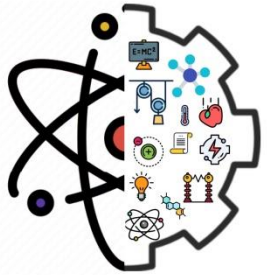
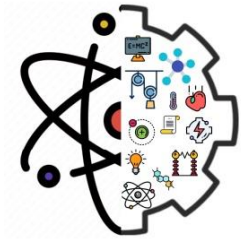


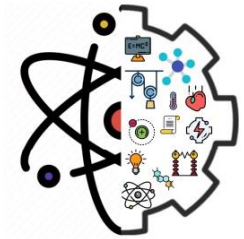
الوحدة الثانية
مقدمة في أشباه الموصلات

اعداد : أ . عبدالله السهو
أ. عبدالعزيز العنزي



عناصر الوحدة

1. مقدمة في المواد الصلبة
2. ارتباط الذرات مع بعضها البعض (الروابط)
3. المناطق الطاقية (نطاقات الطاقة)
4. نظرية حزم الطاقة للمواد الصلبة
5. أشباه الموصلات
6. أنواع أشباه الموصلات



أولا
01

المواد الصلبة

المواد الصلبة :

المواد الصلبة

مواد عازلة

هي مواد لا تقوم بتوصيل تيار كهربائي في ظل الظروف العادية . معظم المواد العازلة عبارة عن مركبات وايضا المقاومة في المواد العازلة عالية جدا .وترتبط الكترونات التكافؤ ارتباطا وثيقا بالنواة .

مثال : المطاط ، البلاستيك ، الزجاج ، الميكا ، الكوارتز.

مواد موصلة

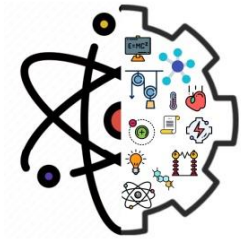
هي مواد تقوم بتوصيل التيار الكهربائي بسهولة . معظم المعادن موصلات جيدة ، أفضل الموصلات هي المواد أحادية العنصر والتي تتميز ذراتها بإلكترون تكافؤ واحد يرتبط مع النواة ارتباطا ضعيفا جدا.

مثال : النحاس(Cu) ، الفضة (Ag)، الذهب (Au)،.....

مواد شبه موصلة

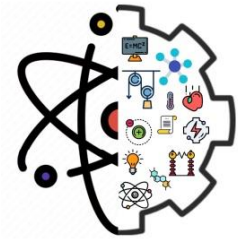
هي مواد تقع بين الموصلات والعوازل ، ولديها القدرة على توصيل التيار الكهربائي ، تتميز أشباه الموصلات أحادية العنصر بذرات تحتوي على أربعة الكترونات تكافؤ.

مثال : السيليكون (الاكثر استخدام) ، الجرمانيوم



ثانيا

02 ارتباط الذرات مع بعضها البعض (الروابط)



التركيب الذري للمواد :

التركيب الذري للمواد : تتكون المواد من وحدات صغيرة الحجم تسمى الذرات (Atoms) .

- تركيب الذرة (نموذج بور Bohr) : تتكون الذرة من :

- النواة : صغيرة الحجم موجبة الشحنة ، وتحتوي على :

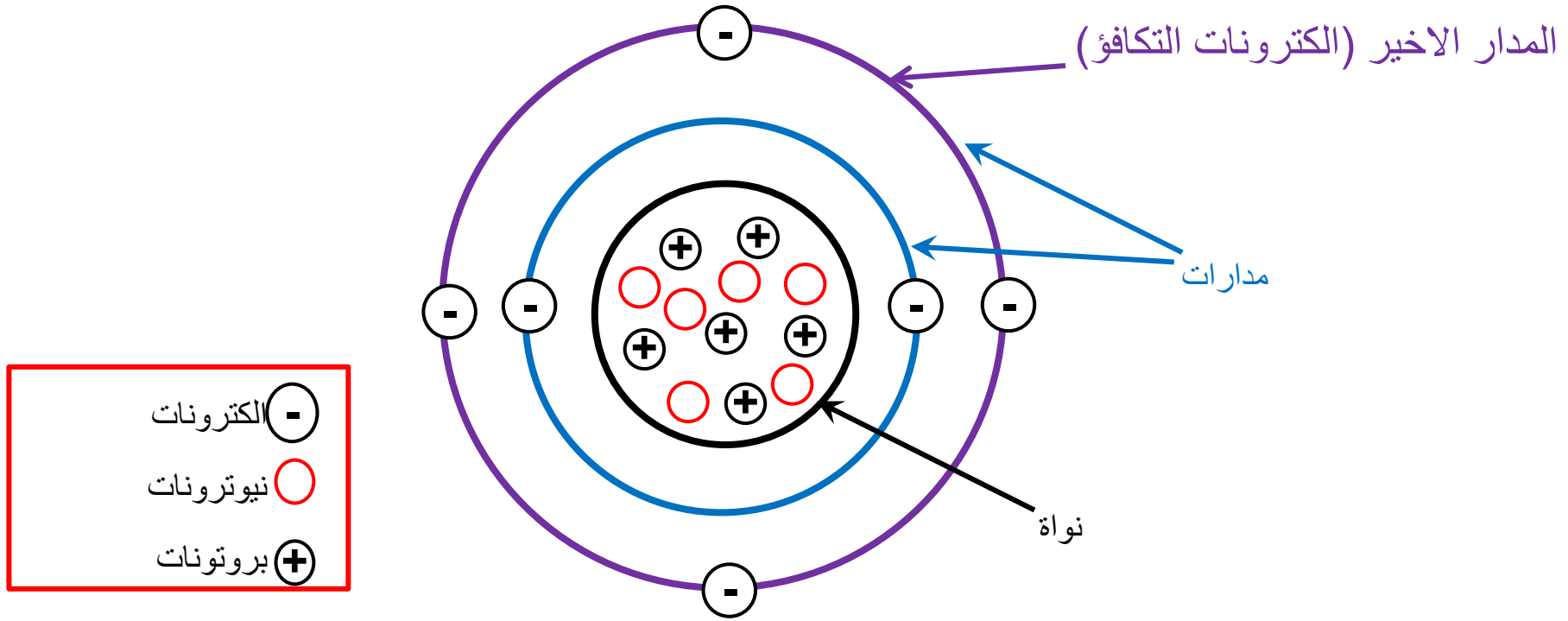
1- البروتونات (protons) ذات شحنة موجبة .

2- نيوترونات(Neutrons) مساوي لعدد البروتونات ومتعادلة الشحنة .

- المحيط الخارجي للذرة : يتكون من مستويات أو مدارات حول النواة وهذه المستويات تحمل شحنات سالبة مساوية لشحنة البروتون وهي الالكترون(Electrons).

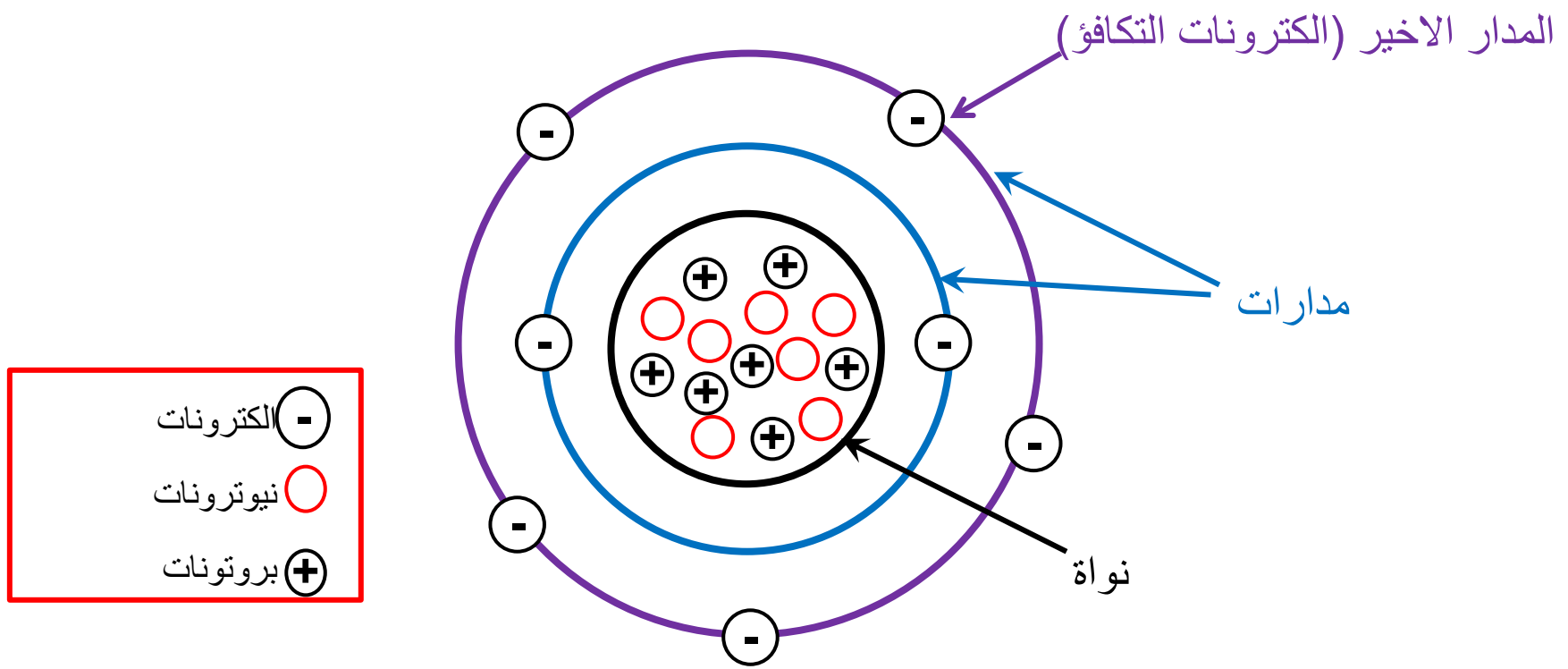
التركيب الذري للمواد :

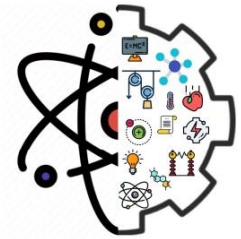
مثال1:رسم تخطيطي لذرة الكربون(C)تحتوي على(6) الكترونات علما بان التوزيع الالكتروني لها : $C: 1s^2\ 2s^2\ 2p^2$



التركيب الذري للمواد :

مثال2:رسم تخطيطي لذرة النيتروجين(N) تحتوي على (7) الكترونات علما بان التوزيع الالكتروني لها : $N: 1s^2\ 2s^2\ 2p^3$



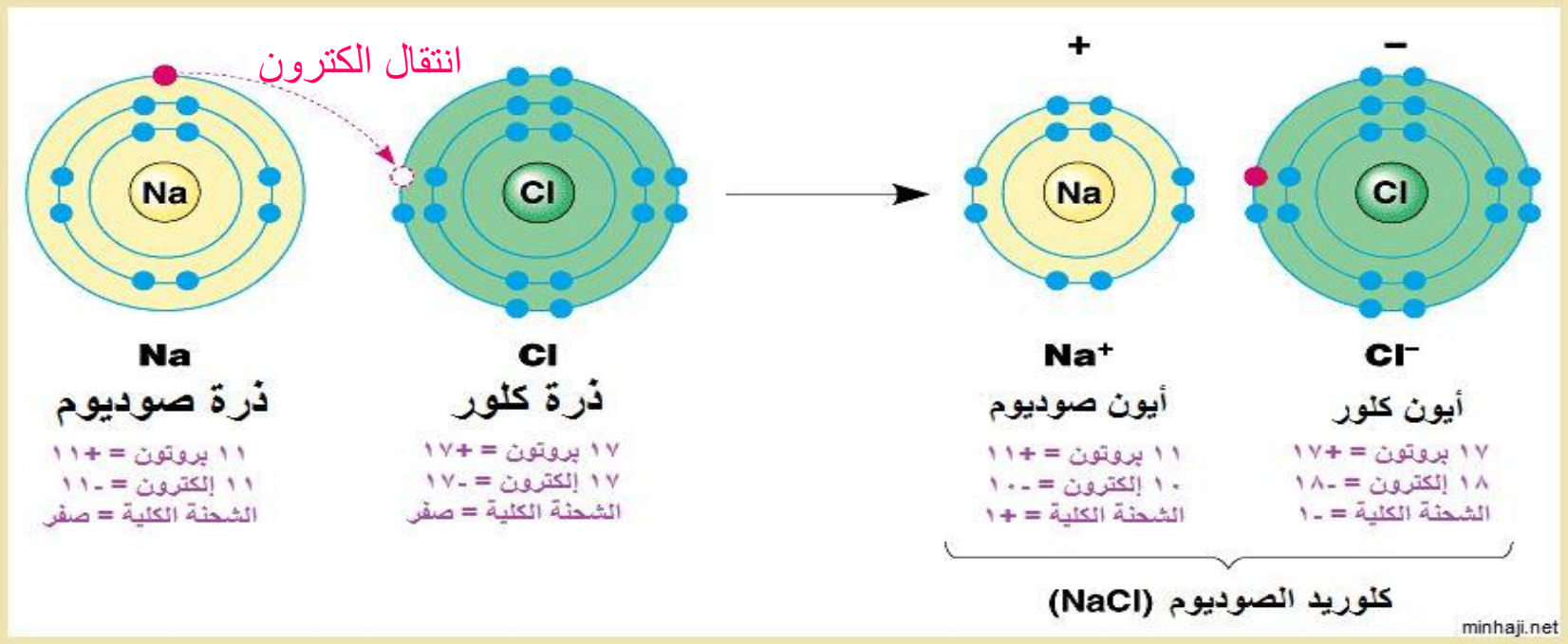


الرابطة الأيونية :

- تتكون هذه الرابطة عندما تمنح ذرة فلزية (مواد تفقد الكترونات بسهولة) الكترون لذره لافلزية .
- تفقد الذرة التي تخلت عن الالكترون شحنة سالبة ، وتصبح موجبة الشحنة .
- الذرة الفلزية التي تخلت عن الالكترون وأصبحت موجبة الشحنة يطلق عليها أسم : كاتيون .
- الذرة الغير فلزية التي تلقت الكترون تعرف باسم : أنيون .
- يتحد كل من الكاتيون و الأنيون ويشكلان ما يسمى رابطة أيونية.
- يطلق على الأيونات المترابطة اسم : المركبات الأيونية .

الرابطة الأيونية:

مثال لمركّبة أيونيّة:



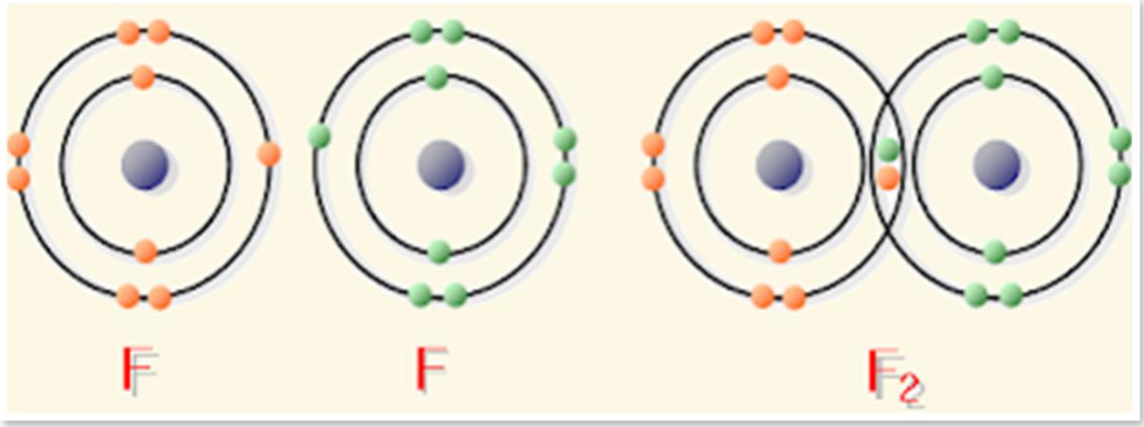
⇦ذرة الصوديوم (فلز) تخلت عن الكترون تكافؤ(من المدار الأخير للذرة) لذرة الكلور (لافلز) :

تصبح ذرة الصوديوم كاتيون وتصبح ذرة الكلور أنيون يتكون مركب كلوريد الصوديوم .

الرابطة التساهمية :

- وهي عبارة عن تشارك زوج أو أكثر من الالكترونات بين ذرتين سوأ كانت الذرتين لافلزية أو شبه فلزية أو ذرة لافلزية مع ذرة شبه فلزية.
- تكون مساهمة كل من الذرتين بإلكترون أو أكثر في مستوى التكافؤ.

مثال 1:ذرة الفلور:



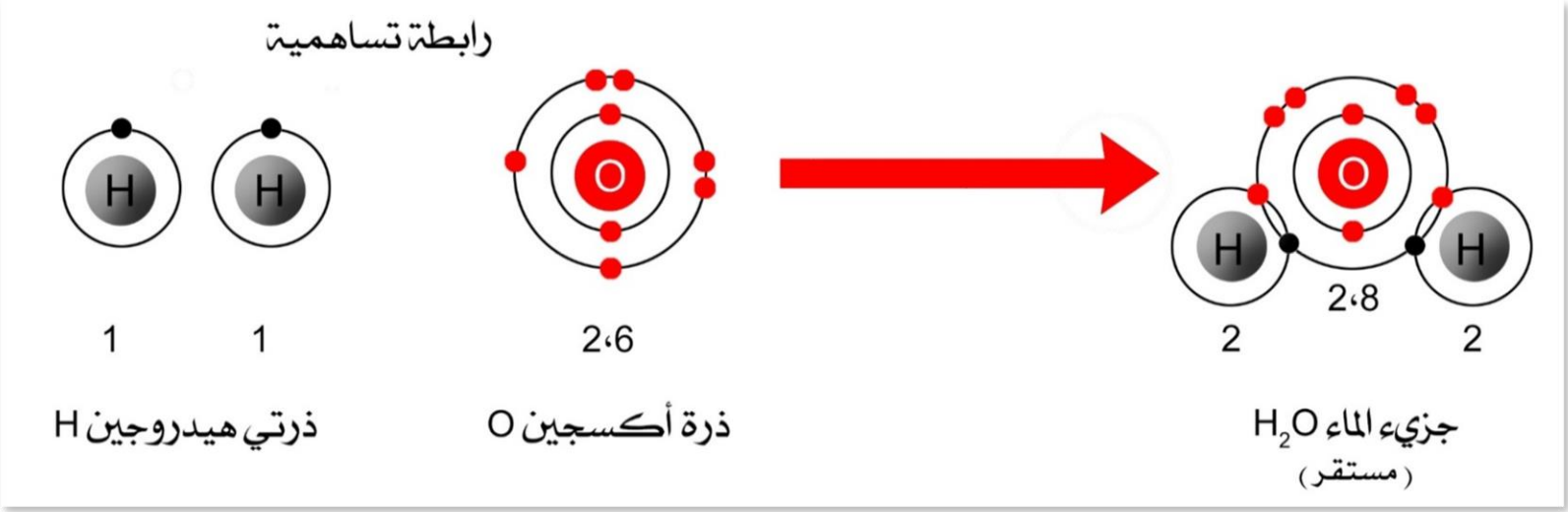
من الشكل الموضح :

⇦ لدينا ذرة الفلور أحادي الذرة (F) وتعتبر لا فلزية، يوجد لدينا ذرتين الفلور يمتلك كل ذرة من الفلور 7 الكترونات في المدار الاخير (مدار التكافؤ)، وعند مشاركة الكترون واحد من كل ذرة من ذرة الفلور في المدار الاخير(مدار التكافؤ) مع بعضهما ينتج لدينا ما يسمى ذرة الفلور ثنائي الذرة في شكل غاز (F_2).

⇦ ملاحظة : يوجد في ذرة الفلور الثنائي 3 أزواج من الكترونات غير مشاركة في التساهم أي 6 الكترونات غير مشاركة في الرابطة التساهمية .

الرابطة التساهمية :

مثال 2 :جزيء الماء :



من الشكل الموضح :

⇦ يوجد لدينا ذرتين للهدروجين(H) وتعتبر ذرة الهيدروجين لا فلزية ، و يمتلك كل ذرة الكترون واحد في المدار الاخير (مدار التكافؤ).

⇦ وايضا يوجد لدينا ذرة الأكسجين (O) ويعتبر ذرة الأكسجين لافلزية، ويمتلك 6 الكترونات في المدار الأخير (مدار التكافؤ).

⇦ وعند مشاركة الكترون واحد من كل ذرة من الهيدروجين في المدار الاخير(مدار التكافؤ) مع الكترون واحد من ذرة الأكسجين في المدار الأخير (مدار التكافؤ) ينتج لدينا ما يسمى جزئ الماء.

⇦ ملاحظة : يوجد في جزيء الماء زوجين من الالكترونات غير مشاركة في التساهم أي اربع الكترونات غير مشاركة في الرابطة التساهمية .

الرابطة المعدنية (الفلزية):

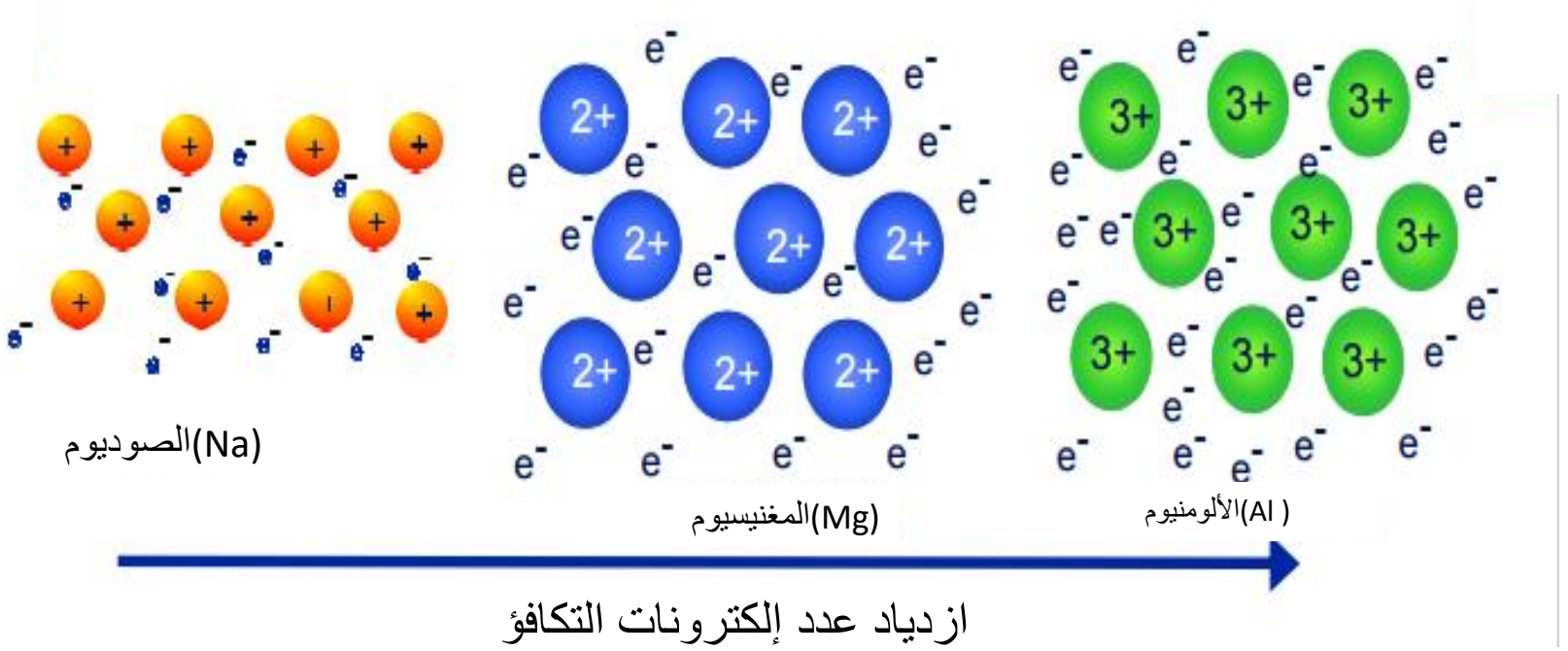
3- الرابطة المعدنية (أو الفلزية) :

- هي رابطة تنشأ من سحابة الكترونات التكافؤ الحرة لذرات الفلز الواحد داخل الشبكة البلورية .
- تقلل من قوى التنافر بين كاتيونات (أيونات الفلز الموجبة) في الشبكة البلورية.

مثال: ذرة ذات الكترون تكافؤ واحد:

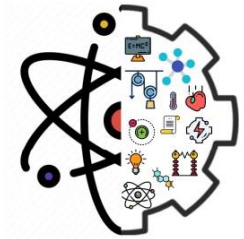
الرابطة المعدنية (الفلزية):

- وتتميز الرابطة الفلزية بأنها كلما زاد عدد الإلكترونات التكافؤ المساهمة فيها : تزداد قوة الرابطة الفلزية
  يصبح الفلز أكثر صلابة (الذرات تكون أكثر تماسكا) تزداد درجة انصهار الفلز.



رابطة فاندرفالز:

- تتشكل هذه الرابطة عندما تتكدس جزيئات المادة المشبعة تكافؤيا فوق بعضها ، حيث ترتبط هذه الجزيئات فيما بينها برابطة فاندرفالز .
- السبب هو قوى تنافريه وتجاذبيه بين جزيئات المادة (ناتجة عن التأثير المتبادل بين نواة والكترونات الجزيء الأول مع نواة والكترونات الجزيء الثاني)، ومحصلة هذه القوى هي قوة تجاذبيه ضعيفة تدعى رابطة فاندرفالس .
- قوة ارتباط فاندرفالز تزداد بزيادة عدد الالكترونات الكتلة الجزيئية.
- قوة ارتباط فاندرفالز تتناقص بارتفاع درجة الحرارة مما يؤدي الى تزايد الحركة العشوائية للجزيئات مما يؤدي الى اضعاف قوى التجاذب .



ثالثا

03

المناطق الطاقية (نطاقات الطاقة)

نطاقات الطاقة :

وهي مجموعة من مستويات الطاقة المتقاربة فيما بينها ويفصل بينهما فجوات الطاقة لكل ذرة.

لأي ذرة لها مستويين مميزين وهم :

نطاق التكافؤ : وهو النطاق الأخير(الخارجي) ويحتوي على الكترونات التكافؤ لكل ذرة و أعلى قيمة للطاقة في هذا النطاق (E_V).

نطاق التوصيل :

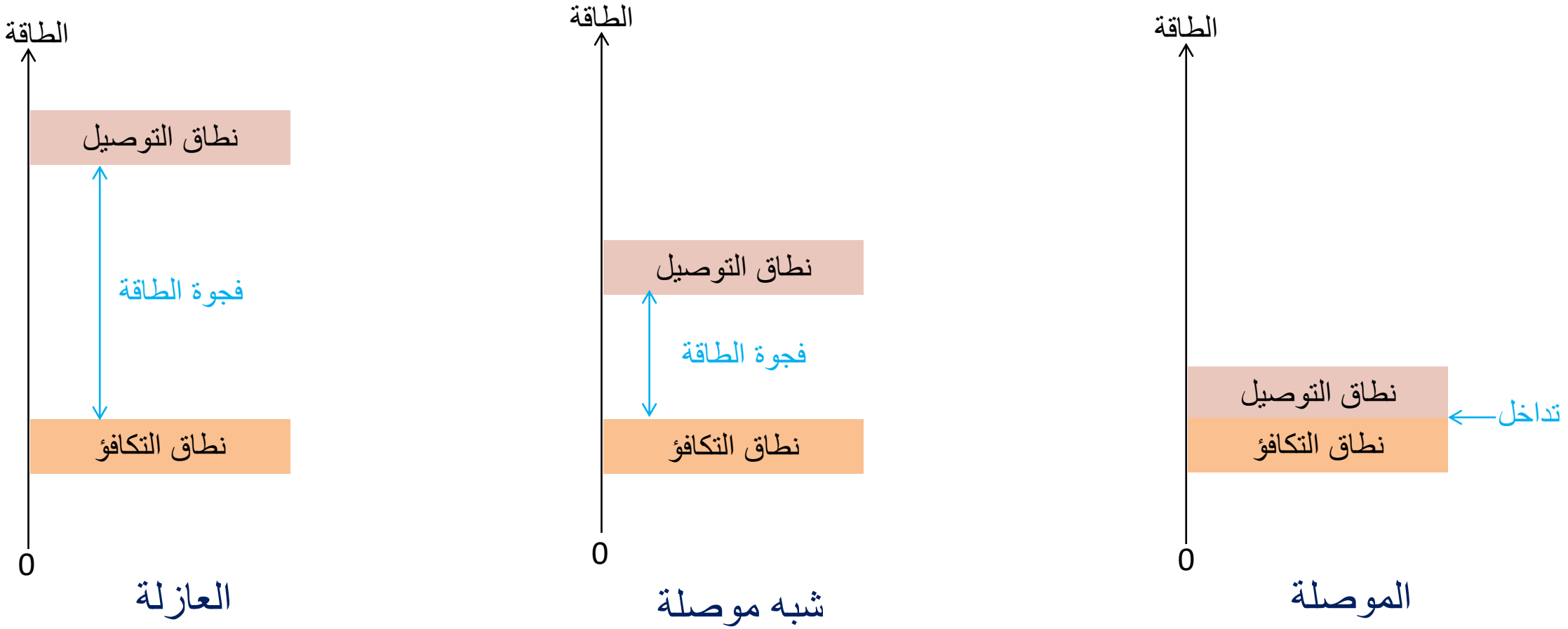
- وهو النطاق الذي يعلو نطاق التكافؤ في الذرة ، وتوجد به الكترونات التوصيل التي تولد التيار الكهربي.
- يكون هذا النطاق خالي من الالكترونات عند درجة الصفر المطلق ويملئ جزئيا عند رفع درجة الحرارة حيث تنتقل بعض الالكترونات من نطاق التكافؤ الى نطاق التوصيل.

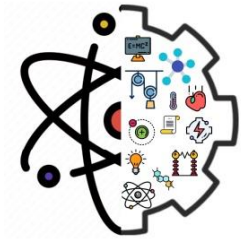
- يفصل بين النطاقين النطاق المحظور(الممنوع) الذي لا توجد به أي الكترونات وعرض هذا النطاق هو (E_g) يسمى فجوة الطاقة (Energy Gap).

فجوة الطاقة (E_g) : هي كمية الطاقة اللازمة لإلكترون التكافؤ للانتقال لنطاق التوصيل .

نطاقات الطاقة :

الرسم البياني لمستويات او نطاقات الطاقة لكل ذرة:





رابعا
04

نظرية حزم الطاقة للمواد الصلبة

نظرية الحزم للمواد الصلبة:

ماهي حزم الطاقة :

- هو وصف للتوصيل الكهربائي لمادة وفي هذه النظرية لدينا حزمتان :
  - حزمة التكافؤ.
  - حزمة التوصيل .

- الحزمتان منفصلتان بواسطة الفجوات المحظورة (E_g)(يمنع على الالكترون أن يتواجد فيها).

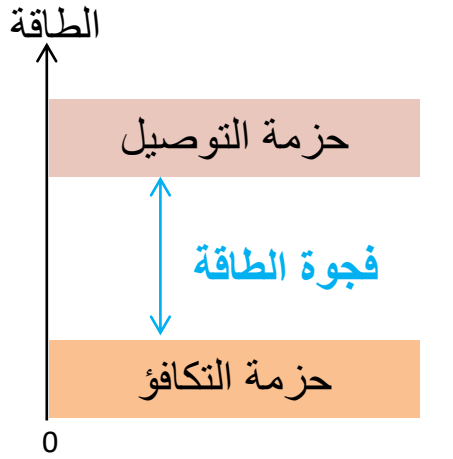
كيف نصف التوصيل الكهربائي بحزم الطاقة :

يمكن وصف التوصيل الكهربائي كما يلي :

- حزم الطاقة ذات مستويات الطاقة الدنيا (حزم التكافؤ) تكون مملوءة بإلكترونات مرتبطة في المادة.
- اما مستويات الطاقة العليا (حزم التوصيل) فيكون متاحا فيها للإلكترونات الانتقال من ذرة الى أخرى في المادة.

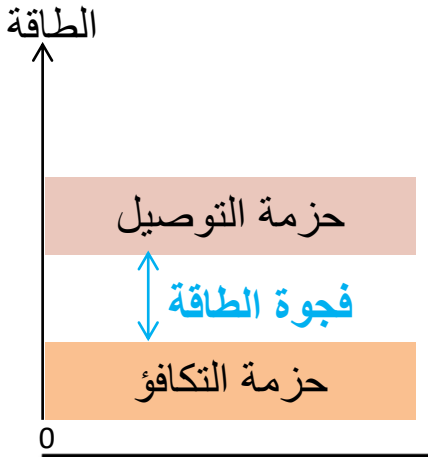
نظرية الحزم للمواد الصلبة:

الرسم البياني لحزم الطاقة للبلورة:



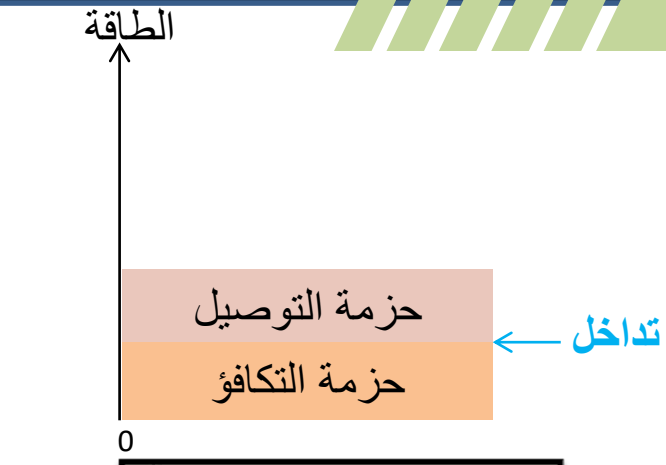
مواد عازلة

في المواد العازلة تكون الفجوة الممنوعة كبيره ما بين (5ev-10ev) ، وبالتالي لا يستطيع الالكترون القفز من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل لعدم القدرة على اكتسابه هذا المقدار من الطاقة . وبذلك تكون حزمة التكافؤ ممتلئة بالإلكترونات وحزمة التوصيل تكون فارغة من الإلكترونات .



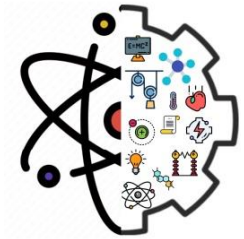
مواد شبة موصلة

في أشباه الموصلات توجد فجوة ممنوعة تفصل بين الحزمتين تكون طاقتها أكبر من الصفر وأقل من (5ev) ، وبالتالي يمكن للإلكترون الانتقال من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل اذا أمتلك طاقة تمكنه من تجاوزها ، وبذلك تكون حزمة التكافؤ ممتلئة بالإلكترونات وحزمة التوصيل فارغه بالإلكترونات الا عند رفع درجة حرارة معينة تكون حزمة التوصيل ممتلئة بالإلكترونات .



مواد موصلة

في المواد الموصلة لا يوجد فجوة ممنوعة لان الحزمتين تكون متداخله مع بعضها ،وبالتالي ينتقل الالكترون بحرية من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل ثم للذرات الاخرى عبر المادة . وبذلك تكون حزمة التكافؤ ممتلئة بالإلكترونات وحزمة التوصيل ممتلئة جزئياً.

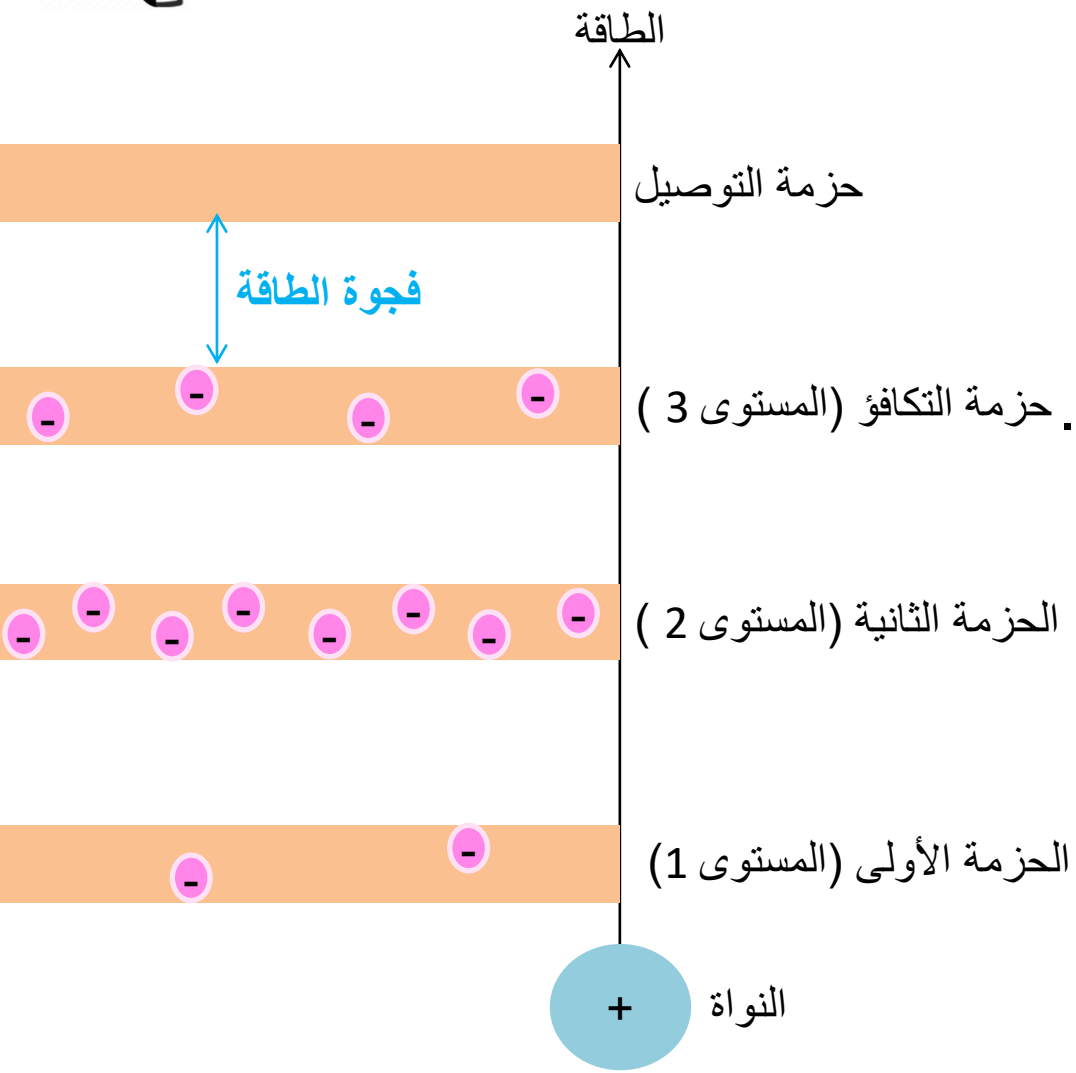


خامسا

05

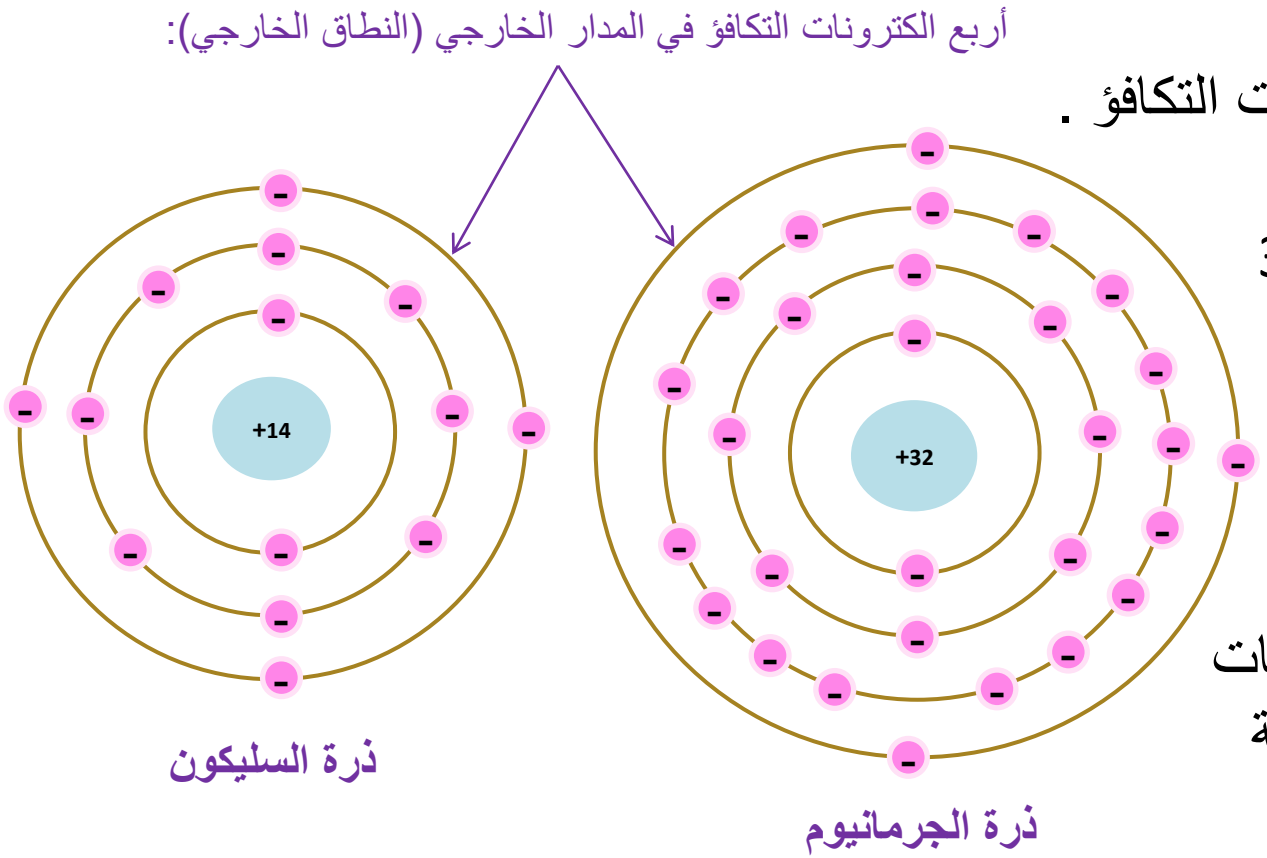
أشباه الموصلات

أشباه الموصلات :



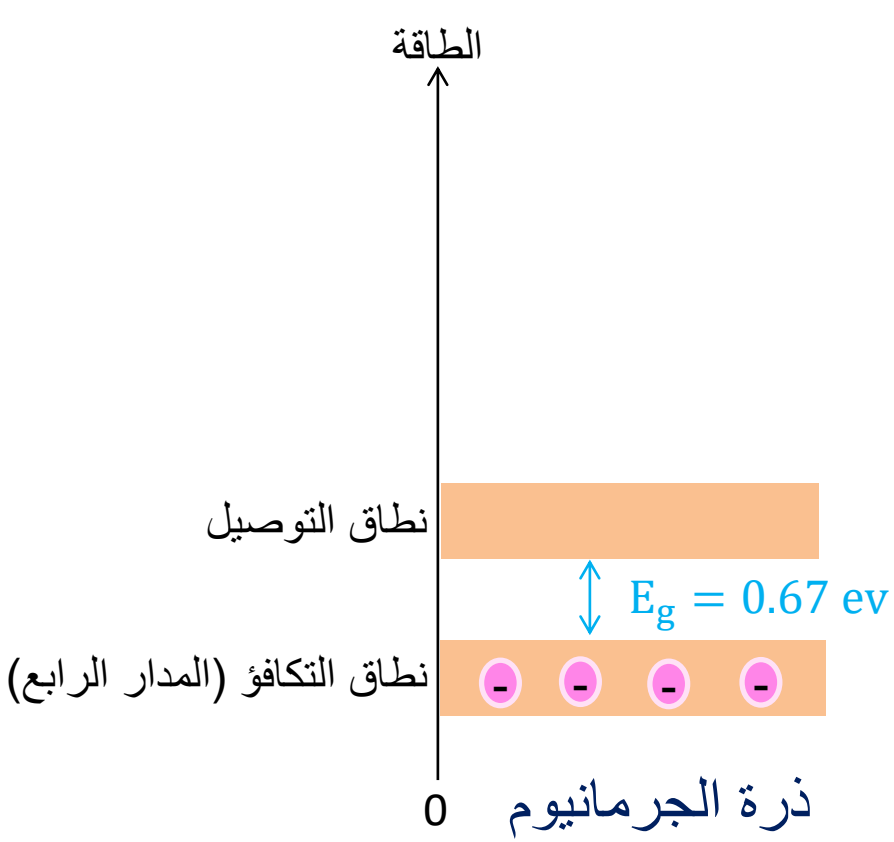
- أشباه الموصلات مواد بلورية تتميز بحزم طاقة محددة للإلكترونات.
- ويوجد بين الحزم فجوات طاقة غير مسموح للإلكترونات التواجد فيها.
- أخر حزمة طاقة تسمى حزمة التوصيل حيث تكون الالكترونات حرة الحركة على سطح البلورة.
- وحزمة الطاقة قبل الاخير تسمى حزمة التكافؤ ومن خلالها تساهم كل ذرة إلكتروناتها مع ذرة أخرى.

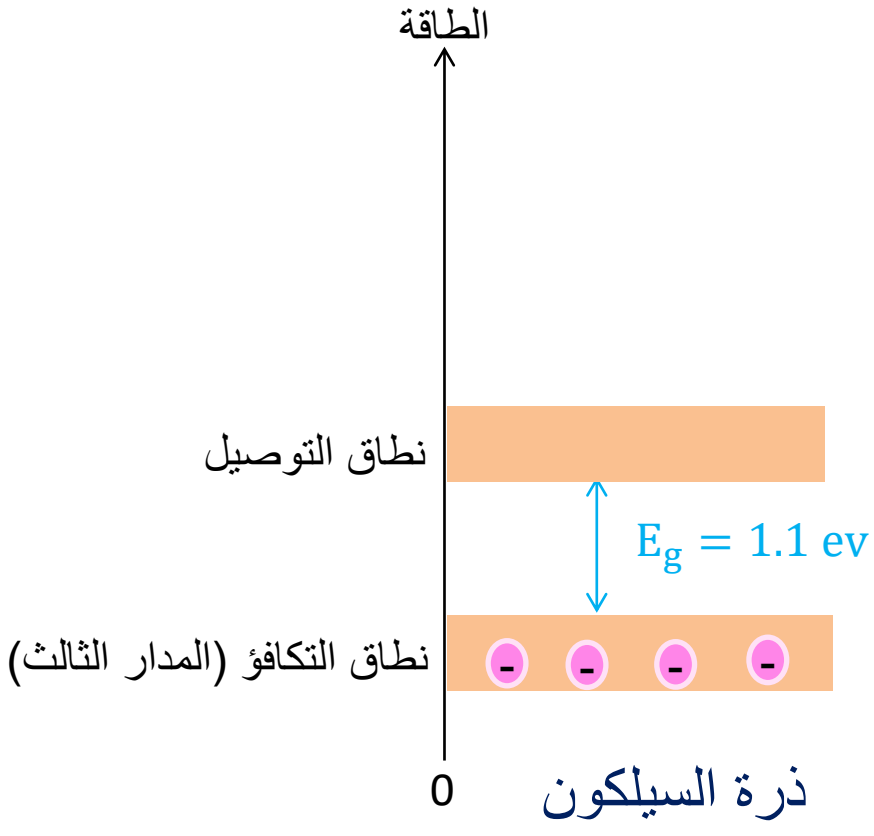
الفرق بين ذرة السيلكون (Si) و ذرة الجرمانيوم (Ge):



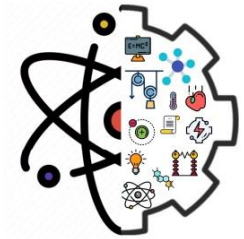
- كل من ذرة السيلكون وذرة الجرمانيوم تمتلك أربع الكترونات التكافؤ .
- كل ذرة تختلف من حيث عدد البروتونات ، ذرة السليكون تمتلك 14بروتونات في النواة ، بينما ذرة الجرمانيوم تمتلك 32 بروتونات في النواة.
- تكون الكترونات التكافؤ لذرة الجرمانيوم في النطاق (المستوى) الرابع ، بينما الكترونات التكافؤ لذرة في النطاق (المستوى) الثالث وبالتالي تكون الالكترونات اقرب الى النواة .
- هذا يعني أن الكترونات التكافؤ للجرمانيوم تكون عند مستويات طاقة أعلى من السيلكون وبالتالي تتطلب كمية صغيرة من الطاقة للهروب من الذرة .
- هذه الخاصية تجعل الجرمانيوم غير مستقر أكثر من السيلكون في درجات الحرارة العالية .

أشباه الموصلات :





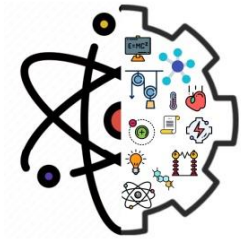
يوجد لدينا ذرة السيلكون وذرة الجرمانيوم جميعهما أشباه موصلات ولكن لأن مقدار طاقة الفجوة للجرمانيوم أقل من السليكون فهو أكثر حساسيه للحرارة أي تنتقل الالكترونات فيه أسهل من انتقالها في السليكون عند نفس درجة الحرارة.



سادسا

06

أنواع أشباه الموصلات



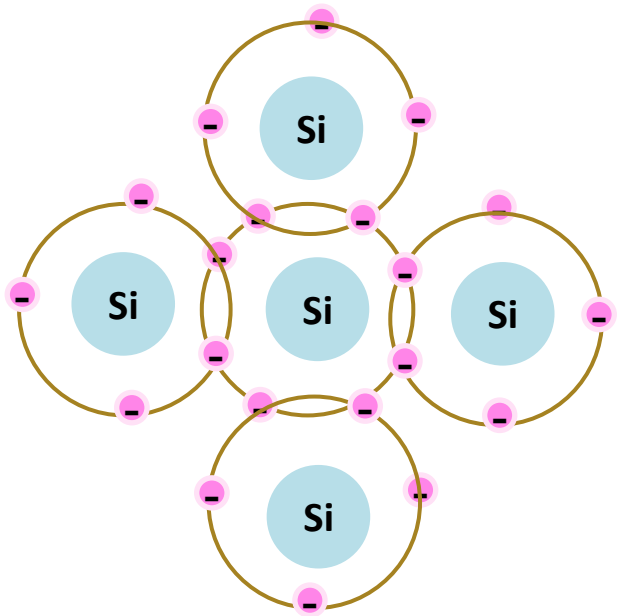
أنواع أشباه الموصلات :

تنقسم أشباه الموصلات الى نوعين هما :

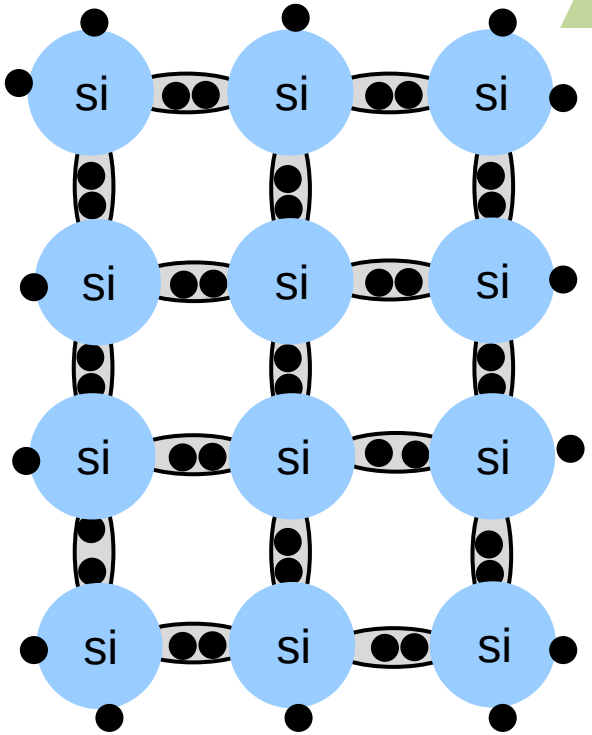
1) أشباه الموصلات النقية .

2) أشباه الموصلات الغير نقية(أشباه موصلات معالجة).

أشباه الموصلات النقية :



تشترك ذرة السليكون المركزية في الالكترونات مع كل من ذرات السليكون الأربعة المحيطة مما ينتج رابطة تساهمية أو أواصر تساهمية مع بعضها مما يجعل ذرة السيلكون تتكون من ثمان الكترونات أي أربع أزواج في حزمة التكافؤ وتكون الذرة مستقرة ، وايضا تساهم الذرات المحيطة بذرات اخرى مما ينتج لدينا شبكة بلورية.



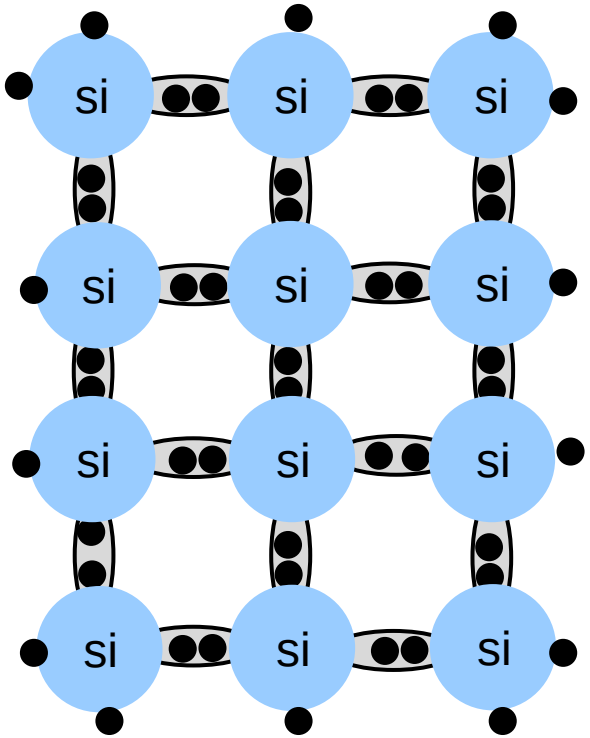
شبكه بلوره من ذرات السليكون المساهمة

ملاحظة : في الجرمانيوم تكون الرابطة التساهمية متشابه مثل السيلكون لأنه تحتوي على اربع الكترونات تكافؤ في المدار الأخير (حزمة التكافؤ).

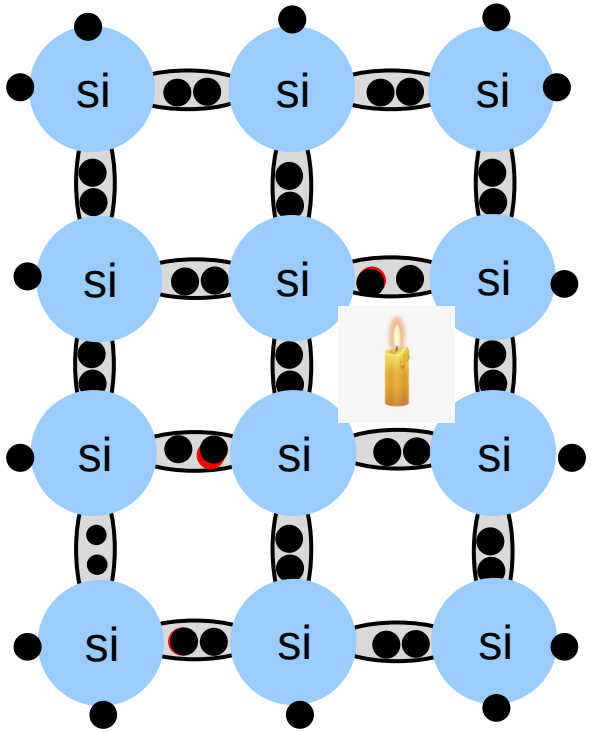
أشباه الموصلات النقية :

- وعند درجة الصفر المطلق تكون البلورة في اشباه الموصلات في حالتها الافتراضية أي أن الالكترونات تتواجد في حزمة التكافؤ وحزمة التوصيل تكون فارغة تمام ، وايضا لا يوجد الكترونات في منطقة فجوة الطاقة وتكون فجوة الطاقة في اشباه الموصلات ضيقه نسبيا .

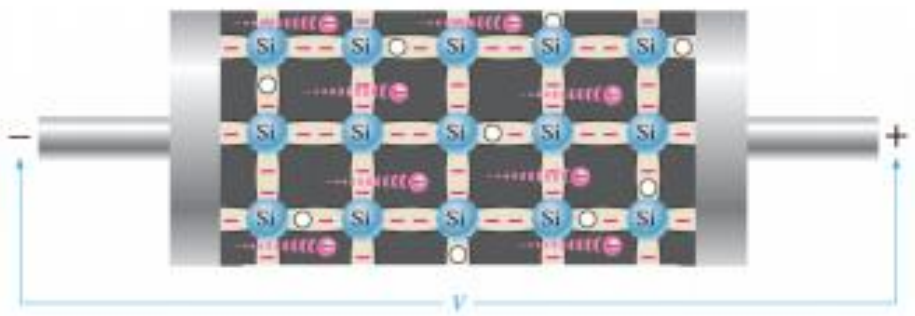
- في هذه الحالة عند تطبيق فرق جهد كهربي مثل البطارية تكون البلورة في أشباه الموصلات غير موصله للتيار الكهربائي(عازلة) .



بلورة السليكون في درجة
الحرارة عند الصفر المطلق



- وعند رفع درجة الحرارة ينتج عنه كسر بعض الروابط التساهمية في الشبكة البلورية ويتحرر الكترون من كل ذرة يمتلك طاقة حرارية حتى يتمكن القفز من حزمة التكافؤ عابرة فجوة الطاقة الى حزمة التوصيل تاركا مكانه فجوة فارغه موجبة الشحنة في حزمة التكافؤ سرعان ما تقتنص الكترون أخرمن أقرب رابطة تساهميه مجاورة وبالتالي ينتج حركه عشوائية للإلكترونات والفجوات، مما يجعل البلورة قابلة لتوصيل الكهربائي .
- وعند زيادة في رفع درجات الحرارة يؤدي الى زيادة في كسر الروابط التساهمية حتى يتمكن من زيادة عدد الالكترون الحرة على سطح البلورة أي أن مزيد من الالكترونات تتمكن القفز من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل بين الذرات الاخرى تاركا مكانه فجوة مولدة شحنة موجبه تقتنص الكترون أخر من أقرب رابطة تساهمية أخرى وبالتالي يزداد الحركة العشوائية للإلكترونات والفجوات، بهدف لزيادة التوصيل الكهربائي.
- ولكن كلما زاد ارتفاع درجة الحرارة الى درجات حراره عالية جدا يتم هدم الشبكة البلورية وتفقد البلورة خواصها الكهربائية ، مما يجعل ذلك لعدم السيطرة على قابلية التوصيل الكهربائي لمادة شبة الموصل النقية بطريقة التأثير الحراري.



- في هذه الحالة عند تطبيق فرق جهد (البطارية) تتحول الحركة العشوائية من الالكترونات والفجوات الى حركة منتظمة أي ان حركة الالكترونات تكون منتظمة وينتج تيار يدعى تيار الالكترونات بينما يكون حركة الفجوات معاكس لحركة الالكترونات وينتج تيار يدعى التيار الفجوات وهو التيار الفعلي (الاصطلاحي)، ولكن حركة الفجوات تكون حركه وهميه لان الذي يتحرك الفعلي هو الالكترونات . وبالتالي ينشا تيار ولكن ضئيل جدا .
- الذرة التي تفقد الكترون لا تصبح ايون موجب والذرة التي تكتسب الكترون لا تصبح ايون سالب لان عندما تفقد الذرة الكترون سرعان ما تقتنص الفجوة الكترون من أقرب رابطة تساهمية مجاورة .
- تكون البلورة الشبة نقي متعادلة كهربائيا لان عدد الكترونات تساوي عدد الفجوات.

أشباه الموصلات الغير نقية (المعالجة):

- هي أشباه موصلات تعالج بإضافة شوائب لتحكم في زيادة التوصيلة الكهربائية .
- حتى نتمكن من التحكم في زيادة الموصلية للمواد شبه الموصلة نضيف شوائب من مواد أخرى تكون خماسية التكافؤ او ثلاثية التكافؤ بعناية وبمعدل مسيطر علية بدرجة حرارة الغرفة وبنسب قليلة ومحددة في بلورة الشبه الموصل النقي.

III	IV	V
B	Si	P
Al	Ge	As
Ga		Sb

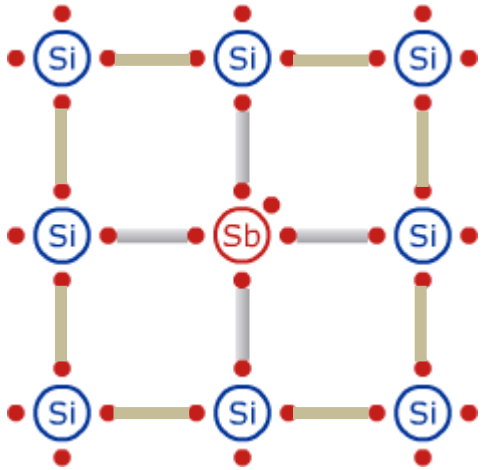
- وفيه يتم تطعيم الشوائب الى نوعين هما:

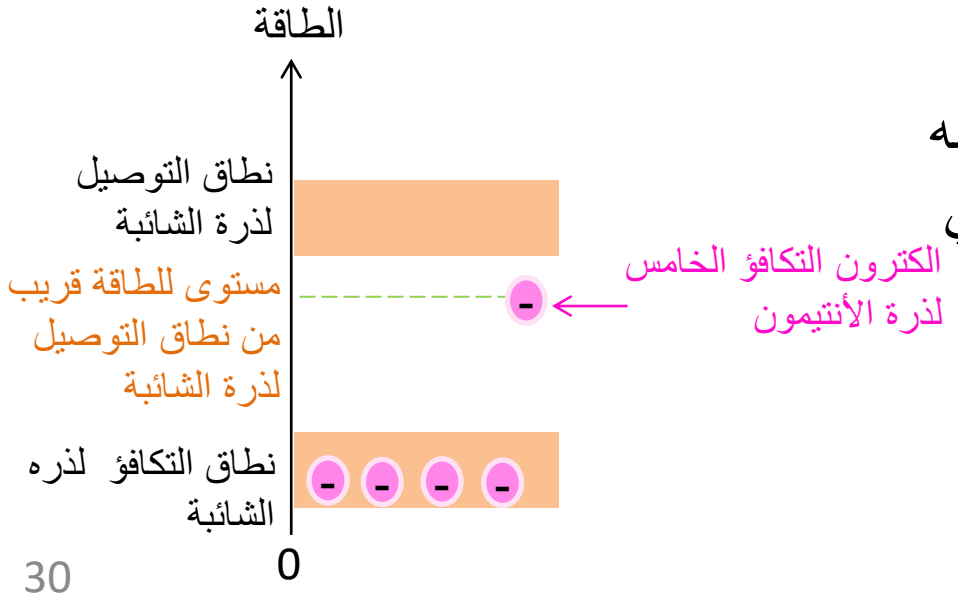
1- شبه الموصل السالب (n-type).

2- شبه الموصل الموجب (p-type).

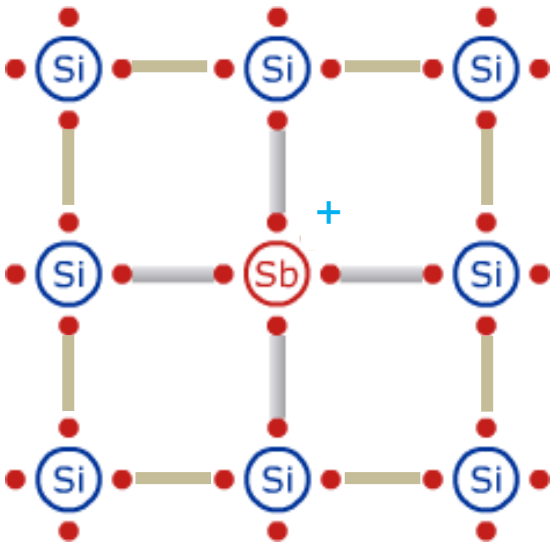
شبه الموصل السالب (n-type):

- عبارة عن بلورة شبة موصل نقي من المجموعة الرابعة مثل السيلكون (Si)أو الجرمانيوم (Ge) التي تحتوي على اربع الكترونات تكافؤ أضيف اليها عنصر من عناصر المجموعة الخامسة مثل الأنتيمون (Sb).
- بلورة شبه موصلة نقيه يوجد فيها ذرات السيلكون (Si)وكل ذرة تحتوي على أربع الكترونات تم اضافة ذرة شائبة تدعى ذرة الأنتيمون (Sb) خماسية التكافؤ أي يوجد لها خمسة الكترونات تكافؤ.
- وعند اضافة الذرة الخماسية الشائبة الى البلورة السيلكون النقي ترتبط كل الكترون من الذرة الشائبة مع كل الكترون من ذرات السليكون المجاورة مكونه اربع روابط او اواصر تساهمية (أي أن كل ذرة تحتوي على 8 الكترونات في حزمة التكافؤ حتى تستقر) .
- وعند درجة الصفر المطلق يتخذ الالكترون الزائد الخامس من الذرة الشائبة مستوى للطاقة له قريب من نطاق التوصيل الخاص بالذرة الشائبة.

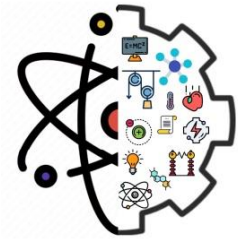




- وعند درجة حرارة الغرفة هذا الالكترون سيصبح حرا عند اكتسابه مقدار ضئيل من الطاقة يمكنه الوصول الى حزمة التوصيل ويتحرر بين ذرات السليكون على سطح الشبكة البلورية والذي يشارك في عملية التوصيل الكهربائي ، (أي أن في عملية التطعيم والتأثير الحراري (درجة حرارة الغرفة) أدى في قابلية الموصلية الكهربائية في اشباه الموصلات والتحكم في خواصها).
- وكلما زادت عدد الذرات الشائبة تزداد عدد الكترونات الحرة وتزداد القابلة الموصلية الكهربائية في بلورة اشباه الموصلات .
- تسمى علمية اضافة ذرة الشائبة الى بلورة السيلكون النقي : تطعيم (Doping) : وهي اضافة كمية قليلة من ذرات مادة أخرى (تدعى ذرات شائبه) الى بلورة شبه الموصل النقي بهدف زيادة عدد الالكترونات الحره.



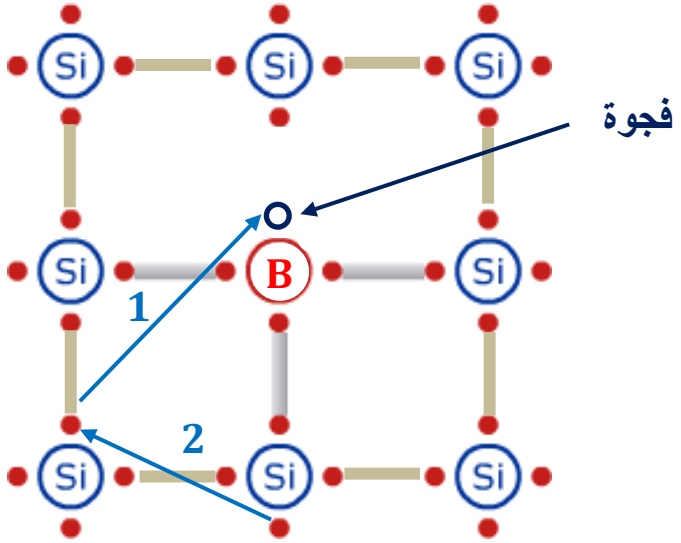
- وتسمى ذرة الأنتيمون الذرة المانحة: لانها منحت الكترون للبلورة وأصبحت أيون موجب :(كاتيون)
- هذا الكاتيون لا يعتبر من حاملات الشحنة ولا يشارك في عملية التوصيل الكهربائي للبلورة أي انها مرتبط ارتباط وثيق بذرات السليكون.



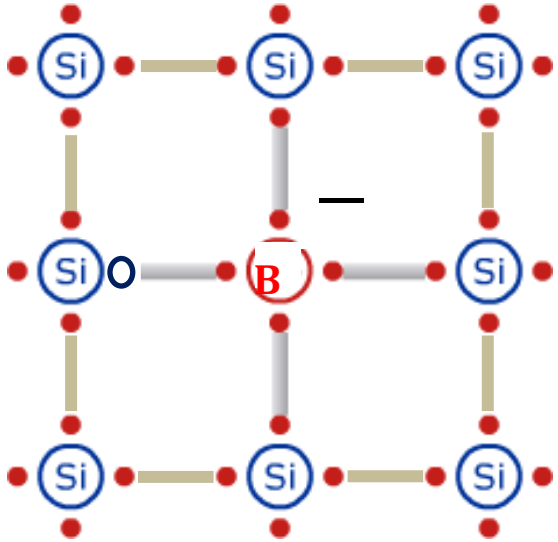
- في شبة الموصل من نوع (n) تكون الشبكة البلورية متعادلة لان عدد الالكترونات تساوي عدد الفجوات مع الايون الموجب.
- في شبة الموصل من نوع (n) يكون تركيز عدد الالكترونات في حزمة التوصيل أكثر من تركيز عدد الفجوات في حزمة التكافؤ لأن الالكترون الذي تحرر من الذرة الشائبة (Sb) لم يترك خلفه فجوة في حزمة التكافؤ .
- في شبه الموصل نوع (n) حاملات الشحنة الأساسية (السائدة) هي الالكترونات (سالبة الشحنة) وحاملات الشحنة الغير أساسية هي الفجوات(شحنة موجبة) (المتولدة عن طريق التأثير الحراري) لذلك سمي بشبه موصل السالب.

شبه الموصل الموجب (p-type):

- عبارة عن بلورة شبة موصل نقي من المجموعة الرابعة مثل السيلكون (Si)أو الجرمانيوم (Ge) التي تحتوي على اربع الكترونات تكافؤ أضيف اليها عنصر من عناصر المجموعة الثالثة مثل البورون (B).
- بلورة شبه موصلة نقيه يوجد فيها ذرات السيلكون (Si)وكل ذرة تحتوي على أربع الكترونات تم اضافة ذرة شائبة ذرة البورون (B) ثلاثية التكافؤ أي يوجد لها ثلاث الكترونات تكافؤ.
- تساهم هذه الالكترونات الثلاثة لذرة البورون (B) في انشاء ثلاث روابط او اواصر تساهمية مع ذرات السيلكون المجاورة.
- تبقى رابطة تساهمية شاغرة تفتقر الى الكترون واحد مولدة فجوة شحنة موجبه من الذرة الشائبة .
- عند درجة الصفر مطلق تكون الذرة الشائبة لديها فجوه فارغه في حزمة التكافؤ تفتقر الى الكترون .
- وعند درجة حرارة الغرفة تقوم الفجوة الفارغة باقتناص الكترون من أقرب رابطة تساهمية مجاورة وتنشا فجوة فارغه أخرى في رابطة تساهمية أخرى وتقوم ايضا باقتناص الكترون أخرمن رابطة تساهميه أخرى وتبدو الفجوة كأنها شحنات موجبة متحركة مما يؤدي الى مساهمة الفجوات في عملية التوصيل الكهربي (أي ان عملية التطعيم ودرجة حرارة الغرفة أدى في قابلية الموصلية الكهربائية في اشباه الموصلات والتحكم في خواصها).
- كلما زادت عدد الذرات الشائبة تزداد عدد الفجوات الفارغة وتزداد الموصلية الكهربائية في بلورة أشباه الموصلات.

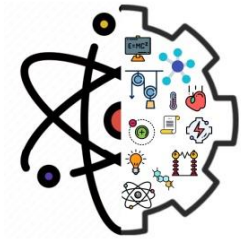


- تسمى علمية اضافة ذرة الشائبة الى بلورة السيلكون النقي : تطعيم (Doping) : وهي اضافة كمية قليلة من ذرات مادة أخرى (تدعى ذرات شائبه) الى بلورة شبه الموصل بهدف زيادة الفجوات .



- وتسمى ذرة البورون الذرة القابلة : لانها تلقت الكترون من البلورة وأصبحت أيون سالب : (أنيون).
- هذا الأنيون لا يشارك في عملية التوصيل الكهربائي للبلورة أي انها مرتبط ارتباط وثيق بذرات السليكون .

- في شبة الموصل من نوع (p) تكون الشبكة البلورية متعادلة لان عدد الفجوات تساوي عدد الكترونات مع الايون السالب .
- في شبة الموصل من نوع (p) يكون تركيز عدد الفجوات في حزمة التكافؤ أكثر من تركيز عدد الالكترونات في حزمة التوصيل لأن الفجوة الذي تحرر من الذرة الشائبة (B) كانت تفتقر الى الكترون .
- في شبه الموصل نوع (P) حاملات الشحنة الأساسية (السائدة) هي الفجوات (موجبة الشحنة) وحاملات الشحنة الغير أساسية هي الالكترونات (سالبة الشحنة) (المتولدة عن طريق التأثير الحراري) لذلك سمي بشبه موصل الموجب .



شكرا لكم