EXERCICE 4 (6 points)

(Physique-chimie)

Étude d'un panneau photovoltaïque

Dans une logique de respect de l'environnement et de transition énergétique, le recours à l'énergie photovoltaïque est en plein essor. Son usage se démocratise et les panneaux photovoltaïques font désormais partie du quotidien. Composées d'un assemblage de matériaux permettant de convertir efficacement l'énergie lumineuse en électricité, les cellules photovoltaïques s'inscrivent dans le mix énergétique français (*Source CEA).*

L'objectif de cet exercice est d'étudier dans un premier temps les caractéristiques d'un panneau photovoltaïque du commerce puis d'étudier au laboratoire son utilisation pour alimenter la résistance d'un chauffe-eau.

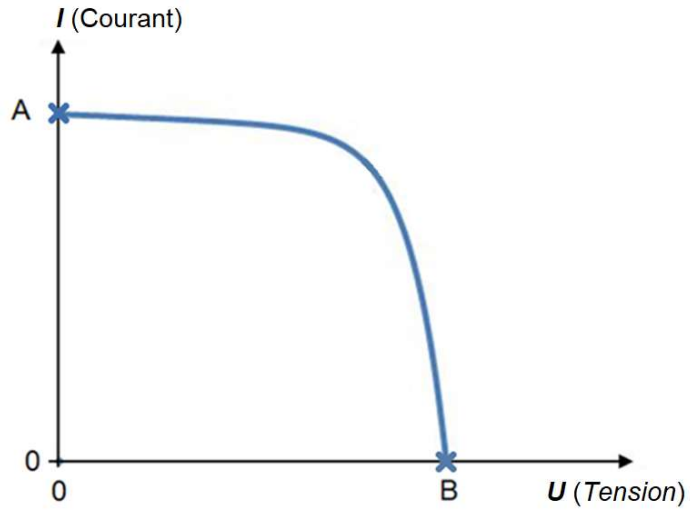
Données :

- conditions standard de tests : un éclairement de 1 000 $W \cdot m^{-2}$ et une température de cellule de 25 °C ;
- données du fournisseur pour le panneau photovoltaïque en conditions standard de tests (site eco-greenenergy) :
  - rendement d'un panneau : 20,51 % ;
  - tension à puissance maximale : U_{pm} = 40,58 V ;
  - intensité à puissance maximale : I_{pm} = 13,06 A ;
  - tension circuit ouvert : U_{co} = 49,29 V ;
  - intensité de court-circuit : I_{cc} = 13,64 A.

Allure de la caractéristique d'un panneau photovoltaïque

1. Schématiser la chaîne énergétique d'un panneau photovoltaïque.

On fournit ci-dessous l'allure de la courbe caractéristique du panneau photovoltaïque.



2. Identifier les données du fournisseur du panneau photovoltaïque correspondant aux points A et B indiqués sur l'allure ci-dessus.

3. Un panneau photovoltaïque n'est pas une source idéale de tension. Justifier cette affirmation en s'appuyant sur l'allure fournie.

4. Calculer la puissance maximale notée P_{max}, en W, fournie par ce panneau dans les conditions standard de tests.

5. Rappeler la relation permettant de calculer le rendement d'un panneau photovoltaïque, noté η en fonction de la puissance maximale électrique P_{max} et du flux énergétique reçu noté P_{lum}.

6. Calculer la puissance lumineuse reçue par le panneau dans les conditions standard de tests.

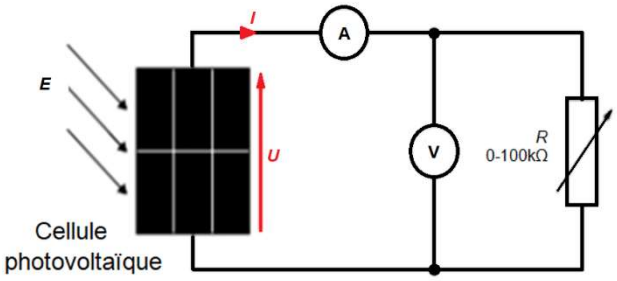
7. Après avoir rappelé la relation entre l'éclairement énergétique noté E et le flux énergétique noté P_{lum}, calculer l'aire du panneau ayant servi à obtenir les caractéristiques des conditions standard de tests.

Étude expérimentale d'un panneau photovoltaïque

Données :

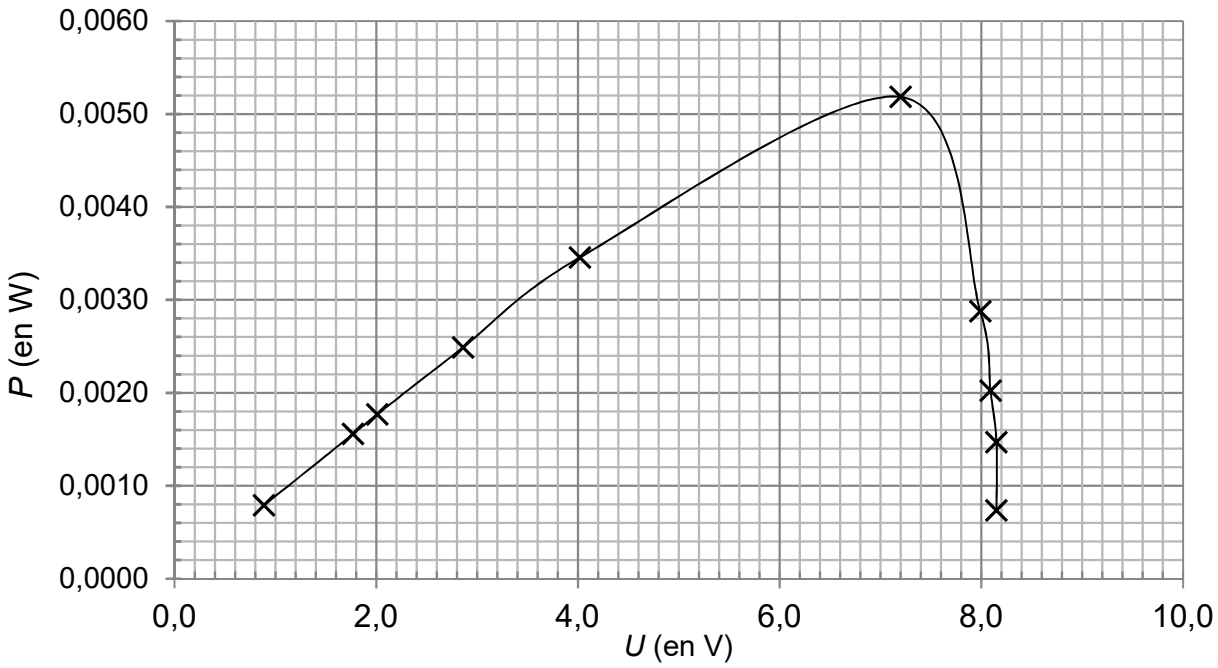
- dimensions de la cellule rectangulaire : 9,5 cm × 4,8 cm.

On réalise le montage ci-contre afin de faire fonctionner le panneau photovoltaïque. L'éclairement est assuré par une lampe placée à vingt centimètres de la cellule. L'éclairement énergétique au niveau de la cellule est $E_0 = 12{,}5\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$.



Pour différentes valeurs de résistance, on relève le couple de valeurs (intensité I ; tension U) indiqué par les multimètres.

À partir des mesures effectuées, on obtient la courbe de puissance du panneau photovoltaïque, fournie ci-dessous.



8. Déterminer les coordonnées notées (U_{opt} ; P_{max}) du point de fonctionnement optimal de la cellule étudiée.

9. Montrer que le flux énergétique reçu par la cellule dans les conditions de l'expérience, noté P_{lum}, vaut environ 0,057 W.

10. Déterminer la valeur du rendement de la cellule dans les conditions de l'expérience. Commenter la valeur obtenue.

Alimentation de la résistance électrique d'un chauffe-eau

On relie le panneau photovoltaïque étudié à un conducteur ohmique dont la résistance R permet de se placer au point de fonctionnement optimal du panneau.

Le fonctionnement d'un chauffe-eau est réalisé à faible échelle au laboratoire. Le conducteur ohmique est immergé dans 100 mL d'eau. L'objectif est d'augmenter la température de l'eau de 5,0°C. Dans l'hypothèse où la totalité de la chaleur dissipée par le conducteur ohmique est récupérée par l'eau, l'énergie à fournir par le panneau est égale à Q = 2 090 J.

11. Indiquer le nom donné à la conversion d'énergie électrique en énergie thermique.

12. Calculer la durée de fonctionnement du panneau photovoltaïque nécessaire pour chauffer l'eau ; on l'exprimera en heure puis en jour. Commenter la valeur obtenue.