

Kollokvium 8  
Spredning

10. mars 2014

I dette kollokviet skal vi se mer på spredning og tunnelering. Under gir vi en lengre oppgaver som dere kan prøve dere på. Jobb gjerne sammen.

### Oppgave 1 Spredning på en boks

Se på bokspotensialet

$$V(x) = \begin{cases} V_0 & \text{for } -a \leq x \leq a, \\ 0 & \text{ellers,} \end{cases} \quad (1)$$

med  $V_0 > 0$ . Anta at har en partikkel med masse  $m$  på vei mot boksen fra venstre side med energi  $E < V_0$ .

- a) Vis at transmisjonskoeffisienten som funksjon av energien er gitt som

$$T^{-1}(E) = 1 + \frac{V_0^2}{4E(V_0 - E)} \sinh^2 \left( \frac{2a}{\hbar} \sqrt{2m(V_0 - E)} \right). \quad (2)$$

- b) Diskuter hvordan uttrykket i (2) henger sammen med svaret på oppgave e) i Kollokvium 7.

Vi kan bruke modellen i a) til å se på et fysisk relevant eksempel, nemlig  $\alpha$ -henfall av tunge kjerner. Vi bruker følgende verdier for potensialet:  $V_0 = 35 \text{ MeV}$  og  $a = 9 \text{ fm}$ , som er realistiske verdier for den sterke kjernekräften som binder en  $^{238}\text{U}$  kjerne sammen, og antar at partikkelen er en  $\alpha$ -partikkel (heliumkjerne) med masse  $m_\alpha = 3.7 \text{ GeV}/c^2$  og energi  $E = 4.3 \text{ MeV}$ .<sup>1</sup>

- c) Hva er transmisjonssannsynligheten?
- d) Gjør et overslag over levetiden til  $^{238}\text{U}$  ved å anta at  $\alpha$ -partikkelen beveger seg frem og tilbake inne i kjernen over et område med samme utstrekning som potensialbarrieren ( $a$ ), og hver gang den treffer boksen forsøker den å tunnelere igjennom. Sammenlign med den eksperimentelle verdien for levetiden som er  $\tau = 4 \times 10^9$  år.
- e) Finn den eksplisitte numeriske avhengigheten til  $T$  av parameteren  $a$  i vårt eksempel. Diskuter hva dette betyr for vår enkle lille modell.

---

<sup>1</sup>For  $\alpha$ -henfallet  $^{238}\text{U} \rightarrow ^{234}\text{Th} + \alpha$  vet vi eksperimentelt at vi får ut en  $\alpha$ -partikkel med nettopp energien  $E = 4.3 \text{ MeV}$ .