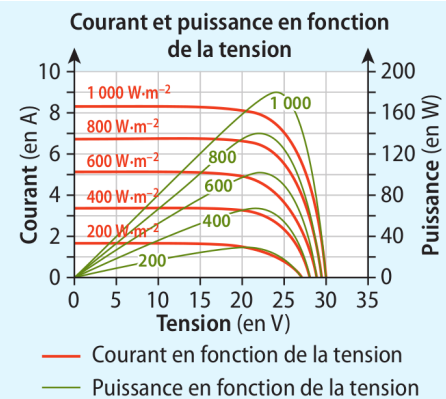


24 Un panneau solaire

Un installateur de panneaux solaires souhaite poser le modèle dont les caractéristiques courant-tension et puissance-tension, selon l'éclairement reçu, sont données dans le **doc. 1**.

L'éclairement reçu le jour de la mesure vaut $\varepsilon = 800 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ et la température vaut $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

- Quelle conversion énergétique est réalisée par un panneau solaire ?
- Lire graphiquement la puissance maximale P que le panneau peut fournir quand il est soumis à un éclairement $\varepsilon = 800 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Pour quelle valeur U de la tension électrique cette puissance maximale est-elle atteinte ?
- Par lecture graphique, déterminer la valeur I de l'intensité du courant électrique correspondant à la tension électrique U et à l'éclairement ε .
- Vérifier par le calcul que les valeurs de U et de I obtenues correspondent bien à une puissance fournie égale à la valeur de P déterminée à la question **b**.
- En déduire le rendement du panneau solaire.



Doc. 1 Caractéristiques courant-tension et puissance-tension du panneau solaire, selon différents éclairements.

Donnée Dimensions du panneau
longueur L \times hauteur H \times épaisseur e :
1 318 mm \times 994 mm \times 46 mm

26 Stérilisation par lampe ultraviolette (UV)

Les UV-C sont les ultraviolets les plus énergétiques et donc les plus nocifs pour le corps humain. Des lampes émettrices d'UV-C sont utilisées dans les laboratoires de biologie pour stériliser le matériel. Une plaque de zinc est éclairée avec une lampe à UV-C émettant un rayonnement de longueur d'onde $\lambda = 100 \text{ nm}$.

Données

- Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- Masse d'un électron : $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
- $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$
- Travail d'extraction du zinc : $W_{\text{ext}}(\text{Zn}) = 9,41 \text{ eV}$

- Déterminer la fréquence seuil ν_s du zinc.
- Déterminer la fréquence du rayonnement émis par la lampe à UV-C.
- L'effet photoélectrique est-il observable ?
- Déterminer l'énergie cinétique E_c des électrons éjectés de la plaque de zinc. On donnera le résultat en joules et en électron-volts.
- En déduire leur vitesse v .



Lampe à UV-C servant à nettoyer du matériel médical.

27 La DEL

Les diodes électroluminescentes (DEL, en abrégé) émettent de la lumière par effet photovoltaïque. Lorsqu'un courant traverse un matériau semi-conducteur, certains électrons participant au courant électrique passent de la bande de conduction à la bande de valence : ils subissent une transition énergétique, leur énergie diminue d'une valeur égale à l'écart d'énergie séparant ces deux bandes, appelée le gap énergétique. Il y a alors émission, par le matériau, de photons dont l'énergie est égale à ce gap.

Doc. 1 La DEL

Une DEL est un dispositif physique qui peut émettre de la lumière lorsqu'un courant électrique la traverse. La première DEL rouge fut inventée en 1962 par Nick Holonyak Jr. et Sam Bevacqua, ingénieurs américains, avec un gap de 1,78 eV. Pendant de nombreuses années, les couleurs disponibles furent limitées au rouge, jaune, vert et bleu. Dans les années 1990, les travaux de chercheurs américains permirent la création de la DEL blanche.



Détail d'une DEL blanche.

Doc. 2 La lampe à filament

Une lampe à filament, ou lampe à incandescence, produit de la lumière lorsqu'un filament en tungstène est porté à incandescence par effet Joule. L'incandescence est un phénomène physique par lequel un corps chauffé émet un rayonnement électromagnétique dans le visible.



Lampe à incandescence.

Doc. 3 Spectres de deux types de lampes



Lumière émise par une DEL blanche.



Lumière blanche émise par incandescence d'un filament.

- Exprimer en joules l'énergie correspondant au gap de la DEL rouge.
- Déterminer la longueur d'onde λ du rayonnement associé et vérifier que la lumière émise est bien rouge.
- La DEL blanche est formée d'une DEL émettant dans le bleu et d'un luminophore, c'est-à-dire une substance transformant une partie de ce rayonnement en une lumière à large spectre et de longueur d'onde plus grande. Expliquer en quoi le spectre de la DEL blanche est cohérent avec cette description et pourquoi l'œil perçoit une teinte blanche.

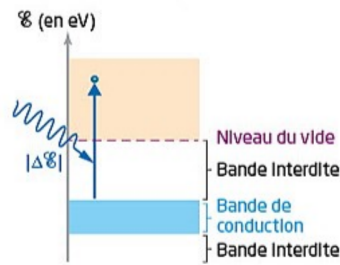
Données

- Constante de Planck :
 $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
- Célérité de la lumière dans le vide :
 $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

20 Établir un bilan énergétique

Contrairement à un atome isolé pour lequel seuls quelques niveaux d'énergie électroniques sont autorisés, dans le cas d'un métal, les niveaux d'énergies dans un métal peuvent prendre toutes les valeurs comprises dans certains intervalles, les « bandes d'énergie », séparées par des « bandes interdites ». La dernière bande d'énergie « contenant » des électrons est la « bande de conduction ».

Si l'on apporte assez d'énergie au métal, un électron de la bande de conduction peut en être extrait en atteignant le « niveau du vide » correspondant à la situation où l'électron est immobile et n'est plus sous l'influence du métal. S'il gagne encore de l'énergie, cet électron isolé peut obtenir une énergie cinétique quelconque. La figure ci-dessous représente une partie du diagramme énergétique pour un métal et une transition quantique y est repérée. On considère un métal dont le travail d'extraction, c'est-à-dire l'énergie minimale qu'il faut lui fournir pour extraire l'un de ses électrons, est noté \mathcal{W}_e .



a. Reproduire le diagramme et y repérer le travail d'extraction \mathcal{W}_e ainsi que l'énergie cinétique \mathcal{E}_c de l'électron extrait du métal dans l'état final de la transition.

b. En déduire, par un bilan d'énergie, la relation entre $|\Delta\epsilon|$, \mathcal{W}_e et \mathcal{E}_c (relation d'Einstein).

c. Expliquer pourquoi, d'après le diagramme, l'énergie cinétique \mathcal{E}_c acquise par l'électron extrait est la valeur maximale $\mathcal{E}_{c,max}$ pouvant être obtenue avec le photon considéré. On pourra représenter sur le diagramme une autre transition possible avec le même photon.

d. On note ν la fréquence de la lumière associée au photon et ν_0 la fréquence seuil du métal. Montrer que l'on peut écrire : $\mathcal{E}_{c,max} = h \cdot (\nu - \nu_0)$.

27 Émission d'électrons par une photocathode en potassium

ÉNONCÉ

La cathode C en potassium d'une cellule photoélectrique, est éclairée par une lumière monochromatique de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 405$ nm. Un générateur impose une tension permettant de récolter sur l'anode A, disposée de l'autre côté de la cellule sous vide, les électrons émis par la cathode.

DONNÉE Longueur d'onde seuil, dans le vide, du potassium : $\lambda_0 = 540$ nm.

a. Expliquer pourquoi l'effet photoélectrique se manifeste avec la lumière utilisée et préciser comment modifier le montage électrique afin de le mettre en évidence.

b. Exprimer puis calculer la valeur du travail d'extraction \mathcal{W}_e du potassium.

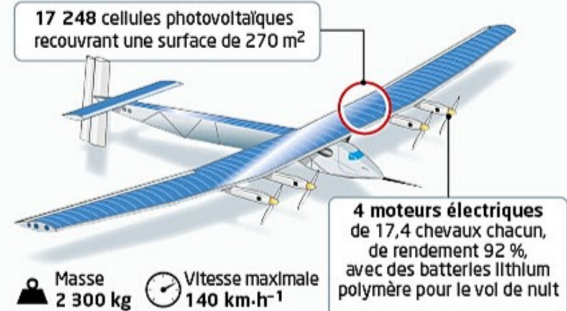
c. Estimer la valeur de l'énergie cinétique $\mathcal{E}_{c,max}$ que possèdent les électrons les plus rapides qui viennent d'être éjectés de la cathode sous l'action de la lumière.

33 Retour sur l'ouverture du chapitre

APP Rechercher et organiser l'information ANA-RAI Organiser
et exploiter ses connaissances VAL Faire preuve d'esprit critique

L'avion solaire *Solar Impulse 2* a pour seule source d'énergie le rayonnement solaire.

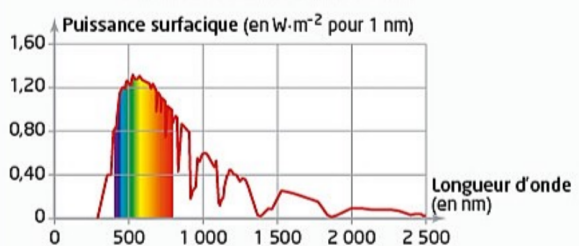
DOC. 1 Caractéristiques techniques



DOC. 2 Conversion d'énergie au sein d'une cellule photovoltaïque

Les cellules photovoltaïques sont généralement composées de silicium, dont l'énergie de gap vaut $\mathcal{E}_g = 1,12$ eV. Or, seuls les photons dont l'énergie est supérieure ou égale à \mathcal{E}_g peuvent libérer un électron qui participe au courant électrique délivré par une cellule. Pour augmenter le nombre de photons captés, il faut diminuer l'énergie de gap, mais on récupère alors moins d'énergie par photon, car l'énergie en excès est dissipée sous forme thermique.

DOC. 3 Répartition spectrale de la puissance surfacique du rayonnement solaire au niveau du sol terrestre



DONNÉES Caractéristiques d'une journée de traversée :

- durée du vol de jour : 14 h ;
- puissance surfacique moyenne du rayonnement solaire réellement disponible : $450 W \cdot m^{-2}$;
- énergie électrique fournie aux moteurs par les panneaux solaires au cours de la journée : 370 kWh.

a. Déterminer la valeur du rendement des panneaux solaires de *Solar Impulse 2*.

b. Porter un regard critique sur la valeur obtenue et proposer une explication au rendement limité des cellules photovoltaïques.