

平成21年度  
日本留学試験(第1回)  
**試 験 問 題**

平成21年度（2009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 ～ 19
化学	21 ～ 28
生物	29 ～ 40

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。

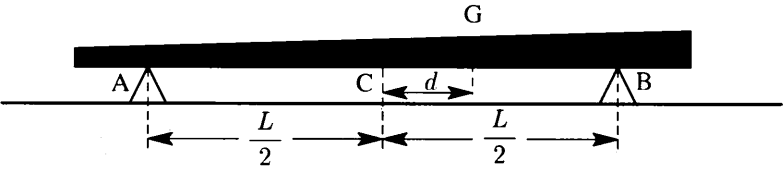
「物理」を解答する場合は、右のように、解答用紙の左上にある「解答科目」の「物理」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。科目が正しくマークされていないと、採点されません。

<解答用紙記入例>

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

- I** 2～8ページの問い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** 次の図のように、質量  $M$  の一様でない棒を2つの支点 A、B で水平に支えている。  
支点 AB 間の距離は  $L$  で、支点間の中点 C と棒の重心 (center of mass) G との距離は  $d$  である。



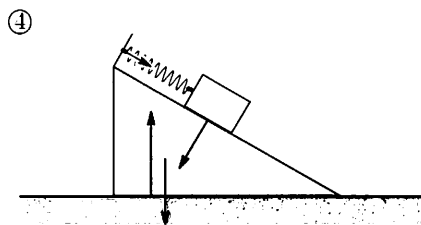
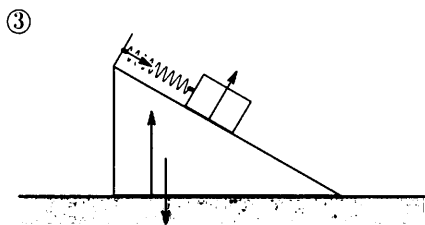
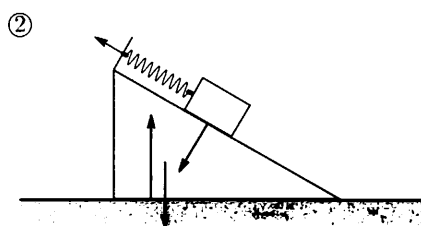
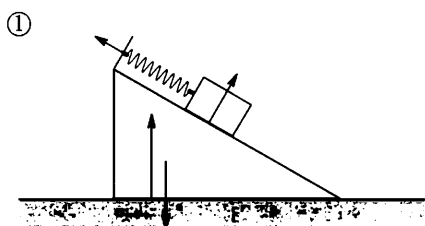
問1 支点 A、B で棒を支えている力の大きさ  $N_A$ 、 $N_B$  はそれぞれいくらか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**1**

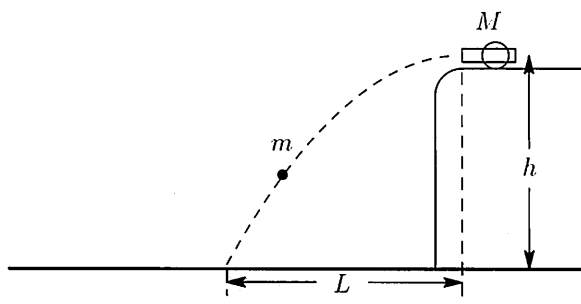
	$N_A$	$N_B$
①	$\left(\frac{1}{2} + \frac{d}{2L}\right) Mg$	$\left(\frac{1}{2} - \frac{d}{2L}\right) Mg$
②	$\left(\frac{1}{2} - \frac{d}{2L}\right) Mg$	$\left(\frac{1}{2} + \frac{d}{2L}\right) Mg$
③	$\left(\frac{1}{2} + \frac{d}{L}\right) Mg$	$\left(\frac{1}{2} - \frac{d}{L}\right) Mg$
④	$\left(\frac{1}{2} - \frac{d}{L}\right) Mg$	$\left(\frac{1}{2} + \frac{d}{L}\right) Mg$
⑤	$\left(\frac{1}{2} + \frac{2d}{L}\right) Mg$	$\left(\frac{1}{2} - \frac{2d}{L}\right) Mg$
⑥	$\left(\frac{1}{2} - \frac{2d}{L}\right) Mg$	$\left(\frac{1}{2} + \frac{2d}{L}\right) Mg$

**B** 上端に軽いばねが固定してある三角台を水平面上に置き、動かないように手で止めた。また、ばねの他端に小物体を取りつけて台の斜面上に置き、ばねが自然長になる位置で手で支えた。その後、台と小物体から同時に手を離すと、台と小物体は動きはじめた。水平面と台、台と小物体の間の摩擦は無視できるものとする。

問2 動いている間で、ばねが自然長より長いときに三角台にはたらく力を矢印で表すとどうなるか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。 2



- C** 次の図のように、地上から高さ  $h$  の場所に投射台がある。この投射台から質量  $m$  の小球を水平に打ち出した。投射台（質量  $M$ ）は反動により、速さ  $V$  で後退しはじめた。



- 問3 小球が水平方向に飛んだ距離  $L$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3

- |                                     |                                    |                                     |
|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| ① $\frac{M}{m}V\sqrt{\frac{h}{2g}}$ | ② $\frac{M}{m}V\sqrt{\frac{h}{g}}$ | ③ $\frac{M}{m}V\sqrt{\frac{2h}{g}}$ |
| ④ $\frac{m}{M}V\sqrt{\frac{h}{2g}}$ | ⑤ $\frac{m}{M}V\sqrt{\frac{h}{g}}$ | ⑥ $\frac{m}{M}V\sqrt{\frac{2h}{g}}$ |

**D** 図1のように、水平でなめらかな床の上に台が置いてある。この台には鉛直に（vertically）立てた縦棒があり、その上端に水平な横棒がついている。この横棒に糸の一端を固定して、他端に質量  $m$  のおもりをつけた振り子が下げてある。糸の長さを  $\ell$  として、台と縦棒と横棒の質量の和を  $M$  とする。糸の質量は無視できるものとする。

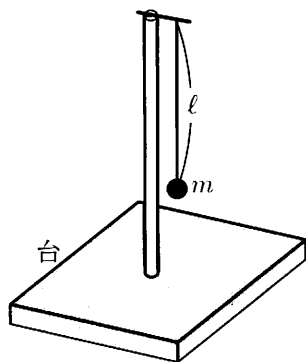


図1

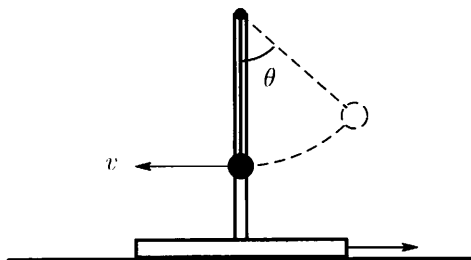


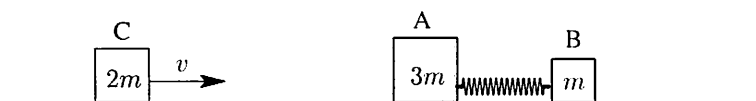
図2

問4 図2のように、横棒に垂直な面内でおもりを持ち上げて、振り子を鉛直から  $\theta$  の角度に傾け、台と振り子を支えて静止させた。台とおもりから同時に手を離すと、おもりは落下し、台は右へ動き出した。おもりが鉛直に立てた棒を通過するときの速さ  $v$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

- ①  $\sqrt{2g\ell \cos \theta}$       ②  $\sqrt{\frac{2mg\ell \cos \theta}{M+m}}$       ③  $\sqrt{\frac{2Mg\ell \cos \theta}{M+m}}$
- ④  $\sqrt{2g\ell (1 - \cos \theta)}$       ⑤  $\sqrt{\frac{2mg\ell (1 - \cos \theta)}{M+m}}$       ⑥  $\sqrt{\frac{2Mg\ell (1 - \cos \theta)}{M+m}}$

**E** 次の図のように、質量  $3m$  の小物体 A と質量  $m$  の小物体 B が軽いばねでつながれ、水平でなめらかな床の上に静止している。A の左側から質量  $2m$  の小物体 C が速さ  $v$  で、A に弾性衝突 (elastic collision) した。



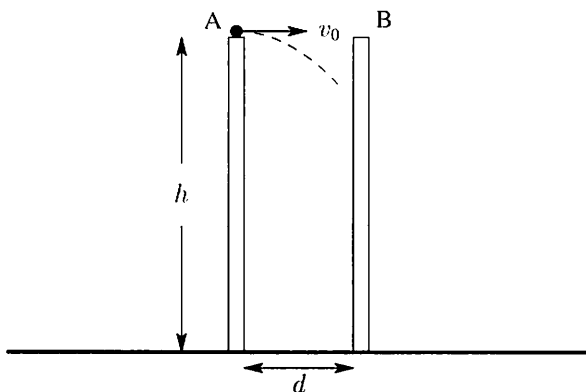
問5 衝突後、ばねの長さがもっとも縮んだときの B の速さはいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**5**

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



**F** 次の図のように、高さ  $h$  の鉛直 (vertical) な壁 A と B が、水平な地面に間隔  $d$  で向かい合って立てられている。小球を、A の上端から B に向かって壁に垂直な方向、初速  $v_0$  で投げ出した。壁の表面はなめらかであり、小球と壁との衝突は弾性衝突 (elastic collision) である。



問6 小球が地面に落下するまでの間に、壁に3回衝突するために必要な  $v_0$  の条件はどうなるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

**6**

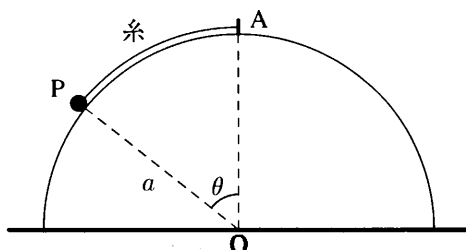
①  $2d\sqrt{\frac{g}{2h}} < v_0 < 3d\sqrt{\frac{g}{2h}}$

②  $3d\sqrt{\frac{g}{2h}} < v_0 < 4d\sqrt{\frac{g}{2h}}$

③  $4d\sqrt{\frac{g}{2h}} < v_0 < 5d\sqrt{\frac{g}{2h}}$

④  $5d\sqrt{\frac{g}{2h}} < v_0 < 6d\sqrt{\frac{g}{2h}}$

- G** 次の図のように、半径  $a$  の半球 (hemisphere) が水平な床の上に固定されている。半球の底面の中心を  $O$  とする。長さ  $a\theta$  ( $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ ) の糸の一端を半球の頂点  $A$  に取り付け、他端には質量  $m$  の小球  $P$  を取付けた。糸と小球は  $A$  を支点にして、 $\angle AOP = \theta$  を保って、半球面上をなめらかに回転することができる。



- 問7 上の図の状態から、紙面に垂直に初速  $v$  を小球  $P$  に与えて半球面上を回転させる。小球  $P$  が半球面に接触したまま回転するためには初速  $v$  はある値  $v_{\text{最大}}$  を超えてはいけない。 $v_{\text{最大}}$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 7

①  $\sqrt{ag \sin \theta}$

②  $\sqrt{ag \cos \theta}$

③  $\sqrt{ag \tan \theta}$

④  $\sqrt{\frac{ag}{\sin \theta}}$

⑤  $\sqrt{\frac{ag}{\cos \theta}}$

⑥  $\sqrt{\frac{ag}{\tan \theta}}$

Ⅱ 次の問い A (問 1), B (問 2, 3) に答えなさい。

A 20℃, 150 g の水が発泡スチロール (polystyrene foam) の容器に入っている。これに温度が 0℃ の氷 30 g を入れてゆっくりかき混ぜたところ, 氷が完全に溶けた。外部との熱のやりとりはないものとし, 水の比熱 (specific heat) を  $4.2 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ , 氷の融解熱 (heat of fusion) を  $3.3 \times 10^2 \text{ J/g}$  とする。

問 1 このときの水の温度はいくらか。最も適当な値を, 次の①～④の中から一つ選びなさい。

8℃

① 3.1

② 3.6

③ 4.3

④ 5.4

**B** 図1のように、断面積  $S$ 、長さ  $2L$  の容器の中央に左右に自由に動くことができる断熱壁があり、左右にそれぞれ  $1 \text{ mol}$  の同じ単原子分子理想気体 (monatomic ideal gas) が入っている。容器の左側を気体 A、右側を気体 B とする。最初どちらの気体も圧力は  $p_0$ 、絶対温度 (absolute temperature) は  $T_0$  であった。A、B には温度調節装置 C、D がついている。

いま、C から気体 A にゆっくり熱を加えて温度を  $T$  に上げ、D により気体 B の温度は  $T_0$  に保ったところ、断熱壁はゆっくり右に動いて左から  $\frac{5}{4}L$ 、右から  $\frac{3}{4}L$  の位置で静止した (図2)。

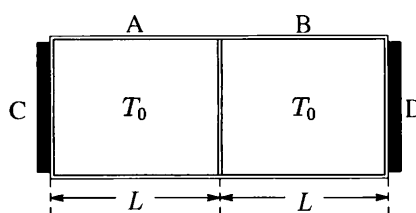


図1

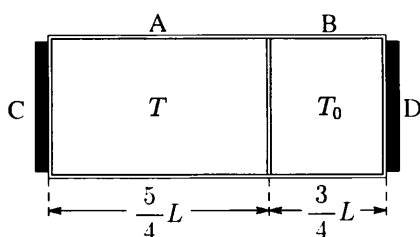


図2

問2 A の温度  $T$  を  $T_0$  で表すとどうなるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

9

- ①  $\frac{5}{4}T_0$       ②  $\frac{4}{3}T_0$       ③  $\frac{3}{2}T_0$       ④  $\frac{5}{3}T_0$       ⑤  $\frac{5}{2}T_0$

問3 この過程で D が気体 B から吸収した熱量を  $Q_B$  とすると、C が気体 A に加えた熱量はいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、気体定数 (gas constant) を  $R$  とする。

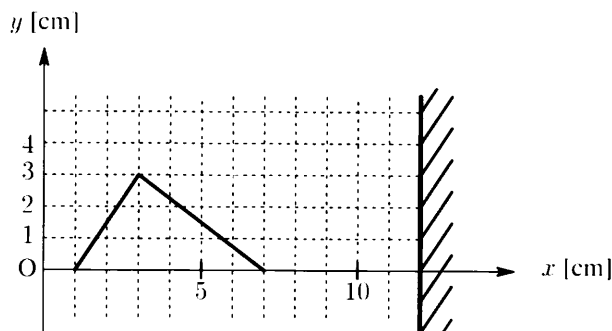
10

- ①  $R(T - T_0) - Q_B$       ②  $\frac{3}{2}R(T - T_0) - Q_B$       ③  $\frac{5}{2}R(T - T_0) - Q_B$   
 ④  $R(T - T_0) + Q_B$       ⑤  $\frac{3}{2}R(T - T_0) + Q_B$       ⑥  $\frac{5}{2}R(T - T_0) + Q_B$

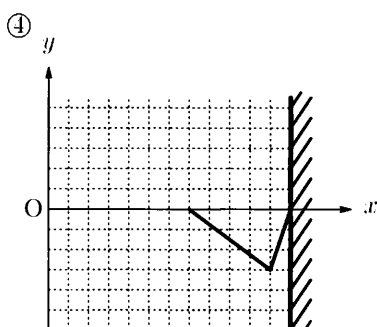
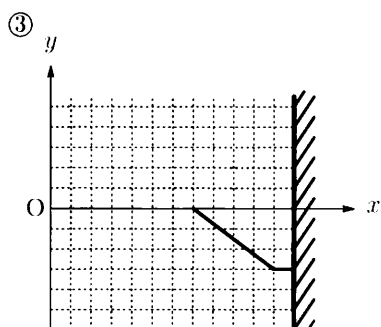
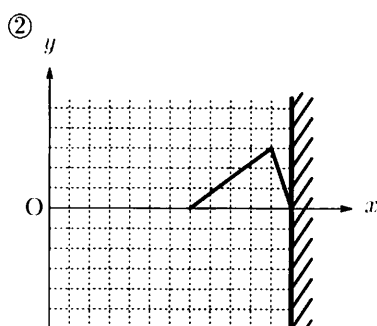
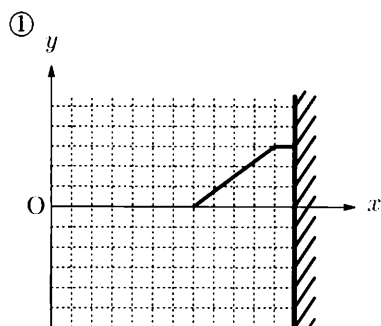
## III

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

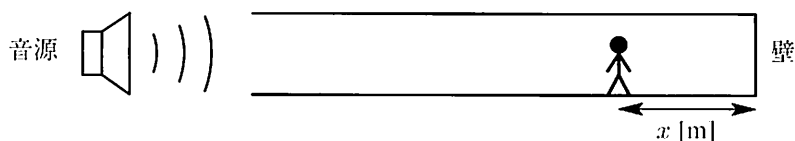
- A** 次の図のように、 $x$  軸上を正の向きに、速さ  $1.0 \text{ cm/s}$  で進むパルス波 (pulse) がある。 $x = 12 \text{ cm}$  の位置に反射板が置かれていて、パルス波は反射板を固定端として反射する。パルス波の先端が反射板に達した時刻を  $t = 0 \text{ s}$  とする。



- 問 1 時刻  $t = 5.0 \text{ s}$  のとき、反射板より左側に現れている波 (合成波 (associated wave)) のようすはどうなるか。正しく表した図を、次の①～④の中から一つ選びなさい。 **11**



- B** 水平でまっすぐなトンネルの一方の入り口をふさぎ、壁にした。もう一方の入り口に音源 (sound source) を置き、85 Hz の音波をトンネル内に送ったところ、共鳴が起きた。この状態で空気の密度の変化を測定したところ、ほとんど変化しない位置が3か所あった。



- 問2 これらの位置の、壁からの距離を  $x$  [m] とする。最も適当な値  $x$  の組を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、音速を 340 m/s とする。

12

- |                        |                       |
|------------------------|-----------------------|
| ① 0.50 m, 1.5 m, 2.5 m | ② 1.0 m, 2.0 m, 3.0 m |
| ③ 1.0 m, 3.0 m, 5.0 m  | ④ 2.0 m, 4.0 m, 6.0 m |
| ⑤ 2.0 m, 6.0 m, 10 m   | ⑥ 4.0 m, 8.0 m, 12 m  |

C 次の A 群には色の現象を 3 つ，B 群には光の性質を 4 つ挙げた。

## A 群

ア 虹 (rainbow) の色	イ シャボン玉 (soap bubble) の色
ウ 夕焼け (evening glow) の色	

## B 群

a 干渉 (interference)	b 回折 (diffraction)
c 分散 (dispersion)	d 散乱 (scattering)

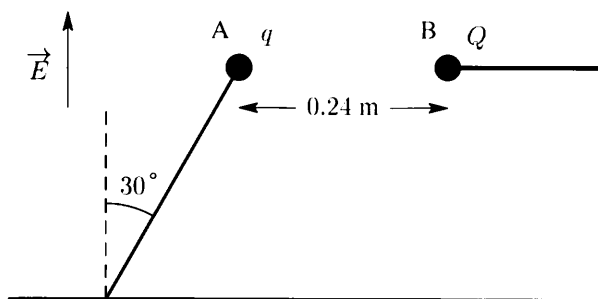
問3 A 群のそれぞれの現象は，B 群のどの性質によって起こるか。最も適当な組み合わせを，次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

13

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	c	c	c	c	d	d	d	d
イ	a	a	c	c	a	a	c	c
ウ	b	d	b	d	b	d	b	d

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、水平な床に一端を固定した絶縁体 (insulator) の糸に小球 A をつけ、ある電荷  $q$  ( $> 0$ ) に帯電させた。図で鉛直上向き (vertically upward) に一様な電場  $\vec{E}$  をかけ、電荷  $Q = -3.2 \times 10^{-7} \text{ C}$  に帯電させた小球 B を絶縁体の棒に固定して右から近づけたところ、A は糸が張った状態で  $\vec{E}$  に対して  $30^\circ$  傾いて静止した。このとき、B は A と同じ高さで距離  $0.24 \text{ m}$  の位置にあった。重力の影響は無視できるものとする。クーロンの法則 (Coulomb's law) の比例定数  $k = 9.0 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$  とする。必要なら、 $\sqrt{3} \approx 1.73$  を使いなさい。



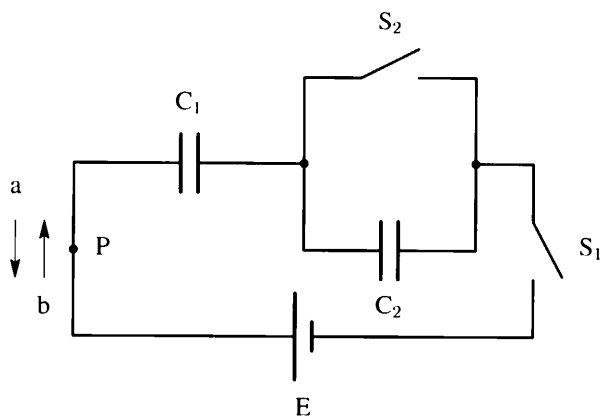
問 1  $\vec{E}$  の大きさはいくらか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

14 V/m

- |       |                     |                     |
|-------|---------------------|---------------------|
| ① 2.9 | ② $2.9 \times 10^2$ | ③ $2.9 \times 10^4$ |
| ④ 8.7 | ⑤ $8.7 \times 10^2$ | ⑥ $8.7 \times 10^4$ |



**B** 次の図のように、電気容量 (electric capacity) が  $2.0 \mu\text{F}$  のコンデンサー (capacitor)  $C_1$ 、 $6.0 \mu\text{F}$  の  $C_2$ 、スイッチ  $S_1$ 、 $S_2$ 、起電力 (electromotive force)  $4.0 \text{ V}$  の内部抵抗が無視できる電池  $E$  を接続した。はじめ、 $S_1$ 、 $S_2$  は開いており、 $C_1$ 、 $C_2$  には電荷が蓄えられていなかった。 $S_1$  を閉じた後、しばらくして  $S_2$  を閉じた。

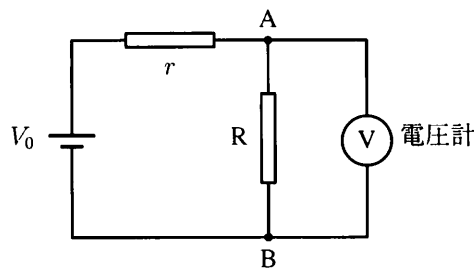


問2  $S_2$  を閉じたとき、導線中の点  $P$  を流れる電流の向きは、図で示した  $a$ 、 $b$  のうち、どちらか。また流れた電気量は何  $\mu\text{C}$  か。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15

	向き	電気量 ( $\mu\text{C}$ )
①	a	2.0
②	a	18
③	a	24
④	b	2.0
⑤	b	18
⑥	b	24

**C** 抵抗と電圧計を用いて、ある電池の起電力 (electromotive force)  $V_0$  と内部抵抗  $r$  を測定することにした。次の図のような回路で、抵抗  $R$  を取り替えて、AB 間の電圧を測定したところ、 $R$  の抵抗値と電圧との関係は下の表のようになった。



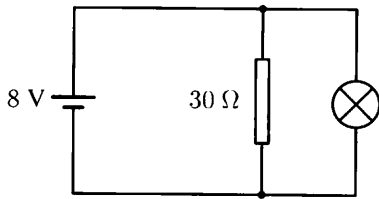
	1 回目	2 回目	3 回目
$R$ の抵抗値 ( $\Omega$ )	1.00	2.00	4.00
AB 間の電圧 (V)	3.27	3.43	3.51

問3 上の表から、 $V_0$  と  $r$  を求めるとどうなるか。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。

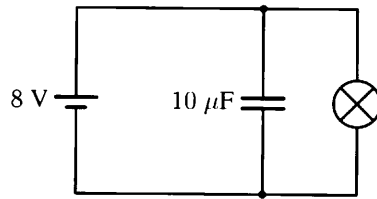
**16**

	①	②	③	④
$V_0$ [V]	3.6	3.6	3.9	3.9
$r$ [ $\Omega$ ]	0.10	0.20	0.10	0.20

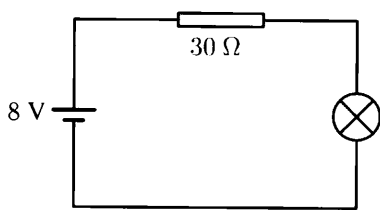
**D** 次の図のように、電池、抵抗、コンデンサー (capacitor)、電球をつないで4種類の回路a~dを作って、電球の明るさを比べた。ここで、電池の内部抵抗は $1.0\ \Omega$ 、電球の抵抗は $30\ \Omega$ で一定であるとする。



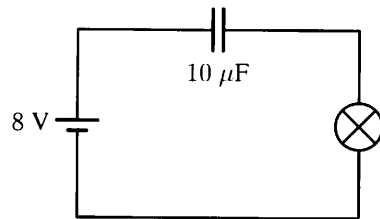
a



b



c



d

問4 じゅうぶんに時間が経過した後、回路a~dを電球の明るい順に並べたらどうなるか。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 a → b → c → d
- ② a → b → d → c
- ③ b → a → c → d
- ④ b → a → d → c
- ⑤ c → d → a → b
- ⑥ c → d → b → a
- ⑦ d → c → a → b
- ⑧ d → c → b → a

**E** ダイオード (diode) は図 1 が示すように、加える電圧と流れる電流が比例しない素子である。図 2 の回路で、図 1 の特性をもつダイオードに  $5.0 \text{ mA}$  の電流を流したい。抵抗はダイオードに流れる電流を  $5.0 \text{ mA}$  に調節するためのものであり、その抵抗値はグラフを用いて求めることができる。電池の内部抵抗は無視できるものとする。

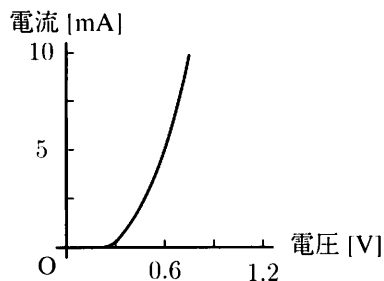


図 1

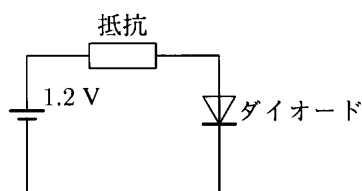
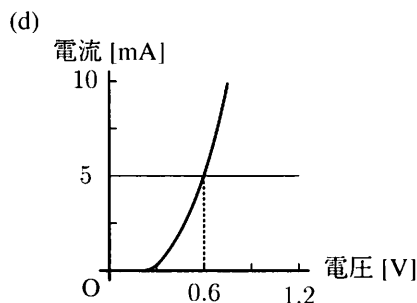
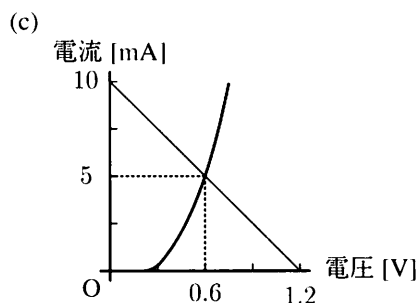
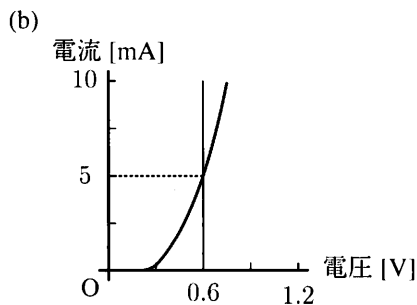
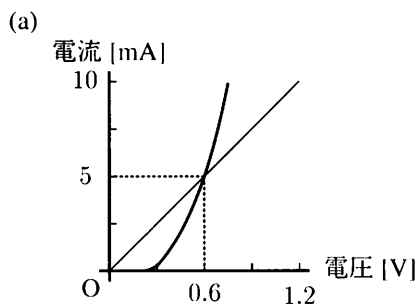


図 2

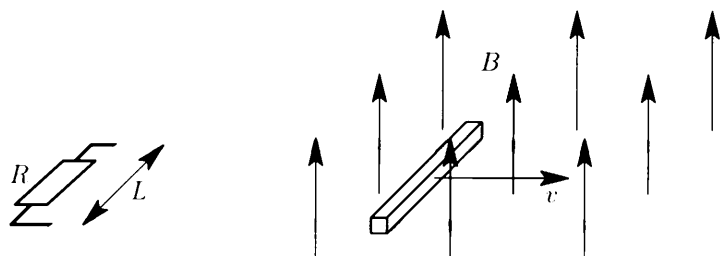
問 5 次に示す 4 種類のグラフ (a)～(d) のうち、その抵抗値を決めるために必要なものはどれか。またその抵抗値はいくらか。最も適当な組み合わせを、次の①～⑧の中から一つ選ばない。

18



- |   |                   |   |                   |   |                   |   |                   |
|---|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|
| ① | (a), $120 \Omega$ | ② | (a), $240 \Omega$ | ③ | (b), $120 \Omega$ | ④ | (b), $240 \Omega$ |
| ⑤ | (c), $120 \Omega$ | ⑥ | (c), $240 \Omega$ | ⑦ | (d), $120 \Omega$ | ⑧ | (d), $240 \Omega$ |

**F** 次の図のように、鉛直上向き（vertically upward）の磁束密度（magnetic flux density） $B$  のような磁場の中に、間隔が  $L$  の平行な 2 本の導体レールが水平に置かれている。質量  $M$  の真つすぐな導体棒（conducting rod）をレールに直角にのせる。レールの端に抵抗値  $R$  の抵抗が接続されている。導体棒に力を加え続けたところ、導体棒は一定の速さ  $v$  で図の右の方向に動き続けた。レールと導体棒の電気抵抗は無視できるものとし、またレールと導体棒との間の摩擦は無視できるものとする。



問6 導体棒に加えている力の仕事率（power）はいくらか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。ただし、仕事率は単位時間あたりの仕事のことである。

19

①  $\frac{BL}{R}v$

②  $\frac{2BL}{R}v$

③  $\frac{B^2L^2}{R}v^2$

④  $\frac{2B^2L^2}{R}v^2$

物理の問題はこれで終わりです。解答欄の **20** ～ **75** は空欄にしてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。