

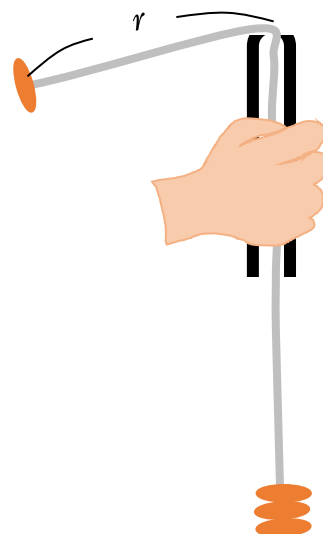
【等速円運動で向心力が決まっているとき可能な r と ω の関係】

組	番	
---	---	--

装置 [参考：おもり直径 2.5cm 質量 3.4g ゴム製、つり系約 1m]

ボールペンの中身を抜いた筒に、つり系を通して系の一端にはゴム製のおもり 1 個、他端には同じゴム製のおもり 3 個を付け吊り下げていた。つり系とボールペンの筒の間には少し摩擦がある。

筒先をわずかに振り続け 1 個側のおもりを回転させる。筒先からおもりの重心までの距離 r が一定になるように回転させるとほぼ等速円運動し、他端の 3 個のおもりは自転するが上下には動かない。



目的

3 個のおもりが受ける重力は、1 個のおもりが回転するときの向心力になる。逆にこの装置では向心力が 3 個のおもりの重さで一定である。向心力一定の条件で、筒先から 1 個のおもりの重心までの距離 r を次頁のように変えたときに、等速円運動するための角速度 ω はどのように変化するか実験で調べる。

【**難点 1**】筒を持って微妙に振り回して角速度を一定に維持することは難しい。ちょっと勢いがつくと 1 個のおもりが外に飛び出し角速度は逆に小さくなり、全く振らなければ筒と系の摩擦か空気抵抗か、しだいに角速度が落ちて 3 個のおもりの方に引き込まれる。【**解決策**】系の張力を変えず筒先とおもりの重心までの距離 r を一定に保つ方法として、3 個のおもり側の系に洋服のボタンを通し筒の下 5mm 程度の所を目処に、この 5mm の間隔が保たれるように回転させる。

【**難点 2**】角速度 ω は周期 T をストップウォッチで測定して求めるが、約 1 秒程度の周期をストップウォッチで正確に測ることは難しい。【**解決策**】 10 周期分の時間 $10T$ を測定することで、誤差を $1/10$ にする。

手順 (安全：おもりが目や人に当たらないように十分に注意する)

1. 次頁の表のように筒先からおもりの重心（横から見た真ん中）までの距離 r を定規で合わせ、筒の反対側の系に通してある洋服のボタンを筒下から 5mm の位置にずらしてセットする。
2. 一人が、**A** 筒が前から見ても、横から見ても垂直、**B** ボタンが筒下 5mm にあって特に筒に接触してない、という注意 2 点 **AB** を両立させながら回転させ続ける。もう一人がストップウォッチを持って、**3、2、1、0、1、2・・・10** と声を出してカウントし、**0**でストップウォッチを押してスタートさせ、**10**でもう一度押して止め、 $10T$ を測定する。これを 5 回行い、 $10T$ の平均を求める。(0 の前の 3、2、1 の存在が重要)

結果と処理

$r[\text{m}]$	$10T[\text{s}]$ 1 回目	$10T[\text{s}]$ 2 回目	$10T[\text{s}]$ 3 回目	$10T[\text{s}]$ 4 回目	$10T[\text{s}]$ 5 回目	$10T[\text{s}]$ 平均	周期 $T[\text{s}]$	角速度 $\omega[\text{rad/s}]$	$\sqrt{r}$ $[\text{m}^{1/2}]$
0.10									0.32
0.16									0.40
0.22									0.47
0.31									0.56
0.40									0.63

r は 10cm、16cm、22cm、31cm、40cm の 5 種類で行う。

結果のグラフ化

- (1) $\sqrt{r}$ と ω の関係のグラフ、(2) $\sqrt{r}$ と T の関係のグラフ、の 2 つのグラフを作り添付して提出しなさい。
(ここでは A と B の関係のグラフといった場合、A を横軸、B を縦軸としておく)

考察と結論

- (1) 本来なら r と ω の関係を調べているので r と ω の関係のグラフのはずだが、 $\sqrt{r}$ と ω の関係のグラフと $\sqrt{r}$ と T の関係のグラフもつくる意義を述べ、これらのグラフからわかる r と ω の関係を結論づけなさい。

- (2) 運動の法則を適用して r と ω の関係を理論的に導き、実験の結論 (1) と比較しなさい。

(回転する系が水平からやや傾いていることを考慮するのが難しい人は、なめらかな水平面上を回転していると近似してもよい)