Physique et Chimie : 1ère Année Bac

Séance 17 (Transfert d'énergie dans un circuit électrique)

Professeur : Mr EL GOUFIFA Jihad

Sommaire

I- Mise en évidence du transfert d'énergie électrique

II- Transfert d'énergie au niveau d'un récepteur

2-1/ Définition et convention d'un récepteur

2-2/ Puissance électrique reçue par un récepteur

2-3/ Énergie électrique reçue par un récepteur

III- Effet Joule dans un conducteur – Loi de Joule

3-1/ Définition

3-2/ Loi de Joule

3-3/ Effet de Joule

IV- Transfert d'énergie au niveau d'un générateur

4-1/ Définition et convention d'un générateur

4-2/ Énergie électrique fournie par un générateur

V- Exercices

5-1/ Exercice 1

5-2/ Exercice 2

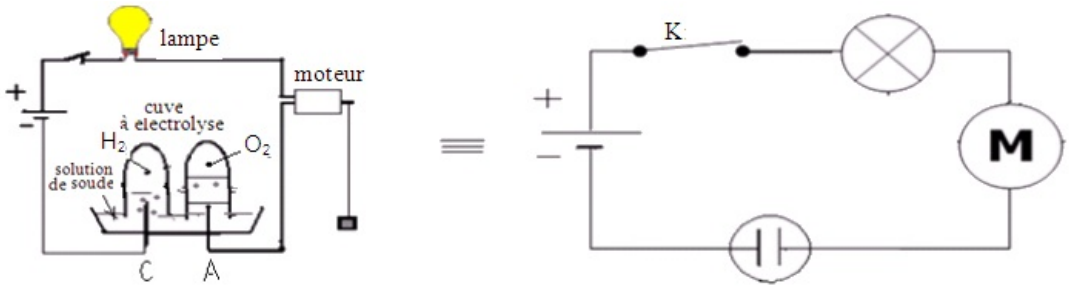
5-3/ Exercice 3

5-4/ Exercice 4

I- Mise en évidence du transfert d'énergie électrique

Expérience 1

Considérons un circuit électrique comportant un générteur de courant continue , une lampe, un moteur, un interrupteur et un électrolyseur qui contient une solution de soude :



Lorsqu'on ferme l'interrupteur K on constate que :

- La lampe s'allume et sa température s'élève.
- Le moteur fonctionne et le corps suspendu au fil enroulé sur la poulie du moteur monte d'une hauteur h.
- Au niveau de l'électrolyseur il y'a dégagement de O2 près de l'anode et de H2 près de la cathode et on constate l'élévation de la température de chacun du moteur et de l'électrolyseur.

Interprétation 1

Dans cette expérience on a mis en évidence les différents types de transfert d'énergie électrique fournie par le générateur :

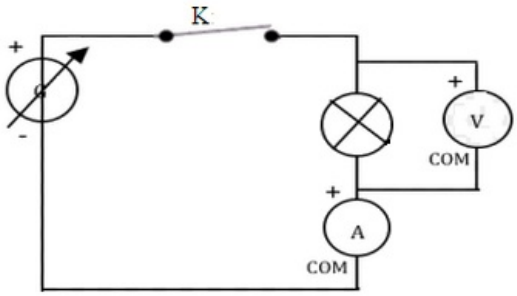
- Au niveau de la lampe, il y'a transformation de l'énergie électrique en énergie rayonnante et en énergie thermique.
- Au niveau de l'électrolyseur, il y'a transformation de l'énergie électrique en énergie chimique et en énergie thermique.
- Au niveau du moteur, il y'a transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique et en énergie thermique.

Conclusion 1

Le générateur est une source d'énergie électrique, c'est lui qui fournit l'énergie électrique aux autres composants du circuit, alors que la lampe, l'électrolyseur et le moteur sont des récepteur qui reçoivent l'énergie électrique et la transforment en d'autres formes d'énergie (comme l'énergie mécanique, chimique, thermique, lumineuse ou calorifique …).

Expérience 2

On réalise le montage suivant en utilisant une lampe qui porte les indications suivantes (24V,6W) ,un générateur de courant continue de tension variable, un voltmètre, un ampèremètre et un interrupteur :



On fait varier la tension du générateur jusqu'à ce que la lampe s'allume, ceci se réalise lorsque la tension aux bornes de la lampe prend la valeur $U = 24V$ et l'ampèremètre indique l'intensité $I = 0,25A$.

Conclusion 2

Le produit $U.I = 24 \times 0,25 = 6W$ correspond à la valeur indiquée par le constructeur, elle représente la puissance nominale : C'est la puissance qui correspond au fonctionnement normal de la lampe.

II- Transfert d'énergie au niveau d'un récepteur

2-1/ Définition et convention d'un récepteur

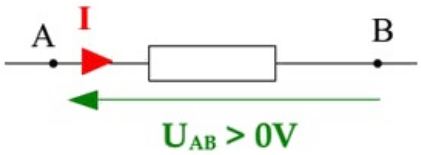
Définition

On appelle récepteur électrique tout dipôle qui reçoit l'énergie électrique et la transforme en une autre forme d'énergie.

Dipôle en convention récepteur

Par convention, lorsqu'un récepteur (dipôle AB) est parcouru par un courant allant de A vers B, la tension U_{AB} est positive.

La flèche représentant UAB est alors dans le sens opposé à celui du courant :



Exemples de récepteurs électriques

Les récepteurs convertissent l'énergie électrique qu'ils reçoivent en autres formes d'énergie :

- thermique : résistance électrique
- chimique : électrolyseur
- rayonnement : lampe électrique
- mécanique : moteur électrique

2-2/ Puissance électrique reçue par un récepteur

La puissance électrique reçue par un récepteur AB parcouru par un courant d'intensité I et dont la tension entre ses bornes est U_{AB} est donnée par la relation suivante :

$$P_e = U_{AB}.I$$

- P_e : puissance en watt (W)
- U_{AB} : tension en volt (V)
- I : intensité du courant en ampère (A)

2-3/ Énergie électrique reçue par un récepteur

En régime permanent, l'énergie électrique reçue par un récepteur parcourue par un courant I et soumis à une tension U_{AB}, pendant une durée Δt, est :

$$W_e = U_{AB}.I.\Delta t$$

- W_e : énergie en joule (W)
- U_{AB} : tension en volt (V)
- I : intensité du courant en ampère (A)

- Δt : durée en seconde (s)

III- Effet Joule dans un conducteur – Loi de Joule

3-1/ Définition

Lorsqu'un conducteur est parcouru par un courant électrique, il s'échauffe.

On appelle cet effet thermique du courant électrique : L'effet joule.

3-2/ Loi de Joule

L'énergie électrique W_e reçue par un conducteur ohmique est transmise au milieu extérieur sous forme de chaleur W_j (Énergie thermique) : C'est l'effet Joule.

L'énergie thermique W_j est proportionnelle au carré de l'intensité du courant qui le traverse :

$$W_j = W_e = U_{AB} \times I \times \Delta t = R \times I^2 \times \Delta t$$

La puissance mise en jeu lors de l'effet Joule vaut quand à elle :

$$P_j = P_e = U_{AB} \times I = R \times I^2$$

3-3/ Effet de Joule

Les effets bénéfiques

- Éclairage par incandescence.
- Résistances chauffantes (radiateurs électriques, plaques chauffantes, fours électriques …)
- Fusibles.

Les effets indésirables

- Pertes énergétiques dans les appareils électriques ou dans le transport de l'électricité, car une partie de l'énergie électrique est toujours convertie en énergie thermique (qui est perdue)
- L'échauffement des appareils électriques et leur détérioration.

IV- Transfert d'énergie au niveau d'un générateur

4-1/ Définition et convention d'un générateur

Le générateur est le dipôle actif qui fournit l'énergie électrique au reste du circuit.

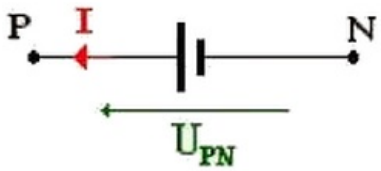
Le générateur est un convertisseur d'énergie :

- un générateur électrochimique convertit de l'énergie chimique en énergie électrique
- une pile photovoltaïque transforme de l'énergie de rayonnement en énergie électrique
- un générateur électromécanique convertit de l'énergie mécanique en énergie électrique

Convention générateur

Dans cette convention les flèches associées à la tension U et à l'intensité I sont de même sens.

Le courant sort du générateur par la borne P et entre par la borne N. On considère la tension UPN positive.



4-2/ Énergie électrique fournie par un générateur

On considère un générateur qui produit un courant électrique d'intensité I, U_{PN} est la tension entre ses bornes.

L'énergie électrique fournie, au reste du circuit, par le générateur, pendant la durée Δt est :

$$W_e = U_{PN}.I.\Delta t$$

La puissance fournie par le générateur au reste du circuit :

$$P_e = U_{PN}.I$$

V- Exercices

5-1/ Exercice 1

Une batterie d'accumulateur au plomb alimente les lampes d'une automobile.

La tension entre les bornes de la batterie est de $11,9V$ et l'intensité du courant qui passe dans la batterie est $10,3A$.

1. Quelle est la puissance électrique fournie par la batterie ?

Dans ces conditions, le fonctionnement de la batterie dure $17min$.

2. Quelle est l'énergie électrique transférée dans les circuits récepteurs ?

5-2/ Exercice 2

Un récepteur thermique est branché en alternatif sous une tension efficace de $220V$. Sa puissance est de $1100W$.

1. Calculer l'intensité efficace I qui traverse le récepteur.
2. Calculer la résistance R du récepteur.
3. Calculer l'intensité maximale du courant alternatif traversant ce récepteur.
4. Ce courant a une période de $20ms$, calculer sa fréquence.
5. Calculer l'énergie consommée pendant 30 minutes de fonctionnement. Exprimer le résultat en Wh.

5-3/ Exercice 3

Une batterie d'accumulateur au plomb est chargée de $40Ah$.

La batterie se décharge complètement en $1h$. La tension au cours de cette décharge est $11,8V$.

1. Quelle est l'énergie électrique fournie ?

On utilise la batterie pour démarrer une automobile pendant $1,5s$. La batterie est alors traversée par un courant d'intensité $0,2KA$ et la tension à ses bornes est de $10,2V$.

2. Quelle est l'énergie électrique fournie ?
3. Quelle est la puissance électrique ?

5-4/ Exercice 4

Le champ électrique atmosphérique sous nuage orageux est de l'ordre de $20KV/m$. En moyenne, un éclair transporte $Q = 5C$. Les nuages d'orages se situent en moyenne à $5Km$ du sol. Un éclair dure en moyenne $25ms$.

1. Quelle est la tension U entre le sol et le nuage
2. Quelle est l'énergie et la puissance d'un éclair d'orage?

Un orage a un nombre d'éclairs très variable, entre 10 et plusieurs milliers. Disons en moyenne 100 éclairs.

3. Quelle est l'énergie moyenne produite par un orage ?

Il y a environ 1 million d'éclairs par an.

4. Sachant que un foyer consomme une puissance moyenne de $4KW$, quel est le nombre d'habitants que cette énergie pourrait alimenter en électricité pendant un an ?