FY1006/TFY4215 Innføring i kvantefysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Våren 2016.
Obligatorisk øving 1. Innleveringsfrist: Søndag 24. april kl 23.59.

Innlevering på itslearning, individuelt eller i grupper på to. Figurer i standard format (helst pdf). Korte tilhørende tekster som beskriver det du/dere har gjort og funnet ut av.

Oppgave 1: Deltafunksjonspotensial

Benytt samme numeriske metode som i programmet `box.m`, eventuelt `box.py`, til å studere hvordan energien til grunntilstanden i en "firkantbrønn" med dybde V_0 og bredde L varierer med bredden L når "styrken" på brønnpotensialet, $\beta = V_0 L$, holdes fast. Bruk verdien $\beta = 12$ eV Å, og anta at partikkelen er et elektron med masse m_e. Start med en verdi for L som såvidt er liten nok til å gi kun en bundet tilstand, og reduser L-verdien inntil du får "meningsløse" resultater (dvs problemer med numerikken).
Illustrer resultatene i en figur der du plotter grunntilstandsenergien E som funksjon av logaritmen til brønnbredden, $\log L$. Bruk enheten eV for E. Inkluder en horisontal linje der E tilsvarer den bundne tilstanden i en δ-brønn, dvs grensen $L \to 0$. Bruk navn som tittel på figuren.

Oppgave 2: Harmonisk oscillator

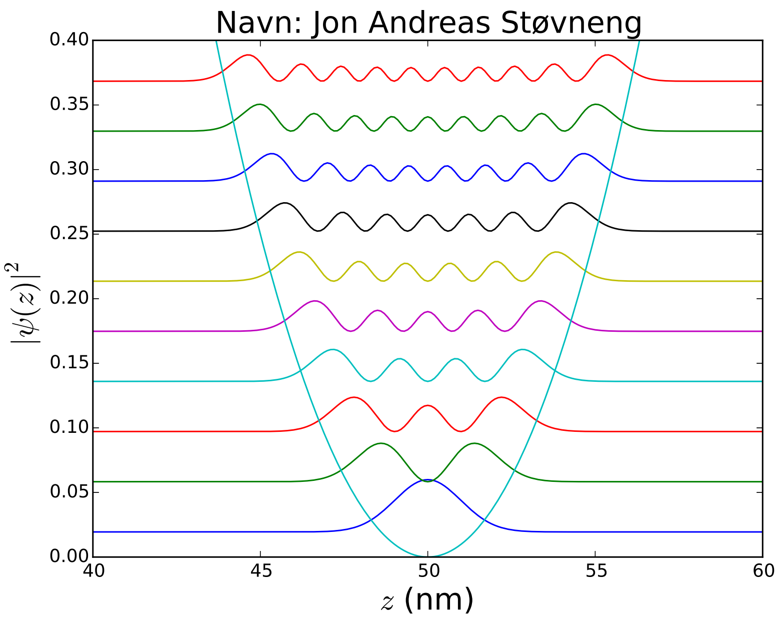
Et elektron (masse m_e) befinner seg i et endimensjonalt harmonisk–oscillator–potensial

$$V(z) = \frac{1}{2}kz^2$$

med fjærkonstant (krumning) $k = 3.2$ mN/m.

a) Bestem grunntilstandsenergien $E_0 = \hbar\omega/2$, og dermed samtlige energinivåer $E_n = (n + 1/2)\hbar\omega$ $(n = 0, 1, 2, \ldots)$. Oppgi E_0 i et helt antall meV.

b) Benytt samme numeriske metode som i programmet `box.m`, eventuelt `box.py`, til å bestemme de 10 laveste energinivåene $E_0, E_1, \ldots, E_9$, og tilhørende bølgefunksjoner $\psi_0, \psi_1, \ldots, \psi_9$. Resultatene skal illustreres i en figur som dette, med navn som tittel:



Figuren viser potensialet $V(z)$ i enheten eV, med nullpunkt i posisjon $z = 50$ nm. Videre plottes sannsynlighetstettheten $|\psi_n(z)|^2$ forskjøvet med verdien E_n målt i enheten eV. Dermed vil "nullnivået" for hver tilstand krysse $V(z)$ nøyaktig i overgangen mellom det klassisk tillatte ($E > V$) og det klassisk forbudte ($E < V$) området, slik at figuren gir en fin illustrasjon av hvordan de ulike bølgefunksjonene skifter fra oscillerende til eksponentielt avtagende oppførsel nettopp ved denne overgangen. Det er dessuten enkelt å telle antall nullpunkter for de ulike tilstandene, samt kontrollere at energinivåene er *ekvidistante*, dvs med konstant $\Delta E = E_n - E_{n-1}$.

Et par tips:

- Legg inn områder med bredde 40 nm og konstant potensial $V_0 = 1$ eV på hver side av det harmoniske potensialet.

- Plotting av flere grafer i samme figur gjøres ved å gjenta listen for horisontal akse for hver liste som skal visualiseres. For eksempel:
  `plot(z,rho0,z,rho1,z,rho2,z,rho3)`
  plotter de 4 listene `rho0, rho1, rho2, rho3` som funksjon av `z` i samme figur. Her må antall elementer i to og to sammenhørende lister være like.