

## 핵공학 개론 I 중간고사 2 문제 풀이

1.  $\Sigma_X = \sum_i N_i \sigma_X^i$  이므로,

(가)

①  $H_2O$

$$\Sigma_a = N_H \sigma_a^H + N_O \sigma_a^O = \frac{6.023 \times 10^{23} \# / \text{mole}}{18 \text{g/mole}} \times 1 \text{g/cm}^3 \times (2 \times 0.332 + 1 \times 0.0002) \times 10^{-24} \text{cm}^2$$

$$\cong 0.022225 [\text{cm}^{-1}]$$

$$\Sigma_s = N_H \sigma_s^H + N_O \sigma_s^O = \frac{6.023 \times 10^{23} \# / \text{mole}}{18 \text{g/mole}} \times 1 \text{g/cm}^3 \times (2 \times 7 + 1 \times 4.2) \times 10^{-24} \text{cm}^2$$

$$\cong 0.608992 [\text{cm}^{-1}]$$

②  $D_2O$

$$\Sigma_a = N_D \sigma_a^D + N_O \sigma_a^O = \frac{6.023 \times 10^{23} \# / \text{mole}}{20 \text{g/mole}} \times 1.105 \text{g/cm}^3 \times (2 \times 0.00046 + 1 \times 0.0002) \times 10^{-24} \text{cm}^2$$

$$\cong 0.000037 [\text{cm}^{-1}]$$

$$\Sigma_s = N_D \sigma_s^D + N_O \sigma_s^O = \frac{6.023 \times 10^{23} \# / \text{mole}}{20 \text{g/mole}} \times 1.105 \text{g/cm}^3 \times (2 \times 38 + 1 \times 4.2) \times 10^{-24} \text{cm}^2$$

$$\cong 2.66882 [\text{cm}^{-1}]$$

③  $C$

$$\Sigma_a = N_C \sigma_a^C = \frac{6.023 \times 10^{23} \# / \text{mole}}{12 \text{g/mole}} \times 1.8 \text{g/cm}^3 \times 0.0032 \times 10^{-24} \text{cm}^2$$

$$\cong 0.000289 [\text{cm}^{-1}]$$

$$\Sigma_s = N_C \sigma_s^C = \frac{6.023 \times 10^{23} \# / \text{mole}}{12 \text{g/mole}} \times 1.8 \text{g/cm}^3 \times 4.8 \times 10^{-24} \text{cm}^2$$

$$\cong 0.43366 [\text{cm}^{-1}]$$

(나)

①  $H_2O$

$$SDP = 0.927 \times 0.608992 = 0.564536 \quad MR = \frac{0.927 \times 0.608992}{0.022225} = 25.4009$$

②  $D_2O$

$$SDP = 0.510 \times 2.66882 = 1.3611 \quad MR = \frac{0.510 \times 2.66882}{0.000037} = 36786.4$$

③  $C$

$$SDP = 0.158 \times 0.43366 = 0.06852 \quad MR = \frac{0.158 \times 0.43366}{0.000289} = 237.087$$

$$\therefore SDP \rightarrow D_2O > H_2O > C \quad , \quad MR \rightarrow D_2O > C > H_2O$$

(다)

①  $H_2O$

$$No. = \frac{\ln E_0 - \ln E}{\xi} = \frac{\ln \frac{2 \times 10^6}{\frac{1}{40}}}{0.927} = 19.63$$

②  $D_2O$

$$No. = \frac{\ln E_0 - \ln E}{\xi} = \frac{\ln \frac{2 \times 10^6}{\frac{1}{40}}}{0.510} = 35.68$$

③  $C$

$$No. = \frac{\ln E_0 - \ln E}{\xi} = \frac{\ln \frac{2 \times 10^6}{\frac{1}{40}}}{0.158} = 115.17$$

2.

(가) 붕괴열.

핵분열생성물이 안정핵종으로 천이하면서 나오는  $\beta$ 선,  $\gamma$ 선.

원자력 발전소는 정지 후에도 붕괴열이 발생하므로 이 붕괴열을 운반할 냉각수 공급이 필요하다.

(나)

$$P[kwt] = P \times 1000 [watt] = P \times 1000 [J/sec] = 1000P \times \frac{1}{1.602 \times 10^{-13}} [MeV/sec]$$

$$= 6.242 \times 10^{15} P [MeV/sec] \quad \text{㉠}$$

$$\text{㉠} \div 200 [MeV/fission] = 3.121 \times 10^{13} P [fission/sec] \quad \text{㉡}$$

$$P(T, t) = \int_0^T 2.66 (T+t-t')^{-1.2} \times 3.121 \times 10^{13} P dt' = 8.30186 \times 10^{13} P \int_0^T (T+t-t')^{-1.2} dt'$$

(let  $T+t-t' = t''$ ,  $dt' = -dt''$ )

$$= 8.30186 \times 10^{13} P \int_{T+t}^t t''^{-1.2} (-dt'') = 8.30186 \times 10^{13} P \int_t^{t+T} t''^{-1.2} dt''$$

$$= 8.30186 \times 10^{13} P \times \frac{1}{-0.2} \times t''^{-0.2} \Big|_t^{t+T}$$

$$= 4.1509 \times 10^{14} P \{t^{-0.2} - (t+T)^{-0.2}\} [MeV/sec] \times 1.602 \times 10^{-13} [J/MeV] \times 10^{-3} [kwt/watt]$$

$$= 0.0665 P \{t^{-0.2} - (t+T)^{-0.2}\} [kwt]$$

$$\therefore C = 0.0665$$

(다)

$$P(1year, 10hour) = 0.0665 \times 1000000 \times \{10^{-0.2} - (10 + 365 \times 24)^{-0.2}\} \times 3600^{-0.2} [kwt]$$

$$= 0.00605 \times 1000000$$

∴ 0.605%

3.

(가) U-235의 경우 어떠한 에너지를 가지는 중성자에 대해서도 핵분열이 일어나나

U-238의 경우에는 특정에너지(고에너지의 중성자) 이상에서만 핵분열이 일어난다.

(나) U-235

단위 부피당 개수를 구해보면,

$$\frac{10 [g/cm^3] \times 6.023 \times 10^{23} [\#/mole] \times 0.03}{(0.03 \times 235 + 0.97 \times 238) [g/mole]} = 7.595 \times 10^{20} [\#/cm^3]$$

1kg은 100cm<sup>3</sup>에 해당하므로

$$\therefore 7.595 \times 10^{22} \#/kg$$

U-238

단위 부피당 개수를 구해보면,

$$\frac{10 [g/cm^3] \times 6.023 \times 10^{23} [\#/mole] \times 0.97}{(0.03 \times 235 + 0.97 \times 238) [g/mole]} = 2.456 \times 10^{22} [\#/cm^3]$$

1kg은 100cm<sup>3</sup>에 해당하므로

$$\therefore 2.456 \times 10^{24} \#/kg$$

(다)  $R_f = \sigma_f INAt$

$$= \frac{10 \times 6.023 \times 10^{23}}{(0.03 \times 235 + 0.97 \times 238)} [g/cm^3] \times (0.03 \times 1.1 + 0.97 \times 0.8) \times 10^{-24} [cm^2]$$

$$\times 10^{14} [\#/cm^2s] \times 100 [cm^3]$$

$$= 2.048 \times 10^{14} [fission/sec]$$

(라)  $R_f = \sigma_f INAt$

$$2.048 \times 10^{14} = \frac{10 \times 6.023 \times 10^{23}}{(0.03 \times 235 + 0.97 \times 238)} \times 0.03 \times 577 \times 10^{-24} \times I [\#/cm^2s] \times 100$$

$$\therefore I = 4.67 \times 10^{12} [\#/cm^2s]$$

(마) 열중성자를 이용할 경우 속중성자를 이용할 때보다 더 적은 I[단위면적 단위시간당 입사하는 중성자 개수]로도 같은 핵분열반응율을 얻을 수 있다. 따라서 효율성 측면에서 열중성자로 원자로를 만들게 된다.