

1^{ère} S - Sciences Physiques

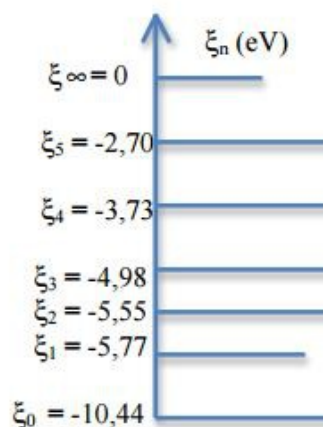
CORRECTION DU DS n°1

durée 2h

Exercice I (6 pts) : les lampes germicides

Les lampes basse pression à vapeur de mercure, dont l'énergie rayonnée se situe essentiellement à 253,7 nm de longueur d'onde, sont utilisées comme lampes « germicides » pour la stérilisation et la désinfection.

Le diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de mercure est donné ci-dessous :



Données :

Constante de Planck : $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

vitesse de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

$1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

1. À quel domaine du spectre appartient une radiation dont la longueur d'onde dans le vide vaut 253,7 nm ?

Cette radiation appartient au domaine du visible, puisqu'elle se trouve comprise entre 400 et 780 nm.

2. Calculer en J puis en eV l'énergie d'un photon de cette radiation.

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \text{ donc } E = \frac{(6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3,0 \cdot 10^8)}{(2,537 \cdot 10^{-7})} = 7,8 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 4,9 \text{ eV}$$

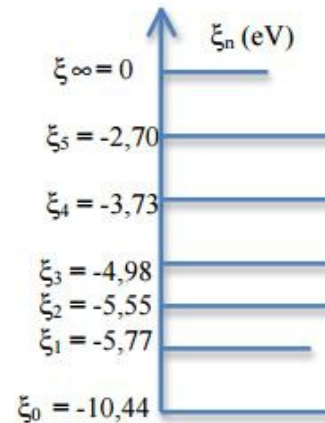
3. Le photon de 253,7 nm est émis lorsque l'atome de mercure excité retourne à l'état fondamental. Déterminer l'état initial de l'atome lors de cette désexcitation.

On cherche un état qui se trouve à 4,9eV au dessus de l'état stable : $-10,44+4,9 = -5,54$ eV...

on trouve l'état ξ_2

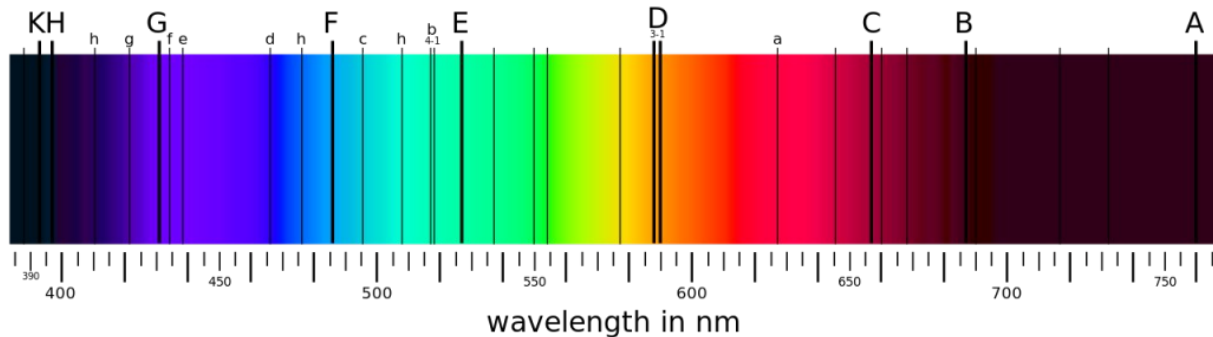
4. Un atome de mercure peut-il émettre un photon de fréquence $1,62 \cdot 10^{25}$ Hz ? (justifier)

Cela correspondrait à une transition énergétique :



$E = h\nu = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 1,62 \cdot 10^{25} = 10,7 \cdot 10^{-11} \text{ J soit } E = 6,69 \cdot 10^8 \text{ eV}$
 Cette valeur est impossible, puisque les transitions sont au maximum de 10,44 eV.

5. Voici le spectre simplifié du Soleil
 5.1. Expliquer son allure.



Le spectre du Soleil est celui de la lumière produite par un corps chaud (on distingue un fond continu) qui traverse une couche gazeuse : les gaz se trouvant dans l'atmosphère du Soleil vont absorber certaines radiations. C'est typiquement un spectre de raies d'absorption.

- 5.2. Les 3 raies les plus intenses du spectre du mercure ont des longueurs d'onde respectives :

$$\lambda_{\text{jaune}} = 579,2 \text{ nm}, \lambda_{\text{vert}} = 546,2 \text{ nm} \text{ et } \lambda_{\text{bleu}} = 436,0 \text{ nm}.$$

D'après vous, l'atmosphère du Soleil pourrait-elle contenir du mercure ? Justifiez votre réponse.

Pour qu'on puisse affirmer que l'atmosphère du Soleil contient du mercure, il faut retrouver toutes les raies absorbées par le mercure. on ne retrouve aucune des raies dans le spectre et donc il n'y a pas de Hg dans l'atmosphère du Soleil.

Exercice II (2 pts) : RÉGISSEUR LUMIÈRE

Lors de certains concerts, un unique projecteur de lumière blanche permet d'éclairer l'artiste de différentes couleurs. Pour cela, le technicien utilise des filtres colorés jaune, magenta et cyan. **Justifiez chacune des réponses !**

- a. Quels filtres colorés vont être utilisés pour éclairer le musicien d'une lumière rouge ?
Comment devront être placés les filtres ?
On raisonne à l'aide du schéma de synthèse soustractive ci-dessous.



Les filtres cyan et magenta seront superposés :
- le filtre cyan laisse passer le bleu et le vert
- le filtre magenta laisse passer le rouge et le bleu
Seul le **bleu** passera à travers les deux filtres.

- b. De quelle couleur sera perçue la chemise rouge de l'artiste et la décor jaune si la scène est éclairée par une lumière cyan ?

c.

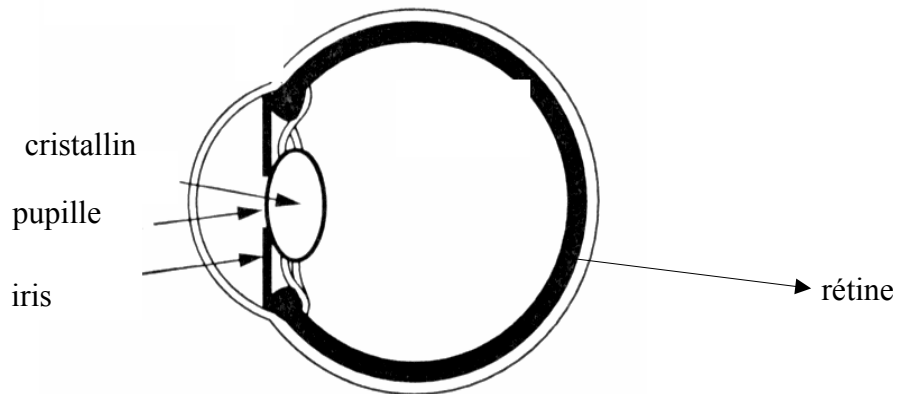
Le filtre cyan laisse passer bleu et vert.

La chemise est donc éclairée par ces deux couleurs, mais pas par du rouge : elle ne pourra donc pas renvoyer de lumière et apparaîtra noire. Du moins, elle sera très sombre.

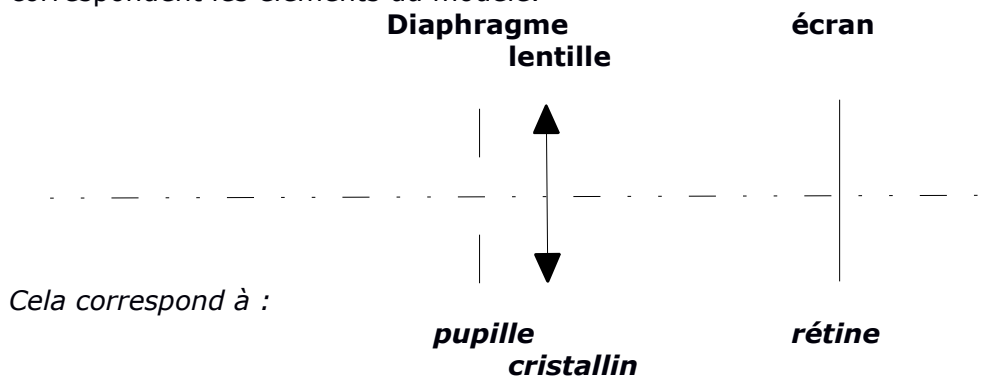
Le décor jaune renvoie vert et rouge : il renverra donc le vert et apparaîtra donc vert.

Exercice III (2 pts) : L'ŒIL

a. Compléter le schéma ci-dessous :



b. Schématiser le modèle de l'œil réduit et indiquer à quelle partie de l'œil correspondent les éléments du modèle.



Exercice IV (5 pts) : CONSTRUCTION GÉOMÉTRIQUE, RELATION DE CONJUGAISON

Un objet AB de taille 2 cm est placé 8 cm devant une lentille convergente de distance focale $f' = 5$ cm.

1. Faire la construction...
Il fallait être soigneux !

2. Déterminer graphiquement la position et la taille de l'image A'B'.
Mesurer les résultats à la règle :

$$\overline{OA'} = 13 \text{ cm.}$$

$$\overline{A'B'} = - 3,4 \text{ cm.}$$

3. Retrouver ces deux résultats par le calcul et commenter.

Calcul de $\overline{OA'}$: On applique la relation de conjugaison

$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{f} + \frac{1}{\overline{OA}}$ et on trouve

$$1/\overline{OA'} = 1/0,05 - 1/0,08 = 20 - 12,5 = 7,5$$

$$\text{donc } \overline{OA'} = 1/7,5 = 0,13 \text{ m}$$

$$\gamma = \overline{A'B'} / \overline{AB} = \overline{OA'} / \overline{OA}$$

L'expression du grandissement permet d'obtenir $\overline{A'B'} = -3,3 \text{ cm}$ environ (image inversée)

EXERCICE V (5 points) : le fond diffus cosmologique et les radiations émises par la Terre

Le fond diffus cosmologique est le nom donné au rayonnement électromagnétique issu, selon le modèle standard de la cosmologie, de l'époque dense et chaude qu'a connue l'Univers par le passé, le Big Bang. Bien qu'issu d'une époque très chaude, ce rayonnement a été dilué et refroidi par l'expansion de l'Univers. Il est fréquemment appelé « rayonnement à 3K ». Le domaine de longueur d'onde dans lequel il se situe est celui des micro-ondes, entre l'infrarouge et les ondes radio. Plus précisément, les longueurs d'onde et fréquence typiques du rayonnement sont respectivement 1,06 mm et 100 GHz.

Le fond diffus cosmologique est une conséquence des scénarios des théories de Big Bang et son existence a été prédite dans ce cadre-là.

(source : <http://www.relativite.info>)

Sa prédiction remonte à la fin des années 1940, par Ralph Alpher, Robert Herman et George Gamow. Sa découverte, quelque peu fortuite, a été l'œuvre de deux chercheurs des laboratoires de Bell, Arno Allan Penzias et Robert Woodrow Wilson, en 1964. Tous deux ont été récompensés du prix Nobel de physique en 1978.

En 2014, le fond diffus cosmologique est un sujet de recherche extrêmement actif du fait qu'il donne un aperçu de l'Univers tel qu'il était très peu de temps après le Big Bang (environ 380 000 ans plus tard). En particulier, ce rayonnement présente d'infimes variations de température et d'intensité selon la direction, qui permettent d'obtenir quantité d'informations sur l'Univers jeune et sur son contenu actuel. Les premières fluctuations de température du fond diffus cosmologique ont été mises en évidence par le satellite artificiel Cosmic Background Explorer en 1992. En 2013, le satellite Planck a entièrement cartographié le fond diffus cosmologique avec une précision jamais atteinte auparavant.



DEPUIS LA TERRE, nous ne pouvons observer qu'une partie limitée de l'Univers. Dans le cadre du modèle du Big Bang, la lumière la plus lointaine qui nous arrive vient du fond diffus cosmologique, premier rayonnement émis 380 000 ans après le Big Bang, soit il y a un peu moins de 13,7 milliards d'années. Mais l'Univers étant en expansion, cet horizon cosmique se situe actuellement à environ 46 milliards d'années-lumière.

1. En considérant que l'Univers primordial a un comportement analogue au corps noir, justifiez le nom de « rayonnement à 3K » donné dans le texte au fond diffus cosmologique.

Démonstration A :

À la fin du 1^{er} paragraphe, il est écrit que les longueurs d'onde sont de 1,06 mm.

$$\text{Donc } \lambda = 1,06 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{On applique la loi de Wien : } \lambda \cdot T = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K} \text{ soit } T = 3,0 \cdot 10^{-3} / 1,06 \cdot 10^{-3} = 2,8 \text{ K}$$

soit une **température de 3 K environ**.

Démonstration B :

$$\text{On applique la loi de Wien : } \lambda \cdot T = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K} \text{ soit avec } T = 3 \text{ K,}$$

$$\lambda = 3,0 \cdot 10^{-3} / 3 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Cela correspond aux données de la fin du 1^{er} paragraphe : « Plus précisément, les longueurs d'onde et fréquence typiques du rayonnement sont respectivement 1,06 mm et 100 GHz. »

2. Actuellement, la température moyenne de la Terre est de 15°C.

a. En utilisant la loi de Wien, calculer la longueur d'onde dans le vide correspondant à la radiation émise par la Terre avec le maximum d'intensité.

On convertit la température en K :

$$T = 15 + 273 = 288 \text{ K}$$

On applique la loi de Wien : $\lambda \cdot T = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$ soit $\lambda = 3,0 \cdot 10^{-3} / 2,98 \cdot 10^2 = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ soit autour de **10 μm** .

b. À quel domaine du spectre appartient cette radiation?

10 μm = 10⁴ nm On se situe dans le **domaine des infrarouges...**

