

2025年度 一般入試前期日程試験問題 (1月24日)

選 択 科 目 物 理 化 学 生 物

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 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 3 解答用紙には、解答欄以外に次の記入欄があるので、監督者の指示に従って、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。

① 受験番号欄

受験番号(英字及び数字)を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。
正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。

② 氏名欄

氏名を記入しなさい。

③ 解答科目欄

解答する科目を1つ選び科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合又は複数の科目にマークされている場合は、0点となります。

志望する学科により、選択できる解答科目が異なります。下の囲みの中をよく読んで解答すること。

機械工学科・電気電子工学科の志望者は物理あるいは化学を解答すること。
数理・データサイエンス学科・情報工学科の志望者は物理・化学・生物のうち1科目を解答すること。
指定された科目以外を解答した場合、採点されません。

- 4 解答は、解答用紙の解答欄にマークしなさい。例えば、

10

と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように解答番号10の解答欄の③にマークしなさい。

(例)

解答番号	解 答 欄
10	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ a b

- 5 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

物 理
(1 月 2 4 日)

物 理

第 1 問 次の問い (問 1 ~ 5) に答えよ。

問 1 なめらかな底面をもつ箱の内部にばね定数がともに k の軽いばね A およびばね B を取り付け, ばね A とばね B の間に小球を取り付けた後, 図 1 のように, 箱を水平面から 30° 傾けたところ, ばね A は自然長から d だけ縮み, ばね B は自然長から d だけ伸びた状態で小球が静止した。重力加速度の大きさを g とし, ばねの質量は無視できるものとする。小球の質量はいくらか。最も適当なものを, 下の①~⑥のうちから一つ選べ。 1

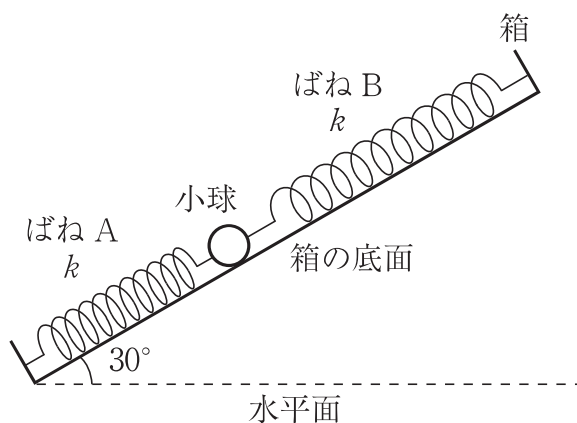


図 1

① $\frac{kd}{4g}$

② $\frac{\sqrt{3}kd}{6g}$

③ $\frac{kd}{2g}$

④ $\frac{2kd}{g}$

⑤ $\frac{2\sqrt{3}kd}{g}$

⑥ $\frac{4kd}{g}$

問2 図2のように、軽い糸の一端を天井に固定し、他端に質量 m の小球を取り付けて糸を張った状態から小球を静かにはなした。小球をはなした位置を点 A とし、小球が到達する最下点 B から点 A までの鉛直方向の高さを H とする。小球が点 A から点 B まで運動する間について、点 B から小球までの鉛直方向の高さを h とし、高さが h のときの小球の運動エネルギーを K 、点 B を含む水平面を基準とした重力による位置エネルギーを U とする。糸は伸び縮みせず糸の質量は無視できるものとし、重力加速度の大きさを g とする。 K と h の関係を実線で、 U と h の関係を破線で表した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。 2

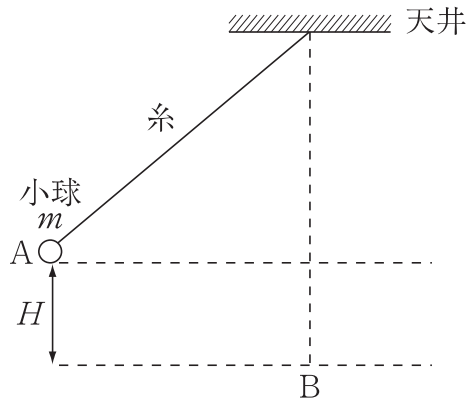
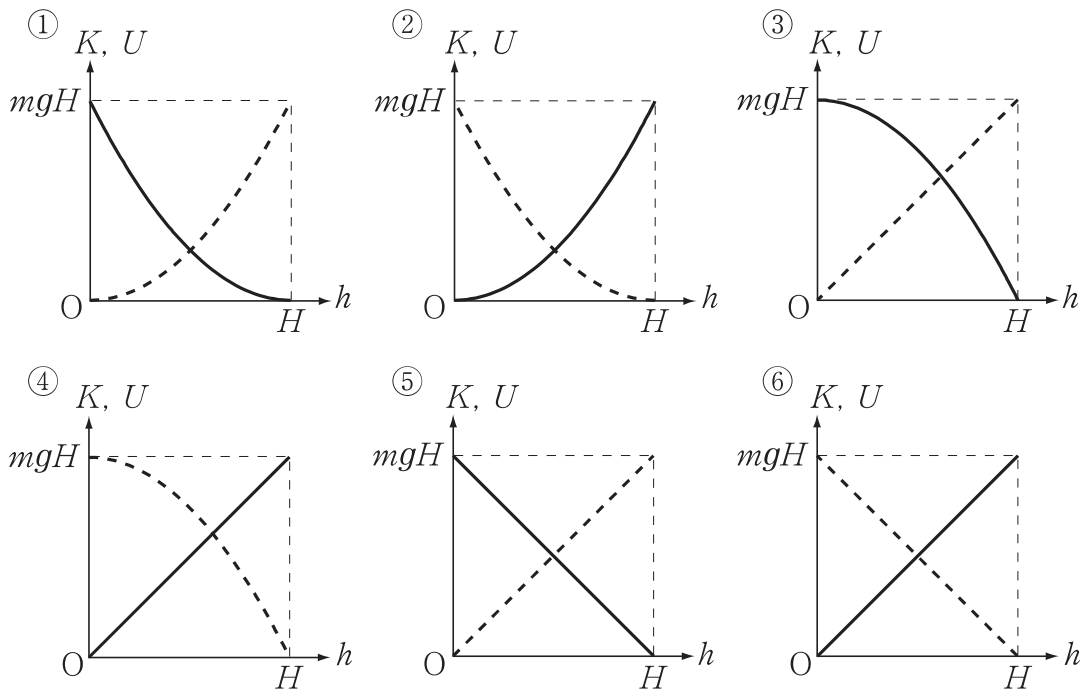


図2



問 3 細長い管にピストンを挿入して閉管をつくり，発振器に接続したスピーカーを開口端 A の近くに置いて音波を発生させた。音波の振動数を一定に保ち，ピストンを開口端 A からゆっくり右向きに移動させたところ，図 3 のように，開口端 A からピストンまでの距離が 17.0 cm のときにはじめて管内の気柱が共鳴した。その位置にピストンを固定し，スピーカーから発生する音波の振動数をゆっくりと大きくしていったところ，一度音が小さくなり，やがて管内の気柱が再び共鳴した。空気中の音速は 340 m/s で一定で，開口端補正は無視できるものとする。管内の気柱が再び共鳴したときにスピーカーから発生する音波の振動数は何 Hz か。最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。

3

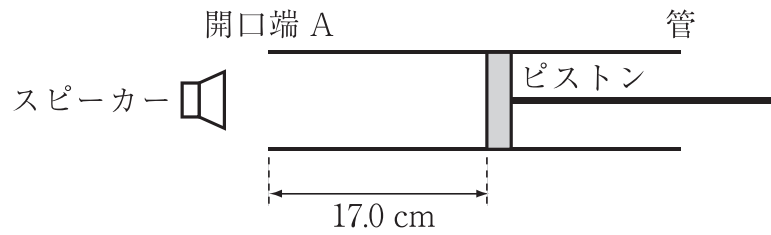


図 3

- | | | |
|----------|-------------------------|-------------------------|
| ① 167 Hz | ② 250 Hz | ③ 500 Hz |
| ④ 750 Hz | ⑤ 1.00×10^3 Hz | ⑥ 1.50×10^3 Hz |

問 4 断熱容器の中に $15.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の水を入れ、水の中に電熱線を浸した。この電熱線に一定の大きさの電流を流しながら水をゆっくりとかくはんしたところ、 300 s 後に全体の水温は $20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ となった。電熱線で発生する熱量は 1 s あたり 28.0 J であった。水の比熱を $4.20\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とし、電熱線で発生した熱はすべて水の温度上昇に使われ、水は電熱線からのみ熱を吸収するものとする。断熱容器内の水の質量は何 g か。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

4

① 250 g

② 300 g

③ 350 g

④ 400 g

⑤ 450 g

⑥ 500 g

問5 様々な発電の方法や発電の特徴について述べた文章のうち、誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

5

- ① 原子力発電では、原子核同士が核融合を起こす際に放出される熱を電気エネルギーに変換している。
- ② 風力発電は、気象現象を利用した発電方法であり、太陽のエネルギーを間接的に利用している。
- ③ 水力発電は、高い位置から流れる水の勢いを利用して発電しており、水のもつ重力の位置エネルギーを電気エネルギーに変換している。
- ④ 火力発電の多くでは、化石燃料を燃やしてタービンを回しており、化石燃料のもつ化学エネルギーを電気エネルギーに変換している。
- ⑤ ソーラーパネルを用いた太陽光発電では、シリコンなどの半導体が光を吸収したときに生じる自由電子を電流として取り出している。
- ⑥ 地熱発電は、地下深くのマグマで加熱された熱水から水蒸気を取り出してタービンを回すことにより発電を行っている。

第2問 次の文章を読み、下の問い(問1, 2)に答えよ。

図1のように、水平でなめらかな床の上に質量 $3m$ の台が左側面をなめらかな壁に接した状態で置かれている。はじめ、台の右端は床に固定された留め具に接しており、台は床に対して動かないようになっている。台の曲面上の点 A に質量 m の小球を置き、点 A において小球を静かにはなした後の小球および台の運動について考える。台の上面は水平であり、台の上面から点 A までの高さは h である。台の曲面および上面はなめらかで小球との間に摩擦は作用せず、小球と台の右端との間の反発係数は e である。小球の大きさおよび空気抵抗の影響は無視できるものとする。また、小球と台は同一鉛直面内を運動する。重力加速度の大きさを g とする。

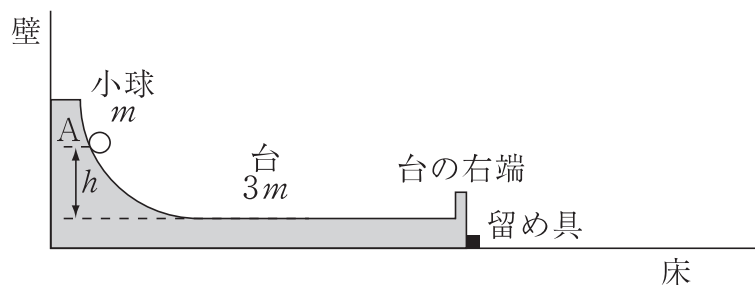


図1

問1 小球を点 A において静かにはなしたところ、小球は曲面および台の上面に沿って運動して台の右端に衝突した後、台の上面に沿って水平左向きに運動し、さらに台の曲面に沿って運動して曲面上の点 B に達したときに一瞬静止した。

(1) 小球と台の右端との衝突において、台の右端が小球に及ぼした力積の大きさはいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 1

- ① $em\sqrt{gh}$ ② $(1-e)m\sqrt{gh}$ ③ $(1+e)m\sqrt{gh}$
 ④ $em\sqrt{2gh}$ ⑤ $(1-e)m\sqrt{2gh}$ ⑥ $(1+e)m\sqrt{2gh}$

(2) 台の上面から点 B までの高さはいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 2

- ① $(1-e)h$ ② $(1-e^2)h$ ③ $(1-e)^2h$
 ④ $\left(\frac{1}{e}-1\right)h$ ⑤ $2eh$ ⑥ e^2h

問2 次に、図2のように留め具を取り去り、小球を点Aにおいて静かにはなしたところ、小球は台の曲面および上面に沿って運動して台の右端に衝突した。小球が台の右端に衝突する直前の速さを v_0 とする。小球が台の右端に衝突した直後から台は水平右向きに床に沿って運動した。その後、小球は台の上面および曲面に沿って運動して曲面上の点Cに達したときに台に対して一瞬静止した。このとき、床に対する台と小球の速度は等しかった。

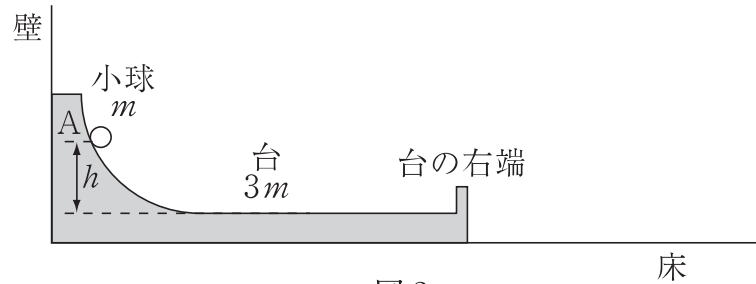


図2

(1) 小球が台の右端に衝突した直後の床に対する台の速さはいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 3

- ① $\frac{1}{4}ev_0$ ② $\frac{1-e}{4}v_0$ ③ $\frac{1+e}{4}v_0$
 ④ $\frac{1}{2}ev_0$ ⑤ $\frac{1-e}{2}v_0$ ⑥ $\frac{1+e}{2}v_0$

(2) 小球が台に衝突した直後、小球の床に対する速度が水平左向きとなるためには反発係数 e がある値 e_0 より大きくなければならない。 e_0 はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

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

(3) 小球が点Cに達したとき、床に対する台と小球の速さはいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

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

第3問 次の文章を読み、下の問い(問1, 2)に答えよ。

図1のように、水平面に2本の導体レールを間隔 L で平行に固定して、スイッチ S_1 、抵抗値 R の抵抗 R_1 および起電力の大きさが E の電池を2本のレールの端子 ab 間に接続し、スイッチ S_2 および抵抗値 r の抵抗 R_2 を2本のレールの端子 cd 間に接続した。この水平面に対して垂直に、紙面の裏から表に向かう向きに磁束密度の大きさが B で一様な磁場が存在する。2本の導体レールに対して垂直に質量 m の導体棒をのせ、導体棒が静止していてスイッチ S_1 およびスイッチ S_2 がともに開いた状態をはじめの状態とし、はじめの状態からスイッチを操作した後の導体棒の運動を考える。導体棒はレールに対して常に垂直に運動し、レールはなめらかであり導体棒との間に摩擦は作用しない。また、レールは十分に長く、導体棒がレールからはずれることはない。抵抗 R_1 および抵抗 R_2 以外の抵抗および回路を流れる電流がつくる磁場は無視できるものとする。

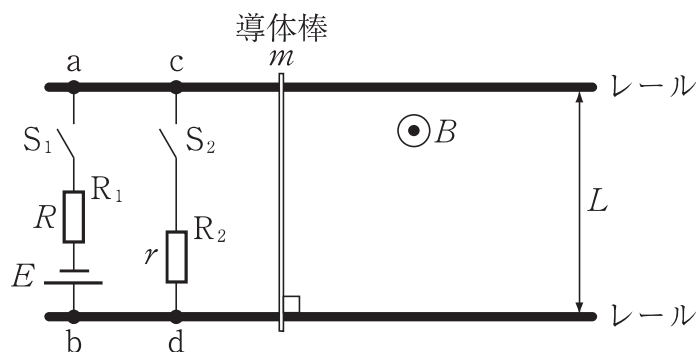


図1

問1 スイッチ S_2 を開いたままスイッチ S_1 を閉じると導体棒は図1の右向きに動き始め、十分に時間が経過すると導体棒の速さは v_1 で一定になった。導体棒の速さが v ($v < v_1$) のとき、導体棒に生じる誘導起電力の大きさ V は $V = vBL$ である。

(1) 導体棒の速さが v のとき、導体棒に流れる電流の大きさを I とする。 I はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 1

① $\frac{E - V}{R}$

② $\frac{V - E}{R}$

③ $\frac{V + E}{R}$

④ $\frac{V^2}{(V + E)R}$

⑤ $\frac{V^2}{ER}$

⑥ $\frac{V^2}{(V - E)R}$

(2) 導体棒の速さが v のとき、導体棒の加速度の大きさはいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 2

① $\frac{IB}{mL}$

② $\frac{IL}{mB}$

③ $\frac{IBL}{m}$

④ $\frac{I^2B}{mL}$

⑤ $\frac{I^2L}{mB}$

⑥ $\frac{I^2BL}{m}$

(3) v_1 はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 3

① $\frac{L}{EB}$

② $\frac{E}{BL}$

③ $\frac{B}{EL}$

④ $\frac{EB}{L}$

⑤ $\frac{BL}{E}$

⑥ $\frac{EL}{B}$

問 2 はじめの状態に戻し、スイッチ S_2 を閉じた後でスイッチ S_1 を閉じたところ、スイッチ S_1 を閉じた直後から導体棒は水平右向きに運動し、やがて導体棒の速さは v_2 で一定になった。

(1) スイッチ S_1 を閉じた直後に導体棒に流れる電流の大きさはいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

① 0

② $\frac{E}{R+r}$

③ $\frac{E}{r}$

④ $\frac{E}{R}$

⑤ $\frac{RE}{r(R+r)}$

⑥ $\frac{rE}{R(R+r)}$

(2) $\frac{v_2}{v_1}$ はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

5

① $\frac{r}{R+r}$

② $\frac{R}{R+r}$

③ $\frac{2r}{R+r}$

④ $\frac{2R}{R+r}$

⑤ $\frac{2Rr}{(R+r)^2}$

⑥ $\frac{Rr}{(R+r)^2}$

第4問 次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えよ。

図1のように、大気圧が p_0 の大気中において水平な床に断面積 S の断熱材でできたシリンダーを固定し、質量 m のピストンを用いて単原子分子理想気体(以下、単に気体と呼ぶ)を封入したところ、シリンダーの底面とピストンとの鉛直方向の距離は L となった。この状態を状態Aとする。ピストンは熱をよく通す材質でできている、シリンダー内をなめらかに移動できる。状態Aにおいて気体の絶対温度(以下、単に温度と呼ぶ)は大気の温度 T_0 に等しい。重力加速度の大きさを g とする。

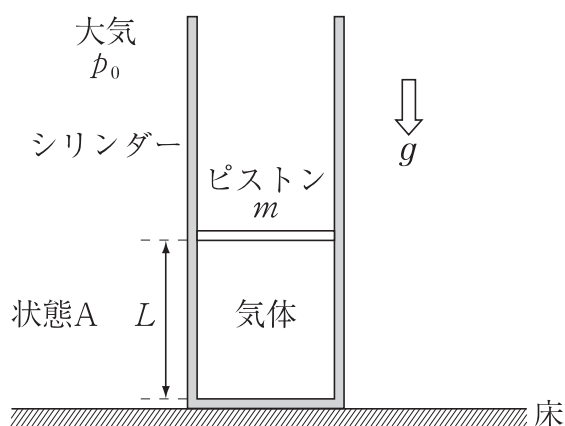


図1

問1 状態Aにおける気体の圧力を p_1 とする。

(1) 気体定数を R とする。気体の物質量はいくらか。最も適当なものを、次の

①～⑥のうちから一つ選べ。 1

① $\frac{p_1 S}{L R T_0}$ ② $\frac{p_1 L}{S R T_0}$ ③ $\frac{p_1 S L}{R T_0}$

④ $\frac{L R T_0}{p_1 S}$ ⑤ $\frac{S R T_0}{p_1 L}$ ⑥ $\frac{R T_0}{p_1 S L}$

(2) p_1 はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 2

① p_0 ② $\frac{mg}{S}$ ③ $p_0 - mg$

④ $p_0 + mg$ ⑤ $p_0 - \frac{mg}{S}$ ⑥ $p_0 + \frac{mg}{S}$

問2 状態Aからシリンダーおよびピストンをゆっくりと 90° 回転させて、図2のようにシリンダーの側面を床面に固定したところ、シリンダーの底面とピストンとの距離は $2L$ となった。この状態を状態Bとすると、状態Aから状態Bまでの間、気体の温度は常に大気温度に等しく、気体は状態Aから状態Bまで等温変化をした。ピストンの質量 m はいくらか。最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 3

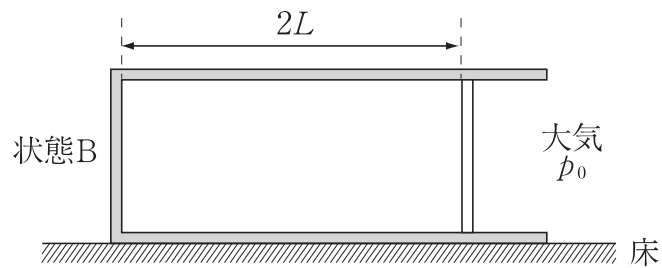


図2

① $\frac{g}{2p_0S}$

② $\frac{g}{p_0S}$

③ $\frac{2g}{p_0S}$

④ $\frac{p_0S}{2g}$

⑤ $\frac{p_0S}{g}$

⑥ $\frac{2p_0S}{g}$

問3 続いて、図3のように、ピストンに十分に薄い断熱シートを密着させた後、シリンダーの底面とピストンの距離が L となるまでピストンに外力を加えてピストンをゆっくりと移動させ、ピストンを静止させるため外力を加え続けた。この状態を状態Cとすると、状態Cにおける気体の圧力は p_2 であった。

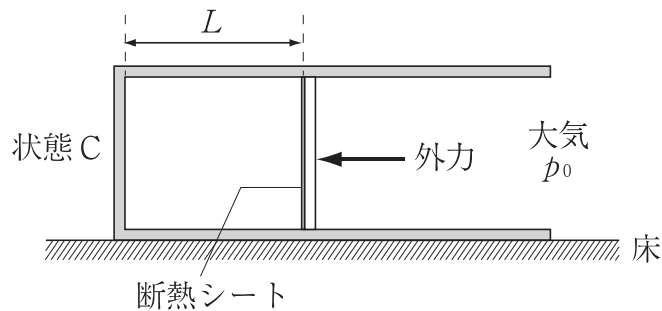


図3

(1) 状態Bから状態Cまでの間に気体がピストンにした仕事はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

- ① $\frac{3}{2}(p_2 - p_0)SL$ ② $\frac{3}{2}(p_0 - p_2)SL$ ③ $\frac{3}{2}(p_0 + p_2)SL$
 ④ $\frac{3}{2}(p_2 - 2p_0)SL$ ⑤ $\frac{3}{2}(2p_0 - p_2)SL$ ⑥ $\frac{3}{2}(2p_0 + p_2)SL$

(2) 状態Bから状態Cまでの間、大気はピストンに p_0SL の仕事をした。外力がピストンにした仕事はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

- ① $\left(\frac{3}{2}p_2 - 4p_0\right)SL$ ② $\left(\frac{3}{2}p_2 - 2p_0\right)SL$ ③ $\left(\frac{3}{2}p_2 - p_0\right)SL$
 ④ $\left(p_2 - \frac{3}{2}p_0\right)SL$ ⑤ $\left(2p_2 - \frac{3}{2}p_0\right)SL$ ⑥ $\left(4p_2 - \frac{3}{2}p_0\right)SL$

