

Électricité

Physique



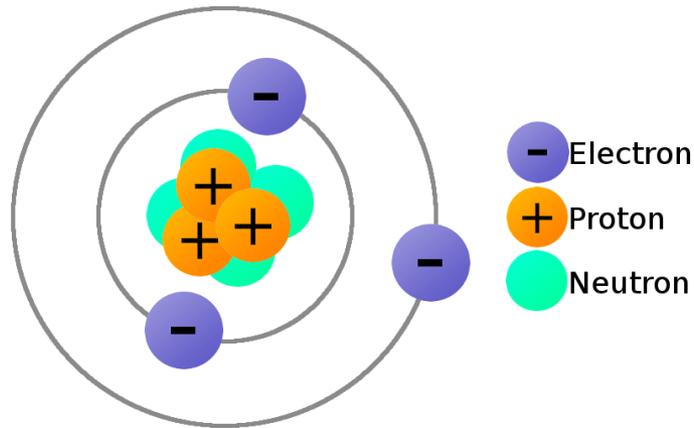
La charge électrique

La matière est composée d'atomes. Chaque atome possède des protons (+) et des électrons (-). Lorsque l'atome est **neutre**, le nombre de protons est égal au nombre de neutrons.

Lors d'un frottement, des électrons peuvent être arrachés. Le matériau est alors chargé **positivement** : il y a plus de protons que d'électrons.



La charge élémentaire



*La charge électrique d'un objet va toujours être un nombre entier de charges élémentaires. La charge élémentaire est **indivisible**.*

La charge élémentaire est la charge électrique d'un proton unique et elle est égale à :

$$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

Exemple

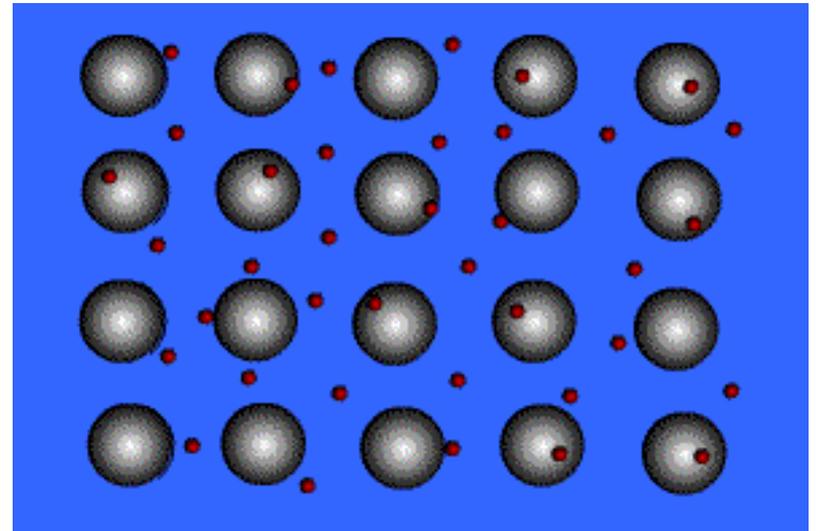
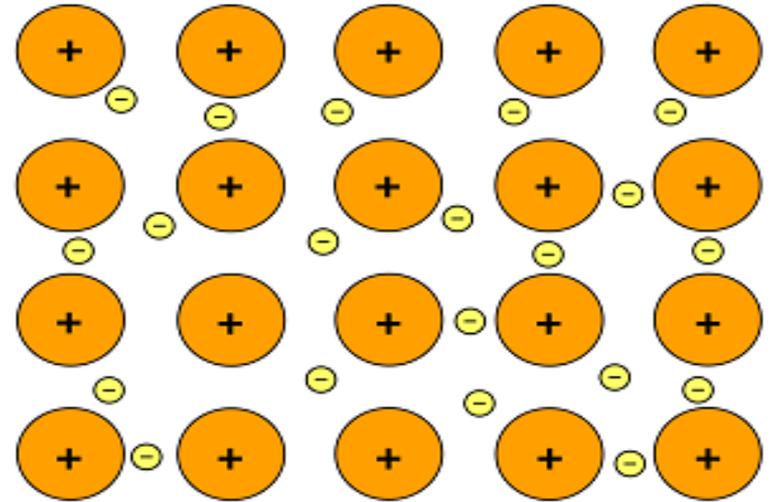
Une sphère portant une charge de $4 \mu\text{C}$ touche une sphère portant une charge de $-12 \mu\text{C}$. Quelle est la charge de chacune des sphères après séparation ?



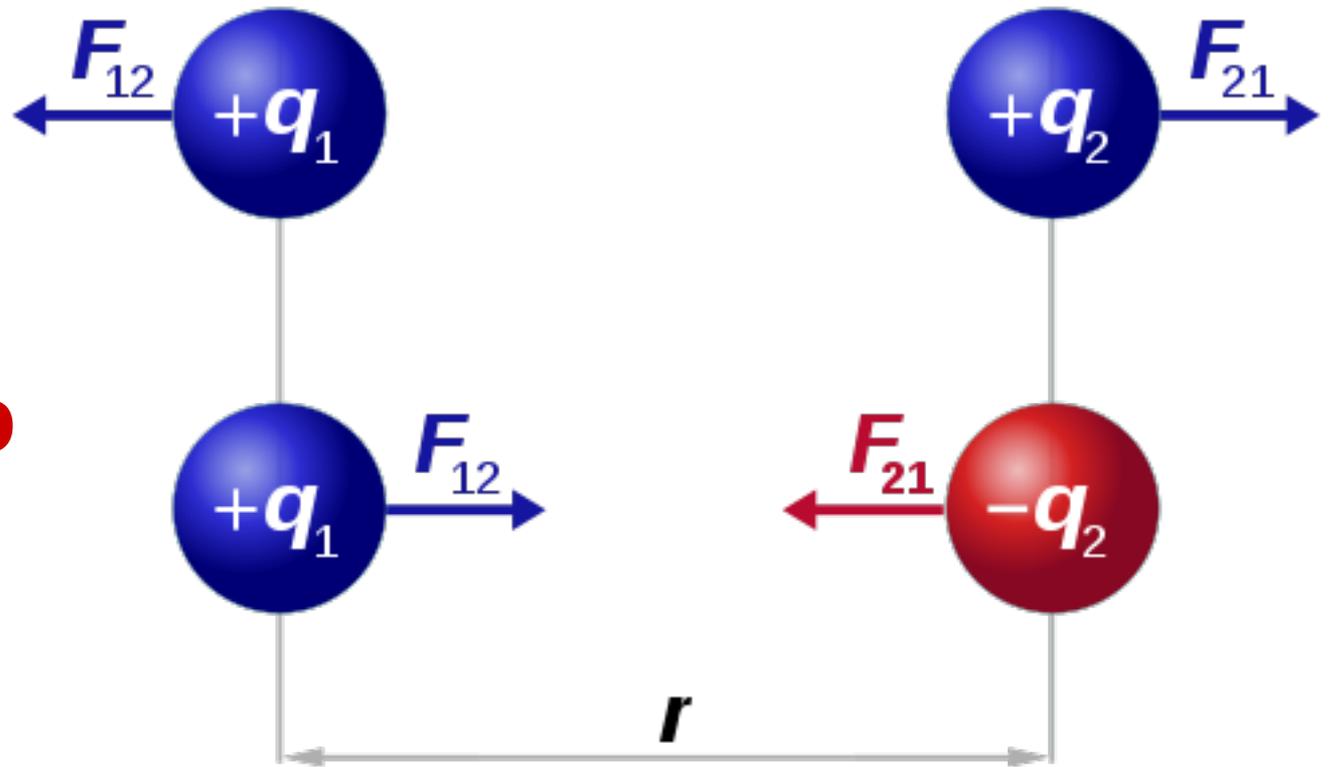
Les porteurs de charge

Le transport des charges est toujours assuré par les électrons.

Les protons restent fixes.



La loi de Coulomb



$$F_{12} = F_{21} = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$k = \frac{1}{4 \Pi \epsilon_0} = 8,99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{C}^{-2}$$

Exemple 1

Deux charges, $q_1 = 2,0 \mu\text{C}$ et $q_2 = 8,0 \mu\text{C}$ sont séparées par une distance de 3,0 cm.

Quelle force s'exerce sur chaque charge ?



Exemple 2

La permittivité du graphite est 12 fois plus grande que celle du vide. Soit F la force électrique entre deux charges dans le vide. On place ensuite ces charges dans du graphite et on double la distance qui les sépare.

Quelle est alors la force électrique entre ces deux charges ?

Exemple 3

Une charge positive q est placée entre deux charges, une charge q_1 de $2,0 \mu\text{C}$ et une charge q_2 de $8,0 \mu\text{C}$, séparées par $3,0 \text{ cm}$. Détermine à quelle distance de q_1 la force nette exercée sur q sera nulle.

Nature de la science

Premier essai.

Les trois aiguilles trempées au rouge blanc.

L'aiguille parallélogrammatique, pesant 382 grains, a été retenue à 30° de son méridien magnétique, par une force de torsion mesurée par	85°
L'aiguille parallélogrammatique pesant 191 grains, par.....	49
L'aiguille en flèche, pesant 191 grains, par.....	53

Deuxième essai.

Les aiguilles recuites à consistance d'un ressort violet.

L'aiguille parallélogrammatique, pesant 382 grains, a été retenue à 30° du méridien magnétique, par une force de torsion de.....	118°
L'aiguille parallélogrammatique, pesant 191 grains, par.....	65
L'aiguille en flèche, pesant 191 grains, par.....	68

Troisième essai.

Les aiguilles recuites couleur d'eau.

L'aiguille parallélogrammatique, pesant 382 grains, a été retenue à 30° du méridien magnétique, par une force de torsion de.....	126°
L'aiguille parallélogrammatique, pesant 191 grains, par..	68
L'aiguille en flèche, pesant 191 grains, par.....	

COLLECTION

DE

MÉMOIRES

RELATIFS A LA

PHYSIQUE,

PUBLIÉS PAR

LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE.

TOME I.

MÉMOIRES DE COULOMB.



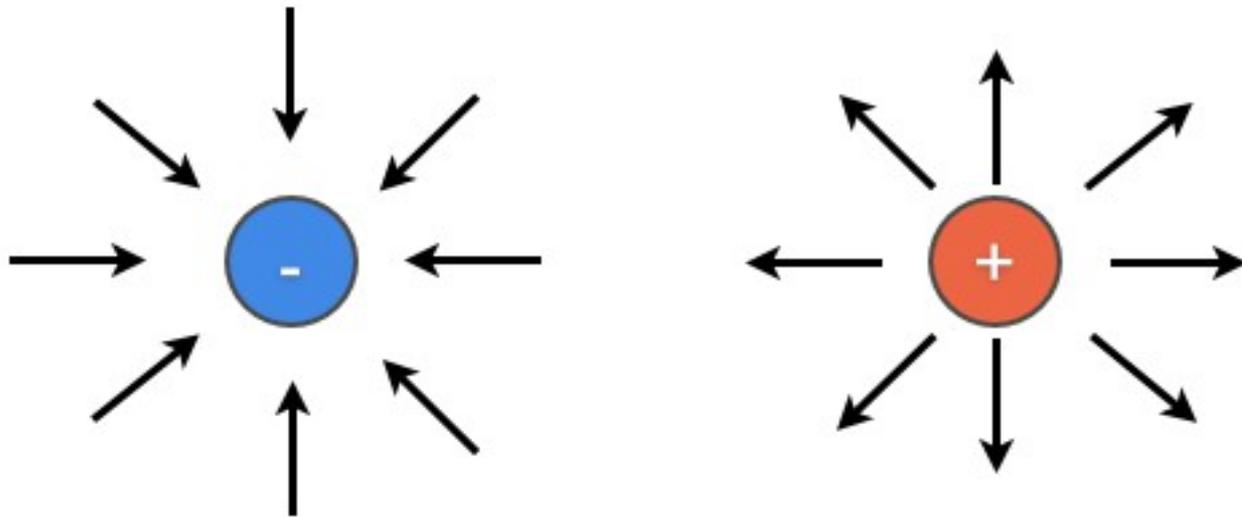
XL.

Des deux natures d'électricité.

Quelle que soit la cause de l'électricité, on en expliquera tous les phénomènes, et le calcul se trouvera conforme aux résultats des expériences, en supposant deux fluides électriques, les parties du même fluide se repoussant en raison inverse du carré des distances, et attirant les parties de l'autre fluide dans la même raison inverse du carré des distances. Cette loi a été trouvée par l'expé-

Champ électrique

Un champ électrique est l'espace présent autour d'une charge. Il va exercer une force sur toute charge qui pénètre ce champ. Il est toujours représenté par un vecteur.



Force et champ électriques

L'intensité E d'un champ électrique est définie comme la force électrique F subie par une particule q :

$$\vec{F} = q \vec{E}$$

C'est une grandeur vectorielle, mesurée en $N.C^{-1}$

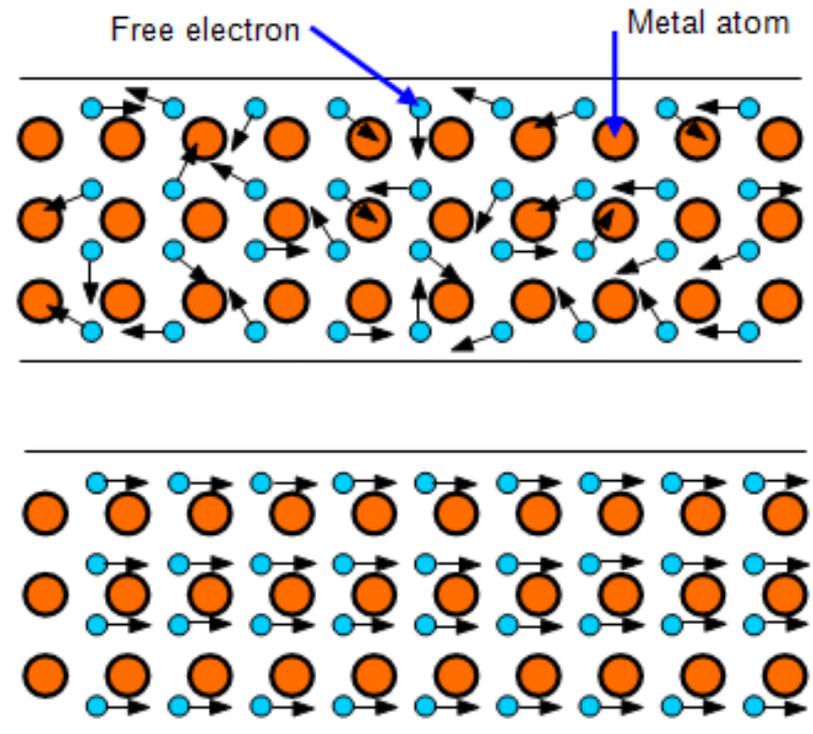
Exemple

Calcule le champ électrique qui s'exerce à 1,5 cm d'une charge de $+10 \mu\text{C}$.

Un noyau d'oxygène a une charge de $+8e$. Calcule le champ électrique à une distance de 0,68 nm du noyau.

Le courant électrique

Lorsqu'un conducteur est placé dans un champ électrique, les électrons libres vont se déplacer dans le sens inverse du champ électrique et créer un courant électrique.

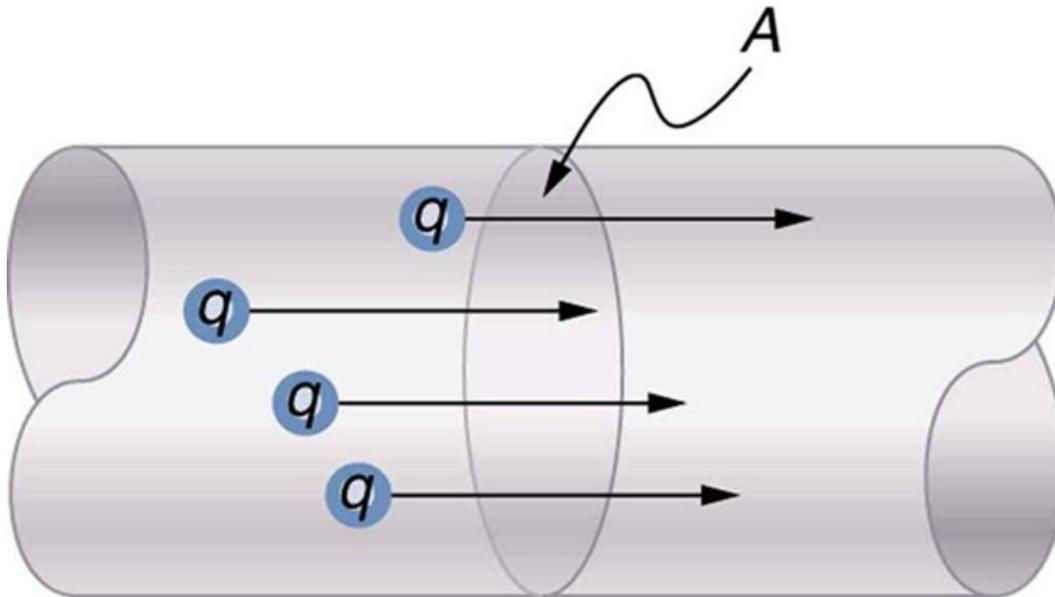


L'intensité du courant électrique

L'intensité I du courant est définie comme le flot des charges à travers une section du conducteur :

Elle est mesurée en ampères (A).

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

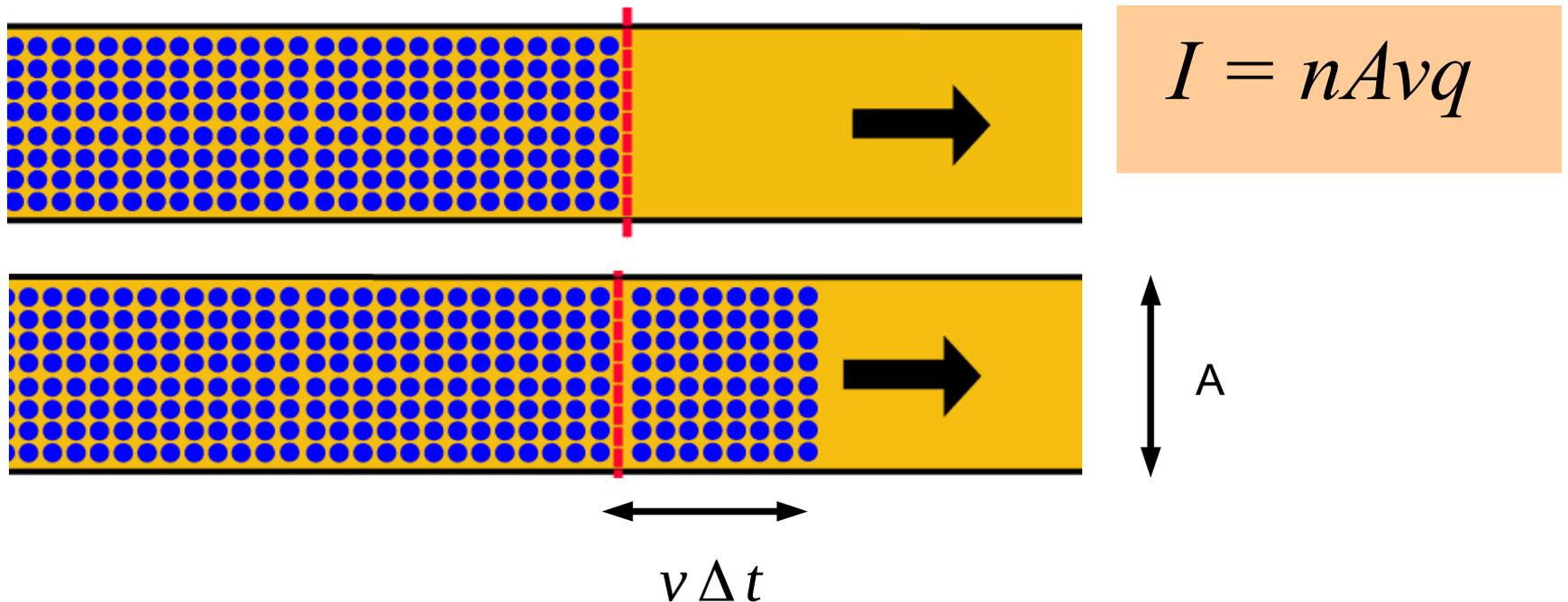


Exemple

Calcule le courant dans un fil où une charge de 25 C circule en 1500 s.

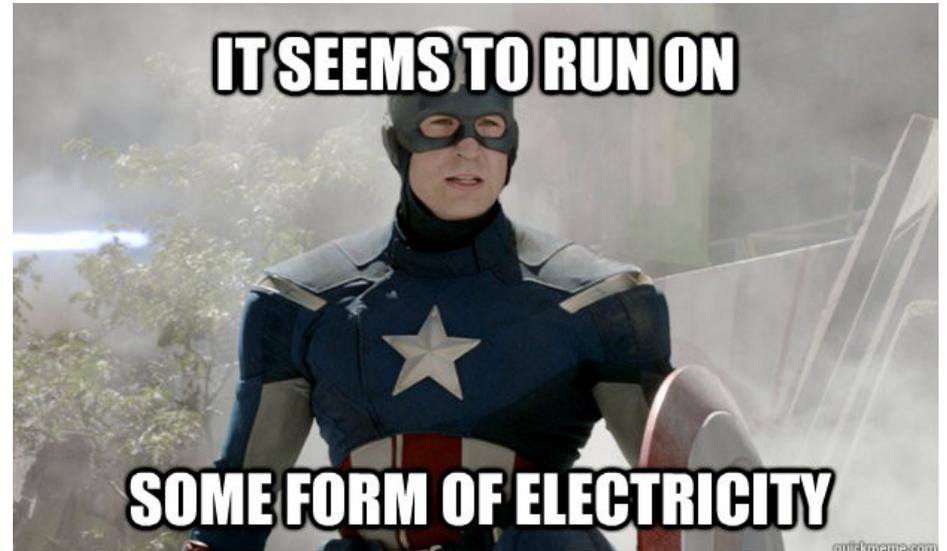
L'intensité et vitesse des électrons

Soit v la vitesse des électrons, A la surface de la section du conducteur et n le nombre d'électrons par unité de volume :



Exemple

Calcule la vitesse des électrons dans un fil de rayon 2 mm. Le courant est de 1 A et la densité d'électrons, $n = 10^{28} \text{ m}^{-3}$.



Différence de potentiel

La différence de potentiel V entre deux points est le travail nécessaire W pour déplacer une charge q d'un point à l'autre :

$$W = qV$$

La différence de potentiel est mesurée en volts, V. Elle est également appelée, *voltage* ou *tension*.

Pas de différence de potentiel, pas de courant.

L'électronvolt

L'électronvolt est défini comme le travail nécessaire pour déplacer un électron lorsque la différence de potentiel est de 1 V.

$$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Exemple

Calcule la différence de potentiel si le travail nécessaire pour déplacer une charge de $2,0 \mu\text{C}$ dans un champ électrique est de $1,50 \times 10^{-4} \text{ J}$?



Chaleur dégagée par le courant

Les électrons qui se déplacent dans un conducteur entrent en collision avec les atomes de ce conducteur et leur transmettent une partie de leur énergie. Ils sont ensuite rechargés par le champ électrique et repartent.

Les atomes du conducteur vibrent autour de leur position d'équilibre avec une énergie cinétique accrue.

Le conducteur chauffe !



Résistance électrique

La résistance électrique R d'un conducteur est définie comme le ratio entre la différence de potentiel V et l'intensité du courant I qui passe à travers ce conducteur :

La résistance est mesurée en ohms, Ω .

$$R = \frac{V}{I}$$

Un conducteur a généralement une résistance négligeable.

Lorsqu'un conducteur a une résistance trop élevée, on l'appelle une résistance.

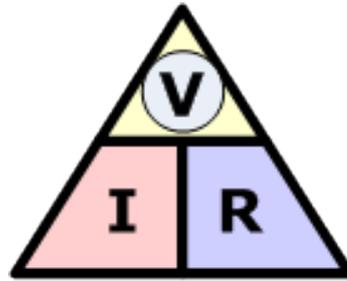


Exemple

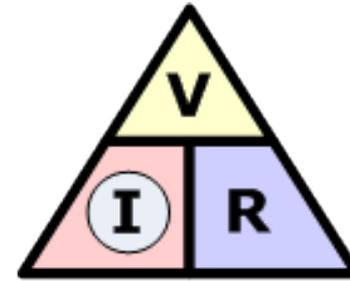
Un conducteur est traversé par un courant de 2,0 A. La tension à ses bornes est de 10,0 V.

Quelle est sa résistance ?

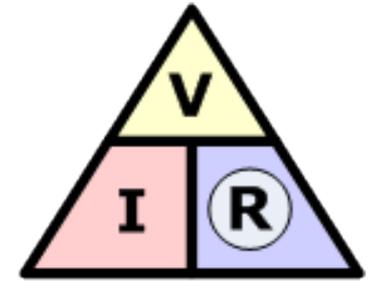
Loi d'Ohm



$$\textcircled{V} = I \times R$$

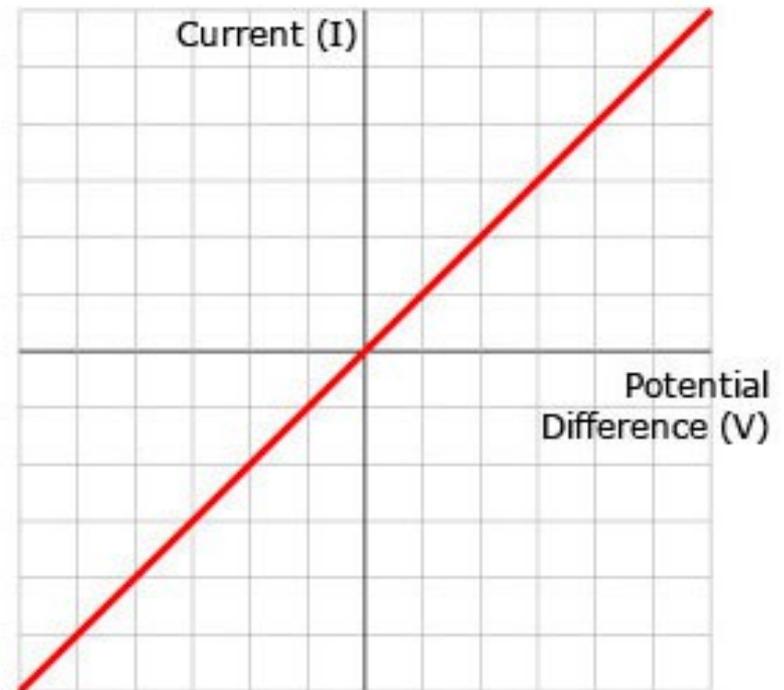


$$\textcircled{I} = \frac{V}{R}$$



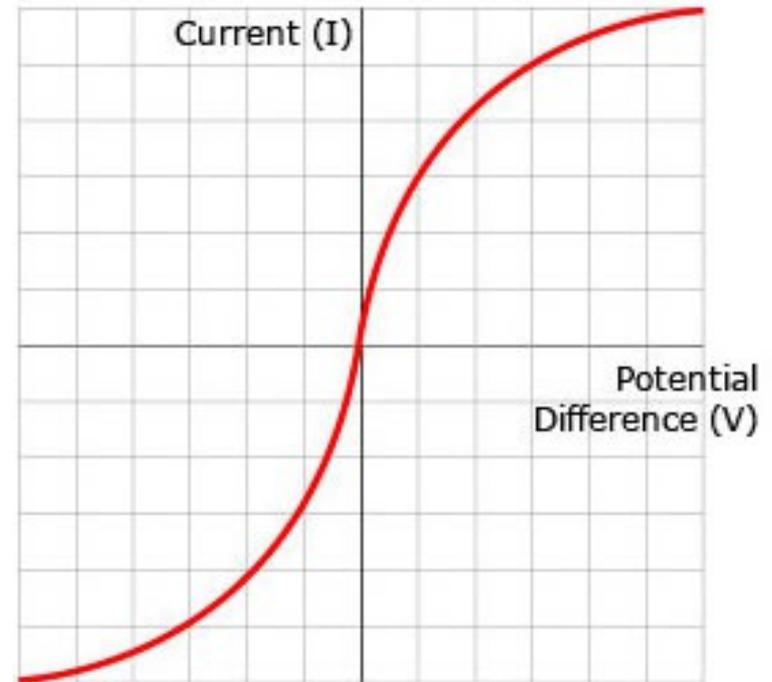
$$\textcircled{R} = \frac{V}{I}$$

Un composant électrique qui obéit à la loi d'Ohm a une résistance constante



Conducteurs non-ohmiques

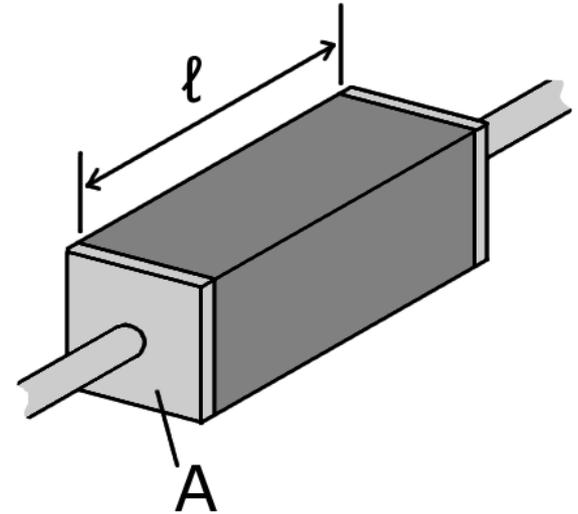
Certains composants n'obéissent pas à la loi d'Ohm. Dans le filament d'une lampe par exemple, la résistance augmente avec le courant.



Résistivité

La résistance électrique R d'un fil est proportionnelle à sa longueur et inversement proportionnelle à sa section :

$$R = \rho \frac{L}{A}$$



La constante ρ est appelée la résistivité et dépend de la nature du conducteur. Elle est exprimée en $\Omega.m$

Table de résistivités

<i>CONDUCTEURS</i>	<i>Résistivité en $\Omega.m$</i>
Aluminium	$2,7 \times 10^{-8}$
Or	$2,2 \times 10^{-8}$
Cuivre	$1,7 \times 10^{-8}$
Argent	$1,6 \times 10^{-8}$
<i>ISOLANTS</i>	
Teflon	$1,0 \times 10^{23}$
Quartz	$7,5 \times 10^{17}$
Caoutchouc	$7,5 \times 10^{17}$
Verre	$7,5 \times 10^{17}$

Table de résistivités

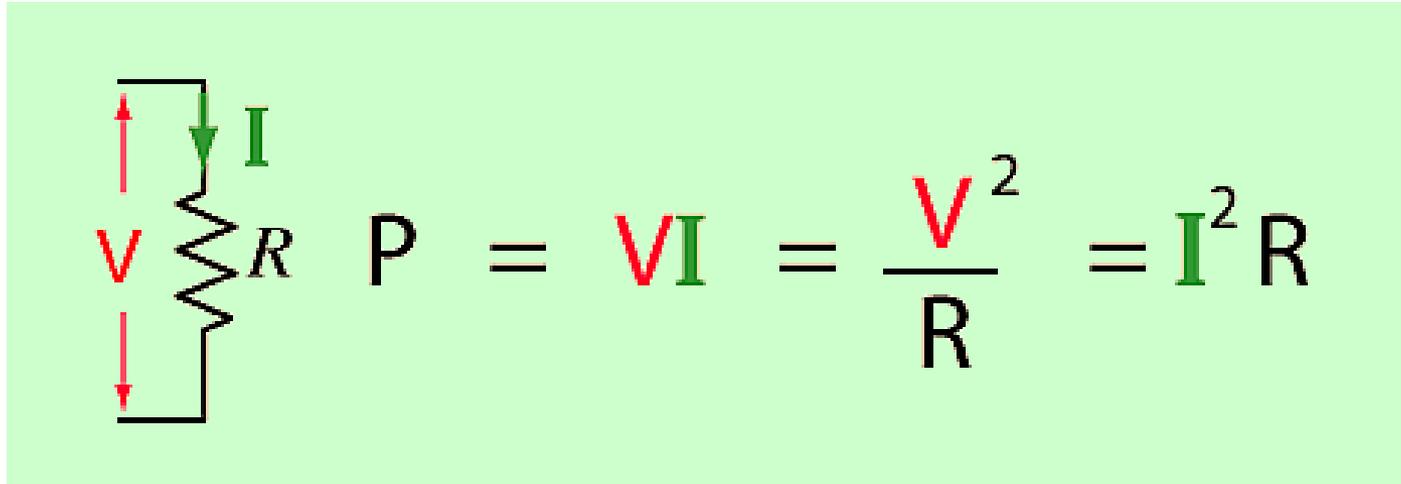
CONDUCTEURS	<i>Résistivité en $\Omega.m$</i>
Aluminium	$2,7 \times 10^{-8}$
Or	$2,2 \times 10^{-8}$
Cuivre	$1,7 \times 10^{-8}$
Argent	$1,6 \times 10^{-8}$
ISOLANTS	
Teflon	$1,0 \times 10^{23}$
Quartz	$7,5 \times 10^{17}$
Caoutchouc	$7,5 \times 10^{17}$
Verre	$7,5 \times 10^{17}$

Exemple

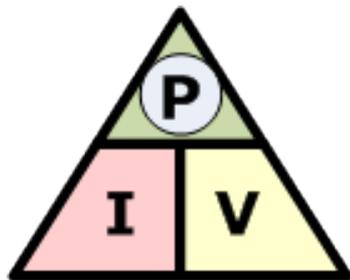
Calcule la longueur d'un fil de cuivre de diamètre 4,00 mm et de résistance 5,00 Ω .



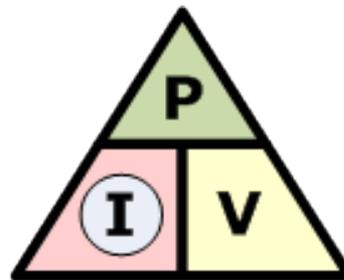
Puissance électrique



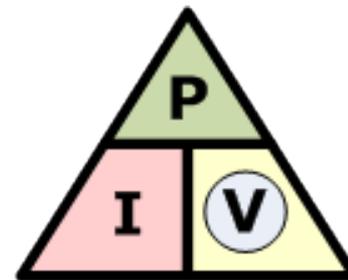
La puissance est exprimée en watts, W.



$$P = I \times V$$



$$I = \frac{P}{V}$$



$$V = \frac{P}{I}$$

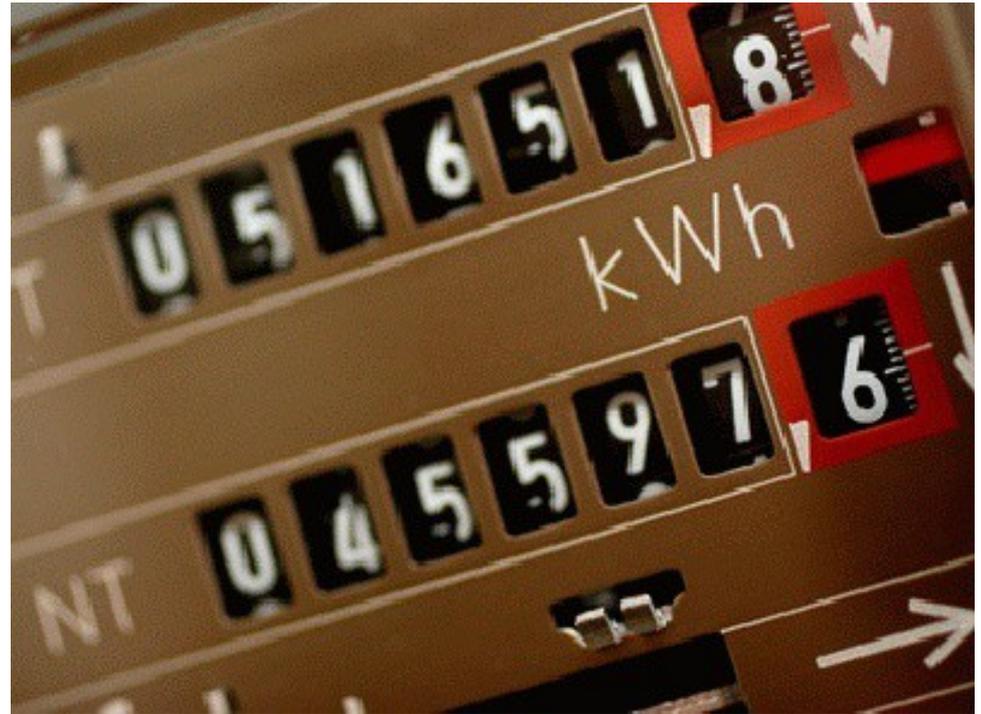
Énergie électrique

$$E = P \times t$$

joule watt seconde

$$E = P \times t$$

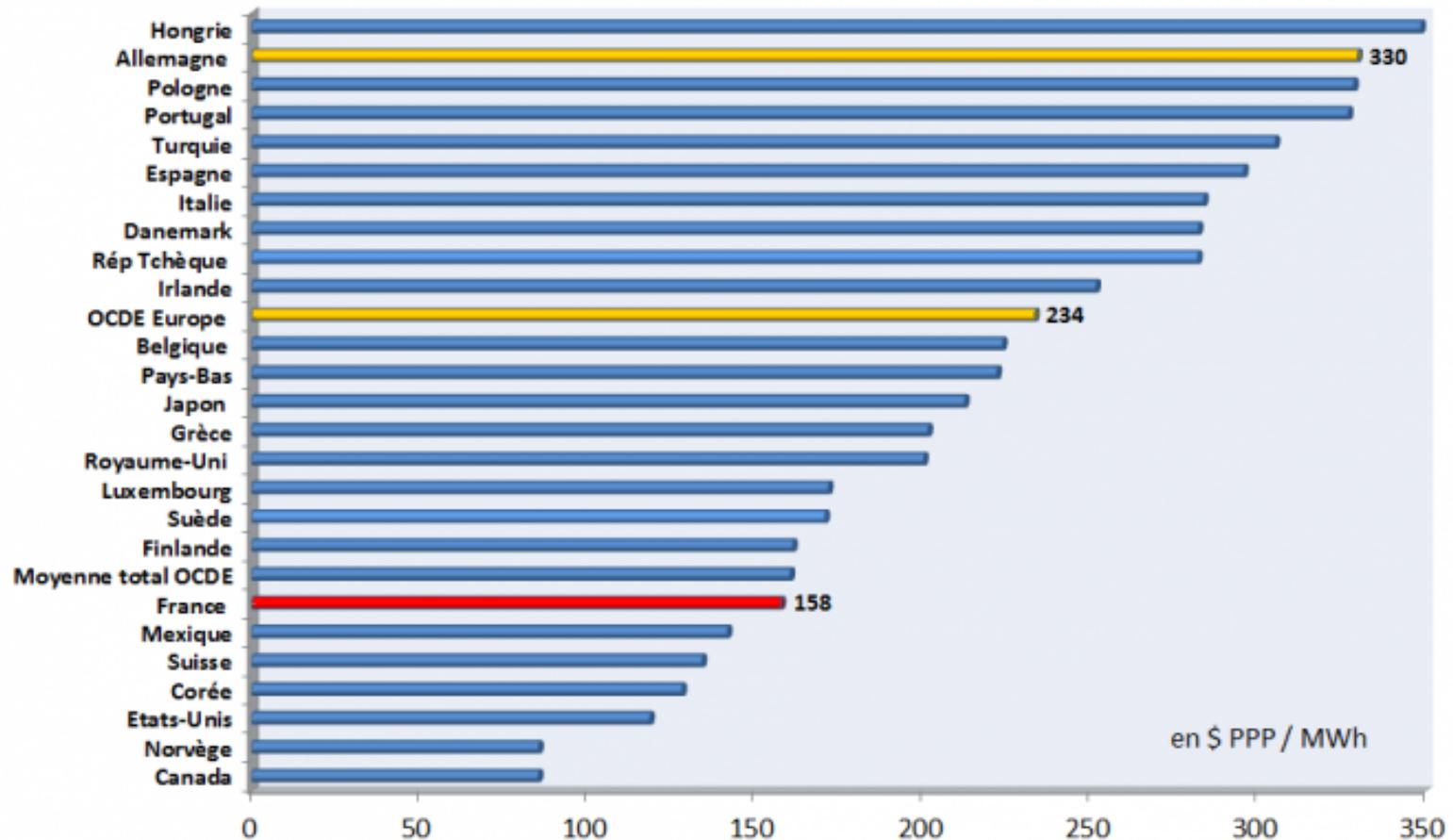
wattheure watt heure



Prix de l'électricité

Comparaison des prix de l'électricité facturés aux ménages dans le monde, en 2012

Source : AIE



Exemple

Une résistance de 12Ω est traversée par un courant de $2,0 \text{ A}$. Combien d'énergie est générée par cette résistance en une minute ?

