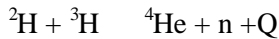


1. 次の反応によって発生するエネルギー Q を MeV の単位で求めなさい。ただし $1u$ は約 931MeV で、各粒子の質量は次のとおりである。 ${}^2\text{H} : 2.0141u$, ${}^3\text{H} : 3.0160u$, ${}^4\text{He} : 4.0026u$, $n : 1.0087u$.



2. 1MeV の中性子ビームに対する ${}^{12}\text{C}$ の中性子全断面積は 2.6b (バーン, 10^{-24}cm^2) であり、黒鉛の原子数密度は $0.080 \times 10^{24}\text{atoms/cm}^3$ である。

イ) 巨視的断面積はいくらか。

ロ) いま、このエネルギーの中性子ビーム $= 5 \times 10^8 \text{ neutrons/cm}^2\text{s}$ が、面積 0.5cm^2 、厚さ 0.1cm の ${}^{12}\text{C}$ (黒鉛) のターゲットに入射する。ビームの断面積は 0.1cm^2 である。ターゲット中で毎秒何個の中性子が反応するか。

ハ) 「衝突密度」はいくらか。

ニ) ビーム中の一個の中性子がこのターゲット中で反応する確率はいくらか。

3. 定常で、吸収が一樣な場合、中性子束は次の方程式に従う。

$$\nabla^2 \phi = \frac{\Sigma_a}{D} \phi \quad \dots \dots (1)$$

イ) いま、無限に広い平面 (y - z 平面とする) に一樣な中性子源があり、毎秒単位面積あたり s 個の中性子を発生しているとする。このとき (1) は次のような一次元の問題になることを説明しなさい。

$$\frac{d^2 \phi}{dx^2} = \frac{\Sigma_a}{D} \phi \quad \dots \dots (2)$$

ロ) この式の解は次の形になる。 a を $\frac{\Sigma_a}{D}$ で表しなさい。

$$\phi = Ae^{-ax}$$

ハ) 中性子の流れの密度 J はフィックの法則から $J = -D\nabla\phi$ と表せるが、これも一次元の問題となる。 J はどのように表せるか (D , , 微分記号であらわす)。

ニ) 中性子源に無限に近い面 ($x = 0$) を考え、そこを通る流れの密度が $\frac{s}{2}$ であることから、 A を決定しなさい (Σ_a , D , s で表す)。

4. 下の文章は原爆使用の是非を論じた1945年6月の「フランク報告」の一部である。下線部の「開発に2~3年かかるプロセス」とはどのような操作か、二つの方法について説明せよ。(解答スペース指定有り)

(IV. 「国際管理の方法」第6段落)

ウランとトリウム鉱石からの純粋な核分裂物質への転換をチェックし続けたとしても、一つもしくは数ヶ国がそのような材料を多量に蓄積するのをどのようにして防ぐかという問題が起きるのであろう。一国が国際管理から離脱した場合、この種の蓄積は急速に原子爆弾に変換されることであらう。純粋な核分裂性同位体の強制的な変性は同意を得るのであろうとの提案がなされた。それらは軍事目的には (開発に2~3年かかるプロセスで精錬されるのを除いて) 使用できないが、電力生産には使えるように、適当な同位体によって希釈されなければならない。

5. 核兵器の拡散防止の観点から、原子炉と核兵器の関連性について要点を述べよ。(解答スペース指定有り)

----- 諸数値・公式 -----

光速度	$c = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$	電気素量	$e = 1.6021773 \times 10^{-19} \text{ C}$
陽子の質量	$M_p = 1.6726231 \times 10^{-27} \text{ kg}$ (938.272 MeV)	電子の質量	$m_e = 0.9109389 \times 10^{-30} \text{ kg}$ (511.0 keV)
アヴォガドロ数	$N_0 = 6.022137 \times 10^{23} / \text{mol}$	ボルツマン定数	$k = 1.380658 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
指数 : $M=10^6, G=10^9, \mu=10^{-6}, n=10^{-9}, p=10^{-12}$			

公式集, 定義式 : $E = \sqrt{c^2 p^2 + m^2 c^4} = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \quad h\nu' = \frac{h\nu}{1 + \frac{h\nu}{mc^2}(1 - \cos\theta)},$

$I(x) = I_0 \exp(-\mu x) \quad N(t) = N_0 \exp(-\lambda t), \quad \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}, \quad \frac{dn}{dt} = \frac{k-1}{l} n, \quad B = Z m_p + N m_n - M(A, Z)$

$I = n v, \quad = n v, \quad R = INAX, \quad = N, \quad J = -D\nabla\phi, \quad J = -D_0\nabla n, \quad \frac{\partial n}{\partial t} = D\nabla^2\phi - \Sigma_a\phi + s$

$= \langle \ln(E_1/E_2) \rangle, \quad u = \ln(E_0/E), \quad = 1 /$