物理の公式：力学

運動の表し方

等加速度運動の式（SUVAT）

変位を含まない式

$$v = u + at$$

加速度を含まない式

$$s = \tfrac{1}{2}(u + v)t$$

最終速度を含まない式

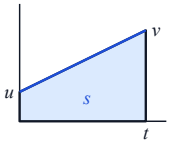
$$s = ut + \tfrac{1}{2}at^2$$

時間を含まない式

$$v^2 = u^2 + 2as$$

初速度を含まない式

$$s = vt - \tfrac{1}{2}at^2$$



加速度が一定のときだけ成り立ちます。

s 変位　u 初速度　v 最終速度　a 加速度　t 時間

速さと速度

平均の速さ

$$\bar{v} = \frac{d}{t}$$

平均の速度

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

d 距離　Δx 変位　t, Δt 時間

加速度

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - u}{t}$$

$\bar{a}$ 平均の加速度　Δv 速度の変化　t 時間

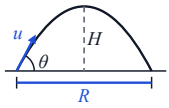
放物運動

水平方向

$$x = (u\cos\theta)\,t$$

鉛直方向

$$y = (u\sin\theta)\,t - \tfrac{1}{2}gt^2$$



飛行時間

$$T = \frac{2u\sin\theta}{g}$$

最高点の高さ

$$H = \frac{u^2\sin^2\theta}{2g}$$

水平到達距離

$$R = \frac{u^2\sin 2\theta}{g}$$

空気抵抗は考えません。T、H、R は、投げ出したのと同じ高さに落ちるときだけ使えます。

u 投げ出す速さ　θ 投げ出す角度
x, y 投げ出した点からの水平距離と鉛直距離
t 時間　g 重力加速度

力

運動方程式

合力

$$\Sigma F = ma$$

重さ

$$W = mg$$

ΣF 合力　m 質量　a 加速度　g 重力加速度

摩擦力

静止摩擦力

$$f_s \le \mu_s N$$

動摩擦力

$$f_k = \mu_k N$$

μ 摩擦係数　N 垂直抗力

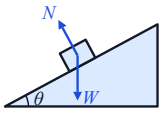
斜面

斜面に平行な力

$$F_{\parallel} = mg\sin\theta$$

垂直抗力

$$N = mg\cos\theta$$

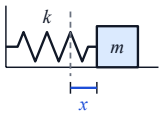


W 重さ　N 垂直抗力
θ 斜面の傾きの角

フックの法則

弾性力

$$F = -kx$$

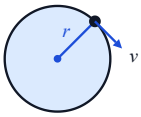


k ばね定数　x 伸び

円運動

向心加速度

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$



向心力

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

円運動の速さ

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

v 速さ　r 半径　T 周期　ω 角速度

エネルギー、仕事、仕事率

運動エネルギー

$$KE = \tfrac{1}{2}mv^2$$

m 質量　v 速さ

位置エネルギー

重力による

$$PE = mgh$$

弾性力による

$$PE = \tfrac{1}{2}kx^2$$

h 高さ　k ばね定数　x 伸び

仕事

仕事

$$W = Fd\cos\theta$$

仕事とエネルギー

$$W_{\text{net}} = \Delta KE$$

F 力　d 変位　θ 力と移動の向きのなす角

仕事率と効率

平均の仕事率

$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t}$$

瞬間の仕事率

$$P = Fv\cos\theta$$

効率

$$\eta = \frac{E_{\text{out}}}{E_{\text{in}}} \times 100\%$$

W 仕事　Δt 時間　θ 力と移動の向きのなす角

力学的エネルギー保存則

$$\tfrac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \tfrac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$$

力学的エネルギーについて、重力だけが仕事をするときに成り立ちます。摩擦、空気抵抗など、エネルギーを加えたり奪ったりする力がない場合です。

運動量

運動量と力積

運動量

$$p = mv$$

力積

$$J = \bar{F}\Delta t = \Delta p$$

p 運動量　J 力積　$\bar{F}$ 平均の力

衝突

運動量保存則

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

一体になって動くとき

$$m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v$$

u 衝突前の速度　v 衝突後の速度

重心

$$x_{\text{cm}} = \frac{\Sigma mx}{\Sigma m}$$

m 質量　x 位置

回転

回転運動

角速度

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

速さと角速度

$$v = r\omega$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$\Delta\theta = \omega_0 t + \tfrac{1}{2}\alpha t^2$$

最後の2つの式は、角加速度が一定のときだけ成り立ちます。

ω 角速度　α 角加速度　$\Delta\theta$ 角度（ラジアン）

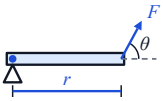
力のモーメント

力のモーメント

$$\tau = rF\sin\theta$$

回転の運動方程式

$$\Sigma\tau = I\alpha$$



慣性モーメント

$$I = \Sigma m r^2$$

平行軸の定理

$$I = I_{\text{cm}} + Md^2$$

r 回転軸からの距離　I 慣性モーメント　M 質量
d 平行な2本の軸の間の距離

回転のエネルギーと角運動量

回転の運動エネルギー

$$KE = \tfrac{1}{2}I\omega^2$$

角運動量

$$L = I\omega$$

I 慣性モーメント　ω 角速度　L 角運動量

振動

ばね振り子

周期

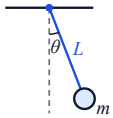
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

m 質量　k ばね定数

単振り子

周期

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$



振れ幅が小さいとき（およそ 15° まで）だけ成り立ちます。

L 長さ　g 重力加速度

単振動

振動数

$$f = \frac{1}{T}$$

角振動数

$$\omega = 2\pi f$$

位置

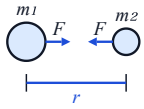
$$x = A\cos(\omega t)$$

A 振幅　T 周期

万有引力

万有引力の法則

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$



重力場の強さ

$$g = \frac{GM}{r^2}$$

G 万有引力定数
r 中心間の距離
M 惑星の質量

円軌道

軌道上の速さ

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

公転周期

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM}r^3$$

万有引力による位置エネルギー

$$U = -\frac{GMm}{r}$$

円軌道の場合です。

M 惑星の質量　r 軌道半径

流体

密度

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ 密度　m 質量　V 体積

圧力と浮力

圧力

$$P = \frac{F}{A}$$

液体中の圧力

$$P = P_0 + \rho g h$$

浮力

$$F_b = \rho V g$$

A 面積　ρ 流体の密度　h 深さ
V 液体中にある部分の体積

流体の流れ

連続の式

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

ベルヌーイの定理

$$P_1 + \rho g y_1 + \tfrac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \rho g y_2 + \tfrac{1}{2}\rho v_2^2$$

圧縮されない流体が、摩擦なしに定常的に流れる場合です。

A 面積　v 流れの速さ　y 高さ

定数

定数

地表での重力加速度

$$g = 9.81\ \text{m/s}^2$$

万有引力定数

$$G = 6.67 \times 10^{-11}\ \text{N m}^2/\text{kg}^2$$

地球の質量

$$M_E = 5.97 \times 10^{24}\ \text{kg}$$

地球の半径

$$R_E = 6.37 \times 10^{6}\ \text{m}$$