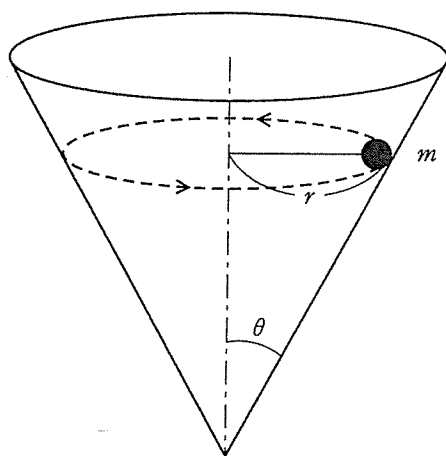


次の文章中の空欄①, ③~⑧, ⑩を数式で, ②, ⑨を語句で埋め, 解答欄に記入しなさい。

図のように頂角 $2\theta$ を持つ円錐が頂点を下に軸を鉛直方向に向けて固定されている。この円錐の内面に沿って質量 $m$ の小球を速さ $v$ で水平方向に打ち出したところ, 小球が水平面内で等速円運動をした。円錐の軸から小球までの距離を $r$ , 重力加速度の大きさを $g$ とする。また, 小球と円錐内面との摩擦と空気抵抗は無視できるものとする。



(i) ここで静止している観測者から見ると小球にかかる力は2つあり, 鉛直下方向に大きさ①)ではたらく②)と円錐の内面に対し垂直方向に大きさ $N$ ではたらく垂直抗力がある。まず, 鉛直方向の力のつり合いを考えると等式③)が成立する。今度は円運動の円の中心方向について考えると, 垂直抗力 $N$ の水平方向成分が向心力としてはたらく。この向心力が質量 $m$ と加速度の大きさ④)の積に等しくなることから, 等式⑤)が成立する。したがって, 等式③)と⑤)より, 円運動の半径 $r$ は,  $v, g, \theta$ を用いて,  $r =$ ⑥)となる。このときの周期 $T$ は,  $v, g, \theta$ を用いて,  $T =$ ⑦)となる。

鉛直  
 ③  $N \sin \theta - mg = 0 \Rightarrow N = \frac{mg}{\sin \theta}$  ③'  
 中心向き  
 ⑤  $m \cdot \frac{v^2}{r} = N \cos \theta \Rightarrow r = \frac{mv^2}{N \cos \theta} \stackrel{③'+)}{=} \frac{v^2}{g} \cdot \tan \theta$  ⑥  
 ⑥'+)  
 $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi v}{g} \tan \theta$  ⑦

(ii) 次に同じ状態を, 小球と一緒に回転している観測者から見ると小球にはたらく力は3つあり, (i)に述べた2つの力の他に, 円錐の軸から遠ざかる向きに慣性力として⑧)の大きさではたらく⑨)がある。この場合, 円錐の斜面に沿う方向の力のつり合いより, 等式⑩)が成立する。これより半径 $r$ は,  $v, g, \theta$ を用いて $r =$ ⑥)となることが確認できる。

慣性力  
 $m a = m \frac{v^2}{r}$  『遠心力』  
 斜面水平  $mg \cos \theta = m \frac{v^2}{r} \sin \theta$   
 $r = \frac{v^2}{g} \tan \theta$

答(i)① $mg$  ②重力 ③ $mg = N \sin \theta$  ④ $\frac{v^2}{r}$  ⑤ $N \cos \theta = m \frac{v^2}{r}$  ⑥ $\frac{v^2}{g} \tan \theta$  ⑦ $\frac{2\pi v}{g} \tan \theta$

(ii)⑧ $\frac{mv^2}{r}$  ⑨遠心力 ⑩ $mg \cos \theta = \frac{mv^2}{r} \sin \theta$  または  $g \cos \theta = \frac{v^2}{r} \sin \theta$