

# Dosimetrie, deel 2

Vuistregels en deeltjes



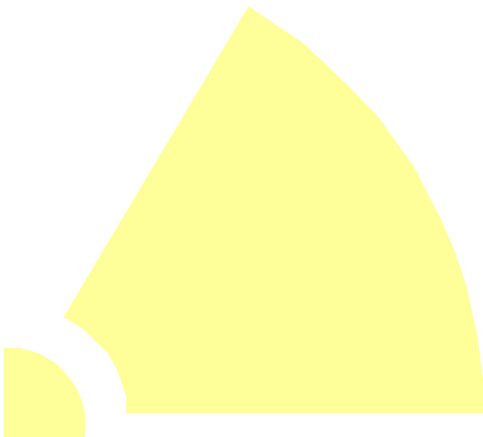
Radboud Universiteit Nijmegen





## Dosisgrootheden

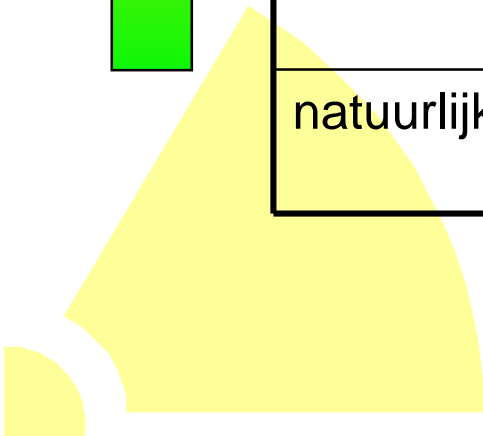
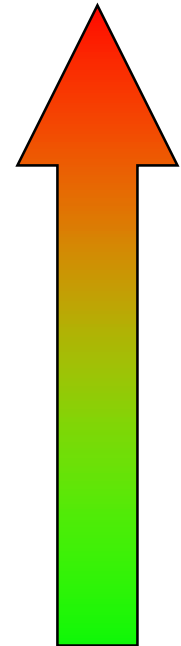
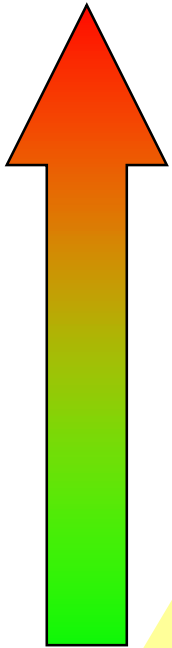
- Dosis (D)                      gray (Gy)  
  J/kg
- Equivalente dosis (H)      sievert (Sv)  
   $H = D \times W_R$
- Effectieve dosis (E)        sievert (Sv)  
   $E = H \times W_T$





## Veel of weinig straling?

effect	dosis	ontvangen in
LD50	10 Sv	korte tijd
voelbare schade	1 Sv	korte tijd
aantoonbare schade	200msv	korte tijd
dosislimiet	20 mSv	per jaar
natuurlijke straling	2 mSv	per jaar





## Dosis, kerma en exposie

- Dosis
  - risico (effectieve dosis)
  - $D = \Phi E \mu_{en}/\rho$
- Kerma
  - rekenen
  - $K = \Phi E \mu_{tr}/\rho$
- Exposie
  - meten

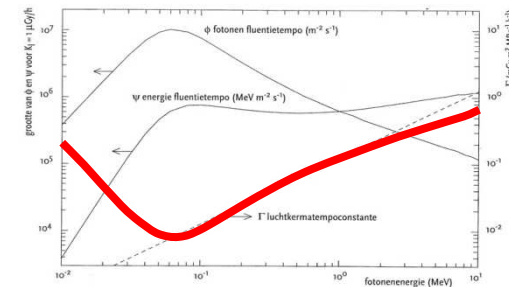


## Berekenen van kermatempo (1)

met bronconstante  $k$  of  $\Gamma$

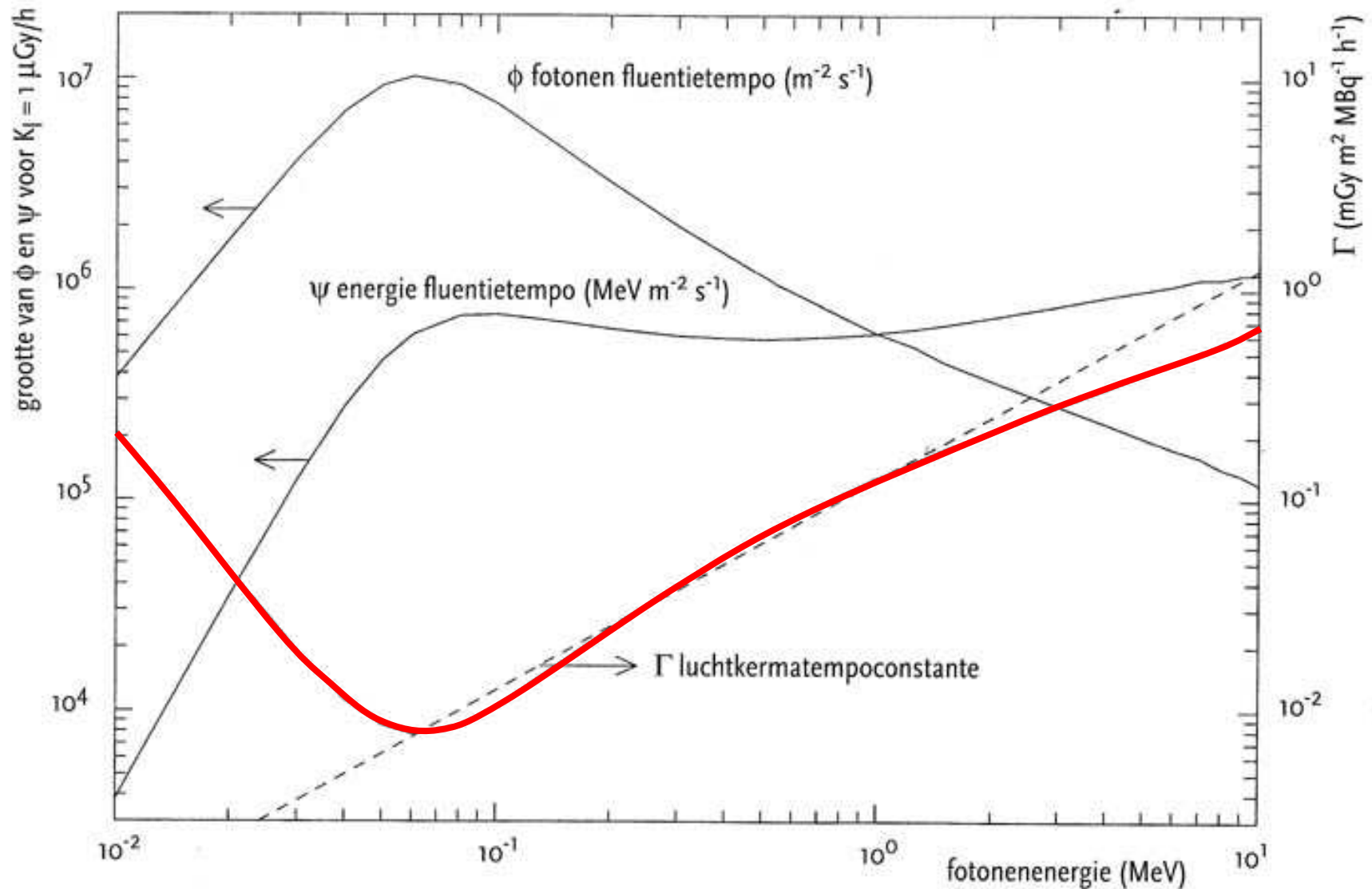
- = kermatempoconstante
- nuclide afhankelijk
- eenheid: bv.  $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$
- $k$  of  $\Gamma$  uit handboeken

$$\dot{K} = \Gamma \frac{A}{r^2}$$





# figuur 4-14: luchtkermatempoconstante $\Gamma$

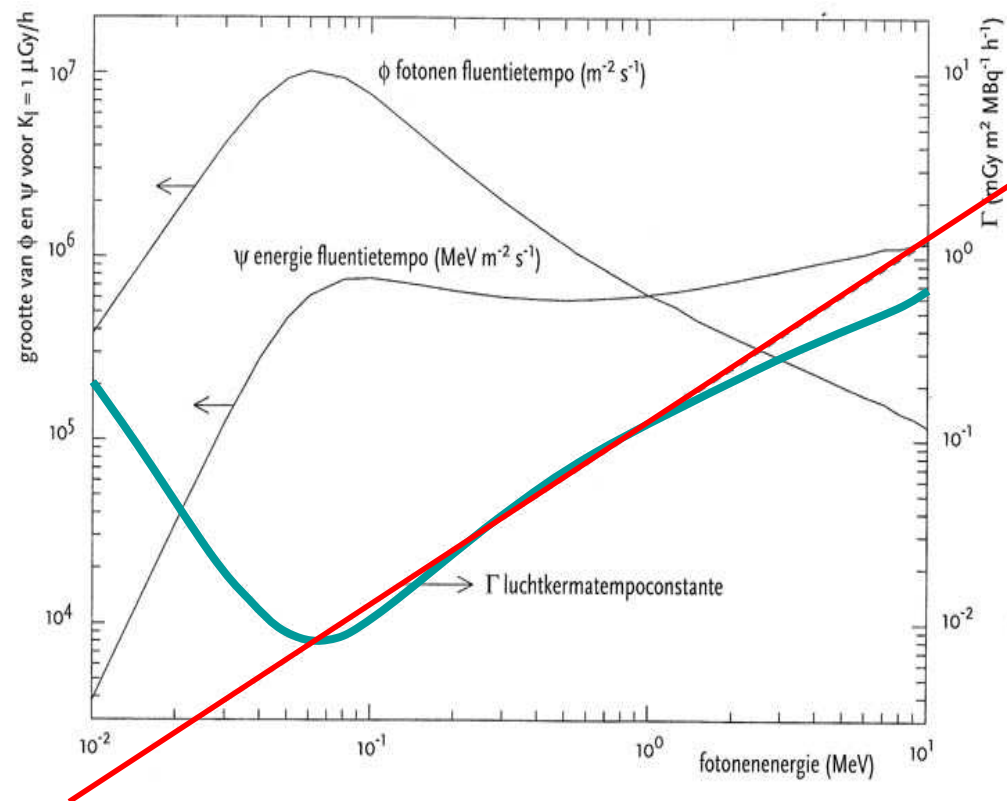




## Berekenen van kerma (2)

met vuistregel:

$$\Gamma = \frac{1}{8} E_{\gamma} \quad (E_{\gamma} > 60 \text{ keV})$$





## Berekenen van dosis

dosistempoconstante  $\Gamma$

- eenheid: bv.  $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$

$$\dot{D} = \Gamma \frac{A}{r^2}$$





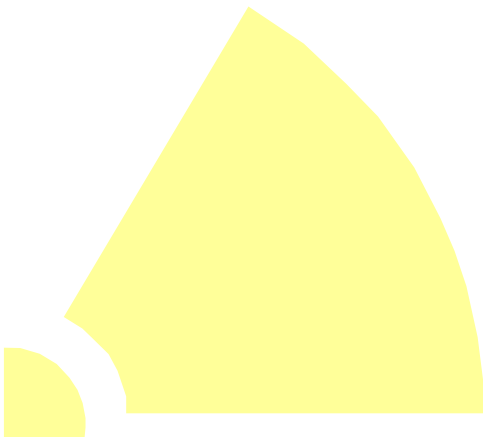


## Dosis uit kerma

remstraling verwaarloosbaar?

dan: dosis = kerma

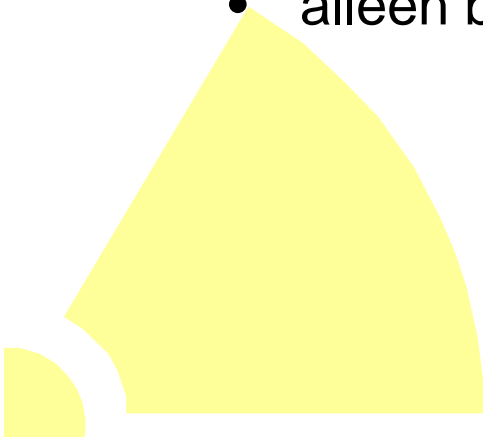
$$D_{\text{weefsel}} \approx D_{\text{water}} \approx K_{\text{lucht}}$$





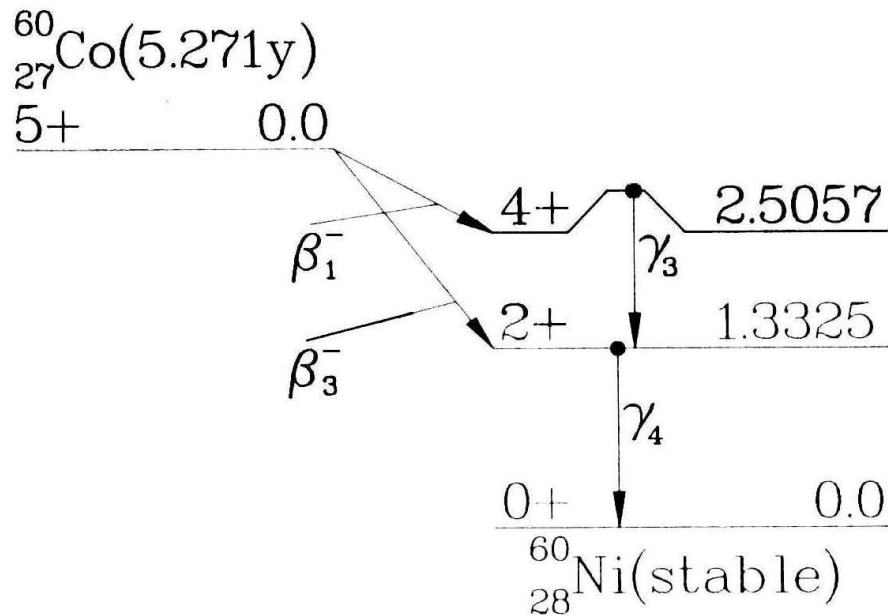
## Vuistregels voor gammastraling

- $\Gamma = 1/8 E_\gamma$  ( $E_\gamma > 60$  keV)
- 1 MBq geeft 1  $\mu$ Gy/h op 0,5 m ( $E_\gamma = 2$  MeV)
- 1 Ci geeft 1 R/h op 1 m
- etc.
  
- alleen bij puntbronnen:  $d > 5r$





# Wat is $E_\gamma$ ?



## 27-COBALT-60

HALFLIFE = 5.271 YEARS

29-MAR-78

DECAY MODE(S):  $\beta$

RADIATION		y(i) (Bq-s) <sup>-1</sup>	E(i) (MeV)	y(i)×E(i)
$\beta$	1	9.99E-01	9.577E-02*	9.57E-02
$\beta$	3	8.00E-04	6.258E-01*	5.01E-04
$\gamma$	3	9.99E-01	1.173E 00	1.17E 00
ce-K, $\gamma$	3	1.50E-04	1.165E 00	1.75E-04
$\gamma$	4	1.00E 00	1.332E 00	1.33E 00
ce-K, $\gamma$	4	1.14E-04	1.324E 00	1.50E-04

LISTED X, $\gamma$ AND $\gamma_{\pm}$ RADIATIONS	2.50E 00
OMITTED X, $\gamma$ AND $\gamma_{\pm}$ RADIATIONS**	1.14E-04
LISTED $\beta$ , ce AND Auger RADIATIONS	9.65E-02
OMITTED $\beta$ , ce AND Auger RADIATIONS**	4.73E-05
LISTED RADIATIONS	2.60E 00
OMITTED RADIATIONS**	1.61E-04

\* AVERAGE ENERGY (MeV)

\*\* EACH OMITTED TRANSITION CONTRIBUTES  
 <0.100% TO  $\Sigma y(i) \times E(i)$  IN ITS CATEGORY.

NICKEL-60 DAUGHTER IS STABLE.



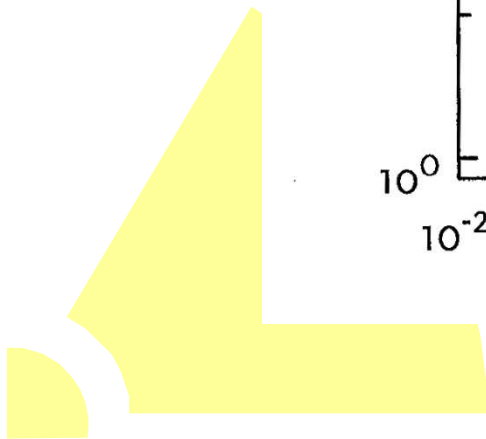
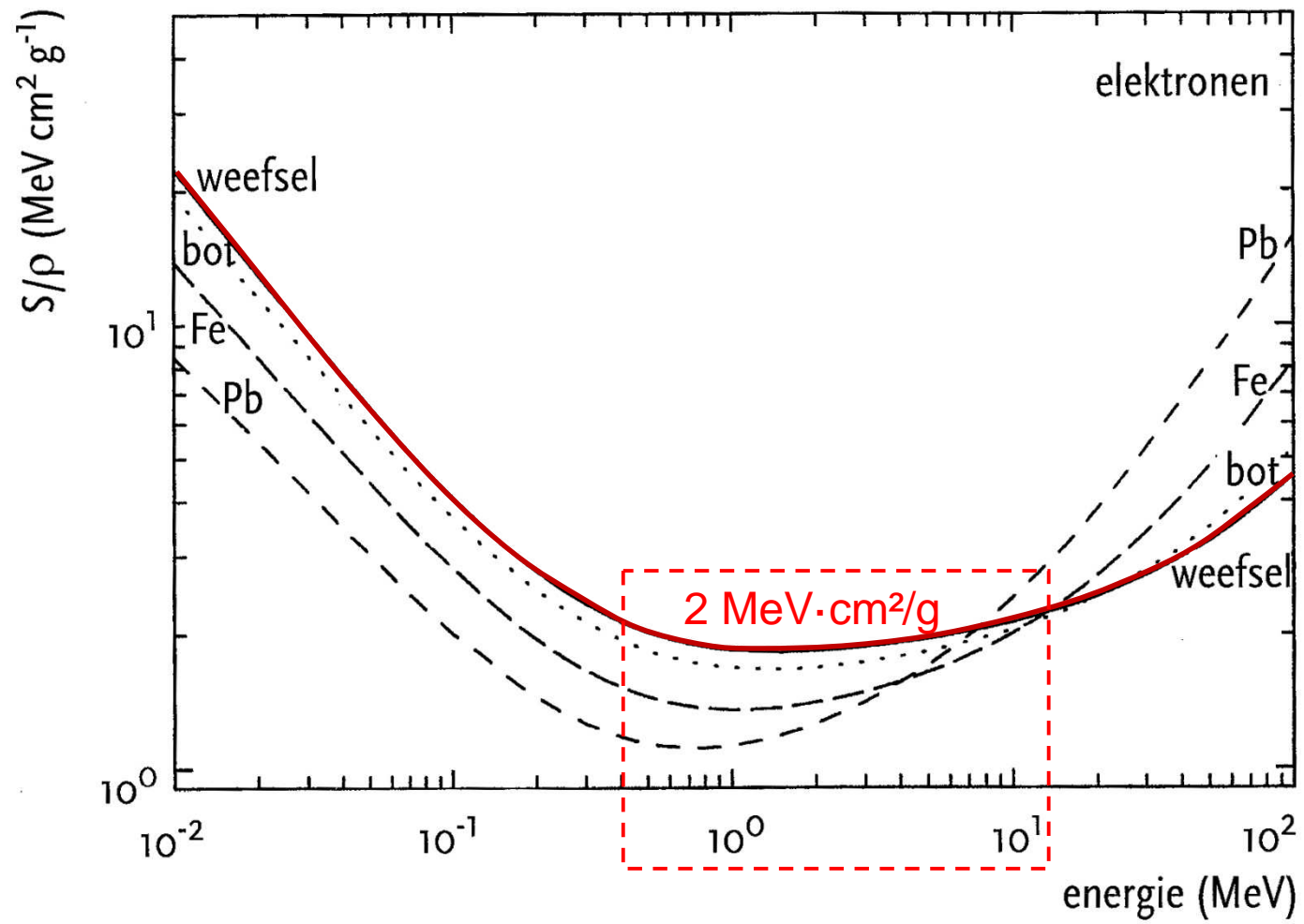
## Betadosimetrie

$$D = \Phi (S/\rho)_{el}$$

- $(S/\rho)_{el} = (S/\rho)$  bij lage Z en E

$$- \frac{(S/\rho)_{rad}}{(S/\rho)_{el}} = \frac{EZ}{800}$$

- $D = 1,602 \cdot 10^{-10} \Phi (S/\rho)_{el}$ 
  - “gewone” eenheden



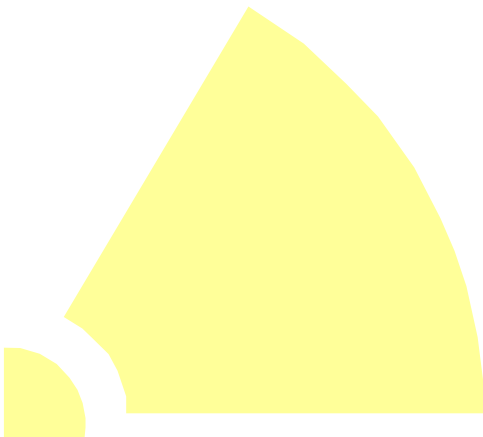


## betadosimetrie

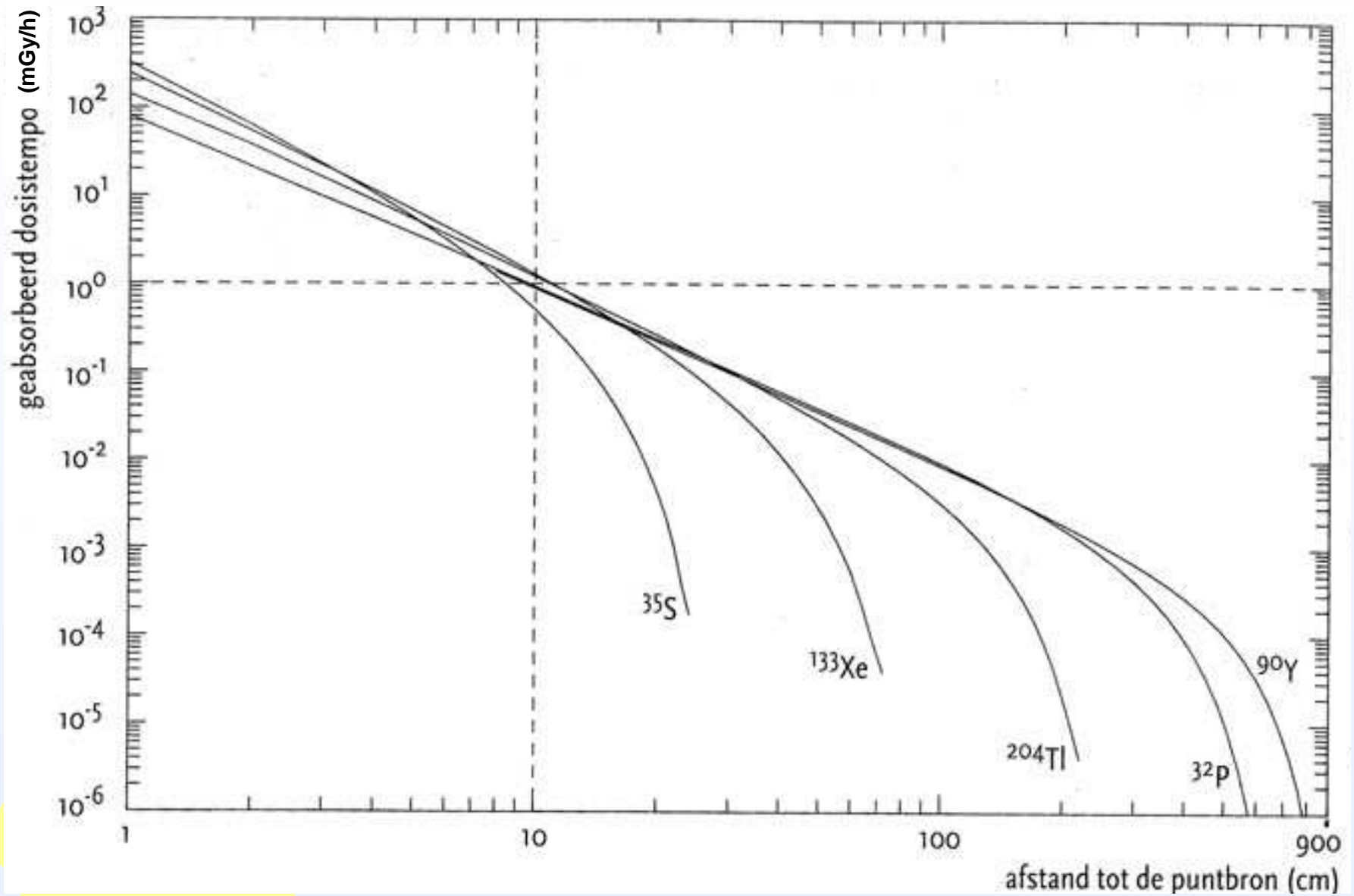
analoog aan gammadosimetrie, maar

- dosistempoconstante is geen constante
- afstand:
  - afstand  $r$ : kwadratenwet
  - dikte  $x$ : absorbtie
  - meestal:  $x = r$

$$\dot{D} = J_{\beta}(x) \frac{A}{r^2}$$



figuur4-15: 1 MBq puntbron

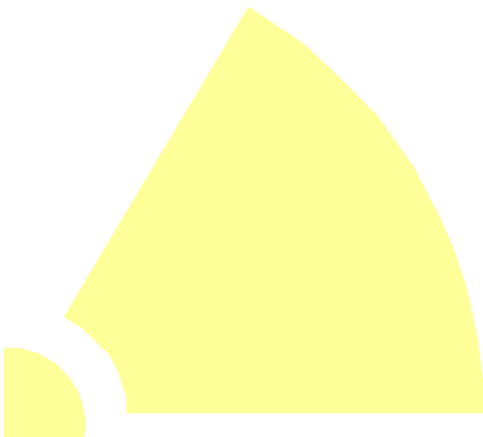




## Vuistregel voor betastraling

1 MBq geeft 1 mGy/h op 0,1 m

- puntbron
- binnen R !



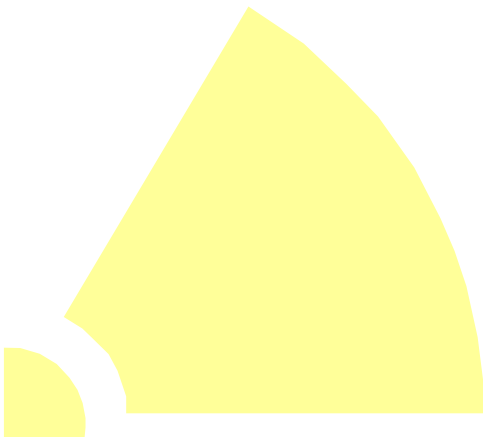
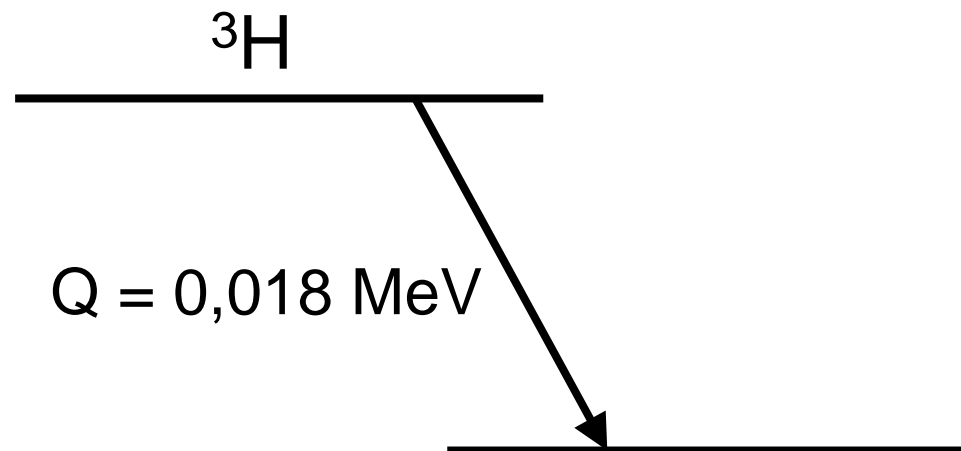




## Voorbeeld

Bereken de dosis van 175 MBq  $^3\text{H}$

- 50 centimeter afstand





# Uitwerking





## Neutronendosimetrie

$$K = \Phi E \mu_{tr}/\rho$$

$$D \approx K$$

- bij snelle neutronen
  - 0,2 - 20 MeV
- bij g.d.e.
- bij weinig remstraling





## Neutronen interactie

- Langzame neutronen  $E < 0,5 \text{ eV}$ 
  - neutronenvangst
  - activering (isotopenproductie)
  - werkzame doorsnede
- Epithermische of middelsnelle neutronen  $0,5 \text{ eV} - 0,2 \text{ MeV}$ 
  - afremming (moderatie)
- Snelle neutronen  $0,2 \text{ MeV} - 20 \text{ MeV}$ 
  - elastische botsingen
  - inelastische botsingen: gamma-straling
- Relativistische neutronen  $E > 20 \text{ MeV}$ 
  - spallatie



**Figuur 4-17:  
kermafactoren  
bij neutronen**

