

Formule i konstante

Kinematika

Položaj: $\vec{r} = x\hat{x} + y\hat{y} + z\hat{z}$

Brzina: $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = v_x\hat{x} + v_y\hat{y} + v_z\hat{z}$

Akceleracija: $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = a_x\hat{x} + a_y\hat{y} + a_z\hat{z}$

Jednoliko ubrzano gibanje po pravcu: $\vec{v}(t) = \vec{a}t + \vec{v}_0$, $\vec{r}(t) = \frac{1}{2}\vec{a}t^2 + \vec{v}_0t + \vec{r}_0$

Gibanje po kružnici: $|\vec{r}| = konst.$, $\omega = \frac{d\phi}{dt}$, $\alpha = \frac{d\omega}{dt}$

Dinamika

Prvi Newtonov zakon: $\vec{F}_{uk} = \sum_i \vec{F}_i = 0 \implies \vec{a} = 0$, $\vec{v} = konst.$

Drugi Newtonov zakon: $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = m\vec{a}$, uz količinu gibanja $\vec{p} = m\vec{v}$

Treći Newtonov zakon: $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$

Gravitacijska sila: $F_G = -G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2}$

Sila trenja: $F_{tr} = \mu_{s,d} N$, uz N silu reakcije podloge (μ_s statičko, μ_d dinamičko)

Elastična sila: $\vec{F}_{el} = -k\vec{x}$, \vec{x} je produljenje (ili skraćenje) opruge u odnosu na ravnotežnu duljinu

Rad, snaga, energija

Rad, općenito: $W = \int \vec{F} d\vec{s}$, \vec{s} je prevaljeni put

Rad za konstantnu silu i gibanje po pravcu: $W = \vec{F}\vec{s}$

Kinetička energija: $T = \frac{1}{2}mv^2$

Gravitacijska potencijalna energija: $U_G = -G \frac{m_1 m_2}{r}$

Blizu površine Zemlje: $U_G = mgh$

Elastična potencijalna energija: $U_{el} = \frac{1}{2}kx^2$

Snaga: $P = \frac{dW}{dt} = \vec{F}\vec{v}$; Prosječna snaga: $P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$

Rotacija krutog tijela

Položaj centra mase: $\vec{r}_{c.m.} = \frac{\sum_i m_i \vec{r}_i}{\sum_i m_i}$

Kutna količina gibanja (zamah): $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{v}$, $\vec{L} = I\vec{\omega}$

Moment inercije: $I = \sum_i m_i r_i^2$, za kontinuirano tijelo $I = \int r^2 \rho dV$. r je udaljenost od osi rotacije.

Moment sile i jednadžba gibanja: $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$, $\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt} = I \frac{d\vec{\omega}}{dt}$

Uvjeti statike: $\sum_i \vec{M}_i = 0$, $\sum_i \vec{F}_i = 0$

Momenti inercije:

prsten (oko osi simetrije) $I = mR^2$

valjak/disk (oko osi simetrije) $I = \frac{1}{2}mR^2$

štap (oko osi kroz c.m.) $I = \frac{1}{12}mL^2$

kugla $I = \frac{2}{5}mR^2$

Zakoni očuvanja

Zakon očuvanja količine gibanja: $\vec{p}_{uk} = konst.$ ako je $\sum_i \vec{F}_i = 0$ (bez obzira na očuvanje energije!)

Zakon očuvanja energije: $T_1 + U_1 = T_2 + U_2$

Ako postoje nekonzervativne sile (trenje, deformacija), $T_1 + U_1 + W = T_2 + U_2$

Zakon očuvanja kutne količine gibanja: $\vec{L}_{uk} = konst.$ ako je $\sum_i \vec{M}_i = 0$

Harmonički oscilator

Jednadžba gibanja bez gušenja: $a_x = \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega_0^2 x$

Općenito rješenje: $x(t) = A \cos(\omega_0 t + \phi)$

Očuvanje energije: $\frac{1}{2} \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = \frac{1}{2} \omega_0^2 x^2$

Frekvencije:

masa na opruzi: $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ matematičko njihalo: $\omega_0^2 = \frac{g}{l}$

fizikalno njihalo: $\omega_0^2 = \frac{g}{l} \frac{1}{1 + I_{cm}/ml^2}$

Konstante

$\hbar = 1.05457 \cdot 10^{-34}$ J·s

$k_B = 1.38065 \cdot 10^{-23}$ m²kg·s⁻²K⁻¹

$G = 6.67300 \cdot 10^{-11}$ m³kg⁻¹s⁻²

$e = 1.60 \cdot 10^{-19}$ C

$c = 3 \cdot 10^8$ m·s⁻¹

1 eV = $1.6 \cdot 10^{-19}$ J

$u = 1.66054 \cdot 10^{-27}$ kg

1 Å = 10^{-10} m