

第1問 以下の問い(問1～4)に答えよ。

[解答番号  ～  ]

問1 図1は、天井に固定された滑らかに回る軽い定滑車に軽い糸をかけ、糸の両端にそれぞれ質量  $m$  の物体 P、質量  $3m$  の物体 Q をつるした様子を表している。物体 Q に外力を加え静止させた状態から外力を取り除くと、物体 P、Q が一定の加速度で動き出した。この運動について考える。ただし、重力加速度の大きさを  $g$  とし、物体 P、Q は、図の鉛直面内でのみ運動するものとする。また、空気の抵抗は無視できるものとする。

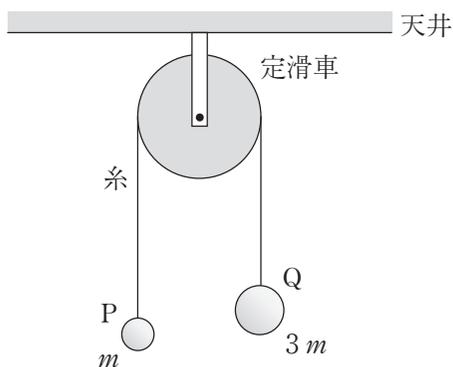


図1

(1) 物体 P、Q をつなぐ糸の張力  $T$  の大きさとして正しいものを、次の①～⑤から1つ選べ。

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

(2) 物体 P の加速度の大きさとして正しいものを、次の①～④から1つ選べ。

- ①  $\frac{1}{4}g$     ②  $\frac{1}{2}g$     ③  $\frac{2}{3}g$     ④  $\frac{3}{4}g$

問2 図2は、 $x$ 軸の正の向きに進む周期  $T$  の横波の正弦波の時刻  $t = 0$  における変位  $y$  を表した  $y - x$  グラフである。この時刻に波の先端は位置  $x = 4.0$  m に達しており、さらに進むと、位置  $x = 7.0$  m において固定端反射を行う。この波の時刻  $t = 2T$  における波形として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。ただし、入射波は図2に示された範囲の左側に十分長く継続しているとし、入射波や反射波の減衰は考えなくてよいとする。

3

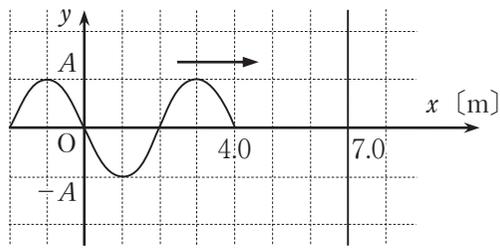


図2

- ①

②

③

④

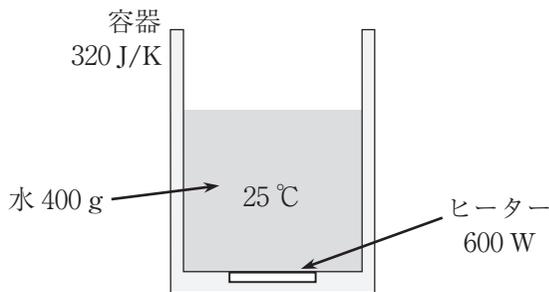
⑤

⑥

問3 図3のように、400 gの水をヒーターのついた容器に入れ、水と容器の温度が25℃であることを確認した後、ヒーターを600 Wの電力で200秒間作動させたところ、水と容器の温度が75℃になった。このとき、ヒーターから放出された熱のうち、外部の空气中へ放出された熱量として正しいものを、次の①～⑤から1つ選べ。ただし、水の比熱を $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とし、容器の熱容量を $320 \text{ J}/\text{K}$ とする。

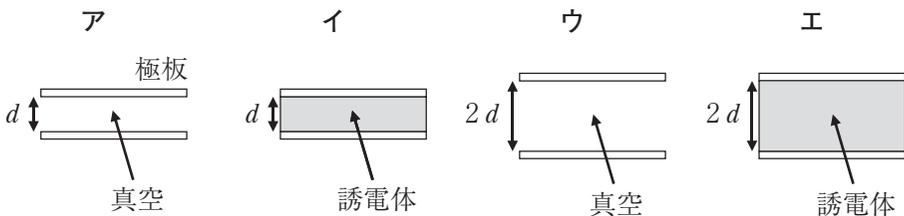
4 J

- ①  $1.0 \times 10^3$                       ②  $2.0 \times 10^3$                       ③  $3.6 \times 10^3$   
 ④  $2.0 \times 10^4$                       ⑤  $3.6 \times 10^4$



問4 図4のように、面積の等しい2枚の極板と、比誘電率3の誘電体を用いて、ア～エの平行板コンデンサーを作った。図中に表される極板間隔 $d$ 、 $2d$ は極板面積に比べて十分小さいとする。また、ア、ウの極板間は真空に保たれており、イ、エでは極板間に誘電体が隙間なく挿入されている。これらの4つのコンデンサーを電気容量が大きい順に並べたものとして正しいものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。

5



- ① ア, ウ, イ, エ                      ② イ, ア, エ, ウ                      ③ イ, エ, ア, ウ  
 ④ エ, イ, ウ, ア                      ⑤ エ, イ, ア, ウ

**第2問** 次の文章A, Bを読んで, 以下の問い(問1~5)に答えよ。

[解答番号 6 ~ 10 ]

A 図1のように, なめらかな水平面上を速さ  $v$  で運動している質量  $m$  の小球が, 鉛直な壁に衝突した。この壁と小球の間の反発係数を  $e$  ( $0 < e < 1$ ) とし, 小球は図1に示される鉛直面内でのみ運動するとする。

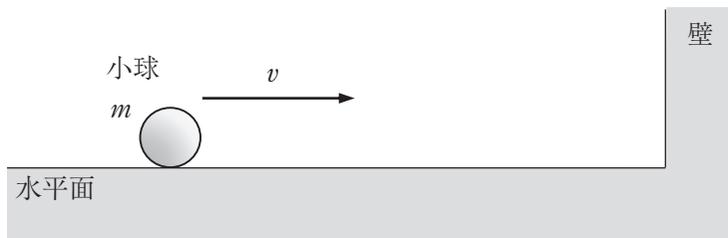


図1

**問1** 衝突時に小球が壁から受ける力積の大きさとして正しいものを, 次の①~⑤から1つ選べ。 6

- ①  $emv$                       ②  $(1 + e)mv$                       ③  $(1 - e)mv$   
 ④  $(1 + e^2)mv$                       ⑤  $(1 - e^2)mv$

**問2** 壁との衝突による小球の運動エネルギーの減少量として正しいものを, 次の①~⑤から1つ選べ。 7

- ①  $\frac{1}{2}emv^2$                       ②  $\frac{1}{2}(1 + e)mv^2$                       ③  $\frac{1}{2}(1 - e)mv^2$   
 ④  $\frac{1}{2}(1 + e^2)mv^2$                       ⑤  $\frac{1}{2}(1 - e^2)mv^2$

B ある熱機関に単原子分子理想気体を封入し、気体の状態を図2のように変化させる。ただし、図2中のA→Bは定積変化、B→Cは等温変化、C→Aは定圧変化を表している。A→B→C→Aの1サイクルの変化の間に気体が外部にした仕事をWとする。

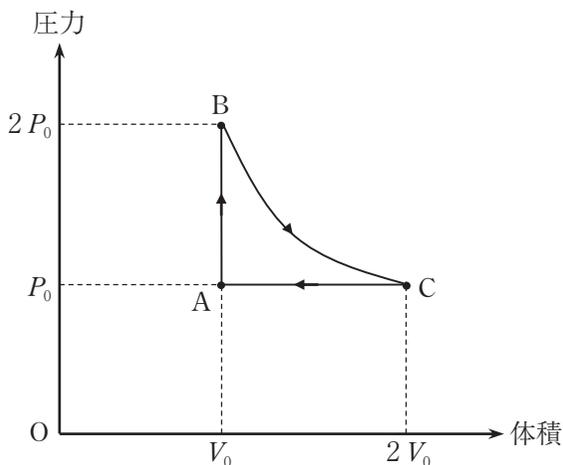


図2

問3 A→Bの定積変化において、気体が外部から吸収した熱量として正しいものを、次の①～⑤から1つ選べ。

8

- ①  $\frac{1}{2}P_0V_0$     ②  $P_0V_0$     ③  $\frac{3}{2}P_0V_0$     ④  $2P_0V_0$     ⑤  $\frac{5}{2}P_0V_0$

問4 B→Cの等温変化において、気体が外部から吸収した熱量として正しいものを、次の①～⑤から1つ選べ。

9

- ①  $W$                       ②  $W + P_0V_0$                       ③  $W - P_0V_0$   
 ④  $W + \frac{3}{2}P_0V_0$                       ⑤  $W - \frac{3}{2}P_0V_0$

問5 この熱機関の熱効率として正しいものを、次の①～⑥から1つ選べ。

10

①  $\frac{W}{W + P_0V_0}$

②  $\frac{W}{W - P_0V_0}$

③  $\frac{2W}{2W + 3P_0V_0}$

④  $\frac{2W}{2W - 3P_0V_0}$

⑤  $\frac{2W}{2W + 5P_0V_0}$

⑥  $\frac{2W}{2W - 5P_0V_0}$

**第3問** 次の文章A, Bを読んで, 以下の問い(問1~5)に答えよ。

[解答番号 11 ~ 15 ]

**A** 一端におんさを, もう一端に滑車を通して質量  $M$  のおもりを取り付けた弦の振動について考える。おんさから滑車までの弦の長さは  $L$  であり, 弦を伝わる波の速さは, 弦の張力の大きさの平方根に比例することがわかっている。

**問1** おんさを振動させると, 弦に図1のような腹を1つもつ定常波が生じた。この定常波の波長として正しいものを, 次の①~⑤から1つ選べ。 11

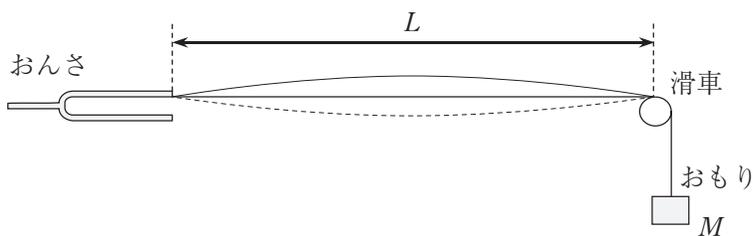


図1

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

**問2** おんさを変えずに, おもりの質量を変えておんさを振動させると, 弦に図2のような腹を2つもつ定常波が生じた。このときのおもりの質量として正しいものを, 次の①~⑤から1つ選べ。 12

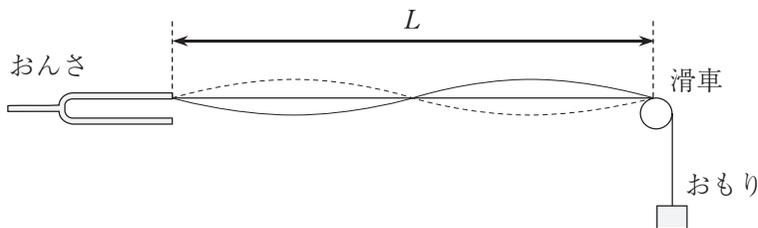


図2

- ①  $\frac{1}{4}M$       ②  $\frac{1}{2}M$       ③  $2M$       ④  $4M$       ⑤  $16M$

B 図3のように、水の上に薄い油膜が張られており、水と油の境界面、空気と油の境界面がそれぞれ水平になっている。白色光をこれらの境界面と垂直になるように上から当てて上から観測すると、空気と油の境界面で反射する光と、水と油の境界面で反射する光が重なり合うことによる光の干渉が観測される。油膜の厚さは  $d$  [m]、空気の屈折率は 1.0、油の屈折率は 1.5、水の屈折率は 1.3 とする。

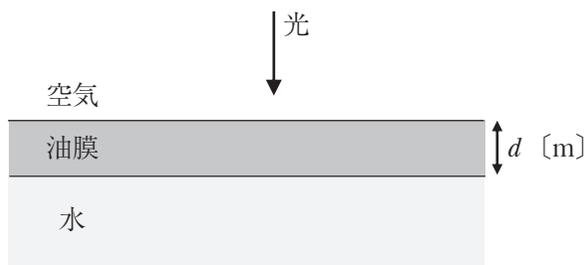


図 3

問 3 以下の文章は、入射光と反射光の位相の変化について述べたものである。これらのうち、正しいものを、次の①～④から 1 つ選べ。

13

- ① 空気と油の境界面でも、油と水の境界面でも光の位相は変化しない。
- ② 空気と油の境界面では光の位相は  $\pi$  変化するが、油と水の境界面では光の位相は変化しない。
- ③ 空気と油の境界面では光の位相は変化しないが、油と水の境界面では光の位相は  $\pi$  変化する。
- ④ 空気と油の境界面でも、油と水の境界面でも光の位相は  $\pi$  変化する。

問 4 油と水の境界面で反射する光と、空気と油の境界面で反射する光の光路差として正しいものを、次の①～⑤から 1 つ選べ。

14

- ①  $1.3d$
- ②  $1.5d$
- ③  $2d$
- ④  $2.6d$
- ⑤  $3d$

問5 油と水の境界面で反射する光と、空気と油の境界面で反射する光が干渉し、強め合う波長は、可視光領域では、 $4.2 \times 10^{-7} \text{ m}$ と $7.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ の2つだけであった。これより、油膜の厚さ $d$ として正しいものを、次の①～⑤から1つ選べ。

15 m

①  $2.1 \times 10^{-7}$

②  $3.0 \times 10^{-7}$

③  $3.5 \times 10^{-7}$

④  $4.2 \times 10^{-7}$

⑤  $6.0 \times 10^{-7}$

第4問 次の文章A, Bを読んで, 以下の問い(問1~5)に答えよ。

[解答番号 16 ~ 20 ]

A 図1のように, 起電力2.4Vの直流電源, 2つの電流計 $A_1$ と $A_2$ , 抵抗値 $4.0\ \Omega$ の2つの抵抗, 抵抗値 $2.0\ \Omega$ の抵抗, 抵抗値が未知の抵抗 $R$ , スイッチ $S_0, S_1, S_2$ を用いて回路を作成した。直流電源と電流計の内部抵抗は無視する。

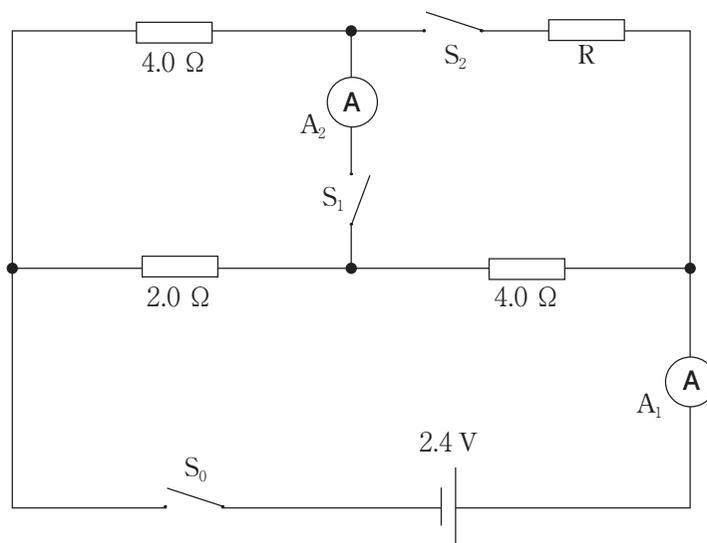


図1

問1 はじめに $S_1, S_2$ を開いたまま, $S_0$ を閉じた。このときに電流計 $A_1$ を流れる電流の大きさとして正しいものを, 次の①~⑤から1つ選べ。 16 A

- ① 0.40      ② 0.45      ③ 0.60      ④ 0.75      ⑤ 0.80

問2 次に, 問1の状態から, $S_2$ は開いたままで, $S_1$ を閉じた。このときに電流計 $A_2$ を流れる電流の大きさとして正しいものを, 次の①~⑤から1つ選べ。

17 A

- ① 0.10      ② 0.15      ③ 0.20      ④ 0.30      ⑤ 0.45

問3 最後に、問2の状態から  $S_2$  も閉じたところ、電流計  $A_2$  を流れる電流が0となった。この結果から考察される抵抗  $R$  の抵抗値として正しいものを、次の①～⑤から1つ選べ。

18  $\Omega$

① 2.0

② 3.0

③ 4.0

④ 6.0

⑤ 8.0

B 以下の文章を読み、続く問いに答えよ。ただし、真空中におけるクーロンの法則の比例定数を  $k$  とする。

図2のように、真空中に置かれた半径  $R$  の金属球に正電荷  $q$  ( $q > 0$ ) を与えると、この電荷は、金属 **ア** に一様に分布する。ガウスの法則によると、このとき、金属表面からは面に垂直で外向きに **イ** 本の電気力線が現れる。電場の強さは、空間内の単位面積を垂直に横切る電気力線の本数によって表されることから、金属球の中心  $O$  からの距離を  $r$  とすると、 $r > R$  の領域における電場の強さは **ウ** となる。

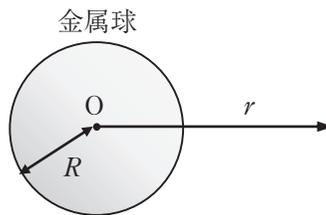


図2

問4 空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる語句の組合せとして正しいものを、次の①~⑥から1つ選べ。

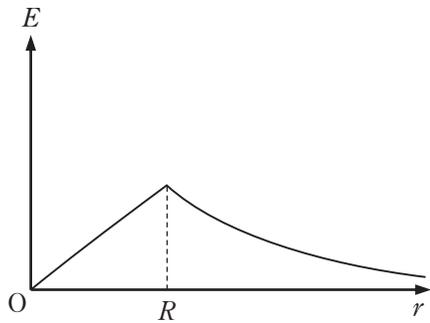
19

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	表面	表面	表面	全体	全体	全体
イ	$4\pi kq$	$4\pi kq$	$\frac{q}{4\pi k}$	$4\pi kq$	$\frac{q}{4\pi k}$	$\frac{q}{4\pi k}$
ウ	$\frac{kq}{r^2}$	$4\pi kqr^2$	$\frac{kq}{r^2}$	$4\pi kqr^2$	$\frac{kq}{r^2}$	$4\pi kqr^2$

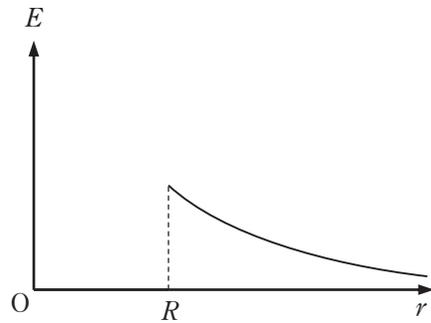
問5 金属球の中心  $O$  から距離  $r$  の位置における電場の強さ  $E$  を表したグラフとして最も適当なものを、次の①～⑤から1つ選べ。

20

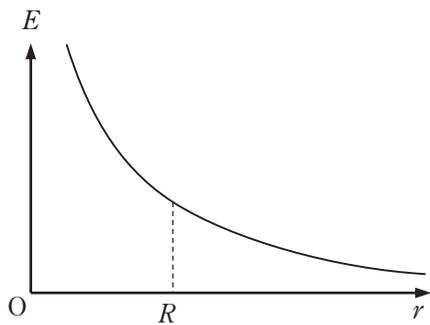
①



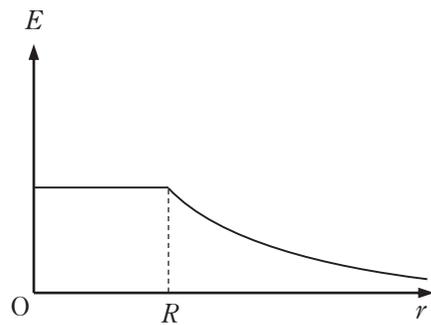
②



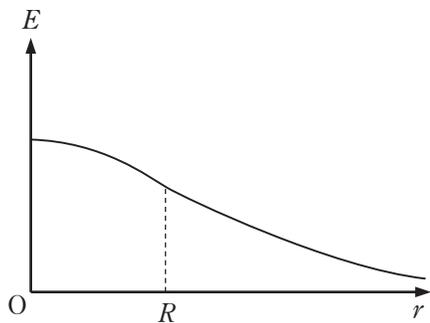
③



④



⑤



第5問 次の文章A, Bを読んで, 以下の問い(問1~5)に答えよ。

[解答番号 21 ~ 25 ]

A 図1のように, 天井にばね定数  $k$  の軽いばねの一端を接続し, ばねの他端に質量  $m$  の小球をつるした。小球の位置は, ばねが自然長となる位置を原点  $O$  とし, 鉛直下向きを正の向きとする  $x$  座標により表す。はじめ, 小球は位置  $x = x_0$  で静止していた。小球の大きさや空気の抵抗は無視できるものとし, 重力加速度の大きさを  $g$  とする。

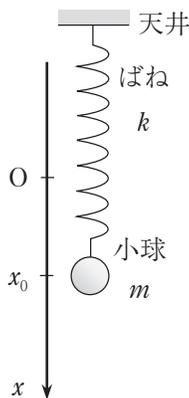


図1

問1 位置  $x_0$  として正しいものを, 次の①~⑤から1つ選べ。

21

- ①  $kmg$       ②  $\frac{k}{mg}$       ③  $\frac{mg}{k}$       ④  $\frac{km}{g}$       ⑤  $\frac{g}{km}$

続いて, 小球を位置  $x = 3x_0$  まで手で引っ張って移動させ, 時刻  $t = 0$  に静かに手を離したところ, 小球が  $x$  軸上で単振動を始めた。

問2 このときの小球の単振動の周期  $T$  として正しいものを, 次の①~⑤から1つ選べ。

22

- ①  $\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$       ②  $2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$       ③  $\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$   
 ④  $2\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$       ⑤  $\frac{2\pi}{\sqrt{mk}}$

問3 単振動を始めた後のある時刻  $t$  における小球の位置  $x$  を表した式として正しいものを、次の①～⑥から1つ選べ。

23

①  $x = 3x_0 \cos \frac{2\pi t}{T}$

②  $x = 3x_0 \sin \frac{2\pi t}{T}$

③  $x = x_0 + 2x_0 \cos \frac{2\pi t}{T}$

④  $x = x_0 + 2x_0 \sin \frac{2\pi t}{T}$

⑤  $x = x_0 + 3x_0 \cos \frac{2\pi t}{T}$

⑥  $x = x_0 + 3x_0 \sin \frac{2\pi t}{T}$

B 放射線の性質について、以下の問いに答えよ。

問4 以下の文章を読み、空欄 **ア**， **イ** に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。 24

放射性原子核から放出される放射線には、 $\alpha$  線、 $\beta$  線、 $\gamma$  線の3種類があり、この中で最も電離作用が強いのは **ア** の流れである、 **イ** である。

	①	②	③	④	⑤	⑥
<b>ア</b>	電子	電子	光子	光子	ヘリウム原子核	ヘリウム原子核
<b>イ</b>	$\alpha$ 線	$\beta$ 線	$\gamma$ 線	$\beta$ 線	$\alpha$ 線	$\gamma$ 線

問5 図2は、放射線源から放出される3種類の放射線 a, b, c の軌跡を表している。これらの放射線の正体として正しい組合せを、次の①～⑥から1つ選べ。 25

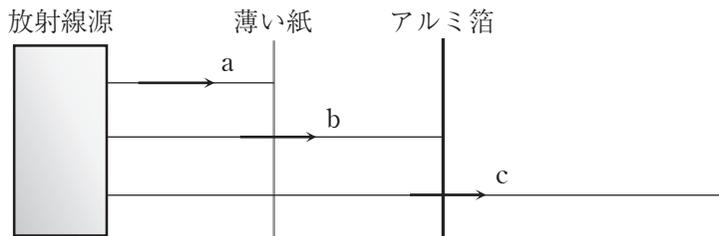


図2

	a	b	c
①	$\alpha$ 線	$\beta$ 線	$\gamma$ 線
②	$\alpha$ 線	$\gamma$ 線	$\beta$ 線
③	$\beta$ 線	$\alpha$ 線	$\gamma$ 線
④	$\beta$ 線	$\gamma$ 線	$\alpha$ 線
⑤	$\gamma$ 線	$\alpha$ 線	$\beta$ 線
⑥	$\gamma$ 線	$\beta$ 線	$\alpha$ 線

物理の問題はここまでです。

## 【解答】

大問	小問	解答番号	正解
第1問	問1	1	④
		2	②
	問2	3	⑤
	問3	4	④
	問4	5	③
第2問	A問1	6	②
	A問2	7	⑤
	B問3	8	③
	B問4	9	②
	B問5	10	⑤
第3問	A問1	11	④
	A問2	12	①
	B問3	13	②
	B問4	14	⑤
	B問5	15	③
第4問	A問1	16	①
	A問2	17	②
	A問3	18	⑤
	B問4	19	①
	B問5	20	②
第5問	A問1	21	③
	A問2	22	②
	A問3	23	③
	B問4	24	⑤
	B問5	25	①