

物 理 301 その2

第2問 図1のように断面積 $1.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ 、巻数 1.0×10^3 回のソレノイド(コイル)を固定しておく。コイルの両端には負荷抵抗 4.0Ω および検流計を直列につなぐ。検流計は電流の大きさおよび方向を知ることができ、図1の a から b への電流を正の向きとする。コイルの左側のなめらかで水平な床の上に磁石を置き、コイルの面に垂直に様な磁場をかける。コイルにおいて右向きの磁束密度 $B(\text{T})$ を正とする。磁石を左右に往復させ、図2に示すように磁束密度を時間変化させた。時刻 0.05 s から 0.25 s 、 0.35 s から 0.55 s 、 0.65 s から 0.85 s において、磁束密度の時間変化は直線的である。次の問いに答えよ。ただしコイルの抵抗、検流計の内部抵抗、空気抵抗および磁石の質量は無視できるものとする。

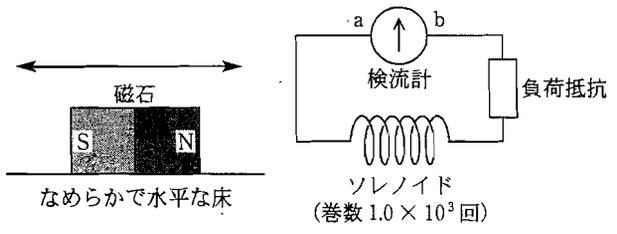


図1

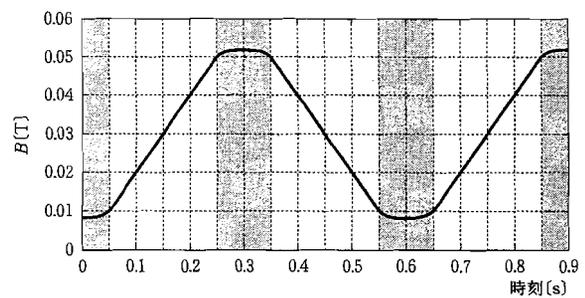


図2

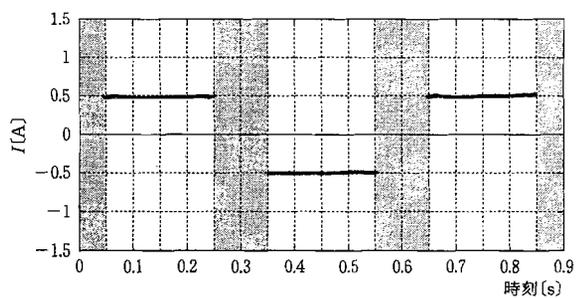


図3

問1 時刻 0.05 s から 0.25 s の間、 0.35 s から 0.55 s の間、 0.65 s から 0.85 s の間において、検流計に流れる電流を図3に実線で示せ。
 [式と計算] $|I| = \frac{NS \cdot \Delta B}{R \cdot \Delta t}$ 与えられた数値を代入し、向きを考慮する
 (i) $0.05 \text{ s} \rightarrow 0.25 \text{ s} : I = +0.50 \text{ A}$
 (ii) $0.35 \text{ s} \rightarrow 0.55 \text{ s} : I = -0.50 \text{ A}$
 (iii) $0.65 \text{ s} \rightarrow 0.85 \text{ s} : I = +0.50 \text{ A}$

問2 時刻 0.05 s から 0.25 s の間に負荷抵抗で消費する電力、負荷抵抗で発生するジュール熱の大きさを求めよ。

[式と計算]

$$P = I^2 R = 0.50^2 \times 4.0 = 1.0$$

$$Q = Pt = 1.0 \times (0.25 - 0.05) = 0.20$$

答	消費電力	1.0 W
	ジュール熱	0.20 J

問3 磁石をコイルに近づけ、コイルにおける磁束密度が時間とともに増加するとき、磁石には左向きの力が加わる。コイルを流れる電流が作る磁場の向きを考慮して、左向きの力が生じる理由を50字以内で答えよ。

コイルを流れる誘導電流により左向きの磁場が発生する。この場合、コイルの左側がN極となるため。

問4 磁石をコイルに近づけると、磁石に右向きの外力を加えなくてはならない。この外力のする仕事と負荷抵抗で発生するジュール熱にはどのような関係があるか。関係を説明する法則の名前をあげ、50字以内で説明せよ。

エネルギー保存則により、外力のする仕事とそのま負荷抵抗で発生するジュール熱と等しくなる。

問5 時刻 0.05 s から 0.25 s の間に磁石は 0.40 m 移動した。このときの外力の平均値を求めよ。

[式と計算]

上の問4から

$$\bar{F} \times 0.40 = 0.20$$

$$\therefore \bar{F} = 0.50$$

答	0.50 N
---	--------

小計	点
----	---