Wondershare
PDFelement

L
E
C
T
U
R
E
S

I
N

Physics

اعداد

دكتور/محمد محمد فنجرى

قسم الفيزياء
كلية العلوم

العام الجامعي

2023/2022

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

الكلية : كلية التربية

الشعبة : اساسى علوم

المادة: فيزياء(علوم المواد)

العام الجامعى : ٢٠٢٢/٢٠٢٣م

الفصل الدراسى: الثانى

اعداد: د/ محمدمحمد فنجرى

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

حالات المادة:

توجد المادة في ثلاث حالات: غاز – سائل – صلب، طبقا للظروف الخارجية من ضغط ودرجة حرارة. ولكن هناك بعض المواد قد لا يمكن تواجدها في كل هذه الحالات، فمثلا لا يمكن الحصول على كربونات الكالسيوم عمليا في الحالة الغازية أو السائلة عند الظروف العادية حيث أنها تتفكك بالتسخين إلى أكسيد كالسيوم وثاني أكسيد الكربون قبل أن تنصهر أو تبدأ بالتبخر. وعند بعض الظروف قد توجد المادة على هيئة طورين أو ثلاثة، فمثلا عند درجة حرارة الغرفة يوجد الماء في الحالة السائلة ولكن إذا رفعنا درجة الحرارة إلى درجة الغليان مع ثبات الضغط يتحول إلى الحالة الغازية وبالعكس إذا خفضنا درجة الحرارة إلى الصفر المئوي نجد أن الماء السائل يتحول إلى الحالة الصلبة. ويوجد عند درجة الحرارة 0.01 °C والضغط 4.579 mmHg الماء بتوازن على هيئة ثلاث أطوار: جليد، ماء، بخار.

ليس للغاز حجم ثابت ولا شكل ثابت لأنه يملا جميع الأوعية مع اختلاف حجومها وأشكالها. وللسائل حجم معين ولكن ليس له شكل معين لأنه يأخذ شكل الوعاء الذي يوضع فيه. وعلى خلاف ذلك فان للجسم الصلب حجم وشكل معينين تماما. والبلازما عبارة عن غاز متأين من أيونات وإلكترونات ومن جسيمات معتدلة، ويحتوي غاز البلازما على ذات العدد من الأيونات الموجبة والسالبة ويتمتع بناقلية كهربائية عالية.

تتميز الحالة الصلبة بالصلابة والحالة السائلة بالميوعة والحالة الغازية بالميوعة التامة. ومنه نجد أن الحالة السائلة تتوسط الحالتين الصلبة والغازية. ويصاحب بعض التغيرات لحالات المادة مثل التبخر، التصعيد، الانصهار امتصاص أو فقدان كمية من الحرارة، بحيث تكون احدى حالات المادة أكثر ثباتا عند درجة حرارة أعلى بثبوت الضغط ويكون التحول اليها مصحوباً بامتصاص كمية من الحرارة.

Wondershare PDFelement

وبالعكس فانه عند درجة حرارة منخفضة يكون التحول إلى الحالة الأكثر ثباتا مصحوباً بانطلاق كمية من الحرارة.

إذا تصورنا مدى ضخامة عدد الذرات والجزيئات الموجودة في أي كمية ملموسة من مادة ما فانه قد يبدو من المستحيل، للوهلة الأولى، أن نفسر خواص المادة من خلال ذراتها وجزيئاتها. وكذلك فانه من غير الواقعي أن نسرد عدد الطرائق التي يمكن للجزيئات أن تؤثر بها على بعضها بعضا بحركتها وبخواصها الكهربائية والمغناطيسية، إلا أننا نستطيع أن نلجأ إلى نظريات الرياضيات لنربط بين العديد من خواص المواد الصلبة والسائلة والغازية، وبين طبيعة الجزيئات والذرات.

لقد درست الحالة الغازية بصورة مستفيضة وذلك لبساطتها ولعلاقة كثير من الحوادث الطبيعية بها. وكذلك درست الحالة الصلبة منذ مطلع القرن العشرين، بعد اكتشاف أشعة اكس وعرف الكثير من خفاياه. أما الحالة السائلة فلا يزال فيها مجال كبير للبحث لتميز بعض السوائل بخواص مختلفة عن الأخرى.

ويكون على هيئة غاز (بخار) في درجات الحرارة العالية.

الحالة الغازية:

تتميز الحالة الغازية للمادة بأن جزيئات الغازات تكون بعيدة بعضها عن بعض مما يقلل من قوى التجاذب بينها، وهي شديدة الحساسية لكل تغير في الضغط أو في درجات الحرارة، وتتحرك جزيئاتها في حركة عشوائية وبسرعات عالية جداً بحيث تشغل أي حيز توضع فيه مهما كانت قلة عدد جزيئات الغاز، ويعتبر حجم الغاز هو حجم الإناء الموجود فيه. والماء من أشهر المواد على وجه الأرض وأعظمها نفعاً وفائدة وبدونها لا تكون هناك حياة، ويعرف في الحالة الصلبة بالثلج (ice) وفي الحالة السائلة بالماء (water) وفي الحالة الغازية بالبخار(steam) أو بخار الماء عند($T = 0.01\ ^\circ C\ (\ 273.01\ ^\circ K)$ $P = 0.006\ atm\ (4.579\ mmHg)$ وتسمى هذه النقطة بالنقطة الثلاثية (triple Point) وهي درجة الحرارة والضغط التي يوجد عندهما الماء بحالاته الثلاث بخار (g) ، صلب (S) ، سائل (L) ، في حين أن درجة الحرارة التي يوجد عندها الماء بحالتيه الصلبة والسائلة هي عند (1 atm) ،(0 ^oC) وهي درجة انصهار أو تجمد الماء.

وتنقسم العناصر التي تتواجد كغازات تحت ظروف الضغط العادي وعددها 11 عنصراً الى نوعين: غازات ثنائية الذرة وهي خمسة عناصر: الهيدروجين H_2 ، الآزوت N_2 الأكسجين O_2 ، الفلور F_2 ، الكلور Cl_2 . وغازات أحادية الذرة وهي الغازات الخاملة. التي تشمل الهيليوم He ، النيون Ne ، الآرجون Ar ، الكريبتون Kr ، الزينون Xe ، الرادون Ra.

Wondershare PDFelement

وتنقسم الغازات الى نوعين، النوع الأول يسمى بالغازات المثالية (Ideal Gases) وهي الغازات التي تتبع مجموعة قوانين الغازات في ظروف واسعة المدى. ويعرف النوع الثاني من الغازات باسم الغازات الحقيقية (Real gases)، وهي الغازات التي تتبع قوانين الغازات في ظروف محددة من الضغط ودرجة الحرارة، وغالباً ما يكون ذلك عند الضغوط المنخفضة وعند درجات الحرارة العالية، وهي تحيد عن هذه القوانين تحت الضغوط العالية وعند درجات الحرارة المنخفضة. وتتشابه جميع الغازات في سلوكها، وفي عدم وجود شكل ثابت أو حجم معين لها، وهي تتصف بصغر كثافتها وقلة لزوجتها مما يؤدي الى سهولة انتشارها وقدرتها على ملء الفراغ أو الإناء الحاوي لها. وقوة التجاذب بين جزيئات الغازات تكاد لا تذكر، وتعتبر مهملة تقريباً، ويمكن لجميع الغازات أن يمتزج بعضها ببعض امتزاجاً تاماً ولا يكون بينها حدود فاصلة وهي لذلك تكون معاً مخاليط متجانسة.

قوانين الغازات:

تتميز الغازات بتأثر حجومها بالتغيرات التي تحدث بدرجة الحرارة أو بالضغوط الواقعة عليها، وتحكم هذه التغيرات قوانين خاصة تعرف باسم قوانين الغازات، وتنطبق هذه القوانين تماماً على ما يعرف بالغاز المثالي ولكنها تنطبق في حدود معينة على الغازات الحقيقية.

وبالنسبة للمتغيرات الثلاثة، وهي الضغط، ودرجة الحرارة، والحجم، فانه يلزم إبقاء واحد منها ثابتاً حتى يمكن استنتاج تأثير المتغير الثاني على المتغير الثالث، وفيما يلي وصف للقوانين التي تبين سلوك الغاز تجاه المتغيرات.

Wondershare PDFelement

ملاحظات:

- جزيئات الغاز توجد على مسافات بعيدة نسبياً عن بعضها البعض.
- تكون قوى التجاذب بين جزيئات الغاز ضعيفة جداً حيث أن كل جزيء يتحرك بصورة مستقلة تقريباً عن الجزئيات الأخرى.
- الغازات قابلة للانضغاط بسهولة بسبب المسافات الكبيرة بين جزيئاتها مقارنة بحجوم جزيئاتها.
- تتمدد الغازات لتملأ الحيز الموجودة فيه.
- يمكن تغيير حجم الغاز بتغيير درجة الحرارة أو الضغط أو الاثنين معاً .
- الغازات التي لا تتفاعل كيميائياً قابلة للإنتشار والامتزاج مع بعضها البعض امتزاجاً تاماً. وتزداد سرعة الانتشار بزيادة درجة الحرارة وانخفاض الضغط.

- تمارس الغازات ضغطاً على جدران المكان الموجودة فيه.

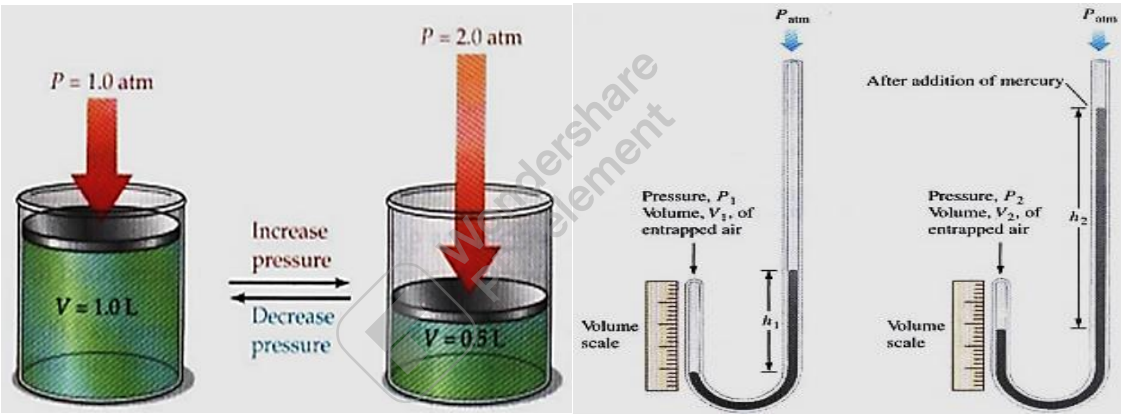
- كثافة الغازات منخفضة جداً مقارنة مع نفس العناصر في الحالات السائلة أو الصلبة.

- لا يوجد حد أعلى لمدى درجات الحرارة التي يمكن للمادة أن توجد خلاله في الحالة الغازية.

- يوصف سلوك الغازات وفقاً لأربعة متغيرات هي درجة الحرارة والضغط والحجم وكمية الغاز.

قانون بويل: Boyle's Law

توصل العالم الإنكليزي روبرت بويل عام 1662 الى هذا القانون من بعض التجارب التي كان يجريها على الغازات، وهو يبين العلاقة بين حجم الغاز والضغط الواقع عليه عند ثبات درجة الحرارة. وينص قانون بويل على أنه: " **عند ثبات درجة الحرارة، يتناسب حجم كمية معينة من غاز مع الضغط الواقع عليه تناسباً عكسياً** " الشكل 1.



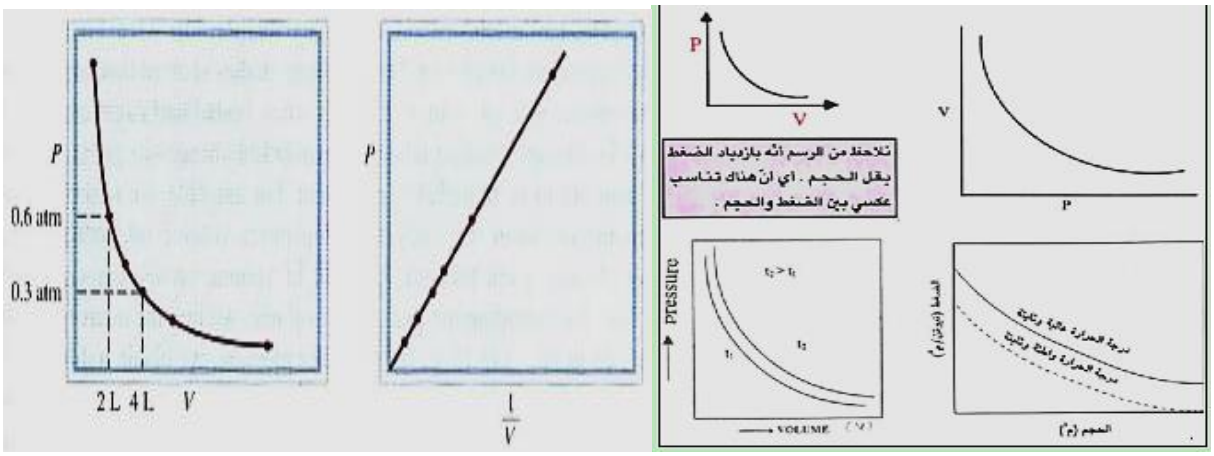
الشكل 1

ويمكن التعبير عنه رياضياً كما يلي:

حسب القانون بثبوت درجة الحرارة $V \propto \frac{1}{P} \implies V = k \times \frac{1}{p} \implies V \times P = k$

حيث V حجم الغاز، و P ضغط الغاز، و k ثابت تناسب، تعتمد قيمته على كمية الغاز المستخدمة ودرجة الحرارة التي أجريت عندها التجربة.

ويمكن تمثيل قانون بويل بيانياً (الشكل 2)، ويمثل هذا المنحني التغير المثالي لحجم الغاز مع ضغطه عند ثبات درجة الحرارة. ويسمى الغاز الذي يخضع لهذه العلاقة اسم الغاز المثالي (الكامل).



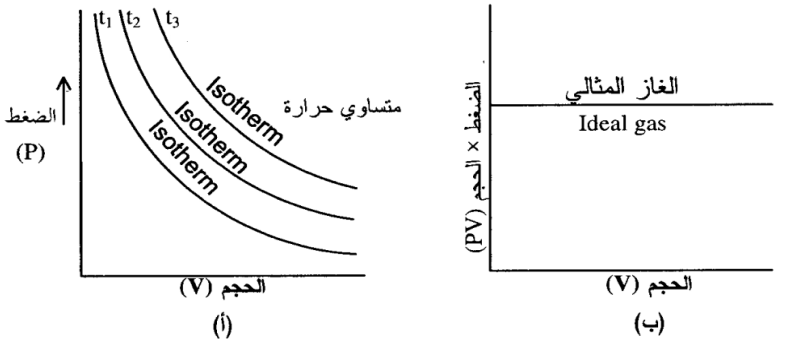
الشكل 2

وعندما يتحول الغاز بعملية ثبات درجة الحرارة (من شروط أولية) حالة محددة بالقيمتين الابتدائيتين $(V_1، P_1)$ الى شروط نهائية حالة أخرى لها قيمتان جديدتان ($V_2، P_2$) ونظراً لثبات حاصل جداء $(P \times V)$ فإنه يمكن كتابة قانون بويل على الشكل التالي:

$$P_1\ V_1 = P_2\ V_2 = k \quad \Longrightarrow \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1}$$

وبما أن حاصل ضرب الضغط في الحجم يساوي كمية ثابتة عند درجة حرارة ثابتة، لذا فإنه عند رسم العلاقة بين PV على محور العينات و V على محور السينات فإنه يجب أن يكون الخط مستقيماً أفقياً، شكل (3 ب) وهذا الرسم البياني يمثل بوضوح سلوك الغاز الذي يتبع قانون بويل، والغاز الذي يخضع لقانون بويل بشكل كامل تحت جميع الظروف يدعى بالغاز المثالي، علماً بأن فكرة المثالية هذه هي فكرة نظرية بحتة.

$t_3 > t_2 > t_1$



(أ) متساويات الحرارة لبويل عند ثلاث درجات حرارة مختلفة

(ب) حاصل الضرب (PV) – الحجم(V)

Wondershare PDFelement

1- المواد الموصلة(Conductive materials):

وهي المواد التي يمكن لإلكترونات المدار الخارجي فيها أن تتحرر من ذراتها وتتحرك حركة عشوائية بين الذرات، وإذا تعرضت لفرق جهد (أي الالكترونات) يتشكل تيار كهربائي من امثلة المواد الموصلة كهربائياً : الفضة، النحاس،الالمنيوم وعموم المعادن.

2- المواد العازلة(Dielectric materials):

وهي المواد التي تشتد فيها قوة جذب النواة لإلكترونات المدار الخارجي فلا تستطيع الخروج من الذرة. ومن أمثلة المواد العازلة للكهرباء: الورق، الزجاج، الميكا، البلاستيك، المطاط وغيرها

Wondershare PDFelement

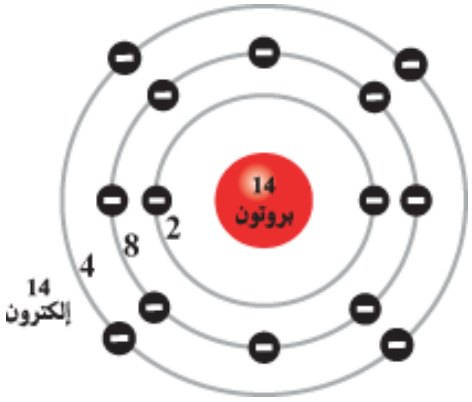
3- المواد اشباه الموصلات(Semiconductive materials):

من المعروف أن الذرة هي أصغر جزء في العنصر، وطبقاً نموذج بور (Bohr model) التقليدية فان الذرة (Atom) تحتوى على نواة (Nucleus) مركزية محاطة بسحابة من الالكترونات سالبة الشحنة تدور في مدارات اهليجية حول النواة.

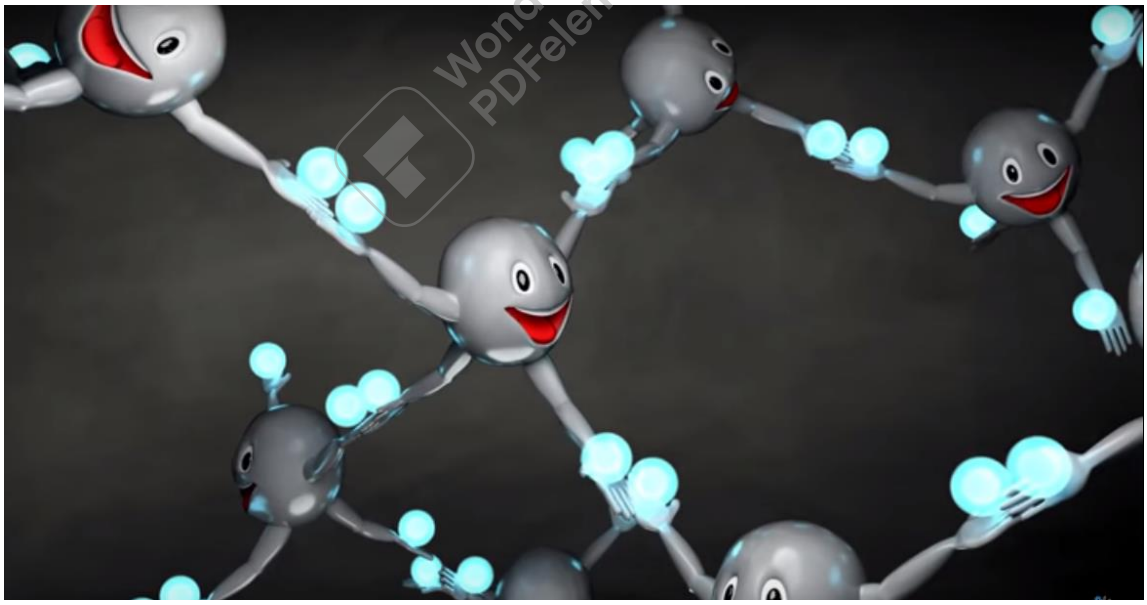
تكوين الذرة: تحتوي النواة على نوعين من الأجسام، أحدها موجب الشحنة ويطلق عليها بروتونات (Protons)، والثاني متعادل الشحنة يطلق عليها نيوترونات (Neutrons) ويدور حول النواة الكترونات (Electrons) سالبة الشحنة في مدارات ثابتة.

تنتمي مادتي السيليكون والجرمانيوم إلى عائلة أشباه الموصلات، تحتوي كل من ذرتي السيليكون والجرمانيوم على أربعة الكترونات تكافؤ(valence electrons) ، (الكترونات التكافؤ هي الكترونات ذات الطاقة الاعلى وتشغل الاغلفة الخارجية (valence shell) الابعد عن النواة لتلك الذرة وتساهم هذه الالكترونات في التفاعلات الكيميائية التي تحدد الخواص الالكترونية للمادة) والاختلاف بينهما هو أن ذرة السيليكون تحتوي على 14 بروتون في النواة بينما ذرة الجرمانيوم تحتوي على 32 بروتون وتوزع الالكترونات على المدارات حسب العلاقة $(2n^2)$ حيث ان n تمثل رقم المدار . ويوضح الشكل(6) التركيب الذري لمادة السيليكون وتوزيع الالكترونات على المدارات الثلاثة .

Wondershare
PDFelement



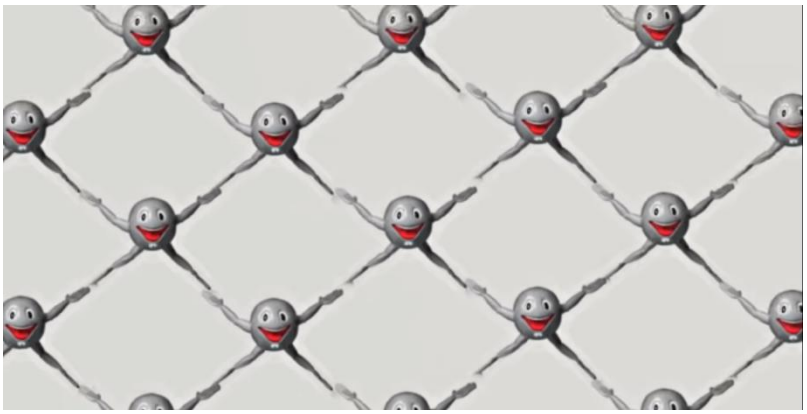
الشكل (6) التركيب الذري للسليكون



الشكل (7) شكل توضيحي لترابط ذرات السيلكون مع بعضها

يمكن الحصول على السيليكون Silicon (**Si**) من الرمل (sand) والذي بدوره يكون متوفر ومتاح ويمكن الحصول علية وبسهولة من الارض . يدخل الرمل عمليات تنقية معقدة حيث يمزج الرمل مع الكاربون تحت حرارة (2000 °C) ينتج عنة سليكون خام وبنقاء 98% بعد ذلك يتم

تحويل السيليكون الخام الى مركب غازي من السيليكون ثم يتم خلطة مع الهيدروجيين للحصول على درجة عالية من النقاء السيليكون متعدد الكريستالات (Polycrystalline Silicon) يتم اعادة تشكيلها على شكل سبائك من السيليكون .

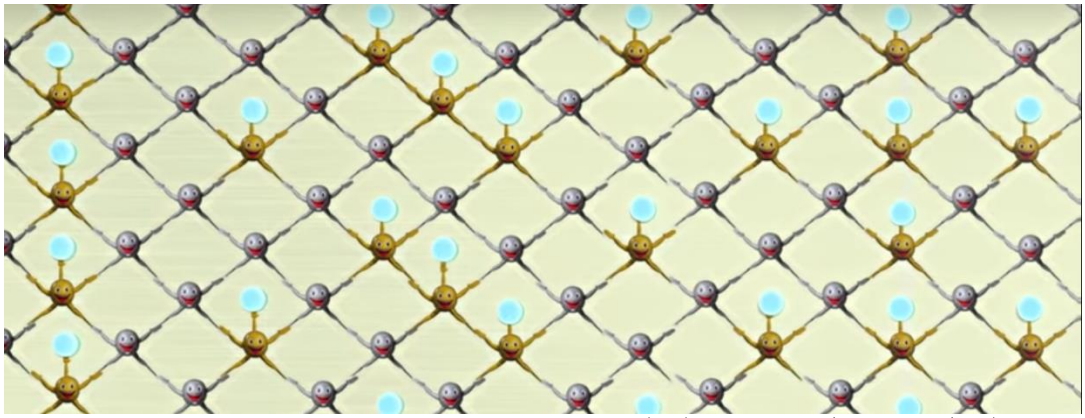


شكل توضيحي للتركيب الذري للسيلكون النقي صورة لعنصر السيليكون

الشكل (8)

3.1- الاشابة (Doping)

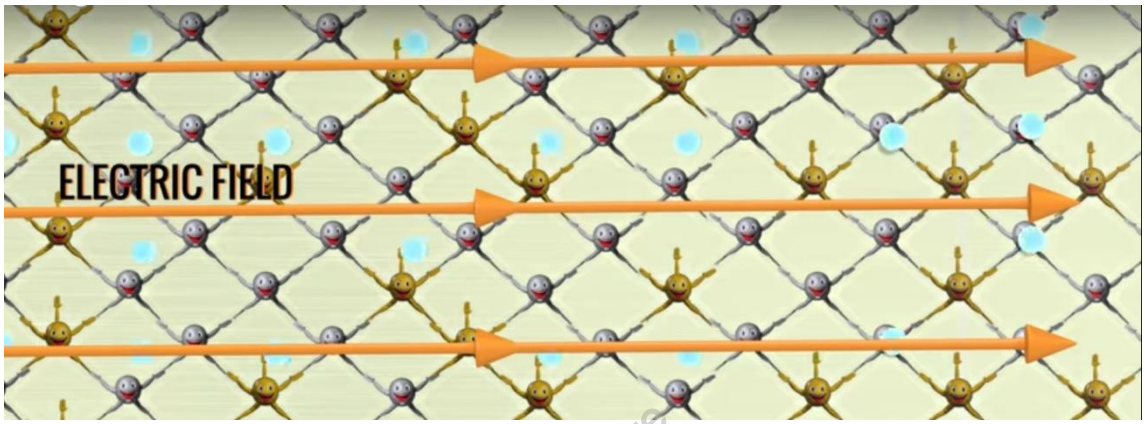
في الحقيقة ان السيليكون النقي يكون اقرب الى المواد العازلة من المواد الموصلة كون التركيب الذري لا يوجد فية أي الكترون حر لذلك يتطلب عمل اشابة (Doping) وهي عملية حقن مادة ما (مانحة) الى مادة أخرى (قابلة) وعلية نضيف الفسفور (P) خماسي الكترونات التكافؤ (المانحة) الى مادة السيليكون (القابلة) وبهذا نحصل على مادة من نوع N اي لديها الكترون حرواحد لكل ذرة قابل للحركة والانتقال بحرية اذا تاثر بموثر خارجي. وكما موضح في الصورة التالية.



الشكل (9) شكل توضيحي لعملية الاشابة (Doping) N-type

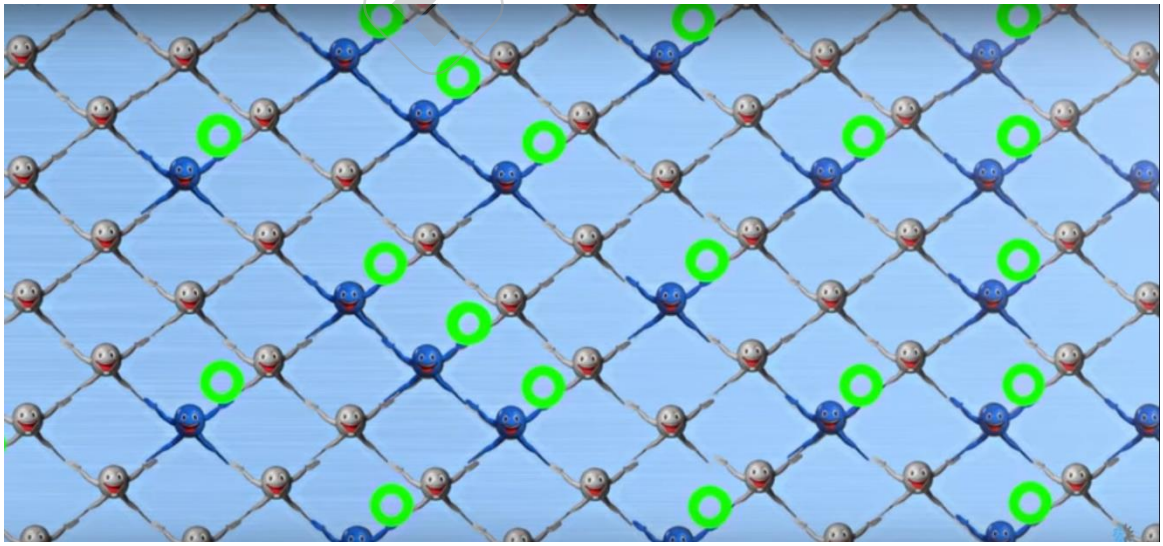
Wondershare
PDFelement

فاذا تم تسليط مجال كهربائي خارجي على هذه النوع من السيلكون المشاب فان الالكترونات الحرة سوف تتحرك بشكل عشوائي لا ينتج عنة اي تيار يمر في الحمل لا اذا تم تسليط علية قوة دافعة لتوجية الالكترونات للحركة باتجاه محدد كما في الشكل (10).



الشكل (10)

وفي حالة مشابهة للحصول على سيليكون من نوع P-type يتوجب اشابة السيليكون بمادة البرون (B) ثلاثية الكترونات التكافؤ والذي ينتج عنه فجوه (Hole) واحدة لكل ذرة وكما موضح في الشكل (11) .



الشكل (11) شكل توضيحي لعملية الاشابة (Doping) P-type

Wondershare PDFelement

قد تتسائل لماذ هذا النوع الجديد من السيليكون ؟ سسليكون نوع (n) وسيليكون نوع (p) ، وما فائدة هذا الانواع الجديدة في تصنيع العناصر الالكترونية ؟ ولماذا كل هذا الحديث عن هذا الانواع الجديدة ؟

ان اللبلورات السسيليكونية الجديدة المشابة هي نواقل وبالتالي فان لدينا نوعين من النواقل ، الاول وهو السيليكون نوع (n) يحقق الناقلية من خلال حركة الالكترونات والثاني وهو نوع (p) يحقق الناقلية من خلال حركة الثقوب ، وهذا الشيء هام جدا ، لان اسلوب نقل التيار الكهربائي في النوعين هام جداً في تصميم العناصر الالكترونية كالدايود والترانزستورات والخلايا الشمسية (solar cells) .

PN – junction -3.2

بعد ان حصلنا على النوعيتين لمادة السيليكون(N-type , P-type) نعمل على ايجاد وصلة بينهما (PN-junction) حيث نلاحظ ظهور منطقة فاصلة بين النوعيتين تسمى (depletion region) او منطقة الاستنزاف وكما موضح في الشكل (12) .

Wondershare PDFelement

الشكل (12) شكل توضيحي يظهر به منطقة النضوب بعد وصلة نوعيتين من السيليكون

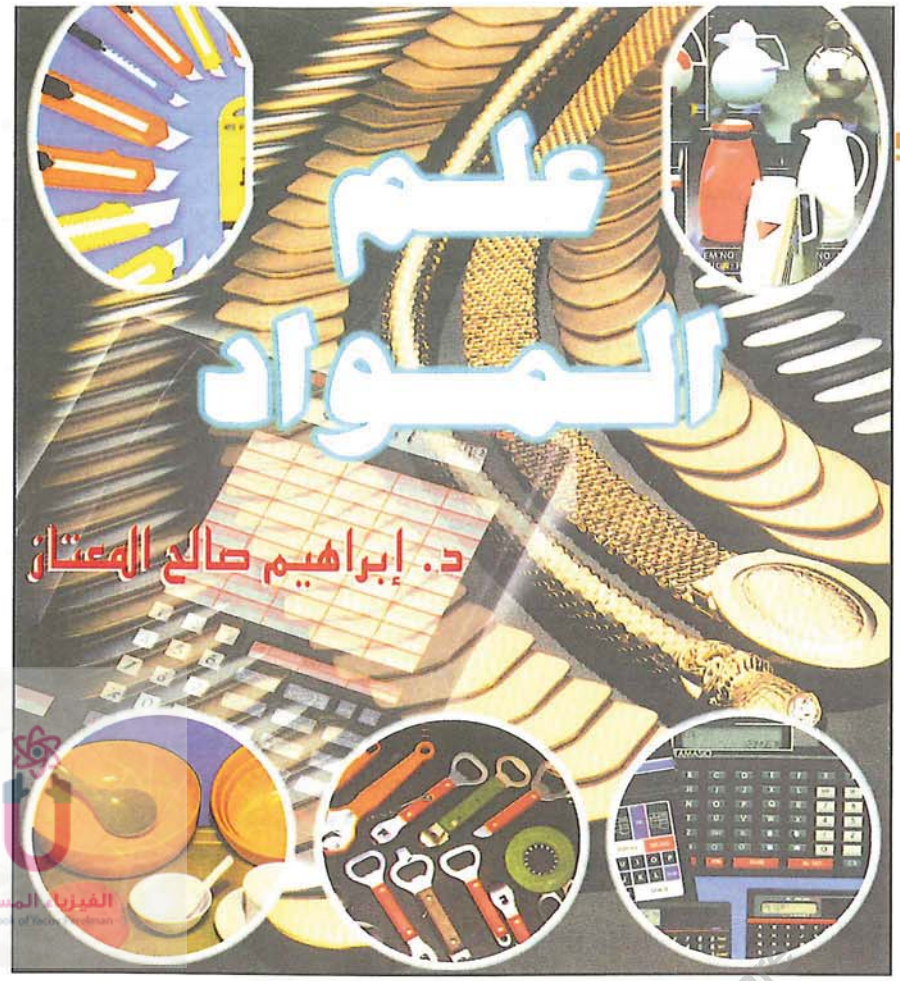
حيث تنتقل الالكترونات الحرة القريبة لملئ الفجوات القريبة منها وبذلك تكون هذة المنطقة خالية من حاملات الشحنة الاغلبية (الالكترونات في منطقة N-type والفجوات الحرة في منطقة P-type) بسبب هذه الهجرة او الانتقال للالكترونات من المنطقة المحاذية PN-junction ستظهر حال

Wondershare PDFelement

التأين (ionization) ستكون بعض الشيء موجبة الشحنة في منطقة N-type وسالبة الشحنة في منطقة P-type وكما موضحة في الشكل (13) . حيث يتولد فرق جهد بين النوعتين من السيليكون المشاب حيث يعمل فرق الجهد هذا على منع عبور او هجرة الكترونات إضافية عبر وصلة (PN-junction) ويسمى هذا الجهد (بحاجز الجهد Potential Barrier) ويعتمد مقدار حاجز الجهد الدايود على نوع مادة شبة الموصل المستعملة ونسبة الشوائب المطعمة بها ودرجة حرارة المادة . وتتوقف هجرة انتقال الالكترونات عبر وصلة (PN-junction) عندما تحصل حالة التوازن .

Wondershare PDFelement

الشكل (13) شكل توضيحي يظهر به هجرة الالكترونات وظهور حالة التأين



علم المواد هو أحد فروع العلوم التطبيقية الذي يهتم بدراسة وتقويم وفهم العلاقة بين التركيب الكيميائي البنائي للمواد وخواصها بهدف تحسين هذه الخواص لجعلها أكثر ملائمة للتطبيقات المختلفة ، و يركز علم المواد أيضاً على إمكانية التوصل إلى مواد جديدة ذات صفات متميزة تتلائم والاستخدامات المتعددة للمواد ، ويشكل علم المواد أحد الأسس الرائدة في بناء وقيام الحضارة ، فالمنشآت الضخمة والمشروعات الإنتاجية العملاقة دليل على أهمية علم المواد وشاهد على الدور الأساسي الذي يسهم به في إنشاء هذه المنشآت وتحقيق الأهداف الإنتاجية لتلك المشاريع ، وأقرب مثال على هذا ما نشاهده من صواريخ حاملة للمركبات والأقمار الصناعية تنفث اللهب الحارق خلفها لتصل درجة الحرارة فيه إلى نحو ٢٠٠٠م ، فأين تلك المواد الطبيعية التي تتحمل درجات الحرارة هذه وأين هي من الصمود أمام انطلاق هذه الصواريخ ؟ ، لقد أنتج البحث المستمر في علم المواد مواد يمكنها أن تقوم بهذا الدور بكفاءة عالية.

تعد العناصر اللبنة الأساسية في علم المواد ، وتعرف العناصر على أنها مواد كيميائية بسيطة التركيب تتكون من عدد من الذرات ولا يمكن تحويلها إلى مواد أبسط منها باستخدام الطرق العادية ، وقد تم التعرف على نحو ١٠٨ عنصراً كما هي موجودة في الجدول الدوري ، ولكل عنصر عدد محدد من البروتونات يميزه عن بقية العناصر ، ويمكن تقسيم العناصر إلى فلزات ولافلزات ، وتعد الفلزات عناصر كيميائية لها تركيب بلوري محدد وتشكل أيونات موجبة في المحاليل ، وتمتاز العناصر الفلزية عن العناصر اللافلزية بقوة الروابط بين الذرات وانخفاض عدد الإلكترونات في المدار الخارجي ، ويمكن القول أن معظم عناصر الجدول الدوري فلزات عدا القليل منها مثل الهيدروجين والأكسجين والكلور والبورون وغيرها.

تكوّن مجموعة المعادن الصخور المنتشرة في القشرة الأرضية ، لذا فإن المعادن تعد المكون البسيط للصخور ، أو هي بعبارة أخرى مركبات كيميائية توجد في الطبيعة على أشكال مختلفة ، وقد تكون المعادن أحياناً بسيطة التركيب مكونة من عنصر واحد مثل معدن الكبريت النقي والذي يعرف بالمعدن العنصري أو العنصر الفطري ، و غالباً ما توجد المعادن كمركبات للعناصر المختلفة ، فمعدن الهيماتيت (أكسيد الحديد) مثلاً يحتوي على عنصري الحديد والأكسجين ، ومعدن الكالسيت (كربونات الكالسيوم) يحتوي على الكالسيوم والكربون والأكسجين ، كما يحتوي معدن الهورنبلد على عناصر كثيرة مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والحديد والألمنيوم والصوديوم والسيليكون وغيرها، ويزيد ما تم التعرف عليه من معادن في الطبيعة عن ١٥٠٠ معدن ، توجد بأشكال وأنماط مختلفة ، وهناك ما يعرف بالمعادن النفسية والتي تستخدم في تطبيقات خاصة ، فالذهب مثلاً يستخدم في بناء الدوائر الإلكترونية الدقيقة ، ويستخدم البلاتين في صناعة المحفزات.

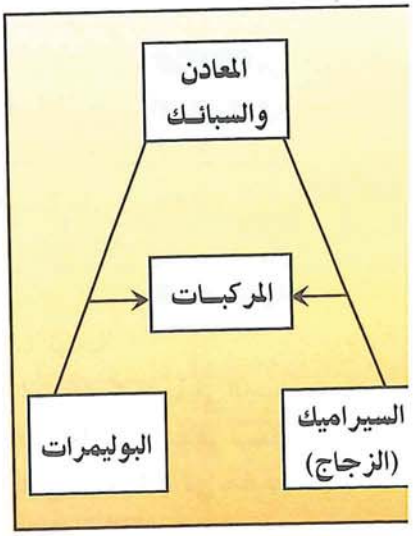
لقد شاع خطأً استعمال لفظ معدن مقابل الكلمة الإنجليزية (Metal) ،التي تعني فلز وهي المواد المصنوعة من الفلزات وسبائكها ، إن لفظ معدن يقابل في الإنجليزية كلمة (Mineral)، وهي عبارة عن مركبات لعناصر فلزية تنتج عن اتحاد الفلزات مع العناصر المختلفة مكونة الأكاسيد أو الكبريتات أو الكبريتيدات أو الكربونات أو السيليكات أو غيرها.

يمكن تصنيف المواد وفقاً لخصائصها الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية إلى مجموعات رئيسية تشمل الفلزات

وسبائكها المختلفة ، والمواد الخزفية (السيراميكية) والزجاجية ، والمواد البوليمرية (اللدائن) ، والمواد شبه الموصلة، والمواد فائقة التوصيل ، ويمكن تقسيم هذه المواد إلى مجموعتين رئيسيتين هما ، المواد المعدنية والمواد غير المعدنية ، وتشمل المواد المعدنية معادن حديدية مثل الفولاذ والحديد الزهر ، ومعادن غير حديدية مثل النحاس والنيكل (مجموعة المعادن الثقيلة) و الألمنيوم والمغنيسيوم (مجموعة المعادن الخفيفة) ، كما تشمل المواد غير المعدنية المواد السيراميكية والزجاجية والمواد البوليمرية (اللدائن) ، وقد انتشر استعمال المواد غير المعدنية انتشاراً كبيراً خاصة في صناعة المواد الاستهلاكية ، وفي حقيقة الأمر لا يظهر أي تقسيم فاصل وقاطع بين المواد في المنتجات المختلفة ، إذ تتداخل هذه الأنواع للحصول على مواد مركبة لها صفات وخواص مرغوبة ، ويظهر ذلك كما هو مبين في الشكل(١) ، سيشمل هذا المقال الحديث عن بعض تلك المواد ، وذلك كما يلي:

السبائك

لاقت السبائك اهتماماً كبيراً ومتزايداً في علم المواد ، ويقصد بالسبائك المواد الناتجة عن خلط فلز مع عنصر (فلز أو لافلز) أو أكثر بهدف الوصول إلى خواص ميكانيكية أو كيميائية أفضل من تلك الخواص الموجودة في العناصر المشكلة للسبيكة ، وذلك مثل ارتفاع مقاومة الشد وزيادة الصلادة و مقاومة التآكل ، وتستخدم السبائك في العديد من المجالات وفي شتى الأنشطة ، إذ تستخدم بكثرة في وسائل المواصلات من سيارات وقطارات وطائرات وتستخدم في مجال البناء والعمران ، فلا تكاد تجد جسراً أو مبنى يخلو من السبائك المتعددة ، بل إن الصناعات باتت تستخدم السبائك لتشييد الأجهزة المختلفة فيها ، ومعظم استخدام المواد الفلزية يكون على شكل سبائك ذات صفات محسنة تفوق صفات الفلزات نفسها.



● شكل (١) تداخل الأنواع المختلفة للمواد .

المواد فائقة التوصيل

حدثت قفزة رائعة في البحث والتطوير في علم المواد جعلت من بعض العناصر أو السبائك مواد فائقة التوصيل أو عديمة المقاومة للتيار الكهربائي كما تكون النفاذية المغناطيسية لها قريبة من الصفر ، ويمكن النظر إلى هذه المواد على نوعين رئيسيين هما ، مواد من النوع (أ) ، وتضم معظم العناصر النقية والسبائك ومواد من النوع (ب) وتشمل بعض السبائك ومركبات السبائك ، ومن أشهر المواد ذات الموصلية العالية فلزي النحاس والألمنيوم وكذلك الفضة والصوديوم غير أن المواد فائقة التوصيل تتجاوز قدرة هذه الفلزات ، إذ تكاد تنعدم فيها المقاومة ، وقد برزت ظاهرة انعدام مقاومة التيار الكهربائي لبعض المواد في عام ١٩١١م عندما حاول الفيزيائي الألماني **أونز** دراسة المواد عند درجات الحرارة المنخفضة جداً فلاحظ الانخفاض الشديد لمقاومة هذه المواد ، وفي عام ١٩٧٣م أظهرت الأبحاث أن بعض المواد تكون عديمة المقاومة عند درجة حرارة ٢٣ كلفن (٢٥٠ مْ تحت الصفر) ، وفي عام ١٩٨٦م توصل العالمان **بدنورز وميلر** إلى أن أكاسيد الباريوم واللانثنوم والنحاس عديمة المقاومة عند درجة حرارة ٣٥ كلفن (٢٣٨ مْ تحت الصفر) وتوالت بعد ذلك الأبحاث التي تحدد مواد أخرى لها نفس الخاصية عند درجات حرارة منخفضة ، ولاقت هذه المواد تطبيقات مذهلة في عالم الطاقة وفي المجال الكهرومغناطيسي على وجه التحديد ، وجاءت فكرة إنشاء شبكات الكهرباء من المواد فائقة التوصيل للحد من فقدان الطاقة الكهربائية.

المواد شبه الموصلة

ركزت البحوث المستمرة في علم المواد على مجموعة من المواد شبه موصلة مثل السيليكون والجيرمانيوم ، ولا تنتمي أشباه الموصلات إلى المواد الموصلة مثل الفلزات كالنحاس والألمنيوم والتي لها مقاومة منخفضة للتيار الكهربائي ، كما ليس لأشباه الموصلات خواص المواد العازلة مثل السيراميك والمواد البوليمرية التي تمتاز بمقاومة عالية للتيار الكهربائي ، وتقع درجة مقاومة أشباه الموصلات للتيار الكهربائي في موضع بين المواد الموصلة والمواد العازلة ، وتجدر الإشارة إلى أن التوصيل الكهربائي يعد فاصلاً بين الفلزات وهي المواد جيدة التوصيل للتيار الكهربائي في حين أن المواد اللافلزية تعد مواداً غير موصلة للتيار الكهربائي بشكل عام ، ولذا تسمى المواد أشباه الموصلات بالمواد شبه الفلزية ، وقد لاقى السيليكون والجيرمانيوم في البداية اهتماماً كبيراً كمواد شبه موصلة ، ويمتاز السيليكون بتحمله

للدرجات العالية من الحرارة تصل إلى ٢٠٠٠م ، ويقع السيليكون والجيرمانيوم ضمن المجموعة الرابعة في الجدول الدوري للعناصر ، ويحتوي المدار الخارجي لكل منهما على أربعة إلكترونات ترتبط بها ذرات هذين العنصرين مكونة أواصر تحتوي كل آصرة على إلكترونين ، ويسهم توفر طاقة خارجية كالطاقة الحرارية أو الطاقة الضوئية في انهيار بعض تلك الأواصر مما ينتج عنه تحرر لبعض الإلكترونات ، ويزداد تحرر الإلكترونات بزيادة الطاقة المتوفرة ، وعند توفر مجال كهربائي تتحرك الإلكترونات المتحررة منتجة الكهرباء ، ويخلف الإلكترون المتحرر من المدار الخارجي للذرة فجوة تجعل الذرة ذات شحنة موجبة لنقص عدد الإلكترونات فيها ، ويساوى عدد الفجوات عدد الإلكترونات المتحررة ، وبذلك يمكن السماح بمرور التيار الكهربائي خلال هذه المواد باتجاه معين يسمح بانطلاق الإلكترونات الحرة ، كما ويعد زرنيخيد الجاليوم (GaAs) ، وفسفوريد الجاليوم (GaP)، وأنتيمونيد الإنديوم (InSb) ، من المركبات أشباه الموصلات.

كانت أشباه المواصلات أساساً في تصنيع الترانزستورات والمكثفات ، بل والدوائر المتكاملة التي تحوي العديد من هذه العناصر ، وقد أحدث اكتشاف الترانزستور في عام ١٩٧٤م نقلة نوعية في مجال تقنية الإلكترونات بما يمتاز به من متانة في التركيب وصغر في الحجم وخفة في الوزن ، ولقد باتت الإستفادة الفعّالة من الطاقة الشمسية ممكنة بما تتيحه أشباه المواصلات من قدرة على إيجاد نظام يمكن من الاستفادة من طاقة الفوتونات الموجودة بالأشعة الشمسية.

البوليمرات

لاقت المواد البوليمرية أو اللدائن رواجاً كبيراً ، لما تمتاز به من خواص فريدة لا توجد في بقية المواد كقابليتها للتلوين بألوان جميلة وكاللدونة الفائقة أو المرونة الفائقة ، ولذلك يطلق على المواد البوليمرية أسم اللدائن ، وقد شاع استخدام المواد البوليمرية في الإطارات والأنابيب والأوعية والأغطية المختلفة ، واستخدمت كمواد عازلة في أغراض متنوعة ، وظهرت في العديد من الأدوات في سائر أنحاء الحياة ، ويمكن تعريف البوليمرات على أنها مواد ذات جزيئات عملاقة تتكون من وحدات بنائية متماثلة ، ويمثل السيليلوز والبروتين والأحماض النووية والصوف والحرير وغيرها أمثلة على البوليمرات الطبيعية ، وقد كانت مجموعة البولي استرات الأليفاتية أولى أنواع البوليمرات تصنيعاً ، وتوجد حالياً آلاف الأنواع من البوليمرات المصنعة ، وتأتي المواد البوليمرية إما في أصل عضوي طبيعي أو عضوي طبيعي معدل أو تكون عضوية مصنعة (تركيبية) ، و يمكن أن تقسم البوليمرات إلى قسمين رئيسيين حسب تصنيعها ، هما بوليمرات التكاثف وبوليمرات الإضافة ، ومن أشهر أنواع بوليمرات التكاثف البولي أميدات ، والتي يطلق عليها النايلون والبولي إيميدات والبولي بنزايميدازول والبولي يورثان ، أما بوليمرات الإضافة فتمثلها بوليمرات الستايرين وبوليمرات الأيزوبيوتيلين وبوليمرات الأكريلونتريل.

وشاع مؤخراً استخدام البوليمرات المقواة بألياف الزجاج ، وكذلك البوليمرات المقواة بألياف الكربون ، لما تتمتع به هذه المواد من مقاومة عالية وسهولة في التشكيل.

الأغشية

استخدمت البوليمرات الأيونية في معالجة وتنقية المياه ، وذلك لما لها من خاصية التبادل الأيوني مع الأملاح المذابة في الماء ، إذ تعمل بوليمرات التبادل الأيوني القاعدية على مبادلة الأيونات السالبة المذابة في الماء في حين تقوم بوليمرات التبادل الأيوني الحامضية بمبادلة الأيونات الموجبة.

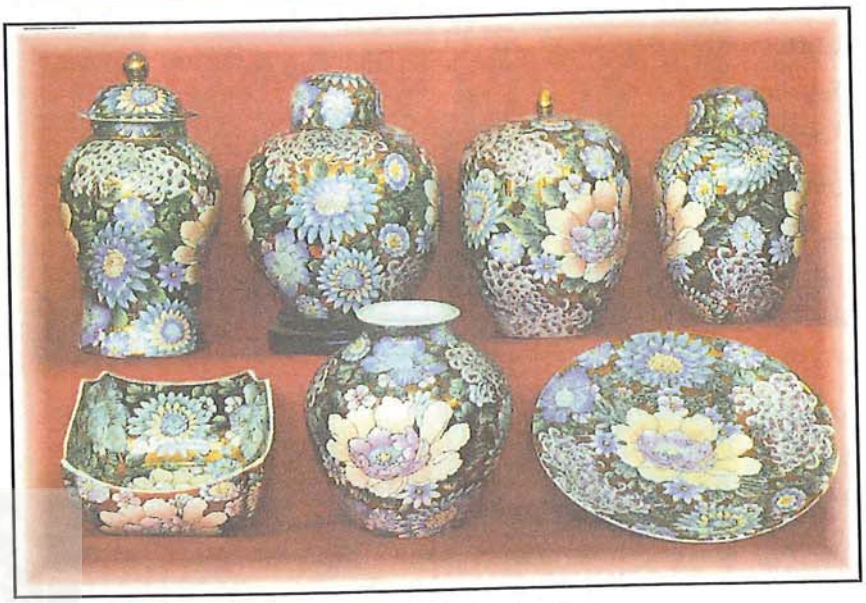
عم مؤخراً استخدام الأغشية في العديد من الاستعمالات ، فاستخدمت في فصل وتنقية المواد وشاع استخدامها في عمليات حديثة مثل التناضح العكسي ، والديلزة الكهربائية (الفرز الكهربائي) ، والترشيح ،

● إحدى منتجات المواد البوليمرية.

وتعد الأغشية مواد مصنعة من البوليمرات أو من المواد السيراميكية أو من أكاسيد المعادن أو من بعض المعادن النبيلة ، وتم تطوير أغشية خلات (أسيتات) السيليلوز في جامعة كاليفورنيا في لوس أنجلوس عام ١٩٦٠م ، وتستعمل رقائق من عديد الأميد أو خلات (أسيتات) السيليلوز لتصنيع أغشية التناضح العكسي ، واستخدمت الأغشية ذات الألياف الدقيقة المجوفة في تنقية المياه عند توفر وحدات التناضح العكسي ذات اللف الحلزوني بشكل تجاري في عام ١٩٧٦م ، وتمتاز الأغشية المصنوعة من عديد الأميد بمقاومتها للبكتيريا في حين أن أغشية أسيتات (خلات) السيليلوز لها مقاومة عالية للكلور ومدى جيد للرقم الهيدروجيني يتراوح فيما بين ٢ إلى ٨. كما وتستخدم أغشية السيليلوز المعدلة والتي تمتاز بقدرة مرتفعة على حجز الأملاح تصل إلى ٩٩٪ مع ارتفاع في معدل ترشيح (نفاذية) المياه العذبة ، يقدر بنحو ٦ إلى ١٢ لتر من الماء العذب في اليوم لكل متر مربع من مساحة الغشاء و كل ضغط جوي واحد زيادة على ضغط لتناضح. و تستخدم أيضاً أغشية من خليط من ثنائي وثلاثي خلات (أسيتات) لسيليلوز ، إضافة إلى الأغشية لمركبة والتي لها قدرة كبيرة لمقاومة لكائنات الحية الدقيقة (البكتيريا) تعمل عند مدى واسع من الأس الرقم) الهيدروجيني يتراوح عادة ين ٢ إلى ١٢ .

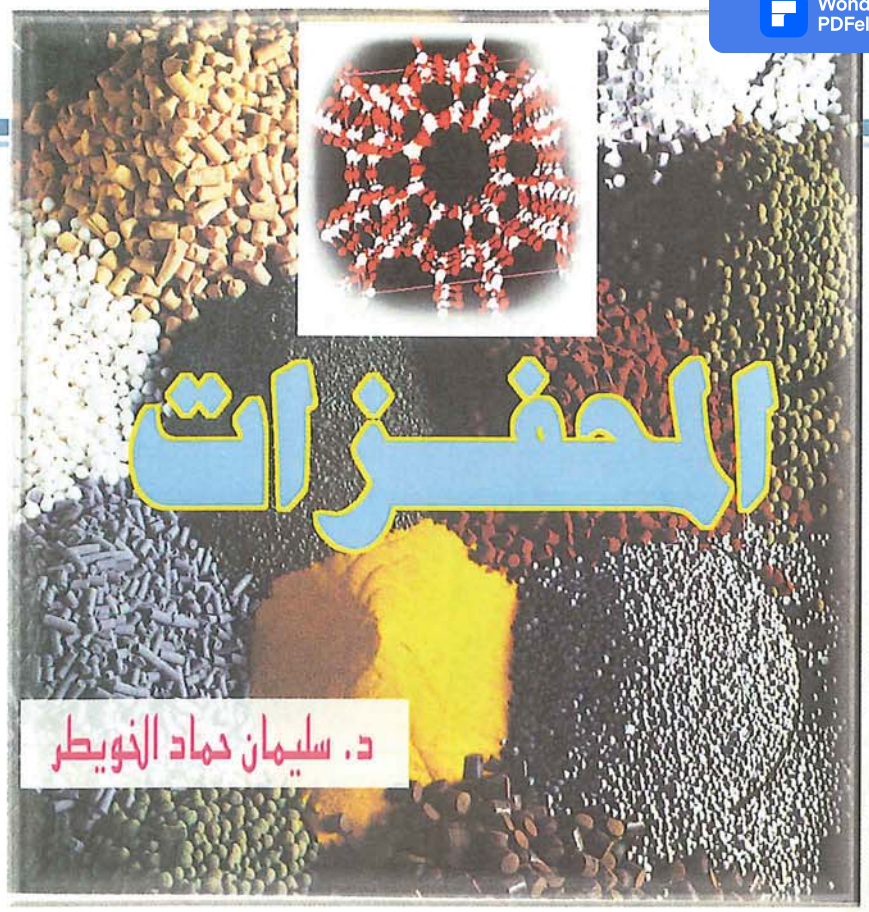
الخزف

اتجه الناس منذ قديم الزمان إلى أرض لصنع الأواني والأطباق المختلفة ن الطين ، وكانت تلك الممارسة أساس عرفة المواد السيراميكية أو الخزفية ، بذلك تطلق كلمة خزف على كل ما هو منتج من مواد طينية ، وقد أطلق على هذه المواد الخزفيات نسبة إلى الخزف وهو الطين المحروق ، والذي هو أقدم مادة صنعها الإنسان ، ومن تلك الممارسات انطلقت صناعة السيراميك ، والسيراميك مواد بلورية لاعضوية وغير معدنية تمتاز بمقاومتها الشديدة للحرارة وبصلادتها وبعزلها للحرارة والكهرباء وذلك عائد إلى ارتفاع درجة انصهارها مما يجعلها المواد الأفضل والمناسبة للاستعمال في درجات الحرارة العالية ، ويعد عجز الخزفيات على التشكيل اللدن السبب الرئيسي لقابليتها للكسر ، وقد أنتجت صناعة السيراميك مواد تستخدم في استعمالات متعددة ، فالقرميد مثلاً يستعمل في البناء نظراً لما يتمتع به من مقاومة للرشح وتحمل للضغط وتغيرات المناخ ، ويستخدم البورسلان القاسي في صناعة الأواني ، وهو يمتاز بصلابته العالية التي تفوق صلابة الفولاذ ، كما وتستخدم الأحجار النارية في تبطين الأفران المستخدمة في صهر المعادن والزجاج وتصنيع الأسمنت ، ويتمتع الزجاج بشفافية عالية وسهولة في التشكيل يحتاج إليها في الكثير من الاستخدامات ، ويعد الزجاج نوع من الخزفيات ولكنه يتميز ببنية لا بلورية ، ويحتوي الطين على الكاولين وهو ما يعرف بالطين الأولي ، وهو عبارة عن راسب صلب أبيض اللون يتكون من سيليكات الألمنيوم المائية ، كما يحتوي الطين على حجر الكاولين ويستخدم في صناعة المواد الخزفية البيضاء و الأدوات الصحية والحراريات ، ويستخدم الطين المحتوي على نسبة عالية من السيليكا في صناعة البورسلان والفخار ، ويمكن تقسيم الفخار إلى ثلاث مجموعات تشمل الفخار والخزف غير المسامي والخزف الحجري ، ويتكون الزجاج من مجموعة من السيليكات المعدنية المؤلفة من الأكاسيد المعدنية ، منها الأكاسيد الحامضية مثل أكسيد السيليكون والأكاسيد القلوية مثل أكسيد الصوديوم والأكاسيد القلوية الترابية مثل أكسيد الكالسيوم إضافة إلى مجموعة من المواد المحسنة مثل أكسيد الألمنيوم .



● أشكال مختلفة من الخزف.

الفيزياء المسلية
It's a book of Yacov Perelman



المحفزات

د. سليمان حماد الخويطر

المادة المحفزة عبارة عن مادة كيميائية تضاف بكميات قليلة للتفاعل الكيميائي بهدف تسريعه دون أن تتغير خواصها الكيميائية رغم إمكانية حدوث تغيرات في خواصها الفيزيائية . وتسرع المادة المحفزة التفاعلات القابلة للحدوث من الناحية الحركية الحرارية (Thermodynamic) ولا تستطيع أن تغير من موضع الإتزان في حالة التفاعلات العكسية لأن الفعل الحفزي يسرع التفاعلات الأمامية والعكسية بنفس المقدار ، ومن ناحية أخرى،ليس بالضرورة لمحفز ما أن يحفز بالتساوي جميع أو بعض التفاعلات المحتملة في مزيج التفاعل . ولكن بالبحث عن محفز مناسب يمكن استخدامه لتسريع تفاعل مرغوب به انتقائياً ، وتعد المواد المحفزة هي المسؤولة عن هذه الانتقائية والفعل الموجه وكذلك تسريع التفاعلات الكيميائية في الصناعة .

يعود استخدام المواد المحفزة إلى عام ١٨٣١م حيث استُخدم البلاتين في عملية أكسدة ثاني أكسيد الكبريت إلى حامض الكبريت ، وفي عام ١٨٣٨م استُخدم البلاتين أيضاً في عملية أكسدة النشادَر (الأمونيا) إلى حامض النيتروجين ، كما شهد عام ١٨٩٧م استخدام النيكل لهدرجة الايثيلين ، وفي عام ١٩٠٢م استخدم النيكل والكوبالت لتصنيع الميثان من أول أكسيد الكربون والهيدروجين ، أما في عام ١٩٢٠م فقد استخدم اكسيد الفناديوم لأكسدة البنزين والنفثالين للحصول على بلاماء حامض الماليئيك وبلا ماء حامض الفثاليك ، وتتالت بعد ذلك الصناعات الكيميائية التي تقوم على استخدام أنواع لا تعد ولا تحصى من المواد المحفزة وما زالت تتطور إلى يومنا هذا بعد اكتشاف النفط .

تصنيف عمليات الحفز

تصنف عمليات الحفز إلى ما يلي :-

● حفز غير متجانس

الحفز غير المتجانس هو حفز يكون فيه طور المحفز مختلف عن طور المواد المتفاعلة، إذ يمكن أن يكون المحفز صلباً في حين تكون المواد المتفاعلة غازية أو سائلة . ومن المواد المحفزة غير المتجانسة الشبك السلكي(Wire Gauze) المصنوع من البلاتين والروديوم المستخدمة صناعياً في أكسدة النشادر إلى أكسيد النيتروجين ، والنيكل على داعم من الكيسيلجر (Kieselguhr) المستخدمة في هدرجة الزيوت، وسيليكات الألمنيوم المستخدم في عمليات تكسير المشتقات البترولية.

● حفز متجانس

الحفز المتجانس عبارة عن حفز يكون فيه طور المحفز من نفس طور المواد المتفاعلة، أي أن المحفز يكون غازاً في تفاعلات الغازات ويكون سائلاً في تفاعلات المحاليل .

ومن الأمثلة على ذلك تحول النشاء إلى سكر بوجود الأحماض وتفكك فوق أكسيد الهيدروجين بوجود أيونات الحديديك ، وأملاح المعادن الانتقالية الذوابة في الهيدروكربونات المستخدمة في عملية أكسدة المركبات الهيدروكربونية في الطور السائل .

● حفز إنزيمي

الإنزيمات عبارة عن جزيئات بروتينية بحجم الدقائق الرغوية. وتسمى التفاعلات الإنزيمية كمواد محفزة بالتفاعلات الكيميائية الحيوية أو الحيوكيميائية (Biochemical Ractions)، وهي تتميز بفعاليات وانتقائيات كبيرة جداً، فعلى سبيل المثال يمكن تفكيك فوق أكسيد الهيدروجين بالإنزيم بمعدل أسرع بكثير من معدل تفككه بمحفز لا عضوي قد يصل إلى ٩١٠ ضعف.

مما يجدر ذكره أن المحفزات الإنزيمية تنال في الوقت الحالي اهتماماً كبيراً في الصناعة لما لها من قدرة على تحمل الظروف القاسية.

تصنيف المواد المحفزة

تصنف المواد المحفزة وفق المجموعات التالية :-

● الفلزات والخلائط والمركبات المعدنية

يمكن تفصيل هذا النوع من المحفزات فيما يلي :-

* الفلزات : وتتصف جميعها بأنها تتفاعل بعنف مع الأكسجين والماء حيث تبقى الفلزات الثمينة - مجموعة البلاتين مثل الذهب والفضة والبلاتين - تحت ظروف

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

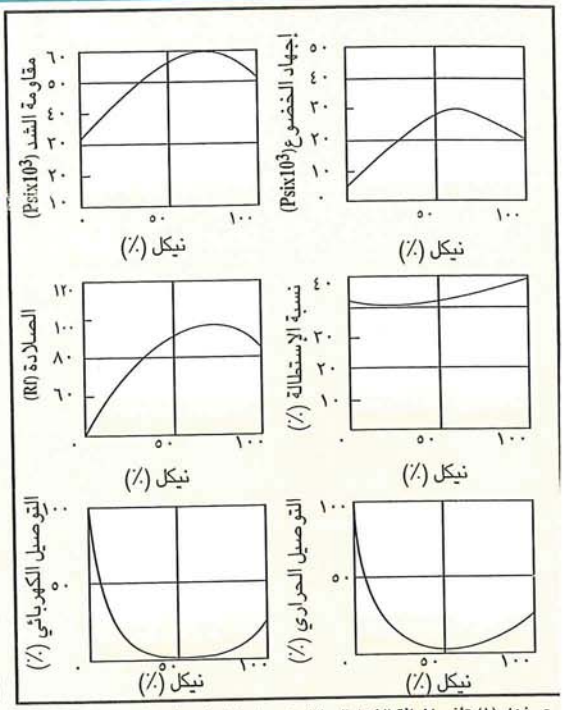
Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement



● شكل (١) تأثير إضافة النيكل إلى النحاس على الخواص الميكانيكية والفيزيائية.

حرارية يصل رقم فيكرز لصلادته إلى ٩٠٠ ، في حين أن رقم فيكرز لفلز الحديد النقي هو ٦٥ .

● تحسين مقاومة التآكل

يعد التآكل من المشكلات الخطيرة التي تتعرض لها العديد من العناصر الفلزية ، ويعد تكوين السبائك من هذه العناصر بإضافة عناصر سبائكية اليها من الأساليب الناجحة في مقاومة التآكل ، ومن أفضل العناصر السبائكية الفعالة في مقاومة التآكل الكهروكيميائي (عند درجات الحرارة المنخفضة) أو الكيميائي (عند درجة الحرارة العالية) كل من عنصري الكروم أو الألمنيوم ، ويوضح الشكل (٣) تأثير عنصر الكروم على معدل أكسدة سبائك الكوبلت ويظهر من الشكل (٤) تأثير مماثل لإضافة عنصر الألمنيوم لسبائك الحديد على معدل الكبرتة في خليط من غازي كبريتيد الهيدروجين وهيدروجين عند درجات حرارة مختلفة ، كما يوضح الشكل (٥) صورة فوتغرافية تقارن بين سمك طبقة الأكسيد المتكونة علي سطح الحديد ـ ٥٪ كروم ، وسبيكة الحديد ـ ٢٥٪ كروم بعد أكسدتها لمدة ١٤٤ ساعة عند درجة حرارة ١٠٥٠ م° ، ويظهر من الشكل بوضوح أهمية إضافة العنصر السبائكي بنسبة محددة للحصول على سبائك عالية المقاومة للتآكل .

● بعض الخواص الخاصة

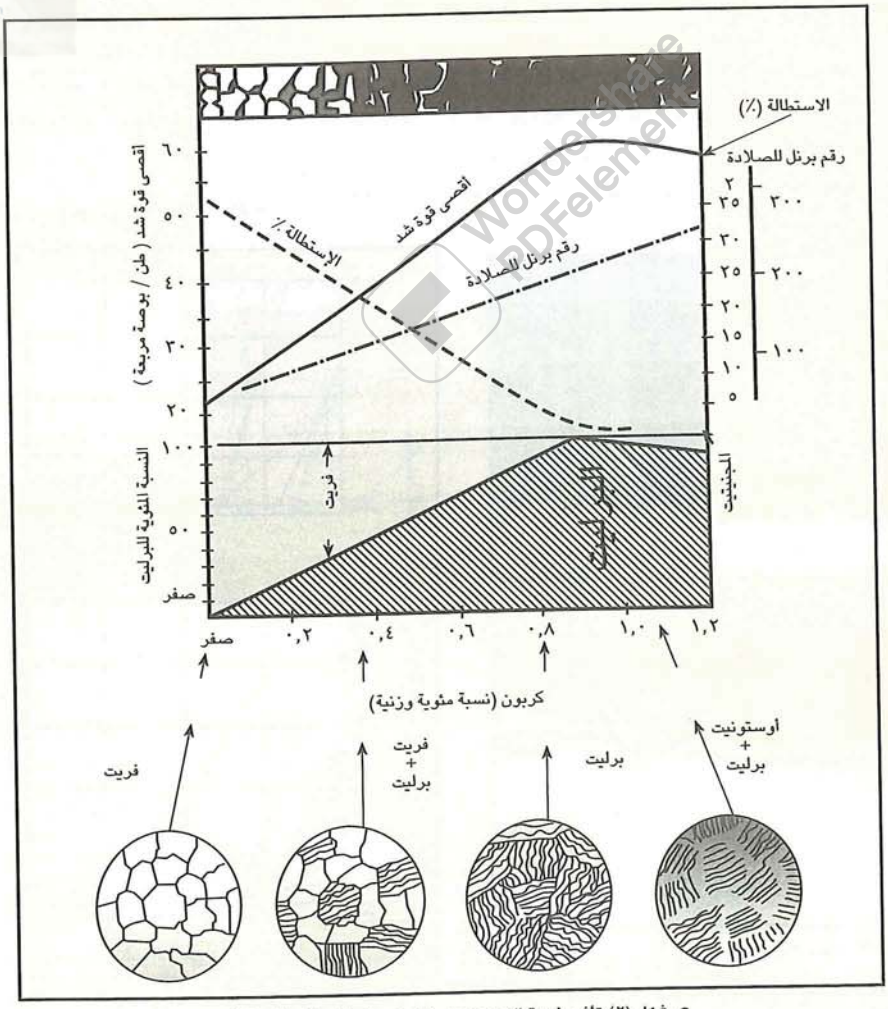
تضاف بعض العناصر السبائكية إلى السبيكة بهدف تحقيق خواص معينة مثل رفع الخواص المغناطيسية وتحسينها ، ومن أمثلة ذلك إضافة الكوبلت إلى سبائك

الفيزياء المسلية
It's a book of Yacov Perelman

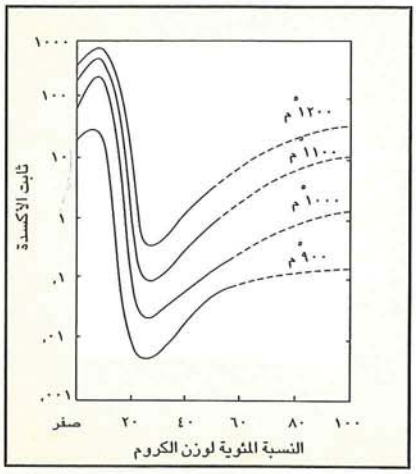
ويمكن تفصيل ذلك فيما يلي :

● رفع المقاومة الميكانيكية

يوضح الشكل رقم (١) ، تأثير إضافة لعنصر السبائكي إلى العنصر الأساسي سبيكة النحاس ـ نيكل ، ويظهر من لشكلين الزيادة الكبيرة في زيادة كل من قاومة الشد ، وإجهاد الخضوع والصلادة، يعد ذلك من الأمور المهمة للغاية للفلز نظراً أن أول ماينظر إليه أي مهندس في إختيار لمادة هو مقاومتها للقوى الخارجة المؤثرة ليها ، ولكن يلاحظ من الشكل أن تحسن عض الخواص يصاحبها من جهة أخرى دني عدد من الخواص الأخرى ، حيث ظهر الإنخفاض الحاد في التوصيل حراري والكهربائي لسبائك النحاس ـ يكل ، وأيضا تدني المطيلية (المقدرة النسبة المئوية للاستطاله ، وتعطى دلالة لى قابلية المادة للتشكيل) ، ولهذا يراعى ند اختيار مادة لتطبيق معين المواءمة بين صفات المختلفة ، شكل (٢) ، إضافة لذلك ، ن تكوين السبائك يسمح بإجراء المعالجة حرارية عليها ، في حين لايمكن إجراء ذلك ى العناصر الفلزية ، وهكذا يمكن رفع قاومة السبيكة مرات عدة بعد معالجة رارية ، فعلى سبيل المثال فإن رقم فيكرز سلادة الفولاذ منخفض الكربون (حديد – ٪ كربون) هي ١٠ ، وبعد معالجة



● شكل (٢) تأثير نسبة الكربون على التركيب البنائي للفولاذ وخواصه



● شكل (٣) منحنى الإتزان الحراري لسبيكة الكوبلت ـ كروم المؤكسدة في الهواء عند درجات حرارة مختلفة.

الحديد، أو الحصول على الصلادة الحمراء (صلادة عند درجة الحرارة العالية) في فولاذ العدد ، ويتحقق ذلك باضافة عنصري الفانيديوم والتنجستن إلى هذه السبائك .

أنواع السبائك

تقسم السبائك إلى مجموعات مختلفة إعتماداً على عدة عوامل أهمها مايلي :

● التركيب البنائي

تقسم السبائك في هذه الحالة إلى سبائك وحيدة الوجه ، وسبائك ثنائية الوجه .. الخ ويوضح الشكل (٦) التركيب البنائي الداخلي لسبيكة وحيدة الوجه والأخرى ثنائية الوجه ، وفي الأولى يكون التركيب البنائي متجانس في كامل المقطع ، بينما يوجد تركيبان مختلفان في السبائك ثنائية الوجه .

● الفلز الأساسي

تقسم السبائك طبقاً للفلز الأساسي في السبائك الفلزية (الفلز الأب) وتعرف السبيكة باسم هذا الفلز ، على سبيل المثال ، سبائك الألمنيوم ، وسبائك النحاس ..الخ .

● طريقة التشكيل

يلعب التشكيل دوراً مهماً في إستخداماتها بعد التشكيل ، وتقسم سبائك العنصر نفسة إلى سبائك طروقه ، وهي السبائك التي تشكل في حالتها الجامدة بالطرق أو الحدادة ، أو البثق ، أو الدلفنة ، وسبائك مصبوبة ، وهي السبائك التي تشكل في حالتها المنصهرة بصبها في قوالب الرمل أو قوالب دائمة .. الخ ، ويعتمد أسلوب تشكيل السبيكة على مطيليتها ، فالسبائك عالية المطيلية يطلق عليها السبائك الطروقة ، أما منخفضة المطيلية فهي السبائك المصبوبة ، وتقسم سبائك العنصر نفسه بين المجموعتين ، وعلى سبيل المثال ، سبائك النيكل المتفوقة الطروقة ، وسبائك النيك المتفوقة المصبوبة .

● الاستخدام

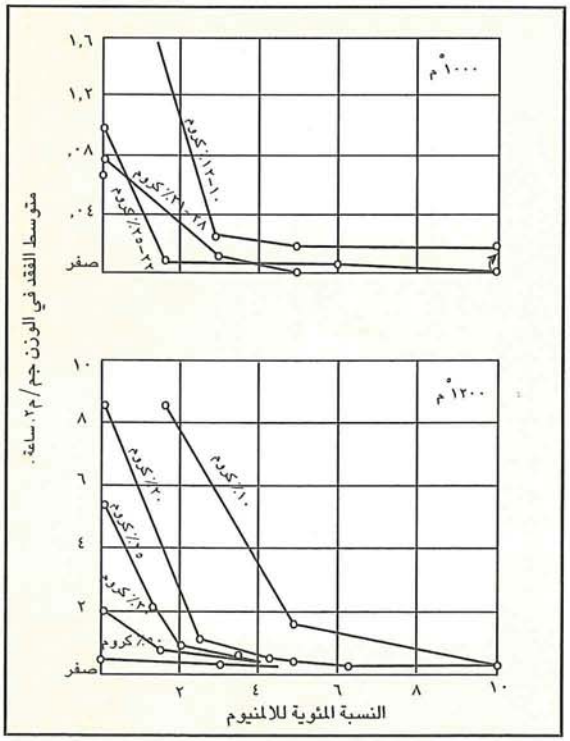
تقسم السبائك عامة ، أو سبائك العنصر الواحد على أساس التطبيقات المستخدمة فيها ، وعلى سبيل المثال ، سبائك لحام المونة وسبائك المحامل .

● عدد العناصر السبائكية

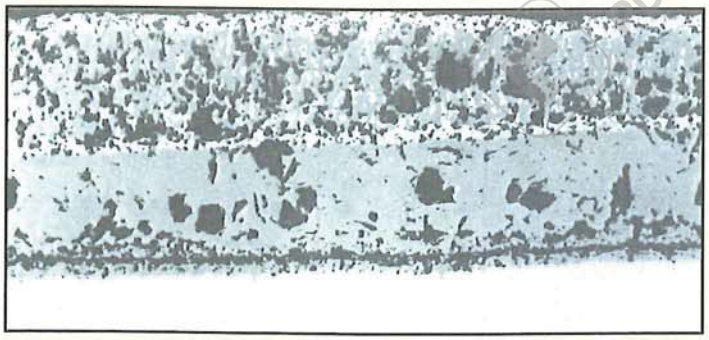
يقوم التقسيم في هذه الحالة على أساس مجموعة عناصر السبيكة ، فهناك السبائك الثنائية ، وهي مكونة من عنصرين وسبائك ثلاثية ، مكونة من ثلاثة عناصر.. الخ ، ويصل عدد العناصر في بعض السبائك إلى عشرة عناصر أو ربما أكثر .

أهم السبائك التجارية

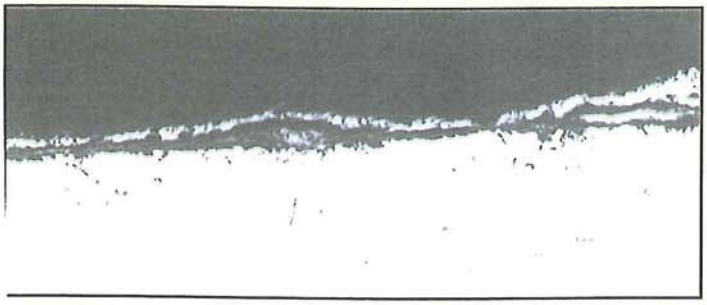
تتوافر الكثير من السبائك التي تعرف بأسماء تجارية أو رموز أو بأرقام معينة ، وهي إما سبائك حديدية ـ الفولاذ وحديد الزهر – أو سبائك غير حديدية مثل سبائك النحاس مثل النحاس الأصفر(Brass) أو البرونز (Bronze) ، وسبائك النيكل مثل



شكل (٤) تأثير إضافة الألمنيوم إلى سبائك الحديد ـ كروم على معدل الكبرتة عند درجات الحرارة ١٠٠٠ و ١٢٠٠م لمدة خمس ساعات .



● (أ) حديد ـ ٥٪ كروم.



● (ب) حديد ـ ٢٥٪ كروم.

● شكل (٥) مقارنة بين الأكسيد المتكون على سبيكتي حديد بعد الأكسدة لمدة ١٤٤ ساعة عند درجة الحرارة ١٠٥٠م..

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

عنصر ، ومن أهم العناصر السبائكية المضافة لحديد الزهر السبائكي السيليكون ، والنيكل ، والكروم ، والنحاس، والألمنيوم ، وتوجد عدة أنواع من حديد الزهر السبائكي هي : حديد الزهر عالي السيليكون ، وحديد الزهر عالى الكروم ، وحديد الزهر عالي النيكل .. الخ ، وتهدف العناصر السبائكية المضافة إلى رفع المقاومة الميكانيكية لحديد الزهر ، وتحسين مقاومته ، ومنع تكوين القشور السطحية .

ويستخدم حديد الزهر السبائكي في صناعة الأجزاء المعرضة للأوساط الآكلة وبخاصة المضخات والصمامات في الأوساط الحمضية .

● السبائك غير الحديدية

يطلق هذا الإسم على جميع السبائك التي لايكون أساسها العنصر الأب أو الأساس فلز الحديد ، وتمثل هذه السبائك كم ضخم وهائل من السبائك ، فهناك سبائك الألمنيوم ، وسبائك التيتانيوم ، وسبائك المغنيسيوم ، وسبائك الكوبلت ، وسبائك النيكل ، وسبائك النحاس .. الخ ومن هذه السبائك مايلي :

* **نحاس أصفر (Brass)** : وهو مجموعة من سبائك النحاس ـ زنك ، تصل نسبة الزنك فيها إلى ٤٠٪ ، وهي سبائك ذات خواص ميكانيكية جيده ، تجمع بين مقاومة الشد العالية والمطيلية المرتفعة ، بالإضافة إلى مقاومتها للتآكل ، هي ذات ألوان جذابة وجميلة ، حيث يكون لونها أحمر عند نسب منخفضة من الزنك ، وتتحول إلى اللون الأصفر عند زيادة نسبة الزنك إلى ٣٨٪ ، ومعاملي توصيلها الحراري والكهربائي عاليين ولكن يعيب هذه السبائك صعوبة تشكيلها على الساخن ، حيث تفشل في مدى درجات الحرارة مابين ٣٠٠ إلى ٧٥٠م .

وتعرف هذه السبائك أحياناً بأسم نحاس الطلقات ، نظراً لأستخدامها بكثرة في صناعة غلاف (ظرف) الطلقات النارية ، كما تستخدم أيضاً في أغراض كثيرة منها شبكات أنابيب مياه التدفئة المنزلية .

* **البرونز** : ويعد أول السبائك التي عرفها الإنسان وكانت تتكون في ذلك الوقت من النحاس والقصدير ، ولكن هذا التعبير لم يعد مقصوراً على سبائك النحاس ـ قصدير ، إنما يطلق على سبائك النحاس مع أية عناصر سبائكية ، فيما عدا عنصري الزنك والنيكل ، نظراً لأن سبائك نحاس ـ زنك تعرف بالنحاس الأصفر ، أما سبائك النحاس ـ نيكل فيطلق عليها سبائك الكوبرنيكل ، ويوضح الجدول (٣) بعض سبائك برونز الفوسفور وأهم استخداماتها .

* **سبائك النحاس نيكل (Cupro nickel Alloy)** : وهي سبائك أساسها النحاس يضاف إليها النيكل ، وهما يكونان معاً محلولاً جامداً بأية نسب بينهما ، وتتراوح نسبة النيكل في سبائك النحاس نيكل مابين ٥٪ ، الى ٤٠٪ ، وتمتاز بالمطيلية وقابلية الطرق ، ومقاومتها للتآكل عالية جداً ويحول إضافة النيكل إلى النحاس إلى اللون الأبيض الوردي ، ويمكن الوصول إلى اللون الأبيض الناصع بإضافة كمية صغيرة من الكوبلت إلى هذه السبائك ، وتستخدم هذه السبائك في تطبيقات عديدة ، وإن كان التطبيق يتوقف على نسبة النيكل ، ويوضح الجدول (٤) عدداً من سبائك هذه المجموعة مع بيان أهم استخداماتها .

* **فلز مونيل (Monel Metal)** : وهي سبيكة من النيكل – نحاس تتكون من ٦٧٪ نيكل ، و ٢٨٪ نحاس ، و ٥٪ من عناصر الحديد ، والمنجنيز ، والسيليكون ، وتنتج هذه السبائك إما في صورة مصبوبة أوصورة طروقة ، ويمكن تكوينها بعد تشكيلها على البارد ، وتمتاز هذه السبائك بمقاومة عالية للتآكل ، حيث تقاوم تأثير كثير من الأحماض ، وتحتفظ ببريق سطحها تحت تأثير كثير من العوامل المحيطة ، ولهذا تستخدم في صناعة الأجزاء المعرضة للمواد الكيميائية ، ولأية تطبيقات تتطلب بجانب مقاومة التآكل لونا أبيضاً جميلاً.

رقم السبيكة	المكونات	الإستخدامات
٥٠٥	نحاس – ١,٢٥٪ قصدير، وآثار من الفوسفور	التوصيلات الكهربائية القابلة للثني ، وخطوط الضغط العالي
٥١٠	نحاس – ٥٪ قصدير ، وآثار من الفوسفور	أجهزة الصناعات الكيميائية ، ومكنات النسيج ، وقضبان اللحام ، وأجزاء المجامع ،والأنابيب ، والمثبتات
٥١١	نحاس – ٤,٢٪ قصدير ٠,٢٪ فوسفور	كراسي تحميل الكباري ، وأسلاك الفرش، والألواح المثقبة ، وماكينات النسيج ، وأجزاء الفتح والقفل ، وأذرعة الضغط ، وأجزاء الجمالون
٥٢١	نحاس – ٨,٥٪ قصدير، وآثار من الفوسفور	الأغراض العامة الأكثر صعوبة لإستخدام سبائك النحاس الأسلاك الثقيلة والألواح المعرضة للضغط ، وألواح وامتدادت
٥٢٤	نحاس – ١٠٪ قصدير ، وآثار من الفوسفور	الكباري ،ولاغراض المظهر الطيب ، ومقاومة جيدة للتآكل والبلى

● جدول (٣) مكونات وإستخدامات بعض سبائك برونز الفوسفور.

رقم السبيكة	المكونات (٪)				أهم الإستخدامات
	نحاس	نيكل	حديد	بيرليوم	قصدير	
٧٠٦	٨٨,٧	١٠	١,٣	–	–	أجهزة تحلية المياه المالحة (الواح المكيفات ، أنابيب المكثفات والمقطرات والمنجزات والمبادلات الحرارية)
٧١٠	٧٩,٠	٢١,٠	–	–	–	ألواح المكثفات ، وايات كهربائية،و أنابيب المبخرات ،والمبادلات الحرارية
٧١٥	٧٠,٠	٣٠,٠	–	–	–	كما في سبيكة ٧٠٦
٧١٧	٦٧,٨	٣١,٠	,٧	,٥	–	التطبيقات التي تحتاج الى مقاومة شد عالية ، والمقاومة للتآكل مثل غلاف المسماع المائي ، وأسلاك مرسى السفن، والحواجز المصنوعة على شكل حلقات ومسامير ودبابيس في كابلات الهاتف
٧٢٥	٨٨,٢	٩,٢	–	–	٢,٣	الوصلات ،و اليايات ، ومفاتيح وسبائك اللحام

● جدول (٤) مكونات وأهم إستخدامات سبائك النحاس نيكل.

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

الزجاج . فقد تأخذ العملية ٣٦ ساعة بين بداية الصهر إلى نهاية العمل بالفرن .

بعد ذلك ينقل الزجاج المنصهر إلى فرن تغذية مبطن بطوب حراري يتحمل درجات الحرارة العالية جداً . يزود فرن التغذية بجهاز يعمل على تدفق الزجاج المصهور إلى أجهزة القولبة إما بشكل مستمر أو على شكل وحدات يطلق على الواحدة منها لقيم السد (Gobbing Feeder) حيث تحتوي كل وحدة على زجاج يكفي لانتاج المنتج المعين ، بعدها يتم الانتقال للوحدة التي تليها وهكذا .

قولبة الزجاج

تختلف قولبة الزجاج حسب نوع المنتج وذلك كما يلي :

• الزجاج المسطح

توجد عدة طرق لقولبة الزجاج المسطح (الألواح الزجاجية) من أهمها :-

* **طريقة فوركاولت :** وتسمى أيضاً طريقة السحب الرأسي ، ويتم فيها سحب الزجاج عمودياً نحو الأعلى من خلال شق في حجر خزفي مقاوم للحرارة بعرض لوح الزجاج المطلوب ، ويضغط مصهور الزجاج بمكابس حيث يجبر للصعود من خلال الشق نحو الأعلى بواسطة شبك معدني إلى الاسطوانات التي تدور بإتجاهين متعاكسين ، وعندما يصل الشبك إلى الاسطوانتين الأوليتين يفصل الشبك المعدني عن اللوح الزجاجي حيث يستمر الأخير بالصعود لمسافة ١٠ أمتار ثم يقطع اللوح الزجاجي الناتج بالمقاسات المطلوبة ، ويبلغ عرض اللوح الزجاجي في هذه الطريقة بحدود ١,٥ـ ٣ أمتار وبسمك ٧ـ ١٥مم بينما تبلغ سرعة سحب الزجاج بحدود ٩٥متر/ساعة .

* **طريقة بيتسبورغ :** ويتم فيها سحب الزجاج بواسطة شق في حجر خزفي مغمور في المصهور الزجاجي وليس على سطحه كما في الطريقة السابقة ، ويتراوح عرض لوح الزجاج بهذه الطريقة من حوالي ٢ـ٣ متراً وتبلغ سرعة سحب الزجاج سماكته (٣مم) بحدود ١٠٠ـ١١٠متر/ساعة .

* **طريقة ليبي :** ويتم فيها سحب الألواح الزجاجية بدون استخدام الحجر الخزفي ، وتعتمد الطريقة على ادخال شبك من الحديد إلى المصهور الزجاجي ، وذلك على ارتفاع يتراوح من ٦٠ـ٦٥سم ثم يثنى اللوح الزجاجي بتسليط لهب قوي عليه ، ثم يمرر في مجموعة من الاسطوانات التي تعمل كفرن تبريد .

* **طريقة الزجاج العائم (Float Glass Process) :** وهي أحدث طريقة حيث حلت محل الطرق السابقة ، ويتم فيها صهر الزجاج في حوض الفرن وينقل منه بطريقة السحب الأفقي ، فيمر الشريط الزجاجي بين زوج من الاسطوانات ، ثم على حوض من القصدير المصهور ، شكل (١) ، وبما أن كثافة الزجاج أقل من كثافة مصهور القصدير فسيعوم الزجاج على سطح مصهور القصدير . يسخن سطح الزجاج غير الملامس للقصدير لصقله بالنار للحصول على سطحين مستويين ومتوازيين تماماً ، ولما كان سطح مصهور القصدير مستوياً فإن سطحي الزجاج يكونان مستويين ومتوازيين مع بعضهما أيضاً . وبعد ذلك يمر الشريط الزجاجي على سطح القصدير ليدخل فرن التلدين ويقطع بعد ذلك بأجهزة آلية .

تمتاز الألواح الزجاجية الناتجة بهذه الطريقة بسطوحها المستوية والمتوازية تماماً دون اخضاعها إلى عمليات تنعيم وصقل . وينتج عن هذه الطريقة ألواحاً بسماكة ٣مم و ٦مم .

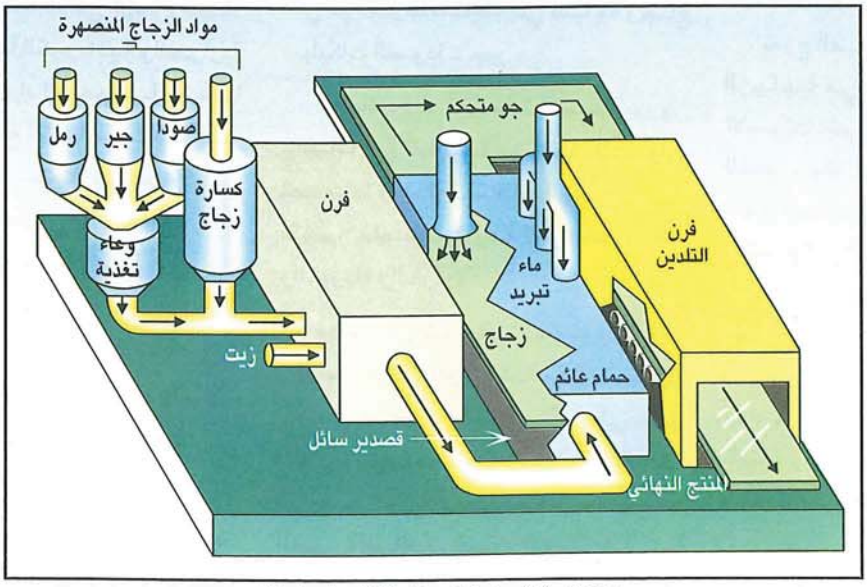
• زجاج القوارير

تعتمد الطريقة القديمة لصناعة القوارير على طريقة النفخ بالفم في القالب بإستعمال ماسورة نفخ مصنوعة من الحديد لإنتاج القوارير الزجاجية .

أما الطرق الحديثة فتعتمد على سحب المصهور الزجاجي إلى القالب ثم قطعه عن المصهور وإرسال الهواء إلى داخل القالب ليشكل الهيكل المطلوب . ومن الطرق الحديثة الأخرى ضغط المصهور الزجاجي بكميات محدودة إلى القالب الذي يتألف من قسمين خارجي وداخلي متحرك .

• الأنابيب والقضبان الزجاجية

تصنع الأنابيب والقضبان حديثاً بطرق آليه يتم فيها صهر الزجاج في فرن



● شكل (١) مخطط صناعة الزجاج العائم.

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

تقنية الأغشية

د . محمد صبري عبدالغني

تُفصل المذيبات عن الأجسام المذابة بها بواسطة طرق عدة اعتماداً على الاختلاف في الخواص الفيزيائية والكيميائية بينهما ، ومن الطرق المعروفة للفصل كل من التقطير ، والطرد المركزي ، والترسيب الكيميائي ، الاستخلاص بالمذيبات وكذلك الفصل بالأغشية . تعتمد طريقة الفصل بالأغشية على الاختلاف بين وزن جزيئات المذيب والمذاب وتتميز تلك الطريقة بكفاءتها العالية وسرعتها وكذلك انخفاض تكلفتها مقارنة بطرق الفصل الأخرى ، وفضلاً عن ذلك فإنها تفضل عند الحاجة لفصل مواد غير ثابته كيميائياً أو نشطة إحيائياً – لإنها لاتستدعي تغيير درجة حرارة المحاليل – أو عند معالجة أحجام كبيرة من محاليل مخففة أو عند تدني الفرق بين كثافة ودرجات حرارة المذيب والمذاب بحيث يصعب فصلهما بطرق الطرد المركزي أو التقطير مثلاً .

كما تستخدم الأغشية لفصل خلائط الغازات عن بعضها مثل فصل الغازات ذات الأوزان الجزيئيه المنخفضه مثل فصل الهيدروجين عن الغازات الهدروكربونية ذات الأوزان الجزيئيه الأعلى. وتستخدم فى هذه العمليات أغشية غير مسامية للفصل ، حيث يتم الفصل عن طريق امتصاص الغاز الخفيف من الخليط الغازى على سطح الغشاء ، يتبعه انتقال الغاز بالإنتشار خلال جدران الغشاء إلى الجانب الآخر تحت تاثير اختلاف الضغط الجزئى للغاز على جانبى الغشاء .

أنـــواع الأغشـــية

تعرف الأغشية بأنها رقائق منخفضة السمك تسمح بانسياب المذيب – فقط – عبرها ، وتتم هذه الآلية تحت تأثير قوى دفع متنوعة مثل الضغط الهيدروليكي للمحلول أو فرق الجهد الكهربائي الواقع عبر الأغشية ، ويشمل هذا التعريف عمليات مختلفة لهذه الأغشية تتنوع حسب حجم الأجسام المذابة ، وذلك كما يلي :-

● أغشية الترشيح الميكروني

تستخدم أغشية الترشيح الميكروني (Micro Filteration) لفصل حبيبات يمكن رؤيتها بالمجهر الضوئي ويتراوح قطرها مابين ٠,١ ميكرون إلى عشرة ميكرون .

● أغشية الترشيح الفائق

تستخدم أغشية الترشيح الفائق (Ultra Filteration) لفصل مواد مذابة يزيد حجم جزيئاتها عن حجم جزيئات المذيب بعشرة أضعاف ولا يزيد قطرها عن ٠,١٥ ميكرون ، أو بمعنى آخر تتراوح كتلة جزيئاتها من ٥٠٠ إلى ٣٠٠ ألف وحدة دالتون .

● أغشية التناضح العكسي والديلزة

تستخدم أغشية التناضح العكسي (Reverse Osmosis) والديلزة الكهربائية (Electro Dialysis) لفصل مواد ذائبة (الأيونات والجزيئات) لايزيد حجم جزيئاتها عن عشرة أضعاف جزيئات المذيب ، أي يبلغ حجم جزيئاتها حوالي ٢ نانومتر و تبلغ كتلة جزيئاتها حوالي ٥٠٠ دالتون .

تصنيـــع الأغشـــيه

تصنع الأغشية التى تستخدم فى التطبيقات الصناعية من البوليمرات ، ويصنع جزء صغير منها من مواد غير عضوية مثل السيراميك أو أكاسيد الفلزات أو بعض الفلزات الثمينة مثل البلاديوم ، إلا أن استخدام الأنواع غير العضوية ينحصر فى الحصول على غاز الهيدروجين عالى النقاوة، أو فى وحدات صغيرة لفصل الغازات تحت درجات حرارة عالية.

● الأغشية البوليمرية

تُصنع الأغشية البوليمرية من مواد عديدة، مثل البولى أميد والبولى سلفون، والبولى كربونات، وبعض البوليمرات الأخرى . وتتميز هذه البوليمرات بثبات كيميائى جيد ومقاومة عالية للتفكك بفعل الميكروبات .

وتصنع الأغشية البوليمرية بصفة عامة بعملية تسمى بانعكاس الطور (Phase Inversion) أو الترسيب بالغمر (Immersion Precipitation) ، وتتم هذه العملية على أربعة مراحل يتم في **الأولى** إذابة البوليمر فى مذيب بتركيز يتراوح مابين ١٠ إلى ٣٠٪ وزنا. وفى **الثانيه** يفرش المحلول المتكون على هيئة طبقة يبلغ سمكها حوالى ١٠٠ ميكرون فوق سطح حامل مسامى بوليمرى سميك ، وفى المرحلة **الثالثة**، تغمر هذه الطبقة مع الحامل فى حمام به سائل غير مذيب للبوليمر – كالماء أو محلول مائى – ولكنه يسمح بإذابة المذيب المختلط مع البوليمر ، وبذا يتم تكوين الغشاء ، أما فى المرحلة **الرابعة** فإن الغشاء المتكون يسخن ببطء لإزالة نقاط الإجهاد عليه وهو ملتصق بالحامل ، ويختلف تركيب الأغشية الناتجة بالتحكم فى ظروف تكوينها فى الخطوات المذكورة ، التى تعطى بدورها مواصفات مختلفة لعمليات فصل المحاليل بها.

* **أغشية الترشيح الميكرونية :** ويتميز

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

أشباه الموصلات

د. عبدالله بن صالح الصويان

وأكبرها كالطائرات
الفضاء مروراً بـ
و السيارات والأدوا
تسمى المادة ا
هذه الدوائر وغير
الشمسية
والكواشف.. الخ
موصلة (tors
أشباه الموصلا
في عجالة و
المناسبة في

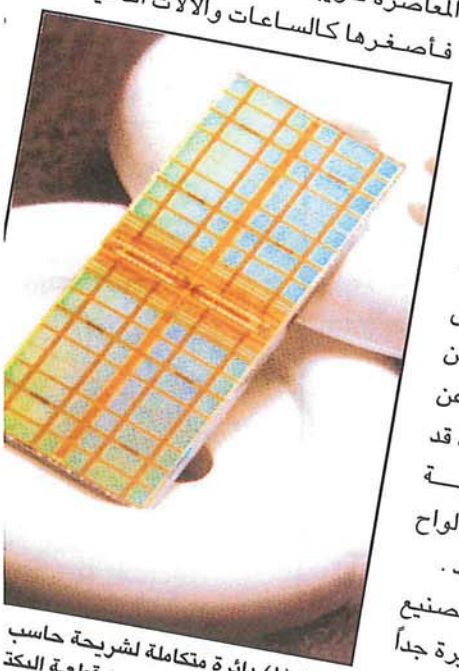
ش

كما ه
أساس
الوحدة
حالة الـ
بعضها
في المو
تباع
ذرة
مس
الس
م
م
ف

في عام ١٩٥٦م اقتسم كل من جون باردين (J.Bardeen)، ووالتر براتين (W. Brattain) ، ووليام شوكلي (W. Shockley) جائزة نوبل تقديراً لجهودهم التي قادتهم إلى اكتشاف الترانزستور والذي يعد علامة بارزة لمنعطف جديد في عالم الإلكترونيات ، وثورة في مجال التقنية بشكل عام ، جاعلين من تقنية الصمامات المفرغة (Vacuum Tubes) طريقة متخلفة في النظم الإلكترونية لاينبغي التفكير فيها فضلاً عن توظيفها في الصناعة الحديثة.

تبع هذا الإكتشاف الباهر اكتشاف آخر، يوازي الأول في الأهمية ويوظفه بشكل أفضل، ففي أواخر عام ١٩٥٨م وبدايات عام ١٩٥٩م ، استطاع جاك كيلبي (J.Kilby) و روبرت نويس (R.Noyce) ـ كل على حدة ـ اختراع دائرة إلكترونية متكاملة (Integrated Circuit-IC) عبارة عن مجموعة كبيرة من الترانزستورات (Transistors) و الثنائيات (Diodes) والمقاومات (Resistors) والمكثفات (Condensers) وغيرها من القطع الإلكترونية موصلة بعضها ببعض و مصنعة على شريحة صغيرة واحدة من السيليكون (Silicon) بمساحة قد تقل عن ١ سم٢ ، بل أن شريحة السيليكون هذه قد تضم مئات الألوف من القطعَ الإلكترونية شكل (١) لتعمل عمل المئات من ألواح الدوائر الكهربائية التقليدية في آنٍ واحد .

استطاع بعد ذلك التقنيون من تصنيع شرائح من هذا النوع ، بأحجام صغيرة جداً لتخزين مليارات الأحرف والأعداد من المعلومات ، لاستخدامها في أجهزة الحاسبات الحديثة، فلاعجب عندئذ أن يقال أن هذه الدوائر المتكاملة قد بدأت عصر الثورة الصناعية الثانية ، حينما نجد أن هذه الدوائر هي أساس عمل جميع الأجهزة المعاصرة تقريباً ، فهي تختلف في أحجامها فأصغرها كالساعات والآلات الدقيقة ،



● شكل(١) دائرة متكاملة لشريحة حاسب تحتوي على أكثر من مليون قطعة اليكت

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

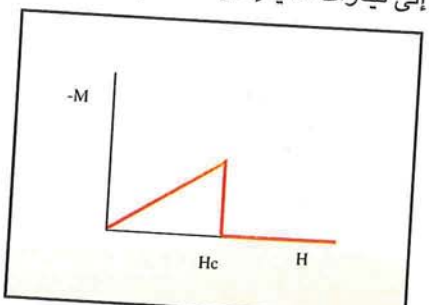
Wondershare
PDFelement

والعجيب في الأمر أنه حتى لو كان هناك مجال مغناطيسي يتعرض له الموصل الفائق قبل تبريده؛ فإنه بمجرد التبريد تحت درجة التحول سوف يتم طرد المجال المغناطيسي الذي كان في داخله ، وتعرف تلك الظاهرة بظاهرة **مايزنار** وهي أكثر وضوحاً في الموصلات من النوع الأول.

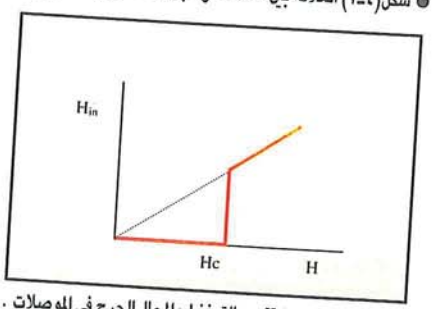
تنقسم المواد الفائقة من حيث سلوكها مع المجال المغناطيسي الخارجي إلى نوعين رئيسيين هما :-

● النوع الأول

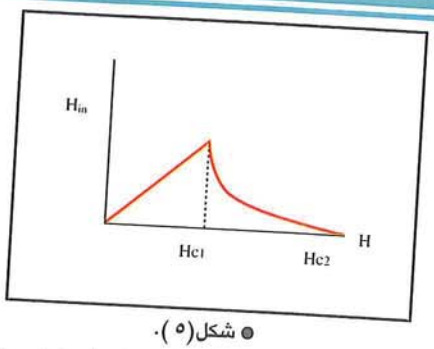
يحتوى النوع الأول (Type-I) من المواد الفائقة على معظم الموصلات التقليدية ، وفيها يرفض الموصل المجال الخارجي تماماً حتى الوصول إلى مجال مغناطيسي معين يسمى المجال الحرج (Critical Magnetic Field) ورمزه (H_C) ، عنده يتم تدمير التوصيلية الفائقة تماماً (التمغنط مساوياً للصفر بصورة فجائية) ، شكل (٤ – أ) ، ويدخل المجال المغناطيسي الخارجي إلى قلب الموصل ولا يعود الموصل بعدها إلى التوصيل الفائق مرة أخرى إلا بعد تسخينه فوق درجة تحوله ثم تبريده ثانية ، ويصبح المجال المغناطيسي في داخل الموصل الفائق مساويا للمجال الخارجي ، (شكل ٤ – ب) ، وحيث أن التيار المار في الموصل يحدث مجالاً مغناطيسياً ، فإن هذا النوع من المواد غير ملائم لكثير من التطبيقات التي تحتاج إلى تيارات عالية إذ أن تلك التيارات سوف



● شكل(٤-أ) العلاقة بين التمغنط والمجال المغناطيس الخارجي.



● شكل(٤-ب) العلاقة بين التمغنط والمجال الحرج في الموصلات .



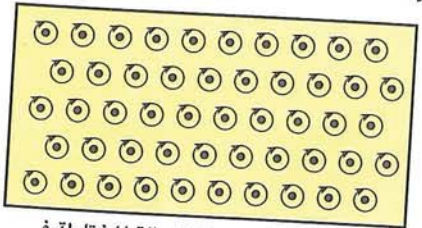
● شكل(٥).

تعود على الموصل بالتدمير وإنهاء خاصية التوصيل الفائق .

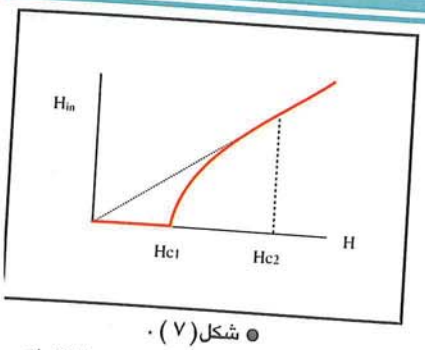
● النوع الثاني

تختلف موصلات النوع الثاني (Type-II) عن النوع الأولى في أن لديها مجالين مغناطيسين حرجين (Hc_1 , & Hc_2) ، فعند وصول المجال الخارجي إلى المجال الحرج الأول (H_{c1}) ، – عادة صغير – يقل التمغنط فجأة من حيث المقدار عن المجال المغناطيسي الخارجي غير أنه لايصل إلى الصفر تماماً إلا بعد زيادة المجال الخارجي بصورة كبيرة ووصوله إلى المجال الحرج الثاني ، شكل (٥) وبذلك فإن التوصيلية الفائقة لا تُفْقد وإنما يتحول جزء من الموصل إلى موصل عادي ، حيث يظهر الجزء المتحول موزعاً بصورة بؤر منتظمة على طول وعرض الموصل بحيث يمر خط مغناطيسي واحد فقط من خلال كل بؤرة . يطلق على البؤرة الواحدة فورتكس (Vortex) ، بينما يطلق على الموصل الذي هو في الحالة الجامعة للتوصيل الفائق والعادي بأنه في الحالة المختلطة (Vortex State) ، شكل (٦) .

يزداد عدد البؤر الطبيعية كلما زاد المجال المغناطيسي الخارجي وتستمر في الزيادة حتى يأتي المجال على الموصل بكامله محولاً إياه إلى موصل عادي عند المجال الحرج الثاني (H_{C2}) ، حيث يصبح المجال المغناطيسي فجأة في داخل الموصل الفائق غير مساو للصفر ، إلا أنه أقل بكثير من المجال الخارجي



● شكل (٦) شكل يمثل الحالة المختلطة في الموصل الفائق من النوع الثاني.



● شكل(٧) .

حتى وصول المجال الحرج الثاني شكل (٧) ، وهذا المجال الثاني كبير جداً إذا ما قورن بالمجال الحر للموصلات من النوع الأول حيث يصل إل عشرات التسلا. وحيث أن جميع الخواص المميزة للتوصيل الفائق تظل موجو أثناء الحالة المختلطة وأن تلك الحـ تستمر إلى حصول مجالات عالية ج صار هذا النوع من الموصلات مرشـ لتطبيقات كثيرة جداً بغض النظر عن ش التيار اللازمة .

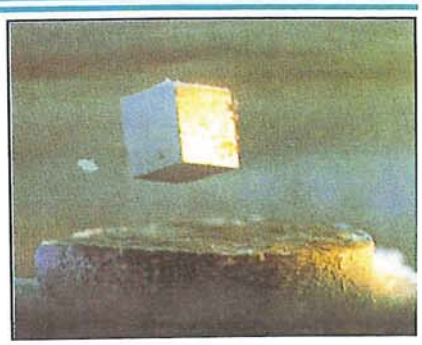
تعد جميع الموصلات الفائقة عا الحرارة من النوع الثاني ، ومن أ فوائد الطرد المغناطيسي الاستفادة الموصلات من هذا النوع في صنع د مغناطيسية توفر مناخاً خالياً من المج المغناطيسية. وبالتحديد فقد أمكن الحد على دروع تصل قدرتها على الع إلى ١٨٠ ديسيبل (180 db) .

الطفو والتعليق المغناطيسـ

نتج من جراء رفض الموصلات ال للمجالات المغناطيسية وتمغنطها الم ظاهرتا الطفو والتعليق على الترتيب

تحدث ظاهرة الطفو عندم محاولة وضع قطعة مغناطيس ف موصل فائق أو العكس. فإنه ر الجسم العلوي معلقاً في الهواء (سواء كان المغناطيس أو الموصل ذ شكل(٨) .

أما في ظاهرة التعليق فيختل في المبدأ الذي يعتمد عليه ، وهو كثيراً في شرح فكرته من مسأل حيث يتم في هذه الحال تقريب م دائم من قطبه الجنوبي إلى الموص إرغام الأخير على عدم الحركة . إلى تمغنطه سلباً ، ثم يتم إبعاد الم



● شكل (٨) قطعة مكعب من المغناطيس تطفو في الهواء فوق قرص فائق التوصيل.

لدائم بسرعة معينة تنعكس أثناءه
غناطيسية الموصل الفائق (بسبب المجال
لمغناطيسي المحتبس حوله) فتصبح
يجابية (شمالية) فتنجذب لقطب
لمغناطيس الجنوبي . ويختلف وضع
لوصل في هذه الحال تماماً عن قطعة
غناطيس بقرب مغناطيس آخر حيث
ؤدي ذلك – كما هو معروف – إلى انجذاب
عضهما لبعض ولصوقهما أخيراً. أمافي
حالة الموصل والمغناطيس ، فتقل القوة
جاذبة لدى الموصل كلما اقترب من
غناطيس وتزيد كلما ابتعد فيظل في
كان محدد لا يتعداه معلقاً في الهواء لا هو
ادر على الاقتراب ولا على الفراق .

ظاهرة جوزيف صن

كان جوزيف صن طالباً في مرحلة
دراسات العليا عندما طلب الأستاذ من
طلاب القيام بمشاريع بحثية صغيرة .
خرج علينا هذا الطالب ـ صار بعد ذلك
ن أشهر العلماء وفاز بالمشاركة في
ائزة نوبل في الفيزياء لعام ١٩٧٣م ـ
لاهرة (وصلات) صارت تعرف باسمه
(Joseph Son Junction) . لقد تنبأ هذا
عالم أنه عندما يتم وضع موصلين
ئقين بجانب بعضهما بحيث لا يفصل
نهما إلا شريحة رقيقة جداً من مادة
ازلة؛ فإن بعض الأزواج الإلكترونية
ستطيع التملص(Tunneling) ، من خلال
ه الشريحة غير الموصلة ، وقد تم
كيد تنبؤاته بعد فترة وجيزة من
لال التجربة.

وبالطبع يمكن الاستفادة من هذه
اهرة الكمية في عمل كثير من الدوائر
كترونية السريعة جداً كما في الحاسبات
الآلية ، وكذلك في صنع كواشف للمجالات
المغناطيسية المتناهية الصغر .

ظاهرة التكميم المغناطيسي

تعد ظاهرة التكميم المغناطيسي من
أحدى الأمور المثيرة للمواد فائقة التوصيل
وتتلخص فكرتها أنه عند صنع موصل
فائق على صورة حلقة ـ مهما كانت متناهية
الصغر ـ فإن مقدار التدفق المغناطيسي الذي
يمر من خلال تلك الحلقة يجب أن يكون
مساوياً تماماً لعدد صحيح من الكمات
المغناطيسية يطلق على كل منها الرمز(Ø)
ويبلغ مقدار الكمة الواحدة ٢,٠٧ x ١٠-١٥
ويبر ، ومعنى التكميم أنه لو تعرض
الموصل إلى مجال يزيد قليلاً عن عدد
صحيح من الكمات (بزيادة أقل من نصف كمة) ،
فإن الزيادة ترفض ولا تمر من خلاله، في
حين أنه لو تعرض لمجال يقل قليلاً عن عدد
صحيح من الكمات بمقدار ضئيل (أقل من
نصف كمة) فإنه يتكيف بحيث يكمل النقص
من تلقاء نفسه من أجل أن يحافظ على
العدد الصحيح من الكمات . أي لو مر مجال
يساوي مائة كمة مضافاً إليها ربع كمة فإن
ذلك الربع يرفض ولا يمر من خلاله ، في
حين لو كان بدل الربع نصف أو أكثر ولكن
أقل من واحد صحيح ، فإن الموصل يكمله
إلى واحد صحيح ، وهذا بالضرورة يقتضي
أن التيار الذي يلف يزيد وينقص بمقدار
ضئيل متجاوباً مع المجال الخارجي .

لقد تبين أن هذه الظاهرة ذات أهمية بالغة
جداً. فهي مبدأ صار يعرف بمجس السكويد
(Superconducting Quantum Interference Device (SQUID)،
والسكويد (بسكون السين) عبارة عن جهاز
حساس جداً للمجالات المغناطيسية
وبإمكانه أن يميز التغير في المجال المغناطيسي
إذا زاد عن $0.4x10^{-3}ø\sqrt{HZ}$ بحساسية تفوق
10^{12} Tesla $\sqrt{HZ}$ ، بمعنى آخر أي يستطيع
قياس مجال شدته تصل إلى 10^{-21} Tesla-m^2
والتي تساوي واحد من مليون من وحدة التكميم
المغناطيسي نفسها . وهي حساسية مفرطة أكبر
بكثير من الإشارات الصادرة عن المخ أو
القلب أو سائر الجهاز العصبي في الكائن الحي .

ينقسم مجس السكويد إلى نوعين
أساسيين يعتمد الأول منهما على التيار المستمر
(dc-SQUID) ، في حين يعتمد الآخر على التيار
ذي التردد الراديوي (rf- SQUID) وفي حين
ينتشر استخدام الأول على نطاق واسع
بصور أفلام رقيقة من المادة الفائقة يوضع
بينها مواد عازلة ، فإن النوع الثاني يعمل
أيضاً من الأفلام الرقيقة أو بالاعتماد على
فكرة عمل ثقب أو أكثر في مادة موصلة
فائقة تعمل على صورة قرص مثل حبة
الأسبرين . وقد وجد أنه كلما زاد عدد
الثقوب زادت الحساسية تبعاً لذلك. ووجود
ثقب واحد يعني قياس المجال المغناطيسي
مباشرة في حين أن وجود أكثر من ثقب
يعني قياس التغير (التدرج) في المجال
المغناطيسي . والفكرة الأخيرة جعلت من
المجس أهمية تطبيقية عالية، فهو لا يقيس
المجال العام المتوافر، بل يقيس التغير مهما
كان صغيراً . وصارت الأجهزة المعتمدة على
مجس السكويد متوفرة تجارياً وبأسعار
منافسة ويقدمها عدد من الشركات العالمية .

تطبيقات المواد فائقة التوصيل

للمواد فائقة التوصيل العديد من
التطبيقات من أهمها مايلي :ـ

● المواصلات

تستخدم المواد فائقة التوصيل في
صناعة المواصلات ، وخاصة في القطارات
الطافية وذلك بالاستفادة من ظاهرة الطفو
المغناطيسي أو التعليق .

أن توفر قطارات معلقة في الهواء
وبالتالي سيرها بدون احتكاك يعطي
توفيراً هائلاً في الطاقة من جهة ويوفر
سرعات كبيرة إلى جانب التخلص من
الضوضاء . ثم إن تلك القطارات سوف
تكون مريحة جداً وخالية من المطبات لأنها
تسير على وسادة هوائية. وقد تم تجربة
هذه الفكرة عملياً في اليابان ، حيث يرتفع
القطار حوالي عشرة سنتيمترات عن
المسار. ويحوي القطار المواد فائقة
التوصيل في حين تتوفر المغناطيسات
الكبيرة على الطريق . وفي داخل القطار
يتوفر جهاز تبريد وهذا كل ما يلزم حيث
يستفاد من قوة التنافر مع المغناطيسات
نفسها في دفع القطار وتسييره بسرعات
تزيد على ٥٠٠ كم في الساعة.

● عجلات الطاقة

عندما يدور قرص ضخم الكتلة حول

الفيزياء المسلية
It's a book of Yacov Perelman

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

Wondershare
PDFelement

هذه العملية أسلوب التصليد بالتزمين ، وهو إما طبيعي - ترسيب عند درجة حرارة الغرفة (٢٤ درجة مئوية) لمدة ٤-٥ أيام - أو إصطناعي يتم بعد التسخين لدرجة حرارة مرتفعة . ويوضح شكل (١) تأثير وقت التزمين على خصائص السبائك بشكل عام .

البوليمـــرات

يطلق اسم اللدائن على المواد البوليمرية ،وهي إما من أصل عضوي طبيعي ، وإما من عضوي طبيعي معدل ، وإما من تركيبي صنعي ، و تشترك اللدائن بصفة الليونة وقابليتها للإنصهار عند تعريضها للحرارة ، وعودتها لقساوتها عند إزالة مصدر الحرارة ، وهي قابلة للتشكيل والقولبة المتكررة ، ويمكن تصنيف اللدائن إلى قسمين رئيسين: الأول اللدائن التي تنصهر بالحرارة وتتصلب بالتبريد ، ويمكن إعادة تلدينها بنفس الأسلوب لعدة مرات ، وتعرف باللدائن الملدنة بالحرارة (Thermoplastics) ، و الثاني اللدائن التي تنصهر بالحرارة ، وتتصلب عند إزالة مصدر الحرارة وتصبح قاسية بشكل دائم، ولا يمكن إعادة تلدينها ، حتى ولو عرضت لمصدر حراري مرة أخرى ، وتعرف باللدائن المقساة بالحرارة (Thermosettings) ، و هاتان الخاصيتان لا تنطبقان على جميع المواد البوليمرية ، كما وهناك أيضاً المطاط بنوعيه الطبيعي والصناعي ، والذي يصنف تحت مسمى لدائن مطاطية (Elastomers) .

يتكون البوليمر عادة من مادة أساسية تدعى المونومر ، وذلك عبر سلسلة مترابطة لتكوين مركب ذو وزن جزيئي مرتفع ، ويأخذ هذا الترابط أشكالاً مختلفة . كما يمكن لمونومرين من نوعين مختلفين تكوين بوليمر مشترك (Copolymer) .

● مواد تصنيع البوليمر

تدخل في تصنيع البوليمر عدة مواد يمكن تصنيفها حسب أهميتها إلى ما يلي :-

* **المواد الأولية :** وتأتي من مصادر مختلفة، وفق ما يلي :-

- مشتقات الفحم الحجري الناتجة عن تقطير القطران - مثل الفينول والكريزول والفورم الدهيد وغيرها التي هي أساس تركيب اللدائن الفينولية والصبغية - ومنتجات التكويك (Coking) ومنها غاز الإثيلين .

- الغازات الطبيعية وغاز البترول المُسَيَّل والمشتقات البترولية الناتجة عن التقطير والتكسير ، مثل الأوليفينات كالإثيلين والبروبيلين والبيوتلين والبيوتادائين .

- مشتقات المواد الطبيعية الحيوانية والنباتية ، ومنها المطاط الطبيعي (لاتكس) والسيليلوز من النباتات والمواد الدسمة من الحيوانات .

- مشتقات المواد الطبيعية المعدنية ، ومنها الكبريت الذي يستخدم في صناعة اللدائن المطاطية كمادة أساسية في كبرتة المطاط الطبيعي والصناعي .

* **المواد الوسيطة :** وهي تلك المواد التي تضاف إلى المواد الأولية عبر سلسلة من العمليات ، ومن تلك المواد الوسيطة أكسيد الإثيلين ، والأستيالدهيد ، والفينول ، وغيرها .

* **مواد الصناعات التحويلية :** وتأتي بعد الصناعات الأساسية للمواد البوليمرية ، بحيث تستفيد من المنتجات الأساسية ، فتخلط وتشكل حسب المنتج النهائي المرغوب فيه . وهناك عدة مواد كيميائية تدخل في الصناعات التحويلية ، مثل المواد المضادة للأكسدة الناتجة عن الحرارة والأشعة فوق البنفسجية ، ومنها أملاح الرصاص ، و أملاح القصدير ، وأملاح الباريوم والكادميوم ، وبعض الراتنجات الإيبوكسية. وكذلك المواد المالئة التي تستخدم لتخفيض تكلفة المنتج النهائي ، وتحسين الخصائص الميكانيكية للمواد البوليمرية ، ومنها المواد المعدنية الطبيعية ، مثل الغرافيت ، والمواد العضوية الطبيعية ، مثل دقيق الخشب ، والمواد العضوية التركيبية ، مثل ألياف النايلون .

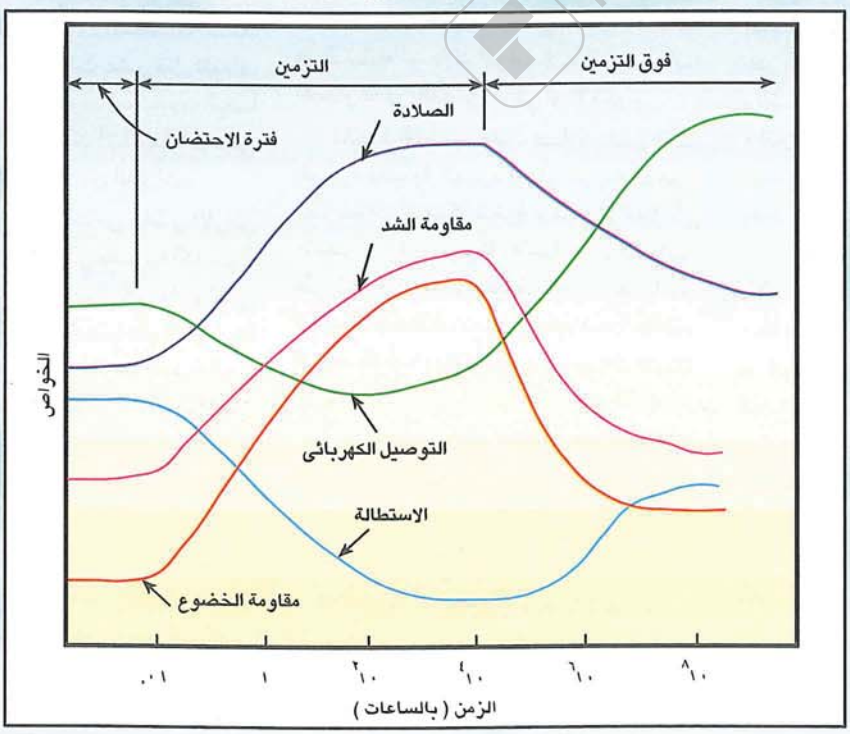
* **مواد الإخضاب (Pigments) والصبغات (Dyes) :** وهي تؤثر على الألوان المطلوبة للمنتج النهائي ، وتتميز الصبغات عن مواد الإخضاب بقابليتها للذوبان في السوائل ، ومن أمثلة مواد الإخضاب ثاني أكسيد التيتانيوم ومركبات الكادميوم ، ويتم إختيار أي من مواد الإخضاب أو الصبغات إستناداً على الإحتياجات التالية :-

- توافق اللون والبصر وذلك حسب تدرج اللون وشفافيته وصفائه أو لمعانه وقوة جاذبيته .

- الثبات الحراري ، وهذا يتعلق بدرجة حرارة تشكيل الجسم الملون سواء بالإخضاب أم بالصبغات .

- الهجرة أو قوة الإستنزاف ، والتي يتم خلالها نزوح اللون إلى السطح ليضفي لمعة خاصة على المنتج .

- الثبات الضوئي ، ويتم من خلاله إمتصاص نوع معين من الأشعة ، مثل الأشعة فوق



● شكل (١) تأثير وقت التزمين على خصائص السبائك .

البنفسجية بغرض حماية المنتج.

- المقاومة الكيميائية بالتماس ، وهي ضرورية لحماية المنتج من الأحماض والقلويات .

- سهولة التوزيع والإختلاط المتجانس داخل المنتج .

- عدم السمية ، وذلك عند إستخدام المنتج في تغليف المواد الغذئية .

- الخصائص الكهربائية مثل الناقلية ، وذلك عند إستخدام المنتج في صناعة الكابلات .

- التكلفة المنخفضة .

* **الملينات (المُطَريات):** وتستخدم خلال التشكيل والإستخدام لتخفيض تكلفة المنتج النهائي ، وقد تكون الملينات خارجية تختلف بطبيعتها عن المادة البوليمرية ، أو داخلية بحيث تشكل جزء من تركيبة المادة البوليمرية.

ويجب أن تتمتع الملينات بمواصفات عدة ، منها : التلاؤم مع اللدائن ، والإستمرارية ، والدوام ، وعدم تغير خواصها إلى خواص غير صحية أو سمية ، وكذلك الميزات الفيزيائية والكيميائية مثل الرائحة ، وعدم وجود سمية ، ومناعتها للإحتراق ومقاومتها للبرودة الشديدة. وهناك أنواع عديدة من الملينات ، منها :

١- الفثالات (Phathalates) .

٢- مركبات الفوسفات (مثل فوسفات البوتيل) ، وتستخدم لزيادة مقاومة المنتج للماء والعوامل الطبيعية ، واللهب ، ودرجات الحرارة المنخفضة .

٣- المركبات الأديبياتية ، مثل أديبات البيوتيل والأوكتيل ، وسيباسات الأوكتيل ، وتستخدم لزيادة النعومة عند درجات الحرارة المنخفضة والمقاومة للماء والثبات للضوء والحرارة .

٤- استيرات الجليكول مثل ثلاثي إيثلين جليكول ، وتستخدم لزيادة المقاومة لدرجات الحرارة المنخفضة جداً .

- البولي استير وتستخدم كمثبت ضد الأكسدة إضافة إلى إضفاء خاصية المرونة ،

- استيرات البولي فينيل .

٥- الاستيرات .

وتجدر الإشارة هنا بأن إختيار الملينات يتم بناءً على الخاصية المرغوب فيها في المنتج النهائي ، وكذلك حسب التوافق مع المادة البوليمرية المستخدمة .

* **مواد الإضافة :** وهي مواد يتم إضافتها للمادة البوليمرية لحفظها خلال التصنيع والتخزين والإستخدام ، وذلك حسب الخصائص النهائية للمنتج المرغوب فيه ، والمناخ الذي ستستخدم فيه ، ومنها :

- مواد مضادة للأكسدة والأشعة فوق البنفسجية والحرارة ، ومنها مركبات الفينولات والمركبات الأمينية .

- مواد مضادة للكهربائية الساكنة بغرض تخفيف أثر التفريغ الكهربائي الساكن الملازم لعمليات تصنيع وتشكيل المواد البوليمرية ، والذي ينتج عنه إلتصاق الغبار الجوي بالمنتج النهائي ، ومنها أملاح رباعية الأمونيوم للحموض الدسمة .

- مواد ضامة وألياف تقوية تؤدي إلى الإرتباط بين المركبات العضوية واللاعضوية ، وتؤدي إلى تحسين مقاومة المنتج للشد وقابلية النفاذية للماء ، ومنها ألياف السيلان ، وألياف الفحم والزجاج التي تتمتع بخفة وزنها .

- معيقات الإشتعال وسريان اللهب اللذان يضافان في مرحلة تصنيع المادة الأساسية، أو في مرحلة التصنيع والتشكيل النهائي ، ويكتسب المنتج النهائي خاصية عدم سريان اللهب في جزيئاته القابلة للإلتهاب بإضافة الأحماض الهالوجينية ، مثل رباعي بروموالفثاليك ورباعي كلوروالفثاليك والكحولات المهلجنة أو الفوسفورية مثل ثنائي برومو البروبانول .

- عوامل الإرغاء وهي مركبات معدنية أو عضوية تستخدم في صناعة الأسفنج وتسمى هذه المركبات عوامل النفخ .

- المواد الحافظة وتستخدم لحماية المواد البوليمرية من البكتيريا أو الفطريات ، والتي قد تؤثر على الخصائص الميكانيكية والعزل الكهربائي والألوان للمنتج النهائي، ومنها ثالث ألكيل القصدير .

- المواد المزلقة التي تستخدم لتسهيل عملية إنزلاق المواد البوليمرية خلال أجهزة التصنيع والتشكيل المختلفة ، ومنها ما يستخدم داخل المنتج ، أو على سطح الآلات المستخدمة في التصنيع ، ومنها البارافينات وفوسفات الآليل .

- مواد لمنع الإلتصاق في تجويف القوالب وتوضع على سطح القوالب ، ومن ذلك سيليكونات فلورية .

● تحسين خواص المواد البوليمرية

يتم تحسين خصائص المواد البوليمرية بناءاً على متطلبات الاستخدام الفعلية من قوة وصلادة ومناعة لأشعة الشمس والحرارة والمواد الكيميائية . فعلى سبيل المثال يتطلب تصنيع المنتجات التي تستخدم في الأجواء المناخية الخارجية - المتعرضة لأشعة الشمس والحرارة- إضافة مضادات للأشعة فوق البنفسجية ، ومضادات الأكسدة ، بالإضافة إلى الملينات عند الضرورة ، كذلك يتطلب تصنيع المنتجات المستخدمة في صناعة عوازل الكابلات إضافة مضادات الأكسدة ، ومعيقات الأشتعال وسريان اللهب لإكسابها المناعة اللازمة ضد الحرارة والإحتراق ، بالإضافة إلى المواد المالئة التي تكسبها قوة وصلادة أفضل ، وتخفض في تكلفة الإنتاج . كما يتم إستخدام الصبغات ومواد الإخضاب لحماية المنتجات خلال عملية التشكيل ، ولزيادة مقاومتها للضوء ولإكسابها ألوان تجارية جذابة .

ومن الأساليب الحديثة لتحسين خصائص المواد البوليمرية - سواء البلاستيك أو المطاط - إستخدام الأشعاعات المؤينة في عمليات المعالجة بدلاً من المواد الكيميائية ، ويتم خلال هذه العمليات إكساب المنتجات البلاستيكية خصائص ميكانيكية ومقاومة للظروف البيئية من رطوبة وحرارة وأشعة فوق بنفسجية ، ويتم إستخدام هذا الأسلوب في عدد كبير من دول العالم المتقدمة مثل الولايات المتحدة الأمريكية وأوربا واليابان .

ويؤدي تعريض المواد البوليمرية للإشعاع بشكل عام إلى إيجاد روابط كيميائية بين جزئيات المادة ، مما يؤدي إلى زيادة الوزن الجزيئي ، ومن ثم تحسين الخصائص المختلفة ، وهذا ما يحدث لمادة البولي إيثلين ومطاط الستايرين بيتادين ، أو قد يؤدي إلى تفكك الروابط الكيميائية ، مما يؤدي إلى تخفيض في الوزن الجزيئي ، وهذا بدوره يقود إلى مركبات ناعمة جداً تدخل في صناعات الدهان ، كما في مادة التيفلون .

وتجدر الإشارة إلى أن أساليب تحسين الخصائص للمواد البوليمرية بأنواعها المختلفة متعددة جداً ، ويصعب حصرها في هذه السطور ، وقد يتم خلط أنواع مختلفة من المواد للحصول على خصائص مركبة

من مجموع خصائص هذه المواد ، أو يتم إضافة مادة مطاطية إلى مادة بلاستيكية لإكسابها صلادة فائقة أو غيرها ، علماً بأن تحسين بعض الخصائص عادة ما يكون على حساب خصائص أخرى ، وهنا يكون دور البحوث والتطوير في الوصول إلى صيغة مثالية غاية في الأهمية.

البوليمرات المعدلة

يقصد بالبوليمرات المعدلة هنا المواد البوليمرية المقواة بالألياف الزجاجية أو الكربونية أو غيرها ، وذلك بغرض إكسابها خصائص ميكانيكية وصلادة متميزة ، بالإضافة إلى خفة في الوزن دون المساس بخصائصها الكيميائية. وقد لاقت هذه المواد رواجاً كبيراً في صناعات الأنابيب، وخزانات المياه ، وكذلك في بعض التطبيقات العسكرية لأغلفة الصواريخ الباليستية ومجسمات طائرات الهيلوكوبتر . وتستعمل عادة الألياف بشكل خيوط مستمرة ، أو شعيرات ، أو كريات صغيرة تمزج مع المواد الخام بأساليب متعددة .

الخزف

يقصد بالخزف المواد السيراميكية ، وقد أشتقت كلمة سيراميك من كلمة كيراموس اليونانية ، والتي تعني مواد صنع الأواني ، وقد أستعمل السيراميك من قبل المصريين واليونانيين والرومان في العصور القديمة لصناعة الحلى واللوحات الكتابية ، وتم تأسيس أول مصنع للبورسلان الإنجليزي (Wedge wood) في إنجلترا عام ١٧٠٤م . وتنقسم المواد الخزفية إلى ثلاث مجموعات ، هي كالتالي :

- مواد ترابية (ذات مسامات) منها مواد للبناء مثل القرميد وأحواض الزهور .
- مواد ملينة (غير نفوذة) ، منها قطع غير شفافة مثل مواد البناء والمواد المنزلية ، وقطع شفافة ، ومنها كذلك مواد للبناء مثل البورسلان الكهربائي ومواد منزلية .
- مواد ذات مقاومة عالية للحرارة والكهرباء وتستخدم كعوازل للكهرباء أو في أفران صهر الفلزات وسبائكها .

● مواد صناعة الخزف

تعتمد صناعة الخزف على مواد أساسية ومواد إضافية لتحسين خصائصه ، وكلما زادت لزوجة هذه المواد ساعدت على التشكيل اليدوي ، ومن تلك المواد ما يلي :-

* **التون (الغضار)** : وتتشكل خاماته إما جيولوجياً مثل مجموعة الكاولينيت (سيليكات الألمنيوم) ، ومجموعة مونتمو ريلونيت (سيليكات الألمنيوم والمغنيسيوم) ومجموعة الجليمر (سيليكات الألمنيوم والبوتاسيوم) ، وإما كيميائياً ، مثل الكاؤولينيت والديكيت وبايدليت وبيروفيليت ، وتحضر بطريقة نول (Nool) ، ومثال ذلك ما يحضر بطريقة **آرون وسيجر** وبطريقة **كلاونروماتيكا** وطريقة **كيبلر** .
* **الرمل (أحجار الرمل ، كوارتز ، كوارتزيت)** : وتؤدي إضافته إلى الخزف إلى تحسين المقاومة الكيميائية ، وتحمل درجات الحرارة العالية (حتى ١٧٢٣م) ، وتقليص المسامية لمنع رشح السوائل وخاصة الماء .
* **إضافات أخرى** : وتؤدي إلى تحسين الخصائص المختلفة للخزف ، مثل سيليكات الزركونيوم والتي تستخدم في طلاء الخزف ، وكربيد السيليكيوم ، ويؤدي إلى تحسين مقاومة الخزف للحرارة العالية ، ومركبات التيتانيوم وتستخدم في تصنيع الخزف ذو العزل الكهربائي المرتفع .

● مراحل تصنيع الخزف

يتم تصنيع المنتجات الخزفية عبر مراحل تصنيعية علي النحو التالي :-

* **تحضير المواد الأولية ثم العجينة** : وتشمل عملية التكسير بإستخدام مكسرات فكية أو مخروطية للمواد القاسية ، مثل الكوارتز ، أو مكسرات جرانيتية ، أو نابذة للمواد اللينة ، بحيث تصل نعومة المواد إلى ٧مم ، ويعقب ذلك الطحن والتجفيف بالهواء. كما تشمل هذه المرحلة الغربلة بإستخدام مناخل مختلفة للوصول إلى درجة نعومة فائقة، كما يتم في هذه المرحلة مزج المواد الأولية بنسب مختلفة ، ومن ثم يضاف الماء والمواد المحرضة ، وهناك المزج الجاف ، أو نصف الجاف .
* **تحضير الهياكل** : ويتم في هذه المرحلة مزج العجينة في ثلاث حالات وهي عجينة قليلة الرطوبة تصنع بإستخدام المكابس الضاغطة الآلية ، وعجينة لزجة ويتم قولبتها على طاولة صغيرة دوارة باليد أو بإستخدام قوالب ومكابس خاصة في حالة الأنابيب ، وعجينة سائلة وتقولب بالصب وذلك مثل الصفائح السيراميكة .
* **التجفيف** : ويتم ذلك عبر ثلاث مراحل ، وهي إزالة الماء الموجود في المسامات لتحقيق فقد للماء يصل إلى (٦٪) ، وتستغرق هذه المرحلة ١٢ ساعة ، و من ثم متابعة إزالة الماء لتحقيق فقد للماء يوازي (٢٢٪) ، وتستغرق ٦٠ ساعة ، وإزالة الماء كلياً ، وتشكل المسام نهائياً ، وتنتهي بمرور ٥ أيام من التجفيف .
* **الحرق** : وتؤدي إلى التجفيف الكامل حتى تتحول المركبات إلى أجسام صلبة تقاوم الماء والمواد ، وتختلف درجة حرارة الحرق بإختلاف المادة السيراميكة ، ويتم ذلك بإستخدام أفران اللهب المباشر أو غير المباشر ، ولا يطرأ بعد الحرق أى تغير على عدد المسامات .

● أنواع الخزف

هناك ثلاثة أنواع من الخزف ، وهي :-

* **القرميد** : ويستخدم في البناء ويتميز بمقاومة الرشح والعوامل الجوية وتحمل الضغط .
* **البورسلان** : ومنه النوع القاسي ، ويتميز بكثافة عالية وشفافية ومقاومة للكهرباء ، ويعد أقسى من الفولاذ . وتستخدم بعض المواد المُحَسنة في تصنيعه ، مثل أكسيد المغنيسيوم فَيحول البورسلان إلى مادة شفافة ، وأكسيد الألمنيوم الذي يزيد من الناقلية الحرارية ، كما تستخدم بعض المواد الأخرى في تلوين البورسلان حسب ما هو موضح في الجدول (١) . وكذلك هناك البورسلان اللين ويختلف عن القاسي بإحتوائه على نسب منخفضة من ثنائي أكسيد السيكيلون ونسبة عالية من الفلدسبار ،

أكسيد	اللون الناتج
الكوبالت	الأزرق
النحاس	الأزرق المخضر
الكروم	الأخضر
المنجنيز	البني
الحديد	البني ، الأحمر ، الأصفر
اليورانيوم	الأسود

● جدول (١) مواد تلوين البورسلان .

Wondershare PDFelement

ويختلف كذلك في طرق تشكله وحرقه، ويتوازى مع القاسي في المقاومة الكيميائية والحرارية، ومن أهم أنواعه بورسلان العظام، والبورسلان الصيني، والياباني، وبورسلان سيجر.

* **الأحجار النارية:** وهي من نواتج الخزف ذات الحبيبات الكبيرة، وتتحمل درجة حرارة حتى ١٨٠٠م، وتستخدم في صناعات صهر المعادن وسبائكها والزجاج وتحضير الإسمنت، وهناك الأحجار النارية الطبيعية التي تصنع نتيجة المعالجة الميكانيكية للأحجار الطبيعية مثل حجر الرمل، وتحضر على شكل صفائح لتغليف أفران حرق الكلس والأسمنت من الداخل. وهناك الأحجار النارية الصناعية، مثل حجر السيليكا الذي يستخدم في تبطين أفران الحرق العامة لأنها تتحمل الحرارة العالية (١٦٠٠-١٨٠٠م)، وكذلك حجر الشاموت الذي يستخدم في تغليف الأفران العالية من الداخل، وفي مسخنات الهواء وسدادات فوهات بوتقات صهر الفلزات، وفي افران مصانع الأسمنت والكلس والزجاج. ومنها أيضاً الأحجار النارية القلوية المصنعة من أكسيد المغنيسيوم والدولوميت (كربونات المغنيسيوم والكلسيوم)، والأحجار النارية المعتدلة مثل أحجار الكروميت والزركونيوم والكروميت المغنيسية، وكذلك الأحجار النارية الكربونية، مثل أحجار الغرافيت، وتستخدم جميع هذه الأحجار في صناعات تتطلب درجات حرارة عالية ومقاومة ميكانيكية.

الزجاج

تشير الدلائل بأن قدماء المصريين استخدموا الزجاج منذ ١٦٠٠ سنة قبل الميلاد، حيث كانت صناعته مرتبطة بصناعة المعادن، كما إستخدمه الفينيقيون والرومان، وفي القرون الوسطى تم تصنيع أشكال ملونة ومختلفة من الزجاج، نتيجة للتحسين الذي طرأ على أفران صهر فقد ظهرت صناعات جديدة للزجاج، وذلك في مطلع القرن الثامن عشر والتاسع عشر، وفي أوائل القرن العشرين تمت ميكنة صناعة الزجاج بأشكال مختلفة.

ويطلق إسم الزجاج على المواد الشفافة عديمة الشكل، والتي تتشابه في تركيبها مع السوائل، وتعادل صلابتها صلابة الأجسام الصلبة في درجة الحرارة العادية، ويطلق إسم فيتروئيد (Vitroide) على المواد الزجاجية.

● مكونات الزجاج

يتكون الزجاج كيميائياً من مجموعة من السيليكات المعدنية المؤلفة من الأكاسيد المعدنية، والتي يمكن تصنيفها إلى أربع مجموعات رئيسة، هي:

١- مجموعة الأكاسيد الحامضية، مثل أكسيد السيليكون (SiO_2) وتشكل الشبكة الزجاجية.

٢- مجموعة الأكاسيد القلوية، مثل أكسيد الصوديوم (Na_2O) وتساعد على تخفيض درجة حرارة الصهر.

٣- مجموعة الأكاسيد القلوية الترابية، مثل أكسيد الكالسيوم (CaO) وتساهم في التصلب المبكر، إضافة إلى تحسين عامل المتانة وتثبيت الزجاج.

٤- مجموعة المواد الإضافية التي تحسن نوعية الزجاج، مثل أكسيد الألمنيوم (Al_2O_3).

● خواص الزجاج

يمتلك الزجاج عدة خواص تميزه عن بقية المواد، وهي كالتالي:-

* **الكثافة والتمدد الحراري:** حيث تتغير الكثافة بتغيير المكونات - تتراوح ما بين ٢ الى ١٢,٢ جرام/سم٣ - للزجاج الصلب وعند تسخينه يتمدد قليلاً، وتنقص كثافته، ولا سيما عند الوصول لدرجة الليونة. أما التمدد الحراري فيرتبط بمكونات الزجاج الأساسية، فالأكاسيد القلوية ترفع من قيمة التمدد الحراري، ويؤدي كل من أكسيد البور (B_2O_3) والكلس وأكسيد التيتانيوم إلى تخفيض التمدد الحراري.

* **الحرارة النوعية والناقلية الحرارية:** وتختلف بإختلاف التركيب الكيميائي للزجاج وتتراوح ما بين ٠,٦ إلى ٠,٢٩ كلفن/سم، وتزداد بإزدياد الحرارة. وتؤدي الأكاسيد الثقيلة إلى إنخفاض الحرارة النوعية، كما تؤدي الأكاسيد القلوية إلى إرتفاعها. أما الناقلية الحرارية فتنخفض في درجات الحرارة العادية، وتختلف بإختلاف التركيب الكيميائي، وتتراوح ما بين ٠,٠٧ إلى ١,٢ كيلو حريرة/متر.ساعة. درجة مئوية.

* **الخصائص الميكانيكية:** حيث يعد الزجاج جسم هش سريع التحطم، ولا يغير شكله عند الضغط أو الصدمة كالفلزات، ويتميز بالمتانة عند السحب والضغط، وتتراوح عند السحب بين ٥ الى ١٤ كجم/مم٢، وتتأثر بالسطح الخارجي، مثل وجود فقاعات أو إنقطاعات. وتتراوح المتانة عند الضغط مابين ٦٠ الى ١٢٠ كجم/مم٢ وتصل إلى ٢٣٠ كجم/مم٢ في زجاج الكوارتز، وتتأثر بالتركيب الكيميائي، وتزداد في وجود أكاسيد الكالسيوم والرصاص والمغنيسيوم والألمنيوم. كما تتراوح قساوة الزجاج ما بين ٥ الى ٧ وفق جدول «موس».

* **الخصائص الضوئية والكهربائية:** حيث يتميز الزجاج بشدة نثره وبعثرته للضوء، ويعود ذلك إلى بنيته الفراغية (البنية الشبكية)، ويمتاز الصلب والجاف منه بعزله الجيد. وتقل مقاومته الكهربائية عند تغطية سطحه ببخار الماء، ولا سيما في الزجاج القلوي، الذي يمكن أن ينقل التيار الكهربائي.

أما الناقلية الكهربائية فتزداد عند رفع درجة الحرارة، حيث تصل عند درجات الحرارة العالية إلى ٨ أوم. سم، ويؤدي وجود شوارد الصوديوم على سطح الزجاج إلى النقل الكهربائي، لذا تزداد الناقلية الكهربائية له بإزدياد نسبة أكسيد الصوديوم فيه.

* **الخصائص الكيميائية:** حيث يقاوم الزجاج بشكل عام المحاليل الكيميائية عدا حامض فلور الماء والمُصَهرات القلوية التي تذيبه بسهوله. ويؤثر الماءَ على الزجاج بعد تعرضه لفترة طويلة، وخاصة في أنواع الزجاج التي يحوي كمية كبيرة من أكسيدي الصوديوم والكالسيوم، بينما لا تتأثر الأنواع التي تحوي أكسيدي البور والسيليسيوم، وكذلك زجاج الكوارتز. كما يزداد تأثر الزجاج بالأحماض عند إرتفاع درجة الحرارة، كما توثر القلويات في الزجاج عند درجات الحرارة العالية، ويمكن ربط الثبات الكيميائي للزجاج بشكل عام بكمية أكسيد السيليكون الذي يزيد الثبات الكيميائي بعكس القلويات التي تقلله.

* **خاصية الليونة:** وهي درجة الحرارة

الفيزياء المسلية
It's a book of Yacov Perelman

التي يبدأ عندها الهيكل الزجاجي يتحطم، أو يتغير شكله، وتتراوح ما بين ٦٠٠الى٩٠٠م، وتصل إلى ١٥٥٠م لزجاج الكوارتز. وترتبط درجة الليونة بالتركيب الكيميائي، وتنقسم المواد الأولية إلى قسمين:

(أ) مواد رافعه لدرجة الليونة، مثل الألومينا وأكسيد السيليكون ($Al_2O_3 . SiO_2$).

(ب) مواد خافضة لدرجة الليونة، مثل (Na_2O , K_2O, Li_2O).

● التركيب الكيميائي

يلعب التركيب الكيميائي للزجاج دوراً مهماً في تحسين خصائصه، وعليه سيتم إستعراض بعض مكونات الزجاج الأساسية والثانوية، وتأثيرها على خصائصه المختلفة، وهي كالتالي:

* **المواد الأساسية:** وتشمل ما يلي:-

- **الأكاسيد الحامضية، وهي:-**

١- الرمل (أكسيد السيليكون) (SiO_2): ويعد المادة الأساسية في صناعة الزجاج، ويستخدم على شكل رمل، ويدخل رمل الكوارتز بنسبة ٢٪ لتحضير زجاج الكوارتز فقط، ويشترط بأن يحوي الرمل المستخدم على نسبة عالية من أكسيد السيليكون، وأن لا يحتوي على شوائب، ولا سيما الملونة، مثل مركبات الحديد. كما تحدد نسبة ثاني أكسيد السيليكون نوعية الزجاج المنتج، وذلك حسب الجدول (٢). ويؤدي إزدياد نسبة ثاني أكسيد السيليكون إلى إرتفاع درجة الحرارة اللازمة لصهر الزجاج، وكذلك زيادة لزوجته، ومقاومته الكيميائية، وتناقص في معامل التمدد الطولي، كما يؤدي نقصانه إلى إزدياد قابليته للكسر، أو نقصان المقاومة الميكانيكية.

٢- حامض البوريك (H_3BO_3) والبوراكس: يستخدم حامض البور أو البوراكس بنوعيه الصناعي (Na_2B_4O) و الطبيعي (راسوريت أو باندرميت) في صناعة الزجاج، ويؤدي إلى تحسين درجة الصهر ودرجة الصب والليونة (يستخدم في صناعة الألياف الزجاجية) والمقاومة الحرارية، والتوتر السطحي، والمقاومة الكيميائية. لذلك تستخدم مركبات البور في صناعة الأدوات المخبرية والمنتجات التي تتحمل الحرارة نتيجة إنخفاض معامل التمدد الحراري.

الدرجة	نوعية الزجاج المصنع	المكونات (٪)			
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO MgO
الأولى	شفاف، أبيض، كريستال، عدسات، مرايا	٩٩,٦	٠,٥	٠,٠٢	٠,١
الثانية	الأواني، القوارير، ألواح تجارية، الأبيض الإقتصادي	٩٨,٥	٠,٥	,٠٣٥	٠,٢
الثالث	المسلح، نصف الأبيض	٩٨,٥	٠,٥	٠,٠٦	٠,٥
الرابعة	الملون	٩٣	٠,٥	٠,٣	٠,٥

● جدول (٢) أنواع مختلفة من الزجاج ونسب المكونات الداخلة في تصنيعه.

٣- حامض الفوسفور ومركبات الفوسفات: يستخدم حامض الفوسفور أو مركباته، مثل (فوسفات الباريوم أو فوسفات الصوديوم) بكميات قليلة في صناعة الزجاج المقاوم لحامض الفلور (خاص بالأبحاث الذرية)، وكذلك في صناعة الأجهزة الضوئية لأنه يحقق درجة متوسطة لتشتت الضوء، كما يستخدم لصنع الأجهزة الزجاجية التي تسمح بمرور الأشعة فوق البنفسجية، أولصنع الزجاج الحليبي (غير الشفاف) بغية حجب الرؤية، ولكن لا يبدي هذا النوع من الزجاج مقاومة كيميائية، وكذلك لا يستخدم في الأدوات المخبرية.

- **الأكاسيد القلوية والقلوية الترابية،** ومنها:-

١- كربونات الصوديوم وكبريتاته ونتراته: وتستخدم كمصادر لأكسيد الصوديوم الذي يدخل في صناعة الزجاج، ويؤدي إلى انخفاض درجة الإنصهار (مادة صاهرة)، ويساعد في تشكيل الزجاج.

٢- كربونات البوتاسيوم ونتراته: وتستخدم لتأمين الجو المؤكسد في صناعة الزجاج، وذلك بتوفير مصدر لأكسيد البوتاسيوم، ويؤدي إلى تحسين لزوجة الزجاج، وبريقه، وقدرته على النقل الكهربائي (الكريستال المستخدم لاغراض الزينة).

٣- مركبات الليثيوم: وتستخدم كبديل لأكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم في صناعة الزجاج، ويؤدي إلى تحسين صهر الزجاج، حيث يقلل من درجة اللزوجة، ويزيد من القدرة على النقل الكهربائي.

٤- الكلس والدولوميت: يؤدي إستخدام الكلس إلى تصلب الزجاج، ويجب أن يكون خالياً من الشوائب التي قد تؤثر على خصائص الزجاج. ويستخدم الدولوميت كمصدر لأكسيد الكالسيوم وأكسيد المغنيسيوم، والذي يسهل من تشكيل الزجاج في القوالب.

٥- كربونات الباريوم الصناعية: وتستخدم كمصدر لأكسيد الباريوم، وتؤدي إلى تحسين خاصية إنكسار الضوء في الزجاج، وبريقه، وسهولة صهره وتصنيعه، وزيادة وزنه النوعي. كما يستخدم للتخلص من الفقاعات الغازية فيه.

٦- أكسيد الألمنيوم: ويستخدم بأشكاله المختلفة، مثل النقي، والفلدشبات، والكاؤولين، والتراخيت، ويؤدي إلى زيادة اللزوجة والمقاومة الكيميائية والميكانيكية، مثل زيادة تحمل الضغط لقوارير المياه المعدنية.

* **المواد الثانوية:** وتستخدم لتحسين نوعية الزجاج، أو لتحضير زجاج وفق مواصفات معينة كالمقاومة الكيميائية، والحرارية، واللزوجة، واللون، وسرعة الإنصهار. ومن أهم المواد الإضافية: كلوريد الصوديوم، وأكسيد الخارصين، ومركبات الكروم (اللون الأخضر)، ومركبات الكوبالت (اللون الأرزق)، وأكسيد الرصاص لتحسين معامل (قرينة) الإنكسار.

* **كسارة الزجاج:** وتستخدم لتحسين الإنصهار والتجانس، وذلك عندما تضاف قبل التغذية، ولتخفيض تكلفة الإنتاج.

الحركة إلى خارج المربعات من الأعلى ، وبالتالي يجب الإنتقال إلى الصف الأفقي السفلي ووضع الرقم (٩) في المربع الأيمن منه ، كذلك بالنسبة للرقم (١٠) فإن الحركة ستشير إلى خارج المربعات من اليمين ، وبالتالي يجب الإنتقال إلى اليسار ، ووضع الرقم (١٠) في المربع الأول من اليسار من الصف الثاني من الأسفل ، وعندما تأتي إلى الرقم (١١) فإن الموقع الطبيعي حسب الحركة المعتادة سيكون مشغولاً بالرقم (٦) ، لذا ضعه في المربع الذي يقع مباشرة تحت المربع الذي وضعت فيه الرقم (١٠) ، الشكل (د) .

		١	٨	
	٥	٧		
٤	٦			
١٠				٣
١١			٢	٩

● شكل (د) .

٧- إستمر بنفس الخطوات حتى تملأ جميع المربعات الشكل (هـ) .

وعندما تكتمل المربعات فإن مجموع كل صف سواءً أفقياً ، أو رأسياً ، أو قطرياً سيكون ٦٥ .

١٧	٢٤	١	٨	١٥
٢٣	٥	٧	١٤	١٦
٤	٦	١٣	٢٠	٢٢
١٠	١٢	١٩	٢١	٣
١١	١٨	٢٥	٢	٩

● شكل (هـ) .

أعزاءنا القراء

تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسابقة **العدد السادس والأربعين « الشكل ذو الخمسة والعشرون مربعاً »** ، وقد تم استبعاد جميع الحلول التي لم تستوف شروط المسابقة ، وكذلك الرسائل التي وصلت متأخرة عن الموعد المحدد . وبعد فرز الحلول وإجراء القرعة على الحلول الصحيحة فاز كل من : -

١- سلمان علي محمد العليوي - الأحساء

٢- عبد المنعم عبدالله الدهان - القطيف

٣- ماجد أحمد عبده طوهري - جيزان

ويسعدنا أن نقدم للفائزين هدايا قيمة ، سيتم إرسالها لهم على عناوينهم ، كما نتمنى لمن لم يحالفهم الحظ ، حظاً وافراً في مسابقات الأعداد القادمة .

كيف تعمل الأشياء

أجهزة الليزر

٩- الليزر في الألياف البصرية

إعداد : د. عطية بن علي العامدي

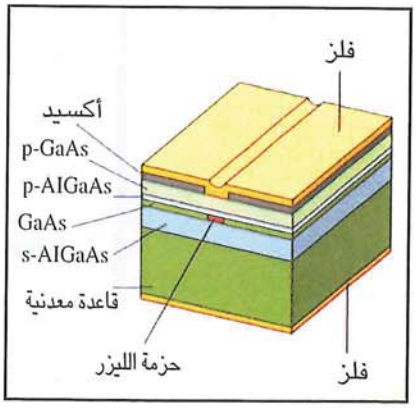
بعد مرور حوالي سنتين من إختراع ليزر الغازات عام ١٩٦٢م، أمكن إختراع ليزر أشباه الموصلات، شكل (١)، ولم يكن من المنظور آنذاك أن يقود هذا الاختراع إلى ولوج عالم جديد من أجهزة الإتصالات التي يمكنها أن ترسل البيانات والمحادثات الهاتفية على شكل نبضات ضوئية - بدلاً من تيارات كهربائية - وبالتالي إنجاز الأعمال بسرعة تصل سرعة الضوء.

وقد تحقق هذا الإنجاز بشكل عملي بإنتشار أنظمة الألياف البصرية التي تستخدم ليزر أشباه الموصلات لتوليد النبضات الضوئية، حيث أن ليزر الغازات لا يستطيع تأدية هذه الوظيفة بكفاءه مناسبة.

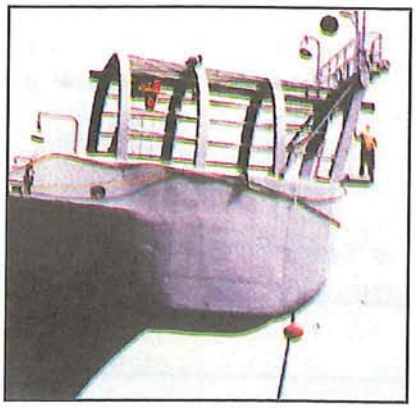
يبلغ القطر الخارجي لليف البصري المفرد حوالى ١٢٠ ميكروماتراً (قطر شعرة الإنسان تقريباً)، وهو قد يمتد إلى عشرات الكيلومترات، ويصنع من مادة الكوارتز النقى لخاصيتها الممتازة في الحفاظ على الضوء دون تغيير ولمسافات طويلة قد تصل أكثر من ٢٠٠ كيلومتر، ليتم إستشعاره من الطرف الآخر من الليف البصري، وعليه فإن أنظمة الإتصالات البصرية تعد عملية جداً للإتصالات عبر المحيطات، شكل (٢)، فضلاً عن المسافات القصيره والطويلة داخل القارات.

ينتقل الضوء خلال ليف بصري مفرد (Single Mode Fibre)، شكل (٣)، له لب مركزي بمقاس ٧ ميكرومترات. يحقن الليف البصري بتوجيه حزمة ضوئية على أحد طرفي اللب المذكور ليتم حبس الضوء داخل حيز ضيق -٧ميكرومترات- و إلتقاطه من الجانب الآخر من الليف البصري. ولا تتحقق تلك الشروط إلا بإستخدام ليزر في حجم حبة الملح أو أصغر، أي ليزر أشباه الموصلات.

عليه تعد الألياف البصرية أهم تطبيق تقني لاشباه الموصلات والتي سوف تشكل التصنيع الأساس لتقنية المعلومات في السنوات المقبله، و باستخدام التقنية الجديدة يمكن نقل البيانات والصور والصوت بسرعات عالية باستخدام أجهزة الليزر التي تتكون من ثلاثة أجزاء هي الليزر، ومستشعرات الضوء والألياف البصرية.



● شكل (١) ليزر أشباه الموصلات الحديث المستخدم في الإتصالات عبر الألياف البصرية.



● شكل (٢) باخرة تستخدم الألياف البصرية للإتصالات عبر المحيطات.

طريقة العمل

للاتصال بين جهتين يلزم وجود ليزر مرسل من مكان الإرسال ومستقبل ضوئي للجهة المستقبله، بالاضافة إلى ليف بصري موصل بين الجهتين.

يتم إرسال المعلومات رقمياً على شكل نبضات ليزرية متدفقة

● شكل (٣) مقطع عرضي لليف بصري مفرد حيث يوجّه ضوء الليزر من خلال اللب .

ومولدة بواسطة الليزر ، وتعبر النبضات المذكورة من خلال الليف البصري ليتم قراءتها عن طريق الكاشف الضوئي (المستشعر) في النهاية الأخرى ،يجب أن تتحول البيانات المرسلة إلى رسالة رمزية رقمية (Digital Number) بواسطة إحدى الطرق المتعددة لتحويل الرموز والتي من بينها تفسير كل نبضة ليزرية على أساس (BIT) مفردة من المعلومات الثنائية (Binary 1) ، أما عدم وجود نبضة ليزرية فتمثل إما بعدم وجود ضوء أو وجود ضوء لكن بخلفية ذات مستويات منخفضة تصل المستشعر الضوئي وتفسر على أنها ثنائية صفر (٠) (Binary 0) .

ويمكن تدفق النبضات الضوئية بسرعات عالية جداً ولأماكن بعيدة ، وعليه فهناك مجال كبير لارسال المعلومات كبيرة بواسطة أنظمة الألياف البصرية تفوق ٤٥ مليون نبضة (Bits) لكل ثانية، بل توجد أنظمة يتم اختيارها حالياً تعمل بسرعات عالية تصل إلى أكثر من جيجا بيت (10^9 Bits - Giga bits) ، هناك محاولات لتطوير أنظمة الأطوال الموجية المتعددة لسرعات تصل ، وذلك عن طريق ازدواج الضوء بأطوال موجية مختلفة من عدة ليزرات على نفس الليف البصري ، ورغم انتقال هذه الأطوال الموجيه المختلفة مع بعضها إلا أنها لاتتداخل بعضها مع بعض ، ويوجد الآن نموذجاً لشريحة موضوعة في علبة صغيرة جداً تحتوي على ٤٠ ليزراً بأطوال مختلفة .

ومما سبق يمكن إدراك ما وصلت اليه تقنية الألياف البصرية من تقدم مذهل بفضل إستخدام ليزر أشباه الموصلات ، ومن الأمثلة على ذلك دعنا ننظر إلى السرعة التي يمكن بها طباعة كتاب به ٦٠٠ صفحة ،ولكل صفحة ٧٠ سطراً ، ولكل سطر مائة حرف ،سوف يعطينا ٦٠٠x٧٠x١٠٠=٤,٢٠٠,٠٠٠ حرف.

يمكن طباعة هذه الحروف بإستخدام مفاتيح الحاسب الآلي و حفظها رقمياً بواقع ٨ نبضات لكل حرف (8 Bits) في الرموز والشفرات المعتادة (ASC11 Code) ، ولذلك سيكون لدينا :

٨ x ٤٢٠٠٠٠٠ = ٣٣,٦٠٠٠٠٠ بايت (Bits)

يتم تخزينها إلكترونياً كملف في مكان معين من الشبكة لتكون جاهزة للإرسال والإستقبال في أقل من ثانية.

ينجم عن طول المسافة بين المرسل والمستقبل فقدان لبعض الطاقة الضوئية المرسلة بواسطة الألياف البصرية ، وذلك نتيجة للإمتصاص والتشتت . عليه فإن الإشارة الضوئية سوف تصبح خفيفة بالقدر الذي لا يستطيع المستشعر قراءتها ، وللتغلب على هذه المشكلة توجد فواصل في الليف البصري بأبعاد تصل إلى عشرات الكيلومترات ، وعند كل فاصل يوجد مضخم للإشارات الضوئية يسمى المكرر (Repeater)،وهو عبارة عن نظام ضوئي يعمل على إعادة تشكيل الإشارات وتضخيمها لطول الليف البصري التالي حتي تصل إلى الفاصل التالي ، وهكذا .

يعمل جهاز المكرر بطول موجي ١٣٠٠ نانومتر ،ويتألف من مستشعر ضوئي و مضخم إلكتروني وليزر أشباه الموصلات .

تتحول الإشارة الضوئية المرسلة إلى إشارة إلكترونية ليتم تضخيمها ثم إرسالها إلى الليف البصري التالي .

وهناك نوع من المكررات تم تطويره حالياً يعمل مع أنظمة الألياف البصرية عند الطول الموجي ١٥٥٠ نانومتراً. وهذا النوع من المكررات يمكنه أن يعمل مباشرة كمضخم ضوئي ، وهو مكون من ليف بطول ١٠ أمتار ومطّعم بعدد من ذرات عنصر الإربيوم (Iribium) على مسافات متساوية لتعمل على إحداث عملية الإنبعاث الحثي (Stimulated Emission) وبالتالي يتم تضخيم الضوء دون الحاجة إلى تحويله الى إشارة إلكترونية .

يتم تركيب هذا النوع من المضخمات في أنظمة الإتصالات البصرية سواء كان على الأرض أو تحت البحر ، شكل (٤) .

● شكل (٤) جهاز المكرر (Repeater) المطلوب لتضخيم الإشارة الضوئية المنبعثة عبر الألياف البصرية.

Wondershare PDFelement

تحسين الخصائص الميكانيكية والمناعة للعوامل البيئية للمطاط الصناعي والطبيعي باستخدام الأشعة المؤينة

قامت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بتدعيم مشروع بحثي بعنوان « تحسين الخصائص الميكانيكية والمناعة للعوامل البيئية للمطاط الصناعي (الستايرين بيتا دائين ، والايثيلين بروبلين مونمر ، والنيتريل)، والمطاط الطبيعي باستخدام الأشعة المؤينة » .

تم إنجاز البحث بمعهد بحوث الطاقة الذرية بالمدينة ، في الفترة من ١٤١٦هـ إلى ١٤١٩هـ.وكان الباحث الرئيس للمشروع الدكتور أحمد علي بصفر .

• أهداف البحث

تتلخص أهداف البحث في ثلاثة عناصر رئيسية هي كالتالي :-

١- إعداد قاعدة معلومات للخصائص الميكانيكية والمناعة للظروف البيئية لأنواع المطاط الأربعة تحت الدراسة بإستخدام أساليب المعالجة التقليدية بالكبريت والبيروكسيد إضافة إلى المعالجة بالإشعاع .

٢- إبراز مميزات المعالجة بالإشعاع - مقارنة بالطرق التقليدية الأخرى - في خطوة لإقناع القائمين على صناعة المطاط في المملكة بجدوى المعالجة بالإشعاع ، ومن ثم نقل وتوطين هذه التقنية .

٣- إيجاد تطبيقات جديدة لمنتجات المطاط الصناعي والطبيعي المستخدمة في المملكة وتوفير الدعم العلمي والفني للصناعات السعودية في هذا المجال .

• خطوات البحث

لتحقيق الأهداف المرجوة من الدراسة تم إجراء الخطوات التالية :-

١- إجراء تغييرات في صيغة خلط المركبات المطاطية المعنية للوصول للصيغة والظروف المثالية للمعالجة بالإشعاع ، وذلك بإستخدام بعض المحفزات الكيميائية ، ونوعين من المواد المالئة ، إضافة إلى المواد المضادة للأكسدة ، وغاز الأوزون ، والملينات .

٢- تعريض الصيغات المثالية المطورة لجرعات متزايدة من الإشعاع لإيجاد مستويات معالجة مختلفة .

٣- دراسة الخصائص الميكانيكية والمناعة للظروف البيئية للمركبات المطاطية التي تم تعريضها للأشعة المؤينة ، وإجراء مقارنة بالخصائص الناتجة عن المعالجة الكيميائية التقليدية بكل من الكبريت والبيروكسيد .

٤- دراسة الخصائص الحرارية للمركبات المطاطية المطورة بالإشعاع ومقارنتها بنظيراتها المعالجة بالطرق الكيميائية .

٥- إبراز مميزات المعالجة بالإشعاع على المعالجة التقليدية من ناحية الخصائص الميكانيكية والمناعة للعوامل البيئية ، وعرض النتائج على المسؤولين عن صناعات المطاط الوطنية .

• النتائج

تمثلت أهم نتائج البحث في الآتي :-

١- إجراء مسح أدبي شامل ودقيق لتوفير المعلومات حول ما تم إنجازه في موضوع البحث في معالجة الأنواع المختلفة من المطاط سواء بالطرق التقليدية أو بإستخدام تقنية الإشعاع لتحسين خصائصها الميكانيكية والفيزيائية وزيادة مقاومتها للظروف البيئية .

٢- عمل قاعدة معلومات وتوصيف كامل لأنواع المطاط المستخدم في المشروع البحثي بإستخدام أجهزة التحليل الحراري ، والأشعة دون الحمراء ، والميكروسكوب الإلكتروني ، وأجهزة قياس الخصائص الميكانيكية ، بالإضافة إلى تأثير الحرارة والظروف البيئية المختلفة على الخصائص الميكانيكية والفيزيائية ذات الأهمية لإستخدامات المطاط .

٣- أدى إستخدام مركبات البيروكسيد في معالجة الأنواع المختلفة من المطاط بدلاً من الكبريت إلى تحسين طفيف في خصائصها الميكانيكية ومقاومتها للحرارة .

٤- أدى إستخدام تقنية الإشعاع إلى تحسن كبير وملحوظ في الخصائص الميكانيكية والفيزيائية لأنواع المطاط المختلفة (بإستثناء المطاط الطبيعي الذي أعطى نتائج متقاربة لمثيله الصناعي عند معالجته بالكبريت) ، بالإضافة إلى تحسين ملحوظ في الثبات الحراري ، والتعمير ، ومقاومة أنواع من المطاط للظروف البيئية المختلفة .

• التوصيات

يوصى الفريق البحثي بإستخدام تقنية الإشعاع في معالجة المنتجات المصنعة من المطاط ومركباته للأسباب الآتية :-

١- مقارنة بخلطات المطاط التي تعالج بالطرق التقليدية سواء بإستخدام مركبات الكبريت أو البيروكسيد مع عديد من المركبات الأخرى عند درجات حرارة عالية تتروح بين ١٤٠-١٨٠م فإن مركبات المطاط المعالجه بتقنية الإشعاع يستخدم فيها عدد قليل من المركبات الكيميائية بالإضافة إلى أن أتمام العملية في درجة الحرارة العادية (حوالي ٣٠م) .

٢- تعد تقنية الاشعاع تقنية نظيفة لأنه لاينتج عنها انبعاث غازات سامة أو مسرطنة .

٣- توفير في الطاقة في حالة تقنية الإشعاع حيث لا يلزم فلكنة المطاط عند درجات الحرارة العالية لفترة طويلة (٣٠ - ٦٠ دقيقة) كما في الطرق التقليدية .

٤- امكانية معالجة المنتجات ذات السماكة الكبيرة بكفاءة عالية مقارنة بالطرق التقليدية .

٥- تظهر المنتجات المطاطية المعالجة بتقنية الإشعاع مقاومة أكثر للظروف البيئية المختلفة ، كما أن لها خصائص ميكانيكية وفيزيائية ممتازة .

أقدم إصابة بالدرن

يعد مرض الدرن ـ المعروف أيضاً بالسل الرئوي ـ من أصعب الأمراض التي يمكن تعقب تاريخها الطويل بالطرق المعروفة لدى علماء الأمراض ، غير أن دراسة حديثة أظهرت إمكانية معرفة تاريخ هذا المرض ، حيث أمكن اكتشاف أول حالة عمرها ثلاثة آلاف عام .

كانت البداية عام ١٩٩٤م عندما أفلح **آرثر أوفدرهيد (Arthur Aufderheide)** ومجموعته من جامعة مينسوتا بمدينة دولث (Duluth) بالولايات المتحدة في معرفة وتعيين آثار لحامض نووي منقوص الأكسجين ينتمي إلى بكتيريا الدرن (Mycobacterium Tuberclosis) ، تم استخلاصه من مومياء بيروفية يرجع عمرها إلى ألف عام تقريباً ، وذلك باستخدام تقنية جديدة لعلم الأحياء الجزيئية.

في الوقت الحاضر تمكن العالم **أندريس نرليخ (Andreas G. Nerlich)** ، ومجموعته بالمانيا ـ جامعة ماكسميلان ميونخ ـ من معرفة دلائل لوجود الدرن المذكور في مومياء مصرية عمرها حوالي ثلاثة آلاف عام . ويذكر العالم **نرليخ** أن هذه أقدم حالة للاصابة بالدرن في التاريخ مجلة لانسنج ، ٨ نوفمبر ١٩٩٧م) ، ويضيف أن الفحص الليكروبي لومياء عمرها ثلاثة آلاف عام ـ كانت مغطاة بقماش موجودة في مقبرة بمدينة الغربية القديمة الواقعة على ضفة النيل بمصر ـ أظهر وجود إصابة بالدرن في الرئة اليمنى .

وحتى يتأكد الفريق من صحة تشخيص المذكور فقد قام بأخذ عينة من نسيج الرئة المذكورة استخلص منها الحامض النووي منقوص الاكسجين (DNA) ، ومن ثم فحصه للتأكد من وجود امتداد (Stretch) خاص بسببه وجود أحياء دقيقة ، منها بكتيريا الدرن (M. Tuberclosis) ، وهو ما يعرف بالحامض النووي المستهدف (Target DNA) .

وقد أشارت التحاليل وجود تطابق بين الحامض المستهدف المذكور الموجود في الرئة اليمنى للمومياء ، والحامض النووي لبكتيريا الدرن (M. Tuberclosis DNA) ، ولمزيد من التأكيد على عدم وجود تلوث بالرئة اليمنى للمومياء ـ قد يضلل النتيجة ـ قام الفريق المذكور بالبحث عن الحامض النووي المستهدف في الرئة اليسرى للمومياء ، وفي رئات أشخاص أصحاء ، حيث ثبت لديهم عدم وجود أي آثار لوجود بكتيريا الدرن سواءً للرئة اليسرى للمومياء أو رئات الأشخاص الأصحاء .

وينوي **نرليخ** ومجموعته إجراء المزيد من الدراسات حول معدل انتشار مرض الدرن في مقابر قدماء المصريين ، حيث أفادت فحوصاتهم وجود خمس إصابات أخرى للدرن في مقبرة طيبة المذكورة .

المصدر :

Science News, Vol 153, Jan 1998, P74

علاقة ضغط الدم بالدماغ

أشارت دراسة حديثة أجريت بالمعهد الوطني للشيخوخة (National Institute on Aging) بمريلاند أن الأشخاص ذوي ضغط الدم العالي المزمن ـ خاصة الكبار منهم ـ يشكون من فقدان بعض انسجة الدماغ المسؤولة عن الذاكرة والنطق .

إضافة لذلك ، أشارت دراسة أخرى أن هناك علاقة قوية بين عدد السنين التي مضت بعد ظهور ضغط الدم عند بعض الأفراد وكمية المادة الدماغية (Brain matter) لديهم .

قام الباحثون بالمعهد الوطني للشيخوخة باستخدام التصوير بالرنين المغناطيسي وبعض الفحوصات الأخرى لاختبار القدرات العقلية لتسعة عشر رجلاً وثمان نساء يشكون من ضغط الدم العالي ـ ولكنهم لم يصابوا بنوبه قلبية ويأخذون الأدوية ـ لحوالي عقدين من الزمان ، وتمت مقارنة هولاء بعشرين من الأشخاص الأصحاء .

من جانب آخر أظهرت دراسة سابقة لهذه الدراسة أن فقدان الأنسجة الدماغية ـ بشكل عام ـ يمكن أن يكون بسبب ضغط الدم العالي وعوامل التقدم في السن ، ولكن الجديد في هذه الدراسة أن الاشخاص ذوي الضغط المرتفع ـ رغم تناولهم أدوية ضغط الدم ـ لديهم فقد كبير في مادة فصوص الصدغ ومؤخرة الدماغ (Temporal and occipital Lobes) مقارنة بالاشخاص الأصحاء .

الجدير بالذكر أن الأماكن المذكورة من الدماغ تلعب دوراً رئيساً في عملية الذاكرة والنطق .

أظهرت اختبارات حدة الذكاء على الأشخاص الخاضعين للتجربة المذكورة أنه بالرغم من أنهم ـ بشكل عام ـ متوسطي الذكاء مقارنة بمن هم في سنهم إلا أن الأشخاص الذين يعانون من ضغط الدم كانوا الأكثر نسياناً . ويبدو أن ارتفاع الضغط يزيد من معاناة تقدم العمر في تدهور الذاكرة والنطق . حيث أن الأشخاص الأكبر سناً في مجموعة الدراسة (عمر ٧٠ إلى ٨٤ سنة) من مرضى ضغط الدم هم الأكثر فقداناً لأنسجة الدماغ مقارنة بالمجموعة التي هي أصغر سناً (عمر ٥٦ إلى ٦٩ سنة) أو الأشخاص الأصحاء في كلتا المجموعتين . وفضلاً عن ذلك فإن المجموعة الأكبر سناً والمريضة بضغط الدم كانت الأقل ذكاء في مجموعة الدراسة .

ويذكر **جين الاكساندر (Gene E Alexander)** رئيس الفريق البحثي بالمعهد الوطني للشيخوخة أنه من المهم جداً معرفة كيف يؤثر ضغط الدم العالي على الدماغ من أجل تفادي فقدان الأنسجة الهامة في الدماغ وبالتالي تحسين حياة المسنين .

وفي دراسة أخرى تم الكشف عنها في الإجتماع السنوي للأكاديمية الأمريكية للمخ والأعصاب في أبريل ١٩٩٧ بيوستن . يذكر الباحثون أن دراسة ١٦٦رجلاً من التوائم في عمر ٦٨ إلى ٧٨ سنة أظهرت أن الاشخاص الذين يعانون من ضغط الدم لأكثر من ٢٥ عاماً فقدوا أكبر كمية من أنسجة الدماغ مقارنة بالأشخاص الذين تعرضوا لضغط الدم لفترة أقل رغم أن كلا المجموعتين كانو يأخذون أدوية ضغط الدم .

المصدر :

Science News, Vol 152, July 1997, p22 1997 P337

ميثان في قاع المحيط

يمكن للضغط العالي وانخفاض درجة الحرارة في قاع المحيط أن يتسببا في حجز غاز الميثان داخل جزيئات الماء مكونة مادة بيضاء ثلجية تسمى هيدرات الميثان ، وتمثل رواسب الميثان تلك والمندسة تحت قاع المحيط بقايا مصادر الوقود الأحفوري المعروفة .

وبالرغم من الأهمية الاقتصادية لهذه الجزيئات فإن علماء المحيطات لايعرفون الكثير عن هيدرات الميثان وكيفية تواجدها في أعماق المحيطات والبحار .

ومن أجل كشف النقاب عن أسرار هذه الهيدرات قام فريق من الباحثين بولاية كاليفورنيا بمحاكاة تكوين هيدرات الميثان في الطبيعة حيث استخدم **بيتر برور (Peter G. Brewer)** وزملاؤه من معهد خليج منتوقمري لبحوث الأحياء المائية في موس لاندنج بكاليفورنيا أنابيب تم وضعها تحت سطح البحر لمسافة ٩١٠متر، بعدها تم ضخ غاز الميثان داخل تلك الأنابيب لمحاكاة ماقد يكون قد حدث في أعماق المحيطات .

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن هيدرات الميثان قد تكونت داخل الأنابيب بسرعة مذهلة في وقت أستغرق فقط دقائق ـ بل ثواني في بعض الأحيان ـ من ضخ الغاز. وذلك بغض النظر عن إحتواء الأنابيب على مياه البحار فقط أو على طبقات من الرمل والطين بجانب الماء ، مما يؤكد أن الغاز يمكنه أن يغوص داخل الماء أو بين فجوات الرمل والطين مكوناً هيدرات الميثان كما لو تكونت طبيعياً في رسوبيات قاع البحر. ويعمل الفريق على متابعة التجربة لمعرفة مدى قدرة هيدرات الميثان المتكونة على البقاء داخل قاع المحيط .

المصدر

Science News, Vol. 151, May. 1997, P. 337.

مع القراء

الأخوة القراء الكرام

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته وبعد :ـ

يسعدنا صدور هذا العدد الجديد من المجلة كما نود ان نذكر القراء بأن المجلة هي مجلة فصلية تصدر كل ثلاثة اشهر بواقع اربعة اعداد بالسنة الواحدة .

● **الأخت / منى احمد الماجد ـ الخبر**

سوف تصلك المجلة على عنوانك الجديد باذن الله فأهلا بك .

● **الأخ / فهد محمد السويح ـ الخبراء**

سعدنا بوصول رسالتك وسوف نقوم بادراج اسمك ضمن قائمة المجلة ، كما يؤسفنا عدم تمكننا من تلبية طلبك والمتمثل بعدد الحاسب الآلي لعدم توفره لدينا .

● **الأخ / أحمد علي المنعي ـ الباحة**

العدد الجديد الذي ذكرت لم يصدر ساعة كتابتك إلينا، علما بان اسمك وعنوانك موجود بالقائمة مسبقا .

● **الأخ / أحمد عبد الله العبيسي ـ عنيزة**

يسعدنا تلبية طلبك بالانظمام إلى قائمة توزيع المجلة وارسال مايتوفر من الأعداد السابقة فأهلاً بك .

● **الأخ / خليل إبراهيم اليوسف ـ الخبر**

نود ان نشكرك على اطرائك ومديحك للمجلة وهو مايدفعنا الى بذل المزيد من الجهد حتى تنال رضاء الأخوة القراء فيا هلا .

● **الأخت / سهير مسعود ـ عرعر**

ماحوته رسالتك من طلبات لايدخل ضمن اختصاص المجلة والقائمين عليها وقد أحلناها إلى الإدارة العامة للمعلومات **بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** .

● **الأخ / محمد سعد هزاع ـ جدة**

يسعدنا وصول رسالتك إلينا وقد أرسلنا إليك العدد الخاص بتقنيات مياه الشرب بجزئية الأول والثاني .

● **الأخ / ناجي فقير جعفر ـ الطائف**

نشكرك على ماورد في رسالتك من ملاحظات فهي بلاشك تدفعنا إلى بذل المزيد من الجهد للارتقاء بالمجلة ، كما يسعدنا إدراج اسمك ضمن قائمة التوزيع .

● **الأخ / جمال أبو الفتوح رجب ـ مصر**

رسالتك وصلت إلينا ويسعدنا إدراج اسمك في قائمة التوزيع ويا هلا .

● **الأخت / حنان محمد غريد ـ الأردن**

شكرا لاختيارك مجلتنا ويسعدنا ادراج اسمك في قائمة التوزيع ويا مرحباً .

● **الأخ / سعيد عوض الزهراني ـ الباحة**

نشكرك على ماورد في رسالتك وسوف نقوم بإدراج اسمك في قائمة التوزيع فاهلا بك.

● **الأخت / جيهان سعيد بالبيد ـ مكة المكرمة**

يسعدنا تلبية طلبك وقد أرسلنا العددين (١٤, ٤٤) وياهلا.

● **الأخ أيمن عبد الله الداوود ـ صفوى**

لاشكر على واجب يا أخانا وسوف نقوم بارسال المجلة على عنوانك وشكراً.

● **الأخ / حواس محمود ـ سوريا**

وصلتنا رسالتك ويسعدنا تلبية طلبك بادراج اسمك في قائمة التوزيع، أما مايخص المقال المرفق بالرسالة فيؤسفنا عدم تمكننا من نشره لعدم توافقه مع موضوع العدد ويامرحبا .

● **الأخ / عمار محمد طرابلسي ـ جدة**

تلقينا رسالتك وماحوته من طلبات وأبحاث لايدخل ضمن اختصاص المجلة وقد أحلناها إلى الإدارة العامة للمعلومات.

● **الأخ / جعفر عبد الله الدريسي ـ الظهران**

نشكر لك ما بدأت به خطابك من اعجاب وثناء على المجلة أما ماطلبته من بحث عن التلوث البيئي فقد أحلناه إلى الإدارة العامة للمعلومات.

● **الأخت / مها ابراهيم الزبن ـ الرياض**

يسعدنا تلبية طلبك وسوف نقوم بادراج اسمك في قائمة التوزيع .

● **الأخ / محمد مبارك مرضي ـ وادي الدواسر**

وصلتنا رسالتك بكل سرور ، وتم إرسال العدد (٤٤) إليك ، أما ماطلبت من أعداد سابقة فللاسف لاتتوفر لدينا، وملاحظتك حول تأخر وصول العدد اليك فهو ليس من قبلنا وخارج عن إرادتنا .

Wondershare
PDFelement

المراجع

١- مذكرة اشباه الموصلات-اعداد قسم الفيزياء ٢٠٢٢م
٢- مذكرة مقدمة الجوامد -اعداد د/ محمد محمد فنجرى ٢٠٢٢م
٣- موقع الفيزياء التعليمى لجامعة ام القرى ٢٠٢٣م
٤- مذكرة مقدمة الالكترونيات الفيزيائية -اعداد قسم الفيزياء ٢٠١٧م
٥- مذكرة البصريات الهندسية اعداد / د/ محمد نصارى ٢٠٢٠م
٦- كتاب مقدمة الجوامد ل د/ محمد غريب٢٠١٦م
٧- كتاب اساسيات علوم المواد د/محمد نصيرى - جامعة ام القرى ٢٠١٧م

Wondershare
PDFelement