

Basale dosimetrie

2026

Coördinerend stralingsdeskundige (CD)

Jenny Siegersma, klinisch fysicus & stralingsbescherming deskundige



Basale dosimetrie

- Tot nu toe: kernfysica en wisselwerking
- Maar wat als dit in een mens gebeurt?
- Aan het eind van de ochtend: kunnen jullie uitrekenen hoeveel equivalente dosis op organen en effectieve dosis op het hele lichaam is gekomen



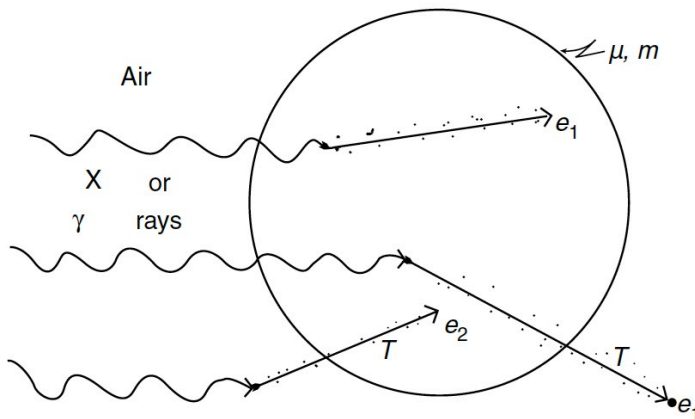
Onderwerpen

- Expositie
- Kerma
- Geabsorbeerde dosis
- Equivalente dosis
- Effectieve dosis



Exposie

- Exposie: de hoeveelheid lading die de fotonen vrijmaken in lucht
- Alléén voor ongeladen deeltjes (fotonen & neutronen)



$$X = \frac{\Delta Q}{\Delta m}$$

X = exposie (C/kg)
Q = lading (C)
M = massa lucht (kg)

Exposie – handige feitjes

- 1 elektron heeft een lading van $1,6 \times 10^{-19}$ C
- Een lading van 1 C geeft:

- $\frac{1}{1,6 \times 10^{-19}} = 6,25 \times 10^{18}$ elektronen

- Let wel: $1\text{A} = 1\text{C/s}$

- $\rightarrow 1\text{As} = 1\text{C}$

- $\rightarrow 1\text{mA} \cdot \text{s} = 1\text{mC}$

$$X = \frac{\Delta Q}{\Delta m}$$

X = exposie (C/kg)

Q = lading (C)

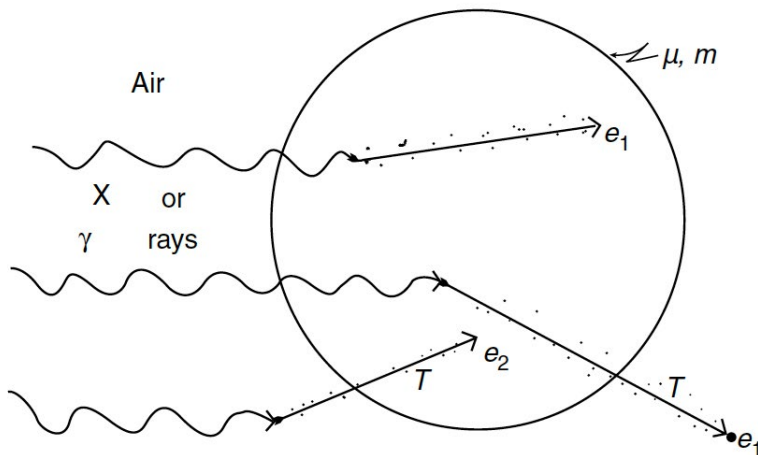
M = massa lucht (kg)

- Ouderwetse eenheid: röntgen, R ($2,58 \times 10^{-4}$ C/kg)



Kerma (Kinetic Energy Relaxed in Mass)

- De kinetische energie van de geladen deeltjes die vrijgemaakt zijn door fotonen (of neutronen)
- Alléén voor ongeladen deeltjes (fotonen & neutronen)



$$K_{air} \times (1 - g) = X \times \frac{W}{e}$$

K_{air} = kerma in lucht (J/kg)

X = exposie (C/kg)

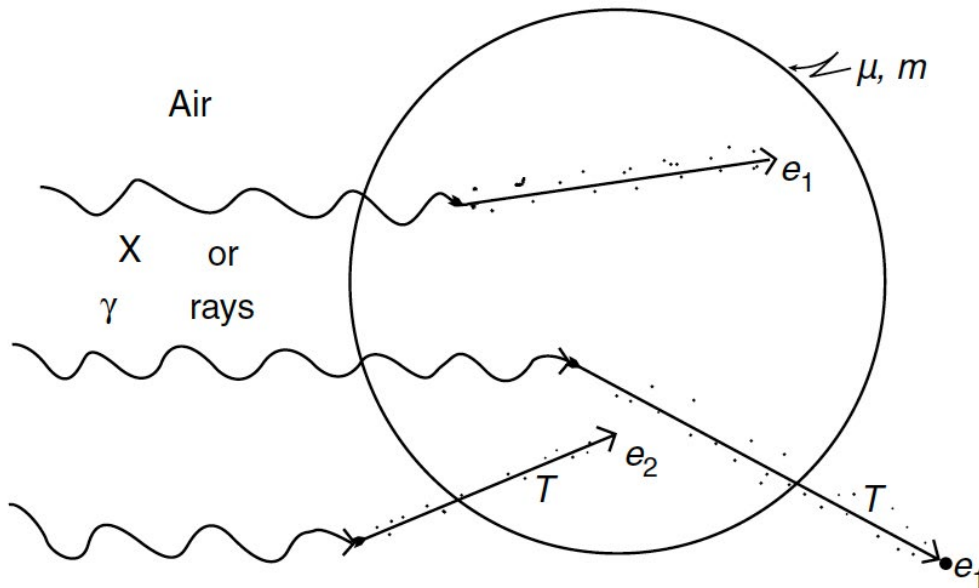
$\frac{W}{e}$ = quotiënt van de gemiddelde energie nodig

voor de vorming van 1 ionenpaar in lucht en
een elementair lading (= 33,97 J/C $\rightarrow$ $\approx$ 34 eV)

-g = fractie van de kinetische energie van de geladen
deeltjes omgezet in remstraling



Exposie en Kerma



- De twee elektronen e_1 dragen bij aan de kerma en exposie. Die ontstaan in het volume.
- Elektron e_2 ontstaat buiten het volume. Die draagt niet bij aan de kerma en exposie

Geabsorbeerde dosis

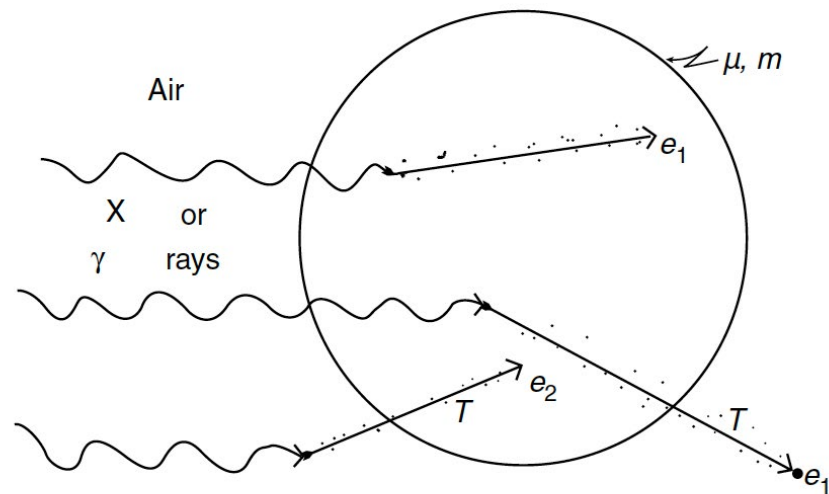
- De geabsorbeerde energie (J) per eenheid van massa (kg):

$$D = \frac{\Delta E}{\Delta m}$$

D = geabsorbeerde dosis (J/kg, oftewel Gy)

ΔE = de geabsorbeerde energie van de elektronen (J)

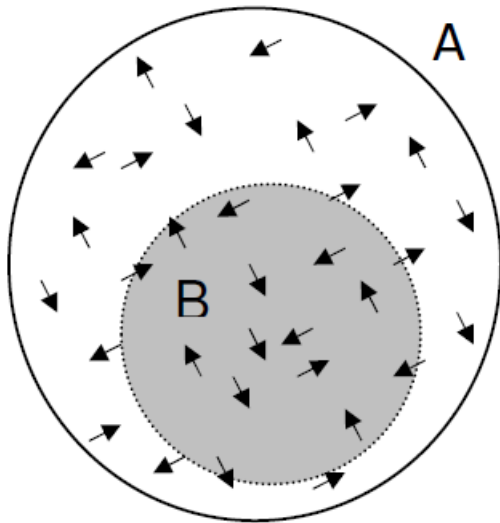
Δm = de massa (kg)



Tussendoor: elektronenevenwicht

Hierbij gaan er evenveel elektronen in als uit het meetvolume

Als er elektronenevenwicht heerst in de aangestraalde materie dan is de geabsorbeerde dosis gelijk aan de kerma



$$D = K \times (1 - g)$$

g = de fractie van de elektronenenergie die omgezet wordt in remstraling (en dus ‘verdwijnt’)

Verzwakking en absorptie

- Als je niet weet welk deel verdwijnt door remstraling:
- verzwakkingcoëfficiënten omschrijven welk deel van de energie opgenomen wordt.
- Massieke verzwakkingcoëfficiënt $\frac{\mu}{\rho}$
- Massieke energieoverdrachtcoëfficiënt $\frac{\mu_{tr}}{\rho}$
- Massieke energieabsorptiecoëfficiënt $\frac{\mu_{en}}{\rho}$



Verzwakking en absorptie

- $\frac{\mu}{\rho}$ - Bepaald de transmissie
- $\frac{\mu_{tr}}{\rho}$ - Gebruik je bij kerma
- $\frac{\mu_{en}}{\rho}$ - Gebruik je voor geabsorbeerde dosis

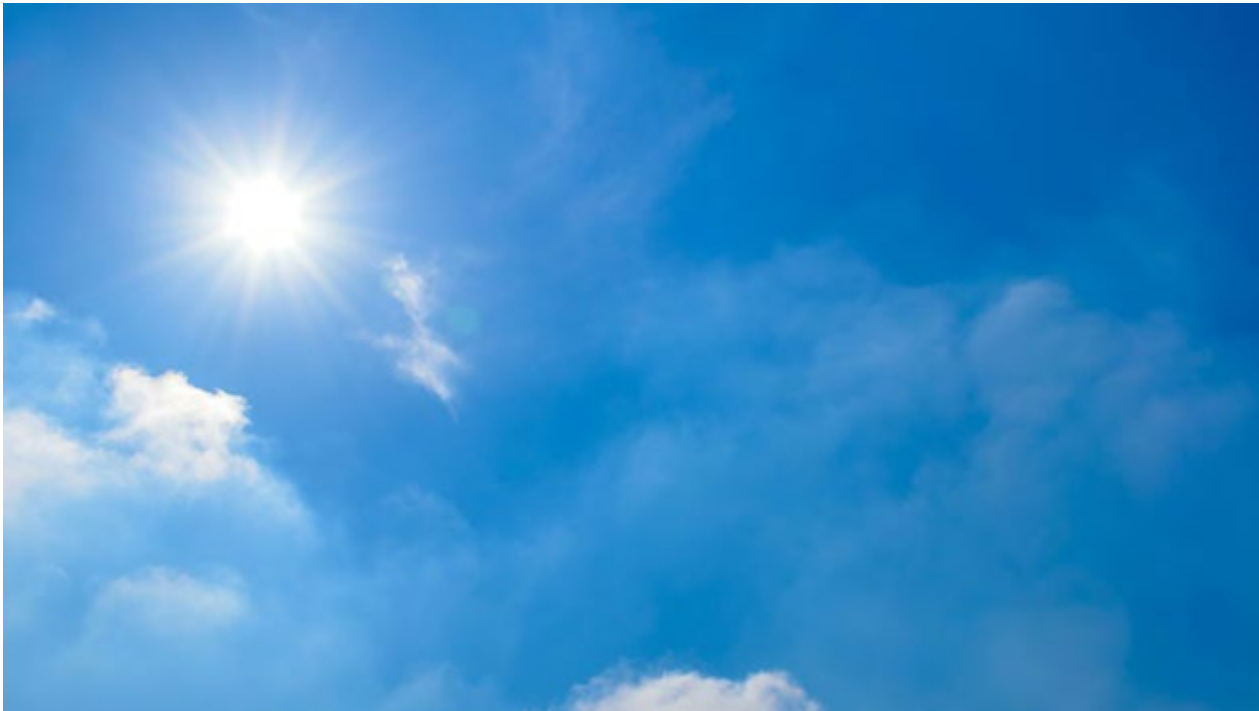
Als je de kerma weet, maar
–g niet, dan kan je de
geabsorbeerde dosis bepalen
met:

$$D_{lucht} = K_{lucht} \cdot \frac{\left(\frac{\mu_{en}}{\rho}\right)_{lucht}}{\left(\frac{\mu_{tr}}{\rho}\right)_{lucht}}$$



Tot nu toe: alleen in lucht

- Maar hoe zit dat in andere materialen dan lucht?

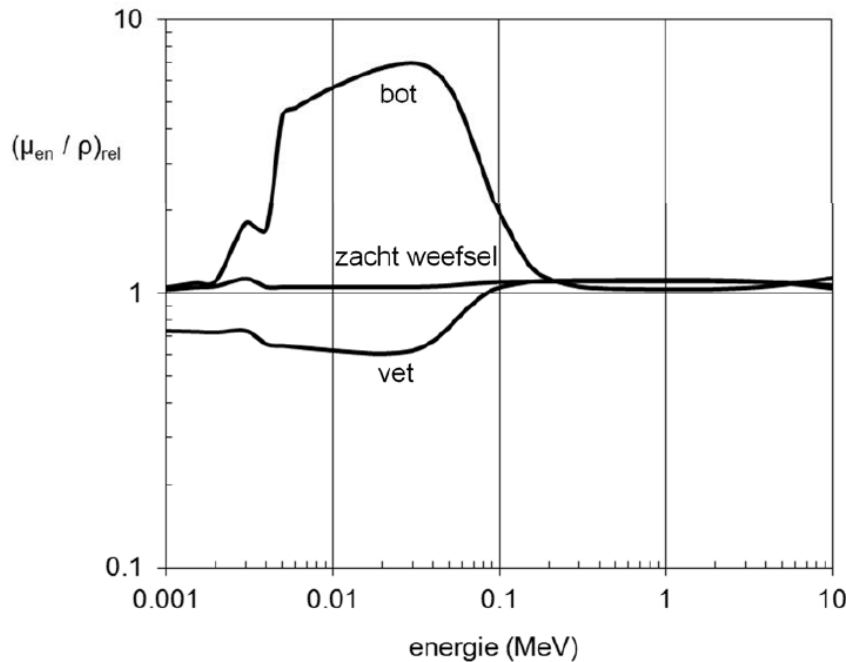


Massieke verzwakking-, energieoverdracht- en energieabsorptiecoëfficiënt voor enkele materialen voor een fotonenergie van 0,5 MeV

<i>materiaal</i>	μ/ρ	μ_{tr}/ρ	μ_{en}/ρ
water	0,0966	0,0330	0,0330
spier	0,0958	0,0328	0,0328
bot	0,0926	0,0317	0,0317
lucht	0,0868	0,0296	0,0296
lood	0,0886	0,0503	0,0481



Dosis in ander materiaal dan lucht



$$K_m = \frac{\left(\frac{\mu_{tr}}{\rho}\right)_m}{\left(\frac{\mu_{tr}}{\rho}\right)_l} \times K_l$$

$$\frac{D_m}{D_l} = \frac{\left(\frac{\mu_{en}}{\rho}\right)_m}{\left(\frac{\mu_{en}}{\rho}\right)_l}$$

Massieke energieabsorptiecoëfficiënt : $\frac{\mu_{en}}{\rho}$ (in $cm^2 g^{-1}$)

- Tot 150-200 keV is er verschil door het verschil in $\frac{\mu_{en}}{\rho}$ in de materialen
- Boven de 200 keV tot 10 MeV is deze vrijwel gelijk o.a. door overheersing comptonproces
- Boven de 10 MeV speelt de paarvorming een grotere rol
- Haal je uit een tabel

Fysische grootheden



- Expositie: de hoeveelheid lading die de fotonen (of neutronen) vrijmaken in lucht
- Kerma: de kinetische energie van de geladen deeltjes die vrijgemaakt zijn door fotonen (of neutronen)
- Geabsorbeerde dosis: de geabsorbeerde energie (J) per eenheid van massa

Maar hoe schadelijk is het nu eigenlijk???



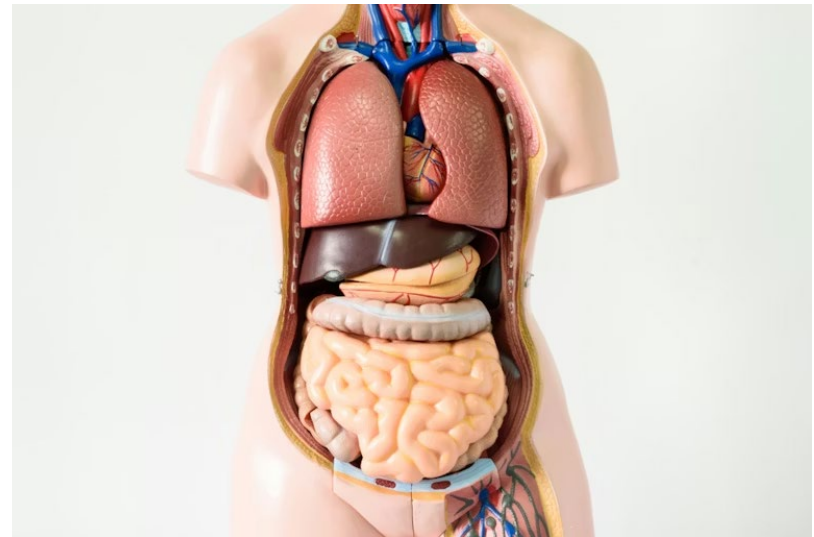
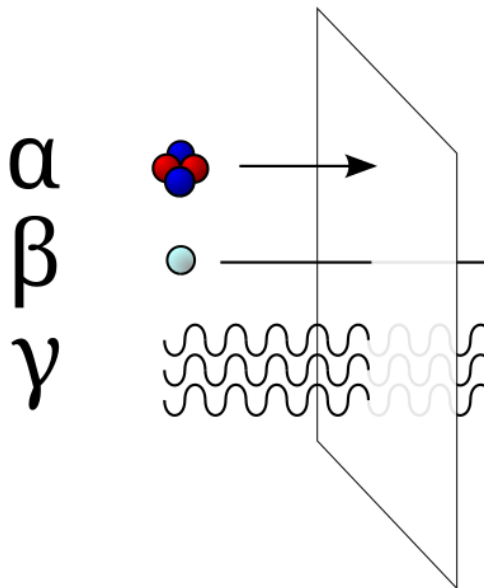
Fysische grootheden

- Expositie, kerma en de geabsorbeerde dosis zeggen niets over het effect, de schadelijke gevolgen, van de straling.
- -> volgende stap: meenemen hoe schadelijk bepaalde straling is voor weefsels



Effect van blootstelling

- Voor het bepalen van het effect van de blootstelling van belang:
 - Wat voor straling betreft het?
 - Welk orgaan betreft het?



Equivalente dosis

- Equivalente dosis is een maat voor het risico op kansgebonden effecten als gevolg van blootstelling aan ioniserende straling.
- Deze neemt de schadelijkheid van het soort straling mee

$$H = w_R \times D$$

H = equivalente dosis (Sv, oftewel J/kg)

w_R = weegfactor voor soort straling

D = geabsorbeerde dosis (Gy, oftewel J/kg)



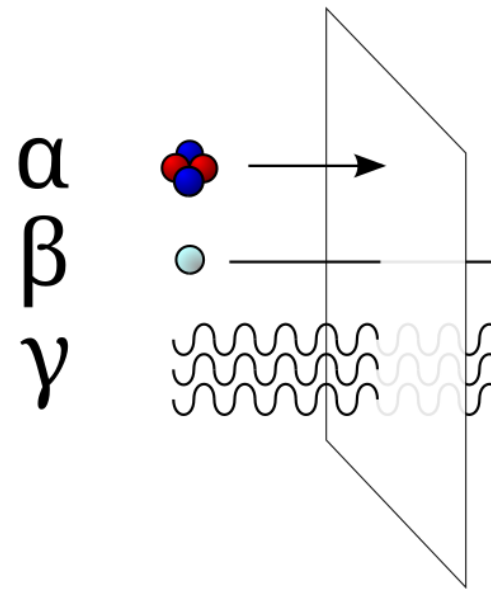
Stralingsweegfactor

Soort straling	W_R
Alfa	20
Bèta	1
Gamma	1
Röntgenstraling	1
Protonen	2-5*
Neutronen	2,5-20



Equivalente dosis

Als stralingsveld uit verschillende stralingssoorten bestaat, dan wordt de totale equivalente dosis gevonden door sommatie.



$$H = w_R \times D$$

H = equivalente dosis (Sv, oftewel J/kg)

w_R = weegfactor voor soort straling

D = geabsorbeerde dosis

Equivalente dosis

- Equivalente dosis zegt wat over hoe veel schade er aangericht kan worden.
- Gebruiken we om te bepalen of we schade verwachten.
 - Vergelijken met een drempeldosis voor schade



Equivalente dosis – praktijkvoorbeeld CT-stroke

- Om te bepalen of iemand een hersenbloeding heeft krijgt deze een speciale CT waarbij de ogen een equivalente dosis oplopen van 175 mGy.
- Heeft deze patient kans op cataract?
- Drempeldosis cataract: 500 mGy (ICRP 103)
- → equivalente dosis is onder de drempeldosis. Er zal geen cataract ontstaan dankzij deze ene CT.



Equivalente dosis

- Equivalente dosis zegt wat over hoe veel schade er aangericht kan worden.
- Gebruiken we om te bepalen of we schade verwachten op het orgaan.
 - Vergelijken met een drempeldosis voor schade
- Maar wat is dan de kans op kanker??



Effectieve dosis (Sv)

- Effectieve dosis is de schade die in heel het lichaam is ontstaan
- Dosis voor het gehele lichaam (risicogetal)
- Deze geeft aan hoe groot de kans is dat iemand komt te overlijden door een stralingsgeïnduceerde tumor.
- 5% per 1 Sv



Effectieve dosis (Sv)

- Afhankelijk van:
 - Equivalente dosis (op een beperkt gebied)
 - Weefselweegfactoren W_T (volgende dia)
- Voor het hele lichaam geldt: $W_T = 1$



Effectieve dosis

$$E = H \times w_T$$

E = effectieve dosis (Sv, oftewel J/kg)

H = equivalente dosis (Sv, oftewel J/kg)

w_T = weefselweegfactor voor soort straling

Weefselweegfactoren (ICRP 103)

<i>orgaan</i>	<i>w_T</i>
borstweefsel	0,12
dikke darm	0,12
longen	0,12
maag	0,12
rood beenmerg	0,12
gonaden	0,08
blaas	0,04
lever	0,04
schildklier	0,04
slokdarm	0,04
botoppervlak	0,01
hersenen	0,01
huid	0,01
speekselklieren	0,01
<i>restgroep</i>	0,12



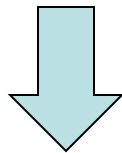
Effectieve dosis

- Lokale equivalente dosis omgerekend naar het gehele lichaam
- Samengestelde grootte rekening houdend met:
 - Effectiviteit van de straling
 - Stralingsgevoeligheid van het orgaan



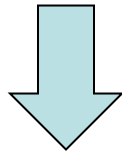
Samengevat

- Geabsorbeerde dosis (in Gy)



w_R

- Equivalente dosis H (in Sv)



w_T

- Effectieve dosis E (in Sv)

Voorbeeld 1

X-thorax (röntgenfoto van de longen)

- De longen, borsten en de schildklier ontvangen alle een dosis van 0,5 mGy
 - Longen/thorax en borsten $w_T = 0,12$
 - Schildklier $w_T = 0,04$
- Weegfactor röntgenstraling: $w_R = 1$



Hoeveel bedraagt de equivalente dosis (H) voor deze X-thorax?

a) 1,5 mGy

b) 0,5 mGy

c) 0,5 mSv

d) 0,14 mSv

X-thorax (röntgenfoto van de longen)

• De longen, borsten en de schildklier ontvangen alle een dosis van 0,5 mGy

○ Longen/thorax en borsten $w_T = 0,12$

○ Schildklier $w_T = 0,04$

• Weegfactor röntgenstraling: $w_R = 1$



Voorbeelden correct taalgebruik

- Wat wordt bedoeld met:
 - een dosis van 2 Sv op de schildklier?
 - Een **effectieve dosis** van 2 Sv t.g.v. een ontvangen schildklierdosis?



Correct taalgebruik

- Een geabsorbeerde dosis van 2 Gy?
of
- Een equivalente dosis van 2 Sv?

- Bij een W_T van 0,04 voor de schildklier geldt in beide gevallen dat de effectieve dosis $E = 0,08 \text{ Sv}$



Correct taalgebruik

- Een effectieve dosis van 2 Sv t.g.v. de ontvangen schildklierdosis ($w_T = 0,04$)

In dit geval wordt bedoeld dat het risico c.q. de schade voor het hele lichaam 2 Sv bedraagt

Vraag: hoe hoog zijn de equivalente dosis en de geabsorbeerde dosis in dit geval?

50 Sv c.q. 50 Gy bij een W_R van 1



Kopje koffie/thee!

- Vervolgens:
- Maken en bespreken van vraagstukken over de zojuist behandelde stof uit de basale dosimetrie



Vraag 1

- Voor de vorming van een ion in lucht is gemiddeld een energie van 33,7 eV nodig.

Toon door berekening aan dat een exposie van 1R overeenkomt met een geabsorbeerde dosis van 8,695 mGy in lucht.



Aantonen → 1 R $\cong$ 8,695 mGy

- Voor de geabsorbeerde dosis hebben we de geabsorbeerde energie van de elektronen nodig.

$$D = \frac{\Delta E}{\Delta m}$$

- Stap 1: omrekenen van R naar C
- Stap 2: met hoeveel ionen komt dit overeen?
- Stap 3: hoeveel geabsorbeerde energie?
- Stap 4: omrekenen van eV/kg naar J/kg
- Stap 5: omzetten van J/kg naar mGy



Aantonen $\rightarrow$ $1 \text{ R} \cong 8,695 \text{ mGy}$

- Stap 1: omrekenen van R naar C:
 - $1 \text{ R} = 2,58 * 10^{-4} \text{ C kg}^{-1}$
- Hoeveel ionen zijn dat per kg? 1 ion heeft een lading van $1,6 * 10^{-19} \text{ C}$

- $$\frac{2,58 * 10^{-4} \text{ C kg}^{-1}}{1,6 * 10^{-19} \text{ C}} = 1,6125 * 10^{15} \text{ ionen per kg}$$



Aantonen $\rightarrow$ $1 \text{ R} \cong 8,695 \text{ mGy}$

- Hoeveel geabsorbeerde energie hebben we dan? Voor het vormen van 1 ionenpaar is een energie nodig van $33,7 \text{ eV}$ ($1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$)

➤ Aantal eV: $1,6125 \times 10^{15} \text{ e/kg} \times 33,7 \text{ eV/e}$
 $= 5,434 \times 10^{16} \text{ eV/kg}$

➤ eV omrekenen naar J: ($1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$)
 $E_{\text{J/kg}} = 5,434 \times 10^{16} \text{ eV/kg} \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ J eV}^{-1} =$
 $0,008695 \text{ J/kg}$

$0,008695 \text{ J/kg} = 8,695 \text{ mGy}$



Vraag 2

- In een ionisatiekamer met een volume van 500 ml lucht loopt een ionisatiestroom van 10 pA. De dichtheid van lucht bij kamertemperatuur is $0,0012 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
 - a) Bereken het exposietempo in $\text{R} \cdot \text{h}^{-1}$, waarbij 1 R overeenkomt met $2,58 \times 10^{-4} \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1}$



Vraag 2 a uitwerking

$$X = \frac{\Delta Q}{\Delta m}$$

X = exposie (C/kg)

Q = lading (C)

M = massa lucht (kg)

Om de exposie uit te rekenen heb je de lading nodig. Voor exposietempo heb je de lading per tijd nodig.

- Lading per tijd $Q = 10 \text{ pA} = 10 * 10^{-12} \text{ C s}^{-1}$

Je hebt ook de massa nodig:

- $m = 500 \text{ ml} * 0,0012 \text{ g cm}^{-3} = 0,6 \text{ g} = 0,6 * 10^{-3} \text{ kg}$



Vraag 2 a uitwerking

Exposietempo is dan:

$$- X = \frac{\Delta Q}{\Delta m} = \frac{10 * 10^{-12} \text{ C s}^{-1}}{0,6 * 10^{-3} \text{ kg}} = 1,667 * 10^{-8} \frac{\text{C s}^{-1}}{\text{kg}}$$

Omrekenen naar R/h:

$$- \frac{1,667 * 10^{-8} \frac{\text{C s}^{-1}}{\text{kg}}}{2,58 * 10^{-4} \text{ C kg}^{-1} \text{ per R}} = 6,46 * 10^{-5} \text{ R s}^{-1} = 0,23 \text{ R h}^{-1}$$



Vraag 2

- In een ionisatiekamer met een volume van 500 ml lucht loopt een ionisatiestroom van 10 pA. De dichtheid van lucht bij kamertemperatuur is $0,0012 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
 - b) Bereken het geabsorbeerde dosistempo; ga er vanuit dat de gehele ionisatiekamer gelijkmatig is bestraald



Vraag 2 b uitwerking

$$D = \frac{\Delta E}{\Delta m}$$

- Voor de geabsorbeerde dosis heb je de energie nodig en de massa.
- Voor de energie heb je het aantal vrijgemaakte ionen nodig
- Lading per tijd $Q = 10 \text{ pA} = 10 * 10^{-12} \text{ C s}^{-1}$
- Ionen per tijd: $\frac{10 * 10^{-12} \text{ C s}^{-1}}{1,6 * 10^{-19} \text{ C}} = 6,25 * 10^7 \text{ s}^{-1}$



Vraag 2 b uitwerking

- Uit vraag 1: ionisatie-energie voor lucht = 33,7 eV (of gebruik tabel 7.1: 34 eV)
- Energie per tijd:
 - $6,25 * 10^7 \text{ s}^{-1} * 33,7 \text{ eV} * 1,6 * 10^{-19} \text{ J eV}^{-1}$
 $= 3,37 * 10^{-10} \text{ J s}^{-1}$
- Massa:
 - $m = 500 \text{ ml} * 0,0012 \text{ g m}^{-1} = 0,6 \text{ g} = 0,6 * 10^{-3} \text{ kg}$



Vraag 2 b uitwerking

$$D = \frac{\Delta E}{\Delta m} = \frac{3,37 * 10^{-10} \text{J s}^{-1}}{0,6 * 10^{-3} \text{kg}} = 5,62 * 10^{-7} \text{Gy s}^{-1}$$
$$= 2,0 \text{ mGy h}^{-1}$$



Vraag 2 a en b samenvoegen:

- $0,646 \times 10^{-4} \text{ R s}^{-1}$ (opdracht 2a) komt overeen met de $5,62 \times 10^{-7} \text{ Gy s}^{-1}$ uit 2b
- Dus $1\text{R} = \frac{5,62 \times 10^{-7} \text{ Gy s}^{-1}}{0,646 \times 10^{-4} \text{ R s}^{-1}} = 8,7 \text{ mGy}$
- Dit klopt met omrekeningsfactor 7.3 uit het boek!



Vraag 3

- In de opgave staat R voor röntgen en A voor ampère. Gegeven zijn de omrekeningsfactoren:
- $1 \text{ R} \rightarrow 2,58 \times 10^{-4} \text{ C kg}^{-1}$ $1 \text{ R} \rightarrow 8,695 \text{ mGy}$
 $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$ (= 37 miljard)
 - a) druk $1 \text{ R m}^2 \text{ Ci}^{-1} \text{ h}^{-1}$ uit in $\text{Sv m}^2 \text{ Bq}^{-1} \text{ h}^{-1}$
 - b) druk $1 \text{ Sv m}^2 \text{ Bq}^{-1} \text{ h}^{-1}$ uit in $\text{A m}^2 \text{ Bq}^{-1} \text{ kg}^{-1}$

(en: Staat niet in het vraagstuk, maar ga uit van rontgenstraling)



druk $1 \text{ R m}^2 \text{ Ci}^{-1} \text{ h}^{-1}$ uit in $\text{Sv m}^2 \text{ Bq}^{-1} \text{ h}^{-1}$

- Welke eenheden zijn al gelijk?
 - $1 \text{ R m}^2 \text{ Ci}^{-1} \text{ h}^{-1}$
 - $\text{Sv m}^2 \text{ Bq}^{-1} \text{ h}^{-1}$
- Dus we moeten R omzetten naar Sv
- En Ci naar Bq



druk $1 \text{ R m}^2 \text{ Ci}^{-1} \text{ h}^{-1}$ uit in $\text{Sv m}^2 \text{ Bq}^{-1} \text{ h}^{-1}$

- R omzetten naar Sv:
- Dit gaat in twee stappen:
 - Stap 1: van R naar Gy
 - $1 \text{ R} \approx 8,695 \text{ mGy} = 0,008695 \text{ Gy}$
 - Stap 2: omrekenen van exopsie naar equivalente dosis
 - Omdat het rontgenstraling betreft: $w_R = 1$. Hieruit volgt: $1 \text{ Gy} = 1 \text{ Sv}$
 - $0,008695 \text{ Gy} = 0,008695 \text{ Sv}$



druk $1 \text{ R m}^2 \text{ Ci}^{-1} \text{ h}^{-1}$ uit in $\text{Sv m}^2 \text{ Bq}^{-1} \text{ h}^{-1}$

- $1 \text{ R} = 0,008695 \text{ Gy} = 0,008695 \text{ Sv}$
 - $1 \text{ R m}^2 \text{ Ci}^{-1} \text{ h}^{-1} = 0,008695 \text{ Sv m}^2 \text{ Ci}^{-1} \text{ h}^{-1}$
- Nu Ci nog omzetten in Bq:
 - $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$
 - Let op: Ci staat onder de streep (Ci^{-1}), dus je moet ook onder de streep omrekenen:
 - $$\frac{0,008695 \text{ Sv m}^2 \text{ Ci}^{-1} \text{ h}^{-1}}{3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}} =$$

$$2,35 * 10^{-13} \text{ Sv m}^2 \text{ Bq}^{-1} \text{ h}^{-1}$$



druk 1 Sv m² Bq⁻¹ h⁻¹ uit in A m² Bq⁻¹ kg⁻¹

- Hierbij moeten we van 1 Sv h⁻¹ naar A kg⁻¹
- Hier goed nadenken over de eenheden:
 - $1 \text{ A} = 1 \frac{\text{C}}{\text{s}}$
 - $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$
 - $1 \text{ Sv} = 1 \text{ Gy}$ (vanwege fotonen)
 - $1 \text{ Gy} = \frac{1}{0,008695} \text{ R}$
 - $1 \text{ R} = 2,58 * 10^{-4} \frac{\text{C}}{\text{kg}}$



druk 1 Sv m² Bq⁻¹ h⁻¹ uit in A m² Bq⁻¹ kg⁻¹

- $1 \text{ Sv m}^2 \text{ Bq}^{-1} \text{ h}^{-1} = 1 \text{ Gy m}^2 \text{ Bq}^{-1} \text{ h}^{-1}$
 $1 \text{ Sv} = 1 \text{ Gy}$ (vanwege fotonen)
 $1 \text{ Gy} = \frac{1}{0,008695} \text{ R}$
 $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$
- $= \frac{1 \text{ Gy m}^2 \text{ Bq}^{-1} \text{ h}^{-1}}{0,008695 \text{ Gy R}^{-1}} = 115,009 \text{ R m}^2 \text{ Bq}^{-1} \text{ h}^{-1}$
- $= \frac{115,009 \text{ Gy m}^2 \text{ Bq}^{-1} \text{ h}^{-1}}{3600 \text{ s h}^{-1}} = 0,03195 \text{ R m}^2 \text{ Bq}^{-1} \text{ s}^{-1}$



druk 1 Sv m² Bq⁻¹ h⁻¹ uit in A m² Bq⁻¹ kg⁻¹

- Omrekenen van R naar C/kg:

$$0,03195 \text{ R m}^2 \text{ Bq}^{-1} \text{ s}^{-1} * 2,58 * 10^{-4} \frac{\text{C}}{\text{kg}}$$

$$= 8,24 * 10^{-6} \text{ C kg}^{-1} \text{ m}^2 \text{ Bq}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$= 8,24 * 10^{-6} \text{ C s}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ m}^2 \text{ Bq}^{-1}$$

$$= 8,24 * 10^{-6} \text{ A kg}^{-1} \text{ m}^2 \text{ Bq}^{-1}$$

$$1 \text{ R} = 2,58 * 10^{-4} \frac{\text{C}}{\text{kg}}$$

$$1 \text{ A} = 1 \frac{\text{C}}{\text{s}}$$



Vraag 4

- In een fotonenveld ($E = 0,5 \text{ MeV}$) bedraagt het kerma in lucht $1,0 \text{ mGy}$. Bereken
 - a) De geabsorbeerde dosis in lucht
 - b) Het kerma in spierweefsel
 - c) De geabsorbeerde dosis in bot
- a) Aanwijzing: maak gebruik van de bijgeleverde tabel



Massieke verzwakking-, energieoverdracht- en energieabsorptiecoëfficiënt voor enkele materialen voor een fotonenergie van 0,5 MeV

<i>materiaal</i>	μ/ρ	μ_{tr}/ρ	μ_{en}/ρ
water	0,0966	0,0330	0,0330
spier	0,0958	0,0328	0,0328
bot	0,0926	0,0317	0,0317
lucht	0,0868	0,0296	0,0296
lood	0,0886	0,0503	0,0481



a) De geabsorbeerde dosis in lucht

$$D_{lucht} = K_{lucht} \cdot \frac{\left(\frac{\mu_{en}}{\rho}\right)_{lucht}}{\left(\frac{\mu_{tr}}{\rho}\right)_{lucht}}$$

- Uit tabel: $\left(\frac{\mu_{tr}}{\rho}\right)_{lucht} = 0,0296$

$$\left(\frac{\mu_{en}}{\rho}\right)_{lucht} = 0,0296$$

$$\rightarrow D_{lucht} = K_{lucht} \cdot \frac{\left(\frac{\mu_{en}}{\rho}\right)_{lucht}}{\left(\frac{\mu_{tr}}{\rho}\right)_{lucht}} = 1,0 \text{ mGy} * \frac{0,0296}{0,0296} = \mathbf{1,0 \text{ mGy}}$$



b) Het kerma in spierweefsel

$$K_m = \frac{\left(\frac{\mu_{tr}}{\rho}\right)_m}{\left(\frac{\mu_{tr}}{\rho}\right)_l} \times K_l$$

- Uit tabel: $\left(\frac{\mu_{tr}}{\rho}\right)_{lucht} = 0,0296$

$$\left(\frac{\mu_{tr}}{\rho}\right)_{spier} = 0,0382$$

$$\rightarrow \frac{\left(\frac{\mu_{tr}}{\rho}\right)_m}{\left(\frac{\mu_{tr}}{\rho}\right)_l} \times K_l = \frac{0,0328}{0,0296} * 1 \text{ mGy} = \mathbf{1,11 \text{ mGy}}$$



c) De geabsorbeerde dosis in bot

$$D_{\text{bot}} = \frac{\left(\frac{\mu_{\text{en}}}{\rho}\right)_{\text{bot}}}{\left(\frac{\mu_{\text{en}}}{\rho}\right)_{\text{lucht}}} D_1$$

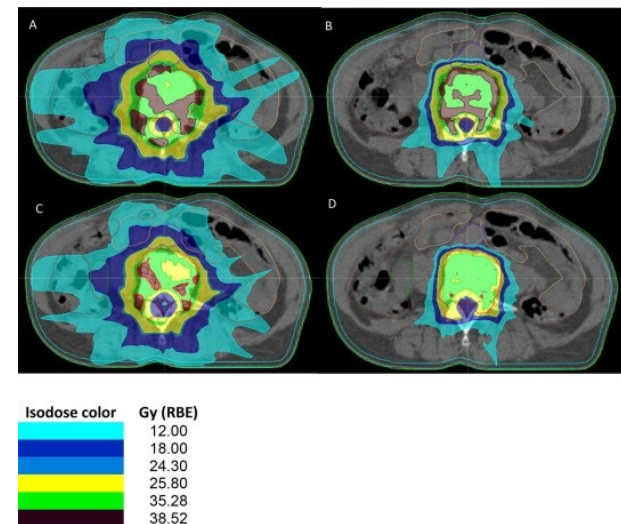
- Uit a): $D_1 = 1,0 \text{ mGy}$
- Uit tabel: $\left(\frac{\mu_{\text{en}}}{\rho}\right)_{\text{bot}} = 0,0317$
 $\left(\frac{\mu_{\text{en}}}{\rho}\right)_{\text{lucht}} = 0,0296$

$$\rightarrow \frac{\left(\frac{\mu_{\text{en}}}{\rho}\right)_{\text{bot}}}{\left(\frac{\mu_{\text{en}}}{\rho}\right)_{\text{lucht}}} D_1 = \frac{0,0317}{0,0296} * 1 \text{ mGy} = \mathbf{1,07 \text{ mGy}}$$



Praktijk

- Voor toestellen: vaak de DAP (Dose Area Product)
 - Dit geeft de geabsorbeerde dosis in lucht aan
- Voor CT's: CTDI/DLP
 - Ook de geabsorbeerde dosis in lucht
- Voor radiotherapie:
 - Geabsorbeerde dosis
- Voor nucliden: komt straks



Einde van de ochtend!

