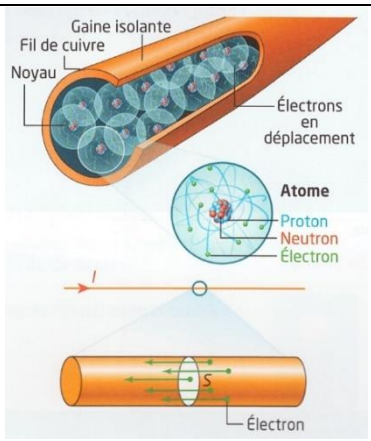
But de l'activité : Définir la puissance électrique et le rendement d'un dipôle.

Dans un circuit électrique, une source de tension alimente les dipôles passifs, leur fournissant la puissance nécessaire pour fonctionner. Dans cette activité, nous allons définir ce qu'est la puissance et déterminer si la puissance fournie par la source de tension correspond à la puissance réellement utilisée par les dipôles.

Partie I : Débit de charges

Document 1 : Electricité et électrons libres



Un fil conducteur est constitué d'un fil de cuivre. Dans un métal comme un fil de cuivre, certains électrons sont libres de se déplacer. Dans un circuit électrique, en l'absence de courant, on peut considérer qu'en moyenne tous ces électrons resteront pratiquement immobiles. Si on branche un générateur de tension continue dans le circuit fermé, ces électrons vont subir une force électrique et se mettre en mouvement. En supposant que pendant la durée Δt, N électrons traverse la section droite d'un fil électrique avec chacun une charge électrique e, l'intensité I du courant électrique continu correspond, au niveau microscopique, au débit de charges.

L'intensité du courant électrique est la même en tout point d'un fil : c'est l'unicité du courant électrique.

D'après hydroquebec.com

I.1. Nommer les porteurs de charge dont le déplacement est à l'origine de l'existence d'un courant électrique continu dans un fil électrique, puis justifier l'importance du rôle d'une source de tension continue dans la circulation du courant électrique.

I.2. D'après la description donnée dans le Document 1, donner l'expression reliant l'intensité du courant I, le nombre N d'électrons traversant la section droite d'un fil électrique, la charge d'un électron e et la durée Δt.

I.3. L'ordre de grandeur des intensités de courants électriques typiques mesurées en TP est de 100 mA. En déduire l'ordre de grandeur du nombre N de porteurs de charge circulant dans un fil électrique pendant une seconde.

Donnée : charge élémentaire $e = 1{,}6\times10^{-19}$ C

I.4. Formuler une hypothèse permettant d'expliquer la circulation d'un courant électrique continu dans une solution aqueuse ionique.

Partie II : Puissance et énergie

Document 2 : Puissance

La puissance d'un dipôle est définie comme le produit de la tension à ses bornes et de l'intensité du courant qui le traverse : $\mathcal{P} = U \times I$

Elle s'exprime en watt (W).

Document 4 : Energie

L'énergie consommée ou produite est liée à la durée de fonctionnement et à la puissance du convertisseur : $\mathcal{E} = \mathcal{P} \times \Delta t$

Elle s'exprime en joule (J)

Document 5 : Rendement

Le rendement d'un convertisseur est une grandeur sans unité qui mesure l'efficacité de sa conversion :

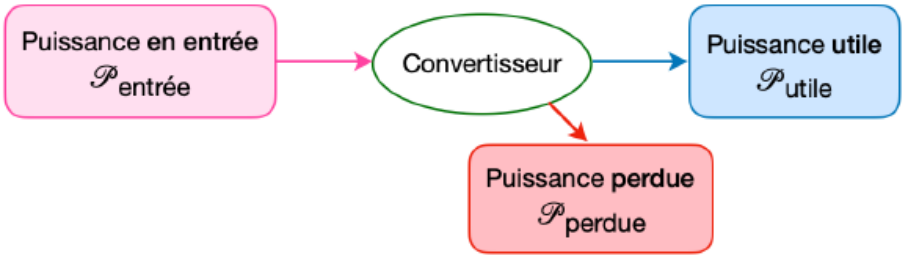
$$\eta = \frac{\mathcal{P}_{utile}}{\mathcal{P}_{reçue}} = \frac{\mathcal{E}_{utile}}{\mathcal{E}_{reçue}}$$

Document 3 : Effet Joule

Dégagement de chaleur qui accompagne le passage d'un courant électrique dans un matériau conducteur possédant une résistance r.

La puissance de l'effet Joule* est alors donnée par : $\mathcal{P}_J = r \times I^2$

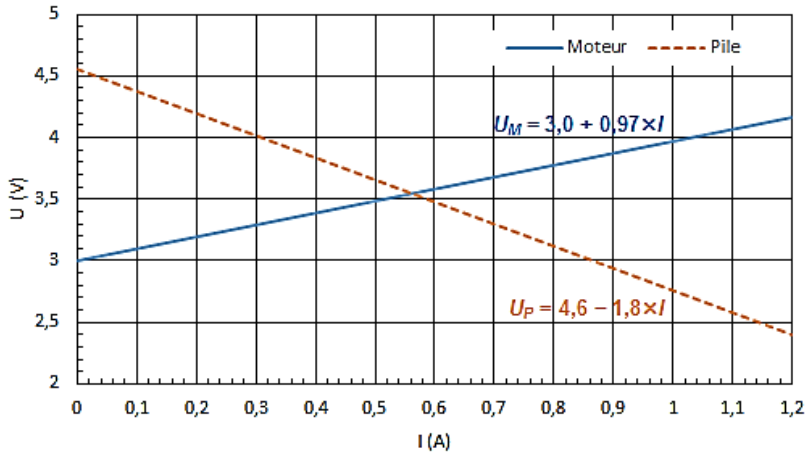
Document 6 : Chaine énergétique d'un convertisseur



** L'expression de la puissance de l'effet Joule se retrouve à partir de l'expression générale de la puissance, avec $U = r \times i$.*

Circuit d'un ventilateur de poche

On considère le circuit d'un ventilateur constitué d'un moteur branché en série avec une pile de 4,5 V.



Document 7 : Quelques ordres de grandeur de puissances électriques

Dispositif	Puissance
Calculatrice	1 mW
Lampe de poche	1W
Electroménager	1 kW
Centrale électrique	1 GW

II.1. Le point de coordonnées (3,6 V ; 0,55 A) est appelé point de fonctionnement du moteur dans ce circuit. A quoi correspond ce point ?

II.2. Calculer la puissance $\mathcal{P}_R$ fournie par la pile (et donc reçue par le moteur). Où se situe cette valeur par rapport aux ordres de grandeurs présentés dans le document 7 ?

Une partie de la puissance reçue par le moteur sert à le faire tourner, c'est la puissance utile $\mathcal{P}_U$. Ici, la valeur de la puissance utile est $\mathcal{P}_U$ = 1,65 W. L'autre partie, $\mathcal{P}_J$, est dissipée sous forme de chaleur par effet Joule.

II.3. Donner la relation entre $\mathcal{P}_R$, $\mathcal{P}_U$ et $\mathcal{P}_J$, puis calculer la valeur de $\mathcal{P}_J$. En déduire la valeur de la résistance interne *r* du moteur, responsable de l'effet Joule.

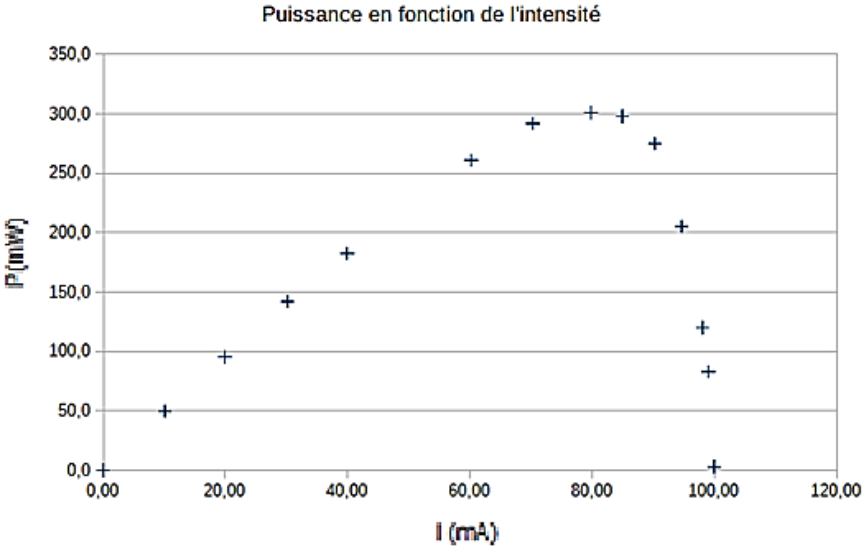
II.4. Représenter la chaine énergétique du moteur et calculer son rendement. Commenter.

II.5. Le ventilateur fonctionne pendant une durée Δt = 5 min. Calculer alors les valeurs des différentes énergies de la chaine.

Photopile

On appelle « générateur photovoltaïque » un assemblage de modules (ou panneaux) photovoltaïques, eux-mêmes composés de cellules photovoltaïques nommées également photopiles.

Afin d'étudier une photopile, on la place en série avec une résistance variable (permettant de faire varier l'intensité du courant dans le circuit) et une ampoule de forte intensité. On éclaire la photopile avec une lampe d'éclairement constant : la puissance lumineuse qui arrive sur la photopile est toujours la même au cours de l'expérience ; elle vaut $\mathcal{P}_{lum}$ = 3,0 W.
Afin de tracer la courbe donnant les variations de la valeur de la puissance électrique produite par une photopile en fonction de celle de l'intensité du courant qu'elle débite (voir ci-dessous), on mesure la tension à ses bornes et l'intensité du courant.



II.6. Quelle est la conversion d'énergie réalisée par une photopile ?

II.7. Un point est manquant sur le graphique, correspondant aux mesures I = 50,0mA et U = 4,50 V. Déterminer, par le calcul, la valeur de puissance manquante.

II.8. Pour quelle valeur de l'intensité du courant la puissance délivrée par la photopile est-elle maximale ? Que vaut alors cette puissance ?

II.9. Représenter la chaine énergétique du moteur et évaluer le rendement maximal η de la photopile. Commenter.

II.10. Proposer une raison pour laquelle ce rendement n'est pas égal à 1.

Ce qu'il faut retenir

❖ **Débit de charges**

L'intensité du courant I correspond au débit de charge dans un conducteur, c'est-à-dire la charge $Q = N \times e$ traversant la section droite d'un fil électrique pendant une durée Δt.

❖ **Puissance et énergie**

La puissance d'un dipôle est définie comme le produit de la tension à ses bornes et de l'intensité du courant qui le traverse. Elle s'exprime en watt (W).

L'énergie consommée ou produite est liée à la durée de fonctionnement et à la puissance du convertisseur. Elle s'exprime en joule (J).

Note : L'unité courante pour l'énergie électrique est le Watt-heure (Wh). La durée est alors mesurée en heure et non en seconde.
Conversion: 1 J = 3600 Wh

❖ **Effet Joule**

Dégagement de chaleur qui accompagne le passage d'un courant électrique dans un matériau conducteur possédant une résistance r.
La puissance de l'effet Joule est alors donnée par :

❖ **Rendement d'un convertisseur**

Le rendement d'un convertisseur est une grandeur qui mesure l'efficacité de sa conversion.

Savoir faire

❖ **Dessiner la chaine énergétique d'un convertisseur**