

### Zadanie 3.1

Wykonana z naturalnego uranu płytka o rozmiarach  $2 \times 2 \times 0.1$  cm umieszczona została w strumieniu neutronów termicznych  $\phi = 1.3 \cdot 10^{10}$  n/cm<sup>2</sup>s. Obliczyć moc wydzielającą się w tej płytce, jeżeli wiadomo, że w jednym akcie rozszczepienia wydziela się energia 190 MeV. Przekrój czynny na rozszczepienie <sup>235</sup>U wynosi  $\sigma_{sf} = 585$  b.

### Zadanie 3.2

Obliczyć średnią liczbę natychmiastowych neutronów wtórnych wytwarzanych przez jeden neutron termiczny pochłonięty w paliwie uranowym o wzbogaceniu 2%. Przekrój czynny na rozszczepienie <sup>235</sup>U wynosi  $\sigma_{sf} = 582$  b, przekroje czynne absorpcji <sup>235</sup>U i <sup>238</sup>U wynoszą odpowiednio:  $\sigma_{sa} = 684$  b i  $\sigma_{8a} = 2.75$  b, a jedno rozszczepienie <sup>235</sup>U generuje średnio  $\nu = 2.42$  neutronów natychmiastowych.

### Zadanie 3.3

Reaktor o mocy termicznej 500 MW pracuje na paliwie o naturalnym składzie izotopowym. Proszę oszacować ilość <sup>239</sup>Pu wytwarzanego w tym reaktorze w ciągu miesiąca.

**Wzór czteroczynnikowy pozwalający na wyznaczenie współczynnika powielania neutronów ( $k_\infty$ ) ma postać  $k = \varepsilon p f \eta$ , gdzie:**

$\varepsilon$  – wsp. rozszczepienia prędkiego

$$\varepsilon = 1.05$$

$p$  – wsp. uniknięcia wychwytu rezonansowego

$$p = \exp\left(-\frac{1}{R} \frac{N_U}{N_M} \frac{l_{eff}}{(\xi \sigma_s)_m}\right)$$

$f$  – wykorzystania neutronów termicznych

$$f = \frac{e \sigma_{a5} + (1-e) \sigma_{a8}}{e \sigma_{a5} + (1-e) \sigma_{a8} + R F \frac{N_m}{N_U} \sigma_{am}}$$

$\eta$  – wsp. rozszczepienia neutronami termicznymi

$$\eta = \frac{\nu \sigma_{f5}}{\sigma_{a5} + \left(\frac{1-e}{e}\right) \sigma_{a8}}$$

**Znaczenie wielkości użytych w powyższych wzorach jest następujące:**

$N_m, N_U$  – gęstości atomowe moderatora i uranu [at./cm<sup>3</sup>]

$\sigma_{a5} = 680b, \sigma_{f5} = 580b, \sigma_{a8} = 2.7b$  - przekroje czynne na absorbcję i rozszczepienie w U235 i 238

$\sigma_{aH} = 0.322b$  - przekrój czynny na absorbcję na wodorze

$e$  – wzbogacenie

$\nu = 2.42$  – średnia ilość neutronów na rozszczepienie w 235U

$F = \phi_m / \phi_f$  – „disadvantage factor” – stosunek strumieni neutronów w moderatorze i paliwie, przyjmujemy jako stały,  $F = 1.05$ .

$R = V_m / V_f$  – „moderator to fuel ratio” – stosunek objętości moderatora i paliwa, przyjmujemy  $R = 2$

$l_{eff}, \xi, \sigma_s$  – przyjmujemy jako stałe

### Zadanie 3.4

Przyjmujemy następujące wartości współczynników:

$$\varepsilon = 1.031, \Lambda_f = 0.889, f = 0.751, p = 0.803, \Lambda_t = 0.905, \eta = 2.012$$

gdzie  $\Lambda_f$  i  $\Lambda_t$  są odpowiednio prawdopodobieństwami uniknięcia ucieczki neutronów prędkich i termicznych. Zakładając, że na początku generacji istnieje 10000 neutronów, proszę obliczyć:

- Ilość neutronów po rozszczepieniu neutronami prędkimi
- Ilość neutronów, które są spowalnianie
- Ilość neutronów, które osiągnęły energie termiczne
- Ilość neutronów, które zostały zaabsorbowane w reaktorze
- Ilość neutronów zaabsorbowaną w paliwie
- Ilość neutronów uzyskaną po rozszczepieniu neutronami termicznymi

### **Zadanie 3.5**

Używając danych z ramki proszę policzyć wartości współczynników  $f$  i  $\eta$  dla warunków nominalnych, wiedząc że gęstości atomowe  $^{235}\text{U}$  i  $^{238}\text{U}$  wynoszą odpowiednio  $8.50 \cdot 10^{26}$  i  $2,19 \cdot 10^{28}$ . Jakie będą wartości tych współczynników dla wzbogacenia 5%?

### **Zadanie 3.6**

Proszę wyznaczyć pochodne logarytmiczne współczynników  $f$  i  $\eta$  w funkcji wzbogacenia, określane jako:  $\frac{df}{f} = fun1\left(\frac{de}{e}\right)$  i analogicznie  $\frac{d\eta}{\eta} = fun2\left(\frac{de}{e}\right)$ , oraz obliczyć ich wartości dla paliwa uranowego o wzbogaceniach 4% i 2%.