

NOM :

Prénom :

Jeudi 04/10/2018

DEVOIR SURVEILLÉ N°1

1ère S

Chaque réponse devra être rédigée. Des badges peuvent être gagnés (et perdus pour ceux qui en ont déjà) !

Données pour tout l'exercice :

$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ $1,00 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

Loi de Wien : $\lambda_{\text{max}} \times T = 2,89 \times 10^{-3}$ avec λ_{max} : longueur d'onde principalement émise par le corps en mètres (m) et T : température du corps en Kelvin (K).

La température T en Kelvin est reliée à la température θ en °C par la relation : **$T = \theta + 273$**

Exercice 1 : Étude d'une DEL (7 points)

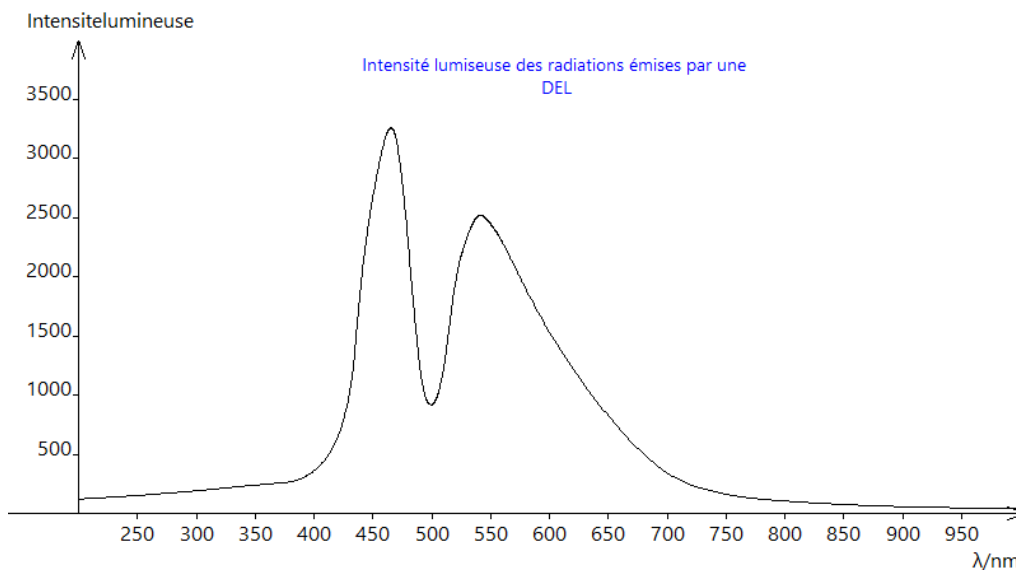
La #TeamPhys veut passer à l'éclairage à LEDs dans les salles de cours pour deux raisons : économie d'énergie et l'âge avancée de Mme Marquois... Dans cet exercice, vous devez réaliser l'étude d'une DEL

Partie A

Une diode électroluminescente (DEL) de couleur cyan comporte deux éléments :

- un **semi-conducteur** au nitrure de gallium, qui émet un rayonnement lumineux lorsqu'elle est parcourue par un courant (on parle d'électroluminescence)
- un composé appelé **luminophore** qui absorbe une partie de ce rayonnement et réémet de la lumière à une fréquence plus faible (on parle de photoluminescence)

Le spectre de cette DEL présente de ce fait deux principaux domaines d'émission, dus à chacun des éléments, comme le fait apparaître le spectre ci-dessous :



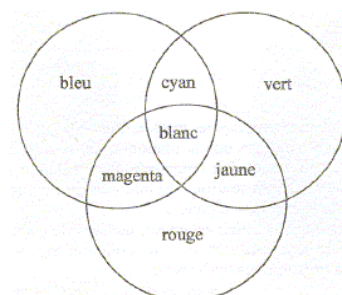
1. Préciser sur le spectre ci-dessus le domaine des radiations visibles, ultra-violettes et infra-rouges.
2. Calculer les fréquences associées aux 2 radiations de longueur d'onde 470 nm et 540 nm correspondant aux maximums d'émission du profil spectral.
3. D'après le descriptif de la DEL et la réponse précédente, attribuer les longueurs d'onde des maximums d'émission du semi-conducteur et du luminophore. Justifier.
4. Justifier la couleur de la lumière émise par la DEL.

1
1,5
1
0,5
3

Partie B

Mme Marquois aime déguster une tarte au citron (entièrement jaune). En août 2019, pour sa nouvelle dizaine, elle utilisera uniquement des DELS émettant une lumière de couleur cyan pour l'éclairage de la salle de réception.

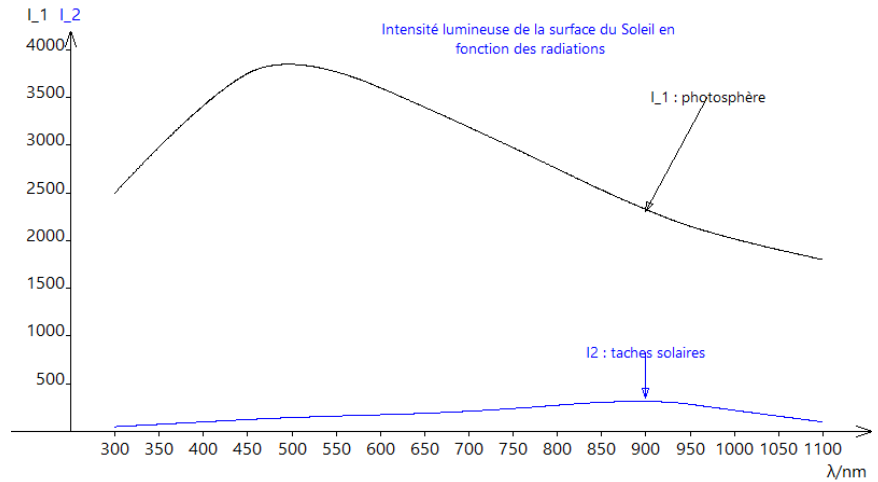
5. Quelle sera la couleur perçue de la tarte au citron par ses collègues. Justifier avec le vocabulaire adapté et un schéma.



Exercice 2 : Les taches solaires (3 points)

Les taches solaires sont des zones sombres qui apparaissent par intermittence sur la photosphère du Soleil. L'enveloppe des profils spectraux de la lumière issue de photosphère et de celle provenant des taches solaires sont représentées ci-contre.

On considère que le Soleil et ses taches rayonnent approximativement comme des corps noirs.



- Déterminer la longueur d'onde λ_{\max} du maximum d'intensité lumineuse émise par la photosphère du Soleil.
- Calculer la température en degré Celsius de la photosphère émettant de la lumière.
- À partir de la forme des profils spectraux, expliquer pourquoi les taches solaires apparaissent noires à la surface du Soleil.

0,5
1,5
1
—

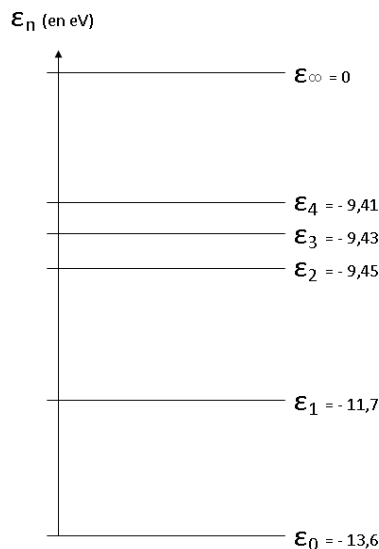
Exercice 3 : L'atome d'oxygène (10 points)

Les phénomènes d'interaction entre les rayonnements cosmiques et l'atmosphère terrestre sont étudiés grâce à l'émission de lumière des atomes présents dans l'atmosphère, en particulier l'oxygène.

1. Indiquer la relation (expression littérale) permettant de calculer l'énergie d'un photon à partir de la longueur d'onde de la radiation en précisant l'unité des grandeurs.

2. Un atome peut-il être dans n'importe quel état d'énergie ? Justifier.

L'atome d'oxygène se trouve à l'état fondamental. Il absorbe un photon d'énergie 4,17 eV.



- Déterminer le niveau d'énergie atteint à l'aide d'un calcul.
- Représenter la transition énergétique correspondante sur le diagramme ci-dessus.
- Calculer la longueur d'onde de la radiation associée à ce photon absorbé.

L'atome d'oxygène se désexcite du niveau ϵ_3 au niveau ϵ_1 .

6. Calculer la variation d'énergie de cet atome lors de cette transition énergétique.

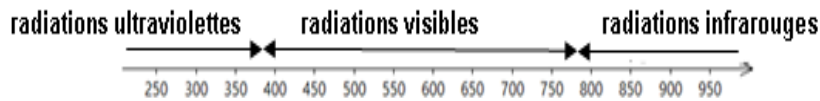
L'atome d'oxygène peut faire d'autres transitions énergétiques et émettre, par exemple, un photon associé à une radiation rouge de longueur d'onde $\lambda_R = 653,4$ nm.

- Calculer l'énergie en électron-volt du photon émis lors de cette désexcitation.
- Déterminer les niveaux d'énergie (initial et final) de l'atome correspondant à cette désexcitation.
- Le spectre de la lumière émise par l'atome d'oxygène sera-t-il continu ou de raies ? Justifier

1
1
1,5
0,5
1,5
1
1,5
1
1
—

Exercice 1 : Partie A :

1)



2) La relation reliant la fréquence ν et la longueur d'onde λ est : $\nu = c / \lambda$ donc :

La fréquence ν_1 correspondant à la longueur d'onde $\lambda_1 = 470 \text{ nm} = 470 \times 10^{-9} \text{ m}$ est :

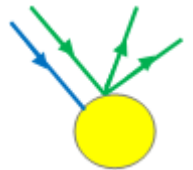
$$\nu_1 = c / \lambda_1 = 3,00 \times 10^8 / (470 \times 10^{-9}) = 6,38 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

La fréquence ν_2 correspondant à la longueur d'onde $\lambda_2 = 540 \text{ nm} = 540 \times 10^{-9} \text{ m}$ est :

$$\nu_2 = c / \lambda_2 = 3,00 \times 10^8 / (540 \times 10^{-9}) = 5,56 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

3) On sait que la fréquence de la **lumière du luminophore** est la plus faible donc elle correspond à la longueur d'onde $\lambda_2 = 540 \text{ nm}$ et donc la **lumière du nitrure de gallium** correspond à la longueur d'onde $\lambda_1 = 460 \text{ nm}$.

4) La D.E.L. émet une lumière cyan car elle est essentiellement composée de **radiations lumineuses bleues** ($\lambda_1 = 460 \text{ nm}$) et **vertes** ($\lambda_2 = 540 \text{ nm}$) et la **superposition** de ces 2 types de radiations lumineuses donne une **lumière cyan**.



Partie B :

5) Si on considère que la **lumière cyan** est **composée** uniquement de **radiations lumineuses vertes et bleues**, la **tarte jaune** va **absorber** les **radiations bleues** et **diffuser** les **radiations vertes** donc la **tarte jaune sera perçue verte** lorsqu'elle est éclairée en lumière cyan.

Exercice 2 :

1) La longueur d'onde correspond au pic d'intensité lumineuse de la photosphère du Soleil est : $\lambda_{\text{max } 1} = 470 \text{ nm}$.

2) Pour déterminer la température de la photosphère du Soleil, on utilise la relation de Wien :

$$\lambda_{\text{max}} \times T = 2,89 \times 10^{-3} \quad \text{d'où} \quad T_1 = 2,89 \times 10^{-3} / \lambda_{\text{max } 1} = 2,89 \times 10^{-3} / (470 \times 10^{-9}) = 6,15 \times 10^3 \text{ K}$$

Sachant que : $T \text{ (en K)} = \theta \text{ (en } ^\circ\text{C)} + 273$ donc la température (en $^\circ\text{C}$) de la photosphère est :

$$\theta_1 = T_1 - 273 = 6,15 \times 10^3 - 273 = 5,88 \times 10^3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3) Les **taches solaires apparaissent noires** car elles **n'émettent pas de lumière visible** ($\lambda > 800 \text{ nm}$), mais des **radiations infrarouges**.

Exercice 3 :

1) La relation permettant de déterminer l'énergie d'un photon E à partir de sa longueur d'onde λ est :

$$E = h \times c / \lambda \quad (\text{avec l'énergie } E \text{ en joule et la longueur d'onde } \lambda \text{ en mètre})$$

2) Un atome ne peut pas être dans n'importe quel niveau d'énergie car ces niveaux sont quantifiés (c'est à dire qu'il peut avoir que certains niveaux d'énergie : un état fondamental et des états excités).

3) Si l'atome absorbe un photon d'énergie $E = 4,17 \text{ eV}$, son énergie augmente

et il va donc passer de l'état fondamental ϵ_0 à un niveau d'état excité ϵ_n :

$$\epsilon_n = \epsilon_0 + E = -13,6 + 4,17 = -9,43 \text{ eV} = \epsilon_3$$

Donc **l'atome**, en absorbant ce photon, **va atteindre le niveau excité ϵ_3** .

5) Pour déterminer la longueur d'onde λ de la radiation associée au photon d'énergie $E = 4,17 \text{ eV}$, on utilise la relation : $\lambda = h \times c / E$ avec l'énergie du photon E_1 en joule :

$$\lambda = h \times c / E = 6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8 / (4,17 \times 1,60 \times 10^{-19}) = 2,98 \times 10^{-7} \text{ m} = 298 \text{ nm}$$

La **longueur d'onde** de ce photon vaut **298 nanomètres**

6) La variation d'énergie de cet atome passant du niveau ϵ_3 au niveau ϵ_1 est :

$$\Delta\epsilon = \epsilon_f - \epsilon_i = \epsilon_1 - \epsilon_3 = -11,7 - (-9,43) = -2,27 \text{ eV}$$

7) L'énergie E_R du photon correspondant à une radiation rouge de longueur d'onde $\lambda_R = 653,4 \text{ nm}$ est :

$$E_R \text{ (en J)} = h \times c / \lambda_R = 6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8 / (653,4 \times 10^{-9}) = 3,04 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_R \text{ (en eV)} = E_R \text{ (en J)} / 1 \text{ eV (en J)} = 3,04 \times 10^{-19} / (1,60 \times 10^{-19}) = 1,90 \text{ eV}$$

8) On sait que l'atome d'oxygène émet le photon donc son énergie diminue (ou la variation d'énergie est négative) et $E_R = | \Delta\epsilon | = | \epsilon_0 - \epsilon_1 | = -13,6 - (-11,7) = -1,90$ donc **l'atome d'oxygène passe de l'état excité ϵ_1 à l'état fondamental ϵ_0 lorsqu'il émet ce photon**.

9) Le spectre de la lumière émise par l'atome d'oxygène est un **spectre de raies d'émission**

car l'atome d'oxygène n'émet que certaines radiations lumineuses (photons) correspondant aux passages entre ses différents niveaux d'énergie.

