

平成28年度
日本留学試験(第2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 ～ 36
生物	37 ～ 50

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。

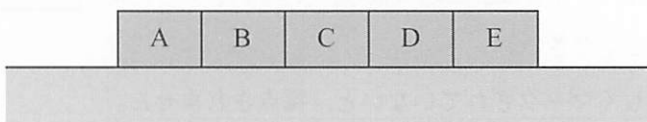
科目が正しくマークされていないと、採点されません。

< 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, 質量の等しい5つの物体 **A**, **B**, **C**, **D**, **E** を, なめらかな水平面上の直線上に, この順番で隣どうしが接するように置いた。**A** に左からこの直線に平行な向きに一定の大きさ F の力を加え続けたところ, 5つの物体は一体となって等加速度運動をした。

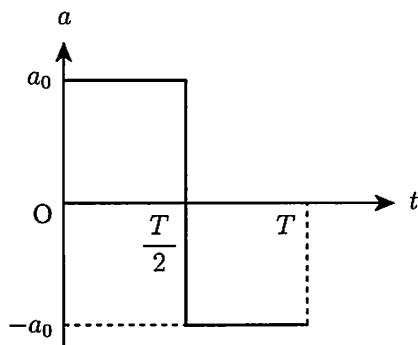


問1 **C** が **B** から受ける力の大きさはどのように表されるか。また, **C** が **D** から受ける力の大きさはどのように表されるか。正しい組み合わせを, 次の①~④の中から一つ選びなさい。

1

	①	②	③	④
C が B から受ける力の大きさ	$\frac{2F}{5}$	$\frac{2F}{5}$	$\frac{3F}{5}$	$\frac{3F}{5}$
C が D から受ける力の大きさ	$\frac{2F}{5}$	$\frac{3F}{5}$	$\frac{2F}{5}$	$\frac{3F}{5}$

- B** 直線上を運動する小物体の加速度 a が、時刻 t とともに次の図のように変化した。小物体は $t = 0$ で静止していた。 $t = 0$ から $t = T$ の間に小物体が移動した距離を L とする。ただし、 $a_0 > 0$ である。

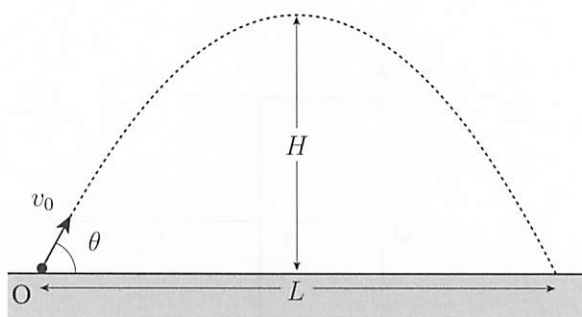


問2 L はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

2

- ① 0 ② $\frac{a_0 T^2}{8}$ ③ $\frac{a_0 T^2}{4}$ ④ $\frac{a_0 T^2}{2}$ ⑤ $a_0 T^2$

- C** 次の図のように、水平な地表面上の点Oから、水平方向となす角 θ の向きに、小球を初速 v_0 で投げ上げた。小球の達する最高点の地表面からの高さを H 、Oから小球の落下点までの距離を L とする。



- 問3 $\frac{H}{L}$ 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 $\frac{\tan \theta}{4}$

② $\frac{\tan \theta}{2}$

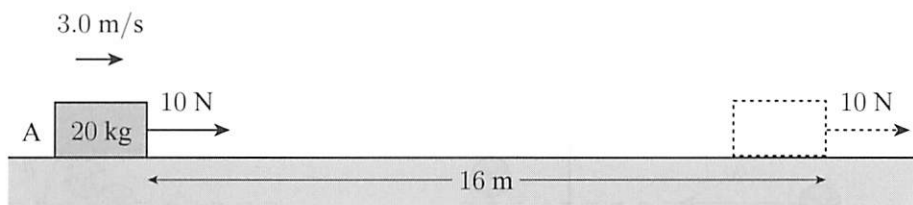
③ $\tan \theta$

④ $\frac{1}{4 \tan \theta}$

⑤ $\frac{1}{2 \tan \theta}$

⑥ $\frac{1}{\tan \theta}$

- D** 次の図のように、なめらかな水平面上を小物体A（質量 20 kg ）が速さ 3.0 m/s で直線運動している。A に、その運動の向きに 10 N の力を一定の時間加え続けた。この時間内に A は 16 m 移動した。



- 問4 16 m 移動した後の A の運動エネルギーと運動量の大きさはいくらか。最も適当な組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

4

	①	②	③	④
運動エネルギー (J)	160	160	250	250
運動量の大きさ ($\text{kg}\cdot\text{m/s}$)	80	100	80	100

- E** 図1のように、なめらかな水平面上で、質量 m の小球 A が、静止している質量 $2m$ の小球 B に速さ v_0 で衝突する。衝突後、図2のように、A は衝突前の進行方向に対して時計回りに角 θ の方向に進み、B は衝突前の A の進行方向に対して反時計回りに角 θ の方向に進んだ。衝突後の A の速さを v_A 、B の速さを v_B とする。

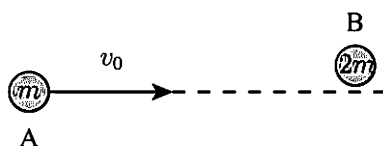


図1

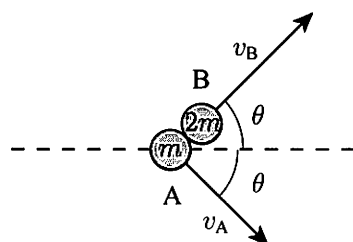


図2

- 問5 $\frac{v_B}{v_A}$ はどのように表されるか。また、 $\frac{v_A}{v_0}$ はどのように表されるか。正しい組み合わせを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

5

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
$\frac{v_B}{v_A}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	2	2	2	2
$\frac{v_A}{v_0}$	$\frac{1}{2 \sin \theta}$	$\frac{1}{2 \cos \theta}$	$\frac{1}{5 \sin \theta}$	$\frac{1}{5 \cos \theta}$	$\frac{1}{2 \sin \theta}$	$\frac{1}{2 \cos \theta}$	$\frac{1}{5 \sin \theta}$	$\frac{1}{5 \cos \theta}$

F 長さ l 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 の小球をつけた。図1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、静かに手を離した。図2のように、糸と鉛直線のなす角が θ のとき、糸の張力は T であった。

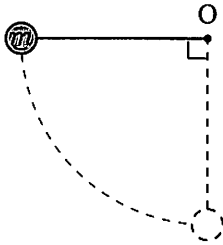


図1

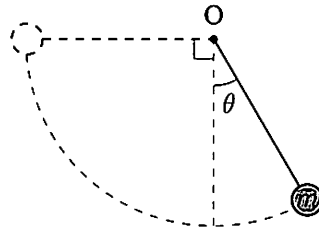


図2

問6 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。

6

① $2mg \sin \theta$

② $2mg \cos \theta$

③ $2mg \tan \theta$

④ $3mg \sin \theta$

⑤ $3mg \cos \theta$

⑥ $3mg \tan \theta$

Ⅱ

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

- A** 容器に -20°C の氷 20 g を入れ, 20°C の水 100g を加えた。じゅうぶん時間がたった後, 氷はすべて融けて容器内の水は一定温度になった。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 $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とする。容器の熱容量は無視でき, 外部との熱の出入りはないものとする。

問 1 じゅうぶん時間がたった後, 水の温度は何 $^{\circ}\text{C}$ か。最も適当な値を, 次の①~⑤の中から一つ選びなさい。

7 $^{\circ}\text{C}$

① 0.0

② 1.9

③ 2.9

④ 5.4

⑤ 14

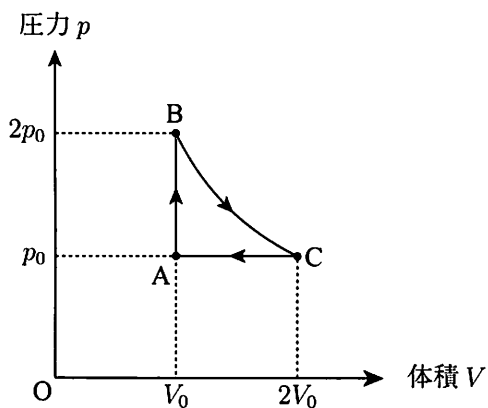
B なめらかに動くことのできるピストンを使って、理想気体をシリンダー内に閉じ込めた。理想気体の圧力が $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、絶対温度が 300 K のときに、その体積は $6.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ であった。理想気体の圧力を一定に保って、その絶対温度を 400 K にまで上げた。

問2 このとき、理想気体が外部に対してする仕事は何 J か。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

8 J

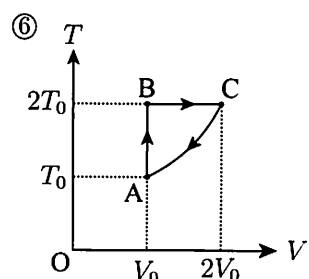
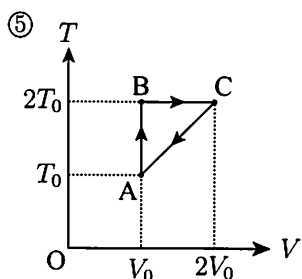
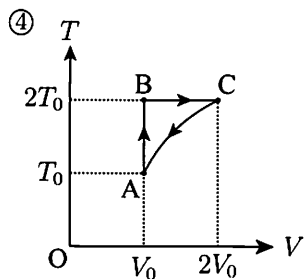
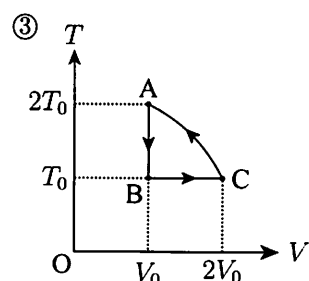
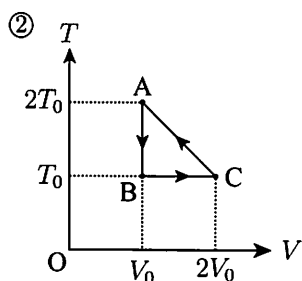
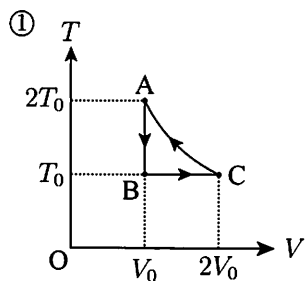
- ① 2.0 ② 2.0×10^1 ③ 2.0×10^2 ④ 2.0×10^3

- C** 次の p - V 図のように、一定量の理想気体の圧力 p と体積 V を $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ と変化させる。 $A \rightarrow B$ は定積変化、 $B \rightarrow C$ は等温変化、 $C \rightarrow A$ は定圧変化である。



- 問3 このとき、気体の絶対温度 T と体積 V の変化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。

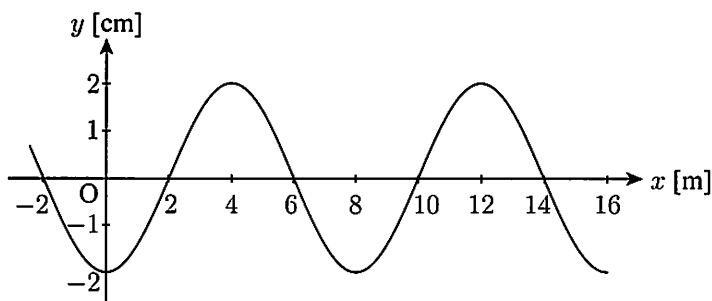
9



III

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

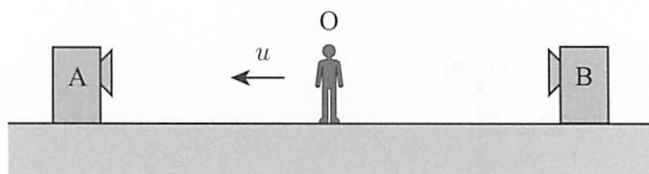
- A** x 軸上を正の向きに進む正弦波がある。この正弦波の周期は 0.8 秒である。次の図は、この波の時刻 $t = 0$ s の時の媒質の変位 y と位置座標 x との関係を示したグラフである。



- 問 1 $x = 6$ m の位置が、次に波の谷になる (変位 $y = -2$ cm になる) 時刻 t 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。 $t = \boxed{10}$ s

- ① 0.2 ② 0.4 ③ 0.6 ④ 0.8 ⑤ 1

- B** 次の図のように、音源 A と B 及び観測者 O が一直線上に並んでいる。音源 A と B から同時にそれぞれ一定の振動数の音を出したところ、静止している観測者に毎秒 n 回のうなりが聞こえた。次に、観測者が一定の速さ u で A に近づいたところ、うなりは聞こえなかった。A が出す音の振動数を f [Hz]、音速を V とし、 $u < V$ とする。

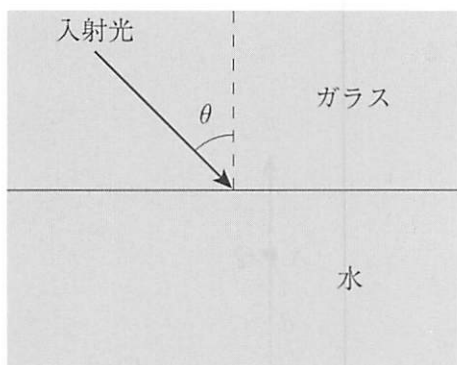


- 問2 B の出す音の振動数はどのように表されるか。また、 $\frac{u}{V}$ はどのように表されるか。正しい組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

11

	①	②	③	④
B の出す音の振動数	$f + n$	$f + n$	$f - n$	$f - n$
$\frac{u}{V}$	$\frac{n}{2f + n}$	$\frac{n}{2f - n}$	$\frac{n}{2f + n}$	$\frac{n}{2f - n}$

- C 次の図のように、ガラスと水が平面で接している。ガラスから水に単色光を入射角 θ で入射させる。 θ を0から徐々に増やしていくと、 $\sin \theta$ が0.8をこえたところで全反射が起きた。水の屈折率を1.3とする。



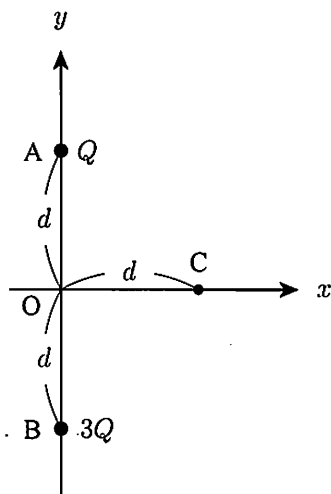
- 問3 このガラスの屈折率はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

12

- ① 1.0 ② 1.2 ③ 1.4 ④ 1.6 ⑤ 1.8

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 平面上の点 $A(0, d)$ に電気量 Q の点電荷を固定し, 点 $B(0, -d)$ に電気量 $3Q$ の点電荷を固定する。ここで, $d > 0$, $Q > 0$ である。クーロンの法則の比例定数を k とする。

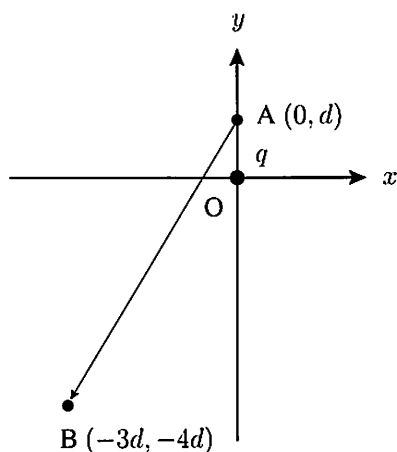


問 1 図中の点 $C(d, 0)$ における電場の強さはどのように表せるか。正しいものを, 次の①~⑦の中から一つ選びなさい。

13

- | | | | |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| ① $\frac{kQ}{d^2}$ | ② $\frac{\sqrt{2}kQ}{d^2}$ | ③ $\frac{2kQ}{d^2}$ | ④ $\frac{\sqrt{10}kQ}{2d^2}$ |
| ⑤ $\frac{2\sqrt{2}kQ}{d^2}$ | ⑥ $\frac{4kQ}{d^2}$ | ⑦ $\frac{\sqrt{10}kQ}{d^2}$ | |

B 次の図のように、 xy 平面上の原点 O に電気量 q の点電荷が固定されている。電気量 $-2q$ の点電荷を、点 $A(0, d)$ から点 $B(-3d, -4d)$ まで、図の矢印のように A と B を結ぶ直線に沿って移動させた。ここで、 $q > 0$ 、 $d > 0$ である。クーロンの法則の比例定数を k とする。



問2 電気量 $-2q$ の点電荷が A から B に移動する間に、電気量 q の点電荷から受けた力のした仕事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。

14

① $\frac{2kq^2}{5d}$

② $\frac{4kq^2}{5d}$

③ $\frac{6kq^2}{5d}$

④ $\frac{8kq^2}{5d}$

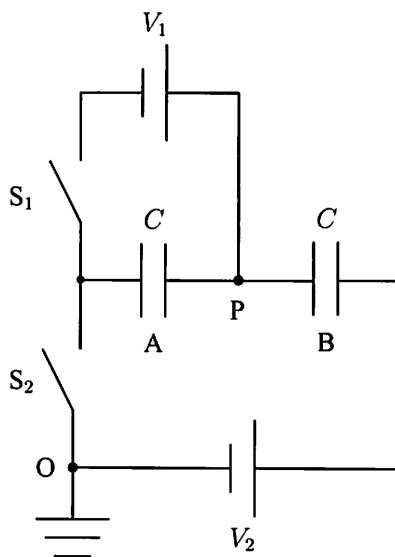
⑤ $-\frac{2kq^2}{5d}$

⑥ $-\frac{4kq^2}{5d}$

⑦ $-\frac{6kq^2}{5d}$

⑧ $-\frac{8kq^2}{5d}$

- C** 次の図のように、起電力が V_1 と V_2 の2つの電池、電気容量 C の2つのコンデンサー A と B、2つのスイッチ S_1 と S_2 とを接続した。最初、 S_1 と S_2 は開いていて、2つ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_1 を閉じ、じゅうぶん時間が経過した後、 S_1 を開いた。その後、 S_1 を開いたままで S_2 を閉じた。 S_2 を閉じてから、じゅうぶん時間が経過した後、回路中の点 O を基準とした点 P の電位を V とする。

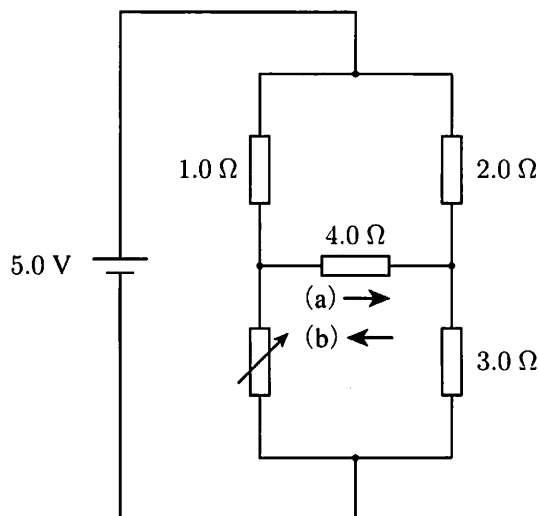


問3 V はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

15

- ① $\frac{V_1 + V_2}{2}$ ② $\frac{V_1 - V_2}{2}$ ③ $\frac{V_2 - V_1}{2}$ ④ $-\frac{V_1 + V_2}{2}$

- D** 次の図のように、起電力 5.0 V の電池、抵抗値 $1.0\ \Omega$ 、 $2.0\ \Omega$ 、 $3.0\ \Omega$ 、 $4.0\ \Omega$ の抵抗と抵抗値が $0\ \Omega$ から $5.0\ \Omega$ まで変えることのできる可変抵抗を接続した。



- 問 4** 可変抵抗の抵抗値が $0\ \Omega$ のときに、 $4.0\ \Omega$ の抵抗に流れる電流の向きは図中の矢印 (a)、(b) のどちらか。また、可変抵抗の抵抗値をいくらに選べば $4.0\ \Omega$ の抵抗に電流が流れなくなるか。最も適当な組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

16

	①	②	③	④
電流の向き	(a)	(a)	(b)	(b)
抵抗値 (Ω)	0.67	1.5	0.67	1.5

E ダイオードは、図1に示した記号で表され、図2の中の矢印の方向にのみ電流が流れる性質がある。図3のように、ダイオード4個と抵抗を接続した。入力端子AB間に、時刻 t とともに図4のグラフのように変化する起電力 V を加えた。ただし、図4のグラフは端子Aを基準とした端子Bの電位を示している。



図1



図2

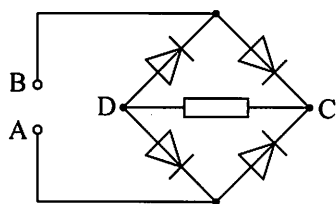


図3

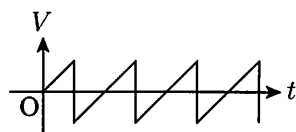
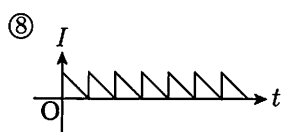
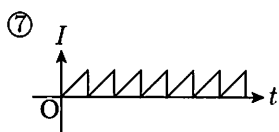
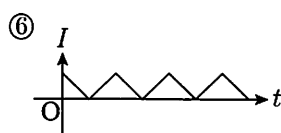
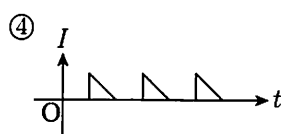
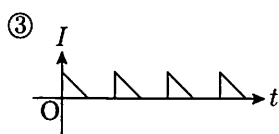
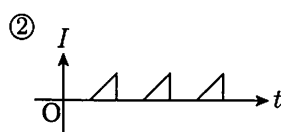
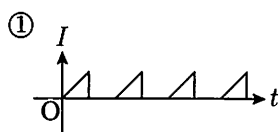


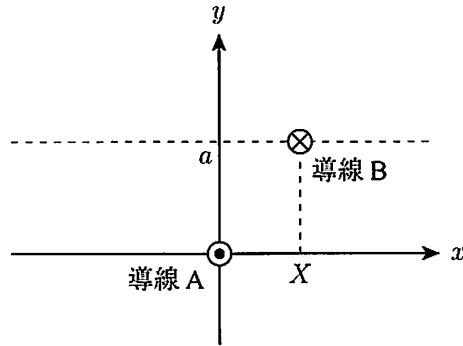
図4

問5 図中のCからDの向きに流れる電流を正とするとき、抵抗に流れる電流 I は時刻 t とともにどのように変化するか。最も適当なグラフを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

17

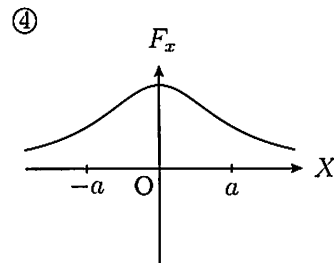
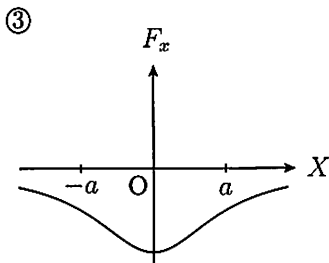
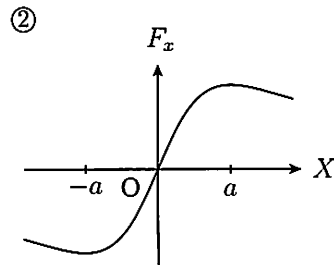
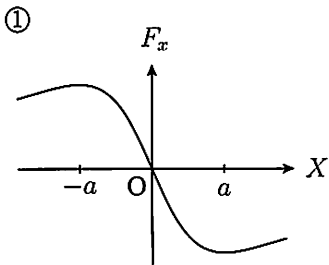


F 次の図のように、 xy 平面（紙面）上の原点を通り紙面に垂直になるように長い直線導線 A を固定し、紙面の裏から表に向かって電流の大きさ I の電流を流す。 xy 平面上の点 (X, a) を通り紙面に垂直になるように長い直線導線 B を置き、紙面の表から裏の向きに電流の大きさ I の電流を流す。導線 A の長さ ℓ の部分が導線 B を流れる電流から受ける力の x 成分を F_x とする。ただし、 $a > 0$ である。



問6 X を変化させたとき、 F_x は X とともにどのように変化するか。最も適当なグラフを、次の①～④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 ウラン 235 (^{235}U) は半減期 7.0×10^8 年で放射性崩壊を起こす。

問 1 ある量のウラン 235 を考える。このウラン 235 の原子核の数が現在の $\frac{1}{1024}$ となるのは何年後か。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。 **19** 年

- ① 5.6×10^9 ② 6.3×10^9 ③ 7.0×10^9 ④ 7.7×10^9

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。