1e Spécialité Physique Chimie

CHAPITRE 12

ASPECTS ÉNERGÉTIQUES DES PHÉNOMÈNES ÉLECTRIQUES

EXERCICES

Wulfran Fortin

Liste des exercices

Le courant électrique
Exercice 1
Exercice 2
Exercice 3
Exercice 4
Exercice 5
Exercice 6
Exercice 7
Exercice 8
Sources réelles de tension
Exercice 9
Exercice 10
Exercice 11
Exercice 12
Exercice 13
Puissance et énergie, bilan et rendement
Exercice 14
Exercice 15
Exercice 16
Exercice 17
Exercice 18
Exercice 19

Exercice 20
Exercice 21
Exercice 22
Exercice 23
Exercice 24
Exercice 25
Exercice 26
Exercice 27
Exercice 28
Exercice 29

Le courant électrique

Exercice 1

Énoncé

D'après Belin 2019.

a. Dans une solution électrolytique, les porteurs de charge électriques sont

1. des électrons
2. des cations
3. des anions
4. des atomes

b. La relation entre I, $|Q|$ et Δt est

1. $I \times \Delta t = |Q|$
2. $I = |Q| \times \Delta t$
3. $I = \frac{|Q|}{\Delta t}$
4. $\frac{I}{\Delta t} = |Q|$

c. L'intensité du courant électrique dans un fil conducteur est égale

1. au nombre d’électrons qui traversent une section de ce fil
2. au nombre d’électrons qui traversent une section de ce fil en une seconde
3. à la charge électrique des électrons qui traversent une section de ce fil
4. à la valeur absolue de la charge électrique des électrons qui traversent une section de ce fil en une seconde

Correction

a. Réponses 2. et 3.

b. Réponses 1. et 3.

c. Réponse 4.

Exercice 2

Énoncé

D’après Belin 2019.
Deux électrodes en graphite reliées à un générateur de tension continue sont plongées dans un bécher contenant de l’eau distillée. L’intensité du courant augmente lorsqu’on dissout dans l’eau du chlorure de cuivre $CuCl_{2_s}$, un solide ionique.
Faire le schéma du montage, indiquer le sens du courant et le sens de déplacement de tous les porteurs de charge dans les fils électriques , les électrodes et la solution aqueuse.

Correction

Les porteurs de charge dans les fils et les électrodes sont les électrons, ils se déplacent en sens opposé du sens conventionnel du courant I.
Dans la solution aqueuse, les porteurs de charge sont les cations Cu^{2+} et les anions Cl^{-}.
Voir figure 1.

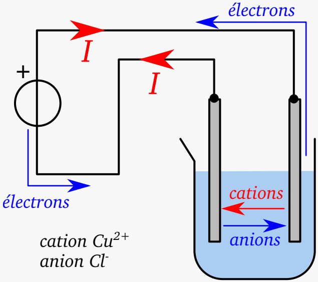

Figure *1 – L'électrolyseur.*

Exercice 3

Énoncé

D'après Belin 2019.
Un montage en série comporte un générateur de tension continue, un ampèremètre, un interrupteur, une lampe et une thermistance CTN dont la résistance diminue lorsque la température augmente.
Voir figure 2.
a. Représenter le schéma de ce montage et

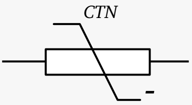

Figure 2 – *Symbole de la CTN.*

indiquer par des flèches le sens du courant et des porteurs de charges.

b. Expliquer comment évolue l'intensité du courant lorsque la température augmente.

Correction

a. Voir figure 3.
b. Si la température augmente, la

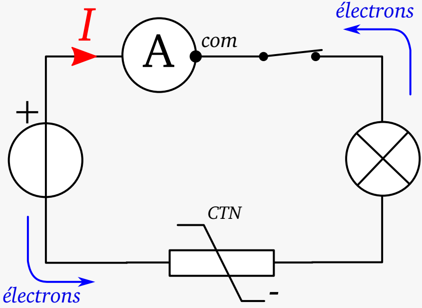

Figure 3 – *Schéma du montage.*

résistance de la CTN diminue, et le courant passe plus facilement, il augmente. L'intensité I sera plus grande, et on verra la lampe briller plus intensément.

Exercice 4

Énoncé

D’après Belin 2019.
Au cours d’un éclair de durée $3.0\ ms$, 2000 milliards de milliards d’électrons issus d’un nuage traversent l’air et le paratonnerre d’une tour.
a. Déterminer la charge électrique traversant le paratonnerre.
b. En déduire l’intensité du courant électrique correspondant.

Correction

a. Calcule du nombre d'électrons

$$\begin{aligned} N &= 2000 \times 10^9 \times 10^9 \\ &= 2.0 \times 10^3 \times 10^9 \times 10^9 \\ &= 2.0 \times 10^{21} \end{aligned}$$

Charge électrique totale

$$\begin{aligned} Q &= N \times e \\ &= 2.0 \times 10^{21} \times 1.6 \times 10^{-19} \\ &= 3,2 \times 10^2 \text{ C} \end{aligned}$$

b. Intensité du courant

$$\begin{aligned} I &= \frac{Q}{\Delta t} \\ &= \frac{3,2 \times 10^2 \text{ C}}{3.0\ ms} \\ &= \frac{3,2 \times 10^2 \text{ C}}{3.0 \times 10^{-3}\ s} \\ &= 1,07 \times 10^5\ A \end{aligned}$$

Exercice 5

Énoncé

D'après Belin 2019.
Un fil de cuivre de section $s = 2,5\ mm^2$ est parcouru par un courant d'intensité $I = 8,0\,A$.
Calculer le nombre d'électrons qui vont traverser une section de ce fil pendant *une minute*.

Correction

D'après la définition du courant

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

on a donc

$$\begin{aligned} Q &= I \times \Delta t \\ &= 8,0\ A \times 60\ sec \\ &= 480\ C \end{aligned}$$

Comme un électron a une charge (en valeur absolue) de

$$e = 1,6 \times 10^{-19}\ C$$

alors pour N électrons, on aura une charge totale

$$Q = N \times e$$

ce qui permet de calculer N si on connaît Q

$$N = \frac{Q}{e} = \frac{480\ C}{1,6 \times 10^{-19}\ C} = 3 \times 10^{21}$$

Exercice 6

Énoncé

D'après Hatier 2019.

Durant un orage, un coup de foudre «négatif» transfère du sol (chargé positivement) au nuage (chargé négativement) une charge électrique de $350\ C$ à une intensité de $120\ kA$.

a. En considérant que la foudre est un mouvement d'électrons, dans quel sens se déplacent-ils ?

b. Combien d'électrons sont transférés durant ce coup de foudre ?

c. Calculer la durée de ce phénomène.

Correction

a. Les électrons se déplacent du potentiel négatif vers le potentiel positif donc ici, des nuages vers le sol.

b. La charge totale Q peut s'exprimer en fonction du nombre d'électrons N et de leur charge individuelle (en valeur absolue) $e = 1,6 \times 10^{-19}\ C$ par la relation

$$Q = N \times e$$

On calcule N

$$N = \frac{Q}{e} = \frac{350\ C}{1,6 \times 10^{-19}\ C} = 2,19 \times 10^{21}$$

c. On utilise la définition du courant

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

On connaît I et Q, on peut alors calculer Δt

$$\Delta t = \frac{Q}{I} = \frac{350\ C}{120 \times 10^{3}\ A} = 3 \times 10^{-3}\ s$$

Exercice 7

Énoncé

D'après Hatier 2019.

Durant un orage, un coup de foudre «positif» a lieu quand le nuage est chargé positivement et le sol négativement. Il se produit une décharge électrique d'intensité $300\ kA$.

a. En considérant que la foudre est un mouvement d'électrons, dans quel sens se déplacent-ils ?

b. Le phénomène dure $0,20\ s$. Quelle charge électrique est transférée ?

Correction

a. Les électrons se déplacent du potentiel négatif vers le potentiel positif donc ici, du sol vers les des nuages.

b. Comme

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

alors

$$\begin{aligned} Q &= I \times \Delta t \\ &= 300 \times 10^3 \, A \times 0,20 \, s \\ &= 60 \, kC \end{aligned}$$

Exercice 8

Énoncé

D'après Hatier 2019.
Un courant d'intensité I transfert une charge électrique Q pendant une durée Δt. Compléter le tableau suivant 1.

Q	**I**	**Δt**
$75\ C$	...	$15\ s$
$12 \times 10^{-4}\ C$	$24\ A$	...
...	$5.0\ mA$	$25\ s$
...	$10\ A$	$2.0\ min$
$28 \times 10^{-4}\ C$	$0,70\ A$	...
$0,72\ MC$	...	$2.0\ h$
...	$1,8 \times 10^{-12}\ A$	$5.0\ ms$
$2,50 \times 10^{-1}\ C$	...	$0,125\ s$

Table *1*

Correction

Pour la première colonne $Q = I \times \Delta t$

— ligne 3

$$\begin{aligned} Q &= 5.0\ mA \times 25\ s \\ &= 5,0 \times 10^{-3}\ A \times 25\ s \\ &= 0,125\ C \end{aligned}$$

— ligne 4

$$\begin{aligned} Q &= 10\ A \times 2\ min \\ &= 10\ A \times 120\ s \\ &= 1200\ C \end{aligned}$$

— ligne 7

$$\begin{aligned} Q &= 1.8 \times 10^{-12}\ A \times 5.0\ ms \\ &= 1.8 \times 10^{-12}\ A \times 5.0 \times 10^{-3}\ s \\ &= 9,0 \times 10^{-15}\ C \end{aligned}$$

Pour la deuxième colonne $I = \frac{Q}{\Delta t}$

— ligne 1

$$I = \frac{75\ C}{15\ s} = 5\ A$$

— ligne 6

$$\begin{aligned} I &= \frac{0,72\ MC}{2.0\ h} \\ &= \frac{0,72 \times 10^6\ C}{2.0 \times 3600\ s} \\ &= 100\ A \end{aligned}$$

— ligne 8

$$\begin{aligned} I &= \frac{2,50 \times 10^{-1}\ C}{0,125\ s} \\ &= 2,0\ A \end{aligned}$$

Pour la troisième colonne $\Delta t = \frac{Q}{I}$

— ligne 2

$$\begin{aligned} \Delta t &= \frac{12 \times 10^{-4}\ C}{24\ A} \\ &= 5 \times 10^{-5}\ s \\ &= 50\ \mu s \end{aligned}$$

— ligne 5

$$
\begin{aligned}
\Delta t &= \frac{28 \times 10^4\ C}{0,70\ A} \\
&= 400000\ s \\
&= 111,1\ h \\
&= 4,6\ jours
\end{aligned}
$$

Sources réelles de tension

Exercice 9

Énoncé

D'après Belin 2019.
La tension aux bornes d'une source réelle de tension à vide E et de résistance interne r s'écrit

1. $-E+r\times I$
2. $E+r\times I$
3. $E-r\times I$
4. $-E-r\times I$

Correction

La bonne formule est la numéro 3.

Exercice 10

Énoncé

D'après Belin 2019.

Les graphes de la figure 4 représentent les caractéristiques tension-courant de différents dipôles avec les mêmes échelles.

a. Identifier parmi ces courbes celle qui représente une source de tension idéale et celles qui représentent une source de tension réelle.

b. Indiquer parmi les sources de tension réelles laquelle possède la résistance interne la plus faible.

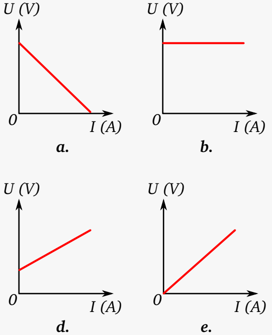

Figure *4 – Caractéristique tension courant de dipôles.*

Correction

a. La source de tension idéale correspond au graphe *b.*, les sources de tension réelles correspondent aux graphes *a.* et *c.*

b. La source de tension réelle ayant la résistance interne la plus faible est celle dont la tension aux bornes chute le moins si l'intensité du courant électrique est grande, c'est donc la source correspondant à la courbe *c.*

Exercice 11

Énoncé

D'après Belin 2019.

La tension électrique aux bornes d'une batterie nickel-cadmium est de $1,18\ V$ quand elle débite une intensité de $100\ mA$. Cette tension chute à $1,10\ V$ lorsque l'intensité débitée est de $0,500\ A$.

Calculer la tension à vide E et la résistance interne r de cet accumulateur.

Correction

La tension U aux bornes de la batterie quand elle est traversée par un courant i est donnée par la relation

$$U = E - r \times I$$

On connaît deux points de fonctionnement et on peut écrire un système de deux équations à deux inconnues

$$1,18 = E - r \times 0,100 \quad (1)$$
$$1,10 = E - r \times 0,500 \quad (2)$$

On soustrait l'équation (2) à l'équation (1) pour calculer la résistance r

$$\begin{aligned}
1,18 - 1,10 &= -r \times 0,100 + r \times 0,500 \\
0,08 &= r \times (0,500 - 0,100) \\
0,08 &= r \times 0,400 \\
r &= \frac{0,08}{0,400} \\
r &= 0,2\,\Omega
\end{aligned}$$

On remplace la valeur de r dans l'équation (1) pour calculer E

$$\begin{aligned} 1,18 &= E - 0,2 \times 0,100 \\ 1,18 &= E - 0,02 \\ E &= 1,18 + 0,02 \\ E &= 1,20\ V \end{aligned}$$

Finalement, la caractéristique tension courant de l'accumulateur est

$$U = 1,20 - 0,2 \times I$$

Exercice 12

Énoncé

D'après Belin 2019.
Les mesures du courant et de la tension aux bornes d'une pile électrochimique sont regroupées dans le tableau 2.

I (mA)	U (V)I
0	4,70
100	4,50
200	4,40
300	4,27
400	4,13
500	3,98
600	3,82

Table *2*

a. Faire le schéma du montage électrique permettant d'effectuer la mesure de la caractéristique tension-courant d'une pile.

b. Tracer la caractéristique tension courant $U = f(I)$ de cette pile.

c. Justifier que le nuage de points obtenu peut être modélisé par la relation $U = E - r \times I$.

d. En déduire les valeurs de la tension à vide E de la pile et de sa résistance interne r.

e. Déterminer la charge électrique délivrée par la pile pendant $5,0\ min$ si la tension à ses bornes est $4,0\ V$.

Correction

a. Montage de mesure, voir figure 5.
b. Voir graphique figure 6.

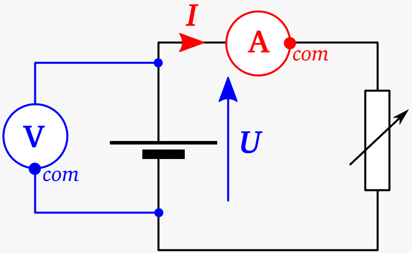

Figure 5 – *Caractéristique tension courant d'une pile.*

c. Les points sont quasiment alignés sur une droite décroissante.
d. La tension à vide se mesure graphiquement pour un courant nul, ici on a

$$E = 4,7\ V$$

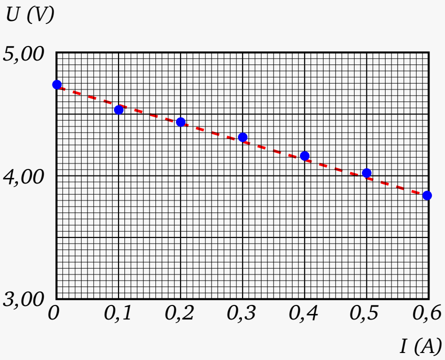

Figure *6 – Mesure de la caractéristique tension courant d'une pile.*

Pour calculer r , on prend un point

$$(0,6\,A; 3,8\,V)$$

sur la droite et on remplace les valeurs dans l'équation

$$3,8 = 4,7 - r \times 0,6$$

puis on isole r

$$\begin{aligned} 3,8 &= 4,7 - r \times 0,6 \\ 4,7 - 3,8 &= r \times 0,6 \\ \frac{4,7-3,8}{0,6} &= r \\ r &= 1,5\ \Omega \end{aligned}$$

e. On calcule le courant traversant la pile si

$$U = 4,0\ V$$

$$\begin{aligned} 4,0 &= 4,7_1,5 \times I \\ 1,5 \times I &= 4,7 - 4,0 \\ I &= \frac{4,7-4,0}{1,5} \\ I &= 0,47\ A \end{aligned}$$

puis on calcule

$$\begin{aligned} Q &= I \times \Delta t \\ &= 0,47\ A \times 5,0\ min \\ &= 0,47\ A \times 5,0 \times 60\ s \\ &= 140\ C \end{aligned}$$

Exercice 13

Énoncé

D'après Belin 2019.

Un générateur ($E = 6,0\ V$ et $r = 4,0\ \Omega$) est branché aux bornes d'une résistance de valeur $R = 50\ \Omega$.

a. Faire le schéma du montage.

b. Représenter le sens du courant électrique et le sens de déplacement des électrons.

c. Déterminer graphiquement les coordonnées du point de fonctionnement de ce montage.

d. En déduire la valeur de la puissance dissipé par effet Joule dans la résistance.

Correction

a. et **b.** Voir figure 7.

c. Voit figure 8. On trace sur le même gra-

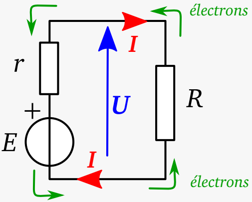

Figure *7 – Montage.*

phique

— la caractéristique tension courant du générateur

$$U = 6,0 - 4,0 \times I$$

— la caractéristique tension courant du dipôle ohmique

$$U = 50 \times I$$

Le point de fonctionnement est l'intersection des deux droites, et on trouve

- une tension $U = 5,5\ V$
- un courant $I = 0,11\ A$

d. La puissance dissipée par effet Joule est

$$\begin{aligned} P_{\text{Joule}} &= R \times I^2 \\ &= 50\ \Omega \times (0,11\ A)^2 \\ &= 0,61\ W \end{aligned}$$

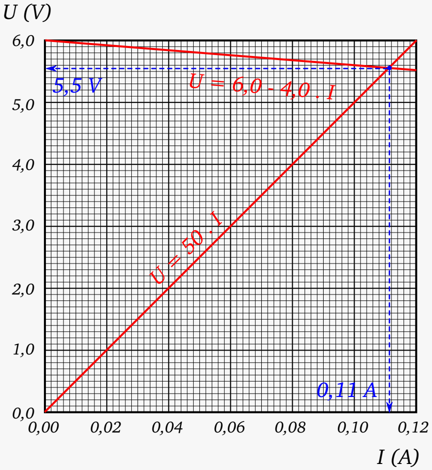

Figure *8 – Point de fonctionnement.*

Puissance et énergie, bilan et rendement

Exercice 14

Énoncé

D'après Belin 2019.

a. Soit P la puissance électrique consommée par un appareil. Peut-on calculer l'intensité du courant qui circule dans l'appareil ?

1. oui, d'autres données sont inutiles
2. oui, si la tension aux bornes de l'appareil est donnée
3. oui, si la durée de fonctionnement de l'appareil est donnée
4. non, il n'y a aucun moyen

b. Parmi les unités suivantes, indiquer lesquelles sont des unités d'énergie

1. $W.h$
2. W
3. $J.s^{-1}$

4. kJ

c. Si U et I sont connues pour un dipôle, alors la puissance P qu'il reçoit ou cède vaut

1. $U \times I^2$
2. $\frac{U}{I}$
3. $U \times I$
4. $\frac{I}{U}$

d. Le rendement r d'une lampe est défini par

1. $$\frac{P_{\textbf{électrique}}}{P_{\textbf{thermique}}}$$
2. $$\frac{P_{\textbf{lumineux}}}{P_{\textbf{électrique}}}$$
3. $$\frac{P_{\textbf{thermique}}}{P_{\textbf{électrique}}}$$
4. $$\frac{P_{\textbf{lumineux}}}{P_{\textbf{thermique}}}$$

Correction

a. Réponse 2 car $P = U \times I$ et donc $I = \frac{P}{U}$.
b. Réponses 1 et 4 car $W.h = W.3600\ s = 3600\ W.s = 3600\ J$ et $kJ = 1000\ J$.
c. Réponse 3 car par définition $P = U \times I$.
d. Une lampe transforme l'énergie électrique en énergie lumineuse, avec quelques pertes sous forme d'énergie thermique, donc la bonne réponse est 2.

Exercice 15

Énoncé

D’après Belin 2019.
Bébert a quitté sa chambre à $7h15min$. En rentrant du lycée à $16h45min$ il se rend compt qu’il a oublié d’éteindre une lampe de $18,5\ W$ dans sa chambre.
Le prix d’un $kW.h$ est environ $0,15\ euro$.
a. Calculer l’énergie consommée par la lampe pendant son absence.
b. En déduire le prix correspondant.

Correction

a. Comme $P = \frac{E}{\Delta t}$ alors

$$E = P \times \Delta t$$

et donc

$$\begin{aligned} \Delta t &= 16h45min - 7h15min \\ &= 9h30min \\ &= 9,5\ h \end{aligned}$$

Finalement

$$\begin{aligned} E &= 18,5\ W \times 9,5\ h \\ &= 175,8\ W.h \end{aligned}$$

b. $1000\ W.h$ correspondent à 15 centimes donc proportionnellement, $176\ W.h$ correspondent à $2,6$ centimes.

Exercice 16

Énoncé

D'après Belin 2019.

Depuis le 31 décembre 2012, il est interdit de vendre des ampoules à incandescence en France.

— une ampoule à incandescence consomme $60\ J$ d'énergie électrique pour fournir $3\ J$ d'énergie lumineuse et $57\ J$ d'énergie thermique.

— une ampoule fluo compacte consomme $11\ J$ d'énergie électrique pour fournir $3\ J$ d'énergie lumineuse et $8\ J$ d'énergie thermique.

Calculer le rendement de chaque type d'ampoule et justifier cette interdiction.

Correction

- ampoule à incandescence

$$r = \frac{E_{\textit{lum.}}}{E_{\textit{élec.}}} = \frac{3\ J}{60\ J} = 5\ \%$$

- une ampoule fluo compacte

$$r = \frac{E_{\textit{lum.}}}{E_{\textit{élec.}}} = \frac{3\ J}{11\ J} = 27\ \%$$

À énergie lumineuse identique, la consommation d'énergie est plus faible pour la lampe fluo compacte car son rendement de conversion est meilleur. Par soucis d'économies d'énergies, on préfère les lampes ayant le meilleur rendement.

Exercice 17

Énoncé

D'après Belin 2019.

Un four à micro ondes de $1200\ W$ a un rendement de $65\ \%$. Pour élever la température de $1\ mL$ d'eau de $1\ ^{o}C$ il faut fournir une énergie de $4,18\ J$.

a. Représenter le schéma de conversion d'énergie de ce four.

b. Calculer l'énergie perdue si le four fonctionne $2\ min$.

c. Déterminer la durée minimale nécessaire pour faire bouillir $500\ mL$ d'eau initialement à $20\ ^{o}C$.

Correction

a. Voir figure 9.

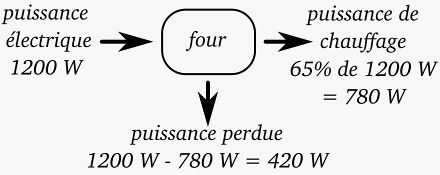

Figure *9 – Bilan de puissance du four*

b. L'énergie perdue est

$$\begin{aligned} E &= P_{perdue} \times \Delta t \\ &= 420\ W \times 2 \times 60\ s \\ &= 50400\ J \end{aligned}$$

c. On a $500\ mL$ d'eau à $20\ ^oC$.

— il faut augmenter la température de l'eau de $80\ ^oC$, pour $1\ mL$, on a besoin de $4,18\ J \times 80 = 334\ J$, donc pour $500\ mL$, il faudra en tout $500 \times 334 = 167200\ J$.

— le four fournit $780\ W$ de puissance utile, soit $780\ J$ en $1\ s$. Pour utiliser $167200\ J$, il faudra donc $214\ s$ soit environ $3 min\ 34 sec$.

Exercice 18

Énoncé

D'après Hatier 2019.
Soit un circuit comportant un générateur idéal de tension de force électromotrice $U_g = 12\ V$ et deux dipôles ohmiques en série de résistance $R_1 = 400\ \Omega$ et $R_2 = 200\ \Omega$. Dans le circuit circule un courant d'intensité $I = 20\ mA$.
Voir schéma sur la figure 10.

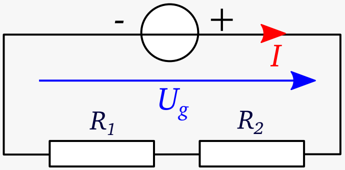

Figure *10*

a. Calculer la puissance électrique fournie par le générateur du circuit.

b. Calculer la puissance reçue par chaque dipôle ohmique. Comparer leur somme à la valeur trouvée à la question a.

c. Quelle est la conversion d'énergie effectuée par les résistances ?

Correction

a. $P = U_g \times I = 12\ V \times 20\ mA = 12\ V \times 20 \times 10^{-3}\ A = 0,24\ W$.

b.

— $P_1 = R_1 \times I^2 = 400 \times (0,020)^2 = 0,16\ W$

— $P_2 = R_2 \times I^2 = 200 \times (0,020)^2 = 0,08\ W$

La somme des puissances absorbées

$$0,16 + 0,08 = 0,24\ W$$

est identique à la puissance fournie par le générateur.

c. La résistance convertit une énergie électrique en énergie thermique avec un rendement de 100%.

Exercice 19

Énoncé

D'après Hatier 2019.
Soit le circuit décrit sur le schéma de la figure 11, avec $U_g = 12\ V$, $R_1 = 90\ \Omega$, et $R_2 = 180\ \Omega$.

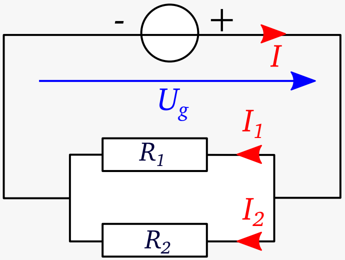

Figure *11*

a. Calculer I_1 et I_2.

b. Calculer la puissance électrique fournie par le générateur du circuit.

c. Calculer la puissance reçue par chaque dipôle ohmique. Comparer leur somme à la réponse trouvée en b.

Correction

a. Aux bornes de chaque résistance, on a une tension U_g donc en appliquant la loi d'Ohm, on peut écrire

$$U_g = R_1 \times I_1$$
$$U_g = R_2 \times I_2$$

et donc

$$I_1 = \frac{U_g}{R_1} = \frac{12}{90} = 0,133\,A$$
$$I_2 = \frac{U_g}{R_2} = \frac{12}{180} = 0,0667\,A$$

b. La puissance fournie par le générateur s'écrit

$$P = U_g \times I$$

en appliquant la loi des nœuds

$$I = I_1 + I_2$$

et donc

$$P = U_g \times (I_1 + I_2)$$

$$= 12 \times (0,133 + 0,0667)$$
$$= 2,40\ W$$

c. On a vu en cours que la puissance dissipée par effet Joule dans une résistance peut s'écrire

$$P_1 = \frac{{U_g}^2}{R_1} = \frac{12^2}{90} = 1,6\ W$$
$$P_2 = \frac{{U_g}^2}{R_2} = \frac{12^2}{180} = 0,8\ W$$

On constate que la somme des puissances absorbées est identique à la puissance fournie.

Exercice 20

Énoncé

D'après Hatier 2019.

Un radiateur électrique de puissance $P = 2,0\ kW$ est considéré comme un dipôle ohmique de résistance R soumis à une tension $U = 230\ V$.

a. Calculer l'intensité I du courant électrique qui parcourt le radiateur.

b. En déduire la valeur de R.

Correction

a. Par définition de la puissance électrique

$$P = U \times I$$
$$2000\ W = 230\ V \times I$$
$$I = \frac{2000\ W}{230\ V}$$
$$I = 8,7\ A$$

b. On applique la loi d'Ohm

$$U = R \times I$$
$$230\ V = R \times 8,7\ A$$
$$R = \frac{230\ V}{8,7\ A}$$
$$R = 26,4\ \Omega$$

Exercice 21

Énoncé

D'après Hatier 2019.

Une pile, considérée comme un générateur idéal de force électro motrice $E = 1,5\ V$ alimente une montre consommant une puissance électrique $P = 10\ \mu W$.

a. Exprimer l'intensité I du courant électrique fourni par la pile et calculer sa valeur.

b. La montre fonctionne pendant trois ans. Calculer l'énergie consommée par la montre sur cette durée.

c. Calculer la charge électrique qui a été transférée de la pile à la montre durant cette période.

Correction

a. Par définition de la puissance électrique

$$
\begin{aligned}
P &= E \times I \\
I &= \frac{P}{E} \\
I &= \frac{10 \times 10^{-6}\,W}{1,5\,V} \\
I &= 6,67 \times 10^{-6}\,A
\end{aligned}
$$

b. L'énergie dépend de la puissance et du temps écoulé

$$
\begin{aligned}
E &= P \times \Delta t \\
&= 10 \times 10^{-6} \times 3 \times 365 \times 24 \times 3600\,s \\
&= 946\,J
\end{aligned}
$$

c. D'après la définition du courant électrique

$$
\begin{aligned}
I &= \frac{Q}{\Delta t} \\
Q &= I \times \Delta t
\end{aligned}
$$

$$= 6,67 \times 10^{-6} \times 3 \times 365$$
$$\times 24 \times 3600\ s$$
$$= 631\ C$$

Exercice 22

Énoncé

D'après Hatier 2019.
Une pile a une force électromotrice $E = 4,5\ V$ et une résistance interne $r = 50\ m\Omega$. Elle alimente une lampe ayant une tension $U_L = 4,0\ V$ à ses bornes.

a. Faire un schéma du montage électrique.

b. Exprimer l'intensité du courant I délivré par la pile en fonction de E, U_L et r.

c. Calculer la puissance reçue par la lampe.

d. Exprimer et calculer le rendement de la pile.

Correction

a. Voir le schéma sur la figure 12.

b. La tension aux bornes de la pile est égale

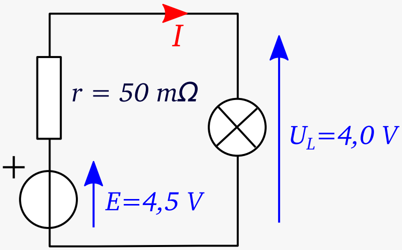

Figure *12*

à la tension aux bornes de la lampe

$$U = E - r \times I$$
$$= U_L$$
$$U_L = E - r \times I$$
$$U_L + r \times I = E$$

$$r \times I = E - U_L$$

$$I = \frac{E - U_L}{r}$$

$$I = \frac{4,5 - 4,0}{50 \times 10^{-3}}$$

$$I = 10\,A$$

c.

$$P_L = U_L \times I$$

$$= 4,0 \times 10$$

$$= 40\,W$$

d. Puissance fournie par la pile

$$P = E \times I = 45 \times 10 = 45\,W$$

Pertes par effet Joule dans la pile

$$p_J = r \times (I)^2 = 50 \times 10^{-3} \times (10)^2 = 5\,W$$

Puissance utilisable aux bornes de la pile

$$P_u = P - p_J = 45 - 5 = 40\,W$$

Rendement

$$r = \frac{P_u}{P} = \frac{40}{45} = 89\,\%$$

Exercice 23

Énoncé

D'après Hatier 2019.
Une éolienne reçoit une puissance mécanique de $500\ kW$ et la convertit en une puissance électrique de $150\ kW$.
a. Calculer le rendement de l'éolienne.
Qu'est devenue la puissance perdue ?
b. La tension en sortie de l'éolienne est de $630\ V$. Calculer l'intensité du courant produit par l'éolienne.
c. Le circuit électrique auquel l'éolienne fournit sa puissance est assimilable à un dipôle ohmique de résistance R. Calculer la valeur de R.

Correction

a. On connaît la puissance mécanique (puissance fournie) et la puissance électrique (puissance utile) et on peut alors calculer le rendement

$$r = \frac{P_{utile}}{P_{fournie}} = \frac{150}{500} = 30\ \%$$

Les pertes d'énergies ont lieu en plusieurs endroits :

- la turbulence du vent au niveau des pales d'hélice
- des frottements mécaniques dans la boite de pignon reliant l'hélice à l'alternateur
- des pertes par effet Joule dans les bobines de l'alternateur

b.

$$P = U \times I$$
$$I = \frac{P}{U}$$

$$I = \frac{150 \times 10^3\ W}{630\ V}$$

$$I = 238\ A$$

c.

$$P = R \times (I)^2$$

$$R = \frac{P}{(I)^2}$$

$$R = \frac{150 \times 10^3\ W}{(238\ A)^2}$$

$$R = 2{,}6\ \Omega$$

Exercice 24

Énoncé

D'après Hatier 2019.
Un générateur ou un récepteur a une tension U à ses bornes, il est traversé par un courant I et fournit ou absorbe une puissance P. Compléter le tableau 3.

P	I	U
$20\ W$	...	$5,0\ V$
...	$56,2\ \mu A$	$2,3\ V$
$9,51 \times 10^4\ W$	$0,70\ A$	...
$3,72 \times 10^7\ W$	$0,6\ A$	...
$8,16 \times 10^{-3}\ W$	...	$0,41\ V$
...	$1,2\ A$	$5,23\ kV$

Table *3*

Correction

Pour la colonne 1, on utilise $P = U \times I$

— ligne 2

$$\begin{aligned} P &= 2,3 \times 56,2 \times 10^{-6} \\ &= 1,3 \times 10^{-4}\ W \end{aligned}$$

— ligne 6

$$P = 5230 \times 1,2 = 6276\ W$$

Pour la colonne 2 on utilise $I = \frac{P}{U}$

— ligne 1

$$I = \frac{20}{5} = 4\ A$$

— ligne 5

$$I = \frac{8,16 \times 10^{-3}}{0,41} = 0,02\ A$$

Pour la colonne 3 on utilise $U = \frac{P}{I}$

— ligne 3

$$U = \frac{9,51 \times 10^{4}}{0,70} = 136\ kV$$

— ligne 4

$$U = \frac{3,72 \times 10^7}{0,6} = 62\ MV$$

Exercice 25

Énoncé

D’après Hatier 2019.

Un fabriquant de dipôles ohmiques indique qu’ils peuvent supporter une puissance maximale $P = 3,0\ W$.

a. Calculer l’intensité maximale I du courant qui peut traverser un dipôle de résistance $R = 200\ \Omega$.

b. Que se passe-t-il si elle est dépassée ?

Correction

a. Comme

$$P = R \times I^2$$

on peut écrire

$$I^2 = \frac{P}{R}$$

et en prenant la racine carrée

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}}$$

L'intensité maximale sera donc

$$I_{max} = \sqrt{\frac{3,0}{200}} = 0,120\,A$$

b. La résistance chauffe très fort, puis elle est détruite par la chaleur, elle fume et sent très mauvais.

Exercice 26

Énoncé

D'après Hatier 2019.
Un générateur réel est modélisé par un générateur idéal de tension $E = 12\ V$ en série avec un dipôle ohmique de résitance $r = 2,0\ \Omega$. La notice indique que l'intensité du courant qui le traverse ne peut excéder $1,0\ A$. Ce générateur est monté dans un circuit série comprenant une résistance variable R_h et une résistance de protection $R_p = 10,0\ \Omega$.
a. En utilisant la loi des mailles et la loi d'Ohm exprimer l'intensité I du courant qui parcourt le circuit en fonction de E, r , R_h et R_p.
b. R_h peut varier de $0\ \Omega$ à $33\ \Omega$. Donner les valeurs minimale et maximale de I.
c. Sans résistance de protection, quelles seraient les valeurs minimales et maximales de I ?

d. Conclure quand au rôle de la résistance de protection dans le circuit.

Correction

a. Voir figure 13. On applique la loi des

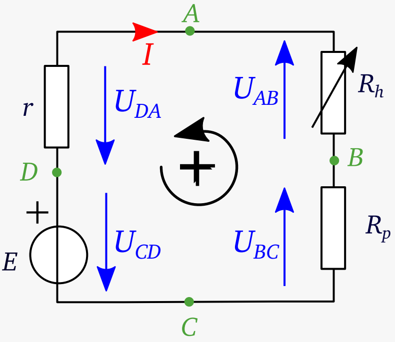

Figure *13*

mailles

$$U_{DA} + U_{AB} + U_{BC} + U_{CD} = 0\ Volts$$

puis la loi d'Ohm permet d'écrire

$$U_{DA} = r \times I$$

$$U_{AB} = R_h \times I$$
$$U_{CD} = R_p \times I$$

et enfin

$$U_{CD} = -E$$

donc finalement

$$r \times I + R_h \times I + R_p \times I - E = 0$$

On isole I dans cette égalité

$$I = \frac{E}{r + R_h + R_p}$$

b.

$$I_{min} = \frac{12}{2 + 33 + 10} = 0,27\,A$$
$$I_{max} = \frac{12}{2 + 0 + 10} = 1,0\,A$$

c.

$$I_{min} = \frac{12}{2 + 33 + 0} = 0,34\,A$$
$$I_{max} = \frac{12}{2 + 0 + 0} = 6,0\,A$$

L'intensité maximale est largement suffisante pour détruire le dipôle !

d. La résistance de protection limite la valeur maximale du courant dans le circuit.

Exercice 27

Énoncé

D'après Hatier 2019.
Le dihydrogène peut être produit par électrolyse de l'eau en forçant électriquement la réaction suivante

$$2H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2$$

a. Un électrolyseur industriel fonctionne sous une tension de $2.00\ V$, est parcouru par un courant électrique d'intensité $I = 3,5\ kA$ et consomme $1,8 \times 10^7\ J$ pour produire un mètre cube de dihydrogène. Calculer la puissance électrique reçue par l'électrolyseur.
b. Calculer la durée de production d'un mètre cube de dihydrogène.
c. Dans l'électrolyseur, $7,7 \times 10^5\ J$ sont perdus thermiquement et $5,5 \times 10^6\ J$ donnent lieu à la production de O_2 qui n'est pas va-

lorisé. Calculer le rendement de l'électrolyseur.

d. Quelles conversions d'énergies sont réalisés ?

e. Si le dioxygène était valorisé, que deviendrait le rendement ?

Correction

a. Comme $P = U \times I$ on a

$$\begin{aligned} P &= 2,0\ V \times 3,5 \times 10^3\ A \\ &= 7\ kW = 7000\ J.s^{-1} \end{aligned}$$

b. Pour $1\ m^3$ il faut $1,8 \times 10^7\ J$, en $1\ s$, on consomme $7000\ J$, donc il faut par proportion une durée de

$$\frac{1,8 \times 10^7\ J}{7000\ J} \times 1\ s = 2571\ s$$

pour produire $1\ m^3$ de dihydrogène.

c. On fait le bilan de puissance de l'électrolyseur

— il reçoit une énergie de $1,8 \times 10^7\ J$

— les pertes sont de $7,7 \times 10^5\ J + 5,7 \times 10^7\ J$

— l'énergie utilisable sera la différence $1,8 \times 10^7\ J - 7,7 \times 10^5\ J - 5,7 \times 10^7\ J = 1,15 \times 10^7\ J$

Donc le rendement sera

$$r = \frac{1,15 \times 10^7\ J}{1,8 \times 10^7\ J} = 64\ \%$$

d. L'énergie électrique est convertie en énergie thermique et en énergie chimique.
e. On ne tient compte que des pertes thermiques qui se retranchent à l'énergie fournie au départ

$$r = \frac{1,8 \times 10^7 - 7,7 \times 10^5}{1,8 \times 10^7} = 96\ \%$$

Exercice 28

Énoncé

D'après Belin 2019.
On dispose d'un générateur de tension à vide de $9,0\ V$ et de résistance interne $3,5\ \Omega$. Le générateur est mis en court circuit en reliant les deux bornes par un fil électrique.

a. Faire le schéma du montage.

b. Déterminer la valeur de la tension aux bornes du générateur et la valeur de l'intensité de court circuit.

c. Calculer la valeur de la puissance électrique fournie par la pile ainsi que la puissance dissipée par effet Joule et la puissance utilisable.

d. Faire le bilan de puissance du générateur et calculer son rendement quand il est en court circuit.

e. Indiquer quel est l'effet du court circuit sur le générateur.

Correction

a. Voir le schéma sur la figure 14.
b. Comme on a une tension nulle aux

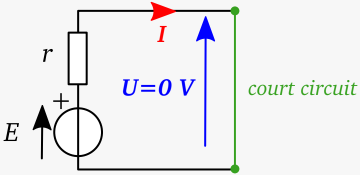

Figure *14*

bornes du générateur, on peut écrire

$$
\begin{aligned}
U &= E - r \times I \\
0 &= 9,0 - 3,5 \times I \\
3,5 \times I &= 9,0 \\
I &= \frac{9,0}{3,5} \\
I &= 2,57\,A
\end{aligned}
$$

c. La pile fournit une puissance électrique égale à

$$P = E \times I = 9,0 \times 2,57 = 23,1\ W$$

La puissance dissipée par effet Joule est

$$P_J = R \times (I)^2 = 3,5 \times 2,57^2 = 23,1\ W$$

La puissance utilisable est la différence de la puissance de la pile et la puissance dissipée par effet Joule. Elle est ici nulle. On peut aussi la calculer comme étant

$$P_u = U \times I = 0.0 \times 2,57 = 0,0\ W$$

car la tension est nulle aux bornes à cause du court circuit.

d. Le rendement est nul, il n'y a pas de puissance utilisable, toute la puissance électrique est convertie en puissance thermique par effet Joule.

e. Le court circuit va faire fortement chauffer le générateur. Dans certains cas, cela peut devenir très dangereux. Par exemple, une batterie de voiture en court circuit va mettre son électrolyte en ébullition et exploser, projetant de l'acide sulfurique bouillant aux alentours.

Exercice 29

Énoncé

D'après Belin 2019.
Un électrolyseur est un récepteur qui transforme l'énergie électrique en énergie chimique et en énergie thermique par effet Joule.
Avec un électrolyseur contenant du sulfate de sodium, l'eau se transforme en dioxygène et en dihydrogène. Pour mesurer la caractéristique tension courant d'un électrolyseur, on réalise le montage de la figure 15.
Les mesures expérimentales sont présentées dans le tableau 4.

a. Tracer la caractéristique $U = f(I)$.
b. À partir de quelle tension appliquée par le générateur l'électrolyseur laisse-t-il passer le courant électrique ?
c. Montrer que lorsque l'électrolyseur

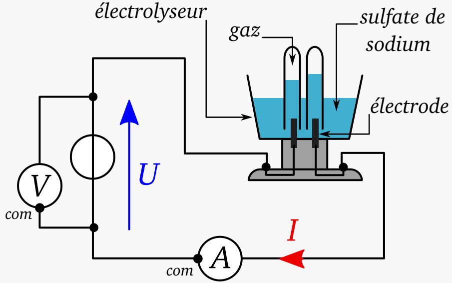

Figure *15*

conduit le courant, la tension à ses bornes et l'intensité sont liées par une relation de la forme

$$U = E' + r' \times I$$

d. Déterminer la valeur des paramètres E' et r'.

e. Effectuer le bilan de puissance de l'électrolyseur, définir son rendement et montrer qu'on peut écrire $r = \frac{E'}{U}$.

f. Calculer le rendement de l'électrolyseur

I (A)	**U (V)**
0.0	$0,00$
0.0	$1,00$
0.0	$2,00$
0.0	$2,50$
0.020	$3,00$
0.047	$3,24$
0.061	$3,39$
0.073	$3,49$
0.100	$3,73$

Table *4*

pour $I = 50\ mA$.

Correction

a. Voir graphique sur la figure 16.

b. Sur le graphique, si $U = 2,75\ V$ alors le

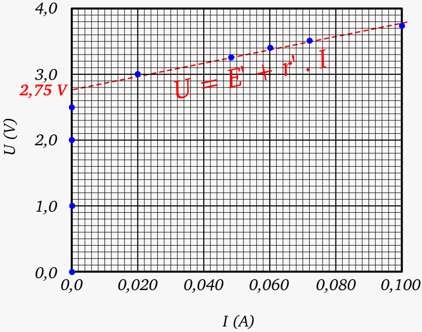

Figure *16*

courant commence à circuler.

c. On voit que les points sont alignés le long d'une droite tracée en rouge sur le graphe.

d. Le paramètre E' se lit sur le graphe pour

$I = 0,0\,A$ et on trouve

$$E' = 2,75\ V$$

Pour la résistance r', on prend un point sur la droite, pour une grande valeur du courant et on résout l'équation

$$\begin{aligned} U &= E' + r' \times I \\ 3,73 &= 2,75 + r' \times 0,100 \\ 3,73 - 2,75 &= r' \times 0,100 \\ r' &= \frac{3,73 - 2,75}{0,100} \\ r' &= 10\ \Omega \end{aligned}$$

e. L'électrolyseur reçoit une puissance électrique

$$P = U \times I$$

Il transforme une partie de cette puissance électrique en puissance dissipée par effet Joule à cause de sa résistance interne r'

$$P_J = r' \times (I)^2$$

Le reste de la puissance est transformée en puissance chimique qui sera utilisable dans les molécules de gaz synthétisées

$$P_u = E' \times I$$

Le rendement de conversion de la puissance électrique en puissance chimique sera alors

$$r = \frac{P_u}{P} = \frac{E' \times I}{U \times I} = \frac{E'}{U}$$

f. On sait que $E' = 2,75\ V$ et on calcule U grâce à la formule

$$\begin{aligned} U &= E' + r' \times I \\ &= 2,75 + 10 \times 0,050 \\ &= 3,25\ V \end{aligned}$$

et on peut alors calculer le rendement

$$r = \frac{E'}{U} = \frac{2,75}{3,25} = 85\ \%$$