

Fys 1010 Miljøfysikk Oppgavesett 4

Oppgave 1

Tsjernobylulykken frigjorde en rekke radioaktive isotoper. For Norge var Cs-137 den viktigste isotopen. Den har et desintegrasjonsskjema (decayskjema) som vist i "Stråling og Helse".

Der finner du informasjon om halveringstid, desintegrasjonsveier, stråletype og energi, som du trenger videre i oppgaven. $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Diverse målinger etter ulykken viste at nedfallet av Cs-137 over Norge var totalt på 714-gram.

- a) Hvor mye av det Cs-137 som falt ned over Norge var tilbake 16 år etter? (Fasit: 69%)

Noe Cs-137 kom inn i næringskjedene og vi fant det igjen i matvarer, særlig i kjøtt fra rein og sau som beitet i området med mest nedfall. Når en spiser mat som inneholder Cs-137 vil isotopen fordele seg relativt jevnt til hele kroppen. Hos voksne mennesker er den biologiske halveringstiden blitt estimert til å være ca 3 måneder. Vi regner med at hver desintegrasjon avsetter ca 0.5 MeV til kroppen.

- b) Kan du på grunnlag av desintegrasjonsskjemaet og din kunnskap om β - og γ -stråling forklare hvorfor det er rimelig å anta at hver desintegrasjon som finner sted inne i kroppen avsetter ca 0.5 MeV i kroppen?
- c) Anta at du spiser én middag med kjøtt fra sau som inneholder 1000 Bq/kg. Vi regner vi med at du spiser 200 gram kjøtt, og at du veier 60 kg. Hvilken stråledose gir denne middagen deg? (Fasit: 3 μSv)
- d) Anta at du spiser én slik middag hver uke gjennom hele året. Den dosen du mottar fra disse middagene kommer i tillegg til den naturlige bakgrunnstrålingen som alle eksponeres for. Nevn kildene til bakgrunnstrålingen og angi hvor store dosene er i gjennomsnitt for de som bor i Norge.
- e) Sammenlign ekstradosen fra middagene i d) med årsdosen fra bakgrunnstrålingen og diskuter hvorvidt et slikt sauekjøttinntak burde frarådes.
- f) I Norge er det pr. i dag ikke tillatt å omsette sauekjøtt som inneholder mer enn 600 Bq/kg av Cs-137. Siden den biologiske halveringstiden for sau er ca 3 uker kan en "fore ned" sauer som har et høyere innhold av Cs-137, slik at de når et "akseptabelt" Cs-137 nivå før de slaktes. Dette gjøres som oftest ved å ta sauene ned fra fjellbeitet (hvor mose, gress og lav kan ha relativt høyt Cs-innhold) for deretter å fore dem med fôr som ikke inneholder Cs-137. Hvor lang tid ville det ta å fore ned sauene i oppgaven foran (med en spesifikk aktivitet på 1000 Bq/kg) til et salgbart aktivitetsnivå på 600 Bq/kg? (Fasit: 2.2 uker)

Oppgave 2.

- a) Bestråling av matvarer er en av flere konserveringsmetoder. Hvilke doser benyttes?
- b) Blir bestrålte matvarer radioaktive? Begrunn svaret.
- c) Synes DU at omfanget av matvarebestråling bør økes/reduseres? Begrunn svaret.

(fortsetter neste side)

Oppgave 3.

I en avstand på 1.0 m fra en Cs-137-kilde med aktivitet 1.5 MBq vil doseraten være 0.117 μGy pr. time. Halveringstiden for Cs-137 er 30 år.

- Beregn hvor lang tid det tar før aktiviteten til en kilde på 1.5 MBq er redusert til 0.5 MBq.
(Fasit: 47.55 år)
- Hvorfor kan en for Cs-137 skrive $1 \text{ Gy} = 1 \text{ Sv}$
- Hvor lenge må en oppholde seg i en avstand på 0.75 m fra en Cs-137-kilde med en konstant aktivitet på 1.0 MBq for å motta en dose på 1.0 mSv?
(Fasit: 301.9 dager)

Oppgave 4.

Alle mennesker har noe radioaktivitet i kroppen. I denne oppgaven skal vi konsentrere oss om den naturlige isotopen C-14. Så lenge vi lever er mengden av C-14 konstant, 30-40 Bq pr. kg. Når vi dør avtar dette med en halveringstid på 5730 år.

C-14 sender ut en β -partikkel med maksimal energi på 156 keV. $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

- Hvordan kommer C-14 inn i kroppen?
- Hvilken årlig effektiv stråledose gir C-14, hvis vi antar en aktivitet på 30 Bq/kg?
(Fasit: $8.0 \cdot 10^{-6} \text{ Sv}$)
- Hvor mange C-14 atomer er det pr. kg kroppsmasse? (Fasit: $7.82 \cdot 10^{12}$ atomer)
- For noen år siden ble det funnet en mann i Alpene som en mente hadde ligget der i ca 5000 år. Hvilken aktivitet av C-14 burde en vente å finne hos denne mannen?
(Fasit: 16.4 Bq)
- Hvordan kan det ha seg at konsentrasjon av C-14 i naturen er omtrent den samme i dag som for mange millioner av år siden når halveringstiden er så kort som 5730 år?