EXERCICE 2 : L'effet photoélectrique et ses applications (6 points)

1. Une approche historique de l'effet photoélectrique

En 1902, le physicien allemand Lenard a travaillé sur l'effet photoélectrique en réalisant l'expérience suivante : deux électrodes métalliques, séparées d'une distance *d*, sont placées face à face dans un tube à vide. Une des deux électrodes est éclairée par des radiations lumineuses de fréquence et d'intensité réglables. Le physicien observe une intensité non nulle au-dessus d'une certaine fréquence appelée fréquence seuil.

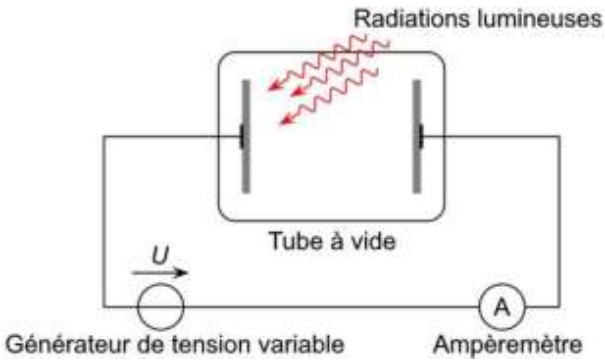


Figure 1 – Schéma de l'expérience

Données :

- Constante de Planck : $h = 6{,}63\times10^{-34}$ J·s ;
- Travail d'extraction du zinc : W_{ext} (Zn) = 4,3 eV ;
- Masse d'un électron : $m_e = 9{,}11\times10^{-31}$ kg ;
- 1 eV = $1{,}60\times10^{-19}$ J ;
- La vitesse de la lumière dans le vide *c* est supposée connue ;
- Relation donnant l'énergie d'un photon : $E = h\cdot\nu = \dfrac{h\cdot c}{\lambda}$.

Q.1. Décrire l'effet photoélectrique.

Q.2. Calculer la fréquence seuil ν_S permettant une émission photoélectrique pour le zinc.

Q.3. En déduire la longueur d'onde correspondante et préciser le domaine des ondes électromagnétiques auquel elle appartient.

On éclaire la plaque de zinc avec une radiation de longueur d'onde λ = 250 nm.

Q.4. Justifier que l'effet photoélectrique se produit.

Q.5. Montrer, en réalisant un bilan d'énergie, que l'expression de la vitesse d'éjection *v* des électrons en fonction de la fréquence ν, ν_S, *h* et m_e, est égale à $v = \sqrt{\dfrac{2h(\nu-\nu_S)}{m_e}}$.

Q.6. Calculer la valeur de cette vitesse.

Q.7. Identifier le paramètre de la radiation qui a une influence sur la valeur de la vitesse. Préciser le sens dans lequel il faut le modifier pour augmenter la valeur de la vitesse.

2. Étude d'un panneau photovoltaïque

Donnée :

– Puissance lumineuse reçue : $P_{lum} = E \times S$, avec E l'éclairement en $W \cdot m^{-2}$ et S la surface utile du convertisseur en m^2.

Les cellules photovoltaïques installées sur le toit des habitations fonctionnent grâce à l'effet photoélectrique. Un particulier souhaite poser des panneaux sur sa toiture afin de diminuer sa facture d'électricité. Un installateur lui propose des panneaux rectangulaires de 1 346 mm de longueur et 1 112 mm de largeur.

Les graphiques de la figure 2 représentent, pour différents éclairements, l'évolution de l'intensité I et de la puissance électrique P fournis par le panneau en fonction de la tension U aux bornes du panneau :

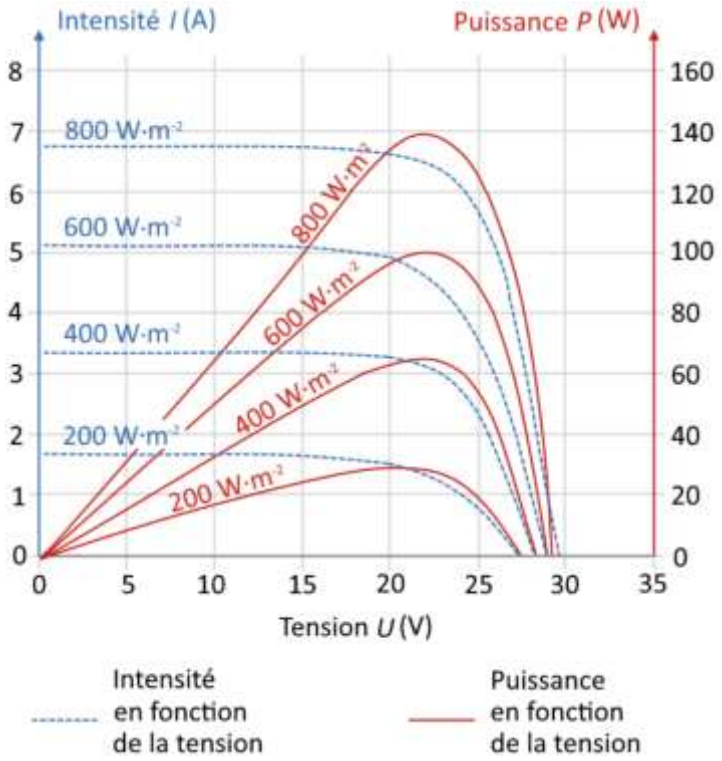


Figure 2 – Caractéristiques du panneau photovoltaïque

Q.8. Calculer la valeur du rendement d'un panneau photovoltaïque dans les conditions optimales de fonctionnement, pour un éclairement moyen de 800 $W \cdot m^{-2}$.

La consommation annuelle de ce particulier est de 7 500 kW·h. Il souhaite que la moitié de cette consommation soit couverte par les panneaux photovoltaïques. Le rendement moyen annuel de chaque panneau est d'environ 10 %.

Q.9. Déterminer le nombre de panneaux à installer, sachant que l'énergie surfacique moyenne reçue chaque jour est d'environ 4,1 $kW \cdot h \cdot m^{-2}$ dans la région. Commenter le résultat.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.