

2024年度
物 理

2024年2月13日実施
獣医学部 動物資源科学科, 生物環境科学科
海洋生命科学部 海洋生命科学科

受験番号		氏名	
------	--	----	--

【注 意 事 項】

1. 試験監督による解答始めの指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 試験時間は60分です。
3. この問題冊子は1ページから13ページまであります。
4. 解答は解答用紙(マークシート)の所定欄に記入しなさい。
5. 解答は所定欄に濃くはっきりとマークしなさい。その際、ボールペン・サインペン・万年筆等は使用してはならない。その他マークの仕方に関しては、解答用紙(マークシート)の注意事項をよく読むこと。
6. 試験監督の指示により、解答用紙(マークシート)に氏名(フリガナ)および受験番号を記入し、さらに受験番号および志望学科をマークしなさい。
7. 試験監督の指示により、問題冊子にも受験番号および氏名を記入しなさい。
8. 解答用紙(マークシート)は折り曲げたり、メモやチェック等で汚したりしないように注意しなさい。
9. 計算用紙はないので、問題冊子の余白部分を使用すること。
10. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を高く挙げて試験監督に知らせなさい。
11. 試験終了後、問題冊子と解答用紙(マークシート)はともに机の上に置いておくこと。持ち帰ってはいけません。

I つぎの問い（問1～問5）の空所 に入る適語を解答群から選択せよ。（解答番号 1 ～ 18 ）

問1 図1のように、半径 r [m] の球形をした軽い容器 A に密度 ρ [kg/m³] の空気を入れ、軽いひもの一端を A につないで、ひもの他端を水の入った水そうの底面に固定した。A に水平に力を加えたところ、ひもと水平とのなす角は θ [rad] となり、A はすべて水中にある状態で静止した。このとき、A にはたらく浮力の大きさは 1 [N] であり、A に加えた力の大きさは 2 [N] である。ただし、水の密度は ρ_0 [kg/m³] であるとし、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

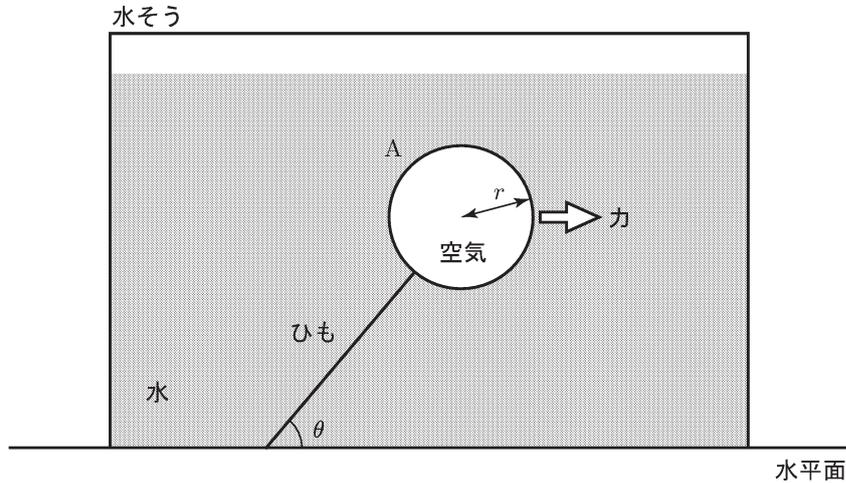


図 1

1 の解答群

- ① $4\pi r^2 \rho_0 g$ ② $4\pi r^2 \rho g$ ③ $4\pi r^2 (\rho_0 - \rho) g$ ④ $4\pi r^2 (\rho - \rho_0) g$
 ⑤ $\frac{4}{3} \pi r^3 \rho_0 g$ ⑥ $\frac{4}{3} \pi r^3 \rho g$ ⑦ $\frac{4}{3} \pi r^3 (\rho_0 - \rho) g$ ⑧ $\frac{4}{3} \pi r^3 (\rho - \rho_0) g$

2 の解答群

- ① $\frac{4}{3} \pi r^3 \rho_0 g \tan \theta$ ② $\frac{4}{3} \pi r^3 \rho g \tan \theta$ ③ $\frac{4}{3} \pi r^3 (\rho_0 - \rho) g \tan \theta$ ④ $\frac{4}{3} \pi r^3 (\rho - \rho_0) g \tan \theta$
 ⑤ $\frac{4}{3 \tan \theta} \pi r^3 \rho_0 g$ ⑥ $\frac{4}{3 \tan \theta} \pi r^3 \rho g$ ⑦ $\frac{4}{3 \tan \theta} \pi r^3 (\rho_0 - \rho) g$ ⑧ $\frac{4}{3 \tan \theta} \pi r^3 (\rho - \rho_0) g$

問2 図2のように、水平と角度 45° および 60° をなすなめらかな斜面をもち、頂点に軽い滑車が付いた台が水平面に固定されている。質量 M [kg] の小物体 A と質量 m [kg] の小物体 B を軽いひもでつなぎ、ひもを滑車にかけて、A と B を斜面上に静かに置いたところ、ひもはそれぞれの斜面と平行を保ったままたるむことなく、A は斜面をすべり下り始めた。このとき、A の加速度の大きさは 3 [m/s²] であり、ひもの張力の大きさは 4 [N] である。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、A と B は同じ鉛直面内を運動するものとする。

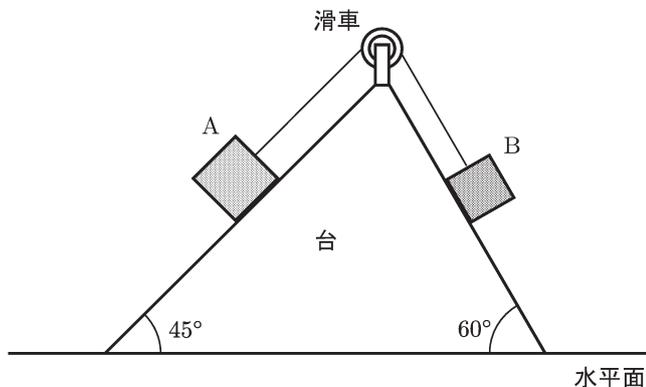


図2

3 の解答群

- | | | | |
|---|---|--|--|
| ① $\frac{(\sqrt{2}M + \sqrt{3}m)g}{2(M + m)}$ | ② $\frac{(\sqrt{2}M - \sqrt{3}m)g}{2(M + m)}$ | ③ $\frac{(\sqrt{2}M + \sqrt{3}m)g}{M + m}$ | ④ $\frac{(\sqrt{2}M - \sqrt{3}m)g}{M + m}$ |
| ⑤ $\frac{(\sqrt{3}M + \sqrt{2}m)g}{2(M + m)}$ | ⑥ $\frac{(\sqrt{3}M - \sqrt{2}m)g}{2(M + m)}$ | ⑦ $\frac{(\sqrt{3}M + \sqrt{2}m)g}{M + m}$ | ⑧ $\frac{(\sqrt{3}M - \sqrt{2}m)g}{M + m}$ |
| ⑨ $\frac{(\sqrt{2}M + m)g}{2(M + m)}$ | ⑩ $\frac{(\sqrt{2}M - m)g}{2(M + m)}$ | ⑪ $\frac{(\sqrt{2}M + m)g}{M + m}$ | ⑫ $\frac{(\sqrt{2}M - m)g}{M + m}$ |
| ⑬ $\frac{(M - \sqrt{2}m)g}{2(M + m)}$ | ⑭ $\frac{(M + \sqrt{2}m)g}{2(M + m)}$ | ⑮ $\frac{(M - \sqrt{2}m)g}{M + m}$ | ⑯ $\frac{(M + \sqrt{2}m)g}{M + m}$ |

4 の解答群

- | | | | |
|---|--|--|-------------------------------------|
| ① $\frac{(\sqrt{3} + \sqrt{2})Mmg}{2(M + m)}$ | ② $\frac{(\sqrt{2} + 1)Mmg}{2(M + m)}$ | ③ $\frac{(\sqrt{3} + \sqrt{2})Mmg}{M + m}$ | ④ $\frac{(\sqrt{2} + 1)Mmg}{M + m}$ |
| ⑤ $\frac{(\sqrt{3} + \sqrt{2})Mmg}{2(M - m)}$ | ⑥ $\frac{(\sqrt{2} + 1)Mmg}{2(M - m)}$ | ⑦ $\frac{(\sqrt{3} + \sqrt{2})Mmg}{M - m}$ | ⑧ $\frac{(\sqrt{2} + 1)Mmg}{M - m}$ |
| ⑨ $\frac{(\sqrt{3} - \sqrt{2})Mmg}{2(M + m)}$ | ⑩ $\frac{(\sqrt{2} - 1)Mmg}{2(M + m)}$ | ⑪ $\frac{(\sqrt{3} - \sqrt{2})Mmg}{M + m}$ | ⑫ $\frac{(\sqrt{2} - 1)Mmg}{M + m}$ |
| ⑬ $\frac{(\sqrt{3} - \sqrt{2})Mmg}{2(M - m)}$ | ⑭ $\frac{(\sqrt{2} - 1)Mmg}{2(M - m)}$ | ⑮ $\frac{(\sqrt{3} - \sqrt{2})Mmg}{M - m}$ | ⑯ $\frac{(\sqrt{2} - 1)Mmg}{M - m}$ |

問3 図3のように、 x 軸上で原点 O から負の向きに距離 a [m] だけ離れた点に電気量 q [C] の正の点電荷 Q_1 を固定した。つぎに、原点 O での電位が0となるように、電気量 $-2q$ [C] の負の点電荷 Q_2 を $x > 0$ となる x 軸上で固定したところ、その座標値は $\times a$ [m] であった。このとき、原点 O での電場の大きさは $\times \frac{kq}{a^2}$ [V/m] である。ただし、クーロンの法則の比例定数を k [N·m²/C²] とする。

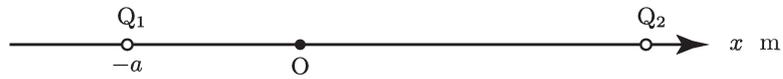


図3

解答群

- ① $\frac{1}{3}$
 ② $\frac{1}{2}$
 ③ $\frac{2}{3}$
 ④ 1
 ⑤ $\frac{4}{3}$
 ⑥ $\sqrt{2}$
 ⑦ $\frac{3}{2}$
 ⑧ $\sqrt{3}$
 ⑨ $\sqrt{5}$
 ⑩ 2
 ⑪ 3

問4 図4は、 x 軸上の座標値6.0mにある壁に対して、 x 軸の正の向きに速さ1.0m/sで進む正弦波の入射波のようすを表している。入射波が図4のように表されたときを時刻0だとすると、入射波の原点Oにおける時刻 t [s]での変位のようすは のように表される。また、この波が壁で固定端反射して x 軸の負の向きに進んだとすると、入射波と反射波による定常波の $t=2.0$ sにおける $x=2.5$ mでの変位は [m]である。ただし、有効数字は2桁とし、時刻0で反射波は x 軸の負の領域まで進んでいるものとする。

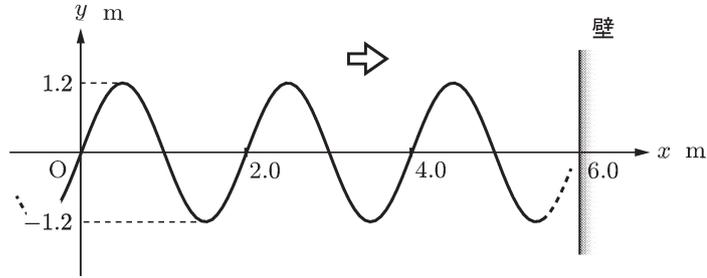
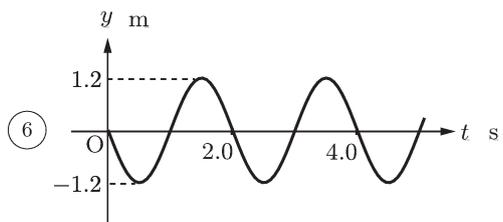
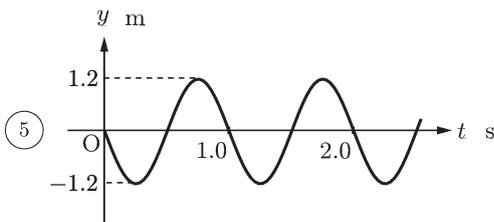
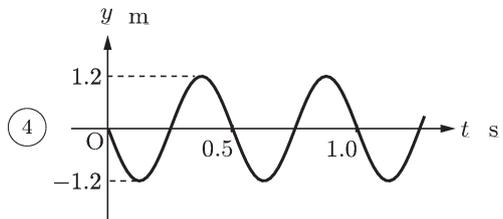
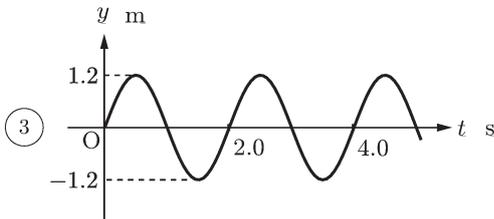
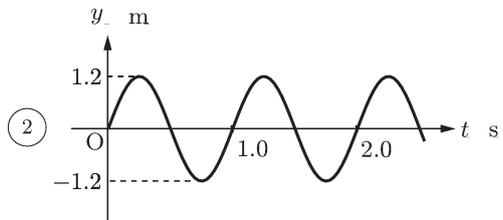
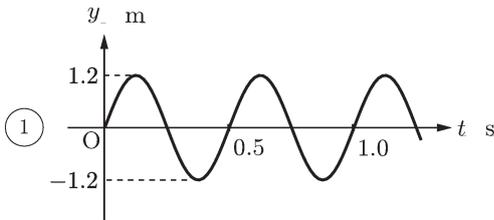


図4

の解答群



の解答群

① + ② -

その他の解答群

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

問 5 断熱容器に温度 28°C で質量 $1.6 \times 10^2 \text{ g}$ の水を入れ、この中に温度 70°C で質量 80 g の金属球を静かに沈めた。金属球を水に沈めてからじゅうぶん時間が経過したあと、水の温度は $\boxed{11}.\boxed{12} \times 10^{\boxed{13}\boxed{14}}$ $[\text{^{\circ}\text{C}}]$ となる。このとき、金属球から水に移動した熱量は $\boxed{15}.\boxed{16} \times 10^{\boxed{17}\boxed{18}}$ $[\text{J}]$ である。ただし、水の比熱を $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とし、金属球の比熱を $0.42 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とする。また、有効数字は 2 桁とし、熱のやり取りは水と金属球との間でのみ起きるものとする。

$\boxed{13}$ と $\boxed{17}$ の解答群

① + ② -

その他の解答群

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

(計算用紙)

II つぎの問い（問1～問9）の空所 に入る適語を解答群から選択せよ。（解答番号 1 ～ 9 ）

図5のように、水平面上に点aから点fまでのなめらかな軌道が固定され、水平面にある壁に固定されたばね定数 k [N/m] の軽いばねKには、質量 m [kg] の小物体Aが押し付けられている。軌道は点aで水平となめらかにつながり、点aから点bは点 O_1 を中心とする半径 R [m] で中心角が 45° の円弧、点bから点cは水平と角度 45° をなす斜面、点cから点fは点 O_2 を中心とする半径 R [m] で中心角が 225° の円弧であり、点dは軌道のもっとも高い点である。Kが自然長から長さ L [m] だけ縮むまでAをKに押し付けた後、Aを静かに放した。その後、Aは水平面上を運動し、点aから軌道上を運動して点dを通過後、軌道上の点eで軌道から離れて水平面に落下した。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、Aは同じ鉛直面内を運動するものとする。

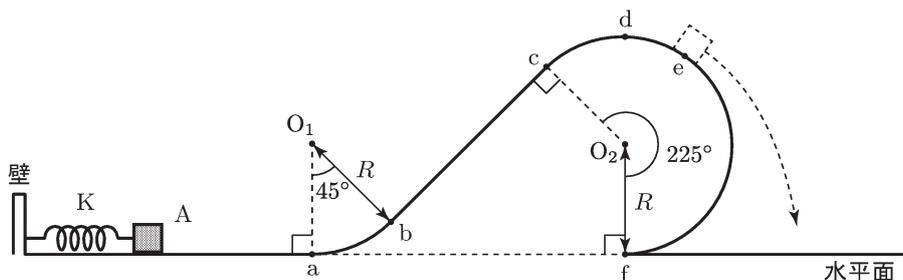


図5

問1 Aを放した直後にAに生じている加速度の大きさは 1 [m/s²] である。

解答群

- ① $\frac{kL}{2m}$ ② $\frac{kL}{m}$ ③ $\frac{2kL}{m}$ ④ $\frac{kL^2}{2m}$ ⑤ $\frac{kL^2}{m}$ ⑥ $\frac{2kL^2}{m}$
 ⑦ $\frac{2m}{kL}$ ⑧ $\frac{m}{kL}$ ⑨ $\frac{m}{2kL}$ ⑩ $\frac{2m}{kL^2}$ ⑪ $\frac{m}{kL^2}$ ⑫ $\frac{m}{2kL^2}$

問2 Aを放してからAがKから離れるまでに要した時間は 2 [s] である。

解答群

- ① $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{k}{m}}$ ② $\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$ ③ $2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$ ④ $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{m}{k}}$ ⑤ $\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ⑥ $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
 ⑦ $\frac{\pi k}{2m}$ ⑧ $\frac{\pi k}{m}$ ⑨ $\frac{2\pi k}{m}$ ⑩ $\frac{\pi m}{2k}$ ⑪ $\frac{\pi m}{k}$ ⑫ $\frac{2\pi m}{k}$

問3 AがKから離れた直後のAの速さは 3 [m/s] である。

解答群

- ① $\frac{L}{2}\sqrt{\frac{k}{m}}$ ② $L\sqrt{\frac{k}{m}}$ ③ $2L\sqrt{\frac{k}{m}}$ ④ $\frac{L}{2}\sqrt{\frac{m}{k}}$ ⑤ $L\sqrt{\frac{m}{k}}$ ⑥ $2L\sqrt{\frac{m}{k}}$
 ⑦ $\frac{Lk}{2m}$ ⑧ $\frac{Lk}{m}$ ⑨ $\frac{2Lk}{m}$ ⑩ $\frac{Lm}{2k}$ ⑪ $\frac{Lm}{k}$ ⑫ $\frac{2Lm}{k}$

問 4 A が点 a を通過した直後に A が軌道から受ける垂直抗力の大きさは 4 [N] である。

解答群

- ① $\frac{1}{2}mg$ ② $\frac{\sqrt{2}}{2}mg$ ③ mg ④ $\sqrt{2}mg$ ⑤ $2mg$ ⑥ $mg - \frac{kL^2}{R}$ ⑦ $\frac{kL^2}{R} - mg$
 ⑧ $mg + \frac{kL^2}{R}$ ⑨ $mg - \frac{kL^2}{2R}$ ⑩ $\frac{kL^2}{2R} - mg$ ⑪ $mg + \frac{kL^2}{2R}$ ⑫ $2mg - \frac{kL^2}{R}$ ⑬ $\frac{kL^2}{R} - 2mg$
 ⑭ $2mg + \frac{kL^2}{R}$ ⑮ $2mg - \frac{kL^2}{2R}$ ⑯ $\frac{kL^2}{2R} - 2mg$ ⑰ $2mg + \frac{kL^2}{2R}$

問 5 A が点 b を通過した直後の A の速さは 5 [m/s] である。

解答群

- ① $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - (1 - \sqrt{2})gR}$ ② $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - \left(\frac{1 - \sqrt{2}}{2}\right)gR}$ ③ $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - (2 - \sqrt{2})gR}$
 ④ $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - \left(\frac{1 + \sqrt{2}}{2}\right)gR}$ ⑤ $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - \sqrt{2}gR}$ ⑥ $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - 2gR}$ ⑦ $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - (1 + \sqrt{2})gR}$
 ⑧ $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - 2\sqrt{2}gR}$ ⑨ $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - (2 + \sqrt{2})gR}$ ⑩ $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - 4gR}$

問 6 A が点 b を通過した直後に A が軌道から受ける垂直抗力の大きさは 6 [N] である。

解答群

- ① $\frac{1}{2}mg$ ② $\frac{\sqrt{2}}{2}mg$ ③ mg ④ $\sqrt{2}mg$ ⑤ $2mg$ ⑥ $mg - \frac{kL^2}{R}$ ⑦ $\frac{kL^2}{R} - mg$
 ⑧ $mg + \frac{kL^2}{R}$ ⑨ $mg - \frac{kL^2}{2R}$ ⑩ $\frac{kL^2}{2R} - mg$ ⑪ $mg + \frac{kL^2}{2R}$ ⑫ $2mg - \frac{kL^2}{R}$ ⑬ $\frac{kL^2}{R} - 2mg$
 ⑭ $2mg + \frac{kL^2}{R}$ ⑮ $2mg - \frac{kL^2}{2R}$ ⑯ $\frac{kL^2}{2R} - 2mg$ ⑰ $2mg + \frac{kL^2}{2R}$

問7 Aが区間bcを通過する間に重力がAにした仕事は [J]である。

解答群

- ① $\frac{1}{2}mgR$ ② $\frac{\sqrt{2}}{2}mgR$ ③ mgR ④ $\sqrt{2}mgR$ ⑤ $2mgR$
 ⑥ $-\frac{1}{2}mgR$ ⑦ $-\frac{\sqrt{2}}{2}mgR$ ⑧ $-mgR$ ⑨ $-\sqrt{2}mgR$ ⑩ $-2mgR$

問8 Aが点dを通過した直後のAの速さは [m/s]である。

解答群

- ① $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - (1 - \sqrt{2})gR}$ ② $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - \left(\frac{1 - \sqrt{2}}{2}\right)gR}$ ③ $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - (2 - \sqrt{2})gR}$
 ④ $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - \left(\frac{1 + \sqrt{2}}{2}\right)gR}$ ⑤ $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - \sqrt{2}gR}$ ⑥ $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - 2gR}$ ⑦ $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - (1 + \sqrt{2})gR}$
 ⑧ $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - 2\sqrt{2}gR}$ ⑨ $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - (2 + \sqrt{2})gR}$ ⑩ $\sqrt{\frac{kL^2}{m} - 4gR}$

問9 を v とおく。点eの水平面からの高さを v を含む式で表すと [m]である。

解答群

- ① $\frac{v^2 - 6gR}{3g}$ ② $\frac{v^2 - 5gR}{3g}$ ③ $\frac{v^2 - 4gR}{3g}$ ④ $\frac{v^2 - 3gR}{3g}$ ⑤ $\frac{v^2 - 2gR}{3g}$ ⑥ $\frac{v^2 - gR}{3g}$
 ⑦ $\frac{v^2 + gR}{3g}$ ⑧ $\frac{v^2 + 2gR}{3g}$ ⑨ $\frac{v^2 + 3gR}{3g}$ ⑩ $\frac{v^2 + 4gR}{3g}$ ⑪ $\frac{v^2 + 5gR}{3g}$ ⑫ $\frac{v^2 + 6gR}{3g}$

(計算用紙)

III つぎの問い（問1～問5）の空所 に入る適語を解答群から選択せよ。（解答番号 1 ～ 8 ）

図6のように、抵抗値がそれぞれ $R [\Omega]$ と $2R [\Omega]$ の電気抵抗 R_1 と R_2 、電気容量がそれぞれ $C [F]$ と $2C [F]$ のコンデンサー C_1 と C_2 、内部抵抗の無視できる起電力 $V [V]$ の直流電源 E 、およびスイッチ S_1 、 S_2 、 S_3 からなる回路がある。ただし、はじめ C_1 と C_2 に電荷はたくわえられておらず、すべてのスイッチは開いているものとする。

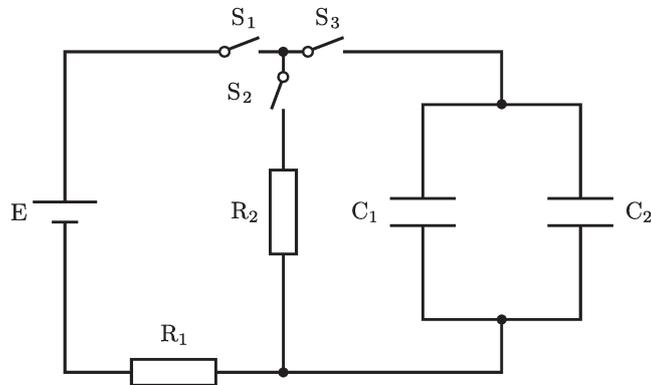


図6

問1 S_1 を閉じてから S_3 を閉じた。 S_3 を閉じた直後に R_1 を流れる電流の大きさは 1 $\times \frac{V}{R}$ [A] である。

解答群

- ① $\frac{1}{9}$ ② $\frac{2}{9}$ ③ $\frac{1}{3}$ ④ $\frac{2}{3}$ ⑤ $\frac{7}{9}$ ⑥ $\frac{8}{9}$ ⑦ 1 ⑧ $\frac{4}{3}$ ⑨ $\frac{5}{3}$
 ⑩ $\frac{16}{9}$ ⑪ 2 ⑫ $\frac{20}{9}$ ⑬ $\frac{7}{3}$ ⑭ $\frac{8}{3}$ ⑮ 3

問2 つぎに、 S_3 を開いてから S_2 を閉じた。このとき、 R_1 を流れる電流の大きさは 2 $\times \frac{V}{R}$ [A] であり、 R_2 の消費電力は 3 $\times \frac{V^2}{R}$ [W] である。

解答群

- ① $\frac{1}{9}$ ② $\frac{2}{9}$ ③ $\frac{1}{3}$ ④ $\frac{2}{3}$ ⑤ $\frac{7}{9}$ ⑥ $\frac{8}{9}$ ⑦ 1 ⑧ $\frac{4}{3}$ ⑨ $\frac{5}{3}$
 ⑩ $\frac{16}{9}$ ⑪ 2 ⑫ $\frac{20}{9}$ ⑬ $\frac{7}{3}$ ⑭ $\frac{8}{3}$ ⑮ 3

問3 問2の後、 C_1 と C_2 を放電して電荷を0にしてから、 S_1 と S_2 を閉じたまま S_3 を閉じた。 S_3 を閉じた直後に R_1 を流れる電流の大きさは $\times \frac{V}{R}$ [A] であり、 S_3 を閉じてからじゅうぶん時間が経過した後の R_2 の両端に加わる電圧は $\times V$ [V] である。

解答群

- ① $\frac{1}{9}$ ② $\frac{2}{9}$ ③ $\frac{1}{3}$ ④ $\frac{2}{3}$ ⑤ $\frac{7}{9}$ ⑥ $\frac{8}{9}$ ⑦ 1 ⑧ $\frac{4}{3}$ ⑨ $\frac{5}{3}$
 ⑩ $\frac{16}{9}$ ⑪ 2 ⑫ $\frac{20}{9}$ ⑬ $\frac{7}{3}$ ⑭ $\frac{8}{3}$ ⑮ 3

問4 問3の後、 C_1 にたくわえられている電荷の電気量は $\times CV$ [C] である。

解答群

- ① $\frac{1}{9}$ ② $\frac{2}{9}$ ③ $\frac{1}{3}$ ④ $\frac{2}{3}$ ⑤ $\frac{7}{9}$ ⑥ $\frac{8}{9}$ ⑦ 1 ⑧ $\frac{4}{3}$ ⑨ $\frac{5}{3}$
 ⑩ $\frac{16}{9}$ ⑪ 2 ⑫ $\frac{20}{9}$ ⑬ $\frac{7}{3}$ ⑭ $\frac{8}{3}$ ⑮ 3

問5 問3の後、 S_2 と S_3 を閉じたまま S_1 を開いた。 S_1 を開いた直後に R_2 を流れる電流の大きさは $\times \frac{V}{R}$ [A] であり、電荷の移動がなくなるまでに R_2 で発生したジュール熱は $\times CV^2$ [J] である。

解答群

- ① $\frac{1}{9}$ ② $\frac{2}{9}$ ③ $\frac{1}{3}$ ④ $\frac{2}{3}$ ⑤ $\frac{7}{9}$ ⑥ $\frac{8}{9}$ ⑦ 1 ⑧ $\frac{4}{3}$ ⑨ $\frac{5}{3}$
 ⑩ $\frac{16}{9}$ ⑪ 2 ⑫ $\frac{20}{9}$ ⑬ $\frac{7}{3}$ ⑭ $\frac{8}{3}$ ⑮ 3

