**Université L’arbi Ben Mhidi OEB**

**Année universitaire 2024/2025**

**Examen: Mécanique quantique II**

**3ème Année physique fondamentale**

1. **Moment cinétique et moment du spin :**

On considère une particule de spin $\frac{1}{2}$ ayant un moment magnétique $\vec{M}=γ\vec{S} $, ou $γ$ est un rapport gyromagnétique et $\vec{S} $son moment cinétique de spin . L’espace des états de spin $ξ\_{s}$ à deux dimensions est rapporté a la base orthonormée :

 $\left\{|\frac{1}{2} , \frac{1}{2}>, |\frac{1}{2} ,-\frac{1}{2}>\right\}$ vecteurs propres communs a $S^{2}$ et $S\_{z}$.

1. Ecrire les matrices représentants les composantes cartésiennes de $\vec{S}$ $\left(S\_{x}, S\_{y}, S\_{z}\right)$.

L’hamiltonien d’interaction du moment magnétique $\vec{M}$ avec le champ $\vec{B\_{0}\left(t\right)}$=$B\_{0}\cos(\left(ωt\right)\vec{k})$ s’écrit $H\_{0}=-\vec{M}. \vec{B\_{0}\left(t\right)}$

1. Ecrire la matrice représentant $H\_{0}$ dans la base $\left\{|\frac{1}{2} , \frac{1}{2}>, |\frac{1}{2} ,-\frac{1}{2}>\right\}$ en déduire les énergies propres et les états propres de$ H\_{0}$ . on pose $ω\_{0}=-γB\_{0}$

On donne les matrices de Pauli : $σ\_{x}=\left(\begin{matrix}0&1\\1&0\end{matrix}\right)$, $σ\_{y}=\left(\begin{matrix}0&-i\\i&0\end{matrix}\right), σ\_{x}=\left(\begin{matrix}1&0\\0&-1\end{matrix}\right)$

1. **Résolution de l’équation de Schrödinger pour un potentiel central :**

On considère le potentiel $V\left(r\right)=-Ae^{-^{r}/\_{a}}$ qui décrit un système quantique

1. Ecrire l’équation de Schrödinger dans le cas du potentiel $V\left(r\right)$.
2. Ecrire l’équation réduite, en posant $χ\left(r\right)=rR\left(r\right)$
3. Ecrire cette équation en introduisant la nouvelle variables $y=e^{-\frac{r}{2a}}$ et monter qu’elle se met sous forme d’une équation de Bessel

$$\frac{d^{2}χ}{dy^{2}}+\frac{1}{y}\frac{dχ}{dy}+\left(α^{2}-\frac{β^{2}}{y^{2}}\right)χ=0$$

En déduire la solution de cette équation.

1. **Théorie de perturbation stationnaire :**

On considère un hamiltonien à l’ordrezéro (non perturbé) et une perturbation données par leurs matrices respectives :

$$H^{\left(0\right)}=ℏω\left(\begin{matrix}5&0&0\\0&2&0\\0&0&-1\end{matrix}\right);V=\left(\begin{matrix}0&c&0\\c&0&0\\0&0&2c\end{matrix}\right)$$

Ecrites dans la base arbitraire $\left\{|φ\_{1}>, |φ\_{2}>, |φ\_{3}>\right\}$

1. Ecrire les énergies et les vecteurs propres à l’ordre 0.
2. Calculer le correction d’ordre 1 à l’énergie.
3. Calculer le correction d’ordre 2 à l’énergie.