

## 環境計量に関する基礎知識（物理）

**注意事項**

- 1 解答時間は、1時間20分である。
- 2 答案用紙の所定の欄に、氏名、生年月日及び受験番号を楷書体で正確に記入し、生年月日及び受験番号については、その下のマーク欄にもマークすること。
- 3 問題は25問で、全問必須である。
- 4 出題の形式は、五肢択一方式である（各問に対して五つの選択肢が用意されており、その中から一つの解答を選ぶ方法）。
- 5 マークの記入については、答案用紙の記入例を参照すること。
- 6 採点は機械による読み取りで行う。解答の記入にあたっては、次の点に十分注意すること。
  - (1) 解答は、各問の番号に対応するマーク欄に一か所のみマークすること。
  - (2) 筆記用具はHBの黒鉛筆または黒シャープペンシルを用い、マーク欄の枠内を塗りつぶすこと。  
※万年筆、黒以外の色の鉛筆、色の薄い鉛筆、ボールペン、サインペン等によるマークは、機械による読み取りができないので使用しないこと。
  - (3) 解答を修正する場合は、消しゴムできれいに消して、消しきずを残さないようすること。
  - (4) 答案用紙は汚したり、折り曲げたりしないこと。
- 7 黒板に記載の注意事項を必ず確認すること。

以上の注意事項及び試験監督員からの指示事項が守られない場合は、採点されないことがある。

**指示があるまで開かないこと。**

問1 環境基本法第5条（国際的協調による地球環境保全の積極的推進）に関する記述について、（ア）～（ウ）に入る語句の組合せとして、正しいものを一つ選べ。

第5条 地球環境保全が人類共通の課題であるとともに国民の（ア）な生活を将来にわたって確保する上での課題であること及び我が国（イ）が国際的な密接な相互依存関係の中で営まれていることにかんがみ、地球環境保全は、我が国の能力を生かして、及び国際社会において我が国が占める地位に応じて、（ウ）の下に積極的に推進されなければならない。

- |   | (ア)    | (イ)  | (ウ)       |
|---|--------|------|-----------|
| 1 | 安全で衛生的 | 安全保障 | 必要な財政上の措置 |
| 2 | 安全で衛生的 | 経済社会 | 国際的協調     |
| 3 | 健康で文化的 | 経済社会 | 国際的協調     |
| 4 | 安全で衛生的 | 経済社会 | 必要な財政上の措置 |
| 5 | 健康で文化的 | 安全保障 | 必要な財政上の措置 |

**問2** 騒音規制法第4条（規制基準の設定）に関する記述について、（ア）～（オ）に入る語句として、誤っているものを一つ選べ。

第4条 都道府県知事は、前条第1項の規定により地域を指定するときは、

（ア）が（イ）において発生する騒音について規制する必要の程度に応じて（ウ）の時間の区分及び区域の区分ごとに定める基準の範囲内において、当該地域について、これらの区分に対応する時間及び区域の区分ごとの規制基準を定めなければならない。

2 町村は、前条第1項の規定により指定された地域（以下「指定地域」という。）の全部又は一部について、当該地域の（エ）に特別の事情があるため、前項の規定により定められた規制基準によっては当該地域の住民の生活環境を保全することが十分でないと認めるときは、条例で、（オ）の定める範囲内において、同項の規制基準に代えて適用すべき規制基準を定めることができる。

1 (ア) 環境大臣

2 (イ) 社会経済活動

3 (ウ) 昼間、夜間その他

4 (エ) 自然的、社会的条件

5 (オ) 環境大臣

**問3** 騒音規制法第7条（経過措置）に関する記述について、（ア）（イ）に入る語句の組合せとして、正しいものを一つ選べ。

第7条 一の地域が指定地域となった際現にその地域内において工場若しくは事業場に特定施設を設置している者（設置の工事をしている者を含む。以下この項において同じ。）又は一の施設が特定施設となった際現に指定地域内において工場若しくは事業場（その施設以外の特定施設が設置されていないものに限る。）にその施設を設置している者は、当該地域が指定地域となった日又は当該施設が特定施設となった日から（ア）に、環境省令で定めるところにより、前条第1項各号に掲げる事項を（イ）に届け出なければならない。

- |   |       |                          |
|---|-------|--------------------------|
|   | (ア)   | (イ)                      |
| 1 | 7日以内  | 都道府県知事（市の区域内の地域については、市長） |
| 2 | 7日以内  | 市町村長                     |
| 3 | 30日以内 | 都道府県知事（市の区域内の地域については、市長） |
| 4 | 30日以内 | 市町村長                     |
| 5 | 60日以内 | 環境大臣                     |

**問4** 振動規制法第2条(定義)において、工場又は事業場に設置される施設のうち、著しい振動を発生する施設であって政令で「特定施設」として定めるものに該当しないものを、次の中から一つ選べ。

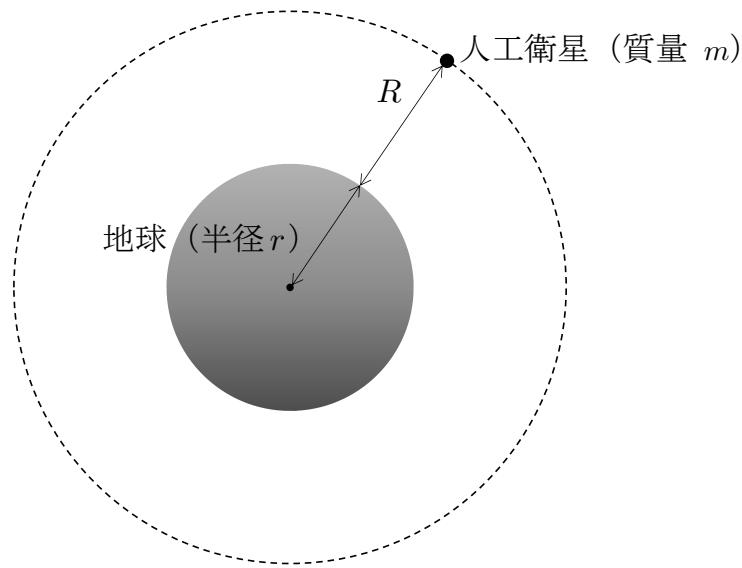
- 1 圧延機械 (原動機の定格出力の合計が 22.5 kW 以上のものに限る。)
- 2 液圧プレス (矯正プレスを除く。)
- 3 機械プレス
- 4 せん断機 (原動機の定格出力が 1 kW 以上のものに限る。)
- 5 鍛造機

**問5** 振動規制法第16条（測定に基づく要請）に関する記述について、（ア）～（オ）に入る語句として、誤っているものを一つ選べ。

第16条 (ア) は、第19条の測定を行った場合において、(イ) における道路交通振動が環境省令で定める限度を超えており、道路の周辺の生活環境が著しく損なわれていると認めるとときは、(ウ) に対し当該道路の部分につき道路交通振動の防止のための(エ) を執るべきことを要請し、又は(オ) に対し道路交通法（昭和35年法律第105号）の規定による措置を執るべきことを要請するものとする。

- 1 (ア) 市町村長
- 2 (イ) 指定地域内
- 3 (ウ) 道路管理者
- 4 (エ) 補装、維持又は修繕の措置
- 5 (オ) 都道府県知事

**問 6** 図のように、地球の表面から高さ  $R$  の円軌道上を等速円運動する、質量  $m$  の人工衛星がある。地球の半径を  $r$ 、地球表面上での重力加速度の大きさを  $g$  としたとき、人工衛星の速さはいくらか。下記の中から正しいものを一つ選べ。ただし、人工衛星の大きさは  $R$  および  $r$  より十分に小さく、無視できるものとする。



1  $r\sqrt{\frac{g}{R+r}}$

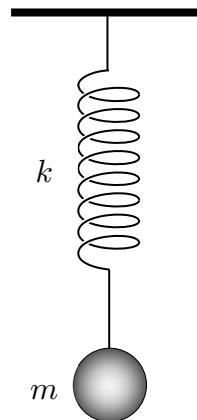
2  $r\sqrt{\frac{mg}{R+r}}$

3  $\sqrt{(R+r)g}$

4  $\sqrt{(R+r)mg}$

5  $(R+r)^2g$

**問 7** 図のように、天井からつるされたばね定数  $k$  の軽いばねに、質量  $m$  のおもりを接続し、自然長の状態で静かに手をはなした。おもりは減衰振動し、つり合いの位置で静止した。手をはなしてからおもりが静止するまでに失われた力学的エネルギーはいくらか。下記の中から正しいものを一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。



1 0

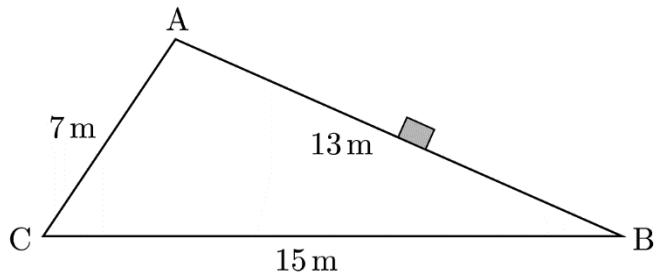
2  $\frac{m^2 g^2}{2k}$

3  $\frac{m^2 g^2}{k}$

4  $\frac{3m^2 g^2}{2k}$

5  $\frac{2m^2 g^2}{k}$

**問8** 底面の3辺の長さが  $\overline{AB} = 13\text{ m}$ 、 $\overline{BC} = 15\text{ m}$ 、 $\overline{AC} = 7\text{ m}$  の三角柱がある。図のように、この三角柱を、辺 BC を含む側面を下にして、水平な平面に置いた。辺 AB を含む斜面に質量  $1\text{ kg}$  の小物体を置いたところ、斜面に摩擦があるために静止した。この小物体にはたらく垂直抗力の大きさはいくらか。下記の中から正しいものを一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを  $10\text{ m/s}^2$  とする。



1  $\frac{7\sqrt{3}}{13}\text{ N}$

2  $\frac{13\sqrt{3}}{15}\text{ N}$

3  $\frac{13}{3}\text{ N}$

4  $\frac{115}{13}\text{ N}$

5  $\frac{26}{3}\text{ N}$

**問9** 静止している質量  $5\text{ kg}$  の小物体に一定の力を加えて、加速度  $1\text{ m/s}^2$  で等加速運動させた。速度  $10\text{ m/s}$  に達してから 2 秒後に、力の向きを逆向きにし、大きさの異なる一定の力に変えて減速させた。力の向きを逆向きにした 3 秒後に小物体の速度は  $0$  になった。逆向きに加えた力の大きさはいくらか。次の中から正しいものを一つ選べ。

1 5 N

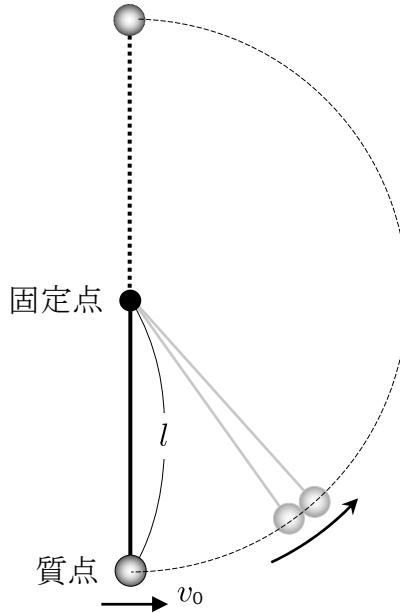
2 10 N

3 15 N

4 20 N

5 25 N

**問 10** 一端を固定点に固定した長さ  $l$  の軽い糸の他端に質点が結び付けられ、鉛直にぶら下がっている。質点に水平な初速度  $v_0$  を与え、最上点でも糸がたるまず、鉛直面内で円運動を行わせる。最上点でも糸がたるまないための最小の  $v_0$  はいくらか。下記の中から正しいものを一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。



1  $\sqrt{gl}$

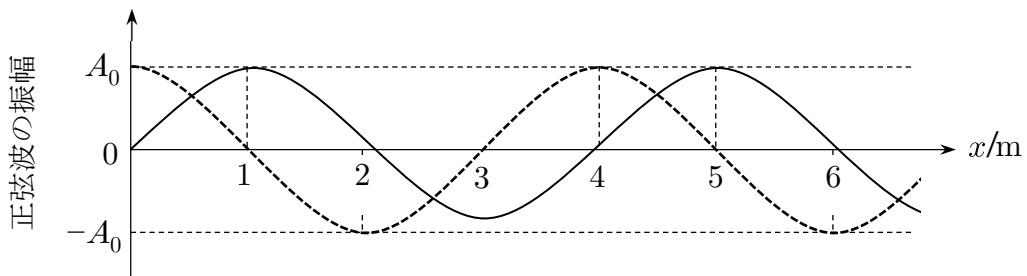
2  $\sqrt{2gl}$

3  $\sqrt{3gl}$

4  $2\sqrt{gl}$

5  $\sqrt{5gl}$

**問 11** 図は、 $x$  軸の正の向きに進行する振幅  $A_0$  の正弦波を示している。実線は時刻  $t = 0$  s、破線は時刻  $t = 6$  s における波形である。この間の波の移動量を 1 波長未満とするとき、この正弦波の周期はいくらか。下記の中から正しいものを一つ選べ。



1 2 s

2 4 s

3 6 s

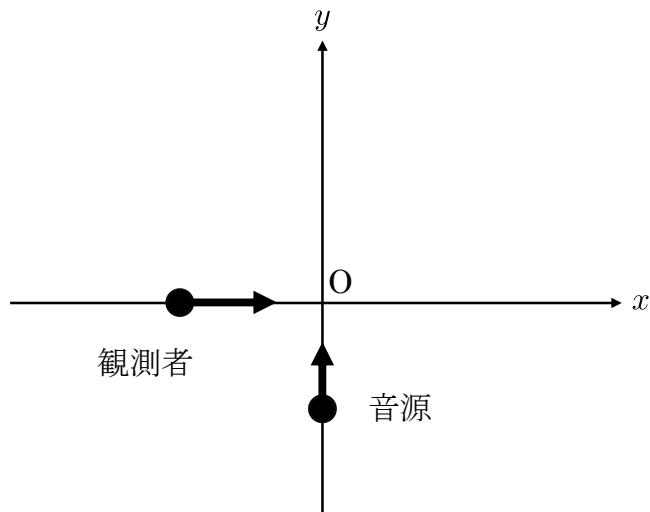
4 8 s

5 10 s

問12 波に関する次の記述のうち、誤っているのはどれか。次の中から一つ選べ。

- 1 固定端での反射波は、入射波に対し位相が  $\pi$  ずれる。
- 2 光が屈折率の異なる媒質に入射すると、振動数は変化するが波長は変化しない。
- 3 固体を伝わる弾性波には縦波と横波が存在する。
- 4 波により運ばれる振動エネルギーは波の振幅の 2 乗に比例する。
- 5 空気中の音速は温度の増加とともに単調に増加する。

**問13** 図のように、 $x$ - $y$  平面で、ある音源が 100 Hz の音を発生しながら  $y$  軸上を正の向きに速さ 15 m/s で等速直線運動している。一方、この音源の振動数を測定している観測者は  $x$  軸上を正の向きに速さ 20 m/s で等速直線運動している。時刻  $t=0$  s で音源の位置の座標は(0 m, -30 m)、観測者の位置の座標は(-40 m, 0 m) であった。時刻  $t=4$  sにおいて、観測者が観測した振動数はいくらか。下記の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、音速を 340 m/s とする。



1 87 Hz

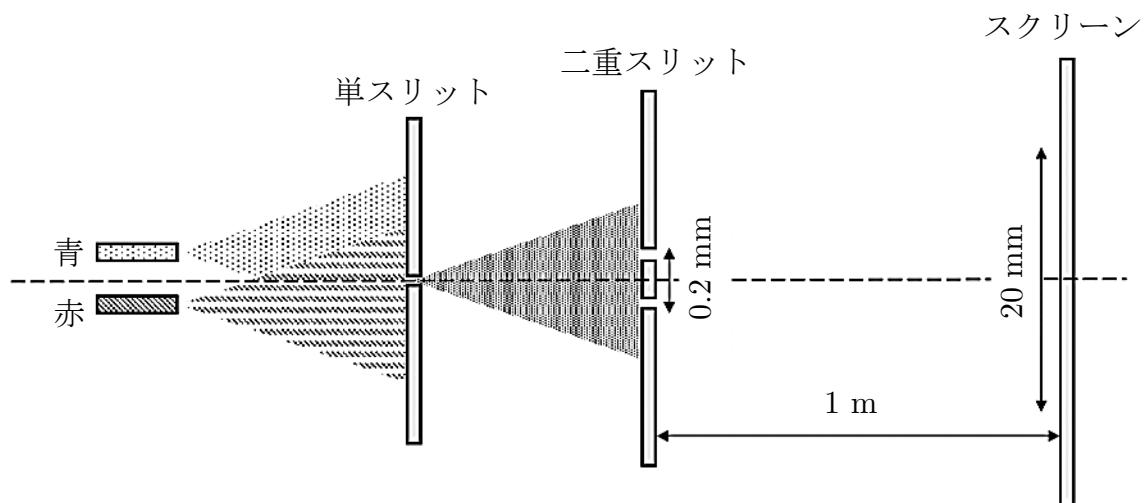
2 90 Hz

3 93 Hz

4 100 Hz

5 103 Hz

**問14** 図のように波長が異なる2色の単色光（赤色光：波長 660 nm と青色光：波長 440 nm）を、単スリットを通して、スリット間距離 0.2 mm の二重スリットに入射させたところ、1 m 離れたスクリーンの位置に干渉縞が観測された。二重スリットの中心からの垂線がスクリーンと交わる点を原点として、 $\pm 10$  mm の範囲（幅 20 mm）内で、観測される2つの単色光の明線が重なるのは何カ所か。下記の中から正しいものを一つ選べ。



1 1 カ所

2 2 カ所

3 3 カ所

4 4 カ所

5 5 カ所

**問15** 透明なガラス板に屈折率  $n$  ( $>1$ ) の透明な薄膜を塗布し、真空中で单色光（波長  $\lambda_0$ ）を薄膜面に垂直に照射した。薄膜の厚さを徐々に増やしたところ、厚さが  $d$  になったところで真空と薄膜の境界で反射した光と、薄膜とガラスの境界で反射した光とが干渉し、反射光強度がもっとも弱くなった。 $d$ を  $\lambda_0$  と  $n$  を用いて表すとどのようになるか。次の中から正しいものを一つ選べ。ただし、ガラスの屈折率は薄膜の屈折率  $n$  より大きいものとする。

1  $\frac{2}{n\lambda_0}$

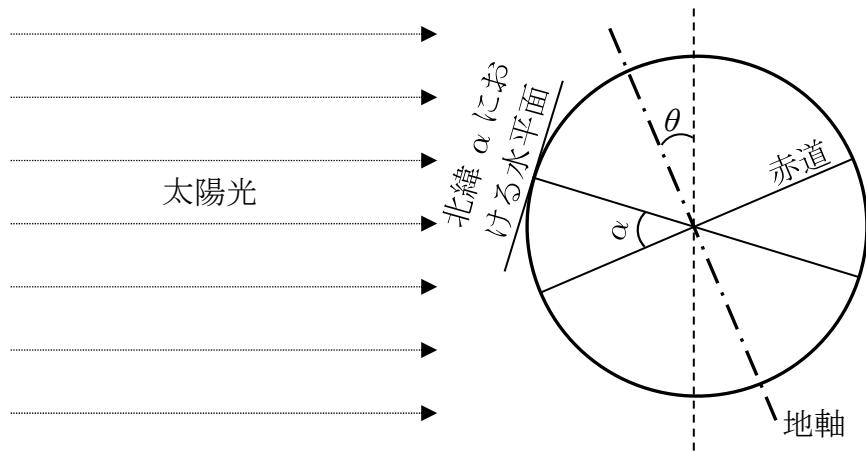
2  $\frac{n\lambda_0}{2}$

3  $n\lambda_0$

4  $2n\lambda_0$

5  $\frac{\lambda_0}{4n}$

**問16** 太陽から放出される電磁波の放射パワーを  $P$ 、太陽-地球間の平均距離を  $R$  とすると、地球における太陽光線に垂直な面の放射照度（単位面積あたりの放射パワー）、すなわち太陽定数は  $E_0 = \frac{P}{4\pi R^2}$  で定義される。図のように北緯  $\alpha$  の地点において、北半球の夏至の正午の時、水平面における放射照度を  $E$  とすると、太陽の放射パワー  $P$  は  $E$  を用いてどのように表せるか。下記の中から正しいものを一つ選べ。ただし、地球の地軸の公転面法線からの傾き角を  $\theta$  とし、地球大気による吸収は無視する。



- 1  $4\pi R^2 E$
- 2  $4\pi R^2 E \sin|\alpha - \theta|$
- 3  $4\pi R^2 E \cos(\alpha - \theta)$
- 4  $\frac{4\pi R^2 E}{\sin|\alpha-\theta|}$
- 5  $\frac{4\pi R^2 E}{\cos(\alpha-\theta)}$

**問17** 溫度  $T_0$ 、物質量 1 mol の理想気体を、圧力を一定に保ちながら温度を変え、体積を元の体積の 5 倍に増加させた。このとき、気体が外にした仕事はいくらか。次のなかから正しいものを一つ選べ。ただし、気体定数を  $R$  とする。

1  $RT_0$

2  $2RT_0$

3  $3RT_0$

4  $4RT_0$

5  $5RT_0$

**問18** 図のように、ピストンによって理想気体を圧縮したところ、気圧は 3.2 MPa、体積は 64 cm<sup>3</sup>、温度は 127 °C になった。この状態でピストンを開放して、圧力が外気圧 (100 kPa) になるまで断熱膨張させた。膨張後の容器内の温度はいくらか。正しいものを下記の中から一つ選べ。ただし、この断熱膨張では、圧力  $p$  と体積  $V$  の間に「 $pV^\gamma = (\text{一定})$ 」の関係が成り立つとする。ここで  $\gamma$  は比熱比であり、この気体では  $\gamma = \frac{5}{3}$  であるとする。



1 -173 °C

2 -73 °C

3 -23 °C

4 27 °C

5 127 °C

**問19** 質量 300 g、温度 100 °C の金属球を冷却するために、断熱容器中の質量 500 g、温度 20 °C の水に浸した。金属球から放出された熱は、水に浸す際に 10 %が周囲に逃げ、残りの 90 %が水の温度上昇に使われた。金属球の比熱を 0.5 J/(g·K)、水の比熱を 4.2 J/(g·K) とするとき、熱平衡に達したときの水の温度はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。

1 25 °C

2 30 °C

3 35 °C

4 40 °C

5 45 °C

**問20** 図のように、電圧の振幅が  $V_0$ 、周期が  $T_0$ の交流電源に抵抗を接続した。次に、この交流電源の電圧の振幅を  $2V_0$ 、周期を  $2T_0$ に変化させた。振幅、周期を変化させる前と比べ、抵抗で消費される電力はどうなるか。次の中から正しいものを一つ選べ。

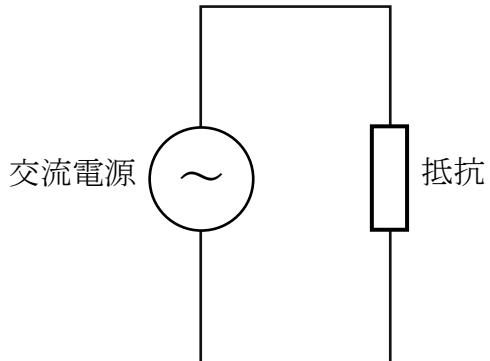
1  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  倍になる

2 変化しない

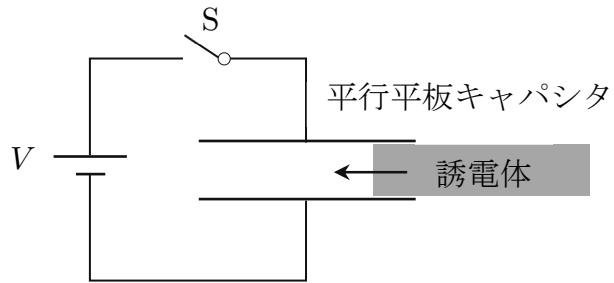
3  $\sqrt{2}$  倍になる

4 2 倍になる

5 4 倍になる



問21 中空（比誘電率1）の平行平板キャパシタに電圧  $V$  をかけ、十分時間が経過した後、図のようにスイッチSを開いた。その後、極板間に比誘電率2の誘電体を挿入した。極板間がその誘電体で完全に満たされたとき、極板間の電位差はいくらか。下記の中から正しいものを一つ選べ。ただし、極板間の電場はキャパシタの外部には漏れないものとする。



1  $\frac{V}{4}$

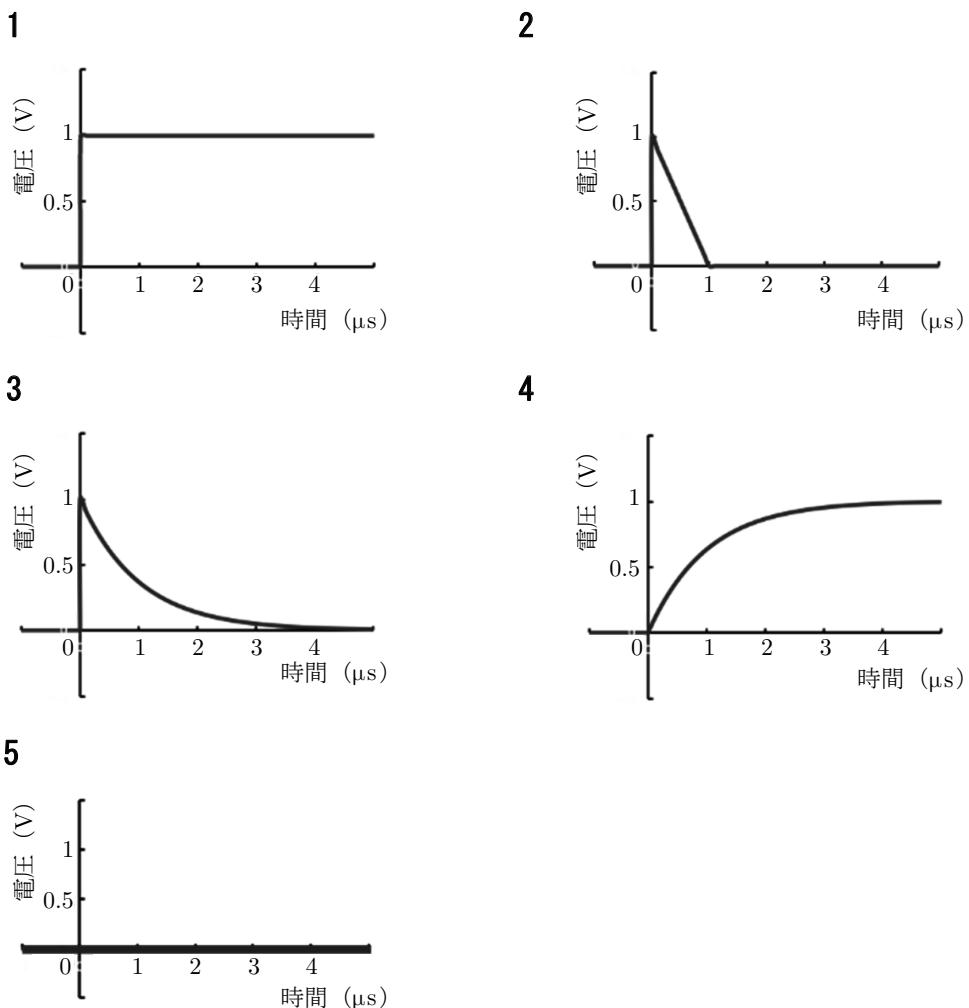
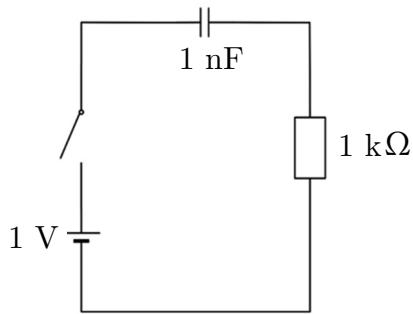
2  $\frac{V}{2}$

3  $V$

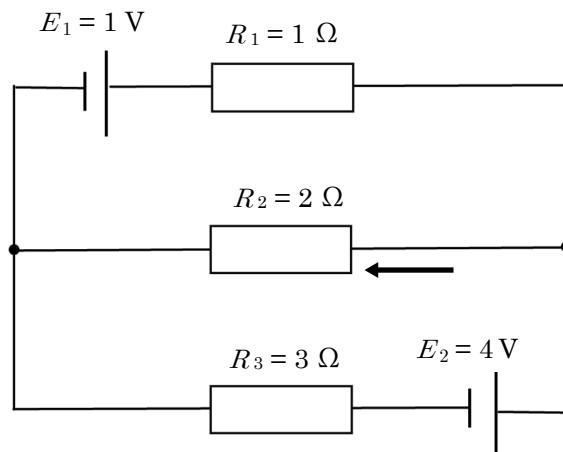
4  $2V$

5  $4V$

**問22** 図のように、 $1\text{k}\Omega$  の抵抗、 $1\text{nF}$  のキャパシタ、スイッチ、および  $1\text{V}$  の直流電圧源からなる回路がある。スイッチを時刻  $t = 0$  で閉じた時に、抵抗両端の電圧は時間とともにどのように変化するか。下記の中から正しいものを一つ選べ。ただし、スイッチを閉じる前のキャパシタに蓄えられている電荷は  $0$  とする。



**問23** 図に示した電源  $E_1 = 1 \text{ V}$ 、電源  $E_2 = 4 \text{ V}$ 、抵抗  $R_1 = 1 \Omega$ 、抵抗  $R_2 = 2 \Omega$  および抵抗  $R_3 = 3 \Omega$  からなる回路において、抵抗  $R_2$  に流れる電流はいくらか。下記の中から正しいものを一つ選べ。ただし、 $R_2$  に流れる電流は図中の矢印の向きを正とする。



1  $-\frac{10}{11} \text{ A}$

2  $-\frac{3}{11} \text{ A}$

3  $\frac{3}{5} \text{ A}$

4  $\frac{7}{11} \text{ A}$

5  $\frac{12}{13} \text{ A}$

**問24** 原子核がもつエネルギーは、それを構成する各核子（陽子と中性子）が単独でもつエネルギーの合計よりも小さい。このエネルギー差  $\Delta E$  を結合エネルギーといふ。原子番号  $Z$ 、質量数  $A$  の原子核の質量を  $M$ 、陽子の質量を  $m_p$ 、中性子の質量を  $m_n$  とすると、 $\Delta E$  はいくらか。次の中から正しいものを一つ選べ。ただし、真空中の光速を  $c$  とする。

1  $\{ (A - Z) m_p + Zm_n - M \} c^2$

2  $\{ Zm_p + (A - Z) m_n - M \} c^2$

3  $\{ A(m_p + m_n) - M \} c^2$

4  $(Am_p + Zm_n - M) c^2$

5  $(Zm_p + Am_n - M) c^2$

**問25**  $\alpha$  粒子を、正電極と負電極の間にできる大きさ  $E$  の一様な電場中に速度を与えた。  $\alpha$  粒子の運動について次のなかから正しいものを一つ選べ。ただし、素電荷を  $e$ 、陽子および中性子の一個あたりの質量をどちらも  $u$  とする。また、重力など電磁気力以外の力は無視できるものとする。

- 1 加速度  $\frac{eE}{2u}$  で負電極側に向かう。
- 2 加速度  $\frac{eE}{2u}$  で正電極側に向かう。
- 3 加速度  $\frac{eE}{u}$  で負電極側に向かう。
- 4 加速度  $\frac{eE}{u}$  で正電極側に向かう。
- 5 加速度  $\frac{2eE}{u}$  で負電極側に向かう。