

# FYZIKÁLNÍ VZORCE

## KINEMATIKA

Průměrná rychlost, rychlost rovnoměrného pohybu:  $v = \frac{s}{t}$

Zrychlení a dráha rovnoměrně zrychleného pohybu:

z klidu  $a = \frac{v}{t}, s = \frac{a}{2}t^2 = \frac{vt}{2}$

s počáteční rychlostí  $v_0$   $a = \frac{v-v_0}{t}, s = v_0t + \frac{a}{2}t^2 = \frac{(v+v_0)t}{2}$

Rychlost volného pádu  $v = gt = \sqrt{2gh}$

Dráha volného pádu  $s = \frac{g}{2}t^2$

Rovnoměrný pohyb po kružnici

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

úhlová rychlost  $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$

obvodová rychlost  $v = 2\pi rf = \frac{2\pi r}{T} = r\omega$

## DYNAMIKA

Hybnost  $p = mv$

Druhý pohybový zákon  $F = ma$

Tíhová síla  $F_G = mg$

Dostředivá síla  $F_d = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2r$

## MECHANICKÁ PRÁCE, VÝKON, ENERGIE

Mechanická práce  $W = Fs \cos \alpha = Pt$

Výkon  $P = \frac{W}{t} = Fv$

Účinnost  $\eta = \frac{W}{W_0} = \frac{P}{P_0}$

Kinetická energie  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

Potenciální energie  $E_p = mgh$

## GRAVITAČNÍ POLE

Gravitační síla (Newton. grav. zákon)  $F_g = \kappa \frac{m_1 m_2}{r^2}$

Intenzita gravitačního pole  $K = \frac{F_g}{m} = a_g = \kappa \frac{m}{r^2}$

Rychlost a dráha svislého vrhu  $v = v_0 \pm gt, s = v_0t \pm \frac{1}{2}gt^2$

Doba a výška výstupu  $T = \frac{v_0}{g}, H = \frac{v_0^2}{2g}$

Dráha vodorovného vrhu  $x = v_0t, y = \frac{1}{2}gt^2$

Kruhová rychlost  $v_k = \sqrt{\frac{\kappa M}{R+h}}$

Parabolická rychlost  $v_p = \sqrt{\frac{2\kappa M}{R+h}} = v_k \sqrt{2}$

Třetí Keplerův zákon  $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r_1^3}{r_2^3}$

## ELEKTRICKÉ POLE

Coulombův zákon  $F_e = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}, k = \frac{1}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r}$

Intenzita elektrického pole  $E = \frac{F_e}{Q} = k \frac{Q}{r^2}$

Elektrické napětí  $U = \varphi_A - \varphi_B = Ed$

Práce v homogenním elektrickém poli  $W = \varphi QU = QEd$

Kapacita vodiče  $C = \frac{Q}{U}$

Kapacita deskového kondenzátoru  $C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d}$

Sériové zapojení kondenzátorů  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}, U = U_1 + U_2$

Paralelní zapojení kondenzátorů  $C = C_1 + C_2, Q = Q_1 + Q_2$

## MECHANIKA TUHÉHO TĚLESA

Moment síly, moment dvojice sil  $M = F \cdot r, D = F \cdot d$

Těžiště tělesa  $x_T = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}$

Stabilita tělesa  $W = mg(h_1 - h_2)$

Moment setrvačnosti hmotného bodu, tenkého válce  $J = mr^2$   
 plného válce a koule  $J = \frac{1}{2} mr^2, J = \frac{2}{5} mr^2$

Kinetická energie rotačního pohybu  $E_K = \frac{1}{2} J\omega^2$

Třecí síla, valivý odpor  $F_t = fF_N, F_v = \xi \frac{F_N}{R}$

### MECHANIKA KAPALIN

Tlak vyvolaný vnější silou (Pascalův zákon)  $P = \frac{F}{S}$

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

Hydrostatický tlak  $p_h = h\rho g$

Vztlaková síla (Archimédův zákon)  $F_{VZ} = V\rho_k g$

Objemový průtok  $Q_v = \frac{V}{t} = Sv$

Rovnice kontinuity (spojitosti)  $S_1v_1 = S_2v_2$

Bernoulliho rovnice  $\frac{1}{2}\rho v_1^2 + p_1 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + p_2$

Rychlost vytékající kapaliny  $v = \sqrt{2gh}$

Odporová síla tekutin  $F_o = \frac{1}{2} C\rho S v^2$

### MOLEKULOVÁ FYZIKA A TERMIKA

Relativní atomová hmotnost  $A_r = \frac{m_a}{m_u}$

Relativní molekulová hmotnost  $M_r = \frac{m_m}{m_u}$

Látkové množství  $n = \frac{N}{N_A}$

Molární hmotnost  $M_m = \frac{m}{n} = A_r \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$

První termodynamický zákon  $\Delta U = W + Q$

Zákon zachování energie  $E = E_k + E_p + \Delta U = \text{konst}$

Měrná tepelná kapacita tělesa  $c = \frac{Q}{m\Delta t}$

Tepelná kapacita tělesa  $C = \frac{Q}{\Delta t} = cm$

Kalorimetrická rovnice  $m_1c_1(t - t_1) = m_2c_2(t_2 - t)$

Kalorimetrická rovnice obecně  $C(t - t_1) + m_1c_1(t - t_1) = m_2c_2(t_2 - t)$

### IDEÁLNÍ PLYN

Stavová rovnice ideálního plynu

Stavová změna ideálního plynu

Práce plynu při izobarickém ději

Účinnost kruhového děje

$$pV = NkT$$

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$$

$$W = p\Delta V$$

$$\eta = \frac{W'}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

### PEVNÉ LÁTKY

Normálové napětí

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

Relativní prodloužení

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

Hookeův zákon

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E} \frac{F}{S}, \sigma_n = E\varepsilon$$

Teplotní délková roztažnost

$$l = l_0(1 + \alpha\Delta t)$$

Teplotní objemová roztažnost

$$V = V_0(1 + \beta\Delta t)$$

### KAPALNÉ LÁTKY

Povrchové napětí

$$\sigma = \frac{F}{l}$$

Kapilární tlak

$$p_k = h\rho g = \frac{2\sigma}{r}$$

Teplotní objemová roztažnost

$$V = V_0(1 + \beta\Delta t)$$

Teplotní změna hustoty

$$\rho = \rho_0(1 - \beta\Delta t)$$

### ZMĚNY SKUPENSTVÍ

Měrné skupenské teplo tání

$$l_t = \frac{L_t}{m}$$

Měrné skupenské teplo vypařování

$$l_v = \frac{L_v}{m}$$

### ELEKTRICKÝ PROUD

Elektrický proud

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

Ohmův zákon pro část obvodu

$$I = \frac{U}{R}$$

Ohmův zákon pro celý obvod

$$I = \frac{U_e}{R_i + R}$$

Závislost odporu na vlastnostech vodiče

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Závislost odporu vodiče na teplotě

$$R = R_0(1 + \alpha\Delta t)$$

Sériové zapojení rezistorů

$$R = R_1 + R_2, U = U_1 + U_2$$

Paralelní zapojení rezistorů  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, I = I_1 + I_2$

Sériové zapojení zdrojů napětí  $U_e = U_{e1} + U_{e2}, R_i = R_{i1} + R_{i2}$

Paralelní zapojení zdrojů napětí  $U_e = U_{e1} = U_{e2}, \frac{1}{R_i} = \frac{1}{R_{i1}} + \frac{1}{R_{i2}}$

Práce elektrického proudu  $W = UIt = Pt$

Výkon elektrického proudu  $P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$

Účinnost elektrického proudu  $\eta = \frac{P}{P_0}$

Faradayův zákon elektrolýzy  $m = AQ = Alt$

### MAGNETICKÉ POLE

Magnetická síla na vodič s proudem  $F_m = BIl$

Magnetická síla na částici s nábojem  $F_m = Bev$

Ampérův zákon  $F_m = k \frac{I_1 I_2}{d} l, k = \frac{\mu}{2\pi}$ , pro vakuum  $k = 2 \cdot 10^{-7}$

Magnetický indukční tok  $\Phi = BS$

Faradayův zákon elektromagnetické indukce  $U_i = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, U_i = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

Indukované napětí při pohybu vodiče  $U_i = Blv$

Indukované napětí při vlastní indukci  $U_i = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

### OPTIKA

vlnová délka světla ve vakuu  $\lambda_0 = \frac{c}{f}$

vlnová délka světla v prostředí  $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{\lambda_0}{n}$

Index lomu  $n = \frac{c}{v}$

Zákon odrazu  $\alpha = \alpha'$

Zákon lomu  $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$

Zobrazovací rovnice  $\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{f}$

Ohnisková vzdálenost tenké čočky  $\frac{1}{f} = \left( \frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$

Optická mohutnost  $\varphi = \frac{1}{f}$

Příčné zvětšení  $Z = \frac{y'}{y} = - \frac{a'}{a} = - \frac{a' - f}{f} = - \frac{f}{a - f}$

Dráhový rozdíl  $d = k\lambda$

### ZÁKLADNÍ FOTOMETRICKÉ VELIČINY

světelný tok  $\Phi = 4\pi I$

osvětlení  $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta S} = \frac{I \cos \alpha}{r^2}$

### KVANTOVÁ FYZIKA

Energie fotonu  $E = hf = h \frac{c}{\lambda}$

Einsteinova rovnice (Fotoelektrický jev)  $E = W_v + \frac{1}{2} m_e v^2$

### ELEKTRONOVÝ OBAL, ATOMOVÉ JÁDRO

Energie elektronu na n-té hladině  $E_n = \frac{E_1}{n^2}$

Energie fotonu vyzářeného při přechodu elektronu z n-té hladiny na m-tou  $E = E_n - E_m$

Hmotnostní schodek ( úbytek)  $B = Zm_p + (A - Z)m_n - m_j$

Vazební energie  $E_j = Bc^2$

vazební energie na jeden nukleon  $\varepsilon_j = \frac{E_j}{A}$

### MECHANICKÉ KMITÁNÍ

#### Kinematika harmonického kmitání

Okamžitá výchylka  $y = y_m \sin(\omega t + \varphi)$

Úhlová frekvence  $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$

#### Dynamika harmonického kmitání

Harmonická síla  $F = -ky$

Tuhost pružiny  $k = \frac{mg}{\Delta l}$

Úhlová frekvence  $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$

Perioda, frekvence  $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}, f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

Kyvadlo

Úhlová frekvence  $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$

Perioda, frekvence  $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}, f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$

### MECHANICKÉ VLNĚNÍ A AKUSTIKA

Rovnice postupné vlny  $y = y_m \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$

Vlnová délka  $\lambda = vT = \frac{v}{f}$

Rychlost zvuku ve vzduchu  $v_t = (331,82 + 0,61t)m.s^{-1}$

### STŘÍDAVÝ PROUD

Efektivní hodnota napětí a proudu  $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}, I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$

Obvod střídavého proudu s rezistorem R

Rezistance  $R = \frac{U_m}{I_m}$

Okamžitá hodnota napětí  $u = U_m \sin(\omega t)$

Okamžitá hodnota proudu  $i = I_m \sin(\omega t)$

Obvod střídavého proudu s cívkou L

Induktance  $X_L = \frac{U_m}{I_m} = \omega L$

Okamžitá hodnota proudu  $i = I_m \left(\sin \omega t - \frac{\pi}{2}\right)$

Obvod střídavého proudu s kondenzátorem C

Kapacitance  $X_C = \frac{U_m}{I_m} = \frac{1}{\omega C}$

Okamžitá hodnota proudu  $i = I_m \left(\sin \omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

RLC obvod

Reaktance  $X = X_L - X_C$

Impedance  $Z = \sqrt{R^2 + X^2}, Z = \frac{U_m}{I_m}$

Výkon střídavého proudu  $P = UI \cos \varphi$

Transformační poměr transformátoru  $P = \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$

### PŘEHLED DŮLEŽITÝCH FYZIKÁLNÍCH KONSTANT

Avogadrova konstanta	$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Boltzmannova konstanta	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$
Elementární elektrický náboj	$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Gravitační konstanta	$\kappa = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$
Hmotnostní jednotka	$m_u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Hmotnost elektronu	$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Hmotnost protonu	$m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Hmotnost neutronu	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Normální tíhové zrychlení	$g_n = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$
Planckova konstanta	$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$
Permitivita vakua	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$
Permeabilita vakua	$\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ H.m}^{-1}$
Rychlost světla ve vakuu	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

### NĚKTERÉ VLASTNOSTI PRVKŮ A VODY

$A_r$  – relativní atomová hmotnost,  $\rho$  – hustota,  $c$  – měrná tepelná kapacita,  $t_t$  – teplota tání,  $t_v$  – teplota varu,  $l_t$  – měrné skupenské teplo tání,  $l_v$  – měrné skupenské teplo varu

Látka	$A_r$	$\rho$ [kg.m <sup>3</sup> ]	$c$ [J.kg <sup>-1</sup> .°C <sup>-1</sup> ]	$t_t$ [°C]	$t_v$ [°C]	$l_t$ [kJ.kg <sup>-1</sup> ]	$l_v$ [kJ.kg <sup>-1</sup> ]
cín	119	7 280	227	232	2720	59,6	1940
dusík	14,0		1040	-210	-196	25,5	198
hliník	27,0	2 700	896	660	2470	399	10500
kyslík	16,0		917	-218	-183	13,8	213
měď	63,5	8 930	383	1085	2570	204	4790
olovo	207	11 340	129	328	1740	23	8590
síra	32,1	2 060	720	113	445	38	326
stříbro	107,9	10 500	235	962	2210	111	2350
uhlík (d)	12,0	3 500	495	3650			
vodík	1,01		14300	-259	-253	58,2	454
zlato	197	19 290	129	1060	2810	64	1650
železo	55,8	7 860	450	1540	2750	289	6340
voda	18,0	1 000	4180	0	100	332	2260