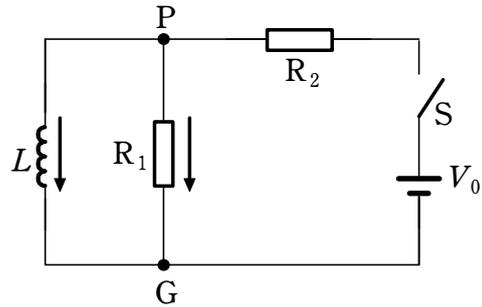


高2物理総合S・SA 確認テスト 後期第13講

氏名 _____ 得点 /10(8割合格)

1 自己誘導

図のような、自己インダクタンス L のコイル、抵抗値 R_1 , R_2 の2つの抵抗 R_1 , R_2 , 電圧 V_0 の電源、スイッチ S からなる回路がある。電流は図の矢印の向きを正、 GP 間の電圧は P 側が高電位のときを正とする。



- (1) S を閉じて十分に時間が経過したとき、コイルに流れる電流 I_0 を求めよ。
- (2) その後、 S を開いた。その直後、抵抗 R_1 に流れる電流 I と PG 間の電圧 V を求めよ。
- (3) S を開いた後で、抵抗 R_1 で消費されるエネルギーの総量 Q を求めよ。

1 自己誘導

解説 (1) このとき、抵抗 R_1 はコイル(抵抗値 0)によって短絡され、電流 I_0 はすべてコイルに流れ、 R_1 には流れない。
回路は図 1 の回路と同等になり、電流は正の向きに流れるので

$$I_0 = \frac{V_0}{R_2}$$

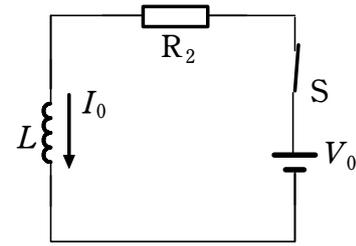


図 1

(2) S を開いた直後には、コイルには、(1)の電流 I_0 の減少を妨げる向き (P → コイル → G の向き) の誘導起電力が発生するので^[1]、抵抗 R_1 には、この電流 I_0 が G → P の向き (負の向き) に流れこむ (図 2)。

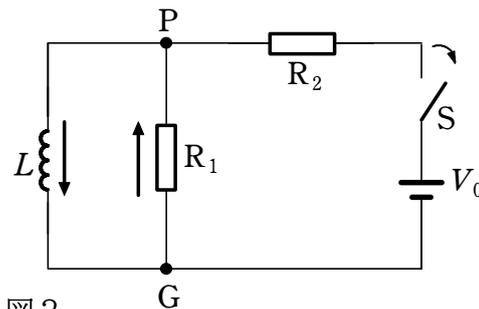


図 2

よって $I = -I_0 = -\frac{V_0}{R_2}$

抵抗 R_1 に対して、電流 I は G → R_1 → P の向きに流れるので、G は P より高電位 (P 側が低電位) となる。よって、PG 間の電圧は負でオームの法則より

$$V = -R_1 I_0 = -\frac{R_1}{R_2} V_0$$

(3) コイルに蓄えられていた磁場のエネルギー $U \left(= \frac{1}{2} L I_0^2 \right)$ が抵抗 R_1 でジュール熱に変換される。

$$Q = \frac{1}{2} L I_0^2 = \frac{1}{2} L \left(\frac{V_0}{R_2} \right)^2 = \frac{L V_0^2}{2 R_2^2}$$

←[1] S を開くと、電流 I_0 がつくっていた磁束が減少するので、それを打ち消す向きに誘導起電力が生じ、 I_0 と同じ向きに誘導電流が流れる。 R_1 に加わる電圧 V (P 側が高電位の場合を正)、流れる電流 I (P → G の向きを正) の時間変化を表すグラフは、次のようになる。

