

## 〔原子核〕

### 【1】2005年度 追試験 物理 IB 第1問

問1  $\alpha$ 線,  $\beta$ 線,  $\gamma$ 線の3種の放射線に関する記述として**誤っているもの**を, 次の①~④のうちから一つ選べ。

- ①  $\alpha$ 線,  $\beta$ 線はそれぞれヘリウム原子核と電子の流れであり,  $\gamma$ 線は波長の短い電磁波である。
- ② 3種の放射線のうち, 物質を透過する能力(透過力)が最も強いのが $\alpha$ 線であり, 最も弱いのが $\gamma$ 線である。
- ③ 真空中で3種の放射線の進行方向に垂直に電界(電場)を加えたとき,  $\alpha$ 線と $\beta$ 線の進路は曲がり,  $\gamma$ 線の進路は曲がらない。
- ④ 原子核の質量数は,  $\alpha$ 線が放出されたときは変化するが,  $\beta$ 線と $\gamma$ 線が放出されたときは変化しない。

### 【2】2005年度 本試験 物理 IB 第1問

問5 ウラン ${}_{92}^{235}\text{U}$ の原子核は $\alpha$ 崩壊と $\beta$ 崩壊を何度か繰り返し, 安定な鉛Pbの原子核になる。この原子核崩壊によって生じる鉛の同位体はどれか。正しいものを, 次の①~④のうちから一つ選べ。

- ①  ${}_{82}^{205}\text{Pb}$       ②  ${}_{82}^{206}\text{Pb}$       ③  ${}_{82}^{207}\text{Pb}$       ④  ${}_{82}^{208}\text{Pb}$

【3】2003年度 本試験 物理IB 第1問

問5 次の文中の空欄  ・  に入れる数として正しいものを、以下の①～⑤のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

鉛の原子核  ${}_{82}^{212}\text{Pb}$  は、 回の  $\alpha$  崩壊と  回の  $\beta$  崩壊によって安定な  ${}_{82}^{208}\text{Pb}$  になる。

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 0

【4】1990年度 追試験 物理 第4問

1930年代はじめ、放射性原子核から放出される放射線を、ベリリウムに当てたところ、すでに知られていた  $\alpha$  線、 $\beta$  線、 $\gamma$  線以外に、それらとは異なる透過度の強い放射線が観測された。この透過度の強い放射線(粒子  $\text{X}$  の流れとする)について考察してみよう。次の問い(問1～4)の答えを、それぞれの解答群のうちから選べ。

A 図4のように、真空中の鉛の箱に入れられた放射性原子核ラジウムから放出される放射線を、ベリリウム( ${}_{4}^9\text{Be}$ )に当てる。ベリリウムと小さな穴をあけた鉛板との間に一様な磁界  $H_1$  を紙面に垂直に、裏から表へかける。この鉛板の後方に霧箱<sup>注)</sup>を置き、 $H_1$  と同じ方向に一様な磁界  $H_2$  をかける。この霧箱を用いて、粒子  $\text{X}$  について調べる。

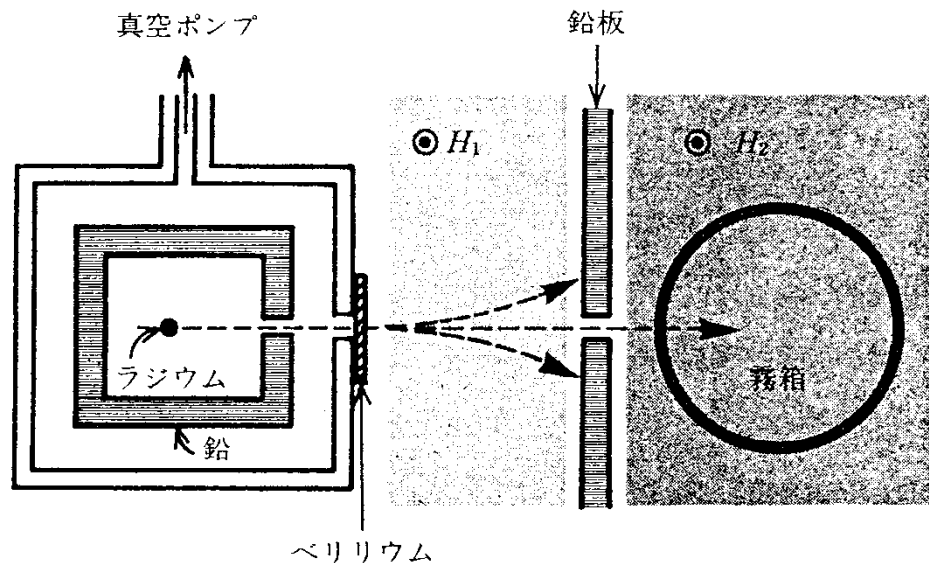


図 4

注) 霧箱について

一般に電荷を持つ粒子(荷電粒子)は、気体中を通過する時、その気体を電離するので、荷電粒子の飛跡に沿ってイオンが作られる。気体と過飽和の蒸気を混在させておくとイオンを核として霧滴ができるので、荷電粒子の飛跡は、霧滴のすじとして肉眼または写真により観測される。霧箱は、この性質を利用した放射線検出器である。霧箱に磁界をかけ、荷電粒子により霧箱内に作られた霧滴のすじを調べれば、その荷電粒子の種類および運動エネルギーを知ることができる。

問1  $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線に関する次の記述①～⑥のうちから、正しいものを二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

①  $\alpha$ 線は、ヘリウム原子核の流れであり、正の電荷を持つ。

- ②  $\beta$ 線は、負の電荷を持ち質量がゼロの粒子の流れである。
- ③  $\gamma$ 線は、可視光やエックス線よりもはるかに波長の長い電磁波である。
- ④ 図4において、磁界  $H_1$  に左から入射した  $\alpha$ 線は、図の上方へ曲がる。
- ⑤ 図4において、磁界  $H_1$  に左から入射した  $\beta$ 線は、図の上方へ曲がる。
- ⑥ 図4において、磁界  $H_1$  に左から入射した  $\gamma$ 線は、図の上方へ曲がる。

B 鉛板の小穴を通過した粒子 X が、霧箱内の静止している原子の原子核と衝突すると、霧箱内には跳ね飛ばされた原子核(荷電粒子)の飛跡が観測される。この飛跡を調べれば、衝突直後の原子核の速さを知ることができる。

問2 粒子 X が霧箱内の静止している窒素原子核と正面衝突した。衝突直後の窒素原子核の速さ  $v_N$  を与える式はどれか。ただし、この正面衝突は弾性衝突であるとし、粒子 X の質量を  $M$ 、衝突直前の粒子 X の速さを  $V$ 、窒素原子核の質量を  $m_N$  とする。  $v_N = \boxed{18}$

- |                            |                           |                           |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ① $\frac{MV}{(M+m_N)}$     | ② $\frac{2MV}{(M+m_N)}$   | ③ $\frac{m_N V}{(M+m_N)}$ |
| ④ $\frac{2m_N V}{(M+m_N)}$ | ⑤ $\frac{(M+m_N)V}{M}$    | ⑥ $\frac{(M+m_N)V}{2M}$   |
| ⑦ $\frac{(M+m_N)V}{m_N}$   | ⑧ $\frac{(M+m_N)V}{2m_N}$ |                           |

問3 つぎに、前問と同じ速さ  $V$  の粒子 X が、霧箱内の静止している水素原子核(陽子)と弾性的に正面衝突した。陽子の飛跡を観測した結果、

衝突直後の陽子の速さ  $v_p$  は、窒素原子核の速さ  $v_N$  の 7.5 倍であることがわかった。この観測結果を用いて、粒子 X の質量  $M$  を原子質量単位 [u] で求めよ。ただし、陽子の質量は  $m_p = 1.0 \text{ u}$  であり、窒素原子核の質量は  $m_N = 14.0 \text{ u}$  である。

$M =$

- ① 1.0      ② 2.0      ③ 3.0      ④ 4.0  
⑤ 7.0      ⑥ 9.0      ⑦ 12      ⑧ 14

C 磁界  $H_1$  を十分強くしても、粒子 X は直進して霧箱に到達していることが確認された。

問 4 以上の観測の結果から、粒子 X は何であると考えられるか。

- ① 電子                              ② 陽子  
③ 中性子                            ④ ヘリウム原子核  
⑤ ベリリウム原子核              ⑥ ベリリウム原子

## 【5】2005年度 本試験 物理 IA 第1問 A

問 5 ウランの同位体  $^{235}\text{U}$  の半減期は約 7 億年、 $^{238}\text{U}$  の半減期は地球の年齢とほぼ同じ約 45 億年である。また、地球の誕生以来、 $^{235}\text{U}$  も  $^{238}\text{U}$  も核反応などによって新たに生成されていないことがわかっている。地球が誕生したころの  $^{235}\text{U}$  の  $^{238}\text{U}$  に対する存在比 ( $^{235}\text{U}$  の存在量 /  $^{238}\text{U}$  の存在量) に関する記述として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ①  $^{235}\text{U}$  の  $^{238}\text{U}$  に対する存在比は、現在の存在比より小さかった。  
②  $^{235}\text{U}$  の  $^{238}\text{U}$  に対する存在比は、現在の存在比より大きかった。  
③  $^{235}\text{U}$  の  $^{238}\text{U}$  に対する存在比は、現在の存在比と同じであった。  
④  $^{235}\text{U}$  の  $^{238}\text{U}$  に対する存在比は、現在の存在比から推定できない。

【6】2004年度 本試験 物理IB 第1問

問3 カリウム原子核 ${}^{40}_{19}\text{K}$ は、 $\beta$ 崩壊して安定なカルシウム原子核 ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ に変わる。はじめ ${}^{40}_{19}\text{K}$ だけが一定量あり、37.2時間後に ${}^{40}_{19}\text{K}$ の個数と ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ の個数の比が1:7になった。 ${}^{40}_{19}\text{K}$ の半減期は何時間か。最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。  時間

- ① 6.2      ② 12.4      ③ 24.8  
④ 37.2      ⑤ 49.6      ⑥ 74.4

【7】1999年度 追試験 物理IB 第5問 B

B 放射性元素である炭素14( ${}^{14}_6\text{C}$ )は、窒素( ${}^{14}_7\text{N}$ )と宇宙線により生成される。大気中では、その生成される量と放射性崩壊(原子核の崩壊)によって失われる量とが等しくなり、安定に存在する炭素12( ${}^{12}_6\text{C}$ )に対する ${}^{14}_6\text{C}$ の割合は常に一定に保たれる。植物は枯れるとそれ以降炭素を取り込まなくなり、植物中の ${}^{14}_6\text{C}$ の割合は放射性崩壊によって減少する。

問5  ${}^{14}_6\text{C}$ は放射性崩壊によって ${}^{14}_7\text{N}$ に変わる。このときに放出されるものとして最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

- ① 電子    ② 陽子    ③ 中性子    ④ ヘリウム原子核

問6 はじめに $N_0$ 個あった ${}^{14}_6\text{C}$ の数が、 $t$ 年後に $N$ 個になったとする。

半減期を $T$ 年とすると、 $\frac{t}{T}$ と $\frac{N}{N_0}$ との関係は図2で表される。ある

古い木片中の ${}^{14}_6\text{C}$ の ${}^{12}_6\text{C}$ に対する割合を測定すると、生きている木での割合の31%であった。 ${}^{14}_6\text{C}$ の半減期を $5.7 \times 10^3$ 年とすると、古い木片は今から何年前のものと推定できるか。最も適当なものを、以下の①~⑥のうちから一つ選べ。  年前

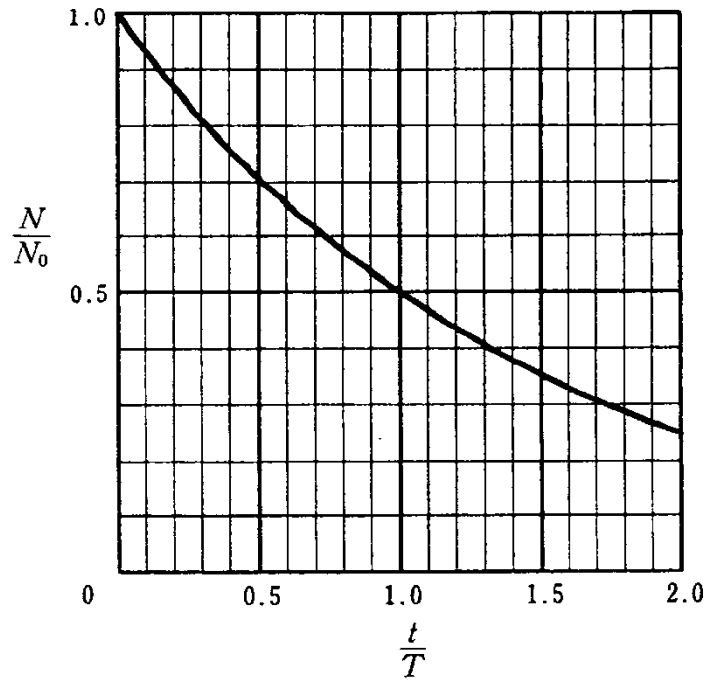


図 2

- |                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① $1.3 \times 10^3$ | ② $4.0 \times 10^3$ | ③ $7.5 \times 10^3$ |
| ④ $9.7 \times 10^3$ | ⑤ $1.1 \times 10^4$ | ⑥ $1.7 \times 10^4$ |

【8】2002年度 追試験 物理 IA 第1問 C

C ウラン 235 の原子核に [ 9 ] が衝突し吸収されると、二つの別の原子核と複数個の [ 9 ] に分かれる。この現象を [ 10 ] という。この現象によって生じた [ 9 ] が別のウラン 235 の原子核に吸収され、さらに次々と同様な現象が繰り返される反応を [ 11 ] という。こうした反応がゆっくり進行するように調整して、その際に生じる大きなエネルギーを継続的に取り出す装置が原子炉である。 [ 10 ] によってできる原子核のなかには半減期の長い放射能を持つものがあり、原子炉を運転するにつれて、炉の内部にはそのような核を含む物質がたまっていく。そのため、この放射性物質が炉の外に漏れ出さないような安全対策が重要である。また、こうした放射性物質を大量に含む使用済みの核燃料の取扱いには、十分な注意をはらう必要がある。

問6 前の文章中の空欄 [ 9 ] ~ [ 11 ] に入れるのに最も適当なものを、次の①~⑦のうちから一つずつ選べ。

- |       |        |         |       |
|-------|--------|---------|-------|
| ① 陽子  | ② 中性子  | ③ 電子    | ④ 核分裂 |
| ⑤ 核融合 | ⑥ 連鎖反応 | ⑦ 放射性崩壊 |       |