

平成27年度

日本留学試験(第1回)

試験問題

The Examination

平成27年度（2015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 ～ 35
生物	37 ～ 49

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、**D** (問 4) 以外では空気の抵抗は無視できるものとする。

A 図 1 のように、質量が無視できる 2 等辺 3 角形 (頂点 O , A , B) の板がある。この板は、固定された頂点 O のまわりを自由に回転することができる。底辺 AB の長さは 2ℓ 、頂点 O の AB からの高さは d である。頂点 A に質量 m_1 のおもりを、頂点 B に質量 m_2 のおもりを、それぞれ質量の無視できる糸でつり下げたところ、板は図 2 のように、底辺 AB が水平面から角度 θ だけ傾いてつり合った。

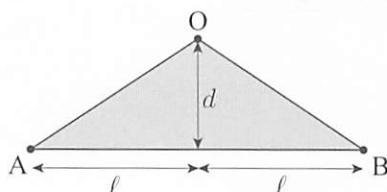


図 1

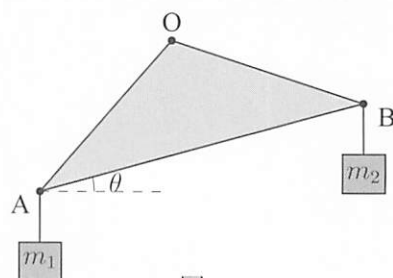


図 2

問 1 $\frac{m_1}{m_2}$ 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。

1

① $\frac{\ell \cos \theta + d \sin \theta}{\ell}$

② $\frac{\ell}{\ell \cos \theta - d \sin \theta}$

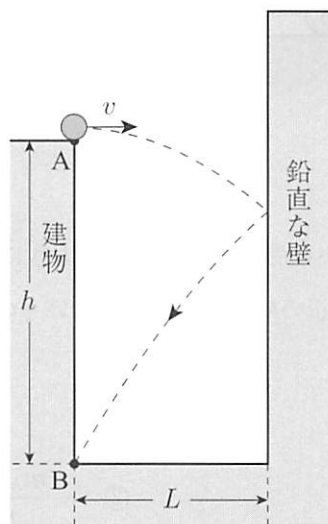
③ $\frac{\ell \cos \theta + d \sin \theta}{\ell \cos \theta - d \sin \theta}$

④ $\frac{\ell \cos \theta + d \tan \theta}{\ell}$

⑤ $\frac{\ell}{\ell \cos \theta - d \tan \theta}$

⑥ $\frac{\ell \cos \theta + d \tan \theta}{\ell \cos \theta - d \tan \theta}$

- B** 高さ h の建物から水平距離 L だけ離れた所に、鉛直な壁が立っている。次の図のように、建物の屋上の端の点 A から、小球を水平に速さ v で投げたところ、壁に衝突してはねかえり、点 A の直下の点 B に落ちた。壁には摩擦がなく、小球と壁との衝突は弾性衝突とする。



問2 速さ v 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。

2

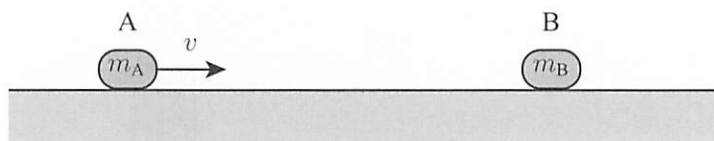
① $L\sqrt{\frac{g}{h}}$

② $L\sqrt{\frac{2g}{h}}$

③ $2L\sqrt{\frac{g}{h}}$

④ $2L\sqrt{\frac{2g}{h}}$

- C** 次の図のように、水平面上で一直線上を運動している小物体 A（質量 m_A ）が、同じ直線上に静止している小物体 B（質量 m_B ）に、速さ v で衝突した。衝突は弾性衝突で、A、B と水平面との摩擦は無視できるものとする。



- 問3 衝突の間に A が B から受けた力積はどのように表されるか。ただし、衝突前の A の速度の向きを力積の正の向きとする。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

3

① $-\frac{2m_A m_B}{m_A + m_B}v$

② $-\frac{m_A(m_A - m_B)}{m_A + m_B}v$

③ $\frac{2m_A m_B}{m_A + m_B}v$

④ $\frac{m_A(m_A - m_B)}{m_A + m_B}v$

D 質量 m の小球が速さ v に比例する抵抗力（大きさ kv ， k は比例定数）を受けながら鉛直に落下している。じゅうぶん時間がたった後，小球の速度が一定になった。

問4 小球の速度が一定になったとき，単位時間あたりに抵抗力のする仕事の大きさ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 $\frac{mg}{k}$

② $\frac{mg}{k^2}$

③ $\frac{(mg)^2}{k}$

④ $\frac{(mg)^2}{k^2}$

E 次の図のように、摩擦のない水平面上で、質量 m の物体 A と質量 M の物体 B が、スタートライン上に静止している。図は水平面を真上から見た図である。この状態から、A と B を同じ力 F で同じ距離だけ引いて、ゴールラインまで到達させた。ゴールラインに達した瞬間の、A の運動量の大きさを p_A 、B の運動量の大きさを p_B とする。

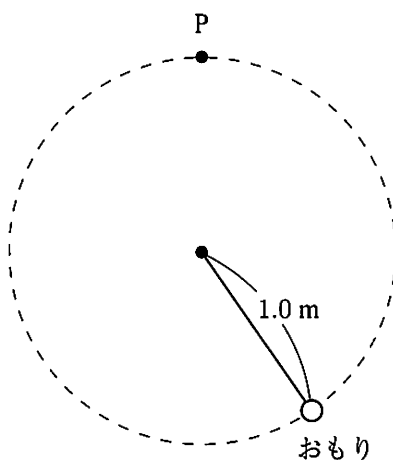


問5 $\frac{p_A}{p_B}$ はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

5

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

F 次の図のように、長さ 1.0 m の伸び縮みしない軽い糸の一端を固定し、他端に質量 1.0 kg のおもりをつけ、鉛直面内で円運動させた。最高点 P におけるおもりの速さは、 4.0 m/s であった。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。



問6 おもりが P を通過する瞬間の糸の張力の大きさは何 N か。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

6 N

① 6.2

② 9.8

③ 16

④ 26

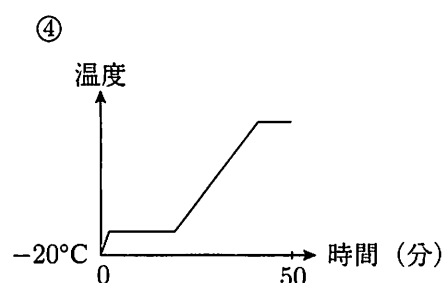
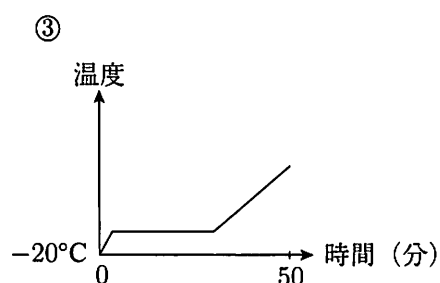
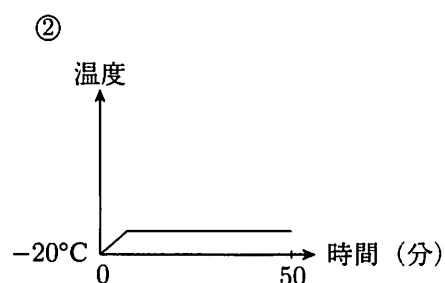
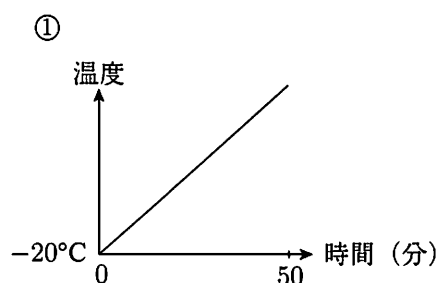
Ⅱ

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

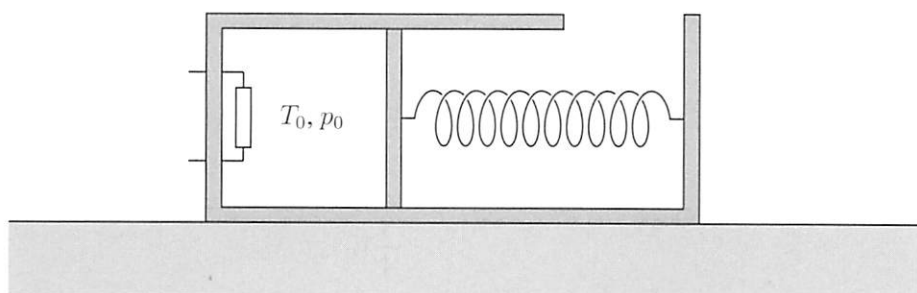
- A** -20°C の氷 100 g を一定の圧力に保った断熱容器に入れ、断熱容器内のヒーターで、1 秒あたり 10 J の割合で 50 分間加熱した。氷の比熱を $2.1\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、氷の融解熱を $3.3 \times 10^2\text{ J/g}$ 、水の比熱を $4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、水の蒸発熱を $2.3 \times 10^3\text{ J/g}$ とする。

問 1 加熱を開始してから 50 分後までの、断熱容器内の温度の時間変化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。

7



B 次の図のように、水平な床に固定さ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 S のピストンによって、物質量 n モルの理想気体が閉じ込められている。ピストンには、ばね定数 k のばねが水平に取り付けられており、ばねのもう一方の端は固定されている。最初、シリンダー内の気体の絶対温度は T_0 であり、圧力は大気圧 p_0 に等しく、ばねは自然長であった。シリンダー内のヒーターで気体を加熱したところ、気体の絶対温度は $T_0 + \Delta T$ となり、気体は膨張して、ピストンは右へ距離 Δx だけ移動した。理想気体の定積モル比熱を C_V とする。シリンダーとピストンは断熱材でできており、気体と外部との間で熱の出入りはない。



問2 気体に加え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。

8

① $nC_V\Delta T$

② $nC_V\Delta T + p_0S\Delta x$

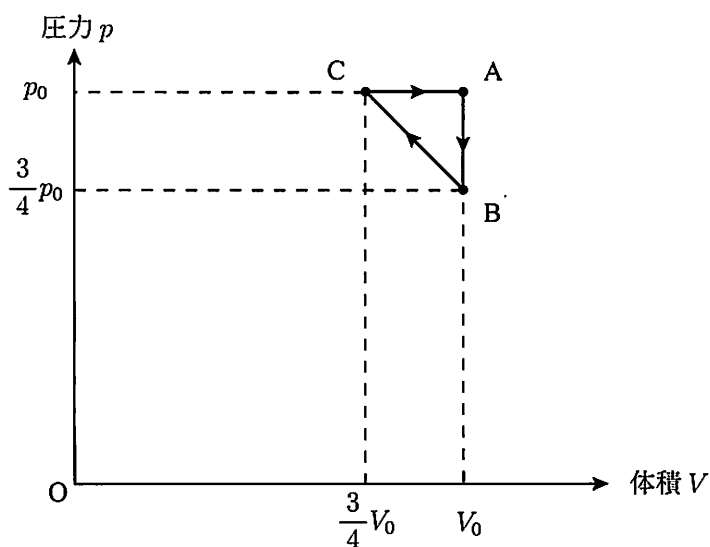
③ $nC_V\Delta T + \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$

④ $nC_V\Delta T - \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$

⑤ $nC_V\Delta T + p_0S\Delta x + \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$

⑥ $nC_V\Delta T + p_0S\Delta x - \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$

- C** なめらかに動くピストンがついた容器に一定量の単原子分子理想気体を閉じ込め、次の p - V 図のように気体の状態を $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ と変化させた。このとき、気体は $C \rightarrow A$ の過程でのみ熱を吸収する。



- 問3 この1サイクル ($A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$) の熱効率はいくらか。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

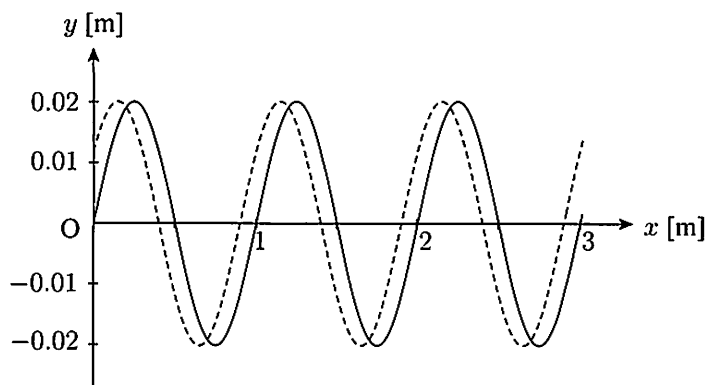
9

- ① $\frac{1}{20}$ ② $\frac{1}{12}$ ③ $\frac{1}{10}$ ④ $\frac{1}{6}$

III

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

- A** x 軸上を速さ 2 m/s で進む正弦波がある。次の図の実線は、この波の時刻 $t = 0 \text{ s}$ の時の媒質の変位 $y \text{ [m]}$ と位置座標 $x \text{ [m]}$ との関係を示したグラフである。また、この波の周期を $T \text{ [s]}$ としたとき、破線は、時刻 $t = 0.1T$ の時の波形を示している。

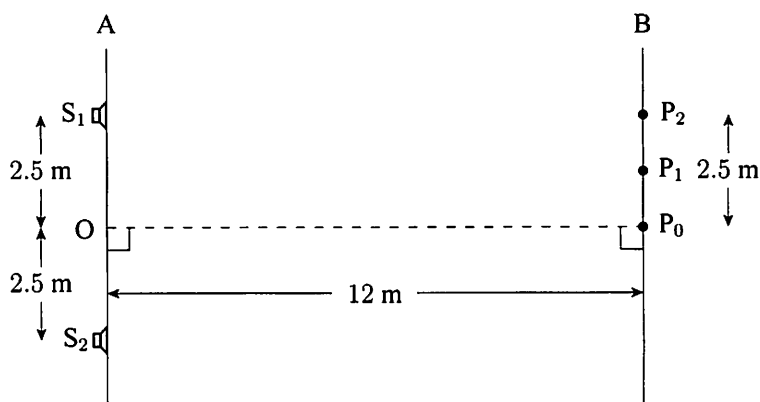


- 問 1 この波の変位 y を、時刻 t と座標 x の関数として表した式として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

10

- ① $y = -0.02 \sin 2\pi(0.5t - x)$ ② $y = 0.02 \sin 2\pi(0.5t + x)$
 ③ $y = -0.02 \sin 2\pi(2t - x)$ ④ $y = 0.02 \sin 2\pi(2t + x)$

B 次の図のように、2つのスピーカー S_1 と S_2 が 5.0 m 離れて設置され、同じ振動数で同位相の音波を出している。 S_1 と S_2 を結ぶ直線 A に平行で距離 12 m 離れた直線 B の上を移動しながらこの音を聞いたところ、強く聞こえる位置と弱く聞こえる位置が交互に現れた。 S_1 と S_2 から等距離の点 P_0 では強く聞こえた。次の図には、点 P_0 から離れるにつれて音が強く聞こえる点を順に P_1 、 P_2 として示してある。 P_2 は P_0 から距離 2.5 m の位置にあった。音の速さを 340 m/s とする。



問2 スピーカーから出ている音の振動数は何 Hz か。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

11 Hz

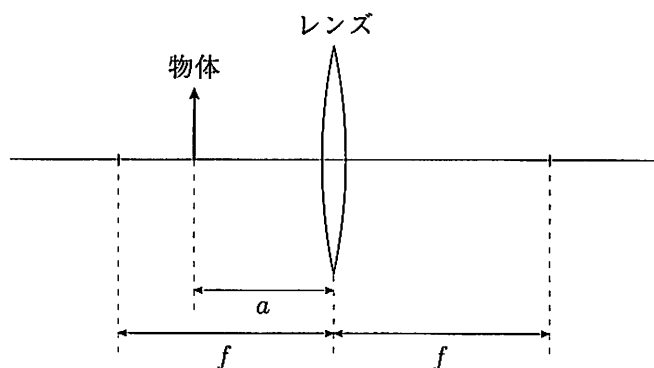
① 170

② 340

③ 680

④ 1360

- C 次の図のように、焦点距離が f の凸レンズから距離 a ($< f$) の位置に物体を置いたところ、レンズから距離 b の位置に虚像が見えた。



- 問3 物体をレンズに近づける (a を小さくする) と、レンズから虚像までの距離 b 、および虚像の大きさはどう変化するか。正しい組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

12

	①	②	③	④
b	小さくなる	小さくなる	大きくなる	大きくなる
虚像の大きさ	小さくなる	大きくなる	小さくなる	大きくなる

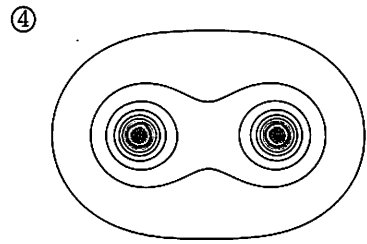
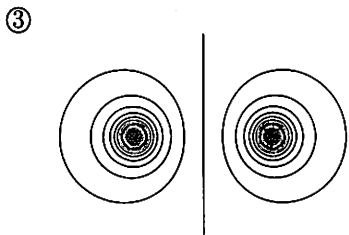
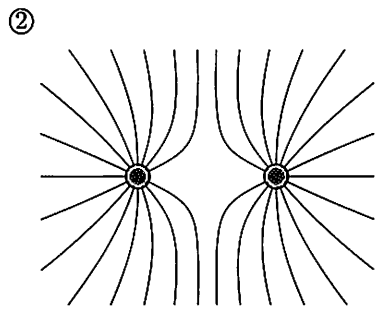
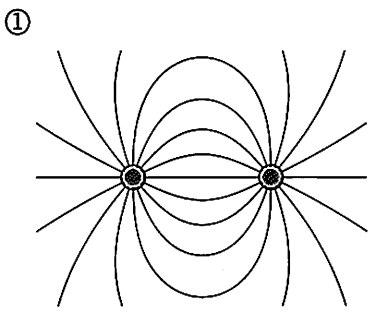
IV 次の問い **A** (問 1), **B** (問 2), **C** (問 3), **D** (問 4), **E** (問 5), **F** (問 6) に答えなさい。

A 次の図のように、平面上の点 **A** と点 **B** に、符号が同じで大きさの等しい電気量をもった点電荷を置いた。

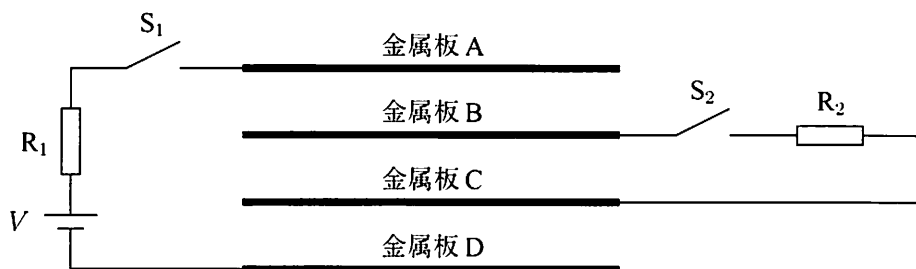


問 1 この平面内の電気力線を表す図として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。ただし、電気力線に矢印はつけていない。

13



B 次の図のように、真空中に、帯電していない面積の等しい4枚の金属板A、B、C、Dを等間隔で平行に置き、2つの抵抗 R_1 、 R_2 、2つの開いた状態のスイッチ S_1 、 S_2 、および起電力 V の電池を導線でつないだ。ただし、金属板の厚さは無視でき、面積は十分大きいものとする。 S_1 を閉じて、じゅうぶん時間が経過した後、Aには電気量 Q の電荷が帯電していた。次に、 S_1 を閉じたままにして、 S_2 を閉じた。じゅうぶん時間が経過した後、Aには電気量 Q' の電荷が帯電していた。

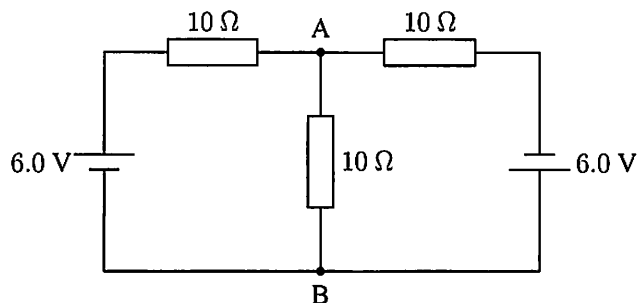


問2 $\frac{Q'}{Q}$ はいくらか。正しい値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

14

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

- C** 次の図のように、起電力 6.0 V の2つの電池と抵抗値 $10\ \Omega$ の3つの抵抗が接続されている。ただし、電池の内部抵抗は無視できるものとする。



- 問3 上の図中のAB間を流れる電流 I は何 A か。ただし $A \rightarrow B$ の向きを電流の正の向きとする。最も適当な値を、次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

15 A

- ① -1.2 ② -0.80 ③ -0.40 ④ 0.0
- ⑤ 0.40 ⑥ 0.80 ⑦ 1.2

- D** 図1のように、 xyz 座標系内で、 xy 平面上に原点 O を中心として半径 a の円形コイルを置き、点 $A(0, 2a, 0)$ を通り x 軸に平行に十分に長い直線導線を置いた。直線導線には電流を流さず、円形コイルに電流 I_1 を図の向きに流したところ、原点 O での磁場の強さは H であった。次に、図2のように、円形コイルに電流 I_1 を流したまま、直線導線に電流 I_2 を図の向きに流したところ、原点 O での磁場の強さは0になった。さらに、図3のように、電流の大きさ I_1 、 I_2 は変えず、 A を中心に導線を回転し、直線電流の向きを z 軸の正の向きに変えた。

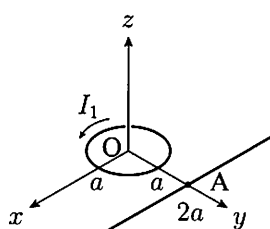


図 1

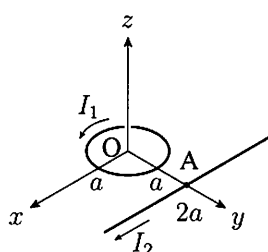


図 2

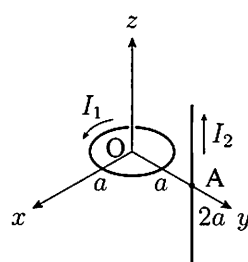


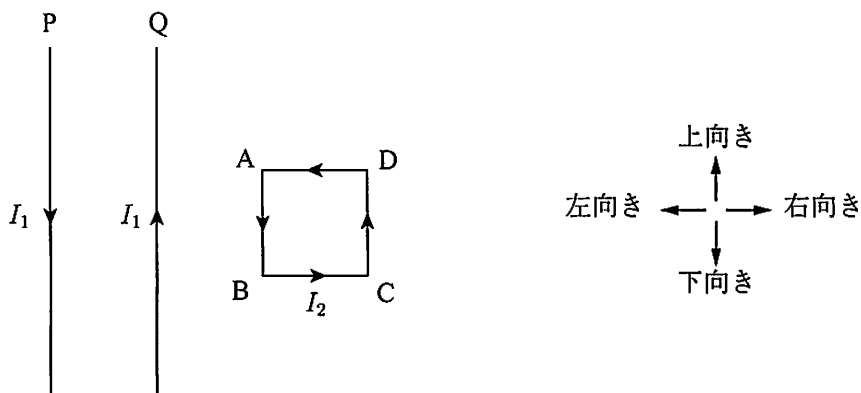
図 3

- 問4 図3の状態では、原点 O での磁場ベクトルを x 、 y 、 z 成分で表すとどうなるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

16

- | | | |
|----------------|----------------|----------------|
| ① $(0, H, H)$ | ② $(H, 0, H)$ | ③ $(H, H, 0)$ |
| ④ $(2H, 0, 0)$ | ⑤ $(0, 2H, 0)$ | ⑥ $(0, 0, 2H)$ |

E 次の図のように、十分に長い2本の直線導線P、Qと正方形のコイルABCDが同一平面内に置かれている。コイルの辺AB、辺CD、P、Qは互いに平行である。P、Qには大きさ I_1 の電流が、コイルには大きさ I_2 の電流が、図に示したそれぞれの矢印の向きに流れている。



問5 コイルの各辺が受ける力の合力の向きはどうなるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。ただし、選択肢中の上下左右の向きは、図の右端にそれぞれ矢印で示した向きである。

17

- | | |
|--------------|--------------|
| ① P、Qに平行で上向き | ② P、Qに平行で下向き |
| ③ P、Qに垂直で左向き | ④ P、Qに垂直で右向き |

F 次の図1のように、十分に長い直線導線Aと円形コイルBが同一平面内に置かれている。Aに図2のように時間 t とともに変化する電流 I_A を流した。その結果、Bに時間 t とともに変化する電流 I_B （図1中の矢印の向きを正の向きとする）が流れた。ただし、Bに流れる電流の作る磁場は無視できるものとする。

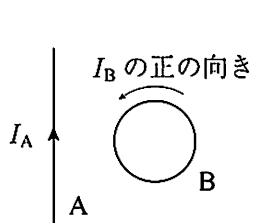


図1

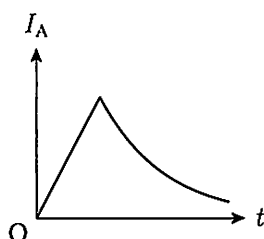
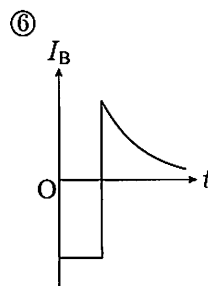
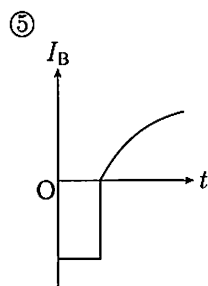
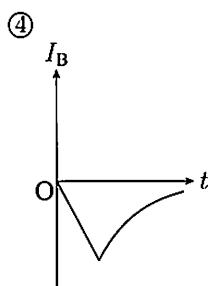
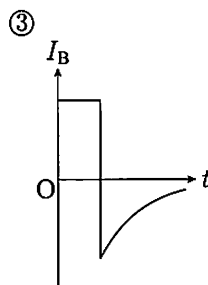
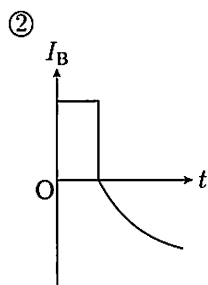
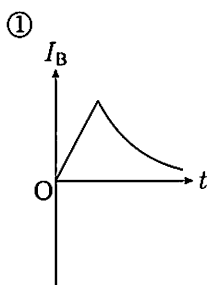


図2

問6 I_B が t とともに変化する様子を表した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 ボーアの水素原子模型では、電子 (電気量 $-e$) は原子核 (電気量 e) のまわりを静電気力を向心力として、半径 r 、速さ v で等速円運動しているとし、運動方程式

$$m \frac{v^2}{r} = k_0 \frac{e^2}{r^2}$$

が成り立つ。ここで、 m は電子の質量、 k_0 はクーロンの法則の比例定数である。ボーアは v と r の間に量子化条件 $mvr = \frac{nh}{2\pi}$ を仮定した。ここで、 n は正の整数であり、 h はプランク定数である。 $n = 1$ のときの電子の速さを v_1 、 $n = 2$ のときの電子の速さを v_2 とする。

問 1 $\frac{v_1}{v_2}$ 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。

19

① $\frac{1}{4}$

② $\frac{1}{2}$

③ $\frac{1}{\sqrt{2}}$

④ 1

⑤ $\sqrt{2}$

⑥ 2

⑦ 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。