

GIBANJE

Enakomerno (a=0)

$s = vt$
Enakomerno pospešeno (a=konst)

$s = v_0 t + \frac{a_0 t^2}{2}$
 $v = v_0 + at$
 $v^2 = v_0^2 + 2as \quad v = at$

Prosti pad (a=-g)

$y = h - \frac{gt^2}{2}$

*tik preden pade (y=0):

$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad v = -\sqrt{2gh}$

Navpični met (a=-g)

$y = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

*Najvišja točka dosežena:

$t = \frac{v_0}{g} \quad h = \frac{v_0^2}{2g}$

Vodoravni met

$vx_0 = v_0 \quad vy_0 = -gt$
 $x = v_0 t \quad y = h - \frac{gt^2}{2}$

*Ko telo pade:

$t_p = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad x = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$

Poševni met

$vx_0 = v_0 \cos\varphi \quad vy_0 = v_0 \sin\varphi$
 $v_x = v_0 \cos\varphi \quad v_y = v_0 \sin\varphi - gt$

$x = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\varphi)$ -domet

$y = xt g \varphi - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \varphi}$ -enačba

parabole leta

KROŽENJE

α - kotni pospešek
 ω - kotna hitrost
 a_r - radialni pospešek
 a_t - tangentni pospešek
 t_0 - obhodni čas
 f - frekvenca
 $f = \frac{1}{t_0}$

$\omega = 2\pi f \quad \omega = \frac{\varphi}{t}$

$v = \frac{2\pi r}{t_0} = \omega r$

$\alpha = \frac{\omega}{t} = \frac{a_t}{r} \quad a_t = \alpha r$

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

$s = r\varphi$
 *enakomerno ($\alpha=0, \omega = \omega_0 = konst.$)

$\varphi = \omega_0 t$
 *enakomerno pospešeno

$\omega = \omega_0 + \alpha_0 t$
 $\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha_0 \varphi$

$\varphi = \omega_0 t + \frac{\alpha t^2}{2}$

$N = \frac{\varphi}{2\pi}$ - število obratov

SILA

Gravitacijski zakon

g_0 - težn.posp.zemlje
 (= 9,81 kgm/s^2)

R - polmer zemlje (6400 km)

h - višina telesa nad zemljo

G - gravitacijska konst

(= 6,67 $10^{-11} Nm^2/kg^2$)

$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad F_g = G \frac{M m}{(R+h)^2}$

$g_0 = G \frac{M}{R^2} \quad F_g = m g_0$

$g(h) = g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2}$

*satelit okoli planeta

$g = a_r = \frac{v^2}{r} = \frac{v^2}{(R+h)}$

Drugi Newtonov zakon

$\sum F = m a$

Trenje in lepenje

$F_t = k_t F_n$
 $k_t = \tan \alpha$ - ko telo zdrсне

Sile na klancu

$F_d = F_g \sin \alpha$

$F_s = F_g \cos \alpha$

$F_l = k_l \cdot F_s, \dots, k_l = \tan \alpha$

$a = g(\sin\varphi - k_{tr} \cos\varphi)$

Sile pri kroženju

$F_{cf} = m\omega^2 r_0$

$F_{Cor} = -2m(\omega \times v_r)$

$F_{sist} = m\omega^2 r_0 - 2m(\omega \times v_r)$

GIBALNA KOLIČINA

$\int F dt$ - sunek sile

$\int F dt = \Delta G = G_2 - G_1$

$G = m v$

*če sunek zunanje sile=0

$G_1 = G_2$

*popolnoma neelastični trk:

$m_1 v_1 + 0 = (m_1 + m_2) v$

*popolnoma elastični trk:

$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$

*streljanje iztreklov z maso m:

$v_{n+1} = v_n + \frac{mv'}{M - Nm}$

Sila curka

$\phi_m = \frac{dm}{dt} = \rho \phi v = \rho S v$

$\phi_v = \frac{dV}{dt} = S v$

$F_c = \phi_m (v_2 - v_1) = 2\rho S v (v_2 - v_1)$

Sistem točkastih mas

$\vec{\Gamma} = \sum_i \vec{r}_i \times m_i \vec{v}_i$

$\frac{d\vec{\Gamma}}{dt} = \sum_i \vec{M}_i = \vec{M}$

NAVOR

J - vztrajnostni moment

Γ - vrtilna količina

$\int M dt$ - sunek navora

$M = J\alpha \quad M = F r \sin\varphi$

$\Gamma = J\omega \quad \Gamma = r G$

$\int M dt = \Delta \Gamma = \Gamma_2 - \Gamma_1$

$r \int F dt = \int M dt$

Vztrajnostni moment

*Steinerjev izrek:

$J = J^* + m r^{*2}$

Palica: $J^* = \frac{ml^2}{12} \quad J = \frac{ml^2}{3}$

Obroč: $J = m r^2$

Valj: $J = \frac{m r^2}{2}$

Točka: $J = m r^2$

Krogla: $J = \frac{2}{5} m r^2$

ENERGIJA

Delo (đuli)

A - delo ($j = Nm = kg m^2/s^2$)

$A = F s \cos\varphi$ delo pri premiku

$A = M\varphi$ delo navora pri vrtenju

$A = -p\Delta V$ delo tlaka

(deformacijsko)

$A = \int_{r_1}^{r_2} \vec{F} \cdot d\vec{r}$

Kinetična energija

$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{J\omega^2}{2}$

Potencialna energija

$W_p = mgh$

Prožnostna energija

$W_{pr} = \frac{kx^2}{2}$

Ohranitev energije

$A = \Delta W_k + \Delta W_p + \Delta W_{pr}$

MOČ (watti)

$A = \int P dt$

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

$P = F v$ moč pri premem gibanju

$P = M\omega$ moč navora pri vrtenju

NIHANJE

ω_0 - lastna krožna frekvenca

x_0 - amplituda (odmik)

δ - fazni zamik

$x(t) = x_0 \sin(\omega t + \delta)$

$v(t) = x(t) = x_0 \omega \cos(\omega t + \delta)$

$a(t) = \ddot{x}(t) = -x_0 \omega^2 \sin(\omega t + \delta)$

$W = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$

*če je nihanje sinusno (nastavek)

$\ddot{x} = -\omega^2 x \quad \ddot{\varphi} = -\omega^2 \varphi$

$a = \ddot{x} \quad \alpha = \ddot{\varphi}$

Nihalo na vijačno vzmet

$F = -kx \quad l = \frac{mg}{x_0}$

$t_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

$W_{pr} = \frac{kx^2}{2} \quad W_k + W_{pr} = \frac{kx_0^2}{2}$

Nihalo na polžasto vzmeti

D - konstanta vzmeti

$M = -D\varphi \quad M = J\alpha$

$\varphi(t) = \varphi_0 \sin(\omega t + \delta)$

$t_0 = 2\pi \sqrt{\frac{J}{D}} \quad \omega = \sqrt{\frac{D}{J}}$

$dA = M \cdot d\varphi = D\varphi \cdot d\varphi$

$A = \frac{D\varphi_0^2}{2} = W_{pr}$

Matematično nihalo (nitno)

$M \ddot{\varphi} = mgl\varphi \quad \alpha = -\frac{g}{l}\varphi$

$t_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$

Fizično nihalo

r_T - ročica telesa

$M \ddot{\varphi} = mgr_T \varphi$

$t_0 = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgr_T}} \quad \omega = \sqrt{\frac{mgr_T}{J}}$

Nedušeno nihanje

$\omega_0 t_0 = 2\pi$

$\omega_0 = \frac{2\pi}{t_0} = 2\pi r_0$

$W_{nihanja} = \frac{kx_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2}$

$v = \frac{dx}{dt} = x_0 \omega_0 \cos(\omega_0 t + \sigma)$

$a = \frac{d^2x}{dt^2} = -x_0 \omega_0^2 \sin(\omega_0 t + \sigma)$

$a = -\omega_0^2 x(t)$

$x = x_0 \sin(\omega_0 t + \sigma)$

Dušeno nihanje

$-kx - 2m\beta \dot{x} = m\ddot{x}$ 2.člen je

sila upora

Koeficient dušenja

$\beta = \frac{\gamma}{2m}$

$x = x_0 e^{-\beta t} \cos(\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} \cdot t)$

Znižana frekvenca zaradi dušenja

$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$

Če je $\beta > \omega_0$:

$x = x_0 e^{-(\beta + \sqrt{\beta^2 - \omega_0^2})t}$

Vsiljeno nihanje

$F(t) = F_0 \sin(\omega t)$

$\omega_0^2 = \frac{k}{m}$

$\omega \ll \omega_0$

$\omega_0^2 x \cong \frac{F_0}{m} \sin(\omega t)$

Fazni zamik

$\tan \sigma = \frac{-2\beta\omega}{\omega_0^2 - \omega}$

Sklopljeno nihanje

$M = J\ddot{\varphi}$

$\ddot{\varphi} = \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \alpha$

$\dot{\varphi} = \frac{d\varphi}{dt} = \omega$

$M = mgr_T \sin \varphi$

$\varphi \ll 1$

$\sin \varphi = \varphi$

Sestavljanje dveh pravokotnih nihanj

$x = x_0 \cos(\omega_1 t)$

$y = y_0 \sin(\omega_0 t - \sigma)$

$F_v = \frac{k_{upora} e S v^2}{2}$

VALOVANJE

k - valovno št.

λ - valovna dolžina

c - hitrost valovanja

f - frekvenca

$c = \lambda \cdot f = \frac{\omega}{k} \dots k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{W}{c} \dots \omega \cdot t = 2\pi$

$y = A \sin(\omega t - kx)$

$y = A \sin(2\pi \cdot f(t - \frac{x}{c}))$

Napeta struna

$c = \sqrt{\frac{F}{\rho S}} = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$

Stoječe valovanje

$y(x, t) = -2y_0 \cos(\omega t) \sin(kx)$

$A = 2y_0 \sin(kx)$

$c = \sqrt{\frac{F_0}{\delta S}} \dots \lambda_n = \frac{2l}{N+1}$

$v_n = \frac{c(N+1)}{2l}$

Glasnost

$g = 10 \log \frac{j}{j_0}$

Dopplerjev pojav

*Gibanje zvočnika

- približevanje, + oddaljevanje

$f = \frac{f_0}{1 \mp \frac{v_0}{c}}$

*Gibanje opazovalca

+ približevanje, - oddaljevanje

$f = f_0 (1 \pm \frac{v_0}{c})$

Kovina Kapljevina

$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad c = \sqrt{\frac{1}{\chi \rho}}$

Plin

$c = \sqrt{\frac{\kappa \cdot R \cdot T}{M}} = \sqrt{\frac{\kappa \cdot p}{\rho}}$

Amplituda

$$S_0 = 2s_0 \cos \frac{\delta}{2}$$

Lomni zakon

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c}{c_1}$$

Energija valovanja

$$W = \rho \cdot s_0^2 \omega^2 \sin^2(\omega t - kx)$$

Gostota moči

$$j = \frac{s^2 \omega^2 \rho \cdot c}{2}$$

Gostota energije

$$j = w \cdot c, \dots, w = \frac{\rho(s_0 \omega)^2 c}{2}$$

Gostota toka

$$P = \int j \cdot dS$$

TLAK / NAPETOST

p – tlak (F pravokotno na S)

$$p = \frac{F}{S} \quad F = -kx$$

*natezna obremenitev

E- prožnostni (Youngov) modul

ε – relativni raztezek

σ – natezna trdnost

$$\frac{F}{S} = E \varepsilon \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

$$\sigma = \left(\frac{F}{S}\right)_{max}$$

*tlačna obremenitev

χ – stisljivost snovi (hi)

$$\frac{\Delta V}{V} = -\chi \Delta p$$

*strižna obremenitev

ϑ – kot zasuka

G – strižni modul

τ – strižna napetost (F vzporedna na S)

$$\tau = \frac{F}{S} = G \vartheta$$

*Torzijska obremenitev

$$D = \frac{\pi G R^4}{2l} \quad M = D \varphi$$

* μ – Poissonovo število

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)} \quad \chi = \frac{3(1 - 2\mu)}{E}$$

*deformacije

-elastične

-plastične

-viskozne (n – viskoznost et.a)

$$\frac{F}{S} = \eta \frac{v}{h} \quad \begin{matrix} v - \text{hitrost premika, } h - \text{višina snovi} \\ F \text{ je vzporedna površini (S)} \end{matrix}$$

-snov z vsemi tremi: visoko elastična

Deformacija trdnih snovi

$$\frac{F}{S} = E \frac{\Delta x}{x}$$

Strižna deformacija

$$\tau_x = \frac{F}{S} = G \varphi$$

Vsestransko stiskanje

$$\frac{\Delta V}{V} = -\chi \frac{F}{S}$$

MEHANIKA TEKOČIN

1. Hidrostatika (tekoč. miruje)

p_0 – zračni tlak na 0m

(= 1.013 Bar)

$$1 \text{ Bar} = 10^5 \text{ Pa} \quad (Pa = N/m^2)$$

ρ_0 – gostota vode (= 1000 kg/m³)

*Kapljica

$$\Delta p = \frac{2\eta}{R} = \eta \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

*Kapilarni dvig/spust

$$h = \frac{2\eta \cos \alpha}{\rho g r}$$

*Pascalovo načelo hidravlika

$$\frac{F}{S} = \frac{F_1}{S_1}$$

*Hidrostatični tlak

$$p = p_0 + \rho g \Delta h$$

*Arhimedovo načelo sila vzgona

$$F_{vzgo} = \rho_0 g V$$

$$\frac{V_1}{V} = \frac{\rho}{\rho_0} \quad \begin{matrix} V \text{ in RO: del telesa nad vodo} \\ V_1 \text{ in RO 0: del telesa v vodi} \end{matrix}$$

$\rho < \rho_0$ teža manjša od vzgona (dviganje)

$\rho = \rho_0$ teža enaka vzgonu (lebdenje)

$\rho > \rho_0$ teža večja od vzgona (padanje)

*Površinska napetost

W_0 – povprečna potencialna energija

$$\Delta W_p = \sigma \Delta S \quad \Delta W_p = \frac{(\Delta S / \pi r_0^2) (N W_0)}{2}$$

$F = \sigma 2l$ sila za povečanje S milnice na prečki

2. Hidrodinamika (gibanje tekočin)

*Kontinuitetna enačba

$$\phi_{m_1} = \phi_{m_2} \quad v_1 S_1 = v_2 S_2$$

*Bernulijeva enačba

$$p_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} + \rho g h_1 = p_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} + \rho g h_2$$

*Viskoznost

$$\frac{F}{S} = -\eta \frac{v}{z}$$

*Upor

d – največji čelni presek

$$R_e = \frac{d \rho v}{\eta}$$

1. Linearni zakon

$F_u = 6\pi r \eta v$ – Viskozni upor

2. Kvadraten zakon

$F_u = \frac{1}{2} C_u S \rho v^2$ – Dinamični upor

C_u – koeficient dinam. upora

*Vzgon

$F_v = \frac{1}{2} C_v S \rho v^2$ – Dinamični vzgon

C_v – koeficient dinam. vzgona

$$F_p = \rho g V$$

$$F_{upora} = G \pi R \mu V$$

*Zastojni tlak

$$\Delta p = \frac{\rho v^2}{2}$$

$$F_{upora} = \frac{S \rho v^2 k_{upora}}{2}$$

*Tok v ceveh (Poiseuille-ov zakon)

$$\Phi_v = \frac{(\rho_1 - \rho) \pi \cdot r^4}{8 \cdot \eta \cdot l}$$

*Volumski pretok

Široka cev:

$$\Phi_v \cong V_0 \cdot S = V_0 \cdot \pi \cdot R^2$$

Ozka cev:

$$\Phi_v = \frac{V_0 \cdot \pi \cdot R^2}{2}$$

*Povprečna ukrivljenost

$$H = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

TERMODINAMIKA

1. Zakon termodinamike

$$\Delta W_n = A_z + Q$$

$$dA = -p dV$$

$$dW_n = dQ - p dV$$

*Temperatura

$$v_{ef} = \sqrt{v^2}$$

$$\frac{W_k}{M} = \frac{v^2 m}{2} = \frac{3}{2} kT$$

$$\frac{W_k}{M} = \frac{5}{2} kT$$

*Splošna plinska enačba idealnega plina

N_A – avogadrovo število =

$$6,02 \cdot 10^{26} \text{ 1/kmol}$$

k – Boltzmanova konst =

$$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

R – splošna plinska konst =

$$8314 \text{ J/kmol K}$$

N – število molekul v vzorcu

$$pV = nRT$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$$

$$p = nkT \quad k = R/N_A$$

*Notranja energija (idealnega plina)

$$\Delta W_n = c_v m \Delta T \quad W_n = N \overline{W_k}$$

$$= m \left(\frac{3R}{2M} \right) T$$

$$Q = c_p m \Delta T$$

$$c_p = c_v + \frac{R}{M}$$

$$\kappa = \frac{c_p}{c_v}$$

*Izohorna sprememba

($V = \text{konst.}$)

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p}{T} \quad A = - \int_{V_1}^V \rho dV$$

$$W_n - W_{n_1} = (Q)_V =$$

$$= mc_v (T - T_1)$$

*Izobarna sprememba

$p = \text{konst.}$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V}{T}$$

$$W_n - W_{n_1} = (Q)_p + (A)_p =$$

$$= mc_p (T - T_1)$$

*Izotermna sprememba

$T = \text{konst.}$

$$(A)_T = -p_1 V_1 \ln \frac{V}{V_1}$$

$$p_1 V_1 = pV$$

-razpenjanje: $A < 0, Q > 0$

dovajamo Q če ne bi se ohladu

-stiskanje: $A > 0, Q < 0$ sistem

oddaja toploto

*Adiabatsna sprememba

$S = \text{konst.}$

$$T \propto pV \quad T_1 V_1^{\kappa-1} = T V^{\kappa-1}$$

$$p \propto \frac{T}{V} \quad p_1 V_1^{\kappa} = p V^{\kappa}$$

$$V \propto \frac{T}{p} \quad \frac{T_1^{\kappa}}{p_1^{\kappa-1}} = \frac{T^{\kappa}}{p^{\kappa-1}}$$

*Izotermna stisljivost ($pV = \text{konst.}$)

$$\chi_T = \frac{1}{p}$$

*Adiabatsna stisljivost ($pV^{\kappa} = \text{konst.}$)

$$\chi_Q = \frac{1}{\kappa p}$$

*Temperaturni raztezek snovi

-Volumenski

$$\Delta V = \beta V \Delta T$$

-Dolžinski

$$\Delta l = \alpha l \Delta T \quad \beta = 3\alpha$$

*Izračun toplote

- $V = \text{konst.}$

$$A = -p dV$$

$$\Delta W_n = Q$$

$$Q = mc_v \Delta T$$

- $p = \text{konst.}$

$$A = -p(V - V_1)$$

$$\Delta W_n = Q - p(V - V_1)$$

$$Q = mc_p \Delta T$$

$$< v^2 > = \frac{3kT}{m_1}$$

*Prevajanje toplote

$$P = \frac{Q}{t} \quad j = \frac{P}{S}$$

$$j = -\lambda \frac{T_1 - T_2}{d}$$

Toplotni stroj

η -izkoristek

$$\eta = \frac{|A_{kr}|}{Q_{do}} = 1 - \frac{|Q_{od}|}{Q_{do}}$$

$$\Delta W_n = A_{kr} + Q_{do} - |Q_{od}| = 0$$

Idealni toplotni stroj

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Hladilnik

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} - 1, \dots, P = P_0 \cdot \eta$$

Entropija

$\Delta S \geq \int \frac{dQ}{T}$, enačaj če je

sprememba reverzibilna

$$S = k \ln W, \quad W = \frac{M!}{N! (M - N)!}$$

M št. mrežnih mest, N št.

Atomov

$$M_0 = \frac{V}{V_0}$$

5/3 za enoatomen plin
7/5 za dvoatomen plin
8/6 za večatomen plin

$\Delta W_n = 0$
 $Q = -A$

$\Delta Q = 0$
 $W_n = A$