Sestavili študentje 1.letnika UNI FE generacija 2016/17

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)

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

*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

$y = xtg\varphi - \frac{gx^2}{2v_0^2 cos^2\varphi}$ -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 (α=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 Newtnow zakon

$\sum F = m\,a$

Trenje in lepenje

$F_t = k_t F_n$

$k_l = \tan\alpha$ - ko telo zdrsne

Sile na klancu

$F_d = F_g \sin\alpha$

$F_s = F_g \cos\alpha$

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

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

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 iztrelkov 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:

$J = J^* + mr^{*2}$

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

Obroč: $J = mr^2$

Valj: $J = \frac{mr^2}{2}$

Točka: $J = mr^2$

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

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)

$A = \int_{r_1}^{r_2} \vec{F}\, \vec{dr}$

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

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

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

$a(t) = \ddot{x}(t) =$

$= -x_0\omega^2\sin(\omega t + \delta)$

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

*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

$F = -k\, x \quad l = \frac{m\, g}{x_0}$

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

$W_{pr} = \frac{k\, x^2}{2} \quad W_k + W_{pr} = \frac{k\, {x_0}^2}{2}$

Nihalo na polžasto vzmet

D – konstanta vzmeti

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

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

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

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

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

Matematično nihalo (nitno)

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

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

Fizično nihalo

r_T – ročica telesa

$M \doteq mgr_T\varphi$

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

Nedušeno nihanje

$\omega_0 t_0 = 2\pi$

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

$W_{nihanja} = \frac{k{x_0}^2}{2} = \frac{m{v_0}^2}{2}$

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

$a = \frac{d^2x}{dt^2} =$

$= -x_0{\omega_0}^2\sin(\omega_0 t + \sigma)$

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

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

Dušeno nihanje

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

Koeficient dušenja

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

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

Znižana frekvenca zaradi dušenja

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

Če je $\beta > \omega_0$:

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

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

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

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

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

VALOVANJE

k – valovno št.

λ - valovna dolžina

c – hitrost valovanja

f – frekvenca

$c = \lambda\cdot f = \frac{\omega}{k} \ldots k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{w}{c} \ldots \omega\cdot t = 2\pi$

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

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

Napeta struna

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

Stoječe valovanje

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

$A = 2y_0\sin(kx)$

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

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

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 $\quad$ 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

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

Gostota toka

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

TLAK / NAPETOST

p – tlak (F pravokotno na S)

$p = \frac{F}{S} \qquad F = -k\,x$

***natezna obremenitev**

E- prožnostni (Youngov) modul

ε – relativni raztezek

σ – natezna trdnost

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

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

***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**

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

***µ – Poissonovo število**

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

***deformacije**

-elastične

-plastične

-viskozne (η – viskoznost eta)

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

-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 $0m$ ($= 1.013\,Bar$)

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

ρ_0 – gostota vode ($= 1000 kg/m^3$)

***Kapljica**

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

***Kapilarni dvig/spust**

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

***Pascalovo načelo** hidravlika

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

***Hidrostatični tlak**

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

***Arhimedovo načelo** sila vzgona

$F_{vzg} = \rho_0\, g\, V$

$\frac{V_1}{V} = \frac{\rho}{\rho_0}$ V in RO: del telesa nad vodo V1 in RO 0: del telesa v vodi

$\rho < \rho_0$ 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**

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

***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. Linearen 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 – koificient dinam. upora

***Vzgon**

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

C_v – koificient dinam. vzgona

$F_p = \varrho g V$

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

***Zastojni tlak**

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

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

***Tok v ceveh (Poiseuille-ov zakon)**

$$\Phi_v = \frac{(p_1 - p)\pi \cdot r^4}{8 \cdot \eta \cdot l}$$

***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**

$\mathrm{H} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\mathrm{R}_1} + \frac{1}{\mathrm{R}_2}\right)$

TERMODINAMIKA

1.Zakon termodinamike

$\Delta W_n = A_z + Q$

$dA = -p\,dV$

$dW_n = dQ - p\,dV$

***Temperatura**

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

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

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

***Splošna plinska enačba idealnega plina**

N_A – avogadrovo število = $6{,}02\ 10^{26}\ 1/_{kmol}$

k – Boltzmanova konst = $1{,}38\ 10^{-23} J/_K$

R – splošna plinska konst = $8314\ J/_{kmol\ K}$

N – število molekul v vzorcu

$pV = nRT$

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

$p = nkT \qquad k = R/_{N_A}$

***Notranja energija (idealnega plina)**

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

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

$Q = c_p m \Delta T$

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

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

$5/_3$ za ennoatomen plin
$7/_5$ za dvoatomen plin
$8/_6$ za večatomen plin

***Izohorna sprememba (V=konst.)**

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

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

$= mc_v(T - T_1)$

***Izobarna sprememba p=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=konst.**

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

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

$p_1 V_1 = pV$

-razpenjanje: $A < 0$, $Q > 0$ dovajamo Q če ne bi se ohaldu

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

***Adiabatna sprememba S=konst.**

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

$T \propto pV \qquad T_1 V_1^{\kappa-1} = TV^{\kappa-1}$

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

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

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

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

***Adiabatna stisljivost ($\boldsymbol{pV^{\kappa} = konst}$)**

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

***Temperaturni raztezek snovi**

-Volumenski

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

-Dolžinski

$\Delta l = \alpha\, l\, \Delta T \qquad \beta = 3\alpha$

***Izračun toplote**

-V = konst.

$A = -p\,dV$

$\Delta W_n = Q$

$Q = mc_v\,\Delta T$

-p = 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**

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

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

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

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

Entropija

$\Delta s \geq \int\frac{dQ}{T}$, enačaj če je sprememba reverzibilna

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

M št. mrežnih mest, N št. Atomov

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