

第1問 以下の問い(問1～4)に答えよ。

[解答番号 1 ～ 5]

問1 図1は、時刻 $t = 0$ に、初速度 $v_0 = 0$ で一直線上を動き出した物体の、時刻 t [s] における速度 v [m/s] を表した $v-t$ グラフである。

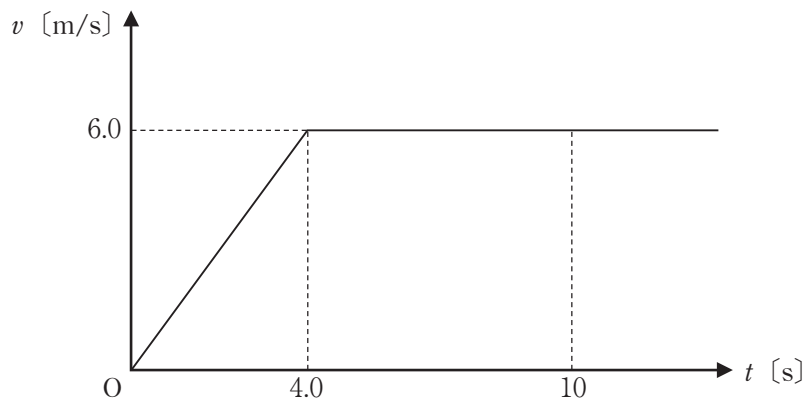


図1

(1) この物体の時刻 $t = 0$ から時刻 $t = 4.0$ s まで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

- ① 0.67 m/s^2 ② 1.2 m/s^2 ③ 1.5 m/s^2 ④ 2.0 m/s^2

(2) この物体が時刻 $t = 0$ から時刻 $t = 10$ s までに移動する距離として正しいものを、次の①～⑤から1つ選べ。

2

- ① 12 m ② 24 m ③ 36 m ④ 48 m ⑤ 60 m

- 問2** 図2は、 x 軸の正の向きに伝わる縦波のある時刻における波形を表している。ただし、 x 軸の正の向きの変位が y 軸の正の向きの変位として、 x 軸の負の向きの変位が y 軸の負の向きの変位として表されている。この時刻において、図中の点Aから点Hのうち、縦波の密となっている点をすべて選んだものとして正しいものを、下の①～⑥から1つ選べ。

3

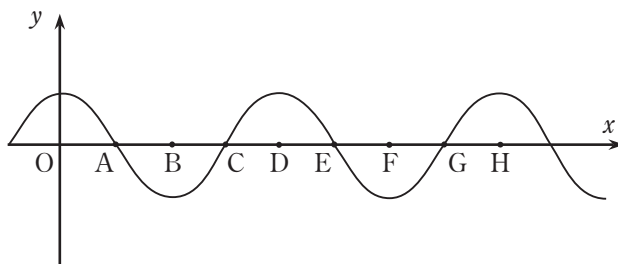


図2

- | | | |
|--------|--------|--------------|
| ① A, E | ② C, G | ③ A, C, E, G |
| ④ B, F | ⑤ D, H | ⑥ B, D, F, H |

- 問3** ガソリンエンジンの熱効率について考える。1.0リットルの量を燃焼させたときに33 kJの熱量を得られるガソリン5.0リットルを用いてガソリンエンジンを駆動させたところ、エンジンから40 kJの出力が得られた。このガソリンエンジンの熱効率として正しいものを、次の①～④から1つ選べ。

4

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 15 % | ② 18 % | ③ 20 % | ④ 24 % |
|--------|--------|--------|--------|

問4 抵抗値の等しい4つの電気抵抗を図3のA～Dのように接続した。ab間の合成抵抗をそれぞれ R_A , R_B , R_C , R_D とすると、これらの大小関係を表した不等式として正しいものを、下の①～④から1つ選べ。

5

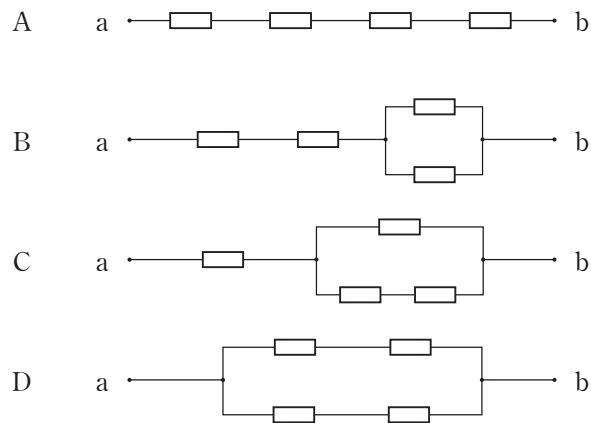


図3

① $R_A > R_B > R_C > R_D$

② $R_D > R_C > R_B > R_A$

③ $R_A > R_B > R_D > R_C$

④ $R_C > R_D > R_B > R_A$

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，質量 m の物体Pを水平面に対する傾角 θ の斜面上に静かに置いたところ，物体Pが斜面に沿って滑り出した。物体Pの底面と斜面との間の動摩擦係数を μ' とし，重力加速度の大きさを g とする。空気抵抗は無視できるものとし，物体Pは図1に示される鉛直面内でのみ運動するとする。

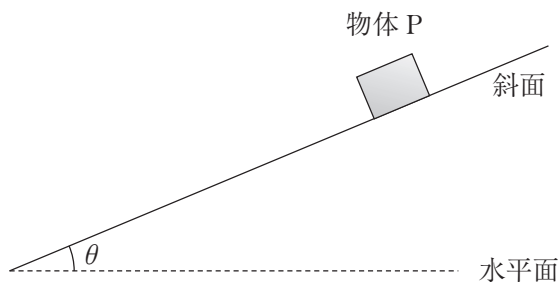
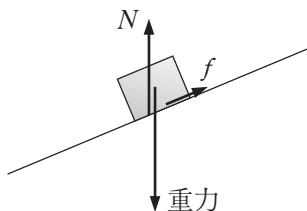


図1

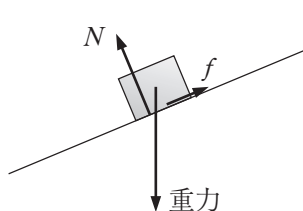
問1 物体Pが斜面を滑っている間に物体Pにはたらく重力，垂直抗力 N ，動摩擦力 f の向きを正しく表した図として最も適当なものを，次の①～④から1つ選べ。

6

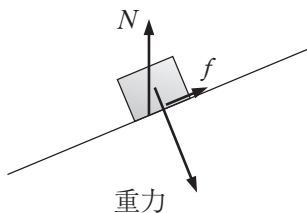
①



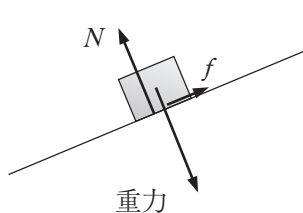
②



③



④



問2 物体Pが斜面を滑り降りる間の加速度の大きさを a とする。 a を, μ' , g , θ を用いて表した式として正しいものを, 次の①～⑥から1つ選べ。

7

① $a = g(\sin \theta - \mu' \cos \theta)$

② $a = g(\sin \theta + \mu' \cos \theta)$

③ $a = g(\cos \theta - \mu' \sin \theta)$

④ $a = g(\cos \theta + \mu' \sin \theta)$

⑤ $a = g(\tan \theta - \mu')$

⑥ $a = g(1 - \mu' \tan \theta)$

問3 物体Pが動き出してから, 斜面に沿って距離 l だけ滑り降りた瞬間の速さを, a , l を用いて表した式として正しいものを, 次の①～⑤から1つ選べ。

8

① $2al$

② $2al^2$

③ $\sqrt{2al}$

④ $\frac{2a}{l}$

⑤ $\sqrt{\frac{2a}{l}}$

B 半径 r の円筒内部を運動する質量 m の小球 Q について考える。図 2 のように、円筒の中心点 O の真下の点 A に置かれた小球 Q に円筒面に沿って初速度 v_0 を与えたところ、小球 Q は円筒面に沿って上昇し、点 O を含む水平面から角度 θ_0 だけ上昇した点 B で円筒面から離れ、その後放物運動を行った。摩擦力や空気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。小球 Q は図 2 に示される鉛直面内でのみ運動するとする。

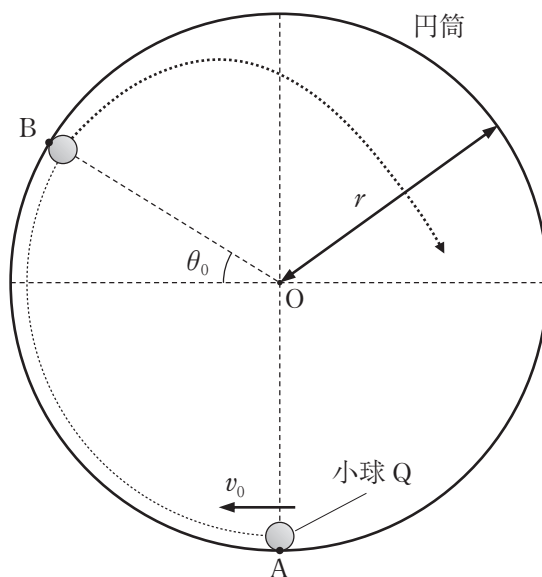


図 2

問4 点Bを通過する瞬間の小球Qの速さ v_B を, v_0 , g , r , θ_0 を用いて表した式として正しいものを, 次の①~⑥から1つ選べ。

9

① $v_B = v_0 - \sqrt{2gr(1 + \sin \theta_0)}$

② $v_B = v_0 - \sqrt{2gr(1 + \cos \theta_0)}$

③ $v_B = \sqrt{v_0^2 - 2gr(1 + \sin \theta_0)}$

④ $v_B = \sqrt{v_0^2 - 2gr(1 + \cos \theta_0)}$

⑤ $v_B = \sqrt{v_0^2 - 2gr \sin \theta_0}$

⑥ $v_B = \sqrt{v_0^2 - 2gr \cos \theta_0}$

問5 小球Qが点Bで円筒面から離れることから, v_0 を求めることができる。 v_0 を g , r , θ_0 を用いて表した式として正しいものを, 次の①~⑤から1つ選べ。

10

① $v_0 = \sqrt{2gr(1 + \sin \theta_0)}$

② $v_0 = \sqrt{2gr(1 + \cos \theta_0)}$

③ $v_0 = \sqrt{2gr(1 + 3 \sin \theta_0)}$

④ $v_0 = \sqrt{gr(2 - 3 \sin \theta_0)}$

⑤ $v_0 = \sqrt{gr(2 + 3 \sin \theta_0)}$

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 図1は, 同位相で振動する水面上の2つの波源 S_1 , S_2 から発生する水面波の様子を表している。ただし, 図中の実線は山, 破線は谷の位置を表しているとする。これら2つの水面波によってつくられる合成波として, 水面上にもとの水面波の2倍の振幅で大きく振動する点(腹)と, まったく振動しない点(節)が現れる。

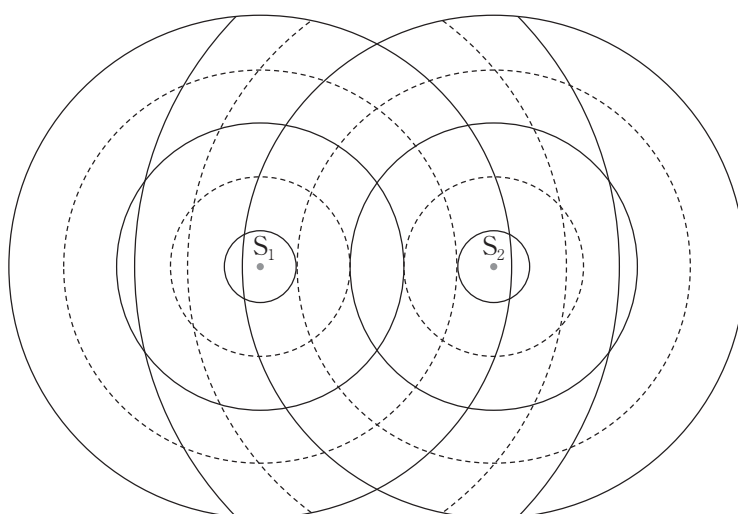


図1

問1 水面上に腹の位置をつないだ線(腹線)は何本現れるか。正しいものを, 次の①~④から1つ選べ。

11

① 3本

② 4本

③ 5本

④ 6本

問2 波源 S_1 , S_2 から発生した水面波の合成波について説明した次の①～④の記述のうち、正しいものを1つ選べ。

12

- ① 波源 S_2 を波源 S_1 からゆっくり遠ざけていくと、腹線の数が増加していく。
- ② 波源 S_1 , S_2 の振動の周期を大きくしていくと、腹線の数が増加していく。
- ③ 波源 S_2 の振動が波源 S_1 の振動と逆位相になるようにしても、腹線の数是不変。
- ④ 腹線がつくられる位置では、波源 S_1 , S_2 から届く2つの波の経路差が水面波の半波長の奇数倍となっている。

- B** 図2のように、振動数 f の音を発しながらを右向きに速さ $2v$ で進む音源Sから出た音波を、音源Sの前方を左向きに速さ v で進む観測者Oが観測したところ、ドップラー効果により、発した音よりも高い振動数 f_1 の音が観測された。風は吹いていないものとし、音速を V ($V > 2v$) とする。また、音源Sと観測者Oは一直線上に位置し、交差することはないとする。



図2

- 問3** 音源Sから観測者Oへと向かう音波の波長を表した式として正しいものを、次の①～⑤から1つ選べ。

13

- ① $\frac{V - 2v}{f}$ ② $\frac{V - v}{f}$ ③ $\frac{V}{f}$
 ④ $\frac{V + v}{f}$ ⑤ $\frac{V + 2v}{f}$

- 問4** 観測者Oが観測する音の振動数 f_1 を表した式として正しいものを、次の①～⑤から1つ選べ。

14

- ① $f_1 = \frac{V - v}{V - 2v} f$ ② $f_1 = \frac{V}{V - 2v} f$ ③ $f_1 = \frac{V + v}{V - 2v} f$
 ④ $f_1 = \frac{V + 2v}{V - v} f$ ⑤ $f_1 = \frac{V + 2v}{V + v} f$

問5 観測者 O が観測する音の振動数が $f_1 = \frac{5}{4}f$ であるとき, 速さ v を, 音速 V を用いて表した式として正しいものを, 次の①～⑤から 1 つ選べ。

15

① $v = \frac{1}{30}V$

② $v = \frac{1}{20}V$

③ $v = \frac{1}{15}V$

④ $v = \frac{1}{14}V$

⑤ $v = \frac{1}{10}V$

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10 Vの直流電源, 電気容量が $2.0\ \mu\text{F}$, $3.0\ \mu\text{F}$ のコンデンサー C_1 , C_2 , 抵抗値 $10\ \Omega$ の抵抗 R , スイッチ S_1 , S_2 を用いて回路を組んだ。導線の抵抗は無視できるものとし, はじめスイッチはともに開いており, コンデンサーは電荷を蓄えていないものとする。

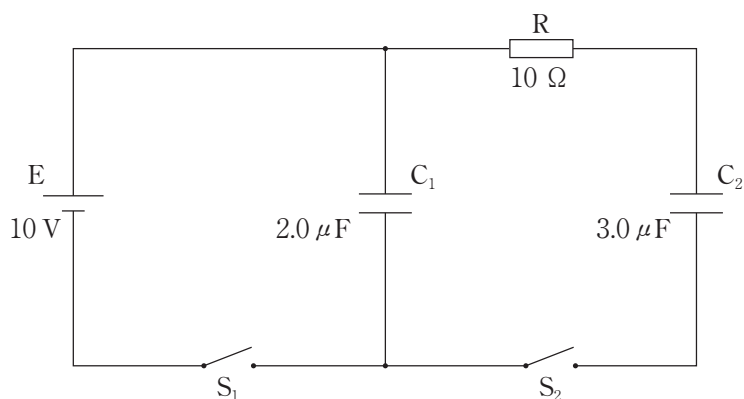


図1

問1 スイッチ S_1 のみを閉じて十分時間がたったとき, コンデンサー C_1 に蓄えられている電気量として正しいものを, 次の①～⑤から1つ選べ。 16

- ① $0.50\ \mu\text{C}$ ② $5.0\ \mu\text{C}$ ③ $10\ \mu\text{C}$ ④ $15\ \mu\text{C}$ ⑤ $20\ \mu\text{C}$

問2 問1の後に, スイッチ S_1 を開き, 続いてスイッチ S_2 を閉じて十分時間がたったとき, コンデンサー C_2 に蓄えられている電気量として正しいものを, 次の①～⑤から1つ選べ。 17

- ① $0.30\ \mu\text{C}$ ② $3.0\ \mu\text{C}$ ③ $6.0\ \mu\text{C}$ ④ $12\ \mu\text{C}$ ⑤ $15\ \mu\text{C}$

問3 問2の操作により, 抵抗 R から発生するジュール熱として正しいものを, 次の①～⑤から1つ選べ。 18

- ① $30\ \mu\text{J}$ ② $40\ \mu\text{J}$ ③ $60\ \mu\text{J}$ ④ $80\ \mu\text{J}$ ⑤ $100\ \mu\text{J}$

- B** 図2のように，真空中に十分に長く細い2本の直線導線A，Bを距離 l 隔てて平行に設置し，導線Aには大きさ I の電流を，導線Bには大きさ $2I$ の電流をそれぞれ矢印の向きに流した。真空の透磁率を μ とし，円周率を π とする。また，地磁気の影響は無視できるとする。

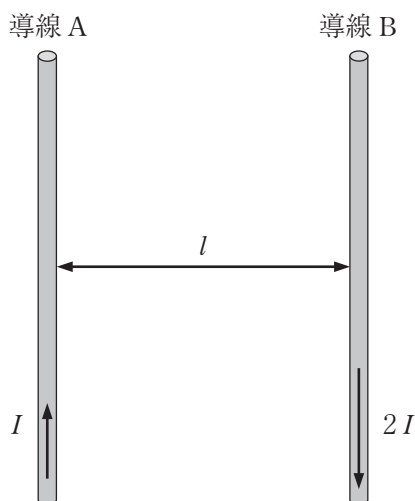


図2

- 問4** 導線Aを流れる電流が，導線B付近につくる磁場の強さと向きとして正しいものを，次の①～⑥から1つ選べ。ただし，紙面の裏から表へと向かう向きを $\odot$ ，紙面の表から裏へと向かう向きを $\otimes$ と表すとする。

19

	①	②	③	④	⑤	⑥
強さ	$\frac{I}{2\pi l}$	$\frac{I}{2\pi l}$	$\frac{I}{\pi l}$	$\frac{I}{\pi l}$	$\frac{I}{2l}$	$\frac{I}{2l}$
向き	$\odot$	$\otimes$	$\odot$	$\otimes$	$\odot$	$\otimes$

- 問5** 導線Bを流れる電流の長さ d の部分が，導線Aを流れる電流がつくる磁場から受ける力の大きさと向きとして正しいものを，次の①～⑥から1つ選べ。

20

	①	②	③	④	⑤	⑥
大きさ	$\frac{\mu I^2 d}{2\pi l}$	$\frac{\mu I^2 d}{2\pi l}$	$\frac{\mu I^2 d}{\pi l}$	$\frac{\mu I^2 d}{\pi l}$	$\frac{\mu I^2 d}{2l}$	$\frac{\mu I^2 d}{2l}$
向き	右	左	右	左	右	左

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 天然に存在する $^{235}_{92}\text{U}$ （ウラン）は，複数回の α 崩壊， β 崩壊を経て，安定な原子核である $^{207}_{82}\text{Pb}$ （鉛）となる。 α 崩壊では，原子核からヘリウム原子核（ ^4_2He ）が放出され， β 崩壊では原子核内の中性子が陽子に変化して，電子が放出される。

問1 $^{235}_{92}\text{U}$ の原子核中に含まれる中性子の数として正しいものを，次の①～④から1つ選べ。 21

① 92

② 143

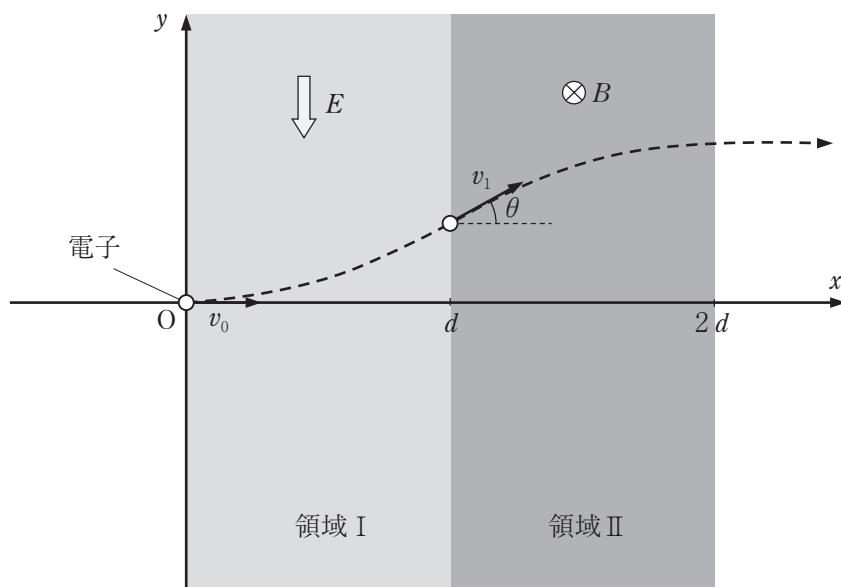
③ 235

④ 327

問2 $^{235}_{92}\text{U}$ が $^{207}_{82}\text{Pb}$ へ変化する過程で， α 崩壊， β 崩壊を行う回数として正しいものを，次の①～⑥から1つ選べ。 22

	①	②	③	④	⑤	⑥
α 崩壊	5 回	5 回	6 回	6 回	7 回	7 回
β 崩壊	2 回	3 回	3 回	4 回	4 回	5 回

- B** 図のように、 x - y 座標の原点 O に x 軸の正の向きに速さ v_0 で入射した電子のその後の運動について考える。 $0 \leq x \leq d$ の領域Ⅰには y 軸の負の向きに強さ E の一様な電場がかけており、 $d < x \leq 2d$ の領域Ⅱには xy 平面に垂直で、紙面の表から裏に向かう向きに磁束密度の大きさが B の一様な磁場がかけてられている。電子は、原点 O を通過した後、領域Ⅰで、 $y > 0$ の向きに進行方向を曲げ、領域Ⅱを通過した後、 x 軸と平行な方向に進んだ。図中の破線はそのときの電子の運動の軌跡を表している。電子の質量を m 、電気素量を e とする。



図

- 問3** 領域Ⅰを通過する電子は電場からクーロン力を受け y 軸の正の向きに等加速度運動を行う。このときの加速度の大きさを表した式として正しいものを、次の①～⑤から1つ選べ。

23

- ① eE ② $\frac{E}{e}$ ③ $\frac{eE}{m}$ ④ $\frac{E}{em}$ ⑤ $\frac{mE}{e}$

問4 電子が $x = d$ を通る瞬間の速さを v_1 、そのときの速度が x 軸となす角を θ としたとき、 $\sin \theta$ を、 e 、 v_1 、 v_0 、 m 、 d 、 E を用いて表した式として、正しいものを①～⑤から1つ選べ。

24

- ① $\frac{eEdv_1}{mv_0}$ ② $\frac{mv_0}{eEdv_1}$ ③ $\frac{eEdv_0}{mv_1}$ ④ $\frac{mv_1}{eEdv_0}$ ⑤ $\frac{eEd}{mv_0v_1}$

問5 電子が領域Ⅱを通過した後、 x 軸と平行な方向に進むことから、 v_0 の値として正しいものを、次の①～④から1つ選べ。

25

- ① $v_0 = \frac{E}{B}$ ② $v_0 = \frac{B}{E}$ ③ $v_0 = \frac{E}{mB}$ ④ $v_0 = \frac{B}{mE}$

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