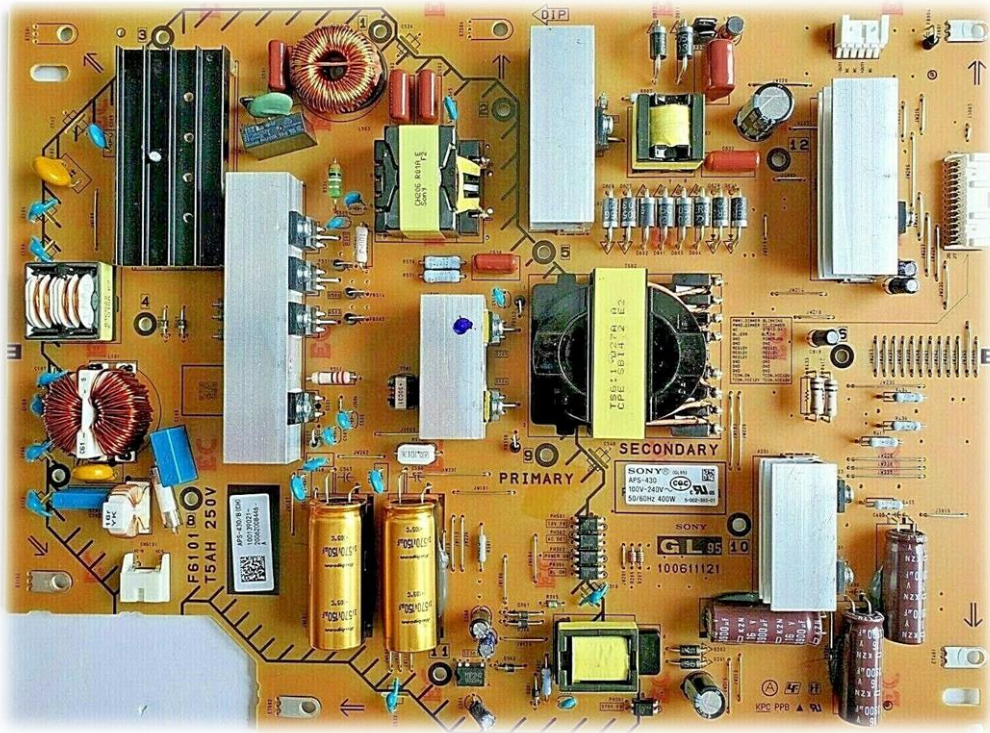
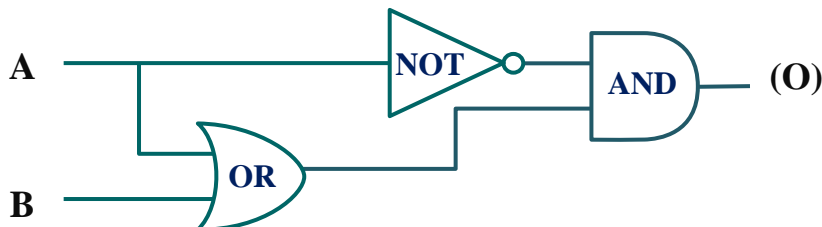
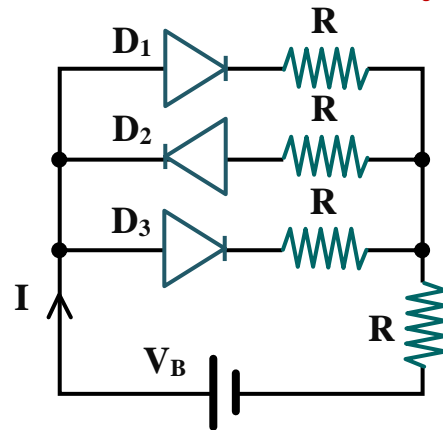
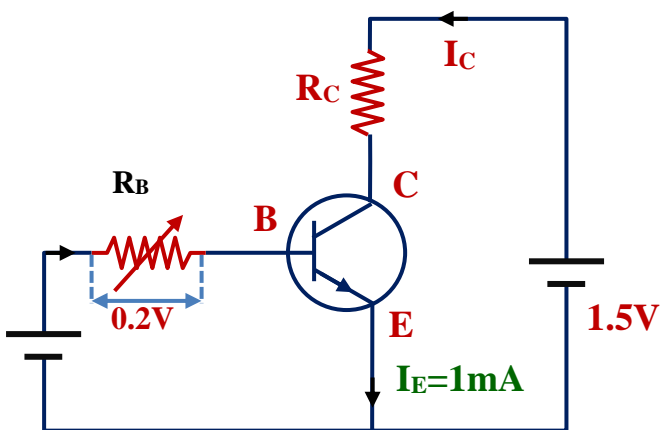


الفصل الثامن



الإلكترونيات الحديثة



8.1 أشباه الموصلات

تنقسم المواد من حيث توصيلها للتيار الكهربائي إلى ثلاثة أنواع :-

(١) **الموصلات** : مواد توصل الكهرباء والحرارة بسهولة لوفرة الإلكترونات الحرة بها مثل المعادن .

(٢) **العوازل** : مواد لا توصل الكهرباء والحرارة بسهولة لتمامها في أغلفتها مثل الزجاج والبلاستيك والخشب .

(٣) **أشباه الموصلات** :

هي مرحلة متوسطة بين الموصلات والعوازل وهي مواد تتميز بأن التوصيلية الكهربائية لها تزداد بارتفاع درجة الحرارة .
لضعف ارتباط إلكترونات القشرة الخارجية في الذرات (ليست حرة تماماً كما في المعادن أو مربوطة بشدة كما في العوازل) مثل السيليكون و الجرمانيوم ، في الحالة البلورية تحديداً وهي محل الدراسة ،

أشباه الموصلات :

هي مرحلة متوسطة بين الموصلات والعوازل وهي مواد تتميز بأن التوصيلية الكهربائية لها تزداد بارتفاع درجة الحرارة

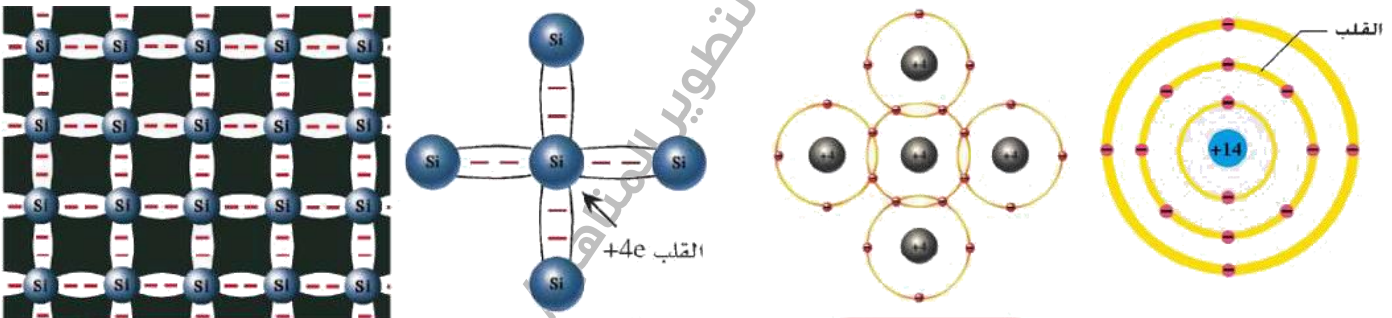
تنقسم أشباه الموصلات إلى :

(أ) **نقية (ذاتية التوصيل)**

(ب) **غير نقية (غير ذاتية التوصيل)**

بلورة شبه الموصل النقي (السيليكون)

- بلورة السيليكون النقي تتكون من ذرات سيليكون تربطها روابط تساهمية ، فذرة السيليكون الواحدة تحتوي على أربع إلكترونات في القشرة الخارجية ولذلك تتشارك كل ذرة مع أربع ذرات من جيرانها بحيث تكتمل القشرة الخارجية وبذلك تحتوي القشرة الخارجية لكل ذرة سيليكون على ثماني إلكترونات بأسلوب التشارك



البلورة :

هي ترتيب هندسي منتظم لذرات العنصر وهو في الحالة الجامدة

أنواع الإلكترونات داخل بلورة شبه الموصل

(١) **إلكترونات المستويات الداخلية** وهي ترتبط بشدة بالنواة نتيجة قوة الجذب بينهما .

(٢) **إلكترونات التكافؤ في القشرة الخارجية** : تتحرك بحرية أكثر خلال المسافات البينية .

(٣) **إلكترونات الحرة** تتحرك حركة عشوائية محدودة في حيز أكبر هو البلورة ، وتحتاج الى قدر أصغر من الطاقة حتى تتحرر .

طرق رفع كفاءة توصيل المادة شبه الموصل :

(أ) **رفع درجة الحرارة**

(ب) **التطعيم (إضافة الشوائب)**

(أ) رفع درجة الحرارة :

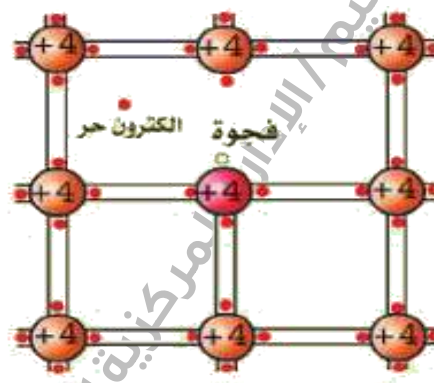
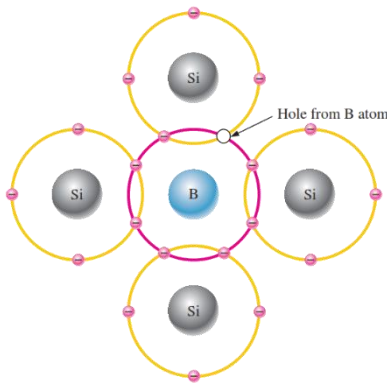
○ عند درجات الحرارة المنخفضة ($0^{\circ}\text{K} = -273^{\circ}\text{C}$)

تكون الروابط بين الذرات في البلورة سليمة ولا توجد روابط تكسر ولا إلكترونات متحركة داخل البلورة وتكون البلورة عازلة .
○ بارتفاع درجة الحرارة تدريجياً يزداد عدد الروابط التي تنكسر وتحرر الإلكترونات وتصبح إلكترونات حرة وتزداد التوصيلية الكهربائية .

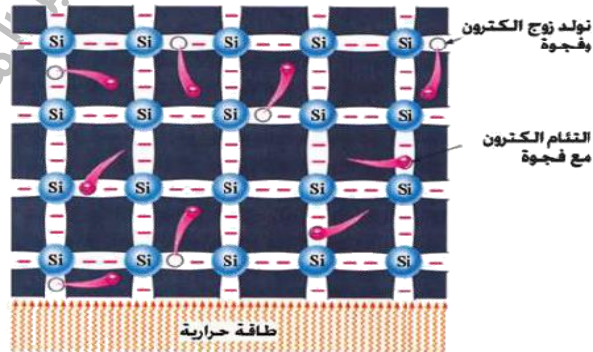
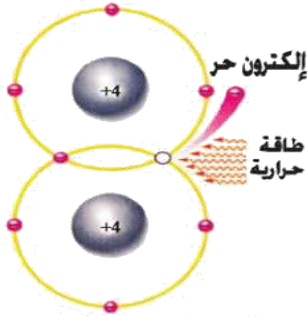
- عند الحصول على بلورة من السيليكون تترتب ذراته بحيث كل ذرة يحاط بها أربع ذرات بروابط تساهمية مع بعضها البعض، وكل رابطة تتكون من زوج من الإلكترونات فذرات السيليكون التي يوجد بها أربع إلكترونات في المستوى الخارجي تكون كل ذرة محاطة بثمانية إلكترونات في الترتيب البلوري. والإلكترونات التي كونت الروابط التساهمية ضعيفة الارتباط .
- وبعد تكوين البلورة في درجة الحرارة العادية تترك بعض الإلكترونات مكانها في الرابطة وتصبح حرة طليقة داخل البلورة وتتحرك بحرية مثل إلكترونات المعادن ويترك مكانه فجوة فارغة .

الفجوة الموجبة :

تعبّر عن مكان فارغ في رابطة مكسورة في بلورة السيليكون



ولأن الذرة متعادلة فإن غياب إلكترون عنها يعني ظهور شحنة موجبة الفجوة تمثل شحنة موجبة .
إذا انكسرت الرابطة وتحرر الإلكترون وترك مكانه فجوة لا يعتبر تأين للذرة لأنه سرعان ما تملأ بالإلكترون من رابطة أخرى وتعود إلى التعادل .



○ كلما زادت درجة الحرارة زاد عدد الإلكترونات الحرة وعدد الفجوات حتى تصل البلورة إلى حالة من الاتزان الديناميكي .
وعند أي درجة حرارة يحدث اتزان حراري بين الروابط التي تنكسر والتي تلتئم ، ويكون
عدد الإلكترونات الحرة = عدد الفجوات .

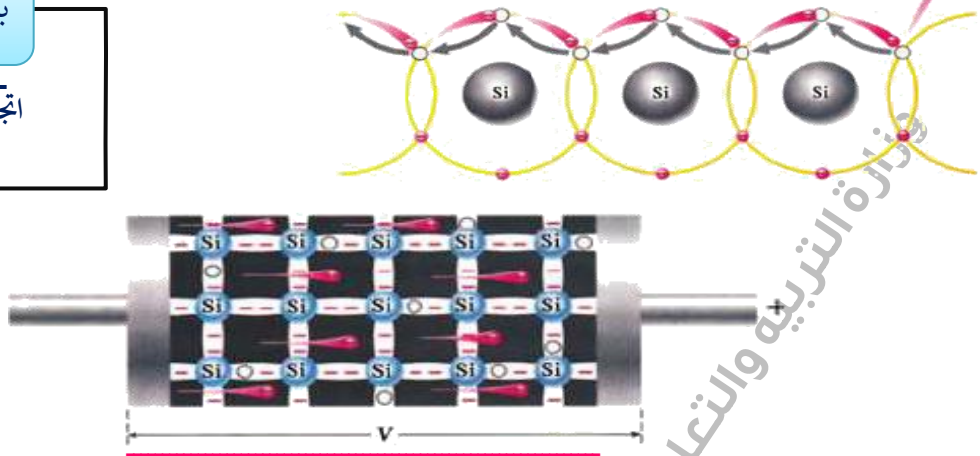
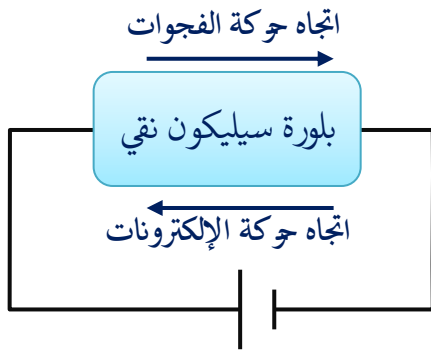
الاتزان الديناميكي (الحراري) لبلورة سيليكون نقي:

هي الحالة التي تصل إليها البلورة عندما يتساوى عدد الروابط المكسورة في الثانية مع عدد الروابط التي يتم تكوينها في الثانية ليبقى في النهاية هناك عدد ثابت من الإلكترونات الحرة والفجوات لكل درجة حرارة

للملاحظات

برفع درجة الحرارة يزداد عدد الإلكترونات الحرة ، وعدد الفجوات بالتساوي $n = p = n_i$

□ تنتقل الفجوة في اتجاه عكس اتجاه الإلكترون الذي تركها .
وتتحرك الفجوات عشوائياً (مثل الإلكترونات)



□ عمليتي التئام الروابط وكسر الروابط

التئام الرابطة	كسر الرابطة
تنطلق الطاقة علي شكل طاقة حرارية أو ضوئية	يحتاج إلي حد ادني من الطاقة إما علي صورة طاقة حرارية أو ضوئية

|| شبه الموصل النقي :

شبه موصل فيه تركيز الالكترونات الحرة = تركيز الفجوات الموجبة

(ب) التطعيم (إضافة الشوائب) :

تتميز أشباه الموصلات بحساسيتها للشوائب كما تتميز بحساسيتها الشديدة للحرارة

|| التطعيم (إضافة الشوائب)

هي إضافة ذرات من عنصر خماسي التكافؤ أو ثلاثي التكافؤ إلي بلورة نقية لعنصر رباعي بهدف زيادة عدد الالكترونات الحرة أو عدد الفجوات بها

بلورة من النوع الموجب (p-type)	بلورة من النوع السالب (n-type)
<p>فجوة تنشأ عن وجود ذرة بورون</p> <p>الكثرون زائد</p>	<p>ألكترون يتحرر من ذرة أنتيمون</p> <p>فجوة</p>

شبه موصل من النوع السالب (n-type)

شبه موصل من النوع السالب n-type

- شبه موصل مطعم بشوائب من عنصر خماسي التكافؤ ويكون فيه تركيز الإلكترونات الحرة أكبر من تركيز الفجوات الموجبة
- **التطعيم بشوائب خماسية التكافؤ** (من عناصر المجموعة الخامسة) كالفسفور **P** أو الزرنيخ **As** أو الأنثيمون **Sb**
 - تستبدل بعض ذرات السيليكون في الهيكل البلوري بذرات فوسفور أثناء صناعة البلورة .
 - هنا الذرة الشائبة تحتوي علي خمس الكترونات ، تشترك أربعة منها بروابط تساهمية مع ذرات السيليكون المحيطة ، ويبقى إلكترون حر خارج هذه الروابط وتكون قوي الجذب عليه ضعيفة فسرعان ما تفقده الذرة الشائبة نهائياً وتصبح أيون موجب
 - يكون عدد الروابط الحرة في البلورة ناشئ عن الإلكترونات الحرة من ذرات الفوسفور وإلكترونات الروابط المكسورة من ذرات السيليكون ، ويكون $n = p + N_D^+$ حيث N_D^+ عدد الذرات المانحة (تركيز أيونات الشوائب المعطية) ، n تركيز الإلكترونات الحرة ، P تركيز الفجوات
 - تسمى الذرة الشائبة بالذرة المعطية ، ويحدث اتزان حراري حيث أن مجموع الشحنة الموجبة = مجموع الشحنة السالبة
 - في هذه الحالة n أكبر من P تصبح هذه المادة من نوع **n-type** ، أي حاملات شحنات التوصيل فيها الإلكترونات .
- $$n \gg P \quad n \approx N_D^+$$

شبه موصل من النوع الموجب (P-type)

شبه موصل من النوع الموجب p-type

- شبه موصل مطعم بشوائب من عنصر ثلاثي التكافؤ ويكون فيه تركيز الفجوات الموجبة أكبر من تركيز الإلكترونات الحرة
- **التطعيم بشوائب ثلاثية التكافؤ** (من عناصر المجموعة الثالثة) كالألومنيوم **Al** والبورون **B**
 - تستبدل بعض ذرات السيليكون في الهيكل البلوري بذرات أثناء بناء البلورة بذرات من الألومنيوم .
 - يكون هناك رابطة ناقصة إلكترون (أي فجوة) ، وبالتالي يزداد عدد الفجوات .
 - تكتسب ذرة الشائبة ذات إلكترونات من احدى روابط السيليكون ليصبح عددها أربعة فتظهر فجوة في رابطة سيليكون فتضيف ذرات الشوائب فجوات غير الفجوات التي نشأت بفعل الحرارة .
 - يكون عددها ناشئ عن فجوات الروابط الناقصة + الفجوات التي تنشأ نتيجة كسر روابط ذرات السيليكون ، ويصبح : $p = n + N_A^-$ حيث N_A^- عدد الذرات المستقبلة (تركيز أيونات الشوائب المستقبلة) ، n تركيز الإلكترونات الحرة ، P تركيز الفجوات
 - تسمى الذرة الشائبة بالذرة المستقبلة ، يحدث اتزان حراري حيث أن مجموع الشحنة الموجبة = مجموع الشحنة السالبة .
 - في هذه الحالة P أكبر من n و تصبح هذه المادة من نوع **P-type** أي حاملات شحنات التوصيل فيها الفجوات
- $$P > n \quad P \approx N_A^-$$

مقارنة بين بلورة من النوع السالب ، بلورة من النوع الموجب

بلورة من النوع الموجب (p-type)	ب من النوع السالب (n-type)
التطعيم بعنصر ثلاثي التكافؤ (ذرة مستقبلة إلكترون) مثل الألومنيوم والبورون	التطعيم بعنصر خماسي التكافؤ (ذرة مانحة إلكترون) مثل الفوسفور والأنثيمون
عدد الفجوات أكثر من عدد الإلكترونات الحرة	عدد الإلكترونات الحرة أكثر من عدد الفجوات
تعود البلورة نقية بإضافة شوائب خماسية بتركيز يساوي تركيز الذرات المستقبلة	تعود البلورة نقية بإضافة شوائب ثلاثية بتركيز يساوي تركيز الذرات المانحة

قانون فعل الكتلة

$$n \cdot p = n_i^2$$

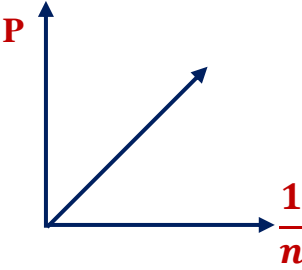
□ قانون فعل الكتلة

حيث n_i هو تركيز الالكترونات أو الفجوات في حالة السيليكون النقي أي أن إذا زادت n تنقص p والعكس

□ قانون فعل الكتلة لأشباه الموصلات :

حاصل ضرب تركيز الالكترونات الحرة × تركيز الفجوات الموجبة = مقدار ثابت لا يتوقف علي نوع الشائبة

= (مربع تركيز الالكترونات أو الفجوات في بلورة شبه موصل نقي)

	في حالة p-type	في حالة n-type
	$p = N_A^-$ $n = \frac{n_i^2}{N_A^-}$	$n = N_D^+$ $p = \frac{n_i^2}{N_D^+}$
تركيز الفجوات p و تركيز الالكترونات n علاقة عكسية $Slope = n \cdot p = n_i^2$		

المكونات أو النبائط الالكترونية

□ المكونات أو النبائط الالكترونية:

هي وحدات البناء للأجهزة الحديثة أو للأنظمة الإلكترونية

□ أنواع المكونات الإلكترونية :

(١) بسيطة (تتحكم في الجهد أو التيار بذاتها) وهي ثابتة القيمة أو يمكن تغيير قيمتها مثل المقاومة وملف الحث والمكثف والمحول والمفتاح

(٢) معقدة (وتكون لها دوائر خاصة). مثل الخلية الكهروضوئية ، والترانزستور والبوابات الإلكترونية ، وأغلبها يصنع من أشباه الموصلات .

□ مميزات النبائط التي تصنع من أشباه الموصلات :

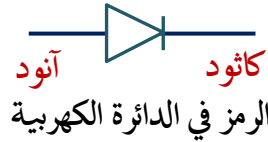
حساسية جداً للعوامل المحيطة بها مثل للضوء والحرارة ونسبة الرطوبة والضغط والتلوث بالإشعاع الكيميائي والذري لأن الالكترونات ضعيفة الارتباط وتتأثر بشدة بأحد هذه العوامل ولذلك تستخدم كمحسبات (وسائل) لقياس شدة الإضاءة أو الحرارة أو الرطوبة أو الضغط أو التلوث بأنواعه الكيميائي أو الذري .

ومثال لذلك جميع أجهزة القياس الرقمية (Digital) مثل جهاز قياس السكر في الدم ، وجهاز قياس حرارة الجسم عن بعد .

8.2 الوصلة الثنائية (الدايود – المقوم البلوري)

تتكون من بلورتين ملتصقين أحدهما من النوع P والأخرى من النوع n

اتجاه حركة التيار الاصطلاحي



الرمز في الدائرة الكهربائية

كيف يتم تجهيزها ؟

- هي بلورة سيليكون تم حقن أو تطعيم أحد نصفيهما بذرات فوسفور مثلاً ، والنصف الآخر بذرات ألومنيوم بنفس النسبة .
- أو التصاق بلورتين أحدهما n-type والأخرى p-type بدون مادة لاصقة بمعنى يكونا ملتصقين تماماً ومتماثلتان في التركيز للشوائب .

■ مفهوم تيار الانتشار وتيار الانسياب في الوصلة الثنائية (الدايود) :
بعد الالتحام مباشرة يحدث الآتي

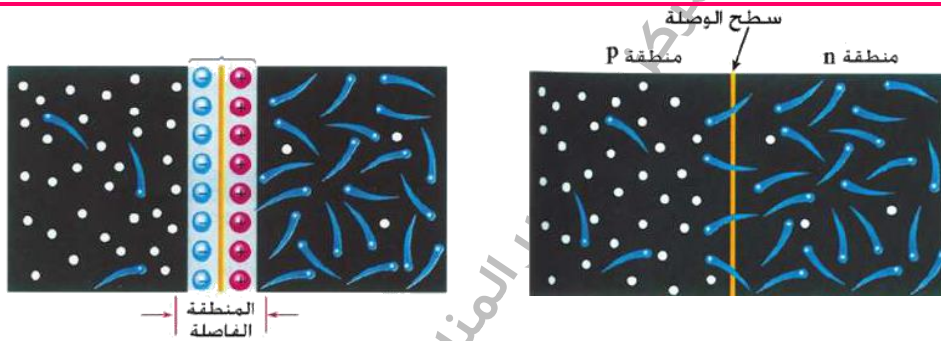
○ تيار الانتشار

- تنتشر الفجوات في منطقة P-type (تركيز الفجوات بها عال) إلى منطقة n-type (تركيز الفجوات بها قليل) ، وتنتشر الإلكترونات في منطقة n-type (تركيز الإلكترونات بها عال) إلى منطقة p-type (تركيز الإلكترونات بها منخفض) (ويحدث التثام) وتسمى هذه الهجرة للشحنات على جانبي الفاصل تيار الانتشار .

- تيار الانتشار يدفع الفجوات من منطقة p إلى منطقة n ويدفع الإلكترونات من منطقة n إلى منطقة P

||| تيار الانتشار:

التيار الناتج عن انتشار الفجوات الموجبة من المنطقة p إلى المنطقة n وانتشار الإلكترونات من المنطقة n إلى المنطقة P عند تلامس البلورتين



○ تيار الانسياب

- كل من المنطقة P والمنطقة n علي حدة متعادلة (بسبب تعادل الشحنات الموجبة والشحنات السالبة في كل منطقة علي حدة) . (لأنها في الأصل كانت متعادلة)
- هجرة فجوات (تركت مكانها) من منطقة p يكشف جزء من الأيونات السالبة دون غطاء يعادلها من الفجوات فتزيد الشحنة السالبة في طرف P
- هجرة إلكترونات (تركت مكانها) من منطقة n يكشف جزء من الأيونات الموجبة دون غطاء يعادلها من الإلكترونات فتزيد الشحنة الموجبة في الطرف p
- تنشأ منطقة متعادلة تماماً على جانبي الحد الفاصل خالية من الإلكترونات أو الفجوات تكون بها أيونات موجبة في ناحية وأيونات سالبة في ناحية أخرى تسمى (المنطقة الفاصلة – المنطقة القاحلة)
- ينشأ في هذه المنطقة مجال كهربائي يتجه من الأيونات الموجبة إلي الأيونات السالبة على جانبي الحد الفاصل يدفع بتيار يسمى تيار انسياب يتعادل مع تيار الانتشار ويتزن معه ويعاكسه (يمنع انتقال المزيد من الإلكترونات من n إلى p ، ويمنع انتقال مزيد من الفجوات من P إلى n) ، وتكون المحصلة صفر

||| تيار الانسياب:

التيار الناتج عن المجال الكهربائي الداخلي بين الأيونات الموجبة جهة n والأيونات السالبة جهة P علي جانبي موضع التلامس وهو ضد تيار الانتشار

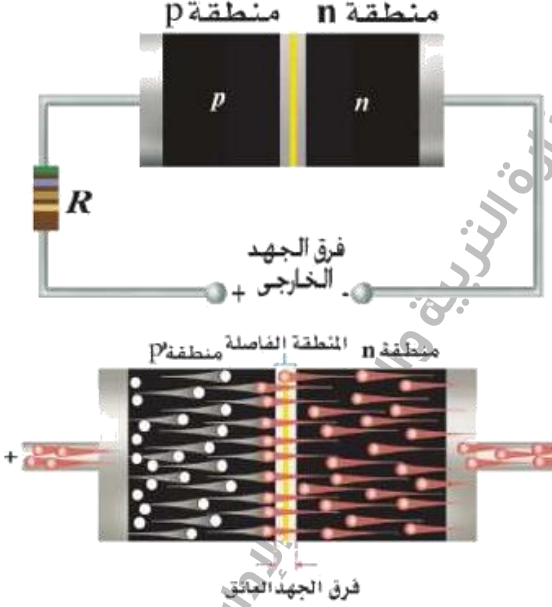
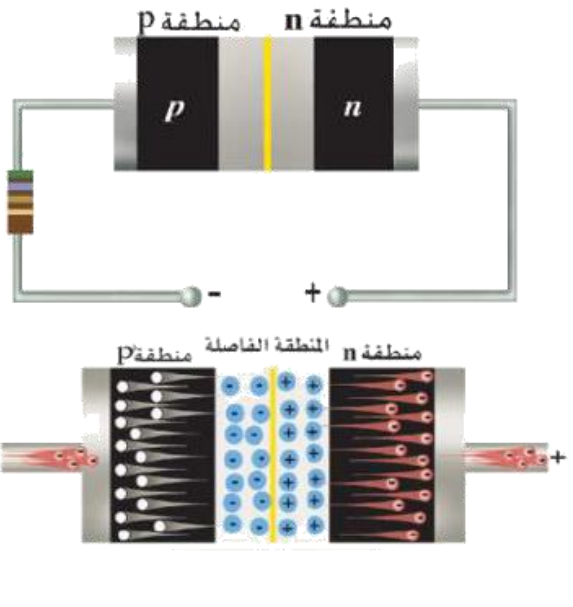
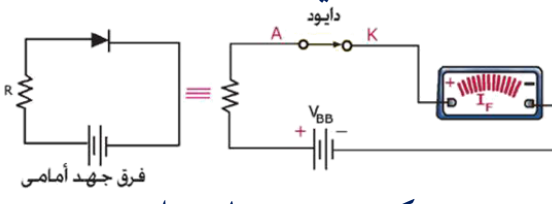
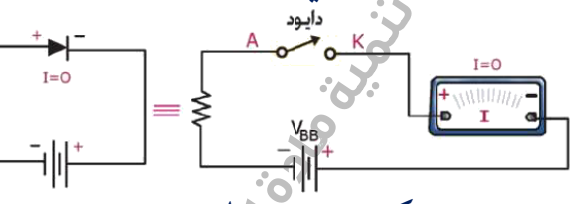
||| المنطقة القاحلة (الفاصلة) (الانتقالية) :

منطقة خالية من حاملات الشحنة توجد علي جانبي موضع تلامس البلورة n والبلورة P في الوصلة الثنائية

||| الجهد الحاجز للوصلة الثنائية:

أقل جهد داخلي علي جانبي موضع تلامس n ، p يكفي لمنع انتشار مزيد من الفجوات الموجبة والإلكترونات الحرة إلي المنطقة الأقل تركيز لهما

طرق توصيل الوصلة الثنائية

توصيل أمامي	توصيل عكسي	
		الرسم
<p>عند تطبيق جهداً خارجياً بحيث يكون الطرف p متصلاً بالطرف الموجب للبطارية و الطرف n متصلاً بالطرف السالب للبطارية فإن المجال الناشئ عن البطارية يكون عكس اتجاه المجال الداخلي في المنطقة الانتقالية فيضعفه</p>	<p>عند عكس اتجاه الجهد الخارجي بحيث يوصل الطرف p بالطرف السالب للبطارية والطرف n بالطرف الموجب للبطارية فإن المجالان يكونان في نفس الاتجاه</p>	طريقة التوصيل
<p>يقل الجهد الحاجز للوصلة (مجال البطارية عكس المجال الداخلي)</p>	<p>يزيد الجهد الحاجز للوصلة (مجال البطارية في نفس اتجاه المجال الداخلي)</p>	الجهد الحاجز
<p>يقل سمك المنطقة القاحلة حيث تتنافر الفجوات والالكترونات مع قطبي البطارية وتبتعد عن السطح الفاصل</p>	<p>يزداد سمك المنطقة القاحلة حيث تتجاذب الفجوات والالكترونات مع قطبي البطارية وتبتعد عن السطح الفاصل</p>	المنطقة الفاصلة
<p>تسمح بمرور التيار بسهولة حيث يمر تيار كهربي ذو شدة كبيرة في الوصلة يمكن تعيين قيمته من قانون اوم وبذلك تكون مقاومة الوصلة صغيرة</p>	<p>تمنع مرور التيار حيث تكون شدة التيار الكهربي ضعيفة جداً تكاد تكون منعدمة وبذلك تكون مقاومة الوصلة عالية جداً</p>	مرور التيار
<p>تقل المقاومة بين طرفي الوصلة عند قياسها بالأميتر</p>  <p>يمكن تشبيهه بمفتاح مغلق</p>	<p>تزيد المقاومة بين طرفي الوصلة عند قياسها بالأميتر</p>  <p>يمكن تشبيهه بمفتاح مفتوح</p>	قياس المقاومة الرمز في الدائرة

استخدامات الوصلة الثنائية

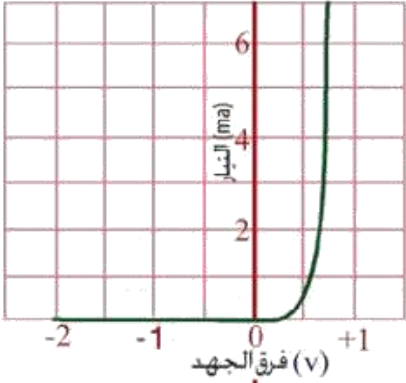
□ التمثيل البياني للعلاقة بين V ، I في الوصلة الثنائية : -

○ في حالة التوصيل الأمامي :

زيادة فرق الجهد تزداد شدة التيار .

○ في حالة التوصيل العكسي :

شدة التيار تكاد تكون منعدمة فلا يؤثر زيادة فرق الجهد على شدة التيار تقريباً .



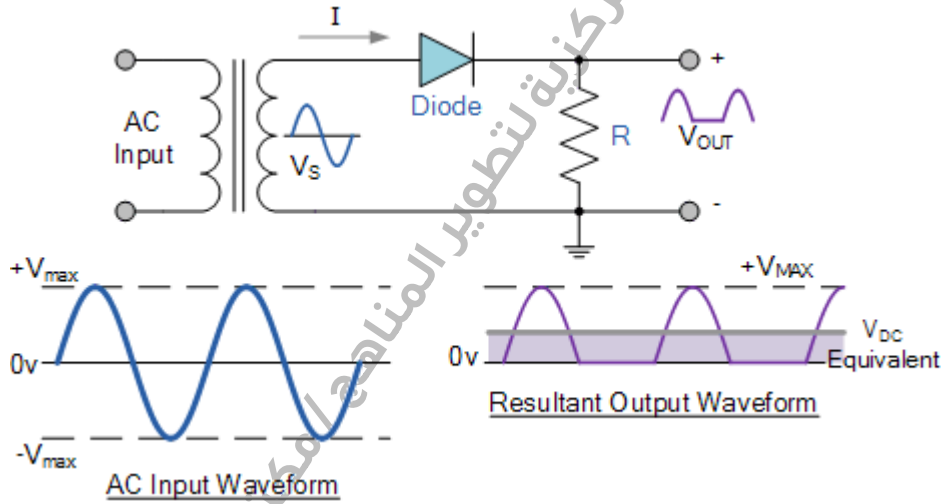
□ استخدامات الوصلة الثنائية : (أ) كمفتاح (ب) تقويم التيار المتردد

(أ) كمفتاح (تشبيه عمل الوصلة الثنائية بمفتاح الدائرة) : -

- لان عند توصيل الوصلة توصيل أمامي تسمح بمرور التيار الكهربائي (أي تعمل كمفتاح مغلق)
- وعند توصيل الوصلة توصيل عكسي تمنع مرور التيار في الدائرة (أي تعمل كمفتاح مفتوح)

(ب) تقويم التيار المتردد : -

- * عند توصيل طرفي الوصلة بمصدر تيار متردد تسمح بمرور أنصاف الذبذبات في حالة التوصيل الأمامي
- * وعندما يعكس التيار اتجاهه (يكون التوصيل عكسي) لا تسمح بمرور أنصاف الذبذبات الأخرى وبالتالي يمكن تقويم التيار المتردد تقويم نصف موجي والحصول علي تيار موحد الاتجاه

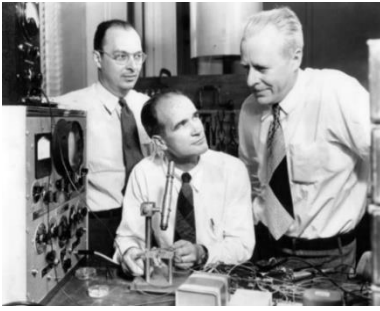


□ الأوميتروالوصلة الثنائية : يمكن استخدام الأوميتر ل : -

(أ) التأكد من سلامة الوصلة الثنائية : حيث تكون مقاومتها صغيرة جدا في اتجاه وكبيرة جدا في الاتجاه العكسي

(ب) التمييز بين الوصلة الثنائية والمقاومة الأومية :

- في حالة الوصلة الثنائية : قراءة الأوميتر كبيرة جدا في اتجاه وصغيرة جدا في الاتجاه العكسي
- في حالة المقاومة الأومية : قراءة الأوميتر لا تتغير إذا انعكس اتجاه التيار



8.2 الترانزستور

- قام جون باردين - ويليم شوكلي - ولتر براتين باختراع الترانزستور في عام ١٩٥٥ م من :
وصلة ثلاثية تتكون من بلورتين متشابهتين تفصلهما بلورة من نوع آخر
أو بلورة من النوع n محصورة بين بلورتين من النوع p وهو الترانزستور p.n.p
أو بلورة من النوع p محصورة بين بلورتين من النوع n وهو الترانزستور n.p.n
□ التركيب : يتكون من مادة شبه موصلة مقسمة إلى ثلاث مناطق .

المنطقة الأولى تسمى (الباعث) بلورة شبه موصل متوسطة الحجم بها نسبة عالية من الشوائب
المنطقة الوسطى تسمى (القاعدة) بلورة شبه موصل عرضها صغير للغاية بها نسبة قليلة من الشوائب
المنطقة الأخيرة تسمى (المجمع) بلورة شبه موصل كبيرة الحجم بها نسبة شوائب أقل من الباعث

□ أنواع الترانزستور

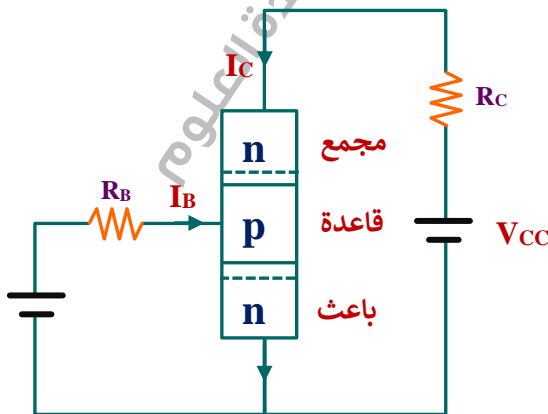
n.p.n	p.n.p	
القاعدة من النوع p ، الباعث والمجمع من النوع n	القاعدة من النوع n ، الباعث والمجمع من النوع p	التركيب
		الرمز في الدائرة الكهربائية

فكرة عمل الترانزستور من النوع p.n.p نفس فكرة عمل الترانزستور n.p.n إلا أن الفجوات تلعب الدور بدلا من الالكترونات .
مميزات الترانزستور : (١) صغر الحجم وخفة الوزن (٢) يخدم لمدة طويلة (٣) يستخدم لتشغيله جهود كهربية صغيرة
توصيل الترانزستور في الدائرة :

- يراعى عند توصيل الترانزستور تكون وصلة الباعث - قاعدة دائما في حالة توصيل أمامي .
- يوجد عدة لتوصيل الترانزستور في الدائرة الكهربائية :-
- (١) القاعدة مشتركة بين الباعث والمجمع . (٢) الباعث مشترك بين القاعدة . (٣) المجمع مشترك بين الباعث والقاعدة

ترانزستور n.p.n الباعث مشترك

يوصل الباعث مع القاعدة توصيل أمامي ، ويوصل الباعث مع المجمع توصيل عكسي (الباعث بالقطب السالب والمجمع بالقطب الموجب)
في هذه الحالة يستخدم الترانزستور في تكبير شدة التيار .. كيف ؟



استخدامات الترانزستور من النوع n.p.n الباعث مشترك

(١) **كمكبّر** : تعتمد فكرة عمل الترانزستور في دائرة الباعث المشترك كمكبّر على أنه إذا وضعت إشارة كهربية في تيار القاعدة فإن تأثيرها يظهر مكبّراً في تيار المجمع وهذا ما يسمى فعل الترانزستور .

○ تنطلق الإلكترونات من الباعث السالب **n** إلى القاعدة **P** حيث تنتشر بعض الوقت إلى أن يلتقطها المجمع **n** الموجب

○ ولأن الإلكترونات تنتشر في قاعدة مليئة بالفجوات فإن عملية الالتئام التي تتم في القاعدة تستهلك نسبة من هذه الإلكترونات

○ وبالتالي يكون دائماً تيار المجمع **I_c** أقل من تيار الباعث **I_E** حيث **I_E = I_c + I_B**

○ نظراً لأن عرض القاعدة صغير جداً **كما أنها قليلة الشوائب** فلا تستهلك إلا نسبة ضئيلة (α_e) من التيار في ملء الفجوات الموجبة في القاعدة

○ تستمر الإلكترونات في حركتها لتصل إلى المجمع ، إذا كان تيار الإلكترونات المنطلق من الباعث هو **I_E** فإن :

ما يصل إلى المجمع **I_c = α_e I_E** ، وما يستهلك في القاعدة هو **I_B = (1 - α_e) I_E**

○ حيث أن وصلة الباعث المجمع عكسية فإن الإلكترونات تنطلق من الباعث إلى المجمع عبر القاعدة ، ولا يفقد فيها إلا جزء بسيط يعوضه تيار القاعدة .

(تتنافر إلكترونات الباعث مع القطب السالب للبطاريتين ليتجمع تيارى الإلكترونات عند الباعث ويتحرك تجاه المجمع) .

○ لأن عرض القاعدة صغير جداً فإن تيار المجمع أكبر من تيار القاعدة بنسبة β_e وتسمى بنسبة تكبير التيار

$$\beta_e = \frac{I_c}{I_B} = \frac{\alpha_e \cdot I_E}{(1 - \alpha_e) I_E} \quad \therefore \quad \beta_e = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e} \quad \therefore \quad \alpha_e = \frac{\beta_e}{1 + \beta_e}$$

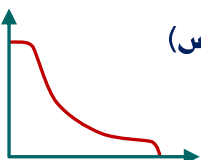
○ إذا وضعت إشارة كهربية صغيرة في تيار القاعدة (مثلاً خرج من ميكروفون) فإن تأثيرها يظهر مكبّراً في تيار المجمع .

(٢) **كمفتاح** : كمفتاح يرفع ويخفض ، كمفتاح يوصل التيار أو لا يوصل (on/off) ، أو بوابة عاكس

طريقة التوصيل	في حالة التوصيل on	في حالة قطع التوصيل off
	يوصل الترانزستور بالدائرة الكهربائية بحيث يكون الباعث مشترك بين المجمع والقاعدة فإذا كان V_{CC} هو جهد البطارية في دائرة المجمع و V_{CE} هو فرق الجهد بين المجمع والباعث و I_c شدة تيار المجمع و R_c مقاومة الدائرة (المصباح) وعندئذ يكون V_{CC} = V_{CE} + I_c R_c	
	إذا اعتبرنا القاعدة هي الداخل V_{in} والمجمع هو الخرج V_{out} ، والباعث مشترك (متصل بجهد الأرضي)	
الأساس العلمي	إذا أعطينا القاعدة جهد موجب أو كبير يسري تيار في المجمع I_c كبير وتزداد قيمة I_c R_c يكون فرق الجهد على المجمع V_{CE} صغير أي يكون الخرج صغيراً (الترانزستور يعمل على مرور تيار القاعدة لأن V_{in} > V_{out}) كما لو كان المفتاح مغلق	إذا أعطينا القاعدة جهد سالب أو صغير ينقص تيار المجمع I_c وتنقل قيمة I_c R_c يصبح فرق الجهد على المجمع V_{CE} كبير أي يكون الخرج كبير (الترانزستور لا يسمح بمرور تيار القاعدة لأن V_{out} > V_{in}) كما لو كان المفتاح مفتوح

(٣) **عاكس** : إذا كان الدخل كبيراً فإن الخرج صغير وإذا كان الدخل صغيراً فإن الخرج كبير وتسمى هذه النبيلة (عاكس)

كلما زاد **I_c** فإن **V_{CE}** تقل (نظراً لثبات **V_{CC}**) حتي نصل إلى أقل قيمة لها حوالي **0.2V** عندما يكون تيار القاعدة كبيراً

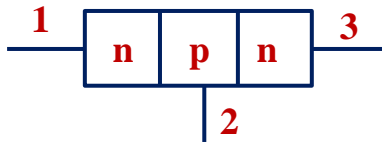


نسبة تيار المجمع إلى تيار القاعدة عند ثبوت فرق الجهد بين الباعث والمجمع

هو أن أي إشارة كهربية تدخل أو تحمل على تيار القاعدة فيه وهو في حالة التشغيل فإن تأثيرها يظهر مكبراً في تيار المجمع .

$I_E = I_C + I_B$		<div>مكبر للإشارة</div> <div>مفتاح (on/ off)</div> <div>عاكس (NOT)</div>
معامل التكبير	نسبة (ثابت) التوزيع	
$\beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e}$	$\alpha_e = \frac{I_C}{I_E} = \frac{\beta_e}{1 + \beta_e}$	
كبيرة جداً	قريب من الواحد الصحيح	
قيمه أكبر من الواحد لأن $I_C > I_B$	قيمه أقل من الواحد لأن $I_C < I_E$	
$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$		

$$\frac{I_E}{I_B} = \beta_e + 1$$



كيف يمكن الاستدلال على قطبية الترانزستور باستخدام الأومير

نقيس المقاومات بين كل من الأطراف (1 ، 2 ، 3) في حالة التوصيل الأمامي

تكون أكبر مقاومة بين الباعث والمجمع ولتكن (1 ، 3) لوجود منطقتين قاحلتين بينهما وبذلك يمكن معرفة أن الطرف الآخر (2) هو القاعدة ، ولمعرفة أيهما يكون الباعث نعين المقاومة بين (1 ، 2) وبين (2 ، 3) تكون المقاومة أقل بين القاعدة والباعث لأن الباعث الذي به شوائب كثيرة ومقاومته أقل من المجمع الذي به شوائب أقل .

8.4 الالكترونات الرقمية

تعتبر الالكترونات الرقمية هي أساس العديد من الأجهزة والمكونات الالكترونية مثل :
البوابات المنطقية - دوائر الذاكرة - الدوائر الالكترونية

الالكترونات الرقمية Digital	الالكترونات التناظرية Analog	
إلكترونات تتعامل مع الكميات الطبيعية بعد تحويلها إلي شفرة غير متصلة أساسها قيمتان فقط هما (1 ، 0) حيث يمثل الكود 0 منطق منخفض ، الكود 1 منطق مرتفع	الكترونات تتعامل مع الكميات الطبيعية كما هي حيث ترسل الإشارات الكهربائية متصلة أي تأخذ أي قيمة من الأرقام العشرية (... , 3 , 2 , 1) حسب حالته	التعريف
(١) التليفون المحمول (٢) القنوات الفضائية الرقمية (٣) أقراص الليزر المدججة CD (٤) أجهزة الكمبيوتر الرقمية - كل ما يدخل الكمبيوتر من حروف أو أعداد يتحول إلي شفرات ثنائية - تتجزأ الصور إلي عناصر صغيرة Pixels ثم تتحول أيضا إلي شفرة - تتم جميع العمليات الحسابية علي أساس الجبر الثنائي - يتم تخزين المعلومات في الذاكرة المؤقتة RAM أو الذاكرة المستديمة Hard disk علي شكل مغنطة في اتجاه معين مما يعني 0 أو مغنطة في الاتجاه المضاد مما يعني 1	(١) الميكروفون يقوم بتحويل الصوت إلي إشارة كهربية (٢) كاميرا الفيديو العادية تقوم بتحويل الصورة إلي إشارة كهربية (٣) التلفزيون العادي عند الإرسال يتم تحويل الصوت أو الصورة إلي إشارات كهربية ثم إلي إشارات كهرومغناطيسية عند الاستقبال يتم تحويل الإشارات الكهرومغناطيسية إلي إشارات كهربية في الهوائي (الإبريل) ثم يعمل جهاز الاستقبال علي تحويلها إلي صوت وصورة	تطبيقات
المعلومات ليست هي قيمة الإشارة التي قد تتداخل معها الضوضاء وتشوشها لكن المعلومة تكمن في الكود 0 أو 1 ولا يهم إذا أضيف إليها الضوضاء 	يؤثر التشويش أكثر علي الإشارة التناظرية حيث تتداخل الضوضاء مع الإشارة التناظرية التي تحمل المعلومات وتشوشها 	الضوضاء الكهربائية (التشويش)

بالنسبة للإلكترونات الرقمية

- عند الإرسال : يتم تحويل الإشارات الكهربائية المتصلة إلي إشارات رقمية (شفرات ثنائية) عن طريق (محول تناظري رقمي)
- عند الاستقبال : يتم تحويل الإشارات الرقمية (شفرات ثنائية) إلي إشارات تناظرية عن طريق (محول رقمي تناظري)

□ الضوضاء الكهربائية (التشويش)

- توجد في الطبيعة إشارات كهربية غير منتظمة وغير مفيدة تسمى الضوضاء الكهربائية مصدرها الحركة العشوائية للإلكترونات فالإلكترونات شحنات إذا تحركت فإنها تسبب تيار عشوائي هذه الإشارة العشوائية تسبب تداخل في الإشارات التي تحملها المعلومات وتشوشها وكلنا نلاحظ ذلك مثل في محطة إذاعة ضعيفة أو في محطة تليفزيون ضعيفة أو هوائي (إبريل) ضعيف فتظهر نقاط بيضاء وسوداء علي الشاشة والضوضاء تضاف دائما إلي الإشارات التي تحمل المعلومات ويصعب التخلص منها إما في حالة الالكترونات الرقمية فإن المعلومة ليست في قيمة الإشارة ولكن المعلومة تكمن في الشفرة أو الكود

■ ■ ■ الضوضاء الكهربائية (التشويش) :

إشارات كهربية غير منتظمة ، و غير مفيدة مصدرها هو الحركة العشوائية للإلكترونات ؛ فهي شحنات إذا تحركت فإنها تسبب تياراً عشوائياً

□ تفضل الاشارات الرقمية في إرسال واستقبال الموجات اللاسلكية بسبب

- (١) سهولة التخزين
- (٢) سهولة فصل إشارة الضوضاء عن الإشارة الرئيسية
- (٣) لا تتأثر بالضوضاء الكهربائية

تحويل العدد التناظري (العشري) إلى كود رقمي (عدوثنائي)

- (أ) اقسم العدد العشري علي 2 والناجح علي 2 وهكذا حتي يصبح الناجح 0
إذا لم يكن للناجح باقي ضع 0 مكان الباقي ، وإذا كان للناجح باقي ضع 1 مكان الباقي
(ب) اكتب الأرقام الموجود في خانة الباقي بالترتيب داخل القوسين $()_2$ حيث الرقم 2 يرمز الي العدد الثنائي

اوجد الكود الرقمي للعدد التناظري 19؟					
العدد العشري $2 \div$	19	9	4	2	1
	$\frac{19}{2}$	$\frac{9}{2}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{1}{2}$
الناجح	9	4	2	1	0
الباقي	1	1	0	0	1
الكود الرقمي	$(10011)_2$				

تحويل الكود الرقمي (العدد الثنائي) الي عدوتناظري (عشري)

- (أ) اكتب الكود (المكون من 0 ، 1) كل رقم علي حده بالترتيب وأسفل كل رقم بداية من اليمين النظام الثنائي
($2^0, 2^1, 2^2, 2^3, \dots$)
(ب) اكتب حاصل ضرب الكود (0 ، 1) في النظام الثنائي ($2^0, 2^1, 2^2, 2^3, \dots$)
(ج) اجمع الأعداد الناتجة لتحصل علي العدد التناظري المطلوب

اوجد العدد التناظري (العشري) للكود الرقمي $(10001)_2$ ؟					
الكود	1	0	0	0	1
النظام الثنائي	2^0	2^1	2^2	2^3	2^4
الناجح	1	0	0	0	16
العدد التناظري	مجموع النواتج = 17				




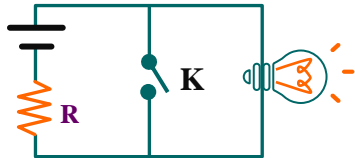
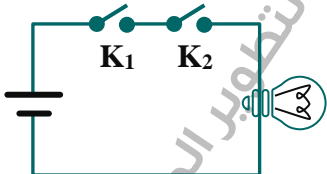
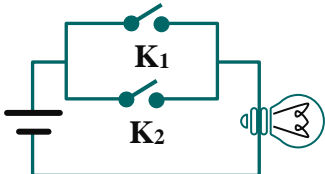
البوابات المنطقية

البوابات المنطقية :

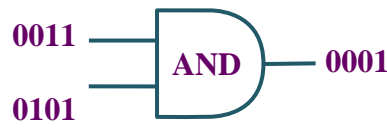
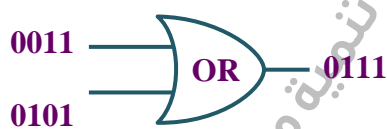
أجزاء من الدوائر الالكترونية للأجهزة الحديثة تقوم بالعمليات المنطقية على الإشارات الرقمية مثل العكس أو التوافق أو الاختيار وهي مبنية على الجبر الثنائي (1، 0) أساس الالكترونيات الرقمية

❑ الاستخدام : تستخدم في دوائر الحاسب ووسائل الاتصالات الحديثة

بعض أنواع البوابات المنطقية

وجه المقارنة	بوابة العاكس NOT	بوابة التوافق AND	بوابة الاختيار OR																																				
الرمز																																							
عدد المدخلات والمخارج	مدخل واحد ومخرج واحد	مدخلان أو أكثر ومخرج واحد	مدخلان أو أكثر ومخرج واحد																																				
العملية التي تقوم بها	العكس (المخرج يكون عكس الدخل)	التوافق (المخرج لا يكون 1 إلا اذا اتفق الدخلان علي 1)	الاختيار (المخرج يكون 1 اذا توفرا علي احد الدخلين)																																				
جدول التحقق	<table><tr><th>input</th><th>output</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	input	output	0	1	1	0	<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>output</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	B	output	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>output</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	B	output	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
input	output																																						
0	1																																						
1	0																																						
A	B	output																																					
0	0	0																																					
0	1	0																																					
1	0	0																																					
1	1	1																																					
A	B	output																																					
0	0	0																																					
0	1	1																																					
1	0	1																																					
1	1	1																																					
الدائرة الكهربائية المكافئة																																							
	- مفتاح علي التوازي في الدائرة - عند فتح المفتاح يضيئ المصباح وعند غلقه لا يضيئ	- مفتاحين علي التوالي في الدائرة - لا يضيئ المصباح الا اذا كان المفتاحين مغلقين معا	- مفتاحين علي التوازي في الدائرة - يضيئ المصباح اذا اغلق احد المفتاحين																																				

Trick الخلاصة في البوابات المنطقية الأساسية



للملاحظات

❑ عدد المدخلات = 2 عدد الاحتمالات

فمثلا إذا كان الدخل = 2 (A ، B) فيكون عدد احتمالات المخرج = $2^2 = 4$

أسئلة أشباه الموصلات النقية

[1] اختر الإجابة الصحيحة من بين البدائل

(١) وزارة تجريب [21] عند تبريد بلورة الجرمانيوم (Ge) النقية إلى درجة الصفر المئوي (0°C) فإن التوصيلية الكهربائية لها

- ① ☐ تقل
② ☐ تنعدم
③ ☐ لا تتغير
④ ☐ تزداد

(٢) وزارة أول [21] إذا علمت أن تركيز الإلكترونات الحرة في بلورة الجرمانيوم النقية في حالة الاتزان الديناميكي الحراري تساوي $2 \times 10^8 \text{ cm}^{-3}$ فإن تركيز الفجوات المتوقع

- ① ☐ أكبر من $2 \times 10^8 \text{ cm}^{-3}$
② ☐ أقل من $2 \times 10^8 \text{ cm}^{-3}$
③ ☐ يساوي $2 \times 10^8 \text{ cm}^{-3}$
④ ☐ يساوي صفراً.

(٣) وزارة أول [22] يوضح الجدول أربع عينات من نفس مادة شبه الموصل النقي عند درجات حرارة مختلفة :

العينة	درجة حرارتها	تركيز حاملات الشحنة في البلورة النقية
W	T_W	$1.6 \times 10^{16} \text{ m}^{-3}$
X	T_X	$1.5 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$
Y	T_Y	$1.6 \times 10^{15} \text{ m}^{-3}$
Z	T_Z	$1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$

أي الاختيارات التالية يعبر عن الترتيب الصحيح لدرجة حرارة البلورة النقية ؟

- ① ☐ $T_W > T_Y > T_X > T_Z$
② ☐ $T_X > T_W > T_Z > T_Y$
③ ☐ $T_Z > T_X > T_Y > T_W$
④ ☐ $T_Y > T_Z > T_W > T_X$

(٤) وزارة ثان [21] بفرض تم خفض درجة حرارة بلورة سيليكون (Si) نقي وسلك من النحاس إلى درجة الصفر المطلق (0 K) ، فإن التوصيلية الكهربائية

- ① ☐ تنعدم للسيليكون وتزداد للنحاس .
② ☐ تنعدم لكل من السيليكون و النحاس .
③ ☐ تزداد لكل من السيليكون و النحاس .
④ ☐ تزداد للسيليكون وتنعدم للنحاس .

[2] معال قصير

(٥) وزارة مخادج [17] مستخدماً الشكل الذي أمامك ،

ماذا يحدث لقراءة الأميتر في الحالتين التاليتين :

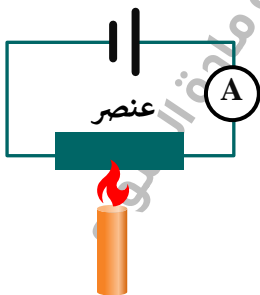
① ☐ إذا كان العنصر من النحاس

② ☐ إذا كان العنصر من السيليكون

(٦) وزارة مخادج [17] ما النتائج المترتبة على كل ما يأتي :

① ☐ رفع درجة حرارة بلورة شبه موصل نقية .

② ☐ كسر الروابط التساهمية لذرة في بلورة شبه موصل .



أسئلة أشباه الموصلات النقية المطعمة

[١] اختر الإجابة الصحيحة من بين البدائل

A
نقي
290 K

B
نقي
300 K

C
B 10^{14} cm^{-3}
300 K

D
As 10^{12} cm^{-3}
300 K

(٧) وزارة تجريبية [22] في الشكل أربعة شرائح متساوية الأبعاد من السيليكون ، وموضح على كل منها درجة حرارتها ونوع الشائبة وتركيزها إن وجدت . رتب الأشكال حسب التوصيلية الكهربائية من الأعلى إلى الأقل .

A > B > C > D ○ (١)

C > D > B > A ○ (٢)

B = B = D > A ○ (٣)

C = D > B > A ○ (٤)

(٨) إذا كان تركيز الإلكترونات أو الفجوات في بلورة الجرمانيوم النقية في حالة الاتزان الديناميكي الحراري تساوي $2 \times 10^8 \text{ cm}^{-3}$ ، أضيف إليها بوريون بتركيز 10^{14} cm^{-3} . فإن :

الاختيار	نوع البلورة	تركيز الفجوات	تركيز الإلكترونات
○ (١)	n - type	$4 \times 10^4 \text{ cm}^{-3}$	10^{14} cm^{-3}
○ (٢)	n - type	10^{14} cm^{-3}	$4 \times 10^4 \text{ cm}^{-3}$
○ (٣)	p - type	$4 \times 10^4 \text{ cm}^{-3}$	10^{14} cm^{-3}
○ (٤)	p - type	10^{14} cm^{-3}	$4 \times 10^4 \text{ cm}^{-3}$

(٩) وزارة تجريبية [20] في أي نوع من بلورات أشباه الموصلات يكون تركيز الفجوات الموجبة أكبر من تركيز الإلكترونات الحرة

○ (١) البلورة النقية عند درجات الحرارة المرتفعة

○ (٢) البلورة النقية عند درجات الحرارة المنخفضة

○ (٣) بلورة من النوع p

○ (٤) بلورة من النوع n

(١٠) وزارة أول [19] تتحول بلورة السيليكون النقية إلى بلورة من النوع (p) عند تطعيمها بذرات من:

○ (١) الفسفور

○ (٢) الأنتيمون

○ (٣) الألومنيوم

○ (٤) الكربون

(١١) وزارة مخادج [17] حاملات الشحنة الغالبة في البلورة من النوع n

○ (١) الإلكترونات الحرة

○ (٢) الأيونات السالبة

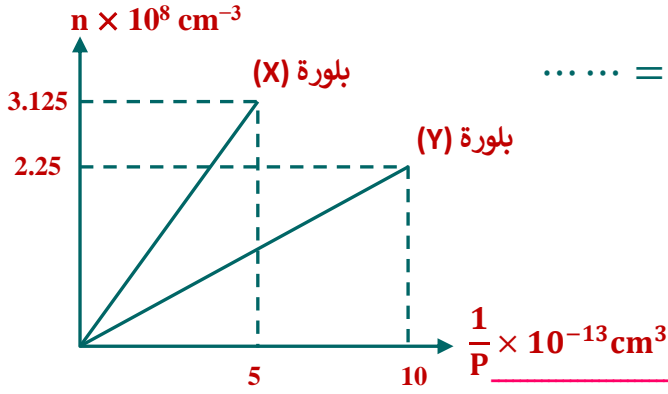
○ (٣) الفجوات الموجبة

○ (٤) الأيونات الموجبة

(١٢) وزارة ثان [22] يوضح الشكل البياني العلاقة بين تركيز الإلكترونات الحرة (n) ومقلوب تركيز الفجوات ($\frac{1}{P}$) وذلك

لبلوريتين غير نقيتين من مادة شبه موصلة (X) ، (Y) .

فإن النسبة بين : $\frac{\text{تركيز الإلكترونات الحرة في البلورة النقية (X)}}{\text{تركيز الفجوات الحرة في البلورة النقية (Y)}} = \frac{[n_{iX}](X)}{[n_{iY}](Y)} = \dots \dots$



- Ⓐ $\frac{25}{9}$
 Ⓑ $\frac{25}{36}$
 Ⓒ $\frac{5}{9}$
 Ⓓ $\frac{5}{3}$

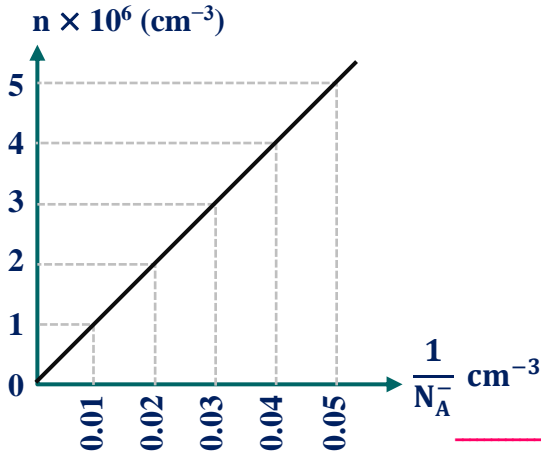
(١٣) التمثيل البياني :

يوضح العلاقة بين تركيز الإلكترونات الحرة (n) ،

ومقلوب تركيز الذرات المستقبلة ($\frac{1}{N_A}$) .

من الرسم يكون تركيز الإلكترونات الحرة

في البلورة النقية عند نفس درجة الحرارة =



- Ⓐ 10^{-4} cm^{-3}
 Ⓑ 10^4 cm^{-3}
 Ⓒ 10^8 cm^{-3}
 Ⓓ 10^{12} cm^{-3}

[٢] مقال قصير

(١٤) وزارة مخادج [17] إذا كان تركيز الإلكترونات الحرة أو الفجوات الموجبة في بلورة السيليكون النقي $1 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ وأضيف

ليها ذرات بورون بتركيز 10^{12} cm^{-3} . أحسب :

(أ) تركيز الإلكترونات الحرة في البلورة المطعمة

(ب) تركيز الفجوات الموجبة في البلورة المطعمة

(جـ) ما نوع بلورة السيليكون الناتجة ، P – type أو n – type ؟

(١٥) وزارة ثان [19] إذا كان تركيز الإلكترونات الحرة أو الفجوات الموجبة في بلورة السيليكون النقي $2 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ وأضيف

ليها ذرات بورون بتركيز 10^{12} cm^{-3} احسب تركيز كل من الإلكترونات الحرة والفجوات الموجبة في البلورة المطعمة .

(١٦) وزارة مخادج [17] إذا كان تركيز الإلكترونات الحرة أو الفجوات الموجبة في بلورة السيليكون النقي عند درجة حرارة

20° C هو 10^{10} cm^{-3} وأضيف إليها ذرات فوسفور بتركيز 10^{12} cm^{-3} احسب :

(أ) تركيز الإلكترونات الحرة والفجوات الموجبة في هذه الحالة

(ب) تركيز ذرات الألومنيوم اللازم اضافتها إلى البلورة المتكونة حتى تعود توصيليتها الكهربائية إلى حالتها عندما كانت نقية

عند درجة حرارة 20° C .

(١٧) وزارة مخادج [17] إذا علمت أن السيليكون رباعي التكافؤ ويستخدم كمادة شبه موصلة للكهرباء ، فأجب عما يلي:

(أ) كم ينبغي أن يكون عدد إلكترونات التكافؤ في ذرة المادة الشائبة للحصول على شبه موصل من النوع P ؟

(ب) هل تطعيم البلورة بذرة المادة الشائبة يجعلها موجة الشحنة؟ فسر إجابتك .

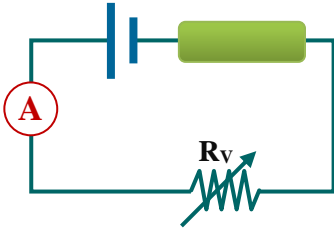
(جـ) ما نوع حاملات الشحنة التي تشكل الأكثرية في شبه موصل من النوع P ؟

(د) كم ينبغي أن يكون عدد إلكترونات التكافؤ في ذرة المادة الشائبة لصنع شبه موصل من النوع n ؟

(هـ) هل يجعل ذلك بلورة شبه الموصل ذات شحنة سالبة ؟ فسر إجابتك .

(١٨) وزارة_مَناحج [17] ما النتائج المترتبة على كل مما يأتي :

- (أ) تطعيم بلورة سيليكون نقية بأحد عناصر المجموعة الخامسة في الجدول الدوري .
(ب) تطعيم بلورة سيليكون نقية ببعض ذرات عنصر البورون .



- (١٩) يوضح الشكل شبه موصل نقي يتصل ببطارية ، ومقاومة متغيرة ، وأميتر .
عندما ترتفع درجة حرارة شبه الموصل فإن قراءة الأميتر تتغير ،
لكي نحافظ على قراءة الأميتر ثابتة كما هي .
هل يجب أن تزيد قيمة المقاومة المتغيرة أم تنقص ؟ فسر ؟

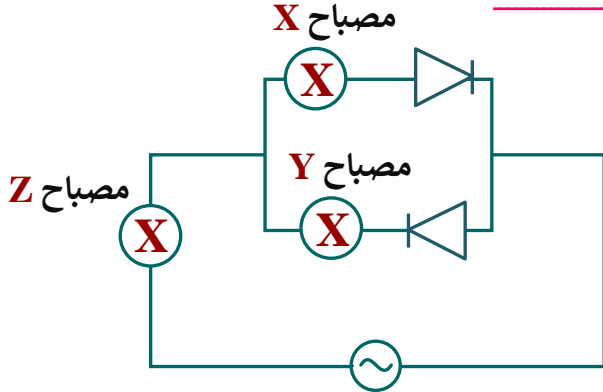
الهيئة الوطنية للتعليم / الإدارة المركزية لتطوير المناهج / مكتب تنمية مادة العلوم

أسئلة الدايود

[١] اختر الإجابة الصحيحة من بين البدائل

(٢٠) في حالة توصيل وصلة ثنائية توصيلاً أمامياً يكون :

الاختيار	سمك المنطقة القاحلة	والسبب أن اتجاه المجال الكهربائي الخارجى
Ⓐ <input type="radio"/>	كبير	يعاكس اتجاه المجال الكهربائي الداخلى للوصلة
Ⓑ <input type="radio"/>	صغير	في اتجاه المجال الكهربائي الداخلى للوصلة
Ⓒ <input type="radio"/>	صغير	يعاكس اتجاه المجال الكهربائي الداخلى للوصلة
Ⓓ <input type="radio"/>	كبير	في اتجاه المجال الكهربائي الداخلى للوصلة



(٢١) يوضح الشكل دائرة كهربية بها ثلاث مصابيح X ، Y ، Z متصلة على التوالي كما بالشكل عند فتح K_1 وغلق K_2 .

أي المصابيح يضيء بشكل مستمر ؟

Ⓐ ☐ المصباح (X)

Ⓑ ☐ المصباح (Y)

Ⓒ ☐ المصباح (Z)

Ⓓ ☐ المصباح (X) ، والمصباح (Z)

(٢٢) وزارة أول [22] في الدائرة الكهربية التي أمامك عند غلق K_1 ، K_2

فإن قراءة الفولتميتر تساوي

علماً بأن مقاومة الدايود في حالة التوصيل الأمامي

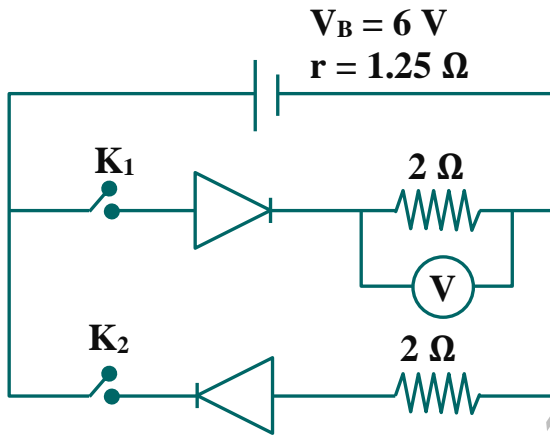
تساوي 0.75Ω ولا نهائية في حالة التوصيل العكسي

Ⓐ ☐ 3 V

Ⓑ ☐ 0 V

Ⓒ ☐ 6 V

Ⓓ ☐ 4 V



(٢٣) وزارة تجريب [22] يوضح الشكل دائرة كهربية بها ثلاث مصابيح X ، Y ، Z

متصلة على التوالي كما بالشكل عند فتح K_1 وغلق K_2 .

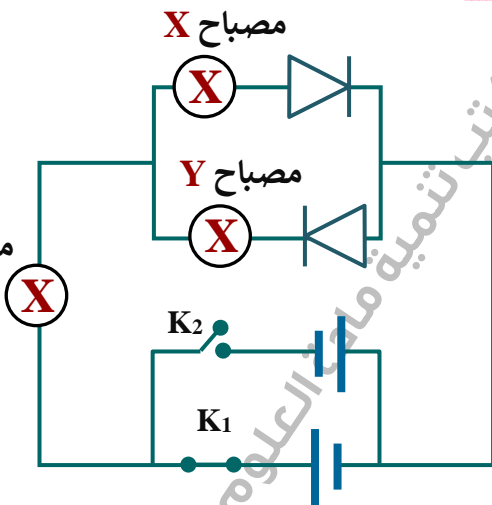
أي الاختيارات تمثل التغير الصحيح في إضاءة المصابيح ؟

Ⓐ ☐ المصباح (Y) يضيء ، والمصباح (X) يظل مضيء .

Ⓑ ☐ المصباح (X) يضيء ، والمصباح (Z) ينطفئ .

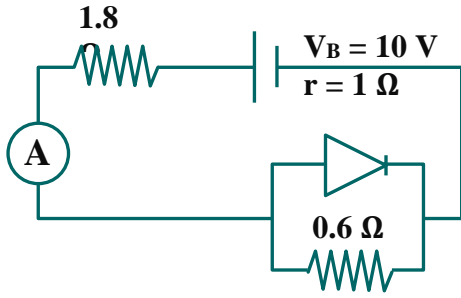
Ⓒ ☐ المصباح (Y) لا يضيء ، والمصباح (Z) ينطفئ .

Ⓓ ☐ المصباح (X) ينطفئ ، والمصباح (Z) يظل مضيء .



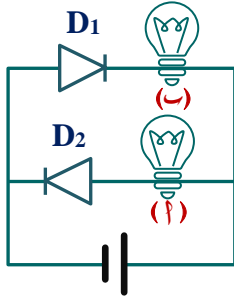
(٢٤) وزارة_ثان [22] في الدائرة الكهربائية الموضحة :

بفرض أن مقاومة الدايمود في حالة التوصيل الأمامي 0.3Ω ومقاومته في حالة التوصيل العكسي كبيرة جداً وتساوي ∞ . فإن قراءة الأميتر تساوي



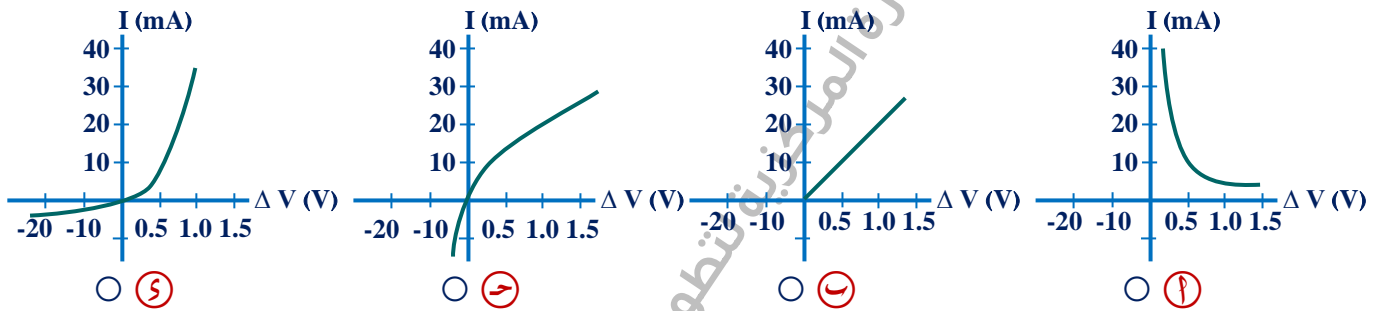
- ☐ 2.94 A
☐ 3.33 A
☐ 2.71 A
☐ 3.57 A

(٢٥) وزارة_مخازن [17] أي الأحداث يمكن أن توجد في الشكل المقابل:



- ☐ كلا المصباحين يضيئ
☐ المصباح (أ) فقط يضيئ
☐ المصباح (ب) فقط يضيئ

(٢٦) وزارة_مخازن [17] أي الأشكال التالية يمثل بصورة صحيحة العلاقة بين شدة التيار المار في وصلة ثنائية مع فرق الجهد بين طرفيها ؟

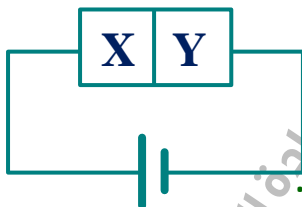


(٢٧) عنصر شبه موصل ، عندما يتم عكس أقطاب البطارية فإن شدة التيار تنخفض إلى صفر تقريباً . فإن العنصر يكون :



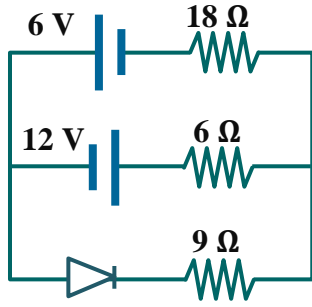
- ☐ شبه موصل نقي
☐ شبه موصل من النوع الموجب
☐ شبه موصل من النوع السالب
☐ وصلة ثنائية (دايمود)

(٢٨) في الشكل التخطيطي الموضح :



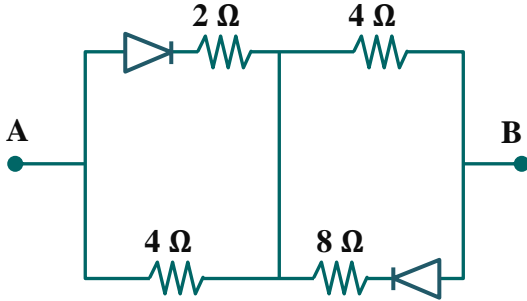
شبه الموصل (X) سيليكون مطعم بعنصر خماسي التكافؤ ، وشبه الموصل (Y) سيليكون مطعم بعنصر ثلاثي التكافؤ يتصلان جنباً إلى جنباً ، وتوصل بطارية بين طرفيها كما بالشكل فإن :

- ☐ (X) من النوع (p-type) ، (Y) من النوع (n-type) ، والوصلة موصلة توصيلاً أمامياً .
☐ (X) من النوع (n-type) ، (Y) من النوع (p-type) ، والوصلة موصلة توصيلاً أمامياً .
☐ (X) من النوع (p-type) ، (Y) من النوع (n-type) ، والوصلة موصلة توصيلاً عكسياً .
☐ (X) من النوع (n-type) ، (Y) من النوع (p-type) ، والوصلة موصلة توصيلاً عكسياً .



(٢٩) في الدائرة الكهربائية الموضحة بالشكل .
شدة التيار المار عبر المقاومة 6Ω .

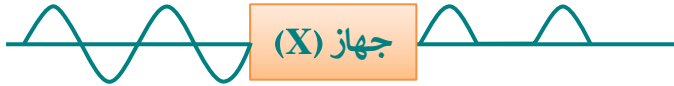
- ☐ ١ 0.25 A
☐ ٢ 0.5 A
☐ ٣ 0.75 A
☐ ٤ 2 A



(٣٠) في الدائرة الكهربائية الموضحة بالشكل .
المقاومة المكافئة للدائرة تساوي في حالة :

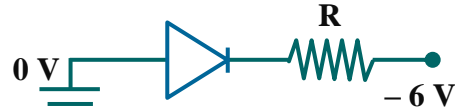
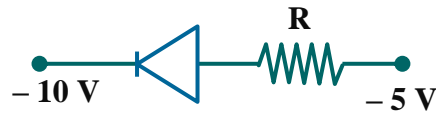
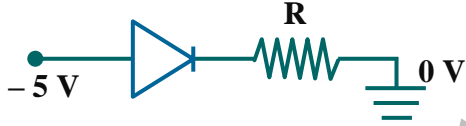
الاختيار	$V_A < V_B$	$V_A > V_B$
<input type="radio"/> ١	8.2Ω	5.6Ω
<input type="radio"/> ٢	5.6Ω	5.6Ω
<input type="radio"/> ٣	5.6Ω	8.2Ω
<input type="radio"/> ٤	8.2Ω	8.2Ω

(٣١) في الشكل الموضح ، يتم تحويل شكل الموجة الداخلة إلى الموجة الناتجة بواسطة جهاز (X) ،
فإن هذا الجهاز يكون :

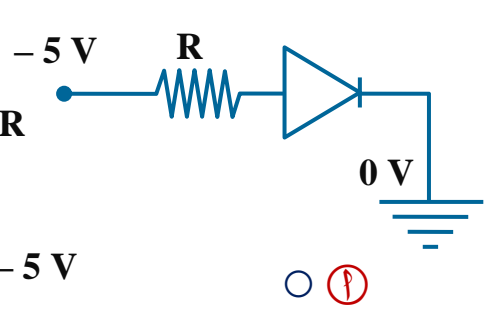
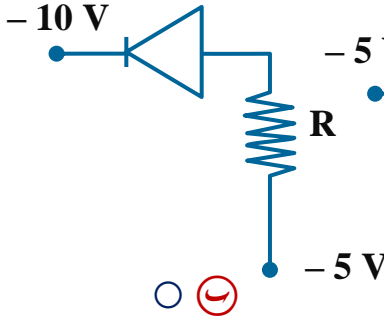
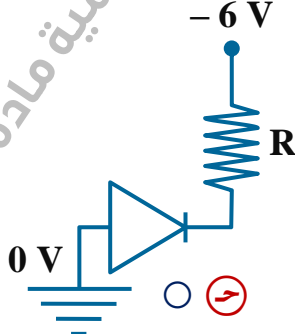
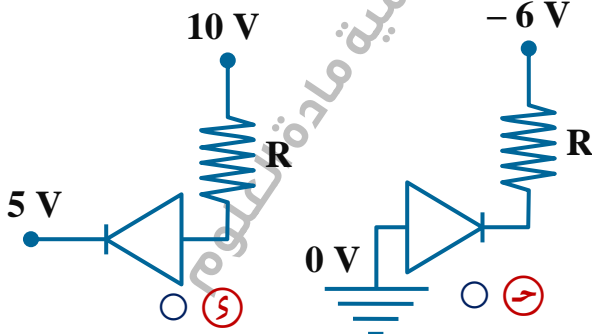


- ☐ ١ محول كهربائي
☐ ٢ عاكس التيار
☐ ٣ وصلة ثنائية
☐ ٤ مكثف

(٣٢) أي الأشكال التالية يوضح وصلة دايود توصيلاً عكسياً :



(٣٣) أي الأشكال التالية يوضح وصلة ثنائية موصلة توصيلاً عكسياً :

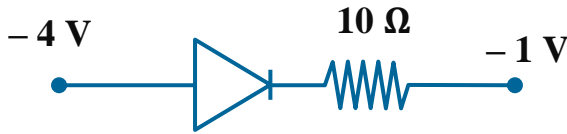


(٣٤) الشكل يوضح جزء من دائرة كهربية ، فتكون شدة التيار المار خلال المقاومة $R = 700 \Omega$ =



- 5 mA ☐ (أ)
10 mA ☐ (ب)
70 mA ☐ (ج)
100 mA ☐ (د)

(٣٥) الشكل التخطيطي يوضح جزء من دائرة كهربية :



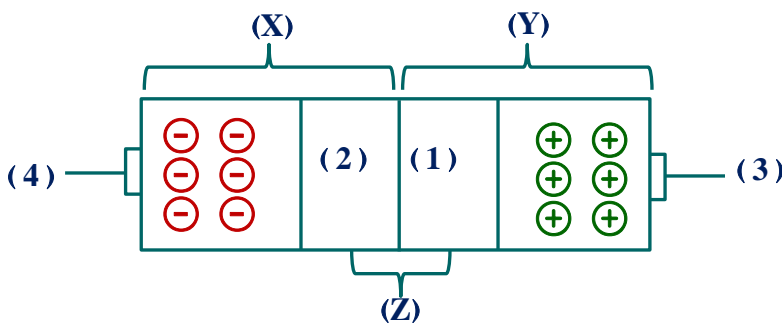
شدة التيار المار خلال المقاومة $R = \dots\dots\dots$

- 0.01 A ☐ (أ)
0.1 A ☐ (ب)
0 A ☐ (ج)
1 A ☐ (د)

[٢] مقال قصير

(٣٦) وزارة مخادج [17] أكمل الجدول التالي

اعتماداً على الشكل المقابل الذي يظهر وصلة (P_n) :



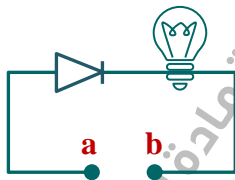
(أ) ما اسم المنطقة (Z) من الوصلة؟	
(ب) ما نوع شبة الموصل الذي يمثلته الجزء (X) والذي يمثلته الجزء (Y) ؟	
(ج) أي قطبي البطارية يوصل الطرف (4) في حالة التوصيل الأمامي للوصلة؟	
(د) أذكر اسم العنصر الذي يصعب منه الوصلة	

(٣٧) وزارة مخادج [17] ما النتائج المترتبة على كل مما يأتي :

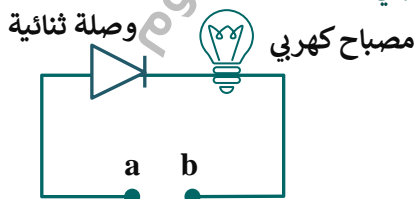
- (أ) انتقال الفجوات الموجبة في وصلة ثنائية الى المنطقة n و انتقال الإلكترونات الحرة الى المنطقة P .
(ب) توصيل الوصلة الثنائية في دائرة كهربية توصيل أماميا
(ج) توصيل الوصلة الثنائية في دائرة كهربية توصيل عكسيا .
(د) توصيل الوصلة الثنائية بمصدر تيار متردد مناسب .

(٣٨) وزارة تجريب [20] تتصل وصلة ثنائية بمصباح كهربى صغير كما بالشكل

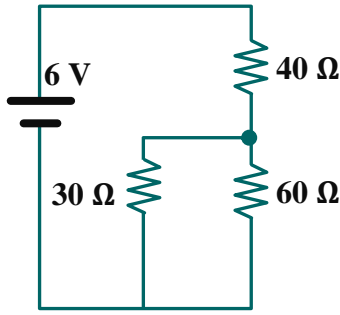
ارسم عمود كهربى بين النقطتين (a) ، (b) حتى يضى المصباح .



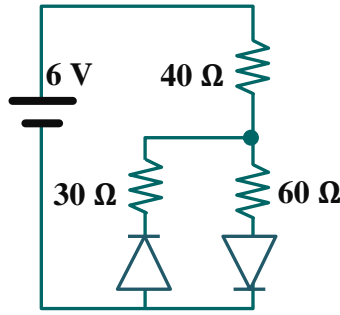
(٣٩) وزارة مخادج [17] الشكل يمثل وصلة ثنائية متصلة على التوالي مع مصباح كهربائي :



- (أ) وضح على الرسم طريقة توصيل البطارية بين النقطتين (a , b)
(ب) لكى يضى المصباح ، مع تفسير اجابتك .
(ج) اذا استبدلت البطارية بمصدر تيار متردد ،
حدد نوع التيار المار في المصباح مع تفسير اجابتك .

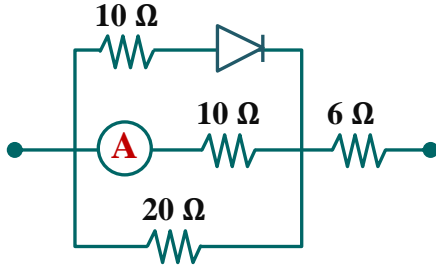


شكل (1)



شكل (2)

(٤٠) أحسب شدة التيار المار في المقاومة $40\ \Omega$ في كلا الدائرتين ، مع إهمال المقاومة الداخلية للمصدر ومقاومة كل وصلة ثنائية.



(٤١) وزارة مخادج [17] في الدائرة الكهربائية الموضحة بالشكل المقابل وضعت بطارية قوتها الدافعة الكهربائية 5 فولت مهملة المقاومة الداخلية بين النقطتين a , b . احسب قراءة الأميتر في الحالات الآتية :

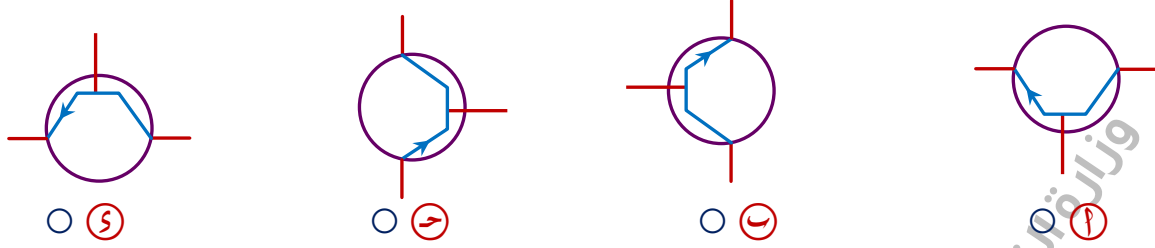
$V_a > V_b$ (ف)

$V_a < V_b$ (ب)

أسئلة الترانزستور

[١] اختر الإجابة الصحيحة من بين البدائل

(٤٢) أي من الأشكال التالية يدل على رمز الترانزستور من النوع pnp ؟

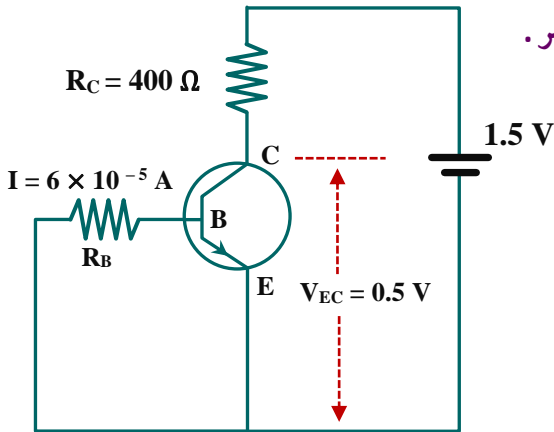


(٤٣) إذا اتصلت القاعدة في الترانزستور من النوع n.p.n بجهد سالب . فإن

الاختيار	تيار المجمع	جهد المجمع
Ⓐ	صفر	قيمة عظمى
Ⓑ	قيمة عظمى	صفر
Ⓒ	صفر	صفر
Ⓓ	قيمة عظمى	قيمة عظمى

(٤٤) يوضح الشكل ترانزستور (n.p.n) الباعث مشترك يُستخدم كمكبر .

فإن نسبة التكبير تساوي



- Ⓐ 100
Ⓑ 75
Ⓒ 10
Ⓓ 50

(٤٥) وزارة أول [21] عند استخدام ترانزستور n.p.n كمكبر للتيار فإذا كان تيار القاعدة يساوي 1mA وكانت نسبة تكبير التيار

β_e تساوي 200 فإن تيار المجمع يساوي

- Ⓐ 0.02 A
Ⓑ 2 A
Ⓒ 0.2 A
Ⓓ 20 A

(٤٦) وزارة أول [21] إذا كان تيار القاعدة في ترانزستور n.p.n يساوي 2mA وكان $\alpha_e = 0.97$ فإن تيار المجمع =

- Ⓐ 1.97 mA
Ⓑ 64.76mA
Ⓒ 10mA
Ⓓ 50.67 mA

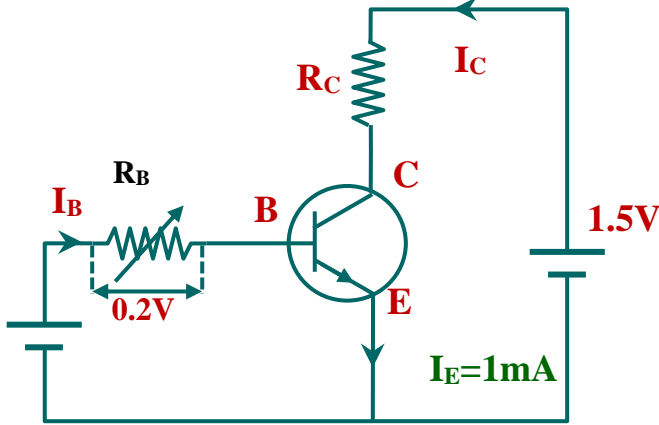
(٤٧) وزارة ثان [22] ترانزستور $\alpha_e = 0.99$.

فإن النسبة $\frac{I_E}{I_B}$ شدة تيار الباعث شدة تيار القاعدة

- 100 ○ ١
99 ○ ٢
200 ○ ٣
198 ○ ٤

(٤٨) وزارة تجريب [21] تمثل الدائرة المقابلة دائرة ترانزستور لبوابة عاكس، فإذا كان جهد الخرج (V_{CE}) يساوي 0.8V عندما كانت مقاومة دائرة القاعدة (R_B) تساوي 4000 Ω . فتكون قيمة مقاومة دائرة المجموع (R_C) تساوي تقريباً

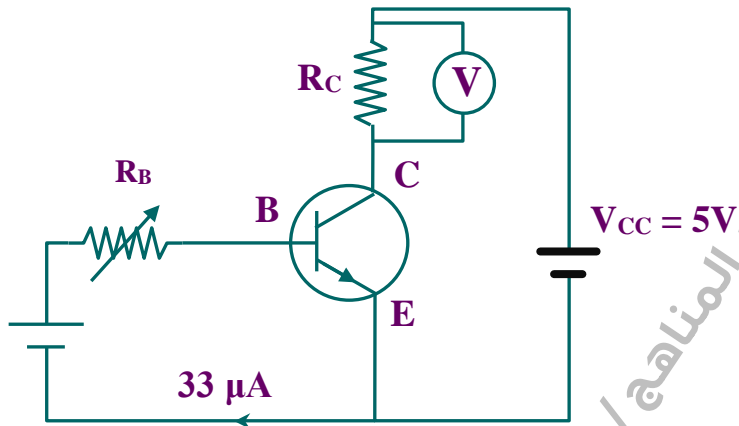
- $7.36 \times 10^2 \Omega$ ○ ١
 $73.6 \times 10^2 \Omega$ ○ ٢
 $0.736 \times 10^2 \Omega$ ○ ٣
 $7360 \times 10^2 \Omega$ ○ ٤



(٤٩) وزارة تجريب [21] الشكل يوضح ترانزستور يعمل كمكبر

إذا كانت قراءة الفولتميتر 4.8V وقيمة R_C هي 4.5 k Ω .
فإن قيم α_e ، β_e

α_e	β_e	الاختيار
0.97	32.32	○ ١
0.95	33.67	○ ٢
0.99	0.99	○ ٣
0.75	3	○ ٤

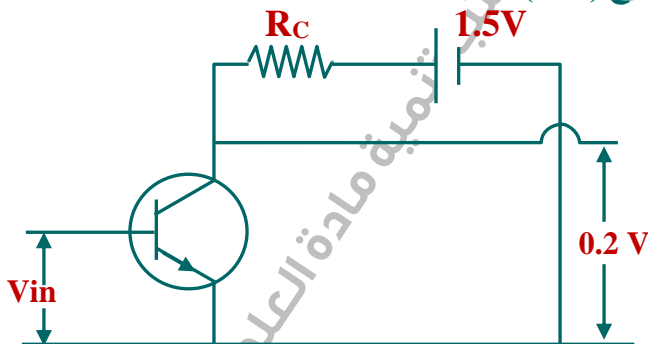


(٥٠) وزارة ثان [21] عند استخدام الترانزستور كمفتاح وكان جهد الخرج (V_{CE})

يساوي 0.2V وجهد دائرة المجموع تساوي 1.5V

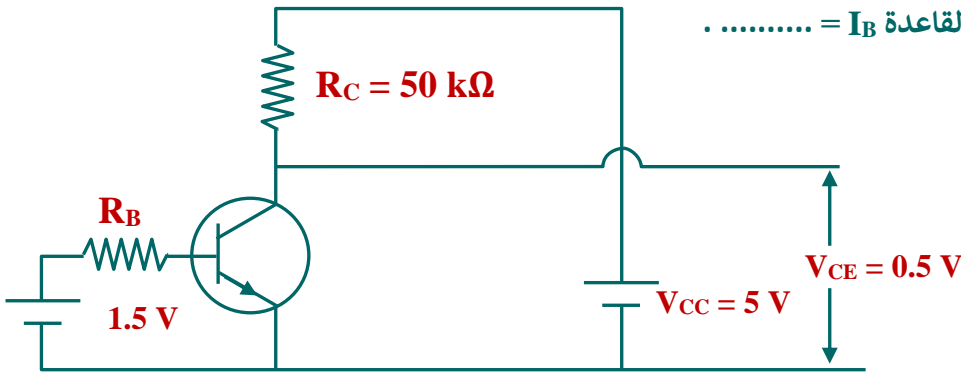
فيكون جهد مقاومة دائرة المجموع (R_C) يساوي

- 1.7 V ○ ١
1.3 V ○ ٢
0.3 V ○ ٣
7.5 V ○ ٤



(٥١) وزارة ثان [21] n.p.n ترانزستور فيه مقاومة المجمع $R_C = 50 \text{ k}\Omega$ ومعامل التكبير له $\beta_e = 30$ ، من البيانات

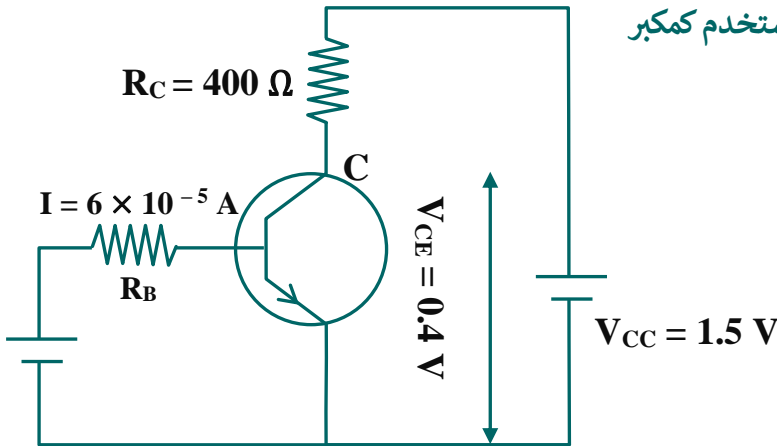
الموضحة بالشكل تكون شدة تيار القاعدة $I_B = \dots\dots\dots$.



- ☐ ١ $3 \times 10^{-6} \text{ A}$
☐ ٢ $9.3 \times 10^{-6} \text{ A}$
☐ ٣ $9 \times 10^{-6} \text{ A}$
☐ ٤ $8.7 \times 10^{-6} \text{ A}$

(٥٢) وزارة أول [22] الشكل يوضح ترانزستور (n.p.n) يُستخدم كمكبر

فإن النسبة بين $\frac{\alpha_e}{\beta_e} = \dots\dots\dots$



- ☐ ١ 2.75×10^{-3}
☐ ٢ 2.13×10^{-2}
☐ ٣ 1.11×10^{-2}
☐ ٤ 2.81×10^{-3}

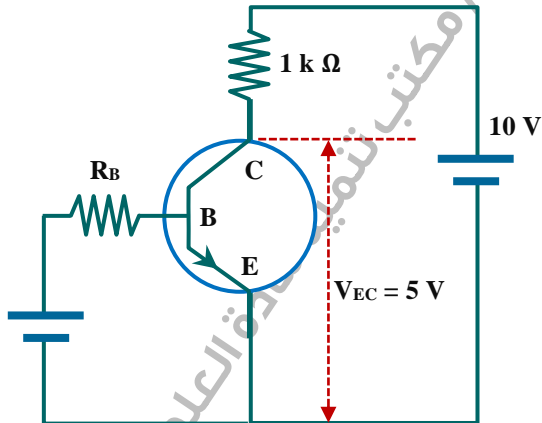
(٥٣) وزارة تجريبية [23] إذا كان شدة تيار القاعدة في ترانزستور n.p.n الباعث مشترك هي $6 \mu\text{A}$ وكانت $(\alpha_e = 0.95)$.

فإن شدة تيار كل من الباعث والمجمع على الترتيب هي

الاختيار	I_E	I_C
<input type="radio"/> ١	120 μA	114 μA
<input type="radio"/> ٢	114 μA	120 μA
<input type="radio"/> ٣	11.4 μA	12 μA
<input type="radio"/> ٤	240 μA	242 μA

(٥٤) يوضح الشكل ترانزستور n.p.n باعث مشترك ،

إذا كان معامل تكبير الإشارة يساوي 100 فإن مقاومة القاعدة تساوي



- ☐ ١ 500Ω
☐ ٢ $2 \times 10^3 \Omega$
☐ ٣ $2 \times 10^5 \Omega$
☐ ٤ $2 \times 10^6 \Omega$

(٥٥) ترانزستور n.p.n باعث مشترك . إذا كانت النسبة بين تيار المجمع إلى تيار الباعث $\frac{I_C}{I_E} = 0.98$.

فإن معامل التكبير (β) يساوي :

47 ☐ (أ)

48 ☐ (ب)

49 ☐ (ج)

50 ☐ (د)

(٥٦) ترانزستور n.p.n باعث مشترك . إذا كانت النسبة بين تيار المجمع إلى تيار الباعث $\frac{I_C}{I_B} = 99$. فإن (α_θ) يساوي :

0.96 ☐ (أ)

0.97 ☐ (ب)

0.98 ☐ (ج)

0.99 ☐ (د)

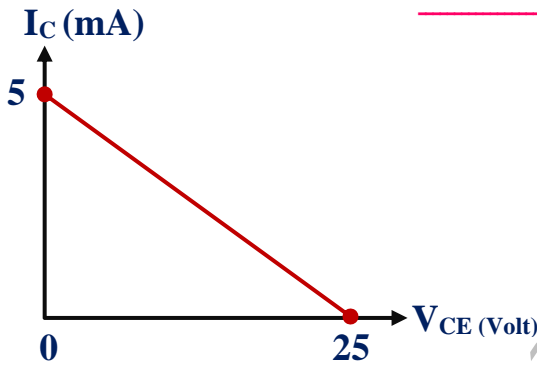
(٥٧) في ترانزستور n.p.n ، الباعث مشترك ، الرمز β يدل على معامل التكبير ، والرمز α يدل على نسبة التيار الذي يصل إلى المجمع ، فإن :

$\alpha = \beta$ ☐ (أ)

$\alpha < 1$, $\beta > 1$ ☐ (ب)

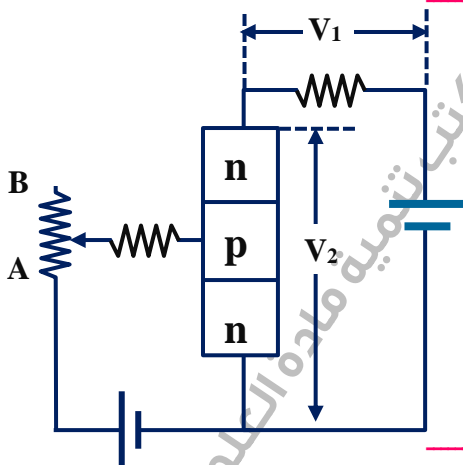
$\alpha < 1$, $\beta < 1$ ☐ (ج)

$\alpha \cdot \beta = 1$ ☐ (د)



(٥٨) في ترانزستور n.p.n الباعث مشترك ، فإن :

جهد دائرة المجمع V_{CC}	مقاومة المجمع R_C	
5 V	5 k Ω	<input type="radio"/> (أ)
25 V	5 k Ω	<input type="radio"/> (ب)
5 V	25 k Ω	<input type="radio"/> (ج)
25 V	25 k Ω	<input type="radio"/> (د)



(٥٩) الدائرة المقابلة اذا تحرك الزالق جهة A فإن

V_2	V_1	تيار القاعدة	
يقل	يزداد	يزداد	<input type="radio"/> (أ)
يزداد	يقل	يزداد	<input type="radio"/> (ب)
يزداد	يقل	يقل	<input type="radio"/> (ج)
يزداد	يزداد	يقل	<input type="radio"/> (د)

[٢] مقال قصير

(٦٠) وزارة مخادج [17] ما النتائج المترتبة على كل مما يأتي :

توصيل قاعدة ترانزستور من النوع n.p.n بجهد سالب عند توصيله بحيث يكون الباعث مشترك .

(٦١) وزارة مخادج [17] متى تكون القيم التالية صفراً ؟

(أ) التيار المار في دائرة المجمع لترانزستور n.p.n ويعمل كمفتاح .

(ب) جهد الخرج (V_{CE}) لترانزستور n.p.n في دائرته كمفتاح .

(٦٢) وزارة مخادج [17] إذا كانت شدة تيار المجمع في الترانزستور ($I_C = 700 \text{ mA}$) وشدة تيار القاعدة ($I_B = 7 \text{ mA}$) . أوجد :

(أ) نسبة التكبير β_e

(ب) نسبة التوزيع α_e

(ج) تيار المجمع I_E

(٦٣) وزارة تجريبية [19] إذا كانت شدة التيار الكهربائي المار في قاعدة الترانزستور $3 \times 10^{-4} \text{ A}$ وشدة التيار في دائرة المجمع 0.015 A ، احسب كل من α_e و β_e لهذا الترانزستور .

(٦٤) وزارة تجريبية [20] إذا كانت شدة الإشارة الكهربائية في قاعدة الترانزستور $160 \mu\text{A}$ وكان تيار المجمع 8 mA . أوجد كل من (α_e) و (β_e) لهذا الترانزستور .

(٦٥) وزارة أول [19] إذا كانت شدة التيار الكهربائي المار في قاعدة الترانزستور $2.5 \times 10^{-4} \text{ A}$ وشدة التيار المار في دائرة المجمع 0.02 A . احسب كلاً من α_e و β_e لهذا الترانزستور .

(٦٦) وزارة تجريبية [19] ترانزستور له ($\alpha_e = 0.98$) احسب β_e ، ثم احسب تيار الباعث إذا كان تيار القاعدة يساوي $(3 \times 10^{-5} \text{ A})$.

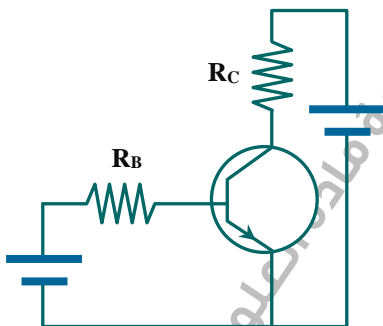
(٦٧) وزارة مخادج [17] شدة تيار المجمع لترانزستور من النوع n.p.n ($20 \mu\text{A}$) ونسبة تكبيره للتيار $\beta_e = 50$ احسب :

(أ) ثابت التوزيع α_e

(ب) شدة تيار القاعدة I_B .

(ج) شدة تيار الباعث I_E .

(٦٨) وزارة ثان [19] هل الترانزستور الموضح بالشكل يعمل كمفتاح في حالة (off) أم غلق (on) .

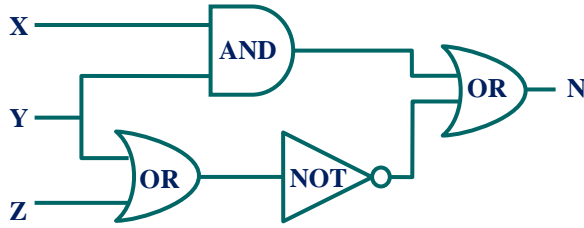


أسئلة الإلكترونيات الرقمية

[١] اختر الإجابة الصحيحة من بين البدائل

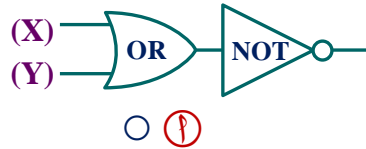
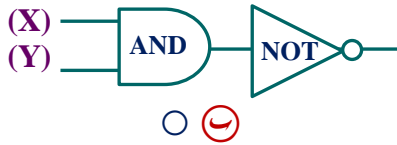
(٦٩) في دائرة البوابات المنطقية الموضحة بالشكل :

أي من الاختيارات التالية يحقق الخرج (N) يساوي 1 .

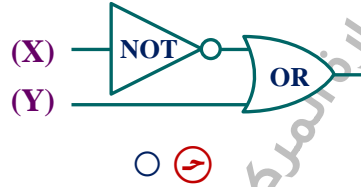
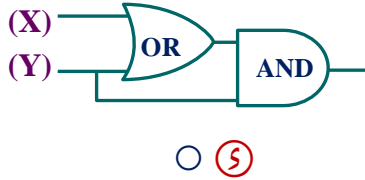


الاختيار	X	Y	Z
Ⓐ	0	1	0
Ⓑ	1	1	0
Ⓒ	1	0	0
Ⓓ	0	0	1

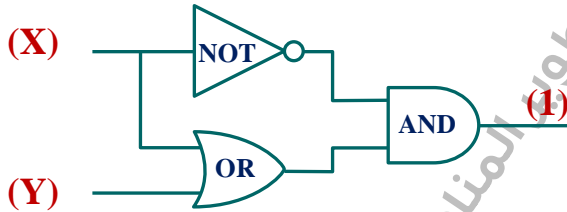
(٧٠) وزارة أول [21] أي من الدوائر المنطقية السابقة تحقق جهد الدخل والخرج المبين في الجدول:



In put		Out put
X	Y	
1	0	1

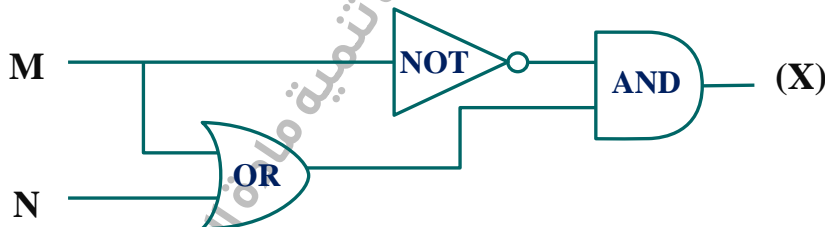


(٧١) وزارة ثا [21] مجموعة من البوابات المنطقية جهد خرجها (1) كما بالشكل ، أي من الاختيارات المبينة بالجدول لجهدَي الدخل (X) ، (Y) تحقق ذلك .



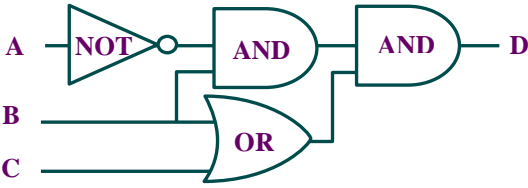
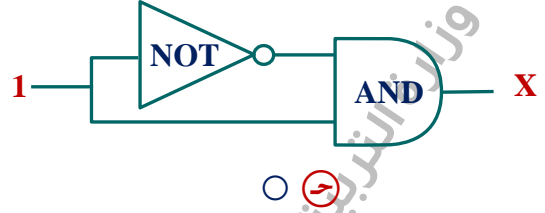
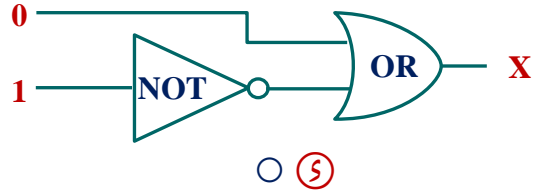
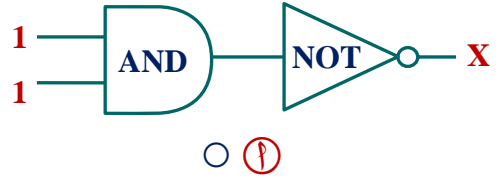
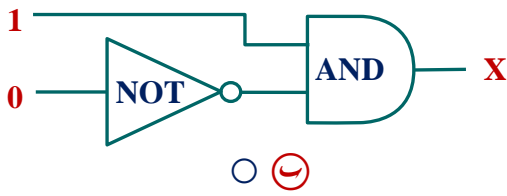
الاختيار	Y	X
Ⓐ	0	0
Ⓑ	0	1
Ⓒ	1	1
Ⓓ	1	0

(٧٢) وزارة أول [22] الشكل يوضح جزءًا من دائرة بها عدة بوابات منطقية : أي الاختيارات يكون صحيحًا لجهد (N) ، (M) حتى يكون جهد (X) (high)



	M	N
Ⓐ	1	1
Ⓑ	1	0
Ⓒ	0	1
Ⓓ	0	0

(٧٣) وزارة ثان [22] في أي من الدوائر المنطقية التالية يكون قيمة جهد الخرج (X) عاليًا ؟

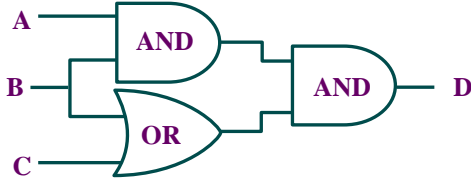


(٧٤) وزارة تجريب [19] في الدائرة المنطقية المبينة بالشكل .
أي من الاختيارات التالية يحقق الخرج $D = 1$:

الاختيار	C	B	A
○ (أ)	1	0	0
○ (ب)	0	0	1
○ (ج)	0	1	0
○ (د)	1	0	1

(٧٥) وزارة تجريب [19] الشكل يمثل دائرة إلكترونية تحتوي على مجموعة من البوابات المنطقية .

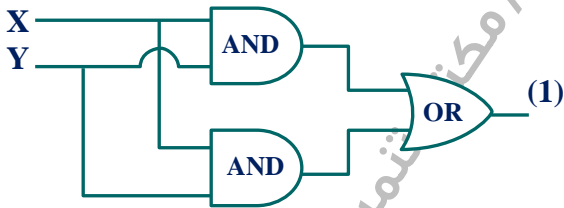
أي من الاختيارات التالية التي تحقق الخرج $D=1$ ؟



الاختيار	C	B	A
○ (أ)	1	0	0
○ (ب)	0	0	1
○ (ج)	0	1	0
○ (د)	1	0	1

(٧٦) وزارة تجريب [21] مجموعات من البوابات المنطقية جهد خرجها (1) كما بالشكل. أي الاحتمالات المبينة في الجدول

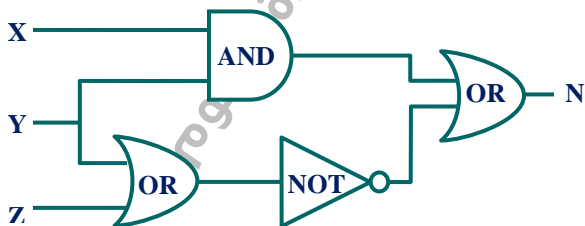
يحقق ذلك.



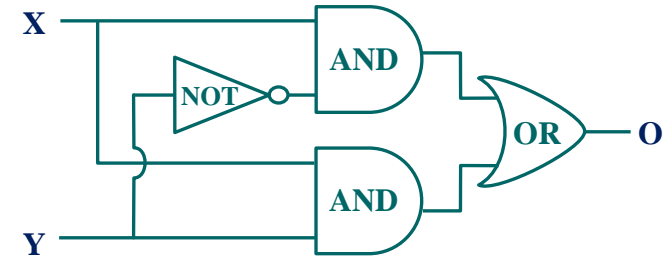
X	Y	
0	0	○ (أ)
1	0	○ (ب)
1	1	○ (ج)
0	1	○ (د)

(٧٧) وزارة تجريب [22] في دائرة البوابات المنطقية الموضحة بالشكل :

أي من الاختيارات التالية يحقق الخرج (N) يساوي 0 .



الاختيار	X	Y	Z
○ (أ)	0	1	0
○ (ب)	1	1	0
○ (ج)	0	0	0
○ (د)	1	0	0



(١) في دائرة البوابات المنطقية الموضحة بالشكل :
أي من الاختيارات التالية يحقق الخرج (O) يساوي 1 .

الاختيار	Y	X
Ⓐ	0	0
Ⓑ	1	0
Ⓒ	0	1
Ⓓ	1	1

[٢] مقال قصير

(٧٨) وزارة مخادج [17] الأعداد الأتية مكتوبة وفق النظام الثنائي . اكتب العدد العشري الذي يكافئ منها :

(Ⓐ) $(10001)_2$

(Ⓑ) $(10100)_2$

(Ⓒ) $(1010011)_2$

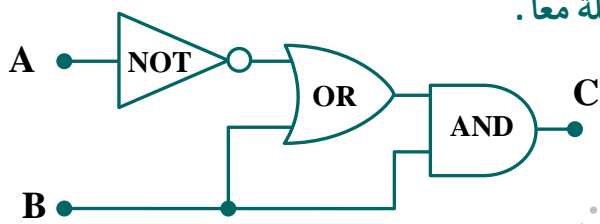
(٧٩) وزارة مخادج [17] اكتب اسم البوابة المنطقية في كل من الحالات التالية :

(Ⓐ) بوابة منطقية لها مدخل واحد .

(Ⓑ) بوابة منطقية يكون الخرج Low اذا كان الدخل High والعكس .

(Ⓒ) بوابة منطقية لها مدخلان لا يكون الخرج High الا اذا كانت كل المدخلات High .

(Ⓓ) بوابة منطقية لها مدخلان تعطى خرج High عندما يكون جهد احد المدخلين High وجهد الآخر Low .



(٨٠) وزارة جريب [20] يبين الشكل مجموعة من البوابات المنطقية متصلة معاً .

أوجد قيمة الخرج C عندما تكون قيمتا الدخل (A,B) متماثلين

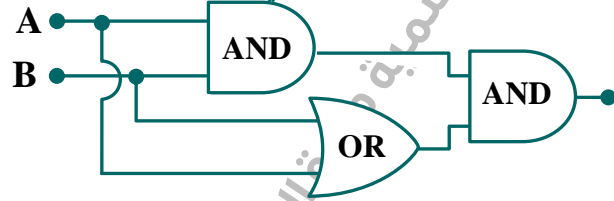
الدخل		الخرج
A	B	C



(٨١) وزارة أول [19] يبين الشكل بوابتين منطقيتين

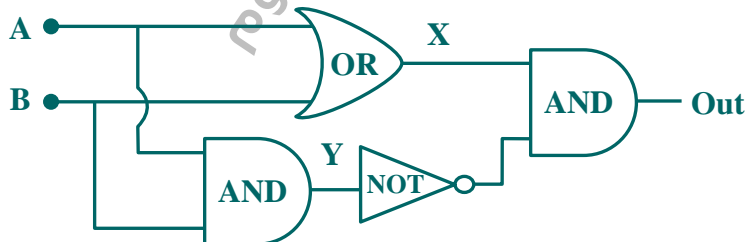
إحدهما بوابة NOT والأخرى (X) . استنتج نوع البوابة (X) .

(٨٢) وزارة جريب [20] مستخدماً دائرة البوابات المنطقية المبينة بالشكل . أكمل جدول التحقيق التالي :

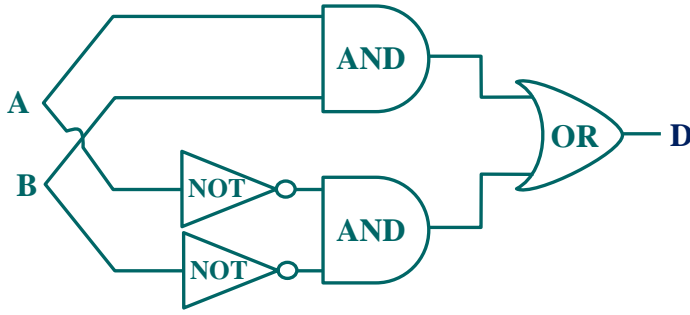


الخرج	B	A
	0	0
	1	0
	0	1
	1	1

(٨٣) وزارة مخادج [17] اكمل جدول التحقيق للدائرة الآتية :



Out	Z	Y	X	B	A
0	0				
1	0				
0	1				
1	1				



A	B	الخرج D
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

وزارة التربية والتعليم / الإدارة المركزية لتطوير المناهج / مكتب تنمية مادة العلوم

