

第 59 回原子炉主任技術者試験（原子炉理論）に関する出題ミス
（該当試験問題）

「原子炉理論」

第 3 問 減速材と中性子吸収物質からなる無限均質媒質中で中性子が減速中に吸収されない割合について考える。

- (1) 毎秒 1cm^3 あたり、あるレサジー u を通過して減速してゆく中性子の減速密度を $q(u)$ 、減速材原子核に散乱された中性子の平均レサジー増加を ξ とする。レサジー u から $u+du$ の範囲 du において中性子の吸収がなく減速材原子核との散乱反応のみを考えた場合の、毎秒 1cm^3 あたりの中性子と減速材原子核との散乱反応の回数を $q(u)$ 、 ξ と du で表わせ。
- (2) レサジー u における単位レサジー幅あたりの中性子と媒質原子核との衝突密度 $F(u)$ を媒質の吸収断面積 $\Sigma_a(u)$ 、散乱断面積 $\Sigma_s(u)$ 、中性子束 $\phi(u)$ を用いて表わし、 u から $u+du$ の範囲 du において(1)で示した散乱反応数が毎秒 1cm^3 あたりの全衝突数に等しいと近似した関係式を示せ。
- (3) レサジー u と $u+du$ における中性子の減速密度をそれぞれ $q(u)$ 、 $q(u+du)$ とすると、このレサジー区間 du における減速密度の変化 $q(u)-q(u+du) = -dq(u)$ は中性子吸収反応率 $\Sigma_a(u)\phi(u)du$ に等しい。この関係と(2)の関係より推定した $\phi(u)$ を用いて、減速密度の微分 $-dq(u)/du$ が満たす微分方程式をたてよ。
- (4) (3)の微分方程式を解いて、 $q(u)/q(0)$ 、すなわちレサジー 0 から u まで減速される間に中性子が吸収されない割合が

$$\exp\left[-\int_0^u \frac{\Sigma_a(u)}{\xi\{\Sigma_a(u) + \Sigma_s(u)\}} du\right]$$

さらにこの吸収されない割合を、レサジー 0 に対応するエネルギーを E_0 、 u に対応するエネルギーを E としてエネルギー変数に書き換え、

$$\exp\left[-\int_E^{E_0} \frac{\Sigma_a(E)}{\xi\{\Sigma_a(E) + \Sigma_s(E)\}} \frac{dE}{E}\right]$$

で表わされることを示せ。