

TD Mécanique quantique : Série 1

Exercice 1

La loi de Planck pour le rayonnement du corps noir s'écrit en fonction de la longueur d'onde sous la forme :

$$\varepsilon(\lambda, T) = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \left(e^{\frac{hc}{\lambda k_B T}} - 1 \right)^{-1}$$

avec $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J S, $c = 2,99 \cdot 10^8$ m/s, et $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K

- 1) Montrer que $\varepsilon(\lambda, T)$ et $\varepsilon(\nu, T)$ sont reliées par la relation : $\varepsilon(\lambda, T) = \frac{c}{\lambda^2} \varepsilon(\nu, T)$
- 2) Montrer que pour les grandes longueurs d'ondes λ , la loi de Planck se réduit à Rayleigh-Jeans.
- 3) Représenter dans un graphe les deux lois en fonction de la longueur d'onde λ pour T fixée.
- 4) On désigne par λ_m la longueur d'onde pour laquelle $\varepsilon(\lambda_m, T)$ est maximale (T fixé) montrer que : $\lambda_m T = b$ (Loi de Wien) et déterminer la valeur de la constante b .
- 5) Estimer la température du soleil sachant que le maximum d'intensité du spectre solaire et dans le vert ce qui correspond à une longueur d'onde $\lambda = 504 \text{ nm}$.
- 6) Calculer la densité d'énergie totale et déduire la loi de Stefan. On donne $\int_0^{\infty} x^3 (e^x - 1)^{-1} dx = \frac{\pi^4}{15}$
- 7) Sachant que la masse du soleil est de $m = 2 \cdot 10^{30}$ kg et son rayon $R = 7 \cdot 10^8$ m
 - a) Trouver la masse perdue par seconde.
 - b) Estimer le temps nécessaire pour une perte relative de 1%.

Exercice 2

- 1) Les spectres de rayonnements de l'étoile polaire et Sirius présentent un maximum pour les longueurs d'ondes 350nm et 290nm respectivement (La constante de Wien est égale à 0.29 cm K), déterminer leurs températures.
- 2) A quelle température T l'énergie moyen d'un atome d'un gaz parfait est égale à celle d'un photon jaune $\lambda = 600 \text{ nm}$.

Exercice 3

On expose une radiation ultraviolette de longueur d'onde $\lambda = 0,2 \mu\text{m}$ sur le sodium pur Na. Sachant que Le travail d'extraction des électron du sodium pur Na vaut $W = 2,75 \text{ eV}$.

- 1) Calculez l'énergie cinétique maximale que peuvent avoir des photoélectrons émis par le sodium pur.
- 2) Calculez la plus grande longueur d'onde qui peut causer un effet photoélectrique dans le Na pur.
- 3) Le travail d'extraction du sodium non purifié est plus bas que 2,75 eV à cause des impuretés contenues dans le sodium. Si on éclaire le sodium impur par la même radiation ultraviolette. Que peut-on dire sur l'énergie maximale des photoélectrons ?

Exercice 4

Pour déterminer expérimentalement la constante de Planck, Milikan a fait des mesures avec une cellule photoélectrique au Potassium et a obtenu les résultats suivants pour la tension maximale mesurée U_0
 $\lambda_1 = 391 \text{ nm}$, $U_0 = -0,8 \text{ V}$ et pour $\lambda_2 = 254 \text{ nm}$, $U_0 = -2,5 \text{ V}$

- 1) Calculer la valeur de la constante de Planck h .
- 2) Déterminer le travail de sortie du potassium et la longueur d'onde seuil.

Exercice 5

- 1) Quelle est la différence fondamentale entre l'effet Compton et l'effet photoélectrique.
- 2) Un photon d'énergie $E = 0,8 \text{ MeV}$ est diffusé par un électron libre, la longueur d'onde du photon est égale à la longueur d'onde de Compton λ_c de l'électron. Quel est l'angle de diffusion.
- 3) Pour la diffusion de Compton sur un proton, quelle est la valeur maximale du décalage $\Delta\lambda$.