

Enseignement scientifique, classe de terminale Thème n°2 le futur des énergies

Chapitre n°5 Deux siècles d'énergie électrique

BO :

Savoirs

Les alternateurs électriques exploitent le phénomène d'induction électromagnétique découvert par Faraday puis théorisé par Maxwell au XIXe siècle. Ils réalisent une conversion d'énergie mécanique en énergie électrique avec un rendement potentiellement très proche de 1.

Au début du XXe siècle, la physique a connu une révolution conceptuelle à travers la vision quantique qui introduit un comportement probabiliste de la nature. Le caractère discret des spectres de raies d'émission des atomes s'explique de cette façon.

L'exploitation technologique des matériaux semi-conducteurs, en particulier du silicium, en est également une conséquence.

Ces matériaux sont utilisés en électronique et sont constitutifs des capteurs photovoltaïques. Ceux-ci absorbent l'énergie radiative et la convertissent en énergie électrique.

Savoir-Faire

Reconnaître les éléments principaux d'un alternateur (source de champ magnétique et fil conducteur mobile) dans un schéma fourni.

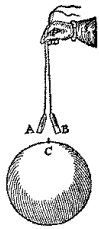
Analyser les propriétés d'un alternateur modèle étudié expérimentalement en classe. Définir le rendement d'un alternateur et citer un phénomène susceptible de l'influencer. Interpréter et exploiter un spectre d'émission atomique. Comparer le spectre d'absorption d'un matériau semi-conducteur et le spectre solaire pour décider si ce matériau est susceptible d'être utilisé pour fabriquer un capteur photovoltaïque.

Tracer la caractéristique $I(U)$ d'une cellule photovoltaïque et exploiter cette représentation pour déterminer la résistance d'utilisation maximisant la puissance électrique délivrée.

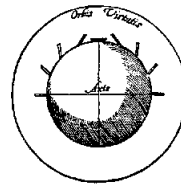
1. Production d'électricité

1) histoire de l'utilisation de l'électricité

- La différenciation entre phénomènes électriques et magnétiques date du 17^{ème} siècle où Gilbert associe la Terre à un grand aimant.

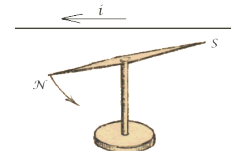


Les pôles de même nom se repoussent entre eux



La Terre se comporte comme un gros aimant

- En 1820 Oersted découvre qu'un courant électrique génère un champ magnétique
- Faraday en 1831 montre qu'un aimant en mouvement devant un fil électrique conducteur provoque un courant électrique. On parle d'induction électromagnétique
- En 1865 Maxwell réunit tous les phénomènes électriques et magnétiques en 4 équations. Il parvient en combinant ces équations à prouver que la lumière est un phénomène électromagnétique et se propage à 300000km/s.



Un courant électrique dévie l'aiguille d'un aimant

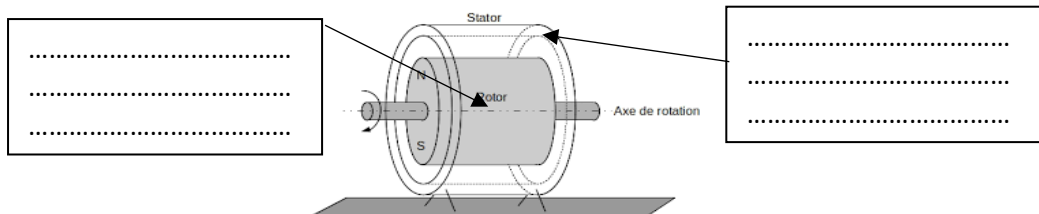


Un aimant qui entre dans une bobine provoque une tension électrique à ses bornes

2) l'alternateur

a) Composition d'un alternateur

Un alternateur est constitué d'une source de champ magnétique et d'une bobine de fil conducteur en mouvement l'un par rapport à l'autre.



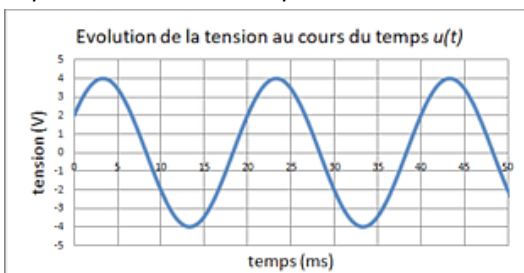
b) Caractéristique du signal

Le signal délivré par l'alternateur est alternatif et périodique.

Exercice n°1

Calculer la fréquence de la tension électrique délivrée par un alternateur représentée ci-dessous. ;

.....



c) Rendement

Le rendement d'un alternateur est le rapport de l'énergie électrique sur l'énergie mécanique. Soit par chaque seconde le rapport de la puissance électrique sur la puissance mécanique.

Ce rendement est en général assez proche de 1.

.....

Exercice n°2

Le rendement d'un alternateur de centrale hydroélectrique d'une puissance de 300MW est de 0,82, en déduire la puissance mécanique reçue par l'alternateur.

.....

II. De la physique quantique aux cellules photovoltaïques

1. Découverte des niveaux énergétiques

Max Planck fut le premier à découvrir les échanges d'énergie par petite quantité (quanta) entre la lumière et la matière.

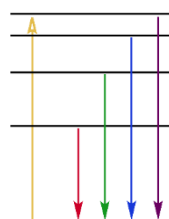
Cette énergie est portée par des particules nommées photons. Max Planck introduit alors la constante de Planck h (Hilfer en allemand). Les particules dorénavant ne sont plus localisables et sont décrites par des probabilités de présence.

2. Les raies d'émission et d'absorption

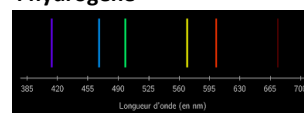
Lorsqu'un électron passe d'un niveau d'énergie E_2 vers un niveau d'énergie E_1 il libère de l'énergie sous forme d'une radiation lumineuse. Chaque transition énergétique génère une radiation lumineuse bien précise.

Exercice n°3 Les raies notées ci-contre sont elles visibles ?

.....



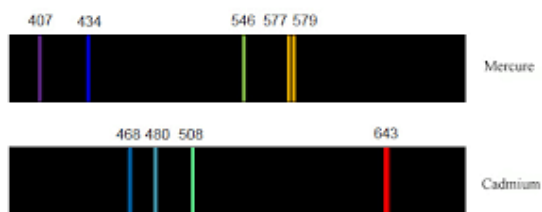
Spectre de raie d'émission de l'hydrogène



$\lambda_1=410\text{nm}$ $\lambda_2=434\text{nm}$
 $\lambda_3=486\text{nm}$ $\lambda_4=656\text{nm}$

L'ensemble des transitions énergétiques possibles pour l'électron d'un atome permet d'expliquer le spectre d'émission de cet atome

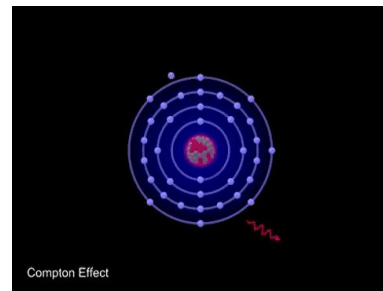
Chaque atome a des raies d'émission particulières qui permettent de le caractériser



3. Lumière et électricité

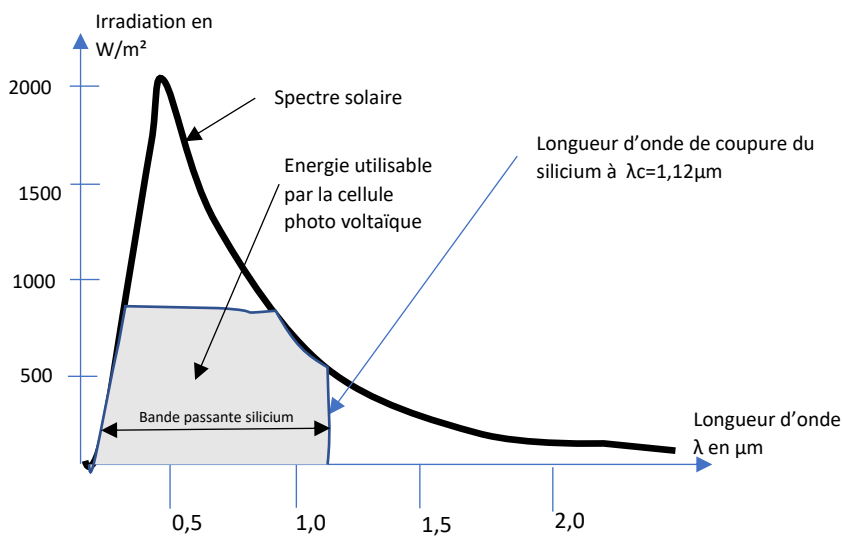
a) Effet photo électrique

A la fin du 19^{ème} siècle on montre qu'un rayonnement électromagnétique peut extraire des électrons de la matière et donc générer un courant électrique. Il faut pour cela que la longueur d'onde du rayonnement incident ait suffisamment d'énergie.



b) Bande passante

Le silicium de la cellule photovoltaïque, est un semi-conducteur. il possède une bande d'absorption pour laquelle il est possible d'extraire ses électrons. Pour qu'ils le soient il faut que la lumière qui éclaire la cellule ait une bande d'émission qui corresponde à sa bande d'absorption soit d'une longueur d'onde inférieure à λ_c , la longueur d'onde critique du silicium.



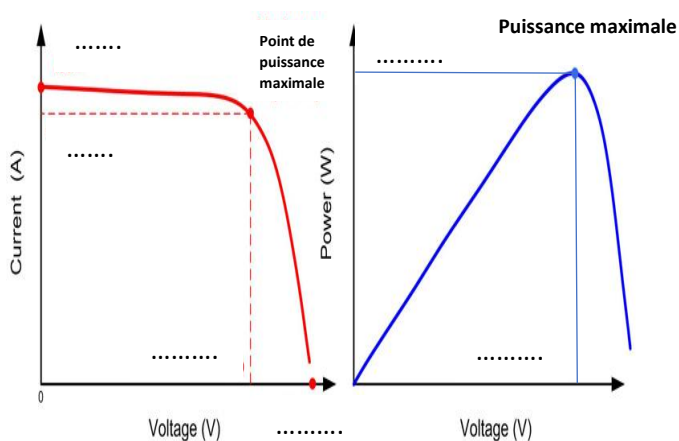
4. Caractéristique d'une cellule photovoltaïque

a. La caractéristique I en fonction de U

L'ensemble des couples (I, U) pour une cellule photovoltaïque constitue la caractéristique de la cellule. Elle dépend de l'éclairement reçu

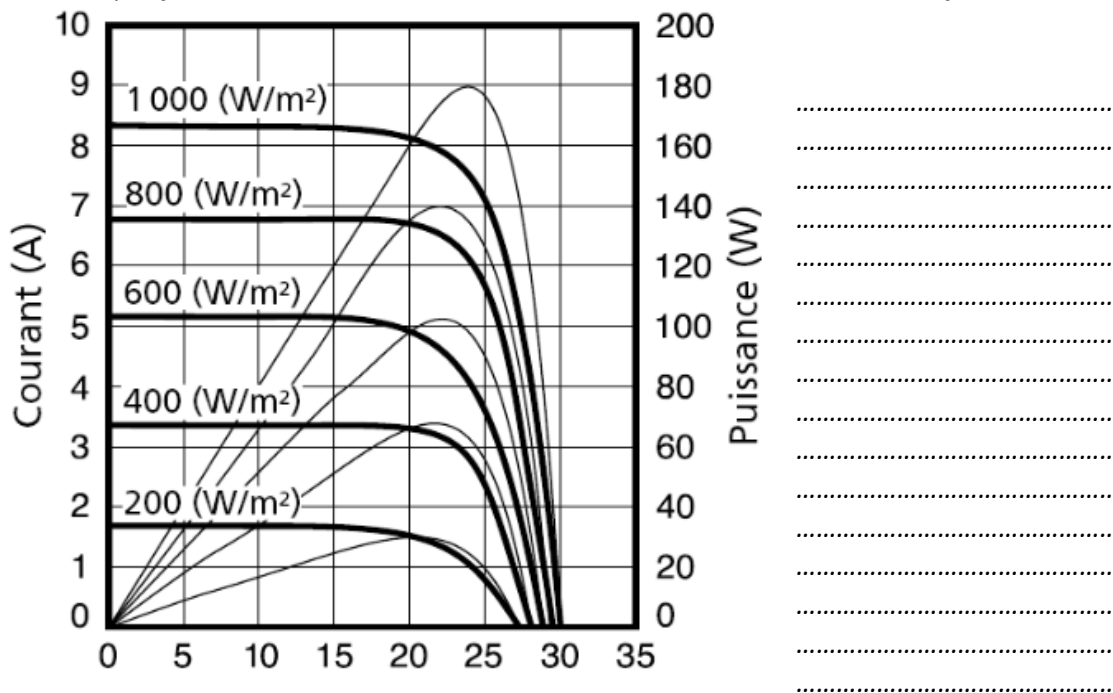
b. Fonctionnement optimal d'une cellule photovoltaïque

- Il existe des points particuliers dans le graphe ci-dessous :
- La tension à vide U_0 lorsque la cellule n'est branchée sur aucun dipôle.
- Le courant de court-circuit I_{cc} obtenu lorsque la cellule est mise en court-circuit.
- Le point de fonctionnement optimal (I_m, U_m) qui conduit à la puissance maximale $P_m = U_m \cdot I_m$ pour une résistance $R = U_m / I_m$.



Exercice n°4

Pour un éclairage de 1000 W/m^2 Déterminer la puissance maximale électrique fournie par la cellule, la résistance qu'il faut brancher à ses borne et le rendement de cette cellule si sa surface est de $1,4 \text{ m}^2$



- Exercice 1 à 17 pages 100 à 105