جامعـــة الأنبـــار

كليـــــة/ التـــــربية للعلـوم الصـــرفـــة

قســـــــم أو الفرع/ الفيـــزيـــــاء

المرحلـــة الثالثـــة

أستـاذ المادة : م.م. هاجـر حمـدي نايـل

اسم المادة باللغة العربية : إلكترونيـك

اسم المادة باللغة الإنكليزية : Electronics

أسم المحاضرة الثالثة باللغة العربية: خواص الثنائي لضوئي (الدايود)

أسم المحاضرة الثالثة باللغة الانجليزية: Diode

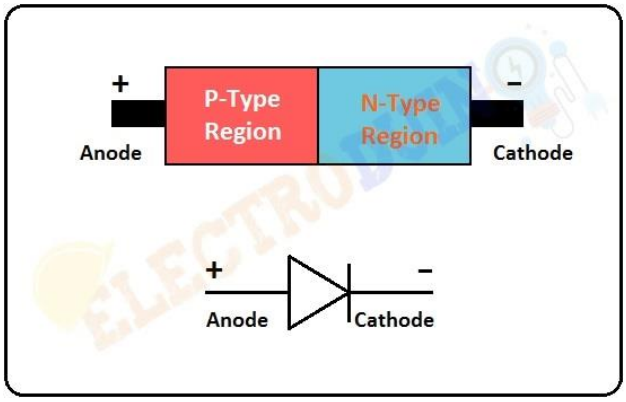
محتوى المحاضرة الثالثة

خواص الثنائي الضوئي (الدايود) Diode

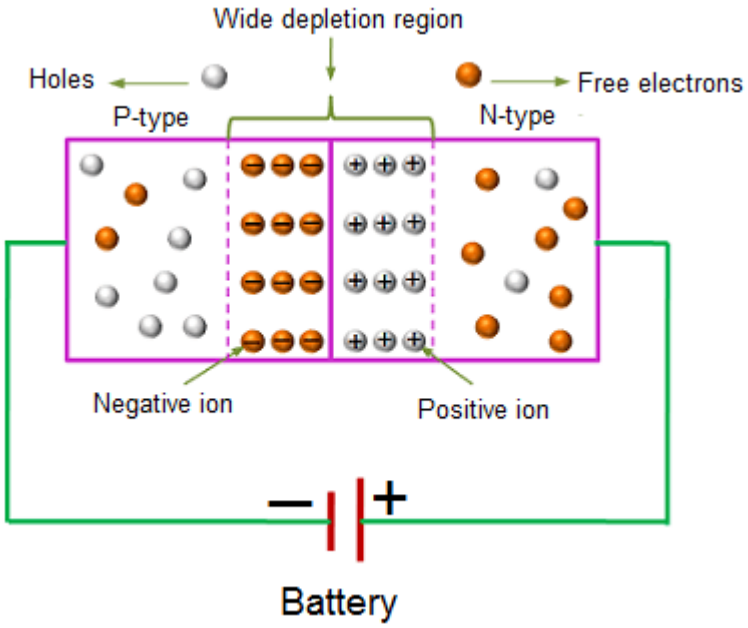
الديود(The Diode)

يعتبر الديود من أبسط العناصر الالكترونية والذي يستخدم للسماح للتيار الكهربائي بالمرور باتجاه معين ومنعه من المرور بالاتجاه المعاكس.

للديود طرفان احدهما يسمى المصعد (anode) والأخر يسمى المهبط (cathode) ، ويسمح الديود للتيار الكهربائي بالمرور من المصعد الى المهبط ويمنعه من المرور بالاتجاه المعاكس.
والشكل التالي يبين رمز الدايود وطرفيه واتجاه مرور التيار الكهربائي خلاله.
يتكون الديود من اتصال بلورتين من السيليكون (أو الجرمانيوم) أحدهما موجبة والأخرى سالبة.



عند تشكيل الوصلة الثنائية (P-N Junction) يكون تركيز كل من الإلكترونات والفجوات على جانبي الوصلة بين المادتين كما هو موضح بالشكل التالي:-



ونتيجة لهذا الاختلاف في التركيز فإن بعض الإلكترونات تنتشر من الوصلة السالبة إلى الوصلة الموجبة المجاورة لها، كما تنتشر بعض الفجوات من الوصلة الموجبة إلى الوصلة السالبة، ولهذا فإن كلا الإلكترونات والفجوات في المنطقة القريبة من الوصلة تختفي وتصبح هذه المنطقة خالية من الشحنات الحرة حيث يحل مكانها أيونات موجبة في الوصلة السالبة وأيونات سالبة في الوصلة الموجبة أي إن الالكترونات والفجوات الموجودة في منطقة الاتصال سوف تتعادل مع بعضها لتشكل منطقة خالية من الشحنات تسمى منطقة الاستنزاف (depletion region) ويعتمد عرض هذه المنطقة على نسبة تركيز الشوائب في مادة شبه الموصل، وبذلك ينشأ فرق جهد على جانبي الوصلة يطلق عليه اسم الجهد الحاجز (Barrier Voltage)، يمنع مرور الشحنات بنوعيها من خلال منطقة العزل ويصل الدايود إلى حالة الاستقرار.

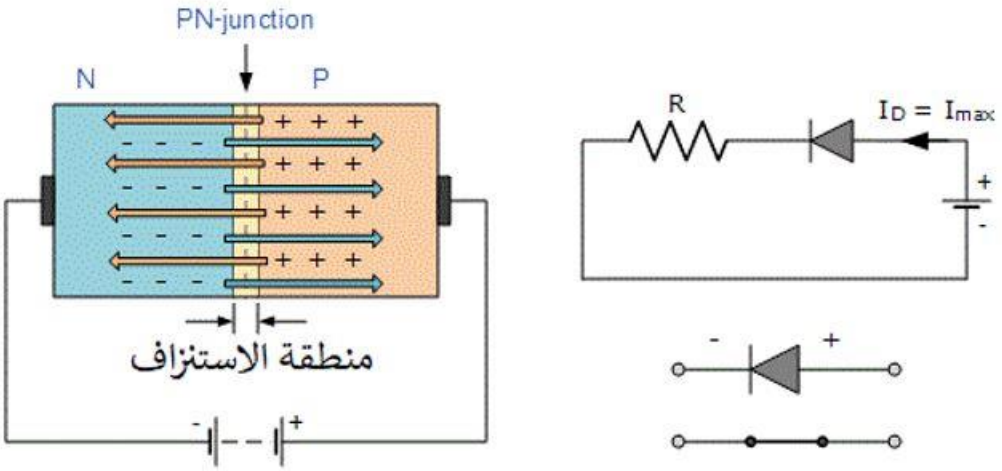
- نظراً لعدم امكانية التنقية التامة لمادة السليكون (او الجرمانيوم) والتي تصنع منها البلورتان السالبة والموجبة للدايود فسوف يكون هناك بعض الأيونات الموجبة في البلورة السالبة وكذلك بعض الأيونات السالبة أو الالكترونات الحرة في البلورة الموجبة.
- ومما يجب ذكره ان كل من الأيونات الموجبة في البلورة السالبة والالكترونات او الأيونات السالبة في البلورة الموجبة تسمى ناقلات التيار الأقلية(minority carriers) ، بينما تسمى الالكترونات في البلورة السالبة والايونات الموجبة في البلورة الموجبة ناقلات التيار الأغلبية. (majority carriers).

الدايود عند تطبيق الانحيازDiode with Applied Bias

يوجد نوعان من الانحياز هما الانحياز الأمامي (Forward Bias) والذي يكون عنده جهد المنطقة (P) موجبا بالنسبة لجهد المنطقة(N) ، والانحياز العكسي (Reverse Bias) والذي يكون عنده جهد المنطقة (N) موجبا بالنسبة لجهد المنطقة .(P) وفيما يلي نستعرض كلا النوعين بشكل من التفصيل.

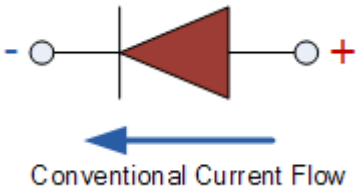
الانحياز الأماميForward Bias

عندما نقوم بتوصيل الديود بالبطارية بحيث يكون الجانب (p) من الدايود متصلا بالقطب الموجب من البطارية والجانب (N) متصلا بالقطب السالب، عندها الإلكترونات التي في الجزء السالب تتنافر مع القطب السالب للبطارية وتندفع لعبور الوصلة إلى الجانب (P) بينما الفجوات تتنافر مع القطب الموجب للبطارية وتندفع لعبور الوصلة إلى الجانب (N) وتصبح منطقة الاستنزاف Depletion Regionبمثابة حاجزاً بسيطا (يضيق الحاجز) في طريق حركة الإلكترونات، ولذلك فإن الإلكترونات تحتاج إلى فرق جهد بسيط يمكنها من تجاوز جهد الحاجز، ففي حالة مادة السليكون، جهد الحاجز مقداره ٠,٧ بينما قيمته ٠,٣ في حالة الجرمانيوم.



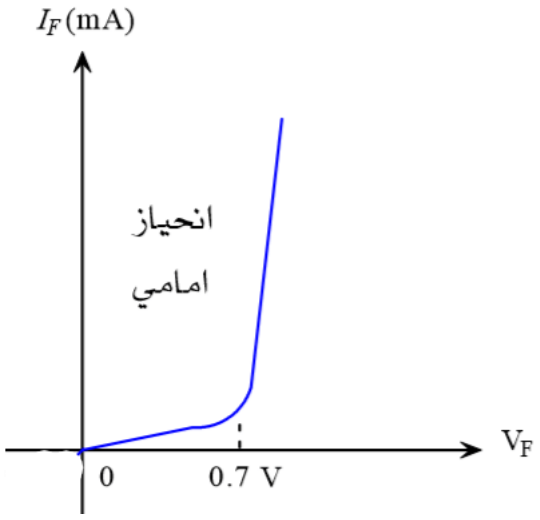
فإذا ما تم التوصيل بهذه الطريقة، فإنه يمر تيار في الوصلة يسمى في هذه الحالة بالتيار الأمامي (Foiward Current If)ويكون اتجاهه من الوصلة الموجبة إلى الوصلة السالبة.

إن قيمة المقاومة الداخلية للدايود rd صغيرة جدا ، وبالتالي وصل الديود مباشرة مع المنبع سوف يؤدي لمرور تيار عال جدا فوق تحمل الدايود والذي سوف يتسبب في حرقه ولذلك تم إضافة المقاومة R على التسلسل مع الديود لضمان عدم تجاوز التيار المار به الحد المسموح والمحدد من قبل المصنع.



رسم العلاقة بين الجهد الواقع على الدايودV_d ، والتيار المار في الدايودI_d ، فإننا نقوم بتغيير جهد المصدرV_s ، وقياس I_d و Vd فعندما يكون V_s مساونا للصفر، فإن التيار يساوي صفرا أيضا. وعند زيادة جهد المصدر تدريجيا، فإن التيار يبدأ بالزيادة ولكن بصورة صغيرة جدا حتى يتعدى الجهد ٠,٧ Vوهو الجهد اللازم لعمل الدايود. عندها يبدأ التيار بالزيادة السريعة. فكلما زاد جهد

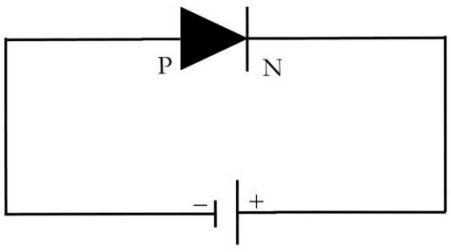
المصدر، زاد التيار وبقي جهد الدايود ثابتا عند ٠,٧ Vتقربا كما هو موضح في المنحني البياني التالي.



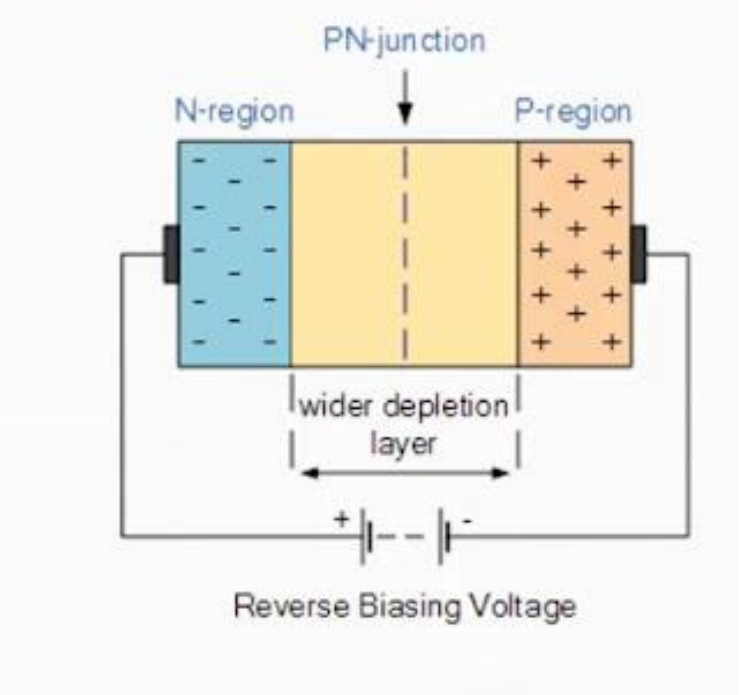
ونلاحظ من المنحنى أن جهد الدايود،V_D ، يزداد قليلا فوق ٠,٧ Vمع زيادة جهد المصدر وذلك بسبب مقاومة الدايود الداخلية والتي تستهلك جزءا صغيرا من الجهد.

الانحياز العكسيReverse Bias

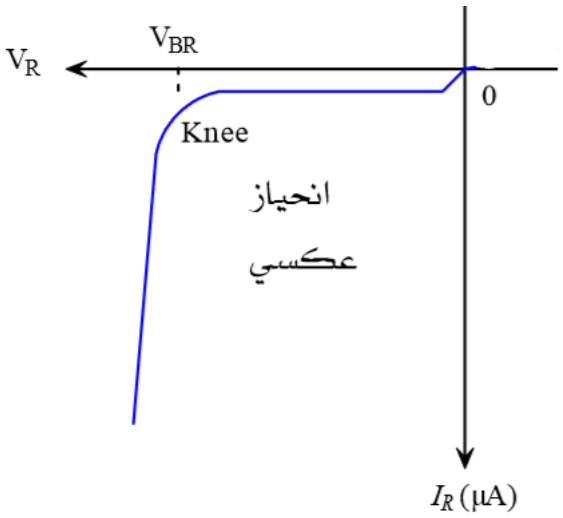
إذا تم توصيل الدايود كما في الشكل ، بحيث يكون الجانب (N) من الدايود متصلا بالقطب الموجب من البطارية والجانب (P) من الدايود متصلا بالقطب السالب من البطارية، لذا فإن الإلكترونات التي في الجزء السالب تتجاذب مع القطب الموجب للبطارية وتبتعد عن الوصلة من الجانب .(N) بينما الفجوات تتجاذب مع القطب السالب للبطارية وتبتعد عن الوصلة من الجانب .(P) ونتيجة لذلك، فإن منطقة الاستنزاف سوف تتسع اتساعا كبير وتشكل حاجزا كبير أمام تحرك الإلكترونات فلا تستطيع اجتيازه. وبالطبع، فإنه لن يمر التيار الكهربائي في الدائرة، وتسمي هذه الحالة بالانحياز العكسي.



في هذه الحالة يمر تيار بسيط نتيجة حركة شحنات الأقلية يسمى تيار التسريب Ic وسنناقش لاحقا سبب ظهور هذا التيار بشكل مفصل.



ولأن في حالة الانحياز العكسي، جهد الجانب (P) أقل من جهد (N) وهنا يمر تيار صغيرجدا جدا، عادة µA أو nA ويمكن اعتباره صفرا. وإذا ما استمر الزيادة في جهد المصدر، فإن الدايود يستمرفي منع التيار من المرور حتى يصل إلى حالة الانهيارBreakdown، ويسمى هذا الجهد بجهد الانهيار (Breakdown Voltage) وكما هوموضح في الشكل حيث يمر تيار عال جدا. وتختلف قيمة جهد الانهيار من دايود لآخر حسب التصنيع.



منحني الخواص للدايودCharacteristic Curve for Diode

الشكل التالي يوضح الصورة الكاملة لعمل الدايود، وهي أنه يعمل في حالة الانحياز الأمامي ويسمح بمرور التيار، ولكنه يحتاج إلى جهد مقداره "٠,٧" ، ولا يسمح بمرور التيار في حالة الانحياز العكسي، ويجب آلا نصل إلى جهد الانهيار عند استخدامنا للدايود في حالة التطبيقات العملية.وهذا المنحنى الكامل والذي يوضح خصائص الدايود في كلا الاتجاهين، في حالة التوصيل الأمامي والتوصيل العكسي ويسمي بمنحنى خواص الجهد والتيار للدايود.