

ハイレベル物理 基礎力確認テスト⑩

**1**

ある容器の中に  $20^{\circ}\text{C}$  の水  $400\text{g}$  が入っている。いま水の中に  $90^{\circ}\text{C}$  に温められた  $300\text{g}$  の鉄球を入れてしばらくすると、水の温度が  $t[^{\circ}\text{C}]$  になった。水の比熱を  $4.2\text{J/g}\cdot\text{K}$ 、鉄球の比熱を  $0.44\text{J/g}\cdot\text{K}$  とする。

(1) 水の熱容量はいくらか。

- ア.  $1680\text{ J/K}$     イ.  $1260\text{ J/K}$     ウ.  $176\text{ J/K}$     エ.  $132\text{ J/K}$

(2) 鉄球を入れた後、水の温度  $t$  を求めよ。有効数字 2 桁で答えよ。

- ア.  $14^{\circ}\text{C}$     イ.  $18^{\circ}\text{C}$     ウ.  $25^{\circ}\text{C}$     エ.  $32^{\circ}\text{C}$

次に、容器から鉄球を取り出し、水の温度を  $20^{\circ}\text{C}$  にもどした。その後この水を電熱器のついた熱量計（熱容量  $50\text{J/K}$ ）の中に移した。熱量計の内部の温度が一律で  $20^{\circ}\text{C}$  となったあと、 $2\text{kW}$  の電力（＝仕事率）で 10 秒間温めた。

(3) このとき電熱器がした仕事はいくらか。

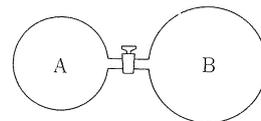
- ア.  $100\text{ J}$     イ.  $200\text{ J}$     ウ.  $10000\text{ J}$     エ.  $20000\text{ J}$

(4) 10 秒後水の温度は何  $^{\circ}\text{C}$  になっているか。有効数字 2 桁で答えよ。

- ア.  $14^{\circ}\text{C}$     イ.  $18^{\circ}\text{C}$     ウ.  $25^{\circ}\text{C}$     エ.  $32^{\circ}\text{C}$

**2**

図のように、体積  $V_A$ 、 $V_B$  の容器 AB が連結されたガラス製の容器がある。いま、容器 A に  $n[\text{mol}]$ 、温度  $T[\text{K}]$  の理想気体を入れコックを閉じた。容器 B は真空である。気体定数を  $R$  として、次の問いに答えよ。



(5) 容器 A 内の温度を  $2T[\text{K}]$ 、容器 B 内の温度を  $T[\text{K}]$  になるように調節しながら、コックを開いた。容器内の圧力を求めよ。

- ア.  $\frac{nRT}{V_A+V_B}$     イ.  $\frac{2nRT}{V_A+V_B}$     ウ.  $\frac{2nRT}{2V_A+V_B}$     エ.  $\frac{2nRT}{V_A+2V_B}$

(6) (5) の後、コックを閉じた。容器 A 内の気体のモル数を求めよ。

- ア.  $\frac{nV_A}{V_A+V_B}$     イ.  $\frac{2nV_A}{V_A+V_B}$     ウ.  $\frac{nV_A}{2V_A+V_B}$     エ.  $\frac{nV_A}{V_A+2V_B}$

**4**

次の文章の空欄にあてはまる式を求めよ。

体積  $V$ 、圧力  $p$ 、温度  $T$ 、モル数（物質質量） $n$  の理想気体に対する状態方程式は  $pV=nRT$  と書ける。ただし、 $R$  は気体定数である。この理想気体の 1 モルあたりの質量を  $M_0$  とすると、この気体の密度は

$\rho = \boxed{(7)} \times \frac{1}{T}$  である。

いま、空気を理想気体と考え、空気を体積  $V$  の熱気球に入れ、気球を浮かすことを考える。気球の内外の空気の圧力は常に等しいものとする。気球の外の空気の温度を  $T_0$ 、密度を  $\rho_0$ 、気球の内の空気の温度を  $T$ 、密度を  $\rho$  とすると、 $\rho = \boxed{(8)} \times \rho_0$  の関係がある。ゴンドラ等まで含めた気球の質量を、空気を別にして  $M$  とすると、この気球全体にかかる全重力は  $(M + \rho V)g$  である。ただし、 $g$  は重力加速度である。また、ゴンドラ等の体積は気球の体積  $V$  に比べ無視できるほど小さいものとする、気球が上昇

する温度は  $T_1 = \boxed{(9)} \times T_0$  より高い温度でなければならない。

(7)の選択肢

ア.  $\frac{pR}{M_0}$     イ.  $\frac{pM_0}{R}$     ウ.  $\frac{RM_0}{p}$     エ.  $\frac{p}{RM_0}$

(8)の選択肢

ア.  $T_0$     イ.  $T$     ウ.  $\frac{T_0}{T}$     エ.  $\frac{T}{T_0}$

(9)の選択肢

ア.  $\frac{\rho_0 V}{\rho_0 V - M}$     イ.  $\frac{\rho_0 V - M}{\rho_0 V}$     ウ.  $\frac{\rho_0 V}{\rho_0 V + M}$     エ.  $\frac{\rho_0 V + M}{\rho_0 V}$

**5**

図2のように、ゴム管でつないだ2つのガラス管AとBに密度  $\rho$  の液体が入れてある。ガラス管Aの上部には栓が付いており、はじめ栓は開いている。ガラス管Aとガラス管Bの断面積を  $S$ 、大気圧を  $p_0$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

(10) ポンプを用いてガラス管Aに空気を送り込んだのち、栓を閉じた。そのとき、図2のように、ガラス管AとBの液面の高さは、ガラス管Aの底から測ってそれぞれ  $a_0$ 、 $b_0$  となった。ガラス管Aに閉じ込められた空気の圧力  $p_1$  はいくらか。

ア.  $p_0 - \rho(b_0 - a_0)g$     イ.  $p_0 + \rho(b_0 - a_0)g$   
 ウ.  $p_0 - \rho(a_0 - b_0)g$     エ.  $p_0 + \rho(a_0 - b_0)g$

(11) 次に、図3のように、ガラス管A中の空気の温度を一定に保ちながら、圧力を大気圧  $p_0$  と同じにするための液面の高さを  $a_1$  とする。 $a_1$  はガラス管Aの長さ  $L$  および(10)の  $a_0$ 、 $p_0$ 、 $p_1$  を用いるとどのように表されるか。ただし、栓の部分の体積は無視できるものとする。

ア.  $L + \frac{p_1}{p_0}(L - a_0)$     イ.  $L + \frac{p_0}{p_1}(L - a_0)$     ウ.  $L - \frac{p_1}{p_0}(L - a_0)$     エ.  $L - \frac{p_0}{p_1}(L - a_0)$

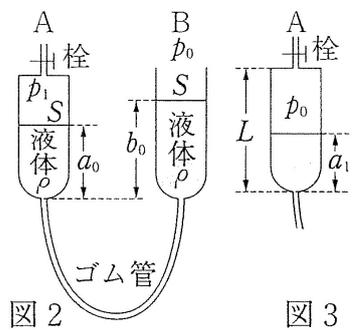


図2

図3