

平成29年度  
日本留学試験(第1回)

# 試験問題

The Examination

# 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 ～ 37
生物	39 ～ 53

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。

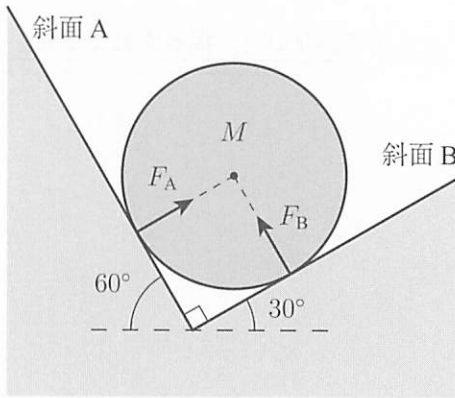
科目が正しくマークされていないと、採点されません。

< 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、水平面とのなす角が  $60^\circ$  の斜面 **A** と、水平面とのなす角が  $30^\circ$  の斜面 **B** が、互いのなす角が  $90^\circ$  でつながっている。この斜面 **A**, **B** の上に、質量  $M$  の一様な球が置かれ、静止している。球が斜面 **A** から受ける力の大きさを  $F_A$ 、球が斜面 **B** から受ける力の大きさを  $F_B$  とする。球と斜面 **A**, **B** の間に摩擦はないものとする。

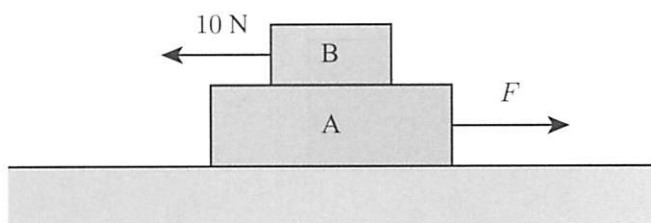


問1  $F_A$ ,  $F_B$  はどのように表されるか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**1**

	①	②	③	④	⑤	⑥
$F_A$	$\frac{\sqrt{3}}{3}Mg$	$Mg$	$\frac{\sqrt{3}}{2}Mg$	$\frac{1}{2}Mg$	$\sqrt{3}Mg$	$\frac{\sqrt{3}}{3}Mg$
$F_B$	$Mg$	$\frac{\sqrt{3}}{3}Mg$	$\frac{1}{2}Mg$	$\frac{\sqrt{3}}{2}Mg$	$\frac{\sqrt{3}}{3}Mg$	$\sqrt{3}Mg$

**B** 次の図のように、水平な床の上に質量  $6\text{ kg}$  の直方体  $A$  を置き、その上に質量  $4\text{ kg}$  の直方体  $B$  を置く。 $B$  を水平左方向に大きさ  $10\text{ N}$  の力で引く。同時に、 $A$  を水平右方向に大きさ  $F$  の力で引く。 $F$  を  $0\text{ N}$  から徐々に大きくしていったところ、 $F$  がある値  $F_0$  より大きくなったとき、 $A$  と  $B$  が一体となったまま動き始めた。床と  $A$  の間、 $A$  と  $B$  の間の静止摩擦係数を共に  $0.5$  とし、重力加速度の大きさを  $10\text{ m/s}^2$  とする。

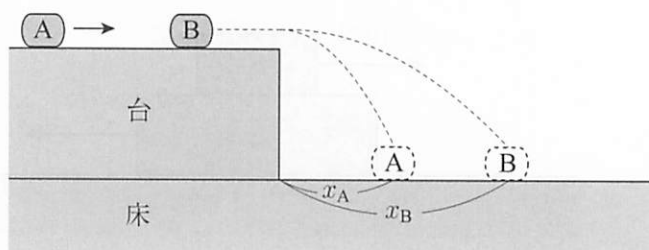


問2  $F_0$  は何  $\text{N}$  か。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**2**  $\text{N}$

- ① 20      ② 30      ③ 40      ④ 50      ⑤ 60      ⑥ 70

- C 次の図のように、水平な床の上に固定された水平な台の上に、質量の等しい小物体 A と小物体 B を置く。A に初速を与え、静止していた B に衝突させた。その後、A と B は台の端から、水平に飛び出し、床に落下した。台の端から A の落下した地点までの水平距離は  $x_A$ 、台の端から B の落下した地点までの水平距離は  $x_B$  であった。A と B の間のはね返り係数を 0.60 とし、A、B と台との間に摩擦はないものとする。

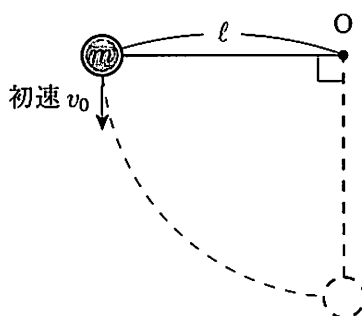


- 問3  $\frac{x_B}{x_A}$  はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

3

- ① 1.7      ② 2.3      ③ 2.7      ④ 3.0      ⑤ 4.0

- D** 長さ  $\ell$  の軽くて伸び縮みしない糸の一端を点  $O$  に固定し、他端に質量  $m$  の小球を付けた。次の図のように、糸がたるまないようにして  $O$  と同じ高さの位置に小球を持ち上げ、鉛直下向きに初速  $v_0$  を与えた。小球が  $O$  の真下に来たとき、糸の張力は  $T$  であった。



問4  $T$  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。

4

- |                              |                               |                               |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| ① $\frac{mv_0^2}{\ell} + mg$ | ② $\frac{mv_0^2}{\ell} + 2mg$ | ③ $\frac{mv_0^2}{\ell} + 3mg$ |
| ④ $\frac{mv_0^2}{\ell} - mg$ | ⑤ $\frac{mv_0^2}{\ell} - 2mg$ | ⑥ $\frac{mv_0^2}{\ell} - 3mg$ |

- E** 水平でなめらかな床の上に、ばね定数  $k$  の軽いばねと質量  $m$  の小物体 A と質量  $2m$  の小物体 B が、A と B がばねの両端に接した状態で置かれている。図 1 のように、ばねが自然長から  $x$  だけ縮んだ状態になるまで A と B の間隔を縮め、A と B を手で静止させた。その後、静かに同時に手を離したところ、A は左向きに、B は右向きに運動を始め、図 2 のように、ばねから離れた。A がばねから離れた後の速さは  $v$  であった。

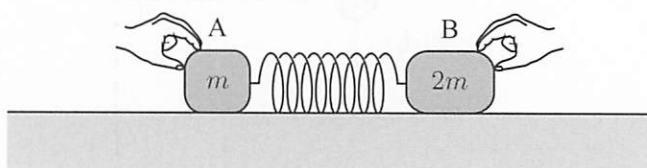


図 1

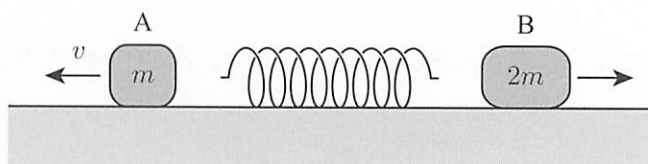


図 2

問 5  $v$  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。

5

①  $\sqrt{\frac{k}{6m}} x$

②  $\sqrt{\frac{k}{3m}} x$

③  $\sqrt{\frac{k}{2m}} x$

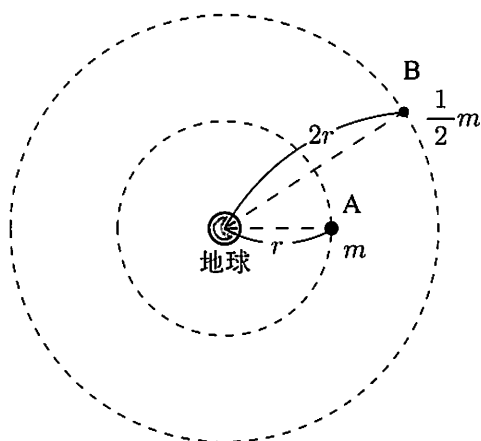
④  $\sqrt{\frac{2k}{3m}} x$

⑤  $2\sqrt{\frac{k}{3m}} x$

⑥  $\sqrt{\frac{3k}{2m}} x$



- F** 次の図のように、地球の周りを等速円運動する人工衛星 A と B がある。A の質量は  $m$ 、その軌道半径は  $r$  である。B の質量は  $\frac{1}{2}m$ 、その軌道半径は  $2r$  である。A の運動エネルギーを  $K_A$ 、B の運動エネルギーを  $K_B$  とする。



問6  $\frac{K_B}{K_A}$  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。

6

- ①  $\frac{1}{4}$                       ②  $\frac{1}{2}$                       ③  $\frac{\sqrt{2}}{2}$                       ④ 1
- ⑤  $\sqrt{2}$                       ⑥ 2                      ⑦ 4

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

A 20℃の水 200 g に -10℃の氷 100 g を入れたところ、じゅうぶん時間がたった後、0℃の水と氷になった。水の比熱を  $4.2 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ 、氷の比熱を  $2.1 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ 、氷の融解熱を  $3.3 \times 10^2 \text{ J/g}$  とし、外部との熱の出入りはないものとする。

問 1 残った氷は何 g か。最も適当な値を、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

**7** g

① 35

② 40

③ 45

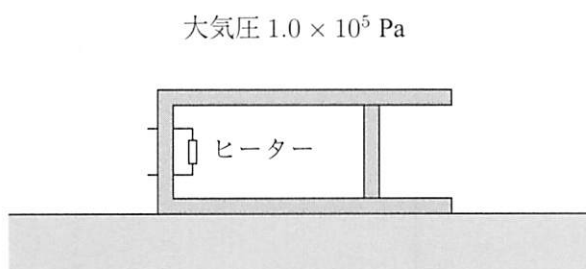
④ 50

⑤ 55

⑥ 60

⑦ 65

- B** 次の図のように、水平に置かれたシリンダー内に、なめらかに動くことのできる断面積  $1.0 \times 10^{-1} \text{ m}^2$  のピストンによって、一定量の理想気体が閉じ込められている。気体の圧力は大気圧  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  に等しい。シリンダー内のヒーターを使い、気体に熱量  $2.5 \times 10^3 \text{ J}$  の熱を加えたところ、ピストンは  $1.0 \times 10^{-1} \text{ m}$  右に移動した。

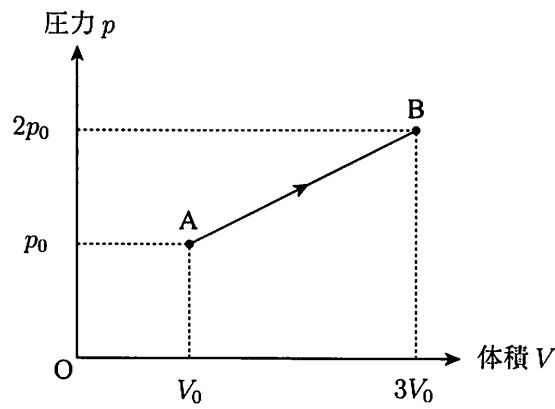


- 問2 熱を加えることにより、気体の内部エネルギーは何J増加したか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

8 J

- |                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① $1.0 \times 10^3$ | ② $1.5 \times 10^3$ | ③ $2.0 \times 10^3$ |
| ④ $2.5 \times 10^3$ | ⑤ $3.0 \times 10^3$ | ⑥ $3.5 \times 10^3$ |

**C** 一定量の単原子分子理想気体をシリンダー内に入れ、その状態を、次の  $p$ - $V$  図のよう  
に状態 A から状態 B まで変化させた。この過程で気体が外部にした仕事を  $W$ 、気  
体が吸収した熱量を  $Q$  とし、この過程による内部エネルギーの変化を  $\Delta U$  とする。



問3  $W$ 、 $\Delta U$ 、 $Q$  はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑧の中から一つ選  
びなさい。

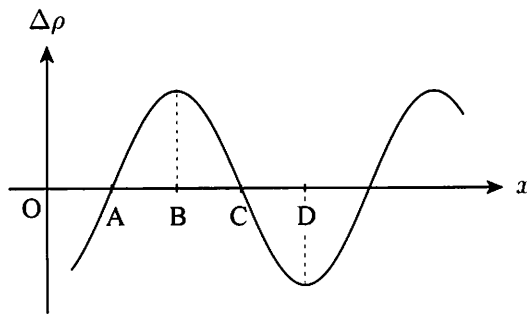
9

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
$W$	$p_0V_0$	$p_0V_0$	$p_0V_0$	$p_0V_0$	$3p_0V_0$	$3p_0V_0$	$3p_0V_0$	$3p_0V_0$
$\Delta U$	$\frac{15}{2}p_0V_0$	$\frac{15}{2}p_0V_0$	$9p_0V_0$	$9p_0V_0$	$\frac{15}{2}p_0V_0$	$\frac{15}{2}p_0V_0$	$9p_0V_0$	$9p_0V_0$
$Q$	$\frac{13}{2}p_0V_0$	$\frac{17}{2}p_0V_0$	$8p_0V_0$	$10p_0V_0$	$\frac{9}{2}p_0V_0$	$\frac{21}{2}p_0V_0$	$6p_0V_0$	$12p_0V_0$

## III

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

**A** 縦波では媒質中の各点が波の進行方向と平行に振動し、媒質が密の部分と疎の部分のくり返しが伝わっていく。次の図は、 $x$  軸の正の方向に伝わる縦波の、ある時刻における媒質の密度の変化（波がないときの密度との差） $\Delta\rho$  と位置  $x$  との関係を表したグラフである。図中の位置 B は媒質が密の位置、位置 D は媒質が疎の位置に対応している。



問 1 図中の位置 A, B, C, D のうち、媒質が  $x$  軸の正の方向へ最も大きく変位している位置はどれか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

10

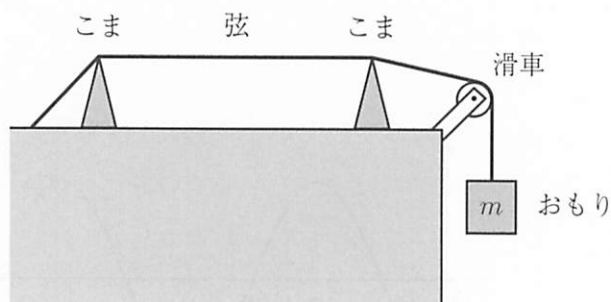
① A

② B

③ C

④ D

**B** 次の図のように、弦の一端を固定し、その他端に質量  $m$  のおもりを付け、弦を滑車にかけておもりを吊るし、固定した2つのこまの間に弦を水平に張る。この弦に、ある振動数の振動を与えたところ、こまの間に腹が2つの定常波ができた。次に、おもりの質量を  $m'$  に変えて、弦に同じ振動数の振動を与えたところ、こまの間に腹が1つの定常波ができた。弦を伝わる波の速さは弦の張力の  $\frac{1}{2}$  乗に比例するものとする。

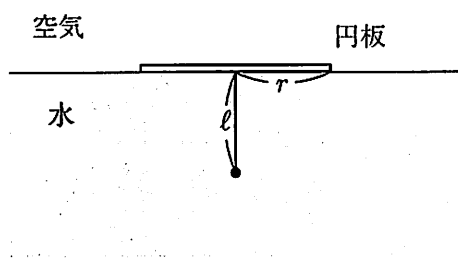


問2  $\frac{m'}{m}$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

11

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

- C 次の図のように、半径 $r$ の薄い円板を水面に浮かべ、その中心から、ひもで小さなおもりを水中に吊るす。円板の中心とおもりの間のひもの長さを $\ell$ とする。 $\ell$ が小さいときには、空気中のどこから見てもおもりは見えなかった。 $\ell$ を徐々に大きくしていったところ、 $\ell$ がある長さ $\ell_0$ より大きくなったとき空気中からおもりが見えるようになった。水の空気に対する相対屈折率を $n$ とする。



- 問3  $\frac{\ell_0}{r}$  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。

12

①  $\frac{n}{\sqrt{n^2 - 1}}$

②  $n$

③  $\sqrt{n^2 - 1}$

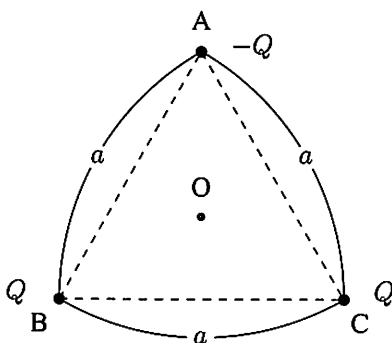
④  $\frac{\sqrt{n^2 - 1}}{n}$

⑤  $\frac{1}{n}$

⑥  $\frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}}$

**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、一辺の長さ  $a$  の正三角形 ABC の頂点 A に電気量  $-Q$  ( $Q > 0$ ) の点電荷を、頂点 B に電気量  $Q$  の点電荷を、頂点 C に電気量  $Q$  の点電荷をそれぞれ固定した。B に固定された点電荷が A の位置につくる電場の大きさを  $E_0$  とする。



問 1 正三角形の重心 O における電場の大きさ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。

**13**

- ①  $E_0$       ②  $2E_0$       ③  $3E_0$       ④  $4E_0$       ⑤  $5E_0$       ⑥  $6E_0$



- B** 図1のように、極板の面積  $S$ 、極板の間隔  $d$  の平行板コンデンサーがある。このコンデンサーの電気容量を  $C$  とする。このコンデンサーの極板間に、図2のように、面積  $\frac{S}{3}$ 、厚さ  $\frac{d}{2}$  の導体板を極板に平行に入れる。このときのコンデンサーの電気容量を  $C'$  とする。

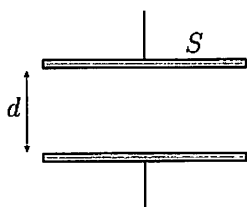


図1

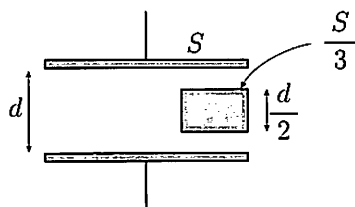


図2

問2  $\frac{C'}{C}$  はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。 14

①  $\frac{3}{10}$

②  $\frac{1}{3}$

③  $\frac{2}{5}$

④  $\frac{3}{7}$

⑤  $\frac{5}{4}$

⑥  $\frac{4}{3}$

⑦  $\frac{5}{3}$

⑧  $\frac{7}{4}$

- C** 起電力  $6.0\text{ V}$ 、内部抵抗の抵抗値  $1.0\ \Omega$  の電池がある。この電池に外部抵抗を接続したところ、外部抵抗での消費電力は  $5.0\text{ W}$  であった。外部抵抗の抵抗値は内部抵抗の抵抗値より大きいものとする。

問3 外部抵抗の抵抗値は何  $\Omega$  か。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

**15**  $\Omega$

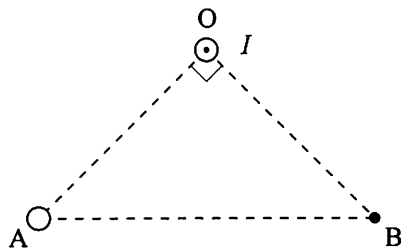
①  $5.0$

②  $6.0$

③  $6.2$

④  $7.2$

**D** 次の図のように、紙面に垂直な2本の十分に長い直線導線が、紙面内の直角二等辺三角形  $OAB$  の頂点  $O$  (頂角  $90^\circ$ ) と頂点  $A$  をそれぞれ通っている。 $O$  を通る導線に紙面の裏から表に向かう向きに大きさ  $I$  の電流が流れている。 $A$  を通る導線に、ある向きにある大きさの電流を流したところ、頂点  $B$  での磁場は  $O$  から  $B$  に向かう向きになった。



問4  $A$  を通る導線に流した電流の向きと大きさはどうなるか。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

16

	向き	大きさ
①	紙面表から裏の向き	$\sqrt{2}I$
②	紙面表から裏の向き	$2I$
③	紙面表から裏の向き	$4I$
④	紙面裏から表の向き	$\sqrt{2}I$
⑤	紙面裏から表の向き	$2I$
⑥	紙面裏から表の向き	$4I$

- E** 図1のように、長方形コイル  $abcd$  に図中の矢印の向きに電流  $5.0\text{ A}$  が流れている。辺  $ab$  の長さは  $0.30\text{ m}$  で、辺  $bc$  の長さは  $0.20\text{ m}$  である。図2のように、このコイルを磁束密度の大きさ  $4.0\text{ T}$  の一様な磁場の中に入れ、辺  $ab$  と辺  $cd$  が磁場の向きに垂直で、辺  $da$  と辺  $bc$  が磁場の向きと  $60^\circ$  の角をなすように保った。このときコイルに流れる電流に磁場から偶力がはたらいた。

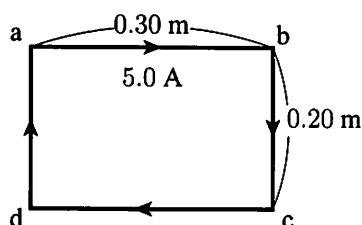


図 1

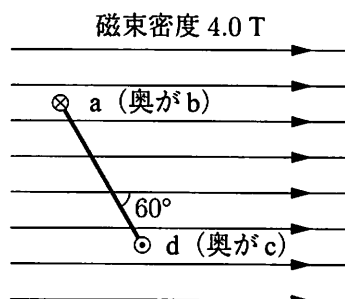


図 2

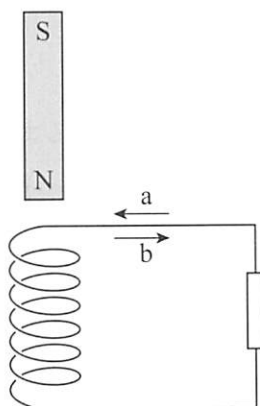
- 問5 コイルに流れる電流に磁場からはたらく偶力のモーメントの大きさは何  $\text{N}\cdot\text{m}$  か。最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

17

 $\text{N}\cdot\text{m}$ 

- ① 0.40      ② 0.60      ③ 0.90      ④ 1.0      ⑤ 1.5

**F** 次の図のように、ソレノイドに抵抗を接続し、ソレノイドの中心軸が鉛直になるようにソレノイドを固定する。棒磁石を、N極を下にして、ソレノイドの上から中心軸に沿って落下させ、ソレノイド内を通過させる。



**問6** 棒磁石のN極がソレノイドの上端を通過する直前に抵抗を流れる電流の向きは、図中の矢印a, bのどちらか。また、棒磁石のS極がソレノイドの下端を通過した直後に抵抗を流れる電流の向きは、図中の矢印a, bのどちらか。正しい組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

18

	①	②	③	④
N 極が上端を通過する直前の向き	a	a	b	b
S 極が下端を通過した直後の向き	a	b	a	b

**V** 次の問い A (問 1) に答えなさい。

**A** 日本において世界で初めて合成が確認された原子番号 113 の新元素ニホニウム Nh の原子核は、 $\alpha$ 崩壊のみを複数回くり返して、原子番号 101 の元素メンデレビウム Md の原子核に変わることが実験で確かめられている。

問 1 Nh の原子核 1 個が Md の原子核に変わるまでに、全部で何個の  $\alpha$  粒子が放出されるか。正しい値を、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

**19** 個

① 2

② 3

③ 4

④ 5

⑤ 6

⑥ 7

⑦ 8

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。