Mitä osata kuulustelussa

- Nuku edellinen yö hyvin
- Älä mene kokeeseen nälkäisenä
- ota kynä, kumi, viivotin, laskin.
- kuulustelut: $\boxed{5.3}$ & $\boxed{12.3}$
  jompikumpi mutta ei molemmat
- käy vessassa ennen koetta.
- Idea: ammattifyysikko laskee kokeen alle tunnissa
  → opiskelijan pitäisi selvitä 2–3 tunnissa.
- kertaa luennot & harjoitukset

1. kertaa historia

2 Postulaatit: osaa ehdottomasti

super tärkeä

2.1 Aaltofunktio osattava !

Normitus ? $\langle \psi | \psi \rangle = 1$ $\int_a^b \psi^* \psi$ tod. näk. hiukkan a–b välissä

2.2 osattava ! erityisesti Hermiittisyys

super tärkeä

$\boxed{\langle \psi | A^\dagger | \phi \rangle = \langle A \psi | \phi \rangle = \langle \psi | A \phi \rangle}$

1° ominaisarvot $\in \mathbb{R}$ Miksi ?

2° $\int \psi_m^* \psi_n \, d^3x = \delta_{mn}$

3° täydellinen kanta

2.21. $[\hat{A}, \hat{B}] = \hat{A}\hat{B} - \hat{B}\hat{A}$ (OSAA)

2.3 osaa ! vain om. arvot mittauksessa

$\boxed{\langle A \rangle = \langle \psi | A | \psi \rangle}$ ← super tärkeä

2.3.1 Aaltofunktion romahdus

super tärkeä

2.4. kanoninen kvantisointi (Todella tärkeä)

$[\hat{x}_k, \hat{x}_l] = 0$, $[\hat{p}_k, \hat{p}_l] = 0$ $[\hat{x}_k, \hat{p}_l] = i\hbar \delta_{kl}$

2.5 SY

super tärkeä

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi(t, \bar{x}) = \hat{H} \Psi(t, \bar{x})$$

P6

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi(t, \bar{x}) = \left[-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(t, \bar{x})\right] \Psi(t,x)$$

kurssin ehkä tärkein yhtälö

osaa ulkoa !

sSY

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(x)\right] \phi(x) = E \phi(x)$$

eli $\hat{H}\phi = E\phi$

3. potentiaalikuopat:

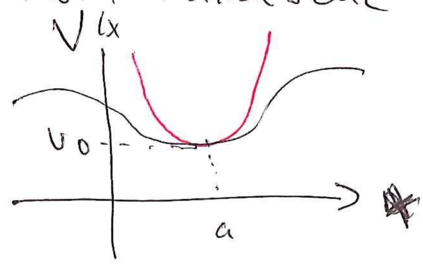
[illegible] osattava

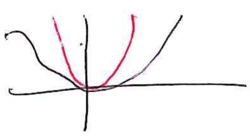
- Muodosta SSY:t eri alueissa
- ratkaise ne (jva & derivaatta jva → reunaehdot)
  - ↳ aaltofunktiot
    - ↳ normitus
  - ↳ Energian om. arvot.
- osaa erityisesti: $\phi'' + k^2\phi = 0$
  - ↳ $\phi = A\sin(kx) + B\cos(kx)$
- ota huomioon pariteetti

3.4 Harmooninen värähtelijä

→ lokaali approksimaatio minimikohdalle potentiaalille

$V = V_0 + \frac{1}{2} m\omega^2 (x - a)^2$





$\rightarrow V = \frac{1}{2} m\omega^2 x^2$

ymmärrä ratkaisu.

4.0 Diracin merkintä (OSAA)!

$\psi(\bar{x}) = \langle \bar{x} | \psi \rangle$

aaltomekaniikka on km. x-esityksessä

4.2 Yksikköoperaattori

käy läpi kaikki ominaistilat

$$\boxed{\mathbb{1} = \sum_n |a_n\rangle\langle a_n|}$$

(täydellisyysrelaatio)

$$\rightarrow \boxed{\mathbb{1} = \int |\bar{x}\rangle\langle\bar{x}|\, dx}$$

$$\boxed{\mathbb{1} = \int |\bar{p}\rangle\langle\bar{p}|\, dp}$$

5.0 Matriisiesitys

Tärkeä osaa

kertaa matriisilaskentaa elle LA6 ole hallussa

Operaattorin $\hat{A}$ matriisielementti kanssa $\{|n\rangle\}$ on $\boxed{\langle n|\hat{A}|m\rangle = A_{nm}}$

$\mathbb{A}$ on $\hat{A}$:n matriisiesitys tässä kanssa

$\langle n|\psi\rangle$ ovat n-dim. vektorin komponentteja

Miten ominaisarvot?

$\hat{A}|a\rangle = a|a\rangle \quad ? \quad |\langle n|$

$\hat{}\llcorner \mathbb{1}$

$$\sum_m \underbrace{\langle n|\hat{A}\mathbb{1}|m\rangle}_{A_{nm}}\underbrace{\langle m|a\rangle}_{d_m} = a\underbrace{\langle n|a\rangle}_{d_n}$$

5.

$$\sum_m (A_{nm} - a\,\delta_{nm}) = d_n = 0$$

$$(A - a\mathbb{1})\,d = 0$$

yksikkömatriisi

ratk vain jos

$$\boxed{\det (A - a\mathbb{1}) = 0}$$

sulku

OSAA

$\hat{A}$:n ominaisarvot ovat A:n omin. arvot

$\hat{A}$:n ominaisvektorit on A:n omin. v ctrs.

6.0 & 61. Epämääräisyysperiaatteet

osaa erityisesti $\boxed{(\Delta x)(\Delta p) \geq \hbar/2}$

Heisenberg

$$(\Delta A)^2 = \langle \psi | (\hat{A} - \langle \hat{A} \rangle)^2 | \psi \rangle$$

käyttö laskuissa

tulkinta: Hiukkasen paikkaa ja liikemäärää ei voi samanaikaisesti mitata mielivaltaisen tarkasti

6.1 $(\Delta t)(\Delta E) \geq \frac{1}{2}\hbar$ tulkinta

7.0 Aikakehitys   Ymmärrä   osaa tarvittaessa todistaa.

7.2 $\frac{d}{dt}\langle A\rangle = \left(\frac{\partial A}{\partial t}\right) + \frac{i}{\hbar}\langle[\hat{H},\hat{A}]\rangle$

kvanttimekaaniselle liikevakiolle $\frac{d}{dt}\langle A\rangle = 0$
eli odotusarvot säilyvät

Tärkeä: liikevakiota vastaavalle op. $\hat{A}$
(ajasta riippumaton $\frac{\partial A}{\partial t} = 0$) pätee
$[\hat{H},\hat{A}] = 0$

eli $\hat{A}$:lla ja $\hat{H}$:lla yhteiset ominaistilat
ja voidaan mitata samanaikaisesti

8.0 Paikka ja liikemäärä esitykset

Dirac'n delta-funktio

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(x-a)F(x)\,dx = F(a)$$

8.2 Yhteys aaltofunktioihin

$$\begin{cases} \langle \bar{x} \mid \Psi(t)\rangle = \Psi(t,\bar{x}) \\ \langle \bar{p} \mid \Psi(t)\rangle = \Psi(t,\bar{p}) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \langle \bar{p} \mid \Psi\rangle = F(\langle \bar{x} \mid \Psi(t)\rangle) = F(\Psi(x)) \\ \langle \bar{x} \mid \Psi\rangle = F^{-1}(\langle \bar{p} \mid \Psi(t)\rangle) = F^{-1}(\Psi(p)) \end{cases}$$

8.4 minimiaaltopaketti

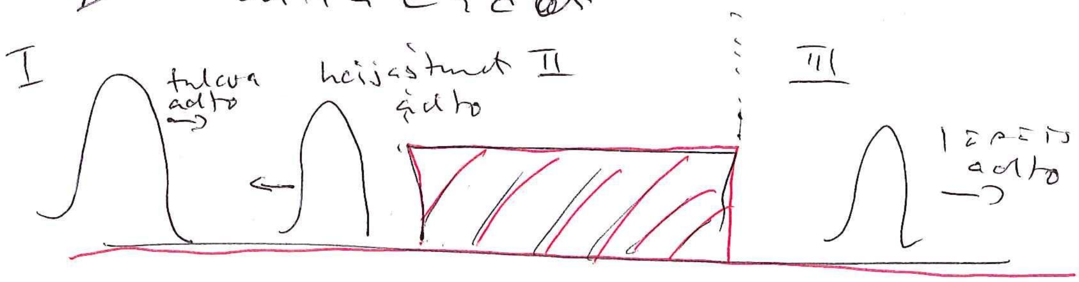
$$\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$$

"=" saavutetaan ~~minimi~~ tilalla jota kutsutaan minimiaaltopaketiksi!

9 Sironta & vapaa hiukkanen

- ymmärrä ongelman formulointi
- SSY eri alueissa (ratkaisu)
- jva potentiaalin epäjatkuvuuskohdissa
- derivaatta jva

→ reunaehdot



$$\begin{cases} J_I = \frac{\hbar k}{m} |A_1|^2 \\ J_R = \frac{\hbar k}{m} |A_2|^2 \\ J_T = \frac{\hbar k}{m} |C_1|^2 \end{cases}$$

jos SSY-ratk. alueessa I

$$\underbrace{A_1 e^{+ikx}}_{\text{tuleva}} + \underbrace{A_2 e^{-ikx}}_{\text{Heijastunut}}$$

$$\boxed{R = \frac{J_R}{J_I} = \text{Heijastuskerroin} \qquad T = \frac{J_T}{J_I} = \text{läpäisykerroin}}$$

ja al. III

$$C_1 e^{+ikx} + \cancel{C_2 e^{-ikx}}$$

pois ei lähdettä $+\infty$:ssä

$$\boxed{R + T = 1}$$

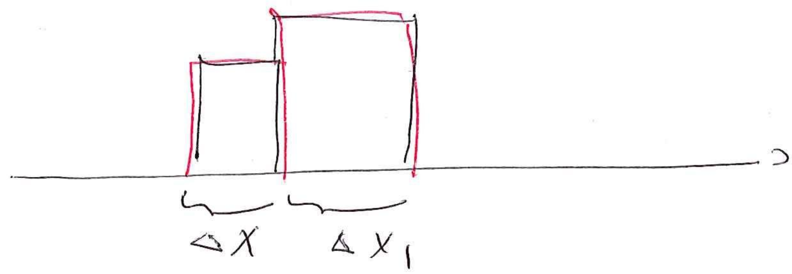
AINA!

- Mahdollisesti yksiulotteisen ongelman läpikäsky

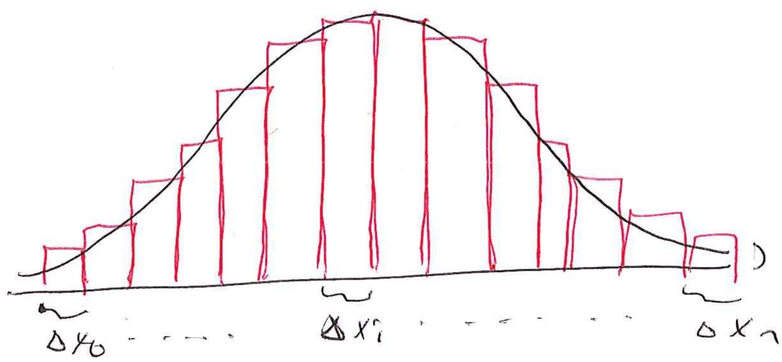
9.4 WKB

Osaa ainakin idea

$$T = T_0 \cdot T_1 \sim e^{-2\Delta x_0 \varkappa_0} e^{-2\Delta x_1 \varkappa_1}$$



yleistys



$$T \sim e^{-2\sum_{i=0}^{n} \Delta x_i \varkappa_i} \longrightarrow e^{-2\int_a^b \sqrt{\frac{2m}{\hbar^2}(V(x)-E)}}$$

ei toimi jos $E \sim V$