

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

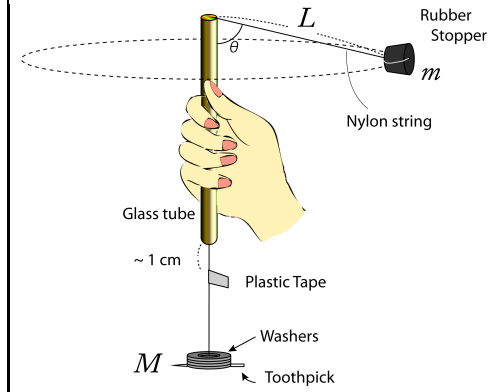
**方法**

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。

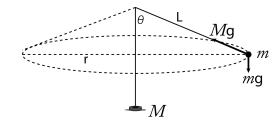
使用するゴム栓とワッシャーの質量を測定しておく。



**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、 $r$ 、 $L$ 、 $\theta$  の関係。 (実際は  $\theta$  は  $90^\circ$  と近似できる)



**実験**

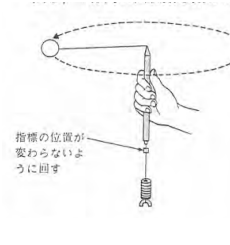
**Exp-1 回転半径  $r$  と周期  $T$  の関係**  
 回転運動体と、おもりにするワッシャーを一定 (例、4個) にして、 $L$  をたとえば 20, 30, 40, 50, 60 cm と変えて等速円運動の 20 周期(20T)の時間を測定する。

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)