

OPPGAVER I NOTAT 2

Oppgave 10:

Som vi har sett, er energieigenfunksjonene vekselvis symmetriske og antisymmetriske mhp “symmetri-punktet” i boksen, som er midtpunktet $x = L/2$.

Symmetri-egenskapene til egenfunksjonene ψ_1 , ψ_2 og ψ_3 er åpenbare i diagrammene på side 3, men om du velger et nytt koordinatsystem, med origo ($x' = 0$) midt i boksen, vil symmetriegenskapene også komme tydelig fram i uttrykkene $\psi_1(x')$, $\psi_2(x')$ og $\psi_3(x')$ for de tre egenfunksjonene.

a. Medfører skiftet av koordinatsystem noen endring av *bølgetallene* k_1 , k_2 og k_3 for de tre egenfunksjonene?

b. Finn uttrykkene for $\psi_1(x')$, $\psi_2(x')$ og $\psi_3(x')$, og overbevis deg om at symmetriegenskapene kommer fram slik de skal. [Hint: $\cos kx'$ og $\sin kx'$ er hhvis symmetrisk og antisymmetrisk.]

Oppgave 11:

Hvilket fysisk system beskrives av Hamilton-operatoren

$$\hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2m_e} \nabla_{\mathbf{r}_e}^2 - \frac{\hbar^2}{2m_p} \nabla_{\mathbf{r}_p}^2 - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 |\mathbf{r}_e - \mathbf{r}_p|},$$

(der m_e og m_p er massene til hhvis elektronet og protonet)? Hva er $\nabla_{\mathbf{r}_e}^2$ uttrykt ved komponentene x_e , y_e og z_e av posisjonsvektoren $\mathbf{r}_e$?

Oppgave 12:

Hva er forventningsverdien $\langle \mathbf{r} \rangle$ av posisjonen $\mathbf{r}$ (til elektronet) i grunntilstanden

$$\psi_1(\mathbf{r}) = C_1 e^{-r/a_0}$$

(som vi diskuterte i Notat 1)?

[Hint: Forventningsverdien er “tyngdepunktet” av sannsynlighetsfordelingen $|\psi_1(\mathbf{r})|^2$, som i likhet med $\psi_1(\mathbf{r})$ er kulesymmetrisk.]