

DEVOIR SURVEILLE N°3
PHYSIQUE-CHIMIE

Première Scientifique
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1h30

Exercice 1 Sources de lumière

1. Les sources de lumière

On distingue plusieurs grandes catégories de sources artificielles lumineuses selon le phénomène physique mis en oeuvre :

- l'incandescence (lampes à incandescence)
- les décharges électriques (tubes à décharge)
- la fluorescence (tubes luminescents).

- 1.1. Rappeler le principe de fonctionnement de des lampes à incandescence et des lampes à décharge.
- 1.2. Citer d'autres types de sources artificielles de lumières étudiées en cours.
- 1.3. Définir une lumière monochromatique
- 1.4. Décrire à l'aide d'un schéma une expérience mettant en évidence la présence d'une lumière polychromatique.
- 1.5. Nommer des sources de lumières naturelles.

2. Emission lumineuse

La pyrotechnie, du grec « pyros » feu et « techhnê » savoir-faire, est la technique des feux d'artifice. Elle fut inventée par les chinois, il y a plus de mille ans et introduite en Occident grâce à Marco Polo au XIII^{ème} siècle. La fusée pyrotechnique sphérique est, sans conteste, le projectile le plus employé par les techniciens lors des feux d'artifices modernes. Elle est tirée depuis un mortier fixé au sol (voir la figure 1) et est expulsée à grande vitesse par les gaz produits par l'explosion de la charge propulsive.

À l'apogée, une charge d'éclatement provoque l'explosion de la fusée et disperse les garnitures pyrotechniques qu'on appelle « étoiles ».

Les « étoiles » en combustion produisent une flamme colorée dont la couleur dépend de leur composition chimique.

Le spectre d'émission de la molécule CuCl excitée est composé de plusieurs bandes centrées autour des longueurs d'onde suivantes dans le vide :

400 nm ; 433 nm ; 435 nm ; 484 nm ; 488 nm ; 525 nm.

2.1. Le spectre d'émission de la molécule CuCl appartient-il au domaine du rayonnement visible, ultraviolet ou infrarouge ? Justifier en rappelant les limites du domaine du visible.

2.2. La lumière émise par la molécule CuCl est-elle monochromatique ou polychromatique ? Justifier.

2.3. Exprimer la longueur d'onde 400 nm en micromètre.

Exercice 2 loi de Wien

1. Ampoule à incandescence

Une ampoule à incandescence à filament de tungstène est une source de lumière thermique qui fonctionne par échauffement du filament traversé par un courant électrique.

Données : $T(K) = T(^{\circ}C) + 273$ $\lambda_{\max} \times T = A$ avec $A = 2,90.10^{-3} \text{ m.K}^{-1}$

1) Qualifiez le spectre émis par un corps porté à haute température.
Comment évolue la partie du spectre quand la température augmente ? (On pourra se référer à une expérience montrée lors d'une séance de sciences physiques).

2) a. Exprimez et calculez la longueur d'onde λ_{\max} du maximum d'intensité lumineuse du rayonnement pour la température de $2550^{\circ}C$.

b. Dans quel domaine d'onde se situe cette longueur d'onde ? Justifiez.

c. Dessinez l'allure de la courbe « Intensité lumineuse = f(λ) » dans le cas de cette ampoule. Précisez la valeur importante.

3) Le filament d'une autre lampe à incandescence atteint une température de 4000 K . Vers quel domaine d'ondes se déplace le maximum d'intensité lumineuse. Justifiez votre réponse.

4) Interpréter le diagramme suivant :

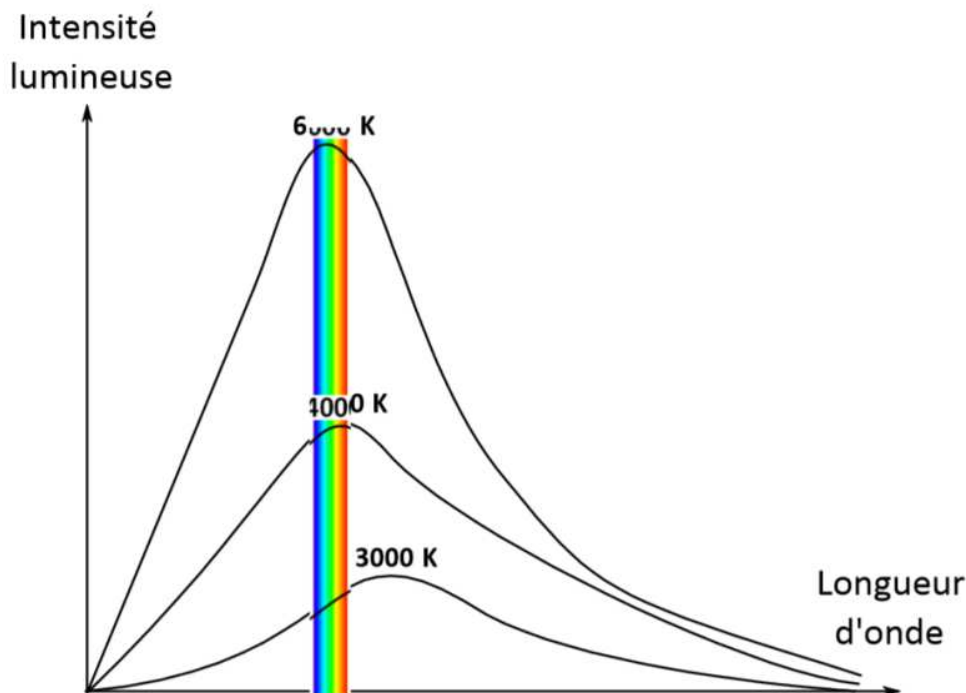


FIGURE 7 – Loi de Wien

Exercice3 : interaction lumière-matière

1. L'effet photoélectrique

Dans la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle, comme beaucoup de ses collègues, l'ingénieur allemand Heinrich Rudolf Hertz consacre l'essentiel de ses recherches au domaine porteur de l'électromagnétisme. En 1886, il fait une observation troublante.

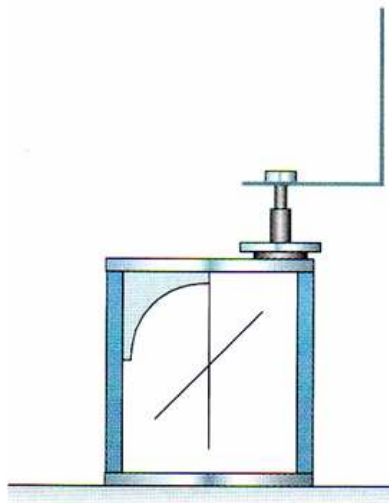


Fig. 1 : Electroscopie initialement chargé négativement : on utilise une baguette de PVC frottée sur de la laine. Une fois chargé, les feuilles de l'électroscope s'écartent l'une de l'autre.

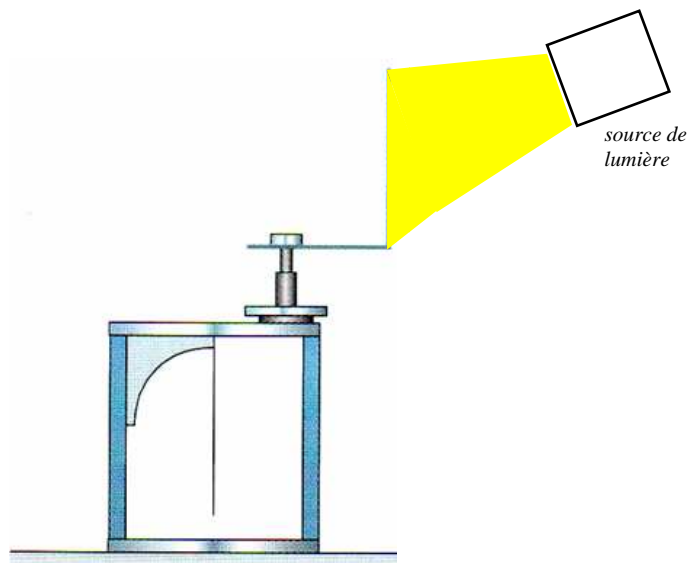


Fig. 2 : Si la lame est éclairée « correctement », les feuilles de l'électroscope se rapprochent.

Remarque : un électroscope est constitué d'un plateau relié par un conducteur à deux feuilles conductrices de masse très faible (feuilles d'or ou de PET métallisé). Une boîte métallique avec des fenêtres vitrées (pour l'observation des feuilles) sert d'écran électrostatique et protège les feuilles des courants d'air.

Quand les feuilles sont chargées, elles portent des charges de même signe qui se repoussent et les feuilles s'écartent¹. La déviation est d'autant plus importante que la charge est grande.

Questions

- 1.1. Pourquoi les feuilles de l'électroscope s'écartent-elles tout d'abord (Fig. 1) ?
- 1.2. Comment interpréter le fait qu'elles se rapprochent (Fig. 2) ?
- 1.3. Que se passe-t-il, d'après vous, si l'électroscope était initialement chargé positivement (baguette d'ébonite frottée sur sac plastique) ?

Hertz interpose également une plaque de verre entre la source lumineuse et le zinc : l'électroscope ne se décharge alors plus en utilisant la lumière du magnésium ou de la lampe à vapeur de mercure.

- 1.4. Comment peut-on interpréter l'action de la lame de verre ? Quelles sont visiblement les radiations qui provoquent l'effet photoélectrique constaté par Hertz ?

Exercice 4 : quelques calculs

On donne la relation suivante :

$$\Delta E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

Dans cette relation, les grandeurs sont exprimées avec les unités suivantes :

ΔE en Joule (J)

λ en mètre (m)

$c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

- 1) Sachant que $\lambda = 635 \text{ nm}$ et en utilisant la relation précédente, calculez l'énergie ΔE correspondant.

L'énergie est parfois exprimée en eV (electronVolt). On sait que $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

- 2) Sachant que l'énergie a pour valeur $\Delta E = 5,6 \text{ eV}$ calculez la longueur d'onde λ correspondante. Cette question est indépendante de la question 1).

PHYSIQUE-CHIMIE

Première Scientifique

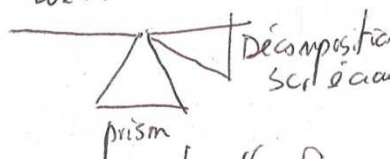
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1h30

Exercice 1 Sources de lumière

1.1. Lampes à incandescence: un filament parcouru par un courant s'échauffe et émet de la lumière

1.2. Sources artificielles: lampe à décharge, fluo compact, LASER

1.3. Monochromatique: source de luz n'émettant qu'une seule couleur du spectre (1 seule radiation, 1 seule longueur d'onde)

1.4. Lux blanche

 ou remplacer le prisme par un réseau

1.5. Sources naturelles: feu - Soleil - Étoile.

1.6. $400 \leq \lambda \leq 800$ nm domaine visible

1.7. polychromatique car différentes longueurs d'onde, radiations émises

1.8. $\lambda = 400 \text{ nm} = 400 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 400 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-3} \text{ m} = 400 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-6} \text{ m}$
 $\lambda = 400 \cdot 10^{-3} \mu\text{m} = 0,400 \mu\text{m}$

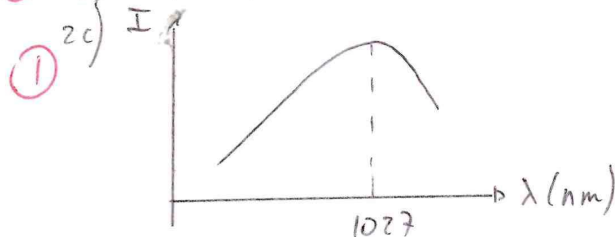
Exercice 2 loi de Wien

1) Spectre continu.

si TP λ : retroprojecteur + petite source + réseau.
 on augmente la tension d'alimentation, la T \uparrow , le spectre fait alors apparaître le bleu.

2a) $\lambda_{\text{max}} = \frac{A}{T} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{2550 + 273} = 1,027 \cdot 10^{-6} \text{ m} = \underline{\underline{1027 \text{ nm}}}$

2b) $\lambda_{\text{max}} > 800 \text{ nm}$ domaine I.R.



3) $\lambda'_{\text{max}} = \frac{A}{T} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{4000} = \underline{\underline{725 \text{ nm}}}$

λ'_{max} diminue et tend vers le domaine visible

3) Interpréter le graphe : plus la température de la source lumineuse augmente, plus son spectre d'émission est décalé vers le bleu.

Exercice 3 : Interaction lumière-matière

Questions

1.1. Pourquoi les feuilles de l'électroscope s'écartent-elles tout d'abord (Fig. 1) ?

Les charges négatives de l'électroscope viennent répulser les charges négatives de la lame mobile.

1.2. Comment interpréter le fait qu'elles se rapprochent (Fig. 2) ?

Les électrons, une fois extraits de la lame, sont repoussés par la lame qui se charge positivement. Les charges négatives de l'électroscope viennent neutraliser les charges positives de la lame : la décharge s'effectue.

1.3. Que se passe-t-il, d'après vous, si l'électroscope était initialement chargé positivement (baguette d'ébonite frottée sur sac plastique) ?

La plaque de zinc, chargée positivement, attire les électrons émis : la décharge n'est pas observée.

1.4. Comment peut-on interpréter l'action de la lame de verre ? Quelles sont visiblement les radiations qui provoquent l'effet photoélectrique constaté par Hertz ?

La lumière ayant traversé le verre n'avait plus l'énergie nécessaire (le rayonnement ultraviolet a été absorbé par le verre) pour extraire des électrons du zinc.

Heinrich Hertz a alors découvert que la lumière ultraviolette provoque l'émission d'électrons à partir d'une surface métallique comme le zinc.

Exercice 4 : Calculs

$$1) \Delta E = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3,0 \cdot 10^8}{635 \cdot 10^{-9}} = 3,1 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$2) \Delta E = 5,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ (en Joule)}$$

$$\lambda = \frac{h \cdot c}{\Delta E} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3,0 \cdot 10^8}{5,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$