

Část I

Struktura pevných látek

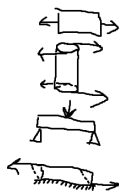
1 Krysatlografické soustavy

AAAAAAA

2 Deformace

- typy:

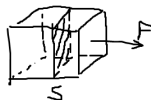
- tahem/tlakem
- kroucením
- ohybem
- smykem



3 Deformace tahem/tlakem

- Normálové napětí:

$$\sigma = F/S; [N/m^2] = [Pa]$$



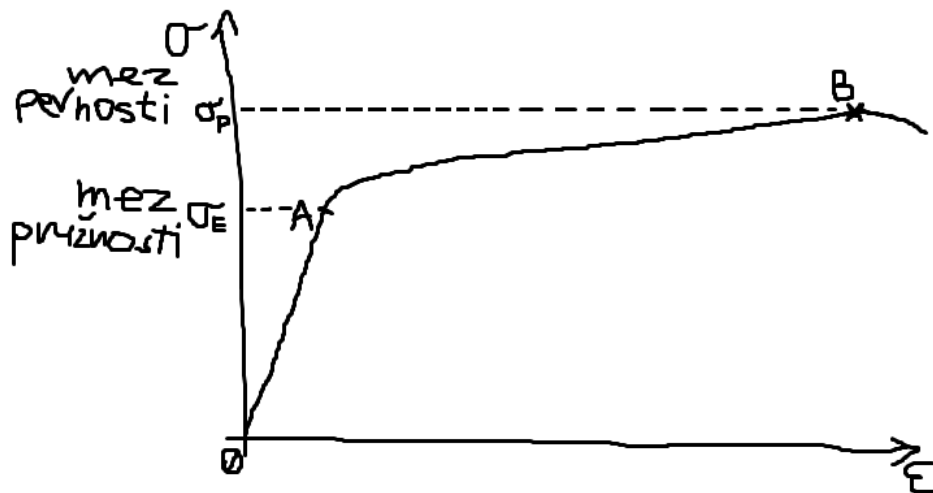
- Změna délky:

$$\Delta l = l - l_0; [m]$$

užitečnější většinou relativní prodloužení:

$$\varepsilon = \Delta l/l_0; [\text{bezrozm.}]$$

3.1 Deformační křivka



- lineární úsek (0 - A)

- pružná deformace
- vratná
- platí Hookův zákon:

$$\varepsilon \propto \sigma$$

tedy slovy: relativní prodloužení je přímo úměrné napětí (ano, to je symbol pro přímou úměrnost, zapamatujte si ho)

$$\sigma = E * \varepsilon$$

E - Youngův modul pružnosti (např. ocel = 220 GPa, cín = 55 GPa, tj. tlak potřebný, abychom objekt roztáhli na dvojnásobnou délku)

- nelineární deformace (A - B)
 - plastická deformace
 - protažení bylo dost velké, aby přesunulo atomy v krystalické mřížce na jiné místo
 - materiál tedy ztrácí schopnost se po deformaci vrátit do původního tvaru
 - při překročení meze pevnosti se materiál prostě trhá na dva kusy

3.1.1 Příklady

1. O kolik se protáhne ocelový drát když na něj zavěsíme závaží:

$$d = 1mm; l = 5m; m = 30kg; E = 220GPa$$

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{300}{\pi * 0,0005^2}$$

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

$$\varepsilon = \frac{F}{S * E} = \frac{\Delta l}{l_0}$$

$$\Delta l = \frac{F * l * 0}{S * E} = 8,7 * 10^{-3}m = 8,7mm$$

2. Na ocelové lanko zavěsíme závaží. Jak těžké může být, aby se lanko nepřetrhlo:

$$d = 1mm; \sigma_p = 1,3GPa; K = 5$$

- (a) závaží je v klidu
- (b) závaží se hýbe nahoru

$$a = 1m/s^2$$

- (c) jako kyvadlo OBRAZEKOBRAZEK

Část II

Změny skupenství

Př.: OBRAZEKOBRAZEK $m = 0,2kg$ a) teplota varu: 50 stupnu b) c(kap.) $c = Q/(m * \Delta t) = 200/(0,2 * 40) = 25 Jkg^{-1}K^{-1}$ c) c(plyn) $c = Q/(m * \Delta t) = 200/(0,2 * 20) = 50 Jkg^{-1}K^{-1}$ d) L_v – skupenské teplo varu [J] $L_v = 300J$ l_v = měrné skupenské teplo varu $l_v = L_v/m [Jkg^{-1}]$ $l_v = 300/0,2 = 1500Jkg^{-1}$

Pozn.: pro vodu: l_t (tání) = $332 J kg^{-1}$ $l_v = 2257 J kg^{-1}$

Př.: 1 kg vody z teploty -20 stupnu -i pára 100 stupnu, $P = 1 kW$ led -20 stupnu -i led 0 stupnu: ($c_{ledu} = 2100 J kg^{-1}$) $Q = m * c * \Delta t = 42 kJ$ -i 42 s led 0 stupnu -i voda 0 stupnu: $L_t = m * l_t = 332 kJ$ -i 5 min 32 s voda 0 stupnu -i voda 100 stupnu ($c_{vody} = 4180 J kg^{-1}$) $Q = m * c * \Delta t = 418 kJ$ -i 6 min 58 s voda 100 stupnu -i pára 100 stupnu: $L_v = m * l_v = 2257 kJ$ -i 37 min 37 s (to je šílený)

Pozn.: Hranaty graf platí u krystalických lasek, u amorfních lasek (kvůli nedokonalostem v uskupení) je graf obly OBRAZEKOBRAZEK AAAAAAAAAA REALNE TOHLE NEMAM SANCÍ DODELAT

Část III

Kmitání

Oscilátor: cokoliv co kmitá, např. kyvadlo, pravítko (lol)

4 Kinematika oscilátoru

Zjednodušení: uvažujeme tzv. harmonický oscilátor – nemá ztráty, kmitá stále stejně (grafem je sinusoida)
Značení: y – okamžitá výchylka y_m – maximální výchylka (max. amplituda), y je z $[-y_m; y_m]$ AAAAAAA T – perioda [s] f – frekvence [s^{-1} =Hz], $f * T = 1$ ω – úhlová frekvence (ekviv. úhlová rychlost), $\omega = \frac{\alpha}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ [s^{-1}] v – obvodová rychlost, $v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r f$ [ms^{-1}] Pozn.: Průmět přímoč. pohybu po kružnici na jedné ose je sinusoida – kmitání je točení v jedné ose Poloha: OBRAZEKOBRAZEK $y = y_m * \sin(\alpha)$, přejmenujeme $\rightarrow y_m$, $\alpha = \omega t \Rightarrow y = y_m * \sin(\omega t)$, popř. $y = y_m * \sin(\omega t + \phi_0)$, ϕ_0 – počáteční fáze (případný offset na začátku od nul. úhlu) Př.: pružinový oscilátor: $y_m = 10 cm$, $T = 1,2 s$ a) rovnice: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{5\pi}{3} s^{-1}$ $y = 0,1 * \sin(\frac{5\pi t}{3})$ b) poloha v čase $t=0,5 s$: $y = 0,1 * \sin(\frac{5\pi t}{6})$ POZOR RAD!!! $y = 5 cm$ Př.: Rychlost oscilátoru $\cos(\alpha) = v/v_0$ $v = v_0 * \cos(\alpha)$ 1) $\alpha = \omega * t$ 2) $v_0 = \omega * r$ 3) $r = y_m \Rightarrow v = \omega * y_m * \cos(\omega t + \phi_0)$ $v = \frac{2\pi}{1,1} * \cos(t)$

Zrychlení: OBRAZEKOBRAZEK $v_1 = \omega * r$ $a_d = \frac{v_1^2}{r} = \omega^2 * r = \omega^2 * y_m$

$a = a_d * \sin(\omega t + \phi_0)$ $a = \omega^2 * y_m * \sin(\omega t + \phi_0) = \omega^2 * y$ \Rightarrow velikost zrychlení je přímo úměrná okamžité odchylce $a_{max} = \omega^2 * y_m$

AAAAAAA hrozně moc pomooc

Př.: Závisí tuhost pružiny na počtu závitů ANO, k vlnovka $\frac{1}{n}$ AAAAAA progresivní pružina (damn liberals)

4.1 Fyzikální kyvadlo

- cokoliv zavěšeného mimo těžiště, tj. v rovnovážné poloze nad těžištěm
- mám těleso, jeho těžiště T, osu otáčení o a délku d mezi nimil

5 Tlumené kmitání

- kromě síly, která je $F \propto -y$ působí i odporová síla, $F_{ODP} \propto -v$, $F_{ODP} \propto -b * v$; b – součinitel lineárního odporu [kg/s] OBRAZEKOBRAZEK
- $y = y_m * e^{-\frac{bt}{2m}} * \sin(\omega' t + \phi_0)$
- důsledky
 1. je-li b malé ($b^2 \ll 4mk$); AAAAA Př.: tlumí se to velmi pomalu
 2. Je-li b velké ($b^2 > 4mk$), kmitání je ztlumeno tak moc, že ani nekmitá, nemá to dost velkou sílu – $\omega = \sqrt{\text{qrtzáporné číslo}}$ OBRAZEKOBRAZEK

6 Energie pružinového oscilátoru

- kinetická: $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m * y_m^2 * \omega^2 * \cos^2(\omega t) = \frac{1}{2}k * y_m^2 * \cos^2(\omega t)$
- $\cos(2x) = 2\cos^2(x) - 1$; $\cos^2(x) = \frac{1+\cos(2x)}{2}$ OBRAZEKOBRAZEK y a Ek
- potenciální: $E_p = W = \frac{1}{2}F * y$

7 Vlnění

- $y(x, t) = y_m \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}x - 2\pi ft + \phi\right)$