

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=lecture8.pdf>



## 8 水平投射運動

### A. データシート記入上の注意点事項:

#### 1. 予習(p.1)の書き方

##### 採点基準:

- A) 項目ごとにどこに書いたか分かるように書く。①②③などの番号をつける。
  - ① 課題は……。②課題の目的は……。③課題の実験の手順は……。
- B) ①課題は実験内容, ②課題の目的は明らかにすべきこと, ③は手順をすべての実験 1-3 に対して書く
- C) 各項目は字数に収まるように要約する。以下の内容が含まれるように書く事。  
チェック事項:
  - 1. ①と②が実験の課題と目的が分かるように書かれている事。
  - 2. ③で実験 1-3 のすべての手順が書かれている事。

#### 2. 感想(p.1)の書き方

自由に書いてよいが, 論理的な文章を書く。論理性のため以下の点には注意:

- ① 前の文の言葉を次の文で使用し, 続く二文をつなげる。
  - 1. つながっている例
    - 1. 水平投射は水平に物体を投げる。実験では物体として球を使う。その球を水平投射のためにレールを使う。レールの先端は水平に固定する。そしてその先端の…
    - 2. 水平投射は水平に物体を投げる。例えば水平投射にはバッティングマシンによるボールの投射がある。バッティングではこの水平投射のボールの位置を予測…
  - 2. つながっていない例(この場合, 物体とボールの対応がはっきりしない。レールを乗せることと位置を測ることの関係が不明..)
    - 1. 水平投射は水平に物体を投げる。実験ではボールをレールに乗せる。通り過ぎた位置を測ると速度が分かる。そして…

- ② 一文は簡潔に短くする。基本的に一文に動詞は一つまでとする。  
長い文章の例(たくさん動詞がふくまれている)
1. 水平投射は水平に物体を投げる。実験では物体として球を使う。その球の水平投射のためにレールを使う。レールの先端は水平に固定する。そしてその先端の…
- ③ 文中でロングパスはしない(通常つながりが読めない)  
ロングパスの例 (ボールが数行離れた文をつなげている)
1. 水平投射は水平にボールを投げる。実験ではこの水平投射にレールを使う。レールの一方を水平にする。そしてもう一方は高くあげる。ボールはビー玉を使う。…
- ④ “てにをは”をチェックする。  
おかしい例
1. 水平投射が水平を物体が投げる。実験では物体が球を使う。その球へ水平投射がレールに使う。…
- ⑤ 代名詞の使用は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の制限するほうがよい。文の論理があいまいになる。  
代名詞が何(水平投射, 水平, 物体)を指しているか分からない例
1. 水平投射は水平に物体を投げる。実験ではこれに球を使う。

### 3. 測定テーブル(p.2, p. 3)の書き方

#### 採点の基準(各1点):

- ① 実験の測定精度(cm 単位)に合わせて測定する事.

### 4. グラフ(p. 2, p. 3)の書き方

#### 採点の基準(各2点):

- ① シンボルは指定通りに○と●とする.
- ② cm 単位で記入する.
- ③ それらのシンボルを結ぶように線を書く(直線の場合は物差しを使う)

## 5. 考察(p. 2)の書き方

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。

### 採点基準(2点):

- ① まず主題の関係を表す数式をデータに基づき書くこと
  - (ア)  $h$  と  $y$  を固定したときの  $x = f(a)$  の関係式
  - (イ)  $V_x$  が一定になる条件を  $a$  と  $h$  の数式を使って書く
- ② 文字の意味を明示する。
- ③ その数式を導いた理由をデータに基づき説明する。

書き方の例:

$x$  と  $a$  の関係式:

$$x = a + h \quad (1)$$

となる。

$V_x$  が一定になる条件:  $a + h$  が一定

理由: データより  $x$  は  $a$  と  $h$  に比例する。また、その係数は共に 1 である。よって上の関係式(1)が分かる。一方、データから  $V_x$  も  $a$  と  $h$  を変えると変化する。しかし、その  $a$  と  $h$  の和が同じならば  $V_x$  は同じ値である。従って上記の条件が分かる。

## 6. 考察(p. 3)の書き方

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。

### 採点基準(2点):

- ① まず主題の関係を表す数式をデータに基づき書くこと
  - (ア)  $y = f(x)$  の関係式
  - (イ)  $y = f(x^2)$  の関係式
- ② 文字の意味を明示する。
- ③ その数式を導いた理由をデータに基づき説明する。

書き方の例:

$y$  と  $x$  の関係式:

$$y = (x - 0.5) \quad (1)$$

$y$  と  $x^2$  の関係式:  $x^2 = z$

$$y = 2(z - 0.5)^{1/2} \quad (2)$$

理由: 左図のデータより  $y$  の値は  $x < 0.5\text{m}$  では  $0\text{m}$  になる。また、 $x > 0.5\text{m}$  では増加し、その係数は  $x = 0.5\text{m}$  の近くでは 1 程度である。よって(1)式が得られる。しかしあまり  $x$  が  $0.5\text{m}$  からずれると直線より小さくなり正確ではない。一方、右の図から  $x < 0.5\text{m}$  では 0 かつ  $x > 0.5\text{m}$  では平方根になっているように見える。従って  $y$  は  $x^2$  に対して双曲線的であることが分かる。

## 7. 予想

注意:実験の前に書くこと.

**採点の基準(2点):**

1. 実験の測定精度(cm 単位)に合わせて予想する事

## 8. 結果

**採点の基準(3点):**

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**実験結果と予想値の比較結果**を述べ, その後**予想との相違を述べる**こと(1点).
3. その“**当たらなかった原因**”の仮説と改善策を述べる(1点).  
※測定の失敗や計算ミスは原因に含めない
5. 理論発展(1点): $y$ と $x$ の関係を物理学(力学)に基づき説明する.  
ヒント1.  $V_x$ が $h$ と $a$ の関数としてどうなるか考える.  
ヒント2. 次に $x$ が $V_x$ の関数としてどうなるかを考える.

## 書き方の例

**結果:**

当たらなかった. p. 2 の右の図から  $h = 0.50\text{m}$  とし  $x = 1.00\text{ m}$ ,  $y = 2 \times 0.50^{1/2} \sim 1.41\text{m}$  を予想した. しかし結果はそれよりはるか上を通過した.

**理由:** 実験データから  $y$  は  $x$  の双曲線できまると予想したが, 実際はより速く落下する. これは予想が  $x = 0.5\text{m}$  近くでのみ正しい近似であったと考えられる.

**理論発展:**

運動量の保存から  $m$  をボールの質量として

$$m V_x = m g (h + a)$$

一方教科書の(2), (3)より  $x$  は  $V_x$  で

$$x = 2V_x / mg$$

両方かをら  $V_x$  消して上の関係式がでる.

## B. 実験上の注意点事項: (補足・要点を参照)

### A. 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「**既存の測定データから未知の値を予測する**」である.
- ② チームごとに実験を始める前に**じゃんけん**で二つのチームで**リーダー**を選出してください. もし雑用が好きだったら**積極的に志願**してもよいです.
- ③ Yahoo 掲示板等は使わない.
- ④ **班内で話し合って分担を決めて進めること.**
- ⑤ 部屋から出るときは教員に許可を求めること.

#### 2. 実験 1-3 共通

- ① 実験装置はテーブルの長辺に沿って設置する.
- ② カーテンレールは持ち上げすぎない(**折れてしまいます!**).
- ③ 台となる木片は装置上のストッパーとセロハンテープで固定.
- ④ 球受けのトレイは球の落下する地面に置く(転がっていくのを防ぎます.).
- ⑤ 球の最初の位置は台の高さと一致させる.
- ⑥  $x$  と  $y$  の位置の測定は的にあたったときに行う.

#### 3. 実験 1について

- ① まず  $h$  と  $y$  を決めること.
- ② 速度はビースピをレールの終点にかぶせて start を押し測定する.
- ③  $h$  をまず固定して  $a$  を変えて測定, べつの  $h$  でそれを繰り返す.
- ④ 考察が可能なようにデータを取る. 必ず,  $a, h$  が異なるデータが必要となる. 特に考察の  $V_x$  一定の条件考える上でそれが分かるようにデータを取る.

#### 4. 実験 2について

- ① まず  $h$  を決めること.
- ②  $y$  をまず固定して  $x$  を測定, べつの  $y$  でそれを繰り返す.
- ③ 考察を書くために十分なデータを取る. データシートにない追加点を測定してもよい.

#### 5. 実験 3について

- ① まず予想を決めるが, p.3 の右の図をヒントに考える.
- ② 結果を記述するために実際の予想と  $y$  の違いを計測する事.