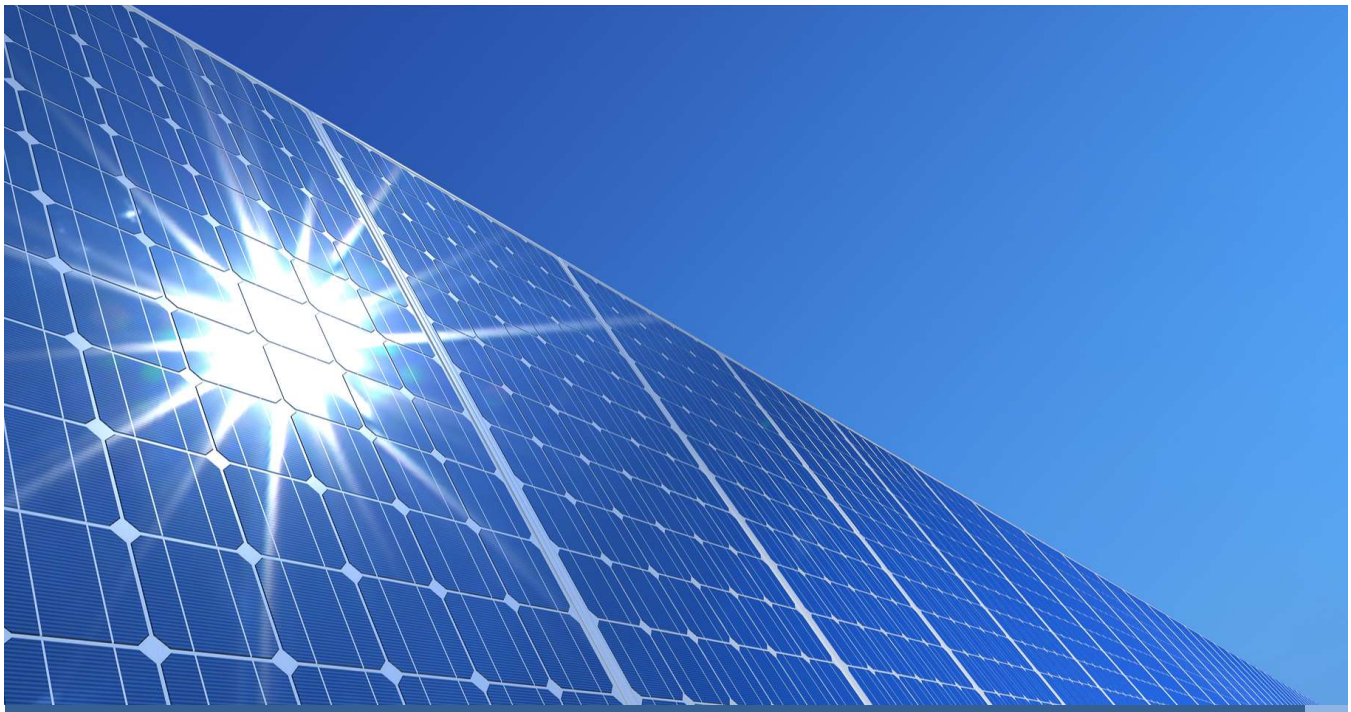
ONDES ET SIGNAUX

CHAPITRE 20 DU LIVRE

Physique Chimie | 4



LA LUMIÈRE COMMME UN FLUX DE PHOTONS

Le photon : énergie, vitesse, masse.

Effet photoélectrique. Travail d'extraction.

Décrire l'effet photoélectrique, ses caractéristiques et son importance historique.

Interpréter qualitativement l'effet photoélectrique à l'aide du modèle particulaire de la lumière.

Établir, par un bilan d'énergie, la relation entre l'énergie cinétique des électrons et la fréquence.

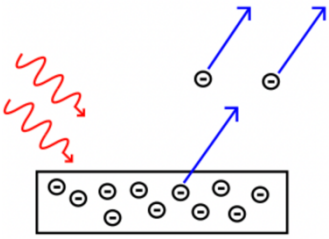
Expliquer qualitativement le fonctionnement d'une cellule photoélectrique.

Absorption et émission de photons.

Enjeux énergétiques : rendement d'une cellule photovoltaïque

PREMIÈRE PARTIE : L'EFFET PHOTO ÉLECTRIQUE

1) Description



Quand un métal est exposé à la lumière, des électrons peuvent être éjectés de la surface du métal ; ce phénomène est appelé *effet photoélectrique*. On utilise également le terme *photoémission*, et les électrons éjectés du métal sont appelés *photoélectrons*. Les propriétés et le comportement des photoélectrons ne diffèrent pas de ceux des autres électrons. Le préfixe *photo-* indique simplement que les électrons ont été éjectés de la surface du métal par une lumière incidente.

Échec de l´explication par l´aspect ondulatoire de la lumière :

- *L'énergie cinétique* des photoélectrons émis devrait être proportionnelle à l'intensité lumineuse de la lumière incidente.
- Le taux d'émission des électrons, qui est proportionnel au *courant électrique* mesuré, devrait augmenter avec la fréquence de la lumière.

.....

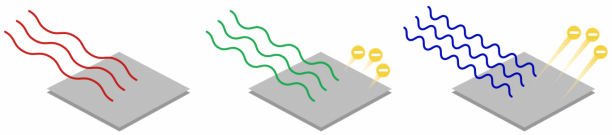
.....

2) La formule de Planck-Einstein

.....

.....

3) La fréquence seuil ν_0

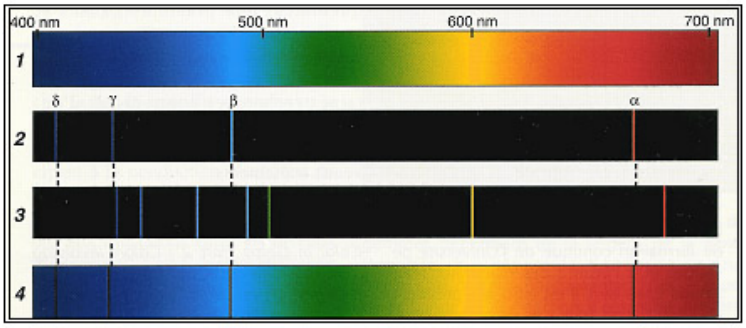


.....

.....

DEUXIEME PARTIE : LUMIÈRE ET MATIÈRE

1) Spectres lumineux



.....

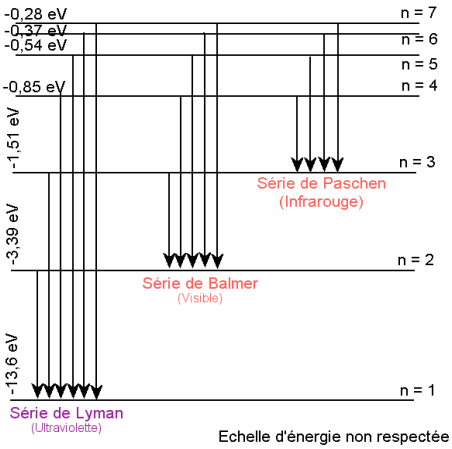
.....

.....

.....

.....

2) Les niveaux d´énergie de l´ atome d´hydrogène



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

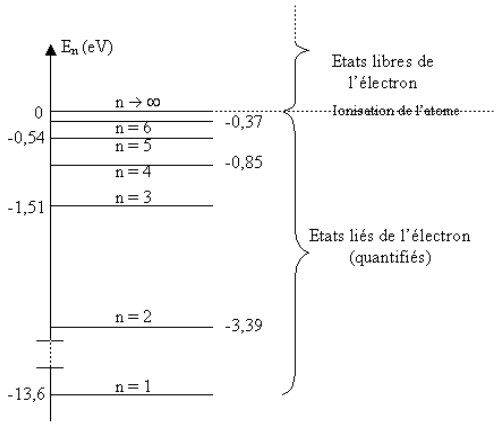
1 électron volt (eV) = $1,6 \times 10^{-19}$ J

✎ *Application 1 :* Un gaz d'hydrogène est éclairé par une lumière monochromatique qui fait passer son électron du niveau E_1 au niveau E_3. Calculez la longueur d'onde de ce photon en utilisant la formule de Planck. Ce photon fait-il partie du domaine visible ?

.....

.....

✎ *Application 2 :* L'atome se désexcite lors du retour à l'état fondamental. Montrez sur le schéma ci-contre les trois transitions possibles et en déduire la longueur d'onde des trois photons émis. Quelle est celle du rayonnement Hα?



.....

.....

.....

.....

.....

TROISIEME PARTIE : ANALYSE QUANTITATIVE

1) Travail d´extraction

Selon la loi de conservation de l'énergie, l'énergie totale d'un photon incident, E_{photon}, doit être égale à la somme de l'énergie cinétique de l'électron éjecté, notée $E_{électron}$, et de l'énergie nécessaire pour arracher cet électron du métal. L'énergie nécessaire à l'extraction d'un électron depuis un métal est appelée ***travail d'extraction*** du métal, et est représentée par le symbole $\boldsymbol{\phi}$ (dont l'unité est le Joule) :

.....

.....

.....

✎ *Application 1 :* Le travail de sortie du cuivre est $\boldsymbol{\phi = 7,53 \times 10^{-19} J}$. Si on éclaire une plaque de cuivre avec une lumière de fréquence de $\boldsymbol{3,0 \times 10^{16} Hz}$, observera-t-on l'effet photoélectrique ?

.....

.....

✎ *Application 2 :* Quelle est l'énergie cinétique des *photoélectrons* éjectés du cuivre, si la lumière a une fréquence de $\mathbf{3,0 \times 10^{16} Hz}$?

.....

.....

2) La cellule photovoltaïque :

Pour convertir l´énergie radiative de notre Soleil, il faut que l´*énergie des photons* de la plus grande partie du spectre solaire soit supérieure au **travail d´extraction** du matériau utilisé. C´est le cas du silicium par exemple.

La **cellule photovoltaïque** est alors en mesure de réaliser les **conversions d´énergies** illustrées par le schéma ci-dessous.

