

Obligatorisk oppgave i FYS1010 mars 2010. FASIT

Oppgave 1

a) **Matvarebestråling er én av flere metoder for å behandle matvarer. Nevn argumenter for og i mot bestråling av matvarer.**

- + Dreper parasitter, bakterier, mikrober, etc
- + Sterilisering av matvarer for sykehusbruk
- + Forlenge levetid ved reduksjon i spiring, modning, forråtning
- + Redusere matforgiftning
- Mulig bruk av dårligere matvarer
- Mulig reduksjon i vitaminer og næringsinnhold
- Mulig produksjon av skadelige forbindelser
- Unødvendig !

Co-60 har ofte blitt benyttet som strålekilde ved bestråling av matvarer. Co-60 har en halveringstid på 5,27 år og emitterer 2 fotoner på henholdsvis 1,173 MeV og 1,333 MeV pr desintegrasjon. Anta at vi i et vakuums-kammer har en punktførmig Co-60 kilde på $2.00 \cdot 10^{15}$ Bq og at strålingen er uniform i alle retninger. Anta videre at det i en avstand på 1,00 m fra kilden er et sirkulært vindu i vakuums-kammeret og at dette vinduet er plassert vinkelrett på strålegangen, og at vinduet har en diameter på 10.0 cm. Et kjøttstykke på 200 gram dekker hele vinduet. Det skal antas at all γ -stråling som kommer gjennom vinduet absorberes i kjøttstykket. Absorpsjon av γ -strålingen i vindusmaterialet er så liten at vi ser bort fra dette. Vi antar videre at aktiviteten til Co-60 kilden er konstant under hele bestrålingen.

b) **Vis at "strålingsintensiteten" ved vindusglasset tilsvarer ca $1,59 \cdot 10^{14}$ Bq/m².**

Strålingen skal fordele seg utover en kuleflate med radius 1,0 m.
Strålekilden er i vakuums, følgelig er det ingen reduksjon i intensitet før strålingen treffer vinduet.

Areal av kuleskall = $4 \cdot \pi \cdot r^2 = 4 \cdot \pi \cdot (1,0 \text{ m})^2 = 12,566 \text{ m}^2 \approx 12,57 \text{ m}^2$
Strålingen fordeles utover og strålingsintensiteten ved kuleskallet blir
 $I = 2.00 \cdot 10^{15} \text{ Bq} / 12,566 \text{ m}^2 = 1,59 \cdot 10^{14} \text{ Bq/m}^2 \approx 1,59 \cdot 10^{14} \text{ Bq/m}^2$.

c) **Beregn den absorberte dosen i kjøttstykket etter 15 minutters bestrålingstid?**

Finner først andelen av strålingen som treffer vinduet:

Areal av vindu = $\pi \cdot r^2 = \pi \cdot (0,05 \text{ m})^2 = 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
Andel stråling som treffer vinduet = $1,59 \cdot 10^{14} \text{ Bq/m}^2 \cdot 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 1,25 \cdot 10^{12} \text{ Bq}$
Energiavgivelse pr Bq, dvs pr desintegrasjon: $E = (1,173 + 1,333) \text{ MeV} = 2,506 \text{ MeV}$

Strålingen fra en kilde på $1,25 \cdot 10^{12}$ Bq blir således:

$2,506 \text{ MeV} \cdot 1,25 \cdot 10^{12} \text{ Bq} = 3,13 \cdot 10^{12} \text{ MeV/s}$

Dose = absorbert energi / masse

Absorbert energi = intensitet \cdot tid = $3,13 \cdot 10^{12} \text{ MeV/s} \cdot (15 \cdot 60) \text{ sek} = 2,82 \cdot 10^{15} \text{ MeV}$

Gjør om energien til Joule:

Absorbert energi = $2,82 \cdot 10^{21} \text{ eV} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV} = 451,2 \text{ J}$

Dose = $451,2 \text{ J} / 0,2 \text{ kg} \approx 2,26 \text{ kGy}$

d) **Er denne dosen tilstrekkelig? Begrunn svaret.**

Generelt sett nei. De fleste bakterier, mikrober, parasitter, etc krever doser godt over 1 kGy for å bli eliminert.

e) Vil en person som spiser det bestrålte kjøttstykket få en ekstra stråledose som følge av dette måltidet? Begrunn svaret.

NEI! Matvarene blir ikke radioaktive ved bestråling, følgelig vil ikke den som spiser den bestrålte matvaren få i seg noen ekstra radioaktive isotoper, og følgelig heller ikke motta noen ekstra stråledose.

f) Hvorfor benyttes γ -stråling og ikke α -, β - eller nøytroner til bestråling av matvarer?

Hverken α eller β har tilstrekkelig rekkevidde. Bestråling med nøytroner vil gi innfangning av nøytroner, hvilket igjen kan føre til nøytronaktivisering, dvs dannelse av nye isotoper. Dersom disse er radioaktive vil det induseres radioaktivitet i maten og det er **ikke** ønskelig.

g) γ -stråling vekselvirker med materie via ulike vekselvirkningsmekanismer. Hvilke vekselvirkningsmekanisme(r) vil være viktigst for γ -strålingen fra Co-60 kilden?

Co-60 kilden avgir γ -stråling med en snittenergi på 1,25 MeV. I dette energiområdet er det Compton effekt som er den dominerende vekselvirkningsmekanismen. Pardannelse kan også forekomme i noen få tilfeller ettersom γ -strålingen har energi på over 1,022 MeV (2·0,511 MeV).

h) Hvilken doserate ville kjøttstykket bestråles med dersom vinduet med kjøttstykket var plassert 3,00 m fra Co-60 kilden?

Doseraten 1,0 m fra kilden: $2,26 \text{ kGy} / 15 \text{ min} \approx 150,67 \text{ Gy/min}$

Doserate 3,0 m fra kilden: $150,67 \text{ Gy/min} \cdot (1,0 \text{ m} / 3,0 \text{ m})^2 \approx$
 $\approx 16,7 \text{ Gy/min} \approx 1,00 \text{ kGy/hr} \approx 0,28 \text{ Gy/sek}$

i) Co-60 emitterer også β -stråling. Hvilken effekt har dette på kjøttstykket? Begrunn svaret.

β -stråling har svært kort rekkevidde og vil uansett ikke trenge langt inn i kjøttstykket. Dessuten vil vindusmaterialet effektivt stanse elektronene.