

# POLOVODIČOVÉ LASERY a atomy

- u molekulových laserů jsou přechody mezi energetickými hladinami osamocovaných molekul (atomů)
- barevné lasery a část pevnolátkových laserů pracuje s laserovým materiálem, který je o malé koncentraci rozprostřen v rozpouštědli respektive matrici o koncentraci 0.01-10%
- u polovodičových laserů je laserový materiál přímo o krystalové mřížce a jeho koncentrace je tedy vysoká  $10^{22}$  atomů/cm<sup>3</sup> a nelze již mluvit o energetických hladinách, ale o vlnen. vlněné interakce jednoduchých atomů vznikající energetické pásy a rovněž elektrony již nelze přiradit k jednotlivým atomům, ale patří jen do šedého vlnitých pásů

Ve fyzice pevných látek je třeba řešit periodický problém, protože pro krystalické materiály je potenciál  $V$  periodická funkce s periodou rovnou vzdálenosti atomů

Sch. rovnice jsou  $V(x) = V(x+a) = V(x+2a) \dots$   
 řešením vlnové funkce ve tvaru  $\psi(x) = e^{ik(x+na)} = e^{ikx} e^{ikna}$

periodická funkce s periodou rovnou vzdálenosti mezi atomy mřížky

o tomto předpokladě ale na rozdíl od volného elektronu  $k$  není přímo úměrné  $p$ . V aproximaci malých  $k$  je možné zarážet o elektronu jako o volném s efektivní hmotností  $m_{eff}$

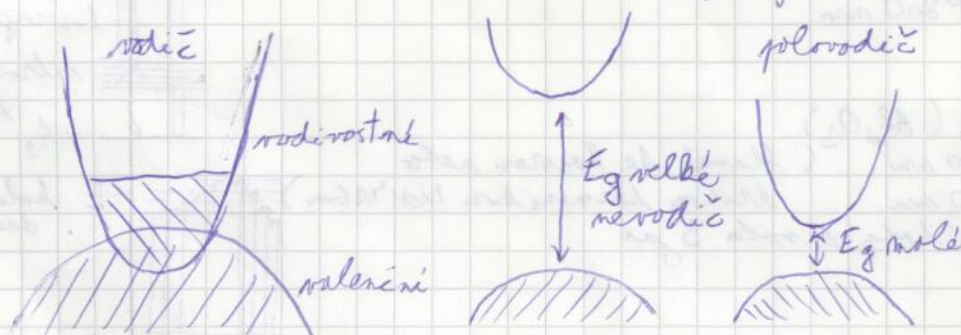
$$m_{eff} = \hbar^2 / d^2 E / dk^2 \text{ pak}$$

$$E_k = \frac{\hbar^2 k^2}{2m_e} \text{ (v aproximaci malých } k \text{)}$$

- kde  $E_k$  je jako funkce  $k$  parabola,  $k$  je vlníková obdoba krystalového čísla, která popisuje stav, ve kterém se elektron nachází
- $E_k$  je energie, kterou by měl volný elektron
- $m_e$  říká, jaký odpor pohybu elektronu způsobuje interakce s atomy mřížky (o elektronech se přemýšlí jako o solových atómech s různou hmotností podle směru, kam se chtějí pohybovat vlnením podle opod.)

- Aplikujeme-li elektrické pole, elektrony dle své efektivní hmotnosti o daném směru se začnou pohybovat ve vodivostním páse, jsou-li ve valenčním páse díky, začnou se pohybovat stejným směrem, protože siče mají opačný (kladný) náboj, ale také mají zápornou efektivní hmotnost.

- vodivost ve vod. páse je dána elektrony vzhledně
- vodivost ve valenčním páse je významná díky dírkám



$Si \sim 1.1 \text{ eV}$   
 malá velikost  
 gapu způsobuje  
 že elektrony  
 lze relativně  
 snadno excitovat  
 (může jít tepelně)