

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。

Ⓕ

理 科

物 理 I

(各科目)
100点

この問題冊子には、「理科総合A」「理科総合B」「物理I」「化学I」「生物I」「地学I」の6科目を掲載しています。解答する科目を間違えないよう選択しなさい。

注 意 事 項

1 解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、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(数字及び英字)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、試験場コード欄

氏名・フリガナ及び試験場コード(数字)を記入しなさい。

③ 解答科目欄

解答する科目を一つ選び、科目名の右の○にマークしなさい。マークされていない場合又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。

2 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

出 題 科 目	ペ ー ジ	選 択 方 法
理 科 総 合 A	4～25	受験できる科目数は、受験票に記載されているとおりです。
理 科 総 合 B	26～55	
物 理 I	56～75	
化 学 I	76～95	
生 物 I	96～123	
地 学 I	124～147	

3 この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

- 4 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 5 解答は、解答用紙の解答欄にマークしなさい。例えば、

10

と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように解答番号10の解答欄の③にマークしなさい。

(例)

解答番号	解 答 欄
10	① ② ● ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

- 6 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
- 7 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

物 理 I

(解答番号 ~)

第1問 次の問い(問1～6)に答えよ。(配点 30)

問1 水面を波が伝わっている。この波の隣り合う山の間隔は2.0 mである。水面に小さな浮きを浮かべると、10秒間で5回上下に振動した。波の伝わる速さとして最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、浮きが最も高い位置に来たときから、再び同じ位置に来るときまでを1回の振動とする。 m/s

① 0.50

② 1.0

③ 2.0

④ 4.0

問 2 次の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入れる記号の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 **2**

水平におかれたプラスチックの平板に二つの穴 A, B をあけ、円形コイルを固定した。図 1 のようにコイルに直流電流を流すと、コイルの中心付近に図 1 の **ア** の矢印の向きに磁場が生じた。次にプラスチックの平板上に鉄粉を一様にふりかけて軽く振動を与えたところ、鉛直上方から見て図 2 の **イ** のような模様が生じた。

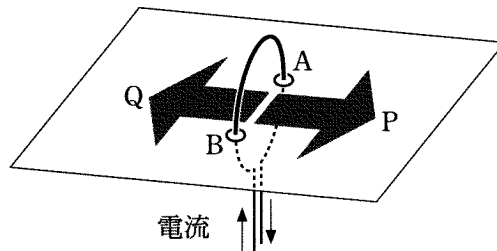


図 1

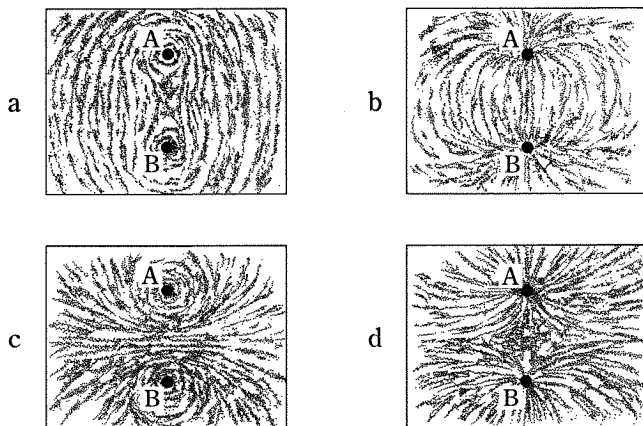


図 2

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	P	P	P	P	Q	Q	Q	Q
イ	a	b	c	d	a	b	c	d

物理 I

問 3 図 3 のように、なめらかで質量の無視できる滑車を天井に固定して糸をかけ、糸の両端に質量 m の物体 A と質量 $3m$ の物体 B を取り付ける。糸がたるまない状態で、A が床に接するように、B を手で支えた。このとき、B の床からの高さは h であった。手を静かに離すと、B は下降してやがて床に到達した。B が動き出してから床に達するまでの時間 t を表す式として正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g とする。 $t = \boxed{3}$

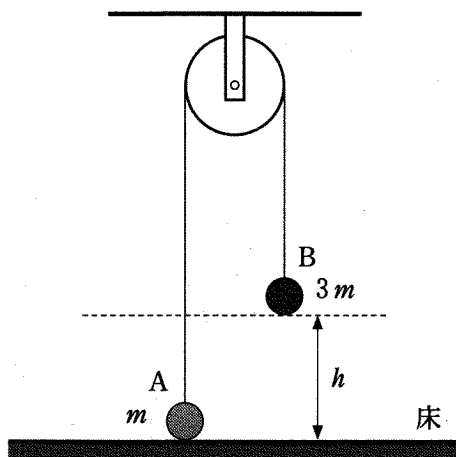


図 3

① $\sqrt{\frac{8h}{g}}$

② $\sqrt{\frac{6h}{g}}$

③ $\sqrt{\frac{4h}{g}}$

④ $\sqrt{\frac{3h}{g}}$

⑤ $\sqrt{\frac{2h}{g}}$

⑥ $\sqrt{\frac{h}{g}}$

問 4 次の文章中の空欄 **ウ** ・ **エ** に入れる式の組合せとして最も適切なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 **4**

図4は、平面波が媒質1から境界面に入射し、屈折して媒質2の中を進む様子を示している。太い実線は、ある時刻における入射波と屈折波の山の波面を表している。入射角は θ_1 、屈折角は θ_2 である。

このとき、媒質1と媒質2での波の速さをそれぞれ v_1 、 v_2 とすると、図4のように $\theta_1 > \theta_2$ のときは、**ウ** の関係があることがわかる。また、 v_1 、 v_2 、 θ_1 、 θ_2 の間には $\frac{v_1}{v_2} =$ **エ** の関係式が成り立つ。

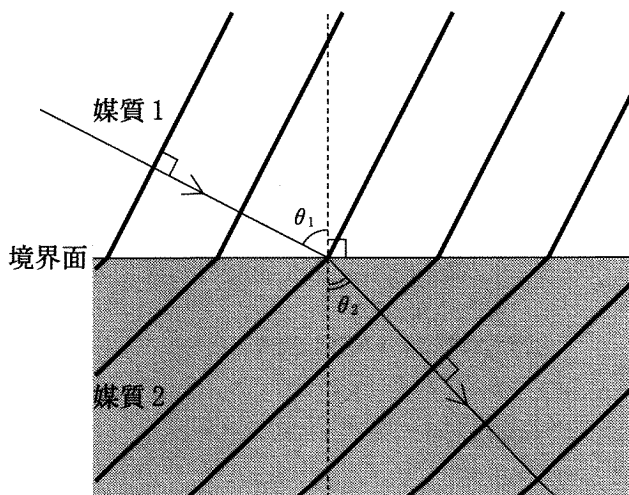


図 4

	①	②	③	④
ウ	$v_1 > v_2$	$v_1 > v_2$	$v_1 < v_2$	$v_1 < v_2$
エ	$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$	$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$	$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$	$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$

物理 I

問 5 図5のように、長さ l と $2l$ の 2 本の糸で質量 M のおもりを水平な天井からつるした。このとき、2本の糸のなす角度は 90° であった。長さ $2l$ の糸の張力の大きさ T を表す式として正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g とする。 $T = \boxed{5}$

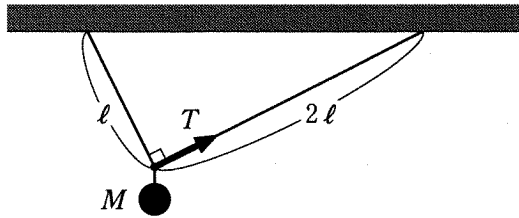


図 5

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

物理 I

問 6 図 6 のように、断熱容器に入れた温度 10.0°C の水 100 g に 96.0°C の鉄球を沈め十分な時間が経過すると、水と鉄球はともに 12.0°C になった。鉄球の質量はいくらか。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、水の比熱を $4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、鉄の比熱を $0.45\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とし、水の蒸発の影響や断熱容器の熱容量は無視できるものとする。 6 g

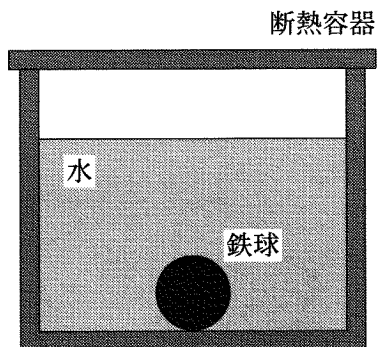


図 6

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 1.1 | ② 2.4 | ③ 5.3 |
| ④ 10 | ⑤ 22 | ⑥ 44 |

物理 I

第 2 問 次の文章(A・B)を読み, 下の問い(問 1~4)に答えよ。(配点 18)

A 電流が磁場から受ける力と電磁誘導について考える。

問 1 図 1 のように, 水平に置かれた正方形のコイルに, 鉛直上向きの一様な磁場がかかっている。コイルには図 1 に示した向きに電流が流れている。コイルの各辺が磁場から受ける力の向きを表す図として最も適当なものを, 下の ①~④のうちから一つ選べ。 7

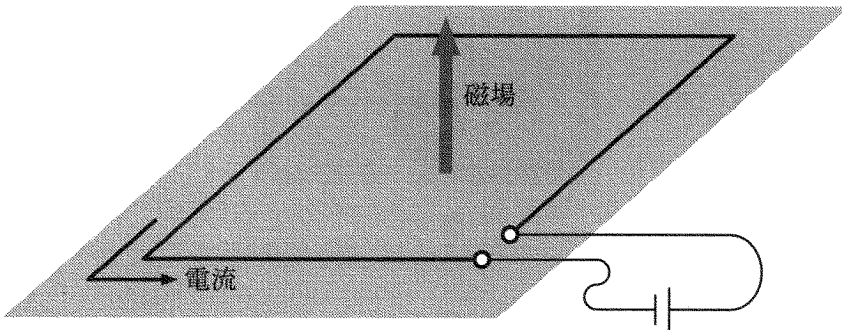
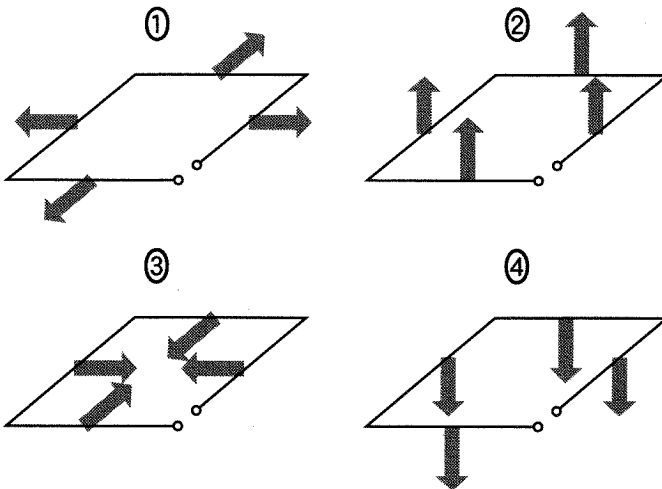


図 1



問 2 図 2 のように、検流計をつないだ正方形のコイルを、領域 I から領域 III ま
 で右向きに一定の速さで動かした。領域 I, II, III には、紙面に垂直に裏か
 ら表に向かって磁場がかかっており、それぞれの領域で一様である。領域 I
 と領域 III の磁場の大きさは同じであり、領域 II の磁場の大きさは領域 I, III
 に比べて大きい。コイルに流れる電流を時間の関数として表したグラフとし
 て最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、図 2 の実線
 の矢印で示される向きを、電流の正の向きとする。 8

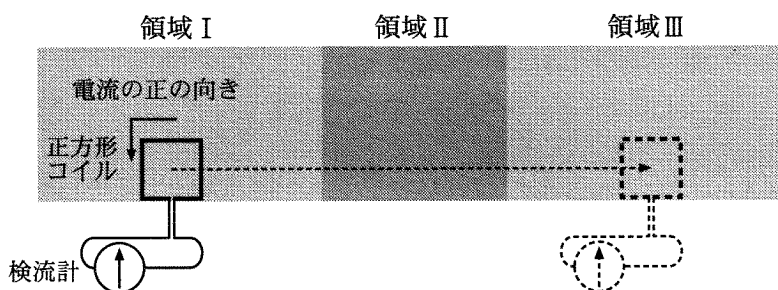
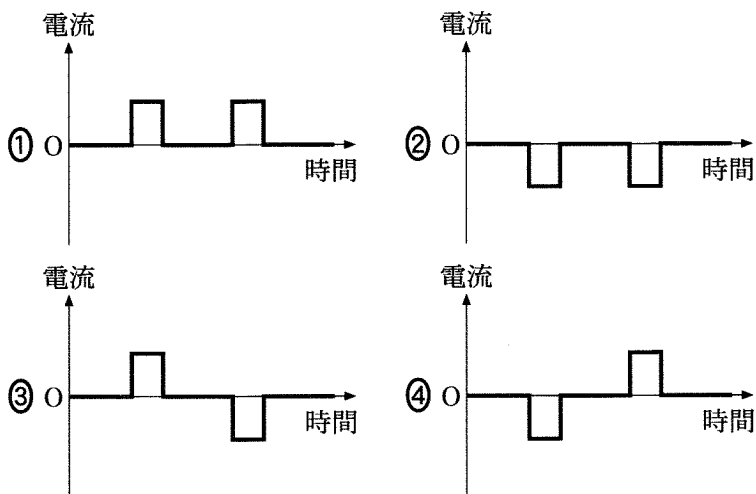


図 2



物理 I

B 全長 25.0 m の一様な太さのニクロム線を図 3 のように横 10.0 m、たて 5.0 m のコの字型に折り曲げ、ニクロム線の両端に電圧 15 V の直流電源と電流計を直列に接続した。このとき、ニクロム線に流れる電流は 0.15 A であった。

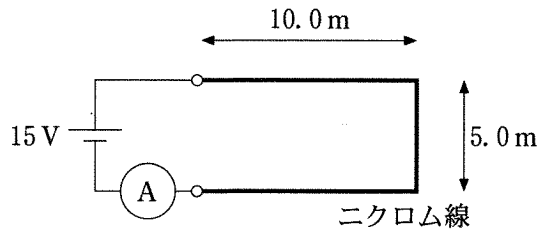


図 3

問 3 図 4 のように、ニクロム線の左端から距離 5.0 m の位置に抵抗を接続したところ、電流計の示す電流の値は 0.25 A となった。接続した抵抗の大きさはいくらか。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

Ω

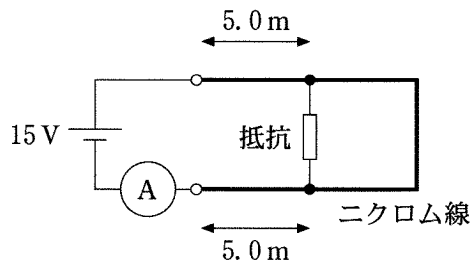


図 4

- | | | |
|------|-------|-------|
| ① 10 | ② 20 | ③ 30 |
| ④ 60 | ⑤ 100 | ⑥ 200 |

問 4 図 4 の抵抗をとりはずし、図 5 のように $20\ \Omega$ の抵抗をニクロム線と直列に接続した。ニクロム線の左端から距離 L ($0 \leq L \leq 10.0\ \text{m}$) の位置に銅線を置き、その両端をニクロム線に接続した。電流計の示す電流の値を I とするとき、 I と L の関係を表すグラフとして最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、銅線の抵抗は無視できるものとする。 10

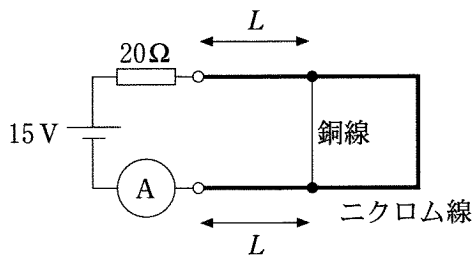
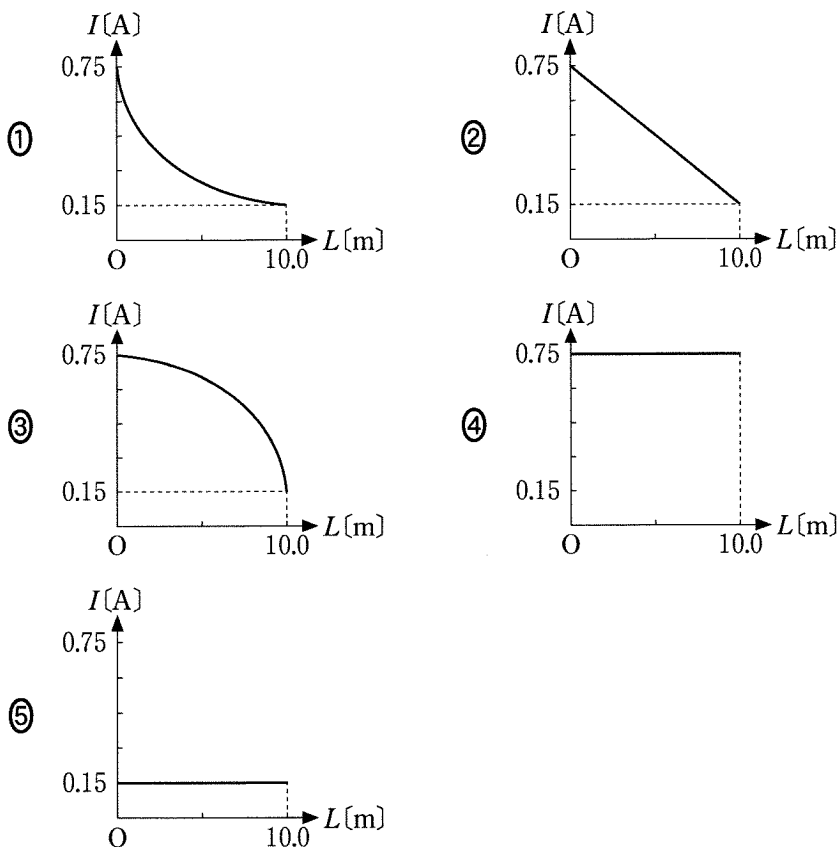


図 5



物理 I

第 3 問 次の文章(A・B)を読み、下の問い(問 1～4)に答えよ。(配点 20)

A 図 1 のように、スリットが間隔 d で並んだ回折格子に、単色光を垂直に入射させると、隣り合うスリットを通る光が強め合う方向に明線が生じる。図 2 (a) のように、半径 1.0 m の円筒状のスクリーンを設置し、その中心軸上にスリットの向きと中心軸が平行になるように回折格子を置く。図 2 (b) は、図 2 (a) を真上から見た図である。図 2 (b) のように、回折格子に垂直に単色光を入射させ、入射光の進行方向と回折光の進行方向のなす角度を θ として、スクリーン上に現れる明線を $-60^\circ < \theta < 60^\circ$ の範囲で観測する。回折格子の位置を原点 O として、入射光および円筒の中心軸に垂直な方向に x 軸を定める。

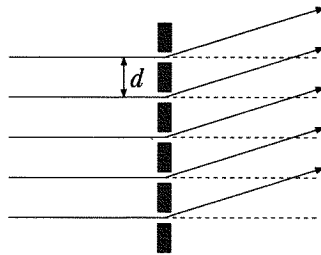


図 1

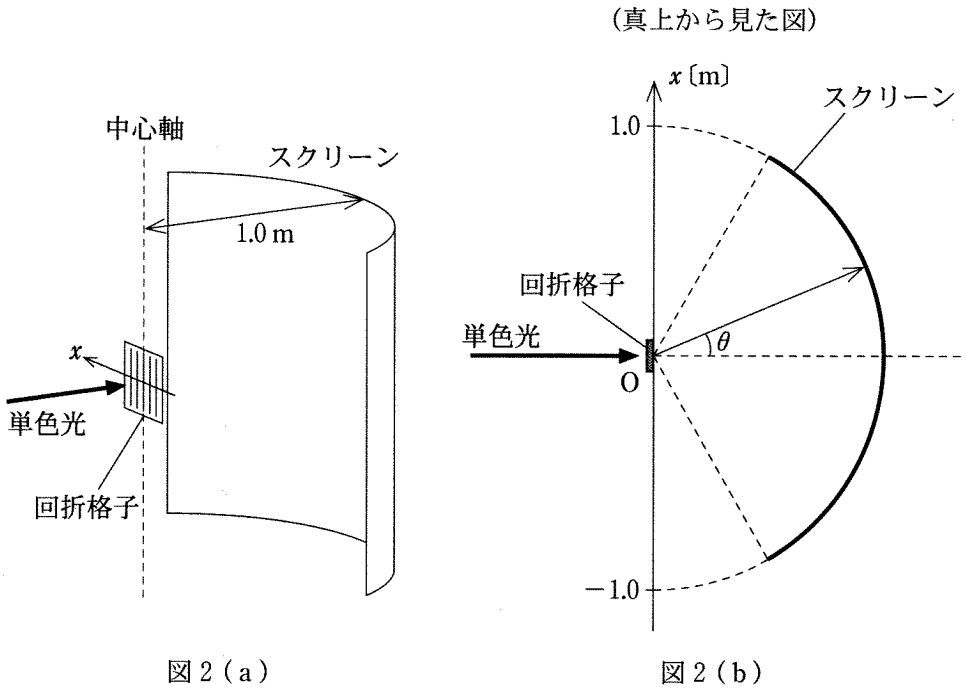


図 2 (a)

図 2 (b)

物理 I

問 1 スリットの間隔 d が $1.2 \times 10^{-6} \text{ m}$ の回折格子に、波長が $6.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ の単色光を入射させたとき、スクリーン上 ($-60^\circ < \theta < 60^\circ$) に現れる明線の数はいくつか。次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、必要であれば $\sin 60^\circ \approx 0.87$ を用いてもよい。 11

- ① 1 ② 3 ③ 5 ④ 7

問 2 問 1 で使用した回折格子をとりはずし、スリットの間隔がわかっていない回折格子にとりかえる。この回折格子に、赤色の単色光と青色の単色光を同時に入射させたところ、スクリーンの $0^\circ < \theta < 60^\circ$ の範囲には、図 3 の P, Q, R の位置にのみ明線が観測された。3 本の明線のうち、青色の明線はどれか。最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 12

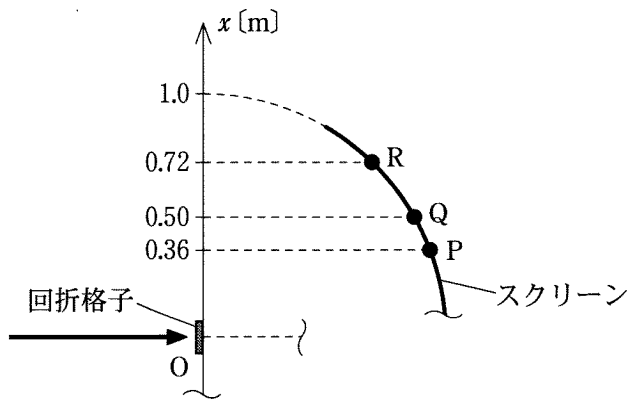


図 3

- ① Pのみ ② Qのみ ③ Rのみ
 ④ PとQ ⑤ QとR ⑥ PとR

物理 I

B 管楽器は、管の口に息を吹きつけたときに起こる気柱の共鳴を利用して音を出す。共鳴が生じるときの音の振動数について考える。

問 3 次の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入れる数値の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **13**

図 4 のように細長い管を用意し、管の一端の近くに振動数 f の音源を置く。音源の振動数 f を 0 から徐々に大きくしていくと、 $f = 440 \text{ Hz}$ で初めて共鳴が生じた。

次に図 5 のように同じ管の一端を手で閉じて同様の実験を行う。音源の振動数 f を 0 から徐々に大きくしていくと、**ア** Hz に近くなったときに初めて共鳴が生じた。さらに振動数 f を大きくしていくと、**イ** Hz に近くなったときにも共鳴が生じた。

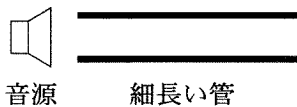


図 4

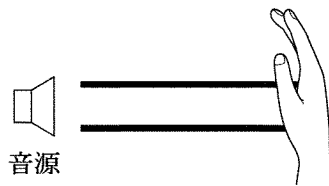


図 5

	ア	イ
①	220	440
②	220	660
③	440	880
④	440	1320
⑤	880	1760
⑥	880	2640

物理 I

問 4 図 6 のように、問 3 と同じ細長い管と音源を、ヘリウムガスを満たした十分大きな容器内に入れる。音源の振動数 f を 0 から徐々に大きくしていくとき、初めて共鳴が起こる振動数は何 Hz か。最も適当な数値を、下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、ヘリウムガス中の音速は、空気中の音速の 3 倍であるとする。 Hz

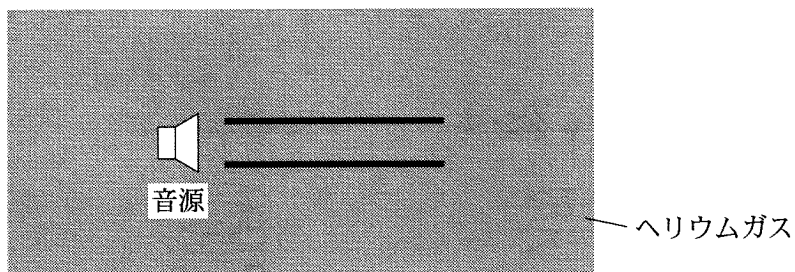


図 6

- ① 147 ② 440 ③ 660 ④ 1320 ⑤ 2640

物理 I

第 4 問 次の文章(A～C)を読み, 下の問い(問 1～7)に答えよ。(配点 32)

A 図 1 のように, ばね定数 k の軽いばねを天井からつり下げ, 質量 m の小物体を, 手で下からばねに押し当て, ばねを自然の長さから鉛直上向きに d だけ縮めた。この状態から小物体を支える手を離すと, 重力とばねの力により, 小物体は初速度 0 で鉛直下向きに運動し始めた。小物体は, ばねが自然の長さに達した後, ばねから離れて, 落下運動を続けた。重力加速度の大きさを g とする。

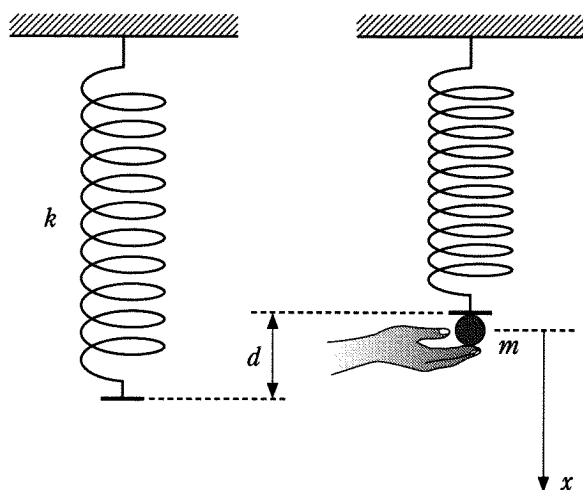


図 1

問 1 ばねが自然の長さになった瞬間の小物体の運動エネルギーを表す式として正しいものを, 次の①～⑤のうちから一つ選べ。 15

① mgd

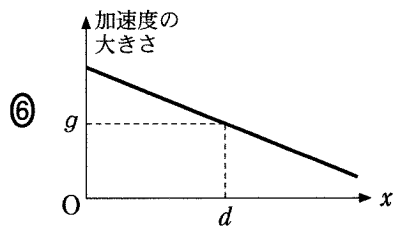
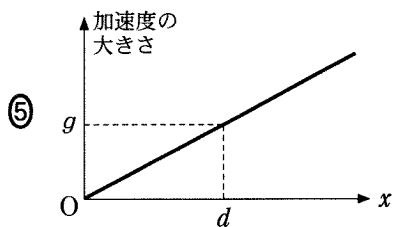
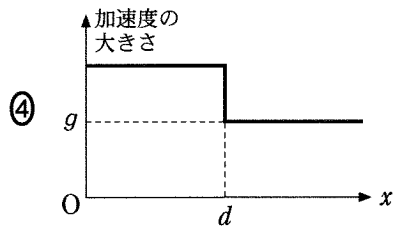
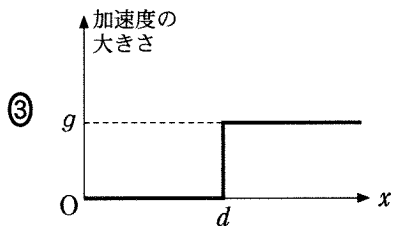
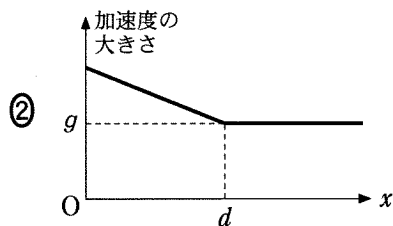
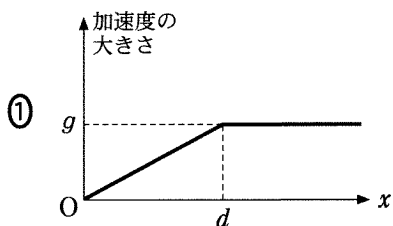
② $\frac{1}{2}kd^2$

③ $mgd + \frac{1}{2}kd^2$

④ $mgd - \frac{1}{2}kd^2$

⑤ $\frac{1}{2}kd^2 - mgd$

問 2 小物体を支える手を離した後の小物体の運動を考える。図 1 に示す小物体の位置から小物体が運動した距離 x と、加速度の大きさとの関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 16



物理 I

B 図2のように、水平面の左右に斜面がなめらかにつながった面がある。この面は、水平面上の長さ L の部分 AB だけがあらく、その他の部分はなめらかである。小物体を左側の斜面上の高さ h の点 P に置き、静かに手を離した。ただし、小物体とあらい面との間の動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g とする。

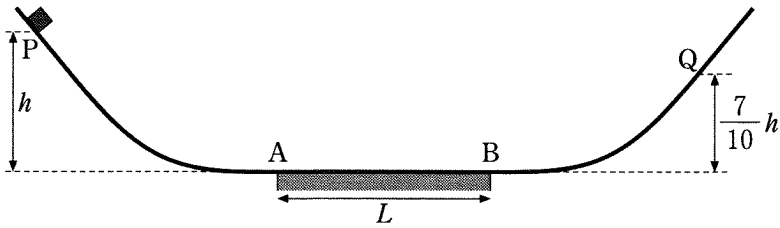


図 2

問 3 小物体が点 P を出発してから初めて点 A を通過するときの速さを表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 17

① $\frac{gh}{2}$

② gh

③ $2gh$

④ $\sqrt{\frac{gh}{2}}$

⑤ \sqrt{gh}

⑥ $\sqrt{2gh}$

物理 I

問 4 その後、小物体は AB を通過して、右側の斜面を滑り上がり、高さが $\frac{7}{10}h$ の点 Q まで到達したのち斜面を下り始めた。 μ' を表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 $\mu' = \boxed{18}$

① $\frac{3h}{10L}$

② $\frac{7h}{10L}$

③ $\frac{h}{L}$

④ $\frac{10L}{3h}$

⑤ $\frac{10L}{7h}$

⑥ $\frac{L}{h}$

問 5 次の文章中の空欄 $\boxed{19}$ ・ $\boxed{20}$ に入れる数および式として正しいものを、下のそれぞれの解答群から一つずつ選べ。 $\boxed{19}$ $\boxed{20}$

小物体は、面上を何回か往復運動をしてから AB 間のある点 X で静止した。小物体は、点 P を出発してから点 X で静止するまでに、点 A を $\boxed{19}$ 回通過した。また、AX 間の距離は $\boxed{20}$ であった。

$\boxed{19}$ の解答群

① 1

② 2

③ 3

④ 4

⑤ 5

$\boxed{20}$ の解答群

① $\frac{1}{6}L$

② $\frac{1}{3}L$

③ $\frac{1}{2}L$

④ $\frac{2}{3}L$

⑤ $\frac{5}{6}L$

物理 I

C 図3のように、なめらかに動くピストンが取り付けられた円筒容器に小さな穴をあけ、穴に栓を差し込んで内部に気体を閉じ込めた。このとき、気体の圧力、体積、温度はそれぞれ P_0 , V_0 , T_0 であった。

栓は、容器内部の気体の圧力が P_A ($P_A > P_0$) 以下のときは差し込まれたままだが、 P_A より大きくなると容器からはずれるようになっている。容器は熱をよく通し、外部の温度を変化させることにより、内部の気体の温度を変化させることができる。

次の二つの操作について考える。

操作(ア)：図3の状態から、気体の温度を T_0 に保ったまま、栓がはずれるまでピストンをゆっくり押し込む。

操作(イ)：図3の状態から、ピストンを固定して、栓がはずれるまで気体の温度をゆっくり変化させる。

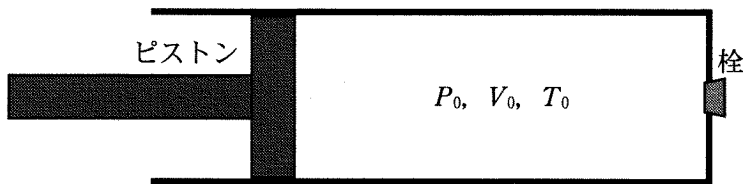


図 3

問 6 操作(ア)を行ったとき、栓がはずれる直前の容器内部の気体の体積を表す式として正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 21

- ① V_0 ② $\frac{P_A}{P_0} V_0$ ③ $\frac{P_0}{P_A} V_0$
 ④ $\frac{P_A - P_0}{P_0} V_0$ ⑤ $\frac{P_0}{P_A - P_0} V_0$

問 7 操作(ア)、操作(イ)のそれぞれについて、容器の内部と外部の間での熱の移動を表す記述の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 22

	操作(ア)	操作(イ)
①	内部から外部へ移動する	内部から外部へ移動する
②	内部から外部へ移動する	外部から内部へ移動する
③	内部から外部へ移動する	移動しない
④	外部から内部へ移動する	内部から外部へ移動する
⑤	外部から内部へ移動する	外部から内部へ移動する
⑥	外部から内部へ移動する	移動しない
⑦	移動しない	内部から外部へ移動する
⑧	移動しない	外部から内部へ移動する
⑨	移動しない	移動しない