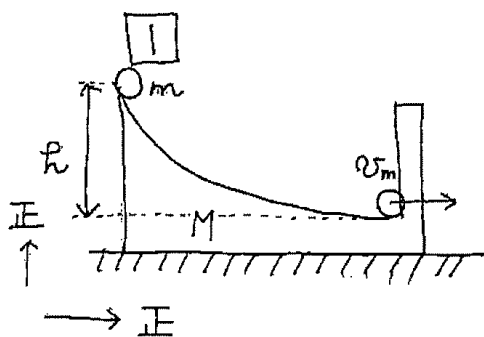


1

## 適性試験 (物理-選択) 解答用紙

かべに衝突する直前の物体の速度を  $v_m$ 台の速度を  $v_M$ 衝突後の物体の速度を  $v'_m$ .台の速度を  $v'_M$ 

水平垂直の正の向きは、図のとおりとする。

跳ね返り係数  $e=1$  より

$$-\frac{v'_m - v'_M}{v_m - v_M} = 1 \quad \text{--- ①}$$

衝突直前の速度は、エネルギー保存の法則から

$$\frac{1}{2} M v_M^2 + \frac{1}{2} m v_m^2 = mgh \quad \text{--- ②}$$

また、最初、物体も台も静止していたので、

運動量保存の法則から

$$m v_m + M v_M = m v'_m + M v'_M = 0 \quad \text{--- ③}$$

$$\text{①, ③より, } v'_m = -v_m, \quad v'_M = -v_M$$

台を登り静止した高さを  $h'$  とすると、

衝突直後とのエネルギー保存の法則から

$$mgh' = \frac{1}{2} m v'_m{}^2 + \frac{1}{2} M v'_M{}^2 \quad \text{--- ④}$$

$$\text{②, ④より } h' = h$$

すなわち、上昇した小球の最高点での  
高さは、 $h$  となる。 //

## 適性試験 (物理-選択) 解答用紙

② 気体定数を  $R$  とする。

A, B, C, D の温度を  $T_A, T_B, T_C, T_D$  とすると、

$$p_0 V_0 = n R T_A$$

$$3 p_0 V_0 = n R T_B$$

$$\therefore T_A = \frac{p_0 V_0}{n R}$$

$$\therefore T_B = \frac{3 p_0 V_0}{n R}$$

$$2 p_0 (2 V_0) = n R T_C$$

$$p_0 (2 V_0) = n R T_D$$

$$\therefore T_C = \frac{4 p_0 V_0}{n R}$$

$$\therefore T_D = \frac{2 p_0 V_0}{n R}$$

また、単原子理想気体なので、定積熱容量  $C_V$  は、

$$C_V = \frac{3}{2} n R$$

定圧熱容量  $C_P$  は、

$$C_P = C_V + n R = \frac{5}{2} n R$$

A  $\rightarrow$  B, C  $\rightarrow$  D は、定積過程なので、吸収した熱量  $Q_{A \rightarrow B}, Q_{C \rightarrow D}$  は、

$$Q_{A \rightarrow B} = C_V (T_B - T_A) = 3 p_0 V_0 \quad \text{--- ①}$$

$$Q_{C \rightarrow D} = C_V (T_D - T_C) = -3 p_0 V_0 \quad \text{--- ②}$$

D  $\rightarrow$  A は、定圧過程なので、吸収した熱量  $Q_{D \rightarrow A}$  は、

$$Q_{D \rightarrow A} = C_P (T_A - T_D) = -\frac{5}{2} p_0 V_0 \quad \text{--- ③}$$

1 サイクルで気体が外部に与えた仕事  $W$  は、囲まれる面積

なので、 $W = \frac{3}{2} p_0 V_0$  --- ④

B  $\rightarrow$  C では、常に温度は上がり、外に仕事をするので、

吸熱過程であり、吸収した熱量を  $Q_{B \rightarrow C}$  とすると、

熱力学第一法則より

$$Q_{A \rightarrow B} + Q_{B \rightarrow C} + Q_{C \rightarrow D} + Q_{D \rightarrow A} = W$$

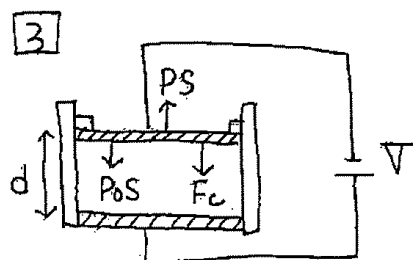
①, ②, ③, ④ を代入して

$$3 p_0 V_0 + Q_{B \rightarrow C} - 3 p_0 V_0 - \frac{5}{2} p_0 V_0 = \frac{3}{2} p_0 V_0 \quad \therefore Q_{B \rightarrow C} = 4 p_0 V_0$$

$$\text{よって熱効率} = \frac{W}{Q_{A \rightarrow B} + Q_{B \rightarrow C}} = \frac{3}{14} //$$

3

## 適性試験 (物理-選択) 解答用紙



ピストンにかかる力は、

気体がピストンを押す力  $PS$ 大気がピストンを押す力  $P_0S$ 極板にかかる力  $F_c$ 

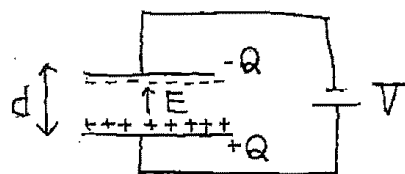
である。ピストンが下方に動く条件は

$$F_c + P_0S > PS \quad \text{--- ①}$$

気体の状態方程式から、気体の体積を  $V_0$  とすると、

$$PV_0 = nRT$$

$$\text{ここで } V_0 = Sd \text{ より、 } P = \frac{nRT}{Sd} \quad \text{--- ②}$$

コンデンサ内の電場を  $E$ 、極板内の電荷を  $\pm Q$  とすると、下の極板で作られる電場  $E_+ = \frac{E}{2}$  が上の極板の  $-Q$  に作用するので、

$$F_c = \frac{QE}{2} \quad \text{--- ③}$$

$$\text{また、 } V = Ed \text{ より、 } E = \frac{V}{d} \quad \text{--- ④}$$

コンデンサの容量を  $C$  とすると、  $Q = CV$ 

$$C = \epsilon_0 \frac{S}{d} \text{ から、 } Q = \epsilon_0 \frac{S}{d} V \quad \text{--- ⑤}$$

④⑤を③に代入し

$$F_c = \frac{\epsilon_0 \frac{S}{d} V \cdot \frac{V}{d}}{2} = \frac{\epsilon_0 S V^2}{2d^2} \quad \text{--- ⑥}$$

②⑥を①に代入し

$$\frac{\epsilon_0 S V^2}{2d^2} + P_0S > \frac{nRT}{Sd} \cdot S$$

$$\frac{\epsilon_0 S V^2}{2d^2} > \frac{nRT}{d} - P_0S$$

$$V^2 > \frac{2d^2}{\epsilon_0 S} \left( \frac{nRT}{d} - P_0S \right)$$

$$\therefore V > \sqrt{\frac{2d^2}{\epsilon_0 S} \left( \frac{nRT}{d} - P_0S \right)} \quad //$$

※採点欄