

Physique chimie première S
Bilan énergétique dans un circuit
électrique

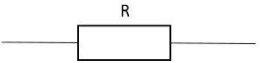
Table des matières

| | | |
|------|---|---|
| I. | Récepteur : bilan énergétique | 2 |
| 1. | Récepteur : | 2 |
| 2. | Caractéristiques d'un moteur électrique | 2 |
| 3. | Bilan énergétique d'un moteur..... | 3 |
| II. | Générateur : bilan énergétique | 4 |
| 1. | Caractéristiques d'un générateur..... | 4 |
| 2. | Bilan énergétique d'un générateur | 6 |
| III. | Bilan énergétique d'un circuit électrique..... | 7 |
| 1. | Expérience..... | 7 |
| 2. | Observation | 7 |
| 3. | Interprétation..... | 7 |
| 4. | Conclusion | 7 |
| IV. | Conduite à tenir pour minimiser la consommation d'énergie électrique..... | 9 |

I. Récepteur : bilan énergétique

1. Récepteur :

Un récepteur est un dipôle électrique qui transforme l'énergie électrique en

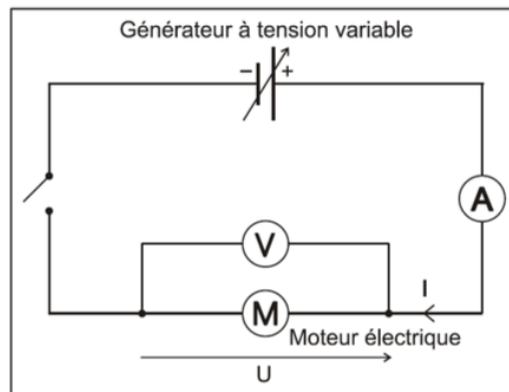
- Énergie calorifique (thermique) : **conducteur ohmique** 

- Énergie chimique : **électrolyseur** 

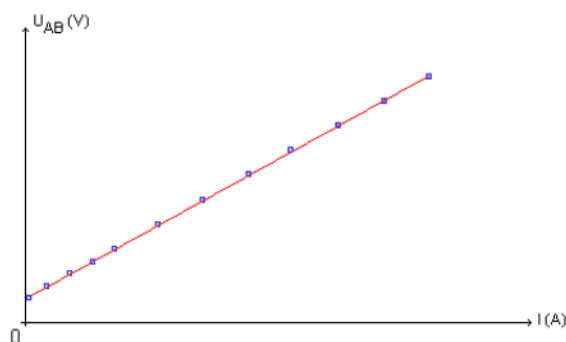
- Énergie mécanique : **moteur électrique** 

2. Caractéristiques d'un moteur électrique

Soit M un moteur électrique de résistance interne r' et d'une force contre électromotrice E' ($M(E', r')$). Le dispositif expérimental suivant permet de trouver la caractéristique du moteur électrique.



Le résultat de l'expérience suivant montre la caractéristique $U_{AB}=f(I)$ du moteur :



Cette caractéristique est linéaire et ne passe pas par l'origine. Son équation est de la forme $U_{AB}=a.I+b$.

On en déduit la loi d'ohm pour un moteur :

$$U_{AB} = r'.I + E'$$

U_{AB} : Tension électrique aux bornes du moteur en volts (V).

E' : Force contre électromotrice du moteur en volts (V). C'est la tension minimale nécessaire aux bornes du dipôle pour qu'il soit traversé par un courant.

r' : Résistance interne du moteur en ohms (Ω)

I : Intensité du courant traversant le moteur en ampères (A).

Applications :

On relève aux bornes d'un récepteur les valeurs suivantes :

| | | | | | | | | | | |
|--------|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| U (V) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| I (mA) | 0 | 0 | 0 | 18 | 28 | 38 | 48 | 58 | 68 | 78 |

- 1- Tracer sa caractéristique.
- 2- En déduire sa f.c.é.m et sa résistance interne.

Echelle : 1cm représente 5mA ; 1cm représente 1V

3. Bilan énergétique d'un moteur

La tension positive aux bornes du moteur est donnée par : $u_{AB} = E' + r'I$

La puissance électrique consommée est :

$$p_e = I \cdot u_{AB} = E' \cdot I + r'I^2$$

$$p_e = p_u + p_j$$

Un moteur électrique est donc un récepteur de courant qui transforme l'énergie électrique qu'il reçoit en deux types d'énergie :

- Une partie est transformée en **énergie utile qui est l'énergie mécanique.**

$$P_u = E'I$$

- Une autre partie est transformée en **énergie thermique** sous forme de perte de **chaleur (perte par effet joule)**

$$P_j = r'I^2$$

Applications :

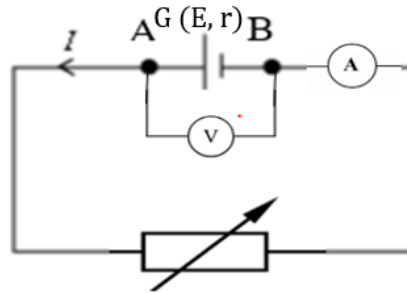
Un moteur électrique à courant continu a les caractéristiques nominales suivantes : $U=220V$, $I=15A$, résistance interne $r=1\Omega$, $n=1500tr/min$

- 1- Calculer la force contre électromotrice dans la condition nominale de ce moteur.
- 2- Que devient sa valeur quand le moteur tourne à la vitesse de 1000tr/min
- 3- Calculer l'intensité du courant de démarrage de ce moteur sous la tension 220V.

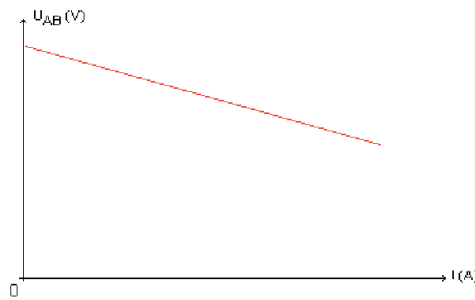
II. Générateur : bilan énergétique

1. Caractéristiques d'un générateur

Soit un générateur de courant continu G de résistance interne r et de force électromotrice E , G (E, r). Le **générateur** est le composant qui fournit l'énergie électrique au reste du circuit. Le dispositif expérimental suivant permet de montrer la caractéristique du générateur de courant continu G (E, r).



Le résultat de l'expérience suivant montre la caractéristique $U_{AB}=f(I)$ du générateur :



Cette caractéristique est linéaire et ne passe pas par l'origine. Son équation est de la forme $U_{AB}= a.I+b$.

On en déduit la loi d'ohm pour un générateur :

$$U_{AB} = E - r.I$$

avec

U_{AB} : Tension électrique aux bornes du générateur en volts (V).

E : Force électromotrice du générateur en volts (V).

r : Résistance interne du générateur en ohms (Ω)

I : Intensité du courant traversant le générateur en ampères (A).

Application : Choisir la ou les bonne(s) réponse

On relève les mesures suivantes pour la caractéristique courant-tension d'un générateur :

| Courant (A) | Tension (V) |
|-------------|-------------|
| 0.00 | 12.0 |
| 0.50 | 11.5 |
| 1.00 | 11.0 |
| 1.50 | 10.5 |
| 2.00 | 10.0 |

- 1- Quelle est l'équation de la caractéristique courant-tension d'un générateur :
 - a. $U=E+Ir$
 - b. $U=E-Ir$
 - c. $U=E\times Ir$
 - d. $U=E/Ir$
- 2- Quelle est la résistance interne (r_r) du générateur basé sur les mesures ?
 - a. 0.5Ω
 - b. -1.0Ω
 - c. 1.0Ω
 - d. 2.0Ω
- 3- Quelle est la tension aux bornes du générateur lorsque le courant est de 1, 25A ?
 - a. 11.0 V
 - b. 10.5 V
 - c. 10.75 V
 - d. 10.0 V

2. Bilan énergétique d'un générateur

La puissance électrique délivrée par un générateur est :

$$p_g = U \cdot I \text{ avec } U = E - rI$$

$$p_g = I(E - rI) = EI - rI^2$$

$$p_g = EI - rI^2 = p_e - p_j$$

p_g = puissance du générateur

$p_e = EI$ puissance disponible pour le circuit

$p_j = rI^2$ puissance dissipée par effet joule à l'intérieure du générateur.

Le générateur s'échauffe en fonctionnant.

$$p_g = p_e - p_j$$

Par définition, le rendement du générateur est $r = \frac{p_g}{p_e} \cdot 100$

Application :

On souhaite effectuer le bilan énergétique d'un générateur.

1 Faire le schéma du montage correspondant en y plaçant les appareils de mesure nécessaires.

2 Le tableau suivant est obtenu en faisant varier la résistance du rhéostat branché au circuit.

| | | | | | | | |
|--------|------|------|------|------|-----|------|------|
| $U(V)$ | 1,47 | 1,41 | 1,35 | 1,23 | 1 | 0,87 | 0,65 |
| $I(A)$ | 0 | 0,05 | 0,1 | 0,21 | 0,4 | 0,48 | 0,62 |

- a- Tracer le graphe représentant la tension U aux bornes du générateur en fonction de l'intensité I du courant qui le traverse.
- b- Pourquoi pouvons-nous affirmer que cette caractéristique est celle d'un générateur ?
- c- Déterminer la f.é.m. E et la résistance interne r de ce générateur.
 1. On effectue ensuite une étude énergétique dans le cas où le générateur fonctionne durant 10 minutes. La tension à ses bornes est 1V.
 - a- Calculer l'énergie dissipée par effet Joule
 - b- Calculer l'énergie électrique fournie au reste du circuit.
 - c- Calculer l'énergie électrique générée.
 - d- Conclure.

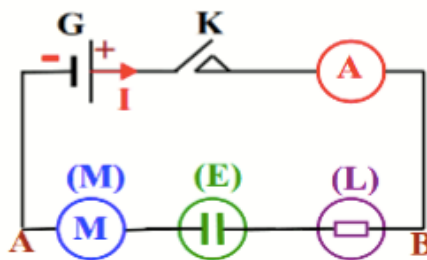
III. Bilan énergétique d'un circuit électrique

1. Expérience

Soit le circuit suivant constitué d' :

- Un ampèremètre A
- Un interrupteur k
- Un générateur de courant continu G
- Une lampe à incandescence L
- Un moteur M
- Un électrolyseur E à électrodes contenu dans une solution de soude.

On ferme pendant quelques minutes l'interrupteur K du circuit et observe ce qui se passe dans le circuit.



2. Observation

- L'aiguille de l'ampèremètre dévie,
- La lampe brille et s'échauffe,
- Le moteur tourne (fournit un travail mécanique) et s'échauffe,
- Il y a dégagement de gaz au niveau des électrodes de l'électrolyseur.

3. Interprétation

- Le moteur convertit l'énergie électrique en énergie mécanique.
- L'électrolyseur convertit l'énergie électrique en énergie chimique.
- Le reste étant convertit en chaleur qui est diffusée au milieu extérieur.

4. Conclusion

L'énergie électrique fournie par un générateur est convertie en énergie mécanique, chimique, thermique et rayonnante.

$$P_{el} = P_{cal} + P_{ch} + P_{me} + P_{rayonnante}$$

Loi de Pouillet

Dans un circuit fermé sans dérivation, l'intensité du courant est égale au rapport de la somme algébrique des forces électromotrices à la somme des résistances. Les forces électromotrices fonctionnant en générateurs sont comptées positivement; celles des dipôles fonctionnant en récepteurs sont comptées négativement.

$$I = \frac{\sum E - \sum E'}{\sum R}$$

Exemple :

Soit un circuit comportant en série un générateur de G (E, r), un récepteur M(E', r') et un conducteur ohmique R.

D'après la loi de Pouillet $I = \frac{E - E'}{R + r + r'}$

Applications :

Application 1 :

On considère un chargeur USB, qui est un générateur de tension de force électromotrice E= 5,0 V et de résistance interne r= 1,2 Ω.

On connecte à ce chargeur un téléphone, que l'on assimilera à un conducteur ohmique de résistance R= 5,5 Ω. Celui-ci peut se recharger si la tension aux bornes du chargeur est au moins égale à 4,0 V.

1. Quelle sera l'intensité du courant de charge fourni par le générateur ? Le téléphone peut-il se recharger ?
2. Même question pour le rechargement d'une tablette, assimilée à un conducteur ohmique de résistance R= 2,5 Ω. Celle-ci doit également avoir 4,0 V au moins entre ses bornes pour se recharger.

Application 02 :

- 1- Quelle est la résistance électrique d'un grille-pain d'une puissance de 500 W prévu pour fonctionner en 220 V ? Quelle est l'intensité du courant consommé ?
2. Quelle est la puissance électrique fournie par un générateur de tension dont la tension de fonctionnement vaut 5,95 V et dont la résistance interne vaut 0,50 Ω et la force électromotrice est de 6,0 V ?
3. Quelle est la puissance thermique dissipée ?
4. Quelle part de la puissance totale produite représente-t-elle ?

IV. Conduite à tenir pour minimiser la consommation d'énergie électrique

Pour minimiser les pertes en énergie par effet joule dans un circuit électrique, il faut :

- Utiliser les fils conducteurs de faible résistance,
- Transporter l'énergie électrique sous haute tension,
Augmenter le facteur de puissance de l'installation.

Applications :

Une centrale électrique produit de l'électricité à une tension de 11 kV. La distance de transmission jusqu'à une sous-station est de 100 km.

Si la résistance des conducteurs est de 0,5 ohm/km, calculez les pertes d'énergie en utilisant une tension de transmission de 11 kV.

Comparez ces pertes avec celles qui seraient générées si la tension de transmission était réduite à 5 kV.