

問題・解答 用紙番号	36
---------------	----

の解答用紙に解答しなさい。

物 理

〈受験学部・学科〉

理工学部(住環境デザイン学科・建築学科・都市環境工学科・機械工学科・電気電子工学科)

問題は100点満点で作成しています。

I 次の文を読み、各問いに対する最も適切な答えを、それぞれの解答群から一つ選び、その記号を解答欄にマークせよ。また、記述問題への解答は指示による。(40点)

水平面上を台車が直進している。ある時刻 [s] における台車の速さ [m/s] を図1のグラフに示した。空気抵抗は無視し、重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、以下の問いに答えよ。

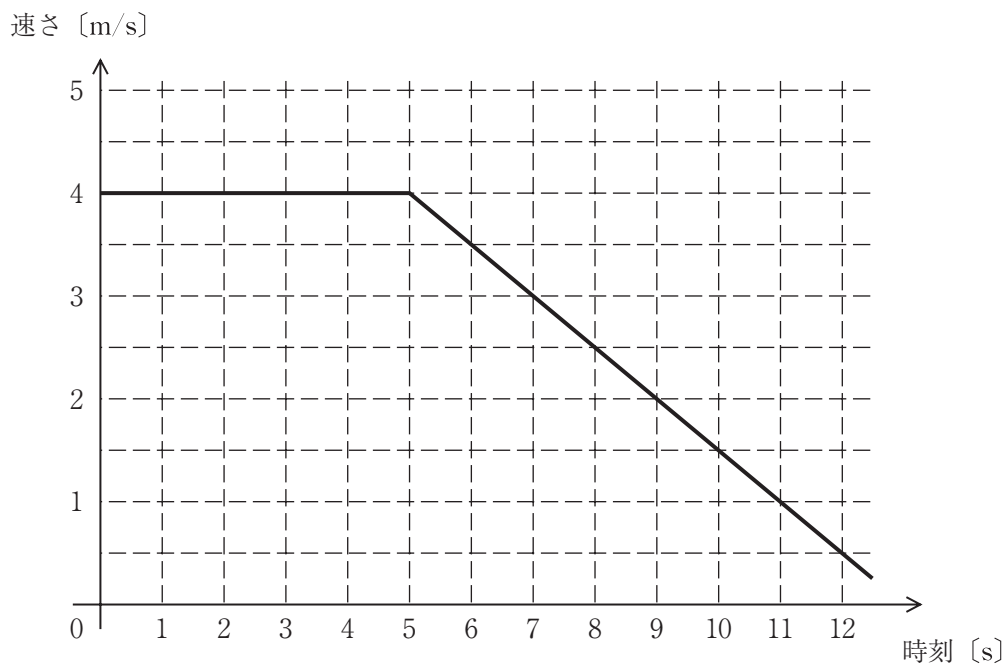


図 1

[1] 台車の運動について以下の問いに答えよ。

問1. 時刻10sにおける台車の加速度について正しい記述を選べ。

解答群

- (ア) 加速度の大きさは 0.0 m/s^2 で加速していない。
- (イ) 加速度の大きさは 0.5 m/s^2 で加速している。
- (ウ) 加速度の大きさは 0.5 m/s^2 で減速している。
- (エ) 加速度の大きさは 1.0 m/s^2 で加速している。
- (オ) 加速度の大きさは 1.0 m/s^2 で減速している。

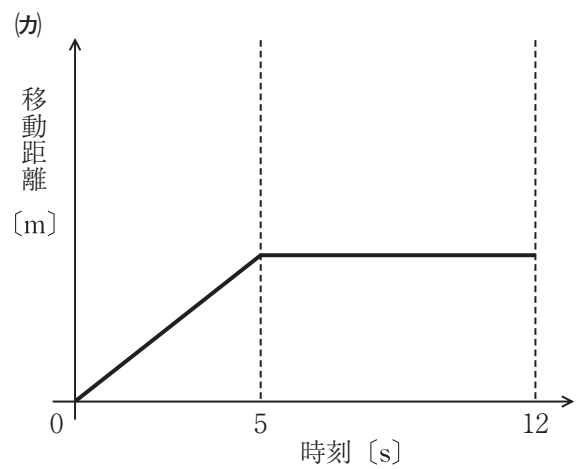
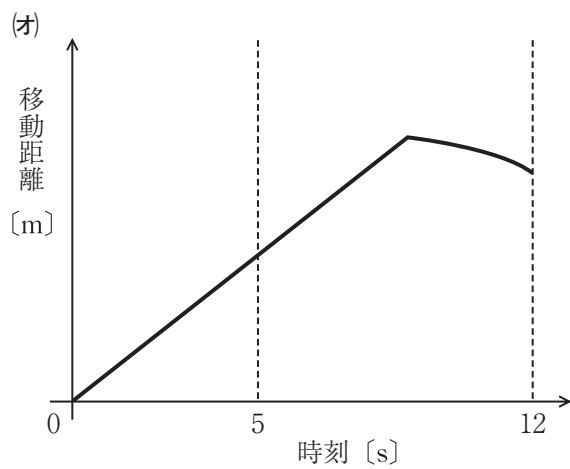
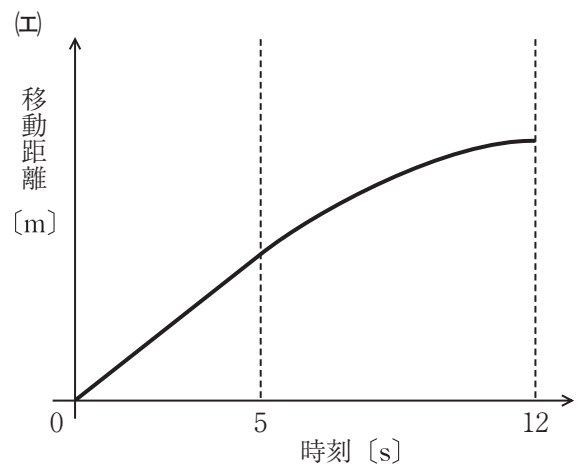
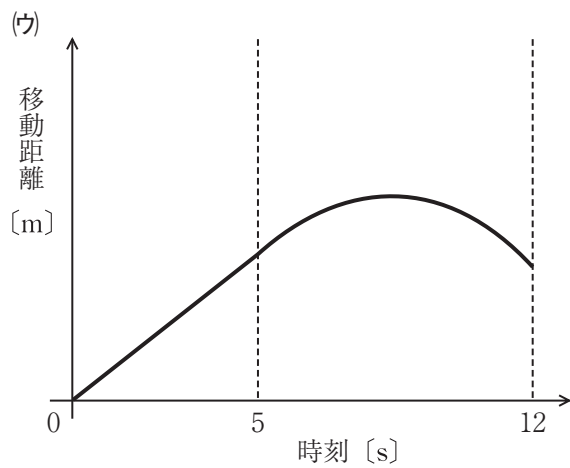
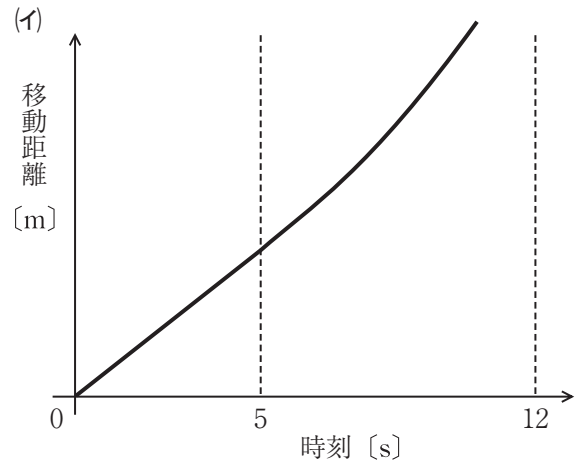
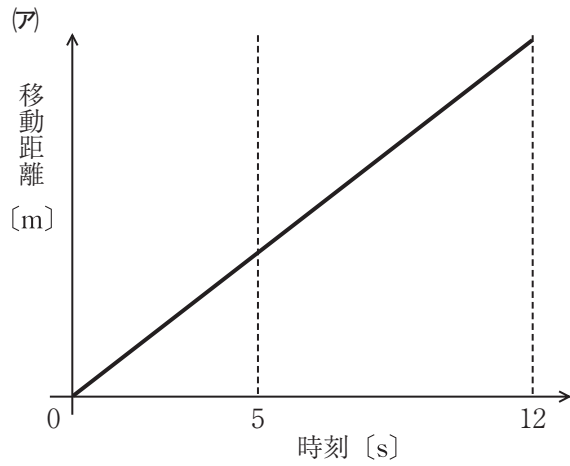
問2. 時刻0sから10sの間に台車が移動した距離は何mか。

解答群

- (ア) 6.25 (イ) 13.75 (ウ) 20.0 (エ) 33.75 (オ) 40.0

問3. 時刻 [s] と 時刻 0 s から台車が移動した距離 [m] との関係を表したグラフで最も適切なものはどれか。

解答群



[2] 図2のように、水平な床面上を台車が直進している。台車の速さは図1のグラフに従い、グラフの時刻0sで台車上の射出点は原点Oを通過した。原点Oを通過する瞬間、射出点から質量 m [kg] のボールを初速 v [m/s] で鉛直上向きに打ち上げたところ、ボールは時刻4sのとき、再び射出点にもどってきた。

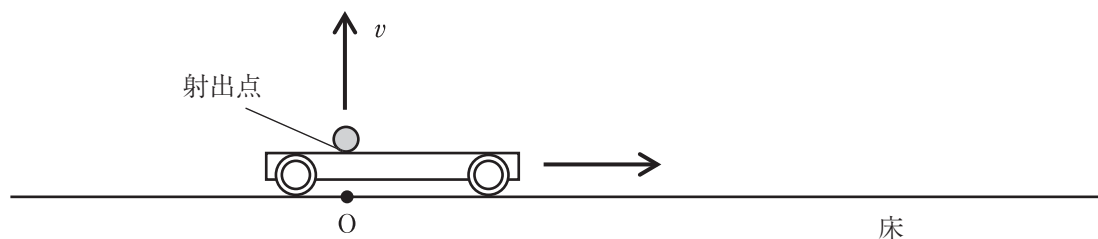


図2

問4. ボールの初速 v は何 m/s か。

解答群

- (ア) $\frac{1}{2}g$ (イ) g (ウ) $2g$ (エ) $3g$ (オ) $4g$

問5. 動いている台車から、ボールを鉛直上向きに打ち上げたのに、ボールは台車上の射出点の位置にもどってきた。この現象を、物理的に説明せよ。与えられた解答の枠内であれば、言葉だけでなく図や式を記載してもよい。「○○の法則だから。」など、一言で説明が終了するような解答では部分点となり、満点には至らないことに留意せよ。

[3] [2]と同様に図1のグラフに従い、グラフの時刻0sで台車上の射出点が原点Oを通過する瞬間、射出点から質量 m [kg] のボールを初速 u [m/s] ($u > v$) で鉛直上向きに打ち上げたところ、射出点の前方1.0 m先にボールは落下した。(図3)

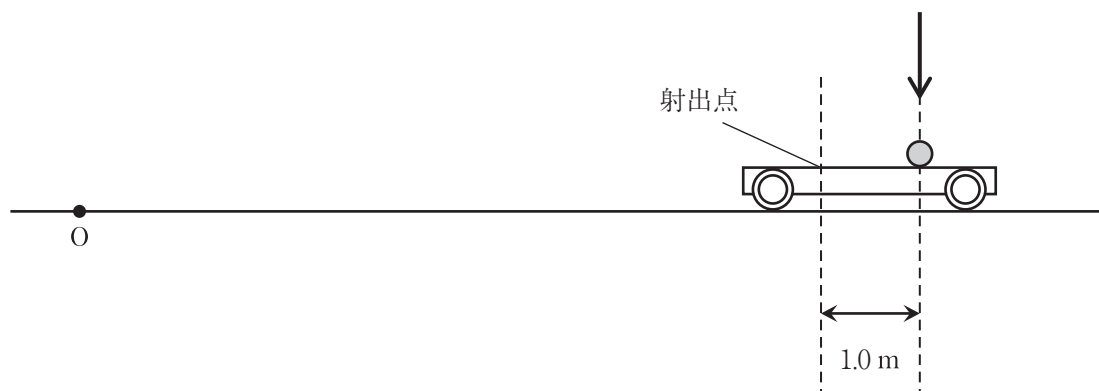


図3

問6. 射出してから、ボールが最高点に達するまでに、かかる時間は何 s か。

解答群

- (ア) $\frac{u}{g}$ (イ) $\frac{g}{u}$ (ウ) $\frac{mg}{u}$ (エ) $\frac{u}{mg}$ (オ) $\frac{1}{2} mu^2$

問7. 射出してから、台車上の射出点の前方1.0 m先に落下するまでに、ボールが原点Oから水平方向に移動した距離は何 m か。

解答群

- (ア) $\frac{mg}{8u}$ (イ) $\frac{8u}{mg}$ (ウ) $8u$ (エ) $\frac{g}{8u}$ (オ) $\frac{8u}{g}$

問8. ボールの初速 u は何 m/s か。

解答群

- (ア) $\frac{1}{2}g$ (イ) $\frac{3}{2}g$ (ウ) $\frac{5}{2}g$ (エ) $\frac{7}{2}g$ (オ) $\frac{9}{2}g$

Ⅱ 次の文を読み、各問いに対する最も適当な答えを、それぞれの解答群から一つ選び、その記号を解答欄にマークせよ。なお、数値は最も近い値を解答群から選べ。(30点)

[1] 図1のように、 $10\ \Omega$ 、 $20\ \Omega$ 、 $30\ \Omega$ 、 $40\ \Omega$ の4つの抵抗、電流計 A_1 、 A_2 および起電力 1.4 V の電池 V が接続された回路がある。図1の P_1 、 P_2 は回路中の接続点を示す。電池と電流計の内部抵抗、配線に用いた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。

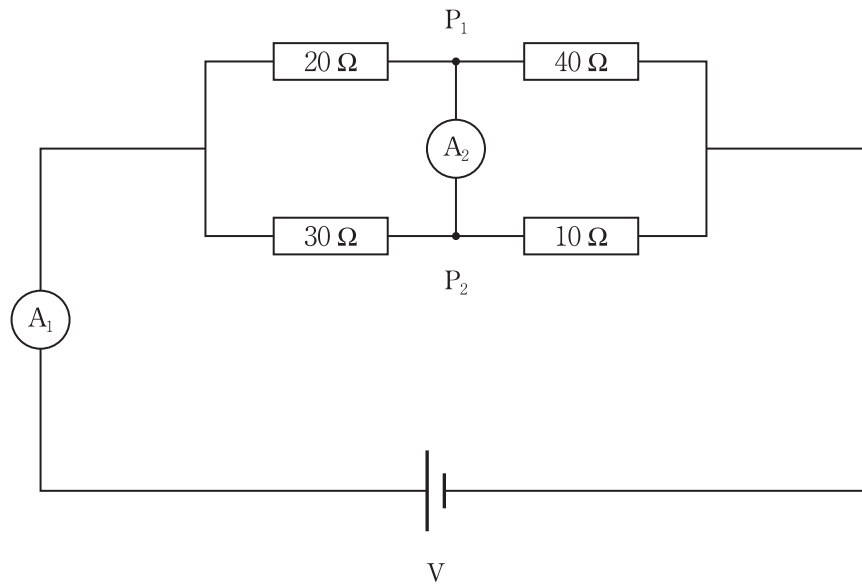


図1

問1. 電流計 A_1 に流れる電流の大きさは何 A か。

解答群

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| (ア) 1.4×10^{-2} | (イ) 5.6×10^{-2} | (ウ) 7.0×10^{-2} |
| (エ) 5.8×10^{-1} | (オ) 3.4×10^0 | |

問 2. 電流計 A_2 に流れる電流の大きさは何 A か。

解答群

- (ア) 0 (イ) 1.4×10^{-2} (ウ) 2.8×10^{-2}
(エ) 4.2×10^{-2} (オ) 5.6×10^{-2}

問 3. 電流計 A_2 に流れる電流の向きはどれか。

解答群

- (ア) 接続点 P_1 から P_2 に向かう向き (イ) 向きなし (電流は流れない)
(ウ) 接続点 P_2 から P_1 に向かう向き

問 4. 接続点 P_1 と P_2 間の電位差の大きさは何 V か。

解答群

- (ア) 0 (イ) 0.34 (ウ) 0.56 (エ) 1.1 (オ) 1.4

[3] さらに, [2] の回路において, $20\ \Omega$ の抵抗だけを電球 L に交換し, 十分な時間を経過させた。(図3) ただし, 電球 L は, オームの法則に従わない非直線抵抗である。この電球 L の電圧と電流の関係を図4のグラフに示す。以下の問いに答えよ。

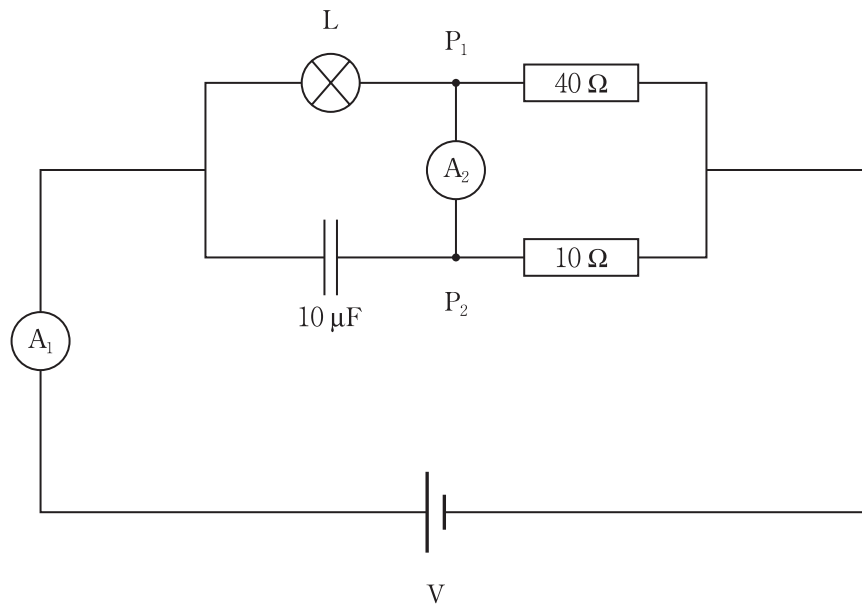


図3

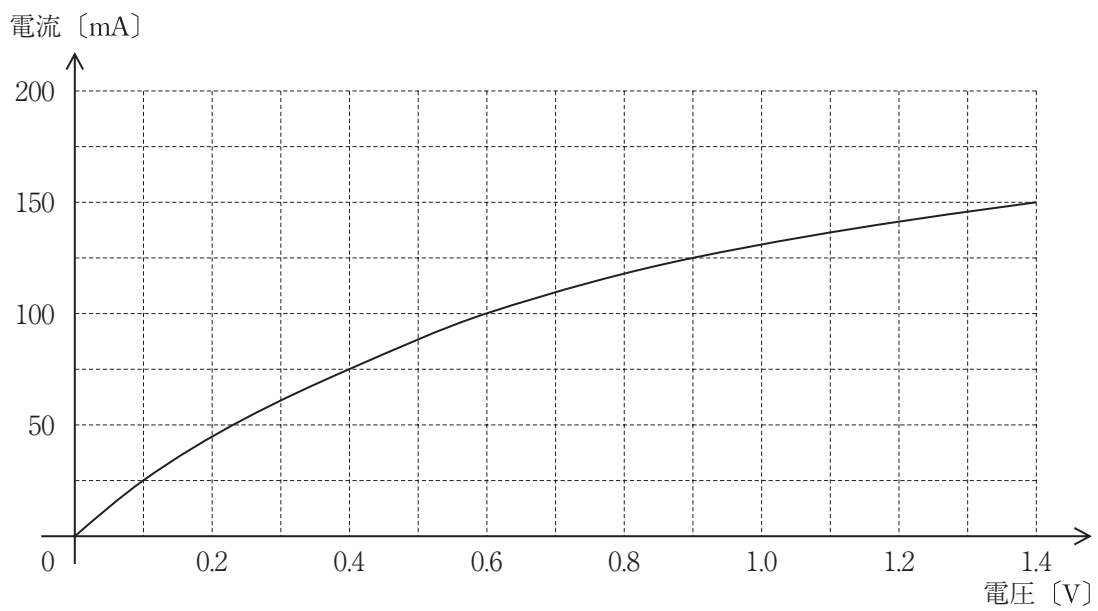


図4

問7. 電流計 A_1 に流れる電流の大きさは何 A か。

解答群

(ア) 0.025 (イ) 0.075 (ウ) 0.10 (エ) 0.125 (オ) 0.15

問8. 電流計 A_2 に流れる電流の大きさは何 A か。

解答群

(ア) 0.02 (イ) 0.05 (ウ) 0.08 (エ) 0.10 (オ) 0.15

Ⅲ 次の文を読み、各問いに対する最も適当な答えを、それぞれの解答群から一つ選び、その記号を解答欄にマークせよ。(30点)

電熱器を内部に備え、外部からの熱の出入りを遮断した容器に n [mol] の理想気体を封入した。気体の体積は V [m³]、温度は T [K]、圧力は p_0 [Pa] である。図 1 では、容器のピストンは固定され、図 2 では、ピストンは摩擦なく滑らかに動くことができる。ただし、電熱器の体積は無視でき、ピストンも断熱材で作られているものとする。また、大気圧を p_0 [Pa]、気体定数を R [J/(mol·K)] とし、以下の問いに答えよ。

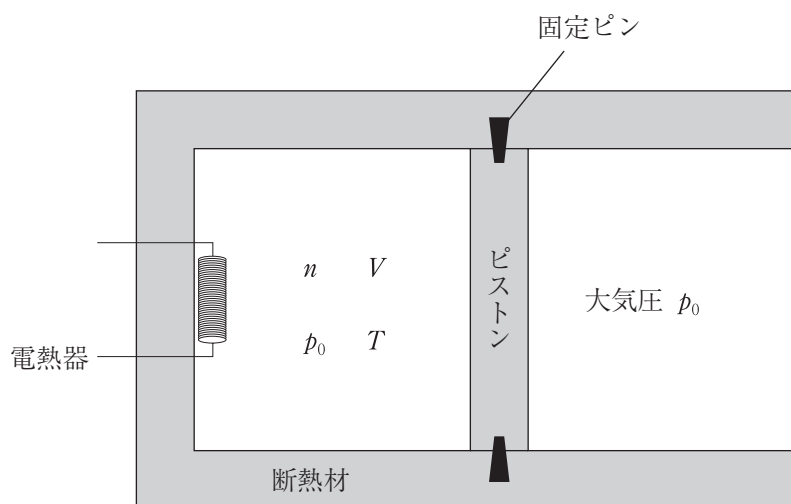


図 1

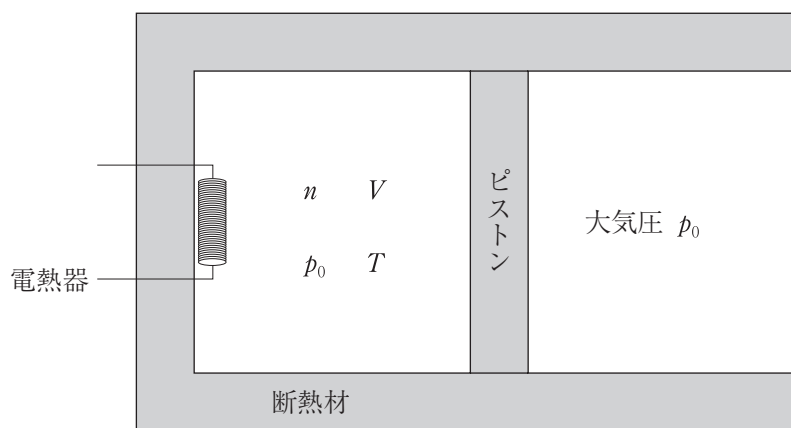


図 2

[1] 図1のようにピストンが固定されている場合を考える。

問1. 気体の温度を ΔT [K] 上昇させるのに必要な電熱器からの熱量 Q_v [J] を、定積モル比熱 C_v [J/(mol·K)] を用いて表せ。

解答群

(ア) C_v (イ) $C_v \Delta T$ (ウ) $nC_v \Delta T$ (エ) $nC_v p_0 \Delta T$ (オ) $nC_v p_0 (T + \Delta T)$

問2. 問1のとき、気体に生じる内部エネルギーの変化量 ΔU [J] を表す式として正しいものを選べ。

解答群

(ア) C_v (イ) $C_v \Delta T$ (ウ) $nC_v \Delta T$ (エ) $nC_v p_0 \Delta T$ (オ) $nC_v p_0 (T + \Delta T)$

[2] 図2のようにピストンが自由に動ける場合を考える。

問3. 電熱器からの加熱によって、内部の気体が ΔV [m³] 膨張する間にピストンが外部にした仕事 W [J] を表す式として正しいものを選べ。

解答群

(ア) $\frac{p_0}{\Delta V}$ (イ) $\frac{\Delta V}{p_0}$ (ウ) $\frac{1}{p_0 \Delta V}$ (エ) $p_0 \Delta V$ (オ) $1 - p_0 \Delta V$

問4. 問3のとき、問2と同じ温度変化 ΔT を気体にもたらすために、電熱器から熱量 Q_p [J] で加熱した。この熱量 Q_p は気体の内部エネルギーの変化量 ΔU と問3の仕事 W を用いてどのように表されるか。

解答群

(ア) $\Delta U + W$ (イ) $\Delta U \times W$ (ウ) $\frac{\Delta U}{W}$
(エ) $\Delta T \times (\Delta U - W)$ (オ) $\Delta T \times (\Delta U + W)$

問5. 問4のとき、気体の温度を ΔT 上昇させるのに必要な電熱器からの熱量 Q_p を、定圧モル比熱 C_p [J/(mol·K)] を用いて表せ。

解答群

(ア) C_p (イ) $C_p \Delta T$ (ウ) $nC_p \Delta T$ (エ) $nC_p p_0 \Delta T$ (オ) $nC_p p_0 (T + \Delta T)$

問6. 問1から問5の結果を用いて、定圧モル比熱 C_p と定積モル比熱 C_v の間に成立する関係式として正しいものを選べ。

解答群

(ア) $C_p - C_v = 0$ (イ) $C_p - C_v = R$ (ウ) $C_p - C_v = \frac{3}{2} R$
(エ) $C_p - C_v = \frac{5}{2} R$ (オ) $\frac{C_p}{C_v} = R$

問7. 問6の関係式は何と呼ばれているか。

解答群

- (ア) ボイル・シャルルの法則 (イ) ポアソンの法則 (ウ) ジュールの式
(エ) 熱力学第一法則 (オ) 熱力学第二法則 (カ) マイヤーの関係
(キ) アルキメデスの原理

体膨張率 β [1/K] とは、圧力一定の下で体積の温度に対する増加率を全体の体積 V [m³] で割ったものである。すなわち、温度変化を ΔT 、体積変化を ΔV としたとき、

$$\beta = \frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta T}$$

と厳密に定義される。

問 8. 問 1 から問 5 の結果を用いて、理想気体の定圧モル比熱 C_p と定積モル比熱 C_v の間に成立する関係式を、この体膨張率 β を用いて書き直した場合、正しいものを選び。

解答群

$$\begin{array}{lll} \text{(ア)} C_p - C_v = n p_0 V \beta & \text{(イ)} C_p - C_v = \frac{n \beta}{p_0 V} & \text{(ウ)} C_p - C_v = \frac{p_0 V}{n \beta} \\ \text{(エ)} C_p - C_v = \frac{n}{p_0 V \beta} & \text{(オ)} C_p - C_v = \frac{p_0 V \beta}{n} & \end{array}$$

問 9. 理想気体の体膨張率 β はいくらか。

解答群

$$\text{(ア)} R \quad \text{(イ)} \frac{3}{2} R \quad \text{(ウ)} T \quad \text{(エ)} \frac{1}{T} \quad \text{(オ)} RT$$