

## SECTION

## 02

# 実験で体験する物理

## バネ振り子と重力加速度

この SECTION では、バネ振り子の振動周期を計測する実験によって、重力加速度を求める実験を行ってみましょう。バネ振り子から重量加速度を求めるには、バネの先につけたおもりに重力加速度  $g$  が作用する場面を作ってやればよさそうです。つまりおもりの重さと重力加速度が釣り合ったところ（要するにバネが伸びて安定した状態）で伸び縮みさせればよいですね。今回はこの実験を行ってみましょう。

### 実験に使う部品を準備する

名称	個数	備考	写真
ベースプレート	× 1	(共通)	P004
クランプ	× 1	(共通)	P006
スタンド&スポンジ	× 1	(共通)	P006
L型金具	× 1	(共通)	P006
バネ	× 1	(共通)	P006
おもり1 (ナット: 20g)	× 1	02	P006
おもり2 (ナット: 40g)	× 1	02	P006
プラスチックものさし	× 1	02	P005
ストップウォッチ	× 1	05	P006



### NOTES

備考に(共通)と記述されているものは「SECTION 02 バネ振り子と重力加速度」に共通して使用する部品です。部品の詳細については、表に記載された各ページを参照してください。

## 実験の手順と課題

01 SECTION01 で使用した単振り子の実験装置から糸付き金属球（振り子）を外し、代わりにL型金具の穴にバネをひっかけます。 1-1

1-1



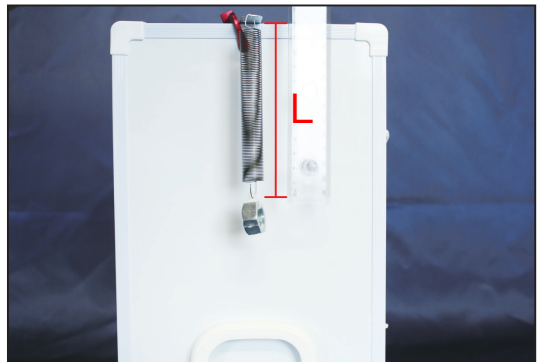
02 バネの先におもりを取り付けます。まずは小さい方のおもり（20g ナット）をバネにひっかけます。 2-1 おもりには吊り下げ用のバンドが巻いてあるので、そこにバネの先をひっかけます。

2-1



この状態でバネの長さ（ $l$ ）を計測します。 2-2 バネの長さ  $l$  は、L型金具からおもりであるナットの上端までの長さとしてます。

2-2



バネの長さは次の3パターンで測定してください。

- ① おもり1（20g ナット）の場合
- ② おもり2（40g ナット）の場合
- ③ おもり1+おもり2（60g）の場合



## SUBJECT

実験シート「振り子の実験 2-1」に実測したバネの長さを記入してください。

03 おもりの質量Mとばねの伸びLとの関係をグラフにしてみましょう。この2つの関係は比例関係にあるというのがフックの法則です。そのようになりましたか？ 3-1



## SUBJECT

実験シート「振り子の実験 2-2」におもりの質量Mとバネの伸びLについて記入してください。



## NOTES

フックの法則：

つる巻きばねにおいて、伸び（縮み）が  $x$  (m) のときの弾性力の大きさ  $F$  (kgw) は、比例定数  $k$  (kgw/m) によって定まるばね定数に比例するので、 $F = k x$

という式が成り立つというもの。

3-1



04  $L=L_0 + aM$  という関係があるとして、 $L_0$  と係数  $a$  を求めましょう。

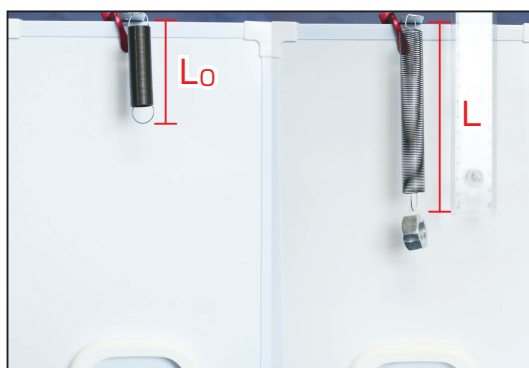
ここで、係数  $a$  の単位は mm/g (m/kg でも可) グラフが原点を通る場合は  $L_0 = 0$  になります。つまり  $L_0$  とは、ばねにおもりを吊るさない状態で自然に伸びている長さだといえますね。 4-1



## SUBJECT

実験シート「振り子の実験 2-3」に  $L_0$  と係数  $a$  の値を計算して記入してください。

4-1



**05** ばね振り子の振動周期を測定してみましょう。  
振動数 20 回当たりの時間をストップウォッチなどを使って測定します。ストップウォッチを押した後に伸び縮みを開始させ、20 振動後にストップを押すようにしましょう。同じおもりで4回測定し、平均時間を出します。 **5-1**



### SUBJECT

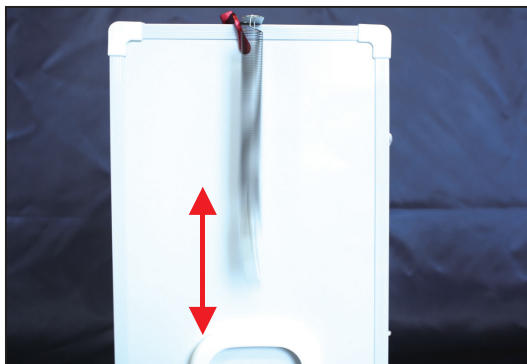
実験シート「振り子の実験 2-4」に（おもり 1 での）測定結果と平均時間を記入してください。



### NOTES

ばね振り子実験について：  
振動はあまり大きくとると（強く引っ張ると）うまくいかない場合がありますので、控え目に引っ張って振動（伸び縮み）させるようにしてください。

**5-1**



**06** **05** の測定結果をもとに 1 振動あたりの時間を求めましょう。**05** で出した平均時間を 20 で割ると求められます。この時間を周期といい  $T$  で表します。



### SUBJECT

実験シート「振り子の実験 2-4」に計算結果を記入してください。

07 05 06 実験と計算を、おもりの重さを変えて行いましょう。04を参考におもりの重さをそれぞれ「おもり1」、「おもり2」、「おもり1+おもり2」に変更し、平均値、周期Tを求めてください。

7-1



## SUBJECT

実験シート「振り子の実験 2-4」に測定結果と計算結果を記入してください。

08 おもりの重さ (M) と周期の2乗 ( $T^2$ ) の関係をグラフで表しましょう。

次に、比例関係が成り立っているか確認しましょう。

$$T^2 = (2\pi)^2 k^{-1} (M + M_0)$$

という関係があるとする、グラフの直線の傾きは  $(2\pi)^2 k^{-1}$  になるはず。

ここから係数  $k$  と  $M_0$  を求めてみましょう。

(係数  $k$  の単位は  $g/s^2$  となります)



## SUBJECT

実験シート「振り子の実験 2-4」におもりの重さ (M) と周期の2乗 ( $T^2$ ) を書き込んでください。

また、実験シート「振り子の実験 2-5」のグラフを完成させてください。

さらに実験シート「振り子の実験 2-6」に係数  $k$  と  $M_0$  を計算して書き込んでください。

09

08で求めた  $M_0$  は、いったい何を表しているのでしょうか？ どうやらなにかの重さのようですが…



## SUBJECT

実験シート「振り子の実験 2-7」に  $M_0$  についての考察を記入してください。

10

04で求めた  $a$  と 07で求めた  $k$  の積を計算しましょう。この計算結果の単位は、 $(\text{mm/g}) \times (\text{g/s}^2) = (\text{mm/s}^2)$  になります。実はこの値は「重力加速度  $g$ 」の値  $(\text{mm/s}^2)$  になります。なぜ  $a$  と  $k$  の積が重力加速度  $g$  に等しくなるのかも考えてみてください。ちなみに重力加速度  $g$  の標準値は  $9798\text{mm/s}^2$  です。計算結果がこの値と一致しなかった場合は、なぜなのかその理由を考えてください。



## SUBJECT

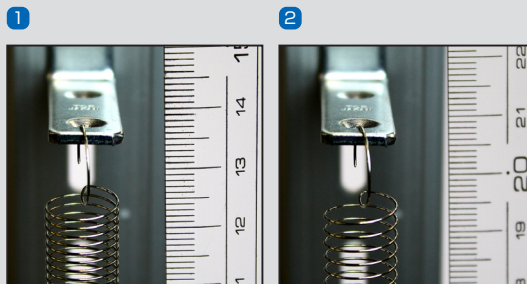
実験シート「振り子の実験 2-8」に積  $ak$  を記入してください。さらにこの計算結果がなぜ重力加速度  $g$  と等しくなるのか、また  $g$  の標準値  $9798\text{mm/s}^2$  と等しくならなかった場合の理由も考察して記入してください。

■ 解答のサンプル

02 実験シート  
振り子の実験 2-1

バネの先におもりをつけて、伸びたバネの長さ (L 型型具からおもりであるナットの中心部までの長さ) を測定しました。

- ① がもり 1 (20g)
- ② がもり 2 (40g)
- ③ がもり 1 + おもり 2 (60g) です。



135mm

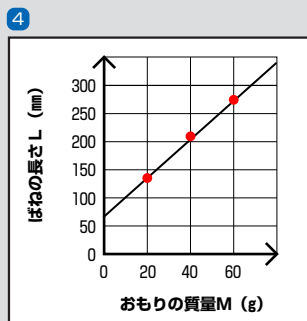
205mm



275mm

03 実験シート  
振り子の実験 2-2

おもりの質量Mとバネの長さLとの関係をグラフにしてみました。④



04 実験シート  
振り子の実験 2-3

$L=L_0 + aM$  という関係があるとして、 $L_0$  と係数  $a$  を求めてみました。⑤

$L_0$  は実測で 65mm、

係数  $a$  は、

$$a = \frac{L - L_0}{M} \text{ で求められます。}$$

$$a = \frac{135 - 65}{20} = 3.5$$

$$a = \frac{205 - 65}{40} = 3.5$$

$$a = \frac{275 - 65}{60} = 3.5$$

## 05 06 実験シート 振り子の実験 2-4

バネ振り子の振動周期を測定してみました。振動数 20 回当たりの時間をそれぞれ 4 回測定しています。さらにそれぞれの平均値、周期も算出しました⑥。

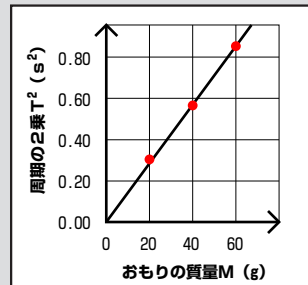
⑥

おもりの重さ	おもり 1 (20g)	おもり 2 (40g)	おもり 1 + 2 (60g)
1 回目	10.90s	15.15s	18.46s
2 回目	10.80s	15.16s	18.51s
3 回目	10.94s	15.16s	18.49s
4 回目	10.93s	15.15s	18.48s
平均	10.89s(11s)	15.16(15s)	18.49s(18s)
周期	0.5445s(0.54s)	0.758s(0.76s)	0.9245s(0.92s)
周期の二乗	0.30s <sup>2</sup>	0.57s <sup>2</sup>	0.85s <sup>2</sup>

## 07 実験シート 振り子の実験 2-5

おもりの重さ (M) と周期の 2 乗 (T<sup>2</sup>) の関係をグラフで表しました。⑦

⑦



## 08 実験シート 振り子の実験 2-6

$$T^2 = (2\pi)^2 k^{-1} (M + M_0)$$

という関係式から、係数 k と M<sub>0</sub> を計算してみてください。

周期 T<sup>2</sup> とおもりの重さの関係のグラフが原点を通る場合、M<sub>0</sub> は 0 と考えられます。



**10** 実験シート  
**振り子の実験 2-8**

a と k の積を計算しました。この結果は重力加速度  $g$  ( $9798\text{mm/s}^2$ ) に等しくなる（または近似になる）はずです。

---