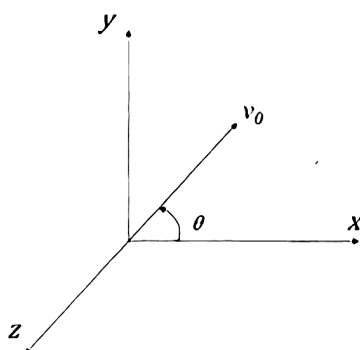


- 原点 O を中心として x 軸上で単振動する質点がある。単振動の振幅を 5 cm 、振動数を 2 Hz 、時刻 $t = 0$ 秒の時に位置 $x = \frac{5}{2}$ 、初期位相を 60° として次の問いに答えよ。円周率 π は π のままでよい。

 - (1) この質点の時刻 t における位置 x を表す式を示せ。
 - (2) 時刻 $t = 2$ 秒のときの質点の位置、速度、加速度を求めよ。
- xy 平面上で原点を中心とした半径 $r\text{ [m]}$ の円周上を反時計回りに一定の速さで 1 秒間に 20 回転している質点がある。次の問いに答えよ。円周率 π は π のままでよい。

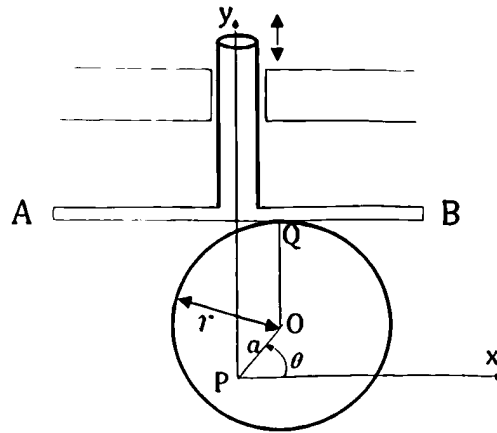
 - (1) 次の物理量を示せ。単位も記すこと。
 - ① 円運動の周期、② 角速度、③ 質点の速さ、④ 質点の加速度の大きさ
 - (2) $t = 0$ で質点の位置ベクトル $\vec{r} = (r, 0)$ とするとき、時刻 t における質点の位置ベクトル \vec{r} の x 成分 $x(t)$ および y 成分 $y(t)$ を時刻 t の関数として表せ。
 - (3) 質点に働いている力 \vec{F} の x 成分 $F_x(t)$ および y 成分 $F_y(t)$ を時刻 t の関数として表せ。質点の質量は m とする。
- 時刻 $t = 0$ に初速度 v_0 、水平面とのなす角 (仰角) θ ($0 < \theta < \pi/2$) で座標原点 ($x = y = z = 0$) から下図のように質点を投げ上げた。水平面内で質点の進む方向に x 軸の正方向、鉛直上向きに y 軸の正方向をとり、質点は xy 面内を移動するものとする。空気の抵抗は無視する。重力加速度を g として以下の問いに答えよ。

 - (1) 質点の運動方程式を x 、 y 、 z 方向のそれぞれについて示せ。
 - (2) 質点が最高点に到達したときの質点の x 座標および y 座標を求めよ。



- 次の図のように半径 r の円板が中心から a だけ離れた点 P を中心として一定の角速度 ω で xy 面内を回転している ($\theta = \omega t$)。また、板 AB は円板と接していて y 軸方向で上下運動を行う。座標原点を点 P にとり、水平方向右に x 軸の正方向、鉛直上向きを y 軸正方向とする。以下の問いに答えよ。

(裏に続く)



(1) 円板と板 AB が接する点を Q とする. ベクトル \overrightarrow{PQ} ($= \overrightarrow{PO} + \overrightarrow{OQ}$) を時間の関数として表せ.

(2) 板 AB の上下運動の速さと加速度を求めよ.

5. 質量 m のある物体が重力と空気の抵抗を受けながら運動している. 空気の抵抗力 \vec{F}_R の大きさは, 物体の速さに比例 ($|\vec{F}_R| = \gamma |\vec{v}|$) しているとする (γ は正の定数). 鉛直方向に x 軸をとり上向きを正として, 物体は x 軸上を運動しているとする. 重力加速度は g とする.

(1) 物体の運動方程式を, 物体の x 軸方向の速さ $v(t)$ ($= \dot{x}(t)$) の時間 t に関する 1 階微分方程式として表せ.

(2) (1) の微分方程式の一般解を求めることにより, $v(t)$ を時間 t の関数として表せ.

(3) 物体の終端速度を求めよ.

6. 下図のように質量 m の質点が半径 r の円周上を滑り降りている場合を考える. 円周上はなめらかで, 質点の移動に伴う摩擦力は働かないものとする. 時刻 t において, 質点の速度ベクトルを \vec{v} , y 軸正方向と動径方向 (円周の中心から質点の位置を向く方向) との間の角度を θ , 質点の進行方向を向いた単位ベクトルを \vec{t} , 質点の位置から円周の中心を向く単位ベクトルを \vec{n} とする. 質点には重力 (大きさ mg) と, 円周上から動径方向外向きの垂直抗力 \vec{N} (大きさ N) が働いている. 重力加速度は g とする.

(1) 質点の速度ベクトル \vec{v} および加速度ベクトル \vec{a} を, \vec{t} , \vec{n} , $v (= |\vec{v}|)$, \dot{v} , r を用いて表せ (これらの全てを用いなくてもよい).

(2) 質点の \vec{t} 方向及び \vec{n} 方向の運動方程式を m , g , θ , N , v , \dot{v} , r を用いてそれぞれ表せ (これらの全てを用いなくてもよい).

