

Kollokvium 10
Schrödingers undulator teori

16. april 2015

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 oppgaven under. Til slutt finner dere en tidligere gitt Tilleggsoppgave om Ehrenfests teorem, og en morsom oppgave som spekulerer litt om gravitasjon og kvantemekanikk. 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 Ehrenfests teorem

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. Kan dere finne Ehrenfests teorem i Schrödingers artikkel?

Oppgave 3

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, mer sannsynlig, gravitonet) være? (Uttrykk svaret i lysår.)