

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】

(3)回路Iにおいて、スイッチSを閉じ、鉛直下向きに磁束密度Bの一樣な磁界を加えた。導体棒OPを上方から見て時計回りに角速度 ω で回転させると、一定電流が回路Iに流れ、単位時間あたりJのジュール熱が発生した。次に、導体棒O'P'を固定しながら、回路Iの端子a、bに回路IIの端子a、bをそれぞれ接続した。

問6)回路IIにも磁束密度Bの一樣な磁界を鉛直下向きに加えると、導体棒O'P'は磁界によってどの方向に力を受けるか。

問7)十分に時間が経ったとき、回路全体で発生する単位時間あたりのジュール熱は、Jの何倍か。

問8)その後スイッチを開き、導体棒O'P'を固定するのをやめ、自由に回転できるようにした。十分に時間が経つと、導体棒O'P'は、導体棒OPと同じ角速度 ω で回転していた。このとき、磁界から導体棒O'P'が受ける力がなくなることから、角速度 ω を求めよ。

