

医学部専門予備校 クエスト 解答速報

日本医科大学 (後期) 物理 試験日 3月1日 (水)



[I]

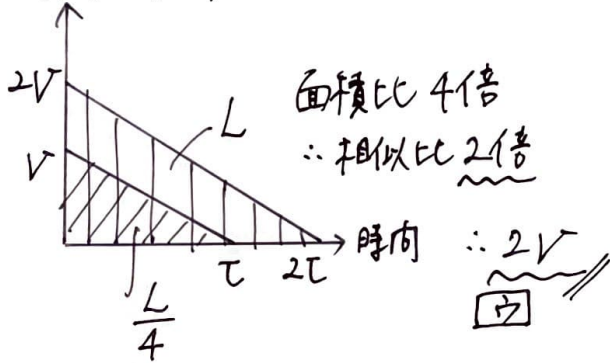
(1) エネルギー保存則より、

$$\frac{1}{2}MV^2 = F \frac{L}{4}$$

$$\therefore F = \frac{2MV^2}{L}$$

発生熱量エネルギー =  $\frac{1}{2}MV^2$

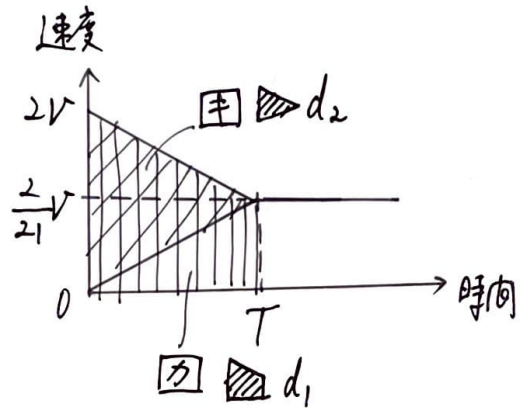
速度(右向き正)



(2) 運動量保存則より、

$$M \cdot 2V = (M + 20M)V$$

$$\therefore v = \frac{2}{21}V$$



物体に運動量定理を適用し、

$$20M \frac{2}{21}V - 20M \cdot 0 = F \cdot T$$

$$\therefore T = \frac{40MV}{21F}$$

$$\therefore d_1 = \frac{1}{2}(2V + \frac{2}{21}V) \times T$$

$$= \frac{1}{2} \frac{44}{21} V T$$

$$= \frac{1}{2} \frac{44}{21} V \cdot \frac{40MV}{21F}$$

$$= \frac{440}{441} L \left( \because \frac{MV^2}{F} = 2L \right)$$

面積比 2倍

$$\begin{aligned}
 d_2 &= \frac{1}{2} 2V \cdot T \\
 &= \frac{1}{2} 2V \cdot \frac{40MV}{21F} \\
 &= \frac{20}{21} L \\
 &\quad \underline{\underline{\text{用}}}
 \end{aligned}$$

発生した熱エネルギー  $Q$  は次式から  
 求める。

$$\begin{aligned}
 Q &= I d_2 \\
 &= \frac{2MV^2}{L} \cdot \frac{20}{21} L \\
 &= \frac{80}{21} \cdot \frac{1}{2} MV^2 \\
 &\quad \underline{\underline{\text{用}}}
 \end{aligned}$$

[I] 定期テストレベルである。  
 完答必須。

[II] 用が面倒だったかも知れない  
 が、内容はひねりイマイチ  
 定期テストレベルである。

[I]~[II]を通り、面白味も発見も  
 ない、「確認テスト」機能のみの  
 テストであった。

[II]

$$\left. \begin{aligned} C &\equiv \epsilon_0 \frac{S}{d} \\ Q_0 &\equiv CV \\ U_0 &= \frac{1}{2} CV^2 \end{aligned} \right\} \text{与}\delta\text{}$$

① 電荷保存則より、

$$(C + \frac{2}{3}C)x = CV$$

$$\therefore x = \frac{2}{5}V$$

$$\therefore Q_1 = \frac{2}{5}CV = Q_0$$

②  $U_i = \frac{1}{2}(C + \frac{2}{3}C)x^2$

$$= \frac{2}{5} \cdot \frac{1}{2} CV^2 = U_0$$

③  $U_f = \frac{1}{2} 2C \left(\frac{V}{2}\right)^2$

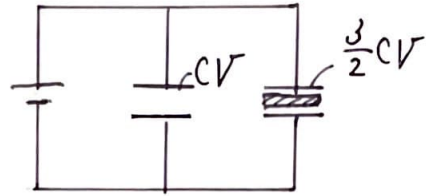
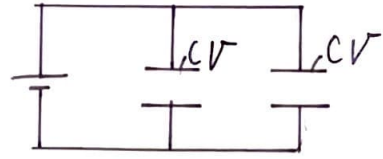
$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} CV^2 = U_0$$

エネルギー保存則より、

$$W_{\text{外部}} = U_f - U_i$$

$$= \frac{1}{10} U_0$$

[I]



$$\Delta U = \frac{1}{2} \frac{3}{2} C \cdot V^2 - \frac{1}{2} C \cdot V^2 \quad \left( \begin{array}{l} \text{変化電圧} = a \text{ は} \\ C_2 \text{ だけ} \end{array} \right)$$

$$= \frac{1}{4} CV^2$$

$$W_{\text{損失}} = \left( \frac{3}{2} CV - CV \right) V \quad ( \text{''} )$$

$$= \frac{1}{2} CV^2$$

エネルギー保存則より、

$$\Delta U = W_{\text{損失}} + W_{\text{外部}}$$

$$\therefore W_{\text{外部}} = \Delta U - W_{\text{損失}}$$

$$= -\frac{1}{4} CV^2 < 0$$

$$\therefore |W_{\text{外部}}| = \frac{1}{4} CV^2$$

$$= \frac{1}{2} U_0$$

㉑

$$C_3 \text{ の電気容量} = \frac{\frac{3}{2}C \times 6C}{\frac{3}{2}C + 6C}$$

$$= \frac{6}{5}C$$

電荷保存則より、

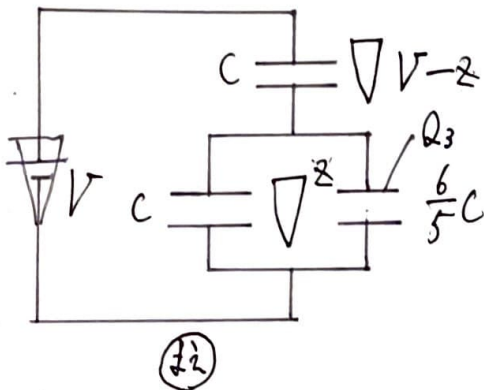
$$(C + \frac{6}{5}C)y = \frac{1}{2}CV$$

$$\therefore y = \frac{5}{22}V$$

$$\therefore Q_2 = \frac{5}{22}(CV) = Q_0$$

~~~~//

㉒



電荷と設定はよいか、やや大変なはず  
電圧を上図のよりに設定する。

電荷保存則より、

$$-C(V-z) + (C + \frac{6}{5}C)z = 0$$

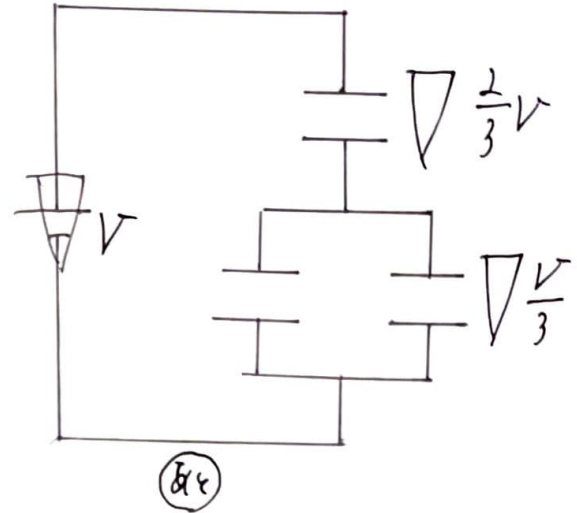
$$\therefore z = \frac{5}{16}V$$

$$Q_3 = \frac{6}{5}Cz$$

$$= \frac{3}{8}Q_0$$

~~~~//

㉓



$$U_i = \frac{1}{2}C(V-z)^2 + \frac{1}{2}(C + \frac{6}{5}C)z^2$$

$$= \frac{11}{32}CV^2$$

$$U_f = \frac{1}{2}C(\frac{2}{3}V)^2 + \frac{1}{2}2C(\frac{V}{3})^2$$

$$= \frac{1}{3}CV^2$$

$$W_{\text{ext}} = \Delta Q \cdot V$$

$$= (\frac{2}{3}CV - \frac{11}{16}CV)V$$

$$= -\frac{1}{48}CV^2$$

エネルギー保存則より、

$$\Delta U = W_{\text{ext}} + W_{\text{ext}}$$

$$\therefore W_{\text{ext}} = \Delta U - W_{\text{ext}}$$

$$= (\frac{1}{3} - \frac{11}{32})CV^2 - \frac{1}{48}CV^2$$

$$= \frac{1}{96}CV^2 = \frac{1}{48}U_0$$

~~~~//

〔Ⅲ〕

(1) He ...  $K_1 = \frac{1}{2} m_1 \overline{v_1^2} = \frac{3}{2} k_B \cdot 300$

Ne ...  $K_2 = \frac{1}{2} m_2 \overline{v_2^2} = \frac{3}{2} k_B \cdot 300$   
 $(k_B \equiv \frac{R}{N_A})$

□  $\frac{K_1}{K_2} = 1$

□  $K_1 = K_2$  より、

$\frac{\overline{v_1^2}}{\overline{v_2^2}} = \frac{m_2}{m_1} = 5$

□ ポアソンの式より、

$T V^{\gamma-1} = \text{一定} \quad (\gamma \equiv \frac{C_p}{C_v} = 1.5)$

$300 \cdot V^{0.5} = T \cdot (\frac{V}{100})^{0.5}$

$\therefore T = 3.0 \times 10^3 \text{ K}$

(2) □ エネルギー保存則より、

$eV = \frac{hc}{\lambda}$

$\therefore \lambda = \frac{hc}{eV}$

$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \times 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{1.60 \times 10^{-19} \text{ C} \times 1.88 \times 10^4 \text{ V}}$

$\approx 6.61 \times 10^{-11} \text{ m}$

$\therefore \frac{6.61 \times 10^{-11}}{1.00 \times 10^{-10}} \approx 6.6 \times 10^{-1}$

□  $p = \frac{h}{\lambda}$

$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}}{6.61 \times 10^{-11} \text{ m}}$

$\approx 1.0 \times 10^{-23} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$

(3)  $N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$

$\therefore \frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$

$T = 1.6 \times 10^3, t = 6.4 \times 10^3$  とし、

$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{16}$

$\therefore \text{残存質量} = 12 \text{ g} \times \frac{1}{16}$

$= 0.75$

$= 7.5 \times 10^{-1} \text{ g}$

基本的であり、1問も落とせない。