Chapitre 10. L'énergie des systèmes électriques

Exercice 1 : calculer une intensité

Charge électrique Δq émise par un canon à électrons pendant une durée de 60 minutes :

$$\Delta q = I\ \Delta t$$

Application numérique (attention l'intensité doit être exprimée en A et le temps en s) :

$$\Delta q = 2{,}0 \times 10^{-3} \times 60 \times 60$$

$$\Delta q = 7{,}2\ C$$

Exercice 2 : batterie d'un téléphone portable

1. La tension d'alimentation du téléphone portable est 3,7 V.
2. L'indication 1900 mAh est la charge électrique contenue dans la batterie du téléphone lorsque celle-ci est totalement chargée. En effet, l'unité mAh signifie mA.h, c'est l'unité de la charge électrique, que l'on appelle aussi le Coulomb.
3. a. Intensité moyenne du courant débité par la batterie pendant une durée d'autonomie de 8,00 h :

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

Application numérique (Δq est en mA.h et Δt est en h, donc I sera en mA) :

$$I = \frac{1900}{8{,}00}$$

$$I \approx 238\ mA$$

b. Puissance électrique disponible aux bornes de la batterie :

$$P = UI$$

Application numérique :

$$P = 3{,}7 \times 238 \times 10^{-3}$$

$$P \approx 8{,}8 \times 10^{-1}\ W$$

Exercice 3 : comptons les électrons

Charge électrique déplacée durant 9 heures :

$$\Delta q = I\ \Delta t$$

Application numérique :

$$\Delta q = 150 \times 10^{-12} \times 9 \times 60$$

$$\Delta q \approx 8 \times 10^{-8}\ C$$

Nombre d'électrons N déplacés durant 9 heures :

$$\Delta q = N \times |q(e^-)|$$

D'où :

$$N = \frac{\Delta q}{|\, q(e^-)|}$$

Application numérique :

$$N = \frac{8 \times 10^{-8}}{1{,}6 \times 10^{-19}}$$

$$N \approx 5 \times 10^{11}\ électrons$$

<u>Exercice 4 : vélo à assistance électrique</u>

1. Intensité du courant électrique I fourni par la batterie lorsque l'assistance électrique est en fonction :

   $$P = UI$$

   Donc :

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

   Application numérique :

   $$I = \frac{500}{36}$$

   $$I \approx 14\ A$$

2. Le moteur a un rendement de 78%, ce qui signifie que :

   $$\frac{P_{mécanique\ fournie}}{P_{électrique\ reçue}} = 0{,}78$$

   Donc :

   $$P_{mécanique\ fournie} = 0{,}78 \times P_{électrique\ reçue}$$

   Application numérique :

   $$P_{mécanique\ fournie} = 0{,}78 \times 500$$

   $$P_{mécanique\ fournie} = 390\ W$$

3. Puissance perdue par le moteur :

   $$P_{électrique\ reçue} - P_{mécanique\ fournie} = 110\ W$$

4. Capacité 10 A.h représente la charge électrique portée par la batterie lorsque celle-ci est totalement chargée.
5. Durée d'utilisation de l'assistance électrique :

   $$\Delta q = I\ \Delta t$$

Donc :

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

Application numérique :

$$\Delta t = \frac{10}{14}$$

$$\Delta t = 0{,}72\ h = 0{,}72 \times 60\ min = 43{,}2\ min = 43\ \text{min}\ et\ 12\ s$$

Exercice 5 : exploiter l'expression d'une caractéristique

1. $U = E - rI$

$$U = 12 - 0{,}0100 \times I$$

2. Tension aux bornes de la batterie lorsqu'elle est traversée par un courant d'intensité 0,25 A :

$$U = 12 - 0{,}0100 \times 0{,}25 \approx 12\ V$$

Exercice 6 : exploiter une caractéristique

1. $U = E - rI$
2. Nous savons que :

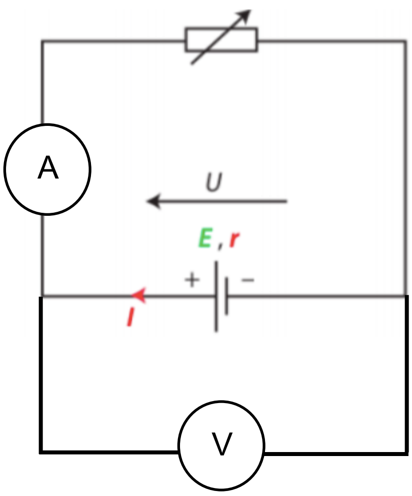
$$U = E - rI$$

Lorsque que $I = 0\ A$, alors nous avons : $U = E$.

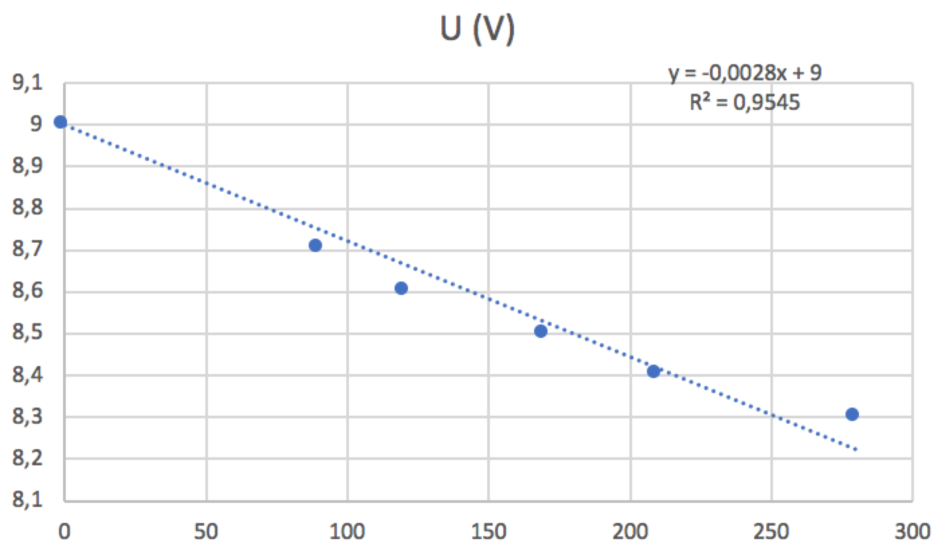
Graphiquement, nous voyons que pour $I = 0\ A$, $U = 4{,}5\ V$, donc : $E = 4{,}5\ V$.

Exercice 7 : le rendement d'une pile

1.



2. a. Pour tracer le graphe sur papier millimétré, on peut prendre 1 cm pour 1 V sur les ordonnées et 1 cm pour 20 mA sur les abscisses.



b. Nous savons que l'équation qui relie la tension aux bornes de la pile à l'intensité du courant qu'elle débite est :

$$U = E - rI$$

E est la force électromotrice de la pile, on peut voir graphiquement que : $E = 9{,}0\ V$, car pour $I = 0\ A$, alors $U = E = 9{,}0\ V$.

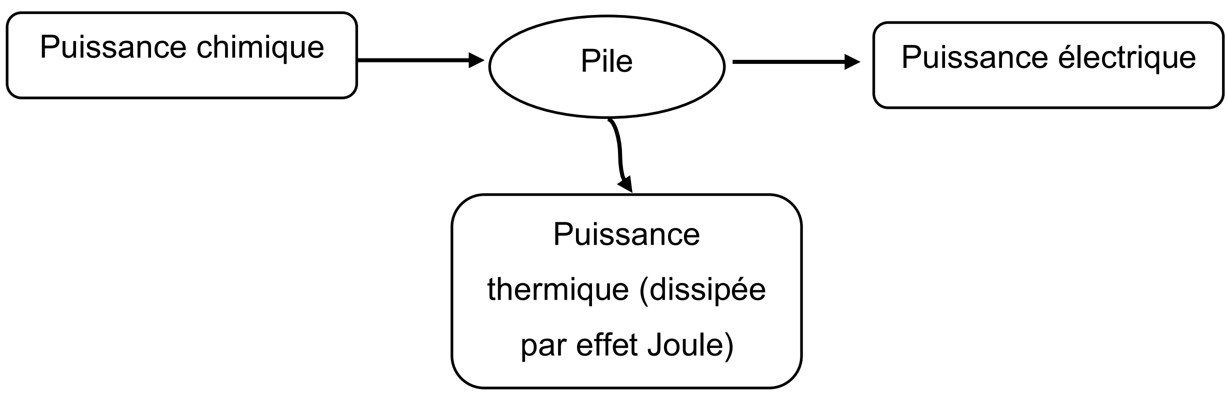
$-r$ est le coefficient directeur de la courbe, que l'on calcule (attention à bien convertir les intensités en A) :

$$-r = \frac{8{,}3 - 9{,}0}{(250 - 0) \times 10^{-3}}$$

$$-r \approx -27\ \Omega$$

D'où : $r = 27\ \Omega$ (résistance interne de la pile).

3.



4. Puissance utile reçue par la pile :

$$P_{utile} = UI$$

Application numérique :

$$P_{utile} = 9{,}0 \times 40 \times 10^{-3}$$

$$P_{utile} = 0{,}36\ W$$

Puissance fournie par la pile :

$$P_{fournie} = UI$$

Avec :

$$U = E - rI$$

Application numérique :

$$U = 9{,}0 - 27 \times 40 \times 10^{-3} \approx 7{,}9\ V$$

$$P_{fournie} = 7{,}9 \times 40 \times 10^{-3} \approx 0{,}32\ W$$

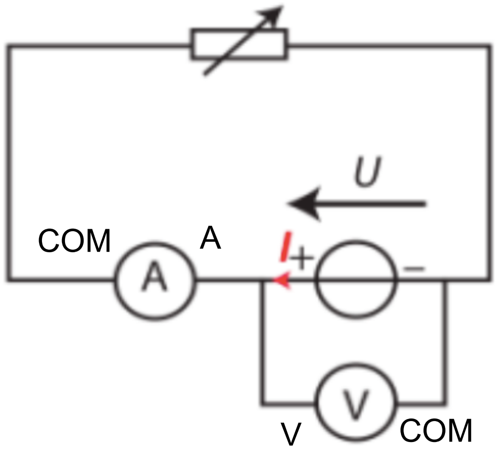
Rendement de la pile :

$$\eta = \frac{P_{fournie}}{P_{utile}}$$

Application numérique :

$$\eta = \frac{0{,}32}{0{,}36} = 88\%$$

<u>Exercice 8 : la lampe de poche</u>

1. 

2. D'après le graphique représentant la caractéristique de la pile, nous lisons que : $E = 4{,}5\ V$ (car $U = E$ si $I = 0\ A$). Le coefficient directeur de la droite est égal à :

$$-r = \frac{4{,}2 - 4{,}5}{(300 - 0) \times 10^{-3}}$$

$$-r = -1\ \Omega$$

   Donc la résistance interne de la pile vaut $1\ \Omega$.

3. Si $U_{lampe} = U_{pile}$, alors, d'après le graphique, cela se produit pour une intensité égale à 280 mA (intensité correspondant au point d'intersection des caractéristiques de la pile et de la lampe).

4. Puissance électrique reçue par la lampe :

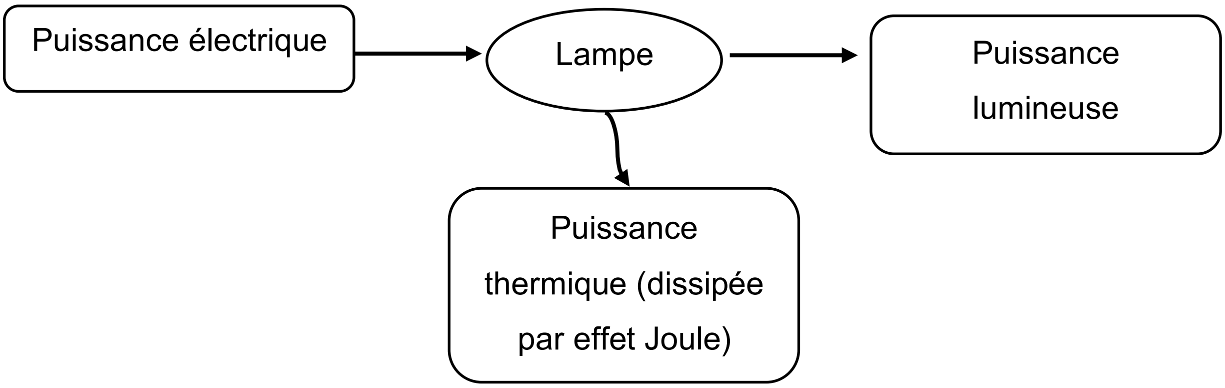
$$P = UI$$

   Application numérique :

$$P = 4{,}5 \times 280 \times 10^{-3}$$

$$P \approx 1{,}3\ W$$

5.



Exercice 9 : calculer une durée de fonctionnement

1. Energie électrique reçue par la résistance :

$$E = P\Delta t$$

   Or : $P = UI$, donc :

$$E = UI\Delta t$$

2. Application numérique (l'intensité doit être en A et le temps en s) :

$$E = 6{,}0 \times 0{,}100 \times 30 \times 60$$
$$E \approx 1{,}1 \times 10^3\ J$$

Exercice 10 : calculer un rendement

1. Puissance électrique reçue par le moteur :

$$P_{élec} = UI$$

   Application numérique :

$$P_{élec} = 4{,}5 \times 0{,}050$$
$$P_{élec} \approx 0{,}23\ W$$

2. Rendement du moteur :

$$\eta = \frac{P_{méc}}{P_{élec}}$$

   Application numérique :

$$\eta = \frac{0{,}20}{0{,}23} \approx 87\ \%$$

Exercice 11 : évaluation d'incertitude

1. D'après la formule qui figure dans les données :

$$u(U) = \frac{0{,}3 \times 5{,}75}{\sqrt{3}} \approx 1{,}00\ V$$

   D'après la formule qui figure dans les données :

$$u(I) = \frac{0{,}3 \times 193}{\sqrt{3}} \approx 33\ mA$$

2. $U \mathcal{E} [5{,}75 - 1{,}00\,; 5{,}75 + 1{,}00]\ V$ soit $U \mathcal{E} [4{,}75\,; 6{,}75]\ V$

   $I \mathcal{E} [193 - 33\,; 193 + 33]\ mA$ soit $I \mathcal{E} [160\,; 226]\ mA$

3. Puissance électrique reçue par la lampe :

$$P_{élec} = UI$$

   Application numérique (l'intensité doit être en A) :

$$P_{élec} = 5{,}75 \times 193 \times 10^{-3}$$

$$P_{élec} \approx 1{,}11\ W$$

4. $P_{élec} \mathcal{E} [1{,}11 - 0{,}01\,; 1{,}11 + 0{,}01]\ W$ soit $P_{élec} \mathcal{E} [1{,}10\,; 1{,}12]\ W$

<u>Exercice 12 : une grue en jouet</u>

1. La courbe représentant la caractéristique du moteur de la grue est une droite croissante qui ne passe pas par l'origine. Cela signifie la caractéristique U(I) du moteur est une fonction affine avec une équation du type : $U(I) = rI + E'$. r est le coefficient directeur de la droite, et E' est l'ordonnée à l'origine.
2. D'après le graphique, on lit que l'ordonnée à l'origine est : $E' = 4{,}30\ V$, car pour $I = 0\ A$, $U = E' = 4{,}30\ V$.

   Le coefficient directeur de la droite se calcule selon :

$$r = \frac{4{,}50 - 4{,}30}{0{,}100 - 0} = 2\ \Omega$$

3. a. Tension U aux bornes du moteur :

$$U = 4{,}50\ V$$

   (par lecture graphique).

   b. Energie électrique reçue par le moteur :

$$E_{élec} = P\Delta t = UI\Delta t$$

   Application numérique :

$$E_{élec} = 4{,}50 \times 0{,}100 \times 3{,}00$$

$$E_{élec} = 1{,}35\ J$$

   c. Energie dégradée par effet Joule :

$$E_J = P_J\Delta t = rI^2\Delta t$$

   Application numérique :

$$E_J = 2 \times 0{,}100^2 \times 3{,}00$$

$$E_J = 0{,}06\ J$$

   d. Energie mécanique minimale nécessaire pour soulever la charge de masse m de la hauteur h :

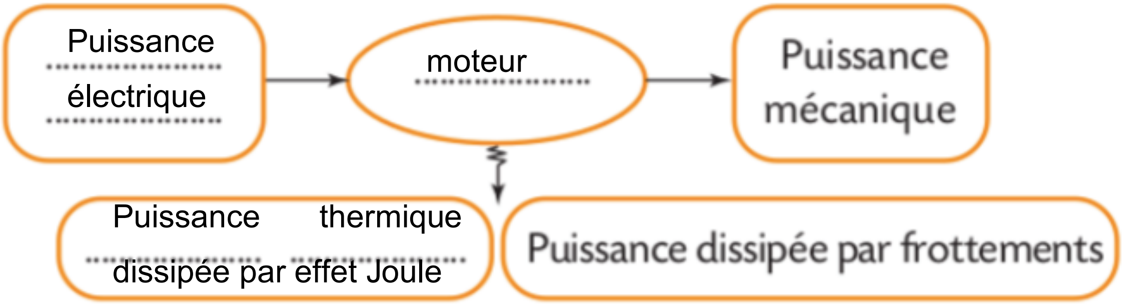
$$E_{méca} = mgh$$

   Application numérique (avec la masse en kg, et la hauteur en m) :

$$E_{méca} = 50{,}0 \times 10^{-3} \times 9{,}81 \times 50{,}0 \times 10^{-2}$$

$$E_{méca} = 0{,}245\ J$$

4.



5. Rendement minimal du treuil du jouet :

$$\eta = \frac{E_{méca}}{E_{élec}}$$

Application numérique :

$$\eta = \frac{0{,}245}{1{,}35} = 18\ \%$$