

# 物 理 I B

(全 問 必 答)

第 1 問 次の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号  ～  〕(配点 24)

問 1 図 1 のように、水平でなめらかな床の上を等速度ですべってきた小物体が、時刻  $t_0$  で点 P に達し、その後、一様なあらい床の上をすべり続けた。このときの速さ  $v$  と時間  $t$  の関係を表すグラフとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

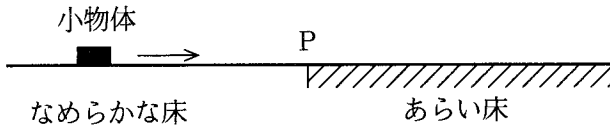
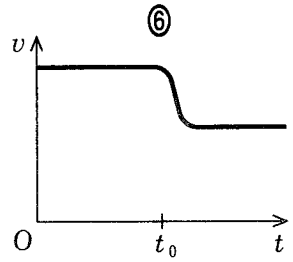
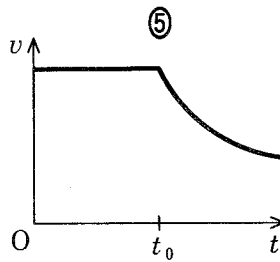
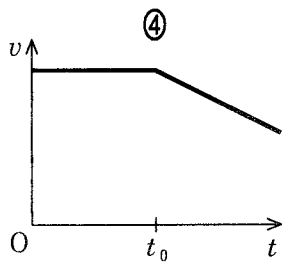
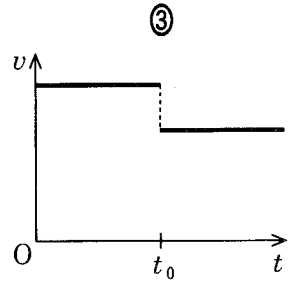
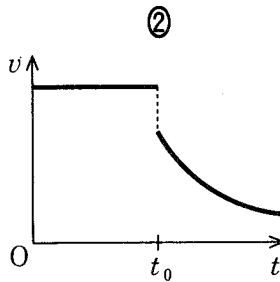
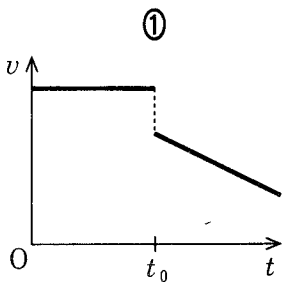


図 1



問 2 下の①～④の四つのエネルギーのうち、最も大きいものと最も小さいものはどれか。正しいものを、下の①～④のうちから一つずつ選べ。ただし、重力加速度の大きさを  $9.8 \text{ m/s}^2$  とし、水の比熱を  $4.2 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$  とする。

最も大きいもの

最も小さいもの

- ① 質量  $10 \text{ g}$  の水の温度を  $2.0 \text{ K}$  だけ上昇させるのに必要な熱エネルギー
- ②  $100 \text{ V}$  用  $60 \text{ W}$  の電球に  $100 \text{ V}$  の電圧をかけているときに、 $1.0$  秒間に消費される電氣的エネルギー
- ③ 質量  $1.0 \text{ kg}$  の物体を鉛直上方に  $10 \text{ m}$  だけ移動させたときに増える物体のもつ位置エネルギー
- ④ 質量  $1.0 \text{ kg}$  の物体が速さ  $10 \text{ m/s}$  で動いているときの運動エネルギー

問 3 図 2 のように、間隔  $l(\text{m})$  の固定端の間に 2 本の弦を並べて張り、同時に弾いて基本振動を起こさせたところ、うなりが聞こえた。2 本の弦を伝わる波の速さをそれぞれ  $v(\text{m/s})$ 、 $v'(\text{m/s})$  とすると、1 秒間のうなりの回数はいくらか。正しいものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

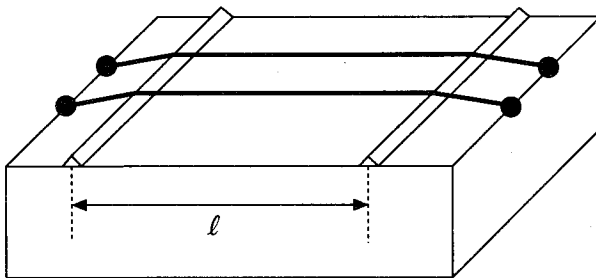


図 2

- ①  $\frac{|v-v'|}{2l}$
- ②  $\frac{|v-v'|}{l}$
- ③  $\frac{2|v-v'|}{l}$
- ④  $\frac{4|v-v'|}{l}$

物理 I B

問 4 図 3 に示すように、平行な 2 枚の広い導体板に電圧を加えると、導体板間の電気力線はたがいに平行で等間隔になる。ここに導体球を入れると、電気力線はどのように変化するか。導体球の内部とそのまわりでの電気力線を表す図として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、図中の矢印を付けた実線は電気力線を表し、矢印の向きは電界の向きを示す。

5

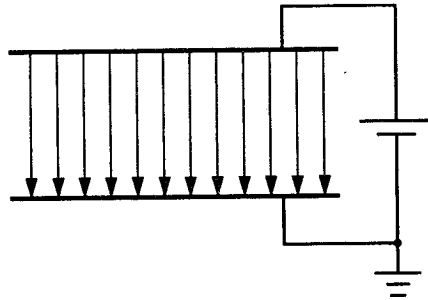
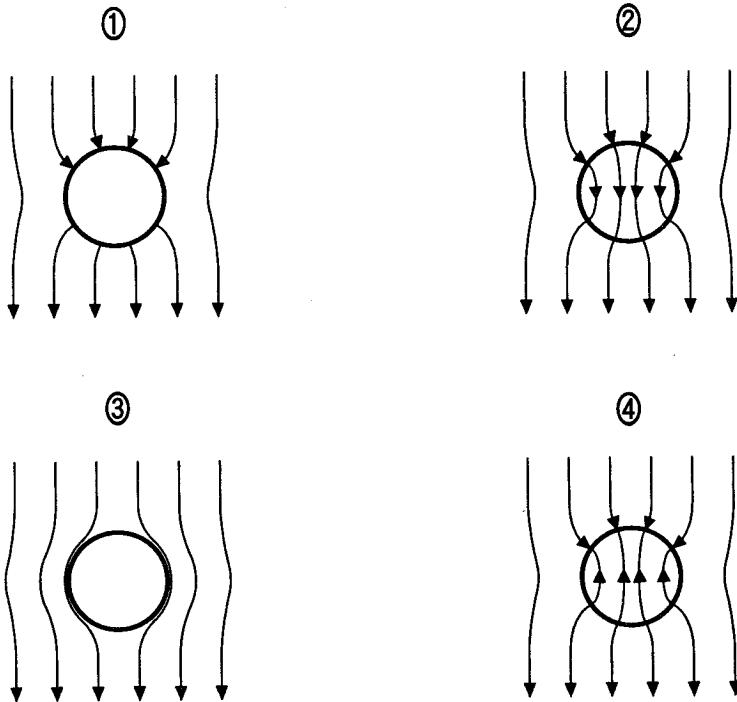


図 3



問 5 放射線の利用または安全性に関する記述として適当でないものを、次の①～

⑤のうちから一つ選べ。 

6
---

- ① X線や $\gamma$ 線は、金属製品の構造や内部の損傷を検査することに用いられる。
- ② 放射線の電離作用により、細胞や遺伝子は損傷を受ける。
- ③ 物質を透過するときに吸収される放射線の割合から、物質の厚さを測定することができる。
- ④ 放射線が生体に与える影響は、放射線の種類やエネルギーによらない。
- ⑤ X線や $\gamma$ 線は透過力が強いので、被曝<sup>ひばく</sup>を防ぐために鉛板などが用いられる。

第 2 問 次の文章(A・B)を読み, 下の問い(問 1 ~ 5)に答えよ。

[解答番号  ~  ] (配点 20)

A 図 1 のように, 壁から水平に距離  $L$  だけ離れた点 P から, 水平からの角度  $45^\circ$ , 速さ  $v_0$  の初速度でボールを蹴り上げると, ボールは最高点に達した後, 直接, 壁にぶつかった。ただし, ボールの大きさ<sup>け</sup>と空気の抵抗を無視し, ボールの質量を  $m$ , 重力加速度の大きさを  $g$  とする。

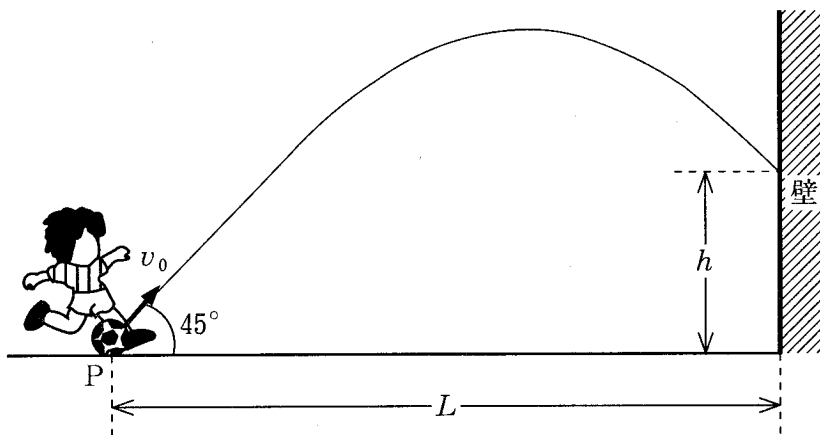


図 1

問 1 ボールが壁にぶつかった点の高さ  $h$  を表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。  $h = \boxed{1}$

- ①  $L - \frac{gL^2}{2v_0^2}$       ②  $L - \frac{gL^2}{v_0^2}$       ③  $L - \frac{2gL^2}{v_0^2}$   
 ④  $\frac{L}{2} - \frac{gL^2}{2v_0^2}$       ⑤  $\frac{L}{2} - \frac{gL^2}{v_0^2}$       ⑥  $\frac{L}{2} - \frac{2gL^2}{v_0^2}$

問 2 壁にぶつかる直前のボールの速さを表す式として正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。  $\boxed{2}$

- ①  $\sqrt{v_0^2 + 2gh}$       ②  $\sqrt{v_0^2 + gh}$       ③  $v_0$   
 ④  $\sqrt{v_0^2 - gh}$       ⑤  $\sqrt{v_0^2 - 2gh}$

問 3 ボールが壁にぶつかってはねかえったとき、壁がボールに与えた力積の大きさはどれだけか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、ボールと壁との間の反発係数は 0.5 で、壁はなめらかであるとする。

$\boxed{3}$

- ①  $\frac{1}{2\sqrt{2}}mv_0$       ②  $\frac{1}{\sqrt{2}}mv_0$       ③  $\frac{3}{2\sqrt{2}}mv_0$   
 ④  $\frac{1}{4}mv_0^2$       ⑤  $\frac{1}{2}mv_0^2$       ⑥  $\frac{3}{4}mv_0^2$

物理 I B

B 図2のように、長さ  $L$ 、質量  $m$  の一様でまっすぐな棒 AB が、台の上にその一部分がはみだして置かれている。このとき、A 端から長さ  $\ell$  だけ離れた点 P が台の端に当たっている。棒の A 端にばね定数  $k$  のばねをつけて鉛直上方に引っ張ると、ばねが  $a$  だけ伸びたとき点 P が台の端を離れた。ただし、台の面は十分にあらくて棒は台に対してすべらないとする。また、重力加速度の大きさを  $g$  とし、 $\ell < \frac{L}{2}$  とする。

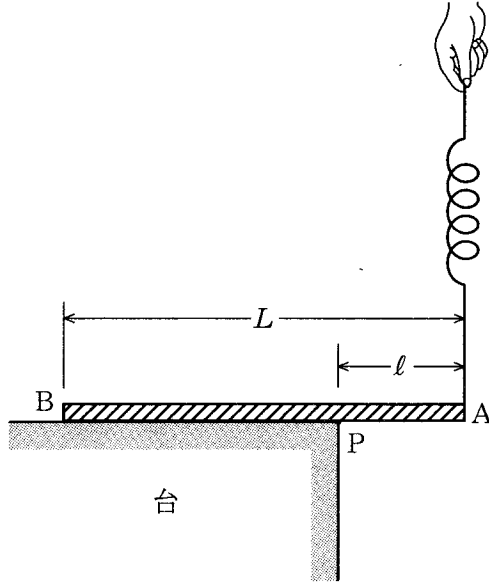


図 2

問 4 この棒の質量  $m$  を表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

①  $\frac{2ka}{g}$

②  $\frac{ka}{g}$

③  $\frac{ka}{2g}$

④  $\frac{2ka^2}{gL}$

⑤  $\frac{ka^2}{gL}$

⑥  $\frac{ka^2}{2gL}$

問 5 次にばねを A 端からはずし、B 端につけかえて鉛直上方に引っ張ると、ばねが  $b$  だけ伸びたときに B 端が台から離れた。 $b$  は  $a$  の何倍か。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5 倍

①  $\frac{L - \ell}{L + \ell}$

②  $\frac{L - \ell}{L + 2\ell}$

③  $\frac{L - 2\ell}{L - \ell}$

④  $\frac{L - 2\ell}{L + \ell}$

⑤  $\frac{L - 2\ell}{L}$

⑥ 1



第 3 問 次の文章を読み、下の問い(問 1～3)に答えよ。

[解答番号  ～  ](配点 12)

図 1 のようにピストンを備えた容器の中に理想気体を入れ、その状態(圧力、体積、絶対温度)を変化させた。はじめ、容器内の気体は状態 A(圧力  $p_0$ 、体積  $V_0$ 、絶対温度  $T_0$ )にあった。その後、気体の状態を状態 A → 状態 B(圧力  $p_0$ 、体積  $V_1$ ) → 状態 C(圧力  $p_2$ 、体積  $V_2$ ) → 状態 D(圧力  $p_2$ 、体積  $V_0$ ) → 状態 A とゆっくりと変化させた。そのときの気体の圧力と体積の関係をグラフに表したところ図 2 となった。ここで、状態 B から状態 C へ変化する過程では、気体の圧力はつねにその体積に反比例していた。

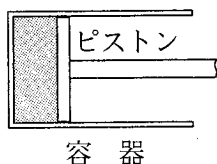


図 1

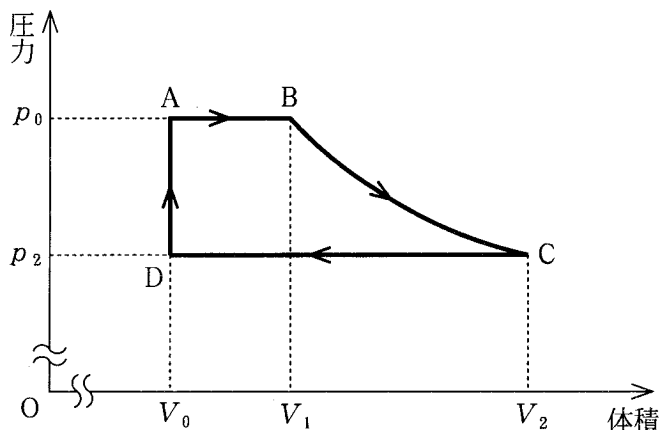


図 2

問 1 状態 B から状態 C へ変化する過程では、容器内の気体の絶対温度とその内部エネルギーはどのように変化するか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 容器内の気体の絶対温度は上がり、その内部エネルギーは増加する。
- ② 容器内の気体の絶対温度は下がり、その内部エネルギーは減少する。
- ③ 容器内の気体の絶対温度は変わらず、その内部エネルギーは増加する。
- ④ 容器内の気体の絶対温度は変わらず、その内部エネルギーは減少する。
- ⑤ 容器内の気体の絶対温度も内部エネルギーも変化しない。

問 2 図 2 のように容器内の気体の状態が変化する過程のうち、外部へ熱を放出する過程はどれか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ① 状態 A → 状態 B
- ② 状態 B → 状態 C
- ③ 状態 C → 状態 D
- ④ 状態 D → 状態 A
- ⑤ そのような過程はない。

問 3 状態 D のときの気体の絶対温度は  $T_0$  の何倍か。正しいものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。 3 倍

- ①  $\frac{V_0}{V_1}$
- ②  $\frac{V_1}{V_2}$
- ③  $\frac{V_2}{V_0}$
- ④  $\frac{V_1}{V_0}$
- ⑤  $\frac{V_2}{V_1}$
- ⑥  $\frac{V_0}{V_2}$
- ⑦ 1

第 4 問 次の文章(A・B)を読み, 下の問い(問 1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ](配点 20)

A 図1のように, 音をよく反射する壁に向かって置かれたスピーカーから, 振動数 $f$ の音が出ている。壁とスピーカーの間にマイクロホンを置き, その位置を少しずつずらして, 各場所でマイクロホンにつながったオシロスコープに現れる波形を観測する。壁ぎわからスピーカーに向かって, マイクロホンの位置を少しずつずらしていくと, オシロスコープに現れた波形の振幅が大きい場所と小さい場所が交互に現れた。

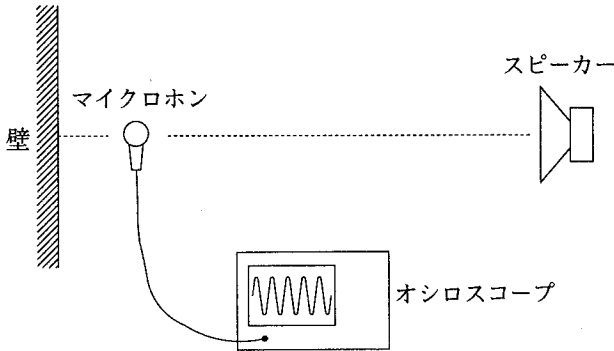


図 1

問 1 この実験で振幅が大きくなった場所から、次に振幅が大きくなった場所までの距離はいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、音速を  $v$  とする。

- ①  $\frac{4v}{f}$       ②  $\frac{2v}{f}$       ③  $\frac{v}{f}$       ④  $\frac{v}{2f}$       ⑤  $\frac{v}{4f}$

問 2 次の現象のうち、図 1 の実験で観測された現象と共通する波の性質で説明できるものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 十分にせまい間隔の 2 本のスリットにレーザー光を通すと明暗のしま模様が見えた。
- ② 救急車が目の前を通り過ぎるとき、サイレンの音の高さが変化した。
- ③ 遠浅の海岸では波は海岸線に平行に打ち寄せる。
- ④ 太陽光線はプリズムによってさまざまな色の光に分かれる。
- ⑤ 水を満たしたプールの底が実際より浅く見えた。
- ⑥ 水中での音速は空気中での音速より速い。

物理 I B

B 図2のように、水平に置かれた透明な板(絶対屈折率 1.9)の上に水(絶対屈折率 1.3)の層がある。この透明な板の下側から、入射角  $i$  でレーザー光源から出た単色光をあてた。ただし、空気の絶対屈折率は 1.0 とし、各境界面での反射は考えない。

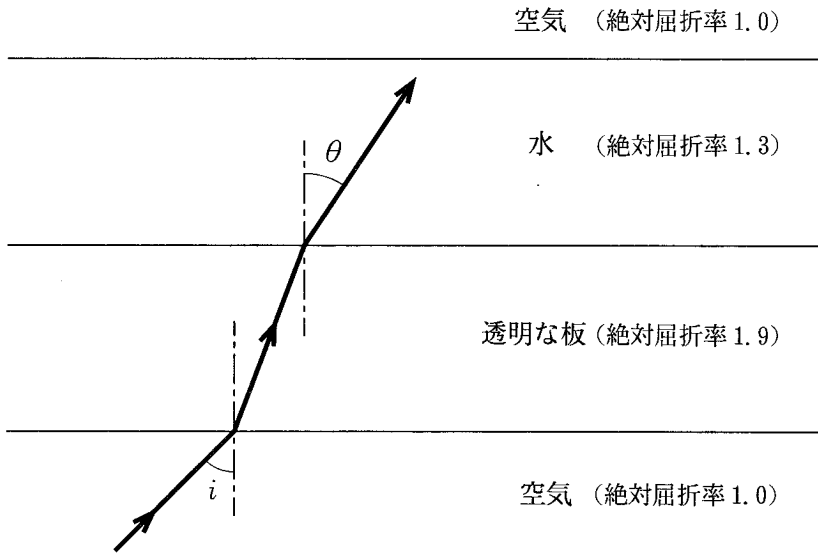


図 2

問 3 単色光の振動数が  $4.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$  のとき、透明な板の中におけるこの光の波長はおよそいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、空気中を進む光の速さを  $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$  とする。 3 m

- |                        |                        |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① $2.9 \times 10^6$    | ② $1.5 \times 10^6$    | ③ $7.9 \times 10^5$    |
| ④ $1.3 \times 10^{-6}$ | ⑤ $6.7 \times 10^{-7}$ | ⑥ $3.5 \times 10^{-7}$ |

問 4 図 3 において、水面から空気中に出てくる光の進む向きとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

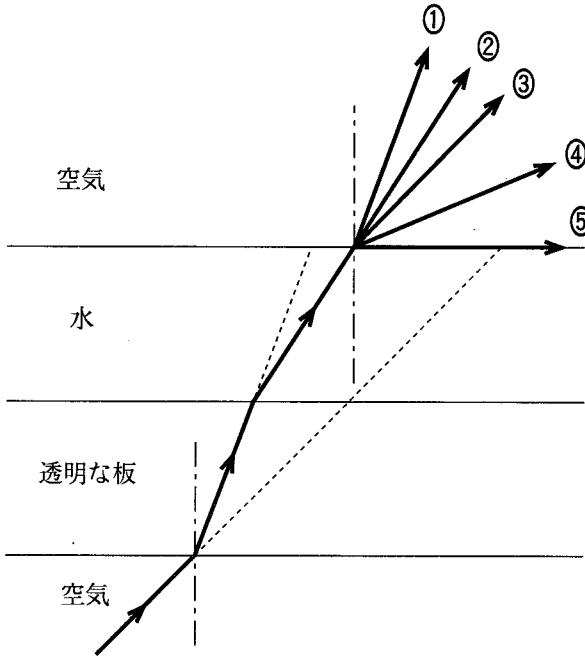


図 3

問 5 図 2 における入射角  $i$  を  $45^\circ$  とする。このとき透明な板から水中へ光が進むときの屈折角  $\theta$  に対する  $\sin \theta$  の値として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、 $\sqrt{2}$  は 1.4 とする。

- ① 0.37    ② 0.48    ③ 0.55    ④ 0.65    ⑤ 0.71    ⑥ 0.92

第 5 問 次の文章(A・B)を読み、下の問い(問 1～4)に答えよ。

(解答番号  ～  )(配点 24)

A 面積の等しい 2 枚の金属板を距離  $d$  だけ離して平行板コンデンサーをつくった。このコンデンサーに起電力  $V_0$  の電池とスイッチ S を図 1 のようにつないだ。スイッチ S を閉じて十分に時間が経ったとき、コンデンサーに蓄えられた電荷を  $Q_0$ 、静電エネルギーを  $W_0$  とする。以下の問い(問 1～3)の  ～  の解答として正しいものを、下の解答群の①～⑤のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

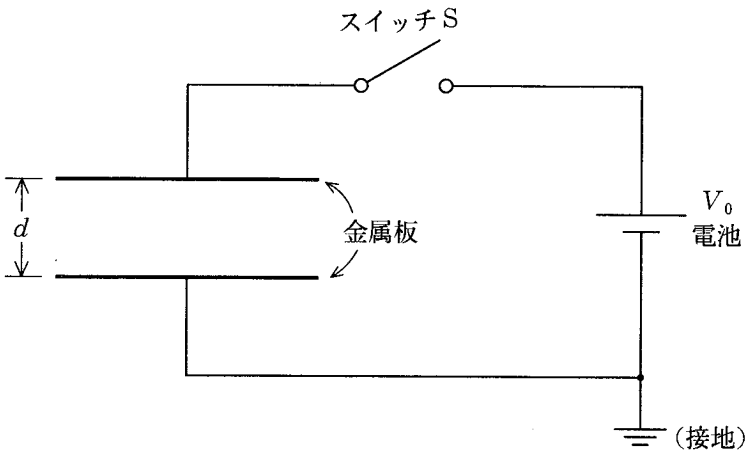


図 1

問 1 スイッチ S を閉じたまま、コンデンサーの極板間の距離を  $2d$  にひろげた。コンデンサーに蓄えられた電荷は  $Q_0$  の何倍になったか。  倍

問 2 スイッチ S を閉じたまま極板間の距離を  $d$  に戻し、十分に時間が経った後、スイッチ S を開いた。その後、極板間の距離を  $2d$  にひろげたとき、コンデンサーに蓄えられた静電エネルギーは  $W_0$  の何倍になったか。  
 倍

問 3 再び極板間の距離を  $d$  に戻し、スイッチ S を閉じて十分に時間が経った後、スイッチ S を開いた。その後、極板間に比誘電率 2 の誘電体をすきまなく入れると極板間の電位差は  $V_0$  の何倍になったか。  倍

~  の解答群

①  $\frac{1}{4}$

②  $\frac{1}{2}$

③ 1

④ 2

⑤ 4



B  $1\text{ k}\Omega$  と  $2\text{ k}\Omega$  の抵抗と電池を使って図 2 のような回路を組んだところ、点 B と点 C の間の抵抗には  $1\text{ mA}$ 、点 C と点 D の間の抵抗には  $3\text{ mA}$  の電流が流れた。

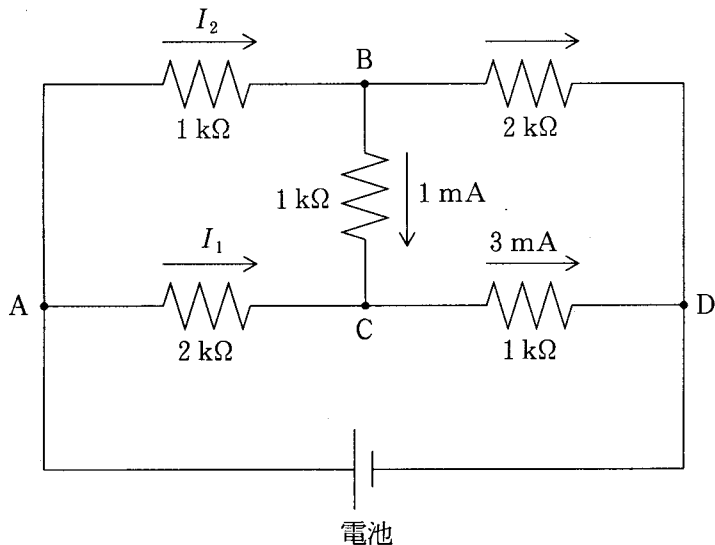


図 2

問 4 次の文章中の空欄  ～  に入れる数値として正しいものを、下の①～⑩のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

点 A と点 C の間の  $2\text{ k}\Omega$  の抵抗に流れる電流  $I_1$  は   $\text{mA}$  であり、点 A と点 D の間の電位差は   $\text{V}$  である。また、点 A と点 B の間の  $1\text{ k}\Omega$  の抵抗に流れる電流  $I_2$  は   $\text{mA}$  である。

～  の解答群

- |     |     |     |     |      |
|-----|-----|-----|-----|------|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5  |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 10 |