



Interaction lumière - matière

I. Spectre d'émission de l'atome de mercure

1) Spectre de raies :

Expérience professeur :

Le professeur vous montre comment obtenir le spectre d'émission du mercure. Écoutez attentivement pour répondre aux questions ci-après.

Q1. L'ampoule utilisée contient-elle un filament de tungstène ? Si non que contient-elle ?

Q2. Quelle est l'allure du spectre obtenu ?

Q3. La tension d'alimentation de l'ampoule joue-t-elle un rôle :
- sur la couleur émise ?
- sur l'allure du spectre ?

Q4. De quel facteur dépend la couleur émise par une lampe spectrale ?

2) Interprétation du spectre de raies :

a) Diagramme d'énergie de l'atome de mercure :

Voici quelques niveaux d'énergie de l'atome de mercure par ordre croissant : $\mathcal{E}_1 = -10,38$ eV, $\mathcal{E}_2 = -5,74$ eV, $\mathcal{E}_3 = -5,52$ eV, $\mathcal{E}_4 = -4,95$ eV, $\mathcal{E}_5 = -3,71$ eV, $\mathcal{E}_6 = -2,68$ eV, $\mathcal{E}_7 = -1,57$ eV et $\mathcal{E}_8 = -1,56$ eV.

Q5. Représenter ces niveaux sur un diagramme d'énergie. Échelle : 1 cm représente 1,0 eV.

Q6. Calculer les énergies en électron-volt des photons associés aux transitions entre les niveaux : $8 \rightarrow 5$; $8 \rightarrow 4$; $6 \rightarrow 4$; $6 \rightarrow 2$.

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 $E = \Delta\mathcal{E} = \frac{h.c}{\lambda}$

$\Delta\mathcal{E}$ énergie en Joules, h constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s,

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

Q7. Calculer les longueurs d'onde dans le vide des photons associés aux transitions entre les niveaux : $8 \rightarrow 5$; $8 \rightarrow 4$; $6 \rightarrow 4$; $6 \rightarrow 2$.

Donnée : 1 eV = $1,602 \times 10^{-19}$ J.

b) Confrontation spectre – diagramme d'énergie :

❖ Ouvrir le logiciel VisualSpectra 2.1 Jr, puis Fichier > Ouvrir > Spectre...

❖ Choisir Fichiers de type Irradiance Spectrum (*.irrad)

❖ Aller dans le dossier C:\PC\1S\ et choisir le fichier « Hg.irrad »

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.

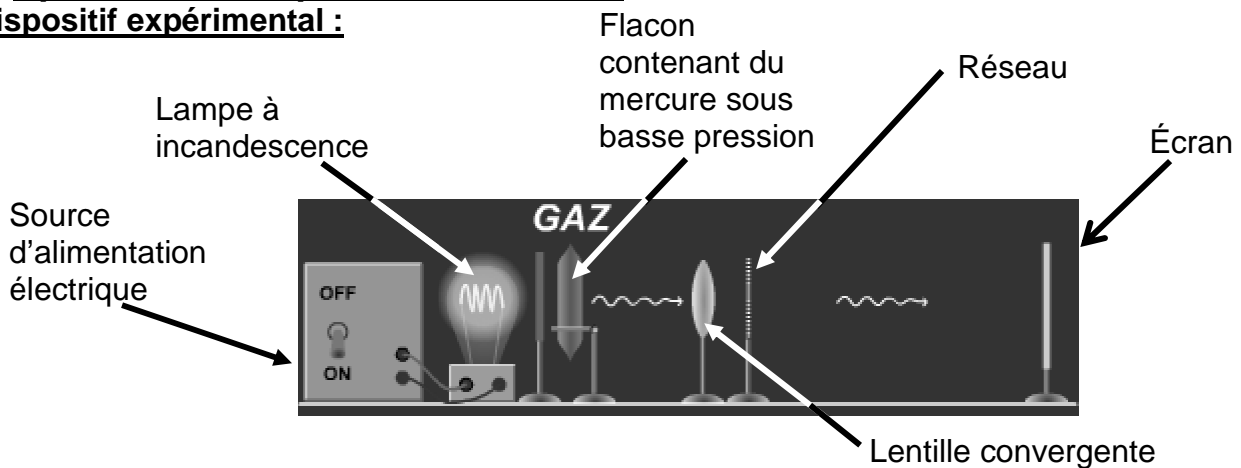
Q8. Une raie du spectre d'émission apparaît sous quelle forme sur cette courbe ?

Q9. Quelles transitions vues en Q6&7 retrouve-t-on sur cette courbe ?

Q10. Sur le diagramme d'énergie de l'atome de mercure, représenter par des flèches courbes les transitions identifiées.

II. Spectre d'absorption du mercure :

Dispositif expérimental :



Q11. Quelle est l'allure du spectre de la lumière émise par le filament de tungstène ?

❖ Ouvrir le fichier « 1S-TPP6-Spectres_Abs_Em.swf ».

Q12. En agissant sur la simulation, obtenir le spectre d'absorption du mercure. Pourquoi ce spectre contient-il des raies noires ?

Q13. En agissant sur la simulation, comparer les spectres d'émission et d'absorption du mercure.

III. Le 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 : voir le diaporama « 1S-TPP6-SpectreSolaire.swf ».

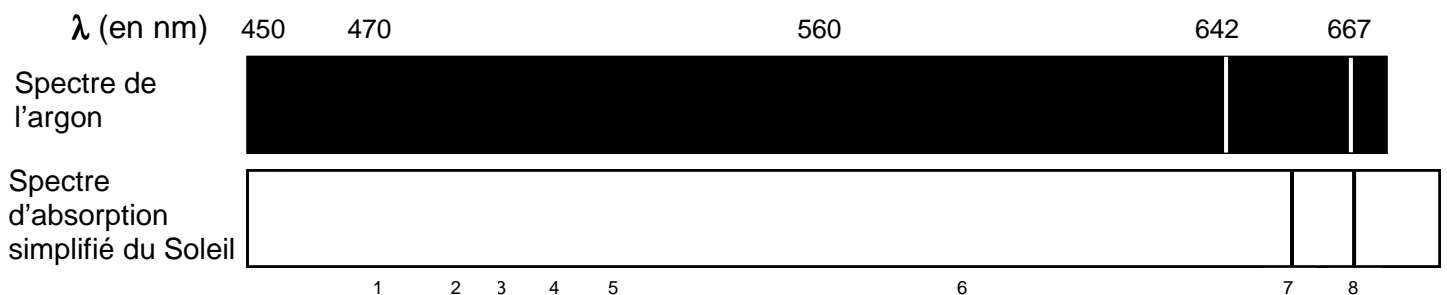
Q14. Décrire le spectre solaire.

Q15. Quelle est l'origine du fond coloré continu de ce spectre ?

Q16. Comment les atomes ou les ions de la chromosphère interagissent-ils avec la lumière émise par la photosphère ?

Q17. Interpréter le fait que l'absorption de la lumière solaire se fasse sous forme de raies.

1) Étalonnage du spectroscopie



Q18. Le spectre de l'argon présenté ci-dessus est-il un spectre d'émission ou un spectre d'absorption ? Justifier.

Q19. Sur le spectre de l'argon, mesurer les distances L entre la raie d'émission à 450 nm et les autres raies d'émission. Compléter le tableau suivant :

Longueur d'onde λ (nm)	450	470	560	603	642	667
Distance L (mm)	0					

- ❖ Ouvrir Regressi et créer un nouveau fichier (Fichier > Nouveau > Clavier).
- ❖ Créer les grandeurs L et λ (pour λ , taper CTRL + G puis "l").
- ❖ Rentrer les valeurs du tableau précédent.
- ❖ Afficher la courbe d'étalonnage $\lambda = f(L)$.

2) Détermination des longueurs d'onde des raies d'absorption du spectre solaire

Q20. Mesurer les distances, en mm, entre la raie d'émission à 450 nm et les différentes raies d'absorption du spectre du Soleil. Compléter la ligne correspondante du tableau ci-après.

Q21. En utilisant l'outil « réticule », déduire, à l'aide de la courbe d'étalonnage, les longueurs d'onde λ des raies d'absorption du spectre du soleil.

Raie n°	1	2	3	4	5	6	7	8
Q20. L (mm)								
Q21. λ (nm)								
Q22. Élément chimique								

3) Analyse du spectre solaire

Q22. À partir des données figurant dans le tableau ci-dessous, associer à chaque raie d'absorption un élément chimique et remplir la dernière ligne du tableau précédent. Conclure sur les éléments présents dans la chromosphère du Soleil.

Longueurs d'onde dans le vide en nm :

H	486	656				
Mg	470	518				
Fe	489	492	496	533	540	
He	471	492	502	505	588	668

IV. La chimie et les photons :

Lors du TP de chimie TP C4, nous avons réalisé l'expérience du cyanotype :

On disposait de morceaux de feuille de papier à dessin que nous avons trempés dans un bac contenant un mélange de 50 mL de citrate de fer (III) ammoniacal et de 50 mL d'hexacyanoferrate de potassium.

Après séchage, nous avons fixé le négatif sur le papier photosensible, et placé l'ensemble sous différentes sources lumineuses. Après rinçage, nous avons obtenu les résultats suivants :

Q23. Pourquoi est-ce que la lampe à UV à $\lambda = 254$ nm a permis la réaction de façon sensible et non pas celle à 365 nm ?

Lampes	Résultats
Lumière solaire	Pas de photo
Lampe à U.V. (254 nm)	Photo nette
Lampe à U.V. (365nm)	Photo peu nette
Lampe à vapeur de mercure.	Photo nette

Q24. Pourquoi cette réaction est-elle qualifiée de **photochimique** ? (question **Q20.** Du TP C4)

V. L'effet photoélectrique :

Pour aller plus loin (à la maison)



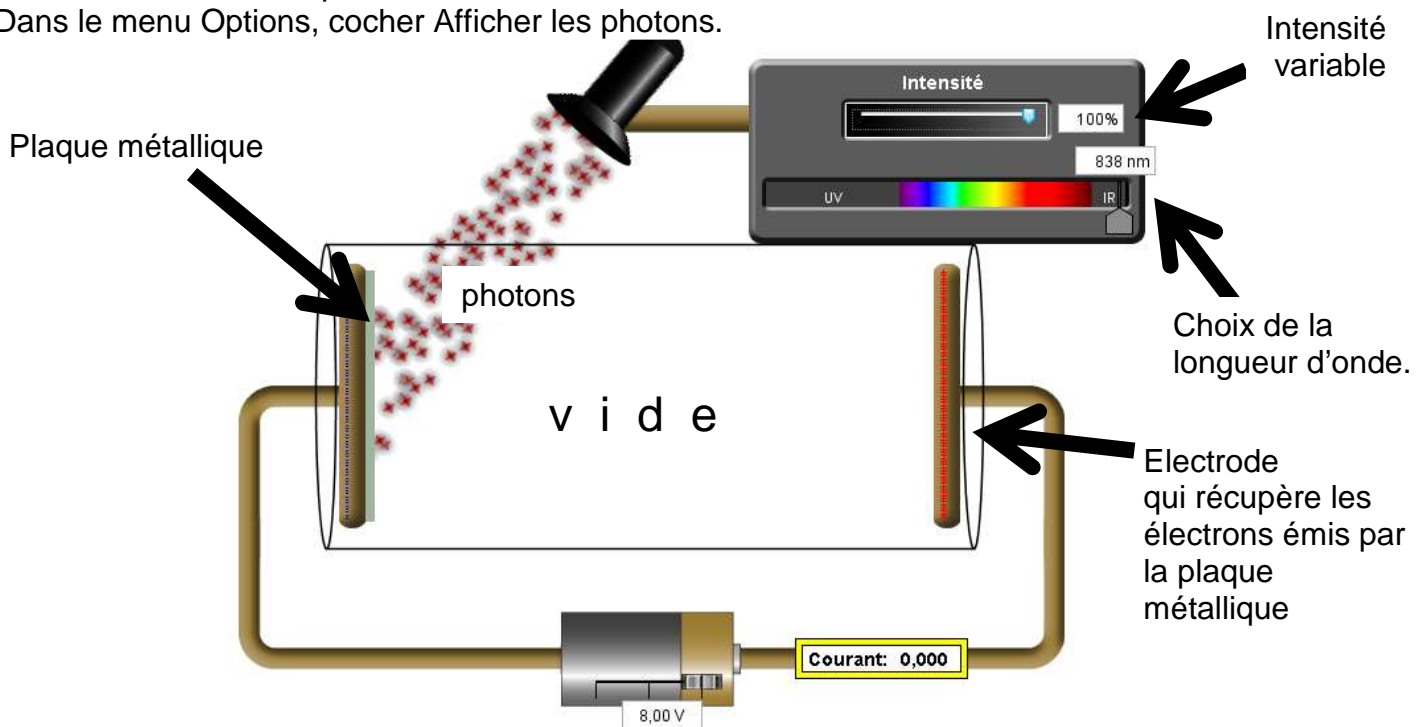
En 1905, Albert Einstein expliqua l'effet photoélectrique en postulant que la lumière, ou plus généralement toute radiation électromagnétique, peut être divisée en un nombre fini de « quanta d'énergie ». (wikipedia.org).

Pour ses contributions à la physique théorique, spécialement pour sa découverte de la loi de l'effet photoélectrique, il obtient le prix Nobel de Physique en 1921.

Sur <http://www.labotp.org/TP1S.html>, consulter l'animation « 1S-TPP6-photoelectric_fr.jar ».

Placer le curseur de la pile sur 8,0V.

Dans le menu Options, cocher Afficher les photons.



Q25. Comment évolue l'intensité du courant quand λ varie ?

Q26. Comment évolue l'intensité du courant lorsque l'intensité lumineuse varie ?

Hypothèse 1 : de l'énergie lumineuse est transmise en permanence aux électrons par la lampe. Lorsqu'un électron a accumulé suffisamment d'énergie, il peut quitter l'atome et rejoindre la borne + de la pile.

Hypothèse 2 : l'énergie lumineuse est transmise aux électrons par paquets appelés « photons ». L'énergie d'un photon dépend de la longueur d'onde de la lumière reçue.

Q27. Quelle hypothèse permet d'expliquer les évolutions constatées ?