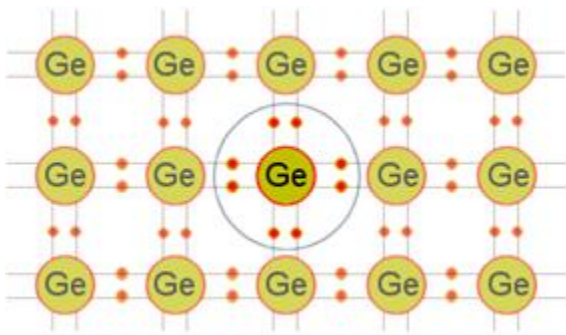


Полупроводници

Проводљивост полупроводника објашњава квантна физика. Полупроводници који се најчешће користе су германијум и силицијум. Ширина забрањене зоне (између валентне и проводне зоне) за германијум је $0,72\text{eV}$, а за силицијум је $1,1\text{eV}$.

На ниским температурама топлотна енергија није довољна електронима да прескоче из валентне у проводну зону. Због тога је на собној температури само мали број електрона у могућности да пређе у проводну зону, а самим тим је електрична проводљивост полупроводника на собној температури јако ниска.

Силицијум и германијум су елементи четврте групе- имају по четири валентна електрона. Стабилно стање постижу градећи по четири ковалентне везе са околним атомима, као што је и приказано на слици.



назива се **шупљина**.

Када је температура јако ниска валентна зона је попуњена, а проводна зона је потпуно празна као на слици. Када се полупроводник загрије, поједини валентни електрони скупе довољну енергију да пређу у проводну зону и напусте ковалентну везу. Мјесто које напушта електрон постаје позитивно наелектрисано и

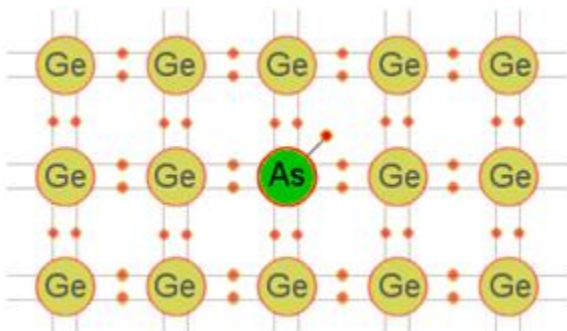
Шупљина је непопуњено мјесто у ковалентној вези које привлачи електроне из сусједних ковалентних веза. Пошто у хемијски чистом проводнику шупљина настаје преласком електрона у проводну зону, број слободних електрона и шупљина је исти. Постоји могућност да електрон попуни шупљину у ковалентној вези и тај процес се назива **рекомбинација**. На тај начин настаје кретање шупљина и електрона које је без спољашњег утицаја хаотично.

Када се полупроводник стави у спољашње електрично поље, усмјерава се кретање слободних електрона и шупљина. Њихово кретање је супротно усмјерено: шупљине се крећу у смјеру поља, а слободни електрони у смјеру супротном од смјера електричног поља.

Електрична проводљивост хемијски чистих полупроводника која се остварује усмјереним кретањем слободних електрона и шупљина, назива се **сопствена проводљивост полупроводника**.

- Примјесна проводљивост полупроводника

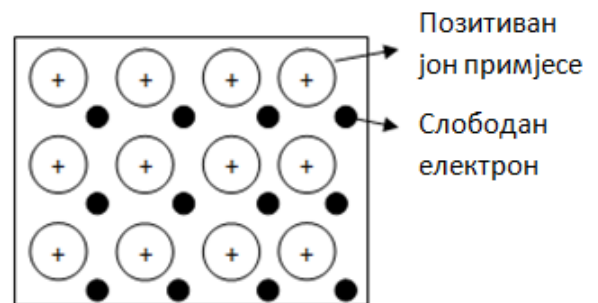
Проводљивост проводника опада када му се додају одређене примјесе и нечистоће. Међутим код полупроводника то није случај: додавањем елемената из треће и пете групе периодног система повећава се њихова проводљивост.



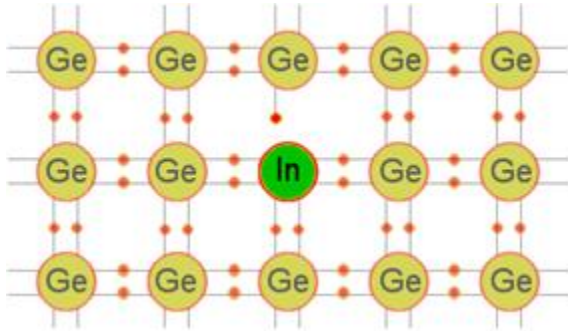
електрон и лако се отпушта.

Када се полупроводнику начињеном од германијума дода примјеса и то елемент из пете групе (антимон, арсен...) тада арсен улази у ковалентне везе са четири околна атома германијума. Услјед тога, један електрон арсена остаје неспарен, па се понаша као слободан

Дакле, увођењем елемента пете групе повећава се број слободних електрона у односу на број шупљина. Самим тим, мијења се и сам карактер електричне струје кроз полупроводнике: слободни електрони су главни носиоци електричне струје, док су шупљине споредни носиоци. Примјесе које уношењем у полупроводник повећавају број слободних електрона су **донори**.



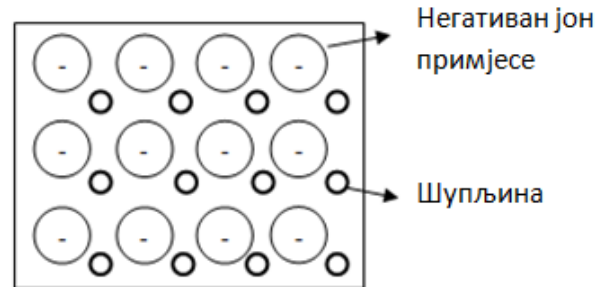
Полупроводник у којем су слободни електрони главни носиоци струје, а шупљине споредни, назива се **полупроводник n –типа**.



Када се полупроводнику дода примјеса елемента треће групе (индијум, бор, галијум...) тада атом индијума ступа у ковалентне везе са три околна атома германијума. Међутим, он нема валентни електрон да формира ковалентну везу са четвртим атомом германијума. Електрон који фали може бити позајмљен од неког сусједног атома, и на томе мјесту се ствара шупљина.

Дакле, додавањем елемента треће групе шупљине постају главни носиоци електричне струје а слободни електрони споредни. Примјесе које повећавају број шупљина у полупроводнику називају се **акцептори**.

Полупроводници у којима су шупљине главни, а слободни електрони споредни носиоци струје, називају се **полупроводници p –типа**.

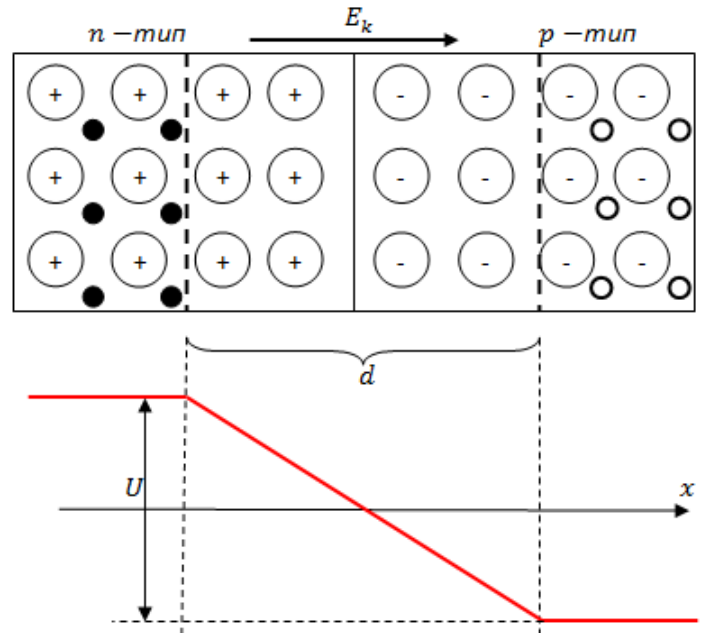


- p - n спој

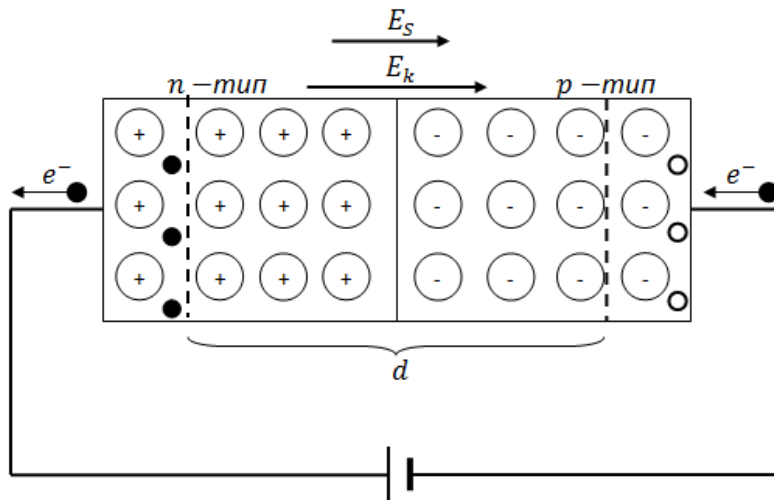
Спајањем полупроводника n –типа и полупроводника p –типа настаје **p – n спој** полупроводника. Концентрација слободних електрона у полупроводнику n –типа је много већа од њихове концентрације у полупроводнику p –типа, па постоји тенденција да се њихова концентрација са обје стране споја изједначи. Услјед тога се јавља и кретање шупљина у супротном смјеру.

Међутим, ова дифузија се дешава само кратко вријеме јер се јавља такозвана **контактна разлика потенцијала**. Наиме, усљедодласка електрона из n дијела споја, његов слој до самог споја постаје позитивно наелектрисан, а на исти начин слој p дијела споја до самог споја постаје негативно наелектрисан.

Такво електрично поље зауставља даљу дифузију у $p - n$ споју. Дебљина прелазне зоне износи од 10^{-5} cm до 10^{-4} cm , док је контактна разлика потенцијала око једног волта. На собној температури слободни електрони немају довољну енергију да пређу ову потенцијалну разлику.



Ширина прелазне зоне може да се промијени помоћу спољашњег електричног поља. У зависности од смјера спољашњег поља, постоје два случаја.



повећава ширина прелазне зоне на n дијелу споја.

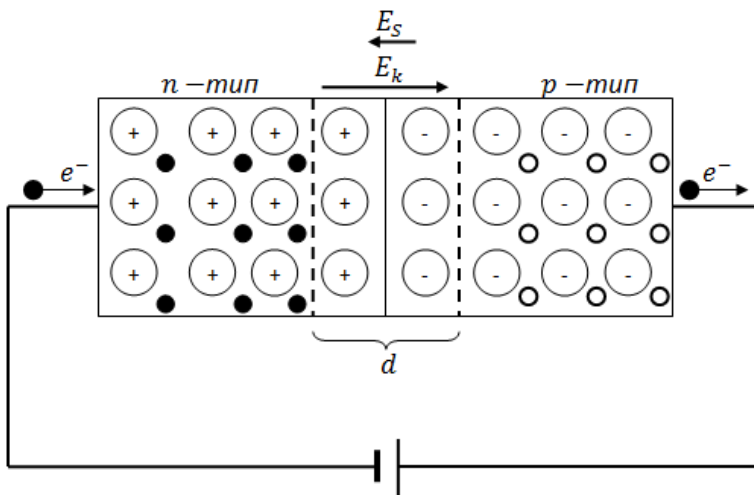
Ако се p дио споја веже за негативан пол, а n дио споја за позитиван пол извора, тада кажемо да је $p - n$ спој **инверзно поларисан**.

При томе слободни електрони напуштају n дио споја и одлазе према позитивном полу извора, па се на тај начин

Са друге стране, електрони са негативног пола извора одлазе на p дио споја и ту се рекомбинују са шупљинама. На тај начин се повећава прелазна зона и на p дијелу споја.

Дакле:

При инверзној поларизацији $p - n$ споја, спољашње поље је истог смјера као контактано. Стога је већа ширина прелазне области и већи је контактни напон, па кроз спој не може тећи струја главних носилаца (али се могу кретати споредни носиоци).



Ако се p дио споја веже за позитиван пол, а n дио споја за негативан пол извора, тада кажемо да је $p - n$ спој **директно поларисан**.

При томе слободни електрони напуштају p дио споја и одлазе према позитивном полу извора, стварају се додатне

шупљине па се на тај начин смањује ширина прелазне зоне на p дијелу споја.

Са друге стране, електрони са негативног пола извора одлазе на n дио споја. На тај начин се повећава прелазна зона и на n дијелу споја. Дакле:

При директној поларизацији $p - n$ споја, спољашње поље је супротног смјера као контактано. Стога је мања ширина прелазне области и мањи је контактни напон, па кроз спој тече струја главних носилаца (али не тече струја споредних носилаца).