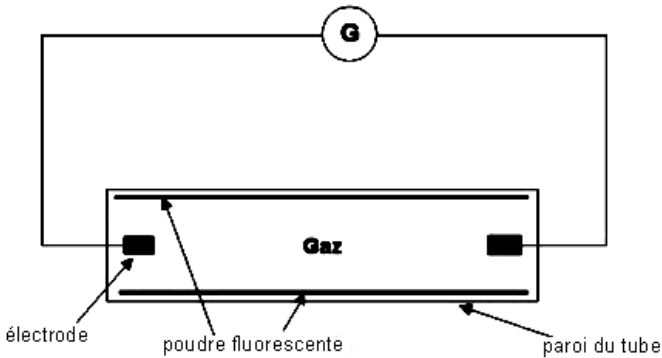


Sujet . Principe de fonctionnement d'un tube fluorescent (National - Bac 2004)

Le tube fluorescent étudié est constitué d'un cylindre de verre qui contient un gaz à basse pression. La paroi intérieure du cylindre est recouverte d'une poudre fluorescente. Lorsque le tube est mis sous tension, une décharge électrique se produit: des électrons circulent dans le gaz entre les deux électrodes. Les électrons bombardent les atomes gazeux et leur cèdent de l'énergie. Le schéma simplifié du circuit est donné ci-dessous.

Q1



a) On donne les spectres, dans le visible, des lumières émises par deux tubes fluorescents et deux lampes (une lampe à vapeur de mercure et une lampe à vapeur de sodium) vendus dans le commerce.

Quel est le gaz contenu dans les tubes 1 et 2 ? Justifier.

b) Étude du spectre du mercure.

Le diagramme ci-dessous représente quelques niveaux d'énergie de l'atome de mercure. Comment désigne-t-on le niveau le plus bas E_0 sur le diagramme énergétique ?

c) Un électron cède une partie de son énergie à un atome de mercure. L'énergie de celui-ci passe du niveau E_0 au niveau E_1 . Comment qualifie-t-on l'état dans lequel se trouve alors l'atome de mercure ?

Q2. Retour vers E_0 .

Lors de la transition du niveau E_1 vers le niveau E_0 , l'atome de mercure perd un quantum d'énergie.

On donne

- la valeur de la constante de Planck: $h = 6,63 \times 10^{-34}$ SI;

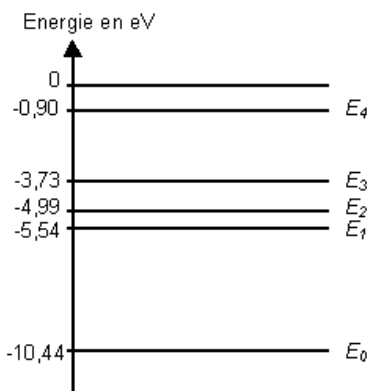
- la valeur de la célérité de la lumière dans le vide: $c = 3,00 \times 10^8$ m.s⁻¹.

On rappelle que: $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19}$ J.

a) Comment se manifeste cette perte d'énergie ?

b) Calculer la longueur d'onde $\lambda_{1 \rightarrow 0}$ correspondante dans le vide.

c) Après avoir rappelé les limites des longueurs d'onde dans le vide du spectre visible dire dans quel domaine, ultra-violet (U.V.), visible ou infra-rouge (I.R.), se situe la radiation de longueur d'onde $\lambda_{1 \rightarrow 0}$.



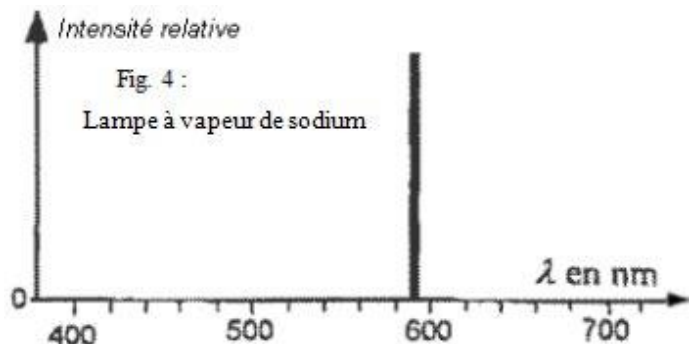
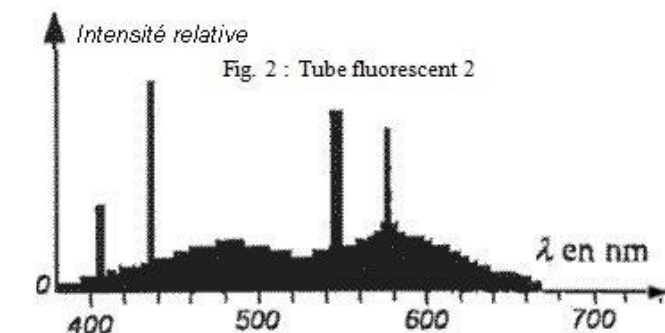
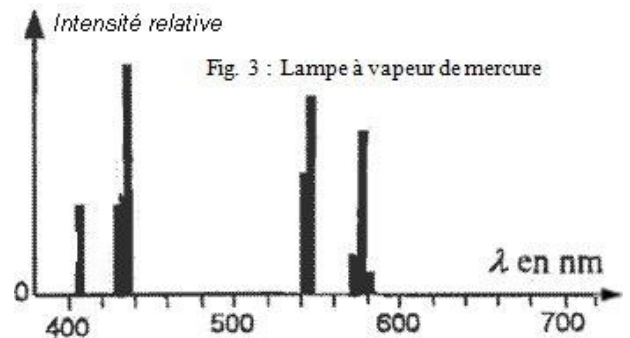
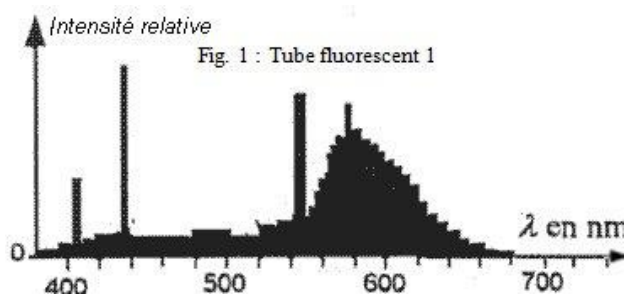
Q3. Des U.V. à la lumière visible.

a) Pour que la poudre produise de la lumière visible, elle doit être soumise à un rayonnement dont la longueur d'onde est comprise entre 200 nm et 300 nm. Elle émet alors de la lumière dont le spectre est continu. La vapeur de mercure contenue dans le tube permet-elle à la poudre déposée sur les parois du tube d'émettre de la lumière visible ? Justifier.

b) Un éclairage confortable pour la restitution des couleurs correspond à de la lumière dont le spectre est continu et se rapproche de celui de la lumière solaire.

En comparant soit les spectres des figures 2 et 3, soit les spectres des figures 1 et 3, donnés ci-dessous indiquer le rôle des poudres.

c) Comparer les spectres des figures 1 et 2, montrer que la nature de la poudre a une influence sur la couleur de la lumière émise.



Correction- Principe de fonctionnement d'un tube fluorescent (National- Bac 2004)

Q1.

a) Quel est le gaz contenu dans les tubes 1 et 2 ? Justifier

Dans les 2 tubes, le gaz utilisé est le mercure (Hg).

Sur les spectres des lumières émises par les deux tubes fluorescents, les pics d'intensités relatives sont les mêmes que ceux correspondant à la lampe à vapeur de mercure : les raies d'émission, caractéristiques des éléments, sont donc identiques (raies d'émission particulièrement importantes à environ 410 nm – 440 nm – 550 nm et 580 nm).

Les deux tubes contiennent donc de la vapeur de mercure.

b) Comment désigne-t-on le niveau le plus bas E_0 sur le diagramme énergétique ?

Le niveau de plus basse énergie est appelé niveau d'énergie fondamental ($E_0 = -10,44$ eV).

Tous les autres états énergétiques sont des états excités

c) L'énergie de celui-ci passe du niveau E_0 au niveau E_1 . Comment qualifie-t-on l'état dans lequel se trouve alors l'atome de mercure ? L'atome se trouve dans un état excité d'énergie E_1 .**2. Retour vers E_0 .****a) Comment se manifeste cette perte d'énergie lors de la transition du niveau E_1 vers le niveau E_0 ?**

Si l'atome perd un quantum d'énergie, il y a émission d'un photon, radiation lumineuse de longueur d'onde λ .

b) Calcul de la longueur d'onde $\lambda_{1 \rightarrow 0}$ correspondante dans le vide.

Energie du photon émis : $\Delta E = \frac{hc}{\lambda_{1 \rightarrow 0}}$ avec

$$\Delta E = E_1 - E_0 = -5,54 - (-10,44) = -5,54 + 10,44 = 4,9 \text{ eV}$$

$$\text{soit } \lambda_{1 \rightarrow 0} = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{4,9 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,54 \times 10^{-7} \text{ m} = \underline{254 \text{ nm}}$$

c) Domaine, ultra-violet (U.V.), visible ou infra-rouge (I.R.) dans lequel se situe la radiation de longueur d'onde $\lambda_{1 \rightarrow 0}$

Les longueurs d'onde des radiations lumineuses sont comprises entre 400 nm et 800 nm. La radiation $\lambda = 254$ nm fait partie des UV car sa longueur d'onde est inférieure à 400 nm.

Q3. Des U.V. à la lumière visible.**a) La vapeur de mercure contenue dans le tube permet-elle à la poudre déposée sur les parois du tube d'émettre de la lumière visible ? Justifier.**

Les atomes de mercure en se désexcitant du niveau d'énergie E_1 à E_0 émettent un rayonnement de longueur d'onde $\lambda = 254$ nm.

Or, pour que la poudre produise de la lumière visible, elle doit être soumise à un rayonnement de longueur d'onde compris entre 200 nm et 300 nm (voir texte). Par conséquent la vapeur de mercure permet à la poudre d'émettre de la lumière visible dont le spectre est continu.

b) En comparant soit les spectres des figures 2 et 3, soit les spectres des figures 1 et 3, donnés ci-dessous indiquer le rôle des poudres.

Le spectre de la vapeur de sodium est discontinu, alors que celui du tube fluorescent est continu (pour de longueurs d'onde comprises entre 380 nm et 670 nm).

Grâce à la poudre posée sur les parois du tube, on obtient un spectre continu proche de celui de la lumière solaire. La poudre permet d'obtenir une lumière agréable à l'œil.

c) Comparer les spectres des figures 1 et 2, montrer que la nature de la poudre a une influence sur la couleur de la lumière émise.

Les intensités relatives des différentes longueurs d'onde ne sont pas identiques pour les 2 tubes fluorescents.

• Le tube 1 possède les radiations les plus intenses (comprises entre 560 et 640 nm avec un maximum vers 580 nm). La lumière émise sera jaune-orangé.

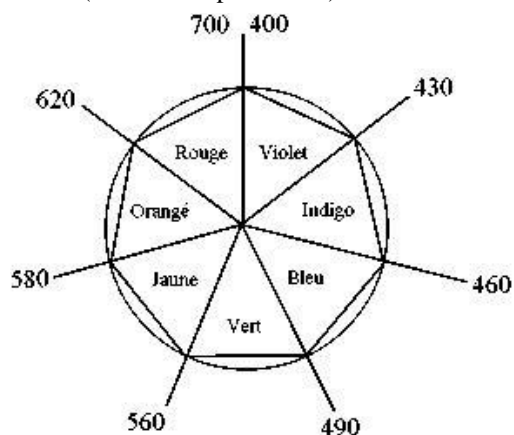
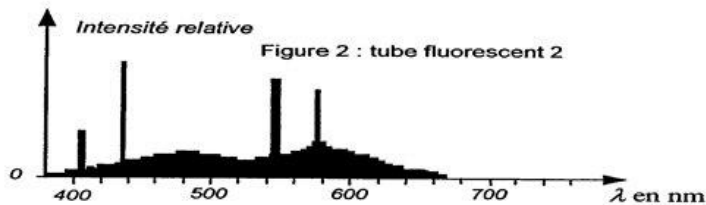
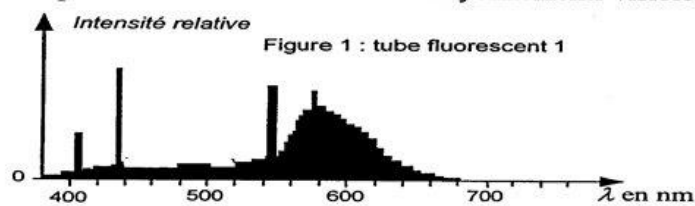
Ces radiations s'ajoutent aux quatre radiations correspondant à la vapeur de mercure (d'intensités plus fortes vers 410 nm – 440 nm – 550 nm et 580 nm).

• Toutes les intensités lumineuses du tube 2 sont sensiblement équivalentes. La lumière émise sera plutôt de couleur blanche.

Ces radiations s'ajoutent aussi aux quatre radiations correspondant à la vapeur de mercure (d'intensités plus fortes).

Conclusion : suivant la nature de la poudre, la couleur de la lumière émise est différente.

Ces représentations sont limitées aux rayonnements visibles



Remarque : Roue des couleurs: