

2023年度一般選抜前期A日程（1月24日実施）

物 理 問 題

(63ページ～76ページ)

I

次の問いに答えなさい。

問 1 次の文章中の空欄 **A** ・ **B** に入れる語句の組合せとして最も適当なものを、下の選択肢の中から 1 つ選び、番号をマークしなさい。

ア

図 1 は、 x 軸に沿って運動する物体 P、Q の位置 x と時刻 t の関係を表したグラフである。このグラフの時刻の範囲で、物体 P は **A** が一定であり、物体 P、Q の速度が等しくなるのは **B** であることがわかる。

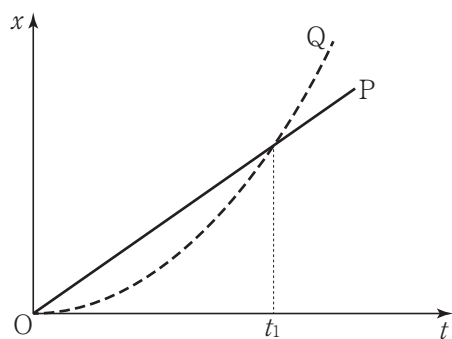


図 1

	A	B
①	速度	時刻 t_1 より前の時刻
②	速度	ちょうど時刻 t_1
③	速度	時刻 t_1 より後の時刻
④	加速度	時刻 t_1 より前の時刻
⑤	加速度	ちょうど時刻 t_1
⑥	加速度	時刻 t_1 より後の時刻

- 問2** 図2のように、水平であらい床面上に質量 m の物体を置き、水平となす角 θ で斜め上向きに大きさ F の力を加え続けると、物体は床面に沿って等加速度直線運動をした。このときに物体にはたらいっている動摩擦力の大きさとして最も適当なものを、下の選択肢の中から1つ選び、番号をマークしなさい。ただし、物体と床面の間の動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g とする。

イ

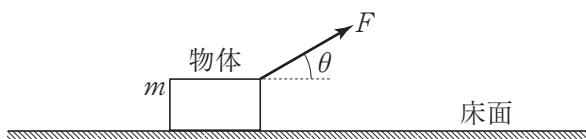


図2

- ① $\mu' mg$ ② $F \cos \theta$ ③ $\mu' (mg + F \sin \theta)$
 ④ $\mu' (mg - F \sin \theta)$ ⑤ $\mu' (mg + F \cos \theta)$ ⑥ $\mu' (mg - F \cos \theta)$
- 問3** 図3のように、ピストンを入れたガラス管の管口の近くにスピーカーを置き、スピーカーから一定の振動数の音を出しながら、ピストンを管口から右にゆっくりと移動させていくと、管口から17 cmだけ移動させた位置で初めて共鳴が起こった。スピーカーから出している音波の周期として最も適当なものを、下の選択肢の中から1つ選び、番号をマークしなさい。ただし、音速を340 m/sとし、開口端補正は無視できるものとする。

ウ

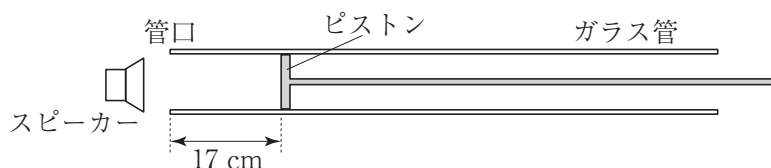


図3

- ① $1.0 \times 10^{-3} \text{ s}$ ② $2.0 \times 10^{-3} \text{ s}$ ③ $1.0 \times 10^{-2} \text{ s}$
 ④ $2.0 \times 10^{-2} \text{ s}$ ⑤ $5.0 \times 10^2 \text{ s}$ ⑥ $1.0 \times 10^3 \text{ s}$

問 4 次の文章中の空欄 **C** ・ **D** に入れる式の組合せとして最も適当なものを，下の選択肢の中から 1 つ選び，番号をマークしなさい。

工

図 4 のように，抵抗値がともに R の抵抗 R_1 ， R_2 と，スイッチ S ，起電力が V で内部抵抗が無視できる電池を接続した。スイッチ S を開いているとき，抵抗 R_1 で消費される電力は **C** である。また，スイッチ S を閉じた後，抵抗 R_1 を流れる電流は **D** になる。

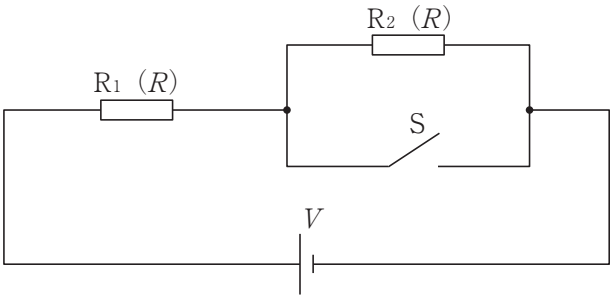


図 4

	C	D
①	$\frac{V^2}{4R}$	$\frac{V}{2R}$
②	$\frac{V^2}{4R}$	$\frac{V}{R}$
③	$\frac{V^2}{2R}$	$\frac{V}{2R}$
④	$\frac{V^2}{2R}$	$\frac{V}{R}$
⑤	$\frac{V^2}{R}$	$\frac{V}{2R}$
⑥	$\frac{V^2}{R}$	$\frac{V}{R}$

問5 次の文章中の空欄 **E** ～ **G** に入れる語句の組合せとして最も適当なものを，下の選択肢の中から1つ選び，番号をマークしなさい。

オ

温度は物質を形づくる原子や分子の熱運動の激しさを表す物理量である。温度が **E** ほど原子や分子の熱運動は激しくなる。セ氏温度の -273°C は絶対温度 0 K であり，絶対零度とよばれる。絶対零度より低い温度は存在 **F**。セ氏温度の温度差 1°C と絶対温度の温度差 1 K は **G**。

	E	F	G
①	高い	する	等しい
②	高い	する	異なる
③	高い	しない	等しい
④	高い	しない	異なる
⑤	低い	する	等しい
⑥	低い	する	異なる
⑦	低い	しない	等しい
⑧	低い	しない	異なる

問6 断熱容器に入れた温度 $t\text{ }(^{\circ}\text{C})$ ，質量 $m\text{ [g]}$ の水に， $t\text{ }(^{\circ}\text{C})$ より高温の金属球を入れて，ゆっくりとかき混ぜたところ，水の温度は $T\text{ }(^{\circ}\text{C})$ となって熱平衡に達した。水の比熱を $c\text{ [J / (g} \cdot \text{K)]}$ とするとき，水が $t\text{ }(^{\circ}\text{C})$ から $T\text{ }(^{\circ}\text{C})$ になるまでに得た熱量 $[\text{J}]$ を表す式として最も適当なものを，次の中から1つ選び，番号をマークしなさい。ただし，熱は水と金属球の間だけでやりとりされたものとする。

カ

- ① mct ② mcT ③ $\frac{mc(T-t)}{2}$
- ④ $\frac{mc(t+T)}{2}$ ⑤ $mc(T-t)$ ⑥ $mc(t+T)$

Ⅱ

なめらかな面上の物体の運動、弦の共振に関する次の文〔1〕、〔2〕を読んで、あとの問いに答えなさい。

- 〔1〕 図1のように、水平でなめらかな床面となめらかな斜面が点Pでなめらかにつながっている。床面上にはばね定数 k の軽いばねを置き、ばねの左端を鉛直な壁面に固定する。ばねの右端に質量 m の小球を接触させ、水平左向きに力を加えてばねを自然の長さから距離 x_0 だけ縮めて小球を静かにはなすと、ばねが自然の長さに戻ったところで小球はばねから離れた。その後、小球は点Pを通過して斜面を上り、床面からの高さが h の斜面の端の点Qから空中に飛び出した。床面は斜面の右側にも広がっている。重力加速度の大きさを g とし、小球の運動は紙面を含む鉛直面内に限られるものとする。

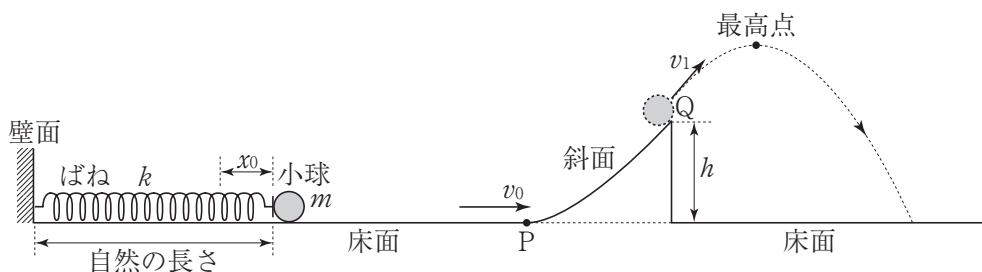


図1

- 問1 小球が点Pを通過するときの速さ v_0 はどのように表されるか。最も適当なものを、次の中から1つ選び、番号をマークしなさい。

ア

- ① $v_0 = x_0 \sqrt{\frac{k}{2m}}$ ② $v_0 = x_0 \sqrt{\frac{k}{m}}$ ③ $v_0 = x_0 \sqrt{\frac{2k}{m}}$
 ④ $v_0 = x_0 \sqrt{\frac{m}{2k}}$ ⑤ $v_0 = x_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$ ⑥ $v_0 = x_0 \sqrt{\frac{2m}{k}}$

- 問2 小球が点Qから空中に飛び出すときの速さ v_1 は v_0 、 g 、 h を用いてどのように表されるか。最も適当なものを、次の中から1つ選び、番号をマークしなさい。

イ

- ① $v_1 = v_0 - \sqrt{2gh}$ ② $v_1 = v_0 - \sqrt{gh}$ ③ $v_1 = v_0 - \sqrt{\frac{gh}{2}}$
 ④ $v_1 = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$ ⑤ $v_1 = \sqrt{v_0^2 - gh}$ ⑥ $v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{gh}{2}}$

問3 小球が点Qから飛び出した後、床面に衝突する直前の小球の運動エネルギーは k , m , x_0 , h , g のうちから必要なものを用いてどのように表されるか。最も適当なものを、次の中から1つ選び、番号をマークしなさい。

ウ

- ① $\frac{1}{2} kx_0$ ② $\frac{1}{2} kx_0^2$ ③ $\frac{1}{2} kx_0 - mgh$
 ④ $\frac{1}{2} kx_0 + mgh$ ⑤ $\frac{1}{2} kx_0^2 - mgh$ ⑥ $\frac{1}{2} kx_0^2 + mgh$

〔2〕 図2のように、振動数 f のおんさに弦の一端を付け、弦をなめらかな滑車に通して、弦の他端に質量 m のおもりをつり下げる。おんさを振動させると、おんさと滑車の間の弦に腹が3つの定常波（定在波）ができた。このとき弦を伝わる波の速さを V とする。おんさと滑車の間の距離を l とし、おもりの質量によらず、弦を伝わる波の振動数は f である。

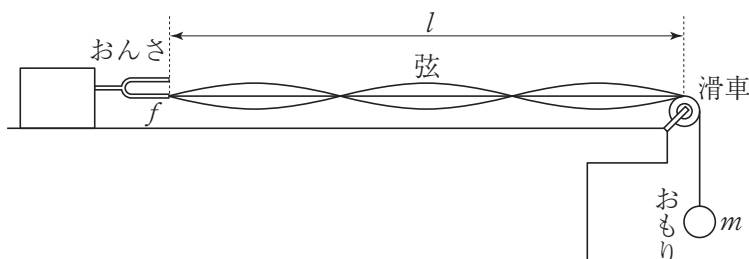


図2

問4 弦を伝わる波の速さ V として最も適当なものを、次の中から1つ選び、番号をマークしなさい。

エ

- ① $V = \frac{1}{4} fl$ ② $V = \frac{2}{3} fl$ ③ $V = \frac{3}{4} fl$
 ④ $V = \frac{3}{2} fl$ ⑤ $V = 3 fl$ ⑥ $V = 6 fl$

問5 おもりだけを質量が異なるものに変えて、おんさを振動させたところ、おんさと滑車の間の弦に腹が2つの定常波ができた。このときの弦を伝わる波の速さとして最も適当なものを、次の中から1つ選び、番号をマークしなさい。

オ

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

問 6 問 5 のときのおもりの質量として最も適当なものを，次の中から 1 つ選び，番号をマークしなさい。ただし，弦を伝わる波の速さは，おもりが弦を引く力の大きさの平方根に比例する。

力

① $\frac{4}{9}m$

② $\frac{2}{3}m$

③ $\sqrt{\frac{2}{3}}m$

④ $\sqrt{\frac{3}{2}}m$

⑤ $\frac{3}{2}m$

⑥ $\frac{9}{4}m$

Ⅲ

万有引力，気体の状態変化に関する次の文〔1〕，〔2〕を読んで，あとの問いに答えなさい。

- 〔1〕 図1のように，質量 m の人工衛星が，地球の中心（重心）からの距離 r の円軌道上を周期 T で一定の速さで周回している。地球の質量を M ，万有引力定数を G とする。人工衛星が受ける力は，地球からの万有引力だけであるものとする。

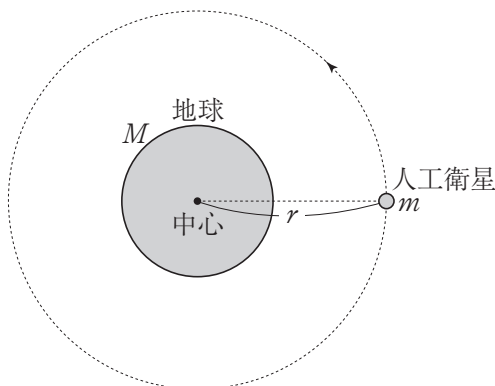


図1

- 問1 人工衛星が地球から受ける万有引力の大きさとして最も適当なものを，次の中から1つ選び，番号をマークしなさい。

ア

- ① $G \frac{M}{r}$ ② $G \frac{m}{r}$ ③ $G \frac{Mm}{r}$
 ④ $G \frac{M}{r^2}$ ⑤ $G \frac{m}{r^2}$ ⑥ $G \frac{Mm}{r^2}$

- 問2 この人工衛星の向心加速度の大きさは， T ， r を用いた式でどのように表されるか。最も適当なものを，次の中から1つ選び，番号をマークしなさい。

イ

- ① $\frac{4\pi^2 r}{T^2}$ ② $\frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$ ③ $\frac{2\pi r^2}{T}$
 ④ $\frac{r^2 T}{2\pi}$ ⑤ $2\pi r^2 T$ ⑥ $4\pi^2 r^2 T^2$

問 3 太陽のまわりを周回する惑星の運動で成り立つケプラーの法則は、地球のまわりを周回する人工衛星の運動でも成り立つ。人工衛星が半径 r の円軌道上を周期 T で等速円運動するとき、ケプラーの第三法則は比例定数を k として、 $T^2 = kr^3$ と表される。比例定数 k は、 G 、 M を用いてどのように表されるか。最も適当なものを、次の中から 1 つ選び、番号をマークしなさい。

ウ

- ① $k = \frac{GM}{4\pi^2}$ ② $k = \frac{GM}{2\pi}$ ③ $k = 2\pi GM$
 ④ $k = 4\pi^2 GM$ ⑤ $k = \frac{2\pi}{GM}$ ⑥ $k = \frac{4\pi^2}{GM}$

〔2〕 物質質量 n の単原子分子の理想気体をなめらかに動くピストンの付いたシリンダーに封入した。このとき、気体の状態を圧力 p_0 、絶対温度 T_0 の状態 A から、図 2 のように、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ の順に圧力 p と体積 V を変化させた。 $A \rightarrow B$ は定積変化、 $B \rightarrow C$ は等温変化、 $C \rightarrow A$ は定圧変化である。気体定数を R とする。

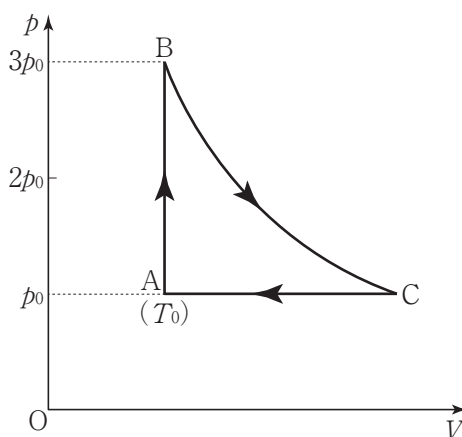


図 2

問 4 状態 A での気体の体積として最も適当なものを、次の中から 1 つ選び、番号をマークしなさい。

エ

- ① $\frac{nRT_0}{p_0}$ ② $\frac{nR}{p_0 T_0}$ ③ $\frac{nRp_0}{T_0}$
 ④ $\frac{p_0}{nRT_0}$ ⑤ $\frac{p_0 T_0}{nR}$ ⑥ $\frac{T_0}{nRp_0}$

問 5 $A \rightarrow B$ の状態変化で気体が外部から吸収した熱量はいくらか。最も適当なものを，次の中から 1 つ選び，番号をマークしなさい。

オ

① $\frac{3}{2}nRT_0$

② $2nRT_0$

③ $\frac{5}{2}nRT_0$

④ $3nRT_0$

⑤ $\frac{7}{2}nRT_0$

⑥ $4nRT_0$

問 6 $B \rightarrow C$ の状態変化で気体が外部から吸収した熱量を Q とする。 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ の 1 サイクルで気体が外部にした正味の仕事はいくらか。最も適当なものを，次の中から 1 つ選び，番号をマークしなさい。

カ

① $Q - 3nRT_0$

② $Q - 2nRT_0$

③ $Q - nRT_0$

④ $Q + nRT_0$

⑤ $Q + 2nRT_0$

⑥ $Q + 3nRT_0$

Ⅳ 凸レンズ，電場に関する次の文〔1〕，〔2〕を読んで，あとの問いに答えなさい。

- 〔1〕 図1のように，焦点距離6.0cmの凸レンズがあり，凸レンズから左側に距離9.0cmの位置に物体を光軸と垂直に置き，凸レンズの右側に物体の像を映すためのスクリーンを光軸と垂直に置く。

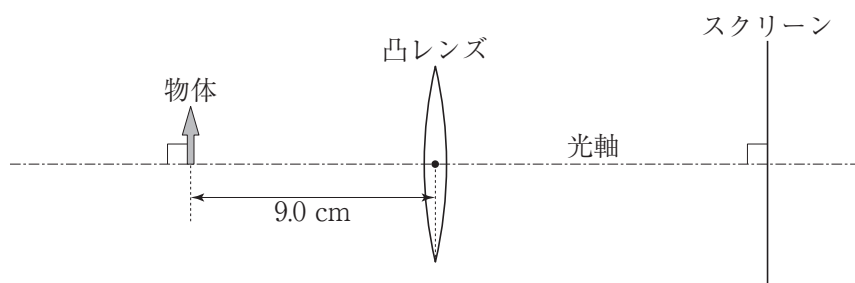


図1

- 問1** スクリーンに鮮明な物体の像を映すためには，凸レンズからスクリーンまでの距離を何cmにすればよいか。最も適当なものを，次の中から1つ選び，番号をマークしなさい。

ア

- | | | |
|----------|----------|----------|
| ① 3.6 cm | ② 7.2 cm | ③ 9.0 cm |
| ④ 12 cm | ⑤ 15 cm | ⑥ 18 cm |

問2 次の文章中の空欄 **A** ・ **B** に入れる語句の組合せとして最も適当なものを、下の選択肢の中から1つ選び、番号をマークしなさい。

イ

図1において、凸レンズの位置を固定したまま、物体を凸レンズから少し遠ざけたとき、スクリーンに鮮明な像を映すためには、スクリーンを凸レンズ **A** 必要がある。このとき、スクリーンに映る物体の鮮明な像の大きさは、物体を移動させる前と **B**。

	A	B
①	に少し近づける	比べて小さい
②	に少し近づける	等しい
③	に少し近づける	比べて大きい
④	から少し遠ざける	比べて小さい
⑤	から少し遠ざける	等しい
⑥	から少し遠ざける	比べて大きい

問3 次に、図2のように、スクリーンを取り除き、この凸レンズから左側に距離4.0 cmの位置に物体を光軸に垂直に置き、凸レンズの右側から凸レンズを通して物体を見た。このとき、物体の虚像は凸レンズから左側に何cmの位置にできるか。最も適当なものを、下の選択肢の中から1つ選び、番号をマークしなさい。

ウ

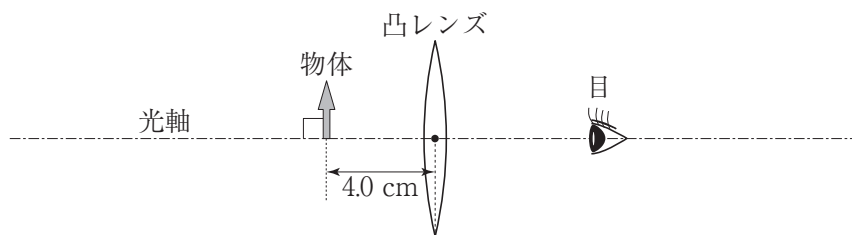


図2

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① 1.2cm | ② 2.4cm | ③ 4.0cm |
| ④ 6.0cm | ⑤ 9.0cm | ⑥ 12 cm |

- 〔2〕 図3のように、 x 軸をとり、 x 軸上の点A ($x = -a$)、点B ($x = a$) ($a > 0$) に、それぞれ電気量が Q 、 $-Q$ ($Q > 0$) の点電荷を固定した。点Aに固定された電気量 Q の点電荷によって生じる電場（電界）の、原点Oにおける強さを E_0 とする。また、点Aと点Oの中点をC ($x = -\frac{1}{2}a$) とする。

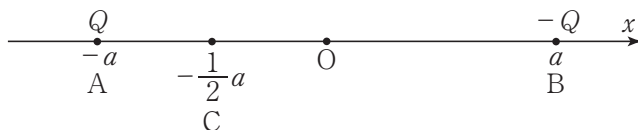


図3

- 問4 点Aに固定された電気量 Q の点電荷によって生じる電場の、点Cにおける強さとして最も適当なものを、次の中から1つ選び、番号をマークしなさい。

工

- ① $\frac{1}{4}E_0$ ② $\frac{1}{2}E_0$ ③ E_0 ④ $2E_0$ ⑤ $4E_0$

- 問5 点Bに固定された電気量 $-Q$ の点電荷によって生じる電場の、点Cにおける強さとして最も適当なものを、次の中から1つ選び、番号をマークしなさい。

オ

- ① $\frac{4}{9}E_0$ ② $\frac{2}{3}E_0$ ③ E_0 ④ $\frac{3}{2}E_0$ ⑤ $\frac{9}{4}E_0$

- 問6 点Cに電気量 Q の点電荷を置いたとき、この点電荷が受ける静電気力の大きさとして最も適当なものを、次の中から1つ選び、番号をマークしなさい。

カ

- ① $\frac{32}{9}E_0Q$ ② $4E_0Q$ ③ $\frac{40}{9}E_0Q$
 ④ $\frac{32}{9}E_0Q^2$ ⑤ $4E_0Q^2$ ⑥ $\frac{40}{9}E_0Q^2$