

# 物 理

I 図に示すように周囲に枠のついた半径  $R$  の滑らかな円板が水平に固定されている。質量  $m$  のおもりに張力  $F$  まで耐えられる糸をつけて、円板の中心軸を中心に半径  $r$  の円運動をさせた。回転軸での摩擦、空気の抵抗およびおもりの大きさは無視できるとする。このとき以下の問に答えよ。解答は全て解答用紙の所定の欄に記入し、考え方や計算の要点も記入せよ。

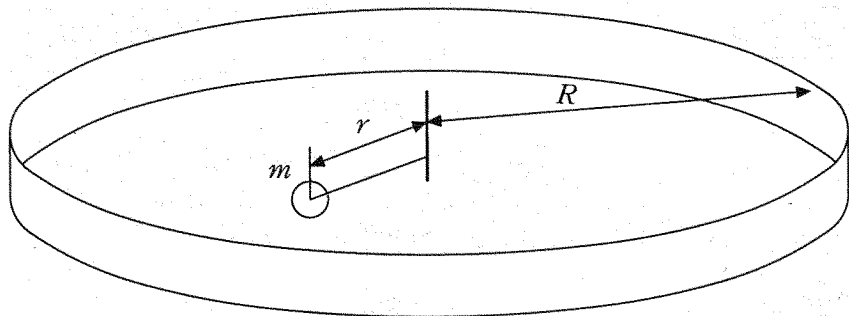
問 1 円運動の角速度をゆっくり上げていくと、あるところで糸が切れた。この時のおもりの角速度  $\omega_0$  を求めよ。

問 2 糸が切れた後、おもりは枠に衝突した。糸が切れてから衝突するまでにかかる時間  $t$  を求めよ。

問 3 今、枠とおもりの間のはねかえり係数は 0 であり、枠とおもりの間の滑り摩擦は無視できるものとする。おもりは枠に衝突した後、枠にそって回転運動を始めた。この回転の角速度  $\omega$  を求めよ。

問 4 糸が切れる直前のおもりの運動エネルギー  $K$  と枠にそって回転運動している時の運動エネルギー  $K'$  をそれぞれ求めよ。

問 5 糸が切れる直前の運動と枠にそった回転運動との間で、運動エネルギーは保存されているか、保存されていないか。また、その理由をのべよ。



II 鉛直方向上向きで磁束密度  $B$  の一様な磁界中に、図 1 のように十分に長い 2 本の導線  $ab$  と  $cd$  が水平に間隔  $l$  だけ隔てて置かれている。 $ac$  間には、抵抗値  $R$  の抵抗と起電力  $E$  の電池が接続されている。導線  $ab$ ,  $cd$  間には、これらと垂直になるように両端を接して質量  $M$  の導線  $L$  が置かれている。はじめ、導線  $L$  は固定されており、固定をはずすと導線  $ab$ ,  $cd$  と垂直なまま滑り出すことができる。導線  $L$  と導線  $ab$ ,  $cd$  間の静止摩擦係数を  $\mu$ 、動摩擦係数を  $\mu'$  とする。重力加速度は  $g$  である。電池の内部抵抗、導線の抵抗、回路自身の自己インダクタンスは無視できるとして、以下の問に答えよ。

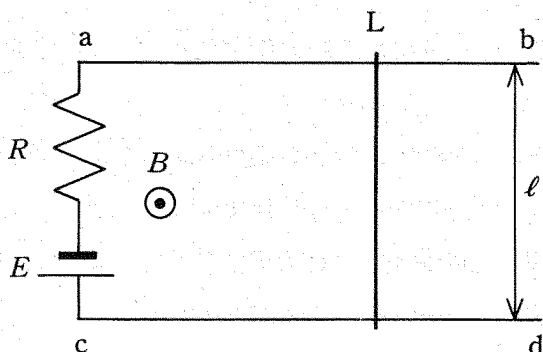


図 1 : 鉛直上方から見た回路

- 問 1 導線  $L$  が固定されているとき導線  $L$  が磁界から受ける力の大きさを求めよ。
- 問 2 固定をはずされたとき導線  $L$  が  $b$ ,  $d$  に向かって滑り出した。このとき静止摩擦係数  $\mu$  が満たす条件を求めよ。
- 問 3 導線  $L$  が滑り出したのち十分時間<sup>じゅうぶん</sup>が経過すると、導線  $L$  の速度は一定値  $v_0$  に近づく。このとき回路を流れる電流の大きさ  $I_0$  を  $B$ ,  $E$ ,  $R$ ,  $l$  と  $v_0$  を用いて表わせ。
- 問 4  $v_0$  を  $B$ ,  $E$ ,  $M$ ,  $R$ ,  $g$ ,  $l$ ,  $\mu'$  を用いて表わせ。
- 問 5 導線  $L$  が一定速度  $v_0$  で運動しているときに、摩擦によって単位時間当たり発生する熱量  $Q$  を  $B$ ,  $E$ ,  $M$ ,  $R$ ,  $g$ ,  $l$ ,  $\mu'$  を用いて表わせ。
- 問 6 導線  $L$  が一定速度  $v_0$  で運動しているとき、電池のエネルギーはどのように消費されるか、50 字程度で述べよ。

問 5 前問において、物体が長さ  $b$  の棒の場合を考える。それは、 $d$  に比べ十分短い棒で、両眼を結ぶ方向に平行に置かれているとする。両眼間隔  $w$  および  $a$  がいずれも  $d$  に比べ十分小さいとき、棒は水平に見える。その理由を述べよ。必要ならば、前問までの結果を使ってよい。

問 6 前問における棒は、実際より長く見えるか、短く見えるか、それとも同じ長さに見えるか、理由を付して答えよ。必要ならば、問 3 の解答として描いた図と同様な図の適当な位置に棒を書き入れることにより考えることができる。