

CORRECTIF DES EXERCICES SUPPLEMENTAIRES

Vous trouverez, ci-dessous, le correctif des exercices de l'UAA8. Des exercices sur l'UAA7 seront mis en ligne en début de semaine prochaine.

Pendant la suspension des cours, je reste joignable par mail :

spipers@ardelattre.be

Bonne correction. Prenez soin de vous et de vos proches ! A bientôt !

1) Seuil photoélectrique.

On éclaire une cellule photoélectrique dont la cathode est en césium avec une radiation de longueur d'onde $\lambda = 495 \text{ nm}$, puis avec une radiation de longueur d'onde $\lambda = 720 \text{ nm}$. Le travail d'extraction d'un électron de césium est $W_0 = 3.10^{-19} \text{ J}$.

- a) Calculer la longueur d'onde λ_0 qui correspond au seuil photoélectrique.
- b) Vérifier que l'émission photoélectrique n'existe qu'avec une seule des deux radiations précédentes

2) Vitesse d'émission des électrons.

On éclaire une cellule photoélectrique à vide avec une lumière monochromatique. L'énergie d'extraction d'un électron du métal cathodique est 3.10^{-19} J . La longueur d'onde de la radiation est $0,600 \mu\text{m}$.

- a) Quelle est l'énergie cinétique maximale E_{cmax} d'un électron émis ?
- b) Quelle est la vitesse maximale v_{max} d'un électron émis ?

$$1) a) W_0 = h \cdot f_0 \rightarrow f_0 = \frac{W_0}{h}$$

$$f_0 = \frac{3 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 4,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

b) Nous allons comparer les fréquences, si $f > f_0$, il y a extraction d'électrons.

* Pour la radiation de 495 nm.

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{495 \cdot 10^{-9}} = 6,1 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$f > f_0 \rightarrow$ extraction possible.

* Pour la radiation de 720 nm

$$f = \frac{3 \cdot 10^8}{720 \cdot 10^{-9}} = 4,2 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$f < f_0 \rightarrow$ pas d'extraction

$$2) a) E = h \cdot f = W + E_c$$

$$h \cdot \frac{c}{\lambda} = h \cdot f_0 + \frac{1}{2} m v^2$$

$$3 \cdot 10^{-19} + E_c = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,6 \cdot 10^{-6}}$$

$$E_c = 3,3 \cdot 10^{-19} - 3 \cdot 10^{-19} \\ = 3 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$b) E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_c}{m}} = 256776 \text{ m/s}$$

$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

3) Seuil photo-électrique-travail d'extraction-vitesse des électrons

a) Décrire une cellule photoélectrique dite cellule photoémissive à vide.

Dessiner un schéma de montage à réaliser pour mettre en évidence l'effet photoélectrique en utilisant cette cellule.

b) La longueur d'onde correspondante au seuil photoélectrique d'une photocathode émissive au césium est $\lambda_0 = 0,66 \cdot 10^{-6} \text{ m}$.

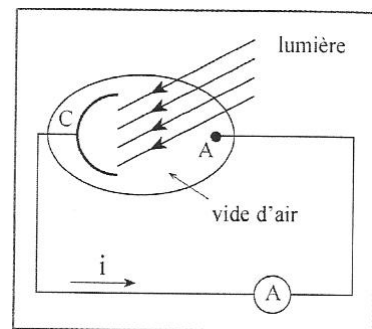
b1- Quelle est en joules l'énergie d'extraction W_0 d'un électron ?

b2- La couche de césium reçoit une radiation monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,44 \cdot 10^{-6} \text{ m}$. Déterminer l'énergie cinétique maximale E_c d'un électron émis au niveau de la cathode.

a) Nous utilisons une **cellule photoélectrique**, ampoule transparente vide d'air et comportant :

- Une surface métallique C appelée cathode
- Un fil ou boucle métallique A (appelé anode) en regard de la cathode

Dans l'ampoule, anode et cathode sont isolées l'une de l'autre ; mais elles sont connectées par des fils à un ampèremètre très sensible.



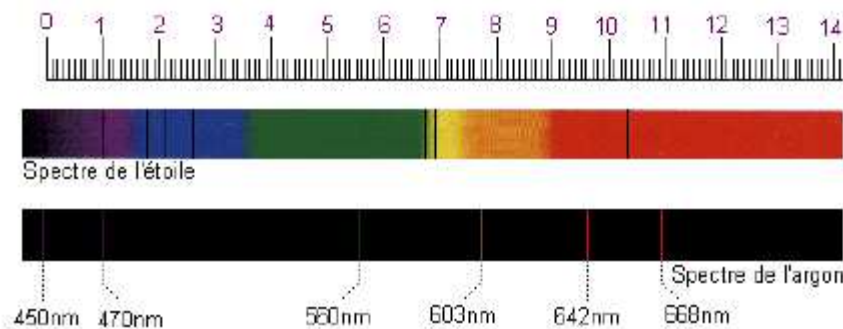
$$b) W = h f_0 = h \cdot \frac{c}{\lambda_0} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,66 \cdot 10^{-6}} = 3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_c = h \cdot f - h f_0 = h \cdot \frac{c}{\lambda} - \frac{h c}{\lambda_0}$$

$$= 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \left(\frac{1}{0,44 \cdot 10^{-6}} - \frac{1}{0,66 \cdot 10^{-6}} \right) = 1,5 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

4) On a obtenu le spectre d'une étoile avec un spectrographe à réseau. Les distances séparant deux raies sont proportionnelles à la différence des longueurs d'onde correspondantes.

On fournit aussi le spectre d'émission de l'argon. Les longueurs d'onde correspondant aux raies de cet élément sont indiquées en dessous.



- a) Quel est l'intérêt de fournir le spectre de l'argon ?
- b) Expliquer la différence de nature entre les spectres représentés.
- c) Déterminer les longueurs d'onde des raies présentes dans le spectre de l'étoile.
- a) Le spectre de l'argon permet d'établir une échelle de proportionnalité entre les longueurs d'onde des raies et leurs positions dans le spectre. Étant donné que les deux spectres ont été obtenus de la même façon, la même échelle pourra être utilisée pour déterminer les longueurs d'onde correspondant aux raies du spectre de l'étoile.
- b) Le spectre de l'étoile est un spectre présentant un fond continu qui correspond à la lumière émise par la Photosphère sur lequel se superpose un spectre de raies d'absorption de l'atmosphère de l'étoile. Le spectre de l'argon est simplement un spectre de raies d'émission.
- c) Commençons par établir l'échelle de correspondance entre longueur d'onde et position des raies. On utilise pour cela le spectre de l'argon et la règle graduée. La raie de longueur d'onde 450nm est située au 0 de la règle et la raie de longueur d'onde 470nm est située à 1cm sur la règle. Appelons E l'échelle recherchée. On a:

$$E = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{x_2 - x_1} = \frac{470 - 450}{1 - 0} = 20 \text{ nm.cm}^{-1}$$

Les longueurs d'onde sont alors données en fonction de leur position x par la relation:

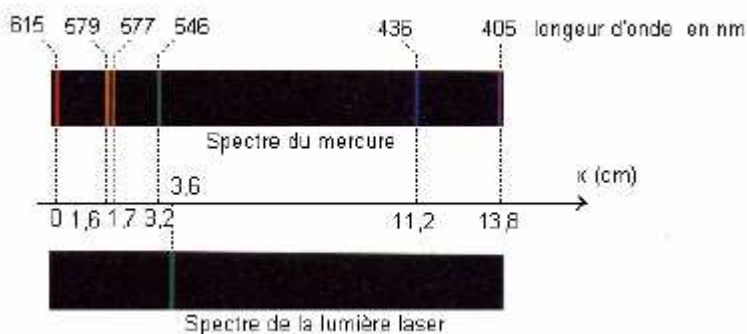
$$E = \frac{\lambda - \lambda_1}{x - x_1} \text{ soit } E.(x - x_1) = \lambda - \lambda_1 \text{ D'où } \lambda = E.(x - x_1) + \lambda_1.$$

En prenant $\lambda_1 = 450 \text{ nm}$ et $x_1 = 0,0 \text{ cm}$ on a : $\lambda = E.x + \lambda_1$

La première raie du spectre de l'étoile est située à $x = 1,0 \text{ cm}$, par lecture directe on a : $\lambda = 470 \text{ nm}$. La deuxième raie du spectre de l'étoile est située à $x = 1,8 \text{ cm}$, la longueur d'onde correspondante est donnée par:

$$\lambda = (20 \times 1,8) + 450 \quad \lambda = 486 \text{ nm.}$$

5) On réalise, à l'aide d'un spectroscope à prisme, deux spectres de raies d'émission. Le premier est le spectre d'une lampe à vapeur de mercure. Les longueurs d'onde et leurs positions sont repérées sur la photographie. Le second est le spectre de la lumière émise par un laser et photographié dans les mêmes conditions.

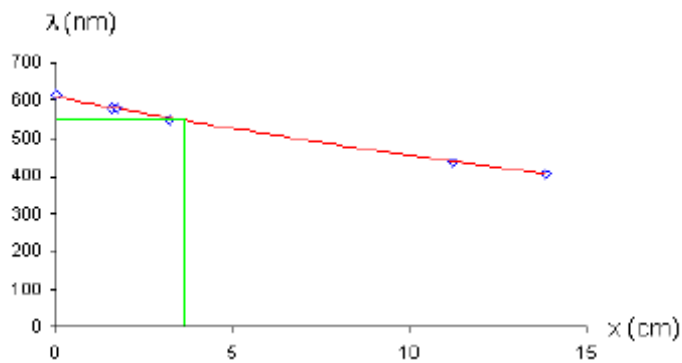


- Comment peut-on qualifier la lumière émise par le laser ?
- Tracer le graphique $\lambda = f(x)$ où λ est la longueur d'onde correspondant à une raie du spectre du mercure et x sa position sur la photographie.

c) Déterminer graphiquement la longueur d'onde correspondant à la radiation émise par le laser.

a) La lumière émise par le laser n'est pas décomposée par le prisme du spectroscope. Il s'agit donc d'une lumière ou radiation monochromatique.

b) A l'aide d'un tableur (type Excel ou autre) ou sur papier millimétré on a:



c) Le tracé vert pratiqué sur le graphique précédent permet de trouver la longueur d'onde associée à la radiation émise par le laser. On trouve: $\lambda = 550 \text{ nm}$.