SOLUTION TD 04

Ex01

Corrigé

1. On a $W_0 = h\nu_0 = \frac{h.c}{\lambda_0} = \frac{6.63\ 10^{-34} x 3\ 10^{8}}{0.66\ 10^{-6}} = 3.0\ 10^{-19}\text{J} = \frac{3.0\ 10^{-19}}{1.6\ 10^{-19}} = 1.9$ eV
2. $\lambda = 0.44$ µm.

   a- $Ec = h\nu - W_0 = hc/\lambda - W_0 = 1.5\ 10^{-19}$J.

   b- $Ec = ½\ m\ v^2$ soit $v = \sqrt{\frac{2\,Ec}{m_e}} = 5.8\ 10^{5}$ m.s^{-1} (avec $m_e = 9.1\ 10^{-31}$ Kg, la masse de l'électron).

   c- Théorème de l'énergie cinétique : $Ec_2 - Ec_1 = W$.

   Il n'y a ici qu'un seul travail effectué, le travail électrique résistif qui sert à annuler la vitesse de l'électron : $W=eU_0$

   $Ec_2 = 0$ puisqu'à l'arrivée la vitesse de l'électron est nulle.

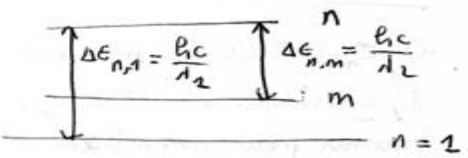
   $Ec_1 = Ec$ c'est l'énergie initiale de l'électron.

   Donc $-Ec = eU_0$ et $U_0 = \frac{-Ec}{e} = -0.94$ V

Ex 02

Solution

exo2



$$\Delta E_{n1} = \frac{hc}{\lambda_1} = E_0\left(1 - 1/n^2\right) = hcR_H\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda_1} = R_H\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$\Rightarrow 1 - \frac{1}{n^2} = 1/(R_H \lambda_1)$$

$$\Rightarrow n = 4$$

$$\Delta E_{n.1} = \frac{hc}{\lambda_1} = E^\circ\left(1 - \frac{1}{n^2}\right) = hcR_H\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$\Delta_{n.m} = \frac{hc}{\lambda_2} = E^\circ\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right) = hcR_H\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda_2} = R_H\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} = 1/R_H \lambda_2 =$$

$(n=4)$.

A.n $\Rightarrow m = 3$

Ex04

1. Un atome d'hydrogène initialement à l'état fondamental absorbe une quantité d'énergie de 10,2 eV. A quel niveau se trouve l'électron ?

Un atome d'hydrogène initialement à l'état fondamental => $Z = 1$ et $n_i = n_1 = 1$

$\Delta E = |E_f - E_i| = 10.2$ eV avec $E_n = -13.6 / n^2$

$\Delta E = (-13.6 / n_f^2) - (-13.6 / 1) \Rightarrow n_f = (13.6 / (13.6 - \Delta E))^{1/2}$

$$\Rightarrow \mathbf{n_f = 2}$$

2. L'électron d'un atome d'hydrogène initialement au niveau n=3 émet une radiation de longueur d'onde 1027 Å. A quel niveau se retrouve l'électron ?

$\Delta E = |E_f - E_i| = h\nu = hc/\lambda$

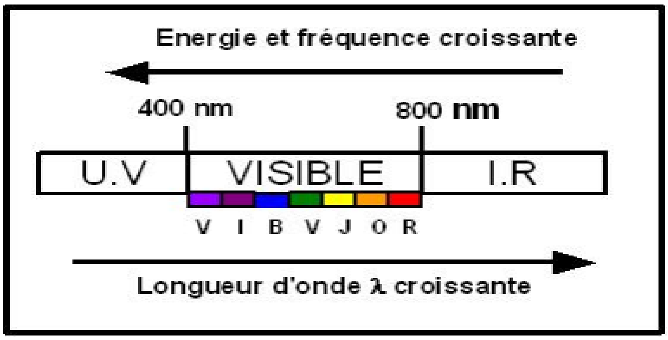
Avec $\lambda = 1027$ Å $= 1027\times10^{-10}$ m et $n_i = 3$ et 1 eV $= 1.6\times10^{-19}$ J => 13.6 eV $= 21.76 \times 10^{-19}$ J

$hc/\lambda = (6.62\times10^{-34}) \times (3 \times 10^8) / (1027 \times 10^{-10}) = 19 \times 10^{-19}$ J

$(-13.6 / n_f^2) - (-13.6 / 3^2) = hc/\lambda$

$$\Rightarrow \mathbf{n_f = 1.14 = 1}$$

Ex 05



Le domaine du visible s'étale approximativement de 400 nm à 800 nm.

L'ordre des couleurs est celui bien connu de l'arc-en-ciel : VIBVJOR soit Violet - Indigo - Bleu - Vert - Jaune - Orange - Rouge. Le violet correspond aux hautes énergies, aux hautes fréquences et aux faibles longueurs d'onde. Inversement, le rouge correspond aux faibles énergies, aux faibles fréquences et aux grandes longueurs d'onde.
Il est donc facile d'attribuer sa couleur à chaque raie par simple comparaison.

$\nu = c / \lambda$

$E = h\,\nu = h\,C / \lambda$

<u>Raie 1</u> : $\lambda_1 = 605$ nm

$\nu_1 = 3\ 10^8 / 605\ 10^{-9} = 4{,}96\ 10^{14}$ Hz

$E_1 = 6{,}62\ 10^{-34} * 4{,}96\ 10^{14} = 3{,}28\ 10^{-19}$ J

Couleur jaune orangée (longueur d'onde élevée fréquence et énergie faibles)

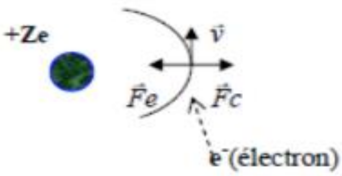
<u>Raie 2</u> : $\lambda_2 = 461$ nm

$\nu_1 = 3\ 10^8 / 461\ 10^{-9} = 6{,}51\ 10^{14}$ Hz

$E_1 = 6{,}62\ 10^{-34} * 6{,}51\ 10^{14} = = 4{,}31\ 10^{-19}$ J

Couleur bleue (longueur d'onde faible fréquence et énergie élevées)

Ex 06



1. Bilan des forces : Sur l'électron s'exercent deux forces colinéaires et de sens opposés,

Fe (électrostatique) et Fc (centrifuge due au mouvement).

$$Fe = -\frac{Ze^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \qquad \text{et} \qquad Fc = \frac{m_e v^2}{r}$$

Pour que l'électron reste sur une orbite de rayon r, il faut que : $|\vec{Fe}| = |\vec{Fc}|$

$$\frac{Ze^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{m_e v^2}{r} \qquad \text{Equation (1)}$$

Selon l'hypothèse de Bohr, le moment cinétique orbital est quantifié :

$$M = m_e vr = n(\frac{h}{2\pi}) \qquad \text{Equation (2)}$$

a- A partir des expressions (1) et (2), on détermine celle du rayon de l'orbite de rang n :

$$r_n = \frac{n^2}{Z}(\frac{h^2\varepsilon_0}{\pi m e^2}) \qquad \text{Equation (3)}$$

b- L'énergie totale (E_t) = énergie cinétique (Ec) + énergie potentielle (Ep)

Avec ; $$Ec = \frac{m_e v^2}{2} \qquad \text{et} \qquad Ep = \frac{-Ze^2}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

Nous avons : L'énergie du système noyau-électron est égale à :

$$E_t = \frac{-Ze^2}{8\pi\varepsilon_0 r}$$

En remplaçant le rayon r par son expression **(3)**, nous obtenons :

$$E_t = -\left(\frac{Z^2}{n^2}\right)\left(\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}\right)$$

c- Si n = 1 et Z = 1 (cas de l'atome d'hydrogène)

Rayon de la première orbite de l'atome d'hydrogène

$$(r_1)_H = \frac{h^2\varepsilon_0}{\pi me^2} = 0{,}53\text{Å}$$

Rayon de l'orbite de rang n des hydrogénoïdes

$$r_n = \left(\frac{n^2}{Z}\right)(r_1)_H = \left(\frac{n^2}{Z}\right) 0{,}53\ \text{Å}$$

Energie de la première orbite de l'atome d'hydrogène

$$(E_1)_H = -\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2} = -13{,}6eV$$

Energie de l'électron sur une orbite de rang n des hydrogénoïdes

$$E_n = \left(\frac{Z^2}{n^2}\right)(E_1)_H = \left(\frac{Z^2}{n^2}\right)(-13{,}6)eV$$

2. Li^{3+} : Z=3 $(E_n)_{Li^{2+}} = \frac{(E_1)_{Li^{2+}}}{n^2}$

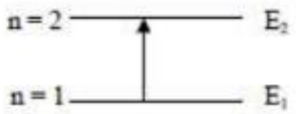
$(E_1)_{Li^{2+}} = (E_1)_H . Z_{Li}^2 = -13{,}6 . (3)^2 = -122{,}4eV$

n=2 → E_2= -30,6eV = -4,9.10^{-18}J

n=3 → E_3= -13,6eV = -2,18.10^{-18}J

n=4 → E_4= -7,65eV = -1,22.10^{-18}J

3. Imaginons la transition entre deux niveaux d'énergie n=1 et n=2 (absorption)



Energie absorbée: $\Delta E_{1\to 2} = E_2 - E_1 = -30{,}6-(-122{,}4) = 91{,}8eV$

4. Conservation de l'énergie $h\upsilon_{1\to 2} = \Delta E_{1\to 2} = \frac{hc}{\lambda_{1\to 2}}$

$$\lambda_{1\to 2} = \frac{hc}{\Delta E_{1\to 2}}$$

$\lambda_{1\to 2}$= (6,62.10^{-34} x 3.10^{8})/ (91,8 x 1,6.10^{-19}) = **1,35.10^{-8}m = 135 Å**

(Rayonnement dans le domaine de l'ultraviolet)