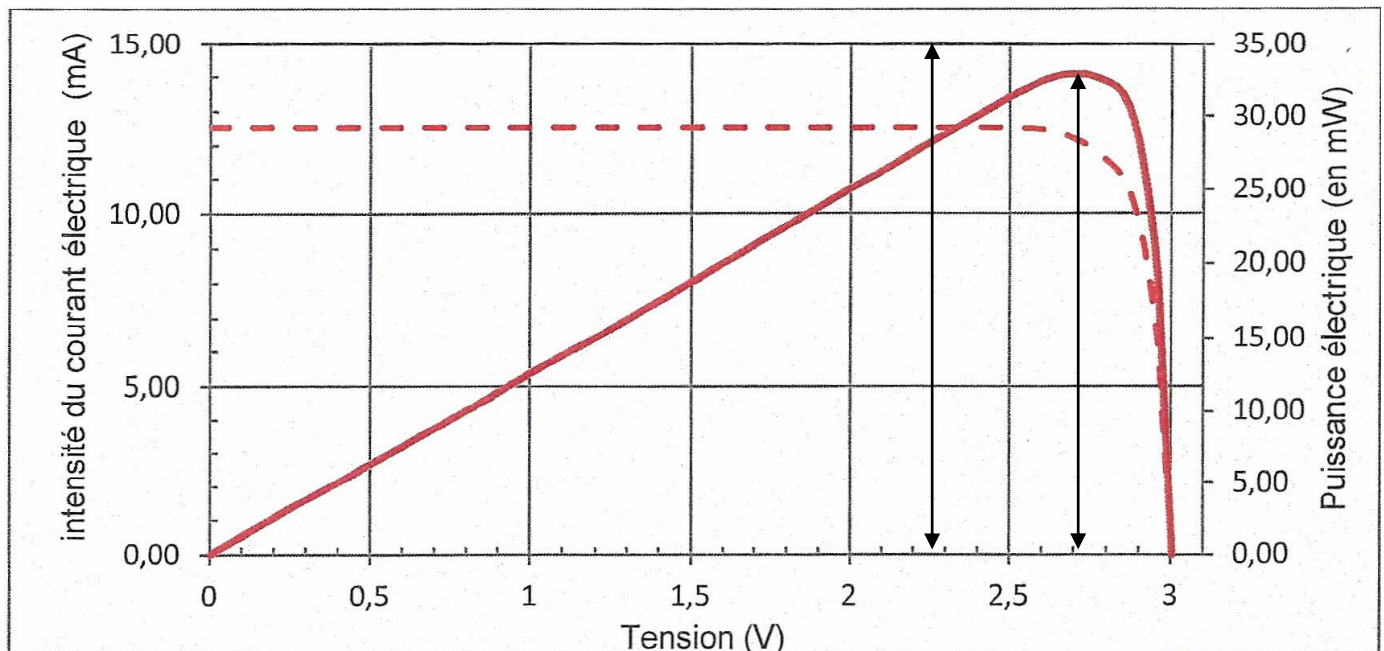


EXERCICE III : LES CELLULES PHOTOVOLTAÏQUES MULTIJONCTIONS (5 points)**Questions**

1. Calculer les rendements des cellules triple-jonction de Sharp et Microsol au Silicium.

Le rendement d'une cellule photovoltaïque est défini par la relation suivante :

$$r = \frac{\text{puissance électrique maximale délivrée par cellule}}{\text{puissance lumineuse reçue par cellule}}$$

Pour la cellule triple jonction de Sharp :

On détermine graphiquement, $P_{\text{élmax}}$, la puissance électrique maximale délivrée par la cellule.

6,7 cm \leftrightarrow 35,00 mW

6,3 cm \leftrightarrow $P_{\text{élmax}}$

$$P_{\text{élmax}} = \frac{35,00 \times 6,3}{6,7} = 33 \text{ mW}$$

On détermine P_{lum} la puissance lumineuse reçue par la cellule :

$$P_{\text{lum}} = E \cdot S$$

L'éclairement vaut $E = 1000 \text{ W.m}^{-2}$ et la surface est $S = 8,9 \times 10^{-5} \text{ m}^2$.

$$P_{\text{lum}} = 1000 \times 8,9 \times 10^{-5} = 8,9 \times 10^{-2} \text{ W} = 89 \text{ mW}$$

$$\text{On peut calculer le rendement } r = \frac{P_{\text{élmax}}}{P_{\text{lum}}} = \frac{33}{89} = 0,37 = 37 \%$$

Pour la cellule Microsol au silicium :

On détermine P_{lum} la puissance lumineuse reçue par la cellule :

$$P_{\text{lum}} = E \cdot S$$

L'éclairement vaut $E = 1000 \text{ W.m}^{-2}$ et la surface est $S = 2,43 \times 10^{-2} \text{ m}^2$.

$$P_{\text{lum}} = 1000 \times 2,43 \times 10^{-2} = 24,3 \text{ W}$$

On lit dans le tableau de données la puissance maximale $P_{\text{max}} = 4,210 \text{ W}$.

$$\text{On calcule le rendement, } r = \frac{P_{\text{élmax}}}{P_{\text{lum}}} = \frac{4,210}{24,3} = 0,17 = 17 \%$$

$$\frac{4.21}{24.3} = 1.732510288 \times 10^{-1}$$

Afin de comprendre pourquoi le rendement de la cellule triple jonction est meilleur que celui de la cellule Microsol au Silicium, on s'intéresse à deux photons de longueurs d'onde respectives $\lambda_1 = 1,0 \mu\text{m}$ et $\lambda_2 = 0,65 \mu\text{m}$.

2. Déterminer l'énergie de chacun des deux photons considérés.

$$E_1 = \frac{h.c}{\lambda_1}$$

$$E_1 = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{1,0 \times 10^{-6}} = 2,0 \times 10^{-19} \text{ J} = \mathbf{1,2 \text{ eV}}$$

Handwritten calculation for E_1 : $6.63E-34 * 3E8 / 1E-6$ resulting in $1.989E-19$ J, which is converted to $1.243125E0$ eV.

$$E_2 = \frac{h.c}{\lambda_2}$$

$$E_2 = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{0,65 \times 10^{-6}} = 3,1 \times 10^{-19} \text{ J} = \mathbf{1,9 \text{ eV}}$$

Handwritten calculation for E_2 : $6.63E-34 * 3E8 / 0.65E-6$ resulting in $3.06E-19$ J, which is converted to $1.9125E0$ eV.

3. Les deux photons arrivent sur la cellule solaire en silicium monocristallin.

Déterminer l'énergie électrique maximale récupérée.

D'après les extraits de Pour La Science : pour le silicium monocristallin, la valeur du gap est de 1,1 eV et l'énergie électrique maximale que l'on peut espérer récupérer est égale à celle du gap. Ainsi on peut récupérer 1,1 eV par photon, donc au total **2,2 eV**.

4. Ces deux photons arrivent maintenant sur la cellule triple-jonction de Sharp.

Indiquer par quelle couche de la cellule chaque photon sera absorbé et déterminer l'énergie maximale récupérée. Conclure.

Le photon est absorbé si son énergie est supérieure à celle du gap.

Le photon 1 d'énergie $E_1 = 1,2 \text{ eV}$ ne peut être absorbé que par la couche inférieure en arséniure d'indium-gallium InGaAs de gap 1,0 eV.

On récupère alors 1,0 eV.

Le photon 2 d'énergie $E_2 = 1,9 \text{ eV}$ ne peut être absorbé que par la couche supérieure en phosphore d'indium-gallium InGaP de gap 1,8 eV.

On récupère alors 1,8 eV.

Au total, on récupère $1,0 + 1,8 = \mathbf{2,8 \text{ eV}}$.

La cellule triple jonction a permis de récupérer 2,8 eV contre seulement 2,2 eV pour la cellule en silicium monocristallin.

5. Expliquer en quoi la constitution et l'ordre des couches de la cellule Sharp triple-jonction lui confèrent une meilleure performance que la cellule au Silicium Microsol lorsqu'elles sont éclairées par la lumière du Soleil.

La lumière du Soleil est polychromatique, elle comporte des photons de différentes longueurs d'onde et donc d'énergies lumineuses différentes.

Avec la cellule au silicium, tous les photons d'énergie supérieure à 1,1 eV sont absorbés en donnant seulement 1,1 eV.

L'énergie supérieure à 1,1 eV (en excès) est dissipée sous forme de chaleur non exploitée.

Tandis qu'avec la cellule triple jonction, la couche supérieure n'absorbe que les photons d'énergie supérieure à 1,8 eV et laisse passer les autres photons vers les autres couches.

La couche intermédiaire absorbe les photons d'énergies supérieures à 1,4 eV et inférieures à 1,8 eV.

Enfin la couche inférieure absorbe les photons d'énergies supérieures à 1,0 eV et inférieures à 1,4 eV.

Il y a ainsi moins d'énergie en excès dissipée sous forme de chaleur avec cette cellule.