

Obrazci in tabele so prepisani iz knjige Franca Kvaternika »**Fizikalni obrazci in tabele**«, dodane pa so še nekatere stvari, ki smo jih počeli na vajah Fizike I. Skripta je pisana za **univerzitetni študij**. (Med VS in UNI programi obstajajo razlike v zapisu nekaterih enačb.) Zahvaljujem se dr. Marku Pinteriču, ker je pregledal skripto. (Zadnjič spremenjeno 4.X.2004, Klemen Ponikvar)

Merjenje v fiziki

Osnovne enote

količina	znak	enota
dolžina	l, s	meter [m]
masa	m	kilogram [kg]
čas	t	sekunda [s]
električni tok	I	amper [A]
temperatura	T	kelvin [K] ali [°C]
svetilnost	I	candela (sveča) [cd]
ravninski kot	φ	radian [rd = 1]
prostorski kot	Ω	steradian [srd = 1]

Izpeljane enote

Mehanika

količina	znak	definic. obrazec	enota
površina	S	$S = l^2$	m^2
prostornina	V	$V = l^3$	m^3
prostorninski tok	Φ_v	$\Phi_v = \frac{V}{t}$	m^3/s
frekvenca	ν	$\nu = \frac{1}{t}$	1/s
hitrost	v, c	$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	m/s
pospešek	a, g	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	m/s^2
kotna hitrost	ω	$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$	(rd)/s
kotni pospešek	α	$\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$	(rd)/s ²
gostota snovi	ρ	$\rho = \frac{m}{V}$	kg/m^3
masni tok	Φ_m	$\Phi_m = \frac{m}{t}$	kg/s
Sila	F	$F = ma$	$kg\ m/s^2 = \text{newton N}$
količina	znak	definic. obrazec	enota

tlak	p	$p = \frac{F}{S}$	N/m ² = pascal Pa
gibalna količina	G	G = mv	kg m/s
sunek sile	I	I = Ft	Ns
delo (energija)	A, W	A = Fs	kg m ² /s ² = joule J
moč	P	$P = \frac{A}{t}$	kg m ² /s ³ = watt W
viskoznost	η	$\eta = \frac{F/S}{v/x}$	Ns/m ²

Kalorika

količina	znak	definic. obrazec	enota
toplota	Q	Q = cmΔT	J
specifična toplota	c	$c = \frac{Q}{m\Delta T}$	J/kg K
toplotna kapaciteta	C	C = cm	J/K
temperaturno koeficient	α	$\alpha = \frac{\Delta l}{l\Delta T}$	1/K
premega raztezka			
temperaturni koeficient	β	$\beta = \frac{\Delta V}{V\Delta T}$	1/K
prostorskega raztezka			
toplotni tok	P	$P = \frac{Q}{t}$	W
gostota toplotnega toka	j	$j = \frac{P}{S}$	W/m ²
temperaturni gradient		$\frac{\Delta T}{l}$	K/m
toplotna prevodnost	λ	$\lambda = \frac{j}{\Delta T/l}$	W/m K

Elektrika in magnetizem

količina	znak	definic. obrazec	enota
električni naboj	e	e = It	As = coulomb Cb
električna napetost	U	$U = \frac{A}{e}$	J/As = volt V
električna moč	P	P = UI	VA = watt W
električno delo	A	A = UIt	V As = Ws = J
Količina	znak	definic. obrazec	enota

električna upornost	R	$R = \frac{U}{I}$	V/A = ohm Ω
specifična upornost	ρ	$\rho = \frac{RS}{l}$	Ωm
kapacitivnost	C	$C = \frac{e}{U}$	As/V = farad F
električna poljska jakost	E	$E = \frac{F}{e}$	N/As = V/m
električna poljska gostota	D	$D = \epsilon_0 E$	As/m ²
permitivnost vakuumu	ϵ_0	$\epsilon_0 = \frac{\sigma}{E}$	As/Vm
električna permitivnost	ϵ_r	$\epsilon_r = \frac{D}{\epsilon_0 E}$	1
magnetna poljska jakost	H	$H = \frac{NI}{l}$	A/m
magnetna poljska gostota	B	$B = \frac{F}{Il}$	N/Am = Vs/m ² = tesla T
magnetni pretok	Φ	$\Phi = BS$	Vs = weber Wb
induktivnost	L	$L = \frac{\Phi}{I}$	Vs/A = henry H
permabilnost vakuumu	μ_0	$\mu_0 = \frac{B}{H}$	Vs/Am
magnetna permeabilnost	μ_r	$\mu_r = \frac{L}{L_0}$	1

Optika

količina	znak	definic. obrazec	fizikalna enota	fiziološka enota
svetlobni tok	P	$P = I\Omega$	W	lm (lumen)
gostota svetlobnega toka	j	$j = \frac{P}{S}$	W/m ²	lm/m ²
osvetljenost	j'	$j' = \frac{P}{S}$	W/m ²	lm/m ² = lx (lux)
svetlost	B	$B = \frac{I}{S_n}$	W/m ² (srd)	cd/cm ² = sb (stilb)
svetlobna energija	W	$W = Pt$	Ws	lms

Druge različne enote in njihovi pretvorniki

Dolžina

1 μ (mikron) = 10⁻⁶ m

1 jard = 0.9144 m

$1 \text{ \AA} (\text{\AA ngstr\"om}) = 10^{-10} \text{ m}$
 $1 \text{ X} = 10^{-3} \text{ m}$
 $1 \text{ f (fermi)} = 10^{-15} \text{ m}$
 $1 \text{ cola} = 0.0254 \text{ m}$
 $1 \text{ \u0107evelj} = 0.3048 \text{ m}$

$1 \text{ angle\u0161ka milja} = 1609 \text{ m}$
 $1 \text{ morska milja} = 1852 \text{ m}$
 $1 \text{ svetlobno leto} = 9.4638 \times 10^{15} \text{ m}$
 $1 \text{ parsek} = 3.08 \times 10^{16} \text{ m}$

Masa

$1 \text{ t (tona)} = 10^3 \text{ kg}$
 $1 \text{ c (cent)} = 10^2 \text{ kg}$
 $1 \text{ karat} = 2 \times 10^{-4} \text{ kg}$
 $1 \text{ N} = 100 \text{ pondov}$

\u010das

$1 \text{ h (ura)} = 3600 \text{ s}$
 $1 \text{ d (dan)} = 86400 \text{ s}$
 $1 \text{ leto} = 31\,556\,925.975 \text{ s}$

Delo in energija

$1 \text{ Wh} = 3600 \text{ Ws (J)}$
 $1 \text{ kpm (kilopondmeter)} = 10 \text{ J}$
 $1 \text{ kcal} = 4200 \text{ J}$
 $1 \text{ eV (elektronvolt)} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$
 $1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J}$
 $1 \text{ kWh} = 3.6 \text{ MJ}$

Sila

$1 \text{ kp (kilopond)} = 10 \text{ N}$
 $1 \text{ Mp (megapond)} = 10^4 \text{ N}$
 $1 \text{ dina} = 10^{-5} \text{ N}$

Mo\u010d

$1 \text{ erg/s} = 10^{-7} \text{ W}$
 $1 \text{ KM (konjska mo\u010d)} = 750 \text{ W}$

Tlak

$1 \text{ at (tehn. atmosfera)} = 1 \text{ kp/cm}^2 = 735 \text{ mm Hg} = 0.98 \times 10^5 \text{ Pa}$
 $1 \text{ atm (fizik. atmosfeta)} = 1.033 \text{ kp/cm}^2 = 760 \text{ mm Hg} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$
 $1 \text{ b (bar)} = 10 \text{ N/cm}^2 = 750 \text{ mm Hg} = 10^5 \text{ Pa}$
 $1 \text{ mm Hg} = 1 \text{ tor} = 133.3 \text{ Pa}$
 $1 \text{ mb (milibar)} = 1 \text{ cN/cm}^2 = 100 \text{ Pa}$

Optika

$1 \text{ dioptriya} = 1 \text{ m}^{-1}$
 $1 \text{ fot} = 10^4 \text{ lx}$

Temperatura

$1 \text{ st} = 1^\circ\text{C} = 1\text{K}$
 $T \text{ }^\circ\text{C} = (T + 273) \text{ K}$

Toplotna prevodnost

$1 \text{ kcal/msth} = 1.16 \text{ W/mst}$

Viskoznost

$1 \text{ p (poise)} = 10^{-1} \text{ Ns/m}^2$

Elektrika in magnetizem

$1 \text{ \u03a9mm}^2/\text{m} = 10^{-6} \text{ \u03a9m}$
 $1 \text{ cm} = 1.11 \times 10^{-12} \text{ F}$

$$1 \text{ Ø (oerstedt)} = \frac{10^3}{4\pi} \text{ A/m}$$

$$1 \text{ G (gauss)} = 10^{-4} \text{ T}$$

$$1 \text{ M (maxwell)} = 10^{-8} \text{ Vs}$$

Desetiški večkratniki in deli enot

$$\text{deka (da)} = 10$$

$$\text{hekto (h)} = 10^2$$

$$\text{kilo (k)} = 10^3$$

$$\text{mega (M)} = 10^6$$

$$\text{giga (G)} = 10^9$$

$$\text{tera (T)} = 10^{12}$$

$$\text{deci (d)} = 10^{-1}$$

$$\text{centi (c)} = 10^{-2}$$

$$\text{mili (m)} = 10^{-3}$$

$$\text{mikro (}\mu\text{)} = 10^{-6}$$

$$\text{nano (n)} = 10^{-9}$$

$$\text{piko (p)} = 10^{-12}$$

$$\text{femto (fm)} = 10^{-15}$$

$$\text{atto (a)} = 10^{-18}$$

Definicije važnejših enot

Meter [m] je razdalja med srednjima zareza na parametru, shranjenem v Parizu, v uradu za mere in uteži.

Kilogram [kg] je masa prakilograma, shranjenega v Parizu, v uradu za mere in uteži. (To je približna masa 1 litra kemično čiste vode pri 4°C.)

Sekunda [s] je 1/86400 poprečnega sončnega dne, ta pa je 1/265.242 tropskega leta.

Newton [N] je sila, ki da masi 1 kg pospešek 1m/s^2 .

Joule [J] je delo, ki ga opravi sila 1N v svoji smeri na poti 1 m.

Watt [W] je moč, pri kateri je v 1 sekundi opravljeno delo 1 J.

Pascal [Pa] je tlak, ki ga povzroči sila 1 N, enakomerno porazdeljena na ploskvi 1 m^2 , pravokotno na smer sile.

Radian [rd] je kot, pri katerem je lok enak polmeru.

Steradian [srd] je prostorski kot ob vrhu krogelnega izseka, ki mu pri polmeru 1m pripada ploskev 1 m^2 .

Kelvin [K] je 273.16 del termodinamične temperaturne skale, pri kateri je temperatura trojne točke vode 273.16 stopinj.

Kilomol [kmol] je količina snovi, ki vsebuje toliko molekul, kolikor atomov je v 12 kg izotopa C^{12} .

Amper [A] je tok, ki teče po dveh vzporednih vodnikih v razdalji 1m, če se vodnika na dolžini 1 m privlačujeta s silo $2 \times 10^{-7} \text{ N}$.

Ampersekunda [As] je množina elektrike, ki jo prenese tok 1 A v 1 sekundi.

Volt [V] je napetost med dvema točkama vodnika, po katerem teče tok 1 A, če je pri tem porabljena moč 1 W.

Ohm [Ω] je upornost vodnika, ki ne vsebuje nikakršnega izvora napetosti, če napetost 1 V med koncema vodnika povzroči v njem tok 1 A.

Farad [F] je kapacitivnost kondenzatorja, ki pri napetosti 1 V sprejme na vsako ploščo naboj 1 As.

Volt na meter [V/m] je električna poljska jakost v homogenem polju ploščatega kondenzatorja, če sta plošči razmaknjeni 1m in je med njima napetost 1 V.

Voltsekunda ali weber [Vs ali Wb] je magnetni pretok, ki v obkrožujočem vodniku inducira napetost 1 V, če pade v 1 s enakomerno na vrednost 0.

Tesla [T ali Vsm^{-2}] je gostota homogenega magnetnega pretoka na mestu, kjer je magnetni pretok skozi ploskev $1m^2$ v pravokotni smeri $1Vs$.

Henri [H ali VsA^{-1}] je induktivnost tuljave, v kateri tok $1A$ povzroči magnetni pretok $1Vs$.

Sveča [cd] je $1/60$ svetilnosti, ki jo ima $1cm^2$ črnega telesa pri temperaturi tališča platine ($1773^{\circ}C$).

Lumen [lm] je svetlobni tok, ki ga seva v prostorski kot 1 srd točkasto svetilo, katerega svetilnost v vseh smereh znaša $1cd$.

Nit je svetlost svetila, ki ima na $1m^2$ svoje navidezne površine svetilnost $1cd$.

Luks [lx] je osvetljenost ploskve, če pada na $1m^2$ ploskve svetlobni tok $1lm$.

Kinematika

Neenakomerno gibanje

$$s = v_1\Delta t_1 + v_2\Delta t_2 + \dots = \int_{t_1}^{t_2} v dt$$

$$\bar{v} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}$$

v trenutna hitrost [m/s]

\bar{v} srednja povprečna hitrost [m/s]

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}$$

$$\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

Enakomerno gibanje: $v = \text{konst.}$

$$v = \frac{s - s_0}{t}$$

$$s = vt + s_0$$

Poseben primer: $s_0 = 0$

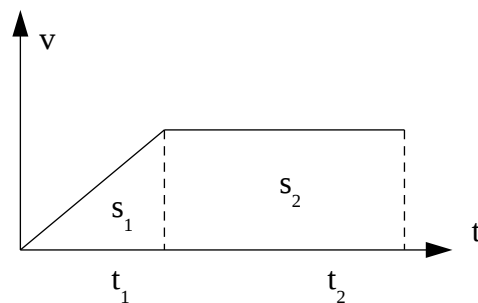
$$v = \frac{s}{t}$$

$$s = vt$$

Enakomerno pospešeno gibanje: $a = \text{konst.}$

$$v = v_0 + at$$

s pot [m]
 t čas [s]



a (trenutni) pospešek [m/s^2]

\bar{a} srednji (poprečni) pospešek [m/s^2]

s pot [m]

s_0 pot ob času $t = 0$

t čas gibanja [s]

v hitrost [m/s]

s pot med pospeševanjem [m]

t čas pospeševanja [s]

$$v^2 = v_0^2 + 2as$$

$$s = \frac{v_0 + v}{2} t$$

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Poseben primer: $v_0 = 0$

$$v = at$$

$$v = \sqrt{2as}$$

$$s = \frac{vt}{2}$$

$$s = \frac{at^2}{2}$$

v_0 hitrost ob začetku pospešenega gibanja [m/s]

v hitrost pospešenega gibanja po času t [m/s]

$a > 0$ pospešek [m/s²]

$a < 0$ pojemek [m/s²]

Navedeni obrazci veljajo tudi za enakomerno pojemajoče gibanje od določenega trenutka do mirovanja.

Prosti pad: $a = g = 9.8 \text{ m/s}^2$

$$v = gt$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$h = \frac{vt}{2}$$

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

h višina padanja [m]

t čas padanja [s]

v hitrost (po padcu z višine h) [m/s]

g pospešek prostega pada [m/s²]

Navpični met:

a) navzdol: $a = g$

$$v = v_0 + gt$$

$$s = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2gs$$

v_0 začetna hitrost [m/s]

t čas gibanja [s]

s višina padca v času t [m]

b) navzgor: $a = -g$

$$v = v_0 - gt$$

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

$$v^2 = v_0^2 - 2gs$$

$$t_0 = \frac{v_0}{g}$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g}$$

v_0 začetna hitrost [m/s]

H metna višina [m]

t_0 čas dviganja (do vrha) [s]

t čas dviganja do višine h [s]

h višina dviga v času t [m]

v hitrost dviganja po času t [m/s]

Vodoravni met

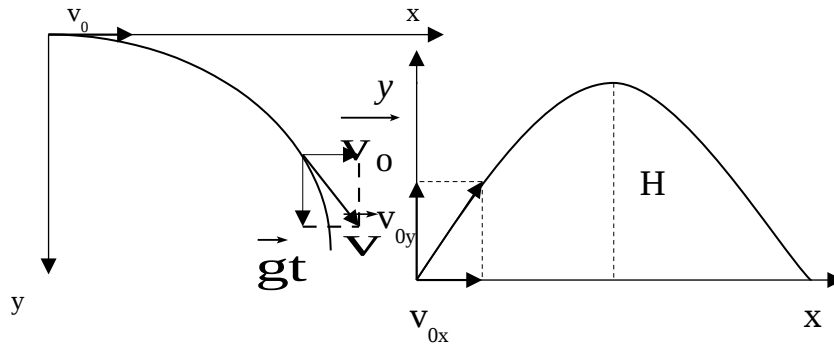
$$x = v_0 t$$

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

$$y = -\frac{g}{2v_0^2} x^2$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2}$$

v_0 začetna hitrost v vodoravni smeri [m/s]
 t čas gibanja [s]
 x oddaljš. v vodoravni smeri po času t [m]
 y globina padca po času t [m]
 v hitrost po času t [m/s]
 g pospešek prostega pada [m/s²]



Vodoravni met

Poševni met

Čas dviganja = čas padanja

Poševni met

$$v_x = v_0 \cos \varphi$$

$$v_y = v_0 \sin \varphi - gt$$

$$x = v_0 \cos \varphi \cdot t$$

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

$$t_0 = \frac{v_0 \sin \varphi}{g}$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \varphi}{2g}$$

$$X_{\max} = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

 φ dvižni kot (elevacija) [rd] t čas od zalučanja do določenega trenutka [s] v_0 začetna hitrost v dani smeri (φ) [m/s] v_x vodoravna komponenta hitrosti [m/s] v_y navpična komponenta hitrosti [m/s] x vodoravna oddaljenost telesa po času t [m] y dosežena višina po času t [m] t_0 čas dviganja [s] H višina, ki jo telo doseže v času t_0 [m] X_{\max} doomet [m] g pospešek prostega pada [m/s²] v hitrost po času t [m/s]Gibanje po klanecu navzdol: $a = g \sin \varphi$ (če je $v_0 = 0$)

$$v = g \sin \varphi \cdot t$$

$$v_k = \sqrt{2gh}$$

$$s = \frac{1}{2} g \sin \varphi \cdot t^2$$

 φ nagib klanca [rd] g pospešek prostega pada [m/s²] t čas gibanja po klanecu [s] s pot v času t [m] v_k hitrost na dnu klanca (neodvisno od nagiba) [m/s] v hitrost po času t [m/s]

*Kroženje in vrtenje*a) enakomerno kroženje (vrtenje): $\omega = \text{konst.}$

$$v = \frac{N}{t} = \frac{1}{t_0}$$

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

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

$$v = r\omega$$

$$s = r\varphi$$

$$\varphi = \omega t$$

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

b) enakomerno pospešeno kroženje: $\alpha = \text{konst.}$

$$\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t}$$

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

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

Pospešek

$$a_t = r\alpha$$

$$a_r = r\omega^2$$

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_r^2}$$

Poseben primer: $\omega_0 = 0$

$$\alpha = \frac{\omega}{t}$$

$$\omega = \alpha t$$

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

N število obhodov (vrtljajev) [1]

t čas kroženja (vrtenja) [s]

V frekvenca (št. vrtljajev) [1/s]

 Φ kot zasuka [rd=1]

r polmer kroženja [m]

t₀ obhodni čas (čas enega vrtljaja) [s] Ω kotna hitrost [(rd)/s]

v krožila hitrost [m/s]

a_r radialni pospešek [m/s²]s pot ki ustreza zasuku Φ [m]

t čas enakomerno pospešenega kroženja [s]

 α kotni pospešek [(rd)/s²] ω_0 kotna hitrost ob času t = 0 [(rd)/s] Ω kotna hitrost po času t [(rd)/s] Φ zasuk v času t [rd] = 1]a_t tangentska komponenta pospeška [m/s²]a_r radialna komponenta pospeška [m/s²] α celoten pospešek [(rd)/s²]

r polmer kroženja [m]

Kotaljenje

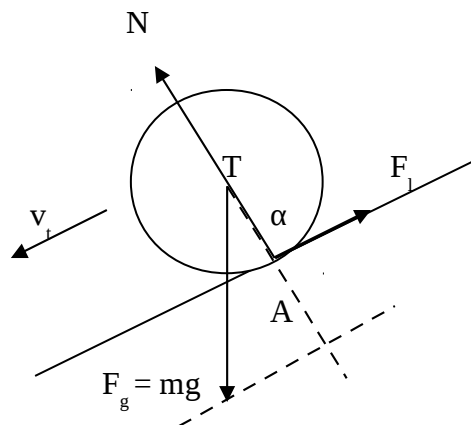
Pogoja za idealno kotaljenje (brez podrsavanja)

$$a_T = r \cdot \alpha$$

$$v_T = r \cdot \omega$$

a_T = pospešek težišča valja

v_T = hitrost težišča valja



Kotaljenje okoli točke A

$$\sum \vec{M}_A = J_A \cdot \alpha$$

$$r m g \sin \varphi = (J_T + m r^2) \alpha$$

Kotaljenje računano z energijo

Okoli točke A

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} J_A \cdot \omega^2$$

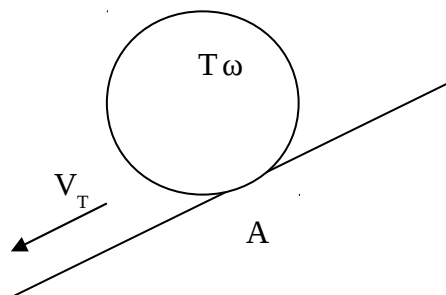
$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} (J_T + m r^2) \left(\frac{v_T}{r} \right)^2$$

Okoli točke B

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v_T^2 + \frac{1}{2} J_T \omega^2$$

Kotaljenje lahko računamo na dva načina:

- vrtenje okoli točke A (obračališče)
- vrtenje okoli točke T (težišče)



Obrazci za površino in volumen nekaterih likov

	volumen	površina
kvader	$V = abc$	$S = 2(ab+bc+ca)$
krogla	$V = \frac{4}{3} \pi R^3$	$S = 4\pi R^2$
valj	$V = \pi R^2 H$	$S = 2\pi R(R + H)$
kocka	$V = a^3$	$S = 6a^2$
stožec	$V = \frac{1}{3} \pi R^2 H$	$S = \pi R(R + L)$

Statika trdnih teles

Sila

Merjenje sil

$$F = k \cdot x$$

$$\frac{F}{S} = E \frac{x}{l} \quad \text{Hookov zakon}$$

F sila [N]

x raztezek žice [m]

k raztezni koeficient [N/m]

S prerez žice [m²]

l dolžina žice [m]

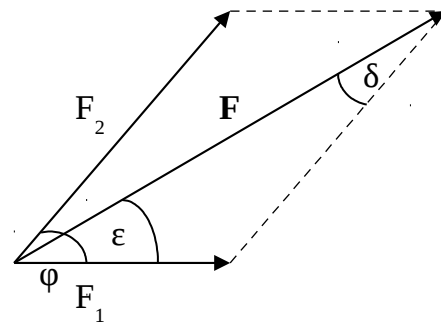
E prožnostni modul [N/m²]

Sestavljanje sil s skupnim prijemaščem

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \varphi}$$

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$F_1 : F_2 : F = \sin \delta : \sin \varepsilon : \sin \varphi$$



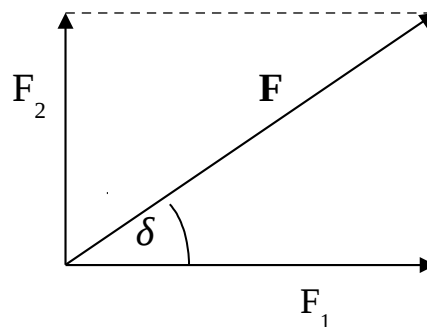
Posebni primeri

$$\varphi = 90^\circ$$

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

$$F_1 = F \cos \delta$$

$$F_2 = F \sin \delta$$



$$\varphi = 0^\circ \rightarrow F = F_1 + F_2$$

$$\varphi = 180^\circ \rightarrow F = F_1 - F_2$$

F_1, F_2 sili s skupnim prijemaščem [N]

F rezultanta sil [N]

$\delta, \varepsilon, \varphi$ koti (glej sliko) [rd]

Razstavljanje sile na dve komponenti klanec:

$$F_d = F_g \sin \varphi$$

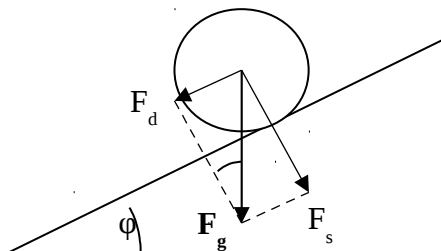
$$F_s = F_g \cos \varphi$$

φ nagib klanca [rd]

F_g teža telesa [N]

F_d dinamična komponenta [N]

F_s statična komponenta [N]



Vrtilni moment (navor sile)

Navor sile

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$M = rF \sin \varphi$$

$$M = D\varphi$$

Rezultanta dveh vzporednih sil

$$F = F_1 \pm F_2$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{F_1}{F_2} \Rightarrow r_1 F_1 = r_2 F_2$$

Dvojica sil

$$M = a \cdot F$$

M navor sile [mN]

r razdalja prijemašča sile od osi [m]

φ kot med vektorjema r in F [rd]

D sučni koeficient [mN]

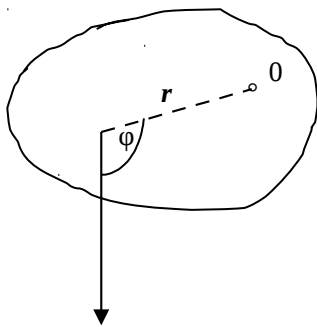
F_1, F_2 vzporedni sili [N]

F rezultanta dveh vzporednih sil [N]

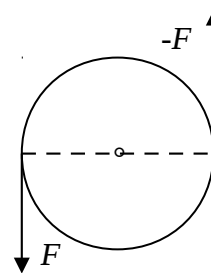
r_1, r_2 razdalja dveh vzporednih sil od njune rezultante [m]

M navor sile [mN]

a razdalja dveh enakih nasprotnih sil [m]



Vrtilni moment sile

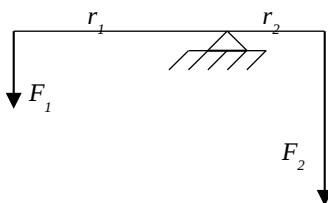


Dvojica sil

Ravnovesje na orodju

a) vzvod

$$r_1 F_1 = r_2 F_2$$



F_1, F_2 sili [N]

r_1, r_2 razdalji sil od osi vzvoda [m]

b) vitel

$$RF = rF_g$$

F_g breme [N]

r ročica bremena [m]

F ravnovesna sila [N]

R ročica te sile [m]

c) škripec

$$\text{pritrjeni} \rightarrow rF = rF_g$$

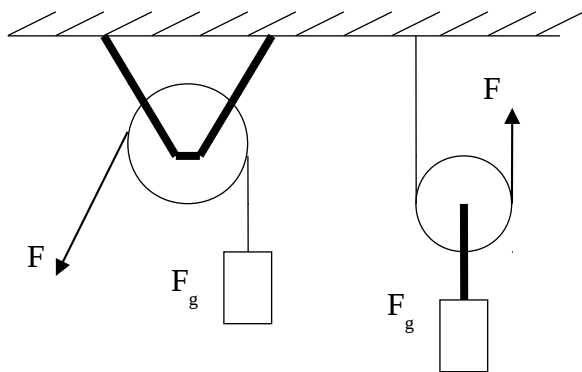
F_g breme [N]

r ročica sile oz. bremena [m]

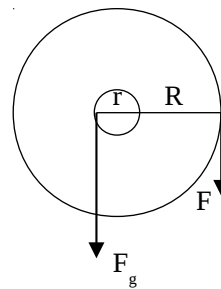
F ravnovesna sila [N]

R polmer velikega škripca [m]

n število gibljivih škripcev



Škripec pritrjeni, gibljivi



Vitel

Masna središča (posebni primeri):

homogena daljica $\rightarrow x = \frac{l}{2}$

krožni lok $\rightarrow y = r \frac{t}{l}$

pol krožnice $\rightarrow y = r \frac{2}{\pi}$

trikotnik $\rightarrow y = \frac{h}{3}$

krožni izsek $\rightarrow y = \frac{2}{3} \cdot \frac{rt}{l}$

polkrožna ploskev $\rightarrow y = \frac{4}{3\pi} r$

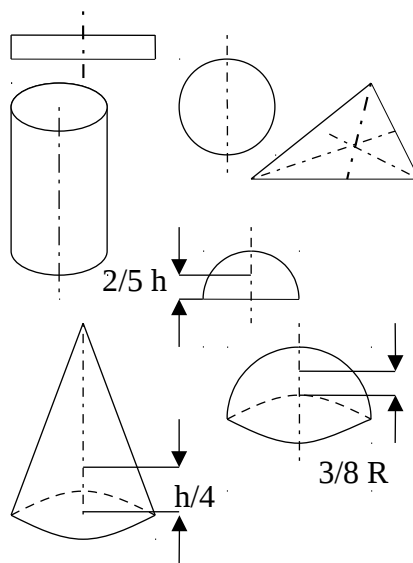
krožni odsek $\rightarrow y = \frac{t^3}{12S}$

stožec (piramida) $\rightarrow z = \frac{h}{4}$

polkrogla $\rightarrow z = \frac{3}{8} r$

krogelni odsek $\rightarrow z = \frac{2}{5} h$

- R polmer kroga [m]
- t največja tetiva [m]
- l krožni lok [m]
- h višina: trikotnika, stožca, odseka [m]
- S ploščina odseka [m²]
- R polmer krogle [m]



Vztrajnostni momenti nekaterih teles okoli težišča:

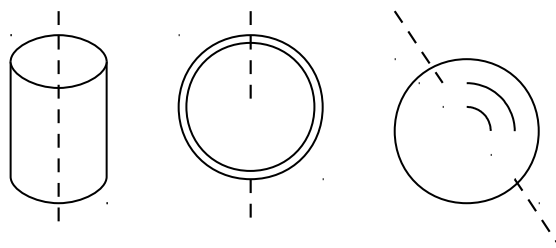
tanek obroč $J = mr^2$

okrogla plošča ali valj $J = \frac{1}{2} mr^2$

krogla $J = \frac{2}{5} mr^2$

tanek drog $J = \frac{1}{12} ml^2$

cev $J = \frac{1}{2} m(R^2 + r^2)$



Dinamika

Osnovni Newtonov zakon

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

\vec{F} rezultanta vseh zunanjih sil, ki delujejo na telo [N]

m masa telesa [kg]

\vec{a} pospešek telesa v smeri sile \vec{F} [m/s²]

Teža in masa

$$F_g = mg$$

$$F_g = G \frac{mM}{R^2}$$

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

$$g_h = G \frac{M}{(R+h)^2}$$

$$G = 6.7 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$$

F_g teža telesa [N]

m masa telesa [kg]

g težni pospešek [m/s²]

M masa zemlje [kg]

R polmer Zemlje [m]

G gravitacijska konstanta [Nm²/kg²]

g_0 težni pospešek na površju Zemlje [m/s²]

g_h težni pospešek v višini h [m/s²]

$M_{\text{zemlje}} = 6.14 \times 10^{24} \text{ kg}$

$R_{\text{zemlje}} = 6400 \text{ km} = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$

σ specifična teža [N/m³]

F_g teža telesa [N]

m masa telesa [kg]

ρ gostota [kg/m³]

V prostornina telesa [m³]

g težni pospešek [m/s²]

Specifična teža in gostota

$$\sigma = \frac{F_g}{V}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \text{pomembno}$$

$$\sigma = \rho g$$

Sile pri kroženju

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

$$a_c = r\omega^2$$

$$F_t = mr\alpha$$

a_c centripetalni pospešek [m/s²]

m masa krožečega telesa [kg]

r polmer kroženja [m]

v hitrost kroženja [m/s]

ω kotna hitrost [(rd)/s]

F_t tangenta sila [N]

α kotni pospešek [(rd)/s²]

Gibanje satelitov

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \rightarrow 4.N.Z$$

$$\frac{a_i^3}{T_i^2} = \text{konst.}$$

3. Keplerjev zakon

$$v = \sqrt{gr} \rightarrow \text{hitrost satelita}$$

$$v_u = \sqrt{2gR} \rightarrow \text{ubežna hitrost}$$

F težnostna sila [N]

G gravitacijska konstanta [Nm²/kg²]

m_1, m_2 masi Zemlje in satelita [kg]

r razdalja satelita od zemlje [m]

a_i velika os elipse (pri gibanju satelita) [m]

T_i obhodni čas [s]

v hitrost [m/s]

g težni pospešek na Zemlji [m/s²]

R polmer Zemlje [m]

v_u ubežna hitrost [m/s]

Trenje in lepenje

$$F_t = k_t N$$

$$F_l \leq k_l N$$

Sunek sile in gibalna količina telesa

$$\vec{I} = \vec{F} \Delta t$$

$$\vec{G} = m \vec{v}$$

$$F \Delta t = mv_2 - mv_1 \rightarrow \text{izrek o gibalni količini}$$

$$\sum_{i=1}^n m_i v_i = \text{konst.} \rightarrow \text{ZOGK}$$

Delo in moč sile

$$A = \vec{F} \cdot \vec{s}$$

$$A = Fs \cos \varphi$$

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

$$P = Fv \rightarrow v = \text{konst.}$$

Energija telesa

$$W_p = mgh = F_g h$$

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

$$W_{pr} = \frac{ks^2}{2} \rightarrow \text{vijačna vzmet}$$

$$W_{pr} = \frac{D\varphi^2}{2} \rightarrow \text{sučna vzmet (polžasta)}$$

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = \text{konst.} \rightarrow \text{zakon o ohranitvi mehanske}$$

energije v zemeljskem težnostnem polju

$$\eta = \frac{W_{kor}}{W} \rightarrow \eta = \frac{P_k}{P} \Rightarrow \text{izkoristek stroja}$$

Tlak

$$\vec{F} = p \vec{S}$$

$$p = \frac{F}{S}$$

Hookov zakon:

$$\text{- vijačna vzmet } F_{vz} = -kx$$

$$\text{- sučna vzmet } M_{vz} = -D\varphi$$

Vrtenje (rotacija)

F_t sila trenja [N]

k_t koeficient trenja [1]

N sila pravokotno na podlago [N]

F_l sila lepenja [N]

k_l koeficient lepenja [1]

I impulz (sunek) v smeri rezultante [Ns]

F rezultanta zunanjih sil [N]

Δt trajanje delovanja sile [s]

G gibalna količina telesa [kg m/s]

m masa telesa [kg]

v hitrost telesa [m/s]

A delo [J = Ws]

F sila [N]

s pot [m]

φ kot med smerjo sile in smerjo poti [rd]

P moč [W]

t časa [s]

v hitrost [m/s]

W_p potencialna energija [J]

m masa telesa [kg]

g težni pospešek [m/s²]

h višina [m]

F_g teža telesa [N]

W_k kinetična energija [J]

v hitrost [m/s]

k koeficient vzmeti [N/m]

s raztezek vzmeti [m]

D sučni koeficient [Nm/(rd)]

φ zasuk telesa [rd]

η izkoristek [1]

W_{kor} koristno delo, energija [J]

W dovedeno delo [J]

P moč [W]

F pritisk (= ploskovna sila) [N]

p tlak [N/m² = Pa]

S površina ploskve [m²]

Osnovni Newtonov zakon

$$M = J\alpha$$

$$J_0 = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2$$

$$J = J_0 + ma^2$$

Sunek navora in vrtilna količina

$$Y = M\Delta t$$

$$\Gamma = J\omega$$

$$M\Delta t = J\omega_2 - J\omega_1$$

$$\text{ZOVK: } \sum_{i=1}^n J_i \omega_i = \text{konst.}$$

Delo, moč, energija

$$A = M\varphi$$

$$P = M\omega \rightarrow \omega = \text{konst.}$$

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

$$\omega = \sqrt{\frac{2Pt}{J}}$$

$$P = \frac{1}{2} J\alpha^2 t$$

M navor [mN]

J vztrajnostni moment [kg m²] α kotni pospešek [(rd)/s²]J₀ vzt. moment za os skozi težišče [kg m²]a razdalja osi od vzporedne, glede na katero je podan J₀ [m]

r razdalja masne točke od osi [m]

m masa telesa [kg]

Y sunek navora [m Ns]

 Γ vrtilna količina [kg m²/s] Δt čas delovanja navora [s] ω kotna hitrost [(rd)/s] φ zasuk [rd]

A delo [J]

P moč [W]

W_k kinetična energija [J]

Primerjava med premim gibanjem in vrtenjem

pot	s	kot	φ
hitrost	$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	kotna hitrost	$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$
pospešek	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	kotni pospešek	$\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$
masa	m	vztrajnostni moment	J
sila	F	navor (vrtilni moment)	M
Newtonov zakon	F = ma	Newtonov zakon	M = J α
gibalna količina	G = mv	vrtilna količina	$\Gamma = J\omega$
delo	A = Fs	delo	A = M φ
moč	P = Fv	moč	P = M ω
kinetična energija	$W_k = \frac{mv^2}{2}$	kinetična energija	$W_k = \frac{J\omega^2}{2}$
Hookov zakon	F = ks	Hookov zakon	M = D φ

Mehanika tekočin in plinov

Zakoni mirujočega stanja

Pascalov zakon

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}$$

težni tlak

$$p = \rho gh$$

zakon veznih posod

$$h_1 \rho_1 = h_2 \rho_2$$

statični vzgon

$$F_{vzg} = \rho_{sr} g V_{izp}$$

delo tlaka

$$A = p \Delta V$$

stisljivost tekočin

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

Boyllov zakon ($T = \text{konst.}$)

$$p \cdot V = \text{konst.}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

Površinska napetost

$$F = \gamma l$$

$$\gamma = \frac{A}{\Delta S}$$

Zakoni gibanja

Prostorninski in masni tok

$$\Phi_v = \frac{V}{t}$$

$$\Phi_v = Sv$$

$$\Phi_m = \frac{m}{t}$$

$$\Phi_m = \rho Sv$$

$$S_1 v_1 = S_2 v_2$$

S ploskev [m^2]

F sila [N]

p težni tlak [$\text{N}/\text{m}^2 = \text{Pa}$]

σ specifična teža tekočine (plina) [N/m^3]

ρ gostota tekočine (plina) [kg/m^3]

g težni pospešek [m/s^2]

h višina tekočine [m]

ρ gostota tekočine [kg/m^3]

F_{vzg} sila vzgona [N]

ρ gostota sredstva (plina, tekočine) [kg/m^3]

V_{izp} izpodrinjena prostornina [m^3]

A delo [J]

p tlak [Pa]

ΔV iztisnjena površina [m^3]

$\Delta V/V$ relativno zmanjšanje prostornine [1]

Δp sprememba tlaka [Pa]

χ stisljivost tekočine [m^2/N]

p tlak [Pa]

V prostornina plina [m^3]

ρ gostota plina [kg/m^3]

F sila [N]

l dolžina robu [m]

A delo [J]

ΔS sprememba površine [m^2]

γ površinska napetost [N/m]

Φ_v prostorninski tok [m^3/s]

V prost. v času t iztekle tekočine (plina) [m^3]

t čas iztekanja [s]

Φ_m masni tok [kg/s]

m masa v času t iztekle tekočine (plina) [kg]

S presek curka [m]

v hitrost toka [m/s]

ρ gostota tekočine (plina) [kg/m^3]

Bernoullijev zakon:

$$p_2 - p_1 = \frac{\rho v_1^2}{2} - \frac{\rho v_2^2}{2}$$

ali

$$p + \frac{\rho v^2}{2} = \text{konst.}$$

za vodoravno cev

$$p + \rho gh + \frac{\rho v^2}{2} = \text{konst.}$$

za poševno cev

$$\text{zastojni tlak} \rightarrow p_2 - p_1 = \frac{\rho v^2}{2}$$

$$\text{hitrost iztekanja tekočine} \rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

$$\text{hitrost iztekanja plina} \rightarrow v = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}$$

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

$$\Delta p = \frac{1}{2} \rho v^2$$

p tlak [Pa]

ρ gostota tekočine (plina) [kg/m³]

h globina tekočine (plina) [m]

v hitrost toka [m/s]

Upor sredstva

$$\text{viskozni upor} \rightarrow \frac{F}{S} = \eta \frac{\Delta v}{\Delta t},$$

$$\text{za kroglo} \rightarrow F = 6\pi\eta r v$$

$$\text{kvadratni zakon upora} \rightarrow F = c_u \frac{\rho v^2}{2} S$$

$$\text{dinamični vzgon} \rightarrow F_{\text{vzg}} = c_v \frac{\rho v^2}{2} S$$

$$\text{Reynoldsovo število} \rightarrow \text{Re} = \frac{2rv\rho}{\eta}$$

$\tau = F/S$ strižna napetost [N/m²]

$\Delta v / \Delta t$ strižna hitrost [m/s]

η absolutna viskoznost [Ns/m²]

F upor proti gibanju [N]

r polmer telesa [m]

S največ. prerez telesa prečno na gibanje [m²]

c_u koeficient upora [1]

ρ gostota sredstva [kg/m³]

F_{vzg} dinamični vzgon [N]

c_v koeficient vzgona [1]

Re Reynoldsovo število [1]

Kalorika

Kinetična teorija idealnih plinov

$$m' = \frac{M}{N_a}$$

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

$$V_{\text{kmol}} = \frac{M}{\rho_0} = 22.4 \text{ m}^3$$

$$r = \frac{p_0}{\rho_0 T_0} = c_p - c_v$$

$$R = Mr = \frac{p_0 V_{0\text{kmol}}}{T_0} = 8.31 \text{ J/K} \cdot \text{kmol}$$

$$k = \frac{R}{N_a} = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$\overline{W_k} = \frac{1}{2} m' \overline{v^2} = \frac{3}{2} kT$$

$$W_n = N_a \frac{3}{2} kT$$

$$p = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2} = \frac{2}{3} N \frac{m' \overline{v^2}}{2}$$

$$T = \frac{2}{3} \frac{1}{k} \overline{W_k}$$

Temperaturno raztezanje trdnih snovi in tekočin

$$\frac{\Delta l}{l} = \alpha \Delta T$$

$$l_2 = l_1 (1 + \alpha \Delta T)$$

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \beta \Delta T$$

$$V_2 = V_1 (1 + \beta \Delta T)$$

$$\beta = 3\alpha$$

$$\frac{\Delta \rho}{\rho} = -\beta \Delta T$$

$$\rho_2 = \rho_1 (1 - \beta \Delta T)$$

$$\text{površinsko raztezanje} \rightarrow \frac{\Delta S}{S} = 2\alpha \Delta T$$

Plinski zakoni

Boyleov zakon ($T = \text{konst.}$)

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

GayLussacov zakon ($p = \text{konst.}$)

m' masa molekule [kg]

M molekularna (kilomolska) masa [kg/kmol]

N_a Avogadrovo število [1/(kmol)]

n število kilomolov [kmol]

m masa snovi [kg]

V_{kmol} kilomolska prostornina [m^3/kmol]

r specifična plinska konstanta [J/kg K]

p_0 normalni zračni tlak [Pa]

ρ_0 gostota plina pri normalnih pogojih (p_0, T_0) [kg/m^3]

T_0 absolutna temperatura ledišča [K]

c_p specifična toplota plina pri stalnem tlaku [J/kg K]

c_v specifična toplota plina pri stalni prostornini [J/kg K]

R splošna plinska konstanta [J/K kmol]

k Boltzmanova konstanta [J/K]

W_n notranja energija kilomola plina [J]

T absolutna temperatura [K]

p tlak plina [Pa]

ρ gostota plina [kg/m^3]

\overline{v} srednja hitrost molekule [m/s]

N število molekul na prostorsko enoto [$1/\text{m}^3$]

$\overline{W_k}$ srednja kinetična energija molekul [J]

l dolžina telesa [m]

Δl podaljšek [m]

α poprečni temperaturni koeficient

dolžinskega raztezka za dani temperaturni interval [1/K]

ΔT prirast temperature [K]

V_1, V_2 prostornini telesa pred segrevanjem in po njem [m^3]

β poprečni temperaturni koeficient

prostorskega raztezka za dani temperaturni interval [1/K]

ρ_1, ρ_2 gostoti telesa pred segrevanjem in po njem [kg/m^3]

$\Delta \rho$ sprememba gostote [kg/m^3]

S površina telesa [m^2]

p tlak plina [$\text{N/m}^2 = \text{Pa}$]

V prostornina plina [m^3]

$T_{1,2}$ absolutna temperatura plina [K]

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

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

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$\beta = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{273^\circ \text{K}} \rightarrow \text{za idealne pline}$$

Splošni plinski zakon

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_0 V_0}{T_0}$$

ali

$$\frac{p_1}{\rho_1 T_1} = \frac{p_2}{\rho_2 T_2}$$

ali

$$pV = mRT$$

Kilomolska oblika tega zakona

$$pV = nRT$$

ali

$$\frac{p}{\rho T} = \frac{nR}{M}$$

Daltonov zakon za plinsko zmes

$$p = p_1 + p_2 + p_3 + \dots$$

$$pV = n_1 RT + n_2 RT + n_3 RT + \dots$$

Adiabatni proces (Poissonov zakon)

$$p_1 V_1^\kappa = p_2 V_2^\kappa$$

$$T_1 V_1^{\kappa-1} = T_2 V_2^{\kappa-1}$$

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

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

$$\text{enoatomni plini} \rightarrow c_p = \frac{5R}{2M} \Rightarrow \kappa = 1.67$$

$$\text{dvoatomni plini} \rightarrow c_p = \frac{7R}{2M} \Rightarrow \kappa = 1.40$$

$$\text{tri in več atomni plini} \rightarrow c_p = \frac{9R}{2M} \Rightarrow \kappa = 1.3$$

Vlažnost zraka

T_0 absolutna temperatura ledišča [K]

r specifična plinska konstanta [J/kg K]

β temperaturni koeficient prostorskega raztezka = temperaturni koeficient tlaka [1/K]

p_0 normalni zračni tlak [Pa]

T_0 absolutna temperatura ledišča [K]

V_0 prostornina plina pri p_0 in T_0 [m³]

ρ_0 gostota plina pri p_0 in T_0 [kg/m³]

m masa plina [kg]

R splošna plinska konstanta [J/kmol K]

n število kilomolov [1]

M molekularna masa plina [kg]

ρ gostota plina [kg/m³]

n_1, n_2 število kilomolov posameznega plina v mešanici [kmol]

p_1, p_2 parcialni tlak [kg/m³]

κ Poissonova konstanta [1]

c_p specifična toplota plina pri stalnem tlaku [J/kg K]

c_v specifična toplota plina pri stalnem volumnu [J/kg K]

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

$$r = \frac{\rho}{\rho_n} \cdot 100\%$$

$$r = \frac{p}{p_n} \cdot 100\%$$

Delo idealnega plina

Energijski zakon

$$\Delta W_n = A + Q$$

$$A = p\Delta V$$

Segrevanje plina pri stalni prostornini ($V = \text{konst.}$)

$$Q = \Delta W_n = c_v m \Delta T$$

$$A = 0$$

Segrevanje plina pri stalnem tlaku ($p = \text{konst.}$):

$$Q = c_p m \Delta T = \Delta W_n + A$$

$$A = nR\Delta T$$

$$c_p - c_v = r = \frac{R}{M}$$

delo na enoto mase.

Izotermna sprememba plina ($\Delta W_n = 0$)

$$-Q = A = mrT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = mrT \ln\left(\frac{p_1}{p_2}\right)$$

ρ absolutna vlažnost [kg/m^3]

m masa vodnih par [kg]

V prostornina zraka [m^3]

ρ_n gostota nasičenih par [kg/m^3]

r relativna vlažnost [1]

p delni tlak vodne pare [Pa]

p_n delni tlak nasičene vodne pare [Pa]

ΔW_n sprememba notranje energije [J]

A sprejeto delo [J]

Q dovedena toplota [J]

p tlak [Pa]

ΔV sprememba prostornine [m^3]

c specifična toplota snovi [J/kg K]

m masa plina [kg]

ΔT sprememba temperature [K]

Q dovedena toplota [J]

ΔW_n sprememba notranje energije [J]

c_v specifična toplota pri stalni prostornini [J/kg K]

m masa plina [kg]

ΔT sprememba temperature [K]

A delo plina [J]

Q dovedena toplota [J]

c_p specifična toplota pri stalnem tlaku [J/kg K]

m masa plina [kg]

ΔT sprememba temperature [K]

A delo plina pri raztezanju [J]

ΔW_n sprememba notranje energije [J]

c_v specifična toplota pri stalni prostornini [J/kg K]

r specifična plinska konstanta [J/kg K]

R splošna plinska konstanta [J/K kmol]

n število kilomolov [1]

A delo [J]

m masa plina [kg]

r specifična plinska konstanta [J/kg K]

T absolutna temperatura [K]

V prostornina plina [m^3]

p tlak plina [Pa]

Adiabatna sprememba plina ($Q = 0$)

$$A = c_v m (T_1 - T_2) = \Delta W_n$$

A delo [J]

n število kilomolov [1]

R splošna plinska konstanta [J/K kmol]

T absolutna temperatura [K]

κ Poissonova konstanta [1]

c_v specifična toplota pri stalni prostornini [J/K K]

m masa plina [kg]

ΔT sprememba temperature [K]

Spremembe agregatnega stanja in gorenje

$$Q_t = q_t m$$

$$Q_i = q_i m$$

$$Q_s = q_s m$$

$$Q = Hm$$

Q_t talilna toplota [J]

q_t specifična talilna toplota [J/kg]

m masa snovi [kg]

Q_i izparilna toplota [J]

q_i specifična izparilna toplota [J/kg]

Q_s sežigna toplota [J]

q_s specifična sežigna toplota [J/kg]

H kurilna vrednost [J/kg]

Prevajanje toplote

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

$$P = \lambda \frac{S \Delta T}{l}$$

$$j = \frac{P}{S}$$

$$j = \lambda \frac{\Delta T}{l}$$

$$j = \frac{(T_1 - T_2)}{\frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2}}$$

$$\text{toplotni upor} \rightarrow R = \frac{1}{\lambda S}$$

P toplotni tok [W]

t trajanje toka [s]

Q v času t prenesena toplota [J]

S presek toplotnega curka [m]

ΔT temperaturna razlika [K]

l debelina stene [m]

λ toplotna prevodnost [W/m K]

j gostota toplotnega toka [W/m²]

$\Delta T/l$ temperaturni gradient [K/m]

Toplotni stroji

$$\eta = \frac{A}{Q}$$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

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

$$\varepsilon = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

$$P = \frac{\eta Q}{t}$$

η toplotni izkoristek [1]

A opravljeno delo [J]

Q_1 dovedena toplota [J]

Q_2 odvedena toplota [J]

T absolutna temperatura delovne snovi [K]

ε izkoristek hladilnika [1]

		Q	A	ΔW_{not}
izohorni	$dV=0$	$mc_v\Delta T$	0	$mc_v\Delta T$
izobarni	$dp=0$	$mc_p\Delta T$	$\frac{m}{M}R\Delta T$	$mc_v\Delta T$
izotermni	$dT=0$	$p_1v_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$	$p_1v_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$	0
adiabatni	$dQ=0$	0	Δ	$mc_v\Delta T$

Nihanje in valovanje

Sinusno (harmonično) nihanje

$$\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{t_0}$$

$$\omega = 2\pi\nu$$

$$\varphi = \omega t$$

ν frekvenca [1/s]

N število nihajev [1]

t čas nihanja [s]

t_0 nihajni čas [s]

ω krožna frekvenca [(rd)/s]

φ fazni kot (faza) [rd]

Če je nihajoče telo ob času $t = 0$ v mirovalni legi, veljajo naslednji obrazci za s, v in a:

$$s = s_0 \sin \omega t$$

$$v = \omega s_0 \cos \omega t$$

$$a = -\omega^2 s_0 \sin \omega t$$

s odmik [m]

s_0 amplituda [m]

ω krožna frekvenca [(rd)/s]

t čas nihanja [s]

v hitrost [m/s]

a pospešek [m/s²]

φ_0 fazni kot ob času $t = 0$ [rd]

Če pa je nihajoče telo ob času $t = 0$ v fazi φ_0 , veljajo obrazci:

$$s = s_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$v = \omega s_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$a = -\omega^2 s_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$\omega = 2\pi\nu$$

Lastna nihanja nekaterih nihalo

Nitno nihalo

$$F = mg\varphi = m \frac{g}{l} s$$

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

$$v_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

$$W = \frac{m\omega^2 s_0^2}{2}$$

Vzmetno nihalo

$$F = ks$$

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

$$v_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$W = \frac{1}{2} ks_0^2$$

Težno (fizično) nihalo

$$M = mgl\varphi$$

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

$$l' = \frac{J}{ml}$$

$$W = \frac{J\omega^2 \varphi_0^2}{2}$$

Spiralno nihalo

$$M = D\varphi$$

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

$$W = \frac{1}{2} D\varphi_0^2$$

F sila na nihajoče telo [N]

g težni pospešek [m/s²] φ fazni kot [rd]

l dolžina nitnega nihala [m]

s odmik [m]

 t_0 nihajni (lastni) čas [s] v_0 lastna frekvenca [1/s]

W energija nihanja [J]

m masa telesa [kg]

 ω krožna frekvenca [(rd)/s] s_0 amplituda (maks. odmik) [m]

F sila na nihajoče telo [N]

k koeficient vzmeti [N/m]

s odmik [m]

 t_0 nihajni (lastni) čas [s] v_0 lastna frekvenca [1/s]

W energija nihanja [J]

m masa telesa [kg]

 s_0 amplituda [m]

M navor sile na nihajoče telo [Nm]

m masa nihajočega telesa [kg]

g težni pospešek [m/s²]

l razdalja težišča od osi [m]

 φ zasuk telesa [rd]J vztrajnostni moment telesa [kg/m²]

l' reducirana dolžina nihala [m]

W energija nihanja [J]

POZOR

 $\omega <$ krožna frekvenca $\frac{d\varphi}{dt}$

M navor sile [Nm]

D sučni koeficient vzmeti [Nm/(rd)]

J vztrajnostni moment [kg/m²] φ zasuk vzmeti [rd] φ_0 največji zasuk [rd]

W energija nihanja [J]

Valovanje

Potujoče valovanje

$$c = \lambda \nu$$

$$\nu = \frac{1}{t_0}$$

$$\omega = 2\pi\nu$$

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{x}{\lambda}$$

$$y = y_0 \sin \omega \left(t - \frac{x}{c} \right)$$

c hitrost širjenja valovanja [m/s]

λ valovna dolžina [m]

ν frekvenca [1/s]

t_0 nihajni čas valovnega izvora [s]

ω krožna frekvenca [(rd)/s]

$\Delta\varphi$ fazni premik med nihanjem delca in valovnega izvora [rd]

x razdalja od valovnega izvora [m]

y odmik delca [m]

y_0 največji odmik [m]

a) Hitrost transverzalnega valovanja na napeti vrvi ali struni:

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

$$c = \sqrt{\frac{FL}{m}}$$

c hitrost širjenja valovanja [m/s]

F sila, s katero je vrv napeta [N]

ρ gostota snovi [kg/m³]

m masa [kg]

S presek vrvi [m²]

b) Hitrost longitudinalnega valovanja

$$\text{v palici} \rightarrow c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

$$\text{v tekočini} \rightarrow c = \sqrt{\frac{\kappa}{\rho}}$$

$$\text{v plinih} \rightarrow c = \sqrt{\frac{\kappa p}{\rho}} = \sqrt{\kappa \frac{RT}{M}}$$

$$\text{ali } c = c_0 \sqrt{1 + \beta \Delta t}$$

$$\text{V zraku je } c = (331 + 0.6 \Delta t)$$

c hitrost širjenja valovanja [m/s]

E prožnostni modul [N/m²]

ρ gostota snovi [kg/m³]

κ Poissonova konstanta (za zrak $\kappa = 1.4$) [1]

χ stisljivost tekočine [m²/N]

p tlak plina [Pa]

R splošna plinska konstanta [J/K kmol]

T absolutna temperatura plina [K]

M kilomolska masa [kg]

c_0 hitrost zvoka pri 0°C [m/s]

β temperaturni koeficient prostorskega raztezka plina [1/K]

c) Hitrost zvoka

$$\text{v tekočini} \rightarrow c = \sqrt{\frac{1}{\kappa \rho}}$$

$$\text{v trdni snovi} \rightarrow c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

$$\text{v plinih} \rightarrow c = \sqrt{\frac{\kappa RT}{M}}$$

Stoječe valovanje

a) Transverzhalno: lastna nihanja strune (palice)

$$v_N = (N + 1) \frac{c}{2l} \rightarrow \text{če sta oba konca vpeta}$$

$$v_N = (2N + 1) \frac{c}{4l} \rightarrow \text{če je en konec prost, drugi vpet}$$

b) Longitudinalno: lastna nihanja zračnega stebra v piščali

$$v_N = (N + 1) \frac{c}{2l} \rightarrow \text{če sta obe strani: odprti ali zaprti}$$

$$v_N = (2N + 1) \frac{c}{4l} \rightarrow \text{če je ena odprta, druga zaprta}$$

Dopplerjev pojav

a) Izvor se giblje, opazovalec miruje

$$v_1 = \frac{v}{1 - \frac{v}{c}} \rightarrow \text{približevanje}$$

$$v_2 = \frac{v}{1 + \frac{v}{c}} \rightarrow \text{oddaljevanje}$$

b) Opazovalec se giblje, izvor miruje

$$v' = v \left(1 + \frac{v}{c} \right) \rightarrow \text{približevanje}$$

$$v'' = v \left(1 - \frac{v}{c} \right) \rightarrow \text{oddaljevanje}$$

Energija valovanja

a) Energijski tok skozi ploskev S

$$P = \frac{W}{t} = wSc$$

b) gostota energijskega toka (= jakost valovanja)

$$j = \frac{P}{S} = wc$$

ali

$$j = \frac{\rho v_0^2}{2} c$$

v_N lastna frekvenca [1/s]

N celo pozitivno št. ali 0 [$N = 0, 1, 2, 3, \dots$]

c hitrost valovanja (zvoka) [m/s]

l dolžina strune (palice) [m]

v frekvenca izvora [1/s]

c hitrost valovanja [m/s]

v hitrost gibanja izvora [m/s]

v_1, v_2 frekvenca, ki jo zazna opazovalec [1/s]

$$\text{Mach} \rightarrow \frac{1}{M} = \frac{c}{v}$$

$$c = 340 \text{ m/s}$$

v frekvenca izvora [1/s]

v_1, v_2 frekvenci valov, ki jih zazna opazovalec [1/s]

c hitrost valovanja [m/s]

v hitrost opazovalca [m/s]

P energijski tok [W]

W prenesena energija [J]

t čas prenašanja energije [s]

w gostota energije [J/m³]

S ploskev [m²]

c hitrost valovanja [m/s]

j gostota energijskega toka (jakost valovanja) [W/m²]

ρ gostota snovi [kg/m³]

v_0 hitrost pri prehodu skozi ravnovesno lego [m/s]

Odboj valovanja (refleksija)

a) linearno valovanje

Pri odboju na gostejšem sredstvu je (indeks 1 pred odbojem, indeks 2 po odboju)

$$y_2 = -y_1$$

$$\varphi_2 = \varphi_1 + \pi$$

$$x = N \frac{\lambda}{2}$$

Pri odboju na redkejšem sredstvu je

$$y_2 = y_1$$

$$\varphi_2 = \varphi_1$$

$$x = (2N + 1) \frac{\lambda}{2}$$

b) ravninsko valovanje

Odboj na ravni steni

$$\alpha = \beta$$

Lom na meji dveh sredstev

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2}$$

Interferenca na ravnini

$$r_2 - r_1 = d \sin \beta = N\lambda \text{ maksimum}$$

$$r_2 - r_1 = d \sin \beta = (2N + 1) \frac{\lambda}{2} \text{ minimum}$$

$$N_{\max} = \frac{d}{\lambda}$$

y elongacija nihajoče točke pred odbojno steno [m]

φ faza nihajoče točke pred odbojno steno [rd]

x oddaljenost vozlov od odbojne stene

λ valovna dolžina [m]

N celo pozitivno število ali 0 [N = 1, 2, 3, ...]

α vpadni kot [rd]

β odbojni kot [rd]

α vpadni kot [rd]

β lomni kot [rd]

c hitrost valovanja [m/s]

r oddaljenost od valovnega izvora [m]

d medsebojna razdalja dveh izvorov [m]

λ valovna dolžina [m]

N celo število [N = 1, 2, 3, ...]

β smer interferenčnih hiperbol [rd]

N_{\max} največje število maksimumov [1]

Elektrika

(sledí v drugem dokumentu z imenom »Fizika II« za program UNI)