

この資料は以下のページからも DL できます.

<http://www.cp.cmc.osaka-u.ac.jp/~kmatsu/index.php?plugin=attach&refer=Basic-Experiments-in-Science-and-Engineering&openfile=lecture2.pdf>



## 6 フックの法則

### A. データシート記入/実験上の注意点事項:

#### 1. 実験全体について

- ① この実験のテーマは**実験(課題①②)と理論(課題③)の比較**による**仮説検証**である。
- ② 実験を始める前に**じゃんけん**で**チームリーダー**を決め, レポートを班ごとに順番に提出する. **前回チームリーダーだった人はじゃんけん免除**, もし雑用が好きだったら**積極的に志願**してもよい。
- ③ Yahoo 掲示板等は使わない。
- ④ **班内で話し合っ**て進めること。
- ⑤ 部屋から出るときは教員に許可を求めること。

#### 2. 課題① (実験: データ測定, p. 2, 測定 2 点/平均値 3 点)

- ① **チームリーダー**は責任を持って取り仕切る事。
- ② 測定時は**台をレールで水平に固定**し, ゆれが収まってからから図る。
- ③ 直尺は台の**特定の水平面**(台の底など)を決め, **水平に目盛りを読む**。
- ④ 錆防止のため**分銅はピンセット**で扱う。
- ⑤ 短いバネの場合, 台が直尺に届かなければ, クリップで延長する。
- ⑥ 重力加速度は  $9.80\text{m/s}^2$  とする。

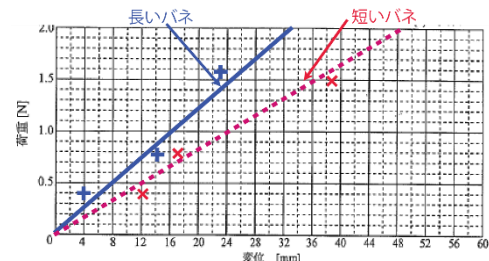
#### 採点基準

- ① 有効数字 3 桁, (目盛りは 0.5mm 単位まで読む)。

#### 3. 課題② (実験: データ解析, p. 3, 5 点)

#### 採点基準

- ① **測定データの平均値**を図に書く(右図).  
その後, 各平均値と距離が**均等になる直線**を**ものさし**で引く.(各 1 点)
- ② 長いバネの線と短いバネの線は**区別できるように線の種類を変える**.  
※荷重 0 の場合はどうなるか考えて線を引く。
- ③ バネ係数は**傾きをものさし**で測って求めよ(2 点).  
※単体/直列は 2 ケタ, 並列の場合は繰り上がりで 3 ケタ精度。



4. 課題③（理論）について(p. 4, 2点)

採点基準

- ① 単体のバネ定数  $k$ , 直列の合成バネ  $K_1$ , 並列の合成バネ係数  $K_2$  とせよ.
- ② (b), (c) では  $K_1, K_2$  を  $k$  で表せ.(右の図)
- ③ 教科書のコラムを参考に式を導出せよ.  
※用いた変数の文字は図で説明する.
- ④ 計算値は導いた式を用い, 実測値は課題②の結果を用いよ.  
※計算ミスがないか互いに確認すること
- ⑤ チームリーダーが取りまとめチーム内で話し合っ解決すること.

課題③  
コラムを参考に, 2本の同じばね定数( $k$ )をもつ単体ばねと, これらの直列つなぎと並列つなぎによるそれぞれの合成ばね定数( $K_1, K_2$ )との関係式を導出せよ.

(b) 直列に2本の単体ばねをつないだ場合の合成ばね定数( $K_1$ )の関係式

$K_1 = \sqrt{k}$       導出の説明

(c) 並列に2本の単体ばねをつないだ場合の合成ばね定数( $K_2$ )の関係式

$K_2 = k^3$       導出の説明

文字の定義の図

導出した関係式と課題②の(a)単体ばねのばね定数を用いて直列ばねと並列ばねのそれぞれの合成ばね定数を計算せよ. さらに, 計算より求めた合成ばね定数とその実測値(課題②で得られた直列と並列のばね定数)と比較せよ.

合成ばね定数のまとめ [N/mm]				
	(b)直列		(c)並列	
	長いばね	短いばね	長いばね	短いばね
ばね定数の計算値				
ばね定数の実測値				

5. 考察(p. 4, 合計3点)の考察の書き方

採点基準

- ① 考察は感想ではない. 実験結果に基づいて結果を論じる事.
- ② まず**実験結果の計算と測定と比較結果**を述べること(1点).
- ③ 誤差があった場合, “**実験と計算の違いの物理的原因**” の仮説を述べること(1点).  
  - ※ **実験10とは異なり誤差の存在の証明**ではない.
  - ※ 誤差の**物理的原因の仮説**を考察すること.
- ④ 考察では**測定数値, 導出した式やバネの状態などの根拠**を用い書くこと.
- ⑤ どうすれば“**物理的原因**”の**検証方法**を与えること(1点).  
  - ※ 測定の失敗や線の書きミスは物理的原因に含まない
  - ※ 測定ミスの場合は測定し直すこと!
- ⑥ 誤差を物理的に説明しない内容は書かない。
- ⑦ 3行以上書くこと
- ⑧ よい書き方の例

**結果:** 直列では計算 0.12N/mと測定 0.13N/mとほぼ一致した。一方で、並列の場合に合成バネ係数 0.21N/mが計算値 0.11N/mより0.1N/m小さい。  
**物理的原因の仮説:** バネ一つの測定と直列の測定では同じバネを用いた。一方で、並列の測定では異なる長さのバネを用いた。これらのバネは長さが違うためバネ係数が異なる。一方で、導出式ではバネ係数は同じものとした。そのため計算とは合わなかったと考えられる。

**検証方法:** 並列で同じバネの長さを単体の測定で用いたものと同じもので測定する。計算値と測定値が一致すれば並列の測定で使ったバネの長さの違いが原因だったと立証される。

## B. 文章を書くコツ

1. 前の文の言葉を次の文で使用し、文の間をつなげる。

### (ア) つながっている例

A) バネは引っ張ることで伸びる. その伸びは加えた力に比例する。力はバネに分銅をつけることで加えることができる。分銅により加わる力は重力によるものである。その重力は分銅の重さと重力加速度の積である。重さは…

B) バネは引っ張ることで伸びる. そのとき, バネの長さはフックの法則に従う。  
すなわち, バネの伸びた長さ…

### (イ) つながっていない例(この場合, 二文目にある”力”が一文目の何(バネ, 引っ張り, 伸び)と関係するかが分からない..)

A) バネは引っ張ることで伸びる。力は分銅により加える。重力加速度は  $9.8\text{m/s}^2$  で…

2. 一文は簡潔に短くする。例えば一文に動詞は一つまでとする。

### (ア) 長い文章の例(一文にたくさんの動詞がある)

A) バネは分銅をつけて伸ばすことができ、分銅により加えた力にその伸びは比例し、この場合の力は重力であるため、その分銅の重さと重力加速度の積で決まり、結果的に伸びは分銅の重さに比例し、その比例係数は…

3. 文を中でロングパスはしない

### (ア) ロングパスの例

A) バネは引っ張ることで伸びる. その伸びは加えた力に比例する。力はバネに分銅をつけることで加えることができる。分銅により加わる力は重力によるものである。その重力は分銅の重さと重力加速度の積である。引っ張りの大きさはこの重力で決まる。…

4. “てにをは”をチェックする。

### (ア) おかしい例

A) バネと引っ張ることが伸びる. その伸びに加えた力の比例する。力やバネの分銅がつけること…

5. 代名詞の使用の際、それが何の代替か分かるときのみ使用する。文内での言葉の繰り返しに制限するほうがよい

### (ア) 代名詞(その)が何(バネ定数, 力, 伸び)を示すか分からない例

A) バネ定数と力および伸びはフックの法則で関係づけられる。その測定は分銅をバネにつけて行う。