

Date of Lab 15<sup>th</sup>/11, 2016

Date of Submission 22<sup>nd</sup>/11, 2016

Laboratory Report

Title  
表題 Hooke's law and spring pendulum

|                  |         |                                |
|------------------|---------|--------------------------------|
| Homeroom<br>12-I | Section | Name<br>氏名<br>Hibiki Shigetomi |
|------------------|---------|--------------------------------|

Lab Partners  
共同実験者 \_\_\_\_\_

Summary

Hooke's law states that the restoring <sup>elastic</sup> force of a spring is directly proportional to the displacement. In equation form, Hooke's law is known as  $F = -kx$ . "x" is the size of the displacement and the spring constant k is specific for each spring. In the lab, we investigated the relationship between the displacement "x" and elastic force "F" and studied properties of springs. We saw if the springs obey Hooke's law and measured the force constants of a 3 different springs. As a result, we found out that "x is directly proportional to F" and this applies to the Hooke's law. Also, we found out that period square " $T^2$ " is directly proportional to the mass "m".

原点を通る...のみに比例, proportional と言えるか?

- Meet a deadline
- Write logically
- Write clearly
- Write with your own words
- 締切り守って
- 論理的に
- わかりやすく
- 自分のことばで

Teacher Comments

? → ? , T<sup>2</sup> - m とともにわかりやすくまとめる。

| 1           | 2             | 3           | 4             | 5             | 6                 | 7                | 8                   | 9             |
|-------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------------|------------------|---------------------|---------------|
| Due<br>提出期限 | Summary<br>要旨 | Intro.<br>序 | Method.<br>方法 | Results<br>結果 | Table/Fig.<br>表/図 | Discussion<br>考察 | Clearness<br>わかりやすさ | General<br>全般 |
| +           |               |             |               | +             | +                 |                  | +                   | ++++          |

\* Write your report in Japanese or in English \* Use this form as a cover sheet.  
\* Submit your reports by the seventh day after your lab.

## Introduction

### (Objectives)

- 1) バネの弾性力  $F$  とバネの伸び  $x$  間には  $F=kx$  (Hooke's Law) の関係がある事を確かめ、バネ定数  $k(\text{N/m})$  を求める。
- 2) バネに質量  $m(\text{kg})$  のおもりをつるして上下に振動させ、周期を測定する。理論式  $T=2\pi/\omega=2\pi\sqrt{m/k}$  と比較する。

### (Theory)

Hooke's Law

$$F=kx$$

$F$ : force (N)

$K$ : spring constant (N/m)

$x$ : displacement (m)

Hooke's law states that the resorting force of a spring is directly proportional to the displacement. In equation form, Hooke's law is known as shown above.

### (Hypothesis)

According to Hooke's law, displacement 'x' is directly proportional to the force 'F'.

## Experimental

### (Apparatus)

Weight

3 Springs

Wire

Stop Watch

### (Methods)

おもりが無い時のばねの指針を 0 とする。適当な重さのおもりをつるし、それぞれの時のばねの伸びを読み記録する。また、それぞれのおもりで、おもりを上下に適当な回数振動させ所要時間  $t[s]$  を測り周期  $T$  を求める。

PhysicsLab-018 Hooke's Law and Spring Pendulum フックの法則とばね振り子

目的 Objectives

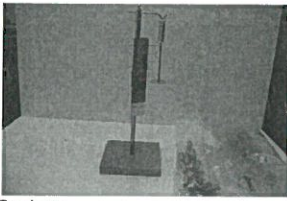
1) ばねの弾性力 F とばねの伸び x の間には  $F=kx$ (フックの法則)の関係があることを確かめ、ばね定数 k [N/m]を求めろ。  
 2) ばねに質量 m [kg]のおもりをつるして上下に振動させ、周期を測定する。次の理論式と比較する。

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

啓林館「物理」p.72 の鉛直ばね振り子を参照すること

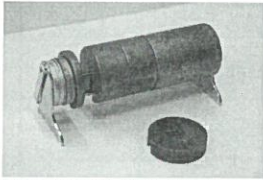
Apparatus

フックの法則実験器 (Hooke's Law apparatus)



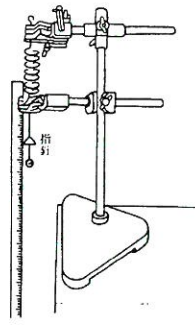
Springs

適当なスプリングを選択する



Weights (20g x2, 30g, 50g)

長いばねはスタンドを組んで実験する



Experiments 実験

1 おもりが無い時のばねの指針を 0 とする。20, 50, 70 and 100g などのおもりをつるし、それぞれのときのばねの伸びを読み記録する。それぞれのおもりで、おもりを上下に適当な回数振動させて所要時間 t [s]を測り周期 T を求める。

下の表を完成させる

|   | m<br>[ $\times 10^{-3}$ kg] | F<br>[N] | x<br>[ $\times 10^{-2}$ m] | t<br>[s] | T<br>[s] | T <sup>2</sup><br>[s <sup>2</sup> ] |
|---|-----------------------------|----------|----------------------------|----------|----------|-------------------------------------|
| 2 | 10                          | 0.098    | 0.4                        | 4.91     | 0.25     | 0.0625                              |
|   | 20                          | 0.196    | 0.8                        | 5.69     | 0.28     | 0.0784                              |
|   | 50                          | 0.49     | 2.5                        | 8.19     | 0.41     | 0.1681                              |
|   | 100                         | 0.98     | 5.9                        | 10.88    | 0.54     | 0.2916                              |
|   | 150                         | 1.47     | 9.5                        | 12.50    | 0.63     | 0.3969                              |
|   |                             |          |                            |          |          |                                     |
|   |                             |          |                            |          |          |                                     |
|   |                             |          |                            |          |          |                                     |

裏にも同じ表がある

3 グラフ A - 縦軸 F - 横軸 x, グラフ B - 縦軸 T<sup>2</sup> - 横軸 m

Discussion 考察

- 1 グラフ A からどんなことが言えるか。ばね定数 k を求める。
- 2 グラフ B からどんなことが言えるか。
- 3 理論式と比較せよ。

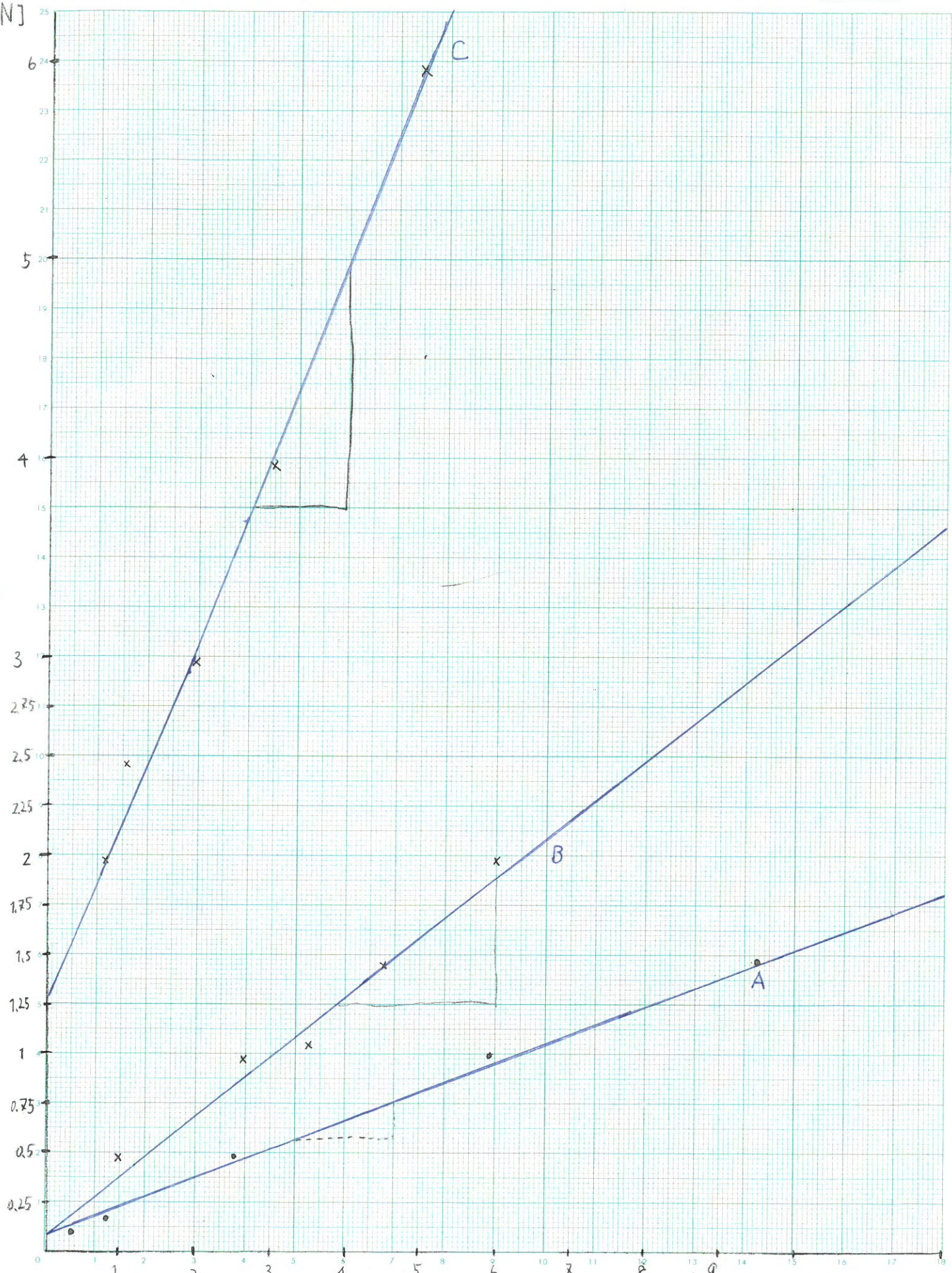
\*Do not extend a spring to much! 注意： ばねを伸ばし過ぎるとばねがこわれてしまう！

table 1

F 弾性力 [N]

# 伸び VS 弾性力 グラフA

5

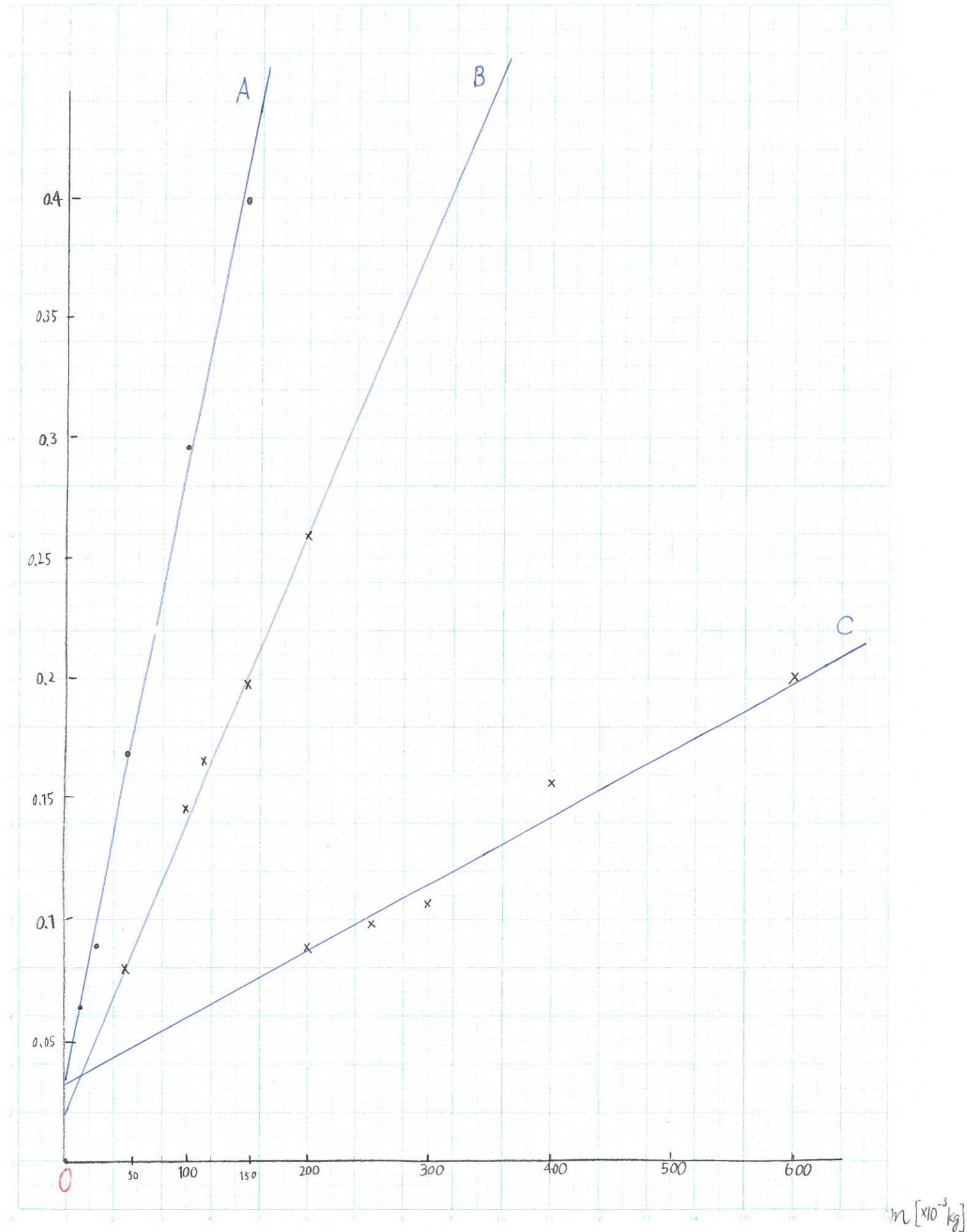


伸び [x10<sup>-2</sup> m]

$T^2$   
[s<sup>2</sup>]

質量 VS (周期)<sup>2</sup>

グラフ B ⑥



# Discussion

7

① グラフ A からどんなことが言えるか。ばね定数  $k$  を求める。

グラフ A は直線である。すなわち、伸び縮みの長さは弾性力の大きさにきれいに比例している。グラフの傾きはばねの伸びに与える力を表していて、 $k$  が大きいと、伸ばすのに大きい  $F$  が必要となる。

ばね定数  $F = kx$   
 $k = \frac{\Delta F}{\Delta x}$

ばね A  $k = \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{0.2}{1.40} = 0.1428$   $k = 14.28 \text{ N/m}$

ばね B  $k = \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{0.325}{1.13} = 0.3318$   $k = 33.18 \text{ N/m}$

ばね C  $k = \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{1.25}{1.266} = 0.9873$   $k = 98.73 \text{ N/m}$

ばね C はばね A、B より伸びにくいバネである。

② グラフ B からどんなことが言えるか。

グラフ B も直線であることから、質量と周期の 2 乗は比例している。

$T^2 = 4\pi^2 \times \frac{m}{k}$       ばね A  $0.768 = \frac{4(3.14)^2}{k} \times 50$        $\frac{4\pi^2}{k} = 3.36$        $k = 11.24 \text{ N/m}$

$T = \frac{4\pi^2}{k} m$       ばね B  $0.194 = \frac{4(3.14)^2}{k} \times 150$        $\frac{4\pi^2}{k} = 1.29$        $k = 30.57 \text{ N/m}$

ばね C  $0.76 = \frac{4(3.14)^2}{k} \times 400$        $\frac{4\pi^2}{k} = 0.4$        $k = 98.60 \text{ N/m}$

③ 理論式と比較せよ。

理論式  $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

グラフ B から、質量と周期の 2 乗は比例していると分かった。

理論式を 2 乗すると  $T^2 = \frac{4\pi^2 m}{k} = \left(\frac{4\pi^2}{k}\right) m$  となり、等式から質量と周期の 2 乗は比例しているのはあきらかである。

# Opinions

(8)

バネの振動を計るのは糸田かくて最初は大変だったが、慣れてくると、何だか Disney land のアースのハニーハントの ティガーが飛びはねているのも思い出し、楽しかった。一度もおもりを落とさず実験する事が出来たので、あまり誤差のない結果が出たのではないかと感じた。グラフの結果から、伸び縮みの長さは弾性力の大きさと比例している、これはフックの法則が成り立つという証明にもなったので良かった。今回初めて7人で実験を行ったが、次回からはパートナーと協力し、楽しみながら理解を深められる実験をしたいと思った。

# References

Eri Fujiwara's Lab report from Tohei Moritani's Physics site.

啓林館「物理」P22.