

() 科 2 年 () 番 氏名 (解答例)

4. 温度、熱に関する次の各問いに答えよ。ただし、水の融点は 0°C 、融解熱は $3.3 \times 10^2 \text{ J/g}$ とする。(19点)
 ① 0°C の氷山に質量 0.40 kg 、 250°C の鉄球を速度 $1.0 \times 10^2 \text{ m/s}$ で打ち込むとき、何 g の氷を融かすことができるか。ただし、鉄の比熱を $0.44 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ とする。

6点 $m \times 3.3 \times 10^2 = \frac{1}{2} \times 0.40 \times (1.0 \times 10^2)^2 + 0.40 \times 10^3 \times 0.44 \times 250$
 $m = 139. \dots = 1.4 \times 10^2 \text{ g}$

- ② アイシングパックに -5.0°C の氷を入れ、 25°C の水 $3.0 \times 10^2 \text{ g}$ と混ぜて 10°C の水を作った。混ぜた氷は何 g か。アイシングパックの熱容量は無視できるとする。

7点 $m \times 2.1 \times 5.0 + m \times 3.3 \times 10^2 + m \times 4.2 \times 10 = 3.0 \times 10^2 \times 4.2 \times (25 - 10)$
 $m = 49.4 \dots = 49 \text{ g}$

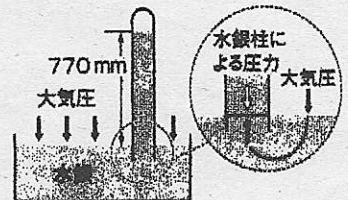
- ③ 体の表面積 1.8 m^2 の人が、厚さ $8.0 \times 10^{-3} \text{ m}$ の毛布を羽織っている。人の体温が 36°C 、外気温が 8.0°C であるとき、人から失われる熱量 Q は毎秒いくらか。ただし、毛布の熱伝導率を $0.083 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ とする。

6点 $Q = kS \frac{T_1 - T_2}{l} = 0.083 \times 1.8 \times \frac{36 - 8.0}{8.0 \times 10^{-3}} = 522. \dots = 5.2 \times 10^2 \text{ J}$

5. 水銀を入れた容器に断面積が $2.00 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ の長い試験管を立てて大気中にしばらく置いたところ、右図のように 770 mm の水銀柱ができた。水銀の密度を $13.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、重力加速度を 9.80 m/s^2 とする。(12点)

- ① 水銀柱の質量 m は何 kg か。(有効数字3桁で答えよ)

6点 $m = \rho V = 13.5 \times 10^3 \times 770 \times 10^{-3} \times 2.00 \times 10^{-4}$
 $m = 2.079 = 2.08 \text{ kg}$



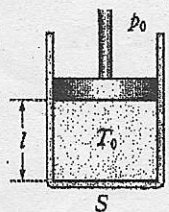
- ② 水銀柱の底面にかかる圧力は、このときの大気圧に等しい。大気圧 P は何 Pa か。(有効数字3桁で答えよ)

6点 $P = \frac{mg}{S} = \frac{2.079 \times 9.80}{2.00 \times 10^{-4}} = 1.018 \dots \times 10^5 = 1.02 \times 10^5 \text{ Pa}$ (または $P = \rho hg = \dots$)

6. 右図のように大気圧が P_0 のもとにある断面積 S のシリンダー内に絶対温度 T_0 の気体を閉じこめたところ、ピストンは底から l の高さで静止した。ピストンの質量は無視でき、重力加速度の大きさを g として次の各問いに答えよ。(11点)

- ① 気体の温度を T_0 に保ったまま、ピストンの上におもりを静かに載せるとピストン的高さは底から $\frac{3}{5}l$ になった。このときのシリンダー内の気体の圧力は P_0 の何倍か。

$\frac{PV}{T} = \text{一定} \rightarrow PV = \text{一定} \quad P_0 \times lS = P \times \frac{3}{5}l \quad \therefore P = \frac{5}{3}P_0 \quad \frac{5}{3} \text{ 倍}$

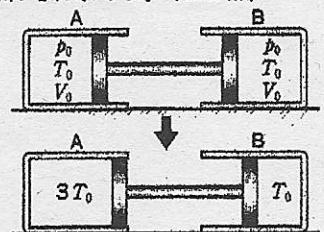


- ② ①と同じおもりをもう1個追加して載せ、気体の温度を上げてピストンの高さを l に戻した。このときの温度 T は T_0 の何倍か。

6点 おもり1個下 圧力は $\frac{2}{3}P_0$ 大きく93
 最初と比較すると $\frac{PV}{T} = \text{一定} \rightarrow \frac{P}{T} = \text{一定} \quad \frac{P_0}{T_0} = \frac{P_0 + \frac{2}{3}P_0 \times 2}{T} \quad \therefore T = \frac{7}{3}T_0 \quad \frac{7}{3} \text{ 倍}$

7. 図のように、なめらかに動くピストンでつながれた2つの同じシリンダーA、Bに等しい量の気体を入れて、水平な台の上にシリンダーを固定した。初めA、Bとも圧力 P_0 、体積 V_0 、絶対温度 T_0 だった。Bの温度を一定に保ち、Aの気体の温度を $3T_0$ にすると、ピストンが移動して静止した。そのときA、Bの気体の圧力は等しくなる。その圧力 P を求めよ。また、A、B内の気体の体積 V_A 、 V_B をそれぞれ求めよ。(11点)

$\frac{PV}{T} = \text{一定} \quad \begin{cases} A \dots \frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P V_A}{3T_0} \\ B \dots \frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P V_B}{T_0} \end{cases} \rightarrow \frac{P V_A}{3T_0} = \frac{P V_B}{T_0} \quad \therefore V_A = 3V_B$
 $V_A + V_B = 2V_0 \quad 4V_B = 2V_0 \quad \therefore V_B = \frac{1}{2}V_0, V_A = \frac{3}{2}V_0$
 $P_0 V_0 = P \times \frac{1}{2}V_0 \quad \therefore P = 2P_0$



物理Ⅱ 確認テスト No.4

平成28年11月14日(月)

- ※指示事項 1. 与えられた数値や文字を用いた計算式を書くこと。2. 必要な場合は答えに単位をつけること。
3. 数値解は指示が無ければ有効数字2桁で答えよ。
4. 必要ならば次の値を用いよ。水の比熱=4.2 J/(g・K), 氷の比熱=2.1 J/(g・K),

1. 光の干渉について次の各問に答えよ。(12点)

- ① 「ヤングの干渉実験」で光源Aの前に単スリットS₀、複スリットS₁S₂とスクリーンを紙面に垂直にかつ互いに平行に置く。直線AOはスクリーンに垂直でS₁S₂を垂直に二等分していて、S₁S₂の中点をBとする。光源に単色光を用いると、点O付近の明点の間隔が3.6 mm になった。S₁S₂=0.25 mm, BO=1.8 mであるとき、光の波長λは何mか。

$$\frac{dx}{L} = m\lambda \rightarrow x = \frac{mL\lambda}{d} \rightarrow \Delta x = \frac{L\lambda}{d}$$

$$\therefore \lambda = \frac{d\Delta x}{L} = \frac{0.25 \times 10^{-3} \times 3.6 \times 10^{-3}}{1.8} = 5.0 \times 10^{-7} \text{ m}$$



- ② 1.0 cmあたり4.5 × 10³本の筋がある回折格子の面に垂直に光を入射させたところ、2次(m=2)の明点が入射方向から30°の方向にできた。入射した光の波長λ[m]を求めよ。

$$d = \frac{1.0 \times 10^{-2}}{4.5 \times 10^3}$$

$$d \sin \theta = m\lambda$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-2}}{4.5 \times 10^3} \times \frac{1}{2} = 2\lambda$$

$$\lambda = 5.55 \dots \times 10^{-7} = 5.6 \times 10^{-7} \text{ m}$$

2. レンズについての次の各問に答えよ。(23点)

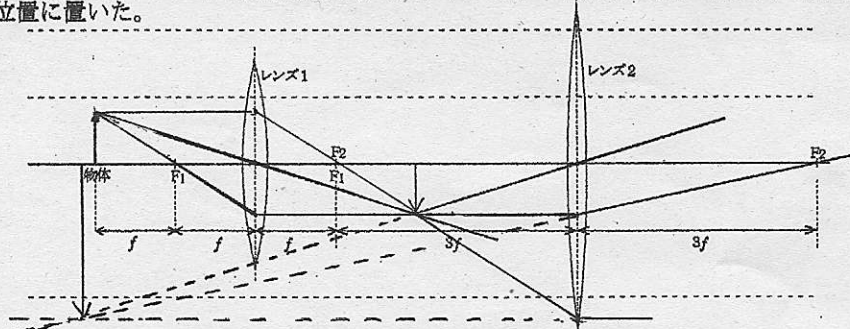
- ① 焦点距離40 cmの凹レンズから60 cmの位置に物体を置く。レンズによる像はどこにどのようにできるか計算によって求めよ。(前方or後方, レンズからの距離, 倍率, 倒立or正立, 実像or虚像)

$$\frac{1}{60} + \frac{1}{b} = -\frac{1}{40} \quad \frac{1}{b} = -\frac{1}{40} - \frac{1}{60} = -\frac{3+2}{120} \quad b = -24 (<0) \quad m = \frac{24}{60} = 0.40$$

レンズの(前)方, 距離(24) cmの位置に(0.40)倍の(正)立(虚)像

- ② 下図のように、焦点距離fの凸レンズ1と焦点距離3fの凸レンズ2が一直線上に置いてあり、物体をレンズ1の中心から距離2fの位置に置いた。

7点



- (a) この2枚のレンズによってできる像を作図によって求めよ。(各3本ずつの光線により像を求めること)

- (b) この2枚のレンズによる像は、どこにどのようにできるか計算によって求めよ。

9点 (レンズ2の前方or後方, レンズ2からの距離, 倍率, 物体に対して倒立or正立, 実像or虚像)

$$\text{レンズ1} \quad \frac{1}{2f} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f} \quad \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f} - \frac{1}{2f} = \frac{1}{2f} \quad b_1 = 2f \quad m_1 = \frac{2f}{2f} = 1$$

$$\text{レンズ2} \quad \frac{1}{2f} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{3f} \quad \frac{1}{b_2} = \frac{1}{3f} - \frac{1}{2f} = -\frac{1}{6f} \quad b_2 = -6f \quad m_2 = \frac{6f}{2f} = 3$$

$$4f-2f \quad m = m_1 \times m_2 = 1 \times 3 = 3$$

レンズ2の(前)方, 距離(6f)の位置に(3)倍の(倒)立(虚)像

3. 温度, 熱に関する次の各問に答えよ。(12点)

- ① 質量2.0 × 10² gの物体に8.0 × 10² Jの熱量を加えると、物体の温度が12℃上昇した。物体の比熱cを求めよ。

$$Q = mc\Delta T \quad c = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{8.0 \times 10^2}{2.0 \times 10^2 \times 12} = 0.333 \dots = 0.33 \text{ J/g}\cdot\text{K}$$

- ② 10℃の水400 gと90℃の水250 gを混ぜると何℃になるか。ただし、熱は外部に逃げないものとする。

6点

$$400 \times 4.2 \times (x - 10) = 250 \times 4.2 \times (90 - x)$$

$$x = \frac{400 \times 10 + 250 \times 90}{400 + 250} = 40.7 \dots = 41^\circ\text{C}$$