物理問題 I

ア　$\sqrt{V^2 - 2gh}$

イ　$\sqrt{\dfrac{(V\sin\theta)^2 - 2gh}{V^2 - 2gh}}$

ウ　$(M - m)\,V_0$

エ　$-2V_0$

オ　$\dfrac{3M - m}{M + m}V_0$

カ　$\dfrac{M - 3m}{M + m}V_0$

キ　3

ク　2

ケ　$\dfrac{2\,(V\sin\theta)^2}{g} - 3h$

コ　$a_{n-1} + 1$

サ　$n + 1$

シ　$(n+1)^2 \cdot \dfrac{(V\sin\theta)^2}{2g} - n\,(n+2)\,h$

問 I (i)　運動量保存則より

$$-a_{n-1}mV_0 + M_nV_0 = a_nmV_0$$

a_{n-1}，a_n の値を代入して，求める質量比は

$$\frac{M_n}{m} = 2n + 1$$

(ii)　最大の衝突回数 N に対して，$2N + 1 \leqq 10$ より $N = 4$ となるから，求める最高高度の比は

$$\frac{h_4}{h_0} = \frac{(4+1)^2 \cdot \dfrac{(V\sin\theta)^2}{2g}}{\dfrac{(V\sin\theta)^2}{2g}} = 25 \text{ 倍}$$

物理問題 II

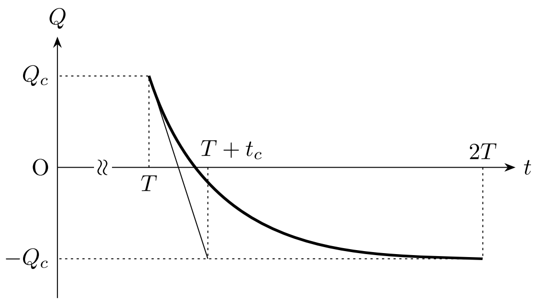
イ　$\dfrac{\pi BL^2}{2T}$　　ロ　$\dfrac{\pi BL^2}{2TR}$

ハ　RI^2　　ニ　$\dfrac{Q}{C}\cdot I$

ホ　$\dfrac{\pi BL^2 I}{2T}$　　ヘ　$\dfrac{\pi CBL^2}{2T}$

ト　RC

問１



チ　$1-x$　　リ　$-(x-1)^2$

ヌ　$-x^3+2x^2-2x+1$

問２　$t=t_0$ のとき，$Q=-\dfrac{4}{9}Q_c$ となって導体棒が折り返すと，その後，

$$Q(t)=Q_c+\left(-\frac{4}{9}Q_c-Q_c\right)\cdot e^{-a(t-t_0)}$$

なので，

$$Q(t+T)=Q_c-\frac{13}{9}Q_c\cdot x=\frac{4}{9}Q_c$$

となる。これより $x=\dfrac{5}{13}$ となる。ここで，

$$x=\frac{5}{13}=\frac{1}{2.6}>e^{-1}$$

であるから $-aT>-1$，すなわち $\dfrac{T}{t_c}<1$ より $T<t_c$

物理問題Ⅲ

あ　$2d\sin\theta$　　　い　$2d\sin\theta = k\lambda$

う　$\cos\theta = n\cos\theta'$　　　え　$\lambda' = \dfrac{\lambda}{n}$

お　$\dfrac{4\pi d}{\lambda}\sqrt{n^2-\cos^2\theta}$　　　か　$2d\sqrt{n^2-\cos^2\theta} = k\lambda$

き　$\dfrac{v_0}{\sqrt{{v_0}^2-2gs}}\lambda_0$

問１　辺 AD と辺 BC では位相差は生じず，辺 AB と辺 DC のみで位相差が生じる。きの波長を λ とすると，位相差 $\varDelta$ は

$$\begin{aligned}\varDelta &= 2\pi\left(\frac{\ell}{\lambda_0}-\frac{\ell}{\lambda}\right)\\ &= \frac{2\pi\ell}{\lambda_0}\left(1-\frac{\sqrt{{v_0}^2-2gs}}{v_0}\right)\\ &\fallingdotseq \frac{2\pi\ell}{\lambda_0}\left\{1-\left(1-\frac{1}{2}\cdot\frac{2gs}{{v_0}^2}\right)\right\}\end{aligned}$$

$$\therefore\quad \varDelta = \frac{2\pi g\ell s}{\lambda_0{v_0}^2}\qquad \left(\varDelta = \frac{2\pi\ell mgs}{hv_0}\ \text{も可}\right)$$

問２(i)　角度 α のときの位相差 $\varDelta'$ は s を $s\sin\alpha$ として

$$\varDelta' = \frac{2\pi\ell mgs\sin\alpha}{hv_0} = \frac{m^2g}{h^2}\cdot\frac{h}{mv_0}\cdot 2\pi s\ell\sin\alpha$$

強め合う条件は，数値を代入して

$$6.25\times10^{13}\times1.40\times10^{-10}\times10^{-3}\cdot2\pi\sin\alpha = 2\pi k\qquad (k=0,1,2,...)$$

$$\therefore\quad 8.75\sin\alpha = k$$

よって，強め合う回数は、$k=0,\ 1,\ 2,\ \cdots,\ 8$ の９回。

(ii)　弱め合う条件は位相差が π の奇数倍となるときであるから，最初に弱め合うのは

$$8.75\sin\alpha = k+\frac{1}{2}$$

において，$k=0$ のときである。よって

$$\sin\alpha = \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{8.75} \fallingdotseq 5.7\times10^{-2}$$