

令和6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
	●	●	●	①
●	①	①	①	●
②	②	②	②	②
⑨	⑨	⑨	⑨	⑨

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	1～12	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	13～26	
生 物	27～48	

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

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】

図 1 に示すように、水槽に入れられた密度 ρ の水に、底面積 S 、高さ L 、密度 ρ' ($0 < \rho' < \rho$) の一様な円柱が浮いている。円柱は底面をつねに水平に保ったまま、鉛直方向に運動する。円柱が静止しているときの底面の位置を $x = 0$ として鉛直上向きに x 軸をとる。円柱が静止しているとき、水面の位置は $x = l$ であった。重力加速度の大きさを g として以下の問いに答えよ。ただし、水槽は十分に深くて大きく、円柱の運動による水位の変化は考えなくてよい。また、水の抵抗は無視でき、円柱の受ける力は重力と浮力のみとしてよい。

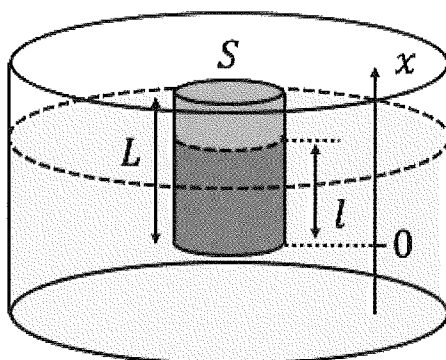


図 1

問 1 水に浮いて静止した状態では、円柱にはたらく重力の大きさは 1，円柱が受ける浮力の大きさは 2 であり、力のつりあいから、 $l =$ 3 である。

1 の解答群

- | | | |
|-------------------------------|---------------|------------------------|
| ① $(\rho - \rho') LSg$ | ② $\rho' lSg$ | ③ $\rho' (L - l) Sg$ |
| ④ $(\rho - \rho') (L - l) Sg$ | ⑤ $\rho' LSg$ | ⑥ $(\rho - \rho') lSg$ |

2 の解答群

- | | | |
|---------------------|------------------------|-------------------------------|
| ① ρLSg | ② $(\rho + \rho') lSg$ | ③ $(\rho + \rho') (L - l) Sg$ |
| ④ $\rho (L - l) Sg$ | ⑤ $(\rho + \rho') LSg$ | ⑥ ρlSg |

3 の解答群

- | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|---|
| ① $\left(1 - \frac{\rho'}{\rho}\right) L$ | ② $\frac{\rho'}{\rho} L$ | ③ $\frac{\rho}{\rho'} L$ | ④ $\left(\frac{\rho}{\rho'} - 1\right) L$ |
|---|--------------------------|--------------------------|---|

問2 円柱をつりあいの位置から鉛直方向に距離 δ だけゆっくり引き上げたとき、円柱にはたらく重力と浮力の差は、鉛直下向きで大きさは 4 である。この状態で円柱を静かに放すと、円柱は角振動数 ω の単振動をする。ここで $\omega =$ 5 である。周期は円柱の高さが一定のとき、円柱の密度を水の密度に近くすると 6。また、周期は円柱の密度が一定のとき、高さを高くすると 7。

4 の解答群

- ① $\rho'\delta Sg$ ② $\rho'(l-\delta)Sg$ ③ $\rho(l-\delta)Sg$ ④ $\rho\delta Sg$

5 の解答群

- ① $\sqrt{\frac{\rho g}{\rho' L}}$ ② $\sqrt{\frac{\rho g}{\rho' l}}$ ③ $\sqrt{\frac{\rho \delta g}{\rho' L}}$ ④ $\sqrt{\frac{\rho' g}{\rho l}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{\rho \delta g}{\rho' l}}$
 ⑥ $\sqrt{\frac{\rho' \delta g}{\rho L}}$ ⑦ $\sqrt{\frac{\rho' g}{\rho L}}$ ⑧ $\sqrt{\frac{g}{L}}$ ⑨ $\sqrt{\frac{\rho' \delta g}{\rho l}}$ ⑩ $\sqrt{\frac{g}{l}}$

6 と 7 の解答群

- ① 長くなる ② 短くなる ③ 変化しない

次に図2に示すように、図1と同じ円柱の上面に、質量 m の小物体を静かに乗せる。水に浮いて静止したときの円柱の底面の位置を改めて $x = 0$ とし、そのときの水面の位置を $x = l'$ とする。小物体はつねに円柱の上面に接して運動するものとして、以下の問いに答えよ。

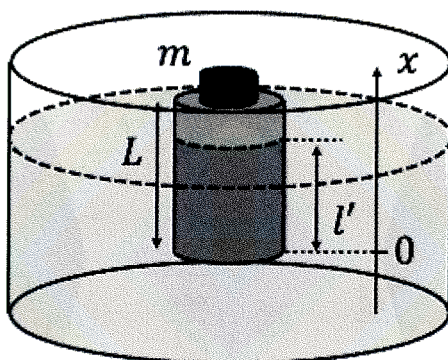


図2

問3 小物体が水面下に沈まず円柱とともに静止するための条件は、 $m \leq$ 8 である。

8 の解答群

- | | | |
|----------------------------|-------------------------|---------------------------|
| ① $(\rho - \rho') LSg$ | ② $(\rho - \rho') l' S$ | ③ $(\rho l' - \rho' L) S$ |
| ④ $(\rho l' - \rho' L) Sg$ | ⑤ $(\rho - \rho') LS$ | ⑥ $(\rho - \rho') l' Sg$ |

問4 水に浮いて静止したときの円柱の底面と水面との距離は $l' =$ 9 である。

9 の解答群

- | | | |
|--|--|--|
| ① $\frac{\rho}{\rho'} L - \frac{m}{\rho S}$ | ② $\left(1 - \frac{\rho'}{\rho}\right) L + \frac{m}{\rho S}$ | ③ $\left(\frac{\rho}{\rho'} - 1\right) L - \frac{m}{\rho S}$ |
| ④ $\frac{\rho'}{\rho} L - \frac{m}{\rho S}$ | ⑤ $\left(1 - \frac{\rho'}{\rho}\right) L - \frac{m}{\rho S}$ | ⑥ $\frac{\rho'}{\rho} L + \frac{m}{\rho S}$ |
| ⑦ $\left(\frac{\rho}{\rho'} - 1\right) L + \frac{m}{\rho S}$ | ⑧ $\frac{\rho}{\rho'} L + \frac{m}{\rho S}$ | |

問5 小物体を乗せた円柱を、つりあいの状態から鉛直上向に距離 δ だけゆっくり引き上げ、静かに放すと、円柱は単振動をした。この単振動の周期は 10 である。周期は小物体の質量を問3の条件の範囲内で大きくすると 11 。

10 の解答群

- ① $2\pi\sqrt{\frac{\rho l' S - m}{\rho' S g}}$ ② $2\pi\sqrt{\frac{\rho' L S + m}{\rho S g}}$ ③ $2\pi\sqrt{\frac{\rho(l' - \delta) S + m}{\rho' S g}}$
 ④ $2\pi\sqrt{\frac{\rho' L}{\rho g}}$ ⑤ $2\pi\sqrt{\frac{\rho'(l' - \delta) S - m}{\rho S g}}$ ⑥ $2\pi\sqrt{\frac{\rho' S}{\rho \delta g}}$

11 の解答群

- ① 長くなる ② 短くなる ③ 変化しない

問6 円柱の底面の位置が $x = x_0$ ($-\delta \leq x_0 \leq \delta$) であるとき、小物体が円柱から受ける垂直抗力の大きさは $N =$ 12 である。

12 の解答群

- ① $\left(1 + \frac{\rho S}{\rho'(l' - \delta) S - m} x_0\right) mg$ ② $\left(1 + \frac{\rho' S}{\rho l' S - m} x_0\right) mg$
 ③ $\left(1 - \frac{\rho}{\rho' L} x_0\right) mg$ ④ $\left(1 - \frac{\rho' S}{\rho(l' - \delta) S + m} x_0\right) mg$
 ⑤ $\left(1 + \frac{\rho \delta}{\rho' S} x_0\right) mg$ ⑥ $\left(1 - \frac{\rho S}{\rho' L S + m} x_0\right) mg$

【Ⅱ】

図1のように、2つの極板A1, B1からなる平行板コンデンサーC1と、極板A2, B2, 導体板Dからなる平行板コンデンサーC2, 抵抗値 R の抵抗, 内部抵抗が無視できる起電力 V の電池, スイッチを接続する。コンデンサーC1の電気容量は C_0 であり, C1の極板A1, B1は同じ半径の円板で, その間隔は d である。円板の半径は d にくらべて十分大きいとする。コンデンサーC2の極板A2, B2もA1, B1と同じ半径の円板で, その間隔は $2d$ である。導体板Dは厚さ d で, 極板A2, B2と同じ半径の円板状をしており, 上下の面を極板A2, B2と平行に保ちながら, 極板間を極板に対して垂直に移動できるものとする。はじめ導体板Dは図1のように上面を極板A2に接触した状態で固定されている。また, スイッチは開かれており, コンデンサーC1とC2は電荷を蓄えていないものとして, 以下の問いに答えよ。

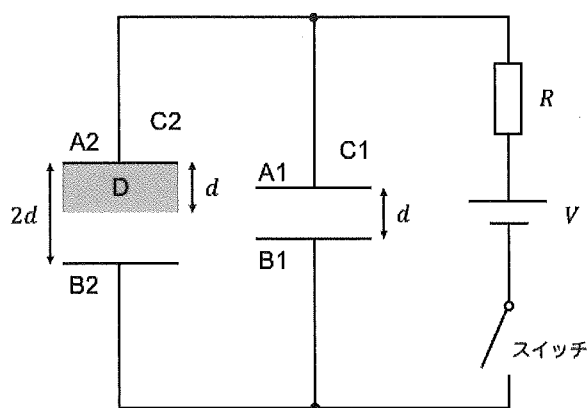


図1

問1 図1の状態ではコンデンサーC2の電気容量は 13 である。

13 の解答群

- ① $2C_0$ ② C_0 ③ $\frac{C_0}{2}$

問2 図1の状態ではスイッチを閉じた直後に抵抗を流れる電流の大きさは 14 である。

14 の解答群

- ① RV ② $\frac{R}{V}$ ③ $\frac{V}{R}$

問3 図1の状態ですwitchを閉じてから十分に時間が経過したとき、コンデンサーC1に蓄えられている電気量は 15 であり、C2に蓄えられている電気量は 16 である。また2つのコンデンサーの静電エネルギーの和は 17 である。

15 と 16 の解答群

- | | | |
|--------------------|-----------|---------------------|
| ① $\frac{C_0}{V}$ | ② $2C_0V$ | ③ $\frac{1}{2}C_0V$ |
| ④ $\frac{C_0}{2V}$ | ⑤ C_0V | ⑥ $2\frac{C_0}{V}$ |

17 の解答群

- | | | |
|------------|-----------------------|-----------------------|
| ① C_0V^2 | ② $\frac{3}{2}C_0V^2$ | ③ $\frac{3}{4}C_0V^2$ |
|------------|-----------------------|-----------------------|

次にswitchを閉じてから十分に時間が経過したのちにswitchを開き、図2のように導体板Dを極板A2、B2と平行に保ったまま、外力で支えてゆっくりと極板に対して垂直に動かす。導体板Dの上面と極板A2との間隔が x ($0 < x < d$) であるとき、次の問いに答えよ。ただし導体板が移動するあいだ、導体板から電荷は移動しないものとする。

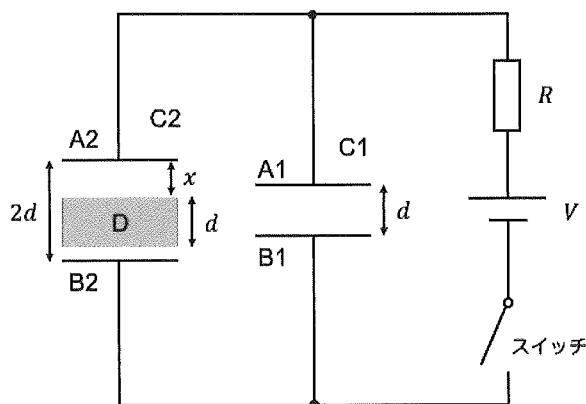


図2

問4 コンデンサー C2 は導体板 D によって2つのコンデンサーに分けられているとみなせる。極板 A2 側のコンデンサーを C2A と呼び、極板 B2 側のコンデンサーを C2B と呼ぶことにする。このとき、C2A の電気容量は 18 であり、C2B の電気容量は 19 である。

18 と 19 の解答群

- | | | |
|----------------------|----------------------|--------------------|
| ① $\frac{x}{d}C_0$ | ② $\frac{d}{d-x}C_0$ | ③ C_0 |
| ④ $\frac{d-x}{d}C_0$ | ⑤ $2C_0$ | ⑥ $\frac{d}{x}C_0$ |

問5 極板 A1 と A2 の電気量の和は 20 であり、極板 B1 と B2 の電気量の和は 21 である。また、極板 A1 と B1 の間の電位差と極板 A2 と B2 の間の電位差が同じであるから、それぞれのコンデンサーに蓄えられている電気量は、C1 が 22 , C2A が 23 , C2B が 24 である。

20 と 21 の解答群

- | | | | |
|---------------------|-------------------|----------------------|---------------------|
| ① $-2\frac{C_0}{V}$ | ② $-3C_0V$ | ③ $-\frac{3C_0}{2V}$ | ④ C_0V |
| ⑤ $\frac{3}{2}C_0V$ | ⑥ $\frac{C_0}{V}$ | ⑦ $-2C_0V$ | ⑧ $-3\frac{C_0}{V}$ |

22 , 23 と 24 の解答群

- | | | | |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| ① $\frac{x}{2d}C_0V$ | ② $\frac{xC_0}{dV}$ | ③ $\frac{2d+x}{2d}C_0V$ | ④ $\frac{x}{d}C_0V$ |
| ⑤ $\frac{(2d+x)C_0}{2dV}$ | ⑥ $\frac{2d-x}{2d}C_0V$ | ⑦ $\frac{xC_0}{2dV}$ | ⑧ $\frac{(2d-x)C_0}{2dV}$ |

問6 導体板 D の下面と極板 B2 との間隔がほぼ0（ただし接触はしない）になるまで導体板 D を動かしたとき、それまでに外力がした仕事に最も近いのは 25 である。

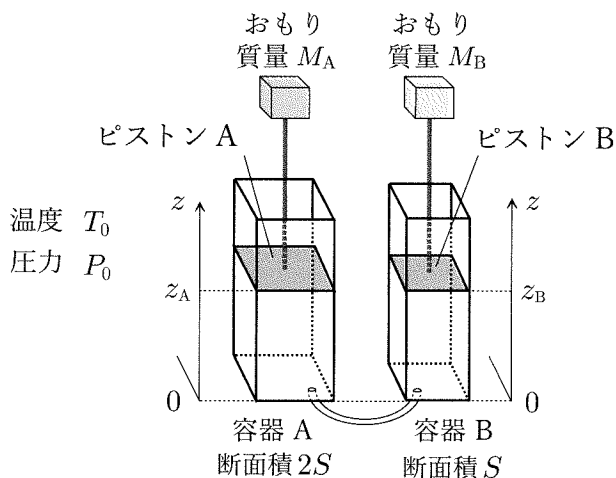
25 の解答群

- | | | |
|------------------------|------------------------|-----------------------|
| ① $-3C_0V^2$ | ② $\frac{3}{4}C_0V^2$ | ③ $3C_0V^2$ |
| ④ $-\frac{3}{4}C_0V^2$ | ⑤ $-\frac{3}{2}C_0V^2$ | ⑥ $\frac{3}{2}C_0V^2$ |

————— このページは白紙です —————

【Ⅲ】

下の図に示すように、断面積がそれぞれ $2S$, S の直方体の容器 A, B が鉛直に立てられており、細いパイプでつながれている。容器 A, B のそれぞれには、断熱材でつくられた軽くてなめらかに動くピストン A, B がはめられており、2つの容器の内部には合わせて1モルの単原子分子理想気体が封入されている。鉛直方向に z 軸をとり、容器 A, B の底面の位置を $z = 0$ 、ピストン A, B の下面の位置をそれぞれ z_A, z_B とする。ピストンの上にはおもりを載せることができ、初期状態では質量 M_A と M_B のおもりがそれぞれピストン A と B の上に載せられている。大気温度と圧力はそれぞれ T_0, P_0 であり、容器内の気体と大気温度は、容器とパイプを断熱材で覆わない限り同じに保たれる。また、容器とパイプを断熱材で覆った場合には容器内と外の間の熱の出入りは遮断される。容器内の気体の圧力を P 、体積を V としたとき、断熱過程では $PV^{5/3} = (\text{一定})$ となる。パイプの中の気体の体積、ピストンの質量、および、容器、ピストン、パイプの熱容量は無視できるものとする。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。



図

- 問1 ピストン A, B の位置 z_A と z_B が同じになるように手で調節して、その後、そっと手を離れたところ、それぞれのピストンは静止した状態を保った。このときの z_A を z_0 としたとき、ピストン A, B の上に載せられているおもりの質量 M_A と M_B の間には 26 が成り立ち、大気温度 T_0 は z_0 を用いることで $T_0 =$ 27 と表すことができる。

26 の解答群

- ① $M_A = M_B$ ② $2M_A = M_B$ ③ $M_A = 2M_B$ ④ $M_A = 3M_B$
 ⑤ $3M_A = M_B$ ⑥ $2M_A = 3M_B$ ⑦ $3M_A = 2M_B$ ⑧ $M_A = 4M_B$

27 の解答群

- ① $\frac{P_0 S}{R} z_0$ ② $\frac{2P_0 S}{R} z_0$ ③ $\frac{(2P_0 S + gM_A)}{2R} z_0$ ④ $\frac{3(2P_0 S + gM_A)}{2R} z_0$
 ⑤ $\frac{3P_0 S}{R} z_0$ ⑥ $\frac{3gM_A}{R} z_0$ ⑦ $\frac{(P_0 S + gM_A)}{R} z_0$ ⑧ $\frac{3(P_0 S + gM_A)}{R} z_0$

問2 問1の状態からピストンBをゆっくりと手で l_0 だけ下に移動させ、その後、そっと手を離すとピストンBは静止した状態を保った。このピストンの移動の際に手がピストンBに対して行った仕事 W_1 は 28 であり、このピストンBの移動に伴って生じたピストンAの位置 z_A の変化の大きさは 29 である。

28 の解答群

- ① 0 ② $\frac{1}{2}gM_B l_0$ ③ $gM_B l_0$ ④ $2gM_B l_0$ ⑤ $P_0 S l_0$ ⑥ $2P_0 S l_0$
 ⑦ $(P_0 S + gM_B)l_0$ ⑧ $2(P_0 S + gM_B)l_0$ ⑨ $(2P_0 S + gM_B)l_0$

29 の解答群

- ① 0 ② $\frac{l_0}{4}$ ③ $\frac{l_0}{3}$ ④ $\frac{l_0}{2}$ ⑤ $\frac{2l_0}{3}$ ⑥ l_0 ⑦ $\frac{3l_0}{2}$ ⑧ $2l_0$ ⑨ $3l_0$

問3 問2におけるピストンBの移動後、ピストンAを固定し、その状態でピストンBの上に新たに質量 m のおもりをピストンBの変化が十分ゆっくりになるように手で支えながらそっと加えた。その後手を離すとピストンBは $z_B > 0$ の状態では静止した。このときの容器内の気体の圧力 P_2 は 30 であり、おもりの追加に伴って生じたピストンBの位置の変化の大きさ l_1 は 31 である。

30 の解答群

- ① P_0 ② $P_0 + gM_B$ ③ $P_0 + \frac{mg}{S}$ ④ $P_0 + (M_B + m)g$ ⑤ $P_0 + \frac{(M_B + m)g}{S}$
 ⑥ $P_0 + (M_A + M_B + m)g$ ⑦ $P_0 - \frac{(M_A - M_B - m)g}{S}$ ⑧ $P_0 + \frac{(M_A + M_B + m)g}{S}$

31 の解答群

- ① $\frac{3mgz_0}{P_0S + (M_B + m)g}$ ② $\frac{3mgz_0}{P_0S + mg}$ ③ $\frac{3mgz_0}{P_0S + gM_B}$ ④ $\frac{3mgz_0}{(M_B + m)g}$
 ⑤ $\frac{mgz_0}{P_0S + (M_B + m)g}$ ⑥ $\frac{mgz_0}{P_0S + mg}$ ⑦ $\frac{mgz_0}{P_0S + gM_B}$ ⑧ $\frac{mgz_0}{(M_B + m)g}$

問4 問3のピストンの移動の際、容器内部の気体に外部からなされた仕事の大きさ W_2 は 32 の関係を満たし、このとき容器の内部から外部に放出された熱 Q との間には 33 の関係が成り立つ。

32 の解答群

- ① $W_2 = 0$ ② $W_2 = mgl_1$ ③ $W_2 = (M_B + m)gl_1$ ④ $W_2 = \{P_0S + (M_B + m)g\}l_1$
 ⑤ $0 < W_2 < (P_0S + gM_B)l_1$ ⑥ $(P_0S + gM_B)l_1 < W_2 < \{P_0S + (M_B + m)g\}l_1$
 ⑦ $\{P_0S + (M_B + m)g\}l_1 < W_2$

33 の解答群

- ① $W_2 = Q > 0$ ② $0 < W_2 < Q$ ③ $W_2 > Q > 0$
 ④ $W_2 = -Q$ ⑤ $W_2 = Q = 0$

問5 問3のピストンの移動の後、容器とパイプを断熱材で覆い、容器内の気体と外部との間の熱の出入りを遮断した後、ピストンBの上に載せていた質量 m のおもりを、ピストンBの移動が十分ゆっくりになるように手で支えながら取り除いた。質量 m のおもりを取り除いた後の容器内の気体の温度 T_3 は、質量 m のおもりを取り除く前の容器内の気体の圧力 P_2 を用いて $T_3 =$ 34 となる。

- ① $T_0 \left(\frac{P_0 S + g M_B}{P_2 S} \right)^{2/5}$ ② $T_0 \left(\frac{P_0 S + g M_B}{P_2 S} \right)^{3/5}$ ③ $T_0 \left(\frac{P_0 S + g M_B}{P_2 S} \right)^{3/2}$
 ④ $T_0 \left(\frac{P_0 S + g M_B}{P_2 S} \right)^{5/2}$ ⑤ $T_0 \left(\frac{P_0 S + mg}{P_2 S} \right)^{2/5}$ ⑥ $T_0 \left(\frac{P_0 S + mg}{P_2 S} \right)^{3/5}$
 ⑦ $T_0 \left(\frac{P_0 S + mg}{P_2 S} \right)^{3/2}$ ⑧ $T_0 \left(\frac{P_0 S + mg}{P_2 S} \right)^{5/2}$

問6 問5のピストンの移動の過程で内部の気体が外部にした仕事 W_3 は 35 の関係を満たす。

- ① $W_3 = 0$ ② $W_3 = W_2$ ③ $W_3 > W_2$ ④ $W_3 = R(T_3 - T_0)$
 ⑤ $W_3 = R(T_0 - T_3)$ ⑥ $W_3 = \frac{3}{2}R(T_3 - T_0)$ ⑦ $W_3 = \frac{3}{2}R(T_0 - T_3)$
 ⑧ $W_3 = \frac{5}{2}R(T_3 - T_0)$ ⑨ $W_3 = \frac{5}{2}R(T_0 - T_3)$

