



# Detectie Praktijk

Cursus Stralingsveiligheid CD 2023–2024

M.A. Hofstee

[mariet.hofstee@maastrichtuniversity.nl](mailto:mariet.hofstee@maastrichtuniversity.nl)

Hoofdstuk 11.5 & 11.7

# Detectie

## indeling



### praktijk

- spectroscopie en kalibratie
- keuze van detector



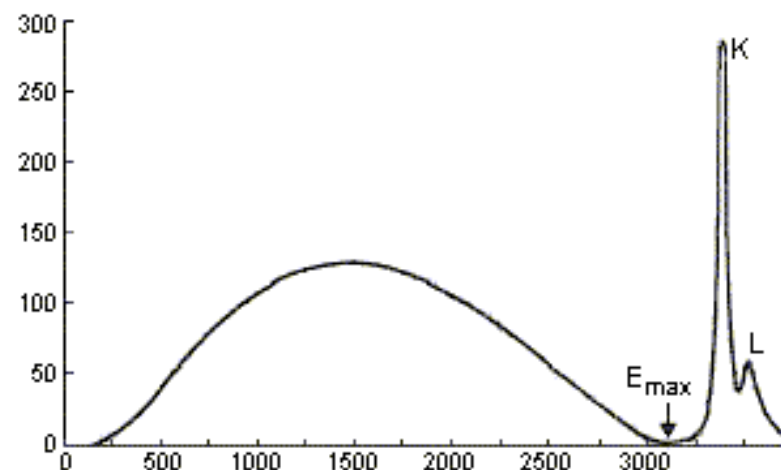
# Detectie

## spectroscopie - betas

Directe meting met lage Z  
proportionele detector

- Proportionele telbuis
- Si-detector
- Plastic scintillator
- Vloeistofscintillator

Transmissie/dracht meting,  
kan gecompliceerd worden door  
mengsel



*Het  $\beta$ -spectrum van  $^{137}\text{Cs}$  gemeten met een Si-detector.*

# Detectie

## spectroscopie - $\gamma$ -fotonen

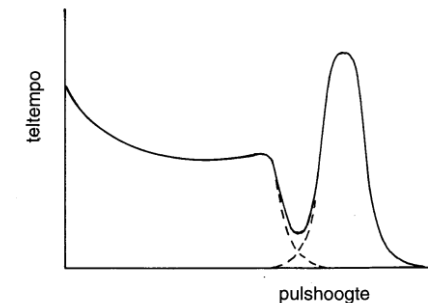
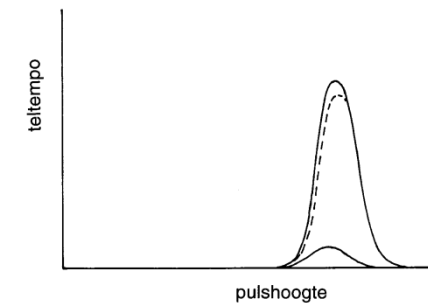
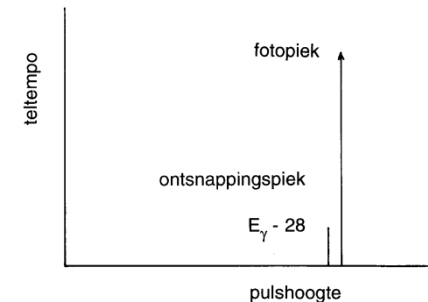
foto-piek bij volle  $E_\gamma$  (t.g.v. fotoelectrisch effect)

"ontsnappingspiek" bij  $E_\gamma - E_x$ , met  $E_x = B_k - B_L$  (van detector material)

verbreding door statistiek

Compton-rug, door ontsnapte verstrooide fotonen

Terugverstrooipiek ( $180^\circ$  op fotomultiplicator, zeer lage E)



# Detectie

## spectroscopie - $\gamma$ -fotonen

### INTERACTIE

welke andere fotopieken kun je verwachten en waarom ?

bij elektronvangst en interne conversie

→ röntgenpiek

bij  $\beta^+$ -verval

→ annihilatiepiek bij 511 keV

bij paarvorming

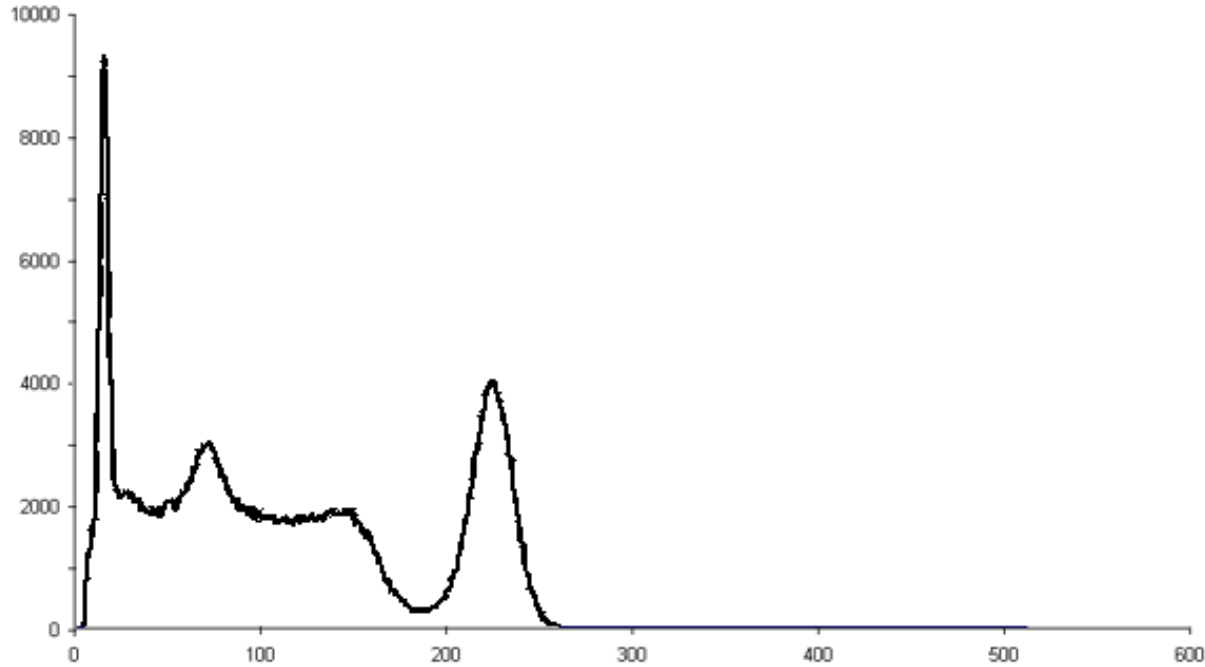
→ annihilatiepiek bij 511 keV

"single escape peak" bij  $E_\gamma - 511$  keV

"double escape peak" bij  $E_\gamma - 1022$  keV

# Detectie

## spectroscopie - $\gamma$ -fotonen

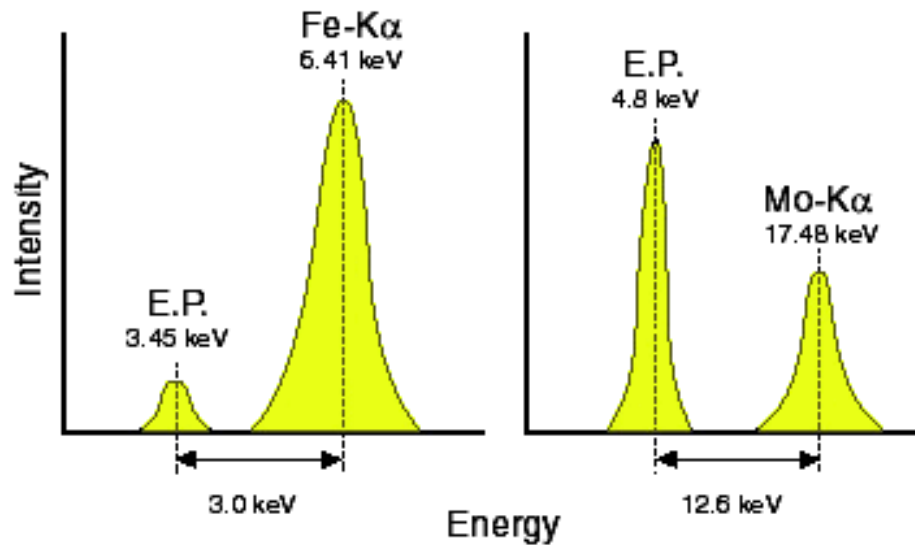


*Compton-rug (kanalen 0 - 170), terugverstrooipiek (kanaal 70) en fotopiek (kanaal 230) van  $^{137}\text{Cs}$  gemeten met een NaI-detector. De K-röntgenlijn in kanaal 15 is het gevolg van interne conversie.*

# Detectie

## spectroscopie - ontsnappingspiek

ontsnappingspiek bij proportionele telbuis



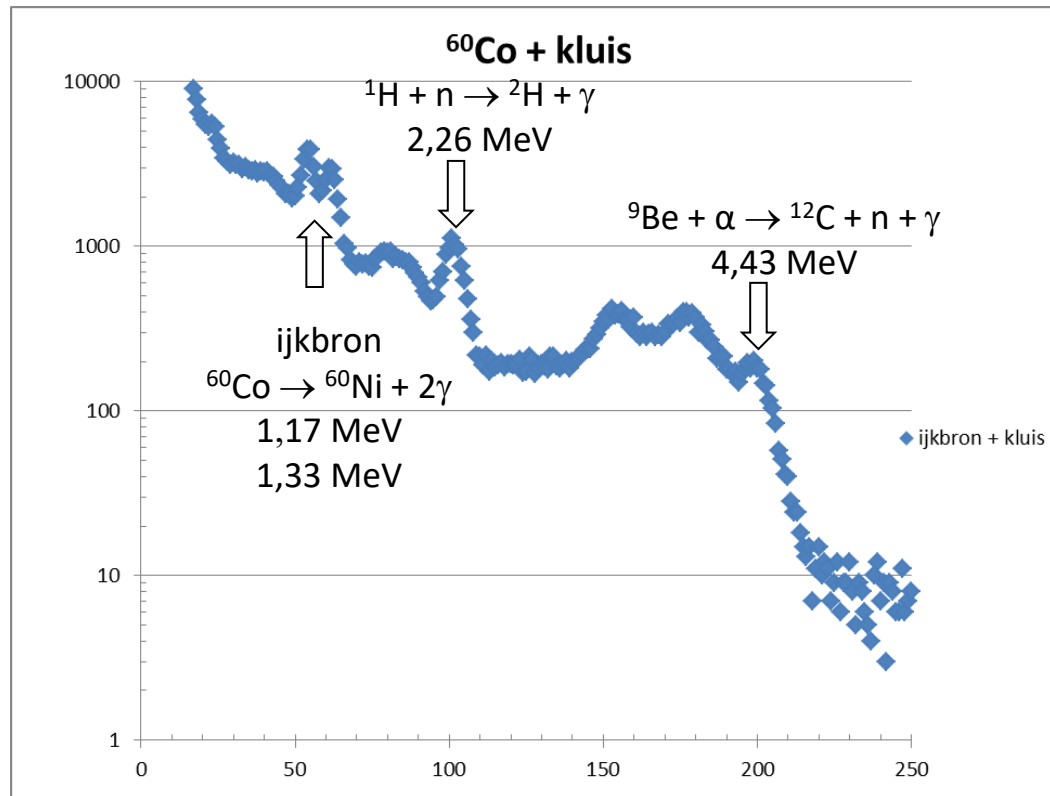
argon-gas

krypton-gas

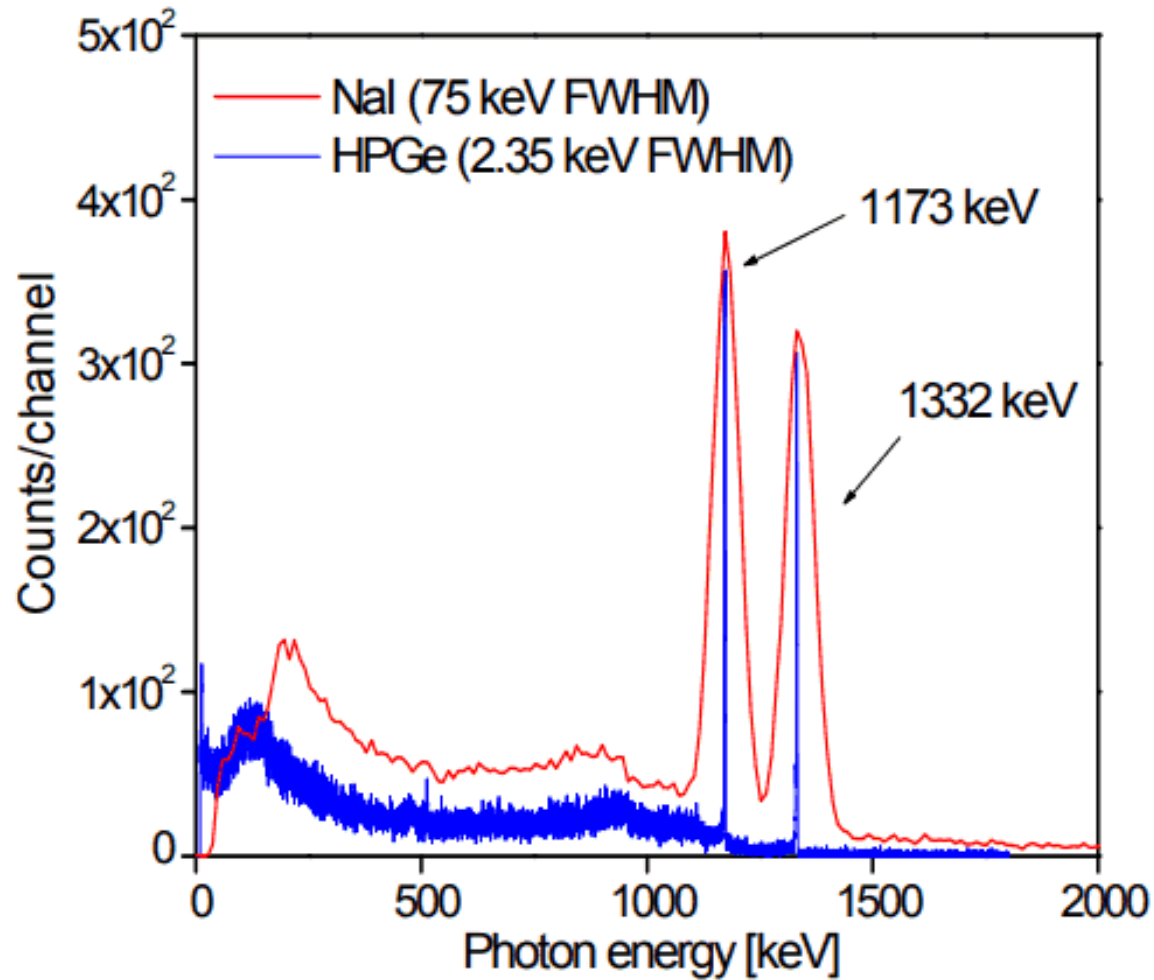
# Detectie

## spectroscopie - ontsnappingspiek

single- en double-escape bij  $^{241}\text{Am}(\text{Be})$ -bron

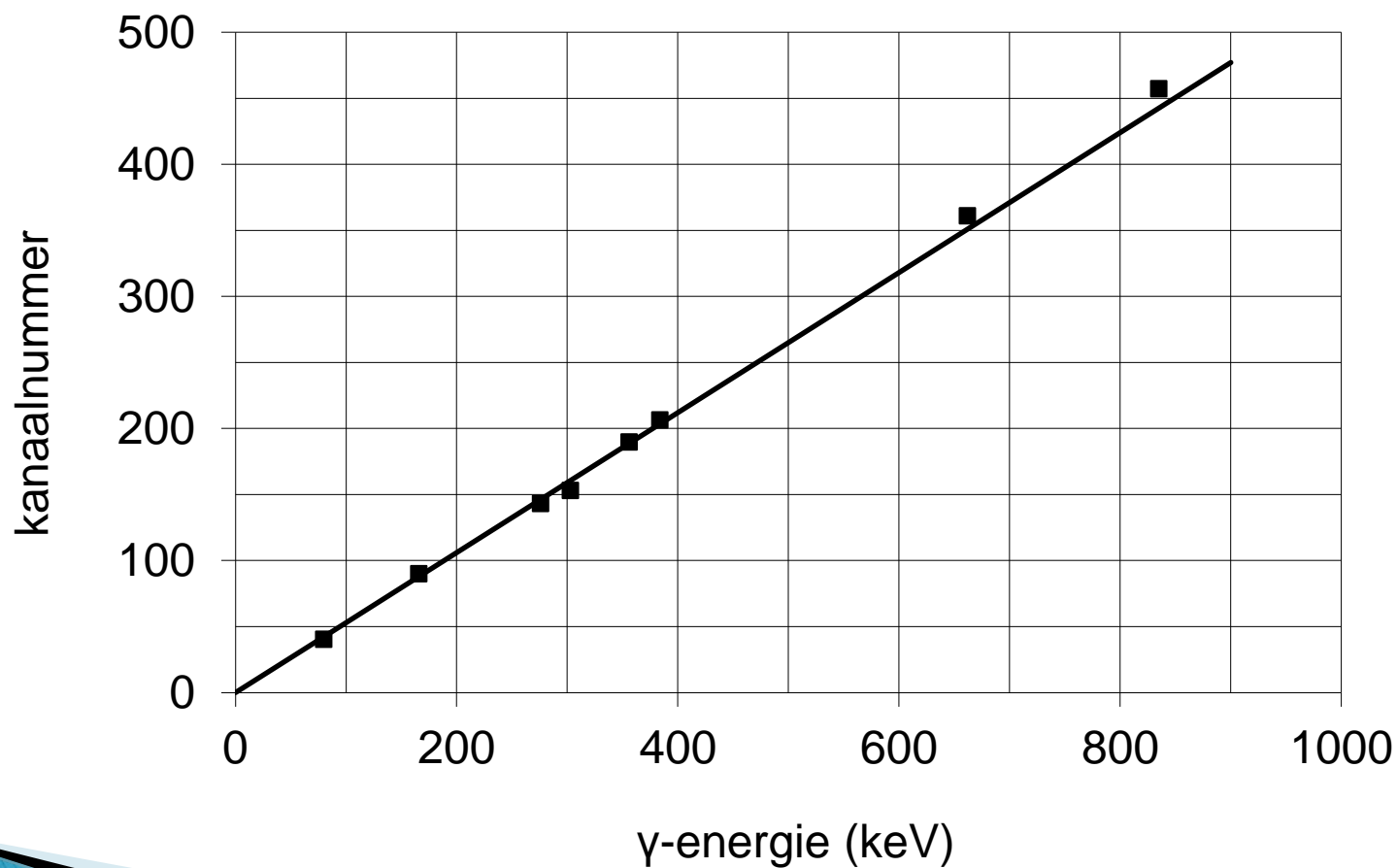






# Detectie

## kalibratie - energieschaal



# Detectie

## keuze detector voor meten van radioactiviteit

de keuze van de detector wordt bepaald door wat men wil meten

- activiteit  $A$  (in Bq, in praktijk cps)
- omgevingsdosisequivalent  $H^*$  (in Sv)
- persoonsdosisequivalent  $H_p$  (in Sv)
- $\alpha$ -,  $\beta$ - of  $\gamma$ -straling
- neutronen
- energie van de uitgezonden straling (in MeV)
- identificatie van nuclide

in het laatste geval moet men de energie van de uitgezonden straling bepalen (spectrometrie) met behulp van een veelkanaals-analysator

# Detectie

## keuze detector

### dosismonitor

aanwijzing in sievert of sievert per tijdseenheid  
volstrekt ongeschikt als besmettingsmonitor  
er zijn speciale neutronen-monitoren

### besmettingsmonitor

aanwijzing in telpulsen per tijdseenheid  
**helaas geen aanwijzing in bequerel**  
vaak in combinatie met een veegproef  
volstrekt ongeschikt als dosis- of dosistempometer

# Detectie

## keuze detector voor meten van besmetting

### $\alpha$ - of $\beta$ -straling

- proportionele telbuis
- GM buis
- ZnS of plastic scintillator
- veegproef

### $\gamma$ -straling

- NaI
- Meten van (ook) vrijkomende  $\beta$ -straling
- veegproef

Tritium altijd met veegproef

# Detectie

keuze detector – besmettingsmonitor met groot oppervlak

kalibratiefactor gaat uit van een homogene besmetting over het hele oppervlak van de besmettingsmonitor, ook als dat niet zo is  
besmettingsmonitor wijst aan in telpulsen per tijdseenheid  
soms (maar niet altijd) geeft fabrikant calibratie voor een aantal nucliden  
meestal in  $\text{Bq cm}^{-2}$   
soms ook in Bq

## INTERACTIE

oppervlak monitor =  $100 \text{ cm}^2$

aanwijzing =  $4 \text{ Bq per cm}^2$

oppervlak besmetting =  $10 \text{ cm}^2$

bepaal totale activiteit (in Bq)

bepaal besmetting (in Bq per  $\text{cm}^2$ )

$$100 \text{ cm}^2 \times 4 \text{ Bq/cm}^2 = 400 \text{ Bq}$$

$$400 \text{ Bq} / 10 \text{ cm}^2 = 40 \text{ Bq per cm}^2$$

Zie ook oefening 11.9 uit het oefenboek

# Detectie

## veegproef



Vochtig filtreerpapier over  
mogelijke besmetting vegen

In potje met telvloeistof

Noodzakelijk voor tritium



<https://seintl.com/articles/loose-contamination-survey-methods>

# Detectie

## lunch

