اسم التجربة (2): خواص ثنائي شبه الموصل

الغاية من التجربة:

التعرف على تركيب ، مبدأ عمل، و خواص ثنائي شبه الموصل .

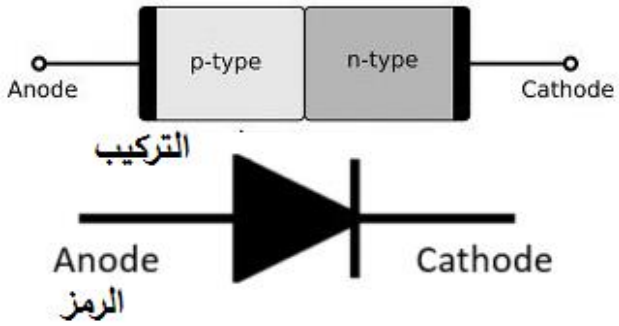
الأدوات المستعملة:

ثنائي شبه موصل ، مصدر جهد مستمر، فولتميتر، اميتر، لوح توصيلات.

نظرية التجربة:

يعتبر ثنائي شبه الموصل (Diode) و يسمى أيضا بالثنائي البلوري واحد من ابسط واهم العناصر الالكترونية الفعالة في الدوائر الالكترونية حيث يستعمل في الكثير من التطبيقات ومن اهمها في دوائر التقويم الموجي ودوائر التشكيل الموجي والدوائر المنطقية.

الشكل التالي يوضح تركيب ، رمز، وصورة لبعض ثنائي شبه الموصل شائعة الاستعمال:

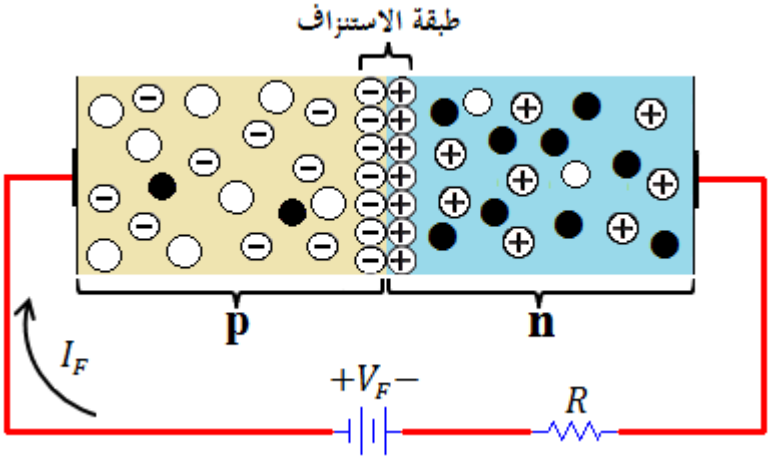


بعض ثنائيات شبه الموصل الشائعة

يتكون ثنائي سبه الموصل من منطقتين احداها من شبه موصل من النوع الموجب (p-type) والثانية من شبه موصل من النوع السالب (n-type)، بالنظر لاختلاف تركيز حاملات الشحنة الأكثرية (الالكترونات في جهة n والفجوات في جهة p) تنتقل الاكترونات من جهة n الى جهة p ويتولد نتيجة ذلك جهد حاجز و منطقة خالية من الشحنات على طرفي الوصلة تسمى منطقة الاستنزاف، ويعتمد مقدار جهد الحاجز على طبيعة مادة الثنائي و درجة الحرارة وفي حالة الثنائي المصنوع من السليكون يكون مقدار جهد الحاجز في الظروف الاعتيادية (0.7V) بينما في حالة الثنائي المصنوع من الجرمانيوم فيكون (0.3V).

أولا: ربط ثنائي شبه الموصل بالانحياز الامامي

عند ربط مصدر جهد مستمر (بطارية) على طرفي الثنائي، بحيث يكون القطب الموجب متصل بالجهة p والقطب السالب بالجهة n فان الثنائي يكون منحاز أماميا (Forward Bias) و تعمل البطارية على دفع الفجوات والإلكترونات الحرة باتجاه الوصلة، اذا كان جهد البطارية اقل من جهد الحاجز للوصلة فان الإلكترونات الحرة لا تمتلك الطاقة الكافية لعبور طبقة الاستنزاف، حيث تتمكن الأيونات الموجودة في طبقة الاستنزاف من دفعها لتعيدها مرة ثانية لمنطقة n، ونتيجة لذلك لن يكون هناك تيار يمر في الوصلة.



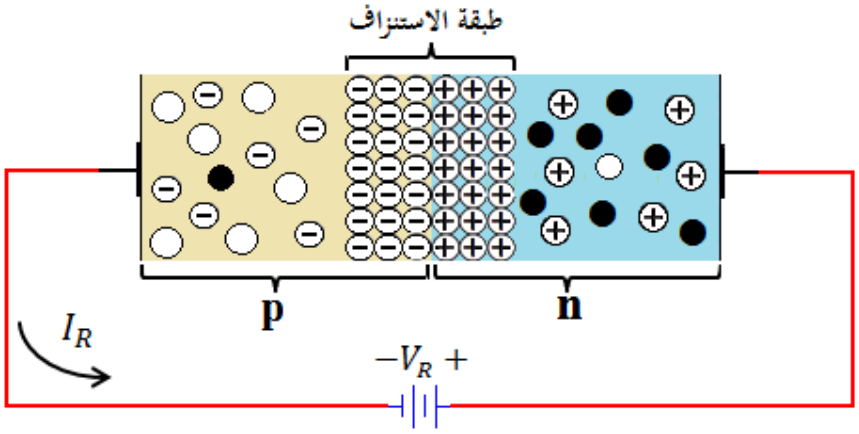
ثنائي شبه موصل في حالة الانحياز الأمامي

عندما تكون الفولتية الأمامية المسلطة اكبر من جهد الحاجز، يقوم جهد البطارية بدفع الإلكترونات الحرة باتجاه الوصلة ، في هذه المرة فان الإلكترونات الحرة سيكون لها الطاقة الكافية لعبور طبقة الاستنزاف لتنتقل إلى جهة p لتعيد التحامها مع احدى فجواتها ليتحول إلى الكترون تكافؤي ويكمل طريقه من فجوة لأخرى إلى ان تصل للجهة الثانية من البلورة وعند انتقالها للقطب الموجب للبطارية تترك في محلها فجوة لتتكرر العملية مرة ثانية، مقاومة التوالي التي تظهر في الدائرة وضعت لتحديد مقدار التيار المار في الثنائي وذلك لتجنب ان يمر تيار اكثر من تحمل الثنائي حيث ان لكل ثنائي حد اقصى للتيار الأمامي يمكن ان يتحمله.

ان الانحياز الأمامي يعمل على التقليل من عرض طبقة الاستنزاف، وكلما زاد جهد الانحياز الأمامي قل عرض طبقة الاستنزاف.

ثانيا: ربط ثنائي شبه الموصل بالانحياز العكسي

الشكل التالي يمثل ثنائي شبه موصل في حالة انحياز عكسي حيث يربط القطب السالب من البطارية بالجهة p للثنائي بينما القطب الموجب للبطارية يربط بالجهة n.



ثنائي شبه الموصل في حالة الانحياز العكسي

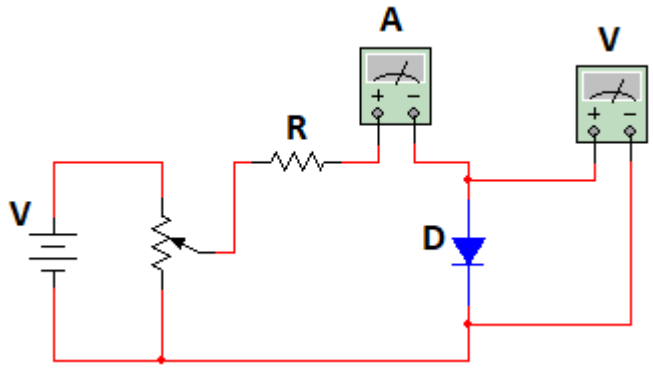
ان الطرف السالب للبطارية سوف يعمل على جذب الفجوات باتجاهه وكذلك الطرف الموجب يقوم على جذب الإلكترونات الحرة باتجاهه، ونتيجة لذلك سوف تبتعد الفجوات والإلكترونات الحرة عن الوصلة، تُخلف الإلكترونات الهاربة وراءها أيونات موجبة، وتُخلف الفجوات المغادرة أيونات سالبة. لهذا السبب تتوسع طبقة الاستنزاف (يزداد عرضها) وكلما زاد جهد الانحياز العكسي زاد عرض طبقة الاستنزاف. وبالنتيجة لن يكون تيار عكسي من حاملات الشحنة الاغلبية يمر عبر الثنائي في حالة الانحياز العكسي، و على الرغم من ذلك هناك تيارات عكسية ضئيلة جدا يمكن ان تمر عبر الثنائي وتكون ناشئة من حاملات الشحنة الأقلية (الفجوات في جهة n والالكترونات في جهة p) المتولدة حراريا ويسمى ذلك التيار بتيار لتشبع العكسي، كما ان هناك نوع آخر من التيارات العكسية الضعيفة يسمى بتيار التسرب السطحي، بشكل عام يكون التيار حاملات الشحنة الأقلية المار في ثنائي شبه الموصل صغير جداً في حالة الانحياز العكسي، غير ان هناك حد اقصى للفولتية العكسية التي يمكن ان يتحملها الثنائي قبل ان يتلف، إذ انه باستمرار زيادة الجهد العكسي المسلط على الثنائي فانه سنصل إلى حد تنهار فيه مقاومة الثنائي العكسية وتسمى تلك الفولتية بفولتية الانهيار (Breakdown Voltage).

من الناحية العملية يجب ان لا يتجاوز التيار المار في ثنائي شبه الموصل قيمة اقصى تيار في حالة الانحياز الامامي وفي حالة الانحياز العكسي يجب ان لا تتجاوز الفولتية العكسية المسلطة قيمة فولتية الانهيار وعادة ما يتم تثبيت تلك القيم في جدول خصائص الثنائي، وعلى سبيل المثال الثنائي 1N4007 له اقصى تيار امامي (1A) واقصى فولتية عكسية (1000V).

طريقة العمل:

أولا: دراسة خواص الثنائي في حالة الانحياز الامامي

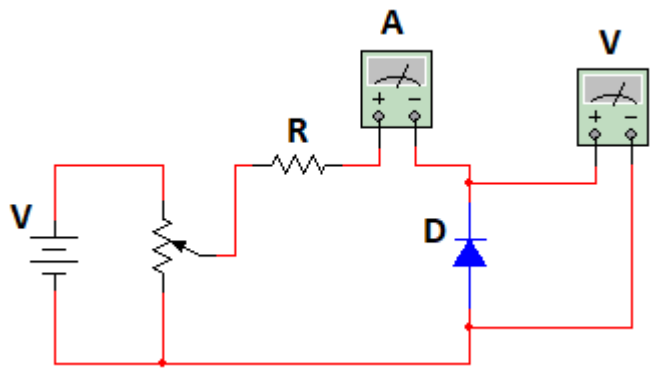
1- اربط الدائرة كما في الشكل ادناه.
2- ثبت قيمة جهد مصدر الفولتية عند (12V).
3- باستعمال الريوستات غير فرق الجهد بين طرفي الثنائي وسجل قيمة التيار المقابل وثبت النتائج في الجدول ادناه.
4- ارسم بياني بين قيم الفولتية على المحور الافقي وقيم التيار على المحور العمودي، كما في الشكل المرفق.
5- اوجد قيمة المقاومة الامامية للثنائي في منطقتين قبل و بعد الركبة من خلال تحديد نقطة الركبة (وهي النقطة التي يبدأ فيها التيار في الانحياز الامامي بالزيادة الملحوظة) وبعدها يتم اختيار نقطتين قبل و بعد نقطة الركبة وإيجاد المقاومة الامامية للثنائي فيهما من خلال رسم المماس وإيجاد ميله حيث تكون قيمة المقاومة الامامية مساوية لمقلوب ميل المماس وكما هو موضح بالشكل البياني المرفق.



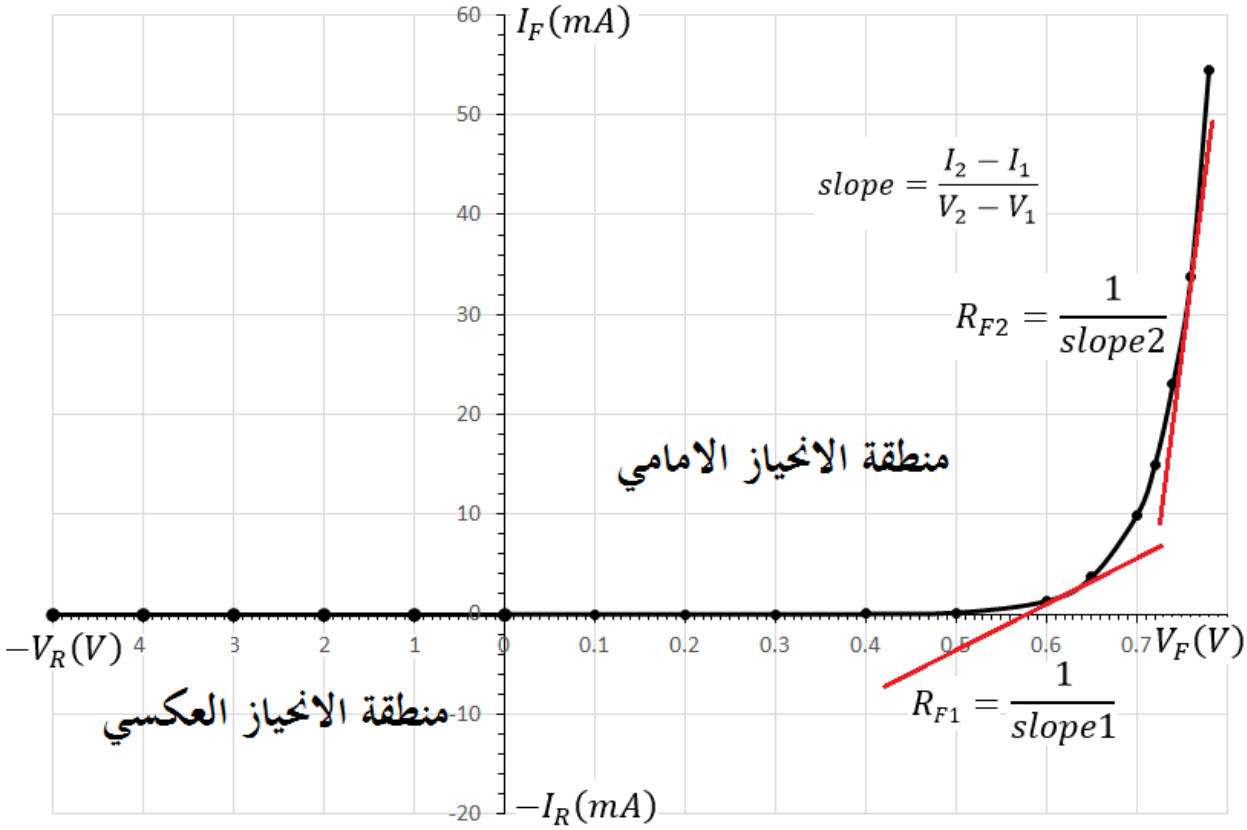
$V_F(Volte)$	$I_F(mA)$
0	
0.1	
0.2	
0.3	
0.4	
0.5	
0.6	
0.65	
0.7	
0.72	
0.74	
0.76	
0.78	

ثانيا: دراسة خواص الثنائي في حالة الانحياز العكسي

1- اربط الدائرة كما في الشكل ادناه.
2- ثبت قيمة جهد مصدر الفولتية عند (12V).
3- باستعمال الريوستات غير فرق الجهد بين طرفي الثنائي وسجل قيمة التيار المقابل وثبت النتائج في الجدول ادناه.
4- ارسم بياني بين قيم الفولتية على المحور الافقي (بالاتجاه السالب) وقيم التيار على المحور العمودي (بالاتجاه السالب) وكما هو موضح بالشكل البياني المرفق.
5- اوجد قيمة المقاومة العكسية للثنائي.



$V_R(Volte)$	$I_R(mA)$
0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	



ملاحظة: تقسيمات الفولتية في الانحياز الامامي تختلف عن تقسيم الفولتية بالانحياز العكسي
في حالة الانحياز الامامي كل تقسيم يقابل 0.1 فولت، بينما في الانحياز العكسي تقابل 1 فولت

الاسئلة:

1- اشرح باختصار تركيب و رمز ثنائي شبه الموصل.
2- قارن بين خواص ثنائي شبه الموصل في الانحياز الامامي و خواص ثنائي شبه الموصل بالانحياز العكسي.
3- ما الفائدة من استعمال الريوستات في دائرة دراسة خواص ثنائي شبه الموصل.
4- واحدة من الاستعمالات المهمة لثنائية شبه الموصل في التطبيقات الالكترونية هو استعماله كمفتاح (Switch) ، وضح وبالاعتماد على البياني الذي رسمته كيف يمكن ان يتصرف ثنائي شبه الموصل كمفتاح.

جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم الصرفة / ابن الهيثم

قسم الفيزياء

تقرير مقدم الى مختبر الالكترونيات/المرحلة الثالثة

العام الدراسي (2025-2026)

اسم التجربة:.....

اسم الطالب:.....

الشعبة: .....**الدراسة:**.....

المجموعة:.....**اليوم:**.....**الساعة:**.....

اسماء الشركاء فى التجربة:

1. ..... 3. .....
2. ..... 4. .....

تاريخ اجراء التجربة:.....

تاريخ تسليم التقرير:.....

الفقرة	النظرية وطريقة العمل	الحسابات والنتائج	الرسم البياني	الاسئلة	المناقشة	الدرجة النهائية
الدرجة الممنوحة						
الدرجة القصوى	2	2	2	2	2	10