

Честица у електромагнетном пољу

1. Одредити оператор брзине \mathbf{v} честице у магнетном пољу. Наћи комутаторе $[x_i, v_j]$ и $[v_i, v_j]$.
2. Показати да решења Шредингерове једначине у електромагнетном пољу задовољавају једначину континуитета. Како је у том случају дефинисања струја \vec{j} ?
3. Честица масе m и наелектрисања e налази се у хомогеном електричном пољу \vec{E} .
 - а. Написати временски зависну Шредингерову једначину за овај систем.
 - б. Показати да очекивана вредност положаја у стању $\psi(x, t)$ задовољава $m \frac{d^2 \langle \vec{r} \rangle}{dt^2} = e\vec{E}$.
4. Честица масе m и наелектрисања e налази се у хомогеном електричном $\vec{E} = E\vec{e}_x$ и магнетном пољу $\vec{B} = B\vec{e}_z$ при чему је $E < Bc$. Наћи решења Шредингерове једначине за ову честицу.
5. Показати да се хамилтонијан честице без спина масе m и наелектрисања e која се налази у константном магнетном пољу $\mathbf{B} = B\mathbf{e}_z$, може написати у форми $H = H_0 + \frac{e^2 B^2}{8mc^2}(x^2 + y^2) - \frac{e}{2mc}Bl_z$, где је H_0 хамилтонијан слободне честице. Доказати да је својствена функција облика $e^{ikz} e^{i\lambda\varphi} \chi(\rho)$.
6. Одредити својствене функције и својствене енергије честице без спина која се креће у хомогеном магнетном пољу при следећим калибрационим условима векторског потенцијала:
 - а) $\mathbf{A} = (0, Bx, 0)$
 - б) $\mathbf{A} = (-By, 0, 0)$.
7. Одредити својствене енергије и својствене функције честице без спина која се налази у електричном и магнетном пољу ($\mathbf{E} \perp \mathbf{B}$).
8. На електрон делује потенцијал $\frac{1}{2}m\omega_0^2\rho^2$, где је m - маса електрона, ω_0 - фреквенца и ρ - поларна координата. Проблем је 2Д, електрон се налази у xy равни, и на њега делује константно магнетно поље $\mathbf{B} = B\mathbf{e}_z$ (изабраћемо гејц векторског потенцијала као $\mathbf{A} = (-\frac{1}{2}By, \frac{1}{2}Bx, 0)$). Раздвојити променљиве у Шредингеровој једначини и добити једначину која зависи од ρ и познатих параметара B , m и ω_0 . Одредити својствене енергије и дискутовати енергетски спектар.
9. Испитати енергетске нивое атома водоника у присуству магнетног поља ако поље интерагује само са орбиталним магнетним моментом електрона μ_B .
10. Наћи својствене функције и својствене енергије неутрона ($e = 0, s = \frac{1}{2}$) спинског магнетног момента μ_s у хомогеном магнетном пољу \mathbf{B} .
11. Одредити својствене енергије и својствене функције 3Д ХО ($U(r) = m\omega_0^2 r^2/2$) који се налази у магнетном пољу усмереном дуж z -осе.
12. Честица се налази у својственом стању оператора $\mathbf{S} \cdot \mathbf{n}$ за својствену вредност $\hbar/2$. Уколико у тренутку $t = 0$ укључи магнетно поље B дуж z осе, одредити средње вредности оператора S_i ($i = x, y, z$) у произвољном тренутку.
13. Ахаронов-Бомов ефекат.