

۱- سامانه ای را در نظر بگیرید که در ابتدا در حالت زیر قرار دارد:

$$\psi(\theta, \phi) = \frac{1}{\sqrt{5}} Y_{1,-1}(\theta, \phi) + \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{5}} Y_{1,0}(\theta, \phi) + \frac{1}{\sqrt{5}} Y_{1,1}(\theta, \phi)$$

الف) کمیت زیر را حساب کنید:

$$\langle \psi | \hat{L}_+ | \psi \rangle$$

ب) اگر عملگر تکانه زاویه ای در راستای  $z$  اندازه گیری شود، آنگاه چه مقادیری با چه احتمالی به دست خواهند آمد؟  
ج) اگر پس از اندازه گیری  $\hat{L}_z$  مقدار  $l_z = -\hbar$  به دست آید، آنگاه کمیت های زیر را حساب کنید:

$$\Delta \hat{L}_x, \Delta \hat{L}_y, \Delta \hat{L}_x \Delta \hat{L}_y$$

۲- تابع موج زیر را در نظر بگیرید

$$\psi(\theta, \phi) = 3 \sin \theta \cos \theta e^{i\phi} - 2(1 - \cos^2 \theta) e^{2i\phi}$$

الف) تابع  $\psi(\theta, \phi)$  بر حسب هارمونیک های کروی بنویسید؟

ب) آیا  $\psi(\theta, \phi)$  ویژه حالت  $\hat{L}^2$  و  $\hat{L}_z$  است؟

ج) احتمال اینکه از اندازه گیری  $\hat{L}_z$  مقدار  $2\hbar$  به دست آید چقدر است؟