

Correction : aspect énergétique des phénomènes électriques

- a La batterie reçoit une charge électrique totale Q en une durée $\Delta t_{ch} = 7,5 \text{ h}$, soit $\Delta t_{ch} = 7,5 \times 3600 = 2,7 \times 10^4 \text{ s}$.
L'intensité du courant de charge est donc :

$$I_{ch} = \frac{Q}{\Delta t_{ch}}$$

soit $I_{ch} = \frac{5,4 \times 10^4}{2,7 \times 10^4} = 2,0 \text{ A}$.

Aide n° 1

Il faut convertir la durée en secondes, afin d'obtenir l'intensité du courant en ampères.

(Cours 1 p. 267)

- b Le moteur reçoit la puissance électrique : $P = UT_{max}$

On déduit l'intensité maximale I_{max} du courant qui circule dans le moteur :

$$I_{max} = \frac{P}{U}$$

soit $I_{max} = \frac{500}{36} = 14 \text{ A}$.

Aide n° 2

Le moteur est soumis à la tension qu'impose la batterie.

(Cours 2 p. 268)

- c La batterie fournit un courant d'intensité I_{max} pour que le moteur fonctionne à sa puissance maximale. Elle est totalement déchargée lorsqu'elle a cédé la totalité de sa charge électrique Q .

La durée de décharge dans ces conditions est donc :

$$\Delta t_d = \frac{Q}{I_{max}}$$

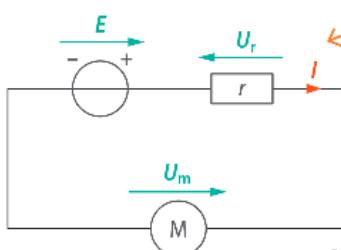
soit $\Delta t_d = \frac{5,4 \times 10^4}{14} = 3,9 \times 10^3 \text{ s}$, soit $\Delta t_d = 65 \text{ min}$.

Aide n° 3

Attention à respecter l'unité demandée pour le résultat final.

27

- a Schéma du circuit avec la pile modélisée :



Aide n° 1

Le courant est orienté dans le même sens que la tension du générateur. Il sort de la borne positive.

(Cours 3 p. 269)

- b D'après la loi d'Ohm, la tension aux bornes de la résistance interne du générateur est : $U_r = rI$

En parcourant le circuit dans le sens du courant, la loi des mailles s'écrit :

$$E - rI - U_m = 0$$

On déduit l'intensité I du courant dans ce circuit :

$$I = \frac{E - U_m}{r} \text{ soit } I = \frac{6,0 - 5,0}{0,50} = 2,0 \text{ A}$$

Aide n° 2

Parcourir la maille en respectant les conventions générateur et récepteur.

(Cours 1 p. 267)

- c La puissance électrique fournie au circuit par le générateur idéal est :

$$P_f = EI = 12 \text{ W}$$

La puissance électrique reçue par la résistance interne du générateur (puissance dissipée par effet Joule) est :

$$P_j = rI^2 = 2,0 \text{ W}$$

La puissance électrique reçue par le moteur est :

$$P_m = U_m I = 10 \text{ W}$$

Aide n° 3

Revoir les définitions des puissances et les conventions d'orientation.

(Cours 1 p. 267)

- d La puissance maximale disponible de la pile est celle que fournit le générateur idéal de tension : $P_f = EI$

La puissance effectivement disponible pour faire fonctionner le moteur est :

$$P_u = U_m I$$

Le rendement de la pile dans ce fonctionnement s'écrit donc :

$$\eta = \frac{P_u}{P_f}$$

On calcule $\eta = \frac{10}{12} = 0,83$ soit $\eta = 83\%$.

Aide n° 4

D'après le bilan de puissance de la question précédente, il faut identifier le type d'énergie qui a été converti sous la forme voulue.

(Cours 4 p. 269)

À votre tour

 Un exemple de bonne réponse

 Astuce

Pour le calcul du rendement, les deux puissances peuvent être exprimées directement dans la même unité : ici, le MW.

a La puissance mécanique reçue par l'éolienne est $P_m = KV^3$, soit $P_m = 350 \times 15,0^3 = 1,18 \times 10^6 \text{ W}$, ou encore $P_m = 1,18 \text{ MW}$.

b La puissance mécanique reçue par l'éolienne est P_m et la puissance électrique qu'elle délivre est P_e .

Son rendement s'écrit donc : $\eta = \frac{P_e}{P_m}$

La puissance électrique délivrée est donc :

$$P_e = \eta P_m \text{ soit } P_e = 0,810 \times 1,18 = 0,957 \text{ MW}$$

c L'énergie mécanique qui n'a pas été convertie sous forme électrique a été convertie sous forme thermique du fait des frottements entre les différentes parties mobiles de l'éolienne, et du fait de l'effet Joule dans les circuits internes de l'éolienne.

 Astuce

On peut recourir aux multiples de l'unité, au lieu d'utiliser la notation scientifique.

Définition

Quand on calcule un rendement, il est important d'identifier le rôle et la nature de chaque puissance.

► Cours 4 p. 269

 Astuce

On utilise tous les chiffres du résultat précédent, même s'ils n'étaient pas significatifs, en utilisant les touches de rappel de la calculatrice (ANS ou RÉP).

31 a. La puissance fournie est $P = U_g I = 0,24 \text{ W}$.

b. Les conducteurs ohmiques reçoivent respectivement les puissances $R_1 I^2 = 0,16 \text{ W}$ et $R_2 I^2 = 0,080 \text{ W}$, donc la somme est bien égale à la puissance fournie par le générateur.

c. Ces dipôles convertissent une énergie électrique en énergie thermique.

32 a. Les deux résistances sont en parallèle du générateur et donc soumises à la tension U_g .

Par la loi d'Ohm : $I_1 = \frac{U_g}{R_1} = 0,13 \text{ A}$; $I_2 = \frac{U_g}{R_2} = 0,067 \text{ A}$.

b. Puissance fournie par le générateur :

$$P_g = U_g I = U_g (I_1 + I_2) = 2,4 \text{ W}$$

c. Puissance reçue par R_1 : $P_1 = R_1 I^2 = 1,6 \text{ W}$.

Puissance reçue par R_2 : $P_2 = R_2 I^2 = 0,80 \text{ W}$.

Leur somme est égale à P_g .

34 1. La puissance fournie par la pile est $P = EI$.

On en déduit $I = \frac{P}{E} = 6,7 \times 10^{-6} \text{ A}$.

2. a. L'énergie consommée pendant la durée

$$\Delta t = 3 \text{ ans} \text{ est } E_c = P \Delta t = 9 \times 10^2 \text{ J}$$

b. La charge électrique transférée est :

$$Q = I \Delta t = 631 \text{ C}$$

35 1. Le panneau convertit l'énergie lumineuse reçue en énergies thermique et électrique.

2. La puissance électrique produite est $P_e = \eta P = 1,0 \times 10^2 \text{ W}$.

3. a. La puissance lumineuse disponible est 10 % de la puissance fournie, donc 10 W.

b. Le rendement global est $\eta_g = 0,10\eta = 2,0 \%$.

c. La puissance perdue est $0,98P = 4,9 \times 10^2 \text{ W}$, transformée en puissance thermique.

59 1. a. Voir ci-contre.

b. À l'aide de la loi des mailles et de la loi d'Ohm, on obtient $I = \frac{E-E'}{r+r'} = 3,0 \text{ A}$.

2. a. La puissance totale consommée par le générateur est : EI .

La puissance exploitable pour le circuit est : $EI - rI^2$.

Le rendement du générateur est donc $\eta_g = \frac{EI - rI^2}{EI} = 0,50$.

b. La puissance reçue par le moteur est :

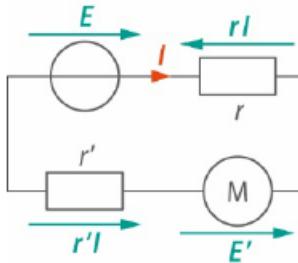
$$UI = (E' + r'I)I = 27 \text{ W}$$

c. La puissance exploitable du moteur est $E'I$.

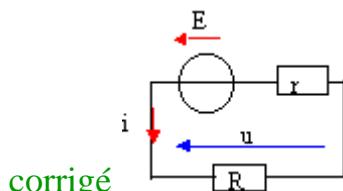
Le rendement du moteur est donc $\eta_m = \frac{E'I}{E'I + rI^2} = 0,67$.

d. Le rendement global de ce dispositif est

$$\eta = \eta_g \eta_m = 0,33$$



Puissance dans un circuit simple



exprimer de deux manières différentes la tension u :

branche contenant le générateur $u = E - ri$

branche contenant la résistance R : $u = Ri$

par suite $E - ri = Ri$ soit $i = E / (R+r)$.

puissance utile fournie par le générateur : $P_u = u i = R i^2 = RE^2 / (R+r)^2$.

dériver P_u par rapport à R :

rappel : dérivée du quotient $(u/v)' = (u'v - v'u) / v^2$

avec $u = E^2 R$ soit $u' = E^2$ et $v = (R+r)^2$ soit $v' = 2(R+r)$

$$P'_u = E^2 (R - R) / (R+r)^2$$

cette dérivée est négative pour $R > r$, nulle pour $R=r$ et positive si $R < r$.

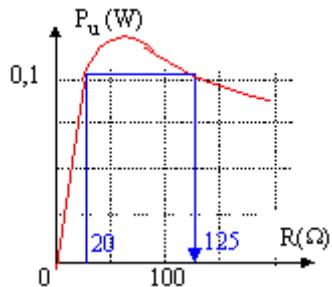
en conséquence la puissance utile passe par une valeur maximale lorsque $R=r$

$$P_{u \text{ maxi}} = E^2 / (4r) = 25/200 = 0,125 \text{ W}$$

intensité du courant si $R=r$: $E / (2r) = 5/100 = 0,05 \text{ A}$.

tension aux bornes du générateur si $R=r$: $u = E - ri = 5 - 50 * 0,05 = 2,5 \text{ V}$.

rendement électrique : $\eta = u / E = 2,5 / 5 = \underline{0,5}$ (50%).



1. La courbe précédente montre que pour une valeur de P_u comprise entre 0 et $P_{u \text{ maximale}}$, il existe deux valeurs de R , notée R_1 et R_2 de la résistance R .
- Etablir la relation entre R_1 , R_2 et r .
 - Pour $R_1=20$ ohms, calculer R_2 et P . Vérifier sur la courbe..

pour une puissance P_u donnée, inférieure à 0,125 W, il existe deux valeurs correspondantes R_1 et R_2 de R telles que :

$$P_u (R+r)^2 = RE^2$$

$$P_u R^2 + 2P_u Rr + P_u r^2 - RE^2 = 0$$

$$R^2 + (2r - E^2 / P_u) R + r^2 = 0$$

résoudre cette équation du second degré en R : $D = (2r - E^2 / P_u)^2 - 4r^2$

le discriminant est positif si $P_u < E^2 / (4r)$ et le produit des deux solutions R_1 et R_2 vaut $R_1 R_2 = r^2$.

si $R_1 = 20$ ohms alors $R_2 = 50 * 50 / 20 = 125$ ohms.

$$P_u = 20 * 5 * 5 / (20 + 50)^2 = 0,102 \text{ W.}$$