

Fys 1010 Miljøfysikk Oppgavesett 11

1. En radiumkilde på 1 gram gir en stråledose på $8,4 \cdot 10^{-3}$ Gy pr time i en avstand på 1,0 meter fra kilden. Radiumhospitalet hadde for mange år siden en kilde på 3 gram radium som ble brukt til behandling. Ved behandling var kilden plassert 10 cm fra svulsten, og stråledosen ble gitt i porsjoner på 2 Gy. Hvor lang var behandlingstiden for å oppnå en dose på 2 Gy?
2. Hva skjer i huden når vi blir brune?
3. Gi en skisse av virkningsspektret for pigmentdannelse.
4. Pyrimidindimerer er et viktig produkt som dannes ved UV-stråling.
 - a) Hva er en pyrimidin-dimer?
 - b) Hvorfor er pyrimidindimerer viktige produkter?
 - c) Hva slags naturlig beskyttelse finnes mot dannelse av pyrimidin-dimerer?
 - d) Hvilke muligheter har mennesker for å reparere slike skader?
5. Hvilke hovedtyper av skader kan oppstå i DNA-molekylet når det utsettes for stråling (uv-stråling og/eller ioniserende stråling)? Hvilke av disse knyttes til ioniserende stråling og hvilke til uv-stråling?
6. Hva er funksjonen til p53-proteinet?
7. På hvilken måte er p53-proteinet knyttet sammen med hudkreft?
8. På hvilken måte kan uv-stråling påvirke p53-proteinet og hvilke konsekvenser vil dette kunne ha?
9. **Svømmetur i Tsjernobylnedfallet** (egnet for søvnløse netter...)

Den viktigste isotop som ble sluppet ut ved Tsjernobylulykken var Cs-137.

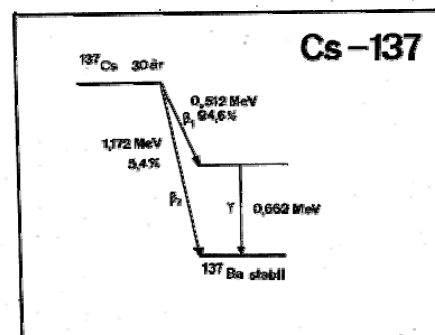
Totalt utslipp av Cs-137 var ca $38\,000\text{ T Bq} = 38 \cdot 10^{15}\text{ Bq}$.

$T_{1/2}$ (Cs-137) = 30 år

Massen til Cs-137 er ca 137 amu.

Avogadros tall $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$.

a) Vis at det ble sluppet ut ca 11, 8 kg Cs-137.



Anta at all Cs-137 faller ned i en forholdsvis liten innsjø, på 10 km x 10 km og 20 meter dyp.

b) Hvor stor stråledose vil en få etter en svømmetur på 10 minutter hvis en ikke drikker noe av vannet?

For å komme fra til stråledosen må det gjøres en del mellomregninger og antagelser. Hvis du følger "trinnene" nedenfor bør du kunne komme i havn.....

b-1) Finn konsentrasjonen (spesifikk aktivitet) av Cs-137 i vannet

Først beregnes dosebidraget fra β -strålingen (deretter fra γ -strålingen). Dose er som kjent gitt som mildere energi absorbert pr masse (dvs kroppsvekt). Du må følgelig finne β -energien som avgis pr desintegrasjon, og hvor mange β -partikler som når kroppen :

b-2) Finn middelenergi fra β -stråling som avgis pr. desintegrasjon ved å bruke decayskjemaet.

b-3) Finn hvor mange β -partiklene som når kroppen i løpet av 10 minutter, når du antar:

- β -partikler med energi på 0,2 MeV har en rekkevidde på ca 1mm i vann.
- Kroppen kan simuleres ved hjelp av en sylinder med høyde 180 cm og diameter 22 cm (volum = $68,4\text{ dm}^3$, tetthet $\approx 1\text{ kg/dm}^3$, dvs vekt $\approx 70\text{ kg}$).
- Kroppen er oppreist og β -partiklene beveger seg kun horisontalt.
- Halvparten av β -partiklene i det 1 mm tykke vannskallet rundt kroppen treffer kroppen (se bort fra topp- og bunnflater ettersom det antas at β -partiklene beveger seg horisontalt).

Du har nå funnet antall β -partikler som antas å nå huden i løpet av de 10 minuttene badeturen varer. Når du kjenner energien til hver av disse β -partiklene, samt hvor mye av denne energien som avsettes i kroppen, og i hvilket volum energien avsettes (husk at β har kort rekkevidde) kan den absorberte dosen beregnes.

- b-4) Finn total β -energi avsatt i kroppen når du antar at β -partiklene taper omlag 50% av sin energi før de treffer huden.**

Da gjenstår det bare å finne massen som denne energien fordeles utover. Ettersom β -strålingen har så kort rekkevidde kan en ikke anta at den fordeles utover hele kroppen (dvs ca 70 kg).

- b-5) Finn massen av huden (hvor energien deponeres) når du antar at β -strålingen ikke trenger dypere inn enn 1,0 mm.**

Du kan anta at tettheten til hud er omtrent det samme som tetthet til vann, dvs $1,0 \text{ g/cm}^3$
Se bort fra topp- og bunnflater ettersom det antas at β -partiklene beveger seg horisontalt.

- b-6) Og da kan du endelig finne den absorberte dosen som skyldes β -stråling fra Cs-137 etter en 10 minutters svømmetur i Tsjernobylutslippet.**

Men, du er ikke ferdig riktig enda; det gjenstår å finne dosebidraget fra γ -strålingen fra Cs-137.

- b-7) Finn midlere γ -energi pr desintegrasjon.**

På samme måte som for β -strålingen må du beregne hvor mange γ -kvanter som når fram til huden.

γ -stråling absorberes forholdsvis bra i vann, men har likvel en langt større rekkvidde enn β -partikler. Halveringstykkelser er ca 10 cm i vann for $\gamma \approx 0,7 \text{ MeV}$. Beregningen av antall fotoner som når fram til kroppen gjøres etappevis.

Det er kun 3 % ($1 / 2^5 = 0,03$) av strålingen som når lenger enn 5 halveringslag dvs 50 cm. Vi antar derfor for enkelthetsskyld at det kun er γ -partikler som er 50 cm eller nærmere kroppen som vil kunne nå fram til kroppen. Vi antar fortsatt at strålingen beveger seg horisontalt, det betyr at alle vannlagene har samme høyde som kroppen, dvs 180 cm.

Vi deler opp (det horisontale) vannlaget på 50 cm i 5 lag:

0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm	40-50 cm
---------	----------	----------	----------	----------

og setter middelavstand i hvert lag til

5 cm	15 cm	25 cm	35 cm	45 cm
------	-------	-------	-------	-------

- b-8) Beregn hvor mye stråling som når fram til huden fra hvert av de 5 lagene ved å bruke**

$$N/N_0 = e^{-\mu \cdot x}$$

x angir middelavstanden i laget.

Husk at absorpsjonskoeffisienten μ kan relateres til halvverdilaget.

- b-9) Beregn volumet til hvert av lagene.**

- b-10) Finn totalt antall fotoner som når kroppen i løpet av 10 minutter** når du antar (på samme måte som for β -strålingen) at bare halvparten av γ -kvantene vil treffe kroppen (den beveger seg i "alle" retninger).

γ -strålingen har langt større rekkevidde enn β -stråling, og du kan derfor anta at strålingen som treffer huden vil gå langt dypere enn bare det ytterste hudlaget.

- b-11) Finn den absorberte dosen når du antar at all γ -strålingen som treffer kroppen deponeres i kroppen og at energien fordeles jevnt gjennom kroppen.**

Nå er du endelig "ved mål" og kan svare på oppgave b):

- b) Hva er den totale dosen fra β -og γ -strålingen?**

Dersom innsjøen var blitt redusert til $1 \times 1 \text{ km}^2$, men med samme dybde, ville stråledosen blitt omlag det samme som et røntgenbilde av brystkassa.

c) Hva er en typisk dose fra et røntgenbilde av brystkassa?

FASIT til regneoppgavene:

1. 47,6 minutter

9b. $1 \mu\text{Sv}$

b-1 19 000 Bq/l

b-2 $0,18 \approx 0,2 \text{ MeV}$

b-3 $7,1 \cdot 10^6$

b-4 $\approx 1,14 \cdot 10^{-7} \text{ J}$

b-5 $0,124 \text{ l} \approx 0,124 \text{ kg}$

b-6 $9,2 \cdot 10^{-7} \text{ J/kg} \approx 1 \mu\text{Gy}$

b-7 0,626 MeV

b-8	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50 cm	Lag
	71%	35%	18%	9%	3%	Andel som kan nå fram

b-9	181	294	407	520	633	Volum i liter
-----	-----	-----	-----	-----	-----	---------------

b-10 $2,1 \cdot 10^9$

b-11 $3,0 \mu\text{Gy}$

9c. 0,3 mGy