

FICHE 1

Fiche à destination des enseignants

1S 5

INTERACTION LUMIERE- MATIERE

<i>Type d'activité</i>	<i>Activité-cours.</i>	
	<p style="text-align: center;">Notions et contenus</p> <p>Interaction lumière-matière : émission et absorption.</p> <p>Quantification des niveaux d'énergie de la matière.</p> <p>Modèle corpusculaire de la lumière : le photon. Energie d'un photon.</p> <p>Relation $\Delta E = h \nu$</p>	<p style="text-align: center;">Compétences attendues</p> <p>Interpréter les échanges d'énergie entre la lumière et la matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière.</p> <p>Connaître les relations $\lambda = c / \nu$ et $\Delta E = h \nu$ et les utiliser pour exploiter un diagramme de niveaux d'énergie.</p>
	<p style="text-align: center;">Socle commun de connaissances et de compétences</p> <p>Manifester sa compréhension de textes documentaires. Extraire d'un document les informations utiles. Calculer, utiliser une formule. Travailler en autonomie.</p>	
<i>Commentaires sur l'activité proposée</i>	<p>Cette activité illustre la partie OBSERVER et le sous thème Sources de lumière colorée en classe de première S.</p>	
<i>Conditions de mise en œuvre</i>	<p>Classe entière. Alternance d'activité en autonomie et de mise au point effectuée par l'ensemble de la classe avec le professeur. Déroulement : paragraphe I en autonomie puis conclusion écrite par l'ensemble classe-professeur. Paragraphe II : recherche individuelle ou par groupe de 3 puis conclusion écrite par l'ensemble classe-professeur. Paragraphe III- IV en autonomie puis conclusion écrite par l'ensemble classe-professeur. Paragraphe V : en autonomie.</p>	
<i>Pré requis</i>	<p>Savoir que la longueur d'onde caractérise dans l'air et dans le vide une radiation monochromatique. Savoir qu'une radiation monochromatique est aussi caractérisée par sa fréquence. Connaître les limites en longueur d'onde dans le vide du domaine visible et situer les rayonnements infrarouges et ultraviolets.</p>	

FICHE 2

Document à distribuer aux élèves

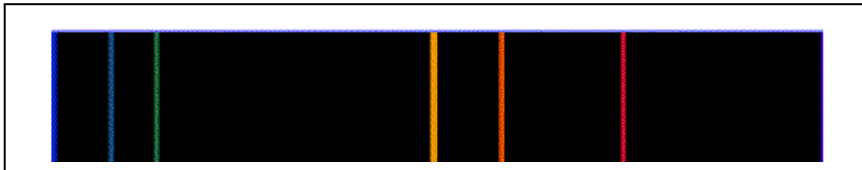
1S 5

INTERACTION LUMIERE- MATIERE

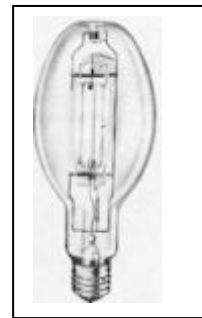
I- Que nous apprend la lampe à vapeur de mercure ?

Document 1

Une lampe à vapeur de mercure est une lampe à décharge émettant certaines radiations lumineuses.



Cette lampe est constituée de deux électrodes placées à l'intérieur d'une ampoule transparente contenant l'élément mercure. En plein régime, la lampe est chaude et les atomes de mercure sont sous forme vapeur. Dans l'état fondamental de l'atome, les électrons occupent les niveaux de plus basses énergies. Un flux d'électrons libres est émis entre les électrodes. Ils entrent en collision avec les atomes de mercure qui sont alors excités. En fait, l'énergie transférée lors de collisions entre des électrons libres et des électrons des atomes de mercure fait migrer certains d'entre eux vers des niveaux d'énergie supérieurs. Comme l'atome tend toujours à retrouver l'état le plus stable, c'est-à-dire de plus faible énergie, l'électron va rapidement revenir (en une infime fraction de seconde en général) sur un niveau d'énergie inférieur : cette désexcitation spontanée se traduit par l'émission d'une radiation lumineuse qui emporte une énergie totale égale à la différence d'énergie entre le niveau d'énergie de départ et celui d'arrivée.



énergie de l'atome
de mercure

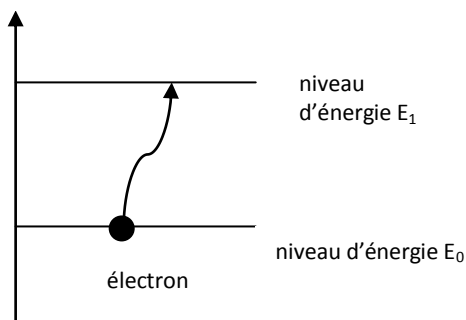


schéma A

énergie de l'atome
de mercure

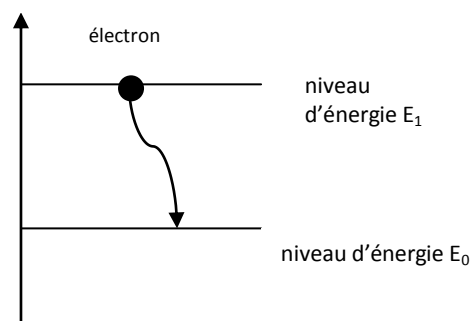


schéma B

- 1- Attribuer à chacun des schémas le titre qui correspond : excitation de l'atome de mercure ; désexcitation de l'atome de mercure.

2- Attribuer à chacun des schémas la légende qui correspond : émission d'une radiation lumineuse ; absorption d'énergie.

3- **Dans un livre de sciences physiques, on trouve l'affirmation suivante:**

« L'énergie de l'atome de mercure est quantifiée c'est à-dire que l'atome de mercure possède un nombre fini de niveaux d'énergie entre son niveau fondamental d'énergie minimum et un niveau d'énergie maximum. »

Mettre en adéquation cette affirmation et le document 1. Pour cela, choisir les bonnes propositions dans le raisonnement ci-dessous :

Le spectre du mercure est un spectre d'émission :

- continu
- discontinu

car l'atome de mercure possède un niveau d'énergie minimum et en s'excitant les électrons ont pu :

- acquérir n'importe quelle valeur d'énergie comprise entre cette énergie minimum et une énergie maximum
- acquérir que certaines valeurs d'énergie comprise entre cette énergie minimum et une énergie maximum

et en se désexcitant, les électrons excités ont pu

- perdre n'importe quelle quantité d'énergie
- ne perdre que certaines quantités d'énergie

donc l'atome de mercure a émis

- que certaines radiations lumineuses
- toutes les radiations lumineuses d'énergie comprises entre 0 et $(E_{\text{maximum}} - E_{\text{minimum}})$

Conclusion : (avec le professeur)

II- Quelle relation existe-t-il entre la perte d'énergie ΔE d'un atome se désexcitant et la fréquence ν de la radiation lumineuse émise ?

Une radiation de longueur d'onde λ dans l'air ou dans le vide a une fréquence ν tel que :

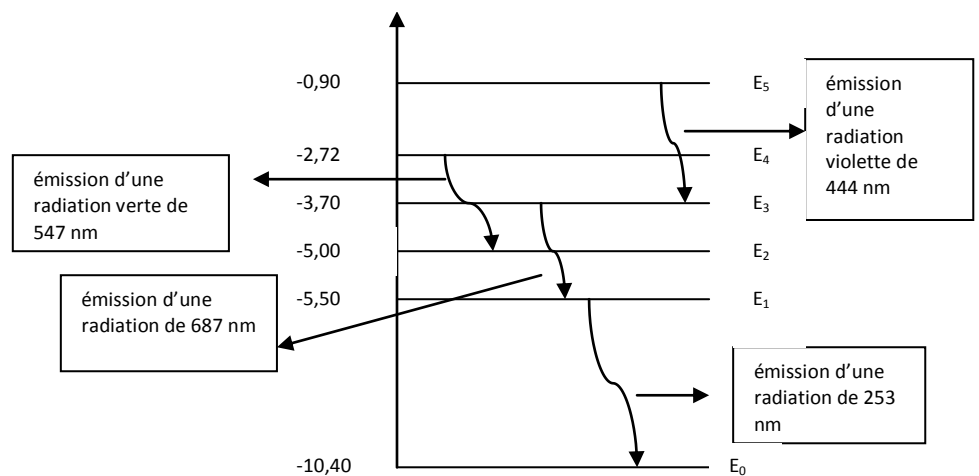
$$\lambda = c / \nu.$$

avec λ en mètre ; ν en Hertz et c la célérité de la lumière dans l'air ou le vide $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

Diagramme d'énergie d'un atome de mercure :

quelques niveaux d'énergie de l'atome de mercure en eV

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



- 1- Pour les 4 passages de l'atome de mercure d'un niveau d'énergie à un autre appelés « transitions électroniques » décrites dans ce diagramme, compléter le tableau ci-dessous :

Transition électronique du niveau E ... à E.....	$ \Delta E $ en eV	$ \Delta E $ en J	λ émise en m

- 2- Donnée : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}^{-1}$ est une constante appelée constante de Planck.

Problème : déterminer la relation existant entre la perte d'énergie $|\Delta E|$ en joules lors d'une transition électronique et la fréquence ν en Hz de la radiation émise.

Proposer une exploitation des données du tableau ci-dessus pour répondre à la problématique posée.

- 3- A l'aide de la recherche précédente, écrire une phrase de conclusion.
- 4- A quel domaine appartient la radiation produite par la transition de E_5 à E_0 ? Justifier.
- IR
 - visible
 - UV
 - RX

Conclusion : (avec le professeur)

III-Comment peut-on décrire une radiation lumineuse ?

On considère que toute radiation lumineuse peut être décrite comme une onde et /ou comme une particule appelée photon. Un photon est donc un corpuscule de masse nulle, de charge nulle, qui se déplace à la célérité de la lumière c . L'énergie transportée par un photon est donc $E = h \nu$

« Plus la longueur d'onde d'une radiation est importante, plus son énergie est grande ».

Cette affirmation est-elle vraie ? Justifier.

IV- L'énergie d'absorption est-elle également quantifiée ?

Dans une lampe à vapeur de mercure, un moyen d'exciter les atomes de mercure est de provoquer des collisions d'électrons libres avec ces atomes.

Un autre moyen d'exciter des atomes de mercure est de leur envoyer des radiations électromagnétiques donc des photons.

Expérience : on envoie sur des atomes de mercure dans leur état fondamental d'énergie minimum E_0 des photons d'énergie E . On considère les niveaux d'énergie du diagramme d'énergie du paragraphe II. 3 cas se présentent:

	Cas 1	Cas 2	Cas 3
	$E < (E_1 - E_0)$	$E = E_1 - E_0$	$E_2 - E_0 > E > E_1 - E_0$
Observation	Atome non excité	Atome excité	Atome non excité

Conclusion :

	Vrai ou faux	Justification en précisant le ou les cas sur le(s)quel(s) on s'appuie
plusieurs photons ensemble peuvent céder la somme de leur énergie		
un photon ne peut céder que la totalité de son énergie		
un photon ne peut pas céder une partie de son énergie		
un photon est une particule insécable		
un photon peut céder une partie de son énergie et repartir avec le surplus d'énergie		

conclusion : (avec le professeur)

V- Un élément chimique absorbe les radiations qu'il est capable d'émettre

Expliquer en quelques lignes et à l'aide des connaissances acquises dans ce chapitre le titre de ce paragraphe.

FICHE 3

Correction. Fiche à destination des enseignants

1S 5

INTERACTION LUMIERE- MATIERE

I- Que nous apprend la lampe à vapeur de mercure ?

1- schéma A : excitation de l'atome de mercure ; schéma B : désexcitation de l'atome de mercure.

2- Schéma B : émission d'une radiation lumineuse – schéma A : absorption d'énergie.

3- Le spectre du mercure est un spectre d'émission

continu

discontinu

car l'atome de mercure possède un niveau d'énergie minimum et en s'excitant les électrons ont pu :

acquérir n'importe quelle valeur d'énergie comprise entre cette énergie minimum et une énergie maximum

acquérir que certaines valeurs d'énergie comprise entre cette énergie minimum et une énergie maximum

et en se désexcitant, les électrons excités ont pu

perdre n'importe quelle quantité d'énergie

ne perdre que certaines quantités d'énergie

donc l'atome de mercure a émis

que certaines radiations lumineuses

toutes les radiations lumineuses d'énergie comprises entre 0 et $(E_{\text{maximum}} - E_{\text{minimum}})$

conclusion : l'énergie d'un atome est quantifiée. Elle ne peut prendre que certaines valeurs, appelées niveaux d'énergie.

II- Quelle relation existe-t-il entre la perte d'énergie ΔE d'un atome se désexcitant et la fréquence ν de la radiation lumineuse émise ?

1-

Transition électronique du niveau ... à	$ \Delta E $ en eV	$ \Delta E $ en J	λ émise en m
---	--------------------	-------------------	----------------------

$E_3 \text{ à } E_1$	1,80	$2,88 \times 10^{-19}$	$6,87 \times 10^{-7}$
$E_5 \text{ à } E_3$	2,80	$4,48 \times 10^{-19}$	$4,44 \times 10^{-7}$
$E_1 \text{ à } E_0$	4,90	$7,84 \times 10^{-19}$	$2,53 \times 10^{-7}$
$E_4 \text{ à } E_2$	2,28	$3,65 \times 10^{-19}$	$5,47 \times 10^{-7}$

2- Donnée : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}^{-1}$ une constante appelée constante de Planck.

Problème : déterminer la relation existant entre la perte d'énergie $|\Delta E|$ en J lors d'une transition électronique et la fréquence ν en Hz.

Proposer une méthode qui exploite les données du tableau ci-dessus pour répondre à la problématique posée.

→ calculer $\nu = c / \lambda$; comparer pour ces différentes transitions le rapport ou le produit entre ΔE et ν . Aboutir à la relation $|\Delta E| = h \nu$

4- A quel domaine appartient la radiation produite par la transition de E_5 à E_0 ? Justifier.

$$\lambda = h \times c / (E_5 - E_0) \quad \lambda = 6,63 \times 10^{-34} \times 3,0 \times 10^8 / ((-0,90 + 10,40) \times 1,60 \times 10^{-19}) = 1,3 \times 10^{-7} \text{ m}$$

donc environ 130 nm Cette radiation appartient donc au domaine des UV.

conclusion : un atome se désexcitant donc perdant une quantité d'énergie ΔE ne peut émettre que certaines radiations électromagnétique de fréquence ν et de longueur d'onde λ dans le vide ou dans l'air tel que $\Delta E = h \nu = h \times c / \lambda$. (préciser les unités) avec $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}^{-1}$ une constante appelée constante de Planck et c la célérité de la lumière dans l'air ou le vide $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Une radiation lumineuse transporte donc l'énergie $E = hc / \lambda = h \nu$ dans le vide ou dans l'air

III- Comment peut-on décrire une radiation lumineuse ?

« Plus la longueur d'onde d'une radiation est importante, plus son énergie est grande » : est-ce vrai ? Justifier.

Faux car plus la longueur d'onde λ est élevée plus la fréquence $\nu = c / \lambda$ est petite et donc plus $E = h \nu$ est petite.

IV- L'énergie d'absorption est-elle également quantifiée ?

	Cas 1	Cas 2	Cas 3
	$E < (E_1 - E_0)$	$E = E_1 - E_0$	$E_2 - E_0 > E > E_1 - E_0$
Observation	Atome non excité	Atome excité	Atome non excité

conclusion :

	Vrai ou faux	Justification en précisant le ou les cas sur le(s)quel(s) on s'appuie
plusieurs photons ensemble peuvent céder la somme de leur énergie	faux	Cas 1
un photon ne peut céder que la totalité de son énergie	Vrai	Cas 1,2,3
un photon ne peut pas céder une partie de son énergie	vrai	Cas 3
un photon est une particule insécable	vrai	Cas 3.
un photon peut céder une partie de son énergie et repartir avec le surplus d'énergie	faux	Cas 3

conclusion :

Un atome n'absorbe que les photons dont l'énergie $h \nu$ lui permet de passer exactement à l'un de ses niveaux d'énergie supérieure.

Les échanges d'énergie entre le rayonnement et l'atome sont donc quantifiés.