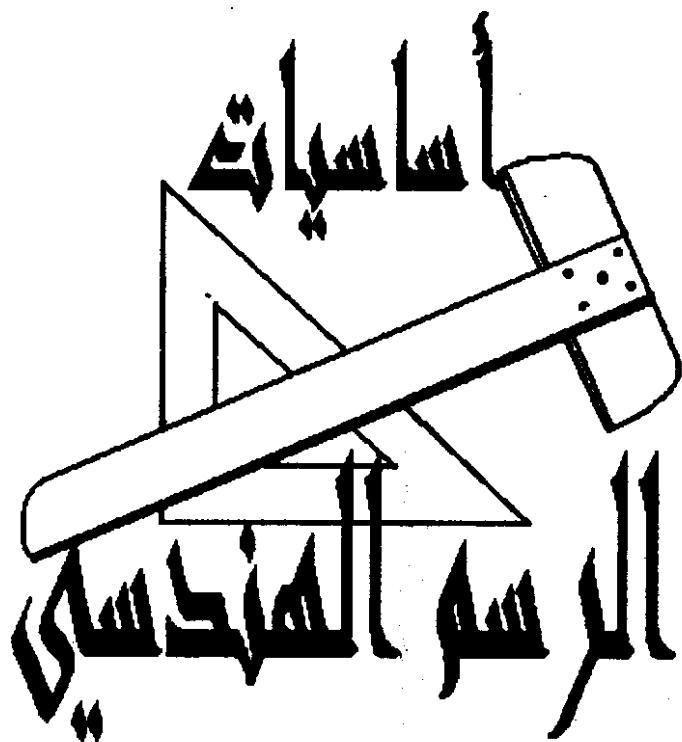
وارتبطة الهندسة ارتباطاً وثيقاً بكلّ العلوم ، فأفادت منها في استخدام المواد ، وقوى الطبيعة لبلوغ التقدم ، وطلب التطور ، وابتغاء الازدهار في إطار إقتصادي مستدام دون ضرر بالبيئة المحيطة ، أو الصحة العمومية ما أمكن . فكان الإبداع الهندسى المبين ، والفن الجمالى المدرك والمحسوس ، والتفاعل مع البيئة والجمهور للبعد عن النشرار والإبعاد بالنعم الرصين . بدأت الهندسة المدنية ثم انبثقت التخصصات المختلفة فشملت العمارة ، وتحطيب المدن ، والإنشاءات ، والطيران ، والطرق ، والجسور ، والأنفاق ، والبيئة ، والري والهيدروليك ، والكهرباء والكمترتونات ، والاتصالات ، والميكانيكا ،

---

الفن : جمع فناء وهي الآثار التي تغير في الأرض متتابعة ليستخر ماوحاً ويسعى على وجه الأرض ، وجمع فناً ، وجمع الفن فني فيكون جمع الخمس (أنظر لسان العرب لاس مطرور) .

والبحرية ، والتدفئة والتكييف ، والسيارات ، والكيميات ، والنفط ، والتعدين ، والطب ، والأمن الصناعي ، والكافية الإنتاجية والزراعية ، والحاسوب . وللتفرد والإبداع الهندسي ينبغي اكتساب المهارة الهندسية ، وتطوير الملاكات الفكرية ، ونمو القدرات العقلية ، وترويض الخيال العلمي المبكر ، والمقدرة على التذوق الفنى السليم ، وقوة الملاحظة ، والتمتع بالحس المرهف لكافة ضروب الجمال . ومن هنا ينبغي على المعلم نقل المعلومة الهندسية في أمانة وإخلاص وتجرد - للمتلقى وطالب الهندسة الذى من الواجب أن يتحلى بالصبر ، والانتباه والتركيز ، والتفاعل ، للتلقى التدريب الكفيل بتطوير المهنة ، ورفعه الأمة ونهضتها ؛ خاصة في زماننا هذا حيث كاد أن يسود اقتصاد السوق ، وعلوم الفنون ، وتدوين المعرفة ، وكوكبة المعلومات والثقافة . وهذا يظهر كبر التحدى الملقي على عاتق جحافل المهندسين السودانيين ، والعبء الكبير على كاهل أئمة الهندسة السودانية وعلمائها ، ممثلين في مؤسسات التعليم العالي والبحث العلمي التي نيط بها حمل الأمانة ، وتبليغ الرسالة الهندسية ، ثم لنا أن نسعد بتحقيق أمال واقعية مثل إنشاء مترو أنفاق حفا والخرطوم وبورتسودان وجوبا والفاشر وما بينهما ؛ ومد شبكة الطرق التي تقود جميعاً للخرطوم ؛ وبناء الجسور والقطاطر التي تضمن انسياحاً منتظماً للتنقل وتعمل على صد الفيضان ، وتنافسة الطيران السوداني لارتياد الفضاء ؛ وتحقيق أحلام مثل إمتلاك القوة العسكرية العلمية السودانية النافذة عبر المجارات لرفع راية لا إله إلا الله محمد رسول الله في الآفاق ؛ وتحريك الأشياء دون معينات ؛ والمشي على سطح الماء ؛ وإنتكار التلفار ثلاثي الأبعاد . . . الخ وتكون خير أمتداد لنفر سوداني كريم كان رائد هندسة الحديد والصلب في العالم أجمع في القرن السادس الميلادي وإنداصطبيعي لثلة من الأولين حققت الطفرة الهندسية براً ، وبحراً في الدولة الإسلامية وليس ذلك على الله ببعيد .

# الباب الأول



## الرسم الهندسي

### مقدمة :

الرسم الهندسي هو لغة المهندس ، أو المصمم ، لوضع الأفكار - والاختراع والخيال العلمي - موضع التنفيذ وعليها تدعى الحاجة لتحقيق الفكره الهندسية لآلية جديدة ، أو مبني ، أو منشأة أو نظام ، أو تطور لمنظومة هندسية يضع المهندس الفكرة على الورق ، أو في إطار صورة image أو طيف في أنبوبة أشعة المهبط cathode ray tube بغية التواصل والاتصال مع الآخرين ومن ثم ينتج الرسم الهندسي في صورة مخطط كروكي لل فكرة . ثم يتم تواصل المخطط بمخططات ورسومات أخرى للحساب والتقدير ، وتطوير الفكرة بصورة أكبر وأدق وإيجاد القوى العاملة ، والجهد ، وتحليل الحركة ، ومقاسات الأجزاء ، وأنواع المواد وطرق الإنتاج ، والصيانة وتوصيل هذه الأفكار للأخرين نبعث لغة الرسم الهندسي منذ أمد بعيد مثل ما وجد في الرسوم وأشكال الحضارات القديمة ومنها الحضارة البابلية ( حضارة ما بين النهرين ) ، والمصرية القديمة ، واليونانية ، والرومانية ، ثم تم تبسيط هذه الأشكال والاستعاضة عنها برموز لكتابه لغة الرسم الهندسي .

وعليه يمكن تعريف الرسم الهندسي على أنه تمثيل الواقع مقترن لو تصميم لإنتاج أو تنفيذ فكرة يحتاج إليها . وقد وجدت مدستان لهذا الفن تعنى إبدهما بالفن artistic لتوضيح الأفكار والتعبير عن الفلسفة المجردة عبر وسائل الصور والتحف التجريدي ، والأخرى بالتقانة technical لتوضيح تصميم الأشياء المراد بناؤها أو إنشاؤها . وتطور الرسم الهندسي عبر نظرية الاسقاطات للأشياء بمخططات خيالية للحصول على المناظر المختلفة في مطلع القرن الخامس عشر في إيطاليا بوساطة المعماري البرناني Brunelleschi Alberi وآخرين ومعلوم أن ليوناردو دافنشي استخدم الرسم لتسجيل وتوصيل أفكاره وتصميم لآلات الإنشاء والتشييد . ومن أوائل من استخدم أدوات الرسم الهندسي المهندي جورج واشنطن في منتصف القرن السابع عشر . وبعد جسبارد مونج Gaspard Monge الفرنسي مبدع الهندسة الوصفية لأصول الاسقاطات المستخدمة حالياً لدوعي التحصينات والإنشاءات

العسكرية. ومن ثم تطورت الهندسة الوصفية والرسم الهندسي لتأخذ منحى اللغة العالمية القياسية . وقد كان للمعهد القومي للمواصفات الأمريكية (ANSI) دور American National Standard Institute بارز مع الجمعية الأمريكية لتعليم الهندسة ، وجمعية مهندسي السيارات ، والجمعية الأمريكية للمهندسين الميكانيكين لوضع دليل الرسم الهندسي القومي القياسي والذي يعمل به بوصفه دليلاً لتوحيد ممارسة الرسم الهندسي اليدوي ، أو باستخدام الحاسوب كما في التصميم بمساعدة الحاسوب Computer Design CAD أو الرسم بمساعدة الحاسوب CAD . Computer Aided Drafting .

و يعد من يجهل هذه اللغة من المهندسين أو العلماء أو الفنانين جاهلاً مهنياً وهذا الحال يستوجب التدريب والتأهيل في هذا الفن الهام لمعرفة المنتج وتشغيله وصيانته . كما يعلم الرسم الهندسي مهارات مساعدة أخرى مثل التنسيق ، والسرعة ، والتنظيم ، والدقة ، وتنشيط الخيال لبناء الأشياء في الفراغ ، مما يُصلق الموهاب وينمي الإبداع العلمي ويُسخّذ ملحة الإبتكار .

ولاكتساب المهارة في هذا الفن يتبعها معرفة الأدوات المستخدمة والمعينة على الرسم الهندسي ، وكيفية استخدامها ، وحدود كفاءتها ، ثم التعرف على ثورة الحاسوب في الرسم الهندسي الذي ساعد كثيراً في الإبداع وتنمية الموهاب بتسهيل التواصل للتصميم الجديد .

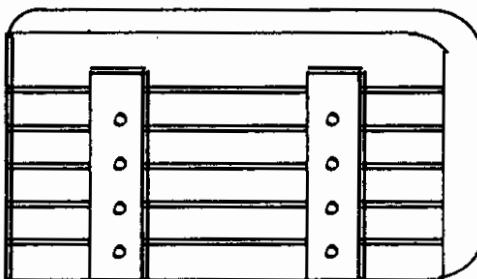
## معدات الرسم الهندسي

تستخدم في الرسم الهندسي معدات كثيرة إلا أنها كمبئتين نقف في هذا الباب على بعض المعدات الرئيسية الآتية :-

### لوحة الرسم :

تصنع لوحة الرسم من خشب متوسط الصلادة مقاوم لنقلبات الطقس كالخشب الأبيض أو الموسكي يسمح باستخدام دبابيس الرسم وخلعها بسهولة . ويجب أن يكون سطح لوحة الرسم مستو تماماً وأن تكون زواياها قائمة خاصة حافة اللوحة السرى التي تترافق عليها المسطرة . ثببت على حافة لوحة الرسم من الناحية اليسرى حافة مستقيمة من الحديد أو اللدائن ( البلاستيك ) لتترافق عليها مسطرة الرسم حرف T إلى أعلى وأسفل .

تصنع لوحة الرسم بمقاسات مختلفة حسب الأغراض التي تستخدم فيها . أبعاد لوحة الرسم شائعة الاستعمال في المدارس تتراوح بين  $725 \times 400$  مم و  $808 \times 480$  مم .

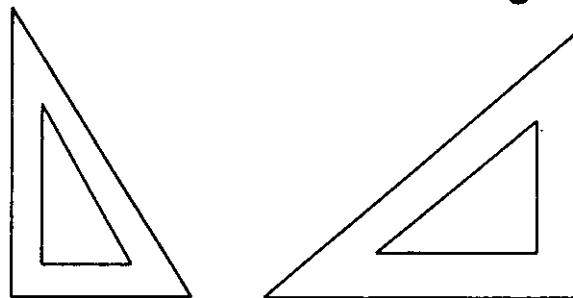


الشكل رقم (١) يبين لوحة الرسم من الناحية الخلفية .

تقوى لوحة الرسم من الناحية الخلفية بعارضتين مثبتتين بمسامير قل áo وظ لقبيها من الانحناء والإعوجاج . كما يفتح على امتداد سطح لوحة الرسم الخلفي مجاري أفقية بالمنشار لامتصاص التمدد والإنكماش أثناء نقلبات الطقس .

• المثلثات :

يستخدم في الرسم الهندسي مثلاًن أحدهما يسمى  $45^{\circ}$  والأخر  $60^{\circ}$  ويصنعا من الدائن .

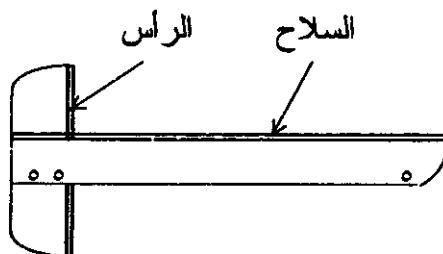


مثلث  $60^{\circ}$

مثلث  $45^{\circ}$

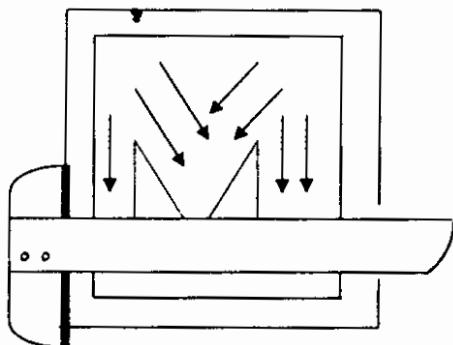
المسطرة حرف T :

ت تكون المسطرة حرف T من جزعين . الجزء الأول عبارة عن مسطرة طويلة أو سلاح والجزء الآخر رأس أو قائم يثبت متعامداً عند نهاية الجزء الأول بواسطة مسامير .

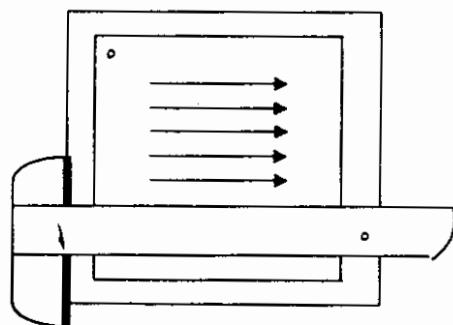


مسطرة حرف T

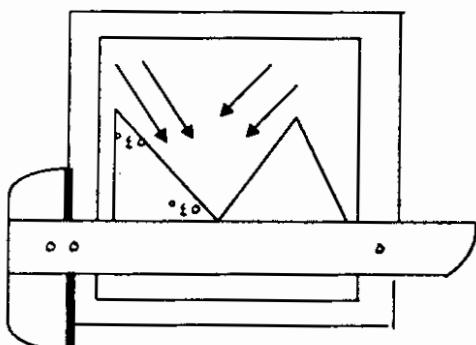
يجب العناية بالمسطرة حرف T وحفظها حتى لا تتعرض للانحناء .  
 تستخدم المسطرة حرف T بانزلاقها على اللوحة لرسم الخطوط الأفقية والمستقيمات المتوازية الأفقية . كما يمكن بمساعدة المثلثات رسم الخطوط العمودية والمستقيمات العمودية المتوازية ، والخطوط المائلة على الزوايا  $45^\circ$  ،  $30^\circ$  ،  $60^\circ$  والخطوط المتوازية المائلة على نفس الزوايا المذكورة .



(ب)  
مستقيمات متوازية عمودية ومائلة

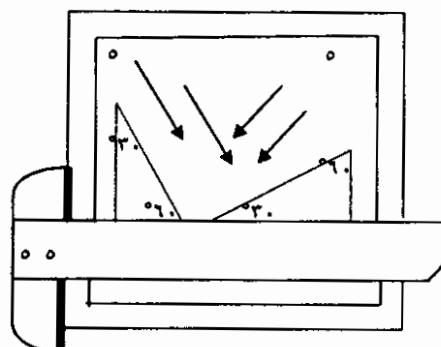


(إ)  
مستقيمات أفقية متوازية



(د)

مستقيمات متوازية مائلة  $45^\circ$  درجة

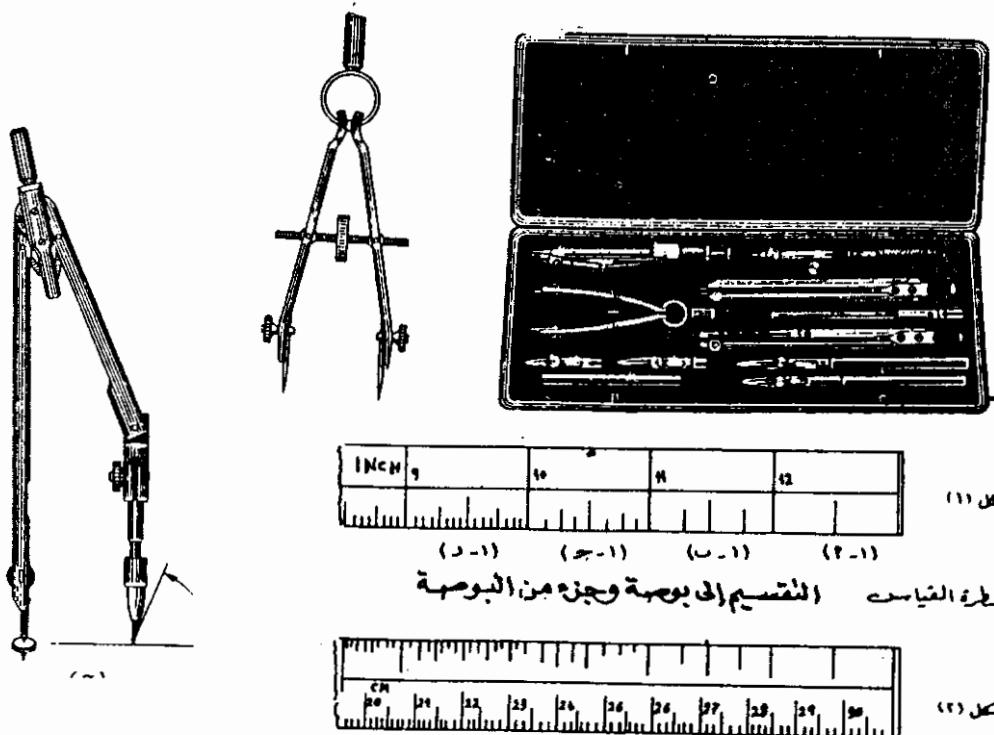


(ج)

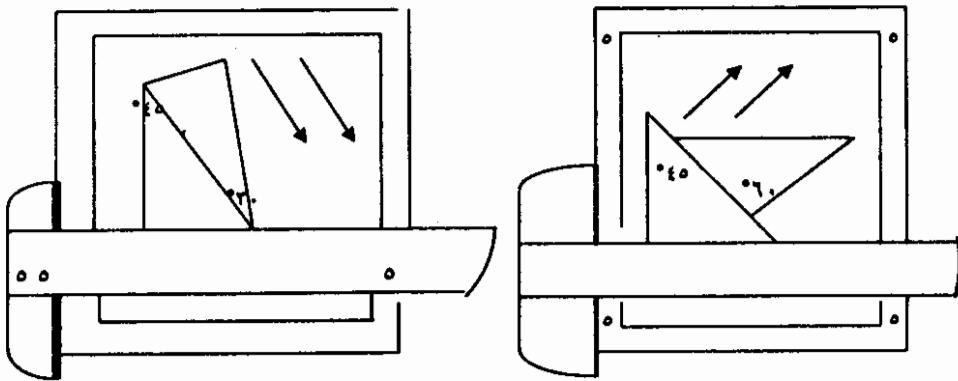
مستقيمات متوازية  $60^\circ$  ،  $30^\circ$  درجة

عليه الرسم:

تحتوي على عدد من البراجل التي ترسم بها الدوائر والأقواس وبراجل التقسيم التي تستخدم في نقل المقاسات أو لتقسيم الخطوط إلى عدد من الأقسام المتساوية . ( وأقلام الرصاص والإستيكة ومسطرة القياس أحياناً ) .



**نقطة النهاية** (القسم إلى مسندات وجزء من المسندات)



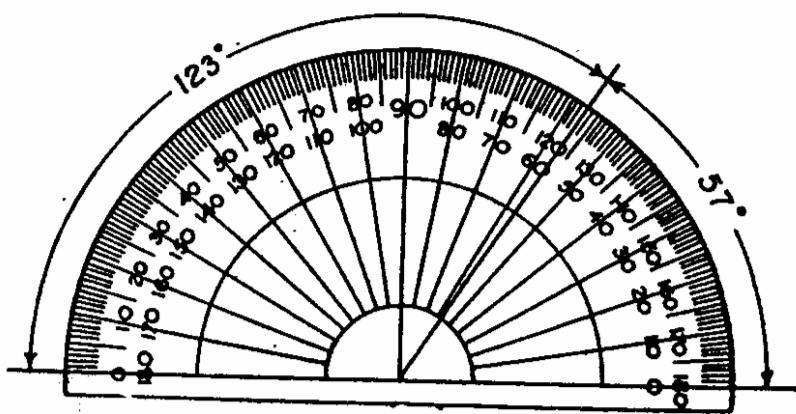
(و) مستقيمات متوازية مائلة ٧٥ درجة

(د) مستقيمات متوازية مائلة ١٥ درجة

### طريقة استعمال المسطرة حرف T والمثلثات

**المنقلة :**

وهي عبارة عن أداة نصف دائرية ، تصنع من البلاستيك مدرَّجة إلى  $180^\circ$  ، تستخدم لقياس الزوايا أو إنشائها .



## **أقلام الرصاص**

تستخدم في الرسم الهندسي أقلام رصاص صلدة "3H" كما تستخدم الأقلام "HB" لكتابة المقاسات على الرسم .  
يفضل في رسم الخطوط الأفقية أن تكون حركة القلم من اليسار إلى اليمين وفي الخطوط الرأسية من أسفل إلى أعلى .

## **و دق الرسم**

يستخدم للرسم الهندسي ورق خاص سميك ناصع البياض لا يتلفه المسح بالإستيكة ولا يشرب الحبر . يوجد ورق الرسم عادة في خمسة مقاسات قياسية على النحو التالي :

- (١) ١١٨٨ × ٨٤٠ مم
- (٢) ٨٤٠ × ٥٩٤ مم
- (٣) ٥٩٤ × ٤٢٠ مم
- (٤) ٤٢٠ × ٢٩٧ مم
- (٥) ٢٩٧ × ٢١٠ مم

ويستخدم في المدارس عادة النوعين الأول والثاني .

## **طريقة تثبيت ورقة الرسم على اللوحة**

تثبت ورقة الرسم على اللوحة المستوية بمساعدة المسطرة حرف T بدبابيس ضغط أو لزاق أو مشابك تثبيت .  
إذا كانت ورقة الرسم صغيرة تثبت على الجزء الأعلى من يسار اللوحة .

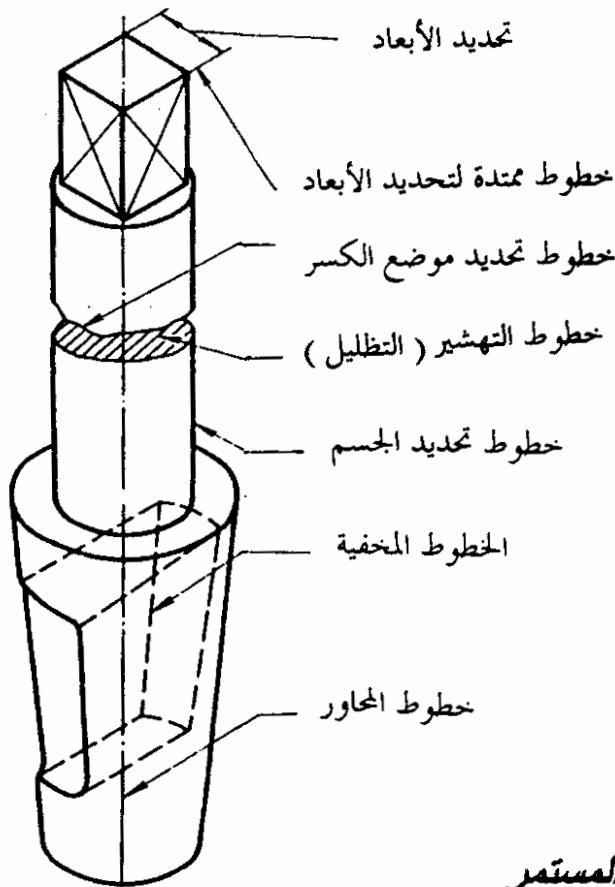
## **أنواع خطوط الرسم وأماكن استخدامها**

تستخدم في الرسم الهندسي أنواع مختلفة من الخطوط . يتوقف سمك الخط على نوع وعرض الرسم وحجمه ومدى تعقيده .

هناك أربعة أنواع رئيسية من الخطوط تستخدم في الرسم الهندسي :

١. الخط المستمر ( سميك ، رفيع ، مقطوع )
٢. خط مقطوع قصير
٣. خط سميك ونقطة ويعرف بالسلسلي ( سميك أو خفيف ) .
٤. خط سميك مقطوع .

الاستعمال	مظهر الخط	اسم الخط
للحود الظاهرة أمام العين للإنسان	—	١- مستمر سميك THICK LINE
للإنشاء والتكون	---	٢- مستمر رفيع THIN LINE
للأجزاء المقطوعة بالجسم والمساقط	----	٣- التهشير (التظليل) SHADING LINE
للأجزاء غير الظاهرة من الجسم أمام العين	-----	٤- الخطوط المخفية HIDDEN LINE
لتحديد مراكز الدوائر والأقواس وخط التمايل	.....	٥- المحاور (التصنيف) CENTER LINE
الخطوط الممثلة لمستويات القطع	↑ ↑	٦- المستوى القاطع SECTION LINE
للدلالة على المقاسات والأبعاد	← →	٧- خطوط الأبعاد DIMENTION LINE
لتجزئة الأجزاء الطويلة والتي لا تفي ورقة الرسم لرسمها كاملة	~~~~~ ~~~	٨- خطوط تحديد مواضع الكسر للأجزاء الطويلة BROKEN LINE



### **الخط السميك المستمر**

يستخدم لرسم أجزاء الجسم الرئيسية المرئية ويتراءح سمكه بين .٦٠ إلى .٥١ مم . يجب أن تكون خطوط الجسم في الرسم متساوية السمك .

### **الخط الرفيع المستمر**

يستخدم في الدلالة على المقاسات والابعاد ، ويجب لا يزيد سمكه عن ثلث سمك الخط السميك . ويستخدم هذا النوع من الخطوط كذلك في تهشير الأجسام المقطوعة أو تظليلها . يتراوح البعد بين خطوط التظليل أو التهشير عن بعضها بمقابل اثنين إلى عشرة مليمترات وفقاً للمساحة التي تهشر متقطعة . أما خطوط موضع الكسر في الأجزاء الطويلة فلا يزيد سمكتها عن .١١ . سمك الخط السميك المستمر .

## **الخط المتقطع**

يستخدم لرسم الأجزاء غير المرنية من الجسم ويترافق طول القطعة منه بين اثنين إلى ثمانية مليمترات . كما يتراوح سمك الخط المتقطع من  $\frac{1}{2}$  إلى  $\frac{1}{4}$  من سمك الخط السميكة المستمر ، أما الفراغ بين كل قطعة وأخرى من الخط فيتراوح بين  $\frac{1}{2}$  و  $\frac{1}{4}$  مم .

### **الخطوط الرفيعة المتقطعة المصووبة بقطعة أو نقطتين**

تستخدم للمحاور والمراکز ولا يزيد سمكها عادة عن  $\frac{1}{3}$  سمك الخط السميكة المستمر . ويكون طول القطعة الواحدة منه عشرين مليمتراً ، ويكون الفاصل بين كل قطعة وأخرى حوالي ثلاثة مليمترات تقريباً .

توضح مراكز الدوائر التي لا يقل قطرها عن ١٢ مليمتراً بخطين متقطعين من هذا النوع . لما الدوائر التي يقل قطرها عن ذلك فتوجه مراكزها عادة بخطين متقطعين مستمرتين فقط .

### **الخط الرفيع المتقطع ذو النقطتين**

يبين تداخل سطح بنعومة في سطح آخر أو يبين خط الانحناء للجسم المراد تثبيه .

### **الخط السميكة المتقطع**

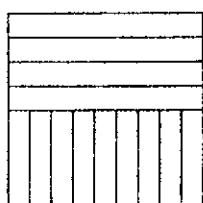
يستخدم للتوضيح مواضع قطع الأجسام .

## **تطبيقات عملية على الخطوط**

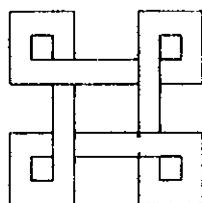
تمارين على استخدام مسطرة القياس والمسطرة حرف T والمتلثات على رسم خطوط على ورقة الرسم .

- أرسم الشكل رقم (١) الذي طول ضلعه ٤ بوصات . أرسم في النصف العلوي منه خطوطاً أفقية بالمسطرة حرف T فقط تبعد  $\frac{1}{2}$  بوصة عن بعضها . ثم أرسم في النصف الأسفل منه خطوطاً رأسية مستعملاً المسطرة حرف T والمتلث . تبعد هذه الخطوط  $\frac{1}{2}$  بوصة عن بعضها .

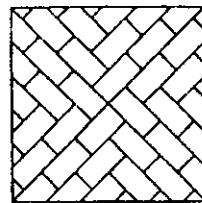
٢. مستخدما المسطرة حرف T والمثلث وبرجل التقسيم أرسم مربعا طول ضلعه ٤ بوصات قسّم كلا من الضلع الأيسر والضلع الأسفل ببرجل التقسيم فقط إلى ٧ أجزاء متساوية . صل هذه النقاط بخطوط رأسية وخطوط أفقيّة مستخدما المسطرة حرف T والمثلث فقط . ثم امسح الخطوط الزائدة لتحصل على الشكل رقم (٢) .



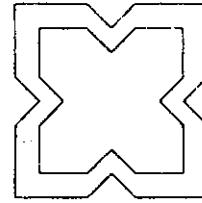
١



٢



٣



٤

٣. أرسم مربعا طول ضلعه ١٠ سم ، صل أركانه بخطين مستقيمين من نقاط عين من نقطة تقاطع الخطين علم بمسطرة القياس نقاطاً تبعد عن بعضها ٢ سم في كل ربع . مستعيناً بالمثلث ٤٥° أكمل الرسم بحيث أنك تكمل ربعاً واحد كل مرّة لتحصل على الشكل رقم (٣) .

٤. أرسم مربعاً طول ضلعه ٤ بوصات مستعيناً بالمسطرة والمثلث ٤٥° وبرجل التقسيم فقط . ثم قسّم كل ضلع إلى ثلاثة أجزاء متساوية . بالمثلث ٤٥° صل هذه النقاط ببعضها . قس  $\frac{3}{8}$  من البوصة على كل جنب من هذه الخطوط ثم اكمل الرسم لتحصل على الشكل رقم (٤) .

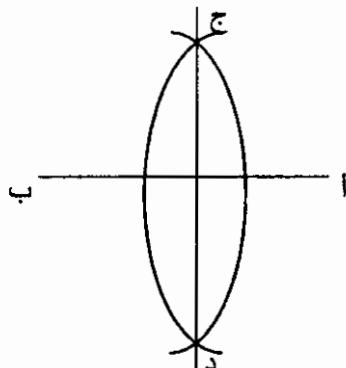
## تقسيم المستقيم بواسطة البرجل

مثال :

نصف المستقيم أب بواسطة البرجل .

الطريقة :

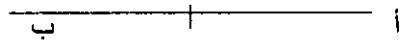
١. ارسم المستقيم أب .
٢. أركز البرجل في النقطة أ وبفتحة تزيد عن النصف أرسم قوساً أعلى المستقيم أب وقوساً تحته .
٣. أركز البرجل في النقطة ب وبنفس الفتحة أرسم قوسين يتقاطعا مع القوسين الأولين في نقطتين ج ، د .
٤. صل ج د وهو المنصف للمستقيم أب كما مبين في الشكل أدناه .



ملحوظة :

يمكن الاستغناء عن المستقيم ج د في حالة التقسيم فقط ووضع علامة على الخط أب كمنصف من تقاطع القوسين كما موضح في الشكل التالي . إلا أن الطريقة الأولى مفيدة لرسم الزاوية القائمة على الخط أب .

ج



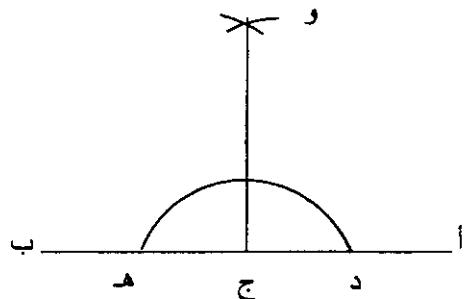
د

طريقة رسم عمود على المستقيم أ ب من النقطة ج  
مثال :

أقم عموداً على المستقيم أ ب من النقطة ج .

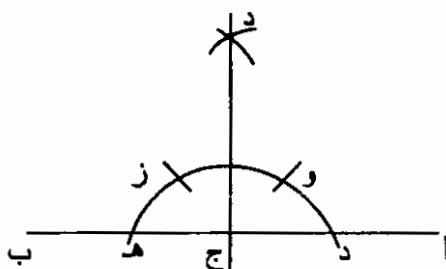
الطريقة :

١. أركز البرجل في النقطة ج وبفتحة مناسبة ارسم نصف دائرة تقطع المستقيم أ ب في نقطتين د ، ه
٢. أركز البرجل في كل من د ، ه وبين نفس الفتحة ارسم قوسين يتقاطعان في النقطة و .
٣. صل و ج وهو العمود المطلوب كما موضح في الشكل أدناه .



### طريقة أخرى :

١. أركز البرجل في النقطة ج وارسم نصف الدائرة التي تقطع المستقيم أ ب في النقطتين د ، ه .
٢. وبنفس الفتحة أركز البرجل في كل من د ، ه وارسم قوسين يقطعان نصف الدائرة في النقطتين و ، ز .
٣. أركز البرجل في كل من و ، ز وبنفس الفتحة ارسم قوسين ينتقاطعان في النقطة د .
٤. صل د ج وهو العمود المطلوب كما موضح في الشكل أدناه .



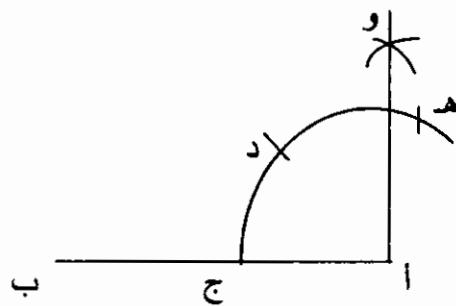
طريقة رسم عمود على طرف المستقيم أ ب  
مثال :-

أقم عموداً من النقطة هـ على النقطة أ من المستقيم أ ب .  
الطريقة :-

١. أرسم المستقيم أ ب .
٢. أركز البرجل في أ وبفتحة مناسبة أرسم قوساً يقطع المستقيم أ ب في النقطة ج .
٣. وبنفس الفتحة أركز البرجل في النقطة ج ولرسم قوساً يقطع القوس الأول في النقطة د .
٤. وبنفس الفتحة أركز البرجل على النقطة د وأرسم قوساً يقطع القوس الأول في هـ .

٥. متذداً هـ ، د كمركزين وبنفس المساحة ارسم قوسين يتقاطعان في  
النقطة و .

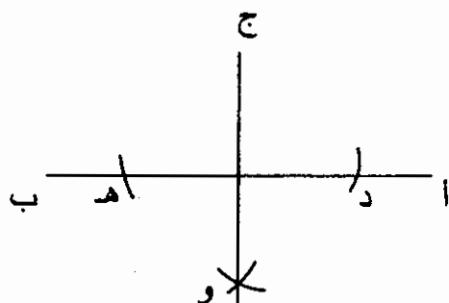
٦. صل و أ وهو العمود المطلوب كما موضح في الشكل أدناه .



رسم عمود على خط مستقيم من أي نقطة مخارجته عنه

مثلاً :

اقم عموداً على المستقيم  $AB$  من النقطة  $C$  الواقعة خارج المستقيم كما  
مبين في الشكل أدناه :



### الطريقة :

١. من النقطة المعلومة ج وبفتحة مناسبة أرسم قوسين يقطعان المستقيم أ ب في النقطتين د ، ه .
٢. أركز البرجل في كل من النقطتين د ، ه وبفتحة أكبر من نصف المستقيم د ه أرسم قوسين يتقاطعان أسفل المستقيم د ه في النقطة و .
٣. صل وج لتحصل على العمود المطلوب .

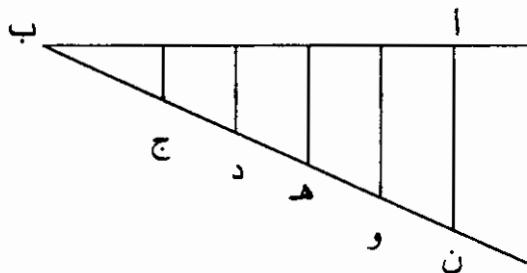
### تقسيم الخط المستقيم إلى أي عدد متساوي الأجزاء

مثال :

قسم الخط المستقيم أ ب الذي طوله ٩ سنتيمترات إلى خمسة أجزاء متساوية .

### الطريقة :

١. أرسم الخط المستقيم أ ب الذي طوله ٩ سم .
٢. من ب أرسم خطًا مائلًا بأي زاوية حادة تحت المستقيم أ ب .
٣. افتح البرجل بمقدار معلوم ثم قسم الخط المائل إلى خمسة أجزاء متساوية .
٤. صل النقطة ن مع أ .
٥. وبخطوط موازية للخط ن أ صل بقية النقاط الباقية مع المستقيم أ ب وبذلك تحصل على التقسيم المطلوب كما مبين في الشكل أدناه .

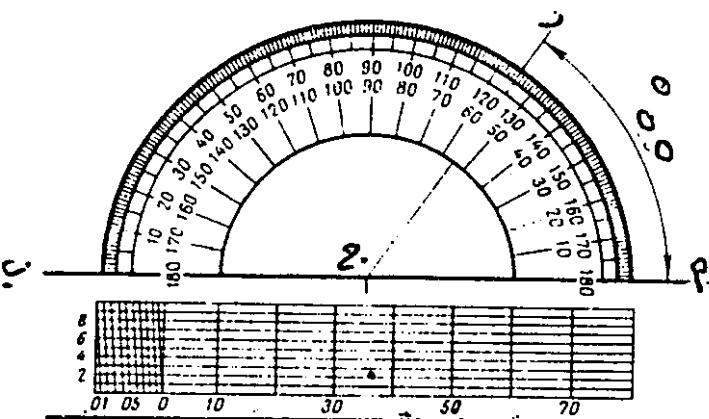


## طريقة إنشاء زاوية وتقسيمها إلى أي أجزاء متساوية

طريقة رسم الزاوية :

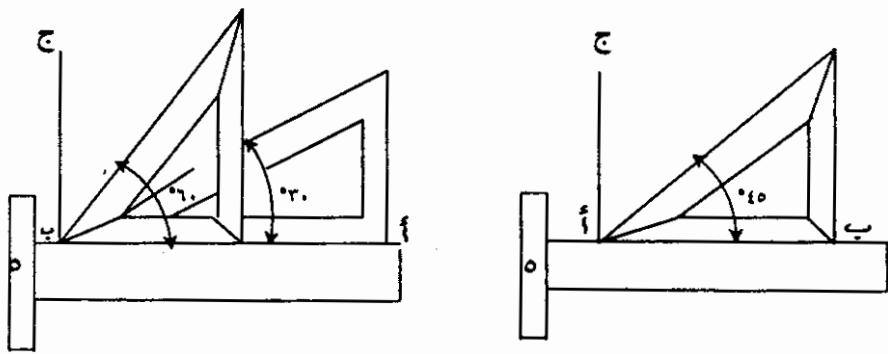
ترسم الزاوية بوحدة من طرق ثلاثة :

- يمكن رسم الزاوية باستخدام المنقلة . وفي هذه الطريقة توضع المنقلة على الخط المستقيم  $A-B$  بحيث تتطابق نقطة منتصف حافة المنقلة مع النقطة  $J$  المراد رسم الزاوية عليها . ثم توضع النقطة  $D$  فوق تدرج المنقلة بمقدار الزاوية المطلوبة "  $55^{\circ}$  " مثلاً .

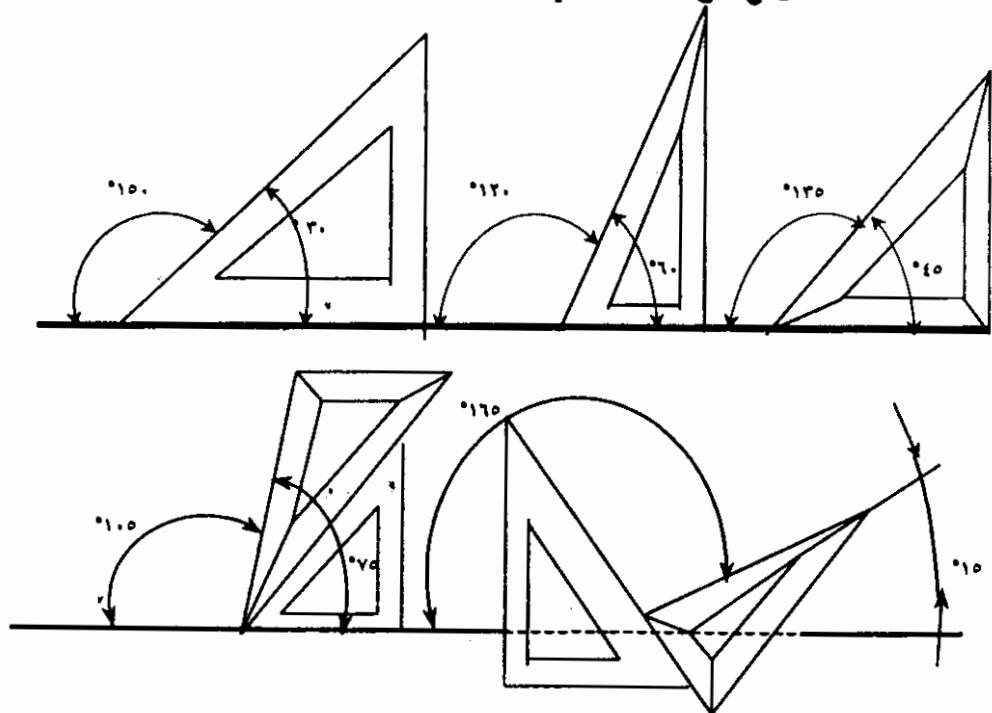


بعدها توصل النقطة  $D$  مع  $J$  لتحصل على الزاوية  $A-J-D$  "  $55^{\circ}$  " المطلوبة كما في الشكل أعلاه .

- كن رسم الزاوية باستخدام واحد من المثلثين  $45^{\circ}$  أو  $60^{\circ}/30^{\circ}$  . وفي هذه الحالة تثبت المسطرة حرفاً  $T$  ويوضع عليها المثلث  $45^{\circ}$  لرسم الزاوية  $45^{\circ}$  أو  $90^{\circ}$  أو يوضع عليها مثلث  $60^{\circ}/30^{\circ}$  لرسم الزوايا  $30^{\circ}, 60^{\circ}, 90^{\circ}$  ، كما في الشكل التالي

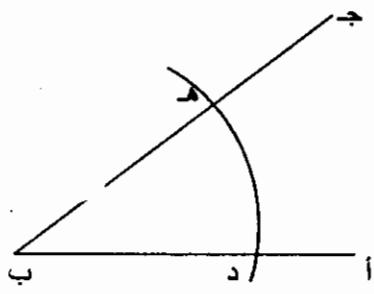


٣. ويمكن كذلك رسم الزاوية بمساعدة المثلثين  $60/30$  و  $45$  سوياً  
لرسم الزوايا  $75$ ,  $30$ ,  $45$ ,  $90$ ,  $60$ ,  $15$ ,  $120$ ,  $135$ ,  $105$ ,  $180$ ,  $45 + 60$ ,  $30 + 15$ ,  $60 - 30$ ,  $60 - 15$  .  
انظر البعض وضع المثلثات في الشكل أدناه :

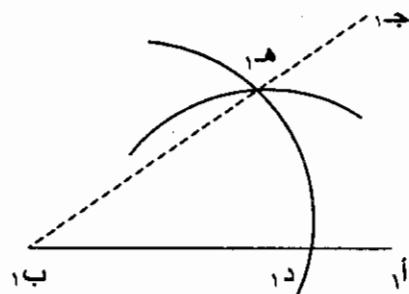


## طريقة رسم زاوية مساوية لزاوية أخرى أو طريقة نقل الزاوية

١. أرسم المستقيم  $A, B$ ، كواحد من ضلعي الزاوية المطلوبة .
٢. أركز البرجل في النقطة "ب" في الزاوية الأصلية وبفتحة مناسبة أرسم قوساً يقطع ضلعي الزاوية  $A, B$  ،  $B, C$  في النقطتين  $D, E$  .
٣. بنفس الفتحة أركز البرجل في النقطة  $B$ ، وارسم قوساً يقطع المستقيم  $A, B$  في النقطة  $D$  .



الزاوية الأصلية

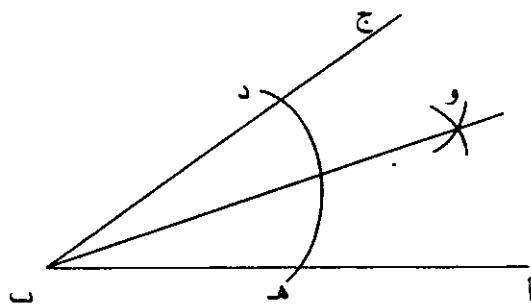


الزاوية المنقولة

٤. بواسطة البرجل قس المسافة  $D-E$  في الزاوية الأصلية ثم أركز البرجل في النقطة  $D$ ، كمركز وارسم قوساً يقطع القوس الأول في النقطة  $E$  .
٥. أرسم مستقيماً من  $B$  ، مارأ بالنقطة  $E$  ، حتى  $J$  ، حتى  $G$  ، وبذلك تكون  $\angle A, B, G$  هي الزاوية المطلوبة حسب الشكل أعلاه.

## طريقة تنصيف أي زاوية

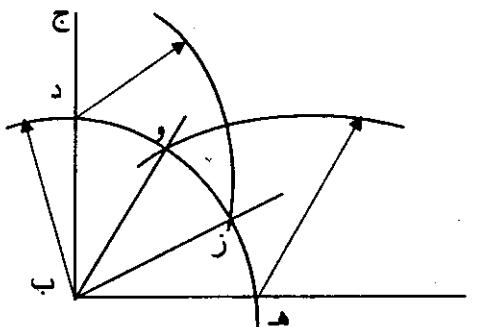
مثال : قسم الزاوية  $A$  بـ  $J$  إلى جزعين متساوين



الطريقة :-

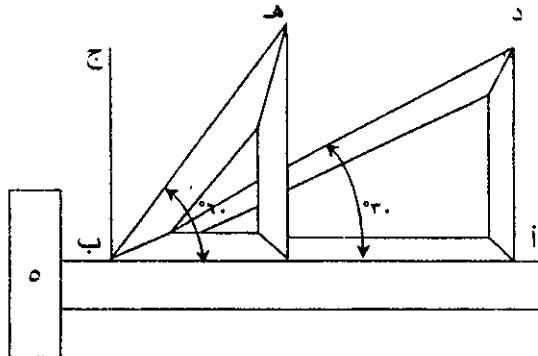
١. أركز البرجل في  $B$  وبفتحة معقولة أرسم قوساً يقطع ضلعي الزاوية في كل من  $D$  ،  $H$  .
٢. أركز البرجل في كل من  $D$  ،  $H$  وبفتحة أكبر من نصف القوس  $DH$  أرسم قوسين يتقاطعان في النقطة  $J$  .
٣. صل  $JB$  بخط مستقيم وهو المنصف لزاوية  $A$  بـ  $J$  . كما يمكن تنصيف الزاوية القائمة بالمثلث  $45^\circ$  .

## طريقة تقسيم الزاوية القائمة $A$ بـ $J$ إلى ثلاثة أجزاء متساوية



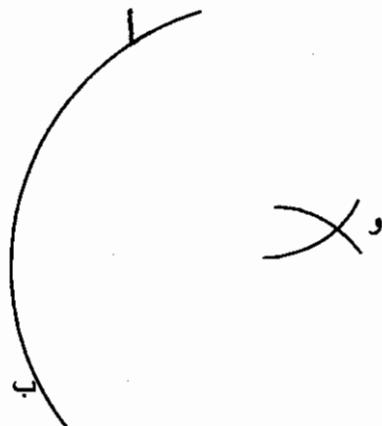
**الطريقة :**

١. أركز البرجل في النقطة ب وبفتحة مناسبة أرسم قوسا يقطع ضلع الزاوية في كل من د ، ه .
  ٢. وبنفس الفتحة أركز البرجل في كل من د ، ه وارسم قوسين ينقطعان مع القوس د ه في كل من و ز .
  ٣. صل و ب ، ز ب وهو المستقيمان اللذان يقسمان الزاوية القائمة أ ب ج إلى ثلاثة أجزاء متساوية . ومن الواضح أن زاوية و ب ه =  $60^\circ$  المثلث و ب ه متساوي الأضلاع ) وزاوية د ب ز تساوي  $60^\circ$  كذلك ( المثلث د ب ز متساوي الأضلاع ) .
- ويمكن كذلك تقسيم هذه الزاوية إلى ثلاثة أجزاء متساوية بواسطة المثلث  $30^\circ / 60^\circ$  والمسطرة حرف T كما مبين في الشكل أدناه
- بالطريقة التالية :



ثبت المثلث  $30^\circ / 60^\circ$  على حافة المسطرة حرف T وارسم أولًا الزاوية  $60^\circ$  "أ ب د". ثم ثبت المثلث على الوضع القائم لرسم الزاوية  $60^\circ$  "أ ب ه" وبهذه الطريقة تكون الزاوية أ ب ج قد قسمت إلى ثلاثة أجزاء متساوية وهي  $> \text{أ ب د} , > \text{د ب ه} , > \text{ه ب ج}$  كل منها ثلاثون درجة وذلك بواسطة المثلث  $30^\circ / 60^\circ$ .

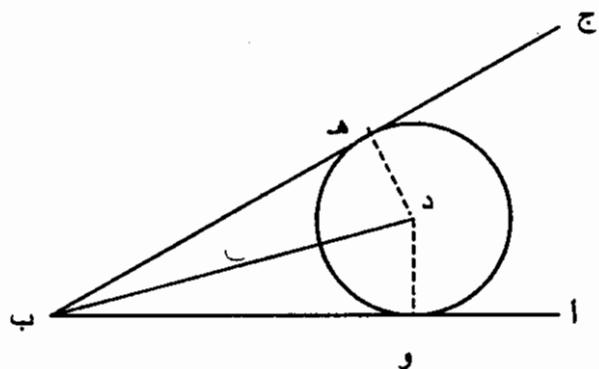
## طريقة تحديد مركز قوس معلوماً نصف قطره



الطريقة :

١. أركز البرجل في النقطة A على القوس وبفتحة تساوي نصف القطر ارسم قوساً.
٢. كرر ذلك في النقطة B أو أي نقطة أخرى على القوس .
٣. النقطة و تمثل تقاطع القوسين وهي مركز القوس المطلوب .

طريقة إنشاء قوس يمس ضلعي زاوية حادة  
ويبعد عن رأس الزاوية بمقابل معلوم



## الطريقة :

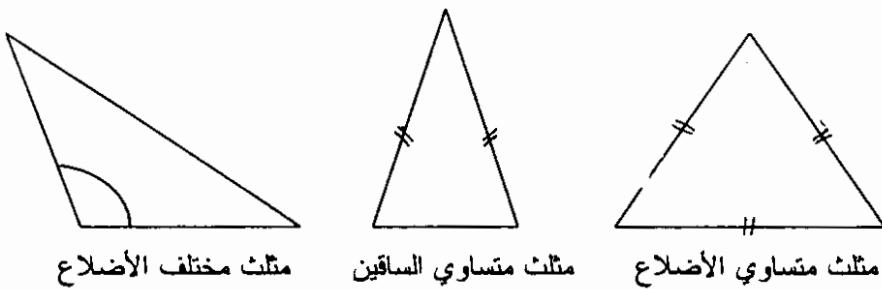
- (١) أرسم الزاوية  $A - B - C$  .
- (٢) نصف  $> A - B - C$  .
- (٣) حدد النقطة  $D$  على منصف الزاوية بحيث تبعد عن  $B$  بالمقدار المعلوم ثم أقسم عمودين من  $D$  على  $B - C$  ،  $A - B$  ليقطعاهما في  $H$  ، و على التوالي .
- (٤) أركز البرجل على  $D$  وبفتحةتساوي  $D - H$  أرسم قوساً يمس ضلعي الزاوية في  $H$  ، و وهو القوس المطلوب .

## المثلثات

المثلث عبارة عن شكل مغلق له ثلاثة أضلاع .

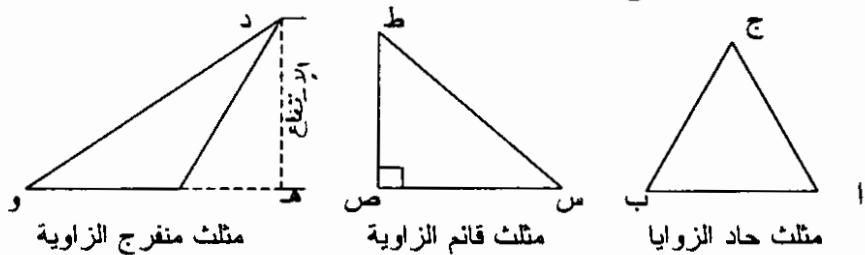
ويسمى المثلث وفقاً لشكله إما باضلاعه على النحو التالي : -

١. مثلث متساوي الأضلاع وتكون أضلاعه الثلاثة متساوية وفي هذه الحالة تكون كذلك زواياه متساوية .
٢. مثلث متساوي الساقين . ويكون فيه ضلعان متساويان .
٣. مثلث مختلف الأضلاع وذلك عندما تكون أضلاعه الثلاثة مختلفة عن بعضها في الأنسول .



أو يسمى بزواياه على النحو التالي : -

١. مثلث حاد الزوايا . وذلك عندما تكون كل زاوية فيه أقل من  ${}^{\circ}90$  .
٢. مثلث قائم الزاوية وذلك عندما تكون إحدى زواياه  ${}^{\circ}90$  .
٣. مثلث منفرج الزاوية وذلك عندما تكون إحدى زواياه أكثر من  ${}^{\circ}90$  .

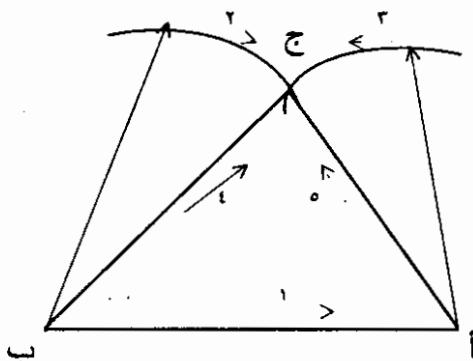


**نقاط هامة يجب تذكرها :**

١. أي ضلع من أضلاع المثلث يمكن أن يكون قاعدة له .
٢. ارتفاع المثلث عبارة عن العمود القائم على القاعدة أو امتدادها حتى قمة المثلث .
٣. مجموع زوايا المثلث  $180^\circ$  .
٤. مجموع أطوال أضلاع المثلث يسمى محيط المثلث .

**١) طريقة رسم مثلث بمعنومية أضلاعه الثلاثة**

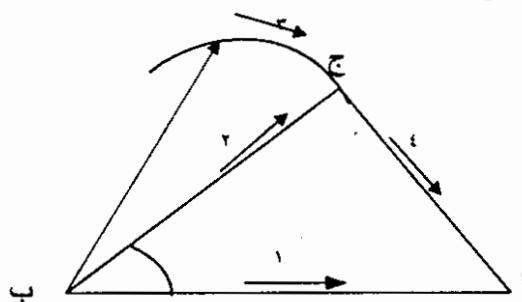
١. أرسم المستقيم أ ب يمثل أحد أضلاع المثلث .
٢. أركز البرجل في النقطة أ وبفتحة تساوي أحد الضلعين الآخرين أرسم قوساً .
٣. أركز البرجل في النقطة ب وبفتحة تساوي طول الصلع الآخر أرسم قوساً ينقطع مع القوس الأول في النقطة ج .



صل "ج أ" و "ج ب" لتحصل على الشكل المطلوب .

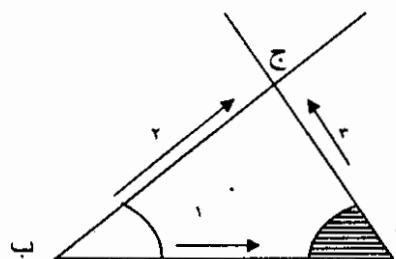
**(٢) طريقة رسم المثلث بمعرفة ضلعين والزاوية المحسورة بينهما :**

١. ارسم القاعدة أ ب .
٢. بواسطة المنقلة حدد الزاوية المحسورة من ب وارسم خطأ ممتدأ وبواسطة البرجل حدد طول الضلع عند ج .
٣. صل ج أ لتحصل على الشكل المطلوب .



**(٣) طريقة رسم المثلث بمعرفة طول القاعدة وزاويتيها الطريقة :**

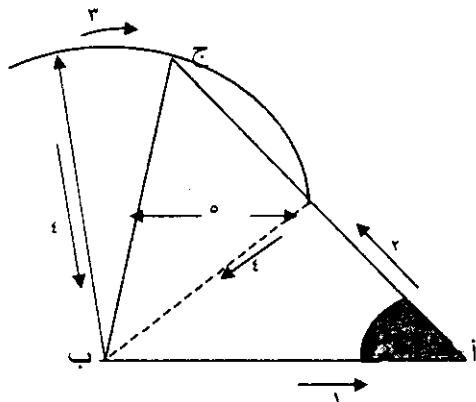
١. ارسم القاعدة أ ب .
٢. حدد الزاوية أ بالمنقلة وارسم خطأ ممتدأ .
٣. حدد زاوية ب بالمنقلة وارسم خطأ ممتدأ ينقطع مع الخط الأول في ج .
٤. صل ج أ ، ج ب لتحصل على النشك المطلوب .



٤) طريقة رسم المثلث بمعرفة طول القاعدة  
وأحدى زاويتها وطول ضلع آخر

الطريقة :

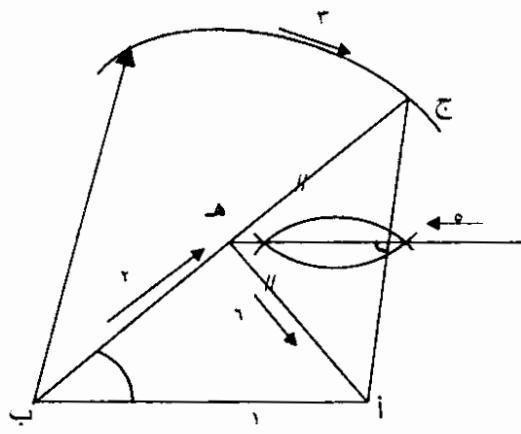
١. ارسم القاعدة  $AB$ .
٢. حدد الزاوية  $A$  بالمنقلة وارسم خطًا ممتدًا عليها.
٣. أركز البرجل في  $B$  وبفتحة تساوي طول الضلع المعلوم ارسم قوساً ينقطع مع ضلع الزاوية الممتد في  $H$ .
٤. صل  $JH$  لتحصل على المثلث المطلوب.



٥) طريقة رسم مثلث بمعرفة طول القاعدة وإحدى زاويتها ومجموع طولي الضلعين الآخرين

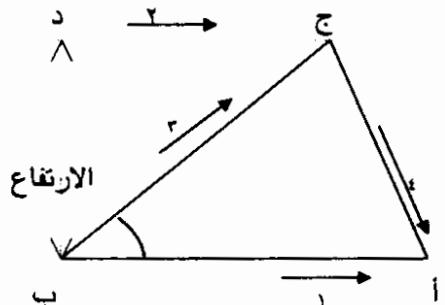
الطريقة :

١. أرسم القاعدة  $AB$ .
٢. من  $B$  حدد الزاوية  $A$  وارسم خطًا ممتدًا.
٣. أركز في  $B$  وبفتحة تساوي مجموع الضلعين أرسم قوساً ينقطع مع ضلع الزاوية الممتد عند  $J$ .
٤. صل  $JB$  ثم نصفه بخط عمودي ينقطع مع  $JH$  في  $H$ .



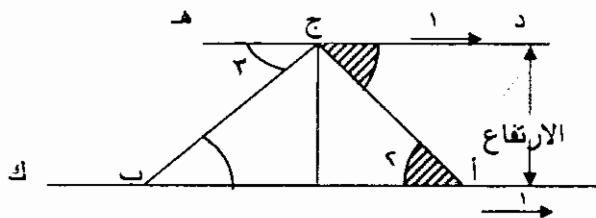
أب هـ هو المثلث المطلوب  
٦) طريقة رسم مثلث بمعرفة طول القاعدة  
وأحدى زاويتها ومقدار الارتفاع  
الطريقة :

١. أرسم القاعدة أ ب .
٢. أسقط عموداً على ب وحدد عليه مقدار الارتفاع في د .
٣. أرسم د هـ موازياً أ ب .
٤. حدد زاوية ب بالمنقلة وارسم مستقيماً ليتقاطع مع د هـ في النقطة ج .
٥. صل ج أ لتحصل على المثلث المطلوب أ ب ج .



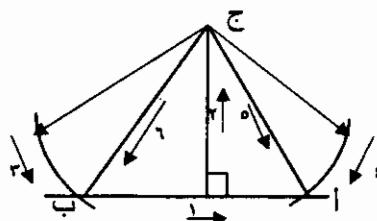
٧) طريقة رسم المثلث بمعرفة الارتفاع وزاويتي القاعدة  
الطريقة :

١. أرسم المستقيم أك . على امتداد النقطة أ أقم عموداً حدد عليه مقدار الارتفاع وارسم د هـ موازياً للخط أك .
٢. بواسطة المنقلة حدد زاوية أ مساوية لاحدي زاويتي القاعدة ومد ضلعها ليلاقي د هـ في ج .
٣. حدد زاوية هـ ج و بالمنقلة لتكون مساوية للزاوية الأخرى ومد ضلعها ليلاقي أك في ب .
٤. أ ب ج هو المثلث المطلوب .



٨) طريقة رسم المثلث بمعلومية مقدار الارتفاع وطول الضلعين

١. بواسطة المسطرة حرف T أرسم خطأً أفقياً .
٢. أقم على الخط الأفقي عموداً ثم حدد عليه مقدار الارتفاع وسمه ج .
٣. أركز البرجل في ج وبفتحة تساوي طول أحد الضلعين أرسم قوساً يقطع الخط الآخر في نقطة سماها أ مثلاً .
٤. أركز البرجل في ج كذلك وبفتحة تساوي طول الضلع الآخر أرسم قوساً يقطع الخط الأفقي في نقطة سماها ب .
٥. صل أ ج ، ب ج لتحصل على المثلث المطلوب .



٩) طريقة رسم المثلث بمعلومية طول القاعدة ونسبة الزوايا مثلاً  $3 : 4 : 5$

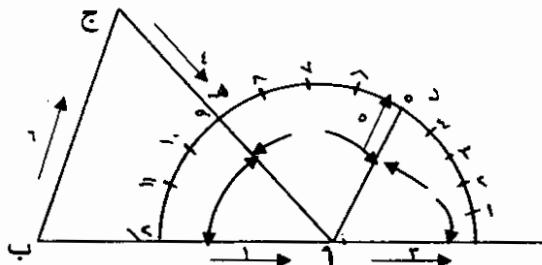
الطريقة :

١. ارسم القاعدة  $AB$ .

٢. اركز البرجل في  $A$  وبفتحة مناسبة ارسم قوساً.

٣. قسم القوس إلى ١٢ جزءاً متساوياً ((مجموع النسب)).

٤. صل النقطة  $D$  (عند الجزء الخامس من القوس) مع  $A$ .



٥. احسب أربعة أجزاء بعد النقطة  $D$  وستكون عند النقطة  $H$  (عند الجزء التاسع من القوس). ثم صل  $AH$  ومده على استقامته.

٦. من النقطة  $B$  ارسم خطأ موازي للخط  $AD$  ليتقاطع مع امتداد الخط  $AH$  في نقطة  $J$ .

٧.  $ABJ$  هو المثلث المطلوب.

١٠) طريقة رسم المثلث بمعرفة طول القاعدة وأحد الأضلاع وزاوية القمة

الطريقة :

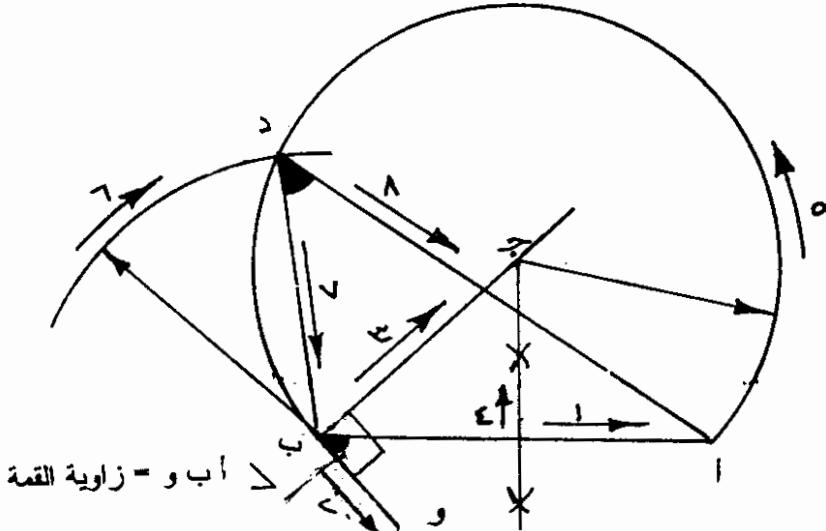
١. ارسم القاعدة  $AB$ .

٢. من  $B$  حدد زاوية  $AB$  وتساوي زاوية القمة كما في الشكل.

٣. من  $B$  كذلك ارسم مستقيماً يكمل هذه الزاوية إلى  $90^\circ$  ومده على استقامته.

٤. نصف القاعدة  $AB$  بخط عمودي يتقاطع مع المستقيم السابق في النقطة  $J$ .

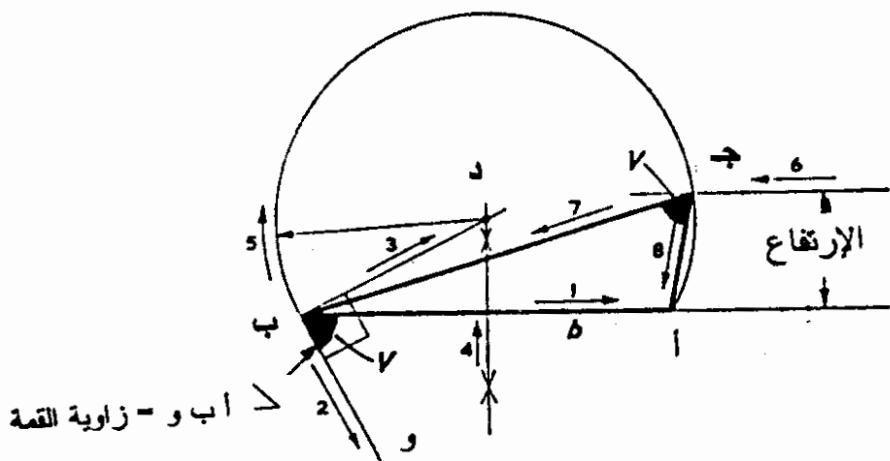
٥. أركز البرجل في النقطة ج وبفتحة تساوي ج ا لرسم دائرة يتقاطع مع طرف القاعدة اب
٦. أركز البرجل في ب وبفتحة تساوي الضلع المعلوم أرسم قوساً يتقاطع مع الدائرة عند د. ٧. صل د ب.
٨. صل د ا لتحصل على المثلث المطلوب (أب د).



### ١١) طريقة رسم المثلث بمعطومية طول القاعدة و مقدار الارتفاع و زاوية القمة

**الطريقة**

١. رسم القاعدة اب .
٢. حدد من ب زاوية مساوية لزاوية القمة كما في الشكل .
٣. أكمل هذه الزاوية إلى  $90^\circ$  وارسم خطأ على امتدادها .
٤. نصف القاعدة بمستقيم يتقاطع مع ضلع الزاوية القائمة عند د .
٥. أركز البرجل في د وبفتحة تساوي ب د أرسم دائرة .
٦. على امتداد القاعدة ب ا أنشئ عموداً حدد عليه الارتفاع ثم لرسم خطأ أفقياً عند نهايته موازياً للقاعدة اب ليتقاطع مع الدائرة عند نقطة ج.

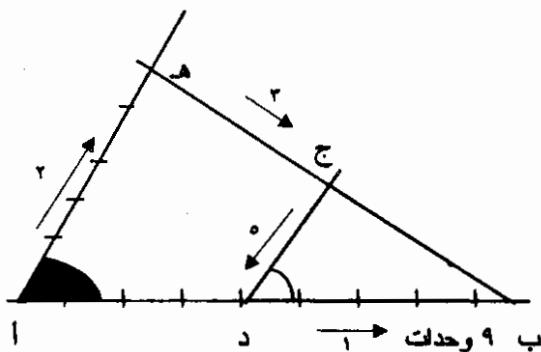


.٧. صل ج ب لتحصل على المثلث أب ج المطلوب .

(١٢) طريقة رسم المثلث بمعلمة طول ضلع والزاوية المقابلة له ونسبة الضلعين الآخرين ٥ : ٩ مثلاً

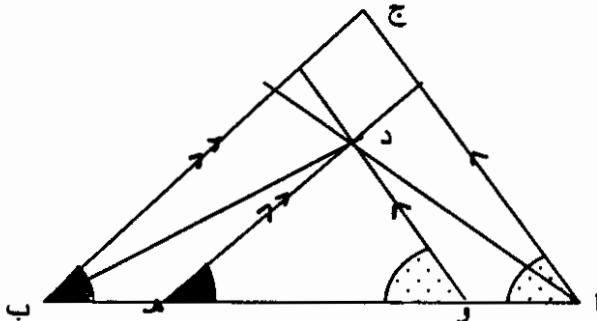
#### الطريقة

١. أرسم خطأ أفقياً أب طوله ٩ وحدات .
٢. من النقطة أ وبواسطة المنقلة لرسم الزاوية المقابلة بطول ضلع يساوي ٥ وحدات (أـه) .
٣. صل بـه وحدد عليه النقطة ج بحيث تكون بـج تساوي طول الضلع المعلوم .
٤. من النقطة ج أرسم خطأ موازياً لل المستقيم أـه ليلاقي بـج في دـ.
٥. المثلث بـ دـ ج هو المثلث المطلوب .



### (١٣) طريقة رسم المثلث بمعطومية محبيطه وزاويتي القاعدة

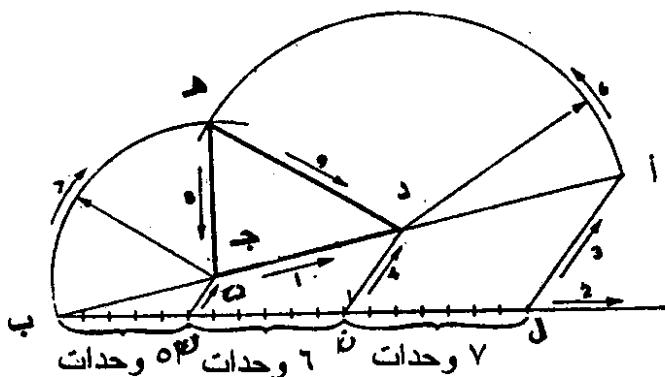
١. أرسم المستقيم  $AB$  يمثل محبيط المثلث.
٢. من  $A$  حدد إحدى الزوايا المعلومة.
٣. وكذلك من  $B$  حدد الزاوية المعلومة الأخرى ليتقاطع خطان امتداد لزوايتين عند  $J$ .
٤. نصف زاوية  $A$ .
٥. ثم نصف زاوية  $B$  ليتقاطع المنصفان عند  $D$ . من  $D$  أرسم مستقيماً موازياً للخط  $JB$  ليقطع المستقيم  $AB$  في  $H$ .
٦. أرسم الخط  $DH$  موازياً للخط  $AJ$  ويقطع  $AJ$  في  $I$  وتحصل على المثلث المطلوب  $ABC$ .



(١٤) طريقة رسم المثلث بمعطومية محيطه ونسبة أطوال الأضلاع  $5 : 6 : 7$  مثلاً

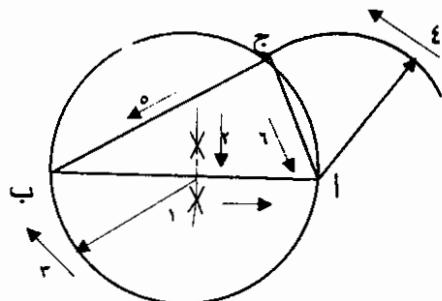
الطريقة :

- .١ أرسم المستقيم  $أب$  يساوي محيط المثلث .
- .٢ أرسم مستقيماً آخر  $بـل$  ليلاقي  $أب$  في زاوية حادة وقسمه إلى ثمانية عشر قسماً متساوياً "مجموع ونسب الأضلاع".
- .٣ حدد النقاط  $ك$  ،  $ن$  على  $بـل$  بحيث يكون  $بـك = 5$  وحدات ،  $كـن = 6$  وحدات .
- .٤ صل  $أـكـنـل$  .



- .٥ من النقطتين  $ك$  ،  $ن$  أرسم خطين موازيين لل المستقيم  $أـل$  ليلاقيا  $أـب$  في  $ج$  ،  $د$  على التوالي .
- .٦ أركز البرجل في النقطة  $د$  وبفتحة تساوي  $دـأ$  ارسم قوساً نم اركز البرجل على النقطة  $ج$  وبفتحة تساوي  $جـب$  ارسم قوساً آخر لينتقطع القوسان عند النقطة  $هـ$  .
- .٧ صل  $هـدـهـج$  لتحصل على المثلث المطلوب  $جـدـهـ$  .

## ١٥) طريقة رسم المثلث قائم الزاوية بمعلومات الوتر وضلع واحد



**الطريقة :**

١. ارسم الوتر  $AB$  .
٢. نصف الوتر .
٣. اركز البرجل في منتصف الوتر وبفتحة تساوي نصف الوتر ارسم دائرة .
٤. اركز البرجل في  $A$  وبفتحة تساوي الضلع المعلوم ارسم قوساً يقطع دائرة في  $C$  .
٥. صل  $CB$  .
٦. صل  $CA$  لتحصل على المثلث المطلوب  $ABC$  .

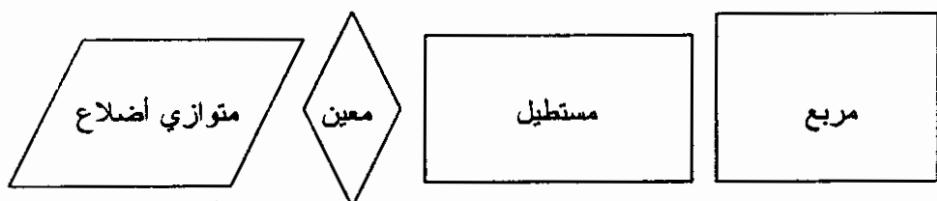
## تمارين

١. أرسم المثلث  $A B C$  إذا علمت أن طول قاعدته  $A B = 3$  بوصة وارتفاعه  $\frac{1}{2}$  بوصة و  $\angle A B C = 57^\circ$ .
٢. أرسم أرسم المثلث  $A B C$  بالمعطيات الآتية : -  
 $A B = 4$  سم  $\angle A B C = 60^\circ$  ارتفاع المثلث  $\frac{1}{2}$  سـم .
٣. أرسم المثلث  $A B C$  إذا علمت أن أطول أضلاعه  $\frac{1}{2} \times 4 = 2$  سم على التوالي .
٤. أرسم المثلث  $A B C$  إذا علمت أن محطيه ٨ بوصات وأضلاعه على النسب  $1,5 : 2 : 3$  .
٥. أرسم المثلث  $A B C$  الذي محطيه ١٠ سم وزاويتا القاعدة  $45^\circ, 60^\circ$ .
٦. أرسم المثلث  $A B C$  الذي طول قاعدته  $A B = 6$  سم و  $\angle B = 55^\circ$  ونسبة الضلعين الآخرين  $3 : 5$  .
٧. أرسم المثلث الذي نسبة طول أضلاعه  $5 : 7 : 9$  ومحطيه ١٢ سم
٨. طول قاعدة المثلث  $A B C = 4$  بوصات ،  $\angle B = 90^\circ$ .  
المطلوب رسم المثلث في الحالات التالية : -  
 (أ) عندما يكون الضلع  $B C = 2$  بوصة .  
 (ب) عندما يكون ارتفاعه  $= \frac{1}{2} \times 1$  بوصة .  
 (ج) عندما يكون طول الضلعين  $B C, A C$  بـ  $2 : 3$  .  
 وفي كل حالة قس  $A C$  إلى أقرب  $\frac{1}{16}$  من البوصة .

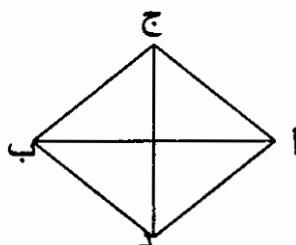
٩. ارسم المثلث  $\triangle ABC$  الذي يبلغ ارتفاعه  $1\frac{1}{2}$  بوصة وقاعدته  $AB$  وزاويتي القاعدة  $\angle A$  و  $\angle B$  على التوالي  $52^\circ$  و  $67^\circ$ .
١٠. ارسم الخط الأفقي  $AB$  الذي طوله ١٢ سم ، ثم ارسم عليه المثلث الذي أضلاعه على النسب  $2 : 3 : 4$ .
١١. ارسم المثلث  $\triangle ABC$  الذي قاعدته  $AB = 2\frac{1}{2}$  بوصة ،  $\angle B = 43^\circ$  ومجموع طولي الضلعين  $B + C = 5$  بوصة .

## المتوازيات

متوازي الأضلاع هو عبارة عن شكل مغلق له أربعة أضلاع ، كل ضلعين متقابلين فيه متوازيين ومتتساوين .  
الأشكال المتوازية لذاته تبين المربع ، المستطيل ، المعين ومتوازي الأضلاع على التوالي . ولهذه الأشكال الخصائص التالية : -

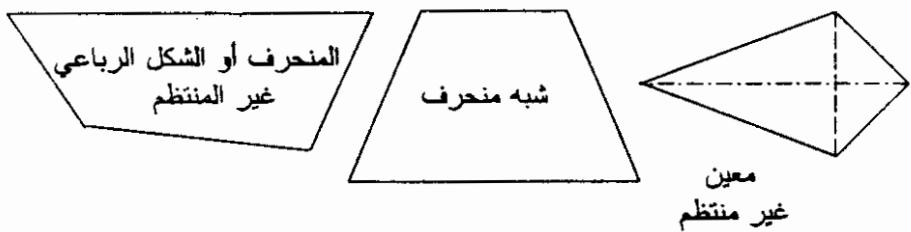


- الزوايا المقابلة متساوية .
- الخطوط القطرية تتصف بعضها .
- كل خط أو مستقيم قطري يقسم الشكل إلى مثلثين متساوين ومتطابقين والمثلثات الأربع في الشكل لذاته متساوية المساحة .



### الأشكال الرباعية غير المنتظمة :

هي أشكال لها أربعة أضلاع غير متساوية . الأشكال التالية تبين الأشكال الرباعية غير المنتظمة .

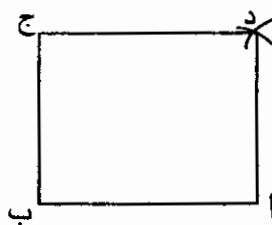


المعين غير المنتظم شبيه بالمعين المنتظم ، أحد قطريه أكبر من الآخر ، ينصف القطر الكبير القطر الصغير ويساوي فيه كل زوجين من أضلاعه .

### طريقة رسم مربع معلوم طول ضلعه بالمسطرة حرف T والمثلث والبرجل

خطوات العمل :

١. أرسم مستقيماً أفقياً بالمسطرة حرف T وحدد عليه طول الصلع A ب .
٢. من نقطة ب أقم عموداً وحدد عليه طول الصلع ب ج .
٣. أركز البرجل في A وبفتحة تساوي طول الصلع أرسم قوساً في الإتجاه الرأسي .
٤. أركز الرجل في ج وبفتحة تساوي طول الصلع أرسم قوساً في الإتجاه الأفقي ليقطع القوس الأول في النقطة د .

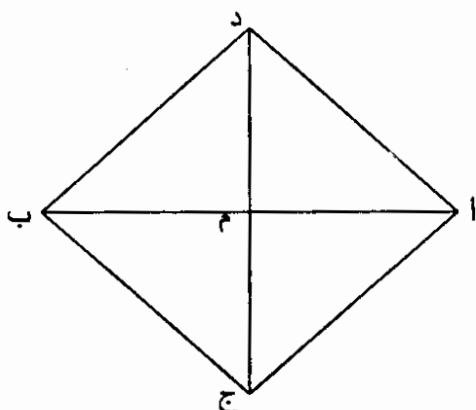


٥. صل د A ، د ج لتحصل على الشكل المطلوب . نفس الطريقة تتبع لرسم المستطيل .

**طريقة رسم مربع بمعنومية قطره أ ب : -**

**خطوات العمل :**

١. أرسم المستقيم أ ب معلوم الطول .
٢. نصف أ ب بمستقيم عمودي في نقطة م .
٣. أركز البرجل في م وبفتحة مقدارها م أ ، أرسم قوسين يتقاطعان مع المنصف في النقطتين ج ، د .
٤. صل ج أ ، د أ ، د ب ، ب ج لتحصل على الشكل المطلوب .



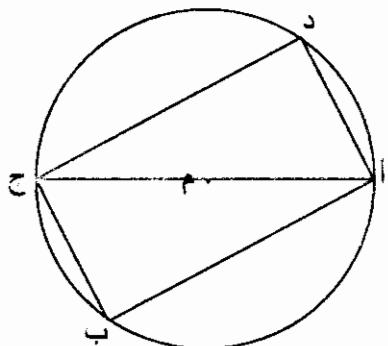
**طريقة رسم مستطيل بمعنومية طول قطره وأحد أضلاعه**

**مثلاً :**

أرسم المستطيل أ ب ج د الذي طول قطره أ ج ٦ سم وطول الضلع أ ب ٣ سم .

**خطوات العمل :**

١. أرسم المستقيم أ ج ثم نصفه في نقطة م .
٢. أركز البرجل في م وبفتحة تساوي م أ أرسم دائرة .



٣. أركز البرجل في كل من  $A$  ،  $G$  وبفتحة تساوي الضلع المعلوم أرسم قوسين يقطعان محيط الدائرة في كل من  $D$  ،  $B$  .
٤. صل  $DA$  ،  $AB$  ،  $BG$  ،  $GD$  لتحصل على المستطيل  $ABGD$  .

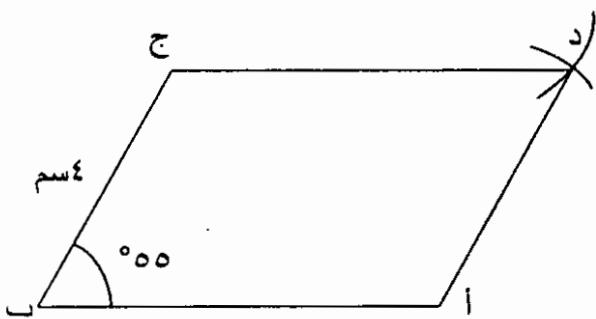
**طريقة رسم المعين المنتظم بمعلومية طول ضلعه وواحدة من زواياه :**

**مثال :**

أرسم المعين المنتظم  $ABGD$  إذا علمت أن طول الضلع  $AB = 4$  سم وزاوية  $\angle AGB = 55^\circ$  .

**الحل :**

١. أرسم المستقيم  $AB = 4$  سم .
٢. حدد بالمنقلة من  $B$  الزاوية  $55^\circ$  ليرسم على ضلعها ، الضلع  $BG = 4$  سم هنذاك .
٣. أركز البرجل في  $G$  وبفتحة تساوي طول الضلع  $4$  سم أرسم قوساً في الاتجاه الأفقي .
٤. أركز البرجل في  $A$  وبفتحة تساوي طول الضلع  $4$  سم أرسم قوساً في الاتجاه الرأسي ليتقاطع مع القوس الأول في النقطة  $D$  .



- .٥. صل دا .  
٦. صل د ج لتحصل على المعين المطلوب أب ج د .

**طريقة رسم متوازي الأضلاع بمعطومية ضلعه وواحدة من زواياه**

مثال :

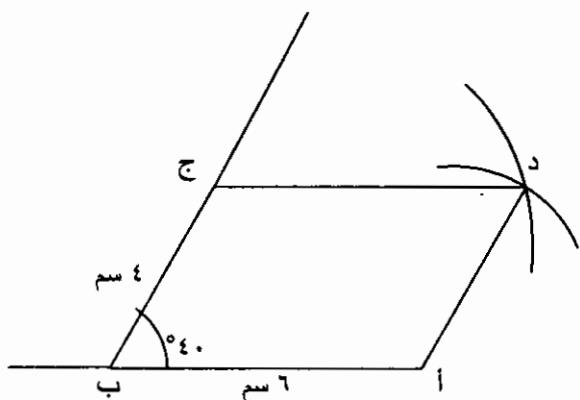
أرسم متوازي الأضلاع أ ب ج د إذا علمت أن طول أ ب = ٦ سم  
و طول ب ج = ٤ سم وزاوية أ ب ج =  $40^\circ$  .

الحل :

١. أرسم المستقيم أ ب بطول ٦ سم .
٢. من ب أرسم الزاوية أ ب ج  $40^\circ$  .
٣. قس على ضلع الزاوية أ ب ج طول الضلع ب ج .
٤. أركز البرجل في ج وبفتحة تساوي أ ب لرسم قوساً في الاتجاه الأفقي .
٥. أركز البرجل في النقطة أ وبفتحة تساوي ب ج أرسم قوساً في الاتجاه الرأسى يتقاطع مع القوس الأول في نقطة د .

.٦ صل دأ .

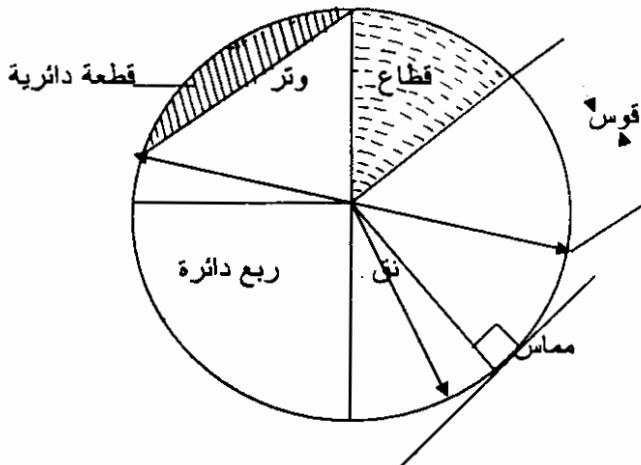
.٧ صل دج لتحصل على متوازي الأضلاع المطلوب أ ب ج د .



# الدائرة

تعريف الدائرة :

١. الدائرة : عبارة عن سطح مستو محدود بخط منحن مغلق ○ جميع نقاطه على أبعاد متساوية من نقطة ثابتة تسمى مركز الدائرة (م) ويسمى الخط المنحني المغلق محيط الدائرة .  
الخط المستقيم الواصل من مركز الدائرة إلى أي نقطة في المحيط يسمى نصف قطر الدائرة (نق) .
٢. القوس : هو جزء من محيط الدائرة .
٣. الوتر : هو الخط الواصل بين نهايتي قوس ولا يمر بمركز الدائرة .



٤. القطاع الدائري : هو جزء من محيط الدائرة محصور بين قوس ونصف قطر .
٥. القطعة الدائريّة : هي جزء من سطح الدائرة محصور بين قوس ووتره
٦. المماس : هو الخط المستقيم الذي يمس محيط الدائرة في نقطة واحدة ويكون عمودياً على نصف القطر .

### طريقة رسم الدائرة

ترسم الدائرة إذا عرف نصف قطرها وذلك بفتح البرجل بمقدار ( نق )  
الدائرة ثم يركز البرجل في ( م ) وترسم الدائرة .

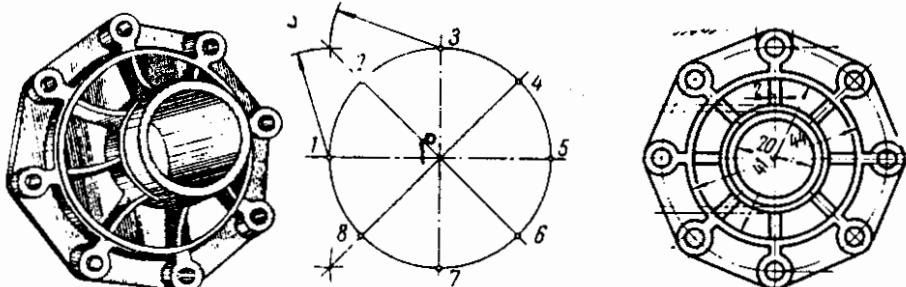
### طريقة تقسيم الدائرة إلى أربعة أجزاء أو ثمانية أجزاء متساوية

مثال :

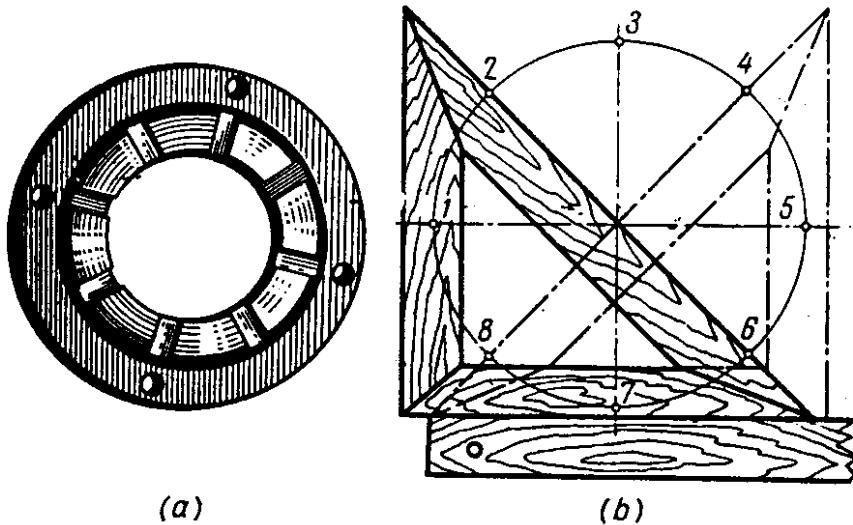
حدد مراكز ثمانية تقوب على محيط فلنشة دائيرية قطرها ٦ سم على  
مسافات متساوية .

الحل :

١. أرسم مستقيمين ( أفقي ورأسي ) طول كلِّيهما ٦ سم متقطعين  
عمودياً في النقطة م .
٢. أركز البرجل في النقطة م وأرسم الدائرة معلومة القطر .
٣. محيط الدائرة يقطع المستقيمين المتقطعين في النقاط ( ١ ، ٣ ، ٥ ، ٧ ) وهي تقسم الدائرة إلى أربعة أجزاء متساوية . يمكن الحصول  
على النقاط الباقية ( ٤ ، ٦ ، ٨ ) وذلك :



٤. لايجاد المركزين ٢ ، ٦ . أركز البرجل في النقطة ١ وبفتحة تزيد عن نصف القوس  $\frac{3}{1}$  أرسم قوساً .
٥. أركز البرجل في النقطة ٣ وبنفس الفتحة أرسم قوساً ليقاطع مع القوس الأول في نقطة د .
٦. صل هذه النقطة بمركز الدائرة ومده على استقامته ليقطع محيط الدائرة في النقطتين ٢ ، ٦ .
٧. وبنفس الطريقة بارتكاز البرجل في كل من النقطتين ٥ / ٣ وبفتحة تزيد عن نصف القوس  $\frac{3}{5}$  نحصل على تقاطع قوسين في نقطة ه نمد من هذه النقطة مستقيماً مارأ بمركز الدائرة ويقطع محيط الدائرة في النقطتين ٤ ، ٨ .
- النقط ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨ هي مراكز الثقوب المطلوبة وهي التي تقسّم الدائرة إلى ثمانية أجزاء متساوية .
- كذلك يمكن تقسيم الدائرة إلى أربعة أجزاء متساوية بواسطة المثلث كما مبين في الشكل التالي .

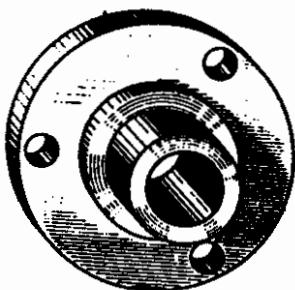


**طريقة تقسيم الدائرة إلى ١٢، ٦، ٣ جزء متساوية**

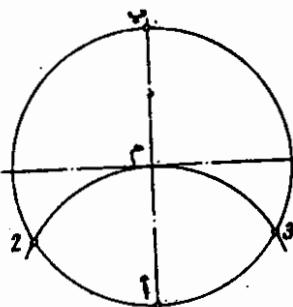
**مثل :**

لوجد مراكز ثلاثة ثقوب على بعد متساوية على محيط دائرة قطرها ٧ سم.  
**الطريقة :**

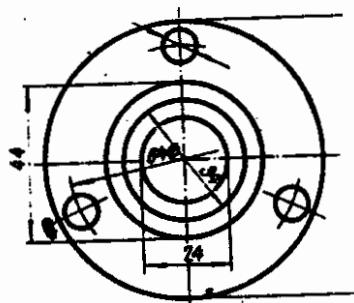
١. ارسم قطر الدائرة أب = ٧ سم ثم نصفه في م بمستقيم عمودي.
٢. اركز البرجل في م وارسم الدائرة ليتقاطع محيطها مع القطر في نقطتي ١ ، ب .
٣. اركز البرجل في أ وبفتحة تساوي أ م ارسم قوساً يقطع محيط الدائرة في النقطتين ٢ ، ٣ .



(أ)

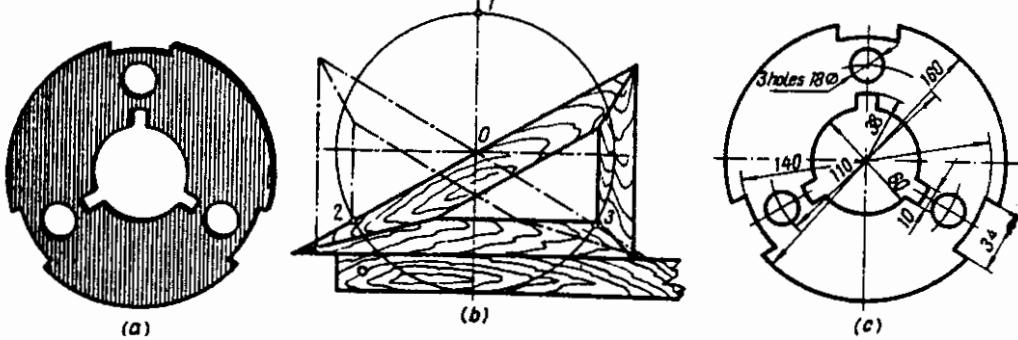


(ب)



(ج)

للنقاط ب ، ٢ ، ٣ هي مراكز الثقوب المطلوبة وهي التي تقسם الدائرة التي محيطها ٧ سم إلى ثلاثة أجزاء متساوية .  
كذلك يمكن إيجاد مراكز هذه الثقوب أو تقسيم الدائرة إلى ثلاثة أقسام متساوية بواسطة المثلث  $60/30^{\circ}$  كما مبين في الشكل التالي .



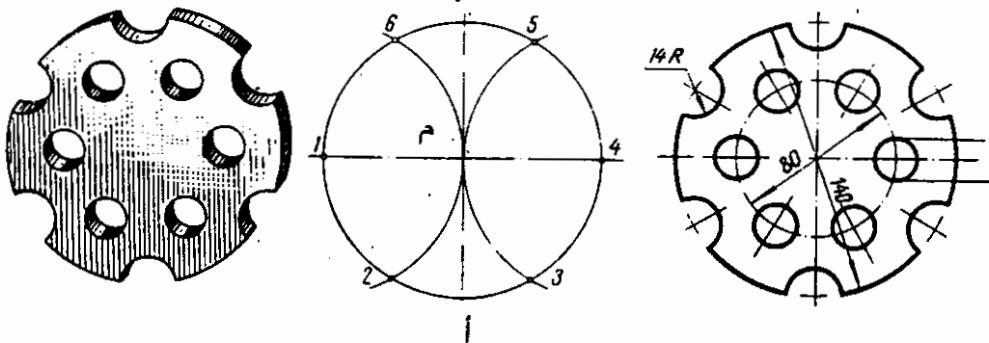
**مثل :**

أوجد مراكز ٦ تقوب متساوية الأبعاد على سطح دائرة قطرها ٦ سم .

**الطريقة :**

١. أرسم قطر الدائرة ٦ سم ورقم طرفيه ١ ، ٤ ثم نصفه في م بمستقيم اب.
٢. أركز البرجل في النقطة ٤ وبفتحة تساوي نصف قطر الدائرة أرسم قوساً يقطع محيط الدائرة في نقطتين ٣ ، ٥ .
٣. أركز البرجل في النقطة ١ وبفتحة تساوي نصف قطر الدائرة أرسم قوساً آخر يقطع محيط الدائرة في نقطتين ٢ ، ٦ . النقاط ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ هي مراكز التقوب المطلوبة وهي التي تقسم الدائرة إلى ٦ أجزاء متساوية كما مبين في الشكل التالي .

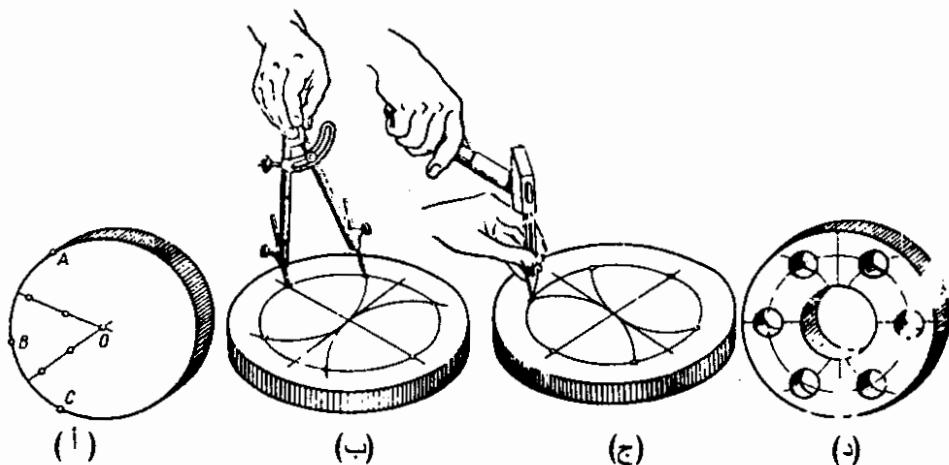
**ب**



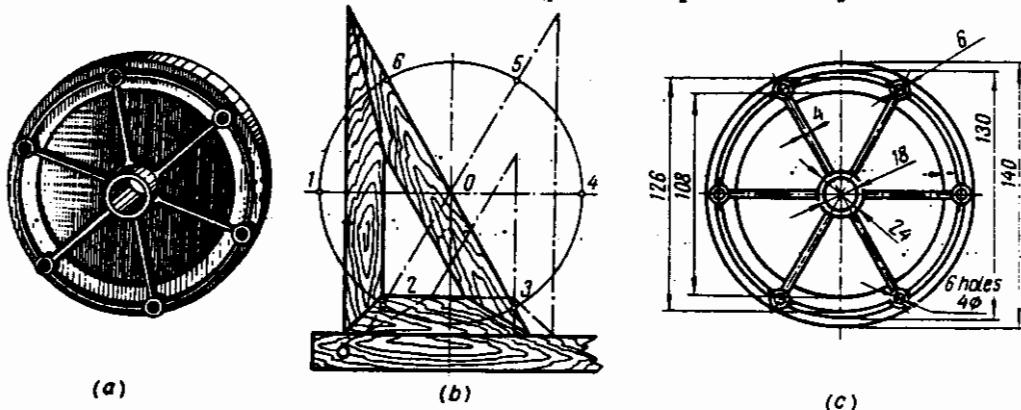
إن تقسيم الدائرة إلى عدة أجزاء مهم جداً في الرسم الهندسي ، وذلك لأن كثيراً من الفلنשات تتخذ الشكل دائري ، كما أن الطالب يجد أن أكثر الأشكال التي يتعامل معها تكون دائيرية الشكل (تروس العاكنات ، العجلات .. وغيرها).

لذلك فمن المهم على الطالب أن يتبعو عى تقسيم الدائرة إلى عدة أجزاء ثم التعامل مع هذه الأجزاء بالصورة السليمة التي يتطلبها الموقف .

والشكل التالي يوضح طريقة تقسيم شكل دائري إلى 6 أجزاء بطريقة عملية باستخدام البرجل ثم باستخدام الأجنحة والشاكوش .  
(على الطالب أن يحاول ذلك عملياً) .

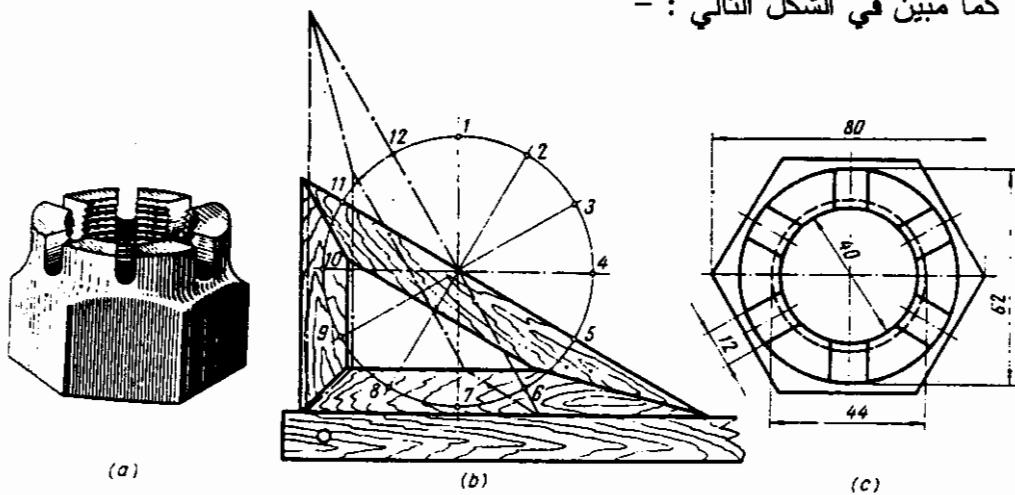


كما يمكن تقسيم الدائرة إلى ستة أجزاء متساوية باستخدام المثلث °٣٠ / °٦٠ كما مبين في الشكل التالي .



كما يمكن أن تقسم الدائرة إلى اثنى عشر جزءاً باستخدام البرجل كما في طريقة تقسيم الدائرة إلى ٦ أجزاء . الفرق الوحيد هو اتخاذ نقطتي A ، B كمرتكزين وإنشاء قوسين يقطعان محيط الدائرة في أربعة نقاط ثم إضافة نقطتي A ، B ليكتمل التقسيم إلى ١٢ جزءاً متساوياً .

ويمكن كذلك تقسيم الدائرة إلى ١٢ جزءاً متساوياً باستخدام المثلث °٣٠ / °٦٠ كما مبين في الشكل التالي : -

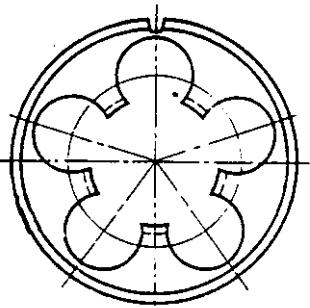
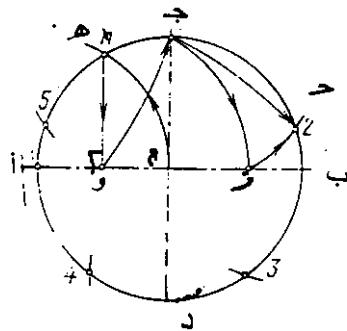
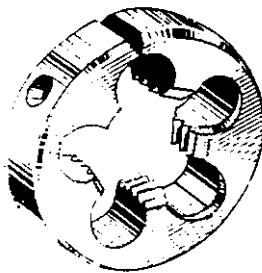


## طريقة تقسيم الدائرة إلى خمسة أجزاء متساوية

مثال : أوجد مراكز خمسة ثقوب متساوية الأبعاد على محيط دائرة قطرها ٦ سم

الحل :

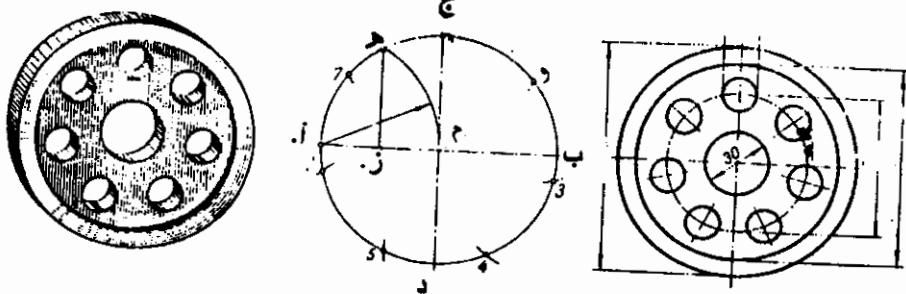
١. ارسم قطر الدائرة أ ب بطول ٦ سم ثم نصفه في النقطة م بمستقيم عمودي ج د .
٢. أركز البرجل في م وبفتحة تساوي . م أ ارسم الدائرة .
٣. أركز البرجل في النقطة أ وبفتحة تساوي أ م ارسم قوساً يقطع محيط الدائرة في النقطة ه .
٤. من نقطة ه اسقط عموداً يقطع المستقيم أ ب في نقطة و .
٥. أركز البرجل في النقطة و وبفتحة تساوي وج ارسم قوساً يقطع المستقيم أ ب في نقطة ز .
٦. أركز البرجل في نقطة ج وبفتحة تساوي ز ج ارسم قوساً يقطع محيط الدائرة في النقطة ح .
٧. الآن المسافة ج ح هي البعد الذي يمكن نقله على محيط الدائرة لإيجاد مراكز الثقوب المطلوبة ، أو بمعنى آخر إن البعد ج ح بنقله على محيط الدائرة يقسمها إلى خمسة أقسام متساوية كما في الشكل أدناه .



**طريقة تقسيم الدائرة إلى ٧ أجزاء متساوية  
مثال :**

أوجد مراكز ٧ تقوب على أبعاد متساوية على محيط دائرة قطرها ٦ سم  
**الطريقة :**

١. لرسم قطر الدائرة أ ب ٦ سم ثم نصفه في م بالعمود ج د .
٢. لرسم الدائرة في م .
٣. لمركز البرجل في أ وبفتحة تساوي م ا لرسم قوساً يقطع محيط الدائرة في ه .
٤. أسقط عموداً من ه يقطع قطر الدائرة في النقطة ز .
٥. لمركز البرجل في ز وبفتحة تساوي ه ز علم على محيط الدائرة من ج للنقطة و ( ه ز - المستقيم ج و ) .

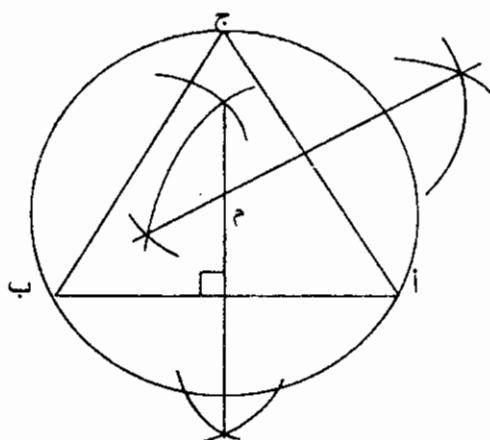


٦. نقل البعد ج و على محيط الدائرة على التوالي لتحصل على مراكز التقوب المطلوبة . وبالتالي فإن هذه الطريقة تقسّم الدائرة إلى ٧ أجزاء متساوية ، إلا أن هذه الطريقة تعتبر طريقة تقريرية فقط .

## طريقة رسم دائرة تمر برؤوس مثلث معلوم الزوايا والأضلاع

مثال :

أرسم الدائرة التي تمر برؤوس أضلاع المثلث  $\Delta ABC$  المتتساوي الأضلاع الذي طول ضلعه ٤ سم .



**خطوات العمل : -**

١. أرسم المثلث  $\Delta ABC$  متتساوي الأضلاع .
٢. نصف أي ضلعين بالمنصف العمودي .
٣. تقاطع منصفي الصلعرين هو مركز الدائرة  $M$  .
٤. أركز البرجل في  $M$  وبفتحة تساوي  $M-A$  أو  $M-B$  أو  $M-C$  ارسم الدائرة التي تمر برؤوس أضلاع المثلث  $\Delta ABC$  .

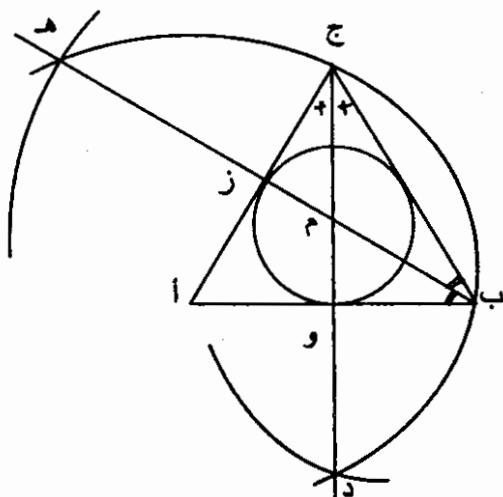
## طريقة رسم دائرة داخل مثلث معلوم الزوايا والأضلاع

مثال :

أرسم دائرة داخل المثلث  $A B C$  متساوي الأضلاع الذي طول ضلعه ٥ سم.

خطوات العمل :

١. أرسم قاعدة المثلث  $A B C$  الذي طول ضلعه ٥ سم ثم ارسم المثلث  $A B C$
٢. نصف أي زاويتين من زوايا المثلث بمسقطين يقطعان ضلعى المثلث في كل من  $Z$  ،  $W$  . ويتقاطعان في النقطة  $M$  .
٣. أركز البرجل في النقطة  $M$  ويفتحة تساوي  $M$  و وهي تساوي كذلك  $M Z$  .  
أرسم الدائرة المطلوبة التي تمس أضلاع المثلث  $A B C$  من الداخل .



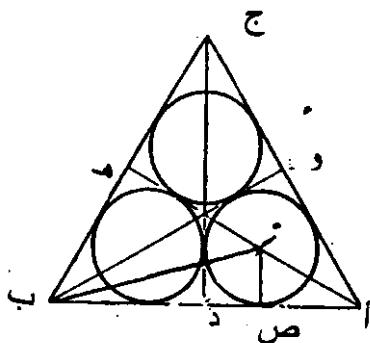
**طريقة رسم ثلاثة دوائر متماسة داخل مثلث متساوي الأضلاع وكل دائرة تمس ضلعين من المثلث**

**مثال :**

أرسم ثلاثة دوائر داخل المثلث  $A B C$  متساوي الأضلاع والذى طول ضلعه ٤ سم .

**الطريقة :**

١. أرسم المثلث  $A B C$  المتساوي الأضلاع .
٢. نصّف زواياه لتقاطع خطوط التنصيف مع أضلاع المثلث في النقاط  $D$  ،  $E$  ، و  $F$  .
٣. نصّف زاوية  $A B C$  ولتقاطع مع المنصف  $A E$  في  $Z$  .
٤. اسقط من  $Z$  عموداً ليقطع  $A D$  في  $S$  .  $S$  ص هو مقدار نصف قطر الدائرة التي تمس الضلعين  $A B$  ،  $A C$  .
٥. وبنفس الطريقة يمكن رسم الدائريتين الآخريين .



**طريقة رسم دائرة داخل مربع معلوم الضلع**

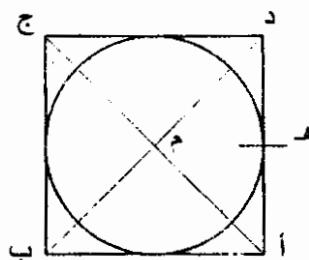
**مثال :**

أرسم دائرة داخل المربع  $A B C D$  الذي طول ضلعه ٤ سم .

**الحل :**

١. أرسم المربع  $A B C D$  الذي طول ضلعه ٤ سم .

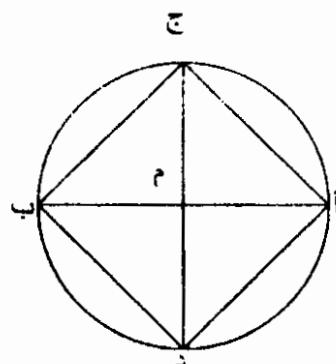
- .٢ صل أ ج ، د ب بمسقطين .
- .٣ تقاطع المستقطفين في م هو مركز الدائرة .
- .٤ أركز البرجل في م وبفتحة تساوي م - ( ٢ سم ) ارسم الدائرة .



طريقة رسم مربع داخل دائرة .  
مثال :

المطلوب رسم مربع أ ب ج د داخل دائرة قطرها ٤ سم .  
الطريقة :

١. أرسم المستقيم أ ب الذي طوله ٤ سم ثم نصفه في م بالمستقيم العمودي ج د .
٢. أركز البرجل في م وبفتحة تساوي م أ ارسم دائرة .
٣. صل أ ج ، أ د ، د ب ، ب ج لتحصل على المربع المطلوب كما مبين في الشكل التالي .



## العماسات

كثير من أشكال أجزاء الماكينات والألات والمعدات تحتوي على خطوط مستقيمة لو منحنية تتداخل تدريجياً مع بعضها . وعند رسم هذه الأشكال قد تحتاج إلى رسم خط مستقيم يمس منحنى لو دائرة أو دائرتين متامتين . وللنقطة التي يمس فيها المستقيم الدائرة تسمى نقطة التماس . ويلاحظ في كل أحوال العماسات أن موضع نقطة التماس يقوم على إحدى للحققتين التاليتين : -

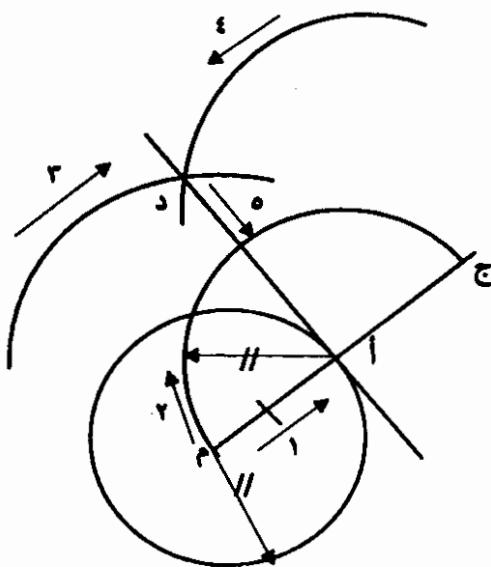
- أن نقطة تماس الخط المستقيم والدائرة تقع في تقاطع العمود مع الخط المستقيم الذي يمر بمركز الدائرة .
- نقطة تماس دائرتين تقع في محيطي كل من الدائرتين والخط المستقيم الذي يصل مركزي الدائرتين .  
فيما يلي طريقة رسم بعض العماسات :

طريقة رسم مماس لدائرة معلومة القطر من نقطة معلومة على محيط الدائرة

مثل :

لرسم المماس لدائرة التي مركزها م من النقطة A على محيط الدائرة .  
الطريقة :

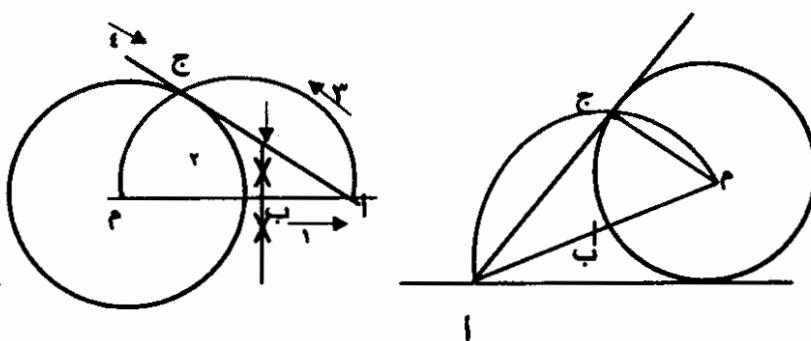
١. لرسم الدائرة التي مركزها M وحدد على محيطها النقطة A .
٢. صل M A وده على لستقامته حتى J بحيث يكون J A - M .
٣. لرکز البرجل في كل من M ، J وبفتحة مناسبة لرسم قوسين يتقاطعان في نقطة D صل D A للتحصل على المماس المطلوب كما مبين في الشكل التالي .



**طريقة رسم مماس من نقطة معروفة  
خارج محيط الدائرة**

**مثل:**

لرسم المستقيم المماس للدائرة التي مركزها M من النقطة A.



**الطريقة :**

١. لرسم الدائرة التي مركزها " م " وحدد النقطة أ خارج الدائرة .
٢. صل م أ ثم نصفه في ب .
٣. لرکز البرجل في النقطة ب ويفتحة تساوي أ ب لرسم قوساً يقطع محيط الدائرة في النقطة ج .
٤. صل أ ج وهو المماس المطلوب .

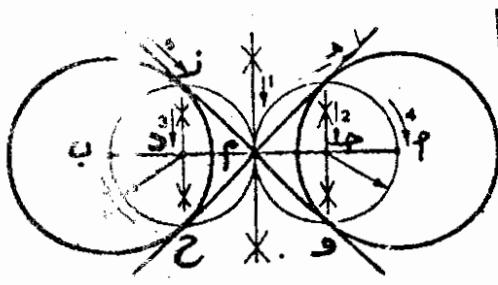
## طريقة رسم مماس لدائرتين متساويتي القطررين على خط مستقيم

مثال :

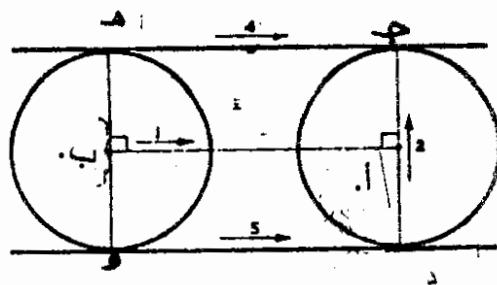
مطلوب رسم مماس لدائرتين متساويتي القطررين بمسافة معلومة في خط مستقيم .

الطريقة :

١. لرسم المستقيم  $AB$  معلوم الطول (البعد بين المركزين) .
٢. متذداً  $A$  ،  $B$  كمركيزين لرسم الدائرتين .
٣. من كل من  $A$  ،  $B$  أرسم عموديين يقطعان محيطي الدائرتين في كل من  $C$  ،  $D$  ،  $E$  ،  $F$  .
٤. صل  $C$  ،  $E$  ،  $D$  ،  $F$  .
٥. صل  $D$  و  $E$  لتحصل على المستقيمين المماسين للدائرتين . وفي هذه الحالة يسمى المماس الخارجي .



المماس الداخلي



المماس الخارجي

## طريقة رسم المماس الداخلي لنفس المثال السابق

١. ارسم المستقيم  $AB$  (البعد بين المركزين) ونصفه في  $M$  .
٢. نصف  $M$  في  $J$  .
٣. نصف  $M$  في  $D$  .
٤. متذداً  $J$  ،  $D$  كمركيزين لرسم الدائرتين .

٥. لركز الرجل في أ وبفتحة تساوي نصف قطر الدائرة المعلومة لرسم الدائرة التي تقطع الدائرة التي مركرزها ج في نقطتين هـ ، و .

٦. لركز الرجل في النقطة ب وبينس الفتحة لرسم دائرة تقطع الدائرة التي مركرزها د في نقطتين ز ، ح .

٧. صل وز ماراً بالنقطة م .

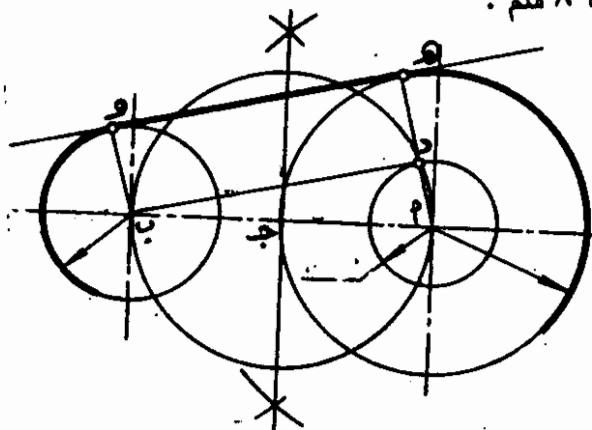
٨. صل هـ ح ماراً بالنقطة م لتحصل على على المماس المتقطع للدائرةتين المتساويتين كما مبين في الشكل السابق .

**طريقة رسم مماس خارجي لدائرةتين مختلفتي القطرين ويبعدان عن بعضهما بخط مستقيم معروف مثل :**

لرسم المماس الخارجي لدائرةتين قطر ابدهما ٦ سم وقطر الأخرى ٤ سم ولبعد بين مركريهما ٨ سم .

**الطريقة :-**

\*



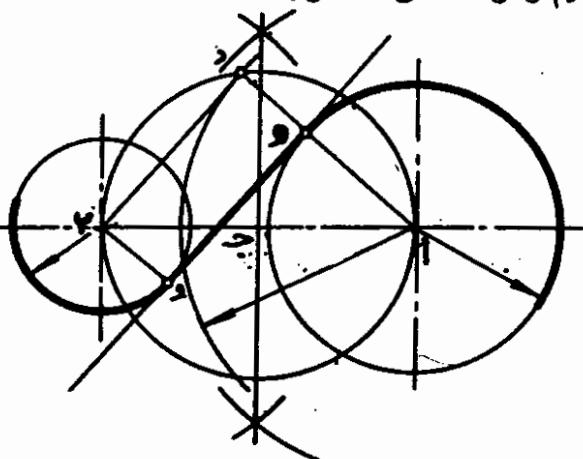
١. لرسم المستقيم أ ب - البعد بين مركزي الدائريتين ٨ سم .
  ٢. لرسم الدائريتين حسب مقاس قطريهما .
  ٣. نصف المستقيم أ ب في ج .
  ٤. لمركز البرجل في أ وبفتحة تساوي نصف قطر الدائرة الكبيرة - نصف قطر الدائرة الصغيرة ( ٣ سم - ٢ سم ) لرسم دائرة مساعدة .

- .٥ لرکز للبرجل في ج وبفتحة تساوي ج أ ( ٤ سم ) لرسم نصف دائرة على المستقيم أ ب يقطع الدائرة المساعدة في النقطة د .
- .٦ صل د أ بمستقيم ومه على لستقامته ليقطع الدائرة الكبيرة في النقطة ه .
- .٧ من ب لرسم مستقيماً موزرياً للمستقيم أ ه ليقطع الدائرة الصغيرة في النقطة و .
- .٨ صل ه و بخط مستقيم وهو المماس المطلوب .

#### طريقة رسم المماس المتقاطع للمثال السابق :

طريقة رسم المماس المتقاطع تشابه طريقة رسم المماس الخارجي ما عدا في رسم الدائرة المساعدة فان نصف قطرها يساوي  $( 2 + 3 )$  بمعنى نصف قطر الدائرة الكبيرة + نصف قطر الدائرة الصغيرة .

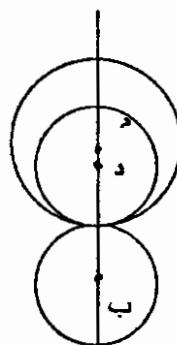
١. لرکز للبرجل في النقطة ج وبفتحة تساوي أ ج لرسم قوساً يقطع الدائرة المساعدة في النقطة د .
٢. صل د أ ليقطع الدائرة الكبيرة في ه .
٣. من النقطة ب لرسم خطأ مستقيماً موزرياً للمستقيم أ ه ليقطع الدائرة الصغيرة في النقطة و .
٤. صل ه و بمستقيم وهو المماس المطلوب .



**طريقة رسم دائرة بنصف قطر معلوم تمسها دائرة أخرى معلومة القطر من الخارج ودائرة ثانية معلومة القطر من الداخل**

**مثال :**

أرسم دائرة قطرها ٤ سم تمسها دائرة قطرها ٣ سم من الداخل عند النقطة ج ودائرة أخرى قطرها ٣ سم في مماس مع الدائرة الأولى عند نفس النقطة من الخارج .



**الطريقة :**

١. أرسم الدائرة م نصف قطرها ٢ سم .
٢. صل مركز الدائرة "م" بالنقطة ج بمستقيم ومده على استقامته .
٣. حدد البعد ب ج =  $\frac{1}{2}$  ١ سم ، ج د =  $\frac{1}{2}$  ١ سم على المستقيم م ج وامتداده .
٤. أركز البرجل في ب وبفتحة مقدارها ب ج أرسم دائرة ب وهي المماس للدائرة م من الخارج .
٥. أركز البرجل في د وبفتحة تساوي ج د أرسم دائرة د لتمس دائرة م في النقطة ج من الداخل .

## طريقة رسم قوس يمس قوسين آخرين

توجد ثلاثة إحتمالات لهذه الحالة على النحو التالي :

- (١) **الحالة الأولى :** يمس القوس القوسين الآخرين بحيث تكون دائرتىي القوسين الآخرين داخل دائرة القوس الذي يمسهما .
- (٢) **الحالة الثانية :** تكون دائرتىي القوسين الآخرين خارج دائرة القوس الذي يمسهما .
- (٣) **الحالة الثالثة :** تكون دائرة أحد القوسين داخل دائرة القوس الذي يمسها ودائرة القوس الآخر خارجه .

**مثال ١ :**

أرسم القوس الذي يمس قوسين آخرين ( كما في الحالة الأولى )  
بالمعطيات التالية :-

- (١) قوسين نصفي قطريهما = نق<sub>١</sub> ، نق<sub>٢</sub> ( نق<sub>١</sub> > نق<sub>٢</sub> ) ومركزيهما م<sub>١</sub> ، م<sub>٢</sub> .
- (٢) المسافة بين م<sub>١</sub> ، م<sub>٢</sub> = ل > نق<sub>١</sub> + نق<sub>٢</sub> .
- (٣) نصف قطر قوس المماس يساوي نق . ( نق > نق<sub>١</sub> + نق<sub>٢</sub> )

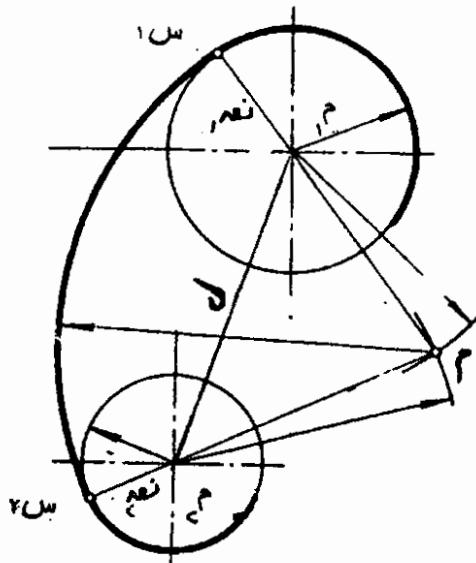
**المطلوب :**

- (١) تحديد موضع مركز قوس المماس
- (٢) ليجاد نقطتي التماس .

**الطريقة :**

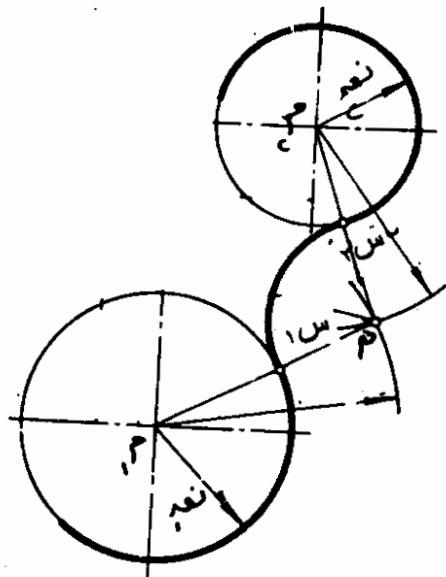
- (١) أرسم دائرتين نصفي قطريهما نق<sub>١</sub> ، نق<sub>٢</sub> ومركزيهما م<sub>١</sub> ، م<sub>٢</sub> بحيث يكون م<sub>١</sub> ، م<sub>٢</sub> = ل ( ل > نق<sub>١</sub> + نق<sub>٢</sub> ) .
- (٢) أركز البرجل في م<sub>١</sub> وبفتحة بمقدارها نق<sub>١</sub> - نق<sub>٢</sub> ، أرسم قوسا .

- ٣) أركز البرجل في م ، وبفتحة بمقدارها نق - نق ، أرسم قوساً آخر ليلافي القوس الأول في م .
- ٤) من النقطة م وبفتحة تساوي نق أرسم قوساً يمس الدائريتين في س١ ، س٢ وهو المماس المطلوب .
- ٥) س١ ، س٢ هما نقطتي التماس .



**الحالة الثالثية :**

أرسم القوس الذي يمس قوسين آخرين كما في الحالة الثالثة



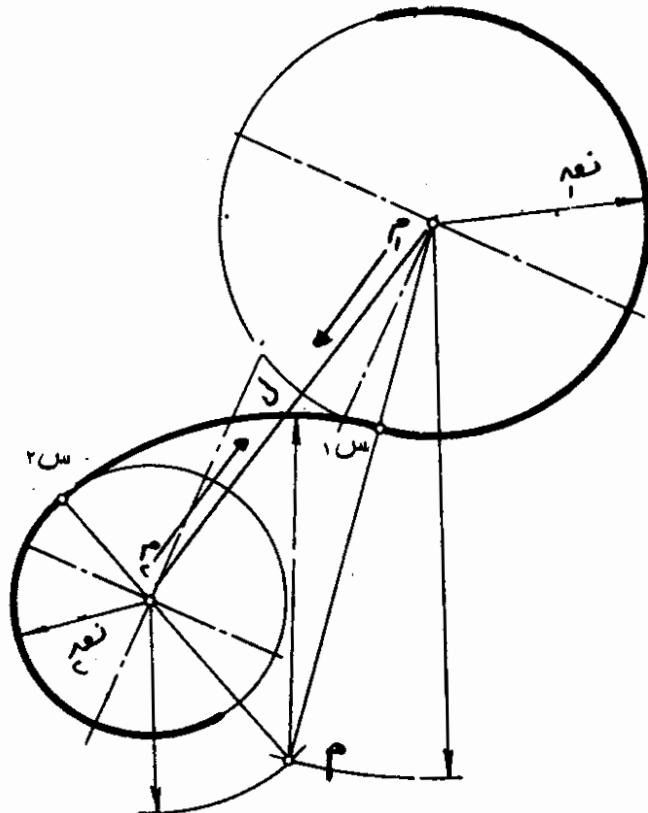
**الطريقة :**

١. بعد رسم الدائريتين كما في المثال السابق أركز البرجل في  $M_1$  وبفتحة تساوي  $NQ_1 + NQ_2$  أرسم قوساً.
٢. أركز البرجل في  $M_2$  وبفتحة تساوي  $NQ_1 + NQ_2$  أرسم قوساً آخر ليقطع القوس الأول في  $M$ .
٣. أركز البرجل في  $M$  وبفتحة تساوي  $NQ_1 + NQ_2$  أرسم قوساً يمس الدائريتين في  $S_1$  ،  $S_2$  وهو المماس المطلوب.

**( ملحوظة : في هذه الحالة ليس بالضرورة أن يكون  $NQ_1 > NQ_2$  )**  
**كما في الحالة الأولى )**

### الحالة الثالثة :

أرسم القوس الذي يمس قوسين آخرين كما في الحالة الثالثة



### الطريقة :

١. بعد رسم الدائريتين كما في الحالة الأولى ، أركز البرجل في  $M_1$  وبفتحة تساوي  $NQ - NQ_1$  ، أرسم قوساً ( $NQ < NQ_1 < NQ_2$  ) .
٢. أركز البرجل في  $M_2$  وبفتحة تساوي ( $NQ + NQ_2$ ) أرسم قوساً ليقطع القوس الأول في  $M$  .
٣. أركز البرجل في  $M$  وبفتحة تساوي  $NQ$  أرسم قوساً يمس الدائريتين في  $S_1$  ،  $S_2$  وهو المماس المطلوب .

## القطع الناقص

القطع الناقص عبارة عن شكل له محوران متعمدان مختلفان بأقواس مماسة مع بعضها .  
يمكن رسم القطع الناقص بعدة طرق بمعلومية محوريه وستكتفي هنا  
بطريقتين فقط .

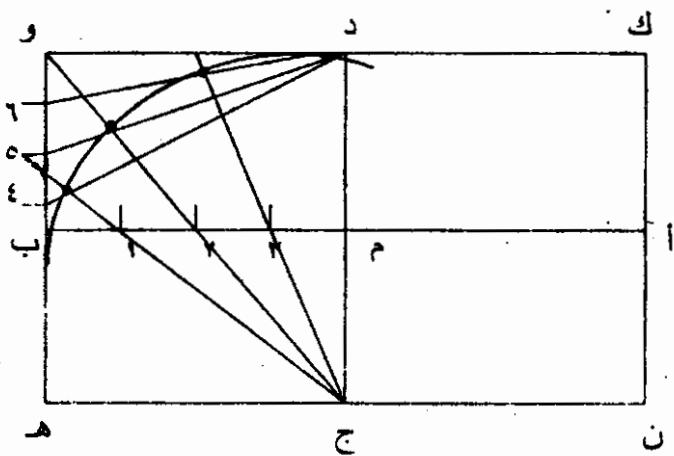
### الطريقة الأولى :

مثال :

رسم القطع الناقص الذي طول محوريه ١٠ ، ٦ سم على التوالي .

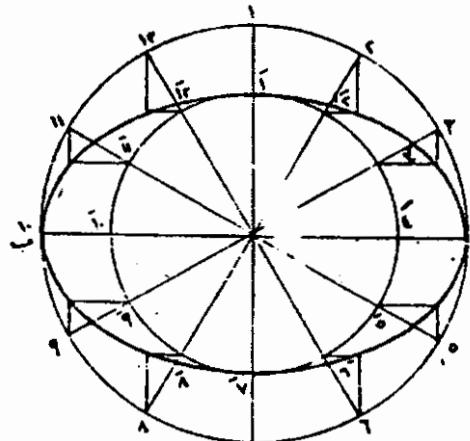
### خطوات العمل :

١. لرسم المحور الأفقي أب - ١٠ سم، والمحور الرأسي ج د = ٦ سم ينصل المحور الأفقي ويقطعه في النقطة م .
٢. لرسم المستطيل ه و ك ن كما في الشكل .
٣. قسم م ب إلى أي عدد من الأجزاء المتساوية . (مثلاً ٤ أجزاء في النقاط ١ ، ٢ ، ٣ ) .
٤. قسم ب و إلى نفس العدد من الأجزاء المتساوية في النقاط ٤ ، ٥ ، ٦ .
٥. أرسم خطوط مستقيمة من ج تمر بالنقاط ١ ، ٢ ، ٣ وخطوط مستقيمة من د تمر بالنقاط ٤ ، ٥ ، ٦ كما في الشكل .
٦. تقاطع هذه الخطوط يمثل نقاط على القطع الناقص .
٧. صل هذه النقاط وكرر ذلك في الأجزاء الثلاثة الأخرى من المستطيل لتحصل على الشكل المطلوب .



**الطريقة الثانية :**  
طريقة الدوائر المساعدة وهي طريقة الإسقاط

**مثلاً :**  
أرسم القطع الناقص الذي طول محوريه ٦، ١٠ سم على التوالي بطريقة الإسقاط .  
**الطريقة :**



**طريقة الدوائر المساعدة**

- .١ . أرسم المحورين أ ب ، ج د متوازيين متقاطعين في م .
- .٢ . أركز البرجل في م وبفتحة تساوي م أرسم دائرة . ثم أركز البرجل في م وبفتحة تساوي م ج لرسم دائرة أخرى . ( تسمى هاتان الدائرتان بالدائرتين المساعدتين الكبري والصغيري ) .
- .٣ . قسم محيط الدائرة الكبري إلى أي عدد من الأقسام المتساوية .
- .٤ . صل هذه النقاط بمستقيمات مع محيط الدائرة م .
- .٥ . رقم النقاط على محطي الدائرتين .
- .٦ . أرسم من نقاط الدائرة خطوطاً موازية للمحور العمودي ج د .
- .٧ . أرسم من الدائرة الصغرى خطوطاً موازية للمحور الأفقي أ ب .
- .٨ . صل تقاطع هذه النقاط بأقواس لتحصل على القطع الناقص .

### **طريقة رسم الشكل البيضي**

يختلف الشكل البيضي عن القطع الناقص في شكله إذ أنه على شكل البيضة . يرسم الشكل البيضي بمعرفة محوره فقط .

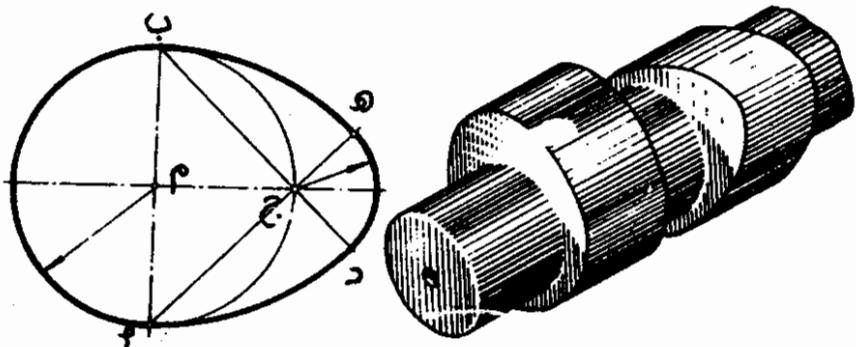
**مثال :**

أرسم الشكل البيضي الذي محوره ٨ سم .

**الطريقة :**

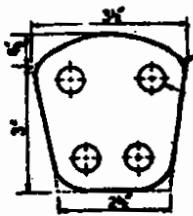
- ١ . أرسم مستقيماً لفقياً ولقم عليه عموداً يتقاطع معه عند النقطة م .
- ٢ . أركز البرجل في النقطة م وبفتحة تساوي نصف القطر ( ٤ سم ) لرسم دائرة محورها العمودي أ ب ويقطع محطيها المستقيم الأفقي في النقطة ج .
- ٣ . صل أ ج ومه على استقامته .
- ٤ . صل ب ج ومه على استقامته .
- ٥ . أركز البرجل في النقطة أ وبفتحة تساوي أ ب أرسم قوساً يتقاطع مع لمنتصف المستقيم أ ج في هـ .

٦. أركز البرجل في النقطة ب وبنفس الفتحة أرسم قوساً ينقطع مع  
امتداد المستقيم ب ج في د .
٧. أركز البرجل في ج وبفتحة تساوي ج د أرسم قوساً مماساً للقوس  
الأول ليكمل الشكل .

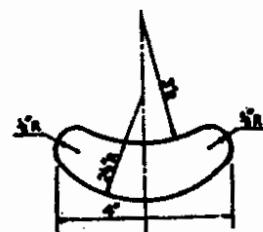


**تمارين :**

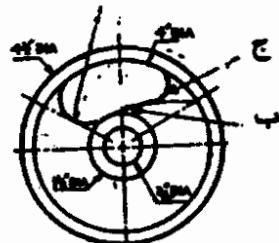
الشكل (١) يبين تفاصيل طارة لها ثلاثة أذرع تكونت من ثلاثة مماسات موزعة بالتساوي وتكون الأقواس من  $A$  بـ  $G$  كما مبين في الشكل . أ عبارة عن شبه دائرة . القوس  $B$  نصف قطره  $\frac{3}{8}$  بوصات ، القوس  $G$  نصف قطره  $\frac{3}{8}$  من البوصة . كل هذه المنحنيات تلتقي متامة .



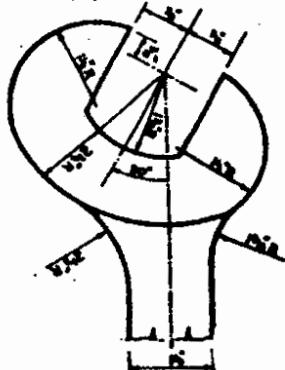
شكل (٣)



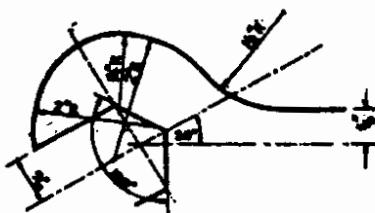
شكل (٢)



شكل (١)



شكل (٦)



شكل (٥)



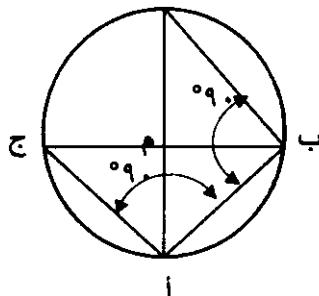
شكل (٤)

١. أرسم الشكل (١) كما مبين أعلاه . مبيناً بالرسم بوضوح خطوط الإنشاء التي استخدمت لإيجاد مراكز الأقواس أ ، ب ، ج ..
٢. أرسم الشكل رقم (٢) علماً بأن كل المنحنيات مماسة لبعضها .
٣. أرسم بمقاييس رسم كامل القطعة الموضحة في الشكل (٣) مبيناً حدودها بوضوح مع ترك خطوط الإنشاء ظاهرة .
٤. أرسم دائرة نصف قطرها ٢ بوصة تمس الدائرتين أ ، ب وتحتوهما انظر الشكل رقم (٤) .
٥. أرسم بمقاييس رسم كامل حدود جزء نهاية المفتاح البلدي في الشكل (٥) ، بين الإنشاء لتحديد مراكز الأقواس .
٦. الشكل (٦) يبين فكي مفتاح بلدي وجزء من جسمه أرسم هذا الشكل وبين بوضوح خطوط الإنشاء لإيجاد :
  - أ) مراكز أقواس المماسات
  - ب) نقاط مماسات الأقواس
٧. أرسم القطع الناقص إذا علمت أن محوريه ٩٠ مم و ٦٠ مم على التوالي . اختر الطريقة المناسبة .
٨. أرسم الشكل البيضاوي الذي قطره ٦ سم .

## إيجاد مركز الدائرة

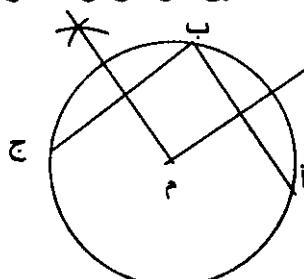
يمكن إيجاد مركز الدائرة بالطريقة الآتية :

١. اختر أي نقطتين على محيط الدائرة مثلًا أ ، ب وصلهما بمستقيم .
  ٢. أرسم الوتر العمودي أ ج على المستقيم أ ب .
  ٣. ثم أرسم من ب الوتر العمودي ب د .
  ٤. صل د أ ، ب ج وهما قطرى الدائرة .
- عند تقاطع القطرين تقع النقطة م وهي مركز الدائرة .



طريقة أخرى :

١. اختر أي ثلات نقاط على محيط الدائرة مثلًا النقاط أ ، ب ، ج
٢. صل أ ب .
٣. صل ب ج .
٤. نصف كلا من المستقيمين أ ب ، ب ج .
٥. تقاطع المنصفيين هو مركز الدائرة م .



## المضلعات المنتظمة

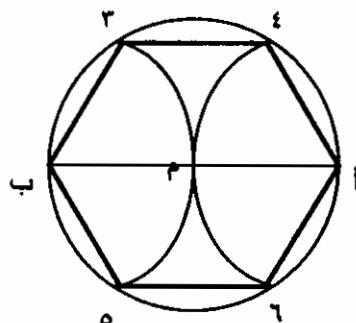
المضلع المنتظم هو شكل مغلق يتكون من أكثر من أربع أضلاع متساوية الطول وتساوي فيه الزوايا .  
ويسمى المضلع المنتظم بعدد أضلاعه ، مثلاً خماسي ، سداسي ، سباعي ، ثماني ، تسعبي أو عشاري ... الخ .

**طريقة رسم المضلع السداسي بمعرفة البعد بين الأركان**

مثل :

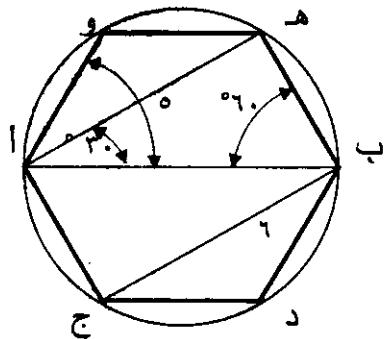
أرسم المضلع السداسي الذي تبلغ المسافة بين أركانه ٤ سم .  
**الطريقة :**

١. أرسم المستقيم  $AB = 4$  سم وهي المسافة بين الأركان .
٢. نصف هذا المستقيم في  $M$  .
٣. أركز البرجل في  $M$  وبفتحة تساوي ٢ سم أرسم دائرة .
٤. أركز البرجل في  $A$  وبفتحة تساوي  $AM$  أرسم قوساً يقطع محيط الدائرة في نقطتين ٤ ، ٦ .
٥. أركز البرجل في النقطة  $B$  وبفتحة تساوي  $B$  يقطع محيط الدائرة في نقطتين ٣ ، ٥ .
٦. صل كل النقاط بمستقيمات مع بعضها لتحصل على الشكل المطلوب .



## طريقة أخرى :

١. أرسم المستقيم  $AB$  بطول المسافة بين الأركان .
٢. أرسم الدائرة التي نصف قطرها يساوى نصف المستقيم  $AB$  .
٣. بواسطة المثلث  $60^{\circ} / 60^{\circ} / 60^{\circ}$  لرسم وترا يقطع محيط الدائرة في النقطة  $J$  .
٤.  $AJ$  هو طول الضلع ، يمكن تكملة الشكل بالمثلث  $60^{\circ} / 60^{\circ} / 60^{\circ}$  كما مبين في الشكل أو بنقل المسافة  $AJ$  طول الضلع على محيط الدائرة ثم توصيل النقاط لتحصل على المضلع السادس المطلوب .



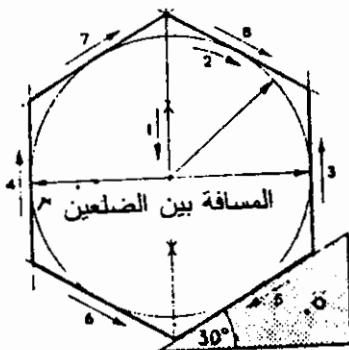
## طريقة رسم السادس بمعلومية المسافة بين الضلعين المسطحين

مثال :

أرسم المضلع السادس المنتظم إذا علمت إن البعد بين الضلعين المسطحين ٤ سم .  
( يقصد بالضلعين المسطحين كل ضلعين متوازيين ) .

### الطريقة :

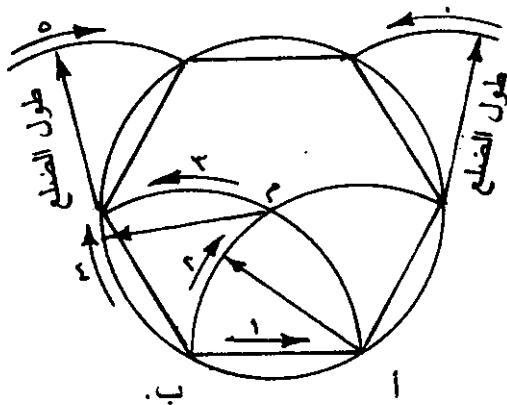
- أولاً : المسافة بين الضلعين المسطحين هي قطر الدائرة .
1. أفتح البرجل بمقدار ٢ سم ( وهي نصف المسافة بين الضلعين وهي تساوي نصف دائرة ) وأرسم دائرة .
2. بواسطة المثلث  $30^\circ - 60^\circ - 90^\circ$  أرسم مماسات لهذه الدائرة لتحصل على الشكل المطلوب كما مبين في الشكل أدناه .



### طريقة رسم مضلع سداسي بمعلومية طول الضلع مثل :

أرسم المضلع السداسي المنتظم الذي طول ضلعه ٢ سم  
الطريقة :

1. أرسم المستقيم  $AB$  بطول الضلع المعلوم ( ٢ سم ) .
2. أركز البرجل في  $A$  وبفتحة تساوي طول الضلع أرسم قوساً ينتهي في النقطة  $B$  .
3. أركز البرجل في النقطة  $B$  وبنفس الفتحة أرسم قوساً ينتهي في النقطة  $A$  وينتقطع مع القوس الأول في النقطة  $M$  .



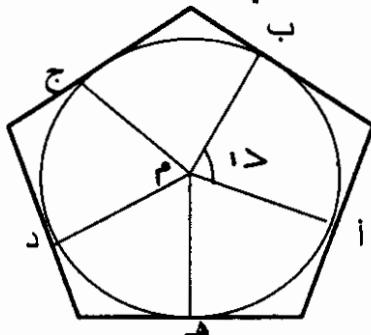
٤. أركز البرجل في النقطة م وبنفس الفتحة أرسم دائرة .
٥. أركز البرجل في النقطة أ وبنفس الفتحة أنقل البعد على محيط الدائرة .
٦. صل هذه النقاط مع بعضها لتحصل على الشكل السادسى معلوم الضلع

**طريقة رسم شكل خماسي  
مثال :**

لرسم المضلع الخماسي المنتظم الذي يحتوي دائرة نصف قطرها ٢ سم .  
**الطريقة :**

١. أرسم الدائرة معلومة نصف القطر ٢ سم والتي مركزها م .
  ٢. من م أرسم زاوية مقدارها  $\frac{360^\circ}{5} = 72^\circ > 1$  عدد الأضلاع
- (وهذه قاعدة لمعرفة زاوية المضلع المنتظم) يقطع ضلعها الآخر محيط الدائرة في النقطة أ
٣. لرسم بقية الزوايا  $> 2, > 3, > 4, > 5$  . وبنفس قيمة  $> 1$  ، ينقطع أضلاعها مع محيط الدائرة في النقاط ب ، ج ، د ، ه .
  ٤. أرسم مماسات تتقاطع من هذه النقاط مع محيط الدائرة .

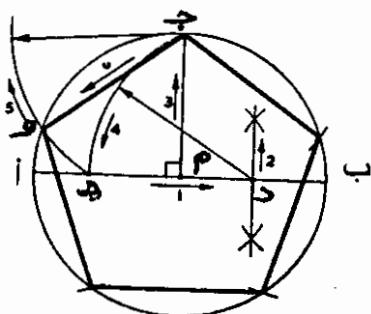
٥. نجد أن هذه النقاط تتقاطع مع بعضها مشكلة المضلع الخماسي المنتظم المطلوب كما مبين في الشكل أدناه .



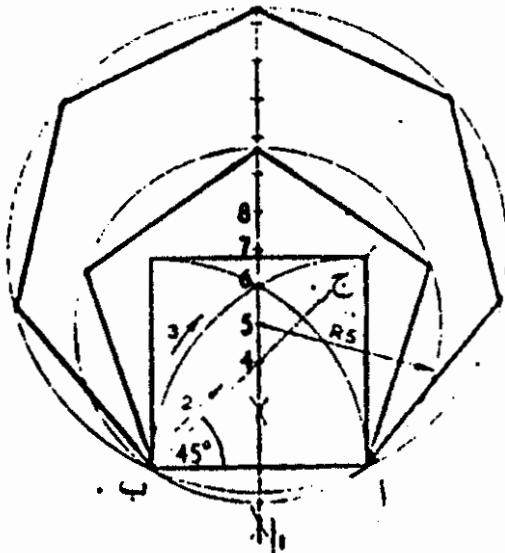
**طريقة رسم مطلع خماسي داخل دائرة**

• ارسم المضلع الخماسي المنتظم داخل الدائرة التي قطرها ٤ سم . الطريقة :

١. ارسم قطر دائرة أ ب الذي طوله ٤ سم ثم ارسم نصف القطريج م متعمداً مع القطر أ ب في م وهي مركز الدائرة . ثم ارسم الدائرة نصف المستقيم م ب في النقطة د .
  - ٢.



٣. أركز البرجل في النقطة د وبفتحة مقدارها د ج لرسم قوساً يقطع المستقيم أ ب في النقطة ه .
  ٤. أركز البرجل في النقطة ج وبفتحة مقدارها ج ه لرسم قوساً يقطع محيط الدائرة في النقطة و .
  ٥. ج و هو طول ضلع المضلع الخماسي .
  ٦. أنقل طول ج و على محيط الدائرة بالبرجل ثم صل هذا النقطاط لتحصل على الشكل المطلوب .
- طريقة رسم المضلع الخماسي المنتظم  
بمعلومية طول الضلع**
- مثال :**  
رسم المضلع الخماسي المنتظم الذي طول ضلعه ٣ سم .
- الطريقة :**
١. أرسم الضلع المعلوم أ ب ٣ سم .
  ٢. من النقطة أ أقم العمود أ ج مساوياً للضلع أ ب .
  ٣. صل ج ب .
  ٤. أركز البرجل في النقطة أ وبفتحة تساوي أ ج أرسم قوساً من ج حتى ب .
  ٥. نصف الضلع أ ب بالمنصف العمودي ومده ليقطع المستقيم ج ب في النقطة ٤ والقوس ج ب في النقطة ٦ .



نصف المسافة بين ٤ و ٦ في النقطة ٥ . النقطة ٥ هي مركز الدائرة .

التي تحتوي الشكل الخماسي الذي طول ضلعه أب ، يمكن أن ينقل

طول الضلع أب على محيط الدائرة لتكملاً للمضلع .

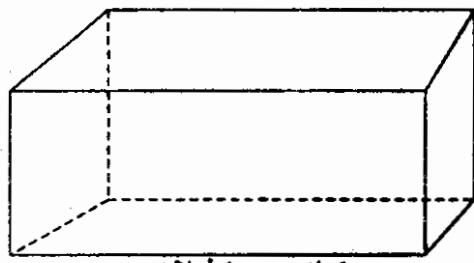
يمكن بهذه الطريقة الحصول على قطر أي دائرة تحتوي على أي مضلع معلوم طول ضلعه وذلك بنقل البعد من ٥ إلى ٦ على العمود المنصف للضلوع أب في صورة تصاعدية .  $\frac{1}{2}$  قطر أي دائرة تحتوي على أي مضلع يساوي طول الخط الواصل بين رقم عدد أضلاع المضلع على المنصف العمودي لـ أب والنقطة أ .

فمثلاً لرسم مضلع سباعي منتظم طول ضلعه ٣ سم ، أركز البرجل على النقطة ٧ في العمود وبنصف قطر طوله من ٧ إلى ١ أرسم دائرة . وذلك حسب الشكل السابق .

### متوازي المستطيلات

متوازي المستطيلات هو شكل ثلاني الأبعاد مكون من ستة مستطيلات تسمى أوجه . كل وجه من هذه الوجوه أو أي ضلع من أضلاع متوازي المستطيلات يسمى حرفاً .

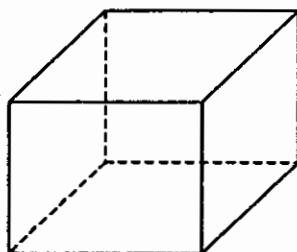
يمكن اعتبار أي وجه قاعدة لمتوازي المستطيلات ويكون ارتفاعه هو الارتفاع العمودي على الوجه .



ويعنى للشكل أعلاه المنظور الهندسي لمتوازي المستطيلات كما يسمى منشوراً .

## المكعب

وهو شكل ثلثي الأبعاد مكون من ستة أوجه مربعة ومتساوية . ويسمى كذلك المنشور الهندسي للمكعب كما مبين في الشكل أدناه .

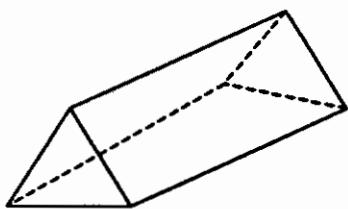


مكعب

## المنشور

المنشور عبارة عن شكل ثلثي الأبعاد مكون من عدة سطوح يكون فيه سطحان متوازيان ومتتطابقان نسميان قاعدتا المنشور وتسمى بقية المستويات الأوجه الجانبية . وخطوط تقاطع هذه الأوجه تسمى "الأحرف الجانبية " . كل واحد من هذه الأحرف هو ارتفاع المنشور .

يسمى المنشور وفقا لقاعدته ، منشوراً ثلاثياً ، منشوراً رباعياً ، منشوراً خماسياً ، منشوراً سادساً ... إلخ .

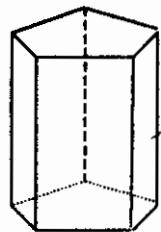


(ب)

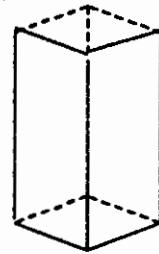


(ل)

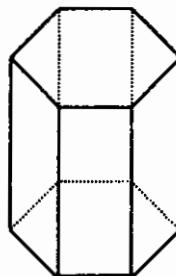
منشور ثلثي



منشور خماسي

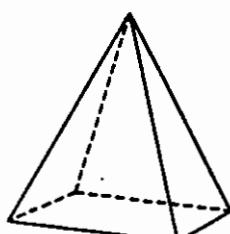


منشور رباعي

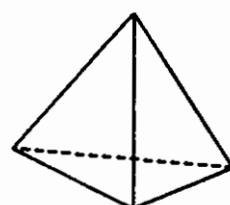


منشور سداسي

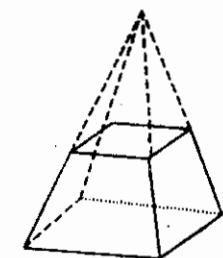
ويسمى المنصور هرماً إذا كانت قاعدته مضلعة ولو جهه مكونة من متلثان وترتفع أضلاعه في شكل مائل لتنقى في نقطة واحدة تسمى رأس الهرم. ويسمى الخط الواسط من رأس الهرم إلى القاعدة "محور الهرم". . ويسمى الهرم بعد أضلاعه ، ثلاثي ، رباعي ، خماسي ، سداسي ... الخ . كما يسمى الهرم إذا ما قطعت قمته هرماً ناقصاً . كما مبين في الأشكال التالية :



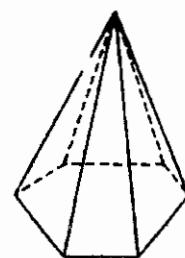
هرم رباعي



هرم ثلاثي



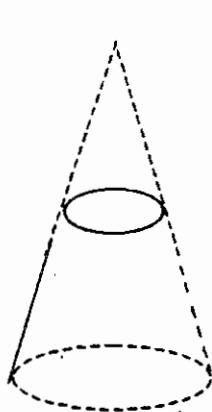
هرم رباعي ناقص



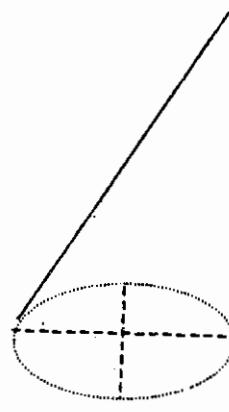
هرم متساسي

### المخروط

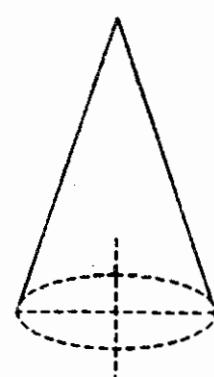
يسمى المنشور مخروطاً إذا كانت قاعدته دائرية . ويكون المخروط قائماً أو مائل . كما يسمى المخروط بناقصاً إذا قطعت قمة الهرم . كما مبين في الشكل أدناه .



مخروط ناقص



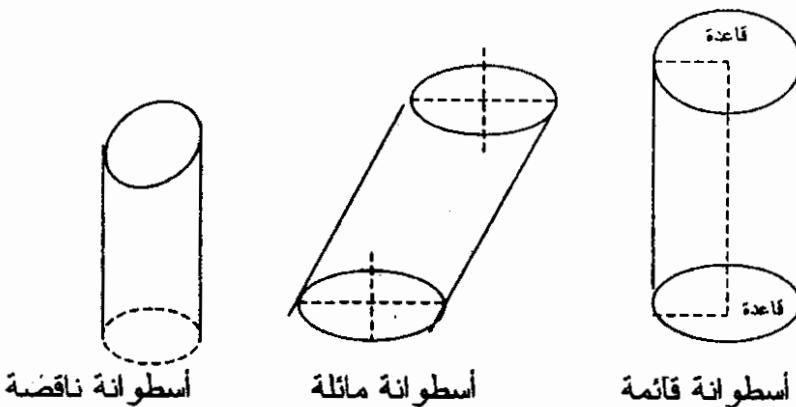
مخروط مائل



مخروط قائم

## الأجسام الاسطوانية

وهي أنواع من الأجسام المنشورة تكون قاعدتها دائيرية . ويسمى المنشور الاسطواني منشوراً كاملاً إذا كانت قاعدتيه متوازيتين . أما إذا لم تتواءق القاعدتان ، سمي المنشور منشوراً اسطوانياً ناقصاً . كما تسمى الاسطوانة قائمة إذا كانت الخطوط الرئيسية للإسطوانة عمودية على كلتا القاعدتين ، وإلا سميت الإسطوانة مائلة . ويسمى المستقيم الواصل بين مركزى القاعدتين للاسطوانة القائمة بمحور الإسطوانة . الشكل أدناه يبين الإسطوانة القائمة والإسطوانة المائلة والإسطوانة الناقصة .



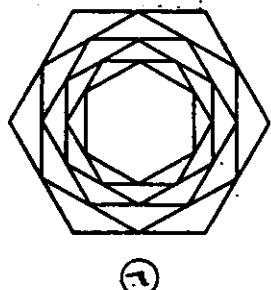
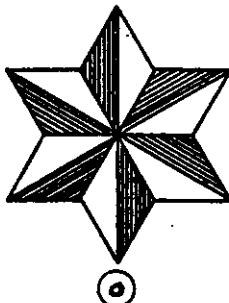
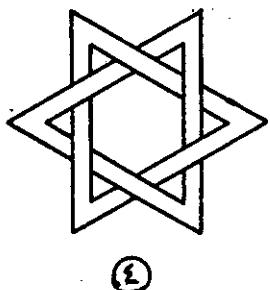
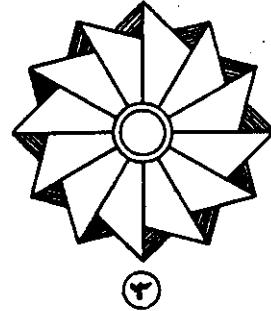
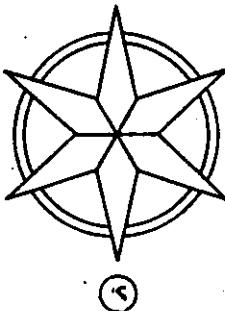
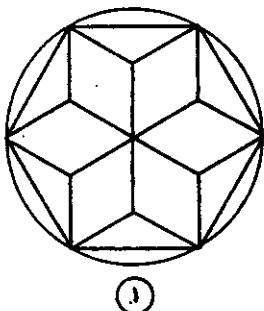
### تمارين

١. أرسم سداسي منتظم داخل دائرة قطرها ٦ سم .

أ. مستخدماً البرجل فقط

ب. مستخدماً المثلث  $30^{\circ} - 60^{\circ}$  فقط .

٢. ارسم الأشكال أدناه إذا علمت الآتي :



- يقوم الشكل رقم (١) على سداسي منتظم طول ضلعه  $\frac{1}{2}$  بوصة .
- الشكل رقم (٢) عبارة عن نجمة ذات شكل سداسي المسافة بين الأركان  $\frac{1}{2}$  بوصة .
- الشكل رقم (٣) يقوم على سداسي ولكن له ١٢ نقطة . المسافة بين الأركان  $\frac{1}{2}$  بوصة . اكمل التظليل باليد فقط .

- الشكل رقم (٤) عبارة عن مثليث متداخلين يكونان مضلعان سداسياً منتظماً، إذا علمت أن البعد بين الرأسين  $\frac{1}{2}$  بوصة وتخانة فراغ المثلث  $\frac{3}{8}$  بوصة .
- أرسم النجمة المبينة في الشكل رقم (٥) إذا علمت أن المسافة بين الرأسين  $\frac{1}{2}$  بوصة ثم ظلل النجمة في الأماكن المبينة بالمثلث .
- أرسم الشكل رقم (٦) وهو مكون من ستة مضلعات سداسية منتظمة الخطوط القطرية من رؤوس المضلعين السداسيين المنتظمين الكبيرين التي تمر بالمركز تقاطع مع رؤوس المضلعات السداسية المنتظمة . المستقيم القطري بين رؤوس المضلع السداسي المنتظم الكبير يساوي  $\frac{1}{2}$  بوصة .



## الباب الثاني



## **أدوات القياس والمقارنة**

إن الخطوة الأولى في التصنيع عندما يستقر الرأي على تصميم منتج معين ليؤدي وظيفة معينة ، هي تحديد مواصفاته وتحديد المواصفات يعني بصورة عامة ، تحديد شكل المنتج وتحديد أبعاده المختلفة والمادة أو المواد التي يصنع منها .

يعنينا في هذا المجال ونحن في بداية الطريق لدراسة مادة العلوم الهندسية معرفة أدوات القياس والمقارنة التي تستخدم في الصناعة .  
المقصود بأدوات القياس تلك الأدوات التي تعطي قراءة مباشرة للأبعاد أو الزوايا أو الذبذبات الكهربائية أو الإلكترونية أو قياسات التيار الكهربائي أو قوته ... الخ .

أما أدوات المقارنة فهي أدوات ثابتة يعاير عليها المنتج لمعرفة مطابقته لما هو مطلوب أو مسموح به .  
تختلف أدوات القياس والمقارنة باختلاف مجالات الاستخدام (ميكانيكية ، مدنية ، كهربائية أو إلكترونية ) . وفيما يلي بعض أدوات القياس والمقارنة :

### **القدم أو المسطرة :**

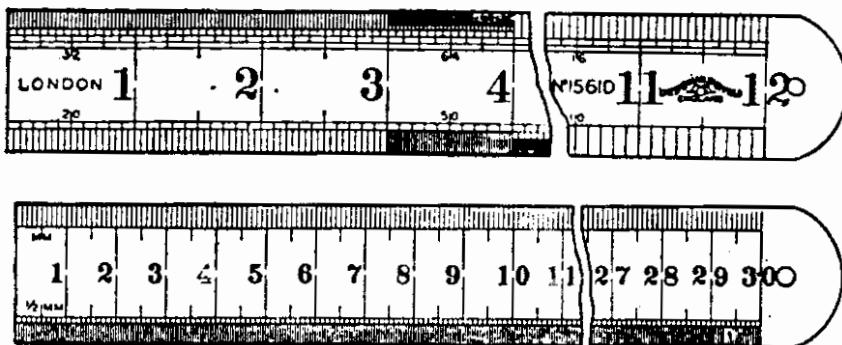
يصنع القدم من الحديد الصلب ويبلغ طول القدم ثلاثة متر ( ٣٠٠ مل. متر ) .  
وهو من أكثر أدوات القياس استعمالاً نظراً لسهولة تناوله وسرعة قرائته .  
ويقسم سطح القدم إلى ( ٣٠ ) سم ثم يقسم كل قسم إلى عشرة ( ١٠ ) جزاء متساوية ليكون طول القسم الواحد مليمتراً واحداً . وفي بعض الأقدام الدقيقة يقسم المليمتر إلى جزعين فتبلغ دقة قراءة هذا النوع من الأقدام إلى نصف مليمتر ( ٠,٥ مم ) .

يصنع كذلك نوع من الأقدام من الحديد الصلب على شكل شريط يحفظ داخل إطار قد يبلغ طول ذلك قدمان أو ثلاثة في الغالب الأعم إلا أن التفاصيل المحفورة عليه تتبع نفس النمط السابق .

اما المسطرة فتصنع من الخشب او البلاستيك ولا تختلف طريقة تقسيمها عن طريقة تقسيم القدم .

شكل (٢)

شكل (١)



#### المتر :

يصنع المتر من الخشب او الصلب ويبلغ طوله مائة سنتيمتراً ويتبع التقسيم فيه نفس الطريقة التي أوضناها في تقسيم القدم .

#### المتر الشريط :

وسمي ذلك تجاوزاً كما في القدم الشريط فهو يصنع عادة من القماش الذي يحفظ في إطار دائري بأطوال مختلفة ، نظام التقسيمات الموجودة عليه توضح الأمتار والسنتمترات فقط إذ أنه يستخدم في قياس الأبعاد الطويلة ويغلب استخدامه في أعمال الهندسة المدنية والمساحة .

#### البراجل :

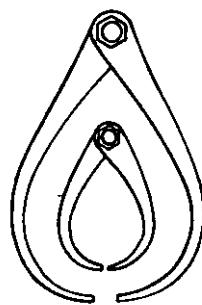
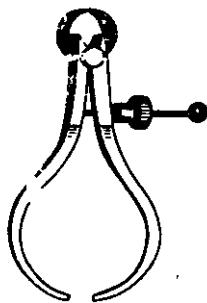
قياس أقطار الأشكال الدائرية ، فإن القدم الصلب وحده لا يمكن أن يكون الأداة الملائمة لمثل هذه القياسات فهناك أدوات خصصت لمثل هذه القياسات تستخدم مع القدم الصلب تسمى البراجل .

وعليه فإن البراجل تعتبر أدوات مقارنة وتقسم هذه البراجل لعدة أنواع تختلف حسب استعمالاتها :

(ا) البرجل الخارجي :

وهو يستخدم لأخذ المقاسات الخارجية للأشكال الدائرية والمستطيلة .

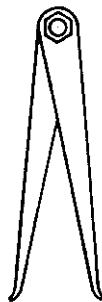
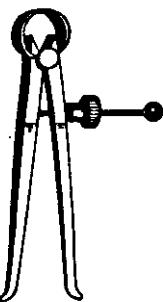
شكل (٣)



(ب) البرجل الداخلي :

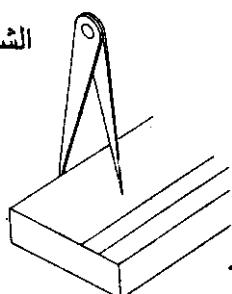
يستخدم لأخذ مقاسات الأقطار الداخلية للأجزاء الأسطوانية وخلافها .

شكل (٤)



البرجل ذو الجناح :

الشكل (٥)



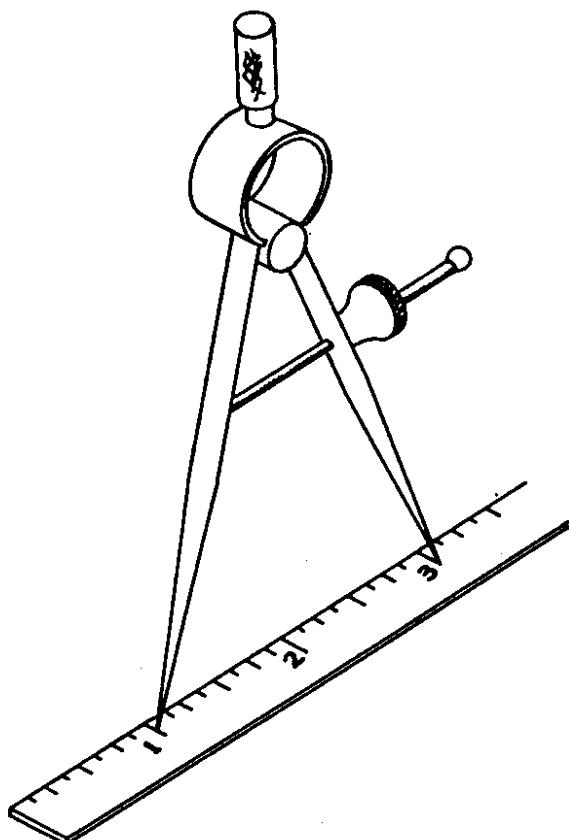
يسمى هذا البرجل بهذا الاسم  
نظراً لأن أحد فكيه شبيه بفك  
البرجل الخارجي والأخر عدل .

ويستخدم هذا البرجل لعمل  
الخطوط المستقيمة الموازية  
لحافة الشغالة وخطوط تحديد المركز .

**برجل التقسيم :**

يستخدم لعمل خطوط الأقواس والدوائر  
ونقل المقاسات المختلفة .

**شكل (٦)**

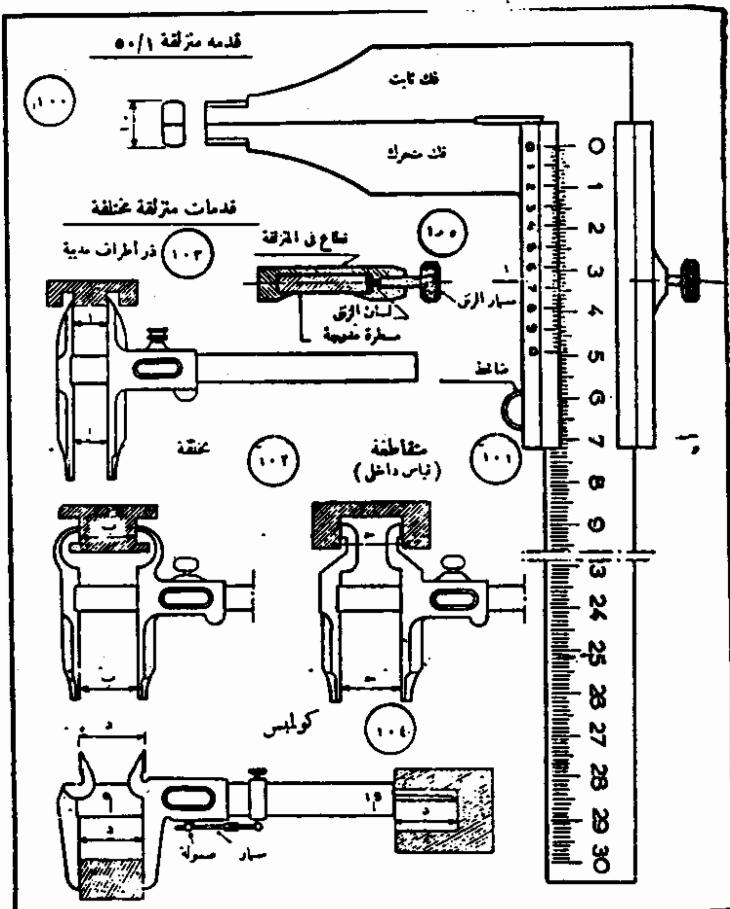


## أدوات القياس الدقيقة :

### (١) القدمة (الورنية) :

ت تكون القدمة الورنية من ساق به فك ثابت تتزلق عليه الورنية وفك يعرف بالفك المتحرك وللقدمه مسمار تحريك و مسمار تثبيت و محبس قياسات أعمق كما موضح في الشكل .

شكل (٧)



”كولومس“ (الشكل رقم ١٠٤) وبين (الشكل

رقم ١٠٠) قدمة متراقة من النوع المادي (بـ) رقم ١٠١)، بـ (الشكل رقم ١٠٢)، ذو اطراف مدية (الشكل رقم ١٠٣)، مصنوعة من الصلب عديم الصدا .

– شكل الفك مادي (الشكل رقم ١٠٠)،

متراقي (الشكل رقم ١٠١)، بـ (الشكل رقم ١٠٢)، ذو اطراف مدية (الشكل رقم ١٠٣)، مصنوعة من الصلب عديم الصدا .

وستخدم القيمة الورنية للقياسات الدقيقة سواء كانت من الخارج أو التقوب أو الأعماق وتختلف دقة قياس الورنية حسب نوعها .  
نظريّة الورنية :

١ / يقسم الساق على الدوام إلى مليمترات ، فوحدة القياس فيه واحد مليمتر وقد يقسم المليمتر إلى جزءين فتصبح دقة القياس (٠.٥ مم) .

- ١ - يقسم طول الورنية إلى عدد من الأقسام المتباينة حسب دقة قراءة

الورنية المطلوبة وفي العادة تكون الدقة  $\frac{1}{10}$  مم أو  $\frac{1}{20}$  مم

أو  $\frac{1}{50}$  ودقة القراءة هي التي تحدد طول الورنية في الحالة الأولى

(دقة القراءة  $\frac{1}{10}$  مم) يكون طول الورنية ٩ مليمترات وتنقسم

إلى عشرة أجزاء متساوية . وفي الحالة الثانية (درجة الدقة  $\frac{1}{20}$  مم )

يكون طول الورنية ١٩ مليمترًا تقسم إلى عشرين جزءاً متساوياً ، أما

في الحالة الثالثة (درجة الدقة  $\frac{1}{50}$  مم) فيكون طول الورنية ٤٩

مليمترًا تقسم إلى ٥٠ جزءاً متساوياً وعليه تكون القاعدة لمعرفة دقة

قراءة الورنية (د) كالتالي:-

$$d = \frac{1}{s(l+1)} \text{ حيث أن :}$$

د = دقة القراءة

س = وحدة القياس على ساق الورنية بالمليمتر .

ل = طول الورنية بالمليمترات .

وعليه فإن دقة قياس قرائمه الورنية في الحالة الأولى .

$$d = \frac{1}{\frac{1}{10}(1+9)} = \frac{1}{10} \text{ مم}$$

وفي الحالة الثانية :

$$d = \frac{1}{\frac{1}{20} + 1} = \frac{1}{\frac{1}{19}}$$

وفي الحالة الثالثة :

$$d = \frac{1}{\frac{1}{50} + 1} = \frac{1}{\frac{1}{49}}$$

### طريقة قراءة الورنية :

عند قياس أي منتج ينزلق الفك المتحرك على الساق بواسطة مسamar التحرير حتى نهاية الجزء المراد قياسه ثم ينظر إلى الأعداد الصحيحة من المليمترات على ساق الورنية فيكتب ويضاف إليه عدد الوحدات عند تطابق أقسام الورنية على قسم من أقسام الساق فتضاف عدد الأقسام في الورنية عند التطابق مضروبا في دقة الورنية إلى الأعداد الصحيحة على الساق ويعطي ذلك القراءة المطلوبة .

### المايكرومتر :

هو جهاز قياس دقيق يتكون من :

(١) إطار على شكل خوذة الحصان يثبت عليه من الجهة اليسرى عمود صغير يعرف بالسدان أو الفك الثابت .

(٢) ويثبت على الإطار من الجهة اليمنى اسطوانة مجوفة ومقلوبة من الداخل .

(٣) وعليها تقسيمات على طول جسمها الخارجي تعرف بذراع الإطار (يلاحظ أن كلا من السدان وذراع الإطار ثابت لا يتحرك) .

يركب في ذراع الإطار عمود نهايته مقلوبة يعرف بالمسمار اللولبي.

(٤) يتحرك داخل النراع عند عملية القياس فتبرز نهاية المسamar اللولبي داخل الإطار في إتجاه السنдан .

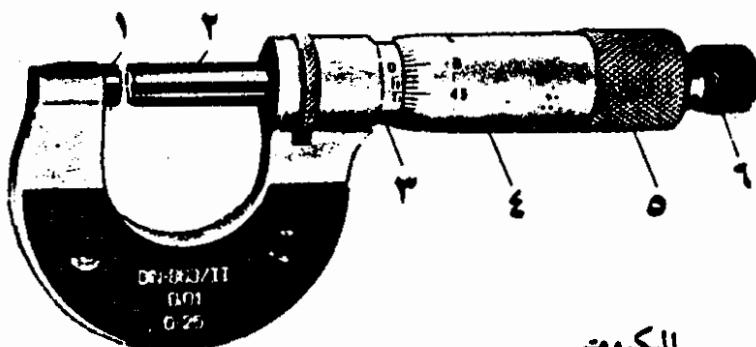
(٥) فيتحدد البعد المراد قياسه بين السندان وعمود المسamar اللولبي . ويحمل هذا المسamar اللولبي كذلك اسطوانة عليها تقسيمات عند نهايتها اليسرى على محيطها .

(٦) وتنتهي هذه الاسطوانة من الناحية اليمنى بجزء متتر .

(٧) تستخد المدققة كمقبض يدار به المسamar اللولبي ، وعند النهاية تبرز ساقاطة مصدية .

(٨) تستخد المدققة لضبط دقة وحساسية القياس .

شكل (٨)



### الميكرومتر

- ١) فك ثابت      ٢) فك متحرك      ٣) ساق مدرجة
- ٤) اسطوانة مدرجة متحركة      ٥) جزء متتر
- ٦) ساقاطة مصدية

### نظريّة المايكرومتر :

تعتمد نظرية المايكرومتر على استخدام عمود مقلوب (العمود اللولبي)

يدور داخل اسطوانة مجوفة فيبرز بذلك جزء من العمود عند نهاية الاسطوانة

بمسافة تساوي حركة إدارة العمود ، فإذا أدى العمود دورة كاملة فإن طرفه يبرز بمقدار خطوة القلاووظ (وهي المسافة بين سن القلاووظ وسنة أخرى) فإذا كانت خطوة القلاووظ ٥٠ مم مثلاً وكانت الأسطوانة التي يحملها المسمار اللولبي مقسم محيطها بعناية إلى ٥٠ قسماً فإن كل قسم من هذه الأقسام

$$\text{يعادل } 0,05 \times \frac{1}{50} \text{ أو } \frac{1}{100} \times \frac{1}{50} = \frac{1}{100}$$

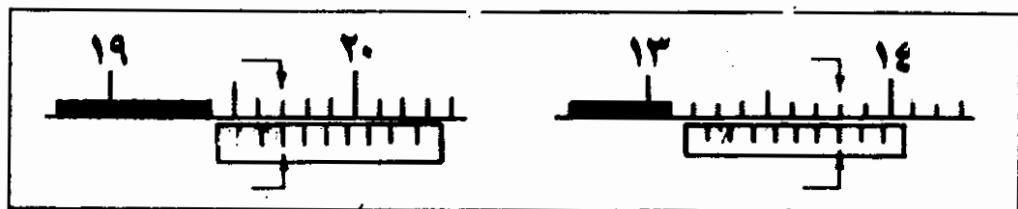
تساوي ٠,٠١ مم وهي دقة قياس المايكرومتر المترى :  
طريقة قراءة المايكرومتر :

تقرأ الأرقام على نراع الإطار بالملليمترات يضاف إليها الأرقام الكسرية من تقسيمات محيط الأسطوانة بقراءة الخط الذي يتطابق مع خط محور تقسيم نراع الإطار .

أمثلة على قراءة المايكرومتر المترى :  
شكل (٩)

(ب)

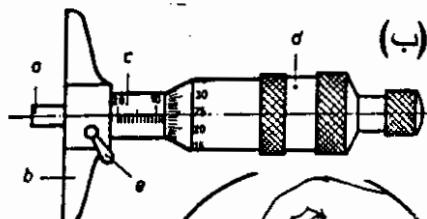
(أ)



يصنف نوع المايكرومتر ببعدي قراءته (٥٠ - ٢٥ مم) أو (٢٥ - ٥٠ مم) أو (٧٥ - ٥٠ مم) ، كما يصنف بنوعه مايكرومتر أبعاد أو مايكرومتر داخلي أو

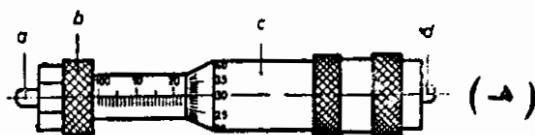
مايكرومتر لقياس الأعماق .

**أنواع المايكرومتر :**  
شكل (١٠) (ا)

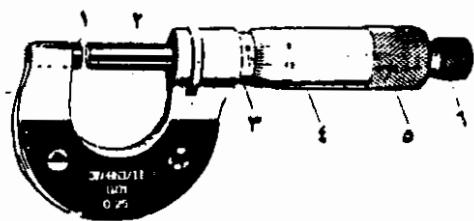


(ج)

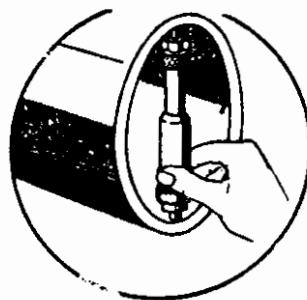
١) معيار الأعماق الوليبي . a) محور  
القياس ، b) القشرة الداخلية ، c) القشرة  
الخارجية ، d) رافعة التثبيت



٢) المعيار الداخلي الوليبي .  
a) بروز ، b) صامولة الشد ، c) قشرة  
خارجية ، d) قلم لمس .



للمايكرومتر  
١) فلك ثابت ٢) فلك متحرك  
٣) ماس مدرحة ٤) سطحنة مدرجة متحركة  
٥) جزء متحرك ٦) سطحنة مصدبة



(د)

المسموح بها فقد مكنت من صناعة بعض الأجزاء في مصانع مختلفة ، وحتى في بلاد مختلفة مع التأكد من أن هذه الأجزاء سوف تجمع وتركب مع بعضها في دقة عالية دون أي اختلافات في المقاسات .

إن جميع الضبعات تحتوي على محددات قياس ويقصد بذلك أنه يوجد فيها مقاس (مقبول) يكتب على طرف من محور القياس ومقاس (مرفوض) يكتب على الطرف الآخر وتصل مدى دقة ضبعات القياس إلى ٠.٠١ من المليمتر وأحياناً تكون الدقة أكثر من ذلك .

تصنع ضبعات القياس من الصلب الخاص وتجهز بدقة عالية جدا ، لذلك يجب الاعتناء بها عند الاستعمال .

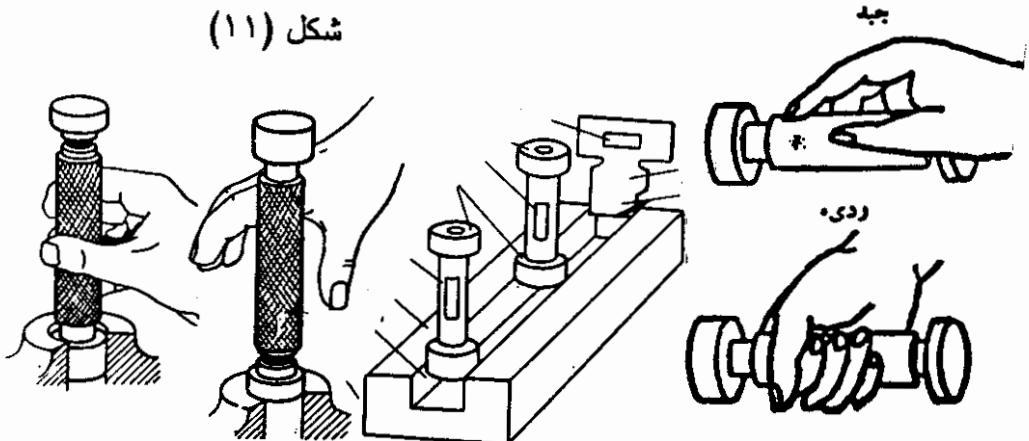
وبعد الاستعمال يجب تزيتها بطبقة خفيفة من الزيت أو الفازلين (الشحم) لمنع الصدا .

فيما يلي بعض أنواع ضبعات القياس الشائعة الاستعمال وأماكن استخدامها :

#### أ / ضبعة القياس السدادي للثقوب:

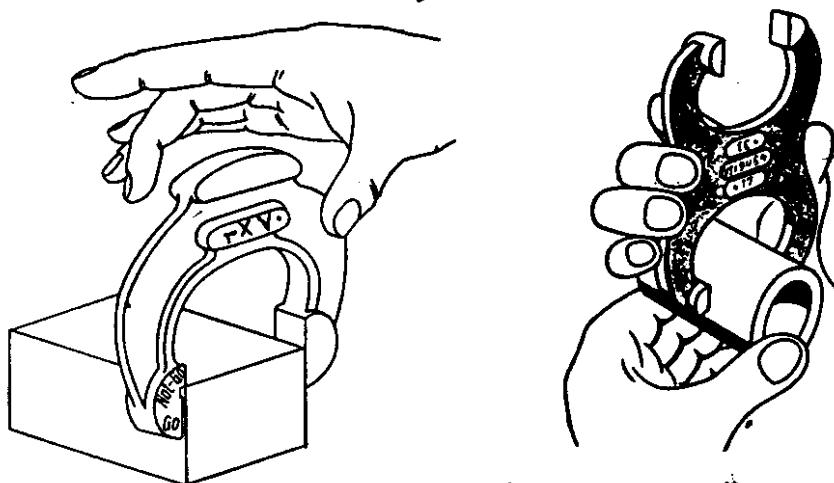
الشكل رقم ( ١١ ) يبين ضبعة قياس سدادي وهي تستخد لفحص الثقوب الاسطوانية المستديرة القطاع ولفحص الثقوب غير النافذة ، يجب اتخاذ الاحتياطات الكفيلة بطرد الهواء الذي يجوز أن يضغط تحت تأثير جانب السداد المقول ولذلك يجب عمل ثقب صغير في قرص محدد للمقياس نفسه لاستخراج الهواء المضغوط .

شكل ( ١١ )



**بـ/ ضبعات قياس أطباقى للأعمدة أو محدد قياس الأعمدة :**  
وقد تكون في شكل حدوة الحصان المزدوجة أو المنفردة حسب الشكل  
**(رقم ١٢)**

**طريقة الامساك**



وتستخدم لفحص الأقطار الخارجية للأنشكال الأسطوانية والعمدان .

**جـ/ ضبعات القياس للسلوك (المجسمات) :**  
تستخدم لقياس قطر السلك وسمك الصاج .

#### **أدوات اختبار الزوايا :**

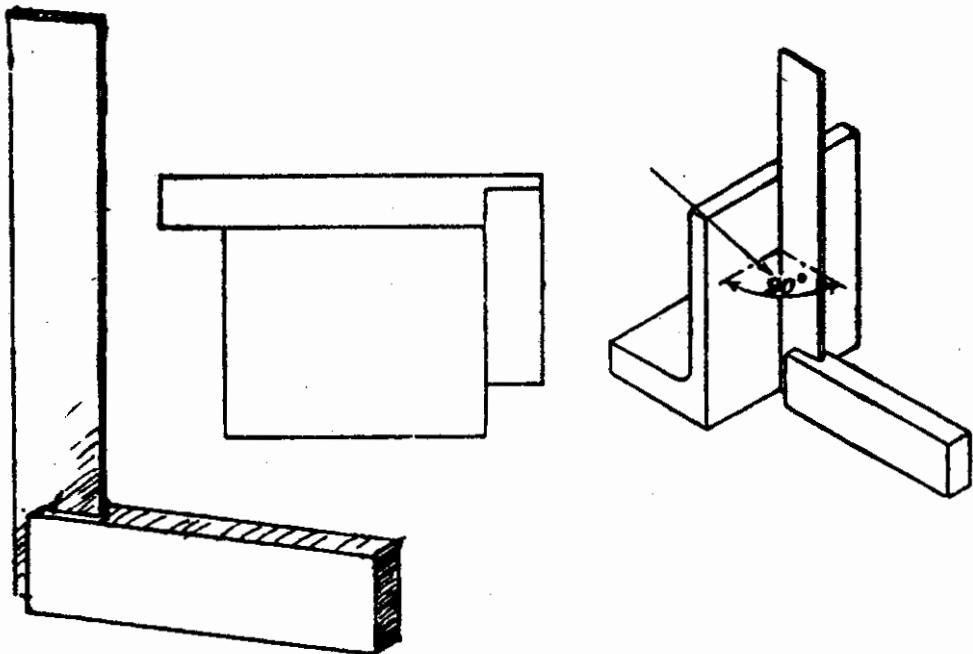
تدخل أدوات اختبار الزوايا ضمن مجموعة الأدوات التي تعرف بـ أدوات المراجعة أو الاختبار ، وأنواع أدوات اختبار الزوايا عديدة وأكثرها استعمالاً :  
**الزاوية القائمة :**

وهي تتكون من جنابين متعددين مختلفين في الشكل والطول ، وتصنع من الحديد الصلب الكربوني المتوسط . وتعتبر الزاوية القائمة من أحسن وأسرع الأدوات التي تستخدم لاختبار التربع .**الشكل رقم (١٣)**

يوضح طريقة واستعمال الزاوية القائمة وهي :

يجب التأكد من أن حافة الزاوية تكون عمودية على السطح المراد اختباره وإلا فسوف تكون معرضة للخطأ في القياس .

شكل (١٣)



الزاوية الجيدة تعتبر من الأدوات القيمة ولذلك يجب العناية الفائقة بها كما يجب مراعاة تجنب اصطدام الزاوية بأي جسم صلب ، ولو كان هذا التصادم ضئيلا ، وكذلك يجب تجنب احتكاكها مع العدد الأخرى .  
الزاوية المركبة :

تحتوي على سلاح يمكن استخدامه في أي واحد من الزوايا الآتية :

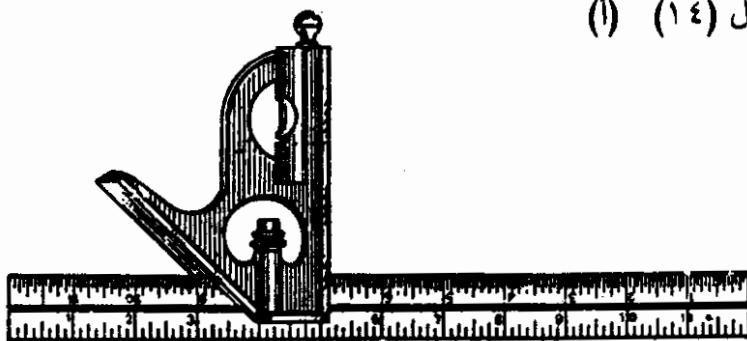
أ/ الزاوية المزدوجة :

تستخدم لاختبار زاوية  $90^{\circ}$  و  $45^{\circ}$  .

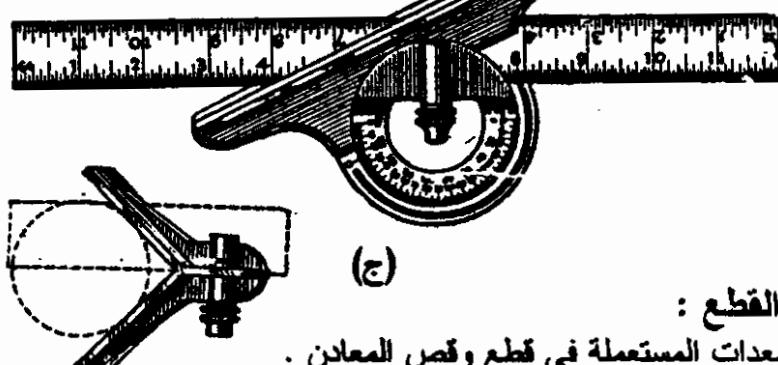
ب/ الزاوية العامة :

تستخدم لاختبار أي زاوية تقع في حدود من صفر إلى  $180^{\circ}$  درجة .

**جـ/ زاوية المراكز (محددة المراكز) :**  
تستخدم لتحديد المراكز للأجزاء الأسطوانية .  
**شكل (٤) (١)**



(ب)



(جـ)

#### معدات القطع :

المعدات المستعملة في قطع وقص المعادن .

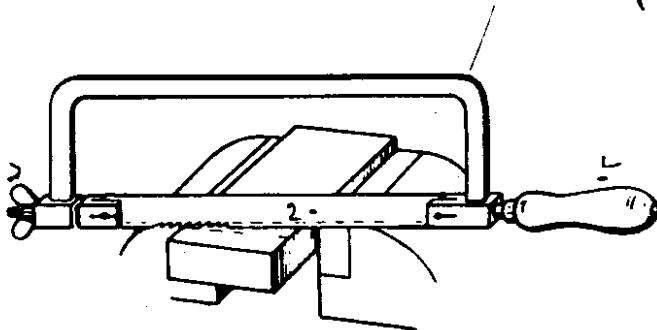
##### ١/ منشار المعادن اليدوي :

واحد من معدات القطع اليدوية يستعمل لقطع المعادن ، ويكون المنشار كما هو في الشكل (١٥) من :  
(أ) إطار مستطيل من الحديد يسمى الحامل ، وقد يكون قطعة واحدة ثابتة الطول أو قطعتين قابل للضبط يمكن ضبطه ليلاً من أطوال أسلحة المنشار المختلفة .

(ب) مقبض من المعدن أو اللدائن أو الخشب .

(ج) سلاح مسنن .

(د) صامولة لثبت السلاح .  
شكل (١٥)



### أنواع أسلحة منشار المعادن:

تنقسم الأسلحة إلى عدة أنواع حسب عدد الأسنان في البوصة الواحدة (البوصة وحدة قياس تساوي ٢٥ ملليمتر تقريباً) ومن أهم أنواع الأسلحة ما يلي :

أ / السلاح ذات الثنائي عشرة (١٨) سناً في البوصة الواحدة ويستعمل لقطع الألمنيوم والحديد المطاوع والنحاس .

ب/ السلاح ذات الأربع والعشرين (٢٤) سناً في البوصة الواحدة ويستعمل لقطع الأنابيب (المواشير) المعدنية السميكة والدعامات (الكمر) الحديدية المستعملة في المباني .

ج / السلاح ذات الاثنين والثلاثين (٣٢) سناً في البوصة الواحدة ويستعمل لقطع الأنابيب (المواشير) المعدنية ذات السمك الرفيع .

### الطريقة الصحيحة لاستعمال منشار المعادن :

عند استعمال منشار المعادن تتبع الخطوات التالية :-

أ ) ثبيت السلاح جيداً على أن يكون ميل أسنانه متوجه نحو مقدمة المنشار .

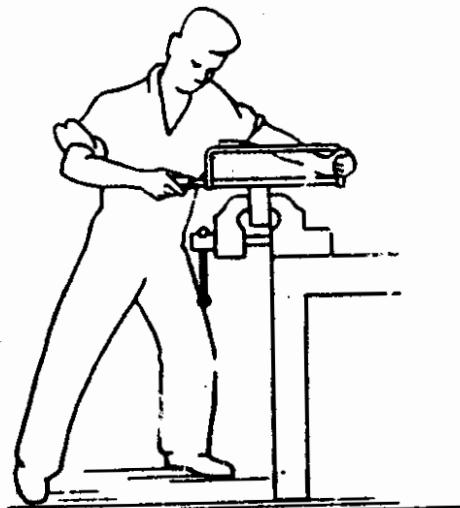
ب) التأكد من أن المشغولة المراد قطعها مثبتة جيداً في المنجلة (الملزمة).

ج) البدء في عمل مجرى على سطح الشغالة مع الاستعانة بقطعة صغيرة من الخشب أو بإصبع الإبهام لتحديد خط القطع .

د ) إمساك المنشار بكلتا اليدين ، اليد اليسرى في مقدمة الإطار ، اليد اليمنى في المقابض من الخلف مع الضغط عليه عند دفعه إلى الأكمام ويتوقف مقدار الضغط على نوع معدن الشغالة المراد قطعها .  
 هـ) قبل استكمال القطع يجب تخفيف الضغط على المنشار حتى لا ينكسر السلاح مع إمساك طرف المشغولة بإحدى اليدين حتى لا تسقط :

**سلاح المنشار :**  
 تصنع أسلحة المنشار من الصلب الكربوني أو صلب السرعات العالية وفي بعض الأحيان من صلب السبائك بأطوال مختلفة تتراوح بين ٢٠٠ إلى ٣٠٠ مم ، ويقاس سلاح المنشار من خارج طرف في ثقب السلاح الذين يتثبت بهما في الإطار ويفضل في بعض الأحيان أن يقاس طول السلاح من مركزى هذين الثقبين . عرض سلاح المنشار ١٢,٥ امليمترًا تقريباً أما سمك السلاح فيكون بين ٦ إلى ٧ طليمترات تقريباً .

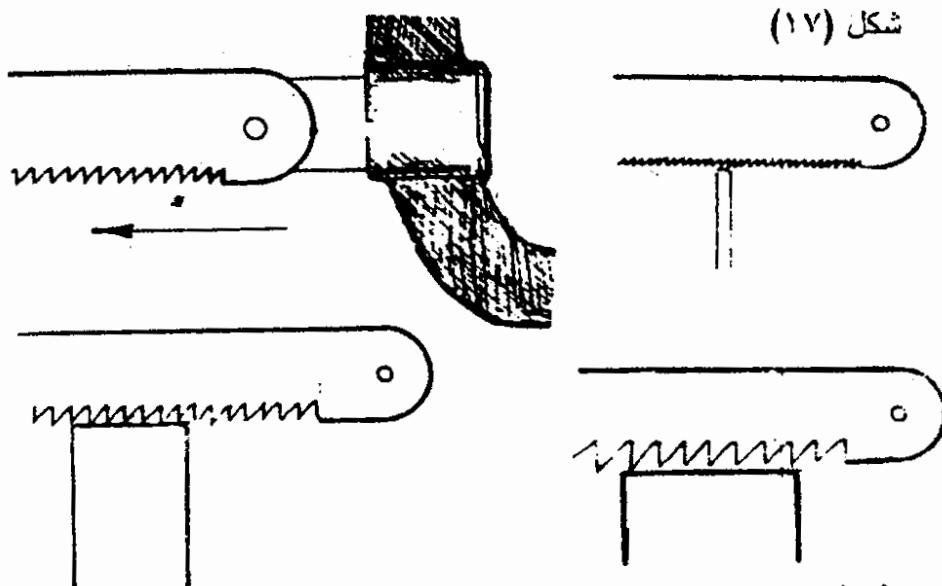
شكل (١٦)



يختار سلاح المنشار وفقاً لنوع المعدن المراد قطعه حسب الجدول التالي :

نوع المعدن المراد قطعه	نوع سلاح المنشار	عدد الأسنان في كل ٢٥ مم
المعادن الطيرية كالزهر والبرنز والألمونيوم	خشى	١٦ - ١٤
صلب المنشآت والزهر الرمادي الطيري	متواسط	٢٢ - ١٨
المعادن متواسطة الصلابة	دقيق ناعم	٣٢
المواسير والصاج والمعادن الصلبة		

شكل (١٧)



من الصاج :

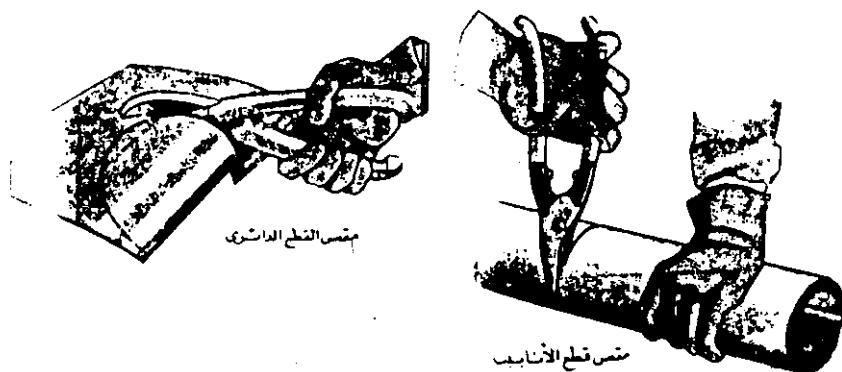
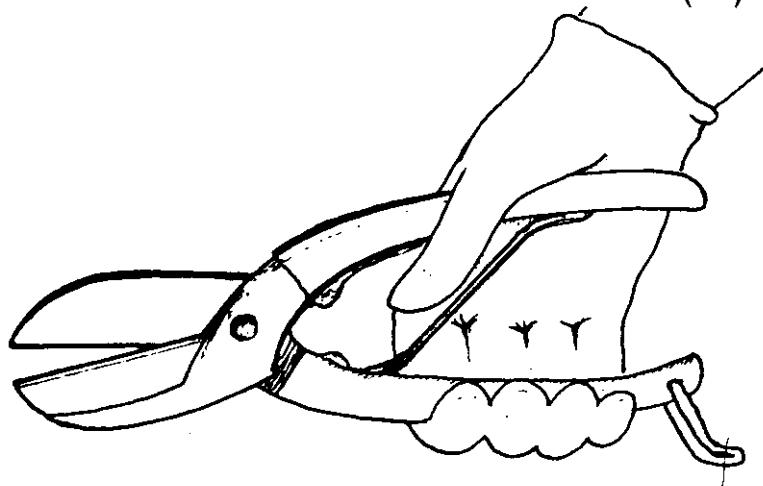
يتكون مقص الصاج كما في الشكل من ساقين طرفيهما الأماميين حادين ، يثبتان مع بعضهما بمسمار برشام يسمح بحركتهما . تكون مؤخرتا الساقين مقبض المقتص . وبمقبض المقتص ذراع مرنة (أو نابض) يساعد على فتح المقتص ومشبك لإغلاق المقتص بعد الانتهاء من استخدامه . يستعمل مقص الصاج في قطع رقائق المعدن ، ولمقص الصاج عدة وظائف منها :

- ١ / مقص القطع المستقيم .

ب/ مقص القطع الدائري .

ج/ مقص الأنابيب (المواسير) المعدنية ذات السمك الرفيع .

شكل (١٨)



مَصْ قُطْلُعُ الدَّائِرِي

مَصْ قُطْلُعُ الْأَنَابِيبِ

الطريقة الصحيحة عند استعمال المقص كما يلى :

١/ تحديد مكان القطع .

٢/ اختيار المقص المناسب لنوعية العمل .

٣/ إمساك المقص بالطريقة الصحيحة كما في الشكل .

٤/ الضغط على المقص باليد فقط واتباع خط القص بدقة .

## الأجنة :

الأجنة واحدة من عدد القطع اليدوي و تستخدم في التشغيل لقطع المعادن بالطرق اليدوي على رأس الأجنة فيتغلل حدها القاطع في معدن الشغالة . تتحصر عمليات التأجين في ثلاثة أنواع من العمل :

أ / التأجين بقصد القطع الانفصالي للمعدن ، حيث يتكون شق في معدن الشغالة نتيجة لإزاحة المعدن وانضغاطه ثم يعمق هذا الشق باستمرار حتى يحدث الانفصال .

ب/ تأجين لإزالة الرأيش ، وذلك لإزالة الرأيش وتسوية سطح أجزاء المشغولات المسبوكة أو المصنعة بواسطة الطرق أو المشغولات التي أجريت عليها عمليات وصل باللحام .

ج / وتستخدم الأجنة كذلك لفتح مشقيات الخوابير ، وقنوات الزيوت . ويتراوح طول الأجنة بين ١٠٠ مم إلى ٢٠٠ مم تصنع من صلب العدة الكربوني و تعالج مقدمة الأجنة التي يتراءح طولها بين ٢٥ - ٣١ ملি�متراً معالجة حرارية لتناسب قطع المعادن . يسن هذا الجانب على شكل زاوية تسمى زاوية السن ويختلف مقدار هذه الزاوية باختلاف نوع المعادن المراد قطعه على النحو التالي :

زاوية السن بالدرجات	نوع معدن الشغالة المراد قطعه
٦٠ - ٧٠	معدن صلب مثل الصلب الكربوني ، الصلب السبانكي
٥٠ - ٦٠	معدن متوسطة الصلابة كالبرنز ، والنحاس الأصفر
٤٠ - ٤٠	معدن لدنة كالرصاص والألمنيوم والنحاس

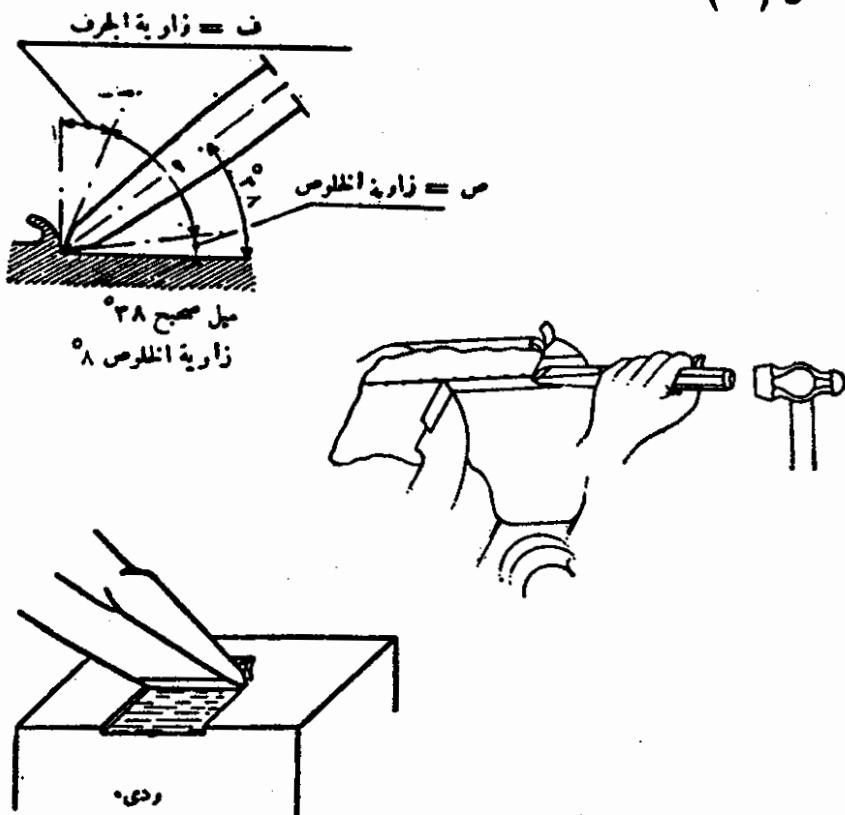
أما رأس الأجنة فيجلخ على شكل مسلوب بحيث لا يؤثر الطــرق عليه فيسبب فلطحته مما ينتج عنه تطاير رأيش يسبب أضراراً جسيمة . تمسك الأجنة على سطح القطعة المراد تشغيلها بزاوية معينة فينشأ من ذلك ثلاثة زوايا :

١/ الزاوية الخلوص: وهي الزاوية بين الشغالة وطرف الأجنة المائل على الشغالة .

٢/ زاوية القطع: وهي تتكون من زاوية الخلوص وزاوية السن .

٣/ زاوية الرايش: وهي التي تنشأ من أعلى وضع الأجنحة المائل على الشفلة .

شكل (١٩)

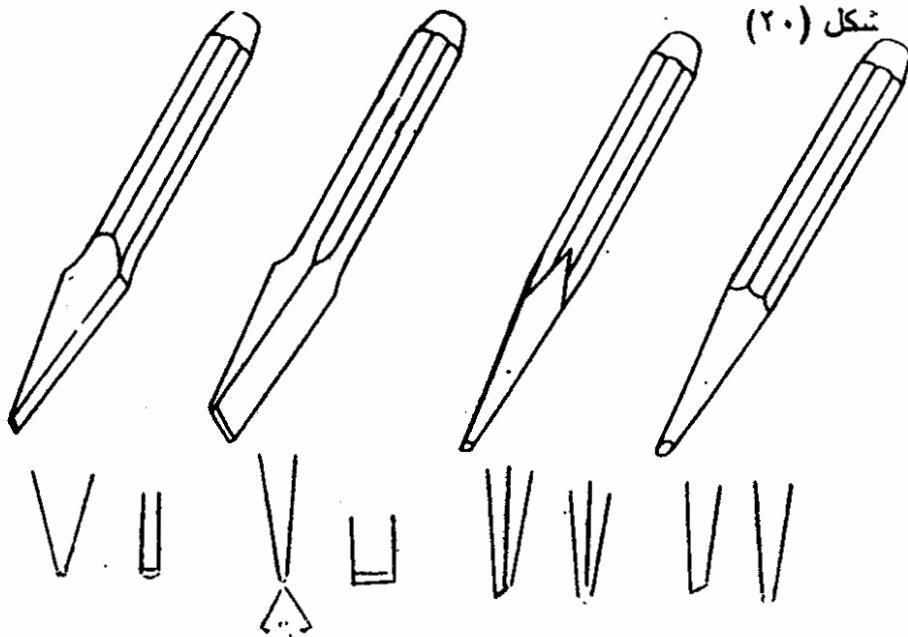


### أنواع الأجنحة :

هناك ثلاثة أنواع من الأجنح شائعة الاستعمال :

- أ / الأجنحة المبططة: وتستخدم في تسوية السطوح وقطع الحافات .
- ب/ قلم التاجين الضفرة: ويستخدم لفتح المشقبيات وفروقات التزييت ولقطع روؤس مسامير البرشام ، كما يستخدم في القطع المبدني قبل استخدام الأجنحة المبططة .
- ج/ قلم التاجين : ويستخدم لفتح المشقبيات وفروقات التزييت ولقطع روؤس مسامير البرشام ، كما يستخدم في القطع المبدني قبل استخدام الأجنحة المبططة .

شكل (٢٠)



ما يجب مراعاته عند عملية القطع بالأجنة :

- ١- يجب ربط الشغالة على المنجلة جيداً مع التأكد من أن تكون خطوط التعليم (الشنكر) موازية لفكى المنجلة ، ومرتفعة عنها بمقدار ثلاثة مليمترات تقريباً .
- ٢- يجب مراعاة الوقفة الصحيحة عند القيام بعملية التساجين ، وذلك بوضع القدم اليسرى متقدمة على القدم اليمنى بحوالى قدم تقريباً ويجب أن تكون الأرجل بوضع مائل على بعضها بحوالى ٧٠° تقريباً
- ٣- يجب فحص الشاكوش بحيث يكون مثبتاً جيداً وخالٍ من الشظايا ونظيفاً من المواد التي تسبب الانزلاق كالزبرت والشحم ... الخ .
- ٤- يجب فحص الأجنة والتأكد من أن حدها القاطع يكون جيداً ورأسها حالياً من الشظايا والمواد المسيبة للانزلاق .
- ٥- يجب أن تقبض الأجهزة باليد اليسرى على بعد ٢٥ مليمتر من رأسها وتقبض الشاكوش باليد اليمنى .
- ٦- وضع الأجنة على سطح الشغالة بزاوية لا تقل عن ٣٠° ولا تزيد عن ٣٥° تقريباً ، ذلك لأن وضع الأجنة على سطح الشغالة بميل أكثر

من اللازم يجعل الأجنحة تتغز في الشغالة بوضع يصعب معه القطع، أما وضع الأجنحة بميل أقل من اللازم يجعل الأجنحة تنزلق بحيث يتسبب ذلك في إيذاء الشخص العامل .

- يجب أن يتم التأجين على مراحلتين الأولى مبدئي بحيث لا يزيد الجزء المزال عن ٢ مم والثانية تشطبي (ناعماً) ولا يزيد فيه الجزء المزال عن واحد ملليمتر .

- عند تأجين الأسطح العريضة يجب عمل مجاري بقلم التأجين أو لا ثم إزالة ما بين المجاري بواسطة الأجنحة المبططة .

- عند تأجين معدن هش ، الظهرة مثلاً يجب أن يتم القطع بكيفية تكفل عدم تفتت الأطراف وذلك بشطف جميع حواف السطح المراد تأجنهه أولاً إلى ٤-٥ ملليمتر أو أن يتم التأجين بالطرق الخفيف من الحافة متوجهًا إلى وسط الشغالة مع الانتباه الكامل .

- عند تأجين المعادن الطيرية كالنحاس مثلاً يجب عدم السماح بسخانة حد الأجنحة القاطع وتبریده بماه الصابون ثم تنظيفه حتى لا ينزلق .

- لا يستخدم التبريد في حالة تأجين المواد الهاشة بل تؤجن على الناشف .

- عند قطع المواد قليلة السمك بالأجنحة يجب ربط القطعة على المنجلة بقوة وأن يكون خط الشنkerة موازيًا لفك المنجلة ومرتفع عنها بما لا يزيد عن ثلاثة ملليمترات على الأكثر لأن ارتفاع خط الشنkerة أكثر من ذلك يتسبب في ثني القطعة المراد تأجنهها .

#### **المبارد وعملية البرد :**

المقصود من عملية البرد إزالة أجزاء من معدن الشغالة على شكل رايش (برادة) بواسطة أسنان المبرد التي هي بمثابة عدد قاطعة ، ويستخدم المبرد لأغراض التسوية والتشطيب .

يصنع المبرد عادة من صلب العدة الكربوني الخاص الذي لا تزيد نسبة الكربون فيه عن ١,٢٥ % ويشكل شكل المبرد بالحدادة ثم يعالج حراريًا ثم تقوم القطعة بالضغط لتكون مستوية ، ثم تشكل الأسنان بالتفزيز أو التنجح .

## أنواع المبارد :

تتقسم المبارد من حيث الأسنان إلى :

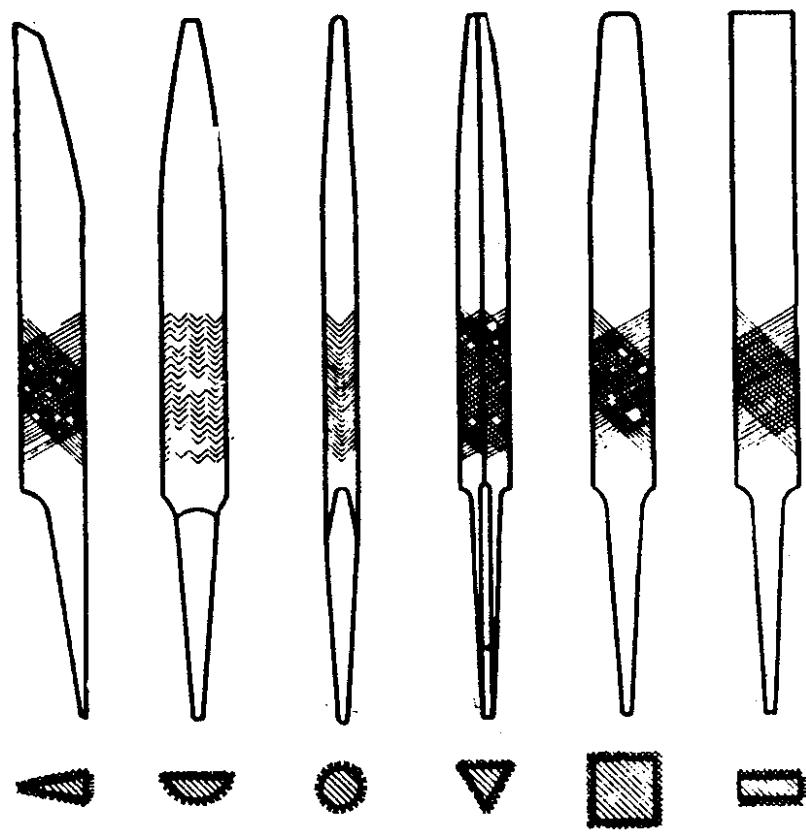
- ١- مفرد القطع ، ويحتوي على أسنان في اتجاه واحد .
- ٢- مزدوج القطع ، ويحتوي على أسنان تتقاطع مع بعضها .
- ٣- المبرد الخشابي (سن النشر) .

وقد تكون أسنان المبارد مستوية أو مائلة أو مقوسة . ويستخدم المبرد ذو الأسنان المقوسة بصفة خاصة في برادة المواد اللينة والورق المقوى .  
تبين عدد أسنان المبرد في السنتمتر الواحد درجة نعومة المبرد (خشن جداً ، خشن ، متوسط الخشونة ، ناعم ، ناعم جداً) .

رقمت منظمة القياس الدولية (I.S.O) المبارد وأنواعها وأطوالها وعدد أسنانها على النحو التالي :

رقم المبرد	طول المبرد بالملليمترات	نوع المبرد	عدد الأسنان في السنتمتر الواحد
.١	٤٥٠ - ١٠٠	خشن جداً	٤٥ - ٤٥
.٢	٤٥٠ - ٨٠	خشن	٥٦ - ٥٣
.٣	٤٥٠ - ٨٠	متوسط الخشونة	٢٥ - ١٠
.٤	٤٥٥ - ٨٠	ناعم	٣٥ - ١٤
.٥	٢١٠ - ٨٠	ناعم جداً	٥٠ - ٢٥
.٦	٢٥٠ - ٨٠	شديد النعومة	٧١ - ٤٠

شكل (٢١)



أما ناحية الشكل فتختلف أشكال المبارد تبعاً لاختلاف الأعمال التي تستخدم في، على النحو التالي :

١/ **المبرد المبسط** :

هو مبرد مبسط قطع متوازي الحواف حتى ثلثي طوله مسلوب بعد ذلك في كل من عرضه وسمكه ، يحتوي المبرد المبسط على أسنان

مزدوجة القطع في سطحه و مفردة القطع في كلتا حافتيه ، ويستخدم لتسوية الأسطح .

#### ٢/ المبرد المسطح اليدوي :

وهو مبرد مسطح متوازي للعرض إلا أن س מקه مسلوب كالمبرد المبطط ، والأسنان في سطحه مزدوجة القطع ، تحتوي إحدى حافتيه على أسنان مفردة القطع ، وتترك الحافة الأخرى سليمة دون أسنان ، ولذلك سميت بالحافة السليمة ، ويستخدم هذا النوع من المبارد في تسوية أركان المربعات والمستويات الداخلية والبرادة المدرجة التي يتطلب فيها الاستقامة والتربيع ، كما يستخدم في أغراض التسوية العامة .

#### ٣/ المبرد المربع :

وهو مبرد مربع المقاطع متوازي الأجناب حتى ثلثيه ثم مسلوب بعد ذلك . ويحتوي على أسنان مزدوجة تقطع في كل أضلاعه ، ويستخدم في تسوية الأركان والمشقيات .

#### ٤/ المبرد الملفوف :

ويسمى كذلك (ذيل النار)

وهو مبرد دائري المقطع و مسلوب في الثلث الأمامي يستخدم في توسيع التقوب و تسوية الأقواس الداخلية والمنحنيات ، والمشقيات الدائرية ، وأسنان المبرد الملفوف مزدوجة القطع في النوع الخشن والناعم عندما يكون طول المبرد أكثر من ١٥ سم بينما تكون الأسنان مفردة القطع عندما يكون طول المبرد أقل من ذلك في حالة المبارد المتوسطة الخشونة .

#### ٥/ المبرد نصف دائرة :

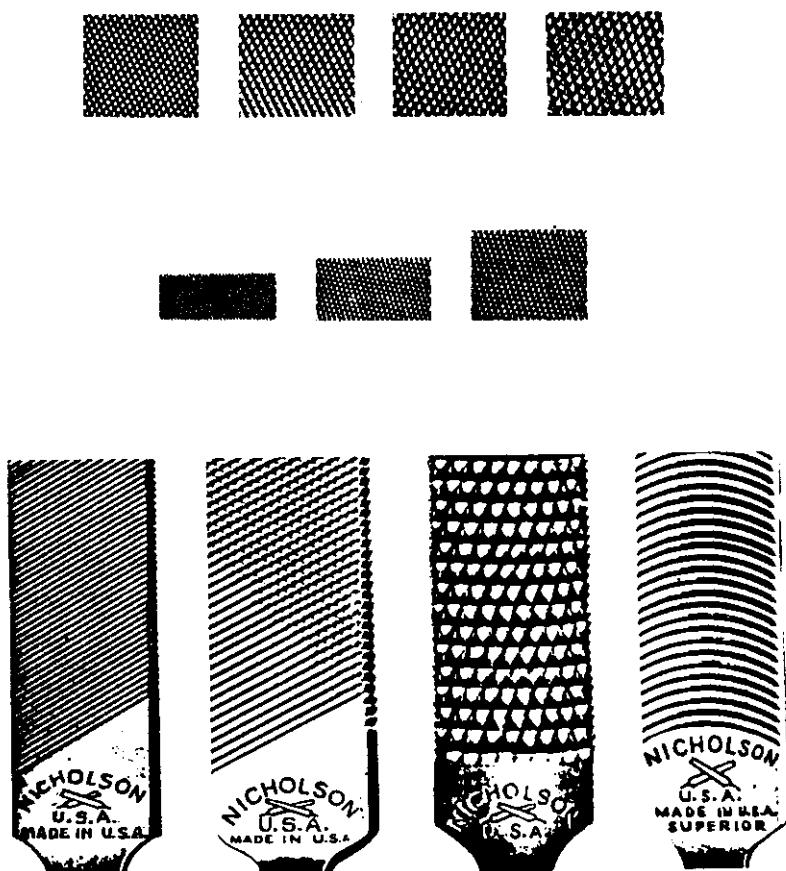
ويكون أحد سطحيه مبطن عند الأسنان فيه دائماً مزدوجة القطع . ويكون السطح الآخر على شكل قوس والأسنان فيه مفردة القطع . وتكون دائماً متوسطة الخشونة أو ناعمة ويستخدم السطح المقوس من المبرد في تسوية الأجزاء نصف الدائرية من الداخل أو الخارج .

#### ٦/ المبرد المثلث :

وهو مبرد مثلث القطع ، الأسنان فيه مزدوجة القطع ويستخدم في تسوية الأركان التي تقل عن ٩٠ درجة .

توجد أنواع أخرى من المبارد الخاصة كالمبرد معين المقطع ، المبرد  
شبه منحرف المقطع ، المبرد الساعات ، المبرد الإبرة والمبرد السكينة.

شكل (٢٢)



## **الثقب والمثاقب**

هناك عدة طرق لعمل الثقوب في المشغولات أهمها :

١- عمل الثقوب في الشغالة أثناء سبكها ثم يشغل سطحها إلى درجة الجودة المطلوبة .

٢- عمل الثقوب بواسطة الحدادة على الساخن أما بواسطة السمبك الآلي آلياً أو يدوياً بواسطة السمبك اليدوي .

٣- عمل الثقوب بواسطة المثاقب (البنطة) إما يدوياً بواسطة المثاقب اليدوي أو آلياً بواسطة ماكينة المثاقب .

### **المثاقب أو (البنط) :**

البنطة واحدة من العدد القاطعة تستخدم لفتح ثقوب في أجزاء المشغولات المصنوعة من الخشب أو المعادن أو اللدائن أو الورق المقوى ، سواء أكانت هذه الثقوب نافذة أو غير نافذة .

نصنع البنط من صلب العدة الكربوني أو الصلب السبائكى أو صلب السرعات العالية .

### **الشروط الواجب توافرها في البنطة :**

١- يشترط في البنطة أن تكون قابلة للسن .

٢- أن يكون لها القرة على القطع بسهولة .

٣- أن يكون لها دليل أثناء عملية القطع حتى لا تنزلق أو تحدث ثقباً غير منظم .

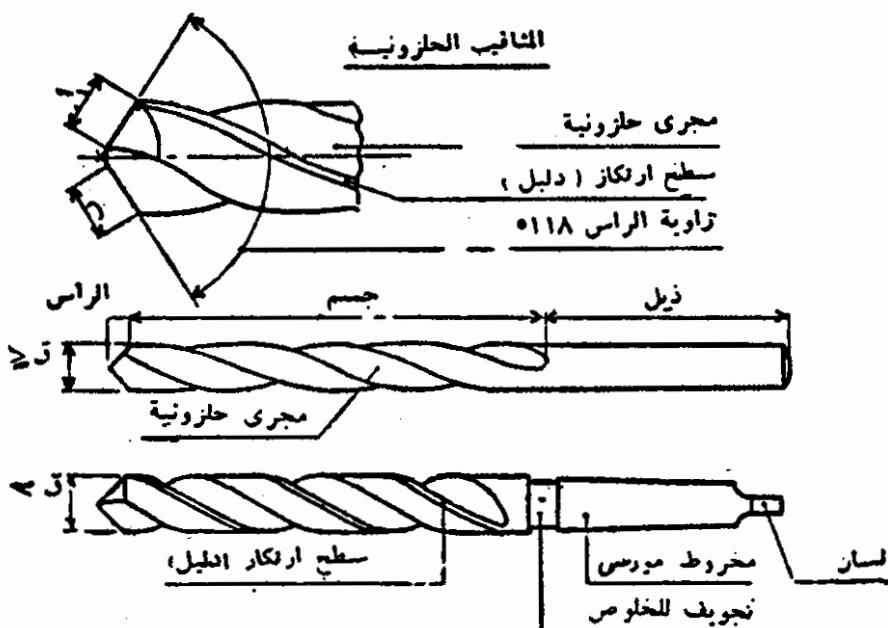
٤- أن تتخلص من رأيش المعدن المزال بسهولة .

٥- أن يتساوى فيها طول إحدى القطع وأن يحصراً مع المحور الطولي زاويتين متساويتين .

### **البنطة الحلزونية :**

وهي منأحدث أنواع البنط وأكثرها استعمالاً وهي تتكون من ذيل (المنصاب) وجسم (الشكل الحلزوني) ورأس (الدليل وحدي القطع) .

شكل (٢٣)



### الذيل أو المنصب :

وهو إما أن يكون أسطوانياً أو مسلوبياً وتعرف سلبة الذيل بسلبة مورس . وترقم سلبة مورس من ١ - ٦ وهي تلائم ظروف مورس التي ترکب عليها حتى يمكن تثبيتها في ظرف ماكينة المتقاب ومن هنا يتضح أن البسط المسلوبة لا تستخدم إلا عند عمل تقوب بواسطة المتقاب الكهربائي الثابت أو على المخرطة .

## **الجسم :**

يتكون من ساق أسطوانية المقطع فتحت فيها قناتان حلزونيتان طويلتا الخطوة جداً ، ويشغل على الساق بواسطة التجلیخ شریطان ضيقان أسطوانيان أملسان ، يتكون منها سطح الارتكاز الدليل . ويقل قطر الرأس بالتدريج من الرأس إلى المنصب محدثاً سلباً بسيطة ١٠٠٪ لحدوث خلوص يمنع تصلب البنطة داخل التقب .

## **الرأس :**

مخروطي الشكل وتتراوح زاوية رأسه نظرياً بين ١١٦° - ١٢٠° وتبلغ في المتوسط من الناحية العملية ١١٨° وتتكون الشفتان (أ) و (ب) بتقاطع القناتين مع سطح مخروط الرأس العرضي .

## **التخویش أو الدشكلة :**

وهي عملية توسيع وتسوية مداخل التقوب إما على شكل أسطواني أو مخروطي . ومن أهم أنواع التخویش ما يلي :

### **أ/ التخویش الأسطواني :**

وهو عملية توسيع وتسوية مداخل التقوب أسطوانياً لتستقر فيها رؤوس مسامير أسطوانية الشكل ويستخدم لهذا الغرض مخواشاً أسطوانياً له دليل كما في الشكل .

### **ب/ التخویش المخروطي :**

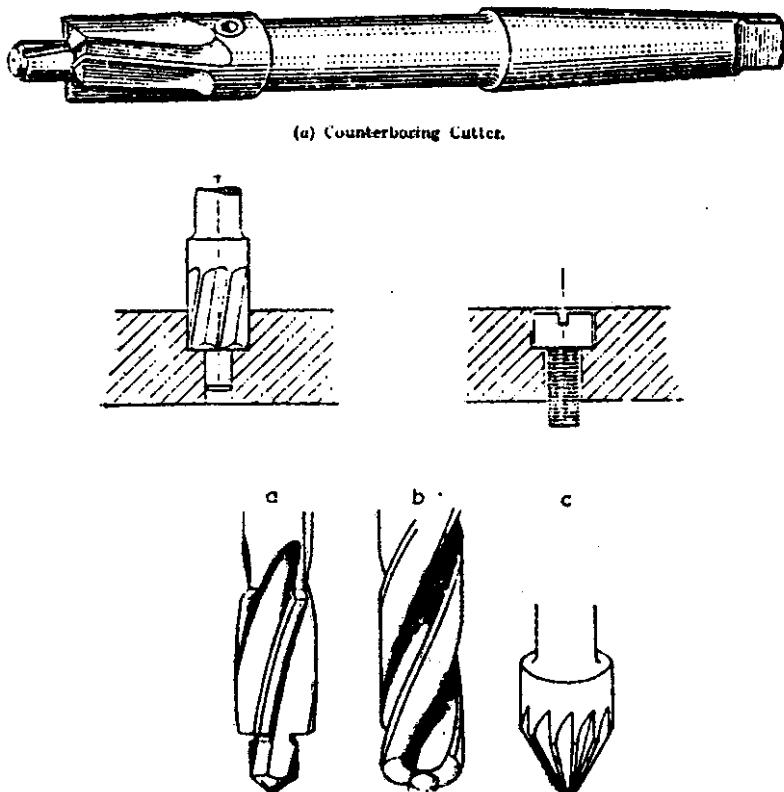
وهو عملية توسيع أحد مداخل التقوب على شكل مخروطي وذلك لواحد من الأسباب الآتية :

١- إيجاد موضع لتنستر فيه رؤوس المسامير الغاطسة المخروطية سواء أكانت ٦٠ ، ٩٠ ، ١٢٠ درجة .

٢- إيجاد موضع لرؤوس مسامير البرشام .

٣- التخلص من الرايس والزواائد على حواف التقوب .

شكل (٢٤)



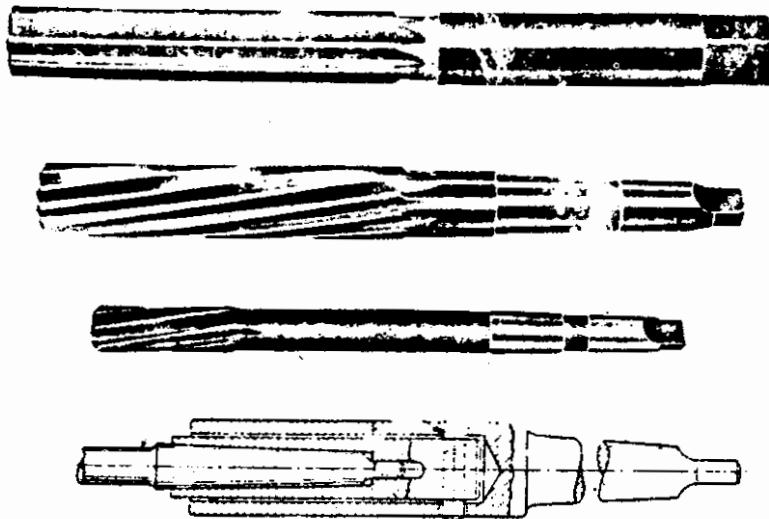
**البرغة والبراغل :**  
**عملية البرغة :**

هي عملية تشطيب (مرحلة نهائية) للثقوب التي فتحت بواسطة البنط سابقاً لتفاوت سبق تحديده أو للحصول على سطح أملس للثقب أو في الحالتين معاً، ذلك لأنه لا يمكن الاعتماد على البنطة للحصول على ثقب ذو درجة عالية من التشطيب والدقة لأسباب كثيرة.

ويستخدم في هذه العملية واحدة من العدد اليدوية القاطعة يسمى البرغل. وهو لا يقوم بنفس العمل الذي تقوم به البنطة. بمعنى أنه لا ينشء ثقباً، ولكنه يتبع الثقب المتنقب قبل البنطة، وهذا غالباً ما يكون أقل بقليل من المقاس.

المطلوب فيضبط إلى المقاييس المطلوب بواسطة البرغل وإذا كان الثقب به خطأ في انوضع أو الاتجاه ، فإن البرغل يتبع نفس مجرى الثقب ولا يزيل الخطأ .  
 البراغل لا تزيل أثناء عملية البرغالة كمية كبيرة من المعدن وليس ذلك من طبيعتها ، والكمية التي تترك لعملية البرغالة من قطر الثقب يجب أن تتعذر (١٣ .٠ مم) ويتوقف ذلك في الواقع على قطر الثقب ونوع المعدن ، ولا تزال كل هذه الكمية في مرحلة واحدة بل تزال في مرحلتين أو أكثر ويكون ذلك ببرغل واحد مسلوب أو براغل متعددة ثابتة المقدار .

شكل (٢٥)



#### أنواع البراغل الشائعة الاستعمال :

هناك نوعان رئيسان شائعا الاستعمال هما :

البراغل اليدوية والبراغل التي تدار بواسطة الماكينات .

البراغل اليدوية ذات قصبة مستقيمة وتكون ثابتة المقدار أي ذات قطر ثابت أو إضباطية متعددة المقدار (متحركة القواطع) وهي ذات نهايات مربعة تسمح بتركيب وضبط فتحة البوغي (المقبض) عليها .

أما البراغل التي تستخدم بواسطة الماكينات فهي ذات قصبة مسلوبة تسمح بتركيبها في الماكينات مباشرة أو بواسطة جلب مورس المخروطية والأشكال (٢٥) توضح بعض أنواع البراغل اليدوية والبراغل التي تستخدم بواسطة الماكينات .

### قطع اللولب (القلاووظ) :

القلاووظ عبارة عن قنوات حلزونية تفتح على السطح الخارجي أو الداخلي لجسم أسطواني أو مخروطي يدوياً بواسطة عدد قطع خاصة أو على الماكينات .

إن عملية قطع القلاووظ واحدة من أهم عمليات القطع التي تجري في الورش الميكانيكية والتي تحتاج إلى خبرة عملية .  
ويسمى الجزء الواحد من الشكل الملوّب (المقلوظ) بالسن . وتحتّل الأسنان عن بعضها البعض باختلاف نوع اللولب ، وتتميز أسنان اللولب عن بعضها باختلاف أشكالها العامة وخطوة لولبها ومقدار الأقطار التي تقطع عليها . ويمكن أن نحصر نواحي الاختلاف في الآتي :

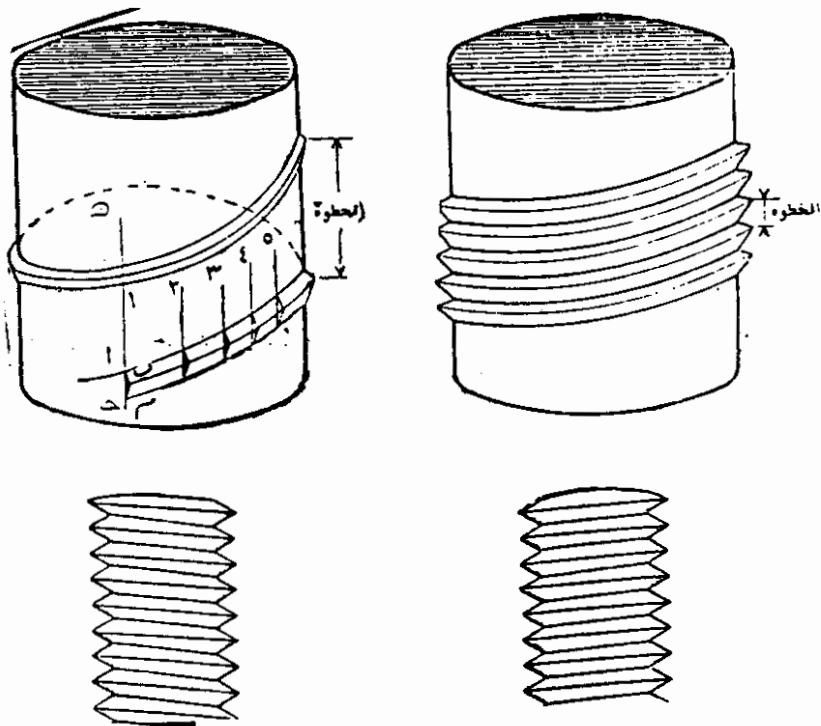
#### ١/ شكل مقطع السن :

وهو الشكل الناتج عن قطع حلزوني اللولب . ويختلف هذا المقطع في شكله العام وزاوية ميله ، فمنه الشكل المثلث وهو الأكثر شيوعاً ومنه المربع ، وشبه المنحرف والنصف دائري وكل شكل من هذه الأشكال اسم خاص يعرف به ويميزه عن غيره .

#### ٢/ خطوة اللولب :

الخطوة هي المسافة الطولية التي تتحركها الصاملة عند إدارتها دورة كاملة . وتمثل في القلاووظ ذي الباب الواحد ، المسافة المحصورة بين كل رأسين أو قاعدين متتاليين في القلاووظ وتحسب في القياس المترى بالملليمترات .

٣/ أقطار اللولب :  
شكل (٢٦)



للقلووظ قطaran ، القطر الخارجي الكبير ويعرف باسم البعد الاسمى أو الحقيقى للقلووظ والقطر الصغير الداخلى والشكل ( ٢٦ ) يبين النقاط سالفة الذكر ويستخدم القلاووظ في المجالات الآتية :

- ١- توصيل الحركة أو زيادة تأثيرها كما هو الحال في عفريته العربة أو الزرجينة مثلا .
- ٢- تنظيم وضبط والتحكم في الحركة كما في المايكرومترات مثلا .
- ٣- ربط الأجزاء مع بعضها في حالتي التجميع والتركيب كربط أجزاء الماكينات مع بعضها وخلافه .

وتوجد أنواع كثيرة من اللولب لكل منها استعمالات خاصة لأغراض خاصة . ولكل لولب عدة أبعاد تميزه عن غيره تخضع لنظم توحيد المقاييس ، وتوضع لها جداول خاصة ، وسنتحدث فيما يلي عن نوعين من أنواع القلاووظ بالنسبة للسن هما :

القلاووظ الخشن والقلاووظ الناعم اللذان يقطعان بعدد القطع اليدوية الخاصة . ونقصد بعد القطع اليدوية الخاصة ذكر القلاووظ ولقم القلاووظ .

#### • ذكر القلاووظ :

ذكر القلاووظ هو عبارة عن مسمار مصنوع من صلب العدة الكربوني أو صلب السرعات العالية قطع على جزء منه لولب بعنابة فاقيمة ثم قطعت فيه مجاري طولية وجلخت بدقة لإحداث الأسنان القاطعة . وقسى ذكر القلاووظ بعد ذلك بحيث أنه عندما يلف في داخل تقب يحدث به لولبا على محيطه الداخلي . يمكن أن يربط مسمار بنفس المقاييس ويعلو الجزء الذي عليه الأسنان القاطعة في ذكر القلاووظ ساق أسطوانية يقل قطرها قليلا عن قطر الجزء القاطع وينتهي الساق بجزء مربع يسمح بتركيب وضبط فتحة مقبض خاص يعرف باسم البوجي .

وتكون ذكور القلاووظ عادة في شكل طقم به ثلاثة قطع هي :

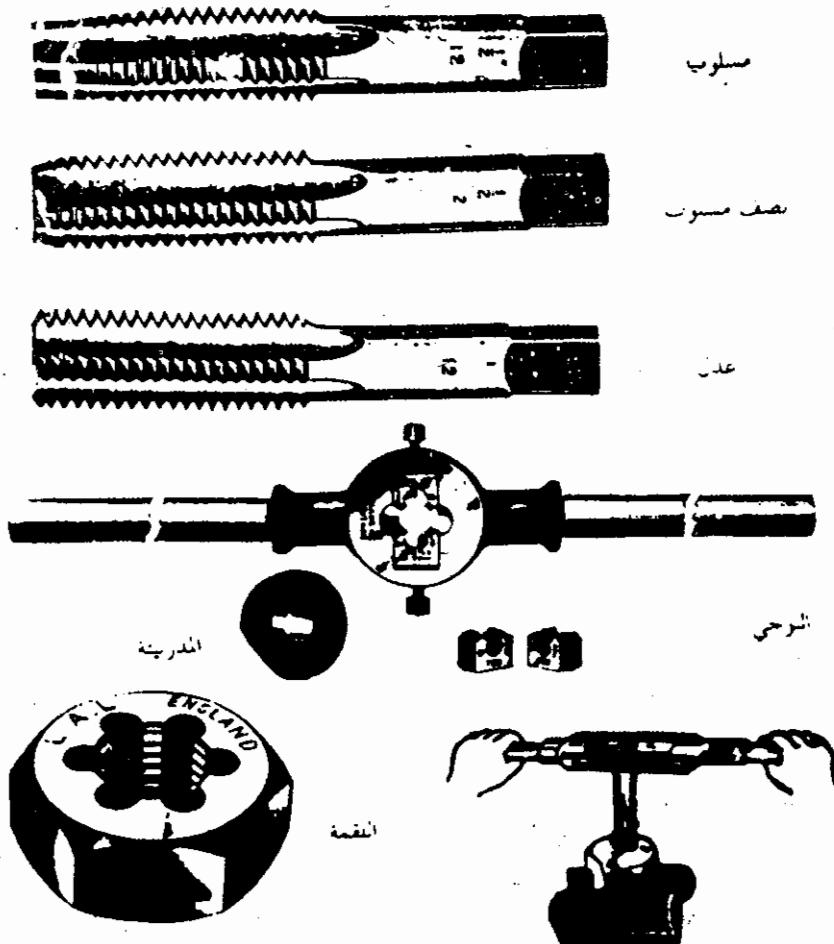
#### ١/ الذكر المسلوب :

ويعرف باسم ذكر التقريب ويكون مسلوبا بحوالي ٨ إلى ٩ أسنان فسي مقدمته كدليل لسهولة قطع اللولب في البداية .

#### ٢/ ذكر نصف مسلوب :

ويعرف باسم ذكر القطع المتوسط وتسلب من مقدمته ستنان أو ثلاثة أسنان فقط وهو يتبع الذكر المسلوب في الاستعمال . فإذا كان التقب نافذا يمكن أن يكون هذا الذكر ملائما لتشطيب هذا اللولب نهائيا . أما إذا كان التقب غير نافذ فيشطب قطع القلاووظ بالذكر العدل :

٣/ ذكر قلاؤود عدل (مستقيم) :  
 ويعرف باسم ذكر القلاؤود التسطيبي ويكون مستقيماً حتى طول  
 الجزء الذي به الأسنان القاطعة ، ويستخدم للتسطيب خاصة في لولبة  
 التوب الغير نافذة والشكل رقم ( ٢٧ ) يبين طقم ذكر القلاؤود .  
 شكل ( ٢٧ )

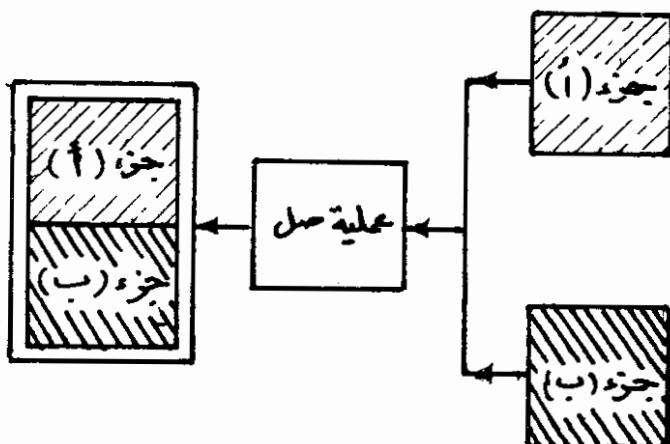


## أساليب وصل المعادن

### تعريف عملية وصل المشغولات :

عملية وصل المشغولات يقصد به الأسلوب الفني الذي نستطيع من خلاله وصل عدة أجزاء مع بعضها البعض لتكون منتجًا مفيًدا مركبة من تلك الأجزاء . ونعبر عن ذلك بمعادلة بسيطة كما هو مبين بالشكل .

شكل (٢٨)

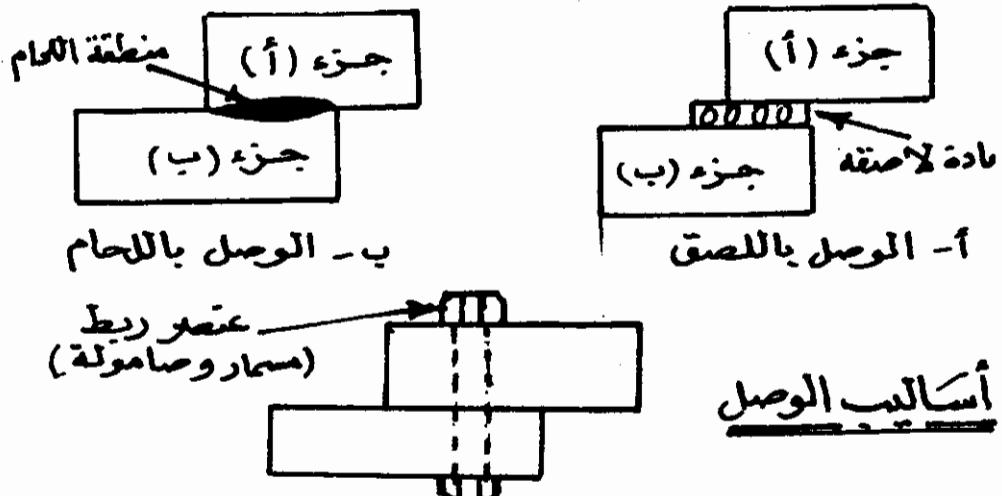


### عملية الوصل

جزء (أ) + جزء (ب) عملية متوج (مركب من أ ، ب)  
وصل

وبالطبع يمكن تكرار عمليات الوصل للحصول على منتج نهائي يتكون من أجزاء متعددة وقد تكون الأجزاء الداخلة في عملية الوصل من نفس المادة وقد لا تكون . وهناك بعض الأساليب للوصل كما هو مبين في الشكل (٢٩ )

شكل (٢٩)



### أساليب الوصل

أ) الوصل باللصق :

ويفيها يتم وصل جزئين مختلفين بواسطة مادة لاصقة مناسبة .

ب) الوصل باللحام :

ويفيها يتم وصل جزئين مختلفين عن طريق اللحام فعلى بين جزئيات مادتيهما في منطقة الوصل .

ج) الوصل بطرق ميكانيكية :

ويفيها يتم وصل جزئين مختلفين عن طريق ربطهما معاً باستخدام عنصر ثالث مثل المسامير الملوولة (قلابوط) والبرشام وغير ذلك .

ننعرض فيما يلي إلى مقترن طرق وصل المعادن بالطرق الميكانيكية ولصق المعادن كما سنقدم استعراضاً لأهم طرق لحام المعادن .

### عمليات الوصل في حياتنا اليومية :

تستخدم في حياتنا اليومية العديد من المنتجات الصناعية التي تم الحصول عليها بعمليات وصل مختلفة في المنزل نجد كثيراً من المنتجات الموصولة بطريقة أو بأخرى مثل الكراسي والمناضد والأسرة . أيضاً إذا نظرنا إلى أدوات

المطبخ نلاحظ كيف تستخدم أساليب مختلفة لوصل أيادي أواني المطبخ سواء باللحام أو الوصل الميكانيكي عن طريق مسامير القلاووظ ، وفي مختلف الأجهزة والمعدات تستخدم عمليات الوصل بكثرة مثلاً يتكون جسم السيارة من عدة أواح صاح مشكلة وملحومة مع بعضها البعض بإتقان . وتستخدم عمليات اللحام بكثرة في بناء هياكل المنشآت مثل هياكل الصلب المستخدمة في المبني العالية للحديثة وأبراج الكهرباء المصنوعة من قطع الصلب المخلطة .  
كذلك يتزايد الاعتماد على مختلف المواد للأصقة والتي حققت تدما عظيماً خصوصاً لوصل منتجات البلاستيك وللألادان الأخرى .

### وصل المعدن بالطرق الميكانيكية :

#### الربط المؤقت :

يتم ذلك باستخدام عنصر ثالث وتعتبر المسامير المقلوبة والصواميل أهم وسيلة للربط المؤقت (أي الذي يمكن فكه عند الحاجة) ويمكن استعمال مسامير ملولب (قلاووظ) فقط إذا كان هناك ثقب ملولب (مقلوب) يمكن الرابط فيه .

#### الربط بالبرشمة (البرشام) :

يتم ذلك عن طريق استعمال مسامير خاصة تسمى مسامير البرشام والتي نوع من معدن طري غالباً ما يكون من نفس نوع المعدن المطلوب وصلبه .  
ويتم إدخال مسامير البرشام في ثقب خاصة في الأجزاء المطلوب وصلتها ثم الطرق عليها بحيث يتم تقطيع رؤوسها لاحكام الوصل بين الطرفين ومنع انفصالهما كما في الشكل (٣٠)

شكل (٣٠)



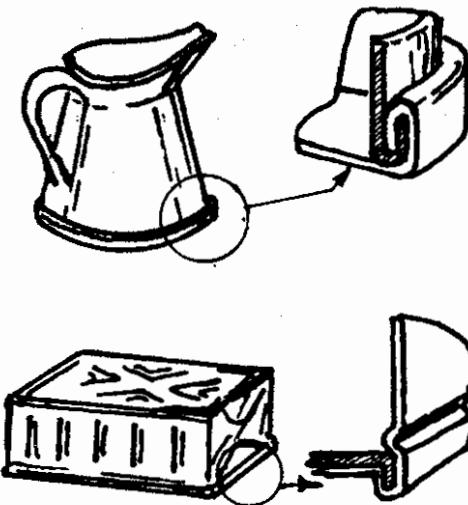
والوصلات الناتجة بالبرشمة غير قابلة للفك ولا يمكن فصل الأجزاء الموصولة بالبرشمة عن بعضها البعض إلا بتحطيم عنصر الاتصال وهو البرشام . وستستخدم عمليات البرشمة المثبتة في صناعة الهياكل الفولاذية والكرياري والمركبات (الشاحنات) كما تستخدم عمليات البرشمة مانعة التسرب في أوعية الغازات والضغط ورغم الاستعاضة عن البرشام حالياً باللحام في كثير من الأحيان ، إلا أن الوصل بالبرشمة ما زال مستخدماً في تطبيقات متعددة كما سبق ذكره .

#### وصلات السمسكية بالطرق (الدسرة) :

وستخدم طرق الوصل بالسمسكية بكثرة في إشغال الصاج (الألواح الرقيقة) وذلك باستخدام التشكيل والطرق .

وهناك أنواع متعددة لتلك الوصلات تستخدم عند صنع الأسفف بالصاج وفي قاع خزانات الوقود كقفل خارجي بخزان أسطواني .

شكل رقم (٣١)



وتتتج تلك الوصلات بين طرفي الألواح المعدنية أو شغالة الصاج المطلوب وصلها ثم الضغط عليها بالطرق باستخدام مطارق خاصة .

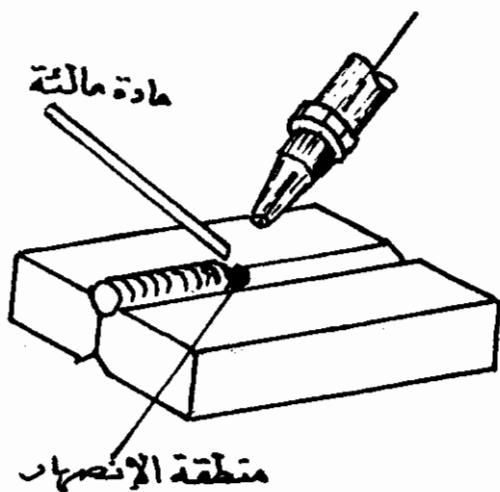
### اللحام بالغاز (خلط غازي الأكسجين والأستلين) :

تتولد الحرارة في هذا النوع من اللحام عن طريق اللهب الصادر من مشعل (بورى) لحرق خليط من غازي الاستلين والأكسجين النقي شكل (٣٢) ويمكن اللحام بهذه الطريقة حتى بدون استخدام مادة ثالثة وذلك بصهر طرفي وصلة اللحام وتجمدهما معاً في منطقة اللحام . وبعد التجمد تكون منطقة الوصل متجانسة من حيث التركيب الكيميائي والخصائص الميكانيكية . ويجري اللحام عادة بتسخين طرفي وصلة اللحام بعد تنظيفها ثم تضاف سبيكة اللحام المصنوعة على هيئة سيخ لحام (مادة مالئة) والذي ينضر طرفه بفعل اللهب ويخلط مع مصهور المعدن في منطقة الانصهار .

وبابعاد اللهب تتجمد الوصلة الملحومة لتتصل الأجزاء ببعضها اتصالا دائمًا .

الشكل (٣٢)

### حرائق (بورى)



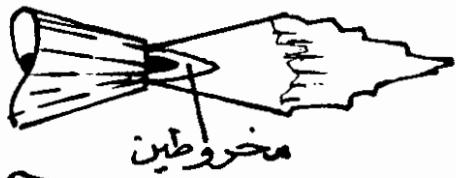
ويمكن التحكم في نوع اللهب الأكس استيلين عن طريق تحديد نسب خلط الاستيلين بالأكسجين وهناك ثلاثة أنواع من اللهب :

- ١- لهب متعادل : وفيه تتساوى نسبة خلط الأكسجين والاستيلين . ويستخدم للحام الصلب الطري والنحاس والالمونيوم .
- ٢- لهب مكرbin : وفيه تزيد نسبة خلط الاستيلين إلى الأكسجين ويستخدم للحام الصلب الذي يقاوم الصدأ وكذلك عند تصليد الأسطح .
- ٣- لهب مؤكسد : وفيه تزداد نسبة خلط الأكسجين إلى الاستيلين ، ويستخدم للحام النحاس الأصفر والبرونز وبين الشكل (٣٣) أنواع لهب الأكس استيلين المختلفة .

ويتميز اللحام بالأكس استيلين بعدد من المزايا أهمها ما يأتي :

- ١- انخفاض تكلفة المعدات المستخدمة وسهولة صيانتها .
- ٢- وحدات اللحام بالأكس استيلين سهلة النقل من مكان لمكان مما يسهل استخدامها داخل وخارج الورش بسهولة في عمليات الصيانة والتجميع .
- ٣- يمكن لحام معظم أنواع المعادن بهذا الأسلوب .

شكل (٣٣)



لهب مكرbin



لهب متعادل



لهب مؤكسد

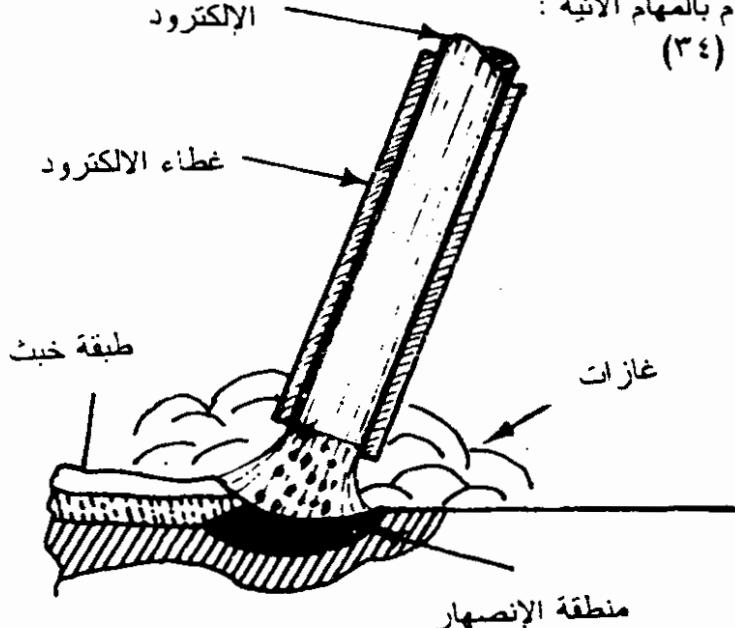
أنواع لهب الأوكسى استيلين

## اللحام بالقوس الكهربائي :

يعتبر اللحام بالقوس الكهربائي من الطرق الشائعة لوصول المشغولات وفيه يستفاد من درجة الحرارة العالية للغاية للقوس الكهربائي والتي تصل إلى ٥٥٠٠ م في صهر المعادن . ويلزم لإحداث ذلك القوس الكهربائي جهد منخفض يبلغ من ١٥ إلى ٥٠ فولتا بينما تبلغ قوة التيار من ٦٠ إلى ٣٠٠ أمبير وقد يبلغ في بعض الحالات الخاصة إلى ١٠٠٠ أمبير . وقد يستخدم في هذا السبيل تيار مستمر ولكن الشائع هو استعمال تيار متعدد بـ ث يمكن الحصول على ذلك التيار بمحولات الجهد من ٢٢٠ فولتا إلى ٣٠٠ فولتا (وهو جهد شبكة الكهرباء) إلى أقل من ٥٠ فولتا مما يسبب ارتفاع قوة التيار بالقدر اللازم للحام بالقوس الكهربائي . ويولد القوس الكهربائي في الفجوة بين قطب كهربائي يسمى إلكترود وبين الشغالة . تبلغ تلك الفجوة حوالي ٣ - ٨ مم في غالبية الأحيان كما في شكل رقم (٣٤) .

ورغم وجود عدة أنواع من الألكتروودات وأساليب اللحام بالقوس الكهربائي إلا أنه يشيع استخدام الكتروود معدني (مستهلك) مغطى بغلاف ينصهر أثناء اللحام كما هو مبين في الشكل (٣٤) وهذا الغلاف مكون من عدة مركبات كيميائية تقوم بالمهام الآتية :

شكل (٣٤)



اللحام بالقوس الكهربائي

١- توليد كمية من الغازات (حجاب غازي) يوفر بيئة تحمي عملية اللحام من الأكسدة .

٢- تثبيت واستقرار القوس الكهربائي .

٣- إضافة مواد تسابكية تحسن من خصائص الوصلة الملحومة .

٤- الاتحاد بالشوائب وتكوين طبقة بحيث تغطي الوصلة الملحومة (وهذه الطبقة تزال بعد ذلك) مما يؤدي إلى إبطاء تجمد المعدن المنصهر وتحسين الخصائص الميكانيكية لوصلة اللحام ..

### مشاعل القطع باللهب (غاز الأكس إستلين) :

نبذة عامة :

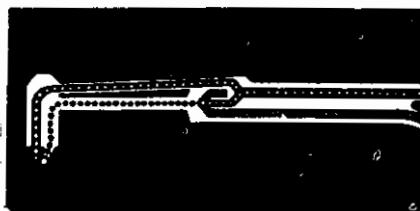
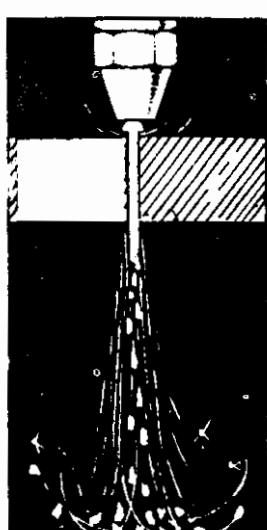
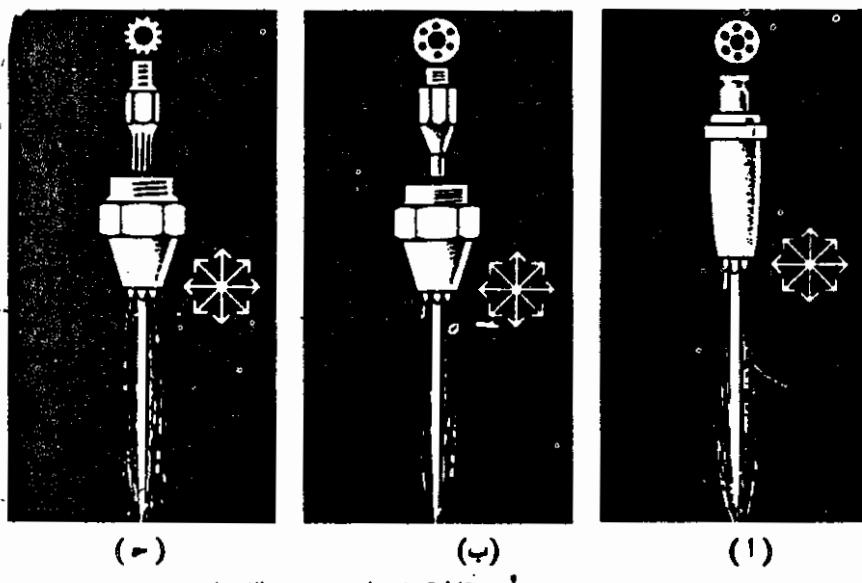
يمكن قطع المعادن بطرق مختلفة كما سبق كالنشر والتاجين (القطع بالأجنحة) والتقطب ، والقص بالمقصات اليدوية (اللأواح المعدنية الرقيقة) أو المقصات الزراعية . كذلك يمكن قطع المعادن باستخدام لهب مؤكسد .

من الممكن استخدام مشاعل ومعدات القطع باللهب فهناك عدة غازات وقد تستخدم مع غاز الأكسجين مثل غاز الأيدروجين (معباً في اسطوانات) أو بروبين أو بنزرين أو زيت معدني .

ونتحدث هنا عن غاز الأكس إستلين (يتكون من تفاعل الأكسجين مع الاستلين) حيث يوجد كل غاز في أنبوبة (اسطوانة) منفصلة ويتم خلطهما عند مشعل القطع (البورى) .

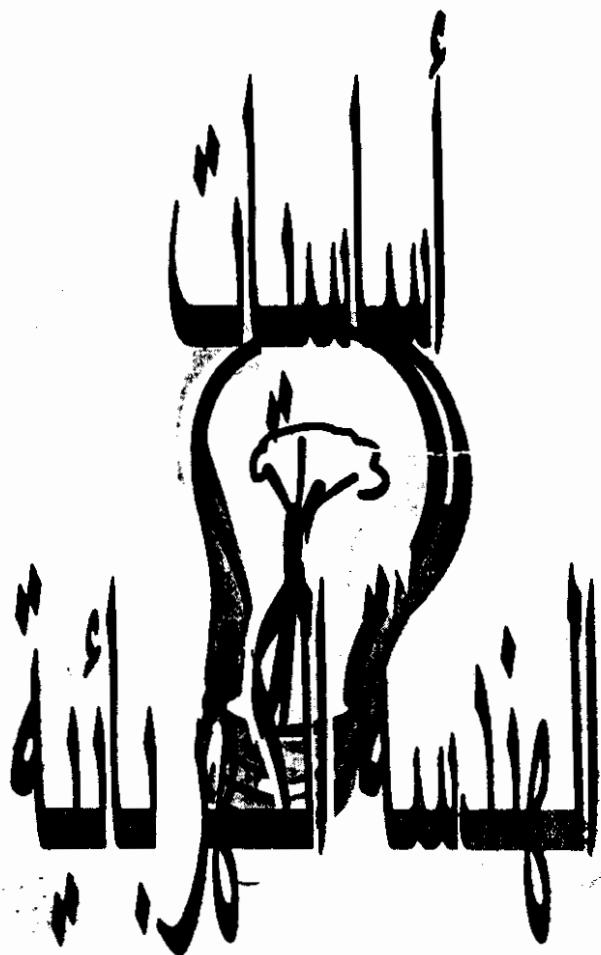
شكل مشعل القطع اليدوي شبيه بمشعل اللحام إلا أن مشعل القطع اليدوي يصمم بطريقة تمكن من تمرير أكسجين نقى غير مخلوط بالاستلين وذلك لدفع مصهور المعден بعد تأكسده نتيجة لعرضه للأكسجين النقى . ولمشعل القطع مر خاص لتمرير الأكسجين بضغط عالى إلى المعدن المنصهر . ومررين آخرين ، واحد للأكسجين والأخر للاستلين يمكننا من خلطهما . وبعد اختلاط الأكسجين والاستلين يمر الخليط إلى رأس المشعل (الفوقي) والذي يحتوى على عدة فتحات صغيرة بالإضافة إلى فتحة الأكسجين النقى والتي تكون عادة في مركز رأس الفوقي ويتراوح عدد هذه الفتحات بين ٣ و ٨ فتحات وهي التي تعطى اللهبة الضرورية لعملية التسخين لصهر المعден ثم انفصاله . شكل (٣٥) .

شكل (٣٥)





## الباب الثالث



## مقدمة

قامت الثورة الصناعية الأولى عندما اكتشف الإنسان طاقة البخار ، فدارت عجلة المصانع بطاقة لم تكن متوافرة من قبل ، فاستطاع الإنسان أن ينتاج ما يعينه على توفير حياة أفضل . ثم جاء اكتشاف الطاقة الكهربائية فكانت البديل الأفضل لطاقة البخار حيث امتازت هذه الطاقة الجديدة بامكانيات هائلة وأناحت تطبيقات متعددة على جميع أوجه الحياة وكان لاكتشاف الكهرباء أثر عميق في تغيير وتطوير نظم وأماكنات الحياة البشرية . ومنذ ظهور ذلك الاكتشاف العظيم بدأ تطوير التقنيات المنظورة في جميع أوجه الحياة . وأناحت فرصة للعلماء والمخترعين أن يحققوا ما لم يكن يخطر على بال الإنسان منذ زمن بعيد . وسار ركب التقدم في مجال توفير الطاقة الكهربائية بقدرات هائلة لدفع عجلة الصناعات الثقيلة والخفيفة . كما تستمد منها الطاقة لتحريك وسائل النقل والانتقال المختلفة . ووفرت الطاقة الكهربائية لابستعمالات المنزلية ، فأناحت قدراً كبيراً من الرفاهية داخل المنزل ، حيث التدفئة وتكييف الهواء ، بالإضافة إلى الآلات الكهربائية الصغيرة المتعددة ، التي تقوم بأداء كل ما كان يوحيه الإنسان بديوياً في الماضي البعيد . كما أنها استخدمت في وسائل الطب والفحص والعلاج إلى جانب أعداد لامجال لحصريها .

ثم جاءت ثورة الإلكترونيات والحواسيب الآلية ، والتي نقلت العالم إلى مرتبة متقدمة من التقانة الحديثة . حيث أناحت للعلماء قدرة هائلة في التصميم والتطوير التي نشهدها الآن . ووفرت للإنسان كل المعلومات المطلوبة من جميع أنحاء العالم بالقدر الذي يمكن أن يسمى بثورة المعلومات . وربطت العالم بأسره بشبكة واحدة للمعلومات تتيح لأي فرد على وجه الأرض أن يحصل على ما يريد من العلوم ، أو المعلومات المهنية ، أو التجارية ، أو الأدبية ، أو كل ما يحتاجه الإنسان في أي بقعة أخرى من العالم .

وبما أن امتلاك التقانة المنظورة قد أصبح من ضروريات القوة والبقاء بين الأمم المتنافسة ، فمن الواجب علينا أن نبدأ في دراسة أساسيات العلوم الكهربائية منذ وقت مبكر في مناهجنا التعليمية .

## أصل الكهرباء

الكهرباء خاصية طبيعية للأجسام المكونة للذرة . هذه الخاصية كامنة تبدو مظاهرها عندما تتأثر تلك المكونات بقوى تزعزع موقعها الطبيعية في الذرة .

فإن تفسير الظواهر الكهربائية في مجال الهندسة الكهربائية يتطلب معرفة التركيب الذري للمواد المستخدمة هندسياً ، والمؤثرات على مكوناتها والتغيرات التي تحدث لترجم عنها تلك الظواهر . فخواص المواد التي يتم اختيارها لتوصيل الكهرباء ترجع أساساً كاستجابة للتغيرات على مكوناتها الذرية والتي لا تستجيب لها المواد رديئة التوصيل للكهرباء .

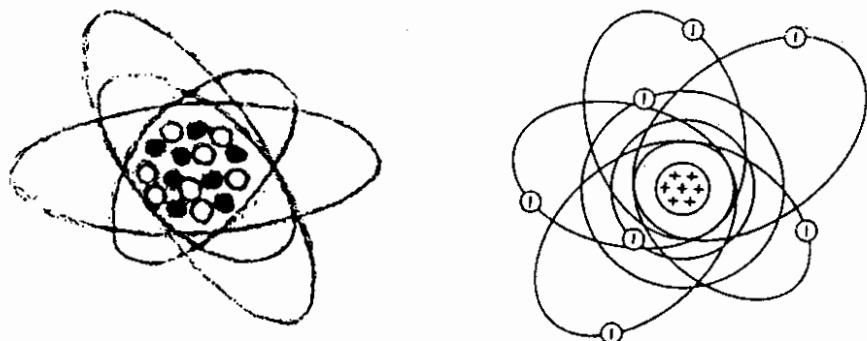
من مكونات الذرة النواة التي تقع ككتلة واحدة في وسطها. تتكون النواة من أجسام تسمى البروتونات وأخرى تسمى النيوترونات. تدور حول النواة

أجسام تسمى الإلكترونات. كتلة الإلكترون تساوي بالتقريب  $\frac{1}{1840}$  كتلة البروتون .

مدارات الإلكترونات متعددة وبمسافات متفاوتة من النواة . تتميز المواد عن بعضها بعدد الإلكترونات التي تساوي عدد البروتونات وتتميز أيضاً بعدد الإلكترونات التي تدور في، به من مداراتها . توصف المدارات بأنها تمثل طبقات متفاوتة من الطاقة ، حيث إن الإلكترون في مدار معين يمكن إبعاده إلى مدار آخر بالإضافة أو فقدان سانتة حسب ارتحاله بعيداً أو قريباً عن النواة. هناك قوة جاذبة تجذب الإلكترون إلى النواة . هذه القوة كبيرة للإلكترونات ذات المدارات القريبة من النواة وتضعف تدريجياً مع بعده المدار من النواة.

الإلكترون بطبيعته جسم بشحنة كهربائية سالبة بمقدار  $1.602 \times 10^{-19}$  وحدة كهربائية. وتعادل شحنته شحنة البروتون الموجبة .

النيوترون جسم متعادل كهربائيا ، أي ليست له خاصية شحنة موجبة أو سالبة .  
 الذرة كوحدة متعادلة كهربائيا أي تتساوى شحنات الالكترونات السالبة مع شحنات البروتونات الموجبة فيها .



ذرة النايتروجين لها سبعة الكترونات  
وسبعة بروتونات  
نواة الأكسجين لها ثمانية بروتونات  
ونثمانية نيوترونات

شكل ( ١ )

تحدث الظواهر الكهربائية عندما يخلط هذا التعادل . في الهندسة الكهربائية تستغل هذه الظواهر الخارجية التي تحدث في الأصل داخل مكونات الذرة . تأثيرات هذا الحدث الداخلي يؤثر في المقام الأول على الإلكترونات فقط . قد ينتج عن ذلك ما يأتي :

- ١ - أن تحول الإلكترونات مسارها بالنسبة لبعدها عن النواة وذلك بدون أن تترك الدوران في مجال ذراتها .
- ٢ - أو قد يحدث أن تنتقل الإلكترونات إلى ذرات مجاورة في نفس المادة أو مادة ملتصقة معها .

- ٣ - أو قد يحدث إنطلاق الإلكترونات كلية من مادتها الأصلية وسريانها في مواد أوساط أخرى وقد ترتبط بذراتها أو لا ترتبط بها وتمر حرقة بانتشار خلال المادة أو الوسط الجديد .

في كثير من الحالات يحدث ما يعرف بالتأين ( تحول المادة إلى أيونات ) . الأيون هو جزء من الذرة أو الجزيء غير متوازن كهربائيا نتيجة لتفكك أجزاء الذرة أو الجزيء . انفصال الإلكترون يكون أيون سالب الشحنة ممثلا في الإلكترون وأيون موجب الشحنة ممثلا في بقية الذرة أو الجزيء بفقدانها الإلكترون . التحلل الإلكتروني الحر بذرة أو جزئ من مادة أخرى يؤدي إلى عدم تعادل شحنتها وتتصبح الذرة أو الجزيء أيون سالب لزيادة عدد الكتروناتها . حدوث إزاحة الأيونات الموجبة إلى ناحية والسالبة إلى ناحية أخرى في المواد المنحلة إلى أيونات ، هو ما يعرف بالاستقطاب الذي تنتج منه الظاهرة الكهربائية .

### المواد الموصلة والعزلة

الإلكترونات التي تؤثر عليها قوى دافعة ، أو تثار وتنشط حركيا ، هي التي تدور في المدارات البعيدة نسبيا من النواة . تعرف هذه بالإلكترونات الخارجية وهذه هي التي تربطها قوة ضعيفة نسبيا مع النواة . قابلية هذه الإلكترونات للانتقال تسبب توصيل الكهرباء . تتميز أحسن أنواع المواد الموصلة للكهرباء بكثرة عدد الكتروناتها الذرية وهي في الغالب مواد معدنية .

المواد التي لا تستجيب لتأثيرات القوة الدافعة وتناثر وتنشط تعرف بالمواد العازلة . في هذه المواد الإلكترونات تربطها بالنواة قوة جذب كبيرة نسبيا بحيث لا تتأثر إذا سلطت عليها أضعاف تلك القوة التي تستجيب لها المواد الموصلة بالتوصيل الكهربائي .

أحسن مواد موصلة للكهرباء توجد بين المواد المعدنية وبعض محاليل أملاح وحومض معدنية . ذكر بعض هذه المواد في الجدول التالي :

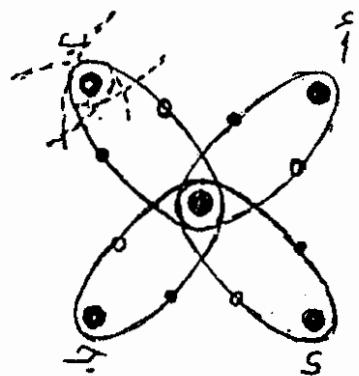
## المعادن :

الفضة ، النحاس ، الخارصين ، الحديد ، الرصاص ، الألمنيوم

أيونات سالبة	أيونات موجبة	المحاليل
كبريتات	هابروجين	حامض الكبريتيك
كبريتات	نحاس	كبريتات النحاس
كبريتات	خارصين	كبريتات الخارصين
نترات	فضة	نترات الفضة

## أشباه الموصلات

هناك نوع ثالث من المواد تعرف باسم أشباه الموصلات . تقع خواص هذه المواد ، في توصيل الكهرباء ، بين خواص الموصلات الجيدة و خواص المواد العازلة . تتميز هذه المواد بأن لها قابلية للارتباط الذري مع مواد معينة أخرى ، يكون تجمعها أيونات موجبة أو سالبة ، حسب نوع المادة التي ترتبط معها . أشهر هذه المواد وأكثرها انتشاراً هما السيلكون والجيرمانيوم . المواد التي تختلط بأشباه الموصلات بترتبط ذري ليكون تجمعها ما يعرف بأشباه الموصلات الموجبة أو أشباه الموصلات السالبة تعرف بالشوائب . يحدث الترابط الذري عن طريق الألكترونات الخارجية وتعرف هذه أيضاً بالاكترونات التكافئية . من هذه الشوائب ما هي ثلاثة التكافؤ ومنها ما هي خماسية التكافؤ . عند ترابط النوع الأول مع أشباه الموصلات تتكون مواد أشباه الموصلات الموجبة . وعند ترابط النوع الثاني مع أشباه الموصلات تتكون مواد أشباه الموصلات سالبة .



شكل (٢)

الترابط التكافؤ الزوجي لذرات شبه الموصل

## ٥ الكترونات الذرة الوسطى • الكترونات الذرات المجاورة

من مواد الأشباه ثلاثية التكافؤ الإنديوم وفاليلوم وبورون ومن الشوائب خماسية التكافؤ الفسفور وأنتموني والأرسين . عند انتشار الشوائب ثلاثية التكافؤ خلال أشباه الموصلات لا تستطيع ذرات مواد الأشباه استكمال الترابط الزوجي للنقص في الكتروناتها الخارجية عن الأربعة وبذلك يتولد ما يسمى بالثقب الذي يجذب إلكتروناً من ذرة مجاورة لإكمال الترابط . تعرف هذه الشوائب بالمتقبلات لقبولها الألكترونات وتعرف المادة الناتجة بشبه الموصل الموجب . أما عند انتشار الشوائب خماسية التكافؤ هناك الكترون فائض عن ما يحتاجه الترابط المذكور أعلاه . تتجول هذه الألكترونات الزائدة وتتدخل في مدارات الذرات المجاورة . تسمى هذه الشوائب بالمانحات والمادة الناتجة بشبه الموصل السالب . عند التصاق أشباه موصلات موجبة بأشباه موصلات سالبة تتكون ما تسمى بالوصلة . على جانبي الوصلة مواد مستقطبة تعطي الوصلة خصائص كهربائية مميزة . يستخدم في عالم الهندسة الإلكترونية اليوم نبات كثيرة باستخدام أعداد مقاومة من الوصلات . بتسليط فوارق قوات دافعة كهربائية (فوارق جهد ) عبر مختلف الوصلات يمكن الحصول على أجهزة متعددة الخصائص الكهربائية .

## تمرين (١)

- لماذا يمكن اعتبار وزن النرة هو وزن النواة ؟ (١)
- ما هي مميزات التركيب الذري للمواد الموصلة من المواد العازلة ؟ (٢)
- مما تتعني بمستوى الطاقة للإلكترون ؟ (٣)
- لماذا تسمى بعض المواد أشباه الموصلات ؟ لوجد أي بيانات لخواص تلك المواد تؤيد تلك التسمية ، عين خاصية لهذه المواد تشد فيها عن المواد الموصلة المعدنية . (٤)
- تعرف مدارات الإلكترونات الخمسة الأوائل حسب ترتيب قربها من النواة بالترميز K ثم L ثم M ثم N ثم O . في أي هذه المدارات تتواجد الإلكترونات الخارجية (( التكافؤية )) ؟ وفي أي منها نجد الإلكترونات ذات أكبر طاقة طبقية ؟ (٥)
- وزن نرة الأكسجين ١٦ وعدد إلكتروناتها ثمانية . ما هو عدد البروتونات والنيوترونات في نرة الأكسجين ؟ (٦)
- ماذا يقصد بتعادل النرة كهربياً ؟ وكيف يمكن لنرة الأكسجين أن تصبح أيون موجب بمقدار تعادل شحنة  $2 \times 1,602 \times 10^{-19}$  وحدة كهرباء ؟ (٧)
- عدد النيوترونات في نرة النايتروجين سبعة ، ما هو الوزن الذري للنايتروجين ؟ (٨)
- كيف تصنع أشباه الموصلات الموجية ؟ وما الفرق بينها وبين أشباه الموصلات السالبة ؟ (٩)
- ماذا يقصد بالوصلة في عالم الهندسة الإلكترونية ؟ (١٠)

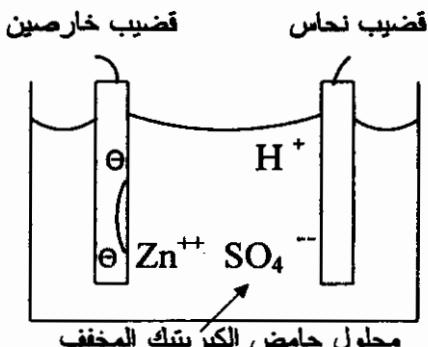
## مصادر القوة الدافعة الكهربائية

### المصادر الكيميائية

يمكن الحصول على قوة دافعة كهربائية عن طريق الاستقطاب لبعض المحاليل المعدنية في الماء والتي تعرف بالمحاليل الإلكترولية .

من هذه المصادر ما تعرف بالأولية مثل الخلية الكهربائية وما تعرف بالثانوية مثل المراكم والبطاريات . في هذه المصادر يتم تحويل طاقة كيميائية إلى طاقة كهربائية . الخلية الأولية تصير غير قابلة للاستعمال عندما تنفذ طاقتها الكيميائية أما الثانوية فيمكن شحنها ثانية وتصير صالحة للاستعمال عدة مرات وهي خزانات للطاقة الكهربائية .

كيفية توليد القوة الدافعة بواسطة هذه المحاليل تحكمها ظاهرة طبيعية في تأثير الأجسام حاملات الشحنة على بعضها . الأجسام ذات الشحنات المتماثلة تتشاًبّه بينها قوة طاردة وذات الشحنات المختلفة تجذب بعضها البعض (أمثلة الشحن بالذلك والكافش الكهربائي ) . في خلية حوض حامض الكبريتิก المخفف بقسيب خارصين وأخر نحاس يوجد محلول مفكك إلى أيونات كبريتات سالبة وأيونات هيدروجين موجبة . بتفاعل كيميائي ينوب خارصين مطلقاً أيونات خارصين موجبة في محلول وتبعاً لذلك يترك الكترونات في قسيب خارصين .



شكل ( ٣ )

$H^+$  أيونات هيدروجين موجبة ،  $SO_4^{--}$  أيونات كبريتات سالبة  
 $Zn^{++}$  أيونات خارصين موجبة ،  $\theta$  الكترونات

ينتج تجاذب بين أيونات الكبريتات السالبة وأيونات الخارصين الموجبة وكذلك بين أيونات الهايدروجين الموجبة والاكترونات في قضيب الخارصين . عند توصيل القضيبين خارجياً بموصل كهرباء تنتقل الألكترونات عبر الموصل الخارجي إلى قضيب النحاس لتعادل الشحنة الموجبة لأيونات الهايدروجين الموجود في المحلول بجانب قضيب النحاس . تكون من ذلك ذرات هايدروجين يمكن رؤية فقاعات منها خارجة من المحلول . هناك إذن انتقال أيونات سالبة ( الكترونات ) خارجياً من قضيب الخارصين إلى النحاس وانتقال أيونات الخارصين الموجبة عبر المحلول في الاتجاه المعاكس ، والانتقالين بفاعلية قوية يدفع كهربائية . قد تختلف الخلايا في مكوناتها من محليل وقضبان ولكن ظاهرة التحلل إلى أيونات تنتجه عنها قوة دافعة كهربائية لا تنتهي طاقة كهربائية كبيرة تصلح للصناعات مثلـ .

### **المصادر الميكانيكية للقوة الدافعة الكهربائية**

هذه هي المصادر المستخدمة لتوليد الكهرباء في الحياة اليومية، يتم فيها تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية. تعمل هذه المصادر اعتماداً على ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي، من قواعدها أنه إذا قطعت مادة موصلة للكهرباء خطوط فيض مغناطيسي تتولد فيها قوة دافعة كهربائية، يمكن الكشف عنها بتوصيل جهاز قياس للتيار الكهربائي وذلك بربط هذا الجهاز بين طرفي المادة الموصلة وملاحظة سريان تيار كهربائي أثناء قطع الموصل للفيض . قطع الموصل للفيض قد يحدث أما بمرور الفيض والموصل ثابت أو بحركة الموصل في فيض ثابت .

قاعدة قطع الفيض هذه هي إحدى طرق الحث كما نستنتج من قانون الفيض الذي وضعه فراداي . مقدار القوة الدافعة الكهربائية يعتمد على طول الموصل الفعال القاطع للفيض وسرعة الموصل وكثافة الفيض المغناطيسي .

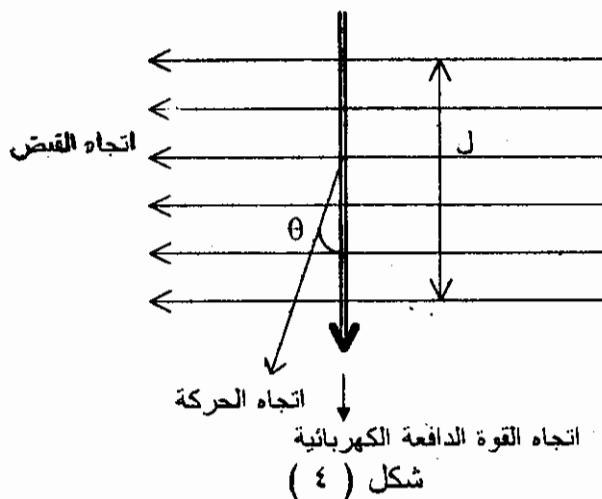
ج -  $\theta \times L \times U \times J_a$  فولت

ث كثافة المجال المغناطيسي

ل طول الموصل الواقع في منطقة الفيض

ع سرعة الموصل

θ الزاوية بين اتجاه خطوط الفيض وإتجاه استقامة الموصل .



يعني إتجاه القوة الدافعة الكهربائية باستخدام قاعدة فلمنج لليد اليمنى الموضحة التالية :

**إتجاه القوة الدافعة الكهربائية**

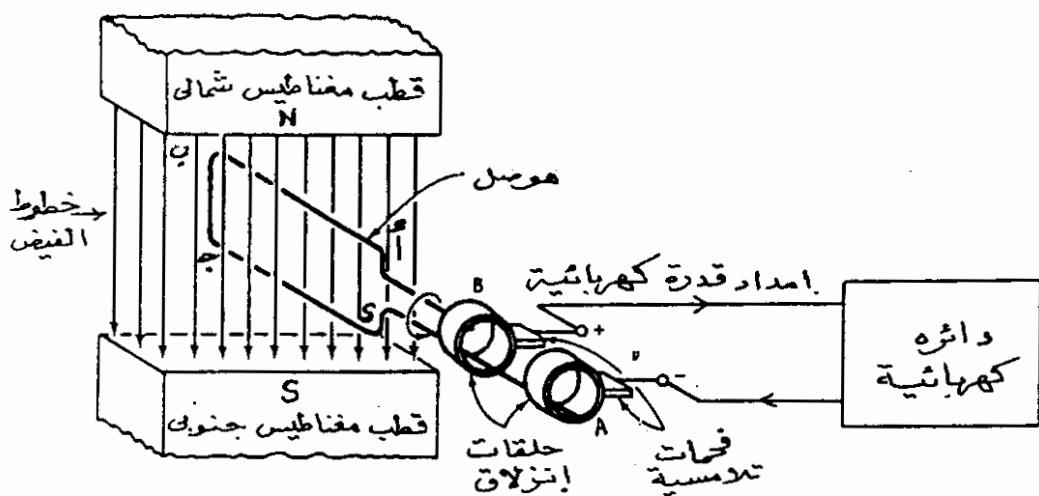


قاعدة فلمنج لليد اليمنى  
شكل (٥)

تعرف هذه المصادر بالمولادات الكهربائية . وفيها يتم تحريك الموصلات ( أو الأجسام حاملات الفيصل المغناطيسي ) من مصادر قوة ميكانيكية دافعة لتنعم عملية قطع الفيصل .

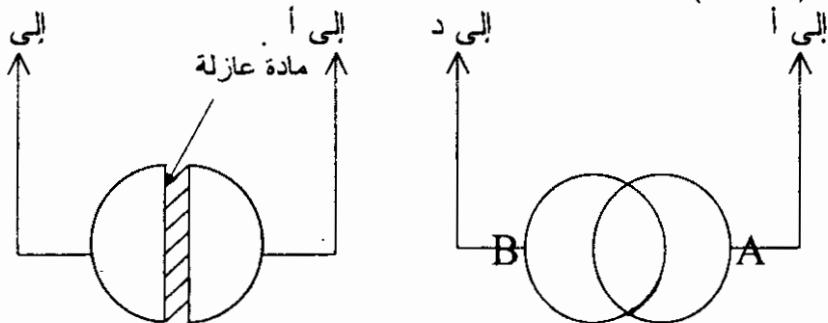
### المولد البسيط .

في الشكل أدناه N و S قطباً مغناطيسياً دائم ينتشر بينهما الفيصل المغناطيسي اتجاهه من N إلى S . الموصى في شكل مستطيل بلفة واحدة ويدور بسرعة دوران ثابتة حول محور يمر بمنتصف ضلعيين متقابلين ( بـ جـ و أـ دـ ) عمودي على اتجاه الفيصل . عند توصيل لمبة كهربائية بين طرفي الموصى أـ دـ يلاحظ توهج اللمة باعثة ضوءاً نتيجة لسريان تيار كهربائي فيها .



المولد البسيط للتيار المتردد  
شكل ( ٦ )

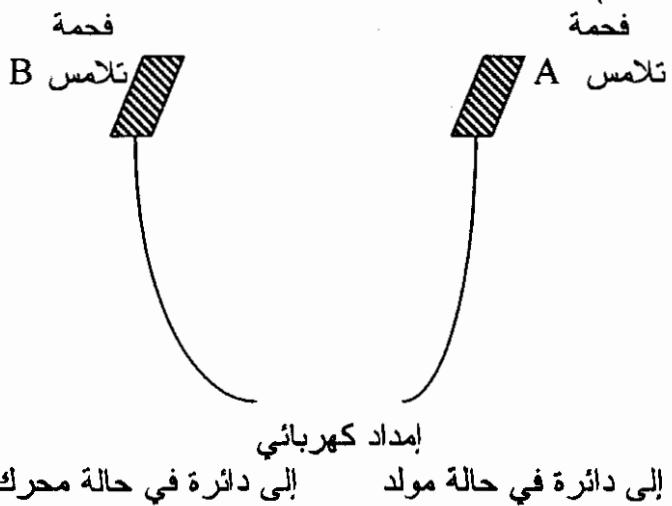
شكل (٦ - أ)



في حالة التيار المتردد  
أعلاه ترتيب توصيل طرفي المولد أو المحرك البسيط

أدناه ترتيب توصيل (الحلقتين في حالة التيار المتردد ونصفي حلقة واحدة في حالة التيار المستمر) إلى دائرة خارجية بواسطة فحمتين ثابتتين  
إنزلاقتين بالتلمس مع A و B .

شكل (٦ - ب) .

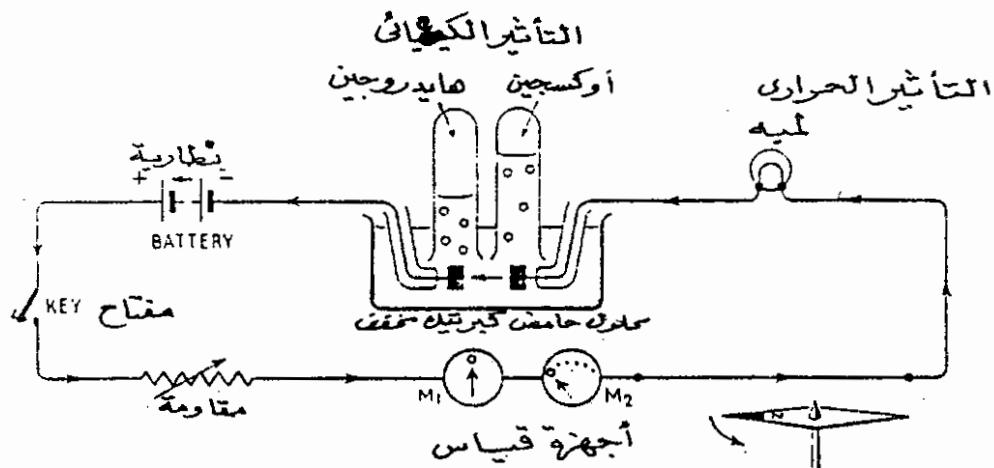


باستخدام قاعدة فلمنج لليد اليمنى نجد أن القوة الدافعة الكهربائية المولدة في جانب الموصل أ ب تساعد تلك المولدة في الجانب ج د وبذلك تكون هذه القوة عند طرف الموصل أ د هي ضعف ما هي مولدة في أي من الجانبين المذكورين . لا يحدث توليد قوة دافعة كهربائية في الجانبين ب ج و د لأنهما يدوران متوازيين للفيض ولا يقطعانه . بتوصيل الطرفين أ د إلى آلات وأجهزة كهربائية بواسطة أسلاك موصولة نستطيع مد هذه بالطاقة الكهربائية المحمولة إليها بالتيار الكهربائي . تمتاز الطاقة الكهربائية على أنواع الطاقات الأخرى في سهولة نقلها وفي تحويلها إلى أنواع أخرى من الطاقة وذلك بفضل التأثيرات الفيزيائية للتيار الكهربائي . سنرى لاحقاً أنه بتوصيل طرف الموصل كل الحلقة يكونُ الخرج تياراً متزدراً . و بتوصيلهما كل لنصف حلقة مشطورة لنصفين معزولين عن بعضهما يكون الخرج تياراً مستمراً .

### تأثيرات التيار الكهربائي

المصادر المذكورة أعلاه تمد أماكن قد تبعد كثيراً عن مواقعها للاستفادة منها . هذه الطاقة تنتقل في شكل تيار كهربائي . من مزايا الطاقة الكهربائية أنها قابلة للتحول إلى أشكال أخرى من الطاقة اعتماداً على تأثيرات التيار الكهربائي التي منها :

١. التأثير الحراري .
٢. التأثير المغناطيسي .
٣. التأثير الكيميائي .
٤. التأثير الميكانيكي .



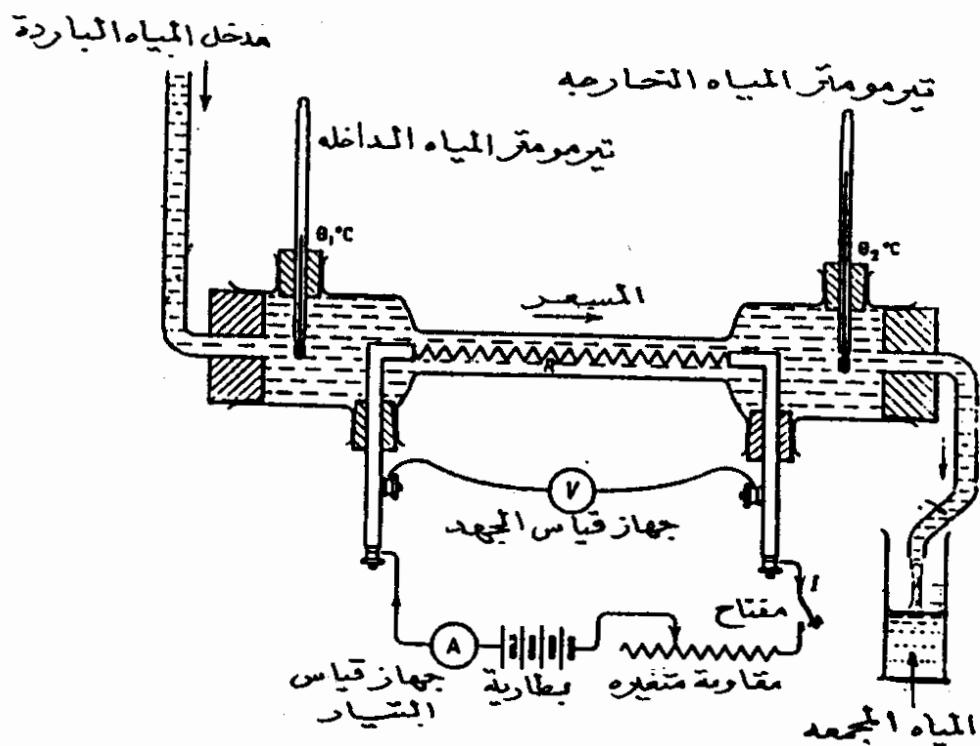
( ۷ ) شکل

التأثير الحراري

تستخدم أسلاك معدنية موصلة في نقل الطاقة الكهربائية في شكلها التياري . تلقي الإلكترونيات المرتحلة مقاومة إحتكاك مع مكونات الذرة مما يتولد منها حرارة . باختيار مواد موصلة معينة بخواص ومواصفات معلومة يستفاد من التأثير الحراري للتيار الكهربائي في الإضاءة والأفران الكهربائية والتدفئة وغيرها .

وحدة كمية الطاقة الحرارية هي ( الكالوري ) . ووحدة الطاقة الكهربائية هي ( الجول ) . لتقدير الطاقة الحرارية سواءً المستفاد منها أو الفاقد منها كما هو الحال في الآلات الكهربائية ، يستخدم معامل تحويل الطاقة الحرارية إلى وحدات الشغل ( الجول ) يعرف هذا المعامل بالمكافئ الميكانيكي للحرارة والذي تحسب قيمته بنجربة ( الكالوري متر ) .

في الشكل التالي ،  $T_1$  و  $T_2$  هما جهازاً تيرمومتر لقياس درجة حرارة المياه الداخلة والخارجة بالدرجات المئوية ،  $V$  جهاز قياس الجهد الكهربائي بوحدة الفولت (وحدة القوة الدافعة الكهربائية) ،  $A$  جهاز قياس التيار الكهربائي (وحدة الأمبير) ،  $R$  سلك سخان.



المسعر (الكالوريميتр)  
شكل (٨)

تجري العملية باتباع الخطوات الآتية :

يتم تدفق المياه عبر الجهاز بسرعة ثابتة من خزان المياه . يغلق المفتاح الكهربائي ليسري تيار في  $R$  الذي ترتفع درجة حرارته ويمد المياه المتداولة عبره بطاقة حرارية . يترك الحال هكذا لمدة من الزمن حتى يتم التأكد من أن قراءة كل من  $T_1$  و  $T_2$  قد استقرت ثابتة تماماً . كذلك يراعى أن قراءة كل من  $V$  و  $A$  أيضاً ثابتة . وعند التأكيد من ذلك تجمع كمية من المياه الخارجة لفترة زمنية مقاسة بالثوانى .

يتمأخذ قراءات  $T_1$  و  $T_2$  و  $V$  و  $A$  - وبنها . يتم وزن المياه التي جمعت بالجرامات ، بعدها يتم فتح المفتاح الكهربائي .

يحسب المكافى الميكانيكي للحرارة من قسم الطاقة الكهربائية على الطاقة الحرارية للفترة الزمنية التي جمعت فيها المياه الخارجة .

الطاقة الكهربائية هي حاصل ضرب قراءة  $V$  وقراءة  $A$  والزمن بالثوانى . الطاقة الحرارية هي حاصل ضرب وزن المياه التي جمعت والفرق في قراءتي  $T_1$  و  $T_2$  .

$$\text{المكافى الميكانيكي للحرارة} = \frac{\text{الطاقة الكهربائية}}{\text{الطاقة الحرارية}}$$

ووحدة هي الجول للكالوري الواحد .

قيمة المكافى بعد إجراء عدة تجارب بالجهاز أعلاه تقارب ٤,١٨٦ جول للكالوري الواحد .

### التاثير المغناطيسي

ينتج عن مرور تيار كهربائي في موصل . المنطقة حول الموصل تتأثر فيها الأجسام المغناطيسية والأجسام القابلة للتمغناطيس ( الحديدية ) بقوة ميكانيكية دافعة ، يمكن الكشف عنها ومعرفة اتجاهها بواسطة بوصلة . توصف هذه المناطق بال المجالات المغناطيسية وبخطوط الفيبر المغناطيسي . وت تكون في

شكل دائرة مركزها عند الموصى . تنتخذ تلك المجالات أشكالاً تتبعاً لأشكال الموصى وتبعاً لخاصية خطوط الفيصل التي لا تقاطع بعضها البعض . كثافة خطوط الفيصل تعبر عن شدة المجال المغناطيسي . فالكثافة الكبيرة تمثل مجالاً أكثر شدة . كذلك تعتمد شدته على قيمة التيار في الموصى وعدد المجالات واتجاهات التيارات السارية فيها . تستغل هذه الظاهرة في تصميم نبيطة الكهرومغناطيس التي تستخدم كثيراً لخلق فيضاً مغناطيسياً . فالفيصل الذي يدور فيه المولد البسيط والفيصل الذي تعمل به المحولات الكهربائية والفيصل لتوليد القوة الجانبية للقارع في الجرس الكهربائي أمثلة استخدامات هذا التأثير . يتم اختيار المواد الحديدية الطبيعة مغناطيسياً في تصميم الكهرومغناطيس للحصول على نسبة عالية من الفيصل المغناطيسي مقارنة بالهواء وغيره من الأوساط غير القابلة للتمنفظ . فالحديد له خاصية فائقة عالية .

- يسطيع المهندس أن يتحكم في شدة المجال المغناطيسي بالتحكم في :
- 1 قيمة التيار الذي يحيط في المقام الأول .
  - 2 اختبار مادة الرسق للفيصل .
  - 3 اختبار نظام التحكم في القوة الدافعة المغناطيسية بالتحكم في التيار .
  - 4 التحكم في عدد لفات الملف .

على المهندس تقادى العوامل المعاونة لسريان الفيصل مثل المسار الطويل للفيصل في فجوات هائلة أو وجود أجسام مagnetة بجانب موقع الكهرومغناطيسي يعكس فيها الفيصل المطلوب في منطقة معينة .  
( انظر شكل ( ٩ ) ) .

## **التأثير الكيميائي**

عند مد الخلية الألكترو لبيتة بطاقة كهربائية من مصدر خارجي عبر القصبيين يتسبب مرور التيار الكهربائي في تحول تلك الطاقة إلى طاقة كيميائية نتيجة لتفاعل كيميائي . قد ينتج من ذلك التفاعل ترسب معادن على القضيب المهبط ( - ) . والمواد غير المعدنية عند القضيب المصعد ( + ) . أو قد ينتج عنه الحصول على مواد جديدة ، نتيجة لتحلل المواد المكونة للخلية . مثلاً في محلول كبريتات النحاس وقضيب المصعد من النحاس يتربس النحاس على قضيب المهبط ( - ) . ومن محلول حامض الكبريتิก المخفف وقضبان من البليتنيوم يتم تحلل الماء إلى أكسجين وهيدروجين .

لاحظ العالم فراداي أن كميات المواد المترسبة تعتمد على

- ١- كمية الكهرباء
- ٢- وعلى فترة التفاعل .
- ٣- وعلى خاصية تعرف بالكافئ الكهروكيميائي للمادة المتحصل عليها .

يستخدم هذا التأثير في طلاء المواد بمعدن للقضيب المصعد ( + ) وأيضاً للحصول على مادة بنقاوة عالية وذلك بترسيبها حالية من الشوائب ، أو مكوناتها الأخرى في حالة أنها مادة مركبة .

## **التأثير الميكانيكي**

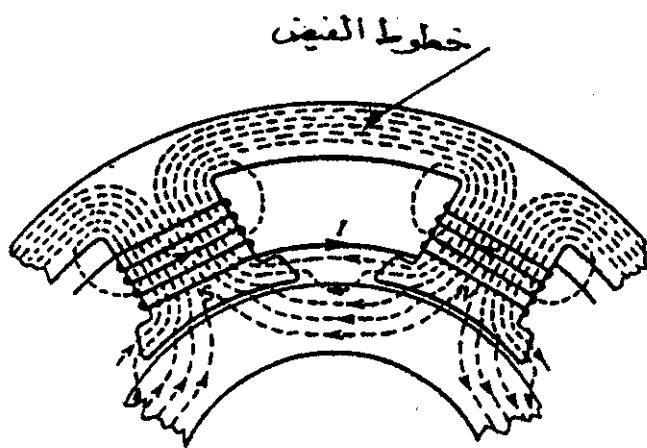
يمكن أن نصف هذا التأثير بأنه انعكاس للظاهرة العكسية لمبدأ عمل المولد البسيط الذي سبق شرحه . في المولد البسيط يقوم مصدر خارجي بمد طاقة ميكانيكية ليتم دوران الموصل في الفيصل المغناطيسي وتحصل على طاقة كهربائية

هناك حقيقة مفادها أن موصلاً حاصل لتيار كهربائي يقع في مجال مغناطيسي تتولد فيه قوة دافعة ميكانيكية . تعتمد هذه القوة في مقدارها على

- ١- قيمة التيار .

٢- طول الموصلاً الفعال الواقع في الفيصل المغناطيسي .

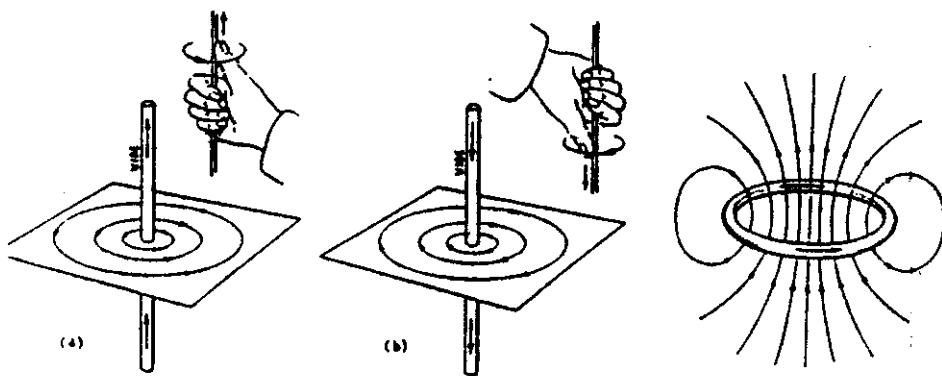
٣- وعلى كثافة ذلك الفيصل .



شكل (٩) شكل مسار الفيصل المغناطيسي لكهرومغناطيس

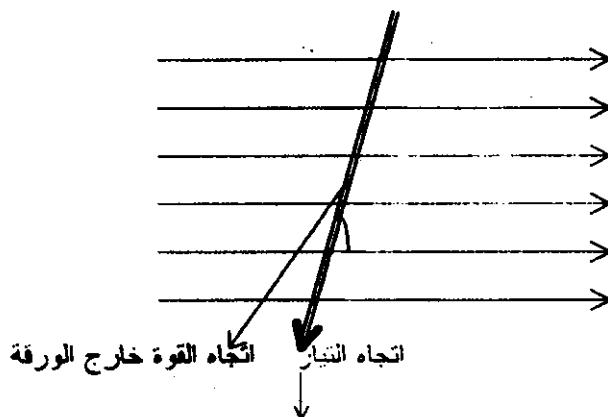
الجرس الكهربائي مثل لاستخدامات هذا التأثير .

شكل (١ - ٩)



شكل خطوط الفيصل لموصل دائري    شكل خطوط الفيصل لموصل مستقيم  
(ب) (ا)

تم معرفة اتجاه تلك القوة باستخدام قاعدة فلمنج لليد اليسرى ( الرجوع إلى الشكل أدناه ).



شكل ( ١٠ )



قاعدة فلمنج لليد اليسرى  
شكل ( ١١ )

## تمارين ( ٢ )

١. في تحضير محلول حامض الكبريتيك المخفف يتم تنويب ملح الحامض في كثير من الماء . ولصنع خلية يغمس قضيب نحاس وقضيب خارصين في محلول . عين في كل من المرحلتين قبل وبعد وضع القضيبين الأيونات الموجبة والسلبية في محلول .
٢. أشرح ماذا يحدث للأيونات المختلفة للخلية المنكورة في السؤال ( ١ ) أعلاه عندما يوصل القضيبان خارجياً بموصى كهرباء .
٣. ذرة مادة ما فقدت أربعة من الإلكترونات الخارجية . ما هي شحنة أيونها ؟
٤. للطاقة الكهربائية ميزة كبيرة على أنواع الطاقة الأخرى عين تلك الميزة وأي مزايا أخرى تعرفها .
٥. عرف المكافئ الميكانيكي للحرارة وأنكر أهميته .
٦. للحصول على نتائج مضبوطة من تجربة الكالوريمتر أنظر الجواب الجدير بالاهتمام في إجراء التجربة . كيف يمكن للتغير درجة الحرارة للهواء المحيط بالجهاز أن يؤثر على الانضباطة .
٧. في تجربة المسعر ( الكالوريمتر ) كان جهد البطارية ٢٤ فولت والتيار ٣ أمبير . كمية المياه التي جمعت في ٨٥ ثانية كانت ٥٦ جراماً وكانت قراءة تيروموميتر المياه الخارجية ٣٢ درجة مئوية . كم كانت قراءة تيروموميتر المياه الداخلة ؟ ( المكافئ الميكانيكي للحرارة ٤,١٨٥٨ جول للكالوري ) .
٨. أنظر قائمة واحدة لكل من التأثيرات الفيزيائية للتيار الكهربائي .
٩. أنظر جميع التغيرات في ترتيبات مولد التيار المتردد البسيط إذا أريد تحويله إلى محرك تيار مستمر .

## الدائرة الكهربائية

تعريف التيار الكهربائي ووحدته (الأمبير) :

التيار الكهربائي هو مرور كمية الكهرباء التي تعبر نقطة في مسارها في فترة زمنية محددة . وحدة كمية الكهرباء هي ( الكولوم ) وهذه ما تعادل شحنته شحنة  $10 \times 10^{-18}$  من الإلكترونات. أخذت وحدة التيار بمرور واحد كولوم في الثانية الواحدة ، وسميت الأمبير .

الأمبير هو واحدة من الوحدات الأساسية عالمياً في نظام M K S للوحدات . لم يكن عملياً حسر عدد الإلكترونات لمعرفة كمية الكهرباء العابرة في الثانية الواحدة . لذلك تم اتخاذ تعريفين مبنيين على إثنين من تأثيرات التيار الكهربائي لتحديد قيمة الأمبير .

في التأثير الكيميائي اعتبر الأمبير التيار الثابت الذي يمر في محلول نايتروجينات الفضة وينتج من ذلك ترسب  $118 \times 1000$  جراماً من الفضة في الثانية الواحدة تحت ظروف معينة .

وفي التأثير الميكانيكي اعتبر بأنه التيار الثابت الذي تنتج عن سريانه ( في موصلين مستقيمين متاهي الطول ومتناهبي الصغر في مساحة مقطعهما . ويقعان متوازيين في فراغ على بعد متر واحد من بعضهما ) قوة ميكانيكية دافعة مقدارها  $10 \times 2 \times 7$  نيوتن للمتر الواحد لأي من الموصلين . التعريف من هذا التأثير لم يكن من الممكن تحقيقه عملياً ولكن تولدت على ضوئه فكرة العيزان التياري .

من عيوب التعريف في التأثير الكيميائي كوحدة قياس أنه يتاثر بدرجة الحرارة . وأخذ القياس يحتاج إلى زمن طويل ودقة في وزن الكمية المترسبة في كل مرة لقياس التيار .

رغم هذا أمكنأخذ الترتيبات من تحقيق التعريفين المبندين على التأثير الكيميائي والتأثير الميكانيكي لمعارضة لجذرة قياس سهلة الصنع وسريعة الاستعمال مستخدمين بعض التأثيرات المختلفة للتيار الكهربائي

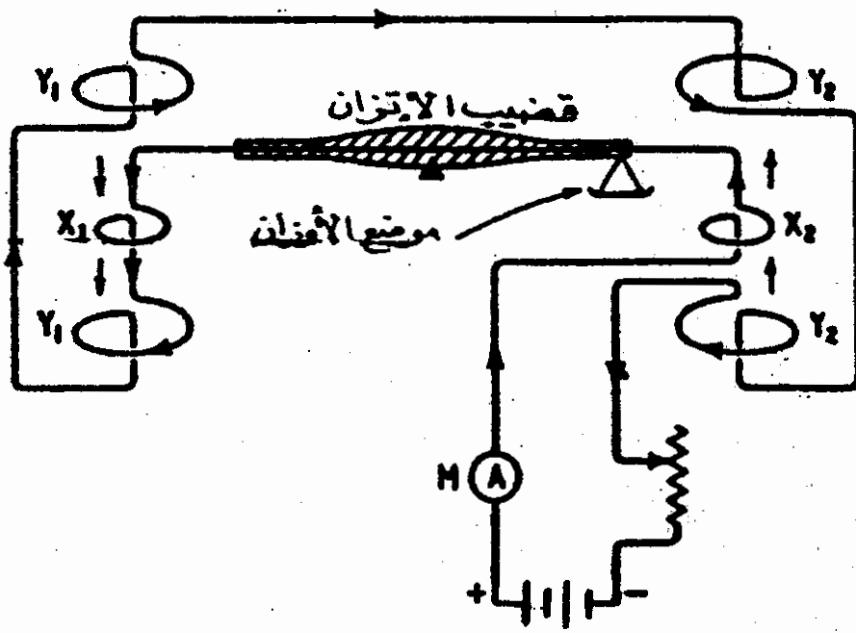
### طريقة الميزان التياري :

في هذه الطريقة استبدل الموصلان المتباين في الطول بملفات بمواصفات يمكن تصميمها عملياً ومعرفة القوة الميكانيكية الدافعة فيها بمقارنتها بوزن الجسم .

في ترتيب هذا الميزان تولد هذه القوة بنفس القاعدة التي يعمل بها المحرك البسيط المشروح سابقاً . وهي توليد قوة في موصل يحمل تياراً ويقع في فرض مغناطيسي .. هذا الفرض ناتج من التأثير المغناطيسي لنفس التيار . في الشكل لذا كل الملفات تحمل نفس التيار الذي يردد معرفة قيمته . الملفات  $X_1$  ثابتة و  $X_2$  قابلة للحركة . ثالث الملفات بحيث لن القوة في  $X_1$  تنفع إلى أعلى وفي  $X_2$  إلى أسفل . يمكن استعادة توازن الميزان بوضع أجسام على حاملة الأوزان الموضحة .

بتوصيل جهاز قياس يردد معايرته يمرر تيار ويتم موازنة القوة الناتجة من سريانه بوزن جسم . يحدد بذلك موضعه في التدرج . تكرر هذه العملية لغير التيار وبذلك يمكن الحصول على تدرج كامل للجهاز .  
بجانب وحدة التيار الكهربائي تستخدم الوحدات الميكانيكية الآتية في الهندسة الكهربائية :

المتر	وحدة الطول
الكيلو جرام	وحدة الكتلة
الثانية	وحدة الزمن
النيوتون	وحدة القوة
الجول	وحدة الطاقة
الجول للثانية الواحدة (الولط)	وحدة القدرة



الميزان التباري  
شكل (١٢)

## تعريف مصطلحات

### - ١ الشغل

الشغل في الكهرباء هو ما تقوم به القوة الدافعة الكهربائية في تحريك شحنة كهربائية من نقطة إلى أخرى .

قد تكون نقطتان طرفي مصدر تلك القوة أو نقطتان على الموصلات في دائرة كهربائية .

### - ٢ الجهد

تستخدم عبارة الجهد للتعبير عن طاقة كامنة عند نقطة في دائرة . تستهلك تلك الطاقة عند دفع القوة الكهربائية الشحنات بين نقطتين بسريان تيار بينهما .

التيار الكهربائي يسري من نقطة ذات جهد معين إلى أخرى ذات جهد أقل . هذا الإتجاه هو عكس إتجاه تدفق الإلكترونات في الموصل .

### - ٣ الواط

الواط هو وحدة القدرة في الهندسة الكهربائية وهذه هي نفس وحدة القدرة الميكانيكية (( جول في الثانية )) .

الواط = الفولت × التيار ( بالأمبير )

$$\begin{aligned} \text{شغـل} &\times \text{شـحـنة} &= & \text{كـلـوـم} \times \text{كـلـوـم} \\ \text{شـحـنة} &\times \text{زـمـن} &= & \text{جـول} \times \text{ثـانـيـة} \\ \text{شـغـل} &\times \text{زـمـن} &= & \text{جـول} \times \text{ثـانـيـة} \end{aligned}$$

## الدائرة الكهربائية المقاومية

هي عبارة عن دائرة مكونة من الآتي :

- ـ قوة كهربائية دافعة ثابتة الجهد ( D.C. )
- ـ يمر التيار في موصلات معدنية لها أشكال محدودة وثابتة
- ـ درجة الحرارة ثابتة .

وفي هذه الحالة يمكن استعمال قانون أوم الذي ينص على الآتي :

التيار الذي يمر في موصل يتناسب مع فرق الجهد على طرفى الموصل وقد أثبتت التجارب بأن تغير فرق الجهد يتبعه تغير في قيمة التيار ولكن نظل نسبتهما ثابتة ( تناسب طردي ) . وفيما يلى الصيغة الرياضية لقانون أوم :

$$J = \frac{V}{R}$$

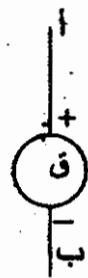
ج	فرق الجهد بوحدة الفولت
ت	التيار بوحدة الأمبير
م	ثابت يعرف بالمقاومة ووحدته الأوم .

$$J = \frac{V}{R}$$

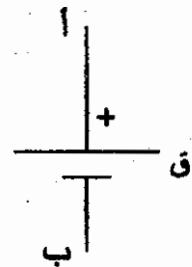
مقاومة موصل تساوي واحد أوم إذا سرى فيه تيار واحد أمبير عند تسلیط فرق جهد واحد فولت على طرفيه .

جرت العادة على الاستغناء عن تعريف مكونات الدائرة الكهربائية ووصف طريقة توصيلاتها كتابياً بإعطاء سبيل لذلك في شكل رسومات تمثل تلك العناصر وكيفية توصيلها لغرض معين .

أدنى أشكال لبعض عناصر الدائرة :



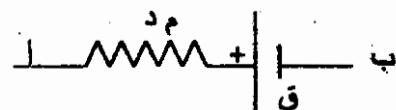
مولڈ تیار مستمر مثلثی



مصدر کیمیائی مثالی



مولاد حقیقی d.c.



مصدر حقيقی

شكل (١-١٣)

م د هي المقاومة لـ**الأخلاقية** وجودها يسبب **تخلف** **الجهد على طرفي**  
**المصدر عن القيمة** عند صدور نيار من المصدر .

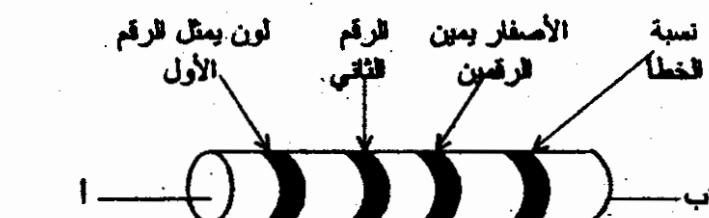
### شكل (١٣ - ب)

بـ ١

مفتاح کهربائی

١٣ - ج) شکل

مقاومة ثبات القيمة

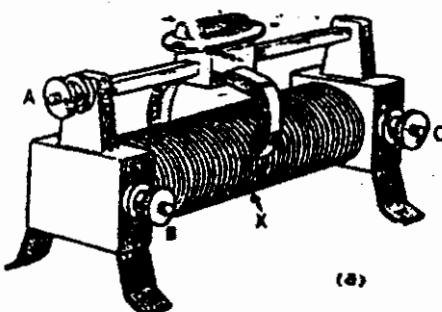


( شکل - ۱۴ )

**مقاومة ثابتة من الكريون لو الخف لاستعمالات القدرات الصغيرة**

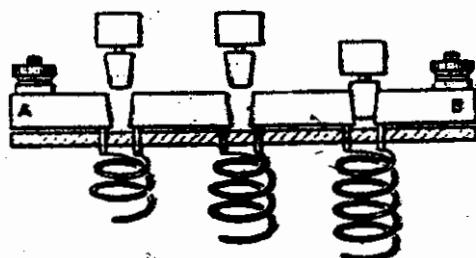
### مقاومات متغيرة

الريوستات : ذات ثلاثة أطراف . الطرف A ممان انزلاقي بتحريك K يدوياً للموضع X بتوصيل الطرفين A و B لدائرة الجزء  $B \times A$  هي المقاومة الفعالة وهذه متغيرة حسب موضع X .



شكل ( ١٥ )

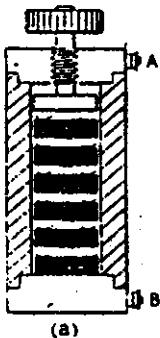
من羞ى المقاومات : A و B طرفا التوصيل للدائرة بينهما عدد من المقاومات يمكن بخلطها في الدائرة بحذف الأجزاء من التقوب وحذفها من الدائرة بإغلاق تلك التقوب بذلك الأجزاء .



شكل ( ١٦ )

### كوه الكريون

هذه مجموعة من قطع الفحم مرصوفة بجانب بعض يمكن بدوياً تقوية تلامسها ببعض أو تخفيف شدة التلامس . شدة التلامس تسبب تناقص في المقاومة .



شكل ( ١٧ )

عند درجة حرارة معينة تعتمد قيمة المقاومة على طول الموصل ( ل - بالأمتار ) وعلى مساحة مقطعه ( س - بالأمتار المربعة ) وعلى المقاومة النوعية ( من - لوم متر ) التي هي خاصية للمادة التي صنع منها الموصل . تناسب المقاومة مع هذه العوامل يبدو من المعادلة :

$$م = \frac{من \times ل}{س}$$

ل = الطول بالأمتار  
س = مساحة المقطع بالأمتار المربعة  
من = المقاومة النوعية بـ لوم / متر  
م = مقاومة الموصل

في الجدول التالي قيم المقاومة النوعية (من) لبعض المواد

المادة	المقاومة النوعية (أوم متر)	المعامل الحراري للمقاومة عند درجة حرارة ٢٠° م	الدرجة الواحدة
الفضة	$1.46 \times 10^{-8}$	٣٨٠٠٠٠	
النحاس	$1.72 \times 10^{-8}$	٣٩٣٠٠٠٠	
الألミニوم	$2.83 \times 10^{-8}$	٣٩١٠٠٠٠	
الحديد	$12.3 \times 10^{-8}$	٠٧٠٠٠٠	
السيليكون (شبہ موصل)	٢٥٠٠		
الورق	١٠١٠		
المایکا	$5 \times 10^{-11}$		

بجانب اعتماد المقاومة على الأبعاد الشكلية فال مقاومة النوعية تعتمد أيضاً على درجة الحرارة للموصل . المقاومة ناتجة من اصطدام الإلكترونات عند تدفقها بالذرات وهذا يولد حرارة في المادة الموصلة . عند قيم تيارات عالية تنشط حركة الإلكترونات في اتجاهات مختلفة ونذكر الإصطدامات فتنتج زيادة في درجة الحرارة والمقاومة . جميع المواد جيدة التوصيلية للكهرباء تزداد مقاومتها مع ارتفاع درجة الحرارة . على عكس هذا أشباه الموصلات تتلاصص مقاومتها مع ارتفاع درجة الحرارة .

علاقة تغير المقاومة مع ارتفاع درجات الحرارة يعبر عنها بواسطة ما يعرف بمعامل الحراري للمقاومة (مح) للمادة المعينة . تعرف هذا المعامل هو معدل تغير المقاومة عند درجة حرارة معينة لدرجة واحدة متوية مقسوماً على المقاومة عند درجة الحرارة المعينة . لحساب المقاومة عند درجة حرارة معينة (مثلاً ٤٠° أنداه ) تستخدم المعادلة الآتية :

$$R = \frac{1}{\rho} \times [1 + \alpha \times (T - T_0)]$$

٢٣      هي المقاومة عند درجة الحرارة  $T_0$   
 ٢٤      هي المقاومة عند درجة الحرارة  $T$   
 ١٣      مع المعامل الحراري للمادة المعينة عند درجة الحرارة  $T_0$ .

يعرف  $\alpha$  بدرجة الحرارة للمقاومة  
 تغير في المقاومات محسوبة من المعدلة أعلاه تجريبية لكثير من المواد  
 عند درجات حرارة عالية . فالتسلب الطردي مع فرق درجتي الحرارة  
 $(T - T_0)$  لا يعطي قيم مطبوعة عند تلك الدرجات .

## أمثلة

مثال ( ١ ) :  
 قطعة من سلك المنيوم طولها ١٠٠٠ مترًا وقطرها ١,٦٢٦ ملم أحسب مقاومة القطعة عند درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية . معلوم أن المقاومة النوعية للألمونيوم عند درجة حرارة ٢٠ مئوية هي  $10 \times 2,83$  لوم مترًا .

الحل :

$$\text{مساحة مقطع القطعة} = \frac{(3 \times 1,626)}{2} \times \frac{22}{7}$$

$$\text{الطول} = 1000 \text{ مترًا}$$

$$\text{المقاومة} = \frac{\frac{1000 \times (10 \times 2,83)}{(3 \times 1,626) \times 22}}{7}$$

مثال ( ٢ ) :  
 أوجد مقاومة قضيب من الفحان عند درجة حرارة عشرون درجة مئوية طولها ثلاثة أمتارًا مقطعاً مستطيلًا بعده ٣ سم  $\times \frac{1}{3}$  سم .

الحل :

$$\text{مساحة المقطع بالأمتار المربعة} = (3 \times \frac{1}{3}) \times \frac{1}{3} = 10 \times 1,5 \text{ مترًا مربعاً}$$

من جدول المقاومات النوعية للنحاس عند درجة حرارة عشرون درجة مئوية هي  $(1,27 \times 10^{-10})$  لوم مترًا

$$\text{المقاومة المطلوبة} = \frac{(1,27 \times 10^{-10} \times 1,5 \times 3)}{1000}$$

مثال ( ٣ ) :

أوجد مقاومة النوعية ( من ) لمادة البلاستيوم إذا كانت مقاومة مكعب ابعاده ١ سم هي  $10^{-10}$  أوم .

الحل : مساحة المقطع =  $(10 \times 1)^2 = 10^{-2}$  متراً مربعاً

$$\text{الطول} = 10 \times 1 \text{ متراً}$$

$$\text{إذن : } \frac{10 \times 1}{10} = \text{ من } \times$$

$$\text{المقاومة النوعية من} = \frac{10 \times 10^4}{10} = 10^9 \text{ أوم متر}$$

مثال ( ٤ ) :

سلك نحاس طوله ٤،٠ مترًا ونصف قطره ٤ مم . مقاومته  $10 \times 137,5$   $^{\circ}\Omega$  عند درجة حرارة عشرون درجة مئوية . أحسب المقاومة النوعية ( من ) للنحاس عند عشرين درجة مئوية .

الحل :

$$\text{مساحة المقطع} = \frac{22}{7} \times \frac{10 \times 4}{2} \text{ متر مربع}$$

$$\frac{\text{من} \times 10^4}{\frac{22 \times 10 \times 4}{7}} = 10 \times 137,5$$

$$\frac{22 \times 10 \times 4 \times (10 \times 137,5)}{7 \times 2} = \text{من} \times 0,4$$

$$\frac{22 \times 10 \times 4 \times 10 \times 137,5}{7 \times 0,4} =$$

$$\frac{22 \times 10 - 10 \times 137,5}{7} = \frac{22 \times 11 - 10 \times 4 \times 137,5}{1 - 10 \times 4 \times 7} =$$

المقاومة النوعية =  $4,32 \times 10^{-8}$  أوم.متر

مثال ( ٥ ) :

المعامل الحراري للمقاومة لنوع من النحاس عند درجة صفر مئوية هو ٠,٠٠٤٢٦ للدرجة وعند درجة حرارة عشرون مئوية هو ٠,٠٠٣٩٢ للدرجة. لموصى من هذا النحاس مقاومة ٥,٦ لوم عند درجة حرارة صفر مئوية و ٦ لوم عند درجة حرارة عشرون مئوية . أحسب مقاومته عند درجة حرارة خمسة وثلاثون درجة مئوية أخذًا كل من بدرجتي الحرارة أعلىه لمرجعية الاستبطاط للمقاومة .

الحل :

إذا أخذنا الدرجة صفر كدرجة الاستبطاط

$$\text{المقاومة} = 5,6 \times [ 1 + 1 \times 0,00426 ] - 35 = 6,435 - 35 \times 0,00426 = 5,6 + 5,6 = 6,435 \text{ لوم}$$

إذا أخذنا الدرجة عشرون مئوية كدرجة الاستبطاط

$$\text{المقاومة} = 6 \times [ 1 + 1 \times 0,00392 ] - 35 = 20 - 35 \times 0,00392 = 6 + 6 = 6,352 \text{ لوم}$$

مثال : ( ٦ )

سلك نحاس مقاومته ٥٠٠ لوم عند درجة حرارة ١٥ مئوية . المعامل الحراري للمقاومة للنحاس عند درجة حرارة صفر مئوية هو ٠,٠٠٤٣ للدرجة . أوجد مقاومته عند درجة حرارة ٥٠ درجة مئوية .

الحل :

درجة الحرارة المرجعية لاستبطاط هي صفر مئوية والمقاومة عندها م

$$\text{المقاومة عند درجة حرارة } 50 = M \times [ 1 + 1 \times 0,0043 ] - 50 = M \times [ 1 + 1 \times 0,0043 ] - 50$$

$$\text{المقاومة عند درجة حرارة } 15 = M \times [1 + 0.0043 \times (0 - 10)] - 0.00$$

$$\frac{\text{المقاومة عند درجة حرارة } 15}{\text{المقاومة عند درجة حرارة } 50} = \frac{M \times [1 + 0.0043 \times (0 - 10)]}{M \times [1 + 0.0043 \times (0 - 50)]}$$

إذا كانت المقاومة عند درجة حرارة 50 هي %

$$\frac{10 \times 0.0043 + 1}{50 \times 0.0043 + 1} = \frac{0.00}{0.00}$$

$$= \frac{1,215 \times 0.00}{1,0640} = \frac{1,215 + 1}{1,0640 + 1} = 0.570 \text{ لوم}$$

### تمرين ( ٣ )

١. كم عدد البروتونات في شحنة مقدارها  $6.8 \times 10^{-12}$  كولوم ؟
٢. لو جد التيار الصاري في مصباح بضاعة إذا تحركت شحنة :
  - I. ٦٠ كولوم في ٤ ثواني.
  - II. ١٥ كولوم في دقيقتين.
  - III. ١٠  $^{22}$  إلكترون في ساعة واحدة.
٣. الشحنة الكوربائية الداخلة لمنزل تسرى بمعدل ثابت مقداره ٤٥٠٠ كولوم في الساعة . إذا كان مفتاح التأمين يقطع الكهرباء إذا تجاوز التيار عشرة أمبير هل سينقطع الكهرباء عن المنزل ؟
٤. يفترض أن سريان التيار بمعدل ثابت عبر مفتاح لحسب الزمن لنتحقق
  - I. ٢٠ كولوم بتيار  $10 \times 10^{-4}$  أمبير
  - II.  $10 \times 12^{-6}$  كولوم بتيار  $3 \times 10^{-12}$  أمبير
  - III.  $10 \times 10^{10}$  إلكترون بتيار  $10^{-19} \times 64.2$  أمبير

- .٥. لوجد مقاومة سلك تتجستان عند درجة حرارة ٢٠ مئوية إذا كان طوله خمسة أمتار وقطره ٣٧٦ مم . المقاومة النوعية للمادة هي ٤٩٠٠٠٤٩ أوم - متر عند درجة حرارة ٢٠ مئوية .
- .٦. من جدول المقاومة النوعية عين مادة جيدة للتوصيل ومادة رديئة للتوصيل وثالثة عازلة . أي هذه المواد تصلح كشبكة موصى ؟
- .٧. أشرح ما المقصود من المعامل الحراري للمقاومة . كيف تفسر العلامة السلبية لهذا المعامل ؟
- .٨. لملف مقاومة ٢٥٠ أوم عند درجة حرارة ١٥ مئوية . ما هي الزيادة في مقاومته عند درجة حرارة ٤٥ مئوية . معلوم أن المعامل الحراري للمقاومة عند درجة حرارة صفر مئوية هو ٤٢٨٠٠٠ . للدرجة .

## تطبيقات قانون أوم

يمكن تطبيق قانون أوم لحساب التيارات وفوارق الجهد والقدرة في الدوائر التي تحتوي على مقاومات . يمكن إيجاد القدرة في مقاومة ( م - أوم ) معروفة القيمة من حساب التيار الساري فيها ( ت - أمبير ) أو حساب فرق الجهد ( ج - فولت ) على طرفيها . فالقدرة باللواط ( قد ) اعتمادها على ت أو ج كما يلي :

$$\text{قد} = \text{ج} \times \text{ت} \quad (\text{واط})$$

$$\text{من قانون أوم} \quad \text{ت} = \frac{\text{ج}}{\text{م}}$$

$$\text{ج} = \text{م} \times \text{ت}$$

بتعميض عن ت في معادلة قد أعلاه

$$\text{قد} = \frac{\text{ج}}{\text{م}}$$

وبتعميض ج في معادلة قد

$$\text{قد} = \text{ت}^2 \times \text{م} \quad (\text{واط})$$

هذه القدرة مبددة في شكل حرارة في المقاومة

مثال :

آلة لحام تأخذ تيار ٠,٨٣٣٣ فولت . أحسب مقاومة الماكينة والقدرة المستهلكة فيها .

الحل :

$$\text{من قانون أوم} \quad \text{ج} = \text{ت} \times \text{م}$$

$$\text{ج} = ١٢٠ \text{ فولت}$$

$$\text{ت} = ٠,٨٣٣٣ \text{ أمبير}$$

$$M = \frac{120}{0.8333} = 144 \text{ آموم}$$

$$\text{قد} = ج \times t = 0.8333 \times 120 = 99.99 \text{ واط}$$

ويستخدم القانون (قد =  $M \times t^2$ )

$$\therefore \text{قد} = M \times t^2 = 144 \times 0.8333^2 = 99.99 \text{ واط}$$

مثال :

غلاية بمقاومة ٨,٢٧ آموم تسحب لعملها تيار مقداره ١٣,٩ أمبير. ما قيمة جهد المصدر ؟

الحل :

$$M = 8.27 \text{ آموم}$$

$$t = 13.9 \text{ أمبير}$$

$$\text{من قانون آموم } J = M \times t$$

$$= 13.9 \times 8.27 = 115 \text{ فولت (أقرب عدد صحيح)}$$

مثال :

في الدائرة الموضحة أدناه V جهاز يقيس فرق الجهد على المقاومة R (آموم) . A جهاز يقيس التيار. القوة الدافعة الكهربائية للبطارية هي ٢٠,٢ فولت عندما تكون غير موصلة في الدائرة. أحسب قيمة المقاومة R والمقاومة الداخلية (م د) للبطارية إذا كانت قراءة (V) ١٨ فولت وقراءة (A) ٣ أمبير

الحل :

بما أن للبطارية مقاومة داخلية (م د) فهي غير مثالية ويجبأخذ هذه المقاومة في الاعتبار.

بما أن التيار في المقاومة هو ٣ أمبير وفرق الجهد على طرفيها ١٨ فولت بقانون آموم :

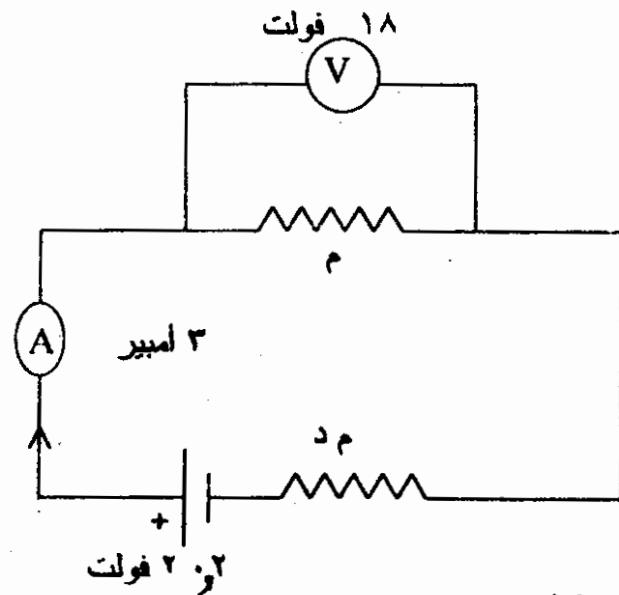
$$J = t \times M$$

$$18 = 3 \times M$$

$$\therefore M = \frac{18}{3} = 6 \text{ آموم}$$

إذن المقاومة الكلية ( $M_k$ ) ، حيث  $M_k = 6 + M_d$   
 الجهد المسلط على هذه المقاومة الكلية هو ٢٠,٢ فولت  
 $J = t \times M_k$   
 من قانون أوم  $I = 20,2 \times 3 = 20,2 \times (6 + M_d)$   
 $3 + 18 =$   
 $2,2 = 18 - 20,2 =$  إذن  $3 M_d =$

$$M_d = \frac{2,2}{3} = 0,7333 \text{ أوم}$$



الحل بطريقه أخرى :

القدرة في المقاومة  $M$  :

$$(1) \quad P = J \times t \\ P = 18 \times 3 = 54 \text{ واط}$$

$$(2) \quad P = t^2 \times M \\ P = 3 \times 3 \times M$$

$$\text{قد} = ٩ \text{ م} - ٥٤ \text{ واط}$$

$$\therefore \text{م} = \frac{٥٤}{٩} = ٦ \text{ لوم}$$

$$\text{قد} = \text{ج} \times \text{ت}$$

$$\text{القدرة الكلية في الدائرة} \quad \text{قد} = ٣ \times ٢٠,٢ = ٦٠,٦ \text{ واط}$$

$$\text{القدرة في (م د)} \quad \text{ـ ت}^٢ \times \text{م د}$$

$$= ٣ \times \text{م د} = ٦٠,٦ - ٥٤ = ٦,٦ \text{ واط}$$

$$\therefore \text{م د} = \frac{٦,٦}{٩} = ٠,٧٣٣ \text{ لوم}$$

### **العناصر المكافئة :**

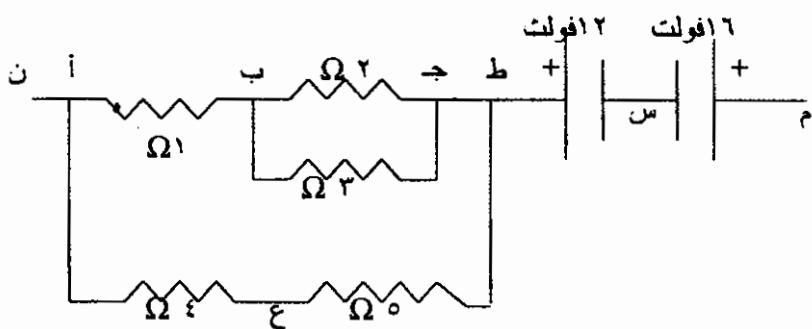
قد يوجد عدد من مصادر القوة الدافعة الكهربائية وعدد من المقاومات في الدائرة الكهربائية . لحساب كمية كهربائية في الدوائر متعددة المصادر والمقطومات ، يسهل الحل كثيراً لو لمكن نظرياً لاستبدال مصادر تقع بين نقطتين لو مقطومات تقع بين نقطتين بمصدر واحد مقاومة واحدة بالترتيب .

يستوجب هذا الاستبدال أن يكون تأثير وجود المصدر البديل أو المقاومة البديلة بين النقطتين نفس تأثير المجموعة المستبدلة وبذلك لا تتأثر قيم الكميات الكهربائية في الأجزاء الأخرى للدائرة الموصولة من عند النقطتين .

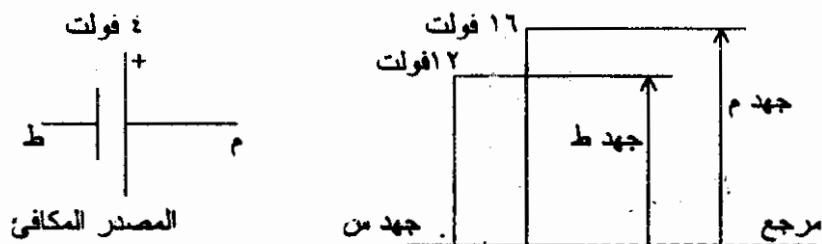
تسمى هذه العناصر البديلة بالمكافئة . المصدر المكافئ لعدد من المصادر متصلة الجهد موصولة بالتوازي له خرج يساوي خرج المصدر الواحد من المصادر . المصدر المكافئ لعدد من المصادر موصولة بالتوازي خرجه يساوي المجموع العщий لمخارج توصيف التوصيلة بتوصيلة توازي عندما يكون طرف واحد لكل عنصر موصول إلى نفس النقطة مباشرة والطرف الآخر لكل منهم موصول مباشرة إلى نقطة واحدة ثانية .

وتحسب التوصيلة بتوصيلة التوازي عندما يوجد عنصران موصلان مع بعضهما من طرف واحد لكل منها شريطة أن لا يكون هناك عنصر ثالث موصل لنقطة التوصيلة هذه .

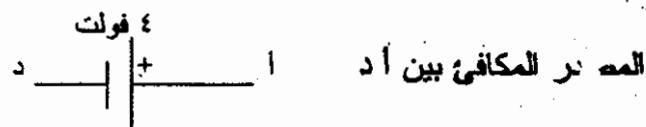
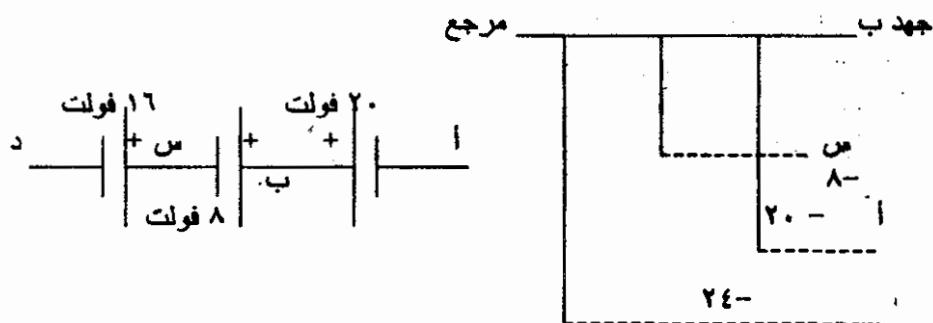
في توصيلات العناصر الموضحة في الشكل أدناه يمكن التعرف على الآتي :



هناك مصادران بجهد ١٦ فولت و ١٢ فولت موصلين بالتوكالي عند نقطة التوصيل س بتوسيط قطبيها العاپيين ببعض . نقصد بالمصدر المكافئ لهما المصدر الواحد الذي إذا وصل بين نقطتين م و ط يكون له جهد يساوي فرق الجهد بين هاتين نقطتين . معرفة هذا الفرق تستوجب جمع مخارج المصادر جبرياً . ابتداءً من النقطة م ووصولاً إلى النقطة س هناك هبوط في الجهد مقداره ١٦ فولت ( ١٦ فولت بالسالب ) . ومن الذهاب من س إلى النقطة ط هناك صعود في الجهد مقداره ١٢ فولت ( ١٢ فولت بالموجب ) . يمكن استنتاج فرق الجهد بين نقطتين م و ط من رسم شكل ننخذ فيه جهد النقطة المشتركة س كمراجع كما موضح أدناه . بالنسبة لجهد النقطة س جهد النقطة م أعلى بمقدار ١٦ فولت . كذلك جهد النقطة ط أعلى بمقدار ١٢ فولت . من هنا يتضح بأن الفرق في الجهد ٤ فولت وأن الجهد عند م أعلى منه عند ط . هذا يمكن تمثيله بمصدر قطبه الموجب عند م والسالب عند ط وجده ٤ فولت .



**مثلاً :**  
 ثلاثة مصادر كما موضح في الشكل أدناه يمكنأخذ جهد أي نقطة صفراء (جهد المرجع) وبمقارنته أي نقطتين يمكن استنتاج فرق الجهد والقطبية.



يمكن استنتاج أنه إذا أخذنا جهد النقطة س مرجعاً (صفراء) في هذه الحالة يكون جهد ب موجب وجهد أ وجهد د سالبين . طريقة حسابية بديلة : نفترض أن جهد النقطة أ هو ( $J_A$ ) وجهد النقطة د هو ( $J_D$ )

$$ج د = ( ج ١ + ج ٢ - ج ٣ )$$

طرح ( ج د ) من ( ج ١ ) يعطي المتبقى من جهد ١ وهو

$$( ٢٠ - ٨ + ٦ ) = ٤ فولت$$

وإذا طرحنا جهد ١ من جهد د نجد الباقى

$$٢٠ - ٨ - ٦ = ٦ فولت . في الحالتين نلاحظ أن جهد النقطة أ أكبر$$

بمقدار ٤ فولت من جهد النقطة د . وهذا هو نفس الناتج أعلاه .

بالرجوع إلى توصيلات العاشر ثنائية نجد حسب تعريفنا لتوصيلة التوالى والتوازى بأن :

١. المقاومتين ٤ و ٥ موصلتين بالتوالى

٢. المقاومتين ٢ و ٣ موصلتين بالتوازى

٣. المقاومه ١ ليست لها توصيلة توالى أو توازى مع اي من المقاومات .

ل ايضاً من المظاهر الموضحة لحالتي توصيلة التوالى والتوازى للمقاومات أنه في حالة توصيلة التوالى إذا سرى تيار في واحدة من المقاومات الموصولة بالتوالى لا بد أن يسري نفس التيار في بقية المقاومات . وفي حالة التوازى كل المقاومات الموصولة بالتوازى لها نفس فرق الجهد بين طرفيه .

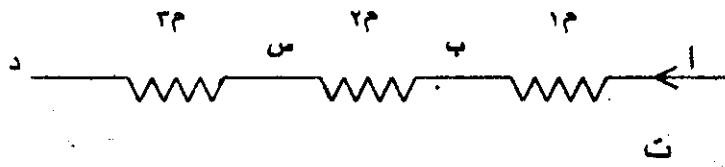
### حساب المقاومة المكافئة :

### المقاومات الموصولة بالتوالى

إذا أخذنا مقاومات ثلاثة قيمها بالأوم  $1^{\circ}$  و  $2^{\circ}$  و  $3^{\circ}$  ولتيار السارى فيهم نتيجة لوجودها في دائرة كهربائية هو ت لمبير وفرق الجهد على طرفي كل منها بالترتيب هو  $( ت \times 1^{\circ} )$  و  $( ت \times 2^{\circ} )$  و  $( ت \times 3^{\circ} )$  فولت .

فرق الجهد الكلى ج فولت هو

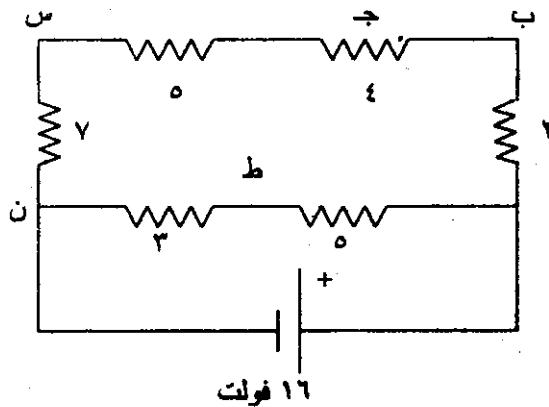
$$ج = ت \times ( 1^{\circ} + 2^{\circ} + 3^{\circ} ) \text{ لوم}$$



$$\text{إذا كتبنا مج م} = (1M + 2M + 3M) \text{ لوم} \\ \text{إبن ج} = (I \times \text{مج م}) \text{ فولت}$$

في الشكل أعلاه نستطيع أن نقول أنه إذا استبدلنا المقاومات الثلاث بمقاومة واحدة قيمتها مج م تساوي  $(1M + 2M + 3M)$  يسري فيها التيار  $I$  سيكون فرق الجهد هو  $J$ . بهذا الاستبدال لن تتأثر الكميات الكهربائية في أجزاء الدائرة الأخرى . تسمى هذه المقاومة البديلة حسب استيفائها العلاقة بين فرق الجهد بين النقطتين عند سريان نفس التيار تسمى المقاومة المكافئة للمقاومات الثلاث . تصبح النتيجة لأي عدد من المقاومات موصولة بالتوالي . مع  $M$  هي قيمة المقاومة المكافئة .

مثل :



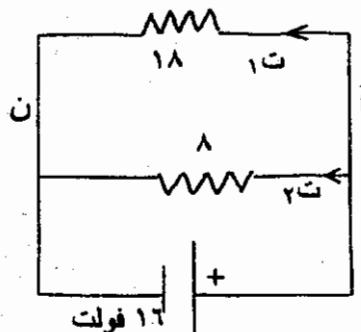
لوجد المقاومة المكافئة للمقاومات الموصولة على التوالي في الدائرة أعلاه ومن ثم لحساب التيار الساري في كل مقاومة .

الحل :

المقاومات في الفرع أ ب جـ من هي بالتوالي . المكافئة لهم قيمتها  
 $( 4 + 5 + 7 ) = 16 \Omega$

المقاومتان في الفرع أ طـ نـ موصلتان أيضاً بالتوالي والمكافئة لهما  
 قيمتها  $( 3 + 5 ) = 8 \Omega$

إذن الدائرة المكافئة للدائرة أعلاه هي كالتالية :



إذا كان التيار في الفرع الأول هو  $I_1$ ، وفي الفرع الثاني هو  $I_2$

$$I_1 = \frac{16}{18} = 0.8889 \text{ آمبير}$$

$$I_2 = \frac{16}{8} = 2 \text{ آمبير}$$

بما أن المكافئ الموصولة بالتوالي يسري فيها نفس التيار فالتيار الساري في جميع المقاومات في الفرع أ ب جـ نـ هو  $0.8889 \text{ آمبير}$  والساري في المقاومتين في الفرع أ طـ نـ هو  $2 \text{ آمبير}$ .

### المقاومة المكافئة لمقاومات موصلة بالتواري

توصيل أي عدد من المقاومات بالتواري بين نقطتين تتحتم أن يكون فرق الجهد بين طرفي كل منها هو فرق الجهد بين النقطتين . في توصيل التوازي الموضحة في الشكل أدناه إذا كان فرق الجهد بين أ و ب هو ج = م × ت ، والتيارات في المقاومات هي  $t_1$  و  $t_2$  و  $t_3$  من القانون  $J = m \times t$  .

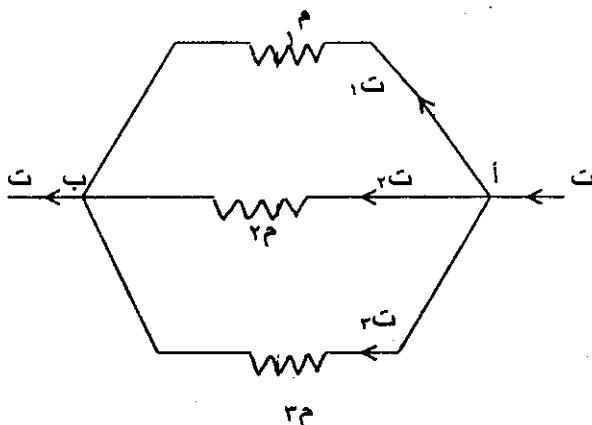
$$J = m_1 \times t_1 + m_2 \times t_2 + m_3 \times t_3$$

من هذا :

$$t_1 = \frac{J}{m_1}$$

$$t_2 = \frac{J}{m_2}$$

$$t_3 = \frac{J}{m_3}$$



التيار الكلي  $t = t_1 + t_2 + t_3$   
بالتعويض عن التيارات الثلاثة

$$t = \frac{J}{m_1} + \frac{J}{m_2} + \frac{J}{m_3}$$

$$t = J \times \left( \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} + \frac{1}{m_3} \right)$$

أين

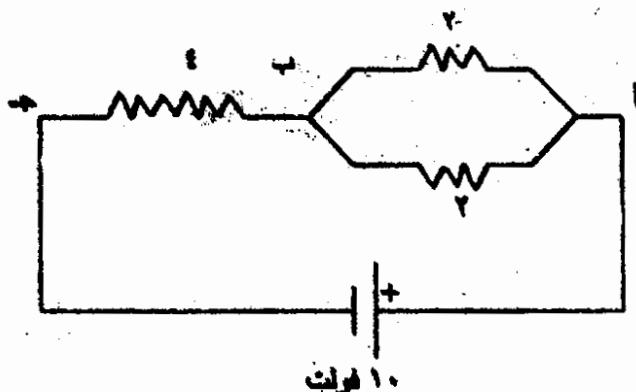
$$J = \left( \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} + \frac{1}{m_3} \right)$$

من قانون لوم ( $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$ ) هو معکوس مقاومة . لذن إذا وجئت مقاومة معکوسها يساوي ( $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$ ) فستكون النسبة ( $\frac{1}{R}$ ) لها نفس القيمة بوجود هذه المقاومة البديلة بين أب . ولن تتأثر بقية الدائرة الموصلة بين أب . هذه هي المقاومة المكافئة ( $R_{eq}$ ) للمجموعة المرضحة أعلاه . تحسب في هذه الحالة من المعادلة  $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$  تقع هذه النتيجة على أي عدد من المقاومات الموصلة بالتوالي

**أمثلة :**

**مثال (١) :**

في الدائرة أدناه يوجد المقاومة المكافئة بين نقطتين أ و ج . ومن ثم احسب التيار الماري فيها وفرق الجهد بين أب وب ج .

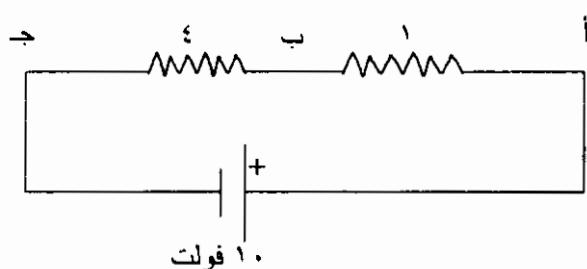


الحل :

إذا رمزاً للمقاومة المكافئة بين A ب بالرمز M م تحسب م من المعادلة :

$$\frac{1}{M} = \frac{1}{\frac{1}{2}} + \frac{1}{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}} = \frac{1}{\frac{1}{M}}$$

تصبح الدائرة المكافئة الآن :



المقاومة المكافئة بين A ج = ٤ + ١ = ٥ أوم

$$التيار (t) = \frac{10}{5} = \frac{2}{M} \text{ أمبير}$$

من قانون أوم :

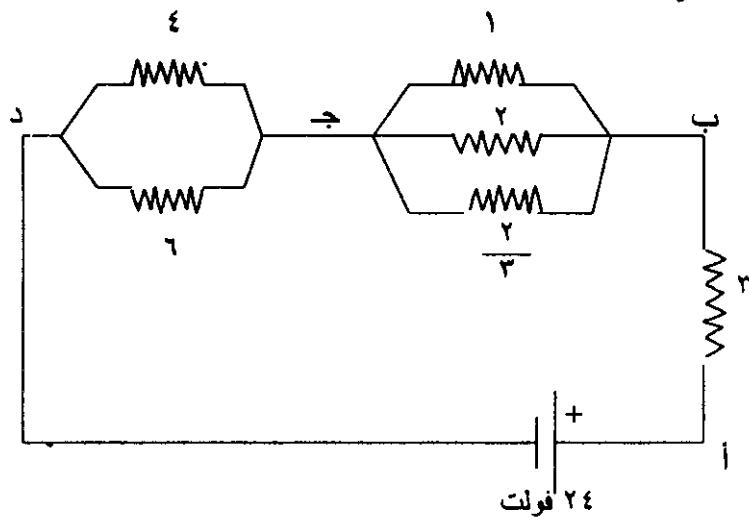
$$\text{فرق الجهد بين A ب} = 2 \times 1 = 2 \text{ فولت}$$

$$\text{فرق الجهد بين ب ج} = 4 \times 2 = 8 \text{ فولت}$$

$$\text{أو فرق الجهد بين ب ج} = 10 - \text{فرق الجهد بين A ب} = 8 \text{ فولت}$$

مثال ( ٢ ) :

أوجد التيار في كل مقاومة في الدائرة أعلاه . ثم احسب القدرة المستهلكة في المقاومات .



الحل :

نرمز للمقاومة المكافئة بين ب ج بالرمز ( ۲۰۰ ) وبين ج د بالرمز ( ۲۰۰ ) .

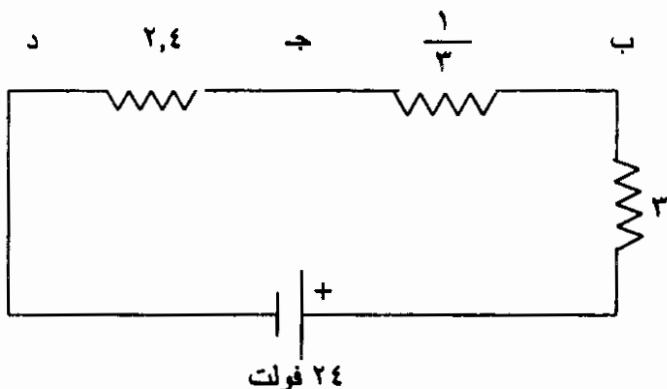
$$1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} = \frac{1}{\frac{1}{2}}$$

$$\text{إذن } ۲۰۰ = \frac{1}{3} \text{ أوم}$$

$$1 - \frac{1}{2,4} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4} - \frac{1}{2,4} \quad ( \text{أوم} )$$

$$\text{إذن } ۲۰۰ = 2,4 \text{ أوم}$$

المقاومة المكافئة بين أ - د =  $2,4 + \frac{1}{3} = 2,4 + 0,733 = 3,186$  أوم  
 التيار في الدائرة =  $\frac{24}{3,186} = 7,633$  أمبير



فرق الجهد بين ب - ج =  $\frac{1}{3} \times 4,186 = 1,3953$  فولت  
 التيار في المقاومة 1 أوم =  $1,3953$  أمبير

التيار في المقاومة 2 أوم =  $\frac{1,3953}{3} = 0,4651$  أمبير

التيار في المقاومة  $\frac{2}{3}$  أوم =  $\frac{1,3953}{2} = 0,6977$  أمبير

فرق الجهد بين طرفي ج - د =  $4,186 \times 2,4 = 10,0464$  أمبير  
 التيار في المقاومة 4 أوم =  $\frac{10,0464}{4} = 2,5116$  أمبير  
 التيار في المقاومة 6 أوم =  $2,5116 - 4,186 = 1,6744$  أمبير  
 التيار في المقاومة 3 أوم =  $4,186$  أمبير

القدرات المستهلكة في المقاومات :

$$\text{قد} = M \times T^2$$

في المقاومة ٣ أوم  $= 4,186 \times 3^2 = 17,523$  واط

في المقاومة ١ أوم  $= 1,395 \times 1^2 = 1,395$  واط

في المقاومة ٢ أوم  $= 0,6977 \times 2^2 = 0,9736$  واط

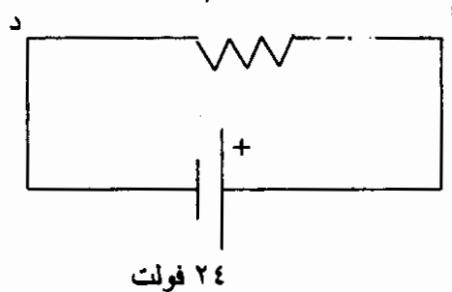
في المقاومة  $\frac{2}{3}$  أوم  $= 2,093 \times \frac{2}{3}^2 = 2,920.4$  واط

في المقاومة ٤ أوم  $= 2,05116 \times 4^2 = 25,233$  واط

في المقاومة ٦ أوم  $= 1,6744 \times 6^2 = 16,822$  واط

الدائرة المكافئة المبسطة هي كما يلي في الشكل أدناه :

( المقاومة المكافئة بين A ، D )



بما أن الدائرة المكافئة تمثل الدائرة الأصلية يمكن الحصول على :

I. القدرة في مجموعة المقاومات بين ب ج  $= \frac{1}{3} \times 4,186^2 = 5,84$  واط

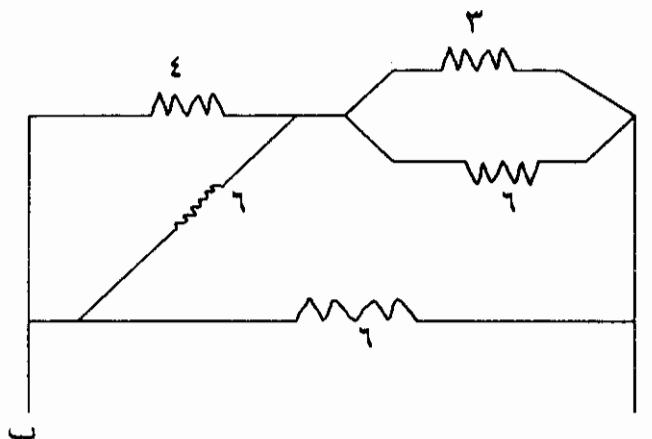
II. القدرة في المقاومتين بين ج د  $= 2,4 \times 4,186^2 = 42,05$  واط

III. مجموع القدرات في جميع المقاومات  $= 4,186 \times 24 = 100,464$  واط

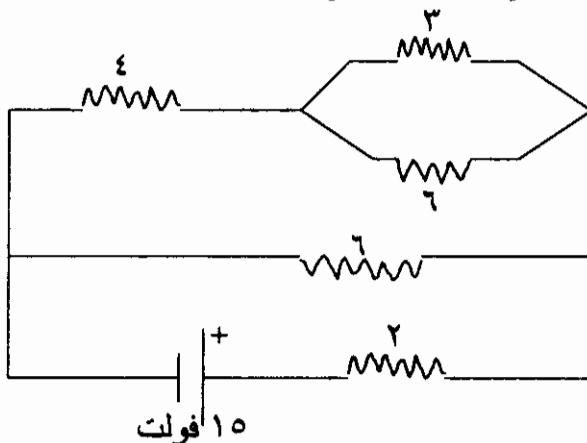
كذلك القدرة الكلية  $= 4,186 \times 5,733 = 100,46$  واط

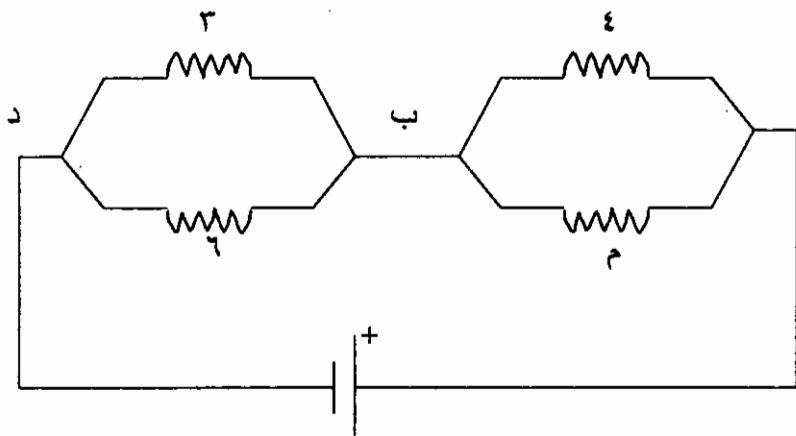
### تمارين ( ٤ )

١. أوجد المقاومة المكافئة للمقاومات بين A ب في الدائرة أدناه .



٢. في الدائرة للسؤال ( ١ ) أعلاه إذا كان هناك تيار ٦ أمبير في المقاومة ٤ أوم أوجد فرق الجهد بين A ب .
٣. في الدائرة للسؤال ( ١ ) أعلاه إذا كانت القدرة المستهلكة في المقاومة ٣ أوم هي ١٢ واط أوجد كل القدرة المستهلكة في المقاومات جميعها .
٤. احسب التيار في كل مقاومة في الدائرة أدناه .





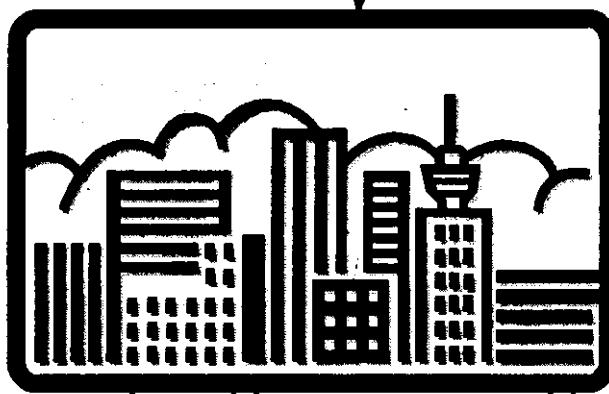
١٢ فولت

.٧ في الدائرة للسؤال (٦) أعلاه أحسب المقاومة م إذا كانت نسبة فرق الجهد بين أ ب مقسوماً على فرق الجهد بين ب د هي  $\frac{4}{7}$ .

أحسب التيار الذي سيسري في الدائرة في هذه الحالة.

## الباب الرابع

المدنية



المدنية والعمارة

## مقدمة الهندسة المدنية والعمارة

تسعى الهندسة المدنية والعمارة لاستخدام المواد للإنشاء والعمارة في البناء وتخفيط المدن ، والطرق والأفاق وتسهيل النقل والإتصال ، وتحسين البيئة . واستخدمت في العمارة الأخشاب والبن وحجارة والحجر الرملي والأجر والأسفلت والأسمنت والخرسانة واللداهن والطوب والرخام والمعادن . ومن ثم انبثقت حضارات سادت ثم بادت مثل الحضارة البابلية والassyورية والمصرية القديمة والإنكا واليونانية والرومانية والفاطمية والعثمانية وغيرها .

مهندست الهندسة المدنية لأزدهار الزراعة والصناعة والتجارة وكافة المهن عبر تطور ملحوظ من قادة المهنة ومبدعيها . فمثلاً استخدم السابقون الأخشاب مع الطوب النبي والحجارة للبناء والتشييد بالإضافة للبن والكلا ، وشيد الأقدمون الأبنية والقصور ودور العبادة من الحجارة ( الأهرامات في مصر والبارثيون في اليونان والكولوسيوم في روما ) ، ثم استخدم الإغريق مونة الجير ، واستبط الرومان مونة الأسمنت الهيدروليكي لبناء القباب والقصور والمسارح والحمامات والفنى المائية لأغراض الري والشرب والصرف ، وطور الفينيقيون صناعة الزجاج بالفخ ، مما مكن الرومان من صنع الألواح الزجاجية . وطور جون سميتون الأسمنت مما سهل على جوزيف أسبدن الحصول على الأسمنت البورتلاندي المشابه لصخور منطقة بورتلاند الإنكليزية . وانبثقت نظرية استخدام أسياخ الصلب مع الخرسانة لتحمل الأولى إجهادات الشد وتتحمل الأخرى إجهادات الضغط لزيادة الكفاءة والتحمل .

وتفردت فنون الهندسة المدنية بالإضافة للإنشاءات في مجالات الهيدروليكا والمنشآت المائية ، وأعمال الهندسة البيئية لإمدادات ماء الشرب وأعمال الصرف الصحي للمخلفات السائلة والتخلص الملائم والمستدام من الفضلات الصلبة ومكافحة تلوث الهواء والضوضاء والضجيج لتحسين البيئة وسعادة الإنسان . وتطورت أساليب النقل من الدوّلاب إلى السيارة فالقطارات

فالصواريخ فالموكك وارتداد الفضاء مما تطلب معه تطور صناعة تعبيد الطرق وشق الأنفاق وعلوم النقل عبر المواقع ( السواحل والغازات ) الشئ الذي ربط المهندس المدني والمعماري بقضايا التخطيط الشامل والاستراتيجية الاقتصادية والاجتماعية والعسكرية والأمنية ، في إطار المعايير والمقاييس وضبط الجودة للمواد المستخدمة وللتصميم المجاز .

من أهم أقسام الهندسة المدنية : هندسة الإنشاءات ( المتعلقة بالمباني والمباني ، والجسور والقناطر والبرابخ ، والأنفاق ) وهندسة الهيدروليكا ( لفنون الري والصرف والملاحة والسدود والخزانات والموانئ ونقل المواقع ) وهندسة النقل والاتصالات ( في السكة حديد والطرق والمطارات ) والهندسة البيئية ( لإمدادات ماء الشرب والري والصرف الصحي ومكافحة التلوث البيئي ) .

تحيط علوم العمارة بحيز الفضاء لتطويعه لخدمة أغراض تحسين الحياة والبيئة . واهتمت العمارة بطرق الإنشاء والنسب والزخارف والتصميم الداخلي والديكور للتأثيرات البصرية وتحقيق المنفعة والمتانة والجمال ( نظرية العمارة السليمية لفتروفيفوس ) . وعالجت العمارة الفراغات بزخرفة الأسطح والحوائط بالرسومات والنحت والفصيقياء ، وأدخل عامل الزمن لتطور المفهوم الفراغي في العمارة لإثرائها . وانتبهت العمارة إلى العناية بالعزل الحراري والجوي والصوتى للحوائط في المباني والخدمات من ماء ومجاري وكهرباء وغاز وهاتف وشبكات حاسوب وتهوية وتأثير اللون على الحياة والإنتاج والوقاية . وظهرت الإبداعات الجمالية للعمارة في دور العبادة ( معبود أبي سنبل ، وكنيسة آيا صوفيا ، وضريح الناج محل ، والمسجد الأموي بدمشق الذي يعد من الجوامع المستعرضة أي التي يواجه ضلعها الطويل القبة لشرف الصلاة في الصف الأول ) والقصور والقلاع والفنار ( مثل فنار فاروس الرخامى اليونانى بالإسكندرية ) ودور الحكم ( البيت الأبيض بواشنطن ومبنى الكرملين بموسكو ) والأبراج ( برج إيفل بفرنسا وبيزا بإيطاليا ) وناطحات السحاب الكريستالية في الولايات المتحدة الأمريكية . ومن ثم انبثقت أفكار المنشآت الناجح الذى يكامل بين الإنسان والبيئة وتقانة البناء المعاصر لسعادة الإنسان ورخائه باستخدام التحليل

**والحساب والخيال وإعمال الفكر والعقل ، والإلهام ، والوجdan والثقافة والبيئة المحلية والقيم والترا** .

ويبدو فن العمارة الإسلامية مختلفاً من عنصر لأخر فالعمارة الأيووبية والمملوكية استخدم فيها الإيوان في المساجد ، واشتهرت العمارة الفاطمية بأروقتها ذات الصفوف من الأعمدة حاملة العقود ، وركزت العمارة العثمانية على استخدام القباب . غير أن العمارة الإسلامية تجتمع في ترسیخ ثوابت التراث والعقيدة والمناخ والجمال ومواد البناء المحلية وطرق الإنشاء التقليدية لتنمسك بالتوحيد وتؤكد البساطة وتفرد بالوضوح وتادي بالتواضع وتبشر بالمساواة وتدعو للسلام .

## (١) مواد البناء اللاصقة

### ١ - الأسمنت صناعة الأسمنت :

العملية تتم بطحن الحجر الجيري والطفل بعد خلطهما بنسبة ( ٣ : ١ ) مع الماء في طواحين اسطوانية ضخمة تطحن المزيج وتحيله إلى شبه عجينة سائلة تجمع وتتدفق إلى صهاريج التخزين للتنقية وضبط الجودة . ثم تحرق العجينة في الأفران عن طريق فانفات اللهب .

وفرن الأسمنت عبارة عن أسطوانة من الصلب طولها حوالي ١٥٠ متر وبقطر يبلغ ٤ أمتار . وتنور هذه الأسطوانة مائة على محورها ببطء شديد حتى تتسابع العجينة من الطرف العلوي للأسطوانة وفي أثناء انسابها تمر العجينة بدرجات حرارة عالية متعددة من فانفة لهب ضخمة مثبتة في الطرف الأسفل للفرن . وبفعل هذه الحرارة تتصهر العجينة وتفاعل كيميائياً وتتحول إلى حصوات سمراء صغيرة تسمى زبد الفحم والمعدن ( Clinker ) . ثم تطحن الكلنكر مع نسب ضئيلة من الجبس في طواحين اسطوانية بها ريش لتكسير الكلنكر وسحقها بواسطة كرات من الصلب ويمر المسحوق في منخل بالغ النعومة ثم يعبأ بطريقة آلية محكمة في أكياس يزن الواحد منها ٥٠ كيلو جرام .

### أنواع الأسمنت

١ - الأسمنت البورتلاندي - Ordinary portland cement هو الأسمنت البورتلاندي العادي والسرير التصلد المستعمل في جميع الأعمال .

٢ - الأسمنت الأبيض : يستعمل للزينة وهو من أجود الأصناف ومستوفياً لنفس المواصفات المنصوص عنها للأسمنت الصناعي البورتلاندي وهو ناصع البياض .

- ٣ - **الأسمنت الحديدي:** يُنتج الأسمنت الحديدي ٣٥ طبقاً لمواصفات خاصة .  
يصنع هذا الأسمنت بطحنة كلنكر البورتلاندي العادي مع صب الحديد  
بالإضافة إلى الجبس بسبة معينة .
- ٤ - **أسمنت الخزانات - Low heat cement** -  
يُستعمل في صب كتل الخرسانة الضخمة كقواعد للآلات الثقيلة . وذلك  
لأن هذا الأسمنت يمتاز بعدم توليد حرارة مرتفعة أثناء التماسك كما أنه  
أيضاً يمتاز بمقاومته لتأثير المياه الكبريتية .
- ٥ - **الأسمنت المقاوم للمياه البحر - Sea water resistant cement** -  
مشهور بمقاومته العالية للمياه البحر .
- ٦ - **الأسمنت البورتلاندي سريع التصلد :**  
يمتاز بالتصلد السريع ويُستعمل في الإنشاءات الخرسانية التي تقتضي  
ظروفها سرعة الإنجاز كتبعد الطرق بالمدن الكبرى حتى لا تتأثر  
حركة المرور طويلاً .
- ٧ - **الأسمنت العالي المقاومة :**  
يُستعمل في الخزانات والسدود وذلك لمقاومة الضغط العالى .

## ب - **الجير وأنواعه :**

- ١ - **الجير الحي ( كالسيوم ) :** وهو المادة التي تنتج من حرق  
الحجر الجيري ( كربونات الكالسيوم ) حرقاً جيداً . ويجب أن يكون خالياً من  
الفحم والرماد والأتربة وأن يكون جميعه قابلاً للتفتكك عند معالجته بالماء تماماً .
- ٢ - **الجير المطفأ العادي ( هيدروكسيد الكالسيوم ) :** يجب أن يكون ناتجاً  
عن إطفاء الجير الحي بالماء العذب وأن يكون على هيئة مسحوق أبيض اللون  
جاف متجانس الحبيبات وخلال من الكتل أو المواد الغريبة التي قد تعرق  
استعماله .
- وعلى كل حال يجب أن يطفأ الجير الحي بالماء العذب قبل استعماله  
بوقت كافٍ لتبريدة . وأن تتوافر فيه صفات التجانس والإندماج والليونة وأن  
ينخل قبل الاستعمال وذلك للتخلص من المواد الصلبة والشوائب .

### - **الجير المطفأ لازم لأعمال البياض :**

يؤخذ من ناتج طفي الجير الحي الحديث الحرق الناتج من أحجار صلبة متجانسة اللون . وبعد الطفي يصنف في أحواض خاصة به ويؤخذ من هذه الأحواض على شكل عجينة بالنسبة والكميات المطلوبة ويجب ألا نقل نسبة هيدروكسيد الكالسيوم فيه عن ٩٥ % منه.

### **ج - الجبس والمصيص**

الجبس العادي هو نتيجة حرق كبريتات الكالسيوم ((حارة الجبس)) ليتبخر منها الماء ثم تطحن بعد الحرق للدرجة المطلوبة في أفران مخصوصة . من خصائص الجبس العادي أن درجة حرارته ترتفع مباشرة بعد مزجه بالماء . وهو سريع التصلد إذ يبدأ تصلده بعد عشر دقائق من مزجه بالماء فلا يمكن تشكيله بعد ذلك . وينتقل كلياً بعد مضي ثلاثين دقيقة من مزجه بالماء . أما المصيص فهو نوع من الجبس النقي ناتج من حرق كبريتات الكالسيوم الأكثر نقاوة بعناديه ثم تطحن لدرجة أكثر نعومة من الجبس العادي وهو ناصع البياض خالٍ من الشوائب بطيء التصلد مقارنة بالجبس العادي . إذ أنه يتصلد بعد مضي إثنى عشرة ساعة بعد مزجه بالماء .

### **د - أنواع المونة :**

#### **١ - المونة الأسمنتية :**

وهي عبارة عن عجينة تخلط من الأسمنت والرمل والماء بنسبة مختلفة حسب طبيعة العمل . وتستخدم المونة كمادة ربط لمواد البناء والسبة بين الماء والرمل والأسمنت عامل مهم جداً تتوقف عليه أشياء كثيرة ذات صلة وثيقة بقوه وضعف المونة ولزوجتها وفاعليتها وكفائتها .

وتتوقف قوّة المونة على اكتمال التفاعل الكيميائي بين الأسمنت والماء بالطريقة المثلثي . فالماء مطلوب فقط بالقدر الذي يساعد على بداية هذا التفاعل وإيجاد المناخ المناسب لاكتماله . فزيادة نسبة الماء تضعف المونة لأنها تتنهى

الكثير من المسامات بعد تبخر الماء ، وقلة نسبة الماء تضعف إنساب التفاعل الكيميائي .

كما أن زيادة نسبة الأسمنت مضرة تماماً كذلك يجب قياس هذه المواد (( الأسمنت والرمل والماء )) قياساً مبنياً على أساس علمية صحيحة .  
ومواد المونة تفاص بالوزن وبالحجم . وفي الأعمال البسيطة التي لا تحتاج لدقة متناهية تفاص نسب خلطة المونة بالصفيحة . فكيس الأسمنت ( سعة ٥٠ كيلو جرام ) به صفيحتان من الأسمنت ويقدر المتر المكعب من المونة أو الرملة أو الخرسانة بثمانية وأربعين صفيحة مع ملاحظة أن هذه المواد تتكون مع بعضها لتغطية الفجوات الناتجة لتصور في كثافة واحدة حجمها ٤٨ صفيحة وعندما يتبخر الماء تكون هناك مسامات .

وعليه فإن مونة الأسمنت تحسب مكوناتها كالتالي :

#### ١ - مونة الأسمنت ١ :

أي صفيحة أسمنت لكل صفيحتين من الرمل وتسمى هذه الخلطة (( باللباني التقيل وقد تكون ١ : ٣ بدلاً عن ١ : ٢ )) وتستخدم مع الحجارة الصغيرة (( الدبش )) أو الحجارة الكبيرة نسبياً (( الدقشوم )) لتنقیل عيون المياه الجوفية غير المرغوب فيها في المساحات المرشحة لقيام المباني الشاهقة .  
والمتر المكعب من هذه المونة يحتاج من الأسمنت حسب المعاملة التالية :-

عدد صفائح المتر المكعب - عدد صفائح الأسمنت  
عدد صفائح الرمل

كمية الأسمنت -  $\frac{48}{2}$  - ٢٤ صفيحة أسمنت  
أي ١٢ كيس أسمنت

#### ب - مونة أسمنت ١ : ٣

تستعمل هذه المونة في أحواض التحليل اللاهوائي كمونة بياض .  
وكمية الأسمنت في المتر المكعب منها -  $\frac{48}{3}$  - ١٦ صفيحة أسمنت  
أي ٨ أكياس أسمنت

## ج - مونة أسمنت ١ : ٤

تستعمل هذه المونة عادةً لتنثيت (( لزق )) أنواع من البلاط كالبلاط الصيني (( القبيشاني )) ولكن أحياناً تستعملها كلباني لخياطة شقوق الصخور القابلة للتأسيس عليها وأحياناً تستعملها في مرمات الحيطان والكتوفة والمعابر والجلس .

وكمية الأسمنت في المتر المكعب من هذه المونة =  $\frac{4}{4} = 12$  صفيحة أسمنت أي ٦ أكياس أسمنت .

## د - مونة أسمنت ١ : ٦

هذه هي مونة البناء تحت سطح الأرض ( الأساسات ) في الغالب .  
وكمية الأسمنت في المتر المكعب من المونة تحسب كالتالي :

$\frac{4}{4} = 8$  صفيحة أسمنت أي ٤ أكياس أسمنت  
ـ مونة الأسمنت ١ : ٨ وهي الأكثر شيوعاً .

هي المونة التي تستخدم في البناء العادي (( الجر )) فوق سطح الأرض .  
وكمية الأسمنت في المتر المكعب من هذه المونة تحسب كالتالي :  
 $\frac{4}{4} = 6$  صفيحة أسمنت أي ٣ أكياس أسمنت  
وكل أنواع هذه المونة يمكن خلطها بالآلة أو باليد . على أن يبدأ خلط الكونات الجافة أولاً بعد التأكد من صلاحتها ومطابقتها للمواصفات المنصوص عليها .

المكان الذي تخلط فيه المونة ويسمى ( المطم ) ملي بالحركة حيث تصنع منه الأسمنتية والجيرية والخرسانية وكل أنواع المونة لتغطية السقوف والحيطان ( لطليات ) أو لزوم المرمات أو كسر حافة الأركان والحواف الحادة المثلفة .

ويه بن تنفيذ الخلطات عن طريق اليد أو آلة الخلطة كما ذكر آنفاً وحجم العمل هو الذي يحدد ذلك . وفساد العمل في العمارة كلها أو صلاحه ينبع من هنا - من المطم . وأي تلاعيب أو تساهل أو إهمال في ملاحظة نسب المواد الخام لبعضها البعض أو المجموع بالحجم أو بالوزن يقود إلى عواقب وخيمة ، مسؤلية جسام يصعب تلافيها أو إصلاحها .

وعليه يجب إبعاد الملطم من مهب الرياح وأن يكون على مكان مرتفع عن سطح الأرض ويجب أن تتصف منطقته جيداً من النفايات والمواد العضوية ومية الأمطار وطفح المجاري والزيوت وتراتكماط برادة الحديد وتجمعات أكاسيد المعادن والفحش والدخان .

والسبب في ذلك هو أن الماء والأسمنت كمواد كيميائية سبقاعلان كيميائياً مع هذه الأشياء المذكورة مما يقود إلى فساد المونة .

يجب استخدام المونة بعد إضافة الماء إليها خلال ساعة فقط

وعلقة نسب المونة بوحدات الإنتاج كالمتر المكعب والمتر المربع كبيرة وتساعد في أعمال تدبرات المبني فمثلاً المونة ١ : ٨ المذكورة أخيراً يتكون المتر المكعب منها من ثلاثة أكياس أسمنت و ٤٨ صفيحة رمل وهو يكفي لبناء ثلاثة أمتار مكعبة من البناء .

وهذا يعني أن المتر المكعب من البناء يحتاج مونة مكونة من كيس واحد من الأسمنت في الخلطة ١ : ٨

أما حجم البناء فيساوي طول البناء × ارتفاعه × سمكه

وعادة يعبر عن سمك البناء : بطبقة، وطبقة ونصف، وطبقان .  
ومقياس الطبقة الواحدة في البناء يساوي ٢٥ سم أي  $\frac{1}{4}$  متر . وطبقة ونصف يساوي  $\frac{1}{3}$  متر وطبقان يساوي السمك  $\frac{1}{2}$  متر .

**مثال :**

أوجد كمية الأسمنت المطلوبة لبناء حائط طوله ١٨ متر وارتفاعه مترين

مبني بسمك طبقة ونصف وخلطة مونة ١ : ٨

**الحل :**

حجم البناء = الطول × الارتفاع × السمك

= ١٨ متر × ٢ متر ×  $\frac{1}{4}$  متر = ١٢ متر مكعب

والمتر المكعب من البناء يحتاج إلى كيس واحد من الأسمنت في الخلطة ١ : ٨

∴ كمية الأسمنت المطلوبة = ١٢ × ١ = ١٢ كيس أسمنت

## ٢ - المونة الخرسانية

يمثل الماء عنصراً مهماً للغاية في هذا النوع من المونة. لأن هذه المونة تستخدم في الإنشاءات الهامة. ويجب أن يكون الماء محسوباً بدقة وأن يكون نقىً وأن يكون مكان خلط المونة بعيداً عن أماكن التلوث كلية وخاصة بفرزات المصانع والحيوان ومخلفات النبات.

وهي عدة أنواع منها :

أ - خرسانة مسلحة  $1\frac{1}{2} : 1 : 3$   
( وتعنى صفيحة أسمنت  $+ \frac{1}{2}$  صفيحة رمل + ثلات صفائح حصى ).

تستعمل هذه الخلطة في أعلى الأعمدة (( الخوازيق )) الخرسانية التي يراد لرسالها للطبقة الصالحة للتأسيس والتي تبعد عن سطح الأرض بأكثر من عشرة أمتار لتمثل الدعامات الأساسية للمنشأة.  
وللمونة استعمالات أخرى حيث القوة والمتانة مطلوبة كما في الخزانات والكباري ... إلخ  
وتحسب كمية المواد في المتر المكعب ( ٤٨ صفيحة ) من هذه الخرسانة

حسب النسب الآتية :

$$\text{مجموع النسب} = 2 : 3 : 6 = 11$$

$$\therefore \text{كمية الأسمنت} = \frac{2 \times 48}{11}$$

$$\text{كمية الرمل} = \frac{3 \times 48}{11}$$

$$\text{كمية الظلط} = \frac{6 \times 48}{11}$$

**ب - خرسانة مسلحة ١ : ٢ : ٤**  
وهي مكونة من الأسمنت والرمل والظلط حسب النسب أعلاه على التوالي .

وستعمل هذه الخلطة لمعظم أعمال الخرسانة المسلحة كالعارض والأعمدة والستوفات وأعمدة التثبيت ( الكوابيل ) وخرانات التحليل .  
احسب كمية الأسمنت في المتر المكعب من هذه الخلطة . .

**ج - خرسانة مسلحة ١ : ٢ : ٥**  
ستعمل هذه الخلطة كثيراً لتشييد خرسانة الأراضي في مناطق التربة الطينية السوداء ( Cotton soil ) - فمن الخصال السيئة لهذه التربة أنها ( تنتص ) الرطوبة الموجودة في الهواء - فتنتفخ محدثة ضغطاً تحت وحول الأساسات تقود أحياناً إلى التحرك النسبي للمبني فيحصل الكسر وربما التصدع .  
احسب كمية المواد في متر مكعب من هذه الخلطة . .

**د - خرسانة عدة ١ : ٣ : ٦**  
[ وحدة أسمنت ، ثلث وحدات رملة وست وحدات خرسانة ]  
هذه هي الخرسانة العادة ( غير مسلحة ) وستعمل في الأرضيات وقد تسلح بشبك من الحديد في حالات خاصة كتغطية مراحيض الحفرة .  
احسب كمية الأسمنت في المتر المكعب من هذه الخلطة . .

**ه - خرسانة بيضاء ١ : ٤ : ٨**  
وستعمل هذه الخلطة في فتحات الدسائير وما شابه ذلك والمتر المكعب به ثلاثة أكياس لأسمنت .

## ( ٢ ) الأساسات

هذا هو جزء المبني الملمس للأرض والذى ينقل المبني وما عليه من أحمال ثابتة ومتحركة إلى مساحة من الأرض مؤهلة لقليل شدة الضغط على "الفرشة تحت الأساس". وكل ذلك في حدود قوة تحمل تلك التربة .

والأساس هو أهم أجزاء المبني على الإطلاق. وعليه تتوقف سلامة المبني كله . ولما كانت طبقات التربة في القشرة الأرضية مختلفة الصلابة فيجب أن تختلف لذلك الأساسات. كما تختلف باختلاف أحجام المبني المطلوب إنشاؤها والأغراض التي يستعمل فيها . وفي الحقيقة فإن علاقة الأساس بالترابة هي علاقة لصيقة - أي لا يمكنك أن تذكر الأساس بدون أن يدور بخذه نوع التربة - حجرية ، رملية ، مخلوطة من الحجرية والرملية أو الطينية - ومدى تعرض التربة للمياه. ولذلك فإن الأساس يحدده نوع التربة والحمل الواقع عليها والبيئة المحيطة بها .

وعلى ضوء هذه العوامل الثلاثة ( نوع التربة ، الحمل الواقع عليها والبيئة المحيطة بها ) يتحدد عمق الأساس اللازم لانشاء المبني . فقد تكون الطبقة الصالحة للتأسيس قريبة من سطح الأرض بعمق لا يقل عن متر ولا يزيد عن المترين . بل قد تكون على سطح الأرض وذلك في حالة الأرض الصخرية . وهذا يعني أن الحفر ليس بهدف في حد ذاته وليس له ضرورة غير الكشف عن التربة الصالحة للتأسيس .

ولذلك فمن المعتاد أن تعلم المجسات وحرف الإختبار لمعرفة العمق الذي توجد فيه التربة المرشحة للتأسيس والتي لها قوة تحمل مناسبة . وقد وجد من الحكمة أن يقام المبني على طبقة متجانسة حتى ولو كانت قوة تحملها ضعيفة . وأساس عادة يكون بمقطع أكبر من سطح الحائط أو المبني المرتكز عليه وذلك لتوزيع الضغوط على مساحة أكبر من الأرض تحته .

والأساسات تنقسم إلى نوعين :

1. أساسات طبيعية.
2. أساسات صناعية.

فكل الأساسات التي لا ترتكز على تربة صخرية تعتبر أساسات صناعية.  
فالصخر يمكن البناء عليه مباشرة بعد خياطة الشقوق الناتجة عن وهج الشمس  
باللبارني القليل (( مونة كمية الأسمنت فيها كبيرة - ١ : ٣ )) .

أما الأساسات الصناعية فهي كل أنواع الأساسات المصنوعة من المواد  
البنائية المختلفة وتحصر في نوعين رئسيين :

- أ - أساسات عادية بوضع فرشة تحت البناء من الخرسانة العادية  
أو المسلاحة .
- ب - أساسات عميقة من الخوازيق (( عمدان خرسانية )) .

وقد بنيت نظرية الفرشاة على توزيع الحمل الكلي على مسطح من  
التربة بشرط الا تزيد شدة الضغط الناتجة على وحدة السطوح تحت الأساسات  
على ما تتحمله هذه التربة بأمان. وعلى ذلك تكون مساحة الأساس أكبر من  
مساحة حاطن المنشآت نفسه فتبرز الفرشة عنه في جميع الاتجاهات .

وتقوم الخوازيق بنقل الحمل إلى الطبقات التي تدق إليها، إما للانتفاع  
بصلابتها وكثير قوة تحملها، وإما للانتفاع بمقاومة الاحتكاك بين جوانب  
الخوازيق وما إليها، وبين التربة الملائمة لها نظراً لكبر العمق الذي تدق إليه .

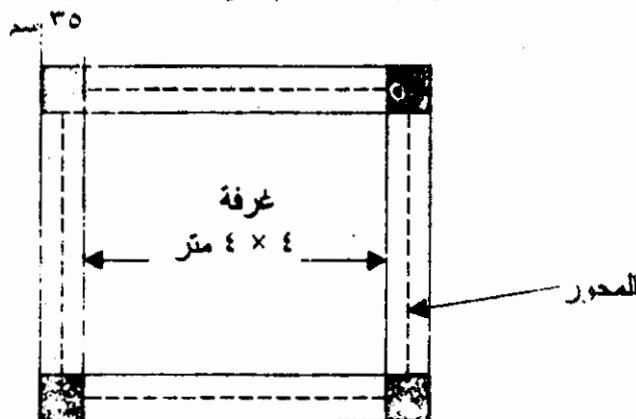
وعموماً هنالك ثلاثة أنواع من الخوازيق وهي :

١. الخوازيق الخرسانية.
٢. الخوازيق المعدنية.
٣. الخوازيق الخشبية.

وقد استعملت الخوازيق الخرسانية لمباني المجمعات السكنية لكثير من  
المباني في السودان .

## طرق استخراج المحور

١ - طريقة استخراج المحيط لغرفة  $4 \times 4$  متر مبنية بقلب ونصف ( $\frac{1}{2}$  طوب). أي سم ٣٥



المحور هو ( طول الخط الذي يمر بمنتصف الحاجط زاوية الأرکان الأربعه ) وبدونه لا يمكننا أن نقوم بعمليات التكعيب المختلفة - يعني كمية الحفر بالметр المكعب للغرفة أعلاه يستوجب معرفة المحور أولاً ثم ضربة في عمق وعرض الحفر .

والمحور للغرفة المروضحة = الطولين + العرضين + ٤ لرکان  
وكتبه هذه المعلومة باسلوب المقابلات هكذا :

$$4 \times 2 \times 2 + 2 \times 0,35 + 4 \times 0,35 = 16 + 1,4 = 17,40 \text{ متر طولي .}$$

٢ - طريقة استخراج المحور لغرفة  $4 \times 4$  متر مبنية بقلب واحد (( طوبه واحدة )) أي سم ٢٥

وفي هذه الحالة يكون المحور  $4 \times 0,25 + 2 \times 0,25 + 2 \times 2 = 17,00$  متر طولي .

### ( ٣ ) المقاييس والتأمين

#### التكعيب

التكعيب هو أن نتعامل مع العمق الثالث. وهو الوسيلة المفضلة لمعرفة كمية الخام والمصنوع من المولد البنائي . فإذا عرفت كمية الأمتار المكعبية لأي مادة بنائية مصنعة فمن السهل تحليلاً والحصول على كميات المواد الخام التي اشتريت في تصنيعها .

فمثلاً يمكننا وبسهولة حساب كميات الحديد بأنواعه والأسمنت والرملة والظلل في عشرة أمتار مكعبة من الخرسانة المسلحة بعد الإطلاع على القطاعات والمواصفات .

١ - طريقة لإيجاد كمية الحفر اللازمة لغرس  $4 \times 4$  متر من قلاب ونصف إذا كان عمق الحفر  $1,2$  متراً وعرض الأساس  $80$  سم  
الحفر =  $1$  محور الأساس  $\times$  عمق الحفر  $\times$  عرض الأساس  $=$

$$\text{المحور} = \text{الطولين} + \text{العرضين} + 4 \text{ أركان}$$

$$\text{المحور} = 4 \times 2 + 2 \times 4 + 2 \times 4,5 = 0,35 \times 4 = 18,4 \text{ متراً}$$

وعليه تكون كمية الحفر = المحور  $\times$  العمق  $\times$  عرض الأساس  
 $18,4 \text{ متراً} \times 1,2 \text{ متراً} \times 0,8 \text{ متراً} = 17,664 \text{ متراً مكعب}$

نحسب تكلفة الحفر وفقاً للقاعدة الآتية :-

كمية الحفر بالمتراً المكعب  $\times$  سعر حفر المتراً المكعب  
إذا افترضنا أن سعر حفر المتراً المكعب  $550$  ديناراً فلن تكلفة حفر الأساس أعلاه تكون

$$17,664 \times 550 = 97152 \text{ ديناراً}$$

ب - إيجاد كمية الخرسانة المسلحة في بيم الأرض لنفس الغرفة في المثل  
أعلاه إذا كان عرض ((بيم الأرض)) ٣٠ سم وعمقه ٤ سم

بنفس الطريقة تكون كمية الخرسانة المسلحة = المحور × عرض البيم × العمق  
 $= 18,4 \times 0,30 \times 0,40 \text{ متر} = 2,21 \text{ متر مكعب}$

ـ فإذا كانت نسبة الظلط في الخرسانة هي ٨٠ % والرملة ٤٠ % أحسب  
كمية الظلط المطلوبة .

إذا كان هذا البيم مسلح بثلاث سيخات فوق وأربع تحت من الحديد  
 $\frac{1}{2}$  بوصة حسب العادة المتبعه أو الغالبة فان كمية الحديد تنص بوصة  
المطلوبة = المحور × عدد السيخات  
 $= 18,4 \times 7 = 128,8 \text{ أي } 129 \text{ متراً طولياً}$   
وبما أن طول السيخة دائماً ٦ متراً فإن الحديد المطلوب هو .

$$\frac{129}{6} = 22 \text{ سيخة } \frac{1}{2} \text{ بوصة طول ٦ متراً}$$

### ج - التربيع

لحفظ المتر المربع يستعمل كوحدة إنتاج لكثير من البنود كالبنيان والبلاط  
والبياض ... إلخ

١ - حساب البلاط لغرفة ٤ × ٤ متر  
بسمك قالب ونصف

$$\text{فكمية البلاط} = 4 \times 4 = 16 \text{ متراً مربعاً بلاط}$$

٢ - حساب كمية البياض للمثال السابق لارتفاع ثلاثة أمتار  
داخلياً وأربعة أمتار من سطح الأرض خارجياً

$$\text{مساحة الجدران} = \text{المحيط} \times \text{الارتفاع}$$

$$= 3 \times 4 \times 4 = 48 \text{ متر ام ریعا}$$

$$\therefore \text{كمية البياض} = 48 \text{ متر}^2$$

ومن المتبّع أن مساحة فراغات الأبواب والشبابيك لا تخصّص ، المساحة الكلية للبياض الداخلي إلا إذا زلّت مساحة الباب أو الشباك عن ٢ متر مربع . لانا لو خصمنا سوف نضيف مساحة الكتفة والمعابر والجلس وهي متساوية مساحة الباب أو الشباك عادة .

والمونة المستعملة للبياض الداخلي هي ١ : ٨ وللبياض الخارجي ٦ : ٦ مع ملاحظة أن الرملة المستعملة هنا هي نفس الرملة المستعملة لخرسانة - أي الرملة الخشنة .

والمتر المكعب من المونة يكفى عادة ٣٠ متراً مربعاً بيلاض . كما ويكتفى  
لتشبيه ٥٠ متراً مربعاً بلاط .

٣ - حساب كمية الطوب

حساب كمية الطوب بالألف لحقن لارتفاعه ثلاثة أمتار  
وطوله ٢٠ متر وسمكه ٣٥ سم (( قالب ونصف ))

فعدد الأمتار المكعبية =  $20 \times 3 \times \frac{1}{4} = 15$  متر مكعب  
 مع سلاحظة لن لل قالب ونصف تعتبر  $\frac{1}{4}$  متر ولل قالب الواحد  $\frac{1}{4}$  متر  
 ولل قالبين  $\frac{1}{2}$  متر على التوالي .

والمتر المكعب من الطوب به ٥٠٠ طوبة إذا اعتبرنا لن مقاسات

الخطوب :  $7,5 \times 12,0 \times 25$  سم اي  $3 \times 4 \times 5$

وعلیه فان عدد الطوب في المثل أعلاه

$$10,000 = 0 \times 20 -$$

رقم الإيداع: 743 | 2008