

4. Man tänker indunsta en utspädd lösning av rent $^{233}\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ i vanligt vatten i en 50-liters cylindrisk stålbehållare med diameter och höjd lika. För att förhindra oavsiktlig kriticitet tänker man börja med att fylla tanken med en lösning av borsyra. Efterhand som vatten kokar bort tillförs mer uranyl-nitratlösning så att tanken alltid är full tills en slutkoncentration på max 250 g uran per liter uppnåtts. Använd moderatordata för rent vatten och tvärsnitt för termiska neutroner, samt försumma inverkan av nitratjoner, stålvägg, etc. Vilken minsta koncentration av borsyra (H_3BO_3 , mol/liter) krävs för full säkerhet mot oavsiktlig kriticitet.

Geometrin:

$$V := 50 \cdot \text{liter} \quad V = \pi \cdot \left(\frac{b}{2}\right)^2 \cdot b \quad b := \left(\frac{2^2 \cdot V}{\pi}\right)^{\frac{1}{3}} \quad b = 0.399 \cdot \text{m}$$

$$B^2 := 33 \cdot b^{-2} \quad B^2 = 206.979 \cdot \text{m}^{-2}$$

Moderatorn:

$$L^2m := 7.62 \cdot 10^{-4} \cdot \text{m}^2 \quad \tau := 0.0028 \cdot \text{m}^2$$

$$L^2 = L^2m \cdot (1 - f) \quad M^2 = L^2 + \tau \quad k_{\text{eff}} = \frac{k_{\text{inf}}}{1 + B^2 \cdot M^2} = 1$$

$$k_{\text{inf}} = 1 + B^2 \cdot M^2 \quad \text{men:} \quad k_{\text{inf}} = \eta \cdot \epsilon \cdot p \cdot f \quad \text{4-faktorformeln}$$

För vår homogena reaktor kan vi sätta $\epsilon = p = 1$ som en god approximation.

$$\eta := 2.287 \quad \text{tabell 19.2; max värde för termiska neutroner.}$$

$$f = \frac{\Sigma_{a, \text{fuel}}}{\Sigma_{a, \text{fuel}} + \Sigma_{a, \text{vatten}} + \Sigma_{a, \text{borsyra}}} \quad \text{Låt oss förenkelhets skull räkna i M gånger barn}$$

$$C_U := \frac{250 \cdot \text{mole}}{233 \cdot \text{liter}} \quad C_U = 1.073 \cdot \text{liter}^{-1} \quad C_{\text{vatten}} := \frac{1000 - 1.073 \cdot 389}{18} \cdot \frac{\text{mole}}{\text{liter}}$$

$$\sigma_{aU} := 47.7 + 531.1 \quad \sigma_{av} := 0.66 \quad \sigma_{aB} := 759 \quad \text{n-kartan för Bor}$$

$$f = \frac{\sigma_{aU} \cdot C_U}{\sigma_{aU} \cdot C_U + \sigma_{av} \cdot C_{\text{vatten}} + \sigma_{aB} \cdot C_B}$$

$$k_{\text{inf}} = \eta \cdot f = 1 + B^2 \cdot M^2 = 1 + B^2 \cdot (L^2 + \tau) = 1 + B^2 \cdot (L^2m \cdot (1 - f) + \tau)$$

$$\eta \cdot f = 1 + B^2 \cdot (L^2m \cdot (1 - f) + \tau)$$

$$f := \frac{(1 + B^2 \cdot L^2m + B^2 \cdot \tau)}{(\eta + B^2 \cdot L^2m)} \quad f = 0.711$$

$$f = \frac{\sigma_{aU} \cdot C_U}{\sigma_{aU} \cdot C_U + \sigma_{av} \cdot C_{\text{vatten}} + \sigma_{aB} \cdot C_B} \quad C_B := \frac{-(f \cdot \sigma_{aU} \cdot C_U + f \cdot \sigma_{av} \cdot C_{\text{vatten}} - \sigma_{aU} \cdot C_U)}{(f \cdot \sigma_{aB})}$$

$$C_B = 0.305 \cdot \text{liter}^{-1}$$

Således: 0.305 M borsyrelösning.