

# 令和6年度 一般選抜(前期)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、筆記用具を持つてはならない。
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～14ページで、解答番号は 

1
---

 ～ 

28
----

 である。  
化学では、15ページ～25ページで、解答番号は 

1
---

 ～ 

32
----

 である。  
生物では、26ページ～47ページで、解答番号は 

1
---

 ～ 

31
----

 である。
4. 解答は指示された解答番号にしたが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「MB0123」番の「日本花子」さんの場合

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

フリガナ	ニ ッ ポ 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。

●	●	●	●	○	○	○
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

## 物理

- 1 5ページ 問5 2行目の後に次の文を追加  
位置エネルギーの基準を床面とする。



# 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。

例えば、

6	7
---	---

と表示してある問題に対して、計算等から得られた数字をマークする場合には、次の例に従う。

例：38 と答えたい場合には

解答 番号	解 答 欄									
6	①	②		④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
7	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦		⑨	⑩

2. 答えの値は、枠に合わせて四捨五入すること。
3. 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。

1 次の文章を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。

大きさの無視できる2つの小球A, Bがある。Aの質量を $m_A$ , Bの質量を $m_B$ とし、AとBの運動は同一直線上で行われるものとする。

[1] 水平で滑らかな床面を同じ向きに進むA, Bおよび鉛直な壁の衝突を考える。図1のようにAとBが並んでおり、Bが先に壁に衝突するものとする。AとBが壁へ進む向きを正とし、初速度はどちらも $v(>0)$ とする。Bと壁との間、AとBとの間の反発係数は共に $e(0 < e \leq 1)$ とする。

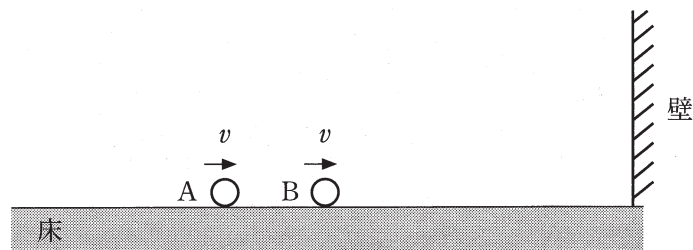


図1

問1 Bが壁に衝突した直後の、AとBの運動量の和は   $v$  であり、Bから見たAの相対速度は   $v$  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  $(m_A + m_B)$     ②  $(m_A - m_B)$     ③  $(-m_A + m_B)$     ④  $(m_A + em_B)$   
 ⑤  $(m_A - em_B)$     ⑥  $(-m_A + em_B)$     ⑦  $(em_A + m_B)$     ⑧  $(em_A - m_B)$   
 ⑨  $(-em_A + m_B)$

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

問 2 Bが壁に衝突し、続いてAとBとが衝突した後の、AとBの速度をそれぞれ $v_A$ 、 $v_B$ とすると、 $v_A = \boxed{3} v$ 、 $v_B = \boxed{4} v$ である。

$\boxed{3}$ 、 $\boxed{4}$ に入る最も適切なものを、次の①～⑩のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

①  $-1$

②  $-e$

③  $e$

④  $\frac{m_A - em_B}{m_A + m_B}$

⑤  $\frac{m_A - (1 + 2e)m_B}{m_A + m_B}$

⑥  $\frac{m_A - 3em_B}{m_A + m_B}$

⑦  $\frac{m_A - (2 + e)em_B}{m_A + m_B}$

⑧  $\frac{(1 + 2e)m_A}{m_A + m_B}$

⑨  $\frac{(1 + e)em_A - (2 + e)em_B}{m_A + m_B}$

⑩  $\frac{(1 + e + e^2)m_A - em_B}{m_A + m_B}$

問 3 Bとの衝突によりAが受けた力積は  $\boxed{5} m_A v$  である。

$\boxed{5}$ 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  $-1$

②  $-2$

③  $-(1 + e)$

④  $\frac{-(1 + e)m_B}{m_A + m_B}$

⑤  $\frac{-2em_B}{m_A + m_B}$

⑥  $\frac{-(1 + 3e)m_B}{m_A + m_B}$

⑦  $\frac{-(1 + e)^2 m_B}{m_A + m_B}$

⑧  $\frac{2em_A - m_B}{m_A + m_B}$

⑨  $\frac{(-1 + e + e^2)m_A - (1 + e)^2 m_B}{m_A + m_B}$

⑩  $\frac{(1 + e)em_A - (1 + e)m_B}{m_A + m_B}$

〔2〕 次に、床の上の同じ位置から小球を B, A の順に続けて落とす。A と B の初速度はどちらも 0 とする。B が床に衝突する直前の様子を図 2 に示す。B が先に床と衝突してはねかえった後、すぐに A と B とが衝突する。これらの衝突の時間差は落下時間に比べて極めて短く、B が床に衝突してから A と衝突するまでの重力による B の速度の変化は無視でき、A と B との衝突は床面直上で起こるものとする。B と床との間、A と B との間の反発係数は共に  $e$  ( $0 < e \leq 1$ ) とする。また、鉛直下向きを正の向きとする。

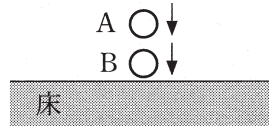


図 2

問 4 仮定から、B が床に衝突する直前の B の速度と A が B に衝突する直前の A の速度は等しく、それを  $v$  とする。A と B とが衝突した直後の B の運動エネルギーが 0 となる  
とき、 $m_B =$    $m_A$  が成り立つ。

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 $e$                 | ② $(1 + e)$               | ③ $(1 - e)$       |
| ④ $(1 + \frac{1}{e})$ | ⑤ $(1 - \frac{1}{e})$     | ⑥ $(1 + e + e^2)$ |
| ⑦ $(1 - e + e^2)$     | ⑧ $(\frac{1}{e} + 1 + e)$ | ⑨ 1               |



問 5 以下では  $e = 1$  とする。このとき B と床, A と B, いずれの衝突においても A, B の力学的エネルギーの和は保存する。

全質量  $m_A + m_B (= M)$  を一定にして,  $m_A$  と  $m_B$  の質量比のみを変えて, A と B を落下させる。このとき, A と B の衝突後の A の力学的エネルギーが最大になるのは,  $m_A = \boxed{7} M$  のときであり, その最大値は  $\boxed{8} Mv^2$  である。また, そのときはねかえった後の A の最高到達点の高さは, はじめの高さの  $\boxed{9}$  倍である。

$\boxed{7}$ ,  $\boxed{8}$ ,  $\boxed{9}$  に入る最も適切なものを, 次の①~⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

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

2 次の文章を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。

図1のように、一辺の長さ  $L$  の立方体容器内に、質量  $m$  の単原子分子  $N$  個からなる理想気体が入っている。気体分子は容器の壁と弾性衝突をし、どの方向にも偏りなく運動する。また、分子どうしの衝突と重力の影響は無視できるものとする。気体定数を  $R$ 、絶対温度を  $T$  とする。

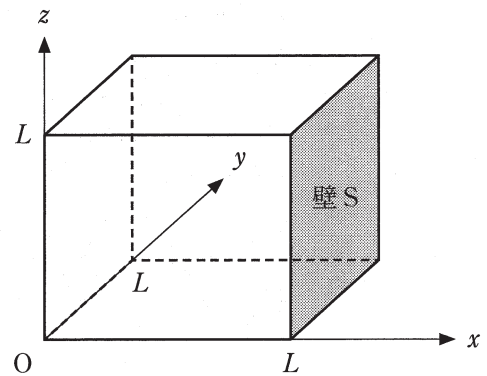


図1

問1 容器内の、ある分子の  $x$  軸方向の速度成分を  $v_x$  とする。この分子が  $x$  軸に垂直な壁  $S$  に衝突することを考える。この分子が1回の衝突で壁  $S$  から受ける力積は 10 である。また、この分子が壁  $S$  に衝突してから、再び壁  $S$  に衝突するまでの時間は 11 であるから、この分子が壁  $S$  に及ぼす平均の力は 12 となる。ここで、壁  $S$  が受ける力  $F$  は  $N$  個の分子が及ぼす平均の力の合計であるから、分子の速さの2乗の平均値を  $\overline{v^2}$  とすると、壁  $S$  が気体から受ける力  $F$  は 13  $m\overline{v^2}$  となる。そして、容器内の圧力  $p$  は  $F$  を壁  $S$  の面積  $L^2$  で割ることで求められる。

(1) 10 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  $mv_x^2$       ②  $\frac{1}{2}mv_x^2$       ③  $2mv_x$       ④  $mv_x$       ⑤ 0  
 ⑥  $-mv_x$       ⑦  $-2mv_x$       ⑧  $-\frac{1}{2}mv_x^2$       ⑨  $-mv_x^2$

(2) 11 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  $\frac{3L}{2v_x}$       ②  $\frac{L}{2v_x}$       ③  $\frac{L}{v_x}$       ④  $\frac{2L}{v_x}$       ⑤  $\frac{v_x}{L}$   
 ⑥  $\frac{v_x}{2L}$       ⑦  $\frac{2v_x}{L}$       ⑧  $v_xL$       ⑨  $2v_xL$

(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  $\frac{mv_x}{L}$       ②  $\frac{mv_x^2}{L}$       ③  $\frac{2mv_x}{L}$       ④  $\frac{2mv_x^2}{L}$       ⑤  $\frac{mv_x}{2L}$   
⑥  $\frac{mv_x^2}{2L}$       ⑦  $mv_xL$       ⑧  $2mv_xL$       ⑨  $\frac{mv_xL}{2}$

(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  $\frac{1}{2NL}$       ②  $\frac{1}{NL}$       ③  $\frac{2}{NL}$       ④  $\frac{3}{NL}$       ⑤  $\frac{3N}{L}$   
⑥  $\frac{N}{L}$       ⑦  $\frac{N}{2L}$       ⑧  $\frac{N}{3L}$       ⑨  $NL$

問 2 理想気体の温度を一定に保ちつつ、体積を小さくすると圧力は大きくなる。この理由として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。

- ① 体積を小さくする際に気体がされた仕事により、気体分子の2乗平均速度が大きくなる(運動エネルギーが増す)ので、圧力は大きくなる。  
② 体積を小さくする際に気体がされた仕事により、気体分子の分子間力による位置エネルギーが増すので、圧力は大きくなる。  
③ 気体分子の1回の衝突における力積が大きくなるので、圧力は大きくなる。  
④ 単位面積あたりの、気体分子が容器の壁に衝突する回数が増えるので、圧力は大きくなる。  
⑤ 体積を小さくする際に気体がした仕事により、圧力は大きくなる。

問 3  $0^\circ\text{C}(=273\text{K})$ ,  $1.0 \times 10^5\text{Pa}$  の気体  $1\text{m}^3$  あたりの気体分子の運動エネルギーの総和は  .   $\times 10^{\text{17}}$  J である。

~  に入る1桁の数字をマークせよ。  には0以外の数が入る。

問 4 27℃ のときの He の 2 乗平均速度が  $1.37 \times 10^3$  m/s であったとすると、687℃ における Ne の 2 乗平均速度はおよそ  .   $\times 10^{\text{20}}$  m/s である。ただし、He の原子量を 4.0 とし、Ne の原子量を 20 とする。

~  に入る 1 桁の数字をマークせよ。 には 0 以外の数が入る。

問 5 熱の出入りを断って気体の体積を  $V_0$  から  $V$  に変化させると、気体分子の 2 乗平均速度は  倍となる。

に入る最も適切なものを、次の①~⑨のうちから 1 つ選べ。ただし、必要であれば、断熱変化の際の圧力  $p$  と体積  $V$  の関係  $pV^\gamma = \text{一定}$ 、または、温度  $T$  と体積  $V$  の関係  $TV^{\gamma-1} = \text{一定}$  を用いてもよい。ここで、 $\gamma$  は比熱比、すなわち  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$  である。また、 $C_p$  は定圧モル比熱、 $C_v$  は定積モル比熱である。

- |  |  |  |
|--|--|--|
| ① $\sqrt{\left(\frac{V_0}{V}\right)^\gamma}$     | ② $\sqrt{\left(\frac{V_0}{V}\right)^{\gamma-1}}$ | ③ $\sqrt{\left(\frac{V}{V_0}\right)^\gamma}$ |
| ④ $\sqrt{\left(\frac{V}{V_0}\right)^{\gamma-1}}$ | ⑤ 1  | ⑥ $\left(\frac{V_0}{V}\right)^\gamma$        |
| ⑦ $\left(\frac{V_0}{V}\right)^{\gamma-1}$        | ⑧ $\left(\frac{V}{V_0}\right)^\gamma$            | ⑨ $\left(\frac{V}{V_0}\right)^{\gamma-1}$    |

次のページに続く

3 次の文章を読み、後の問い(問1～4)に答えよ。

図1のように、内部抵抗の無視できる起電力  $E$  [V] の電池、抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗、電気容量  $2C$  [F] のコンデンサー  $C_1$ ,  $C_2$ 、電気容量  $C$  [F] のコンデンサー  $C_3$ 、自己インダクタンス  $L$  [H] のコイル、3つのスイッチ  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  が接続された回路がある。はじめ、3つのスイッチは全て開いており、3つのコンデンサーに電荷はないものとする。また、電流の向きは図1の抵抗を右から左に流れる向きを正とする。

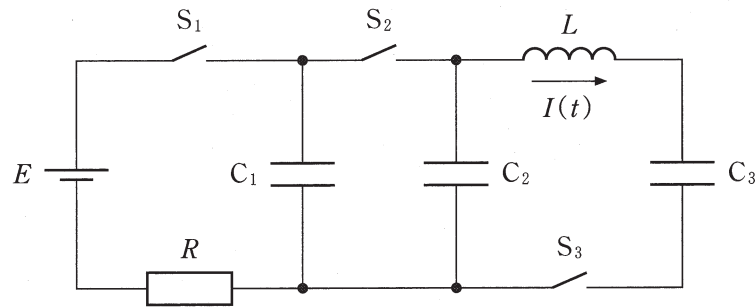


図1

問1 スイッチ  $S_1$  を閉じて十分に時間が経過したとき、抵抗を流れる電流は(ア) [A] であり、コンデンサー  $C_1$  に蓄えられている電気量は(イ) [C] である。

(ア), (イ) 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。

22

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ア	$-\frac{E}{R}$	$-\frac{E}{R}$	$-\frac{E}{R}$	$\frac{E}{R}$	$\frac{E}{R}$	$\frac{E}{R}$	0	0	0
イ	$2CE$	$\frac{CE}{2}$	0	$2CE$	$\frac{CE}{2}$	0	$2CE$	$\frac{CE}{2}$	0

問 2 問 1 の状態からスイッチ  $S_1$  を開いた後、スイッチ  $S_2$  を閉じる。十分に時間が経過したとき、コンデンサー  $C_2$  に蓄えられている電気量は  $\boxed{23}$   $CE$  [C] である。

$\boxed{23}$  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  $\frac{1}{4}$       ②  $\frac{1}{2}$       ③  $\frac{3}{4}$       ④ 1      ⑤  $\frac{5}{4}$   
⑥  $\frac{3}{2}$       ⑦  $\frac{7}{4}$       ⑧ 2      ⑨  $\frac{9}{4}$       ⑩ 0

問 3 問 2 の状態からスイッチ  $S_2$  を開いた後、スイッチ  $S_1$  を閉じる。そして十分に時間が経過した後にスイッチ  $S_1$  を開き、その後スイッチ  $S_2$  を閉じる。その状態でまた十分に時間が経過したとき、コンデンサー  $C_2$  に蓄えられている電気量は  $\boxed{24}$   $CE$  [C] である。

$\boxed{24}$  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  $\frac{1}{4}$       ②  $\frac{1}{2}$       ③  $\frac{3}{4}$       ④ 1      ⑤  $\frac{5}{4}$   
⑥  $\frac{3}{2}$       ⑦  $\frac{7}{4}$       ⑧ 2      ⑨  $\frac{9}{4}$       ⑩ 0

問 4 問 3 の状態からスイッチ  $S_2$  を開き、そしてスイッチ  $S_3$  を閉じる。すると、回路には一定の周期で向きと大きさが変化する振動電流が流れる。スイッチ  $S_3$  を閉じた時刻を  $t = 0 \text{ s}$  とし、振動電流の周期を  $T \text{ [s]}$  とすると、時刻  $t \text{ [s]}$  にコイルを左から右に流れる電流  $I(t) \text{ [A]}$  の時間変化は図 2 のように表される。ただし、 $I_{\text{max}} \text{ [A]}$  は電流の最大値とし、電気振動によって発生する電磁波は無視できるものとする。

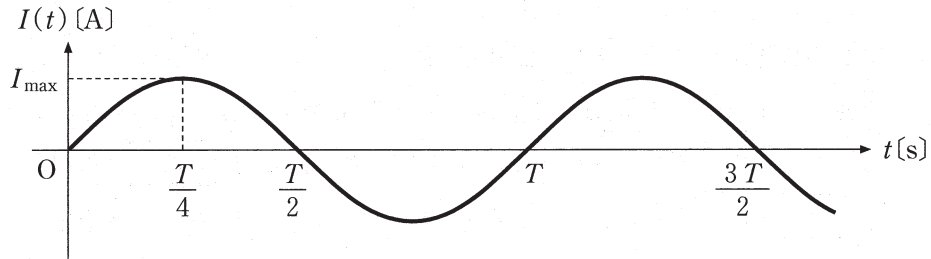


図 2

(1) 時刻  $t = \frac{T}{4} \text{ [s]}$  に、コイルおよびコンデンサー  $C_2$ 、 $C_3$  に蓄えられているエネルギーの総和は  [J] 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  $\frac{1}{2} LI_{\text{max}}^2 + \frac{2}{3} CE^2$       ②  $\frac{1}{2} LI_{\text{max}}^2 + \frac{1}{4} CE^2$       ③  $\frac{1}{2} LI_{\text{max}}^2 + \frac{3}{8} CE^2$   
 ④  $\frac{1}{2} LI_{\text{max}}^2 + 3 CE^2$       ⑤  $LI_{\text{max}}^2 + \frac{2}{3} CE^2$       ⑥  $LI_{\text{max}}^2 + \frac{1}{4} CE^2$   
 ⑦  $LI_{\text{max}}^2 + \frac{3}{8} CE^2$       ⑧  $LI_{\text{max}}^2 + 3 CE^2$       ⑨ 0



(2) 電流  $I(t)$  [A] の最大値は  $I_{\max} = \boxed{26} E \sqrt{\frac{C}{L}}$  [A] である。

$\boxed{26}$  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  $\frac{\sqrt{2}}{2}$       ②  $\frac{\sqrt{2}}{4}$       ③  $\frac{\sqrt{2}}{6}$       ④  $\frac{\sqrt{2}}{8}$       ⑤  $\frac{\sqrt{6}}{2}$   
 ⑥  $\frac{\sqrt{6}}{4}$       ⑦  $\frac{\sqrt{6}}{6}$       ⑧  $\frac{\sqrt{6}}{8}$       ⑨ 0

(3) コンデンサー  $C_2$  に蓄えられている電気量は時間とともに変動する。コンデンサー  $C_2$  の上側の極板の電気量の最大値と最小値の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。  $\boxed{27}$

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
最大値 [C]	$\frac{3CE}{2}$	$\frac{3CE}{2}$	$\frac{3CE}{2}$	$\frac{3CE}{2}$	$\frac{CE}{2}$	$\frac{CE}{2}$	$\frac{CE}{2}$	0	0
最小値 [C]	$\frac{CE}{2}$	0	$-\frac{CE}{2}$	$-\frac{3CE}{2}$	0	$-\frac{CE}{2}$	$-\frac{3CE}{2}$	$-\frac{CE}{2}$	$-\frac{3CE}{2}$

(4) 時刻  $t$  [s] における、コンデンサー  $C_3$  の下側の極板の電位を基準とした上側の極板の電位  $V_3(t)$  [V] を表すグラフとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。

28

