

EXERCICE 2 (6 points) (physique-chimie)

Alimentation d'un moteur par un panneau photovoltaïque

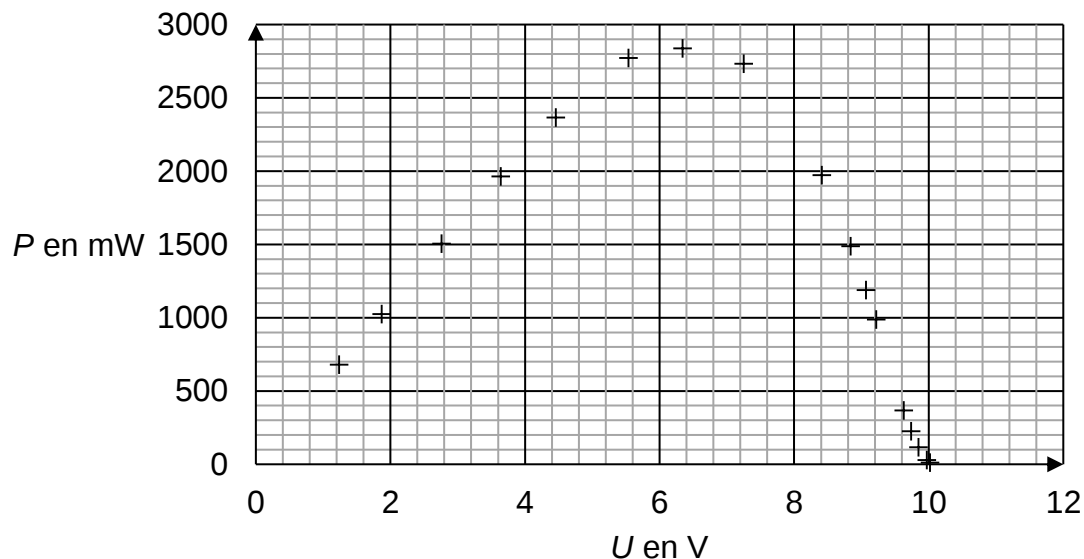
On désire alimenter une pompe de piscine à l'aide d'un panneau photovoltaïque.

On réalise pour cela une maquette miniaturisée constituée d'un panneau photovoltaïque, d'un moteur et d'une batterie.

Étude du panneau photovoltaïque

Q1. Indiquer quelles sont les formes d'énergie mises en jeu dans la conversion photovoltaïque.

On donne la courbe représentant la puissance électrique P fournie par le panneau en fonction de la tension à ses bornes, notée U :

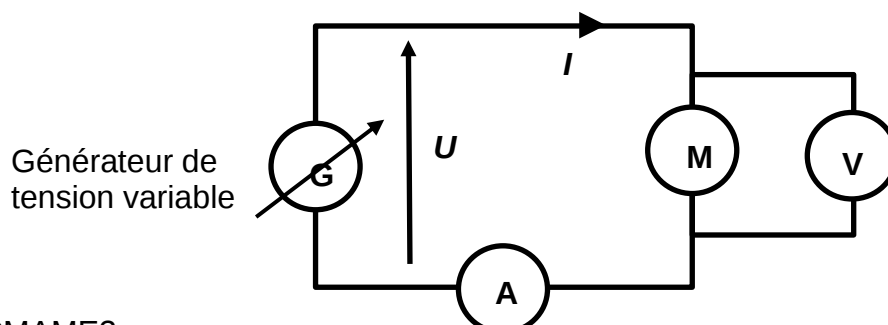


Document 1 – Évolution de la puissance électrique en fonction de la tension

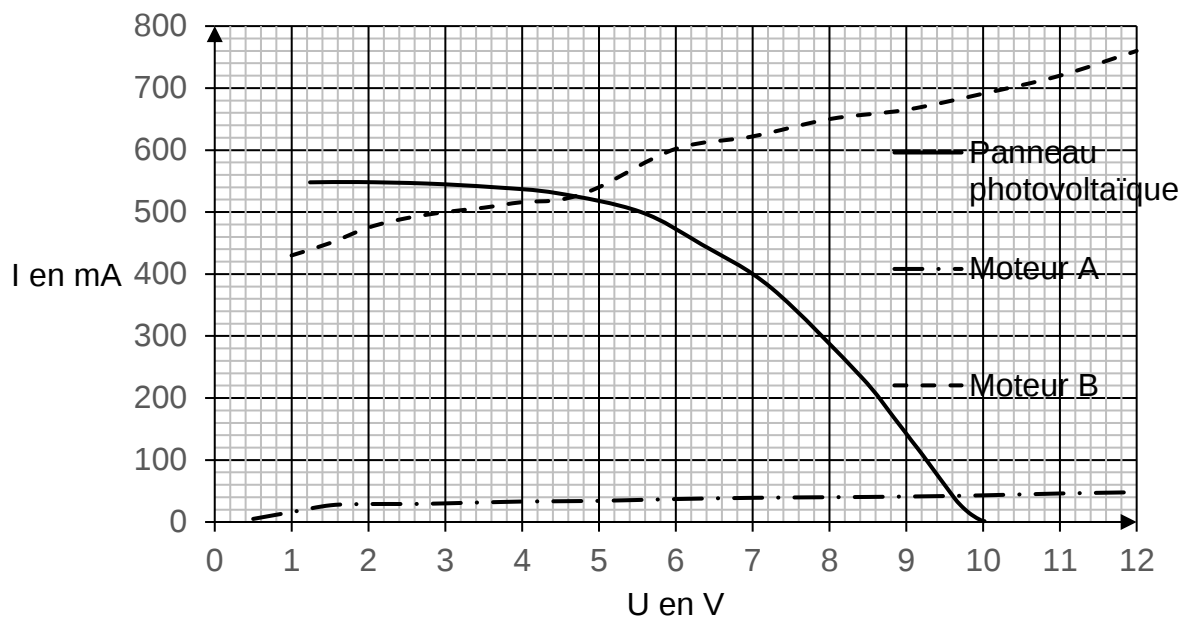
Q2. Sachant que les mesures ont été effectuées avec une irradiance qui vaut $1100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ et que l'aire du panneau photovoltaïque est $S = 6,4 \times 10^{-2} \text{ m}^2$, montrer que le rendement maximal du panneau photovoltaïque vaut environ 4 %.

Choix d'un moteur

On souhaite alimenter un moteur avec le panneau photovoltaïque étudié précédemment. Pour choisir le moteur adéquat, on réalise le montage suivant permettant de tracer la courbe représentant l'intensité en fonction de la tension d'un moteur.



Le document 2 ci-dessous montre les caractéristiques courant-tension de deux moteurs différents (notés A et B), ainsi que celle du panneau photovoltaïque :



Document 2 – Caractéristiques courant-tension pour le panneau photovoltaïque et deux moteurs différents notés A et B.

Q3. À l'aide du document 2, préciser les coordonnées (tension et intensité) des points de fonctionnement des moteurs A et B connectés au panneau photovoltaïque.

Q4. Choisir, parmi les moteurs A et B, celui qui permet de se rapprocher le plus du rendement maximal du panneau photovoltaïque. Justifier.

Étude de l'accumulateur

On souhaite brancher le panneau photovoltaïque à un accumulateur permettant d'utiliser le moteur même en l'absence de soleil.

Tension	6,0 V
Capacité	3000 mA·h
Energie massique	50 W·h·kg ⁻¹

Document 3 – Caractéristiques de l'accumulateur Ni-MH choisi

Q5. Le panneau photovoltaïque charge l'accumulateur avec une intensité $I_{\text{charge}} = 480$ mA et un rendement de conversion d'énergie électrique en énergie chimique $\eta = 80$ %.

Calculer le temps de charge de l'accumulateur.

Durant sa décharge, un l'accumulateur Ni-MH est le siège de demi-équations d'oxydoréduction mettant en jeu les couples suivants :

- À la borne positive : $\text{NiO(OH)} / \text{Ni(OH)}_2$
- À la borne négative : M / MH où M désigne un métal non spécifié et MH un hydruure de ce métal

Q6. Parmi les propositions suivantes, indiquer sur la copie celle qui correspond à la demi-équation de réduction ayant lieu à la borne positive pendant la décharge :

- A.** $\text{NiO(OH)} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- = \text{Ni(OH)}_2 + \text{HO}^-$
- B.** $\text{Ni(OH)}_2 = \text{NiO(OH)} + \text{H}^+ + \text{e}^-$
- C.** $\text{MH} + \text{HO}^- = \text{M} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^-$
- D.** $\text{M} + \text{H}^+ + \text{e}^- = \text{MH}$

Q7. Parmi les valeurs d'énergies suivantes, indiquer sur la copie celle qui correspond à l'énergie disponible dans l'accumulateur en s'appuyant sur le document 3 :

Rappel : $1 \text{ W}\cdot\text{h} = 3600 \text{ J}$

- A.** $2,0 \text{ W}\cdot\text{h}$
- B.** 65 kJ
- C.** $7,2 \text{ kJ}$
- D.** $18\,000 \text{ J}$

Q8. L'énergie massique est l'énergie que peut stocker l'accumulateur par unité de masse d'accumulateur.

À partir du document 3, calculer la masse de la batterie.

Q9. On désire faire fonctionner le moteur B, dont la caractéristique courant-tension est donnée sur le document 2, de nuit, en le connectant à l'accumulateur considéré. Calculer la durée maximale de fonctionnement avec un rendement de conversion de 75 %.

On supposera que l'accumulateur est un générateur de tension idéal qui fournit une tension de $6,0 \text{ V}$ quelle que soit l'intensité débitée.

Remarque : toute prise d'initiative sera valorisée.