

図のように、導体棒OPが組み込まれた回路Iがある。導体棒OPは、長さLで抵抗が無視でき、OQを軸にして、水平面内に置かれた半径Lの円状導線に接触しながらなめらかに回転できる。回路Iは、内部抵抗が無視できる起電力Eの電池、抵抗値Rの抵抗、スイッチSを含み、端子a, bには回路IIを接続できる。回路IIには、長さ2Lで抵抗値rの抵抗を持つ導体棒O'P'が組み込まれており、導体棒O'P'は、水平面内におかれた半径2Lの円状導線に接触しながらなめらかに回転できる。回転軸OQ, O'Q'の向きは常に鉛直方向に固定され、点Q, Q'では回転に伴う摩擦は生じない。抵抗値Rの抵抗と、導体棒O'P'以外の部分では、抵抗は無視できる。また、2つの円状導線内には鉛直下向きに一樣な磁界をかけることができる。ただし、以下では電流が作る磁界は無視する。【2021年 慶應義塾大学 改題】

(2)回路Iにおいて、スイッチSを開き、鉛直下向きに磁束密度Bの一樣な磁界を加えた。さらに、外部の力で導体棒OPを、図中の矢印のように上方から見て時計回りに角速度 ω で回転させた。

問3)導体棒OP内部でOからPの方向へ距離dだけ離れた場所にある電子は、その電気量を $-q(q>0)$ とすると、OからPの向きに磁界からどのくらいの力を受けるか。

問4)導体棒OPが単位時間あたりに磁界を横切る面積は $\frac{1}{2}\omega L^2$ から、Oに対してPに生じる誘導起電力を求めよ。

問5)スイッチSを閉じ、十分に時間が経つと、回路には一定の電流が流れるようになった。導体棒OPを動かす単位時間あたりの仕事を、回路に発生するジュール熱と電池がする仕事を考慮して求めよ。

