UiO : Fysisk institutt
Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Forelesning 10

Are Raklev

Kort repetisjon

- En fysisk akseptabel bølgefunksjon ψ som er en løsning av SL må kunne **normaliseres**

$$\int_{-\infty}^{\infty} |\psi(x,t)|^2 dx = 1$$

  - Normering er **tidsuavhengig**.
  - Setter krav til ψ (|ψ| → 0 når |x| → ∞).
- **Forventningsverdien** for posisjonen x er

$$\langle x \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} x\, |\psi(x,t)|^2 dx = \int_{-\infty}^{\infty} \psi^*(x,t)\, x\, \psi(x,t)\, dx$$

Kort repetisjon

- Ehrenfests teorem for bevegelsesmengde:

$$\langle p \rangle = m \langle v \rangle = m \frac{d \langle x \rangle}{d t}$$

Dette leder til

$$\langle p \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} \psi^*(x,t) \left(-i\hbar \frac{\partial}{\partial x} \right) \psi(x,t)\, dx$$

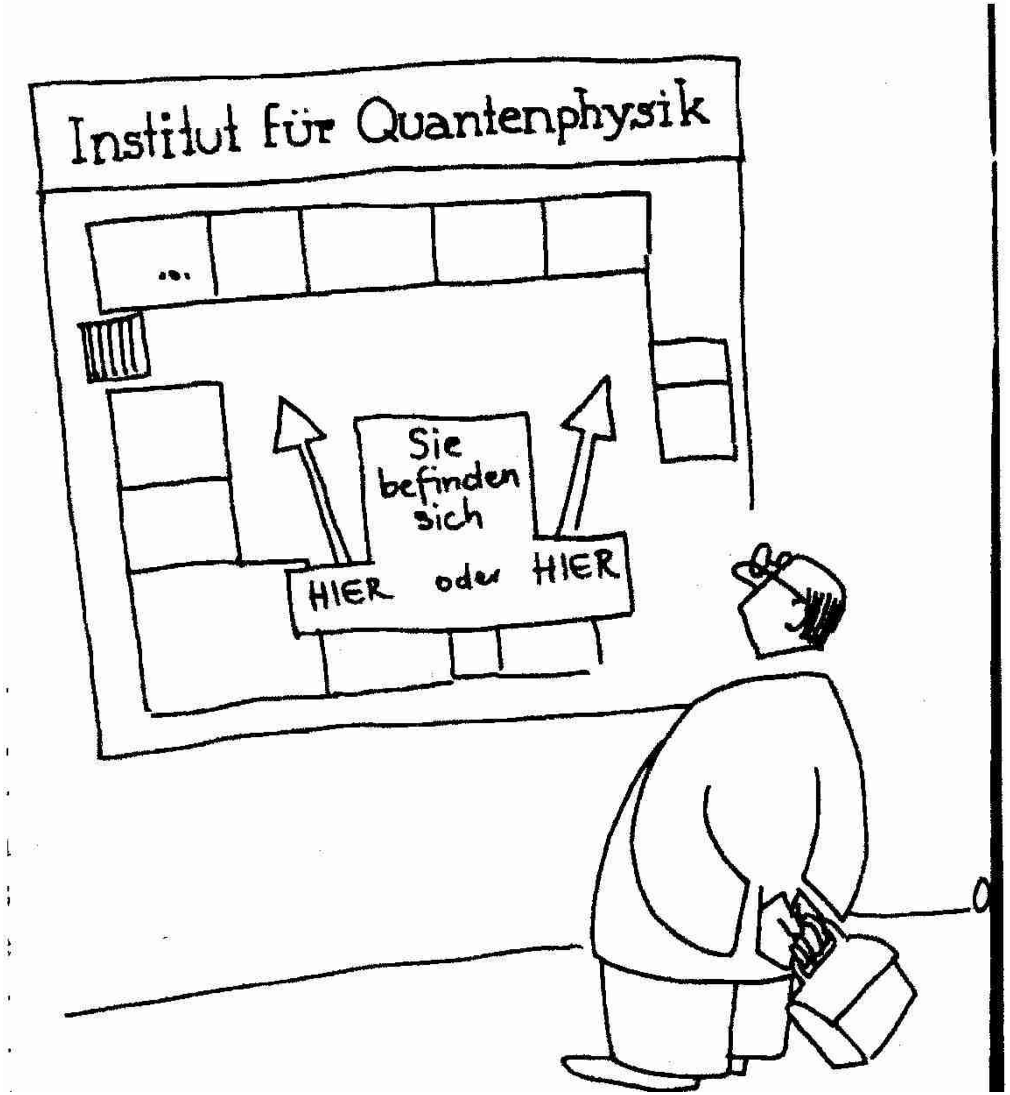
- Forventningsverdien til alle observable Q kan skrives ved hjelp av **kanoniske variable** x og p:

$$\langle Q(x,p) \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} \psi^* Q\left(x, -i\hbar \frac{\partial}{\partial x} \right) \psi\, dx$$

I dag

- Mer om **operatorer**.
- SL som en operatorligning.
- Heisenbergs uskarphetsrelasjon (usikkerhetsrelasjon).
- Den generele uskarphetsrelasjonen.

En dag ved Max-Planck Instituttet



Oppsummering

- **Postulat**: til alle observable A finnes det en **hermitisk** operator Â.
- 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 Â, Âψ = aψ, kan være resultat av enkeltmålinger.

Oppsummering

- Heisenbergs uskarphetsrelasjon sier at

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

- Dette følger fra den generelle uskarphetsrelasjonen

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

hvor [A,B] = AB-BA er **kommutatoren** mellom operatorene til de observable A og B.