

۱- برای دو چاه پتانسیل کروی $V(x) = \begin{cases} -V_0 & r < R \\ 0 & r > R \end{cases}$ و چاه پتانسیل کروی بینهایت، شکل تابع موج حالت پایه را بر حسب r رسم کنید.

۲- تابع حالت یک اتم هیدروژن بصورت $\psi = \frac{1}{18}(3\psi_{310} - 2\psi_{320} + \sqrt{5}\psi_{300})$ می باشد. مشخص کنید این تابع حالت ویژه حالت کدامیک از عملگرهای \hat{H} و L^2 و L_z می باشد.

۳- هامیلتونی ذره ای در سه بعد $\hat{H} = \frac{A}{\hbar^2}(L_x^2 + L_y^2) + \frac{B}{\hbar}L_z^2$ است. که در آن A و B دو عدد ثابت می باشند. طیف انرژی این ذره را بر حسب A و B و l و m بدست بیاورید.

۴- الف) آیا عملگرهای نردبانی L_{\pm} هرمیتی هستند؟

ب) تابع موج f_l^m را در نظر بگیرید. می دانیم عملگرهای نردبانی L_{\pm} مقدار m را به اندازه یک واحد جابجا می کنند. یعنی $L_{\pm} |f_l^m\rangle = A_l^m |f_l^{m\pm 1}\rangle$ که در این رابطه A_l^m یک عدد ثابت است. اگر تابع موج بهنجار باشد A_l^m را بر حسب l و m بدست بیاورید. مقدار آن در حد بالا و پایین چقدر است؟ چرا؟

۵- الکترونی تحت میدان مغناطیسی $\vec{B} = B_0 \hat{k}$ قرار دارد (B_0 یک عدد ثابت و میدان در جهت محور Z می باشد). در لحظه $t = 0$ حالت الکترون $|\chi\rangle = \frac{1}{\sqrt{5}}(|\chi_+\rangle + |\chi_-\rangle)$ است.

الف) تابع حالت ذره را در $t \geq 0$ بدست آورید.

ب) مقدار میانگین عملگر S_y در لحظه t بنویسید.