Fyzika druháku

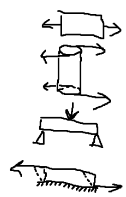
Část I
Struktura pevných látek

1 Krysatlografické soustavy

AAAAAAA

2 Deformace

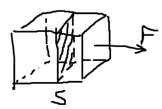
- typy:
  - tahem/tlakem
  - kroucením
  - ohybem
  - smykem



3 Deformace tahem/tlakem

- Normálové napětí:

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



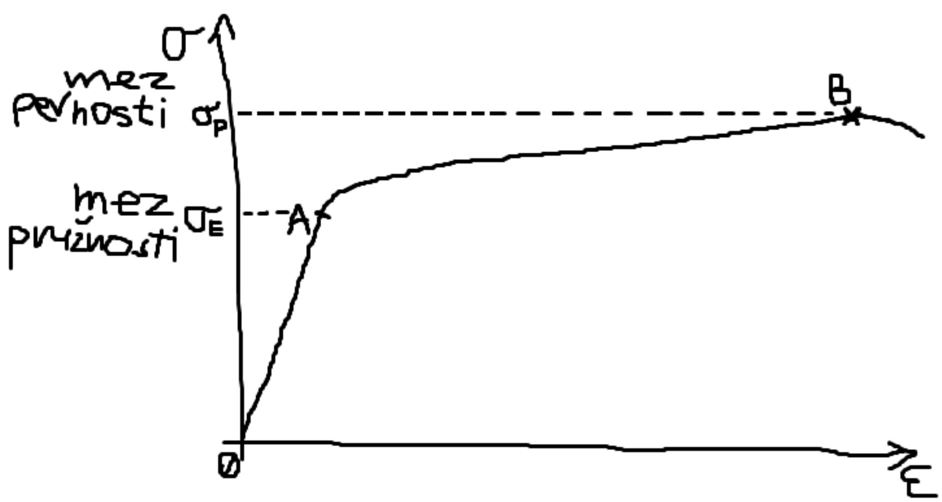
- Změna délky:

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

užitečnější většinou relativní prodloužení:

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

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 ztráci 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.) $c = Q/(m*deltat) = 200/(0,2*40) = 25$ $Jkg^{-1}K^{-1}$ c) c(plyn) $c = Q/(m*deltat) = 200/(0,2*20) = 50$ $Jkg^{-1}K^{-1}$ 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) $= 332Jkg^{-1}$ $l_v = 2257Jkg^{-1}$

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

Pozn.: Hranaty graf plati u krystalickych latek, u amorfnich latek (kvuli nedokonalostem v uskupeni) je graf obly OBRAZEKOBRAZEK AAAAAAAAA REALNE TOHLE NEMAM SANCI 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 $\to y_m$, $\alpha = \omega t \Rightarrow y = y_m * sin(\omega t)$, popř. $y = y_m * sin(\omega t + \phi_0)$, ϕ_0 – počáteční fáze (případný offset na začátku od nul. úhlu) Př.: pružinový oscilátor: $y_m = 10cm$, $T = 1,2s$ 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!!! $y = 5cm$ 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 linearního odporu $[kg/s]$ OBRAZEKOBRAZEK
- $y = y_m * e^{-\frac{bt}{2m}} * sin(\omega' t + \phi_0)$
- důsledky
  1. je-li b malé ($b^2 << 4mk$); AAAA 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 – ω = sqrtzáporné číslo OBRAZEKOBRAZEK

6 Energie pružinového oscilátoru

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

7 Vlnění

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

7.1 Interference vlnění

- skládání vlnění, když se vlny potkají, tak se jednoduše sečtou $y = y_1 + y_2$ OBRAZEKOBRAZEK
- pro jednoduchost budeme skládat vlnění se stejnou λ, f a s různou fází
- vlny můžeme jednoduše sčítat pomocí fázorů a kosinové věty
- speciální případy
  - fázory jsou identické – konstruktivní interference, dvakrát větší amplituda, stejná frekvence, vln. délka
  - fázory jsou protilehlé – destruktivní interference, nulová amplituda

7.2 Stojaté vlnění

- interference postupné a odražené vlny
- $y_1 = y_m sin(\omega t - kx)$
- $y_2 = y_m sin(\omega t + kx)$
- $y = y_1 + y_2 = y_m(sin(\omega t - kx) + sin(\omega t + kx)) = 2y_m cos(kx) sin(\omega t) = Y_m sin(\omega t)$ OBRAZEKOBRAZEK
- najdeme tady uzly (vždy 0, čili cos(kx)=0 čili v každém lichém násobku $\frac{\pi}{2}$) a kmitny (kmitají nejvíc, čili cos(kx)=max. čili v každém násobku π)
- odraz vlnění
  - pevný konec: po odrazu se otočí fáze, interferují tedy destruktivně a pevný konec je uzel (logicky)
  - volný konec: neotáčí se fáze, vznikne tedy kmitna
- Př.: stojaté vlnění na struně g

Část IV

Elektrostatika

- eletkrický náboj – Q [C – Coulomb] (analogie hmotnosti)

8 Elektrické pole

- intensita elektrického pole – $E^{\rightarrow} = \frac{F_e^{\rightarrow}}{Q}$ [N/C]
- směr $E^{\rightarrow}$ = směr síly na kladný náboj OBRAZEKOBRAZEK

8.1 Typy elektrického pole

8.1.1 Homogenní pole

- $E^{\rightarrow}$ = konst. OBRAZEKOBRAZEK

8.1.2 Radiální pole

- E = $\frac{k*\frac{Q_1Q_2}{r^2}}{Q_2} = k * \frac{Q_1}{r^2}$ OBRAZEKOBRAZEK

8.1.3 Dipólové pole

- dva náboje opačného znaménka – $Q_1 = Q_2$ OBRAZEKOBRAZEK

8.2 Potenciál elektrického pole

- $\phi = \frac{E_p}{Q}$ [J/C]; E_p – potenciální energie
- ekvipotenciální plochy – místa se stejným potenciálem – vždy kolmé na siločary

8.3 Práce, energie

- $W = F * s = F * s * cos\alpha$

8.3.1 V homogenním poli

- $E = \frac{F}{Q} = konst.$
- $F = EQ$
- $W = E * Q * s = E * Q * s * cos\alpha = E * Q * d; djevzdálenostkolmánasiločary$ OBRAZEKOBRAZEK elektricka$_p$$race$W = ΔE_p
- volba 0 u E_p: na záporné nebo uzemněné desce OBRAZEKOBRAZEK volt$_d$$eskaPotenciál$ $:\phi = \frac{E_p}{Q} = \frac{W}{Q} = \frac{EQd}{Q} = E * d$
- Rozdíl potenciálů = napětí $U = \Delta\phi$ [J/C]=[V]
- Intenzita: $E = \frac{U}{d}$ [V/m]
- Pozn: elektron urychlený napětím 1 V získá energii: $E = W = U * e = 1 * 1,6 * 10^{-19} J = 1eV$ – elektronvolt

8.3.2 V radiálním poli

- OBRAZEKOBRAZEK z A do B: $W = F * s$, ale F v bodě A je jiná než v B $\Rightarrow$ sílu nahradíme „průměrnou“ (geometrický průměrnou) silou mezi A a B
- $F_A = k * \frac{Q}{r_A^2}; F_B = k * \frac{Q}{r_B^2} \Rightarrow F_{prům} = \sqrt{F_A * F_B} = \frac{kQ}{r_A r_B}$
- $W = F_{prům} * s = k * \frac{Q_1 Q_2}{r_A r_B} * (r_B - r_A) = -kQ_1 Q_2 * \frac{1}{r} = E_p$

Pozn.: $F = k * \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$; $k = \frac{1}{4\pi\epsilon}$ ϵ – permitivita prostředí – „prostupnost prostředí pro el. pole“ $\epsilon_0 = 8,85 * 10^{-12} C^2 N^{-1} m^{-2}$ $\epsilon >= \epsilon_0$ $\epsilon_r - -relativnípermitivita$ vzduch – $\epsilon_r = 1,0006$ olivový olej – $\epsilon_r = 3,1$ sklo – $\epsilon_r = 5 - 16$ voda – $\epsilon_r = 82$

8.4 Látky v elektrickém poli

A) vodiče: náboje se mohou pohybovat OBRAZEKOBRAZEK vodic.png

- elektrostatická indukce – rozdělím vodič, zůstává trvale nabitý OBRAZEKOBRAZEK skin$_e ffect.pngplošnáhustot$ $-\sigma = \frac{Q}{S}$; z předch. vzorce: $E = \frac{Q}{S*\epsilon} \Rightarrow \sigma = E * \epsilon$

B) nevodiče: OBRAZEKOBRAZEK nevodic.png $\Rightarrow$ polarisuje se

- některé molekuly jsou už „z výroby“ polární, např. H_2O

8.5 Kapacita vodiče

- při nabíjení vodiče nábojem Q se zvyšuje jeho napětí U přímo úměrně

$Q \propto U$ $Q = C * U$

- C - kapacita vodiče $[C/V] = [F]$ – farad

Př.: Určete kapacitu koule r = 10 cm $C = \frac{Q}{U} = \frac{Q}{k*\frac{Q}{r}} = \frac{r}{k} = 4\pi\epsilon r = 4\pi * 8,85 * 10^{-12} * 0,1 = 11pF$

- koule s kapacitou 1 F by měla 9*10$^9 m, protopoužívámepF, nF, mkFsamostatnývodičmákapacitumalou \Rightarrow$ vhodným tvarem ji můžeme zvětšit

$\Rightarrow$ • KONDENSÁTOR

  - deskový
  - válcový OBRAZEKOBRAZEK kondensator.png

Př.: Deskový kondenzátor: S = 20 cm$^2, d = 5cm, C = ?$C = Q$\overline{U = \frac{Q}{E*d} = \frac{Q}{\frac{Q*d}{S*\epsilon}} = \epsilon_{pr.mezideskami} * \frac{S}{d}}$