

## 連成振子

---

### □ 目的

2つの単振り子からなる連成振子を用いて、共振によるエネルギー授受のありさまを観察し、エネルギー伝達の周期を測定し、振動・共振について体験的に理解することがこの実験の目的である。

### □ 実験用具

振り子(2個)、おもり、滑車、ナイロン糸、スタンド(2台)、万力(2個)、ストップウォッチ、巻尺、セロハンテープ

### □ 解説

振り子やバネは、外部から強制的な力を受けると振動を開始する。その場合、振動の周期は、それぞれについて固有の値をとる。たとえば単振り子の場合、振り子の長さによって、その固有の周期が決まる。このような振動を、その振り子やバネの固有振動とよぶ。

振り子やバネに、その固有振動の周期に等しい周期で、外部から強制的に力を繰り返し加えた場合(これを、「強制力を加える」という)、振り子やバネは振動を開始し、いくらでも振幅を増してゆく。この現象を共振と呼ぶ。この場合、強制力がどんなに弱くても共振は起こるが、十分な振幅で振動させるには、より多くの時間(強制力を加える回数)が必要となる。

図1のように、水平に張った横糸に、2つの長さの等しい(すなわち周期の等しい)単振り子A、Bをつるす。

一方の振り子Bを静止させ、他方の振り子Aを横糸に垂直な面内で静かに振動させる。このとき、Aの振動の効果が強制力となって、横糸を通して周期的にBに伝わる。振り子の長さが等しいので、強制力の周期は、Bの固有振動の周期と一致している。そのため共振がおこり、強制力がたとえ微弱であってもBは振動を開始し、徐々に振幅を増してゆく。逆にAの振動は徐々に減衰し、Bの振幅が最大になったときAの振動は止む。これは、はじめAのもっていた振動のエネルギーが、ほぼ完全にBに移ったことを意味する。

つぎに、Bの振動効果が強制力となって静止しているAを動かすので、Aが振動を開始する。Bの振動はしだいに減衰して、ついにBは静止するが、このときAの振幅は最大になる。以下、交互にこのことを繰り返す。

### □ 実験方法

(1) 図1のように装置をセットする。

- (a) 横糸(ナイロン糸)を2台のスタンドの間に水平に張る。一端はスタンドに結び付け、他端は滑車をとおして300gのおもりMを付ける。

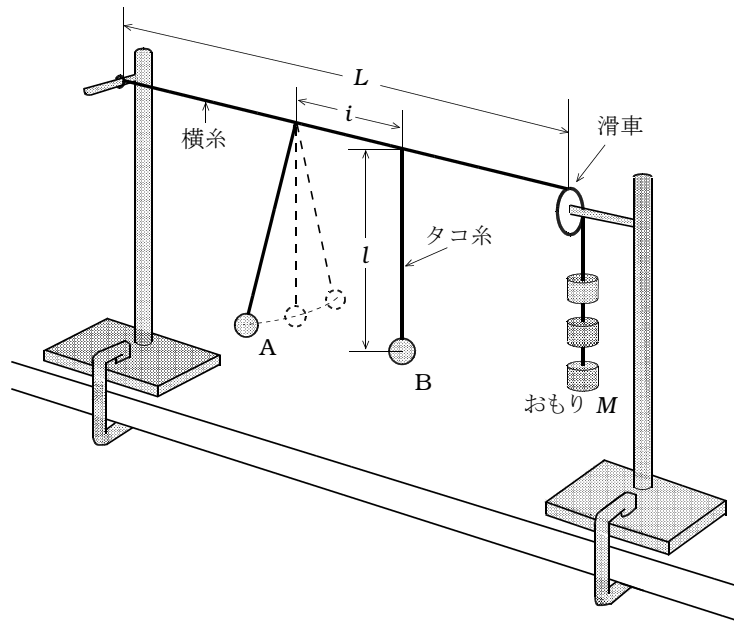


図 1

- (b) 横糸の水平部分の長さ  $L$  (スタンドへの結び目 から 滑車の一番上 まで) が 80cm になるようにして、2 台のスタンドを万力で机に固定する。
- (c) 横糸の水平部分の中心から等距離の位置に、振り子の間隔  $i$  を 10cm、振り子の長さ  $l$  を 35cm にして、2 つの振り子をつるす。このとき、長さが簡単に換えられるようにセロハンテープで振り子を横糸に固定するとよい。

一方の振り子を横糸に垂直な面内で振動させる。振幅はあまり大きくせず、静かに振動させる。2 つの振り子の共振の周期  $T$  を、ストップウォッチで測定する。この場合、共振の周期  $T$  とは、一方の振り子が静止状態から振動を始め、徐々に振幅を増した後減衰し、次の静止状態になるまでの時間、をいう。おもり  $M$  が 400g、500g、600g の場合について同様の測定を行う。

- (2) 振り子の長さ  $l$  は 35cm のままで、おもり  $M$  を 300g にして、振り子の間隔  $i$  が 5cm、15cm、20cm の場合について共振の周期を測定する。振り子の間隔  $i$  が 10cm の場合については (1) の結果を使用する。
- (3) おもり  $M$  は 300g のままで、振り子の間隔  $i$  を 10cm にして、振り子の長さ  $l$  が 25cm、30cm、40cm の場合について共振の周期を測定する。振り子の長さ  $l$  が 35cm の場合については (1) の結果を使用する。これらの測定を行いながら、振り子の長さ と振動の周期 (振り子が 1 往復するのに要する時間) との関係を観察する。
- (4) 2 つの振り子を異なる長さにする。一方の振り子の長さを 30cm、他方の振り子の長

さを 40cm にし、長い振り子を最初に振動させた場合と短い振り子を最初に振動させた場合について、2つの振り子の動きを観察する。

- (5) (1)、(2)、(3) の測定結果をグラフ用紙に記入する。  
 (6) 実験の結果を比較して、わかったことをまとめる。

### □ 実験例

振り子の間隔  $i = 10$  [cm]，振り子の長さ  $l = 35$  [cm] の場合

おもり $M$ [g]	300	400	500	600
共振の周期 $T$ [s]	28.5	38.4	50.1	59.3

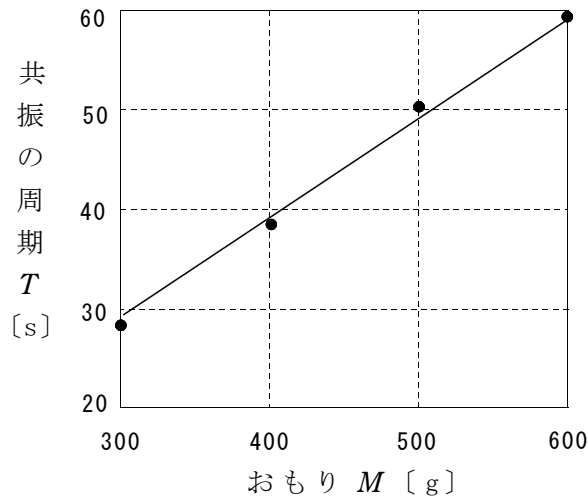


図 2

### □ 参考

理想的な状態では、この実験の共振の周期は次の式で表される。

$$T = \frac{8\pi}{\sqrt{g}} \frac{\sqrt{l^3} LM}{(L-i)^2 m}$$

$T$  : 共振の周期       $g$  : 重力加速度       $L$  : 横糸の長さ       $l$  : 振り子の長さ  
 $i$  : 振り子の間隔       $M$  : おもりの質量       $m$  : 振り子の質量

上式より理論値を計算し、測定値と比較してみよう。