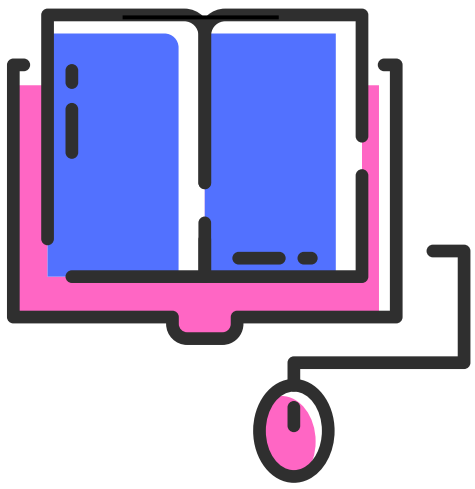
تم تحميل ورفع المادة على منصة



# المعلم التعليمي

للعودة الى الموقع اكتب في بحث جوجل

المعلم التعليمي

ALMUALM.COM

انظم الى قناة المنهج السوداني على التلجرام

T.ME/ALMANHJ_S

جمهورية السودان
وزارة التعليم والتربية الوطنية
المركز القومي للمناهج والبحث التربوي
بخت الرضا

## المرحلة الثانوية

# العلوم الهندسية

## الصف الأول

إعداد لجنة بتكليف من المركز القومي للمناهج والبحث التربوي من الأساتذة:

د. عبد الرؤوف خضر محمد – المناهج بخت الرضا
د. محمد عبدالله خيرالله – خبير تربوي
أ. علي محمد عبدالله – المرحلة الثانوية
أ. كمال محمد عبدالعزيز – المرحلة الثانوية

تطوير:
د. عبد الرؤوف خضر محمد
المناهج بخت الرضا

**الإشراف العام**

د. معاوية السر قشي ..... المدير العام

أ. حبيب آدم حبيب ..... نائب المدير العام

أ، الباقر رحمه البشير ..... الأمين العام

أ. أحمد حمد النيل حسب الله ..... مدير إدارة المناهة

**التصميم والاخراج الفني**

د. الرفاعي عبدالله عبد المهيل مرحوم

المناهج بخت الرضا

**الجمع بالحاسوب**

المناهج بخت الرضا

جميع الحقوق محفوظة للمركز القومي للمناهج والبحث التربوي بخت الرضا ولا يحق لأي جهة نقل جزء من هذا الكتاب أو إعادة طبعه أو التصرف في محتواه دون إن كتابي من إدارة المركز القومي للمناهج وإلا تعرضت لطائلة القانون

**الطبعة الأولى**

**٢٠٢٥م**

# فهرس المحتويـــــات


| الموضوع | الصفحة |
|---|---|
| المقدمة..... | (٤) |
| الوحدة الأولى: مقدمة في العلوم الهندسية ..... | (٥-١٦) |
| الوحدة الثانية : أساسيات الرسم الهندسي..... | (١٧-٥٨) |
| الوحدة الثالثة : أساسيات الهندسة الميكانيكية..... | (٥٩-٨٠) |
| الوحدةالرابعة : أساسيات الهندسة الكهربائية..... | (٨١-١٢٨) |
| الوحدة الخامسة: أساسيات الهندسة المدنية والعمارة..... | (١٢٩-١٥٣) |

## المقدمة:

**أبنائي وبناتي طلاب الصف الأول الثانوي:**

يُسرنا أن نقدم لكم كتابكم الأول المطور في مادة العلوم الهندسية، وذلك في إطار تطوير مناهج المرحلة الثانوية الذي يقوم به المركز القومي للمناهج والبحث التربوي – بخت الرضا.

لقد تم إعداد الكتاب وتصميمه بهدف اكساب قدر معقول من المعرفة الهندسية لطالب الصف الأول ثانوي لتمثل أساساً لدراسة الهندسة في المرحلة الجامعية.

حيث اشتمل الكتاب في صورته المطورة على خمس وحدات، هي مقدمة في العلوم الهندسية، والرسم الهندسي، وأساسيات الهندسة الميكانيكة، وأساسيات الهندسة الكهربية، و وأساسيات الهندسة المدنية والعمارة، وقسمت كل وحدة لمجموعة من الموضوعات، وقد تضمنت كل وحدة مجموعة من الأهداف يُتوقع أن تحقق.

نأمل منكم التفاعل الجيد مع معلميكم، والاجتهاد في الدرس حتى تحققوا أقصى انتفاع بكتابكم هذا.

والله الموفق

المؤلفون

# الوحدة الأولى

## مقدمة في العلوم الهندسية

**أهداف الوحدة:**

**يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراستك لهذه الوحدة أن تكون قادراً على أن :**

- تتعرّف العلوم الهندسية.
- تُميّز بين فروع الهندسة المختلفة.
- تربط بين العلوم الهندسية والعلوم الأخرى.
- توضح أهمية العلوم الهندسية في الحياة اليومية.
- تُعدد تطبيقات مجالات العلوم الهندسية في الحياة.
- تربط بين الابتكار وحل المشكلات والهندسة.
- تقدّم أمثلة من البيئة المحلية على استخدام العلوم الهندسية.

# العلوم الهندسية

تُعد العلوم الهندسية من أهم فروع المعرفة التي تربط بين العلوم النظرية والتطبيق العملي.

فالعلوم الهندسية: هي العلم الذي يُعنى بدراسة المبادئ العلمية واستخدامها في تصميم وإنشاء وتحسين وتطوير وتنفيذ الأنظمة والآلات والمباني والبُنى التحتية، بهدف حل المشكلات وتلبية الاحتياجات المجتمعية، عبر تسخير الموارد الطبيعية وتحويلها إلى أشياء نافعة للإنسان.

العلوم الهندسية ليست مجرد حسابات وأرقام، بل هي فنّ حل المشكلات بطرق مبتكرة وآمنة وفعّالة، حيث تعتمد على الاستخدام الإبداعي للمبادئ العلمية في تصميم وتطوير وتشغيل الهياكل والآلات وعمليات التصنيع. وكذلك استخدام المواد والطاقة بطريقة تراعي التوازن بين الكفاءة والسلامة والتكلفة للوصول إلى أفضل الحلول الممكنة.

## فروع العلوم الهندسية:

تُعني العلوم الهندسية بنواحي شتى، وتشعبت إلى فروع متخصصة.

**الجدول التالي يوضح فروع العلوم الهندسية واختصاصاتها:**

| الفرع | الاختصاص |
|---|---|
| الهندسة المدنية | تهتم بتصميم وبناء الطرق والجسور والمباني. |
| الهندسة الميكانيكية | تركز على حركة الآلات وتصنيعها. |
| الهندسة الكهربائية | تُعنى بالكهرباء والإلكترونيات والطاقة. |
| الهندسة الكيميائية | تربط بين الكيمياء وعمليات التصنيع. |
| الهندسة المعمارية | تدمج الفن بالهندسة لتصميم مبانٍ جميلة وعملية. |
| هندسة الحاسوب | تصميم أنظمة الحاسوب، البرمجة، تطوير الأجهزة والبرمجيات. |
| الهندسة البيئية | حل مشكلات التلوث، وإدارة المياه، والحفاظ على الموارد الطبيعية. |
| هندسة الاتصالات | تطوير شبكات الاتصال مثل الهاتف والإنترنت والأقمار الصناعية. |
| الهندسة الطبية | تهتم بتصميم وتطوير الأجهزة والتقنيات التي تستخدم في تشخيص الأمراض وعلاجها. |

## علاقة العلوم الهندسية بالعلوم الأخرى:

ترتبط العلوم الهندسية ارتباطاً وثيقاً بالعلوم الأخرى، خاصة الفيزياء والرياضيات، حيث تستخدم المبادئ الفيزيائية والرياضية لتصميم وتطوير الحلول العملية للمشكلات.

### علاقة العلوم الهندسية بالرياضيات:

علاقة الرياضيات بالهندسة هي علاقة أساسية وجذرية، إذ تُعدّ الرياضيات اللغة التي تُعبرّ بها الهندسة عن أفكارها وتحل بها مشكلاتها. فكل فروع الهندسة تعتمد على المبادئ الرياضية في التحليل، التصميم، والقياس، حيث تُستخدم في كل مراحل التفكير الهندسي، من التحليل إلى التصميم والتنفيذ. فالرياضيات هي الأداة التي تمكّن المهندس من فهم العالم المادي وتحويل الأفكار النظرية إلى تطبيقات عملية.

**الجوانب التالية توضح هذه العلاقة:**

**١. الأساس النظري:**

الرياضيات تُوفّر المفاهيم الأساسية مثل النقطة، الخط، السطح، والحجم، وهي اللبنات التي تُبنى عليها المفاهيم الهندسية.

**٢. الحساب:**

تُستخدم المعادلات الرياضية في حساب المساحات، الأحجام، القوى، والإجهادات. مثال: حساب مساحة قطعة أرض أو قوة تأثير الرياح على مبنى.

**٣. التصميم والنمذجة:**

الهندسة تعتمد على الرياضيات لإنشاء نماذج رياضية تُحاكي الواقع وتُساعد في التنبؤ بالأداء أوالنتائج، وكذلك تعمل على تمثيل المشكلات وتحويلها إلى حلول عملية، مما يساهم في تصميم هياكل وأنظمة تلبي المواصفات والمتطلبات .

**مثال:** استخدام المعادلات التفاضلية في تصميم أنظمة التحكم أو الجسور.

**٤. البرمجة والمحاكاة:**

تُستخدم الخوارزميات الرياضية في برامج التصميم الهندسي مثل AutoCAD و MATLAB لرسم وتحليل الأشكال بدقة.

**٥. التحليل والتنبؤ:**

تُمكّن الرياضيات المهندسين من تقييم المخاطر وضمان سلامة الهياكل من خلال تحليلها رياضياً والتنبؤ بسلوكها تحت ظروف مختلفة، مثل استخدام معادلات التفاضل في حساب أحجام الأرصفة.

## علاقة العلوم الهندسية بالفيزياء:

علاقة العلوم الهندسية بالفيزياء هي علاقة تكامل أساسي، إذ تُعد الفيزياء الركيزة العلمية التي تقوم عليها جميع التطبيقات الهندسية. فالهندسة تعتمد على المبادئ الفيزيائية لفهم كيفية عمل الكون وقوانينه، مثل الميكانيكا، الحرارة، الكهرباء، والمغناطيسية.

وتعمل على تحويل هذه المبادئ إلى حلول عملية تخدم الإنسان. مثل تصميم الجسور، وبناء الطائرات، وتوليد الطاقة.

**الجوانب التالية توضح هذه العلاقة:**

**١. الأساس العلمي للتصميم الهندسي:**

الفيزياء تشرح كيفية سلوك المادة والطاقة في الطبيعة، وهو ما يعتمد عليه المهندسون في التصميم والتحليل.

مثال: عند تصميم جسر، يستخدم المهندس مبادئ الميكانيكا لحساب القوى والإجهادات التي يتعرض لها الهيكل.

**٢. الطاقة والكهرباء والمغناطيسية:**

تعتمد الهندسة الكهربائية والإلكترونية على قوانين الكهرباء والمغناطيسية في الفيزياء لتطوير الأجهزة والأنظمة.

مثال: تصميم المحركات والمولدات الكهربائية يعتمد على قانون فاراداي للحث الكهرومغناطيسي.

**٣.الديناميكا الحرارية ونقل الطاقة:**

تُستخدم قوانين الحرارة والطاقة في الهندسة الميكانيكية والكيميائية لتصميم أنظمة التبريد والمحركات ومصانع الطاقة.

مثال: تصميم محرك سيارة يعتمد على فهم العلاقة بين الضغط، الحجم، ودرجة الحرارة (قانون الغاز المثالي).

**٤. الحركة والقوى والديناميكا:**

الفيزياء تفسّر كيفية حركة الأجسام تحت تأثير القوى، وهو ما يُستخدم في تصميم المركبات والطائرات والمباني المقاومة للزلازل.

مثال: تحليل حركة طائرة أثناء الإقلاع باستخدام قوانين نيوتن للحركة.

**٥. تطبيقات الموجات والضوء:**

فيزياء الموجات تُستخدم في الهندسة الضوئية والاتصالات لتصميم الألياف البصرية وأجهزة الليزر.

مثال: تطوير شبكات الإنترنت السريعة باستخدام مبادئ انتشار الضوء في الألياف الزجاجية.

## العلاقة بين العلوم الهندسية والتكنولوجيا:

ترتبط العلوم الهندسية والتكنولوجيا ارتباطاً وثيقاً، حيث تُعد الهندسة تطبيقاً للمبادئ العلمية لإنشاء حلول عملية، بينما تمثل التكنولوجيا الأدوات والأساليب التي تستخدم لتطبيق هذه الحلول وتطويرها.

يركز العلم على فهم الظواهر الطبيعية، وتستخدمه الهندسة لبناء الأجهزة والأنظمة، وتساهم التكنولوجيا في تحسين هذه العمليات والمنتجات وتطويرها باستمرار.

## علاقة العلوم الهندسية بالكيمياء:

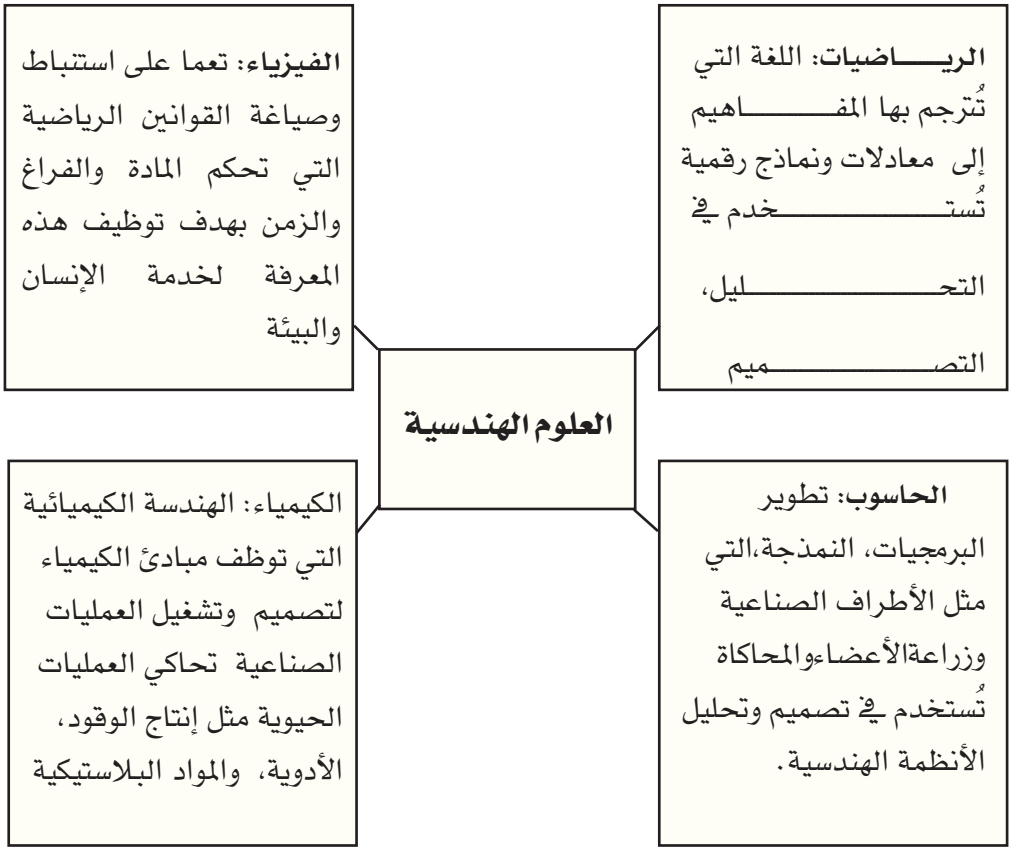
تستفيد االعلوم الهندسية أيضاً من الكيمياء لتطوير المواد في مجالات الهندسة الكيميائية والهندسية الحيوية لإنتاج المواد الكيميائية والمستحضرات الدوائية والمواد الحيوية.

## علاقة العلوم الهندسية بالأحياء:

تتداخل العلوم الهندسية مع علم الأحياء ويتمثل ذلك في مجالات الهندسة الطبية لتصميم المعدات الطبية وهندسة الأنسجة وتصميم الأطراف الصناعية والطب الحيوي .

## علاقة العلوم الهندسية بالحاسوب:

ترتبط العلوم الهندسية حديثاً مع الحاسوب من خلال تصميم الأنظمة الذكية، وبرمجة الروبوتات، وتحليل البيانات. المخطط التالي يشرح بعضاً من هذه العلاقة :



## أهمية العلوم الهندسية:

**١. حل المشكلات اليومية:**

تساعد الهندسة في إيجاد حلول ذكية لمشكلات الحياة، مثل توفير المياه، وبناء طرق آمنة، وتحسين وسائل النقل.

حتى أبسط الأشياء التي نستخدمها، مثل الأدوات المنزلية والأحذية، تُصمم وتُنتج بفضل المبادئ الهندسية لضمان فعاليتها ومتانتها.

**٢. تطوير البنية التحتية:**

تسهم العلوم الهندسية في تطويرالبنية التحتية من خلال:

الهندسة المدنية: تصمم وتنفذ المباني، الجسور، الطرق، المطارات، والسدود، مما يضمن بيئة صالحة للعيش والعمل والتنقل.

البيئة العمرانية: المهندسون مسؤولون عن تخطيط وتصميم المناطق الحضرية، بما في ذلك أنظمة المياه والصرف الصحي، لضمان توفير خدمات أساسية.

**٣. التقدم التكنولوجي:**

تسهم العلوم الهندسية في التطور التكنولوجي من خلال:

الهندسة الكهربائية والإلكترونية: مسؤولة عن تصميم وتركيب وصيانة الأنظمة الكهربائية والإلكترونية التي نستخدمها يوميًا، بما في ذلك الهواتف والحواسيب.

الاتصالات: تطوير شبكات الإنترنت وأنظمة الاتصالات التي تربطنا بالعالم الرقمي من خلال تصميم الأقمار الاصطناعية وغيرها.

**٤. النقل والمواصلات:**

تسهم العلوم الهندسية في تطوير وسائل النقل والمواصلات من خلال:

الهندسة الميكانيكية: تُصمم وتُصنّع الأجهزة والآلات مثل السيارات، الطائرات، والقطارات،

مما يجعلها أكثر كفاءة وأمانًا.

التصميم الهيكلي: استخدام مبادئ الهندسة لتطوير هياكل متينة وخفيفة الوزن في تصميم وسائل النقل لتحسين الأداء.

**٥. الطاقة:**

تصميم أنظمة فعالة لإنتاج الطاقة: تساعد العلوم الهندسية ، وخاصة الهندسة الميكانيكية والكهربائية، في تطوير محطات توليد الطاقة التقليدية (كالغاز والفحم) والمتجددة (كالطاقة الشمسية والرياح).

تحسين كفاءة استهلاك الطاقة: يسهم المهندسون في تصميم آلات وأجهزة تستهلك طاقة أقل، مما يقلل من الهدر ويوفر التكاليف.

تطوير تقنيات الطاقة المتجددة: الهندسة هي أساس تطوير الألواح الشمسية، التوربينات

الهوائية، وخلايا الوقود، ما يساعد في الانتقال إلى مصادر نظيفة ومستدامة.

إدارة وتخزين الطاقة: من خلال تطوير البطاريات الذكية وشبكات الطاقة، يمكن تخزين الطاقة واستخدامها بكفاءة.

**٦. دعم الاقتصاد:**

خلق فرص عمل: الابتكارات الهندسية والمشاريع الجديدة تُحدث فرص عمل جديدة، مما يعزز النشاط الاقتصادي ويدعم استقرار المجتمع.

تعزيز الابتكار التكنولوجي: المهندسون هم محرك الابتكار التكنولوجي، حيث يحولون الأبحاث العلمية إلى منتجات وخدمات جديدة، مما يزيد من القدرة التنافسية الاقتصادية.

زيادة الإنتاجية والكفاءة: تساهم التقنيات الهندسية في زيادة كفاءة العمليات الصناعية والزراعية والخدمية، مما يؤدي إلى زيادة الإنتاج وتحسين الأداء الاقتصادي العام.

تنمية أسواق جديدة: تعمل الهندسة على إيجاد حلول لمشاكل قائمة وابتكار تقنيات جديدة، مما يخلق أسواقًا جديدة ويدعم النمو الاقتصادي في قطاعات متنوعة.

**٧.حماية البيئة:**

تساهم العلوم الهندسية في دراسة الأنظمة البيئية وتصميم حلول للحفاظ على الموارد الطبيعية ومواجهة التحديات البيئية، وكذلك تصميم مشاريع صديقة للبيئة وتقنيات لتقليل التلوث وإعادة التدوير.

## العلاقة بين الابتكار وحل المشكلات والهندسة:

العلاقة بين الابتكار وحلّ المشكلات والهندسة علاقة تكاملية مترابطة، حيث يعتمد كلّ منها على الآخر في بناء التقدّم العلمي والتقني. وفيما يلي توضيح تفصيلي لهذه العلاقة:

### أولًا: الابتكار (Innovation)

هو عملية توليد أفكار جديدة وتحويلها إلى منتجات أو خدمات أو عمليات تحسّن من جودة الحياة أو تزيد من الكفاءة أو تقلّل من التكاليف.

في الهندسة، الابتكار هو أساس التصميم الهندسي، إذ يسعى المهندسون دائمًا إلى ابتكار حلول جديدة لمشكلات قديمة أو تطوير تقنيات أكثر فاعلية.

**مثال:** ابتكار المواد الذكية (Smart Materials) التي تتغير خصائصها حسب الظروف البيئية، مثل الزجاج الذكي المستخدم في الأبنية الحديثة.

### ثانيًا: حلّ المشكلات (Problem Solving)

يستخدمه المهندسون والعلماء لتحديد المشكلات، وتحليل أسبابها، ثم تطوير حلول عملية قابلة للتنفيذ.

يعتمد حلّ المشكلات في الهندسة على التفكير النقدي، والتحليل الرياضي، والنمذجة والمحاكاة

**مثال:** عندما يواجه المهندسون مشكلة في انهيار جسر، فإنهم يحللون المواد، والتصميم، وأحمال الرياح لاكتشاف السبب ووضع حلّ هندسي أكثر أمانًا.

## ثالثًا: الهندسة (Engineering)

هي تطبيق المبادئ العلمية والرياضية لتصميم وبناء الأنظمة، والآلات، والبنى التحتية، والتقنيات التي تخدم الإنسان والمجتمع.

الهندسة تجمع بين الابتكار وحلّ المشكلات في إطار عملي. فالمهندس يواجه مشكلات حقيقية، ويستخدم الإبداع العلمي (الابتكار) لتوليد أفكار جديدة، ثم يطبّق التحليل الهندسي (حلّ المشكلات) لتطبيقها على أرض الواقع.

## التقويم

**أ- ضع علامة(  ) أمام العبارة الصحيحة و علامة(×) أمام الخاطئة:**

١-العلوم الهندسية تهتم فقط بالجانب النظري دون التطبيق. (  )

٢- الهندسة الكهربائية تعتمد على قوانين الفيزياء في الكهرباء والمغناطيسية. (  )

٣- الهندسة الميكانيكية لا ترتبط بالرياضيات. (  )

٤-الرياضيات تساعد المهندسين في التنبؤ بالأداء وتحليل النتائج. (  )

**ب- أكمل الفراغ في العبارات التالية بوضع الكلمة أو العبارة المناسبة :**

١- تُعد الرياضيات هي اللغة التي تُعبّر بها الهندسة عن .....

٢- تستخدم الفيزياء في تصميم الجسور والطائرات لفهم .....

٣- تهتم الهندسة المدنية بـ .....

٤- تسهم الهندسة الكيميائية في .....

٥- تعتمد الهندسة الكهربائية على قانون ..... في الحث الكهرومغناطيسي.

٦- تستخدم معادلات.....في تصميم أنظمة التحكم والجسور.

**ج- اختر الإجابة الصحيحة مما يلي:**

١. تُعد العلوم الهندسية فرعًا من فروع المعرفة الذي يربط بين:

أ. الأدب والفن　　ب. النظرية والتطبيق العملي

ج. الكيمياء والأحياء　　د. التاريخ والفلسفة

٢. الهدف الأساسي من العلوم الهندسية هو:

أ. اكتشاف القوانين الطبيعية فقط　　ب. تصميم أنظمة وعمليات لحل المشكلات

ج. دراسة الكواكب　　د. تحليل الظواهر الطبيعية فقط

٣. يعتمد المهندس في عمله على التوازن بين:

أ. الجمال والتاريخ　　ب. الكفاءة والسلامة والتكلفة

ج. الدين واللغة　　د. النظرية والفن

**هـ - اجب عن الأسئلة التالية :**

١- وضّح مفهوم العلوم الهندسية بأسلوبك.

٢- اذكر ثلاثة مجالات من فروع الهندسة.

٣- بيّن العلاقة بين الابتكار وحل المشكلات والهندسة.

٤- كيف تسهم الهندسة في حماية البيئة؟

٥- اذكر مثالاً من بيئتك المحلية يوضح دور الهندسة في الحياة اليومية.

و- من بيئتك المحلية ابحث في منطقتك عن مشروع هندسي (جسر - طريق - محطة كهرباء - مبنى ذكي)، ثم:

١- حدد نوع الهندسة المستخدمة.

٢- صف كيف ساهم المشروع في حل مشكلة مجتمعية.

٣- اقترح تحسينًا هندسيًا عليه.

ز- فكّر في ابتكار بسيط يمكن أن يحل مشكلة يومية في المنزل أو المدرسة، وارسم تصميماً أولياً موضحاً المواد المستخدمة والمبدأ العلمي الذي يعتمد عليه.

# الوحدة الثانية

## أساسيات الرسم الهندسي

**أهداف الوحدة :**

**يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراستك لهذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:**

- تتعرف الرسم الهندسي.
- تُوضح أساسيات الرسم الهندسي.
- تُعدد معدات الرسم الهندسي.
- ترسم بعض العمليات الهندسية البسيطة في مجال الرسم الهندسي.
- تتعرف بعض الأشكال الهندسية مثل المثلثات، الدائرة و المضلعات المنتظمة.
- تتعرف الرسم التلقائي.

# الرســـــــم الهندسي

## مقدمة :

الرسم الهندسي هو لغة المهندس ، أو المصمم ، لوضع الأفكار – والاختراع والخيال العلمي– موضع التنفيذ وعندما تدعو الحاجة لتحقيق الفكرة الهندسية لآلة جديدة، أو مبنى، 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 مخروط كروكي للفكرة، 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 ولتوصيل هذه الأفكار للآخرين نبعت 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 لكتابة لغة الرسم الهندسي.

وعليه يمكن تعريف الرسم الهندسي على أنه تمثيل لواقع مقترح أو تصميم لإنتاج أو تنفيذ فكرة يحتاج إليها . وقد وجدت مدرستان لهذا الفن تعني إحداهما بالفن (Artstic) لتوضيح الأفكار والتعبير عن الفلسفة المجردة عبر وسائل الصور والنحت التجريدي ، والأخرى بالتقانة (Technical) لتوضيح تصميم الأشياء المراد بناؤها أو إنشاؤها. وتطور الرسم الهندسي عبر نظرية الإسقاطات للأشياء كمخططات خيالية للحصول على المناظر المختلفة في مطلع القرن الخامس عشر في إيطاليا بوساطة المعماري البرني برونلشي (Alberti Brunelleschi) وآخرين ومعلوم أن ليوناردو دافنشي استخدم الرسم لتسجيل وتوصيل أفكاره وتصميم آلات الإنشاء والتشييد. ومن أوائل من استخدم أدوات الرسم الهندسي المهندس المدني جورج واشنطن في منتصف القرن السابع عشر. ويعد جسبارد مونج (Gaspord Monge) الفرنسي مبتدع الهندسة الوصفية لأصول الإسقاطات المستخدمة حالياً لدواعي التحصينات والإنشاءات العسكرية. ومن ثم تطورت الهندسة الوصفية والرسم الهندسي لتأخذ منحى اللغة العالمية القياسية . فإنشئت الجمعيات الهندسية والمنظمات في شتى أنحاء العالم لتوحيد المصطلحات ووضع المواصفات والأدلة القياسية مثل هيئة المواصفات العالمية (

International Standard Organization ) . وقد كان للمعهد القومي للمواصفات الأمريكية . (American National Standard Inistitute) (ANSI ) دور بارز مع الجمعية الأمريكية لتعليم الهندسة ، وجمعية مهندسي السيارات ، والجمعية الأمريكية للمهندسين الميكانيكيين لوضع دليل الرسم الهندسي القومي القياسي والذي عمل به بوصفه دليلاً لتوحيد ممارسة الرسم الهندسي اليدوي ، أو باستخدام الحاسوب كما في التصميم بمساعدة الحاسوب (Computer Aided Drafting ) (CAD ) .

## أساسيات الرسم الهندسي:

١- الأدوات الهندسية: المسطرة، المنقلة، الفرجار، المثلثات، الأقلام المختلفة السمك.

٢- أنواع الخطوط: خط متصل، متقطع، محور، خفي، مركزة.

٣- مقاييس الرسم: تكبير أو تصغير الرسومات تبعًا لحجم الجسم الحقيقي.

٤- الإسقاطات الهندسية :الإسقاط العمودي، الإسقاط المنظوري ،الإسقاط المتوازي.

٥- الأبعاد: كتابة المقاسات والمسافات بطريقة صحيحة وواضحة.

## أنواع الرسم الهندسي:

١- **رسم إنشائي:** رسم هندسي يستخدم في تنفيذ المباني والمنشآت مثل الأعمدة و الجسور.

٢- **رسم تجميعي:** رسم هندسي يوضح كيفية تجميع الأجزاء المختلفة لتكوين منتج أو آلة كاملة.

٣- **رسم تفصيلي:** رسم هندسي يُظهر جميع التفاصيل الدقيقة لجزء واحد من المنتج أو الماكينة، بحيث يحتوي على الأبعاد، والمقاييس، والمواد اللازمة لتصنيعه بدقة.

٤- رسم تخطيطي :و تمثيل بياني لنظام هندسي يوضّح العلاقات الوظيفية بين المكونات باستخدام الرموز والخطوط بدل الأشكال الواقعية. يُستخدم بكثرة في الهندسة الكهربائية، والميكانيكية، والإلكترونية، والهيدروليكية، وغيرها.

## قواعد الرسم الهندسي الأساسية:

١. استخدام المقاييس المناسبة.

٢. تحديد الأبعاد بدقة.

٣. الالتزام بالمواصفات القياسية الدولية .

٤. وضوح الخطوط (خطوط ظاهرة، مخفية، محور).

٥. كتابة الملاحظات الفنية والمواد.

## العلاقة مع فروع الهندسة:

الرسم الهندسي يُستخدم في:

- الهندسة الميكانيكية: لتصميم الأجزاء والآلات.
- الهندسة المدنية: لرسم المخططات الإنشائية والمعمارية.
- الهندسة الكهربائية: للدوائر الكهربائية والإلكترونية.
- الهندسة الصناعية: لتصميم خطوط الإنتاج والتجميع.

## أهمية الرسم الهندسي:

١. لغة مشتركة بين المهندسين والمصممين والمصنعين.

٢. يساعد في فهم التصميم قبل التنفيذ الفعلي.

٣. يوضح التفاصيل الدقيقة للأجزاء (الأبعاد، المقاطع، المواد، التشطيبات).

٤. يقلل الأخطاء أثناء التصنيع أو التركيب.

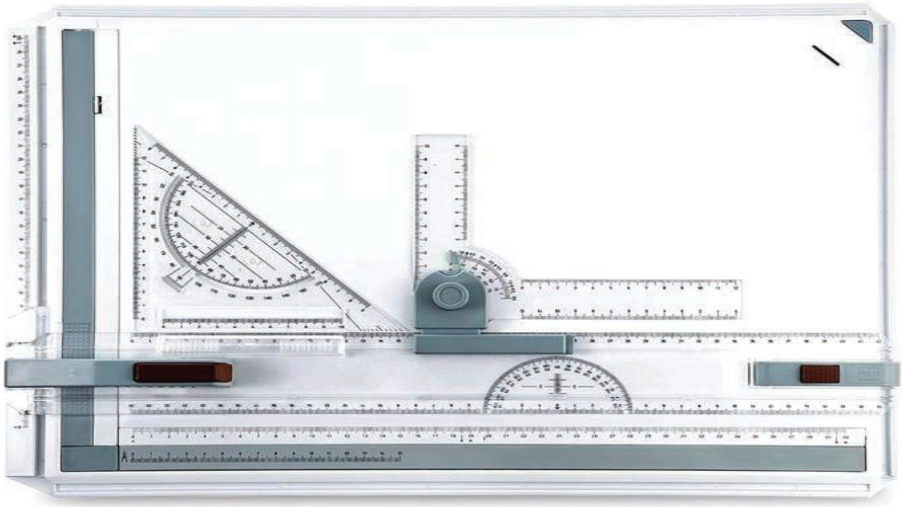
# معدات الرسم الهندسي

تستخدم في الرَّسم الهندسي معدات كثيرة إلا أننا كمبتدئين نقف في هذا الباب على بعض المعدات الرئيسة الآتية :

## ١/ لوحة الرَّسم :

تصنع لوحة الرَّسم من خشب متوسط الصلادة مقاوم لتقلبات الطقس كالخشب الأبيض أوالموسكي يسمح باستخدام دبابيس الرَّسم وخلعها بسهولة . ويجب أن يكون سطح لوحة الرَّسم مستوٍ تماماً وأن تكون زواياها قائمة خاصة حافة اللوحة اليسرى التي تنزلق عليها المسطرة أحياناً . يثبت على حافة لوحة الرسم من الناحية اليسرى حافة مستقيمة من الحديد أو البلاستيك لتنزلق عليها مسطرة الرَّسم حرف T إلى أعلى وأسفل .

تصنع لوحة الرَّسم بمقاسات مختلفة حسب الأغراض التي تستخدم فيها . أبعاد لوحة الرسم شائعة الاستعمال في المدارس تتراوح بين ٧٢٥ × ٤٠٠ مم و ٨٠٨ × ٤٨٠ مم .



شكل (١) يبين لوحة الرسم

تقوى لوحة الرَّسم من الناحية الخلفية بعارضتين مثبتتين بمسامير قلاووظ لتقيها من الانحناء والإعوجاج . كما يفتح على امتداد سطح لوحة الرَّسم الخلفي مجاري أفقية بالمنشار لامتصاص التمدد والإنكماش أثناء تقلبات الطقس .

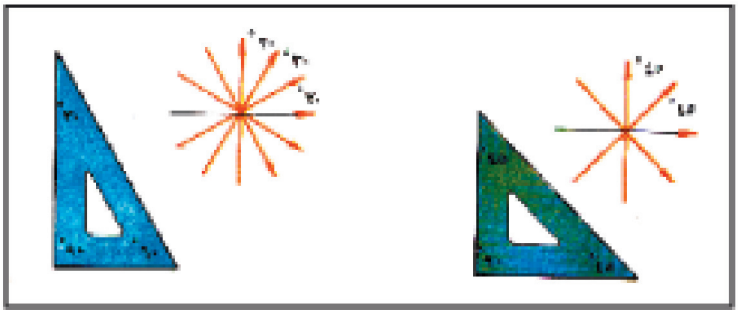
**سطرة القياس :**

هي المسطرة المقسمه الى سم ، ملم من جانب وإلى بوصات وأجزاء البوصات من الجانب الأخر ، ومن الافضل الا ترسم المستقيمات على حافتها حرصاً على هذه الحافة من التلف ، ولضبط القياس المطلوب أخذه على هذا المستقيم تطبق مسطرة القياس عليه رأسياً حتى لايكون سمك المسطرة فاصلاً بين تطبيق تقاسيمها تماماً على المستقيم . وبشرط الا يكون إتجاه النظر مائلاً على إتجاه تقاسيم المسطرة بل يكون عمودياً على كل تقسيم عند تعينه على التقسيم المرسوم .

شكل (٥)

**٢/ المثلثات :** Set spuare

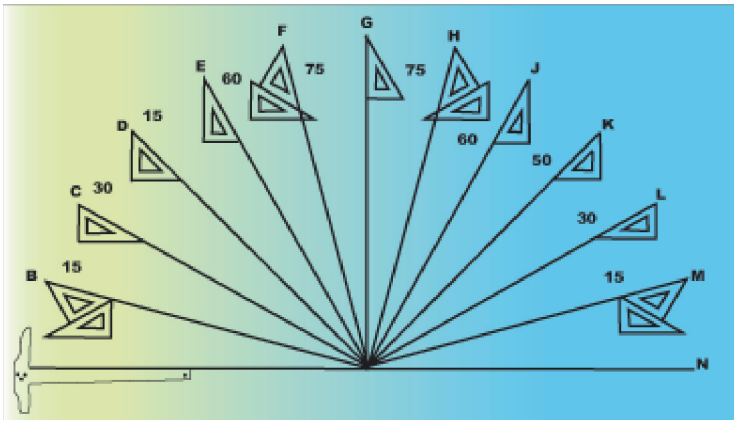
تستخدم في الرسم الهندسي مثلثان أحداهما يسمي ٤٥° والآخر ٣٠° / ٦٠° ويصنعان من اللدئن . يستخدم المثلث ٣٠° / ٦٠° في رسم زوايا ٣٠° / ٦٠° والزوايا القائمة . بينما يستخدم المثلث ٤٥° في رسم الزوايا ٤٥° و ٩٠° . الشكل (٢) .



مثلث ٤٥° مثلث ٦٠°

الشكل (٢) .

وباستخدام المثلثين معاً يمكن رسم الزوايا المختلفة أدناه.




أوضاع المثلثات على المسطرة

### ٣/ المسطرة حرف T :

تتكون المسطرة حرفT منجزذين. الجزء الأول عبارة عن مسطرة طويلة أو سلاح والجزء الآخر رأس أو قائم يثبت متعامداً عند نهاية الجزء الأول بواسطة مسامير .

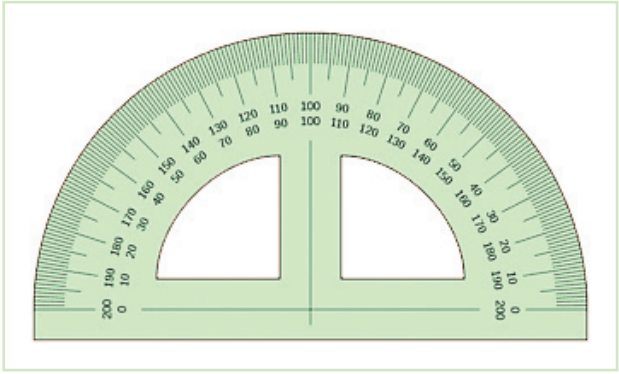
الشكل (٣) مسطرة حرف T

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 ٤٥ °، ٣٠ ° ، ٦٠ ° والخطوط المتوازية المائلة على نفس الزوايا المذكورة .

يجب العناية بالمسطرة حرفT وحفظها حتى لا تتعرض للانحناء أو تلف حوافها .

### ٤/ المنقلة :

وهي عبارة عن أداة نصف دائرية ، تصنع من البلاستيك مدرَّجة إلى ١٨٠°، تستخدم لقياس الزوايا أو إنشائها .



شكل (٤) المنقلة

### ٥/ م٦/ أقلام الرصاص :

تبدأ عملية الرسم المبدئي بقلم الرصاص برسم خفيف حتى يسهل تعديل الرسم أو تصحيحه ومحو الخطوط الزائدة وتستخدم هنا أقلام الرصاص الصلبة (H2) و (H3) وبعد الإنتهاء من الرسم المبدئي والوصول إلى الشكل النهائي، تتم الإعادة على جميع الخطوط لتصبح غامغة (داكنة) وبالسمك المناسب لأنواع الخطوط وحجم الرسم – وتسمى هذه العملية تشطيب الرسم – أما بقلم الرصاص اللين (HB) أو بالحبر الشيني باستعمال أقلام أو ريش خاصة بالتحبير .

شكل (٦)

وأقلام الرصاص إما خشبية أو ذات قابض. الأقلام الخشبية معروفة لنا، شكل (٦)

أما الأقلام ذات القابض شكل (٧) فتتكون من يد من المعدن أو البلاستيك في طرفها الأمامي جزء مخروطي الشكل ينتهي بقابض معدني له فك مشقق مشدود إلى داخل القلم دائماً بواسطة ياي (سوستة) بحيث يقبض على رصاصة الرسم بصفة دائمة وعند

الضغط على مؤخرة القلم يدفع القابض إلى الأمام وينفتح الفك تصير رصاصة الرسم حرة تماماً وبإمالة القلم يمكن التحكم في طول الجزء الظاهر من رصاصة الرسم وتطلق بعد ذلك مؤخرة القلم فيثبت القابض رصاصة الرسم في موضعها ولا يختلف رصاص الرسم لهذه الأقلام عن مثيله الأقلام الخشبية في القطر أو النوعية شكل (٧).

شكل (٧) الأقلام ذات القابض

توجد أنواع من هذه الأقلام ذات رصاص رسم رفيع بأقطار ٠,٩ مم ، ٠,٧مم ، ٠,٥مم ، ٠,٣ الشكل (٨) ويمكن استعمال الأقطار الصغيرة في الرسم الخفيف المبدئي ولكن لا يحبذ استعمالها في تشطيب الرسومات حيث أن رصاص الرسم ينقصف نتيجة الضغط عليه أثناء الرسم مما يستدعي تخفيف الضغط على القلم وينتج عن هذا رسومات باهتة ذات خطوط خفيفة .

شكل (٨) أقلام الرسم الرفيع

ونجد على الأقلام الخشبية وعلى رصاصة الأقلام المعدنية حروفاً وأرقاماً مطبوعة تدل على صلابة أو طراوة الرصاص ودرجتها، فالحرف H يرمز إلى الصلابة والحرف B يرمز إلى الطراوة والرقم يدل على درجة الصلابة والطراوة الشكل (٩) .

الشكل (٩)

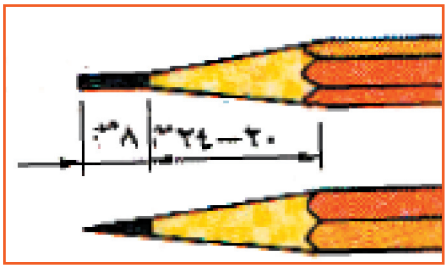
ويجبذ أن نستعمل في الرسم الهندسي الدرجات التالية :

١- H للرسم المبتدئي الخفيف .

٢- HB للتشطيب والكتابة .

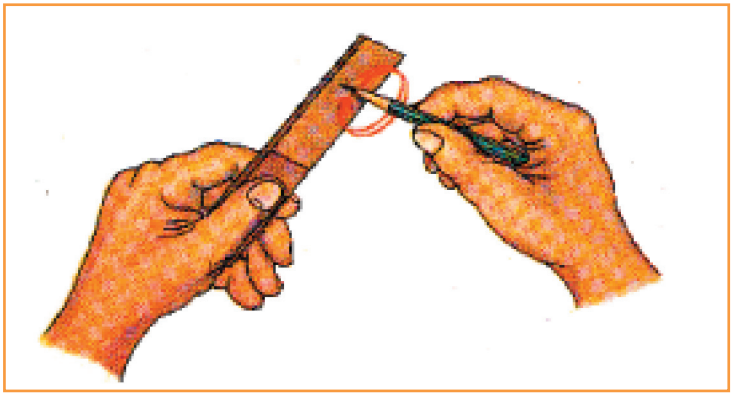
٣- B لرسم الدوائر والأقواس .

يبرى القلم الخشبي بتعرية حوالي ٨ ملليمترات من الرصاص . ويكون الجزء المخروطي من الخشب بطول ٢٠- ٢٤ مم الشكل (١٠) . أما بالنسبة للأقلام المعدنية فيكون جزء رصاص الرسم الظاهر حوالي ٨ مم أيضاً .



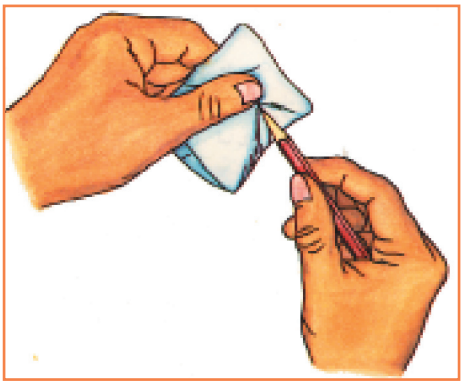

الشكل (١٠)

ويستحسن استعمال شريط من ورق الصنفرة الناعم ملصق على قطعة رقيقة من الخشب لترفيع الرصاص وجعله مخروطياً مدبباً ، بتمريره عليها مع تدويره أثناء ذلك ، الشكل (١١).



الشكل (١١)

ويمسح طرف القلم بقطعة من القماش أو منديل ورق لإزالة برادة الرصاص لضمان نظافة أدوات وأوراق الرسم الشكل (١٢) .

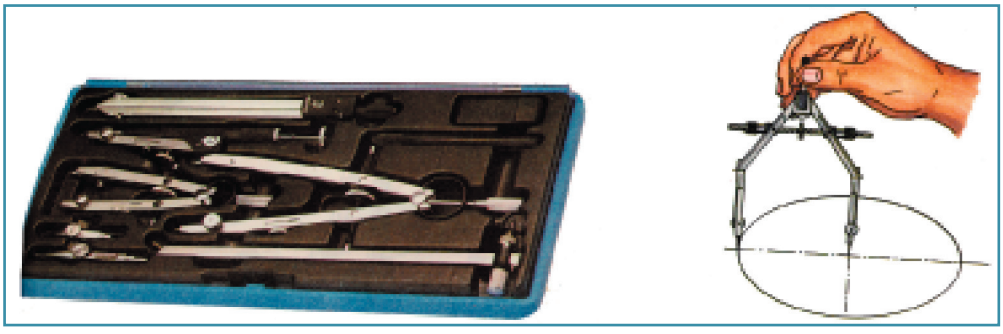


الشكل (١٢)

والمحافظة على طرف الرصاص مدبباً بصفة مستمرة – رقم استهلاك الطرف أثناء الرسم ، وخاصة عند القيام بتشطيب خطوط طويلة في الرسومات ، ولمنع أن يزداد سمك الخطوط أو الخط الطويل نتيجة لازدياد تخانة طرف الرصاص ، يلزم تدوير قلم الرسم ببطء وبصفة دائمة مع تحريك القلم أثناء الرسم .

### ٧/ علبة البراجل :

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 . الشكل (١٣)



الشكل (١٣) علبة البراجل

**٨/ ورق الرَّسم :**

يستخدم للرَّسم الهندسي ورق خاص سميك ناصع البياض لا يتلفه المسح بالممحاة ولا يتشرب الحبر . يوجد ورق الرَّسم عادة في خمسة مقاسات قياسية على النحو التالي :

١) ٨٤٠ × ١١٨٨ مم وتسمى $A_o$

٢) ٥٩٤ × ٨٤٠ مم وتسمى $A_1$

٣) ٤٢٠ × ٥٩٤ مم وتسمى $A_2$

٤) ٢٩٧ × ٤٢٠ مم وتسمى $A_3$

٥) ٢١٠ × ٢٩٧ مم وتسمى $A_4$

ويستخدم في المدارس عادة النوعين $A_3$ و $A_4$.

# العمليات الهندسية البسيطة

## العملية (١) تنصيف المستقيم بواسطة البرجل

**مثال :**

نصِّف المستقيم أب بواسطة البرجل .

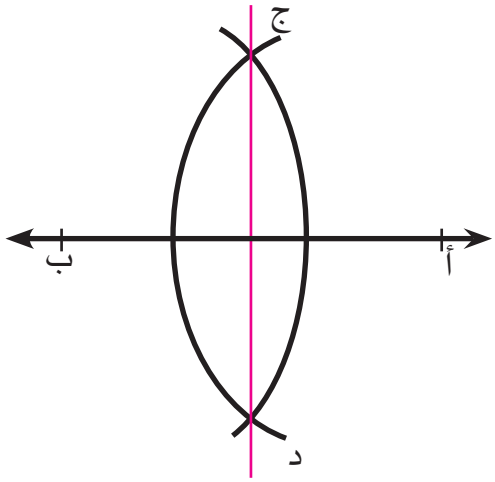
**الطريقة :**

١ . أرسم المستقيم أب .

٢ . أركز البرجل في النقطة أ وبفتحة تزيد عن نصف طول الخط أ ب 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 .

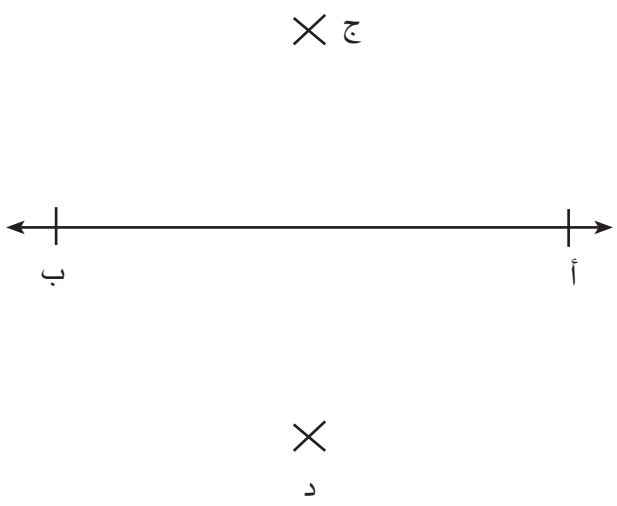
٤ . صل ج د وهو المنصف للمستقيم أ ب كما مبين في الشكل أدناه .




الشكل (١٤)

**ملحوظة :**

يمكن الاستغناء عن المستقيم ج د في حالة التقسيم فقط ووضع علامة على الخط أ ب كمنصف من تقاطع القوسين كما موضح في الشكل التالي .




إلا أن الطريقة الأولى مفيدة لرسم الزاوية القائمة على الخط أ ب .

## العملية (٢) : طريقة رسم عمود على المستقيم أ ب من النقطة ج

**مثال :**

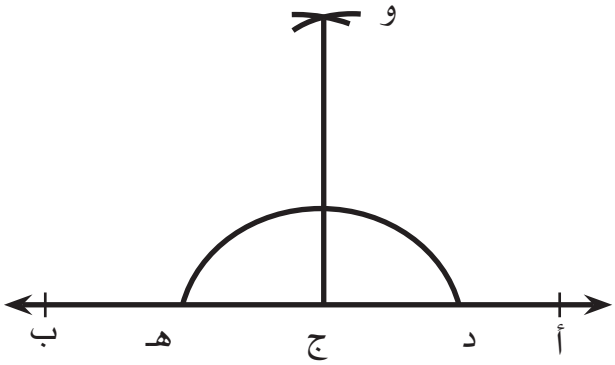
أقم عموداً على المستقيم أ ب من النقطة ج .

**الطريقة :**

١. أركز البرجل في النقطة ج وبفتحة مناسبة ارسم نصف دائرة تقطع المستقيم أ ب في نقطتين د ، هـ .

٢. أركز البرجل في كل من د ، هـ وبنفس الفتحة أرسم قوسين يتقاطعان في النقطة و .

٣. صل و ج وهو العمود المطلوب كما موضح في الشكل أدناه .




الشكل (١٥)

## العملية (٣) تقسيم الخط المستقيم إلى عدد متساوي الأجزاء

**مثال :**

قسِّم الخط المستقيم أ ب الذي طوله ٩ سنتمترات إلى خمسة أجزاء متساوية.

**الطريقة :**

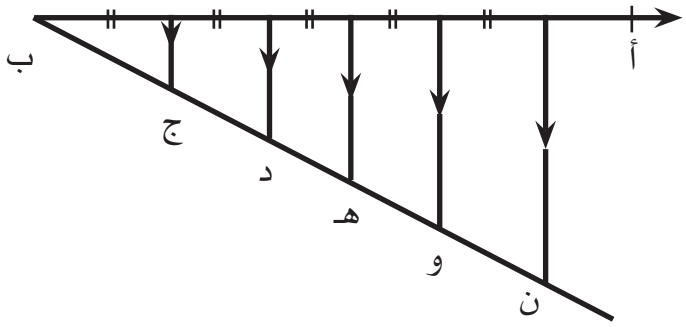
١. أرسم الخط المستقيم أ ب الذي طوله ٩ سم .

٢. من ب أرسم خطاً مائلاً بأي زاوية حادة تحت المستقيم أ ب.

٣. أفتح 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 .

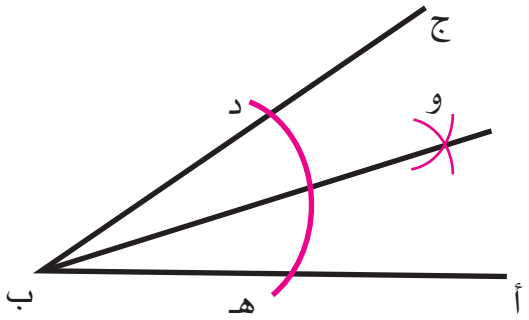



الشكل (١٦)

## العملية (٤) طريقة تنصيف الزاوية :

### مثال :

قسِّم الزاوية أ ب ج إلى جزئين متساويين




الشكل (١٧)

### الطريقة :

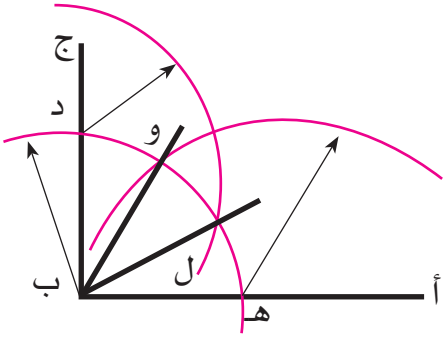
١. أركز البرجل في ب وبفتحة معقولة أرسم قوساً يقطع ضلعي الزاوية في كل من د ، هـ.

٢. أركز البرجل في كل من د ، هـ وبفتحة أكبر من نصف القوس د هـ أرسم قوسين يتقاطعان في النقطة و .

٣. صل و ب بخط مستقيم وهو المنصف لزاوية أ ب ج .

كما يمكن تنصيف الزاوية القائمة بالمثلث ٤٥° .

## العملية (٥) طريقة تقسيم الزاوية القائمة أ ب ج إلى ثلاثة أجزاء متساوية :




الشكل (١٨)

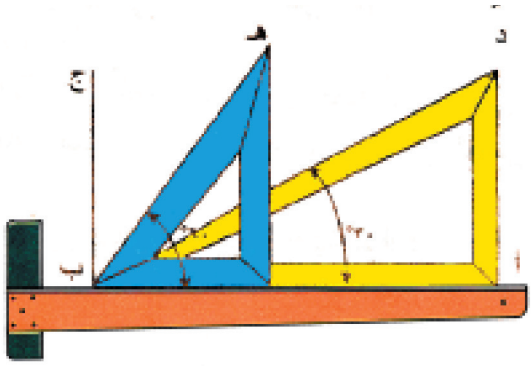
### الطريقة :

١. أركز البرجل في النقطة ب وبفتحة مناسبة أرسم قوساً يقطع ضلعي الزاوية في كل من د ، هـ .

٢. وبنفس الفتحة أركز البرجل في كل من د ، هـ وارسم قوسين يتقاطعان مع القوس د هـ في كل من و ، ل .

٣. صل و ب ، ل ب وهما المستقيمان اللذان يقسمان الزاوية القائمة أ ب ج إلى ثلاثة أجزاء متساوية . ومن الواضح أن زاوية و ب هـ = ٦٠° ( المثلث و ب هـ متساوي الأضلاع ) وزاوية د ب ل = ٦٠° كذلك ( المثلث د ب ز متساوي الأضلاع ) .

ويمكن كذلك تقسيم هذه الزاوية إلى ثلاثة أجزاء متساوية بواسطة المثلث ٣٠° / ٦٠° والمسطرة حرف T كما مبين في الشكل أدناه بالطريقة التالية :




الشكل (١٩)

ثبِّت المثلث ٣٠° / ٦٠° على حافة المسطرة حرف T وارسم أولاً الزاوية ٣٠° " أ ب د " . ثم ثبت المثلث على الوضع القائم لرسم الزاوية ٦٠° " أ ب هـ " وبهذه الطريقة تكون الزاوية أ ب ج قد قسمت إلى ثلاثة أجزاء متساوية وهي أ ب د ، د ب هـ ، هـ ب ج . كل منها ثلاثون درجة وذلك بواسطة المثلث ٣٠° / ٦٠° .

# المثلثـــــــــات

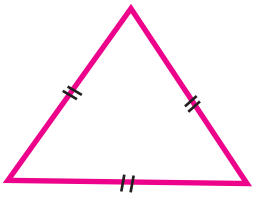
المثلث عبارة عن شكل مغلق له ثلاثة أضلاع.

ويسمى المثلث وفقاً لأضلاعه على النحو التالي :

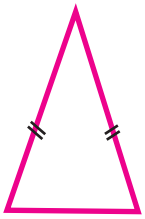
١. مثلث متساوي الأضلاع وتكون أضلاعه الثلاثة متساوية وفي هذه الحالة تكون كذلك زواياه متساوية .

٢. مثلث متساوي الساقين . ويكون فيه ضلعان متساويان .

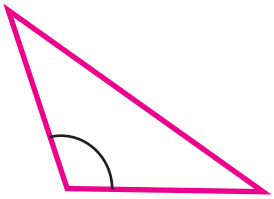
٣. مثلث مختلف الأضلاع وذلك عندما تكون أضلاعه الثلاثة مختلفة عن بعضها في الطول.



مثلث متساوي الأضلاع



مثلث متساوي الساقين



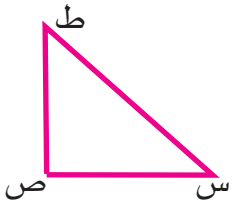
مثلث مختلف الأضلاع

أو يسمى وفقاً لزواياه على النحو التالي :

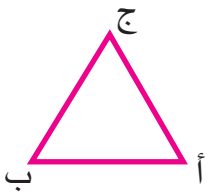
١. مثلث حاد الزوايا . وذلك عندما تكون كل زاوية فيه أقل من ٩٠° .

٢. مثلث قائم الزاوية وذلك عندما تكون إحدى زواياه ٩٠° .

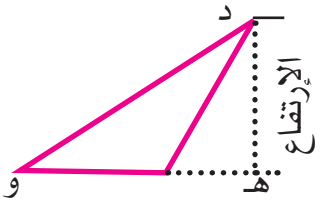
٣. مثلث منفرج الزاوية وذلك عندما تكون إحدى زواياه أكثر من ٩٠° .




مثلث قائم الزاوية




مثلث حاد الزوايا




مثلث منفرج الزاوية

نقاط هامة يجب تذكرها :

١. أى 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 $١٨٠^{\circ}$ .

٤. مجموع أطوال أضلاع المثلث يسمى محيط المثلث .

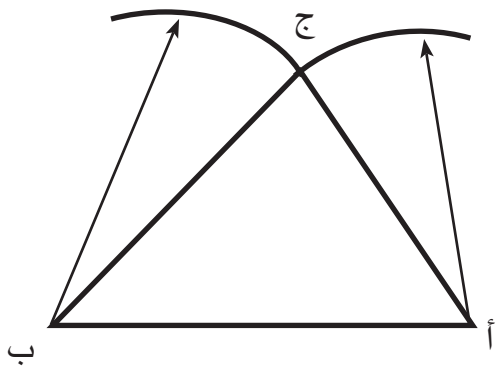
## العملية (١) : طريقة رسم مثلث بمعلومية أضلاعه الثلاثة

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 الضلع الآخر أرسم قوساً يتقاطع مع القوس الأول في النقطة ج .

٤- صل " ج أ " و " ج ب " لتتحصل على الشكل المطلوب .



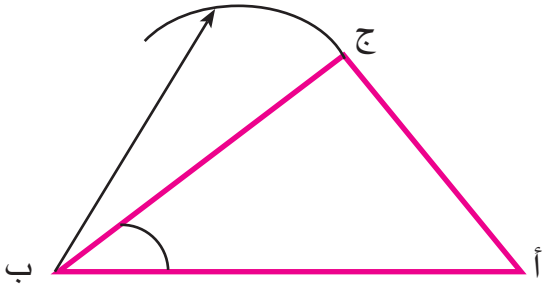

الشكل (٢٠)

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

١. أرسم القاعدة أ ب .

٢. بواسطة المنقلة حدد الزاوية المحصورة من ب وارسم خطاً ممتداً وبواسطة البرجل حدد طول الضلع عند ج .

٣. صل ج أ لتحصل على الشكل المطلوب .




الشكل (٢١)

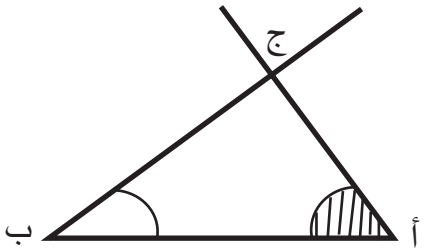
**الطريقة (٣) : طريقة رسم المثلث بمعرفة طول القاعدة وزاويتيها**

١. ارسم القاعدة أ ب .

٢. حدد الزوية أ بالمنقلة وارسم خطاً ممتداً .

٣. حدد زاوية ب بالمنقلة وارسم خطاً ممتداً يتقاطع مع الخط الأول في ج.

٤. صل ج أ ، ج ب لتتحصل على الشكل المطلوب .




الشكل (٢٢)

# تمـــارين

١- أ ب مستقيم طوله ٧٠ملم والنقطة (ج) تقع على المستقيم أ ب بحيث يكون أ ج = ٥ملم . أقم عموداً على أ ب من النقطة (ج) .

٢- أ ب مستقيم طوله ٦٠ ملم ، النقطة (ج) تقع خارج المستقيم على بعد ٤٠ملم . أسقط عموداً من هذه النقطة على المستقيم .

٣- وضح بالرسم طريقة تقسيم زاوية قائمة إلى ثلاثة أقسام متساوية ؟

٤- بواسطة البرجل نصف الزاوية أ ب جـ التي مقدارها ٤٣° .

٥- زاوية أ ب جـ = ٧٥° . قسمها إلى أربعة أقسام متساوية .

٦- قسم المستقيم أ ب والذي طوله ٩٠ ملم إلى سبعة أقسام متساوية .

٧- أرسم كلا من الزوايا الآتية باستخدام البرجل :
١٥° ، ٢٢ ½° ، ٣٠° ، ٦٧ ½° ، ٧٥° ، ١٠٥° ، ١٣٥° .

٨- أرسم المثلث أ ب جـ فيه أ ب = ٦٠ملم ، أجـ = ٥٠ملم ، ب جـ = ٤٠ملم ثم أرسم بالبرجل زاوية تساوي الزاوية أ ب جـ .

٩- أرسم المثلث المتساوي الساقين بحيث تكون قاعدته = ٧٠ملم وزاوية رأسية ٤٠° .

١٠- أرسم المثلث أ ب جـ إذا علمت أن طول قاعدته = أ ب = ٧٠ملم وزاواياها٤٥°، ٦٠°

١١- أرسم المثلث أ ب جـ فيه أ ب = ٧٠ملم ، ب جـ = ٨٥° ، < أ ب ج = ٤٥°

١٢- أرسم المثلث أ ب جـ فيه أ ب = ٦٥ملم ، ب جـ = ٧٠ملم ، جـ أ = ٨٥ملم .

# الدائـرة والتماس

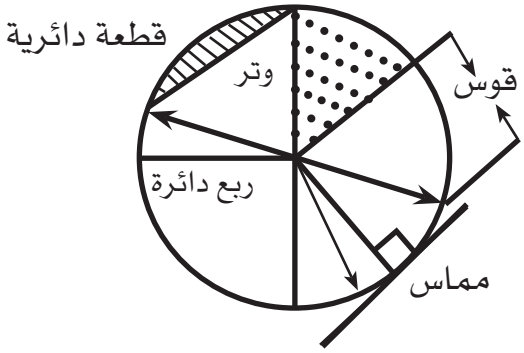
## تعريف الدائرة

الدائرة عبارة عن سطح مستوٍ محدود بخط منحنى مقفل جميع نقاطه على أبعاد متساوية من نقطة ثابتة تسمى مركز الدائرة ( م ) ويسمى الخط المنحني المقفل محيط الدائرة .

الخط المستقيم الواصل من مركز الدائرة إلى أي نقطة في المحيط يسمى نصف قطر الدائرة ( نق ) .

**القوس** : هو جزء من محيط الدائرة .

**الوتر** : هو الخط الواصل بين نهايتي قوس ولايمر بمركز الدائرة .




الشكل (٢٣)

**القطاع الدائري** : هو جزء من مساحة الدائرة محصور بين قوس ونصفي قطر

**القطعة الدائرية** : هي جزء من سطح الدائرة محصورة بين قوس ووتره.

**المماس** : هو الخط المستقيم الذي يمس محيط الدائرة في نقطة واحدة ويكون عمودياً على نصف القطر .

كثير من أشكال أجزاء الماكينات والالآت والمعدات تحتوي على خطوط مستقيمة أو منحنية تتداخل تدريجياً مع بعضها . وعند رسم هذه الأشكال قد تحتاج إلى رسم خط مستقيم يمس منحنى أو دائرة أو دائرتين متماستين. والنقطة التي يمس فيها المستقيم الدائرة تسمى

بنقطة التماس .

ويلاحظ في كل أحوال المماسات أن موضع نقطة المماس يقوم على إحدى الحقيقتين 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 المماسات :-**

## العملية (١) طريقة رسم مماس لدائرة معلومة القطر من نقطة معلومة على محيط الدائرة :

### مثال :

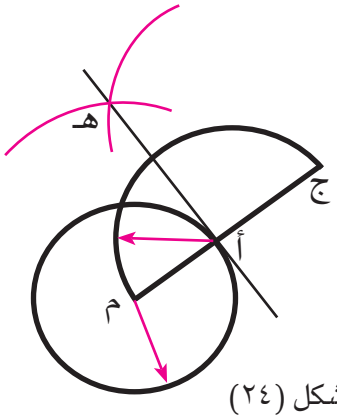
أرسم المماس للدائرة التي مركزها م من النقطة أ على محيط الدائرة .

### الطريقة :

١. أرسم الدائرة التي مركزها م وحدد على محيطها النقطة أ .

٢. صل م أ ومده على استقامته حتى ج بحيث يكون ج أ = أ م .

٣. أركز البرجل في كل من م ، ج وبفتحة مناسبة أرسم قوسين يتقاطعان في النقطة د صل د أ لتتحصل على المماس المطلوب كما مبين في الشكل التالي :




الشكل (٢٤)

## العملية (٢) طريقة رسم دائرة داخل مثلث معلوم الزوايا والأضلاع :

**مثال:**

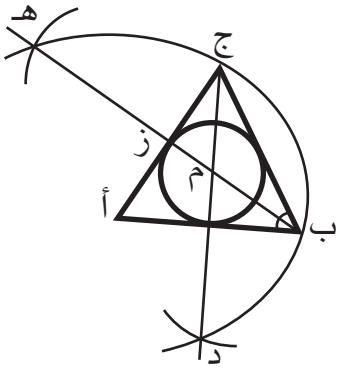
أرسم دائرة داخل المثلث أ ب ج متساوي الأضلاع الذي طول ضلعه ٥ سم.

**خطوات العمل :**

١ .أرسم قاعدة المثلث أ ب الذي طول ضلعه ٥سم ثم ارسم المثلث أ ب ج.

٢ .نصف أي زاويتين من زوايا المثلث بمستقيمين يقطعان ضلعي المثلث في كل من ز ، و . ويتقاطعان في النقطة م .

٣ .أركز البرجل في النقطة م وبفتحة تساوي م و وهي تساوي كذلك م ز أرسم الدائرة المطلوبة التي تمس أضلاع المثلث أ ب ج من الداخل .




الشكل (٢٥)

## العملية (٣) طريقة رسم دائرة تمر برؤوس مثلث معلوم:

الزوايا والأضلاع

**مثال :**

أرسم الدائرة التي تمر برؤوس أضلاع المثلث أ ب ج متساوي الأضلاع الذي طول ضلعه ٤ سم .

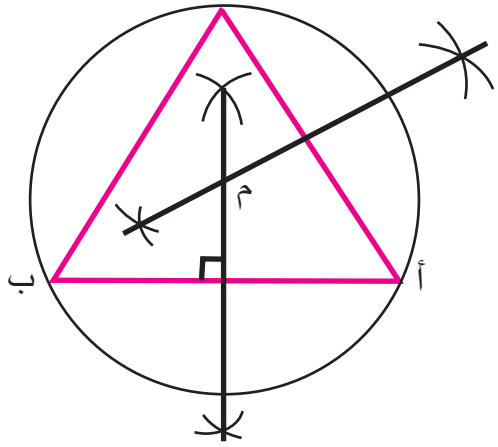
**خطوات العمل :** -

١ .أرسم المثلث أ ب ج متساوي الأضلاع .

٢ .نصِّف أي ضلعين بالمنصف العمودي .

٣ .تقاطع منصفي الضلعين هو مركز الدائرة م .

٤ .أركز البرجل في م وبفتحة تساوي م أ أو م ب أو م ج أرسم الدائرة التي تمر برؤوس أضلاع المثلث أ ب ج .




الشكل (٢٦)

## العملية (٤) طريقة رسم ثلاثة دوائر متماسة داخل مثلث وأي ضلع وكل دائرة تمس ضلعين من المثلث :

### مثال :

أرسم ثلاثة دوائر داخل المثلث أ ب ج متساوي الأضلاع والذي طول ضلعه ٤ سم .

### الطريقة :

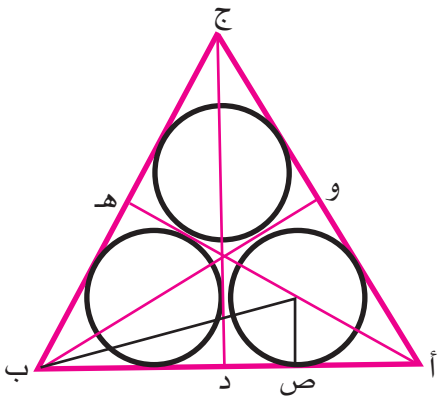
١ .أرسم المثلث أ ب ج المتساوي الأضلاع .

٢ .نصِّف زواياه لتتقاطع خطوط التنصيف مع أضلاع المثلث في النقاط د ، هـ ، و .

٣ .نصِّف زاوية أ ب و لتتقاطع مع المنصف أ هـ في ز .

٤ .أسقط من ز عموداً ليقطع أ د في ص . ز ص هو مقدار نصف قطر الدائرة التي تمس الضلعين أ ج ، أ ب .

٥ .وبنفس الطريقة يمكن رسم الدائرتين الأخريين .




الشكل (٢٧)

## العملية (٥) طريقة رسم دائرة داخل مربع معلوم الضلع:

**مثال :**

أرسم دائرة داخل المربع أ ب ج د الذي طول ضلعه ٤ سم .

**الحل :**

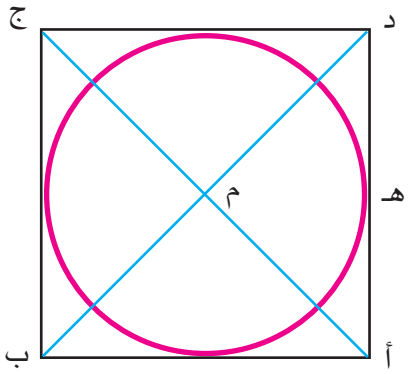
١ .أرسم المربع أ ب ج د الذي طول ضلعه ٤ سم .

٢ .صل أ ج ، د ب بمستقيمين .

٣ .تقاطع المستقيمين في م هو مركز الدائرة .

٤ .أركز البرجل في م وبفتحة تساوي م هـ

(٢ سم) ارسم الدائرة .




الشكل (٢٨)

## العملية (٦) طريقة رسم مربع داخل دائرة :

**مثال :**

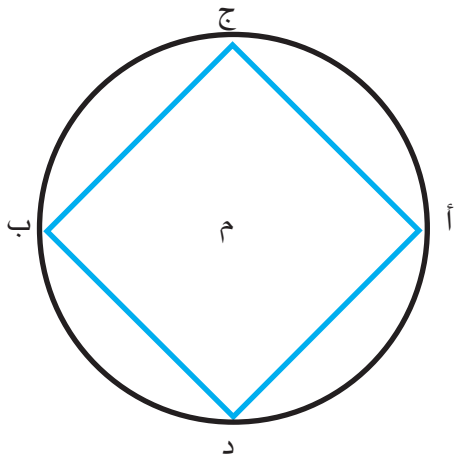
المطلوب رسم مربع أ ب ج د داخل دائرة قطرها ٤ سم .

**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 .

صل أ ج ، أ د ، د ب ، ب ج لتتحصل على المربع المطلوب كما مبين في الشكل التالي .




الشكل (٢٩)

## العملية (٧) طريقة رسم مماسين متوازين لدائرتين متساويتي القطرين:

**مثال :**

مطلوب رسم مماسين لدائرتين متساويتين يبعد مركزاهما عن بعضهما بمسافة معلومة.

**الطريقة :**

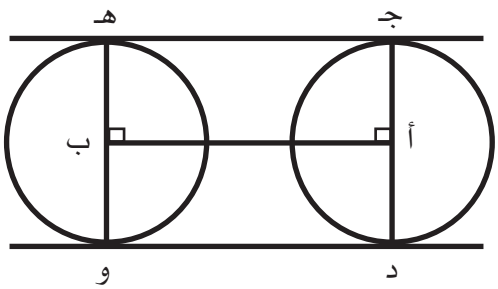
١. أرسم المستقيم أ ب معلوم الطول ( البعد بين المركزين ) .

٢. متخذاً أ ، ب كمركزين أرسم الدائرتين .

٣. من كل من أ ، ب أرسم عمودين يقطعان محيطي الدائرتين في كل من ج ، هـ ، د ، و

٤. صل ج هـ

٥. صل د و لتحصل على المستقيمين المماسين للدائرتين . وفي هذه الحالة يسمى المماس الخارجي .




الشكل (٣٠)

**العملية (٨) طريقة رسم مماسين متقاطعين لدائرتين متساويتين في القطر:**

١- أرسم الدائرتين من المركزين أ و ب .

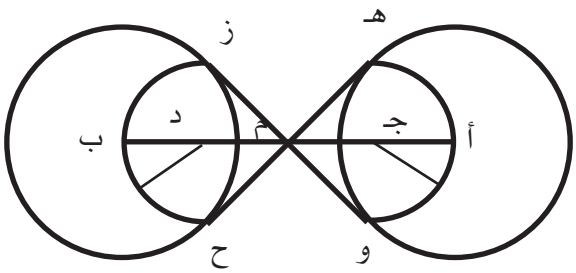
٢- صل أ و ب بمستقيم ثم نصفه في م .

٣- نصف أ م في جـ ونصف ب م في د .

٤- أركز البرجل في جـ وبفتحه تساوي أ جـ أرسم قوس يقطع الدائرة في هـ ، و .

٥- أركز البرجل في د وبفتحه تساوي د ب أرسم قوس يقطع الدائرة الأخرى في ز ، ج

٦- صل و ز (ماراً بالنقطة م ) . صل هـ جـ (ماراً بالنقطة م ) لتحصل على المماسين التقاطعين للدائرتين كما في الشكل .




الشكل (٣١)

## العملية (٩) طريقة رسم دائرة بنصف قطر معلوم تمس ضلعي زاوية معلومة

**المعطيات :**

> أ ب جـ = ٦٠° ، نق الدائرة = ١٥سم .

**المطلوب :** رسم دائرة تمس ضلعي الزاوية ؟؟

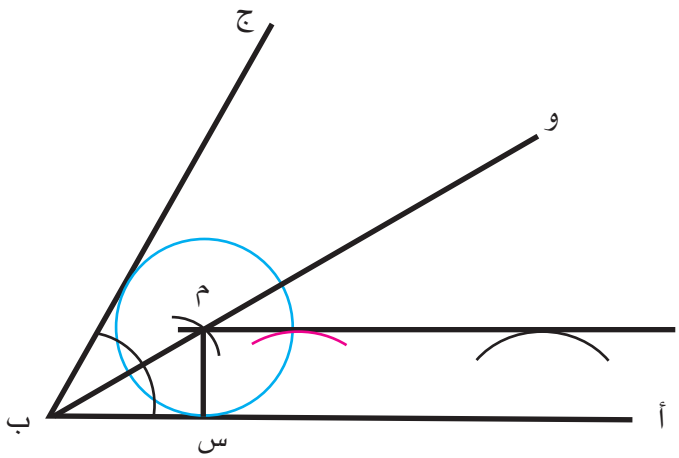
### طريقة العمل :

١- رسم زاوية أ ب جـ = ٦٠° ثم نصفها بالمنصف " ب و" .

٢- أرسم مستقيماً يوازي "أ ب" ويبعد عنه ١٥ملم "نق الدائرة" فيقطع المنصف في نقطة "م" وهي مركز الدائرة .

٣- أسقط من م مستقيم عمودي على أ ب ولتكن نقطة تقاطعة مع "أ ب" س .

٤- أركز البرجل في "م" وبفتحه = م س أرسم الدائرة المطلوبة .




الشكل (٣٢)

## قواعد تماس الأقواس :

عند رسم أقواس متماسه أكمل باليد "كروكي" كل من القوسين إلى دائرتين مكتملتين أو تخيل ذلك ثم لاحظ الآتي :

١- إذا وقعت أحدى الدائرتين داخل الأخرى فإن التماس يسمي "التماس من الداخل".

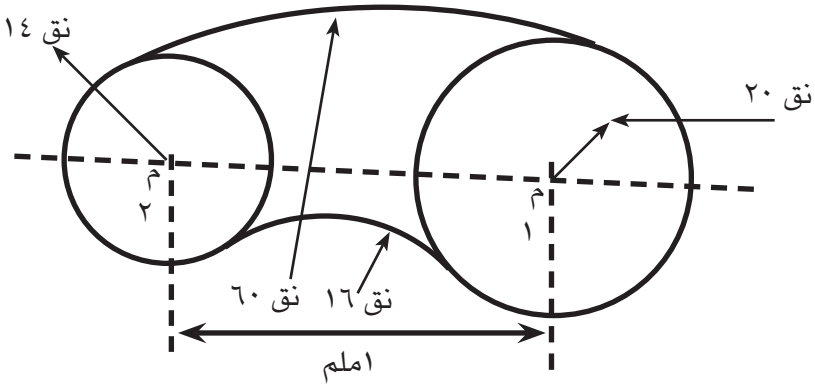
وفي هذه الحاله يكون البعد بين مركزي الدائرتين "القوسين" مساوياً للفرق بين نصفي قطري القوسين (نق١ – نق٢) .

٢- إذا وقت كل دائرة خارج الأخرى فإن التماس يسمى التماس من الخارج . وفي هذه الحالة تكون المسافة بين مركزي القوسين مساوية لمجموع نصفي قطرى القوسين (نق$_1$ + نق$_2$).

## العملية (١٠) رسم أقواس تمس دوائر من الخارج ومن الداخل :

### مثال :

أرسم الشكل الموضح بالرسم أدناه




الشكل (٣٣)

**الحل :**

هناك أربعة أقواس في هذه المسأله . القوسين (الدائرتين) نق ٢٠ ملم ونق ١٤ملم معلومة المراكز ويمكن رسمهما بسهولة . القوسين نق ٦٠ملم ونق ١٦ملم غير معلومة المراكز . ولكن يعتمد رسم الشكل على تحديد موقع هذين القوسين .

**أولاً** : تحديد المركزين م١ و م٢ ثم رسم الدائرتين نق ٢٠ ونق ١٤ .

**ثانياً** : نحدد موقع مركز القوس نق ٦٠ مقاساً من مركز القوسين الذي يمسهما م١ و م٢.

١- القوس نق ٦٠ والدائرة نق ٢٠ يتماسا من الداخل مما يجعل المسافة بين مركزي

القوسين مساوياً للفرق بين نصفي القطرين (٦٠ – ٢٠ = ٢٠ ملم ) .

٢- القوس نق ٦٠ والدائرة نق ١٤ يتماسا من الداخل مما يجعل المسافة بين مركزي القوسين مساوياً لـ (٦٠ – ١٤ = ٤٦ ملم ) .

٣- أركز البرجل في م١ وبفتحة ٤٠ملم أرسم قوس .

٤- أركز البرجل في م٢ وبفتحة ٤٦ملم أرسم قوس يقطع القوس السابق في نقطة م٣ . وهو مركز القوس نق ٦٠

٥- أركز البرجل في م٣ وبفتحة ٦٠ملم أرسم قوس . وهو المماس المطلوب .

## تمـــارين

١- أ ب ج مثلث فيه أ ب = ٨٠ ملم ، ب ج = ٤٥ ملم ، ج أ = ٧٥ملم ارسم دائرتين أحدهما تمس رؤوسه والأخرى تمس أضلاعه من الداخل ؟؟

٢- " م " دائرة قطرها ٦٠ ملم ونقطة " أ " تقع على محيطها أرسم مماساً للدائرة عند " أ " ؟؟

٣- " م " دائرة نصف قطرها ٣٠ ملم ، لـ دائرة أخرى نصف قطرها ٤٠ ملم والبعد بين مركزيهما ٩٠ ملم أرسم مماساً لها تبين الدائرتين من الخارج ؟؟

٤- أرسم مماساً من الداخل للدائرتين المعلومتين السابقتين ؟؟

٥- " م " دائرة قطرها ٥٠ملم ، " أ " نقطة على محيطها ، أرسم قوساً لدائرة أخرى قطرها ٨٠ ملم يمس الدائرة م عند " أ " ؟؟

٦- " أ " دائرة قطرها ٤٠ ملم ، " ب " دائرة قطرها ٦٠ ملم والمطلوب رسم قوس نصف قطره ٦٥ ملم يمسهما من الخارج علماً أن البعدين أ ، ب = ٧٠ ملم ؟

# المضلعـــات المنتظمة

نقصد بالمضلع المنتظم أي شكل مغلق يتكون من أكثر من أربع أضلاع متساوية الطول وتتساوى فيه الزوايا .

ويسمى المضلع المنتظم بعدد أضلاعه ، مثلا خماسي ، سداسي ، سباعي ، ثماني ، تساعي أو عشاري ... الخ .

## العملية (١) طريقة رسم سداسي داخل دائرة معلومة القطر

**مثال :**

أرسم المضلع السداسي الذي قطر دائرته ٤ سم .

**الطريقة :**

١. أرسم المستقيم أ ب = ٤ سم .

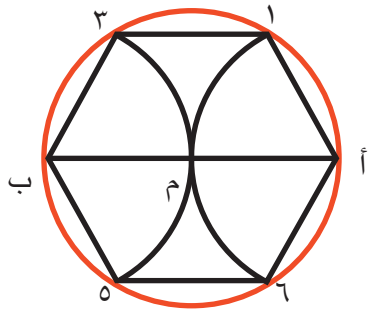
٢. نصَّف هذا المستقيم في م .

٣. أركز البرجل في م وبفتحة تساوي ٢ سم أرسم دائرة .

٤. أركز البرجل في أ وبفتحة تساوي أ م أرسم قوساً يقطع محيط الدائرة في النقطتين ٤ ، ٦.

٥. أركز البرجل في النقطة ب وبفتحة تساوي ب م أرسم قوساً آخر يقطع محيط الدائرة في النقطتين ٣ ، ٥ .

٦. صل كل النقاط بمستقيمات مع بعضها لتحصل على الشكل المطلوب.




الشكل (٣٥)

## ملحوظة :

نصف قطر الدائرة أعلاه يساوي ضلع السداسي . ويمكن استخدام هذه الطريقة لرسم أي سداسي بمعلومية طول ضلعه .

## العملية (٢) طريقة رسم السداسي بمعلومية المسافة بين الضلعين المتوازين :

(رسم سداسي خارج دائرة معلومة القطر)

### مثال :

أرسم المضلع السداسي المنتظم إذا علمت إن البعد بين الضلعين المسطحين ٤ سم.

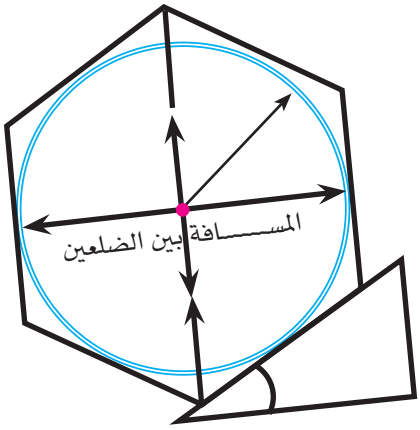
( يقصد بالضلعين المسطحين كل ضلعين متوازيين )

### الطريقة :

**أولاً**: المسافة بين الضلعين المسطحين هي قطر الدائرة .

١. أفتح البرجل بمقدار ٢ سم ( وهي نصف المسافة بين الضلعين وهي تساوي "نق" الدائرة ) وأرسم دائرة .

٢. بواسطة المثلث ٣٠°/٦٠° أرسم مماسات لهذه الدائرة لتحصل على الشكل المطلوب كما مبين في الشكل أدناه .




الشكل (٣٦)

## العملية (٣) طريقة رسم شكل خماسي خارج دائرة معلومة القطر :

### مثال :

أرسم المضلع الخماسي المنتظم الذي يحتوي دائرة نصف قطرها ٢ سم .

### الطريقة :

١. أرسم الدائرة معلومة نصف القطر ٢ سم والتي مركزها م .

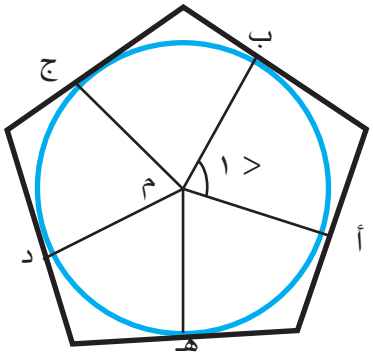
٢. من م أرسم زاوية مقدارها $\frac{\text{٣٦٠}}{\text{عدد الأضلاع}} = \frac{\text{٣٦٠}}{\text{٥}} = {}^{\circ}\text{٧٢} = \angle$ ١

وهي الزاوية الأولى. ( وهذه قاعدة لمعرفة زاوية المضلع المنتظم ) يقطع ضلعها الآخر محيط الدائرة في النقطة أ .

٣. أرسم بقية الزوايا ∠ ٢ ، ∠ ٣ ، ∠ ٤ ، ∠ ٥ وبنفس قيمة الزاوية الأولى يتقاطع أضلاعها مع محيط الدائرة في النقاط : ب ، ج ، د ، هـ .

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 .




الشكل (٣٧)

## العملية (٤) طريقة رسم مضلع خماسي داخل دائرة معلومة القطر :

### مثال :

أرسم المضلع الخماسي المنتظم داخل الدائرة التي قطرها ٤ سم .

### الطريقة :

١ .أرسم قطر الدائرة أ ب الذي طوله ٤ سم ثم ارسم نصف القطرج م متعامداً مع القطر أ ب في م وهي مركز الدائرة . ثم ارسم الدائرة .

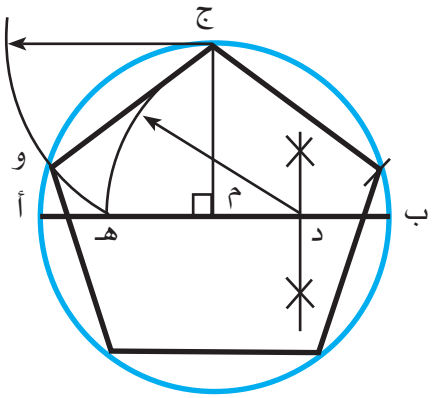
٢ .نصف المستقيم م ب في النقطة د .

٣ .أركز البرجل في النقطة د وبفتحة مقدارها د ج أرسم قوساً يقطع المستقيم أ ب في النقطة هـ .

٤ .أركز البرجل في النقطة ج وبفتحة مقدارها ج هـ أرسم 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 هذ النقاط لتحصل على الشكل المطلوب.




الشكل (٣٨)

## العملية (٥) الطريقة العامة لرسم أي مضلع منتظم بمعلومية طول ضلعه

**مثال :**

أرسم المضلع المنتظم الذي طول ضلعه ٣ سم .

**الطريقة :**

١ .أرسم الضلع المعلوم أ ب ٣ سم .

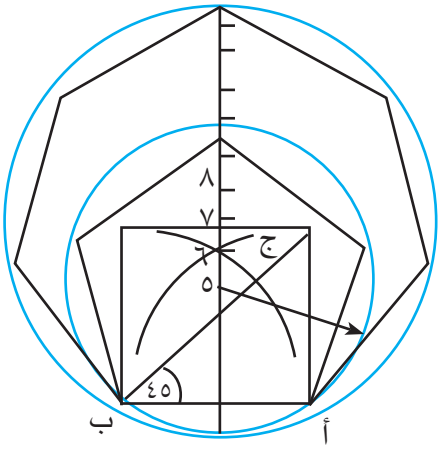
٢ .من النقطة أ أقم العمود أ ج مساوياً للضلع أ ب .

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 .

٦ .نصف المسافة بين ٤ و ٦ في النقطة ٥ . النقطة ٥ هي مركز الدائرة التي تحتوي الشكل الخماسي الذي طول ضلعه أ ب ، يمكن أن ينقل طول الضلع أ ب على محيط الدائرة لتكملة المضلع .




الشكل (٣٩)

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 للضلع أ ب في صورةٍ تصاعدية . نصف قطر أي دائرة تحتوي على أي مضلع يساوي طول الخط الواصل بين رقم عدد أضلاع المضلع على المنصف العمودي لـ أ ب والنقطة أ .

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

## تمـــارين

١- عرف المضلع المنتظم .

٢- هل المربع مضلع منتظم .

٣- أرسم المضلع السداسي علماً بأن المسافة بين أركانه ٦سم .

٤- أرسم شكل المضلع الخماسي المنتظم الذي يحتوي دائرة نصف قطرها ٣سم .

٥- أرسم المضلع الخماسي المنتظم الذي طول ضلعه ٤سم .

٦- أرسم المضلع السداسي المنتظم الذي طول ضلعه ٣سم .

لاحظ مسقط المثلث أ١ ، ب١ ، ج١ مساوي ومتطابق مع المثلث أ ب ج أي خطوط المسقط توازي خطوط السطح الأصلي وذلك لان السطح يوازي المستوى الذي أسقط عليه .

٦/ إسقاط سطح على مستوى متعامد معه :

أفرض المثلث أ ب ج متعامد مع المستوى الموضح بالشكل (١١) .

# الرســـــــم التلقائي

## تعريف :

الرسم التلقائي، المعروف بالأتوكاد، هو برنامج رسومات متقدم يستخدم لإنشاء رسومات ثنائية وثلاثية الأبعاد في مجالات الهندسة المعمارية، الهندسة المدنية، الهندسة الميكانيكية، والتصميم الصناعي.

## المعنى الحرفي:

كلمة "أتوكاد" مشتقة من الكلمتين:

- "أوتو" وتعني تلقائي.
- "كاد" وتعني رسم أو تصميم.

البدء بالبرنامج:

١. قم بتثبيت وتشغيل برنامج أتوكاد على جهازك.

٢. قم بإنشاء مشروع جديد أو فتح مشروع موجود.

٣. استكشف واجهة البرنامج: شريط القوائم، شريط الأدوات، لوحة الرسم.

## إنشاء الرسم :

١- اختر أداة الرسم المناسبة(مثل الخط، الدائرة، المستطيل).

٢- انقر على لوحة الرسم لتحديد نقطة البداية.

٣- اسحب الفأرة لتحديد النقطة النهائية.

٤- استخدم أدوات التحرير (النقل، التدوير، التكبير، التصغير).

## أدوات الرسم الأساسية:

١. الخط: لإنشاء خطوط مستقيمة.

٢. الدائرة: لإنشاء دوائر.

٣. المستطيل: لإنشاء مستطيلات.

٤. المنحنى: لإنشاء منحنيات.

٥. النص: لإنشاء نصوص.

### أدوات التحرير:

١- النقل: لتحريك الكائنات.

٢- التدوير: لدوران الكائنات.

٣- التكبير/ التصغير: لتغيير حجم الكائنات.

٤- النسخ: لنسخ الكائنات.

٥- اللصق: للصق الكائنات.

### أدوات أخرى:

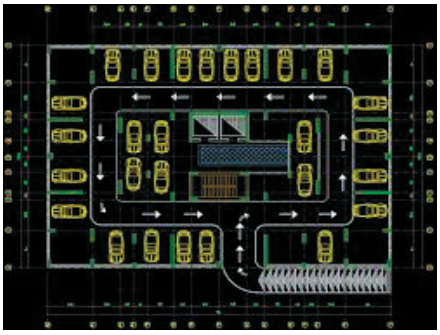
١. الطبقات: لتنظيم الرسم.

٢. الألوان: لتغيير ألوان الكائنات.

٣. أنواع الخطوط: لتغيير أنواع الخطوط.

٤. النماذج: لإنشاء نماذج متكررة.

الشكل (٤٠)



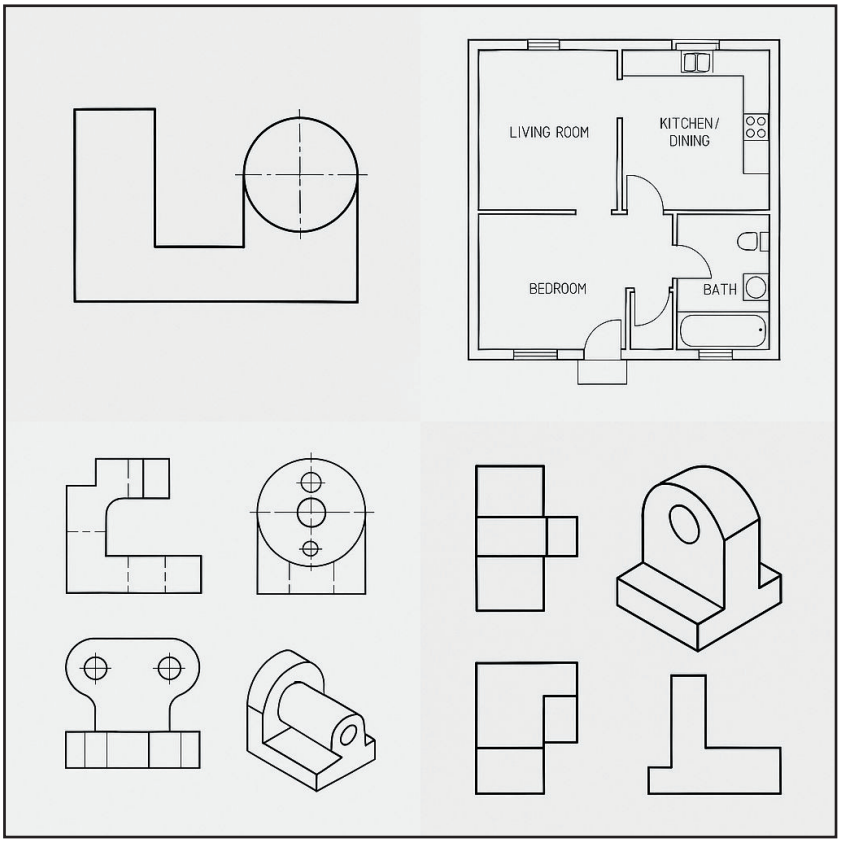
الشكل (٤١)

**نشاط:**

مع معلمك قم وزملائك مع معلمتك قومي وزميلاتك في الصف بتصميم عرض تقدمي عن الموضوعات التالية:

- إنشاء خطوط مستقيمة.
- رسم دوائر،
- رسم مستطيل،
- رسم محنيات متباينة.

نماذج من الرسم ببرنامج الأتوكاد



# الوحدة الثالثة

# أساسيات الهندسة الميكانيكية

**أهداف الوحدة :**

**يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراستك لهذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:**

- تُعرِّف مفهوم الهندسة الميكانيكية.
- تُعدد فروع الهندسة الميكانيكية.
- تُوضح المعدات المستعملة في قطع و قص المعادن.
- تتعرف عملية التخويش ( الدشكلة).
- تتعرف عملية البرغلة والبراغل.
- تُميز بين أساليب وصل المعادن.

# الهندسة الميكانيكية:

**الهندسة الميكانيكية:** فرع من فروع الهندسة الذي يركّز على دراسة وتصميم وتشغيل الأجهزة والآلات التي تتحرك أو تنقل الطاقة. تشمل المهام التالية: تحليل الحركة والقوى، ودراسة خواص المواد، وتحويل الطاقة بين صور مختلفة (ميكانيكية، حرارية، كهربائية ) وغيرها.

## الفروع الأساسية للهندسة الميكانيكية:

### ١- ميكانيكا القوى (Engineering Mechanics):

تُعدّ الأساس لكل فروع الهندسة الميكانيكية، وتركّز على القوى والحركة والعزوم وتأثيرها على الأجسام. وتشمل قسمين رئيسيين:

**الاستاتيكا (Statics):** دراسة الأجسام الساكنة وتوازن القوى.

**الديناميكا (Dynamics) :** دراسة الأجسام المتحركة والقوى المسببة للحركة.

### ٢- الديناميكا الحرارية (Thermodynamics):

تهتم بدراسة الطاقة، الحرارة، الشغل، وكيفية تحويلها بين صور مختلفة. وهي ضرورية لتصميم المحركات وأنظمة توليد الطاقة.

**مجالات التطبيق :** محطات الكهرباء، محركات السيارات والطائرات.

### ٣- ميكانيكا الموائع (Fluid Mechanics):

تتناول سلوك السوائل والغازات أثناء السريان وتأثير القوى عليها.

**مجالات التطبيق:** أنظمة التبريد، الطيران و الأنابيب.

### ٤- علم المواد الهندسية (Engineering Materials):

يبحث في خصائص المواد الميكانيكية مثل المتانة، الصلادة، الزحف، والتآكل، لاختيار المادة الأنسب لكل تطبيق.

مجالات التطبيق: تصميم الهياكل، أدوات القطع، السيارات والطائرات.

### ٥- التصميم الميكانيكي (Mechanical Design):

يهتم بتصميم الآلات والمكوّنات وفقًا لشروط الأمان والكفاءة والاقتصاد.

يشمل استخدام برامج التصميم بمساعدة الحاسوب (CAD) والتحليل العددي (FEA).

### ٦-هندسة التصنيع (Manufacturing Engineering):

تتعلق بتقنيات إنتاج المكوّنات الميكانيكية مثل القطع، التشكيل، الصب، اللحام، والتصنيع المضاف و الطباعة ثلاثية الأبعاد.

### ٧-نقل الحرارة والطاقة (Heat and Energy Transfer)

تدرس طرق انتقال الحرارة (التوصيل – الحمل – الإشعاع) وكيفية تحسين كفاءة الطاقة.

مجالات التطبيق: التدفئة والتبريد، المفاعلات، محطات الطاقة.

## العمليات الأساسية في التصنيع الميكانيكي:

لقد تعملت أن الهندسة الميكانيكية هي العلم الذي يهتم بتصميم وتصنيع وتشغيل وصيانة الأنظمة الميكانيكية. ولتحقيق ذلك، يعتمد المهندسون الميكانيكيون على عمليات مختلفة مثل تصنيع المعادن والتي تشمل:

( القطع – القص – اللحام – البرغلة – التشكيل –الدشكلة)

كل واحدة من هذه العمليات تمثل مرحلة محددة في تحويل المعدن الخام إلى منتج هندسي كامل.

# قطع المعـــــــادن

## قطع وقصّ المعادن:

يُعدّان من العمليات الأساسية في الهندسة الميكانيكية وعمليات التصنيع والإنتاج الميكانيكي، إذ يُستخدمان لتحويل المواد الخام إلى أجزاء ذات أبعاد وأشكال دقيقة تلائم التصميم المطلوب.

**القطع** : عملية إزالة جزء من المعدن على شكل رايش من قطعة العمل باستخدام أداة قطع حادة للوصول إلى الأبعاد المطلوبة.

**القصّ** : عملية فصل المعدن إلى جزأين أو أكثر باستخدام قوة قصّ ناتجة عن شفرتين متقابلتين دون تكوين رايش، مثل عملية قطع الصفائح المعدنية بالمقص الصناعي.

### الهدف من عمليات القطع والقص:

- تشكيل المعادن حسب التصميم الهندسي المطلوب.
- تجهيز الأجزاء لعمليات تشغيل أخرى (كالخراطة أو الثقب أو اللحام).
- الحصول على دقة عالية في الأبعاد والخشونة السطحية.

## المعدات المستعملة في قطع وقص المعادن .

### ١/ منشار المعادن اليدوي :

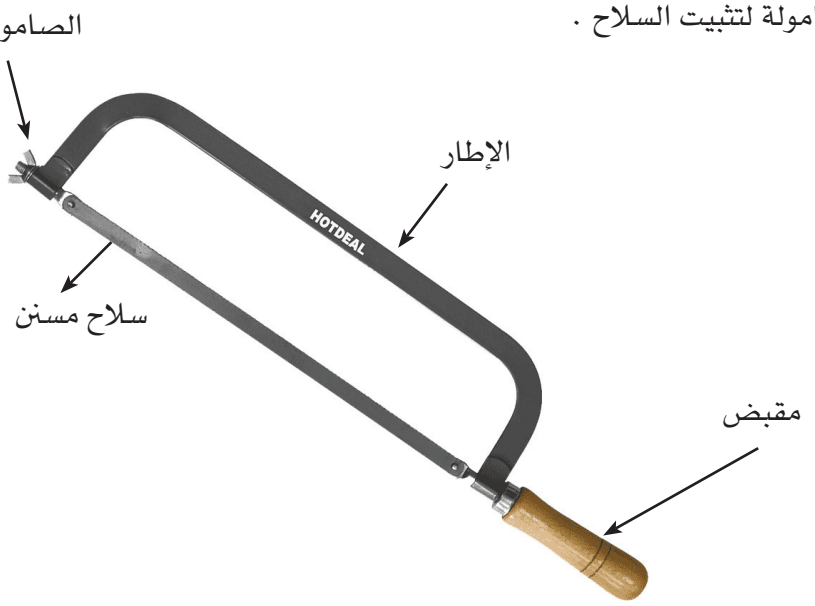
واحد من معدات القطع اليدوية يستعمل لقطع المعادن ، ويتكون المنشار كما هو في الشكل (١) من :

أ. إطار مستطيل من الحديد يسمى الحامل ، وقد يكون قطعة واحدة ثابت الطول أو قطعتين قابل للضبط يمكن ضبطه ليلائم أطوال أسلحة المنشار المختلفة .

ب. مقبض من المعدن أو اللدائن أو الخشب .

ج. سلاح مسنن .

د . صامولة لتثبيت السلاح .




شكل (١) المنشار اليدوي

**أنواع أسلحة منشار المعادن :**

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

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

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

ج / السلاح ذات الإثنين وثلاثين (٣٢) سناً في البوصة الواحدة ويستعمل لقطع الأنابيب (المواسير) المعدنية ذات السمك الرفيع .

## ٢/ مقص الصاج :

يتكون مقص الصاج كما في الشكل (٢) من ساقين طرفيهما الأماميين حادين يثبتان مع بعضهما بمسمار برشام يسمح بحركتهما . تكون مؤخرتا الساقين مقبض المقص . وبمقبض المقص ذراع مرنة ( أو نابض) يساعد على فتح المقبض ومشبك لإغلاق المقبض بعد الانتهاء من استخدامه .

يستعمل مقص الصاج في قطع رقائق المعادن .

### أنواع مقص الصاج :

**هنالك عدة أنواع لمقص الصاج منها :**

أ / مقص القطع المستقيم.

ب/ مقص القطع الدائري.

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

مقص مستقيم | مقص أنابيب | مقص قوسي

شكل (٢)

## ٣/ الأجنة :

الأجنة واحدة من أدوات القطع اليدوي وتستخدم في التشغيل لقطع المعادن بالطرق اليدوي على رأس الأجنة فيتغلغل حدها القاطع في معدن الشغلة . تنحصر عمليات التأجين في ثلاثة أنواع من العمل :

أ / التأجين بقصد القطع الإنفصالي للمعدن ، حيث يتكون شق في معدن الشغلة نتيجة

لإزاحة المعدن وانضغاطه ثم يعمق هذا الشق باستمرار حتى يحدث الانفصال .

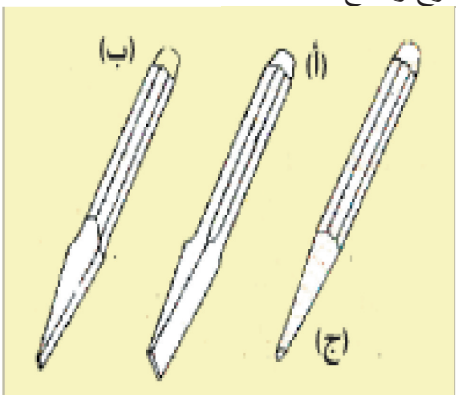
ب/ تأجين لإزالة الرايش ، وذلك لإزالة الرايش وتسوية سطح أجزاء المشغولات المسبوكة أو المصنعة بواسطة الطرق أو المشغولات التي أجريت عليها عمليات وصل باللحام

ج/ وتستخدم الأجنة كذلك لفتح مشقبيات الخوابير ، وقنوات الزيوت . ويتراوح طول الأجنة بين ١٠٠ مم إلى ٢٠٠ مم تصنع من صلب العدة الكربوني وتعالج مقدمة الأجنة التي يتراوح طولها بين ٢٥ – ٣١ ملليمتراً معالجة حرارية لتناسب قطع المعادن . يسن هذا الجانب على شكل زاوية تسمى زاوية السن ويختلف مقدار هذه الزاوية باختلاف نوع المعدن المراد قطعه :

## أنواع الأجنات :

**هناك ثلاث أنواع من الأجنات شائعة الاستعمال:**

أ / **الأجنة المبططة :** تستخدم في تسوية السطوح وقطع الحافات .




ب/ **قلم التأجين الضفرة :** يستخدم لفتح المجاري .

ج / **قلم التأجين:** يستخدم لفتح المشقبيات وقنوات التزييت ولقطع رؤوس مسامير البرشام، كما يستخدم في القطع المبدئي قبل استخدام الأجنة المبططة شكل (٣)

## ٤/ المبارد وعملية البرد :

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

يصنع المبرد عادة من صلب العدة الكربوني الخاص الذي لا تزيد نسبة الكربون فيه عن ١,٢٥٪ ويتم تشكيل أسنان المبرد بالحدادة ويعالج حرارياً ثم تقوَّم القطعة بالضغط لتكون مستوية تماماً ، ثم تشكل الأسنان بالتفريز أو التجليخ.

## أنواع المبارد :

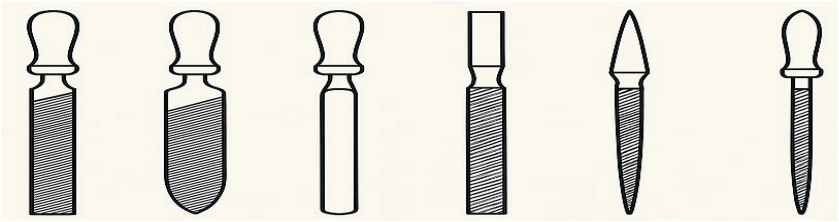
**تنقسم المبارد من حيث الأسنان إلى :**

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 ذات الأسنان المقوسة بصفة خاصة في برادة المواد اللينة والورق المقوى .



شكل (٤)

أشكال المبارد ووصفها واستخداماتها

| شكل المبرد | الوصف | الاستخدام |
|---|---|---|
| ١- المبرد المبطط | ١. مستطيل المقطع .<br>٢. متوازي الحواف حتى ثلثيه مسلوب بعد ذلك من عرضه وسمكه .<br>٣. يحتوي على أسنان مزدوجة القطع في سطحيه ومفردة القطع في حافتيه . | يستخدم لتسوية السطوح |
| ٢- المبرد المربع | ١. مربع القطع .<br>٢. متوازي الحواف حتى ثلثيه ثم مسلوب بعد ذلك.<br>٣. يحتوي على أسنان مزدوجة القطع في كل أسطحه . | يستخدم في تسوية الاركان والمجاري المربعه المقطع . |
| ٣- المبرد الملفوف | ١. دائري المقطع .<br>٢. مسلوب في الثلث الامامي.<br>٣. أسنانه مزدوجة القطع . | يستخدم في توسيع الثقوب ، تسوية الأقوس و المجاري الدائريه . |
| ٤- المبرد نصف دائري | ١. مقطعه نصف دائري .<br>٢. أحد سطحيه مسطح وأسنانه مزدوجة القطع .<br>٣. السطح الاخر مقوس وأسنانه مفردة القطع | يستخدم في تسوية الأجزاء نصف الدائرية من الداخل أو الخارج |
| ٥- المبرد المثلث | ١. مثلث المقطع .<br>٢. الاسنان مزدوجة | يستخدم في تسوية الأركان التى تقل عن ٩٠° (زاوية حادة) |

## ٥/ الثقب والمثاقب

هناك عدة طرق لعمل الثقوب في المشغولات أهمها :

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

٢. عمل الثقوب بوساطة الحدادة على الساخن أو بوساطة السمبك الآلي أو يدوياً بوساطة السمبك اليدوي .

٣. عمل الثقوب بوساطة المثاقب (البنطة) إما يدوياً بوساطة المثقاب اليدوي أو آلياً بوساطة آلات الثقب .

### المثاقيب أو (البنط) :

البنطة واحدة من أدوات 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 تصنع البنط من صلب العدة الكربوني أو الصلب السبائكي أو صلب السرعات العالية

### الشروط الواجب توافرها في البنطة :

١. يشترط في البنطة أن تكون قابلة للسن .

٢. أن يكون لها القدرة على القطع بسهولة .

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

٤. أن تتخلص من رايش المعدن المزال بسهولة .

٥. أن يتساوى فيها طول حدي القطع وأن يحصرا مع المحور الطولي زاويتين متساويتين.

### البنطة الحلزونية :

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

شكل (٥)

**الذيل أو المنصاب :**

وهو إما أن يكون أسطوانياً أو مخروطاً وتعرف سلبة الذيل بمخروط مورس ( Morse Taper ) . وترقم سلبة مورس من ١ – ٦ وهي تلائم ظروف مورس التي تركب عليها حتى يمكن تثبيتها في ظرف آلة المثقاب ومن هنا يتضح أن البنط المسلوبة لا تستخدم إلا عند عمل ثقوب بواسطة المثقاب الكهربائي الثابت أو على المخرطة .

**الجسم :**

يتكون من ساق اسطوانية المقطع فتحت فيها قناتان حلزونيتان طويلتا الخطوة جداً، ويشغل على الساق بواسطة التجليخ شريطان أسطوانيان ضيقان أملسان ، يتكون منهما سطح الارتكاز الدليل . ويقل قطر الرأس بالتدريج من الرأس إلى المنصاب محدثاً سلبة بسيطة (٠,٠١٪) لحدوث خلوص يمنع تصلب البنطة داخل الثقب .

**الرأس :**

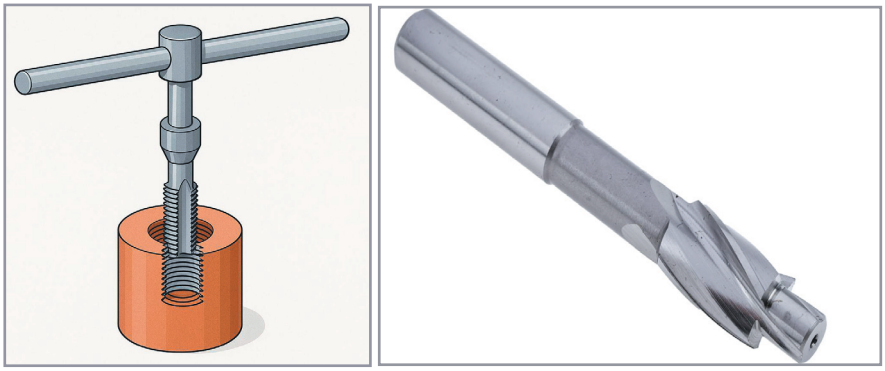
مخروطي الشكل وتتراوح زاوية رأسه نظرياً بين ١١٦° – ١٢٠° وتبلغ في المتوسط من الناحية العملية ١١٨° وتكون الشفتان (أ) و (ب) بتقاطع القناتين مع سطح مخروط الرأس العرضي .

# التخويش أو الدشلكة

وهي عملية توسيع مداخل الثقوب وتسويتها إما على شكل اسطواني أو مخروطي . ومن أهم أنواع التشكيل ما يلي :

**أ / التخويش الأسطواني :**

وهو عملية توسيع وتسوية مداخل الثقوب أسطوانياً لتستقر فيها رؤوس مسامير اسطوانية الشكل ويستخدم لهذا الغرض مخواشاً أسطوانياً له دليل كما في الشكل (٦) .



شكل (٦)

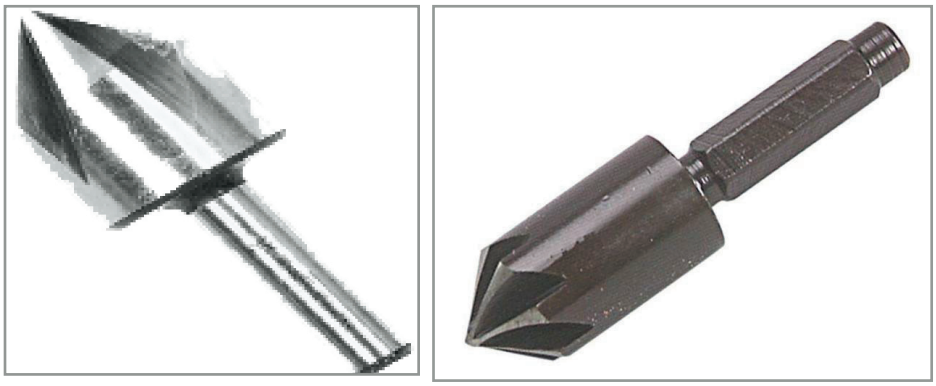
**ب/ التخويش المخروطي :**

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

١. إيجاد موضع لتستقر فيه رؤوس المسامير الغاطسة المخروطية سواء أكانت ٦٠ أو ٩٠ أو ١٢٠ درجة .

٢. إيجاد موضع لرؤوس مسامير البرشام .

٣. التخلص من الرايش والزوائد على حواف الثقوب .



شكل (٧) أنواع المخاوش

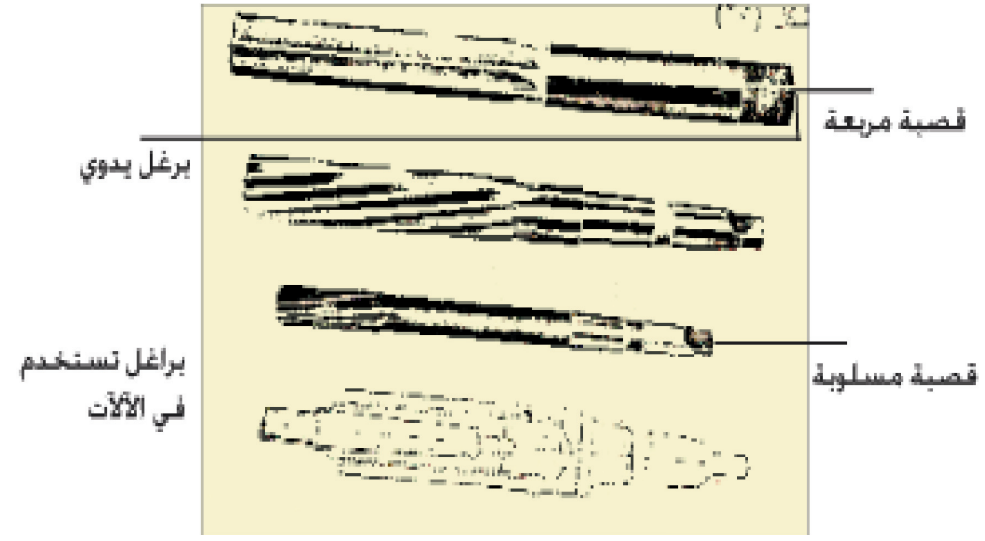
# البرغلة والبراغل

## عملية البرغلة :

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 ينشئ ثقباً ، ولكنه يتبع الثقب المثقوب سابقاً بالبنطة ، وهذا غالباً يكون أقل بقليل من المقاس المطلوب ، فيضبط إلى المقاس المطلوب بواسطة البرغل ، وإذا كان الثقب به خطأ في الوضع أو الإتجاه ، فإن البرغل يتبع نفس مجرى الثقب ولا يزيل الخطأ .

البراغل لا تزيل أثناء عملية البرغلة كمية كبيرة من المعدن وليس ذلك من طبيعتها ، والكمية التي تترك لعملية البرغلة من قطر الثقب يجب ألا تتعدى (٠,١٣ 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 (٨) أنواع البراغل

## أنواع البراغل الشائعة الاستعمال :

هناك نوعان رئيسيان شائعا الاستعمال هما :

البراغل اليدوية والبراغل التي تدار بوساطة الآلات .

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

أما البراغل التي تستخدم بوساطة الآلات فهي ذات قصبة مسلوبة تسمح بتركيبها في الآلات مباشرة أو بوساطة جُلبَة مورس المخروطية.

## تمرين (٢)

١- تصنف أسلحة المنشار اليدوي حسب عدد الأسنان في البوصة (٢٥,٤ ملم) الى ثلاث أنواع أذكرها ثم وضح أين يستخدم كل نوع .

٢- مستعيناً بالرسم وضح الأجزاء الرئيسة للمنشار اليدوي .

٣- أذكر أهم أنواع مقص الصباح .

**أكمل الجدول الموضح أدناه**

| نوع الأحنه | الاستخدام |
|---|---|
| الأجنه المبططه | |
| قلم التأجين (الضفره) | |
| قلم التأجين | |

٤- تنقسم المبارد من حيث الأسنان الى ثلاثه أنواع أذكرها .

٥- تتكون البنطه الحلزونية من ..... و.....و.....

٦- ما المقصود بعملية التخويش.

٧- عرف عمليه البرغله.

# أساليب وصل المعادن

## تعريف عملية وصل المشغولات :

عملية وصل المشغولات يقصد بها الأسلوب الفني الذي نستطيع من خلاله وصل عدة أجزاء مع بعضها البعض لتكون منتجاً مفيداً مركباً من تلك الأجزاء .

وبالطبع يمكن تكرار عمليات الوصل للحصول على منتج نهائي يتكون من أجزاء متعدد وقد تكون الأجزاء الداخلة في عملية الوصل من نفس المادة وقد لا تكون. وأهم أساليب الوصل هي :

أ ) **الوصل باللصق:** وفيها يتم وصل جزءين مختلفين بواسطة مادة لاصقة مناسبة .

ب) **الوصل باللحام** : وفيها يتم وصل جزءين مختلفين عن طريق التحام فعلي بين جزيئات مادتيهما في منطق الوصل .

ج) **الوصل بطريقة ميكانيكية** : وفيها يتم وصل جزءين مختلفين عن طريق ربطهما معاً باستخدام عنصر ثالث مثل المسامير الملولبة (قلاووظ) والبرشام وغير ذلك .

نتعرض فيما يلي إلى مقترح طرق وصل المعادن بالطرق الميكانيكية ولصق المعادن كما سنقدم استعراضاً لأهمّ طرق لحم المعادن .

## عمليات الوصل في حياتنا اليومية :

تستخدم في حياتنا اليومية العديد من المنتجات الصناعية التي تم الحصول عليها بعمليات وصل مختلفة. ففي المنزل نجد كثيراً من المنتجات الموصلة 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 ألواح صاج مشكلة وملحومة مع بعضها البعض بإتقان. وتستخدم عمليات اللحام بكثرة في بناء هياكل المنشآت مثل هياكل الصلب المستخدمة في المباني العالية الحديثة وأبراج الكهرباء المصنوعة من قطع الصلب المختلفة .

كذلك يتزايد الاعتماد على مختلف المواد اللاصقة والتي حققت تقدماً عظيماً وخصوصاً لوصل منتجات البلاستيك واللدائن الأخرى.

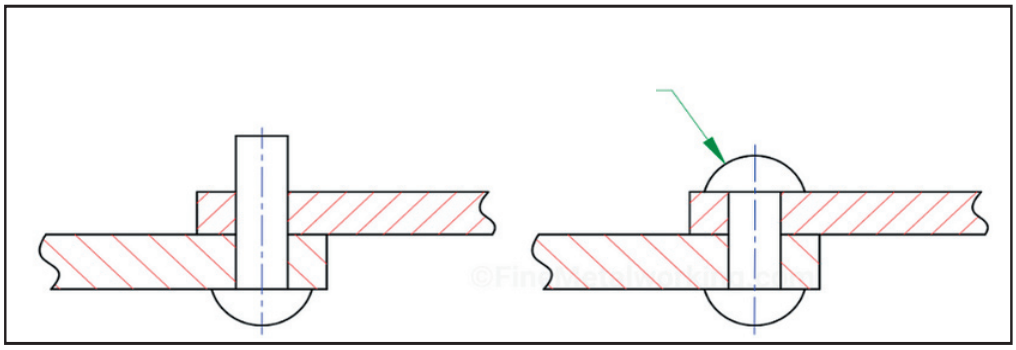
# وصل المعادن بالطرق الميكانيكية

**١. الربط المؤقت :**

يتم ذلك باستخدام عنصر ثالث وتعتبر المسامير المقلوظة والعزقات أهمّ وسيلة للربط المؤقت ( أي الذي يمكن فكه عند الحاجة ) ويمكن استعمال مسمار ملولب (قلاووظ) فقط إذا كان هناك ثقب ملولب (قلاووظ) يمكن الربط فيه .

**٢. الربط بالبرشمة (البرشام) :**

يتم ذلك عن طريق استعمال مسامير خاصة تسمى مسامير البرشام والتي تصنع من معدن طري غالباً ما يكون من نفس نوع المعدن المطلوب وصله . ويتم إدخال مسامير البرشام في ثقوب خاصة في الأجزاء المطلوب وصلها ثم الطرق عليها بحيث يتم تفلطح رؤوسها لإحكام الوصل بين الطرفين ومنع انفصالهما كما في الشكل (٩) .



شكل (٩) الربط بالبرشمة

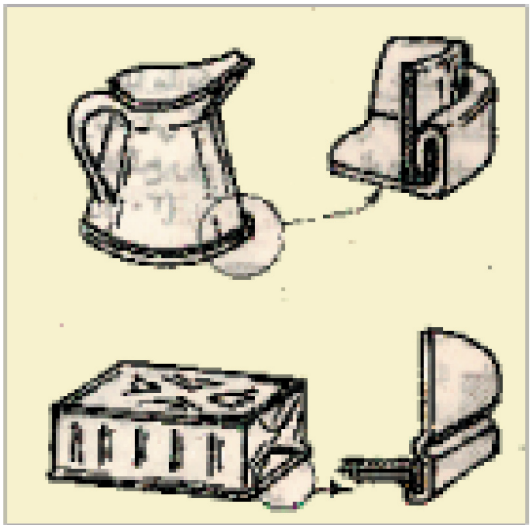
والوصلات الناتجة بالبرشمة غير قابلة للفك ولا يمكن فصل الأجزاء الموصلة بالبرشمة عن بعضها البعض إلا بتحطيم عنصر الاتصال وهو البرشام.

وتستخدم عمليات البرشمة المثبتة في صناعة الهياكل الفولاذية والكباري 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 .

**٣. وصلات السمكرة بالطرق (الدسرة) :**

وتستخدم طرق الوصل بالسمكرة بكثرة في أشغال الصاج (الألواح الرقيقة) وذلك باستخدام التشكيل والطرق .

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



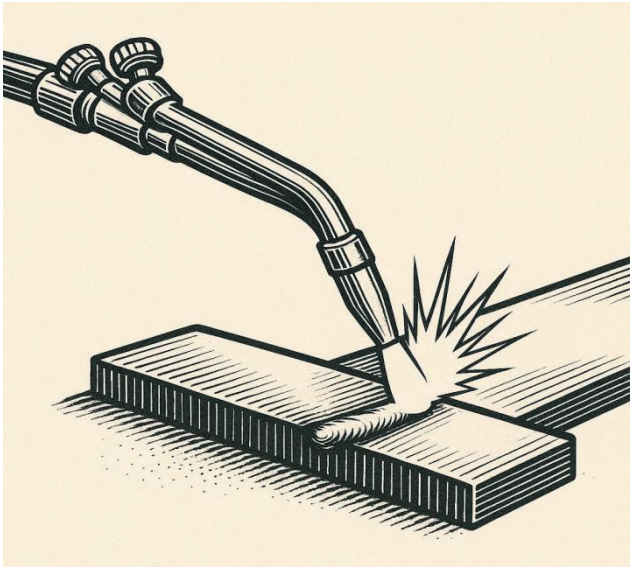
شكل (١٠) الوصل بالدسرة

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

## اللحام بالغاز (خليط غازي الأكسجين والأستلين)

تتولد الحرارة في هذا النوع من اللحام عن طريق اللهب الصادر من مشعل (بوري) 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 أصابع لحام (مادة مالئة) والذي ينصهر طرفه بفعل اللهب ويخلط مع مصهور المعدن في منطقة الانصهار .

وبإبعاد اللهب تتجمد الوصلة الملحومة لتتصل الأجزاء ببعضها اتصالاً دائماً.



شكل (١١) اللحام بالغاز

ويمكن التحكم في نوع اللهب الأكس استلين عن طريق تحديد نسب خلط الأستلين بالأكسجين وهناك ثلاث أنواع من اللهب :

١. لهب متعادل : وفيه تتساوى نسبة خلط الأكسجين والأستلين . ويستخدم للحام الصلب الطري والنحاس والألمونيوم .

٢. لهب مكربن : وفيه تزيد نسبة خلط الأستلين إلى الأكسجين ويستخدم للحام الصلب

الذي يقاوم الصدأ وكذلك عند تصليح الأسطح .

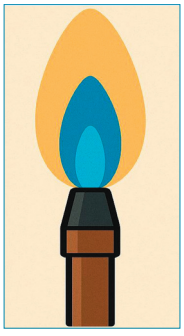
٣. لهب مؤكسد : وفيه تزداد نسب خلط الأكسجين إلى الأستلين ، ويستخدم للحام النحاس الأصفر والبرونز ويبين الشكل (١٢) أنواع لهب الأكس أستيلين المختلفة .

ويتميز اللحام بالأكس أستليلين بعدد من المزايا أهمها ما يأتي :

١. انخفاض تكلفة المعدات المستخدمة وسهولة صيانتها .

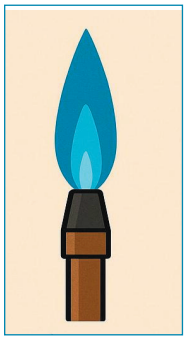
٢. وحدات اللحام بالأكس أستيلين سهلة النقل من مكان لمكان مما يسهل استخدامها داخل وخارج الورش بسهولة في عمليات الصيانة والتصنيع.

٣. يمكن لحام معظم أنواع المعادن بهذا الأسلوب .



لهب مكربن

لهب مؤكسد



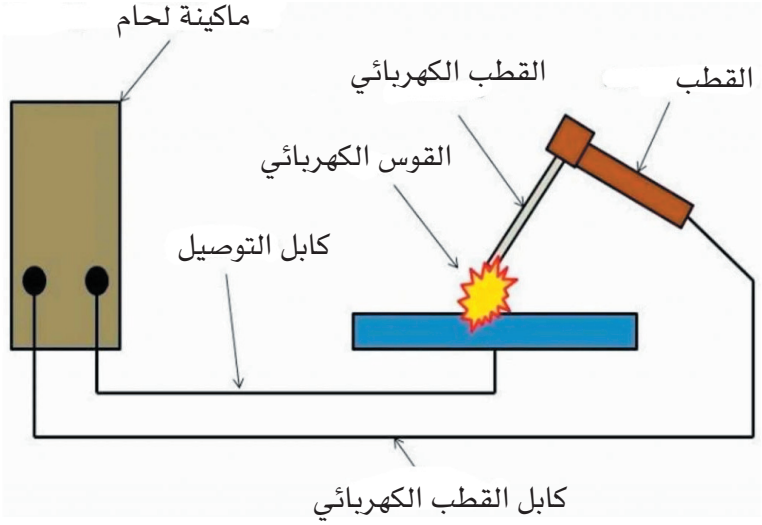
لهب عادي

شكل (١٢) أنواع لهب الأكسي ستيلين

## اللحام بالقوس الكهربائي :

يعتبر اللحام بالقوس الكهربائي من الطرق الشائعة لوصل المشغولات وفيه يستفاد من درجة الحرارة العالية للقوس الكهربائي والتي تصل إلى ٥٥٠٠° م في صهر المعادن . ويلزم لإحداث ذلك القوس الكهربائي جهد منخفض يبلغ من ١٥ إلى ٥٠ فولتاً 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 استخدام تيار متردد حيث يمكن الحصول على ذلك التيار بمحولات الجهد من ٢٢٠ فولتاً إلى ٣٨٠ فولتاً (وهو جهد شبكة الكهرباء) إلى أقل من ٥٠ فولتاً مما يسبب ارتفاع قوة التيار بالقدر اللازم للحام بالقوس الكهربائي . ويتولد القوس الكهربائي في الفجوة بين قطب كهربي يسمى الكترود وبين الشغلة . تبلغ تلك الفجوة

حوالي ٣ – ٨ مم في غالبية الأحيان .




شكل (١٣)

**نشاط :**

مع معلمك قم وزملائك مع معلمتك قومي وزميلاتك في الصف بزيارة احدى الورش التي تستخدم لحام الليزر لمعرفة أنواع لحام الليزر والمواد التي يمكن لحامها ومعرفة المعدات اللازمة وإجراءات السلامة بنهاية الزيارة يقوم الطلاب بكتابة تقرير علمي عن الزيارة.

شكل (١٤)

## تمـــرين

١- أذكر أساليب الوصل بصفه عامه .

٢- من لحام الغاز يمكن التحكم في نوع اللهب الإكس أستلين عن طريق تحديد نسب خلط الإستلين بالأكسجين أذكر الأنواع الثلاثه للهب الناتج من الخلط .

٣- من أساليب وصل المعادن بالطرق الميكانيكية

١- الربط الموقت ماذا نعني بذلك .

٢- الربط بالبرشمه ماذا نعني بذلك .

# الوحدة الرابعة

# أساسيات الهندسة الكهربائية

**أهداف الوحدة :**

**يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراستك لهذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:**

١- تتعرف الكميات الكهربية الأساسية؛

٢- تُميِّز بين المواد الموصلة والمواد العازلة وأشباه الموصلات؛

٣- تشرح مفاهيم الكهربية الإستاتيكية (الساكنة)؛

٤- تجري التجارب للحصول على الكهربية الساكنة؛

٥- تتعرف أنواع التكهرب؛

٦- توضح التطبيقات العملية للكهرباء الساكنة؛

٧- تتعرف المكثفات، أنواعها و وحدة قياسها، وأهمية استخدامها؛

٨- تعرف وتطبق قانون أوم؛

٩- تتعرف توصيل التوالى والتوازى؛

١٠- تُميِّز بين مصدر التيار المستمرDC والتيار المتناوب(المتردد) AC؛

١١- تتعرف الأقسام الرئيسة للهندسة الكهربية؛

١٢- تصنف المقاومات الكهربية؛

١٣- تحدد قيمة المقاومة باستخدام كود الألوان؛

١٤- تحسب القدرة والطاقة الكهربية.

# الكهـــــربية

## ما الكهرباء :

كبداية تاريخية فإن لفظ كلمة الكهرباء مشتقه من مادة الكهرمان مادة صفراء اللون شبه شفافة ولها خاصية عجيبة في أنها نتيجة لدلكها بجسم آخر فإنها تكتسب القدرة على جذب الأجسام الأخرى الخفيفة إليها ومن أسم مادة الكهرمان باليونانية جاء مصطلح الكهرباء في اللغة الإنجليزية Electricity.

## حقيقة الكهرباء :

إن قصة الكهرباء بمفهومها الأعم هي قصة المادة فجميع مكونات الكون والتي نستشعر وجودها بما لنا من حواس توصف بأنها مادة ، تتكون كلها من جسيمات متناهية الصغر هي الذرات وإذا حاولنا صف مائه مليون من الذرات لتصبح مرصوصة متجاورة فإنها تشغل حيزاً طوله نحو عشرة مليمترات .

تتركب الذرة من نواة موجبة الشحنة في المركز تدور حولها في مدارات (أغلفة) إلكترونات سالبة الشحنة. عدد الإلكترونات السالبة الشحنة تعادل الشحنة الموجبة للنواة وتكون الذرة في مجموعها متعادلة الشحنة أي غير مشحونة بالنسبة للعالم الخارجي . لا يقبل كل غلاف إلكتروني سوى عدد محدود من الإلكترونات وتمثل مدارات الذرة المختلفة مستويات طاقة معينة وتحتاج الإلكترون إلى طاقة لكي يغير مستوي الطاقة الذي ينتمي إليه . طبقاً للنظرية الذرية فإن الكهربية ما هي إلا خاصية طبيعية للجسيمات المكونة للذرة هذه الخاصية تكون كافية. تبدو مظاهرها وتأثيراتها عندما تتأثر تلك الجسيمات لطاقة تزعزع مواقعها الطبيعية في الذرة ولتفهم حقيقة الكهرباء نستعرض في ما يلي صور حركة الإلكترونات على حسب كمية الطاقة المعطية للإلكترونات .

## إلكترونات التكافؤ :

تسمى الإلكترونات الموجودة في الغلاف الخارجي للذرة بإلكترونات التكافؤ . وإلكترونات

التكافؤ في مستوي التكافؤ هي أقل الإلكترونات إرتباطاً بالنواة وأيسرها تأثيراً بأعمال الطاقة في المصادر الخارجية . يمكن بإضافة طاقة (حرارية أو ضوئية أو كهرومغناطيسية ) أن تطرد الذرة إلكترونات التكافؤ من مدارها الخارجي أو تأخذ الكترونات تكافؤ إلى مدارها الخارجي وبذلك لن يكون عدد الإلكترونات مساوياً لعدد البروتونات أي ستوجد ذرات شحنات موجبة أو سالبة وفعالة للعالم الخارجي وتسمى الذرات المشحونة بشحنة موجبة أو سالبة أيونات.

## الإلكترونات الحرة :

كما كان مستوي التوصيل Conduction هو أول مستوي مسموح به يعلو مستوي التكافؤ، فإنه عند إعطاء كمية كافية من الطاقة للالكترونات التكافؤ تنتقل هذه الإلكترونات إلى مستوي التوصيل حيث تصبح إلكترونات حرة وهذه الإلكترونات تتجول بحرية داخل المادة دون أن يكون للواحد منها ارتباط محدد بذرته الأم الأصلية التي تتصرف كأيون موجب في هذه الحلة وان كانت الإلكترونات مع الأيونات في مجموعها يجعلان جسم المعدن متعادلاً على الإجمال وتتحرك الإلكترونات الحرة في حركة غير منتظمة بين الايونات على صورة سحابة إلكترونية أو غاز إلكتروني متخذاً مساراً متعرجاً وتقطع مسافات طويلة بسرعة عالية (نحو ١٠٠كيلومتر / ثانية).

وينطبق هذا المسلك على جميع الفلزات .

## حركة الإلكترونات الخطية الطولية

إذا حاول أحد الإلكترونات الحرة أن يهرب عبر سطح المعدن إلى خارجه فإنه يخلف وراءه شحنه موجبة مساوية على سطح المعدن وتنشأ قوة تجاذب بين هذه الشحنة الموجبة وشحنة الإلكترون السالب تعوق الإلكترون عن مواصلة رحلة الهرب من سطح المعدن بل تقهره على العودة إلى داخل المعدن وذلك مالم يكن هذا الإلكترون متمتعاً بطاقة كافية تمكنه من الوصول إلى خارج نفوذ هذه القوة .

إذا اعتبرنا أن هذه الطاقة الكافية عبارة عن جهد كهربائي فإن الإلكترونات تتحرك تحت تأثير الجهد حركة موجهة في الاتجاه الطولي كسلك المعدن وذلك بالإضافة إلى حركتها

المتعرجة العشوائية التي تنشأ عن الحرارة وبينما تقوم الإلكترونات بحركتها المتعرجة العشوائية بسرعة عالية تبلغ ١٠٠كيلومتر /ث .

نجد أن سرعة تحركها على طول السلك لا تتجاوز جزءا من المليمتر في الثانية فتبلغ سرعة الإلكترونات داخل موصل من النحاس مثلاً (٠,٣ ملم / الثانية) وعلى هذا الأساس يحتاج الإلكترون لزمن يقدر بنحو عشرين عاماً ليقطع المسافة بين مدينتين تبعدان عن بعضهما مسافة ١٩٠كيلو متر .

## حركة تصادم الإلكترونات .

بالرغم من حركة الإلكترونات الطولية البطئية فإن المصابيح الكهربية تضئ فور وصل المفاتيح حتى لو كان السلك الموصل بينهما طويلا ولإيضاح ذلك يجب أن نعلم أنه يوجد في السلك الموصل بين المفتاح واللمبة عدد لا يحصي من الإلكترونات تبدأ كلها بالتحرك فور وصول المفتاح وتصطدم الإلكترونات التي تدخل إلى الموصل بتلك التي توجد أمامها مباشرة ويسرى هذا التصادم بسرعة فائقة (سرعة الضوء) حتى يصل الإلكترون الأخير في نهاية الخط رغم أن الإلكترون الذي في أول الخط لم يتحرك إلا قدراً ضئيلاً .

عندما يسرى التيار بالطريقة الموضحة أعلاه فأن الإلكترونات تنساق خلال الموصل تحت تأثير الجهد المسلط عليه ونتيجة لذلك فإن هذا النوع من انسياب التيار يسمي تيار الانسياق Dri أو تيار التوصيل. وهناك ثمة نوعاً آخر من التيار يسمي تيار الانتشار Diffustion ويحدث نتيجة لاختلاف كثافة حاملات الشحنة من منطقة لأخرى داخل المادة إذ تنتشر حاملات الشحنة من المنطقة التي تعلو فيها تركيزها إلى المنطقة التي يقل فيها تركيزها .

# المواد الموصلة والعازلة وشبه الموصل .

## المواد الموصلة : Conductors

هي مواد لا تتعرض الإلكترونات الحرة فيها سوى لمقاومة صغيرة عندما تتحرك داخلها حركة موجهة فهي توصل التيار الكهربائي ومن المواد الجيدة التوصيل، المواد المعدنية ومنها الذهب والفضة والنحاس والألمونيوم والفولاذ وفي حالة خلائط الفلزات (السبائك) تستطيع الإلكترونات التحرك بصعوبة خلالها لان ذرات الفلزات المختلفة تتداخل مع بعضها البعض تكون المواد غير المعدنية رديئة التوصيل أو غير موصلة باستثناء الكربون.

## المواد العازلة : Insulators

هي مواد لا تحتوي إلا على عدد ضئيل من الإلكترونات الحرة وعددها ضئيل لدرجة أنه يصعب التعرف على حركتها عملياً وتكون الكتروناتها مربوطة بشدة بقوة جذب النواة بالرغم من أنها يمكن أن تنتقل بواسطة الدلك ، المواد العازلة يمكن شحنها بسهولة لان أي إلكترون تم نقله يميل إلى البقاء إلى حيث انتقل . ومن المواد العازلة المطاط و وبولي كلوريد الفينيل (PVC) (بلاستيك) والخزف والورق المشرب ويمكن بواسطة هذه المواد فصل الموصلات الكهربائية وتكون مهمة هذه المواد هي العمل على أن يسلك التيار الكهربي المسار المحدد له ولا يحيد عنه. وفي حالة الموصلات العارية فإن الهواء يقوم بهذه المهمة .

ليس بالمواد العازلة المثالية الكترونات حرة (مثل الهيليوم أو الهيدروجين عند درجة حرارة الصفر المطلق) وكذلك الفيناد (الحيز المفرغ من كل الغازات) فهو عازل تام لأنه لا يحتوي على أية إلكترونات حرة إلا أنه يمكن للالكترونات اختراقة (مثلما يحدث بالصمامات الالكترونية والتلفزيونية .

## أشباه الموصلات Semiconductors

تقع أشباه الموصلات بين حدود الموصلات و(العوازل) أي مواد ليست بجيدة التوصيل ولا جيدة العزل . تكون أشباه الموصلات عازلة تماماً في حالتها النقية عند درجة حرارة الصفر

المطلق وتكون موصلة ردئية في حالتها النقية عند درجة حرارة ٢٠ وتزداد قابليتها للتوصيل يرفع درجة حرارتها (عكس الموصلات) أو بإضافة مواد أخرى بكميات قليلة ومحكومة إليها (وهذه هي الطريقة العملية المستخدمة حالياً) من أهم مواد عناصر أشباه الموصلات السليكون والجرمانيوم والسيلونيوم ومن المركبات زرنيخيد الغاليوم ( Gallium Aresnide).

يتوافر مواد أشباه الموصلات في الطبيعة بحيث يمكن الحصول على المواد الخام بلا ثمن تقريباً على سبيل المثال يعد السلكون ثاني العناصر بعد الأوكسجين من حيث الوفرة في القشرة الأرضية ويدخل عناصر أشباه الموصلات في تركيب العناصر الالكترونية الأساسية .

# الكهربية الاستاتيكية (الساكنة)

يمكن الحصول على الشحنات الكهربية من البطاريات أو المولدات ولكن بعض المواد يمكن أن تكتسب شحنات بالدلك أو المس أو التأثير وتمسي شحنات هذه المواد بالشحنات الكهروستاتيكية أو الكهربية الاستاتيكية .

## التكهرب بالدلك :

عرفت في دراستك السابقة إنه عند إجراء التجارب للحصول على الكهربية الاستاتيكية فإن الطريقة المعيارية للحصول على شحنات موجبة فإننا ندلك الزجاج بالحرير وللحصول على شحنات سالبة فإننا ندلك الابونيت بالصوف .

حديثاً تستخدم المنتجات البلاستكية للحصول على الشحنات السالبة والموجبة وتستخدم المواد البلاستيكية لأنها أرخص وأقل تأثراً بأحوال الرطوبة وكذلك يمكن استخدام فوطة نظيفة أو ورقة (تيشو) كمواد دالكه بدلاً من الصوف أو الحرير . ونستنتج من عملية الدلك الآتي :

١. يوجد نوعان فقط من الشحنات – الموجبة والسالبة .

٢. تكتسب كل الأجسام الدالكة والمدلوكة خاصية جذب الأجسام الخفيفة مثل قصاصات الورق.

٣. لا يمكن شحن المعادن بالدلك بطريقة فعالة لأن المعادن موصلات جيدة للكهرباء، أي أن الإلكترونات الحرة فيها تتحرك بسهولة. عند دلك معدن تنتقل الشحنات بسرعة إلى الأرض أو الهواء ولا تبقى على سطحها لذلك لا يحتفظ بالشحنة. أما إذا كانت عازلة كالزجاج والبلاستيك والمطاط فتحتفظ بالشحنات على سطحها.

## التكهرب باللمس (التوصيل) :

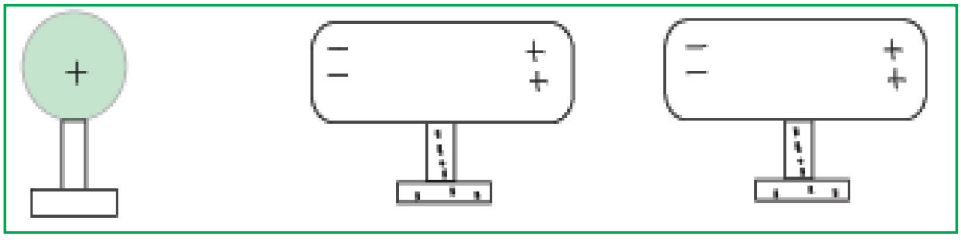
إذا تلامس جسمان أحدهما مشحون والآخر غير مشحون يشحن الأخير بشحنة مماثلة ويظل محتفظاً بالشحنة حتى بعد انفصالهما . إذا لامس جسم سالب الشحنة (عليه عدداً

ذائداً من الإلكترونات الحرة) جسماً متعادلاً فإن بعض الإلكترونات تنتقل إلى الجسم المتعادل فيزيد عدد إلكتروناته فيصبح سالب في حين تنقص الشحنة السالبة على الجسم المشحون.

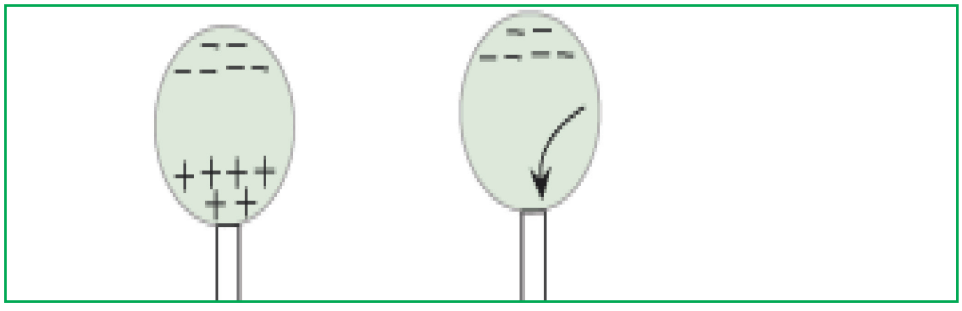
لا يطرأ تغير على حالة الأرض الكهربية مهما اكتسبت أو فقدت من الإلكترونات لاحتوائها على عدد غير محدود من الذرات وتتعادل الموصلات المشحونة إذا وصلت بالأرض أي تصبح غير مشحونة وتكتسب الأرض الكترونات من الأجسام سالبة الشحنة وتفقد الكترونات إذا وصلت بأجسام موجبة الشحنة. (أنظر شكل ١ - ب)

## التكهرب بالتأثير:

يمكن شحن موصل معزول بتأثير جسم مشحون بالكهربية دون أن يحدث تلامس . إذا شحن موصل معزول بالتأثير تتجمع عند الطرف البعيد شحنة مشابهة للشحنة المؤثرة (شكل ١ - أ) ولا يفقد الجسم المؤثر أي كمية من شحنته بينما في حالة التكهرب باللمس يفقد الجسم المشحون جزءاً من شحنته .



(شكل ١ أ)



(شكل ١ ب)

## وحدات الكهربية الاستاتيكينة :

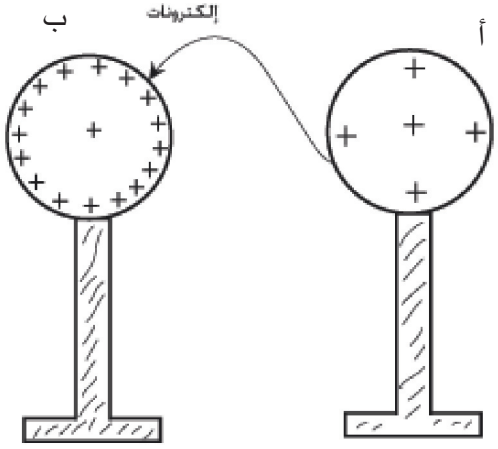
١. كمية الشحن الكهربية (ش): وحدة الشحن الكهربية هي الكولـــــوم وتساوي ٦,٢٥ × ١٠^١٨ إلكترون ، الوحدة واحد كولوم كمية كبيرة نسبياً في الكهربية الاستاتيكية لذلك غالباً تقاس الشحن بالمايكروكولوم (واحد من مليون كولوم)

٢. الجهد الكهربي لموصل هو حالة الموصل الكهربية التي تدل على اتجاه سريان الشحن منه أو إليه إذا اتصل بموصل آخر (شكل ٢). جهد الأرض يساوي صفراً وإذا وصل أي موصل بالأرض يكون جهده صفراً أيضاً . إذا اتصلت عدة موصلات مشحونة مع بعضها تسرى الكهربية بينها حتى تصبح جميعها متساوية في الجهد .

٣. فرق الجهد بين نقطتين: يساوي مقدار الشغل المبذول (بالجول) لنقل وحدة الشحنات (١كولوم) بين النقطتين.

٤. الجهد الكهربي عند نقطة : يساوي مقدار الشغل المبذول (بالجول) لنقل وحدة الشحنات (١كولوم) من لا نهاية إلى تلك النقطة .

شكل ٢: الجهد عند الكرة (أ) أعلى من الجهد عند الكرة (ب) يسري تيار إلكتروني من (ب) إلى (أ) حتى يتساوى الجهد بين (أ) و(ب). شكل (٣)



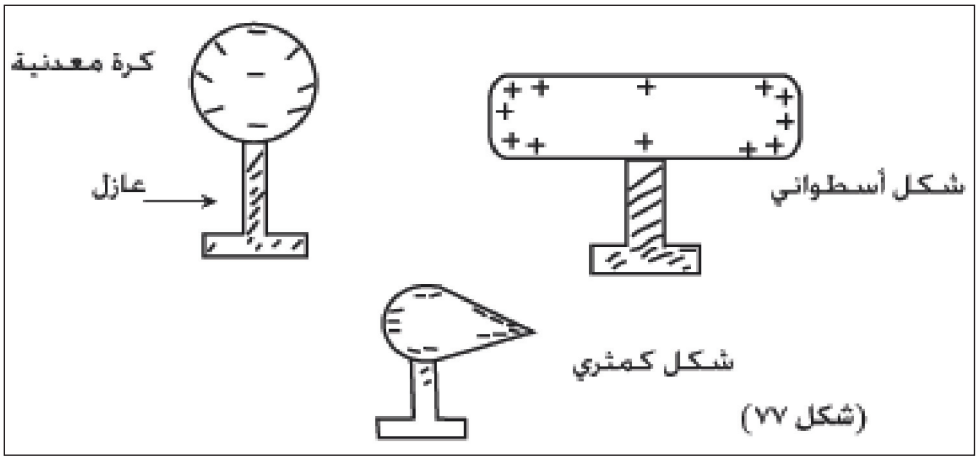

شكل ( ٢ )

## توزيع الجهد والشحن على موصلات مختلفة الشكل :

١. يكون الجهد منتظماً مهما كان شكل الموصل المشحون .

٢. لأي شكل مجوف مشحون تستقر الشحنات على السطوح الخارجية ولا توجد شحنات في الداخل . عندما يلمس سائق (كرين) عن طريق الخطأ إحدى خطوط القدرة للخطوط الهوائية فإنه سوف يكون بمأمن إذا بقي داخل الكابينة المعدنية للقيادة بشرط أن لا يغادر قبل تفريغ الشحن أو فصل المصدر . كذلك يبقي ركاب الطائرات بمأمن عندما يتم تفريغ شحنة برق على الطائرة لأن الشحنة تبقى على السطح الخارجي وتتسرب من هناك إلى الغلاف الجوي .

٣. يتوقف توزيع الشحنات على شكل الجسم . إذا وضعت شحنة سالبة في كرة معدنية معزولة فإن الشحنات السالبة تتنافر مع بعضها البعض وتنتشر داخل المعدن حتى يصل جهد أي نقطة لنفس الجهد السالب لبقية النقاط عند ذلك يتوقف سريان الشحن . تكون للأشكال الاسطوانية والأشكال المدببه أو الكمثرية نفس الجهد لكل النقاط ولكن توزيع الشحن للشكلين يعتمد على الانحناء عند تلك النقطة ويتواجد تركيز كبير للشحن على نقاط النهاية لإبقاء كل النقاط على نفس الجهد (أنظر شكل ٣)

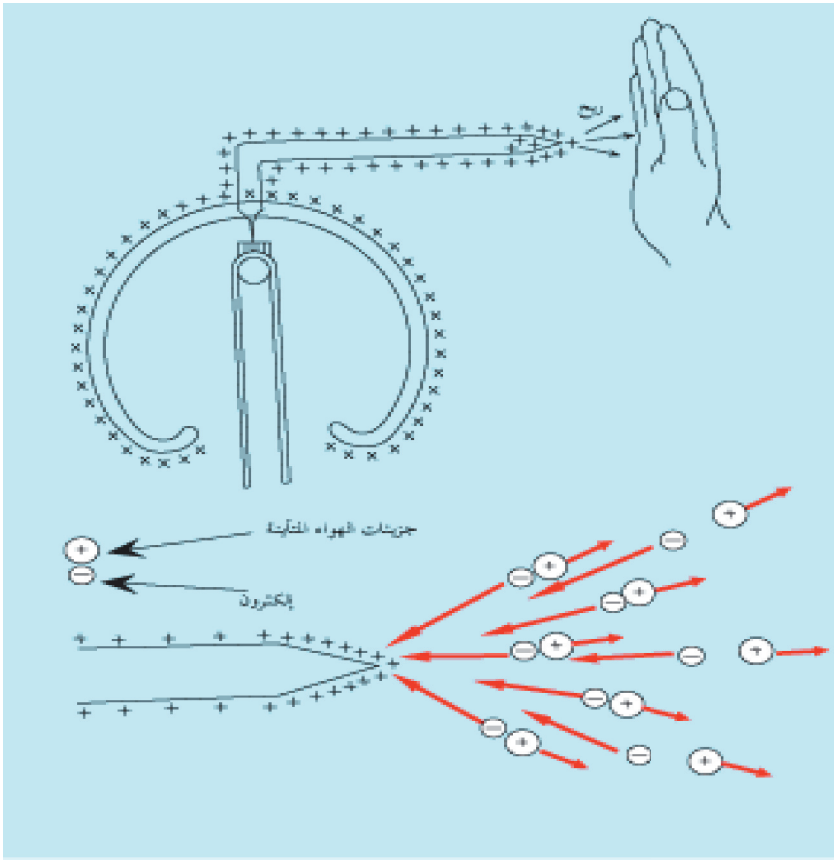



شكل (٣)

## مولدات الشحنة الكهربية :

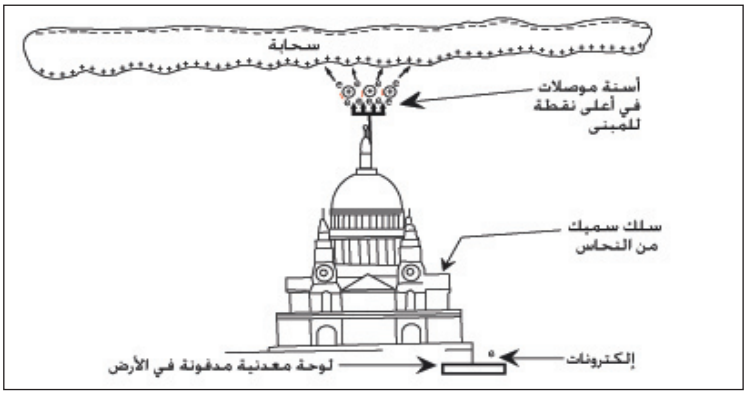
عندما يكون المطلوب كميات كبيرة من الشحنات الكهربية ، يجب استخدام مولدات الشحنة الكهربية. ضمن الآلات التي لها كفاءة عالية لتوليد الكهربية الاستاتيكية في المعامل مولد فان دي جراف Van de Graa وتستخدم مولدات فان دي جراف كثيراً في الأبحاث النووية . توجد صور مبسطة من هذه المولدات للأغراض العامة ولكن عادة لتوليد نوع واحد من الشحنة الكهربية. من المولدات الأخرى مولد ديمشيرت Wimshurt الذي يولد نوعا الشحنتين (الموجبة والسالبة)

إذا وصلت موصل مدبب ينتهي بنقطة بجهد عالي من قبة مولد فان دي جراف ووضعت يدك أو شمعة مضاءة على بعد سنتمترات من نقطة نهاية الموصل فإنك تشعر بريح كهربائي.، جزيئات الهواء الموجودة في الغرفة تحتوي على أيونات موجبة وسالبة . الايونات المشحونة بشحنة موجبة تتنافر مبتعدة عن النقطة وتنجذب الايونات السالبة إلى النقطة وتعمل على خفض جهد الشحنة الموجبة وهكذا فإن الموصل يفرغ شحنته بطريقة تعرف بتفريغ النقطة – الشحنات الموجبة المندفعة من نقطة الموصل عبارة عن أيونات موجبة (أغلبها جزيئات الهواء) وهي التي تسبب الريح الكهربائي . عندما تصطدم الايونات الموجبة المتسارعة للريح الكهربائي مع جزيئات الهواء فإنها غالباً تفصل الكترونات من الجزيئات نتيجة للتصادم ... وهكذا يخلق المزيد من الايونات ... نطلق على عملية تكون المزيد من الايونات بالتصادم بعملية تأين الهواء . الهواء المتأين موصل للكهرباء ولذلك يفقد الجسم المشحون شحنته تدريجياً في الهواء . (انظر الشكل ٤)




شكل (٤)

يتوقف تصميم موصلات الحماية من البرق والصواعق على فصل النقطة . تتكون موصلات الحماية من البرق على عدد من موصلات النقطة (مدببة أو كمثرية الشكل) تثبت أعلى المبني وتوصل بأسلاك غليظة من النحاس وتسحب على السطح الخارجي للمبني وتنتهي بلوحة معدنية تدفن في الأرض وتتنافر الشحنات السالبة المتجمعة على أسنة النقاط العليا مع بعضها البعض وتنجذب إلى السحب مما يقلل الجهد على السحب وهذا يقلل احتمال خرق خواص العزل للهواء . وتحدث عملية الريح الكهربائية أيضاً بواسطة أيونات الهواء السابق شرحه وتعمل الإلكترونات المنجذبة على تعادل السحابة وحتى إذا لم يتم عملية التعادل فإن التفريغ سوف يجد مسلك آمن وسهل من خلال موصل الحماية إلى الأرض . (أنظر شكل ٥)



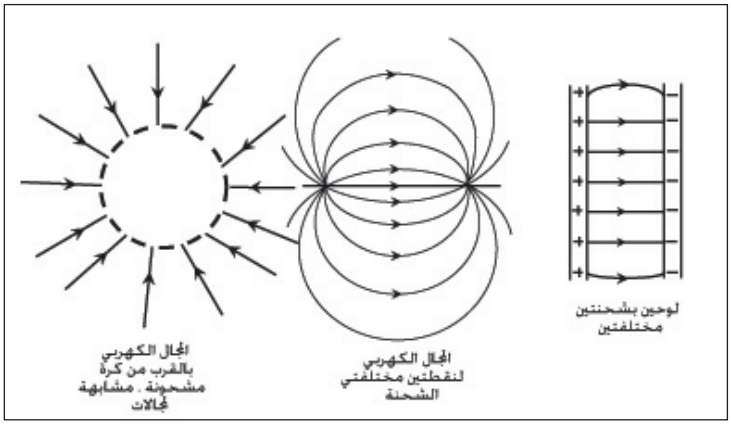

شكل (٥)

## المجال الكهربي :

الشحنة الكهربائية تنشئ مجال كهربي في الفراغ المحيط بالشحنة وتبذل قوة على أي شحنة موجودة في المجال الكهربي ويمكن تمثيل المجال الكهربي بخطوط قوى كهربية .

اتجاه أي خط للقوى الكهربية عند أي نقطة هو اتجاه قوة على شحنة صغيرة موجبة موضوعة عند تلك النقطة .

في الرسومات أدناه أمثلة لبعض النماذج ، خطوط المجال دائماً تشير وهي مبتعدة عن الشحنة الموجبة (+) وداخله إلى أي شحنة سالبة (−) (أنظر شكل ٦)




شكل (٦)

# تطبيقات عملية للكهربية الاستاتيكية

**أ/- تكوّن شرارة في وجود بخار قابل للاشتعال يسبب مخاطر وخيمة :**

١. عرف في السابق حوادث غرف العمليات في المستشفيات عند تلاحظ اشتعال بخار الايثر Ether (سائل كحولى يستعمل كمخدر) نتيجة للشرارة المتكونة من حركة النقالة للمريض إذا كانت النقالة تحتوي على عجلات من المطاط المعزول فإن النقالة تشحن نتيجة للاحتكاك بين البطاطين وشرائح الأغطية البلاستيكية فوقها . ويمكن التغلب على عملية الشحن وبالتالي تكون شرارة الاشتعال بتوصيل سلسلة قصيرة من مؤخرة الهيكل المعدني للنقالة ومنها إلى الأرض لتسريب الشحنات .

٢. يجب عمل نظام أرضي السابقة للطائرة وحاوية الوقود أثناء التزود بالوقود وإلا سوف تنمو شحنات كهربية بالاحتكاك وقد تكون كافية لإشعال بخار الوقود.

٢- توضع على بعض مداخن محطات القدرة والمصانع مرسبات للكهربية الاستاتيكية. تشحن الرماد بشحن مخالفة على ألواح المرسبات المعدنية ولذلك تنجذب إلى المرسبات المخالفة للشحنة ويبغي الرماد ملتصقاً بالألواح وبذلك يقلل المرسبات عملية التلوث بإزالة الرماد من نفايات الغازات .

٣- يتم رش المحاصيل الزراعية بالسماد أو المبيد الكيميائي بكفاءة عالية وذلك بإستخدم مولد قابل للحركة لتوليد جهد عالي ليعطي قطرات سائل المبيد أو السماد شحنات موجبة صغيرة وهذا يؤدي إلى تشطر السائل إلى قطرات أصغر وينتج رش دقيق بسرعة انتشار أكبر . تعتبر كل المحاصيل موصلات معقولة للشحن وموصلة في نفس الوقت إلى كتلة الأرض ولذلك تشحن المحاصيل باقتراب قطرات الرش إليها بشحن صغيرة بالتأثير وتكون هذه الشحنات مخالفة لشحن القطرات . تجذب الشحنات الموجودة على المحاصيل قطرات المبيد أو السماد لأن الشحنات المختلفة تتجاذب .

**ب/ آلات التصوير للمستندات تعطي صورة طبق الأصل. بعض هذه الآلات تعمل على الكهربية الاستاتيكية كما هو موضح أدناه :**

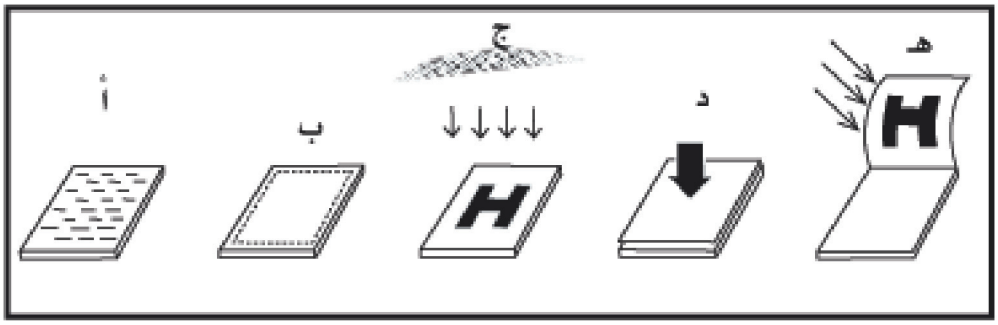
١. في داخل آلة التصوير تعطي شحنة سالبة إلى لوح حساس للضوء .

٢. تعكس صورة من المستند الأصلي على اللوح . تفقد المساحات المضيئة شحنتها وتحتفظ المساحات المظلمة بشحنتها .

٣. تنجذب بدرة الحبر إلى المساحات المظلمة .

٤. تضغط ورقة خالية على اللوحة لتلتقط بدرة الحبر .

٥. تسخن الورقة لإذابة بدرة الحبر وتتصل بالورقة . النتيجة صورة طبق الأصل.



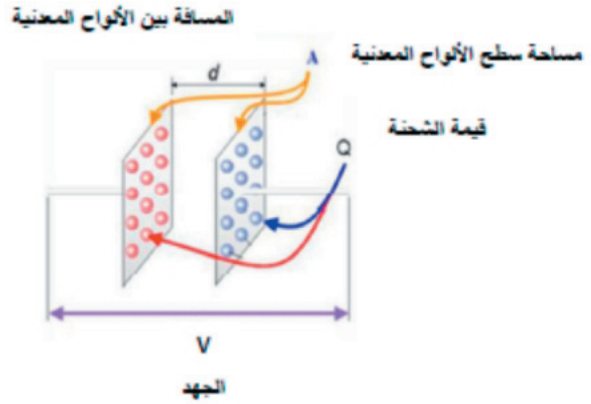

الشكل (٧)

**(ج) المكثف الكهربائي:**

المكثفات عناصر لديها القدرة على تخزين الطاقة على شكل مجالات كهربائية. وتطلق هذه الطاقة بعد فترة زمنية، وتكتسب المكثفات أهمية خاصة بالنسبة للدوائر الإلكترونية.

**تركيب المكثف :**

يتكون المكثف فى أبسط صورة من لوحين موصلين يعرف كل منهما باللوح المعدنى أو القطب- الإلكترود (Electrode) ويوجد بينهما وسط عازل يعرف باسم العازل الكهربائي.




شكل (٨): تركيب المكثف

يتضح من الشكل (٨)، أن المكثف يتكون من لوحين معدنيين متوازيين مساحة سطح كل منهما (س م٢ )، يفصل بينهما مادة عازلة ذات سماحية رمزها ( ε وتنطق إسلون) وعرض المادة العازلة (d)، وهى تمثل المسافة الفاصلة بين اللوحين المعدنيين. والمادة العازلة قد تكون الهواء أو الورق المشبع بالزيت أو مواد من البلاستيك أو الميكا أو السيراميك. ويوصل بكل لوح من لوحى المكثف طرف توصيل ويقوم بتخزين الشحنات الكهربائية (Q) وتقاس بالكولوم، وتكون قيمة سعة المكثف (تقاس بوحدة الفاراد) حسب المعادلة:

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{A}{d}$$

حيث :

$\varepsilon_r$ : ثابت العزل النسبى للمواد العازلة (ليس له وحدة)

$\varepsilon_0$ : ثابت عزل الهواء، ويساوى $8.85 \times 10^{-12}$ (فاراد/متر)

A :مساحة سطح أحد اللوحين ويقاس بالمتر المربع(م2)

d : البعد بين اللوحين وتقاس بالمتر.

العوامل التى تتوقف عليها سعة المكثف:

**أولاً**: مساحة اللوحين (A) وتقاس بالمتر المربع، كلما زادت مساحة اللوحين زادت قيمة السعة للمكثف.

**ثانياً:** المسافة بين اللوحين (d) وتقاس بالمتر المربع، كلما زادت المسافة بين اللوحين قلت السعة للمكثف.

**ثالثاً: نوع المادة العازلة.**

***الفاراد: هو سعة مكثف إذا شحن بشحنة مقدارها (1) ) كولوم وكان فرق الجهد بين طرفيه(1) ) فولت***
***كولوم / فولت = فاراد***

تذكر: يقصد بشحنة المكثف شحنة أحد لوحيه الموجب أو السالب (كقيمة مطلقة) لأنهما متساويان

## ميكانيكية تخزين الشحنات فى المكثف:

تعتمد ميكانيكية تخزين الشحنات على مبدأ تراكم الشحنات على لوحين موصلين يفصل بينهما عازل (مادة عازلة).

عند توصيل المكثف بمصدر جهد(بطارية):

- اللوح الموجب يتجمع عليه شحنات موجبة.
- اللوح السالب يتجمع عليه شحنات سالبة بنفس المقدار.

كلما زاد فرق الجهد، زادت كمية الشحنة المخزنة حتى يصل المكثف إلى سعته القصوى

حساب كمية الشحنة المخزنة :

ش = ث X ج

حيث :

ش : الشحنة المخزنة بالكولوم

ث : السعة الكهربائية (فاراد)

ج : فرق الجهد بين لوحى المكثف (فولت)

- الشحنات لا تتحرك بين اللوحين ( لوجود العازل)، بل تخزن على الأسطح الداخلية.

- عند تفريغ المكثف، تنتقل الشحنات وتنتج تيار لحظى. لذلك عند التعامل مع الأجهزة التى تحتوى على مكثفات ينبغى التأكد أن المكثفات كبيرة السعة قد أفرغت تماماً وإلا أصبح من المحتمل التعرض لصدمة كهربائية نتيجة للشحنة المخزنة.

## أسئلة للتقويم

**١- عرف الآتي :**

أ- الكهربية ب- إلكترونات التكافؤ ج- الإلكترونات الحرة

د- تيار الانسياق هـ - المواد الموصلة والعازلة وشبه الموصلة

**٢- أي من الشحنات الآتية تتجاذب وأي تتنافر :**

أ- شحنتين سالبتين ب- شحنة سالبة وشحنة موجبة ج- شحنتين موجبتين

**٣- في الذرة ... ما نوع الشحنات المحمولة في :**

أ- البروتونات ب- الإلكترونات ج- النيوترونات

**٤- ما الذي يجعل النحاس أفضل توصيلاً بالمقارنة إلى الخشب .**

٥- لماذا يسهل شحن البلاستيك بالدلك وليس النحاس .

٦- سمي موصل غير معدني جيد التوصيل للكهرباء .

٧- عندما تحرك مشط بلاستيكي خلال شعرك فإن المشط يكتسب شحنة كهربية سالبة:

أ- أيهما يصبح بالكترونات أكثر من العادة المشط أم الشعر .

ب- لماذا يصبح الشعر بشحنة كهربية موجبة .

٨- أعط مثال متى تصبح الشحنة الكهربية الاستاتيكية خطرة .

٩- كيف يمكنك منع بناء الشحنة الاستاتيكية .

١٠- كم عدد المايكروكولوم في كولوم واحد .

١١- الشكل على اليسار قضيب مشحون قرب إلى علبة معدنية على حامل عازل .

أ- أرسم الشحن المتكونة بالتأثير

ب- لماذا تنجذب العلبة إلى القضيب بالرغم من أن الشحن الإجمالية على العلبة تساوي صفراً.

ج- إذا لامست العلبة بطرف إصبعك فسوف تسري إلكترونات خلاله - في أي اتجاه تسري الإلكترونات .

د- أذكر نوع الشحن المتبقية بعد لمسك للعلبة .

١٢- ما هي الايونات ؟ عندما يكون الهواء بدون أيونات يكون عازلاً للكهرباء - لماذا يكون موصلاً عندما يتأين الهواء .

١٣- الرسمة على اليسار توضح خطوط المجال الكهربي حول كرة معدنية مشحونة موضوعة في الهواء .

أ- أرسم اتجاه خطوط المجال على كل خط مجال .

ب- إذا وضعت شحنة موجبة عند النقطة X في أي اتجاه سوف تتحرك .

ج- إذا وضعت شحنة سالبة عند النقطة X في أي اتجاه سوف تتحرك .

د- إذا وضع قضيب معدني مدبب فوق الكرة ماذا يحدث للشحن على الكرة .

١٤- في التطبيق العملي (٣) :

أ- وضح لماذا تعمل الشحنات الموجبة على القطرات في انتشار القطرات .

ب- ما نوع الشحنات التي تظهر على النباتات عندما تقترب الشحنات منها .

ج- أذكر ميزتين - للمزارع والبيئة - في استخدام قطرات صغيرة مشحونة عند الرش.

١٥- فسر السبب للاتي :

أ- إذا دلكت بالون منفوخ على قميص نايلون ثم أطلقته فإنه يمكن أن يثبت على السقف أو الجدران .

ب- عندما يُلمع مرايات أو زجاج المنزل بفوطة ناشفة فإنها تجذب المزيد من الأتربة والغبار والأجراء الصغيرة .

ج- يصنع طرف مفك البيان مدبب

د- إذا لامس شخص معزول عن الأرض قبة مولد فان دي جراف فإن شعرة ينتصب .

هـ- لا تفقد الشحن بالتأثير شحنتها بالسهولة ولكن يمكن تفريغ شحنة مادة عازلة بالكامل بإمرارها خلال هواء ساخن فوق موقد .

١٦- قد تكون السحب متعادلة أو موجبة الشحنة أو سالبة . تتكون السحب الموجبة الشحن بتكاثف بخار الماء المتصاعد في طبقات الجو العليا - أما السحب السالبة فهي تنتج من الضباب وتتكون على سطح الأرض ويشحن بالمس بكهربية الأرض السالبة ويصعد مشحوناً إلى الجو ... وضح كيف تعمل مانعة الصواعق عندما تكون السحابة سالبة من أسفل

# الكميات الكهربية الأساسية:

## ١- كمية الشحنة الكهربية (ش)

هي عدد الإلكترونات أو الكولومات المارة بمساحة مقطع معين لموصل والكولوم هو الوحدة العملية لكمية الشحن الكهربية ويساوي كمية الشحن في عدد القدرة ٦,٢٥ × ١٠ ^١٨ إلكترون وعليه تكون شحنة الإلكترون الواحد بالكولوم

$$= \frac{١}{٦,٢٥ \times ١٠^{١٨}} = ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$$

ش كولوم = عدد الإلكترونات × $١,٦ \times ١٠^{-١٩}$

وتستخدم أيضاً في البطاريات وحدة عملية أكبر لكمية الشحن الكهربية تسمي (أمبير . ساعة)

الأمبير . ساعة = ٦٠ × ٦٠ أمبير . ثانية = ٣٦٠٠ كولوم

## ٢- الجهد الكهربائي – فرق الجهد – القوة الدافعة الكهربية :

يتولد الجهد الكهربائي بفصل الشحنات أي بفصل الشحنات الموجبة والسالبة الموجودة في الذرة المتعادلة عن بعضها البعض ولابد لتنفيذ هذا الفصل من بذل شغل (طاقة) ولا يمكن أن ينشأ الجهد إلا بين نقطتين في دائرة أو بين موصلين . وكما ذكرنا في فقرة الكهربية الاستاتيكية أن فرق الجهد بين نقطتين هو الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات (الكولوم) بين النقطتين .

فرق الجهد (ف) = شغل أو طاقة ÷ كمية الشحن = ط جول ÷ ش كولوم ويسمى المقدار جول ÷ كولوم بالفولت (من فولتا عالم فيزيائي إيطالي ١٧٤٥– ١٨٢٧)

ف = ط ÷ ش فولت

ط = ف ش جول

ش = ط ÷ ف كولوم

## القوة الدافعة الكهربية (ق . د . ك)

هي الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات داخل وخارج المصدر الكهربائي أي في جميع أجزاء الدائرة الكهربية ويقاس فرق الجهد والقوة الكهربية بالفولت بجهاز يسمى الفولتميتر وتوصل مباشرة بين النقطتين المراد قياس الجهد أو فرق الجهد أو القوة الدافعة الكهربية بينهما .

في التطبيق العملي قيمة الجهد المسجل بالفولت على لوحة المولد أو القيمة المطبوعة على جسم بطارية تعني القوة الدافعة الكهربية للمولد أو البطارية ويمكن قياس القوة الدافعة لمولد أو بطارية بقياس فرق الجهد بين طرفيه بدون توصيل أي حمل (الدائرة الخارجية مفتوحة غير موصلة) وعند توصيل حمل (مقاومة) إلى دائرة المصدر فإن قراءة الفولتميتر الموصل بين طرفي المصدر يقرأ فرق الجهد بين طرفي الحمل (المقاومة الخارجية) وتكون أقل من قيمة القوة الدافعة الكهربية بمقدار هبوط الجهد في المقاومة الداخلة للمصدر .

**مثال :**

كتب على بطارية سيارة المواصفات التالية (12 V 60A . h 1) إذا شحنت البطارية بكامل شحنتها .

١. ماذا تعني العبارة (12 V 60A . h 1) .

٢. أوجد كمية الشحن بالكولوم المخزنة بالبطارية .

٣. أوجد كمية الشحن بعدد الإلكترونات .

٤. الطاقة المخزنة بالجول في البطارية .

**الحل :**

١. العبارة تعني أنه إذا شحنت البطارية إلى قوة دافعة كهربية مقدارها ١٢فولت فإن

الشحنة المخزنة تكون ٦٠ أمبير . ساعة .

٢. ١ أمبير . ساعة = ٣٦٠٠كولوم

٦٠ أمبير . ساعة = ٦٠ × ٣٦٠٠ كولوم = ٢١٦٠٠٠ كولوم

٣. ١ كولوم = ٦,٢٥ ×١٠ $^{١٨}$ إلكترون

عدد الإلكترونات في ٢١٦٠٠٠كولوم = ٢١٦٠٠٠ × ٦,٢٥ ×١٠ $^{١٨}$

= ١٣٥٠٠٠٠ ×١٠ $^{١٨}$ = ١٣٥ ×١٠ $^{٢٢}$

٤. ط = ش × ف = ٢١٦٠٠٠ × ١٢ = ٢٥٩٢٠٠٠جول

## ٣- التيار الكهربي :

التيار الكهربي هو حركة حاملات الشحن الكهربائية الموجة في الموصلات الكهربائية وحاملات الشحن الكهربائية هي :

١- الإلكترونات في الموصلات الكهربائية (معدنية أو فلزية) .

٢- ألايونات في السوائل الموصلة وفي الغازات (الايون يعني في اليونانية متجول والايون هو ذرة فقدت أو اكتسبت الكتروناً)

٣- الإلكترونات والفجوات في أشباه الموصلات (الفجوة عبارة عن غياب أو فقد أو نقص في عدد الكترونات فتكون الذرة بمثابة شحنه كهربائية موجبة )

عندما تتحرك الإلكترونات في موصل معدني في اتجاه واحد فقط في مسار مواز لمحور الموصل فإن التيار الذي يمر يسمي تياراً مستمراً أو مباشراً Direct Current ويختصر DC. أما إذا كانت الإلكترونات تتحرك في اتجاه معين لفترة من الزمن ثم تعود لتغير اتجاه سيرها إلى الاتجاه المعاكس لفترة أخرى من الزمن فإن هذا التيار يسمي تياراً متغيراً أو متردداً أو متناوباAltemeting Current ويختصر AC ويجدر بالذكر هنا أن التيار الكهربائي الموصل إلى المنازل من النوع المتردد بينما التيار الذي يمكن أخذه من البطاريات فهو تيار مباشر .

## شدة التيار (ت)

شدة التيار الكهربي لموصل معدني تقدر بكمية الشحن الكهربية (الإلكترونات في هذه الحالة) خلال مقطع معين من موصل في الثانية الواحدة

شدة التيار (ت) = كمية الشحن ÷ الزمن = ش كولوم ÷ ز ثانية ويسمي المقدار كولوم ÷ ثانية بالأمبير وأمبير عالم فيزيائي فرنسي (١٧٥٥- ١٨٣٦)

ت = ش ÷ ز أمبير

ش= ت ز كولوم

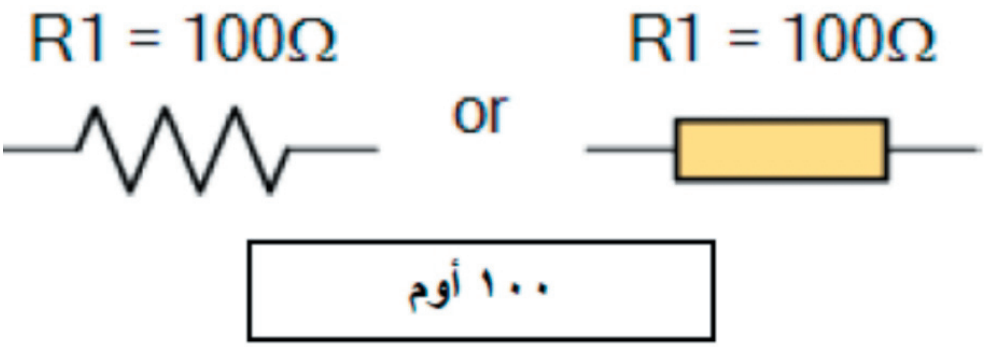
ز = ش ÷ ت ثانية

وتقاس شدة التيار بجهاز يسمي الاميتر ويدخل في الدائرة بعد فتح الدائرة في أي نقطة في مسار التيار المراد قراءة شدة تياره .

## ٤- المقاومة الكهربائية :

هى واحدة من أهم عناصر الدائرة الكهربية، إذ عن طريقها يتم التحكم فى التيار والجهد فى الدائرة الكهربية. وللمقاومة الكهربية مواصفات عديدة منها القيمة والقدرة (Power) ومادة الصنع ونسبة التفاوت والشكل وهل هى ثابتة أم متغيرة.

يرمز للمقاومة الكهربائية بالرمز (م) وتقاس بجهاز الأوميتر و وحدة قياسها هى الأوم ويرمز له بالرمز" Ωι" والمقاومات الكبيرة تقاس بالكيلو أوم (الكيلو أوم =١٠٠٠ )، أو الميجا أوم (الميجا= ١٠٠٠٠٠٠)، وتأخذ الرمز كما بالشكل التالى:




شكل (٩) : رمز المقاومة الكهربائية

توصف المقاومة الكهربائية بقيمتها وكذلك بقدرتها الكهربية، وعلى سبيل المثال، يقال المقاومة ١٠٠ أوم، ٢ واط. ويعنى هذا أن قيمة المقاومة ١٠٠ Ω وتتحمل قدرة كهربية ٢واط، الأمر الذى يمكننا من معرفة أقصى تيار تتحمله المقاومة حتى لا تتلف بمعرفة الجهد الواقع عليها.

وهنالك ألوان على سطح المقاومة تمكن المستخدم من معرفة قيمتها ودقتها أو نسبة التفاوت فيها.

يمكن قراءة قيمة المقاومة من تعلم كود الألوان، والجدول التالى يوضح خواص المقاومة الكهربائية:

**جدول رقم ( ٣)**

| الوصف | الخاصية |
|---|---|
| يعبر عن القيمة المطلوبة بالأوم (Ωι) أو الكيلو أوم (KΩι) أو الميجا أوم (MΩι) | المقاومة |
| هى القدرة القصوى التى تبددها المقاومة<br>قد = تXج = $ت^2$ م = $\frac{ج^2}{م}$ | القدرة (Power) |

| | |
|---|---|
| التفاوت | هو الإنحراف الأقصى المسموح به عن القيمة المقروءة ( يعبر عنه كنسبة مئوية من قيمة المقاومة ٠/٠ ) ويكون بالزيادة أو النقصان |

## قـــانون أوم :

**يدرس العلاقة بين فرق الجهد بين طرفي موصل وشدة التيار فيه .**

## نص قانون أوم :

**عند ثبوت درجة الحرارة لموصل يتناسب فرق الجهد بين طرفيه تناسباً طردياً مع شدة التيار المار فيه .**

ف ∝ ت

ف = مقدار ثابت × ت ويطلق على: ف ÷ ت (المقدار الثابت) اسم مقاومة الموصل ومقاومة الموصل هي الممانعة لسريان التيار الكهربي ووحدتها الاوم (أوم Ohm) وأوم عالم فيزيائي ألماني (١٧٨٩– ١٨٥٤)

ف = ت × م فولت

ت = ف ÷ م أمبير

المقاومة م = ف ÷ ت أوم

في العادة تكون قيم المقاومات التي تستخدم في هندسة الإلكترونات بقيم عالية وبأحجام صغيرة بالمقارنة إلى المقاومات التي تستخدم في مجال الهندسة الكهربائية التي تكون بقيم صغيرة وبأحجام كبيرة .

ويجدر بنا التعرف على العوامل التي تؤثر على قيمة المقاومة :

١- طول الموصل (ل متر) تتناسب المقاومة مع طوله م ∝ ل

٢- مساحة المقطع للموصل (س) (مقاومة الموصل تتناسب تناسباً عكسياً مع مساحة مقطعه) م ∝ $\frac{١}{\text{س}}$

٣- نوع مادة الموصل (مقاومة الموصل تختلف باختلاف نوع مادته)

م ∝ $\frac{\text{ل}}{\text{س}}$

م = مقدار ثابت × ل ÷ س

المقدار الثابت يتوقف على نوع مادة الموصل ويسمي المقاومة النوعية م$_{ن}$

م = م$_{ن}$ × ل ÷ س أوم

والمقاومة النوعية م$_{ن}$ هي مقاومة موصل طوله واحد متر ومساحة مقطعه واحد متر مربع عند درجة حرارة ٢٠م ووحدة المقاومة النوعية م$_{ن}$ = م س ÷ ل = أوم . متر$^{٢}$ ÷ متر = أوم . متر

يطلق على مقلوب المقاومة النوعية أسم الموصلية الكهربائية بينما يسمي مقلوب قيمة المقاومة (١÷ م) بالمواصلة وتقاس المواصلة الكهربائية بوحدة سمينز (سمينز مهندس الماني ١٨١٦- ١٨٩٢) أو الموأ (Mho) وهي عكس كلمة أوم (Ohm) .

٤- درجة الحرارة : تزداد مقدار الموصل المعدني بزيادة درجة حرارتها. المعامل الحراري للمقاومة أو معامل المقاومة الحراري هو مقدار التغير في مقاومة موصل مقاومته واحد أوم عند ارتفاع درجة حرارته درجة واحدة مئوية، إذا قيس قيمة ومقاومة موصل ما وهي باردة م ب أوم عند درجة د$_{١}$ وسخت المقاومة إلى درجة د$_{٢}$ وكانت مقاومتها وهي ساخنة م$_{س}$ أوم.

التغير في قيمة المقاومة نتيجة للتسخين = (م$_{س}$ – م$_{ب}$ ) أوم

التغير في قيمة درجة الحرارة = (د$_{٢}$ – د$_{١}$) درجة

التغير في قيمة المقاومة لكل درجة = م$_{س}$ – م ب ÷ د$_{٢}$ – د$_{١}$ أوم / د$^{\circ}$

التغير في قيمة المقاومة لكل درجة لكل أوم

(م س – م ب) ÷ (د$_{٢}$ – د$_{١}$) × م ب ÷ د$^{٢}$ = المعامل الحراري

$$\text{المعامل الحراري للمقاومة} = \frac{\text{التغير في قيمة المقاومة}}{\text{قيمة المقاومة الابتدائية} \times \text{التغير في درجة الحرارة}} = \frac{١}{\text{د}}$$

## الطاقة :

عند إمرار تيار كهربي في مقاومة نشاهد ارتفاع درجة حرارة المقاومة وقد يتوهج ويقال عندئذ أن الطاقة الكهربية تحولت إلى طاقة حرارية ويفسر ذلك بأنه عند توصيل المقاومة لمصدر كهربي تتحرك جميع الإلكترونات الحرة في المقاومة فتزداد سرعة تذبذب هذه الذرات فتتولد كمية معينة من الحرارة في المقاومة فترتفع درجة حرارته .

نفرض أن مصدر كهربياً قد وصل بطرفي مقاومة لمدة من الزمن قدراها (ن) ثانية فأحدث بين طرفي المقاومة فرقاً في الجهد قدرة (ف) فولت ومر به تيار شدته (ت) أمبير

كمية الكهربية المارة في المقاومة ش = ت × ن كولوم

ولكن فرق الجهد ف = ط ÷ ش فولت

ط = ف × ش جول = ف × ت × ن جول (١)

وهذا الشغل المبذول يساوي مقدار الكهربية المستمدة من المصدر والمستنفذة في المقاومة في شكل طاقة حرارية .

ومن قانون أوم: ج = ت × م وبالتعويض في (١)

الطاقة ط = ت$^{٢}$ × م × ن جول (٢)

أيضاً ت = ف ÷ م أمبير وبالتعويض في (١)

ط = ف$^{٢}$ ÷ م × ن جول (٣)

## ٥- القدرة الكهربائية (قد) :

تقاس القدرة لأي آلة بمقدار الشغل (الطاقة) المبذول بهذه الآله في الثانية الواحدة ولما كان أي مصدر كهربائي سواء كان بطارية أو مولد كهربائي يبذل شغلاً لتحريك الإلكترونات في الدائرة الكهربية فإن الشغل الذي يبذله هذا المصدر في الثانية يسمى القدرة الكهربية .

$$\text{القدرة (قد)} = \frac{\text{الطاقة}}{\text{الزمن بالثواني}} = \frac{\text{ط}}{\text{ن}} = \frac{\text{ف} \times \text{ت} \times \text{ن}}{\text{ن}} \quad \frac{\text{جول}}{\text{ثانية}} = \text{ف} \times \text{ت} \quad \frac{\text{جول}}{\text{ثانية}}$$

ويسمى المقدار جول ÷ ثانية بالواط

القدرة قد = ف × ت واط

= ت$^{٢}$ × م واط

= ف$^{٢}$ ÷ م واط

يكتب عادة على جميع الأجهزة الكهربية قدرتها بالواط أو بالكيلوواط وكذلك فرق الجهد الذي يعمل على تشغيله بالفولت . فإذا كتب على مصباح كهربي (٤٠ واط ، ٢٤٠فولت) معنى ذلك أن المصباح الكهربي يستهلك في الثانية الواحدة طاقة كهربية مقدارها ٤٠ جول عندما يوصل من طرفيه جهد ٢٢٠ فولت .

الوحدة التجارية لحساب الطاقة الكهربية بواسطة الإدارة المركزية هي الكيلوواط . ساعة . واحد كيلوواط . ساعة هو مقدار الطاقة المستنفذة في جهاز معين قدرته واحد كيلوواط استخدم لساعة .

واحد كيلوواط = ١٠٠٠ واط

واحد ساعة = ٣٦٠٠ ثانية

إذا استخدم جهاز قدرته واحد كيلوواط لمدة ساعة واحدة

الطاقة المستخدمة = ١٠٠٠ × ٣٦٠٠ = ٣٦٠٠٠٠٠ جول

الطاقة المستمدة ( بالكيلوواط . ساعة) = القدرة ( بالكيلوواط) × الزمن (بالساعات).

الإلكترون . فولت هو وحدة قياس الطاقة في مجال الفيزياء الذرية والنووية وهو مقدار الشغل المبذول لنقل شحنة إلكترونية بين نقطتين فرق الجهد بينهما واحد فولت .

الإلكترون . فولت = ش × جـ = ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ كولوم × ١فولت

= ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ كولوم . فولت

= ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ جول

**مثال :**

مكواة كهربائية كتب عليها (٢٢٠٠واط ٢٢٠فولت) جد

١. شدة تيار المكواة .

٢. مقاومة سلك المكواة .

٣. التكاليف إذا كان سعر واحد كيلو واط ساعة ٠,٢ جنيه . إذا عملت المكواة لمدة ٣ ساعات.

**الحل :**

١. القدرة = الجهد × التيار ، القدرة = ٢٢٠٠ واط ، الجهد = ٢٢٠ فولت

التيار = القدرة ÷ الجهد = ٢٢٠٠ ÷ ٢٢٠ = ١٠ أمبير .

٢. المقاومة = الجهد ÷ التيار = ٢١٠ ÷ ١٠ = ٢٢ أوم

أو القدرة = (الجهد)$^{٢}$ ÷ المقاومة

المقاومة = (الجهد)$^{٢}$ ÷ القدرة = $\frac{٢٢٠ \times ٢٢٠}{٢٢٠٠}$ = ٢٢ أوم

٣. التكلفة = الكيلو واط × عدد الساعات × سعر الكيلو واط

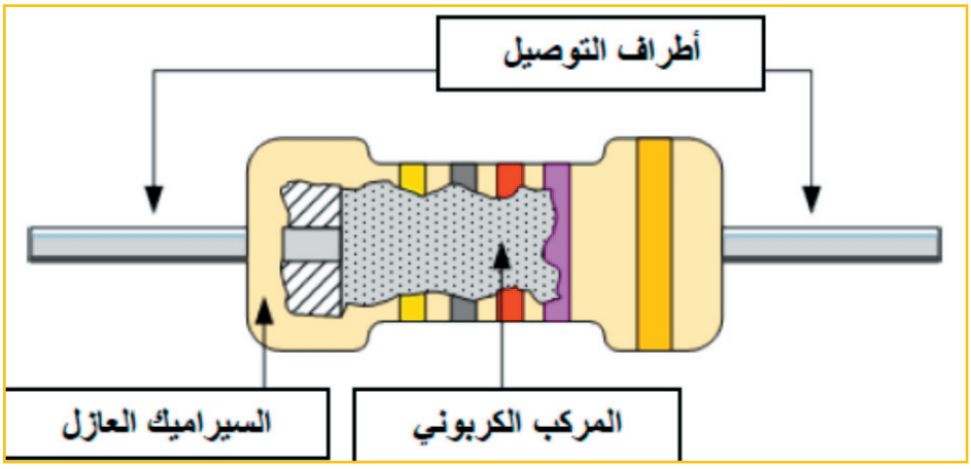
٢٢٠٠ ÷ ١٠٠٠ × ٣ × ٠,٢ = ١,٣٢ جنيه

## أنواع المقاومـــات:

تعمل بعض المقاومات كأحمال فى الدوائر الكهربية وفيها تتحول الطاقة الكهربية إلى طاقة حرارية (المكواة والفرن الكهربائى) وإلى طاقة حرارية وضوئية (مصابيح التنجستن المتوهجة). وفى بعض الدوائر تستخدم المقاومات للتحكم فى شدة التيار والجهد.

تتعدد أنواع المقاومات الكهربائية حسب المادة المصنوعة منها وطريقة استخدامها، ومعظم أنواعها هى:

١- **المقاومة الكربونية:** قضيب من السيراميك يرسب عليه مسحوق من الكربون وكلما زادت كمية الكربون كلما قلت قيمة المقاومة ويفضل استخدامها لأنها أصغر فى الحجم وتكلفة صناعتها قليلة، ودائماً تكون مقاومات ثابتة.

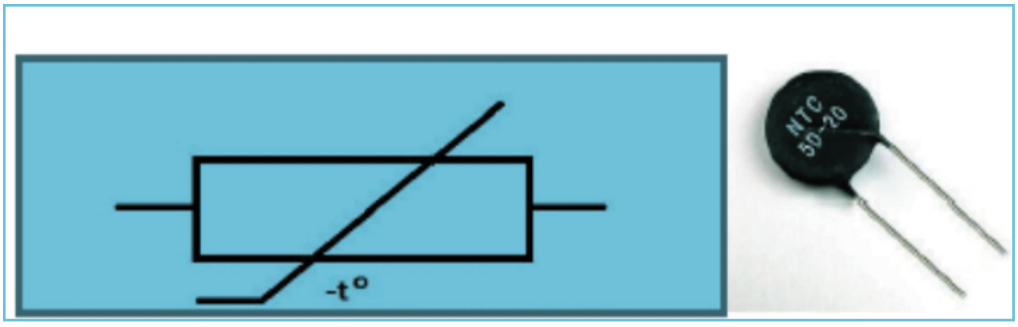



شكل (١٠): تركيب المقاومة الكربونية

٢- **المقاومة السلكية:** عبارة عن سلك طويل عادة من النيكل كروم ويلف على قالب من السيراميك وتكون أكثر إستقراراً و أكثر دقة من المقاومة الكربونية ولكنها أكبر حجماً و أكثر تكلفة ويوجد منها نوعين:

- مقاومة ثابتة
- مقاومة متغيرة

٣- **المقاومة الحرارية:** هى المقاومة التى تتغير قيمتها بتغير درجة الحرارة عليها، ومن أشهر أنواعها المقاومة الحرارية السالبة، أما كلمة مقاومة سالبة فنقصد أنها مع زيادة حرارتها تقل قيمتها.

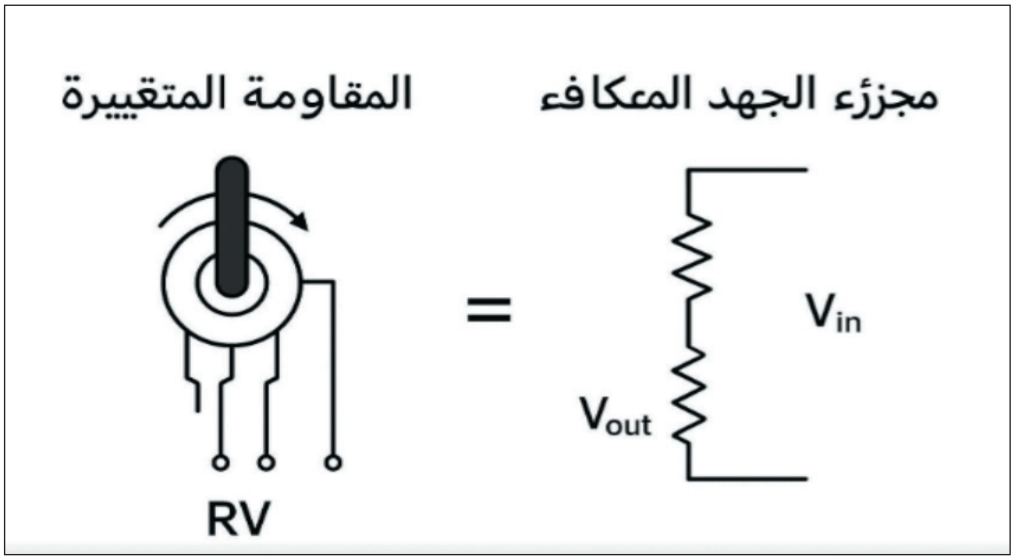



شكل (١١) : رمز وشكل المقاومة الحرارية السالبة

٤- **المقاومة الضوئية:** تصنع من مادة حساسة للضوء، المقاومة الضوئية (Light Dependent Resistor) ويرمز لها إختصاراً (LDR)، هى مقاومة كهربائية تقل مقاومتها عند شدة سطوع الضوء عليها.

٥- **المقاومة المتغيرة:** هى مكون كهربائى يسمح بتغيير قيمة المقاومة يدوياً ضمن مدى معين ، مما يتيح التحكم فى شدة التيار أو الجهد فى الدائرة .تستخدم للحصول على قيمة متغيرة من المقاومة وهذه المقاومات تسمى (مجزئ الجهد) وهى تكون جزء من اللفة أو لفةكاملة أو عدة لفات من سلك المقاومة و تتوافر المقاومات المتغيرة فى أشكال مختلفة وأكثرها شيوعاً هى مجزئات الجهد ذوات المسارات الكربونية وذوات الأسلاك الملفوفة.

المقاومة المتغيرة هى مقاومة ذات ثلاث أطراف وتعمل كمجزئ للجهد، وفى حالة استخدام طرفين إثنين منهم ( حيث يوصل الطرف الاوسط بأحد الطرفين)، أحدهما ثابت والآخر منزلق متحرك، فهو يعمل كمقاومة متغيرة أو ريوستات.




شكل (١٢): المقاومة المتغيرة والدائرة المكافئة لها كمجزئ للجهد

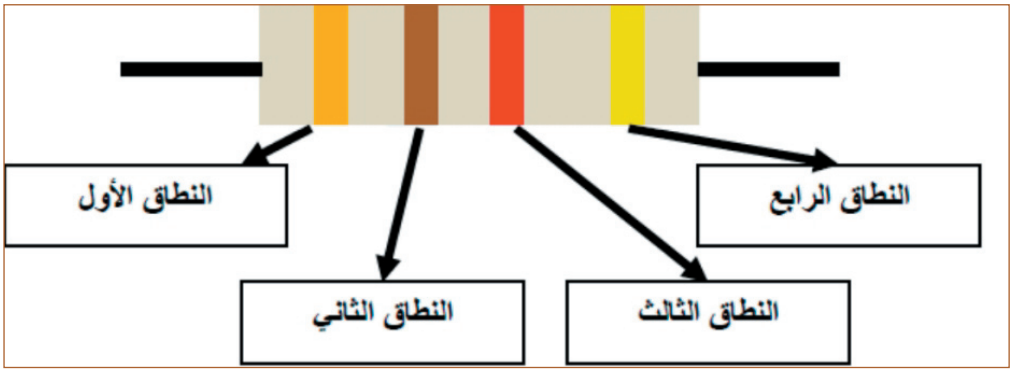
تحديد قيمة المقاومة باستخدام كود الألوان (color code): (بعد صفحة ١٠٩ وقبل التقويم)

توضع خطوط لونية على المقاومات الكربونية والمقاومات السلكية للإشارة إلى قيمتها وتفاديها. هناك طريقتان معتمدتان فى الترميز اللونى وهما: المقاومات رباعية النطاقات والمقاومات خماسية النطاقات اللونية. وهنا سنكتفى بدراسة المقاومات راعية النطاقات اللونية.

## المقاومات رباعية النطاقات اللونية:

توضع ألوان مختلفة على جسم المقاومة بنظام خاص وبواسطة هذه الألوان يمكننا معرفة قيمة المقاومة. الألوان تكون على شكل خطوط دائرية. النطاق الاول والثانى توضع له أرقام حسب اللون كما مبين بالجدول، بينما النطاق الثالث (معامل الضرب) وفيه توضع عدداً من الأصفار يساوى الرقم المناظر للون كما مبين بالجدول أيضاً، وأخيراً النطاق الرابع فيمثل التفاوت (الدقة) وتكون المسافة بينه وبين باقى الخطوط أكبر، ويكون ٥٪ للون الذهبى، ١٠٪ للون الفضى، ٢٠٪ عند عدم وجود اللون كما فى الجدول (٤)

شكل (١٤): المقاومات الرباعية النطاقات اللونية

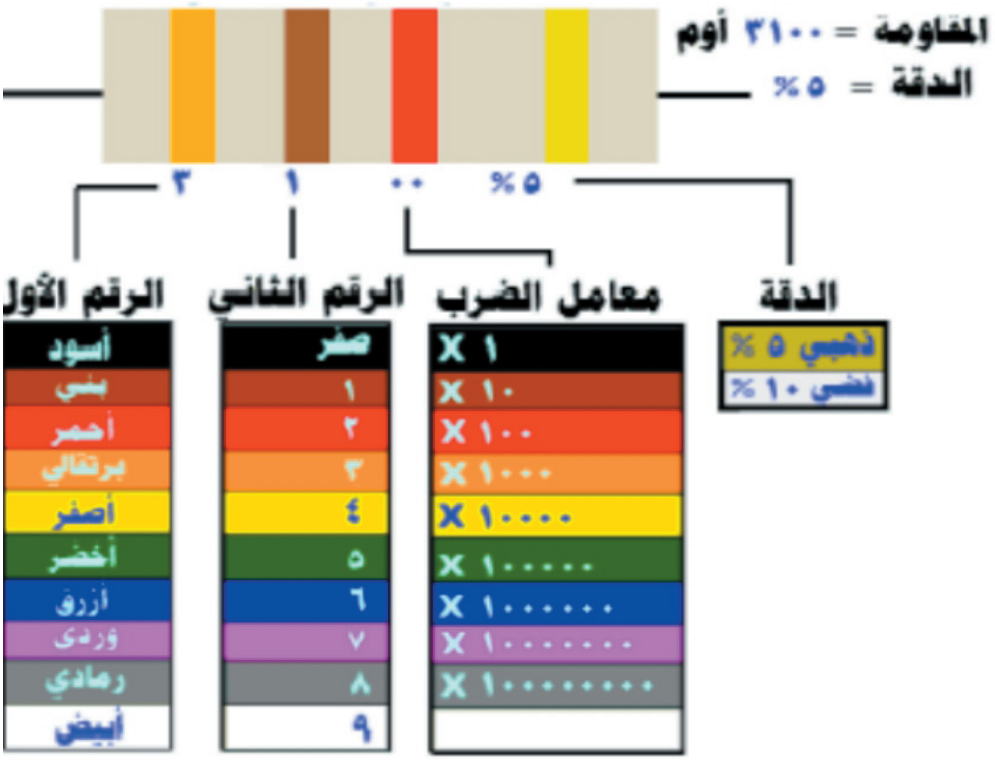



شكل (١٥): المقاومات ذات النطاقات الأربعة

جدول رقم (٤): كود المقاومات رباعية النطاق

| اللون | Color | النطاق | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | الأول | الثاني | الثالث (معامل الضرب) | الرابع (التفاوت) |
| الأسود | Black | ٠ | ٠ | ١ | - |
| البني | Brown | ١ | ١ | ١٠ | %١ (-/+) |
| الأحمر | Red | ٢ | ٢ | ١٠٠ | %٢ (-/+) |
| البرتقالي | Orange | ٣ | ٣ | ١٠٠٠ | |
| الأصفر | Yellow | ٤ | ٤ | ١٠٠٠٠ | |
| الأخضر | Green | ٥ | ٥ | ١٠٠٠٠٠ | |
| الأزرق | Blue | ٦ | ٦ | ١٠٠٠٠٠٠ | |
| البنفسجي | Violet | ٧ | ٧ | ١٠٠٠٠٠٠٠ | |
| الرمادي | Gray | ٨ | ٨ | ١٠٠٠٠٠٠٠٠ | |
| الأبيض | White | ٩ | ٩ | ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠ | |
| الذهبي | Gold | - | - | - | %٥ (-/+) |
| الفضي | Silver | - | - | - | %١٠ (-/+) |
| لا لون | No Color | - | - | - | %٢٠ (-/+) |

مثال (١) : أوجد قيمة المقاومة حسب الشكل التالى:




شكل (١٦): حساب قيمة المقاومة حسب كود الألوان الرباعية

النطاق الأول برتقالى =٣

النطاق الثانى بنى = ١، أى أول رقمين من قيمة المقاومة ٣١

النطاق الثالث أحمر أى أضرب فى ١٠٠

فتكون قيمة المقاومة ٣١X ١٠٠ = ٣١٠٠ أوم

النطاق الرابع ذهبى يعنى أن قيمة المقاومة يمكن أن تختلف بمقدار ٥٪ (+/- ١٠٠ أوم) أى أن قيمة المقاومة الحقيقية يمكن أن تكون بين ٢٩٤٥ و ٣٢٥٥ أوم

مثال (٢): جد قيمة المقاومة حسب الشكل (١٧):

شكل (١٧)

النطاق الأول أحمر = ٢

النطاق الثانى أخضر = ٥، أى أول رقمين من قيمة المقاومة ٢٥

النطاق الثالث أحمر أى أضرب فى ١٠٠

فتكون قيمة المقاومة ٢٥ X ١٠٠ = ٢٥٠٠ أوم

النطاق الرابع ذهبى يعنى أن قيمة المقاومة يمكن أن تختلف بمقدار ٥٪ (+/- ١٢٥) أى أن قيمة المقاومة الحقيقية يمكن أن تكون بين بين ٢٣٧٥ و ٢٦٢٥ أوم.

## توصيل المقاومات :

إذا كان لدينا عدة مقاومات معلومة القيمة والمطلوب الحصول منها على مقاومة كبيرة أو صغيرة فإنها توصل معاً على التوالي أو على التوازي أو توصيل مركب .

### أولاً التوصيل على التوالي :

لتوصيل المقاومات (م١ ، م٢ ، م٣ ) على التوالي يوصل أحد طرفي المقاومة م١ بأحد طرفي المقاومة م٢ بأحد طرفي المقاومة م٣ .... وهكذا .

## مميزات التوصيل على التوالي :

شدة التيار (ت) في كل مقاومة تساوي شدة تيار الدائرة .

فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة يختلف باختلاف المقاومات $م_1$ ، $م_2$ ، $م_3$ ... الخ ومجموعهما يساوي الجهد الكلي بين طرفي المجموع :

$ف = ف_1 + ف_2 + ف_3 + ... + ف_ن$ ومن قانون أوم

ت م الكلية = ت $م_1$ + ت $م_2$ + ت $م_3$ + ... + ت م ن حيث ن أي عدد من المقاومات .

وبالقسمة على (ت) ينتج أن م $_ك$ = $م_1$ + $م_2$ + $م_3$ + ... + م $_ن$ .

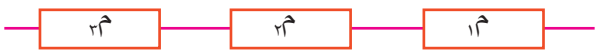
أي أن المقاومة الكلية المكافئة م ك لعدة مقاومات متصلة على التوالي يساوى مجموع هذه المقاومات .

إذا كانت المقاومات متساوية فإن م $_ك$ = قيمة المقاومة الواحدة × عدد المقاومات ويلاحظ أنه عند توصيل عدة مقاومات على التوالي في دائرة كهربية تزيد قيمة المقاومة الكلية .

إحدى توصيلة التوالي الشائعة هي لمبات شجرة عيد الميلاد أو لمبات الزينة عندما تتلف إحدى اللمبات تنطفي بقية اللمبات .

توصل بعض الأحيان لمبات ممر الطائرات ولمبات الشوارع على التوالي لطول الدائرة ولتقليل المفاقيد باستخدام جهد عالي وتيار قليل .

التوصيل على التوالي



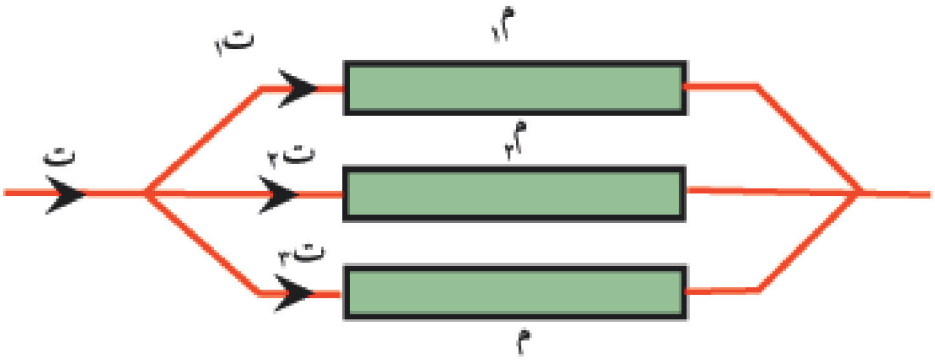

**ثانياً : التوصيل على التوازي :**

## مميزات التوصيل على التوازي :

١ . فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة ثابت لا يتغير وقيمته تساوي فرق الجهد الكلي (ف) بين طرفي المجموعة .

٢. شدة التيار (ت) تتوزع إلى ت١ ، ت٢ ، ت٣ ... في الفروع المختلفة .

٣. قيمة المقاومة المكافئة تكون أقل من قيمة أصغر مقاومة في المجموعة




$ت_١ = \frac{ف}{م_١}$ أمبير ، $ت_٢ = \frac{ف}{م_٢}$ ، $ت_٣ = \frac{ف}{م_٣}$

$ت = ت_١ + ت_٢ + ت_٣ = \frac{ف}{م_١} + \frac{ف}{م_٢} + \frac{ف}{م_٣} + ...$

وبالقسمة على ف $\frac{ف}{م_ك} = \frac{ف}{م_١} + \frac{ف}{م_٢} + \frac{ف}{م_٣}$

$\frac{١}{م_ك} = \frac{١}{م_١} + \frac{١}{م_٢} + \frac{١}{م_٣}$

أي أن مقلوب المقاومة الكلية المكافئة لعدة مقاومات متصلة على التوازي تساوي مجموع مقلوبات هذه المقاومات لعدة مقاومات متساوية موصلة على التوازي

المقاومة الكلية م ك = $\frac{\text{قيمة المقاومة الواحدة}}{\text{عدد المقاومات}}$

إذا وصلت مقاومتين على التوازي $\frac{1}{م_{ك}} = \frac{1}{م_{1}} + \frac{1}{م_{2}} = \frac{م_{1} + م_{2}}{م_{1} \times م_{2}}$

$م_{ك} = \frac{م_{1} \times م_{2}}{م_{1} \times م_{2}}$ المقاومة المكافئة $= \frac{\text{حاصل ضرب المقاومتين}}{\text{مجموعهما}}$

يتوزع التيار الكلي (ت) بين المقاومات المتصلة على التوازي بحيث أن فرق الجهد بين أي مقاومة = فرق الجهد الكلي .

$ت_{1} م_{1} = ت_{2} م_{2} = ت م_{ك}$

$ت_{1} = \frac{ت \times م_{ك}}{م_{1}}$ وبالمثل $ت_{2} = \frac{ت م_{ك}}{م_{2}}$ ، $ت_{3} = \frac{ت م_{ك}}{م_{3}}$

أي أن التيار في أي فرع $= \frac{\text{التيار الكلي في المقاومة الكلية}}{\text{مقاومة الفرع}}$

عادة توصل جميع المصابيح والأدوات والأجهزة الكهربائية على التوازي للأسباب الآتية:

١. تعمل جميعها بفرق جهد واحد وهو فرق الجهد الذي يعطيه المنبع .

٢. يمكن تشغيل كل جهاز بمفرده .

٣. إذا حدث تلف في أحد المصابيح أو الأجهزة يمكن تشغيل بقية المصابيح والأجهزة.

**أمثلة محلولة :**

١- وصلت ثلاث مقاومات قيمتها ٢، ٤ ، ٨ على الترتيب على التوالي بين طرفي مصدر جهده ١٤فولت . جد المقاومة الكلية والتيار الكلي وفرق الجهد بين طرفي كل مقاومة.

**الحل**

المقاومة الكلية = $م_{ك}$ = $م_{١}$ + $م_{٢٣}$ = ٢+ ٤+ ٨ =١٤أوم

التيار الكلي = الجهد الكلي / المقاومة الكلية = ف / $م_{ك}$ = ١٤ / ١٤ = ١ أمبير

الجهد بين طرفي $م_{١}$ = ت $م_{١}$ = ١×٢ = ٢ فولت

الجهد بين طرفي $م_{٢٣}$ = ت $م_{٢٣}$ = ١× ٤= ٤ فولت

الجهد بين طرفي $م_{٢٣}$ = ت $م_{٢٣}$ = ١×٨ = ٨ فولت

٢- وصلت ثلاث مقاومات $م_{١}$ = ١٢٠م ، $م_{٢}$ = ٤أوم ، $م_{٣}$ = ٥أوم على التوازي بين طرفي مصدر جهده ١٠فولتا . جد المقاومة الكلية والتيار الكلي والتيار في كل مقاومة .

**الحل :**

١ / $م_{ك}$ = ١ / $م_{١}$ + ١ / $م_{٢}$ + ١ / $م_{٣}$ = ١ / ٢٠ + ١ / ٤ + ١ / ٥ = ١ + ٥ + ٤ / ٢٠ = ١٠ / ٢٠

$م_{ك}$ = ٢٠ / ١٠ = ٢ أوم قيمتها أصغر من أصغر مقاومة في المجموعة

ت = ف / $م_{ك}$ = ١٠ / ٢ = ٥ أمبير

$ت_{١}$ = ف / $م_{١}$ = ١٠ / ٢٠ = ١ أمبير

$ت_{٢} = \frac{ف}{م_{٢}} = \frac{١٠}{٤} = ٢,٥$ أمبير

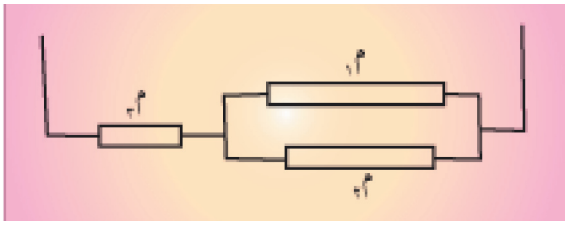
$ت_{٣} = \frac{ف}{م_{٣}} = \frac{١٠}{٥} = ٢$ أمبير

## ثالثاً : التوصيل المركب (المختلط)

يتكون التوصيل المركب من توصيل دائرة واحدة على التوالي وأخرى على التوازي على الأقل معاً.

لإيجاد المقاومة الكلية للدائرة في الشكل (أ) نحسب أولاً قيمة المقاومة لتوصيلة التوازي ثم على التوالي مع $م_{٣}$

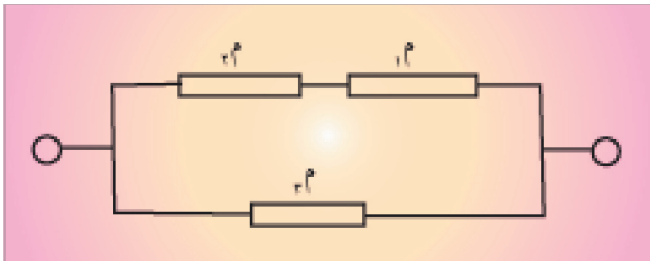
$$م_{ك} = \frac{م_{١} \times م_{٢}}{م_{١} + م_{٢}} + م_{٣}$$




الشكل (أ)

أما لإيجاد قيمة المقاومة الكلية للشكل (ب) نسحب أولاً قيمة توصيلة التوالي $م_{١}$ ، $م_{٢}$ ثم على التوازي مع $م_{٣}$

$$م_{ك} = \frac{(م_{١} + م_{٢}) \times م_{٣}}{(م_{١} + م_{٢} + م_{٣})}$$




**مثال :**

بيّن كيف توصل ثلاث مقاومات في دائرة كهربية إذا كانت قيمتها على الترتيب ٨ ، ١٦، ٢٤ أوم بحيث تكون مقاومتها الكلية (المكافئة) ٢٢أوم وإذا كانت شدة التيار المار فيها ٨أمبير فأوجد شدة التيار في كل مقاومة وفرق الجهد بين طرفي كل مقاومة .

**الحل :**

١- لا توصل المقاومات على التوالي لان مقاومتها الكلية تكون أكبر من ٢٢أوم .

٢- توصل المقاومتان (٨ ، ٢٤) على التوازي ثم توصل بهما على التوالي المقاومة ١٦أوم .

$$م_{ك} \text{ توازي} = \frac{٨ \times ٢٤}{٨ + ٢٤} = \frac{٨ \times ٢٤}{٣٢} = ٦ \text{ أوم}$$

$$م_{ك} = م_{ك} \text{ توازي} + ١٦ = ٦ + ١٦ = ٢٢ \text{ أوم}$$

الجهد الكلي بين طرفي المجموعة = ت × $م_{ك}$ = ٨ × ٢٢ = ١٧٦ فولت

الجهد بين طرفي المقاومة ١٦أوم = ٨ × ١٦ = ١٢٨ فولت

الجهد بين طرفي مجموعة التوازي = ١٧٦ – ١٢٨ = ٤٨ فولت

في مجموعة التوازي

$ت_{١م_{١}} = ت_{٢م_{٢}} = ت م_{ك}$

$$ت١ = \frac{ت م ك}{م_{١}} = \frac{٨ \times ٦}{٨} = ٦ \text{ أمبير}$$

$$ت_{٢} = \frac{ت\ م_{ك}}{م_{٢}} = \frac{٨ \times ٦}{٢٤} = ٢ \text{ أمبير}$$

## التقويـــــم

١- أكتب وحدات الكميات التالية :

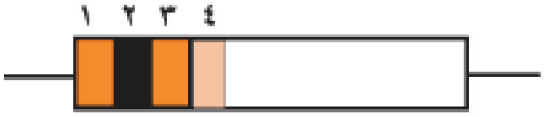
كمية الشحنة الكهربية – شدة التيار – فرق الجهد – القوة الدافعة الكهربية – الطاقة – القدرة – المقاومة – المقاومة النوعية – المواصلة الكهربائية – المعامل الحراري للمقاومة – درجة الحرارة المطلقة – الوحدة التجارية للطاقة.

٢- مصباح كهربي قدرته ٦٠ واط عندما يعمل على جهد ٢٤٠ فولت أوضيء لمدة ٥ ساعات جد :

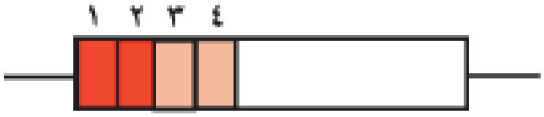
أ- مقاومة المصباح ب- تيار المصباح ج- تكاليف إضاءة المصباح إذا كان سعر الكيلو واط ساعة ٠,٢ جنيه . د- ما قيمة القدرة إذا انخفض الجهد إلى ٢٠٠ فولت

٣- جد قيم وتفاوت المقاومات التالية :

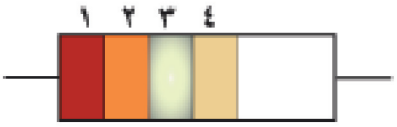
أ- ١- أزرق ٢- رمادي ٣- أخضر ٤- بني




ب- ١- برتقالي ٢- أسود ٣- برتقالي ٤- ذهبي



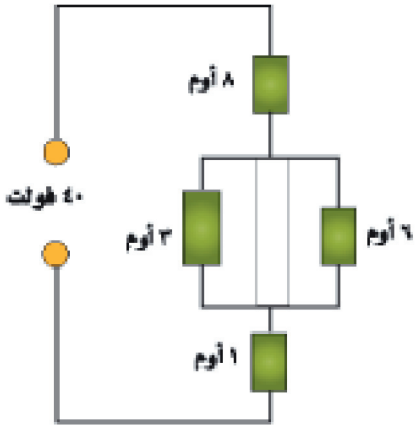

ج- ١- أحمر ٢- أحمر ٣- ذهبي ٤- ذهبي




د- ١- بني ٢- برتقالي ٣- فضي ٤- ذهبي

٤- اختار الإجابة الصحيحة من (أ ، ب ، ج ، د)

- شدة التيار الكلي في الدائرة الموضحة :



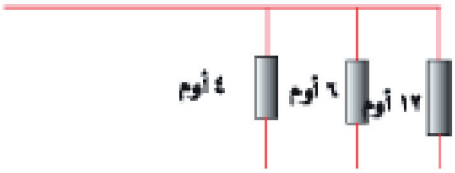

أ. ٢أمبير

ب. ٣أمبير

ج. ٤أمبير

د. ٥أمبير

٥- المقاومة الكلية للدائرة الموضحة :



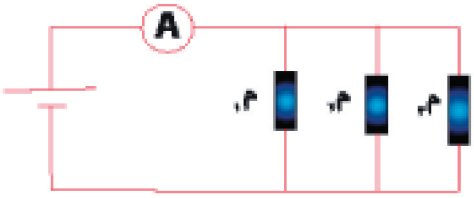

أ. ٢أوم

ب. ٤أوم

ج. ٦أوم

د. ٨أوم

٦- إذا أضيفت مقاومة أخرى على التوازي مع المقاومة م$_{٣}$ فإن قراءة الأميتر سوف :




أ. تزيد

ب. تنقص

ج. تبقي كما هي

د. تنهار إلى الصفر .

٧- في دائرة توازي تشمل ٤أوم ، ٥أوم ، ٦أوم فإن شدة التيار:

أ. تكون الأكبر خلال المقاومة ٤أوم.

ب. تكون الأقل خلال المقاومة ٤أوم.

ج. تكون الأكبر خلال المقاومة ٦أوم.

د. تكون متساوية في المقاومات.

٨- ثلاثة مقاومات قيمتها ٢أوم ، ٤أوم ، ٦أوم على الترتيب وصلت على التوازي ما المقاومة التي تمتص القدرة الأكبر :

أ. المقاومة ٢أوم ب. المقاومة ٤أوم ج. المقاومة ٦أوم د. متساوية لكل المقاومات .

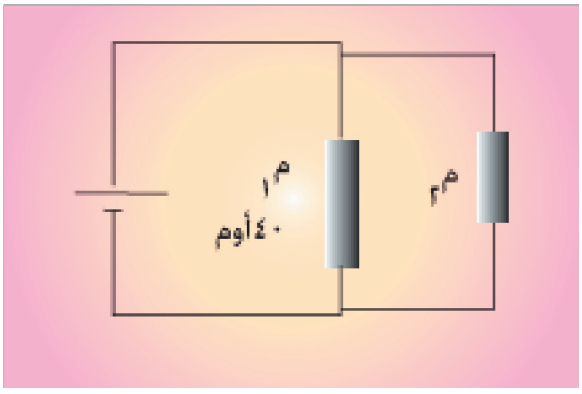
٩- إذا كانت المقاومة الكلية للدائرة الموضحة ٢٤أوم ما قيمة المقاومة م$_{٢}$ .

أ. ١٦أوم

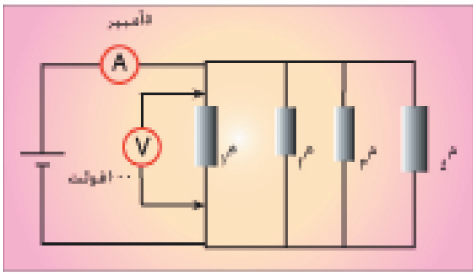
ب. ٤٠أوم

ج. ٦٠أوم

د. ٦٤أوم .



١٠- إذا كانت قيم المقاومات متساوية ما قيمة م٣ .



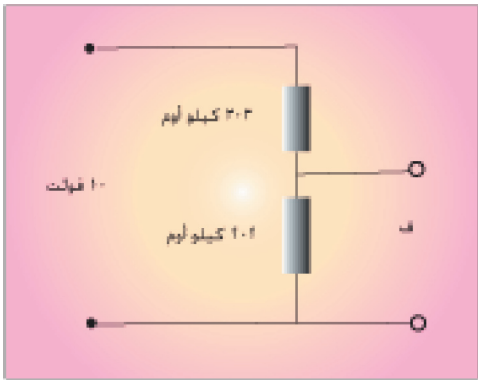

أ. ٥أوم

ب. ٢٠أوم

ج. ٦٠أوم

د. ٨٠أوم .

- فرق الجهد ف يساوي .




أ. ١٠فولت

ب. ٥فولت

ج. ٢٠٢فولت

د. ٤فولت .

# الوحدة الخامسة

## أساسيات الهندسة المدنية والعمارة

**أهداف الوحدة :**

**يتوقع منك عزيزي الطالب بعد دراستك لهذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:**

- تتعرف الهندسة المدنية والعمارة.
- تُعدد فروع الهندسة المدنية.
- تُقارن بين الهندسة المدنية والعمارة.
- تُعرِّف أنواع البناء اللاصقة.
- تُعرِّف المونة وأنواعها.
- تحدد أنواع أساسات الإنشاء.
- تعدد أنواع الطوب واستخدامته.
- تشرح المصطلحات الفنية لعمليات البناء.

# الهندسة المدنية والعمارة

## مقدمة

تسعى الهندسة المدنية والعمارة لاستخدام المواد للإنشاء والعمارة في تخطيط وبناء المدن، والطرق والأنفاق وتسهيل النقل والاتصال ، وتحسين البيئة . واستخدمت في العمارة الأخشاب والتبن والحجارة والحجر الرملي والأسفلت والأسمنت والخرسانة واللدائن والطوب والرخام والمعادن .

## الهندسة المدنية:

**الهندسة المدنية:** فرع الهندسة الذي يهتم بدارسة وتحليل، وتصميم، وتطوير مشاريع البنية التحتية.

مهدت الهندسة المدنية لازدهار الزراعة والصناعة والتجارة وكافة المهن. فمثلاً استخدم السابقون الأخشاب مع الطوب النيِّ والحجارة للبناء والتشييد بالإضافة للتبن والكلأ، وشيد الأقدمون الأبنية والقصور ودور العبادة من الحجارة، ثم استخدم الإغريق مونة الجير، واستنبط الرومان مونة الأسمنت الهيدروليكي لبناء القباب والقصور والمسارح والحمامات والقنوات المائية لأغراض الري والشرب والصرف، وطور الفينيقيون صناعة الزجاج بالنفخ ، مما مكن الرومان من صنع الألواح الزجاجية. وانبثقت نظرية استخدام أسياخ الصلب مع الخرسانة لتتحمل 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.

## فروع الهندسة المدنية:

**من أهمّ فروع الهندسة المدنية:**

- هندسة الإنشاءات ( المتعلقة بالمنشآت والمباني ، والجسور والقناطر، والأنفاق ) .
- هندسة الهيدروليكا ( لفنون الري والصرف والملاحة والسدود والخزانات والموانئ ونقل الموائع ).
- هندسة النقل والاتصالات ( في السكة حديد والطرق والمطارات ).

- الهندسة البيئية (لإمدادات ماء الشرب والري والصرف الصحي ومكافحة التلوث البيئي).

**العمارة:**

**العمارة:** فرع الهندسة الذي تهتم بتصميم الشكل الجمالي والوظيفي للمباني ويركز على التصميم الإبداعي وتوزيع المساحات والراحة والإضاءة والتهوية.

تحيط علوم العمارة بحيز الفضاء لتطويعه لخدمة أغراض تحسين الحياة والبيئة. واهتمت العمارة بطرق الإنشاء والزخارف والتصميم الداخلي والديكور للتأثيرات البصرية وتحقيق المنفعة والمتانة والجمال (نظرية العمارة السليمة لفتروفيوس). وعالجت العمارة الفراغات بزخرفة الأسطح والحوائط بالرسومات والنحت، وأدخل عامل الزمن لتطور المفهوم الفراغي في العمارة لإثرائها. وانتبهت العمارة إلى العناية بالعزل الحراري والجوي والصوتي 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 ( معبد أبي سنبل، وكنيسة أيا صوفيا، وضريح التاج محل، والمسجد الأموي بدمشق الذي يعد من الجوامع المستعرضة أي التي يواجه ضلعها الطويل القبلة لشرف الصلاة في الصف الأول) والقصور والقلاع والفنار (مثل فنار فاروس الرخامي اليوناني بالإسكندرية) ودور الحكم (البيت الأبيض بواشنطن ومبنى الكرملين بموسكو) والأبراج (برج إيفل بفرنسا وبيزا بإيطاليا) وناطحات السحاب الكريستالية في الولايات المتحدة الامريكية. ومن ثم انبثقت أفكار المنشأ الناجح الذي يكامل بين الإنسان والبيئة وتقانة البناء المعاصر لسعادة الإنسان ورخائه باستخدام التحليل والحساب والخيال وأعمال الفكر والعقل ، والإلهام، والوجدان والثقافة والبيئة المحلية والقيم والتراث .

ويبدو فن العمارة الإسلامية مختلفاً من عصر لآخر فالعمارة الأيوبية 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 ترسيخ ثوابت التراث والعقيدة والمناخ والجمال ومواد البناء المحلية وطرق الإنشاء التقليدية لتتمسك بالتوحيد وتؤكد البساطة وتتفرد بالوضوح وتنادي بالتواضع وتبشر بالمساواة وتدعو للسلام .

الهندسة المدنية والعمارة تخصصان مترابطان لكن مختلفان في المهام والأهداف فالهندسة المدنية تهتم بتصميم وبناء البنى التحتية ، فالعمارة تهتم بتصميم الشكل الجمالي والوظيفي.

# مواد البناء اللاصقة

## أ/ الأسمنت

### صناعة الأسمنت :

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

وفرن الأسمنت عبارة عن أسطوانة من الصلب طولها ١٥٠ متر وبقطر يبلغ ٤ أمتار . وتدور هذه الأسطوانة مائلة على محورها ببطء شديد حتى تنساب العجينة من الطرف العلوي للأسطوانة وفي أثناء انسيابها تمرالعجينة بدرجات حرارة عالية منبعثة من قاذفة لهب ضخمة مثبتة في الطرف الأسفل للفرن . وبفعل هذه الحرارة تنصهر العجينة وتتفاعل كيميائياً وتتحول إلى حصوات سمراء صغيرة تسمى زبد الفحم والمعدن ( Clinker ) . ثم يطحن الكلنكر مع نسب ضئيلة من الجبص في طواحين اسطوانية بها ريش لتكسير الكلنكر وسحقه 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 والسريع 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 بطحن كلنكر البورتلاندي العادي مع صلب الحديد بالإضافة إلى الجبص بنسب معينة .

٤- **أسمنت الخزانات ( Low heat cement ) :**

يستعمل 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 لمياه البحر ( Sea water resistant cement )**: مشهور بمقاومته العالية لمياه البحر

٦- **الأسمنت البورتلاندي سريع التصلد**: يمتاز بالتصلد السريع ويستعمل في الإنشاءات الخرسانية التي تقتضي ظروفها سرعة الإنجاز كتعبيد الطرق بالمدن الكبرى حتى لا تتأثر حركة المرور طويلاً .

٧- **الأسمنت العالي المقاومة** : يستعمل في الخزانات والسدود وذلك لمقاومته للضغط العالي .

## ب/ الجير وأنواعه :

١- **الجير الحي (أكسيد الكالسيوم)**: وهو المادة التي تنتج من حرق الحجر الجيري (كربونات الكالسيوم) حرقاً جيداً . ويجب أن يكون خالياً من الفحم والرماد والأتربة وأن يكون جميعه قابلاً للتفكك عند معالجته بالماء تفككاً تاماً.

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 وخال من الكتل أو المواد الغريبة التي قد تعوق استعماله .

وعلى كل حال يجب أن يطفأ الجير الحي بالماء العذب قبل استعماله بوقت كاف لتبريده. وأن تتوافر فيه صفات التجانس والإندماج والليونة وأن ينخل قبل الاستعمال وذلك للتخلص من المواد الصلبة والشوائب.

٣- **الجير المطفأ اللازم لأعمال البياض**: يؤخذ من ناتج طفي الجير الحي الحديث الحرق الناتج من أحجار صلبة متجانسة اللون. وبعد الطفي يصفى في أحواض خاصة به ويؤخذ من هذه الأحواض على شكل عجينة بالنسب والكميات المطلوبة ويجب ألا تقل نسبة هيدروكسيد الكالسيوم فيه **عن ٩٥٪ منه** .

## ج / الجبص والمصيص :

الجبص العادي هو نتيجة حرق كبريتات الكالسيوم (حجارة الجبص) ليتبخر منها الماء ثم تطحن بعد الحرق للدرجة المطلوبة في أفران مخصوصة.

من خصائص الجبص 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 .

ويتصلد كلية بعد مضي ثلاثين دقيقة من مزجه بالماء .

أما المصيص فهو نوع من الجبص النقي ناتج من حرق كبريتات الكالسيوم الأكثر نقاءً بعناية ثم تطحن لدرجة أكثر نعومة من الجبص العادي وهو ناصع البياض خال من الشوائب بطئ التصلد مقارنة بالجبص العادي . إذ أنه يتصلد بعد مضي إثنتي عشرة ساعة بعد مزجه بالماء .

# المونة

**المونة:** خليط هندسي يستخدم في البناء لربط وحدات مواد البناء مثل الطوب أو الحجر أوالبلك لتشكيل طبقة متماسكة بينها.

## ١- المونة الأسمنتية:

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

وتتوقف قوة المونة على اكتمال التفاعل الكيميائي بين الأسمنت والماء بالطريقة المثلى. فالماء مطلوب فقط بالقدر الذي يساعد على بداية هذا التفاعل وإيجاد المناخ المناسب لاكتماله. فزيادة نسبة الماء تضعف المونة لأنها تنتج الكثير من المسامات بعد تبخر الماء ، وقلة نسبة الماء تضعف انسياب التفاعل الكيميائي .

كما أن زيادة نسبة الأسمنت مضرّة تماماً كقلته لذلك يجب قياس هذه المواد ( الأسمنت والرمل والماء ) قياساً مبنياً على أسس علمية صحيحة .

ومواد المونة تقاس بالوزن والحجم . وفي الأعمال البسيطة التي لا تحتاج لدقة متناهية تقاس 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 تتكامل مع بعضها لتقفيل الفجوات الناتجة لتنصهر في كتلة واحدة حجمها ٤٨ صفيحة وعندما يتبخر الماء تكون هناك مسامات .

وعليه فإن مونة الأسمنت تحسب مكوناتها كالآتي :

### أ ) مونة الأسمنت ١ : ٢

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

عدد صفائح المتر المكعب

عدد صفائح الأسمنت = ——————

عدد صفائح الرمل

كمية الأسمنت = ٤٨ / ٢ = ٢٤ صفيحة أسمنت أي ١٢ كيس أسمنت

**ب) مونة الأسمنت ١ : ٣**

تستعمل هذه المونة في أحواض التحليل اللاهوائي كمونة بياض .

وكمية الأسمنت في المتر المكعب منها = ١٦ صفيحة أسمنت أي ٨ أكياس أسمنت .

**ج) مونة الأسمنت ١ : ٤**

تستعمل هذه المونة عادة لتثبيت (لزق) أنواع من البلاط مثل البلاط الصيني (القبيشاني) ولكن أحياناً تستعمل كلباني لتقفيل شقوق الصخور القابلة للتأسيس عليها وأحياناً تستعمل في صيانة الجدران والأكتاف والمعابر والجلس .

وكمية الأسمنت في المتر المكعب من هذه المونة =

٤٨ / ٤ = ١٢ صفيحة أسمنت أي ٦ أكياس أسمنت .

**د) مونة الأسمنت ١ : ٦**

وهذه هي مونة البنيان تحت سطح الأرض (الأساسات) في الغالب . وكمية الأسمنت في المترالمكعب من المونة تحسب كالآتي :

٤٨ / ٦ = ٨ صفيحة أسمنت أي ٤ أكياس أسمنت

**هـ) مونة الأسمنت ١ : ٨ وهي الأكثر شيوعاً**

هي المونة التي تستعمل في البناء العادي (الجر) فوق سطح الأرض . وكمية الأسمنت في المتر المكعب من هذه المونة تحسب كالآتي :

٤٨ / ٨ = ٦ صفيحة أسمنت أي ٣ أكياس أسمنت

وكل أنواع هذه المونة يمكن خلطها بالآلة أو باليد . على أن يبدأ خلط المكونات الجافة أولاً بعد التأكد من صلاحيتها ومطابقتها للمواصفات المنصوص عليها .

المكان الذي تخلط فيه المونة ويسمى ( الملطم ) ملئ بالحركة حيث تصنع المونة الأسمنتية والجيرية والخرسانية وكل أنواع المونة لتغطية السقوف والحيطان ( الطليات ) أو لزوم المرمات أو كسر حافة الأركان والحواف الحادة المختلفة .

ويمكن 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 الملطم . وأي تلاعب أو تساهل أو إهمال في ملاحظة نسب المواد الخام لبعضها البعض أو المجموع بالحجم أو بالوزن يقود إلى عواقب وخيمة ومسؤوليات جسام يصعب تلافيها أو إصلاحها .

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

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

يجب استخدام المونة بعد إضافة الماء إليها خلال ساعة فقط .

وعلاقة نسب المونة بوحدات الإنتاج كالمتر والمكعب والمتر المربع كبيرة وتساعد في أعمال تقديرات المباني فمثلاً المونة ١ : ٨ المذكورة أخيراً يتكون المتر المكعب منها من ثلاثة اكياس أسمنت و٤٨ صفيحة رمل وهو لبناء ثلاثة أمتار مكعبة من البنيان .

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

أما حجم البنيان فيساوي طول البنيان × ارتفاعه × سمكه

وعادة يعبر عن سمك البنيان : بطوبة ، أو طوبة ونصف ، أو طوبتان . ومقاس الطوبة الواحدة في البنيان يساوي ٢٥ سم أي $\frac{١}{٤}$ متر . وطوبة ونصف يساوي $\frac{١}{٣}$ متر وطوبتان يساوي السمك $\frac{١}{٢}$ متر .

**مثال :**

أوجد كمية الأسمنت المطلوبة لبناء حائط طوله ١٨ متر وارتفاعه متران مبني بسمك طوبة ونصف وخلطة مونة ١ : ٨

**الحل :**

حجم البنيان = الطول × الارتفاع × السمك

= ١٨ متر × ٢ متر × $\frac{١}{٣}$ متر = ١٢ متر مكعب

والمتر المكعب من البنيان 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 نقياً وأن يكون مكان خلط المونة بعيداً عن أماكن التلوث كلية وخاصة إفرازات المصانع والحيوان ومخلفات النبات .

وهي عدة أنواع منها :

### أ) الخرسانة المسلحة ١ : $\frac{١}{٢}$ : ٣

(وتعني صفيحة أسمنت + $\frac{١}{٢}$ ١ صفيحة رمل + ثلاث صفائح حصى )

تستعمل هذه الخلطة في أعالي الأعمدة (الخوازيق) الخرسانية التي يراد إرسالها للطبقة الصالحة للتأسيس والتي تبعد عن سطح الرض بأكثر من عشرة أمتار لتمثل الدعائم الأساسية للمنشأة .

وللمونة استعمالات أخرى حيث القوة والمتانة مطلوبة كما في الخزانات والكباري ... الخ.

وتحسب كمية المواد في المتر المكعب ( ٤٨ صفيحة ) من هذه الخرسانة حسب النسب الآتية :

مجموع النسب = ٢ : ٣ : ٦ = ١١

كمية الأسمنت = $\frac{٤٨ \times ٢}{١١}$

كمية الرمل = $\frac{٤٨ \times ٢}{١١}$

كمية الحصى (الظلط) = $\frac{٤٨ \times ٢}{١١}$

### ب) الخرسانة المسلحة ١ : ٢ : ٤

وهي مكونة من الأسمنت والرمل والحصى حسب النسب أعلاه على التوالي.

وتستعمل هذه الخلطة لمعظم أعمال الخرسانة المسلحة كالعوارض والأعمدة والسقوف وأعمدة التثبيت وخزانات التحليل اللاهوائي .

## تمرين :

أحسب كمية الأسمنت في المتر المكعب من هذه الخلطة .

**ج) الخرسانة المسلحة ١ : ٢ : ٥**

تستعمل هذه الخلطة كثيراً لتشييد خرسانة الأرضيات في مناطق التربة الطينية السوداء ( Black cotton soil ) فمن الخصال السيئة لهذه التربة تمتص الرطوبة الموجودة في الهواء – فتنتفخ محدثة ضغطاً تحت وحول الأساسات تقود أحياناً إلى التحرك النسبي للمبنى فيحصل الكسر وربما التصدع.

## تمرين :

– أحسب المواد في متر مكعب من هذه الخلطة .

**د) الخرسانة العادية ١ : ٣ : ٦**

(وحدة أسمنت ، ثلاث وحدات رملة وست وحدات خرسانة )

هذه هي الخرسانة العادية ( غير مسلحة ) وتستعمل في الأرضية وقد تسلح بشبك من الحديد في حالات خاصة كتغطية مراحيض الحفرة .

## تمرين :

– أحسب كمية الأسمنت في المتر المكعب من هذه الخلطة .

**هـ) الخرسانة البيضاء ١ : ٤ : ٨**

وتستعمل هذه الخلطة في فتحات الدساتير وماشابه ذلك والمتر المكعب به ثلاثة أكياس أسمنت .

# الأســـــــاسات

هذا هو جزء المبنى الملامس للأرض والذي ينقل ثقل المبنى وما عليه من أحمال ثابتة ومتحركة إلى مساحة من الأرض مؤهلة لتقليل شدة الضغط على المفرش تحت الأساس . وكل ذلك في حدود قوة تحمل تلك التربة.

والأساس هو أهم أجزاء المبنى على الإطلاق. وعليه تتوقف سلامة المبنى كله. ولما كانت طبقات التربة في القشرة الأرضية مختلفة الصلابة فيجب أن تختلف لذلك الأساسات. كما تختلف باختلاف أحجام المباني المطلوب إنشاؤها والأغرض التي ستستعمل فيها. وفي الحقيقة فإن علاقة الأساس بالتربة هي علاقة وثيقة – أي لا يمكنك أن تذكر الأساس دون أن يدور بخلدك نوع التربة من حجرية أو رملية أو 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 لإنشاء المباني. قد 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 حال الأرض الصخرية. وهذا يعني أن الحفر ليس بهدف في حد ذاته وليس له ضرورة غير الكشف عن التربة الصالحة للتأسيس.

ولذلك فمن المعتاد أن تعمل المجسات وحفر الاختبار لمعرفة العمق الذي توجد به التربة المرشحة للتأسيس والتي لها قوة تحمل مناسبة. وقد وجد من الحكمة أن يقام المبنى على طبقة متجانسة حتى ولو كانت قوة تحملها ضعيفة. والأساس عادة يكون بمسطح أكبر من سطح الحائط أو المبنى المرتكز عليه وذلك لتوزيع الضغوط على مساحة أكبر من الأرض تحته.

والأساسات تقسم لنوعين :

١. **أساسات طبيعية.** ٢. **أساسات صناعية.**

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

أما الأساسات الصناعية فهي كل أنواع الأساسات المصنوعة من المواد البنائية المختلفة

وتنحصر في نوعين رئيسيين :

**أ . أساسات عادية بوضع فرش تحت البناء من الخرسانة العادية أوالمسلحة .**

**ب. أساسات عميقة من الخوازيق (أعمدة خرسانية) .**

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

وتقوم الخوازيق بنقل الحمل إلى الطبقات التي تثبت عليه ، أما للانتفاع بصلابتها وكبر قوة تحملها ، واما للانتفاع بمقاومة الاحتكاك بين جوانب الخوازيق وما إليها ، وبين التربة الملاصقة لها نظراً لكبر العمق الذي تثبت عليه.

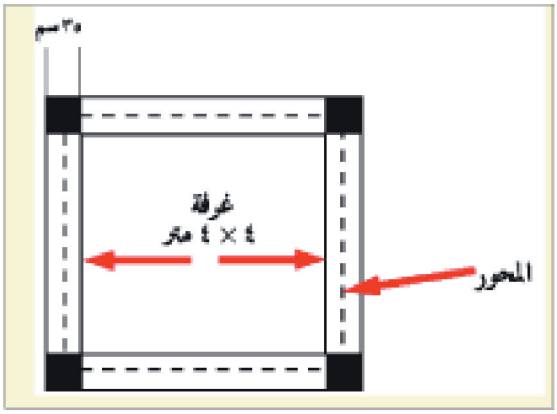
وعموماً هناك ثلاثة أنواع من الخوازيق وهي :

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 ٤ × ٤ متر مبنية بقالب ونصف (١ ١/٢ طوبة) أي سمك ٣٥ سم



المحور هو ( طول الخط الذي يمر بمنتصف الحائط زائداً الأركان الأربعة ) وبدونه لا يمكننا أن نقوم بعمليات التكعيب المختلفة – يعني كمية الحفر بالمتر المكعب للغرفة أعلاه يستوجب معرفة المحور أولاً ثم ضربه في عمق وعرض الحفر .

والمحور للغرفة الموضحة = الطولين + العرضين + ٤ أركان × سمك الحائط

وتكتب هذه المعلومة بأسلوب المقايسات هكذا :

٤ × ٢ × ٢ + ٠,٣٥ × ٤ = ١٦ + ١,٤ = ١٧,٤٠ متر طولي

٢. طريقة استخراج المحور لغرفة ٤ × ٤ متر مبنية

بقالب واحد (طوبة واحدة) أي ٢٥ سم

وفي هذه الحالة يكون المحور =

٤ × ٢ × ٢ + ٠,٢٥ × ٤ = ١٧,٠٠ متر طولي

## المقايسات والتثمين:

### أ. التكعيب :

التكعيب هو أن نتعامل مع العمق الثالث . وهو الوسيلة المفضلة لمعرفة الكمية الخام والمصنعة من المواد البنائية . فإذا عُرفت كمية الأمتار المكعبة لأي مادة بنائية مصنعة فمن السهل تحليلها والحصول على كميات المواد الخام التي اشتركت في تصنيعها .

فمثلاً يمكننا وبسهولة حساب كميات الحديد بأنواعه والأسمنت والرمل والظلط في عشرة أمتار مكعبة من الخرسانة المسلحة بعد الاطلاع على القطاعات والمواصفات .

**أ. طريقة إيجاد كمية الحفر اللازمة لغرفة ٤ × ٤,٥ متر من قالب**

ونصف إذا كان عمق الحفر ١,٢٠ متراً وعرض الأساس ٨٠ سم

**الحفر** = ( محور الأساس × عمق الحفر × عرض الأساس )

**المحور** = الطولين + العرضين + ٤ أركان × سمك الحائط

المحور = ٤ × ٢ + ٤,٥ × ٢ + ٤ × ٠,٣٥ = ١٨,٤ متر

وعليه تكون كمية الحفر = المحور × العمق × عرض الأساس

١٨,٤ متر × ١,٢ متر × ٠,٨ متر = ١٧,٦٦٤ متر مكعب

تحسب تكلفة الحفر وفقاً للقاعدة الآتية :

كمية الحفر بالمتر المكعب × سعر حفر المتر المكعب

إذا افترضنا أن سعر حفر المتر المكعب ٥٥٠ جنيه فإن تكلفة حفر الأساس أعلاه تكون :

١٧,٦٦٤ × ٥٥٠ = ٩٧١٥٢ جنيهاً

**ب. إيجاد كمية الخرسانة المسلحة في بيم الأرض لنفس الغرفة**

في المثال أعلاه إذا كان عرض البيم ٣٠ سم وعمقه ٤٠ سم

بنفس الطريقة تكون كمية الخرسانة المسلحة

= المحور × عرض البيم × العمق

= ١٨,٤ × ٠,٣٠ × ٠,٤٠ متر = ٢,٢١ متر مكعب

فإذا كانت نسبة الظلط في الخرسانة هي ٨٠٪ والرمل ٤٠٪ أحسب كمية الظلط المطلوبة

.

كمية الظلط المطلوبة = ٠,٨ × ٢,٢١ = ١,٨ متر م$^{٣}$

كمية الرمل المطلوبة = ٠,٤ × ٢,٢١ = ٠,٩ متر م$^{٣}$

وإذا كان هذا البيم مسلح بثلاث سيخات من أعلى وأربع من أسفل من الحديد نصف بوصة حسب العادة المتبعة أو الغالبة فإن كمية الحديد نصف بوصة المطلوبة = المحور × عدد السيخات

= ١٨,٤ × ٧ = ١٢٨,٨ أي ١٢٩ متر طولي

وبما أن طول السيخة دائماً ٦ متر فإن الحديد المطلوب هو :

٦ = ٢٢ سيخة $\frac{١}{٢}$ بوصة طول ٦ متر

**ج. التربيع :**

لفظ المتر المربع يستعمل كوحدة إنتاج لكثير من البنود كالبنيان والبلاط والبياض ... الخ

.

١- حساب البلاط لغرفة ٤ × ٤ متر

بسمك قالب ونصف

كمية البلاط = ٤ × ٤ = ١٦ متراً مربعاً بلاط

١) حساب كمية البياض للمثال السابق لارتفاع ثلاثة أمتار داخلياً

مساحة الجدران = المحيط × الارتفاع

= ٤ × ٤ × ٣ = ٤٨ متراً مربعاً

كمية البياض = ٤٨ متراً مربعاً

ومن المتبع أن مساحة فراغات الأبواب والشبابيك لا تخصم من المساحة الكلية للبياض الداخلي إلا إذا زادت مساحة الباب أو الشباك عن ٢ متر مربع . لأننا لو خصمنا سوف نضيف مساحة الكتوفة والمعابر والجلس وهي مساوية لمساحة الباب أو الشباك عادة .

والمونة المستعملة للبياض الداخلي هي ١ : ٨ وللبياض الخارجي ١ : ٦ مع ملاحظة أن الرمل المستعمل هنا هو نفس الرمل المستعمل للخرسانة – أي الرمل الخشن .

والمتر المكعب من المونة يكفي عادة ٣٠ متراً بياض . كما ويكفي لتثبيت ٥٠ متراً مربعاً بلاط .

٢) حساب كمية الطوب :

حساب كميةالطوب بالألف لحائط ارتفاعه ثلاثة امتار

وطوله ٢٠ متر وسمكه ٣٥ سم (قالب ونصف)

فعدد الأمتار المكعبة = ٢٠ × ٣ × $\frac{١}{٣}$ = ٢٠ متر مكعب .

مع ملاحظة أن القالب ونصف تعتبر $\frac{١}{٣}$ متر والقالب الواحد $\frac{١}{٤}$ متر والقالبين متر على التوالي .

والمتر المكعب من الطوب به ٥٠٠ طوبة إذا اعتبرنا أن مقاسات الطوب:

٩ × $\frac{١}{٢}$ ٤ × ٣ أي ٢٥ × ١٢,٥ × ٧,٥ سم

وعليه فإن عدد الطوب في المثال أعلاه :

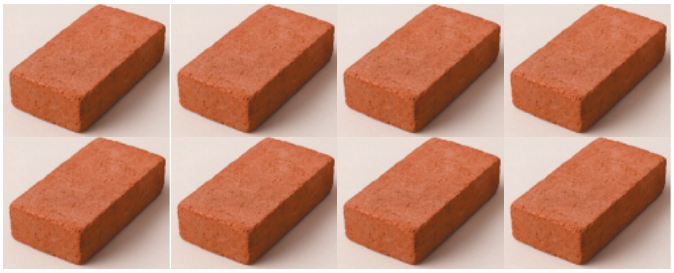
= ٢٠ م$^{٣}$ × ٥٠٠ = ١٠,٠٠٠ طوبة .

# أنواع الطوب

الطوب هو وحدات للبناء مصنعة تشكل بالكيفية التي تساعد علي استعمالها لبناء الحوائط ولتنفيذ البعض من ملحقات هذه الحوائط. ولقد عرف الطوب منذ عهود قديمة، فقد عرفه الفراعنة واستخدموه في بناء المساكن وبعض المباني الآخرى كما عُرف في حضارة بلاد ما بين النهرين وغيرها ولقد تطورت صناعة الطوب علي مر العصور تطوراً كبيراً حيث أدخلت عليه العديد من التعديلات والتشكيلات لإنتاج أنواع من الطوب تعني بأغراض إضافية تضاف لوظيفته الأصلية فنجد طوب عازل للحرارة وآخر عازل للصوت ومنه مقاوم للأحماض وهكذا .....

**١- الطوب النيء:**

وهو الطوب الطيني الذي شاع استعماله في العالم القديم بل ولايزال يستعمل حتي اليوم حيث تشكل من الطين قوالب مستطيلة عادة وتجفف من الهواء الطلق ويعتبر الطوب التي اصل جميع أنواع الطوب اللاحقة ويتميز بعدم حاجته لماكينات ولا تقنيات متقدمة لتشكيله ولاستعماله.



شكل (١) الطوب النيء

**٢- الطوب المحروق:**

وهو اكثر أنواع شيوعاً بل يعتبر مادة البناء الأساسية ويصنع الطوب المحروق أو الفخاري من حرق الطوب النيء في محارق (خمائن) أو أفران خاصة فنحصل علي قوالب من الطوب الفخاري ذات لون وردي وهو بذلك لا يذوب في الماء و لا يتأثر بالرطوبة إضافة لصلابته وقوة تحمله لقد تطورت صناعة الطوب المحروق بشكل كبير أدي إلي تصنيع عديد من اشكال وأنواع الطوب نذكر منها مايلي:

- طوب نصف سفرة.
- طوب ضرب سفرة.
- طوب قطع السلك.
- طوب مثقب.
- طوب مكبوس.
- طوب تراكوتا.

شكل (٢) الطوب المحروق

**٣- الطوب الأسمنتي:**

ويسمي أحيانا الطوب الخرساني وهو نوع من الطوب حديث العهد يصنع من خليط من الرمل والركام وكسر الحجر والأسمنت ويتخذ اشكال متعددة منها:

الطوب الأسمنتي المصمت

قوالب (بلكونات) اسمنتية مفرغه.

شكل (٣) الطوب الأسمنتي

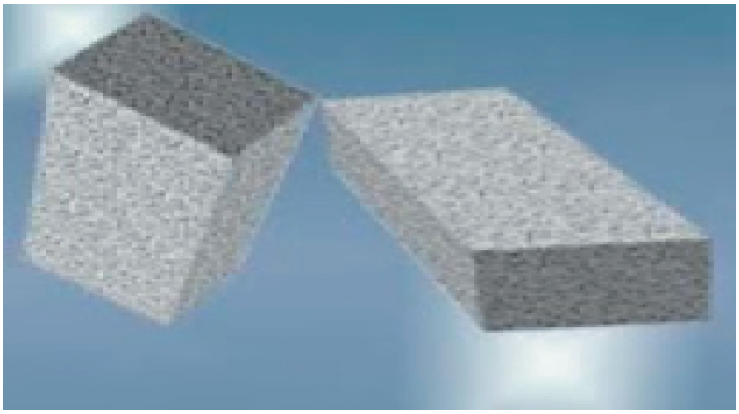
### ٤- الطوب الرملي:

يصنع بخلط الرمل الجاف الحرش مع مسحوق الحجارة الجيرية (بعد حرقها) علي الناشف وفي اثناء الخلط يبدأ يخلط الجير ثم يسبك المخلوط علي هيأة قوالب بواسطة الماكنيات بطريقة الكبس ثم تنقل القوال بواسطة العربات الي أسطوانات كبيرة من الصلب يمر بداخلها البخار المضغوط لمدة عشر ساعات والغرض من هذه العملية إطفاء الجير تماما وتكوين سيليكات الجير التي تكون مشتملة علي حبيبات من الرمل تحيط كل حبة منها كمية من الجير ويصنع الطوب الرملي ملوناً فمنه الأبيض والأحمر والوردي الفاتح والغامق ويستعمل الطوب الرملي في بناء الحوائط اما بكامل سمكها او في تكسية الواجهات فقط مع كحل اللحامات وترك البناء بدون بياض ويستعمل بكثرة في الكرانيش ويصنع من نفس المواد المصنوع منها الطوب الرملي العادي طوب مجوف بخرم ثلاثة أو أكثر لتخفيف الحمال المستديمة الناتجة من مباني الحوائط والقواطيع في المنشآت المقامة من الهياكل خرسانية لما يمتاز به الطوب من مميزات خاصة كالمتانة مع خفة الوزن وعزلة للحرارة والبرودة ومنعه لنفاذ الصوت وسهولة البناء به مع السرعة والاقتصاد في التكاليف.

شكل (٤) الطوب الرملي

### ٥- الطوب الأسفلتي:

يصنع الطوب الأسفلتي من كبس مسحوق ومجروش الحجر مع البتومين في هيأة قوالب او شبة بلاطات وهو يستعمل في رصف الطرقات وبعض حوائط البدرومات حيث يتميز الطوب الأسفلتي بمقاومته العالية للرطوبة.



شكل (٥) الطوب الأسفلتي

**٦- الحجر الصناعي:**

تصنع الحجارة الصناعية علي هيأة بلاطات وقطع مشكلة ومكرنشة او مزخرفة طبقاً للأشكال المطلوبة بحيث تظهر بعد تثبيتها ونحتها بمظهر الحجارة الطبيعية.

شكل (٦) الحجر الصناعي

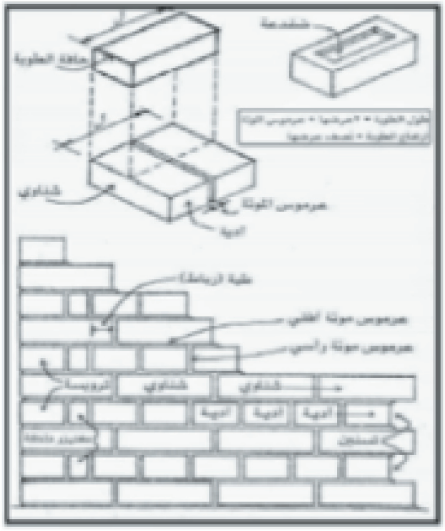
# المصطلحات الفنية

**أولاً: المدماك:**

هو صف أفقي من الطوب محصور بين طبقتي لحام من المونة، ويعتبر سمك المدماك مساوياً لسمك القالب مضافاً إليه سمك طبقة واحدة من المونة وتحتسب عادة إلى أسفله.

**ثانياً: اللحامات:**

لحامات المونة نوعان لحام المرقد وهو اللحام الأفقي للمدماك وهو طبقة المونة الرأسية بين القالب والقالب الذي يجاوره وقد يطلق البعض لفظ العراميس على كافة اللحامات الرأسية والأفقية.



**ثالثاً: الترويسة:**

هي أول قالب آديه يوضع في رأس زاوية الحائط ويليه دائماً كنيزر

**رابعاً: الشناوي:**

هو القالب الموضوع بطوله في اتجاه طول الحائط.

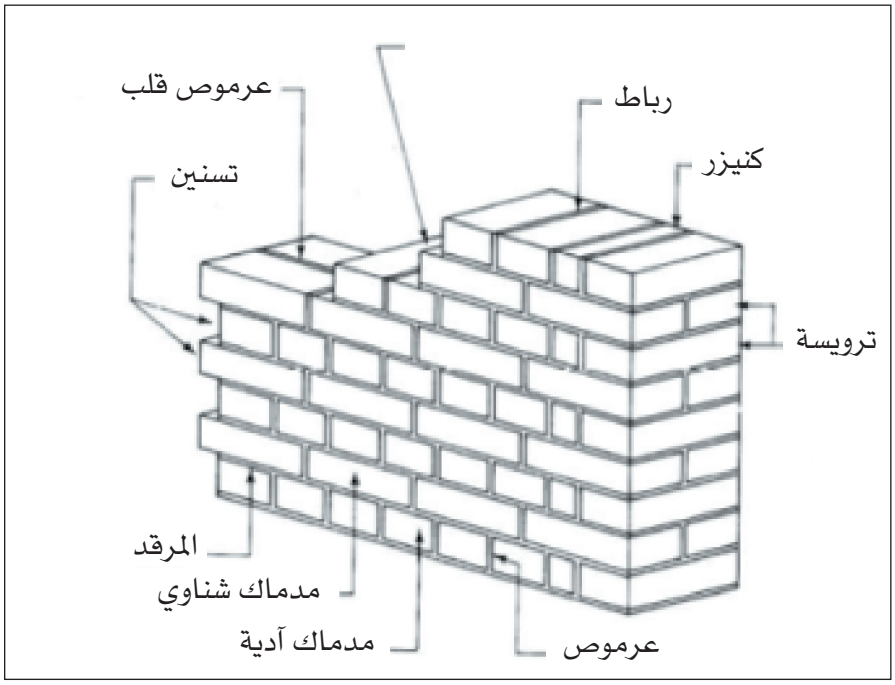
**خامساً: الآدية:**

هو الموضوع بعرضه في اتجاه طول الحائط.

شكل (٧) المصطلحات الفنية المستخدمة في البناء بالطوب

**سادساً: الكنيزر :**

هو نصف قالب من قالب مشقوق نصفين في اتجاه طوله فاما أن يكون نصف قالب أو نصفين يلحمان بالمونة عند البناء وفائدته الحصول على الطية ولا يشترط في الكنيزر أن يكون مسبوكاً بمقاساته وإنما نحصل عليه بالقطع من قالب.



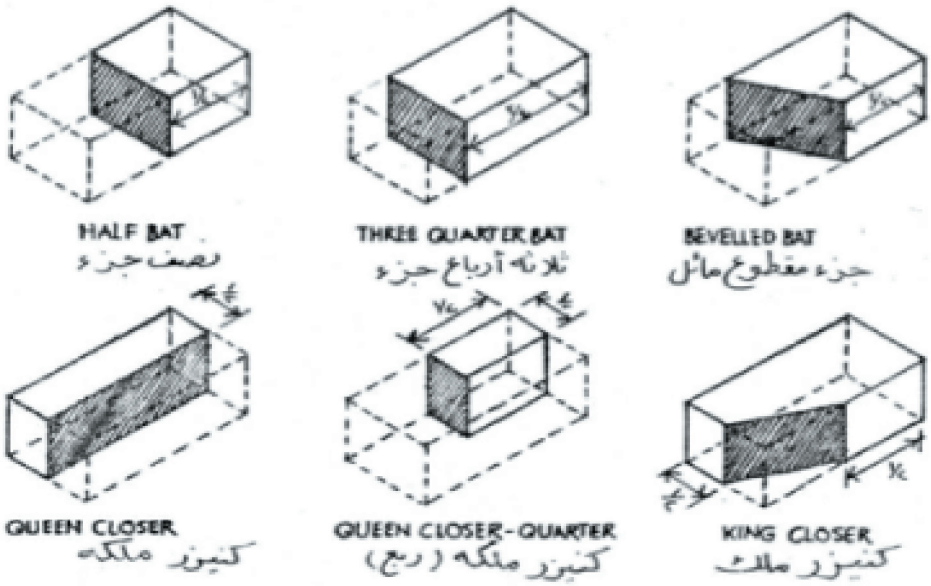

شكل (٨) الوسائل المستعملة في البناء بالطوب

**سابعاً: الطية:**

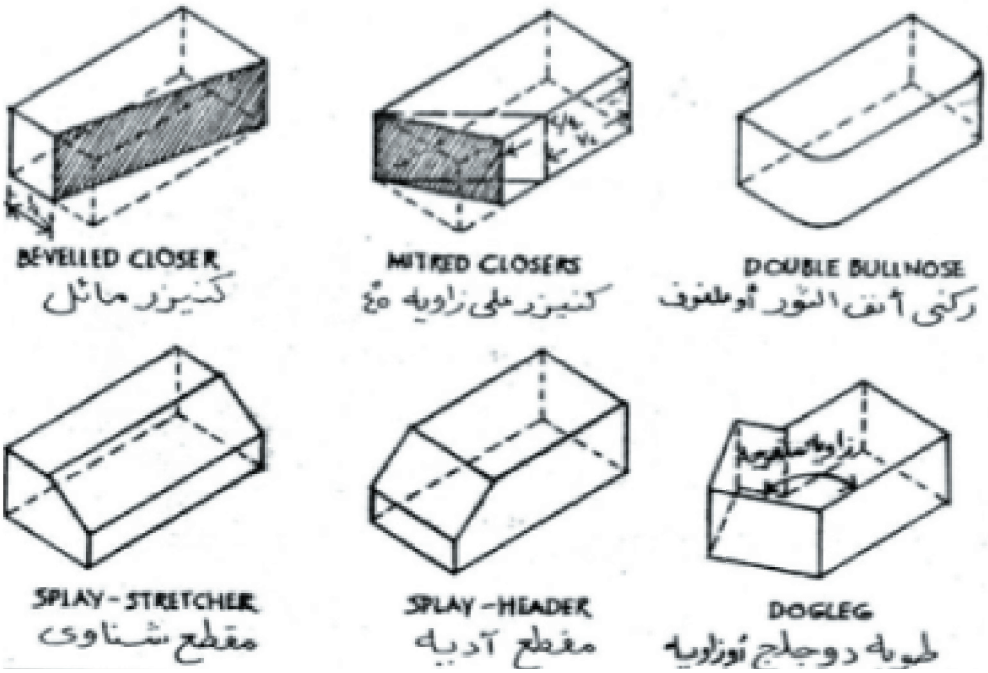
هي المسافة الأفقية المحصورة بين كل لحامين رأسين في مدماكين متتاليين وتساوي دائماً ربع قالب وتسمى أيضاً الرباط.

**ثامناً: كور القوالب:**

تستعمل زيادة عن القوالب الصحيحة وتسمى تبعاً لحجمها بالنسبة لحجم القالب الكامل شكل "الثلاثة أرباع القالب. ونصف القالب، والكنيزر وكثيراً ما يحتاج الأمر لاستعمال قوالب مشطوفة لربط الفصوص البارزة بمقدار ربع قالب، وتختلف أشكال هذه القوالب حسب ما يتطلبه العمل فأحياناً يكون القالب مشطوفاً على ثلاثة أرباع طوله أو نصف طوله، وأحياناً يشكل القالب بشكل خاص لاستعماله في ترويسه زاوية حادة أو زاوية منفرجة وأحياناً يكون قالباً مشطوفاً من نصف العرض لربع الطول أو إلى نصفه أو من كامل الطول إلى نصف عرضه أو من نصف الطول الكامل العرض أو من ربع الطول الكامل العرض.




شكل (٩ أ) طرق كسر الطوب




شكل (٩ ب) طرق كسر الطوب

## تمارين:

١- تحدث باختصار عن كيفية صناعة الاسمنت؟

٢- أذكر ثلاثة من أنواع الاسمنت؟

٣- قارن بين الجير والجبص والمصيص؟

٤- اذكر أنواع المونة.

٥- أحسب كمية الاسمنت بالصفيحة من الخلطات الآتية.

أ/ ١:٢ ب/ ١:٦ ج/ ١:٨

٦- عرف الأساس مع ذكر أنواعه.

٧- اذكر العوامل التي يتوقف عليها تحديد عمق الأساس.

٨- اذكر استخدامات المون الخرصانية المبينة أدناه مع حساب كمية الأسمنت والرمل والحصى لكل خلطة:

أ/ ١ : ٣ ٢ ب/ ١ : ٢ : ٤ ج/ ١ : ٣ : ٦

٩- اذكر الوظيفة الأساسية للخوازيق مع ذكر بعض أنواعها.

١٠-عرف المحور- ثم أحسب المحور لغرفة ٤ × ٤,٥ متر مبنية بسمك طوبة واحدة.

١١-غرفة ٤ × ٤ متر مبنية بسمك طوبة واحدة:

١-كمية البلاط.

٢-كمية البياض الداخلي علماً بأن ارتفاع الغرفة من الداخل ٣,٥ متر.

١٢-أوجد كمية الخرصانة المسلحة في بيم أرض لنفس الغرفة أعلاها علماً بأن عرض البيم ٢٥سم وعمقه ٢٠سم. وإذا كانت نسبة الظلط في الخرسانة ٨٠٪ والرمل ٤٠٪ أحسب كمية الظلط المطلوبة وكمية الرمل المطلوبة.

١٣-عرف الطوب.

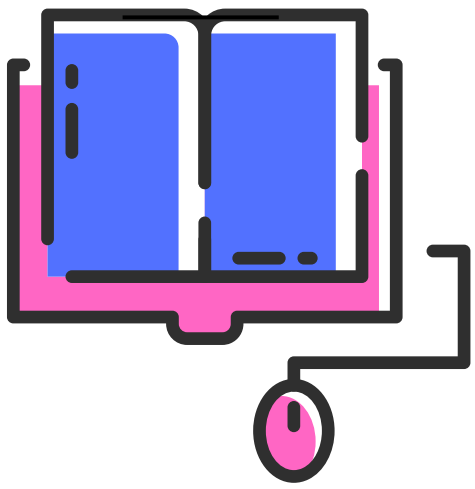
١٤-اذكر أنواع الطوب المختلفة مع توضيح كيفية صنع كل نوع.

١٥-عرف المصطلحات الفنية التالية:

أ/ المدماك ب/ الطية جـ/ اللحمات د/ الترويسة هـ/ الكنيزر و/الآدية ح/ الشناوي

١٦-اذكر الأنواع المختلفة لكسور القوالب.

تم تحميل ورفع المادة على منصة



# المعلم التعليمي

للعودة الى الموقع اكتب في بحث جوجل

المعلم التعليمي

ALMUALM.COM

انظم الى قناة المنهج السوداني على التلجرام

T.ME/ALMANHJ_S