

平成25年度
日本留学試験(第1回)

試験問題

平成25年度（2013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 ～ 33
生物	35 ～ 54

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。

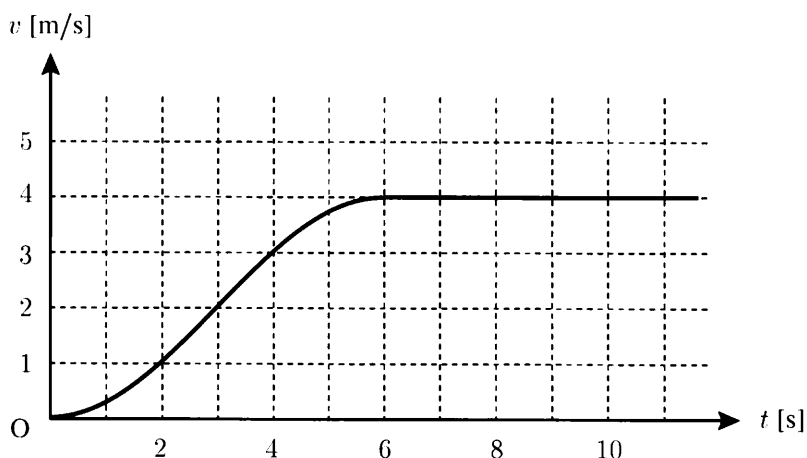
科目が正しくマークされていないと、採点されません。

< 解答用紙記入例 >

解答科目 Subject		
物理 Physics	化学 Chemistry	生物 Biology
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

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 ある自転車が直線上を走行している。次の図は、時刻 t [s] と自転車の速度 v [m/s] の関係を表している。



問 1 この自転車が、時刻 $t = 0$ s から $t = 10$ s までに走行した距離はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

1 m

① 12

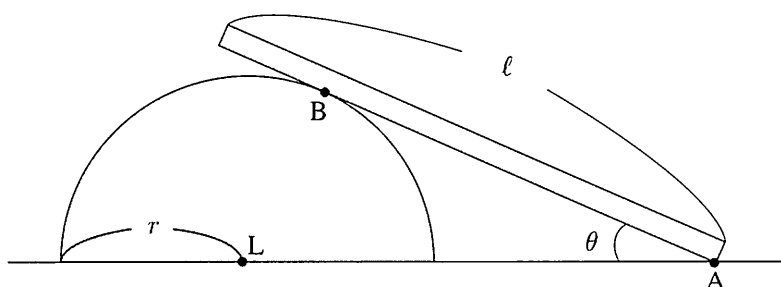
② 16

③ 20

④ 28

⑤ 40

B 半径 r の円柱を中心軸 L を含む面で半分に切ったもの（半円柱）を、水平な床の上に固定した。次の図のように、長さ ℓ 、質量 m の一様な細い棒を、床と点 A で、半円柱と点 B で接するように置いたところ、棒は静止した。棒は中心軸 L に垂直な面内にあり、棒と床とのなす角は θ であった。



問2 棒が B で半円柱から受ける垂直抗力の大きさはどうなるか。正しいものを、次の

①～⑥の中から一つ選びなさい。

2

① $\frac{mg\ell \sin \theta}{2r}$

② $\frac{mg\ell \cos \theta}{2r}$

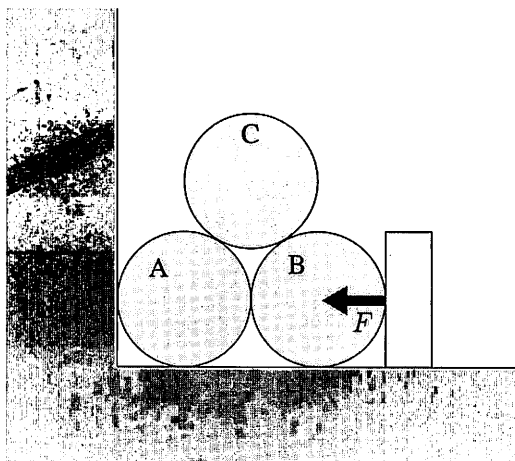
③ $\frac{mg\ell}{2r \sin \theta}$

④ $\frac{mg\ell}{2r \cos \theta}$

⑤ $\frac{mg\ell \sin^2 \theta}{2r \cos \theta}$

⑥ $\frac{mg\ell \cos^2 \theta}{2r \sin \theta}$

- C** 次の図のように、それぞれの質量が m で、同じ半径と同じ長さの3つの円柱 A, B, C が互いに接するように水平な床の上に積み重ねられている。A は鉛直な壁に接し、B は鉛直な板から大きさ F の水平方向の力で右から押されている。ただし、円柱は一樣であり、円柱どうしの間の摩擦、円柱と床の間の摩擦はないものとする。

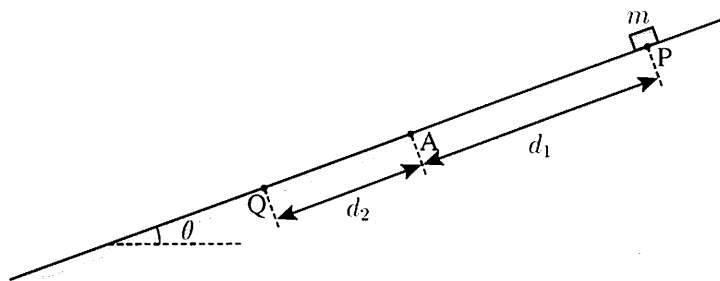


- 問3 この状態を保つための F の最小値はどうか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| ① $\sqrt{3}mg$ | ② $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$ | ③ $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$ |
| ④ $\frac{\sqrt{3}}{4}mg$ | ⑤ $\frac{\sqrt{3}}{6}mg$ | ⑥ $\frac{\sqrt{3}}{12}mg$ |

D 水平面とのなす角が θ の斜面がある。斜面上の点 A から上は摩擦がなく、A から下は摩擦がある。次の図のように、質量 m の小物体を A より上の斜面上の点 P に静かに置いたところ、小物体は滑り始め、A より下の斜面上の点 Q で静止した。PA 間の距離は d_1 、AQ 間の距離は d_2 であった。この小物体と A から下の斜面の間の動摩擦係数は μ' である。



問4 μ' はどうなるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

① $\frac{d_1}{d_2} \sin \theta$

② $\frac{d_1}{d_2} \cos \theta$

③ $\frac{d_1}{d_2} \tan \theta$

④ $\frac{d_1 + d_2}{d_2} \sin \theta$

⑤ $\frac{d_1 + d_2}{d_2} \cos \theta$

⑥ $\frac{d_1 + d_2}{d_2} \tan \theta$

E 直線上を運動している質量 m の小物体 A が、静止している質量 M の小物体 B に速さ v で衝突した。衝突後、B は速さ $\frac{1}{2}v$ で同じ直線上を運動した。

問5 A と B の間のはね返り係数はどうなるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5

① $\frac{1}{2} \left(\frac{M}{m} + 1 \right)$

② $\frac{1}{2} \frac{M}{m}$

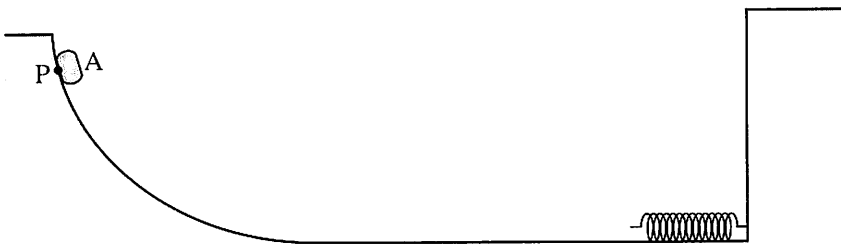
③ $\frac{1}{2} \left(\frac{M}{m} - 1 \right)$

④ $\frac{1}{2} \left(1 + \frac{m}{M} \right)$

⑤ $\frac{1}{2} \frac{m}{M}$

⑥ $\frac{1}{2} \left(1 - \frac{m}{M} \right)$

F 次の図のように、摩擦のない斜面と摩擦のない水平な床がなめらかにつながっている。ばねを床に置き一端を壁に固定する。斜面上の点Pに質量 20 g の小物体 A を置き、静かに手を離したところ、A は斜面上に沿って滑り降り、床の上を等速運動した後、ばねの固定されていない端に当たり、ばねを縮めた。ばねに当たる前の床での A の速度は 2.0 m/s、ばねの最大の縮みは 2.0 cm であった。

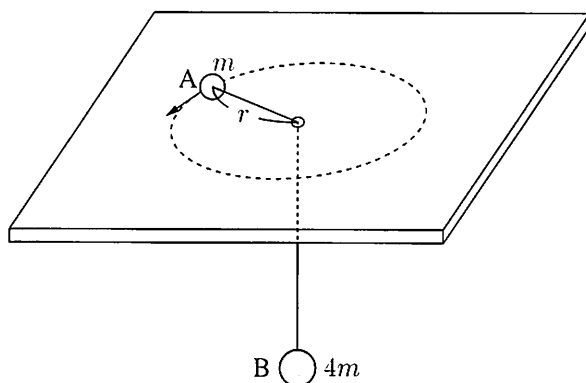


問6 A の代わりに質量 80 g の小物体 B を P に置き、静かに手を離した。ばねに当たる前の床での B の速度とばねの最大の縮みの組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

6

	①	②	③	④	⑤	⑥
床での速度 [m/s]	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0
ばねの最大の縮み [cm]	2.0	4.0	8.0	2.0	4.0	8.0

- G** 固定された水平な板に小さな穴をあけ、伸び縮みしない軽い糸を通す。板の上の糸の端には質量 m の小球 A を付け、もう一方の端には質量 $4m$ のおもり B を付ける。次の図のように、A が半径 r の等速円運動をしているとき、B は静止していた。ただし、A と板の間の摩擦、糸と穴の間の摩擦はないものとする。



問7 A の速さはどうなるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 7

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

Ⅱ

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

A 3つの物体 A, B, C がある。まず A と B を接触させると、A の温度は 4.0 K 下がり、B の温度は 16.0 K 上昇して、A と B の温度は 75.0°C になった。次に、B と C を接触させると、B の温度は 15.0 K 下がり、C の温度は 2.5 K 上昇して、B と C の温度は 60.0°C になった。外部との熱の出入りはないものとする。

問 1 75.0°C の A と 60.0°C の C を接触させると、じゅうぶん時間がたったとき、A と C の温度は何°C になるか。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

8 °C

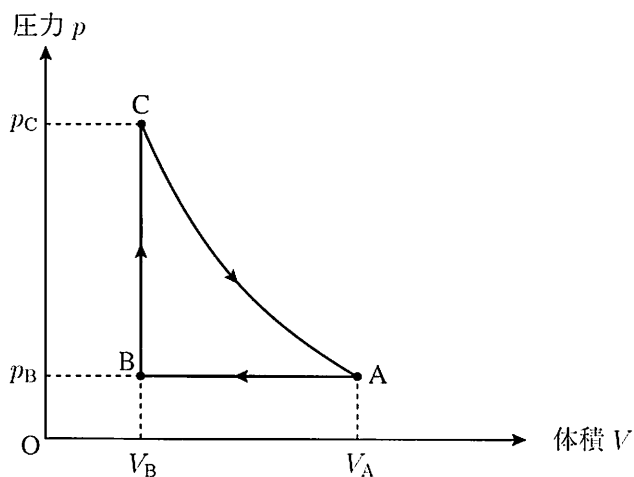
① 63.0

② 66.0

③ 69.0

④ 72.0

- B** 一定量の理想気体の状態を、次の p - V 図のように $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ と変化させた。
ここで $C \rightarrow A$ は等温変化である。

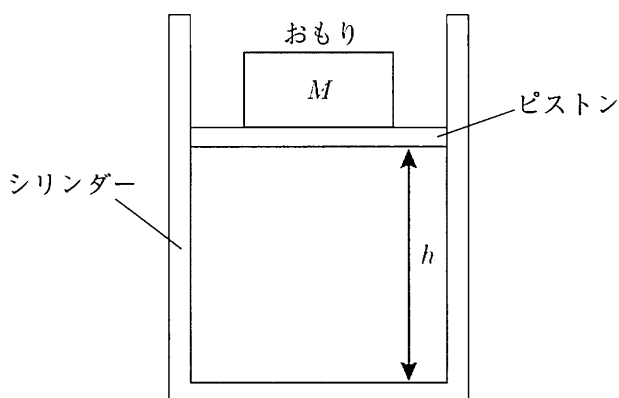


- 問2 各状態変化 $A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$, $C \rightarrow A$ で気体は熱を吸収するか、放出するか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

9

	$A \rightarrow B$	$B \rightarrow C$	$C \rightarrow A$
①	吸収	吸収	放出
②	吸収	放出	吸収
③	放出	吸収	吸収
④	放出	放出	吸収
⑤	放出	吸収	放出
⑥	吸収	放出	放出

C 次の図のように、質量の無視できる断面積 S のピストンを使って、物質量 n mol の単原子分子理想気体をシリンダーに閉じ込めた。ピストンの上に質量 M のおもりをのせたところ、ピストンはシリンダーの底からの高さが h の位置で静止した。外部の圧力を p_0 、重力加速度（acceleration due to gravity）の大きさを g 、アボガドロ定数を N_A 、気体分子1個の質量を m とする。ただし、シリンダーとピストンの間の摩擦は無視できるものとする。



問3 この気体分子の速さの2乗平均 $\overline{v^2}$ はどうなるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

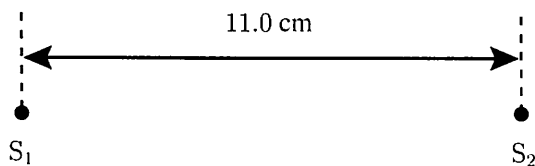
10

- | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| ① $\frac{(p_0 S + Mg)h}{2nN_A m}$ | ② $\frac{(p_0 S + Mg)h}{nN_A m}$ | ③ $\frac{3(p_0 S + Mg)h}{2nN_A m}$ |
| ④ $\frac{2(p_0 S + Mg)h}{nN_A m}$ | ⑤ $\frac{5(p_0 S + Mg)h}{2nN_A m}$ | ⑥ $\frac{3(p_0 S + Mg)h}{nN_A m}$ |

III

次の問い A（問 1）、B（問 2）、C（問 3）に答えなさい。

- A** 水面上の 11.0 cm 離れた 2 つの点 S_1 、 S_2 を波源として、波長が 3.0 cm で同じ振幅、同じ位相の円形波が出ている。



- 問 1 S_1 、 S_2 を結ぶ直線上に、水面がほとんど振動しない点はいくつあるか。正しい値を、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

11

- ① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6 ⑤ 7 ⑥ 8 ⑦ 9

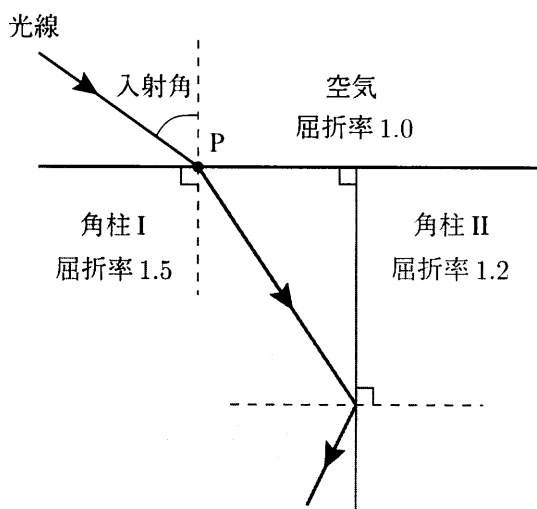
B 振動数 500 Hz の音源 S が速さ 20 m/s で、静止している観測者 O に向かってまっすぐ近づいている。音速を 340 m/s とする。

問2 O が観測する音波の波長と振動数はそれぞれいくらか。最も適当な組み合わせを、次の①～⑨の中から一つ選びなさい。

12

	波長 [m]	振動数 [Hz]
①	0.64	4.7×10^2
②	0.64	5.0×10^2
③	0.64	5.3×10^2
④	0.68	4.7×10^2
⑤	0.68	5.0×10^2
⑥	0.68	5.3×10^2
⑦	0.72	4.7×10^2
⑧	0.72	5.0×10^2
⑨	0.72	5.3×10^2

- C 屈折率 1.5 の透明な物質でできた角柱 I と、屈折率 1.2 の透明な物質でできた角柱 II が接している。角柱 I と角柱 II の境界面から少し離れた角柱 I の表面上の点 P に、空气中から光線を入射させたところ、入射した光線は、次の図のように、角柱 I を進み、角柱 I と角柱 II の境界面で全反射した。さらに、P での入射角を大きくしていくと、光の一部は角柱 II にも進行した。空気の屈折率を 1.0 とする。



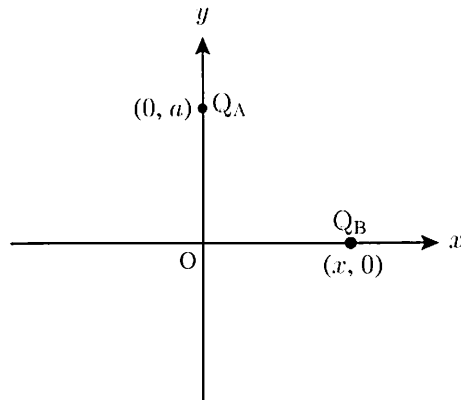
- 問3 角柱 I と角柱 II の境界面で全反射が起きる P での入射角の最大値を θ とするとき、 $\sin \theta$ の値はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 **13**

- ① 0.50 ② 0.56 ③ 0.71 ④ 0.86 ⑤ 0.90

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。

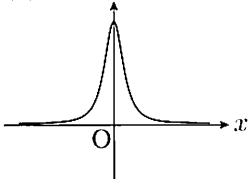
A 次の図のように, xy 平面上の位置 $(0, a)$ に正の電荷をもった小球 Q_A が固定されている ($a > 0$)。別の正の電荷をもった小球 Q_B を位置 $(x, 0)$ に置いた。



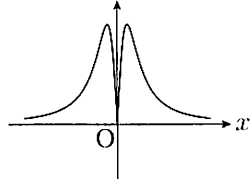
問 1 Q_B が Q_A から受ける力の x 成分 F_x と y 成分 F_y は, x を変えるとどのように変化するか。変化のようすを表すグラフは次の (a) ~ (f) のどれか。最も適当な組み合わせを, 下の①~⑧の中から一つ選びなさい。

14

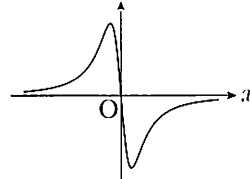
(a) 力の成分



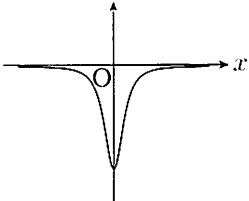
(b) 力の成分



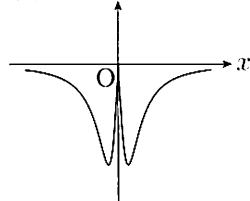
(c) 力の成分



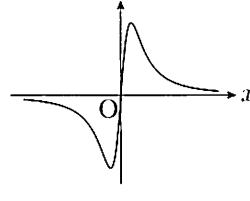
(d) 力の成分



(e) 力の成分



(f) 力の成分



	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
F_x	(b)	(c)	(e)	(f)	(b)	(c)	(c)	(f)
F_y	(a)	(a)	(a)	(a)	(d)	(d)	(d)	(d)

B 平行板コンデンサーの極板間を比誘電率 3 の誘電体で満たした。この平行板コンデンサーを電池につないで充電した。このときの極板間の電場の大きさを E とする。次に、電池を切り離した後、誘電体を極板間から外し、さらに極板間の距離を 2 倍に広げた。このときの極板間の電場の大きさを E' とする。

問 2 $\frac{E'}{E}$ はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

15

① $\frac{1}{6}$

② $\frac{1}{3}$

③ $\frac{1}{2}$

④ $\frac{2}{3}$

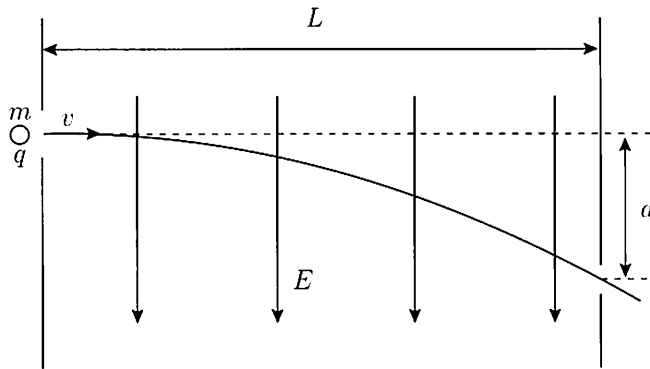
⑤ $\frac{3}{2}$

⑥ 2

⑦ 3

⑧ 6

- C** 大きさ E の一様な電場の加えられている長さ L の領域がある。次の図のように、この領域に、電荷 q をもった質量 m の粒子を速さ v で電場に垂直に入射させる。電場により、粒子は、入射方向に対して垂直方向に d だけ離れた位置にある取り出し口を通過した。ただし、重力の影響は無視できるものとする。



問3 v はどう表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 **16**

① $L \sqrt{\frac{qE}{2md}}$

② $L \sqrt{\frac{qE}{md}}$

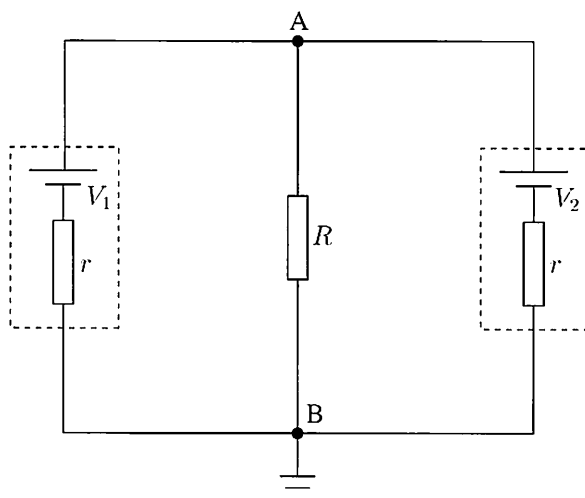
③ $L \sqrt{\frac{2qE}{md}}$

④ $\frac{1}{L} \sqrt{\frac{md}{2qE}}$

⑤ $\frac{1}{L} \sqrt{\frac{md}{qE}}$

⑥ $\frac{1}{L} \sqrt{\frac{2md}{qE}}$

- D** 起電力 V_1 と V_2 の電池があり、ともに内部抵抗の値は r である。抵抗値 R の抵抗とこれら 2 つの電池を次の図のように接続した。図中の点 B を電位の基準点とする。



- 問4 図中の点 A の電位はどうなるか。正しいものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

17

- ① $\frac{R(V_1 + V_2)}{R + 2r}$ ② $-\frac{R(V_1 + V_2)}{R + 2r}$ ③ $\frac{R(V_1 - V_2)}{R + 2r}$ ④ $\frac{R(V_2 - V_1)}{R + 2r}$
- ⑤ $\frac{R(V_1 + V_2)}{2R + r}$ ⑥ $-\frac{R(V_1 + V_2)}{2R + r}$ ⑦ $\frac{R(V_1 - V_2)}{2R + r}$ ⑧ $\frac{R(V_2 - V_1)}{2R + r}$

E 図1のように直線導線に電流 I を流した場合と、図2のようにコイルに電流 I を流した場合に、周囲にどの向きに磁場ができるかを調べた。

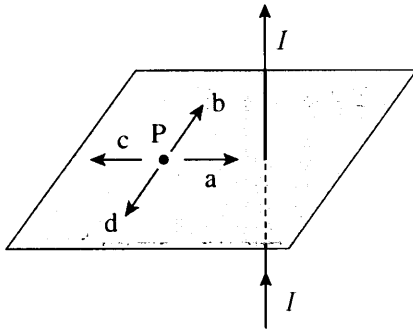


図1

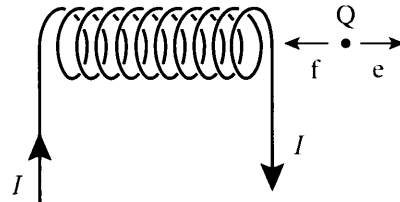


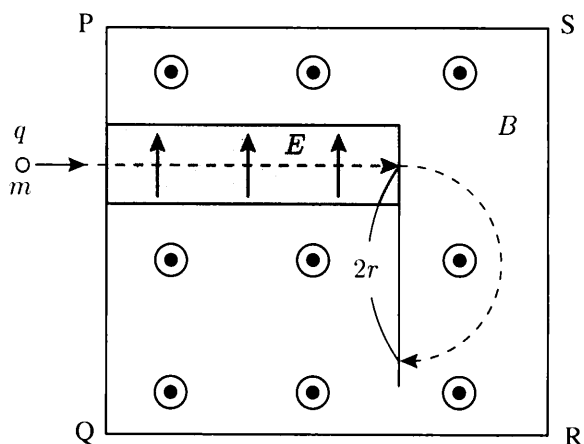
図2

問5 図1の点Pと図2の点Qでの磁場の向きはどの向きか。磁場の向きを図中の記号a～fの組み合わせで示すとき、最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

18

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
P	a	b	c	d	a	b	c	d
Q	e	e	e	e	f	f	f	f

F 次の図の長方形 PQRS の領域には、磁束密度の大きさ B の一様な磁場が、紙面に垂直で紙面の裏から表に向かう向きに加えられている。また図の灰色の領域には、磁場に加えて大きさ E の一様な電場が、図の紙面に平行で上向きに加えられている。この領域に正の電荷 q をもった質量 m の粒子を、電場、磁場と垂直な方向に入射させた。粒子は、灰色の領域を等速直線運動したのち、磁場だけの領域で半径 r の等速円運動を行った。重力の影響は無視できるものとする。



問6 m はどう表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。 19

- ① rqE ② $\frac{rqB^2}{E}$ ③ $\frac{qE}{r}$ ④ $\frac{qB^2}{rE}$

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。