



UiO : **Fysisk institutt**

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Forelesning 11

Are Raklev



Ukens program

- **Tirsdag:** Stasjonære tilstander, Partikkel i uendelig brønn. (Avsnitt 2.1 og 2.2 i Griffiths).
- **Fredag:** Harmonisk oscillator, del I. Avsnitt 2.3.1 i Griffiths.
- **Gruppetimer:** Oblig 5 + Oppgave 2.8 fra Griffiths. Mengdetrening med forventningsverdier.
- **Kollokvium mandag:** operatorer & lineæralgebra.
- Sjekk obligstatus på Devilry.



Kort repetisjon

- **Postulat:** til alle **observable** A finnes det en **hermitisk operator** \hat{A} .

- For en **hermitisk operator** har vi:

$$\langle A \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} \psi^* \hat{A} \psi dx = \int_{-\infty}^{\infty} (\hat{A} \psi)^* \psi dx$$

- **Postulat:** bare **egenverdier** a til \hat{A} kan være resultat av enkeltmålinger av A .

Egenverdiligning:

$$\hat{A} \psi = a \psi$$

Kort repetisjon

- Heisenbergs **uskarphetsrelasjon** sier at

$$\sigma_p \sigma_x \geq \frac{\hbar}{2}$$

- Følger fra **generell uskarphetsrelasjon**

$$\sigma_A^2 \sigma_B^2 \geq \left(\frac{1}{2i} \langle [\hat{A}, \hat{B}] \rangle \right)^2$$

hvor

$$[\hat{A}, \hat{B}] = \hat{A} \hat{B} - \hat{B} \hat{A}$$

er **kommutatoren** mellom operatorene til A og B.

I dag

- Tilbake til Bohrs **stasjonære tilstander**.
 - Løsning av SL ved **separasjon av variable**.
- Kokebok for å løse SL.
- Løsninger av SL:
 - Partikkel i uendelig brønn.
 - **Grensebetingelser**.

Oppsummering

- Vi løser SL ved **separasjon av variable**

$$\Psi(x, t) = \psi(x) \varphi(t)$$

- Først løses den tids-uavhengige SL (TUSL) og vi finner $\psi_n(x)$ ved hjelp av **grensebetingelser**.
- Den tids-avhengige SL (TASL) er da gitt ved

$$\Psi(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} c_n \psi_n(x) e^{-\frac{i}{\hbar} E_n t}$$

hvor c_n finnes fra **initialbetingelsen** $\Psi(x, 0)$

$$c_n = \int_{-\infty}^{\infty} \psi_n^*(x) \Psi(x, 0) dx$$

Fredag

- Løsninger av SL med nytt potensiale:
 - Harmonisk oscillator (fjær+vekt, $F = -kx$).
 - Hvorfor alt egentlig er harmoniske oscillatorer.