

平成30年度
日本留学試験(第1回)

試験問題

The Examination

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 ～ 39
生物	41 ～ 56

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。

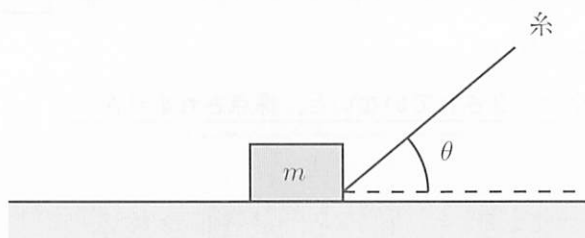
科目が正しくマークされていないと、採点されません。

<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) に答えなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とし、空気の抵抗は無視できるものとする。

A 次の図のように、質量 m の小物体に糸を付け、粗い水平な床の上に置き、糸と水平面とのなす角を θ に保ちながら糸を引いた。最初、小物体は静止していた。糸の張力の大きさを徐々に大きくしていったところ、張力の大きさが T_0 を超えたとき、小物体は床の上を水平に滑り始めた。床と小物体との間の静止摩擦係数を μ とする。



問1 $\frac{T_0}{mg}$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1

① $\frac{\mu}{\sin \theta}$

② $\frac{\mu}{\cos \theta}$

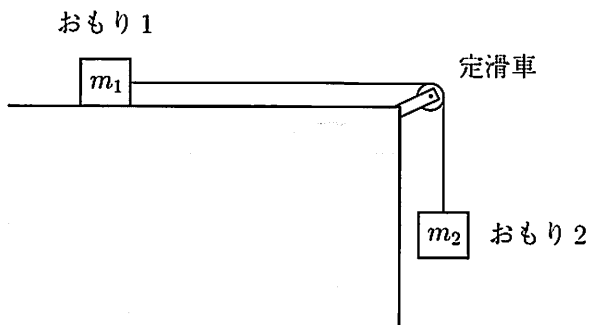
③ $\frac{\mu}{\sin \theta + \mu \cos \theta}$

④ $\frac{\mu}{\sin \theta - \mu \cos \theta}$

⑤ $\frac{\mu}{\cos \theta + \mu \sin \theta}$

⑥ $\frac{\mu}{\cos \theta - \mu \sin \theta}$

- B** 次の図のように、おもり1とおもり2を伸び縮みしない軽い糸でつなぎ、おもり1をなめらかで水平な台の上に置いて手で固定し、質量の無視できるなめらかに回転する定滑車に糸をかけ、おもり2をつるした。手を静かにはなしたところ、おもり1とおもり2は等加速度運動をした。



おもり1の質量 m_1 とおもり2の質量 m_2 が、次の表で与えられる3通りの場合A, B, Cに対してこの実験を行った。

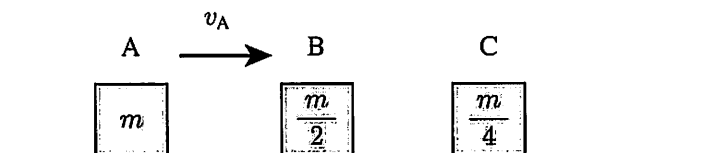
	A	B	C
m_1	5kg	4kg	3kg
m_2	3kg	4kg	5kg

- 問2 おもり1の加速度の大きさ a が最大となる場合はどれか。また、糸の張力の大きさ T が最大となる場合はどれか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2

	①	②	③	④	⑤	⑥
a が最大	A	A	B	B	C	C
T が最大	B	C	A	C	A	B

- C** 次の図のように、なめらかで水平な床の同一直線上に、質量 m の小物体 A、質量 $\frac{m}{2}$ の小物体 B、質量 $\frac{m}{4}$ の小物体 C が置かれている。A がこの直線上を速さ v_A で運動し、静止していた B と弾性衝突をした。その後、B はこの直線上を運動し、静止していた C と弾性衝突をした。この衝突の後、C はこの直線上を速さ v_C で運動した。

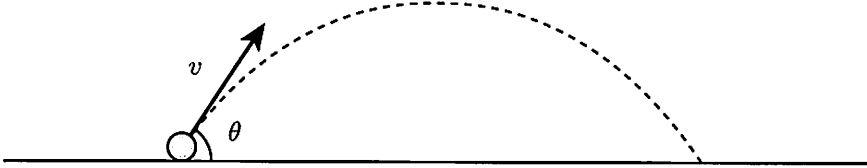


問3 $\frac{v_C}{v_A}$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

3

- | | | | |
|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| ① $\frac{1}{4}$ | ② $\frac{1}{2}$ | ③ $\frac{9}{16}$ | ④ $\frac{3}{4}$ |
| ⑤ $\frac{4}{3}$ | ⑥ $\frac{16}{9}$ | ⑦ 2 | ⑧ 4 |

- D** 次の図のように、質量 m の小物体を水平な床の上から、水平面とのなす角が θ の向きに速さ v で打ち出した。

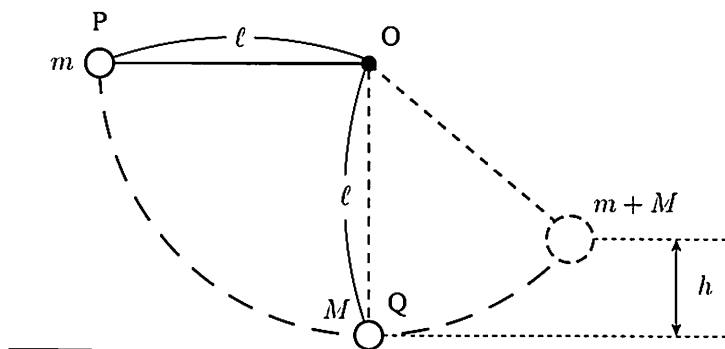


- 問4 小物体が打ち出されてから床に達する直前までに、重力により小物体に与えられた力積の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

4

- | | | | |
|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| ① $mv \sin \theta$ | ② $mv \cos \theta$ | ③ $2mv \sin \theta$ | ④ $2mv \cos \theta$ |
| ⑤ $mv \sin 2\theta$ | ⑥ $mv \cos 2\theta$ | ⑦ $2mv \sin 2\theta$ | ⑧ $2mv \cos 2\theta$ |

E 次の図のように、長さ ℓ の伸び縮みしない軽い糸の一端を点 O に固定し、他端に質量 m の小物体 P を付ける。 O の真下の距離 ℓ の位置に、質量 M の小物体 Q がなめらかな水平面上に置かれている。 P を糸がたるまないように O と同じ高さまで持ち上げてから、 P を静かにはなしたところ、 P は Q と衝突して一体となり、水平面から高さ h の位置まで上がった。



問5 $\frac{h}{\ell}$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5

① $\frac{m}{m+M}$

② $\frac{M}{m+M}$

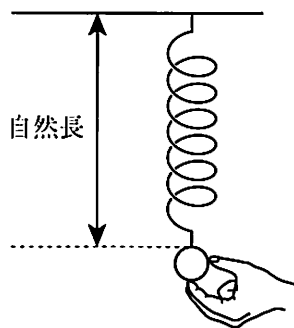
③ $\left(\frac{m}{m+M}\right)^2$

④ $\left(\frac{M}{m+M}\right)^2$

⑤ $1 - \left(\frac{m}{m+M}\right)^2$

⑥ $1 - \left(\frac{M}{m+M}\right)^2$

- F** 次の図のように、質量 m_1 のおもりを軽いばねでつるし、ばねが自然長となる位置でおもりを支え、静かにはなしたところ、おもりは振幅 A_1 、周期 T_1 の単振動をした。同じばねを使い、おもりを質量 m_2 のおもりにかえて、同じ実験を行ったところ、おもりは振幅 A_2 、周期 T_2 の単振動をした。



- 問6 $\frac{A_2}{A_1}$ はどのように表されるか。また、 $\frac{T_2}{T_1}$ はどのように表されるか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

6

	①	②	③	④	⑤	⑥
$\frac{A_2}{A_1}$	$\frac{m_2}{m_1}$	$\frac{m_2}{m_1}$	$\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$	$\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$	1	1
$\frac{T_2}{T_1}$	$\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$	$\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$	$\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$	$\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$	$\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$	$\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$

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

A 比熱が c の金属 500 g を 55°C に加熱した後、 20°C の容器に入った 20°C の水 500 g の中に入れた。じゅうぶん時間がたった後、金属、容器、水の温度がすべて 25°C になった。熱は金属、容器、水の間だけで移動するものとし、容器の熱容量を 300 J/K 、水の比熱を $4.2\text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とする。

問 1 c は何 $\text{J/(g}\cdot\text{K)}$ か。最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

7 $\text{J/(g}\cdot\text{K)}$

① 0.50

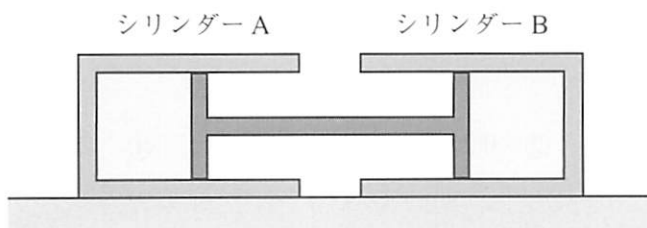
② 0.60

③ 0.70

④ 0.80

⑤ 0.90

- B** 2つの同じシリンダー A と B の中に、断面積が等しくなめらかに動く 2つのピストンを使って、等しい量の理想気体をそれぞれ閉じ込めた。次の図のように、A と B を向かい合わせにして水平な床の上に固定し 2つのピストンを棒でつないだ。このとき、A、B 内の気体はともに圧力 p_0 、体積 V_0 、絶対温度 T_0 であった。次に、A 内の気体の絶対温度を T_0 に保ったまま、B 内の気体の絶対温度を T_1 に変化させたところ、B 内の気体の圧力は p_1 になった。



- 問2 $\frac{T_1}{T_0}$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

8

- ① $\frac{p_1}{p_0}$ ② $\frac{p_0}{p_1}$ ③ $\frac{2p_1}{p_0} - 1$ ④ $\frac{2p_0}{p_1} - 1$
- ⑤ $2 - \frac{p_1}{p_0}$ ⑥ $2 - \frac{p_0}{p_1}$

- C** 温度の等しい水素分子 (H_2) の気体と酸素分子 (O_2) の気体がある。これらの気体において、水素分子の2乗平均速度を $\sqrt{v_{\text{H}_2}^2}$ ，酸素分子の2乗平均速度を $\sqrt{v_{\text{O}_2}^2}$ とする。2乗平均速度とは、分子の速さの2乗平均の平方根である。これらの気体は理想気体とみなすことができ、水素分子の分子量を2.0，酸素分子の分子量を32とする。

問3 $\frac{\sqrt{v_{\text{H}_2}^2}}{\sqrt{v_{\text{O}_2}^2}}$ はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

9

- ① 0.063 ② 0.25 ③ 1.0 ④ 4.0 ⑤ 16

Ⅲ

次の問い A (問 1)、B (問 2)、C (問 3) に答えなさい。

- A** x 軸上を進む正弦波がある。図 1 は、この波の時刻 $t = 0$ s の時の媒質の変位 y と位置座標 x との関係を示したグラフである。図 2 は、 $x = 0$ m の位置における y と t との関係を示したグラフである。

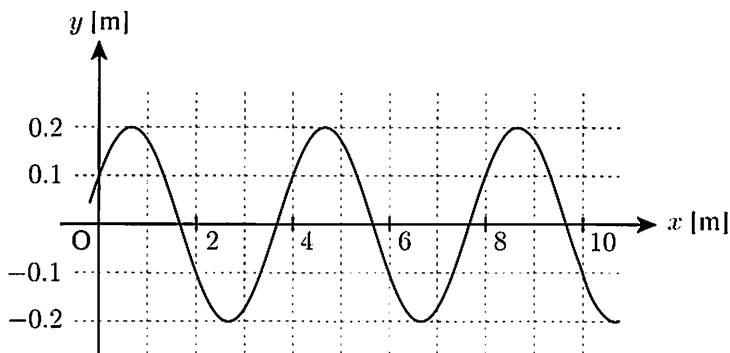


図 1

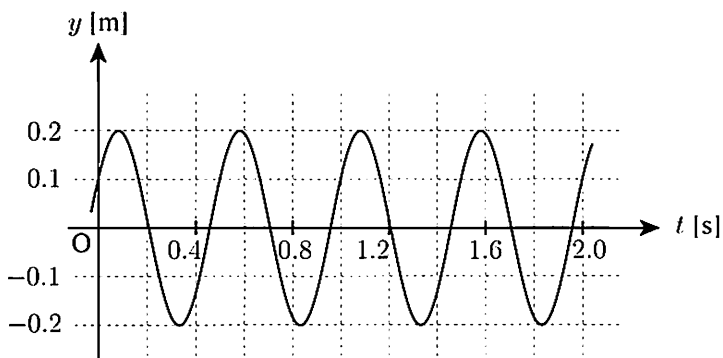


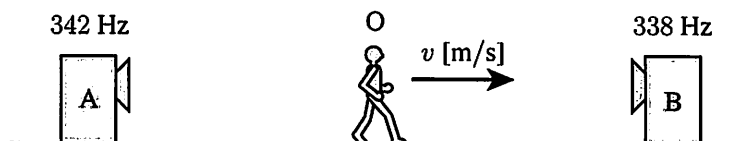
図 2

- 問 1** この波の進む速さは何 m/s か。また、この波の進む向きは x 軸の正の向きか負の向きか。最も適当な組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

10

	①	②	③	④	⑤	⑥
速さ [m/s]	2	2	4	4	8	8
向き	正の向き	負の向き	正の向き	負の向き	正の向き	負の向き

- B** 次の図のように、観測者 O と 2 つの固定された音源 A, B が一直線上に並んでいる。音源 A は振動数 342 Hz の音を出し、音源 B は振動数 338 Hz の音を出している。観測者 O が静止しているときうなりが観測された。観測者 O が A から B の向きに速さ v [m/s] で移動したところ、うなりは観測されなかった。音速を 340 m/s とする。



問2 v は何 m/s か。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。 11 m/s

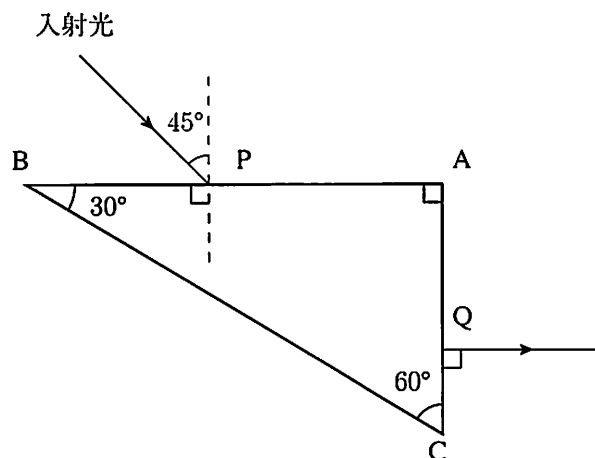
① 1

② 2

③ 3

④ 4

- C** 直角三角柱のプリズム ABC（鋭角が 30° と 60° ）がある。次の図のように、AB 面上の点 P に入射角 45° で単色光を入射させたところ、BC 面で全反射して AC 面上の点 Q から AC 面に垂直に出てきた。空気の屈折率を 1 とする。



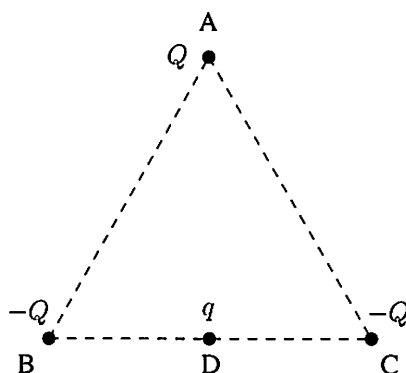
- 問3 プリズムの屈折率はいくらか。正しい値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

12

- ① $\frac{\sqrt{6}}{2}$ ② $\sqrt{2}$ ③ $\sqrt{3}$ ④ $\sqrt{6}$

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 次の図のように、正三角形ABCの頂点Aに電気量 Q (> 0) の点電荷を、頂点Bに電気量 $-Q$ の点電荷を、頂点Cに電気量 $-Q$ の点電荷をそれぞれ固定した。線分BCの中点Dに電気量 q の点電荷を固定したところ、頂点Aに固定した点電荷が受ける静電気力の大きさが0になった。

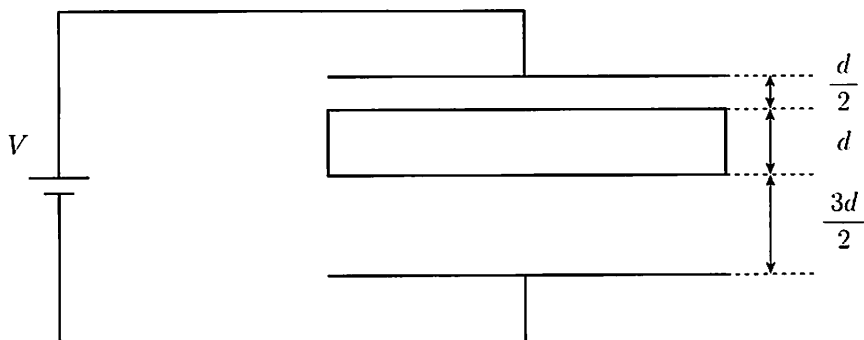


問 1 $\frac{q}{Q}$ はいくらか。正しい値を、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

13

- | | | | |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|--------------|
| ① $3\sqrt{3}$ | ② $2\sqrt{3}$ | ③ $\frac{4\sqrt{3}}{3}$ | ④ $\sqrt{3}$ |
| ⑤ $\frac{3\sqrt{3}}{4}$ | ⑥ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | ⑦ $\frac{\sqrt{3}}{3}$ | |

B 次の図のように、極板の間隔が $3d$ の平行板コンデンサーの中に、極板と同じ面積で厚さ d の導体板が極板と平行に入っている。導体板は帯電していない。下の極板と導体板の下面との距離は $\frac{3d}{2}$ である。起電力 V (> 0) の電池の正極を上極板に、負極を下極板につないだ。導体板と上の極板の間の電位差を V_1 (> 0)、導体板と下の極板の間の電位差を V_2 (> 0) とする。

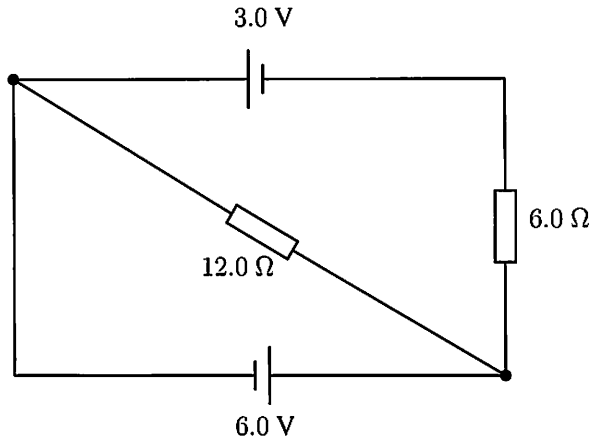


問2 $V_1 - V_2$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

14

- ① $-\frac{V}{2}$ ② $-\frac{V}{3}$ ③ $-\frac{V}{4}$ ④ $\frac{V}{4}$ ⑤ $\frac{V}{3}$ ⑥ $\frac{V}{2}$

- C 次の図のように，起電力 3.0 V ， 6.0 V の2つの電池と，抵抗値 $6.0\ \Omega$ ， $12.0\ \Omega$ の2つの抵抗を接続した。電池の内部抵抗は無視できるものとする。



- 問3 起電力 6.0 V の電池が供給する電力は何 W か。最も適当な値を，次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

15 W

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 3.0 | ② 4.5 | ③ 6.0 | ④ 9.0 |
| ⑤ 12 | ⑥ 15 | ⑦ 17 | |

D 次の図のように、紙面に垂直な2本のじゅうぶんに長い直線導線が、それぞれ紙面内の点A、Bを通っている。2本の導線には紙面の裏から表の向きに大きさの等しい電流が流れている。

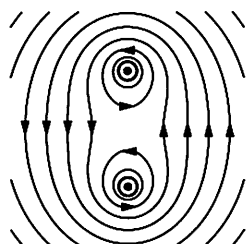
⊙ A

⊙ B

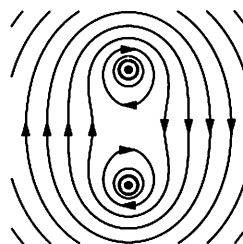
問4 これらの電流のつくる磁場の磁力線を表す図として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

16

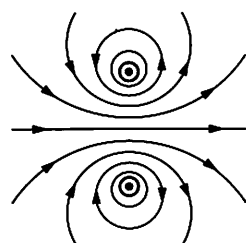
①



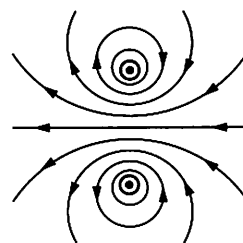
②



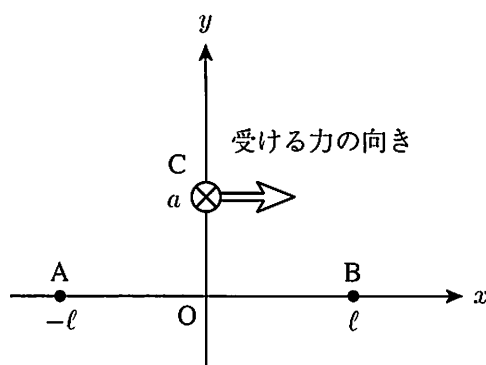
③



④



- E** 次の図のように、じゅうぶんに長い3本の直線導線が紙面内の xy 平面上の点 $A(-\ell, 0)$, 点 $B(\ell, 0)$, 点 $C(0, a)$ を紙面に垂直に通っている ($a, \ell > 0$)。3本の導線に大きさの等しい電流を流した。Cを通る導線を流れる電流の向きは紙面の表から裏の向きであった。このとき、Cを通る導線が受ける力の向きは x 軸の正の向きであった。



- 問5 Aを通る導線に流した電流の向きはどうか。また、Bを通る導線に流した電流の向きはどうか。正しい組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

17

	Aを通る導線に流した電流の向き	Bを通る導線に流した電流の向き
①	紙面の表から裏の向き	紙面の表から裏の向き
②	紙面の表から裏の向き	紙面の裏から表の向き
③	紙面の裏から表の向き	紙面の表から裏の向き
④	紙面の裏から表の向き	紙面の裏から表の向き

F 図1に示すように、一様な磁場中に、断面積 $3.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ 、巻き数400のコイルを、コイルの断面が磁場に垂直になるように置いた。磁場の向きは図1中の矢印の向きである。端子Pと端子Qの間に抵抗をつなぎ、この磁場の磁束密度の大きさ $B \text{ [T]}$ を時間 $t \text{ [s]}$ とともに図2のように変化させている間の、PとQの間の電位差を測定した。

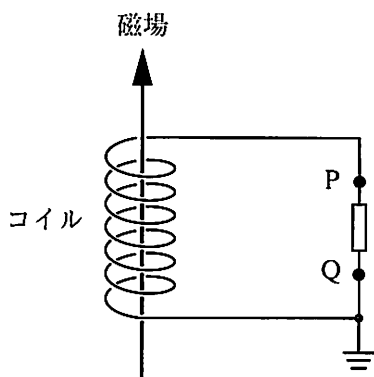


図1

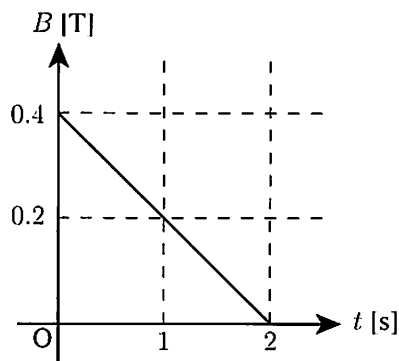


図2

問6 PとQの電位の関係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。

18

- | | |
|---|---|
| ① PがQより $1.2 \times 10^{-2} \text{ V}$ 高い | ② QがPより $1.2 \times 10^{-2} \text{ V}$ 高い |
| ③ PがQより $2.4 \times 10^{-2} \text{ V}$ 高い | ④ QがPより $2.4 \times 10^{-2} \text{ V}$ 高い |
| ⑤ PがQより $4.8 \times 10^{-2} \text{ V}$ 高い | ⑥ QがPより $4.8 \times 10^{-2} \text{ V}$ 高い |

V 次の問い A (問 1) に答えなさい。

A 光は波であると同時に粒子のようにふるまい、光子と呼ばれる。光子は \boxed{a} と \boxed{b} をもつ。光速 c とプランク定数 h を用いると、波長 λ の光の光子 1 個の \boxed{a} は \boxed{c} と表され、その \boxed{b} は \boxed{d} と表される。電子とその反粒子である陽電子が静止したまま対消滅するときに、光子が発生する。このとき、光子が 1 個では \boxed{a} の保存則を満たすことができないので、光子は 2 個以上発生する。

問 1 上の文章で、 \boxed{a} と \boxed{b} に入る語句は何か。また、 \boxed{c} と \boxed{d} に入る式はどうか。正しい組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

19

	①	②	③	④
a	運動量	運動量	エネルギー	エネルギー
b	エネルギー	エネルギー	運動量	運動量
c	$\frac{hc}{\lambda}$	$\frac{h}{\lambda}$	$\frac{hc}{\lambda}$	$\frac{h}{\lambda}$
d	$\frac{h}{\lambda}$	$\frac{hc}{\lambda}$	$\frac{h}{\lambda}$	$\frac{hc}{\lambda}$

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。