

(1) エネルギー-保存  $mgH = \frac{1}{2}mv_B^2$

$$v_B = \sqrt{2gH}$$

(2) エネルギー-保存  $mgH = \frac{1}{2}mv_C^2 + mgh$

$$v_C = \sqrt{2g(H-h)}$$

(3) 最高点の高さを  $h'$ , そのときの速度を  $v$  とする

最高点では鉛直方向の速度は 0 となっているので  $\frac{1}{2}m(v_C \cos \theta)^2 = mg(H-h) \cos^2 \theta$

鉛直方向のエネルギー-保存  $\frac{1}{2}m(v_C \sin \theta)^2 = mgh'$   $h' = \frac{1}{2g} \cancel{2g} (H-h) \sin^2 \theta = (H-h) \sin^2 \theta$

基準面からの高さは  $h+h' = H \sin^2 \theta + h \cos^2 \theta$

(4) 最高点に達するまでの時間  $\frac{v_C \sin \theta}{g}$

この2倍の時間で、水平方向に移動する距離  $v_C \cos \theta \cdot \frac{2v_C \sin \theta}{g} = \frac{2}{g} 2g(H-h) \sin \theta \cos \theta = 2(H-h) \sin 2\theta$

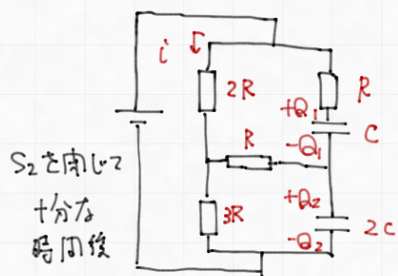
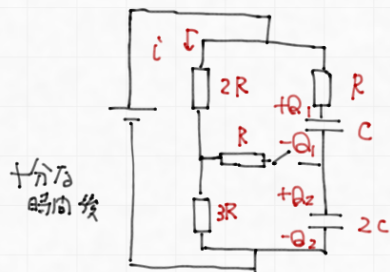
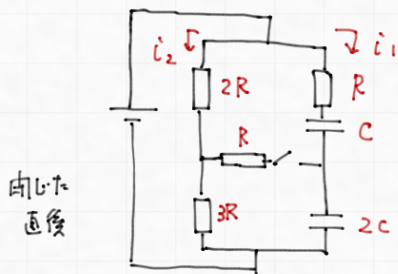
(5) エネルギー-が保存するので  $v_C$  と同じ  $\sqrt{2g(H-h)}$

(6) 床との衝突により、鉛直方向の速さが  $e$  倍となるのはね返り。

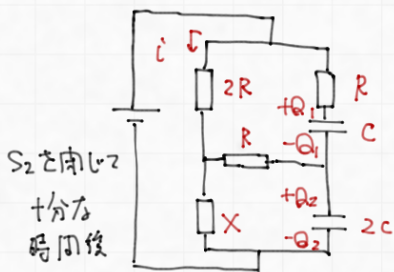
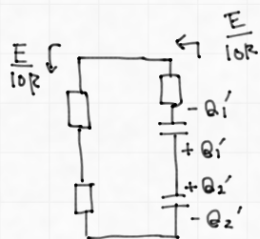
したがって、DE に要する時間は CD の  $e$  倍となり、DE の距離も  $e$  倍となる。

$$2e(H-h) \sin 2\theta$$

2



S1, S2 の閉じた間に



(1) スイッチを閉じた直後. コンデンサーに蓄えられた電荷は0

$$E = i_1 R = i_2 \cdot 2R + i_2 \cdot 3R \quad \therefore i_1 = \frac{E}{R}$$

$$(2) i_2 = \frac{E}{5R}$$

$$(3) E = i \cdot 2R + i \cdot 3R = \frac{Q_1}{C} + \frac{Q_2}{2C}, \quad Q_1 = Q_2$$

$$Q_1 = \frac{2CE}{3} \quad \therefore \frac{Q_1}{C} = \frac{2}{3}E \quad Q_1 = \frac{2}{3}CE$$

$$(4) \begin{cases} E = i \cdot 2R + i \cdot 3R & i = \frac{E}{5R} \\ \frac{Q_1}{C} = i \cdot 2R & \frac{Q_1}{C} = 2R \cdot \frac{E}{5R} = \frac{2}{5}E \\ \frac{Q_2}{2C} = i \cdot 3R & Q_1 = \frac{2}{5}CE, \quad Q_2 = 2C \cdot 3R \cdot \frac{E}{5R} = \frac{6}{5}CE \end{cases}$$

$$(5) \begin{cases} -\frac{E}{10R} \cdot 2R - \frac{E}{10R} \cdot 3R + \frac{Q_2'}{2C} - \frac{Q_1'}{C} - \frac{E}{10R} R = 0 \\ Q_1' + Q_2' = -\frac{2}{5}CE + \frac{6}{5}CE \end{cases}$$

$$\frac{1}{2} Q_2' - Q_1' = \frac{3}{5}CE$$

$$+) \quad Q_1' + Q_2' = \frac{4}{5}CE$$

$$\frac{3}{2} Q_2' = \frac{7}{5}CE \quad Q_2' = \frac{14}{15}CE, \quad Q_1' = -\frac{2}{15}CE$$

$$-\frac{Q_1'}{C} = \frac{2}{15}E$$

(6) 可変抵抗の抵抗値を X とする

$$\begin{cases} E = 2Ri + Xi \\ 2Ri = \frac{Q_1}{C} \\ Xi = \frac{Q_2}{2C} \end{cases}$$

$$i = \frac{E}{2R+X}$$

$$Q_1 = 2RiC = \frac{2REC}{2R+X}$$

$$Q_2 = 2CXi = \frac{2XEC}{2R+X}$$

$$U_1 + U_2 = \frac{Q_1^2}{2C} + \frac{Q_2^2}{2 \cdot 2C} = \frac{2R^2 E^2 C}{(2R+X)^2} + \frac{X^2 E^2 C}{(2R+X)^2}$$

$$= \frac{E^2 C (X^2 + 2R^2)}{(2R+X)^2} = f(X) \text{ とおく}$$

$$f'(X) = \frac{E^2 C (2X)(2R+X)^2 - E^2 C (X^2 + 2R^2) \cdot 2(X+2R)}{(2R+X)^4} = \frac{4E^2 C R (X-R)}{(X+2R)^3}$$

$$f'(X) = 0 \text{ とおすのには } X = R. \text{ このとき } f(X) \text{ は最小. } U_1 + U_2 = f(R) = \frac{1}{3} E^2 C$$

3 (1)  $y = A \sin 2\pi \frac{t}{T}$

(2)  $y_B = A \sin \frac{2\pi}{T_B} (t - \frac{\lambda}{v}) = A \sin 2\pi (\frac{t}{T_B} - \frac{\lambda}{\lambda})$  より  $vT_B = \lambda$

(4)  $y_C = A \sin \frac{2\pi}{T_C} (t - \frac{X-x}{v})$

(5)  $y_D = y_B + y_C$

(6) 重ね合わせの原理

(7) 定常波

(8) A.  $y_B = \sin 2\pi (10 - x) = -\sin 2\pi x$

$y_C = \sin 2\pi (10 - 3 + x) = \sin 2\pi x$

B.  $y_B = -\sin 2\pi x$

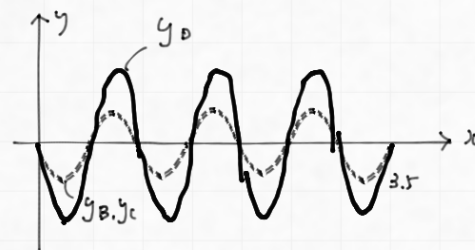
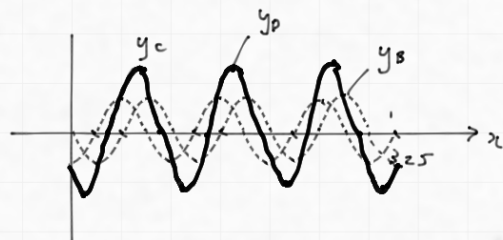
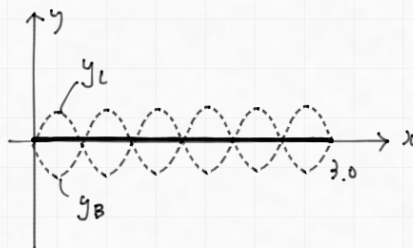
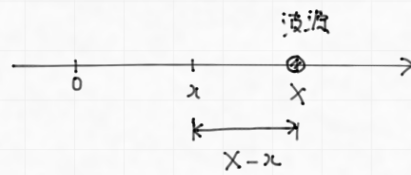
$y_C = \sin 2\pi (10 - 3.25 + x) = \sin(-\frac{\pi}{2} + 2\pi x)$

$= -\cos 2\pi x$

C.  $y_B = -\sin 2\pi x$

$y_C = \sin 2\pi (10 - 3.5 + x) = \sin(\pi + 2\pi x)$

$= -\sin 2\pi x$



(9) 弱めあう条件は.

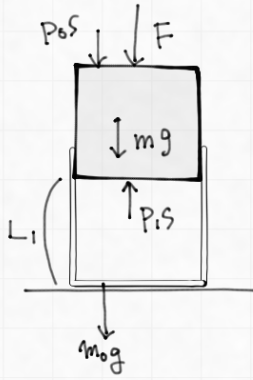
$$|1.50 - (X - 1.50)| = \frac{1}{2} \lambda \times (2m - 1) \quad (m \text{ は整数})$$

$$2.00 - X = \frac{1}{2} (2m - 1)$$

$$X = 3 + m - \frac{1}{2}$$

3.00 < X < 4.00 を満たすのは  $X = 3.50$  ( $m = 1$  のとき)

♀



(1) ピストンの質量を  $m$  とし、ピストンにかかる力のつりあいは、

$$F + p_0 S + mg = p_1 S.$$

台はかりの読みかき力は  $mg + m_0 g + F = m_1 g$

$$p_1 S = m_1 g - mg - m_0 g + p_0 S + mg$$

$$p_1 = p_0 + \frac{m_1 - m_0}{S} g$$

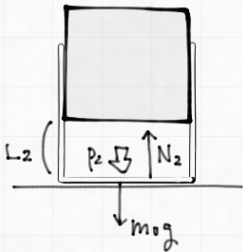
(2) 気体の圧力を  $p_2$  とする

(1)と同様に  $p_2 = p_0 + \frac{3m_1 - m_0}{S} g$

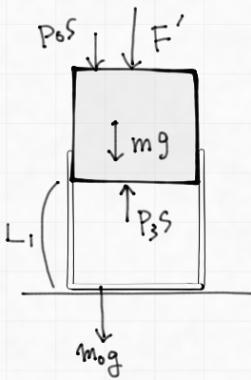
ボイルの法則より

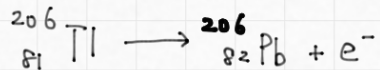
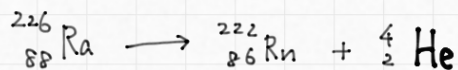
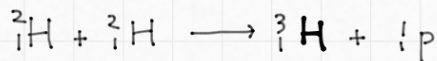
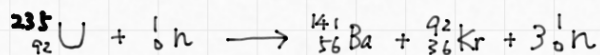
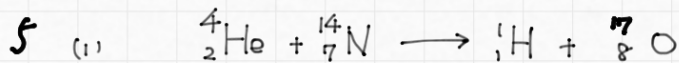
$$p_1 S L_1 = p_2 S L_2$$

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{p_0 S + (m_1 - m_0) g}{p_0 S + (3m_1 - m_0) g}$$



(3)(4) 断熱膨張させたので温度は下がっているため  $p_3$  は  $p_1$  よりも小さくなっている。したがって  $F' < F$  であり、台はかりの読みかき値はその分だけ小さくなっている。  $m < m_1$     b





(2) (b)

ウランが中性子を吸収することで起こる核分裂反応で原子力発電では原子炉中でこの反応が起こっている。分裂の際に新たな中性子が3つ生じるため、ウランの濃度が一定値以上に高くなると、連鎖反応が起こり、いわゆる臨界状態に達する。

(c)

2つの重水素が1つの三重水素になる核融合反応の1つ。この反応では、反応後の質量が反応前よりも小さくなる。いわゆる質量欠損が生じており、質量欠損に比例した大きなエネルギーが発生する。太陽では強い重力の影響で原子間の距離が縮まり、この核融合の反応が起こっている。

(3) (d)  $\alpha$ 崩壊 (e)  $\beta$ 崩壊

(4) カの名称は ローレンツカ

$\alpha$ 線、 $\beta$ 線は軌道の曲がる方向から、それぞれ、正および負の電荷を持っていることが分かる。また、 $\alpha$ 線が電荷を持たないことも分かる。

電場をかけることで同等のことを実現するためには、紙面に向かって **右から左の向き**の電場をかければ良い。