1 Problème 1

(Chang Ch. 14.26)

Soit une particule dans une boîte 1D de longueur L. Calculez la probabilité de trouver la particule entre $L/4$ et $3L/4$ quand elle se trouve dans son état fondamental.

Donnée supplémentaire:

$$\int_a^b \sin^2(\alpha x)dx = \frac{1}{2}(x - \frac{1}{2\alpha}\sin(2\alpha x))|_a^b$$

2 Problème 2

Pour la même particule dans une boîte 1D du problème précédent, calculez la probabilité de trouver la particule entre $L/4$ et $3L/4$ quand elle se trouve dans le premier état excité $n = 2$.

3 Problème 3

La valeur moyenne de l'énergie d'une particule dans une boîte de longueur L est

$$< E >= \frac{1}{2m} < p^2 >$$

et on montre que la valeur moyenne de son impulsion $< p >$ est toujours nulle. On peut définir l'incertitude sur p par la variance

$$\Delta p = \sqrt{< p^2 > - < p >^2}$$

1. En utilisant le principe d'incertitude, montrez que l'énergie de la particule doit être au moins aussi grande que $\hbar^2/8mL^2$, car l'incertitude sur x ne peut être supérieure à L.
2. En supposant que la particule est dans son état fondamental, calculez l'incertitude sur p d'un électron confiné à une boîte unidimensionelle de longueur $L = 1.\mathring{A}$.

4 Problème 4

Vérifiez que

$$\psi_{n,m} = \frac{2}{\sqrt{ab}}\sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right)\sin\left(\frac{n\pi y}{b}\right)$$

et

$$E_{n,m} = \left(\frac{n^2}{a^2} + \frac{m^2}{b^2}\right)\left(\frac{h^2}{8m}\right)$$

satisfont bien à l'équation:

$$\frac{-\hbar^2}{2m}\{\frac{\partial^2\psi_{n,m}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi_{n,m}}{\partial y^2}\} = E_{n,m}\psi_{n,m} \tag{1}$$

Quel système décrit cette équation de Schrödinger stationnaire?

5 Problème 5

De nombreuses protéines contiennent des molécules de porphyrines métalliques dont la structure plane nous permet de supposer que ses électrons π sont enfermés dans un carré. La molécule de porphyrine a 18 électrons π. Si nous estimons la longueur de (chaque côté de) la molécule à $1000\ pm$, quelle serait la plus basse énergie d'absorption prédite pour cette molécule?

6 Problème 6

Parmi les ions suivants, désignez lesquels sont des systèmes hydrogénoïdes: Li^+, Li^{2+}, Na^+, B^{4+}, N^{5+}, He^{2+}, C^{3+}, C^{5+}, Si^{5+}

7 Problème 7

L'ionisation **totale** d'une espéce atomique en phase gazeuse est réalisée par irradiation de rayons X. La longueur d'onde la plus courte adsorbée vaut $1.43\ nm$. Identifiez cette espèce.

8 Problème 8

(Chang Ch. 14.15)

L'ion He^+ est un système hydrogénoïde. Calculez les longueurs d'onde des quatres premières transitions de la série de Balmer de ce système. Comparez la valeur de ces longueurs d'ondes avec celles associées aux même transitions dans l'atome H.

9 Problème 9

(Adapté du Chang Ch. 14.20)

On a estimé que, dans les atomes d'hydrogène trouvés dans l'espace interstellaire, l'électron serait excité à des niveaux ϵ_n avec n atteignant des valeurs de l'ordre de la centaine.

1. Calculez la longueur d'onde de la lumière émise lorsque l'atome d'hydrogène passe du niveau $n = 236$ au niveau $n = 235$. À quelle région du spectre électromagnétique cette longueur d'onde correspondrait-elle?
2. Quelle est la dégénérescence du niveau $n = 236$?
3. Calculez la valeur maximale que pourrait prendre la longueur du vecteur moment cinétique de l'électron au niveau $n = 236$.

10 Problème 10

(Chang Ch. 14.15)

L'ion He^+ est un système hydrogénoïde. Calculez les longueurs d'onde des quatre premières transitions de la série de Balmer. Comparez la valeur de ces longueurs d'ondes avec celles associées aux même transitions dans l'atome H.

11 Problème 11

(Chang Ch. 14.16)

Dans un atome d'hydrogène, un électron dans un état excité peut retourner à l'état fondamental par deux voies différentes: Soit par une transition directe accompagnée de l'émission d'un photon de longueur d'onde λ_1, ou par une voie impliquant 2 transitions consécutives: une première transition vers un état excité intermédiaire avec émission d'un photon de longueur d'onde λ_2 suivie du retour de cet état intermédiaire à l'état fondamental avec émission d'un photon de longueur d'onde λ_3. Comment les trois longueurs d'onde, λ_1,λ_2,λ_3, doivent-elles être reliées?.

12 Problème 12

Soit un atome d'hydrogène au niveau $n = 3$.

1. Énumérez les états stationnaires retrouvés à ce niveau.
2. Distinguez les états énumérés à la question précédente en termes de la valeur prise par différentes propriétés physiques dans chacun de ces états.