

TFY4215 Innføring i kvantefysikk. Institutt for fysikk, NTNU.
Løsningsforslag til Test 5.

Oppgave 1

Her er $l = 1$, slik at $L = \sqrt{1 \cdot 2\hbar}$.

Riktig svar: D.

Oppgave 2

Bare en komponent av dreieimpulsen kan være skarp om gangen.

Riktig svar: B.

Oppgave 3

Forventningsverdien til L_x er

$$\langle L_x \rangle = \int Y_{10}^* \hat{L}_x Y_{10} d\Omega,$$

med romvinkelement $d\Omega = \sin\theta d\theta d\phi$. Siden $\hat{L}_x Y_{10}$ er rent imaginær og Y_{10}^* er reell, blir dette integralet imaginært, med mindre det blir lik null. Da må det bli lik null, siden $\langle L_x \rangle$ må være reell. Innsetting gir en integrand proporsjonal med $\cos\theta \sin^2\theta \sin\phi$, slik at både integralet over θ og integralet over ϕ her blir null.
Riktig svar: A.

Oppgave 4

Her er $l = 1$, slik at $L = \sqrt{1 \cdot 2\hbar}$.

Riktig svar: D.

Oppgave 5

Denne lineærkombinasjonen er egenfunksjon til \hat{L}_x , med egenverdi 0.

Riktig svar: A.

Oppgave 6

Med skarp L_x er L_z (og L_y) uskarp(e).

Riktig svar: B.

Oppgave 7

Partikkelen befinner seg i en egentilstand til \hat{L}_x , uttrykt som en lineærkombinasjon av Y_{11} og Y_{1-1} , dvs med $m_l = \pm 1$, slik at mulige måleresultater ved en måling av L_z er $\pm\hbar$. Når L_x er skarpt definert, her med verdi 0, er det ingenting spesielt med z -aksen, sammenlignet med y -aksen. Da må det også være slik at en måling av L_y bare kan gi som resultat $\pm\hbar$.

Riktig svar: C.

Oppgave 8

Vi har

$$(x^2 - y^2)/r^2 = \sin^2\theta (\cos^2\phi - \sin^2\phi) = \sin^2\theta \cos 2\phi,$$

som tilsvarer $Y_{22} + Y_{2-2}$.

Riktig svar: C.

Oppgave 9

Vi har

$$xy/r^2 = \sin^2\theta \cos\phi \sin\phi = \sin^2\theta \cdot \frac{1}{2} \sin 2\phi,$$

som tilsvarer $Y_{22} - Y_{2-2}$.

Riktig svar: D.

Oppgave 10

Vi har $zx/r^2 = \cos\theta \sin\theta \cos\phi$, som tilsvarer $Y_{21} - Y_{2-1}$.

Riktig svar: B.