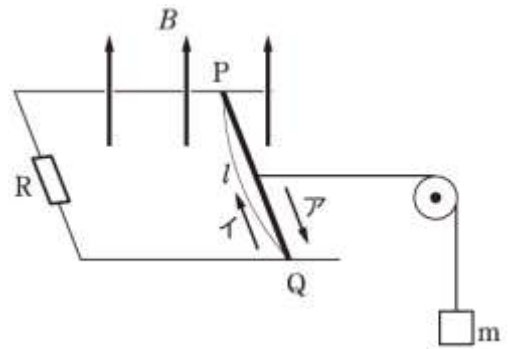


演習問題

(リードα)432. 磁場を横切る導線に生じる誘導起電力

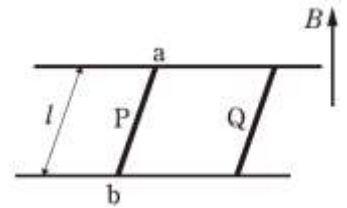
鉛直上向きの一様な磁束密度 B [T] の磁場中に、水平に置かれた図のような回路がある。R は R [Ω] の抵抗、 m は質量 m [kg] のおもり、PQ はコの字形の導線上を長方形を描きながらなめらかに動く長さ l [m] の軽い導線である。鉛直につるされたおもり m は、なめらかに動く軽い滑車を通して、PQ に軽いひもでつながれている。なお、重力加速度の大きさを g [m/s^2] とする。(1)~(4)では、おもりの速さが v [m/s] のときを考える。



- (1) このとき、回路に生じる誘導起電力は何 V か。
- (2) 導線 PQ を流れる電流の大きさは何 A か。その向きは図のアとイのどちらか。
- (3) 導線 PQ が磁場から受ける力の大きさは何 N か。
- (4) このときのおもりの加速度の大きさは何 m/s^2 か。
- (5) やがておもりは一定の速さで落下する。このときの速さは何 m/s か。
- (6) このとき、おもりに作用する重力が 1 秒間にする仕事は何 J か。
- (7) このとき、抵抗 R で 1 秒間に発生するジュール熱は何 J か。

(重要問題集)127. 磁場中を運動する 2 本の導体棒

図のように、磁束密度の大きさが B の鉛直上向きの一様な磁場中に、十分長い 2 本の金属レールが水平面内に距離 l を隔てて平行に置かれている。質量 m 、長さ l の一様な細い金属棒 P 、 Q が、常にレールと直角の状態を保ちつつ、2 本のレールの上を運動する。 P 、 Q とレールの間に摩擦はなく、 P 、 Q に対する空気抵抗はないものとする。 P 、 Q および 2 本のレールからなる回路において、 P 、 Q の電気抵抗はそれぞれ R であり、レールの電気抵抗は無視できる。 P とレールの接点を図のように a 、 b とする。また、この回路を流れる電流がつくる磁場は無視できる。初め P を固定し、外力を加えて Q を一定の速さ w で右向きに運動させた。次の ア^ア ~ セ^セ のうち オ^オ、カ^カ 以外については、当てはまる数式または数値を求めよ。数式は、 B 、 l 、 m 、 R 、 w のうち必要なものを用いて表せ。オ^オ、カ^カ については、 $\{ \}$ 内の①、②から適切なものを 1 つ選べ。



(1) 初めの状態で、 P 、 Q および 2 本のレールからなる回路を貫く磁束の単位時間当たりの変化の大きさは ア^ア であり、 Q を流れる電流の大きさは イ^イ である。このとき、 Q に加えている外力の仕事率は ウ^ウ であり、 Q で単位時間に発生するジュール熱は エ^エ である。

(2) 初めの状態をしばらく続けた後、 Q を一定の速さ w で右向きに運動させたまま、 P の固定を外し自由に運動できるようにした。この直後に、 P には オ^オ{① a から b 、② b から a } の向きに正の電流が流れているので、 P は カ^カ{① 右向き、② 左向き} に運動を始める。十分時間が経つと、 P の速さは一定値 キ^キ になった。このとき、 P を流れる電流の大きさは ク^ク である。

(3) (2) で P の速さが一定になった後、 P を急に再び固定し、 Q を自由に運動させた。この後、十分時間が経つと Q は静止した。 P を固定してから Q が静止するまでに、 Q で発生したジュール熱は ケ^ケ である。

(4) (3) で P を固定した直後に、 Q には大きさ コ^コ の電流が流れ、 Q は磁場から大きさ サ^サ の力を受けるので、このときの Q の加速度の大きさは シ^シ である。次に、 P を固定してから Q が静止するまでの間のある短い時間 Δt ($\Delta t > 0$) に、 Q が距離 Δx だけ移動し、その速さが Δv ($\Delta v > 0$) だけ減少したとする。このとき、 Q の速さは $\frac{dx}{dt}$ 、加速度の大きさは $\frac{dv}{dt}$ と表せるので、 $\frac{dv}{dt} = \text{ス} \times \frac{dx}{dt}$ の関係が得られる。これより、 $\Delta v = (\text{ス}) \times \Delta x$ が成り立つ。 P を固定してから Q の速さは w から 0 まで減少するので、 P を固定してから Q が静止するまでに Q が移動した距離は セ^セ であることがわかる。

[22 静岡大]