

## Oppgavesett 6

### Oppgave 1

Polonium-210 (Po-210) er en radioaktiv isotop. Po-210 kan med svært god tilnærming betraktes som en ren  $\alpha$ -emitter. Energien til hver  $\alpha$ -partikkel når Po-210 desintegrerer er 5.3 MeV. Alexander Litvinenko fra Russland døde for fem år siden som følge av en meget høy stråledose fra denne isotopen.

Den fysiske halveringstiden til Po-210 er 138 dager og den biologiske halveringstiden for Po-210 som er tatt opp i blodet er 50 dager. Ca 10 % av inntatt mengde tas opp i blodet, resten skilles meget raskt ut av kroppen.

a) Hvor mange atomer tilsvarer 5.0  $\mu\text{g}$  Po-210, og hvilken aktivitet vil denne mengden Po-210 ha?

Anta at en person drikker en kopp kaffe tilsatt Po-210 og at  $1.4 \cdot 10^{16}$  atomer opptas i blodet og deretter fordeles jevnt i kroppen. Personens masse er 100 kg.

b) Hvilken effektiv dose (dvs i Sv) vil personen ha mottatt når det har gått 24 timer etter at kaffen ble drukket?

c) Hvilken effektiv dose vil personen ha mottatt etter 1 uke?

d) Vurder sannsynligheten for helseskader for denne personen.

e) Gå ut fra at man unngår helseskader hvis den årlige effektive dosen er mindre en 200 mSv. Beregn en øvre grense for hvor mye Po-210 i gram en dermed kan anse for å være "trygt" å innta.

### Oppgave 2

Utslipp av technetium-99 (Tc-99) fra det Engelske reprosesseringsanlegget i Sellafield var mye framme i media for noen få år tilbake, og det kan i den forbindelse være interessant å se litt på betydningen av disse utslippene for Norge når det gjelder aktivitetsmengder og stråledoser. I følge Statens Strålevern var den høyeste verdien målt for  $^{99}\text{Tc}$  i sjøvann fra Nordsjøen 8.5 Bq/m<sup>3</sup> i 1998.

Vanlig havvann inneholder en del naturlige radioaktive isotoper, kalium-40 (K-40), uran-238 (U-238), og radium-226 (Ra-226). I gjennomsnitt er aktiviteten på ca 12 Bq pr liter havvann. Det aller meste (96%) skyldes kalium-40. Havene inneholder totalt omlag  $1.35 \cdot 10^{18}$  m<sup>3</sup> vann. Den fysiske halveringstiden til Tc-99 er  $2.1 \cdot 10^5$  år. Den fysiske halveringstiden til K-40 er  $1.3 \cdot 10^9$  år.

a) Hvor høy var den målte aktiviteten av technetium-99 sammenliknet med den naturlige aktiviteten til havvannet?

b) Hvor mye K-40 (gitt i kg) er løst i havvannet?

Den kjemiske formen på  $^{99}\text{Tc}$  i miljøet er stort sett  $^{99}\text{TcO}_4^-$ , og dette anrikes bl.a. i tang og skalldyr, særlig hummer. En hummer fra Sunnhordland inneholdt 42 Bq Tc-99 pr. kg utørket kjøtt.

Tc-99 emitterer  $\beta$ - og  $\gamma$ -stråling. Den biologiske halveringstiden for mennesker er på ca 2 døgn.

c) Forklar forskjellen på fysisk og biologisk halveringstid, og kommenter hvilken som er viktigst ved doseberegninger?

d) Hvor lang tid vil det ta før det er igjen mindre enn 1% av Tc-99 i kroppen til en som har spist en anriket hummer?

I følge ICRP vil én Bq Tc-99 spist av en voksen person gi en total energiavsetning på  $4.48 \cdot 10^{-8}$  J.

e) Finn den effektive dosen fra en hummer med aktivitet på 42 Bq/kg, dersom en antar at energiavsetningen spres jevnt utover kroppen, at personens vekt er 70 kg, og at en spiser én kg av den nevnte hummeren.

f) Vil et (svært sultent) lite barn som spiser én kg hummer med aktivitetsnivå på 42 Bq/kg motta den samme stråledosen som den voksne personen ovenfor som spiste én kg? Begrunn svaret.

g) Hvor mye hummer (med aktivitet 42 Bq/kg) må en person på 70 kg spise i løpet av ett år for å få omtrent samme stråledose fra hummer som han/hun får fra naturlig bakgrunnstråling i løpet av ett år?