

FY6019 Moderne fysikk. Institutt for fysikk, NTNU.
Løsningsforslag til Øving 7.

Oppgave 1: Grunntilstanden i hydrogenatomet

a) $L = \sqrt{l(l+1)}\hbar$, som med $l = 0$ gir $L = 0$.

b) $E = E_1 = -13.6 \text{ eV}$.

c) Sannsynlighetstettheten $\rho_{100} = |\psi_{100}|^2$ har størst verdi i $r = 0$, dvs i origo, dvs der atomkjernen befinner seg.

Oppgave 2: $2p_z$ -tilstanden i hydrogenatomet

a) $L = \sqrt{l(l+1)}\hbar$, som med $l = 1$ gir $L = \sqrt{2}\hbar$. Og $L_z = m_l\hbar$, som med $m_l = 0$ gir $L_z = 0$. Det betyr at vektoren $\mathbf{L}$ ligger i xy -planet.

b) $E = E_2 = -13.6/4 \text{ eV} = -3.4 \text{ eV}$.

c) Siden $|\psi_{210}|^2$ er proporsjonal med $\cos^2\theta$, er det størst sannsynlighet for å finne elektronet i retnin-
gene gitt ved $\theta = 0$ og $\theta = \pi$, dvs på z -aksen.

d) Vi må finne ut hvilken verdi av r som gir maksimal verdi for $|R_{21}(r)|^2$. Det gjør vi som vanlig ved å sette den deriverte lik null. Det gir ligningen

$$(2\xi - \xi^2) \exp(-\xi) = 0,$$

der vi har innført $\xi = r/a_0$. Her er det to løsninger, men vi ser uten videre at $\xi = 0$, dvs $r = 0$, ikke gir et maksimumspunkt. Følgelig: Størst sannsynlighet for å finne elektronet i avstand $r = 2a_0$ fra kjernen. Kombinert med svaret i c): I $z = \pm 2a_0$.