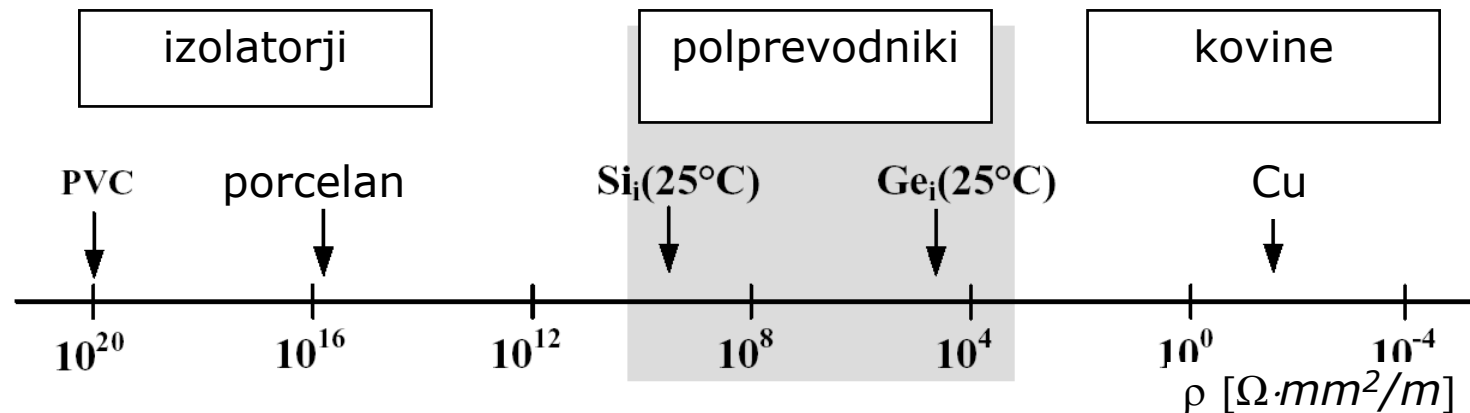


# Fizika polprevodniških materialov

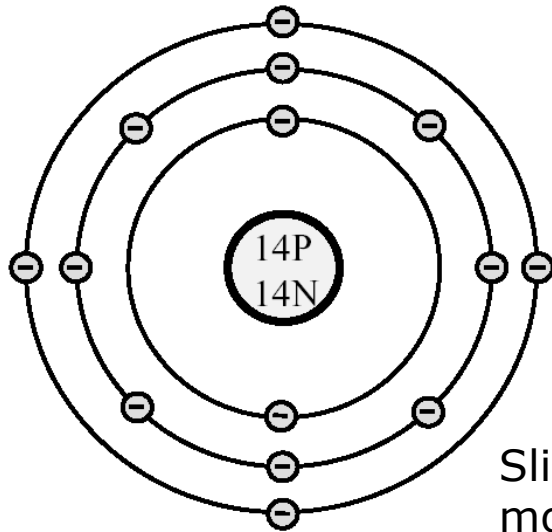


- atomska zgradba materialov je različna
- upornost 1 m dolge palice s presekom  $1 \text{ mm}^2$ , ki je izdelana iz:
  - bakra:  $17,5 \cdot 10^{-3} \Omega$
  - čistega silicija:  $2,1 \cdot 10^9 \Omega$
  - PVC:  $10^{20} \Omega$

# Zgradba atoma-Bohrov model

➤ elementarni delci: elektroni, protoni in nevtroni

$e_- = -1,6 \cdot 10^{-19}$  As (negativni naboj)  
 $e_+ = 1,6 \cdot 10^{-19}$  As (pozitivni naboj),  
 nevtroni električnega naboja nimajo

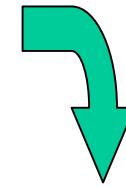
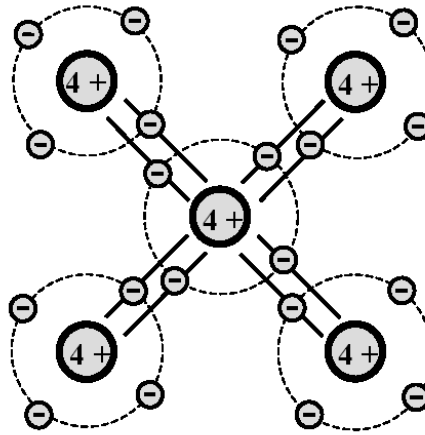
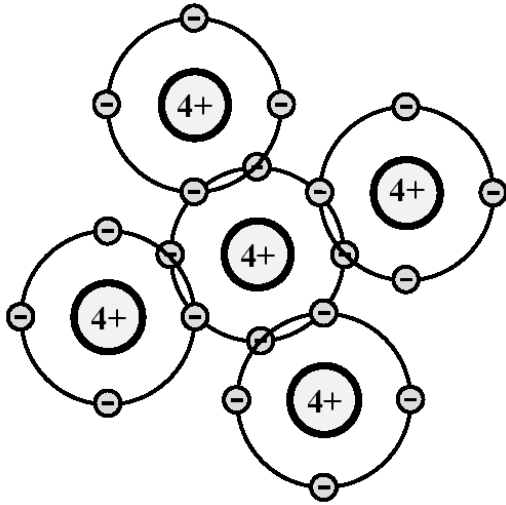


valenčna lupina z valenčnimi elektroni

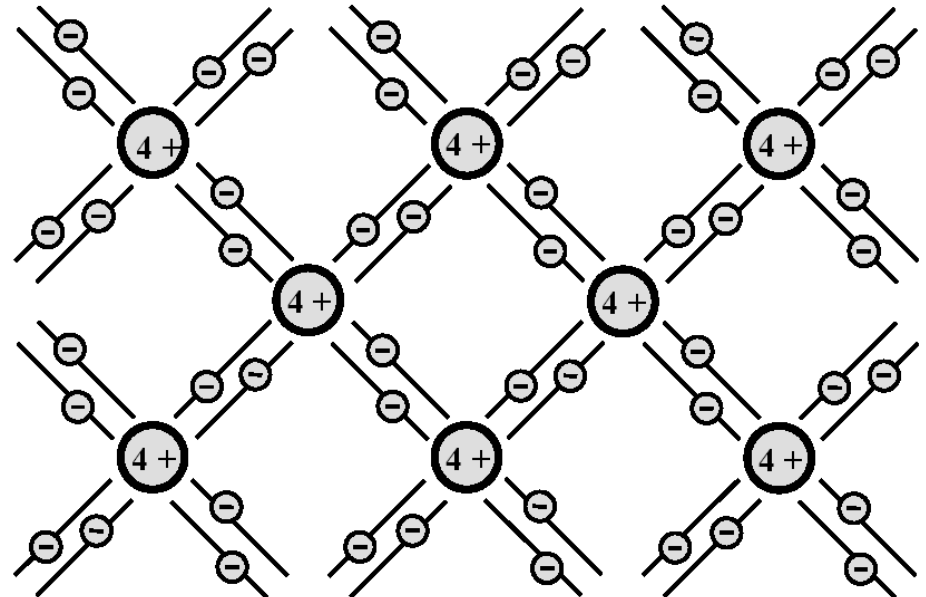
Slika 2: Dvodimenzionalni model silicija

lupina	K	L	M	N	O	P	Q	
<b>n</b>	1	2	3	4	5	6	7	
$N_{max}$	2	8	18	32	(50)	(72)	(98)	na notranjih lupinah
$N_{max}$	2	8	8	8	8	8	8	na zunanji lupini (konfiguracija žlahtnih plinov)

# Zgradba atoma-kovalentna vez

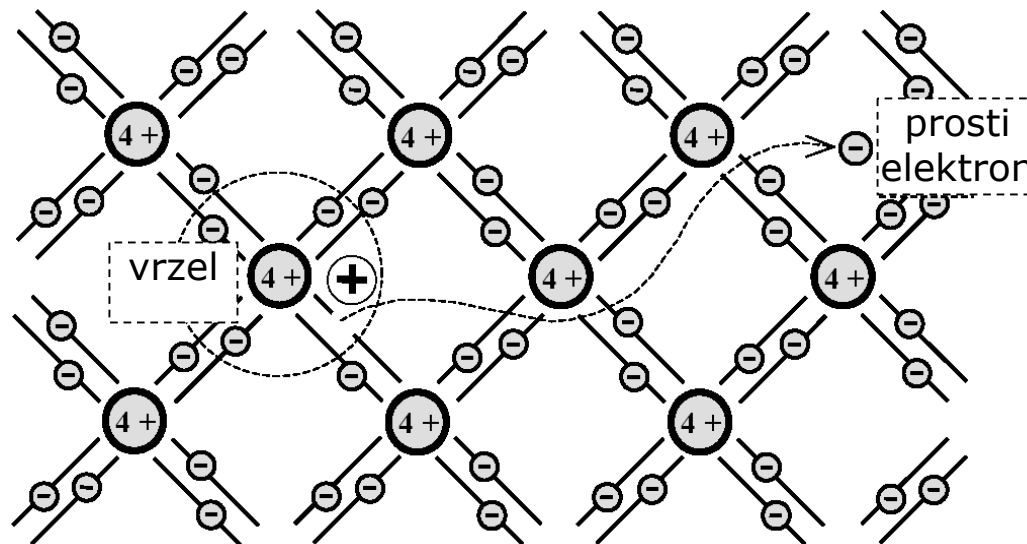


➤ Kemijske vezi: kovalentna vez



# Mehanizem prevajanja električnega toka v polprevodnikih

➤ v čistem (angl. intrinsic) polprevodniku



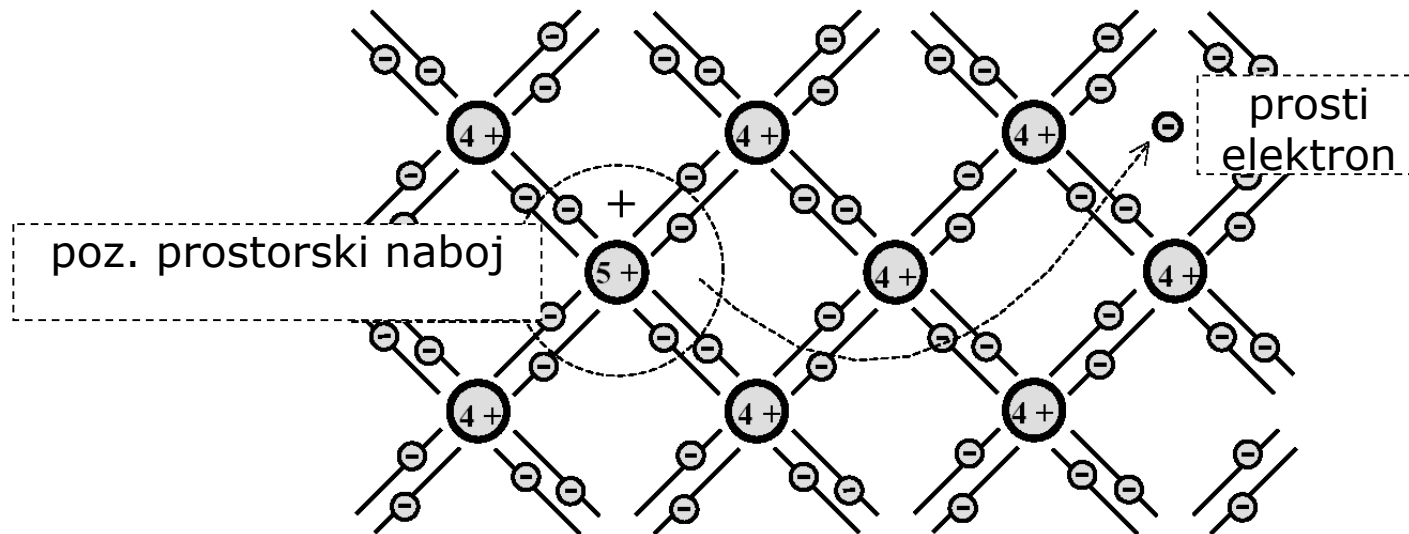
➤  $T = 0^\circ\text{K}$  - ni gibljivih nosilcev elektrine

➤ z rastočo temperaturo: **nastanek para elektron-vrzel**

➤ obraten pojav: **rekombinacija**

# Mehanizem prevajanja električnega toka v polprevodnikih

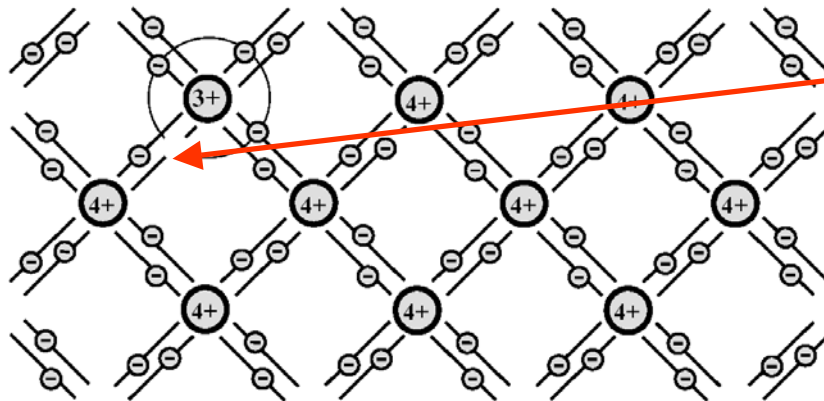
➤ dopiranje s petvalentnimi atomi



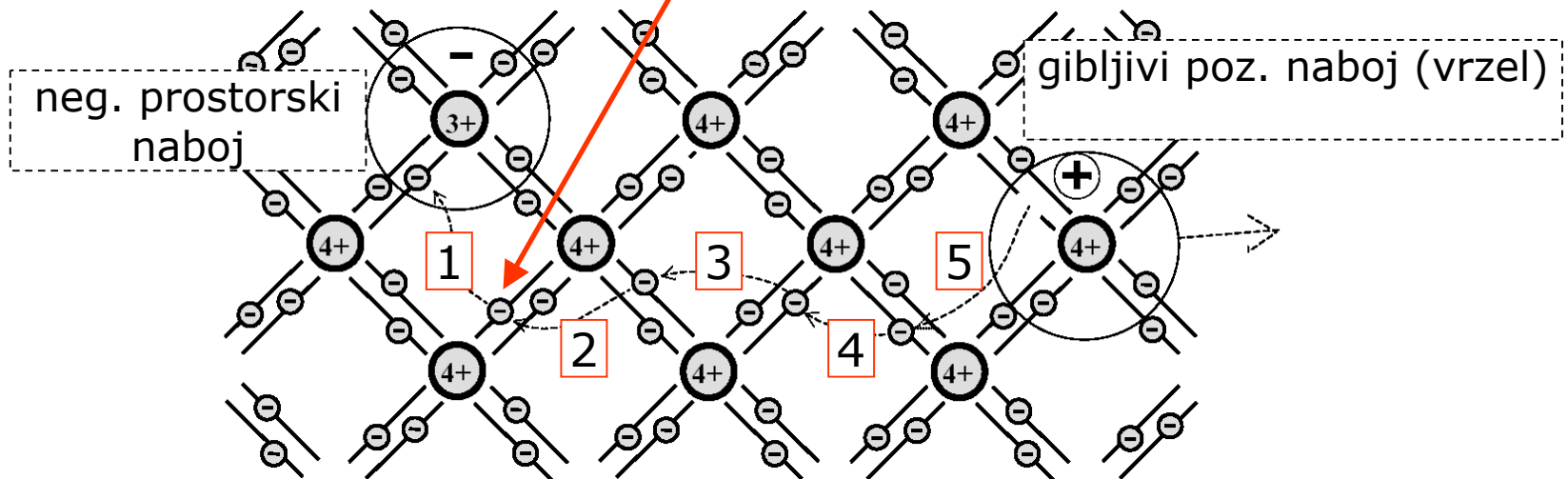
Slika 6: Nastanek presežnega elektrona z dodajanjem donorskih atomov

# Mehanizem prevajanja električnega toka v polprevodnikih

➤ dopiranje s trivalentnimi atomi

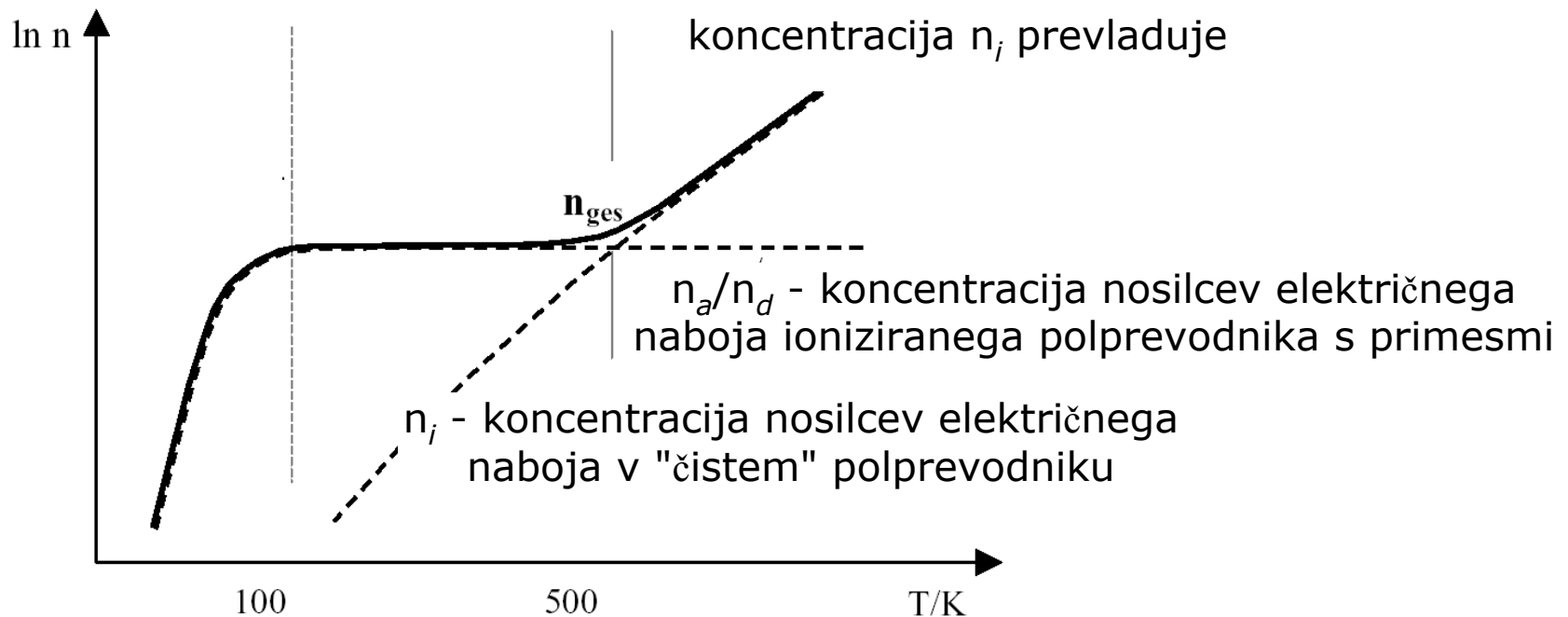


popolnitev z elektronom iz ene izmed kovalentne vezi



# Mehanizem prevajanja električnega toka v polprevodnikih

- električne lastnosti zavise od koncentracije prostih nosilcev naboja



Slika 9: Potek temperaturne odvisnosti koncentracije prostih nosilcev naboja

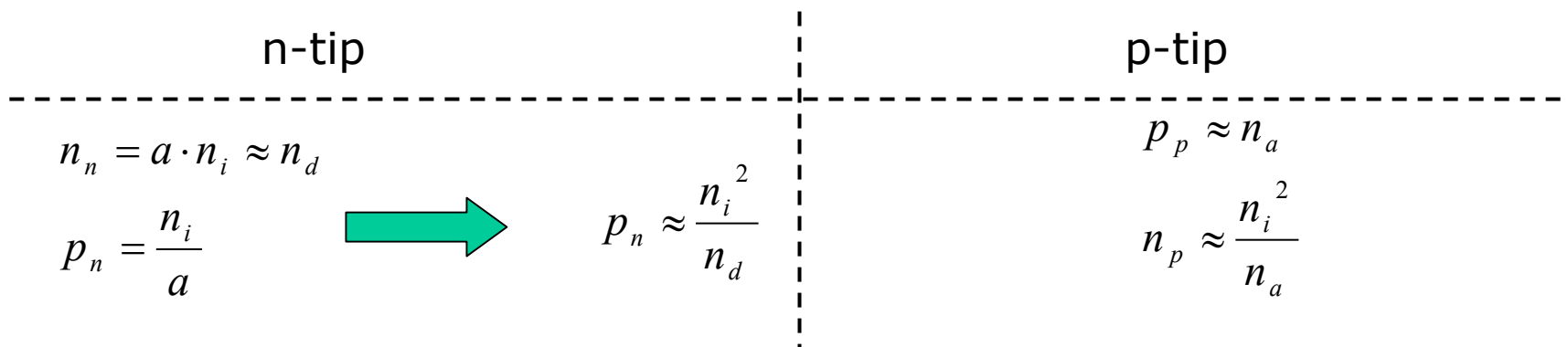
# Mehanizem prevajanja električnega toka v polprevodnikih

➤ razmerje med večinskimi in manjšinskimi nosilci v n-tipu

Koncentracija večinskih nosilcev (elektronov):

$$n_n = n_d + n_i \Rightarrow (n_d \gg n_i) n_n \approx n_d.$$

Koncentracija manjšinskih vrzeli : verjetnost rekombinacije vrzeli poraste za faktor  $a = n_n / n_i \approx n_d / n_i \Rightarrow$  število vrzeli glede na število vrzeli v čistem polprevodniku ( $n_i$ ) se zmanjša v enakem razmerju





# Mehanizem prevajanja električnega toka v polprevodnikih

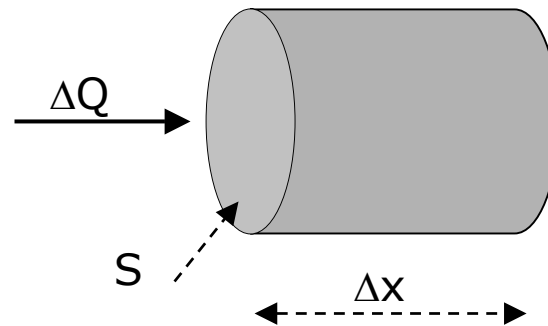
➤ prevodnost polprevodniškega materiala

$$J = \frac{\Delta Q}{\Delta t \cdot S} = \frac{\Delta N \cdot e}{\Delta t \cdot S} \quad n = \frac{\Delta N}{\Delta V}$$

$$J = \frac{\Delta Q}{\Delta t \cdot S} = \frac{\Delta V \cdot e \cdot n}{\Delta t \cdot S} = e \cdot n \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} = e \cdot n \cdot v$$

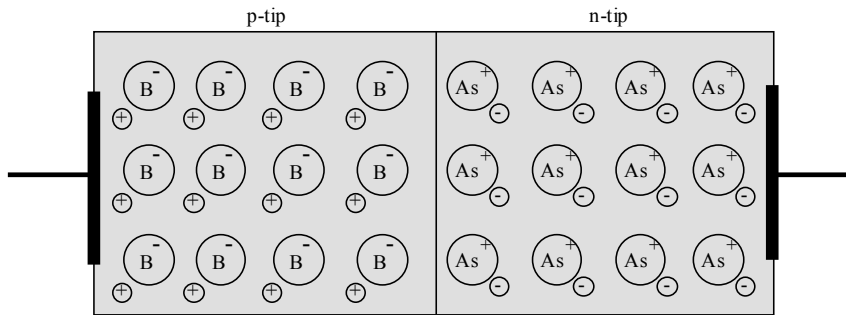
$$J = e \cdot n \cdot v_n + e \cdot p \cdot v_p$$

$$J = e \cdot (n \cdot \kappa_n + p \cdot \kappa_p) E$$

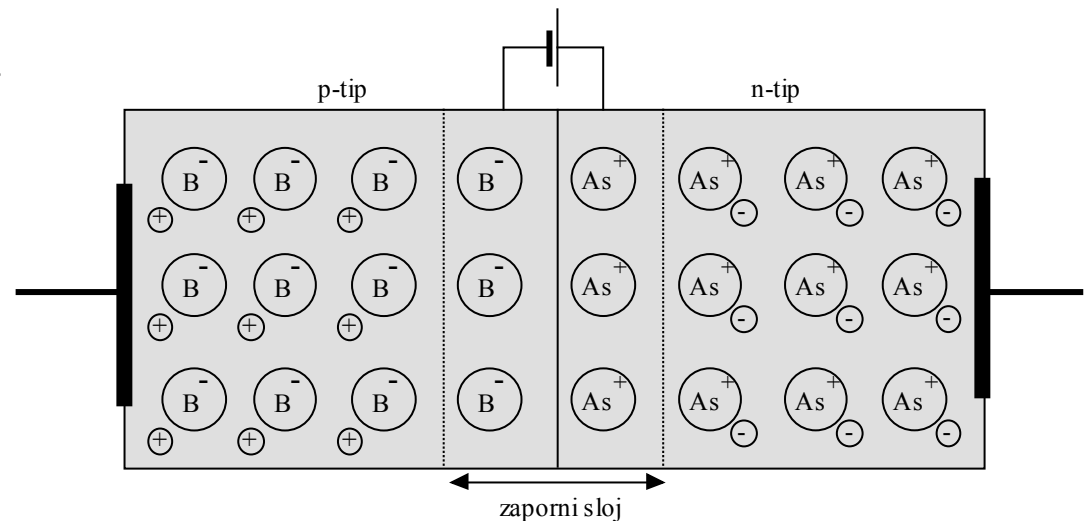


# PN spoj brez zunanje priključene napetosti

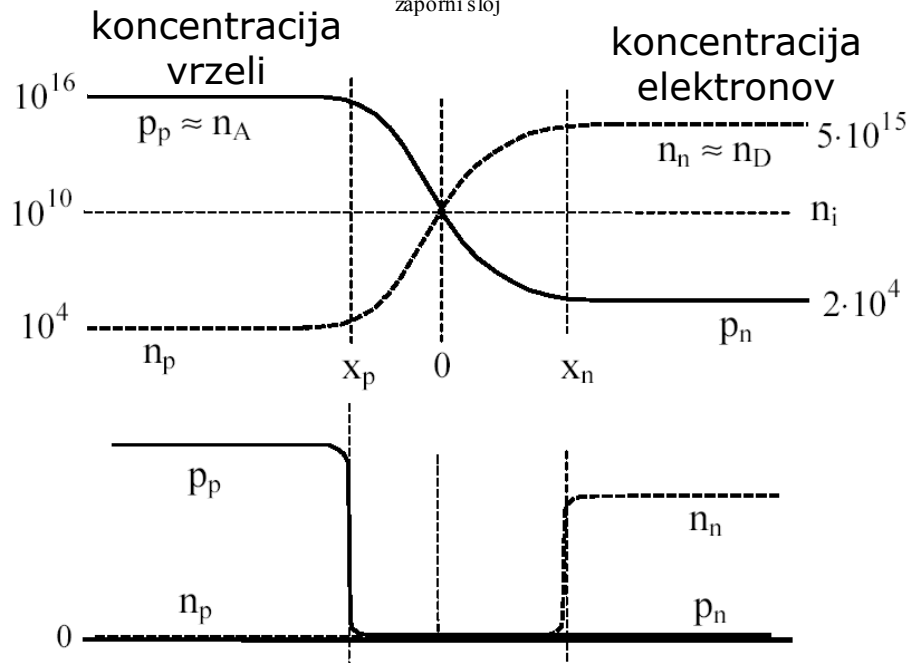
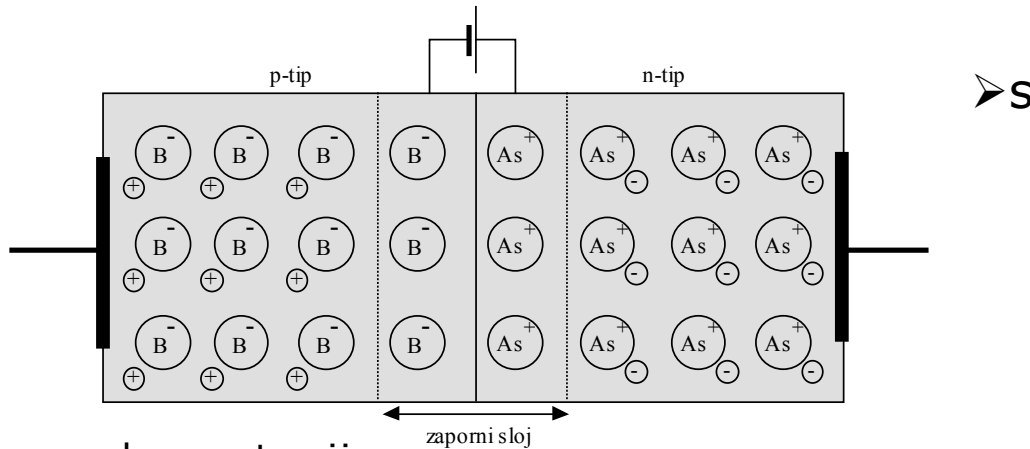
➤ pred procesom difuzije in rekombinacije



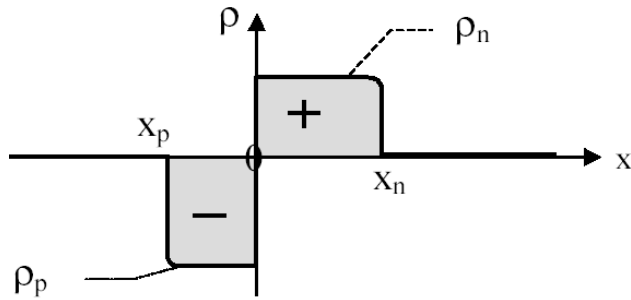
➤ po difuziji



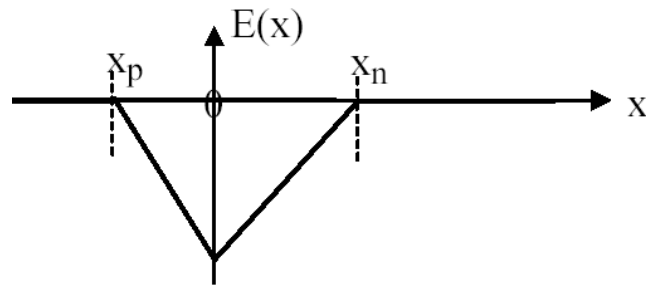
# PN spoj brez zunanje priključene napetosti



# PN spoj–difuzna napetost

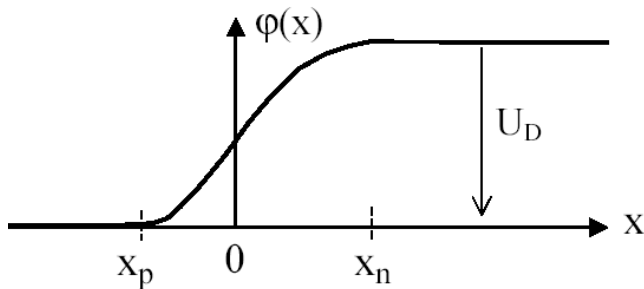


➤ difuzna napetost je odvisna od gostote prostorskega naboja



$$E(x) = \frac{1}{\varepsilon} \int_{x_p}^x \rho(x) \cdot dx$$

$$\varphi(x) = - \int_{x_p}^x E(x) \cdot dx$$

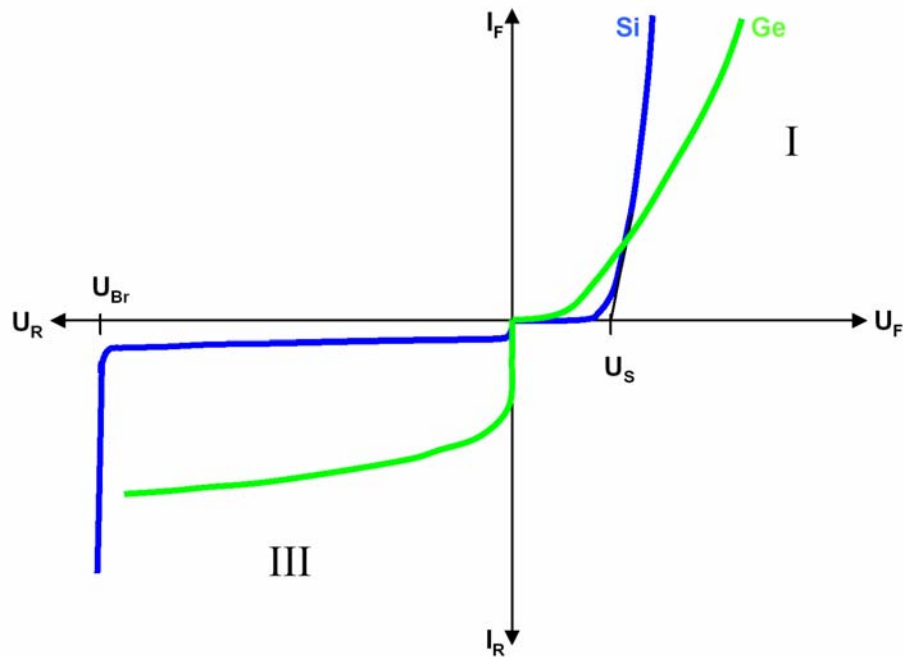
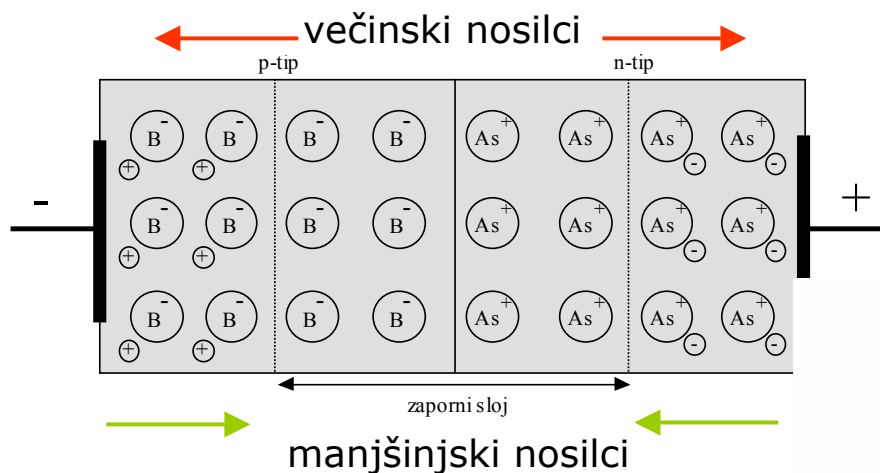


$$U_D = - \int_{x_p}^x E(x) \cdot dx = \frac{D_n}{\kappa_n} \int_{n_p}^{n_n} \frac{dn}{n} = \frac{D_n}{\kappa_n} \cdot \ln \frac{n_n}{n_p} =$$

$$= U_T \cdot \ln \frac{n_a \cdot n_d}{n_i^2}$$

# PN spoj s priključeno napetostjo

➤ v reverzni smeri (reverzna polarizacija)



# PN spoj s priključeno napetostjo

➤ v prevodni smeri (prevodna polarizacija)

