

2022年度

一般選抜 A 日程  
【2/6】

物理基礎・物理

[60 分]

【問題 1】 次の問 1 から問 5 について、それぞれ指定されたように答えなさい。

(解答番号  - )

問 1  $x$  軸上の正の向きに速さ  $6.0 \text{ m/s}$  で進む質量  $4.0 \text{ kg}$  の小球 A と、それと同じ向きに  $x$  軸上を速さ  $2.0 \text{ m/s}$  で進む質量  $3.0 \text{ kg}$  の小球 B が衝突した。その後、小球 A は速さ  $3.0 \text{ m/s}$  で  $x$  軸上を正の向きに進んだ。小球 B の衝突後の速度として最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。ただし、 $x$  軸上の負の向きはマイナス符号で表すこととする。

- ①  $3.0 \text{ m/s}$       ②  $6.0 \text{ m/s}$       ③  $12 \text{ m/s}$       ④  $40 \text{ m/s}$   
 ⑤  $-3.0 \text{ m/s}$     ⑥  $-6.0 \text{ m/s}$     ⑦  $-12 \text{ m/s}$     ⑧  $-40 \text{ m/s}$

問 2 図 1 のように、細くてまっすぐな軽い棒 AB の一端 A は回転できる留め金で水平な天井に固定され、他端 B はひもで天井の C 点から垂直に吊り下げられて静止している。棒とひもは同一鉛直面内にあり、A における棒と天井のなす角は  $30^\circ$  である。まず、質量  $M$  のおもりが軽い糸で棒の midpoint P からつり下げられたとき、点 B におけるひもの張力を  $T_1$  とする。続いて、図 2 のように、質量  $M$  のおもりをつり下げる位置を点 B に変更し、このときのひもの張力を  $T_2$  とすると、 $T_2$  は  $T_1$  の何倍となるか。最も適当なものを、下のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

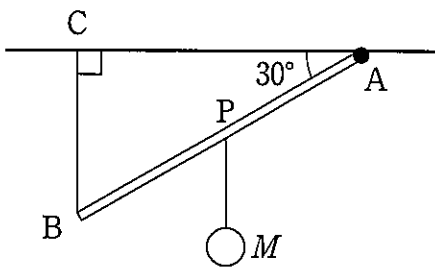


図 1

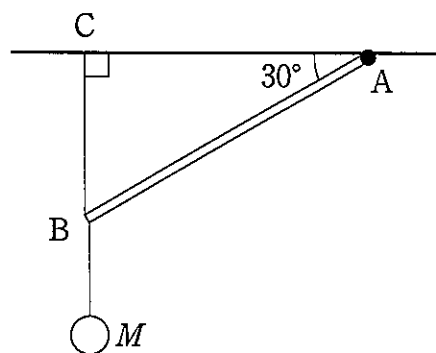


図 2

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

問3 地面から高さ  $h$  の位置から質量  $2m$  の物体 A を静かに落とすと同時に、地面から高さ  $\frac{h}{2}$  の位置から質量  $m$  の物体 B を静かに落とす。このとき、物体 A が落ち始めてから地面に到達するまでの時間  $t_A$  は、物体 B が落ち始めてから地面に到達するまでの時間  $t_B$  の何倍となるか。最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

3

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

問4 原子核と放射線に関する記述として正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

4

- ①  $\alpha$  崩壊では、質量数は変化しないが原子番号は減少する。  
②  $\alpha$  粒子とは  ${}^4_2\text{He}$  の原子核のことである。  
③  $\beta$  崩壊では、質量数は変化しないが原子番号は増大する。  
④  $\beta$  崩壊では、中性子が飛び出す。  
⑤  $\gamma$  線は磁場の中で曲がる。

問5 エネルギー形態の移り変わりに関する次の文章中の空欄  に入れる語として最も適当なものを、下のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

5

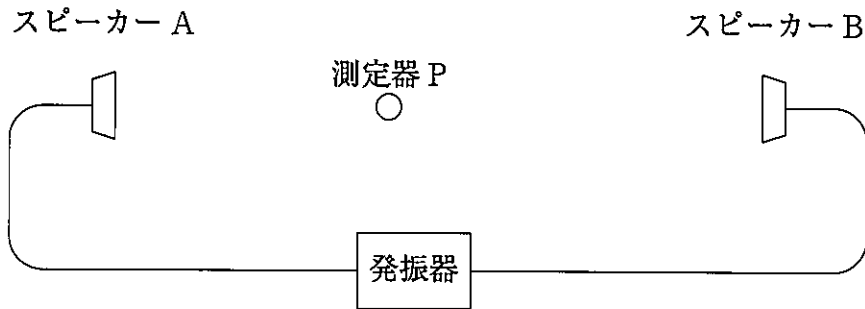
風力発電では、風の力を利用して発電機に連結された風車（風力タービン）を回し、電気を得ている。これは空気の  を電気エネルギーに変換するしくみである。

- ① 核エネルギー      ② 磁気エネルギー      ③ 位置エネルギー  
④ 内部エネルギー      ⑤ 運動エネルギー      ⑥ 化学エネルギー

【問題2】 次の文章を読み、問1から問3に答えよ。

(解答番号  - )

図のようにスピーカー A, B が十分に隔てて置かれ, A と B を結ぶ直線上にある測定器 P で音波を測定する. 2つのスピーカーには発振器が接続され, 振動数と振幅が同じ平面波の音波が P へ向けて発せられるものとする. また, 風はなく, 音速は一定であるとする.



図

問1 A から音波を出し, 時間  $T$  だけ遅れて B から音波を出したところ, 同時に P に届いた. AB 間の距離を  $L$ , 音速を  $V$  とするとき, PA 間の距離として正しいものを, 次のうちから一つ選び, 番号で答えなさい.

- ①  $\frac{VT}{2}$                       ②  $VT$                       ③  $\frac{L-VT}{2}$   
 ④  $\frac{L+VT}{2}$                       ⑤  $L-VT$                       ⑥  $L+VT$

問2 次に, A, B から一定の振動数の音波を同時に発し, A と B の間のいろいろな位置に測定器 P を置いて音波を測定すると, 音が最も大きくなる場所が 2.0 m の間隔で存在した. このことから, AB 間に定常波が出来ていることが分かる. スピーカーから発せられている音波の振動数はいくらか. 最も適当なものを, 次のうちから一つ選び, 番号で答えなさい. ただし, 音速  $V$  は 340 m/s とする.

- ① 1360 Hz                      ② 680 Hz                      ③ 340 Hz  
 ④ 170 Hz                      ⑤ 85 Hz                      ⑥ 43 Hz

問3 次の文章中の空欄〔ア〕,〔イ〕に入れる語句の組合せとして最も適当なものを, 下のうちから一つ選び, 番号で答えなさい。

8

BとPの位置を固定し, Aを一定の速さでBの向きに動かすと, Pが測定する音の大きさが周期的に変化した。これは, 問2で考えたように定常波が生じているためである。

この現象は次のようにも説明できる。AがBの方向へ動いているのでPからみると, Aからの音の振動数は〔ア〕, Bからの音の振動数は〔イ〕。振動数の異なるこれらの2つの音がうなりを起こすために, 音の大きさが周期的に変化した。

	〔ア〕	〔イ〕
①	大きくなり	大きくなる
②	大きくなり	変わらない
③	大きくなり	小さくなる
④	変わらず	大きくなる
⑤	変わらず	変わらない
⑥	変わらず	小さくなる
⑦	小さくなり	大きくなる
⑧	小さくなり	変わらない
⑨	小さくなり	小さくなる

【問題3】 次の文章を読み、問1と問2に答えよ。

(解答番号  - )

図1のような格子定数（スリットの間隔） $d$ の回折格子に、波長 $\lambda$ の光を垂直に入射した。このとき、隣り合うスリットを通る光の経路差が光の1波長分となる回折光は強め合う。このような方向の回折光を一次回折光という。

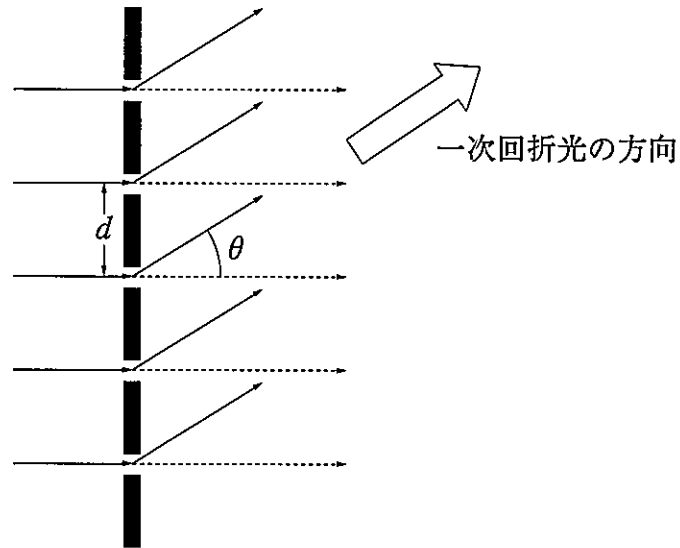


図1

問1 格子定数 $d$ が $2.0 \times 10^{-6}$  m、一次回折光の方向と入射光の方向とのなす角度 $\theta$ が $30^\circ$ であるとき、入射光の波長 $\lambda$ の値として最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

- ①  $2.0 \times 10^{-6}$  m      ②  $1.7 \times 10^{-6}$  m      ③  $1.0 \times 10^{-6}$  m  
④  $0.9 \times 10^{-6}$  m      ⑤  $0.6 \times 10^{-6}$  m

問2 この回折格子に垂直に細い太陽光線を入射させ、透過光をスクリーンに投影したところ、図2のように、スクリーン上に一回折光のスペクトルが現れた。この時の光の色の並び方として最も適当なものを、下のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

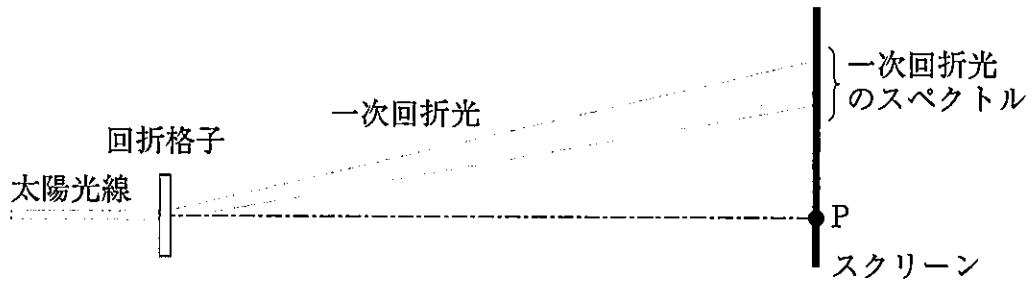


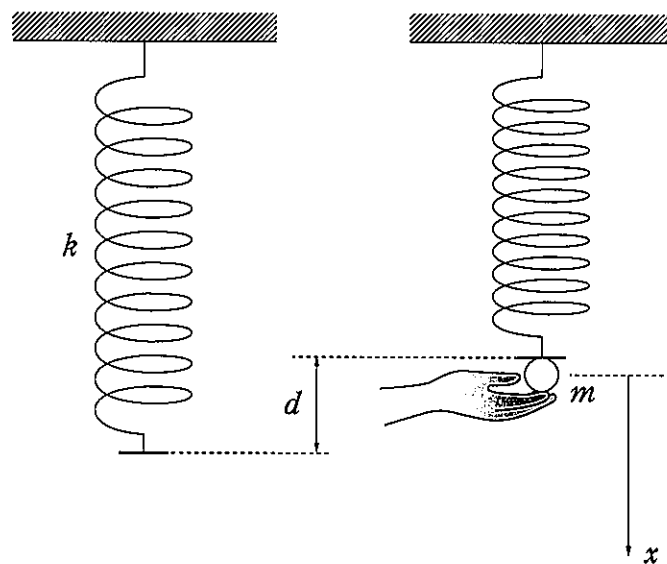
図2

- ①
  - 赤
  - 緑
  - 紫
  - スペクトル
  - P
- ②
  - 赤
  - 紫
  - 緑
  - スペクトル
  - P
- ③
  - 紫
  - 赤
  - 緑
  - スペクトル
  - P
- ④
  - 紫
  - 緑
  - 赤
  - スペクトル
  - P
- ⑤
  - 緑
  - 紫
  - 赤
  - スペクトル
  - P
- ⑥
  - 緑
  - 赤
  - 紫
  - スペクトル
  - P

【問題4】 次の文章を読み、問1と問2に答えよ。

(解答番号  - )

図のように、ばね定数  $k$  の軽いばねを天井からつり下げ、質量  $m$  の小物体を手で下からばねに押し当て、ばねを自然の長さから鉛直上向きに  $d$  だけ縮めた。この状態から小物体を支える手を離すと、重力とばねの力により、小物体は初速度0で鉛直下向きに運動し始めた。ばねが自然の長さ到了た後、小物体はばねから離れて落下運動を続けた。重力加速度の大きさを  $g$  とする。



図

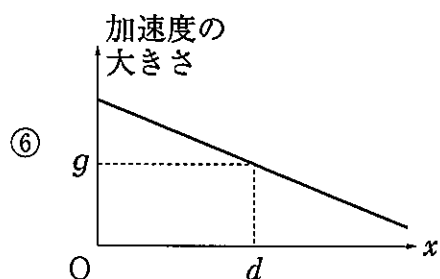
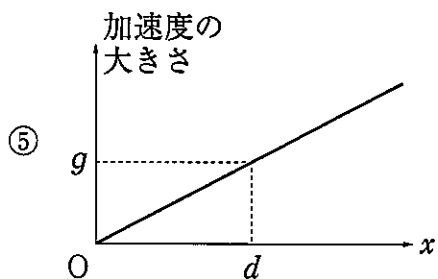
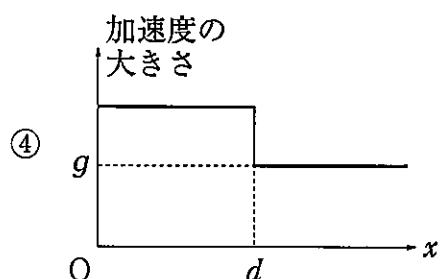
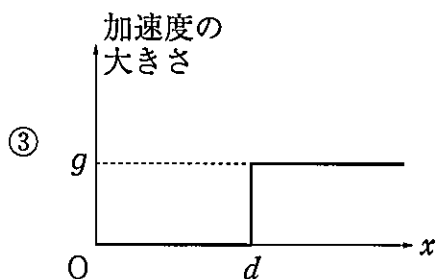
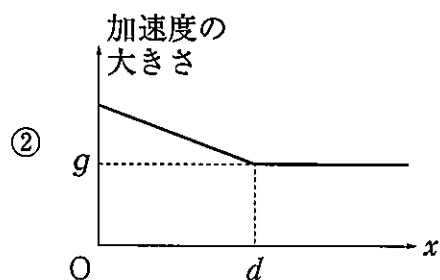
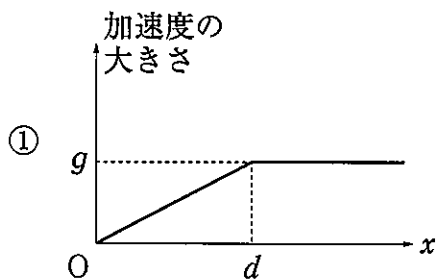
問1 手を離した瞬間からばねが自然の長さに達した瞬間までに、小物体にはたらくすべての力による仕事を表す式として正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

- ①  $mg$                       ②  $kd$                       ③  $mg + kd$   
 ④  $mgd$                       ⑤  $\frac{1}{2}kd^2$                       ⑥  $mgd + \frac{1}{2}kd^2$



問2 小物体の最初の位置から移動した距離  $x$  と、加速度の大きさとの関係を表すグラフとして最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

12



【問題5】 次の文章を読み、問1から問3に答えよ。

(解答番号  - )

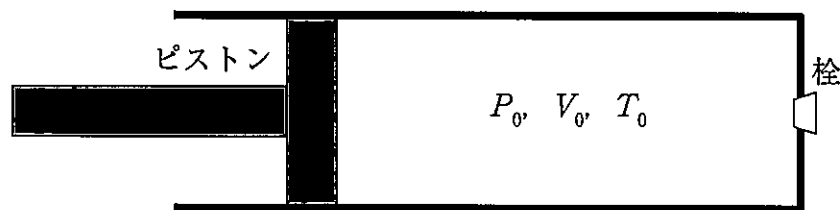
図のように、なめらかに動くピストンが取り付けられた円筒容器に小さな穴をあけ、穴に栓を差し込んで内部に気体を閉じ込めた。このとき、気体の圧力、体積、温度はそれぞれ  $P_0$ 、 $V_0$ 、 $T_0$  であった。

栓は、容器内部の気体の圧力が  $P_M$  ( $P_M > P_0$ ) 以下のときは差し込まれたままだが、 $P_M$  より大きくなると容器から外れるようになっている。容器は熱をよく通し、外部の温度を変化させることにより、内部の気体の温度を変化させることができる。気体は理想気体とみなせるものとする。

次の2つの操作について考える。

操作A：図の状態から、内部の気体の温度を  $T_0$  に保ったまま、栓がはずれるまでピストンをゆっくり押し込む。

操作B：図の状態から、容器の外側を断熱材で覆って断熱し、栓がはずれるまでピストンをゆっくり押し込む。



図

問1 操作Aを行ったとき、栓がはずれる直前の容器内部の気体の体積を表す式として最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

- ①  $V_0$     ②  $\frac{P_M}{P_0} V_0$     ③  $\frac{P_0}{P_M} V_0$     ④  $\frac{P_M - P_0}{P_0} V_0$     ⑤  $\frac{P_0}{P_M - P_0} V_0$

問2 操作A, 操作Bを行ったときに栓がはずれる直前の容器内部の気体の体積をそれぞれ  $V_A$ ,  $V_B$ , 温度をそれぞれ  $T_A$ ,  $T_B$  とする. これらの大小関係を表す式として最も適当なものを, 次のうちから一つ選び, 番号で答えなさい.

14

	体積の関係	温度の関係
①	$V_A > V_B$	$T_A > T_B$
②	$V_A > V_B$	$T_A = T_B$
③	$V_A > V_B$	$T_A < T_B$
④	$V_A = V_B$	$T_A > T_B$
⑤	$V_A = V_B$	$T_A = T_B$
⑥	$V_A = V_B$	$T_A < T_B$
⑦	$V_A < V_B$	$T_A > T_B$
⑧	$V_A < V_B$	$T_A = T_B$
⑨	$V_A < V_B$	$T_A < T_B$

問3 操作A, 操作Bのそれぞれについて, 容器の内部と外部の間での熱の移動を表す記述の組合せとして最も適当なものを, 次のうちから一つ選び, 番号で答えなさい.

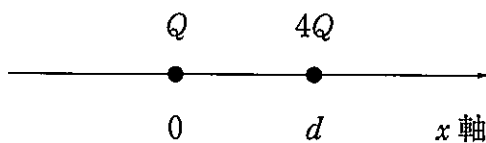
15

	操作A	操作B
①	内部から外部へ移動する	内部から外部へ移動する
②	内部から外部へ移動する	外部から内部へ移動する
③	内部から外部へ移動する	移動しない
④	外部から内部へ移動する	内部から外部へ移動する
⑤	外部から内部へ移動する	外部から内部へ移動する
⑥	外部から内部へ移動する	移動しない
⑦	移動しない	内部から外部へ移動する
⑧	移動しない	外部から内部へ移動する
⑨	移動しない	移動しない

【問題6】 次の文章を読み，問1から問3に答えよ。

(解答番号  - )

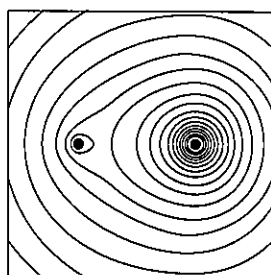
図のように， $x$ 軸上の原点に電気量  $Q$  の正の点電荷を，また， $x=d$  の位置に電気量  $4Q$  の正の点電荷を固定した。



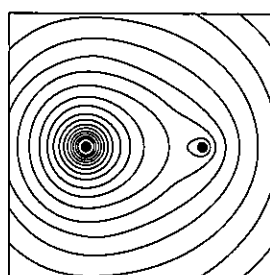
図

問1  $x$ 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，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。ただし，各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  $4Q$  の点電荷の位置を示す。

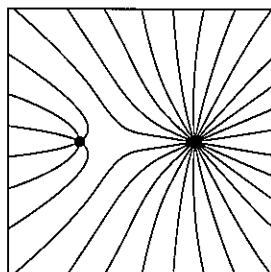
①



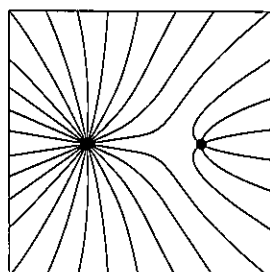
②



③



④



問2  $x$  軸上で、電気量  $Q$  と  $4Q$  の2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、この第3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、 $d'$  を表す式として最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

17

- 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の条件を満たす第3の点電荷の電気量がある値にすると、 $x=0$  にある電気量  $Q$  の点電荷にはたらく静電気力の合力も0になる。このとき、 $x=d$  にある電気量  $4Q$  の点電荷にはたらく静電気力の合力はどうなるか。最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

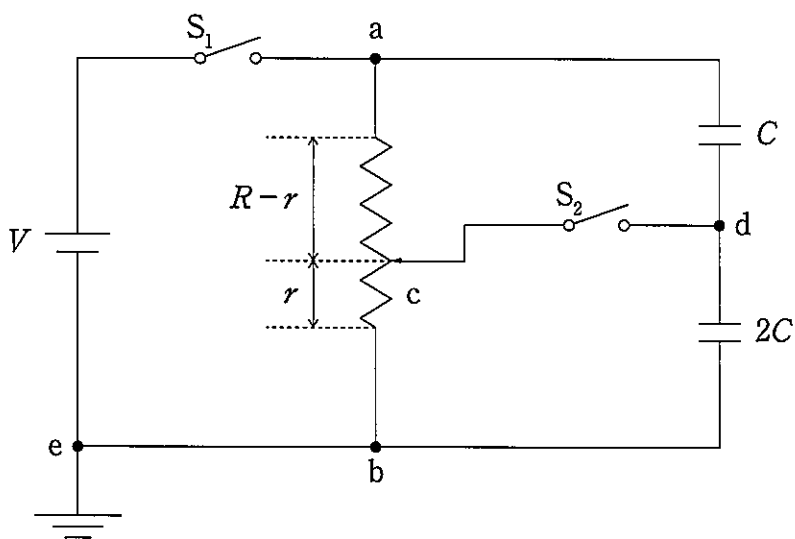
18

- 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。

【問題 7】 次の文章を読み，問 1 と問 2 に答えよ。

(解答番号  - )

図のように，電気容量が  $C$  と  $2C$  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。そのとき，点  $a$  と接点  $c$  の間の抵抗値は  $R-r$  である。最初，スイッチ  $S_1$  および  $S_2$  は開いており，2 つのコンデンサーには電荷はないものとする。ただし，点  $e$  の電位を  $0$  とする。



図

問 1 スイッチ  $S_1$  のみを閉じて十分時間が経過した後，2 つのコンデンサーをつなぐ点  $d$  の電位はいくらになるか。最も適当なものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。

- 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2 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、2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、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

20

