



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

FYZIKA PRO II. ROČNÍK GYMNÁZIA

5. STRUKTURA A VLASTNOSTI PEVNÝCH LÁTEK

Mgr. Monika Bouchalová

Gymnázium, Havířov-Město, Komenského 2, p.o.

Tato prezentace vznikla na základě řešení projektu OPVK, registrační číslo: CZ.1.07/1.1.24/01.0114
s názvem

„PODPORA CHEMICKÉHO A FYZIKÁLNÍHO VZDĚLÁVÁNÍ NA GYMNÁZIU KOMENSKÉHO V HAVÍŘOVĚ“

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

1. krystalické a amorfní látky
2. krystalická mřížka
3. poruchy krystalické mřížky
4. typy krystalů podle vazeb mezi částicemi
5. deformace pevného tělesa
6. síla pružnosti, normálové napětí
7. Hookův zákon pro pružnou deformaci
8. teplotní roztažnost pevných těles
9. teplotní roztažnost v praxi

5.1. KRYSTALICKÉ A AMORFNÍ LÁTKY

Krystalické látky

částice jsou uspořádány pravidelně tzv. **dalekodosahovým** uspořádáním, do krystalické mřížky.

A) monokrystaly

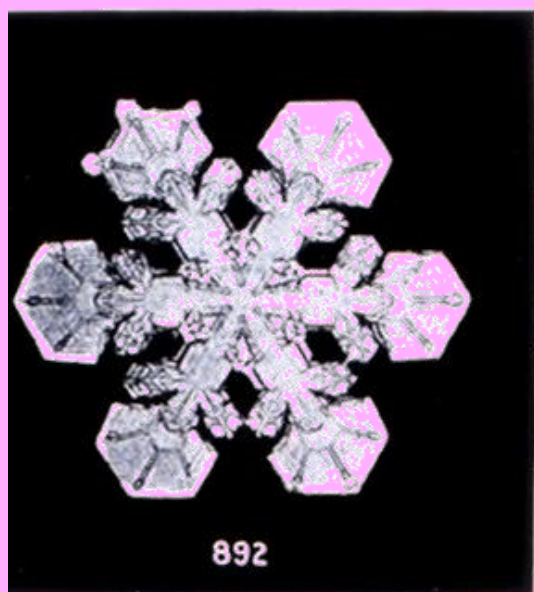
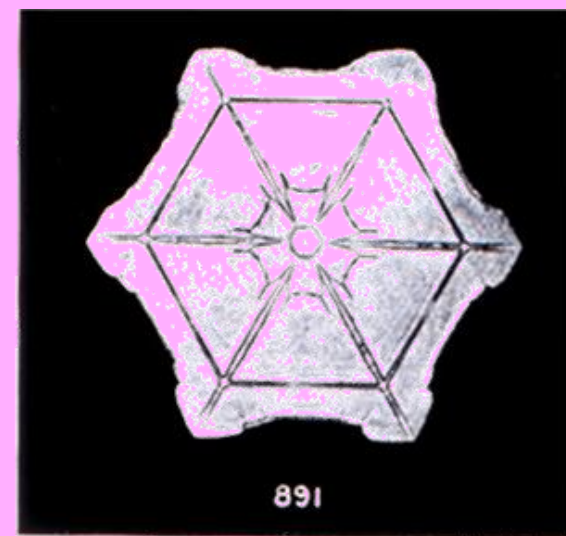
- rozložení částic se periodicky opakuje,
- mohou mít pravidelný tvar (kamenná sůl NaCl, křemen SiO₂ ametyst, růženín, diamant)
- jsou **anizotropní** – některé vlastnosti jsou závislé na směru vzhledem ke stavbě krystalu (slída)
- umělé – rubín,
- polovodičové látky (křemen, germanium)

5.1. KRYSTALICKÉ A AMORFNÍ LÁTKY

B) polykrystaly

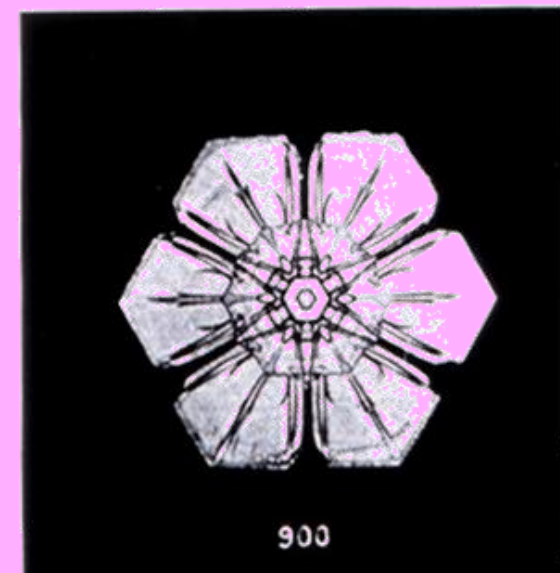
- krystaly s nahodilou strukturou
- **izotropní** – ve všech směrech je určitá vlastnost stejná (např. roztažnost)
- Příklad: kovy, zeminy, prach

5.1. KRYSTALICKÉ A AMORFNÍ LÁTKY



Obr.: 1 - Sněhové vločky

5.1. KRYSTALICKÉ A AMORFNÍ LÁTKY



Obr.: 2 - Sněhové vločky

5.1. KRYSTALICKÉ A AMORFNÍ LÁTKY

Amorfní látky – beztvaré

- nemají pravidelné uspořádání částic
- uspořádání - tzv. **krátkodosahové** je omezeno na kratší vzdálenost - 10^{-8} m, s rostoucí vzdáleností pravidelnost klesá
- jsou **izotropní**
- **polymery** – amorfní látky organického původu
 - guma
 - kaučuk
 - celulóza
 - bavlna
 - bílkoviny

5.1. KRYSTALICKÉ A AMORFNÍ LÁTKY

Amorfní látky - příklady

- sklo
- pryskyřice
- vosk
- asfalt
- saze
- jantar
- masti
- gely
- koks
- dřevěné uhlí

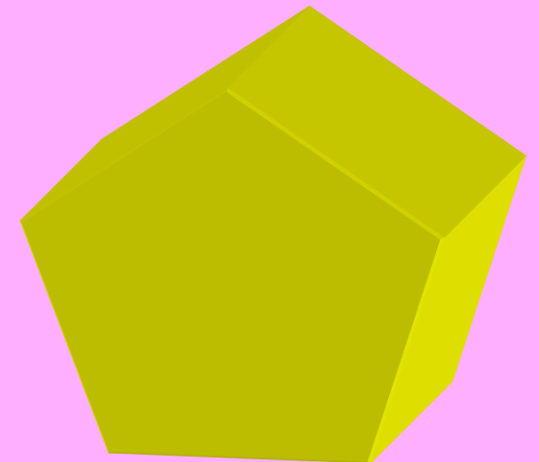
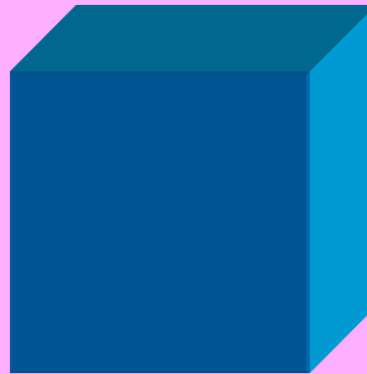
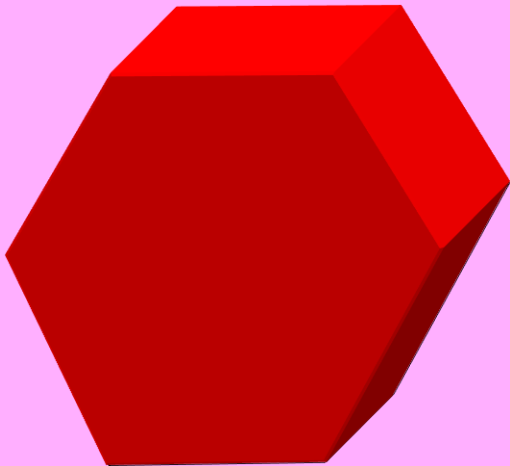
5. 2. IDEÁLNÍ KRYSTALOVÁ MŘÍŽKA

Krystalová mřížka

je struktura, kterou vytvářejí pravidelně uspořádané částice krystalické látky. (atomy, ionty, molekuly)

Elementární buňka

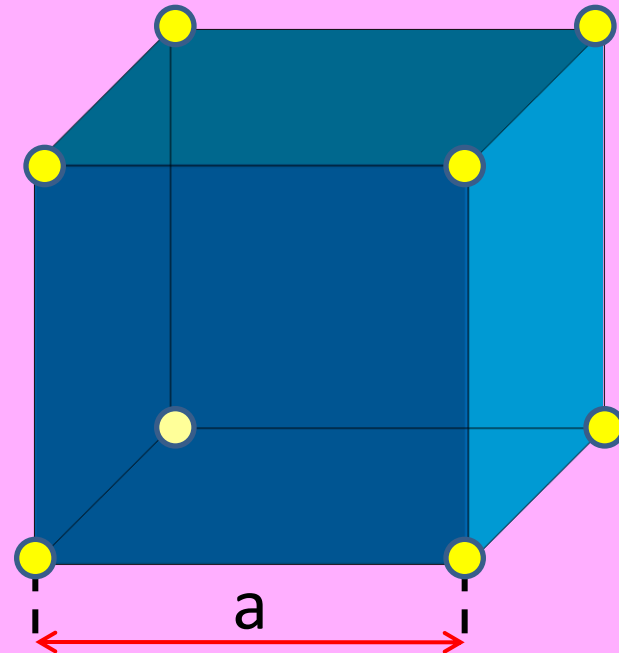
rovnoběžnostěn, v němž jsou umístěny jednotlivé částice (zakreslujeme jejich rovnovážné polohy.)



5. 2. IDEÁLNÍ KRYSTALOVÁ MŘÍŽKA

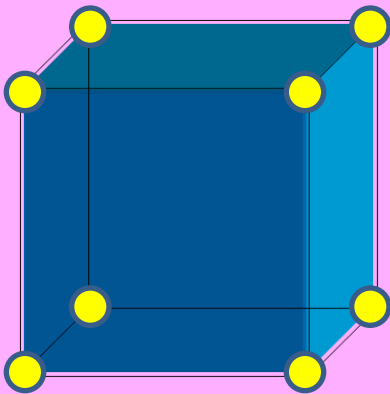
Struktura krystalu je určena

- mřížkovým parametrem
(konstanta a)
délka hrany základní buňky (0,1 nm)
- rozmístěním částic



5. 2. IDEÁLNÍ KRYSTALOVÁ MŘÍŽKA

**Kubická elementární buňka
prostá – částice ve vrcholech**

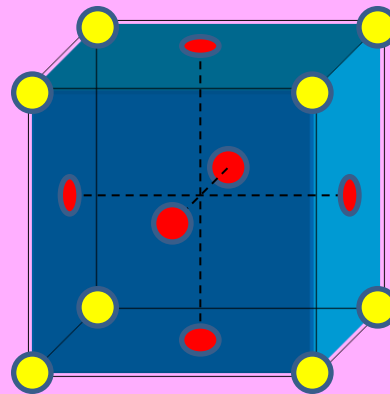
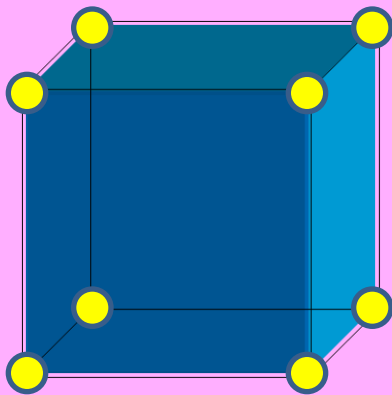


5. 2. IDEÁLNÍ KRYSTALOVÁ MŘÍŽKA

Kubická elementární buňka

prostá – částice ve vrcholech

plošně centrovaná – částice ve vrcholech
a ve středech stěn



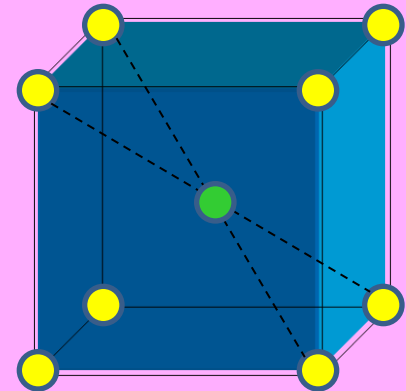
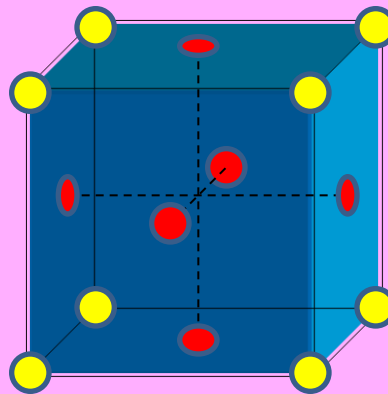
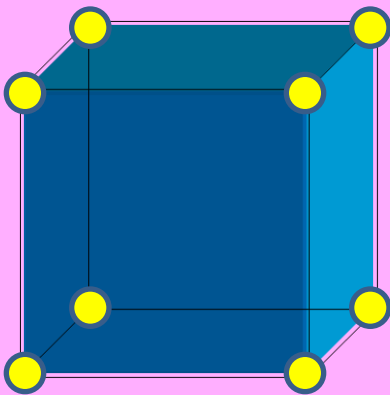
5. 2. IDEÁLNÍ KRYSTALOVÁ MŘÍŽKA

Kubická elementární buňka

prostá – částice ve vrcholech

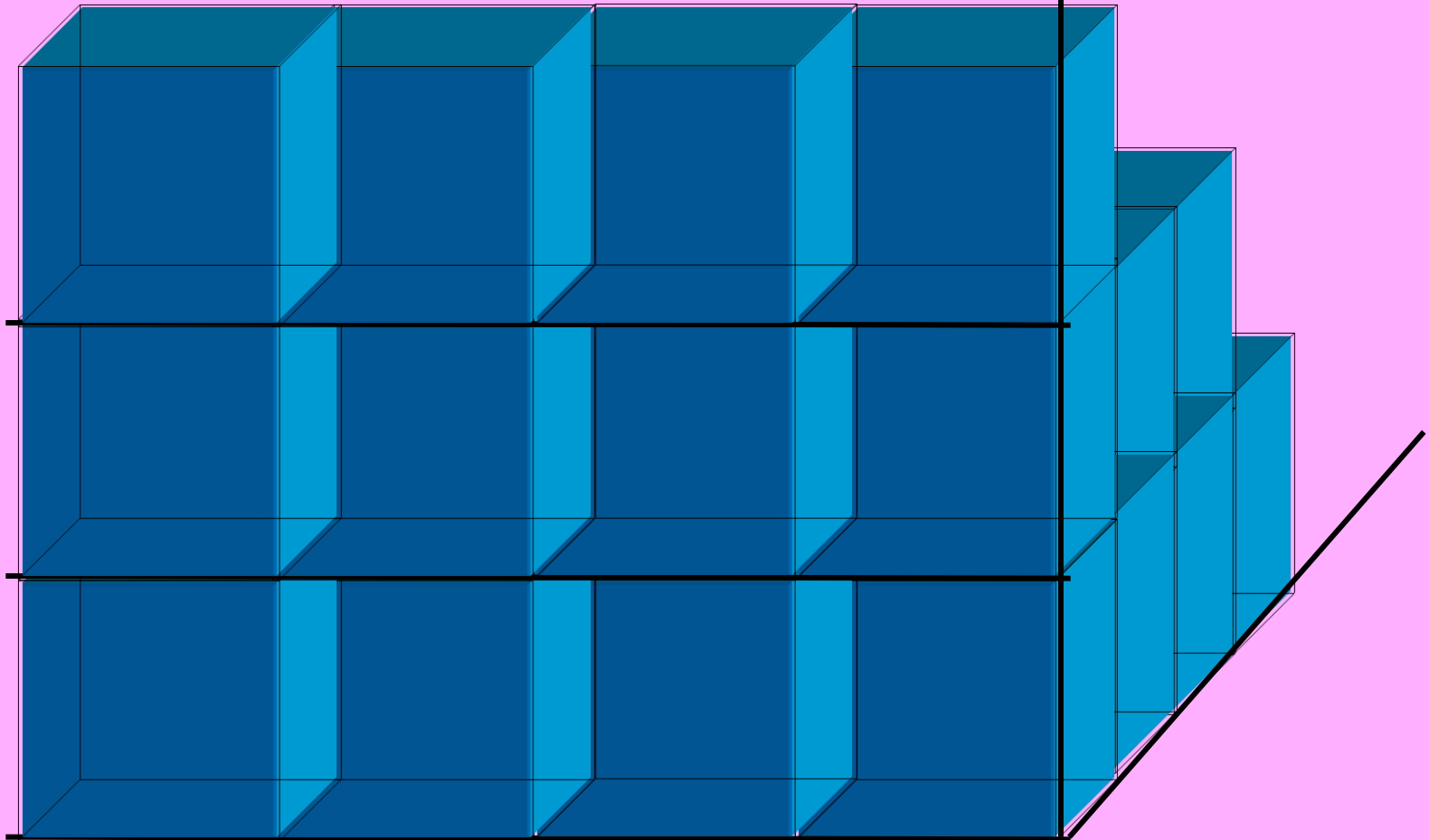
plošně centrovaná – částice ve vrcholech
a ve středech stěn

prostorově centrovaná – částice ve vrcholech
a uprostřed



5. 2. IDEÁLNÍ KRYSTALOVÁ MŘÍŽKA

Ideální krystalová mřížka je soustava pravidelně rozmístěných částic, která vznikne, jestliže základní buňku opakovaně posouváme podél prodloužených hran.

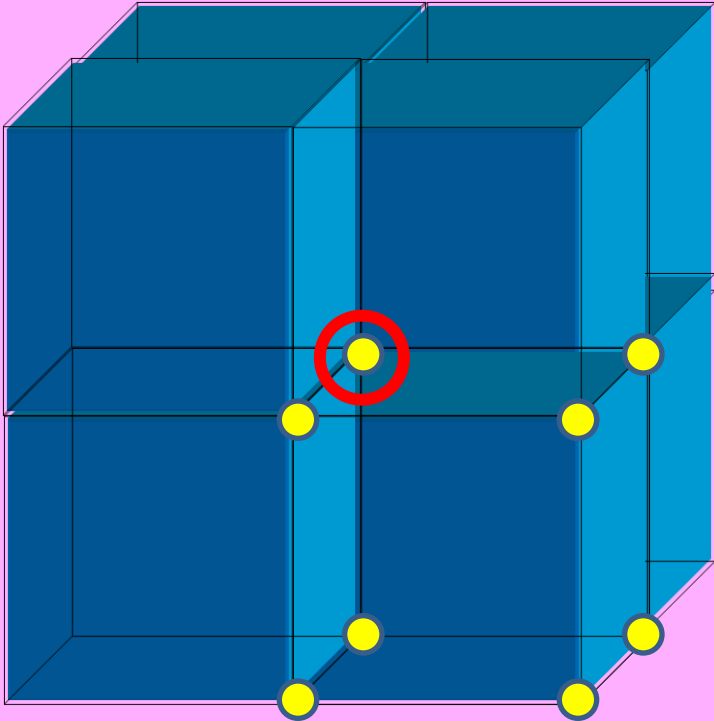


5. 2. IDEÁLNÍ KRYSTALOVÁ MŘÍŽKA

Kolik atomů připadá na jednu základní buňku

a) v prosté krychlové mřížce?

$$P = 1$$



8 vrcholů, každý vrchol
pro 8 sousedních buněk

$$8 \cdot \frac{1}{8} = 1$$

5. 2. IDEÁLNÍ KRYSTALOVÁ MŘÍŽKA

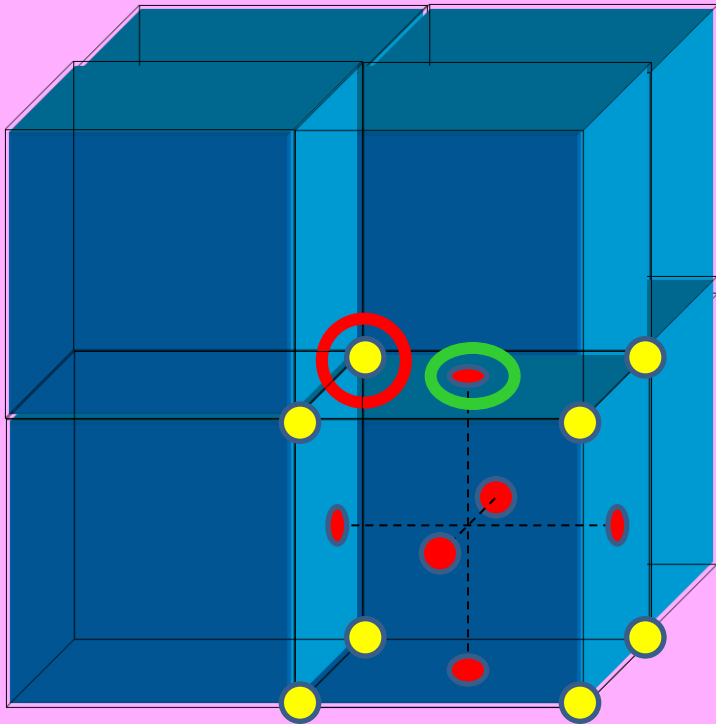
Kolik atomů připadá na jednu základní buňku

a) v prosté krychlové mřížce?

$$P = 1$$

b) v plošně centrované krychlové mřížce?

$$P = 1 + 3 = 4$$



8 vrcholů, každý vrchol
pro 8 sousedních buněk

$$8 \cdot \frac{1}{8} = 1$$

6 ploch, každá plocha
pro 2 sousední buňky

$$6 \cdot \frac{1}{2} = 3$$

5. 2. IDEÁLNÍ KRYSTALOVÁ MŘÍŽKA

Kolik atomů připadá na jednu základní buňku

a) v prosté krychlové mřížce?

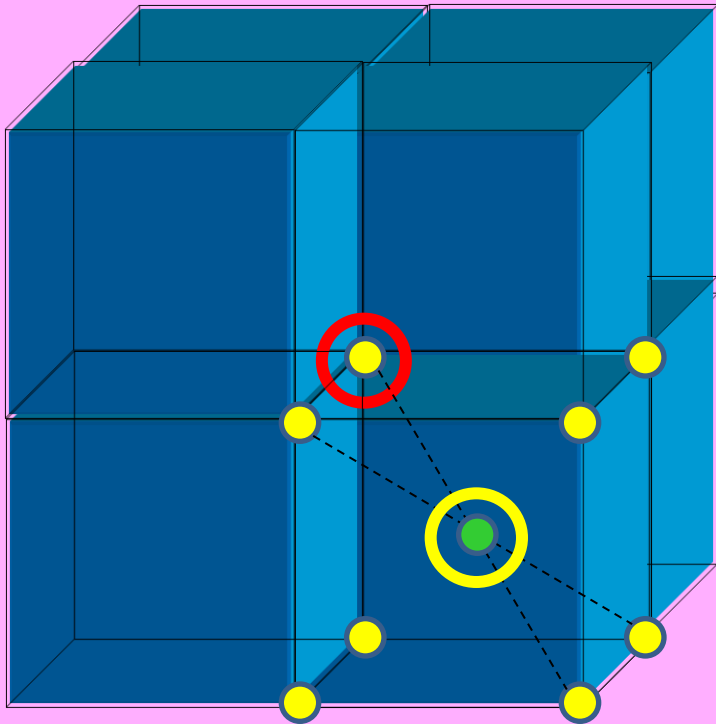
$$P = 1$$

b) v plošně centrované krychlové mřížce?

$$P = 1 + 3 = 4$$

c) v prostorově centrované krychlové mřížce?

$$P = 1 + 1 = 2$$



8 vrcholů, každý vrchol
pro 8 sousedních buněk

$$8 \cdot \frac{1}{8} = 1$$

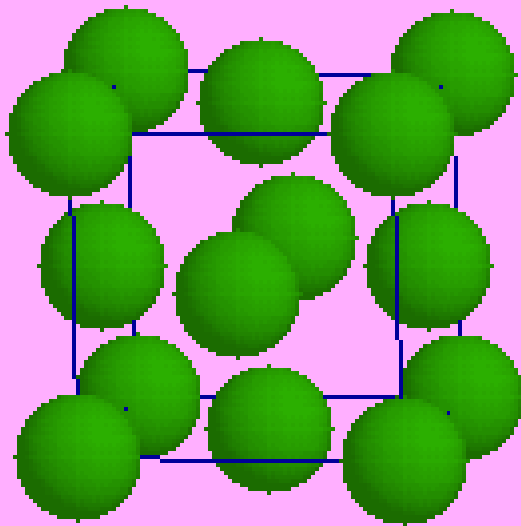
1 ve středu

$$1$$

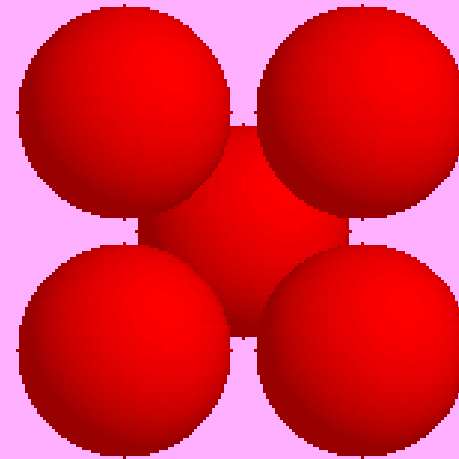
5. 2. IDEÁLNÍ KRYSTALOVÁ MŘÍŽKA

Příklady:

- **prostá** – v přírodě výjimečně (radioaktivní plutonium α)
- **plošně centrovaná** – kovy (Ni, Cu, Ag, Au, Fe, Pb)
- **prostorově centrovaná** – kovy (Li, Na, K, Cr, W, Fe $_{\alpha}$)



Obr.: 4 - Struktura mědi, Cu.

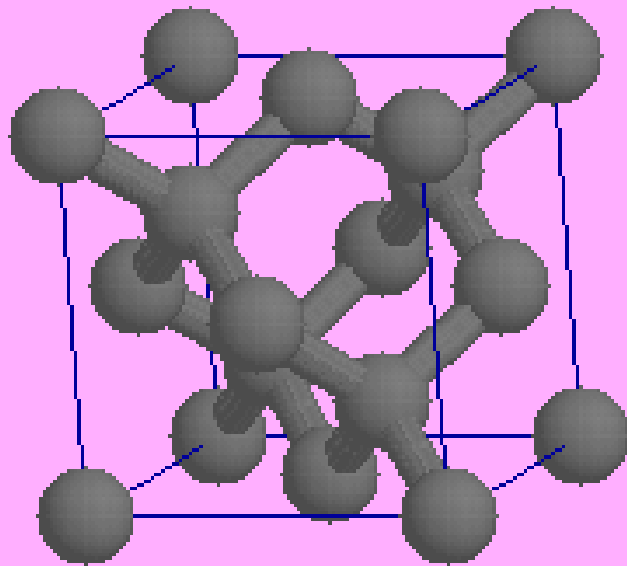


Obr.: 3 - Struktura cézia, Cs.

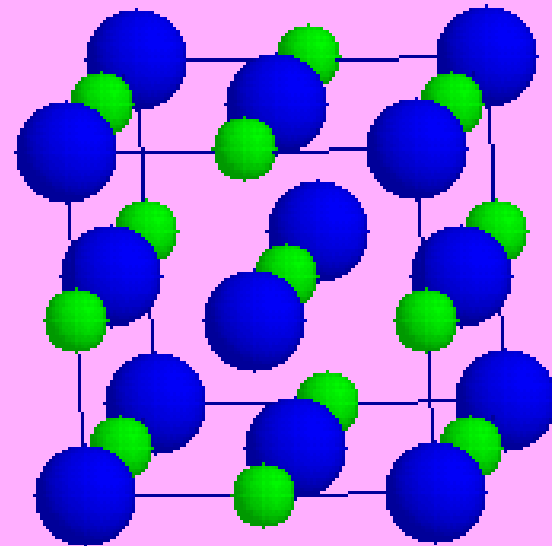
5. 2. IDEÁLNÍ KRYSTALOVÁ MŘÍŽKA

Příklady:

- **prostá** – v přírodě výjimečně (radioaktivní plutonium α)
- **plošně centrovaná** – kovy (Ni, Cu, Ag, Au, Fe, Pb)
- **prostorově centrovaná** – kovy (Li, Na, K, Cr, W, Fe $_{\alpha}$)
- **složitější kubická mřížka** – chlorid sodný,...



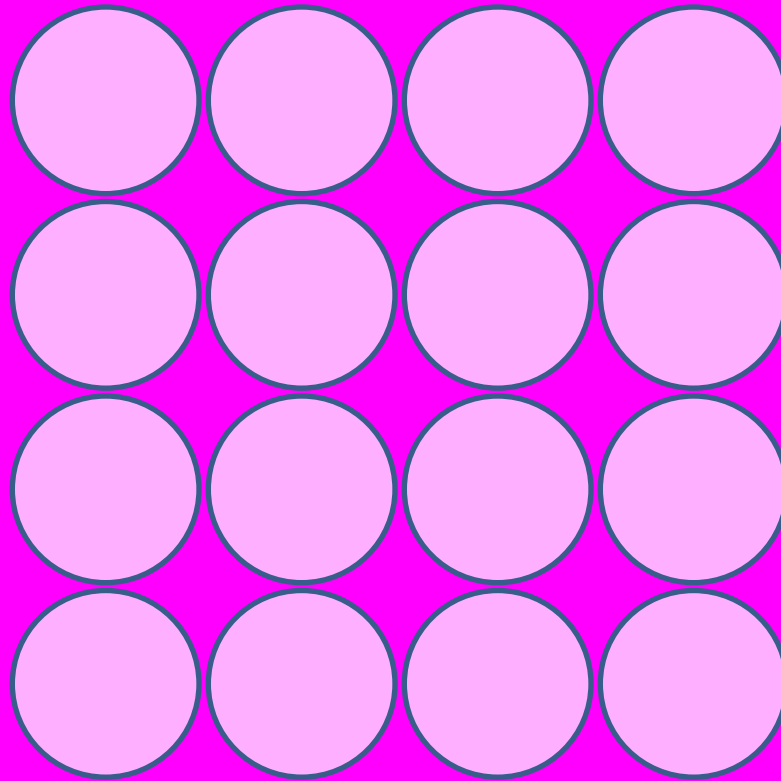
Obr.: 5 - Struktura křemíku, Si.



Obr.: 4 - Chlorid sodný, NaCl.
Ionty Cl $^{-}$ značeny modře,
ionty Na $^{+}$ zeleně.

IDEÁLNÍ KRYSTALOVÁ MŘÍŽKA

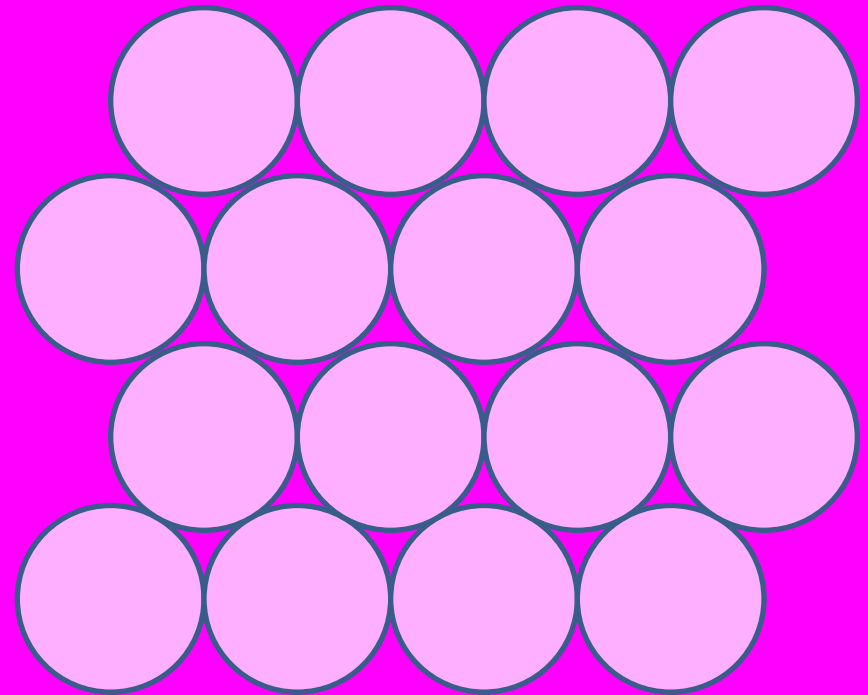
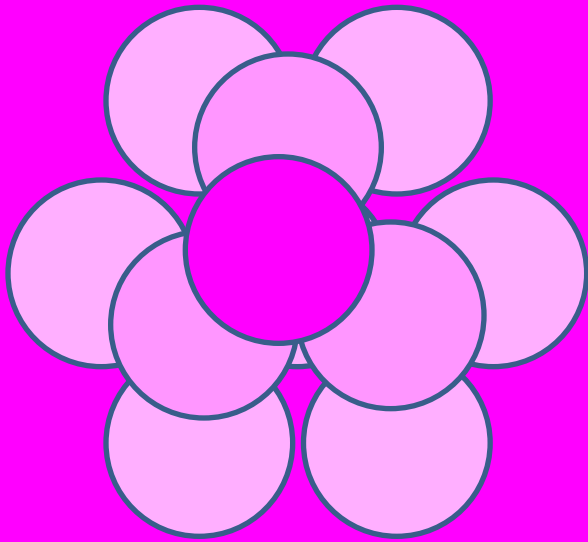
Jak uspořádáte koule, aby zaujaly co nejmenší prostor?



Primitivní kubické uspořádání.

IDEÁLNÍ KRYSTALOVÁ MŘÍŽKA

Jak uspořádáte koule, aby zaujaly co nejmenší prostor?



Hexagonální nejtěsnější uspořádání

5. 3. PORUCHY KRYSTALOVÉ MŘÍŽKY

Reálná krystalová mřížka se od ideální liší poruchami (odchylkami od pravidelného uspořádání krystalické mřížky).

Rozdělení poruch:

A. BODOVÉ

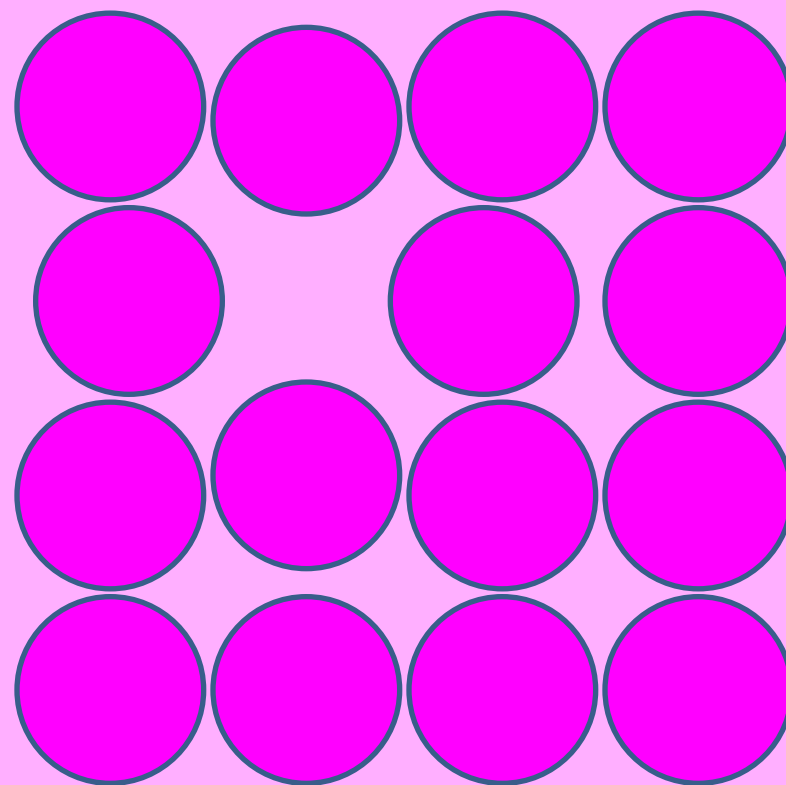
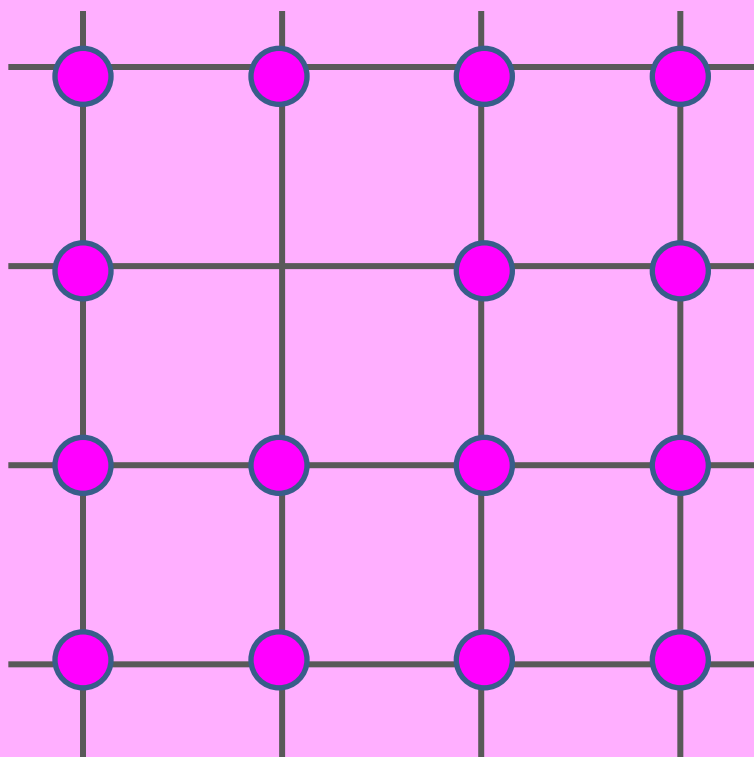
1. vakance
2. příměsi
3. intersticiální poloha

B. OBJEMOVÉ

C. ČÁROVÉ

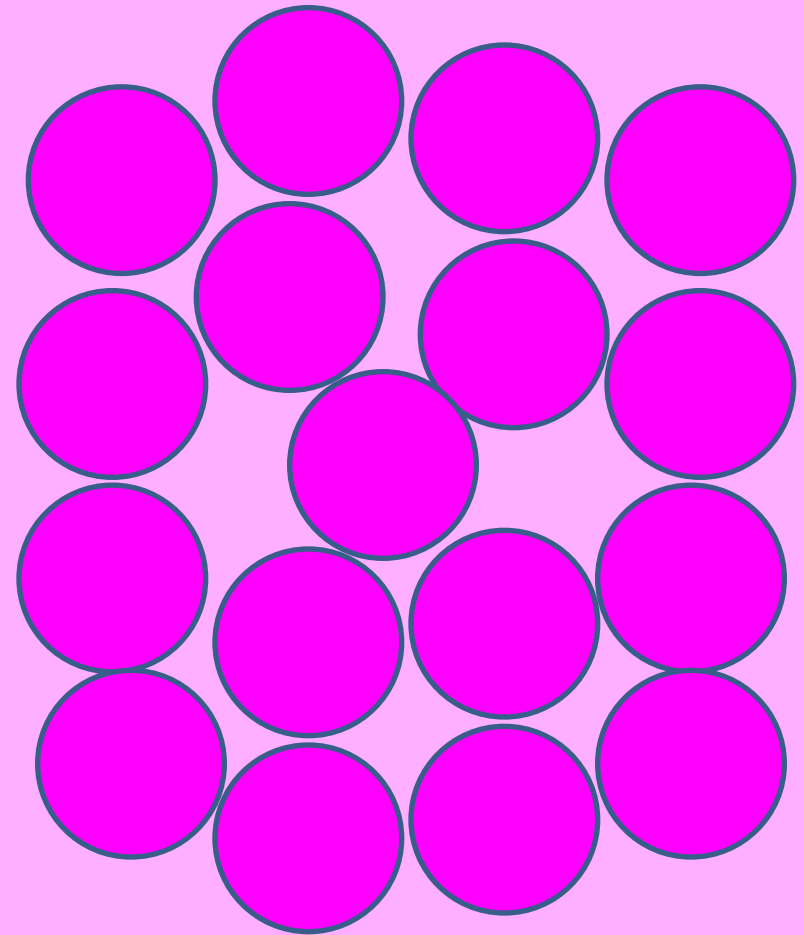
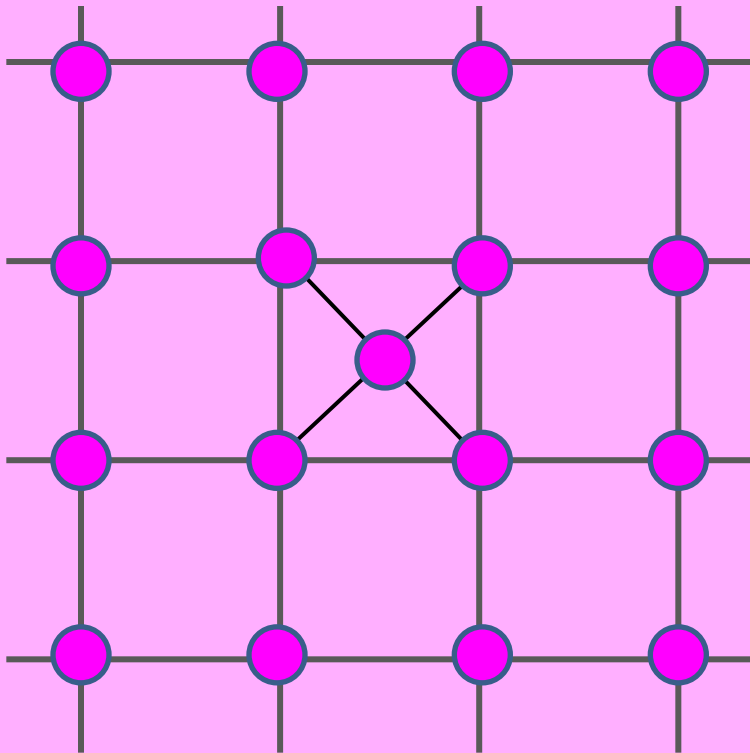
5. 3. PORUCHY KRYSTALOVÉ MŘÍŽKY - BODOVÉ

1) **vakance** - chybějící částice v ideální mřížce, příčinou je tepelný pohyb částic, ozáření



5. 3. PORUCHY KRYSTALOVÉ MŘÍŽKY - BODOVÉ

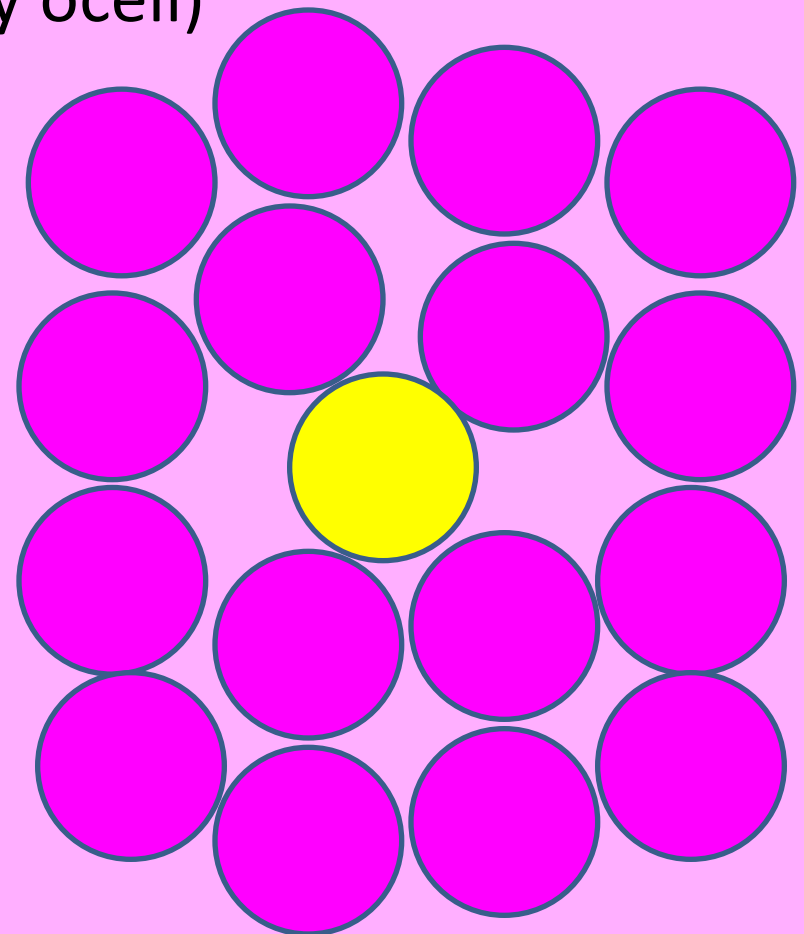
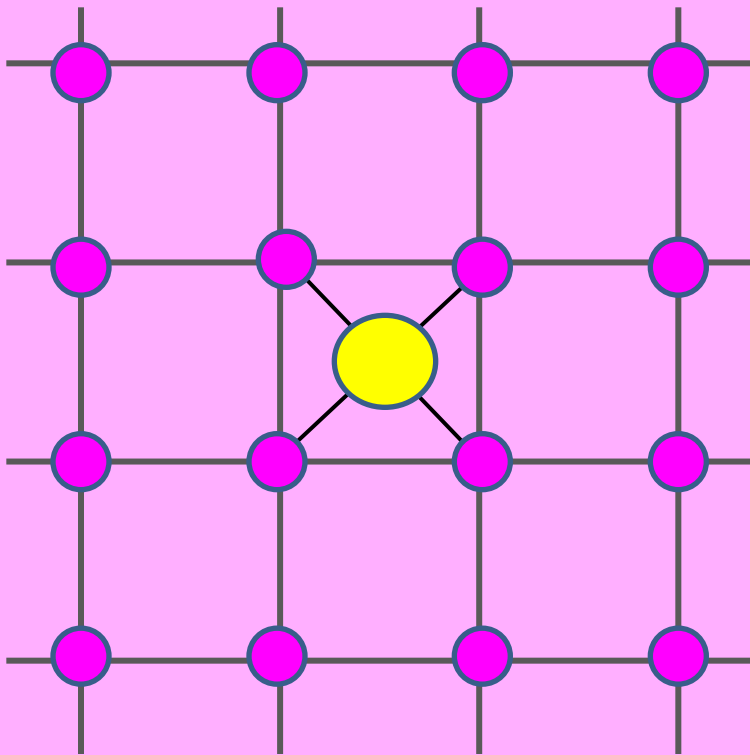
2) intersticiální poloha - částice se nachází mimo pravidelný bod mřížky (souvisí s vakancí)



5. 3. PORUCHY KRYSTALOVÉ MŘÍŽKY - BODOVÉ

3) **příměsi** - cizí atomy v krystalu

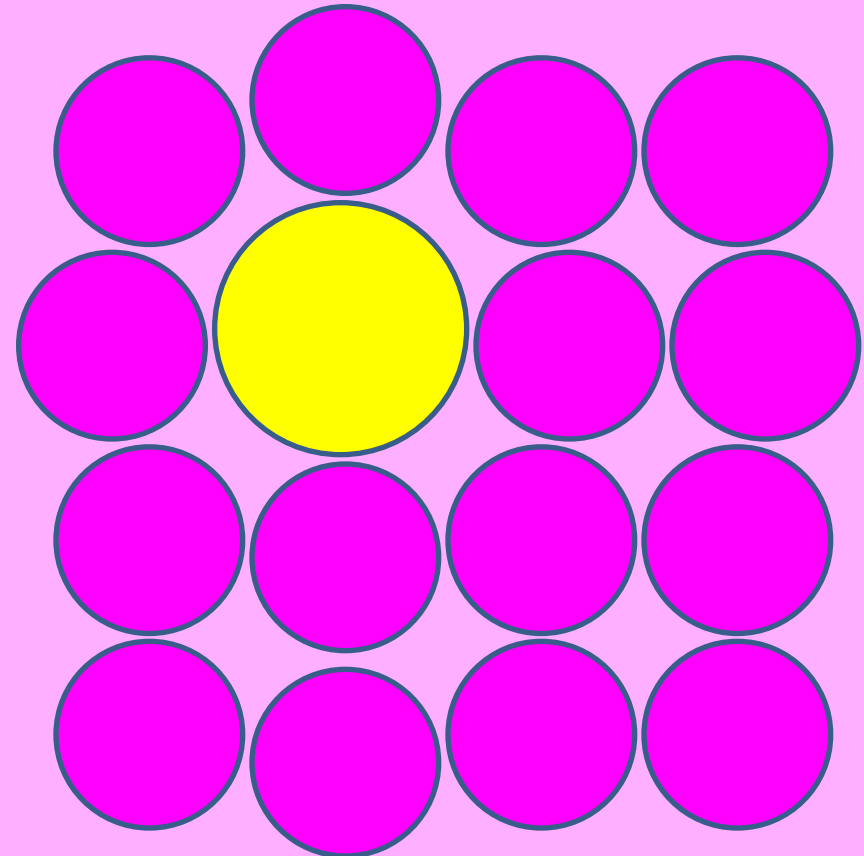
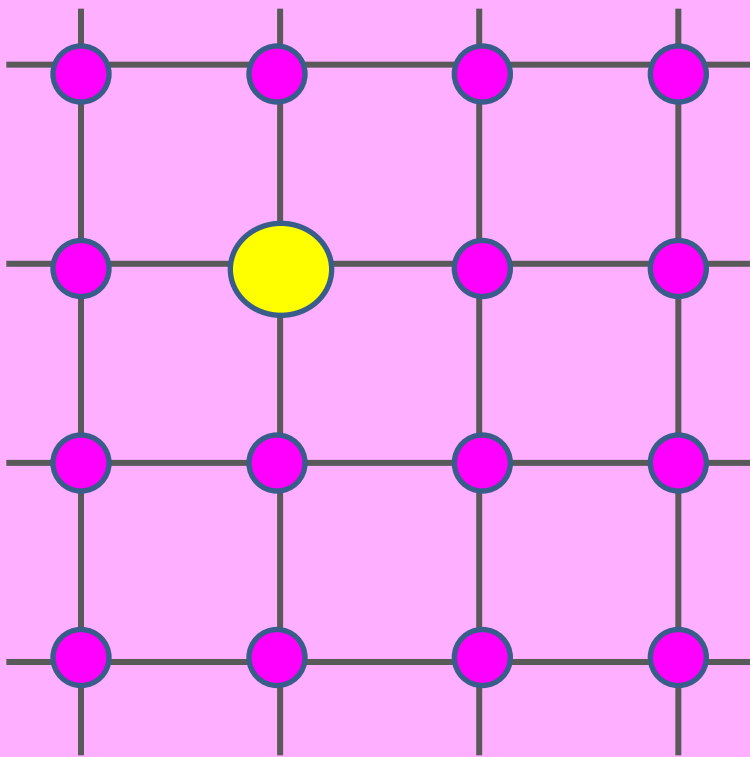
- **mohou být v intersticiální poloze**
usnadňují vstřebávání atomů H, C, O, N v kovech
(uhlík v železu – různé druhy oceli)



5. 3. PORUCHY KRYSTALOVÉ MŘÍŽKY - BODOVÉ

3) **příměsi** - cizí atomy v krystalu

- nebo **nahradí vlastní částici mřížky**
ovlivňují vodivost látky – polovodiče
umělé rubíny ke konstrukci laseru Al_2O_3



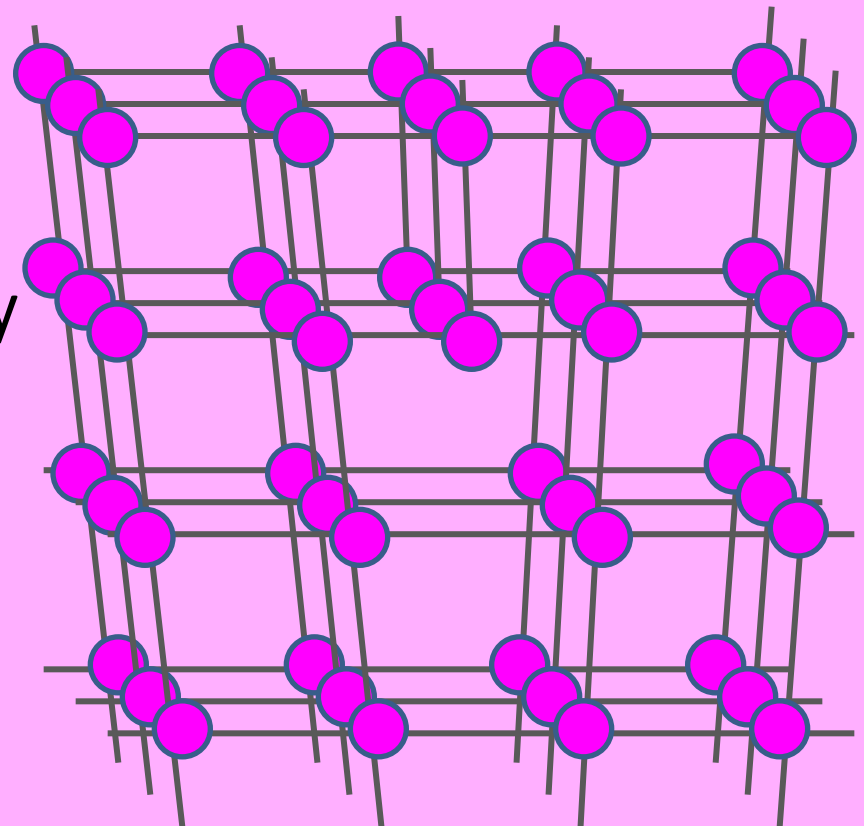
5. 3. PORUCHY KRYSTALOVÉ MŘÍŽKY - ČÁROVÉ

DISLOKACE

- porušení pravidelného uspořádání částic podél určité (dislokační) čáry
- netýká se jednoho bodu mřížky, ale celé roviny
- vznikají přirozeným způsobem při růstu krystalů
- mají vliv na mechanické, elektrické, optické vlastnosti a jsou často uměle vytvářeny

Rozlišujeme dislokaci

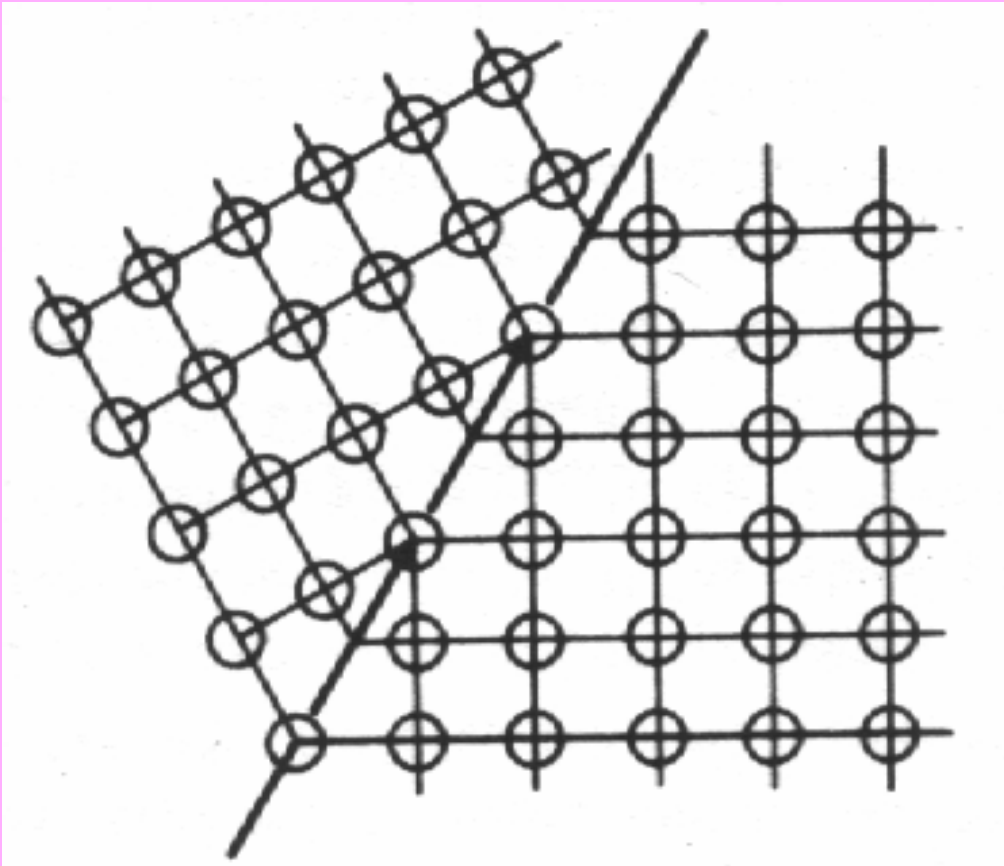
- hranovou
- šroubovou



5. 3. PORUCHY KRYSTALOVÉ MŘÍŽKY

PLOŠNÉ a OBJEMOVÉ

vznikají velkým počtem dislokací.



Obr.: 7

5.4. TYPY KRYSTALŮ PODLE VAZEB MEZI ČÁSTICEMI

Podle energie rozdělujeme vazby mezi atomy na:

silné

1. kovalentní vazba
2. kovová vazba
3. iontová vazba

slabé

4. vodíková vazba
5. van der Waalsova vazba

V reálných krystalech se mohou kombinovat různé typy vazeb.

5.4. TYPY KRYSTALŮ PODLE VAZEB MEZI ČÁSTICEMI

1. kovalentní vazba

- **směrová vazba tvořena dvojicí elektronů**, která je společná pro oba kladné ionty
- **převažuje u materiálu jen s jedním typem atomů**
- **diamant, Ge, Si, karbid vápníku**
 - tvrdé
 - vysoká teplota tání
 - nerozpustné v běžných rozpouštědlech
 - elektrické izolanty nebo polovodiče.

5.4. TYPY KRYSTALŮ PODLE VAZEB MEZI ČÁSTICEMI

2. kovová vazba

- vzniká mezi prvky, které snadno uvolňují své vnější elektrony - Cu, Fe, Al
- mezi (+) ionty jsou volné elektrony (elektronový plyn)
 - málo pevné
 - kujné
 - tažné
 - neprůhledné
 - s dobrou tepelnou a elektrickou vodivostí

5.4. TYPY KRYSTALŮ PODLE VAZEB MEZI ČÁSTICEMI

3. iontová vazba

převažuje u krystalů alkalických halogenidů (NaCl, KBr, CsCl) a krystalů oxidů alkalických zemin (CaO, ...).

- **vazba se uskutečňuje pomocí elektronu**, který jeden prvek uvolní a druhý přijme, její podstatou je elektrostatická síla
 - tvrdé, křehké
 - vysoká teplota tání
 - za běžných teplot jsou elektrickými izolanty
 - při vyšších teplotách se stávají elektricky vodivými
 - pro viditelné světlo jsou většinou propustné
 - pohlcují infračervené záření, ...

5.4. TYPY KRYSTALŮ PODLE VAZEB MEZI ČÁSTICEMI

4. vodíková vazba

- spojuje krystaly ledu
- patří mezi směrové vazby a vyskytuje se u atomů vodíku vázaných kovalentně k dalšímu atomu, nejčastěji k dusíku nebo kyslíku

5. molekulová – van der Waalsova vazba

- typická pro krystaly inertních prvků, s 1atomovými molekulami
- I, Cl, O, H za nízkých teplot a u organických sloučenin
- podílí se na všech interakcích mezi atomy
- měkké, nízká teplota tání

5. 5. DEFORMACE PEVNÉHO TĚLESA

je změna rozměrů, tvaru nebo objemu tělesa způsobená vnějšími silami.

Pružná (elastická) deformace

těleso se vrátí do původního stavu, jakmile přestanou působit vnější deformační síly.

Trvalá (plastická) deformace

trvá i po odstranění deformační síly.

V krystalické mřížce nastanou nevratné změny.

V technické praxi vznikají obě současně.

5. 5. DEFORMACE PEVNÉHO TĚLESA

Druhy deformací

podle způsobu působení deformační síly:

1. tahem
2. tlakem
3. ohybem
4. smykem
5. kroucením

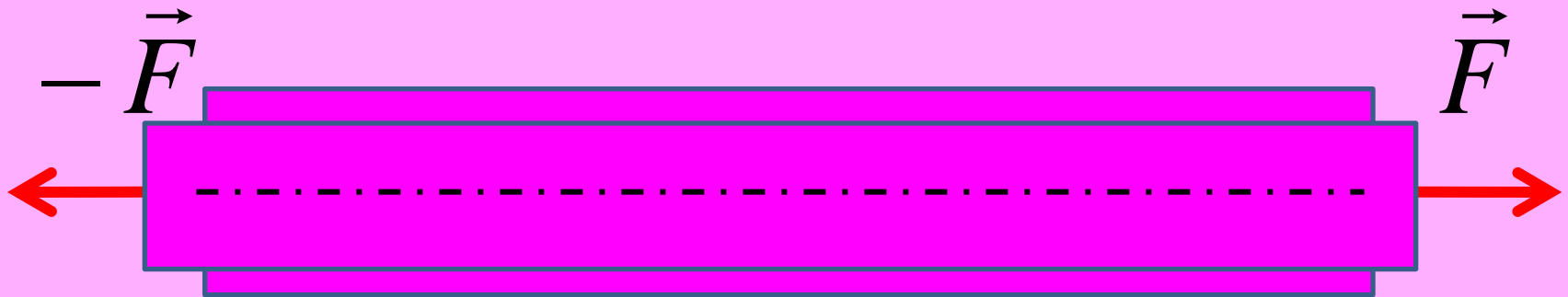
V technické praxi se vyskytují kombinace různých druhů deformací současně.

5. 5. DEFORMACE PEVNÉHO TĚLESA

1. tahem

dvě stejně velké síly, které leží v téže přímce, mají opačný směr a působí směrem ven z tělesa

Př.: lana

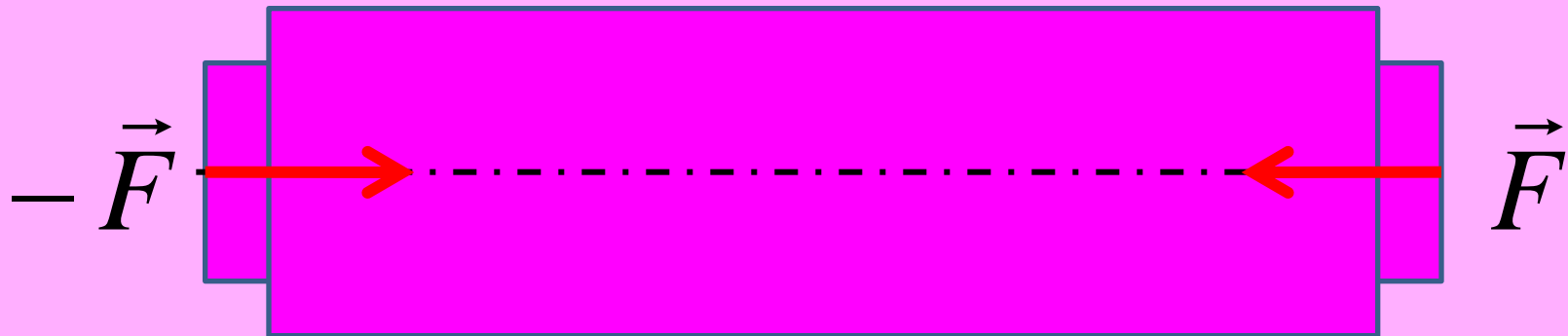


5. 5. DEFORMACE PEVNÉHO TĚLESA

2. tlakem

dvě stejně velké síly, které leží v téže přímce mají opačný směr a působí směrem dovnitř tělesa

Př.: pilíře

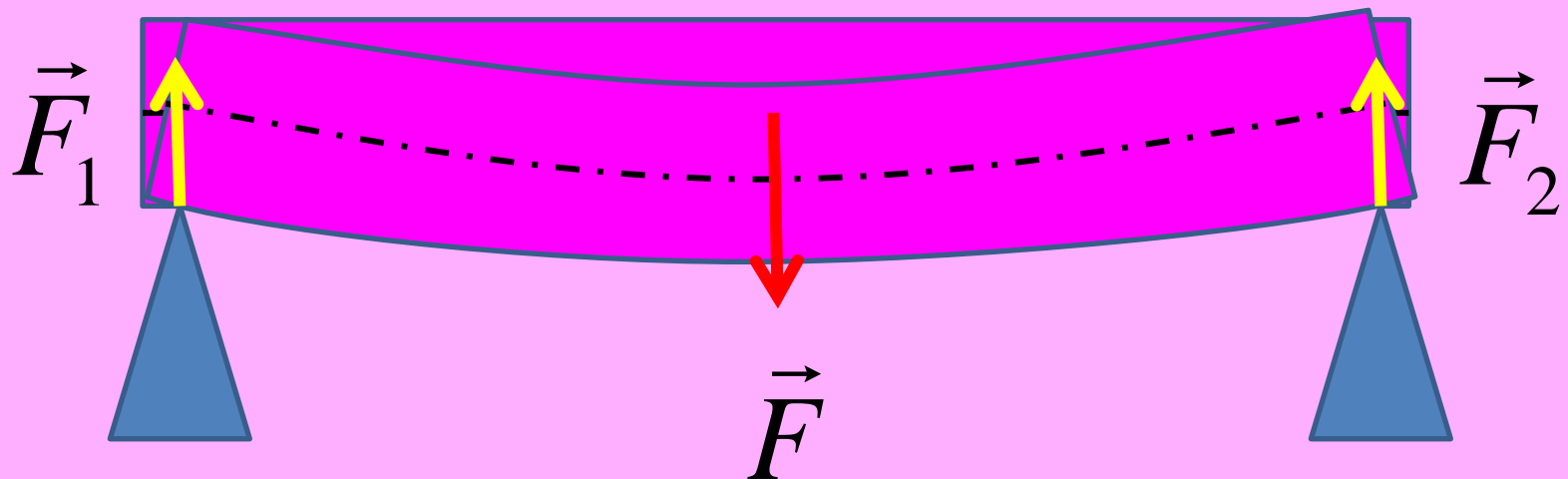


5. 5. DEFORMACE PEVNÉHO TĚLESA

3. ohybem

způsobená silou, která působí kolmo k podélné ose souměrnosti tělesa upevněného alespoň na jednom konci, příčné řezy H, I, T ..

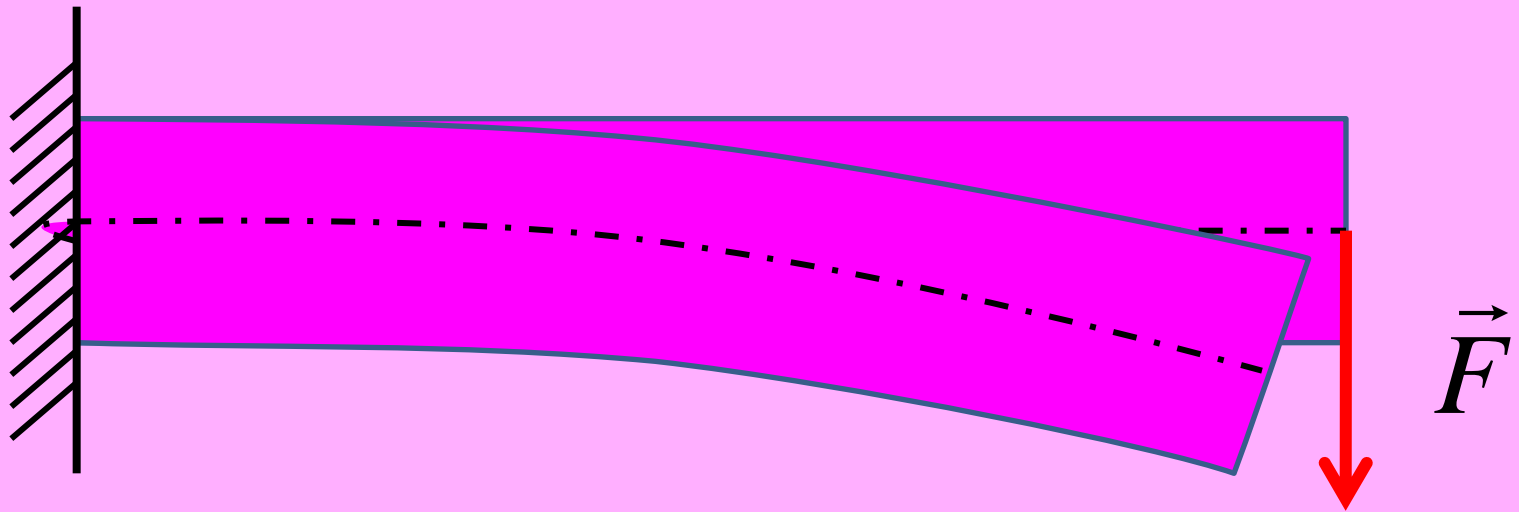
Př.: mosty



5. 5. DEFORMACE PEVNÉHO TĚLESA

3. ohybem

způsobená silou, která působí kolmo k podélné ose souměrnosti tělesa upevněného alespoň na jednom konci, příčné řezy H, I, T ..



5. 5. DEFORMACE PEVNÉHO TĚLESA

4. smykem

způsobená dvěma stejně velkými rovnoběžnými silami opačného směru, které neleží na totožné vektorové přímce

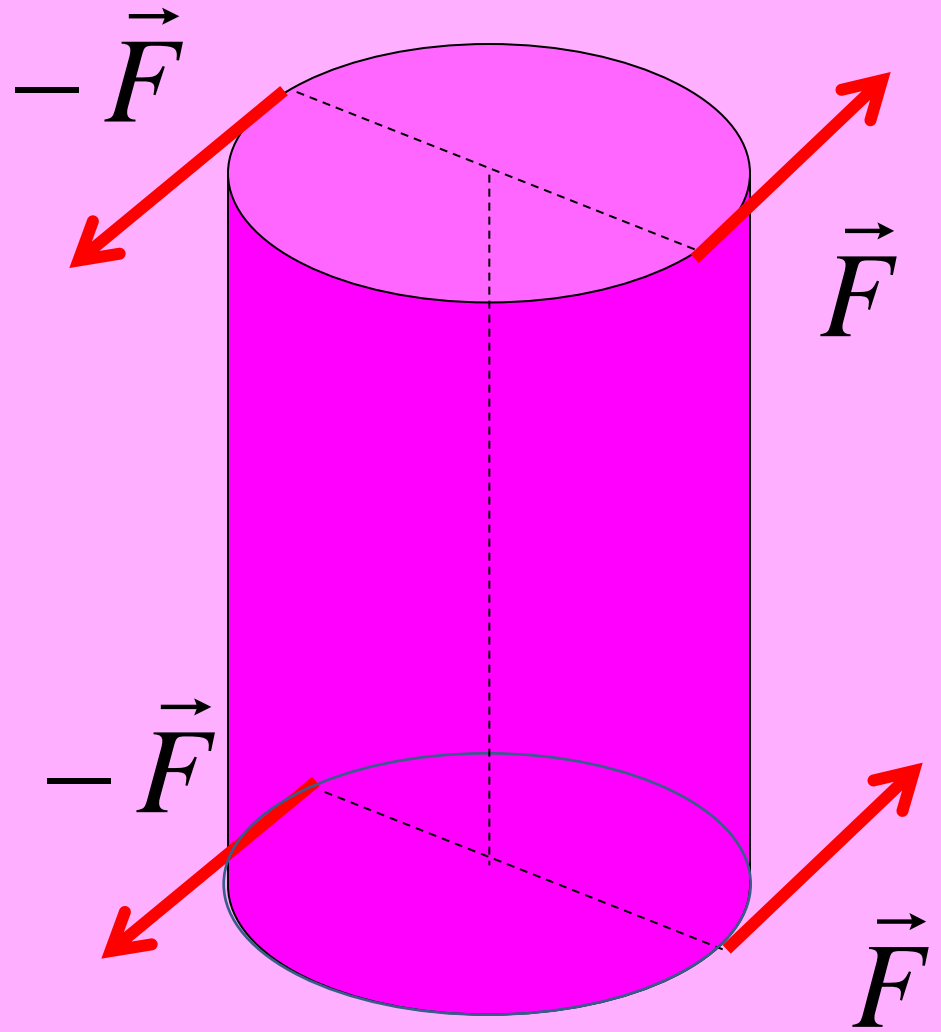
Př.: šrouby, nýty



5. 5. DEFORMACE PEVNÉHO TĚLESA

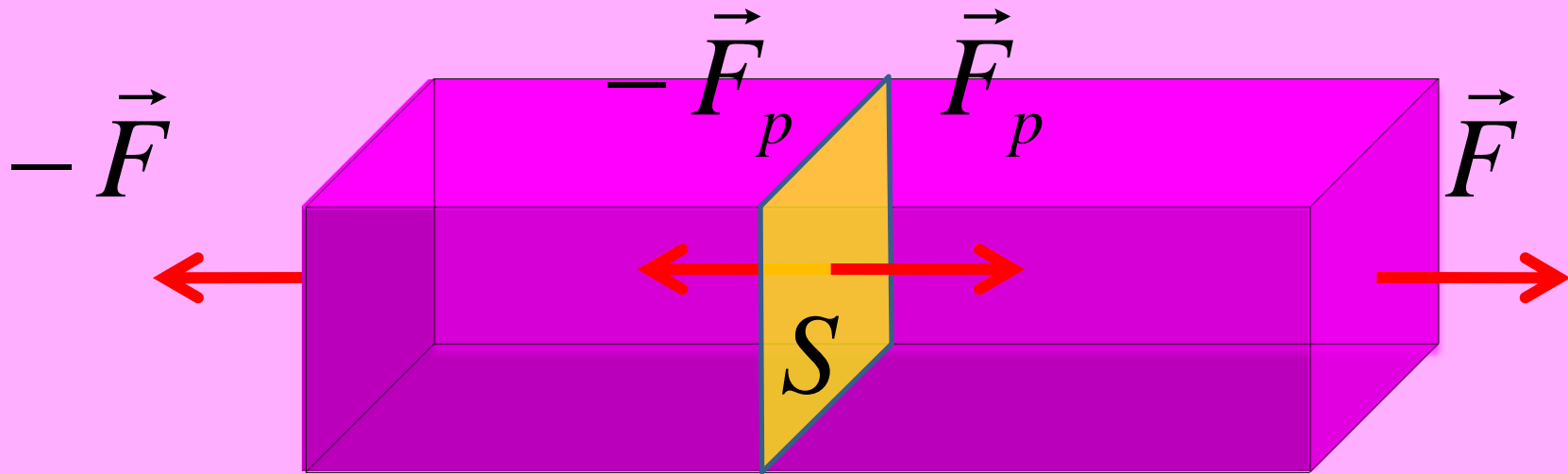
5. kroucením

způsobená dvěma silovými dvojicemi, jejichž momenty sil jsou stejně velké, opačného směru
Př.: hřídele, vrtáky, šroubováky



5. 6. SÍLA PRUŽNOSTI, NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

Pevné těleso je deformováno tahem silami F .
U pružně deformovaného tělesa působí na libovolný příčný řez z obou stran síly pružnosti.

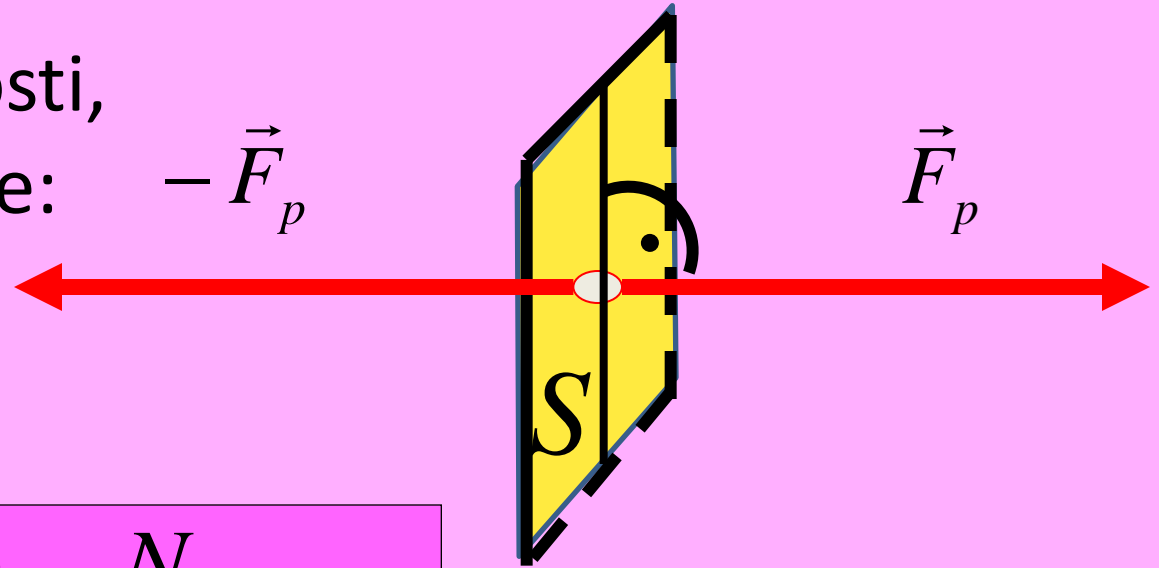


Je-li těleso v rovnovážném stavu,
pak velikost síly pružnosti $F_p = F$.

5. 6. SÍLA PRUŽNOSTI, NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

V každém řezu vzniká stav napjatosti, který charakterizuje:

normálové napětí



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

$$[\sigma_n] = \frac{N}{m^2} = Pa$$

F_n – velikost síly pružnosti, působící kolmo na příčný řez o obsahu S .

5. 6. SÍLA PRUŽNOSTI, NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

- **mez pružnosti** σ_E – největší hodnota normálového napětí, kdy je deformace ještě pružná.
Po překročení této meze je těleso trvale deformováno.
- **mez pevnosti** σ_p – po překročení této hodnoty normálového napětí dojde k porušení materiálu
– přetrhne se, rozdrtí se ...

Křehké látky (sklo) mají
mez pevnosti blízko meze pružnosti.

5. 6. SÍLA PRUŽNOSTI, NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

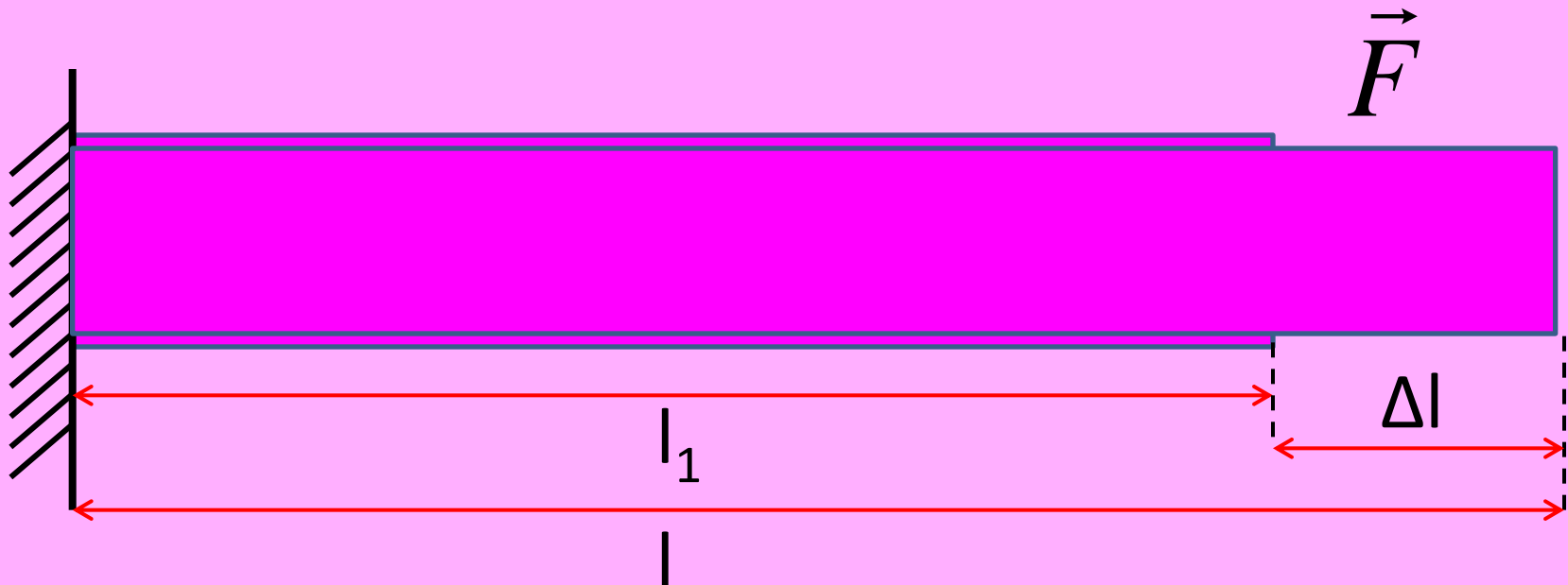
- **dovolené napětí** σ_D – nejvyšší přípustná hodnota σ_n při deformaci tahem nebo tlakem v praxi. Jeho hodnota je značně menší než mez pevnosti.
- **součinitel (koeficient) bezpečnosti - k**
 - podíl meze pevnosti a dovoleného napětí

$$k = \frac{\sigma_p}{\sigma_D}$$

| | |
|-----------------|----|
| Litina | 6 |
| Svářkové železo | 4 |
| Ocel | 5 |
| Dřevo | 8 |
| Cihly | 15 |

5. 7. HOOKŮV ZÁKON

Když na těleso délky l_1 budeme působíme silou...
...prodlouží se o délku Δl na délku l .



l_1 původní délka
 l výsledná délka
 Δl prodloužení

$$l = l_1 + \Delta l$$

5. 7. HOOKŮV ZÁKON

- **absolutní prodloužení** je závislé na počáteční délce

$$\Delta l = l - l_1$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_1}$$

- **relativní (poměrné prodloužení)**
o kolik se prodlouží vzhledem k původní délce

E – modul pružnosti v tahu

[E] = Pa

látková konstanta MFCHT (str.139)

Je to normálové napětí, které by bylo v předmětu, kdyby se prodloužilo o svoji délku

5. 7. HOOKŮV ZÁKON

HOOKŮV ZÁKON (1767)

Normálové napětí
je přímo úměrné
relativnímu prodloužení.

$$\sigma_n = E \cdot \varepsilon$$

E modul pružnosti v tahu

σ_n normálové napětí

ε relativní prodloužení



Obr.: 8

5. 7. HOOKŮV ZÁKON



Obr.: 9 - Sněhové vločky podle Roberta Hooka

5. 7. HOOKŮV ZÁKON

obdobně pro tlakovou deformaci:

- E – modul pružnosti v tlaku

- relativní zkrácení

$$\varepsilon = \frac{|\Delta l|}{l_1}$$

Většinou je modul pro tlak a tah stejný.

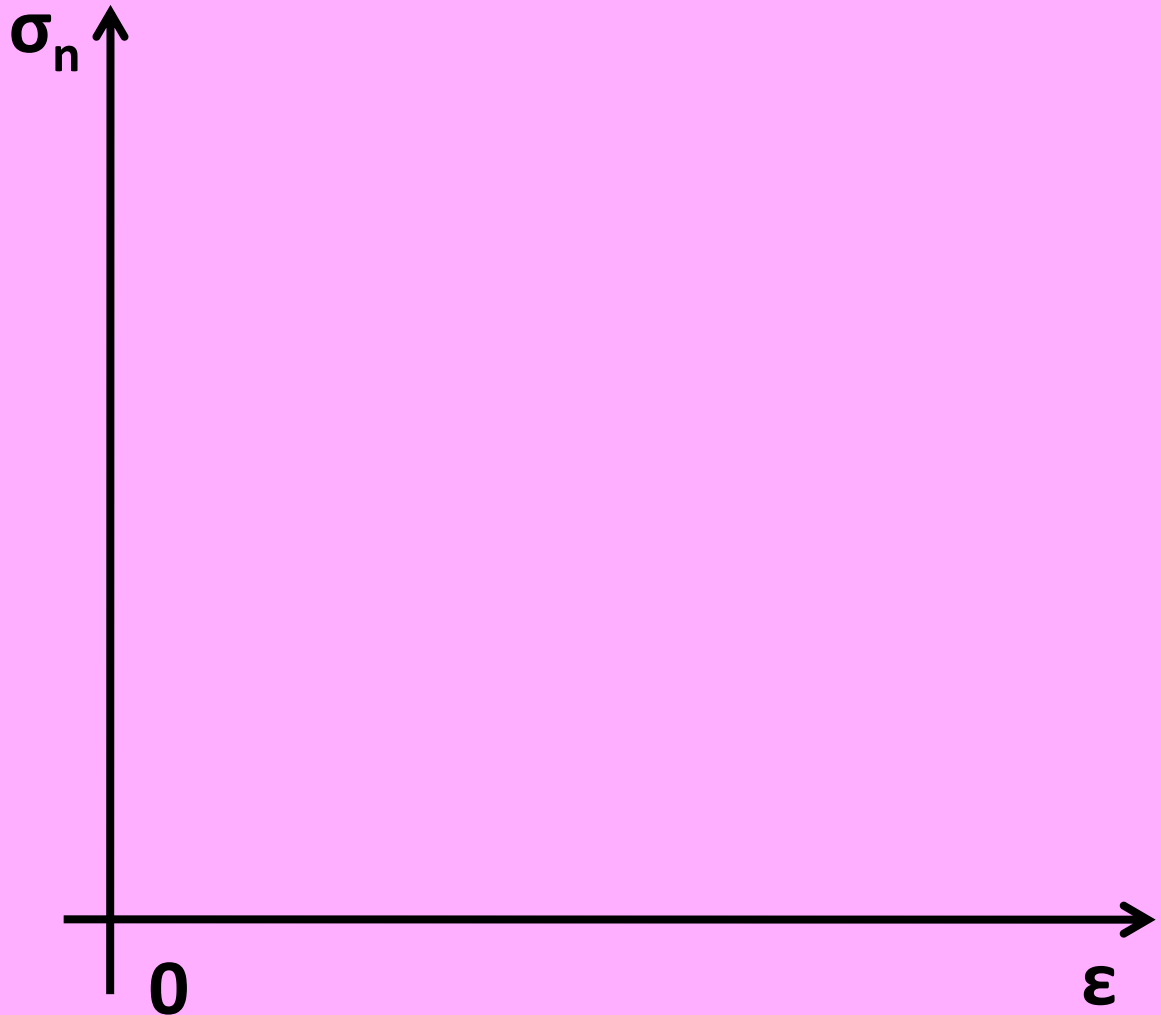
Hookovým zákonem se neřídí:

beton, litina, žula...

5. 7. HOOKŮV ZÁKON , NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

Deformační křivka

Graf závislosti normálového napětí na relativním prodloužení.



5. 7. HOOKŮV ZÁKON , NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

OA - pružná deformace, platí Hookův zákon

σ_u - **mez úměrnosti**

AB - dopružování

σ_d - **mez pružnosti**

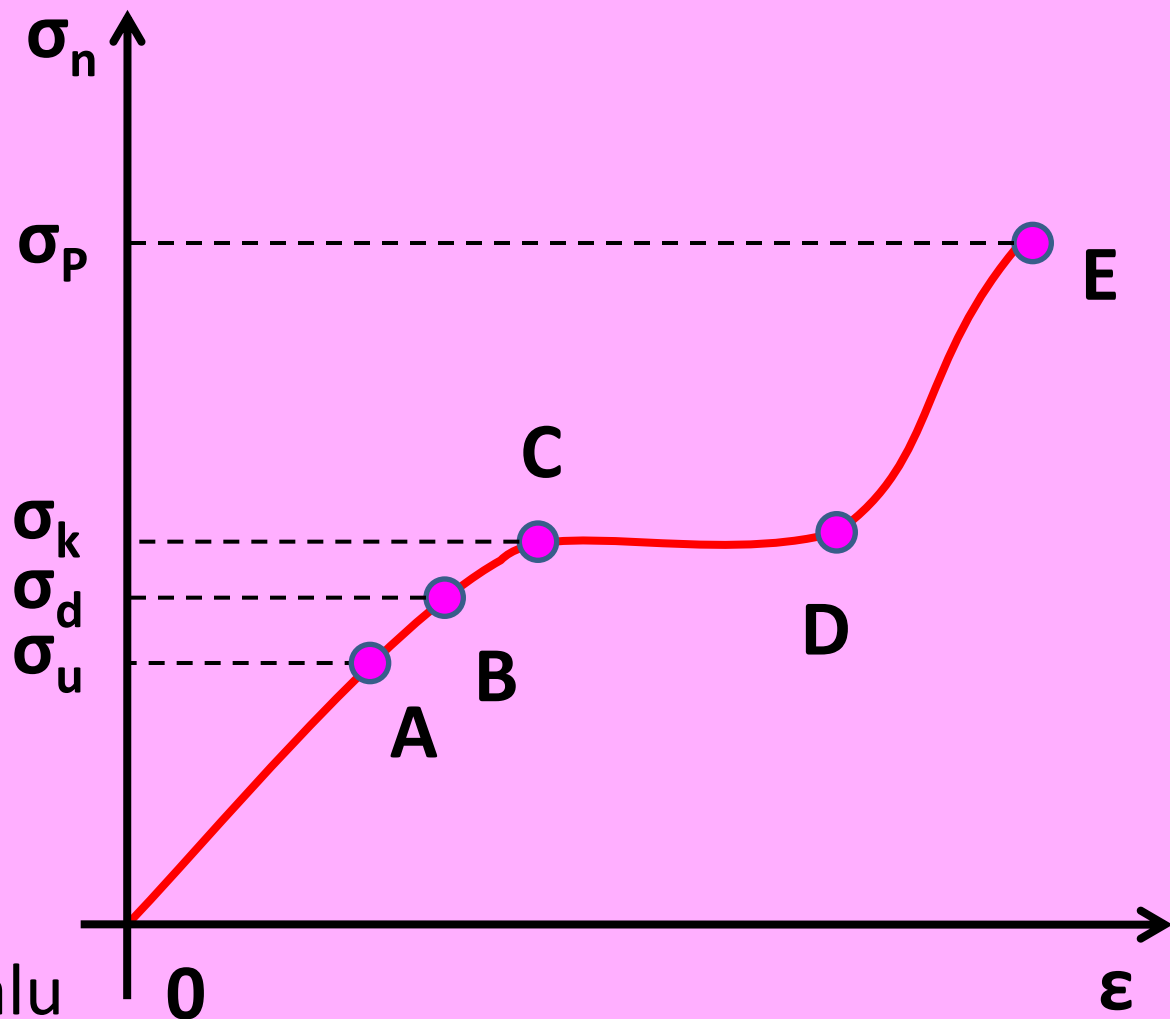
BE - plastická deformace

σ_k - **mez kluzu**

CD - tečení materiálů

DE - zpevnění materiálu

σ_p - **mez pevnosti**



5. 8. TEPLOTNÍ ROZTAŽNOST PEVNÝCH TĚLES

je fyzikální jev, spočívající ve změně rozměrů tělesa při změně jeho teploty.

$$t_1 \rightarrow t \quad \Delta t = t - t_1$$

$$\Delta l = \alpha \cdot l_1 \cdot \Delta t$$

$$l_1 \rightarrow l \quad \Delta l = l - l_1$$

$$l = l_1 [1 + \alpha(t - t_1)]$$

délková teplotní roztažnost – prodloužení je přímo úměrné počáteční délce a přírůstku teploty

α – teplotní součinitel délkové roztažnosti

$$[\alpha] = \text{K}^{-1} \text{ (reciproký K)}$$

materiálová konstanta MFCHT 131 (při 20°C)

α se mění s teplotou, pro malé Δt je konstantní

5. 8. TEPLOTNÍ ROZTAŽNOST PEVNÝCH TĚLES



Obr.: 10

5. 8. TEPLOTNÍ ROZTAŽNOST PEVNÝCH TĚLES

Objemová teplotní roztažnost

Mění-li se rozměry - mění se i objem.

$$\Delta V = \beta \cdot V_1 \cdot \Delta t$$

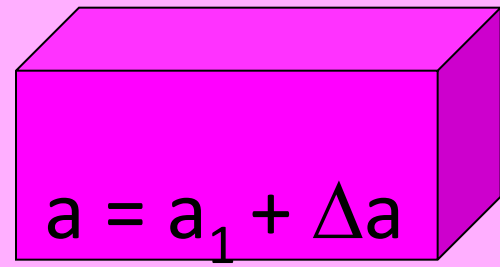
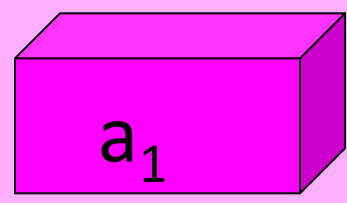
$$V = V_1 [1 + \beta(t - t_1)]$$

β – teplotní součinitel objemové roztažnosti

$$[\beta] = \text{K}^{-1}$$

pro izotropní látky $\beta \approx 3\alpha$

5. 8. TEPLOTNÍ ROZTAŽNOST PEVNÝCH TĚLES



$$V_1 = a_1 \cdot b_1 \cdot c_1$$

$$a = a_1(1 + \alpha \Delta t)$$
$$b = b_1(1 + \alpha \Delta t)$$
$$c = c_1(1 + \alpha \Delta t)$$

$$V = a \cdot b \cdot c$$

$$V = V_1(1 + \alpha \cdot \Delta t)^3$$

$$V = V_1 \left[1 + 3 \cdot \alpha \cdot \Delta t + 3 \cdot \alpha^2 (\Delta t)^2 + \alpha^3 (\Delta t)^3 \right]$$

$$V = V_1 \left[1 + \beta (t - t_1) \right]$$

5. 8. TEPLOTNÍ ROZTAŽNOST PEVNÝCH TĚLES

S rostoucí teplotou tělesa se zvětšuje jeho objem.

Hmotnost tělesa předpokládáme konstantní.

Hustota tělesa se zmenšuje.

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

$$\rho = \frac{m}{V_1 [1 + \beta(t - t_1)]}$$
$$\rho = \frac{\rho_1}{[1 + \beta(t - t_1)]}$$

$$\rho \approx \rho_1 (1 - \beta \cdot \Delta t)$$

TEPLOTNÍ ROZTAŽNOST - Řešte úlohy:

144/3 Ocelový drát má při teplotě $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ délku 100 m. Určete jeho délku při teplotě $45\text{ }^{\circ}\text{C}$. ($\alpha = 11,5 \cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$)

$$l_1 = 100\text{ m}$$

$$l = ?$$

$$t_1 = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha = 11,5 \cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$$

$$l = l_1 [1 + \alpha(t - t_1)]$$

$$l = 100 [1 + 11,5 \cdot 10^{-6} (45 - 15)]\text{ m}$$

$$l = 100,069\text{ m}$$

TEPLOTNÍ ROZTAŽNOST - Řešte úlohy:

144/4 Hliníková nádoba má při teplotě 20 °C vnitřní objem 0,75 l. Jak se změní tento objem, zvýší-li se teplota o 55 °C?

$$V_1 = 0,75l$$

$$\Delta V = ?$$

$$t_1 = 20^\circ C$$

$$\Delta t = 55^\circ C$$

$$\alpha = 2,4 \cdot 10^{-5} K^{-1}$$

$$\beta \approx 3\alpha$$

$$\Delta V = V_1 \beta \cdot \Delta t$$

$$\Delta V = V_1 3\alpha \cdot \Delta t$$

$$\Delta V = 0,75 \cdot 3 \cdot 2,4 \cdot 10^{-6} \cdot 55m$$

$$\Delta V = 2,97 \cdot 10^{-3}l$$

$$\Delta V = 3ml$$

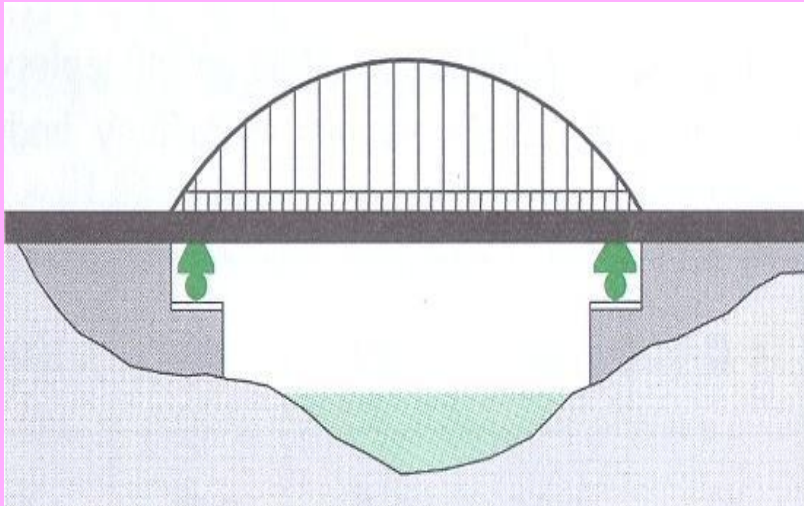
5. 9. TEPLOTNÍ ROZTAŽNOST V PRAAXI



Obr.: 13

5. 9. TEPLOTNÍ ROZTAŽNOST V PRAAXI

- ocelové konstrukce – mosty, položené na válčích
- průvěs kovových lan – zkrácení v zimě
- kolena kovového potrubí
- chlazení pístů



Obr.: 12



Obr.: 11

5. 9. TEPLOTNÍ ROZTAŽNOST V PRAXI

- ocelové konstrukce – mosty, položené na válcích
- průvěs kovových lan – zkrácení v zimě
- kolena kovového potrubí
- chlazení pístů aut
- spojování materiálů s podobným α
(plomby + zuby, ocel + beton)



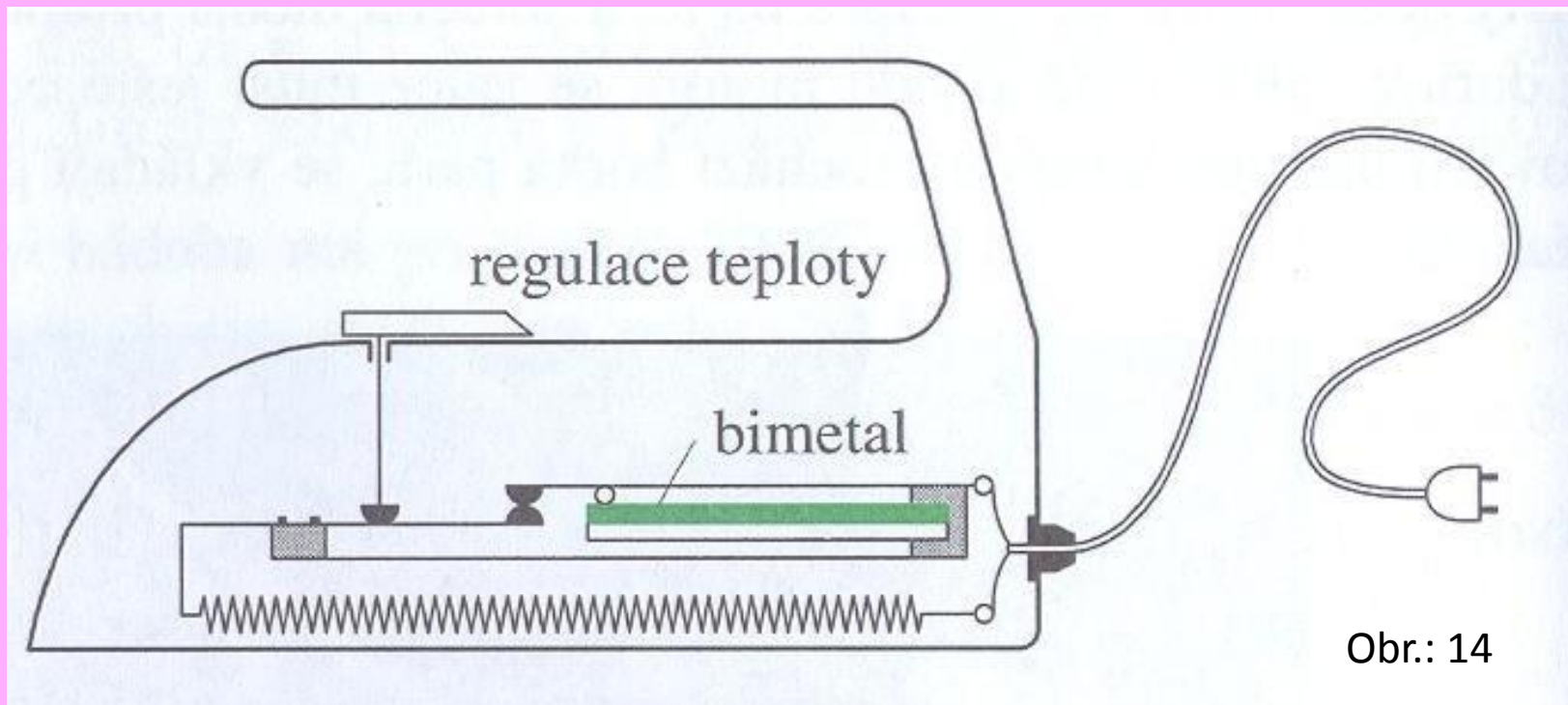
Obr.: 15



Obr.: 16

5. 9. TEPLOTNÍ ROZTAŽNOST V PRAAXI

- délková měřidla
- varné nádoby z křemenného skla
(jejich α je o řád menší než u obyčejného skla)
- bimetalové pásky – dva kovy s různými α
(žehličky, termostaty, chladničky)



Obr.: 14

Problémové úlohy:

1) Proč sníh v mrazu skřípe pod botami?

Lámou se sněhové krystaly.

2) Kdybyste v zimě chtěli hrát na kytaru venku, museli byste si ji „znovu naladit“. Proč? Vydávala by vyšší nebo nižší tón? Vysvětlete.

Struna se zkrátí více než dřevo, vydávala by vyšší tón, protože má větší součinitel teplotní roztažnosti.

3) Tabulkové sklo se časem stává křehčím. Proč?

Amorfní sklo časem krystalizuje.

Problémové úlohy:

4) Proč se při nýtování plechů používají rozžhavené nýty?

Po vychladnutí se zkrátí a přitisknou plechy k sobě.

5) Položte desetikorunu na papírový proužek tak, aby ji unesl.

Poskládejte proužek jako „harmoniku“.

6) Proč nás podlaha unese? Jakého původu je síla, která nás drží?

Podlaha nás drží díky dostatečné pevnosti vazeb mezi molekulami podlahy. Vazebné síly mají povahu elektromagnetických sil. Mezi podrážkami a podlahou působí odpuzivá elast. síla ...

Problémové úlohy:

7) Proč se nádoby z varného skla vyrábějí tenkostěnné?

Materiál se prohřívá rovnoměrněji a nepraská.

8) Pro pečení jsou vhodné tlustostěnné nádoby. Proč?

Snadněji rozvádějí teplo v nádobě a hůř se přenáší teplo její stěnou. Díky tomu se jídlo tolik nepřipaluje.

9) Jak snadněji otevřete zavařovací sklenici?

Zahřejeme ji. Víčko se roztáhne víc a dříve než sklenice a navíc se zvětší tlak plynu ve sklenici a tím se sníží přítlačná tlaková síla na víčko.

Použitá literatura

Literatura

BARTUŠKA, K., SVOBODA, E. *Molekulová fyzika a termika, Fyzika pro gymnázia*. Praha: Prometheus, 2006. ISBN 80-7196-200-7

LEPIL, O. *Sbírka úloh pro střední školy. Fyzika* Praha: Prometheus, 2010. ISBN 978-80-7196-266-3

NAHODIL, J. *Fyzika v běžném životě*. Praha: Prometheus, 2010. ISBN 80-7196-005-5

Obrázky:

[online]. [cit. 2012-08-08]. Dostupné z:

[1, 2] - <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c2/SnowflakesWilsonBentley.jpg>

[3] - <http://www.xray.cz/kryst/obr/anim8-2.gif>

[4] - <http://www.xray.cz/kryst/obr/anim8-1.gif>

[5] - <http://www.xray.cz/kryst/obr/anim8-4.gif>

[6] - <http://www.xray.cz/kryst/obr/anim8-8.gif>

[7] - <http://www.xray.cz/krystalografie/obr/obr9-6.gif>

[online]. [cit. 2012-08-10]. Dostupné z:

[8] - <http://www.alpy4000.cz/obrazky/clanky/14/07a.jpg>

[9] - <http://www.alpy4000.cz/obrazky/clanky/14/09a.jpg>

[10] - http://www.okna-budoucnosti.cz/img/srovnani_materialu-tepelna_roztaznost.jpg

[11] - http://oidnes.cz/12/023/sp5/SOU417ccb_154650_2174499.jpg

[12] - http://kvinta-html.wz.cz/fyzika/termodynamika/struktura_a_vlastnosti_pevnych_latek/obrazky/19.gif

[13] - http://qwerty.own.cz/1_soubory/image014.jpg

[14] - http://kvinta-html.wz.cz/fyzika/termodynamika/struktura_a_vlastnosti_pevnych_latek/obrazky/21.gif

[15] - http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSUvHSWVx0R2l5q0CUJ2nhEko1_lhMwePU2d6_pc7Hgtb7z5MNY

[16] - http://www.magnezit.eu/web-galerie-foto/frakce%20nove/zelezobeton_n.jpg[18] -



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace vznikla na základě řešení projektu OPVK, registrační číslo: CZ.1.07/1.1.24/01.0114
s názvem
„PODPORA CHEMICKÉHO A FYZIKÁLNÍHO VZDĚLÁVÁNÍ NA GYMNÁZIUMU KOMENSKÉHO V HAVÍŘOVĚ“

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.