

平成23年度
日本留学試験(第2回)
試験問題

平成23年度（2011年度）日本留学試験

理 科

（ 8 0 分）

【物理・化学・生物】

※ 3科目の中から、2科目を選んで解答してください。

※ 1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

I 試験全体に関する注意

1. 係員の許可なしに、部屋の外に出ることはできません。
2. この問題冊子を持ち帰ることはできません。

II 問題冊子に関する注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見ないでください。
2. 試験開始の合図があったら、下の欄に、受験番号と名前を、受験票と同じように記入してください。
3. 各科目の問題は、以下のページにあります。

科目	ページ
物理	1 ～ 21
化学	23 ～ 32
生物	33 ～ 45

4. 足りないページがあったら、手をあげて知らせてください。
5. 問題冊子には、メモや計算などを書いてもいいです。

III 解答用紙に関する注意

1. 解答は、解答用紙に鉛筆（HB）で記入してください。
2. 各問題には、その解答を記入する行の番号 **1**, **2**, **3**, …がついています。解答は、解答用紙（マークシート）の対応する解答欄にマークしてください。
3. 解答用紙に書いてある注意事項も必ず読んでください。

※ 試験開始の合図があったら、必ず受験番号と名前を記入してください。

受 験 番 号			*					*					
名 前													

物理

「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」、「化学」、「生物」がありますので、この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち、1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

「物理」を解答する場合は、右のように、解答用紙にある「解答科目」の「物理」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。

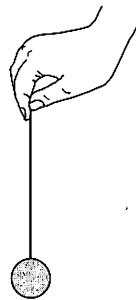
科目が正しくマークされていないと、採点されません。

<解答用紙記入例>

解答科目 Subject		
物 理 Physics	化 学 Chemistry	生 物 Biology
●	○	○

I 次の問い **A** (問1), **B** (問2), **C** (問3), **D** (問4), **E** (問5), **F** (問6), **G** (問7) に答えなさい。ただし、重力加速度 (acceleration due to gravity) の大きさを g とし、空気の抵抗は無視できるものとする。

A 質量 0.50 kg の物体を糸でつるし、糸の上端を持って物体を動かした。このとき、糸が物体を引く力の大きさを調べる。



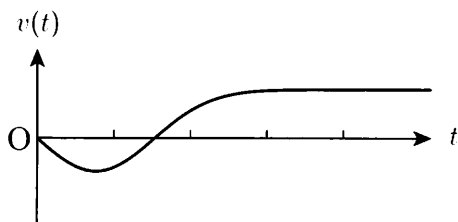
問1 物体が鉛直方向に等加速度 (直線運動) 2.8 m/s^2 で上昇しているときの張力 (tension) の大きさは , 物体が鉛直方向に等速度 (直線運動) 1.4 m/s で下降しているときの張力の大きさは であった。

空欄 , に入る値の組み合わせとして最も適当なものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。ただし、 $g = 9.8\text{ m/s}^2$ とする。

1

	a	b
①	3.5 N	4.2 N
②	3.5 N	4.9 N
③	3.5 N	5.6 N
④	6.3 N	4.2 N
⑤	6.3 N	4.9 N
⑥	6.3 N	5.6 N

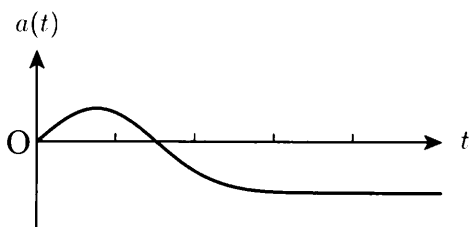
B x 軸上を運動する小球を考える。時刻 t の小球の速度 $v(t)$ は、 t とともに次のグラフのように変化した。



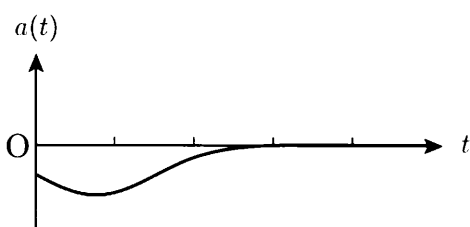
問2 時刻 t の小球の加速度 $a(t)$ の変化を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

2

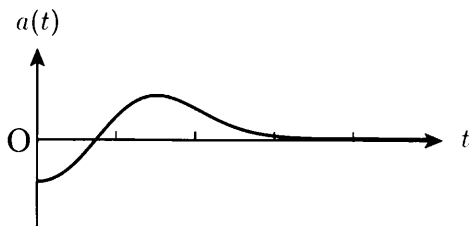
①



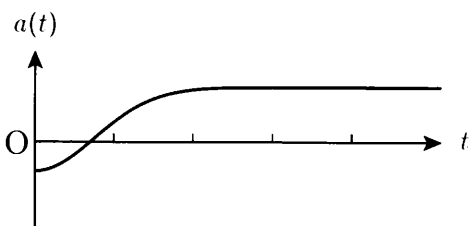
②



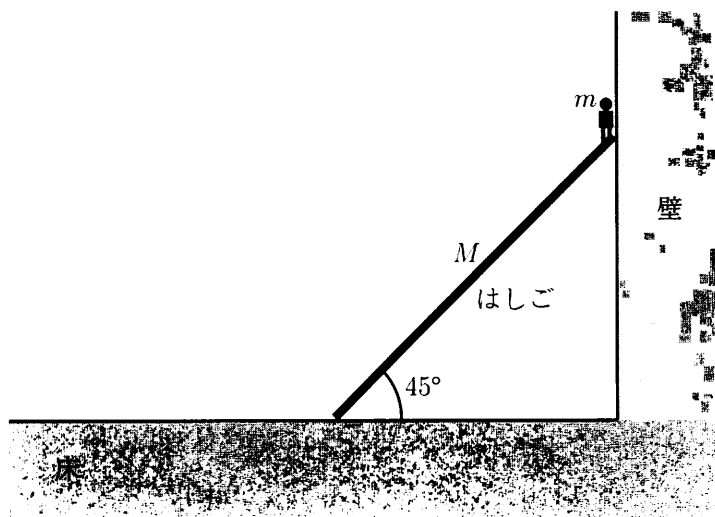
③



④



- C 次の図のように、質量 M の一様なはしご (ladder) を、水平な床と 45° の角度をなすように鉛直な壁に立てかけてある。壁はなめらかで、床とはしごの間の静止摩擦係数 (coefficient of static friction) は $\frac{2}{3}$ である。また、はしごの重心は、はしごの中心にある。

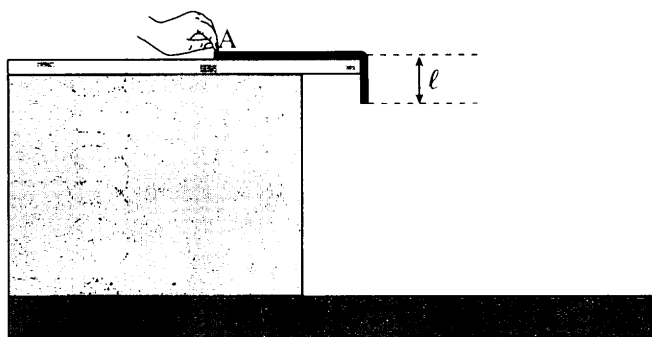


- 問3 質量 m の人がはしごの上端に立ったとき、 $m < x$ であればはしごは滑らないが、 $m > x$ であれば滑る。質量 x として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

$$x = \boxed{3}$$

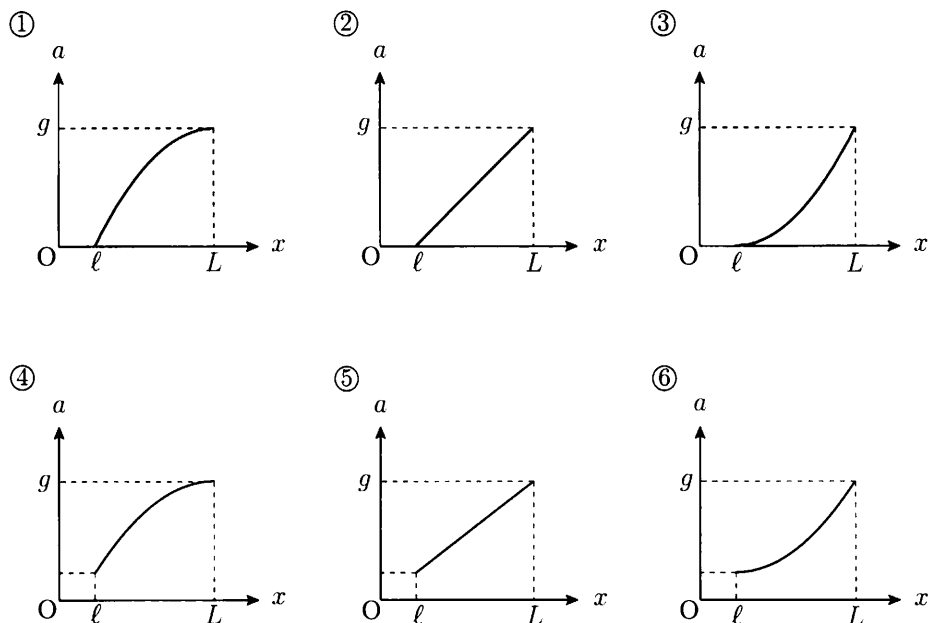
- ① $2M$ ② $\frac{3}{2}M$ ③ $\frac{2}{3}M$ ④ $\frac{1}{2}M$

- D** 次の図のように、長さ L の一様なひもの一部を台の上に置き、残りを台の端から鉛直に垂らした。台の上のひもの一端 A を固定し、垂れ下がった部分の長さが ℓ となるようにした。 A をはなしたところ、ひもは台の上を滑り始めた。台の表面は水平で、ひもとの摩擦は無視できるものとする。



- 問4 A の加速度の大きさ a と垂れ下がった部分の長さ x の関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4



E ばねに質量 m のおもりをつけてつり下げた。図1のように、はじめにばねの長さが自然長になる位置でおもりを板で支えた。次に、板をゆっくりと下げたところ、図2のようにばねが d だけ伸びたところでおもりは板を離れて静止した。

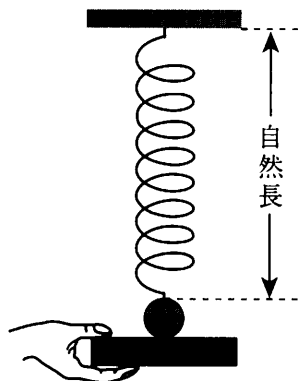


図 1

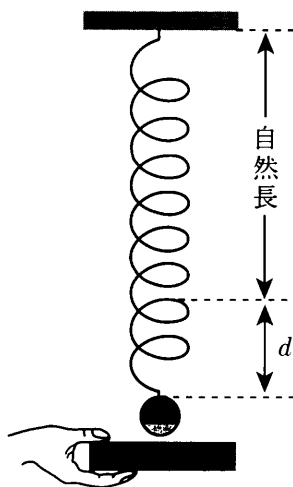


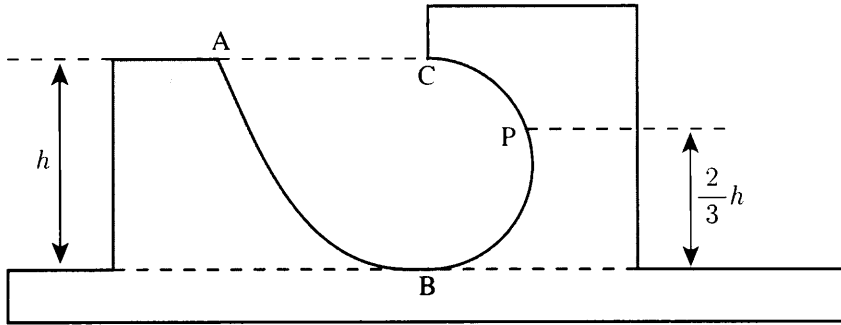
図 2

問 5 図1の状態のばねとおもりの力学的エネルギーの和を U_1 とし、図2の状態のばねとおもりの力学的エネルギーの和を U_2 とする。 $(U_2 - U_1)$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選ばさい。

5

- ① $-mgd$ ② $-\frac{1}{2}mgd$ ③ 0
- ④ $\frac{1}{2}mgd$ ⑤ mgd

F 次の図は、なめらかな曲面を鉛直方向に切った断面図である。この曲面上の点 A, B, C は同じ鉛直面内にある。A と C の B からの高さは共に h であり、曲線 BC は直径 h の半円である。質量 m の小物体を A から初速 0 で曲面に沿って運動させた。



問6 曲線 BC 上で、B からの高さが $\frac{2}{3}h$ である点を P とする。小物体が P を通過するときの小物体の受ける向心力 (centripetal force) の大きさはいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

6

① $\frac{2}{3}mg$

② mg

③ $\frac{4}{3}mg$

④ $\frac{5}{3}mg$

⑤ $2mg$

⑥ $4mg$

G 国際宇宙ステーション (ISS) が、万有引力を受けて、地表からの高度 h の円軌道上を一定の速さで運動している。

問7 ISS の向心加速度 (centripetal acceleration) の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、地球の半径を R とし、地表での重力加速度の大きさを g とする。

7

① $\frac{R^2}{(R+h)^2}g$

② $\frac{R}{R+h}g$

③ g

④ $\frac{R+h}{R}g$

⑤ $\frac{(R+h)^2}{R^2}g$

II

次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3) に答えなさい。

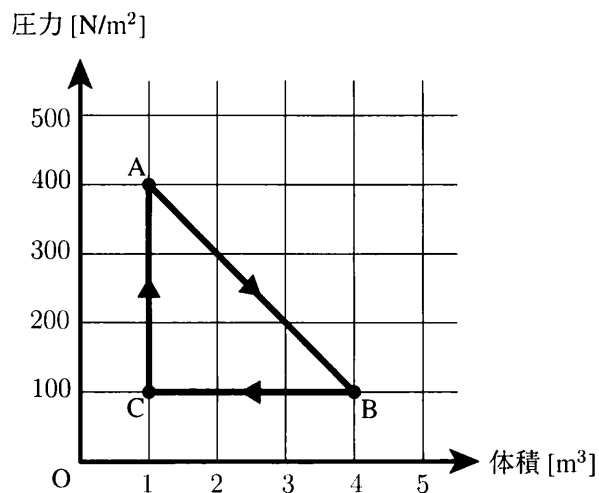
A ヒーターの付いた容器に 20°C の水 2.0 kg を入れ、ヒーターで 42 分間加熱したところ、 80°C になった。これに、 20°C の水を 1.0 kg 追加した。その後も同じヒーターで水を加熱し続けた。水の蒸発は無視でき、ヒーターで加える単位時間当たりの熱量は常に一定で、熱はすべて容器内の水に伝えられ容器や外部に逃げないものとする。また、水の比熱 (specific heat) を $4.2\text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とする。

問 1 容器内の水の温度が 100°C に到達するのは、 1.0 kg の水を追加してから何分後か。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

8 分

- ① 10 ② 26 ③ 33 ④ 42 ⑤ 56 ⑥ 64

B 次の図のように、一定量の理想気体 (ideal gas) の状態を $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ と変えた。



問2 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ (1 サイクル) の間に、この気体が外部にした仕事はいくらか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

9 J

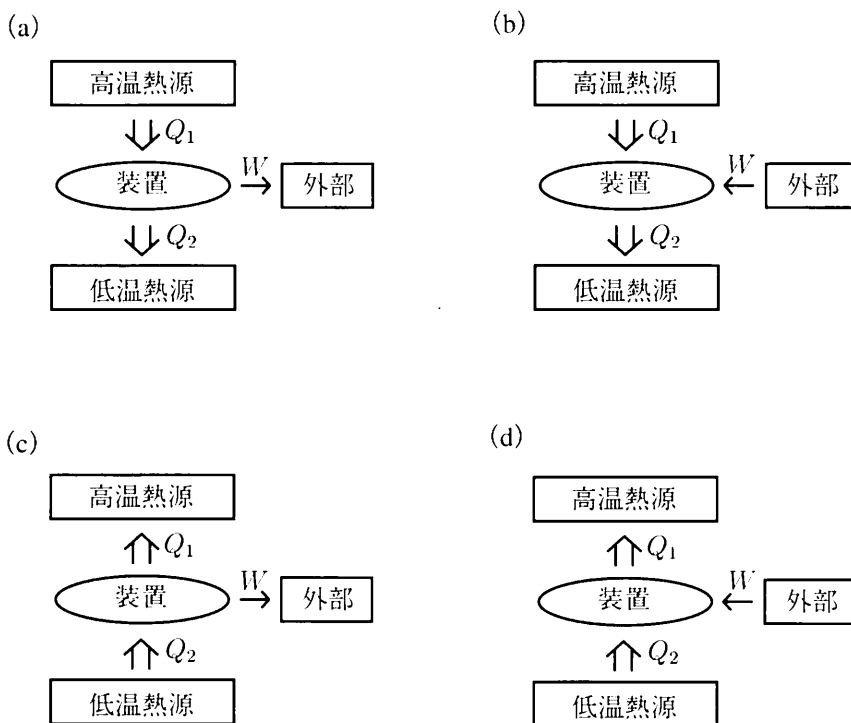
① 300

② 450

③ 750

④ 900

C 次の図 (a) ～ (d) は、ある装置 (apparatus) の状態を変化させた後、最終的に最初の状態に戻したときのエネルギーの流れを表したものの候補である。これらの図中にある Q_1 と Q_2 は熱量、 W は仕事を表す。上下の矢印 (\uparrow , \downarrow) は熱の移動の向きを表し、左右の矢印 (\leftarrow , \rightarrow) は仕事をされる側を向いている。



問3 上の図 (a) ～ (d) の中で、熱機関 (heat engine) と冷蔵庫に対応するものはどれか。最も適当な組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

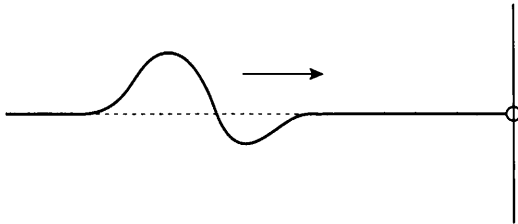
10

	①	②	③	④
熱機関	(a)	(a)	(b)	(b)
冷蔵庫	(c)	(d)	(c)	(d)

III

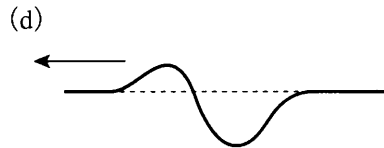
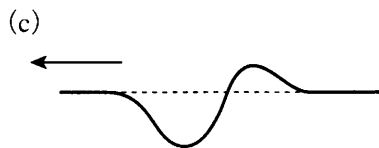
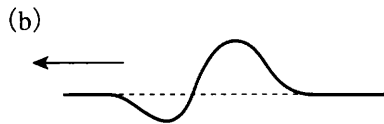
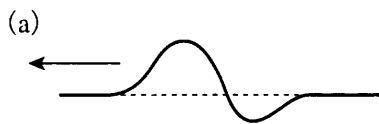
次の問い A（問 1）、B（問 2）、C（問 3）に答えなさい。

A 次の図は媒質の右端に向かって伝わる波の波形の一部を表している。この波が右端で反射する。



問 1 右端が固定端の場合と自由端の場合に、反射波はそれぞれどのような波形となるか。最も適当な組み合わせを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

11



	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
固定端	(a)	(a)	(b)	(b)	(c)	(c)	(d)	(d)
自由端	(b)	(c)	(a)	(d)	(a)	(d)	(a)	(b)

B 2つの地点A, Bそれぞれに, 同じ周波数 f の音波を, 同じ位相で発する音源がある。線分AB上で音を測定したところ, 音が弱め合う地点が20箇所(AとBを含まない)あった。ただし, AとBの間の距離は2.50 mで, 音速を350 m/sとする。

問2 f の範囲として最も適当なものを, 次の①~④の中から一つ選びなさい。

12

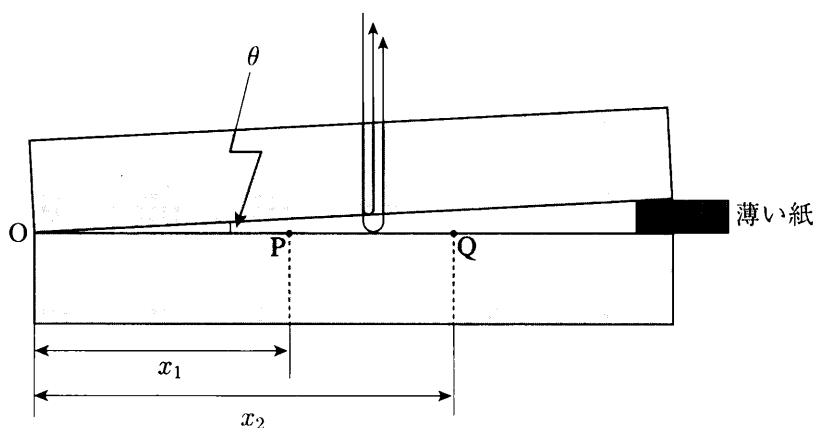
① $1330 \text{ Hz} < f \leq 1470 \text{ Hz}$

② $1470 \text{ Hz} < f \leq 1610 \text{ Hz}$

③ $2660 \text{ Hz} < f \leq 2940 \text{ Hz}$

④ $2940 \text{ Hz} < f \leq 3220 \text{ Hz}$

C 平面板ガラスを2枚重ねて、一方の端に薄い紙をはさみ、板ガラスの間に薄いくさび形の空間をつくった。次の図のように、これに空気中での波長 λ の光を上から照射した。これを上から見たところ、板ガラス面上に平行な明暗の縞模様が生じていた。これは、上の板ガラスの下面と、下の板ガラスの上面で反射した光が干渉するためである。



問3 2枚の板ガラスのなす角を θ としたとき、図の板ガラスの接している端Oから距離 x_1 の点Pと x_2 の点Qの間に N 本の明線が観測された。 λ はいくらか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。ただし、 N は十分に大きい。また、 θ は十分に小さく、 $\tan \theta \doteq \theta$ とする。

13

- ① $\frac{(x_2 - x_1)\theta}{N}$ ② $\frac{2(x_2 - x_1)\theta}{N}$ ③ $\frac{x_2 - x_1}{N\theta}$ ④ $\frac{2(x_2 - x_1)}{N\theta}$

IV

次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3), D (問 4), E (問 5), F (問 6) に答えなさい。

A 2本の長さ ℓ の絶縁体の糸の端に質量の等しい小球をそれぞれつけた。これらの小球にそれぞれ電気量 q_1 (> 0) を与え、同じ点からつるしたところ、図 1 のようになり、鉛直面内で静止した。これらの小球の電気量をそれぞれ q_2 (> 0) としたところ、図 2 のようになって、鉛直面内で静止した。

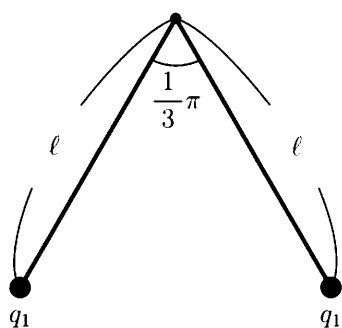


図 1

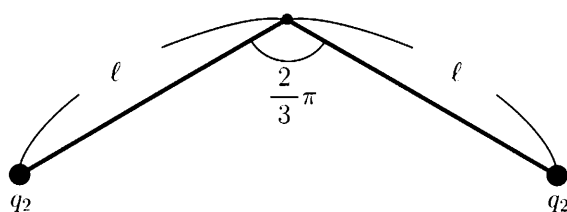


図 2

問 1 $\frac{q_2}{q_1}$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

14

① $\sqrt{2}$

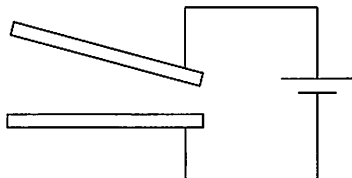
② $\sqrt{3}$

③ 2

④ 3

⑤ 9

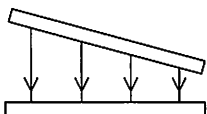
B 次の図のように、ある角をなすように配置した2枚の金属板に電圧を加えたところ、金属板間に電場が生じた。



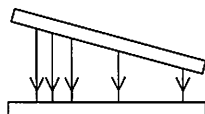
問2 金属板間（端の部分以外）の電気力線の様子を描いた図として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15

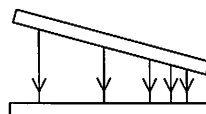
①



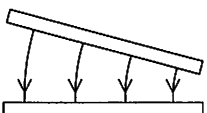
②



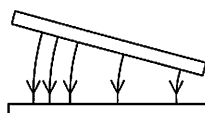
③



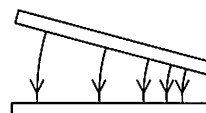
④



⑤



⑥



C 電圧と電流の関係が図1のグラフで示される豆電球 (miniature bulb) Lがある。このLと抵抗値 $30\ \Omega$, $15\ \Omega$ の電気抵抗と起電力 $6.0\ \text{V}$ で内部抵抗の無視できる電池を使って、図2の回路をつくった。

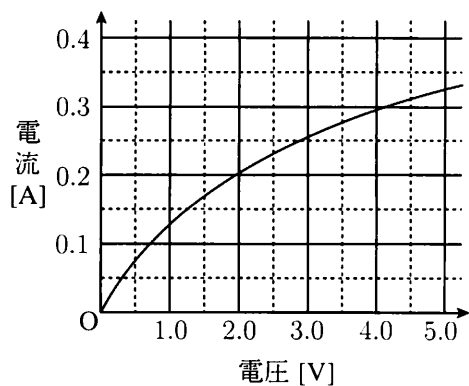


図1

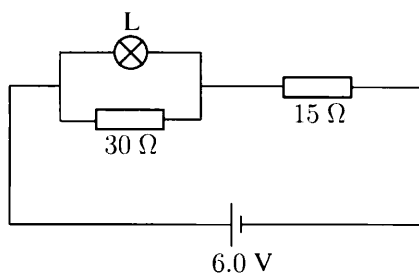


図2

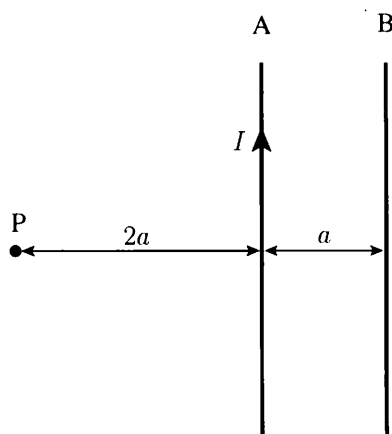
問3 Lに流れる電流は何Aか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

16

 A

- ① 0.13 ② 0.20 ③ 0.26 ④ 0.30

- D** 次の図のように、十分に長い2本の直線導線A、Bが距離 a 離れて平行に置かれている。AとBを含む平面内で、Aから $2a$ 、Bから $3a$ の距離に点Pがある。Aには上向きに大きさ I の電流が流れている。Bに大きさ I_B の電流を流した場合、Pでの磁束密度（magnetic flux density）は、Bに電流を流さない場合と比べて大きさが $\frac{1}{4}$ 倍となり、向きは変わらなかった。



- 問4 Bに流した電流の向き（上向き↑または下向き↓）と大きさ I_B として正しい組み合わせを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

17

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
向き	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓
I_B	$\frac{9}{8}I$	$\frac{9}{8}I$	$\frac{15}{8}I$	$\frac{15}{8}I$	$\frac{27}{16}I$	$\frac{27}{16}I$	$\frac{45}{16}I$	$\frac{45}{16}I$

E 次の図1のような形の針金を用意した。 $AB = BC = CD = a$ である。この針金をPA, DQが水平に一直線になるように支えて、つり下げた。この針金に $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ の向きに電流 I を流した。さらにこの領域全体に、鉛直上向きに磁束密度 (magnetic flux density) の大きさ B の一様な磁場をかけたところ、図2のように回転してつり合った。このときAB, CDが鉛直線となす角は 30° であった。針金のABCDの部分の質量を m 、重力加速度 (acceleration due to gravity) の大きさを g とする。

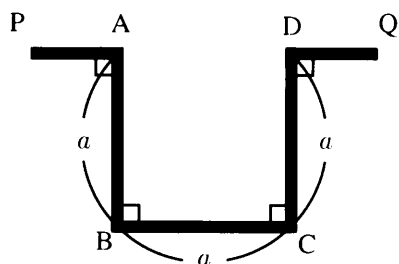


図1

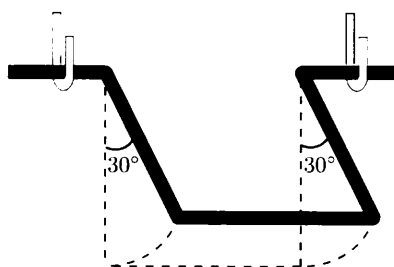


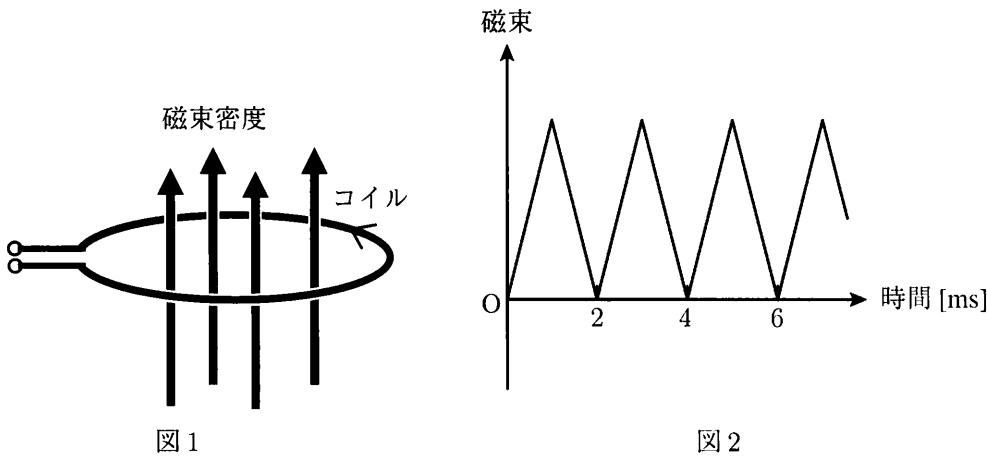
図2

問5 針金を流れる電流 I を m , g , B , a を使って表すとどうなるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

18

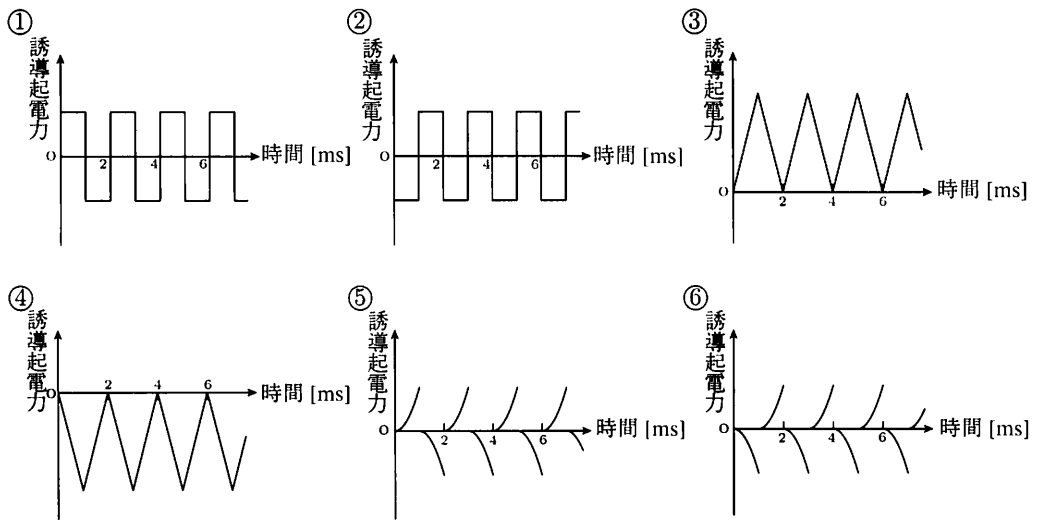
- ① $\frac{2\sqrt{3}}{3} \frac{mg}{Ba}$ ② $\frac{mg}{Ba}$ ③ $\frac{\sqrt{3}}{3} \frac{mg}{Ba}$ ④ $\frac{2\sqrt{3}}{9} \frac{mg}{Ba}$

F 図1に示すように1巻のコイルを磁束 (magnetic flux) が貫いている。図2は、この磁束の時間変化を示したグラフである。ただし、図1で磁束密度 (magnetic flux density) の向きを表した矢印の向きを磁束の正の向きとする。



問6 このコイルに生じる誘導起電力 (induced electromotive force) の時間変化を示したグラフとして正しいものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。ただし、図1のコイル上の矢印の向きを誘導起電力の正の向きとする。

19



物理の問題はこれで終わりです。解答欄の **20** ~ **75** はマークしないでください。
解答用紙の科目欄に「物理」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。