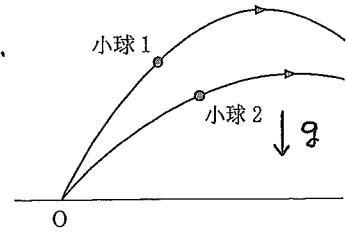


第1問

問1. 定性的に処理する.

落下時間は初速の鉛直成分で決まること, および 重力質量と慣性質量が同じであるために, 重力場は質量に無関係に同じ加速度で運動することに注意すれば  $T_1 > T_2$  とすぐわかる. ①



問2. 不導体がおこす

誘電分極と

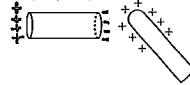
導体がおこす

静電誘導は同様の

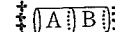
現象と考えてよく, 正に帯電した

棒を近づければ 引力が働く. ただし, 導体の場合は現れた表面電荷を上右図のようにとりだすことができるが, 不導体の場合はそれができないことに注意する. ①

不導体  
(絶縁体)



導体



正に帯電した棒



問3.  $v = 2$  [m/s] と与えられている.

右図より 周期  $T = 2$  [s] とわかる.

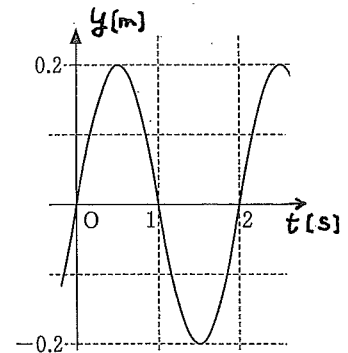
振幅  $A = 0.2$  [m] とし, 波の式は

$$y(0, t) = A \sin \frac{2\pi}{T} t$$

$$\underline{y(x, t) = y(0, t - \frac{x}{v})}$$

$$= A \sin \frac{2\pi}{T} (t - \frac{x}{v})$$

$$= 0.2 \sin \left\{ \pi \left( t - \frac{x}{2} \right) \right\} \quad \text{④}$$

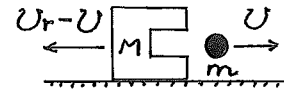


問4. 求める相対速度の大きさを  $v_r$

とおくと, 初め両物体は静止

していたので 運動量保存則 より

$$M(v_r - v) = m v \quad \therefore v_r = \frac{M+m}{M} v \quad \text{④}$$

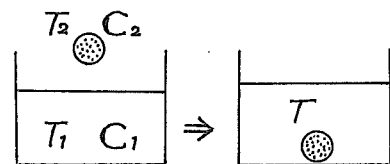


問5. 熱量保存 より

$$\underline{C_1(T - T_1) = C_2(T_2 - T)}$$

水が得た熱量 金属が失った熱量

$$\therefore T = \frac{C_1 T_1 + C_2 T_2}{C_1 + C_2}$$



熱をともなう現象は不可逆変化 ⑤

第2問 A

問1.  $C = 1(\mu F)$ ,  $E = 10(V)$

回路の方程式

$$\text{ループ1: } \frac{+Q_1}{4C} + \frac{+Q_3}{C} = +E$$

$$\text{ループ2: } \frac{+Q_2}{3C} + \frac{-Q_3}{C} = 0$$

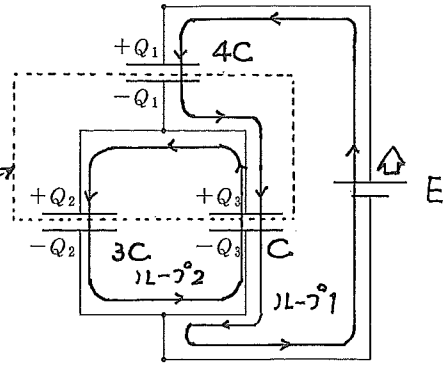
電気量保存則

$$(-Q_1) + (+Q_2) + (+Q_3) = 0$$

$$[Q_1 = Q_2 + Q_3]$$

この3式より

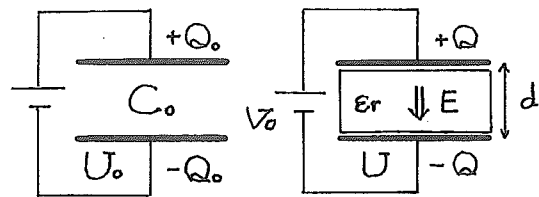
$$Q_1 = 2CE = 2 \times 10^{-5} [C] \quad \textcircled{1}$$



問2. 極板間の電圧が一定値  $V_0$  に保たれていることに注意.

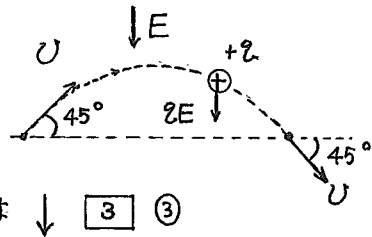
$$U_0 = \frac{1}{2} C_0 V_0^2$$

$$E = \frac{V_0}{d}, \quad U = \frac{1}{2} \epsilon_r C_0 V_0^2 = \epsilon_r U_0 \quad \textcircled{2}$$



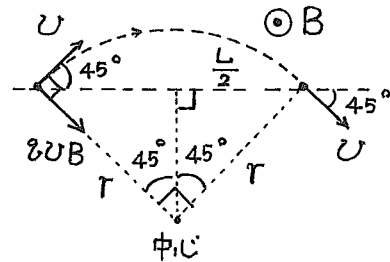
B 問3. 電場の場合

重力場の重力  $mg$  が電場における電気力  $2E$  になつたと考えればよく、軌跡は 放物線 で  $E$  の向きは  $\downarrow$   $\textcircled{3}$



磁場の場合

右磁場から受けるローレンツ力による 等速円運動の一部 の軌跡が描かれていることに注意する。まろくなる向きから  $B$  の向きは  $\odot$   $\textcircled{4}$



問4. 問3で述べたように軌跡は円弧である。

中心角が  $90^\circ$  となるから求める時間は円運動の周期  $T = \frac{2\pi r}{v}$  の  $\frac{1}{4}$  で  $\frac{\pi r}{2v}$

図より  $r = \frac{L}{\sqrt{2}}$  とわかるから  $\frac{\sqrt{2}\pi L}{4v} \quad \textcircled{4}$

★ 円運動力の方程式を立てる必要はない。

第3問

A

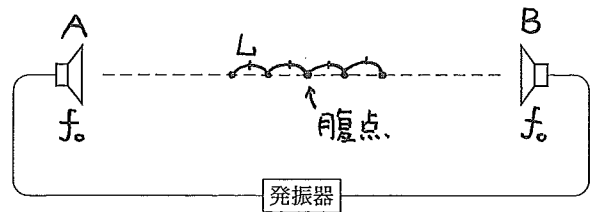
問1. 波長を $\lambda$ とすると

$$v = f_0 \lambda \text{ より}$$

$$\lambda = \frac{v}{f_0}$$

生じる定常波の

$$\text{腹間隔は } L = \frac{\lambda}{2} = \frac{v}{2f_0} \quad \textcircled{2}$$



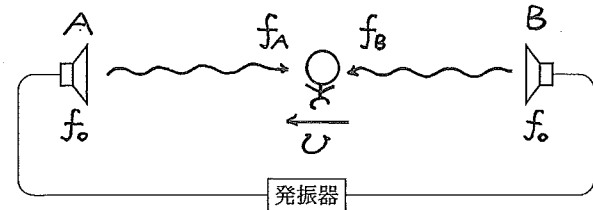
問2. ドップラー効果の

公式を使って求めると

$$\begin{cases} f_A = \frac{v+u}{v} f_0 \\ f_B = \frac{v-u}{v} f_0 \end{cases}$$

$\therefore$  うなりの振動数は

$$|f_A - f_B| = \frac{2u}{v} f_0 \quad \textcircled{7}$$



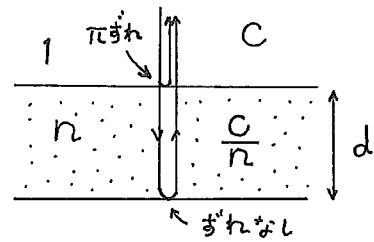
★ 観測者は単位時間に長さを進むから、単位時間に腹に出合う個数は  $\frac{u}{L} = \frac{2u}{v} f_0$

問3. 光が薄膜中を往復する

$$\text{時間 } t = \frac{2d}{\frac{c}{n}} = \frac{2nd}{c}$$

薄膜干渉の強め合う条件は

$$\underline{2nd = \frac{\lambda}{2} \cdot (2m-1)}$$



ただし 波長  $\lambda = \frac{c}{f}$  より  $t = (m - \frac{1}{2}) \frac{1}{f}$  と変形できる。⑥

問4.  $d$  が 波長 よりも十分に小さいと、反射による位相差

$\pi$  の効果のみ現れて、二つの反射光は弱めあう。この状態

から  $d$  を少しずつ大きくしていくと、一度強めあう。その後、

再び弱めあう。その厚さ  $d_1$  は 波長の短い青が最も小さい。③

★ よく知られたニュートンリングの干渉実験で、中心が暗部で

赤・緑よりも青の明輪半径が小さいのと同じこと。

第4問

A

問1. 力学的エネルギー保存則

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v_A^2 + mg(R+h)$$

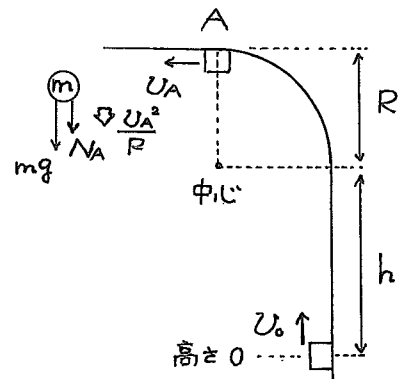
$$\therefore v_A = \sqrt{v_0^2 - 2g(R+h)} \quad \textcircled{1}$$

問2. 円運動の方程式

$$m \frac{v_A^2}{R} = +mg + N_A$$

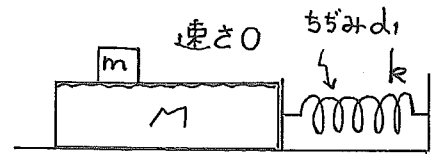
A を通過  $\Rightarrow N_A \geq 0$  とおく

$$\therefore v_A \geq \sqrt{gR} \quad \textcircled{2}$$



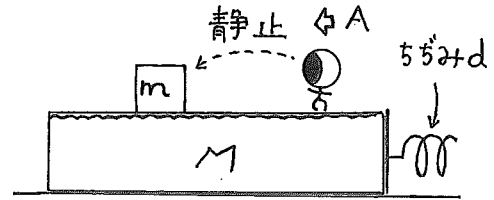
B

問3.  $m$ が $M$ 上で滑らなければ  
( $M+m$ )の1物体と考えて  
力学的エネルギー保存則



$$\frac{1}{2}(M+m)v^2 = \frac{1}{2}k d_1^2 \therefore d_1 = \sqrt{\frac{M+m}{k}} v \quad \textcircled{5}$$

問4. 縮みが $d$ のとき,  
床に対する $M$ の加速度は  
運動方程式より

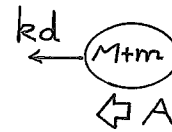


$$(M+m)A = +kd$$

$$\therefore A = \frac{kd}{M+m} \quad (\text{左向き})$$

$M$ 上の観測者から見たつもりより

$$\frac{mA_2}{\text{慣性力}} = \mu mg \quad (\text{ただし } A_2 = \frac{kd_2}{M+m}) \therefore d_2 = \frac{M+m}{k} \mu g \quad \textcircled{6}$$



第5問

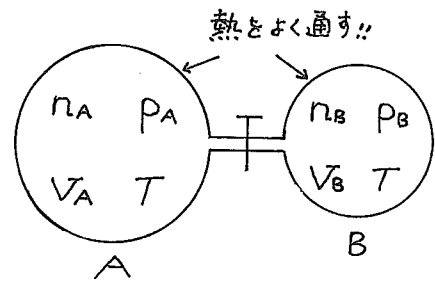
問1. 大気の温度を $T$ とする.  
 $A, B$ の気体の温度も $T$ .

状態方程式

$$A: p_A V_A = n_A R T \quad \text{--- (i)}$$

$$B: p_B V_B = n_B R T \quad \text{--- (ii)}$$

$$(i) \div (ii) \text{より } \frac{p_A}{p_B} = \frac{n_A V_B}{n_B V_A} \quad \textcircled{3}$$



問2. 状態方程式

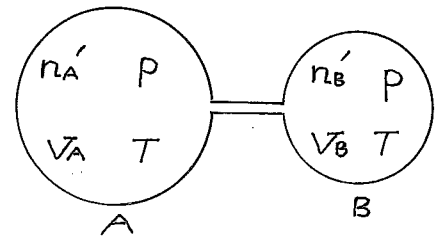
$$A: p V_A = n'_A R T \quad \text{--- (iii)}$$

$$B: p V_B = n'_B R T \quad \text{--- (iv)}$$

(iii) + (iv) に (i)(ii) を使って

$$p = \frac{p_A V_A + p_B V_B}{V_A + V_B} \quad \textcircled{3}$$

十分経過後



問3. 内部エネルギーは(分子の形と)温度で決まる.  
モル数の和も変わっていないから  $U_0 = U_1 \quad \textcircled{5}$

第6問

問1. 光電効果は光の粒子性を表す現象.  $E = h\nu$  であり,  
電子の最大運動エネルギーは  $E - W \quad \textcircled{6}$

問2. 阻止電圧が  $V_0$  だから, 電子の速さの最大値を  $U_0$  とすると  
 $\frac{1}{2} m U_0^2 = eV_0$   $\therefore U_0 = \sqrt{\frac{2eV_0}{m}} \quad \textcircled{8}$

問3. 阻止電圧は  $V_0$  のままだから 振動数はそのまま. 飽和電流が  
小さくなっているから, 光子の数は少ないことになる.  $\textcircled{4}$