Flaury
Florian
Robert
Florian
PL2

TD 2 Physique quantique.

Exercice 1 - Interaction lumière / matière -

1) Calcul de l'energie pour $\lambda = 400 nm$:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6{,}62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{400 \times 10^{-9}} = 4{,}95 \times 10^{-19} J = \underline{3{,}1 eV}.$$

Calcul de l'energie pour $\lambda = 700 nm$:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6{,}62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{700 \times 10^{-9}} = 2{,}84 \times 10^{-19} J = \underline{1{,}77 eV}$$

2) Calcul du nombre de photon qui frappent une surface de $1 cm^2$ à chaque seconde :

Pour chaque seconde, $1400 J/m^2$ d'où $0{,}14 J/cm^2$
Le nombre de photon que l'on cherche possèdent 2 eV d'energie chacun donc au total 0,14 J se qui donne $8{,}75 \times 10^{17}$ eV donc $\frac{8{,}75 \times 10^{17}}{2} = 4{,}37 \times 10^{17}$ photons par seconde.

3) A) Calcul du travail d'extraction W :

$E_C = h\nu - W_0 \Rightarrow W_0 = h\nu - E_C$

avec $\nu = \frac{c}{d}$

$$W_0 = \frac{hc}{d}$$

$$W_0 = \frac{6{,}62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{564 \times 10^{-9}}$$

$$W_0 = 3{,}52 \times 10^{-19} J$$

$$W_0 = 2{,}2 eV$$

B) Calcul de l'energie cinetique et de la vitesse.

$h\nu = W_0 + E_C \iff E_C = \frac{hc}{\lambda} - W_0$

$E_C = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)$

$E_C = 6,62\times10^{-34} \times 3\times10^8 \times \left(\frac{1}{400\times10^{-9}} - \frac{1}{364\times10^{-9}}\right)$

$E_C = 1,44\times10^{-19}\ J = \underline{0,9\ eV}$.

Vitesse : $v = \sqrt{\frac{2hc}{m\lambda} - \frac{2W_0}{m}}$

$v = \sqrt{\frac{2\times6,62\times10^{-34}\times3\times10^8}{9,1\times10^{-31}\times400\times10^{-9}} - \frac{2\times3,52\times10^{-19}}{9,1\times10^{-31}}}$

$v = \underline{5,62\times10^5\ m/s}$

<u>Exercice 2 - Dualité onde - Corpuscule</u>.

1,1) Toute particule de masse m et d'impulsion p donne $p = mv$.

1,2) $h\nu = pc \Rightarrow p = \frac{h\nu}{c}$ avec $\nu = \frac{c}{\lambda}$ d'où $\frac{hc}{c\lambda}$

donc $p = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{p}$ or $p = mv$

donc $\lambda = \frac{h}{mv}$

1,3) C'est la constatation de l'aspect corpusculaire et ondulatoire de la lumière.

Fleury
Florian
Robert
Florian
PL2

Suite exercice 2.

2.1) Calcul de la longueur d'onde pour une goutte de pluie :

Diamètre : 2 mm , vitesse = $10\ m.s^{-1}$, masse eau : 1000 kg/m³
d'où $2mm = 2\times10^{-3}\ m$

$m = 2\times10^{-3} \times 1000 = 2\ kg$

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6,62\times10^{-34}}{2\times9,1\times10^{-31}\times10} = 3,64\times10^{-5}\ m = \underline{3,64\ \mu m}.$$

2.2) Calcul de la longueur d'onde pour un tube cathodique :

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6,62\times10^{-34}}{9,1\times10^{-31}\times10^{7}} = 7,27\times10^{-11}\ m = \underline{727\ nm}.$$

3) Les propriétés ondulatoires de la matière se manifestent qu'à l'échelle microscopique.

Exercice 3 Effet photoélectrique.

1,1) L'allure de la courbe est une droite.

1,2) Calcul du seuil photoélectrique du sodium :

$$\nu_2 - \nu_1 = 5,7\times10^{14} - 0 = \underline{5,7\times10^{14}\ Hz}$$

Calcul de la constante de Planck :

$$h = \frac{E_2 - E_1}{\nu_2 - \nu_1} = \frac{0+2,3}{5,7\times10^{14}-0} = \underline{4,03\times10^{-15}\ J/s}.$$

2,1) Calcul de l'energie :

$Ec = h\nu - W$

$Ec = 4,03 \times 10^{-15} \times 5,7 \times 10^{14} - 2,3$

$Ec = -0,003$ J

donc l'electron sera prisonnier.

2,2) La nature de cette energie est cinetique.

2,3) Calcul de la longueur d'onde :

Longueur de De Broglie : $\lambda = \frac{h}{p}$

avec $p = \frac{h\nu}{c} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{\frac{h\nu}{c}} = \frac{6,62 \times 10^{-34}}{\frac{6,62 \times 10^{-34} \times 5,7 \times 10^{14}}{3 \times 10^{8}}}$

$= 5,26 \times 10^{-7}$ m

Exercice 4 - Niveau d'energie de l'atome d'hydrogene

1) L'état excité pour l'atome d'hydrogene est lorsqu'il y a un surplus d'energie.

2) Pour décrire le niveau d'energie, il suffit d'un nombre quantique.

3) Ils peuvent prendre que des valeurs quantifiées. (1, 2, 3, ...)

Fleury
Florian
Robert
Florian
PC2

Exercice 5 - Diagramme énergétique de l'hydrogène et des ions hydrogénoïdes -

1) R_∞ représente la constante de Rydberg et Z représente le nombre de protons.

L'expression de En en eV est : $E_n = \frac{-13,6}{n^2} Z^2$

L'expression de la longueur d'onde :

$$\frac{1}{\lambda} = R_\infty \times Z^2 \times \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \text{ avec } n_1 < n_2$$

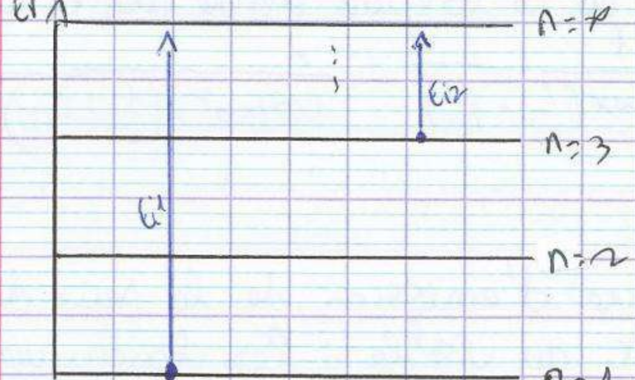
2) Calcul de l'energie de ionisation pour l'état fondamental :

$$E_{i_1} = E_\infty - E_1 = 0 - (-13,6) = 13,6 \text{ eV}$$
$$= 2,18 \times 10^{-18} \text{ J}$$

Calcul de l'energie de ionisation pour le deuxième état excité $(n=3)$;

$$E_{i_2} = E_\infty - E_3 = 0 - (-1,51) = 1,51 \text{ eV}$$
$$= 2,42 \times 10^{-19} \text{ J}$$

3) Diagramme énergétique :



Exercice 6 _ Spectre d'emission de l'atome d'hydrogène.

1,1) Pour $\lambda = 1874,6$ nm, la valeur de n_2 est $\underline{4}$.

1,2) Calcul de la constante de Rydberg :

$$\frac{1}{\lambda} = R_\infty \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$R_\infty = \frac{1/\lambda}{\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)} \iff R_\infty = \frac{n_1^2 - n_2^2}{\lambda}$$

$$R_\infty = \frac{3^2 - 4^2}{(1874,6 \times 10^{-9})}$$

$$R_\infty = \underline{-0,37 \times 10^7 \text{ m}}$$

2,1) Calcul de la longueur d'onde pour la deuxième raie d'émission.

$$\frac{1}{\lambda} = R_\infty \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \iff \lambda = \frac{1}{R_\infty \times \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)}$$

$$\lambda = \frac{1}{1,097 \times 10^7 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)}$$

$$\underline{\lambda = 6,56 \times 10^{-7} \text{ m}}$$

2,2) Calcul de la longueur d'onde pour la raie limite d'émission

$$\lambda = \frac{1}{R_\infty \times \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_6^2} \right)} = \frac{1}{1,097 \times 10^7 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{7^2} \right)} = \underline{3,97 \times 10^{-7} \text{ m}}$$

3) Le spectre d'emission de la serie de Balmer appartient au visible, les longueurs d'ondes se situe entre 400 et 800 nm.