演習問題３－１

- $^{238}_{92}U$　はエネルギーゼロの中性子を吸収しても核分裂しない。どのくらいのエネルギーの中性子を吸収すると核分裂するか。

ここで、$^{238}_{92}U$　のクーロンエネルギーを、218[MeV]、発生エネルギーを、212[MeV]とする。

演習問題解答３－１

- このエネルギーの差が中性子によって与えられなければならない。よって核分裂を起こすには中性子は、218[MeV]-212[MeV]＝6[MeV]以上のエネルギーをもたなければならない。

演習問題３－２

- 核分裂で発生する即発中性子の平均エネルギーを求めよ。

演習問題解答３－２

- 即発中性子の運動エネルギーF(E)は

$$F(E) = 0.770 \cdot \sqrt{E} \cdot \exp(-0.766 \cdot E)$$

- で与えられる。一方、即発中性子の平均エネルギー は、

$$\tilde{E} = \int_0^\infty E \cdot F(E) dE$$

- であるから、

$$\tilde{E} = \int_0^\infty 0.770 \cdot E^{3/2} \cdot \exp(-0.766 \cdot E) dE$$

演習問題解答３－２（続き）

- ここで、K=0.766Eと置くと、

$$\tilde{E} = \int_0^\infty 0.770 \cdot E^{3/2} \cdot \exp(-0.766 \cdot E)dK$$

$$= \int_0^\infty 0.770 \cdot \left(\frac{1}{0.766}\right) \cdot \left(\frac{K}{0.766}\right)^{3/2} \cdot \exp(-K)dK$$

$$= 0.770 \cdot \left(\frac{1}{0.766}\right)^{5/2} \int_0^\infty K^{(5/2-1)} \cdot \exp(-K)dK$$

- また、 $\int_0^\infty K^{(x-1)} \cdot \exp(-K)dK = \Gamma(x)$

$$\Gamma(\frac{5}{2}) = \frac{3}{2} \cdot \Gamma(\frac{3}{2}) = \frac{3}{2} \cdot \frac{\sqrt{\pi}}{2}$$

- であるから、

演習問題解答３－２（続き）

- よって

$$\tilde{E} = 0.770 \cdot \left(\frac{1}{0.766} \right)^{5/2} \int_0^\infty K^{(5/2-1)} \cdot \exp(-K) dK$$

$$= 0.770 \cdot \left(\frac{1}{0.766} \right)^{5/2} \frac{3}{2} \cdot \frac{\sqrt{\pi}}{2}$$

$$= 1.9929 [MeV]$$

- となる。

演習問題３－３

- 粒子の平均自由行路がマクロ断面積の逆数であることを示せ。

演習問題３－３解答の方針

- 平均自由行路λは、

$$\lambda = \frac{\int_0^\infty exp(-\Sigma x)\cdot x d(\Sigma x)}{\int_0^\infty exp(-\Sigma x)\cdot d(\Sigma x)}$$

であるから、

$$\int_0^\infty exp(-\Sigma x)d(\Sigma x) = \int_0^\infty exp(-y)dy =$$

より

$$\lambda = \int_0^\infty x\, exp(-\Sigma x)d(\Sigma x)/1$$

$$= \frac{1}{\Sigma}\cdot\int_0^\infty y\, exp(-y)dy$$

$$=$$

演習問題解答3－3

- 平均自由行路λは、

$$\lambda = \frac{\int_0^\infty exp(-\Sigma x)\cdot xd(\Sigma x)}{\int_0^\infty exp(-\Sigma x)\cdot d(\Sigma x)}$$

であるから、

$$\int_0^\infty exp(-\Sigma x)d(\Sigma x)$$
$$= \int_0^\infty exp(-y)dy$$
$$= [-exp(-y)]_0^\infty$$
$$= -[exp(-\infty) - exp(-0)]$$
$$= -[0-1] = 1$$

より

$$\lambda = \int_0^\infty x\,exp(-\Sigma x)d(\Sigma x)/1$$
$$= \frac{1}{\Sigma}\cdot\int_0^\infty y\,exp(-y)dy$$
$$= \frac{1}{\Sigma}\left([y\{-exp(-y)\}]_0^\infty - \int_0^\infty\{-exp(-y)\}dx\right)$$
$$= \frac{1}{\Sigma}\left([\infty\times(-0)-\{0\times 1\}] + [-exp(-y)]_0^\infty\right)$$
$$= \frac{1}{\Sigma}(0-[exp(-\infty)-exp(-0)])$$
$$= \frac{1}{\Sigma}(0-[0-(1)])$$
$$= \frac{1}{\Sigma}[0+1] = \frac{1}{\Sigma}$$