

INTERACTION LUMIERE MATIERE

EFFET PHOTOELECTRIQUE

1- Spectre d'émission de l'atome de mercure

Le professeur vous montre comment obtenir le spectre d'émission du mercure. Vous pouvez observer le spectre de raies d'émission obtenue par le spectromètre.

- La lampe utilisée contient-elle un filament?
- Si non que contient-elle?
- Quelle est l'allure du spectre obtenu?
- La tension d'alimentation de l'ampoule joue-t-elle un rôle sur la couleur émise?
- La tension d'alimentation de l'ampoule joue-t-elle un rôle sur l'allure du spectre?
- De quel facteur dépend la couleur émise par une lampe spectrale?

Voici quelques niveaux d'énergie de l'atome de mercure par ordre croissant:

$$E_1 = -10,38 \text{ eV} \quad E_2 = -5,74 \text{ eV} \quad E_3 = -5,52 \text{ eV} \quad E_4 = -4,95 \text{ eV}$$

$$E_5 = -3,71 \text{ eV} \quad E_6 = -2,68 \text{ eV} \quad E_7 = -1,57 \text{ eV} \quad E_8 = -1,56 \text{ eV}$$

On rappelle que:

$$1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

- Représenter ces niveaux sur un diagramme d'énergie (1 cm représente 1,0 eV).
- Calculer les énergies en électron-volt des photons associés aux transitions entre les niveaux:

$$8 \text{ à } 5 \quad 8 \text{ à } 4 \quad 6 \text{ à } 4 \quad 6 \text{ à } 2$$

On rappelle que le photon émis lors de la transition d'un niveau d'énergie supérieur vers un niveau d'énergie inférieur possède une énergie:

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

ΔE : Energie (J)
h : Constante de Planck ($h=6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)
ν : Fréquence de la radiation (s^{-1})
c : Célérité de la lumière dans le vide ($c=3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)
λ : Longueur d'onde de la radiation (m)

- Calculer les longueurs d'onde dans le vide des photons associés aux transitions entre les niveaux:

$$8 \text{ à } 5 \quad 8 \text{ à } 4 \quad 6 \text{ à } 4 \quad 6 \text{ à } 2$$

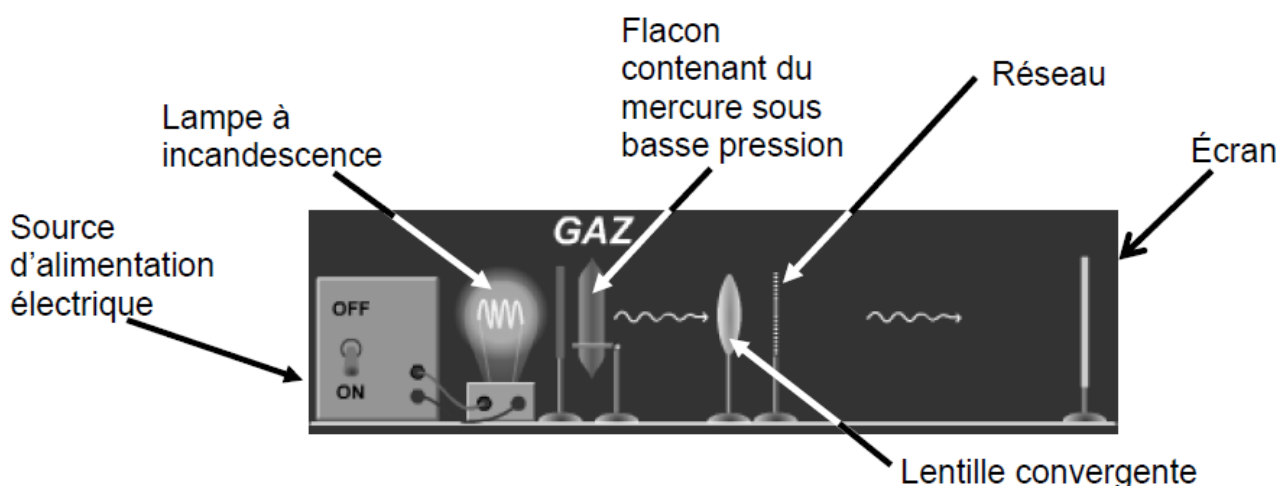
- Ouvrir le logiciel intitulé "VisualSpectra".
- Ouvrir le fichier nommé "SpectreHg".

On récupère ainsi une courbe indiquant l'intensité lumineuse en fonction de la longueur d'onde pour le mercure. En cliquant sur la courbe, le logiciel indique la longueur d'onde correspondante.

- Une raie du spectre d'émission apparaît sous quelle forme sur cette courbe?
- Quelles transitions vues précédemment retrouve-t-on sur cette courbe?
- Sur le diagramme d'énergie de l'atome de mercure, représenter par des flèches courbes les transitions identifiées.

2- Spectre d'absorption du mercure

On utilise le dispositif expérimental simulé schématisé ci-dessous.



- Quelle est l'allure du spectre de la lumière émise par une lampe avec un filament de tungstène?
- Ouvrir le fichier SWF intitulé "Spectres d'émission et d'absorption".
- En agissant sur la simulation, obtenir le spectre d'absorption du mercure.
- Pourquoi ce spectre contient-il des raies noires?
- En agissant sur la simulation, comparer les spectres d'émission et d'absorption du mercure.

3- Spectre solaire

Le Soleil peut être modélisé par une surface à la température d'environ $6 \times 10^3 \text{K}$ (la photosphère), entourée d'une atmosphère (la chromosphère).

La lumière envoyée par le Soleil est décomposée et l'on obtient le spectre du Soleil.

Visualiser l'animation SWF intitulée: "Spectre solaire".

- Décrire le spectre solaire.
- Quelle est l'origine du fond coloré continu de ce spectre?
- Comment les atomes ou les ions de la chromosphère interagissent-ils avec la lumière émise par la photosphère?
- Interpréter le fait que l'absorption de la lumière solaire se fasse sous forme de raies.

4- Effet photoélectrique

- Rappeler la relation de Planck permettant de calculer l'énergie d'un photo.
- Quels sont les photons les plus énergétique (en fonction de la fréquence et de la longueur d'onde)?
- Quel est le principe de l'effet photoélectrique?
- Ouvrir le logiciel de simulation SWF intitulé "Effet Photoelectrique".

Nous avons à disposition des plaques de métal (cible) sur la droite qui seront bombardés par les photons de la lampe.

- Dans la boîte de choix de cible sur la droite quels sont les différents métaux des cibles disponibles?
- Choisir comme cible le métal "Sodium".

L'intensité lumineuse et la longueur d'onde (donc la fréquence) de la lampe peuvent être modifiées.

- Une tension électrique permet d'accélérer ou ralentir les électrons. On commencera par choisir une tension de 2 V.
- Expliquer en quelques mots le principe physique qui permet l'accélération des électrons entre les deux électrodes.

4.1- Expérience 1 - Variation de l'intensité lumineuse

- On commence par choisir:

Cible: Sodium $\lambda = 400 \text{ nm}$ $U = 0 \text{ V}$

- On fait varier l'intensité lumineuse Int_{lum} et on relève les valeurs des intensités I de courant dans le tableau ci-dessous.

Int _{lum} (%)	0	20	40	60	80	100
I (A)						

- En utilisant le logiciel "LatisPro", tracer la variation de l'intensité de courant I (A) en fonction de l'intensité lumineuse Int_{lum} (%).
- Quelle est l'allure du graphe.
- Sans faire la simulation, prédire le cas où nous aurons le plus de courant dans les 2 situations suivantes:
 - 20% d'intensité lumineuse et $\lambda = 300$ nm.
 - 100% d'intensité lumineuse et $\lambda = 600$ nm.

4.2- Expérience 2 - Variation de longueur d'onde pour 2 intensités lumineuses

- On commence par choisir:
Cible: Sodium $U = 0$ V
- On fait varier la longueur d'onde pour deux intensité lumineuse Int_{lum} différentes et on relève les valeurs des intensités I de courant dans le tableau ci-dessous.

λ (nm)	200	250	300	400	500	600	750
f ($\times 10^{14}$ Hz)							
I (A) $Int_{lum} = 20$ %							
I (A) $Int_{lum} = 100$ %							

- En utilisant le logiciel "LatisPro", tracer les deux courbes de variation de l'intensité de courant I (A) en fonction de la fréquence f ($\times 10^{14}$ Hz).
- Quelle est l'allure des graphes?
- Devez-vous revoir vos prédictions de l'expérience précédente?
- Expliquer maintenant la bonne réponse.
- Quel est le modèle du photon qui convient à cette expérience: Modèle corpusculaire ou modèle ondulatoire?
- Sur votre graphe placer les 2 points de la prédiction précédente (sur le menu option on pourra choisir l'option "Afficher les photons").

4.3- Expérience 3 - Changement de cible

- On commence par choisir:
 $Int_{lum} = 100$ % $U = 0$ V
- On fait varier la longueur d'onde et on relève les valeurs des intensités I de courant pour les différentes cibles dans le tableau ci-dessous.

λ (nm)	f ($\times 10^{14}$ Hz)	I (A)			
		Sodium	Zinc	Cuivre	Platine
150					
200					
250					
300					
350					
400					
450					
500					

- Quel métal possède des électrons ayant une forte énergie de liaison?
- Quel métal possède des électrons ayant une faible énergie de liaison?
- Conclure en expliquant comment l'effet photoélectrique nous aide à comprendre la nature de la lumière.

Remarque: Un métal ayant une forte énergie de liaison est un métal qui retient les électrons, donc qui va générer un faible courant.