

原子炉物理学 参考問題

出題範囲キーワード：原子核物理，中性子と物質の相互作用，原子炉理論，熱中性子炉，一群拡散方程式，一群原子炉方程式

参考教科書：

- ジョン・R・ラマーシュ，アンソニー・J・バラッタ（澤田哲生訳），原著第3版 原子核工学入門（上），ピアソン・エデュケーション 【第1～7章】

問1

以下の問いに答えよ。

- (1) 原子炉物理における断面積とはどのような物理量かを説明し、マイクロ断面積とマクロ断面積の差異を説明せよ。
- (2) 中性子束とはどのような物理量かを説明し、中性子束と中性子流の差異を説明せよ。
- (3) 四因子公式において考慮されている4つの事柄を説明し、六因子公式と四因子公式の差異を説明せよ。
- (4) 中性子の減速評価時に適用されるNR近似とはどのような近似かを説明し、NR近似とNRIM近似の差異を説明せよ。
- (5) 核分裂性核種とはどのような物質かを説明し、核分裂性核種と核分裂可能核種の差異を説明せよ。

問2

以下の原子炉物理における用語を50～100文字で説明せよ。

- (1) 可燃性毒物
- (2) ドップラー効果
- (3) 同位体
- (4) 反射体
- (5) 制御棒価値

問3

厚さ a の1次元有限平板状媒質 A の中央に、単位面積あたり毎秒 S 個の中性子を等方に放出する厚さが無視できる平面状の中性子源がある。媒質 A の両側には媒質 B が無限に広がっているとき、媒質 A, B 中での中性子束分布を、中性子源からの距離 x の関数として求めよ。ただし、各媒質中における中性子束は拡散方程式

$$\frac{d^2 \phi_A}{dx^2} - \frac{\phi_A}{L_A^2} = 0$$

$$\frac{d^2 \phi_B}{dx^2} - \frac{\phi_B}{L_B^2} = 0$$

に従うものとし(下付きの A, B は媒質 A, B 中であることを示す), $x=0$ は除いて考えてよいものとする。

問4

x, y, z 方向の長さがそれぞれ a, b, c であり、熱出力が P である裸の直方体原子炉を考える。原子炉方程式が

$$\frac{d^2 \phi}{dx^2} + \frac{d^2 \phi}{dy^2} + \frac{d^2 \phi}{dz^2} + B^2 \phi = 0$$

と与えられるとき、原子炉内の中性子束分布、臨界条件、出力ピーキング係数を求めよ。ただし、核分裂マクロ断面積を Σ_f 、1核分裂あたり放出されるエネルギーを E とし、外挿距離は無視できるものとする。