

2月2日(金)

## 令和6年度 A日程入学試験問題

# 理 科

### — 注意事項 —

- 1 問題ページは以下のとおり。解答用紙はいずれの科目も1枚である。

物理	1～12ページ
化学	13～30ページ
生物	31～49ページ

- 2 試験開始後、問題を見てから解答する科目を選択することができる。  
選択した科目は、解答用紙の科目名欄へ指示にしたがって記入し、選択欄を必ずマークすること。
- 3 解答は、解答用紙の解答マーク欄へ問題の指示にしたがってマークすること。  
解答用紙は全科目共通であるから、科目によってはマークしなくてもよい解答マーク欄がある。
- 4 試験時間は60分である。

# 物 理

問題は次のページからです。

# 物 理

1 この問題は、解答欄  ～  に解答すること。

次の問いに答えなさい。(25点)

問 1 水平であらい床上に、高さ  $h$ 、横幅  $w$ 、重さ  $W$  の長方形の板を立てた。板は一様な材質でできており、厚みは無視できるとする。図 1 のように、板の頂点を A、B、C、D とすると、辺 BC が床に接しており、板の重心は対角線 AC と BD の交点に存在する。点 A に水平右向きに外力を加え、外力の大きさを 0 からゆっくりと大きくしていくと、外力の大きさが  $F$  のとき、板は床に対してすべることなく点 B のまわりで回転しはじめた。 $F$  を表す式として最もふさわしいものを、下の ア～カの中から 1 つ選び、解答欄  にマークしなさい。

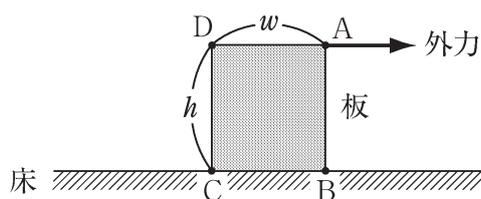


図 1

ア  $\frac{w}{2h} W$

イ  $\frac{w}{h} W$

ウ  $\frac{2w}{h} W$

エ  $\frac{h}{2w} W$

オ  $\frac{h}{w} W$

カ  $\frac{2h}{w} W$

問2 点Oを原点とする水平なxy面内において、質量 $m$ の小球Aがx軸正の向きに速さ $v_0$ でx軸上を進み、点Oに静止している質量 $m$ の小球Bに衝突したところ、図2のように、衝突後の小球Aはx軸正の向きから反時計回りに $60^\circ$ をなす向きに、小球Bはx軸正の向きから時計回りに $30^\circ$ をなす向きに進んだ。小球に作用する摩擦力および小球の大きさ、空気抵抗は無視できるものとする。衝突後の小球Aの速さを表す式として最もふさわしいものを、下のア～カの中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

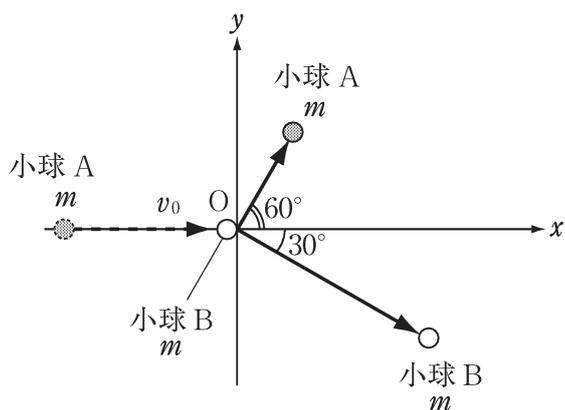


図2

ア  $\frac{1}{4} v_0$

イ  $\frac{\sqrt{3}}{6} v_0$

ウ  $\frac{\sqrt{2}}{4} v_0$

エ  $\frac{1}{2} v_0$

オ  $\frac{\sqrt{3}}{3} v_0$

カ  $\frac{2}{3} v_0$

問3 身のまわりにある物質は多くの原子からできている。原子は、原子の中心にある原子核と、原子核をとりまく  からできている。原子核の中にあつて電荷をもつ粒子を  という。原子は  を放出したり取り込んだりすることで帯電する。このように帯電した粒子をイオンといい、  を放出した粒子を  イオンという。

~  に当てはまるものの組合せとして最もふさわしいものを、次のア〜クの中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

	<input type="text" value="a"/>	<input type="text" value="b"/>	<input type="text" value="c"/>
ア	陽子	電子	陽
イ	陽子	電子	陰
ウ	陽子	中性子	陽
エ	陽子	中性子	陰
オ	電子	陽子	陽
カ	電子	陽子	陰
キ	電子	中性子	陽
ク	電子	中性子	陰

問4 点Oを原点とする $xy$ 平面がある。点Oにおいて、 $xy$ 平面に対して垂直に、紙面の裏から表に向かう向きに電流Pが流れている。 $x$ 座標が正である $x$ 軸上の点Qにおいて、電流Pが作る磁場の向きは図3の  の向きである。また、点Qにおいて、 $xy$ 平面に対して垂直に、紙面の表から裏に向かう向きに電流を流すと、点Qに流れる電流に作用する力の向きは図3の  の向きである。このとき、電流Pに作用する力の向きは $x$ 軸  の向きである。

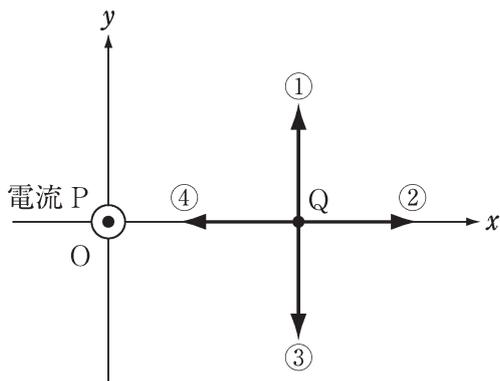


図3

~  に当てはまるものの組合せとして最もふさわしいものを、次のア〜クの中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

	<input type="text" value="a"/>	<input type="text" value="b"/>	<input type="text" value="c"/>
ア	①	②	正
イ	①	②	負
ウ	①	④	正
エ	①	④	負
オ	③	②	正
カ	③	②	負
キ	③	④	正
ク	③	④	負

問5 図4のように、 $x$ 軸正の向きに伝わる正弦波がある。波を伝える媒質の $x$ 軸上の各点は $y$ 軸方向に振動しており、点Aと点Cの $x$ 軸方向の距離は $d$ である。正弦波の周期を $T$ とすると、正弦波が $x$ 軸正の向きに伝わる速さは  と表せる。また、点A、B、Cのうち、図4の瞬間に $y$ 軸負の向きの速度をもつ点は  である。

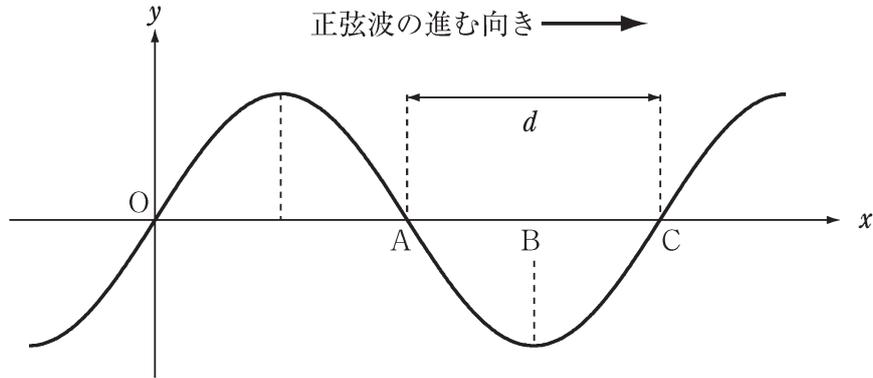


図4

・  に当てはまるものの組合せとして最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄  にマークしなさい。

	<input type="text" value="a"/>	<input type="text" value="b"/>
ア	$\frac{d}{T}$	A
イ	$\frac{d}{T}$	B
ウ	$\frac{d}{T}$	C
エ	$\frac{2d}{T}$	A
オ	$\frac{2d}{T}$	B
カ	$\frac{2d}{T}$	C

2 この問題は、解答欄 21 ～ 25 に解答すること。

次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(25点)

なめらかで水平な床上に置いた板の上に小物体をのせ、外力を加えたり初速度を与えたりした場合の板と小物体の運動について考える。床は十分に広く、板および小物体は同一鉛直面内を運動し、小物体の大きさ、空気抵抗は無視できるものとする。重力加速度の大きさを  $g$  として、以下の問いに答えよ。

図1のように、床上に質量  $4m$  の板 A を置き、板 A の水平な上面の左端に質量  $m$  の小物体をのせた。板 A と小物体がともに静止している状態をはじめの状態とし、はじめの状態から小物体に水平右向きの外力を加え続ける。板 A と小物体の間の静止摩擦係数は  $\frac{1}{2}$  であり、床と板 A の間に摩擦は作用しない。

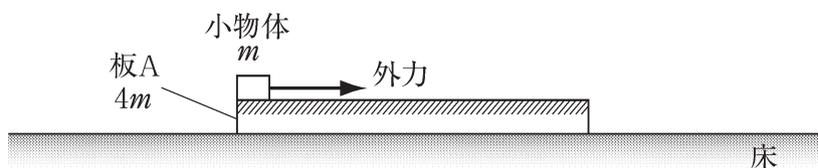


図1

問1 はじめの状態から大きさが  $F_0$  で一定の外力を小物体に加え続けたところ、小物体と板 A は一体となって水平右向きに等加速度運動をした。このとき、板 A が小物体に及ぼす静止摩擦力の大きさを表す式として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から1つ選び、解答欄 21 にマークしなさい。

- |                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ア $\frac{1}{5} F_0$ | イ $\frac{1}{4} F_0$ | ウ $\frac{1}{2} F_0$ |
| エ $\frac{2}{3} F_0$ | オ $\frac{3}{4} F_0$ | カ $\frac{4}{5} F_0$ |

問2 はじめの状態から外力を加えると小物体と板 A が一体となって運動した。その後、外力の大きさをゆっくりと大きくしていくと、外力の大きさが  $F_1$  より大きくなったとき、小物体が板 A に対してすべりはじめた。  $F_1$  を表す式として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から1つ選び、解答欄 22 にマークしなさい。

- |                    |                    |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| ア $\frac{1}{5} mg$ | イ $\frac{1}{3} mg$ | ウ $\frac{1}{2} mg$ |
| エ $\frac{5}{8} mg$ | オ $\frac{2}{3} mg$ | カ $\frac{4}{5} mg$ |

次に、板 A を取り除いて、床上に長さが  $\ell$  で質量が不明な板 B を置き、板 B の水平な上面の左端に質量  $m$  の小物体をのせた。図 2 のように、小物体に水平右向きに大きさ  $v_0$  の初速度を与えたところ、小物体、板 B はそれぞれ床に対して水平右向きに運動しはじめた。小物体は板 B に対して水平右向きに  $\frac{1}{2}\ell$  だけすべって小物体は板 B の中央で静止し、その直後から小物体と板 B は一体となって床上を水平右向きに速さ  $\frac{1}{3}v_0$  で運動した。小物体と板 B の間の動摩擦係数は  $\frac{1}{3}$  であり、床と板 B の間に摩擦は作用しない。小物体の加速度は水平右向きの場合を正とする。

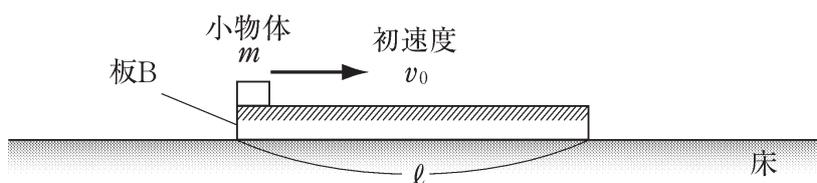


図 2

問 3 小物体が板 B に対してすべっているとき、床に対する小物体の加速度を表す式として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から 1 つ選び、解答欄 **23** にマークしなさい。

- |                   |                   |                   |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| ア $-\frac{1}{2}g$ | イ $-\frac{1}{3}g$ | ウ $-\frac{1}{6}g$ |
| エ $\frac{1}{6}g$  | オ $\frac{1}{3}g$  | カ $\frac{1}{2}g$  |

問 4 板 B の質量を表す式として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から 1 つ選び、解答欄 **24** にマークしなさい。

- |                  |                  |        |
|------------------|------------------|--------|
| ア $\frac{4}{3}m$ | イ $\frac{3}{2}m$ | ウ $2m$ |
| エ $\frac{5}{2}m$ | オ $\frac{8}{3}m$ | カ $3m$ |

問 5 小物体に与えた初速度の大きさ  $v_0$  を表す式として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から 1 つ選び、解答欄 **25** にマークしなさい。

- |                         |                          |                         |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| ア $\sqrt{\frac{gl}{6}}$ | イ $\sqrt{\frac{gl}{3}}$  | ウ $\sqrt{\frac{gl}{2}}$ |
| エ $\sqrt{gl}$           | オ $\sqrt{\frac{3gl}{2}}$ | カ $\sqrt{2gl}$          |

3 この問題は、解答欄 41 ～ 45 に解答すること。

次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(25点)

起電力の大きさが  $V$  の電池、抵抗値がそれぞれ  $R$ 、 $2R$ 、 $3R$  の抵抗  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、電気容量がそれぞれ  $C$ 、 $2C$  のコンデンサー  $C_1$ 、 $C_2$ 、およびスイッチ  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$  を用いて図1のような直流回路を作った。はじめ、スイッチはいずれも開いており、コンデンサーはいずれも電荷をたくわえていない。電池の内部抵抗および導線の抵抗は無視できるものとする。

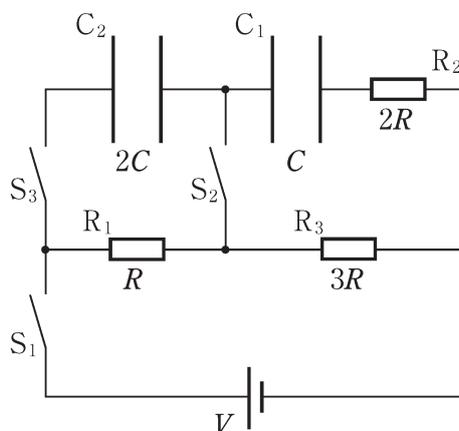


図1

問1 はじめにスイッチ  $S_1$  を閉じた。抵抗  $R_1$  に流れる電流の大きさを表す式として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から1つ選び、解答欄 41 にマークしなさい。

ア  $\frac{V}{4R}$

イ  $\frac{V}{3R}$

ウ  $\frac{V}{2R}$

エ  $\frac{2V}{3R}$

オ  $\frac{V}{R}$

カ  $\frac{3V}{R}$

問2 続いて、スイッチ  $S_2$  を閉じた。スイッチ  $S_2$  を閉じた直後に抵抗  $R_2$  に流れる電流の大きさを表す式として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から1つ選び、解答欄 **42** にマークしなさい。

ア  $\frac{V}{6R}$

イ  $\frac{2V}{11R}$

ウ  $\frac{V}{4R}$

エ  $\frac{3V}{11R}$

オ  $\frac{V}{3R}$

カ  $\frac{V}{2R}$

問3 スイッチ  $S_2$  を閉じて十分に時間が経過したとき、コンデンサー  $C_1$  にたくわえられる電気量を表す式として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から1つ選び、解答欄 **43** にマークしなさい。

ア  $\frac{1}{6} CV$

イ  $\frac{1}{3} CV$

ウ  $\frac{1}{2} CV$

エ  $\frac{2}{3} CV$

オ  $\frac{3}{4} CV$

カ  $CV$

問4 続いて、スイッチ  $S_2$  を開いた後、スイッチ  $S_3$  を閉じた。スイッチ  $S_3$  を閉じて十分に時間が経過したとき、コンデンサー  $C_1$  にたくわえられる電気量を表す式として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から1つ選び、解答欄 **44** にマークしなさい。

ア  $\frac{1}{12} CV$

イ  $\frac{1}{6} CV$

ウ  $\frac{4}{7} CV$

エ  $\frac{2}{3} CV$

オ  $\frac{4}{5} CV$

カ  $\frac{11}{12} CV$

問5 続いて、スイッチ  $S_1$  を開いた。スイッチ  $S_1$  を開いてから十分に時間が経過したとき、コンデンサー  $C_2$  にたくわえられる電気量を表す式として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から1つ選び、解答欄 **45** にマークしなさい。

ア  $\frac{1}{4} CV$

イ  $\frac{1}{3} CV$

ウ  $\frac{1}{2} CV$

エ  $\frac{2}{3} CV$

オ  $\frac{3}{4} CV$

カ  $\frac{4}{5} CV$

4 この問題は、解答欄 61 ～ 65 に解答すること。

次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(25点)

大気圧  $p_0$  の大気中において、断熱材でできたシリンダー、断面積が  $S$  で質量が  $m$  のピストンを用いて単原子分子理想気体（以下、単に気体と呼ぶ）を封入した。ピストンは熱を通す材質でできており、シリンダーとピストンの間に摩擦はなく、ピストンはシリンダーに対してなめらかに動く。図1のように、シリンダーの開口部を下に向けてシリンダーを鉛直方向に固定したところ、シリンダーの底面とピストンとの鉛直方向の距離は  $L$  となった。この状態を状態 A とする。状態 A からゆっくりとシリンダーを回転させ、図2のようにシリンダーの開口部を上に向けてシリンダーを鉛直方向に固定したところ、やがてシリンダーの底面とピストンの鉛直方向の距離は  $\frac{2}{3}L$  となった。この状態を状態 B とすると、気体は状態 A から状態 B まで等温変化をした。状態 B において、質量の無視できる断熱シートでピストンの上部を覆い、外力を加えてピストンを鉛直上向きにゆっくりと移動させ、シリンダーの底面とピストンとの鉛直方向の距離が  $\frac{16}{3}L$  となった直後に外力を加えながらピストンを静止させた。この状態を状態 C とすると、気体は状態 B から状態 C まで断熱変化をした。単原子分子理想気体が断熱変化をするとき、気体の圧力  $p$  と体積  $V$  の間には  $pV^{\frac{5}{3}} = (\text{一定})$  という関係式が成り立つ。重力加速度の大きさを  $g$  とする。

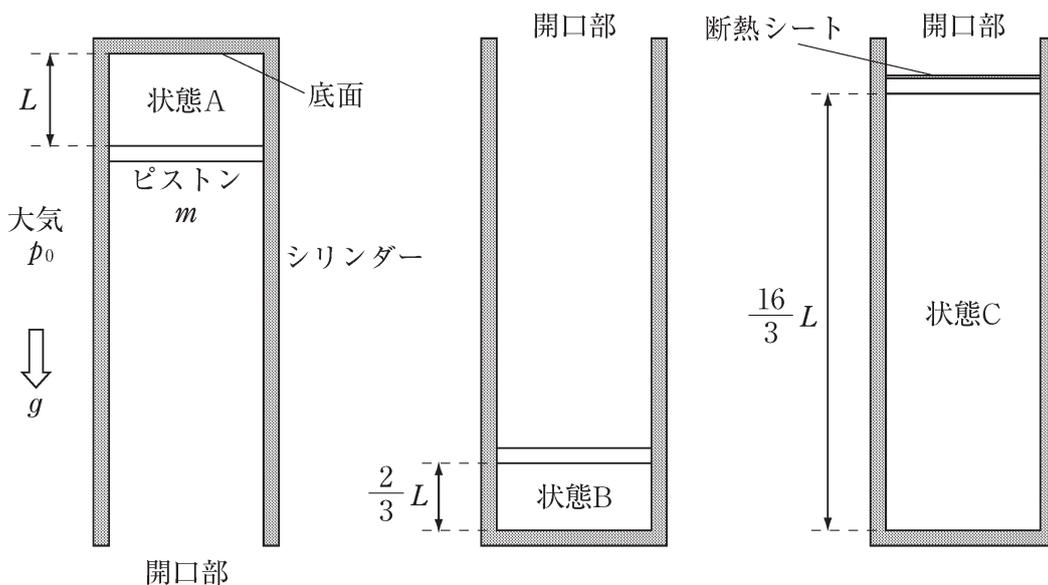


図1

図2

図3

問1 状態 A における気体の圧力を表す式として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から1つ選び、解答欄 **61** にマークしなさい。

ア $p_0 - mg$	イ $p_0 + mg$	ウ $p_0 - mgS$
エ $p_0 + mgS$	オ $p_0 - \frac{mg}{S}$	カ $p_0 + \frac{mg}{S}$

問2 気体が状態 A から状態 B まで等温変化をすることに注意し、ピストンの質量  $m$  を表す式として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から1つ選び、解答欄 **62** にマークしなさい。

ア $\frac{p_0 S}{5g}$	イ $\frac{p_0 S}{3g}$	ウ $\frac{p_0 S}{g}$
エ $\frac{p_0 g}{5S}$	オ $\frac{p_0 g}{3S}$	カ $\frac{p_0 g}{S}$

問3 状態 B、状態 C における気体の圧力をそれぞれ  $p_B$ 、 $p_C$  とする。 $p_C$  を表す式として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から1つ選び、解答欄 **63** にマークしなさい。

ア $\frac{1}{32} p_B$	イ $\frac{1}{16} p_B$	ウ $\frac{1}{8} p_B$
エ $\frac{3}{16} p_B$	オ $\frac{1}{4} p_B$	カ $\frac{1}{2} p_B$

問4 状態 B から状態 C までの間に気体がピストンにした仕事を表す式として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から1つ選び、解答欄 **64** にマークしなさい。

ア $\frac{1}{2} p_B SL$	イ $\frac{3}{4} p_B SL$	ウ $p_B SL$
エ $\frac{3}{2} p_B SL$	オ $\frac{5}{3} p_B SL$	カ $\frac{5}{2} p_B SL$

問5 状態 B から状態 C までピストンを鉛直上向きに移動させる間に大気がピストンに仕事をすることに注意し、状態 B から状態 C の間に外力がピストンにした仕事を表す式として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から1つ選び、解答欄 **65** にマークしなさい。

ア $\frac{17}{12} p_0 SL$	イ $\frac{15}{8} p_0 SL$	ウ $\frac{35}{12} p_0 SL$
エ $\frac{47}{10} p_0 SL$	オ $\frac{63}{10} p_0 SL$	カ $\frac{51}{8} p_0 SL$