تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الكويتية

الملف الوحدة الثالثة شرح درس الوصلة الثنائية

روابط مواقع التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر العلمي

روابط مواد الصف الثاني عشر العلمي على تلغرام

التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر العلمي والمادة فيزياء في الفصل الثاني

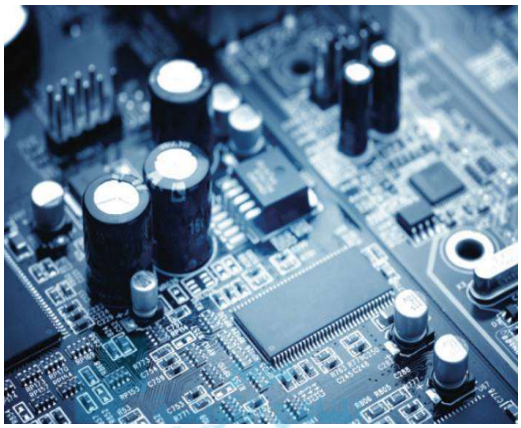
1	تقويمية
2	الموضوعات التي تم تعليقها
3	مراجعة غير محلول فيزياء للصف الثاني عشر علمي
4	بنك اسئلة في مادة الفيزياء
5	حل مسائل في الوحدة الثانية في مادة الفيزياء

❑ مقدمة .

- تعتبر اشباة الموصلات المكون الأساسي للالكترونيات التي أصبحت اليوم قاعدة التكنولوجيا.
- الأجزاء الالكترونية تدخل تقريبا في تركيب كل المنتجات الالكترونية

كالالات الحاسبة و الهواتف و السيارات و الألعاب .....

- للوصلة الثنائية و الترانزستوردور كبير في علم الالكترونيات.
- من استخدامات الوصلة الثنائية و الترانزستور:-


almanahj.com/kw

- ❖ تحويل التيار المتردد الي تيار ذي اتجاة واحد.
- ❖ مكبرات الصوت التي تضخم الإشارة الكهربائية الحاملة لذبذبات الصوت.
- ❖ الوصلات الالكترونية المصدرة للضوء LED .
- ❖ الليزر الصلب .
- ❖ البوابة الالكترونية و الدوائر المجمعة .
- ❖ المكثفات و المقاومات .
- ❖ وحدات الذاكرة الالكترونية.

❑ اشباة الموصلات

❑ اولا :- تصنف المواد من حيث توصيلها للتيار الكهربائي إلى ثلاثة أقسام رئيسية هي:

- **المواد الموصلة (موصلات جيدة للتيار الكهربائي):-**
  - ❖ مواد مقاومتها النوعية للتيار صغيرة جداً(عند درجة حرارة الغرفة)
  - ❖ تسمح بمرور التيار الكهربائي خلالها
  - ❖ تحتوي على وفره من الإلكترونات الحرة.
  - ❖ من امثلتها (النحاس - والألومنيوم - والفضة - والحديد).

- **المواد العازلة:-**
  - ❖ مواد مقاومتها النوعية كبيرة جداً
  - ❖ لا تسمح بمرور التيار الكهربائي خلالها
  - ❖ لا توجد وفرة من الالكترونات الحرة فيها.
  - ❖ من امثلتها (البلاستيك - والسيراميك - والخشب).

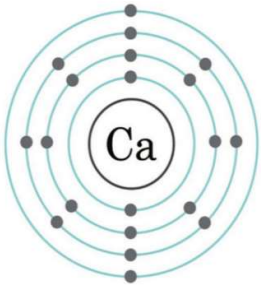
- **المواد شبه (نصف) الموصلة (أشباه الموصلات): -**

عناصر رباعية التكافؤ يحتوي مستوى طاقتها الخارجي على أربعة إلكترونات تنشئ روابطتساهمية مع الذرات المجاورة لها في البلورة

  - ❖ مواد مقاومتها النوعية وسط بين المقاومة النوعية للمواد العازلة والمواد الموصلة
  - ❖ موصلة للكهرباء ولكن بدرجة أقل من الموصلات العادية
  - ❖ لا تسمح بمرور التيار الكهربائي خلالها إذا كانت (نقية) وفي درجات الحرارة المنخفضة
  - ❖ القريبة من درجة الصفر المطلق فتعتبر بذلك ضمن المواد العازلة
  - ❖ تسمح بمرور التيار لحد معين عند ارتفاع درجة حرارتها أو عند وجود شوائب في بلورتها فتعتبر بذلك من المواد الموصلة .
  - ❖ من امثلتها عناصر المجموعة الرابعة في الجدول الدوري (الجرمانيوم – السيليكون – الانتيمون)

❑ نطاقات الطاقة في المواد الصلبة:

- في البناء البلوري لذرات المواد الصلبة تتداخل الالكترونات الذرات المتجاورة في الفراغ بين أنوية هذه الذرات ونتيجة لذلك يحدث تغير في مستويات الطاقة حيث :-



1- التغيير في المستويات صغير جداً في المستويات الداخلية القريبة من النواة.
2- التغيير كبير في المستويات الخارجية البعيدة عن النواة.
3- يكون هذا العدد الكبير من مستويات الطاقة القريبة من بعضها البعض والمتداخلة معاً ما يعرف بنطاق الطاقة.

- يلاحظ وجود فجوات في الطاقة بين كل نطاق وآخر(Energy Gaps) ويعرف أيضاً بالنطاق المحظور.
- النطاقات الداخلية تكون ممتلئة تماماً بالإلكترونات أما النطاق الأخير والمحتوي على الكترونات تكافؤ العنصر فهو ممتلئ جزئياً بالإلكترونات ويستطيع استيعاب إلكترونات أخرى يدعى نطاق التكافؤ .

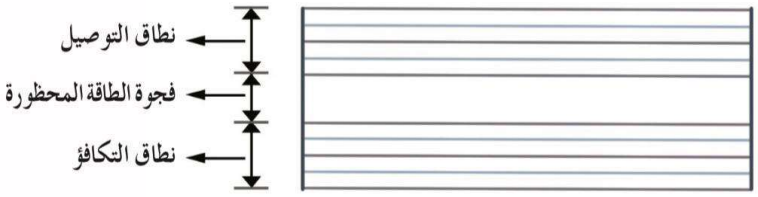
موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

- ملاحظات هاااااااااامة .
  - الاختلاف الأساسي بين هذه المواد (الموصلة - العازلة و شبة الموصلة) يرد إلى عدد الإلكترونات الحرة المتوافرة في كل مادة، وهي إلكترونات المستوى الأخير فتكون أقل ارتباطًا بالنواة.
  - تكون الكترونات مستويات الطاقة الداخلية للذرة مرتبطة بالنواة ، أما الكترونات المستوى الأخير فتكون أقل ارتباطا بالنواة .
  - إن تماسك الذرات لتشكيل بلورات هو نتيجة للروابط الكيميائية بين تلك الذرات، لأن إلكترونات الغلاف الخارجي لذرة ما تقوم بتشكيل مدرات جزيئية بالتشارك مع إلكترونات الذرات المجاورة.
  - ترتبط الذرات نتيجة التفاعل الكهربائي بين الإلكترونات المشتركة والنواة، ويؤدي تواجد إلكترونات الغلاف الخارجي في مدارات جزيئية مشتركة إلى تكون نطاق تجمع مستويات متقاربة من الطاقة تسمى (نطاق) التكافؤ.
  - قد تكتسب بعض الإلكترونات طاقة إضافية من مصادر حرارية أو إشعاعية فتقفز إلى مستويات طاقة أعلى، وتتداخل تلك المستويات لتشكل نطاق التوصيل.
  - ولكي يقفز الإلكترون من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل، يجب أن يكتسب طاقة (عند توصل البلوره بمصدر جهد خارجي) تساوي الفرق بين طاقة نطاق التوصيل وطاقة نطاق التكافؤ وهو ما يعرف بطاقة الفجوة المحظورة.
  - تتحرك الإلكترونات التي تقفز من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل بحرية داخل المادة الصلبة وتكون مسئولة عن توصيل الكهرباء.

- مفاهيم هاااااااااامة :-
  - نطاق الطاقة :-
    حزمة من مستويات الطاقة القريبة من بعضها و المتداخلة معًا في مجموعة كبيرة من الذرات.
  - نطاق (شريط) التكافؤ :-
    نطاق الطاقة الأخير والمحتوى على إلكترونات تكافؤ العنصر ويكون ممتلئ جزئيًا بالإلكترونات ويستطيع استيعاب إلكترونات أخرى.
  - نطاق التوصيل :-
    مستويات متداخلة طاقتها أعلى تكون فيها الإلكترونات التي اكتسبت طاقة إضافية.

أو نطاق الطاقة الذي يكون فارغًا تمامًا من الإلكترونات وطاقته أعلى من طاقة نطاق التكافؤ وينتج عن انتقال الإلكترونات إليه من نطاق التكافؤ عند إثارة ذراتها.

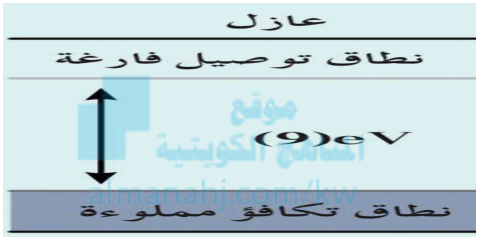
  - طاقة الفجوة المحظورة :-
    مقدار الفرق بين طاقة نطاق التوصيل وطاقة نطاق التكافؤ في المادة الصلبة.
    أو مقدار الطاقة اللازمة لكي ينتقل إلكترون في نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل.



❑ مقارنة بين المواد الموصلة و المواد العازلة و المواد شبه الموصلة بحسب اتساع الفجوة المحظورة : -

➢ اولا :- المواد الموصلة .

- ❖ نطاق التوصيل متصلاً بنطاق التكافؤ
  أي أن فجوة الطاقة المحظورة منعدم (صفر).
- ❖ ارتفاع درجة حرارة الموصل فوق الصفر المطلق بقليل (صفر درجة على مقياس كلفن) يؤدي إلى اكتساب الكثير من الإلكترونات طاقة كافية لتنتقل من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل.



➢ ثانيا :- المواد العازلة .

- ❖ يتراوح اتساع نطاق الطاقة المحظورة بين eV (4) و eV (12)
- ❖ هذة الطاقة طاقة عالية جدًا بالنسبة إلى الإلكترون لكي يقفز من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل عند درجة الحرارة العادية

➢ اولا :- المواد شبة الموصلة .

- ❖ اتساع فجوة الطاقة المحظورة أكبر من صفر وأقل من eV (4)
- ❖ هذة الطاقة طاقة معتدلة بحيث يتمكن عدد قليل من الإلكترونات من اكتساب طاقة للقفز من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل عند درجة الحرارة العادية.

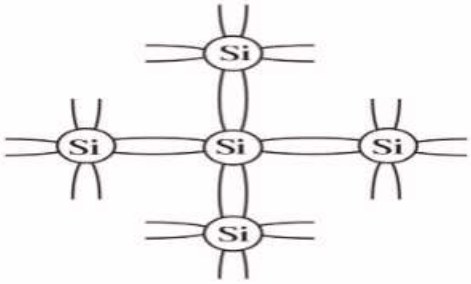
❑ ملاحظات هامة:

- ➢ تنقسم العناصر إلى:
  - ❖ فلزات: ويوجد في غلاف التكافؤ لها (3 , 2 , 1) إلكترونات.
  - ❖ لا فلزات: ويوجد في غلاف التكافؤ لها (7 , 6 , 5) إلكترونات.
  - ❖ أشباه فلزات: ويوجد في غلاف التكافؤ لها 4 إلكترونات.
- ➢ المواد فائقة التوصيل : هي مواد مقاومتها صفر عند درجات الحرارة المنخفضة .
- ➢ عند الصفر المطلق (0 K) لا توصل أي مادة التيار الكهربائي .
- ➢ يتجة المجال الكهربائي من الطرف الموجب للبطارية الي الطرف السالب .
- ➢ مقارنة هاااااااامة :-

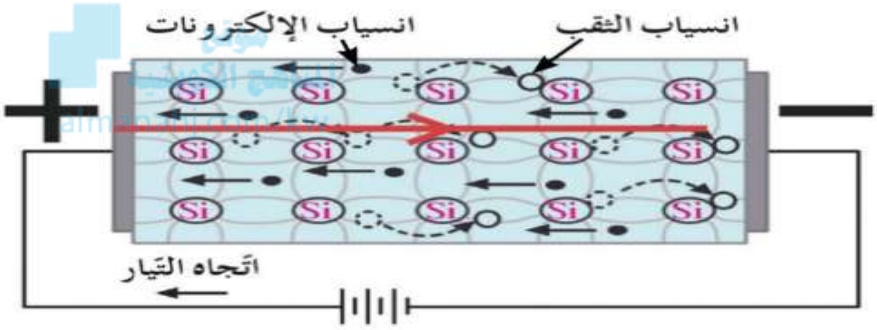
وجة المقارنة	المواد الموصلة	المواد شبة الموصلة
عند رفع درجة الحرارة	1- تزيد مقاومتها 2- تقل درجة توصيلها للتيار	1- تقل مقاومتها 2- تزيد درجة توصيلها للتيار
عند خفض درجة الحرارة	1- تقل مقاومتها 2- تزيد درجة توصيلها للتيار	1- تزيد مقاومتها 2- تقل درجة توصيلها للتيار

❑ أشباه الموصلات النقية:

عندما تنتقل إلكترونات المادة (مادة شبة الموصل) نفسها إلى حزمة التوصيل يسمى شبه الموصل شبه الموصل النقي.



- كل إلكترون يقفز من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل يترك مكانه فراغًا يسمى ثقبًا
- يؤدي الثقب في نطاق التكافؤ دور شحنة كهربائية موجبة (معاكسة لشحنة الإلكترون) .
- يساهم كل من الإلكترون والثقب في مرور التيار الكهربائي في المادة شبه الموصلة.
- يتشكل التيار الكهربائي عند تسليط جهد كهربائي على طرفي الموصل، منتجًا مجالاً كهربائيًا، عندها تنساب الإلكترونات الحرة في اتجاه معاكس للمجال الكهربائي(نحو الطرف الموجب للبطارية) ويسير الثقب في اتجاه المجال الكهربائي (نحو الطرف السالب للبطارية) ، الأمر الذي يولد تيارًا كهربائيًا (اصطلاحيًا) في الاتجاه المعاكس لانسياب الإلكترونات. كما بالشكل المقابل.



- تسمي الكترونات شبه الموصل التي تقفز من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل بحاملات الشحنة السالبة (n_i)
- تسمي الثقوب الناتجة عن قفز الإلكترونات من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل بحاملات الشحنة الموجبة (P_i).
- عدد الالكترونات الحرة (حاملات الشحنة السالبة) يساوي عدد الثقوب الموجبة (حاملات الشحنة الموجبة). ($n_i = P_i$)
- يمكن زيادة درجة توصيل بلورة شبة الموصل النقية (زيادة عدد حاملات الشحنة) و تقليل مقاومتها بطريبقتان هما :-
  - ❖ رفع درجة حرارة شبه الموصل فتكتسب المزيد من الإلكترونات طاقة كافية للقفز من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل، تاركة مكانها مزيدًا من الثقوب، فتزداد درجة توصيل المادة وتقل مقاومتها. (زيادة درجة حرارة شبة الموصل يزيد عدد كلا من عدد حاملات الشحنة السالبة (الالكترونات) و عدد حاملات الشحنه الموجبة (الثقوب))
  - ❖ التطعيم (و هي إضافة شوائب إلى بلورة شبه الموصف النقي).
- عدد الثقوب الموجبة (عدد حاملا الشحنة الموجبة) = عدد الالكترونات الحرة السالبة (عدد حاملا الشحنة السالبة)

$$\text{عدد الثقوب } p_i = \text{عدد الالكترونات } n_i = \frac{\text{عدد حاملات الشحنة الكلي}}{2}$$

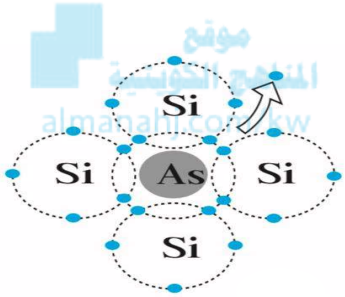
- لحساب عدد حاملات الشحنة

$$\text{عدد حاملات الشحنة الكلي في شبه الموصل النقي} = n_i + P_i$$

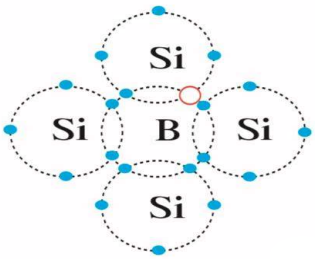
❑ أشباه الموصلات المطعمة:

- التطعيم هو اضافة عناصر أخرى لها عدد مختلف من الإلكترونات في الغلاف الخارجي الي بلورة شبة الموصل النقي
- تكون هذه العناصر من المجموعة الثالثة أو المجموعة الخامسة فقط
- يساهم التطعيم في زيادة مقدرة المادة شبه الموصلة على التوصيل الكهربائي
- ينتج عن التطعيم نوعان من أشباه الموصلات هما :-
  - ❖ شبه موصل من النوع السالب N – type
  - ❖ شبه موصل من النوع الموجب P - type

❑ اولا :- شبه موصل من النوع السالب N – type

التعريف	شبه موصل غير نقي يحتوي على ذرات شائبة خماسية التكافؤ.
التركيب	عند تطعيم بلورة شبه الموصل النقي كالسيليكون بذرات عنصر خماسي التكافؤ مثل الزرنيخ (As) فتحل الذرة الشائبة محل أحد ذرات بلورة شبه الموصل النقي حيث تشارك مع الذرات الأربع المجاورة لها بأربعة من إلكترونات تكافؤها الخمسة مكونة أربع روابط تساهمية ويبقى الإلكترون الخامس حرًا ويتمكن بسهولة من القفز إلى نطاق التوصيل (كل ذرة مانحة واحدة تعطي الكترون واحد فقط) 
من أمثلة الشوائب(الذرات المضافة)	الزرنيخ (As) – الفوسفور (P) - الانتيمون (sb)
حاملات الشحنة الأكثرية	الإلكترونات حيث أن عددها أكبر من عدد الثقوب لذلك تسمي بلورة شبة موصل من النوع السالب .
حاملات الشحنة الأقلية	الثقوب حيث أن عددها أقل من عدد الإلكترونات.
اسم الذرة الشائبة المضافة	الذرة المانحة كل ذرة شائبة تمنح البلورة الكترون حر يساعد في التوصيل)
عدد حاملات الشحنة في شبه الموصل	عدد حاملات الشحنة الكلي في شبه الموصل النقي $= N_d + P_i + n_i$ حيث أن N_d هو عدد الإلكترونات الحرة الزيادة ويساوي عدد ذرات المانح (عدد الذرات المضافة التي تم تطعيم بلورة شبة الوصل بها) و هو الزرنيخ في هذه الحالة.
سبب توصيل التيار الكهربائي	وجود الإلكترونات السالبة حرة الحركة (الأكثرية) و الثقوب الموجبة (الأقلية)
الحالة الكهربائية (نوع شحنة البلورة).	متعادلة كهربائيًا لأن عدد الإلكترونات بها يساوي عدد البروتونات في أنوية ذراتها (البلورة متعادلة كهربائية حيث إن مجموع الشحنات الموجبة يساوي مجموع الشحنات السالبة)
درجة توصيل التيار الكهربائي	تزداد درجة توصيل البلورة للتيار الكهربائي: 1- بزيادة نسبة الشوائب (تزيد من عدد الاكترونات الحرة N_d) 2- بارتفاع درجة الحرارة (تزيد من كلا من الاكترونات n_i و عدد الثقوب p_i)

❑ ثانيا:- شبه موصل من النوع الموجب P - type

التعريف	شبه موصل غير نقي يحتوي على ذرات شائبة ثلاثية التكافؤ.
التركيب	عند تطعيم بلورة شبه الموصل النقي كالسيليكون بذرات عنصـــر ثلاثي التكافؤ مثل البورون (B) تحل الذرة الشائبة محل أحد ذرات بلورة شبه الموصل النقي حيث تشـــارك بإلكترونات في تكوين ثلاث روابط تســـاهمية وتبقى الرابطة الرابعة غير مكتملة وينقصـــها إلكترون لكي يكتمل ويتكون ثقبا في نطاق تكافؤ الذرة المضافة . (كل ذرة متقبلة واحدة تعطي ثقب موجب واحد فقط) 
من أمثلة الشوائب	الجاليوم (Ga) – الألومنيوم (Al) – والبورون (B)
حاملات الشحنة الأكثرية	الثقوب حيث أن عددها أكبر من عدد الإلكترونات لذلك تسمي بلورة شبة موصل من النوع الموجب .
حاملات الشحنة الأقلية	الإلكترونات حيث أن عددها أقل من عدد الثقوب.
اسم الذرة الشائبة المضافة	الذرة المتقبلة كل ذرة شائبة تمنح البلورة ثقب موجب يمكنه تقبل الكترون و يساعد في التوصيل
عدد حاملات الشحنة في شبه الموصل	عدد حاملات الشحنة الكلي في شبه الموصل النقي $n_i + P_i + N_a$= حيث أن N_a هو عدد الثقوب الزيادة ويساوي عدد ذرات القابل (عدد الذرات المضافة التي تم تطعيم بلورة شبة الوصل بها) الذي هو البورون في هذه الحالة.
سبب توصيل التيار الكهربائي	وجود الثقوب الموجبة (الأكثرية) و الإلكترونات السالبة حرة الحركة (الأقلية)
الحالة الكهربائية (نوع شحنة البلورة).	متعادلة كهربائيًا لأن عدد الإلكترونات بها يساوي عدد البروتونات في أنوية ذراتها (البلورة متعادلة كهربائية حيث لان مجموع الشحنات الموجبة يساوي مجموع الشحنات السالبة)
درجة توصيل التيار الكهربائي	تزداد درجة توصيل البلورة للتيار الكهربائي: 1- بزيادة نسبة الشوائب (تزيد من عدد الثقوب الموجبة N_a) 2- بارتفاع درجة الحرارة (تزيد من كلا من الاكترونات n_i و عدد الثقوب p_i)

almanahj.com/kw

اهم التعليلات

1- علل/ زيادة درجة التوصيل شبه الموصل بارتفاع درجة حرارته.
ج /لان زيادة درجة حرارة شبة الموصل يزيد عدد حاملات الشحنة

2- علل/ زيادة درجة حرارة شبة الموصل يزيد عدد حاملات الشحنة
ج / لان المزيد من الإلكترونات يتكتسب طاقة كافية للقفز إلى نطاق التوصيل، تاركة مكانها مزيدًا من الثقوب، فتزداد درجة توصيل المادة وتقل مقاومتها.

3- علل/ يمكن زيادة درجة التوصيل بإضافة شوائب إلى بلورة شبه الموصل النقي.
3- علل/ تطعيم أشباه الموصلات بعناصر أخرى لها عدد مختلف من الإلكترونات في غلافها الخارجي.
ج /لان إضافة شوائب إلى بلورة شبه الموصل النقي يزيد عدد حاملات الشحنة فتزيد درجة التوصيل الكهربائي.

4- علل/ بلورة شبة الموصل النقي او بلوره شبة الموصل من السالب او بلوة شبة الموصل من النوع الموجب تكون متعادلة كهربائيا
ج / لأن عدد الإلكترونات بها يساوي عدد البروتونات في أنوية ذراتها (او لان الشحنات الموجبة يساوي مجموع الشحنات السالبة

5- علل/ في المواد العازلة يستحيل قفز الالكترونات من نطاق التكافؤ الي نطاق التوصيل
ج / لان اتساع فجوة الطاقة المحظورة كبير جدا

موقع المناهج الكويتية almanahj.com/kw

6- علل/ تسمى الذرة المضافة في شبه الموصل النقي من النوع الموجب بذرة متقبلة.
ج / لأنها ذرة ثلاثية التكافؤ ينتج عن إضافتها لشبه الموصل النقي ثقب (فجوة) تستطيع تقبل إلكترون حر.

7- علل/ عند تطعيم بلورة شبه موصل نقي فإن الشوائب المستخدمة يراعى أن تكون من المجموعة الخامسة أو الثالثة فقط.
ج / لكي يكون حجم الذرة الشائبة قريبًا من حجم ذرة شبه الموصل فتدخل ضمن الشبكة البلورية دون أن ترفضها البلورة.

8- علل/ درجة توصيل البلورة غير النقية أكبر من درجة توصيل البلورة النقية عند نفس درجة الحرارة.
ج / لأن عدد حاملات الشحنة في البلورة غير النقية أكثر من عددها في البلورة النقية بسبب الشوائب المطعمة بها.

9- علل/ يطلق على بلورة شبه الموصل المطعمة بذرات مادة خماسية التكافؤ بلورة من النوع السالب.
ج / لأن حاملات الشحنة الأغلبية فيها هي الإلكترونات الحرة السالبة.

10- علل/ يطلق على بلورة شبه الموصل المطعمة بذرات مادة ثلاثية التكافؤ بلورة من النوع الموجب.
ج / لأن حاملات الشحنة الأغلبية فيها هي الثقوب (الفجوات) الموجبة.

11- علل/ تزداد التوصيلية الكهربية لبلورة السليكون عند تطعيمها بذرات الزرنيخ.
ج / لأنه ينتج عن اضافتها زيادة في عدد حاملات الشحنة السالبة (الإلكترونات الحرة) و يتكون شبه موصل من النوع السالب

12- علل/ تزداد التوصيلية الكهربية لبلورة السليكون عند تطعيمها بذرات البرون .
ج / لأنه ينتج عن اضافتها زيادة في عدد حاملات الشحنة الوجبة (الثقوب الموجبة) و يتكون شبه موصل من النوع الموجب

13- علل/ عند استخدام ذرات الكربون كشوائب تطعم بها بلورة شبه الموصل النقية فإن درجة التوصيل الكهربائي للبلورة لا تتغير.
ج / لأن ذرة الكربون رباعية التكافؤ فتشارك بجميع إلكترونات تكافؤها لعمل روابط تساهمية فلا تعطي الكترون حر و لا ثقب موجب يساعد في التوصيل (لان إضافة ذرة الكربون لا يتغير من عدد حاملات الشحنة.)

14- علل/ تسمى الذرة المضافة في شبه الموصل النقي من النوع السالب بذرة مانحة .
ج / لأنها ذرة خماسية التكافؤ ينتج عن إضافتها لشبه الموصل النقي الكترون حر يساعد في التوصيل.

15- علل/ أشباه الموصلات النقية عازلة تقريبًا عند درجات الحرارة القريبة من الصفر المطلق.
ج / لأن الطاقة الحركية للإلكترونات تنعدم تقريبا مما يجعل الذرة تشارك بالإلكترونات الأربعة في مستوى الطاقة الأخيرة مع الذرات المجاورة بروابط تساهمية ويصبح بذلك نطاق التكافؤ للبلورة ممتلئًا تمامًا ونطاق التوصيل خالي تمامًا

ماذا يحدث مع التفسير

(1) ماذا يحدث لدرجة التوصيل الكهربائي الاشياه الموصلات النقية عند رفع درجة حرارتها .
(1) ماذا يحدث لدرجة التوصيل الكهربائي الاشياه الموصلات النقية عند تطعيمها (إضافة شوائب) بعناصر خماسية التكافؤ او ثلاثية التكافؤ .
- الحدث :- تزداد .
- التفسير :- لان عدد حاملات الشحنة الكلي زاد .

(2) ماذا يحدث لمادة شبه الموصل عند تطعيمها (إضافة شوائب) بذرات من المجموعة الخامسة(خماسية التكافؤ)من الجدول الدوري
- الحدث :- نحصل علي شبه موصل من النوع السالب N-type .
- التفسير :- لان حاملات الشحنة السالب (الالكترونات) تصبح هي الأكثرية و حاملات الشحنة الموجبة (الثقوب) تصبح هي الأقلية .

(3) ماذا يحدث لمادة شبه الموصل عند تطعيمها (إضافة شوائب) بذرات من المجموعة الثالثة (ثلاثية التكافؤ) من الجدول الدوري .
- الحدث :- نحصل علي شبه موصل من النوع الموجب P-type .
- التفسير :- لان حاملات الشحنة الموجبة (الثقوب) تصبح هي الأكثرية و حاملات الشحنة السالب (الالكترونات) تصبح هي الأقلية .

almanahj.com/kw

(4) ماذا يحدث لقابلية لتوصيل التيار الكهربائي المادة كلما كبرت طاقة الفجوة المحظورة
- الحدث :- تقل .
- التفسير :- لان عدد اقل من الالكترونات تستطيع القفز من نطاق التكافؤ لنطاق التوصيل و يكون هناك ندرة في عدد الالكترونات الحرة

(5) ماذا يحدث لقابلية لتوصيل التيار الكهربائي المادة كلما صغرت طاقة الفجوة المحظورة
- الحدث :- تزيد .
- التفسير :- لان عدد اكبر من الالكترونات تستطيع القفز من نطاق التكافؤ لنطاق التوصيل و يكون هناك وفرة في عدد الالكترونات الحرة

➢ هاااااااام جدا في حل المسائل

➢ في شبه الموصل من النوع السالب N-type :-

1- عند إضافة عناصر خماسية التكافؤ (او من المجموعة الخامسة او عناصر تحتوي في غلاف تكافؤها خمسة (5) الكترونات).

نحصل شبه الموصل من النوع السالب N-type

2- لحساب عدد حاملات الشحنة السالبة (الالكترونات السالبة فقط) $N_d + n_i$

2- لحساب عدد حاملات الشحنة الموجبة (الثقوب الموجبة فقط) p_i

2- لحساب عدد حاملات الشحنة الكلي $N_d + n_i + p_i$

حيث أن N_d هو عدد الإلكترونات الحرة الزيادة ويساوي عدد الذرات المانحة المضافة (العناصر خماسية التكافؤ المضافة).

➢ في شبه الموصل من النوع الموجب P-type :-

1- عند إضافة عناصر ثلاثية التكافؤ (او من المجموعة الثالثة او عناصر تحتوي في غلاف تكافؤها ثلاثة (3) الكترونات).

نحصل شبه الموصل من النوع الموجب P-type

2- لحساب عدد حاملات الشحنة الموجبة (الثقوب الموجبة فقط) $N_a + p_i$

2- لحساب عدد حاملات الشحنة السالبة (الالكترونات السالبة فقط) n_i

2- لحساب عدد حاملات الشحنة الكلي $n_i + P_i + N_a$

موقع المناهج الكويتية

حيث أن N_a هو عدد الثقوب الموجبة الزيادة ويساوي عدد الذرات المتقبلة المضافة (العناصر ثلاثية التكافؤ المضافة).

❑ تمارين

(1) يبلغ عدد الثقوب في قطعة من السيليكون $1.2 \times 10^{10} /cm^3$ ثقبا عند درجة الحرارة العادية 300K واتساع فجوة الطاقة المحظورة 1.1eV.

(أ) ما هو العدد الكلي لحاملات الشحنة الكهربائية في cm^3 / التي تساهم في تكوين التيار الكهربائي؟

(ب) كيف تصنف هذه المادة من ناحية التوصيل الكهربائي؟

---

(2) تحتوي بلورة من السليكون النقي على 700000 إلكترون حر.

(أ) ما هو عدد الثقوب فيها؟

(ب) ماذا يحدث لعدد الثقوب والإلكترونات إذا رفعت درجة حرارة البلورة؟

---

(3) يحتوي شبه موصل نقي على $6.4 \times 10^{11} / cm^3$ من حاملات الشحنة. احسب عدد الثقوب فيه؟

(4) ما هو عدد حاملات الشحنة في شبه موصل نقي يحتوي على $1.4 \times 10^{14}\ /cm^3$ ثقبا إذا ما طعم بـ $6.2\times10^{20}/\ cm^3$ ذرة من مادة تحتوي على 5 إلكترونات في غلافها الخارجي؟

1- استنتج نوع شبه الموصل.

2- احسب عدد حاملات الشحنة السالبة (الالكترونات السالبة)

3- احسب عدد حاملات الشحنة الموجبة (الثقوب الموجبة)

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

4- احسب عدد حاملات الشحنة الكلي .

---

(4) طعمت بلورة نقية تحتوي على $1.4 \times 10^{14}\ /cm^3$ ثقبا بـ $8 \times 10^{20}\ /cm^3$ ذرة تحتوي على ثلاثة إلكترونات في غلافها الخارجي ما هو عدد حاملات الشحنة؟

1- استنتج نوع شبه الموصل.

2- احسب عدد حاملات الشحنة الموجبة (الثقوب الموجبة)

3- احسب عدد حاملات الشحنة السالبة (الالكترونات السالبة)

4- احسب عدد حاملات الشحنة الكلي .

(5) تعد مادة الجرمانيوم Ge النقية من أشباه الموصلات التي تحتوي كل ذرة منها على أربعة إلكترونات في غلافها الخارجي.

1- علام نحصل لو طعمنا الجرمانيوم النقي بـ $7.2 \times 10^{18}\ /cm^3$ من ذرات مادة الفوسفور P التي تحتوي كل واحدة منها على خمسة إلكترونات في مستوى طاقتها الخارجي؟ (علمًا أن مادة الجرمانيوم النقية تحتوي على $2.4\times10^{13}\ /cm^3$ ثقبًا عند درجة الحرارة العادية).

2- احسب عدد حاملات الشحنة الموجبة (الثقوب الموجبة)

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

3- احسب عدد حاملات الشحنة السالبة (الالكترونات السالبة)

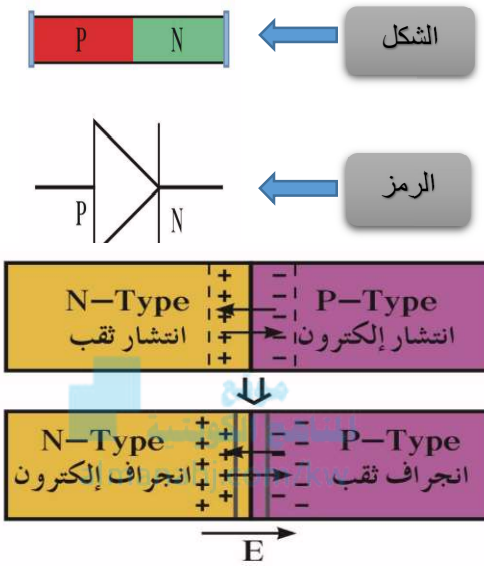
4- احسب عدد حاملات الشحنة الكلي .

---

(6) يحتوي شبه موصل مطعم (غير نقي) على 100 مليون ذرة من السيليكون و15 مليون ذرة من مادة تحتوي على خمسة إلكترونات في غلافها الخارجي. ما هو عدد الإلكترونات الحرة الموجودة في المادة شبه الموصلة؟

❑ الوصلة الثنائية (الدايود)

➢ تتكون الوصلة الثنائية من شبه موصل من النوع السالب ملتحم بشبه موصل من النوع الموجب ويطلى السطحان الخارجيان بمادة موصلة من أجل وصلها بأسلاك كهربائية.



➢ <u>كيف تعمل الوصلة الثنائية .</u>

❖ <u>قبل الالتحام:-</u> البلورتين متعادلتان كهربائيا .

❖ <u>اثناء الالتحام :-</u>

1- إن وجود إلكترونات حرة في شبه الموصل من النوع السالب، وثقوب في شبه الموصل من النوع الموجب يؤدي إلى نشوء تيار للإلكترونات من شبه الموصل من النوع السالب باتجاه شبه الموصل من النوع الموجب، وتيار للثقوب من شبه الموصل من النوع الموجب باتجاه شبه الموصل من النوع السالب.

2- عندما تتحد الإلكترونات بالثقوب تتشكل منطقة خالية من حاملات الشحنة على جانبي منطقة الالتحام تعرف باسم :-

منطقة الاستنزاف (أو النضوب).

<u>هي منطقة خالية من حاملات الشحنة على جانبي منطقة الالتحام.</u>

❖ <u>بعد الالتحام:-</u>

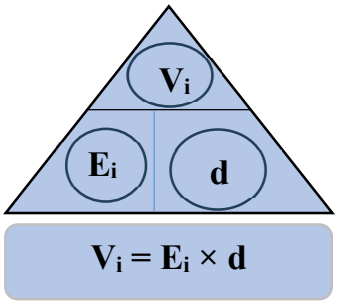
1- ينشأ على جانبي منطقة الاستنزاف فرق في الجهد V_i فينشأ عنه مجال كهربائي E_i يتخلل منطقة الاستنزاف ويتجه من البلورة السالبة إلى البلورة الموجبة لأن البلورة السالبة تكون قد فقدت عددًا من الإلكترونات فاكتسبت شحنة موجبة، والبلورة الموجبة تكون قد اكتسبت عددًا من الإلكترونات فاكتسبت شحنة سالبة.

2- وتصل الوصلة إلى حالة التوازن الكهربائي عندما يمنع المجال الكهربائي E_i أي زيادة في عدد حاملات الشحنة من الانتشار عبر منطقة الاستنزاف (أو النضوب)

3- **حالة التوازن الكهربائي :-**

هي حالة تصل إليها الوصلة الثنائية عندما يمنع المجال الكهربائي أي زيادة في عدد حاملات الشحنة من الانتشار عبر منطقة الاستنزاف.

❖ تحسب شدة المجال الكهربائي من العلاقة :-



حيث : d : تمثل اتساع منطقة الاستنزاف بوحدة m.

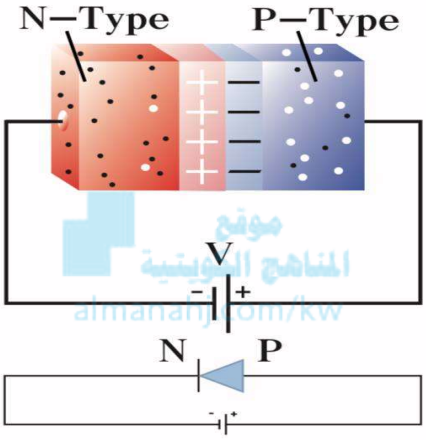
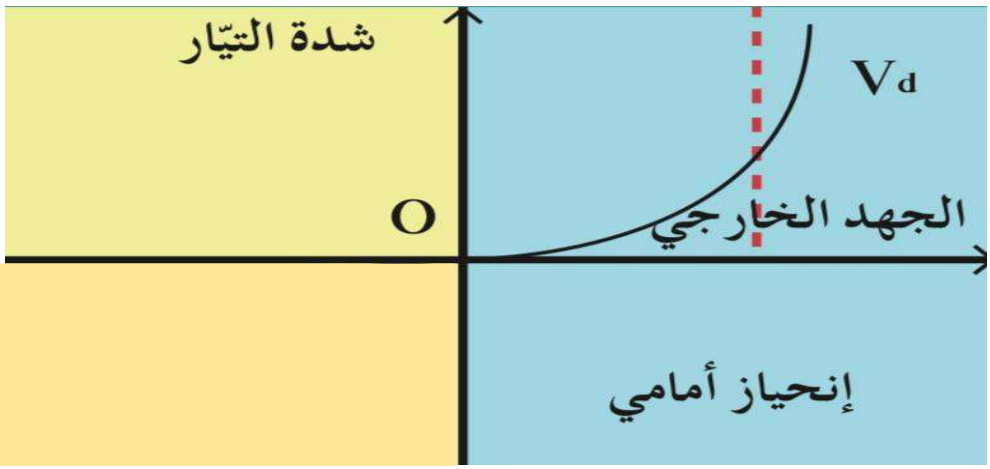
V_i: فرق الجهد بوحدة الفولت V.

E_i: المجال الكهربي بوحدة V/m.

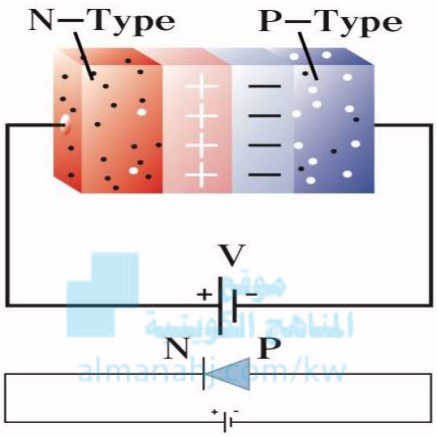
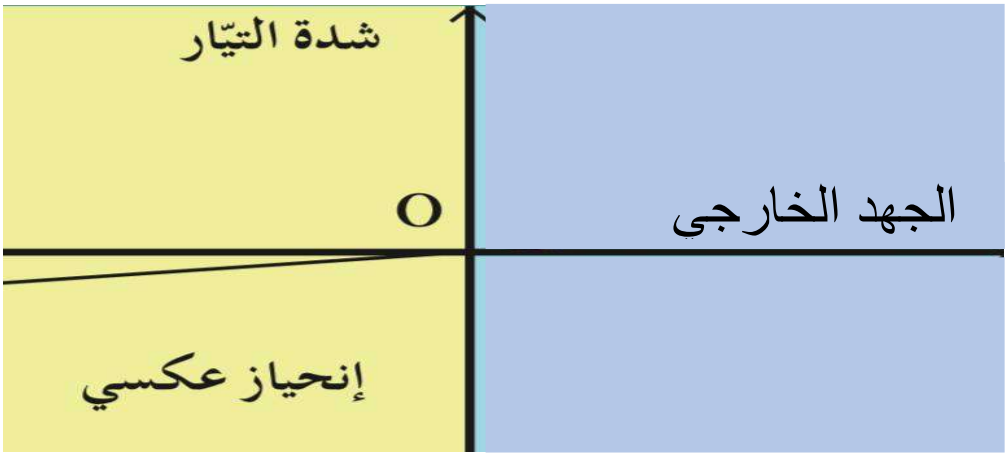
❑ **تمرين :-** اذا كان اتساع منطقة الاستنزاف $0.4\ mm$ و مقدار الجهد الداخلي المتشكل $0.6\ V$ فما هو مقدار شدة المجال الكهربائي ؟

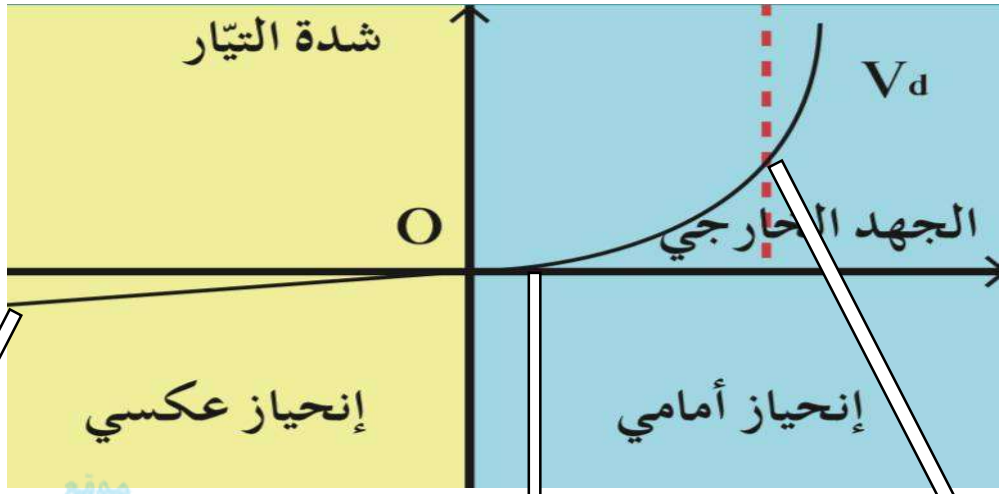
➢ طرق توصيل الوصلة الثنائية في الدوائر الكهربائية:-

(1) طريقة الاتجاه الأمامي او (الانحياز الأمامي) او (التوصيل الامامي)

الانحياز الأمامي	حالة تعتبر فيها الوصلة الثنائية مفتاح كهربي مغلق
طريقة التوصيل	 ➢ توصيل جهد كهربائي أمامي على الوصلة الثنائية أي:- ❖ توصيل البلورة الموجبة بالقطب الموجب للبطارية. ❖ ويوصل البلورة السالبة بالقطب السالب للبطارية.
ما يحدث بعد التوصيل	❖ ينشأ مجال كهربائي خارجي E_{ex} الناتج عن الجهد الكهربائي ويكون اتجاهه معاكسًا لاتجاه المجال الداخلي E_{in} للوصلة في منطقة الاستنزاف. ❖ الأمر الذي يؤدي إلى اندفاع الإلكترونات الحرة في البلورة السالبة والثقوب في البلورة الموجبة باتجاه خط التماس بين البلورة السالبة والموجبة.
منطقة الاستنزاف	❖ تضيق حتى تكاد تتلاشى
مقاومة الوصلة	❖ تقل (صغيرة)
حالة الوصلة	❖ موصلة للكهرباء
مرور التيار الكهربائي	❖ يمر تيار كهربائي كبير (تيار اصطلاحي) باتجاه حركة الثقوب في البلورة الموجبة أي عكس حركة الإلكترونات الحرة في البلورة السالبة.
الرسم البياني	❖ الجهد المطبق على الوصلة الثنائية يكون صغيرًا جدًا في حالة الانحياز الأمامي ويسمح بمرور التيار الكهربائي. 

(2) طريقة الاتجاه العكسي (الانحياز العكسي)او (التوصيل العكسي)

الانحياز العكسي	حالة تعتبر فيها الوصلة الثنائية مفتاح كهربي مفتوح
طريقة التوصيل	 ➢ توصيل جهد كهربائي أمامي على الوصلة الثنائية أي:- ❖ توصيل البلورة الموجبة بالقطب السالب للبطارية. ❖ ويوصل البلورة السالبة بالقطب الموجب للبطارية.
ما يحدث بعد التوصيل	❖ يكون المجال الكهربائي الخارجي E_{ex} الناتج عن الجهد الكهربائي باتجاه المجال الداخلي E_{in} نفسه ❖ مما يدفع الإلكترونات عكس اتجاه المجال مبتعدة عن الحدود بين البلورتين وتتحرك الثقوب بالاتجاه المعاكس.
منطقة الاستنزاف	❖ تزيد (تتسع بشكل كبير).
مقاومة الوصلة	❖ تزيد (كبيرة جدا)
حالة الوصلة	❖ عازلة للكهرباء
مرور التيار الكهربائي	❖ لا يمر تيار كهربائي (او يمر تيار صغير جدًا يسمى تيار الانحياز العكسي)
الرسم البياني	❖ التيار يكون ضعيفًا جدًا حتى لو تم تطبيق جهد كبير على الوصلة الثنائية 



❖ الجهد الحدي :- هو الجهد الذي بعده يحدث زيادة التيار بشكل مفاجئ و بمقدار كبير جدا

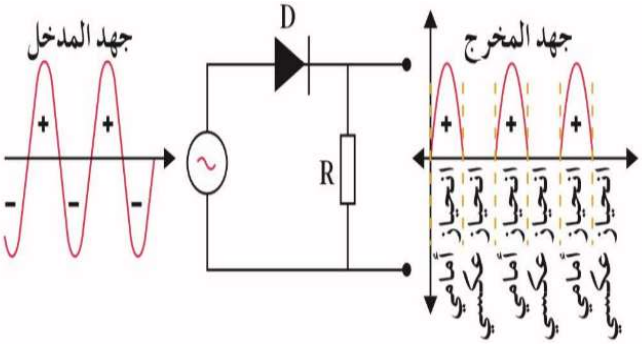
❖ جهد الحاجز :- هو جهد البطارية الذي يتساوي مع الجهد الداخلي للوصلة و عنده لا يمر التيار
❖ بزيادة جهد البطارية عن الجهد الحاجز يبدأ مرور التيار و يزيد التيار بزيادة الجهد

❖ جهد الانهيار :- يحدث بعده تلف للوصلة و يمر التيار و كأنه لا توجد منطقة استنزاف

❑ تطبيقات الوصلة الثنائية:

➢ تقويم التيار الكهربائي المتردد:

عملية يتم بها تحويل التيار المتردد إلى تيار نصف مقتوم موجب (ذو اتجاة واحد) .



❖ من أهم التطبيقات التي تعتمد على الوصلة الثنائية تحويل التيار المتردد إلى تيار نصف مقتوم موجب.

❖ عند توصيل مقاومة ووصلة ثنائية معًا وتطبيق جهد كهربائي متردد عليهما، ومن ثم عرض رسم الجهد الكهربائي المطبق على المقاومة بواسطة راسم الذبذبات، نحصل على نصف الموجة الموجب فقط لأن الوصلة الثنائية تسمح بسريان التيار في اتجاه واحد فحسب حيث أن التيار المتردد يغير اتجاهه كل نصف دورة،فيكون اتجاهه موجبًا في نصف الزمن الدوري وسالبًا في نصفه الآخر :-

❑ ففي نصف الدورة الموجب يكون التوصيل بالاتجاه الأمامي فيمر التيار الكهربائي.

❑ و في نصف الدورة السالب يكون التوصيل بالاتجاه العكسي فلا يمر تيار كهربائي (يمر تيار ضعيف جدًا يسمى تيار الانحياز العكسي) (لذلك عملية تقويم التيار المتردد عملية غير مكتملة أي كفاءة التحويل منخفضة).

اهم التعليلات

1- علل/ ينشأ على جانبي منطقة الاستنزاف فرق في الجهد V_i فينشأ عنه مجال كهربائي E_{in} يتخلل منطقة الاستنزاف ويتجه من البلورة السالبة إلى البلورة الموجبة

ج /لأن البلورة السالبة تكون قد فقدت عددًا من الإلكترونات فاكتسبت شحنة موجبة، والبلورة الموجبة تكون قد اكتسبت عددًا من الإلكترونات فاكتسبت شحنة سالبة.

2- علل/ الانحياز الأمامي حالة تعتبر فيها الوصلة الثنائية مفتاح كهربي مغلق (يمر التيار)

ج /لان المجال الكهربائي الخارجي E_{ex} للبطارية يكون اتجاهه معاكسًا لاتجاه المجال الداخلي E_{in} للوصلة في منطقة الاستنزاف الأمر الذي يؤدي إلى اندفاع الإلكترونات الحرة في البلورة السالبة والثقوب في البلورة الموجبة باتجاه خط التماس بين البلورتين فتتقلص منطقة الاستنزاف و تقل مقاومة الوصلة و يمر التيار .

3- علل/ الانحياز العكسي حالة تعتبر فيها الوصلة الثنائية مفتاح كهربي مفتوح (لا يمر التيار).

ج /لان المجال الكهربائي الخارجي E_{ex} للبطارية يكون اتجاهه في نفس اتجاه المجال الداخلي E_{in} للوصلة في منطقة الاستنزاف مما يدفع الإلكترونات عكس اتجاه المجال مبتعدة عن الحدود بين البلورتين وتتحرك الثقوب بالاتجاه المعاكس فتتسع منطقة الاستنزاف و تزيد مقاومة الوصلة و لا يمر التيار حتي لو تم تطبيق جهد كبير علي الوصلة (او يمر تيار صغير جدًا يسمى تيار الانحياز العكسي).

4- علل/ الوصلة الثنائية تعمل كمفتاح كهربائي.

4- علل/ تعمل الوصلة الثنائية كموصل جيد كما تعمل كعازل جيد بالنسبة للتيار المتردد.

ج /لأنه في حالة التوصيل الأمامي يكون الجهد المطبق عليها صغير جدًا وتسمح بمرور التيار الكهربائي أي تكون بمثابة مفتاح مغلق وفي حالة التوصيل العكسي لا تسمح بمرور التيار(او يكون التيار ضعيف جدًا) حتى لو تم تطبيق جهد كبير عليها أي تكون بمثابة مفتاح مفتوح.

5- علل/ الوصلة الثنائية تقوم بتقويم التيار المتردد .

5- علل/ عند توصيل مقاومة ووصلة ثنائية معًا وتطبيق جهد كهربائي مترددعليهما نحصل على نصف الموجة الموجب فقط.

ج /لأن الوصلة الثنائية تسمح بسريان التيار في اتجاه واحد فحسب. حيث أنه في نصف الدورة الموجب يكون التوصيل بالاتجاه الأمامي فيمرالتيار الكهربائي. في نصف الدورة السالب يكون التوصيل بالاتجاه العكسي فلا يمر تيار كهربائي (يمر تيار ضعيف جدًا يسمى تيار الانحياز العكسي)

ماذا يحدث مع التفسير

(1) ماذا يحدث عند توصيل مقاومة ووصلة ثنائية معًا وتطبيق جهد كهربائي مترددعليهما

- الحدث :- نحصل على نصف الموجة الموجب فقط (نحصل علي تيار نصف مقاوم موجب).
- التفسير :- لأن الوصلة الثنائية تسمح بسريان التيار في اتجاه واحد فحسب

(2) ماذا يحدث عند التحام بلورة شبة موصل من النوع الموجب ببلورة شبة موصل من النوع السالب .

- الحدث :- نحصل على الوصلة الثنائية (الدايود) .

(3) ماذا يحدث عند توصيل الوصلة الثنائية في الدائرة الكهربائية بطريقة الانحياز الامامي .

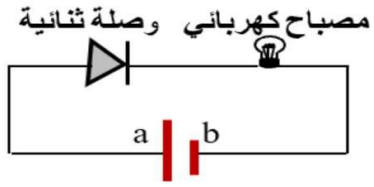
- الحدث :- يمر التيار (او تصبح الدائرة مغلقة) .
- التفسير :- لان E_{ex} للبطارية يكون اتجاهه معاكسًا لاتجاه E_{in} للوصلة في منطقة الاستنزاف فتتقلص منطقة الاستنزاف و تقل مقاومة الوصلة و يمر التيار .

(4) ماذا يحدث عند توصيل الوصلة الثنائية في الدائرة الكهربائية بطريقة الانحياز العكسي .

- الحدث :- لا يمر التيار (او تصبح الدائرة مفتوحة) .
- التفسير :- لان E_{ex} للبطارية يكون اتجاهه في نفس اتجاه E_{in} للوصلة في منطقة الاستنزاف فتتسع منطقة الاستنزاف و تزيد مقاومة الوصلة و لا يمر التيار (او يمر تيار صغير جدًا يسمى تيار الانحياز العكسي).

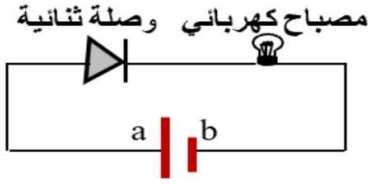
(5) ماذا يحدث عند استبدال البطارية بمصدر تيار متردد في الشكل المقابل .

- الحدث :- نحصل علي تيار نصف مقوم موجب .
- التفسير :- لأن الوصلة الثنائية تسمح بسريان التيار في اتجاه واحد فحسب (او لان الوصلة الثنائية تقوم بتقويم التيار المتردد)



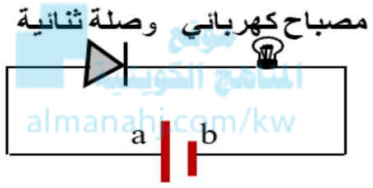
(6) ماذا يحدث للمصباح عند توصيل الوصلة الثنائية بالبطارية كما في الشكل المقابل .

- الحدث :- يعمل .
- التفسير :- لأن الوصلة الثنائية تكون موصلة بطريقة الانحياز الامامي فيمر التيار



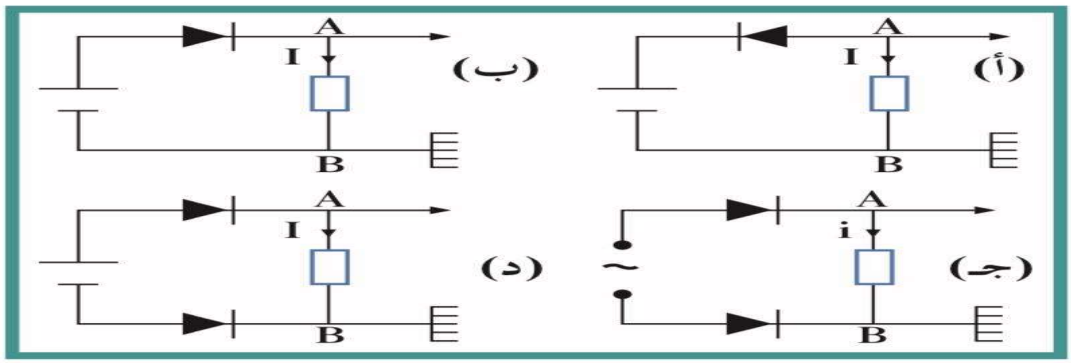
(7) ماذا يحدث للمصباح عند عكس اقطاب البطارية في الشكل المقابل .

- الحدث :- لايعمل .
- التفسير :- لأن الوصلة الثنائية تكون موصلة بطريقة الانحياز العكسي فلا يمر التيار



❑ تمارين

اولا — فسّر لماذا يعمل المصباح أو لا يعمل في كلّ حالة من الحالات التالية:



ثانيا — تمّ تطبيق جهد متردّد له تردّد (20)Hz على وصلة ثنائية ومقاومة كما في الشكلين (78—أ) و(78—ب). أرسم صورة الشكل الذي يظهر على شاشة راسم الذبذبات في كلّ من الحالتين.