

【解答】

(1) $ma = -kx$

(2) $v_0 = A\sqrt{\frac{k}{m}}$

(3) $Q = CBlv$

(4) $i = \frac{dQ}{dt} = CBl \frac{dv}{dt} = CBl a$

(5) $ma = -(CBl a)Bl - kx$

(6) (5)より, $a = -\frac{k}{m + CB^2l^2}x$ だから, $\omega' = \sqrt{\frac{k}{m + CB^2l^2}}$, $T' = \frac{2\pi}{\omega'} = 2\pi\sqrt{\frac{m + CB^2l^2}{k}}$

(7) $v_0' = \omega' A = A\sqrt{\frac{k}{m + CB^2l^2}}$

(8) 運動方程式は $ma = -iBl - kx$ と書けるから,

$$i = -\frac{m}{Bl}a - \frac{k}{Bl}x = -\frac{m}{Bl}\frac{dv}{dt} - \frac{k}{Bl}x$$

一方, キルヒホッフ第2法則より, $Blv - L\frac{di}{dt} = 0$ だから, これに i を代入してまとめると,

$$Blv - L\left(-\frac{m}{Bl}\frac{d^2v}{dt^2} - \frac{k}{Bl}v\right) = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{d^2v}{dt^2} = -\frac{kL + B^2l^2}{mL}v$$

よって, 速度 v の変化の様子は単振動になっていることが分かる. 単振動において, 位置の変化と速度の変化の周期は等しいので,

$$\omega'' = \sqrt{\frac{kL + B^2l^2}{mL}}, \quad T'' = \frac{2\pi}{\omega''} = 2\pi\sqrt{\frac{mL}{kL + B^2l^2}}$$