Röntgenapparatuur

Wout Moerman

Radboud Universiteit Nijmegen

enapparatuur

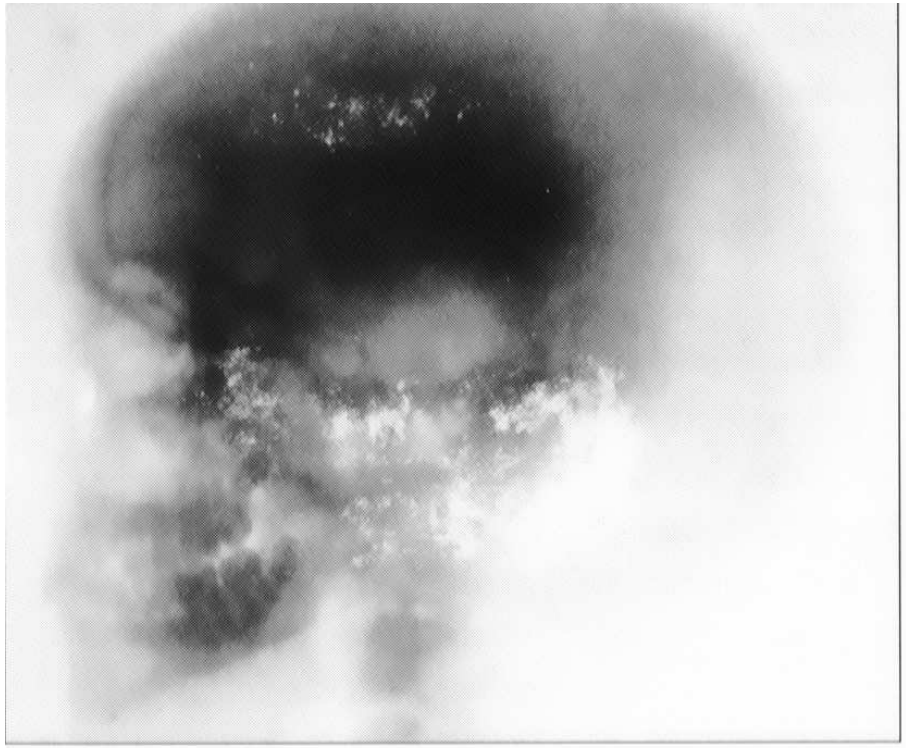
AMX, Vertix, C-boog, CT

Wilhelm Conrad Röntgen

- Ontdekker onbekende straling
  - 1895
  - “Unbekanten Strahlung”
  - “X-stralen” (X-ray)
  - eerbetoon: “Röntgenstraling”

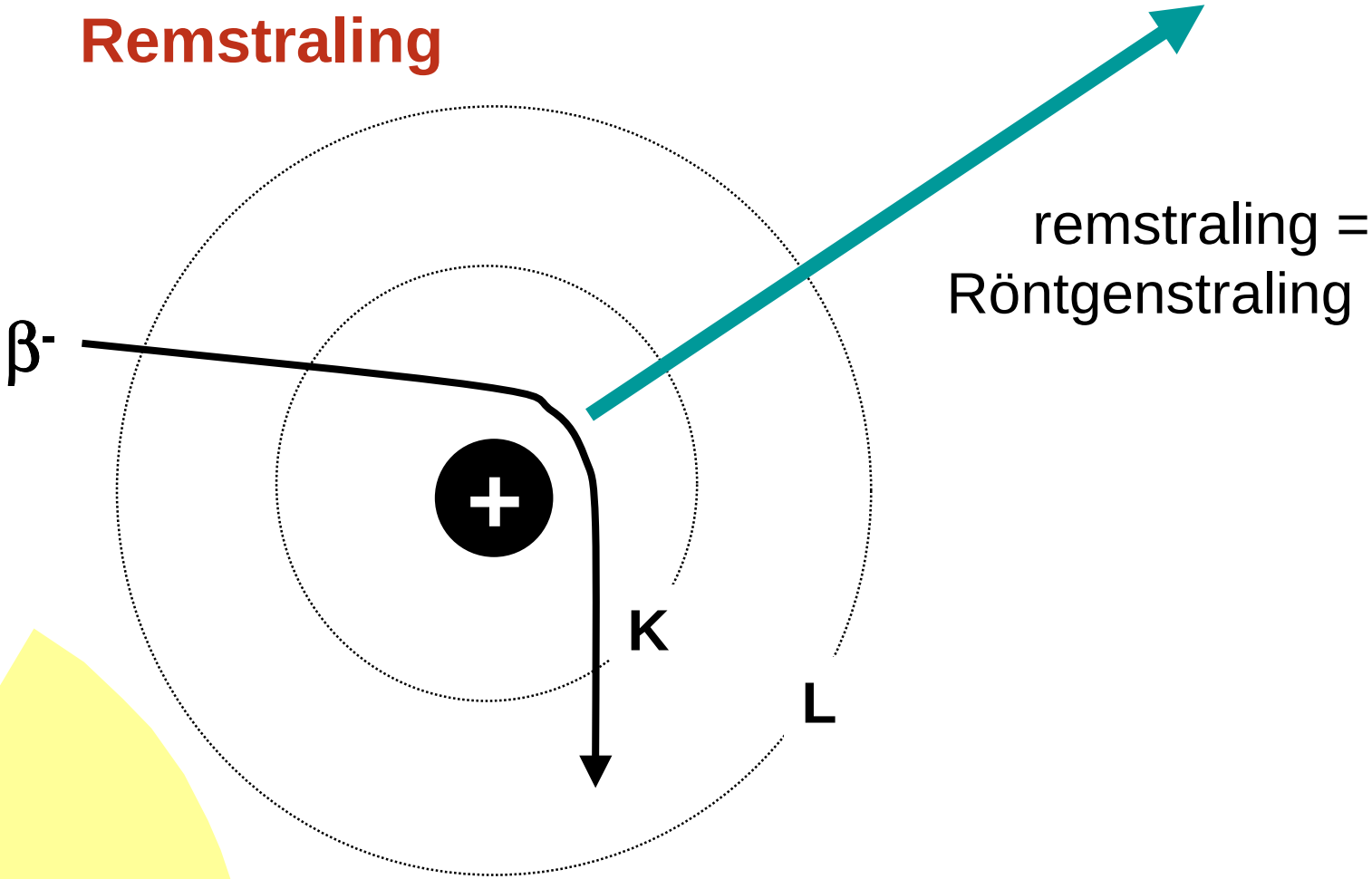
Wilhelm Conrad Röntgen (1845 - 1923).

Ontwikkeling in Röntgentechniek



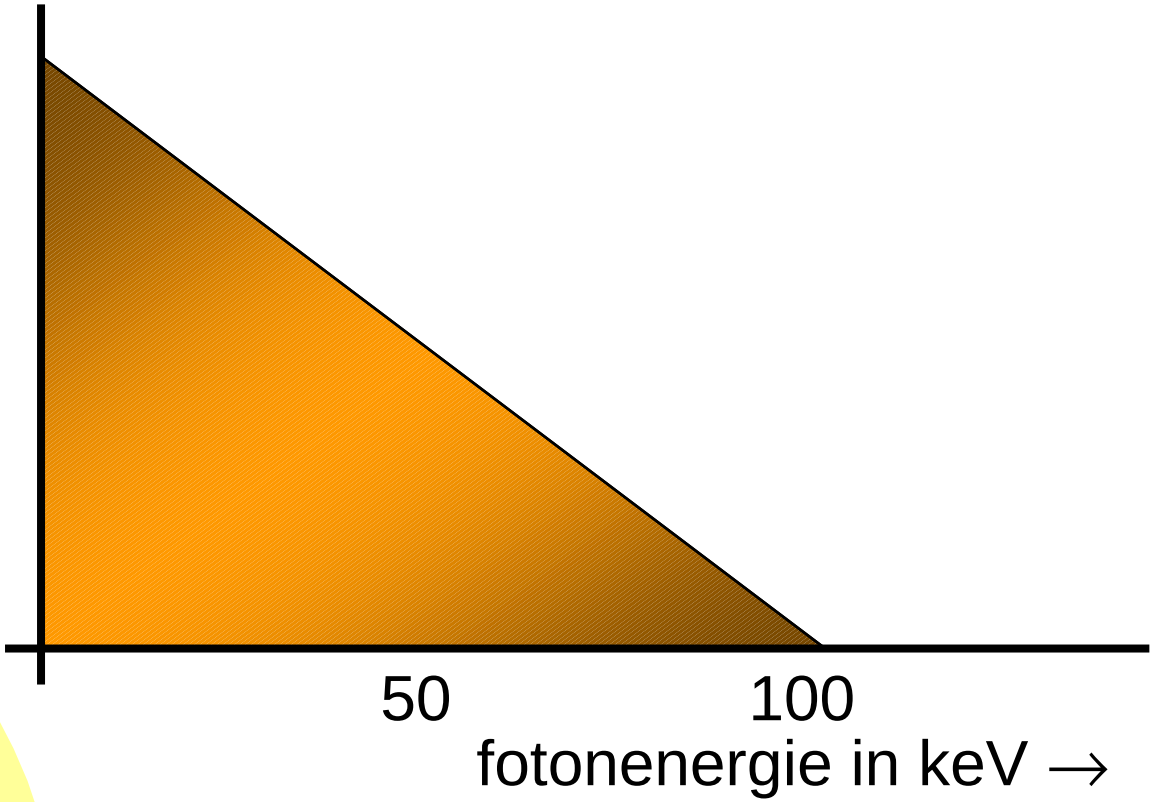
Röntgenfoto van een schedel gemaakt in 1896 (belichtingstijd 11 min) en een 3D reconstructie van een CT-afbeelding van een schedel gemaakt in de jaren negentig van deze eeuw (belichtingstijd 80 s).

Remstraling

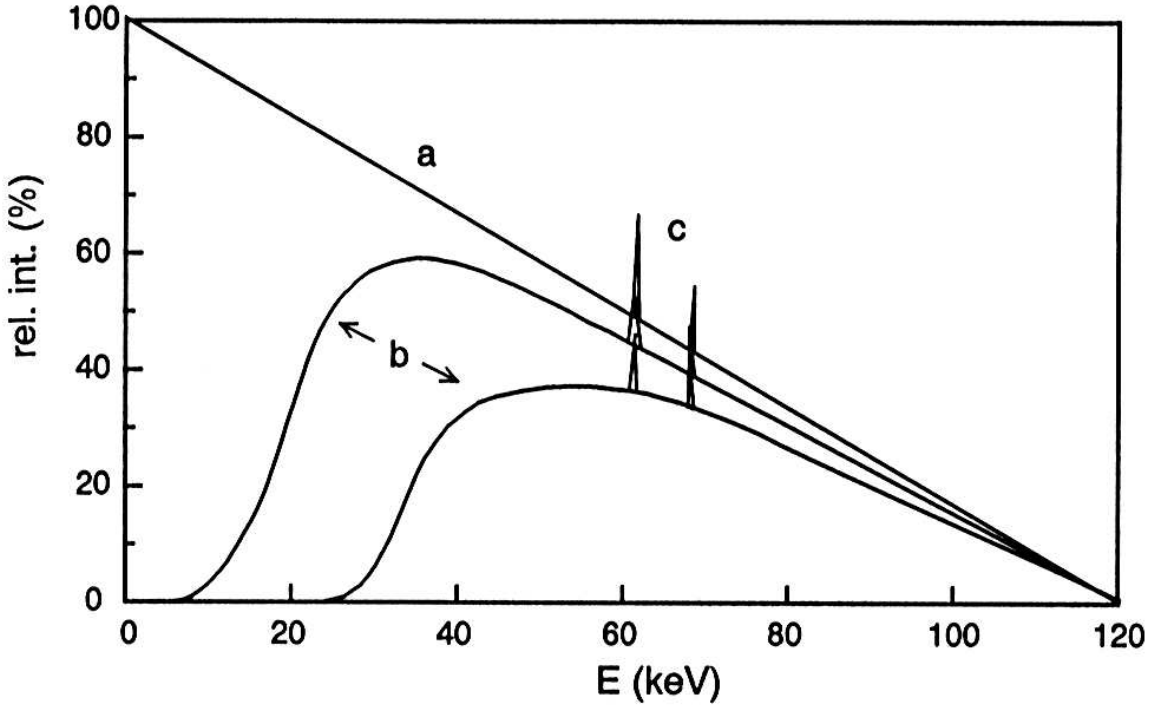


Remstralingsspectrum

Remstralingsspectrum van 100 keV elektronen

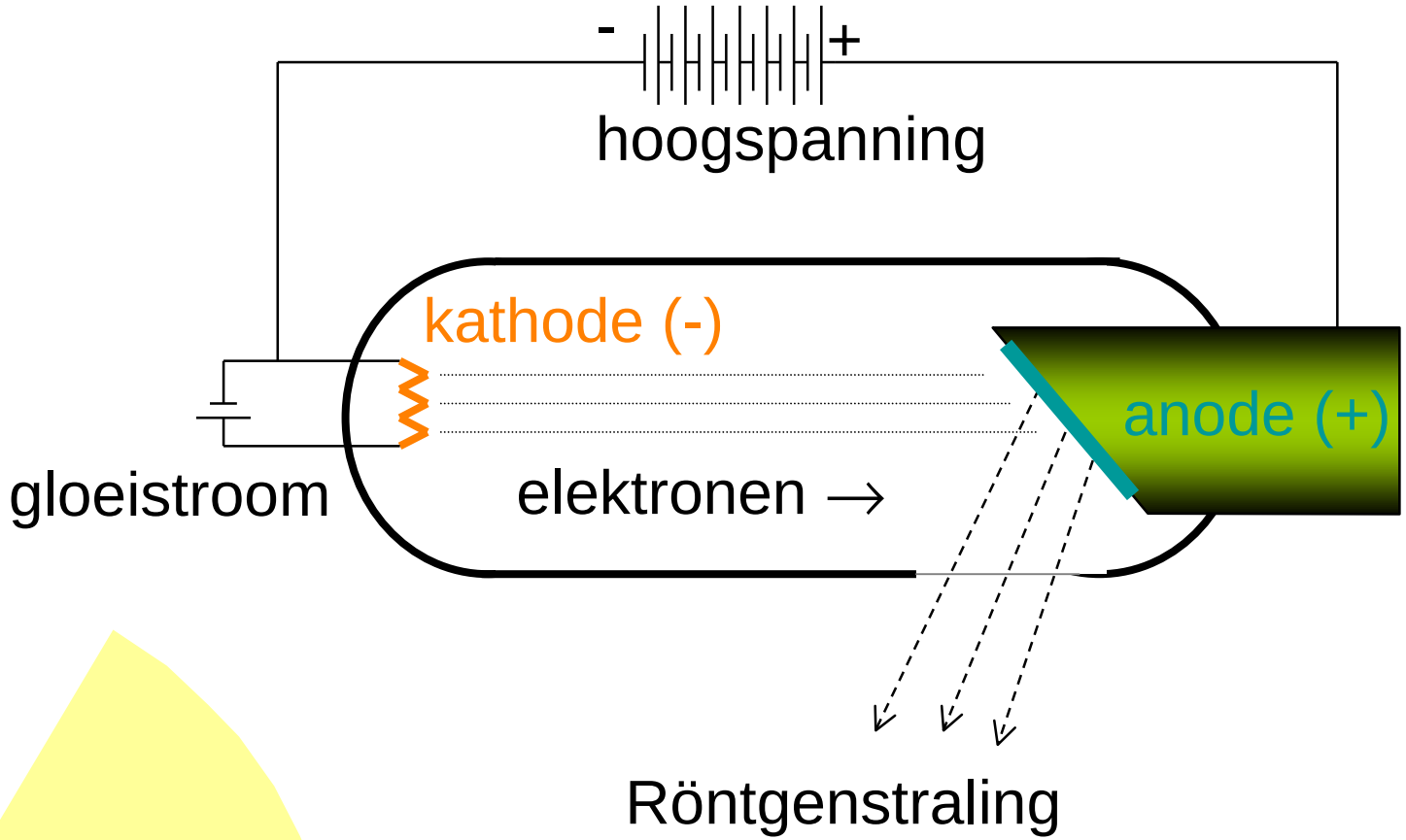


Remstralingsspectrum

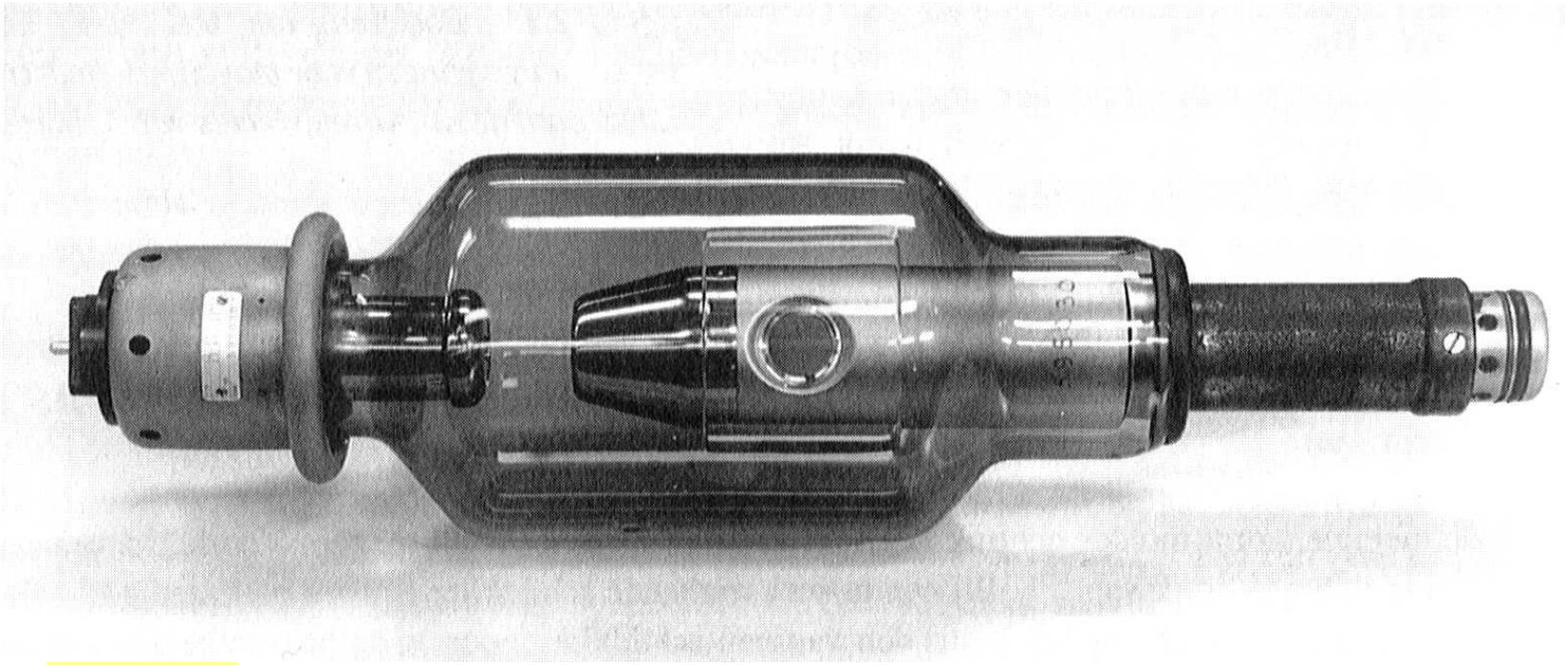


figuur 2.4 Spectra van röntgenstraling
a: direct uit de anode, b: uit de buis tredende straling en na extra filtering, c: karakteristieke röntgenstraling

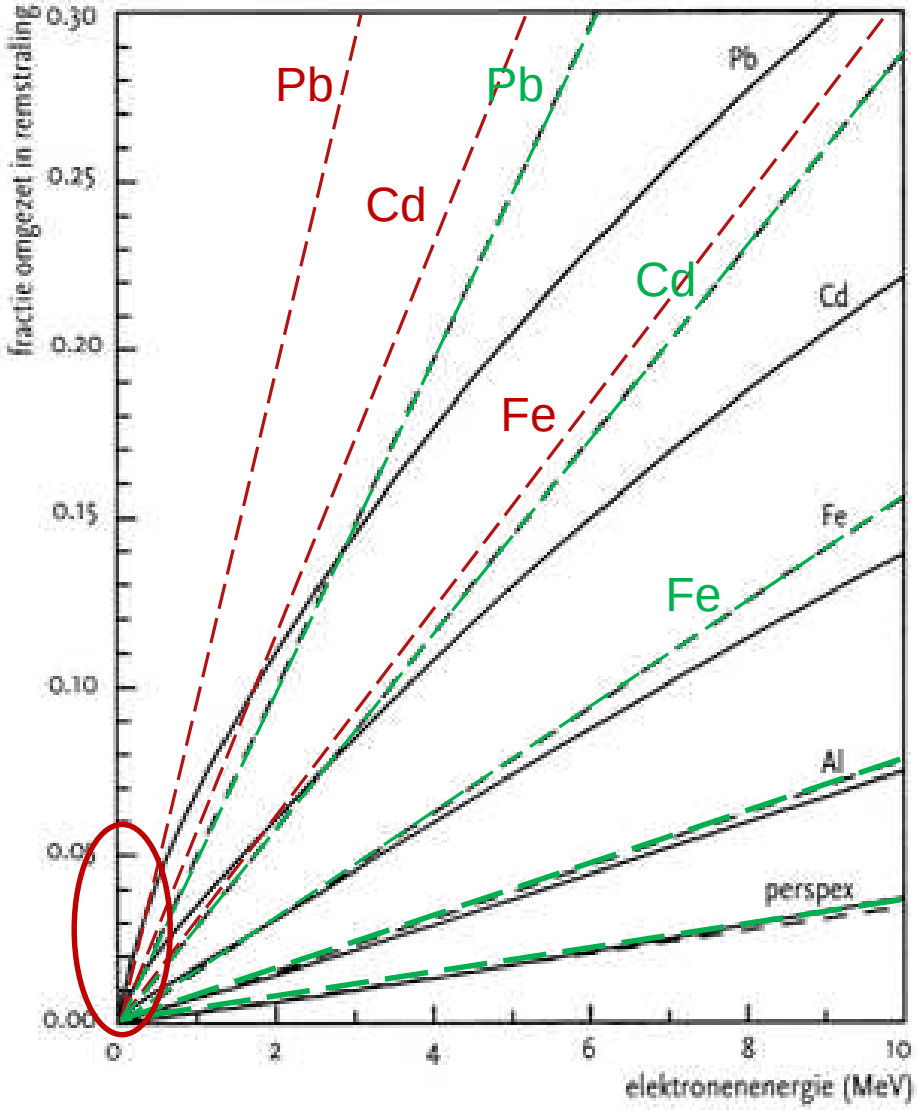
Röntgenbuis



Röntgenbuis



Fractie remstraling (Bos 3-5) vs. $E_{gemiddeld}$



werkelijk

$g = 6 \cdot 10^{-4} \times Z \times E$

- bij lage Z

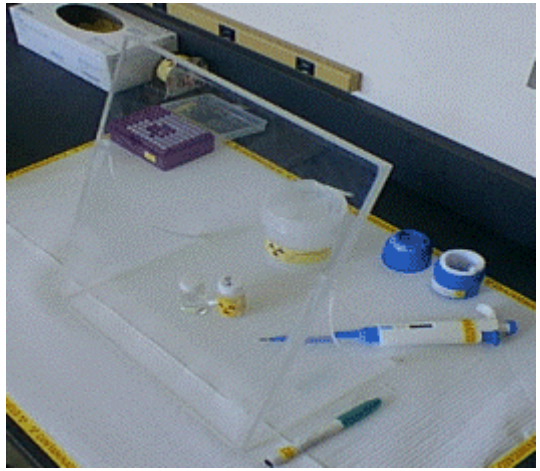
$g = 12 \cdot 10^{-4} \times Z \times E$

- bij hoge Z
- bij lage E

Fractie ß/e-energie omgezet in remstraling

Afscherming van ß$^-$-stralers

- Lage Z
- **$g = 6 \cdot 10^{-4} \times Z \times E$**
- E: gemiddelde energie in MeV

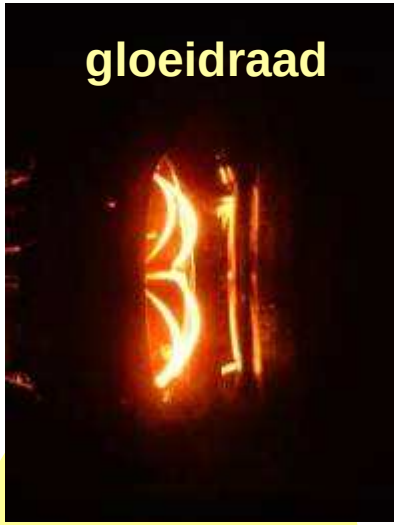


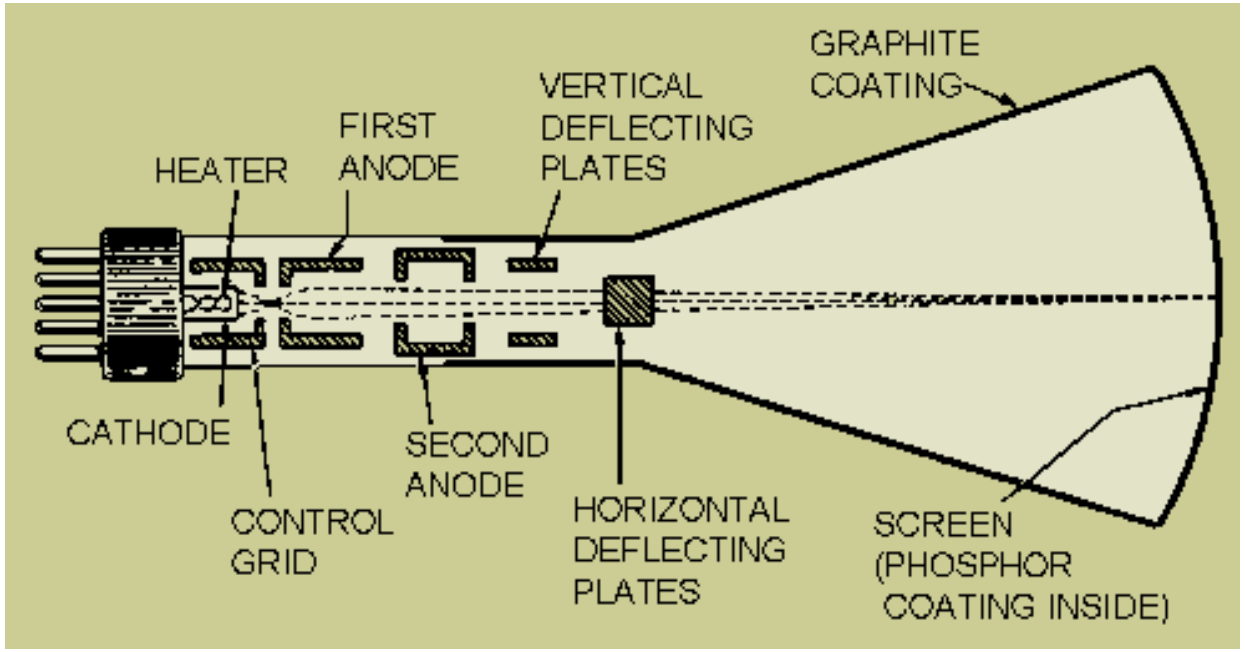
Opwekken van remstraling

- Hoge Z
- **$g = 12 \cdot 10^{-4} \times Z \times E$**
- E: gemiddelde energie in MeV

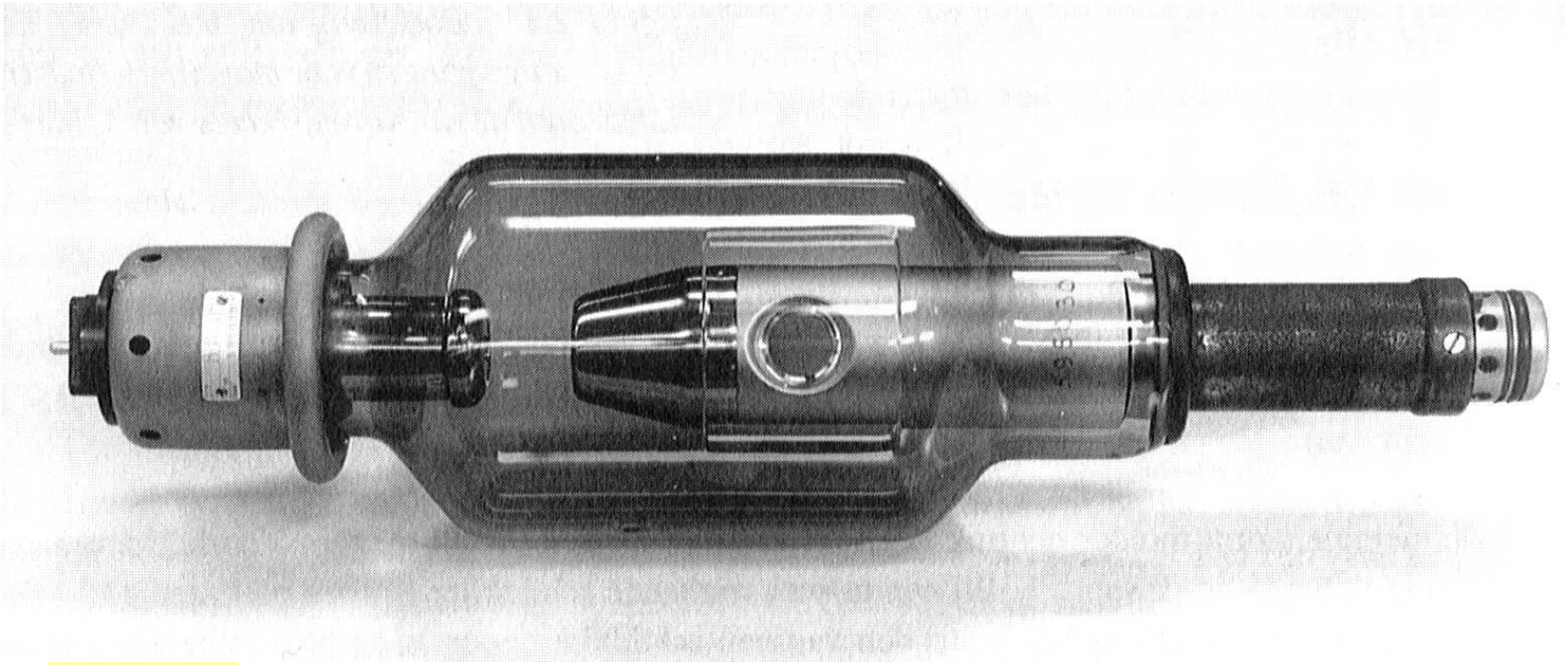
Productie remstraling

- Inefficiënt
- Elektronenkanon i.p.v. ß-bron
- grote buisstroom nodig

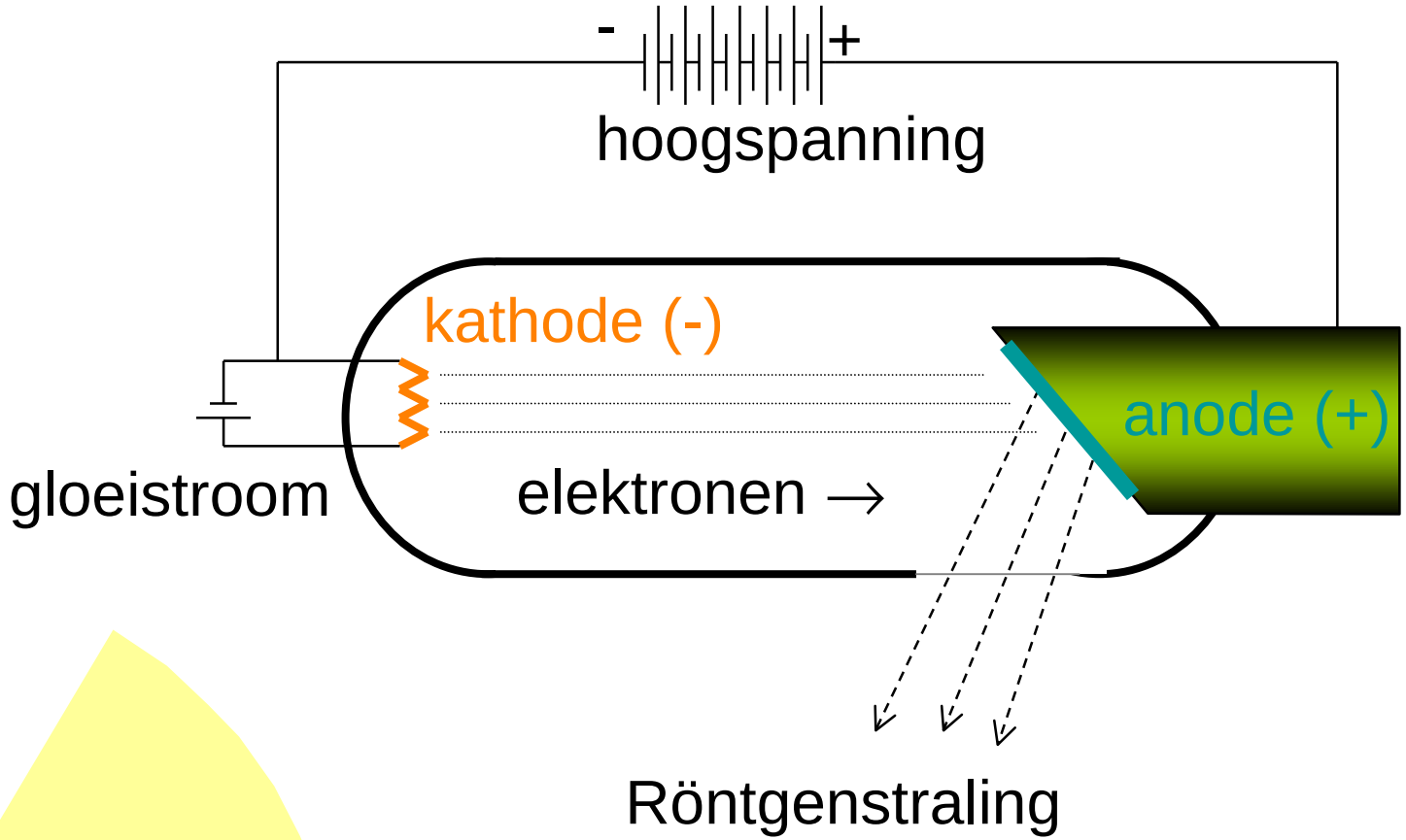




Röntgenbuis



Röntgenbuis



Vermogen

$P=U\times I$ $(P=V\times I)$

- Voorbeeld
- U = 100 kV
- I = 10 mA
- P = 1000 Watt

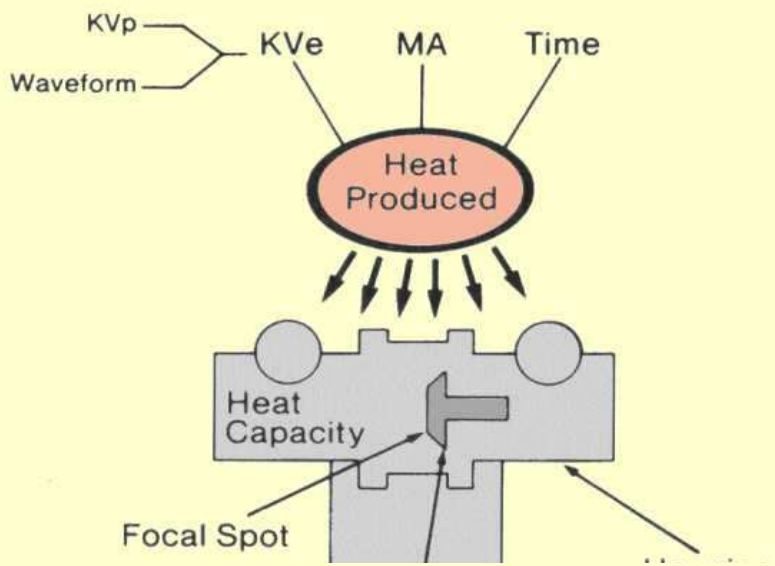
Koeling

Warmtegeleiding

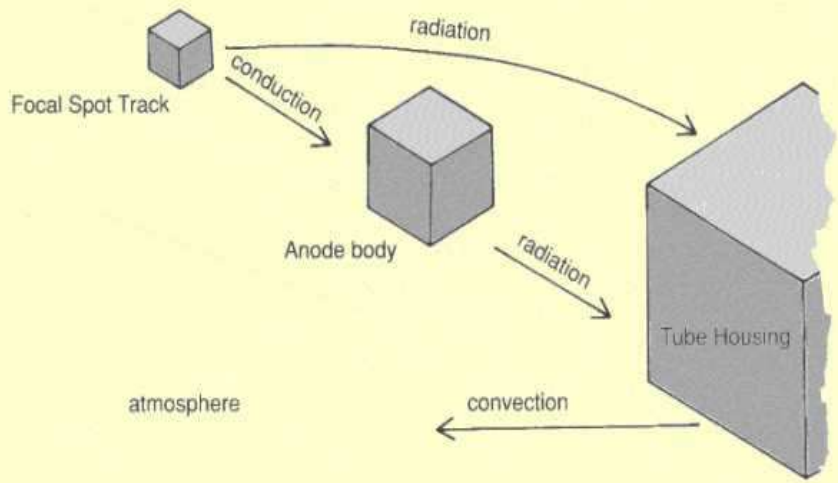
- Olie-koeling

Stralingswarmte

- Roterende anode



HEAT CAPACITY AND TRANSFER



Roterende anode

Tijd om af te koelen….

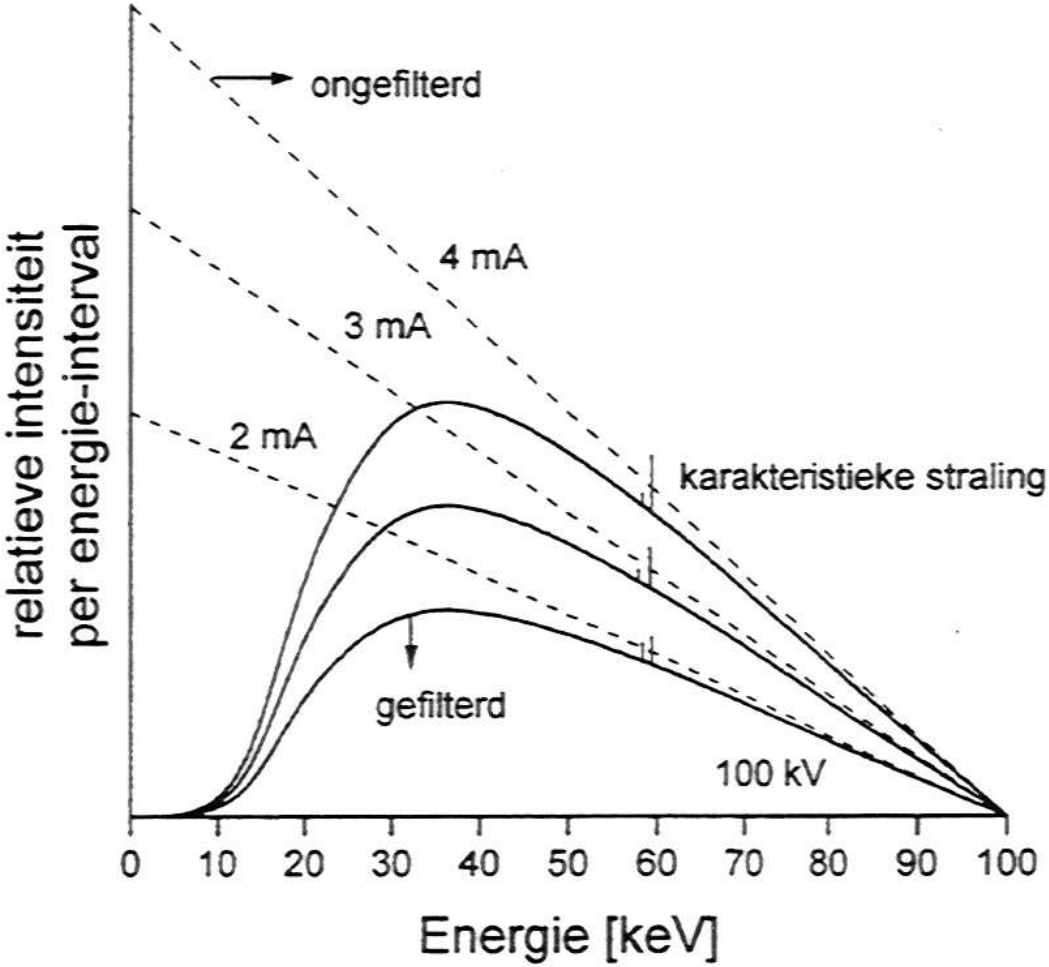
Instellingen Röntgentoestel

- Buisstroom (mA)
  - aantal elektronen
  - van kathode naar anode
- Tijd (s)

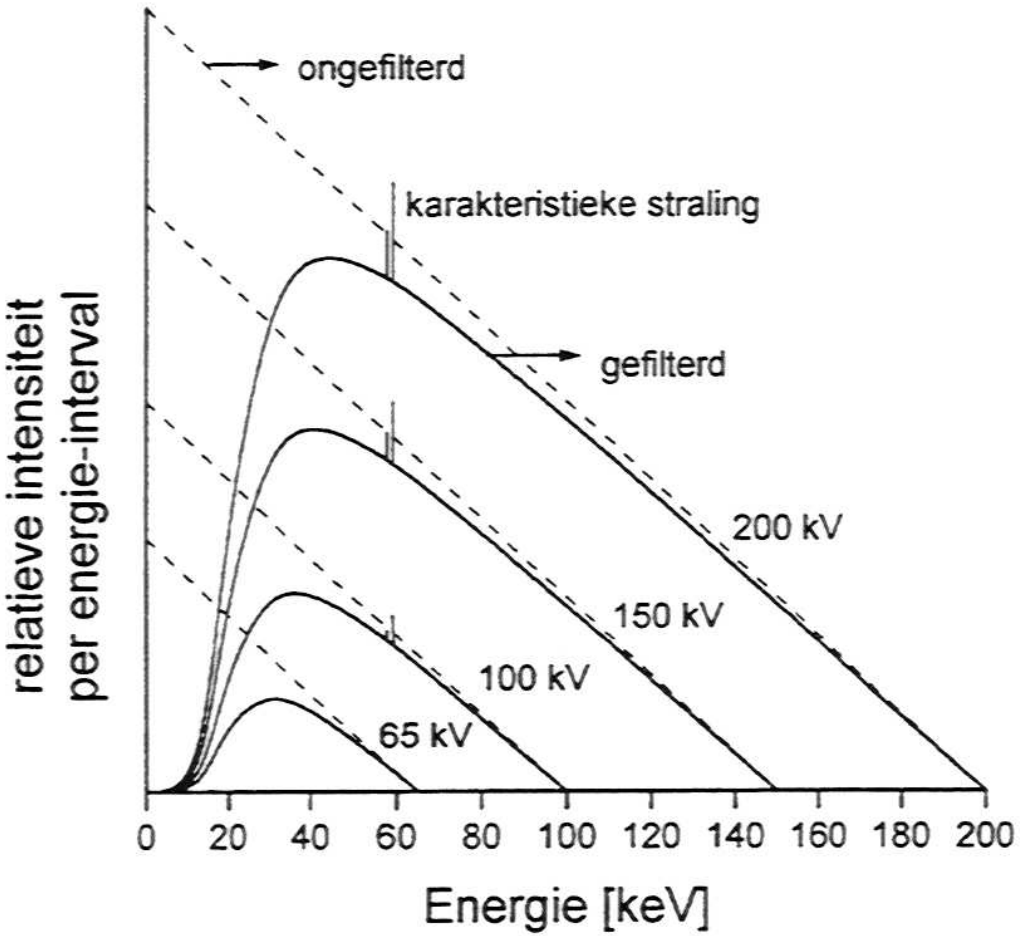
} mA.s

- Buisspanning (KV)
  - spanning tussen kathode en anode
- Filtering (mm Al)

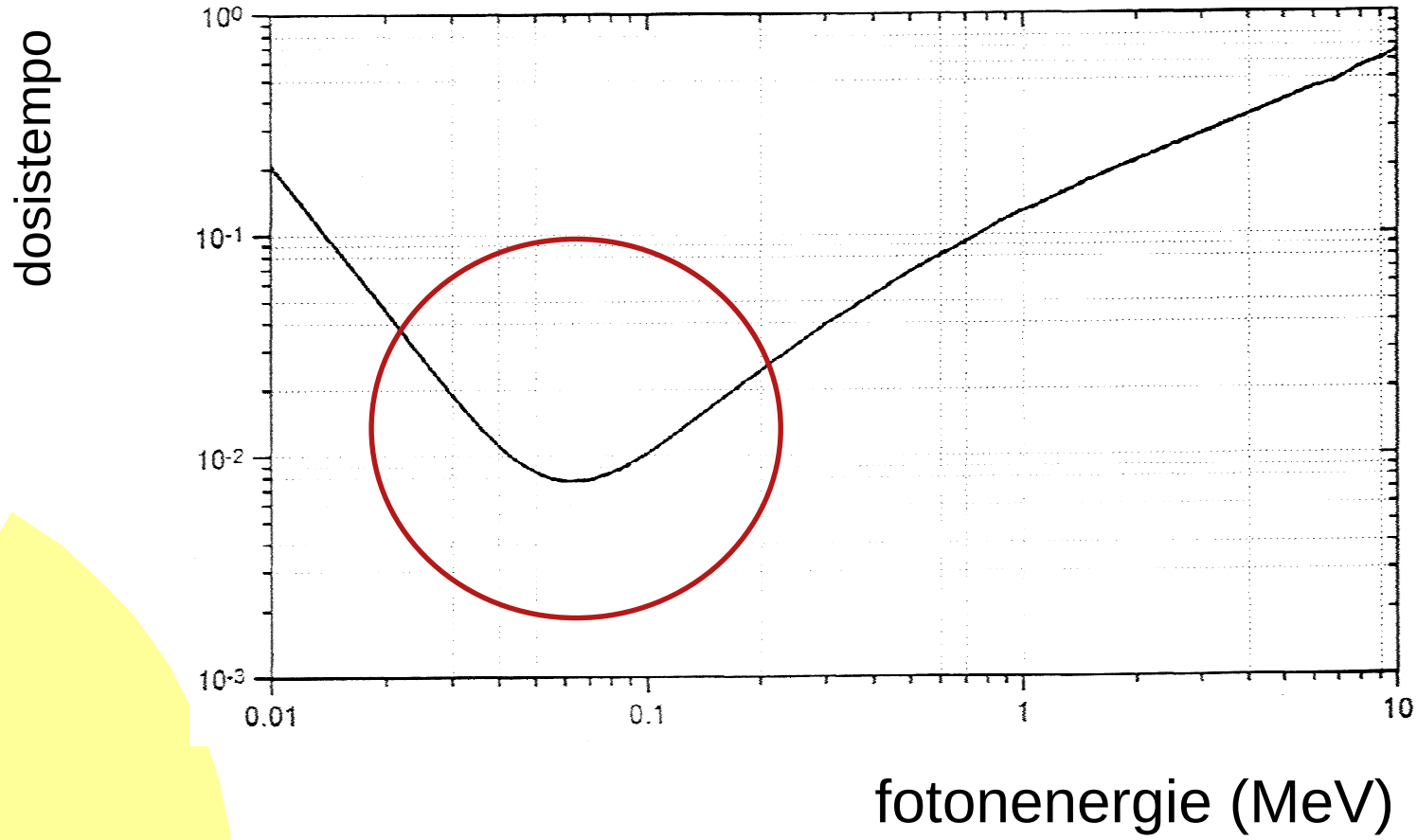
Buisstroom


ongefilterd
4 mA
3 mA
2 mA
karakteristieke straling
gefilterd
100 kV
relatieve intensiteit
per energie-interval
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
Energie [keV]

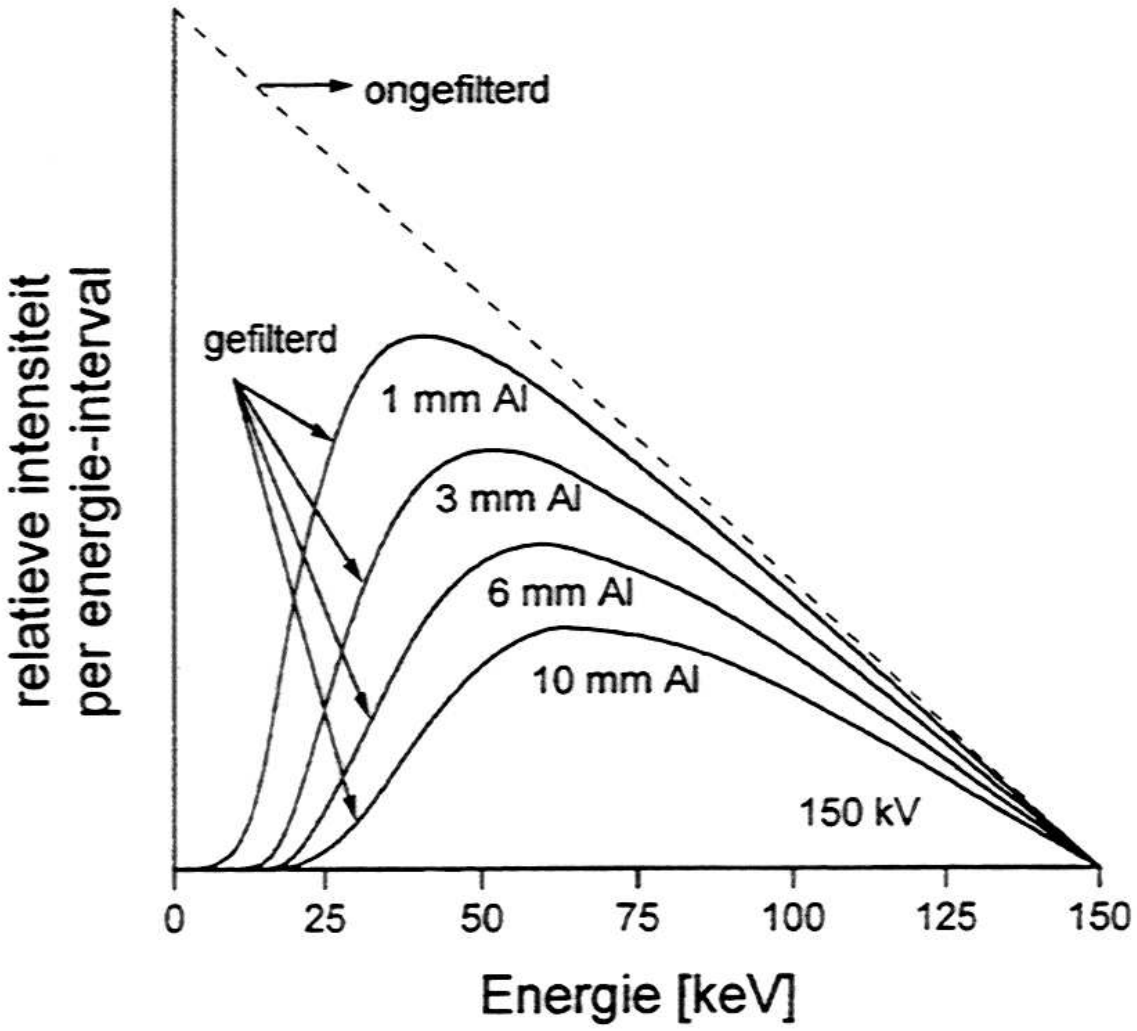
Hoogspanning



dosistempo



Filtering


ongefilterd
gefilterd
1 mm Al
3 mm Al
6 mm Al
10 mm Al
150 kV
relatieve intensiteit
per energie-interval
0
25
50
75
100
125
150
Energie [keV]

Instellingen Röntgentoestel

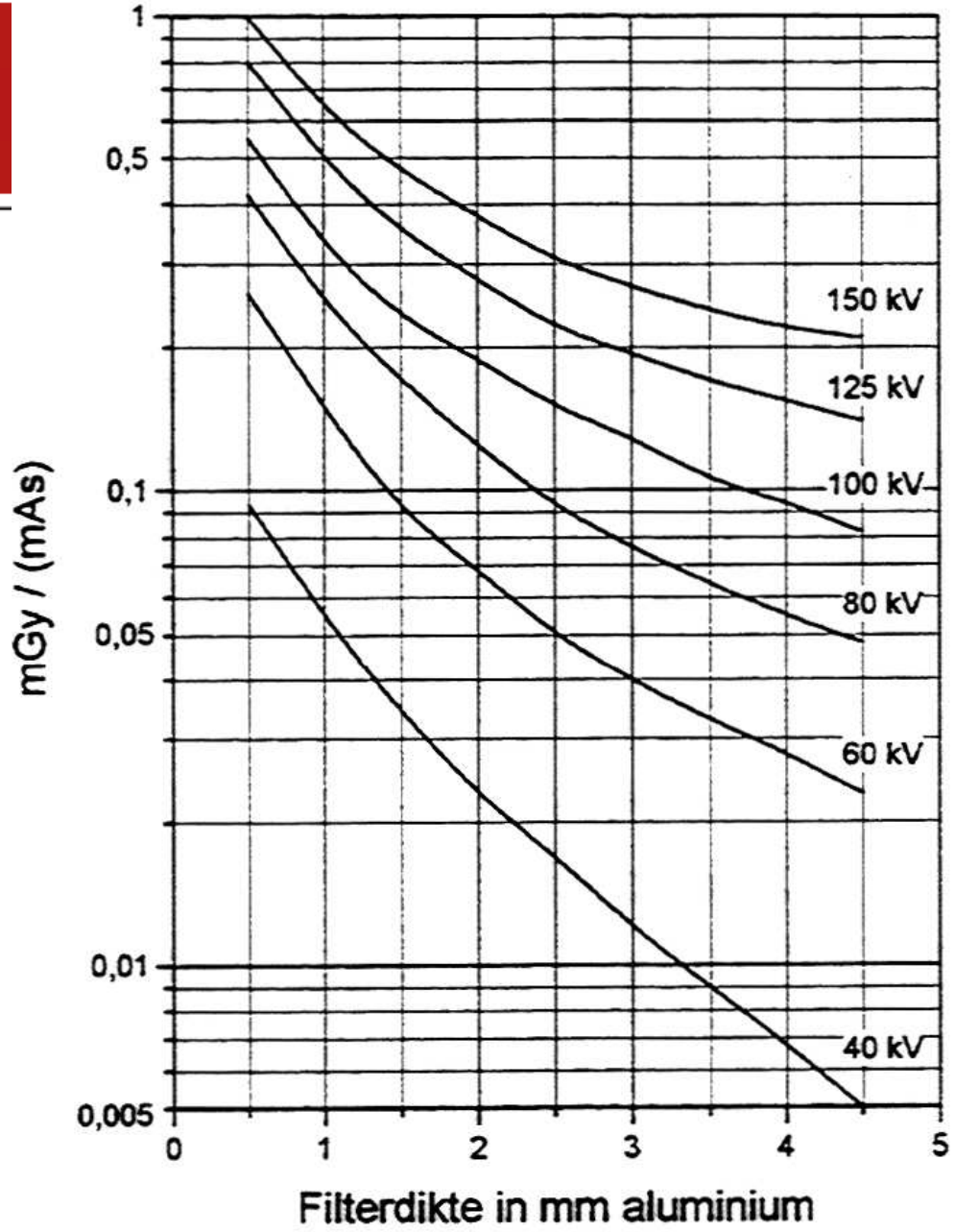
- Buisstroom (mA)
  - dubbele buisstroom ⇒ dubbele dosis
- Tijd (s)
  - dubbele tijd ⇒ dubbele dosis
- Buisspanning (KV)
  - dubbele buisspanning ⇒ > 4x dosis
  - 10 kV meer ⇒ halve mA·s (tussen 50 en 70 kV)
- Filtering (mm Al)
  - dubbele filtering ⇒ verlaging dosis

mA·s-diagram

Bereken het dosistempo op 10 cm afstand

instellingen:

- 100 KV
- 50 mA
- 2,5 mm Al



- ***dosis tegen filtering op 1 meter afstand***

Uitwerking

- **2,5 mm Al en 100 KV:**
  - **0,15 mGy/mA·s op 1 meter afstand**

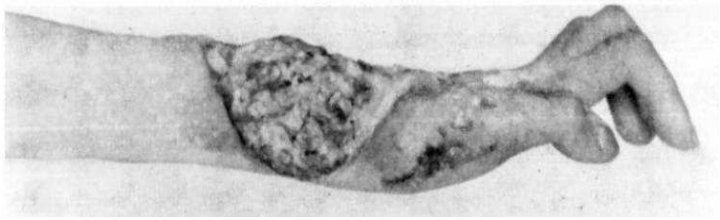
- **10 cm afstand:**
  - **0,15 mGy/mA·s × 10^2 = 15 mGy/mA·s**

- **50 mA:**
  - **15 mGy/mA·s × 50 mA = 750 mGy/s**

0,75 Gy/s !!

Deterministische effecten

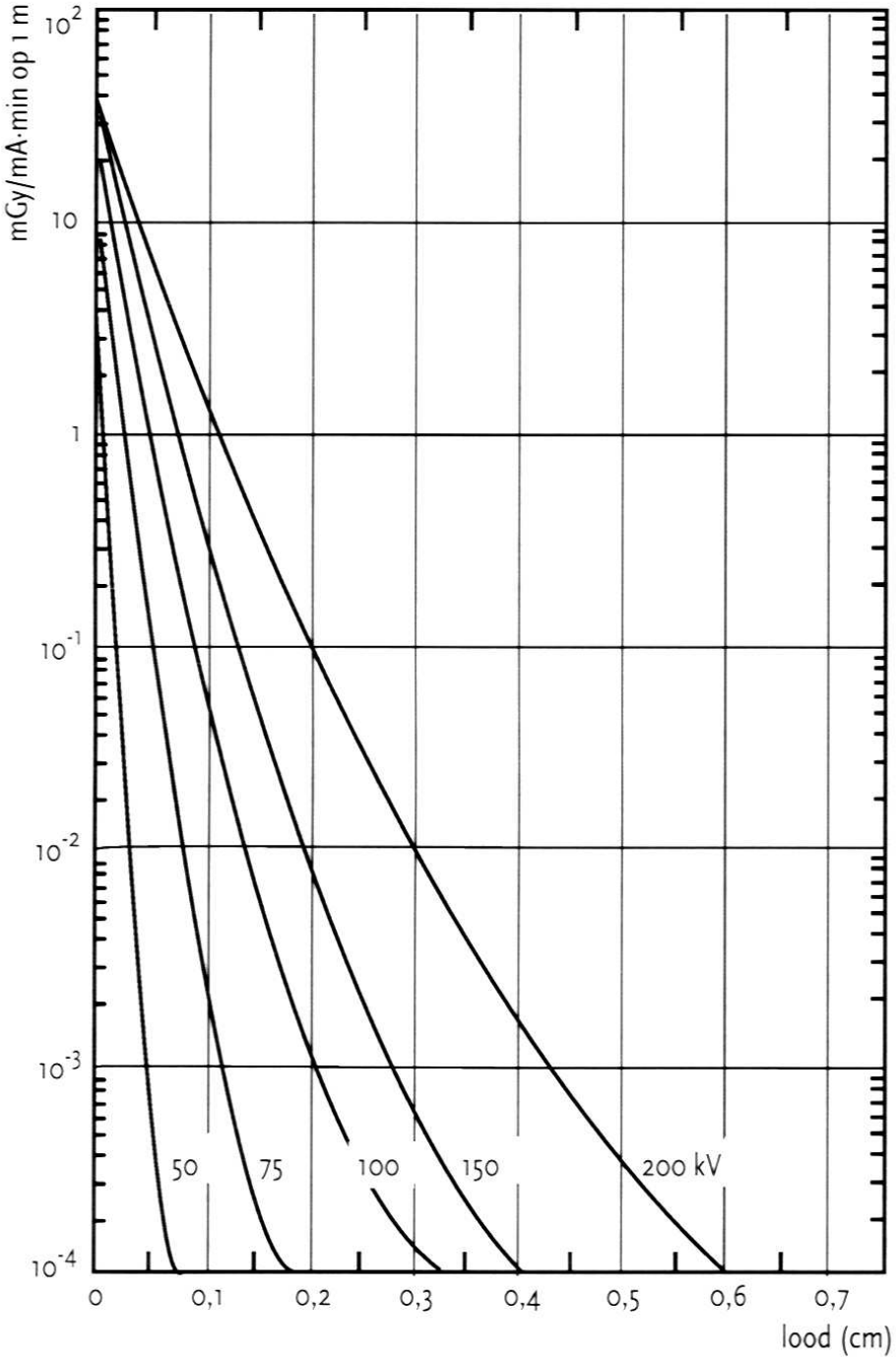
Eenmalige dosis	effect
> 3 Gy	erytheem (zonnebrand)
> 7 Gy	permanente ontharing
> 20 Gy	blaarvorming
> 40 Gy	onherstelbare schade



Transmissie

Afscherming door lood

- **Röntgenstraling**
- **brede bundel**
- **Wolfraam-anode**
- **2 mm Al filtering**



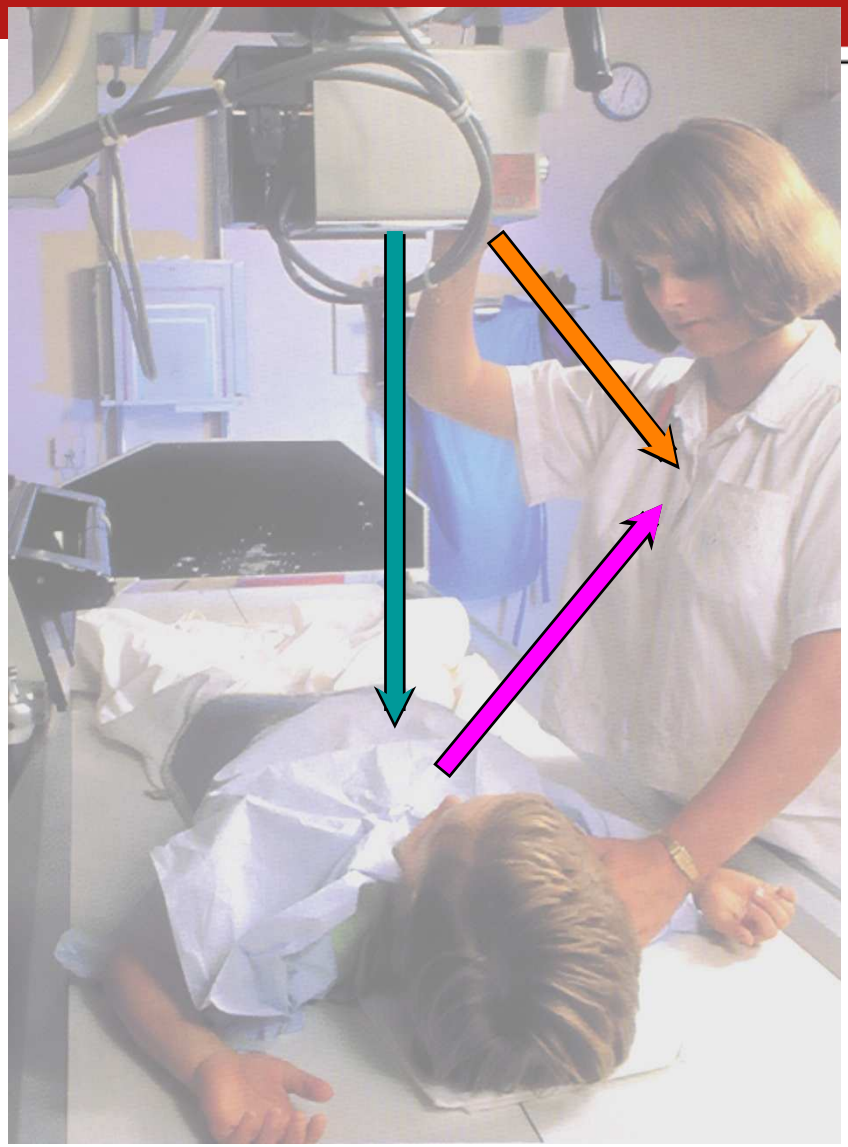
Röntgenapparatuur

Röntgenlaborant

Röntgenapparatuur

Röntgenlaborant

- 100 kV buisspanning:
- directe bundel
  - 100 keV
- lekstraling
  - 100 keV
- strooistraling
  - minder dan 100 keV



Loodschort

- Samenstelling:
  - loodkorrels, ± 0,2 mm $Pb_{equivalent}$
  - rubber
  - 15 à 20 kg

- effect:
  - 140 keV: 1 halveringsdikte: 50%
  - 35 keV: 10 halveringsdiktes: 0,1%

Externe bron

- variabelen:
  - afscherming
  - afstand
  - tijd

  } 3 grondbeginselen

  - hoeveelheid straling
  - energie
  - soort straling

vragen

?