



Energie transportée par les ondes

Exercices de synthèse

Données : $c = 3.00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Exercice 1

Les cellules photovoltaïques actuelles ne fonctionnent pas avec tout le spectre visible de la lumière. Elles emploient, principalement les radiations autour du vert et du bleu.

- Déterminer les fréquences des photons associés aux longueurs d'ondes suivantes : $\lambda_1 = 440 \text{ nm}$ (bleu) et $\lambda_2 = 0.510 \mu\text{m}$ (vert).
- Calculer les énergies, en Joule et en électronvolt associées à ces photons.

Exercice 2

Une cellule photovoltaïque de surface 30 cm^2 est soumise à un rayonnement d'éclairement énergétique $E = 800 \text{ W.m}^{-2}$. On admettra que la lumière qui arrive sur cette cellule est quasi-monochromatique et de longueur d'onde $\lambda = 550 \text{ nm}$.

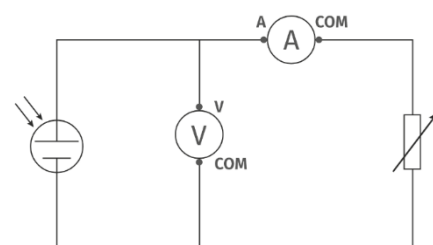
- Déterminer l'énergie d'un photon en Joules.
- Calculer le nombre de photons reçus par la cellule chaque seconde.

Exercice 3

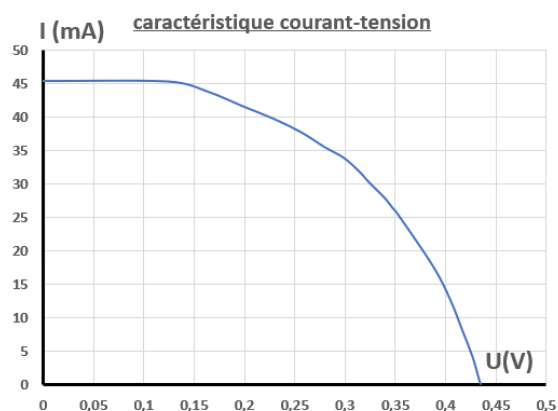
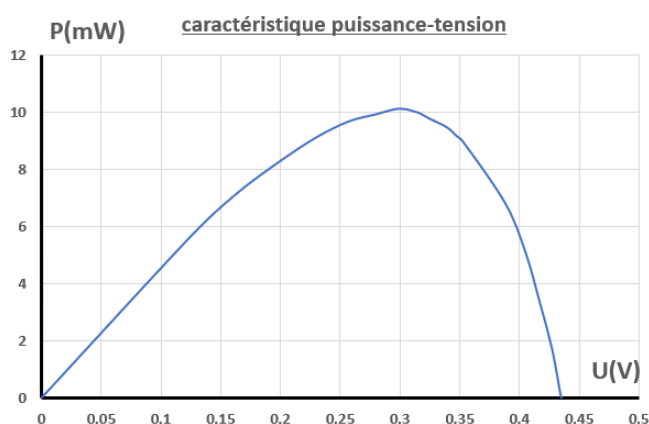
Une cellule photovoltaïque de surface $S = 0,0054 \text{ m}^2$ est éclairée par une lampe : l'éclairement reçu par la cellule est alors $E = 2000 \text{ lux}$.

Pour une lampe incandescente on a $100 \text{ lux} = 1 \text{ W.m}^{-2}$

Un montage permet d'étudier comment varie la tension aux bornes de la cellule en fonction de l'intensité du courant débité.



On relève les courbes suivantes



- Déterminer graphiquement la tension en circuit ouvert U_{CO} et l'intensité de court-circuit I_{CC}
- Calculer le rendement de la cellule

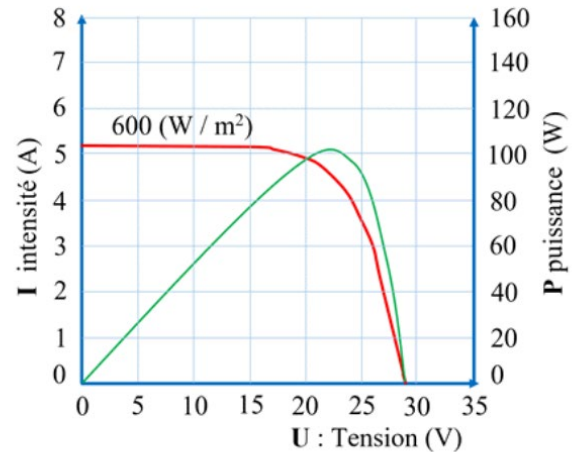
Exercice 4

Un panneau solaire est exposé au Soleil de façon à capter le rayonnement solaire. Il est constitué de 72 cellules photovoltaïques qui permettent de transformer l'énergie du rayonnement solaire en énergie électrique. La dimension de chaque cellule est de 156 cm^2

1) Déterminer graphiquement :

- la valeur de la puissance électrique maximale P_{\max} délivrée par le panneau photovoltaïque.
- la valeur de la tension U_m au point de puissance maximale.
- la valeur de l'intensité du courant I_m au point de puissance maximale.
- la valeur de la tension à vide (f.é.m), U_0 du panneau solaire.
- l'intensité du courant de court-circuit I_{cc}

2) Calculer le rendement η du panneau photovoltaïque.



Intensité I en fonction de la tension U : — (rouge)
Puissance P en fonction de la tension U : — (verte)

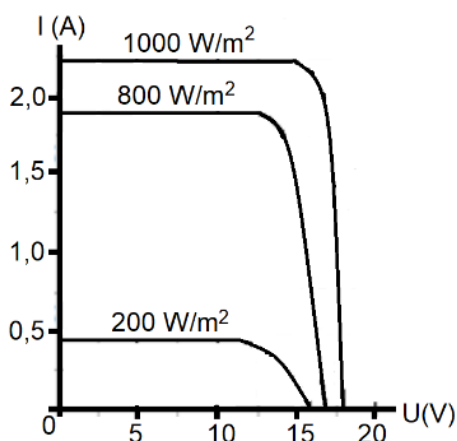
Exercice 5

Un module photovoltaïque comprend un grand nombre de cellules qui convertissent une partie de l'énergie rayonnante du Soleil qu'elles reçoivent, en énergie électrique.

Les caractéristiques sont données pour des puissances rayonnantes reçues par m^2 de cellule photovoltaïque, cela correspond à un éclairement énergétique ;

Par exemple 800 W/m^2 : le module photovoltaïque reçoit une puissance rayonnante de 800 W sur 1 m^2 de surface de module.

Température du module ($^{\circ}\text{C}$)	50
Puissance électrique maximale (W)	32.8
Tension aux bornes du module à puissance maximale (V)	14.9
Intensité I (A) pour une tension $U = 15\text{V}$	2.2
Tension en circuit ouvert (V)	18.4
Intensité de court-circuit (A)	2.2



Les caractéristiques électriques pour éclairement énergétique reçu de 1000 W/m^2 sont indiquées dans le tableau ci-dessus.

1) Réaliser un diagramme des transferts énergétiques pour un module photovoltaïque.

2) Déterminer graphiquement, pour un éclairement de 800 W/m^2 :

- le point de fonctionnement A correspondant à la puissance électrique maximale disponible ;
- le point de fonctionnement B correspondant à l'intensité de court-circuit ;
- le point de fonctionnement C correspondant à un circuit ouvert.

3) Ce module reçoit, à $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$, un éclairement énergétique de 1000 W/m^2 . La

tension à ces bornes, lorsqu'il fonctionne est égale à 10 V .

- D'après le graphique, quelle est la valeur de l'intensité du courant débité ?
- Quelle est la puissance électrique fournie ?
- La surface du module est égale à $0,185 \text{ m}^2$. Calculer le rendement énergétique du module.

Exercice 6

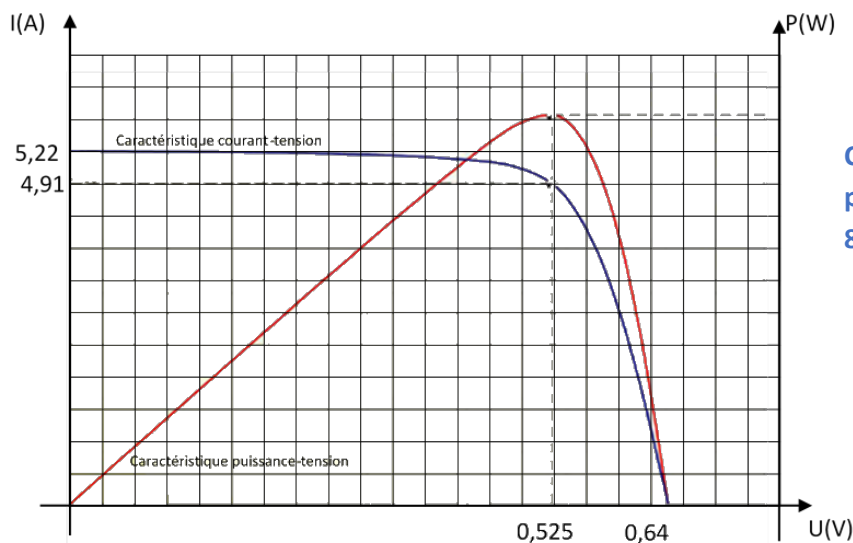
En 2012 un voilier a participé à la course Vendée Globe en utilisant les énergies renouvelables pour produire l'énergie électrique nécessaire à son fonctionnement (ordinateur de bord, pilote automatique...).

Le pont du bateau était revêtu de panneaux photovoltaïques et un parc de batteries Li-ion permettait de stocker l'énergie électrique produite par les panneaux.

En cas de problème, une pile à combustible de secours pouvait être utilisée pour pallier au manque d'électricité à bord du bateau.

caractéristiques des panneaux photovoltaïques

Dimension panneau (mm × mm)	1559 × 1064
Dimension cellule (mm × mm)	130 × 130
Nombre de cellules par panneau	96



Caractéristiques électriques d'une cellule photovoltaïque (conditions du test : irradiation 800 W.m^{-2} , $T = 20^\circ\text{C}$)

1) Rendement d'une cellule photovoltaïque

Chaque panneau est constitué de cellules photovoltaïques élémentaires. Dans les conditions du test, l'éclairement énergétique est égal à 800 W.m^{-2}

- 1.1. Déterminer la puissance rayonnante reçue par une cellule
- 1.2. Déterminer graphiquement la puissance de crête, P_{CC} , puissance électrique maximale convertie par la cellule.
- 1.3. En déduire le rendement de la cellule dans les conditions du test du document

On supposera par la suite que le rendement est indépendant de la puissance solaire reçue.

2) Puissance produite par un panneau

Chaque panneau est constitué de 96 cellules photovoltaïques.

- Déterminer la puissance produite par la totalité des cellules d'un panneau dans les mêmes conditions de test que la question 1).

3) Nombre de panneaux sur le bateau

Dans les meilleures conditions d'éclairement, tous les panneaux ont produit 9,5 kWh d'énergie électrique stockée dans les batteries en une journée.

- 3.1.** Déterminer la quantité d'énergie rayonnée par le soleil et captée par le panneau photovoltaïque de rendement 18 %.
- 3.2.** Sachant que la quantité d'énergie solaire disponible à cette latitude est égale à $3520 \text{ Wh}\cdot\text{m}^{-2}$, déterminer la surface utile de l'ensemble des panneaux solaires.
- 3.3.** En déduire le nombre approximatif de panneaux recouvrant le pont du bateau.

Exercice 7

Un laser hélium-néon délivre un faisceau de puissance rayonnante $P_{\text{ray}} = 2,0 \text{ mW}$ et de rayon $r = 0,40 \text{ mm}$.

- 1)** Déterminer la surface éclairée par ce laser.
- 2)** Calculer l'éclairement énergétique reçu par un objet éclairé par ce laser.
- 3)** Comparer ce résultat à l'éclairement énergétique solaire au niveau du sol, $E_e(\text{solaire}) = 1 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$.
 $1 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} = 10^3 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$
- 4)** Quelle énergie reçoit cet objet pendant une durée de 5 secondes d'exposition?

Exercice 8

On dispose d'un laser à rubis. L'énergie des photons qu'il émet est $E_{\text{ph}} = 1.80 \text{ eV}$. La puissance de ce laser est $\Phi_e = 1,0 \text{ mW}$ et le rayon du spot qu'il émet est $r = 0,50 \text{ mm}$.

- 1)** Quelle est la longueur d'onde de ce laser ? En déduire sa couleur.
- 2)** Déterminer l'éclairement, E , de ce laser.
- 3)** On peut définir la puissance maximale permise (PMP), pour un œil par la relation : $\text{PNP} = \text{EMP} \times \frac{\pi \times d_0^2}{4}$
où d_0 (diamètre de la pupille) = $0,7 \text{ cm}$ et EMP (Exposition Maximale Permise) = $25 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.
- calculer la puissance maximale permise par l'oeil
- 4)** Le laser au rubis est-il dangereux pour un œil ?