

Exercices sur l'énergie solaire

Chaîne énergétique

La puissance d'une cellule photovoltaïque dépend du courant débité :

$$P = U.I.$$

Énergie rayonnante thermique → Panneau solaire thermique → Énergie

Conversion

Énergie rayonnante électrique → Cellule photovoltaïque → Énergie

Exercice 1 (20 min)

Un panneau solaire est composé de cellules photovoltaïques permettant de transformer l'énergie fournie par le soleil. Chaque cellule a une puissance P égale à 1,2 W et une tension nominale U égale à 0,48 V.

- Calculer l'intensité maximale fournie par cette cellule.
- Les panneaux solaires sont composés de cellules photovoltaïques montées en série pour obtenir une tension nominale de 12V. Calculer le nombre de cellules de tension nominale 0,48V nécessaires pour obtenir un panneau solaire de tension nominale 12 V.
- Dans la plupart des cas, les panneaux solaires servent à recharger une batterie qui permet d'alimenter des appareils électriques.

Le schéma ci-dessous représente la chaîne énergétique de la charge de la batterie par les panneaux solaires.

Compléter le schéma en choisissant parmi les propositions suivantes :

- Énergie thermique
- Énergie chimique
- Panneaux photovoltaïques
- Soleil
- Fils
- Turbine
- Lampe
- Énergie mécanique

Éléments du système Rayons solaires Batterie
Chaîne énergétique	Rayonnement Energie nucléaire	Travail électrique Chaleur (pertes)
Milieu extérieur	(Energie dégradée)

Le panneau solaire est de forme rectangulaire. Il a les dimensions suivantes : 427 mm × 633 mm correspondant à une aire de surface 0,27 m².

En France métropolitaine, le soleil fournit en moyenne 1 000 W/m².

- Calculer la puissance absorbée par le panneau solaire.
- Calculer le rendement du panneau solaire s'il fournit une puissance égale à 30 W.

Exercice 2 (10 min)

Une batterie de cellules photovoltaïques a une surface réceptrice de 8 m^2 . Son taux de conversion de l'énergie solaire en énergie électrique est de 15 %. Le rayonnement solaire apporte en moyenne, chaque seconde, 1 kJ/m^2 . Elle fonctionne 10 heures par jour.

1. Calculer l'énergie solaire reçue en une journée par la batterie lors de son fonctionnement.
2. En déduire l'énergie électrique fournie en une journée par la batterie de cellules.

Exercice 3 (15 min)

En France, chaque mètre carré reçoit en moyenne une énergie solaire annuelle de $1\,500 \text{ kWh/an}$.

1. Calculer l'énergie annuelle reçue par un panneau solaire de 20 m^2 .

Le panneau solaire alimente les trois chauffe-eau d'un complexe sportif, qui absorbent chacun en moyenne par an $4\,000 \text{ kWh}$. Le rendement du panneau solaire est de 30 %.

2. Quelle est l'énergie électrique fournie par le panneau solaire ?
3. Le panneau solaire suffit-il à lui seul pour chauffer l'eau des chauffe-eau ?

Exercice 4 (15 min)

Un capteur solaire thermique est constitué d'une vitre et d'un serpentin noir. De l'eau circule dans le serpentin avec un débit de $20,0 \text{ L}$ par heure. La température de l'eau, à l'entrée du serpentin, est égale à $14,9 \text{ }^\circ\text{C}$, alors qu'elle est de $35,2 \text{ }^\circ\text{C}$ à la sortie.

1. Quel est le mode de transfert d'énergie reçu par le capteur solaire ?
2. Quels sont les rôles respectifs de la vitre et de la peinture noire ?
3. Comment se nomme ce phénomène ?
4. Calculer la valeur du transfert d'énergie fourni à l'eau chaque seconde.
5. Au cours de cette expérience, la puissance rayonnante reçue est de 800 W . Calculer le rendement de ce capteur solaire.

Donnée : $c(\text{eau}) = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Exercice 5 (25 min)

La NASA s'est lancée dans un ambitieux programme de retour de l'homme sur la Lune et prévoit un premier débarquement dès 2018. A la différence de l'épopée des missions Apollo, les Américains ont décidé de s'installer de façon durable sur la Lune, pour d'une part l'explorer, y faire de la science, et d'autre part préparer la première mission habitée vers Mars et débiter des études exploratoires de l'exploitation des ressources lunaires. Cette base doit permettre d'extraire les ressources naturelles présentes sur la lune, et en particulier l'Hélium 3, élément rare sur terre, et combustible très prometteur pour alimenter les réactions de fusion thermonucléaire. Il sera donc utile d'étudier le rendement énergétique de l'extraction de l'Hélium 3. La base lunaire demande aussi quelques besoins en électricité pour l'éclairage, l'électronique embarquée, les outils d'exploitation des ressources lunaires, les déplacements d'engins à la surface de la lune ou encore les instruments scientifiques utilisés lors des missions d'observation lunaires.

1. La base comprend 30 éclairages basse consommation de 50 W allumés 24h/24, et 20 éclairages d'appoints basse consommation de 12 W allumés la moitié du temps.

Estimer la consommation électrique pour l'éclairage en kWh/jour.

Deux véhicules lunaires fonctionnant à l'aide de batteries sont utilisés. Ces véhicules ont une consommation énergétique moindre que ceux utilisés sur terre ($g_L = 1/6 g_T$). La puissance électrique consommée lors de leur fonctionnement est de 5 kW.

2. Sachant que ces véhicules sont utilisés chacun 24 heures par semaine en moyenne, estimer la consommation d'énergie électrique totale moyenne en kWh/jour.
3. Pour estimer combien l'énergie à produire, il faut tenir compte du rendement de stockage de la batterie, qui est de 21 %. Estimer l'énergie qu'il faudra produire par jour au niveau des panneaux solaires en kWh/jour, pour assurer le bon fonctionnement de ces véhicules.