



STEJNOSMĚRNÝ PROUD

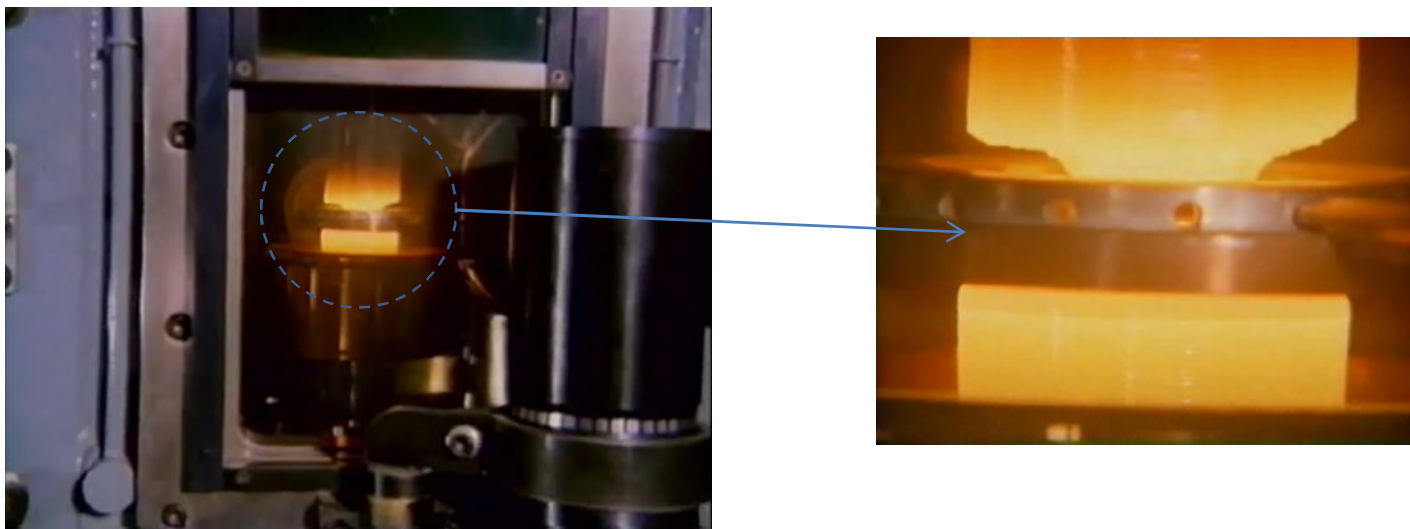
Polovodiče

TENTO PROJEKT JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM FONDEM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY.



Polovodiče

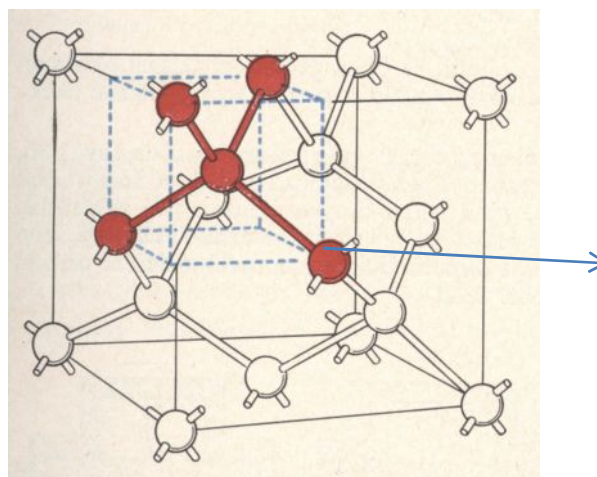
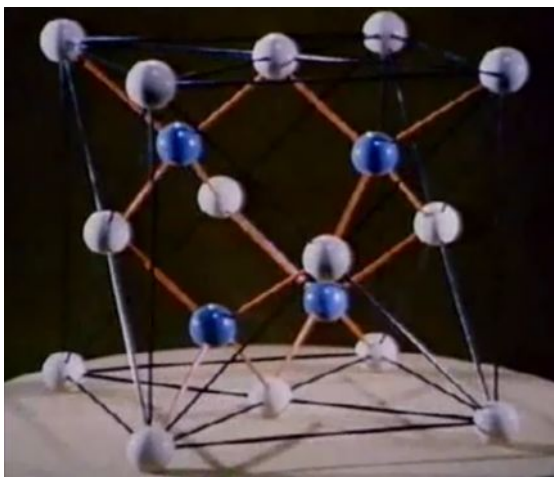
Mezi polovodiče patří velké množství pevných látek. Často se využívá germanium Ge a křemík Si, méně jsou užívané selen Se, uhlík ve formě grafitu C a telur Te a dále sloučeniny sulfid kademnatý CdS, selenid kademnatý CdSe, arsenid galia AsGa aj. Aby tyto látky mohly projevit své polovodivé vlastnosti je nutné zbavit je všech nečistot – na každých 10^{12} atomů smí být pouze jeden atom nečistot. To se děje tavbou krystalu polovodiče v zonální peci:



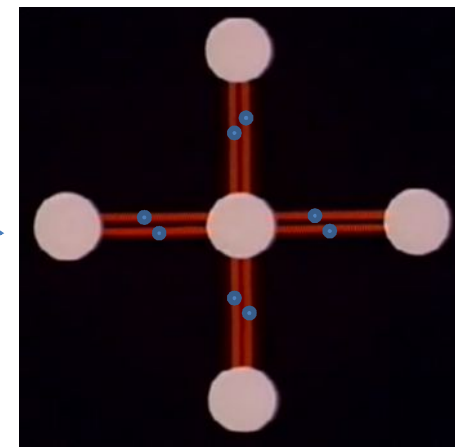
Měrná vodivost polovodičů je mnohem menší než měrná vodivost kovů, ale větší než izolantů a stoupá s teplotou látky. Patří do IV. Skupiny Mendělejevovy periodické soustavy prvků, mají proto ve valenčním orbitalu 4 elektrony. Krystalují v soustavě krychlové v tzv. diamantové mřížce, kde každý atom je obklopen sousedními čtyřmi atomy, se kterými se váže svými čtyřmi valenčními elektrony.

Diamantová mřížka:

Model:

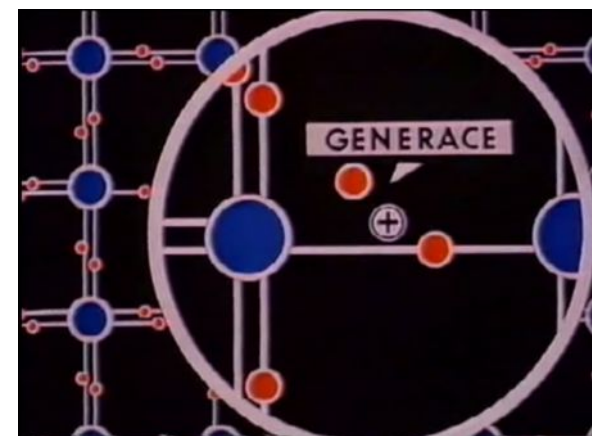


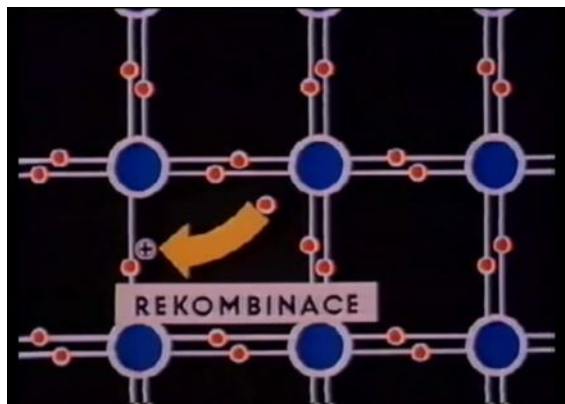
Detail vazby:



Kolem každého atomu je 8 elektronů, z toho 4 vlastní, 4 náleží sousedním atomům. Vždy dva elektrony jsou společné sousedním atomům = vazebný elektronový pár. Vazba je kovalentní. Za velmi nízkých teplot ($0\text{ K} = -273,15^\circ\text{C}$), je polovodič izolantem, protože elektrony jsou pevně vázány ve vazbách = neexistují volné elektrony.

Zahřeje-li se polovodič, např. Si na pokojovou teplotu tj. 20°C , poruší se některé vazby mezi dvěma sousedními atomy. Valenční elektrony získaly zahřátím takovou energii, že jsou schopny překonat vazební síly, které je poutaly k jádrům, opustí svá místa a začnou se pohybovat v krystalové mřížce. Odpoutáním elektronů od atomů se poruší neutralita atomů a vzniknou kladné díry. Tento děj se nazývá **generace**.





Působí-li na polovodič vnější elektrické pole, budou se elektrony pohybovat, polovodičem prochází elektrický proud. Při tom se stává, že elektron odpoutaný od jednoho atomu zapadne do díry v jiném atomu. Atom, který přijal elektron, se stane neutrálním. Tomuto jevu říkáme **rekombinace**.

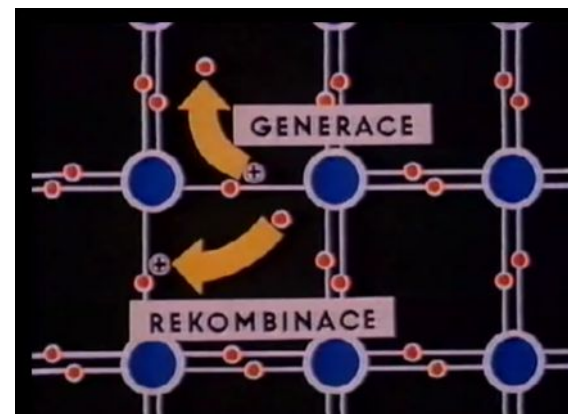
Počet volných elektronů se stále rovná počtu kladných děr, takže nosiči náboje jsou jak elektrony, tak díry. Vznik volného elektronu si je možné představit jako přeskok elektronu z valenčního do vodivostního pásma, vznik kladné díry, jako vytvoření prázdné hladiny v původně plně obsazeném valenčním pásmu. Vložíme-li polovodič do elektrického pole vznikne proud, který je tvořen jak uspořádaným pohybem elektronů, tak děr $I = I_e + I_d$. Takový polovodič nazýváme

polovodič s vlastní vodivostí.

Nevýhodou tohoto polovodiče je

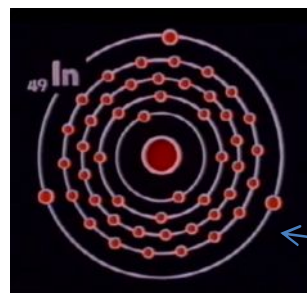

a) závislost vodivosti na teplotě. Např. při teplotě $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ je hustota volných elektronů $1,0 \cdot 10^{16} \text{ m}^{-3}$, při teplotě $t = 300 \text{ }^\circ\text{C}$ je $1,8 \cdot 10^{19} \text{ m}^{-3}$

b) snižování počtu volných nosičů nábojů rekombinací.



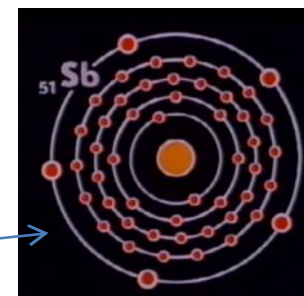
Abychom odstranili závislost elektrické vodivosti na teplotě nalegujeme do polovodiče vhodně zvolenou příměs. Příměšové atomy volíme ze III. nebo V. skupiny periodické tabulky prvků.

Akceptor
= příjemce

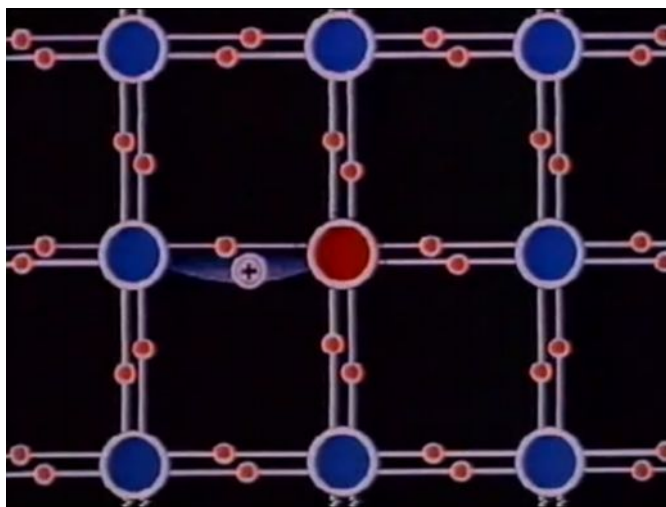
	III	IV	V	
5 B BOR				
13 Al HLINÍK	14 Si KŘEMÍK	15 P FOSFOR		
21 Ga GALIJUM	22 Ge GERMÁNÍUM	23 As ARZÉN		
49 In INDIUM		51 Sb ANTIMON		

Donor
= dárce

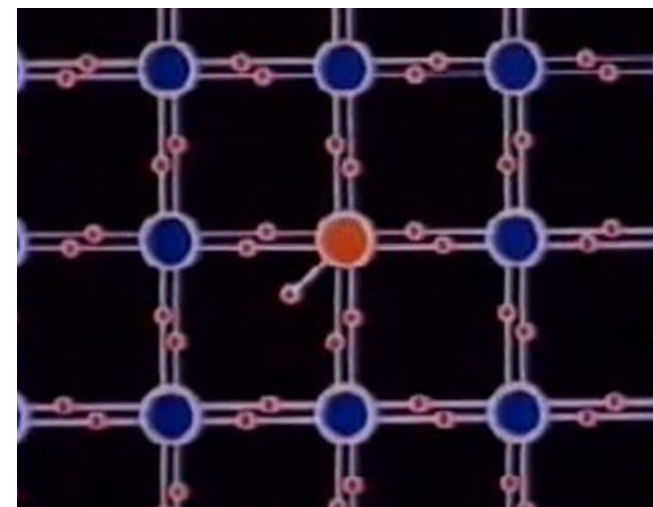


Zvolíme-li bór, hliník, galium, indium nebo talium, pak tyto mohou přijmout od okolí jeden vazebný elektron, čímž vzniká kladná díra = majoritní, většinový náboj.

Zvolíme-li dusík, fosfor, arzén, antimon nebo bizmut, objeví se ve vazbě nevázaný, tedy relativně volný elektron = majoritní, většinový náboj.

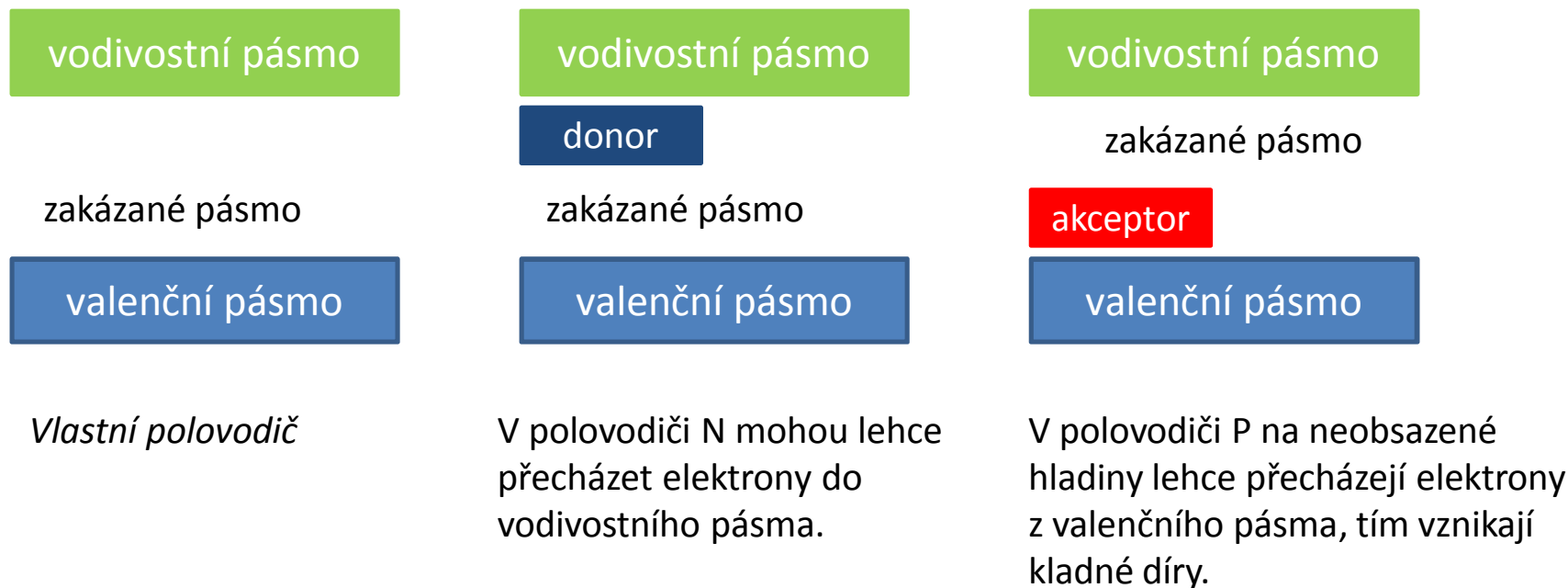


+ díra = pozitivní náboj \Rightarrow polovodič typu P



e^- = negativní náboj \Rightarrow polovodič typu N

Příměsi se na energetických pásmech polovodiče projeví vznikem nových energetických hladin v zakázaném pásmu:



Polovodiče, jejichž elektrické vlastnosti jsou určeny příměsemi, nazýváme **příměsové** nebo **nevlastní**. I v nevlastních polovodičích se uplatňuje děj *generace*, ale neovlivňuje princip vedení el. proudu polovodičem. Tzn., že v nevlastních polovodičích typu N je příspěvek děrové vodivosti zanedbatelný (minoritní) a podobně v polovodičích typu P je i elektronová vodivost zanedbatelná (minoritní).

S použitím:

- J. Zámečník. *Prehľad stredoškolskej fyziky*. 2. vydání. Praha 1988: SNTL. od str. 281.
- L. Voženílek. *Kurs elektrotechniky*. 2. přepracované vydání. Praha 1988: SNTL. od str. 243.
- Kolektiv AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY. *DVD Elektřina a magnetismus*. 2007.
- KOMENIUM, videotéka pro střední školy, Polovodiče I.

vypracoval: Ing. Milan Maťátko
