

## PHYSQ 208 – Devoir 5 (à rendre au cours du jeudi 20 octobre)

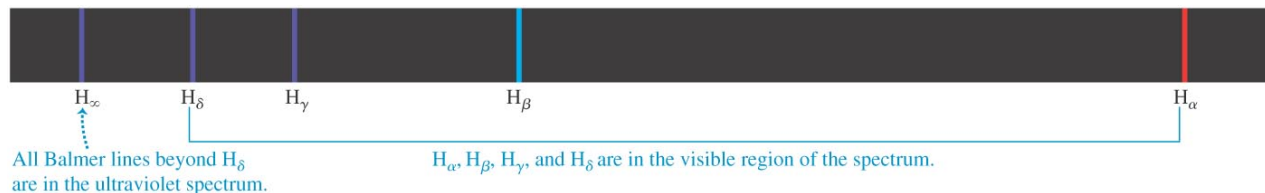
**1. Rayons cathodiques.** Un électron pénètre dans un appareil e/m de Thomson (Figures aux pp. 3-4 du chap. 3) à une vitesse initiale *horizontale* de  $4.0 \times 10^6$  m/s. L'aimant a un champ **B** de 12 mT.

- Quel champ **E** devriez-vous utiliser pour qu'un électron traverse cet appareil en ligne droite?
- La longueur sur laquelle **E** et **B** sont non-nuls est de 2.0 cm. Si **B** est éteint, mais que **E** reste, jusqu'à quelle hauteur le faisceau d'électrons peut-il être dévié (avec le **E** trouvé en (a))?

**2. Spectre de l'hydrogène.** La ligne visible de la série spectrale de Balmer de plus basse fréquence est rouge et appelée  $H_\alpha$ , la suivante est bleu-vert et appelée  $H_\beta$ , etc (voir figure). Utilisez la formule de Balmer pour calculer:

- la longueur d'onde,
- la fréquence, et
- l'énergie du photon en eV

pour la ligne  $H_\gamma$  de la série de Balmer pour l'hydrogène.



**3. Effet photoélectrique.** Considérez une lumière incidente sur trois surfaces de carbone, platine et sodium, dont les travaux d'extraction  $\phi$  valent 4.81 eV, 6.35 eV et 2.28 eV, respectivement.

- Pour chaque surface, calculez la fréquence de seuil,  $f_{\min}$ .
- Pour chaque surface, calculez la longueur d'onde de seuil,  $\lambda_{\max}$ .
- Si chaque surface est éclairée par de la lumière donc  $\lambda = 220$  nm, quelles surfaces émettront des photoélectrons et quelles seront leurs énergies cinétiques maximales?
- Même question pour  $\lambda = 300$  nm.

**4. Photons, rayons X.** Considérez la figure 3.19 de la p. 37 du chap. 3 des notes.

- En lisant le  $\lambda_{\min}$  du graphique pour les trois éléments illustrés, quel est le potentiel d'accélération  $V_0$  des électrons incidents?
- Sachant que le travail d'extraction du tungstène est  $\phi = 4.63$  eV, si on en tenait compte dans le calcul de  $\lambda_{\min}$ , de combien la valeur de  $\lambda_{\min}$  changerait-elle?

**5. Effet Compton.** Un photon de longueur d'onde 0.04250 nm frappe un électron et est défléchi d'un angle de  $35.0^\circ$  par rapport à sa direction initiale. Calculez:

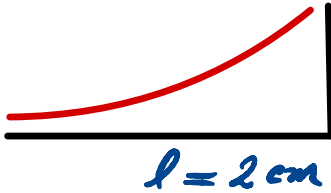
- le changement de longueur d'onde du photon,
- la longueur d'onde de la lumière défléchie,
- la différence d'énergie de photons final vs initial, et indiquez si c'est un gain ou une perte, et
- l'énergie perdue ou gagnée par l'électron.

PHYSQ 208, DEVOIR 5 (20 OCTOBRE 2022)

#1 (a) DE PHYSQ 126  $F_E = qE$ ,  $F_B = qvB$

$$F_E = F_B \rightarrow E = vB = (4 \times 10^6)(12 \times 10^{-3}) = \boxed{4.8 \times 10^4 \text{ V/m}}$$

(b)



$$d = \frac{1}{2} at^2$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m}$$

$$v_0 = \frac{l}{t}, \quad t = \frac{l}{v_0}$$

$$d = \frac{1}{2} \left( \frac{eE}{m} \right) \left( \frac{l}{v_0} \right)^2 = \frac{eEl^2}{2mv_0^2}$$

$$= \frac{(1.602 \times 10^{-19})(4.8 \times 10^4)(0.02)^2}{2(9.109 \times 10^{-31})(4 \times 10^6)^2} = \boxed{10.6 \text{ cm}}$$

#2. (a) Pour  $H_\alpha$ ,  $n = 3 \text{ à } 2$

$H_\beta$   $n = 4 \text{ à } 2$  ET ici

$H_\gamma$   $n = 5 \text{ à } 2$  donc

$$\frac{1}{\lambda_{2,5}} = R \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2} \right) = R \left( \frac{25-4}{100} \right); R = 1.1 \times 10^{-2} \text{ nm}^{-1}$$

$$\lambda_{2,5} = \frac{100}{21R} = \boxed{434 \text{ nm}}$$

$$(b) f_{2,5} = \frac{c}{\lambda_{2,5}} = \boxed{6.91 \times 10^{14} \text{ Hz}}$$

$$(c) E = hf = \boxed{2.86 \text{ eV}}$$

$6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

#3.  $\phi = 4.81 \text{ eV}$  (CARBONE)

$6.35 \text{ eV}$  (PLATINE)

$2.28 \text{ eV}$  (SODIUM)

(a)  $f_{\text{min}} = \frac{\phi}{h} =$

$1.16 \times 10^{15} \text{ Hz}$  (C)

$1.53 \times 10^{15} \text{ Hz}$  (P)

$5.51 \times 10^{15} \text{ Hz}$  (S)

(b)  $\lambda_{\text{max}} = \frac{c}{f_{\text{min}}}$

$258 \text{ nm}$  (C),  $196 \text{ nm}$  (P),  $545 \text{ nm}$  (S)

(c) si  $\lambda = 220 \text{ nm}$ ,  $E = \frac{hc}{\lambda} = 5.64 \text{ eV}$

COMME  $E > \phi_C$  ET  $\phi_S$ ,  $\lambda$  CARBONE, SODIUM

$K = E - \phi$

$K_C = 0.83 \text{ eV}$     $K_S = 3.36 \text{ eV}$

(d) si  $\lambda = 300 \text{ nm}$ ,  $E = \frac{hc}{\lambda} = 4.13 \text{ eV}$

DONC, SEUL LE SODIUM ÉMET

$K = E - \phi = 1.85 \text{ eV}$

#4. (a)  $\lambda_{\min}$  EST LA MÊME POUR LES TROIS ÉLÉMENTS CAR ELLE EST DÉTERMINÉE PAR  $V_0$  DU GRAPHIQUE.  $\lambda_{\min} \approx 3.5 \times 10^{-2} \text{ nm}$

COMME  $eV_0 = \frac{hc}{\lambda_{\min}}$ , ON CALCULE

$$V_0 = \frac{1}{e} \frac{hc}{\lambda_{\min}} = \frac{1}{e} \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{3.5 \times 10^{-2} \text{ nm}}$$
$$= \boxed{35 \text{ kV}}$$

(b) CONSIDÉRANT  $\phi$ , NOUS AURIONS

$$\frac{hc}{\lambda_{\min}} = eV_0 - \phi \quad (\text{COMME L'EFFET PHOTOÉLECTRIQUE SAUF QUE } hf \leftrightarrow eV)$$

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eV_0 - \phi} \approx 3.5 \times 10^{-2} \text{ nm DE (a)}$$

$$\text{CAR } \phi = 4.63 \text{ eV} \ll eV_0 = 35 \text{ keV}$$

$$\#5. (a) \Delta\lambda = \frac{hc}{mc^2} (1 - \cos\theta)$$

$$= \frac{1240 \text{ eV}\cdot\text{nm}}{5.11 \times 10^5 \text{ eV}} (1 - \cos 35^\circ)$$

$$= \boxed{4.39 \times 10^{-4} \text{ nm}}$$

$$(b) \lambda' = \lambda + \Delta\lambda = 0.0425 + 4.39 \times 10^{-4} \text{ nm}$$

$$= \boxed{0.042939 \text{ nm}}$$

$$(c) E_i = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240}{0.0425} = 29.18 \text{ keV}$$

$$E_f = \frac{hc}{\lambda'} = \frac{1240}{0.042939} = 28.88 \text{ keV}$$

$$\Delta E = E_f - E_i = \boxed{-0.30 \text{ keV}} \quad \underline{\text{PERTE}}$$

$$(d) \boxed{\text{GAIN DE } 0.30 \text{ keV}}$$