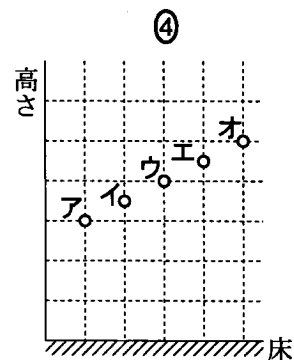
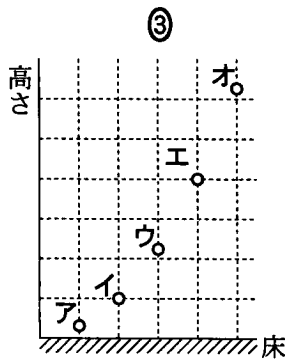
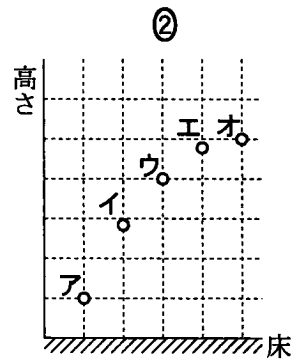
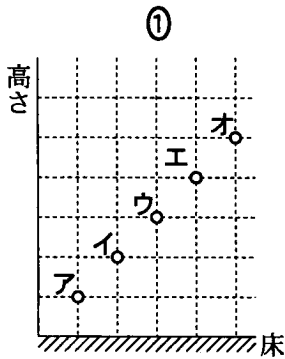


# 物 理 I B

(全 問 必 答)

第 1 問 次の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号  ～  〕(配点 20)

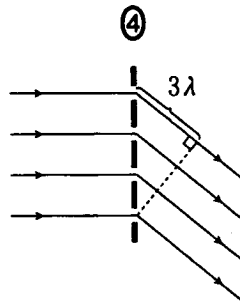
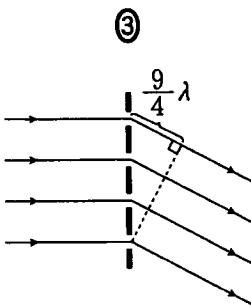
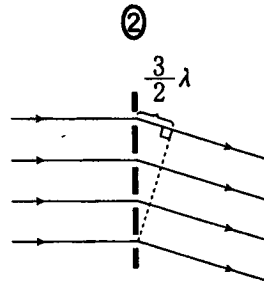
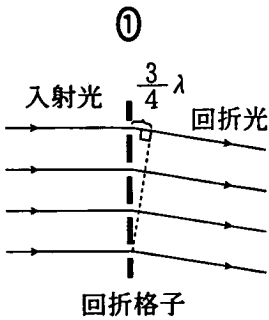
問 1 5 個の小球ア～オを時刻  $t=0$  で異なる高さから初速度 0 で同時に落下させたところ、 $t=0$  から等しい時間間隔で、小球が順に床に衝突した。 $t=0$  で、それぞれの小球はどのような高さにあったか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、空気抵抗は無視できるものとする。



問 2 断熱容器の中の水 710 g に、 $-10^{\circ}\text{C}$  の氷 42 g を入れたところ、氷はすべて融解して全体が  $0^{\circ}\text{C}$  の水になった。最初に断熱容器の中にあった水の温度はいくらであったか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、氷の比熱を  $2.1\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、水の比熱を  $4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、氷の融解熱を  $334\text{ J}/\text{g}$  とする。   $^{\circ}\text{C}$

- ① 1            ② 5            ③ 10            ④ 15            ⑤ 20

問 3 波長  $\lambda$  の単色光を回折格子の面に垂直にあてた場合、次の図の中で回折光が最も強めあうのはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。



物理 I B

問 4 電気力線についての記述として正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 1本の電気力線上では、電位は一定である。
- ② 電気力線は、負の電荷から出て正の電荷で終わる。
- ③ 電気力線は枝分かれすることがある。
- ④ 電荷から出る電気力線の総数は、電荷のもつ電気量の2乗に比例する。
- ⑤ 電気力線が密な場所は、まばらな場所に比べて電界(電場)が強い。

問 5 次の文中の空欄  ・  に入れる数として正しいものを、下の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。

鉛の原子核  ${}^{212}_{82}\text{Pb}$  は、  回の  $\alpha$  崩壊と  回の  $\beta$  崩壊によって安定な  ${}^{208}_{82}\text{Pb}$  になる。

- ① 1                      ② 2                      ③ 3                      ④ 4                      ⑤ 0

第 2 問 次の文章(A・B)を読み, 下の問い(問 1～6)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 24)

A 図 1 のように, 斜面  $S_0, S_1$  と水平な床がなめらかにつながっている。斜面  $S_0$  および床は摩擦のない面であり, 斜面  $S_1$  は粗い面である。床から高さ  $h$  の斜面  $S_0$  上の点 P より, 質量  $m$  の小物体 A を斜面に沿って下方に速さ  $v_0$  で打ち出したところ, 床に置かれた質量  $M$  の小物体 B に衝突した。ただし, 斜面  $S_1$  の水平面からの角度を  $\theta$  とし, 重力加速度の大きさは  $g$  とする。また, 斜面  $S_1$  と小物体 B の間の動摩擦係数を  $\mu'$  とする。

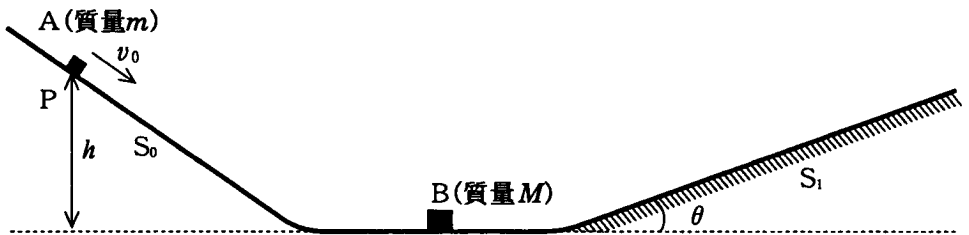


図 1

問 1 小物体 B に衝突する直前の小物体 A の速さ  $v_1$  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。  $v_1 =$

- |                      |                       |                        |
|----------------------|-----------------------|------------------------|
| ① $v_0 + \sqrt{gh}$  | ② $\sqrt{v_0^2 - gh}$ | ③ $\sqrt{v_0^2 - 2gh}$ |
| ④ $v_0 + \sqrt{2gh}$ | ⑤ $\sqrt{v_0^2 + gh}$ | ⑥ $\sqrt{v_0^2 + 2gh}$ |

問 2 小物体Aは小物体Bに衝突した直後に静止した。衝突直後の小物体Bの速さ  $v_2$  はどれだけか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

$v_2 =$

①  $\frac{M}{m} v_1$

②  $\sqrt{\frac{M}{m}} v_1$

③  $v_1$

④  $\frac{m}{M} v_1$

⑤  $\sqrt{\frac{m}{M}} v_1$

問 3 図2のように、小物体Bは斜面  $S_1$  をのぼり、点Qにおいて速さが0になった。点Qの床からの高さはいくらか。正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

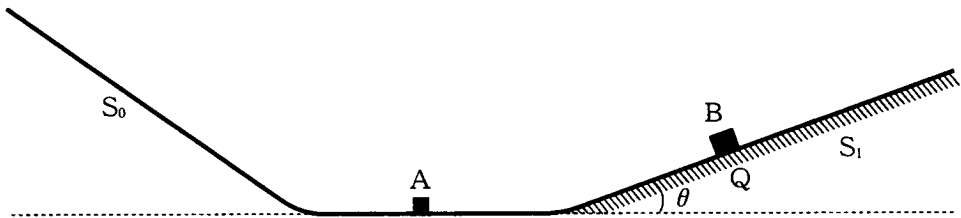


図 2

①  $\frac{v_2^2}{2g(\sin\theta + \mu' \cos\theta)}$

②  $\frac{v_2^2}{2g(\cos\theta + \mu' \sin\theta)}$

③  $\frac{v_2^2 \cos\theta}{2g(\sin\theta + \mu' \cos\theta)}$

④  $\frac{v_2^2 \cos\theta}{2g(\cos\theta + \mu' \sin\theta)}$

⑤  $\frac{v_2^2 \sin\theta}{2g(\sin\theta + \mu' \cos\theta)}$

⑥  $\frac{v_2^2 \sin\theta}{2g(\cos\theta + \mu' \sin\theta)}$

物理 I B

B ばね定数  $k$  のばねの一端を壁に固定し、他端に質量  $m$  の物体 A を取り付け、摩擦のない水平面上に置いた。さらに、物体 A を質量  $2m$  の物体 B と糸でつなぎ、これらを一直線上に配置した。図 3 のように、物体 B を少し引っ張り、ばねが自然長から  $l$  だけ伸びたところで物体 B を固定した。ただし、ばねと糸の質量は無視できるものとする。

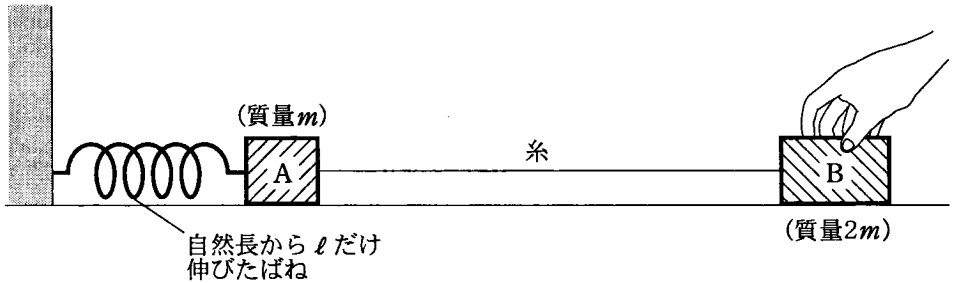


図 3

問 4 物体 B を固定していた手を静かに離れた直後における物体 A の加速度の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- ①  $\frac{kl}{3m}$       ②  $\frac{kl}{2m}$       ③  $\frac{kl}{m}$       ④  $\frac{2kl}{m}$       ⑤  $\frac{3kl}{m}$

問 5 手を離してから糸の張力の大きさが 0 になるまでの間、張力の大きさは、ばねが物体 A を引く力の大きさの何倍か。正しいものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。 5 倍

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

問 6 ばねが自然長に達したとき糸の張力の大きさが 0 になり、そのあと糸がたるんだ。ばねは自然長からさらにどれだけ縮むか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、ばねが最も縮むまでに、物体 A と物体 B は衝突しないものとする。

- ① 0      ②  $\frac{1}{\sqrt{3}}\ell$       ③  $\frac{1}{\sqrt{2}}\ell$       ④  $\sqrt{\frac{2}{3}}\ell$       ⑤  $\ell$

第 3 問 次の文章を読み、下の問い(問 1～4)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 16)

図 1 のように、なめらかに動くピストンを備えた断面積  $S$  のシリンダーが、圧力  $p_0$ 、温度  $T_0$  の大気中に置かれている。ピストンとシリンダーは、断熱材で作られている。シリンダーの底面は、熱を通す板でできている。さらに、その外側は断熱材で作られたキャップでおおわれている。シリンダー内に閉じこめられた気体は、最初、圧力  $p_0$ 、体積  $V_0$ 、温度  $T_0$  の状態 A であった。

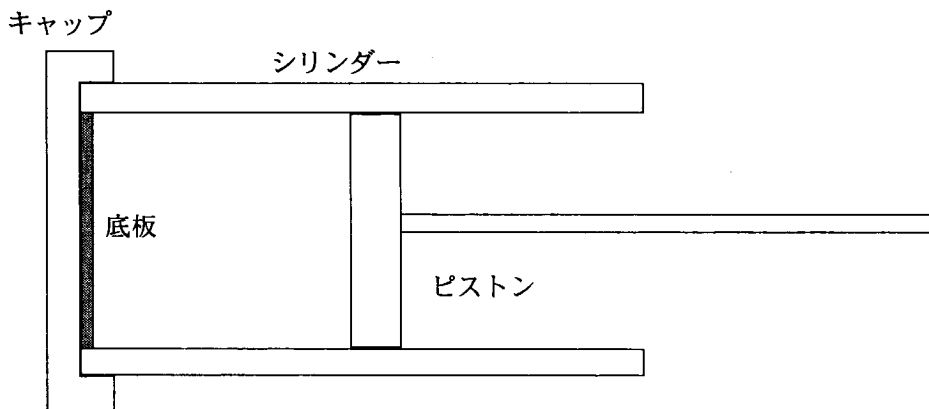


図 1

問 1 ピストンを動かしてシリンダー内の気体を断熱圧縮し、圧力  $p_1$ 、体積  $V_1$ 、温度  $T_1$  の状態 B に変化させた。この状態 B を保つためにピストンに加えなければならない力の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

①  $p_1$

②  $p_1 S$

③  $\frac{p_1}{S}$

④  $p_1 - p_0$

⑤  $(p_1 - p_0) S$

⑥  $\frac{p_1 - p_0}{S}$



問 2  $T_0$  と  $T_1$  の大小関係として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

2

①  $T_1 > T_0$

②  $T_1 = T_0$

③  $T_1 < T_0$

④ シリンダー内の気体の種類による。

問 3 状態 B でピストンの位置を固定したままキャップをはずし、十分長い時間放置すると、シリンダー内の気体は温度  $T_0$  の状態 C になった。このときのシリンダー内の気体の圧力はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

3

①  $p_0$

②  $\frac{V_1}{V_0} p_0$

③  $\frac{V_0}{V_1} p_0$

④  $p_1$

⑤  $\frac{V_1}{V_0} p_1$

⑥  $\frac{V_0}{V_1} p_1$

問 4 シリンダー内の気体の内部エネルギーが減少する過程はどれか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

4

① 状態 A から状態 B への過程

② 状態 B から状態 C への過程

③ 状態 A から状態 B への過程、および状態 B から状態 C への過程の両方

④ そのような過程はない。

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 水面上で距離  $d$  だけ離れた点 A, B に二つの波源を置いた。この二つの波源を同じ振動数, 同じ振幅, 同位相で振動させ, 波長  $\lambda$  の波を発生させた。このとき, 二つの波が常に弱めあう点を連ねた線(節線)の様子は, 図 1 の実線のようになった。

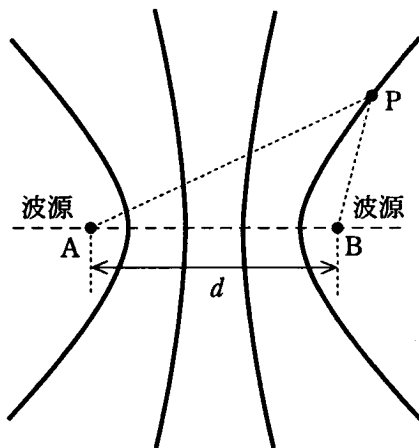


図 1

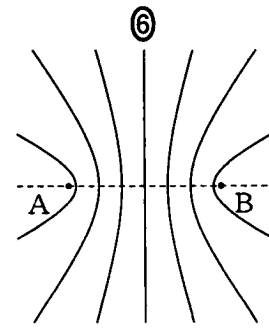
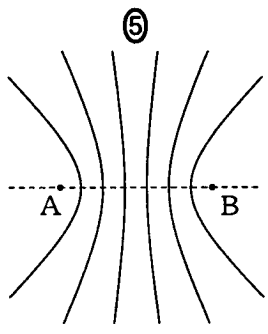
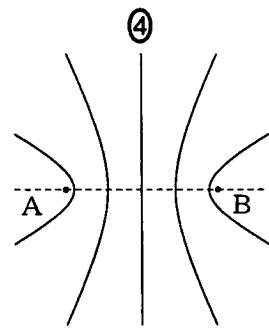
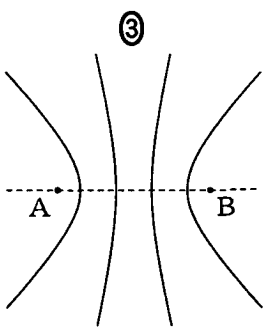
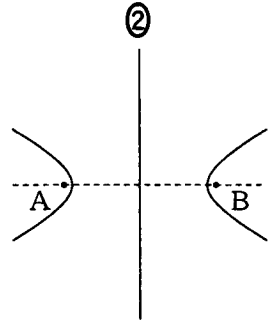
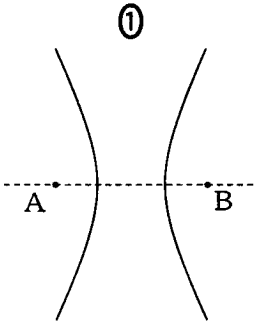
問 1 図 1 に示した節線上の点を P とすると,  $|AP - BP|$  はいくらか。正しいものを, 次の①~⑥のうちから一つ選べ。

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

問 2 距離  $d$  と波長  $\lambda$  の比はどのような範囲になるか。最も適当なものを, 次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ①  $\frac{1}{2} < \frac{d}{\lambda} < \frac{3}{2}$
- ②  $\frac{3}{2} < \frac{d}{\lambda} < \frac{5}{2}$
- ③  $\frac{5}{2} < \frac{d}{\lambda} < \frac{7}{2}$
- ④  $\frac{7}{2} < \frac{d}{\lambda} < \frac{9}{2}$
- ⑤  $\frac{9}{2} < \frac{d}{\lambda} < \frac{11}{2}$

問 3 次に、二つの波源の振動数と振幅は同じままで、振動の位相を互いに逆にして波を発生させた。このとき、節線の模様はどのようなになるか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 3



物理 I B

B 図2のように、船が振動数 400 Hz の霧笛を鳴らしながら、まっすぐに港に近づいている。港でこの霧笛を聞き、その振動数を測ったところ 406 Hz であった。ただし、風はなく、空気中の音速は、338 m/s であるとする。

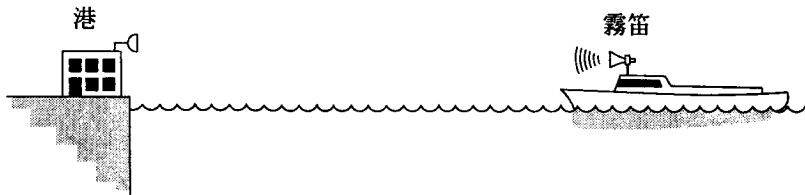


図 2

問 4 この測定結果から船の速さを求めるといくらになるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。  m/s

① 1

② 3

③ 5

④ 7

⑤ 9

問 5 船が途中で速さを変えたため、船と港の間の距離は、図 3 のグラフのように変化した。このとき港で刻々測定した霧笛の振動数は、どのように変化したか。最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 5

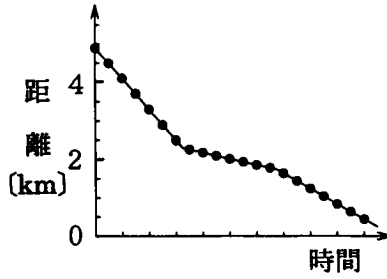
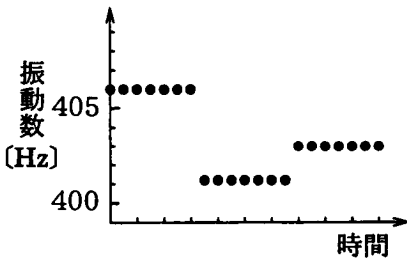
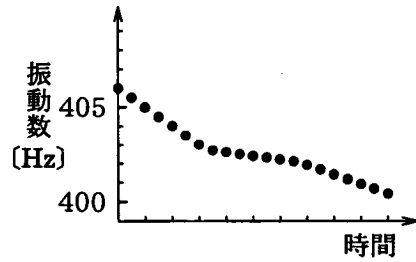


図 3

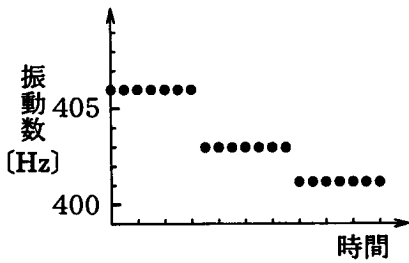
①



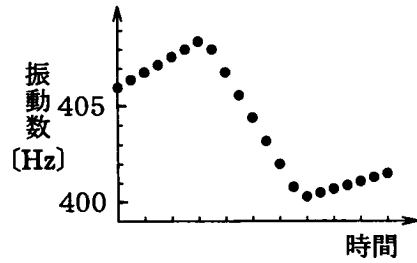
②



③



④



物理 I B

第 5 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、 $x$  軸上の原点に電気量  $Q$  の正の点電荷を、また、 $x = d$  の位置に電気量  $\frac{Q}{4}$  の正の点電荷を固定した。

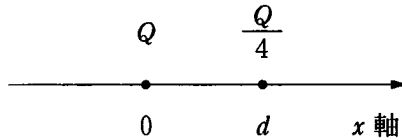
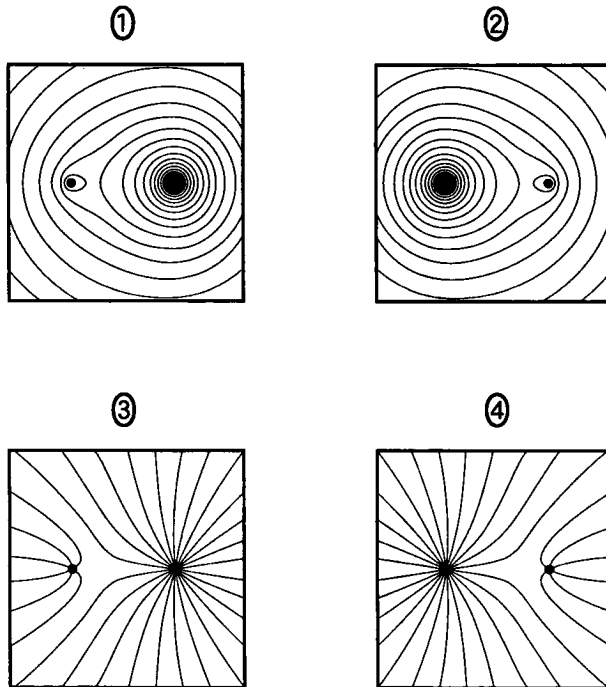


図 1

問 1 図 1 の  $x$  軸を含む平面内の等電位線はどのようなになるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、図中の左の黒丸は電気量  $Q$  の点電荷の位置を示し、右の黒丸は電気量  $\frac{Q}{4}$  の点電荷の位置を示す。



問 2  $x$  軸上で、電気量  $Q$  と  $\frac{Q}{4}$  の二つの点電荷の間のある位置  $x = d'$  に第 3 の点電荷を置いたところ、この電荷にはたらく静電気力の合力は 0 となった。このとき、第 3 の点電荷の位置  $d'$  はいくらか。正しいものを、次の ①～⑤のうちから一つ選べ。

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

問 3 問 2 で第 3 の点電荷の電気量をおある値にすると、 $x = 0$  にある電気量  $Q$  の点電荷にはたらく静電気力の合力は 0 になる。このとき、 $x = d$  にある電気量  $\frac{Q}{4}$  の点電荷にはたらく静電気力の合力はどうなるか。正しいものを、次の ①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 合力は 0 になる。  
 ②  $x$  軸の正の向きにはたらく。  
 ③  $x$  軸の負の向きにはたらく。  
 ④  $x$  軸に垂直な方向にはたらく。  
 ⑤ 問題の条件からだけではわからない。

物理 I B

B 図2のように、電気容量が $2C$ と $C$ のコンデンサー、起電力 $V$ の電池、可変抵抗器、およびスイッチ $S_1$ 、 $S_2$ からなる回路がある。点 $a$ と点 $b$ の間にある可変抵抗器を使って、接点 $c$ と点 $b$ の間の抵抗値 $r$ を $0$ から $R$ まで変えることができる。最初、スイッチ $S_1$ 及び $S_2$ は開いており、二つのコンデンサーには電荷はないものとする。ただし、二つのコンデンサーをつないだ点を $d$ とし、点 $e$ の電位は $0$ とする。

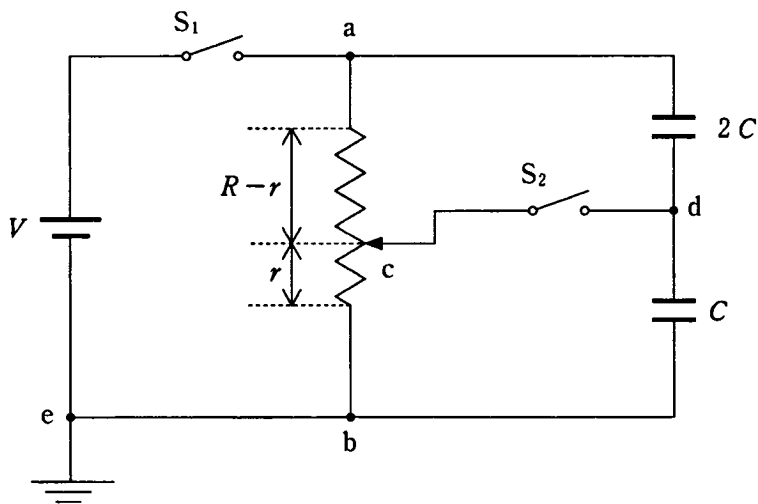


図 2

問 4 スイッチ $S_1$ のみを閉じて十分時間が経過した後、点 $d$ の電位はいくらになるか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

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



問 5 次に、スイッチ  $S_2$  も閉じて、可変抵抗器の接点  $c$  をゆっくり動かし、接点  $c$  と点  $b$  の間の抵抗値  $r$  を  $0$  から  $R$  まで変化させた。このとき、二つのコンデンサーに蓄えられた静電エネルギーの総和  $U$  はどのように変化するか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

