

平成21年度
日本留学試験(第2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 ～ 31
生物	33 ～ 47

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。

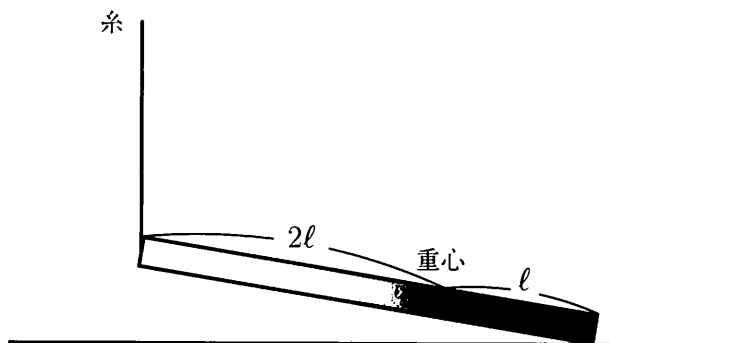
「物理」を解答する場合は、右のように、解答用紙の左上にある「解答科目」の「物理」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。科目が正しくマークされていないと、採点されません。

＜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、問4）、D（問5）、E（問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 長さが 3ℓ ，質量 M の棒がある。棒の重心（center of mass）は，一方の端から ℓ のところにある。次の図のように，この棒を，一方の端が床に接し，他方の端が床からある高さになるように鉛直な（vertical）糸でつるした。



- 問1 糸の張力（tension）の大きさはいくらか。正しいものを，次の①～④の中から一つ選びなさい。

1

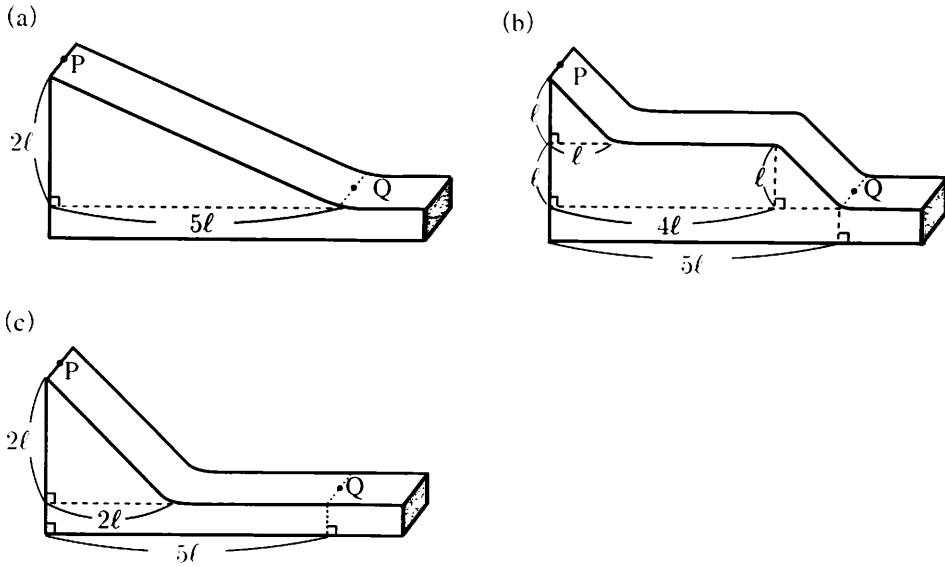
① $\frac{1}{6}Mg$

② $\frac{1}{3}Mg$

③ $\frac{1}{2}Mg$

④ $\frac{2}{3}Mg$

B 次の図のような、3つのすべり台 (slide) (a)～(c) の上を小物体がすべり降りる。小物体とすべり台の間には摩擦がないものとする。また小物体は、すべっている間、すべり台から離れないものとする。

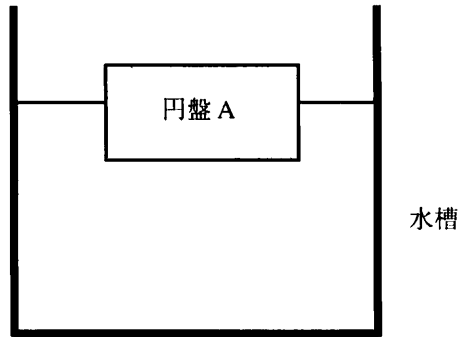


問2 小物体が、初速0で点Pから出発し、点Qに到達するまでの時間が最も短いすべり台はどれか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

2

- ① (a) ② (b) ③ (c) ④ (a)～(c) すべて同じ

- C 次の図のように、断面積が $5.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ で、厚さが $1.00 \times 10^{-1} \text{ m}$ の円盤 A が、水面から上部を $4.0 \times 10^{-2} \text{ m}$ だけ出して水槽（water tank）中に浮いている。水の密度を $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ とする。



- 問3 A の質量はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3 kg

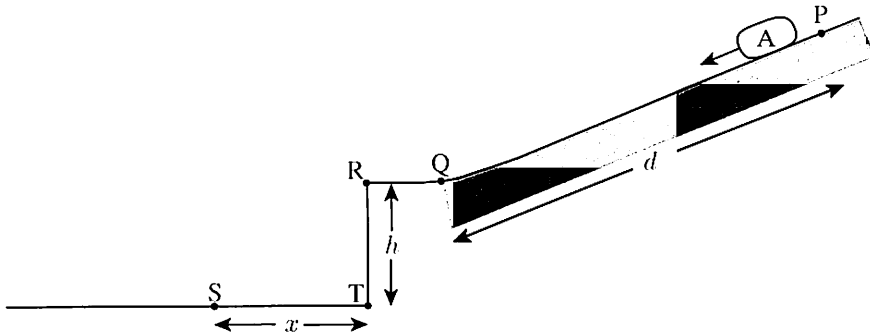
- ① 2.0×10^{-1} ② 2.0 ③ 2.0×10^1
 ④ 3.0×10^{-1} ⑤ 3.0 ⑥ 3.0×10^1

- 問4 A と同じ材質、同じ断面積で、厚さが $5.0 \times 10^{-2} \text{ m}$ である円盤 B が、別の水槽中に浮いている。A と B それぞれを少し沈めてから静かに手を離したところ、いずれも鉛直（vertical）方向に振動し始めた。B の振動の周期は A の振動の周期の何倍か。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

4 倍

- ① 0.50 ② 0.71 ③ 1.0 ④ 1.4 ⑤ 2.0

D 次の図のように、粗い斜面上の点Pに小物体Aを置いたところ、Aは初速0で斜面上を距離 d すべって、斜面の下端Qを通過後、なめらかな水平面QR上をすべり、点Rから水平な床上の点Sに落下した。Rの床からの高さは h である。Rの真下の点TからSまでの距離を x とする。



問5 d と h をともに2倍にすると x は何倍になるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

5 倍

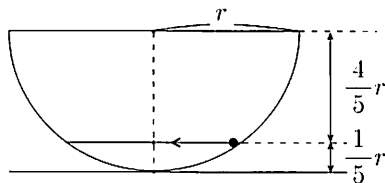
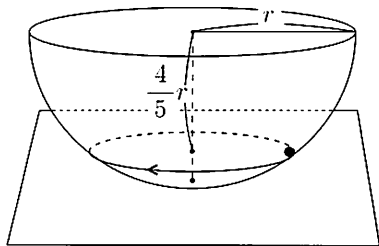
① 4

② $2\sqrt{2}$

③ 2

④ $\sqrt{2}$

E 次の図のように、半球（半径 r ）の内側のなめらかな面上を小物体が水平な面内で等速円運動（uniform circular motion）をしている。小物体が運動をしている面と半球の最下点との距離は $\frac{1}{5}r$ である。



側面図

問6 小物体の速さはいくらか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

6

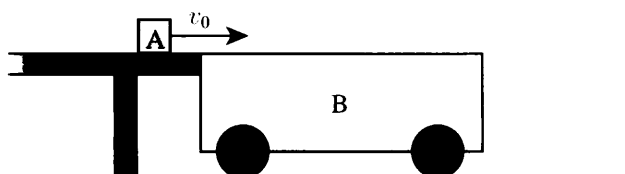
① $\frac{3\sqrt{5}}{10}\sqrt{gr}$

② $\frac{2\sqrt{15}}{15}\sqrt{gr}$

③ $\frac{\sqrt{15}}{10}\sqrt{gr}$

④ $\frac{2\sqrt{5}}{15}\sqrt{gr}$

F 次の図のように、机の上に置かれた物体 A（質量 m ）と、机に接して置いた台車（wagon）B（質量 M ）がある。机の面と B の上面は同じ高さである。A を机の上をすべらせて、速さ v_0 で B の上にのせたところ、A は B の上面をすべり出すとともに、B も床の上を動き出した。しばらくすると、A は B に対して静止し、A と B は一定の速さで動いた。A と B の上面の間の動摩擦係数（coefficient of kinetic friction）を μ' とする。B は床の上をなめらかに動くものとする。A の大きさは無視できるものとする。



問7 A が B に対して静止した位置は、B の左端からどれだけの距離にある位置か。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

7

① $\frac{v_0^2}{2\mu'g}$

② $\frac{mv_0^2}{2\mu'Mg}$

③ $\frac{Mv_0^2}{2\mu'mg}$

④ $\frac{mv_0^2}{2\mu'(M+m)g}$

⑤ $\frac{Mv_0^2}{2\mu'(M+m)g}$

⑥ $\frac{mMv_0^2}{2\mu'(M+m)^2g}$

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

A 質量 200 g のコップの中に水 100 g が入っており、温度はともに 10°C であった。このコップに、 80°C の水 100 g を入れた。しばらくすると、水とコップは同じ温度 $t[^{\circ}\text{C}]$ になった。水の比熱 (specific heat) を $4.2 \text{ J/g}\cdot\text{K}$, コップの比熱を $0.80 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ とする。外部との熱のやりとりはないものとする。

問 1 t は何 $^{\circ}\text{C}$ か。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 **8** $^{\circ}\text{C}$

① 24

② 29

③ 34

④ 39

⑤ 44

⑥ 49

B 図1のように、シリンダー (cylinder) 内に理想気体を閉じ込めた。ピストン (piston) の高さは h_0 、シリンダー内の理想気体の絶対温度 (absolute temperature) は T_0 であった。質量 M のおもり (weight) を静かにのせ、この理想気体を絶対温度 T にしたところ、高さは h となった (図2)。大気圧 (atmospheric pressure) を p_0 、ピストンの質量を m 、ピストンの断面積を S とする。

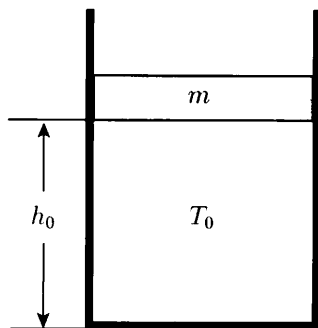


図1

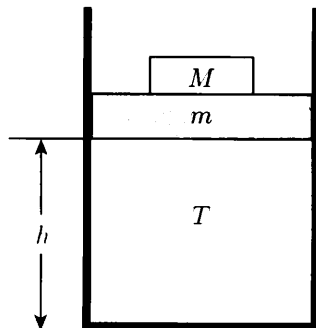


図2

問2 T はどう書けるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。ただし、重力加速度 (acceleration due to gravity) の大きさを g とする。

9

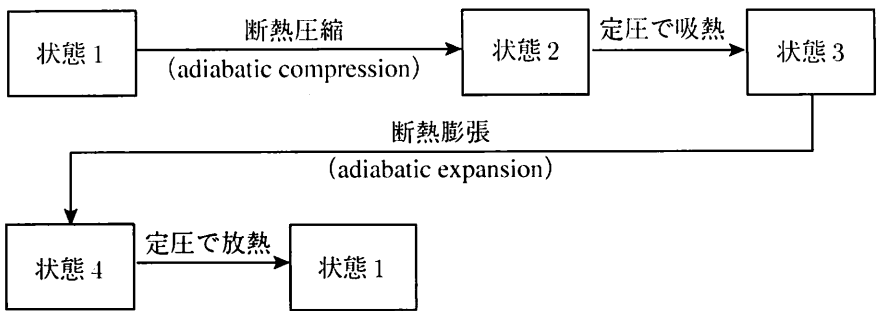
① $\frac{p_0 S + (m + M)g}{p_0 S + mg} \frac{h_0}{h} T_0$

② $\frac{p_0 S + (m + M)g}{p_0 S + mg} \frac{h}{h_0} T_0$

③ $\frac{p_0 S + mg}{p_0 S + (m + M)g} \frac{h_0}{h} T_0$

④ $\frac{p_0 S + mg}{p_0 S + (m + M)g} \frac{h}{h_0} T_0$

C 理想気体を使った熱機関 (heat engine) のサイクル (cycle) として、次の図を考える。



問3 このサイクルを表す p - V 図は、次の図 (a)、図 (b) のどちらか。また、状態 1 は図中の A~D のどれか。正しい組み合わせを、下の①~④の中から一つ選びなさい。 **10**

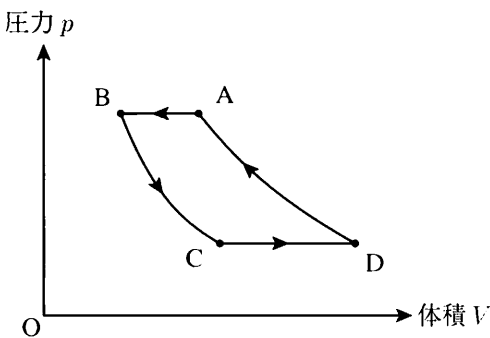


図 (a)

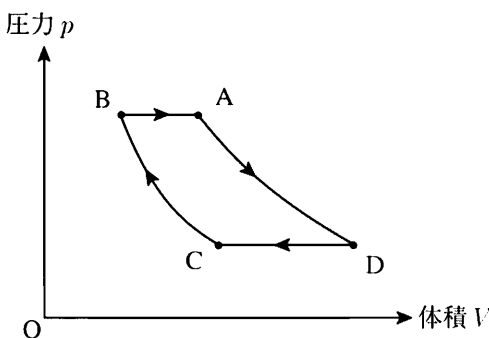


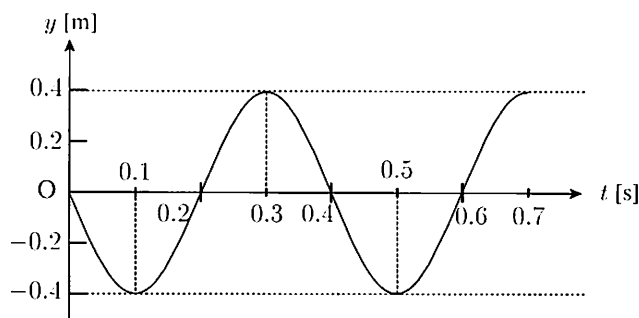
図 (b)

	p - V 図	状態 1
①	図 (a)	B
②	図 (a)	D
③	図 (b)	A
④	図 (b)	C

Ⅲ

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

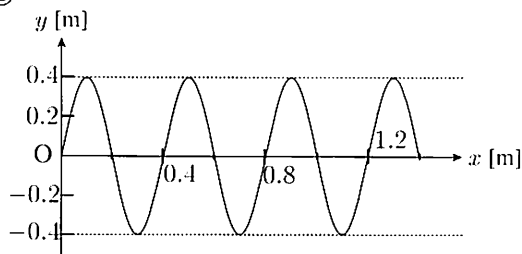
A 次の図は、2.0 m/s の速さで x 軸の正の向きに伝わる正弦波 (sinusoidal wave) の、原点 ($x = 0$ m) での変位 (displacement) の時間変化を表したグラフである。



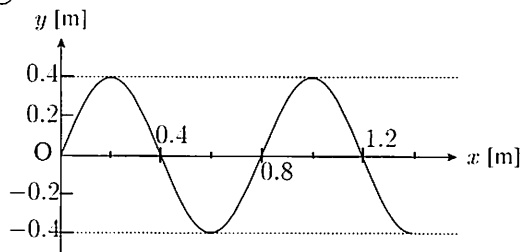
問 1 時刻 $t = 0$ s における変位 y と位置 x のグラフ (波形) として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

11

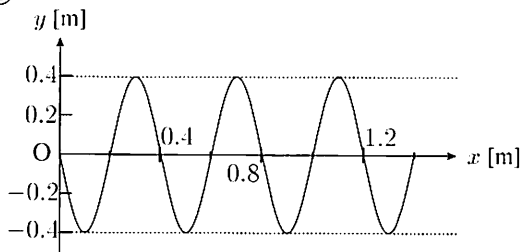
①



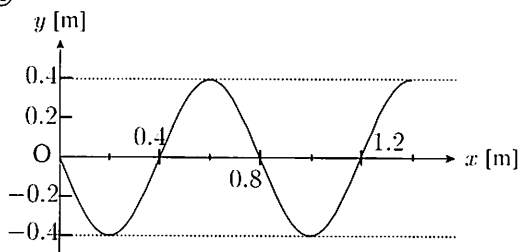
②



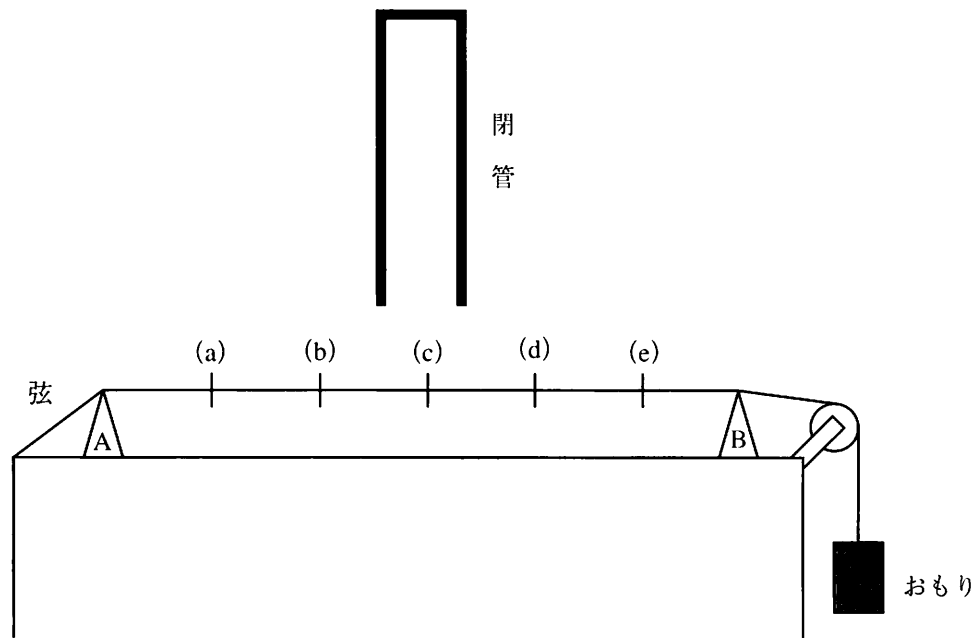
③



④



B 次の図のように、一端を固定し、他端におもり（weight）をつけた弦（string）とその近くに置かれた閉管がある。コマ（bridge）A、Bが図の位置にあるとき、弦をAとBの間ではじいたら、閉管が基本振動数で共鳴した。図の（a）～（e）はこのときのAとBの間を6等分した位置である。

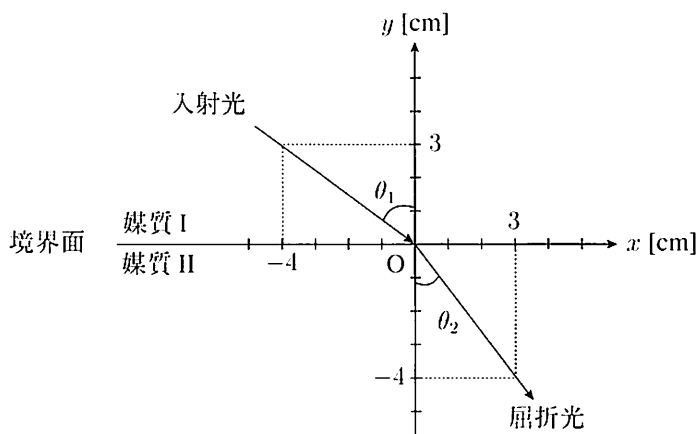


問2 Aを固定して、BをAの方向へ少しずつ移動し、同時に閉管をAとBの中央になるように移動して、弦をAとBの間ではじいた。Bがある位置のときに、閉管は基本振動数の次に高い振動数で共鳴した。このときBは（a）～（e）のどの位置にあるか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、弦の振動は基本振動のみであるとする。

12

- ① (a) ② (b) ③ (c) ④ (d) ⑤ (e)

- C ある光線が媒質 (medium) I から媒質 II へと進んでいく。入射角 (angle of incidence) を θ_1 、屈折角 (angle of refraction) を θ_2 とする。次の図は、 θ_1 がある値のときの光の進路をグラフ用紙に写し取ったものである。 x 軸は境界面上に、 y 軸は境界面に垂直な方向にとってある。



- 問3 $\theta_1 = 45^\circ$ としたとき、 $\sin \theta_2$ の値はいくらになるか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

13

- ① $\frac{3\sqrt{2}}{8}$ ② $\frac{\sqrt{2}}{3}$ ③ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ④ $\frac{2\sqrt{2}}{3}$

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

A 図 1 では、電気量 $+q$ (> 0) の 2 つの電荷が直線上に固定されている。図 2 では、電気量 $-q$ (< 0) の 2 つの電荷が一直線上に固定されている。図 1, 図 2 において直線を x 軸とし、2 つの電荷の位置の midpoint をその原点とする。

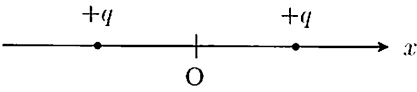


図 1

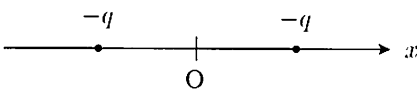


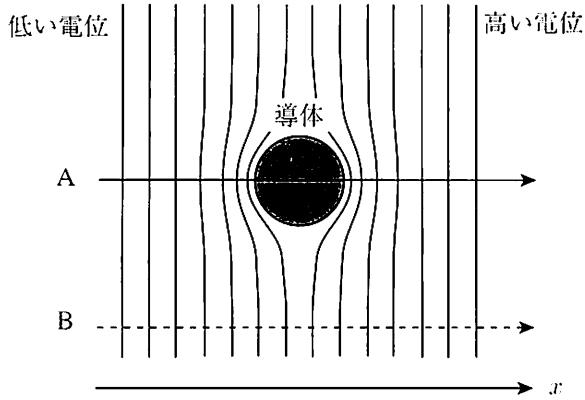
図 2

問 1 原点から少し離れた x 軸上の位置に正電荷を置いた。この正電荷に働く力の向きはどうなるか。正しい組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

14

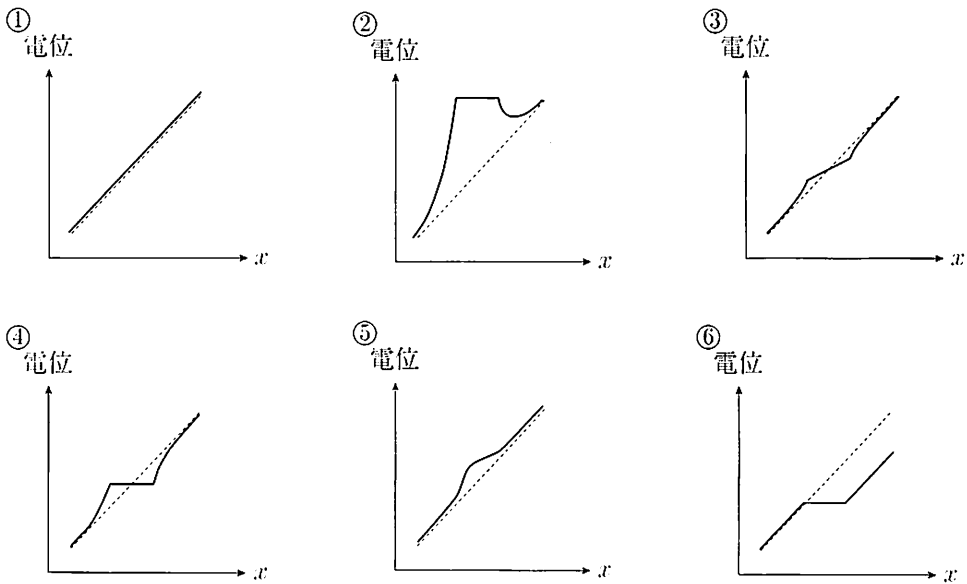
	図 1	図 2
①	原点に向かう方向	原点に向かう方向
②	原点に向かう方向	原点から離れる方向
③	原点から離れる方向	原点に向かう方向
④	原点から離れる方向	原点から離れる方向

B ある電場の中に帯電していない導体 (conductor) が置かれている。次の図は、この電場の等電位線 (equipotential line) である。図のような、この電場の中を通る2つの経路 A と B に沿った電位 (electric potential) の変化を考える。経路 A, B に平行に x 軸をとり、 x 座標で経路の位置を表す。

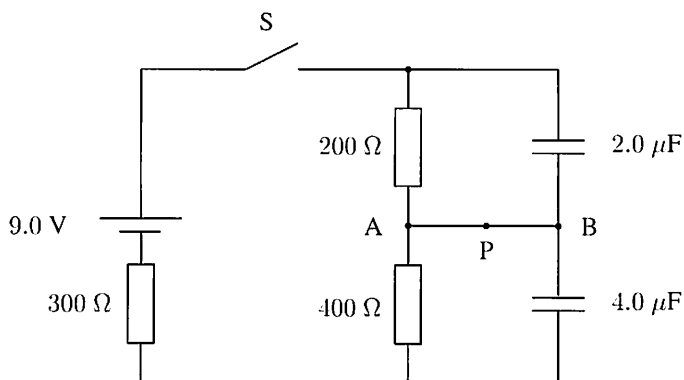


問2 経路 A での電位を実線 (—), 経路 B での電位を破線 (---) で、同じ図に描くようになるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15



- C** 次の図のような電池，抵抗，コンデンサー（capacitor），スイッチ S からなる回路を考える。最初，S は開いていて，コンデンサーは充電（charge）されていなかった。

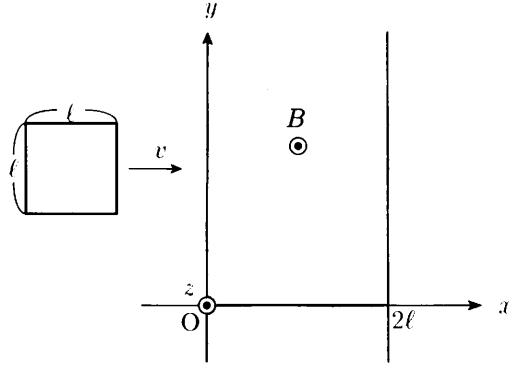


- 問3 S を閉じたあと，点 A から点 P を通り点 B に流れた電荷の総量はいくらか。最も適当なものを，次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

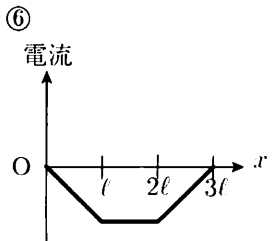
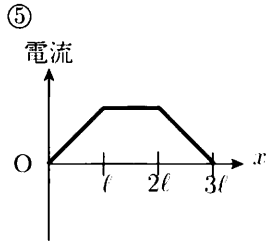
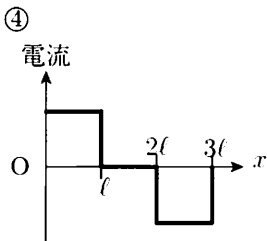
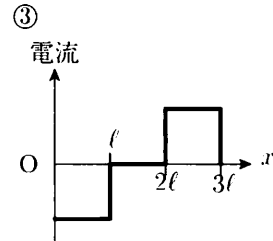
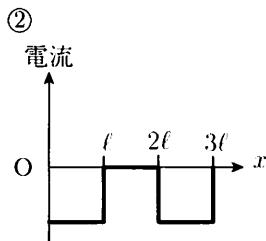
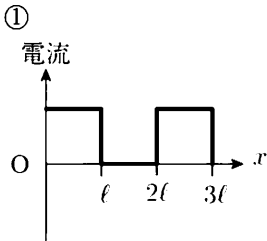
16 C

	電荷の総量 (C)
①	-1.6×10^{-5}
②	-1.2×10^{-5}
③	-4.0×10^{-6}
④	0
⑤	4.0×10^{-6}
⑥	1.2×10^{-5}
⑦	1.6×10^{-5}

D 次の図のように、 $0 \leq x \leq 2\ell$ の領域に、向きが $+z$ 方向で、磁束密度 (magnetic flux density) の大きさが B の一様な磁場がある。コイル (coil) を一定の速さ v で $+x$ 方向に動かした。コイルは一辺が ℓ の正方形で、各辺は x 軸、 y 軸に平行である。コイルの抵抗は R である。ただし、コイルのつくる磁場は無視できるものとする。



問4 コイルの位置によってコイルに流れる電流はどう変化するか。正しいものを、次の①～⑥の図の中から一つ選びなさい。ただし、コイルの位置は、コイルの右端の x 座標 (coordinate) で表し、電流の向きは反時計回りを正とする。 17



問5 コイルに流れる電流の大きさの最大値はいくらか。正しいものを，次の①～④の中から一つ選びなさい。

18

① $\frac{\ell R}{vB}$

② $\frac{vB}{\ell R}$

③ $\frac{R}{vB\ell}$

④ $\frac{vB\ell}{R}$

E 図1のように、抵抗値 $6.0\ \Omega$ の抵抗、コイル (coil)、起電力 (electromotive force) $3.0\ \text{V}$ の電池をつないだ回路を作った。はじめ S は開いていたが、時間 $t = 0\ \text{s}$ に S を閉じると回路に電流が流れた。その電流 I は、図2に示すように、はじめ $0.20\ \text{A/s}$ で増加し、やがて一定値 $0.50\ \text{A}$ に近づいた。

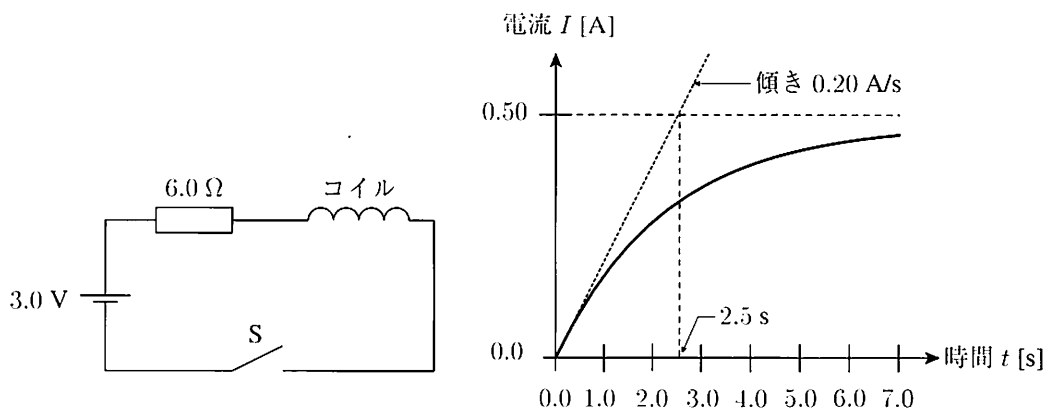


図1

図2

問6 このコイルの自己インダクタンス (self-inductance) は何 H か。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

19 H

- ① 0.20 ② 2.5 ③ 3.0 ④ 12 ⑤ 15 ⑥ 18

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。