

원자로 안전공학 중간고사

최서민

2009년 4월 30일

1. 원자로의 안전성철학을 삼단계로 나누어 상세하게 기술하고 실제로 이 철학이 원자력법규에 어떻게 반영되고 있는지 구체적인 예를 들어 설명하라. (10)

▷

2. 경수형 원자로의 방호 원리를 설명하고, 그에 따른 Trip Function 들을 원자로 설계 측면을 고려하여, 각각을 간략하게 설명하라. 이 기능들이 원활하게 작동되기 위한 delay time에 관하여 논하라. (20)

3. 방사성 핵분열생성물을 방호하기 위해 원자로에 설계된 다중방호벽을 나열하고, 각각에 대해 간략하게 설명하라. (10)

4. 가압경수형 원자로에서 Automatic Control을 위한 Temperature Dead-band는 1.5 F이다. 만일 이 Dead-band를 3 F로 크게 할 경우 운전상에 어떤 영향을 미치게 될 것인지 다음의 관점에서 평가하라. (20)

- 가. 운전 효율 측면
- 나. 안전성 측면
- 다. 기기 신뢰도 측면
- 라. 기타

5. 다음 문제에 답하여라.

가. 무한 매질에서 등방향으로 초당 S개의 중성자를 방출하는 Point Source를 생각하자. diffusion equation을 이용하여 point source의 flux를 유도하라. (hint: 반지름이 r인 구형좌표계를 생각하라). (10)

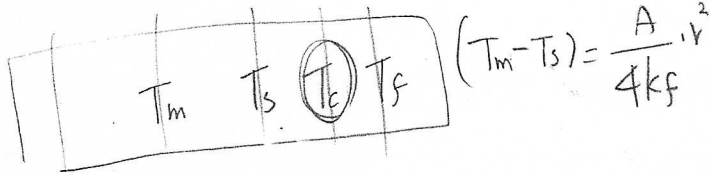
나. Photo-Electron Scattering (Compton effect), Photoelectric effect, Pair Production을 구분하여 설명하라. (10)

$$\frac{d^2\phi}{dr^2} = -\lambda^2\phi$$

$$\left(\frac{d\phi}{dr} \right)_{r=0} = 0$$

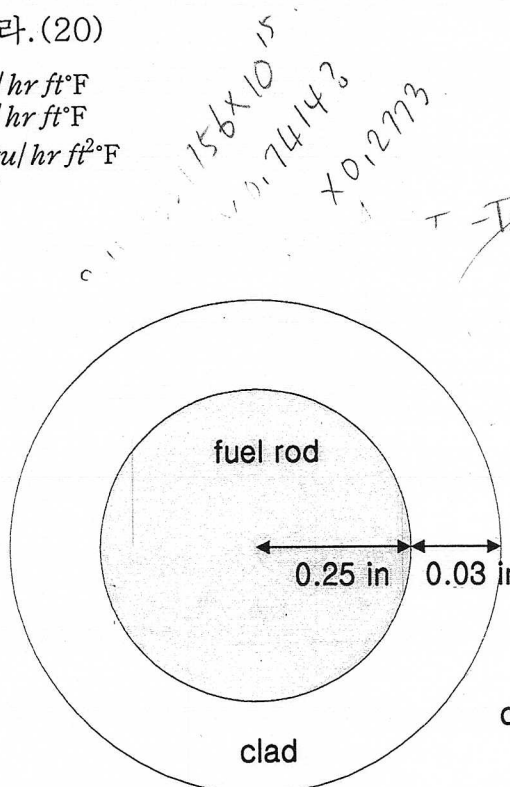
$$T(x) = T_m$$

$$q''' = \frac{q_s}{A_s}$$



6. 단면적이 아래의 그림과 같은 원통형 연료봉에서 열원이 $q''' = 7.5 \times 10^7 \text{ Btu/hr ft}^3$ 일 때 피복재 표면의 열유속 q''_{clad} 및 연료봉의 최대 온도를 구하라. (20)

- 단, $k_f = 20 \text{ Btu/hr ft}^2\text{F}$
 $k_c = 12 \text{ Btu/hr ft}^2\text{F}$
 $h = 5000 \text{ Btu/hr ft}^2\text{F}$
 $T_b = 500 \text{ }^\circ\text{F}$



$$T(r) = T_m - \frac{q'''}{4k_f} \cdot r^2$$

$$T(r) = T_m - \frac{A}{4k_f} \cdot r^2 \text{ 이다.}$$

$$T_s = T_m - \frac{A}{4k_f} \cdot R^2$$

$$(T_m - T_s) = \frac{A}{4k_f} \cdot R^2$$

$$q'''_{clad} = -kA \frac{dT}{dr} = kA \cdot \frac{A}{4k_f} \times 2r$$

7. 중성자속이 10^{14} 인 원자로 노심에서의 volumetric thermal source strength를 계산하라. 연료는 농축도 3.5%인 UO_2 fuel을 사용하며 감속재 온도는 260°C 이다. (가정: 모든 중성자는 감속되어 열중성자 형태이며 중성자 스펙트럼은 $1/V$ region 을 따름. 감속재는 중수) (20)

($\rho_{fm} = 10.5 \text{ g}_m/\text{cm}^3$, $i = 1.0$, $M_{ff} = 235.0439$, $M_{nf} = 238.0508$, $\sigma_{f0} = 577.1 \text{ b}$
 $f(T) = 0.93$)

0.93

$$0.2773 = \sqrt{\frac{20}{260}}$$

$$1 \text{ MeV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$q_s = -k_1 \quad q_s = -k_f A \frac{dT}{dr} = \frac{A}{4k_f} \times 2r \times k_c A$$

$$\frac{\sqrt{71} \times 10^{50} \times f(T) \times \left(\frac{T_0}{T}\right)^{0.5}}{2} = \dots$$

0.28
1 inch
237.9455

293
533

20°C or 260°C

0.28 ✓