

Vraagstuk 3: Afscherming ^{252}Cf -bron

Voor een experiment met neutronen wordt gebruik gemaakt van een ingekapselde ^{252}Cf -bron. Voor de plaats waar deze bron opgeslagen wordt, moet een afscherming worden ontworpen.

Bij de desintegratie van ^{252}Cf komt α -, γ - en neutronenstraling vrij. De verzwakking van de γ - en neutronenstraling door de bronhouder mag worden verwaarloosd. De bron mag als puntbron worden beschouwd. Bijdragen van dochternucliden worden verwaarloosd.

Gegevens:

- verval van ^{252}Cf : 96,9% α -verval, 3,1% spontane splijting; $T_{1/2} = 2,646$ jaar;
- conversiefactor (fluentie \rightarrow dosisequivalent) voor ^{252}Cf -neutronen: $5,3 \times 10^{-10} \text{ Sv} \cdot \text{cm}^2$;
- figuren 1 en 2 (fig. 22 en 23 uit ICRP-21). Aangenomen mag worden, dat de grafieken als een rechte geëxtrapoleerd mogen worden;
- de bronsterkte van de ^{252}Cf -bron bedraagt $2,36 \times 10^8$ neutronen per seconde.

Vraag 1

Bereken het dosisequivalenttempo op 1 m afstand van de bron ten gevolge van de neutronen van ^{252}Cf , als de bron wordt afgeschermd door een 45 cm dikke polyethyleenplaat.

De verzwakking in lucht mag worden verwaarloosd.

Om de γ -straling tegen te houden wordt bovendien een loden afscherming aangebracht. Een conservatieve benadering voor de afscherming van een brede bundel γ -straling van ^{252}Cf met een polyethyleenplaat is de aanname dat: $d_{1/2} = 17$ cm en de opbouwfactor $B = 2$.

Vraag 2

De eis is, dat het dosisequivalenttempo ten gevolge van de γ -straling van de bron een factor 100 wordt verzwakt ten opzichte van een onafgeschermd bron.

Bereken de benodigde additionele looddikte die achter de polyethyleenplaat moet worden aangebracht.

Het dosistempo van de γ -straling achter een 45 cm dikke polyethyleenplaat bedraagt op 1 m van de bron ongeveer $10 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$.

Vraag 3a

Bereken het dosisequivalenttempo ten gevolge van gammastraling uit de ^{252}Cf -bron op 1 m afstand van de bron achter deze 45 cm dikke polyethyleenplaat en de bij vraag 2 berekende looddikte.

Vraag 3b

Bereken het totale dosisequivalenttempo (γ en neutronen) van de ^{252}Cf -bron op 1 m afstand van de bron achter een 45 cm dikke polyethyleenplaat en de bij vraag 2 berekende looddikte.

Neem aan dat de grafiek in figuur 1 voor de H-transmissie door lood van neutronen gebruikt mag worden.

Figuur 1: Transmissiecurven voor neutronen van ^{252}Cf

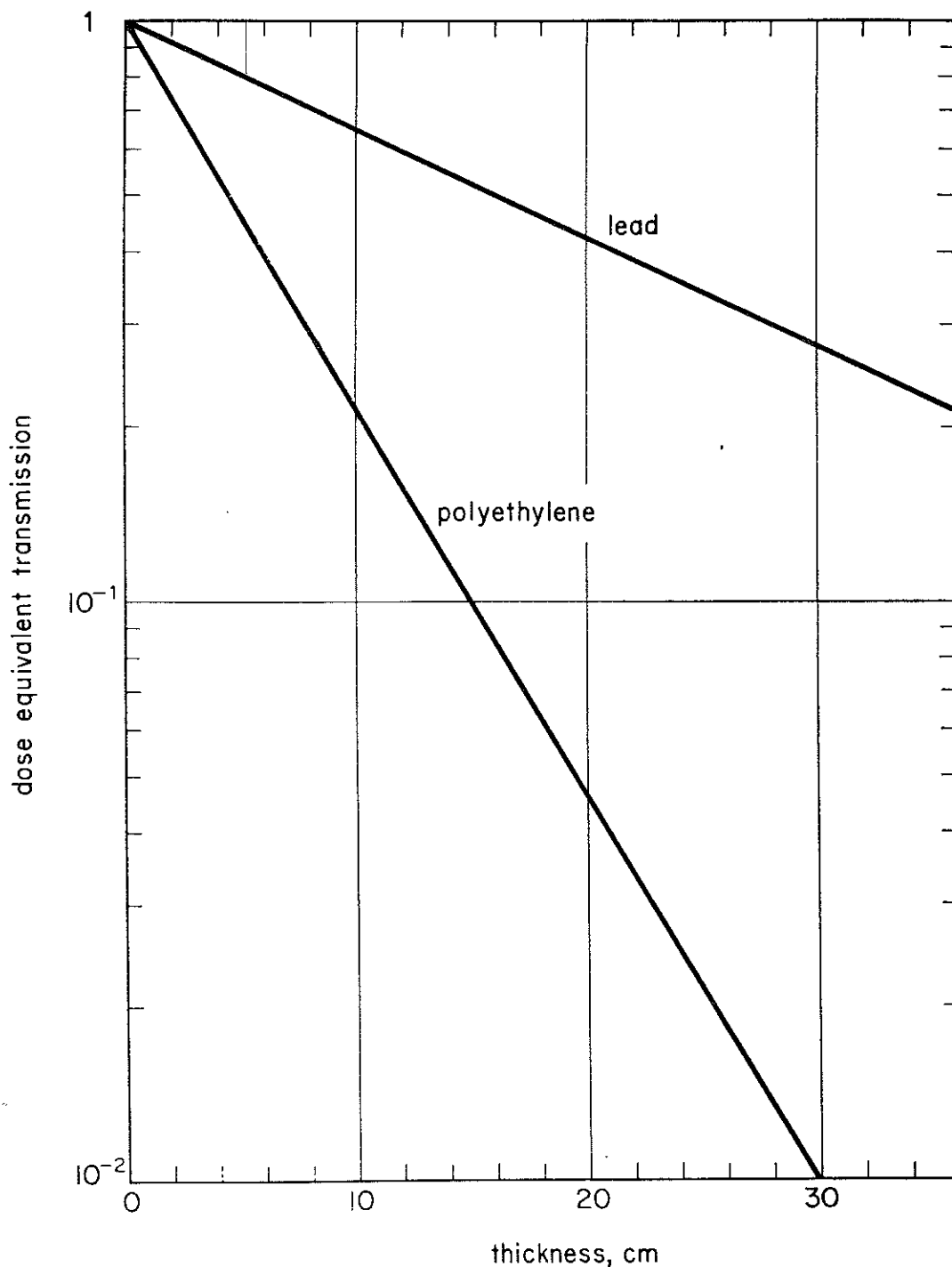


FIG. 22. Broad-beam dose equivalent transmission of ^{252}Cf neutrons through slabs of lead (density 11.35 g/cm^3) and polyethylene (0.96 g/cm^3).

Figuur 2: Transmissiecurven voor gammastraling van ^{252}Cf

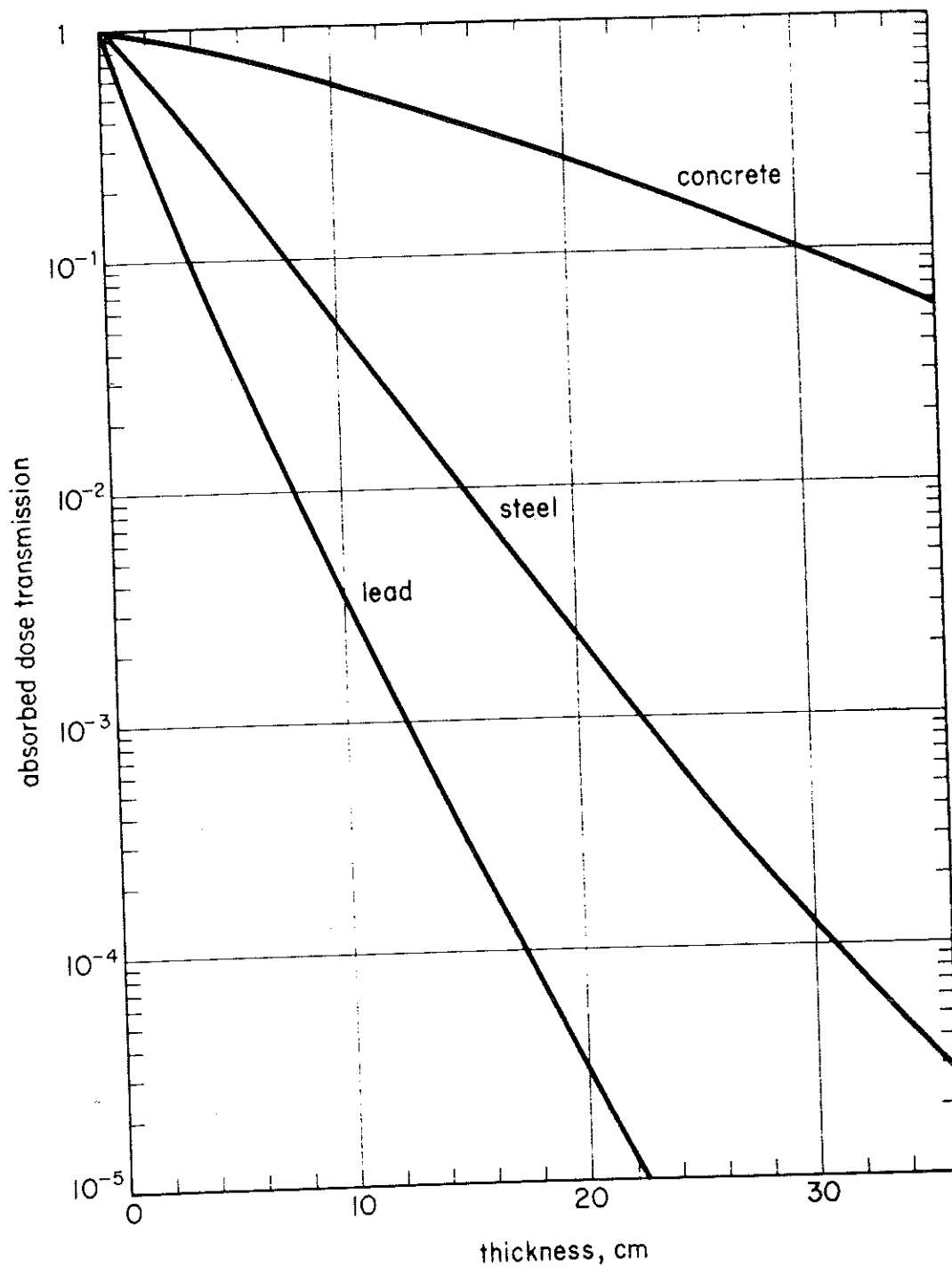


FIG. 23. Broad-beam absorbed dose transmission of ^{252}Cf gamma rays through slabs of lead (density 11.35 g/cm^3), steel (7.8 g/cm^3) and concrete (2.35 g/cm^3).