

## التوصيل الفائق

### والموصلات فائقة التوصيل

قبل عام ١٩١١ كان الاعتقاد السائد أن جميع المواد تصبح فائقة التوصيل للكهرباء فقط عند درجة حرارة الصفر المطلق أي  $-273^{\circ}\text{C}$ . ولكن في تلك السنة لوحظ أن الزئبق النقي تصبح مقاومته مساوية للصفر عند درجة حرارة  $4^{\circ}\text{C}$  مطلق أي  $-279^{\circ}\text{C}$  ويمكن الحصول على هذه الدرجات المنخفضة بتسييل غاز الهيليوم. لقد كان هذا الاكتشاف مثيراً للاهتمام الكثير من العلماء لإيجاد تفسير علمي لهذه الظاهرة وخاصة بعد أن وجد أن هناك مواد أخرى لها نفس الخاصية عندما تبرد وهذا ما كان مخالفاً للاعتقاد السائد آنذاك. ولكن تسييل غاز الهيليوم مكلف جداً من ناحية مادية، ولذلك كان البحث في هذا المجال محدوداً جداً إلى أن تم التوصيل في عام ١٩٨٦ إلى مركب فائق التوصيل للكهرباء، رمزه الكيميائي هو  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  عند درجة حرارة  $-180^{\circ}\text{C}$ ، ويمكن الحصول على هذه الدرجة بتسييل غاز النيتروجين و هذا غير مكلف و من هنا بدأت البحوث و التجارب العلمية تنشط لمحاولة فهم هذه الظاهرة وكيفية استغلالها في تطبيقات صناعية و تكنولوجية، و كذلك في البحث عن مواد تكون مقاومتها صفر عند درجات حرارة الغرفة أي  $25^{\circ}\text{C}$ .

المواد من حيث قدرتها على توصيل الكهرباء إلى عوازل (Insulators) مثل الخشب، وأنصاف الموصلات (Semiconductors) مثل السيليكون، و موصلات (Conductors) مثل النحاس، و لكن هناك نوعاً آخرأ وهو ما يعرف باسم الموصلات فائقة التوصيل (Superconductors)

الموصلات فائقة التوصيل سميت هكذا نظراً لأنها عند درجة حرارة معينة (منخفضة نسبياً) تصبح مقاومتها للكهرباء مساوية للصفر، وتصبح قدرتها على التوصيل فائقة جداً، حيث أنه إذا ما وجد تيار كهربى فى حلقة متصلة من هذه المادة فإنه سوف يسرى داخل الحلقة بدون وجود مصدر للجهد الكهربى.

### خصائص هذه المواد

عند درجة حرارة معينة تعرف بدرجة حرارة التحول تصبح مقاومتة هذه المواد للتيار الكهربى مساوية للصفر.

اكتشف كذلك أن هذه المواد عند درجة حرارة التحول حساسة جداً للمجال المغناطيسى، حيث تنفر المجال المغناطيسى الخارجى أى أنها تعكس المجال المغناطيسى مهما ضعفت شدته.

هاتان الخاصيتان فتحت الأبواب أمام العلماء لاستغلالها في ابتكارات واختراعات ذات كفاءة عالية تدخل في معظم مجالات العلوم والتكنولوجيا، حيث أن هذه المواد (Superconductors) سوف تحل محل أنصاف الموصلات (Semiconductors) التي تدخل الآن في صناعة الترانزيستور و الدوائر الالكترونية المتكاملة.

### بعض التطبيقات الهامة

إن اكتشاف مواد فائقة التوصيل للكهرباء عند درجات حرارة مرتفعة نسبيا سوف يجعلها تدخل في تركيب كل جهاز ممكن تصوره.

أول هذه التطبيقات هو الحصول على وسيلة غير مكلفة لنقل التيار الكهربى، لأن التكاليف المادية لنقل التيار عبر أسلاك النحاس مرتفعة نظرا للفقء الكبير فى الطاقة على شكل حرارة متبذدة نتيجة مقاومة السلك النحاسى، كذلك إذا ما قارنا قيمة التيار الذى يمكن نقله عبر السلك النحاسى حيث تبلغ شدته ١٠٠ أمبير لكل سنتيمتر مربع بينما فى السلك المصنوع من مركب الـ  $YBa_2Cu_3O_7$  تبلغ ١٠٠٠٠٠ أمبير لكل سنتيمتر مربع.

كذلك فإن هذه المواد لها تطبيقات عديدة فى مجال الالكترونيات لما تمتاز به من قدرة عالية فى فتح و إغلاق الدائرة الكهربائية لتمرير التيار ومنعه، وهذا يشكل العنصر أساسى فى بنية الكمبيوتر والبحث جارى الآن لإدخال هذه المواد فى صناعة السوبركمبيوتر، وإذا ما توصل إلى ذلك فإن هذا سوف يؤدى إلى تطور كبير فى مجال الكمبيوتر.

أما فى مجال الطب فقد تم صناعة أجهزة ذات حساسية عالية جدا للمجالات المغناطيسية المنخفضة الشدة، وتستخدم الآن كبديل للمواد المشعة المستخدمة فى تشخيص الأمراض التى قد تصيب الدماغ، حيث يتم الكشف عن التغير فى المجال المغناطيسى المنبعث من الدماغ والتى تبلغ شدته ١٣-١٠ تسلا، وهذا مقدار صغير جداً لكن تلك الأجهزة قادرة على قياسه، كذلك يمكن بدقة تحديد مصدر الأشارات العصبية الصادرة من الدماغ وأيضا يمكن أن تستخدم فى البحث عن المعادن الدفينة فى باطن الأرض وعن مصادر المياه والنفط لأنها تحدث تغيراً طفيفاً فى المجال المغناطيسى للأرض وهذا التغير يمكن التقاطه بواسطة هذه الأجهزة.

## وهناك أيضا تطبيقات على مجال أوسع

فى اليابان تم تصميم قطار يعمل على قضبان مصنوعة من هذه المواد فأنفة التوصيل، وعندما تبرد هذه القضبان إلى درجة الحرارة المطلوبة فإن القطار بكامله يرتفع عن سطح القضبان نتيجة التناثر المغناطيسى ويصبح وكأنه يسير على الهواء وهذا يمنع الأحتكاك مما يقلل من استهلاك الوقود.