

45 Expérience de Lenard

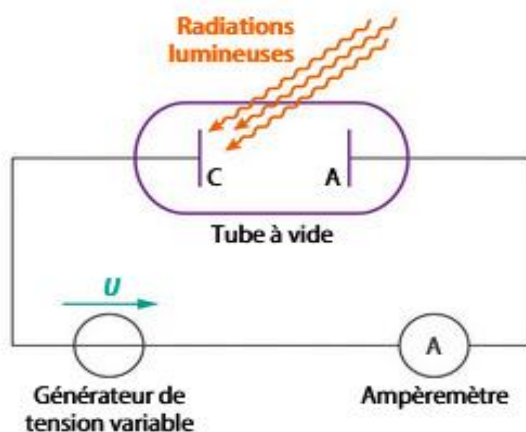
Histoire
des sciences

Modéliser des données • Confronter modèle et résultats

Le physicien austro-hongrois Philipp Eduard Anton von Lenard (1862-1947) a réalisé l'expérience historique suivante.

Deux électrodes situées dans une cellule à vide sont éclairées par une source lumineuse dont on peut régler l'éclairement ε et la fréquence ν .

Un générateur de tension permet d'appliquer une tension réglable U entre les électrodes. Un ampèremètre permet de mesurer l'intensité I du courant circulant dans le circuit. On impose une tension $U > 0$. En dessous de la fréquence seuil ν_s , on observe $I = 0$. Au-dessus de la fréquence seuil, on observe une intensité non nulle tant que U est positive. Quand on impose une tension $U < 0$, on constate que I s'annule lorsque $U = -U_0$, U_0 désignant une tension électrique positive exprimée en volts.



Donnée Travail d'extraction du zinc : $W_{\text{ext}}(\text{Zn}) = 4,3 \text{ eV}$

1. Recopier le schéma du circuit expérimental et indiquer le sens du déplacement des électrons et celui du courant électrique quand la fréquence du rayonnement lumineux est supérieure à ν_s et $U > 0$.

2. Calculer la fréquence seuil ν_s du zinc.

En déduire la longueur d'onde correspondante et le domaine des ondes électromagnétiques correspondant.

3. On éclaire une plaque de zinc avec une radiation de longueur d'onde $\lambda = 200 \text{ nm}$.

a. Justifier qu'il y a effet photoélectrique. Déterminer l'énergie cinétique E_c des électrons arrachés.

b. Les électrons émis par la plaque C éclairée sont émis avec une énergie cinétique initiale E_c .

Lors de leur déplacement de la plaque C à la plaque A, ils subissent une force électrostatique par action du champ électrique créé par la tension U . Toutes les autres forces sont négligeables devant celle-ci. Le travail de cette force vaut $W_{\text{el}} = eU$ ($e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ étant la valeur absolue de la charge électrique de l'électron).

Par application du théorème de l'énergie cinétique entre C et A, donner l'expression de l'énergie cinétique E'_c des électrons lorsqu'ils atteignent la plaque A en fonction de E_c et de U .

c. Lorsque $U < 0$, à quelle condition l'énergie E'_c est-elle définie ? En déduire la valeur de la tension U_0 .

Exploiter un énoncé • Faire preuve d'esprit critique

L'avion solaire Solar Impulse 2 a achevé, le 26 juillet 2016, le premier tour du monde aérien (un peu plus de 40 000 km), sans aucun carburant.



Doc. 1 Fiche technique de Solar Impulse

Envergure des ailes	72 m
Dimension d'une cellule photovoltaïque	12,5 cm × 12,5 cm
Nombre de cellules	17 248
Rendement des cellules	22,7 %
Puissance maximale du moteur	51,5 kW
Alimentation	4 batteries au lithium
Masse totale des batteries m_b	633 kg
Densité énergétique de stockage des batteries	936 kJ·kg ⁻¹

Données On considérera que :

- le jour dure 12 heures, pendant lesquelles l'éclairement solaire moyen vaut $\epsilon = 500 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$;
- la nuit dure 12 heures, pendant lesquelles l'éclairement est nul.

1. Vol de nuit

a. Les batteries sont complètement chargées au début de la nuit. Calculer l'énergie électrique E_b qui a été emmagasinée pendant la journée.

b. En déduire la puissance moyenne P fournie au moteur pendant la nuit, si on consomme la totalité de cette énergie.

c. Comparer cette puissance à la puissance maximale du moteur et expliquer pourquoi l'avion passe une partie importante de son vol à planer.

2. Vol de jour

On suppose que le moteur fonctionne avec une puissance moyenne $P = 13,7 \text{ kW}$.

a. Calculer l'aire S d'une cellule photovoltaïque.

b. En déduire la puissance solaire moyenne reçue par une cellule, puis par l'ensemble des cellules.

c. En déduire la puissance électrique P_c fournie par les cellules.

d. Cette puissance se répartit entre l'alimentation du moteur et le rechargement des batteries.

Calculer la puissance électrique P_r fournie aux batteries.

e. En déduire l'énergie électrique E_r fournie aux batteries le jour. Comparer E_r et E_b et proposer une conclusion.