Aspects énergétiques des phénomènes électriques-Correction

QCM

1. Le courant électrique.

1 B. 2 C. 3 B.

2. Source réelle de tension.

4 A et C. 5 B.

3. Puissance et énergie.

6 C. 8 A et B.

7 C. 9 A et C.

---

11 **1.** $Q = I \cdot \Delta t = 0{,}10 \times 60 = 6{,}0$ C

2. Un électron a une charge de $1{,}602 \times 10^{-19}$ C. Il faudra donc $N = \dfrac{6}{1{,}602 \times 10^{-19}} = 3{,}7 \cdot 10^{19}$ électrons libres soit $n = \dfrac{3{,}7 \times 10^{19}}{6{,}022 \times 10^{23}} = 6{,}2 \cdot 10^{-5}$ mol d'électrons.

12 **1.** $Q = 72 \times 3\,600 = 2{,}6 \cdot 10^{5}$ C

2. Un électron a une charge de $1{,}602 \times 10^{-19}$ C.
Cela correspond donc à $N = \dfrac{2{,}6 \times 10^{5}}{1{,}602 \times 10^{-19}} = 1{,}6 \cdot 10^{24}$ électrons libres soit $n = \dfrac{1{,}6 \times 10^{24}}{6{,}022 \times 10^{23}} = 2{,}7$ mol d'électrons.

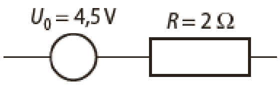
14 **1. a.** Un ion argent comporte une charge « + » résiduelle. Sa charge est donc $q = 1{,}602 \times 10^{-19}$ C
b. La pièce à argenter est reliée à la borne -, celle qui attire les ions Ag^{+} .

2. a. La masse molaire de l'argent est $M_{ag} = 108$ g · mol^{-1}. Puisqu'il s'est déposé 5,00 mg soit $m = 5{,}00 \cdot 10^{-3}$ g d'argent, cela correspond à $n = \dfrac{5{,}00 \times 10^{-3}}{108} = 4{,}63 \cdot 10^{-5}$ mol d'argent.

2. b. La charge totale correspondant aux ions argent déplacés est : $Q = 1{,}602 \times 10^{-19} \times 4{,}63 \times 10^{-5} \times 6{,}022 \times 10^{23} = 4{,}47$ C.

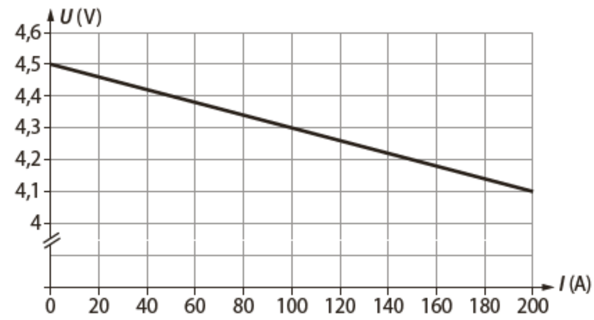
2. c. ce qui correspond à une intensité de courant électrique moyenne : $I = \dfrac{4{,}47}{1{,}25} = 9{,}92 \times 10^{-3}$ A

16 **1.** Schéma de l'équivalent électrique de la source de tension :



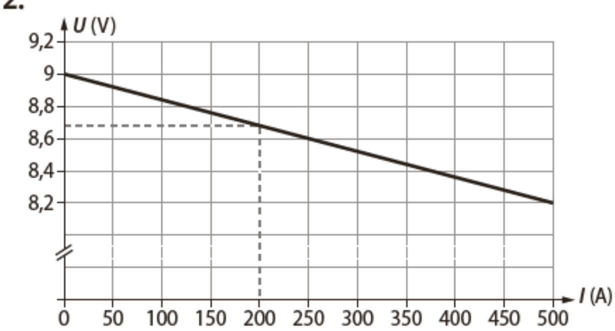
2. Une source idéale de tension a une tension constante entre ses bornes (qui ne dépend donc pas de l'intensité du courant électrique qu'elle délivre).

3. La caractéristique d'une telle source est la représentation graphique de $U = U_0 - R \cdot I$:



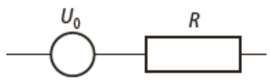
17 **1.** La tension à vide correspond à la tension de la pile lorsque rien n'est branché à ses bornes. L'intensité du courant électrique débité vaut alors 0 A. Pour la pile décrite, $U_0 = 9{,}0$ V

2.



3. Si on calcule la pente de la droite, on trouve une résistance interne $r = 1{,}5\ \Omega$.

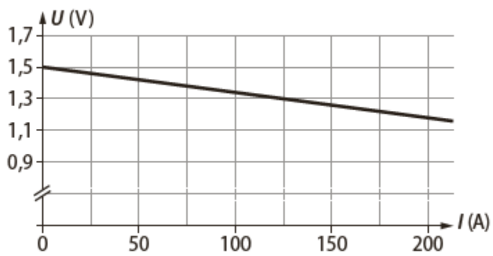
18 **1.**



U_0 est la tension à vide de la source idéale de tension et R est la résistance interne de la source réelle de tension.

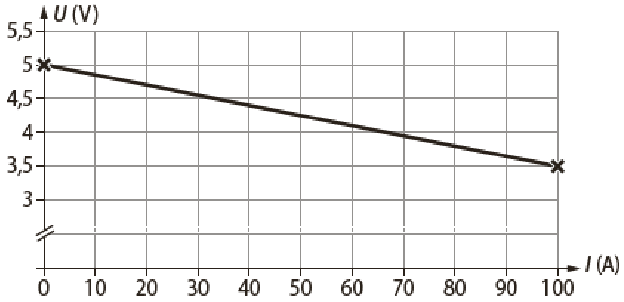
2. L'équation de la droite est : $U = 1{,}5 - 5 \times I$ avec U en volt et I en ampère. Ainsi, $U_0 = 1{,}5$ V et $R = 5\ \Omega$.

19 **1.**



2. La présence d'une résistance interne fait diminuer la tension électrique aux bornes de la pile au fur et à mesure que l'intensité du courant qu'elle débite augmente. Sa tension n'est donc pas stable.

21 **1.**



2. Pour $I = 20$ mA, on a $U = 5{,}0 - 15 \times 0{,}02 = 4{,}7$ V

3. Pour $U = 4{,}4$ V, $I = (5 - 4{,}4)/15 = 0{,}04$ A $= 40$ mA

23 **1.** Le générateur délivre une puissance $P_G = 4{,}5 \times 0{,}200 = 0{,}90$ W

2. Puissance reçue par les lampes :
$P_{L1} = 3{,}2 \times 0{,}200 = 0{,}64$ W
$P_{L2} = 1{,}3 \times 0{,}200 = 0{,}26$ W

3. $P_{total} = P_{L1} + P_{L2} = 0{,}64 + 0{,}26 = 0{,}90$ W. On retrouve P_G ce qui confirme que la puissance délivrée par le générateur est bien celle utilisée par les lampes. Ainsi, l'énergie est conservée dans le circuit.

24 **1.** $P = R \,.\, I^2$ d'où $R = \dfrac{P}{I^2} = \dfrac{10 \times 10^{-3}}{1^2} = 1{,}0 \times 10^{-2}\ \Omega$.

2. Pour multiplier la puissance par 4, il faut multiplier l'intensité du courant électrique par 2 (car I est au carré). Ainsi, $I = 2$A

25 **1.** Pour une heure d'utilisation, $E_{fourni} = 75{,}0 \times 3\,600 = 2{,}70 \times 10^5$ J. Si le rendement est de 2,0 %, $E_{utile} = 0{,}02 \times 2{,}70 \times 10^5 = 5{,}4 \times 10^3$ J et $E_{effet\ joule} = 0{,}98 \times 2{,}70 \times 10^5 = 2{,}65 \times 10^5$ J.

2. Pour une lampe DEL de 6,0 W, $E_{fourni} = 6 \times 3\,600 = 2{,}16 \times 10^4$ J. Puisque la puissance lumineuse est la même, alors $E_{utile} = 5{,}4 \times 10^3$ J

d'où $\rho = \dfrac{E_{utile}}{E_{fourni}} = \dfrac{5{,}4 \times 10^3}{2{,}16 \times 10^4} = 0{,}25 = 25\ \%$.

3. Pour 30 min d'utilisation, E_f et E_u sont divisés par 2. Le rendement est donc exactement le même. Il ne dépend pas de la durée d'utilisation.

28 Batterie lithium-ion

1. D'après le graphique, la tension à vide est de 3,6 V (pour $I = 0$ A, $U = 3{,}6$ V). La résistance interne peut se calculer à partir de deux point de la droite (0 ; 3,6) et (550 ; 3,5) :

$$\frac{3{,}5 - 3{,}6}{0{,}550 - 0} = -0{,}18 \text{ d'où } \boldsymbol{r = 0{,}18\ \Omega}.$$

2. a. L'énergie contenue dans la batterie est de $0{,}97 \times 50 = 48{,}5$ kJ pour une puissance $P_0 = 3{,}6 \times 0{,}25 = 0{,}90$ W $= 900$ mW. La durée d'utilisation est :

$$\Delta t = \frac{48\,500}{0{,}9} = 54\,000 \text{ s} \approx \mathbf{15\ h}.$$

b. La puissance dissipée par effet Joule est : $\boldsymbol{P = r \cdot I^2} = 0{,}18 \times 0{,}25^2 = \mathbf{11\ mW}$. En utilisant la puissance trouvée à la question **2.a**, on exprime le rendement de la batterie :

$$\rho = \frac{900 - 11}{900} = 0{,}99 \text{ d'où } \boldsymbol{\rho = 99\ \%}.$$

QUELQUES CONSEILS

2. b. Pour une durée donnée, le rendement peut s'exprimer comme le rapport entre la puissance délivrée par le convertisseur et la puissance fournie au convertisseur.

29 **1. a.** $E = 1{,}5 \times 10^3 \times 285 \times 10^3 = 4{,}28 \times 10^8$ J $= 428$ MJ

b. $\Delta t = \dfrac{E}{P} = \dfrac{4{,}28 \times 10^8}{45 \times 10^3} = 9\,500 \text{ s} = 2 \text{ h } 37 \text{ min } 48 \text{ s}$

2. a. $P_0 = 1{,}48 \times 2{,}25 = 3{,}33$ W

b. $P_{reel} = 1{,}455 \times 2{,}25 = 3{,}27$ W D'où $P_{joule} = 0{,}056$ W

et $\Delta = \dfrac{P_u}{P_f} = \dfrac{3{,}27}{3{,}33} = 0{,}983 = 98{,}3\ \%$

30 Électrolyseur pour piscine

1. La présence d'ions Na^+ (aq) et Cl^- (aq), qui sont des **espèces chargées et mobiles**, rend l'eau de la piscine **conductrice**.

2. a. $\boldsymbol{Q} = I \cdot \Delta t = 12 \times 5 \times 3\,600 = 2{,}2 \times 10^5$ C.

b. Soit N_e le nombre d'électrons qui ont circulé pendant cette durée : $N_e = \dfrac{Q}{|e|}$.

Soit n_e, le nombre de mole d'électrons : $n_e = \dfrac{N_e}{\text{Na}} = \dfrac{Q}{\text{Na} \cdot |e|}$.

Or, une mole de dichlore est fabriquée lorsque deux moles d'électrons ont circulé.

Ainsi $\boldsymbol{n_{Cl^-}} = \dfrac{n_e}{2} = \dfrac{Q}{2 \cdot \text{Na} \cdot |e|} = \dfrac{2{,}2 \times 10^5}{2 \times 6{,}022 \times 10^{23} \times 1{,}60 \times 10^{-19}} = \mathbf{1{,}1\ mol}$

c. L'énergie mise en jeu est : $\boldsymbol{E = P \cdot \Delta t = U \cdot I \cdot \Delta t} = 4 \times 12 \times 5 \times 3\,600 = \mathbf{8{,}6 \times 10^5\ J}$.

QUELQUES CONSEILS

2. b. Pour déterminer le nombre d'électrons, on divise la charge totale par la charge d'un électron. De même, pour déterminer le nombre de moles d'électrons, on divise le nombre total d'électrons par le nombre d'entités contenues dans une mole.

31 **1.** La présence de ions Al^{3+} et O^{2-}, charges libres de se déplacer, permet le transport du courant électrique dans la solution.

2. a. $P = 4{,}20 \times 3{,}5 \times 10^5 \times 360 = 5{,}29 \times 10^8$ W = 529 MW

b. $\Delta t = \dfrac{E}{P} = \dfrac{4{,}86 \times 10^{10}}{5{,}29 \times 10^8} = 91{,}8$ s

c. $Q = I \cdot \Delta t = 3{,}5 \times 10^5 \times 91{,}8 = 3{,}2 \times 10^7$ C = 32 MC

33 **1.** Les ions en solution sont des espèces chargées libres de se déplacer : ils conduisent le courant électrique dans la solution.

2. a. On a $E = P \,.\, \Delta t = U \,.\, I \,.\, \Delta t$

d'où $I = \dfrac{E}{U \cdot \Delta t} = \dfrac{28{,}5 \times 10^3}{1{,}48 \times 3\,600} = 5{,}35$ A

b. Soit n le nombre d'électron :

$n = \dfrac{Q}{e \cdot N_A} = \dfrac{I \cdot \Delta t}{e \cdot N_A} = \dfrac{5{,}35 \times 3\,600}{1{,}60 \times 10^{-19} \times 6{,}022 \times 10^{23}}$
$= 0{,}200$ mol

3. a. Une partie de l'énergie sera dissipée sous forme de chaleur par effet joule.

b. $E_{joule} = P_{joule} \,.\, \Delta t = R \,.\, I^2 \,.\, \Delta t = 1{,}14 \times 10^{-2} \times 5{,}35^2 \times 3\,600 = 1\,170$ J = 1,17 kJ

c. $\rho = \dfrac{E_u}{E_f} = \dfrac{28{,}5 - 1{,}17}{28{,}5} = 0{,}959 = 95{,}9\,\%$

35 **1. a.** Chaque atome nécessite 2 électrons.

$n = 2\dfrac{m_{Zn}}{M_{Zn}} = \dfrac{2 \times 50 \times 10^{-3}}{65{,}4} = 1{,}5 \times 10^{-3}$ mol = 1,5 mmol

b. $Q = n \cdot e \cdot Na = 1{,}5 \times 10^{-3} \times 1{,}60 \times 10^{-19} \times 6{,}022 \times 10^{23} = 1{,}5 \times 10^2$ C.

c. $I = \dfrac{Q}{\Delta t} = \dfrac{1{,}5 \times 10^2}{20 \times 60} = 0{,}12$ A = 120 mA

2. $E_{joule} = P_{joule} \cdot \Delta t = R \cdot I^2 \cdot \Delta t = 35 \times 0{,}12^2 \times 20{,}0 \times 60 = 6{,}0 \cdot 10^2$ J.

37 **1. a.** $P_u = U_0 \cdot I - r \cdot I^2 = 5 \times I - 5 \times I^2$

$P_{L1} = 555 \times I^2$ et $P_{L2} = 683 \times I^2$.

b. Par conservation de l'énergie (et donc de la puissance) : $P_u = P_{L1} + P_{L2}$ d'où :

$5 \times I - 5 \times I^2 = 555 \times I^2 + 683 \times I^2$

$\Leftrightarrow 5 - 5 \times I = 555 \times I + 683 \times I$

c. $\Leftrightarrow I = \dfrac{5}{5 + 555 + 683} = 4{,}0 \times 10^{-3}$ A = 4,0 mA

d. $\rho = \dfrac{E_u}{E_f} = \dfrac{P_u}{P_f} = \dfrac{U_0 \cdot I - r \cdot I^2}{U_0 \cdot I}$

$= \dfrac{5{,}00 \times 4{,}02 \times 10^{-3} - 5 \times (4{,}02 \times 10^{-3})^2}{5{,}00 \times 4{,}02 \times 10^{-3}}$

$= 0{,}996 = 99{,}6\,\%$

40 **1. a.** $P = 67 \times 745{,}7 = 5{,}0 \times 10^4$ W.

b. $\Delta t = \dfrac{d}{v} = \dfrac{400}{110} = 6{,}64\text{ h} = 1{,}3 \times 10^4$ s.

c. $E_u = P \cdot \Delta t = 5{,}0 \times 10^4 \times 1{,}3 \times 10^4 = 6{,}5 \times 10^8$ J.

d. $\rho = \dfrac{E_u}{E_f}$ d'où $E_f = \dfrac{E_u}{\rho} = \dfrac{6{,}5 \times 10^8}{0{,}95} = 6{,}8 \times 10^8$ J.

2. a. $P = \dfrac{E_f}{\Delta t} = \dfrac{6{,}8 \times 10^8}{1{,}3 \times 10^4} = 5{,}2 \times 10^4$ W.

b. $I = \dfrac{P}{U} = \dfrac{5{,}2 \times 10^4}{350} = 149$ A.

c. $Q = I \cdot \Delta t = 149 \times 1{,}3 \times 10^4 = 1{,}9 \times 10^6$ C = 1,9 MC

41 **1. a.** $E_{joule} = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$

b. $E_{joule} = 3{,}2 \times (75 \times 10^{-3})^2 \times 8 \times 3\,600 = 5{,}2 \times 10^2$ J

2. $E_f = 2\,590$ J et $E_u = 2\,590 - 5{,}2 \times 10^2 = 2{,}07 \times 10^3$ J

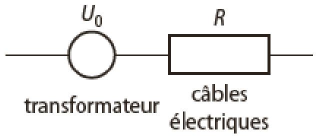
d'où $\rho = \dfrac{E_u}{E_f} = \dfrac{2{,}07 \times 10^3}{2\,590} = 0{,}800 = 80{,}0\,\%$

3. $Q = I \cdot \Delta t = 75{,}0 \times 10^{-3} \times 8{,}00 \times 3\,600 = 2\,160$ C

4. a. Cette fois, $E_f = 2{,}07 \times 10^3$ J et $\rho = 0{,}800$. $E_u = \rho \cdot E_f = 0{,}8 \times 2{,}07 \times 10^3 = 1{,}66 \times 10^3$ J

b. $\rho_{total} = \rho_{charge} \times \rho_{decharge} = 0{,}64 = 64\,\%$

42 **1. a.**



b. La résistance électrique des câbles va dissiper de l'énergie sous forme de chaleur par effet joule.

2. a. $P_f = 400 \times 10^3 \times 50 = 20 \times 10^6$ W

b. $P_{joule} = 5 \times 50^2 = 1{,}25 \times 10^4$ W

c. $\rho = \dfrac{E_u}{E_f} = \dfrac{P_u}{P_f} = \dfrac{P_f - P_{joule}}{P_f} = \dfrac{20 \times 10^6 - 1{,}125 \times 10^4}{20 \times 10^6}$
$= 0{,}9993... \approx 1{,}0 = 100\,\%$

3. a. Si la puissance est la même,

$I = \dfrac{P}{U} = \dfrac{20 \times 10^6}{100 \times 10^3} = 200$ A

$P_{joule} = 5 \times 200^2 = 2{,}00 \times 10^5$ W

$\rho = \dfrac{E_u}{E_f} = \dfrac{P_u}{P_f} = P_f - \dfrac{P_{joule}}{P_f} = \dfrac{20 \times 10^6 - 2{,}0 \times 10^5}{20 \times 10^6}$
$= 0{,}99 = 99\,\%$

Plus la tension est haute, plus le rendement du transport tend vers 1 (100 %)