

## 2 いろいろな運動 (2) 単振り子 (重力加速度の測定)

〔ねらい〕 単振り子の周期と糸の長さから、重力加速度を測定する。

〔原理〕 おもりを糸に吊し一つの鉛直面内で振動させたものを単振り子という。おもりの質量を  $m$ 、支点からおもりの重心までの距離を  $l$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。おもりが静止しているときの位置を原点とし振動方向に  $x$  軸をとると、振幅が小さいときおもりにはたらく力  $F$  は  $F = -\frac{mg}{l}x$

と近似できるので、おもりは単振動する。このときの周期  $T$  は、 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$  となる。

〔準備〕 おもり、ピアノ線、円環、ナイフエッジ付き支持棒、巻尺、スタンド、十字線の書いてある厚紙、画びょう、たたき棒、ストップウォッチ

〔方法〕

(1) おもりにピアノ線を通し、図のように単振り子を組み立てる。

(2) おもりを吊り下げたままの状態を図の  $L$  を巻尺で測る。エッジの上端  $S_1$  とピアノ線とおもりのつなぎ目  $S_2$  とを、2人で同時に読み取る。 $L = S_1 \sim S_2$  である。

(3) おもりの半径を  $r$  とすれば、振り子の長さ  $l$  は  $l = L + r$  である。ただし、 $r = 2.00 \text{ cm}$  とする。

(4) 振り子を支持棒の軸に垂直な鉛直面内で、振幅があまり大きくないようにして振動させる。振り子の長さが  $100 \text{ cm}$  のとき、振幅が  $10 \text{ cm}$  程度になるようにする。(このとき角度では約  $6^\circ$  である。) 振動の仕方が良好な場合、その周期を測定する。

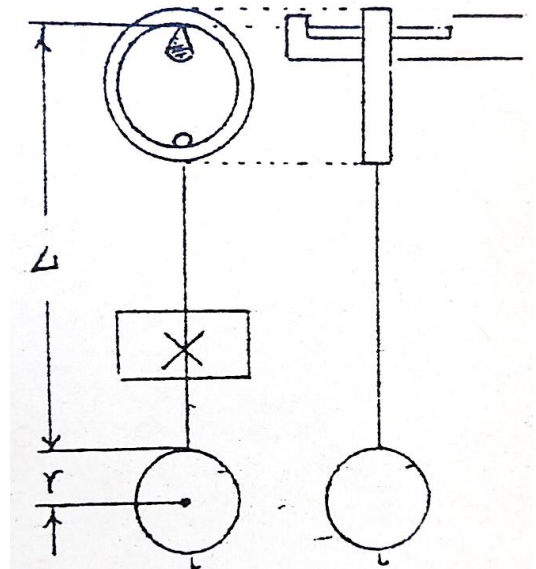
(5) 時計係はストップウォッチを始動させて回数係の合図を待つ。

(6) 回数係は、振り子のピアノ線が厚紙の十字線の交点の上を通過するときをみて、振動第0回(計測開始)、第10回、…第190回の合図を送る。合図は、たたき棒で木製の椅子をたたく方法による。時計係は、合図の時刻を読み、記録係が記録する。

(7) おもりが楕円を描くようになったり、振り子の上端の円環がずれて、エッジの端に触れるようになったりした場合は、振動をはじめからやり直す。

(8)  $L$  を(2)と同様にして再び測る。

(9) 例に示したようにして重力加速度の大きさを求める。 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$  より、 $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$  である。



〔参考事項〕ストップウォッチについて

- (1) 時計が手から落ちないように、ひもを手首にかけるか、手に巻き付ける。
- (2) ねじが十分巻いてあるときに正しく時計される。
- (3) 手のひらに大体水平になるようにしてもつ。
- (4) 針の位置を読むときは、針の真上から読み取る。
- (5) 使用後は針を止めないで動かしておき、ねじが緩む状態にしておく。

〔測定値の例〕

(1)  $L$  の長さ

	$S_1$ (cm)	$S_2$ (cm)	$S_1 \sim S_2$ (cm)
振動開始前	134.3	4.2	130.1
振動終了後	6.9	137.0	130.1
		平均	130.1

したがって、

$$L = 130.1 \text{ cm}$$

$$+ \quad r = 2.00 \text{ cm}$$

$$l = L + r = 132.1 \text{ cm}$$

(2) 周期  $x$  の測定

振動回数	時刻 $t_1$		振動回数	時刻 $t_2$		$t_2 - t_1 = 100T$ (min) (s)	仮平均 3:50.8 との差	
	(min)	(s)		(min)	(s)		+	-
0	1:24.5		100	5:15.2		3:50.7		0.1
10	1:47.3		110	5:38.2		3:50.9	0.1	
20	2:10.3		120	6:01.1		3:50.8	0.0	
30	2:33.2		130	6:24.2		3:51.0	0.2	
40	2:56.3		140	6:47.2		3:50.9	0.1	
50	3:19.6		150	7:10.3		3:50.7		0.1
60	3:42.3		160	7:33.5		3:51.2	0.4	
70	4:05.8		170	7:56.4		3:50.6		0.2
80	4:28.8		180	8:19.5		3:50.7		0.1
90	4:52.0		190	8:42.2		3:50.2		0.6
						計	+0.8	-1.1
							-0.3	
						平均	-0.03	

$$100T = 3:50.8 - 0.03 = 3:50.8 = 230.8 \text{ s}$$

$$\therefore T = 2.308 \text{ s}$$

(3)  $g$  の算出

$$\pi = 3.142 \quad \text{とおくと, } g = \frac{4 \times 3.142^2 \times 132.1}{2.308^2}$$

$$\log g = \log 4 + 2 \log 3.142 + \log 132.1 - 2 \log 2.308$$

対数表を用いて、

$$\log g = \log 4 + 2 \log 3.142 + \log 132.1 - 2 \log 2.308 = 0.6021 + 2 \times 0.4972 + 2.1209 - 2 \times 0.3632 = 2.9910$$

$$\therefore g = 980 \text{ cm/s}^2$$

