

医・工

① 問1. 運動量保存則

$$M V_0 = (M+m) V_1$$

$$\therefore V_1 = \frac{M}{M+m} V_0$$

問2

衝突前のエネルギー - $\frac{1}{2} M V_0^2$

衝突後のエネルギー - $\frac{1}{2} (M+m) V_1^2$
 $= \frac{1}{2} \frac{M^2}{M+m} V_0^2$

$$Q = \frac{1}{2} M V_0^2 - \frac{1}{2} \frac{M^2}{M+m} V_0^2$$

$$= \frac{1}{2} M V_0^2 \left\{ 1 - \frac{M}{M+m} \right\}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{M m}{M+m} V_0^2$$

問3. 熱エネルギー -

問4. エネルギー - 保存則

$$\frac{1}{2} M V_0^2 = \frac{1}{2} M V_2^2 + \frac{1}{2} m U_2^2 \quad \dots \textcircled{1}$$

運動量保存則

$$M V_0 = M V_2 + m U_2 \quad \dots \textcircled{2}$$

問5. ② より $U_2 = \frac{M}{m} (V_0 - V_2)$

① に代入整理すると

$$M(M+m)V_2^2 - 2M^2V_0V_2 + M(M-m)V_0^2 = 0$$

$$V_2 = \frac{M^2V_0 \pm MmV_0}{M(M+m)} = \frac{(M \pm m)V_0}{M+m}$$

$$V_2 = \frac{(M+m)V_0}{M+m} \text{ とすると } U_2 = 0 \text{ となり不適}$$

$$\therefore V_2 = \frac{M-m}{M+m} V_0$$

$$U_2 = \frac{M}{m} \left(V_0 - \frac{M-m}{M+m} V_0 \right) = \frac{2M}{M+m} V_0$$

問6. x 軸方向の運動量保存則

$$\underline{MV_0 = MV_3 \cos \theta + mU_3 \cos \phi} \quad \dots \textcircled{3}$$

y 軸方向の運動量保存則

$$\underline{0 = MV_3 \sin \theta - mU_3 \sin \phi} \quad \dots \textcircled{4}$$

問7. $\phi = 90^\circ - \theta$ とし $\textcircled{3}$, $\textcircled{4}$ に代入

$$MV_0 = MV_3 \cos \theta + mU_3 \sin \theta \quad \dots \textcircled{3}'$$

$$0 = MV_3 \sin \theta - mU_3 \cos \theta \quad \dots \textcircled{4}'$$

$$\text{また } \frac{1}{2}MV_0^2 = \frac{1}{2}MV_3^2 + \frac{1}{2}mU_3^2 \quad \dots \textcircled{5} \quad \perp \times$$

$(\textcircled{3}')^2 + (\textcircled{4}')^2$ より

$$M^2V_0^2 = M^2V_3^2 + m^2U_3^2$$

$$\text{又 } \textcircled{5} \text{ より } M^2V_0^2 = M^2V_3^2 + MmU_3^2$$

$$\text{よって } m^2U_3^2 = MmU_3^2$$

$$(m-M) \cdot mU_3^2 = 0$$

$m \neq 0, U_3 \neq 0$ より

$$\underline{m=M}$$

I ②

抵抗bに電流は流さないのて

$$\text{問1} \quad I_0 = \frac{V}{R_a} \text{ [A]}$$

$$\text{問2} \quad \text{コンデンサには電流は流さないのて}$$

$$I_1 = \frac{V}{R_a + R_b} \text{ [A]}$$

$$\text{問3} \quad \text{コンデンサ-Aの両端の電圧は } R_b \cdot I_1 = \frac{R_b}{R_a + R_b} \cdot V \text{ [V]}$$

$$\text{よて } Q_1 = C_A \cdot \frac{R_b}{R_a + R_b} V = \frac{R_b}{R_a + R_b} C_A V \text{ [C]}$$

$$\text{問4} \quad \text{コンデンサ-Aは電圧 } V \text{ [V] で充電されるのて}$$

$$Q_2 = C_A \cdot V \text{ [C]}$$

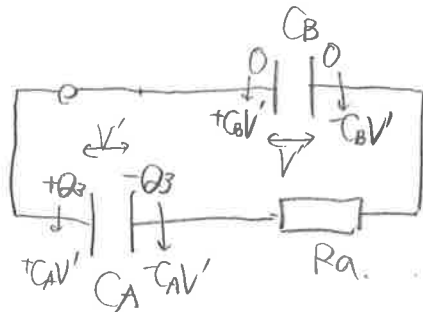
$$\text{問5} \quad \text{コンデンサ-Aの電気容量は } 2C_A \text{ [F]} \text{ となる。問4と同様に}$$

$$Q_3 = 2C_A \cdot V \text{ [C]}$$

$$\text{問6} \quad \text{「} Q = CV \text{」 で } Q \text{ 一定よ}$$

$$2C_A \cdot V = C_A \cdot V_1 \quad \therefore V_1 = 2V \text{ [V]}$$

問7



十分に時間が経過した後の
コンデンサの電圧を V' [V] とする:


$$Q_3 = C_A V' + C_B V'$$

$$2C_A V = (C_A + C_B) V'$$

$$\therefore V' = \frac{2C_A}{C_A + C_B} V \text{ [V]}$$

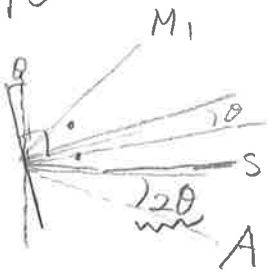
$$\text{よて } Q_4 = C_A V' = \frac{2C_A^2 V}{C_A + C_B} \text{ [C]}$$

問1. 空气中 → 水中 (ア)
水中 → 空气中 (イ)

問2.  略
(解答用紙
がないので
解答不能)

問3. 干渉縞

問4. (ア)

問5.  2θ

問6. $\angle M_1'CS = 2\phi$ とする
入射角が $\phi + \theta$ となり 反射角も
同じであるので 光が A' に戻るとする
 $\angle M_1'CA' = 2(\phi + \theta) = 2\phi + 2\theta$
となる。よって $A' = A$ となる。 (終)

問7. $T = \frac{2R}{c}$ [s]
 $T' = \frac{2L}{c'} + \frac{2(R-L)}{c}$ [s]

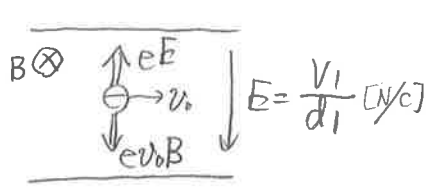
問8.
 $T = \frac{\theta}{w} = \frac{2R}{c} \quad \text{--- ①}$
 $T' = \frac{\theta(1+\delta)}{w} = \frac{2L}{c'} + \frac{2(R-L)}{c} \quad \text{--- ②}$

① & ② 1 代入
 $\frac{2R}{c}(1+\delta) = \frac{2L}{c'} + \frac{2(R-L)}{c}$
 $\times c' \rightarrow \cancel{2}R(1+\delta) = \cancel{2}L \cdot \frac{c}{c'} + \cancel{2}(R-L)$
 $L \cdot \frac{c}{c'} = R + \delta R - R + L$
 $\therefore \frac{c}{c'} = \frac{\delta R + L}{L}$

問9.
問8)
 $\frac{c}{c'} = \frac{\frac{1}{3} \cdot 4 + 2}{2} = \frac{1}{3} + 1 = \frac{4}{3}$
 $= 1.33 \dots \doteq 1.3$ (ア)

I 4 問1 (ア) ② (イ) ④ (ウ) ⑧ (エ) ⑤

問2



$eE = ev_0B$ より
 $\therefore v_0 = \frac{E}{B} = \frac{1}{B} \cdot \frac{V_1}{d_1} = \frac{V_1}{Bd_1}$ [m/s]

問3

電場を抜けるまでの時間を t [s] とす。 $v_0 t = l \quad \therefore t = \frac{l}{v_0}$ [s]

又、y軸方向の加速度を a [m/s²] とす。 $m \cdot a = e \cdot \frac{V_1}{d_1} \quad \therefore a = \frac{eV_1}{md_1}$ [m/s²]

よって、 $y_1 = \frac{1}{2} a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{eV_1}{md_1} \cdot \left(\frac{l}{v_0}\right)^2 = \frac{eV_1 l^2}{2md_1 v_0^2}$

問2の結果を代入して

$y_1 = \frac{eV_1 l^2}{2md_1} \cdot \frac{B^2 d_1^2}{V_1^2} = \frac{e l^2 B d_1}{2m V_1} \quad \therefore \frac{e}{m} = \frac{2V_1 y_1}{B^2 d_1 l^2}$ ②

問4



$Mg = kU_1$ より $U_1 = \frac{Mg}{k}$ [m/s]

問5



$g \cdot \frac{V_2}{d_2} = Mg + kU_2$

$kU_2 = g \cdot \frac{V_2}{d_2} - Mg$

$\therefore U_2 = \frac{1}{k} \left(g \cdot \frac{V_2}{d_2} - Mg \right)$ [m/s]

問6

問4, 5 より $g \cdot \frac{V_2}{d_2} = kU_1 + kU_2$

$g \cdot \frac{V_2}{d_2} = k(U_1 + U_2)$

$\therefore g = \frac{k d_2 (U_1 + U_2)}{V_2}$ [C]

問7

比電荷と電気素量

$m = \frac{1.60 \times 10^{-19} \text{ C}}{1.75 \times 10^{11} \text{ kg}} = 0.914 \times 10^{-30} \approx 9.1 \times 10^{-31} \text{ C}$ ②