379

(イ)

放射性崩壊

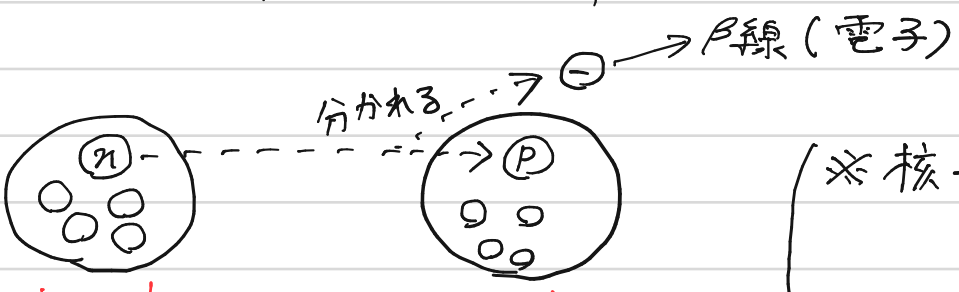
(ロ)(ハ)

$$ {}^{A}_{Z}X \longrightarrow \underset{\underset{\text{ヘ}(ロ)}{Z-2}}{\overset{A-4}{\text{Y}}}(ハ) + {}^{4}_{2}He $$

(ニ)(ホ)

β崩壊は電子の放出以外に、中性子nが陽子pに変わっていることも知っておこう。

${}^{A}_{Z}X$ のβ崩壊の場合、



核子A個

核子はA個のまま
しかし、電荷は +e される

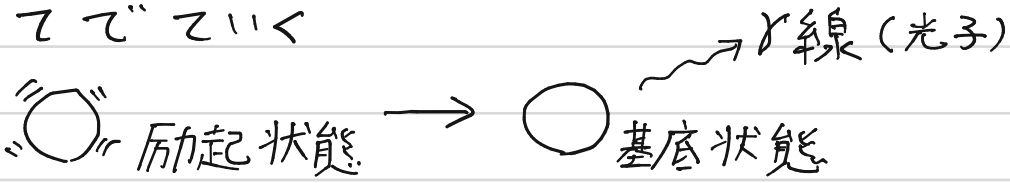
(※核子…中性子と陽子を区別なく呼ぶときの名称)

これを式にすると

$$ {}^{A}_{Z}X \longrightarrow \underset{\underset{\text{ヘ}(ニ)}{Z+1}}{\overset{A}{\text{Y}}}(ホ) + {}^{0}_{-1}e + \overline{\nu_e} $$

原子番号Z(電荷)が1増える。

※γ崩壊は、核子に変化はないが、エネルギーが光子となってでていく



380

方針

① 質量数Aが変わるのはα崩壊のみで、4ずつ減っていく。
② Aを4ずつ減らしていって、Aがとれる数字と一致する選択肢を見つける。
③ β崩壊の回数で原子番号Zを合わせる。

(1)

$$^{238}_{92}U \xrightarrow{\alpha\text{崩壊 }8\text{回}} {}^{206}_{76}\square$$

$238-(4\times8)$

$92-(2\times8)$

これで質量数Aが合うのは

(イ)

$^{206}_{82}Pb$

とわかった。他の選択肢の質量数にはなれないのである。

(2)

(1)の考察より　α崩壊は8回

α崩壊を8回したあとは

$^{206}_{76}\square$ なので　$^{206}_{82}Pb$ にするには、

β崩壊を6回して、原子番号を6増やせばよい。

$\boxed{381}$

(1)

半減期 3回分の時間がたっているので、

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$$

$$= \underline{\frac{1}{8} \text{ 倍}}$$ になる。

(2)

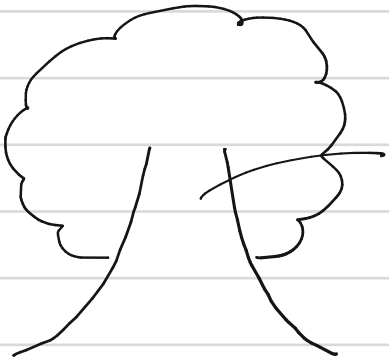
半減期の回数を T, t で示すと $\frac{t}{T}$ [回] といえる.

その回数分 $\frac{1}{2}$ 倍 されるので

$$\underline{\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \text{ 倍}}$$ といえる。

382

生きている間は



^{14}C が $\frac{1}{1兆}$

残りは ^{12}C

というバランスが維持される。

枯れると、半減期に従い ^{14}C が ^{12}C に変わっていく。

^{14}C の割合が、その 25%$\left(\frac{1}{4}\right)$ に減少していたことから、
半減期 2 回分、時間がたったと考えられる。

よって

$$t = 5730 \times 2 = \underline{11460\text{ 年}} \fallingdotseq \underline{1.15 \times 10^4\text{ 年}}$$

※ 補足

半減期の公式 $N = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$ を用いると

$$\underbrace{\frac{1}{4}N_0}_{\text{残ってる数 } N} = \underbrace{N_0}_{\text{元の数 } N_0} \cdot \underbrace{\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{5730}}}_{\text{残る割合}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{4} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{5730}}$$

$$\Rightarrow \frac{t}{5730} = 2$$

$$\therefore t = \underline{11460\text{ 年}}$$

383

(1)

核反応式を書くと以下のようになる。

$$^{222}_{86}Rn \longrightarrow {}^{A}_{Z}RaA + {}^{4}_{2}He$$

α粒子がでていく。

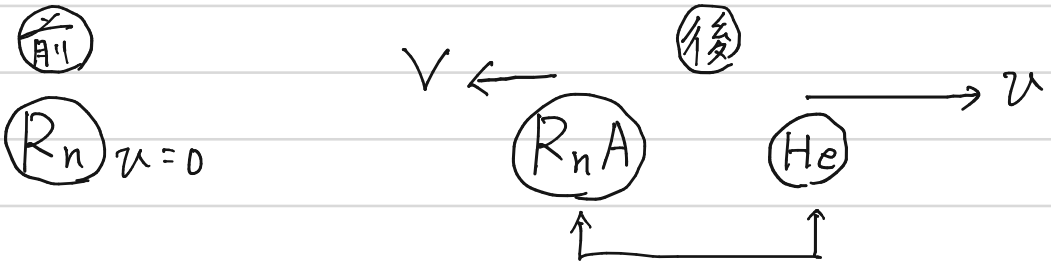
よって

$A = 222 - 4$ $\quad$ $Z = 86 - 2$

$= \underline{218}$ $\quad$ $= \underline{84}$

(2)

前と後で運動量が保存する。



質量比は 218 : 4
(質量数の比)

Heの質量をm、RnAの質量をMとしたら、

$$\frac{M}{m} = \frac{218}{4}$$

運動量の保存より

$$0 = mv - MV$$

$$\therefore \frac{v}{V} = \frac{M}{m} \quad \cdots ①$$

運動エネルギーの比Sは

$$S = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{\frac{1}{2}MV^2} = \frac{m}{M}\left(\frac{v}{V}\right)^2$$

①を代入して

$$S = \frac{m}{M}\left(\frac{M}{m}\right)^2 = \frac{M}{m} = \frac{218}{4}$$

よって 218 : 4

⇒ $\underline{54.5 : 1}$

$\boxed{383}$ (2) 補足

私は以下のように計算しました。やってることは変わらないですが、参考までにどうぞ。

↓

Heの質量を $4m$ としたら、RnAの質量は $218m$ といえる。
(質量数の比より)

運動量保存の式をたてると

$$0 = -218mV + 4mv$$

$$\Rightarrow V = \frac{4}{218}v \quad \cdots ①$$

一方、運動エネルギーの比は

He : RnA

$$\frac{1}{2}\cdot 4m\cdot v^2 : \frac{1}{2}\cdot 218m\cdot V^2$$

①を代入して

$$\frac{1}{2}\cdot 4m\cdot v^2 : \frac{1}{2}\cdot 218m\cdot\left(\frac{4}{218}v\right)^2$$

$$\Rightarrow 1 : \frac{4}{218}$$

$$\Rightarrow 218 : 4$$

$$\Rightarrow \underline{54.5 : 1}$$

$\boxed{384}$

問題文の式を1つずつ追いかけ、理解を進めよう。

$$-\Delta N = \lambda N \Delta t \cdots ①$$

この式を変形して、

$$\frac{\Delta N}{N} = -\lambda \Delta t$$

両辺を積分して

$$\int \frac{dN}{N} = \int -\lambda \, dt$$

$$\Rightarrow \int \frac{1}{N} dN = -\lambda \int dt$$

$$\therefore \log N = -\lambda t + C \quad \cdots ②$$ (Cは積分定数)

$t=0$ のとき $N = N_0$ なので

$$C = \log N_0$$

②式を書き直すと

$$\log N = -\lambda t + \log N_0$$

logをまとめると

$$\log N - \log N_0 = -\lambda t$$

$$\Rightarrow \log \frac{N}{N_0} = -\lambda t$$

$\frac{N}{N_0} > 0$ であるから

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} \qquad \therefore N = \underline{N_0 e^{-\lambda t}}$$ // (イ)

384 続き

(ロ)

$t=T$ で $N=\frac{1}{2}N_0 \overset{つまり}{\Rightarrow} \frac{N}{N_0}=\frac{1}{2}$ になっているということなので

$\frac{N}{N_0}=e^{-\lambda t}$ に代入すると

$$\Rightarrow \frac{1}{2}=\underline{e^{-\lambda T}}\ \#(ロ)$$

(ハ)

両辺の自然対数をとって

$$\log\frac{1}{2}=\log e^{-\lambda T}$$

$$\Rightarrow \log 2^{-1}=-\lambda T\log e$$

$$\Rightarrow -\log 2=-\lambda T$$

$$\therefore T=\frac{\log 2}{\lambda}=\underline{\frac{0.693}{\lambda}}\ \#(ハ)$$

(ニ)

単位時間(1[s])に崩壊する個数は $-\frac{\Delta N}{\Delta t}$ といえる。

①式を変形すると

$$-\frac{\Delta N}{\Delta t}=\underline{\lambda N}\ \#(ニ)$$ これがIである。