

## 理科 ③

## 物理 I

(100点)  
(60分)

この問題冊子には、「物理 I」「地学 I」の 2 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 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。
- 2 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。
- 3 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
物 理 I	4～27	左の 2 科目のうちから 1 科目を選択し、解答しなさい。
地 学 I	28～49	

- 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、科目の下の○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。

裏表紙に続く。

6 解答は、解答用紙の問題番号に対応した解答欄にマークしなさい。例えば、第2問の 

1
---

 と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように問題番号2の解答番号1の解答欄の③にマークしなさい。

(例)

<b>2</b>	解 答 欄													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	a	b	c	d
1	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ

- 7 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。
- 8 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

# 物 理 I

(全 問 必 答)

第 1 問 次の問い(問 1～6)に答えよ。〔解答番号  ～  〕(配点 31)

問 1 右端が固定端である媒質に左から図 1 のような形の波を送った。このとき、右端の固定端で反射された波の形はどうか。最も適当なものを、下の ①～④のうちから一つ選べ。

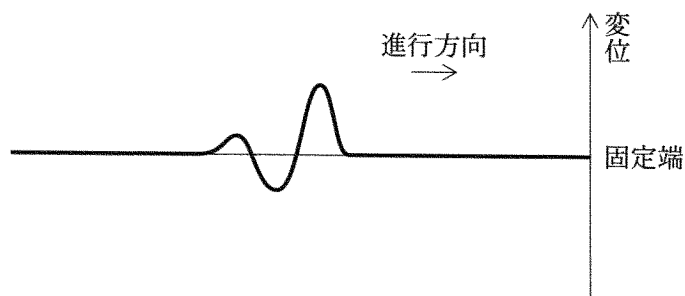
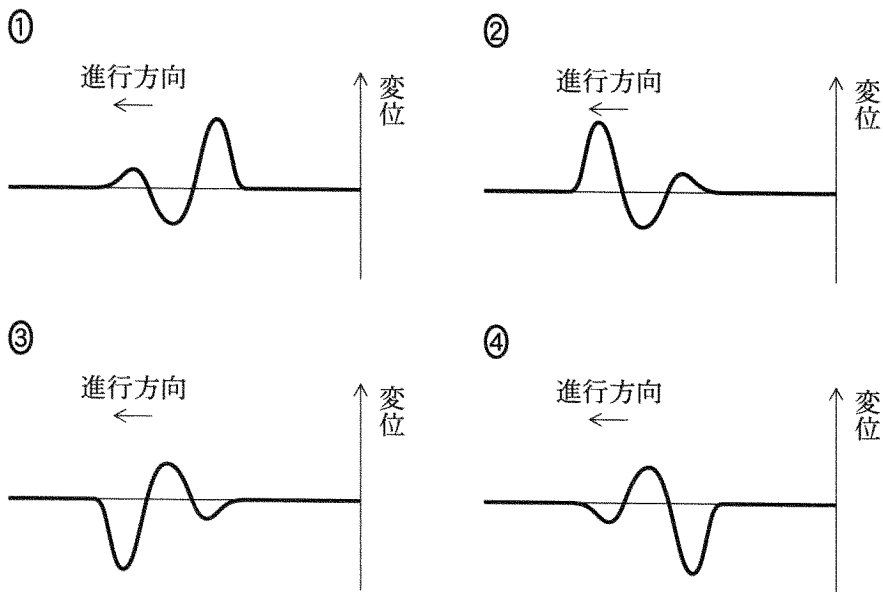


図 1



問 2 長さ  $L$  の質量が無視できる棒の一端を、鉛直面内でなめらかに回転できるように支点に取り付け、他端におもりを取り付けた。支点の鉛直上方でおもりを静かに離すと、棒は重力によって鉛直面内で図 2 のように反時計回りに回転し始めた。鉛直上方から測った棒の角度  $\theta$  とおもりの速さ  $v$  との関係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、グラフには  $0^\circ < \theta \leq 180^\circ$  の範囲が示されている。重力加速度の大きさを  $g$  とし、空気の影響は無視できるものとする。 2

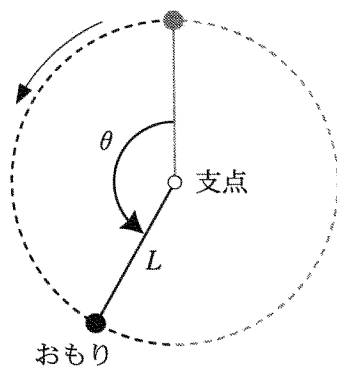
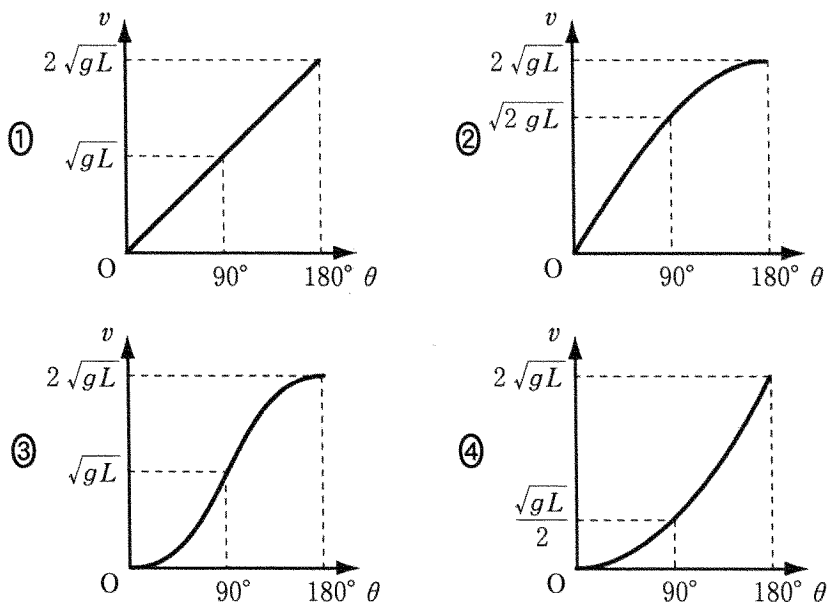


図 2



# 物理 I

問 3 次の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入れる語句の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**

ティッシュペーパーでこすると負に帯電するストローがある。図3のように、台に固定した針の上に、一様に負に帯電させたストローを水平に置き、水平面内で自由に回転できるようにする。ただし、台と針は絶縁体でできており、帯電していないものとする。帯電していない乾いた木材片を図3のようにストローの端 A に近づけると、木材片内部の電荷の分布が変化し、ストローに近い側に **ア** の電荷が現れる。その結果、静電気力によりストローの端 A は **イ**。

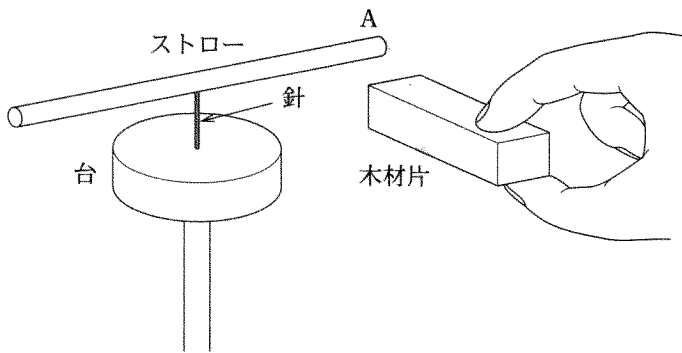


図 3

	ア	イ
①	正	木材片に近づく
②	正	木材片から遠ざかる
③	負	木材片に近づく
④	負	木材片から遠ざかる

問 4 音波の屈折を考える。水中の音速は空気中の音速の約 4.5 倍である。図 4 のように音波が空気から水面に小さな入射角で入射すると、大部分は反射するが、一部は屈折波として水中を進む。屈折波の向きとして最も適当なものを、図中の①～④のうちから一つ選べ。 4

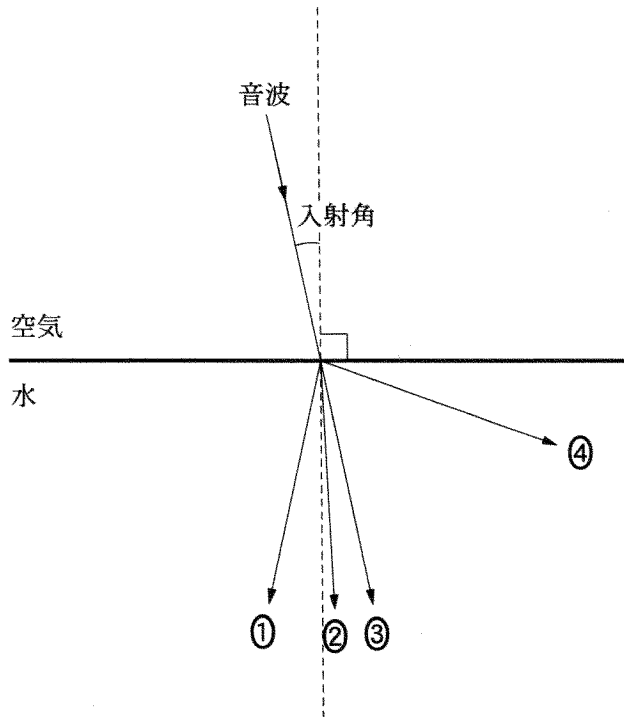


図 4

物理 I

問 5 長さ  $L$ 、質量  $m$  の一様な棒の一端を天井に取り付け、他端にばね定数  $k$  のばねをつないだ。ある力でばねを横に引くと、図 5 のように棒と鉛直方向とのなす角が  $\theta$  となり、ばねは水平になって静止した。このとき、ばねは自然の長さからどれだけ伸びているか。正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、天井と棒、棒とばねは自由に回転できるようにつながれており、棒とばねは鉛直面内にあるとする。また、ばねの質量は無視できるものとし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。 5

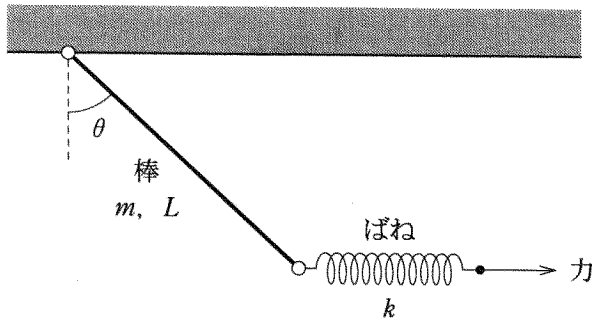


図 5

- |                   |                               |                               |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| ① $\frac{mg}{2k}$ | ② $\frac{mg \tan \theta}{2k}$ | ③ $\frac{mg}{2k \tan \theta}$ |
| ④ $\frac{mg}{k}$  | ⑤ $\frac{mg \tan \theta}{k}$  | ⑥ $\frac{mg}{k \tan \theta}$  |

## 物理 I

問 6 次の①～⑥の量のうち、エネルギーの単位で表されるものを二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

6

7

① 動摩擦力 × 距離

② ばね定数 × ばねの伸び

③ 電圧 × 電流

④ 抵抗 × 電流

⑤ 圧力 × 面積

⑥ 熱容量 × 温度差



# 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。

[解答番号  ～  ] (配点 20)

A ある白熱電灯に電圧を加え、流れる電流を測定した。電圧と電流の関係を、電流を横軸にとって表すと図 1 のようになった。この白熱電灯を用いた回路について考えよう。

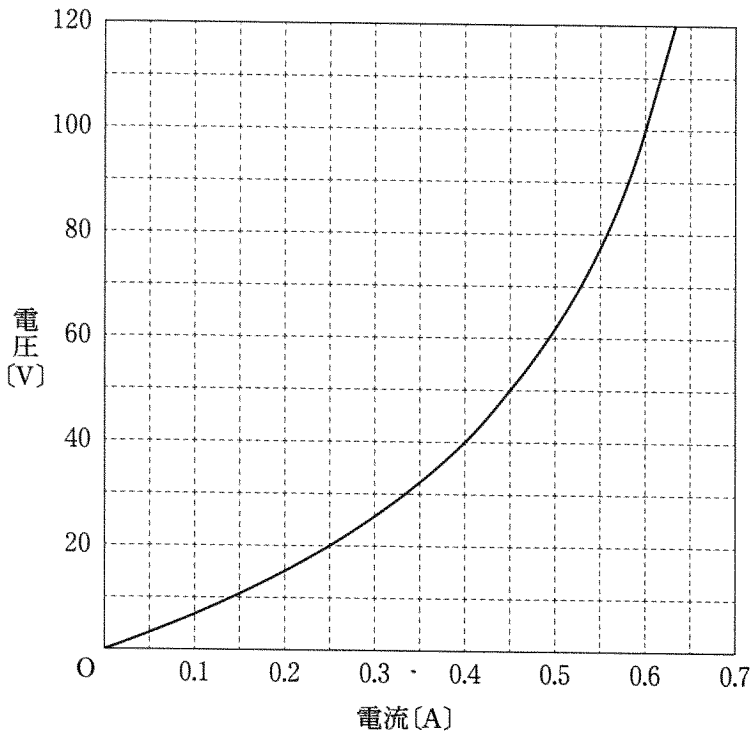


図 1

物理 I

問 1 次の文章中の空欄  ・  に入れる数値として最も適当なものを、下のそれぞれの解答群の①～⑥のうちから一つずつ選べ。

V,  W

図 1 の電圧と電流の関係を示す白熱電灯を、図 2 のように 2 個直列に接続してその両端に 100 V の電圧を加えた。このとき、白熱電灯 1 個に加わる電圧は  V であり、2 個の白熱電灯で消費される電力の和は  W である。

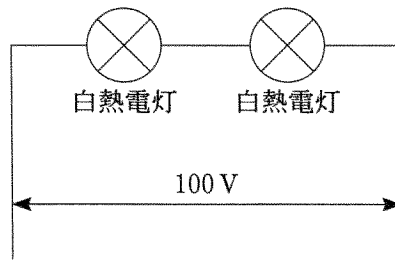


図 2

の解答群

- |      |      |       |
|------|------|-------|
| ① 0  | ② 10 | ③ 25  |
| ④ 50 | ⑤ 75 | ⑥ 100 |

の解答群

- |      |      |       |
|------|------|-------|
| ① 11 | ② 23 | ③ 30  |
| ④ 45 | ⑤ 60 | ⑥ 120 |

# 物理 I

問 2 図 1 の電圧と電流の関係を示す白熱電灯と  $100\ \Omega$  の抵抗を図 3 のように直列に接続し、その両端に電圧を加えた。このとき、抵抗を流れる電流と両端に加えた電圧の関係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。 3

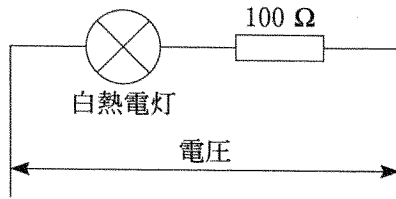
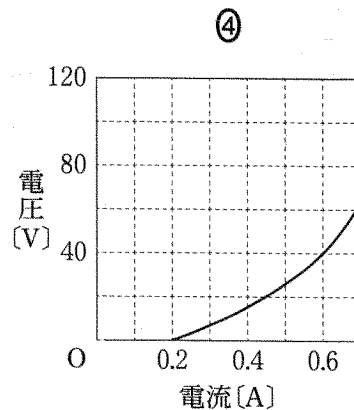
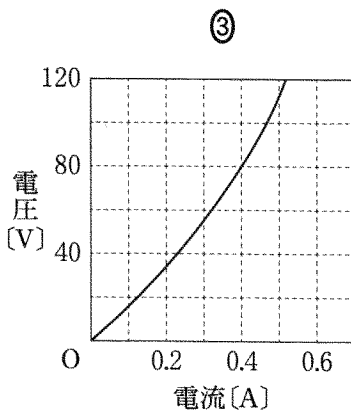
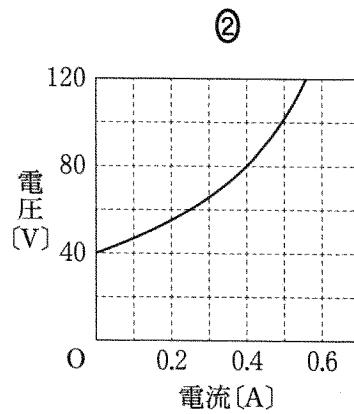
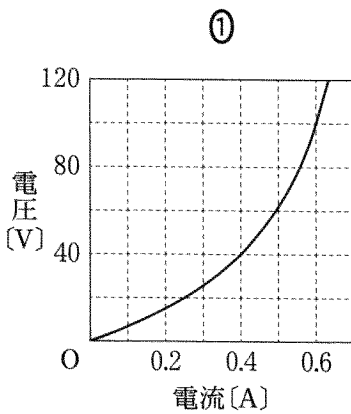


図 3



(下書き用紙)

物理 I の試験問題は次に続く。

## 物理 I

B 電磁誘導の実験について考えよう。

問 3 図 4 のように銅のリングを糸でつるして静止させ、リングの中心軸に沿って棒磁石を近づける実験を行った。下の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入れる記号，語句の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。 **4**

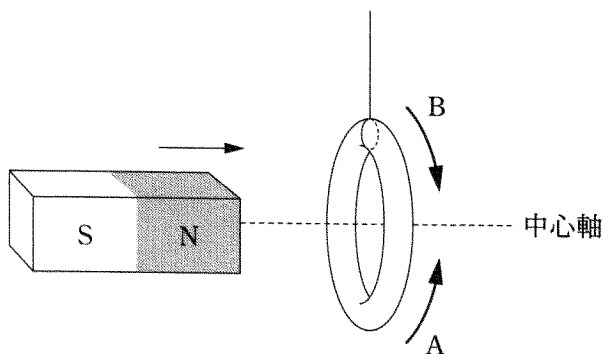


図 4

棒磁石の N 極をリングに近づけると，リングには図 4 の **ア** の矢印の向きに誘導電流が流れる。棒磁石を近づける速さを大きくすると，リングに流れる誘導電流は **イ**。

	ア	イ
①	A	大きくなる
②	A	小さくなる
③	B	大きくなる
④	B	小さくなる

問 4 図 5 および図 6 のように、水平な絶縁体の板に置かれた 1 円玉の真上に、N 極を上にして磁石を静止させ、そのあと磁石を鉛直方向にすばやく引き上げた。下の文章中の空欄 **ウ** ~ **オ** に入れる記号、語句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。 **5**

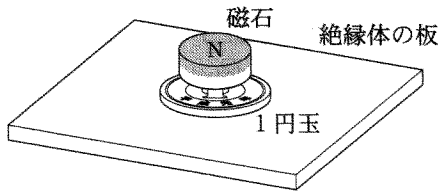


図 5

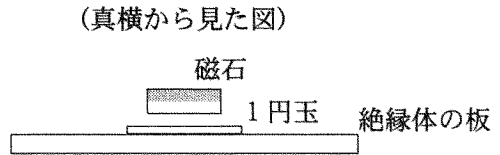
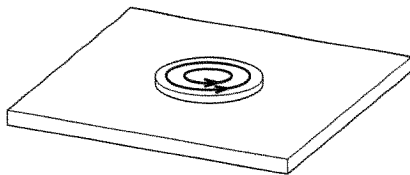
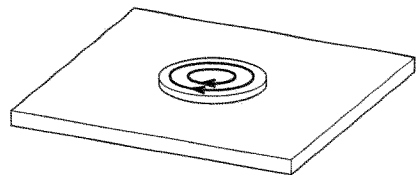


図 6

磁石を鉛直上向きに動かすと、1 円玉には上から見て図 7 の **ウ** の向きの誘導電流が流れる。誘導電流のつくる磁場の向きは 1 円玉の上面に **エ** 極をもつ磁石の磁場の向きと同じであるので、1 円玉には磁石から **オ** の力がはたらく。



A. 反時計回り



B. 時計回り

図 7

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ウ	A	A	A	A	B	B	B	B
エ	N	N	S	S	N	N	S	S
オ	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き	下向き	上向き

## 物理 I

第3問 次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 20)

A レンズと人間の目について考えよう。

問1 凹レンズの性質に関する次の文章中の空欄  ～  に入れる語句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。

凹レンズは物体の  を作る。この像の位置はレンズに対して物体と  側である。また、この像とレンズの距離は物体とレンズの距離より  。

	ア	イ	ウ
①	実像	同じ	大きい
②	実像	同じ	小さい
③	実像	反対	大きい
④	実像	反対	小さい
⑤	虚像	同じ	大きい
⑥	虚像	同じ	小さい
⑦	虚像	反対	大きい
⑧	虚像	反対	小さい

問 2 人間の目に関する次の文章中の空欄 **工** ・ **オ** に入れる語句の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。 **2**

人間の目では、図 1 で示されているように、角膜から水晶体までの部分が一つの凸レンズのはたらきをして、物体の実像が網膜上に作られる。このレンズの焦点距離は、見ている物体までの距離が変わっても網膜上に像ができるように調節される。たとえば、物体までの距離が大きくなると焦点距離は **工** なるように調節される。

遠くの物体を見ようとするとき、焦点距離を十分 **工** できない場合は、物体の実像は網膜より **オ** にでき、網膜上の物体の像は不鮮明になる。この状態は凹レンズのめがね、またはコンタクトレンズで矯正できる。

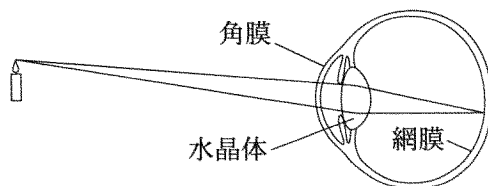


図 1

	工	オ
①	大きく	前 方
②	大きく	後 方
③	小さく	前 方
④	小さく	後 方



## 物理 I

B 図2のように二つの小さなスピーカー  $S_1$ ,  $S_2$  を並べて置き, 発振器につないだ。 $S_1$  と  $S_2$  からは同じ振動数の音波を発生させることができる。図2には, 振動数  $f_0$  の音波を同位相で発生させたときの, ある時刻での  $S_1$  と  $S_2$  からのそれぞれの音波の波面を示してある。実線は波の山の位置を表し, 破線は谷の位置を表している。ただし, 音速は  $340 \text{ m/s}$  とする。

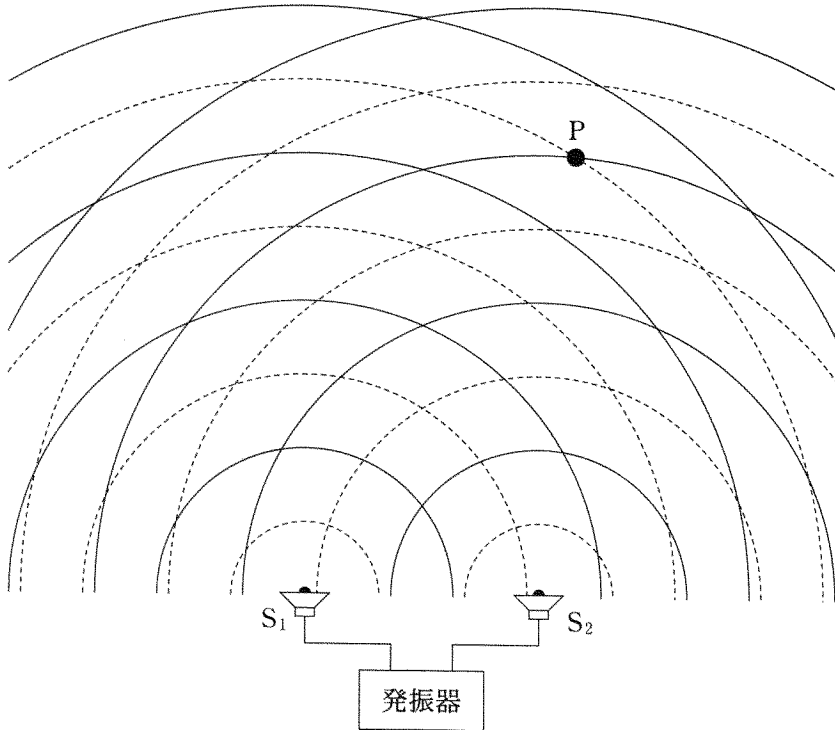


図 2

物理 I

問 3 振動数  $f_0$  の音波を  $S_1$  だけから発生させた。このとき図 2 の P 点での音波による空気の圧力変化を表したグラフが図 3 である。この音波の波長  $\lambda$  の値として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 $\lambda = \boxed{3}$  m

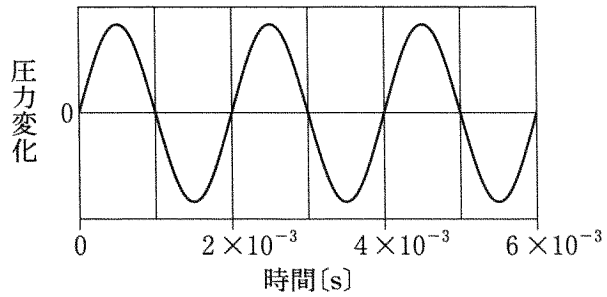


図 3

- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| ① 0.17 | ② 0.34 | ③ 0.50 |
| ④ 0.68 | ⑤ 1.0  | ⑥ 2.0  |

物理 I

問 4 振動数  $f_0$  の音波を  $S_1$  と  $S_2$  から同位相で発生させたとき、観測する場所によって音が強く聞こえたり、弱く聞こえたりした。これは、 $S_1$  と  $S_2$  から観測点までの距離の差(経路差)によって音波の干渉のようすが変わるためである。干渉によって音波が弱めあうときの経路差を表す式として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、 $\lambda$  は音波の波長であり、 $m = 0, 1, 2, \dots$  である。 4

①  $\frac{m\lambda}{2}$

②  $(m + \frac{1}{2})\frac{\lambda}{2}$

③  $m\lambda$

④  $(m + \frac{1}{2})\lambda$

問 5 次の文章中の空欄 カ ～ ク の中に入れる語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。 5

振動数  $f_0$  の音波を  $S_1$  と  $S_2$  から同位相で発生させたとき、P 点で音波は カ あう。振動数を 2 倍にした音波(振動数  $2f_0$ )を  $S_1$  と  $S_2$  から同位相で発生させた場合は P 点で音波は キ あい、逆位相で発生させた場合は P 点で音波は ク あう。

	カ	キ	ク
①	強め	強め	強め
②	強め	強め	弱め
③	強め	弱め	強め
④	強め	弱め	弱め
⑤	弱め	強め	強め
⑥	弱め	強め	弱め
⑦	弱め	弱め	強め
⑧	弱め	弱め	弱め

(下書き用紙)

物理 I の試験問題は次に続く。

# 物理 I

第 4 問 次の文章(A～C)を読み、下の問い(問 1～6)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 29)

A ばね定数が  $k$  のばね  $S_1$ ,  $S_2$  と、質量がそれぞれ  $m$ ,  $M$  のおもり  $A_1$ ,  $A_2$  を用意し、図 1 のように連結して、天井から鉛直につり下げ、静止させた。このとき、 $S_1$ ,  $S_2$  の自然の長さからの伸びは、それぞれ  $x_1$ ,  $x_2$  であった。ただし、 $M > m$  とし、ばねの質量は無視できるものとする。また、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

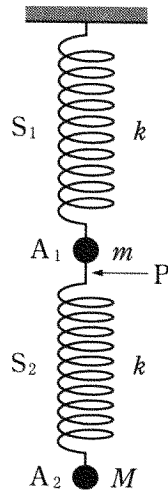


図 1

物理 I

問 1  $x_1, x_2$  を表す式として正しいものを、次の①～⑨のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。 $x_1 = \boxed{1}$ ,  
 $x_2 = \boxed{2}$

- |                   |                   |                       |
|-------------------|-------------------|-----------------------|
| ① $\frac{mg}{2k}$ | ② $\frac{Mg}{2k}$ | ③ $\frac{(m+M)g}{2k}$ |
| ④ $\frac{mg}{k}$  | ⑤ $\frac{Mg}{k}$  | ⑥ $\frac{(m+M)g}{k}$  |
| ⑦ $\frac{2mg}{k}$ | ⑧ $\frac{2Mg}{k}$ | ⑨ $\frac{2(m+M)g}{k}$ |

問 2 次に、図 1 の P の位置ではね  $S_2$  を  $A_2$  とともに静かに切り離れたところ、 $A_1$  が鉛直上方に運動し始めた。ばね  $S_1$  が自然の長さになったときの  $A_1$  の速さを  $x_1$  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。  $\boxed{3}$

- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| ① $\sqrt{2 \frac{k}{m} x_1}$                    | ② $\sqrt{\frac{k}{m} x_1}$            |
| ③ $\sqrt{2 \left( \frac{k}{m} - g \right) x_1}$ | ④ $\sqrt{\frac{k}{m} x_1^2 - 2g x_1}$ |
| ⑤ $\sqrt{2 \left( \frac{k}{m} + g \right) x_1}$ | ⑥ $\sqrt{\frac{k}{m} x_1^2 + 2g x_1}$ |

# 物理 I

B 図2のように、質量  $M$  の物体 A と質量  $m$  の物体 B を糸でつないであらい水平面上に置き、A を水平右向きの力で引いて、A と B をともに一定の速さ  $v$  で運動させた。このとき、力の大きさは  $F$  であった。水平面と A、B の間の動摩擦係数をそれぞれ  $\mu_A$ 、 $\mu_B$  とする。また、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

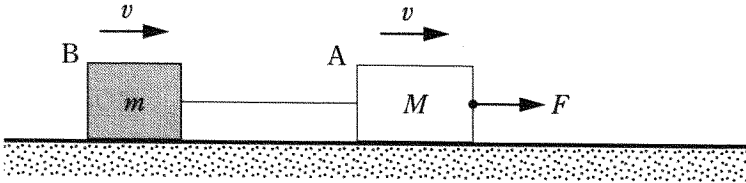


図 2

問 3  $F$  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。

$F =$

①  $\mu_A M g$

②  $\mu_B m g$

③  $(\mu_A M + \mu_B m) g$

④  $(\mu_A M - \mu_B m) g$

⑤  $\frac{\mu_A + \mu_B}{2} (M + m) g$

⑥  $\frac{\mu_A + \mu_B}{2} (M - m) g$

問 4 A に力を加えるのをやめたところ、糸がゆるみ、A と B は図 3 のように糸がゆるんだまましばらく運動を続け、やがて互いに衝突することなく静止した。力を加えるのをやめてから A, B がそれぞれ静止するまでにかかった時間を  $t_A$ ,  $t_B$  とする。 $\mu'_A$  と  $\mu'_B$ , および、 $t_A$  と  $t_B$  の大小関係の組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

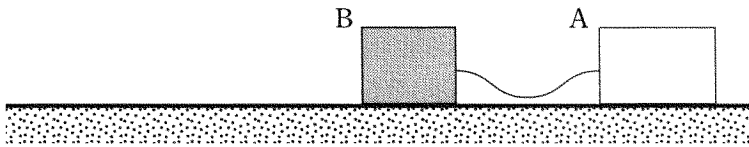


図 3

- |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| ① $\mu'_A > \mu'_B$ , $t_A > t_B$ | ② $\mu'_A < \mu'_B$ , $t_A > t_B$ |
| ③ $\mu'_A > \mu'_B$ , $t_A = t_B$ | ④ $\mu'_A < \mu'_B$ , $t_A = t_B$ |
| ⑤ $\mu'_A > \mu'_B$ , $t_A < t_B$ | ⑥ $\mu'_A < \mu'_B$ , $t_A < t_B$ |



## 物理 I

- C 一端を閉じた質量  $M$ 、断面積  $S$  の円筒を、内部に少し空気が残るように水中に入れ、底面を上にして静かに手を離すと、図 4 のように、円筒中の水面が外部の水面より少し下がった状態で、鉛直に静止した。外部の大気圧を  $P_0$ 、水の密度を  $\rho$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。円筒は熱を通さず、円筒の厚さは無視できるものとする。また、円筒内部の空気は、常に水温と同じ温度であるとし、その質量は  $M$  に比べて十分小さく無視できるものとする。

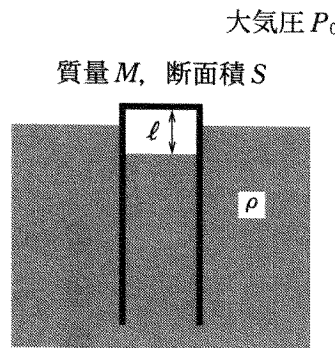


図 4

- 問 5 水温を測定したところ  $15^\circ\text{C}$  であり、円筒内の気柱の高さは  $l$  だった。その状態から、水温を  $43^\circ\text{C}$  まで上げた。このとき、気柱の高さは  $l$  の何倍になるか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、外部の大気圧は  $P_0$ 、水の密度は  $\rho$  のままであるとし、水の蒸発は考えないものとする。 6 倍

- ① 0.3    ② 0.9    ③ 1.1    ④ 1.5    ⑤ 2.2    ⑥ 2.9

物理 I

問 6 次に、図 5 のように円筒を鉛直に保ったまま引き上げると、円筒内の水面は外部の水面から  $h$  の高さまで上がった。このとき、手が円筒を上向きに支えている力の大きさ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。 7

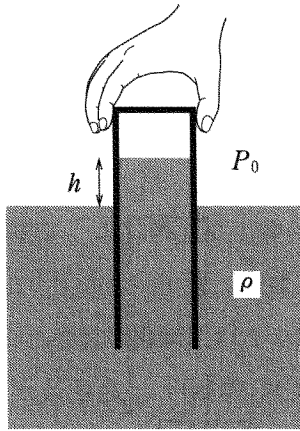


図 5

- |                   |                          |
|-------------------|--------------------------|
| ① $Mg + \rho ghS$ | ② $Mg$                   |
| ③ $Mg - \rho ghS$ | ④ $Mg + \rho ghS + P_0S$ |
| ⑤ $Mg + P_0S$     | ⑥ $Mg - \rho ghS + P_0S$ |