

TFY4215 Innføring i kvantefysikk. Institutt for fysikk, NTNU.
Test 6.

Oppgave 1

En partikkel med kinetisk energi E sendes inn mot et potensialsprang $V_0 > 0$. Partikkelens impuls er $\hbar k$ til venstre for potensialspranget og $\hbar q$ til høyre for potensialspranget. Sannsynligheten for at partikkelen reflekteres ved potensialspranget er da $R = ((k - q)/(k + q))^2$. Hva må partikkelens energi være for at den med 90% sannsynlighet skal bli transmittert?

- A $E = 1.07V_0$
- B $E = 1.37V_0$
- C $E = 1.67V_0$
- D $E = 1.97V_0$
- E $E = 2.27V_0$

Oppgave 2

En isotrop todimensjonal harmonisk oscillator, $V(x, y) = m\omega^2(x^2 + y^2)/2$, har tillatte energier $E_N = (N + 1)\hbar\omega$, med $N = n_x + n_y$, der $n_x, n_y = 0, 1, \dots$. Hva er (den "orbitale") degenerasjonsgraden til energinivået E_N ?

- A 1
- B \sqrt{N}
- C N
- D $N + 1$
- E N^2

Oppgave 3

Energieigenfunksjoner til den todimensjonale isotrope harmoniske oscillatoren i forrige oppgave er

$$\psi_{n_x n_y}(x, y) = \psi_{n_x}(x)\psi_{n_y}(y),$$

dvs på produktform, med funksjoner av x og y som i formelvedlegget. Hva er L^2 for en partikkel i tilstanden ψ_{10} ?

- A Null
- B Uskarp
- C \hbar^2
- D $2\hbar^2$
- E $4\hbar^2$

Oppgave 4

For samme todimensjonale isotrope harmoniske oscillator, hva er L_z for en partikkel i tilstanden ψ_{10} ?

- A Null
- B Uskarp
- C \hbar^2
- D $2\hbar^2$
- E $4\hbar^2$

Oppgave 5

For samme todimensjonale isotrope harmoniske oscillator, hva er $\langle L_z \rangle$ for en partikkel i tilstanden ψ_{11} ?

- A Null
- B Uskarp
- C \hbar^2
- D $2\hbar^2$
- E $4\hbar^2$

Oppgave 6

For samme todimensjonale isotrope harmoniske oscillator, hvilken tilstand har $L_z = \hbar$?

- A ψ_{00}
- B ψ_{11}
- C $\psi_{10} + i\psi_{01}$
- D $\psi_{01} + i\psi_{10}$
- E $\psi_{20} + i\psi_{02}$

Oppgave 7

Fem identiske fermioner, uten innbyrdes vekselvirkning, med spinn $S = \sqrt{s(s+1)}\hbar$ og $s = 1/2$ befinner seg i dette todimensjonale oscillatorpotensialet. Hva er systemets totale energi i grunntilstanden?

- A $5\hbar\omega$
- B $6\hbar\omega$
- C $7\hbar\omega$
- D $8\hbar\omega$
- E $9\hbar\omega$

Oppgave 8

Egenfunksjoner til \hat{L}^2 og \hat{L}_z er de sfæriske harmoniske

$$Y_{lm}(\theta, \phi) \sim P_l^m(x) e^{im\phi},$$

med $x = \cos \theta$. Her kan Legendrepolynomene (for $m = 0$) genereres med Rodrigues' formel,

$$P_l(x) = \frac{1}{2^l \cdot l!} \frac{d^l}{dx^l} (x^2 - 1)^l,$$

mens de assosierte Legendrefunksjonene (for $m > 0$) kan genereres med formelen

$$P_l^m(x) = (1 - x^2)^{m/2} \frac{d^m}{dx^m} P_l(x).$$

Hvordan avhenger da Y_{30} av x ?

- A $Y_{30} \sim 5x^3 - 3x$
- B $Y_{30} \sim 3x^3 + 5x$
- C $Y_{30} \sim 4x^2 - 1$
- D $Y_{30} \sim 5x^5 + 3x^3 + x$
- E $Y_{30} \sim x$

Oppgave 9

Med tallverdien til bølgelengden λ i enheten m (meter) er energien til fotoner med bølgelengde $\lambda \dots$

- A 1.24 neV/ λ
- B 1.24 μ eV/ λ
- C 1.24 meV/ λ
- D 1.24 eV/ λ
- E 1.24 keV/ λ

Oppgave 10

Med tallverdien til bølgelengden λ i enheten nm (nanometer) er energien til frie elektroner med bølgelengde λ omtrent \dots

- A 1.5 neV/ λ^2
- B 1.5 μ eV/ λ^2
- C 1.5 meV/ λ^2
- D 1.5 eV/ λ^2
- E 1.5 keV/ λ^2