

2024年度 一般選抜問題
前期B日程 2024年1月21日(日)

選 択 科 目

(数学・基礎理科・物理・化学・生物・日本史・世界史・国語)

数 学	1～6ページ
基礎理科	7～30ページ
※2科目選択して1科目の扱いとなります。	
物 理	31～45ページ
化 学	47～58ページ
生 物	59～75ページ
日 本 史	77～87ページ
世 界 史	89～102ページ
国 語	103～116ページ

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 3科目型の受験生および3科目型と2科目型を併願する受験生は上記の科目から2科目を、2科目型の受験生は、上記科目と英語から2科目を選択してください。但し受験票に記載された科目以外を受験すると0点となります。
3. 解答用紙には、「**数学**」(青色)と「**基礎理科**」(赤色)と「**数学・基礎理科以外**」(赤色)の3種類があります。
4. 試験開始後、解答用紙に受験番号と名前を必ず記入し、受験番号をマークしてください。数学以外の科目については、解答する科目を選び、科目の右にマークしてください。また解答科目欄に科目名を記入してください。正しくマークされていない場合は0点となります。
5. 解答はすべて解答用紙の解答欄にマークしてください。「**基礎理科**」の解答用紙は2科目を選択し、科目ごとに決められた解答欄にマークしてください。3科目に解答した場合は0点となります。
6. 問題用紙の余白は計算に使用してもかまいませんが、解答用紙を汚してはいけません。
7. 試験開始後、問題用紙・解答用紙に落丁・損傷がないか確認してください。
8. 数学の問題の冒頭には「**解答上の注意**」が記入されていますので、必ず読んでから解答してください。
9. 試験終了後、問題用紙は持ち帰ってください。

物 理

1 次の問い（問1～7）に答えなさい。

問1 図1のように、水平面となす角度が θ の傾斜面上に質量 m の物体を置き、斜面に平行で上向きに大きさ F の力を加えて、物体を斜面上で静止させる。 F を少しずつ大きくしていくと、 F が F_0 を超えたとき、物体は斜面に沿って上向きに動き始めた。 F_0 を表す式として最も適当なものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、物体と斜面の間の静止摩擦係数を μ 、動摩擦係数を μ' とし、重力加速度の大きさを g とする。 $F_0 =$

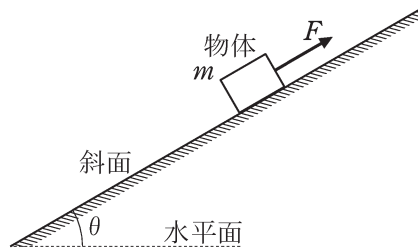


図 1

- | | | |
|--|--|--|
| ① $mg(\sin \theta + \mu \cos \theta)$ | ② $mg(\sin \theta - \mu \cos \theta)$ | ③ $mg(\mu \sin \theta - \cos \theta)$ |
| ④ $mg(\sin \theta + \mu' \cos \theta)$ | ⑤ $mg(\sin \theta - \mu' \cos \theta)$ | ⑥ $mg(\mu' \sin \theta - \cos \theta)$ |

問2 次の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入れる語句と式の組み合わせとして最も適当なものを，下の①～⑥の中から一つ選びなさい。 **2**

図2のように，なめらかな台の上面に置かれた質量 $2m$ の物体 A に，軽くて伸び縮みしない糸の一端を付け，糸を軽くてなめらかな滑車に通して，糸の他端に質量 m の物体 B を付ける。物体 A を手で支えて全体を静止させてから，物体 A を静かに放すと，物体 A, B は運動を始めた。物体 A を放した後，物体 A が糸から受ける力の大きさは，物体 B にはたらく重力の大きさ **ア** 。また，物体 A, B が同じ大きさの加速度で運動する原因となる力は物体 B にはたらく重力だけなので，全体の運動を考えると，物体 A, B の加速度の大きさは **イ** と表される。ただし，重力加速度の大きさを g とし，物体 A と滑車の間の糸は水平を，物体 B と滑車の間の糸は鉛直を保つものとする。



図 2

	ア	イ
①	に等しい	$\frac{1}{6}g$
②	に等しい	$\frac{1}{3}g$
③	に等しい	$\frac{1}{2}g$
④	より小さい	$\frac{1}{6}g$
⑤	より小さい	$\frac{1}{3}g$
⑥	より小さい	$\frac{1}{2}g$

問3 図3のように、半円筒形のなめらかな曲面があり、円筒の中心軸を O 、半径を R とする。曲面上の点 P に質量 m の小球を静かに置くと、小球は曲面をすべり降り、最下点 Q を通過した。線分 OP が鉛直な線分 OQ となす角度を 60° とする。小球が点 P ですべり始めてから点 Q に達するまでに、小球が曲面から受ける垂直抗力と重力がした仕事の和として最も適当なものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

3

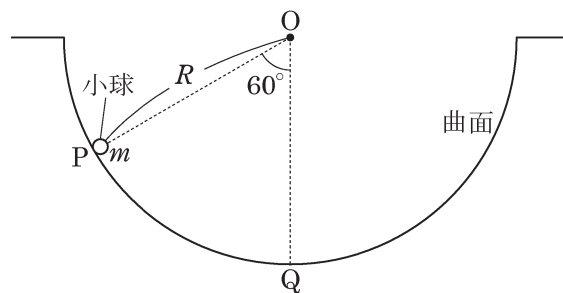


図 3

- | | | |
|---------------------------|----------------------|---------------------------|
| ① $\frac{1}{2}mgR$ | ② $\frac{\pi}{6}mgR$ | ③ $\frac{\sqrt{3}}{3}mgR$ |
| ④ $\frac{\sqrt{3}}{2}mgR$ | ⑤ mgR | ⑥ $\frac{\pi}{3}mgR$ |

問4 次の文章中の空欄 **ウ** ~ **オ** に入れる語句と式の組み合わせとして最も適当なものを、下の①~⑧の中から一つ選びなさい。 **4**

図4のように、ペットボトルに水を $\frac{1}{3}$ ほど入れ、水温が室内と同じ温度になるまで待つ。次に、ペットボトルのふたを閉めて、ペットボトルを手で一定の時間だけ振り続けた。その後、中の水が静止してから、ふたを開けてデジタル温度計で素早く水温を測ると、振る前の水温より少し上昇していた。これは手による力学的な仕事が、ペットボトル内の水の運動エネルギーになり、それがさらに水分子の **ウ** 熱運動による熱エネルギーに変換されたためと考えられる。

ボトルを振り続ける時間を2倍にしても、2倍の温度上昇にはならなかった。これは、水から外部に熱が移動するためと考えられる。ペットボトルを振り続けた間の、水分子の熱運動による熱エネルギーの変化を ΔU 、水がされた仕事を W 、水から外部に放出された熱量を Q とすると、 $\Delta U =$ **エ** と表される。このような関係を **オ** 法則という。ただし、水の分子間力による位置エネルギーの変化は無視できるものとする。

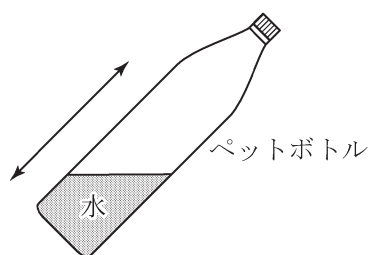


図 4

	ウ	エ	オ
①	無秩序な	$W+Q$	熱力学第1
②	無秩序な	$W+Q$	力学的エネルギー保存の
③	無秩序な	$W-Q$	熱力学第1
④	無秩序な	$W-Q$	力学的エネルギー保存の
⑤	規則正しい	$W+Q$	熱力学第1
⑥	規則正しい	$W+Q$	力学的エネルギー保存の
⑦	規則正しい	$W-Q$	熱力学第1
⑧	規則正しい	$W-Q$	力学的エネルギー保存の

問5 図5のように、細長い円筒形のガラス管にピストンを挿入し、管口付近に置いたスピーカーから一定の振動数の音を発生させる。ピストンを管口からゆっくりと遠ざけていくと、管口からピストンまでの距離が l_1 になったとき、はじめて共鳴が起き、その距離が l_2 になったとき、2回目の共鳴が起きた。このときの開口端補正として最も適当なものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、管口付近の定常波の腹は管口より少し外側にでき、管口からその腹の位置までの距離を開口端補正という。 5

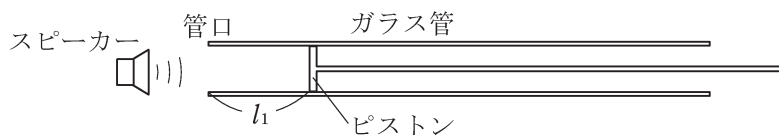


図 5

- | | | |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| ① $\frac{1}{4}(l_2 - l_1)$ | ② $\frac{1}{4}(l_2 - 2l_1)$ | ③ $\frac{1}{4}(l_2 - 3l_1)$ |
| ④ $\frac{1}{2}(l_2 - l_1)$ | ⑤ $\frac{1}{2}(l_2 - 2l_1)$ | ⑥ $\frac{1}{2}(l_2 - 3l_1)$ |

問6 図6は、抵抗A、Bのそれぞれに電圧 V [V]を加えたときに流れる電流 I [A]を測定してグラフにしたものである。抵抗A、Bを並列に接続したときの合成抵抗の抵抗値として最も適当なものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。 Ω

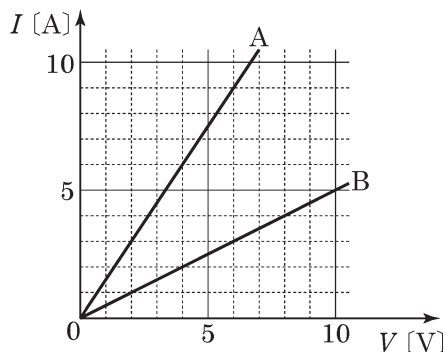


図 6

- ① 0.46 ② 0.50 ③ 2.0 ④ 2.2 ⑤ 2.7 ⑥ 3.5

問7 図7は、発電所から家庭までの電力の輸送を表した模式図である。発電所側の変圧器1から家庭側に送り出される電力を P 、そのときの電圧を V とする。送電線の全抵抗値を r とすると、電流が流れて送電線全体で消費される電力として最も適当なものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

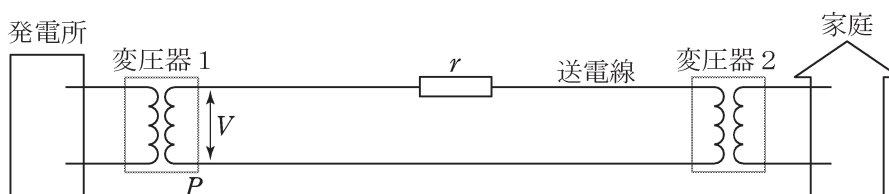


図 7

- ① $\frac{PV}{r}$ ② $\frac{PV^2}{r}$ ③ $\frac{P^2V}{r}$ ④ $\frac{Pr}{V}$ ⑤ $\frac{P^2r}{V}$ ⑥ $\frac{P^2r}{V^2}$

2 次の文章（I・II）を読み、下の問い（問1～6）に答えなさい。

I 図1のように、水平でなめらかな床面上に質量 M の板 A を置き、板 A の上に質量 m の小物体 B を置く。小物体 B に水平右向きに大きさ v_0 の初速度を与えると、小物体 B が動き始めると同時に板 A も水平右向きに動き始めた。その後、小物体 B は板 A の上面に対してある距離をすべり、板 A から見て静止した。板 A の上面と小物体 B の間の動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g とし、板 A と小物体 B は同一方向に運動するものとする。水平右向きを速度や加速度の正の向きとする。

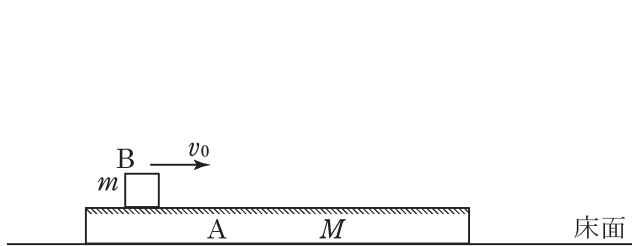


図 1

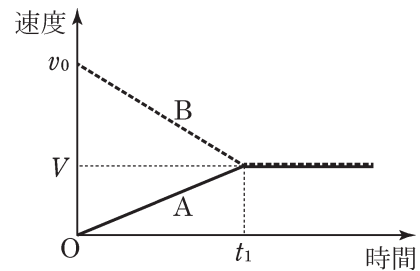


図 2

問1 小物体 B が板 A の上面に対してすべっているとき、床面から見た小物体 B の加速度として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 8

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| ① $-\mu'g$ | ② $-\frac{m}{M}\mu'g$ | ③ $-\frac{M}{m}\mu'g$ |
| ④ $-\frac{M}{M+m}\mu'g$ | ⑤ $-\frac{m}{M+m}\mu'g$ | ⑥ $-\frac{M-m}{M+m}\mu'g$ |

問2 小物体 B が板 A の上面に対してすべっているとき、床面から見た板 A の加速度として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 9

- | | | |
|------------------------|------------------------|--------------------------|
| ① $\mu'g$ | ② $\frac{m}{M}\mu'g$ | ③ $\frac{M}{m}\mu'g$ |
| ④ $\frac{M}{M+m}\mu'g$ | ⑤ $\frac{m}{M+m}\mu'g$ | ⑥ $\frac{M-m}{M+m}\mu'g$ |

問3 小物体 B は動き始めてから時間 t_1 後に板 A から見て静止し、このときの床面から見た両者の速度は V であった。図 2 は、板 A、小物体 B の速度と板 A、小物体 B が動き始めてからの時間の関係を表したグラフである。小物体 B が板 A から見て静止するまでに板 A の上面に対してすべった距離は、 v_0 、 V 、 t_1 のうちから必要なものを用いてどのように表されるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 10

① $\frac{1}{2}v_0 t_1$

② $v_0 t_1$

③ $\frac{1}{2}V t_1$

④ $V t_1$

⑤ $\frac{1}{2}(v_0 - V)t_1$

⑥ $(v_0 - V)t_1$

II 図3のように、天井にばね定数 k の軽いばねの一端を固定し、他端に質量 m のおもりをつり下げた。このとき、ばねが自然の長さから距離 x_0 だけ伸びた位置で、おもりは力がつり合って静止した。重力加速度の大きさを g とする。

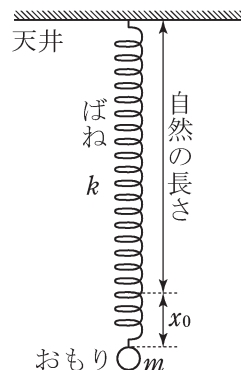


図 3

問4 x_0 はどのように表されるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

$$x_0 = \boxed{11}$$

- ① $\frac{mg}{2k}$ ② $\frac{mg}{k}$ ③ $\frac{2mg}{k}$ ④ $\sqrt{\frac{mg}{2k}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{mg}{k}}$ ⑥ $\sqrt{\frac{2mg}{k}}$

問5 図3の静止しているおもりに鉛直下向きに力を加えて、つり合いの位置からさらにばねを距離 x_0 だけゆっくりと伸ばした。この間のばねの弾性力による位置エネルギーの増加量として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 $\boxed{12}$

- ① $\frac{1}{2}kx_0^2$ ② kx_0^2 ③ $\frac{3}{2}kx_0^2$ ④ $2kx_0^2$ ⑤ $\frac{5}{2}kx_0^2$ ⑥ $3kx_0^2$

問6 問5でつり合いの位置からさらにばねを距離 x_0 だけゆっくりと伸ばすために、おもりに鉛直下向きに加えた力がした仕事として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 $\boxed{13}$

- ① $\frac{1}{2}kx_0^2$ ② kx_0^2 ③ $\frac{3}{2}kx_0^2$ ④ $2kx_0^2$ ⑤ $\frac{5}{2}kx_0^2$ ⑥ $3kx_0^2$

3 次の文章（Ⅰ・Ⅱ）を読み、下の問い（問1～6）に答えなさい。

Ⅰ 図1のように、質量 M 、半径 R の地球のまわりを、質量 m の小さい人工衛星が地表から距離 R の高度を保って等速円運動をしている。万有引力定数を G とする。ただし、地球は一様な球であるとし、地球の自転、公転や空気抵抗の影響は考えないものとする。

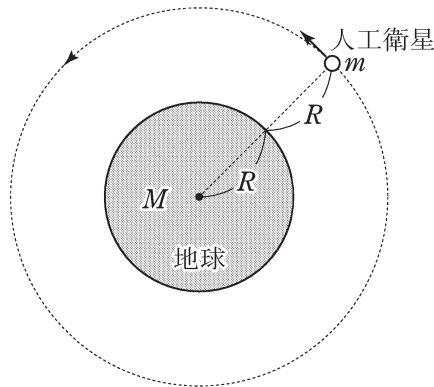


図 1

問1 この人工衛星にはたらいっている万有引力の大きさとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 14

- ① $\frac{GMm}{4R}$ ② $\frac{GMm}{2R}$ ③ $\frac{GMm}{R}$ ④ $\frac{GMm}{4R^2}$ ⑤ $\frac{GMm}{2R^2}$ ⑥ $\frac{GMm}{R^2}$

問2 この人工衛星の等速円運動の速さとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 15

- ① $\sqrt{\frac{GMR}{2}}$ ② \sqrt{GMR} ③ $\sqrt{\frac{GM}{2R}}$ ④ $\sqrt{\frac{GM}{R}}$ ⑤ $\frac{GM}{2R}$ ⑥ $\frac{GM}{R}$

問3 人工衛星から後方に打ち出された小物体が、人工衛星の円軌道上から、地球から見て静止した状態で地表に向かって落下し始めた（初速度0の落下をした）とする。この小物体が地表に衝突する直前の速さとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 16

- ① $\sqrt{\frac{GMR}{2}}$ ② \sqrt{GMR} ③ $\sqrt{\frac{GM}{2R}}$ ④ $\sqrt{\frac{GM}{R}}$ ⑤ $\frac{GM}{2R}$ ⑥ $\frac{GM}{R}$

II 図2のように、水平な床面に断面積 S の円筒形容器を鉛直に立て、質量 M のなめらかに動くピストンで、ある物質量の単原子分子の理想気体を封入する。はじめ、容器の底からピストンまでの距離は h で、気体の圧力は p 、絶対温度は T であり、ピストンは静止していた。このときを状態 I とする。次に、ヒーターで容器内の気体をゆっくりと加熱すると、ピストンが距離 $\frac{1}{2}h$ だけ上昇して静止した。このときを状態 II とする。ただし、大気圧を p_0 、重力加速度の大きさを g とする。また、容器とピストンは断熱材でできており、熱を伝えないものとし、ヒーターの体積は無視できるものとする。

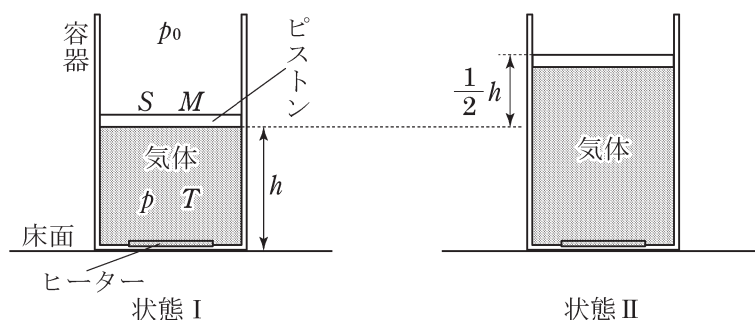


図 2

問4 状態 I での気体の圧力 p を表す式として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。 $p =$

- ① $p_0 + Mg$ ② $p_0 - Mg$ ③ $p_0 + \frac{Mg}{S}$ ④ $p_0 - \frac{Mg}{S}$

問5 次の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入れる語句と式の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。 **18**

状態Ⅱでの気体の圧力は、状態Ⅰでの気体の圧力 p **ア** 。また、状態Ⅱでの気体の絶対温度は **イ** である。

	ア	イ
①	より大きい	$\frac{2}{3}T$
②	より大きい	$\frac{3}{2}T$
③	より大きい	$2T$
④	と等しい	$\frac{2}{3}T$
⑤	と等しい	$\frac{3}{2}T$
⑥	と等しい	$2T$

問6 状態Ⅰから状態Ⅱになる過程で、気体がヒーターから吸収した熱量は、 p 、 S 、 h を用いてどのように表されるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 **19**

- ① $\frac{1}{2}pSh$ ② $\frac{3}{4}pSh$ ③ pSh ④ $\frac{5}{4}pSh$ ⑤ $\frac{3}{2}pSh$ ⑥ $\frac{5}{2}pSh$

4 次の文章（Ⅰ・Ⅱ）を読み、下の問い（問1～6）に答えなさい。

Ⅰ 図1のように、ろうそくとスクリーンを距離50 cmだけ離して固定する。薄い凸レンズをスクリーンのある位置からろうそくに向かってゆっくりと移動させていくと、スクリーンから凸レンズまでの距離が20 cmになったとき、はじめてスクリーン上にろうそくの鮮明な像ができた。ただし、ろうそくとスクリーンは凸レンズの光軸に垂直であるとする。

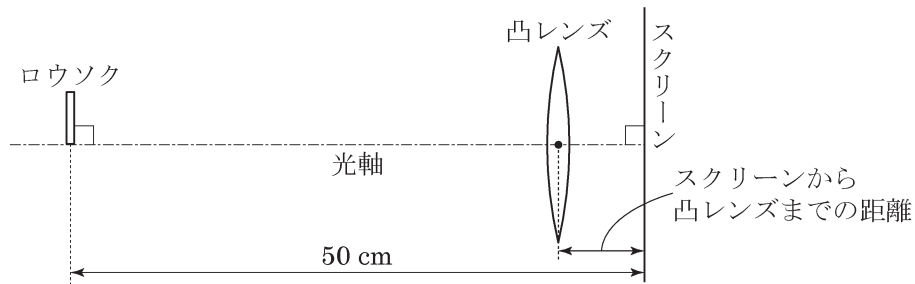


図 1

問1 次の文章中の空欄 ・ に入れる数値と語句の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

この凸レンズの焦点距離は cm である。スクリーンから凸レンズまでの距離が 20 cm になったとき、スクリーン上にできた像の種類は である。

	ア	イ
①	10	正立虚像
②	10	倒立実像
③	12	正立虚像
④	12	倒立実像
⑤	15	正立虚像
⑥	15	倒立実像

問2 スクリーンから凸レンズまでの距離が 20 cm となったところから、凸レンズをろうソクに向かってさらにゆっくりと移動させていくと、再びスクリーン上にろうソクの鮮明な像ができた。スクリーンから凸レンズまでの距離が 20 cm となったところから、再びスクリーン上にろうソクの鮮明な像ができるまでの間に、凸レンズを移動させた距離として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 cm

- ① 5.0 ② 8.0 ③ 10 ④ 12 ⑤ 15 ⑥ 20

問3 問2でスクリーン上に再びできたろうソクの鮮明な像の長さは、スクリーンから凸レンズまでの距離が 20 cm となったときにスクリーン上にできたろうソクの鮮明な像の長さの何倍か。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 倍

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

II 図2のように、電気容量がそれぞれ C 、 $2C$ のコンデンサー C_1 、 C_2 、抵抗 R 、起電力が V の直流電源、スイッチ S_1 、 S_2 からなる電気回路をつくる。はじめ、スイッチ S_1 、 S_2 はともに開かれており、コンデンサー C_1 、 C_2 には電気量はともに蓄えられていない。図2の点 P は接地されており、この点の電位を 0 とする。また、抵抗 R 以外の電気抵抗は無視できるものとする。

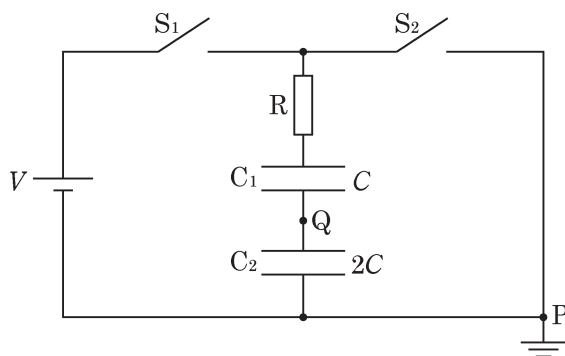


図 2

問4 スイッチ S_1 を閉じて十分に時間が経過してから、スイッチ S_1 を開いた。このとき、コンデンサー C_1 に蓄えられている電気量として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 23

- ① $\frac{1}{3}CV$ ② $\frac{2}{3}CV$ ③ CV ④ $\frac{3}{2}CV$ ⑤ $2CV$ ⑥ $3CV$

問5 問4のとき、図2の点 Q の電位として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 24

- ① $-V$ ② $-\frac{2}{3}V$ ③ $-\frac{1}{3}V$ ④ $\frac{1}{3}V$ ⑤ $\frac{2}{3}V$ ⑥ V

問6 問4に続いて、スイッチ S_1 を開いたまま、スイッチ S_2 を閉じて十分に時間が経過した。スイッチ S_2 を閉じてから十分に時間が経過するまでの間に、抵抗 R で発生したジュール熱として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 25

- ① $\frac{2}{9}CV^2$ ② $\frac{1}{3}CV^2$ ③ $\frac{4}{9}CV^2$ ④ $\frac{5}{9}CV^2$ ⑤ $\frac{2}{3}CV^2$ ⑥ $\frac{4}{3}CV^2$

(このページは、空白である。)