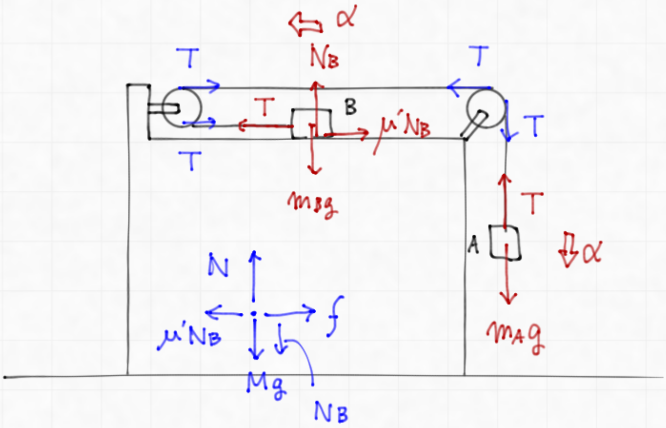
藤田医科大学2018

1



1. A: $m_A \alpha = m_A g - T$

B: $m_B \alpha = T - \mu' N_B$

$N_B = m_B g$

よって. $m_B \alpha = T - \mu' m_B g$

2. 連立. $m_A m_B g - m_B T = m_A T - \mu' m_A m_B g$

$$T = \frac{m_A m_B g (1+\mu')}{m_A + m_B}$$

3.4
$$\begin{cases} N = Mg + N_B + T \\ \mu' N_B + T = T + T + f \end{cases}$$

$f \leqq \mu N$

$$N = Mg + m_B g + \frac{(1+\mu') m_A m_B g}{m_A + m_B} = \frac{(m_A + m_B) M + m_A m_B (2+\mu') + m_B^2}{m_A + m_B} g$$

$$f = \mu' N_B - T = \mu' m_B g - \frac{(1+\mu') m_A m_B g}{m_A + m_B}$$

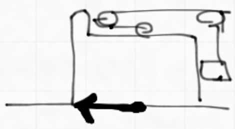
$$= \frac{\mu' m_B^2 g - m_A m_B g}{m_A + m_B} = \frac{m_B g (\mu' m_B - m_A)}{m_A + m_B}$$

A, Bを一体として考えれば $(m_A + m_B)\alpha = m_A g - \mu' m_B g > 0$ だから上式は負の値をとる

よって上の f は負の値で. 静止摩擦力の大きさは

$$|f| = \frac{m_B (m_A - \mu' m_B) g}{m_A + m_B}$$

向きは 左向き (上図と逆)

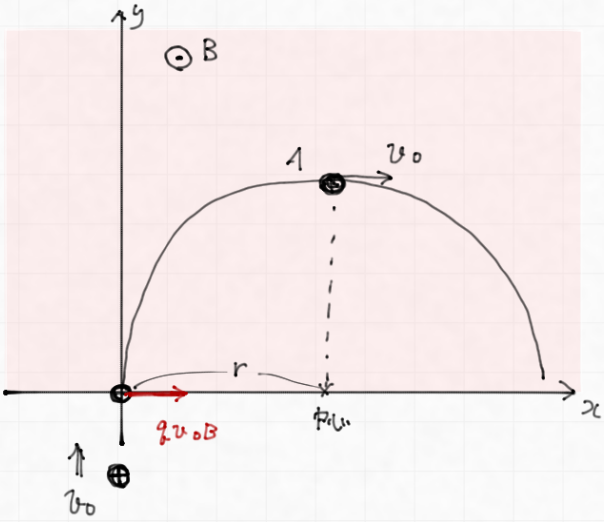


$$\frac{m_B (m_A - \mu' m_B) \cancel{g}}{\cancel{m_A + m_B}} \leqq \mu \frac{(m_A + m_B) M + m_A m_B (2+\mu') + m_B^2}{\cancel{m_A + m_B}} \cancel{g}$$

$$\mu \geqq \frac{m_B (m_A - \mu' m_B)}{(m_A + m_B) M + m_A m_B (2+\mu') + m_B^2}$$

藤田医科大学2018

2



1　ローレンツ力が向心力となって円運動する。

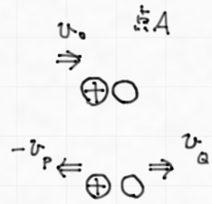
その半径を r_0 とすると、

$$m\frac{v_0^2}{r_0} = qv_0B$$

が成り立つので　$r_0 = \frac{mv_0}{qB}$

速度が x 軸と平行になるのは右図Aの位置にあるときで

$$(x_1, y_1) = (r_0, r_0) = \left(\frac{mv_0}{qB}, \frac{mv_0}{qB}\right)$$



2. 衝突後、Pは半径rで円運動する。そのときの速さを v_P とすると

$$m\frac{v_P^2}{r} = qv_PB \qquad v_P = \frac{qrB}{m}$$

3. Qの質量を m_Q, 速さを v_Q として。

運動量保存　$mv_0 = m(-v_P) + m_Qv_Q$　…①

はねかえり　$v_0 - 0 = -(-v_P - v_Q)$　…②

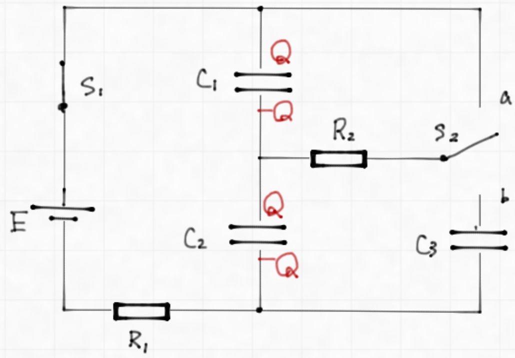
② より　$v_Q = v_0 - v_P = v_0 - \frac{qrB}{m}$

4. ① より　$m_Q = m(v_0 + v_P) \times \frac{1}{v_Q} = m\left(v_0 + \frac{qrB}{m}\right) \times \frac{m}{mv_0 - qrB} = \frac{m(mv_0 + qrB)}{mv_0 - qrB}$

藤田医科大学2018

3

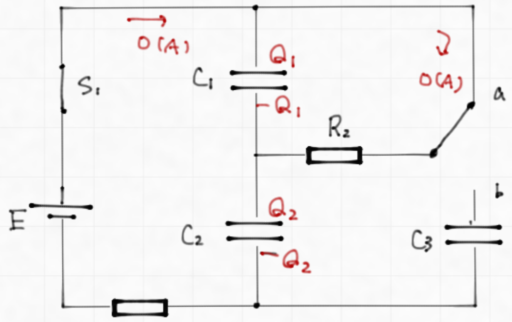
1　スイッチを閉じた直後はコンデンサーの電荷は 0
だから　　$E = i_0 R_1$　　$i_0 = \frac{E}{R_1}$



2　十分に時間が経ったとき、コンデンサーに流れこむ電流は 0 (A) になる。C_1 と C_2 は直列接続されているので

$$E = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} \qquad Q = \frac{C_1 C_2 E}{C_1 + C_2}$$

十分に時間が経ったとき

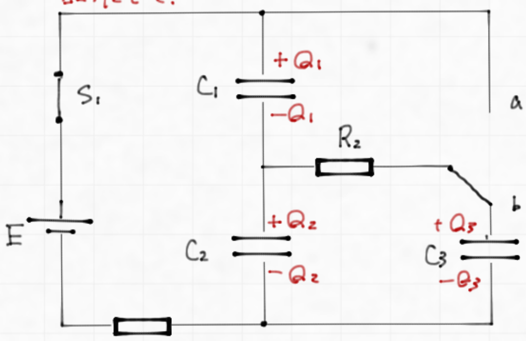


3.　つないだ直後、C_1 に蓄えられている電気量は Q のままだから
$\frac{Q}{C_1} = iR_2$ が成り立つ。　　$i = \frac{1}{C_1 R_2} \times \frac{C_1 C_2 E}{C_1 + C_2} = \frac{C_2 E}{(C_1 + C_2)R}$

4.5　十分に時間が経ったとき、コンデンサーに流れこむ電流は 0 (A) になる。

$$\frac{Q_1}{C_1} = 0, \quad E = \frac{Q_2}{C_2} \qquad Q_1 = 0 \ , \ Q_2 = EC_2$$

S_2 をb側にいれて十分な時間が経ったとき。



6.　スイッチを開いても回路に変化はない　$\frac{Q_1}{C_1} = 0$

7.　回路の式 $\begin{cases} E = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} \\ \frac{Q_2}{C_2} = \frac{Q_3}{C_3} \end{cases}$

電荷保存　　$-Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 + EC_2$

連立して　$EC_2 = -Q_1 + Q_2 + \frac{C_3}{C_2}Q_2 = -C_1\left(E - \frac{Q_2}{C_2}\right) + Q_2 + \frac{C_3}{C_2}Q_2$

$$EC_2^2 = -C_1 C_2 E + C_1 Q_2 + C_2 Q_2 + C_3 Q_2$$

$$Q_2 = \frac{(C_1 + C_2)C_2 E}{C_1 + C_2 + C_3} \qquad Q_1 = \frac{C_1 C_3 E}{C_1 + C_2 + C_3} \ , \quad Q_3 = \frac{(C_1 + C_2)C_3 E}{C_1 + C_2 + C_3}$$

8.　電源が運んだ電気量は

最初に S_1 を閉じたとき、$\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}E$ (C)

S_2 を a に切り替えたとき、　$C_2 E - \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}E$　　　S_2 を b に切り替えたとき、　Q_1

あわせると $Q_1 + C_2 E$ (C) になるので、電源のした仕事は

$$Q_1 E + C_2 E^2 = \frac{C_1 C_3 E^2}{C_1 + C_2 + C_3} + C_2 E^2 = \frac{C \times 3CE^2}{C + 2C + 3C} + 2CE^2 = \frac{5}{2}CE^2$$

9.　最終的にコンデンサーに蓄えられているエネルギーは

$$\frac{Q_1^2}{2C_1} + \frac{Q_2^2}{2C_2} + \frac{Q_3^2}{2C_3} = \frac{(\frac{1}{2}CE)^2}{2C} + \frac{(CE)^2}{4C} + \frac{(\frac{3}{2}CE)^2}{6C} = \frac{3}{4}CE^2$$

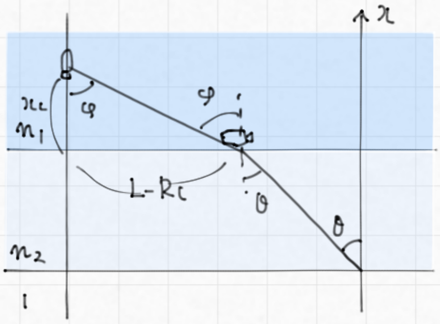
失われたエネルギー = ジュール熱の総和 = $\frac{5}{2}CE^2 - \frac{3}{4}CE^2 = \frac{7}{4}CE^2$

4

[A] 1. $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$ $\qquad \sin\theta_2 = \frac{n_1}{n_2}\sin\theta_1$

2. $\frac{\sin\theta_2}{\sin 90^\circ} \leq \frac{n_3}{n_2}$ $\qquad \frac{n_3}{n_2} \geq \frac{n_1}{n_2}\sin\theta_1$ $\qquad \sin\theta_1 \leq \frac{n_3}{n_1}$

[B]



3. $\frac{\sin\theta}{1} \leq \frac{1}{n_2}$ $\qquad \sin\theta = \frac{R}{\sqrt{D^2+R^2}}$

$$\frac{R}{\sqrt{D^2+R^2}} \leq \frac{1}{n_2} \Leftrightarrow \frac{R^2}{D^2+R^2} \leq \frac{1}{n_2^2}$$

$$R^2 \leq \frac{D^2}{n_2^2-1} \qquad R \leq \frac{D}{\sqrt{n_2^2-1}} = R_c$$

4. $\frac{\sin\varphi}{\sin\theta} = \frac{n_2}{n_1}$, $\quad \sin\varphi = \frac{L-R_c}{\sqrt{(L-R_c)^2+x_c^2}}$, $\quad \sin\theta = \frac{1}{n_2}$

$$\frac{1}{n_1^2} = \frac{(L-R_c)^2}{(L-R_c)^2+x_c^2} \qquad x_c^2 = (L-R_c)^2(n_1^2-1)$$

$$x_c = \left(L - \frac{D}{\sqrt{n_2^2-1}}\right)\sqrt{n_1^2-1}$$

5. x_cよりもガラスに近い範囲は見えない。
$n_1>1$だから右図より $\alpha<\beta$ が成り立つ。
したがって見える範囲の部分は拡大される