

# أشباه الموصلات Semiconductor

## المواد الموصلة:

وهي المواد التي يمكن للإلكترونات المدار الخارجي فيها أن تتحرر من ذراتها وتتحرك حركة عشوائية بين الذرات، وإذا تعرضت لفرق جهد (أي الإلكترونات) يتشكل تيار كهربائي. من أمثلة المواد الموصلة كهربائياً: الفضة، النحاس، الألمنيوم وعموم المعادن.

## المواد العازلة:

وهي المواد التي تشتد فيها قوة جذب النواة للإلكترونات المدار الخارجي فلا تستطيع الخروج من الذرة. ومن أمثلة المواد العازلة للكهرباء: الورق، الزجاج، الميكا، البلاستيك، المطاط وغيرها.

## المواد شبه الموصلة:

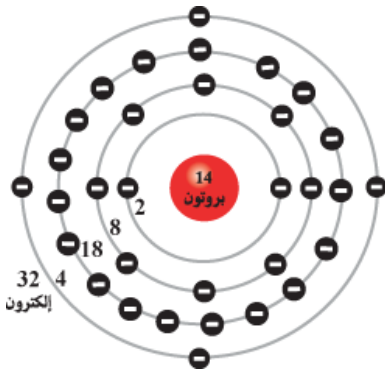
من المعروف أن الذرة هي أصغر جزء في العنصر، وطبقاً لنظرية (بوهلر) التقليدية فإن الذرة تحتوي على نواة مركزية محاطة بسحابة من الإلكترونات سالبة الشحنة تدور في مدارات بيضاوية حول النواة.



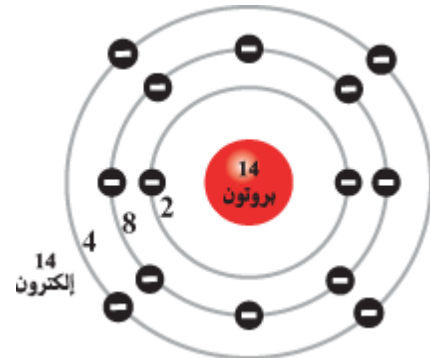
## تكوين الذرة:

تحتوي النواة على نوعين من الأجسام، أحدها موجب الشحنة ويطلق عليها (بروتونات)، والثاني متعادل الشحنة يطلق عليها (نيوترونات) ويدور حول النواة (إلكترونات) سالبة الشحنة في مدارات ثابتة.

تنتمي مادتي السليكون والجرمانيوم إلى عائلة أشباه الموصلات، تحتوي كل من ذرتي السليكون والجرمانيوم على أربعة إلكترونات تكافؤ، (الإلكترونات التكافؤ هي إلكترونات المدار الخارجي للذرة وتساهم في التفاعلات الكيميائية) والاختلاف بينهما هو أن ذرة السليكون تحتوي على ١٤ بروتون في النواة بينما ذرة الجرمانيوم تحتوي على ٣٢ بروتون، ويوضح الشكل التركيب الذري لمادة السليكون و التركيب الذري لمادة الجرمانيوم.



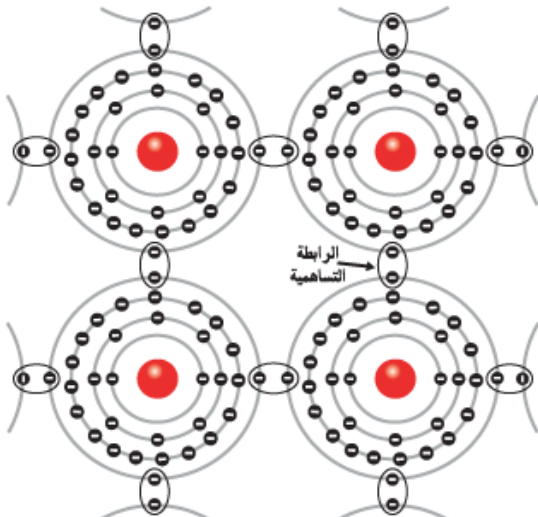
البناء الذري للجرمانيوم



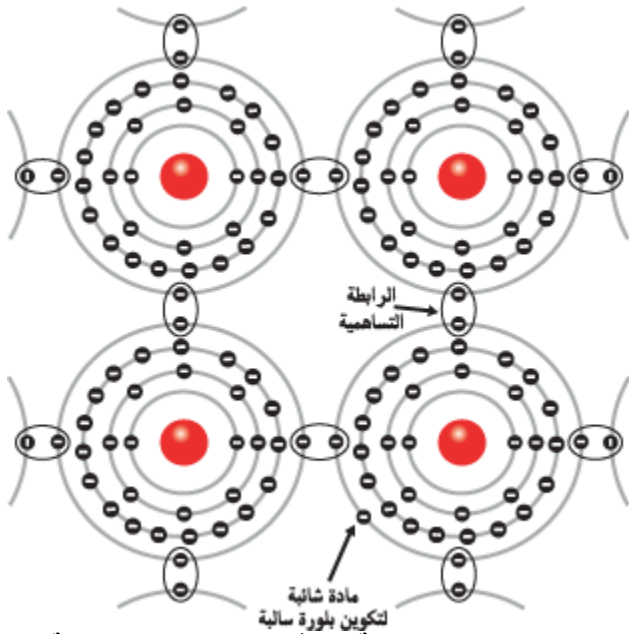
البناء الذري للسليكون

## الرابطة التساهمية في أشباه الموصلات:

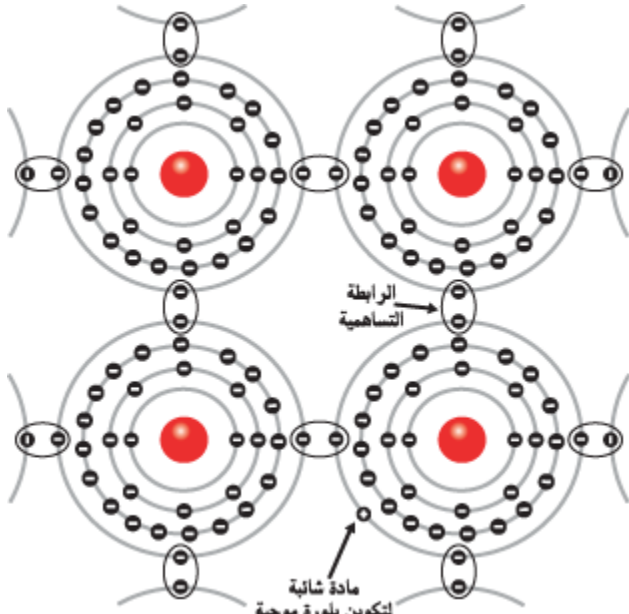
تحتوي ذرة الجرمانيوم على أربعة إلكترونات في المدار الخارجي، وحتى يكتمل نطاق التكافؤ للجرمانيوم فإنه لابد من وجود ثمانية الإلكترونات في المدار الخارجي وعلى ذلك فإن كل ذرة تشارك الذرات الأربع التي حولها بالصورة الموضحة في الشكل والتي يطلق عليها (الرابطة التساهمية)، وفي هذه الرابطة تبدو الذرة وكأنها محاطة بثمانية إلكترونات (الأربع ذرات الأصلية وأربع ذرات أخرى بواسطة الرابطة التساهمية)، وبالتأكيد فإن الذرة في هذه الحالة لا تكون قابلة للتوصيل حيث أنه لا يوجد إلكترونات حرة لنقل الطاقة، ويطلق على هذا البناء (البناء البلوري). إن السليكون والجرمانيوم في صورتيهما النقية أقرب إلى المواد العازلة، ولكن بعد أن تضاف إليهما بعض الشوائب يصبحان من أشباه الموصلات.



الرابطة التساهمية في ذرات الجرمانيوم



التطعيم بالشوائب خماسية التكافؤ لتكوين البلورة السالبة N



التطعيم بالشوائب ثلاثية التكافؤ لتكوين البلورة الموجبة P

### البلورة السالبة N:

لكي تتحول البلورة النقية إلى مادة قابلة للتوصيل فإنه يتم تطعيمها بأحد المواد التي يطلق عليها (مواد شائبة)، ومن أمثلة المواد الشائبة المستخدمة في تكوين البلورة السالبة، مادة الفسفور (P) والزنك (AS) والانتيمون (SB)، وتتشترك هذه المواد في خاصية احتوائها على خمسة إلكترونات خارجية.

ويظهر الشكل أسلوب تكوين البلورة السالبة (N) حيث نجد أن كل أربعة إلكترونات تكافؤ من الإلكترونات المادة الشائبة (الزنك) ترتبط في روابط تساهمية مع ذرة جرمانيوم ليكمل المدار الخارجي لذرة الجرمانيوم، ويتبقى إلكترون زائد من الزنك يصبح حر الحركة خلال البلورة، بهذا الأسلوب يزداد عدد الإلكترونات (السالبة) الحرة، وتتحول المادة إلى بلورة سالبة ويرمز لها بالرمز (N).

### البلورة الموجبة P:

بنفس الأسلوب يتم إضافة مادة شائبة إلى الجرمانيوم أو السليكون، ولكن في هذه الحالة يستخدم مادة شائبة ثلاثية التكافؤ مثل الأنديمون (IN) أو الغاليوم (GA) أو البورون (B).

إن إلكترونات التكافؤ الثلاثة للأنديمون كما في الشكل ترتبط مع ذرات الجرمانيوم برابطة تساهمية وهنا نجد أن ذرة الجرمانيوم ينقصها إلكترون واحد حتى يكتمل البناء الترابطي التساهمي وهذا يعني وجود فجوة (HOLE) والتي تمثل شحنة موجبة لها قدرة قوية على جذب الإلكترون.

بهذه الصورة يزداد عدد الفجوات، أي عدد الشحنات الموجبة وتزداد معها ايجابية المادة وتصبح هذه الفجوات الموجبة مسئولة عن توصيل التيار في المادة ولهذا يطلق على المادة (بلورة موجبة) ويرمز لها بالرمز P.