

## FYS2140 Kvantefysikk, Oblig 2

Mitt **navn** og **gruppenummer**

23. januar 2014

### Obliger i FYS2140 merkes med navn og gruppenummer!

Denne obligen har oppgaver som tar for seg sort-legeme stråling, fotoelektrisk effekt, Comptonspredning og Bohrs atommodell. Oppgavene er tatt fra Kompendiet, og heter der Oppgave 2.2, 2.6, 2.10 og 3.4.

**Oppgave 1** Anta at sola med radius  $6.96 \times 10^8$  m stråler som et sort legeme. Av denne strålingen mottar vi  $1370 \text{ W m}^{-2}$  her på jorda i en avstand av  $1.5 \times 10^{11}$  m. Jorda har en radius på 6378 km.

- Beregn temperaturen til sola.
- Anta at atmosfæren rundt jorda reflekterer 30% av den innkommende stråling. Hvor mye energi fra solen absorberer den per sekund og per kvadratmeter?
- For å være i termisk likevekt må jorda emittere like mye energi som den absorberer via atmosfæren hvert sekund. Anta at den stråler som et sort legeme. Finn temperaturen. Hva betyr drivhuseffekten ?

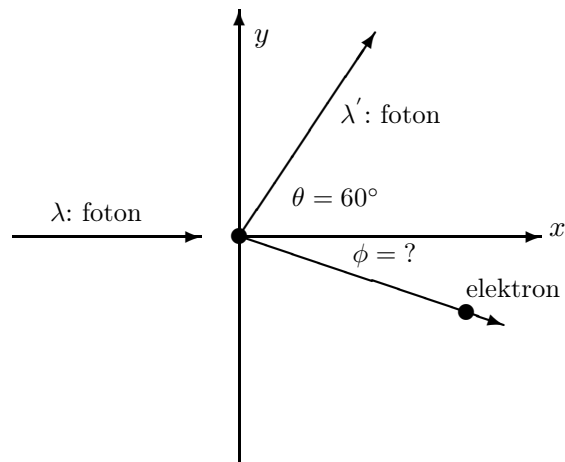
### Oppgave 2 (Ligner på tidligere eksamensoppgave)

- Gjør kort rede for den fotoelektriske effekten, og skissér en eksperimentell oppstilling som kan observere og måle denne effekten, og som demonstrerer at lys har kvantisert energi.
- Den fotoelektriske arbeidsfunksjonen for kalium (K) er 2.0 eV. Anta at lys med en bølgelengde på 360 nm ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) faller på kaliumet. Finn stoppepotensialet for fotoelektronene, den kinetiske energien og hastigheten for de hurtigste av de emitterte elektronene.
- En uniform monokromatisk lysstråle med bølgelengde 400 nm faller på et materiale med arbeidsfunksjon på 2.0 eV, og med en intensitet på  $3.0 \times 10^{-9} \text{ W m}^{-2}$ . Anta at materialet reflekterer 50% av den innfallende stråle, og at 10% av de absorberte fotoner fører til et emittert elektron. Finn antall elektroner emittert per kvadratmeter og per sekund, den absorberte energi per kvadratmeter og per sekund, samt den kinetiske energi for fotoelektronene.

**Oppgave 3** Et foton med bølgelengde  $\lambda = 1.00 \times 10^{-11}$  m treffer et fritt elektron i ro. Fotonet blir spredt i en vinkel  $\theta$ , og får en bølgelengdeforandring gitt ved Comptons formel

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \lambda_c (1 - \cos \theta),$$

hvor Comptonbølgelengden er  $\lambda_c = 2.426 \times 10^{-12}$  m. I denne oppgaven skal vi bare se på det som observeres i en vinkel  $\theta = 60^\circ$  (se figur 1). Energi og bevegelsesmengde beregningene skal uttrykkes ved enheten eV.



Figur 1: Comptonspredning i vinkel  $\theta = 60^\circ$ .

- Beregn energien og bevegelsesmengden til det innkommende fotonet.
- Finn bølgelengden, bevegelsesmengde og den kinetiske energien til det spredte fotonet.
- Finn den kinetiske energien, bevegelsesmengden og spredningsvinkelen for elektronet.

#### Oppgave 4

- Hvilke energier har lyskvant som faller i den synlige delen av spekteret,  $4000 \text{ \AA} \leq \lambda \leq 7000 \text{ \AA}$ ?
- Oppgi noen spektrallinjer av atomært hydrogen og enkeltionisert helium som tilsvarer synlig lys.
- Finn størrelsesorden av effekten på disse dersom man tar hensyn til rekyl av atomet under emisjonen, og vis at denne effekten er langt mindre enn isotopeffekten, altså korreksjonen fra å bytte ut elektronmassen med **redusert masse**

$$\mu = \frac{m_e m_k}{(m_e + m_k)},$$

hvor  $m_e$  og  $m_k$  er massen til elektronet og kjernen.