Fyzika druháku

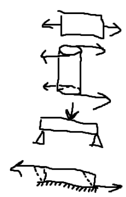
Část I
Struktura pevných látek

1 Krystalografické soustavy

AAAAAAA

2 Deformace

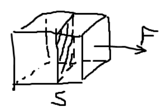
- typy:
  - tahem/tlakem
  - kroucením
  - ohybem
  - smykem



3 Deformace tahem/tlakem

- Normálové nápětí:

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



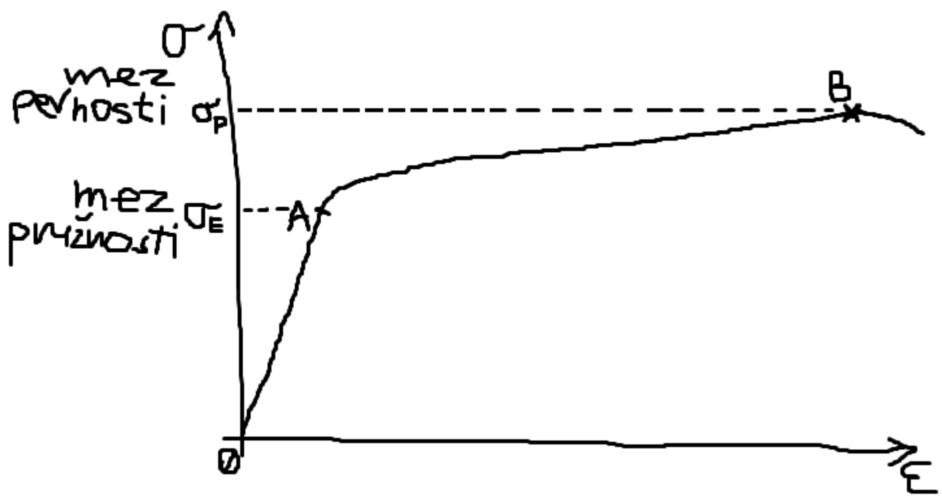
- Změna délky:

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

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)

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

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:

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

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{300}{\pi \cdot 0,0005^2}$$
$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$
$$\varepsilon = \frac{F}{S \cdot E} = \frac{\Delta l}{l_0}$$
$$\Delta l = \frac{F \cdot l \cdot 0}{S \cdot E} = 8,7 \cdot 10^{-3} m = 8,7mm$$

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.) $c = Q/(m) = 200/(0,2{\cdot}40) = 25$ $Jkg^{-1}K^{-1}$ c) c(plyn) $c = Q/(m) = 200/(0,2{\cdot}20) = 50$ $Jkg^{-1}K^{-1}$ 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: ($c_{ledu} = 2100Jkg^{-1}$) $Q = m \cdot c = 42kJ$ -¿ 42 s led 0 stupnu -¿ voda 0 stupnu: $L_t = m \cdot l_t = 332kJ$ -¿ 5 min 32 s voda 0 stupnu -¿ voda 100 stupnu ($c_{vody} = 4180Jkg^{-1}$) $Q = m \cdot c = 418kJ$ -¿ 6 min 58 s voda 100 stupnu -¿ pára 100 stupnu: $L_v = m \cdot l_v = 2257kJ$ -¿ 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], $f \cdot T = 1$ 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 $y = y_m \cdot \sin(\alpha)$, přejmenujeme $\rightarrow y_m$, $\alpha = \omega t \Rightarrow y = y_m \cdot \sin(\omega t)$, popř. $y = y_m \cdot \sin(\omega t + \phi_0)$, ϕ_0 – počáteční fáze (případný offset na začátku od nul. úhlu) Př.: pružinový oscilátor: $y_m = 10cm$, $T = 1,2s$ a) rovnice: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{5\pi}{3}s^{-1}$ $y = 0,1 \cdot \sin(\frac{5\pi t}{3})$ b) poloha v čase t=0,5 s: $y = 0,1 \cdot \sin(\frac{5\pi t}{6})$ POZOR RAD!!! $y = 5cm$ Př.: Rychlost oscilátoru $\cos(\alpha) = v/v_0$ $v = v_0 \cdot \cos(\alpha)$ 1) $\alpha = \omega \cdot t$ 2) $v_0 = \omega \cdot r$ 3) $r = y_m \Rightarrow v = \omega \cdot y_m \cdot \cos(\omega t + \phi_0)$ $v = \frac{2\pi}{1,1} \cdot \cos(t)$

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

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

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, $F_{ODP} \propto -v, F_{ODP} \propto -b \cdot v$; b – součinitel linearního odporu $[kg/s]$ OBRAZEKOBRAZEK
- $y = y_m \cdot e^{-\frac{bt}{2m}} \cdot \sin(\omega' t + \phi_0)$
- 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: $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \cdot {y_m}^2 \cdot \omega^2 \cdot \cos^2(\omega t) = \frac{1}{2}k \cdot {y_m}^2 \cdot \cos^2(\omega t)$
- $cos(2x) = 2\cos^2(x) - 1$; $\cos^2(x) = \frac{1+cos(2x)}{2}$ OBRAZEKOBRAZEK y a Ek
- potenciální: $E_p = W = \frac{1}{2}F \cdot y$

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 – $\overrightarrow{E} = \frac{\overrightarrow{F_e}}{Q}$ [N/C]
- směr $\overrightarrow{E}$ = směr síly na kladný náboj OBRAZEKOBRAZEK

8.1 Typy elektrického pole

8.1.1 Homogenní pole

- $\overrightarrow{E}$ = konst. OBRAZEKOBRAZEK

8.1.2 Radiální pole

- E = $\frac{k \cdot \frac{Q_1 Q_2}{r^2}}{Q_2} = k \cdot \frac{Q_1}{r^2}$ 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

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

8.3.1 V homogenním poli

- $E = \frac{F}{Q} = konst.$
- $F = EQ$
- $W = E \cdot Q \cdot s = E \cdot Q \cdot s \cdot \cos\alpha = E \cdot Q \cdot d$; d je vzdálenost kolmá na siločary OBRAZEKOBRAZEK elektricka_prace
- $W = \Delta E_p$
- volba 0 u E_p: na záporné nebo uzemněné desce OBRAZEKOBRAZEK volt_deska
- Potenciál: $\phi = \frac{E_p}{Q} = \frac{W}{Q} = \frac{EQd}{Q} = E \cdot d$
- Rozdíl potenciálů = napětí $U = \Delta\phi$ [J/C]=[V]
- Intenzita: $E = \frac{U}{d}$ [V/m]
- Pozn: elektron urychlený napětím 1 V získá energii: $E = W = U \cdot e = 1 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} J = 1eV$ – elektronvolt

8.3.2 V radiálním poli

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

Pozn.: $F = k \cdot \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$; $k = \frac{1}{4\pi\epsilon}$ ϵ – permitivita prostředí – „prostupnost prostředí pro el. pole“ $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} C^2 N^{-1} m^{-2}$ $\epsilon >= \epsilon_0$ ϵ_r – relativní permitivita 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_effect.png
- plošná hustota náboje – $\sigma = \frac{Q}{S}$; z předch. vzorce: $E = \frac{Q}{S \cdot \epsilon} \Rightarrow \sigma = E \cdot \epsilon$

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

$Q \propto U$ $Q = C \cdot U$

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

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

- koule s kapacitou 1 F by měla $9 \cdot 10^9$ m, proto používáme pF, nF, mkF
- samostatný vodič má kapacitu malou $\Rightarrow$ vhodným tvarem ji můžeme zvětšit

$\Rightarrow$ KONDENSÁTOR

8.5.1 Kondensátor

- deskový
- válcový OBRAZEKOBRAZEK kondensator.png

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

- Spojování kondensátorů
  a) paralelně:
    * shodné napětí $U = U_1 = U_2$
    * náboj se rozdělí $Q = Q_1 + Q_2$; $\frac{Q}{U} = \frac{Q_1}{U_1} + \frac{Q_2}{U_2}$; $C = C_1 + C_2$

b) seriově:

* shodný náboj $Q = Q_1 + Q_2$
* napětí se rozdělí $U = U_1 + U_2$; $\frac{U}{Q} = \frac{U_1}{Q_1} + \frac{U_2}{Q_2}$; $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

- $E = W! = Q \cdot U$ – platí jen je-li U = konst.
- v kondensátoru je napětí přímo úměrné náboji, tedy v grafu „trojúhelník“, tedy $E = W = \frac{Q \cdot U}{2} = \frac{C \cdot U^2}{2}$

Část V
Elektrodynamika

9 Elektrický proud

- usměrněný pohyb nosičů náboje (elektrony, ionty)
- $I = \frac{Q}{t}; [C/s] = [A]$

Př.: Rychlost elektronu ve vodiči způsobená tepelným pohybem je asi milion m/s (neuspoř. pohyb). Určete unášivou rychlost elektronu (driftová rychlost) při průtoku proudu 1 A měděným vodičem s průřezem 1 mm^2. ρ (Cu) = 8300 kg/ m^3, A_r (Cu) = 63,5 a 1 elektronu z každého atomu mědi vede el. proud.

Za 1 s projde projde průřezem 1C (protože vedeme 1 A), což je $\frac{1}{e} = \frac{1}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 6 \cdot 10^{18}$ ks elektronů

Hmotnost $6 \cdot 10^{18}$ atomů mědi:

1 atom: $A_r \cdot u = 63,5 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 10^{-25}$ kg

$6 \cdot 10^{18}$ atomů: $6 \cdot 10^{-7}$ kg ... objem: $V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow h = \frac{m}{\rho \cdot S} = 7 \cdot 10^{-5} m$

$\Rightarrow v = 10^{-4}$ m/s

Pozn.: I je skalár, ale má def. směr (a ten je proti směru toku elektronů, tedy z kladného na záporný)
Pozn.: Proud měříme ampérmetrem, který se zapojuje sériově

Část VI
Elektrodynamika?

- R_i – $10^{-1} - 10^{1}\omega$ (baterie) – měkké zdroje
- R_i – $10^{-3}\omega$ (olověný akumulátor) – tvrdé zdroje

achjo mi toho tak moc chybí

- katodové záření – proud elektronů ve vakuu OBRAZEKOBRAZEK katodove_zareni.png, když tento obvod zapojíme v opačném směru elektrony se nám nahromadí a nebudou proudit – máme elektronku (diodu), využití katodového záření jako CRT monitorů, elektronek, jako jeden z typů elektronového mikroskopu, jako způsob výroby rentgenového záření

Část VII
Magnetismus

Magnetická indukce: $B = \frac{F_n}{I \cdot l}$ [T] – Tesla
Magnetická síla: $\overrightarrow{F_n} = I \cdot (\overrightarrow{l} \times \overrightarrow{B})$

$\Rightarrow F_n$ kolmé na l; F_n kolmé na B; B, l svírají lib. úhel

$\Rightarrow \overrightarrow{l} \parallel \overrightarrow{B} \Rightarrow \overrightarrow{F_n} = 0$ jinak $F_n = B \cdot I \cdot l \cdot \sin\alpha$

OBRAZEKOBRAZEK indukce_1.png

směr F_n: Flemingovo pravidlo LEVÉ ruky: prsty – směr proudu; do dlaně – vstupující siločary; palec – směr F_n

Náboj v mag. poli: $\overrightarrow{F_n} = I \cdot (\overrightarrow{l} \times \overrightarrow{B}) = \frac{Q}{t} \cdot (\overrightarrow{l} \times \overrightarrow{B}) = Q(\frac{\overrightarrow{l}}{t} \times B)$
$\overrightarrow{F_n} = Q \cdot (\overrightarrow{v} \times \overrightarrow{B})$

Př.: částice vlétne rychlostí v do mag. pole

a) ve směru siločar – $F_n = 0$ ($\overrightarrow{v}$ a $\overrightarrow{B}$ rovnob.)

b) kolmo na siločáry – udělá půlkroužek a poletí ven OBRAZEKOBRAZEK urychlovac_castic.png

využití

- vychylování el. svazku v CRT
- kruhové urychlovače částic (cyklotrony) OBRAZEKOBRAZEK cyklotron.png

Př.: 2 rovnoběžné vodiče se stejným směrem proudu – budou se přitahovat
velikost síly prvního na druhý: $F_{12} = B_1 \cdot I_2 \cdot l = \frac{\mu I_1}{2\pi d} \cdot I_2 \cdot l$
velikost síly druhého na první: $F_{21} = \frac{\mu I_2}{2\pi d} \cdot I_1 \cdot l \Rightarrow F_{12} = F_{21} = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{I_1 I_2 l}{d}$

Př.: Smyčka s proudem v magnetickém poli OBRAZEKOBRAZEK civecka_1.png, civecka_2.png magnetické pole cívky se natočí tak, aby bylo souhlasné s polem magnetů – když ale potom cíku přeopoluju bude se točit dál – mám motor!

10 Látky v magnetickém poli

- každá látka složená z atomů, které v sobě mají pohybující se elektrony, o kterých můžeme uvažovat jako o hýbajících se nosičích náboje – každá látka tak bude mít nějakou reakci na magnetické pole (většina ale velmi slabou), podle reakcí se látky dělí do skupin:
  - diamagnetické – nátačí své pole opačně, tedy mag. pole trochu zeslabuje (tj. snižují permeabilitu – realtivní permeabilita jako kladný násobek permeability vakua), těmito látkami je asi polovina látek v periodické tabulce (např. zlato, rtuť)
  - paramagnetické – natáčí své pole shodně, tedy mag. pole lehce zesilují (tj. zvyšují permeabilitu), druhá polovina periodické tabulky (např. chrom)
  - feromagnetické – realtivní permeabilita v řádech 10^5 – drasticky zesilují magnetické pole, těmito jsou železo, kobalt a nikl, zesilují pole tak moc, protože se v nich nenatáčejí do vnějšího magnetického pole jednotlivé atomy, ale tzv. domény – skupiny atomů se shodně natočeným magnetickým polem
- využití paramagnetických látek – podle hysterezní křívky materiály dělíme na mag. tvrdé a mag. měkké látky OBRAZEKOBRAZEK hysterezni_krivka.png
  - magneticky tvrdé látky – permanentní magnety, HDD – zápis pomocí magnetace disku

11 Nestacionární pole

nechapu to ne ok trochu to chapu