



دَوْلَتُ ليبيا
وَزَارَةُ التَّعْلِيمِ
مَرْكَزُ المناهجِ التَّعْلِيمِيَّةِ وَالبَحْوثِ التَّربَوِيَّةِ

الفيزياء

للسنة الثالثة من مرحلة التعليم الثانوي

القسم العلمي

الجزء الأول : الكهرباء والمغناطيسية والفيزياء الذرية

الدرس الثاني

المدرسة الليبية بفرنسا - تور

العام الدراسي

1441 / 1442 هـ . 2020 / 2021 م

العوازل والموصّلات الكهربائية

2-1

Insulators and Conductors

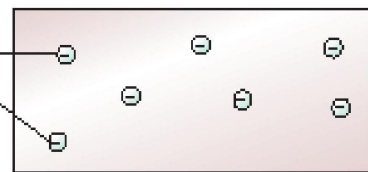
العوازل الكهربائية مواد ليس بها إلكترونات حرة، ولذا لا توصّل الكهرباء. الموصّلات الكهربائية مواد بها إلكترونات حرة، وتكون قادرة على توصيل الكهرباء.

نجد في عملية الشحن بالاحتكاك التي ناقشناها في الجزء 1 - 1، أنه يمكن بسهولة كهربية فئة من المواد بدلها مع فئة أخرى. وتشمل تلك المواد الزجاج، والحديد، والأبونيت، والمطاط الصلب، والفرو. وبالنسبة لهذه الفئة من المواد تنتقل الإلكترونات (شحنات سالبة) من مادة إلى أخرى، وتبقى على السطح. فهي لا تتحرك داخل المادة، ولكن تحصر عند منطقة الدلك. ونسمي تلك المواد عوازل كهربائية.

ومن ناحية أخرى توجد فئة أخرى من المواد مثل الفلزات تنساب الإلكترونات خلالها. لا يمكن شحن تلك الفئة كهربائياً بسهولة عن طريق الدلك بالحديد أو الفرو ما لم تكن معزولة أولاً جيداً. ونسمي مثل تلك المواد موصّلات كهربائية. وتشمل الموصّلات الكهربائية الأخرى الإلكتروليتات (محاليل موصّلة كهربائياً)، والغازات المتأينة المحتوية على أيونات موجبة وسالبة حرة الحركة.

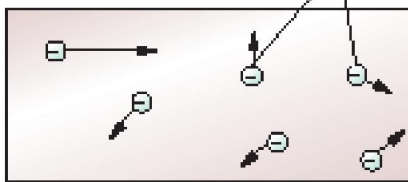
نظرية الإلكترون للمادة

تكون الإلكترونات ثابتة في مواقعها



شكل 1 - 9 عازل كهربائي

تكون الإلكترونات الخارجية (أو إلكترونات التكافؤ) حرة الحركة



شكل 1 - 10 موصّل كهربائي

تعتبر جميع إلكترونات العوازل الكهربائية في شكل 1 - 9 (مثل البيرسبكس، والأبونيت، والزجاج) مرتبطة مع نواتها بشدة. إن إضافة أو إزالة إلكترونات من أحد الأماكن لا يجعل الإلكترونات تنساب، بمعنى تُحصر الشحنة في المنطقة التي تتكون (بالدلك مثلاً) أو توضع فيها. وبالنسبة للموصلات الكهربائية (شكل 1 - 10) مثل الفلزات، تكون الإلكترونات الخارجية (أو إلكترونات التكافؤ) ممسوقة بشكل غير محكم، وتكون حرة نسبياً عن الذرات الفردية، بمعنى غير محصورة (رغم أنها ممسوقة بقوة إلى المادة ككل). وإذا اكتسبت مثل تلك المواد إلكترونات، فإنها تتحرك فيها. وبالمثل ينتج عن فقدان موصل الكهرباء لإلكترونات إعادة توزيع الإلكترونات المتخلفة.

معادلة العوازل والموصلات المشحونة كهربائياً

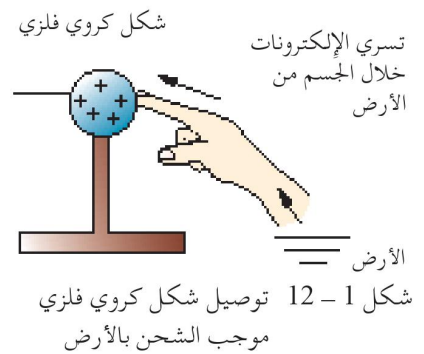
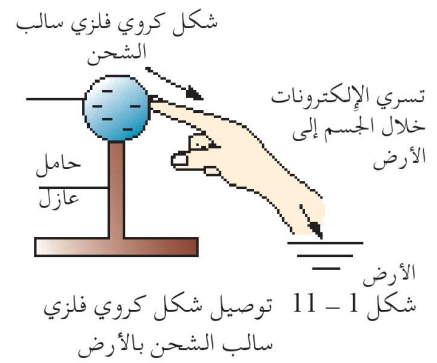
يتعادل الجسم المشحون بالتخلص من الشحنة الزائدة فيه. وتُعرف أيضاً هذه العملية بالتفريغ.

العوازل الكهربائية المشحونة: كما أن العازل الكهربائي يتطلب قدرًا غير قليل من الجهد ليشحن (مثل القضيب الزجاجي عن طريق الدلك بالحرير) فليس سهلاً كذلك إزالة الشحنة الزائدة منه. ويرجع ذلك إلى حقيقة أن الشحنات الزائدة على العازل لا تُنزع منه بسهولة. ولتفريغ الشحنة بسرعة من عازل مشحون مثل قضيب زجاجي، فإن إحدى الطرق تكون بتسخين القضيب الزجاجي على موقد بنزن. فالحرارة المكثفة تجعل الهواء المحيط بالقضيب الزجاجي يتأين إلى أيونات موجبة وأيونات سالبة. وتعادل تلك الأيونات السالبة الشحنات الموجبة الزائدة على القضيب الزجاجي. وتُفَرِّغ أيضاً ببطء شحنة جميع العوازل المشحونة عند تركها في شروط رطبة. فإن بخار الماء في الجو يجعل الشحنات الزائدة على العازل تتسرب ببطء.

الموصلات الكهربائية المشحونة: بالنسبة لموصل كهربائي مثل شكل كروي فلزي ذو إلكترونات زائدة، يمكن إزالة الإلكترونات بتوصيله بالأرض. إن توصيل موصل كهربائي مشحون بالأرض، يوفر ممراً لسريان الإلكترونات إلى الخارج، أو تجاه الموصل المشحون لتجعله متعادلاً كهربياً. ويشير مصطلح "الموصل الأرضي" إلى أي موصل كبير يمكن أن تؤخذ منه الإلكترونات أو تدخل فيه دون أن يصبح مشحوناً بشكل ملحوظ. وببين شكل 1 - 11 عملية تعادل كهربائي لشكل كروي فلزي سالب الشحن عن طريق التوصيل الأرضي.

وبالنسبة للشكل الكروي الفلزي موجب الشحن، سيتسبب التوصيل الأرضي في سريان الإلكترونات من الأرض تجاه الشكل الكروي موجب الشحن، لتعادله (شكل 1 - 12).

وبالنسبة لكلا الشكلين 1 - 11، 1 - 12 يكون غرض الحامل العازل منع أي إلكترون من السريان بين الشكل الكروي الفلزي المشحون والأرض. والجسم البشري موصل جيد نسبياً، ولذا يعمل كمجرى توصيل للإلكترونات.

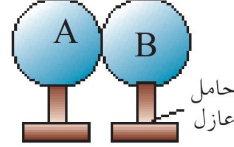


شحن الموصلات الكهربائية بالحث الكهربائي

الحث الكهربائي هو عملية شحن موصل دون أي تلامس بالجسم الشاحن.

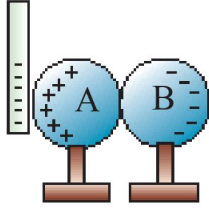
(أ) لشحن موصلين بشحنات متساوية ومتضادة

الخطوة 1: يُلمس موصلان (أشكال كروية فلزية) على حوامل عازلة ببعضهما البعض (شكل 1 - 13).



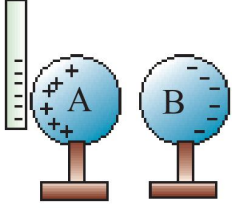
تلامس موصلين كهربائيين
معزولين وغير مشحونين

شكل 1 - 13



حث شحنات موجبة وسالبة
على A، B على التوالي
شكل 1 - 14

الخطوة 2: يوضع قضيب سالب الشحن بالقرب من الشكل الكروي A (شكل 1 - 14). ويتسبب ذلك في تنافر الإلكترونات من A إلى أبعد جانب من الشكل الكروي B. وبهذا الشرط سيكون لدى الشكل الكروي A وحده شحنة موجبة زائدة (بسبب فقد إلكترونات)، بينما يكون للشكل الكروي B وحده شحنة سالبة زائدة (بسبب اكتساب إلكترونات).



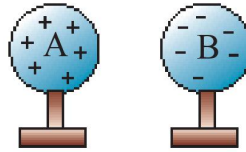
افصل A، B عن بعضهما في
وجود شحنة مستحثة.

شكل 1 - 15

الخطوة 3: والقضيب سالب الشحن في مكانه، يُفصل الشكلان الكرويان A، B بمسافة مستخدمين الحوامل العازلة (شكل 1 - 15).

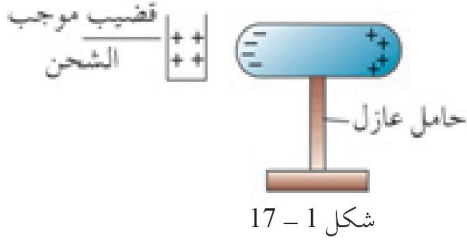
ماذا لو أخذت القضيب بعيداً قبل فصل الشكلين الكرويين؟

الخطوة 4: يحمل الآن الشكل الكروي A شحنات موجبة مستحثة، بينما يحمل الشكل B عدداً مساوياً من الشحنات السالبة المستحثة. وتبقى الشحنة على قضيب الشحن دون تغيير



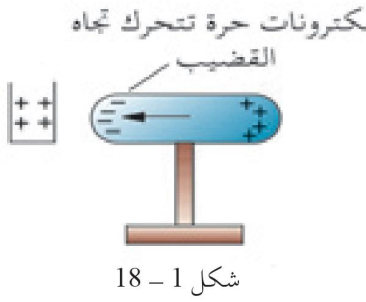
أزيلت الشحنة المستحثة؛ (A، B)
لهما شحنات متضادة.

شكل 1 - 16

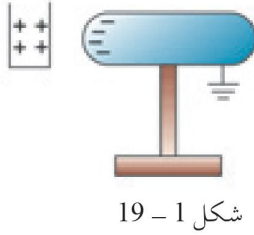


(ب) لشحن موصل كهربائي وحيد بالحث

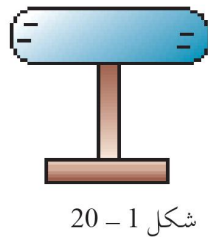
الخطوة 1: أحضر قضيباً مشحوناً (وليكن موجب الشحنة) إلى جوار الموصل الموضوع على حامل عازل (شكل 1 - 17).



الخطوة 2: ستجذب الإلكترونات الحرة في الموصل تجاه طرفه الأقرب إلى القضيب موجب الشحنة، تاركة الطرف الآخر ليكون له شحن موجب زائد. لاحظ أن الموصل لا يزال متعادلاً كهربائياً رغم إعادة توزيع الإلكترونات الحرة عليه (شكل 1 - 18).



الخطوة 3: دع القضيب موجب الشحنة في مكانه، وصل الموصل الذي سيُشحن بالأرض. ويمكن عمل ذلك بلمس الموصل بجسمنا لحظياً. ولأن جسمنا موصل جيد نسبياً، فإنه سيسمح بمرور إلكترونات إلى الموصل، لتتبادل الشحنة الزائدة الموجبة على الجانب البعيد للموصل. لاحظ الآن أن الموصل سيحمل شحنة سالبة زائدة (شكل 1 - 19).



الخطوة 4: عند إزالة القضيب الشاحن، سيعاد توزيع الشحنة السالبة الزائدة (إلكترونات) على سطح الموصل، للوصول إلى توازن كهروستاتيكي (شكل 1 - 20).

لاحظ كذلك أن شحن موصل وحيد بالحث سيؤدي دوماً إلى شحنة لها علامة عكس علامة شحنة القضيب الشاحن.

ماذا يحدث إذا أزلت القضيب موجب الشحن، بينما الموصل لا يزال متصلاً بالأرض (يلمسها)؟

أسئلة التقويم الذاتي

(أ) ميز بين عازل كهربائي وموصل كهربائي.

(ب) إذا أعطيت شكلين كرويين فلزيين يقفان على حوامل عازلة، وقضيب موجب الشحنة، اشرح كيفية شحن الشكلين الكرويين الفلزيين بشحنات متساوية ومتضادة بالحث الكهربائي.