

Examen du 15 mars 2012

INFORMATIONS UTILES

$$\begin{aligned} k_B &= 8.617 \times 10^{-5} \text{ eV.K}^{-1} = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}, & h &= 6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}, & \hbar &= 1.055 \times 10^{-34} \text{ J.s}, \\ m_u &= 10^{-3} \text{ kg/N}_{\text{Avogadro}} = 1.6605 \times 10^{-27} \text{ kg}, & m_e &= 9.110 \times 10^{-31} \text{ kg}, & q_e &= -1.602 \times 10^{-19} \text{ As}, \\ \epsilon_0 &= 8.854 \times 10^{-12} \text{ AsV}^{-1}\text{m}^{-1} \\ \hbar^2/(2m_e a_0^2) &= 13.61 \text{ eV}, & a_0 &= 0.5292 \times 10^{-10} \text{ m} \end{aligned}$$

1 Emission de rayonnement et recul atomique

Considérons un atome de lithium (Li^7), au repos. L'atome se trouve dans un état interne excité, avec une énergie de 1,8479 eV plus élevée que celle de l'état fondamental. Cet état excité a une durée de vie (en moyenne) de 26,87 ns.

- A un temps particulier, il y a une émission lumineuse, c'est-à-dire l'atome passe de l'état excité à l'état fondamental. Quelle est la longueur d'onde du photon émis ?
- Est-ce que le rayonnement émis est strictement monochromatique ? Sinon, quelle est la largeur spectrale du rayonnement mesurée en fréquence (unité : hertz).
- Expliquer pourquoi une émission avec une largeur supérieure à zéro, peut être en accord avec le principe de conservation d'énergie.
- Le photon émis ayant une quantité de mouvement de $\hbar k$ (où $k = 2\pi/\lambda$ est le vecteur d'onde), est-ce que l'atome restera au repos ? Sinon, pourquoi pas ?
- Quelle sera la vitesse de l'atome après l'émission ?
- Quelle est la longueur d'onde de de Broglie de l'atome après l'émission ?

2 États stationnaires

Considérons une particule dans la potentiel :

$$V(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } 0 \leq x \leq L \\ \infty & \text{ailleurs} \end{cases},$$

- Formuler l'équation de Schrödinger du système.
- Donner une forme générale des états stationnaires, c'est-à-dire les solutions de a)
- Quelle est la condition limite pour $x = 0$?
- Utiliser cette condition pour simplifier l'expression de b)
- Quelle est la condition limite pour $x = L$?
- Utiliser cette condition pour déterminer les énergies permises.
- Normaliser l'expression pour les états stationnaires.
- Tracer les fonctions d'onde des quatre états ayant les énergies les plus basses.
- Tracer les densités de probabilité de ces mêmes états.
- Quelle est la probabilité de trouver la particule dans l'intervalle $[x, x + dx]$ autour du point $x = L/3$ pour ces quatre niveaux ?