***وزارة التعليم العالي والبحث العلمي***

***الجامعة التقنية الجنوبية***

***المعهد التقني العمارة***

***قسم التقنيات الميكانيكية***

## الحقيبة التدريسية لمادة

# المواد الهندسية

## المرحلة الاولى

**اعداد المهندس الدكتور**

**اسعد كاظم عكال**

## الفصل الدراسي الاول

*2025*

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الجامعة التقنية الجنوبية

التخصصات / التكنولوجية

القسم / الميكانيك الفرع / الإنتاج ( مستمر )

| اسم المادة | السنة الدراسية | الساعات الأسبوعية | | |
|---|---|---|---|---|
| | | نظري | عملي | المجموع |
| خواص المواد | الأولى | 2 | - | 2 |

.

| المفردات النظرية | |
|---|---|
| الأسبوع | تفاصيل المفردات |
| الأول | تعريف المواد الهندسية . |
| الثاني | الذرة ، العنصر ، أنواع الروابط في المواد الهندسية . |
| الثالث | المواد البلورية واللابلورية . |
| الرابع | الأشكال البلورية (B.C.C) (F.C.C) (H.C.P). |
| الخامس | الخواص الميكانيكية للمواد.<br>( الإجهاد ، الانفعال منحني الإجهاد الانفعال ، المطيلية ، الانهيار ) . |
| السادس | الصلادة ، اختبار الصلادة . |
| السابع | تكملة . |
| الثامن | المتانة ، اختبارات المتانة . |
| التاسع | الخواص الحرارية للمواد .<br>(التمدد الحراري ، التوصيل الحراري ) |

| | |
|---|---|
| العاشر | الخواص الكهربائية للمواد (المواد الأيونية ، المواد العازلة ، المواد الفلزية ، العوامل المؤثرة على الموصلية ) . |
| الحادي عشر | الخواص المغناطيسية للمواد<br>( المواد الفيرومغناطيسية ، المواد البارامغناطيسية ، المواد الدايامغناطيسية ، التخلف المغناطيسي ، العوامل المؤثرة على المغناطيسية ) . |
| الثاني عشر | الخواص الكيمياوية للمواد<br>( التآكل ، السلسلة الكهروكيمياوية ، الأكسدة) |
| الثالث عشر | الحديد ، أهم خاماته ، استخلاصه ، الفرن العالي ، المحولات . |
| الرابع عشر | الصلب الكربوني ، أهم أنواعه ، خواصه ، استخداماته . |
| الخامس عشر | الفولاذ السبائكي ، أهم أنواعه ، خواصه ، استخداماته . |
| السادس عشر | حديد الزهر، أنواعه ، خواصه ، استخداماته . |
| السابع عشر | تكملة |
| الثامن عشر | النحاس ، سبائكه ، خواصه ،استخداماته . |
| التاسع عشر | الألمنيوم ، سبائكه ، خواصه ،استخداماته . |
| العشرون | النيكل ، سبائكه ، خواصه ،استخداماته . |
| الحادي والعشرون | القصدير ، سبائكه ، خواصه ،استخداماته . الخارصين ، سبائكه ، خواصه ،استخداماته.<br>المنغنيز ، سبائكه ، خواصه ،استخداماته. |
| الثاني والعشرون | سبائك لاحديدية اخرى .( المعادن البيضاء ، سبائك المحامل ) |
| الثالث والعشرون | ميتالورجيا المساحيق<br>( طرق الحصول على المساحيق المعدنية ، الطرق الميكانيكية ، الطرق الفيزيائية والكيمياوية ، الخواص الطبيعية والميكانيكية والكيمياوية للمساحيق . |
| الرابع والعشرون | كبس المساحيق ، عملية التلبيد . |
| الخامس والعشرون | المواد السيراميكية |
| السادس والعشرون | الزجاج ،أنواعه ، صناعته ،استخداماته. |

| | |
|---|---|
| السابع والعشرون | الكونكريت ، استخداماته الصناعية . |
| الثامن والعشرون | البوليمرات ، جزئيات البوليمر ، انواع البوليمر . |
| التاسع والعشرون | خواص واستعمالات اللدائن . |
| الثلاثون | تكملة اللدائن . |

**الهدف من دراسة مادة :**

تهدف مادة المواد الهندسية دراسة خواص الهندسية للمواد البلورية واللابلورية والتعرف على الخواص الميكانيكية للمعادن والسبائك

## الفئة المستهدفة:

**طلبة الصف الاول / قسم التقنيات الميكانيكية**

**التقنيات التربوية المستخدمة:**

1. سبورة واقلام
2. السبورة التفاعلية
3. عارض البيانات Data Show
4. جهاز حاسوب محمول Laptop

# الاسبوع الاول

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** :تعريف الطالب بمفهوم المواد الهندسية. دراسة العلاقة بين نوع المادة واستخدامها في التطبيقات الصناعية
- **سؤال الأسبوع :**ما الفرق بين المواد والمواد الهندسية؟
- **الواجب البيتي** :ارسم مخطط تصنيفي يوضح الأنواع الرئيسية للمواد الهندسية مع 3 أمثلة لكل نوع.
- **مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

## علم المواد الهندسية

علم خواص المواد هو علم يجمع بين العديد من التخصصات في العلوم والهندسة الذي يدرس ويتحكم بالتركيب الكيميائي والبلوري للمواد والسيطرة على خواصها من خلال عمليات مختبرية وصناعية ، ويهدف الى تطوير واستحداث مواد جديدة لتلبي المتطلبات الصناعية المتسارعة، ان استحداث مواد جديدة يتم باستخدام طرق مختبرية وصناعية بالاعتماد على المواد الكيميائية المتواجدة بصورتها الطبيعية او العناصر الكيميائية التي اكتشفها الانسان الغير موجودة بصورة طبيعية على الارض .

## المواد الهندسية

المواد الهندسية (Engineering Materials) هي المواد التي تُستخدم في تصميم وتصنيع الأجزاء والأنظمة الهندسية، وتُختار بناءً على خواصها الفيزيائية والميكانيكية والحرارية والكيميائية لتلبية متطلبات الأداء ضمن تطبيقات صناعية أو إنشائية محددة.

هذه المواد تُدرس ضمن علم يُعرف بـ "علم المواد الهندسية" (Engineering Materials Science) الذي يركز على العلاقة بين:

- التركيب البنيوي للمادة (Structure).
- خصائصها (Properties).
- طرق تصنيعها (Processing)
- أدائها في الخدمة (Performance)

**العوامل التي تؤثر في اختيار المادة:**

- الخواص الميكانيكية (مثل المتانة، الصلادة، المطيلية)
- درجة الحرارة وظروف التشغيل
- التكلفة وسهولة التصنيع
- مقاومة التآكل والعوامل البيئية.

**تقسيم المواد الهندسية:** يمكن تقسيم المواد الهندسية الى ثلاثة اقسام:

المواد المعدنية ، المواد اللا معدنية ، المواد المركبة

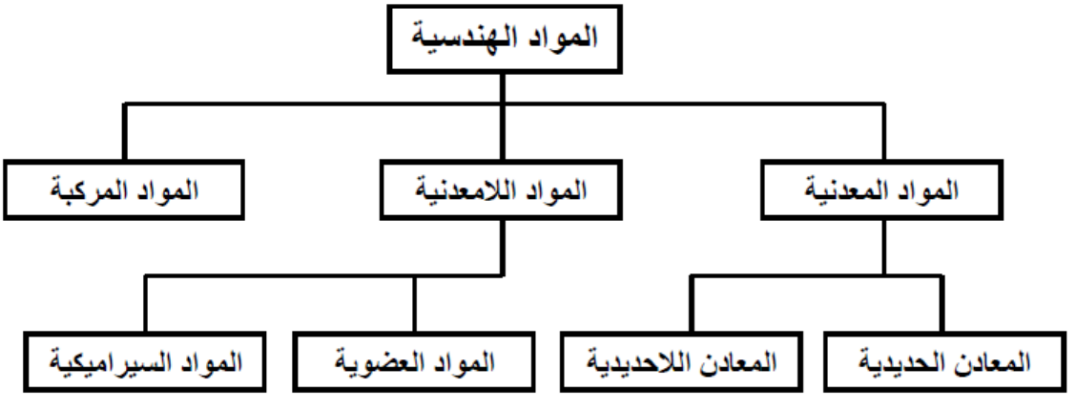
**تنقسم المواد المعدنية إلى:**

- المعادن الحديدية و تشمل انواع الصلب و حديد الزهر.
- المعادن اللاحديدية: و تشمل النحاس و سبائكه و الألمنيوم و سبائكه و النيكل و سبائكه

**المواد اللامعدنية تقسم الى :**

- المواد العضوية: و تشمل البوليمرات مثل انواع اللدائن و المطاط و الأخشاب و الأصماغ و ألأصباغ و غيرها.
- المواد السيراميكية: و تشمل الفخار و السيراميك و الخزف الصيني و البورسلين و الزجاج و السمنت و غيرها.

**المواد المركبة:** وتشمل المواد المركبة المقواة بالجسيمات والمواد المركبة المقواة بالالياف والمواد المركبة الهيكلية.




**الفرق بين المواد الهندسية والمواد العادية:**

| المقارنة | المواد الهندسية | المواد "العادية" أو التقليدية |
|---|---|---|
| الغرض من الاستخدام | تُستخدم في التطبيقات الصناعية/الإنشائية المعقدة | تُستخدم غالبًا للاستهلاك أو الأغراض البسيطة |
| الخواص المطلوبة | يتم اختيارها بناءً على متطلبات دقيقة (قوة، مقاومة، متانة...) | لا يتم التركيز كثيرًا على الخواص التقنية |
| الدراسة والتحليل | تخضع لدراسات علمية وهندسية متقدمة | نادرًا ما يتم تحليلها علميًا |
| التصنيف والتخصص | تصنّف ضمن أنواع معروفة (معادن، بوليمرات، سيراميك...) | غير مصنفة علميًا بشكل دقيق |
| الأمثلة | الفولاذ المقاوم للصدأ، ألياف الكربون، التفلون | الخشب العادي، الطين، الزجاج المنزلي البسيط |

## النشاط الطلابي:

- صنّف 10 مواد هندسية مستخدمة في الحياة اليومية (مثل: إطارات السيارة، الهاتف، أبواب الألمنيوم...) وحدد نوع المادة لكل منها.
- ناقش في مجموعتك: لماذا صُنعت ملعقة الطبخ من البلاستيك، بينما صُنعت السكين من الفولاذ؟

## الأسئلة:

- ما الفرق بين المعدن والسيراميك من حيث الاستخدام الصناعي؟
- لماذا تُستخدم البوليمرات في العزل الكهربائي؟
- ما الفائدة من استخدام المواد المركبة؟
- هل يمكن استبدال المعدن بالسيراميك في صناعة المكابح؟ ولماذا؟

## الواجب البيتي:

- اختر منتجًا هندسيًا (مثلاً: الدراجة الهوائية، الموبايل، الثلاجة...) واذكر الأجزاء المختلفة فيه والمواد التي صُنعت منها ولماذا اختيرت كل مادة.
- ارسم مخطط تصنيفي يوضح الأنواع الرئيسية للمواد الهندسية
- مع 3 أمثلة لكل نوع.

# الاسبوع الثاني

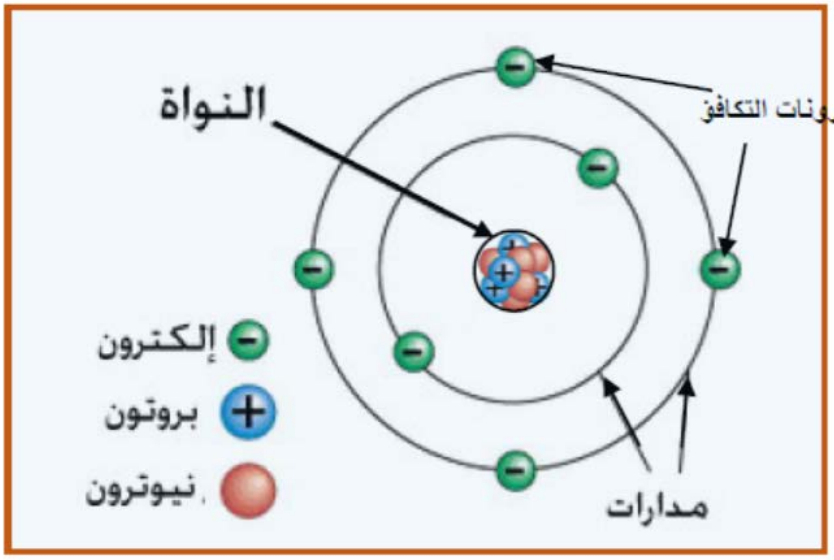
## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** :تعريف الطالب بمفهوم الذرة والعنصر والاواصر التي تربط بين الذرات.
- **سؤال الأسبوع :**ما الفرق بين العنصر والذرة والجزيئة؟
- **الواجب البيتي** :ارسم مخطط تصنيفي يوضح الأنواع الرئيسية للمواد الهندسية مع 3 أمثلة لكل نوع.
- **مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

## الذرة (Atom):

هي أصغر وحدة في المادة تحتفظ بخصائص العنصر. تتكون من:

- نواة (تحتوي على **بروتونات الموجبة الشحنة** + **ونيوترونات المتعادلة الشحنة)** وكذلك
- إلكترونات تدور حول النواة في مستويات طاقة محددة **سالبة الشحنة**.




**شكل(1) رسم توضيحي للذرة**

- **العدد الكتلي:** وهو رقم يمثل مجموع البروتونات والنيوترونات في الذرة ويسمى العدد الكتلي.
- **العدد الذري:** عدد البروتونات الموجودة في نواة الذرة وهو يساوي عدد الالكترونات في الذرة
- **العنصر:** يتكون من نوع واحد من الذرات
- **المركب:** يتكون المركب من عنصرين او اكثر مرتبطين مع بعضهم ارتباطا كيميائيا مثل ثاني اوكسيد الكربون، الماء، السكر، ملح الطعام وغيرهم.

**ملاحظة**

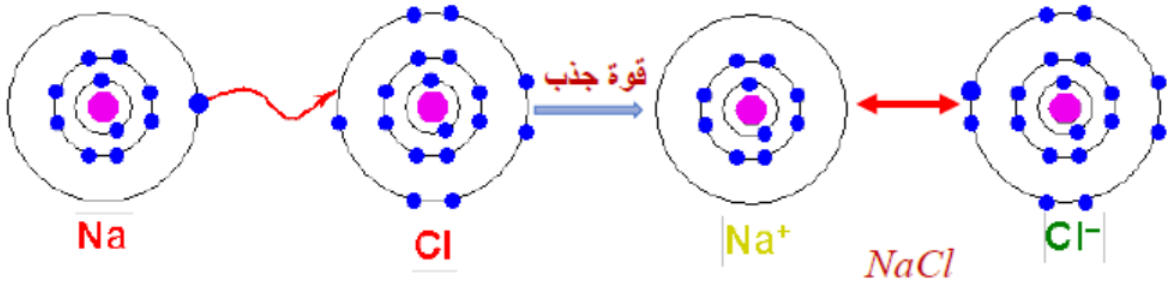
- ويوجد الكترونات تدور حول النواة في أغلفة الكترونية وللالكترون شحنة كهربائية سالبة تعادل شحنة البروتون وان عدد الالكترونات يساوي عدد البروتونات اي ان الذرة متعادلة الشحنة.
- وهنالك طاقة تربط بين جسيمات النواة تعرف بطاقة الارتباط النووي بانها طاقة شديدة جداتربط بين الجسيمات النووية داخل النواة وهي تؤثر على مدى قصير جدا لا يتجاوز قطر النواة.

**نواع الروابط (الاواصر) :-**

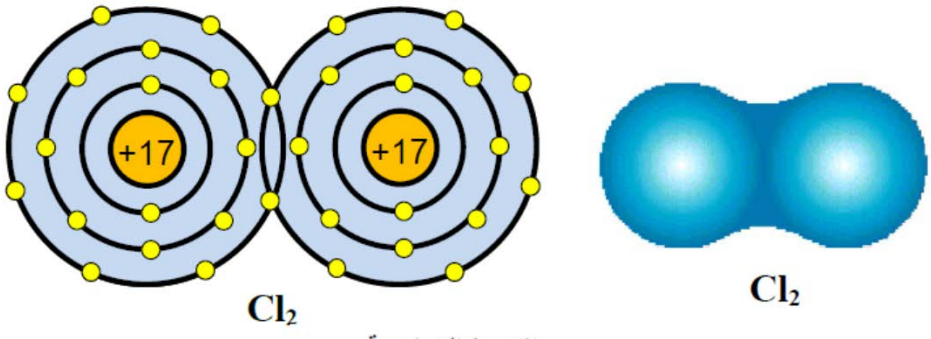
**اولا-** الاواصرالذرية الرئيسية.
**ثانيا-** الاواصر الثانوية.

**اولا - الاواصر الرئيسية** وهي المسؤولة عن الربط بين الذرات لتكوين الجزيئات واهم انواعها:

**1-** الاصرة الايونية: الذرات التي تحتوي الكترون او اثنين في مدارها الخارجي **تميل الى منح هذه الالكترونات الى ذرات مجاورة** تحتاج الى الكترونات لاشباع مداراتها الخارجية، فتصبح الذرات الواهبة ايونات موجبة والذرات المكتسبة ايونات سالبة. تنجذب الايونات الموجبة الى الايونات السالبة وتنشأ رابطة قوية تسمى **الآصرة الايونية وتنشأ الآصرة اليونية بين فلز و لافلز** مثال

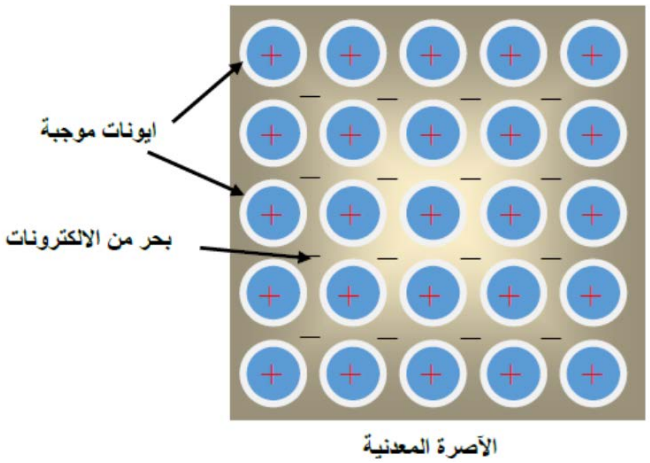



**2- الاصرة التساهمية:** في بعض الحالات يتوجب على الذرات بان **تتشارك في بعض او كل الكترونات المدار الخارجي** مع ذرات مجاورة لاشباع المدارات الخارجية لهذه الذرات وتنشأ رابطة قوية هي الرابطة التساهمية، وتتكون **هذه الرابطة بين لافلز و لافلز** كما في غاز الكلور حيث ترتبط كل ذرتين من الكلور تساهمياً لتكوين **جزيئات الكلور** كما في الشكل:




الاصرة التساهمية

3- **الاصرة الفلزية (الاصرة المعدنية):** ترتبط ذرات المعادن (الفلزات) بهذه الاصرة، حيث ان عدد الالكترونات في المدار الخارجي لا يتجاوز الثلاثة وتكون بعيدة نسبيا عن النواة مما يجعل ارتباطها بالنواة ضعيفا لهذا فان الكترونات المدار الخارجي يمكن ان **تترك الذرات** فتتكون ايونات موجبة وسط بحر من الالكترونات الحرة الحركة كما في الشكل.



الآصرة المعدنية

**ان الاصرة الفلزية هي السبب في الخواص الفلزية حيث ان:**

1- ان الاصرة الفلزية من اضعف الاواصر الرئيسية وهذا يجعل الذرات قابلة للتحرك من اماكنها تحت تاثير القوى الخارجية وبهذا تتميز الفلزات بالمطيلية العالية وقابلية التشكيل.
2- وجود الالكترونات الحرة الحركة يجعل للمعادن موصلية جيدة للحرارة والكهرباء.
3- البريق الفلزي.
4- القابلية الجيدة لعكس الضوء.
5- عدم النفاذية للضوء (العتامة) لان الالكترونات الحرة تمتص الطاقة الضوئية

**ثانيا** - الاواصر الثانوية: الروابط أو الاواصر الثانوية فهي القوى الرابطة بين جزيئات المادة الواحدة سواء كانت على شكل جزيئات أو على شكل ذرات وهي تختلف تماما عن الروابط الرئيسية التي تكوّ ن الجزيئات وتسمى احيانا بقوى فاندرفال وهي على ثلاث انواع:-

1- الرابطة القطبية .
2- الرابطة الهيدروجينية .
3- قوى فاندرفالز (قوى التشتت).

## النشاط الطلابي:

- أرسم ذرة عنصر مثل الألمنيوم وبيّن توزيع الإلكترونات.
- صنف المواد التالية حسب نوع الرابطة السائدة: (الحديد، الزجاج، PVC، NaCl).

## الأسئلة:

1. ما الفرق بين العنصر والمركب؟
2. لماذا تكون المعادن موصلة للكهرباء؟
3. ما الذي يميز الروابط التساهمية عن الأيونية؟
4. كيف تؤثر الروابط على صلادة المادة؟
5. ما الرابطة السائدة في البوليمرات؟ وهل هي قوية؟

## الواجب البيتي:

- اختر ثلاث مواد هندسية مشهورة، وحدد نوع الرابطة الرئيسية فيها، وبيّن كيف تؤثر تلك الرابطة على استخدامها.
- ارسم مقارنة بين الروابط الأربعة من حيث: طبيعة الترابط ، الخواص الناتجة (توصيل – صلادة – هشاشة...).

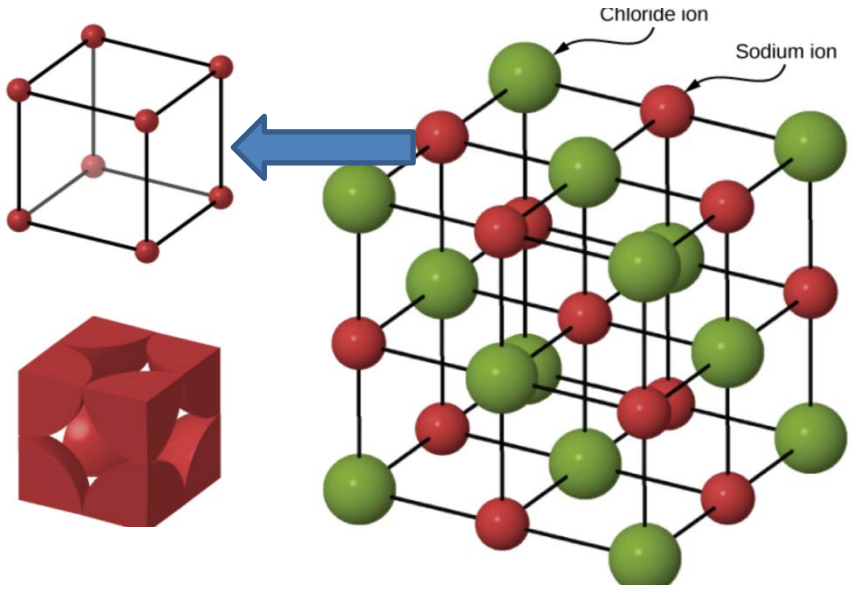
# الاسبوع الثالث والرابع

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** :تعريف الطالب بمفهوم التركيب البلوري للمواد.
- **سؤال الأسبوع :**ما الفرق بين المواد البلورية واللابلورية؟
- **الواجب البيتي** :ربط التراكيب البلورية بالخواص الميكانيكية مثل الصلادة والمطيلية والكثافة.
- **مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

## التركيب البلوري

هو الترتيب المنتظم للذرات داخل المادة في نمط ثلاثي الأبعاد يُعرف بـ "الشبكة البلورية" ( Crystal Lattice). كل وحدة صغيرة تتكرر تسمى خلية وحدية (Unit Cell). ويمكن تعريف الوحدة البلورية بانها وحدة بناء البلورة وتتكون من عدد من الذرات المنتظمة وفق شكل هندسي معين يلخص شكل البلورة. وتتكون البلورة من عدد كبير من الوحدات البلورية المصطفة مع بعضها بالاتجاهات الثلاثة.

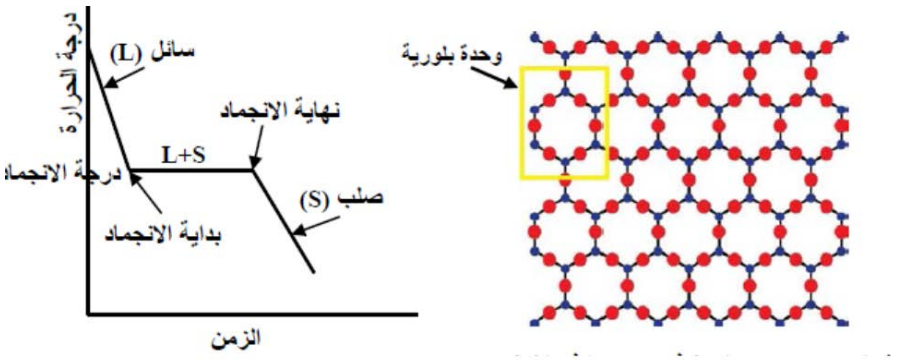



**اهمية التركيب البلوري:**

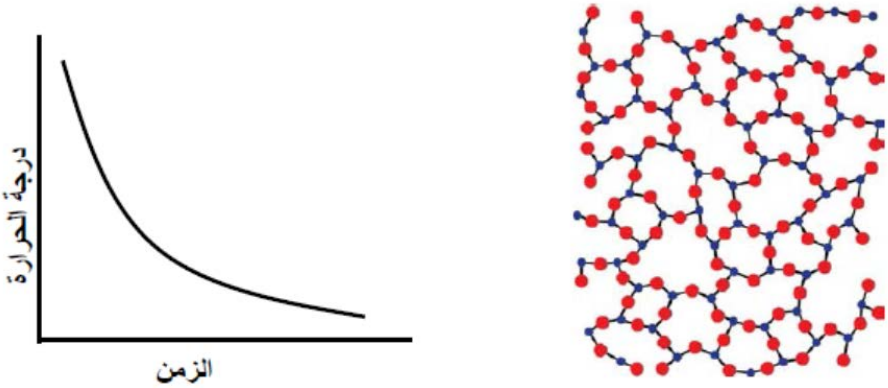
- يتحكم في الكثافة، لأن عدد الذرات في وحدة الحجم يختلف.
- يؤثر على المطيلية والصلادة مثلًا FCC :أكثر مطيلية من. BCC
- يتحكم في سلوك المادة أثناء التشكيل أو الكسر.

**يمكن تقسيم المواد الصلبة اعتمادا على ترتيب ذراتها الى:**

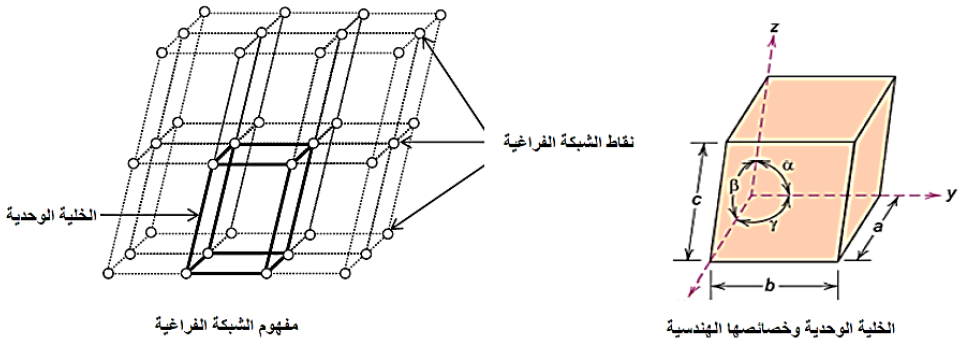
1- **المواد الصلبة البلورية**: حيث تكون ذراتها منتظمة وفق اشكال هندسية تتكرر بالاتجاهات الثلاثة لتكوّ ن البلورات. وللمواد البلورية درجات انصهار وانجماد ثابتة.



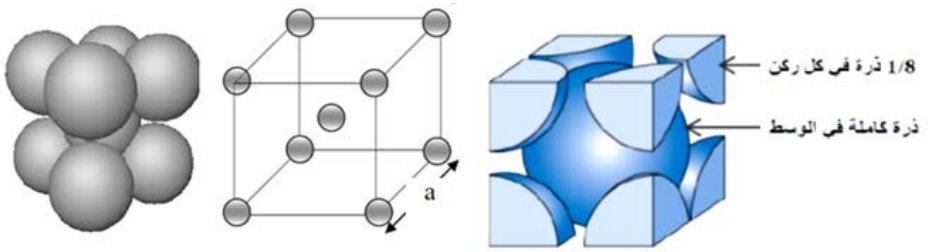

2- **المواد الصلبة اللابلورية (الامورفية ):** يكون توزيع الذرات في الحالة الصلبة لهذه لمواد عشوائيا ولا تنتظم الذرات وفق اشكال هندسية. وليس للمواد الامورفية درجات انصهار او انجماد معينة بل تتحول من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة بصورة تدريجية عند التسخين وبالعكس عند التبريد، كما في الزجاج.




**الاشكال البلورية** :- للوحدة البلورية سبعة اشكال اساسية يتفرع عنها اربعة عشر شكلا اختلاف الاضلاع والزوايا المحصورة بينها . يترتب عدد كبير من الوحدات البلورية من نوعية واحدة بالاتجاهات الثلاثة لتكوين البلورة. تبنى البلورات بأشكال مختلفة تسمى الاشكال البلورية ان اغلب المعادن تقع ضمن الاشكال الثلاثة لاتية:-



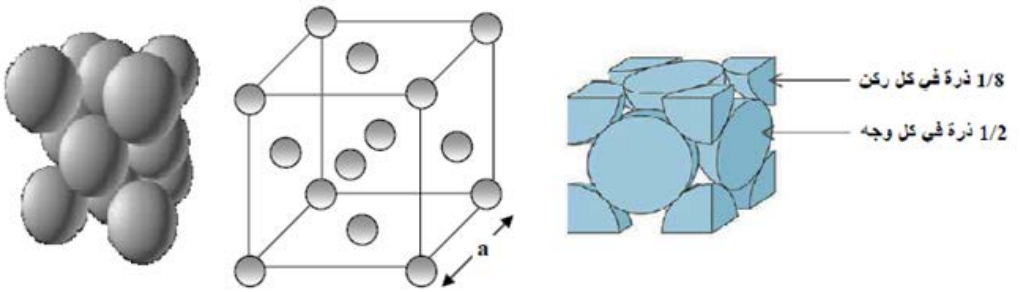
1- **لمكعب المتمركز الجسم (B.C.C)**: شكل الوحدة البلورية لهذه الشبكة البلورية ، واهم العناصر التي تتخذ هذا الشكل البلوري الليثيوم، الصوديو م، حديد الفا،والكروم والمولبدينيوم.




نموذج الخلية الوحدية في النظام المكعبي مركزي الجسم

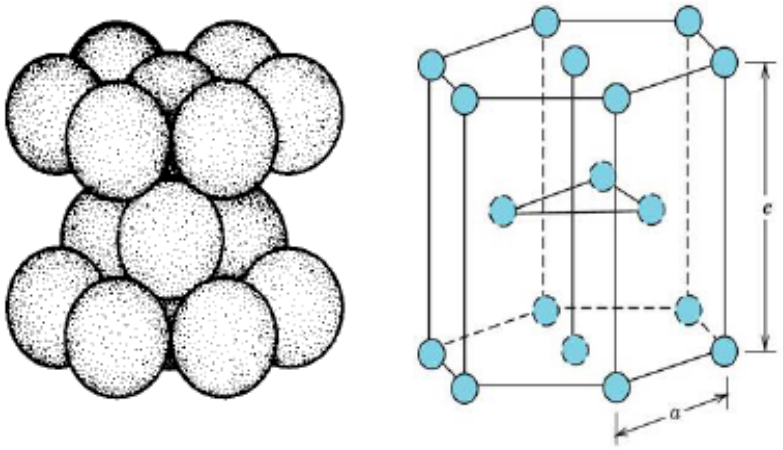
## 2- **نظام مكعب متمركز الوجه** Face –Centre Cubic(FCC)

تحتل المعادن نسق المكعب متمركز الوجه جميع اركان المكعب بالاضافة الى مركز كل وجه من الاوجه.ومن المعادن التي لها هذا النسق هي الالومنيوم ، الكالسيوم ، النحاس ، الفضة ، الذهب والرصاص.




## 3- **سداسي متراص** Hexagonal Close Packed(HCP)

وهو عبارة عن منشور سداسي يحتوي على (17 ) ذرة سبعة منها على السطح العلوي وسبعة على السطح السفلي وثلاثة في السطح المركزي ومن المعادن المرتبة في هذا النظام مثل الخارصين والكوبلت والتيتانيوم والمغنيسيوم.



## النشاط الطلابي:

- صمّم نموذجًا يوضح الفرق بين FCC وBCC باستخدام كرات بلاستيكية أو برنامج تصميم.

## الاسئلة:

- ما الفرق بين الخلية FCC و BCCمن حيث عدد الذرات؟
- لماذا تُعد المواد ذات FCC أكثر قابلية للتشكيل؟
- كيف يؤثر الترتيب البلوري على الكثافة؟
- ما التركيب البلوري لعنصر التيتانيوم؟
- ما العلاقة بين التركيب البلوري والمطيلية؟

## الواجب البيتي:

- ارسم كلاً من FCC – BCC – HCP :وحدد عدد الذرات في كل منها.
- احسب الكثافة النظرية لعنصر الألمنيوم (FCC) إذا علمت أن نصف القطر الذري هو 0.143 نانومتر.
- ما نوع التركيب البلوري لكل من العناصر التالية : Fe ، Cu، Zn؟ وما تأثير ذلك على خواصها الميكانيكية؟

# الاسبوع الخامس

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** :تعريف الطالب بمفهوم الخواص الميكانيكية للمواد الهندسية.
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهم الفحوصات الميكانيكية للمواد الهندسية؟
- **الواجب البيتي** :ميز بين المواد حسب سلوكها الميكانيكي (هشة، لدنة، مطيلة...).
- **مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

## الخواص الميكانيكية للمواد الهندسية

يجب معرفة الخواص الميكانيكية للمواد المستخدمة في تصميم اجزاء المكائن. ويمكن تعريف الخواص الميكانيكية بانها كيفية استجابة المادة للمؤثرات الميكانيكية.

ويمكن تقسيم الاختبارات الميكانيكية الى قسمين رئيسيين، هما:

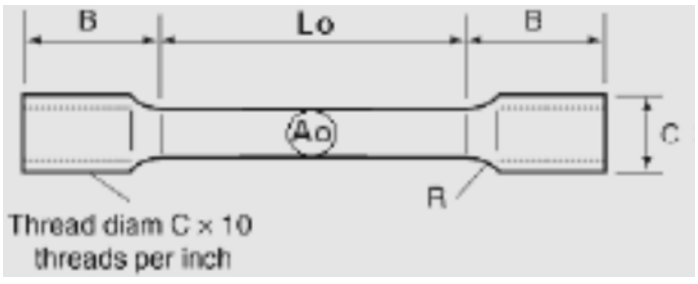
1- **الاختبارات الستاتيكية:** يكون المعدل الزمني لتسليط الحمل على العينة منخفضاً.
2- **الاختبارات الديناميكية:** يكون المعدل الزمني لتسليط الحمل عاليا وبً صورة مفاجئة.

وفيما يلي بعض الاختبارات الميكانيكية.

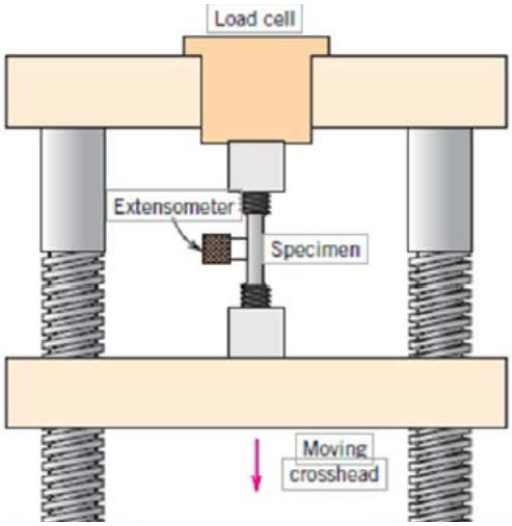
- اختبار الشد (Tensile Test)
- اختبار الصدمات (Impact Test)
- اختبارات الصلادة (Hardness Tests) ..... وغيرها

### اختبار الشد (Tensile Test)

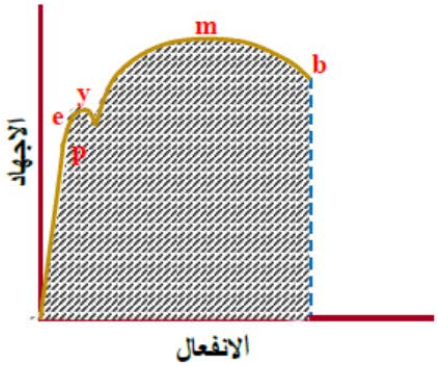
يجرى اختبار الشد لفحص مقاومة الشد وبعض الخواص الميكانيكية الاخرى. ولاجراء اختبار الشد تحضر عينة قياسية ، تثبت العينة في جهاز اختبار الشد




حيث تثبت العينة من طرفيها وتسحب باستخدام قوة شد الى ان تنكسر، ويجب ان يتم سحب العينة بصورة تدريجية وببطئ، ويرسم منحنى بين الاجهاد .




o




حيث يلاحظ الجزء المستقيم (op ) حيث يتناسب الانفعال تناسبا طرديا مع الاجهاد وثابت التناسب يسمى معامل يونك (Young,s Modulus) ويرمز له (E) . النقطة (p) تسمى حد التناسب. النقطة (e) هي حد المرونة حيث ان الانفعال الذي يحدث الى حد هذه النقطة هو انفعالا مرنا يزول بزوال القوة المؤثرة. بعد هذه النقطة يكون الانفعال لدنا (دائميا) ولا يزول بزوال القوة المؤثرة. النقطة (y) تسمى نقطة الخضوع حيث ينخفض الاجهاد انخفاضا ملحوظا بينما تستمر العينة في الاستطالة، بعد هذه المرحلة يرتفع الاجهاد حيث تزداد المقاومة التي تبديها العينة للاستطالة بسبب حصول التصليد الانفعالي الذي يمكن تعريفه بانه ارتفاع في مقاومة الشد وصلادة المعادن عند التشكيل اللدن بسبب زيادة كثافة الانخلاعات. القوة عند النقطة m تمثل اقصى اجهاد، بعد هذه النقطة تتخصر .ومن المنحني نستنتج:-

- **المرونة :** قابلية المادة على استعادة شكلها الاصلي بعد ازالة القوة الموثرة.
- **حد المرونة**: هو الحد الفاصل الذي تنتهي عنده صفة المرونة ويحدث تشوها دائميا في المادة بعد هذا الحد.
- **نقطة الخضوع:** هي الحد الفاصل التي تنتهي عنده صفة المرونة وتتميز بان المادة عندها تصبح ضعيفة نسبيا وتبدأ بالتشوه بانفعال اكبرتحت أي زياده في الاجهاد ويكون تشوهها دائميا.
- **اجهاد الخضوع**: هو مقياس لمقاومة المادة للتشوه اللدن
- **مقاومة او اجهاد الشد:** هي اقصى اجهاد شد يمكن ان تتحمله المادة قبل ان تنكسر.

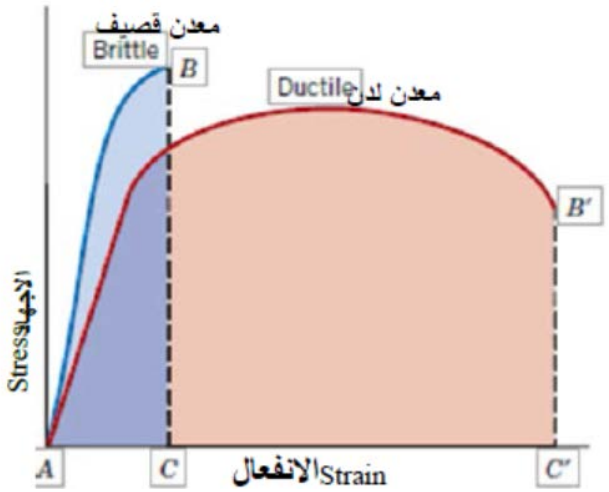
**الاجهاد σ** = القوة\ مساحة المقطع نيوتن\م$^2$ ( باسكال) $\sigma = \frac{F}{A}$

**الانفعال** $\in$: التغيير في الطول مقسماً على الطول الاصلي. $\in = \frac{\Delta L}{Lo}$

- **المطيلية او الاستطالة :** هي قابلية المادة على التشوه اللدن تحت تاثير قوى الشد، ويمكن التعبير عنها

**النسبة المئوية للاستطالة** = الانفعال مضروب في 100%

- **المتانة:** هي قابلية المادة لامتصاص الطاقة اثناء تشوهها المرن و اللدن الى ان تنكسر ويمكن حساب المتانة بايجاد المساحة الكلية تحت منحني الاجهاد-الانفعال، ووحدتها ($Joul/m^3$).
- **القصافة (الهشاشة):** انخفاض قابلية المادة على التشوه اللدن.




**قانون هوك:** في منطقة المرونة يتناسب الاجهاد والانفعال تناسبا طرديا مع بعضهما البعض. $\sigma \propto \varepsilon$

$$\sigma = E\varepsilon$$

**حيث ان E هو** ثابت التناسب ويسمى معامل المرونة (Modulus of Elasticity) او معامل يونك

**مثال 1:-** تم تسليط قوة مقدارها( 10000 N ) على عينة شد تبلغ مساحة مقطعها العرضي( 200 $mm^2$ )

ما هو مقدار الإجهاد الواقع على العينة؟

**الحل:-**

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{10000}{200} = 50\ N\backslash mm^2$$

**مثال 2**

عينة اختبار شد طولها الابتدائي (50 mm) ، وازداد طولها بمقدار (5 mm ) أثناء الاختبار، ما هو مقدار الانفعال؟

**الحل:-**

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{Lo} = \frac{5}{50} = 0.1$$

**النسبة المئوية للاستطالة = 0.1 *x 100%* = 0.1%**

**مثال 3 :-**

ذا علمت أن معامل يونغ لمادة معينة هو( 200 *Gpa*) ، والانفعال الناتج عنها هو( 0.005)

فما هو مقدار الإجهاد؟

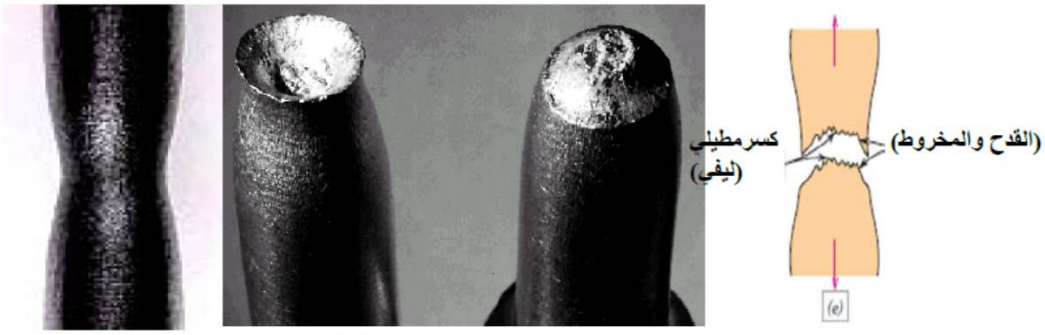
**الحل:-**

$$\sigma = E\varepsilon = 200\times10^{3} \times 0.005 = 1000\ N\backslash mm^{2} \quad (Mpa)$$

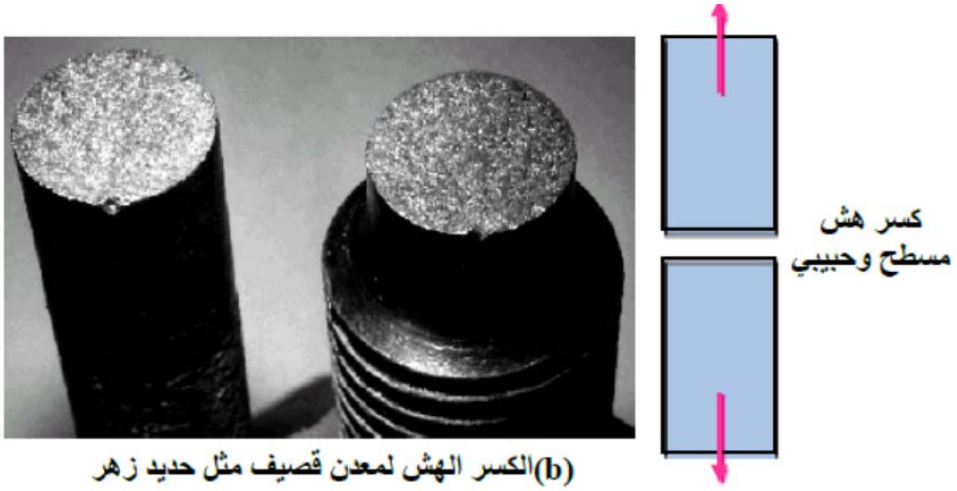
## شكل الكسر في اختبار الشد

عند ملاحظة مقطع العينة في منطقة الانكسار نلاحظ عدة انواع من الانكسار في اختبار الشد اعتمادا على مطيلية المعدن.

- **في المعادن المطيلية** مثل الصلب المنخفض الكربون المخمر يلاحظ تكون شكل القدح والمخروط (Cup and Cone) بسبب المطيلية العالية للعينة.
- **اما في المعادن الهشة (القصيفة)** مثل الحديد الزهر فيكون شكل الكسر مسطحا وحبيبيا، كما في




(a) الكسر الناتج عن اختبار الشد لعينة مطيلية مثل الصلب المنخفض الكربون المخمر




(b)الكسر الهش لمعدن قصيف مثل حديد زهر

## النشاط الطلابي:

- قارن بين سلوك مادة مطيلة (مثل الألمنيوم) ومادة هشة (مثل الزجاج) باستخدام مخطط الإجهاد – الانفعال.
- صمّم تجربة بسيطة باستخدام سلكين معدنيين مختلفين لقياس المطيلية عمليًا

## الاسئلة:

- ما الفرق بين الاستطالة والمتانة؟
- لماذا تُفضل المواد المطيلة في المنشآت؟
- ما الفرق بين مقاومة الشد ومقاومة الخضوع؟
- ماذا يعني أن المادة ذات معامل يونغ مرتفع؟
- كيف تميز بين مادة هشة ومطيلة بالتجربة؟

## الواجب البيتي:

- ختر مادتين مختلفتين (معدن وبوليمر مثلاً) واملأ الجدول التالي:

| الخاصية | المادة (1) | المادة (2) |
|---|---|---|
| مقاومة الشد | | |
| المطيلية | | |
| الصلادة | | |
| المتانة | | |

- ارسم مخطط إجهاد – انفعال نموذجي لمادة مطيلة وآخر لمادة هشة وبيّن الاختلاف بينهما.

# الاسبوع السادس

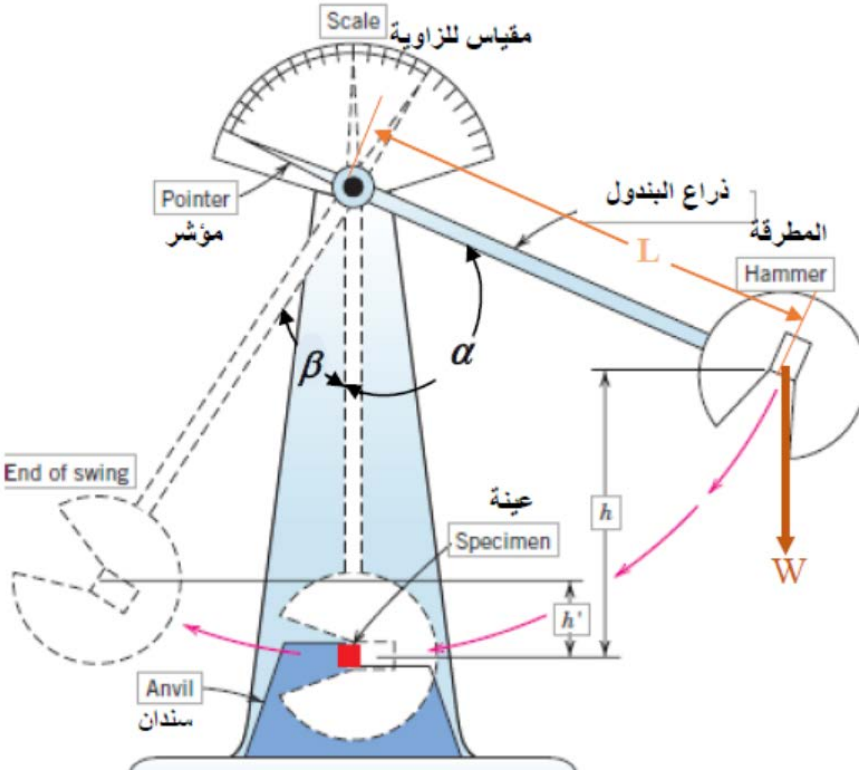
## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** :تعريف الطالب بمفهوم الصدمة واختبارها.
- **سؤال الأسبوع** :ما هي اهمية اختبار الصدمة في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من المواد حسب مقاومتها للصدمة.
- **مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

## اختبار الصدمات

يجرى اختبار الصدمات لغرض معرفة مقاومة المعادن لاحمال الصدم. ويمكن اعتباره كمقياس للمتانة الصدمية Impact Toughness .

يتكون جهاز اختبار الصدمات من بندول مصنوع من الصلب، له وزن معلوم(W)، يرفع البندول بزاوية ( α )، ثم يترك ليسقط على عينة الاختبار ، فتنكسر العينة ويرتفع البندول بزاوية ( β ) بالاتجاه الاخر من العينة.



ويمكن حساب الطاقة اللازمة لكسر العينة (E) باستخدام العلاقة التالية:

$$E = W\ L\ (Cos\beta - Cos\alpha)$$

E = الطاقة اللازمة لكسر العينة بالجول

α = زاوية رفع البندول

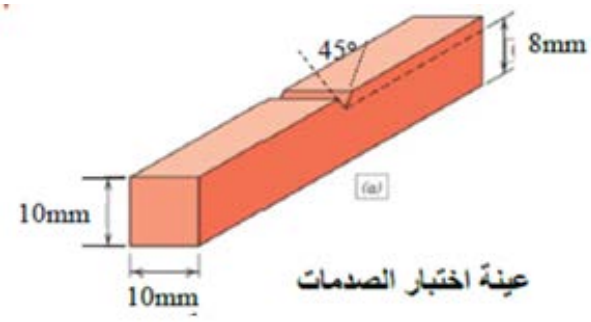
β = زاوية البندول بعد الكسر

L = طول البندول بالمتر

W = وزن البندول بالنيوتن

**عينة اختبار الصدمة**

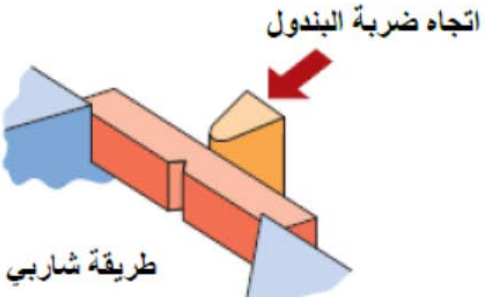
يجب ان تكون عينة قياسية وكما والابعاد المدرجة في ادناه

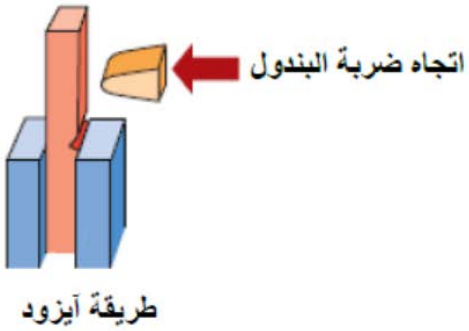



**توجد طريقتين لاختبار الصدمات:**

1- طريقة شاربي
2- - طريقة آيزود

الطريقتان متشابهتان ولكن تختلفان في طريقة التثبي ت واتجاه ضربة البندول.




**مقطع كسر عينة اختبار الصدمة**

ان مقطع العينة في اختبار مقاومة الصدمات يكون على شكل :-

- مسطح وحبيبي(بلوري) للعينات الهشة،
- ويكون ليفي الشكل للعينات المطيلية.

ليفي هش

**مثال:-**

في اختبار شاربي، سُقط بندول وزنه W=30 N وطول ذراعه L= 0.75m من زاوية α=120° ، ثم ارتد ليصل إلى زاوية β=30°. احسب طاقة الصدمة E الممتصة بواسطة العينة؟

**الحل:-**

$$E = L \cdot W \ (\cos\alpha - \cos\beta)$$
$$= 0.75 \cdot 300 \ (^{\circ}\cos 120 - {}^{\circ}\cos 30)$$
$$= 225 \ ((0.5-) - 0.866) = 366 \cdot 225$$

**ملاحظة**

كلما زادت زاوية الارتداد β فهذا يعني أن بندول الاختبار يرتد أعلى بعد الضربة، أي أنه قد استعاد جزءاً أكبر من طاقته الحركية ولم يُمتصّ من قبل العينة. وبما أن طاقة الصدمة الممتصة Eتساوي:

$$E=W\,L\,[\cos\beta-\cos\alpha]$$

زيادة β ⇒ انخفاض E انخفاض الطاقة الممتصة تودي الى انخفاض متانة المادة

بمعنى آخر، مادة ذات زاوية ارتداد كبيرة تمتص طاقة أقل عند الكسر، ولذلك تكون أقل متانة تحت الصدمات

## النشاط الطلابي

- قسّم الطلاب إلى مجموعات؛ كل مجموعة تجري اختبار شاربي لعينة من فولاذ منخفض الكربون وبوليمر (بلاستيك).
- سجل الزوايا α وβ، احسب E و Impact Toughness لكل مادة، وقارن بين النتائج.

## الاسئلة :-

- ماذا يُنشأ شق V في عينة اختبار الصدمة؟
- ما الفرق الرئيسي بين اختبار شاربي وآيزود؟
- كيف تؤثر درجة الحرارة على نتائج اختبار الصدمة؟
- إذا زادت زاوية الارتداد $\beta$ ، ماذا يعني ذلك عن متانة المادة؟
- ما العلاقة بين الطاقة الممتصة وخاصية المتانة؟

## الواجب البيتي

- قم برسم خطوات إجراء اختبار شاربي مع توضيح مكان الشق في العينة.
- احسب طاقة الصدمة E نظريًا لعينة فولاذ ثقلها N20 ، طول الذراع m1 ، α=135° =135° α=135° ، β=45° °.
- اكتب تقريرًا قصيرًا يشرح كيف يختلف سلوك مادة هشة (مثل الزجاج) عن مادة مطيلة (مثل الألمنيوم) في اختبار الصدمة.

# الاسبوع السابع والثامن

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** :تعريف الطالب بمفهوم اختبار الصلادة وانواعها.
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهمية اختبار الصلادة في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من المواد حسب مقدار صلادتها.
- **مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

### اختبار الصلادة Hardness

يمكن تعريف **الصلادة** بانها مقاومة المادة للتخدش والتثلم عند احتكاكه بمواد اخرى والمادة الاكثر صلادة تستطيع ان تخدش المادة الاقل صلادة منها.

**والليونة ( Softness )** هي عكس الصلادة. الرصاص والنحاس معادن لينة بينما الصلب السريع القطع، الحديد الزهر، الزجاج، والسيراميك مواد صلدة.

ولاختبار الصلادة تستخدم عدة طرق، اهمها

- اختبار الصلادة بطريقة برينل
- اختبار الصلادة بطريقة فيكرز
- واختبار الصلادة بطريقة روكويل .

1- **اختبار الصلادة بطريقة برينل** (Brinell Hardness Test)

يستخدم في هذه الطريقة جهاز برينل لقياس الصلادة . يتكون الجهاز من مكبس هيدروليكي يدوي يقوم بضغط كرة مصنوعة من الصلب المقسى تسمى اداة التغلغل ، تضغط هذه الكرة على عينة الاختبار لمدة 15 ثانية للمعادن الحديدية و 30 ثانية للمعادن الاخرى، فيتكون اثر، ثم يقاس قطر الاثر المتكون باستخدام ميكروسكوب صغير مدرج (قوة تكبيره 20 مرة)، ثم يستخدم القانون التالي

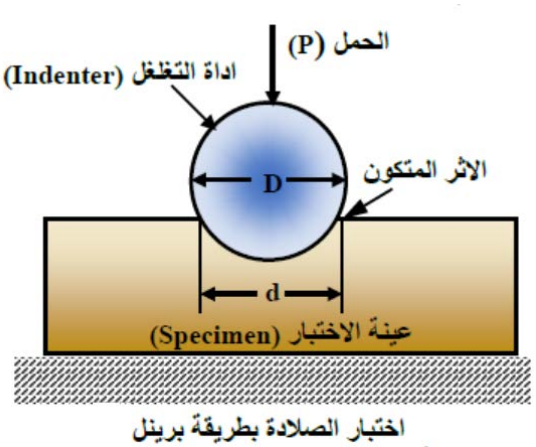
$$HB = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{^2D^2 - d})}$$

HB =رقم الصلادة بطريقة برينل

d = قطر الاثر المتكون( ملم)

P = الحمل (كغم)

D = قطر الكرة (ملم)




اختبار الصلادة بطريقة برينل

ان جهاز برينل يستخدم لاختبار صلادة **المعادن المنخفضة والمتوسطة** الصلادة ولا يستخدم لفحص صلادة المعادن البالغة الصلادة كالصلب المقسى لان اداة التغلغل تتشوه، في هذه الحالة يمكن استخدام كرة مصنوعة من كربيد التنكستن.

**مثال**:-

إذا أجرينا اختبار صلادة برينل على عينة باستخدام كرة فولاذية قطرها D=10 ملم وتحت حمل P=3000 كجم، وكان قطر البصمة الناتجة d=4 ملم، فما قيمة صلادة برينل HB؟

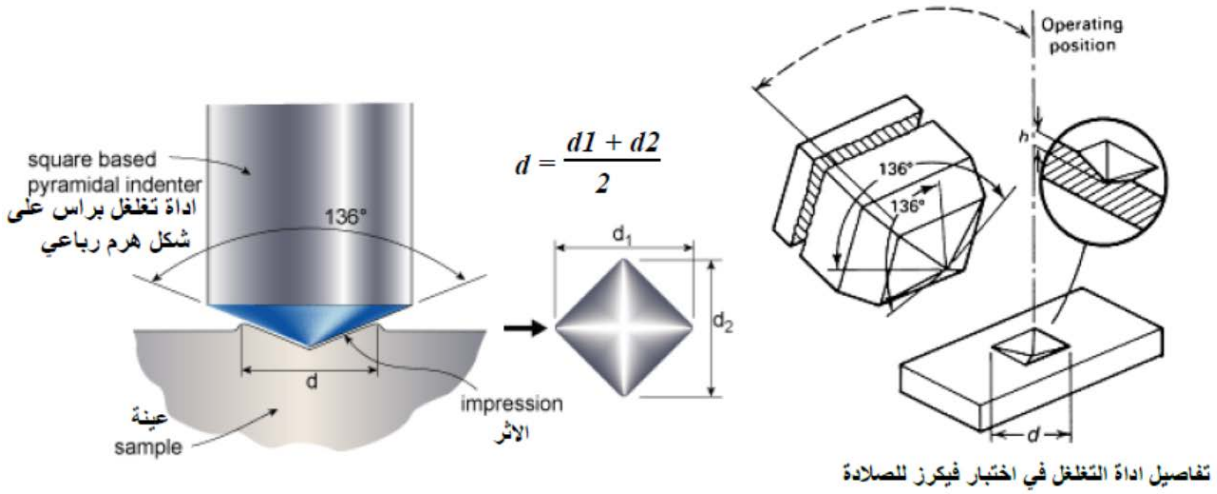
**الحل**

$$HB = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{^2D^2 - d})}$$

$$HB = \frac{3000 \times 2}{\pi \times 10 \times (10 - \sqrt{^2 4 - ^2 10})} \approx 285 \text{ HB}$$

2- **اختبار الصلادة فيكرز( Vickers Hardness Test)**

يستخدم جهاز فيكرز لاختبار الصلادة لفحص الصلادة اداة التغلغل (Indenter) عبار عن هرم رباعي صغير مصنوع من الماس، الزاوية بين اي وجهين متقابلين $^0$ 136 ، وان مقدار الحمل المسلط يتراوح بين 1كغم و 120كغم اعتمادا على نوع المعدن المراد اختباره وعلى تصميم الجهاز، وان زمن تسليط الحمل مقداره 15 ثانية ويتم السيطرة عليه تلقائيا. بعد تسليط الحمل على العينة، يرفع الحمل حيث يتكون اثر رباعي يتم قياس قطريه $d_1$ و $d_2$ باستخدام ميكروسكوب (كجزء من الجهاز) ثم يحسب معدل قطري الاثر d، وتحسب الصلادة باستخدام قانون او جداول لايجاد الصلادة. ويمكن اختبار الصلادة **بطريقة فيكرز لجميع المعادن مهما بلغت صلادتها** من المعادن الطرية الى الخزف.




تفاصيل اداة التغلغل في اختبار فيكرز للصلادة

**مثال :-**

اختبار صلادة فيكرز، تم تسليط حمولة مقدارها P =50 كجم على عينة، وقياس قطري الأثر المربع فكانا: ($d_1$=0.5 ملم, $d_2$=0.6 ملم ) احسب صلادة فيكرز HV للعينة.

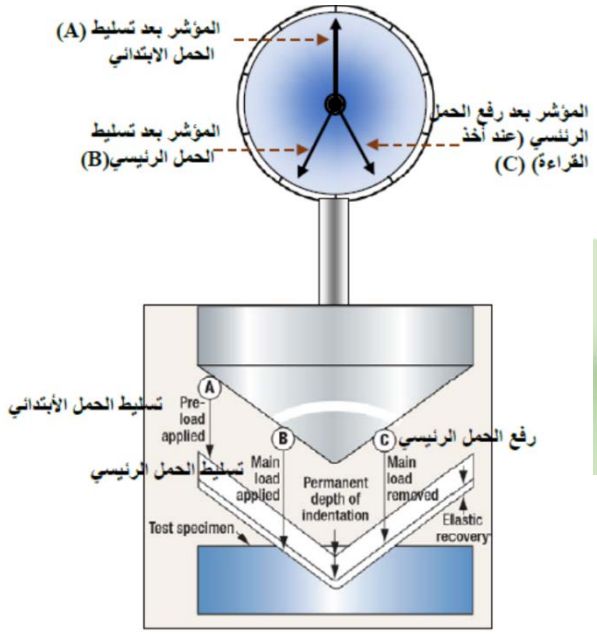
**الحل:**

نحسب المتوسط: $d = \frac{d_2 + d_1}{2} = \frac{0.6 + 0.5}{2} = 0.55$ ملم

قانون فيكرز: $HV = \frac{P}{d^2} \times 1.854 = \frac{50}{0.55^2} \times 1.854 \approx 306\,\text{HV}$

### 3- اختبار صلادة روكويل

ان اختبار الصلادة في طريقتي برينل وفيكرز تعتمدان على **تقسيم الحمل على المساحة السطحية** للاثر المتكون اما في اختبار الصلادة بطريقة روكويل فتعتمد على **قياس عمق الاثر** المتكون، ومن ثم يتم تحويل عمق الاثر المقاس الى رقم صلادة يتم قراءته مباشرة على قرص مدرج. وفي طريقة روكويل هناك نوعين من اداة التغلغل **اما كرة من الصلب المقسى او مخروط من الماس زاوية راسه 120** درجة. ويتم تسليط حمل ابتدائى مقداره 10كغم، ثم حمل رئيسي مقداره 60 كغم، 100كغم، او 150كغم ( اعتمادا على نوع المقياس المستخدم ) حيث هناك عدة مقاييس في طريقة روكويل تمكننا من قياس صلادة معظم المواد(. بعد تسليط الحمل الرئيسي يرفع الحمل الرئيسي وتوخذ القراءة مباشرة على القرصالمدرج قبل رفع الحمل الابتدائي، و بعد اخذ القراءة يرفع الحمل الابتدائي وترفع العينة.تستخدم هذه الطريقة لقياس صلادة للفولاذ والفولاذ اللامصدا والتروس المقساة تقسية سطحية.



## النشاط الطلابي

- قسّم الصف إلى مجموعات، وكل مجموعة تنفذ اختبارًا مختلفًا وتعرض:
  طريقة القياس، الحسابات، الجدوى، ملاحظات على السطح.

## الاسئلة :-

- ما الفرق في مبدأ العمل بين اختبار روكويل وبرينل؟
- لماذا يُستخدم فيكرز في قياس طبقات المعالجة السطحية؟
- ما فائدة استخدام مخروط ماسي في روكويل؟
- متى نختار اختبار برينل بدلًا من روكويل؟
- كيف نحسب صلادة برينل إن عُرف قطر الاثر؟

## الواجب البيتي

❖ اختر مادة واحدة (مثل: فولاذ، ألمنيوم، بوليمر...) وابحث عن:
- نوع اختبار الصلادة الأنسب لها، السبب العلمي، القيم المتوقعة للصلادة.

❖ ارسم جدول مقارنة بين برينل وفيكرز وروكويل من حيث: الشكل القاسم، وحدة الصلادة، الاستخدامات،

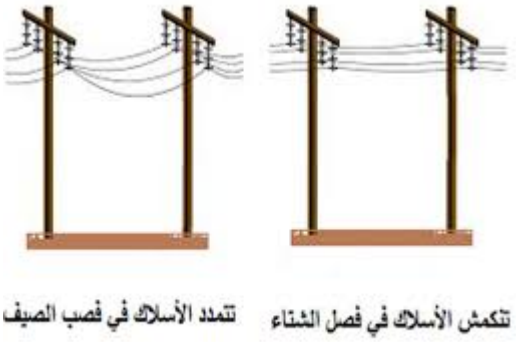
# الاسبوع التاسع

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** :تعريف الطالب بالخواص الحرارية للمواد.
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهمية الخواص الحرارية للمواد في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من المواد حسب مقدار التوصيل الحرارية للمواد.
- **مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

**التمدد الحراري في المواد الصلبة**

تتمدد معظم المواد الصلبة بالتسخين وتتقلص بالتبريد واذا منعت المادة من التقلص او التمدد بتثبيتها بين حاجزين ثابتين تتولد اجهادات داخلية، وان مقدار التمدد او التقلص يختلف من مادة الى اخرى ويمكن حساب مقدار التغيير في الطول الناتج عن تغيير درجة الحرارة



تتمدد الأسلاك في فصب الصيف تتكمش الأسلاك في فصل الشتاء

$$\Delta L = L\alpha\Delta T$$

حيث

التغيير في الطول (سم )= $\Delta L$

الطول الاصلي (سم) =L

معامل التمدد الطولي( oC / 1 ) = $\alpha$

التغيير في درجة الحرارة $^{o}C$ = $\Delta T$

- **ويعرف معامل التمدد الطولي** للمادة بانه مقدار التمدد في وحدة الطول عند ارتفاع درجة حرارة المادة درجة مئوية واحدة.
- **اما التمدد الحجمي للمواد** بانه معامل التمدد الحجمي يساوي ثلاثة اضعاف معامل التمدد

$$\Delta V = 3 V \alpha \Delta T$$

حيث

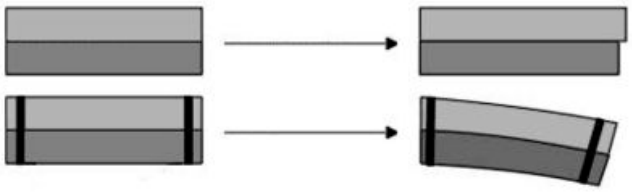
التغيير في الحجم سم $^{3}$ = $\Delta V$

الحجم سم $^{3}$ =V

تترك مسافات بين أجزاء قضيب السكة الحديدية بحيث يمكن أن تتمدد دون أن ينثني القضيب إلى أعلى فينقلب القطار المار عليه

## تطبيقات عن التمدد الحراري

1- صناعة القطع الثنائية المعدن (Bimetal Thermostat) للسيطرة الاوتوماتيكية على درجة الحرارة في بعض الاجهزة الحرارية الكهربائية.
2- استخدام سبائك معدنية لها معامل تمدد حراري منخفض في صناعة بعض اجزاء الاجهزه الدقيقة مثل سبيكة (Invar) و سبيكة (Nilo) وهما سبائك من الكوبالت والنيكل والحديد.
3- ترك فواصل لاغراض التمدد عند تصميم سكك الحديد والجسور وما شابه.



### التوصيل الحراري في المواد الصلبة

تنتقل الحرارة في المواد بثلاث طرق:

- التوصيل (Conduction)
- والحمل ( Convection)
- والاشعاع (Radiation )

تنتقل الحرارة في المواد الصلبة من الجزء الساخن الى الجزء البارد من المادة، وان المعدل الزمني لكمية الحرارة المنتقلة في جسم صلب(W) تتناسب مع الفرق في درجات الحرارة بين طرفي الجسم، وكذلك تعتمد على نوع وحجم وشكل الجسم.

وتختلف المواد في قابليتها للتوصيل الحراري فالفلزات تمتاز بقابليتها الجيدة للتوصيل الحراري اما اللافلزات والمواد الاخرى فهي رديئة التوصيل للحرارة على الغالب.

ولو سخن احد طرفي القضيب فان الحرارة ستنتقل من الطرف الساخن الى الطرف البارد، حيث تزداد الطاقة الحركية للذرات في الطرف المسخن تم تنتقل الطاقة الحركية الى الطرف البارد نتيجة تصادم الذرات في **حالة المواد الصلبة اللافلزية** ويتم انتقال الطاقة الحركية للذرات بحركة موجية اهتزازية عالية التردد لذلك يكون التوصيل بطئ. **اما المواد الفلزية** فتنتقل الطاقة الحرارية عن طريق حركة الالكترونات الحرة لذلك تكون سريعة

**مقارنة بين التوصيل الحراري للمواد الفلزية واللافلزية**

| الخاصية | المواد الفلزية | المواد اللافلزية |
|---|---|---|
| آلية النقل | إلكترونات حرة | اهتزازات ذرية (فونونات) |
| سرعة التوصيل | عالية | منخفضة |
| التوصيل الكهربائي | جيد جدًا | ضعيف أو معدوم |
| أمثلة | النحاس، الحديد، الألمنيوم | الزجاج، البلاستيك، السيراميك |

**العوامل الموثرة على التوصيل الحراري:**

1- وجود الشوائب والعناصر السبائكية يسببان عرقلة انتقال الحرارة في المواد الصلبة، فالمعادن النقية اجود توصيلا للحرارة من السبائك.
2- الحدود البلورية تسبب عرقلة انتقال الحرارة في المعادن.
3- الاجهادات الداخلية والانخلاعات والعيوب البلورية تسبب عرقلة انتقال الحرارة في المعادن.

**بعض التطبيقات عن التوصيل الحراري:**

1- استخدام معادن جيدة التوصيل للحرارة وذات نقاوة عالية مثل النحاس والالمنيوم في صناعة المشعات (Radiators) والمبادلات الحرارية(Heat Exchangers) في المراجل )(Boilers واجهزة التدفئة والتبريد.
2- استخدام مواد رديئة التوصيل للحرارة للعزل الحراري في المراجل والجدران الخارجية للافران واجهزة التبريد وللعزل الحراري للمباني.

## النشاط الطلابي

- رسم مخططًا يوضح العلاقة بين درجة الحرارة والطول لعمود معدني.
- صمّم تجربة لقياس الفرق في التمدد بين عمودين مختلفين.

## الاسئلة :-

- لماذا يتمدد الفولاذ عند تسخينه؟
- ما الفرق بين طريقة التوصيل الحراري في النحاس والزجاج؟
- كيف تؤثر خاصية التمدد على اختيار المواد في الجسور والأنابيب؟
- لماذا يُستخدم الألمنيوم في المبادلات الحرارية؟
- أيهما يتمدد أكثر عند التسخين: الفولاذ أم الزجاج؟ ولماذا؟

## الواجب البيتي

- حسب التغير في طول قضيب نحاس طوله 2 متر عندما يسخن من 25°C إلى 100°C، إذا علمت أن: $\alpha=17\times10-6/°C$

❖ ابحث عن معامل التمدد والتوصيل الحراري للمواد التالية: (الألمنيوم – السيراميك – الفولاذ).
❖ صِف تطبيقًا صناعيًا يعتمد على كل من:
- التوصيل الحراري العالي
- التمدد الحراري المنخفض

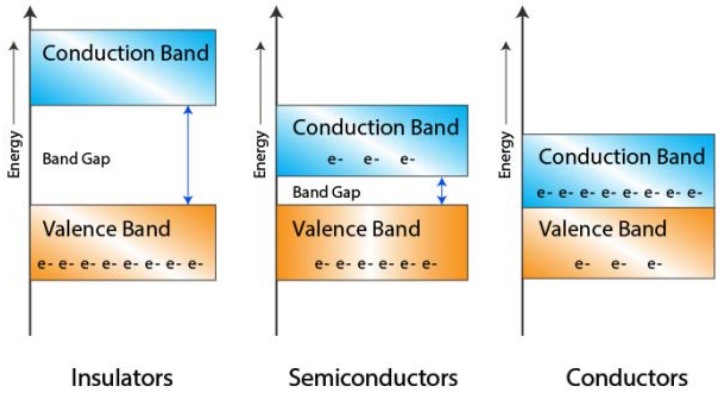
# الاسبوع العاشر

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** :تعريف الطالب بالخواص الكهربائية للمواد.
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهمية الخواص الكهربائية للمواد في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من المواد حسب مقدار التوصيل الكهربائية للمواد.
- **مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

### الخواص الكهربائية للمواد

تعد الخواص الكهربائية من أهم الخصائص الفيزيائية التي تميز المواد عن بعضها، ولها دور حاسم في التطبيقات الصناعية والهندسية الحديثة، بدءًا من التوصيلات الكهربائية البسيطة وحتى المعالجات الدقيقة في الإلكترونيات.تعتمد قدرة المادة على التوصيل الكهربائي بشكل مباشر على تركيبها الذري والإلكتروني، وخاصةً على وجود إلكترونات حرة أو فجوات طاقة تؤثر في سلوك الإلكترونات داخل البنية البلورية.




**فجوات الطاقة** هي الطاقة اللازمة لتحرير إلكترون من رابطة ذرية في نطاق التكافؤ ونقله إلى نطاق التوصيل ليُصبح إلكترونًا حرًا يساهم في التوصيل الكهربائي.

**كلما صغرت فجوة الطاقة، كانت المادة أكثر قابلية للتوصيل الكهربائي.**

**آلية التوصيل الكهربائي**

| النوع | الآلية |
|---|---|
| المواد الموصلة | تحتوي على إلكترونات حرة تتحرك بسهولة عند تطبيق جهد. |
| المواد شبه الموصلة | تعتمد على وجود فجوة طاقة صغيرة، وتزيد الموصلية مع الحرارة أو التطعيم. |
| المواد العوازل | تحتوي على فجوة طاقة كبيرة تمنع تحرك الإلكترونات. |

ويمكن تقسيم المواد حسب موصليتها الكهربائية الى:

1- **المواد الجيدة التوصيل للكهربائية:** وتشمل جميع الفلزات، حيث تكون الكترونات المدار الخارجي لذراتها حرة الحركة. مثل الحديد ، النحاس، الفضة، وغيرها.
2- **المواد الرديئة التوصيل للكهربائية:** وتشمل المواد اللامعدنية كالزجاج، البلاستك(اللدائن)، السيراميك، وغيرها. وسبب رداءة التوصيل للكهربائية في هذه المواد عدم وجود الكترونات حرة الحركة في تركيبها الذري.
3- **اشباه الموصلات،** مثل السيليكون والجرمانيوم وغيرها، ونلاحظ وجود عدد محدود جدا من الالكترونات الحرة الحركة في تركيبها الذري.
4- **الالكتروليتات،** وهي سوائل متاينة تحتوي على ايونات موجبة الشحنة واخرى سالبة الشحنة، ويتم انتقال الكهربائية بحركة الايونات الموجبة والسالبة.

**العوامل الموثرة على الموصلية الكهربائية للمواد:**

1- درجة الحرارة: حيث تنخفض الموصلية الكهربائية للفلزات بارتفاع درجة حرارتها، وترتفع الموصلية الكهربائية للالكتروليتات بارتفاع درجة حرارتها، اما في اشباه الموصلات فغالبا ما ترتفع الموصلية الكهربائية بارتفاع درجة الحرارة.
2- وجود الشوائب والعيوب البلورية في المعادن يسببان انخفاض الموصلية الكهربائية.

يتم حساب المقاومه الكهربائية لموصل باستخدام العلاقة التالية:

$$R = \rho ( L/A )$$

حيث

$\rho = (\Omega . m)$ المقاومه النوعية للمادة

$L = (m)$ الطول

$R = \Omega$ المقاومة الكهربائية

$A = ( m^2 )$ مساحة المقطع

**مثال**

سلك نحاسي طوله $L=2\ m$ ومساحة مقطعه العرضي $A=1.5\times10^{-6}\ m^2$ فإذا كانت المقاومة النوعية للنحاس $\rho=1.68\times10^{-8}\ \Omega\cdot m$ احسب المقاومة الكهربائية $R$ للسلك.

**الحل**

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A}$$

$$R = \frac{2}{1.5 \times 10^{-6}} \cdot (1.68 \times 10^{-8})$$

$$R \approx 0.0224 \quad \Omega$$

## النشاط الطلابي

- صمّم تجربة لقياس الفرق في الموصلية الكهربائية لمجموعة من المواد الموصلة والعازلة وشبه موصلة.
- ناقش: لماذا تُستخدم أشباه الموصلات بدلًا من المعادن في تصنيع الترانزستورات؟

## الاسئلة :-

- لماذا تُعد المعادن موصلات جيدة للكهرباء؟
- ما الفرق بين شبه الموصل والعازل؟
- كيف يؤثر ارتفاع درجة الحرارة على الموصل وشبه الموصل؟
- ما المقصود بالفجوة الطاقية؟
- ما أهمية تطعيم السيليكون (Doping) في الصناعة؟ **تطعيم السيليكون** (*Silicon Doping*)هو عملية **إضافة كميات صغيرة جدًا من عناصر معينة** )مثل الفسفور أو البورون) إلى السيليكون النقي، لتعديل خواصه الكهربائية.

## الواجب البيتي

- بحث عن تطبيق صناعي يعتمد على أشباه الموصلات واشرح كيف تستفيد من خاصيتها الكهربائية.
- فسر لماذا لا يُستخدم البلاستيك في تصنيع الأسلاك الكهربائية.
- اذكر مادة تُستخدم في تصنيع المقاومات
- اذكر مادة تُستخدم في تصنيع الحساسات الحرارية

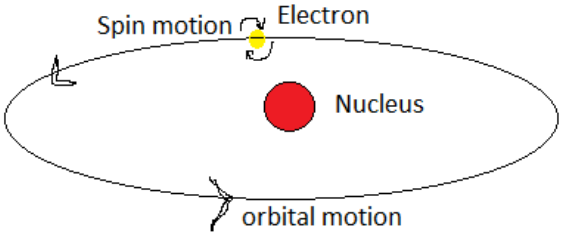
# الاسبوع الحادي عشر

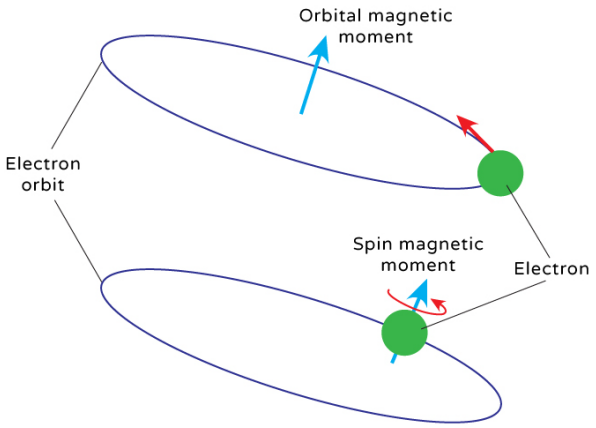
## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** :تعريف الطالب بالخواص المغناطيسية للمواد.
- **سؤال الأسبوع** :ما هي اهمية الخواص المغناطيسية للمواد في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من المواد حسب مقدار المغناطيسية للمواد.
- **مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

### الخاصية المغناطيسية

هي قدرة المادة على التأثر بالمجال المغناطيسي أو إنتاج مجال مغناطيسي ذاتي نتيجة لترتيب الإلكترونات والعزوم المغناطيسية داخلها.




في الذرة، كل إلكترون يمتلك نوعين من الحركة يولدان عزمًا مغناطيسيًا:

- **الحركة المدارية (Orbital Motion):**

وهي حركة الإلكترون حول نواة الذرة ضمن مستويات الطاقة (المدارات) تُنتج عزمًا مغناطيسيًا مداريًا يشبه التيار الدائري.

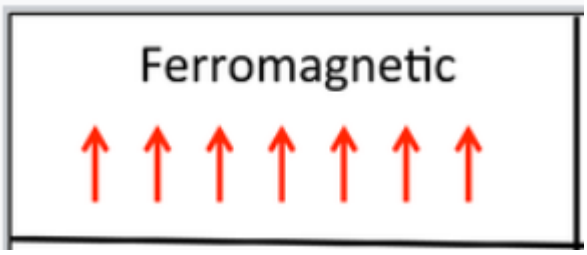
- **الدوران الذاتي (Spin Motion):**

وهي حركة الإلكترون حول محوره الخاص تُنتج عزمًا مغناطيسيًا حول محوره. وفي كلا الحالتين يعتمد اتجاه العزم المغناطيسي على اتجاه دوران الالكترون.

يمكن تقسيم المواد حسب تاثرها بالمجالات المغناطيسية الى:

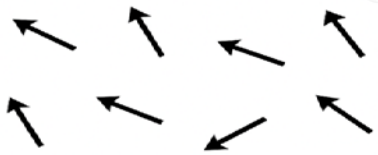
1- **المواد الفيرومغناطيسية:**

- هذه المواد تنجذب بقوة إلى المجالات المغناطيسية الخارجية ويمكن أن تصبح مغناطيسية بنفسها
- تحتفظ بالمغنطة حتى بعد إزالة المجال المغناطيسي الخارجي لفترة زمنية طويلة
- تمتلك إلكترونات غير متزاوجة منتظمة الاتجاه تخلق عزوماً مغناطيسية قوية و في اتجاه واحد، مما ينتج مجالاً مغناطيسيًا قويًا.
- من امثلة المواد الفيرومغناطيسية الحديد والنيكل وغيرها.



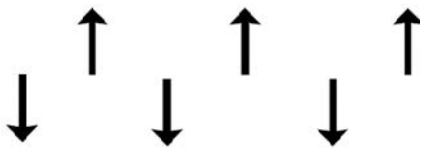

2- **المواد البارامغناطيسية:**

- هذه المواد تنجذب بشكل ضعيف إلى المجالات المغناطيسية الخارجية فتكون مغناطيسيتها ضعيفة.
- لا تحتفظ بالمغنطة بعد إزالة المجال المغناطيسي اي تاثيرها مؤقت
- تمتلك إلكترونات غير متزاوجة عشوائية الاتجاه ، مما يؤدي إلى توليد عزوم مغناطيسية صغير ة.
- من امثلة هذه المواد الألمنيوم، المغنيسيوم والكروم والتيتانيوم والبلاتين.



3- **المواد الدايامغناطيسية:**

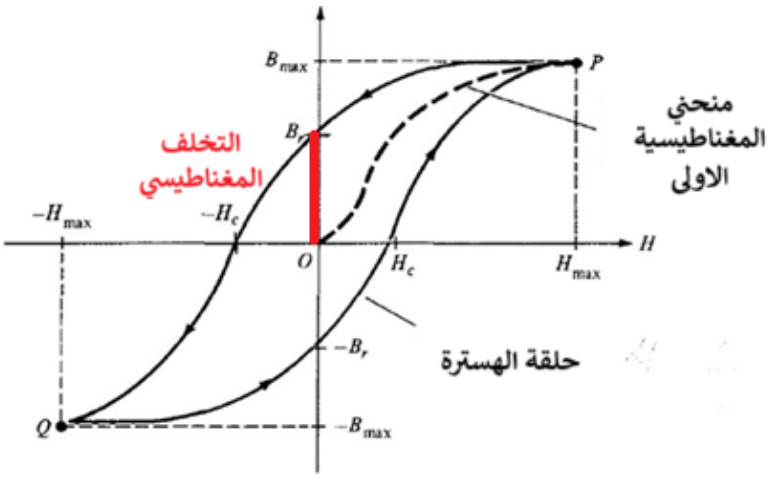
- تتنافر مع المجالات المغناطيسية، أي يتم دفعها بعيدًا عن المغناطيس.
- لا تحتفظ بأي مغنطة بعد إزالة المجال المغناطيسي الخارجي
- جميع الإلكترونات في هذه المواد تكون متزاوجة، مما يلغي أي تأثير مغناطيسي دائم مثل الذهب والنحاس والخارصين.



**التخلف المغناطيسي**

يمكن رسم حلقة التخلف المغناطيسي لمادة فيرومغناطيسية عند وضعها في مجال مغناطيسي خارجي، ثم رسم العلاقة بين شدة المجال المغناطيسي الخارجي وشدة المجال المغناطيسي في المادة الفيرومغناطيسية. ومن الشكل يتبين:-

- تكون المادة الفيرومغناطيسية غير ممغنطة عند النقطة (o).
- وعند زيادة شدة المجال المغناطيسي الخارجي فان المادة ستتمغنط وستزداد القوة المغناطيسية للمادة الممغنطة الى ان تصل الى حد الاشباع عند النقطة (P). حيث تصبح جميع المجالات المغناطيسية للمناطق المغناطيسية في المادة الممغنطة موازية للمجال المغناطيسي الخارجي.
- وعند رفع المجال المغناطيسي الخارجي نلاحظ بان شدة المجال المغناطيسي للمادة الممغنطة لا يعود الى الصفر بل الى النقطة (Br)، وهذا يمثل **التخلف المغناطيسي** في المادة الفيرومغناطيسية.
- واذا عُكس اتجاه المجال المغناطيسي الخارجي سيتكون منحنى على شكل تسمى **حلقة التخلف المغناطيسي او حلقة الهسترة المغناطيسية.**
- **المغناطيسية المتبقية ( Br) و القوة القسرية ( Hc).**




## انواع المغناطيس

المساحة الداخلية لحلقة التخلف المغناطيسي تمثل مقدار الطاقة اللازمة لمغنطة وازالة المغنطة من المواد الفيرومغناطيسية وبناءً على هذا يمكن ان يتكون نوعين من المغناطيس:

أ- **المغناطيس الطري (الموقت):** حيث تكون حلقة الهسترة المغناطيسية ضيقة، ويمكن ازالة المغنطة بسهولة، كما في الصلب اللين الممغنط.

ب- **المغناطيس الصلب (الدائم):** حيث تكون حلقة الهسترة المغناطيسية كبيرة، ولا يمكن صلب في هذه الحالة ازالة المغنطة بسهولة، مثل المغناطيس المستعمل في صناعة السماعات طري وما شابه.

ت- **مغناطيس النوديميوم:** هو أحد أنواع المغانيط الحديثة المسماة بمغانيط الأرض النادرة، وهو الأكثر شيوعاً بالاستخدام بينها، وهو مغناطيس يتمتع بقوة مغناطيسية دائمة، ويتميز بإعطاء أعلى

مجال مغناطيسي مقارنة مع الأنواع الأخرى، وله القدرة على جذب أجسام له تزيد عن وزنه بآلاف المرات، ويصنع من سبائك تضم ثلاثة عناصر هي النوديميوم والحديد والبورون.

**ملاحظة :-** درجة حرارة كوري: هي درجة الحرارة التي لو سخنت اليها اي مادة فيرومغناطيسية لفقدت خواصها الفيرومغناطيسية. ودرجة حرارة كوري للحديد هي 768 مئوي، وللنيكل 360مئوي.

## العوامل الموثرة على الخواص المغناطيسية للمواد:

1- تضعف الخواص الفيرومغناطيسية للمواد الممغنطة بارتفاع درجة الحرارة الى ان تفقد خواصها المغناطسية تماما عند درجة حرارة كوري.
2- تضعف الخواص الفيرومغناطيسية بالطرق.
3- زيادة كثافة الانخلاعات والعيوب البلورية يسببان زيادة مساحة حلقة الهسترة المغناطيسية. 4- وجود الشوائب والعناصر السبائكية يسببان زيادة مساحة حلقة الهسترة المغناطيسية.

## النشاط الطلابي

- رسم منحنى التخلف المغناطيسي لمادتين: الحديد الطري والصلب.
- مناقشة: لماذا تُستخدم المواد المغناطيسية اللينة في المحولات الكهربائية؟
- دراسة تأثير إضافة الكربون على خصائص الحديد المغناطيسية.

## الاسئلة :-

- ما الفرق بين المواد البارامغناطيسية والفيرومغناطيسية؟
- لماذا تعتبر الفيريتات مناسبة للترددات العالية؟
- ماذا يمثل منحنى التخلف المغناطيسي؟
- ما الفرق بين المغناطيسية المتبقية والقوة القسرية؟
- اذكر تطبيقين لمواد مغناطيسية لينة وصلبة.

## الواجب البيتي

- بحث عن استخدام المواد الفيرومغناطيسية في المحركات الكهربائية.
- ارسم منحنى التخلف المغناطيسي وحدد عليه:
- (المغناطيسية المتبقية) Br
- (القوة القسرية) Hc
- اشرح لماذا لا تستخدم المواد الدايامغناطيسية في الأجهزة الكهربائية.

# الاسبوع الثانى عشر

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** :تعريف الطالب بالخواص الكيميائية للمواد التي تحدد تفاعل المادة مع الوسط المحيط..
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهمية الخواص الكيميائية للمواد في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من المواد حسب مقدار التاكل الكيمياوي لها.
- **مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

### الخواص الكيميائية للمواد

هي الخواص التي تظهر عندما تتفاعل المادة مع مادة أخرى لتُنتج مادة جديدة بتركيب مختلف.

لا يمكن ملاحظتها دون حدوث تغيير كيميائي دائم في المادة. ومن انواع الخواص الكيميائية هي:-

| الخاصية | الوصف | الأمثلة |
|---|---|---|
| قابلية التفاعل | مدى سهولة دخول المادة في تفاعل كيميائي مع أحماض، أكسجين، ماء... | الصوديوم يتفاعل بسرعة مع الماء |
| مقاومة التآكل | قدرة المادة على مقاومة التدهور بسبب الرطوبة أو الأكسدة. | الفولاذ المقاوم للصدأ لا يصدأ بسهولة |
| الاشتعالية | مدى قابلية المادة للاشتعال عند تعرضها للحرارة أو الشرارة. | البنزين شديد الاشتعال |
| الثبات الكيميائي | قدرة المادة على الحفاظ على تركيبها دون تفاعل بمرور الزمن. | الزجاج مستقر جدًا كيميائيًا |
| التحلل الكيميائي | تفكك المادة إلى مواد أبسط نتيجة حرارة أو تفاعل كيميائي. | تحلل البوليمرات بالحرارة العالية |

**التاكل :-** هو عملية تفاعل المادة مع محيطها الخارجي مما يسبب في تردي خواصها وتآكل اجزاؤها مسببا اضرارا كبيرة. ويوجد نوعين من التآكل:

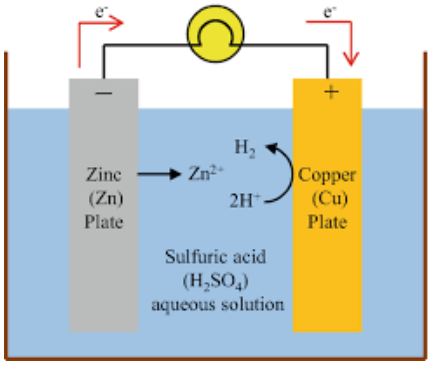
1- **التآكل الجاف:** يحدث بفعل تفاعل المعدن مع الغازات مثل الأوكسجين في الجو بدون وجود رطوبة، مثل تأكسد الفولاذ على سطحه عند التسخين.

**2- التآكل الرطب**

يُحدث عندما يكون المعدن معرضًا لرطوبة أو محلول مائي، ويشمل التفاعلات الكيميائية المباشرة للمعدن مع الأحماض أو القلويات.

**3- التآكل الكهروإلكتروليتي او الكهروكيميائي**

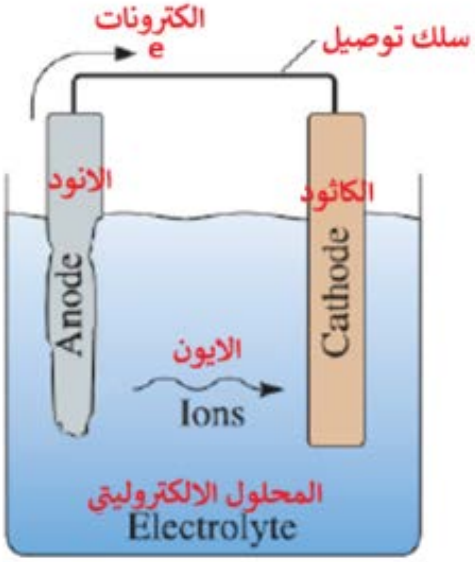
أكثر أشكال التآكل الرطب أهميةً، وهو يعتمد على وجود محلول إلكتروليتي وتتضمن عمليات أكسدة واختزال على أنود وكاثود داخل الوسط.



**الخلية الكهروكيميائية**

تتكون اي خلية كهروكيميائية من:

1- الانود: وهو يعطي الالكترونات للدائرة الخارجية متأيناً الى ايونات موجبة.
2- الكاثود: يستلم الالكترونات القادمة من الانود التي تتفاعل عند الكاثود مع ايونات موجبة في المحلول ليتكون مركب عرضي يترسب عند الكاثود.
3- الانود والكاثود يجب ان يكونان متصلان كهربائياً بطريقة ما لتوصيل الالكترونات من الانود الى الكاثود.
4- سائل الكتروليتي يكون على تماس مع القطبين حيث يوفر وسيلة لانتقال الايونات المنحلة من الانود الى الكاثود لتتحد بالالكترونات.



خلية كهروكيميائية بسيطة

**السلسلة الكهرو كيميائية:**

تترتب الفلزات حسب جهد الاختزال من الاعلى الى الادنى في جدول او سلسلة تسمى السلسلة الكهروكيميائية حيث

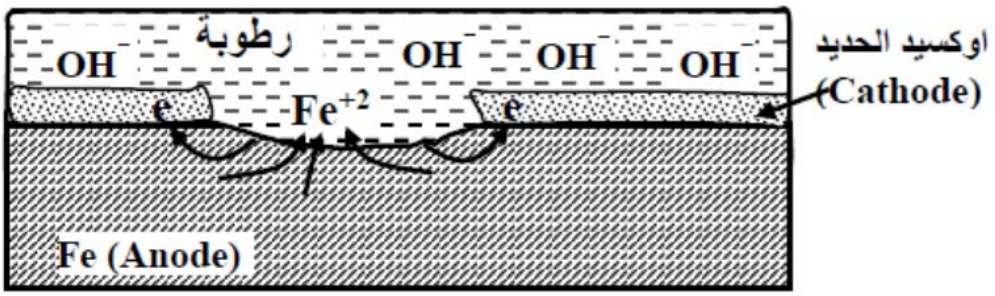
- ان العناصر في اعلى السلسلة تقاوم التاكسد اكثر من تلك التي في الاسفل لان جهد الاختزال لها يزداد ويقل جهد التأكسد .
- واذا تكونت خلية كهروكيميائية بين فلزين فأن الذي يقع الى الاعلى من السلسلة الكهروكيميائية سيكون كاثود والذي يقع الى الاسفل سيصبح أنود.
- ان المعدن الواقع في الاسفل السلسلة الكهروكيمياكية سيسلك سلوك الانود في خلية الكتروليتية ويتآكل، بينما المعدن الاخر لا يتآكل لانه يسلك سلوك الكاثود.

## جدول السلسلة الكهروكيميائية

| المعدن | | الجهد القطبي (فولت) | المعدن | | الجهد القطبي (فولت) |
|---|---|---|---|---|---|
| ذهب | $Au^{+3}$ | +1.5 | كادميوم | $Cd^{+2}$ | -0.4 |
| بلاتين | $Pt^{+2}$ | +1.2 | حديد | $Fe^{+2}$ | -0.44 |
| زئبق | $Hg^{+2}$ | +0.68 | كروم | $Cr^{+3}$ | -0.74 |
| فضة | $Ag^{+1}$ | +0.8 | خارصين | $Zn^{+2}$ | -0.76 |
| نحاس | $Cu^{+2}$ | +0.34 | منغنيز | $Mn^{+2}$ | -1.1 |
| بزموث | $Bi^{+3}$ | +0.221 | المنيوم | $Al^{+3}$ | -1,66 |
| انتيمون | $Sb^{+3}$ | +0.2 | مغنيسيوم | $Mg^{+3}$ | -2.37 |
| هيدروجين | $H^{+1}$ | 0 | صوديوم | $Na^{+1}$ | -2.71 |
| رصاص | $Pb^{+2}$ | -0.13 | كالسيوم | $Ca^{+2}$ | -2.76 |
| قصدير | $Sn^{+2}$ | -0.14 | بوتاسيوم | $K^{+1}$ | -2.92 |
| نيكل | $Ni^{+2}$ | -0.25 | ليثيوم | $Li^{+1}$ | -3.04 |
| كوبالت | $Co^{+2}$ | -0.27 | | | |

### الية حدوث التاكل

هنا يحدث التآكل الالكتروليتي بين طبقة اوكسيد الحديدعلى سطح الصلب التي تكون مشبعة بالرطوبة لان الاوكسيد مسامي ومتشقق ، تعتبر الرطوبة الكتروليت ضعيف نتيجة ذوبان الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون فيها.




- ان الحديد **سيكون انود واوكسيد الحديد كاثود** في خلية الكتروليتية، وهكذا سيتاين الحديد منحلا في الالكتروليت حسب المعادلة:

$$Fe \rightarrow Fe^{+2} + 2e$$

- تتحرك الالكترونات الى **الكاثود (الاوكسيد)** ويحصل التفاعل التالي:-

$$H_2O + ½\ O_2\ \text{(من الجو)} + 2e \rightarrow 2OH^-$$

- وتتفاعل ايونات الحديد المنحلة في الالكتروليت $Fe^{+2}$ مع ايون الهيدروكسيل $OH^-$ كما يلي:

$$Fe^{+2} + 2OH^- \rightarrow Fe(OH)_2$$

- وسرعان ما يتاكسد اوكسيد الحديدوز $Fe(OH)_2$ الى اوكسيد الحديديك $Fe(OH)_3$ الذي يترسب على شكل طبقة بنية، **وهذا هو الصدأ**.

**بعض طرق الحماية من التآكل**

1- الطلاء بالاصباغ.
2- الطلاء بالمعادن مثل طلاء صفائح وانابيب الصلب بالخارصين (الغلونة) وطلاء صفائح الصلب بالقصدير (القصدرة).
3- التصفيح (Cladding) : حيث يوضع المعدن المراد حمايته بين طبقتين من معدن مقاوم للتآكل وتدرفل الطبقات الثلاثة الى السمك المطلوب، كما في تصفيح معدن الديورالومين بالالمنيوم النقي.
4- اختيار معادن مقاومة للتآكل مثل الصلب المقاوم للصدأ.
5- الحماية الكاثودية.

## النشاط الطلابي

- قارن بين قابلية التآكل في الحديد والنحاس عند تعرضهما للرطوبة.
- ناقش: لماذا يُستخدم الفولاذ المقاوم للصدأ في أواني المطبخ بدلًا من الحديد العادي؟
- ارسم سلسلة النشاط الكيميائي للمعادن (من الأكثر تفاعلًا إلى الأقل).

## الاسئلة :-

- ا الفرق بين الخواص الكيميائية والفيزيائية؟
- لماذا يصدأ الحديد ولا يصدأ الألمنيوم بنفس الطريقة؟
- ما المقصود بالثبات الكيميائي؟
- كيف تؤثر الخواص الكيميائية في اختيار المواد المستخدمة في الأنابيب؟
- لماذا تُعد مقاومة التآكل خاصية مهمة في الصناعات البحرية؟

## الواجب البيتي

- - اختر مادتين هندسيتين (مثل النحاس والبلاستيك)، وقارن بين خواصهما الكيميائية.
- - ما المادة التي تُفضل استخدامها في أنابيب مياه دائمة ولماذا؟
- - اذكر 3 تطبيقات صناعية تعتمد على مقاومة التآكل، مع توضيح نوع المادة المستخدمة.

# الاسبوع الثالث عشر

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** :تعريف الطالب بالحديد وخاماته واستعملاته.
- **سؤال الأسبوع** :ما هي اهمية الحديد في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من المواد الحديدية.
- **مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

### الحديد Iron

من اهم واكثر المعادن استخداما في الصناعة لما يتمتع به من خواص ميكانيكية جيدة تجمع بين المطيلية ومقاومة الشد والصلادة والمتانة. كما يمكن تحسين خواصه باضافة عناصر سبائكية اليه وباجراء المعاملات الحرارية.

الحديد النقي غير مفيد في الصناعة كونه طرياً جداً وذو مقاومة ميكانيكية منخفضة لذلك يُضاف إليه الكربون وعناصر سبائكية أخرى لتحويله إلى فولاذ يتميز بخواص ميكانيكية وكيميائية ملائمة للتطبيقات الصناعية.

### خامات الحديد

1- **الهيماتيت ( $Fe_2O_3$ ):** خام أساسي، يحتوي ~70% حديد و يتحدر من رواسب أكسيدية.
2- **المغنتايت ($Fe_3O_4$):** أكثر خامات الحديد وفرةً و نسبة الحديد فيه تصل إلى 72%.
3- **لِيمونايت ($FeO \cdot nH_2O$):** خام مائي (محتوي على ماء) و حديده متقطع (~60%).
4- **السيدِريت ($FeCO_3$):** كربونات الحديد و يتطلب تفكك كيميائي أولاً لإزالة ثاني أكسيد الكربون.

### تحضير وتهيئة الخام

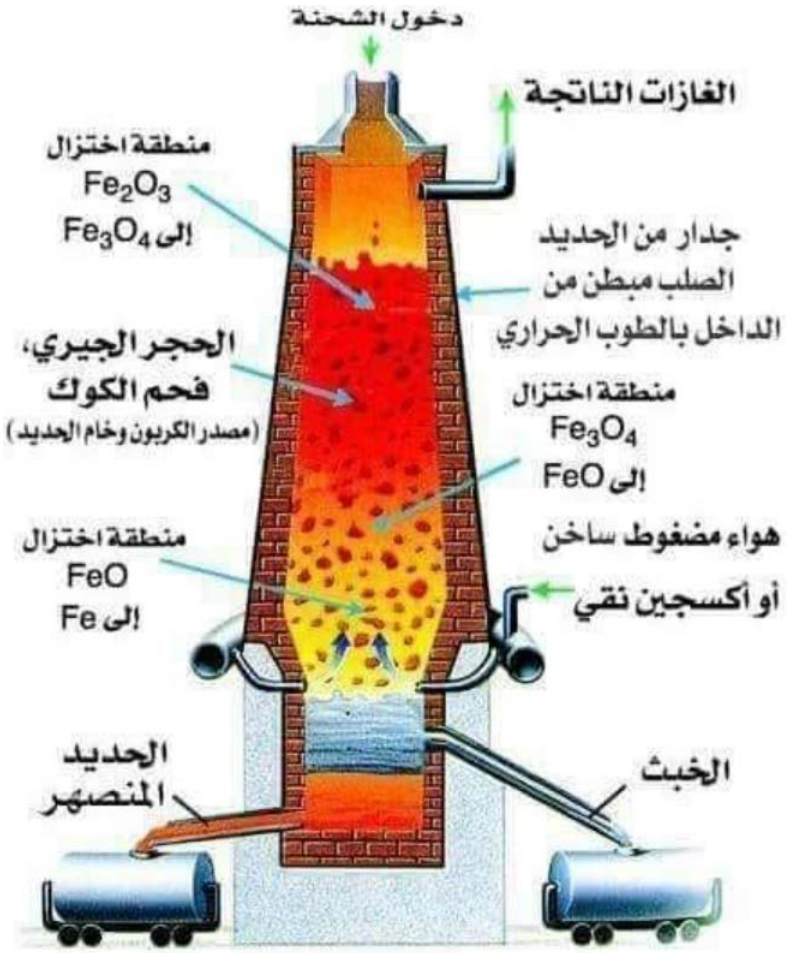
تحتوي خامات الحديد المستخرجة من المناجم على الكثير من الشوائب والاتربة يجب تقليلها الى اقل حد ممكن باجراء الخطوات التالية:

1- الغسل والتجفيف.
2- الفرز المغناطيسي.
3- التحميص.
4- تكسير القطع الكبيرة، وتلبيد القطع الصغيرة وغبار الخام الى قطع كروية لا تتجاوز اقطارها الأنج.

**استخلاص الحديد من خاماته باستخدام الفرن العالي**

ان اساس استخلاص الحديد يعتمد على اختزال خاماته باستخدام فحم الكوك باستخدام الفرن العالي . وصف الفرن العالي: فرن اسطواني مرتفع يصنع من الواح سميكة من الصلب الملحوم، يبطن الفرن من الداخل ببطانة مقاومة للحرارة تبنى من طابوق حراري خاص. يصل ارتفاعه الى 60م، قطره عند القاعدة يصل الى

7.5م. تتراوح انتاجيته من 2000طن الى 10000طن في اليوم. ويعمل الفرن بصورة مستمرة لعدة سنوات، ولا يوقف عن العمل الا عند استهلاك بطانته الحرارية لاعادة بناءه.




**مكونات الشحنة في الفرن العالي:**

يتم شحن الفرن العالي من خلال فوهة الشحن في اعلى الفرن العالي بعربات تسير على سكة حديدية، وتسقط الشحنة الى الاسفل داخل الفرن. وتتكون الشحنة من:

1- خام الحديد.
2- فحم الكوك.
3- الحجر الجيري.

وينفخ هواء مسخن من 760°م الى 1200°م من خلال فتحات نفخ الهواء الواقعة في اسفل الفرن العالي. وهنك نوعين من التفاعلات الكيميائية في الفرن العالي :-

- **حيث يتفاعل اوكسجين الهواء الساخن الصاعد الى اعلى الفرن مع فحم الكوك مكونا غاز اول اوكسيد الكربون الذي يختزل خام الحديد** بصورة تدريجية اثناء هبوطه الشحنة الساقطة الى اسفل الفرن العالي.

ويكون الحديد المختزل منصهرا بفعل درجة الحرارة المرتفعة ($^{o}$C1600) ويحتوي على نسبة مرتفعة من الكربون والشوائب.

- **ويتفاعل حجر الجير مع الشوائب مكونا خبث سائل يسهل ازالته من فتحة خروج الخبث الواقعة في اسفل الفرن،** ويزال الخبث كل عدة ساعات من التشغيل. ويتم استخراج المعدن المنصهر بعد ازالة الخبث مباشرة (كل عدة ساعات) من فتحة في اسفل الفرن.

ويصب المعدن المنصهر في قوالب مستطيلة، ويسمى الحديد الغفل (Pig Iron) او الحديد الزهر الخام.

**نواتج الفرن العالي:**

1- **الحديد الزهر الخام (الحديد الغفل):** يتكون من الحديد و نسبة عالية من الكربون تصل الى 4%، كما يحتوي شوائب اخرى مثل الكبريت والفسفور والسيليكون والمنغنيز، تصل نسبتها 3%. ان القسم الاكبر من الحديد الزهر الخام فاما ان يعاد صهره في فرن الدست لاستخدامه في السباكة، او يحول الى الصلب في افران انتاج الصلب.
2- **الغازات والغبار الناتج من الشحنة:** تحتوي الغازات على نسبة عالية من اول اوكسيد الكربون وهو ملوّ ث للجو، لذلك يستخدم كوقود لتسخين الهواء الذي ينفخ في الفرن. اما الغبار الناتج عن الشحنة فيتم تلبيده الى كرات صغيرة، قطرها حوالي 1 أنج يعاد شحنها مع الشحنة. 3
3- **الخبث :** ويستفاد منه لصناعة الصوف الصخري الذي يستخدم لتبليط الشوارع.

**مثال:-**

يعمل فرن عالي على اختزال 2000 طن من خام الحديد يوميًا عند درجة حرارة°C 1600 . إذا كانت كمية الطاقة الحرارية المطلوبة لصهر الطن الواحد من الخام هي 500 كيلو جول، احسب:-

- كمية الطاقة الحرارية الكلية المطلوبة يوميً ا
- إذا كانت الكفاءة الحرارية للفرن70 %، فما هي كمية الطاقة الفعلية المستهلكة ؟

**الحل** :- المعطيات

- كمية خام الحديد اليومية = 2000 طن
- الطاقة الحرارية المطلوبة لصهر الطن الواحد = 500 كيلوجول
- كفاءة الفرن الحرارية = 70%

1- **الطاقة الحرارية الكلية المطلوبة يوميا**

الطاقة الكلية = 2000×500= 1,000,000 كيلوجول

2- **حساب الطاقة الفعلية المستهلكة (بعد أخذ الكفاءة 70% )**

$$\text{الطاقة الفعلية} = \frac{1000000}{0.7} = 1428571.43 \text{ كيلو جول}$$

**مثال2**

ادخل إلى الفرن العالي يوميًا 3 مكونات رئيسية: خام الحديد: 1500 كغم ونسبة الحديد في الخام (60%) فحم الكوك 500 كغم الحجر الجيري 200 كغم ونسبة الاستخلاص الكلي للحديد من الخام ( 80% ) أي 80% من الحديد الموجود في الخام يتحول إلى حديد منصهر.

االمعطيا ت:

نسبة الحديد في الخام = 60 %

ونسبة الاستخلاص الكلي للحديد من الخام ( 80% )

المطلو ب:

- ما هي كتلة الحديد الموجودة في الخا م؟
- ما هي كتلة الحديد المنصهر الناتج من الفرن بعد الاستخلاص؟

**الحل :-**

**الخطوة الأولى**: حساب كتلة الحديد النقي داخل الخام

كتلة الحديد في الخام = 1500 × 0.60 = 900 كغم

**الخطوة الثانية:** حساب كتلة الحديد المنصهر الناتج من الفرن

الحديد المنصهر الناتج بعد الاستخلاص = 900 × 0.80 = 720 كغم

**النشاط الطلابي:**

- ارسم مراحل إنتاج الحديد من الخام حتى الفولاذ.
- ناقش الفرق بين حديد الفرن العالي والفولاذ التجاري.
- صِف استخدامات كل خام من خامات الحديد.

**الاسئلة :**

- أهم خامات الحديد؟ وما الفرق بين الهيماتيت والمغنتيت؟
- ما وظيفة كل من الكوك والحجر الجيري داخل الفرن؟
- لماذا لا يُستخدم الحديد النقي في التطبيقات الصناعية؟
- ما التفاعل الكيميائي الأساسي لاستخلاص الحديد؟
- ما ناتج التفاعل بين الحجر الجيري والسيليكا؟

**الواجب البيتي:**

- ابحث عن دولة صناعية كبرى وحدد فيها مواقع مناجم الحديد وأفران الصهر.
- ما الفرق بين الحديد الزهر والفولاذ من حيث التركيب والاستخدام؟
- اشرح بالرسوم التخطيطية كيف يعمل الفرن العالي.

# الاسبوع الرابع عشر

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** :تعريف الطالب بافران تحويل بالحديد الى فولاذ واهم انواع الفولاذ واستعملاته.
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهمية الفولاذ او الصلب في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من انواع الفولاذ واستخداماته.
- **مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

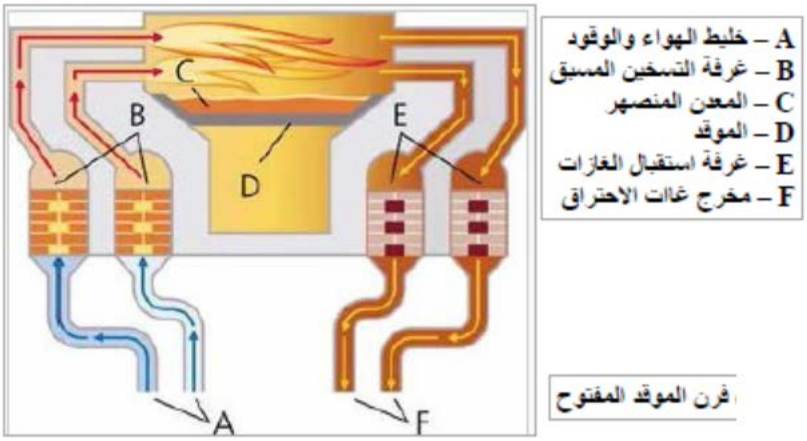
انتاج الصلب يوجد عدة طرق لانتاج الصلب، اهمها:

**1- فرن الموقد المفتوح**

تتكون الشحنة في فرن الموقد المفتوح من :-

- الحديد الغفل
- خام الحديد،
- حجر جيري
- وسكراب المعادن الحديدية
- درجة حرارة عالية نتيجة اشتعال خليط ساخن من الوقود والهواء

يشحن الحجر الجيري اولا، ثم خام الحديد، يليه قطع من سكراب المعادن الحديدية، وبعد انصهار جميع مكونات الشحنة، يضاف الحديد الغفل ثم ينفخ الهواء او الاوكسجين لاكسدة الشوائب التي تزال مع الخبث الذي يطفو على سطح



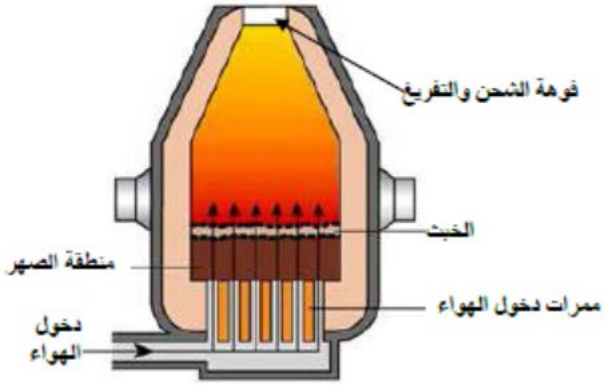

**2- طريقة بسمر(محول بسمر)**

محول بسمر فرن كمثري يصنع من الواح الصلب الملحومة، ويبطن بالطابوق الناري، سعته حوالي 25طن، ويمكن ان يدوّ ر المحول بزاوية 180°، يدوّ ر المحول الى الوضع الافقي حيث يشحن

- بالحديد الغفل المصهور
- تضاف اليه عناصر سبائكية حسب الرغبة

- لا يحتاج إلى وقود إضافي لانه (يستخدم حرارة التفاعل)
- لايمكن التحكم به بدقة التفاعلات الكيمياوية.

ثم ينفخ الهواء خلال المعدن المصهور من فتحات في اسفل المحول، حيث تتاكسد الشوائب وينتج عن عملية الاكسدة كمية من الحرارة تساعد على بقاء المعدن منصهرا.

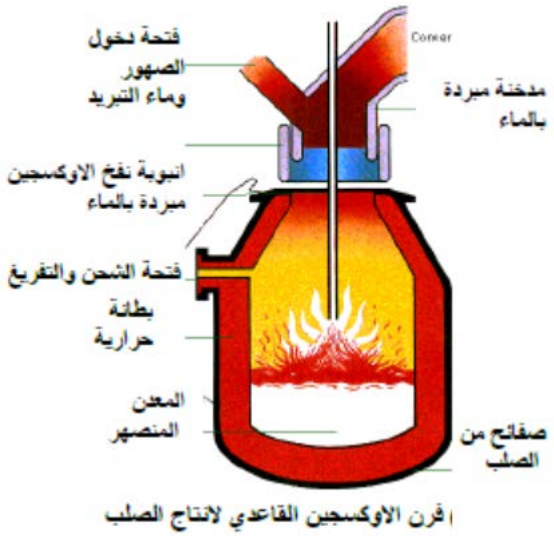


محول بسمر لانتاج الصلب

3- **طريقة الأوكسجين القاعدية** الفرن كمثري ويصنع من ألواح الصلب المبطن ببطانة قاعدية مقاومة للحرارة توضع في الفرن

- قطع من السكراب
- حديد الغفل المنصهر
- حجر جيري (لإزالة الفوسفور والسيليكا).
- الحرارة مصدرها اكسدة كيميائية بواسطة حقن الاوكسجين النقي على الحديد

وينفخ الاوكسجين النقي فوق المعدن المنصهر حيث يؤكسد الشوائب التي تعزل مع الخبث.

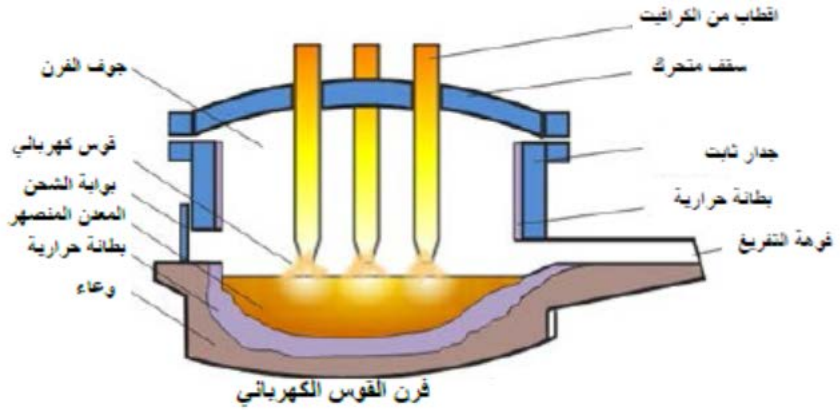


فرن الاوكسجين القاعدي لانتاج الصلب

**4- فرن القوس الكهربائي**

يصهر المعدن في فرن القوس الكهربائي بتكوّ ن قوس كهربائي بين اقطاب من الكرافيت وشحنة المعدن المكونة من

- سكراب المعادن الحديدية، واحيانا حديد سبائكي او اسفنجي
- ويمكن السيطرة على درجة الحرارة بدقة عالية هذا الفرن.
- تتولد الحرارة من الاقواس الكهربائية عالية الجهد



فرن القوس الكهربائي

## الصلب (Steel)

الصلب سبائك من الحديد والكربون ولا تتجاوز نسبة الكربون فيه ( 2% )حسب مخطط ويقسم الصلب الى نوعين رئيسيين هما:

1- **الصلب الكربوني**
2- **الصلب السبائكي**

الصلب الكربوني يمكن ان يقسم الى :-

1- **الصلب المنخفض الكربوني** تكون نسبة الكربون فيه اقل من (0.3%) له صلادة ومقاومة شد منخفضتين نسبيا بينما مطليته عالية وهو غير قابل للتقسية بالمعاملة الحرارية، **يستخدم في صناعة السلاسل، البراشيم، المسامير، البراغي، أجسام السيارات، الصفائح المقصدرة والمغلونة** .
2- **الصلب المتوسط الكربون** تتراوح نسبة الكربون فيه بين (0.3% و 0.55%)، يجمع بين الصلادة ومقاومة الشد والمتانة العالية نسبيا. وهو قابل للتقسية بالمعاملة الحرارية إلا أن اصلاديته منخفضة ويتوجب تقسيته في الماء ولايمكن إجراء التقسية النافذة للمقاطع السميكة **يستخدم لصناعة المحاور والتروس وبعض أجزاء المكائن.**
3- **الصلب العالي الكربون** تتراوح نسبة الكربون فيه بين (0.6% و 1.5%) وهو قابل للتقسية بالمعاملة الحرارية الا ان اصلاديته منخفضة، والصلب العالي الكربون المقسى له صلادة عالية ومقاومة جيدة للبلى **ويستخدم في صناعة المفكات (درنفيس)، قضبان السكك، الحبال السلكية، سلاح منشار القوس اليدوي، الاجنات، البرايم، وبعض العدد اليدوية، ويستخدم الصلب الذي نسبة الكربون فيه أعلى من 1%في صناعة القلاووظ، الدايس، الرايمر، وعدد القطع التي لا تتطلب سرعة قطع عالية.**

**النشاط الطلابي:**

- ارسم مخططًا يقارن بين أنواع الأفران الأربعة من حيث آلية التشغيل، مصدر الحرارة، التحكم بالجودة.
- ناقش: لماذا يتم تفضيل الفولاذ المقاوم للصدأ في المعدات الصحية والغذائية؟

**الاسئلة** :-

- ما الفرق بين محول بيسمر وفرن القوس الكهربائي من حيث مصدر الحرارة؟
- كيف تؤثر نسبة الكربون في خصائص الفولاذ؟
- لماذا يُعتبر BOF الأكثر استخدامًا في الصناعة؟
- ما الفرق بين الفولاذ منخفض ومتوسط وعالي الكربون؟
- ما مميزات الفولاذ المقاوم للصدأ؟

**الواجب البيتي:**

- ارسم جدول يقارن بين أنواع الفولاذ من حيث الكربون، الخواص، التطبيقات.
- ابحث عن منتجات من الفولاذ في بيئتك المنزلية وحدد نوع الفولاذ المستخدم فيها ولماذا.
- اشرح دور الكروم في جعل الفولاذ مقاومًا للصدأ.

# الاسبوع الخامس عشر

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** :تعريف الطالب فولاذ واهم انواع الفولاذ السبائكي واستعملاته.
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهمية الفولاذ الصبائكي في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من انواع الفولاذ السبائكي واستخداماته.
- **مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

### الصلب السبائكي

ان انواع الصلب الكاربوني رخيصة نسبيا ولها استخدامات صناعية كثيرة ولكنها لا تلبي متطلبات التطور الصناعي الكبير للاسباب التالية:

1- عند تقسية الصلب الكربوني تنخفض المتانة ومقاومة الصدمات.
2- . عمق التصليد يكون محدودا.
3- يجب تقسيتها بسرعة تبريد عالية بالتبريد في الماء وهذا يسبب حصول التشوهات في المعدن .
4- مقاومتها للصدمة قليلة عند درجات الحرارة المنخفضة.
5- . يفتقد لبعض الخواص الخاصة مثل مقاومة الصدأ ومقاومة الحرارة وغيرها.

يتكون الصلب السبائكي من الحديد والكربون وعناصر سبائكية اخرى تضاف اليه بنسب متفاوتة. تأثير العناصر السبائكية على خواص الصلب

1- زيادة الاصلادية.
2- ارتفاع مقاومة الشد.
3- تحسين الخواص الميكانيكية فيي درجات الحرارة المرتفعة أو المنخفضة.
4- تحسين المتانة.
5- تحسين مقاومة التآكل بالاحتكاك.
6- تحسين مقاومة التآكل والصدأ.
7- تحسين الخواص المغناطيسية.

### الصلب السبائكي

يحتوي نسبة مرتفعة من العناصر السبائكية تصل الى 30% او اكثر. ويمتازالصلب السبائكي بمواصفات خاصة ويحتوي على نسبة عالية من العناصر السبائكية.

1- **صلب العدة:**

هو الصلب المستخدم لصناعة مختلف انواع العدد وادوات القطع وعدد التشكيل علىالحار وعلى البارد والقوالب.و يجب ان يحتوي صلب العدة واحد او اكثر من العناصر المكونة للكربيدات التى تسبب ارتفاع الصلادة والاصلادية مع اجراء المعاملة الحرارية المناسبة، **واهم العناصر المكونة للكربيدات هي: الكروم**

**، التنكستن، المولييدنم، والفناديوم. علماً ان التنكستن والمولييدنم** يمتازان بتكوين كربيدات لها صلادة مرتفعة في كل من درجة حرارة الغرفة و درجات الحرارة المرتفعة، وهذا يجعلهما مناسبين للاستخدام في انتاج انواع صلب العدةالمقاوم لدرجات الحرارة المرتفعة.

## اهم انواع صلب العدة

1- **صلب عدة التشكيل على الحار وعلى البارد**

يحتوي هذا الصلب على واحد او اكثر من العناصر المكونة للكربيدات الكروم، التنكستن، المولييدنم، والفناديوم لانهما يكونان كربيدات تحافظ على صلادة عالية في درجات الحرارة المرتفعة. واحد انواع صلب عدة التشكيل على الحار هو الصلب(H20) حسب(AISI) والذي يحتوي (0.35% كربون، 9% تنكستن، 2% كروم) .

2- **الصلب القطع السريع**

هو الصلب المستخدم في صناعة عدد القطع عند سرعات القطع العالية، مثل اقلام الخراطة، سكاكين التفريز، البراين، سلاح ماكنة المنشار الترددي، وماشابه. وان هذا الصلب يتحمل درجات الحرارة المرتفعة لحد 600$^{o}$م بينما تبقى صلادته مرتفعة بسبب احتواءه اما على التنكستن او المولييدنم، واحد انواع هذا الصلب هو الصلب ( T1) حسب(AISI) ويحتوي على(0.7% كربون، 18% تنكستن، 4% كروم، 1%فناديوم).

3- **الصلب المقاوم للصدأ**

يمتاز هذا الصلب بالمقاومة العالية للصدأ والتآكل في الظروف المساعدة على التآكل بفضل احتواءه على نسبة عالية من الكروم تتراوح بين (11% و 30%)، الذي يكوّ ن طبقة واقية من اوكسيد الكروم على سطح المعدن تحمي المعدن من التآكل والصدأ. وقد يحتوي الصلب المقاوم للصدأ على النيكل وعناصر اخرى. ويستخدم الصلب المقاوم للصدأ في مصانع الاغذية والادوية وفي المجلات الطبية والبحرية. ومن انواعه :-

- **الصلب المقاوم للصدأ الفيرّ ايتي:** مثل الصلب (AISI 405)
- **الصلب المقاوم للصدأ المارتنسايتي:** مثل الصلب (AISI 410)
- **الصلب المقاوم للصدا الاوستنايتي:**- مثل صلب (AISI 304)

4- **الصلب المغناطيسي**

وهو على نوعين:

1- صلب المغناطيس الطري: وله نفاذية مغناطيسية عالية وتخلفية مغناطيسية منخفضة، يستخدم لصناعة قلوب المكائن الكهربائية من محولات ومولدات ومحركات وماشابه. ويحتوي على نسبة منخفضة جداً من الكربون وحوالي 4%سيليكون.

2- صلب المغناطيس الدائم: وله تخلفية مغناطيسية عالية جداً وقوة قهرية عالية، يستخدم لصنع المغناطيس الدائم المستخدم في هندسة الاتصالات والصناعات الالكترونية العامة. ومن سبائك المغناطيس الدائم سبيكة النيكو )ALNICO( وتتكون من )16% نيكل، 12% كوبالت، 9% المنيوم، 5% نحاس، 1% تيتانيوم، والباقي حديد.

**النشاط الطلابي:**

- ارسم مخططًا يقارن بين أنواع الفولاذ السبائكي
- ناقش: لماذا يتم تفضيل الفولاذ المقاوم للصدأ في المعدات الصحية والغذائية؟

**الاسئلة** :-

- ما الفرق بين الفولاذ السبائكي والفولاذ الكربوني؟
- ما وظيفة عنصر الكروم في الفولاذ؟
- لماذا يُستخدم الفولاذ السبائكي في مصانع الاغذية؟
- ما هي استخدامات فولاذ العدة؟
- ما الفولاذ المناسب لصناعة محاور تتحمل حرارة عالية؟

**الواجب البيتي:**

- بحث عن ثلاث منتجات صناعية مصنوعة من فولاذ سبائكي، واذكر نوع الفولاذ وسبب استخدامه.
- ارسم جدول مقارنة بين فولاذ HSS والفولاذ المقاوم للصدأ.
- ما العوامل التي تحدد اختيار نوع الفولاذ في التصنيع؟ ناقش.

***وزارة التعليم العالي والبحث العلمي***

***الجامعة التقنية الجنوبية***

***المعهد التقني العمارة***

***قسم التقنيات الميكانيكية***

## الحقيبة التدريسية لمادة

# المواد الهندسية

## المرحلة الاولى

**اعداد المهندس الدكتور**

**اسعد كاظم عكال**

## الفصل الدراسي الثاني

*2025*

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الجامعة التقنية الجنوبية

التخصصات / التكنولوجية

القسم / الميكانيك الفرع / الإنتاج ( مستمر )

| اسم المادة | السنة الدراسية | الساعات الأسبوعية | | |
|---|---|---|---|---|
| | | نظري | عملي | المجموع |
| خواص المواد | الأولى | 2 | - | 2 |

.

| المفردات النظرية | |
|---|---|
| الأسبوع | تفاصيل المفردات |
| الأول | حديد الزهر، أنواعه ، خواصه ، استخداماته . |
| الثاني | تكملة |
| الثالث | النحاس ، سبائكه ، خواصه ،استخداماته . |
| الرابع | الألمنيوم ، سبائكه ، خواصه ،استخداماته . |
| الخامس | النيكل ، سبائكه ، خواصه ،استخداماته . |
| السادس | القصدير ، سبائكه ، خواصه ،استخداماته . الخارصين ، سبائكه ، خواصه ،استخداماته.<br>المنغنيز ، سبائكه ، خواصه ،استخداماته. |
| السابع | سبائك لاحديدية اخرى .( المعادن البيضاء ، سبائك المحامل ) |
| الثامن | ميتالورجيا المساحيق<br>( طرق الحصول على المساحيق المعدنية ، الطرق الميكانيكية ، الطرق الفيزيائية والكيمياوية ، الخواص الطبيعية والميكانيكية والكيمياوية للمساحيق . |

| | |
|---|---|
| التاسع | كبس المساحيق ، عملية التلبيد . |
| العاشر | المواد السيراميكية |
| الحادي عشر | الزجاج ،أنواعه ، صناعته ،استخداماته. |
| الثاني عشر | الكونكريت ، استخداماته الصناعية . |
| الثالث عشر | البوليمرات ، جزئيات البوليمر ، انواع البوليمر . |
| الرابع عشر | خواص واستعمالات اللدائن . |
| الخامس عشر | تكملة اللدائن . |

**الهدف من دراسة مادة :**

تهدف مادة المواد الهندسية دراسة خواص الهندسية للمواد الهندسية الحديدية واللاحديدية والمعدنية واللامعدنية والتعرف على الخواصهما.

## الفئة المستهدفة:

**طلبة الصف الاول / قسم التقنيات الميكانيكية**

**التقنيات التربوية المستخدمة:**

5. سبورة واقلام
6. السبورة التفاعلية
7. عارض البيانات Data Show
8. جهاز حاسوب محمول Laptop

# الاسبوع الاول والثانى

## الهدف التعليمى

- **الموضوع النظري** :تعريف الطالب حديد الزهر واهم انواعه واستعملاته.
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهمية حديد الزهر في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من انواع حديد الزهر واستخداماته.
- **مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

**الحديد الزهر**

يتكون الحديد الزهر من الحديد والكربون وتتروح نسبة الكربون فيه من (2%-4) كما يحتوي على نسبة من السليكون المنغنيز والكبريت والفسفور، والحديد الزهر من أهم المعادن المستخدمة في السباكة لما له من خواص ملائمة لعملية السباكة.

**خواص الحديد الزهر**

1- رخيص الثمن نسبيا مقارنة بالصلب.
2- له جساءة ومقاومة انضغاط عاليتين
3- له مقاومة عالية للبلى.
4- قابل للتشغيل على المكائن.
5- له خواص سباكة ممتازة حيث يمتاز بانخفاض درجة انصهاره مقارنة بالصلب و السيولة العالية عند الانصهار وانكماشه قليل عند الانجماد.
6- يمكن الحصول علن أنواع عديدة من الحديد الزهر ذو نوعية عالية، بإضافة بعض العناصر إلى تركيبه أو بإجراء المعاملات الحرارية المناسبة.

**إنتاج الحديد لزهر**

يتم إنتاج الحديد الزهر في فرن الدست بصهر الحديد الغفل مع السكراب والحجر الجيري مع إضافات أخرى لتنقيته والسيطرة على التركيب الكيميائي.

**كيفية تواجد الكربون في الحديد الزهر**

يحتوي الحديد الزهرعلى نسبة عالية من الكربون (3%-4)، تواجد الكربون في الحديد الزهر تأثيراً على خواصه، فبالاضافة الى تكوينه محلولا صلباً مع الحديد الا انه يتواجد بالاشكال التالية:-

1- **على شكل كرافيت**: وهو صورة من الكربون الحر ويمكن ان يتخذ شكل الياف(رقائق)، او اشكالاً نجمية غير منتظمة، او على شكل كريات صغيرة. ان وجود الكربون على شكل كرافيت في الحديد الزهر **امر مرغوب فيه.**
2- **على شكل كربيد الحديد(Fe3C) (سمنتايت)**: حيث يكون الكربون متحداً كيميائياً مع الحديد، مكوناً كربيد الحديد ويسمى السمنتايت، وهذا يسبب الصلادة العالية والهشاشية وهو **امر غير مرغوب** فيه الا لبعض

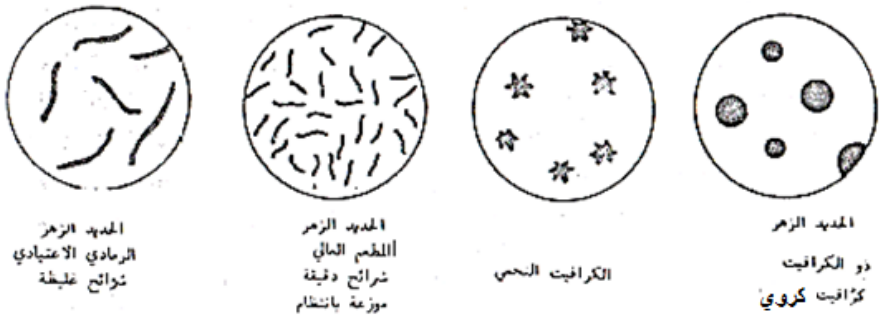
الاستخدامات المحدودة. ويكون مقطع الحديد الزهر الذي يحتوي نسبة عالية من السمنتايت ابيض فضي ومن هنا جاءت تسمية الحديد الزهر الابيض.انواع حديد الزهر:-

## 1- الحديد الزهر الأبيض

ويتم إنتاجه بالتبريد السريع الذى يؤدى الى الى استقرارية السمنتايت وبالتالي يكون الكاربون فية متحد بشكل سمنتايت ويتصف بالصلادة العالية ويعتبر مادة قصيفة منخفضة المتانة وعند فحص سطح الكسر يظهر سطح الكسر باللون الأبيض اللامع نظراً لعدم وجود جرافيت بالبنية المجهرية ولذلك يسمى الحديد الزهر الأبيض وهو غير شائع فى التطبيقات الهندسية المختلفة نتيجة للقصافة المرتفعة وإنخفاض القابلية للتشغيل بالقطع على ماكينات التشغيل المختلفة كالخراطة والتفريز والثقب والمحاريث الزراعية والدرافيل المصلدة والكرات والقوالب والصفائح المقاومة للبلى .

## 2- الحديد الزهر الرمادى

ويتم إنتاجه بإضافة عنصر السليكون للتركيب الكيميائى والتحكم فى معدلات التبريد الأمر الذى يؤدى الى إنفصال الكربون نتيجة تفكك كربيد الحديد (السمنتايت) ويظهر الكربون المنفصل فى صورة قشور جرافيتية فى البنية المجهرية للحديد الزهر وعند تعرضه للكسر فإن فحص أسطح الكسر تظهر باللون الرمادى نظرا لوجود الجرافيت المنفصل فى البنية المجهرية ولذلك يسمى الحديد الزهر الرمادى ويعتبر من أكثر أنواع الزهر شيوعا فى التطبيقات الهندسية المختلفة نظراً لخواصه الميكانيكية المتميزة وتكلفة إنتاجه المنخفضة وقابليته للتشغيل جيدة يستعمل في قوالب الصبات واسطوانات المكابس وانابيب الماء الرئيسية وسائل النقل ومصبوبات المكائن. ويمكن تغيير شكل الكرافيت الغليظ في حديد الزهر الرمادي وذلك لزيادة مقاومته الى الاشكال التالية




ازدياد المقاومة بتغير شكل الكرافيت

## 3- الحديد الزهر المرن (ذو الجرافيت المتكور)

ويتم إنتاجه بإضافة نسبة ضئيلة من عنصر الماغنسيوم للتركيب الكيميائى للحديد الزهر الرمادى قبل الصب والتحكم فى معدلات التبريد الأمر الذى يؤدى الى تكور القشور الجرافيتية او كرات صغيرة اثناء عملية التبلور وينتج عن ذلك إرتفاع فى نسبة الممطولية والمرونة ، ويستخدم فى العديد من التطبيقات الهندسية مثل العدد اليدوية والاعمدة المرفقية والادوات الزراعية وانابيب المياه والغاز والمكائن الثقيلة .

## 4- الحديد الزهر القابل للطرق

ويتم إنتاجه بالمعالجة الحرارية للحديد الزهر الأبيض بالتسخين فى أفران خاصة لمدة زمنية طويلة بغرض تفكيك كربيد الحديد (السمنتايت) وترسيب تجمعات من الجرافيت فى البنية المجهرية بهدف تحسين الخواص الميكانيكية ويستخدم فى العديد من التطبيقات الهندسية الخاصة مثل عجلات اللوريات وحلقات النوابظ الورقية وطبلات المكابح وتوصيلات الانابيب وادوات السمكرة .

**الحديد الزهر السبائكي**

يمكن تحسين الخواص الميكانيكة للحديد بإضافة بعض العناصر إليه مثل النيكل، الكروم، الموليبدنم، النحاس، السيليكون، المنغنيز وغيرها. وعندما يكون مجموع نسب العناصرالسبائكيةاكثر من 3%يعتبر الحديد الزهر سبائكياً.

## وتعود كثرة الاستخدامات الصناعية لحديد الزهر الرمادى لعدة أسباب منها :

- رخص ثمنه وسهولة تشغيلـه .
- درجة حرارة انصهاره المنخفضة والتى تتراوح بين (1140-1200)م.
- سيولته العالية مما يسهل انتاج مسبوكات معقدة الشكل منه.
- مقاومتــه للبلى .
- قدرته العالية لامتصاص الصدمات .
- بعض أنواعه (ذات التركيب الكيماوى المناسب) تتمتع بمتانة شد جيدة

**<u>النشاط الطلابي:</u>**

- رسم البنية المجهرية لكل نوع (رقائق، كرات، شبكية).
- تصنيف تطبيقات صناعية واقعية بحسب نوع الحديد الزهر المستخدم.

## <u>الاسئلة</u>

- لماذا يكون الحديد الرمادي هشًا رغم سهولة تشغيله؟
- ما الفرق بين الحديد الأبيض والرمادي من حيث البنية والخواص؟
- لماذا يُفضل الحديد المرن في أنابيب الضغط؟
  لانه يمكنه التمدد دون ان ينكسر بسبب الكرافيت الكروي وتحمله للاهتزازات
- كيف يتم الحصول على الحديد القابل للطرق؟
- ما التطبيقات التي تناسب الحديد الزهر الأبيض؟
- ما هي اسباب كثرة استخدام حديد الزهر الرمادي؟

# الواجب البيتي

- أنشئ جدول يقارن بين الأنواع الأربعة لحديد الزهر من حيث:
- الشكل المجهري للكربون
- الخواص الميكانيكية
- الاستخدامات

اكتب فقرة قصيرة تشرح فيها لماذا لا يُستخدم الحديد الزهر لصناعة نوابض أو أجزاء تتحمل صدمات شديدة

| النوع | شكل الكربون | الخواص المميزة | الاستخدامات |
|---|---|---|---|
| **الرمادي (Gray)** ينتج بإضافة السيليكون | رقائق جرافيت **كاربون منفصل (كرافيت)** | يمتص الاهتزاز – سهل التشغيل – هش | قواعد المكائن، الكتل المعدنية |
| **الأبيض (White)** ينتج بالتبريد السريع | كربيد حديد (سمنتيت) **كاربون متحد** | صلب جدًا – مقاوم للتآكل – هش جدًا | بطانات الطحن، التآكل العالي |
| **المرن (Ductile)** ينتج بإضافة المغنيسيوم | كرات جرافيت كروية **كاربون منفصل** | متين – مطيلي – مقاوم للصدمات | أنابيب الضغط، مكونات السيارات |
| **القابل للطرق(Malleable)** ينتج بالمعاملة الحرارية لحديد الزهر الابيض | جرافيت تكتلي (بعد معاملة حرارية) | مرن نسبيًا – أفضل من الأبيض | التروس، القطع الصغيرة المعقدة |

# الاسبوع الثالث

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** : تعريف الطالب بمعدن النحاس وخصائصه الفيزيائية والميكانيكية.
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهمية النحاس وسبائكه في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من النحاس وسباكه واستخداماته.
- **مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

## النحاس

النحاس من اقدم المعادن التي استخدمها الانسان، له شكل بلوري من نوع المكعب المتمركز الوجه (F.C.C)، ويمتاز بلونه الاحمر المتميز ّ ، له متانة ومطيلية عاليتين، قابلية جيدة للطرق، درجة انصهارة (1083°م)، وهو اجود المعادن توصيلا للكهربائية بعد الفضة. النحاس النقي صعب السباكة لانه يمتص الاوكسجين مكونا الاكاسيد. **يستخدم النحاس في صناعة الموصلات الكهربائية والحرارية وانابيب المشعات والمبادلات الحرارية ويستخدم في انتاج البراص والبرونز وغيرها من الاستخدامات.**

يستخلص النحاس باختزال خاماته المعروفة **الكالكوبيريت $CuFeS_2$ و الكالكوسيت $Cu_2S$** ويتم تنقية النحاس المستخلص اما بالتحليل الكهربائي للحصول على نقاوة عالية لغرض الاستخدامات الكهربائية، او ينقى بالصهر لغرض الاستخدامات الاخرى.

## انواع النحاس التجاري

1- **النحاس الخالي من الاوكسجين العالي الموصلية** (OFHC): يتم تنقيته الكتروليتيا بَ التحليل الكهربائي، ولا تقل نقاوته عن 99.97% وله موصلية كهربائية ممتازة. يستخدم بالدرجة الاولى لصناعة الموصلات الكهربائية على شكل اسلاك او الشرائح

2- **النحاس المنقىّ بالصهر** (Tough Pitch Copper): يتم تنقية هذا النوع من النحاس بالصهر، يحتوي قليل من اوكسيد النحاس على شكل دقائق كروية صغيرة جداً ضمن تركيبه المجهري ولهذه الدقائق الاوكسيدية تاثير ضئيل على خواصه. يستخدم في المجالات الي تكون فيها الموصلية الحرارية والكهربائية متوسطة. وهذاالنوع من النحاس غير مناسب للحّ ام باللّ هب حيث تكون وصلة اللّ حام مسامية.

3- **النحاس المنزوع الاوكسجين**: يتم الحصول عليه باضافة نسبة قليلة من الفسفور الى النحاس المنقىّ بالصهر لازالةالدقائق الكروية من اوكسيد النحاس. وهو مناسب للحّ ام با للّ هب، الا انه غير مناسب للاستخدام للاغراض الكهربائية لان الفسفور يسبب انخفاض كبير في الموصلية الكهربائية.

## سبائك النحاس

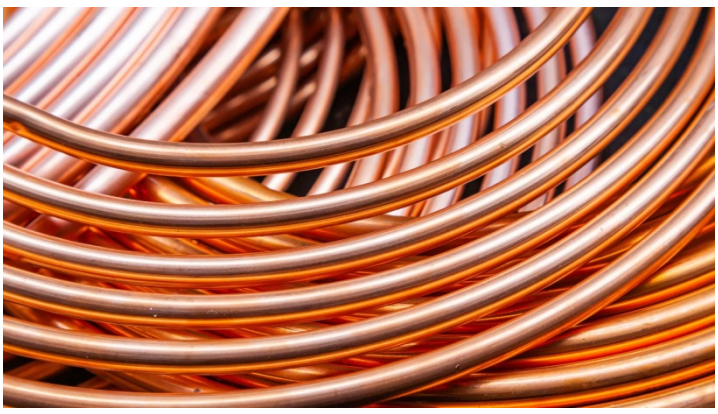
**اولاً - البراص(Brasses)** البراص هو سبائك من النحاس والخارصين، قد تصل نسبة الخارصين فيه الى 45%، وقد تضاف اليه عناصر اخرى.انواع البراص:

أ- براص الفا( α-Brasses): تصل نسبة الخارصين فيه الى 36% وله شكل بلوري

ب- براص الفا + بيتا (α+β): نسبة الخارصين فيه اكثر من 36 %

**ثانياً: البرونز** ( Bronzes ) هو سبائك نحاس قصدير وتختلف مسمياته تبعا للعنصر المضاف للنحاس

- **البرونز القصديري**: سبيكة من النحاس والقصدير، تصل نسبة القصدير فيه من 5 الى 12%. وهو مقاوم للبلى والتاكل ويستخدم في التروس، الجلب (البوشات)، القطع البحرية.
- **البرونز الوميني** : هو سبيكة من نحاس والمنيوم بنسبة 6–12% مقاومة عالية للتآكل، قوة ميكانيكية ممتازة ولونه يشبه الذهب. النسب قليلة المنيوم تستخدم لصناعة الحلى الرخيصة كشبه الذهب. اما نسب المنيوم العالية فيستخدم في مضخات، صمامات، مكونات بحرية، قطع طائرات.
- **البرونز السيليكون** (Silicon Bronze) هو سبيكة من نحاس سليكون بنسبة 2–4% يمتاز بمقاومة جيدة للأكسدة، قابلية لحام ممتازة يستخدم في الأسلاك، النوابض، الأدوات المعمارية.
- **برونز الفوسفور** (Phosphor Bronze) هو سبيكة نحاس 0.5–1% قصدير + نسبة قليلة فوسفور يمتاز بمتانة عالية، مقاومة للاهتراء والتآكل، ويستخدم في النوابض، المحامل، الأسلاك الكهربائية الدقيقة.
- **برونز المنغنيز** (Manganese Bronze) هو سبيكة نحاس + زنك + منغنيز + عناصر أخرى صلب جدًا، يمتاز بقوة شد عالية، مقاومة للبلى ويستخدم في الأعمدة، الصمامات، محاور الدوران.
- **برونز النيكل** (Nickel Bronze / Nickel Silver) هو سبيكة نحاس + نيكل + زنك يمتاز بمظهر فضي، مقاومة للتآكل، غير مغناطيسي ويستخدم في أدوات موسيقية، عملات معدنية، أدوات مائدة



**النشاط الطلابي:**

- جمع عينتين من أدوات منزلية أو صناعية تحتويان على النحاس (مثل: أسلاك كهرباء، أنابيب، عملات، أدوات زينة).
- حدد ما إذا كانت مصنوعة من نحاس نقي أو سبيكة نحاسية (نحاس أصفر، برونز...).
- ناقش مع زملائك سبب استخدام هذه السبيكة في هذا المنتج.

## الاسئلة

- ما الفرق بين النحاس النقي والنحاس الأصفر من حيث التركيب والخواص؟
- لماذا يُستخدم النحاس في تصنيع الأسلاك الكهربائية؟
- ما أثر إضافة القصدير إلى النحاس؟ وما اسم السبيكة الناتجة؟
- ما السبيكة النحاسية الأكثر مقاومة للتآكل في الأوساط البحرية؟
- ما الفرق بين البرونز و النحاس-نيكل من حيث الاستخدام الصناعي؟

## الواجب البيتي

1. **سؤال تحليلي:**
ابحث عن **ثلاث منتجات صناعية أو منزلية** مصنوعة من سبائك نحاسية، وحدد:
   - نوع السبيكة
   - سبب اختيارها لذلك الاستخدام.
2. **سؤال مقارن:**
ارسم جدول مقارنة بين **البرونز** و**النحاس الأصفر** من حيث:
   - التركيب الكيميائي
   - اللون
   - الخواص الميكانيكية
   - الاستخدام

# الاسبوع الرابع

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** : تعريف الطالب بمعدن الألمنيوم وخواصه الأساسية.
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهمية الألمنيوم في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من الألمنيوم وسباكه واستخداماته.
- **مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

### الالمنيوم وسبائكه

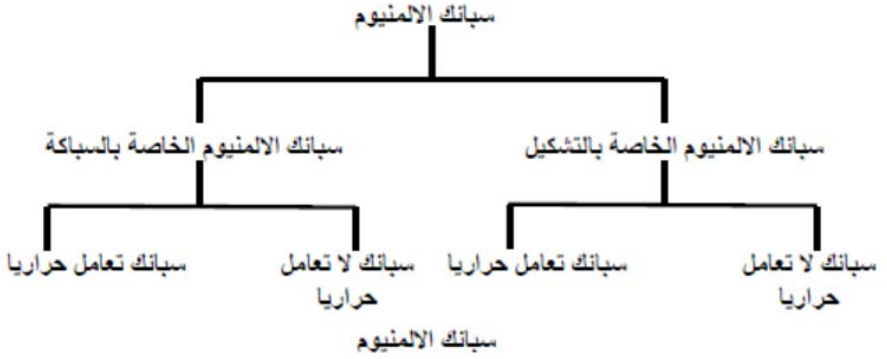
لا يمكن استخلاص الالمنيوم باختزال خاماته وذلك لالفة الالمنيوم العالية تجاه الاوكسجين، بل يستخلص بالتحليل الكهربائي لمنصهر خام الالمنيوم (البوكسايت) وهذا يحتاج الى كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية.

**خواص الالمنيوم**

1- خفة الوزن، فالوزن النوعي للالمنيوم 2.7.
2- درجة انصهاره 658$^{o}$م.
3- الشكل البلوري من نوع المكعب المتمركز الوجه(F.C.C )
4- يمتاز الالمنيوم بقابلية التوصيل الكهربائي والحراري الجيدتان، فالموصلية الكهربائية للالمنيوم هي 60% من الموصلية الكهربائية للنحاس ويستخدم الالمنيوم لصناعة الكيبلات الكهربائية بعد تقويتها بسلك محوري من الصلب، كما يستخدم في الصناعات الحرارية.
5- القابلية العالية لعكس الحرارة والضوء لذا يستخدم في صناعة العاكسات الضوئية والحرارية.
6- للالمنيوم قابلية كبيرة للاتحاد مع الاوكسجين ما يجعله صعب اللحام، الا ان الاوكسيد المتكون يشكل طبقة سطحية رقيقة متماسكة وغير مسامية وتشكل طبقة واقية تحمي الطبقات الداخلية من التآكل. ونظراً لقابلية الالمنيوم الكبيرة للاتحاد بالاوكسجين، يستخدم مسحوق الالمنيوم مع مسحوق اوكسيد الحديد المغناطيسي في عملية اللحام بطريقة الثرميت

**سبائك الالمنيوم**

يمكن تقسيم سبائك الالمنيوم حسب المخطط الشجري التالي:



1- **سبائك الالمنيوم الخاصة بالتشكيل ولا يمكن تقسيتها بالمعاملة الحرارية**

- وهي تكتسب الصلادة الكافية نتيجة اجراء التشكيل على البارد وليس بالمعاملة الحرارية.
- وتحتوي هذه السبائك على عنصر المغنيسيوم بنسبة تتراوح من 1% الى 5% او اكثر.
- تستخدم لصناعة الصناديق المعدنية، العلب المستخدمة للاغذية والمبيدات الزراعية، الادوات المنزلية وما شابه، وفي بناء السفن، اجسام السيارات، البراشيم، وما شابه.

2- **سبائك الالمنيوم الخاصة بالتشكيل ويمكن تقسيتها بالمعاملة الحرارية**

- هي سبائك الالمنيوم الخاصة بالتشكيل يمكن تقسيتها باجراء عملية تسمى التقسية بالتعتيق ( او التقسية بالترسيب )
- وتتلخص هذه العملية بالتسخين الى درجة حرارة تتراوح بين 480°م الى 520°م اعتمادا على التركيب الكيميائي للسبيكة، ثم اجراء عملية التبريد السريع في الماء، بعد ذلك تحفظ الاجزاء المعاملة حرارياً في درجة حرارة الغرفة لمدة 10-7 ايام، يلاحظ بعد هذه العملية ارتفاع الصلادة ومقاومة الشد. ويمكن الاستعاضة عن عملية حفظ الاجزاء في درجة حرارة الغرفة لهذه الفترة الزمنية بالتسخين الى درجة حرارة )150°م – 200°م( لعدة ساعات من الزمن وتسمى العملية عندئذ بالتعتيق الصناعي.
- واهم هذه السبائك تلك المسماة ديورالومين وهي سبائك من الالمنيوم تحتوي 4% نحاس وبعض العناصر الاخرى. وتستخدم لصناعة بعض اجزاء الطائرات المتعرضة الى اجهادات وفي بعض اجزاء المنشأآت.

3- **سبائك الالمنيوم الخاصة بالسباكة ولا يمكن تقسيتها بالمعاملة الحرارية**

- تحتوي هذه السبائك على السيليكون بنسبة 10% الى 13%، وتسمى سيلومين وقد تحتوي عناصر اخرى.
- وتستخدم لاغراض السباكة الرملية او السباكة في القوالب المعدنية،
- وتمتاز هذه السبائك بالجساءة ومقاومة التآكل والسيولة العالية عند الانصهار، وقلة التقلص عند الانجماد وانخفاض درجة الانجماد نسبياً وضيق مدى الانجماد، كل هذه الخواص تجعلها
- تستخدم هذه السبائك لاغراض السباكة العامة وللصناعات البحرية كبعض اجزاء السفن لما لهذه السبائك من مقاومة جيدة للتآكل.

4- **سبائك الالمنيوم الخاصة بالسباكة ويمكن تقسيتها بالمعاملة الحرارية**

- من هذه السبائك تلك التي تحتوي 4% نحاس، 2% نيكل، و 1.5% مغنيسيوم.
- وتنتج الاجزاء من هذه السبيكة بالسباكة ثم تقسى بالتعتيق.
- وتستخدم لصناعة بعض اجزاء محركات الطائرات.

## نشاط طلابي:

- اجمع 3 منتجات من الحياة اليومية مصنوعة من الألمنيوم أو سبائكه (علبة مشروبات، هيكل هاتف، إطار نافذة ).
- حدد نوع المنتج وسبب استخدام الألمنيوم فيه (الوزن، المقاومة، التوصيل... .

## الأسئلة الصفية:

- لماذا يُفضَّل الألمنيوم في صناعة هياكل الطائرات؟
- ما الفرق بين السبيكة المصبوبة والمشكلة؟
- ما وظيفة عنصر السيليكون عند إضافته إلى الألمنيوم؟
- أي من سبائك الألمنيوم مناسب للأجواء البحرية؟ ولماذا؟
- ما تأثير إضافة المغنيسيوم على خصائص السبيكة؟

## الواجب البيتي:

1. **سؤال تطبيقي:**
   - ابحث عن ثلاثة تطبيقات صناعية تستخدم سبائك ألمنيوم محددة، واذكر السبيكة وسبب استخدامها.
2. **سؤال تحليلي:**
   - ناقش لماذا لا يُستخدم الألمنيوم النقي في التطبيقات الهيكلية رغم خفة وزنه.

# الاسبوع الخامس

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** : تعريف الطالب بمعدن النيكل وخواصه الأساسية.
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهمية النيكل في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من النيكل وسباكه واستخداماته.

**مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

**النيكل وسبائكه**

نصر كيميائي رمزه Ni وعدده الذري 28. له كثافة 8.9 غم/سم$^3$ ودرجة الانصهار 1455 °م. وهوفلز أبيض فضي اللون، صلب، مقاوم للتآكل، ومغناطيسي جزئيًا. له قابلية جيدة للتشكيل وممتازة تُستخدم سبائكه في درجات حرارة عالية . كما يدخل النيكل كعنصر سبائكي في الصلب والحديد الزهر. النيكل يُستخدم بكفاءة في التطبيقات البحرية لأنه يقاوم التآكل، والملوحة، والتغيرات الحرارية، ويمكن تشكيله بسهولة، مما يجعله خيارًا مثاليًا للبيئات القاسية مثل المحيطات.

يُستخرج من خامات مثل: البنتلانديت (Pentlandite) والجارنييريت (Garnierite).

يستخلص من الخامات الكبريتيدية (مثل: Pentlandite) عن طرق الطحن والتعويم لفصل المعادن. ثم يحميص للتخلص من الكبريت. ثم يصهر للحصول على مزيج من (Ni وCu وFe). ثم التحويل والتنقية لإزالة الشوائب. ثم التحليل الكهربائي للحصول على نيكل نقي (حتى 99.9%).

**أهم استخدامات النيكل وسبائكه:**

- الطّلاء المعدني (Nickel Plating): لحماية الأسطح من الصدأ.
- صناعة الفولاذ المقاوم للصدأ.
- التطبيقات البحرية: بسبب مقاومته للماء والملوحة.
- محركات الطائرات والتوربينات الغازية: (سبائك السوبر ألاي).
- الدوائر الكهربائية الدقيقة: مثل عناصر التسخين والمقاومات.
- العملات المعدنية: (مثل عملة النيكل في أمريكا الشمالية).
- بطاريات الليثيوم–نيكل–كوبلت في السيارات الكهربائية.

**السبائك التي اساسها النيكل**

**1- سبائك المقاومات والمسخنات الكهربائية:**

- مثل السبيكة المحتوية 80% نيكل، 20% كروم، وتمتاز هذه السبيكة بتحملها درجة حرارة تصل الى 1150°م،
- ولهذه السبائك مقاومة كهربائية عالية يجعلها مناسبة لصناعة المسخنات والمقاومات الكهربائية.

**2- سبائك النيكل المقاومة للتآكل:**

- تتكون هذه السبائك من النيكل والكروم والموليبدنم والحديد والنحاس، تمتاز هذه السبائك بمقاومتها الممتازة للتآكل في درجات الحرارة الاعتيادية وفي الاوساط الحامضية وتستخدم في الصناعات الكيميائية.

3- **سبائك النيكل المقاومة للتآكل ودرجات الحرارة المرتفعة**:

- مثل سبائك نيمونيك او انكونيل التي تحتوي 80% نيكل، 14% كروم، 6% حديد، وتستخدم في معدات تصنيع المواد الغذائية، ممرات العادم في مكائن الاحتراق الداخلي والمسخنات الكهربائية.

4- **سبائك الحديد – نيكل ذات معامل التمدد الحراري المنخفض:**

- مثل سبيكة نيلو او انفار وهي اساسها الحديد وتحتوي 36% نيكل،
- تستخدم في صناعة بعض اجزاء الاجهزة الدقيقة وفي صناعة القطع ثنائية المعدن للسيطرة على درجة حرارة بعض الاجهزة الكهربائية.

## نشاط جدولي جماعي:

- صمّم مع زملائك جدول مقارنة بين Inconel، Monel، وNichrome يشمل:

السبيكة العناصر الاستخدام ومقاومة الحرارة ومقاومة التآكل

## الأسئلة:

- لماذا يُستخدم النيكل في صناعة الفولاذ المقاوم للصدأ؟
- ما سبب استخدام سبيكة Nichrome في أدوات التسخين؟
- ما الفارق بين Inconel وMonel من حيث الاستخدام؟
- ما وظيفة النيكل في السوبر ألاي المستخدمة في التوربينات؟
- ما العوامل التي تجعل النيكل مفضلًا في التطبيقات البحرية؟

## الواجب البيتي:

- ابحث عن ثلاث منتجات صناعية تعتمد على النيكل أو سبائكه، واذكر:
اسم السبيكة إن وُجد و سبب اختيارها في هذا المنتج
- سؤال نقاشي:

هل يمكن استخدام النيكل بديلاً عن الفولاذ في التطبيقات العامة؟ ناقش من حيث الكلفة والخصائص.

# الاسبوع السادس

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** : التعرف على العناصر المعدنية الثلاثة (القصدير – الخارصين – المنغنيز).
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهمية (القصدير – الخارصين – المنغنيز) في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من (القصدير – الخارصين – المنغنيز) واستخداماته.

**مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

**أولًا: القصدير (Tin – Sn):**

القصدير هو عنصر فلزي ابيض فضي ناعم ولامع، رمزه الكيميائي Sn وعدده الذري 50. يطرق بسهولة.درجة انصهار منخفضة (232 °م).مقاوم للتآكل – لا يتأكسد بسهولة في الهواء.يتميز بقدرته على مقاومة التآكل والصدأ في الهواء الجاف. يُستخدم منذ العصور القديمة خاصةً في صناعة البرونز (نحاس + قصدير). يمتلك درجة انصهار منخفضة تجعله مناسبًا لتطبيقات اللحام والتغليف المعدني.

**اهم سبائك القصدير**

| السبيكة | المكونات | الاستخدامات |
|---|---|---|
| البرونز(Bronze) | نحاس + قصدير | تروس، محامل، تماثيل، أدوات موسيقية |
| لحام القصدير | قصدير + رصاص أو فضة | لحام إلكتروني، تمديدات كهربائية |
| القصدير الأبيض | قصدير نقي تقريبًا | تغليف المعادن، علب المواد الغذائية |

**الاستخدامات:**

- لحام المعادن (سهل الذوبان).
- تغليف الحديد ضد التآكل (صفائح القصدير).
- يدخل في صناعة البرونز.
- يستخدم في الإلكترونيات والمكونات الحساسة.

**ثانيًا: الخارصين (الزنك – Zn – Zinc):**

الخارصين (أو الزنك) هو عنصر فلزي رمزه Zn وعدده الذري 30. ازرق-فضي، متوسط القساوة، هش نوعًا ما، لونه أزرق مائل للفضي. أهم ما يميزه هو قدرته على تكوين طبقة أكسيد واقية تحميه من التآكل، ما يجعله مثاليًا لجلفنة الفولاذ.يدخل في صناعة سبائك كثيرة مثل النحاس الأصفر و"زاماك"، ويستخدم في البطاريات أيضًا. درجة انصهار 419.5 °م. يتأكسد بسرعة، مكونًا طبقة واقية.

**أهم سبائك الخارصين:**

| السبيكة | المكونات | الاستخدامات |
|---|---|---|
| النحاس الأصفر(Brass) | نحاس + خارصين | أنابيب، أدوات موسيقية، وصلات صحية |
| سبائك زاماك(Zamak) | خارصين + ألمنيوم + نحاس | قطع سيارات، أقفال، أدوات منزلية |
| سبائك صب الزنك | خارصين + قليل من Mg وCu | مكونات صغيرة تُنتج بالصَّب |

**الاستخدامات:**

- جلفنة الفولاذ (طلاء مقاوم للصدأ).
- سبائك الخراطة والضغط.
- البطاريات (كبطانة سالبة).
- أجزاء ديكور وميكانيك خفيفة الوزن.

## نشاط طلابي:

- اجمع ثلاث أدوات تحتوي على واحدة من السبائك أعلاه (مثل: مفتاح، بطارية، قطعة ديكور).
- حدد نوع السبيكة والعنصر الأساسي فيها وسبب استخدامها.

## أسئلة:

- ما الفرق بين القصدير النقي وسبيكة اللحام؟
- ما فائدة الخارصين في حماية الفولاذ؟
- لماذا يُستخدم المنغنيز في كسارات الصخور؟
- ما الفرق بين سبائك الزنك وسبائك النحاس الأصفر؟
- ما تأثير إضافة المنغنيز إلى الألمنيوم؟

## الواجب البيتي:

- اختر عنصرًا من العناصر الثلاثة، وابحث عن تطبيق صناعي محدد له، واشرح سبب استخدامه فيه.
- قارن بين سبيكتي البرونز والنحاس الأصفر من حيث التركيب والاستخدام.
- ناقش أهمية المنغنيز في تحسين خواص الفولاذ المستخدم في صناعة السكك الحديدية.

# الاسبوع السابع

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** : تعريف الطالب بمفهوم السبائك اللاحديدية غير الشائعة.
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهمية دراسة المعادن البيضاء وخصائصها؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من السبائك اللاحديدية غير الشائعة واستخداماته.

**مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

## تعريف السبائك اللاحديدية

هي سبائك لا تحتوي على الحديد كمكون أساسي. تُستخدم في تطبيقات تتطلب خصائص مقاومة للتآكل، تقليل الاحتكاك، عدم المغناطيسية، أو انصهار منخفض.من أشهرها:

- المعادن البيضاء (White Metals)
- وسبائك المحامل (Bearing Alloys).

## المعادن البيضاء :-

هي مجموعة من السبائك ذات لون فضي – أبيض لامع، غالبًا ما تكون سهلة الصهر. تشمل: سبائك القصدير، الرصاص، الأنتيمون، البزموت، والزنك. صنفت المعادن البيضاء حسب المعدن الأساسي فيها، وغالبًا تكون سهلة الانصهار، وتُستخدم في الصب وتبطين المحامل ومن هذه السبائك هي :-

1. قصدير أساس (Tin-base)

- تتكون من (قصدير + أنتيمون + نحاس) وتتميزبأفضل أداء للمحامل، وتكلفة أعلى

2. رصاص أساس (Lead-base)

- تتكون من (رصاص + أنتيمون + قصدير + نحاس ) وتتميز بأقل مقاومة للحرارة وتكلفة أرخص

3. سبائك بزموتية (Bismuth-base)

- تتكون من (بزموت + قصدير أو رصاص) غير سامة، تُستخدم في التطبيقات الطبية

4. سبائك زنك بيضاء (Zinc White Alloys)

- تتكون من (زنك + ألومنيوم أو نحاس أو مغنيسيوم) تُستخدم في الصب والزخرفة

**الاستخدامات:**

- تبطين المحامل (Bearing Linings).
- مكونات في محركات بطيئة الدوران.
- سبائك اللحام والسباكة.
- زينة وصب تماثيل صغيرة أو أدوات زخرفية.

## سبائك المحامل (Bearing Alloys):

سبائك مصممة خصيصًا لتحمل الاحتكاك العالي بين الأجزاء الدوارة. يجب أن تكون مقاومة للتآكل، جيدة الانزلاق، وتتحمل الضغط دون تشقق.

**لأنواع الشائعة:**

1- بابيت (Babbitt Metal) تتكون من (Sn أو Pb + Sb) + Cu وتتميز بسطح ناعم، يتحمل الاحتكاك كما في محامل الانزلاق في المحركات.
2- سبائك ألومنيوم للمحامل تتكون من (Al + Sn أو Al + Si) وتتميز بمقاومة حرارية، و صلادة أعلى كما في المحامل الحديثة في السيارات.
3- سبائك النحاس-رصاص تتكون من (Cu + Pb) وتتميز بمتانة ومقاومة تآكل جيدة كما في المحامل الصناعية الثقيلة.

**مواصفات سبائك المحامل:**

- مقاومة تآكل ممتازة.
- قدرة على امتصاص الاهتزازات.
- قابلية انزلاقية عالية.
- لا تتشقق تحت الضغط المتكرر.

**نشاط تطبيقي:**

- احضر نموذجًا من محمل مستخدم (Bearing) أو صورة له.
- حدّد نوع السبيكة المستخدمة فيه إن أمكن.
- ناقش: لماذا لم تُستخدم سبيكة حديدية بدلًا منها؟

**الأسئلة:**

- ما الفرق بين المعدن الأبيض وسبائك المحامل؟
- ما سبب استخدام "بابيت" في تبطين المحامل؟
- لماذا يجب أن تكون سبائك المحامل ناعمة السطح؟
- ما عيوب استخدام الرصاص في بعض السبائك؟
- كيف تؤثر إضافة الأنتيمون على خواص السبائك البيضاء؟

**الواجب البيتي:**

- اذكر ثلاث أمثلة على منتجات تستخدم المعادن البيضاء، ووضح سبب الاختيار.
- قارن بين سبيكتي بابيت وسبائك الألومنيوم من حيث:
- التركيب ودرجة الحرارة و الاستخدام
- ناقش أهمية اختيار السبيكة المناسبة عند تصنيع محمل يعمل بسرعات عالية.

# الاسبوع الثامن والتاسع

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** : تعريف الطالب بأساسيات ميتالورجيا المساحيق..
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهمية دراسة ميتالورجيا المساحيق؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من المساحيق واستخداماته.

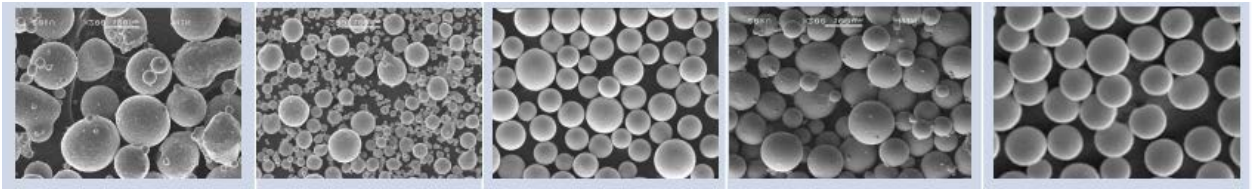
**مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

**ميتالورجيا المساحيق**

هي فرع من فروع علم المعادن يُعنى بإنتاج الأجزاء المعدنية من خلال تحويل المعادن إلى مساحيق ثم تشكيلها بالضغط ثم تلبيدها بالحرارة دون الحاجة إلى صهر المعدن الكامل. تستخدم تقنية ميتالورجيا المساحيق للحصول على بعض المنتجات واجزاء المكائن من مساحيق المعادن وتختلف عن الطرق التقليدية للتصنيع كالسباكة وعمليات التشغيل على المكائن بعدم الحاجة الى الصهر كما ان العملية لا تخلف فضلات (رايش). وتشبه العملية في جوهرها صناعة السيراميك وتسمى احياناً بالسيراميك الفلزي.

**مزايا الانتاج بطريقة ميتالورجيا المساحيق:**

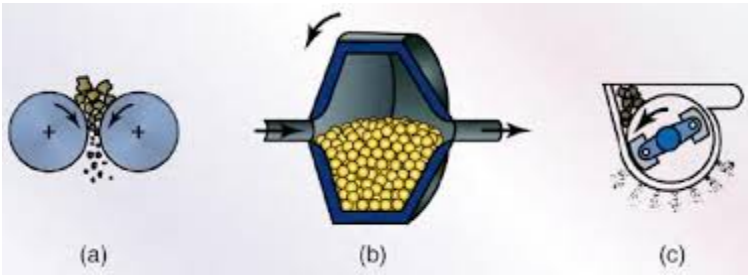
1- امكانية الحصول على المنتجات من جميع المعادن.
2- تمتاز منتجات ميتالورجيا المساحيق بالمسامية حيث يستفاد من هذه الخاصية في انتاج المحامل ذات التزييت الذاتي وبعض المرشحات (Filters) ، وغيرها.
3- امكانية انتاج بعض المنتجات التي تتكون من خليط من مواد معدنية ولا معدنية مثل فحمات المحركات الكهربائية(Motors Brushes)، ونقاط التلامس الكهربائية.
4- تستخدم لانتاج المواد الاحتكاكية المتكونة من الاسبست او المايكا او اكاسيد فلزية مع مساحيق معدنية وتستعمل في صناعة المكابح والقوابض.
5- الطريقة مناسبة لانتاج بعض المنتجات من معادن ذات درجة انصهار مرتفعة مثل التنكستن والتانتاليوم والموليبدنم حيث يصعب انتاجها بالسباكة او التشكيل على الحار.
6- طريقة مناسبة لانتاج رؤوس عدد القطع من الكربيدات والاكاسيد.
7- انتاج الكثير من المواد الاخرى مثل المغانيط الدائمة، القطع الثنائية المعدن للثرموستات، طبقة التغطية لالكترودات اللحام وغيرها.
8- الحصول على نقاوة عالية وامكانية السيطرة بدقة على التركيب الكيميائي للمنتوج.
9- الكثير من اجزاء المكائن كبعض التروس والكامات يكون انتاجها اقتصاديا بطريقة ميتالورجيا المساحيق.



**خطوات تصنيع منتجات ميتالورجيا المساحيق**

1- انتاج مساحيق المعادن النقية او السبائك.
2- اجراء عملية التشكيل بكبس المساحيق بداخل قوالب باستخدام ضغط عالي.
3- عملية التلبيد، وهي عملية تسخين القطع المشكلة بالكبس الى درجات حرارة مرتفعة (اقل من درجة حرارة الانصهار بقليل)، ولفترة زمنية معينة. والغرض من هذه العملية هو الحصول على قوة الترابط اللازمة بين دقائق مسحوق المعدن.

طرق الحصول على المساحيق المعدنية




1- الطرق الميكانيكية، وتتضمن:
- التفتيت في الطواحين ذات الكريات.
- التفتيت بواسطة الطواحين الهزازة.
- التفتيت بواسطة الطواحين الدوّ امية.
- تحبيب او تذرية المعادن المنصهرة بواسطة تيار من الهواء.

2- الطرق الفيزيائية – الكيميائية، وتشمل:
- التحليل الكهربائي.
- الكربونيلية، وهي عملية الحصول على كربونيل الفلز من تفاعل اول اوكسيد الكربون مع الفلز - في درجة حرارة (200 – 220 $^{o}$م) تحت ضغط 200 كغم\سم2. ثم اجراء عملية تحليل الكربونيل في مفاعل التحليل، حيث يتحلل الكربونيل الى اول اوكسيد الكربون ومسحوق المعدن.
- الهدرجة، وهي عملية امرار غاز الهيدروجين على المعدن المسخن الى (300 –800)$^{o}$م في مفاعل خاص حيث يتكون هيدريد المعدن، الذي يكون قصيفاً وهشاً حيث يجرش الى مسحوق ناعم ثم تتم عملية ازالة الهيدروجين من المعدن بالتخمير في درجة 800oم في جو مفرغ من الهواء.
- اختزال اكاسيد المعادن.

**خواص مساحيق المعادن**

الخواص الميكانيكية، وتشمل

1- الوزن النوعي لمسحوق حر السكب: وهو وزن وحدة الحجم من مسحوق حر السكب.
2- الانسيابية: وهي قابلية المسحوق على ملئ شكل معين.ّ
3- القابلية للكبس: هي قابلية المسحوق على التضاغط والتشكيل والاحتفاظ بشكل قالب الكبس وأبعاده الداخلية تحت تأثير قوة كبس خارجية.

الخواص الطبيعية للمساحيق، وتشمل

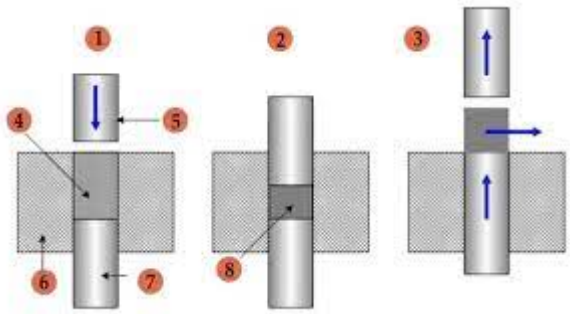
1- شكل دقائق المسحوق.

2- نعومة المسحوق، ويعبر عنها بمعدل قطر دقائق المسحوق بالميكرون وتتروح من 0.5 ميكرون للحبيبات الفائقة الدقة إلى 500 ميكرون للحبيبات الخشنة جدا.
3- السطح النوعي للمسحوق، وهو مجموع مساحات أسطح الدقائق بالنسبة إلى حجمها.

الخواص الكيميائية
1- التركيب الكيميائي للمسحوق من حيث النسبة المئوية للعناصر الداخلة في تركيبه.
2- نسبة الشوائب والغازات.
3- قابلية الاشتعال الذاتي للمسحوق في الهواء.
4- سمومية المساحيق: إن بعض المعادن عندما تكون في الحالة المسحوقة تكون سامة لذلك يجب اخذ الاحتياطات اللازمة.

**كبس المساحيق**

هي عملية الحصول على جسم متماسك له شكل وابعاد مطابقة لشكل وابعاد المنتوج النهائي وان تكون له متانة ودرجة تماسك كافيتين لمناولته بدون ان يتهشم. ويتم كبس المساحيق على المراحل التالية:
1- اعداد الشحنة: حيث يتم تنظيف المساحيق ثم المعالجات الاولية فالتصنيف ثم الخلط وعمل تجاتس كيميائي ثم التحبيب.
2- تقدير الجرعة المناسبة من الشحنة وسكبها في قالب الكبس.
3- الكبس، ويتم بطرق مختلفة.
- الكبس من طرف واحد.
- الكبس من طرفين.
- كبس القطع ذات الشكال المعقدة.
- الكبس الهيدروستاتيكي.
- دلفنة المساحيق المعدنية.
- بثق المساحيق المعدنية.

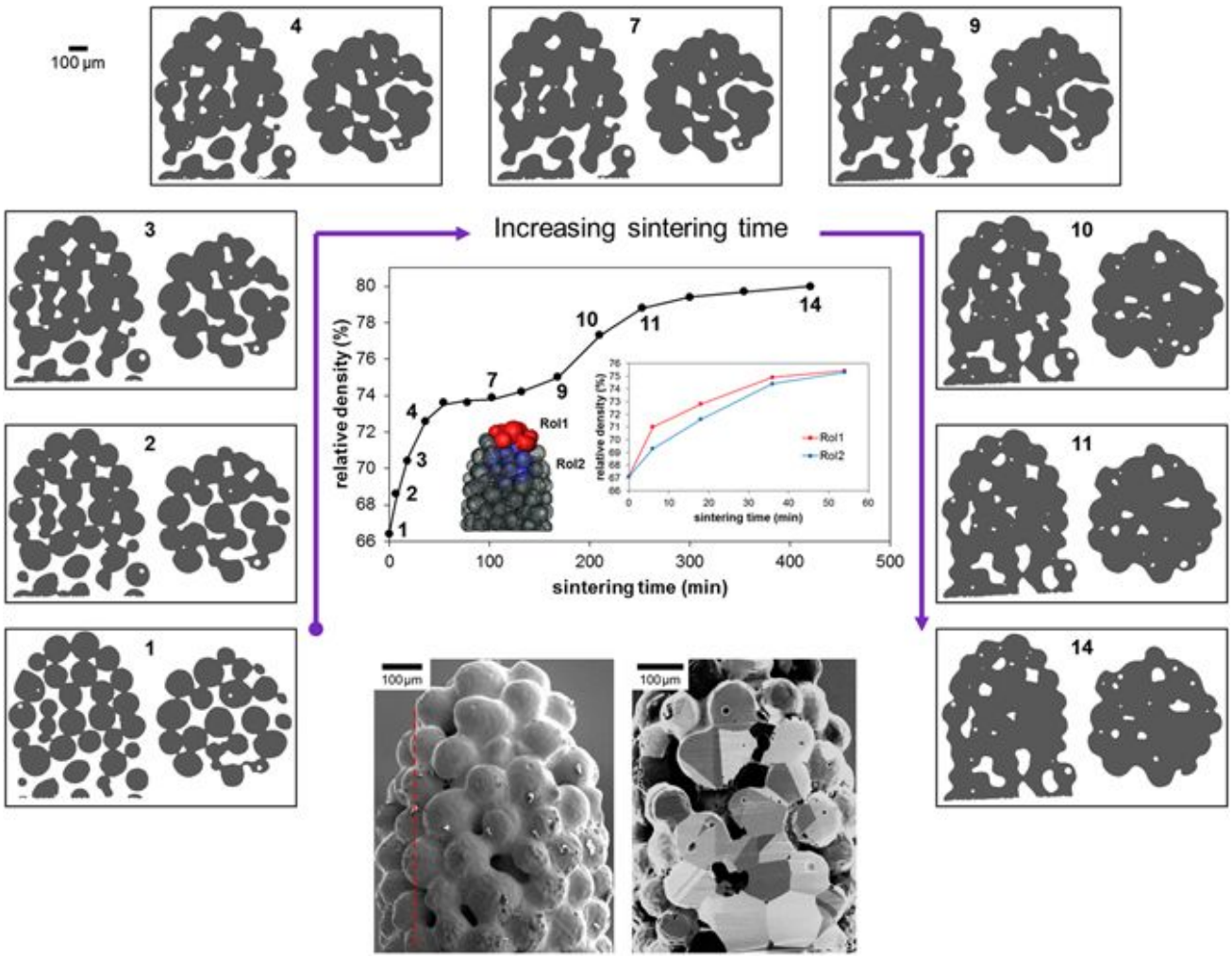


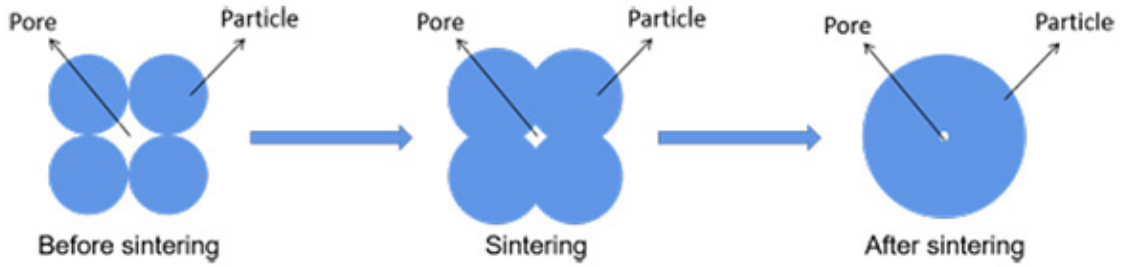

**التلبيد (Sintering)**

هي عملية تسخين المنتوج بعد عملية الكبس بداخل افران يمرر فيها غاز مختزل كالهيدروجين وتستغرق العملية فترة معينة. والغرض من عملية التلبيد هو الحصول قوة التماسك والمتانة اللازمتين للمنتوج. ويوجد طريقتين للتلبيد:

**الطريقة الاولى:** حيث يتم انصهار احد مكونات خليط المسحوق كما في تلبيد اللقم الكربيدية والمحامل ذات التزييت الذاتي (المتكونة من النحاس والقصدير والكرافيت).

**الطريقة الثانية**: اذا كان المسحوق متكون من معدن واحد يتم التسخين الى (60-%80%) من درجة انصهار المعدن ويجب تجنب الوصول الى درجة الانصهار والا تحولت العملية الى عملية سباكة.


100 µm
Increasing sintering time
relative density (%)
sintering time (min)
Rol1
Rol2
100µm


Pore
Particle
Before sintering
Sintering
After sintering

## نشاط عملي :

- اجمع عينات من 3 أنواع من المساحيق المعدنية (مثل: Fe، Al، Cu).
- قارن بين خواصها من حيث: اللون، الشكل، حجم الجزيئات.
- ناقش كيف يمكن أن تؤثر هذه الخواص على عملية التلبيد.

## الأسئلة الصفية:

- ما الفرق بين طريقة الطحن الكروي والاختزال الكيميائي في إنتاج المساحيق؟
- لماذا يعتبر شكل الجسيمات مهمًا في ميتالورجيا المساحيق؟
- كيف تؤثر الكثافة الظاهرية على جودة المنتج النهائي؟
- ما مخاطر وجود أكاسيد سطحية على جزيئات المسحوق؟
- أي من الطرق الكيميائية تُستخدم للحصول على مساحيق عالية النقاوة؟

## الواجب البيتي:

- اختر طريقة واحدة من طرق إنتاج المساحيق، واشرح خطواتها مع مثال تطبيقي.
- قارن بين المساحيق المنتجة بالطرق الميكانيكية والطرق الكيميائية من حيث:
- التكلفة والنقاوة و الحجم والشكل
- ناقش أهمية ميتالورجيا المساحيق في الصناعة الحديثة (مثل تصنيع التروس الدقيقة، الطب، الفضاء).

# الاسبوع العاشر

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** : تعريف الطالب بالمواد السيراميكية ومكوناتها الأساسية.
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهمية دراسة المواد السيراميكية في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من المواد السيراميكية .

**مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

### المواد السيراميكية

المواد السيراميكية هي مواد غير معدنية، غير عضوية، تُحضّر عادة بالتسخين ثم التبريد، وتتميز بصلادتها العالية ومقاومتها للحرارة والتآكل. اواصرها الذرية إما أيونية بالكامل او ان يكون الجزء الاكبر تساهمي مع بعض الاواصر الايونية. قبل منتصف القرن الماضي كان اسم السيراميك يطلق على المواد التي يكون الطين مادتها الاولية مثل الفخار والسيراميك والطابوق وبلاط الارضيات والزجاج. في الوقت الحاضرتوسع الاسم ليشمل المواد الحديثة المستخدمة في الالكترونيات والحاسبات والاتصالات و الصناعات الفضائية.

### المواد السيراميكية تشمل:

- أكاسيد (Oxides) مثل: $Al_2O_3$
- كربيدات (Carbides) مثل: SiC
- نتريدات (Nitrides) مثل: $Si_3N_4$
- بوريدات، سليكات، وفوسفات... .

### خواص المواد السيراميكية

- مقاومة الحرارة.
- القوة والجساءة في درجات الحرارة المختلفة.
- مقاومة الزحف.
- الصلادة العالية ومقاومة البلى.
- العزل الحراري والكهربائي.
- يمكن ان تكون معتمة ، نصف شفافة او نصف شفافة

### خطوات انتاج السيراميك

1- عملية تشكيل الطين الى الشكل المطلوب ويتم التشكيل اما يدوياً مع استخدام ادوات بسيطة او تتم عملية التشكيل ميكانيكياً، وفي كلتا الحالتين يمكن استخدام قوالب للتشكيل.

2- التجفيف: وتتم في درجة حرارة لا تزيد عن 50oم، حيث يتم التخلص من الرطوبة التي تسبب تشقق المنتوج عند الفخر.
3- الفخر في درجة حرارة عالية تعتمد على نوع المنتوج.

ويمكن تقسيم الفخر الى مرحلتين،

- المرحلة الاولى يتم التخلص من الماء الحر ثم التخلص من الماء المرتبط كيميائاً،
- وفي المرحلة الثانية من الفخر يحدث الترابط الكيميائي بين دقائق الطين حيث تتكون روابط ايونية او تساهمية.

**أنواع المواد السيراميكية:**

1- **السيراميك التقليدي**
مثل الطين، الكاولين، الفخار الذي يستخدم في البلاط، الأواني، الطوب
2- **السيراميك الهندسي**
مثل الألومينا، كربيد السيليكون الذي يستخدم في المحامل، أدوات القطع، العوازل
**3- السيراميك الزجاجي**

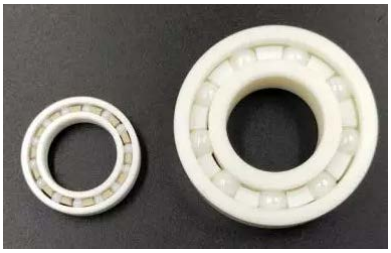
مثل زجاج معالج حراريًا الذي يستخدم في المواقد، أدوات الطهي، العدسات

4- **لسيراميك الممغنط**
مثل فيرايت (Ferrites) الذي يستخدم فيالنواقل الكهربائية، المحولات

**الخصائص العامة للمواد السيراميكية:**

1- الخصائص الفيزيائية:
- كثافة منخفضة إلى متوسطة.
- عازلة جيدة للحرارة والكهرباء (باستثناء بعض السيراميك الموصل.(
- مقاومة ممتازة للمواد الكيميائية.

2- الخصائص الميكانيكية:
- الصلادة عالية جدًا (أقرب للماس في بعض الأنواع) الهشاشة هشة – لا تتحمل الصدمات الميكانيكية
- مقاومة التآكل ممتازة – لا تبلى بسهولة
- مقاومة الضغط مرتفعة، لكن مقاومة الشد منخفضة نسبيًا



**هم استخدامات المواد السيراميكية:**

- أدوات القطع، البطانات، محامل ذاتية التزييت
- العوازل الحرارية، الدروع الحرارية
- زرع الأسنان، العظام، الأعضاء الاصطناعية
- عوازل، مكثفات، أشباه موصلات
- الطابوق، البلاط، أدوات صحية

**نشاط طلابي:**

- وزّع على الطلاب بطاقات بأنواع مواد (مثل: $Al_2O_3$، زجاج، فيرايت...).
- يُطلب من كل طالب تصنيف مادته ضمن نوع السيراميك الصحيح ومجال الاستخدام.

**الأسئلة:**

- ما الفرق بين السيراميك التقليدي والسيراميك الهندسي؟
- لماذا تعتبر المواد السيراميكية مثالية للعزل الكهربائي؟
- ما أوجه القصور في السيراميك رغم صلادته العالية؟
- اذكر ثلاث خصائص تجعل السيراميك مناسبًا لأدوات القطع.
- ما المادة السيراميكية المستخدمة في زرع الأسنان ولماذا؟

**الواجب البيتي:**

- ابحث عن ثلاثة منتجات صناعية أو طبية مصنوعة من السيراميك، وحدد نوع المادة وسبب استخدامها.
- قارن بين الألومينا وكربيد السيليكون من حيث:
  التركيب الخواص و الاستخدام
- ناقش أهم تحديات استخدام السيراميك في التطبيقات الميكانيكية عالية الحمل.

# الاسبوع الحادي عشر

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** : تعريف الطالب بمادة الزجاج ومكوناته الأساسية.
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهمية دراسة المواد الزجاجية واستخداماتها الهندسية في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من المواد الزجاجية .

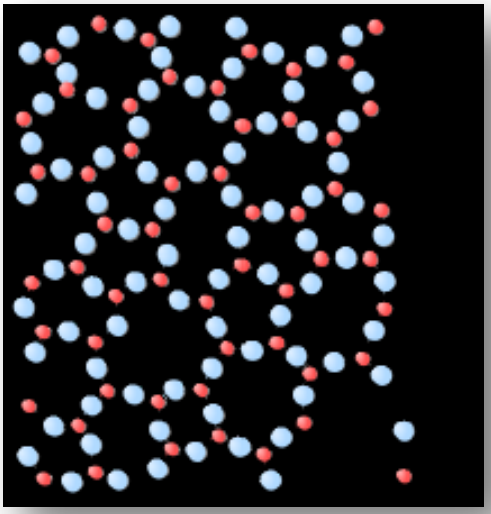
**مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

### الزجاج

هو مادة غير بلورية (غير متبلورة) تُنتج من صهر السيليكا ($SiO_2$) مع أكاسيد معدنية أخرى ثم تبريدها السريع لتجنب التبلور.

### مكوناته الأساسية للزجاج:

- ثاني أكسيد السيليكون ($SiO_2$)
- أكسيد الصوديوم ($Na_2O$)
- أكسيد الكالسيوم ($CaO$)
- أحيانًا: أكسيد الألمنيوم، البورون، الرصاص...



### خصائص الزجاج:

- البنية غير متبلورة (Amorphous)
- الشفافية عالية (معظم أنواع الزجاج شفافة)
- العزل الكهربائي ممتاز (يُستخدم كعازل كهربائي)
- العزل الحراري ضعيف نسبيًا
- مقاومة التآكل جيدة ضد الأحماض والظروف الجوية
- الهشاشة قابل للكسر المفاجئ تحت الصدمة
- قابلية التشكيل عالية في درجات الحرارة (يمكن نفخه، سحبه، صبه)

### أنواع الزجاج واستخداماته:

- الزجاج العادي (Soda-Lime $SiO_2 + Na_2O + CaO$ ) الأكثر شيوعًا النوافذ، الأواني، الزجاج المعماري.

- الزجاج المقاوم للحرارة (Pyrex) يحتوي على $B_2O_3$ (بوروسيليكات) – مقاوم للتمدد الحراري أنابيب المختبرات، أواني الطهي
- الزجاج المقسى (Tempered Glass) معالج حراريًا ليصبح أكثر صلادة وأمانًا زجاج السيارات، الشاشات، الأبواب
- الزجاج الرقائقي (Laminated Glass) طبقتان من الزجاج بينهما طبقة بلاستيكية زجاج السيارات الأمامي، واجهات المباني
- الزجاج البصري / البصري الدقيق عالي النقاوة وخالٍ من الشوائب العدسات، المناظير، الليزر
- الزجاج الملون مضاف إليه أكاسيد معادن (مثل Co, Cu, Fe) للتلوين النوافذ الزخرفية، المصابيح، الفنون
- الزجاج الرصاصي (Lead Glass) يحتوي على PbO – كثيف وعالي الانكسار أدوات بصرية دقيقة، حماية إشعاعية

## خطوات تصنيع الزجاج

1- الصهر والتنقية.
2- التشكيل.
3- المعاملة الحرارية.
4- الإنهاء.

## طرق تشكيل الزجاج

1- بالضغط: حيث يحقن الزجاج في قوالب تحت تأثير ضغط عالي لتأخذ العجينة الشكل المطلوب ويتم التبريد قبل إخراج المنتوج.
2- النفخ: حيث ينفخ الهواء بداخل كتلة الزجاج التي تنتفخ وتندفع لتاخذ شكل جدران القالب الداخلية. وفي بعض الحالات يشكل الزجاج بالنفخ بدون استعمال قالب.
3- السحب: حيث يدرفل الزجاج باستعمال درافيل، كما في صناعة الالواح الزجاجية.

**نشاط طلابي:**

- وزّع صور أو عينات من أنواع الزجاج المختلفة.
- يطلب من كل طالب أو مجموعة أن تحدد:
- نوع الزجاج استخدامه وخاصية تميزه عن باقي الأنواع

**الأسئلة:**

- لماذا يُستخدم الزجاج البوروسيليكات في المختبرات؟
- ما الفرق بين الزجاج المقسى والزجاج الرقائقي؟
- كيف يؤثر محتوى الرصاص على خصائص الزجاج؟
- لماذا لا يُستخدم الزجاج العادي في الأفران؟
- ما الخاصية التي تجعل الزجاج مناسبًا للعدسات البصرية؟

**الواجب البيتي:**

- ابحث عن ثلاثة استخدامات حديثة للزجاج في التكنولوجيا أو الطب، واذكر نوع الزجاج المستخدم في كل منها.
- قارن بين الزجاج العادي وزجاج البيركس من حيث: التركيب ومقاومة الحرارة و الاستخدامات
- ناقش كيف يمكن تحسين مقاومة الزجاج للكسر، وما التقنيات المتبعة لذلك.

# الاسبوع الثانى عشر

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** : تعريف الطالب بمادة السمنت ومكوناته الأساسية.
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهمية دراسة المواد السمنت واستخداماتها الهندسية في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من السمنت وانواعه .

**مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

### السمنت

هو مادة رابطة هيدروليكية ناعمة تُخلط مع الماء لتكوين عجينة تتصلب تدريجيًا، وتُستخدم لربط المواد الإنشائية مثل الرمل والحصى والطابوق.

**المكون الرئيسي:**

- الكلنكر (Clinker): ناتج حرق مزيج من حجر الكلس والطين.
- يُضاف إليه مواد معدلة مثل: الجبس، البوزلان، خبث الأفران...

**خصائص السِمنت:**

- اللون رمادي أو أبيض (حسب التركيب)
- القوام مسحوق ناعم جدًا
- زمن التصلب يبدأ بعد 30 دقيقة – يتصلب خلال ساعات
- مقاومة الضغط تصل حتى 50 ميغا باسكال بعد 28 يوم
- التفاعل يتم عبر تفاعل الماء مع مكونات الكلنكر (Hydratio).

**أنواع السِمنت واستخداماته:**

- **السمنت البورتلاندي العادي** (OPC) وهو أكثر الأنواع شيوعًا البناء العام، ويستخدم في الأرصفة، الجدران
- **السمنت المقاوم للكبريتات** (SRC) ويحتوي على نسبة منخفضة من $C_3A$ (ألومينات ثلاثي الكالسيوم) يستخدم في الأساسات في التربة المالحة، الصرف الصحي
- **السمنت البوزولاني** ويحتوي على مواد بوزولانية (رماد بركاني أو صناعي) يستخدم في منشآت تحت الماء، سدود، منشآت طويلة العمر
- **السمنت الأبيض** وهو خالٍ من أكاسيد الحديد تقريبًا يستخدم في الواجهات المعمارية، الزخرفة، البلاط
- **السمنت سريع التصلب** ويحتوي على نسبة عالية من $C_3S$ يستخدم في مشاريع تحتاج إنجاز سريع (طرق، إصلاح سريع)

- **سمنت الأفران العالية** مضاف إليه خبث الحديد مقاومة كيميائية جيدة، حرارة ترطيب منخفضة
- **السمنت قليل الحرارة (Low Heat)** يُحرر حرارة قليلة أثناء التفاعل يستخدم في الكتل الخرسانية الكبيرة (السدود، الجدران السميكة)
- **سمنت النفط (Oil Well Cement)** مقاوم للضغط والحرارة العالية يستخدم في تبطين الابار.

**نشاط طلابي:**

- وزّع على الطلاب بطاقات بأنواع مختلفة من السِمنت.
- يُطلب من كل طالب أن يذكر: خصائص النوع و بيئة استخدامه المناسبة و سبب تفضيله على غيره

**الأسئلة:**

- ما الفرق بين السمنت البورتلاندي العادي والسمنت المقاوم للكبريتات؟
- لماذا يُستخدم السمنت البوزولاني في السدود؟
- ما خصائص السمنت الأبيض التي تجعله مناسبًا للأغراض المعمارية؟
- ما التفاعل الكيميائي المسؤول عن تصلب السمنت؟
- ما نوع السمنت الأفضل للبيئات ذات الحرارة العالية والمياه المالحة؟

**الواجب البيتي:**

- اختر ثلاثة أنواع من السمنت، ووضح ظروف الاستخدام المثالية لكل منها.
- قارن بين السمنت سريع التصلب وسمنت قليل الحرارة من حيث: التركيب و زمن التصلب و التطبيقات النموذجية
- ناقش أهمية اختيار نوع السمنت المناسب في البنية التحتية للمناطق الساحلية.

# الاسبوع الثالث عشر

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** : تعريف الطالب بمادة الكونكريت (الخرسانة).
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهمية دراسة المواد الكونكريت (الخرسانة) واستخداماتها الهندسية في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من السمنت وانواعه .

**مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

### الكونكريت أو الخرسانة

هو مادة إنشائية مركبة تتكون من أسمنت مع ركام (خشِن وناعم) و ماء، وأحيانًا مضافات كيميائية، تتحول بعد التصلب إلى مادة قوية تتحمل الضغط.

### مكونات الخرسانة الأساسية:

- الأسمنت مادة رابطة – يتصلب ويتماسك مع الماء
- الركام الخشن (حصى) يعطي الجسم للخرسانة – يزيد المقاومة
- الركام الناعم (رمل) يملأ الفراغات – يحسن التشغيلية
- الماء يُحدث التفاعل الكيميائي مع الأسمنت
- المضافات (اختيارية) تغير زمن التصلب أو تحسن الأداء

### الخواص العامة للكونكريت:

- مقاومة الضغط ممتازة (حتى 80 ميغا باسكال وأكثر)
- مقاومة الشد ضعيفة نسبيًا – تعالج بالتسليح
- قابلية التشكيل عالية – يمكن صبه في أشكال مختلفة
- العزل الحراري جيد نسبيًا
- مقاومة التآكل تتحسن بالإضافات والطلاء

### استخدامات الكونكريت الصناعية:

1- في الهندسة المدنية والإنشاءات:
- الأساسات، الأعمدة، الجسور، السدود، الأرصفة، الأنفاق.

2- في التطبيقات الميكانيكية:
- قواعد الماكينات الثقيلة (Machine Foundations).
- مضادات الاهتزاز في المصانع.

- كتل التوازن (Counterweights) في الروافع والمصاعد.
- خرسانة عالية الكثافة للحماية من الإشعاع (في المفاعلات النووية).

3- في الإنشاءات البحرية والصناعية الخاصة:
- أرصفة الموانئ والبحرية (Concrete Piers).
- منشآت مقاومة للكبريتات أو الأوساط الكيميائية (باستخدام خرسانة مقاومة).

## نواع خاصة من الكونكريت (حسب الاستخدام):

- خرسانة مسلحة تستخدم في العناصر الإنشائية الثقيلة
- خرسانة مسبقة الإجهاد الجسور، الأسقف الطويلة
- خرسانة عالية المقاومة الأبراج العالية، المنشآت الدفاعية
- خرسانة خفيفة الوزن الجدران العازلة، الأسطح
- خرسانة ذاتية الدمك (SCC) تستخدم في القوالب الضيقة والمعقدة
- خرسانة مقاومة للإشعاع محطات الطاقة النووية

**نشاط طلابي:**

- ناقش مع زملائك تطبيقًا صناعيًا للخرسانة في البيئة المحلية (مثل قواعد المولدات، الجسور.(...
- حدد نوع الخرسانة المستخدم والمواصفات المطلوبة.

**الأسئلة**:

- ما الفرق بين الخرسانة العادية والخرسانة المسلحة؟
- لماذا تُستخدم الخرسانة في قواعد الماكينات؟
- كيف يمكن تحسين مقاومة الخرسانة للكبريتات؟
- ما أهمية المضافات الكيميائية في صناعة الخرسانة الحديثة؟
- اذكر نوعًا خاصًا من الخرسانة وبيّن أهم تطبيقاته.

- **الواجب البيتي:**

- ابحث عن مشروع هندسي معروف يعتمد على الخرسانة، واذكر نوع الخرسانة المستخدمة فيه.
- قارن بين الخرسانة التقليدية والخرسانة مسبقة الإجهاد من حيث: طريقة التحضيرو الأداء و التكلفة
- ناقش أهمية الخرسانة في التصنيع الميكانيكي، خصوصًا في تثبيت المعدات الثقيلة.

# الاسبوع الرابع عشر

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** : تعريف الطالب بمفهوم البوليمر وتركيبه الجزيئي.
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهمية دراسة البوليمر وتركيبه الجزيئي واستخداماتها الهندسية في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من البوليمرات وانواعها .

**مدة المحاضرة:** ساعتين نظري

### البوليمرات

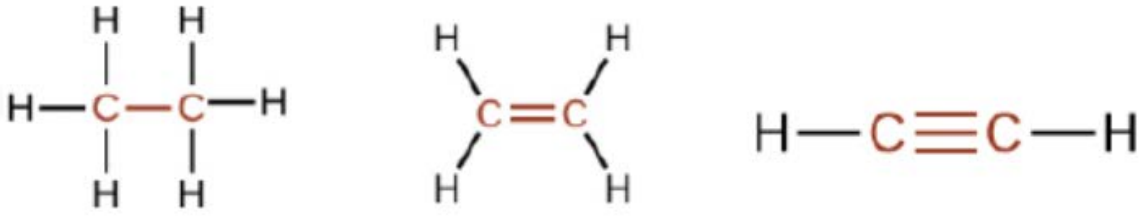
البوليمرات هي مركبات عضوية تتكون من جزيئات طويلة على شكل سلاسل بوليمرية او تكرار وحدات صغيرة تُسمى "مونومرات" (Monomers) مرتبطة بروابط تساهمية، لتكوين سلاسل طويلة.

مثال: بولي إيثيلين (PE) ناتج عن بلمرة الإيثيلين ($C_2H_4$). البوليمرات قد تكون طبيعية (مثل المطاط الطبيعي) أو صناعية (مثل النايلون، PVC).

### التركيب الجزيئي:

- البوليمرات تتكون من سلاسل جزيئية طويلة، قد تكون:
- خطية (Linear): مثل بولي إيثيلين.
- متفرعة (Branched): كثافتها أقل ومقاومتها أضعف.
- شبكية/مترابطة (Cross-linked): مثل الباكالايت، صلبة جدًا.

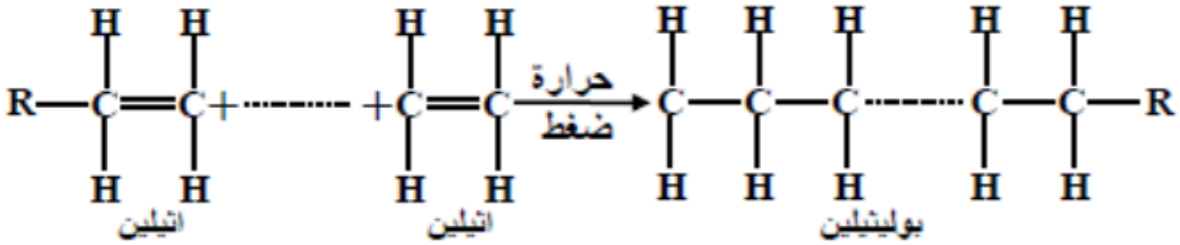
جزيئات البوليمرات: تتكون المواد العضوية اساسا من ذرات الكربون والهيدروجين، ان ذرة الكربون لها اربعة الكترونات في مدارها الخارجي وبامكانها ان تكوّ ن اواصر تساهمية مع بعضها او مع عناصر اخرى. وتكون الاواصر التساهمية بين ذرات الكربون اما مفردة او مزدوجة او ثلاثية




غاز الاستيلين(CH≡CH) غاز الاثيلين (CH2=CH2) غاز الايثان(CH3—CH3)

آصرة ثلاثية بين ذرات الكربون آصرة مزدوجة بين ذرات الكربون آصرة مفردة بين ذرات الكربون

ولكي تستطيع الجزيئات العضوية الصغيرة ان ترتبط مع بعضها لتكوّ ن سلاسل بوليمرية يجب ان تكون الاصرة بين ذرات الكربون مزدوجة او ثلاثية، كما في ارتباط جزيئات المونومر المسمى اثيلين لتكوين جزيئة البوليثيلين على شكل سلسلة طويلة. ان ذرات الكربون هي بمثابة العمود الفقري للسلسلة البوليمرية.

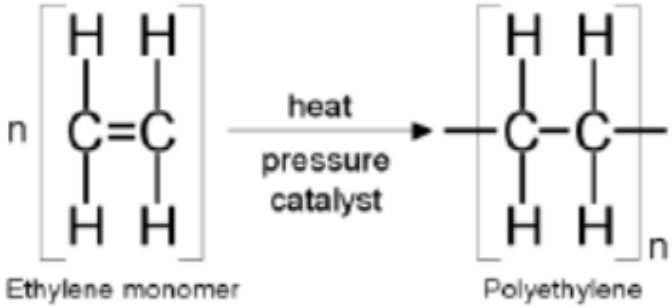



تتكون جزيئة البوليمر المسمى بوليثيلين من المونومر المسمى أثيلين

**انواع التبلمر (انواع تفاعلات البلمرة)**

1- **البلمرة بالاضافة:**

للحصول على جزيئات طويلة في البوليمر يتم تعريض المونومر المكوّن له الى ظروف مناسبة من ضغط ودرجة حرارة وبوجود مادة محفزة( R) (Initiator) مما يؤدي الى ان تنفتح الاصرة المزدوجة في المونمرات لترتبط مع بعضها مكونة سلاسل طويلة كما في تكوّ ن بوليمر البوليثيلين نتيجة ترابط عدد كبير من مونومرات.




2- **البلمرة بالتكثيف** :-

في هذا النوع من تفاعل البلمرة يتكون البوليمر نتيجة ارتباط نوعين مختلفين من المونومرات وينتج عن ارتباط كل مونومرين مختلفين جزيئة ماء او امونيا. كما عند تكوّ ن البوليمر المسمى بوليمايد )النايلون( الذي ينتج من تفاعل حامض ثنائي )اديبيك اسيد( مع امين ثنائي ) هيكسامثيلين داي امين ليتكون النايلون مع طرح جزيئة ماء.

**خصائص البوليمرات الناتجة تعتمد على:**

- نوع المونومر.
- ترتيب السلاسل (عشوائي/مرتب).
- طول السلسلة وعدد التفرعات.
- وجود روابط عرضية (cross-links).

**نواع البوليمرات:**

**1- حسب طريقة التشكيل الحراري:**

- اللدائن الحرارية (Thermoplastics) والتي تنعم بالحرارة ويمكن إعادة تشكيلها مثل بولي إيثيلين PE، بولي بروبيلين PP، PVC
- اللدائن المتصلدة حراريًا (Thermosets) التي تتصلب نهائيًا ولا يمكن إعادة صهرها باكالايت، إيبوكسي، راتنج الفينول

**2- حسب المنشأ:**

- طبيعية مستخرجة من الطبيعة مثل المطاط الطبيعي، السليلوز
- نصف صناعية معالجة كيميائيًا من مصادر طبيعية مثل الأسيتات، الرايون
- صناعية ناتجة بالكامل من تفاعلات كيميائية مثل النايلون، الأكريليك، PVC

**3- حسب البنية الكيميائية:**

- بوليمرات متجانسة (Homopolymer) مثل بولي إيثيلين ويستخدم في أنابيب، تغليف، عبوات
- بوليمرات مشتركة (Copolymer مثل ABS، SBR) ويستخدم في أجزاء سيارات، إطارات، أدوات كهربائية

**استخدامات البوليمرات:**

- في الصناعات الكهربائية مثل العوازل، الأغلفة، المفاتيح
- في الطب مثل الحقن، العدسات، الأطراف الاصطناعية
- في البناء أنابيب، عوازل، مواد طلاء
- في السيارات المصدّات، التابلو، الخراطيم
- في التغليف أكياس، عبوات، أفلام تغليف
- في النسيج ألياف صناعية (النايلون، البوليستر)

**نشاط طلابي:**

- اعطِ كل مجموعة اسم مادة (مثلاً: PVC، باكالايت، بولي بروبيلين).
- يُطلب منهم تحديد نوع البوليمر (حراري/متصلد/مشترك...) واستخدامه العملي.
- **الأسئلة**:
  - ما الفرق بين اللدائن الحرارية والمتصلدة؟
  - لماذا لا يمكن إعادة صهر البوليمرات المتصلدة؟
  - ما أهمية التركيب الجزيئي في تحديد خواص البوليمر؟
  - اذكر مثالًا على بوليمر طبيعي وآخر صناعي.
  - كيف يُستخدم البوليمر في التطبيقات الطبية؟

**الواجب البيتي:**

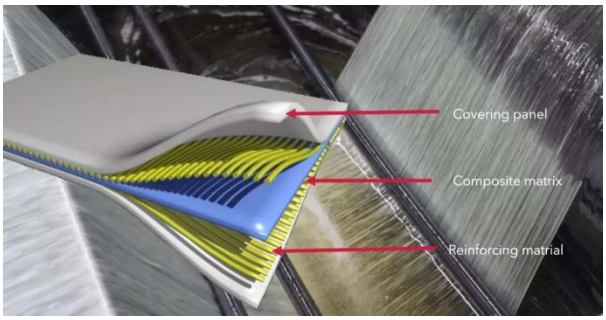
- ابحث عن مشروع هندسي معروف يعتمد على البوليمرات، واذكر نوع البوليمر المستخدمة فيه.
- ناقش دور البوليمرات في التوجه نحو الصناعات الخفيفة والصديقة للبيئة.

# الاسبوع الخامس عشر

## الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** : تعريف الطالب بمفهوم المواد المركبة.
- **سؤال الأسبوع :**ما هي اهمية دراسة المواد المركبة واستخداماتها الهندسية في الصناعة؟
- **الواجب البيتي** :اعمل جدول لمجموعة من المواد المركبة وانواعها .

**مدة المحاضرة:** ساعتين نظري




### المواد المركبة

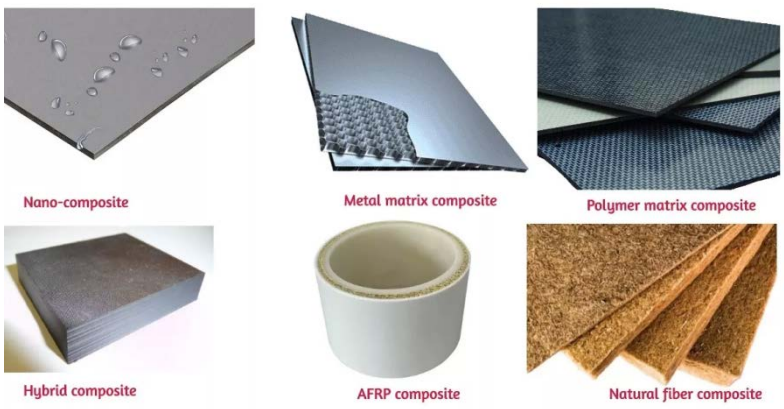
هي مزيج من مادتين أو أكثر مختلفتين في الخواص تُجمع للحصول على مادة جديدة تجمع مزايا كل مكوّن دون أن تذوب أحداهما في الأخرى. تتكون من:

- مادة أساس (Matrix): تحمل الشكل.
- مادة تقوية (Reinforcement): تمنح القوة والصلادة.

**تصنيف المواد المركبة:**

1- حسب نوع مادة الأساس:

- **مركبات معدنية** المادة الاساس تكون من الألمنيوم، المغنيسيوم ومادة التقوية تكون من كربون، سيراميك، بورون وتستخدم في الفضاء، السيارات، الدفاع
- **مركبات بوليمرية** تكون المادة الاساس فيها من راتنج إيبوكسي، بوليستر ومادة التقوية تكون من ألياف زجاج، ألياف كربون وتستخدم في الطيران، الرياضة، الأثاث
- **مركبات سيراميكية** تكون المادة الاساس فيها من أكاسيد، كربيدات ومادة التقوية تكون من جسيمات معدنية أو سيراميكية وتستخدم في التطبيقات الحرارية، النووية
- **مركبات كربونية** تكون المادة الاساس فيها من كربون ومادة التقوية تكون من كربون وتستخدم فيمكابح الطائرات، الصواريخ



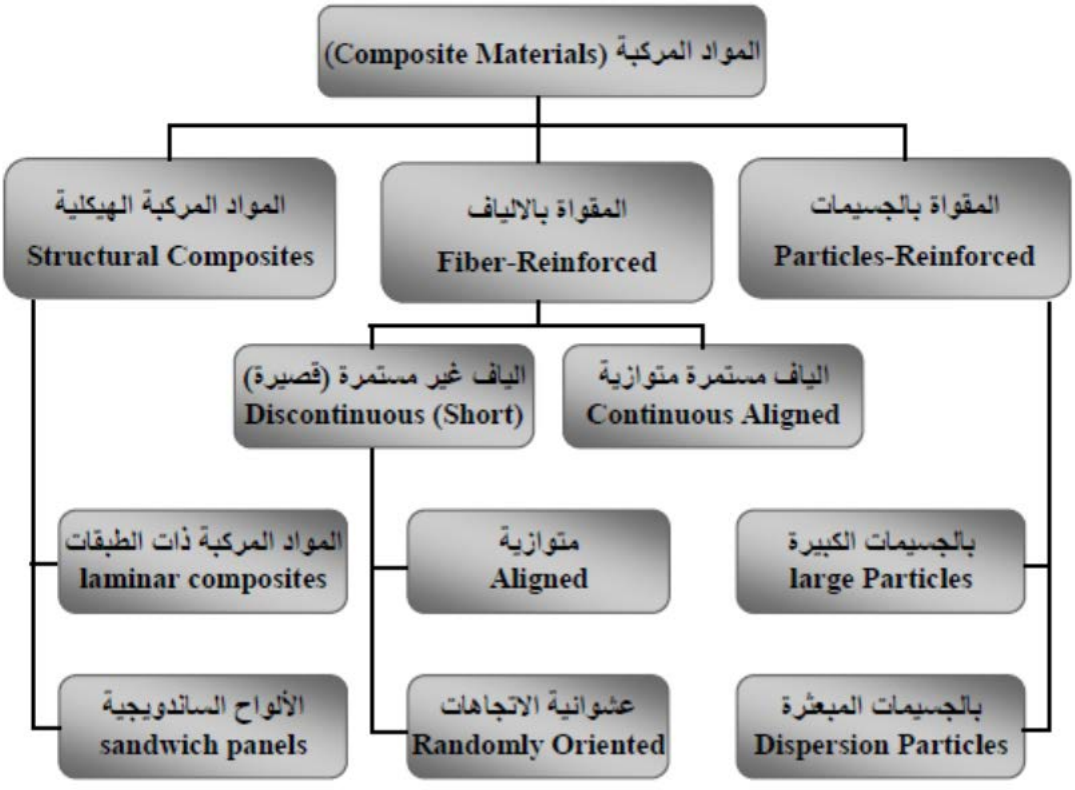
**2- حسب نوع التقوية:**

- جسيمات دقيقة (Particle) تتكون من حبيبات صغيرة موزعة في المصفوفة مثل مركب Al–SiC
- ألياف قصيرة أو طويلة (Fibers) تتكون من ألياف زجاج أو كربون مثل GFRP, CFRP
- طبقات (Laminate) تتكون من صفائح مركبة ذات اتجاهات مختلفة مثل الألواح المركبة للطائرات

**الخواص المميزة للمواد المركبة:**

- أخف من المعادن التقليدية بنسبة تصل إلى 50% أو أكثر
- مقاومة ممتازة للشد والانحناء والتعب
- تتحمل الأوساط الحمضية والقلوية والرطوبة
- خاصة في المركبات البوليمرية
- يمكن تعديل الخواص حسب اتجاه الألياف أو نوع المادة

والمخطط الانسيابي التالي يوضح اهم انواع المواد المركبة استناداً الى نوع الطور المبعثر:




اهم انواع المواد المركبة

**استخدامات المواد المركبة:**

- هياكل الطائرات، أجنحة، أجزاء في الأقمار الصناعية
- هياكل خفيفة الوزن، ألواح داخلية، ممتصات صدمة
- مضارب التنس، دراجات، خوذ، ألواح تزلج
- أطراف صناعية، أدوات جراحية، مفاصل صناعية
- ألواح معمارية، تقوية الخرسانة، عزل حراري
- شفرات توربينات الرياح، عوازل كهربائية

**نشاط طلابي:**

- ختر منتجًا معروفًا مصنوعًا من مادة مركبة (مثل: خوذة دراجة، جناح طائرة، ساق صناعية).
  حدد: نوع المادة المركبة المستخدمة و سبب اختيارها بدلًا من المواد التقليدية

**الأسئلة:**

- الفرق بين المادة الأساس ومادة التقوية في المواد المركبة؟
- لماذا تُستخدم ألياف الكربون في الطائرات؟
- ما الفارق بين المواد المركبة الجسيمية والليفية؟
- كيف يمكن أن تقلل المواد المركبة من استهلاك الوقود في السيارات؟
- اذكر ثلاث خواص تجعل المواد المركبة مفضلة في الأجهزة الطبية.

**الواجب البيتي:**

- ابحث عن ثلاث منتجات هندسية حديثة مصنوعة من مواد مركبة، وحدد: نوع المادة و خواصها و سبب استخدامها
- قارن بين GFRP وCFRP من حيث: مادة الأساس و نوع الألياف و الخصائص و التطبيقات
- ناقش مستقبل المواد المركبة في الصناعة، وهل يمكن أن تحل مكان المعادن التقليدية؟ ولماذا؟