

Chapitre 17

Le courant électrique dans les métaux

Dans le chapitre 16, on a arraché des électrons en frottant ensemble des matières isolantes.

Dans ce type de matière, les électrons ne se déplacent pas facilement. C'est pour cette raison que l'on parle d'électrostatique.

Dans des matériaux conducteurs comme les métaux, certains électrons se déplacent facilement et peuvent ainsi créer un courant électrique.

Les électrons libres

Une boulette de papier d'aluminium, non chargée, est suspendue à un fil de nylon, réalisant ainsi un pendule.

En approchant un bâton d'ébonite chargé (en le frottant avec une peau de chat par exemple), on observe une attraction du pendule. Dès que le pendule touche le bâton d'ébonite, il est violemment repoussé.

Interprétation

Le bâton d'ébonite porte un excès d'électrons. La boulette non chargée se comporte en fait comme une charge positive vis-à-vis du bâton d'ébonite, d'où l'attraction observée. Après contact, la répulsion du pendule montre que la boulette est alors chargée négativement. Des électrons ont été transférés sur cette boulette.

On observerait le même phénomène en intercalant entre le bâton d'ébonite et la boulette de papier d'aluminium une règle métallique. Même sans contact entre le bâton d'ébonite et la règle métallique, le pendule s'écarte. Les charges négatives responsables de cette répulsion proviennent donc de la règle métallique. Ce phénomène ne serait pas observable si la règle métallique était remplacée par une règle en plastique.

Il existe dans un métal des électrons susceptibles de se déplacer. Ils sont appelés électrons libres.

Conducteurs et isolants

La conductibilité électrique indique la facilité avec laquelle des charges électriques peuvent se déplacer dans un conducteur. Elle est variable d'un corps à l'autre.

Du point de vue électrique, on distingue deux grandes classes de corps: les conducteurs et les isolants (non conducteurs).

Dans les conducteurs, les particules chargées négativement (électrons libres) peuvent sous certaines conditions se déplacer relativement facilement.

Tous les métaux sont conducteurs, mais tous les électrons d'un métal ne sont pas libres. Pour le cuivre, par exemple, un seul sur vingt-neuf peut se déplacer librement.

Un isolant conduit très mal le courant électrique. A titre d'exemple, le verre et le mica¹ sont respectivement 10^{19} et 10^{22} fois moins conducteurs que le cuivre...

Cela signifie qu'il faudra respectivement 10^{19} et 10^{22} fois plus d'énergie pour y déplacer des électrons.

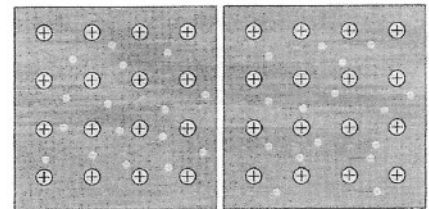
Nature du courant dans un métal

Dans un métal comme le cuivre, les noyaux positifs sont alignés régulièrement et sont pratiquement fixes.

¹ Mica: silicate d'aluminium et de potassium, brillant et clivable (qui peut subir un clivage, le clivage étant une fracture affectant les minéraux suivant des plans définis).

Si le métal est soumis à l'influence de charges voisines, les électrons libres sont sollicités dans une direction déterminée: c'est le courant électrique.

Dans un conducteur métallique, le courant électrique est dû à un mouvement d'ensemble des électrons libres. Ce mouvement est très lent (quelques millimètres par minute).



Un métal sans « influence » électrique extérieure. Un métal avec « influence » électrique extérieure.

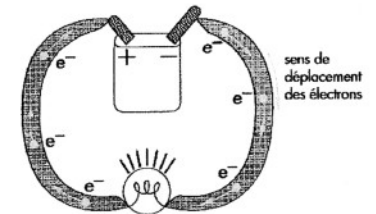
Rôle du générateur

Les charges sont mises en mouvement par un générateur qui leur communique de l'énergie.

Le générateur ne crée pas les charges qui sont déjà présentes dans le métal. Il provoque la circulation des électrons libres.

Il se comporte comme une « pompe » qui aspire les électrons par sa borne positive et les refoule par sa borne négative. Pour entretenir cette circulation, le générateur utilise de l'énergie.

Un récepteur est un appareil, comme l'ampoule, qui reçoit et transforme l'énergie du courant électrique en une autre forme d'énergie utile.



Le générateur, une « pompe » à électrons.

Le circuit électrique

Un circuit électrique désigne un ensemble de fils conducteurs et d'appareils pouvant être parcourus par des charges électriques.

Continuité du circuit électrique

Dans tous les montages, une ampoule ne s'allume que si ses deux bornes sont reliées aux deux bornes du générateur par une succession ininterrompue de corps conducteurs. On dit que le circuit est fermé.

Dans le cas contraire, le circuit est dit ouvert et l'ampoule ne brille pas.

Continuité dans l'ampoule

On retrouve la continuité du circuit à l'intérieur même d'une ampoule en bon état. On peut le voir en la démontant.

Lorsque le filament se casse, le circuit est interrompu, le courant ne peut plus circuler.

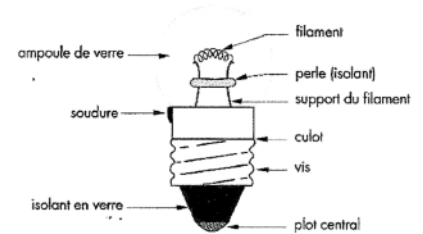
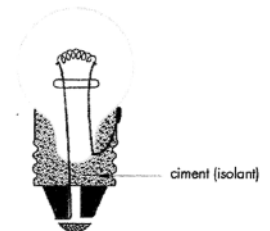


Schéma d'une ampoule à vis. Le culot en laiton est isolé du plot central par une partie en verre noir.



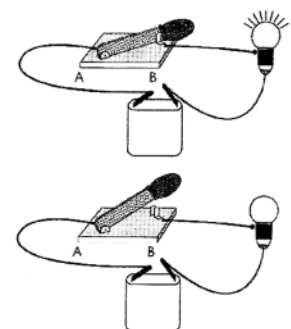
En déchirant le culot et en grattant le ciment, on obtient l'ampoule de verre seule, traversée par deux fils métalliques reliés au filament.

L'interrupteur

Un interrupteur est un dispositif qui permet de fermer ou d'ouvrir un circuit électrique.

Si l'interrupteur est fermé, les points A et B sont reliés, le courant électrique circule, et l'ampoule brille.

Si l'interrupteur est ouvert, les deux points A et B sont séparés par l'air qui est isolant, le courant électrique ne circule plus et l'ampoule est éteinte.

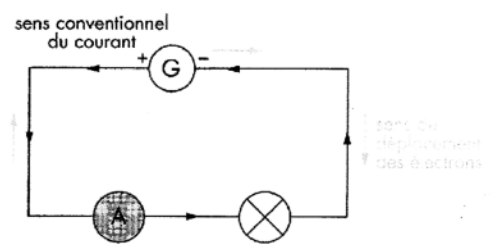


Si l'interrupteur est fermé, le courant circule. Si l'interrupteur est ouvert, le courant ne circule pas.

Sens du courant

Le sens du courant a été fixé arbitrairement par les physiciens au début du XIXème siècle alors qu'on ne connaissait pas encore les électrons.

Le sens conventionnel du courant électrique est imposé par le générateur: le courant circule de la borne \oplus à la borne \ominus . On constate que ce sens est opposé au sens réel de déplacement des électrons.



Exercices sur le chapitre 17

Le courant électrique dans les métaux

1. Compléter les phrases suivantes:
Un métal possède des _____ faiblement liés aux _____. On les appelle _____. Dans un métal, le courant électrique est dû à _____ des _____. Ce mouvement est très _____. Un isolant ne possède pas _____. Il ne _____ pas le courant électrique.
2. Répondre par "oui" ou par "non" aux affirmations suivantes:
 - Tous les électrons d'un métal sont libres.
 - L'ordre de grandeur de la vitesse du mouvement d'ensemble des électrons est de quelques millimètres par minute.
 - Le sens conventionnel du courant est le même que le sens de circulation des électrons.
 - Les électrons sortent par la borne négative du générateur.
3. Pour décharger un pendule électrostatique, on le touche avec le doigt. Pourquoi ?

Que pouvez-vous dire à propos du corps humain ?

La photographie ci-contre montre une personne qui a été électrisée par une machine. Quelle précaution a-t-on prise pour que cet effet spectaculaire persiste ?



4. "L'air est un isolant". Cette affirmation est-elle vraie en toutes circonstances ? Justifier votre réponse.
5. Quelle sont les ampoules allumées dans le montage de la figure ci-contre ?

