

I/ CHARGES ET COURANTS ELECTRIQUES

A/ Porteurs de charges

Un **porteur de charge** est une particule portant une charge électrique positive ou négative. Tout porteur de charge a une charge électrique multiple de la charge électrique élémentaire e avec $= 1,602 \times 10^{-19} C$.

Particule	Charge
Proton	$e = 1,602 \times 10^{-19} C$
Neutron	0 C
Électron	$-e = -1,602 \times 10^{-19} C$

B/ Courant et débit de charges

- Le déplacement de porteurs de charge engendre un **courant électrique** d'autant plus intense qu'ils sont nombreux et rapides.

Si une charge électrique Q traverse un conducteur électrique durant une durée Δt , alors l'**intensité du courant électrique** est :

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

L'intensité du courant électrique est un **débit** de charges électriques.

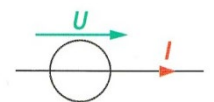
Exemple : Un courant d'intensité $I = 3,2 A$ circule dans un conducteur pendant une durée $\Delta t = 15 s$. Calculer la charge électrique qui a transité dans ce conducteur. En déduire le nombre d'électrons qui ont transité dans ce conducteur.

- Les charges électriques pouvant être positives ou négatives (électrons dans un fil électrique, cations et anions dans une solution ionique), le courant est une grandeur algébrique. Dans un conducteur électrique, le sens du courant est celui dans lequel des charges positives se déplaceraient.

Dans un circuit contenant un générateur, le **courant va de la borne positive vers la borne négative**. Les électrons se déplacent dans le sens contraire.

C/ Dipôles et mesures de l'intensité électrique et de la tension électrique

Un **générateur** est un dipôle qui fournit de l'énergie électrique au circuit. On parle de **dipôle actif**. Pour représenter un générateur, on oriente dans le même sens la tension entre ses bornes et le courant qui le traverse.



Un dipôle **récepteur** convertit l'énergie électrique qu'il reçoit sous une autre forme. On parle de **dipôle passif**. Pour représenter un récepteur, on oriente dans des sens contraires la tension entre ses bornes et le courant qui le traverse.

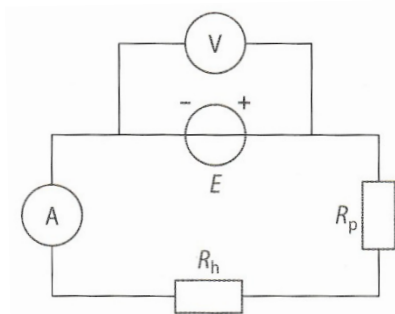


L'intensité électrique se mesure à l'aide d'un **ampèremètre** monté **en série** dans le circuit. Pour mesurer une intensité positive, il faut faire entrer le courant par la borne mA (rouge) de l'ampèremètre et le faire sortir par la borne COM (noire).

Chap. 19

La tension électrique se mesure à l'aide d'un **voltmètre** monté **en dérivation** aux bornes d'un dipôle. Pour mesurer une tension positive, il faut relier la borne V (rouge) du voltmètre à la borne positive et la borne COM (noire) du voltmètre à la borne négative.

Exemple : Sur le schéma électrique suivant, indiquer le sens du courant électrique I ; indiquer les bornes des deux multimètres et flécher les tensions aux bornes des trois dipôles.



II/ PUISSANCE ELECTRIQUE

L'énergie électrique est liée au mouvement ou au stockage de porteurs de charge. Elle peut être convertie ou transférée. La puissance électrique traduit la rapidité du transfert ou de la conversion.

A/ Energie électrique d'un dipôle

L'énergie électrique E_E échangée pendant une durée Δt est proportionnelle à la tension U aux bornes du dipôle, à l'intensité I du courant qui le traverse et à la durée Δt :

$$E_E = U \times I \times \Delta t$$

B/ Puissance électrique d'un dipôle

La puissance électrique P_E traduit la vitesse de transfert de l'énergie électrique du dipôle pendant la durée Δt :

$$P_E = \frac{E_E}{\Delta t} \quad \text{soit} \quad P_E = U \times I$$

Exemple : Une pile bouton est branchée dans un circuit parcouru par un courant d'intensité $I = 140 \text{ mA}$. La tension à ses bornes est $U = 3,0 \text{ V}$. Calculer la puissance électrique qu'elle fournit au circuit. En déduire l'énergie électrique fournit pendant 20 min .

Remarque : On utilise également une autre unité pour l'énergie électrique E_E , le Wattheure Wh ou le kiloWattheure kWh .

$$E_E = P_E \times \Delta t$$

Chap. 19

III/ L'EFFET JOULE

A/ Passage du courant et effet Joule

Une lampe, un radiateur, un moteur, une batterie s'échauffent quand ils sont parcourus par un courant électrique. Cet échauffement est une manifestation de l'effet Joule.

L'effet Joule est l'effet thermique associé au passage du courant électrique.

Le courant électrique est un déplacement d'électrons. Il existe des interactions entre ces électrons en mouvement et les atomes du conducteur. Ces interactions s'accompagnent d'une augmentation de l'agitation thermique, ce qui se traduit par une élévation de la température et un échauffement du conducteur.

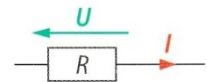
B/ Les conducteurs ohmiques

1/ Loi d'Ohm

Soit un conducteur ohmique (dipôle ohmique) ayant une tension U à ses bornes et traversé par un courant d'intensité I , orienté en convention récepteur.

Ces trois grandeurs sont reliées par la **loi d'Ohm** :

$$U = R \times I$$



ou R est la résistance du conducteur ohmique, exprimée en Ohm (Ω).

2/ Loi de Joule

Un conducteur ohmique convertit toute l'énergie électrique reçue E_E en chaleur (énergie thermique) E_J soit $E_E = E_J$

Cela peut se traduire par la chaîne énergétique suivante :

Or, $E_E = U \times I \times \Delta t$ et $U = R \times I$
donc $E_E = (R \times I) \times I \times \Delta t$

soit $E_J = R \times I^2 \times \Delta t$

C'est l'énergie dissipée par effet Joule dans le conducteur ohmique pendant une durée Δt .

La puissance dissipée par effet Joule est donc : $P_J = \frac{E_J}{\Delta t} = R \times I^2$

C/ Utilisation de l'effet Joule

L'effet Joule est parfois recherché. Du point de vue de l'utilisateur de l'appareil, il est « utile » dans les récepteurs destinés à fournir de l'énergie sous forme thermique (radiateurs électriques, fours électriques, grille-pain, fers à repasser, ...).

En revanche, il correspond à une « perte » d'énergie dans les autres cas. L'effet Joule provoque un échauffement inutile dans certains récepteurs : moteurs, filament d'une lampe ; on refroidit les ordinateurs avec des ventilateurs.

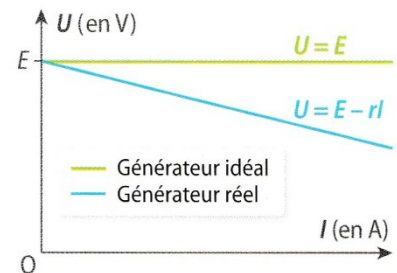
Chap. 19

IV/ GENERATEURS DE TENSION

Un générateur électrique est un convertisseur d'énergie qui transforme en énergie électrique de l'énergie chimique (pile), de l'énergie rayonnante (photopile), de l'énergie mécanique (lampe de poche avec manivelle), de l'énergie thermique (alternateur de centrale).

A/ Générateur idéal de tension

Un **générateur idéal de tension** a entre ses bornes une tension électrique qui ne dépend pas de l'intensité du courant électrique qui le traverse. Cette tension notée E est nommée **force électromotrice** (f.e.m) du générateur.



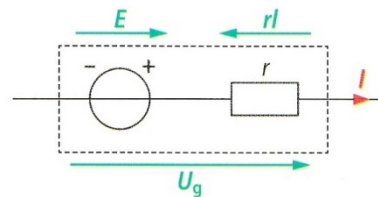
B/ Générateur réel de tension

1/ Loi de fonctionnement

- La caractéristique tension – courant d'un générateur réel de tension est modélisée par une fonction affine décroissante.

Un **générateur réel de tension** peut être modélisé par un **générateur idéal de tension** (de force électromotrice E) en série avec une résistance r de faible valeur nommée **résistance interne du générateur**. La tension entre ses bornes lorsqu'il est parcouru par un courant d'intensité I est :

$$U_g = -r \times I + E$$



- La tension E est aussi appelée tension à vide du générateur. En effet, quand $I = 0$, on a $U_g = E$.

2/ Bilan énergétique d'une pile

$$U = -r \times I + E \quad (\times I) \quad \Leftrightarrow \quad UI = -r \times I^2 + EI \quad \Leftrightarrow \quad EI = UI + r \times I^2$$

- EI correspond à la puissance chimique transformée sur les électrodes $P_{ch} = EI$
- UI correspond à la puissance électrique fournie au circuit $P_E = UI$
- rI^2 correspond à la puissance dissipée par effet Joule $P_J = rI^2$

3/ Chaîne énergétique

Au cours d'une conversion, l'énergie et la puissance sont des grandeurs qui se conservent soit $P_{ch} = P_E + P_J$

4/ Rendement

Le rendement de conversion η d'un convertisseur est une grandeur sans dimension qui mesure l'efficacité de sa conversion :

$$\eta = \frac{P_{utile}}{P_{totale}}$$

$$\eta = \frac{P_E}{P_{ch}} = \frac{UI}{EI} = \frac{U}{E} < 1 \quad \text{car} \quad U < E$$