

Oppgave 1: Partikkel i boks

En partikkel befinner seg i potensialet $V(x) = 0$ for $0 < x < L$ og $V(x) = \infty$ ellers (dvs en uendelig dyp potensialbrønn på intervallet $0 < x < L$). Ved tidspunktet $t = 0$ beskrives partikkelen av bølgefunksjonen

$$\Psi(x, 0) = A \left(\sin \frac{\pi x}{L} + \sin \frac{2\pi x}{L} \right).$$

a) Bestem koeffisienten A slik at Ψ er normert.

b) Skriv ned $\Psi(x, t)$ for $t > 0$.

Oppgave 2: Endelig potensialbrønn

Vi studerer her en potensialbrønn med dybde $V_0 = 300$ meV og bredde $L = 100$ Å. Partikkelen er et elektron med masse m_e . Benytt programmet `singlewell.py`. La områdene på hver side av brønnen ha potensial $V = 0$ og bredde 200 Å. Da er potensialet i brønnområdet -300 meV.

a) Det kan vises at antall bundne tilstander N for en partikkel med masse m_e i en potensialbrønn med dybde V_0 og bredde L er

$$N = 1 + \left\lceil \frac{\sqrt{2m_e V_0} L}{\pi \hbar} \right\rceil,$$

der klammeparentesene angir heltallsverdien av argumentet. Vis at $N = 9$ i det aktuelle tilfellet. Sjekk at den numeriske løsningen stemmer med dette ved å skrive ut de 10 laveste energiverdiene. Hva er energiene E_0 og E_1 til hhv grunntilstanden og 1. eksiterte tilstand? Sammenlign disse med de tilsvarende energiene for samme partikkel i en uendelig dyp potensialbrønn.

b) Plott bølgefunksjonen til de tre tilstandene med lavest energi. Hva slags symmetri (dvs symmetrisk eller antisymmetrisk) har disse tre tilstandene?

c) Skriv ut energien til 9. eksiterte tilstand og plott tilhørende bølgefunksjon. Bruk figuren til å anslå bølgelengden inni og utenfor brønnområdet, og sammenlign med de "teoretiske" verdiene gitt med utgangspunkt i partikkelens kinetiske energi inni og utenfor brønnområdet.

d) Bestem bølgelengden til utsendte fotoner for elektronoverganger mellom kvantebrønnens tre tilstander med lavest energi. I hvilken del av det elektromagnetiske spektret befinner vi oss?