

目的 等速円運動をする物体にはたらく向心力が、物体の質量や回転半径、回転周期とどのような関係があるかを調べる。
 器具 中空ガラス管、糸、ワッシャー (10)、ゴム栓、ようじ、ビニールテープ、天秤

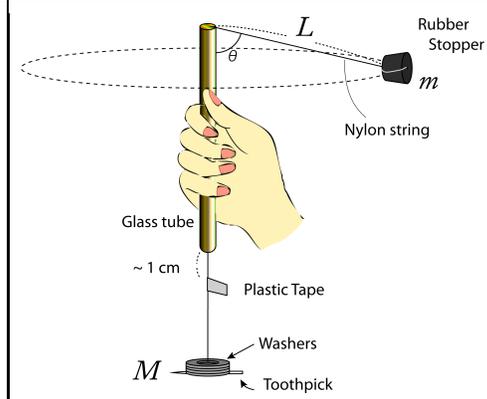
方法

図のように、中空の管にナイロン糸を通し、片側に回転物体のゴム栓、もう一方にワッシャーをつける。管を鉛直にもち、回転物体を水平に回転させ、他方の端のワッシャーは糸に結びつけたままようじで止めておもりとする。

回転半径 r を一定に保つために、おもりを吊るしている糸にビニールテープで目印をつけておく。この目印が一定の位置になるように物体を回転させれば、回転物体が等速円運動をしているときである。

振り回すとき、筒をあまり大きく振らないようにする。また、おもりも、できるだけ動かせないようにする。
 しばらく回し続け、調子が出てきてから 20 周期(20T)の時間を測定する。

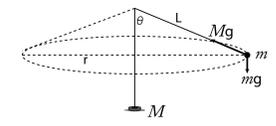
使用するゴム栓とワッシャーの質量を測定しておく。



理論式

$F = mr\omega^2$ (1), $\omega = \frac{2\pi}{T}$ (2), $T^2 = \frac{4\pi^2 m}{F} r$ (3), $F = Mg$ (4)

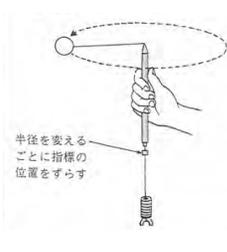
右図は「円錐振り子」と考えたときの、 r 、 L 、 θ の関係。 (実際は θ は 90° と近似できる)



実験

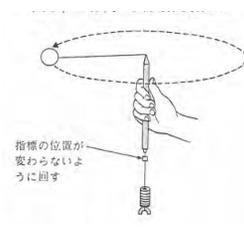
Exp-1 回転半径 r と周期 T の関係
 回転運動体と、おもりにするワッシャーを一定 (例、4個) にして、 L をたとえば 20, 30, 40, 50, 60 cm と変えて等速円運動の 20 周期(20T)の時間を測定する。

おもりを 8 個にして繰り返す。



Exp-2 向心力 F と周期 T の関係
 回転半径を 30 cm に保ちながら、おもりのワッシャーを 4, 5, 6, 7, ... と増やして行く場合の 20 周期(20T)の時間を測定する。

回転半径を 60 cm にして繰り返す



実験中に作る表

ゴム栓の質量 m : ワッシャーの質量 M :
 $\theta = \cos^{-1}(m/M)$, $F' = Mg \sin \theta$:

No		1	2	3	4	5
糸の長さ L	$\times 10^{-2}$ m					
半径 $r = L \sin \theta$	$\times 10^{-2}$ m					
$(L-r)/L \times 100$	%					
20 周期 20T	s					
T^2	s^2					
F(theo) $4\pi^2 r m / T^2$						

ゴム栓の質量 m : ワッシャーの質量 M :
 $\theta = \cos^{-1}(m/M)$, $F' = Mg \sin \theta$:

No		1	2	3	4	5
糸の長さ L	$\times 10^{-2}$ m					
半径 $r = L \sin \theta$	$\times 10^{-2}$ m					
$(L-r)/L \times 100$	%					
20 周期 20T	s					
T^2	s^2					
F(theo) $4\pi^2 r m / T^2$						

T^2 と r との関係をグラフに描く

ゴム栓の質量 m : kg, 糸の長さ L : m, $\theta = \cos^{-1}(m/M)$, $F' = Mg \sin \theta$:

No		1	2	3	4	5
ワッシャーの質量 M	$\times 10^{-3}$ kg					
$\theta = \cos^{-1}(m/M)$						
向心力 $F' = Mg \sin \theta$	N					
半径 $r = L \sin \theta$	$\times 10^{-2}$ m					
$(L-r)/L \times 100$	%					
20 周期 20T	s					
$1/T^2$	s^{-2}					
r(theo) $Mg T^2 / 4\pi^2 m$						

$1/T^2$ と $F' = Mg \sin \theta$ の関係をグラフに描く

考察 以上のグラフをもとに、回転運動する物体の質量 m 、回転半径 r 、回転周期 T と向心力の大きさ F' との間の関係を求める。

文献 三省堂「物理 II」p44、図説 NO. 53 (P.147-148)