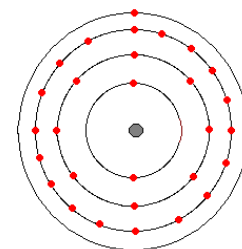


Chapitre 3.2 – La résistivité

La conductibilité électrique

La conductibilité électrique est l'aptitude d'un matériau à faire circuler librement des charges électriques libres dont le courant électrique. Elle dépend de plusieurs facteurs : nombre d'électron de valence du matériau, la concentration du matériau, la température, etc. Dans les faits, plus il y a de charges libres dans le matériau pour transporter le courant, plus le matériau est conducteur.



L'atome de cuivre possède un seul électron de valence.

Notation : $\text{conductivité} = \sigma$
 Unité (siemens par mètre) : $[\sigma] = \text{S} \cdot \text{m}^{-1} = (\Omega \cdot \text{m})^{-1}$

La résistance d'un résisteur

La résistance R d'un résisteur dépend de la résistivité ρ (l'inverse de la conductibilité) multiplié par la longueur du fil ℓ et divisé par l'aire A de la section du résisteur :

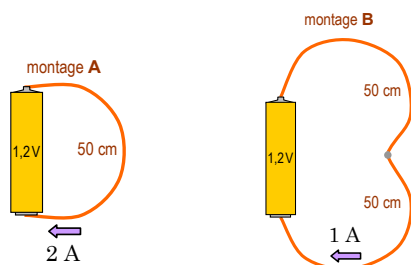
Un fil de longueur ℓ		Un fil de longueur infinitésimal $d\ell$	
$R = \frac{\rho \ell}{A}$		$dR = \frac{\rho}{A} d\ell$ où $\rho = \rho(\ell)$ et $A = A(\ell)$	

où R : La résistance du fil en ohm (Ω)
 ρ : La résistivité du matériau ($\Omega \cdot \text{m}$)
 A : L'aire de la section du fil (m^2)
 L : La longueur du fil en mètre (m)

Preuve expérimentale : (Preuve disponible dans la section 3.6 avec résistance série et parallèle)

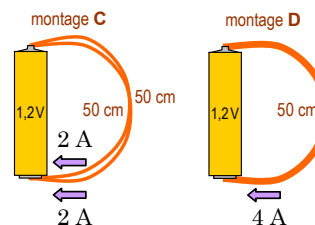
$$R \propto L$$

$$R \propto 1/A$$



En série :

« Avec deux fils consécutifs reliés à la pile, elle s'épuise deux fois moins vite, car il y a deux fois moins de courant (deux fois plus de résistance). »



En parallèle :

« Avec deux fils reliés à la pile, elle s'épuise deux fois plus vite, car il y a deux fois plus de courant pour alimenter les deux fils identiquement (deux fois moins de résistance). »

La résistivité des matériaux

Puisque la résistivité est l'inverse de la conductivité, la résistivité dépend des mêmes paramètres physiques que la conductivité. Ainsi, ce n'est pas tous les matériaux qui sont de bon conducteur à température ambiante.

Plus un matériau est résistif, plus il est coûteux en différence de potentielle pour y faire circuler un courant (loi d'Ohm).

Notation : $\text{résistivité} = \rho$
 Unité (ohm mètre) : $[\rho] = \Omega \cdot \text{m}$

Résistivité de certains matériaux

Matériau	Résistivité à 20°C ($\times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$)	Matériau	Résistivité à 20°C ($\Omega \cdot \text{m}$)
Argent	1,5	Eau de mer	0,2
Cuivre	1,72	Germanium*	0,2
Or	2,4	Silicium*	$2,2 \times 10^3$
Aluminium	2,8	Verre	$\approx 10^{10}$
Tungstène	5,6	Caoutchouc	$\approx 10^{10}$
Platine	11	Bois	$\approx 10^{14}$
		Téflon	$\approx 10^{16}$
		Quartz fondu	$7,5 \times 10^{17}$

**métal semiconducteur*

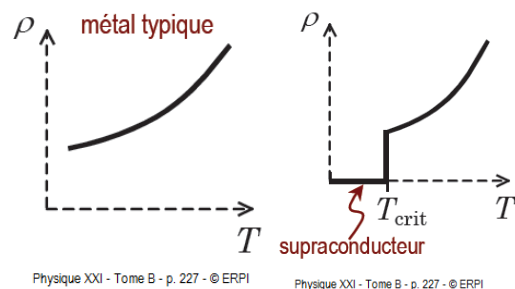
La supraconduction

Un supraconducteur est un matériau très froid dont la résistivité ρ chute à zéro lorsqu'une température critique T_c est atteinte. À cette température critique, il y a un changement quantique dans la façon qu'ont les électrons de circuler dans le conducteur réduisant ainsi la résistivité à zéro. Les meilleurs supraconducteurs sont ceux dont la température critique est élevée, car ils sont moins difficiles à refroidir.

- Application possible :
- Transport d'énergie
 - Lévitiation magnétique

Supraconducteurs

Matériau	Température critique ($\rho = 0$ pour $T < T_c$)
Mercure	4 K = -269°C
Plomb	7 K = -266°C
$\text{Hg}_{0,8}\text{Tl}_{0,2}\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_2\text{O}_{8,33}$	138 K = -135°C



Type de fil industriel

Voici quelques photos de fil industriel :



500 mcm (Diamètre : 11 cm)
 25 000 V et 1000 A (triphase)



500 mcm (Diamètre : 5 cm)
 25 000 V et 1000 A

Exercice

Référence : Note Science Santé – Chapitre 3 – Question 13

Pour déterminer la résistivité d'un nouvel alliage, on vous donne un fil de 300 m de long et de 1,084 mm de diamètre. En appliquant une différence de potentiel de 2 volts entre les deux bouts du fil, vous mesurez un courant de 0,8 ampère.

- Trouvez la résistivité du nouvel alliage.
- Déterminez sa conductivité (l'inverse de sa résistivité)

Solution

Référence : Note Science Santé – Chapitre 3 – Question 13

Voici les informations géométriques de notre fil :

Longueur	Diamètre	Surface (disque)
$L = 300 \text{ m}$	$d = 1,084 \text{ mm}$ $= 1,084 \times 10^{-3} \text{ m}$	$A = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2$ $= \frac{\pi d^2}{4}$ $= 9,22 \times 10^{-7} \text{ m}^2$

Évaluons la résistance du fil à partir de la loi d'Ohm :

$$\Delta V = R I \quad \Rightarrow \quad R = \frac{\Delta V}{I} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{(2 \text{ V})}{(0,8 \text{ A})} \quad \Rightarrow \quad \boxed{R = 2,5 \ \Omega}$$

Évaluons la résistance du fil à partir de la définition de la résistivité :

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad \Rightarrow \quad \rho = \frac{AR}{L} \quad \Rightarrow \quad \rho = \frac{(9,22 \times 10^{-7} \text{ m}^2)(2,5 \ \Omega)}{(300 \text{ m})} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\rho = 7,69 \times 10^{-9} \ \Omega \cdot \text{m}} \quad \text{(a)}$$

À partir de la résistivité, évaluons la conductivité :

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad \Rightarrow \quad \sigma = \frac{1}{(7,69 \times 10^{-9} \ \Omega \cdot \text{m})} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\sigma = 0,130 \times 10^9 (\Omega \cdot \text{m})^{-1}} \quad \text{(b)}$$

