

CLASSE : Terminale

VOIE : ☒ Générale

DURÉE DE L'EXERCICE : 0h53

EXERCICE 3 : 5 points

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : PHYSIQUE-CHIMIE

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui « type collège »

EXERCICE 3 : Installation d'un panneau routier

Partie A – Étude du panneau solaire

1.

L'effet photoélectrique est l'absorption de photons solaires par le silicium, permettant à des électrons de franchir la bande E_{gap} : ils passent de la bande de valence à la bande de conduction. Ce passage est à l'origine du courant électrique produit par le panneau solaire.

2.

Une autre application de l'effet photoélectrique est le capteur photoélectrique utilisé dans les systèmes de détection de présence.

3.

$$E = \frac{h \times c}{\lambda}$$

$$E \times \lambda = h \times c$$

$$\lambda = \frac{h \times c}{E}$$

$$\lambda_{\text{seuil}} = \frac{h \times c}{E_{\text{gap}}}$$

$$\lambda_{\text{seuil}} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{1,12 \times 1,60 \times 10^{-19}}$$

$$\lambda_{\text{seuil}} = 1,11 \times 10^{-6} \text{ m}$$

4.

$$\lambda_{\text{seuil}} = 1,11 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$\lambda_{\text{seuil}} = 1,11 \times 10^{-6} \times 10^9 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\text{seuil}} = 1110 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\text{seuil}} = \frac{h \times c}{E_{\text{gap}}}$$

λ_{seuil} est inversement proportionnel à l'énergie.

La longueur d'onde correspondante λ_{seuil} nécessaire à l'électron pour franchir le gap d'énergie est la longueur d'onde maximale.

La majeure partie du rayonnement solaire correspond à des longueurs d'onde inférieures à la longueur d'onde seuil du silicium.

Le silicium est donc un matériau adapté pour la conversion de l'énergie solaire en énergie électrique dans une cellule photovoltaïque.

5.

Leur rendement du panneau photovoltaïque est :

$$r = \frac{P_{\text{électrique fournie}}}{P_{\text{lumineuse recue}}}$$

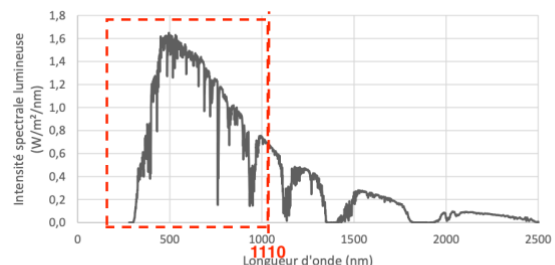


Figure 2 – Spectre d'émission solaire au niveau du sol

Source : <https://www.nrel.gov/grid/solar-resource/spectra-am1.5.html>

6.

$$r = \frac{P_{\text{électrique fournie}}}{P_{\text{lumineuse recue}}}$$

avec :

$$P_{\text{électrique fournie}} = U \times I$$

$$P_{\text{lumineuse recue}} = P_s \times S$$

D'où

$$r = \frac{U \times I}{P_s \times S}$$

Or

$$S = L \times l$$

D'où

$$r = \frac{U \times I}{P_s \times L \times l}$$

$$r = \frac{23,76 \times 0,89}{1000 \times 795 \times 10^{-3} \times 220 \times 10^{-3}}$$

$$r = 0,12$$

$$r = 12\%$$

Ainsi, la valeur du rendement du panneau photovoltaïque est bien celle indiquée par le fabricant.

Partie B – Cinémomètre

7.

Le fonctionnement du radar repose sur l'effet Doppler.

Le radar émet une onde électromagnétique de fréquence f_E en direction du véhicule. Cette onde est réfléchiée par le véhicule en mouvement et revient vers le récepteur du radar.

La fréquence de l'onde reçue f_R est différente de celle de l'onde émise : on observe un décalage Doppler. La mesure de ce décalage de fréquence permet de calculer la vitesse du véhicule.

8.

Si le véhicule s'approche, la fréquence reçue est plus grande que la fréquence émise.

Si le véhicule s'éloigne, la fréquence reçue est plus petite

Dans notre cas, le véhicule s'approche de l'école : la fréquence reçue est supérieure à la fréquence du signal émis.

9.

D'après le sujet : « Si la valeur de la vitesse du véhicule est supérieure à la vitesse seuil, les LED du panneau routier s'allument et clignotent. Le panneau est installé en amont d'une zone dont la valeur de la vitesse limite est $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. La valeur de la vitesse seuil a été fixée à $25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. »

Calculons la valeur de la vitesse du véhicule :

$$|\Delta f| = 2 \times f_E \times \frac{v}{c}$$

$$2 \times f_E \times \frac{v}{c} = |\Delta f|$$

$$v = \frac{|\Delta f| \times c}{2 \times f_E}$$

$$v = \frac{2010 \times 3,00 \times 10^8}{2 \times 24,125 \times 10^9}$$

$$v = 12,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v = 12,5 \times 3,6$$

$$v = 45 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

La vitesse du véhicule $45 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ dépasse la vitesse seuil $25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ fixée pour l'allumage des LED du panneau. Ainsi, le panneau routier s'éclaire lors du passage du véhicule.

10.

$$Q = I \times \Delta t$$

$$I \times \Delta t = Q$$

$$\Delta t = \frac{Q}{I}$$

$$\Delta t = \frac{4000 \times 10^{-3}}{0,79}$$

$$t = 5,1 \text{ h}$$

Cette durée correspond à une valeur maximale théorique, obtenue en supposant une batterie entièrement chargée sans perte énergétique et une intensité constante.

En pratique, la durée réelle de clignotement sera plus courte mais les voitures ne passent pas en continue la nuit, le trafic est faible la nuit.

Ainsi, une autonomie permettant 5 heures de fonctionnement continu est certainement suffisante pour assurer la signalisation lumineuse pendant une grande partie de la nuit.