

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Midtveiseeksamen i AST4210 — Stråling I

Eksamensdag: Torsdag 13. oktober 2005

Tid for eksamen: 13.30 – 16.30

Oppgavesettet er på 2 sider

Vedlegg: Ingen

Tillatte hjelpemidler: Alle ikke-kommuniserende hjelpemidler

*Kontroller at oppgavesettet er komplett
før du begynner å besvare spørsmålene.*

Oppgave I

- a) Definer polarisasjon \hat{e} for en elektromagnetisk bølge. Demonstrer at en generell elliptisk polarisert bølge kan skrives som en superposisjon av to planpolariserte bølger.

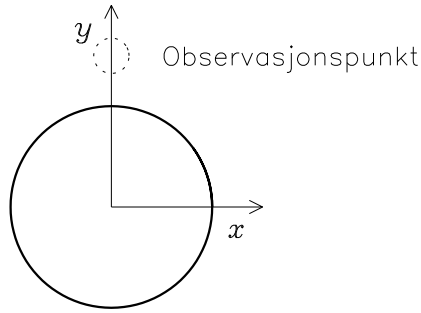
Et polarisasjonsmeter måler Stoke parametrene I, Q, U, V for innfallende stråling. I en kalibreringsoppstilling sendes plane bølger med ulik polarisasjon mot instrumentet. I tre målinger er resultatet

- 1) $Q = I/\sqrt{2}, U = I/\sqrt{2}, V = 0$
- 2) $Q = I/\sqrt{2}, U = 0, V = I/\sqrt{2}$
- 3) $Q = 0, U = 0, V = I$.

- b) Gi en fullstendig beskrivelse av polarisasjonen av innfallende bølge i de tre tilfellene.

Polarisasjonsmeteret benyttes nå til å observere solkoronaen under en total solformørkelse. Instrumentet rettes inn mot et område rett over den formørkede solskive (se figuren på neste side). Lyset fra koronaen skyldes Thompsonspreddning av solstrålingen fra frie elektroner i koronaen.

- c) Gi uttrykket for (tidsmidlere) intensitet av den spredte strålingen. Forklar størrelsene som inngår.
- d) Hvilken polarisasjon vil strålingen ha? Hvilke verdier av Stoke parametrene forventer du at instrumentet skal måle?



Figur 1: Solskive sett fra observatør. Observasjonspunktet er stiplet

Oppgave II

- Gi uttrykket for energinivåene W_n for H-atomet. (Vi tar her ikke hensyn til effekten av eventuelle ytre elektriske eller magnetiske felter, eller finstruktur splitting). Beregn verdiene for de to laveste nivåene i enheter av joule og eV.
- Hva er den spektroskopiske notasjon for elektrontilstandene tilhørende disse to energinivåer. Angi spesielt pariteten for tilstandene.
- Angi den fulle analytiske form for bølgefunksjonen $|f\rangle$ for en generell tilstand der f representerer kvantetallene n , ℓ , m_ℓ , s og m_s . [Kall normeringskonstantene $C_{n\ell m_\ell}$, det eksplisitte uttrykk kreves ikke. Kall den normaliserte spin-delen av bølgefunksjonen χ_{sm_s} .] Hvilke verdier vil kvantetallene ha for tilstandene tilsvarende grunntilstanden og første eksiterte energinivå ?

Dersom atomet utsettes for et ytre elektromagnetisk strålingsfelt med intensitet $\mathcal{I}(\omega)$ (enheter energi/tid/angulær frekvens/romvinkel) og polarisasjon $\hat{\epsilon} = \hat{z}$ vil atomet kunne absorbere et foton og hoppe fra grunntilstanden $|a\rangle$ til en tilstand $|b\rangle$ tilsvarende første eksiterte energinivå. Overgangssannsynlighetsrate for en slik overgang er gitt ved uttrykket

$$w_{ba}^{\text{abs}} = \frac{4\pi^2\alpha}{\hbar} \mathcal{I}(\omega_{ba}) |\langle b | \hat{\epsilon} \cdot \mathbf{r} | a \rangle|^2.$$

- Angi det eksplisitte uttrykk for matriseelementet $\langle b | \hat{\epsilon} \cdot \mathbf{r} | a \rangle$. (Det kreves ikke at dette uttrykket beregnes.)
- Benytt paritetssegenskapene til bølgefunksjonene til å avgjøre hvilke overganger mellom grunntilstanden og tilstandene tilsvarende det laveste eksiterte energinivå som er tillatt.