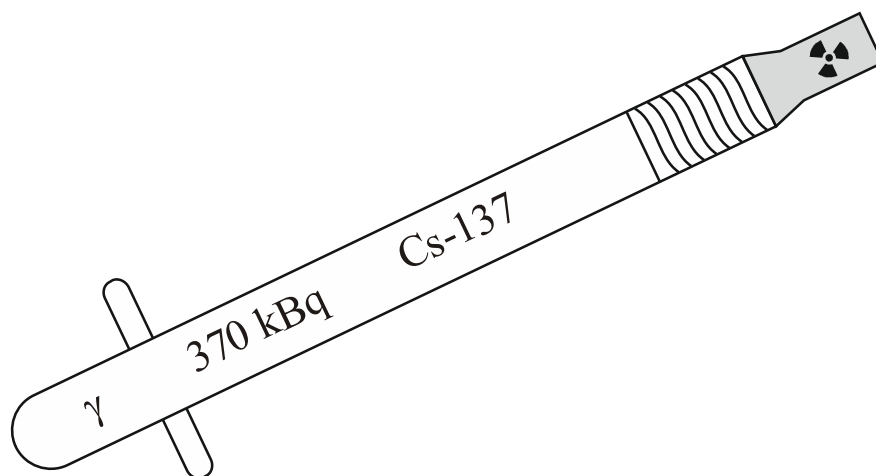
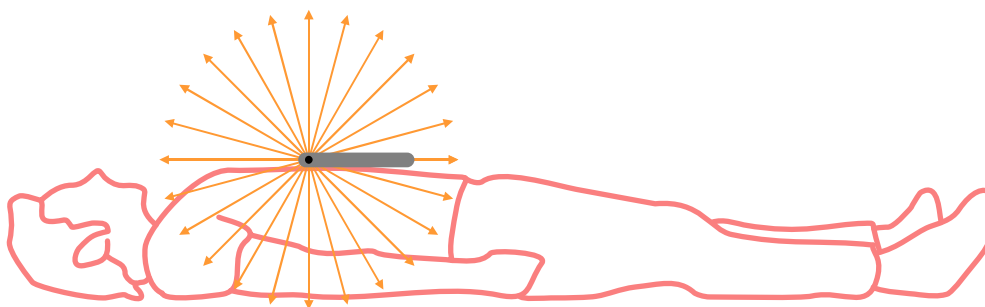


Beregninger på en radioaktiv skolekilde

I det følgende skal du foretage nogle beregninger på en radioaktiv Cs-137 kilde, som er velkendt i det danske gymnasium. Den betegnes også ofte en ”skolekilde”.



Undervejs i beregningerne skal henfaldsloven, dosimetri, lov for absorption af gammastråling, Afstandskvadratloven og almindelig købsmandsregning benyttes. Det kan eventuelt findes i min egen note *Kernefysik*. På den måde kan den bruges til at sætte meget af indholdet i emnet Kernefysik i perspektiv. Den overordnede opgave er at bestemme, hvor stor en dosis radioaktiv stråling, som en person modtager i løbet af en dag, når man antager, at denne går rundt med kilden i lommen, så den ligger tæt ind til kroppen, eller på maven, som vist herunder.



a) Forklar hvorfor meget præcist halvdelen af de sendte γ -fotoner rammer personen.

Af de fotoner, som rammer personen, vil nogle passere lige igennem uden at vekselvirke med legemets atomer, andre vil absorberes og forårsage skadelige ioniseringer.

b) Nævn de tre absorptionsprocesser, der kan foregå.

c) Forklar begrebet *halveringstykkel*. Hvad afhænger den af?

Man kan som en god model antage, at legemets absorberende virkning er som vand, altså at stoffets halveringstykkelser er på ca. 8,5 cm for gammafotoner med en energi på 662 keV. Se eventuelt figuren på side 31 i min tidligere nævnte note!

- d) Lad os antage, at personens tykkelse er 30 cm. Hvor stor en del af den stråling, som rammer personen med retning lige igennem personen (ikke skrå retning), bliver da absorberet?

Mange af fotonerne har dog en retning, som er ”skrå”, hvilket bevirker, at de skal tilbagelægge en noget længere vej end de 30 cm for at slippe igennem personen. Den brøkdel af strålingen, som absorberes, er derfor større end den værdi, som er udregnet i d). Faktisk vil langt det meste af den stråling, der rammer personen, blive absorberet. For en nemheds skyld siger vi, at det er 100%. Dette sammenholdt med a) betyder, at halvdelen af al den energi, der udsendes fra kilden, vil blive absorberet i personen. For at finde ud af, hvor meget energi E_{udsendt} kilden udsender på 1 dag, må vi vide, hvor mange partikler, der henfalder pr. sek. (netop *aktiviteten* A) samt energien af en gammafoton – i dette tilfælde 662 keV. Aktiviteten $A = 370 \text{ kBq} \approx 370.000 \text{ Bq}$ er i dette tilfælde angivet direkte på skolekilden: Der henfalder altså 370.000 kerner pr. sekund! Husk, at halveringstiden for Cæsium-137 er lang, så vi kan antage, at aktiviteten er konstant!

- e) Bestem, hvor meget energi E_{abs} i Joules, som absorberes i personen på 1 dag.

Den *absorberede dosis* er kort sagt den energi, der absorberes pr. kg. af det bestrålede stof. Idet vi antager, at hele legemet bliver ramt af strålingen, og at personen vejer $m = 60 \text{ kg}$, kan man udregne den absorberede dosis $D = E_{\text{abs}}/m$. Enheden er i Gray: Gy = J/kg.

- f) Bestem den absorberede dosis på én dag.

For at bestemme *ækvivalent dosis* vægtes med strålingens *kvalitetsfaktor*, som for strålingstyperne α -, β - og γ -stråling er henholdsvis 20, 1 og 1. For neutronstråling er den i øvrigt 10! Enheden for dosisækvivalent er Sievert: Sv = J/kg.

- g) Bestem ækvivalentdosen på én dag.

Ekstra (Svære)

Bestem massen af det radioaktive stof Cs-137 i skolekilden?

Hjælp: Argumenter først for, at der automatisk må indfinde sig en ligevægt, hvor Ba* kerner skabes lige så hurtigt, som de henfalder. Udnyt derefter oplysningen om, at 92% af β -henfaldene fra Cs-137 henfalder til den exciterede tilstand (se evt. side 21 i min note) til at bestemme aktiviteten af Cs-137. Herefter kan massebestemmelsen foregå, som beskrevet i afsnit 8 i min note)