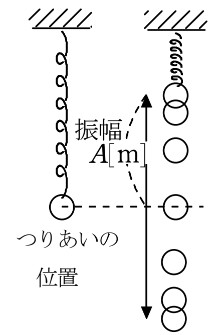
【物理】　p69～74　４章　単振動

A　単振動

ばねの往復運動のように、変位に比例した逆向きの力：①　　　　　　がはたらいた結果起きる運動。

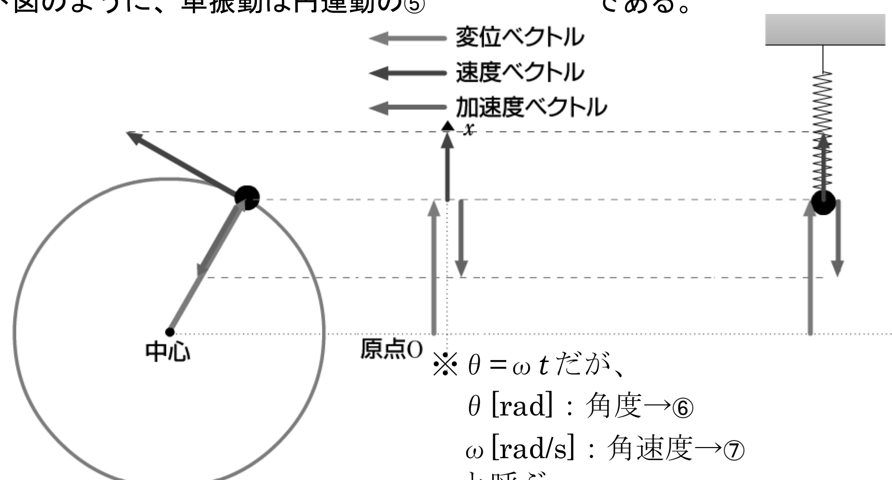
- 振動の中心から振動の端までの長さ：②
- 1 回の振動に要する時間：③
- 1 秒あたりの往復回数：④
- 円運動と同様に、周期 T と振動数 f の関係は

A



B　単振動の変位・速度・加速度

下図のように、単振動は円運動の⑤　　　　　　である。



※ $\theta=\omega t$ だが、
θ [rad]：角度→⑥
ω [rad/s]：角速度→⑦
と呼ぶ。

単振動の変位・速度・加速度も、円運動の変位・速度・加速度を射影して、

変位 x: B

速度 v: C

加速度 a: D

E

C　復元力と周期

運動方程式 $ma=F$ に D 式を代入すると、単振動の運動方程式は、

F

…物体が単振動をする←→何かの力が復元力の役割をする　ということ。

復元力の特徴

力のつり合いの位置から遠ざかるほど、つり合いの位置に戻ろうとする力が大きくなる。復元力は、数式で以下のようにまとめられる。

G

K: 何らかの定数

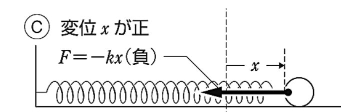
G を F に代入すると、

⑧

つまり、K が大きい(復元力が大きい)ほど、周期が小さくなり、振動が激しくなるイメージ。

D　ばね振り子(水平)

実際に単振動の運動方程式を解いて練習してみる。
右図のような作図をすることがとても大事！
(合力 0(つり合いの位置)を x 軸原点として、物体が正の向きに少し変位した状態)



単振動の運動方程式を解いて、振動の周期を求めてみよう。(よく狙われる)

$ma=F$　より、⑨

これを解いて、⑩

これから T を求めると、⑪

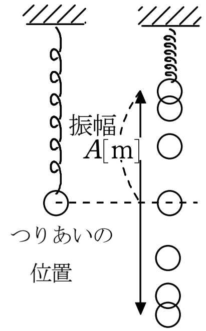
【物理】　p69～74　４章　単振動

A　単振動

ばねの往復運動のように、変位に比例した逆向きの力：① 復元力 が
はたらいた結果起きる運動。

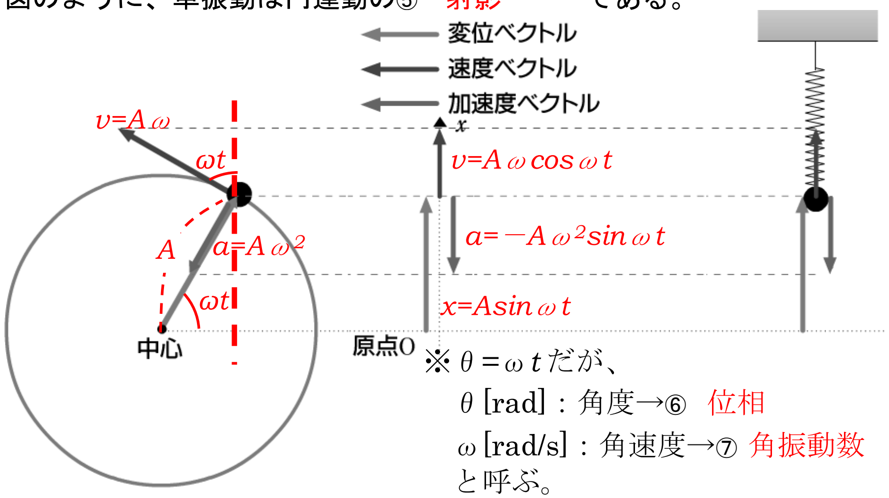
- 振動の中心から振動の端までの長さ：② 振幅　A [m]
- 1 回の振動に要する時間：③ 周期　T [s]
- 1 秒あたりの往復回数：④ 振動数　f [Hz]
- 円運動と同様に、周期 T と振動数 f の関係は

Ⓐ $f=\dfrac{1}{T}$



B　単振動の変位・速度・加速度

下図のように、単振動は円運動の⑤ 射影 である。



※ $\theta=\omega t$ だが、
θ [rad]：角度→⑥ 位相
ω [rad/s]：角速度→⑦ 角振動数
と呼ぶ。

単振動の変位・速度・加速度も、円運動の変位・速度・加速度を射影して、

- 変位 x: Ⓑ $x=A\sin\omega t$
- 速度 v: Ⓒ $v=A\omega\cos\omega t$
- 加速度 a: Ⓓ $a=-A\omega^2\sin\omega t=-\omega^2 x$

Ⓔ $T=\dfrac{2\pi}{\omega}=\dfrac{1}{f}$ より $\omega=2\pi f$

C　復元力と周期

運動方程式 $ma=F$ に Ⓓ式を代入すると、単振動の運動方程式は、

Ⓕ $-m\omega^2x=F$

…物体が単振動をする←→何かの力が復元力の役割をする　ということ。

復元力の特徴

力のつり合いの位置から遠ざかるほど、つり合いの位置に戻ろうとする力が大きくなる。復元力は、数式で以下のようにまとめられる。

Ⓖ $F=-Kx$　　K: 何らかの定数

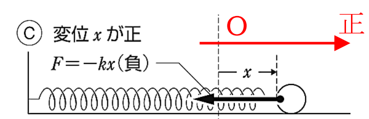
Ⓖを Ⓕに代入すると、

⑧ $-m\omega^2x=-Kx$ 、 $\omega=\sqrt{\dfrac{K}{m}}$　よって、Ⓔより $T=\dfrac{2\pi}{\omega}=2\pi\sqrt{\dfrac{m}{K}}$

つまり、K が大きい（復元力が大きい）ほど、周期が小さくなり、振動が激しくなるイメージ。

D　ばね振り子（水平）

実際に単振動の運動方程式を解いて練習してみる。
右図のような作図をすることがとても大事！



（合力 0（つり合いの位置）を x 軸原点として、物体が正の向きに少し変位した状態）

単振動の運動方程式を解いて、振動の周期を求めてみよう。（よく狙われる）

$ma=F$　より、⑨ $-m\omega^2x=-kx$

これを解いて、⑩ $\omega=\sqrt{\dfrac{k}{m}}$

これから T を求めると、⑪ $T=\dfrac{2\pi}{\omega}=2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

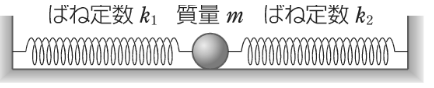
【物理　課題問題】　p69～74　単振動

問 22　時刻 t〔s〕における変位 x〔m〕が $x = 0.50 \sin 4.0\pi t$ と表される単振動の，振幅 A〔m〕，周期 T〔s〕，振動数 f〔Hz〕をそれぞれ求めよ。

問 24　一直線上を運動する質量 0.30kg の物体が，変位 x〔m〕のとき $F = -30x$ で表される力 F〔N〕を受けて単振動をしている。この単振動の角振動数 ω〔rad/s〕と周期 T〔s〕を求めよ。円周率を π とする。

問 25　ばね定数 50N/m の軽いつる巻きばねの一端に質量 2.0kg の小球をつけたばね振り子を，なめらかな水平面上に置いて他端を固定し，ばねを伸ばしてから静かに手をはなす。このとき，小球の振動の周期 T〔s〕を求めよ。円周率を π とする。

問 26　図のように，なめらかな水平面上の質量 m〔kg〕の小球に，ばね定数 k_1，k_2〔N/m〕のつる巻きばねが連結され，どちらも自然の長さである。小球を面にそって少し右に動かしてからはなしたときの，小球の振動の周期 T〔s〕を求めよ。円周率を π とする。



【物理　課題問題】　p69〜74　単振動

問 22　時刻 t〔s〕における変位 x〔m〕が $x = 0.50\sin 4.0\pi t$ と表される単振動の，振幅 A〔m〕，周期 T〔s〕，振動数 f〔Hz〕をそれぞれ求めよ。

$x = 0.50\sin 4.0\pi t$　と　$x = A\sin\omega t$　の係数を比較して

振幅 $A = \mathbf{0.50\ m}$　また，角振動数 $\omega = 4.0\pi$ rad/s　より

周期 $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = \dfrac{2\pi}{4.0\pi} = \mathbf{0.50\ s}$，振動数 $f = \dfrac{1}{T} = \mathbf{2.0\ Hz}$

問 24　一直線上を運動する質量 0.30 kg の物体が，変位 x〔m〕のとき $F = -30x$ で表される力 F〔N〕を受けて単振動をしている。この単振動の角振動数 ω〔rad/s〕と周期 T〔s〕を求めよ。円周率を π とする。

$F = -30x$　は復元力であり　$K = 30$ N/m

よって　角振動数　$\omega = \sqrt{\dfrac{K}{m}} = \sqrt{\dfrac{30}{0.30}}$

$= \mathbf{10\ rad/s}$

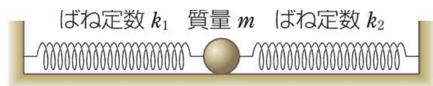
周期 $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = \dfrac{2\pi}{10} = \mathbf{0.20\pi\ s}$

問 25　ばね定数 50 N/m の軽いつる巻きばねの一端に質量 2.0 kg の小球をつけたばね振り子を，なめらかな水平面上に置いて他端を固定し，ばねを伸ばしてから静かに手をはなす。このとき，小球の振動の周期 T〔s〕を求めよ。円周率を π とする。

単振動の周期の式　$T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{K}}$ の K を，$K = 50$ N/m として

$T = 2\pi\sqrt{\dfrac{2.0}{50}} = \dfrac{2\pi}{5} = \mathbf{0.40\pi\ s}$

問 26　図のように，なめらかな水平面上の質量 m〔kg〕の小球に，ばね定数 k_1，k_2〔N/m〕のつる巻きばねが連結され，どちらも自然の長さである。小球を面にそって少し右に動かしてからはなしたときの，小球の振動の周期 T〔s〕を求めよ。円周率を π とする。



小球の静止の位置を原点 O とし，右向きを正の向きとする。小球にはたらく力 F〔N〕は，変位が x〔m〕のとき

$F = -k_1x - k_2x = -(k_1 + k_2)x$

となるから，単振動をする。

周期 $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k_1 + k_2}}$〔s〕