

2022年度一般選抜前期A日程（1月25日実施）

物 理 問 題

（45ページ～59ページ）

I 次の問いに答えなさい。

問1 図1のように、一直線上を等加速度直線運動している物体が、点Oを速さ6.0 m/sで通過してから時間4.0s後に点Pで一瞬静止した。OP間の距離はいくらか。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。

ア



図1

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 3.0m | ② 4.0m | ③ 6.0m |
| ④ 8.0m | ⑤ 12m | ⑥ 24m |

問2 ある熱機関が高温の物体から熱量600Jを吸収し、外部に仕事をして、低温物体に熱量450Jを放出した。この熱機関の熱効率はいくらか。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。

イ

- | | | |
|---------|--------|--------|
| ① 0.080 | ② 0.11 | ③ 0.25 |
| ④ 0.41 | ⑤ 0.55 | ⑥ 0.75 |

問3 長さ l の開管の一方の開口部の近くにスピーカーを置き、スピーカーから出す音の振動数を0から次第に大きくしていくと、振動数が f になったとき、開管内の気柱が初めて共鳴した。図2の実線と破線は管内にできた縦波の定常波を横波のように表したものである。このときの音速を表す式として、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、開口端補正は無視できるものとする。

ウ

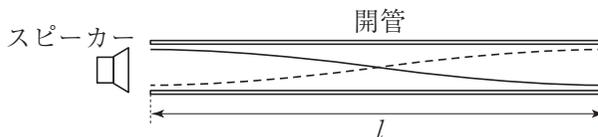


図2

- | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| ① $\frac{1}{8}fl$ | ② $\frac{1}{4}fl$ | ③ $\frac{1}{2}fl$ |
| ④ fl | ⑤ $2fl$ | ⑥ $4fl$ |

問4 次の文章中の空欄 **A** ・ **B** に入れる数値の組合せとして、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3のように、抵抗値 $1.0\ \Omega$ の抵抗と抵抗値 $2.0\ \Omega$ の抵抗を並列につなぎ、端子P、Qの間に電圧を加えると、PQ間に $6.0\ \text{A}$ の電流が流れた。このとき、PQ間に加えている電圧は **A** Vであり、 $2.0\ \Omega$ の抵抗に流れている電流は **B** Aである。

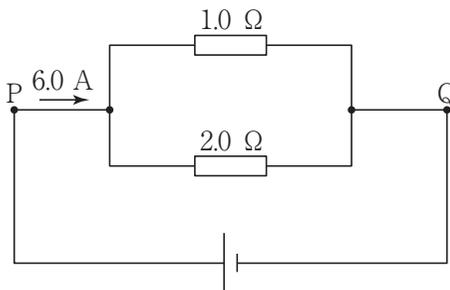


図3

	A	B
①	4.0	2.0
②	4.0	4.0
③	9.0	2.0
④	9.0	4.0
⑤	18	2.0
⑥	18	4.0

問5 図4のように、なめらかな曲面上の点Aに小球を静かに置いてはなすと、小球は曲面に沿ってすべり出し、最下点Bを通過後、点Cから空中に飛び出した。点Bから測った点Aの高さを h 、点Cの高さを $\frac{2}{3}h$ とし、重力加速度の大きさを g とする。小球が点Cから飛び出すときの速さはいくらか。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。ただし、空気の抵抗は無視できるものとする。

オ

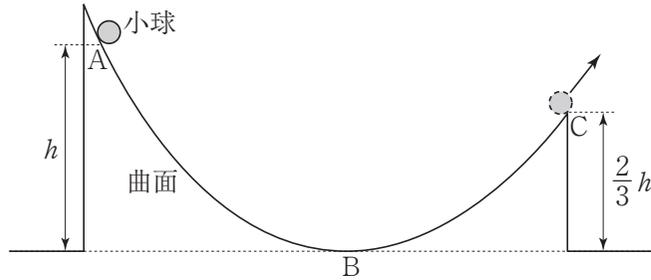


図4

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| ① $\sqrt{\frac{1}{6}gh}$ | ② $\sqrt{\frac{1}{3}gh}$ | ③ $\sqrt{\frac{1}{2}gh}$ |
| ④ $\sqrt{\frac{2}{3}gh}$ | ⑤ \sqrt{gh} | ⑥ $2\sqrt{\frac{1}{3}gh}$ |

問6 次の文章中の空欄 **C** ~ **E** 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。

カ

空気中を伝わる音波は、空気の振動の方向と波の進行方向が **C** な縦波である。音波が空気中を伝わる速さは、気温が低いほど **D**。音波は空気のような気体中だけでなく、液体や固体中も伝わる。音波が水中を伝わる速さは、空気中を伝わる速さより **E**。

	C	D	E
①	平行	速い	速い
②	平行	速い	遅い
③	平行	遅い	速い
④	平行	遅い	遅い
⑤	垂直	速い	速い
⑥	垂直	速い	遅い
⑦	垂直	遅い	速い
⑧	垂直	遅い	遅い

Ⅱ 床面上の物体の運動、波の反射に関する次の文〔1〕、〔2〕を読んで、あとの問いに答えなさい。

〔1〕 図1のように、水平な床面上に質量 m の物体Aと直方体の質量 m の物体Bを接するよう
に置く。静止した物体Aに水平右向きに力を加えて、その力の大きさを少しずつ大きく
していったところ、力の大きさが F_0 を超えたときに両物体は動き出した。動き出した後、
物体Aに水平右向きに加える力の大きさを F で一定にすると、両物体の加速度の大きさは
 a になった。物体Aは床面から摩擦力を受けない、物体Bと床面の間の静止摩擦係数を μ 、動
摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g とする。

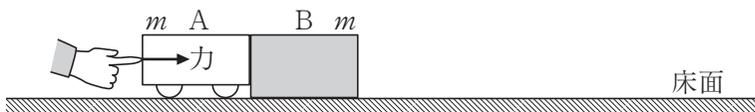


図1

問1 F_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 $F_0 = \mu mg$ ② $F_0 = 2\mu mg$ ③ $F_0 = \mu' mg$
④ $F_0 = 2\mu' mg$ ⑤ $F_0 = (\mu + \mu') mg$ ⑥ $F_0 = (\mu - \mu') mg$

問2 a 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。

イ

- ① $a = \frac{F}{2m}$ ② $a = \frac{F}{m}$ ③ $a = \frac{1}{2m} (F - \mu' mg)$
④ $a = \frac{1}{m} (F - \mu' mg)$ ⑤ $a = \frac{1}{2m} (F - 2\mu' mg)$ ⑥ $a = \frac{1}{m} (F - 2\mu' mg)$

問3 両物体が大きさ a の加速度で運動をしているとき、物体Bが物体Aから受けている力の大きさは、 a を含む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。

ウ

- ① ma ② $\mu' ma$ ③ $m(a - \mu' g)$
④ $m(a + \mu' g)$ ⑤ $m(a - 2\mu' g)$ ⑥ $m(a + 2\mu' g)$

〔2〕 図2は、 x 軸の負の向きに進む振動数2.5Hzの入射波の、時刻 $t = 0$ sにおける変位 y と位置 x の関係を表している。 $x = 0$ mの位置には波を固定端反射する壁があり、反射波は x 軸の正の向きに進む。図2には反射波は描かれていない。

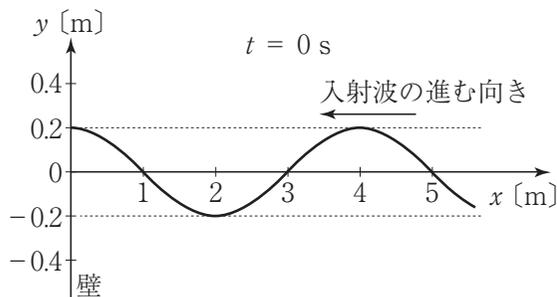


図2

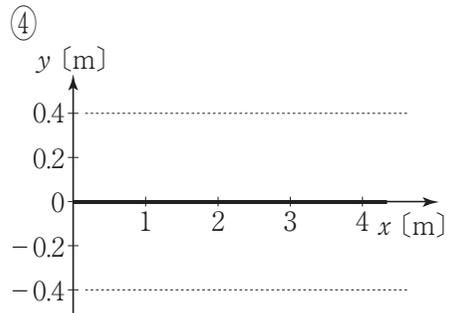
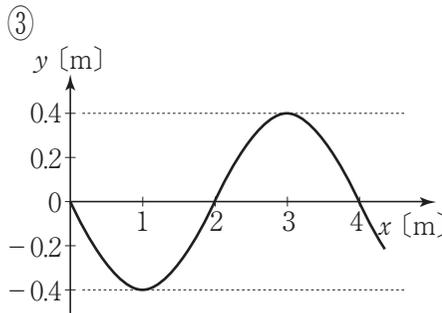
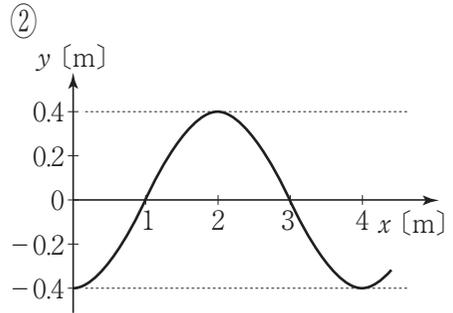
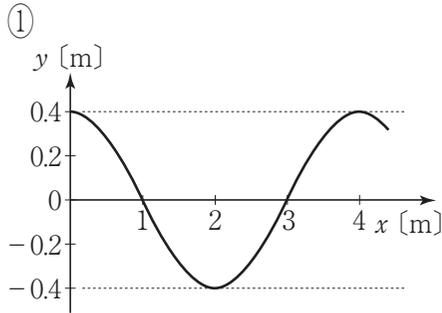
問4 入射波の振幅、波長、周期の値の組合せとして、最も適当なものを、次の中から1つ選び、番号をマークしなさい。

工

	振幅	波長	周期
①	0.20m	2.0m	0.40s
②	0.20m	4.0m	4.0s
③	0.20m	4.0m	0.40s
④	0.40m	2.0m	4.0s
⑤	0.40m	4.0m	0.40s
⑥	0.40m	4.0m	4.0s

問5 x 軸の正の領域には、入射波と反射波が合成されて定常波（定在波）ができています。時刻 $t = 0$ sにおける定常波の変位 y と位置 x の関係を表す図として、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



問6 x 軸の正の領域にできた定常波の腹の位置 x は、入射波の波長 λ と負でない整数 m ($m = 0, 1, 2, \dots$) 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。

カ

- ① $x = m\lambda$ ② $x = (2m + 1)\lambda$ ③ $x = \frac{1}{2}m\lambda$
- ④ $x = \frac{1}{2}(2m + 1)\lambda$ ⑤ $x = \frac{1}{4}m\lambda$ ⑥ $x = \frac{1}{4}(2m + 1)\lambda$

Ⅲ

小球の放物運動と衝突，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，水平な床面上の点Pから小球を速さ v_0 ，水平となす角 60° で投げ出したところ，鉛直な壁面上の点Qに水平方向に衝突して，水平方向にはね返り，床面上の点Rに落下した。点Oは点Qの真下の床面と壁面が交わる点であり，点P，Q，R，Oは同一鉛直面内にある。小球と壁面との反発係数（はね返り係数）を $\frac{2}{3}$ とし，重力加速度の大きさを g とする。また，空気の抵抗は無視できるものとする。

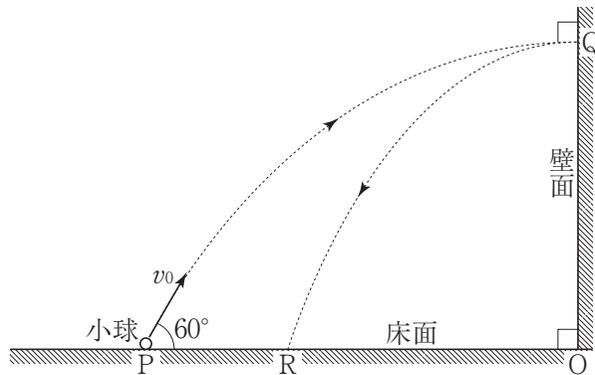


図1

- 問1 点Pから小球を投げ出してから点Qに衝突するまでの時間はいくらか。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。

ア

- | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| ① $\frac{v_0}{4g}$ | ② $\frac{\sqrt{3}v_0}{4g}$ | ③ $\frac{v_0}{2g}$ |
| ④ $\frac{\sqrt{3}v_0}{2g}$ | ⑤ $\frac{v_0}{g}$ | ⑥ $\frac{\sqrt{3}v_0}{g}$ |

- 問2 点Qの床面からの高さ（OQ間の距離）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。

イ

- | | | |
|------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| ① $\frac{v_0^2}{8g}$ | ② $\frac{v_0^2}{4g}$ | ③ $\frac{3v_0^2}{8g}$ |
| ④ $\frac{\sqrt{3}v_0^2}{4g}$ | ⑤ $\frac{3v_0^2}{4g}$ | ⑥ $\frac{\sqrt{3}v_0^2}{2g}$ |

問3 点Rに落下する直前の小球の速さはいくらか。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。

ウ

- ① $\frac{5}{12} v_0$ ② $\frac{1}{2} v_0$ ③ $\frac{7}{12} v_0$
 ④ $\frac{2}{3} v_0$ ⑤ $\frac{\sqrt{7}}{3} v_0$ ⑥ $\frac{\sqrt{31}}{6} v_0$

[2] 一定質量の単原子分子の理想気体の圧力 p と体積 V を、図2のように、圧力 p_0 、体積 V_0 の状態Aから、A→B→Cの順に変化させた。A→Bは定圧変化（等圧変化）であり、B→Cは断熱変化であると考えてよい。

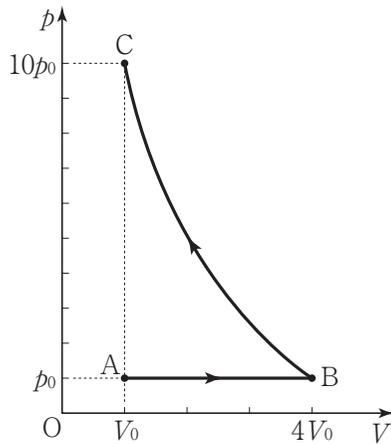


図2

問4 状態A, B, Cでの気体の絶対温度をそれぞれ T_A , T_B , T_C とする。これらの大小関係として、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 $T_A < T_B < T_C$ ② $T_A < T_B = T_C$ ③ $T_A < T_C < T_B$
 ④ $T_B < T_C < T_A$ ⑤ $T_B = T_C < T_A$ ⑥ $T_C < T_B < T_A$

問5 A→Bの状態変化で気体が外部にした仕事はいくらか。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。

オ

① $\frac{3}{2} p_0 V_0$

② $2 p_0 V_0$

③ $\frac{5}{2} p_0 V_0$

④ $3 p_0 V_0$

⑤ $\frac{7}{2} p_0 V_0$

⑥ $4 p_0 V_0$

問6 B→Cの状態変化で気体が外部からされた仕事はいくらか。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 $\frac{13}{2} p_0 V_0$

② $7 p_0 V_0$

③ $\frac{15}{2} p_0 V_0$

④ $8 p_0 V_0$

⑤ $\frac{17}{2} p_0 V_0$

⑥ $9 p_0 V_0$

IV

光の屈折と反射，電磁誘導に関する次の文〔1〕，〔2〕を読んで，あとの問いに答えなさい。

- 〔1〕 直方体で絶対屈折率 n_1 の媒質 1 と直方体で絶対屈折率 n_2 の媒質 2 が真空中に平行に重ねて置かれている。図 1 のように，媒質 2 の左側の端面の点 A から入射角 θ_1 ，屈折角 θ_2 で入射した単色光が，媒質の境界面の点 B に入射角 ϕ で入射して全反射し，媒質 2 の右側の端面の点 C から出ていくものとする。点 A，点 C で反射する光線は図に描かれていない。点 A，B，C は境界面に直交する同一平面内にあり，AC 間の距離を l とする。

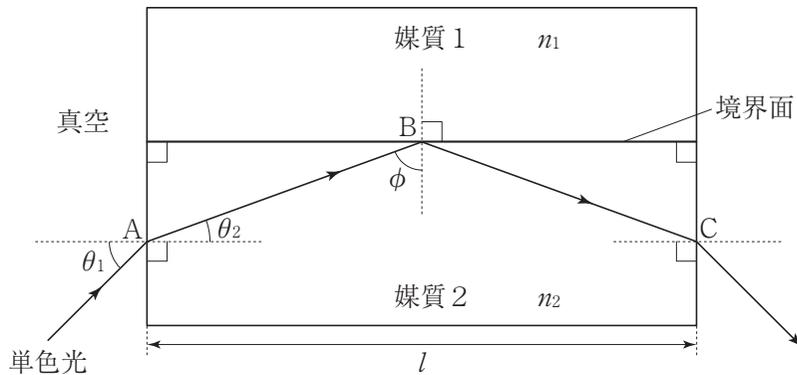


図 1

問 1 θ_1 ， θ_2 ， n_2 の間の関係を表す式として，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。

ア

- ① $\sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ ② $\sin \theta_1 = \frac{\sin \theta_2}{n_2}$ ③ $\sin \theta_1 = n_2 \cos \theta_2$
 ④ $\sin \theta_1 = \frac{\cos \theta_2}{n_2}$ ⑤ $\sin \theta_1 = n_2 \tan \theta_2$ ⑥ $\sin \theta_1 = \frac{\tan \theta_2}{n_2}$

問2 全反射に関する次の文章中の空欄 **A** ・ **B** 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。 **イ**

点Bに入射した光が媒質1に透過することなく、すべて反射する現象を全反射という。点Bで全反射が起こるためには n_1 と n_2 の間に **A** の条件が必要であり、この条件が満たされているとき、点Bでの入射角 ϕ が臨界角 ϕ_c を超えると全反射が起こる。

$\sin \phi_c =$ **B** である。

	A	B
①	$n_1 < n_2$	$\frac{1}{n_2}$
②	$n_1 < n_2$	$\frac{n_1}{n_2}$
③	$n_1 < n_2$	$\frac{n_2}{n_1}$
④	$n_1 > n_2$	$\frac{1}{n_2}$
⑤	$n_1 > n_2$	$\frac{n_1}{n_2}$
⑥	$n_1 > n_2$	$\frac{n_2}{n_1}$

問3 光が点Aに入射してから、点Bで全反射して点Cに到達するまでの時間はいくらか。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。ただし、真空中の光の速さを c とする。 **ウ**

- ① $\frac{n_2 l}{c}$ ② $\frac{l}{c n_2}$ ③ $\frac{n_2 l \cos \theta_2}{c}$
 ④ $\frac{l \cos \theta_2}{c n_2}$ ⑤ $\frac{n_2 l}{c \cos \theta_2}$ ⑥ $\frac{l}{c n_2 \cos \theta_2}$

〔2〕 図2のように、鉛直上向きに磁束密度の大きさ B の一様な磁場（磁界）を加えた領域で、水平面上に2本の平行な導体のレールを距離 l だけ離して置き、レールの左端の点 a , b の間に導線で抵抗値 R の抵抗 R をつなぐ。レールの上に長さ l の導体棒 PQ をレールに垂直に置き、外力を加えて水平右向きに一定の速さ v で移動させた。抵抗 R 以外の部分の抵抗値は無視でき、導体棒 PQ は2本のレールと垂直を保って接触したまま、摩擦なく移動できるものとする。

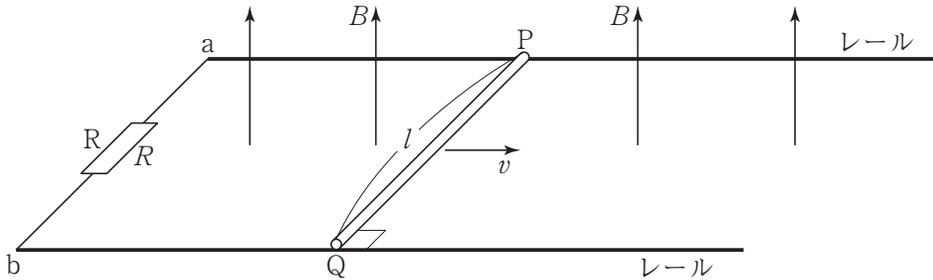


図2

問4 導体棒 PQ に発生する誘導起電力の大きさとして、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。

I

- ① vBl ② v^2Bl ③ vB^2l
 ④ vBl^2 ⑤ $\frac{v}{Bl}$ ⑥ $\frac{v^2}{Bl}$

問5 次の文章中の空欄 **C** ・ **D** に入れる語句と式の組合せとして、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。

オ

導体棒PQに発生した誘導起電力によって、大きさ I の電流が導体棒PQを **C** の向きに流れる。このとき、導体棒PQを流れる電流が磁場から受ける力の大きさは **D** である。

	C	D
①	PからQ	IBl
②	PからQ	IB^2l
③	PからQ	$\frac{I}{Bl}$
④	QからP	IBl
⑤	QからP	IB^2l
⑥	QからP	$\frac{I}{Bl}$

問6 導体棒PQを動かしている外力の仕事率 P は、抵抗 R で単位時間に発生するジュール熱に等しい。 P は v 、 B 、 l 、 R 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。

カ

- ① $P = vBlR$ ② $P = vB^2l^2R$ ③ $P = \frac{vB^2l^2}{R}$
- ④ $P = \frac{v^2B^2l^2}{R}$ ⑤ $P = \frac{vB^2l^2}{R^2}$ ⑥ $P = \frac{v^2B^2l^2}{R^2}$