

( 問題7の続き )

問3 以下の文を読んで設問 (1) ~ (10) に答えよ。

机の表面上で、質量の無視できる長さ  $l$  の糸で支点  $O$  に結ばれた質点  $P$  が、初期に角速度  $\omega_0$  (ただし  $\omega_0 > 0$ ) で反時計回りに円運動を始め、動摩擦力により減速し、有限の時間が経過したのちに静止した。この運動について考えよう。

鉛直上向きに  $z$  軸をとり、机の表面が  $z=0$  となるような右手系のデカルト座標  $(x, y, z)$  を用いる。支点  $O$  はデカルト座標の原点にあり、動かないとする。図のように糸が  $x$  軸となす角度を  $\phi$  とする (反時計回りを正とし、単位はradとする)。図のように点  $O$  から点  $P$  に向かう方向の単位ベクトルを  $\vec{e}_r$ 、それに垂直で  $\phi$  が増える方向の単位ベクトルを  $\vec{e}_\phi$  とする。また、 $z$  軸の正方向 (鉛直上向き) の単位ベクトルを  $\vec{e}_z$  とする。さらに、質点  $P$  の質量を  $m$ 、重力加速度の大きさを  $g$ 、質点と机の表面の間の動摩擦係数を  $\mu'$  とする。また、 $\phi$  の時間による1階の導関数 (角速度)  $\dot{\phi}$  を  $\omega$  で表すことにする。以下の設問 (1) ~ (10) に  $m, g, \mu', l, \phi, \omega, \omega_0, \vec{e}_r, \vec{e}_\phi$  および  $\vec{e}_z$  のうち必要なものを用いて答えよ。ただし、ベクトル量は、大きさだけでなく方向も含めた式で表すこと。

- (1) 質点の速度を求めよ。
- (2) 質点の原点まわりの角運動量を求めよ。
- (3) 質点に働く重力を求めよ。
- (4) 質点に机から働く垂直抗力を求めよ。
- (5) 質点が反時計回りに円運動しているときの、質点に働く動摩擦力を求めよ。
- (6) 質点が反時計回りに円運動しているときの、質点に働く向心力を求めよ。
- (7) 質点が反時計回りに円運動しているときの、質点に働く力の合力を求めよ。
- (8) 設問 (7) で求めた合力による原点まわりの力のモーメントを求めよ。
- (9) 質点が静止するまでの時間を求めよ。
- (10) 質点が静止するまでの間の、動摩擦力による仕事を求めよ。

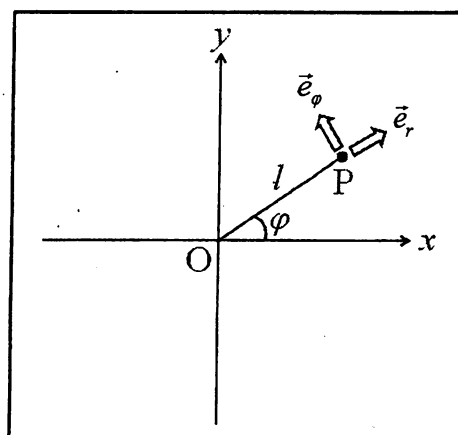


図. 机の表面上において、質点  $P$  が支点  $O$  と長さ  $l$  の糸で結ばれている。糸と  $x$  軸のなす角は  $\phi$  である (反時計回りを正とする)。