

平成20年度
日本留学試験(第2回)

試験問題

平成20年度（2008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 ～ 42

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。

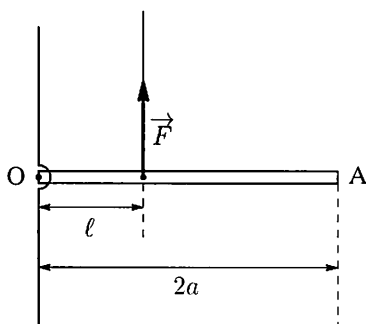
「物理」を解答する場合は、右のように、解答用紙の左上にある「解答科目」の「物理」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。科目が正しくマークされていないと、採点されません。

＜解答用紙記入例＞

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

- I** 2～7ページの問い A（問1）、B（問2）、C（問3）、D（問4）、E（問5、6）、F（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、長さ $2a$ で質量 M の一様な棒 OA が、一端 O を支点 (fulcrum) に鉛直 (vertical) 面内で回転できるようになっている。 O から ℓ ($\ell < a$ とする) の位置にひもを取り付け、力 \vec{F} で鉛直上向き (vertically upward) に引っ張り、棒を水平に保つようにした。



- 問1 このとき、 \vec{F} の大きさ、および O にはたらく力 \vec{f} の大きさを正しく表している組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

1

	\vec{F} の大きさ	\vec{f} の大きさ
①	$\frac{\ell}{a}Mg$	$\frac{a-\ell}{\ell}Mg$
②	$\frac{\ell}{a}Mg$	$\frac{a-\ell}{a}Mg$
③	$\frac{a}{\ell}Mg$	$\frac{a-\ell}{\ell}Mg$
④	$\frac{a}{\ell}Mg$	$\frac{a-\ell}{a}Mg$

B ばね定数 k 、自然長 ℓ のばねが 3 本ある。それぞれのばねの下端には、図 1 のように質量 m のおもり (weight) がついている。ばねの質量とおもりの大きさは無視できるものとする。

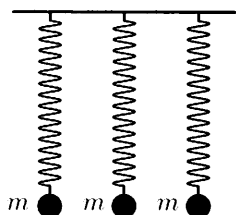


図 1

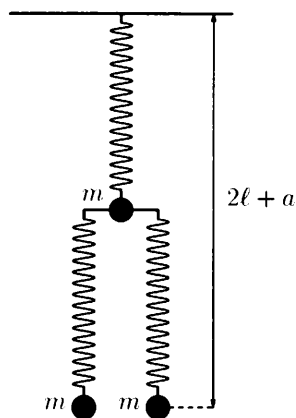


図 2

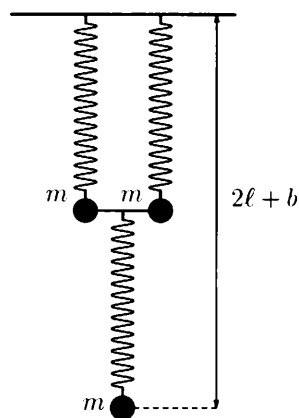


図 3

問 2 図 2 のように、天井から 1 本を下げ、質量の無視できる棒を使って、その下に 2 本を並列に下げたところ、天井から下端までの距離は $2\ell + a$ であった。また、図 3 のように、天井から 2 本を並列に下げ、その下に 1 本を下げたところ、天井から下端までの距離は $2\ell + b$ であった。 $a:b$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

2

① 5:8

② 3:4

③ 5:6

④ 1:1

⑤ 6:5

⑥ 4:3

⑦ 8:5

- C** 初速 0 の状態から一定の推進力 F で、鉛直上方 (vertically upward) に質量 m のロケットを地上から打ち上げた。

問3 打ち上げてから時間 t_0 後に推進力を停止した。その後、ロケットが達する最高点の地上からの高さはいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、 m の変化と高さによる g の変化は無視できるものとする。 3

① $\frac{(F - mg)t_0^2}{m}$

② $\frac{(F - mg)t_0^2}{2m}$

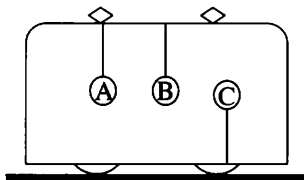
③ $\frac{(F - mg)^2 t_0^2}{m^2 g}$

④ $\frac{(F - mg)^2 t_0^2}{2m^2 g}$

⑤ $\frac{F(F - mg)t_0^2}{m^2 g}$

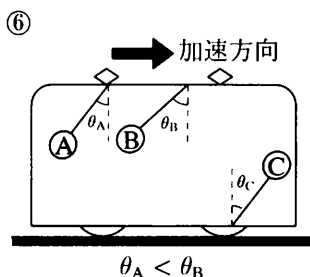
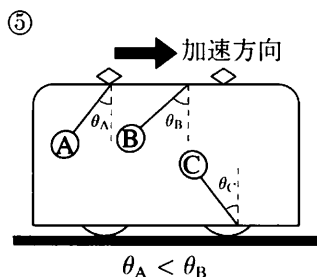
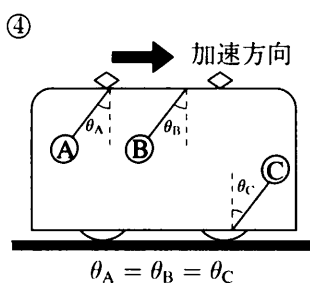
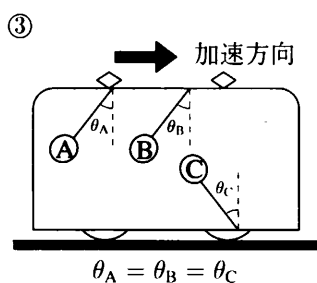
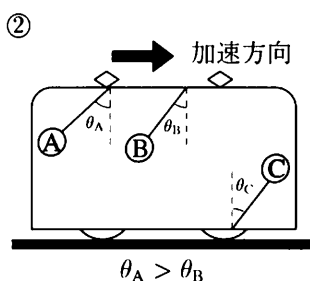
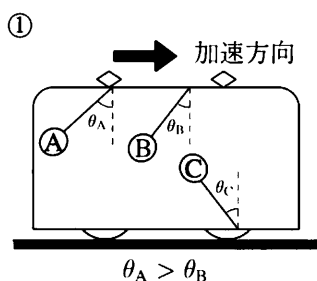
⑥ $\frac{F(F - mg)t_0^2}{2m^2 g}$

D 次の図のように、密度 (density) ρ_A の気体を入れた風船 A と密度 ρ_B の気体を入れた風船 B を、静止した電車内の天井から糸でつるした。また、密度 ρ_C の気体を入れた風船 C を床から糸をつけて浮かせた。車内の空気の密度を ρ_0 とすると $\rho_C < \rho_0 < \rho_B < \rho_A$ である。風船の質量、糸の質量、車内での空気の流れは無視できるものとする。



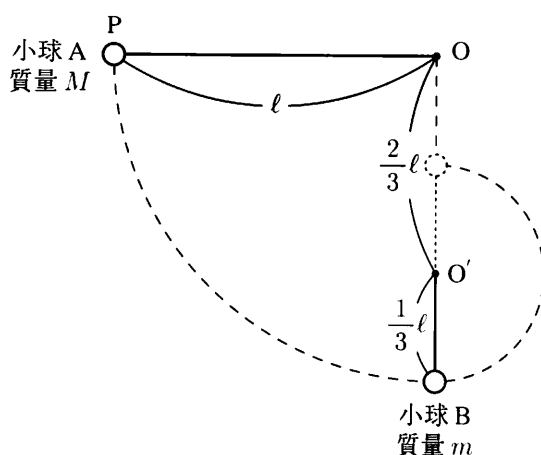
問 4 この電車が水平方向 (上図右方向) に一定の加速度で加速しているとき、A、B、C は鉛直 (vertical) 方向から、それぞれ θ_A 、 θ_B 、 θ_C の角をなし、電車に対して静止した。このときの電車内のようなすを最もよく表している図を、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。

4



E 次の図のように、長さ ℓ の糸の一端を点 O に固定し、他端に質量 M の小球 A を取り付けた。また、長さ $\frac{1}{3}\ell$ の糸の一端を O の直下 $\frac{2}{3}\ell$ 離れた点 O' に固定し、他端に質量 m の小球 B を取り付けた。糸の質量は無視できる。

O と同じ高さの位置 P に A を持ち上げ、静かに手を離したところ、 A は O' の真下で静止している B と弾性衝突 (elastic collision) した。



問5 衝突直後の B の速さ v 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

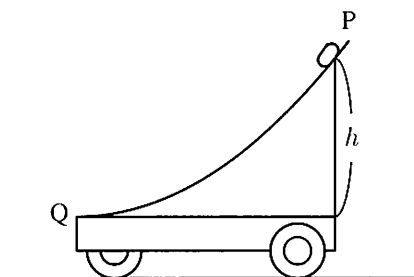
- ① $\frac{m}{M} \sqrt{2g\ell}$ ② $\frac{m}{M+m} \sqrt{2g\ell}$ ③ $\frac{2m}{M+m} \sqrt{2g\ell}$
 ④ $\frac{M}{M+m} \sqrt{2g\ell}$ ⑤ $\frac{2M}{M+m} \sqrt{2g\ell}$

問6 衝突直前の A の速さを V とするとき、 $\frac{v}{V}$ がある値以上であれば、 B が O' の真上に達することができる。その値はいくらか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

6

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

- F** 次の図のように、なめらかな曲面PQのついた質量 $3m$ の台車(wagon)が水平な床の上に静止している。この台車は床の上をなめらかに動くことができる。質量 m の小物体を曲面上の点Pに置き、静かに手を離したところ、小物体は初速0で曲面上を滑り始めた。その後、小物体は点Qから水平方向に飛び出した。Pの高さはQより h だけ高い。



- 問7 小物体が飛び出した後の台車の速さはいくらか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

7

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

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

A 温度 90 ℃の水 200 g を, 10 ℃のカップ (質量 210 g) に注いだところ, 水とカップの温度が 75 ℃になって落ち着いた。

問 1 この間, 熱は周囲に逃げないとする, カップの比熱 (specific heat) 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。ただし, 水の比熱を 4.2 J/g・K とする。

8 J/g・K

① 0.22

② 0.71

③ 0.92

④ 1.2

B 一端を閉じたガラス管を図1のように斜めに一定の密度 (density) の液体中に沈めてから、図2のように鉛直 (vertical) に立て、液体面の高さがガラス管の内と外で同じになるようにした。このとき、液体面とガラス管の上端との距離は L であった。次に、図3のようにガラス管を鉛直上向きに引き上げ、ガラス管の内と外の液体面の高さの差が ℓ になるようにした。このとき、ガラス管内の液体面とガラス管の上端との距離が y になった。

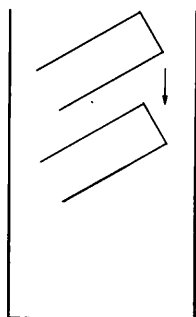


図1

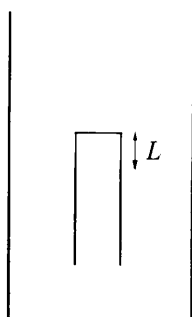


図2

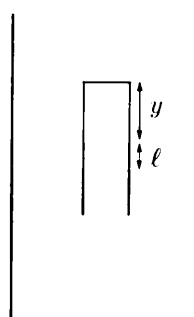
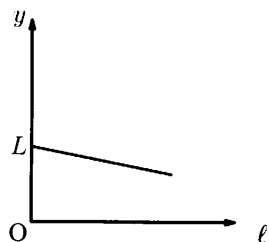


図3

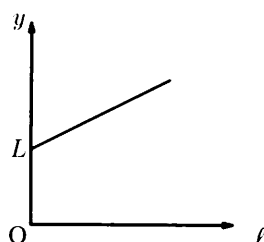
問2 ℓ と y の関係を表したグラフはどうか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

9

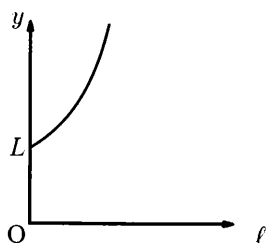
①



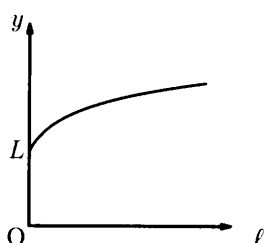
②



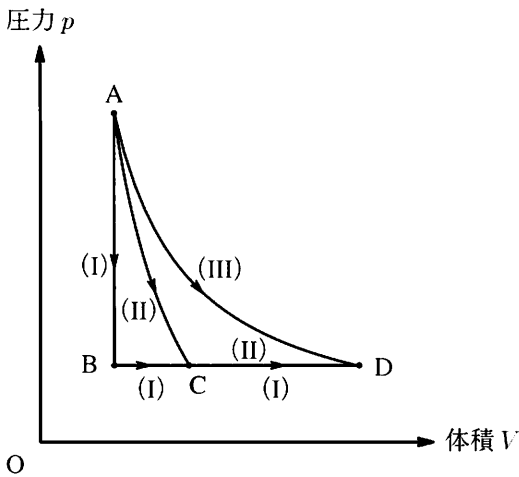
③



④



C 次の図のような、一定量の理想気体の3通りの状態変化、(I) $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$, (II) $A \rightarrow C \rightarrow D$, (III) $A \rightarrow D$ について考える。ただし、 $A \rightarrow B$ は定積変化 (isochoric change), $B \rightarrow C \rightarrow D$ は定圧変化 (isobaric change), $A \rightarrow C$ は断熱変化 (adiabatic change), $A \rightarrow D$ は等温変化 (isothermal change) である。 A, B, C, D の状態における内部エネルギーをそれぞれ U_A, U_B, U_C, U_D とする。



問3 (I), (II), (III) のうちで、気体が最も多くの熱を吸収する状態変化はどれか。また、 U_A, U_B, U_C, U_D の大小関係はどうなるか。正しい組み合わせを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

10

	状態変化	大小関係
①	(I)	$U_B < U_C < U_A = U_D$
②	(I)	$U_A = U_D < U_C < U_B$
③	(II)	$U_B < U_C < U_A = U_D$
④	(II)	$U_A = U_D < U_C < U_B$
⑤	(III)	$U_B < U_C < U_A = U_D$
⑥	(III)	$U_A = U_D < U_C < U_B$

III

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

A 両端を固定した長さ L の弦の振動について考える。振動が定常波 (stationary wave) となる弦の振動数を弦の固有振動数という。

問 1 定常波の n 番目に長い波長を λ_n とすると、波長 λ_n と弦の長さ L との間には a の関係があるので、振動が弦を伝わる速さを v とすると、 n 番目に低い固有振動数は b となる。

上の空欄 a と b に当てはまる式の組み合わせとして正しいものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

11

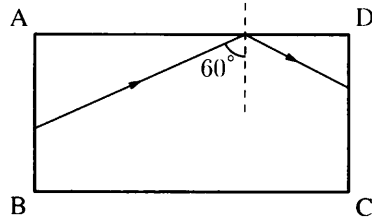
	a	b
①	$L = n\lambda_n \quad n = 1, 2, \dots$	$f_n = \frac{nv}{L}$
②	$L = n\lambda_n \quad n = 1, 2, \dots$	$f_n = \frac{v}{nL}$
③	$L = \frac{\lambda_n}{n} \quad n = 1, 2, \dots$	$f_n = \frac{nv}{L}$
④	$L = \frac{\lambda_n}{n} \quad n = 1, 2, \dots$	$f_n = \frac{v}{nL}$
⑤	$L = \frac{n\lambda_n}{2} \quad n = 1, 2, \dots$	$f_n = \frac{nv}{2L}$
⑥	$L = \frac{n\lambda_n}{2} \quad n = 1, 2, \dots$	$f_n = \frac{v}{2nL}$
⑦	$L = \frac{\lambda_n}{2n} \quad n = 1, 2, \dots$	$f_n = \frac{nv}{2L}$
⑧	$L = \frac{\lambda_n}{2n} \quad n = 1, 2, \dots$	$f_n = \frac{v}{2nL}$

B 救急車がサイレンを鳴らしながら、速さ 30 km/h で走っている電車に、後方から近づいてきた。救急車は線路に平行する道路を一定の速さで走ってきて電車を追い越した後、前方の遠く離れたところで停止した。電車の中で聞こえるサイレンの音の振動数の変化を調べていたら、救急車が停止した直後の振動数 f' は、後方遠方から近づいてくるときの振動数と同じであった。

問2 f' とサイレンの音源の振動数 f の大小関係はどうなるか。また、走っていたときの救急車のおよその速さはいくらか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、音速は電車と救急車の速さより十分大きいものとする。 **12**

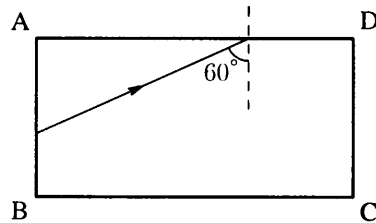
	大小関係	およその速さ
①	$f' > f$	60 km/h
②	$f' > f$	90 km/h
③	$f' > f$	120 km/h
④	$f' < f$	60 km/h
⑤	$f' < f$	90 km/h
⑥	$f' < f$	120 km/h

- C** 直方体 (rectangular parallelepiped) のガラスが空气中に置かれている。ガラスの屈折率 (refractive index) を 1.5, 空気の屈折率を 1.0 とする。次の図のように, このガラスの AB 面から入射した光が, AD 面に 60° の入射角で進行するようにしたところ, 全反射 (total reflection) が起こった。



- 問3 ガラス全体を屈折率 n の液体の中に入れ, 初めと同様に AB 面から入射した光が AD 面に 60° の入射角で進行するようにした。AD 面から液体中に光が進行するためには, n がいくらより大きければよいか。最も適当な値を, 次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

13



- ① 1.1 ② 1.2 ③ 1.3 ④ 1.4 ⑤ 1.5

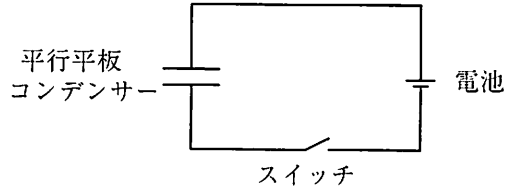
IV 次の問い **A** (問1), **B** (問2), **C** (問3), **D** (問4), **E** (問5), **F** (問6) に答えなさい。

A x - y 平面の原点 $(0, 0)$ に電荷 (charge) Q を置いた。クーロンの法則 (Coulomb's law) の比例定数を k_0 とする。

問1 位置 (x, y) における電場 $\vec{E} = (E_x, E_y)$ はどうなるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ここで、 E_x は \vec{E} の x 成分、 E_y は \vec{E} の y 成分である。 **14**

- ① $\left(k_0 \frac{Q}{(x^2 + y^2)}, k_0 \frac{Q}{(x^2 + y^2)} \right)$ ② $\left(k_0 \frac{Qx}{(x^2 + y^2)}, k_0 \frac{Qy}{(x^2 + y^2)} \right)$
- ③ $\left(k_0 \frac{Qy}{(x^2 + y^2)}, k_0 \frac{Qx}{(x^2 + y^2)} \right)$ ④ $\left(k_0 \frac{Qx}{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}}, k_0 \frac{Qy}{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}} \right)$
- ⑤ $\left(k_0 \frac{Qy}{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}}, k_0 \frac{Qx}{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}} \right)$

B 次の図のように、極板 (plate) の間隔 d を変えることができる平行平板コンデンサー (capacitor)、電池、スイッチ (switch) をつないで回路を作った。最初、 $d = d_0$ にして、スイッチを閉じ、コンデンサーに電荷 (charge) を与えた。次に、スイッチを開き、極板を互いに引き離して $d = d_0 + d_1$ とした。



問2 極板を引き離すときに外力のした仕事 (work) は、 $d = d_0$ のときにコンデンサーに蓄えられていた静電エネルギー (electrostatic energy) の何倍となるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15 倍

① $\frac{d_1}{d_0}$

② $\frac{d_0}{d_1}$

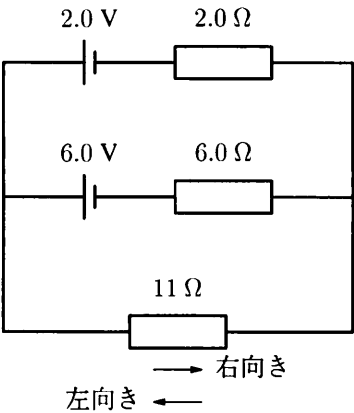
③ $\frac{d_0}{d_0 + d_1}$

④ $\frac{d_0 + d_1}{d_0}$

⑤ $\frac{d_1}{d_0 + d_1}$

⑥ $\frac{d_0 + d_1}{d_1}$

C 次の図のように、起電力 (electromotive force) 2.0 V と 6.0 V の2つの電池、抵抗値 (resistance) $2.0\ \Omega$, $6.0\ \Omega$, $11\ \Omega$ の3つの抵抗をつないで回路を作った。電池の内部抵抗は無視できるものとする。

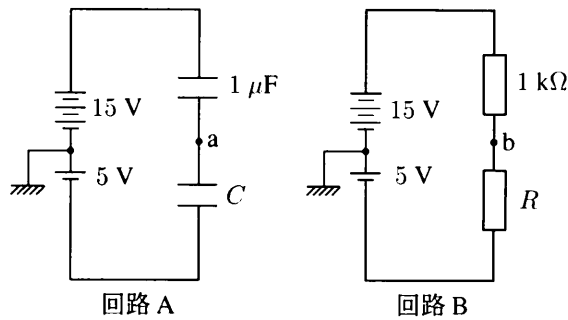


問3 $11\ \Omega$ の抵抗に流れる電流の大きさと向きはどうなるか。最も適当な組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

16

	大きさ	向き
①	0.24 A	右向き
②	0.24 A	左向き
③	0.56 A	右向き
④	0.56 A	左向き
⑤	0.88 A	右向き
⑥	0.88 A	左向き

D 次の図のように、2つの直流電源（起電力（electromotive force）15 Vと5 V）に2つのコンデンサー（capacitor）（容量 $1\ \mu\text{F}$ と C ）をつないだ回路Aと、同じ2つの直流電源に2つの抵抗（抵抗値（resistance） $1\ \text{k}\Omega$ と R ）をつないだ回路Bがある。2つの電源の接続点を接地（ground）し、その点の電位（electric potential）を0にしている。電源の内部抵抗は考えないものとする。



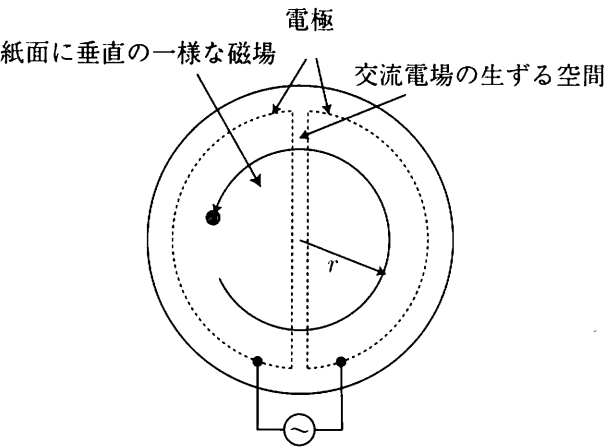
問4 回路Aでの2つのコンデンサーの接続点aの電位と、回路Bでの2つの抵抗の接続点bの電位がどちらも0になるようにしたい。 C と R の値をいくらにすればよいか。最も適当な組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17

	C	R
①	$2\ \mu\text{F}$	$0.3\ \text{k}\Omega$
②	$3\ \mu\text{F}$	$0.3\ \text{k}\Omega$
③	$6\ \mu\text{F}$	$0.3\ \text{k}\Omega$
④	$2\ \mu\text{F}$	$3\ \text{k}\Omega$
⑤	$3\ \mu\text{F}$	$3\ \text{k}\Omega$
⑥	$6\ \mu\text{F}$	$3\ \text{k}\Omega$

E サイクロトロン加速器 (cyclotron accelerator) の原理について考える。

一様な磁場中で、速さ v 、半径 r のサイクロトロン運動をしている荷電粒子 (charged particle) の円運動 (circular motion) の周期は $\frac{2\pi r}{v}$ である。この周期は荷電粒子の運動エネルギーに a。そこで、これと同じ周期を持った交流電場 (alternating electric field) を用いて、次の図のように荷電粒子が周回ごとに加速されるような電極を粒子の軌道上 (orbit) に置くと、荷電粒子の運動エネルギーを徐々に大きくしていくことができる。このときの荷電粒子の円運動の半径は b。

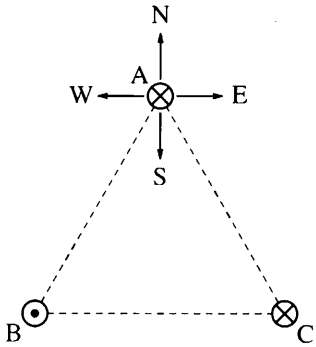


問5 上の文中の空欄 a と b に当てはまる語の組み合わせとして正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

18

	a	b
①	依存しない	変化しない
②	依存しない	大きくなる
③	依存しない	小さくなる
④	依存する	変化しない
⑤	依存する	大きくなる
⑥	依存する	小さくなる

F 次の図のように、紙面に垂直な直線導線（conducting wire） W_A 、 W_B 、 W_C がそれぞれ正三角形（equilateral triangle）の頂点 A、B、C を通っている。 W_A と W_C には紙面の表から裏の向きに、 W_B には裏から表の向きに、すべて同じ大きさの電流が流れている。



問6 W_B と W_C を流れる2つの電流が、A につくる磁場の向きと W_A におよぼす力の向きはどうなるか。正しいものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

19

	磁場の向き	力の向き
①	E	N
②	E	S
③	N	W
④	N	E
⑤	W	S
⑥	W	N
⑦	S	E
⑧	S	W

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。