

# 旭川医科大学

## 平成30年度一般入試後期日程

### 理 科 問 題 紙

#### 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題紙を開いてはいけません。
2. 問題紙は20ページあります。物理は1～4ページ、化学は5～12ページ、生物は13～20ページです。
3. 解答用紙は物理3枚、化学4枚、生物4枚の合計11枚あります。草案紙は3枚あります。
4. 受験番号は、監督者の指示に従って、すべての解答用紙の指定された箇所に必ず記入しなさい。
5. 物理、化学、生物の3科目から2科目を選択し、その科目のすべての解答用紙の「選択する」を○で囲みなさい。なお、2科目を選択した場合のみ採点の対象となります。
6. 解答用紙のみを提出しなさい。解答用紙は全科目分の11枚を必ず提出しなさい。なお、問題紙と草案紙は持ち帰りなさい。
7. 答案作成にあたっては、次の事項を守りなさい。
  - (1) 解答はすべて解答用紙の指定された欄に書くこと。
  - (2) 字数制限のある解答欄については、一行につき25～30字を目安に書くこと。括弧、句読点およびアルファベットは1字とする。数字および分子式やイオン式はそれぞれ1字相当とする。

# 物 理

**問題 1** 以下の文章を読んで、問1から問9に答えなさい。なお、電気素量は  $e$ 、アボガドロ数は  $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$  とする。

真空中に置いた1個の天然の放射性原子核が、安定な粒子P(質量  $m$ )を1個放出し、安定な原子核へと変わった。放出された粒子は、速さ  $v$  の等速直線運動をした。この粒子の進行方向には、図1のような、粒子Pが自由に通り抜けられる程度の小さな孔を持つ平行板コンデンサー(極板の間隔  $d$ )と磁束密度  $B$  の一様な磁界があった。平行板コンデンサーには、起電力  $V$  の電池が粒子Pを加速する向きに、あらかじめ接続されていた。粒子Pは、コンデンサーにある小さな孔を極板と直交する向きに通り抜けた後、磁界に垂直に入射し、図1のように反時計回りに磁界に垂直な半円の軌道を描き、一定の速さで運動した。磁界の方向は粒子Pの進行方向に垂直で、紙面の表から裏に向かう向きである。なお、コンデンサー内の電界は一様であり、重力の影響と相対論的な効果は無視するものとする。

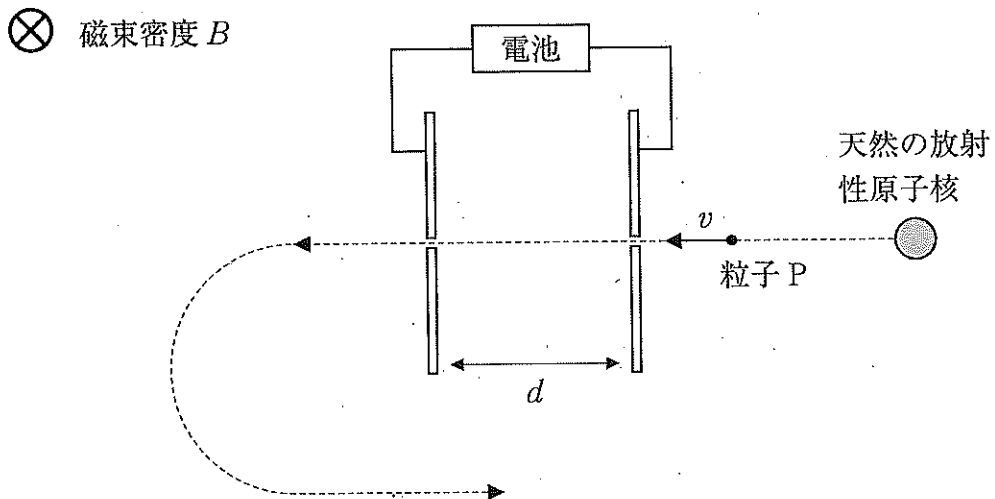


図1

問1 粒子Pを以下のような考察で特定することにする。空欄①から⑦にあてはまる語句と、空欄⑧にあてはまる式を答えなさい。

天然の放射性原子核から安定に存在でき、かつ電荷をもつ粒子として放出される放射線は、電荷が正の  と負の  の2種類存在する。粒子Pは、磁界中で運動方向を変えたことから、磁界に起因する力を受けていたことがわかる。軌道は磁界中で磁界に垂直な半円を描き、かつ一定の速さで運動したことから、磁界に起因する力は、磁界の向き、および粒子の運動方向の両方に直交していたことがわかる。したがって、この力は、 であると判断できる。 が作用する向きと磁界の向きを踏まえ、 を適用すると、電流の向きがわかる。この電流の向きは、粒子Pの速度の向きと  である。したがって、粒子Pの電荷の符号は  であると判定される。粒子Pは  と特定でき、その電気量は  である。

問 2 粒子Pを加速させるためには平行板コンデンサーに電池をどのように接続したらよいか。50字程度で答えなさい。

問 3 磁界に入射する直前の粒子Pの速さを、 $V, e, m, v$ を使って答えなさい。

問 4 粒子Pが磁界中で描いた半円の半径を、 $B, V, e, m, v$ を使って答えなさい。

問 5 磁界中での粒子Pの角速度を、 $B, e, m$ を使って答えなさい。

問 6 粒子Pがコンデンサー内を移動した時間を、 $V, d, e, m, v$ を使って答えなさい。

問 7 粒子Pが磁界中を移動した時間を、 $B, e, m$ を使って答えなさい。

問 8 粒子Pが磁界に入射する直前に持っている運動エネルギーと磁界を抜け出した直後に持っている運動エネルギーの差を答えなさい。また、その理由を、問1の空欄③にあてはまる語句を使って80字程度で答えなさい。

問 9 文章中の放射性原子核が、はじめ1.0 molあったとする。崩壊によって、はじめの120億年で放出される粒子の数を、有効数字2桁で答えなさい。なお、半減期は30億年とする。

**問題 2** おもりを気体の冷却によって持ち上げる装置に関する以下の文章を読んで、問1から問9に答えなさい。ただし、重力加速度の大きさを  $g$ 、気体定数を  $R$  とし、ピストンはゆっくり動くものとする。また、シリンダーの壁と底、およびピストンの厚さは無視できるものとする。

なめらかに動くピストン(質量  $m$ )がついたシリンダー(断面積  $S$ )に単原子分子理想気体(以下、気体Aと呼ぶ)を閉じ込める。このシリンダーは絶対温度  $T$ 、一定の大気圧  $p_0$  の空気中にある水平な机の上に、図2のように垂直に立てられている。シリンダーの壁およびピストンは断熱されている。熱の出入りができるシリンダーの底には冷却器が取り付けられていて、気体を一様に冷却することができる。ピストンには軽くて伸び縮みしない糸が取り付けられていて、糸の反対側には滑らかに動く定滑車を介して皿(質量  $m$ )が取り付けられている。皿の上には質量  $M$  のおもりを乗せてある。はじめ、気体Aは温度  $T$ 、圧力  $p_0$  で熱平衡状態にあり、皿は机の上に静止し、糸はたるんでいない。ピストンはシリンダーの底から高さ  $L$  の位置で静止している。冷却器を作動させたところ、気体Aの体積は変わらずに、気体Aの温度が低下しはじめた。気体Aの温度が  $T_1$  ( $0 < T_1 < T$ ) まで下降すると、ピストンが動き出すとともに皿は机から離れ出す。ここで、気体Aの温度が  $T_1$  に保たれるように冷却器を調節したところ、皿は机から離れ出す瞬間の状態に静止した。このときの気体Aの状態を状態1とする。再び冷却器を調節したところ、気体Aの温度が低下し、 $\frac{1}{2}T_1$  となった。このときの気体Aの状態を状態2とする。状態2では、図3のように、皿は机から離れて静止している。

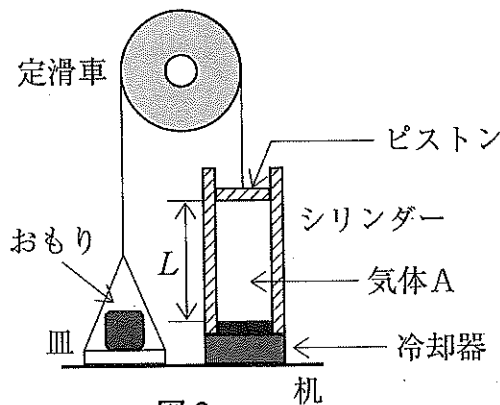


図2

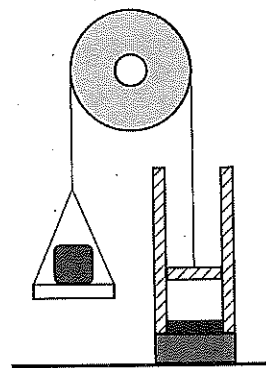


図3

問 1 気体Aの物質量を,  $L, p_0, R, S, T$ を使って答えなさい。

問 2 状態1における気体Aの圧力の求め方には, 状態方程式を用いる方法と力のつり合いに基づく方法とがある。

① 状態方程式を用いて求め,  $p_0, T, T_1$ を使って答えなさい。

② 力のつり合いに基づいて求め,  $g, M, p_0, S$ を使って答えなさい。

問 3  $T_1$ を,  $g, M, p_0, S, T$ を使って答えなさい。

問 4 状態2でシリンダーの底から測ったピストンの高さは  $L$ の何倍か, 答えなさい。

問 5 この装置は, 冷却器の能力がいくら高くても, おもりの質量がある大きさ以上になるとおもりを持ち上げることができない。この質量を,  $g, p_0, S$ を使って答えなさい。

問 6 はじめの状態から状態1になるまでに気体Aが吸収した熱量を,  $g, L, M$ を使って答えなさい。

問 7 状態1から状態2になるまでに気体Aがされた仕事を,  $g, L, M, p_0, S$ を使って答えなさい。

問 8 状態1から状態2になるまでに気体Aが吸収した熱量を,  $g, L, M, p_0, S$ を使って答えなさい。

問 9 はじめの状態から状態2になるまでに, 気体Aが放出した熱量を  $Q$ , おもりが得た位置エネルギーを  $U$ とする。

① 熱量と位置エネルギーの比  $\frac{U}{Q}$ を,  $g, M, p_0, S$ を使って答えなさい。

②  $\frac{U}{Q}$ の取り得る範囲は,  $0 \leq \frac{U}{Q} < \boxed{\quad}$ と表すことができる。

$\boxed{\quad}$ にあてはまる値を答えなさい。