

# 令和 5 年度 一般選抜(後期)問題

## 理 科

試験開始の指示があるまで、問題冊子を開いてはならない。

### 科目選択について

1. 3科目すべての解答用紙に受験番号、氏名を記入すること。
2. 物理・化学・生物の3科目のうち、2科目を選択すること。
3. 選択しない科目の解答用紙の中央に大きく×印を描くこと。
4. 選択しない科目の解答用紙は試験開始から30分後に回収される。

### 注 意 事 項

1. 試験開始の指示があるまで、筆記用具を持ってはならない。
2. 試験開始後に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁等の不備、解答用紙の汚れ等を確認しなさい。これらがある場合には手を高く挙げて監督者に知らせること。
3. 物理では、1ページ～13ページで、解答番号は 



 ～ 



 である。  
 化学では、14ページ～28ページで、解答番号は 



 ～ 



 である。  
 生物では、29ページ～43ページで、解答番号は 



 ～ 



 である。
4. 解答は指示された解答番号に従って解答用紙の解答欄にマークすること。
5. 解答用紙に正しく記入・マークしていない場合には、正しく採点されないことがある。
6. 指定された以外の個数をマークした場合には誤りとなる。
7. 下書きや計算は問題冊子の余白を利用すること。
8. 質問等がある場合には手を高く挙げて監督者に知らせること。
9. 試験終了の指示があったら直ちに筆記用具を机の上に置くこと。
10. 試験終了の指示の後に受験番号、氏名の記入漏れに気づいた場合には、手を高く挙げて監督者の許可を得てから記入すること。許可なく筆記用具を持つと不正行為とみなされる。
11. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

### 解答用紙記入要領

例：受験番号が「0123」番の「日本花子」さんの場合

受 験 番 号				
MC	0	1	2	3
	●	○	○	○
	○	●	○	○
	○	○	●	○
	○	○	○	●
	○	○	○	○
	○	○	○	○
	○	○	○	○
	○	○	○	○
	○	○	○	○
	○	○	○	○

フリガナ	ニ ッ ボ ン	ハ ナ コ
氏 名	日 本 花 子	

注 意 事 項

1. 黒鉛筆(HB, B, 2B)またはシャープペンシル(2B)を使用すること。
2. マークは、はみ出さないように○の内側を●のように丁寧に塗りつぶすこと。
3. 所定の記入欄以外には何も記入しないこと。  
※ マークの塗り方が正しくない場合には、採点されないことがある。

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 15%; border: none;">●</td><td style="border: none;">○</td><td style="border: none;">○</td><td style="border: none;">○</td><td style="border: none;">○</td><td style="border: none;">○</td><td style="border: none;">○</td><td style="border: none;">○</td><td style="border: none;">○</td><td style="border: none;">○</td></tr> <tr><td colspan="10" style="border: none;">良い例</td></tr> </table>	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	良い例										<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 15%; border: none;">○</td><td style="border: none;">○</td><td style="border: none;">○</td><td style="border: none;">○</td><td style="border: none;">○</td><td style="border: none;">○</td><td style="border: none;">○</td><td style="border: none;">○</td><td style="border: none;">○</td><td style="border: none;">○</td></tr> <tr><td colspan="10" style="border: none;">悪い例</td></tr> </table>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	悪い例									
●	○	○	○	○	○	○	○	○	○																																
良い例																																									
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																																
悪い例																																									

1. 受験番号の空欄に受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークする。次に、氏名を書き、フリガナをカタカナで記入する。
2. 受験番号欄と解答欄では、○の位置が異なるので注意する。
3. マークは黒鉛筆(HB, B, 2B)またはシャープペンシル(2B)を使い、はみ出さないように○の内側を●のように丁寧に塗りつぶす。
4. マークを消す場合には、消しゴムで跡が残らないように完全に消す。
5. 解答用紙は折り曲げたり、汚したりしない。
6. 所定の欄以外には何も記入しない。

# 問題訂正

## 生物

1 問 1 31ページ 1行目から

### 【誤】

表1の結果から、末梢神経が未熟な血管内皮細胞の増殖に及ぼす影響と末梢神経が動脈系内皮細胞または静脈系内皮細胞への分化に及ぼす影響として最も適切な組合せを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。ただし、実験1, 2を通して、培養中に死滅した細胞はなかったものとする。

1

	血管内皮細胞の増殖に及ぼす影響	動脈系内皮細胞または静脈系内皮細胞への分化に及ぼす影響
①	促進する	動脈系内皮細胞へ誘導する
②	促進する	静脈系内皮細胞へ誘導する
③	抑制する	動脈系内皮細胞へ誘導する
④	抑制する	静脈系内皮細胞へ誘導する
⑤	影響しない	動脈系内皮細胞へ誘導する
⑥	影響しない	静脈系内皮細胞へ誘導する

### 【正】

実験1, 2の結果から、末梢神経細胞が培養終了時の血管内皮細胞の密度（細胞数／培養容器の面積）に及ぼす影響と、末梢神経細胞が動脈系内皮細胞または静脈系内皮細胞への分化に及ぼす影響として最も適切な組合せを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。実験1と2で、培養を開始したときの血管内皮細胞の数は同じであった。ただし、実験1, 2を通して、培養中に死滅した細胞はなかったものとする。

1

	血管内皮細胞の密度に及ぼす影響	動脈系内皮細胞または静脈系内皮細胞への分化に及ぼす影響
①	高くする	動脈系内皮細胞へ誘導する
②	高くする	静脈系内皮細胞へ誘導する
③	低くする	動脈系内皮細胞へ誘導する
④	低くする	静脈系内皮細胞へ誘導する
⑤	影響しない	動脈系内皮細胞へ誘導する
⑥	影響しない	静脈系内皮細胞へ誘導する

# 物 理

## 解答上の注意

1. 解答は，解答用紙の解答欄にマークすること。
2. 分数形で解答する場合には，既約分数(それ以上約分できない分数)で答えること。
3. 答えの値は，枠に合わせて四捨五入すること。

1 次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。

図1のように、質量が無視でき、ばね定数  $k$  のばねを鉛直方向に置き、ばねの下端を床に固定した。自然長におけるばねの上端の位置を原点  $O$  とし、鉛直上向きに  $y$  軸をとる。ばねは鉛直方向に運動する。また、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

次に図2のように、このばねの上端に質量  $M$  の厚さの無視できる板を固定し、その上に質量  $m$  の大きさが無視できる小物体を置く。板と小物体を設置した後にこのばねを手で押し下げ、板の座標が  $y_0$  ( $y_0 < 0$ ) になったところで静かに手を離したところ、小物体は板と一体のまま上昇した後、板から離れてさらに鉛直方向に上昇した。以下では板から離れた小物体が、板に衝突する前までを考察する。

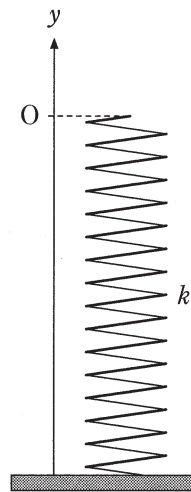


図1

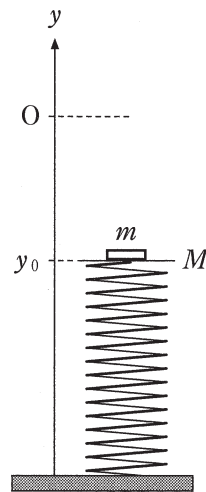


図2

問1 小物体が板と一体となって上昇し、板の座標が  $y$  になったとき、板の加速度  $a$ 、板が小物体におよぼす垂直抗力  $N$  はそれぞれ、 $a = \boxed{1}$ 、 $N = \boxed{2}$  である。

(1)  $\boxed{1}$  に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- |                         |                         |                       |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| ① $-g$                  | ② $-g - \frac{ky}{m}$   | ③ $-g - \frac{ky}{M}$ |
| ④ $-g - \frac{ky}{M-m}$ | ⑤ $-g - \frac{ky}{M+m}$ | ⑥ $-g + \frac{ky}{M}$ |
| ⑦ $-g + \frac{ky}{m}$   | ⑧ $-g + \frac{ky}{M-m}$ | ⑨ $\frac{ky}{M+m}$    |

(2)  $\boxed{2}$  に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- |                      |                      |                         |
|----------------------|----------------------|-------------------------|
| ① $mg - ky$          | ② $Mg - ky$          | ③ $(M+m)g - ky$         |
| ④ $mg + ky$          | ⑤ $Mg + ky$          | ⑥ $(M+m)g + ky$         |
| ⑦ $-\frac{mky}{M+m}$ | ⑧ $-\frac{Mky}{M+m}$ | ⑨ $\frac{(m-M)ky}{M+m}$ |

問 2 小物体が板と一体となって上昇しているとき、小物体の運動は、振動の中心の座標が  $\boxed{3} \frac{g}{k}$  である単振動の式で表される。

$\boxed{3}$  に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $-m$                                   ②  $-M$                                   ③  $-(m+M)$   
 ④  $(m-M)$                                 ⑤  $-2m$                                 ⑥  $-2M$   
 ⑦  $-2(m+M)$                               ⑧  $2(m-M)$                               ⑨  $0$

問 3 図 3 は小物体の加速度を縦軸に、手を離れた瞬間からの時刻  $t$  を横軸にとったときのグラフである。加速度が急に変化した時刻  $t_1$  における小物体の位置  $y_1$  および速さ  $v_1$  はそれぞれ  $y_1 = \boxed{4} \frac{g}{k}$ ,  $v_1 = \boxed{5}$  である。

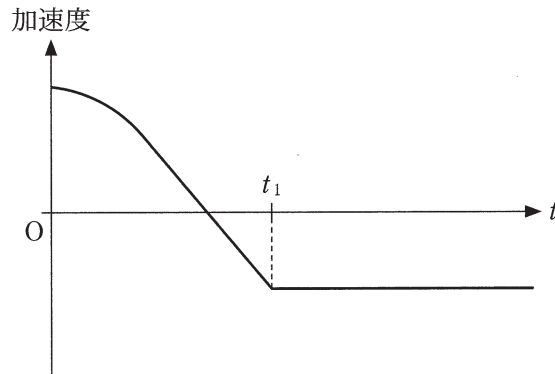


図 3

(1)  $\boxed{4}$  に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $m$     ②  $M$     ③  $(m+M)$   
 ④  $(m-M)$                                     ⑤  $2m$                                     ⑥  $2M$   
 ⑦  $2(m+M)$                                 ⑧  $2(m-M)$                                 ⑨  $0$

(2)  $\boxed{5}$  に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $\sqrt{-2gy_0}$                                   ②  $\sqrt{2gy_0 + \frac{k}{m}y_0^2}$                                   ③  $\sqrt{2gy_0 + \frac{k}{M}y_0^2}$   
 ④  $\sqrt{2gy_0 + \frac{k}{m+M}y_0^2}$                                   ⑤  $\sqrt{2gy_0 + \frac{k}{M-m}y_0^2}$                                   ⑥  $\sqrt{2gy_0 + \frac{2k}{m}y_0^2}$   
 ⑦  $\sqrt{2gy_0 + \frac{2k}{M}y_0^2}$                                   ⑧  $\sqrt{2gy_0 + \frac{2k}{M-m}y_0^2}$                                   ⑨  $0$

問 4 小物体が板から離れて上昇するためには、 $y_0 < \boxed{6} \frac{g}{k}$  でなければならない。

$\boxed{6}$  に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $-m$                       ②  $-M$                       ③  $-(m+M)$   
 ④  $(m-M)$                     ⑤  $-2m$                     ⑥  $-2M$   
 ⑦  $-2(m+M)$                 ⑧  $2(m-M)$                 ⑨  $0$

問 5 図4は板の加速度を縦軸に、手を離れた瞬間からの時刻  $t$  を横軸にとったときのグラフである。なお、時刻  $t_1$  は図3のものと同じ。図4の時刻  $t_2$  における板の位置  $y_2$  は

$y_2 = \boxed{7} \frac{g}{k}$  である。

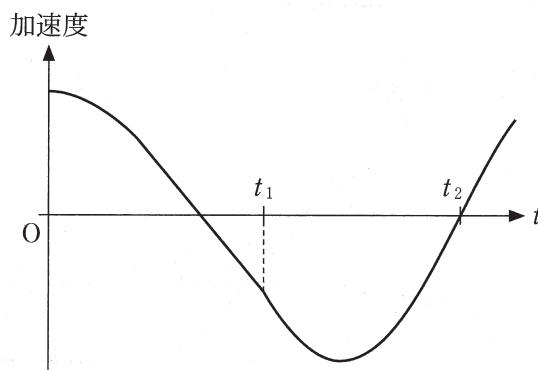


図4

$\boxed{7}$  に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $m$                       ②  $M$                       ③  $-m$                       ④  $-M$                       ⑤  $2m$   
 ⑥  $2M$                     ⑦  $-2m$                     ⑧  $-2M$                     ⑨  $0$

問 6 小物体が到達した最高点を  $h$  とする。小物体が離れた後の板がもつ力学的エネルギーは、 $h$  を用いて  $\boxed{8} gh$  と表される。ただし、重力の位置エネルギーは、 $y = 0$  を基準にとる。

$\boxed{8}$  に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $m$                       ②  $M$                       ③  $(m+M)$   
 ④  $(m-M)$                     ⑤  $2m$                     ⑥  $2M$   
 ⑦  $2(m+M)$                 ⑧  $2(m-M)$                 ⑨  $0$

次のページに続く

2 次の文章を読み、下の問い(問1～8)に答えよ。

図1のように地面上の水平な $xy$ 平面内の原点に小さなスピーカーを置いた。スピーカーは、すべての方向に同位相同音量で、振動数 $f$ の音を出すことができる。

$x$ 軸上の点 $A(L, 0)$ 、 $y$ 軸上の点 $B(0, L)$ には、スピーカーから出た音波を反射する小さな反射板 $a$ 、 $b$ を置く。ただし、反射波は原点にいる観測者 $O$ に直接届き、地面からの反射や他方の反射板からの二次反射などは無視できるものとする。音速は、どの方向にも一様で $c$ である。

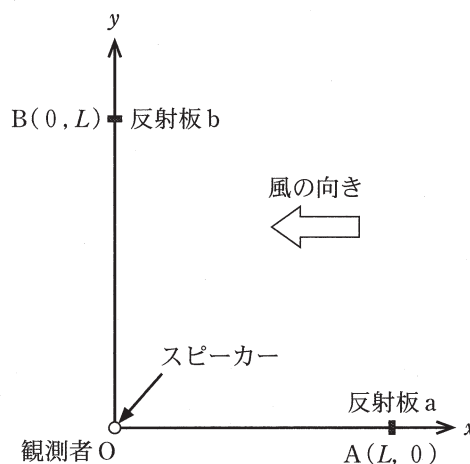


図1

〔1〕 まず、無風の場合を考える。

$b$ を取り除き、時刻 $t = 0$ にスピーカーから音を出した。

問1 スピーカーから出た音波が、 $a$ で反射して $O$ に到達する時刻 $t_1$ は  であり、反射波の波長 $\lambda_1$ は  である。

,  に入る組合せとして最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ア	$\frac{L}{c}$	$\frac{L}{c}$	$\frac{L}{c}$	$\frac{2L}{c}$	$\frac{2L}{c}$	$\frac{2L}{c}$	$\frac{L}{2c}$	$\frac{L}{2c}$	$\frac{L}{2c}$
イ	$\frac{c}{f}$	$cf$	$\frac{f}{c}$	$\frac{c}{f}$	$cf$	$\frac{f}{c}$	$\frac{c}{f}$	$cf$	$\frac{f}{c}$



[2] 次に、 $x$  軸の負の向きに一樣な速さ  $w$  で風が吹いている場合を考える。ただし、 $w$  は  $c$  に比べ十分に小さいものとする。音波は大気を媒質とする波である。風が吹いて大気が動いている中では大気に対する音速は、どの方向にも  $c$  である。大気を基準とした場合、スピーカー、反射板および  $O$  は、 $x$  軸の正の向きに速さ  $w$  で進んでいるように見える。

問 2 時刻  $t = 0$  にスピーカーから振動数が  $f$  の音を出した。 $a$  に音波が到達する時刻  $t_2$  は  であり、 $O$  に到達する反射波の波長  $\lambda_2$  は  である。

,  に入る組合せとして最も適切なものを、次の①~⑨のうちから 1 つ選べ。

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ウ	$\frac{L}{c}$	$\frac{L}{c}$	$\frac{L}{c}$	$\frac{L}{c+w}$	$\frac{L}{c+w}$	$\frac{L}{c-w}$	$\frac{L}{c-w}$	$\frac{2L}{c+w}$	$\frac{2L}{c-w}$
エ	$\frac{c}{f}$	$\frac{c+w}{f}$	$\frac{c-w}{f}$	$\frac{c}{f}$	$\frac{c+w}{f}$	$\frac{c-w}{f}$	$\frac{c+w}{f}$	$\frac{c}{f}$	$\frac{c+w}{f}$

問 3 スピーカーから出た音波が、 $a$  で反射して  $O$  に到達する時刻  $t_a$  は  である。

に入る最も適切なものを、次の①~⑨のうちから 1 つ選べ。

- ①  $\frac{L}{c}$                       ②  $\frac{2L}{c}$                       ③  $\frac{2L}{c+w}$                       ④  $\frac{2L}{c-w}$   
 ⑤  $\frac{2wL}{c^2+w^2}$                       ⑥  $\frac{2wL}{c^2-w^2}$                       ⑦  $\frac{2cL}{c^2+w^2}$                       ⑧  $\frac{2cL}{c^2-w^2}$   
 ⑨  $\frac{2(c+w)L}{(c-w)^2}$                       ⑩  $\frac{2(c-w)L}{(c+w)^2}$

問 4 スピーカーから出た音波が、 $a$  で反射して  $O$  に到達する間の  $O$  から見た音波の平均の速さは  である。

に入る最も適切なものを、次の①~⑩のうちから 1 つ選べ。

- ①  $c$                       ②  $c-w$                       ③  $c+w$                       ④  $\sqrt{c^2+w^2}$                       ⑤  $\sqrt{c^2-w^2}$   
 ⑥  $\frac{c^2+w^2}{w}$                       ⑦  $\frac{c^2-w^2}{w}$                       ⑧  $\frac{c^2-w^2}{c}$                       ⑨  $\frac{c^2+w^2}{c}$                       ⑩  $\frac{(c+w)^2}{c-w}$

[3] 次に、 $a$  を取り除き、 $b$  を点  $B$  に置いた。図 2 は、スピーカーから出た音波が、 $b$  で反射して  $O$  に到達するまでの経路を大気を基準に示したものである。 $b'$ 、 $b''$  は大気を基準としたときの  $b$ 、同様に  $O'$ 、 $O''$  は大気を基準としたときの  $O$  を表す。

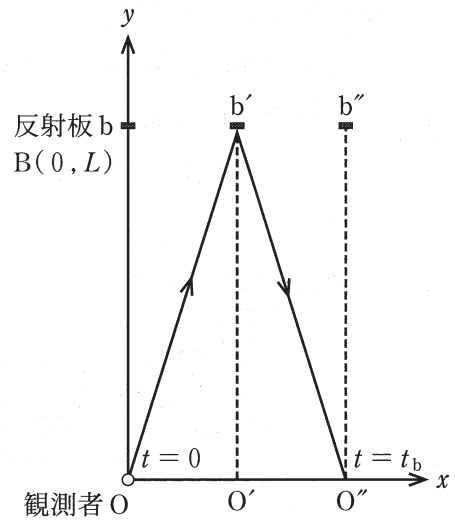


図 2

問 5 スピーカーから出た音波が、 $b$  で反射して、 $O$  に到達する時刻を  $t_b$  とすると、この間に大気を基準としたときの音波が進んだ道のり  $s$  は、図 2 から、 $s = \boxed{13}$  である。

$\boxed{13}$  に入る最も適切なものを、次の①～⑩のうちから 1 つ選べ。

- ①  $\sqrt{L^2 + w^2 t_b^2}$     ②  $\sqrt{L^2 - w^2 t_b^2}$     ③  $\sqrt{4L^2 + w^2 t_b^2}$   
 ④  $\sqrt{4L^2 - w^2 t_b^2}$     ⑤  $L$     ⑥  $2L$   
 ⑦  $2L - wt_b$     ⑧  $2L + wt_b$     ⑨  $2L + 2wt_b$     ⑩  $0$

問 6  $t_b = \boxed{14}$  である。

$\boxed{14}$  に入る最も適切なものを、次の①～⑩のうちから 1 つ選べ。

- ①  $\frac{L}{\sqrt{c^2 + w^2}}$     ②  $\frac{L}{\sqrt{c^2 - w^2}}$     ③  $\frac{2L}{c + w}$     ④  $\frac{2L}{c - w}$   
 ⑤  $\frac{2L}{\sqrt{c^2 + w^2}}$     ⑥  $\frac{4L}{\sqrt{c^2 + w^2}}$     ⑦  $\frac{2L}{\sqrt{c^2 - w^2}}$     ⑧  $\frac{4L}{\sqrt{c^2 - w^2}}$   
 ⑨  $\frac{2L}{c}$     ⑩  $\frac{2L}{c - 2w}$

[4] 次に、点 A, B にそれぞれ a, b を置き、時刻  $t = 0$  にスピーカーから振動数  $f$  の音を出した。反射波が原点に戻る前にスピーカーから音を出すのを止め、2つの反射波が原点で重なったときに起きる現象について観察した。

問 7 2つの反射波が原点に到着する時刻の差  $t_a - t_b$  は、15 である。ただし、 $\frac{w^2}{c^2}$  は 1 より十分に小さいので、 $|z|$  が 1 に比べ十分に小さいときに成り立つ近似式  $(1+z)^r \approx 1+rz$  ( $r$  は実数) を使ってよい。

15 に入る最も適切なものを、次の①~⑨のうちから 1 つ選べ。

- |   |  |  |
|---|--|--|
| ① $\frac{wL}{c^2}$                                  | ② $\frac{2wL}{c^2}$                                  | ③ $\frac{w^2L}{c^3}$                                 |
| ④ $\frac{2w^2L}{c^3}$                               | ⑤ $\frac{w^3L}{c^4}$                                 | ⑥ $\frac{2wL\left(1 + \frac{w^2}{c^2}\right)}{c^2}$  |
| ⑦ $\frac{2wL\left(1 - \frac{w^2}{c^2}\right)}{c^2}$ | ⑧ $\frac{2wL\left(1 + \frac{w^2}{2c^2}\right)}{c^2}$ | ⑨ $\frac{2wL\left(1 - \frac{w^2}{2c^2}\right)}{c^2}$ |

[5] 図 3 のように、a, b の原点からの距離  $L$  を保ち、装置全体を原点を中心として、時計回りに少しずつ回転させ、[4] の観察を繰り返し行ったところ、回転位置により音の強め合いと弱め合いが交互に生じることがわかった。また、最初の位置では強め合いが生じていることもわかった。音の強め合いは 2つの反射波が同位相で重なるとき起こるので、最初の位置では、 $m$  を整数として次の式が成り立っている。

$$2\pi f(t_a - t_b) = 2\pi m$$

問 8 装置を  $90^\circ$  回転させると a と b の関係は最初の位置と逆になるので、このときの  $t_a - t_b$  は、15 と同じ大きさで符号が逆になる。この回転の間に音の強弱の変化は、16 回現れた。ただし、「強→弱→強」で 1 回と数えるものとする。

16 に入る最も適切なものを、次の①~⑩のうちから 1 つ選べ。

- |                      |                      |                       |                        |                      |
|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|
| ① $\frac{fL}{c}$     | ② $\frac{2fL}{c}$    | ③ $\frac{fL}{2c}$     | ④ $\frac{wfL}{c^2}$    | ⑤ $\frac{2wfL}{c^2}$ |
| ⑥ $\frac{3wfL}{c^2}$ | ⑦ $\frac{4wfL}{c^2}$ | ⑧ $\frac{w^2fL}{c^3}$ | ⑨ $\frac{2w^2fL}{c^3}$ | ⑩ 0                  |

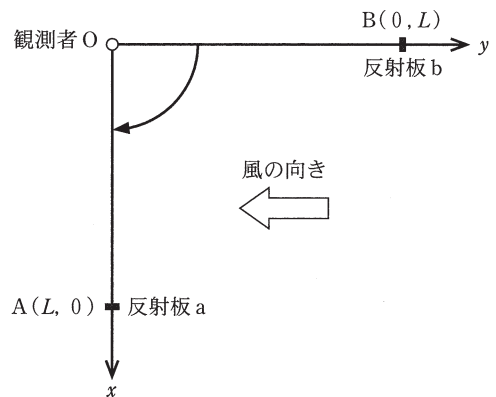


図 3

3 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

図1のように、長さ  $l$  [m]、断面積  $S$  [m<sup>2</sup>]、巻数  $N$  のソレノイドと抵抗値  $R$  [Ω] の抵抗を直流電源(電圧が変えられるもの)に直列につなぐ。ソレノイドの長さは直径に比べ十分に長く、導線は密に巻かれている。 $R$  [Ω] の抵抗以外の抵抗は無視できるものとする。電源の電圧は図1のBを基準としたAの電位を表すものとし、時刻  $t$  [s] におけるそれを  $V(t)$  [V] とする。図2のように、時刻  $t = 0$  [s] から  $T$  [s] にかけて、 $V(t)$  を 0 [V] から  $V_0$  [V] まで一定の変化率で増加させ、 $t > T$  [s] で  $V(t) = V_0$  (一定) となるようにする。時刻  $t$  [s] において回路を流れる電流を  $I(t)$  [A] とし、図1の矢印の向きを正とする。ソレノイドの内部には軸に平行で一様な磁場ができるものとし、そこでの透磁率を  $\mu_0$  [N/A<sup>2</sup>] とする。

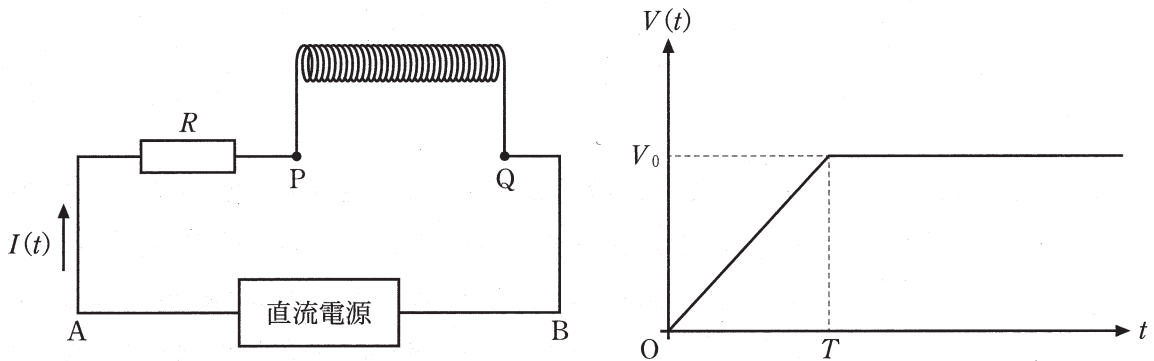


図1

図2

問1 回路を流れる電流を  $I$  [A] とすると、ソレノイドの内部の磁束密度の大きさは  [T] であり、ソレノイドを貫く磁束は  [Wb] である。また、微小な時間  $\Delta t$  [s] の間に電流が  $\Delta I$  [A] 変化するとき、ソレノイドに生じる誘導起電力は   $\mu_0 S \frac{\Delta I}{\Delta t}$  [V] となる。ただし、起電力は図1のPからQに電流を流そうとする向きを正とする。

(1)  に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $NI$       ②  $NSI$       ③  $\frac{N}{l}I$       ④  $\frac{N}{l}SI$       ⑤  $\mu_0 \frac{N}{l}SI$   
 ⑥  $\mu_0 \frac{N}{l}I$       ⑦  $\mu_0 NI$       ⑧  $\mu_0 NSI$       ⑨  $\mu_0 I$

(2)  に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

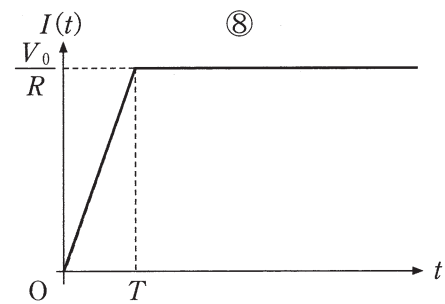
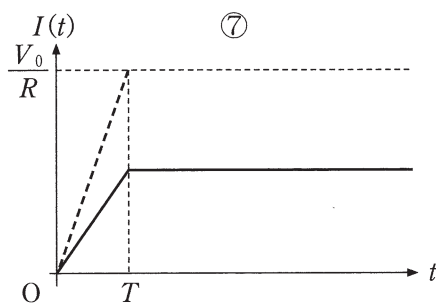
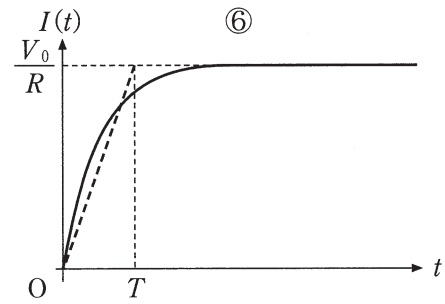
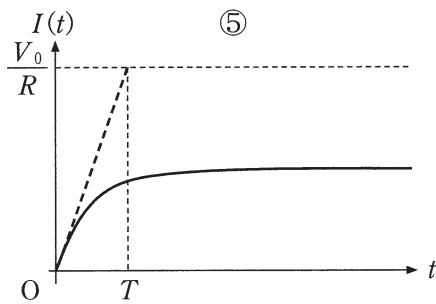
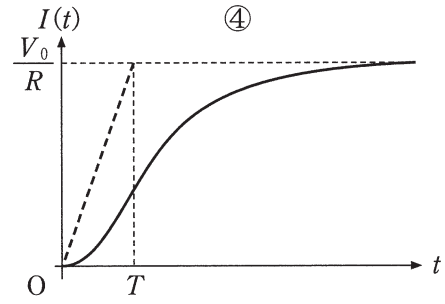
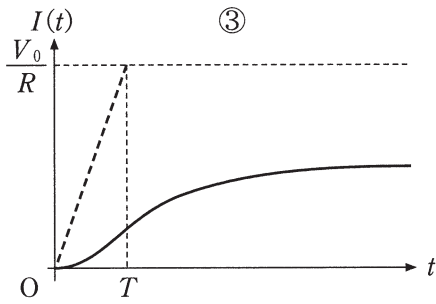
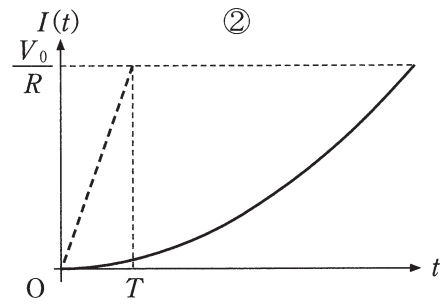
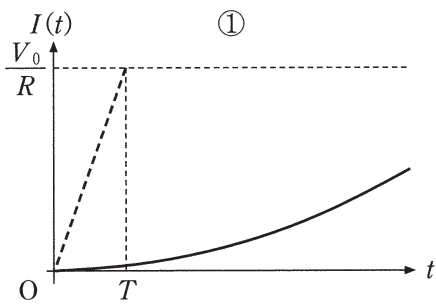
- ①  $NSI$       ②  $NSI^2$       ③  $\frac{N}{l}SI$       ④  $\mu_0 \frac{N}{l}SI$   
 ⑤  $\mu_0 NSI$       ⑥  $\mu_0 \frac{N}{l}I$       ⑦  $\mu_0 NSI^2$       ⑧  $\mu_0 SI^2$   
 ⑨  $\mu_0 SI$

(3) 19 に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $\frac{N^2}{l}$                       ②  $N^2l$                       ③  $\frac{N}{l}$                       ④  $N$   
 ⑤  $-N$                       ⑥  $-\frac{N}{l}$                       ⑦  $-N^2l$                       ⑧  $-\frac{N^2}{l}$   
 ⑨  $N^2$

問 2 ソレノイドには電流を一定に保とうとする性質がある。図2のような電圧  $V(t)$  を加えたとき、 $I(t)$  を表すグラフ(実線)として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。

20



次に、図1の直流電源を交流電源に取り替え、ソレノイドに鉄心を通す。さらに、図3のように、その鉄心を別のソレノイドに通して抵抗値  $R_2[\Omega]$  の抵抗と自己インダクタンス  $L_2[\text{H}]$  のコイルを取りつける。電源が繋がれた回路を  $C_1$ 、つながれていない回路を  $C_2$  とする。 $C_1$  を流れる電流は最大値を  $I_0 [\text{A}]$ 、角周波数を  $\omega [\text{rad/s}]$  として  $I(t) = I_0 \sin \omega t [\text{A}]$  と表せるものとする。 $C_2$  を流れる電流は図3右端の矢印の向きを正とする。また、 $C_2$  を流れる電流による鉄心を貫く磁束の変化は無視できるものとする。必要であれば、時刻  $t$  の関数  $f(t) = \sin(\omega t + \theta)$  が、微小な時間  $\Delta t$  の間に  $\Delta f$  だけ変化するとき成り立つ近似式  $\Delta f \doteq \omega \Delta t \cos(\omega t + \theta)$  を使ってよい。

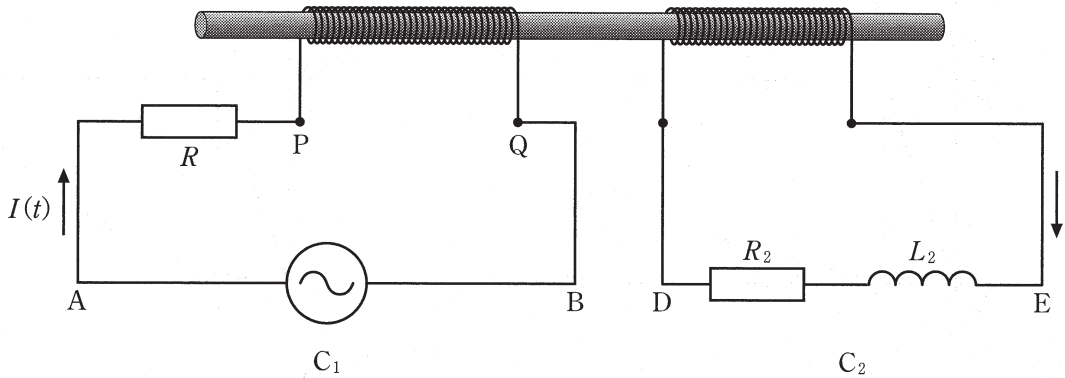


図3

問3  $C_1$  のソレノイドの自己インダクタンスを  $L[\text{H}]$  とすると、 $C_1$  のインピーダンスは  であり、 $C_1$  の電流  $I(t)$  と時刻  $t$  での電圧(Bを基準としたAの電位)の位相差を  $\phi$  とすると、 $\tan \phi =$   である。

(1)  に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

①  $R$

②  $R^2$

③  $\omega L$

④  $\omega R$

⑤  $\frac{1}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{(\omega L)^2}}}$

⑥  $\sqrt{R^2 + \frac{1}{(\omega L)^2}}$

⑦  $\frac{R}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{(\omega L)^2}}}$

⑧  $\frac{1}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$

⑨  $\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$

(2) 22 に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $\frac{R}{\omega L}$                       ②  $\frac{\omega L}{R}$                       ③  $\frac{1}{\omega L \sqrt{R^2 + \frac{1}{(\omega L)^2}}}$
- ④  $\frac{R}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{(\omega L)^2}}}$                       ⑤  $\frac{\omega L}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$                       ⑥  $\frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$
- ⑦  $\frac{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}{\omega L}$                       ⑧  $\frac{\sqrt{R^2 + \frac{1}{(\omega L)^2}}}{R}$                       ⑨ 1

問 4  $C_1$  と  $C_2$  のソレノイド間の相互インダクタンスを  $M$  [H] とすると、 $C_2$  に加わる電圧 ( $D$  を基準とした  $E$  の電位) は 23  $I_0 \omega \cos \omega t$  [V] である。

23 に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $-\frac{N}{l}$                       ②  $\frac{N}{l}$                       ③  $-\frac{N^2}{l}$                       ④  $\frac{N^2}{l}$                       ⑤  $-\frac{NM}{l}$
- ⑥  $\frac{NM}{l}$                       ⑦  $-M$                       ⑧  $M$                       ⑨  $-NM$                       ⑩  $NM$

問 5  $C_2$  を流れる電流の最大値は 24  $I_0$  [A] であり、 $C_1$  を流れる電流  $I(t)$  との位相差を  $\theta$  とすると、 $\tan \theta =$  25 である。

(1) 24 に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $\frac{N}{lR_2}$                       ②  $\frac{NM}{l^2R_2}$                       ③  $\frac{NM}{\omega L_2}$
- ④  $\frac{NM}{l^2\omega L_2}$                       ⑤  $\frac{\omega M}{\sqrt{R_2^2 + \frac{1}{(\omega L_2)^2}}}$                       ⑥  $\frac{\omega NM}{l\sqrt{R_2^2 + \frac{1}{(\omega L_2)^2}}}$
- ⑦  $\frac{\omega NM}{l^2\sqrt{R_2^2 + \frac{1}{(\omega L_2)^2}}}$                       ⑧  $\frac{\omega M}{\sqrt{R_2^2 + (\omega L_2)^2}}$                       ⑨  $\frac{\omega NM}{\sqrt{R_2^2 + (\omega L_2)^2}}$

(2) 25 に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $\frac{R_2}{\omega L_2}$                       ②  $\frac{\omega L_2}{R_2}$                       ③  $\frac{1}{\omega L_2 \sqrt{R_2^2 + \frac{1}{(\omega L_2)^2}}}$
- ④  $\frac{R_2}{\sqrt{R_2^2 + \frac{1}{(\omega L_2)^2}}}$                       ⑤  $\frac{\omega L_2}{\sqrt{R_2^2 + (\omega L_2)^2}}$                       ⑥  $\frac{R_2}{\sqrt{R_2 + (\omega L_2)^2}}$
- ⑦  $\frac{\sqrt{R_2^2 + (\omega L_2)^2}}{\omega L_2}$                       ⑧  $\frac{\sqrt{R_2^2 + \frac{1}{(\omega L_2)^2}}}{R_2}$                       ⑨ 1

