

2021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 ~ 55

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。

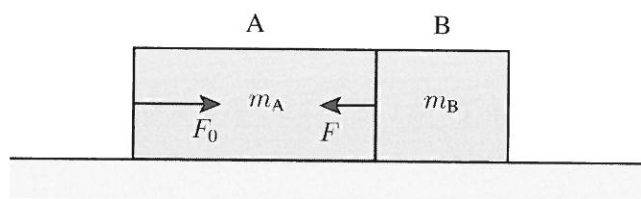
科目が正しくマークされていないと,採点されません。

< 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 なめらかな水平面上に質量 m_A の物体 **A** と質量 m_B の物体 **B** が接触して置かれている。次の図のように、**A** に水平方向右向きに大きさ F_0 の力を加えたところ、**A** と **B** は一体となって等加速度運動を始めた。このとき、**A** が **B** から受ける水平方向の力の大きさを F とする。

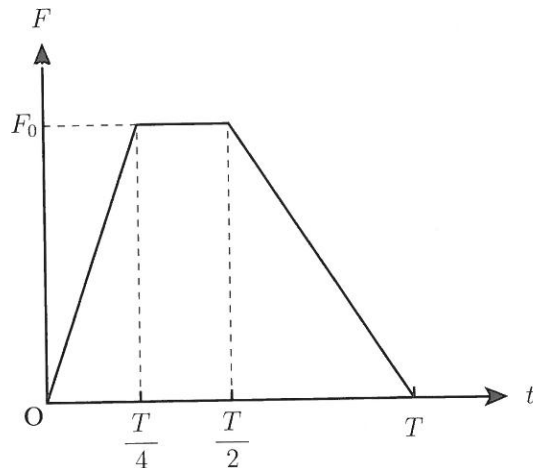


問1 $\frac{F}{F_0}$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

1

- ① $\frac{m_A}{m_A + m_B}$ ② $\frac{m_B}{m_A + m_B}$ ③ $\frac{m_A + m_B}{m_A}$ ④ $\frac{m_A + m_B}{m_B}$

B なめらかな水平面上に静止している質量 m の小物体に、時刻 $t = 0$ から $t = T$ の間、水平方向の力が作用した。力の向きは一定で、力の大きさ F は時刻 t とともに変化していた。次の図は、力の大きさ F と時刻 t の関係を示したグラフである。時刻 $t = T$ における小物体の速さを v_T とする。



問2 v_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。

2

① $\frac{F_0 T}{4m}$

② $\frac{3F_0 T}{8m}$

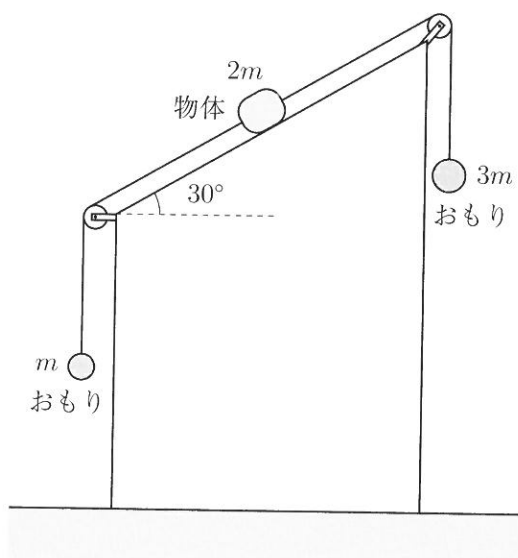
③ $\frac{F_0 T}{2m}$

④ $\frac{5F_0 T}{8m}$

⑤ $\frac{3F_0 T}{4m}$

⑥ $\frac{7F_0 T}{8m}$

- C 次の図のように、水平面とのなす角が 30° のなめらかな斜面を上面に持つ台が水平な床の上に固定され、その斜面の両端には定滑車が付いている。斜面上に質量 $2m$ の物体を置き手で固定し、物体の両端に糸を付け、糸が斜面と平行になるようにして、質量 m のおもりを低い方の定滑車にかけてつるし、質量 $3m$ のおもりを高い方の定滑車にかけてつるした。物体から静かに手をはなしたところ、物体は加速度の大きさ a の等加速度運動を始めた。糸は軽くて伸び縮みをせず、定滑車は軽くてなめらかに回転するものとする。



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 $\frac{g}{12}$

② $\frac{g}{6}$

③ $\frac{g}{4}$

④ $\frac{g}{3}$

⑤ $\frac{g}{2}$

⑥ $\frac{2g}{3}$

D 図1のように、なめらかで水平な床の同一直線上で、質量 1.0 kg の小物体 A が右向きに速さ 2.0 m/s で運動し、質量 1.0 kg の小物体 B が右向きに速さ 1.0 m/s で運動している。A と B は衝突し、その後、図2のように、A は右向きに速さ v_A で運動し、B は右向きに速さ v_B で運動した。A と B の間の反発係数を e とする。 e の値が $0 \leq e \leq 1$ の範囲にあることから、 v_A もある最小値以上、ある最大値以下の範囲にあることがわかる。

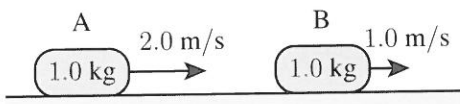


図1

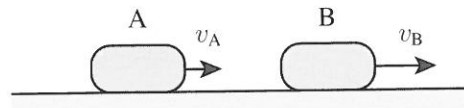


図2

問4 v_A の最小値は何 m/s か。最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

4 m/s

- ① 0 ② 0.50 ③ 1.0 ④ 1.5 ⑤ 2.0

E 図1のように、なめらかな水平面上に、ばねと小物体が置かれている。ばねは自然長で、その一端は壁に固定され、他端には小物体が接している。図2のように、小物体を押し、ばねを自然長から長さ L だけ縮ませ、静かに手をはなしたところ、小物体は水平面上を運動した。ばねが自然長から長さ x だけ縮んでいるときの小物体の運動エネルギーを $K(x)$ とする。

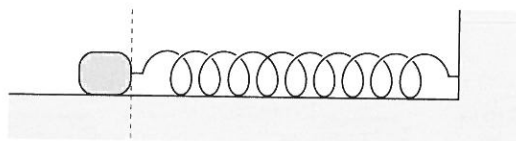


図1

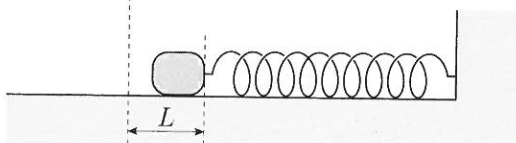
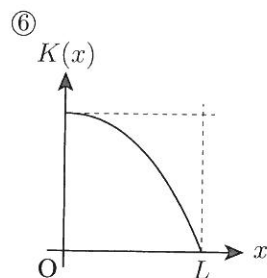
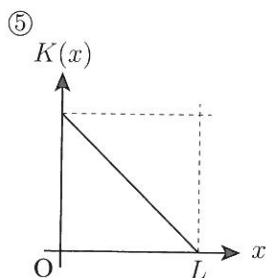
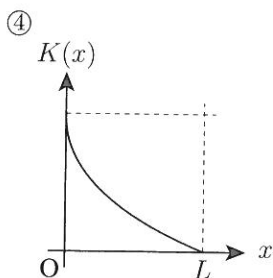
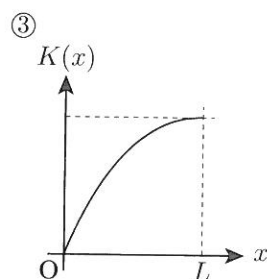
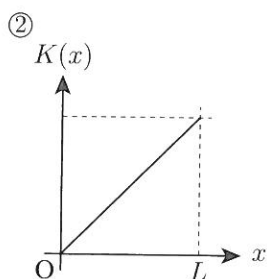
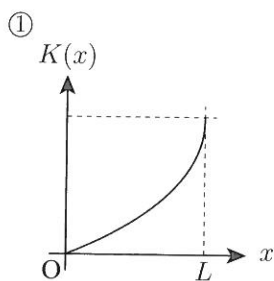


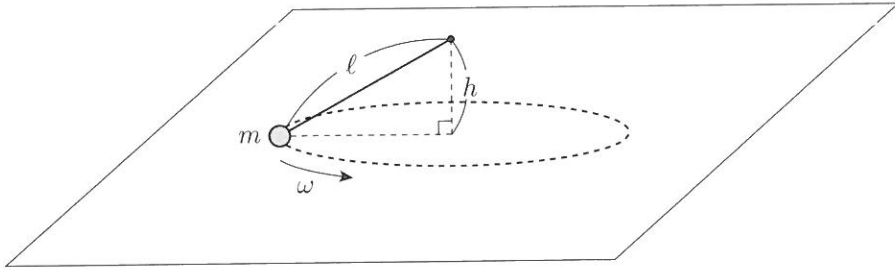
図2

問5 $K(x)$ と x 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。

5



F 次の図のように、なめらかで水平な床から高さ h の位置に長さ ℓ ($> h$) の伸び縮みしない軽い糸の一端を固定し、他端に質量 m の小物体を付けた。糸が張った状態で、小物体は水平な床の上を角速度 ω で等速円運動している。このときの糸の張力を S とする。



問6 S 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 $m h \omega^2$

② $m \ell \omega^2$

③ $m \sqrt{\ell^2 - h^2} \omega^2$

④ $\frac{m h^2 \omega^2}{\ell}$

⑤ $\frac{m \ell^2 \omega^2}{h}$

⑥ $\frac{m(\ell^2 - h^2) \omega^2}{\ell}$

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

A 20°C の水 120 g に -10°C の氷 40 g を入れたところ、じゅうぶん時間がたった後、 0°C の水と氷になった。水の比熱を $4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、氷の比熱を $2.1\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、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 8.0

② 12

③ 16

④ 20

⑤ 24

⑥ 28

⑦ 32

B 一定量の理想気体が、圧力 p_0 、体積 V_0 、絶対温度 T_0 の状態から、圧力を一定に保ったまま絶対温度 T ($> T_0$) の状態に変化した。このとき理想気体が外部からされた仕事を W とする。

問2 W 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。

8

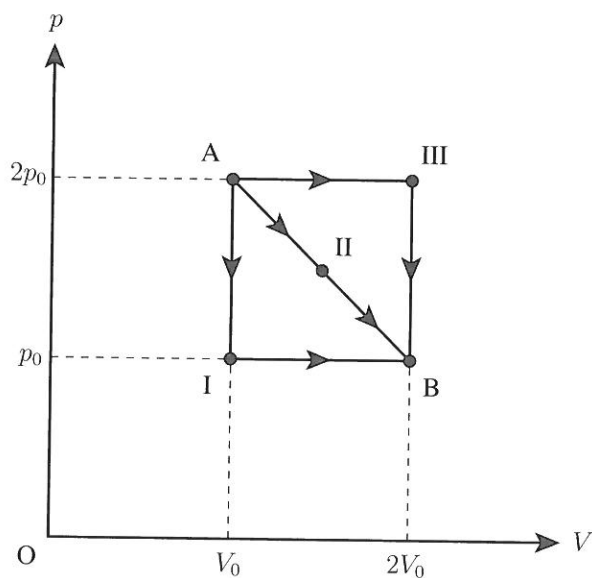
① $\frac{p_0 V_0 (T_0 - T)}{T_0}$

② $\frac{p_0 V_0 (T - T_0)}{T_0}$

③ $\frac{p_0 V_0 (T_0 - T)}{T}$

④ $\frac{p_0 V_0 (T - T_0)}{T}$

- C 一定量の理想気体の状態を、次の p - V 図のように、状態 A から状態 B まで、3つの異なる状態 I, II, III を通る3つの変化をさせた。状態 I を通る変化で気体が吸収した熱量を Q_I 、状態 II を通る変化で気体が吸収した熱量を Q_{II} 、状態 III を通る変化で気体が吸収した熱量を Q_{III} とする。



- 問3 Q_I , Q_{II} , Q_{III} の大小関係はどうなるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

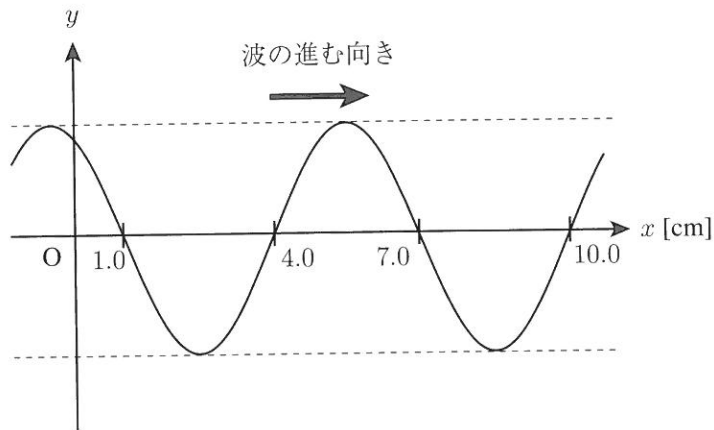
9

- ① $Q_I < Q_{II} < Q_{III}$ ② $Q_{III} < Q_{II} < Q_I$ ③ $Q_I = Q_{III} < Q_{II}$
 ④ $Q_{II} < Q_I = Q_{III}$ ⑤ $Q_I = Q_{II} = Q_{III}$

III

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

- A x 軸上を正の向きに進む振動数 10 Hz の正弦波がある。次の図は、時刻 $t = 0\text{ s}$ での媒質の変位 y と位置 x の関係を示したグラフである。 $t = 0\text{ s}$ 以降の時刻で、 $x = 10.0\text{ cm}$ の位置での変位 y の値が正で最大となる最初の時刻を t_1 とする。



問 1 t_1 は何 s か。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

10 s

- ① 2.5×10^{-2} ② 5.0×10^{-2} ③ 7.5×10^{-2} ④ 1.0×10^{-1}

B 線密度の異なる2つの弦AとBが張られている。AとBの長さはともに a で等しい。それぞれの張力を調整し、2つの弦の基本振動数を一致させた。次に、Aの長さを a から変えずに張力を s 倍に変え、Bの張力を変えずに長さを b に変えたところ、2つの弦の基本振動数が一致した。それぞれの弦の線密度は変化しないものとする。弦を伝わる波の速さは、弦の張力の $\frac{1}{2}$ 乗に比例し、弦の線密度の $-\frac{1}{2}$ 乗に比例するものとする。

問2 s はどのように表されるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

11

① $\sqrt{\frac{b}{a}}$

② $\frac{b}{a}$

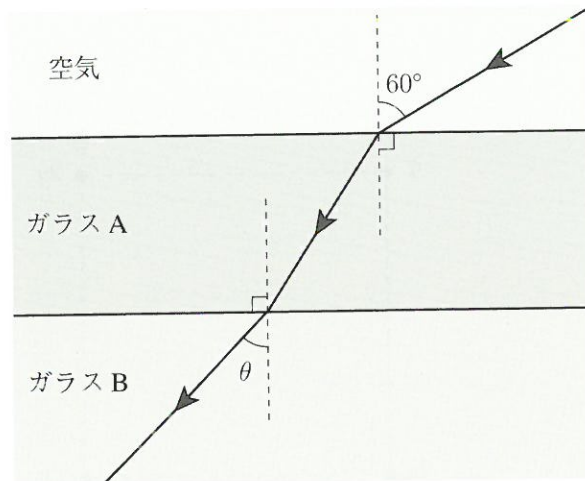
③ $\frac{b^2}{a^2}$

④ $\sqrt{\frac{a}{b}}$

⑤ $\frac{a}{b}$

⑥ $\frac{a^2}{b^2}$

- C 次の図のように、空気、ガラス A、ガラス B が平行な境界面で接している。空気の絶対屈折率を 1.0、ガラス A の絶対屈折率を 1.7、ガラス B の絶対屈折率を 1.5 とする。空気中からガラス A に入射角 60° で光を入射させたところ、光はガラス A からガラス B へと屈折角 θ で進んだ。

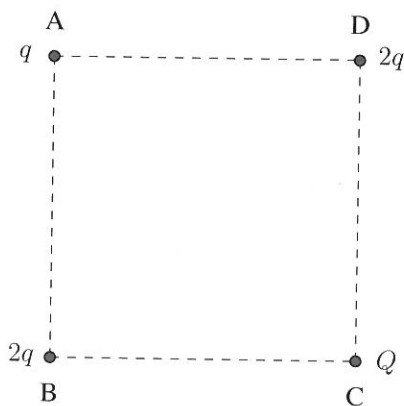


問3 $\sin \theta$ の値はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 12

- ① 0.17 ② 0.29 ③ 0.33 ④ 0.58 ⑤ 0.88

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、正方形 $ABCD$ の頂点 A に電気量 q (> 0) の点電荷を、頂点 B に電気量 $2q$ の点電荷を、頂点 D に電気量 $2q$ の点電荷をそれぞれ固定した。さらに、頂点 C に電気量 Q の点電荷を固定したところ、頂点 A に固定した点電荷が受ける静電気力の大きさが 0 になった。



問1 $\frac{Q}{q}$ はいくらか。正しい値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

13

① $\sqrt{2}$

② $2\sqrt{2}$

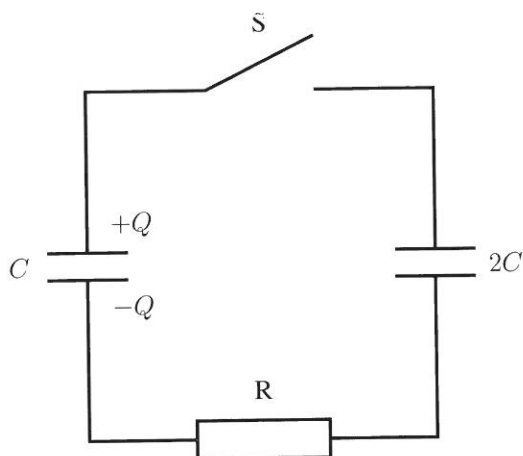
③ $4\sqrt{2}$

④ $-\sqrt{2}$

⑤ $-2\sqrt{2}$

⑥ $-4\sqrt{2}$

B 次の図のように、抵抗 R と電気容量 C のコンデンサー、電気容量 $2C$ のコンデンサー、スイッチ S を接続した。最初、 S は開いていて、電気容量 C のコンデンサーには電気量 Q の電荷が蓄えられていて、電気容量 $2C$ のコンデンサーには電荷が蓄えられていなかった。次に、 S を閉じたところ R に電流が流れ始めた。じゅうぶん時間がたった後、 R に電流が流れなくなった。



問2 S を閉じてから R に電流が流れなくなるまでの間に、 R で発生するジュール熱はどのように表されるか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

14

① $\frac{Q^2}{6C}$

② $\frac{Q^2}{4C}$

③ $\frac{Q^2}{3C}$

④ $\frac{Q^2}{2C}$

- C 抵抗値の等しい3つの抵抗と電池を，図1のように接続したところ，3つの抵抗の消費電力の合計は P_1 であった。次に，同じ3つの抵抗と電池を，図2のように接続したところ，3つの抵抗の消費電力の合計は P_2 であった。電池の内部抵抗は無視できるものとする。

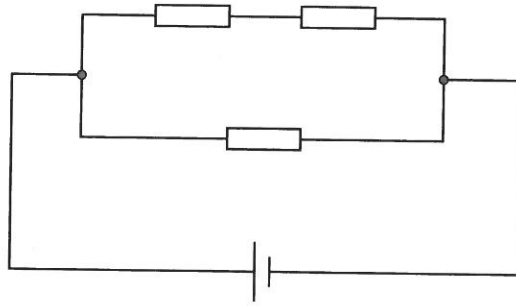


図1

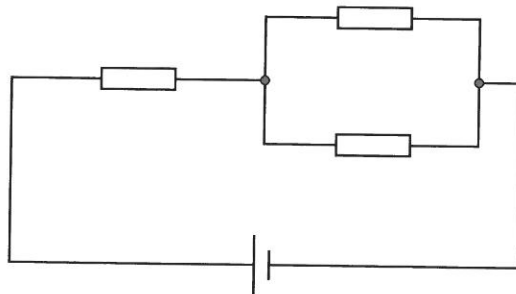


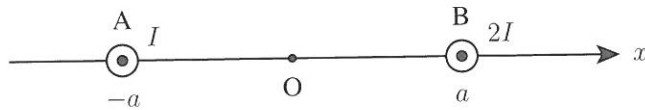
図2

問3 $\frac{P_1}{P_2}$ はいくらか。正しい値を，次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

15

- ① $\frac{4}{9}$ ② $\frac{2}{3}$ ③ 1 ④ $\frac{3}{2}$ ⑤ $\frac{9}{4}$

D 次の図のように、じゅうぶんに長い2本の直線導線が紙面内の x 軸上の点 A ($x = -a$) と点 B ($x = a$) を紙面に垂直に通っている ($a > 0$)。A を通る導線に紙面の裏から表に向かう向きに大きさ I の電流を流し、B を通る導線に紙面の裏から表に向かう向きに大きさ $2I$ の電流を流したところ、 x 軸上の $x = d$ の位置で磁場の大きさが0になった。

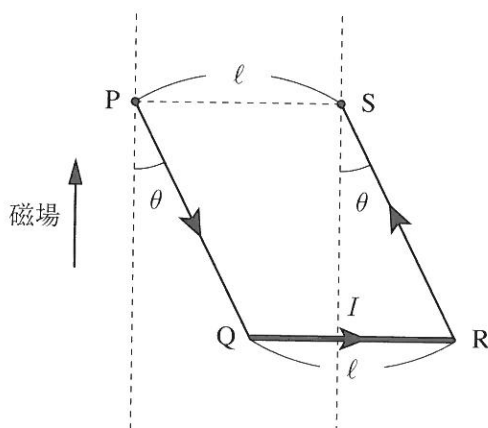


問4 $\frac{d}{a}$ はいくらか。正しい値を、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

16

- | | | | |
|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| ① -3 | ② -2 | ③ $-\frac{1}{2}$ | ④ $-\frac{1}{3}$ |
| ⑤ $\frac{1}{3}$ | ⑥ $\frac{1}{2}$ | ⑦ 2 | ⑧ 3 |

E 次の図のように、質量 m 、長さ ℓ の導体棒 QR の両端 Q と R に、質量の無視できる等しい長さの2本の導線の一端をそれぞれつないだ。 Q につないだ導線の他端を端子 P につなぎ、 R につないだ導線の他端を端子 S につなぎ、 QR が水平になるようにつるした。 P と S は、水平方向に距離 ℓ 離れた位置に固定されている。鉛直上向きの一様な磁場の中で、導線と導体棒に $P \rightarrow Q \rightarrow R \rightarrow S$ の向きに大きさ I の電流を流したところ、導線は直線を保ち、導線が鉛直下向きと角度 θ をなす位置で導体棒が静止した。重力加速度の大きさを g とする。



問5 磁場の磁束密度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。

17

① $\frac{mg \sin \theta}{I \ell}$

② $\frac{mg \cos \theta}{I \ell}$

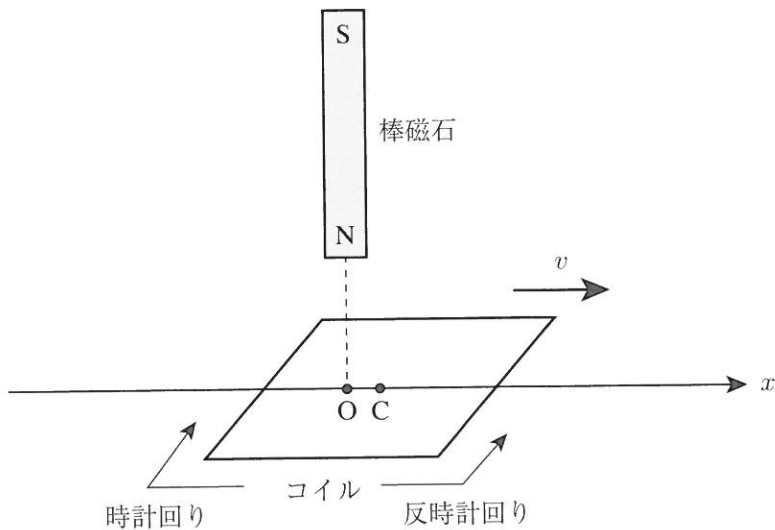
③ $\frac{mg \tan \theta}{I \ell}$

④ $\frac{mg}{I \ell \sin \theta}$

⑤ $\frac{mg}{I \ell \cos \theta}$

⑥ $\frac{mg}{I \ell \tan \theta}$

F 次の図のように、水平な床の上方に、棒磁石をN極が鉛直下向きになるように固定した。磁石の真下の床上の点をOとする。床上にOを原点とする x 軸をとる。正方形のコイルを、2辺が x 軸に平行になり、中心Cが x 軸上にくるように床上に置き、 x 軸の正の向きに一定の速さ v で動かす。図のように、CがOの近くでOから離れていくとき、コイルにある向きに誘導電流 I が流れ、コイルは棒磁石の作る磁場からある向きに力 \vec{F} を受けた。



問6 I の向きは、図に示した時計回りか、反時計回りか。また、 \vec{F} 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。

18

	①	②	③	④
I の向き	時計回り	時計回り	反時計回り	反時計回り
\vec{F} の向き	x 軸の正の向き	x 軸の負の向き	x 軸の正の向き	x 軸の負の向き

V

次の問い A (問 1) に答えなさい。

A

原子核 ${}_{92}^{235}\text{U}$ が 1 個の中性子を吸収し、 ${}_{54}^{140}\text{Xe}$ と ${}_{38}^{94}\text{Sr}$ に核分裂した。

問 1 この核分裂反応で放出される中性子の数はいくつか。正しい値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

19

① 0

② 1

③ 2

④ 3

⑤ 4

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。