

2019年度
日本留学試験(第1回)

試験問題

The Examination

理 科

(80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 ～ 37
生物	39 ～ 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 >

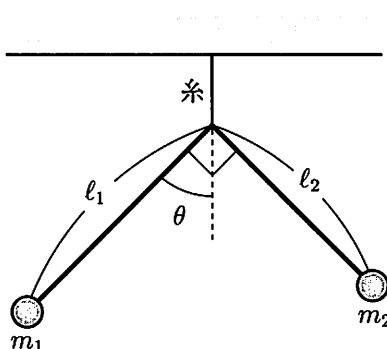
解答科目 Subject		
物理 Physics	化学 Chemistry	生物 Biology
●	○	○

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、質量の無視できる 2 本の一様な細い棒が直角に接続されている。それぞれの棒の長さは l_1 , l_2 である。長さ l_1 の棒の先端には質量 m_1 の小球が、長さ l_2 の棒の先端には質量 m_2 の小球がついている。接続点に糸をつけてつるしたところ、2 本の棒は静止した。このとき、長さ l_1 の棒が鉛直下方となす角度は θ であった。



問 1 $\tan \theta$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

1

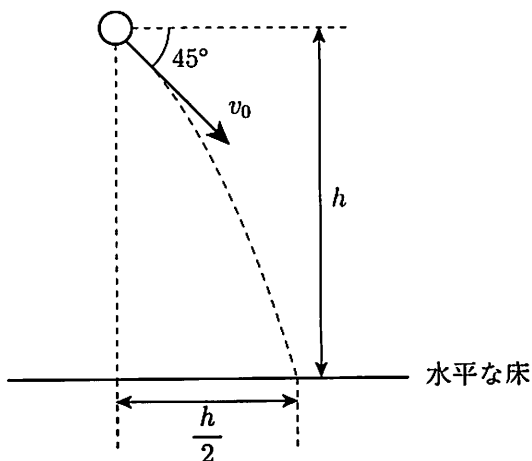
① $\frac{m_1 l_1}{m_2 l_2}$

② $\frac{m_2 l_2}{m_1 l_1}$

③ $\frac{m_2 l_1}{m_1 l_2}$

④ $\frac{m_1 l_2}{m_2 l_1}$

- B** 次の図のように、水平な床からの高さ h の位置から、水平方向とのなす角が下向き 45° の方向に初速 v_0 で小球を投げたところ、投げた位置からの水平距離が $\frac{h}{2}$ の位置で水平な床に落ちた。



問2 v_0 はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

2

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

- C** 図1のように、水平とのなす角が θ の摩擦がある斜面上に小物体を静かに置いたところ、小物体は一定の加速度で下向きにすべり始めた。このときの小物体の加速度の大きさを a とする。次に、図2のように、同じ斜面上で同じ小物体に上向きに初速を与えたところ、小物体は一定の加速度で上向きにすべり始めた。このときの小物体の加速度の大きさを a' とする。

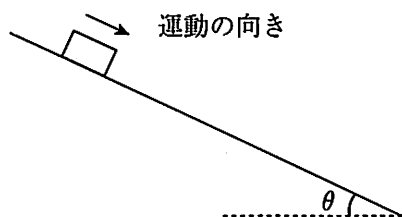


図1

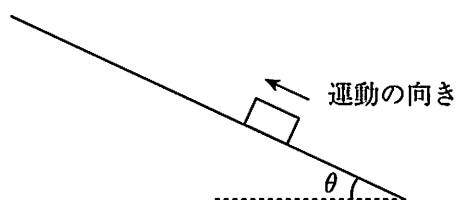


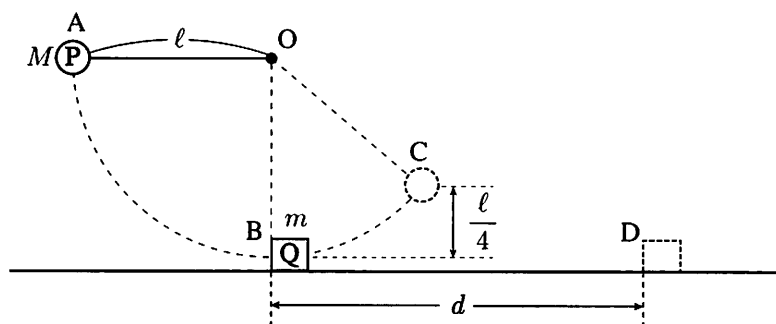
図2

問3 a' 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。

3

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① $2g \sin \theta + a$ | ② $2g \cos \theta + a$ | ③ $2g \tan \theta + a$ |
| ④ $2g \sin \theta - a$ | ⑤ $2g \cos \theta - a$ | ⑥ $2g \tan \theta - a$ |

- D** 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 をつける。糸を張った状態で P を O と同じ高さの位置 A まで持ち上げてから、 P を静かにはなした。 P は、摩擦のある水平な床面上、 O の真下の位置 B に静止している質量 m の小物体 Q に非弾性衝突した。衝突後、 P は床面から高さ $\frac{\ell}{4}$ の位置 C まで上がり、 Q は床面上を距離 d すべて位置 D で静止した。 Q と床面との間の動摩擦係数を μ' とする。



問4 d はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

4

- ① $\frac{M^2\ell}{4\mu'm^2}$ ② $\frac{M^2\ell}{2\mu'm^2}$ ③ $\frac{3M^2\ell}{2\mu'm^2}$ ④ $\frac{9M^2\ell}{4\mu'm^2}$

E 軽いつる巻きばねに、ある質量の小球をつるした鉛直ばね振り子がある。小球がつり合いの位置で静止しているとき、ばねは自然長から長さ d だけ伸びていた。この鉛直ばね振り子の単振動の周期は T であった。次に、同じ小球を長さ ℓ の軽くて伸び縮みしない糸の一端につけ、他端を固定し、単振り子として鉛直面内で振幅の小さい振動をさせたところ、その周期は同じく T であった。

問5 $\frac{\ell}{d}$ 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。

5

① $\frac{1}{4}$

② $\frac{1}{2}$

③ $\frac{\sqrt{2}}{2}$

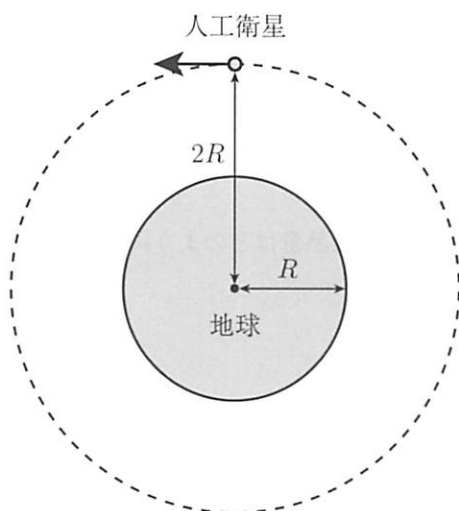
④ 1

⑤ $\sqrt{2}$

⑥ 2

⑦ 4

- F** 地球を半径 R の球とし、地表での重力加速度の大きさを g とする。次の図のように、地球を中心として半径 $2R$ の等速円運動をする人工衛星がある。



- 問6 この人工衛星の等速円運動の周期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。

6

① $\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$

② $\pi\sqrt{\frac{2R}{g}}$

③ $2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$

④ $2\pi\sqrt{\frac{2R}{g}}$

⑤ $4\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$

⑥ $4\pi\sqrt{\frac{2R}{g}}$

Ⅱ

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

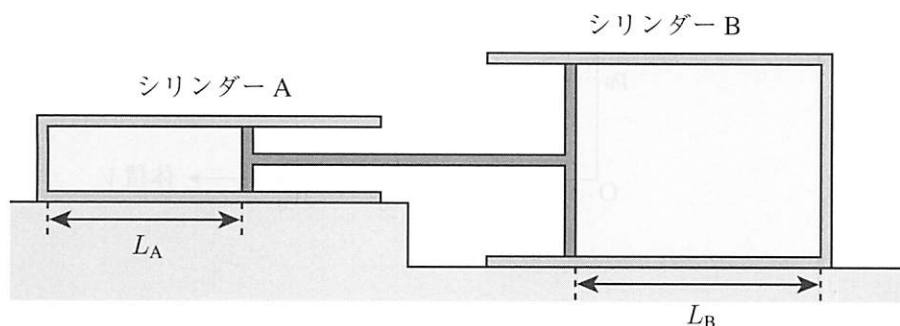
- A** 断熱容器の中に温度 t_1 の液体が入っている。この中に温度 $t_2 (< t_1)$ の金属球を入れたところ、じゅうぶん時間がたった後、液体と金属球が等しい温度になった。液体の熱容量を C_1 とし、金属球の熱容量を C_2 とする。熱は液体と金属球の間だけを移動するものとする。

問 1 液体から金属球に移動した熱量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。

7

- | | | |
|----------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| ① $(C_1 + C_2)(t_1 - t_2)$ | ② $\frac{(C_1^2 + C_2^2)(t_1 - t_2)}{C_1 + C_2}$ | ③ $\frac{C_1 C_2 (t_1 - t_2)}{C_1 + C_2}$ |
| ④ $(C_1 - C_2)(t_1 - t_2)$ | ⑤ $\frac{(C_1^2 + C_2^2)(t_1 - t_2)}{C_1 - C_2}$ | ⑥ $\frac{C_1 C_2 (t_1 - t_2)}{C_1 - C_2}$ |

B 次の図のように、断面積が S_A の円筒状のシリンダー A と断面積が S_B の円筒状のシリンダー B に、なめらかに動くピストンを使って等しい物質量の理想気体をそれぞれ閉じ込めた。A と B を向かい合わせ、A と B の中心軸が水平になるように固定し、2つのピストン間を棒で接続したところ、A 内のピストンは A の底面から距離 L_A の位置で、B 内のピストンは B の底面から距離 L_B の位置でそれぞれ静止した。このとき、A 中の理想気体の絶対温度は T_A 、圧力は p_A であり、B 中の理想気体の絶対温度は T_B 、圧力は p_B であった。ただし、大気圧の影響は無視する。



問2 $\frac{T_B}{T_A}$ 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 $\frac{L_B}{L_A}$

② $\frac{S_B L_B}{S_A L_A}$

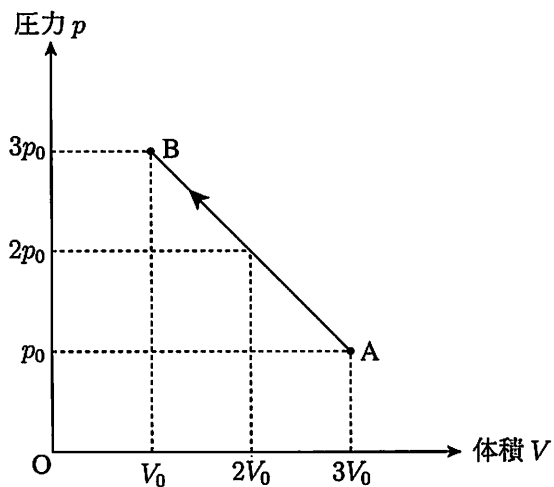
③ $\frac{p_B L_B}{p_A L_A}$

④ $\frac{L_A}{L_B}$

⑤ $\frac{S_A L_A}{S_B L_B}$

⑥ $\frac{p_A L_A}{p_B L_B}$

- C** 一定量の単原子分子理想気体をシリンダーの中に入れ、その状態を次の p - V 図のよう
に、状態 A → 状態 B と変化させた。



- 問3 状態 A → 状態 B の過程全体で気体が吸収した正味の熱量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。

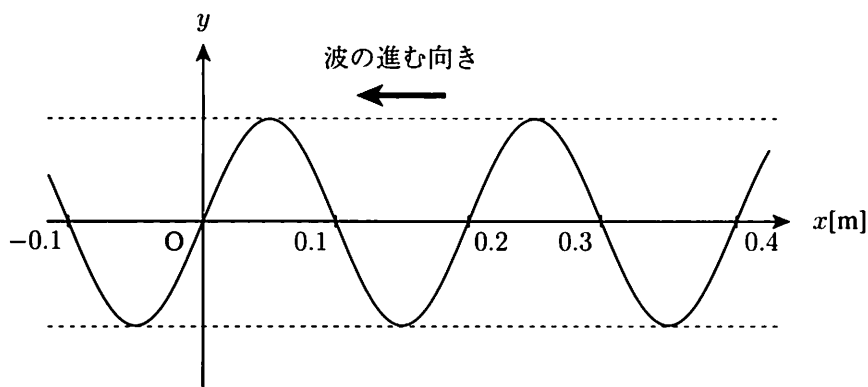
9

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| ① $2p_0V_0$ | ② $4p_0V_0$ | ③ $6p_0V_0$ |
| ④ $-2p_0V_0$ | ⑤ $-4p_0V_0$ | ⑥ $-6p_0V_0$ |

III

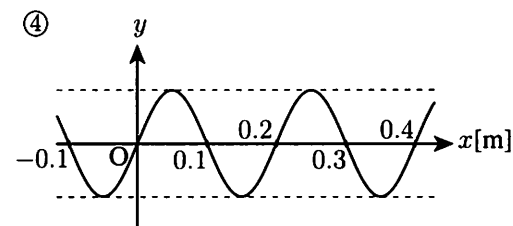
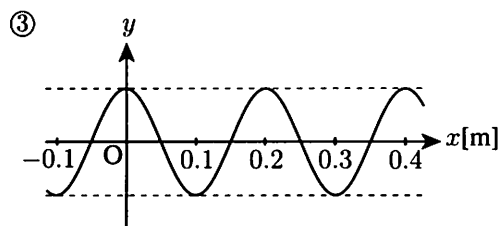
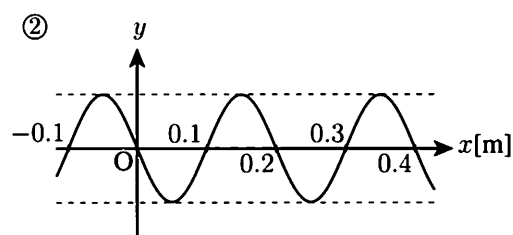
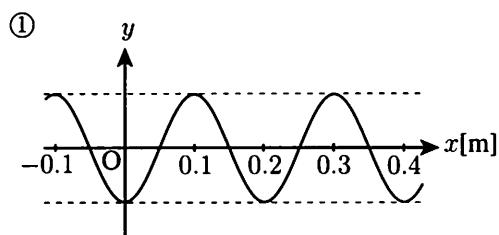
次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3) に答えなさい。

- A** x 軸上を負の向きに進む振動数 0.50 Hz の正弦波がある。次の図は、時刻 $t = 0 \text{ s}$ の媒質の変位 y と位置 x の関係を示したグラフである。

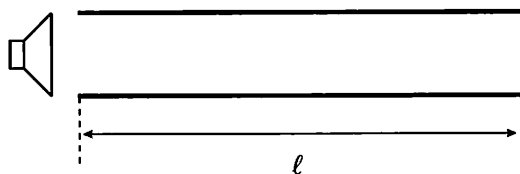


- 問 1 時刻 $t = 3.5 \text{ s}$ での y と x の関係を示したグラフはどうか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

10



- B** 次の図のように、長さ ℓ の開管の開口付近にスピーカーを置き振動数 f の音を出したところ、2つの開口端を含めた腹の数が n の定在波が気柱に生じ、共鳴が起きた。音の速さを V とし、開口端補正は無視できるものとする。



問2 f 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。

11

① $\frac{(n-1)V}{4\ell}$

② $\frac{nV}{4\ell}$

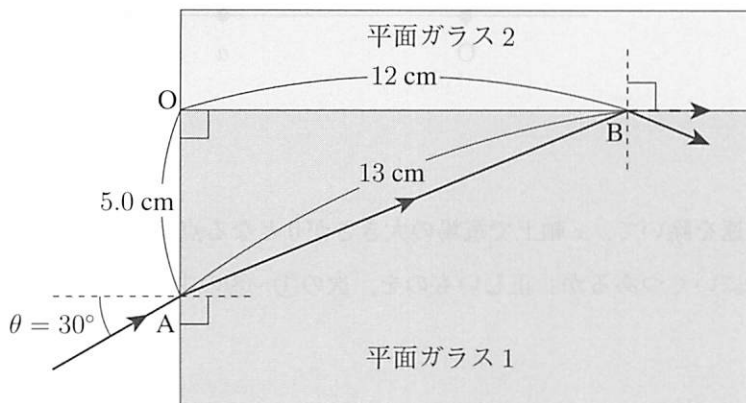
③ $\frac{(n+1)V}{4\ell}$

④ $\frac{(n-1)V}{2\ell}$

⑤ $\frac{nV}{2\ell}$

⑥ $\frac{(n+1)V}{2\ell}$

C 次の図のように、平面ガラス1の上の面に、絶対屈折率の異なる平面ガラス2を密着させた。平面ガラス1の左の面上の点Aから光を入射させ、その入射角 θ を徐々に小さくしていったところ、 $\theta = 30^\circ$ になったときに、平面ガラス1の中を進んだ光が境界面上の点Bに臨界角で入射した。 θ が 30° より小さくなると、光は境界面で全反射した。平面ガラス1の左の面は上の面に垂直で、左上の頂点をOとすると、OAは5.0 cm、OBは12 cm、ABは13 cmであった。空気の絶対屈折率を1.0とする。



問3 平面ガラス2の絶対屈折率はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

① 1.1

② 1.2

③ 1.3

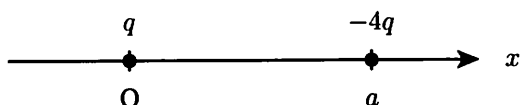
④ 1.4

⑤ 1.5

⑥ 1.6

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, x 軸上の原点に電気量 q ($q > 0$) の点電荷を, x 軸上の $x = a$ ($a > 0$) の位置に電気量 $-4q$ の点電荷を固定する。



問1 無限遠を除いて, x 軸上で電場の大きさが0となる点はあるか。あるとしたら, どの範囲にいくつあるか。正しいものを, 次の①~⑧の中から一つ選びなさい。 **13**

① $x < 0$ と $0 < x < a$ と $a < x$ に1つずつある

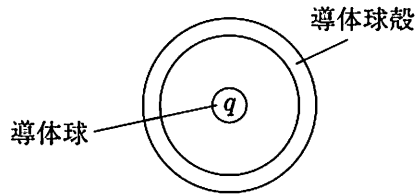
② $0 < x < a$ と $a < x$ に1つずつある ③ $x < 0$ と $0 < x < a$ に1つずつある

④ $x < 0$ と $a < x$ に1つずつある ⑤ $a < x$ に1つある

⑥ $0 < x < a$ に1つある ⑦ $x < 0$ に1つある

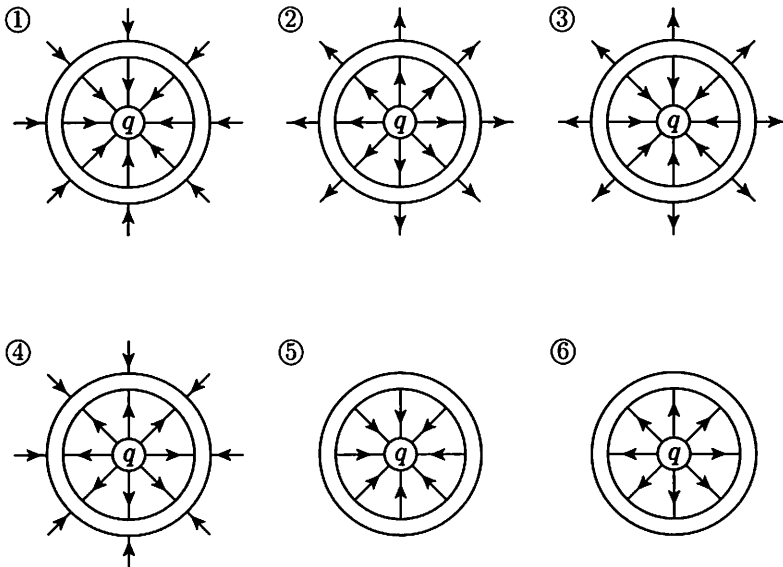
⑧ ない

B 帯電していない中空の導体球（導体球殻）の中空部分に、正の電荷 q をもった導体球が、中心が同じになるように配置されている。このとき、静電誘導により導体球殻の内側の表面に $-q$ の電荷が、外側の表面に q の電荷が現れた。次の図は、中心を含む断面を示したものである。

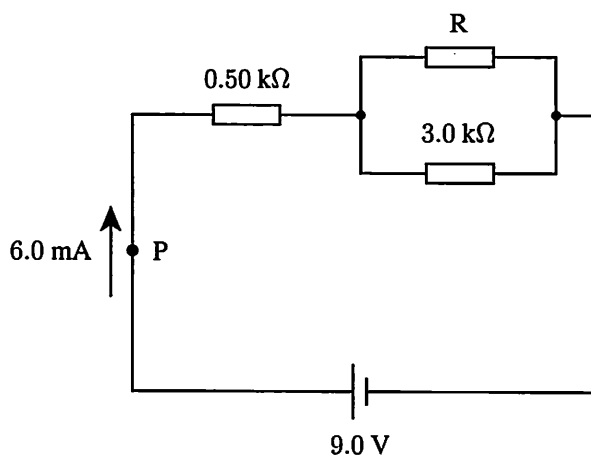


問2 中心を含む断面内での電気力線の様子を表す図として、最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

14



- C 次の図のように、起電力 9.0 V の電池、抵抗値が $0.50\text{ k}\Omega$ と $3.0\text{ k}\Omega$ の2つの抵抗および抵抗値のわからない抵抗 R を接続した。このとき、点 P を流れる電流は 6.0 mA だった。電池の内部抵抗は無視できるものとする。



- 問3 R で消費される電力は何 mW か。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15 mW

① 6.0

② 12

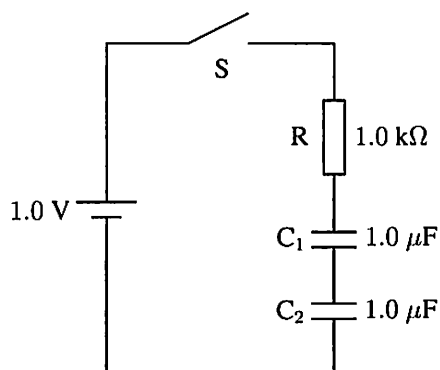
③ 18

④ 24

⑤ 30

⑥ 36

- D** 次の図のように、起電力 1.0 V の電池、スイッチ S 、抵抗値 $1.0\text{ k}\Omega$ の抵抗 R 、電気容量 $1.0\text{ }\mu\text{F}$ の2つのコンデンサー C_1 、 C_2 を接続した。最初、 S は開いていて、 C_1 、 C_2 に電荷は蓄えられていなかった。次に、 S を閉じて C_1 、 C_2 を充電した。電池の内部抵抗は無視できるものとする。

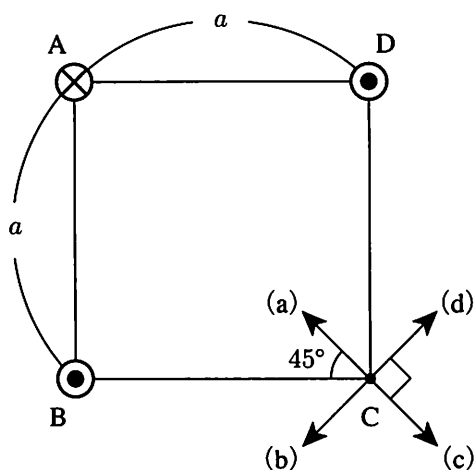


- 問4 S を閉じてから C_1 、 C_2 の充電が終了するまでに、 R で発生するジュール熱は何 μJ か。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

16 μJ

- ① 0.25 ② 0.50 ③ 1.0 ④ 2.0

E 次の図のように、紙面に垂直なじゅうぶんに長い3本の平行な直線導線が、紙面内の正方形ABCD（1辺の長さ a ）の頂点A, B, Dを通っている。Aを通る導線には紙面の表から裏の向きに、B, Dを通る2本の導線には紙面の裏から表の向きに、等しい大きさ I の電流がそれぞれ流れている。



問5 3本の導線に流れる電流がCにつくる磁場の強さ H はどのように表されるか。また、その向きは図中に矢印で示した(a)～(d)のどれか。正しい組み合わせを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

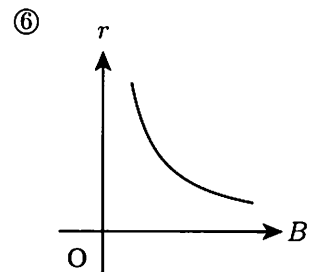
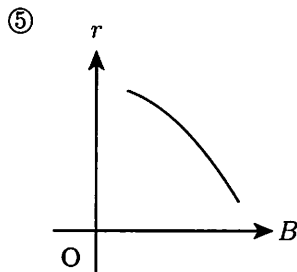
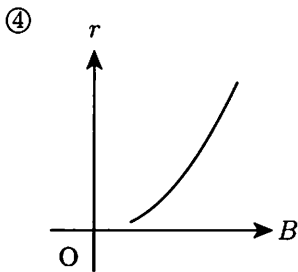
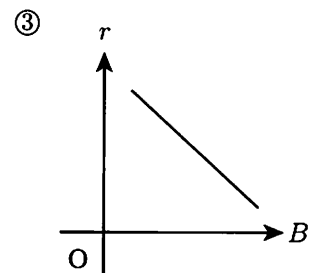
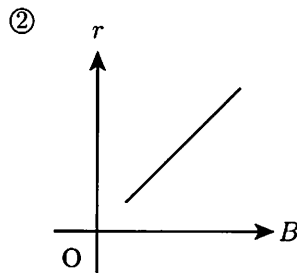
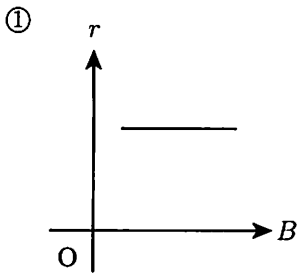
17

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
H	$\frac{3\sqrt{2}I}{4\pi a}$	$\frac{3\sqrt{2}I}{4\pi a}$	$\frac{3\sqrt{2}I}{4\pi a}$	$\frac{3\sqrt{2}I}{4\pi a}$	$\frac{\sqrt{2}I}{4\pi a}$	$\frac{\sqrt{2}I}{4\pi a}$	$\frac{\sqrt{2}I}{4\pi a}$	$\frac{\sqrt{2}I}{4\pi a}$
向き	(a)	(b)	(c)	(d)	(a)	(b)	(c)	(d)

F 磁束密度の大きさ B の一様な磁場中に、荷電粒子（電気量 q 、質量 m ）を磁場に垂直に速さ v で入射させたところ、荷電粒子は磁場中で半径 r の等速円運動をした。 q 、 m 、 v を変えず、 B を変えて同じ実験を繰り返した。

問6 このとき、 r と B の関係を表すグラフ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



V 次の問い A (問 1) に答えなさい。

A クォーク模型では、陽子や中性子などの物質の構成粒子はさらに基本的な要素であるクォークと呼ばれる粒子から構成される。例えば、陽子は 2 つのアップクォーク u と 1 つのダウルクォーク d で構成され、中性子は 1 つの u と 2 つの d で構成される。それぞれのクォークは決まった量の電荷をもっており、陽子や中性子の電荷はそれぞれを構成するクォークの電荷の和に等しい。電気素量を e とする。

問 1 d のもつ電荷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。

19

① $-e$

② $-\frac{2}{3}e$

③ $-\frac{1}{3}e$

④ $\frac{1}{3}e$

⑤ $\frac{2}{3}e$

⑥ e

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。