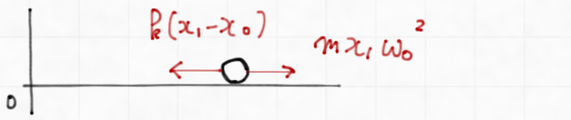
岡山大学2022

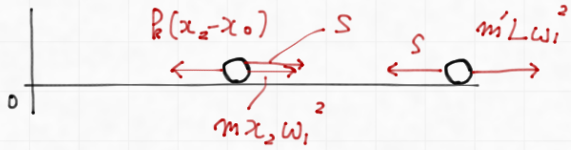
1

問1 $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$



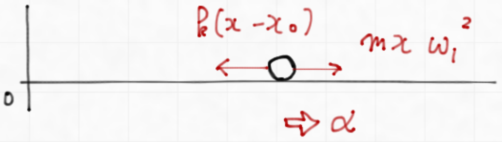
問2 力のつりあい

$$k(x_1 - x_0) = \underbrace{m x_1 \omega_0^2}_{遠心力} \qquad \omega_0 = \sqrt{\frac{k(x_1 - x_0)}{m x_1}}$$



問3 おもり1の位置が x_2 とする.

力のつりあい
$$\begin{cases} k(x_2 - x_0) = S + m x_2 \omega_1^2 \\ S = m' L \omega_1^2 \end{cases}$$



連立して
$$k(x_2 - x_0) = m x_2 \omega_1^2 + m' L \omega_1^2$$
$$(k - m\omega_1^2) x_2 = k x_0 + m' L \omega_1^2$$
$$x_2 = \frac{k x_0 + m' L \omega_1^2}{k - m\omega_1^2}$$

糸の長さは $L - x_2 = L - \dfrac{k x_0 + m' L \omega_1^2}{k - m\omega_1^2}$

問4 $m\alpha = F = m x \omega_1^2 - k(x - x_0) = -(k - m\omega_1^2)\left(x - \dfrac{k x_0}{k - m\omega_1^2}\right)$

$$K = k - m\omega_1^2 \qquad x_2 = \frac{k x_0}{k - m\omega_1^2}$$

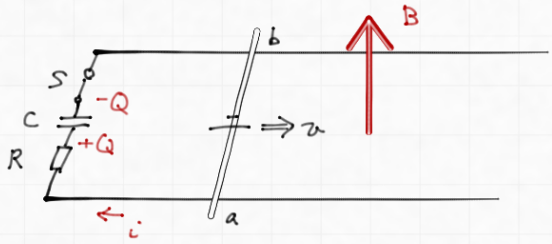
問5 $K = m\Omega^2$ （Ωは単振動の角振動数）

$$\Omega = \sqrt{\frac{k - m\omega_1^2}{m}} \quad , \quad 周期 = \frac{2\pi}{\Omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k - m\omega_1^2}}$$

2

問1 $V_{ab} = BvL$

回路を貫く上向きの磁束が増えるので、それを防げる上向きの磁場を作ろうとする向きの電流(上から見て時計まわり)を流そうとする向きの起電力(右図の電池)が発生する。高電位なのは a



問2 t=0 のとき、Q=0 だから $i_0 = \frac{BvL}{R}$

問3 回路の式は $BvL = iR + \frac{Q}{C}$

問4 t が十分に大きくなると コンデンサーに流れこむ電流は無くなる

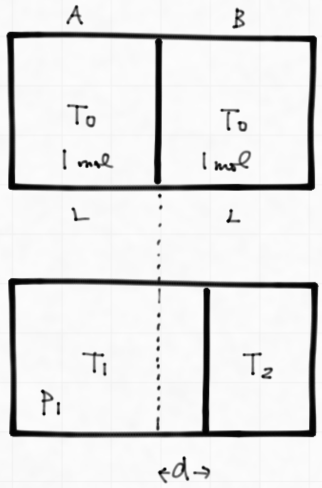
$$BvL = 0 \times R + \frac{Q_A}{C} \qquad Q_A = BvLC$$

問5 (ア) $W_e = BvL \times Q_A = B^2v^2L^2C$

(イ) $W_c = \frac{Q_A^2}{2C} = \frac{1}{2}B^2v^2L^2C$

(ウ) $W_R = W_e - W_c = \frac{1}{2}B^2v^2L^2C$

3



A, B 共通

$P_0 \times SL = 1 \cdot R \cdot T_0$

$Q = W + \frac{3}{2}R(T_1 - T_0)$

断縮

$0 = -W + \frac{3}{2}R(T_2 - T_0)$

$P_0(SL)^\gamma = P_1\{S(L-d)\}^\gamma$

(A) $P_1 \times S(L+d) = 1 \cdot R \cdot T_1$

(B) $P_1 \times S(L-d) = 1 \cdot R \cdot T_2$

問1 $P_0 = \frac{RT_0}{SL}$

問2 $T_1 = \frac{P_1 S(L+d)}{R} = \frac{P_1(L+d)}{P_0 L}T_0$ 　 $T_2 = \frac{P_1 S(L-d)}{R} = \frac{P_1(L-d)}{P_0 L}T_0$

問3 $P_0(SL)^\gamma = P_1\{S(L-d)\}^\gamma$ より $\frac{P_1}{P_0} = \left(\frac{L}{L-d}\right)^{\frac{5}{3}}$

問4 $\Delta U_A = \frac{3}{2}R(T_1 - T_0) = \frac{3}{2}P_1 S(L+d) - \frac{3}{2}RT_0 = \frac{3}{2}P_0 S(L+d)\left(\frac{L}{L-d}\right)^{\frac{5}{3}} - \frac{3}{2}RT_0$

$= \frac{3}{2}RT_0\left\{(L+d)\frac{L^{\frac{2}{3}}}{(L-d)^{\frac{5}{3}}} - 1\right\}$

$\Delta U_B = \frac{3}{2}R(T_2 - T_0) = \frac{3}{2}P_1 S(L-d) - \frac{3}{2}RT_0 = \frac{3}{2}\left(\frac{L}{L-d}\right)^\gamma P_0 S(L-d) - \frac{3}{2}RT_0$

$= \frac{3}{2}RT_0\left\{\left(\frac{L}{L-d}\right)^{\frac{2}{3}} - 1\right\}$

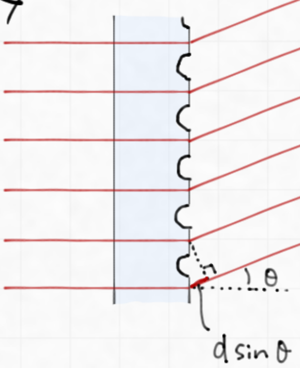
問5 $\Delta U_A = Q - W$, $\Delta U_B = W$

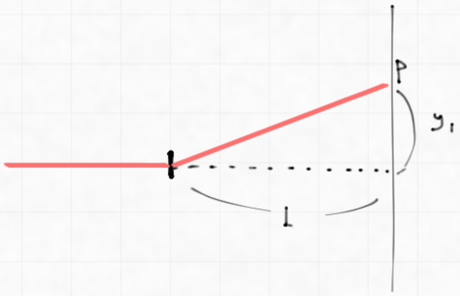
問6 $Q = W + \Delta U_A = \Delta U_A + \Delta U_B$

$= \frac{3}{2}RT_0\left\{\frac{(L+d)L^{\frac{2}{3}}}{(L-d)^{\frac{5}{3}}} + \left(\frac{L}{L-d}\right)^{\frac{2}{3}} - 2\right\}$

$= 3RT_0\left\{\left(\frac{L}{L-d}\right)^{\frac{5}{3}} - 1\right\}$

4





問1　$d\sin\theta = \lambda$

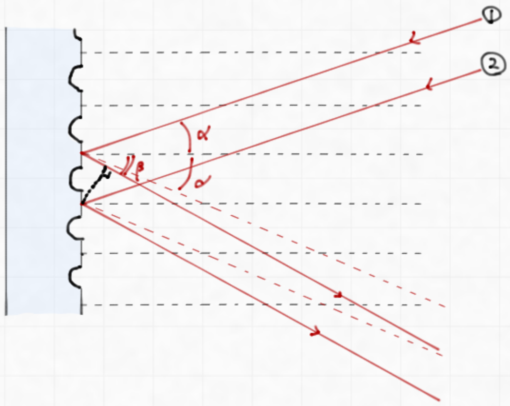
問2　$y_1 = L\tan\theta \fallingdotseq L\sin\theta = L\dfrac{\lambda}{d}$　　$y_2 = 2L\dfrac{\lambda}{d}$

問3　$y_1 = 1 \times \dfrac{5.32\times10^{-7}}{10^{-3}\times\dfrac{1}{20}} = 1.064\times10^{-2} = 1.06\times10^{-2}$ (m)

問4　(ウ) 波長λが小さいほど y_1 は小さくなる。
したがって波長の短かい紫色の光がOに近く、波長の長い赤色の光はOから遠くなる。(B)

(エ) 問2の結果より 2倍。

問5



回折格子に達するまでは②の方が $d\sin\alpha$ だけ距離を進む。反射後は①の方が $d\sin\beta$ だけ長い距離を進む。
したがって光路差は $d\sin\beta - d\sin\alpha$ で、
これが1波長に相当するとき、回折光がいっせいに強めあう

$$d\sin\beta - d\sin\alpha = \lambda$$