

HOVO Kernenergie

dinsdag 18 oktober 2011

OPGAVEN WEEK 5

Opgave 1: In een Rutherford-verstrooiingsexperiment wordt lood (^{208}Pb met $Z_{\text{Pb}} = 82$) onderzocht. Aan een 0.1 mm dun loden trefplaatje wordt een bundel α -deeltjes (met $Z_{\alpha} = 2$) verstrooid. De α -deeltjes hebben een energie van 20 MeV. De stroom bedraagt $1 \mu\text{A}$. Een detector met een oppervlakte van 25 mm^2 bevindt zich onder een hoek van 30° op 1.5 meter afstand van de trefplaat.

Opgave 1a. Bereken de werkzame doorsnede voor Rutherfordverstrooiing met behulp van

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \left(\frac{Z_{\alpha} Z_{\text{Pb}} \alpha h c}{8\pi T_{\alpha}} \right)^2 \sin^{-4} \frac{\theta}{2}. \quad (1)$$

Opgave 1b. Bereken het aantal loodatomen per vierkante meter in de trefplaat.

Opgave 1c. Bereken de telsnelheid in de detector (het aantal gedetecteerde deeltjes per seconde).

Opgave 2: Een thermische reactor met een core volume van $V = 30 \text{ m}^3$ heeft een neutronenflux van $\phi = 2 \times 10^{17} \text{ s}^{-1}\text{m}^{-2}$. De macroscopische werkzame doorsnede voor kernsplijting bedraagt $\Sigma_f = 5 \text{ m}^{-1}$.

- Bereken de power output P van de reactor.
- Hoeveel kilogram ^{235}U zit er in de reactor?
- Hoeveel kilogram ^{235}U wordt er per seconde geconsumeerd door splijting (dat is de zogenaamde *burn-up rate*)?

Opgave 3: Een reactor wordt bedreven met uranium dat met 2% verrijkt is in ^{235}U . De gemiddeld geproduceerde energiedichtheid bedraagt 176 MW m^{-3} . De dichtheid van uranium is 18.900 kg m^{-3} en de werkzame doorsnede voor door neutronen geïnduceerde kernsplijting is 579 b . Bereken de neutronenflux in de reactor. (Hint: per splijting komt er 200 MeV aan energie vrij.)

BIJLAGE:

$$N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Constante van Avogadro

$$e = -1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

Lading van het elektron

$$1 \text{ b} = \text{barn} = 10^{-28} \text{ m}^2.$$

Eenheid van werkzame doorsnede.

Tabel met materiaaleigenschappen.

Material	Density (kg m^{-3})	n (10^{28}m^{-3})	$\sigma_f(\text{b})$	$\sigma_s(\text{b})$	$\sigma_a(\text{b})$	ξ	$\Sigma_s(\text{m}^{-1})$	$\Sigma_a(\text{m}^{-1})$
Graphite (C)	1600	8.23	—	4.7	0.0045	0.158	37.7	0.037
^{235}U	18700	4.79	579	10	680		47.9	3229
^{238}U	18900	4.79	—	8.3	2.72		39.8	13.0

* σ are at thermal energies: 0.025 eV