

9月22日 1限目 物理

円運動と単振動

授業実施者：杜 穂隆

1

数学IIより

$y = A \sin k(x - a)$  のグラフ

2

円運動の実験より

$x = A \sin \frac{2\pi}{T}(t - a) = A \sin \omega(t - a)$

3

位置 (変位)  $x$  と速度  $v$

4

$x$  と  $v$  の位相のズレを確認しよう

6

$x$  と  $v$  の位相のズレを確認しよう

$x = A \sin \omega t$

$v = V_0 \cos \omega t$

7

円運動の加速度

8

等速円運動の加速度

$x = A \sin \omega t$

**加速度  $a$  と変位  $x$  は逆位相**

$a = -a_0 \sin \omega t$

9

等速円運動の式

周期  $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{\omega}$

速さ  $v = r\omega$

加速度  $a = r\omega^2 = \frac{v^2}{r}$

運動方程式 (中心方向)

$mr\omega^2 = F$  または  $m \frac{v^2}{r} = F$

|           |                         |                  |     |                         |                    |
|-----------|-------------------------|------------------|-----|-------------------------|--------------------|
| $r$ (m)   | 半径                      | $\omega$ (rad/s) | 角速度 | $a$ (m/s <sup>2</sup> ) | 加速度 (acceleration) |
| $v$ (m/s) | 速さ                      | $T$ (s)          | 周期  | $m$ (kg)                | 質量 (mass)          |
| $F$ (N)   | 向心力 (centripetal force) |                  |     |                         |                    |

10

速度の最大値： $V_0=r\omega=A\omega$

加速度の最大値： $a_0=r\omega^2=A\omega^2$

変位： $x=A\sin\omega t$

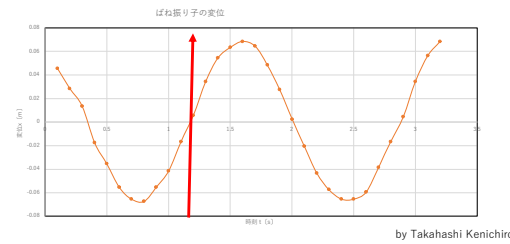
速度： $V_x=V_0\cos\omega t=A\omega\cos\omega t$

加速度： $a_x=-a_0\sin\omega t=-A\omega^2\sin\omega t$

$A$ ：円運動の半径  $\omega$ ：円運動の角速度

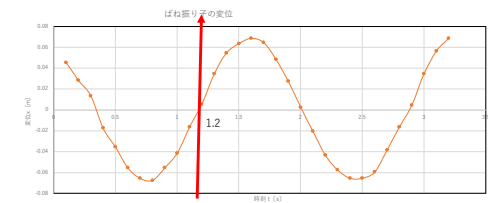
11

単振動（ばね振り子）はどのような運動？



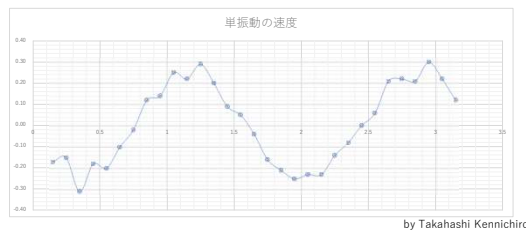
12

単振動の変位は  $x=A\sin\omega t$  と表せる



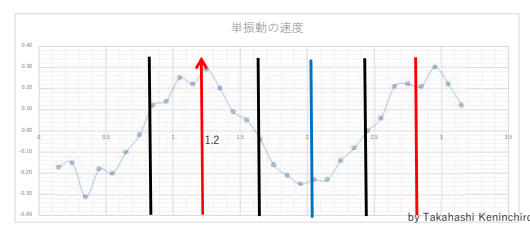
13

単振動の速度（ばね振り子）



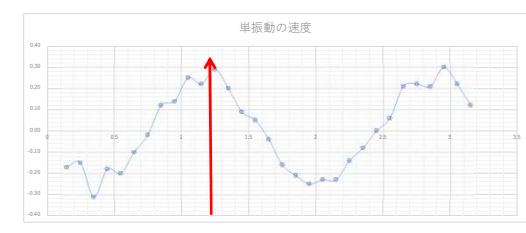
14

単振動の速度（ばね振り子）



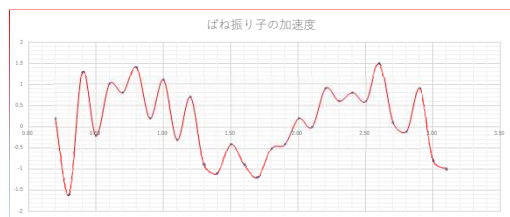
15

単振動の変位は  $x=A\omega\cos\omega t$  と表せる



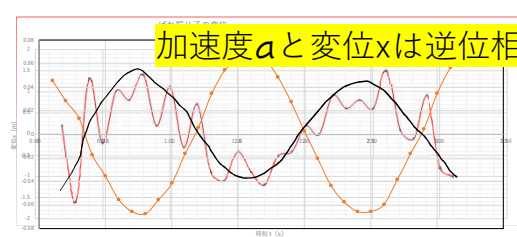
16

単振動の加速度（ばね振り子）



17

加速度と変位のグラフを重ねてみると？



18

単振動は等速円運動の正射影

速度の最大値： $V_0=r\omega=A\omega$

加速度の最大値： $a_0=r\omega^2=A\omega^2$

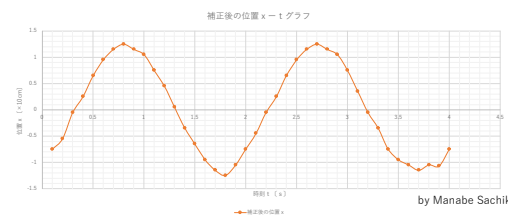
変位： $x=A\sin\omega t$

速度： $V=V_0\cos\omega t=A\omega\cos\omega t$

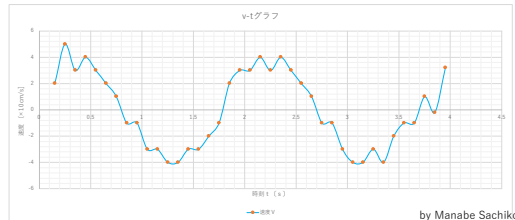
加速度： $a=-a_0\sin\omega t=-A\omega^2\sin\omega t$

$A$ ：単振動の振幅  $\omega$ ：単振動の角振動数

19

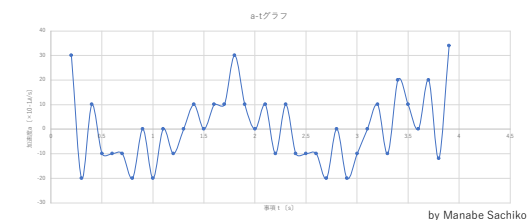
単振り子の変位  $x$ 

20

単振り子の速度  $v$ 

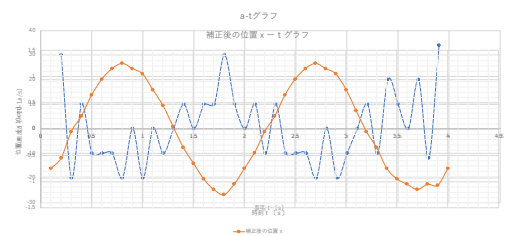
21

## 単振り子の加速度



23

## 単振り子の加速度と変位



24

速度の最大値:  $V_0 = r\omega = A\omega$ 加速度の最大値:  $a_0 = r\omega^2 = A\omega^2$ 変位:  $x = A \sin \omega t$ 速度:  $V = V_0 \cos \omega t = A\omega \cos \omega t$ 加速度:  $a = -a_0 \sin \omega t = -A\omega^2 \sin \omega t$  $A$ : 単振動の振幅  $\omega$ : 単振動の角振動数

25

加速度  $a$  と振動中心からの変位  $x$  の関係変位:  $x = A \sin \omega t$ 加速度:  $a = -A\omega^2 \sin \omega t$ 

加速度:  $a = -\omega^2 x$   
 ※向きは逆、大きさは比例

26

## 単振り子の変化させられる要素は?

28

## パフォーマンス課題

ばね振り子の運動について、周期が何に依存するかを明らかにするための実験を計画し、実施しなさい。さらに、単振り子の運動について、単振動であることを、実験および、はたらく力についての考察から示しなさい。以上の結果を、物理が苦手な高校生を読み手として、再現可能なレポートにまとめなさい。

30

## ループリック

- ① 実験を再現可能な形でレポートに記述できている。
- ② 適切な(パラメータを限定した)実験を計画し、誤差を少なくする工夫を加えながら実行できている。
- ③ 単振動がどのような運動であるかを、適切なグラフや式を用いて論理的に記述できている。

31