

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 バイオリンのある弦をはじくと、振動数 440.0 Hz の音を発生するおんさの音よりわずかに低い音がした。バイオリンの弦をはじくと同時におんさを鳴らしたところ、 0.5 秒の周期でうなりが聞こえた。このとき、この弦の振動数として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 Hz

① 438.0

② 439.0

③ 439.5

④ 440.5

⑤ 441.0

⑥ 442.0

- 問 2 図 1 は、海流発電機の模式的な図である。海流発電では、発電機のプロペラの回転を介して、海水の運動エネルギーを電気エネルギーに変換する。海水が一定の速さ 3.6 キロメートル毎時 (km/h) で流れているとする。毎秒 $3.0 \times 10^3 \text{ kg}$ の海水が発電機のプロペラ部分に流入し、それによって $4.5 \times 10^2 \text{ W}$ の電力が得られた。このとき得られた電力は、1 秒あたりプロペラ部分に流入した海水の運動エネルギーの何%か。最も適当な数値を、下の ①～⑤のうちから一つ選べ。 2 %

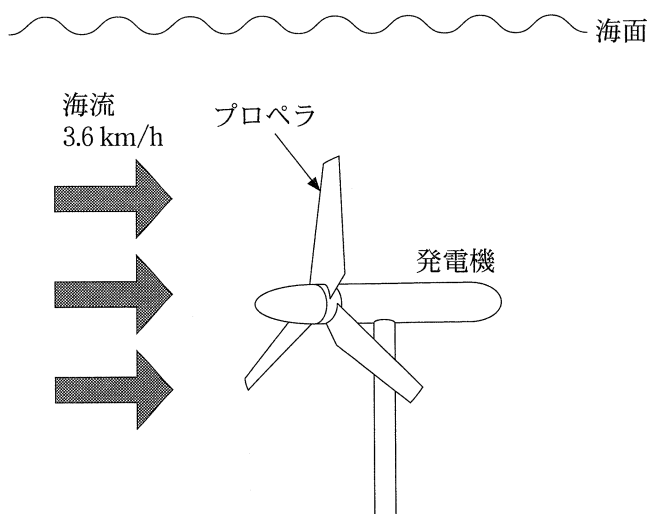


図 1

- ① 10 ② 20 ③ 30 ④ 40 ⑤ 50

物理 I

問 3 プラスチック(絶縁体)の柄をつけた 3 枚の金属円板 A, B, C を用意する。

図 2 のように, A, B, C を帯電していない状態で重ねて, 一番下の C の柄を手で持って支えた。金属円板に手が触れないように柄を持って, 次のア～エの操作を順に行った。

ア 負に帯電した塩化ビニル棒を, C に接触しないようにしたまま C の真下から近づけた。

イ 塩化ビニル棒を近づけたまま, A だけを分離し, 遠ざけた。

ウ B と C を接触させたまま, 塩化ビニル棒を遠ざけた。

エ B と C を分離した。

すべての操作が終わった後, A と B はどのように帯電しているか。組合せとして最も適当なものを, 下の①～④のうちから一つ選べ。

3

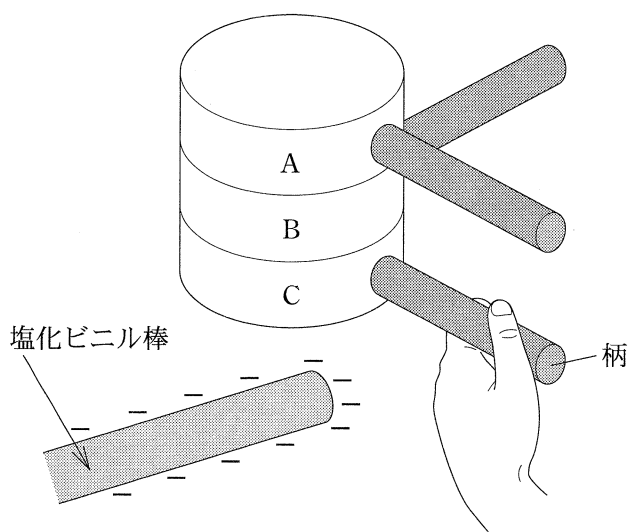


図 2

	A	B
①	正	正
②	正	負
③	負	正
④	負	負

問 4 図 3 のように、高さ h の位置から小物体 A を静かに離すと同時に、地面から小物体 B を鉛直上方に速さ v で投げ上げたところ、二つの小物体は同時に地面に到達した。 v を表す式として正しいものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、二つの小物体は同一鉛直線上にないものとし、重力加速度の大きさを g とする。 $v =$ 4

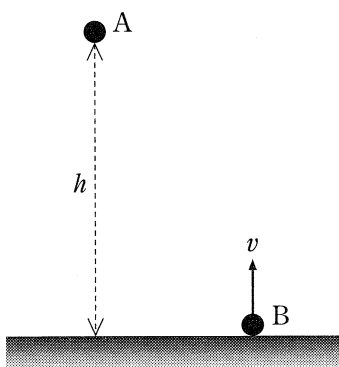


図 3

① $\frac{\sqrt{gh}}{2}$

② $\sqrt{\frac{gh}{2}}$

③ $\sqrt{gh}$

④ $\sqrt{2gh}$

⑤ $2\sqrt{gh}$

物理 I

問 5 水の入った水槽に、すきまのある薄いつい立てを上部が水面から出るように置く。つい立てに平行な波面を持つ水面波を送ると、波がすきまを通りぬけ、つい立ての背後に回り込む様子が観察された。図4は、回り込んだ波のある時刻での波面を模式的に表したものである。ただし、図は真上から見た様子であり、図中の矢印は入射する水面波の進行方向を示している。

この波の代わりに、つい立てに平行な波面を持つ振動数が半分の水面波を送った。このとき観察される波面を模式的に表したものとして最も適当な図を、下の①～④のうちから一つ選べ。

5

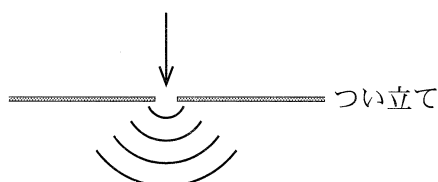
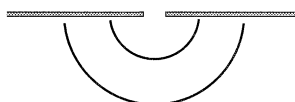


図 4

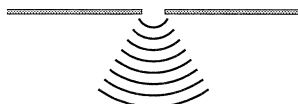
①



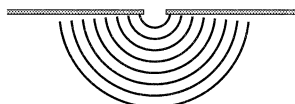
②



③



④



物理 I

問 6 軽い棒の両端に二つのおもりを軽くて細い糸でつなぎ、両方のおもりを密度 ρ の液体中に沈めた。図 5 のように、棒を点 O でつるしたところ、すべての糸はたるむことなく、棒は水平になって静止した。左右のおもりの質量はともに m であり、体積はそれぞれ $2V$ 、 V である。点 O から棒の左端までの距離 a と、点 O から棒の右端までの距離 b の比 $\frac{a}{b}$ 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。 $\frac{a}{b} = \boxed{6}$

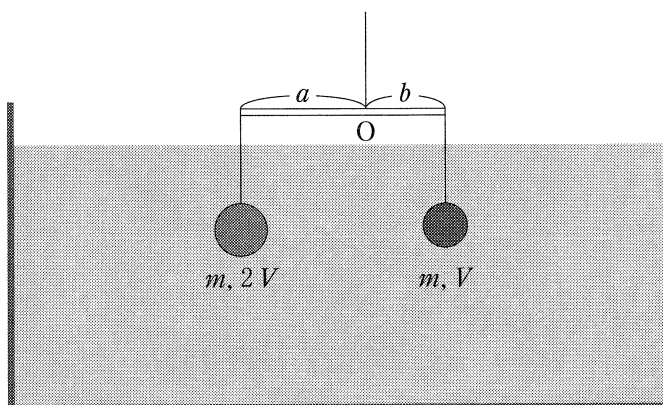


図 5

- | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| ① 1 | ② $\frac{1}{2}$ | ③ $\frac{m + \rho V}{m + 2\rho V}$ |
| ④ $\frac{m - \rho V}{m - 2\rho V}$ | ⑤ $\frac{m + 2\rho V}{m + \rho V}$ | ⑥ $\frac{m - 2\rho V}{m - \rho V}$ |

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 20)

A 図 1(a), (b)のように、薄いプラスチック板でできた斜面の裏に、図 1(c)で示したようなエナメル線を巻いて作った円形コイルを取り付けた。この斜面の上端で磁石を静かに離すと、磁石は図 1(a)に示した破線に沿って斜面をすべり、コイルの真上を通った。ただし、斜面と磁石の間の摩擦は無視できるとする。また、磁石の上面は N 極、下面は S 極であり、磁石は斜面上で常に等加速度直線運動をするものとする。

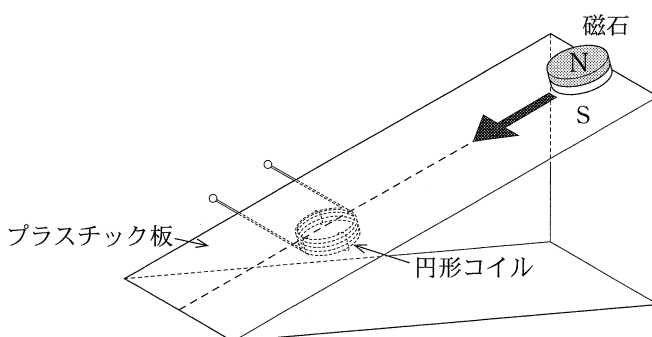


図 1 (a)

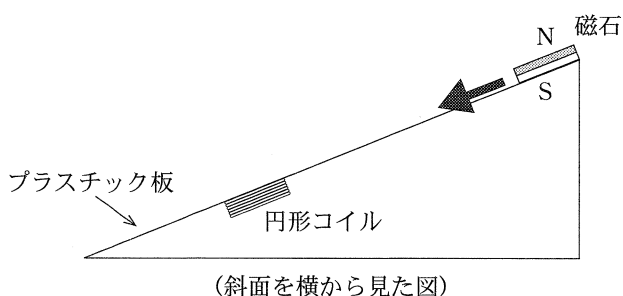


図 1 (b)

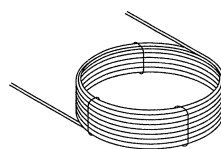


図 1 (c)

物理 I

問 1 コイルの両端の端子に検流計を接続した。最初、磁石を斜面の上端で静かに離すと、磁石はコイルの真上を通過して検流計の針が振れた。次に、下のアまたはイのいずれかの操作のみを行って、それぞれ磁石を同じように斜面の上端からコイルの真上を通過させた。このときに検流計の針の振れの大きさは、ア・イのいずれの操作も行っていない最初の場合と比べてそれぞれどのようになるか。語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。ただし、コイルのエナメル線の抵抗は無視できるものとする。

7

ア 磁石を、より強い磁石と取り替える。

イ コイルの巻き数を半分にする。

	ア	イ
①	大きくなる	大きくなる
②	大きくなる	小さくなる
③	大きくなる	変わらない
④	小さくなる	大きくなる
⑤	小さくなる	小さくなる
⑥	小さくなる	変わらない
⑦	変わらない	大きくなる
⑧	変わらない	小さくなる
⑨	変わらない	変わらない

物理 I

問 2 次に、図 2 のように、形状と巻き数がともに同じ二つのコイル A、B を用意し、これらを斜面の裏側に同じように取り付けた。磁石を斜面の上端で静かに離し、これら二つのコイルの真上を通過させるときにコイルに生じる電圧をオシロスコープで測定した。このとき、コイル A、B のそれぞれの両端に生じる電圧の時間変化を表す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 の矢印の向きに電流が流れたときの測定電圧を正とする。また、グラフにおいて、電圧と時間の一目盛あたりの値および原点の時刻は、A、B の場合で同じとする。

8

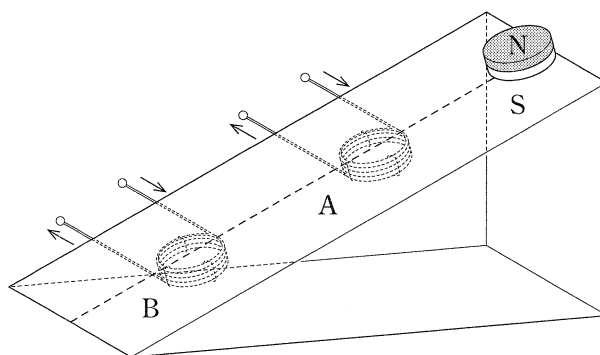
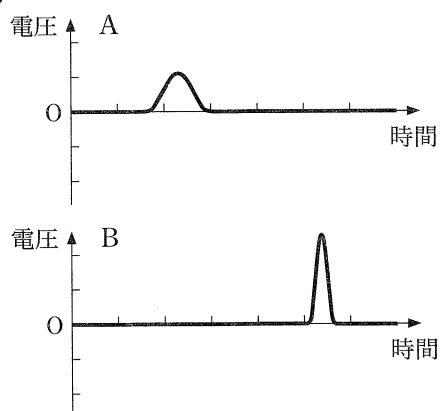
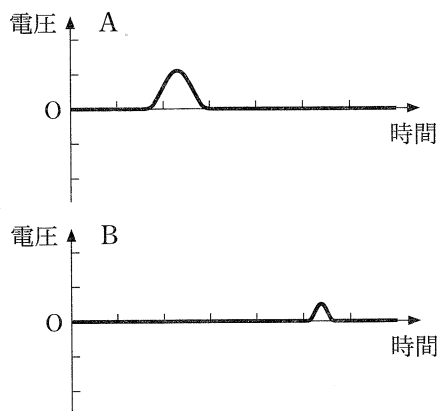


図 2

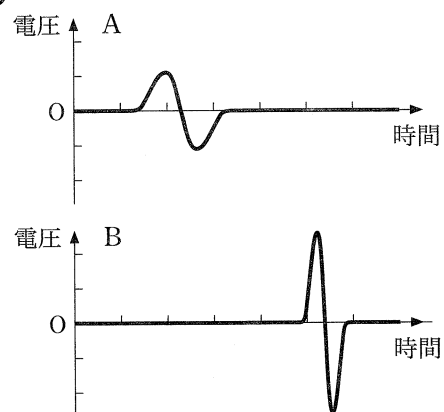
①



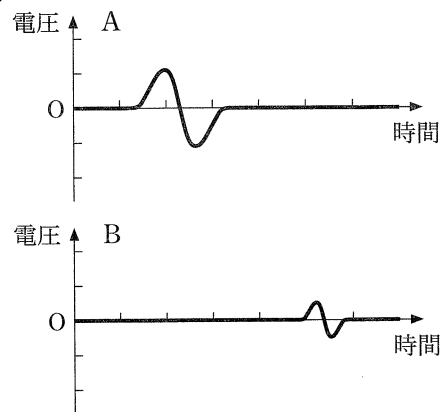
②



③



④



物理 I

B 図3のように、三つの抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 からなる電気回路に、一定電圧 30 V を発生する直流電源と電流計を接続した。 R_1 、 R_2 の抵抗値はそれぞれ $60\ \Omega$ と $20\ \Omega$ であるが、 R_3 の抵抗値は分かっていない。

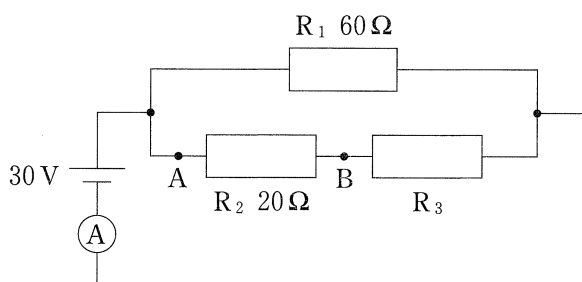


図 3

問 3 次の文章中の空欄 9 ・ 10 に入る数値として最も適当なものを、下のそれぞれの解答群から一つずつ選べ。 9 10

図3のA、B間の電圧の値は 12 V であった。このことから、 R_3 の抵抗値は 9 Ω であり、電流計を流れる電流は 10 A である。

9 の解答群

- | | | |
|-------|------|------|
| ① 3.0 | ② 15 | ③ 20 |
| ④ 30 | ⑤ 40 | ⑥ 60 |

10 の解答群

- | | | |
|--------|--------|-------|
| ① 0.27 | ② 0.60 | ③ 1.1 |
| ④ 2.0 | ⑤ 3.7 | ⑥ 11 |

問 4 図 4 のように、 R_1 と R_2 はそのままにして、 R_3 を可変抵抗 (抵抗値を連続的に変えられる抵抗) R_4 とつなぎ換えた。 R_1 と R_2 で消費される電力をそれぞれ P_1 、 P_2 とする。 R_4 の抵抗値を $0\ \Omega$ から大きくしていったときの P_1 と P_2 の変化に関する語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。

11

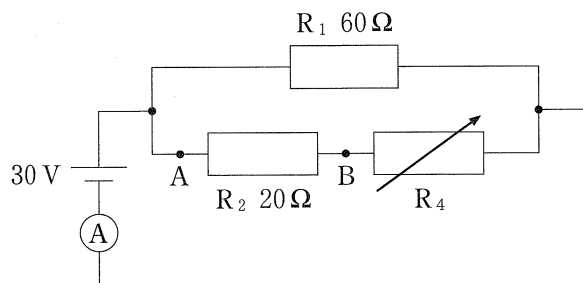


図 4

	P_1	P_2
①	増加する	増加する
②	増加する	変化しない
③	増加する	減少する
④	変化しない	増加する
⑤	変化しない	変化しない
⑥	変化しない	減少する
⑦	減少する	増加する
⑧	減少する	変化しない
⑨	減少する	減少する

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 18)

A 図1のように、凸レンズの中心点Oの左側の光軸上の点Aにろうそくを立て、右側の光軸上の点Bに、光軸に垂直にスクリーンを置いたところ、スクリーン上に鮮明なろうそくの実像ができた。

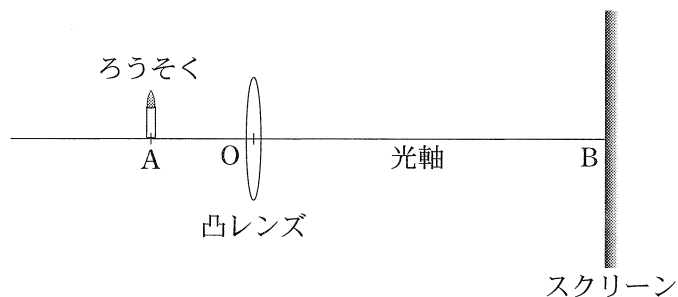


図 1

問1 凸レンズによってスクリーン上にできる像に関する記述として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 12

- ① 凸レンズの上半分を黒紙でおおうと、スクリーン上の実像は、形は変わらず暗くなる。
- ② スクリーン上にできる実像は正立である。
- ③ ろうそくから出た光は、反射の法則に従いスクリーン上に集まり実像を作る。
- ④ ろうそくを凸レンズに近づけていくと、ある点でスクリーン上に虚像ができる。

問 2 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①～⑨のうちから一つ選べ。 13

図 1 で用いている凸レンズに光軸に平行な光線を入射させると、点 O から 15 cm 離れた光軸上の 1 点に光が集まる。距離 OB が 60 cm のとき、距離 OA を ア cm にすると、ろうそくの大きさの イ 倍の鮮明な実像がスクリーン上にできた。

	ア	イ
①	12	3.0
②	12	4.0
③	12	5.0
④	15	3.0
⑤	15	4.0
⑥	15	5.0
⑦	20	3.0
⑧	20	4.0
⑨	20	5.0

物理 I

B 図2のように、同じ大きさのプラスチック製の筒(メガホン)を二つ用意し、それぞれメガホンA、Bとする。メガホンA、Bの小さな開口部に、同じ長さで同じ太さのホースを接続し、ホースの他端を束ねて筒Cに接続する。メガホンA、Bの大きな開口部に入った音は、筒Cで重ね合わさり、筒Cの開口部から出て来る。筒Cの開口部の近くにマイクを置き、出て来た音の大きさを測定する。ただし、メガホンは十分に広い角度から来る音を拾うように作られているとする。

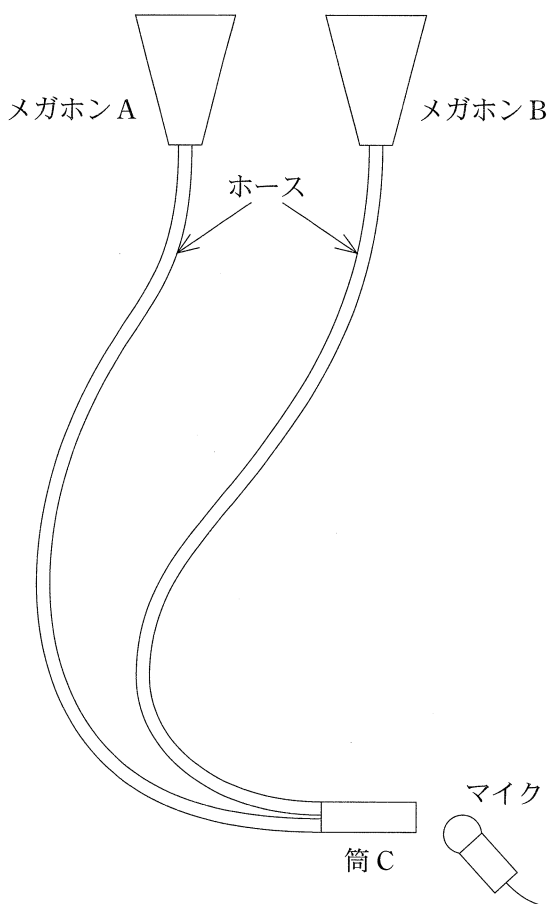


図 2

問 3 図 3 のように、スピーカーを点 O に置き振動数が 1700 Hz の音を出す。

メガホン A を点 O から 1.20 m の点 P に固定し、メガホン B を点 O から 1.20 m より少し離れた位置に置く。この位置からメガホン B をゆっくり点 O に向かって近づけていったところ、筒 C から出て来る音が次第に大きくなり、点 O から 1.20 m の点 Q を過ぎると、逆に音が小さくなっていった。さらにメガホン B を点 O に向かって近づけていくと、ある点 R から再び音が大きくなりはじめた。距離 OR はいくらか。最も適当な数値を、下の ①～⑤ のうちから一つ選べ。ただし、音速を 340 m/s とする。 14 m

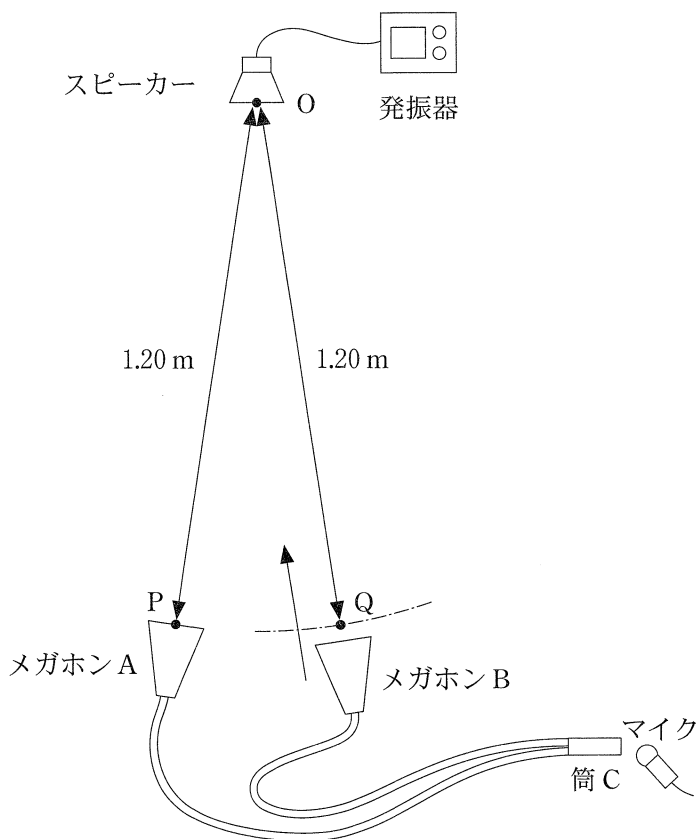


図 3

- ① 0.60 ② 0.90 ③ 1.00 ④ 1.10 ⑤ 1.15

物理 I

問 4 次に、図 4 のように、メガホン A、B の位置を点 O から 1.20 m の点 P、Q に固定した。PQ 間の距離は 50 cm とする。点 O を原点として、PQ に平行に x 軸をとり、 x 軸に垂直に y 軸をとる。原点 O から 30 cm の距離にある x 、 y 軸上の点を、それぞれ、点 X_1 、 X_2 、 Y_1 、 Y_2 とする。また、スピーカー、点 P、Q、および、 x 、 y 軸は、常に同一平面上にあるとする。

1700 Hz の音を出すスピーカーの位置を少しずつ変え、それぞれの位置で筒 C から出て来る音の大きさの変化を調べた。スピーカーの位置を x 軸に沿って点 X_1 から点 X_2 に徐々に変えた場合と、 y 軸に沿って点 Y_1 から点 Y_2 に徐々に変えた場合の筒 C から出て来る音の大きさの記述の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。

15

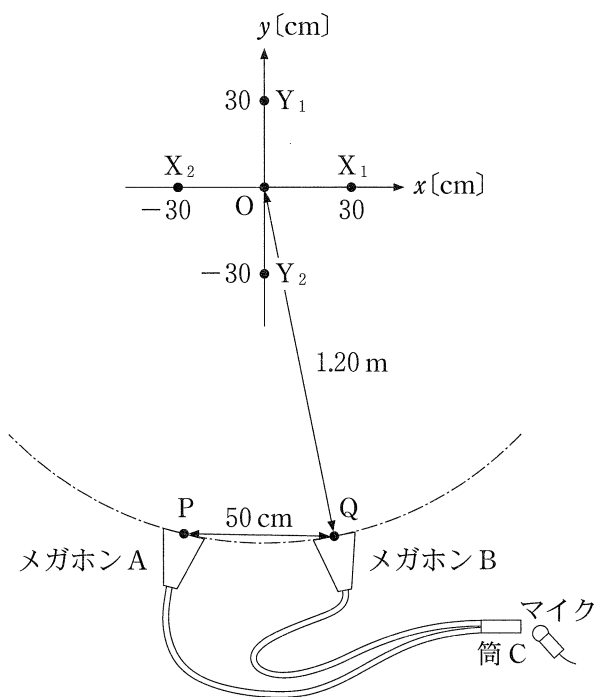


図 4

	点 $X_1 \rightarrow$ 点 X_2	点 $Y_1 \rightarrow$ 点 Y_2
①	原点 O で最小となる。	原点 O で最小となる。
②	原点 O で最小となる。	原点 O で最大となる。
③	原点 O で最小となる。	徐々に大きくなる。
④	原点 O で最大となる。	原点 O で最小となる。
⑤	原点 O で最大となる。	原点 O で最大となる。
⑥	原点 O で最大となる。	徐々に大きくなる。
⑦	変わらない。	原点 O で最小となる。
⑧	変わらない。	原点 O で最大となる。
⑨	変わらない。	徐々に大きくなる。

物理 I

第 4 問 次の文章(A～C)を読み、下の問い(問 1～8)に答えよ。(配点 32)

A 水平面と角度 θ をなすなめらかな斜面上に、ばね定数 k のばねの上端を固定し、その下端に質量 m の物体を長さ ℓ の糸でつないだ。ばねが自然の長さのときのばねの下端の位置を点 A とする。はじめ、物体を手で支えて、点 A に静止させておいた。ただし、物体の位置は、糸のついた面の位置で示すこととする。

物体から手を静かに離すと、図 1 のように物体は点 A から斜面に沿って下方にすべり出し、点 B で糸がぴんと張った。物体はさらに下方にすべり、やがて物体の速さは点 C で最大になり、その後、物体は最下点 D に到達した。

ばねと糸の質量および糸の伸びは無視できるものとし、重力加速度の大きさを g とする。

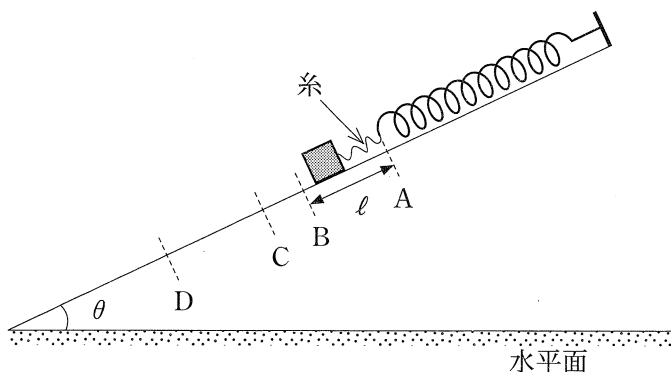


図 1

問 1 物体が、最初の位置 A から糸が張った点 B に達するまでにかかった時間として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 16

① $\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

② $\sqrt{\frac{2\ell}{g}}$

③ $\sqrt{\frac{\ell}{g \sin \theta}}$

④ $\sqrt{\frac{2\ell}{g \sin \theta}}$

⑤ $\sqrt{\frac{\ell}{g \cos \theta}}$

⑥ $\sqrt{\frac{2\ell}{g \cos \theta}}$

問 2 点 A から物体の速さが最大となる点 C までの距離として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 17

① ℓ

② $\ell + \frac{mg}{k}$

③ $\ell + \frac{mg}{k} \sin \theta$

④ $\ell + \frac{mg}{k} \cos \theta$

⑤ $\ell + \frac{mg}{k \sin \theta}$

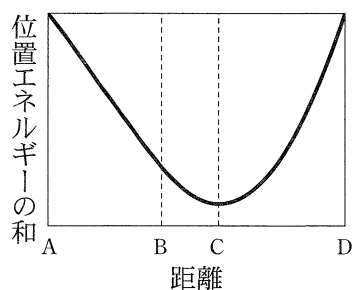
⑥ $\ell + \frac{mg}{k \cos \theta}$

物理 I

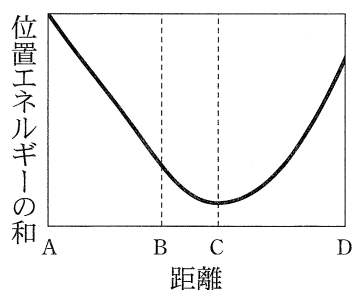
問 3 物体は点 C を通過した後、最下点 D で速さが 0 となった。物体が最初の位置 A から点 D まで降下する間、重力による位置エネルギーとばねの弾性力による位置エネルギーの和を、点 A から物体までの距離の関数として表したグラフとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

18

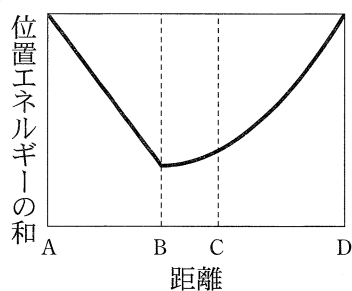
①



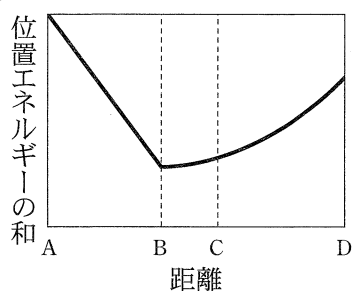
②



③



④



(下書き用紙)

物理 I の試験問題は次に続く。

物理 I

B 図2のように、あらい水平な床の上の点Oに質量 m の小物体が静止している。この小物体に、床と角度 θ をなす矢印の向きに一定の大きさ F の力を加えて、点Oから距離 ℓ にある点Pまで床に沿って移動させた。小物体が点Pに達した直後に力を加えることをやめたところ、小物体は ℓ' だけすべって点Qで静止した。ただし、小物体と床の間の動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g とする。

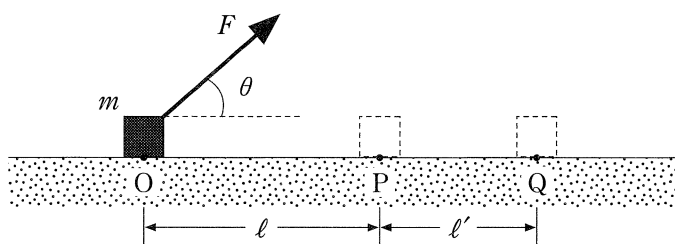


図 2

問 4 点Oから点Pまで動く間に、小物体が床から受ける動摩擦力の大きさ f を表す式として正しいものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。

$f =$ 19

① $\mu'(mg + F \sin \theta)$

② $\mu'(mg - F \sin \theta)$

③ $\mu'(mg + F \cos \theta)$

④ $\mu'(mg - F \cos \theta)$

⑤ $\mu'(mg + F)$

⑥ $\mu'(mg - F)$

⑦ $\mu' mg$

問 5 小物体が点 P に到達したときの速さを f を用いて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。 20

① $\sqrt{\frac{2\ell(F+f)}{m}}$

② $\sqrt{\frac{2\ell(F\sin\theta+f)}{m}}$

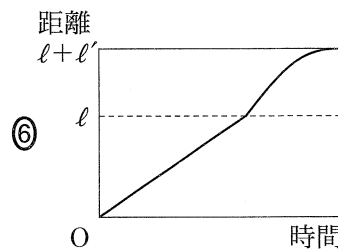
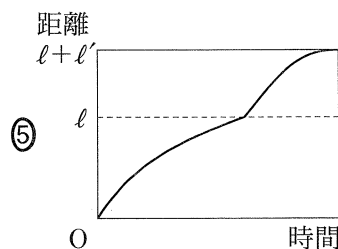
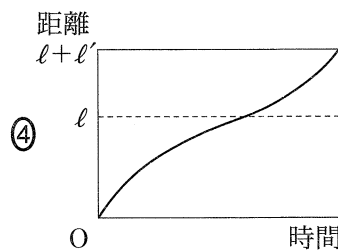
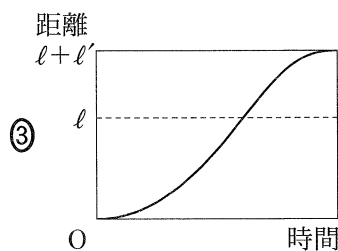
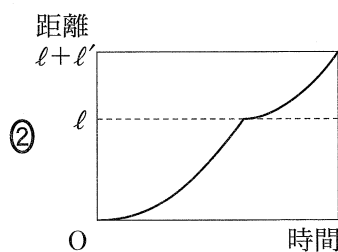
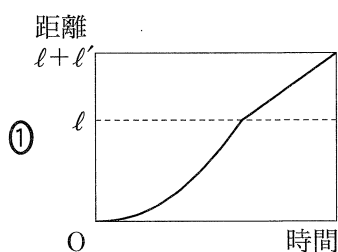
③ $\sqrt{\frac{2\ell(F\cos\theta+f)}{m}}$

④ $\sqrt{\frac{2\ell(F-f)}{m}}$

⑤ $\sqrt{\frac{2\ell(F\sin\theta-f)}{m}}$

⑥ $\sqrt{\frac{2\ell(F\cos\theta-f)}{m}}$

問 6 小物体が動き始めてから点 Q に到達するまで、点 O と小物体との距離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、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 21



物理 I

C 図3のように、容器とシリンダーが接続されている。接続部分にあるコックを閉じることによって、容器とシリンダーを仕切ることができる。シリンダーにはピストンがついており、ピストンはシリンダーの奥からストッパーの位置までシリンダー内をなめらかに動くことができる。容器、シリンダー、ピストン、コックは熱を通さず、容器とシリンダーの接続部分の体積は無視できるものとする。

はじめ、容器の内部に気体(理想気体)が封入されてコックは閉じられており、ピストンはシリンダーの奥まで押し込まれている。このとき、気体の温度は T_0 であった。

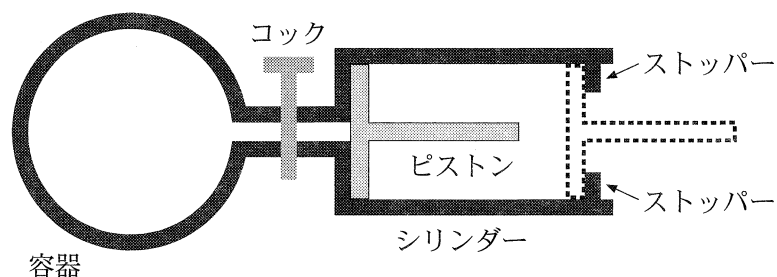


図 3

問 7 まずコックを開き、ピストンを右にゆっくり動かしながら、ストッパーの位置まで移動させた。このとき、気体の温度は T_1 であった。この過程で気体がした仕事を W_1 とする。

次に、ピストンをゆっくり左に動かし、シリンダーの奥まで押し込んだ。このとき、気体の温度は T_0 であった。この過程で気体がした仕事を W_2 とする。

温度 T_0 , T_1 の大小関係と, W_1 , W_2 の関係を表す式の組合せとして正しいものを, 次の①～⑨のうちから一つ選べ。 22

	T_0, T_1 の大小関係	W_1, W_2 の関係
①	$T_0 < T_1$	$W_1 + W_2 > 0$
②	$T_0 < T_1$	$W_1 + W_2 = 0$
③	$T_0 < T_1$	$W_1 + W_2 < 0$
④	$T_0 = T_1$	$W_1 + W_2 > 0$
⑤	$T_0 = T_1$	$W_1 + W_2 = 0$
⑥	$T_0 = T_1$	$W_1 + W_2 < 0$
⑦	$T_0 > T_1$	$W_1 + W_2 > 0$
⑧	$T_0 > T_1$	$W_1 + W_2 = 0$
⑨	$T_0 > T_1$	$W_1 + W_2 < 0$

物理 I

問 8 ピストンが押し込まれているはじめの状態から、コックを閉じたままピストンをストッパーの位置まで動かして固定する。

その状態で、コックを開き、気体をシリンダー内に充満させた。このとき、気体の温度は T_3 であった。この過程では、気体は真空のシリンダー内に広がるだけであり、ピストンに対して仕事をしない。

その後、シリンダーの奥までピストンをゆっくり動かし、気体を容器に戻した。このとき、気体の温度は T_4 であった。

温度 T_0 , T_3 , T_4 の大小関係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。

23

① $T_0 = T_3 < T_4$

② $T_3 < T_4 < T_0$

③ $T_3 < T_0 = T_4$

④ $T_0 = T_4 < T_3$

⑤ $T_4 < T_0 < T_3$

⑥ $T_4 < T_0 = T_3$

(下書き用紙)