

TFY4215 Innføring i kvantefysikk. Institutt for fysikk, NTNU.
Test 7.

Oppgave 1

En av tilstandene (en $2p$ -tilstand) i hydrogenatomet er $\psi_{211} = R_{21}Y_{11}$. (Se formelark, bøker eller Tillegg 5.) Oppgavene 1 – 6 dreier seg om denne tilstanden.

Hva er de klassiske venderadiene (dvs indre og ytre grense for det klassisk tillatte området for elektronet)?

- A $(2 \pm \sqrt{2})a_0$
- B $(3 \pm \sqrt{2})a_0$
- C $(4 \pm \sqrt{2})a_0$
- D $(3 \pm 2\sqrt{2})a_0$
- E $(4 \pm 2\sqrt{2})a_0$

Oppgave 2

Hvor er sannsynlighetstettheten $\rho_{211} = |\psi_{211}|^2$ størst?

- A På z -aksen i $z = \pm a_0$
- B På z -aksen i $z = \pm 2a_0$
- C I xy -planet på en sirkel med radius a_0
- D I xy -planet på en sirkel med radius $2a_0$
- E I origo

Oppgave 3

Tilstanden ψ_{211} er egenfunksjon til paritetsoperatoren \hat{P} . Hva er tilhørende egenverdi?

- A -2
- B -1
- C 0
- D 1
- E 2

Oppgave 4

Hvor (i det klassisk tillatte området) er sannsynlighetstettheten ρ_{211} lik null?

- A På z -aksen
- B På y -aksen
- C På x -aksen
- D I xy -planet
- E Ingen steder

Oppgave 5

Radialtettheten $u_{21}^2 = (R_{21} r)^2$ er størst i ...

- A origo
- B $r = a_0$
- C $r = 2a_0$
- D $r = 4a_0$
- E $r = 8a_0$

Oppgave 6

Dersom elektronet er eksitert til tilstander med hovedkvantetall $n = 3$, kan atomet emitte et foton slik at elektronet havner i tilstanden ψ_{211} . Fra hvor mange (romlige) tilstander med $n = 3$ er en slik overgang mulig, når utvalgsreglene $\Delta l = \pm 1$ og $\Delta m = 0, \pm 1$ skal oppfylles?

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4
- E 5

Oppgave 7

En partikkel befinner seg i en endimensjonal potensialboks ($V = 0$ inne i boksen, på intervallet $0 < x < L$, $V = \infty$ utenfor boksen) og beskrives ved tidspunktet $t = 0$ av den normerte (ikke-stasjonære) tilstanden $\Psi(x, 0) = Ax$ for $0 < x < L/2$ og $\Psi(x, 0) = A(L - x)$ for $L/2 < x < L$. Hva er normeringskonstanten A ?

- A $\sqrt{2/L}$
- B $2\sqrt{3}/L\sqrt{L}$
- C $3\sqrt{2}/L^{3/2}$
- D $\sqrt{11}/L$
- E $1/L$

Oppgave 8

Initialtilstanden $\Psi(x, 0)$ i oppgave 7 kan uttrykkes som en lineærkombinasjon av stasjonære energiegentilstander $\psi_n(x)$ i bokspotensialet, dvs $\Psi(x, 0) = \sum_1^\infty c_n \psi_n(x)$. Hva er c_1 ?

- A 0
- B 1
- C $\sqrt{2}/\pi^2$
- D $3\sqrt{3}/\pi^2$
- E $4\sqrt{6}/\pi^2$

Oppgave 9

Initialtilstanden $\Psi(x, 0)$ i oppgave 7 kan uttrykkes som en lineærkombinasjon av stasjonære energiegilstander $\psi_n(x)$ i bokspotensialet, dvs $\Psi(x, 0) = \sum_1^\infty c_n \psi_n(x)$. Hva er c_2 ?

- A 0
- B 1
- C $\sqrt{2}/\pi^2$
- D $3\sqrt{3}/\pi^2$
- E $4\sqrt{6}/\pi^2$

Oppgave 10

Energieigenverdiene i oppgave 7 er E_n , $n = 1, 2, \dots$. Hva er da et rimelig estimat av forventningsverdien til energien, $\langle E \rangle$, i tilstanden $\Psi(x, 0)$?

- A Litt mindre enn E_1
- B Litt større enn E_1
- C Litt mindre enn E_3
- D Litt større enn E_3
- E Omtrent lik E_4

Oppgave 11

Hva er forventningsverdien av impulsen til partikkelen i oppgave 7?

- A $-2\hbar/L$
- B $-\hbar/L$
- C 0
- D \hbar/L
- E $2\hbar/L$

Oppgave 12

I transmisjonselektronmikroskopet (TEM-en) i kjelleren i kjemiblokk 1 akselereres elektroner (med liten starthastighet) ved hjelp av en spenning på 200 kV. Hva blir elektronenes kinetiske energi?

- A 0.16 pJ
- B 0.32 MeV
- C 2.0 MeV
- D 32 fJ
- E 2.0 J

Oppgave 13

Hva blir hastigheten til elektronene i oppgave 12?

- A $0.695 c$
- B $0.789 c$
- C $0.884 c$
- D $0.978 c$
- E $1.07 c$

Oppgave 14

Hva blir bølgelengden til elektronene i oppgave 12?

- A 2.5 cm
- B 0.25 mm
- C $2.5 \mu\text{m}$
- D 2.5 nm
- E 2.5 pm