



UiO : **Fysisk institutt**

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

# FYS2140 - Kvantefysikk

**Are Raklev**

Teoretisk fysikk, rom FØ456, [ahye@fys.uio.no](mailto:ahye@fys.uio.no)



# Plan for dagen

- Oppmøteliste – husk å signere!
- Praktisk informasjon om FYS2140.
- Hvordan overleve Kvantefysikk.
  
- Fysikk anno 1900.
- Enheter i kvantefysikk.

# Undervisningsopplegg

- **Tirsdag & fredag:** forelesninger (10.15-12.00).
- **Tirsdag, onsdag & torsdag:** regneverksted i mindre grupper hvor det arbeides med ukens oblig med gruppelærer til stede.
  - **Gruppe 1:** Paul Bätzing (tirsdag 14.15-18.00).
  - **Gruppe 2:** Anders Hafreager (torsdag 08.15-12.00).
  - **Gruppe 3:** Jørgen Midtbø (onsdag 8.15-12.00).
- **Mandag:** kollokvium (14.15-17.00).
- Sjekk detaljer i timeplanen på hjemmesiden!

# Denne uken

- **Tirsdag (nå):** praktisk informasjon om kurset, litt om enheter i (kvante)fysikk og historikk, samt Plancks kvantiseringshypotese.
- **Fredag:** fotoelektrisk effekt, röntgenstråling.
- Ingen oblig denne uken, starter neste uke.
- Intet kollokvium denne uken.

# Mer om obliger

- Det vil gis 12 sett med obliger. Av disse må minst 6 godkjennes for å bestå kurset, samtidig må disse 6 være minst 2 av de 4 første, 2 av de 4 midterste og 2 av de 4 siste obligene.
- **Innlevering:** senest mandag morgen kl. 10.15 i egen hylle på ekspedisjonskontoret. Eller elektronisk (kontaktinfo på hjemmesiden).
- Kontrollerte obliger legges i egen hylle.
- Merk obligene nøye med **navn og gruppe**. (Blir ikke godkjent uten dette.)

# Kollokvium

- Ordboksdefinisjon: “*drøfting, særlig gjennomgåing av eksamenspensum ved samtaler*”.
- Mandager 14.15–17.00 i V329.
- Et tilbud om hjelp til å forstå faget ved å snakke med en fagperson & arbeide med spesifikke tema.
- Nytt tema for hver uke. Følge med på forelesning & hjemmesiden.

# Hjemmeeksamen

- Dato: 16–20 mars (uke 12).
- Ingen annen undervisning den uken.
- Oppgaven legges ut uken før og leveres senest fredag 20. mars kl. 14.30 (før ekspedisjonen stenger!)
- Teller ca. 20% av total karakteren. Må være bestått for å bestå kurset.
- Ofte fokusert på numeriske oppgaver.
- Individuell besvarelse.

# Eksamen

- Dato: 8. juni kl. 09:00 (4 timer).
- Teller ca. 80% av total karakteren. Må være bestått for å bestå kurset.
- Godkjente hjelpemidler:
  - Rottmann: "*Matematisk formelsamling*".
  - Øgrim og Lian: "*Fysiske størrelser og enheter*" eller Angell og Lian: "*Fysiske størrelser og enheter*".
  - Godkjent kalkulator.
  - Ett A4 ark med egne notater (begge sider av arket).



# Hva du må kunne til eksamen

- **Læringsmål** (se hjemmesiden).
- Disse forsøkes dekket av:
  - *Kompendiet* (forelesningsnotater av Engeland, Hjorth-Jensen, Viefers og AR). Kan lastes ned fra hjemmesiden.
  - *Lærebok* (Griffiths, *Introduction to Quantum Mechanics*).
  - Andre utlagte notater (i fjor var det ingen).
  - Forelesninger og obliger.
  - (Kompendium i programmering.)

# Evaluering av kurset

- Midtveiseevaluering og sluttevaluering.
- Vi trenger tre frivillige studentrepresentanter til sluttevaluering. (Samme dag som eksamen!)
- Noen konklusjoner fra i fjor:
  - Forsøk med podcast ønsket.
  - Løsningsforslag til kollokvium.
  - Kollokvium sent fredag ettermiddag på et dårlig rom.
  - Litt lang eksamen.
  - Gjøre tydeligere at det ikke gies et forsøk til på oblig.

# Evaluering av kurset

- Eksamen manglet spørsmål fra Del 1 om eksperimenter som er grunnlaget for kvantefysikken.
- Numerisk løsning av Schrödingerligningen gjøres litt for overfladisk med ferdigutarbeidede pythonskript.
- Konseptet redusert masse bør introduseres tydelig enn det gjøres i mekanikk i dag.
- Studentene mangler endel bakgrunn i statistikk.
- Mangler å ha sett bølgeligningen i em-kurset.
- Einsteins relativistiske energi  $E^2 = p^2c^2 + m^2c^4$  er ikke undervist i mekanikk.



"Actually I started out in quantum mechanics, but  
somewhere along the way I took a wrong turn."

# Hvordan overleve Kvantefysikk?

- 1) Forbered forelesningene.
- 2) Bruk tilbudet om regneøvelser & kollokvium.
- 3) Lær deg å bruke Python & Rottmann.
- 4) Regn oppgaver.
  - Matematikken i fysikk sitter mer i hånda enn i hodet.
  - Eksamenstrening.

# Hvordan overleve Kvantefysikk?

- 1) Forbered forelesningene.
- 2) Bruk tilbudet om regneøvelser & kollokvium.
- 3) Lær deg å bruke Python & Rottmann.
- 4) Regn oppgaver.
- 5) Regn på flere oppgaver.

# Hvordan overleve Kvantefysikk?

- 1) Forbered forelesningene.
- 2) Bruk tilbudet om regneøvelser & kollokvium.
- 3) Lær deg å bruke Python & Rottmann.
- 4) Regn oppgaver.
- 5) Regn på flere oppgaver.
- 6) Gå tilbake til 4).

# Innhold i kurset

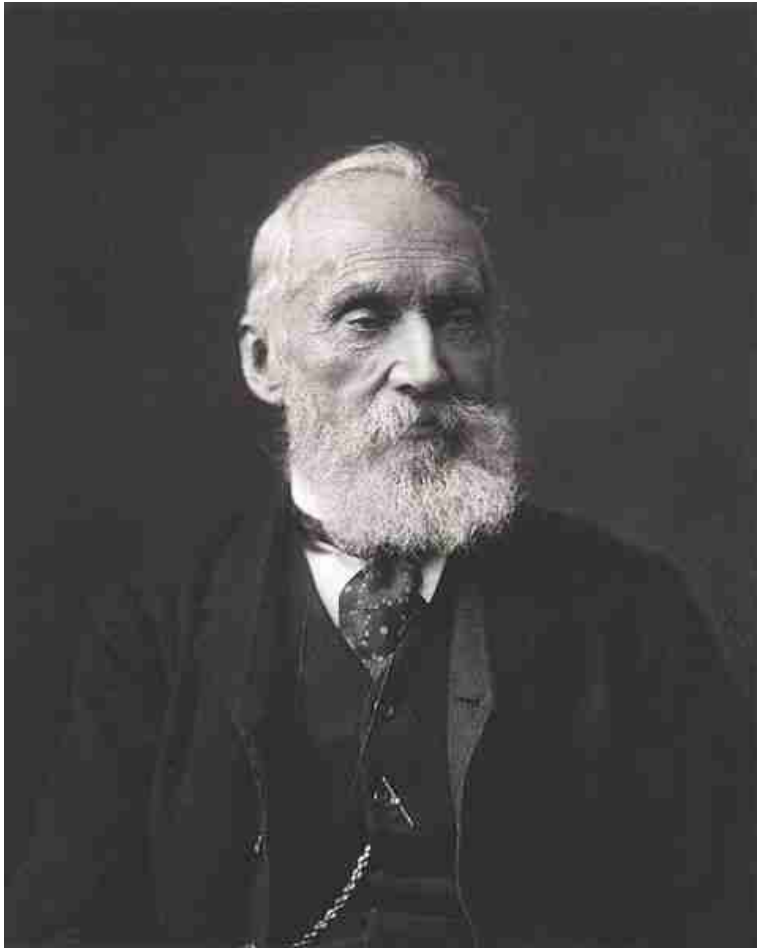
- Tre deler:
  - **Historisk:** hvorfor kvantefysikk? (Kompendiet)
  - **Kvantemekanikk:** et matematisk språk. (Griffiths)
  - **Anvendelser:** historisk & moderne. (Kompendiet & Griffiths)

## Schrödingerligningen

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + V(x) \psi = i \hbar \frac{\partial \psi}{\partial t}$$



# Fysikk rundt 1900



Lord Kelvin

“There is nothing new to be discovered in physics now. All that remains is more and more precise measurement.”

[1900]

# Oppsummering

- Eksperimentelle resultater ved forrige århundredeskifte tvinger frem nye retninger i fysikken: **relativitetsteori** og **kvantefysikk**.
- Kvantefysikken bryter med kjære prinsipper:
  - Determinisme.
  - Kontinuitet.
  - Lokal realisme.
- Vi bør bruke fornuftige enheter for å regne rett: elektronvolt eV for energi og nm/ns for lengde/tid. Husk  $hc = 1240 \text{ nm eV}$  !