

MRIEŽKOVÉ PORUCHY

Peter Palček

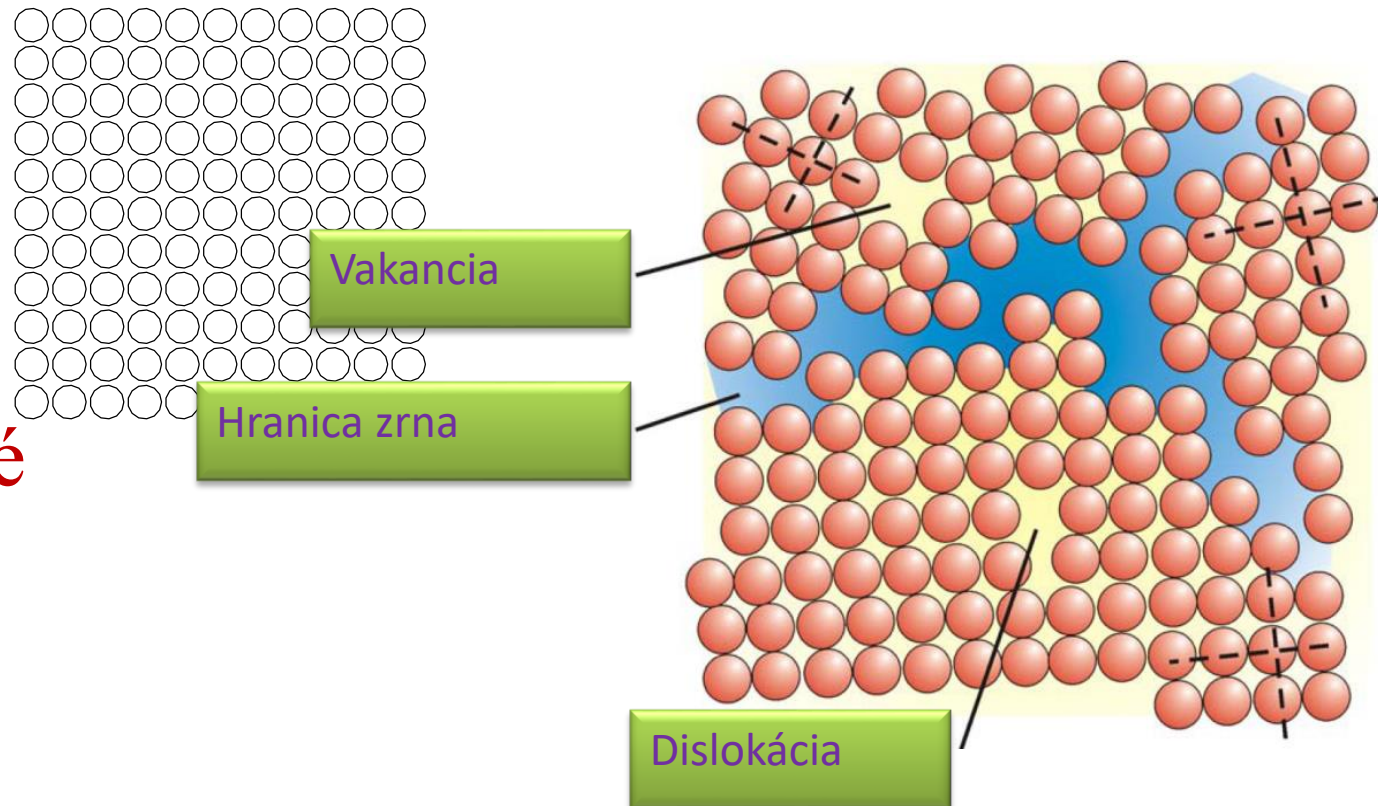
Katedra materiálového inžinierstva

Poruchy mriežky kovov a zliatin

- Kryštálové mriežky technických materiálov nikdy nie sú úplne bez porúch („**Ideálny kryštál**“).
- Existujúce poruchy významne ovplyvňujú mechanické i fyzikálne vlastnosti **reálnych kryštálov**.
- Technické využitie materiálov je vlastne možné len zásluhou **prítomnosti porúch**.

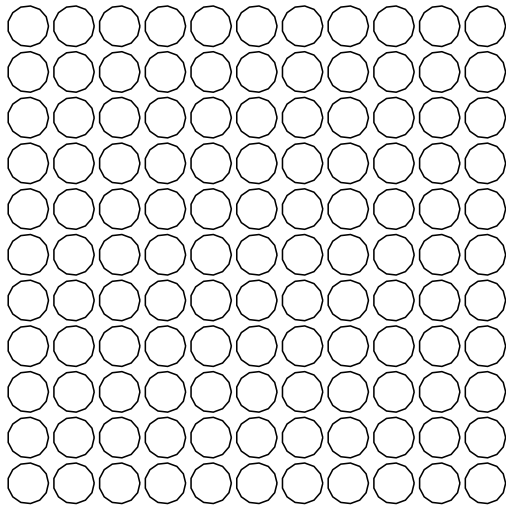
Poruchy mriežky sa delia podľa rozmerov na:

1. Bodové
2. Čiarové
3. Plošné
4. Priestorové
5. Chemické
6. Elektrické

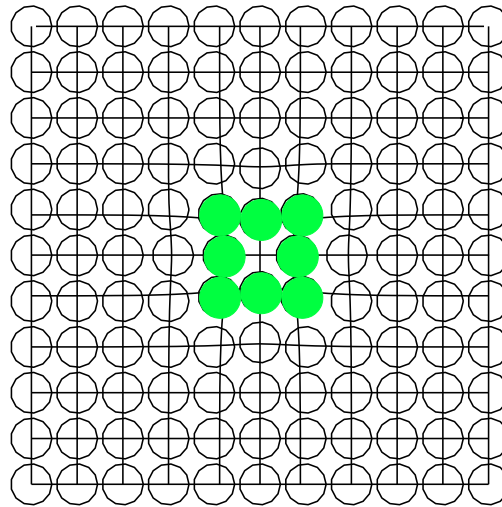


1. Bodové poruchy

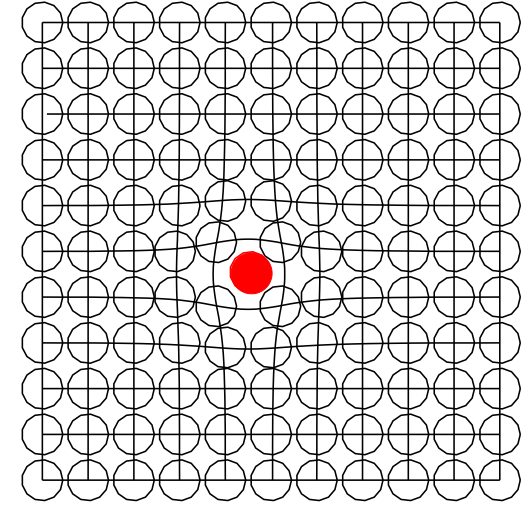
Bezrozmerné poruchy mriežky



Monoryštal



Vakancia

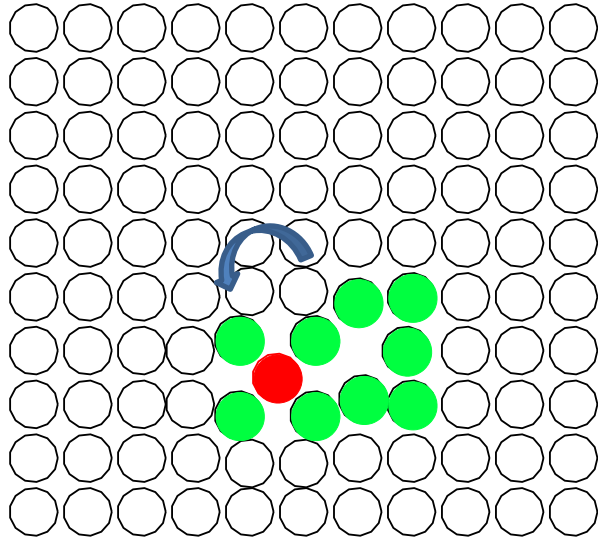


Interstícia

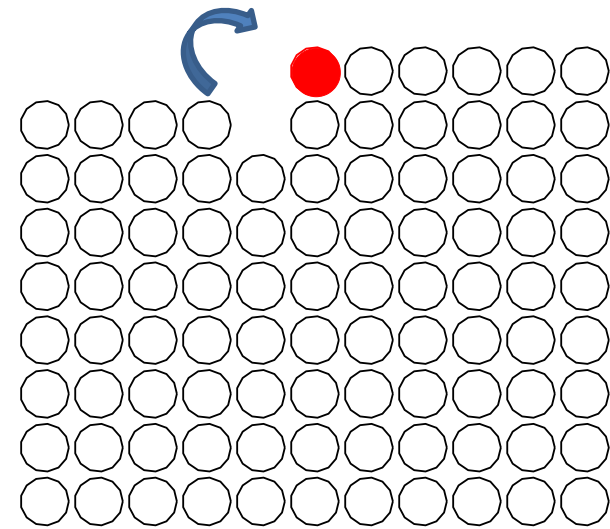
Bodové poruchy sú:

vakencie, intersticiálne alebo substitučné atómy a Frenkelove poruchy.

- **Vakencie** sú neobsadené uzlové body mriežky, prázdne miesta). Ich výskyt stúpa s teplotou (rýchlejšie vibrácie atómov, významné v prípade difúzných procesov).
- **Substitučné** atómy sú cudzie atómy v mriežke.
- **Intersticiálne** atómy môžu byť buď rovnakého typu, ako sú v mriežke alebo cudzie atómy.



Frenklova porucha



Schotkyho porucha

Frenkelove páry (Frenkelove poruchy) sú zložené z vakancie a intersticiálneho atómu. Tieto poruchy vznikajú, keď je atóm, napr. vplyvom žiarenia s vysokou energiou, vypudený zo svojho uzlového bodu v mriežke na miesto medzi uzlovými bodmi mriežky (napríklad pri bombardovaní neutrónmi pri jadrovom štiepení).

Schotkyho porucha je tvorená atómom v uzlovej polohe na hrane mriežky a vakanciou pod hranou mriežky

Bodové poruchy

Bodové poruchy ovplyvňujú štruktúru kryštálu iba v malých oblastiach. Ich dopad na mechanické vlastnosti je spravidla malý.

Bodové poruchy sú nositeľmi difúznych pochodov – **prenos hmoty na krátku aj dlhú vzdialenosť**.

Ovplyvňujú hlavne chemické a elektrické vlastnosti

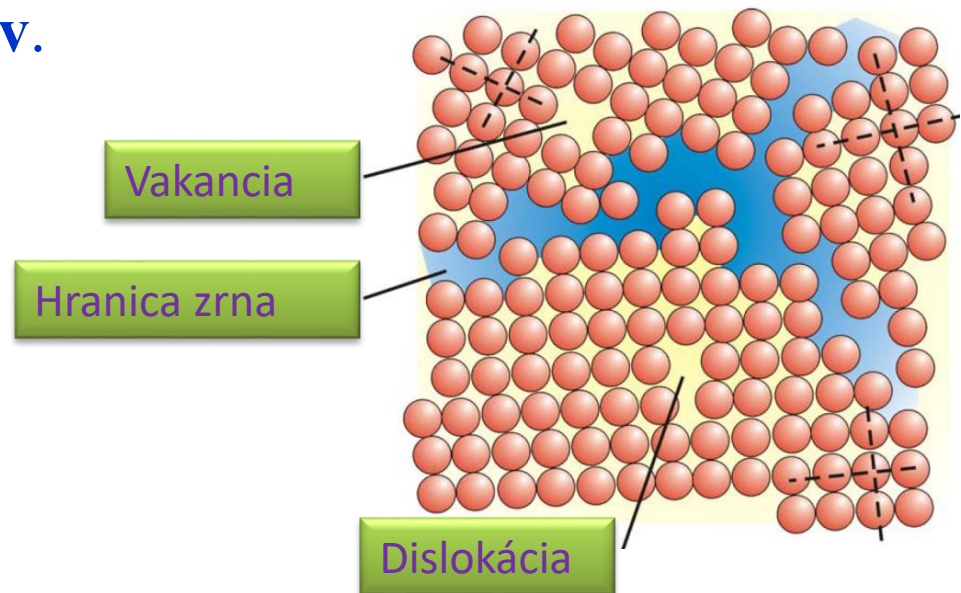
Výnimky:

- Reaktorové materiály, vystavené silnému neutrónovému žiareniu,
- difúzne procesy,
- pohyb dislokácií.

2. Čiarové poruchy

Jednorozmerné poruchy mriežky

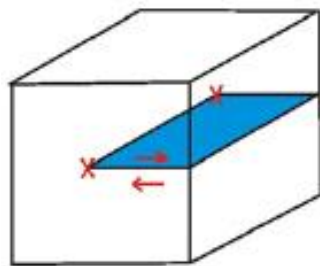
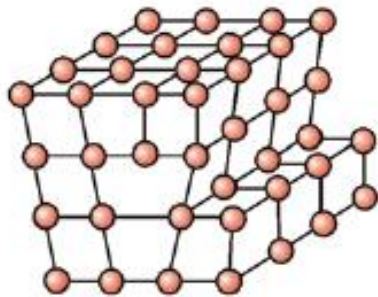
- Mriežka je narušená pozdĺž čiary, napríklad preto, že chýbajú atómy polovice mriežkovej roviny a nazývame ich **dislokácie**.
- V blízkosti dislokácie sú atómy vysunuté zo svojich zvyčajných polôh a v okolí dislokácie vzniká elastické napätie.
- Dislokácie v 1 cm^3 železa bežne dosahujú dĺžku 500 km, ktorá môže vzrásť po rozsiahlej deformácii na približne 10^7 km.
- Dislokácie významne ovplyvňujú mechanické vlastnosti, obzvlášť tvárnosť a pevnosť kovov.
- Podľa vzniku ich delíme na
 - Hranové
 - Skrutkové



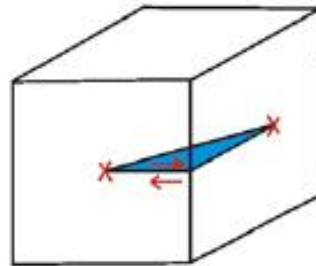
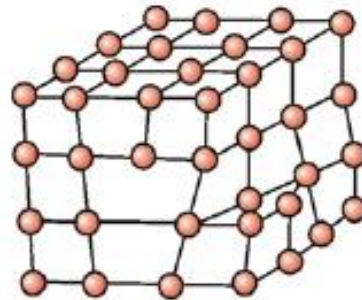
Dislokácie sú **lineárne (čiarové) poruchy mriežky**.

Stred takejto poruchy – oblasť maximálnej deformácie mriežky sa rozkladá pozdĺž rovnej alebo zakrivenej čiary, ktorá sa volá dislokačná čiara.

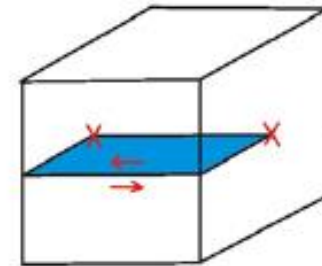
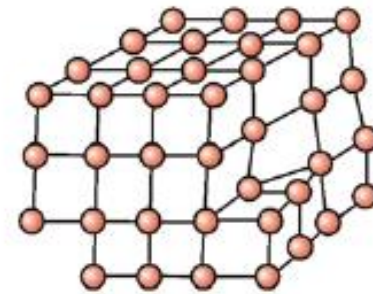
Rozlišujú sa tri rozličné typy dislokácií:



hranová

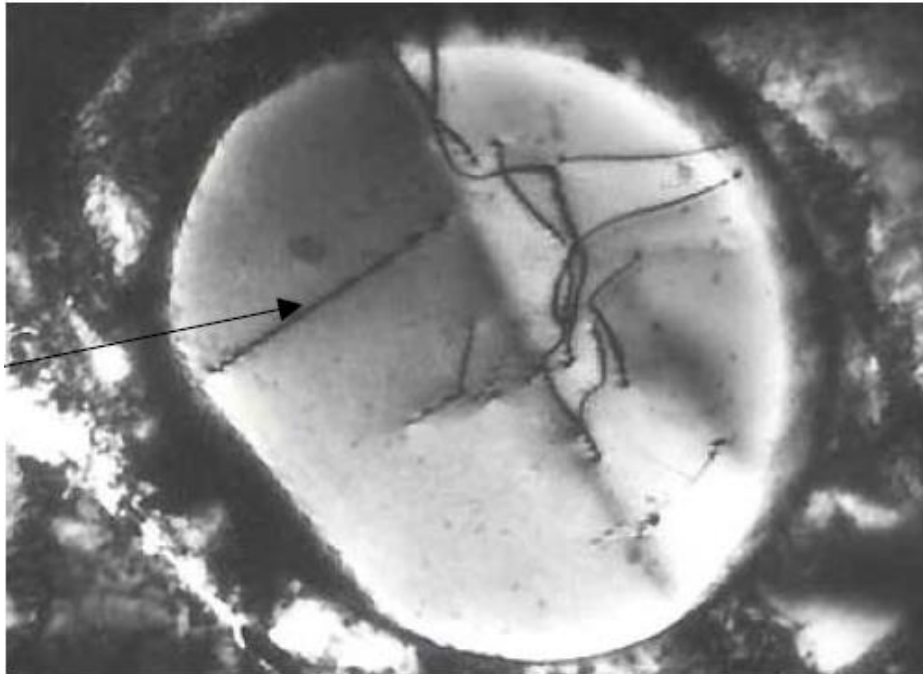


zmiešaná

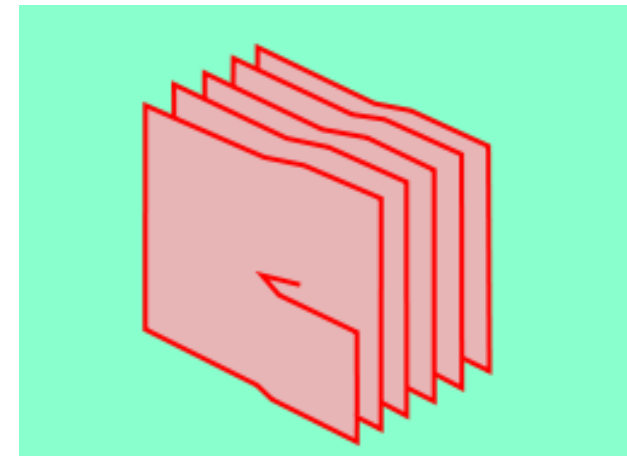
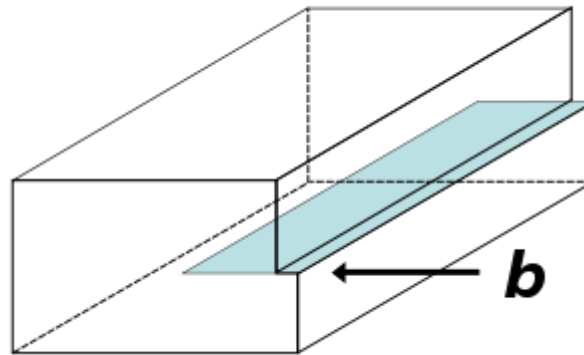
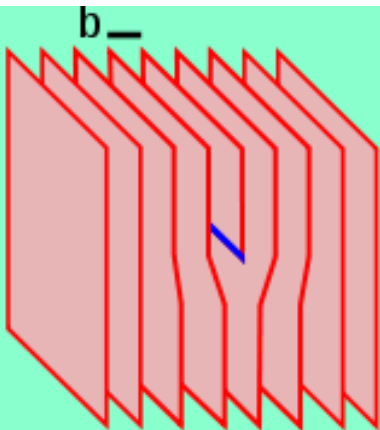


skrutková

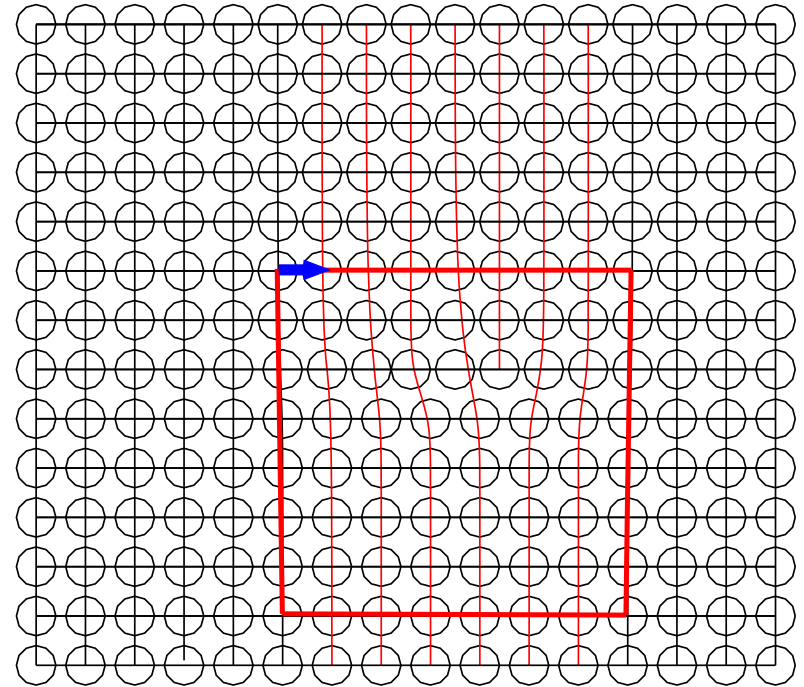
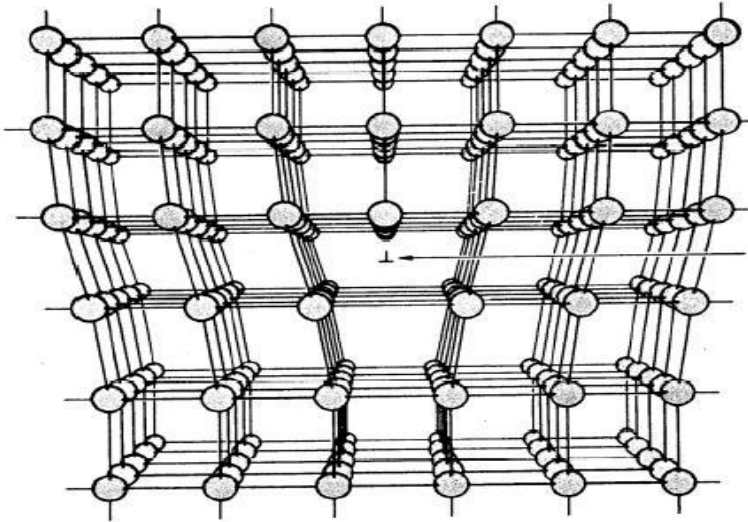
Príklad zobrazenia dislokácii pomocou TEM



- **Hranové dislokácie** spôsobujú deformáciu mriežky v tvare schodu (hrany). Možno predpokladať, že vznikajú ako „**pridaná mriežková polrovina**“, ktorej koncová hrana vytvára poruchu v tvare čiary.
- Vznik **skrutkovej dislokácie** si možno predstaviť ako vzájomné posunutie dvoch častí kryštálu oproti sebe v danej rovine, ktorou je kryštál narezaný až po priamku (os), ktorá je dislokačnou čiarou. Pôvodné dislokačné roviny tvoria okolo dislokačnej čiary skrutkovú plochu.
- **Zmiešaná dislokácia** je kombináciou týchto dvoch, pričom niektoré časti majú hranový charakter a iné skrutkový. **Dislokačné čiary** sa nemôžu končiť vo vnútri dokonalého kryštálu, ale **na jeho povrchu alebo pri iných defektoch vo vnútri**, alebo tiež môžu vytvárať **uzavreté okruhy**.

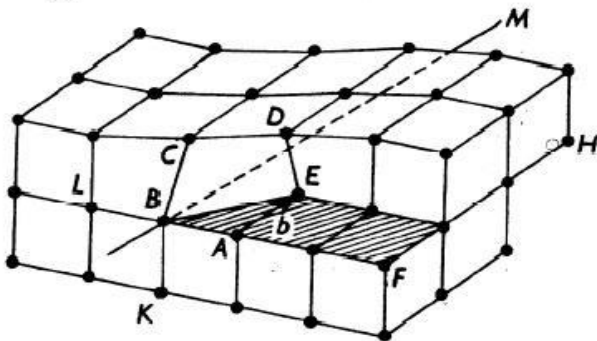
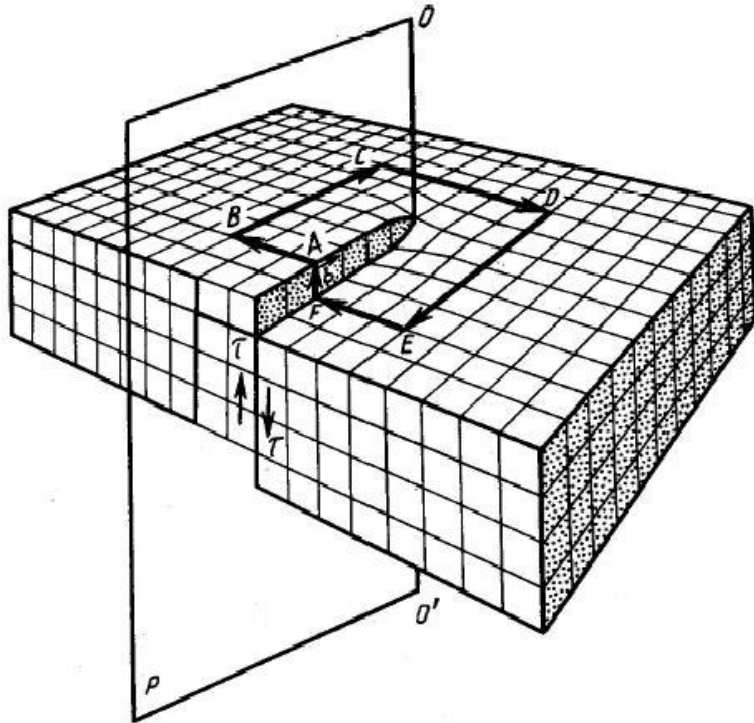


Hranová dislokácia



- Burgersov vektor je kolmý k dislokačnej čiare
- 1. **Kladná hranová dislokácia** \perp - polrovina zasunutá zhora
- 2. **Záporná hranová dislokácia** \top - polrovina zasunutá zdola

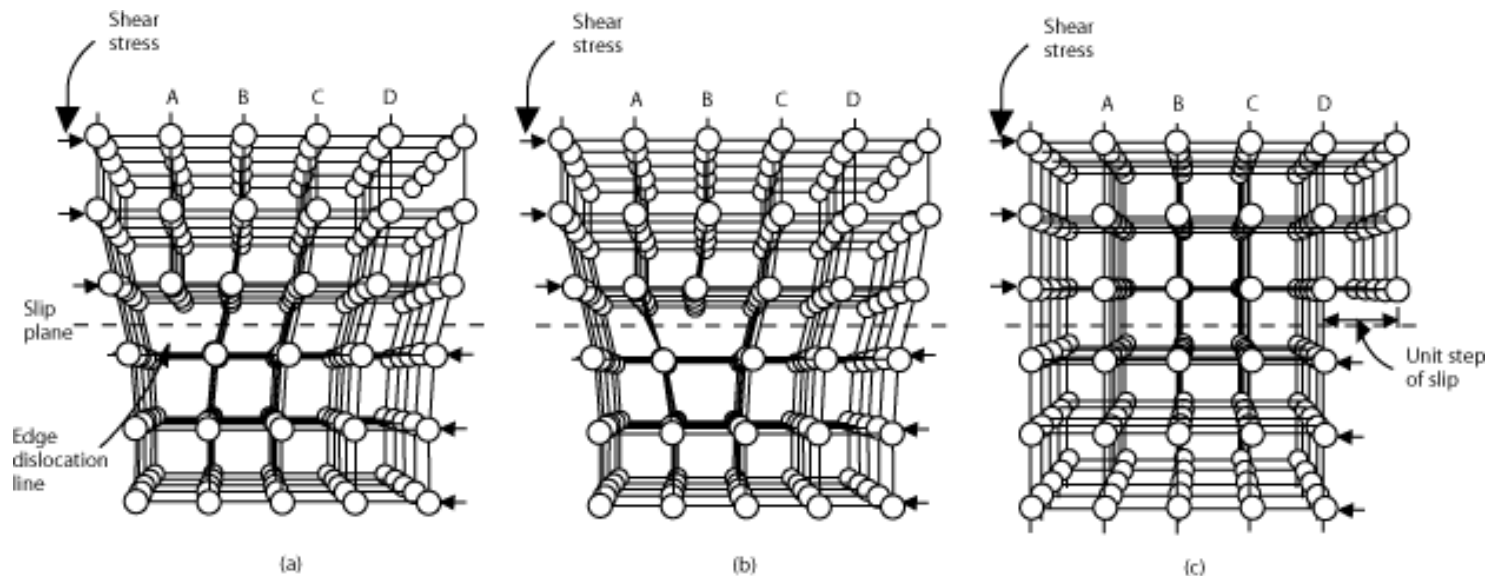
b) Skrutková dislokácia



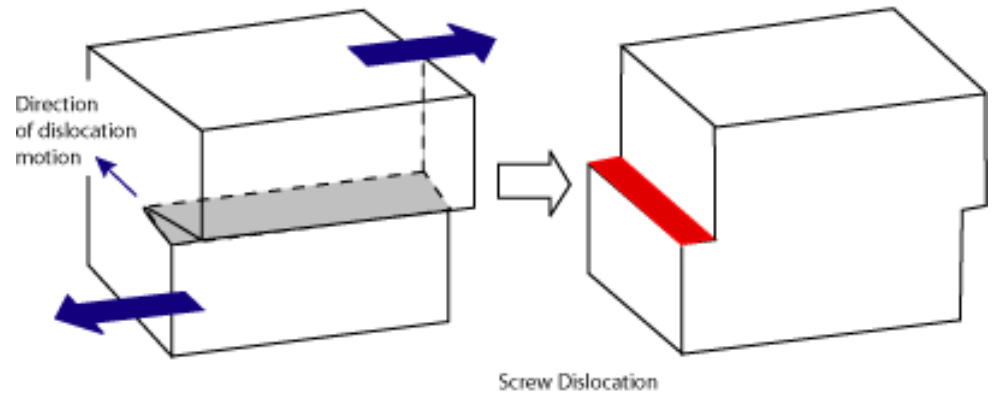
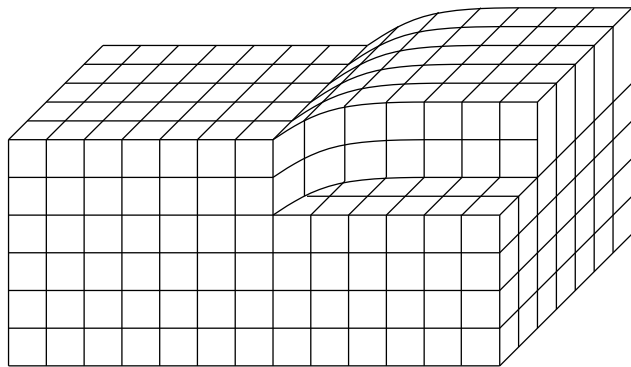
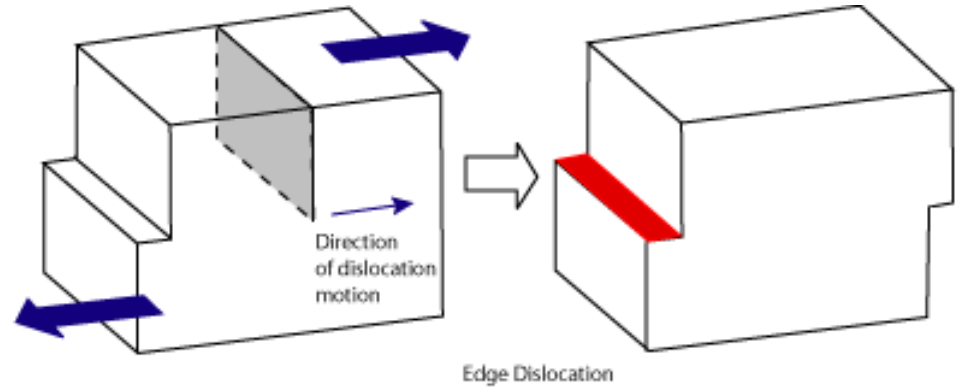
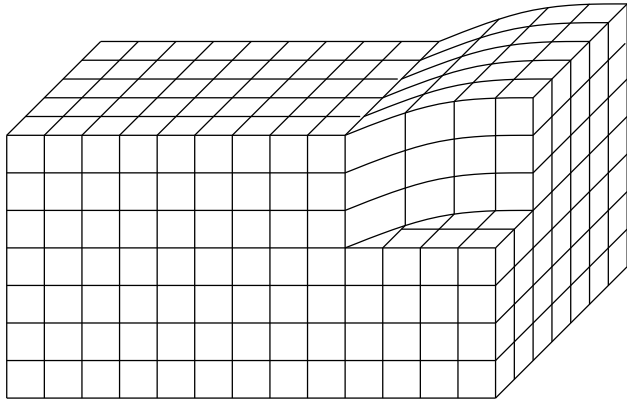
- Burgersov vektor je rovnobežný s dislokačnou čiarou
- Označenie:
 - ⊙ - vektor vystupuje z nákresnej roviny
 - ⊗ - vektor mieri do nákresnej roviny

Pohyb dislokácií

- **Pohyb sklzový** – rýchlosť závisí od veľkosti pôsobiacej sily, od typu mriežky, od atómových väzieb a množstva porúch
- **Pohyb difúzny** (šplhanie) – vplyv koncentrácie vakancií a intersticiálnych atómov



Pohyb dislokácií



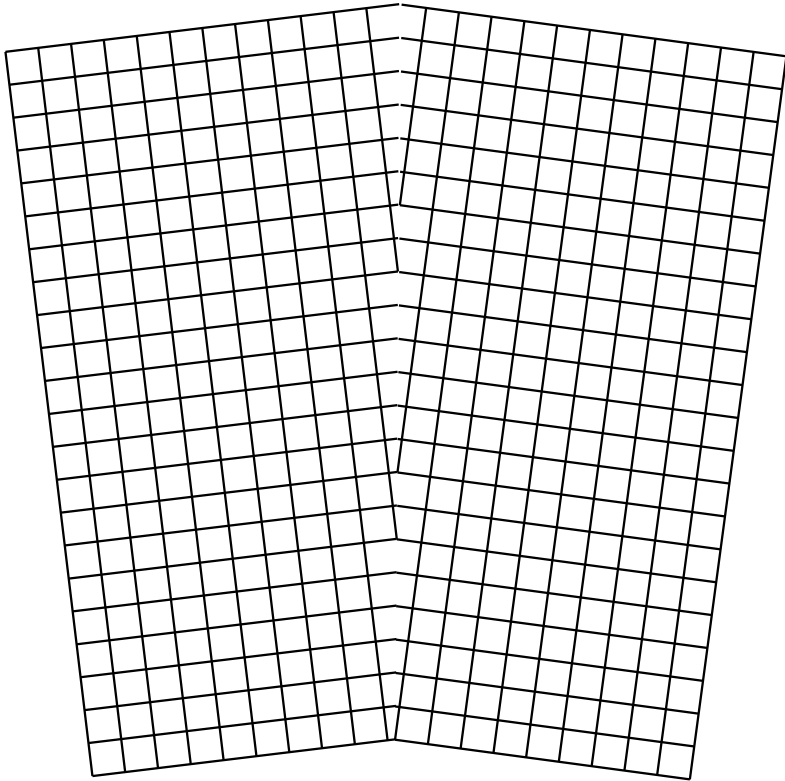
3. Plošné poruchy

dvojrozmerné poruchy mriežky

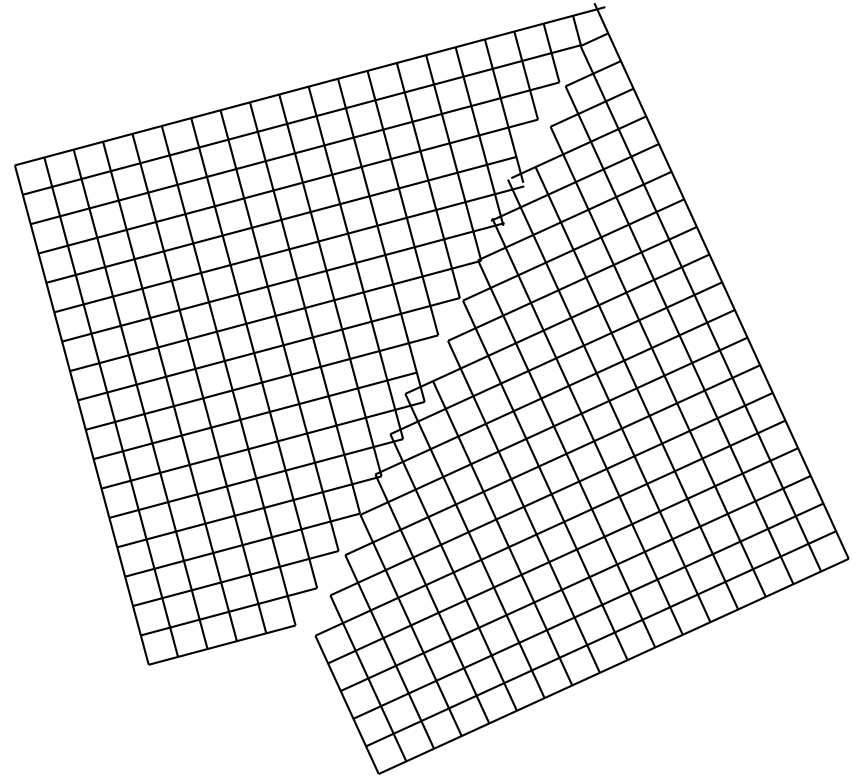
- Vnútorne rozhranie s malým uhlom dezorientácie (do $10 - 15^\circ$) – hranice subzrn
- Vnútorne rozhranie s veľkým uhlom dezorientácie (nad 15°) – hranice zrn, dvojčatové hranice, rozličné rozhrania,...
- Chyby vrstvenia

Plocha, ktorá oddeľuje 2 oblasti kryštálu alebo polykryštálu s odlišnými vlastnosťami sa nazýva vnútorné rozhranie (hranica)

Hranice blokov

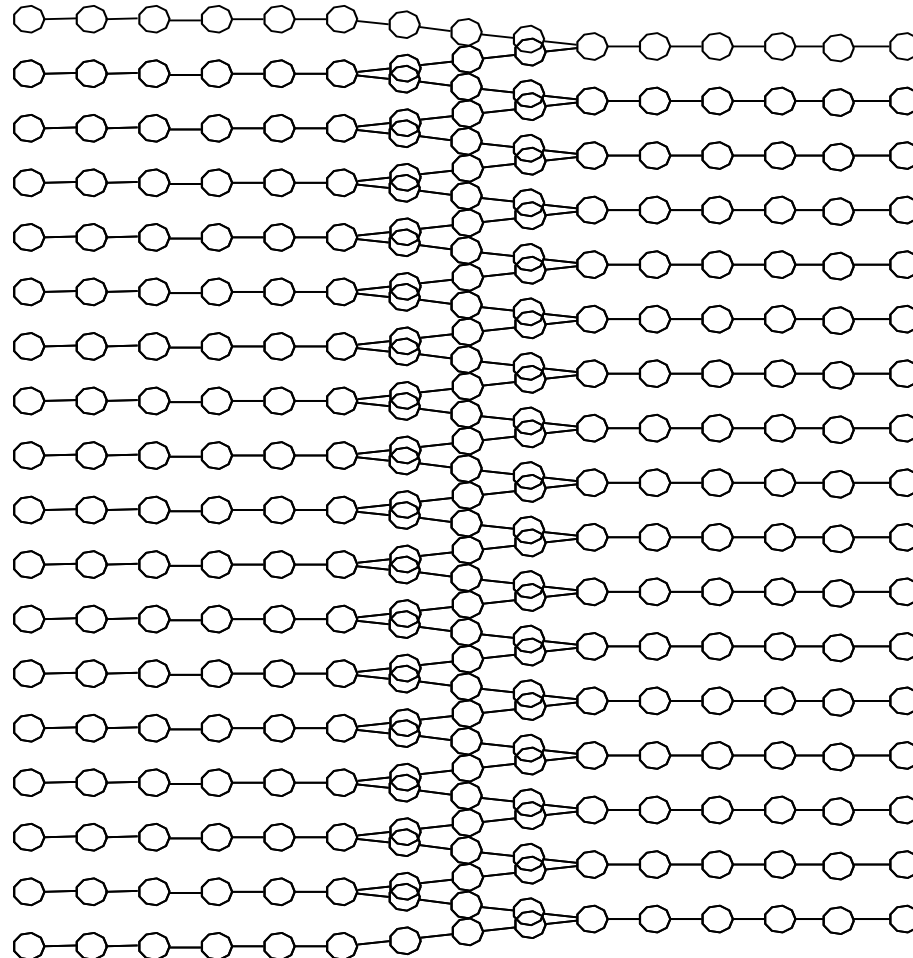


a) tvorená jednou radou
hranových dislokácií



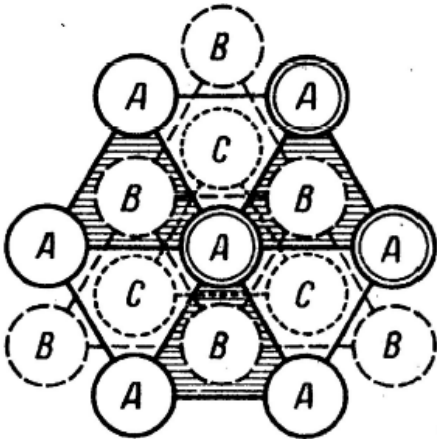
b) tvorená dvomi radmi
hranových dislokácií

Hranica tvorená dvomi radmi hranových dislokácií



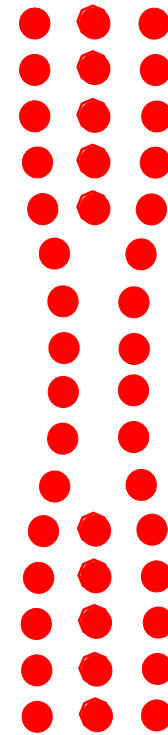
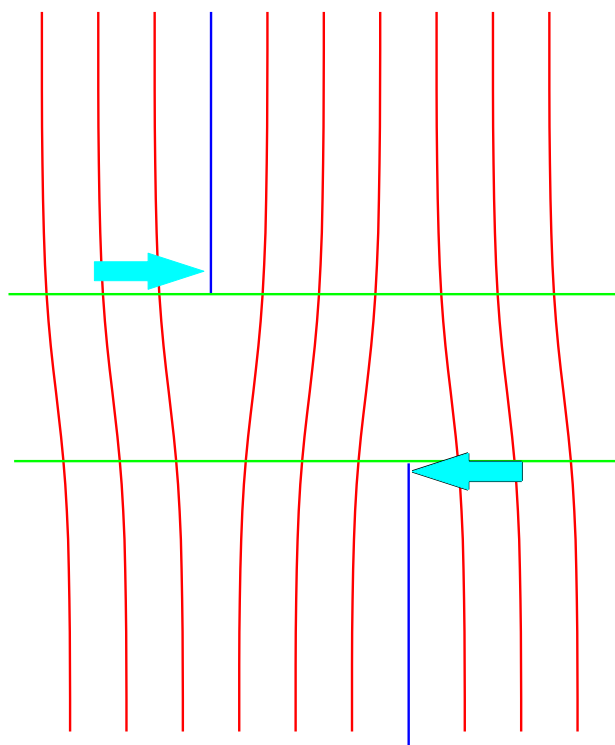
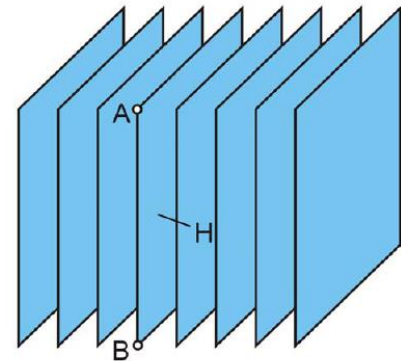
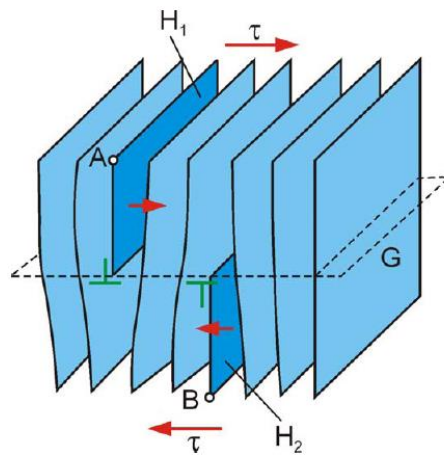
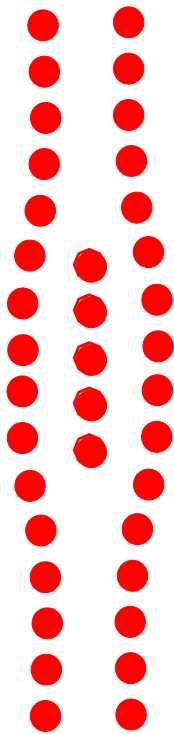
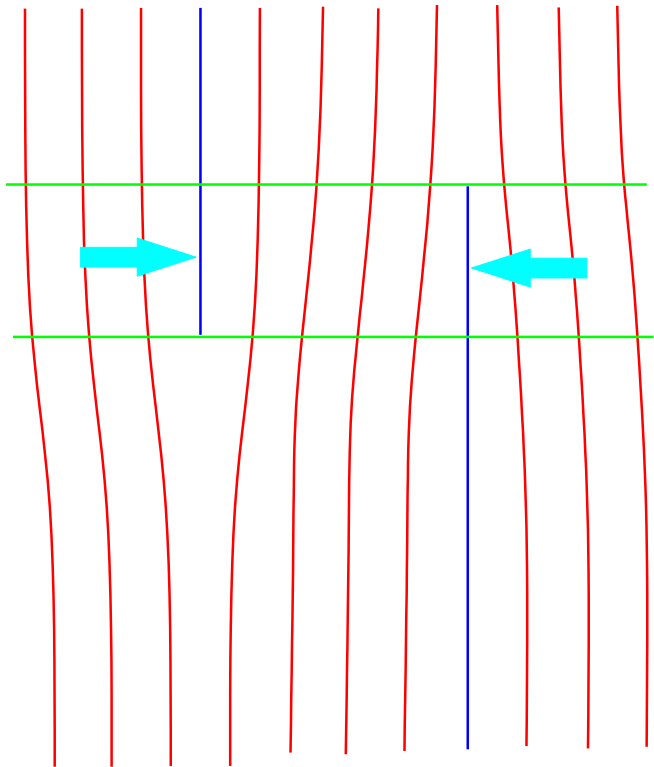
Vznik chyby vrstvenia

- Sklzmom
- Odobratím jednej atómovej roviny – kondenzácia vakancií
- Vložením jednej atómovej roviny – kondenzácia intersticiálnych atómov



Pri dokonalej mriežke je postupnosť vrstiev
ABC ABC ABC ... ,

vrstevná chyba vzniká pri narušení tejto
postupnosti, napr. pri ukladaní vrstiev:
ABC AC ABC



4. Priestorové poruchy

- Oblasti s časticami iných fáz:
 - precipitátmi - vznikajú zhlukovaním intersticiálnych atómov,
 - vtrúseninami,
 - zrnami druhej fázy - vznikajú zhlukovaním substitučných prímiesí,...)
- Dutiny, trhliny, voľný povrch telies,...
- Ich existencia zvyšuje vnútornú energiu => merná povrchová energia je 3x ↑ ako merná energia veľkouglovej hranice rovnakého kovu

