

令和7年度 東北医科薬科大学 入学試験問題

医学部 一般・理科

《 注 意 事 項 》

1. 解答用紙左部に氏名、フリガナ、その下部に受験番号を記入し、例にならって○にマークしなさい。

(例) 受験番号 10001 の場合

フリガナ	
氏名	

受 験 番 号				
万	千	百	十	一
1	0	0	0	1
	●	●	●	○
●	○	○	○	●
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○

2. 出題科目、ページ及び選択方法は下表のとおりです。

出題科目	ページ	選 択 方 法
物 理	1~16	左の3科目のうちから2科目を選択し、解答しなさい。解答する科目の順番は問いません。解答時間(120分)の配分は自由です。
化 学	17~32	
生 物	33~53	

3. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等に気付いた場合は、手を高く挙げて監督者に知らせなさい。
4. 2枚の解答用紙のそれぞれの解答科目欄に、解答する科目のいずれか1つをマークしなさい。
5. 解答方法は次のとおりです。

(1) 解答は解答用紙の解答欄にマークしなさい。例えば、 と表示のある問いに対して③と解答する場合は解答番号1の解答欄の③にマークしなさい。

解答 番号	解 答 欄										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0
1	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○

この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

- (2) に数字「8」、 に数字「0」と答えたい時は次のとおりマークしなさい。

6	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨	⑩	⑪
7	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	●

/ のように分数形で解答する場合は、既約分数(それ以上約分できない分数)で答えなさい。 / に $3/4$ と答えたい時は次のとおりマークしなさい。

8	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
9	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪

- (3) 解答の作成にはH、F、HBの黒鉛筆またはシャープペンシル(黒い芯に限る)を使用し、○の中を塗りつぶしなさい。解答が薄い場合には、解答が読み取れず、採点できない場合があります。
- (4) 答えを修正する場合は、プラスチック製の消しゴムであとが残らないように**完全に消しなさい**。鉛筆のあとが残ったり、●のような消し方などした場合は、修正または解答したことにならないので注意しなさい。
- (5) 解答用紙は折り曲げたり、メモやチェック等で汚したりしないよう、特に注意しなさい。

(試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。)

物 理

【I】

問1 図1のように、水平な床に固定した高さ r の台座の上に、点Pを中心とする半径 r 、開き角 $5\pi/6$ の円弧状のパイプを取り付けた。点Pの鉛直下方にある床面上の点を原点Oとして、水平右向きに x 軸、鉛直上向きに y 軸をとる。パイプの両端の点をQ, R, パイプ内の最も低い点をSとする。パイプ内の位置は、直線PSから反時計回りに測った角度 φ ($-\pi/2 \leq \varphi \leq \pi/3$) で表される。パイプ内、および、パイプ外での小球の運動を考える。パイプの内径は無視でき、パイプ内で小球は半径 r の円軌道上を運動する。パイプ内、および、パイプ外で小球は xy 平面上を運動し、小球とパイプとの間の摩擦や小球が受ける空気抵抗は無視できるとする。重力加速度の大きさを g として、以下の問いに答えよ。

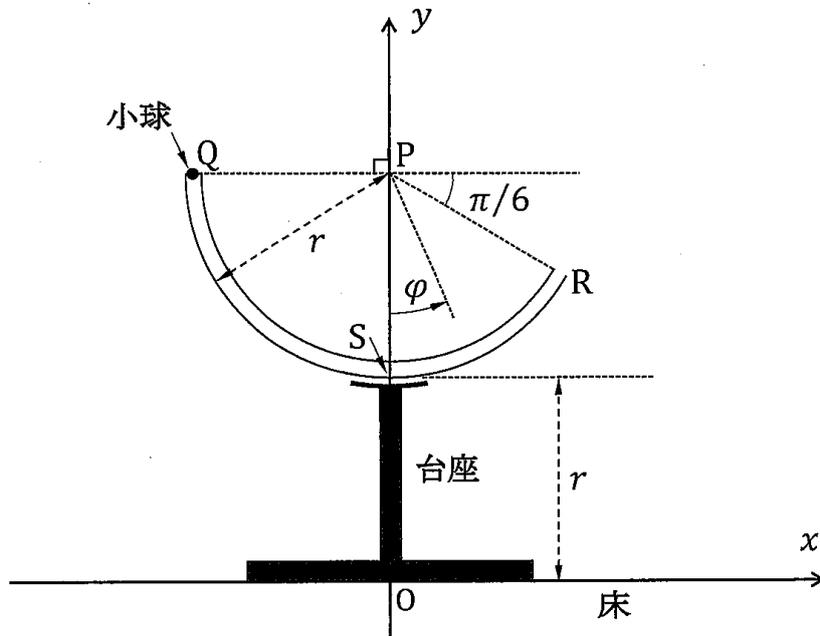


図1

- (1) 質量 m の小球をパイプの端点Q ($\varphi = -\pi/2$) で静かに放すと、小球はパイプの中をすべり、もう一方の端点R ($\varphi = \pi/3$) から飛び出した。小球が点Rを通過するときの速さは である。

1 に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- ① $\sqrt{(2-\sqrt{3})gr}$ ② $\sqrt{\left(1-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)gr}$ ③ $\sqrt{\left(\frac{1}{2}-\frac{\sqrt{3}}{4}\right)gr}$
 ④ $\sqrt{\sqrt{3}gr}$ ⑤ $\sqrt{2\sqrt{3}gr}$ ⑥ \sqrt{gr}
 ⑦ $\sqrt{2gr}$ ⑧ $\sqrt{\frac{1}{2}gr}$

(2) 点 R でパイプから飛び出した小球は、最高点に達した後、床に落下した。小球が点 R から最高点に達するまでの時間は 2 であり、最高点の y 座標は 3 である。また、最高点から床に落下するまでの時間は 4 であり、床に落下した点の x 座標は 5 である。

2 と 4 に当てはまるものを以下の解答群からそれぞれ選び、マークしなさい。

- ① $\sqrt{\left(1-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\frac{r}{g}}$ ② $\frac{1}{2}\sqrt{\left(1-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\frac{r}{g}}$ ③ $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{r}{g}}$
 ④ $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{3r}{g}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{r}{g}}$ ⑥ $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{15r}{2g}}$
 ⑦ $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{15r}{g}}$ ⑧ $\sqrt{\left(\frac{11}{4}+\sqrt{3}\right)\frac{r}{g}}$ ⑨ $\sqrt{\frac{1}{2}\left(\frac{11}{4}+\sqrt{3}\right)\frac{r}{g}}$
 ⑩ $\sqrt{\left(\frac{7}{4}+\sqrt{3}\right)\frac{r}{g}}$

3 と 5 に当てはまるものを以下の解答群からそれぞれ選び、マークしなさい。

- ① $\frac{3}{8}r$ ② $\frac{11}{8}r$ ③ $\frac{15}{8}r$
 ④ $\left(\frac{11}{8}+\frac{\sqrt{3}}{2}\right)r$ ⑤ $\left(\frac{7}{8}+\frac{\sqrt{3}}{2}\right)r$ ⑥ $\frac{\sqrt{3}+\sqrt{15}}{4}r$
 ⑦ $\frac{2\sqrt{3}+\sqrt{15}}{4}r$ ⑧ $\frac{3\sqrt{3}+\sqrt{15}}{4}r$ ⑨ $\frac{3+3\sqrt{5}}{4}r$
 ⑩ $\frac{3+2\sqrt{3}+3\sqrt{5}}{4}r$

問2 問1と同じ装置を用い、図2のようにパイプの最低点S ($\varphi=0$) に質量 M の小球Bを置いた。パイプの端点Q から質量 m ($m < M$) の小球Aを静かに放したところ、小球Aはパイプの中をすべり、点Sで小球Bと衝突した。この衝突の反発係数(はねかえり係数)を e とし、重力加速度の大きさを g として、以下の問いに答えよ。

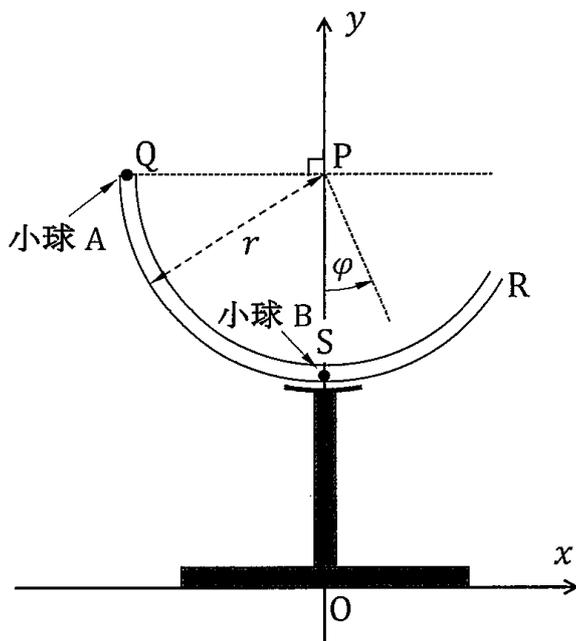


図2

(1) 衝突した直後の小球Bの速さは である。

に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| ① $\frac{(1-e)m}{M+m}\sqrt{2gr}$ | ② $\frac{(1+e)m}{M+m}\sqrt{2gr}$ |
| ③ $\frac{(1-e)(M+m)}{m}\sqrt{2gr}$ | ④ $\frac{(1+e)(M+m)}{m}\sqrt{2gr}$ |
| ⑤ $\frac{(1-e)M}{M+m}\sqrt{2gr}$ | ⑥ $\frac{(1+e)M}{M+m}\sqrt{2gr}$ |
| ⑦ $\frac{(1-e)(M+m)}{M}\sqrt{2gr}$ | ⑧ $\frac{(1+e)(M+m)}{M}\sqrt{2gr}$ |

(2) 衝突の後、小球 B は点 R でパイプから飛び出し、パイプ内に残った小球 A は点 S のまわりで振動を始めた。小球 A が衝突してから初めて点 S に戻るまでにかかる時間は $\boxed{7}$ であり、小球 A が衝突後に達する最大の振れ角の大きさは $\varphi = \boxed{8}$ である。ただし、小球 A の振動の振幅は小さく、 $\sin \varphi \cong \varphi$ および $\cos \varphi \cong 1 - \varphi^2/2$ が成り立つ。

$\boxed{7}$ に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| ① $\frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{r}{g}}$ | ② $\pi \sqrt{\frac{r}{g}}$ | ③ $2\pi \sqrt{\frac{r}{g}}$ |
| ④ $\pi \sqrt{\frac{(1-e)r}{g}}$ | ⑤ $\pi \sqrt{\frac{(1+e)r}{g}}$ | ⑥ $2\pi \sqrt{\frac{(1-e)r}{g}}$ |
| ⑦ $2\pi \sqrt{\frac{(1+e)r}{g}}$ | ⑧ $\pi \sqrt{\frac{2(1-e)r}{g}}$ | ⑨ $\pi \sqrt{\frac{2(1+e)r}{g}}$ |

$\boxed{8}$ に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- | | | |
|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| ① $\frac{(1+e)m}{\sqrt{2}(M+m)}$ | ② $\frac{\sqrt{2}(1+e)m}{M+m}$ | ③ $\frac{(1+e)M}{\sqrt{2}(M+m)}$ |
| ④ $\frac{\sqrt{2}(1+e)M}{M+m}$ | ⑤ $\frac{Me+m}{\sqrt{2}(M+m)}$ | ⑥ $\frac{ m-Me }{\sqrt{2}(M+m)}$ |
| ⑦ $\frac{\sqrt{2}(Me+m)}{M+m}$ | ⑧ $\frac{\sqrt{2} m-Me }{m+M}$ | |

問3 次に図1の装置を、図3のように水平な上面を持つ台車の上に固定する。台車と台座、パイプをあわせたものの質量は M' ($M' > m$) であり、その重心は点Pの鉛直下方にある。台車は床の上でなめらかに x 軸に沿って運動できるものとする。はじめ台車は静止しており、点Pは原点Oの鉛直上方にあった。パイプの端点Qから質量 m の小球を静かに放したところ、小球はパイプの中をすべり、台車も運動を始めた。その後、小球は点Rでパイプから飛び出した。小球と台車、台座、パイプを合わせたものの重心の x 座標は変化しないことに注意し、重力加速度の大きさを g として、以下の問いに答えよ。

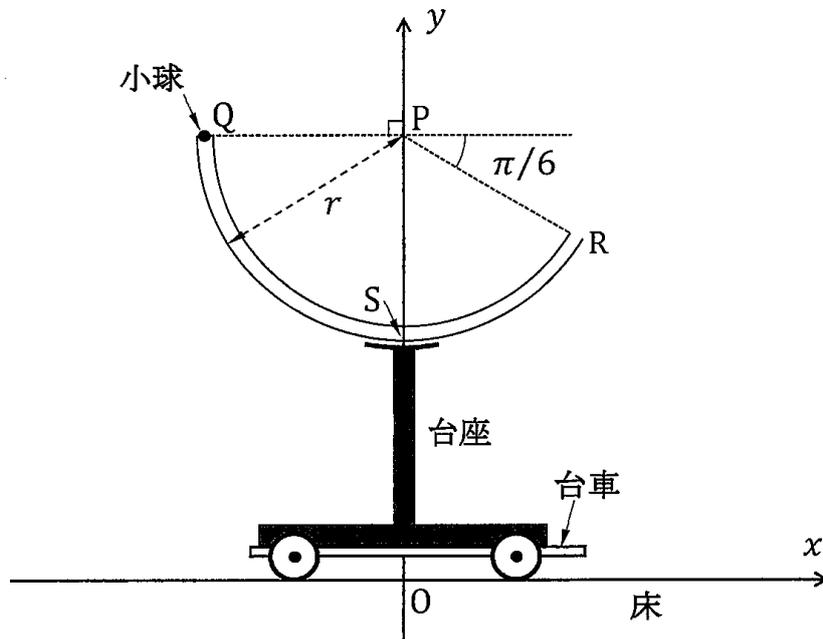


図3

(1) 小球がパイプの最低点Sを通過するとき、小球の x 座標は であり、小球の速さは である。

に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

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

10 に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- ① $\sqrt{\frac{2(M'+m)}{m}gr}$ ② $\sqrt{\frac{2(M'-m)}{m}gr}$ ③ $\sqrt{\frac{2m}{M'+m}gr}$
 ④ $\sqrt{\frac{2M'}{M'+m}gr}$ ⑤ $\sqrt{\frac{2m}{M'-m}gr}$ ⑥ $\sqrt{\frac{2M'}{M'-m}gr}$

(2) 小球が点 R でパイプから飛び出すとき、小球の x 座標は 11 であり、台車の速さは、台車とともに動く観測者から見た小球の速さの 12 倍である。

11 に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- ① $\frac{M'+2m}{2(M'+m)}r$ ② $\frac{M'-2m}{2(M'+m)}r$ ③ $\frac{M'+2m}{2(M'-m)}r$
 ④ $\frac{M'-2m}{2(M'-m)}r$ ⑤ $\frac{\sqrt{3}M'+2m}{2(M'+m)}r$ ⑥ $\frac{\sqrt{3}M'-2m}{2(M'+m)}r$

12 に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- ① $\frac{m}{2(M'+m)}$ ② $\frac{m}{2M'+m}$ ③ $\frac{2m}{2M'+m}$
 ④ $\frac{m}{2(M'-m)}$ ⑤ $\frac{m}{2M'-m}$ ⑥ $\frac{2m}{2M'-m}$

【Ⅱ】

問1 図1に示す抵抗（抵抗値 R ）、コンデンサー（電気容量 C ）、一定の電流 I を回路に供給することができる定電流電源からなる回路を考える。電源が回路に供給する電流 I は、図1に示す矢印の向きに流れる。導線の電気抵抗は無視できるものとして、以下の問いに答えよ。

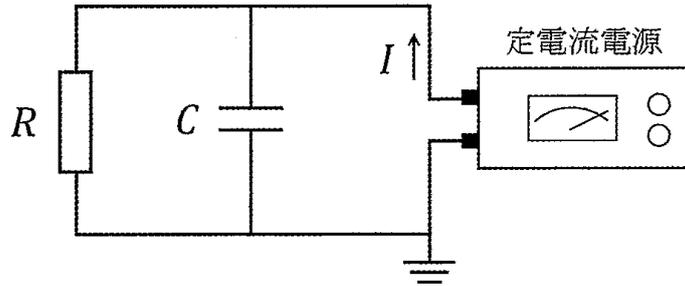


図1

(1) 電源から回路に供給する電流 I を一定にした状態で十分に長い時間が経過すると、抵抗の両端に生じる電圧 V は になる。

に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- | | | |
|------------------|------------------|------------------|
| ① 0 | ② CI | ③ RI |
| ④ $\frac{I}{R}$ | ⑤ $\frac{R}{I}$ | ⑥ $\frac{1}{RI}$ |
| ⑦ $\frac{RI}{C}$ | ⑧ $\frac{I}{CR}$ | ⑨ $\frac{CI}{R}$ |

(2) (1)の状態では、電源が供給している電力 P の大きさは であり、コンデンサーに蓄えられている電気量 Q は である。

に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- | | | |
|-------------------|-----------------------|--------------------------|
| ① 0 | ② $\frac{RI^2}{2}$ | ③ $\frac{RI^2(2+CR)}{2}$ |
| ④ RI^2 | ⑤ $\frac{3RI^2}{2}$ | ⑥ $\frac{RI(2I+C)}{2}$ |
| ⑦ $\frac{CIR}{2}$ | ⑧ $\frac{CR^2I^2}{2}$ | ⑨ CR^2I^2 |

15 に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- ① 0 ② CI ③ CRI
④ $\frac{CI}{R}$ ⑤ $\frac{C}{RI}$ ⑥ $\frac{I}{C}$
⑦ $\frac{RI}{C}$ ⑧ $\frac{I}{CR}$ ⑨ $\frac{R}{CI}$

(3) (1)の状態、コンデンサーの2枚の極板の間に誘電体をすばやく挿入することで、コンデンサーの電気容量を瞬時に $2C$ に変化させた。電源が回路に供給する電力は、誘電体の挿入直後に 16 。また、その後十分に長い時間が経過した後は、電源が回路に供給する電力は誘電体の挿入直前と比べて 17 。

16 に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- ① 増加する ② 変化しない ③ 減少する

17 に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- ① 増加している ② 変わっていない ③ 減少している

問2 図2に示すコイル（自己インダクタンス L ）、コンデンサー（電気容量 C ）、スイッチ S 、一定の電流 I を回路に供給することができる定電流電源からなる回路を考える。電源が回路に供給する電流 I は、図2に示す矢印の向きに流れる。導線の電気抵抗、および、回路の導線部分の自己インダクタンスは十分に小さいものとして、以下の問いに答えよ。

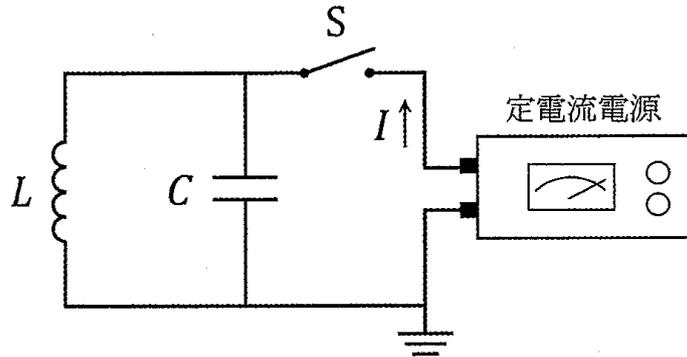


図2

(1) スイッチ S を閉じ、電源から電流 I を回路に供給して十分に長い時間が経過すると、コイルを流れる電流は一定になった。このとき、コイルに蓄えられているエネルギー E 、および、コンデンサーに蓄えられている電気量 Q は、それぞれ $E = \boxed{18}$ 、 $Q = \boxed{19}$ になる。

$\boxed{18}$ に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- | | | |
|--------------------|---------------------|-------------------|
| ① 0 | ② $\frac{LI}{2}$ | ③ $\frac{CLI}{2}$ |
| ④ $\frac{LI^2}{2}$ | ⑤ $\frac{CLI^2}{2}$ | ⑥ LI |
| ⑦ CLI | ⑧ LI^2 | ⑨ CLI^2 |

$\boxed{19}$ に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① 0 | ② $\frac{I}{CL}$ | ③ $\frac{LI}{C}$ |
| ④ $\frac{CI}{L}$ | ⑤ CLI | ⑥ $\frac{I}{\sqrt{CL}}$ |
| ⑦ $I\sqrt{\frac{C}{L}}$ | ⑧ $I\sqrt{\frac{L}{C}}$ | ⑨ $I\sqrt{CL}$ |

(2) (1)の状態ですイッチSを開き、同時に電源による電流の供給を止めた。スイッチSを開いた直後にコイルの両端に生じる電圧 V の大きさは になる。

に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- | | | |
|-------------------------|------------------|-------------------------|
| ① 0 | ② $\frac{LI}{C}$ | ③ $I\sqrt{\frac{C}{L}}$ |
| ④ $I\sqrt{\frac{L}{C}}$ | ⑤ CLI | ⑥ LI |
| ⑦ L^2I^2 | ⑧ CL^2I^2 | |

(3) (2)の操作後のコンデンサーの電気量の最大値 Q_{\max} 、および、コイルの両端に発生する電圧の最大値 V_{\max} はそれぞれ $Q_{\max} =$, $V_{\max} =$ になる。

に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① 0 | ② $\frac{I}{CL}$ | ③ $\frac{LI}{C}$ |
| ④ $\frac{CI}{L}$ | ⑤ CLI | ⑥ $\frac{I}{\sqrt{CL}}$ |
| ⑦ $I\sqrt{\frac{C}{L}}$ | ⑧ $I\sqrt{\frac{L}{C}}$ | ⑨ $I\sqrt{CL}$ |

に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- | | | |
|-------------------------|------------------|-------------------------|
| ① 0 | ② $\frac{LI}{C}$ | ③ $I\sqrt{\frac{C}{L}}$ |
| ④ $I\sqrt{\frac{L}{C}}$ | ⑤ CLI | ⑥ LI |
| ⑦ L^2I^2 | ⑧ CL^2I^2 | |

(4) 定電流電源が回路に供給する電流の大きさとコンデンサーの電気容量をいろいろ変えて(1), (2)の操作を繰り返す。このとき, (2)の操作の後にコイルを流れる電流が初めてゼロになるまでの時間は, スイッチを開く前に回路に流していた電流の大きさに , コンデンサーの電気容量を2倍にしたときには 倍になる。

に当てはまるものを以下の解答群から選び, マークしなさい。

- ① 比例し ② 反比例し ③ 依存せず

に当てはまるものを以下の解答群から選び, マークしなさい。

- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ $\frac{1}{\sqrt{2}}$
④ 1 ⑤ $\sqrt{2}$ ⑥ 2
⑦ $2\sqrt{2}$ ⑧ 4 ⑨ 8

————— このページは白紙です —————

【Ⅲ】

図1のように、大気中に鉛直に立てたシリンダーと、質量 m 、断面積 S のなめらかに動くピストンによって、 n [mol] の単原子分子理想気体が閉じ込められている。シリンダーとピストンは断熱材でできており、シリンダー内には体積と熱容量が無視できる加熱器と冷却器が設置されている。はじめピストンは静止しており、シリンダー内の底面からピストンの下面までの高さは h である。この状態(状態 A)でのシリンダー内の気体の圧力を p_A 、絶対温度を T_A とする。状態 A にある気体を加熱器によってある程度に加熱したところ、ピストンはゆっくりと移動して、高さ $2h$ で静止した。この状態(状態 B)での気体の圧力を p_B 、絶対温度を T_B とする。その後、ピストンに質量 M のおもりを手で支えながらゆっくりと置くと、ピストンはゆっくりと移動して高さ h で静止した。この状態(状態 C)での気体の圧力を p_C 、絶対温度を T_C とする。状態 C にある気体を冷却器によってある程度に冷却した。この状態(状態 D)にある気体の圧力を p_D 、絶対温度を T_D とする。その後、ピストンからおもりを手で支えながらゆっくりと取り除くと、ピストンはゆっくり移動して高さ h で静止し、状態 A に戻った。状態 A から状態 B, C, D を経て、再び状態 A に戻るまでの理想気体の圧力と体積の変化を図2に示す。状態 B から状態 C への変化と状態 D から状態 A への変化は断熱変化である。大気圧を p_0 、気体定数を R 、重力加速度の大きさを g として、以下の問いに答えよ。なお、理想気体の断熱変化の過程では、気体の圧力 p と体積 V の間に $pV^\gamma = \text{一定}$ (γ は定数) の関係が成り立つ。

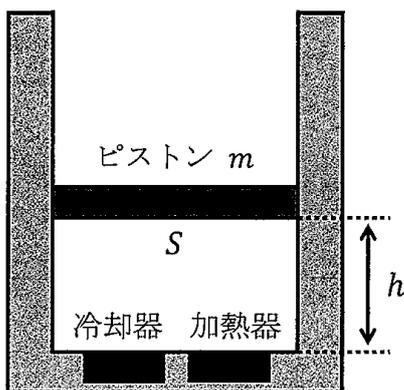


図1

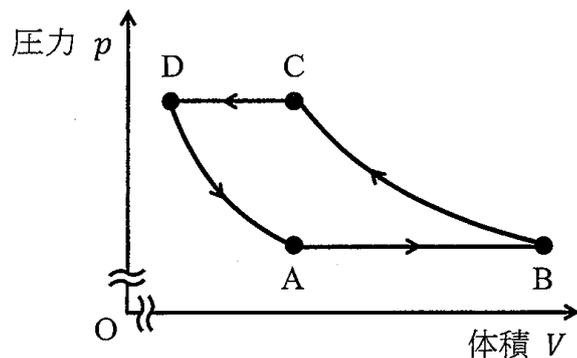


図2

問1 状態 A における気体の圧力は $p_A = \boxed{25}$, 絶対温度は $T_A = \boxed{26}$ である。

$\boxed{25}$ に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- ① p_0 ② $p_0 + mg$ ③ $p_0 + \frac{mg}{S}$
④ $p_0 + mgS$ ⑤ $p_0 + \frac{mg}{n}$ ⑥ $p_0 + \frac{mg}{nS}$
⑦ $p_0 + \frac{mgS}{n}$ ⑧ $p_0 + nmg$ ⑨ $p_0 + \frac{nmg}{S}$
⑩ $p_0 + nmgS$

$\boxed{26}$ に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- ① $\frac{p_A h}{R}$ ② $\frac{p_A h}{nR}$ ③ $\frac{np_A h}{R}$
④ $\frac{p_A Sh}{R}$ ⑤ $\frac{p_A Sh}{nR}$ ⑥ $\frac{np_A Sh}{R}$
⑦ $\frac{p_A S}{R}$ ⑧ $\frac{p_A S}{nR}$ ⑨ $\frac{np_A S}{R}$

問2 状態 A から状態 B への過程で理想気体の内部エネルギーは $\boxed{27}$ だけ増加し、加熱器は理想気体に $\boxed{28}$ だけの熱量を与えたことになる。

$\boxed{27}$ と $\boxed{28}$ に当てはまるものを以下の解答群からそれぞれ選び、マークしなさい。

- ① $\frac{1}{2}nRT_A$ ② $-\frac{1}{2}nRT_A$ ③ $\frac{3}{2}nRT_A$
④ $-\frac{3}{2}nRT_A$ ⑤ $\frac{5}{2}nRT_A$ ⑥ $-\frac{5}{2}nRT_A$
⑦ $\frac{5}{3}nRT_A$ ⑧ $-\frac{5}{3}nRT_A$

問3 状態 B から状態 C への過程でピストンに置いたおもりの質量は、 $M = \boxed{29}$ であり、状態 C にある気体の絶対温度は、 $T_C = \boxed{30}$ である。この過程でシリンダー内の気体が外部からされた仕事は $\boxed{31}$ である。

$\boxed{29}$ に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- ① $(2^\gamma - 1)\frac{p_0 S}{g} + m$ ② $(2^\gamma - 1)\frac{p_0 S}{g} - m$ ③ $(2^\gamma - 1)\left(\frac{p_0 S}{g} + m\right)$
 ④ $(2^\gamma - 1)\left(\frac{p_0 S}{g} - m\right)$ ⑤ $(2^{-\gamma} - 1)\frac{p_0 S}{g} + m$ ⑥ $(2^{-\gamma} - 1)\frac{p_0 S}{g} - m$
 ⑦ $(2^{-\gamma} - 1)\left(\frac{p_0 S}{g} + m\right)$ ⑧ $(2^{-\gamma} - 1)\left(\frac{p_0 S}{g} - m\right)$

$\boxed{30}$ に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- ① $(2^{-\gamma} - 1)T_A$ ② $2^{-\gamma}T_A$ ③ $(2^{-\gamma} + 1)T_A$
 ④ $(2^\gamma - 1)T_A$ ⑤ $2^\gamma T_A$ ⑥ $(2^\gamma + 1)T_A$

$\boxed{31}$ に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- ① $3(2^{\gamma-1} + 1)nRT_A$ ② $3(2^{-\gamma+1} + 1)nRT_A$ ③ $3(2^{\gamma-1} - 1)nRT_A$
 ④ $3(2^{-\gamma+1} - 1)nRT_A$ ⑤ $5(2^{\gamma-1} + 1)nRT_A$ ⑥ $5(2^{-\gamma+1} + 1)nRT_A$
 ⑦ $5(2^{\gamma-1} - 1)nRT_A$ ⑧ $5(2^{-\gamma+1} - 1)nRT_A$

問4 状態 D でのピストンの高さは $\boxed{32}$ であり、気体の絶対温度は $T_D = \boxed{33}$ である。状態 C から状態 D に変化する過程で気体の内部エネルギーは $\boxed{34}$ だけ減少し、冷却器は気体から $\boxed{35}$ だけの熱量を取り去ったことになる。

$\boxed{32}$ に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

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

$\boxed{33}$ に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- ① $2^{-\gamma+1}T_A$ ② $2T_A$ ③ $(2^{-\gamma+1} - 1)T_A$
 ④ $2^{\gamma-1}T_A$ ⑤ $\frac{1}{2}T_A$ ⑥ $(2^{\gamma-1} - 1)T_A$

と に当てはまるものを以下の解答群からそれぞれ選び、マークしなさい。

- ① $\frac{3}{2}2^{-\gamma+1}nRT_A$ ② $\frac{3}{5}2^{-\gamma+1}nRT_A$ ③ $\frac{5}{2}2^{-\gamma+1}nRT_A$
 ④ $\frac{3}{2}2^{\gamma-1}nRT_A$ ⑤ $\frac{3}{5}2^{\gamma-1}nRT_A$ ⑥ $\frac{5}{2}2^{\gamma-1}nRT_A$

問5 状態 A から状態 B, C, D を経て、再び状態 A に戻るまでにシリンダー内の気体が外部にした仕事を正とし、外部からされた仕事を負とすると、それらの合計は となる。

に当てはまるものを以下の解答群から選び、マークしなさい。

- ① $\frac{3}{2}(2^{\gamma-1} - 1)nRT_A$ ② $\frac{5}{2}(2^{\gamma-1} - 1)nRT_A$
 ③ $\frac{3}{2}(2^{-\gamma+1} - 1)nRT_A$ ④ $-\frac{3}{2}(2^{\gamma-1} - 1)nRT_A$
 ⑤ $-\frac{5}{2}(2^{\gamma-1} - 1)nRT_A$ ⑥ $-\frac{3}{2}(2^{-\gamma+1} - 1)nRT_A$
 ⑦ $\frac{5}{2}(2^{-\gamma+1} - 1)nRT_A$ ⑧ $-\frac{5}{2}(2^{-\gamma+1} - 1)nRT_A$