

Québec Science au Secondaire

SITUATION D'APPRENTISSAGE ET D'ÉVALUATION



Convertir la lumière en électricité sans (trop) se fatiguer

GUIDE DE L'ENSEIGNANT

Durée

75 min

Clientèle visée

Les élèves de deuxième année du deuxième cycle. Science et technologie (ST) et applications technologiques et scientifiques (ATS)

Article lié

« Convertir la lumière en électricité sans (trop) se fatiguer » (Magazine Québec Science, volume 55, numéro 5, janvier-février 2017, pages 58 et 59), rédigé par la journaliste Anabel Cossette Civitella.

CONCEPTS ABORDÉS

Univers matériel

B. Transformation

5. Transformation d'énergie
 - a. Formes d'énergie (3^e secondaire)
 - i. Décrire les formes d'énergie chimique, thermique, mécanique et rayonnante
 - ii. Identifier les formes d'énergie en cause lors d'une transformation de l'énergie (ex. : d'électrique à thermique dans un grille-pain, d'électrique à rayonnante dans une lampe infrarouge)
 - iii. Définir le joule comme étant l'unité de mesure de l'énergie
 - c. Rendement énergétique
 - i. Définir le rendement énergétique d'un appareil ou d'un système comme étant la proportion de l'énergie consommée qui est transformée en travail efficace (quantité d'énergie utile/quantité d'énergie consommée x 100)
 - ii. Expliquer comment améliorer le rendement énergétique d'un appareil électrique

E. Ondes

- e. Spectre électromagnétique (3^e secondaire)
 - i. Situer différentes régions sur le spectre électromagnétique (ex. : radio, infrarouge, lumière visible, rayons X)

F. Électricité et magnétisme

1. Électricité
 - d. Circuits électriques
 - i. Décrire la fonction de divers éléments d'un circuit électrique (ex. : les fils transmettent le mouvement des électrons tout au long du circuit; les résistors transforment l'énergie électrique en une autre forme d'énergie)
2. Électromagnétisme
 - a. Champ magnétique d'un fil parcouru par un courant électrique
 - i. Décrire le champ magnétique produit autour d'un fil parcouru par un courant électrique (règle de la main droite)
 - ii. Nommer des moyens qui permettent de modifier l'intensité du champ magnétique produit autour d'un fil parcouru par un courant électrique (nature du fil, intensité du courant)

Univers technologique

C. Ingénierie électrique

- a. Fonction d'alimentation
 - ii. Déterminer la source de courant dans des objets techniques comportant un circuit électrique (ex. : pile chimique, pile solaire, alternateur, thermocouple, piézoélectrique)
- b. Fonction de conduction, d'isolation et de protection
 - i. Définir la fonction de conduction comme étant la capacité à laisser passer le courant électrique

- d. Fonction de transformation de l'énergie (électricité, lumière, chaleur, vibration, magnétisme)
- i. Associer la fonction de transformation de l'énergie à divers composants d'un circuit (ex. : une ampoule transforme l'énergie électrique en lumière et en chaleur)
 - ii. Décrire les transformations d'énergie qui surviennent lors du fonctionnement d'appareils électriques ou électroniques (ex. : dans un téléphone portable, l'électricité est transformée en lumière pour l'affichage et en vibration pour le son)

RÉSUMÉ DE L'ARTICLE

Simon Fafard et ses collègues de l'Institut interdisciplinaire d'innovation technologique de l'Université de Sherbrooke sont capables de convertir en électricité l'énergie d'un rayon laser. Ce procédé peut se comparer à la production d'électricité par des panneaux solaires photovoltaïques, mais M. Fafard obtient une efficacité de transformation beaucoup plus élevée. Essayons de comprendre sa découverte et ses répercussions.

SUGGESTION D'AMORCE

Vous connaissez la fibre optique ? Ces fils de plastiques super légers dans lesquels il est possible de transmettre de la lumière. Ils peuvent servir à faire voyager de l'information (Internet) ou pour décorer notre salon avec des arbres de Noël.

Mais si la lumière contient de l'énergie, et que la fibre optique contient de la lumière... serait-il possible de transmettre de l'énergie dans ces fils au lieu d'utiliser des fils de cuivre ?

Sommes-nous à l'aube d'une révolution dans le domaine de la transmission d'énergie ?

Lecture active - 20 minutes

Commencez par une lecture individuelle du texte.

Distribuez à chaque élève une copie du Cahier de l'élève.

Récupérez les cahiers et évaluez les élèves en fonction du barème proposé ou corrigez en classe et invitez les élèves à s'autoévaluer.

À la suite de cette SAÉ ou à un autre moment de l'année, réalisez les activités complémentaires suggérées.

CORRIGÉ DU CAHIER DE L'ÉLÈVE

Jusqu'à 70 % de la puissance lumineuse provenant d'un laser peut y être convertie en puissance électrique ! Cela grâce à une microarchitecture nouveau genre.

- 1 M. Fafard affirme que son nouveau composé est capable de convertir une source lumineuse monochromatique, c'est-à-dire d'une seule couleur (dans ce cas-ci un laser infrarouge qui émet à une longueur d'onde de 850 nanomètres) avec une très grande efficacité. (2 points)

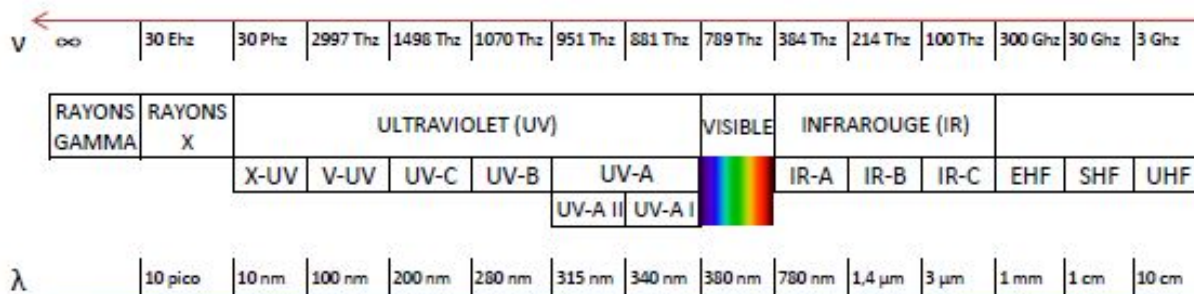
a. D'après tes connaissances, qu'est-ce qu'un rayon laser ?

Réponse variable, acceptez toutes réponses logiques. (1)

b. Une lumière monochromatique signifie qu'elle n'a qu'une seule couleur. Comment cela se traduit-il sur la longueur d'onde de la lumière ?

La lumière n'a qu'une seule longueur d'onde. (1)

- 2 La longueur d'onde du laser de M. Fafard est de 850 nanomètres. Réponds aux questions suivantes par vrai ou faux en utilisant le spectre électromagnétique. Corrige les affirmations qui sont fausses. (4 points)



https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ADomaines_du_spectre_%C3%A9lectromagn%C3%A9tique_14122013.JPG

Par Etoiledusept (Own work) [CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], via Wikimedia Commons

a. La lumière qu'utilise M. Fafard est visible.

Faux (1), la longueur d'onde de 850 nanomètres n'est pas visible. (1)

b. La lumière qu'utilise M. Fafard contient plus d'énergie que des ultraviolets.

Faux (1), les ondes ultraviolettes sont plus courtes, elles contiennent plus d'énergie. (1)

3 La découverte de M. Fafard permettra de transformer l'énergie d'une forme à une autre. (5 points)

a. Quelles sont ces deux formes d'énergie ?

Énergie rayonnante (1) et énergie électrique (1)

b. Nomme 2 autres formes d'énergie que tu connais.

Plusieurs réponses possibles.

1 point par bonne réponse, 2 points au total

c. Quelle est l'unité de mesure principale de l'énergie ?

Le joule (1)

4 Un drone doit être alimenté en électricité pour recharger sa batterie. Une équipe de recherche fictive est en mesure de prendre l'énergie électrique et de l'envoyer au drone par laser, même en plein vol. Grâce à des cellules GaAs, le drone est capable de convertir 70% de l'énergie envoyée en électricité pour recharger sa batterie au lithium. (8 points)

a. Quelle est la fonction de l'appareil produisant le rayon laser ?

Fonction de transformation d'énergie (1)

b. Quelle est la fonction du rayon laser ?

Fonction de conduction d'énergie (1)

c. Quelle est la fonction de la pile du drone ?

Fonction d'alimentation (1)

d. **Décris la succession de transferts et de transformations d'énergie, entre le laser et la pile du drone.**

Le laser (l'appareil) transforme l'énergie électrique en énergie rayonnante.

Le rayon laser transfère l'énergie rayonnante jusqu'aux cellules GaAs.

Les cellules GaAs transforment l'énergie rayonnante en énergie électrique.

Des fils transfèrent l'énergie électrique jusqu'à la pile.

La pile transforme l'énergie électrique en énergie chimique.

1 pour une suite manquant 1 élément

2 points pour une liste complète

e. Quelle est l'efficacité énergétique de cette manipulation, sachant que la pile est en mesure de stocker 80% de l'énergie reçue par les cellules GaAs ?

Efficacité énergétique = Énergie utile/énergie consommée x 100

Dans cette question, on nous donne directement l'efficacité énergétique des appareils, mais il faut les multiplier pour obtenir l'efficacité globale. (1)

Efficacité totale = $0,7 \times 0,8 = 0,56 = 56\%$ (1)

f. Qu'est-ce que les chercheurs pourraient faire pour améliorer l'efficacité énergétique de cette manipulation ?

Réponses variables. Une des réponses pourrait être de faire atterrir le drone et brancher directement la pile sur le circuit électrique, cela diminuerait les pertes en transformation d'énergie. (1)

5 Lorsque vient le temps de produire de l'électricité, les panneaux solaires à cellules photovoltaïques fonctionnent seulement le jour, et ils sont dépendants des intempéries. Lorsqu'il y a des nuages dans le ciel, les panneaux sont moins efficaces. L'une des façons de remédier à ces problèmes serait de produire l'électricité dans l'espace, par des panneaux solaires montés sur satellites, et de l'acheminer jusqu'à la terre. (4 points)

a. De quelle façon la découverte de M. Fafard pourrait-elle être utile dans le scénario futuriste précédent?

Les satellites pourraient envoyer l'énergie sur Terre par des rayons laser. (1)

b. Quelle serait la fonction du satellite dans cette situation?

Transformer l'énergie rayonnante en une autre forme d'énergie rayonnante, un rayon laser. (1)

c. Crois-tu que cette situation serait possible? Justifie en quelques lignes.

Réponses variables.

1 point pour un argumentaire partiel

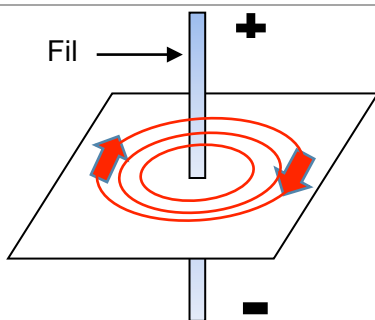
2 points pour un argumentaire complet

6 Une autre utilisation potentielle de la découverte de M. Fafard est l'utilisation de la fibre optique pour transmettre de l'énergie ou de l'information. Dans certaines situations, il est préférable de limiter l'utilisation de fils électriques pour ne pas nuire à l'équipement. Par exemple, les appareils d'imagerie par résonance magnétique (IRM) utilisent de puissants aimants pour « photographier » l'intérieur du corps. (5 points)

a. Pourquoi des fils électriques de cuivres pourraient-ils nuire à l'imagerie par résonance magnétique ?

Lorsqu'un courant électrique circule dans un fil de cuivre, cela provoque un champ magnétique. Cela pourrait nuire à l'IRM. (1)

b. Les scientifiques qui ont conçu l'appareil d'imagerie par résonance magnétique l'ont probablement conçu pour corriger les interférences du milieu. Afin de bien corriger les interférences, ces derniers doivent comprendre comment les fils électriques pourraient nuire à la qualité des images. Trace des lignes de champs magnétiques autour de ce fil, en indiquant bien le sens de ces lignes.



1 point pour les lignes de champ

1 point pour le sens du champ

c. Quelles sont les deux variables qui influencent l'intensité du champ magnétique autour des fils électriques ?

La nature du métal conducteur (1) et l'intensité du courant électrique (1)

Total sur /28

Pour aller plus loin

Quel est le potentiel solaire du Québec?

Recherche

Selon un rapport de Greenpeace, il suffirait de couvrir 0,1% du territoire québécois en panneau solaire pour être en mesure de subvenir à tous nos besoins. Ce serait l'équivalent de couvrir le réservoir de la Manicouagan.

Alors pourquoi ne produisons-nous pas plus d'électricité solaire au Québec ? Fais des recherches et dresse une liste des avantages et des inconvénients de la production d'électricité solaire au Québec. Pour t'aider, étudie différents facteurs :

Facteurs	Avantages	Inconvénients
Politique		
Économique		
Environnemental		
Technologique		
Climatique		
Autre :		

SAÉ conçue et réalisée grâce au soutien financier du Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation du Québec.

Recherche, rédaction, conception: Zapiens Communication Scientifique.

Graphisme et mise en page: Bishop Games