

T. D de PHYSIQUE ATOMIQUE

Exercice 1

Une corde vibrante est fixée entre deux supports distants d'une longueur l . La cavité est excitée et des ondes stationnaires y sont établies lorsque la condition $l/\lambda < 1$.

1/ Calculer l'expression de la densité spectrale des modes de vibration $n(\nu)$.

2/ Donner l'expression de $n(\lambda)$ puis $dn/d\lambda$.

Exercice 2

Montrer que la densité spectrale $n(\nu)$ des modes de rayonnement dans une cavité remplie « noire » de volume V vaut :

$$n(\nu) = \frac{8\pi \nu^3}{3c^3} V d\nu$$

Conseils :

- On travaille dans l'espace des moments $\vec{k}$ et on emploie les coordonnées polaires sphériques.

- On utilise les résultats de l'exercice 4 en posant $k_x = 1/\lambda_x$; $k_y = 1/\lambda_y$ et $k_z = 1/\lambda_z$.

Exercice 3

Partez de la loi de Planck sur le rayonnement émis par un corps noir et démontrer que :

1/ la densité d'énergie du rayonnement varie en fonction de la température selon la relation :

$$\rho(T) = \int_0^\infty \rho(\nu, T) d\nu = \sigma T^4$$

2/ Calculer la valeur de la constante σ .

Données : $\sum_{n=1}^{\infty} n^{-4} = \frac{\pi^4}{90}$; $\int_0^\infty z^p e^{-qz} dz = \frac{p!}{q^{p+1}}$ avec $p, q > 0$.

Exercice 4

a) Montrer que la fréquence maximum ν_m du rayonnement émis par un corps noir porté à une température T obéit à la relation $h\nu_m = 2,82 kT$.

Données :

1/ L'équation : $(3-x) e^x = 3$ a comme solution $x = 2,82$.

2/ $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} = 0,86 \cdot 10^{-4} \text{ eV/K}$

$$3/ \rho(\nu) = \frac{A\nu^3}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

b) si $T = 300 \text{ K}$, quelle est la nature du rayonnement émis. Idem si $T = 600 \text{ K}$.

Exercice 5

On réalise l'éclairement d'une surface de potassium par une radiation U-V de longueur d'onde $3500 \text{ \AA}$. L'énergie cinétique des photoélectrons émis est $1,6 \text{ eV}$. Calculer le travail d'extraction du potassium K.

Exercice 6

La contre tension lue dans une expérience sur l'effet photoélectrique vaut :

$$(V_o)_1 = 0,7 \text{ volt} \quad \text{lorsque : } \lambda_1 = 491 \text{ nm}$$

$$(V_o)_2 = 1,43 \text{ volt} \quad \text{pour une longueur d'onde } \lambda_2.$$

1/ Calculer la valeur de λ_2 .

2/ Calculer le travail d'extraction W_s de l'élément de la photocathode.

Exercice 7

Calculer l'écart $\Delta\lambda$ en $\text{\AA}$ entre la raie H_α et la raie D_α des atomes isotopes 1H et 2D .

Données : $R_\infty = 109737,3 \text{ cm}^{-1}$; $M_n \approx M_p$, $M_p = 1836 m_e$.

Exercice 8

1/ Calculer les potentiels d'ionisation des atomes (ions) suivants : H, H_e^+ , L_i^{2+} , C^{+5} .

2/ Calculer la longueur d'onde en ($\text{\AA}$) de la 1^{ère} raie Lyman dans la série Lyman de chacun de ces atomes (ions).

Exercice 9

Dans une expérience de Franck-Hertz, on a bombardé des atomes H, par des électrons. La caractéristique (I-V) a montré 2 chutes de I aux valeurs $V_1 = 10,2 \text{ volt}$ et $V_2 = 12,1 \text{ volt}$, accompagnées d'émission de 3 raies.

1/ Calculer les longueurs d'ondes des raies émises (en $\text{\AA}$).

2/ Trouver le nombre quantique de l'état supérieur impliqué.

Exercice 10

Considérer l'atome H dans son état (4d).

Calculer les valeurs permises de :

1/ L_z , $(M_L)_z$.

2/ L'angle de quantification θ .

Exercice 11

1) Calculer et donner un tableau pour les valeurs de L_z , μ_z et de θ pour l'atome d'hydrogène dans l'état $l = 3$.

2) Calculer les intensités de $\vec{L}$ et de $\vec{\mu} = \vec{M}$.

Exercice 12

- 1) Calculer les valeurs de $\theta_{\min}$ lorsque $l = 1, 10^2, 10^3, 10^4$ et 10^9 .
- 2) Quelle conclusion peut-on tirer lorsque l augmente ?

Exercice 13

L'atome Na subit un effet Zeeman anormal dans un champ magnétique faible.

- 1/ Représenter la décomposition des termes $^2P_{1/2}$ et $^2P_{3/2}$?
- 2/ Calculer pour les sous-niveaux Zeeman au sein de chacun des multiplets obtenus, g et les écarts d'énergie ΔE ?