

## § A: 公式理解問題

### 1 《語句の理解》

水素原子の電子の電荷を $-e$ 、電子の質量を $m$ 、クーロンの法則の比例定数を $k_0$ 、プランク定数を $h$ とする。 $n = 1, 2, 3, \dots$ とする。

- (1) 量子条件を式で表せ。
- (2) 電子の速さを $v$ 、軌道の半径を $r$ としたとき、電子の運動方程式を表せ。
- (3) 基底状態とはどういう状態か説明せよ。
- (4) 定常状態とはどういう状態か説明せよ。
- (5) 励起状態とはどういう状態か説明せよ。
- (6) 振動数条件とは何か説明せよ。

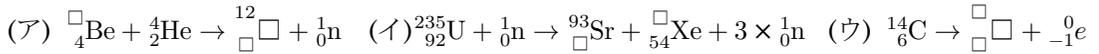
### 2 《リュードベリ定数》

水素原子の電子のエネルギー準位は  $E_n = -\frac{2\pi^2 k_0^2 m e^4}{h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) で示される。  
 $E_n$  から  $E_{n'}$  に移った際 ( $n > n'$ )、光が観測された。

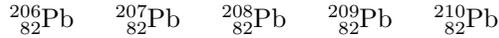
- (1) エネルギー準位の移動の際に、電子の持つエネルギーはどれだけ変化するか。 $h$ 、 $\pi$ 、 $k_0$ 、 $m$ 、 $e$ 、 $n$ 、 $n'$  を用いて答えよ。
- (2) 発光された光の波長を $\lambda$ とすると $\frac{1}{\lambda}$ の値はいくらか。 $h$ 、 $\pi$ 、 $k_0$ 、 $m$ 、 $e$ 、 $n$ 、 $n'$ 、 $c$ を用いて答えよ。

3 《核反応式と  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  崩壊》

(1) 次の□を埋めよ。



(2)  ${}^{232}_{90}\text{Th}$ が崩壊をくりかえしていくと、やがて鉛 **Pb** になる。それは以下のどの **Pb** になるか答えよ。また、その際、 $\alpha$  崩壊と、 $\beta$  崩壊をそれぞれ何回しているか答えよ。



4 《半減期》

(1) 半減期が 1 時間の放射性物質がある。3 時間経過すると、この放射性物質はどれだけ崩壊するか。元々の全体量に対しての量を答えよ。

(2)  $\alpha$  崩壊をする物質がある。この物質は 12 分ではじめの量の  $\frac{7}{8}$  が他の物質に変換する。

$\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$  とする。次の問い(a)～(c)に答えよ。

- (a) この物質の半減期を求めよ。
- (b) この物質はある時点から 20 分後には何%が崩壊しないで残っているか。
- (c) この物質が現在ある量の  $\frac{2}{3}$  になるのは何分後か。

## § B: 概念理解問題

### 1 《単位》

電子ボルトは何の単位であるか。

ア. 電荷    イ. エネルギー    ウ. 電圧    エ. 電場    オ. 原子力    カ. 原子の大きさ

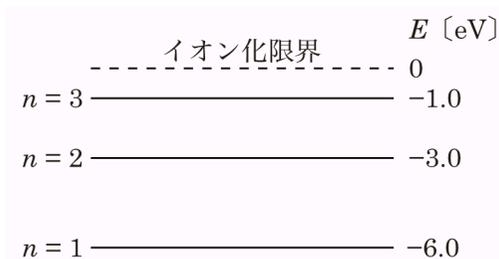
### 2 《粒子の運動と静電気力による位置エネルギー》

20 MeV の  $\alpha$  粒子が鉛 ( $Z = 82$ ,  $A = 207$ ) の原子核に向けて発射された。それらが最も近づいた瞬間、 $\alpha$  粒子と鉛原子核の中心間の距離はいくらか。鉛の原子核は静止したままであると仮定してよい。クーロンの法則の比例定数を  $k = 9.0 \times 10^9$  [ $\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ ]、電気素量を  $e = 1.6 \times 10^{-19}$  [C] とする。

### 3 《エネルギー準位》

次の図は、架空の元素 X の最初の 3 つのエネルギー準位を示したものである。

- (1) 元素 X のイオン化エネルギーはいくらか。
- (2) 基底状態はどれか、励起状態はどれか。
- (3)  $n = 1$  の原子は光子を放出できるか。もしそうでないなら、その理由を答えよ。



## § C: 実践問題

### 1 《質量の持つエネルギーとアインシュタインの式》

静止しているホウ素 $^{10}_5\text{B}$ に、運動エネルギーの無視できる速さの遅い中性子を当てたところ、 $^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^7_3\text{Li} + \text{X}$ の核反応が起きた。以下の問いに答えよ。ただし、それぞれの質量は、 $^{10}_5\text{B}:10.0129\text{u}$ 、 ${}^7_3\text{Li}:7.0160\text{u}$ 、 ${}^1_0\text{n}:1.0087\text{u}$ 、 $\text{X}:4.0026\text{u}$ とする。また、 $1\text{u}$ の質量は $9.3 \times 10^2\text{MeV}$ のエネルギーに相当する。

- (1) X を元素記号に質量数と原子番号をつけて表せ。
- (2) 反応で発生したエネルギー  $E$  はいくらか。
- (3) 反応で生じた Li と X の運動エネルギーはそれぞれいくらか。