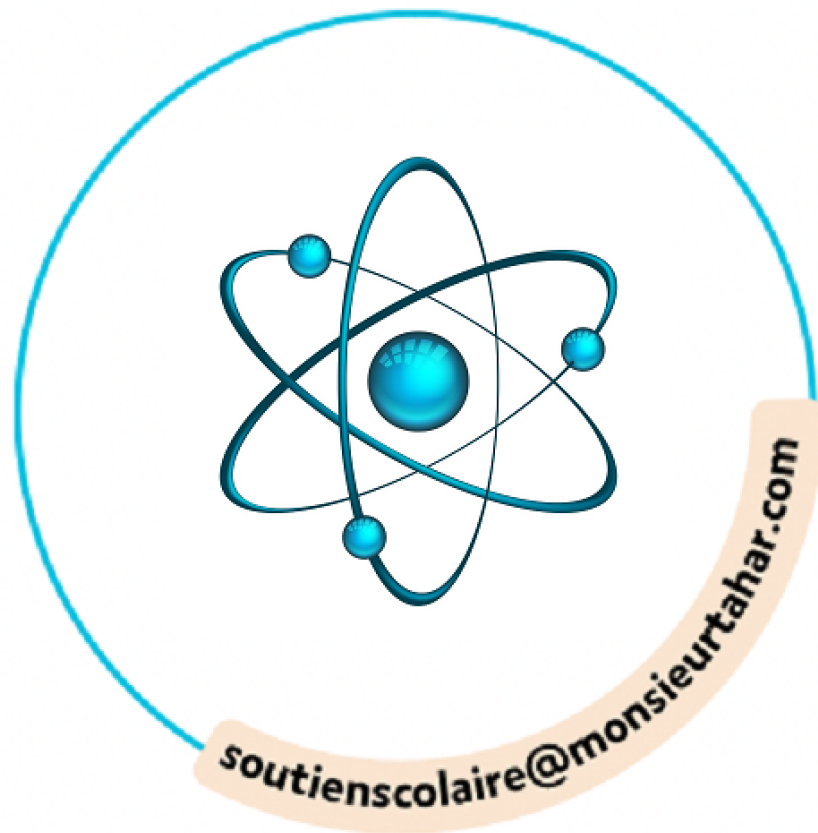
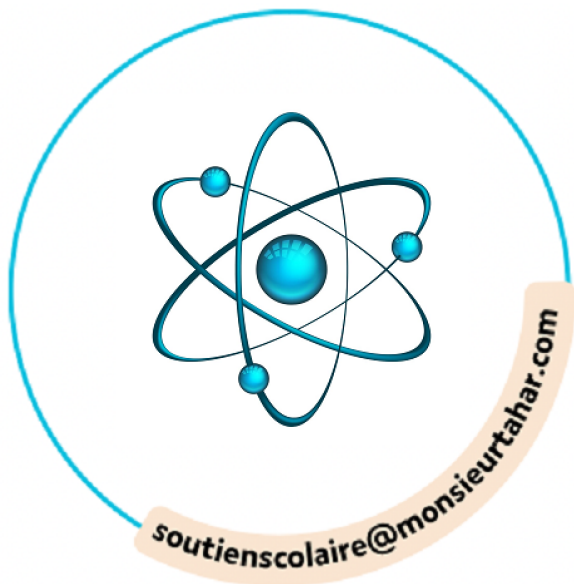


ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE



CHAPITRE 1

ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE



CHAPITRE 1

Exercices

Tester ses connaissances

QCM

1. a. / 2. a. ET d. / 3. b. ET c. / 4. c.

5 Définitions inversées

a. Physique quantique. / b. Alternateur. / c. Semi-conducteur. / d. Stator.

6 Spectre d'absorption

L'intensité du rayonnement solaire à la surface de la Terre est maximale pour des longueurs d'onde approximativement comprises entre 400 et 900 nm. Or pour des longueurs d'onde supérieures à 500 nm environ, le coefficient d'absorption du semi-conducteur CdS devient beaucoup plus faible que celui du semi-conducteur Ge. Ainsi, le semi-conducteur Ge, parce qu'il absorbe bien mieux les radiations de longueurs d'onde supérieures à 500 nm, absorbe beaucoup plus la lumière solaire que le semi-conducteur CdS.

7 Vrai ou faux ?

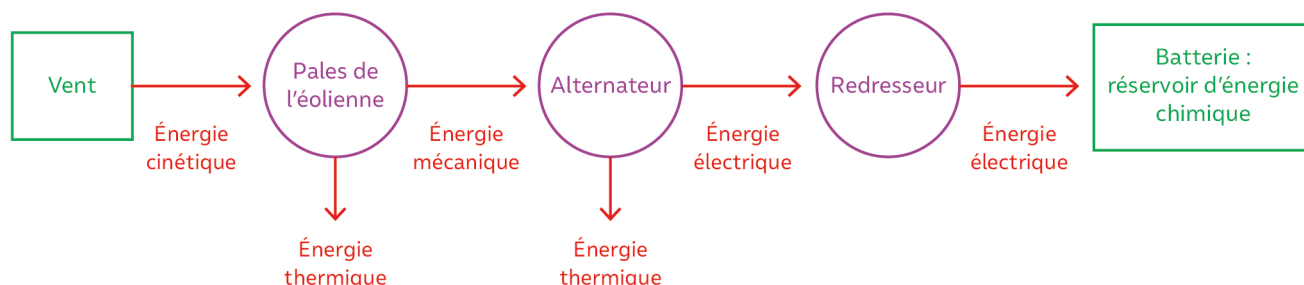
a. Vrai. / b. Vrai. / c. Faux : « La conversion d'énergie mécanique en énergie électrique par un alternateur se fait avec peu de pertes, le rendement est proche de 1. »

8 Analyse d'un spectre d'émission

On lit graphiquement que les raies d'émissions ont pour longueur d'onde environ ces valeurs : 405 nm, 436 nm, 546 nm, 577 nm et 579 nm. Elles correspondent donc à l'**atome de mercure**.

10 Bilan énergétique d'une éolienne

1. Représentation de la chaîne complète (y compris la conversion alternatif-continu faite par le redresseur non exigée) :



2. Le rapport entre l'énergie mécanique produite au niveau des pales et l'énergie cinétique du vent est de :

$$\frac{E_m}{E_c} = \frac{10510}{17530} = 0,5995, \text{ soit environ } 60 \, \%.$$

Le résultat de ce calcul est conforme avec l'affirmation d'Albert Betz.

11 Un prototype d'hydrolienne

Les courants marins entraînent les pales de la turbine, ce qui permet de mettre le **rotor** de l'**alternateur** en mouvement. Un phénomène d'induction électromagnétique a alors lieu : il apparaît dans le **stator** une tension et un courant induits. L'énergie mécanique du rotor a donc été convertie par l'alternateur en énergie électrique. Cette **conversion d'énergie** permet la production d'**électricité** grâce à l'énergie des courants marins.

12 Des éoliennes toujours plus grandes !

1. Il s'agit d'une conversion d'énergie mécanique (rotation des pales grâce au vent) en énergie électrique.

2. L'élément de l'éolienne réalisant cette conversion énergétique est l'alternateur.

3. L'augmentation du diamètre de l'hélice et de la hauteur du mât des éoliennes permet d'accéder à des puissances plus élevées.

Complément : L'augmentation du diamètre de l'hélice permet de capter davantage d'énergie cinétique, augmentant ainsi la puissance de l'éolienne. L'augmentation de la hauteur des mâts des éoliennes s'explique quant à elle par le fait que les vents sont plus forts et plus réguliers en altitude.

4. La puissance totale du parc est $68 \times 8 = 496 \text{ MW}$.

5. Il manque des informations telles que la distribution de la vitesse du vent dans le temps, ou encore la valeur de l'énergie cinétique associée au vent en fonction de sa vitesse.

13 Dynamo et pédalage

1. Les éléments principaux de l'alternateur sont les deux éléments : rotor (3) et stator (5).

2. La roue du vélo met en mouvement un système d'entraînement, qui permet de mettre en rotation le rotor. Un phénomène d'induction électromagnétique a alors lieu : il apparaît dans le stator de l'alternateur une tension et un courant induits. L'énergie électrique ainsi générée permet de faire fonctionner l'éclairage et de charger la batterie.

3. Pour une vitesse de $15 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ la puissance de la dynamo est $P = 2,7 \text{ W}$ (lecture graphique du document 2). En utilisant le document 3, la durée minimale pour recharger la batterie est

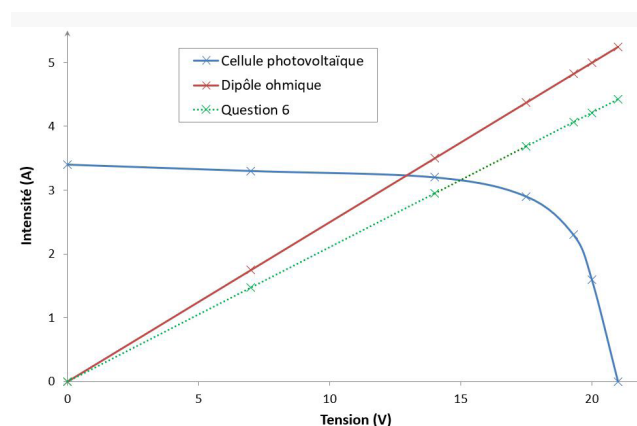
$$\Delta t = \frac{E}{P} = \frac{7,70 \text{ Wh}}{2,7 \text{ W}} = 2,9 \text{ h, soit } 2 \text{ heures et } 51 \text{ minutes.}$$

La durée réelle sera nécessairement plus grande du fait de pertes énergétiques sous forme d'énergie thermique.

4. Pour une vitesse deux fois plus grande (soit $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$), la puissance de la dynamo n'est pas deux fois plus grande (environ $3,5 \text{ W}$). La durée minimale pour recharger la batterie ne sera donc pas deux fois plus courte.

14 Optimiser l'utilisation d'une cellule photovoltaïque

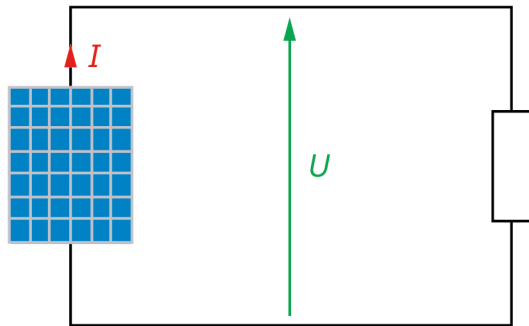
Courbes pour les questions 1, 3 et 6 :



Le dipôle ohmique a une résistance de $4,0 \, \Omega$ donc la droite rouge est tracée telle que :

$$I = \frac{1}{4} U.$$

2. Schématisation du montage :



4. Par lecture graphique, les coordonnées du point de fonctionnement sont à l'intersection de la courbe $I = f(U)$ pour la cellule (courbe bleue) et de la droite $I = f(U)$ pour le dipôle ohmique (courbe rouge) car le courant I est le même dans la cellule et dans la résistance R . Le point de fonctionnement est à une tension aux bornes du dipôle ohmique qui vaut 12,9 V et $I = 3,2$ A.

$$5. P = U \times I = 12,9 \times 3,2 = 41 \text{ W}$$

6. On constate aisément qu'en utilisant un dipôle ohmique de résistance $R' > 4,0 \Omega$, dont la caractéristique apparaît en pointillé sur la figure (question 1), la puissance électrique délivrée par la cellule photovoltaïque est plus grande : $P' = 15,0 \times 3,1 = 47 \text{ W} > 41 \text{ W}$. Ainsi, le dipôle ohmique de résistance $R = 4,0 \Omega$ ne maximise pas la puissance électrique délivrée par le module photovoltaïque.

15 Des cellules photovoltaïques pour l'espace

1. Le coefficient d'absorption de GaInP diminue très rapidement pour des longueurs d'onde supérieures à 620 nm environ. Or on constate qu'il existe des longueurs d'onde supérieures à 620 nm pour lesquelles l'intensité du rayonnement solaire est très élevée. Ainsi, l'énergie solaire associée à ces longueurs d'onde serait peu absorbée par GaInP. Il n'est donc pas judicieux de l'utiliser seul dans une cellule photovoltaïque, car il ne permet pas d'absorber efficacement toute une partie de l'énergie radiative émise par le Soleil.

2. GaS et Ge ont des coefficients d'absorption élevés pour les longueurs d'onde supérieures à 620 nm : ils permettraient donc d'absorber l'énergie lumineuse émise par le Soleil que le semi-conducteur GaInP n'a pas pu absorber.

3. Pour des longueurs d'ondes inférieures à 670 nm, les trois semi-conducteurs ont un coefficient d'absorption élevé. Mais GaInP est celui qui a le meilleur rendement photovoltaïque : cela signifie que pour une même quantité d'énergie radiative absorbée, c'est GaInP qui fournira la plus grande quantité d'énergie électrique. Pour optimiser le rendement de la cellule photovoltaïque, il faut donc que les rayonnements de longueur d'onde inférieure à 670 nm soient absorbés prioritairement par GaInP. Comme la lumière traverse en premier le semi-conducteur placé dans la couche 1, on place GaInP dans la couche 1.

16 Panneaux solaires et canicule

1. L'emplacement des cercles noirs correspond au point de fonctionnement pour lequel la puissance fournie par les cellules photovoltaïques est maximale.

Une lecture graphique des coordonnées de ces cercles permet d'estimer la valeur de la puissance maximale que peut fournir le panneau solaire en fonction de la température.

Température (°C)	10	25	40	55	70
Tension (V)	33,7	32,7	31,7	30,7	29,8
Intensité (A)	6,80	6,70	6,70	6,65	6,65
Puissance maximale (W)	229	219	212	204	198

On constate bien que lorsque la température augmente, la puissance maximale que peut fournir le panneau solaire diminue. C'est un effet dommageable car généralement, quand il y a beaucoup de Soleil, il fait chaud...

2. Les coordonnées du point de fonctionnement à 25 °C sont $U = 32,7 \text{ V}$ et $I = 6,70 \text{ A}$. La résistance d'un dipôle ohmique dont la caractéristique passe par ce point est d'après la loi d'Ohm :

$$R = \frac{U}{I} = \frac{32,7}{6,7} = 4,9 \Omega.$$

3. On estime graphiquement les coordonnées du point d'intersection de la caractéristique du dipôle ohmique de résistance $R = 4,9 \Omega$ avec celle du panneau solaire pour une température égale à 70 °C : $U = 31,0 \text{ V}$ et $I = 6,31 \text{ A}$. La puissance délivrée par le panneau solaire au dipôle ohmique vaut alors $31 \times 6,31 = 196 \text{ W}$.

4. Elle est inférieure à 219 W, puissance délivrée à ce même conducteur ohmique de résistance 4,9 Ω à 25 °C.

17 EXERCER SON ESPRIT CRITIQUE

Pédaler pour la planète

1. Un individu moyen devant recharger une batterie de 10 Wh doit fournir une énergie mécanique de :

$$E_{\text{mécanique}} = 10 \times \left(\frac{100}{80} \right) = 12,5 \text{ Wh.}$$

Pour cela, il devra pédaler modérément durant :

$$t = 60 \times \frac{12,5}{30} = 25 \text{ minutes.}$$

2. Pour fournir ces 12,5 Wh, il aura dû dépenser :

$$12,5 \times \frac{100}{20} = 62,5 \text{ Wh d'énergie chimique issue de son alimentation, ce qui correspond à : } 100 \times \frac{62,5}{583} = 11 \text{ g de biscuits,}$$

c'est-à-dire un biscuit seulement.

3. La production d'un biscuit de 11 g a une empreinte carbone de :

$$268 \times \frac{11}{100} = 29,5 \text{ g de CO}_2.$$

Sa consommation par l'organisme pour en tirer de l'énergie a une empreinte carbone de 16 g. L'empreinte carbone totale est donc de 45,5 g par biscuit.

En comparaison, les centrales doivent fournir :

$$100 \times \frac{10}{81} = 12,3 \text{ Wh pour recharger la batterie. Cela correspond à une empreinte carbone de } 0,052 \times 12,3 = 0,6 \text{ g de CO}_2,$$

soit 76 fois moins.

Si on mange des biscuits pour compenser l'effort qui a permis de recharger le smartphone, alors l'acte n'aura pas été écologique du point de vue bilan carbone : il aurait mieux valu mettre

son téléphone à charger sur une prise... Le problème est surtout lié à la faiblesse du rendement des efforts humains.

Influencé par un **biais émotionnel**, peut-être avez-vous pensé que l'énergie générée par la force humaine était forcément moins polluante que celle produite par une centrale électrique ?

Ces considérations ne doivent cependant pas occulter le fait que l'empreinte carbone de la solution proposée est très anecdotique tant que l'humain n'est pas utilisé de façon significative pour générer de l'électricité... Il ne faudrait pas non plus tomber dans un **biais d'insensibilité à l'étendue** !

Autre aspect non abordé ici : l'OMS aussi bien que le Ministère de la Santé recommandent de pratiquer au moins 60 minutes d'exercice physique par jour. Dans ce cadre, recharger son téléphone en pédalant peut s'avérer bénéfique.

🔍 Erratum

Déjà vu, déjà su, question 2.

Modifier la réponse a. par « dépend de la taille du corps noir. », ce qui devient faux : seule la réponse d. est juste.

Cette modification a été effectuée dans le manuel élève.