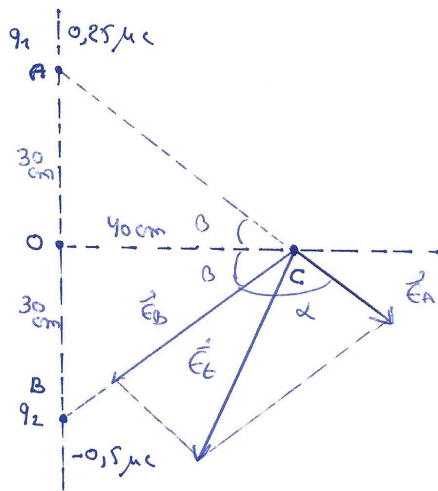


Pour les élèves de 5A, 5B et 5D Phys 3H

Bonjour à tous, je vous envoie la suite du cours de physique. Ce n'est pas une partie trop compliquée. Ce serait bien de prendre la peine de la lire attentivement. Je vous conseille d'abord de revoir la fin de l'électrostatique, sur la feuille suivante vous trouverez le correctif des exercices non résolus. Vous pouvez me contacter, je répondrai à vos questions.

exercice 4



$$r = AC = BC$$

$$r = \sqrt{0,3^2 + 0,4^2} = 0,5 \text{ m}$$

$$E_A = 9 \cdot 10^9 \frac{0,25 \cdot 10^{-6}}{0,25} = 9000 \text{ N/C}$$

$$E_B = E_A = 18000 \text{ N/C}$$

$$\tan \beta = \frac{0,3}{0,4} \Rightarrow \beta = 36,869 \dots^\circ$$

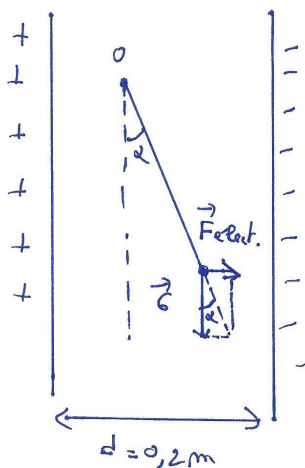
$$\alpha = 180^\circ - 2\beta = 106,26^\circ$$

$$E_T = \sqrt{E_A^2 + E_B^2 + 2E_A E_B \cos \alpha}$$

$$= \sqrt{9000^2 + 18000^2 + 2 \cdot 9000 \cdot 18000 \cos 106,26^\circ}$$

$$= 17727,944 \text{ N/C}$$

exercice application (Mécanique)



$$m = 20 \text{ mg} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$$

$$l = 0,3 \text{ m} \quad \alpha ?$$

$$q = 2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

$$U = 6000 \text{ V}$$

$$\tan \alpha = \frac{F_{\text{elect}}}{G}$$

$$G = mg = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 9,81 = 1,962 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

$$F_{\text{elect}} = qE \quad \text{avec} \quad E = \frac{U}{d}$$

champ uniforme

$$E = \frac{6000}{0,2} = 30000 \text{ N/C}$$

$$F_{\text{elect}} = 2 \cdot 10^{-9} \cdot 30000 = 6 \cdot 10^{-5} \text{ N}$$

$$\tan \alpha = \frac{F}{G} = \frac{6 \cdot 10^{-5}}{1,962 \cdot 10^{-4}} = 0,305$$

$$\Rightarrow \alpha = 17^\circ$$

ELECTRODYNAMIQUE

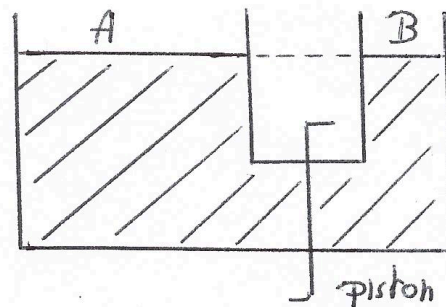
Soit deux conducteurs A et B chargés d'électricités et reliés par un fil métallique : quand y aura-t-il écoulement d'électricité de l'un vers l'autre et dans quel sens ?

Seuls les électrons peuvent se déplacer. Si A et B portent des charges de signe contraire, les électrons partent du corps négatif où ils sont en excès vers le corps positif où ils sont en défaut. Mais si les 2 corps ont des charges de même signe ?

Faisons l'analogie avec l'hydrostatique et le principe des vases communicants.

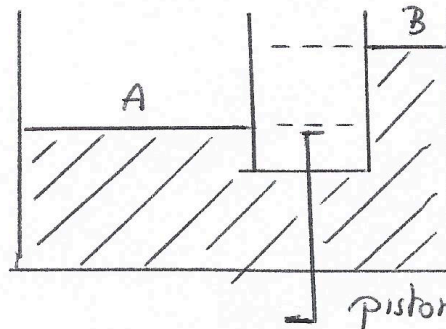
Soit deux récipients A et B contenant deux quantités d'eau différentes (le volume de A est supérieur au volume de B). Un piston sépare les 2 récipients. Quand on l'abaisse, les 2 récipients communiquent

Ici il ne se passe rien car les niveaux de A et de B sont dans un même plan horizontal.



Quand on abaisse le piston, le déplacement d'eau se fait de B vers A donc du niveau le plus haut vers le niveau le plus bas et le déplacement cesse quand les 2 niveaux sont identiques.

On sait qu'une différence de hauteur correspond à une différence d'énergie potentielle et donc à une différence de potentiel.



Par analogie, en électricité il y aura un déplacement d'électrons entre A et B si A et B sont à des potentiels différents donc s'il existe une différence de potentiel. Les électrons se déplacent du potentiel le plus haut vers le potentiel le plus bas et le courant cesse quand les 2 potentiels sont identiques.

Pour avoir un courant électrique, il est nécessaire d'avoir un appareil qui fournisse et maintienne une différence de potentiel : c'est le générateur

1. Définition de l'intensité du courant électrique

L'intensité du courant électrique qui circule à travers la section d'un conducteur est le rapport entre q la quantité de charge électrique en C qui traverse la section de ce conducteur et t la durée de ce passage en s. L'intensité du courant se mesure en ampère (A). Une intensité de 50mA qui circule dans le corps humain peut être suffisante pour causer la mort.

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

Application : calculer le nombre d'électrons qui passent en 20 secondes dans la section d'un conducteur traversé par un courant d'intensité égale à 2,5 A.

Chapitre 2 **a) La loi d'Ohm**

Chaque corps possède une résistance R qui mesure la résistance au passage du courant. Ce sont les isolants qui ont les plus grandes valeurs de la résistance.

Soit R la résistance du conducteur en ohm Ω

U la tension (ou ddp) en V

I l'intensité du courant en A

$$\text{On aura : } \mathbf{R = \frac{U}{I}} \quad \text{ou} \quad \mathbf{U = R I}$$

La résistance du corps humain peut varier d'une valeur de l'ordre de 50000 Ω (peau sèche) à environ 1000 Ω (peau humide)

b) La loi de Pouillet

C'est une formule qui permet de calculer la résistance d'un fil en fonction de sa longueur, de sa section et de sa nature.

Si on augmente la section du fil, il y aura plus d'électrons qui pourront traverser le fil, donc plus d'intensité du courant ce qui signifie que la résistance du fil aura diminué. L'expérience (qui sera réalisée plus tard) permet de montrer que la valeur de la résistance est inversement proportionnelle à la section. De même cette expérience montre que la valeur de la résistance d'un fil est proportionnelle à sa longueur ;

Soit R la résistance du fil en Ω

l la longueur du fil en m

s la section du fil en m^2 . Si la section est circulaire : $s = \pi r^2$

$$\text{On aura } \mathbf{R = \frac{\rho l}{s}}$$

Avec ρ la résistivité du fil qui dépend de sa nature. La valeur de la résistivité des conducteurs est très petite. Unité :

$$\rho = \frac{R s}{l} \quad \text{donc } \rho \text{ s'exprime en } \Omega m^2/m \text{ et donc en } \Omega m$$

Les supraconducteurs : à très basses températures la résistivité de certains matériaux devient nulle : ce phénomène porte le nom de **supraconductivité**. La température en dessous de laquelle le matériau devient supraconducteur dépend de sa nature (exemple : le plomb à 7 K). En 2008 on avait obtenu des supraconducteurs à la température de 133 K soit $-140^\circ C$. Grâce à cela on peut faire passer des courants électriques intenses dans des conducteurs sans subir le moindre échauffement. Il n'y a pas de pertes d'énergie sous forme de chaleur. Une des utilisations des supraconducteurs, ce sont les trains à lévitation magnétique.

c) Circuit électrique

Prenons un générateur, un récepteur (résistance) et des fils conducteurs.

Le sens conventionnel du courant électrique part de la borne + vers la borne - du générateur. Il est en fait contraire au sens réel du courant qui est le sens de déplacement des électrons de la borne - vers la borne + du générateur.

Pour mesurer l'intensité du courant on utilise un ampèremètre placé en série dans le circuit. Pour mesurer la tension (ou ddp), on utilise un voltmètre placé en parallèle dans le circuit.

Chapitre 3 : EFFET JOULE

L'effet Joule est le dégagement de chaleur dû au passage du courant.

Dans un solide, les atomes vibrent autour d'une position moyenne. Le courant est un déplacement d'électrons : lorsqu'ils se déplacent, il y aura des collisions entre les électrons libres et le reste de l'atome ce qui entraîne une augmentation de l'amplitude de vibrations des atomes et une hausse de la température.

Le dégagement de chaleur est plus important si :

- le courant passe longtemps (nécessité d'avoir parfois un thermostat)
- la résistance est grande (le courant passe plus difficilement)
- l'intensité du courant est grande (plus d'électrons donc plus de chocs)

Le courant étant un déplacement de charges, il y aura un travail effectué

$$W = q U \quad \text{or} \quad I = q / t \quad \text{donc} \quad q = I t$$

L'énergie due au passage du courant est donc égale à $W = U I t$
Avec **t le temps de passage du courant** en seconde.

Comme $U = R I$ $W = R I^2 t$

On a vu que la puissance en watt $P = W / t$ donc $P = U I$ ou $P = R I^2$

Applications de l'effet Joule

L'énergie calorifique fournie par le courant électrique dans les conducteurs peut être mise à profit dans les appareils de chauffage (radiateurs électriques, fer à repasser, friteuse, grille-pain...)

Eclairage à incandescence : les ampoules électriques sont constituées de fils métalliques dans un récipient en verre. Quand un courant électrique traverse le filament, le fil est porté au rouge (600°C) puis au jaune (2000°C). Ces ampoules ont un très mauvais rendement en effet une grosse partie de l'énergie électrique se transforme en énergie calorifique et non en énergie lumineuse. On utilise des filaments en tungstène dont la température de fusion est de 3650°C.

Ces ampoules sont en voie de disparition.

Au cours du temps, d'autres types d'ampoules ont été mises au point : ampoules économiques, tubes fluorescents émettant de la lumière. Leurs rendements sont supérieurs à celui des ampoules à incandescence. Chaque ampoule est caractérisée par un coefficient de transformation. La puissance électrique est exprimée en watt et la puissance lumineuse en **lumen** (lm), le coefficient de transformation s'exprime en lm/W.

On utilise de plus en plus pour l'éclairage la diode électroluminescente plus connue sous le nom de **LED** (en anglais light-emitting diode) : ce sont des composants électroniques capables d'émettre de la lumière lorsqu'ils sont traversés par du courant. Ils sont utilisés depuis longtemps comme témoin lumineux dans divers appareils. Les LED ne laissent passer le courant électrique que dans un seul sens (le sens passant comme une diode classique, l'inverse étant le sens bloquant). Les LED sont considérées comme une technologie d'avenir dans le domaine de l'éclairage. On les utilise dans la construction des écrans de télévision plats comme source d'illumination principale dans les écrans de télévision à LED.

Effets nuisibles de l'effet Joule

Il diminue le rendement des machines électriques : en effet, l'énergie électrique transformée en chaleur dans les moteurs, dynamos... est détournée de son cycle normal.

L'effet Joule diminue la puissance des machines (forte puissance = grande intensité de courant = fort dégagement de chaleur)

Les fusibles

Les fusibles sont des filaments en cuivre, plomb... dont la section varie avec l'intensité du courant que l'on se propose d'admettre. Chaque appareil ne peut supporter qu'une certaine intensité : quand le courant est trop élevé, cela peut détruire les appareils. Lorsque le courant dépasse cette valeur limite, le fil du fusible est porté à sa température de fusion et sa rupture provoque l'interruption du courant (rôle protecteur). Il est dangereux de le remplacer par un autre fil plus épais de section plus grande qui laisserait passer une plus grande intensité de courant. Les fusibles (coupe-circuit à usage unique) sont de + en + remplacés par des disjoncteurs (coupe-circuit à usage multiple).

Autre unité d'énergie : le kilowatt.heure (kW.h)

On utilise cette unité pour mesurer notre consommation d'énergie (compteur électrique)

1 kW.h = 1000W . 3600s = 3600000J.

Formule de calorimétrie :

Lorsqu'un corps donne ou reçoit de la chaleur, sa température varie différemment selon la masse et la nature du corps. On a la formule suivante :

$$Q = m c \Delta\theta$$

Avec Q : la quantité de chaleur en joule (J)

m : la masse du corps en kg

$\Delta\theta$: la variation de température du corps en °C

c : la chaleur massique du corps, il s'agit d'un facteur qui dépend de la nature du corps et qui mesure sa manière de s'échauffer. Elle s'exprime en J/kg°C. La chaleur massique de l'eau est égale à 4186 J/kg°C

Exercices effet Joule

1. Comparer les coûts de fonctionnement des 2 fours suivants :

- un four électrique de 2000W qui fonctionne durant 45min
- un four à micro-ondes de 1000W qui fonctionne durant 10min.

Prix du kW.h : 0,15 €

2. Dans un récipient contenant 300g d'eau à 15°C, on introduit un fil de nichrome de 4 m de long et de 0,5mm² de section ($\rho = 10^{-6}\Omega\text{m}$). On fait circuler dans le fil un courant de 6A pendant 5min. Calculer la température finale de l'eau.

3. On veut réaliser une bouilloire électrique capable de porter à ébullition en 10min, 1 litre d'eau prise à 20°C.

- calculer la puissance de la bouilloire si on estime son rendement à 75%
- on utilise la bouilloire sous une tension de 130V : déterminer l'intensité du courant qui doit circuler dans sa résistance, la valeur de celle-ci et la longueur du fil métallique à utiliser s'il a un diamètre de 1mm et une résistivité de $65 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$.

4. Une lampe à incandescence fonctionne sous une ddp de 130V et a une puissance de 75W.

Calculer : - l'intensité du courant qui traverse la lampe et la résistance de son filament

- l'énergie électrique dégagée par minute
- le coût de fonctionnement par semaine sachant que l'ampoule fonctionne 8h par jour.

Réponses : 225Ω, 4500J, 0,63€

5. Un récipient contient 1,25l d'eau à 10°C. On introduit un fil de nichrome ($\rho = 10^{-6}\Omega\text{m}$) de 1,2mm de diamètre. On laisse passer un courant de 8A durant 5min, la température de l'eau est alors de 47°C.

- quelle est la longueur du fil ? (11,4m)
- reprenons le même fil parcouru par le même courant : de combien va s'élever la température de l'eau au bout de 10min si on estime le rendement à 80%. ($\Delta\theta = 59,2^\circ\text{C}$)

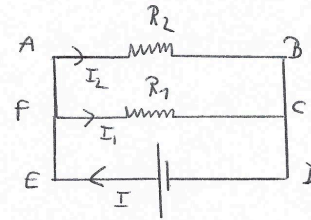
Chapitre 4 : Les lois de Kirchhoff

Dans un circuit électrique, on appelle :

nœud : la jonction de plusieurs conducteurs (F et C)

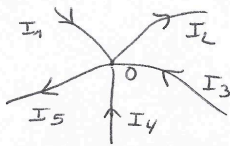
branche : toute partie de circuit comprise entre 2 nœuds (AB et FC)

maille : toute partie fermée de circuit (ABCFA, FCDEF)



Première loi : **la loi des courants**

Soit 0 un nœud. Le courant électrique étant un déplacement d'électrons, ceux-ci ne peuvent s'arrêter et s'accumuler en un point sinon le courant serait stoppé. La quantité d'électrons qui arrivent en un nœud en une seconde doit être égale à celle qui en repart dans le même temps. **La somme des intensités de courant qui arrivent en un nœud est égale à la somme des intensités des courants qui en repartent.**



$$I_1 + I_3 + I_4 = I_2 + I_5$$

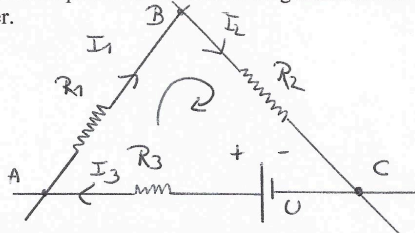
Deuxième loi : **la loi des tensions**

Soit ABCA une maille. On choisit de façon arbitraire un sens de parcours de la maille. ↻

Conventions de signe :

La différence de potentiel aux bornes d'une résistance est positive si le sens du courant coïncide avec le sens de parcours choisi.

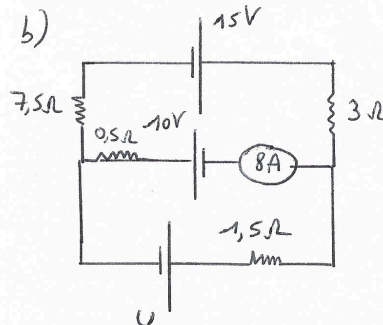
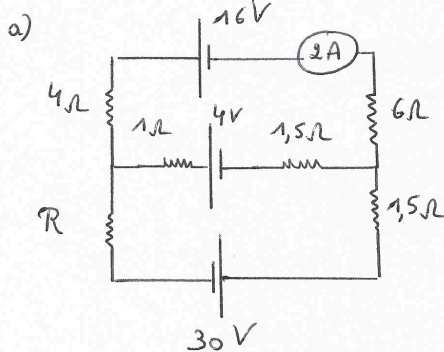
Le signe de la différence de potentiel aux bornes du générateur est le signe de la borne d'entrée rencontrée en premier.



Loi : dans une maille, la somme algébrique des différences de potentiel est nulle.

$$\text{Donc ici } I_1 R_1 + I_2 R_2 - U + I_3 R_3 = 0$$

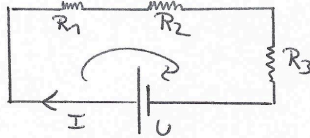
Application : dans les schémas ci-dessous, à l'aide des lois de Kirchhoff, rechercher la valeur des différentes intensités du courant (représenter leur sens) et la valeur des autres inconnues



Chapitre 5 : Les associations de résistances

a) en série

Les résistances associées en série sont traversées par le même courant



Appliquons la loi des tensions dans la maille précédente : $I R_1 + I R_2 + I R_3 - U = 0$

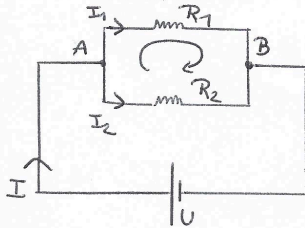
$$\Rightarrow U = I R_1 + I R_2 + I R_3 \quad \text{ou encore } U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$U = I (R_1 + R_2 + R_3)$$

$$\Rightarrow U / I = R_{\text{totale}} = R_1 + R_2 + R_3$$

La résistance équivalente d'un ensemble de résistances associées en série est égale à la somme des résistances.

b) en parallèle



Appliquons la loi des tensions à la maille ABA

$$I_1 R_1 - I_2 R_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad I_1 R_1 = I_2 R_2 = U_{AB}$$

Des résistances associées en parallèle sont soumises à la même tension

$$I_1 R_1 = U_{AB} \Rightarrow I_1 = U_{AB} / R_1$$

$$I_2 R_2 = U_{AB} \Rightarrow I_2 = U_{AB} / R_2$$

D'après la loi des courants $I = I_1 + I_2$

$$I = \frac{U_{AB}}{R_1} + \frac{U_{AB}}{R_2} = U_{AB} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\frac{I}{U_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{et donc} \quad \frac{1}{R_{//}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$