

TFY4215 Innføring i kvantefysikk. Institutt for fysikk, NTNU.
Løsningsforslag til Test 2.

Oppgave 1

Bundne tilstander i He^+ -ioner har energi $E_n = -Z^2 \cdot 13.6/n^2$ eV, med $Z = 2$ for helium. Eksitasjon fra grunntilstanden ($n = 1$) til 1. eksiterte tilstand ($n = 2$) gir størst mulig bølgelengde, slik at $\lambda = c/\nu = hc/(E_2 - E_1)$. I helium er $E_2 - E_1 = 40.8$ eV, slik at $\lambda = 30$ nm.

Riktig svar: B.

Oppgave 2

Radien i en Bohr-bane for et "hydrogenlignende atom" (ett elektron og kjerne med Z protoner, der Z er atomnummeret) skalerer med $1/Z$, slik at Li^{2+} har en grunntilstand med Bohr-bane-radius lik $52.9/3 = 18$ pm.

Riktig svar: D.

Oppgave 3

Energivåene skalerer med Z^2 . Tilsvarende ionisasjonsenergi i H-atomet er 13.6 eV. Dermed $13.6 \cdot 9 = 122$ eV.

Riktig svar: A.

Oppgave 4

Midlere kinetiske translasjonsenergi ved temperatur T er $K = 3k_B T/2$ ($k_B T/2$ pr kvadratiske frihetsgrad). Videre er $K = p^2/2m$, mens de Broglie-bølgelengden er $\lambda = h/p$. Kombinerer vi dette, finner vi at termisk de Broglie-bølgelengde er $\lambda = h/\sqrt{3mk_B T}$.

Riktig svar: C.

Oppgave 5

De raskeste elektronene tilsvarende $n = 1$ og $r_1 = a_0 \simeq 0.529$ Å:

$$v_1 = \sqrt{e^2/4\pi\epsilon_0 m_e a_0} \simeq 2.2 \cdot 10^6 \text{ m/s.}$$

Riktig svar: D.

Oppgave 6

Med $\lambda = 0.4$ nm og elektronmassen for m blir T ca 70000 K.

Riktig svar: E.

Oppgave 7

$$1 = |A|^2 \cdot 2 \cdot \int_0^\infty e^{-2\kappa x} dx = |A|^2/\kappa,$$

slik at $A = \sqrt{\kappa}$. (Eventuelt $\sqrt{\kappa} \exp(i\beta)$ med reell β .)

Riktig svar: D.

Oppgave 8

Pga symmetri er $\langle x \rangle = 0$. Dermed er

$$\begin{aligned} (\Delta x)^2 &= \langle x^2 \rangle = 2\kappa \int_0^\infty x^2 e^{-2\kappa x} dx \\ &= \int_0^\infty 2x e^{-2\kappa x} dx \\ &= \int_0^\infty (1/\kappa) e^{-2\kappa x} dx \\ &= 1/2\kappa^2, \end{aligned}$$

slik at $\Delta x = 1/\sqrt{2}\kappa$.

Riktig svar: A.

Oppgave 9

Her kombinerer vi symmetrisk Ψ (og Ψ^*) med antisymmetrisk operator (d/dx) slik at vi må ha $\langle p \rangle = 0$.

Riktig svar: A.