

平成18年度

日本留学試験(第1回)

試験問題

平成18年度（2006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1科目を表面に、もう1科目を裏面に解答してください。）

## I 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題用紙の中を見ないでください。
2. 各科目は、次のページにあります。

科目	ページ
物理	1 ～ 14
化学	15 ～ 27
生物	29 ～ 39

3. 解答は、解答用紙に鉛筆（HB）で記入してください。
4. 問題用紙の余白は、メモに使ってもいいです。
5. 監督者の許可なしに、部屋の外に出ることはできません。
6. 試験が終わっても、この問題用紙を持ち帰ることはできません。
7. 受験番号と名前を下の欄に、受験票と同じように記入してください。

## II 解答上の注意

1. 各問題には、その解答を記入する行番号 **1** , **2** , **3** , …がついています。解答は問題の文の指示にしたがって、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。
2. 解答用紙に書いてある注意事項も必ず読んでください。

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科目を解答用紙のおもて面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

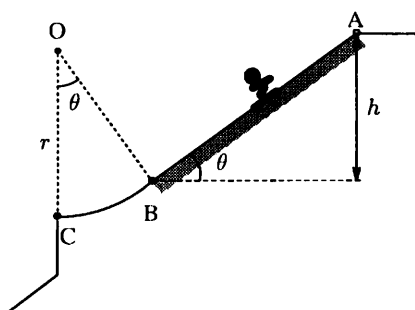
「物理」を選択する場合は、右のように、解答用紙の左上にある「解答科目」の「物理」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。選択した科目が正しくマークされていないと、採点されません。

＜解答用紙記入例＞

解答科目 Subject		
物 理 Physics	化 学 Chemistry	生 物 Biology
●	○	○

- I** 2～5 ページの問い A (問 1, 2), B (問 3), C (問 4, 5), D (問 6) に答えなさい。ただし、重力加速度 (acceleration due to gravity) の大きさを  $g$  とする。

**A** 図のようなスキージャンプ台がある。AB間は傾き  $\theta$  の斜面 (slope) で A、B の高さの差は  $h$ 、BC間は点 O を中心とする半径  $r$  の円周の一部となっている ( $\angle OBA = 90^\circ$ ,  $\angle COB = \theta$ )。選手は A から静かにすべり出し、C で台を飛び出す。AB間ではスキーと雪面の間の動摩擦係数 (coefficient of kinetic friction) が  $\mu'$  であり、BC間では摩擦が無視できる。空気による抵抗は無視できるものとする。



問1 点Bでの選手の速さはいくらか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1

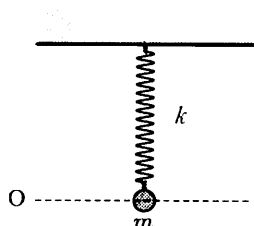
- ①  $\sqrt{2gh\left(1 - \frac{\mu'}{\sin \theta}\right)}$       ②  $\sqrt{2gh(1 - \mu' \cot \theta)}$       ③  $\sqrt{2gh(1 - \mu')}$   
 ④  $\sqrt{2gh\left(1 - \frac{\mu'}{\cot \theta}\right)}$       ⑤  $\sqrt{2gh(1 - \mu' \tan \theta)}$       ⑥  $\sqrt{2gh}$

問2 点Cから飛び出す直前に選手に働く力 (重力と垂直抗力 (normal force) の合力 (resultant force)) の大きさはいくらか。ただし、選手の質量を  $m$  とする。正しいものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

2

- ①  $2mg\left\{\frac{h}{r}\left(1 - \frac{\mu'}{\sin \theta}\right) + \sin \theta\right\}$       ②  $2mg\left\{\frac{h}{r}\left(1 - \frac{\mu'}{\cos \theta}\right) + \sin \theta\right\}$   
 ③  $2mg\left\{\frac{h}{r}(1 - \mu' \cot \theta) + \sin \theta\right\}$       ④  $2mg\left\{\frac{h}{r}(1 - \mu' \tan \theta) + \sin \theta\right\}$   
 ⑤  $2mg\left\{\frac{h}{r}\left(1 - \frac{\mu'}{\sin \theta}\right) + (1 - \cos \theta)\right\}$       ⑥  $2mg\left\{\frac{h}{r}\left(1 - \frac{\mu'}{\cos \theta}\right) + (1 - \cos \theta)\right\}$   
 ⑦  $2mg\left\{\frac{h}{r}(1 - \mu' \cot \theta) + (1 - \cos \theta)\right\}$       ⑧  $2mg\left\{\frac{h}{r}(1 - \mu' \tan \theta) + (1 - \cos \theta)\right\}$

**B** ばね定数  $k$  で質量の無視できるばねを天井からつるし、他端に質量  $m$  の小球をつけた。  
このばねの自然長の位置で小球を静かに放したところ、小球は周期  $T$  の単振動 (simple harmonic oscillation) を始めた。小球の重力による位置エネルギーの原点 (origin) を、自然長の位置にとる。



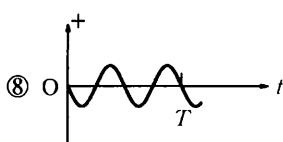
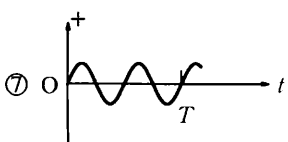
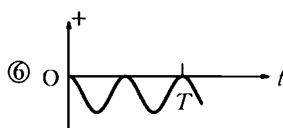
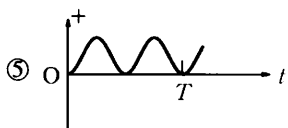
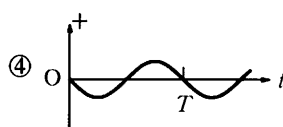
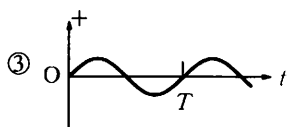
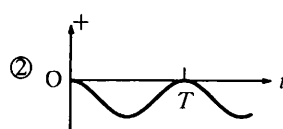
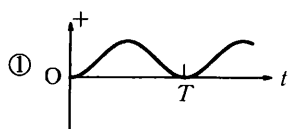
**問 3** 小球の重力による位置エネルギーと小球の運動エネルギーは、小球を放してから時間  $t$  とともにどのように変化するか。正しいものを、次の①～⑧から一つずつ選びなさい。解答欄の図の縦軸は、上向きが正である。

小球の重力による位置エネルギーの時間変化：

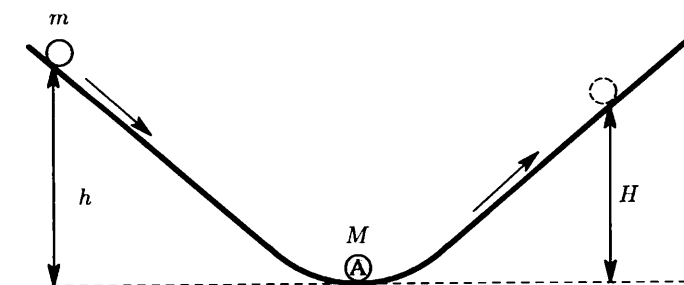
**3**

小球の運動エネルギーの時間変化：

**4**



C 図のように、なめらかな面の底に質量  $M$  の小球 A が置いてある。そこへ高さ  $h$  の位置から質量  $m$  の小球を初速 0 で面に沿って落として A に衝突させた。衝突は弾性衝突 (elastic collision) とする。



問 4 衝突直後の A の速さはいくらか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

5

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

問 5 A が上がる最高点の高さを  $H$  とする。  $M$  の値を変えたとき、  $H$  の取りうる範囲はどうか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

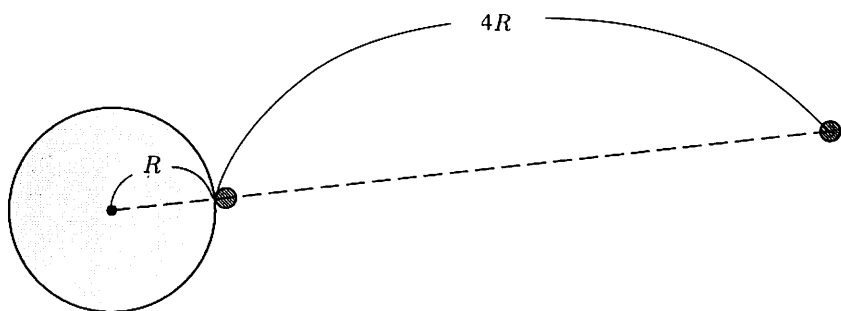
6

- ①  $0 < H < h$       ②  $0 < H < 2h$       ③  $0 < H < 3h$       ④  $0 < H < 4h$

**D** 地表 (ground surface) から真上に向かって質量  $m$  の小球を打ち上げる。地球の半径を  $R$ ，質量を  $M$  とする。また，空気抵抗や地球の自転 (earth rotation)，公転 (revolution) の影響は考えないものとする。

問 6 小球が地表からちょうど  $4R$  の高さまで到達するためには，初速度の大きさをいくかにすればよいか。正しいものを，次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

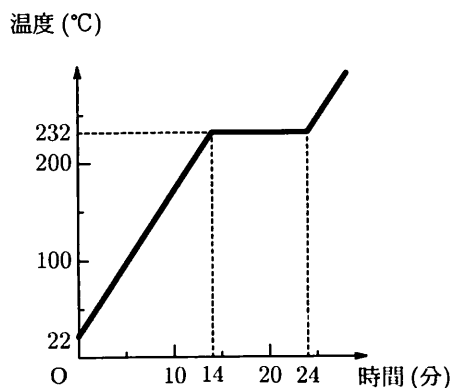
7



- ①  $\sqrt{gR}$       ②  $\sqrt{\frac{3gR}{2}}$       ③  $\sqrt{\frac{8gR}{5}}$       ④  $\sqrt{2gR}$       ⑤  $\sqrt{8gR}$

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

A 22℃ のスズ (tin) の塊 500 g を同じ温度の容器に入れ、1 分につき 3150 J の割合で加熱したとき、温度と加熱時間との関係は次の図のようになった。スズの融点 (melting point) を 232℃ とし、容器の熱容量 (heat capacity) を 97 J/K とする。



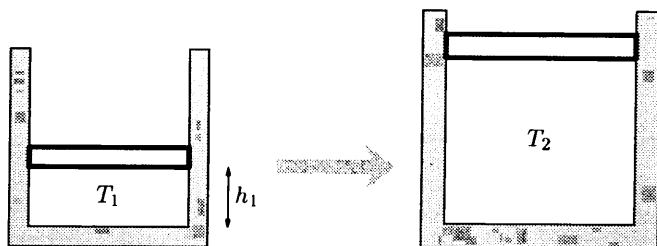
問 1 スズ (固体) の比熱 (specific heat) は何 J/g・K か。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**8** J/g・K

- ① 0.19      ② 0.23      ③ 0.38      ④ 0.42      ⑤ 0.57      ⑥ 0.61



**B** 図のように、鉛直 (vertical) 方向になめらかに動くことができるピストンがついた容器に、理想気体 (ideal gas) が閉じ込めてある。温度が  $T_1$  の平衡状態の時に、ピストンの高さが  $h_1$  であった。この容器にゆっくりと熱を加えたら、やがて温度  $T_2$  の平衡状態 (equilibrium state) に達した。ピストンの質量を  $M$ 、断面積を  $S$  とし、大気圧を  $p_0$  とする。



問2 この間に気体のした仕事 (work) はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選びなさい。

9

①  $p_0 S h_1 \left( \frac{T_1}{T_2} - 1 \right)$

②  $p_0 S h_1 \left( \frac{T_2}{T_1} - 1 \right)$

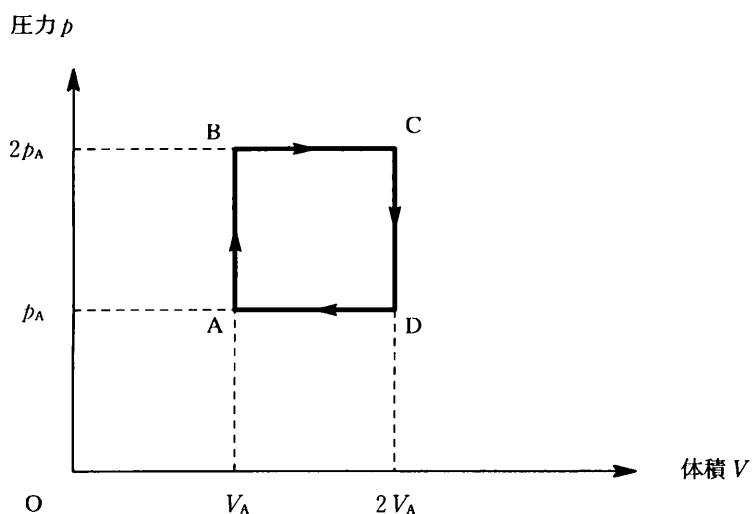
③  $M g h_1 \left( \frac{T_1}{T_2} - 1 \right)$

④  $M g h_1 \left( \frac{T_2}{T_1} - 1 \right)$

⑤  $(M g + p_0 S) h_1 \left( \frac{T_1}{T_2} - 1 \right)$

⑥  $(M g + p_0 S) h_1 \left( \frac{T_2}{T_1} - 1 \right)$

C 図のように、1 mol の単原子分子 (monoatomic molecule) 理想気体 (ideal gas) の状態を  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  と変化させた。



問3 C → D の過程で気体はどれだけの熱量 (heat quantity) を吸収または放出したか。

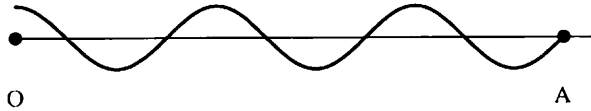
正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

10

- ① 気体は熱量  $p_A V_A$  を吸収した
- ② 気体は熱量  $3p_A V_A$  を吸収した
- ③ 気体は熱量  $5p_A V_A$  を吸収した
- ④ 気体は熱量  $p_A V_A$  を放出した
- ⑤ 気体は熱量  $3p_A V_A$  を放出した
- ⑥ 気体は熱量  $5p_A V_A$  を放出した

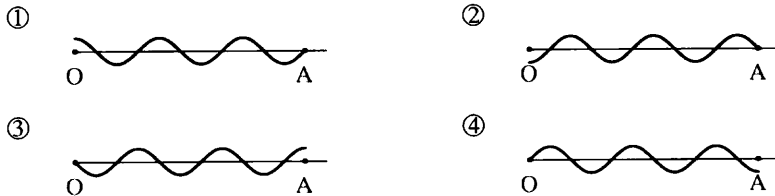
Ⅲ 次の問い A (問 1), B (問 2), C (問 3) に答えなさい。

A 自由端 (free end) A に向かって点 O から波長 (wave length)  $\lambda$  の入射波 (incident wave) が連続的に送られ OA 間に定常波 (stationary wave) が出来ている。OA 間の距離は  $\frac{11}{4}\lambda$  である。図はある瞬間の入射波の波形 (wave form) を表している。



問 1 この瞬間の反射波 (reflected wave) の波形はどうなるか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

11



B 2 点 A, B から周波数 (frequency) 440 Hz, 速さ 330 m/s で同じ振幅の波が同じ位相 (phase) で送られる。AB 間の距離を 1.5 m とする。

問 2 波が打ち消し合う点は AB 間にいくつあるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

12

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 6

C ある音源 (sound source) から出た音が空気中と水中を伝わった。

問3 この音の空気中と水中での波長，振動数はどのような関係があるか。正しいものを，次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

13

- ① 波長は空気中よりも水中の方が短い，振動数は空気中よりも水中の方が低い。
- ② 波長は空気中よりも水中の方が短い，振動数は空気中と水中で等しい。
- ③ 波長は空気中よりも水中の方が短い，振動数は空気中よりも水中の方が高い。
- ④ 波長は空気中よりも水中の方が長い，振動数は空気中よりも水中の方が低い。
- ⑤ 波長は空気中よりも水中の方が長い，振動数は空気中と水中で等しい。
- ⑥ 波長は空気中よりも水中の方が長い，振動数は空気中よりも水中の方が高い。

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

A 図 1 のように  $x$ - $y$  平面 (plane) の原点 (origin) に正 (positive) の点電荷 (point charge) がある。この面内を移動しながら電場 (electric field) を測定した。移動中の 7 つの地点での測定結果は、図 2 のようになった。矢印 (arrow) は電場の大きさと向きを、数字は測定の順番を表している。

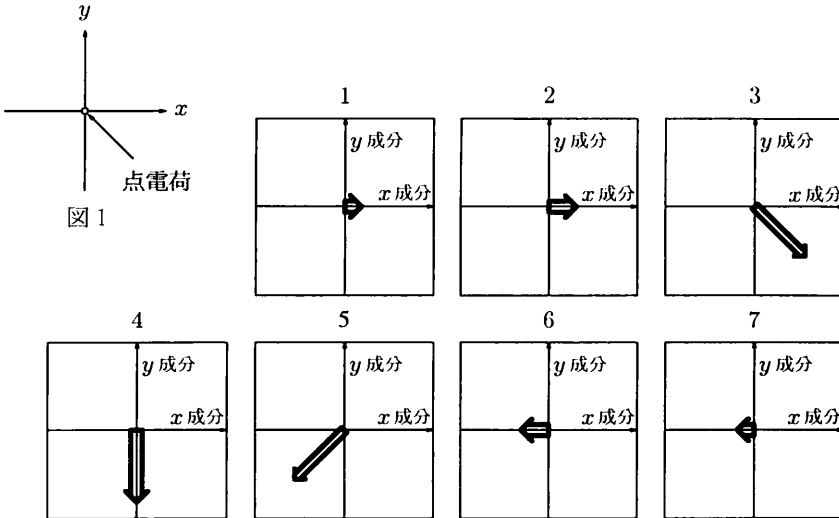
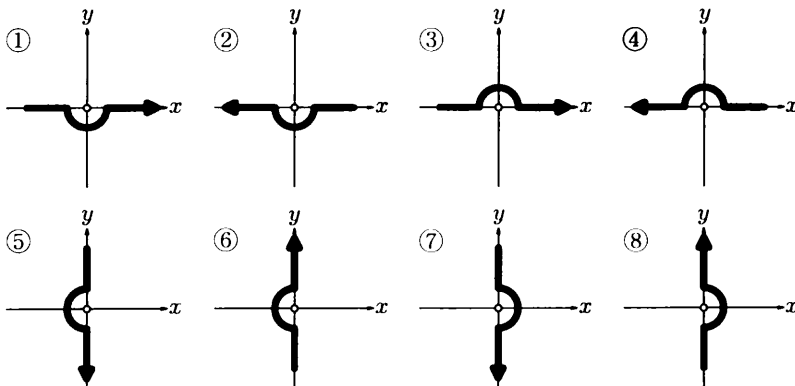


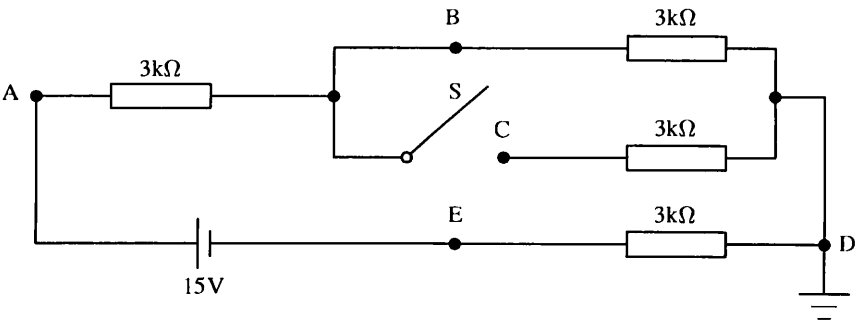
図 2

問 1 移動した経路を表す図として最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

14



**B** 図のように、起電力  $15\text{ V}$  の電池、抵抗値  $3\text{ k}\Omega$  の抵抗 4 個とスイッチ  $S$  をつないだ電気回路 (electric circuit) がある。アース (grounded) されている点  $D$  の電位は  $0$  である。電池の内部抵抗は無視できるものとする。



**問 2** スイッチ  $S$  が開いているとき、点  $B$  と点  $C$  の電位 (electric potential) の値はどうなるか。正しい組み合わせを次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

**15**

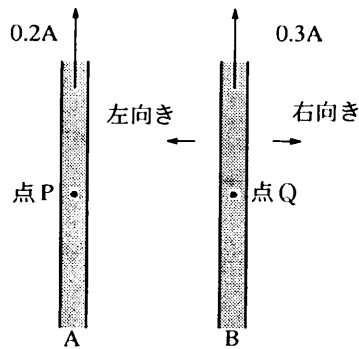
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
点 $B$ の電位	$10\text{ V}$	$10\text{ V}$	$10\text{ V}$	$10\text{ V}$	$5\text{ V}$	$5\text{ V}$	$5\text{ V}$	$5\text{ V}$
点 $C$ の電位	$10\text{ V}$	$5\text{ V}$	$0\text{ V}$	$-5\text{ V}$	$10\text{ V}$	$5\text{ V}$	$0\text{ V}$	$-5\text{ V}$

**問 3** スイッチ  $S$  が閉じているとき、点  $A$  と点  $B$  の電位の値はどうなるか。正しい組み合わせを次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

**16**

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
点 $A$ の電位	$15\text{ V}$	$15\text{ V}$	$15\text{ V}$	$15\text{ V}$	$9\text{ V}$	$9\text{ V}$	$9\text{ V}$	$9\text{ V}$
点 $B$ の電位	$10\text{ V}$	$9\text{ V}$	$7.5\text{ V}$	$6\text{ V}$	$6\text{ V}$	$3\text{ V}$	$0\text{ V}$	$-3\text{ V}$

C 図のように2本の平行な直線導線 (a pair of straight parallel wires) A, Bがある。Aには0.2 A, Bには0.3 Aの電流が上向きに流れている。



問4 AがB上の点Qにつくる磁場の向きと、その磁場からBが受ける力の向きはどうか。正しい文を、次の①～④から一つ選びなさい。

17

- ① 磁場の向きは紙面表から裏で、力の向きは右向き
- ② 磁場の向きは紙面表から裏で、力の向きは左向き
- ③ 磁場の向きは紙面裏から表で、力の向きは右向き
- ④ 磁場の向きは紙面裏から表で、力の向きは左向き

問5 AがB上の点Qにつくる磁場の大きさを $H$ 、その磁場からBの長さ1 mの部分が受ける力の大きさを $F$ とする。また、BがA上の点Pにつくる磁場の大きさを $h$ 、その磁場からAの長さ1 mの部分が受ける力の大きさを $f$ とする。 $\frac{H}{h}$  および  $\frac{F}{f}$  はどうか。正しいものを、次の①～⑥から一つ選びなさい。

18

- ①  $\frac{H}{h} = \frac{2}{3}, \frac{F}{f} = \frac{2}{3}$
- ②  $\frac{H}{h} = \frac{2}{3}, \frac{F}{f} = \frac{3}{2}$
- ③  $\frac{H}{h} = \frac{2}{3}, \frac{F}{f} = 1$
- ④  $\frac{H}{h} = \frac{3}{2}, \frac{F}{f} = \frac{2}{3}$
- ⑤  $\frac{H}{h} = \frac{3}{2}, \frac{F}{f} = \frac{3}{2}$
- ⑥  $\frac{H}{h} = \frac{3}{2}, \frac{F}{f} = 1$

D 図1のように、電気回路 (electric circuit) の中に、抵抗  $R$  と自己インダクタンス (self-inductance)  $L$  のコイルが直列 (series) に連なった部分がある。この部分を通る電流  $I$  の時間変化を測定したところ図2のようになった。

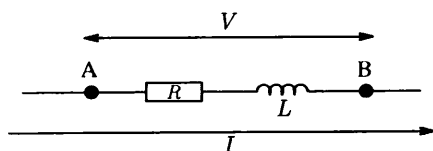


図1

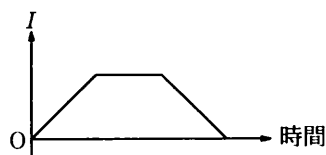
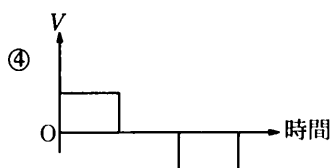
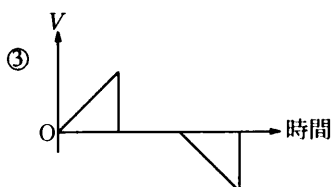
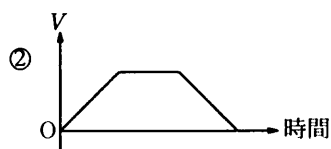
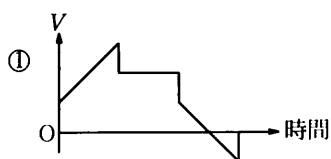


図2

問6 このとき、Bを基準とするAの電位  $V$  の時間変化はどうなるか。最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

19



物理の問題はこれで終わりです。解答欄の **20** ～ **75** は空欄にしてください。

この問題用紙を持ち帰ることはできません。