解析電磁気学演習 **(12)** 電磁誘導現象とインダクタンス (July 3)	
学籍番号:	氏名:

$\boxed{1}$ 九州大学大学院システム情報科学府 電気電子工学専攻 **H28** 年度

(1) $B_z = B\cos\theta = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi\rho}\dfrac{x}{\rho} = \dfrac{\mu_0 I x}{2\pi(x^2+h^2)}$

(2) $\Phi = B_z \cdot lb = \dfrac{\mu_0 I x l b}{2\pi(x^2+h^2)}$

(3) $V = -\dfrac{d\Phi}{dt} = -\dfrac{d\Phi}{dx}\dfrac{dx}{dt} = \dfrac{\mu_0 I l b(x^2-h^2h)}{2\pi(x^2+h^2)^2}v$

(4) $\dfrac{dV}{dx} = \dfrac{\mu_0 I l b v}{2\pi}\left\{\dfrac{2x}{(x^2+h^2)^2} - 2\dfrac{(x^2-h^2)2(x^2+h^2)2x}{(x^2+h^2)^3}\right\} = \dfrac{\mu_0 I l b v}{2\pi}\dfrac{x(3h^2-x^2)}{(x^2+h^2)^3}$

従って、$x = 0, \sqrt{3}h$

$\boxed{2}$ 東京工業大学大学院理工学研究科 電気電子工学専攻 **H19** 年度

a) $\Delta\Phi = B\Delta S = Blv\,\Delta t$ より、$I = \dfrac{V}{R} = \dfrac{1}{R}\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \dfrac{Blv}{R}$

b) アンペール力は $F = \int IB\,dl = IBl = \frac{B^2l^2v}{R}$

c) 運動方程式は $m\dfrac{dv(t)}{dt} = -\dfrac{B^2l^2}{R}v(t)$

$\leftrightarrow\ \dfrac{dv}{v(t)} = -\dfrac{B^2l^2}{mR}dt \quad \leftrightarrow \quad \log v(t) = -\dfrac{B^2l^2}{mR}t + C'$

$\leftrightarrow \quad \therefore v(t) = C\exp\left(-\dfrac{B^2l^2}{mR}t\right) \quad (C = e^{C'})$

初期条件 $v(0) = v$ より、$C = v$ なので $v(t) = v\exp\left(-\dfrac{B^2l^2}{mR}t\right)$

d) dt [s] 間のジュール熱によるエネルギーは $RI^2dt = R\dfrac{b^2l^2v^2(t)}{R^2}dt = \dfrac{B^2l^2v^2}{R}\exp\left(-2\dfrac{B^2l^2}{mR}t\right)dt$ となるので、エネルギーの総和は

$$\begin{aligned}\int_0^\infty RI^2dt &= \frac{B^2l^2v^2}{R}\int_0^\infty \exp\left(-2\frac{B^2l^2}{mR}t\right)dt \\ &= \frac{B^2l^2v^2}{R}\int_0^\infty\left[-\frac{mR}{2B^2l^2}\exp\left(-2\frac{B^2l^2}{mR}t\right)\right]_0^\infty = \frac{mv^2}{2}\end{aligned}$$