

# 令和7年度 入学者選抜試験問題

一般選抜 令和7年1月28日

## 理 科 (120分)

### I 注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- この問題冊子は92ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。  
物理 4～36ページ  
化学 38～56ページ  
生物 58～87ページ
- 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 解答用紙は2枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
  - ① 受験番号欄  
受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
  - ② 氏名欄  
氏名・フリガナを記入しなさい。
  - ③ 解答科目欄  
解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子は試験終了後回収します。

### II 解答上の注意

- 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問①の③と表示のある問いに対して②と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の②をマークします。

〈例〉

| 1 | 解 答 欄 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| 3 | ①     | ● | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ |

| 受 験 番 号 |  |  |  |  |
|---------|--|--|--|--|
|         |  |  |  |  |

# 物 理

1 次の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4〕

問1 次の文章中の空欄 ア , イ に入る式の組合せとして正しいものを、  
下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

図1のように、 $z$  軸の正の向きに、磁束密度の大きさ  $B$  の一様な磁場が加えられている中で、原点  $O$  に置かれた電気量  $q$  ( $q > 0$ ) の荷電粒子を  $yz$  平面内において  $y$  軸と  $\theta$  ( $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ ) [rad] の角をなす向きに速さ  $v$  で射出したところ、らせん運動を開始した。

この粒子の運動を  $xy$  平面に射影した運動を考えると、その運動は等速円運動となり、その円運動の半径  $r$  は  $r =$  ア となる。

荷電粒子を射出した後に、再度、 $z$  軸上の点を通過するときの  $z$  座標は イ である。

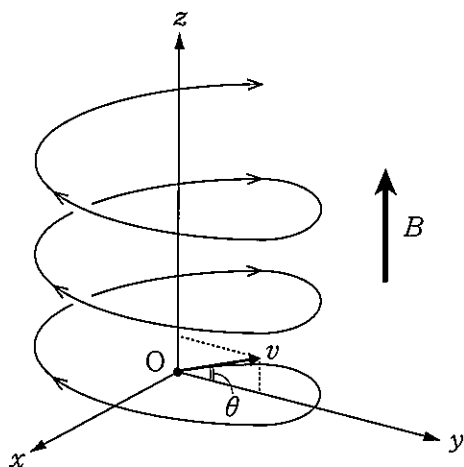


図1

|   | ①                                | ②                                | ③                           | ④                                | ⑤                                | ⑥                           |
|---|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| ア | $\frac{mv \sin \theta}{qB}$      | $\frac{mv \sin \theta}{qB}$      | $\frac{mv \sin \theta}{qB}$ | $\frac{mv \cos \theta}{qB}$      | $\frac{mv \cos \theta}{qB}$      | $\frac{mv \cos \theta}{qB}$ |
| イ | $\frac{2\pi mv \sin \theta}{qB}$ | $\frac{2\pi mv \cos \theta}{qB}$ | $\frac{2\pi mv}{qB}$        | $\frac{2\pi mv \sin \theta}{qB}$ | $\frac{2\pi mv \cos \theta}{qB}$ | $\frac{2\pi mv}{qB}$        |

問2 次の文章中の空欄 ア ～ ウ に入る数値の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 2

図2のように、容積がそれぞれ  $1.49 \text{ m}^3$ 、 $1.00 \text{ m}^3$  である断熱容器 A と断熱容器 B が、コックを備えた体積の無視できる細管で結ばれている。以下では、気体定数を  $8.3 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$  とする。

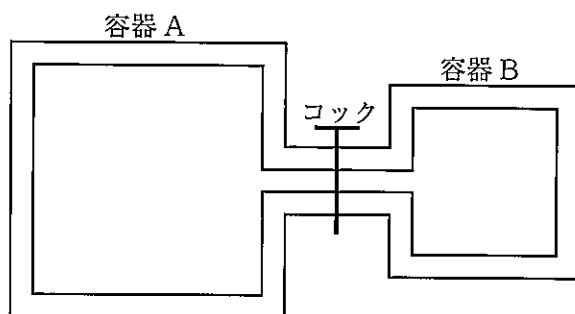


図2

まず、容器 A に温度  $2.0 \times 10^2 \text{ K}$ 、物質量  $12 \text{ mol}$ 、容器 B に温度  $3.0 \times 10^2 \text{ K}$ 、物質量  $8.0 \text{ mol}$  の単原子分子理想気体をそれぞれ入れる。コックを開き、十分に時間が経過したとき、容器内の気体の温度は ア K、圧力は イ Pa となる。

次に、コックを閉じた状態で容器 B を真空にし、容器 A には温度  $2.0 \times 10^2 \text{ K}$ 、物質量  $12 \text{ mol}$  の単原子分子理想気体を入れる。コックを開くと、きわめて急激な状態変化が起こる。この変化においては、気体がされる仕事は 0 となり、気体の内部エネルギーの総量は保存される。このような変化を、断熱自由膨張とよぶ。コックを開いて十分な時間が経過したときの容器内の圧力は、ウ Pa となる。

|   | ①                 | ②                 | ③                 | ④                 | ⑤                 | ⑥                 | ⑦                 | ⑧                 |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| ア | $1.2 \times 10^2$ | $1.2 \times 10^2$ | $1.2 \times 10^2$ | $1.2 \times 10^2$ | $2.4 \times 10^2$ | $2.4 \times 10^2$ | $2.4 \times 10^2$ | $2.4 \times 10^2$ |
| イ | $8.0 \times 10^3$ | $8.0 \times 10^3$ | $1.6 \times 10^4$ | $1.6 \times 10^4$ | $8.0 \times 10^3$ | $8.0 \times 10^3$ | $1.6 \times 10^4$ | $1.6 \times 10^4$ |
| ウ | $8.0 \times 10^3$ | $1.3 \times 10^4$ | $8.0 \times 10^3$ | $1.3 \times 10^4$ | $8.0 \times 10^3$ | $1.3 \times 10^4$ | $8.0 \times 10^3$ | $1.3 \times 10^4$ |

問3 次の文章中の空欄 ア , イ に入る式の組合せとして正しいものを、  
下の①～⑧のうちから一つ選べなさい。 3

抵抗の抵抗値を測定する際に、図3のように、電流計 A と電圧計 V を用いて測定すると、電流計と電圧計の内部抵抗が影響し、高い精度で測定することが難しい。電流計の内部抵抗を  $r_A$ 、電圧計の内部抵抗を  $r_V$  とする。図3の接続の場合、電流計の測定値  $I_0$  と電圧計の測定値  $V_0$  から抵抗の測定値を  $R_0 = \frac{V_0}{I_0}$  とし、て定めると、抵抗の真の抵抗値  $R_t$  と測定値のずれ  $\Delta R = |R_t - R_0|$  は、 $\Delta R =$  ア となる。

そこで、抵抗値が未知の抵抗  $R_x$  の抵抗値  $R_x$  を高い精度で測定するために、図4のように、抵抗  $R_x$  に抵抗値がそれぞれ  $R_1$ 、 $R_2$  であることが正確にわかっている抵抗  $R_1$ 、 $R_2$ 、可変抵抗、検流計 G、電池 E を接続した、「ホイートストンブリッジ」と呼ばれる回路が用いられる。検流計 G に電流が流れないように、可変抵抗の値  $R_3$  を調整すると、 $R_x =$  イ  $\times R_3$  と求めることができる。

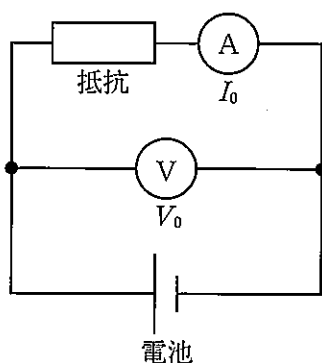


図3

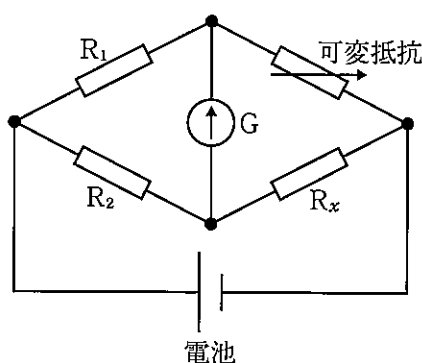


図4

|   | ①                 | ②                 | ③                 | ④                 | ⑤                 | ⑥                 | ⑦                           | ⑧                           |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| ア | $r_A$             | $r_A$             | $r_V$             | $r_V$             | $r_A + r_V$       | $r_A + r_V$       | $\frac{r_A r_V}{r_A + r_V}$ | $\frac{r_A r_V}{r_A + r_V}$ |
| イ | $\frac{R_2}{R_1}$ | $\frac{R_1}{R_2}$ | $\frac{R_2}{R_1}$ | $\frac{R_1}{R_2}$ | $\frac{R_2}{R_1}$ | $\frac{R_1}{R_2}$ | $\frac{R_2}{R_1}$           | $\frac{R_1}{R_2}$           |

問4 次の文章中の空欄 ア , イ に入る式の組合せとして正しいものを、  
下の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

図5のように屈折率  $n_1$  の媒質1と、屈折率  $n_2$  の媒質2を水平に重ね、境界面から深さ  $h$  の点Pを媒質1中ではほぼ真上から見るとその見かけの深さ  $h'$  は  $h' = \text{ア} \times h$  となる。なお、角  $\theta$  が微小のとき、 $\sin \theta \approx \tan \theta$  が成り立つとする。

次に、図6のように厚さがそれぞれ  $d_1$ 、 $d_2$  であり、屈折率がそれぞれ  $n_1$ 、 $n_2$  である媒質1と2を水平に重ねる。媒質2の底にある点  $P'$  は、ほぼ真上の媒質1中から見ると  $P_2$  の位置にあるように見え、ほぼ真上の空气中から見ると  $P_1$  の位置にあるように見える。このとき、媒質1中から見た見かけの深さ  $AP_2$  は  $AP_2 = \text{ア} \times d_2$  であり、空气中から見た見かけの深さ  $O'P_1$  は  $O'P_1 = \text{イ}$  となる。ただし、空気の屈折率を1とする。

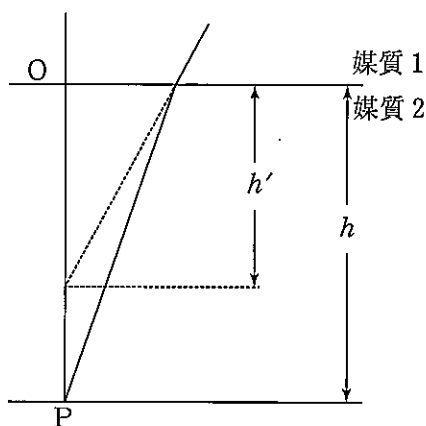


図5

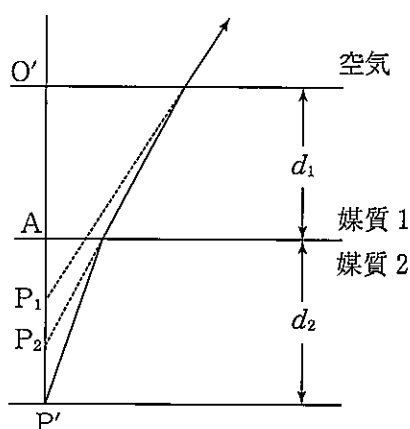


図6

|   | ①                         | ②                           | ③                                   | ④                         | ⑤                           | ⑥                                   |
|---|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| ア | $\frac{n_1}{n_2}$         | $\frac{n_1}{n_2}$           | $\frac{n_1}{n_2}$                   | $\frac{n_2}{n_1}$         | $\frac{n_2}{n_1}$           | $\frac{n_2}{n_1}$                   |
| イ | $\frac{d_1 d_2}{n_1 n_2}$ | $\frac{d_1 d_2}{n_1 + n_2}$ | $\frac{d_1}{n_1} + \frac{d_2}{n_2}$ | $\frac{d_1 d_2}{n_1 n_2}$ | $\frac{d_1 d_2}{n_1 + n_2}$ | $\frac{d_1}{n_1} + \frac{d_2}{n_2}$ |

2 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

図1のように、傾き  $\theta$  のなめらかな斜面をもつ質量  $3m$  の三角台 P が水平でなめらかな床の上に置かれている。三角台 P の斜面上に質量  $m$  の小球 Q を静かに置いて、静かにはなしたところ、P、Qともに動き出した。なお、重力加速度の大きさを  $g$  とし、空気の抵抗と小球の回転は考えないものとする。さらに、三角台 P と小球 Q は同一鉛直面内でのみ運動するものとする。

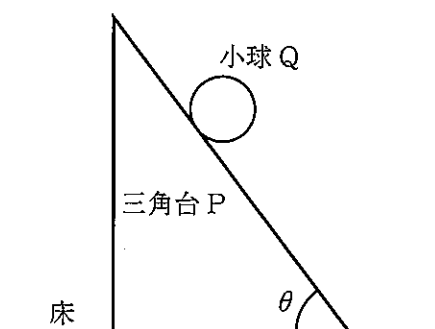


図1

問1 三角台 P はどのような運動をするか。最も適したものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、小球 Q が三角台 P から受ける垂直抗力の大きさを  $N$  とする。

- ① 三角台 P は、水平方向に大きさ  $N$  の力を受けて右向きに動き出す。
- ② 三角台 P は、水平方向に大きさ  $N$  の力を受けて左向きに動き出す。
- ③ 三角台 P は、水平方向に大きさ  $N \sin \theta$  の力を受けて右向きに動き出す。
- ④ 三角台 P は、水平方向に大きさ  $N \sin \theta$  の力を受けて左向きに動き出す。
- ⑤ 三角台 P は、水平方向に大きさ  $N \cos \theta$  の力を受けて右向きに動き出す。
- ⑥ 三角台 P は、水平方向に大きさ  $N \cos \theta$  の力を受けて左向きに動き出す。

次に、図2のように三角台Pに伸び縮みしない軽い糸を取り付ける。小球Qを静かに置いて、静かにはなすと同時に、糸を水平方向右向きに一定の大きさ $F$ の力で引いたところ、Qは斜面上をすべることなく三角台Pと一体となって加速度運動をした。このとき、小球Qと三角台Pの加速度の大きさを $a$ とする。

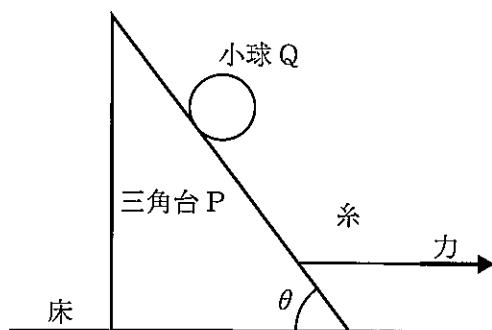


図2

問2 次の文章中の空欄  ,  に入る語句または式の組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

三角台Pとともに運動する観測者には、小球Qには水平方向  向きに大きさ  の慣性力がはたらいてつり合っているように見える。

|   | ①    | ②     | ③     | ④    | ⑤     | ⑥     |
|---|------|-------|-------|------|-------|-------|
| ア | 右    | 右     | 右     | 左    | 左     | 左     |
| イ | $ma$ | $3ma$ | $4ma$ | $ma$ | $3ma$ | $4ma$ |

問3 力の大きさ $F$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $F =$

- |                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① $3mg \sin \theta$ | ② $3mg \cos \theta$ | ③ $3mg \tan \theta$ |
| ④ $4mg \sin \theta$ | ⑤ $4mg \cos \theta$ | ⑥ $4mg \tan \theta$ |

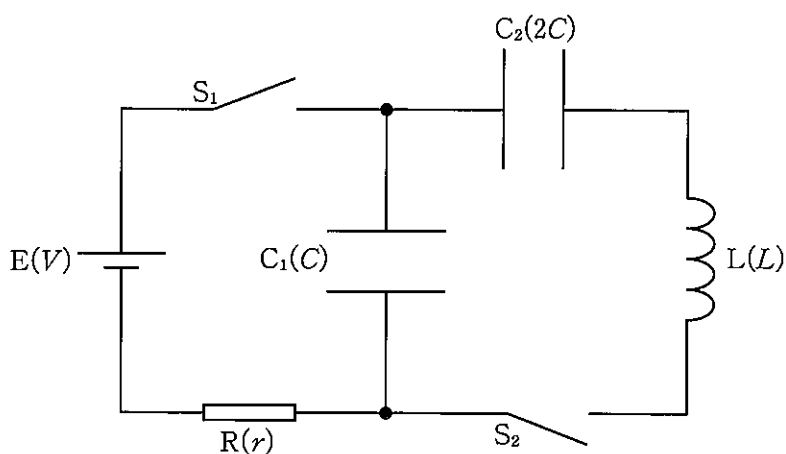
小球 Q と三角台 P の斜面との間に摩擦力がはたっている場合を考える。なお、このときの静止摩擦係数を  $\mu$  とする。

問 4 小球 Q が三角台 P に対して静止しているように P を引く力を調整し、この状態から P の加速度を徐々に大きくしていくと、加速度の大きさ  $a$  がある値  $a_m$  より大きくなった瞬間に、Q は P の斜面上をすべり上がり始めた。ある値  $a_m$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $a_m = \boxed{4}$

- ①  $\frac{\sin \theta + \cos \theta}{\sin \theta - \cos \theta} \mu g$     ②  $\frac{\sin \theta + \mu \cos \theta}{\sin \theta - \mu \cos \theta} g$     ③  $\frac{\sin \theta + \mu \cos \theta}{\cos \theta - \mu \sin \theta} g$   
④  $\frac{\sin \theta - \cos \theta}{\sin \theta + \cos \theta} \mu g$     ⑤  $\frac{\sin \theta - \mu \cos \theta}{\sin \theta + \mu \cos \theta} g$     ⑥  $\frac{\sin \theta - \mu \cos \theta}{\cos \theta - \mu \sin \theta} g$

3 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

内部抵抗の無視できる起電力  $V$  の電池  $E$ 、抵抗値  $r$  の電気抵抗  $R$ 、電気容量がそれぞれ  $C$ 、 $2C$  のコンデンサー  $C_1$ 、 $C_2$ 、自己インダクタンス  $L$  のコイル  $L$ 、スイッチ  $S_1$ 、 $S_2$  を図のように接続した回路がある。はじめ、スイッチ  $S_1$ 、 $S_2$  は開いており、コンデンサー  $C_1$ 、 $C_2$  に電荷は蓄えられていないものとする。電気抵抗以外の抵抗は無視でき、回路を流れる電流による磁場も無視できるものとする。



問1 スイッチ  $S_1$  を閉じた直後に抵抗  $R$  に流れる電流の大きさを  $I_0$  とする。抵抗  $R$  を流れる電流の大きさが  $\frac{1}{2}I_0$  となった瞬間に、スイッチ  $S_1$  を開いた。このとき、コンデンサー  $C_1$  に蓄えられている電気量  $Q_0$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $Q_0 =$ 1 $\times CV$

①  $\frac{1}{8}$

②  $\frac{1}{4}$

③  $\frac{3}{8}$

④  $\frac{1}{2}$

⑤  $\frac{3}{4}$

⑥ 1

次に、スイッチ  $S_2$  を閉じると、コンデンサー  $C_1$ ,  $C_2$  とコイル  $L$  を含む回路で電気振動が始まった。このとき、コンデンサー  $C_1$ ,  $C_2$  は、直列に接続していると考えてよい。

問2 電気振動の周期  $T$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $T = \boxed{2} \times \pi\sqrt{LC}$

①  $\frac{\sqrt{6}}{3}$

②  $\frac{2\sqrt{6}}{3}$

③  $\sqrt{3}$

④ 2

⑤  $\sqrt{6}$

⑥  $2\sqrt{3}$

問3 コイルに流れる電流の大きさの最大値  $I_{\max}$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $I_{\max} = \boxed{3} \times V\sqrt{\frac{C}{L}}$

①  $\frac{1}{\sqrt{6}}$

②  $\sqrt{\frac{2}{3}}$

③  $\frac{\sqrt{3}}{2}$

④  $\sqrt{3}$

⑤  $\sqrt{6}$

⑥ 3

問4 コイルに流れる電流の大きさが最大となった瞬間にスイッチ  $S_1$  を閉じた。スイッチ  $S_1$  を閉じてから十分に時間が経過するまでの間に抵抗  $R$  で生じたジュール熱  $W_R$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $W_R = \boxed{4} \times CV^2$

①  $\frac{1}{16}$

②  $\frac{1}{8}$

③  $\frac{3}{8}$

④  $\frac{5}{8}$

⑤  $\frac{15}{16}$

⑥  $\frac{9}{8}$

4 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

熱の吸収と放出を繰り返して熱を仕事に変換する装置を熱機関と呼ぶ。例えば、気体をシリンダー内にピストンで閉じ込め、熱を気体に与えることで膨張させてピストンを動かし、力学的な仕事をさせる装置などが挙げられる。膨張した気体は冷却され、外部からの力でピストンを動かして圧縮されて再度同じ行程を繰り返す。この行程をサイクルと呼ぶ。サイクルは熱機関のモデルとして考えることができる。ここでは、よく知られているカルノーサイクルとガソリンエンジンなどでよく用いられるオットーサイクルについて議論する。

図1, 2はシリンダー内の気体の  $P$ – $V$  図であり、これらのサイクルを模式的に示している。ここで、状態 A, B, C, および D における気体の圧力, 体積, および温度をそれぞれ,  $P_A$ ,  $V_A$ ,  $T_A$  などと表す。

図1で表されるカルノーサイクルでは高温熱源にシリンダーを接触させながら、気体を状態 A から温度  $T_A$  で等温膨張させて状態 B に達した後、熱源をはずして状態 C まで断熱膨張させる。状態 C での気体の温度を  $T_C$  とする。ここで、温度  $T_C$  の低温熱源に接触させたまま状態 D まで等温圧縮させ、熱源を外して体積  $V_A$  まで断熱圧縮する。

カルノーサイクル

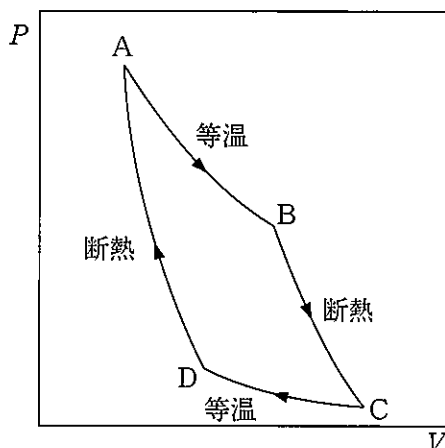


図1

ガソリンエンジンなどで用いられるオットーサイクルは、近似的に図2で表される(以下図2で表されるサイクルをオットーサイクルと表記する)。オットーサイクルでは状態Cから状態Dまでシリンダー内の気体を断熱圧縮し、DからAまでは高温熱源を用いて定積加熱を行い、AからBまでは断熱膨張させ、BからCまでは低温熱源で定積冷却させて一巡する。

シリンダー内の気体は  $n$  [mol] の理想気体であり、定積モル比熱と定圧モル比熱をそれぞれ  $C_V$ ,  $C_P$  および比熱比を  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$  とする。理想気体の断熱変化では圧力  $P$  と体積  $V$  について

$$PV^\gamma = \text{一定}$$

の関係が成り立つ。次に、 $V_C = V_B = V_1$  および  $V_A = V_D = V_2$  としてオットーサイクル  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$  について詳細を議論する。

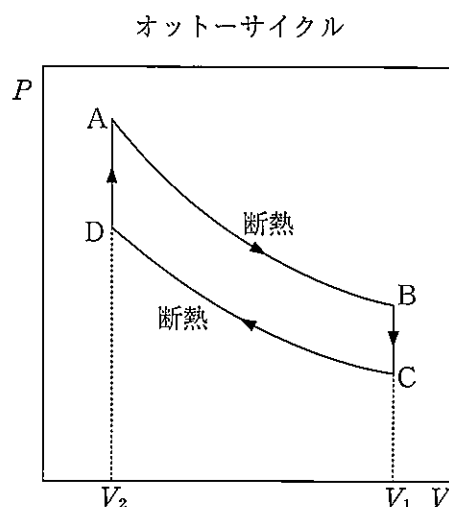


図 2

問1 状態Cからサイクルをスタートさせるとして、 $T_D$ を $T_C$ 、 $V_1$ 、 $V_2$ および $\gamma$ を用いて表すことができる。また、ここで、気体に与えた熱量を $Q_{in}$ としたとき、 $T_A$ を $T_D$ 、 $n$ 、 $C_V$ および $Q_{in}$ を用いて表すことができる。 $T_D$ と $T_A$ として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

1

①  $T_D = T_C \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma$ ,  $T_A = T_D + \frac{Q_{in}}{nC_V}$

②  $T_D = T_C \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1}$ ,  $T_A = T_D + \frac{Q_{in}}{nC_V}$

③  $T_D = T_C \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1}$ ,  $T_A = T_D + \frac{Q_{in}}{nC_V}$

④  $T_D = T_C \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1}$ ,  $T_A = T_D + nC_V Q_{in}$

⑤  $T_D = T_C \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^\gamma$ ,  $T_A = T_D + nC_V Q_{in}$

⑥  $T_D = T_C \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma$ ,  $T_A = T_D + nC_V Q_{in}$

問2 状態Aから状態Bまで断熱膨張を行い、Bから熱量 $Q_{out}$ を放出することで状態Cに戻る。 $Q_{out}$ を $Q_{in}$ と $V_1$ 、 $V_2$ および $\gamma$ で表した式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $Q_{out} =$  2

①  $Q_{in} \left\{ 1 - \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^\gamma \right\}$       ②  $Q_{in} \left\{ 1 - \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1} \right\}$       ③  $Q_{in} \left( 1 - \frac{V_2}{V_1} \right)^\gamma$

④  $Q_{in} \left( 1 - \frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1}$       ⑤  $Q_{in} \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1}$       ⑥  $Q_{in} \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^\gamma$

熱機関の気体に与える熱量を  $Q_{\text{in}}$  ( $Q_{\text{in}} > 0$ ), 気体から外部へ放出される熱量を  $Q_{\text{out}}$  ( $Q_{\text{out}} > 0$ ), および熱機関が外部へ行う仕事を  $W$  とすれば, この熱機関の熱効率  $\varepsilon$  は  $\varepsilon = \frac{W}{Q_{\text{in}}} = \frac{Q_{\text{in}} - Q_{\text{out}}}{Q_{\text{in}}}$  で与えられる。

問3 この熱機関の熱効率  $\varepsilon_0$  を  $V_1$ ,  $V_2$  および  $\gamma$  で表した式として正しいものを, 次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。  $\varepsilon_0 = \boxed{3}$

- |                                                 |                                                 |                                             |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| ① $1 - \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1}$ | ② $1 - \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma}$   | ③ $1 - \frac{V_2}{V_1}$                     |
| ④ $1 - \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma+1}$ | ⑤ $1 - \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{1-\gamma}$ | ⑥ $\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma+1}$ |

問4 熱機関は高温の熱源と低温の熱源の温度差を利用して力学的エネルギーを生み出す装置である。温度  $T_A$  の高温熱源と温度  $T_C$  の低温熱源の間で作動するカルノーサイクルとオットーサイクルについて考えてみよう。このとき、各サイクルにおける最高温度は高温熱源の温度、最低温度は低温熱源の温度に等しいとする。また、カルノーサイクルにおいては次の関係が成り立つことが知られている。

$$\varepsilon_c = 1 - \frac{\text{低温熱源温度}}{\text{高温熱源温度}} = 1 - \frac{T_C}{T_A}$$

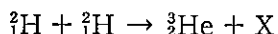
オットーサイクルの状態 B と状態 D の温度をそれぞれ  $T_B$ ,  $T_D$  とし、オットーサイクルの熱効率  $\varepsilon_o$  をカルノーサイクルの熱効率  $\varepsilon_c$  と比較した説明として最も適したものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。なお、4

- ①  $\varepsilon_o = 1 - \frac{T_B}{T_A}$  で  $\varepsilon_c$  より必ず小さい。
- ②  $\varepsilon_o = 1 - \frac{T_C}{T_D}$  で  $\varepsilon_c$  より必ず大きい。
- ③  $\varepsilon_o = 1 - \frac{T_C}{T_A}$  で  $\varepsilon_c$  と等しい。
- ④  $\varepsilon_o = \sqrt{1 - \frac{T_C}{T_D}}$  で  $\varepsilon_c$  より必ず小さい。
- ⑤  $\varepsilon_o = 1 - \frac{T_C}{T_B}$  で  $\varepsilon_c$  より必ず小さい。
- ⑥  $\varepsilon_o = 1 - \frac{T_B}{T_D}$  で  $\varepsilon_c$  より必ず小さい。

5 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

軽い原子核が2つ結合して、より重い原子核が生じる反応を核融合という。核融合反応では、反応前の質量の和は、反応後の質量の和よりも大きく、その差が核エネルギーとして放出される。

核融合の例として、次の核反応を考えてみよう。



反応後に生成される上式のXは、アであり、 ${}^2_1\text{H}$ 原子核、 ${}^3_2\text{He}$ 原子核、粒子Xの質量をそれぞれ2.0136 u、3.0149 u、1.0087 uとすると、この反応により、イ MeVの核エネルギーが放出されることが分かる。ただし、uは原子質量単位であり、1 uの質量はエネルギーに換算すると930 MeVであるとする。

問1 文章中の空欄ア，イに入る記号または数値の組合せとして正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、選択肢中の $\bar{n}$ は中性子を表している。1

|   | ①                | ②                | ③                | ④         | ⑤         | ⑥         |
|---|------------------|------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|
| ア | ${}^1_1\text{H}$ | ${}^1_1\text{H}$ | ${}^1_1\text{H}$ | $\bar{n}$ | $\bar{n}$ | $\bar{n}$ |
| イ | 0.335            | 3.35             | 33.5             | 0.335     | 3.35      | 33.5      |

2つの原子核が衝突し、核反応を起こす場合について考える。ただし、静電気力による位置エネルギーは無視できるものとする。

図1のように、一直線上を互いに反対向きに等しい運動エネルギー  $0.335 \text{ MeV}$  (速さ  $V_0$ ) で進む2つの  ${}^2_1\text{H}$  原子核が衝突し、核反応を起こして  ${}^3_2\text{He}$  原子核および粒子 X が生成し、図のように同一直線上を互いに反対向きにそれぞれ速さ  $V$ ,  $v$  で飛び去った。

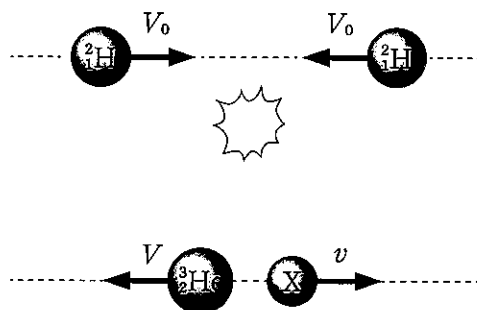


図1

問2 速さの比  $\frac{V}{v}$  の値はいくらか。正しいものを、次の①～⑦のうちから一つ選び

なさい。ただし、H, He, X の質量は質量数に比例するものとする。  $\frac{V}{v} = \boxed{2}$

- ①  $\frac{1}{4}$     ②  $\frac{1}{3}$     ③  $\frac{1}{2}$     ④ 1    ⑤ 2    ⑥ 3    ⑦ 4

問3  ${}^3_2\text{He}$  原子核の運動エネルギーはいくらか。最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。  $\boxed{3} \text{ MeV}$

- ① 1.0    ② 1.5    ③ 2.2    ④ 3.0    ⑤ 3.3    ⑥ 4.0

図2のように、静止している ${}^2_1\text{H}$ 原子核に、運動エネルギー 1.34 MeV (速さ  $2V_0$ ) の ${}^2_1\text{H}$ 原子核が衝突し、問1と同様の核反応を起こした後に、 ${}^3_2\text{He}$ 原子核が ${}^2_1\text{H}$ 原子核の入射方向に対し垂直に飛び出した。

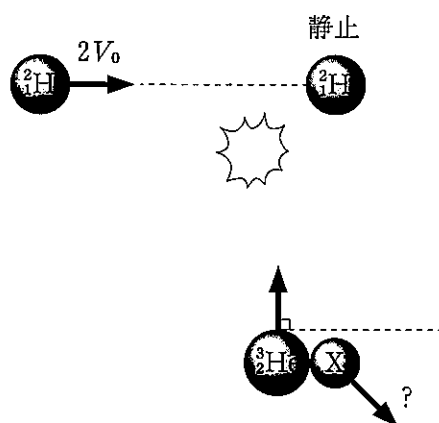
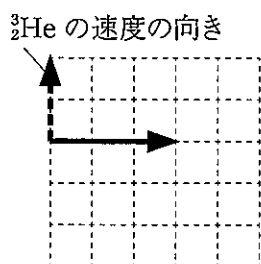


図2

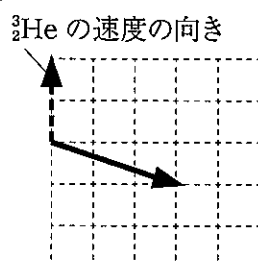
問4 粒子Xの飛び出す速度の向きを実線の矢印で表したものとして最も適したものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし、速度を表すベクトルの長さは正しく描かれていない。

4

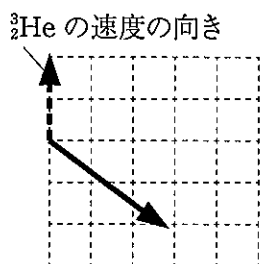
①



②



③



④

