

Les métaux et le courant électrique



Dans notre quotidien, nous utilisons de nombreux objets métalliques (casseroles, clés, voitures ...). Mais comment reconnaître les différents métaux ? Quelle est leur composition ? Pourquoi conduisent-ils le courant électrique ?

1) Les propriétés des métaux :

L'or, l'argent, le cuivre, le fer, le zinc, et l'aluminium sont les principaux métaux utilisés par l'Homme. Certains comme l'or, l'argent, le cuivre, le fer sont utilisés depuis des milliers d'années d'autres comme le zinc, et l'aluminium sont utilisés « seulement » depuis quelques siècles car ils n'existent que dans des minerais. Comment reconnaître simplement ces différents métaux ?

→ voir activité : « Quelles sont les propriétés des métaux ? »

Conclusion :

Tous les métaux n'ont pas les mêmes propriétés :

- la plupart vont s'oxyder (dépôt d'une couche d'oxyde rouge) au contact du dioxygène présent dans l'air sauf l'or qui est inaltérable
- ils n'ont pas tous la même couleur (l'or est jaune, le cuivre est orangé, les autres sont gris plus ou moins foncés)

- seul le fer est attiré par un aimant
- Les métaux sont plus ou moins dense (l'aluminium est le plus léger, l'or le plus lourd)

Toutes ces différentes caractéristiques vont permettre de les distinguer facilement.

2) Les différentes utilisations des métaux :

Nous venons de voir que les métaux sont différents les uns des autres. Mais quelles sont leurs principales utilisations dans la vie quotidienne ?

→ activité p18-19 :

Métal	Caractéristiques	Domaines d'utilisation
Cuivre	Bon conducteur électrique Facilement malléable Alliage très prisés	Câblages Plomberie
Or	Inaltérable Précieux (rare) Faible résistance mécanique	Bijouterie Technologie de pointe
Argent	Très bon réflecteur de lumière Meilleurs conducteur électrique Oxydation rapide	Bijouterie, joaillerie Miroiterie Radiologie Photographie
Zinc	Peu sensible à l'oxydation	Galvanisation (protéger de l'oxydation) Secteur du bâtiment Industrie automobile
Fer	Intéressant sous forme d'alliage (carbone + fer : acier) pour les propriétés mécaniques Oxydation rapide et totale Le plus utilisé au monde	Secteur du bâtiment Industrie sidérurgique (véhicules, bateaux ...)
Aluminium	Peu dense Peu sensible à l'oxydation Bonne résistance mécanique	Transport, aéronautique Secteur du bâtiment Emballage

3) Un modèle pour l'atome :

Nous avons vu en classe de 4ème que la matière est composée de molécules, un ensemble d'atome. Quelle est la composition d'un atome ?

1) Un peu d'histoire :

Avant le XVIIIe siècle, la plupart des philosophes comme Thalès, Aristote pensaient que la matière étaient composée de 4 éléments (le feu, l'air, la terre et l'eau). Mais cette théorie ne plaisait pas à Leucippe et Démocrite qui pensaient que la matière était faite de particule microscopique appelé atome, du grec « atomos » (on ne peut pas diviser).

Au XIXe siècle, le physicien et chimiste anglais, John Dalton a prouvé l'existence de ces atomes. Il est considéré comme le père de la théorie atomique. Les physiciens de l'époque ont pu préciser la structure des atomes avec au début un atome « fourré aux électrons » (doc.1) selon Thomson. Puis l'expérience de Rutherford en 1910 permit de faire un nouveau modèle de l'atome : l'atome planétaire (doc. 2) constitué d'un noyau autour duquel tourne des électrons.

Aujourd'hui, il n'y a plus aucun doute de cette théorie.

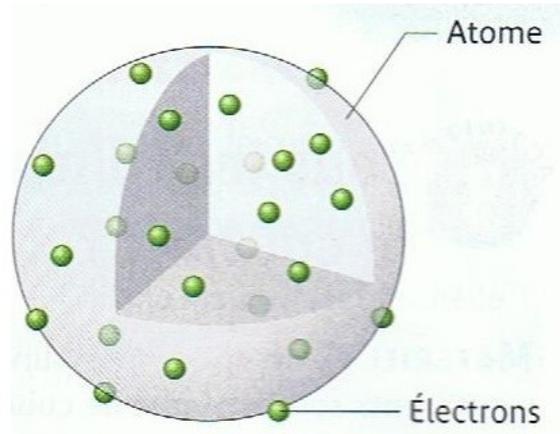


fig. 6 Dans le modèle de J. J. Thomson, l'atome est décrit comme une sphère remplie de « substance » électriquement positive et « fourrée » d'électrons négatifs immobiles.

doc. 1

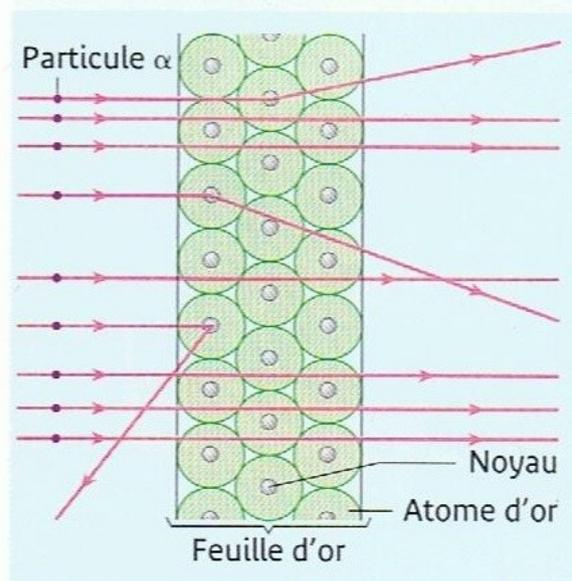


fig. 7 Illustration de l'expérience de E. Rutherford en 1910.

doc. 2

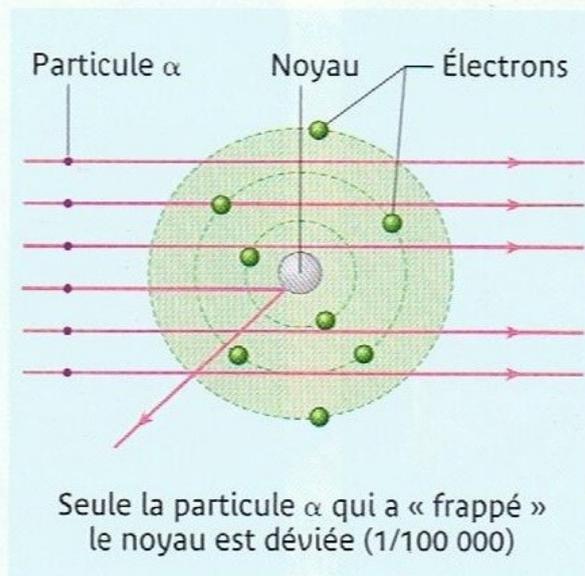


fig. 8 Le noyau est 100 000 fois plus petit que l'atome mais il est très dense : les particules α traversent les atomes sans problème, sauf celles qui frappent directement le noyau. Les électrons sont si légers qu'ils sont incapables de dévier les particules α .

2) La structure de l'atome :

→ activité p31

La matière est composée de particules extrêmement petite (de l'ordre du dixième de nanomètre ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$))

Un atome est composée d'un noyau de charge positives autour duquel tournent des électrons de charge négative. Un atome est neutre, il y a donc autant de charge positive dans le noyau que d'électrons.

Bien que 100 000 fois plus petit que l'atome, le noyau renferme quasiment toute la masse de l'atome (la masse des électrons est négligeable). L'atome est donc essentiellement constitué de vide. On dit qu'il a une structure lacunaire.

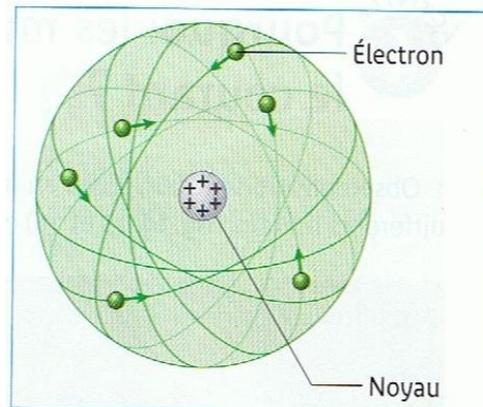


fig. 1 Atome de carbone. La charge négative est répartie dans le nuage électronique qui entoure le noyau.

6 charges positives dans le noyau
Donc 6 charges négatives, 6 électrons

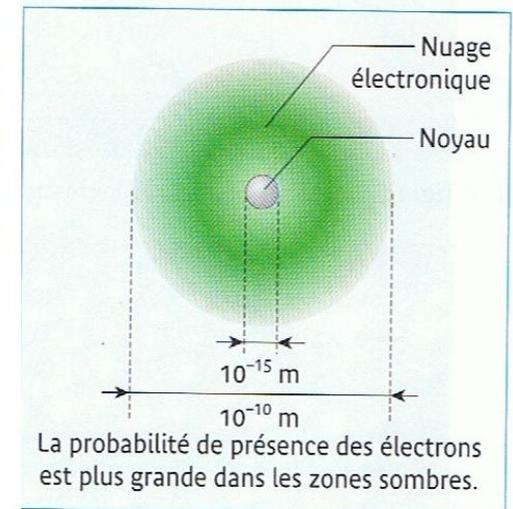


fig. 2 La masse des électrons est négligeable par rapport à celle du noyau.

Conclusion :

La représentation de l'atome a bien changé au cours du temps.

Nous savons depuis le XXème que :

- L'atome est formé d'électrons en mouvement autour d'un noyau chargé positivement.
- L'électron est une particule chargée d'électricité négative.
- L'atome est électriquement neutre et a une structure lacunaire.
 - Sa masse est pratiquement égale à celle de son noyau.

4) Le classement des atomes :

On compte aujourd'hui une centaine d'atomes différents répertoriés dans la classification périodique des éléments, appelée aussi tableau de Mendeleïev, du nom de son créateur. Les atomes d'une même colonne ont les mêmes propriétés, ex : la colonne de l'hélium forme les gaz nobles qui ont les mêmes caractéristiques physico-chimiques comme la température de fusion ...

CLASSIFICATION PERIODIQUE DES ELEMENTS

Période	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	
1 couche K	1 1,0 H Hydrogène																	4 4,0 He Hélium	
2 couche L	3 6,9 Li Lithium	4 9,0 Be Béryllium											5 10,8 B Bore	6 12,0 C Carbone	7 14,0 N Azote	8 16,0 O Oxygène	9 19,0 F Fluor	10 20,2 Ne Néon	
3 couche M	11 23,0 Na Sodium	12 24,3 Mg Magnésium											13 27,0 Al Aluminium	14 28,1 Si Silicium	15 31,0 P Phosphore	16 32,1 S Soufre	17 35,5 Cl Chlore	18 39,9 Ar Argon	
4 couche N	19 39,1 K Potassium	20 40,1 Ca Calcium	21 45,0 Sc Scandium	22 47,9 Ti Titane	23 50,9 V Vanadium	24 52,0 Cr Chrome	25 54,9 Mn Manganèse	26 55,8 Fe Fer	27 58,9 Co Cobalt	28 58,7 Ni Nickel	29 63,5 Cu Cuivre	30 65,4 Zn Zinc	31 69,7 Ga Gallium	32 72,6 Ge Germanium	33 74,9 As Arsenic	34 79,0 Se Sélénium	35 79,9 Br Brome	36 83,8 Kr Krypton	
5 couche O	37 85 Rb Rubidium	38 87,6 Sr Strontium	39 88,9 Y Yttrium	40 91,2 Zr Zirconium	41 92,9 Nb Niobium	42 98 Mo Molybdène	43 99,0 Tc Technétium	44 102 Ru Ruthénium	45 102,9 Rh Rhodium	46 106,4 Pd Palladium	47 107,9 Ag Argent	48 112,4 Cd Cadmium	49 115 In Indium	50 118,7 Sn Etain	51 121,8 Sb Antimoine	52 127,6 Te Tellure	53 126,9 I Iode	54 129 Xe Xénon	
6 couche P	55 133 Cs Césium	56 137,3 Ba Baryum	57 138,9 La Lanthane	72 178,5 Hf Hafnium	73 180,9 Ta Tantale	74 183,9 W Tungstène	75 186,2 Re Rhénium	76 192 Os Osmium	77 192,2 Ir Iridium	78 195,1 Pt Platine	79 197,0 Au Or	80 200,6 Hg Mercure	81 205 Tl Thallium	82 207,2 Pb Plomb	83 209,0 Bi Bismuth	84 210,0 Po Polonium	85 210,0 At Astate	86 222,0 Rn Radon	
7 couche Q	87 223 Fr Francium	88 226,0 Ra Radium	89 227,0 Ac Actinium	104 260 Ku Kurtchatovium	105 260 Ha Hahnium														

Légende

nombre de masse de l'isotope le plus abondant = nombre de nucléons

numéro atomique = nombre de protons

masse molaire atomique en g.mol⁻¹

symbole

nom

- Hydrogène
- Métaux vrais
- Métaux de transition
- "Métalloïdes"
- Non métaux
- Gaz rares
- Lanthanides
- Transuraniens

P 6

Q 7



: Radioactif et préparé par synthèse



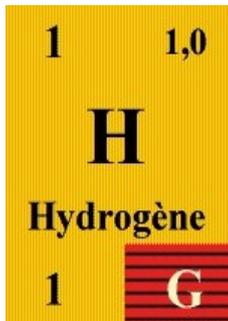
: Gaz



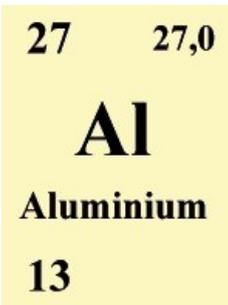
: Liquide

Chaque atome diffère de ses voisins par le nombre de charges positives contenus dans le noyau et donc le nombre d'électrons.

Exemples :



représente un atome d'hydrogène comptant un électron et une charge positive.



représente un atome d'aluminium comptant 13 électrons et 13 charges positives.

5) La nature du courant électrique dans un métal :

Nous avons vu en 5^{ème} que tous les objets ne conduisent pas le courant électrique. Lors des expériences nous observons que seul les métaux conduisaient le courant électrique. Mais pourquoi les métaux conduisent-ils le courant ?

→ activité « Pourquoi les métaux conduisent-ils le courant »

1. Observons trois photos, prises au microscope électronique à effet tunnel, de différents métaux (fig. 14, 15 et 16) et comparons la disposition des atomes.

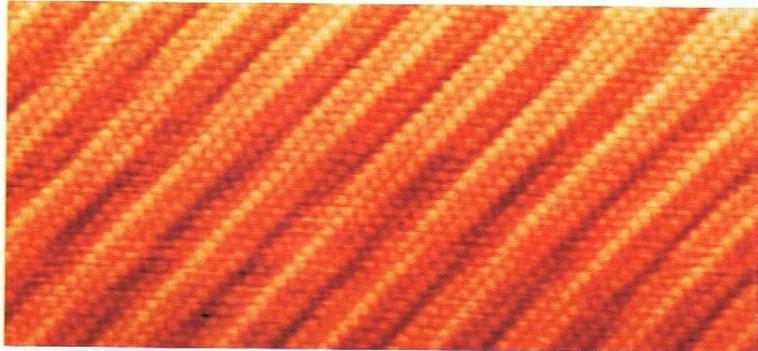


fig. 14 Atomes d'or observés au microscope à effet tunnel (échelle : 1 cm représente 1,5 nm).

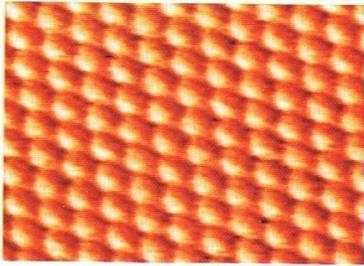


fig. 15 Atomes de cuivre observés au microscope à effet tunnel (échelle : 1 cm représente 0,5 nm).

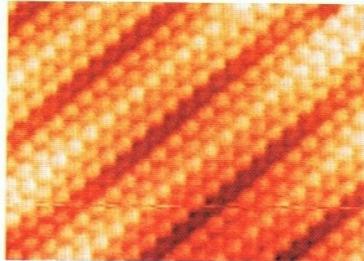


fig. 16 Atomes de platine observés au microscope à effet tunnel (échelle : 1 cm représente 1 nm).

2. Si nous pouvions grossir encore davantage les observations microscopiques d'un fragment de métal, nous verrions les électrons se déplacer de façon aléatoire autour des noyaux (fig. 17). Puis, en appliquant la tension d'une pile entre les bornes de ce métal (fig. 18), certains électrons, les plus éloignés du noyau, se déplaceraient tous dans le même sens (du signe - vers le signe +).

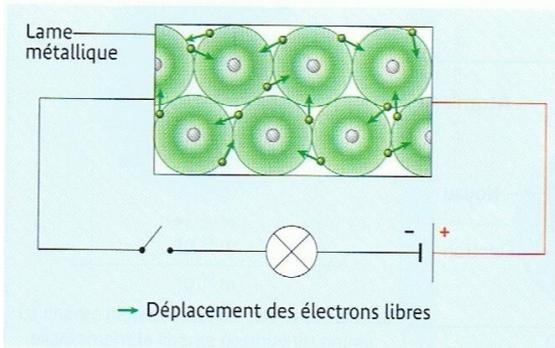


fig. 17

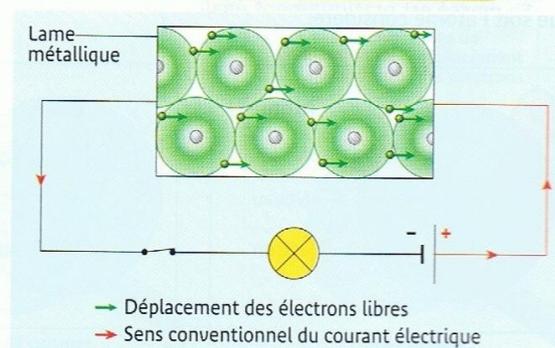


fig. 18

Questions

1 Qu'y a-t-il de commun dans la structure des métaux vue au microscope électronique ?

3 Quelles particules créent le courant électrique en se déplaçant dans le même sens lorsque le circuit est fermé (fig. 18) ?

4 Les électrons sont-ils tous responsables du passage du courant ? Pourquoi les électrons les plus éloignés du noyau sont-ils appelés « électrons libres » ?

5 Circuit fermé, compare le sens de déplacement des électrons au sens conventionnel du courant.

- 1) Nous observons que les atomes des métaux sont rangés dans un ordre régulier.
- 2) Ce sont les électrons qui créent le courant électrique en se déplaçant dans le même sens.
- 3) Les atomes le plus éloignés du noyau sont appelés « électrons libres » car ils se déplacent d'un atome à un autre.
- 5) Les électrons se déplacent du « - » au « + » contrairement au sens conventionnel du courant.

Observation et interprétation :

L'examen microscopique montre qu'un métal est constitué d'un empilement régulier d'atome. Cette disposition spécifique aux métaux permet à certains électrons de se déplacer librement d'atome en atome, on les appelle des « électrons libres » .

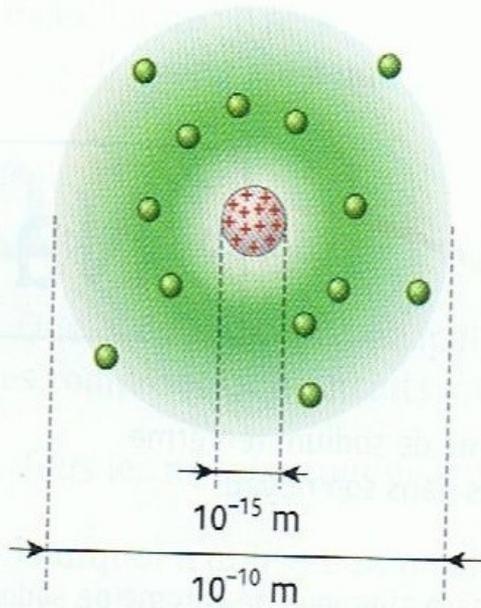
Dans un circuit fermé, la tension du générateur crée un mouvement d'ensemble aux électrons libres, du signe « - » vers le signe « + », constituant le courant électrique.

Conclusion :

Dans un métal, le courant électrique est dû au déplacement des électrons libres de la borne négative vers la borne positive du générateur ; c'est à dire l'inverse du sens conventionnel du courant. Un isolant ne possède pas d'électrons libres.

6) BILAN :

Structure d'un atome



La charge négative des électrons compense exactement la charge positive du noyau.

Le courant électrique dans les métaux

