

Oppgave 1: Endelig potensialbrønn

Anta at en potensialbrønn med dybde $V_0 = 300$ meV og bredde $L = 100$ Å har en grunntilstand med energi $E_1 = 30$ meV.

a) Bestem partikkelens masse m .

Kommentar: Elektroner i krystaller oppfører seg ofte som om de har en *effektiv masse* forskjellig fra verdien $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31}$ kg. Det er vanlig å betegne slike effektive masser med m^* . Som regel er m^* mindre enn m_e .

b) Dersom partikkelen hadde hatt en større (effektiv) masse enn den du beregnet i punkt a, hadde grunntilstandsenergien da vært større eller mindre enn 30 meV?

c) Antall bundne tilstander N for en partikkel med masse m i en potensialbrønn med dybde V_0 og bredde L er

$$N = 1 + \left\lfloor \frac{\sqrt{2mV_0}L}{\pi\hbar} \right\rfloor,$$

der klammeparentesene angir heltallsverdien av argumentet. Vis at $N = 3$ i det aktuelle tilfellet, og bestem energiene E_2 og E_3 til de to øvrige bundne tilstandene.

Tips: Benytt programmet `singlewell.py`, her og i neste oppgave.

- d)
- Plott bølgefunksjonen til de tre bundne tilstandene, samt den "kontinuumstilstanden" som har lavest energi. Hva slags symmetri (dvs symmetrisk eller antisymmetrisk) har de tre bundne tilstandene, og hvor mange nullpunkter har hver av dem?
 - Bruk programmet til å skrive ut E_{10} og plotte $\psi_{10}(z)$. (Husk at python nummererer lister slik at første element i lista er nr 0 osv.) Bruk figuren til å anslå bølgelengden inni og utenfor brønnområdet, og sammenlign med de "teoretiske" verdiene $2\pi/k$ (inni) og $2\pi/K$ (utenfor). Her er $k = \sqrt{2mE_{10}}/\hbar$ og $K = \sqrt{2m(E_{10} - V_0)}/\hbar$, som i forelesningene.

e) Bestem bølgelengden til utsendt "lys" for de tre mulige elektronovergangene mellom kvantebrønnens bundne tilstander. (For elektromagnetiske bølger: $E = h\nu$, $c = \lambda\nu$.) I hvilken del av det elektromagnetiske spektret befinner vi oss?

Oppgave 2: Tunneleffekt

Elektroner med kinetisk energi 0.15 eV sendes inn mot en potensialbarriere med konstant høyde $V_0 = 0.30$ eV og bredde $L = 10$ Å. Hvor stor andel av elektronene transmitteres gjennom barrieren? Hvor stor blir den transmitterte andelen dersom bredden økes til 40 Å?