

Exercice 2 – Chargeur solaire (10 points, 30 min)

**Q1. Décrire en quelques lignes le phénomène qui intervient dans la conversion d'énergie lumineuse en énergie électrique lors du fonctionnement du panneau photovoltaïque.**

Le phénomène qui intervient dans la conversion d'énergie lumineuse en énergie électrique lors du fonctionnement du panneau photovoltaïque est l'effet photoélectrique : c'est le phénomène d'éjection d'électrons d'un métal sous l'effet de la lumière.

Cet effet s'explique grâce au modèle particulaire de la lumière : celle-ci est composée de particules (les photons) dont l'énergie individuelle est suffisante pour arracher un électron à un métal.

**Q2. Calculer la fréquence seuil  $f_s$  et la longueur d'onde associée  $\lambda_s$  d'un photon pour extraire un électron.**

Le travail d'extraction nécessaire pour qu'un photon puisse extraire un électron est :  $\Delta E = h \times f_s$

$$\text{Donc } f_s = \frac{\Delta E}{h}, \text{ soit } f_s = \frac{1,12 \times 1,60 \times 10^{-19}}{6,63 \times 10^{-34}} = 2,70 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$\frac{1,12 \times 1,60 \times 10^{-19}}{6,63 \times 10^{-34}}$	
	$2,702865762 \times 10^{14}$
	$3 \text{ E} 8$
	$2,702865762 \text{ E} 14$
	$1,109933036 \text{ E} -6$

$$\text{Or } \lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow \lambda_s = \frac{c}{f_s}, \text{ soit } \lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow \lambda_s = \frac{3,0 \times 10^8}{2,70 \times 10^{14}} = 1,1 \times 10^{-6} \text{ m}$$

**Q3. Montrer alors que le rayonnement solaire convient pour le fonctionnement de ce panneau photovoltaïque.**

L'effet photoélectrique se produit si l'énergie du photon est suffisante pour extraire un électron à la

$$\text{surface du métal : } E_{\text{photon}} > \Delta E \text{ donc } h \times f > h \times f_s \Leftrightarrow f > f_s \Leftrightarrow \frac{c}{\lambda} > \frac{c}{\lambda_s} \Leftrightarrow \frac{1}{\lambda} > \frac{1}{\lambda_s} \Leftrightarrow \lambda < \lambda_s$$

Or  $\lambda_s = 1,1 \times 10^{-6} \text{ m} = 1,1 \times 10^3 \text{ nm}$  et le rayonnement solaire comprend la lumière visible dont la longueur d'onde est comprise entre 400 et 800 nm. La lumière visible a une longueur d'onde suffisamment faible pour provoquer l'effet photoélectrique ici (mais également les UV et une partie des infrarouges présents dans la lumière solaire – Cf Enseignement Scientifique de Terminale)

**Q4. Estimer, en explicitant la démarche utilisée, la valeur de la durée nécessaire pour une charge complète à partir d'une batterie totalement déchargée.**

En utilisant le tableau, on en déduit qu'une charge de 10 % s'effectue en  $5\Delta t = 10 \text{ min}$ .

En estimant que la charge s'effectue à un rythme constant, il faudra donc environ  $100 \text{ min} = 1\text{h}40\text{min}$  pour charger entièrement une batterie totalement déchargée.

**Q5. Comparer le résultat avec les données de la fiche technique du téléphone mobile (figure 3).**

$$Q = I \times \Delta t_{\text{charge}} \Leftrightarrow \Delta t_{\text{charge}} = \frac{Q}{I}$$

$$\text{soit } \Delta t_{\text{charge}} = \frac{3227 \text{ mAh}}{0,84 \text{ A}} = \frac{3,227 \text{ Ah}}{0,84 \text{ A}} = 3,8 \text{ h} \text{ soit environ } 230 \text{ min} = 3\text{h}50\text{min}.$$

Cette valeur est 2,3 fois plus grande que la valeur estimée en Q4 : on peut supposer que la charge ne s'effectue pas à un rythme constant.

Durant l'expérience, le flux lumineux  $\Phi$  mesuré avec un solarimètre est de  $570 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

**Q6. Déterminer la valeur de  $P_{\text{reçue}}$ , la puissance lumineuse reçue par le panneau.**

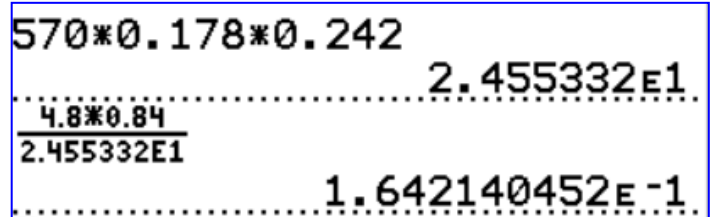
Le panneau a une surface  $S = 0,178 \text{ m} \times 0,242 \text{ m}$

$$P_{\text{reçue}} = \Phi \times S \text{ donc } P_{\text{reçue}} = 570 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2} \times (0,178 \times 0,242) \text{ m}^2 = 24,6 \text{ W}$$

**Q7. À l'aide des mesures réalisées durant l'expérience (figure 2), déterminer la valeur de  $P_{\text{utile}}$ , la puissance utile fournie par le panneau.**

$$P_{\text{utile}} = U \times I,$$

$$\text{soit } P_{\text{utile}} = 4,8 \text{ V} \times 0,84 \text{ A} = 4,0 \text{ W}$$



A handwritten calculation in a blue box showing the multiplication of 570 by 0.178 by 0.242 to get 2.455332E1, and the multiplication of 4.8 by 0.84 to get 2.455332E1, with a final result of 1.642140452E-1.

$$\begin{array}{r} 570 * 0.178 * 0.242 \\ \hline 2.455332E1 \\ 4.8 * 0.84 \\ \hline 2.455332E1 \\ \hline 1.642140452E-1 \end{array}$$

**Q8. En déduire  $\eta$ , le rendement du panneau photovoltaïque. Comparer avec l'indication donnée par le fabricant.**

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{reçue}}}$$

$$\text{donc } \eta = \frac{4,0}{24,6} = 0,16 \text{ soit } 16 \%$$

Le rendement calculé est très inférieur à la valeur de 22,4 % annoncée par le fabricant.

On peut remarquer que toute la surface du panneau n'est pas réellement recouverte de silicium, ainsi sa surface est plus faible que celle calculée, donc la puissance reçue est également plus faible. Alors le rendement serait plus grand.

La mesure de l'éclairement n'a peut-être pas respecté les conditions normées d'éclairage.

Le flux lumineux est peut-être plus faible que celui mesuré, ce qui augmenterait aussi le rendement.