

## 2 いろいろな運動 (3) 等速円運動

〔ねらい〕 等速円運動する物体の質量，回転半径，角速度，向心力の間に成り立つ関係を調べる。

〔原理〕 等速円運動する物体が1回転する時間（周期）を  $T[s]$  とすると，角速度  $\omega = \frac{2\pi}{T} [\text{rad/s}]$  となる。

いま，質量  $m[\text{kg}]$  の物体が半径  $r[\text{m}]$ ，角速度  $\omega[\text{rad/s}]$  で等速円運動するとき，物体にはたらく向心力の大きさは  $F = mr\omega^2[\text{N}]$  である。

〔準備〕 細い中空円筒（ボールペンの筒），円運動させる物体 A（ナットや5円玉のような同じ質量  $m$  のもの）4個，向心力を与えるためのおもり B（同じ質量  $M$  のもの）4個，ストップウォッチ，ナイロンの糸，ものさし，目印用のボタン，グラフ用紙

〔方法〕

【I】 向心力と物体 A の質量を一定にしたときの，回転半径と角速度との関係を見つける。

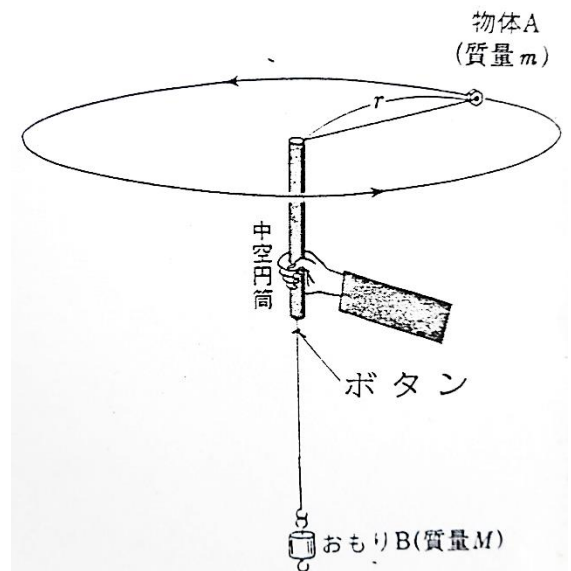
(1) 図のように円筒に通したナイロンの糸の一端に物体 A を1個付け，他端にはおもり B を1個付けて，A を頭上でなるべく水平面内で回転するように等速円運動させる。このとき，B にはたらく重力  $Mg$  が A の運動に必要な向心力の大きさと考えてよい。

$r = 10 \text{ cm}$  になるとき，円筒の下端にくるナイロンの位置にボタンを移動する。 $r = 10 \text{ cm}$  に保って A を 10 回転させ，その時間をストップウォッチで測って，回転の周期  $T$  を求める。これを 5 回行って， $T$  の平均値を求める。（周期の測定は以下同様にする。）

(2)  $r = 20 \text{ cm}$ ， $30 \text{ cm}$ ， $40 \text{ cm}$  として，(1) と同様の実験を行って，それぞれの場合の周期  $T$  を求め，右の表を作る。

(3) 横軸に  $r$ ，縦軸に  $T^2$  をとってグラフを描く。

(4) これから，向心力と回転する物体の質量を一定に保ったときの  $r$  と  $T^2$  との関係を見だし， $r$  と  $\omega^2$  との関係を見つける。（ここでは，力の大きさと質量が一定であるから，加速度の大きさが一定である。）



【I】 の表

$r[\text{cm}]$	$T[\text{s}]$	$T^2$
10		
20		
30		
40		

〔考察〕

(a)  $r$  と  $\omega^2$  との間にどのような関係があれば，加速度の大きさが一定であることが確かめられたことになるか。

〔方法〕

【II】物体 A の質量と回転の半径を一定にしたときの、向心力と角速度との関係を見つける。

(1) 物体 A の質量と回転半径を一定に保って、おもり B を

1 個、2 個、3 個、4 個と変え、回転の周期  $T$  を求めて  
右の表を作る。

【II】の表

$F$	$T[s]$	$T^2$
$Mg$		
$2Mg$		
$3Mg$		
$4Mg$		

(2) 横軸に  $F$ 、縦軸に  $T^2$  をとってグラフを描く。これから、  
質量と回転半径を一定にしたときの  $F$  と  $\omega^2$  との関係を見  
つける。

〔考察〕

(b)  $F$  と  $T^2$  とが反比例すると仮定したら、これを確かめるためには、横軸あるいは縦軸をどのようにした  
グラフを描けばよいか。

〔方法〕

【III】向心力と回転の半径を一定にしたときの、物体 A の質量と角速度との関係を見つける。

(1) おもり B の質量と回転半径を一定に保って、物体 A

を 1 個、2 個、3 個、4 個と変え、回転の周期  $T$  を求め  
て右の表を作る。

【III】の表

質量	$T[s]$	$T^2$
$m$		
$2m$		
$3m$		
$4m$		

(2) 横軸に  $m$ 、縦軸に  $T^2$  をとってグラフを描く。これから、  
向心力と回転半径を一定にしたときの  $m$  と  $\omega^2$  との関係を見  
つける。

〔考察〕

(c) (1), (2), (3) で行った実験は、4 つの物理量  $F$ ,  $m$ ,  $r$ ,  $\omega$  の間関係を見つけるために 2 つず  
つ量の関係を調べている。それぞれの場合に、残りの 2 つの量はどうか。

(d) 物体 A を引く糸を完全に水平にすることができないのはなぜか。また、このことは実験にどのよう  
な誤差を及ぼすと考えられるか。