

Kollokvium 10  
Schrödingers undulator teori

9. april 2014

I dette kollokviet skal vi se litt tilbake på tidligere tema i kurset, med fokus på hvor Schrödingerligningen kommer fra, og klassisk fysikk som en grense for kvantefysikken. Sammen med dette notatet vil du finne filen `undulatory_theory.pdf` som er Schrödingers første artikkel om sin nye ligning på engelsk. Denne har fått en kort introduksjon av Siv Aalbergsjø, og hun har markert de mer forståelige avsnittene i gult. Ta en titt på denne artikkelen og forsøk å svar på oppgavene under. Jobb gjerne sammen.

### Oppgave 1 Skattejakt

Følgende begreper er en del av pensum i FYS2140 og er nevnt i Schrödingerartikkelen, dog noen ganger under litt andre navn. Gå på skattejakt å se hvor mange av disse dere kan finne i artikkelen.

- Korrespondanseprinsippet.
- Spinn.
- Fase- og gruppehastighet.
- TUSL.
- Energinivåer.
- Løsningen for hydrogenatomet.
- Bohrs energinivåer.
- Kvantetall.
- Superposisjon av stasjonære tilstander.
- Årsaken til at vi får kvantisering.
- Harmonisk oscillator.
- Angulærmoment.
- Tidsutviklingen av  $|\Psi|^2$ .
- TASL.
- Bølgepakker.
- Overganger mellom tilstander, spektroskopi.

Til slutt: hvordan tolker Schrödinger  $|\Psi|^2$ ? Hvordan forholder vi oss til den tolkningen i dag?

## Oppgave 2 (Første del er tatt fra Oppgave 1.7 i Griffiths)

Finn  $d\langle p \rangle/dt$ . *Hint*: svaret skal bli

$$\frac{d\langle p \rangle}{dt} = \left\langle -\frac{\partial V}{\partial x} \right\rangle. \quad (1)$$

Denne ligningen er et eksempel på **Ehrenfests teorem** som forteller oss at forventningsverdier må oppfylle de klassiske lovene. Diskuter dette i forbindelse med oppgavene på hjemmeeksamen, finner dere noen eksempler på Ehrenfests teorem der? Kan dere finne Ehrenfests teorem i Schrödingers artikkel?

## Oppgave 3 (Oppgave 4.17 fra Griffiths)

Betrakt jord-sol systemet som en gravitasjonsanalog til hydrogenatomet.

- a) Hva er funksjonen for den potensielle energien? (La  $m$  være jordmassen og  $M$  solmassen.)
- b) Hva er den gravitasjonelle “Bohrradiusen”,  $a_g$ , for dette systemet? Finn det spesifikke tallet.
- c) Skriv ned den gravitasjonelle “Bohrformelen” for energien, og vis, ved å sette  $E_n$  lik den klassiske energien til en planet i sirkelbane med radius  $r_o$ , at  $n = \sqrt{r_o/a_g}$ . Estimer fra dette kvantetallet  $n$  for jorden.
- d) Anta at jorden gikk til en lavere tilstand med kvantetall  $n - 1$ . Hvor mye energi (i Joules) ville blitt frigitt? Hva ville bølgelengden til det utsendte fotonet (eller, mere sannsynlig, gravitonet) være? (Uttrykk svaret i lysår.)