

ЧАС 1

УПОЗНАВАЊЕ УЧЕНИКА СА НАСТАВНИМ
ПЛАНОМ И ПРОГРАМОМ КАО И
КРИТЕРИЈУМОМ ОЦЕЊИВАЊА ЗНАЊА



ФОНД ЧАСОВА:

теорија: 2 часа недељно

вежбе: по групама (А и Б) сваке друге недеље по
два часа

- ▶ Часови ће се одржавати у учионици, а вежбе у кабинету за програмирање (први спрат)
- ▶ Прву групу (А) чине прва половина ученика по редоследу из Е – дневника, а другу остали ученици по редоследу у Е – дневнику
- ▶ Распоред седења у кабинету одговара редном броју ученика у дневнику и не може се самовољно мењати
- ▶ Сваки ученик одговара за своје радно место и рачунар са опремом која му припада
- ▶ Сваку штету на том радном месту надокнађује ученик који по распореду седи на том месту

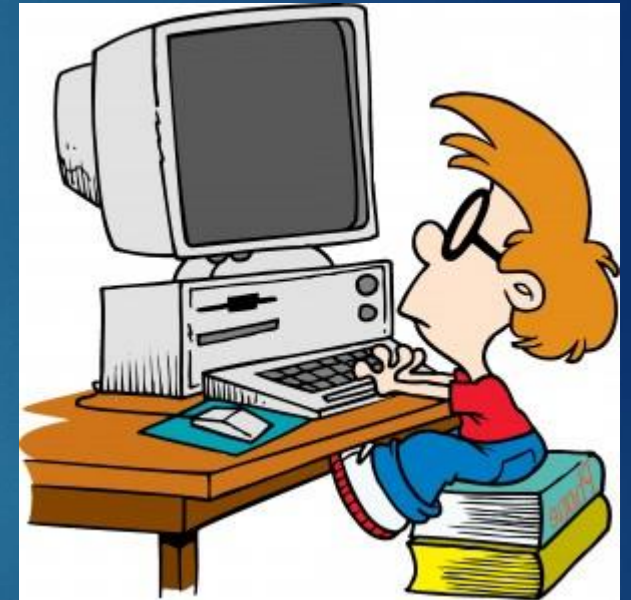
ПОТРЕБАН ПРИБОР ЗА РАД

- ▶ Велика свеска (ситан каро) која ће се користити за теоретску наставу
- ▶ Велика свеска (ситан каро) која ће се користити за лабораторијске вежбе
- ▶ Блок милиметарског папира величине А - 4
- ▶ Прибор за писање и цртање



ПОТРЕБНА РАЧУНАРСКА ОПРЕМА КУЋИ

- ▶ Рачунар свакако, али немој случајно да је неко на конто Електронике од родитеља тражио „гејмерски“!
- ▶ На рачунару је потребно инсталирати програм **Elektronics workbench**



ТЕМЕ

- ▶ Појачавачка кола и извори за напајање (20 часова) у оквиру које ћемо се упознати са основним принципима рада и примени појачавачких кола и извора за напајање.
- ▶ Импулсна кола (20 часова) - у оквиру ове теме ћемо дефинисати и представити принципе рада импулсних кола (Шмитовог окидног кола, флип – флопова, астабилног и моностабилног мултивибратора и осцилатора).
- ▶ Дигитална кола (30 часова) - у оквиру ове теме ћемо се упознати са дигиталним колима (комбинационим мрежама, секвенцијалним мрежама, меморијама, аритметичким колима, А/Д и Д/А конверторима, микропроцесорима)

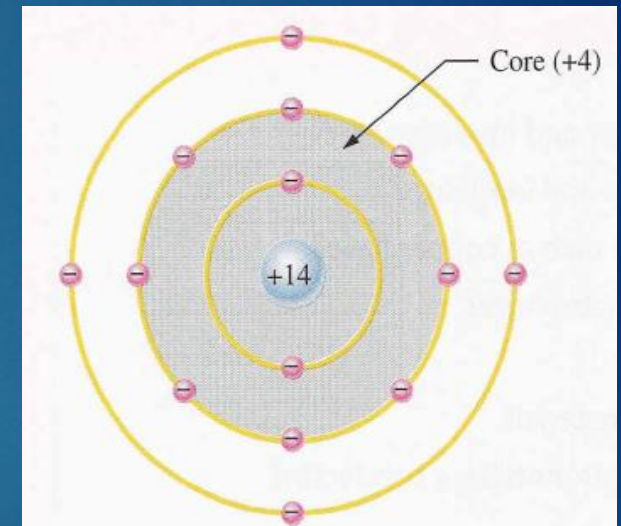
НАЧИН ОЦЕЊИВАЊА

- ▶ Оцењиваће се искључиво практични рад, решавањем задатих проблема или у писаном облику у виду питања о начину рада појединих типова кола! Такође се оцењују и лабораторијске вежбе, а ученици ће у току школске године радити и презентације на задату тему.



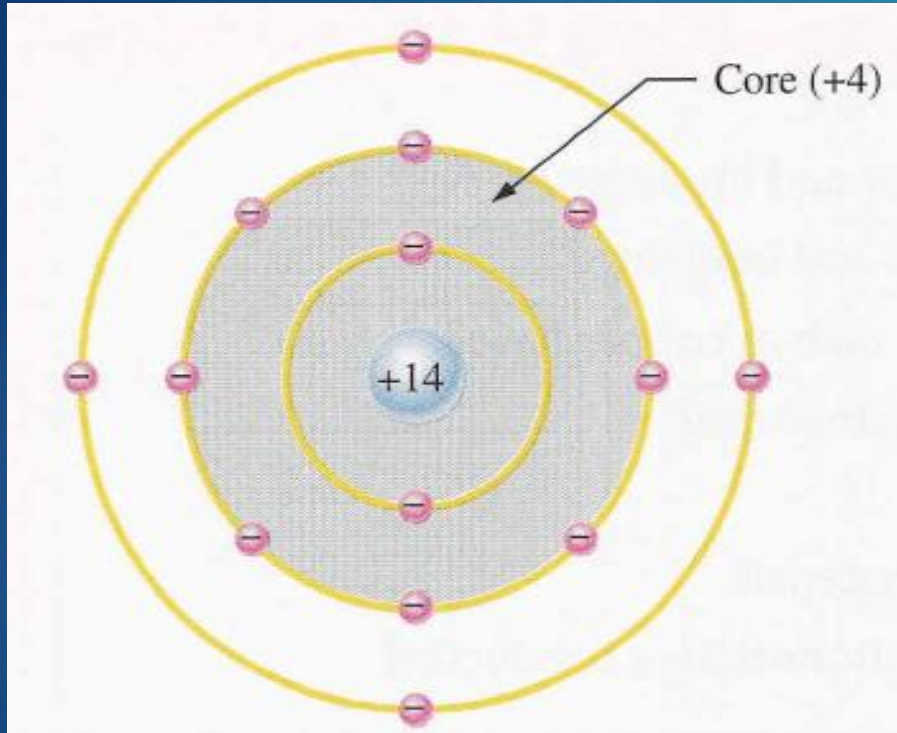
ПА, ДА ПОЧНЕМО....

- ▶ За почетак ћемо освежити знање из области полупроводника и полупроводничких компонената
- ✓ Електроника је део науке и технике који се бави проучавањем провођења електрицитета кроз вакуум, гасове и полупроводнике, као и проучавањем компонената које се базирају на таквом начину провођења електрицитета и њиховом применом.
- ✓ Атом представља најситнију честицу материје. Сваки атом се састоји од атомског језгра и електронског омотача. У језгру се налазе протони и неутрони, а око језгра у омотачу круже електрони. У смислу наелектрисања, протони су позитивно наелектрисане честице, електрони негативно наелектрисане честице, док су неутрони електрично неутрални.



**Атом силицијума
нацртан у једној равни**

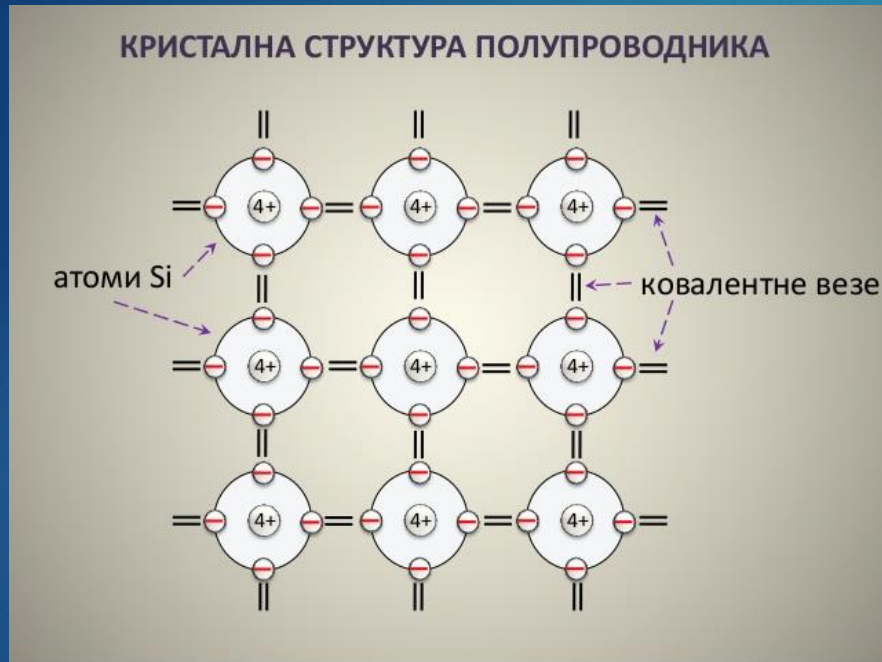
ЕЛЕКТРИЧНИ ТИПОВИ ЕЛЕМЕНАТА



**Атом силицијума
нацртан у једној равни**

- ▶ Атом силицијума садржи 14 протона, 14 неутона и 14 електрона. Прва електронска љуска садржи само два електрона, друга осам, а последња, такозвана валентна љуска, 4 електрона.
- ▶ Последња љуска се назива валентном љуском због чињенице да одређује електрични тип елемента.

ЕЛЕКТРИЧНИ ТИПОВИ ЕЛЕМЕНАТА



**Кристална решетка силицијума
нацртана у једној равни**

- ▶ Уколико је број електрона у последњој љусци мањи од 4, електрони у њој су слабо везани за атом, додавањем одређене количине енергије се лако ослобађају и постају слободни. Такав елемент се назива **проводником**.
- ▶ Ако је број електрона у последњој љусци већи од 4, електрони у њој су чврсто везани за атом и тешко се ослобађају. Такав елемент се назива **изолатором**.
- ▶ Гранични случај, када је број електрона у последњој љусци тачно 4 означавају да је у питању **полупроводник**.

КОВАЛЕНТНА ВЕЗА



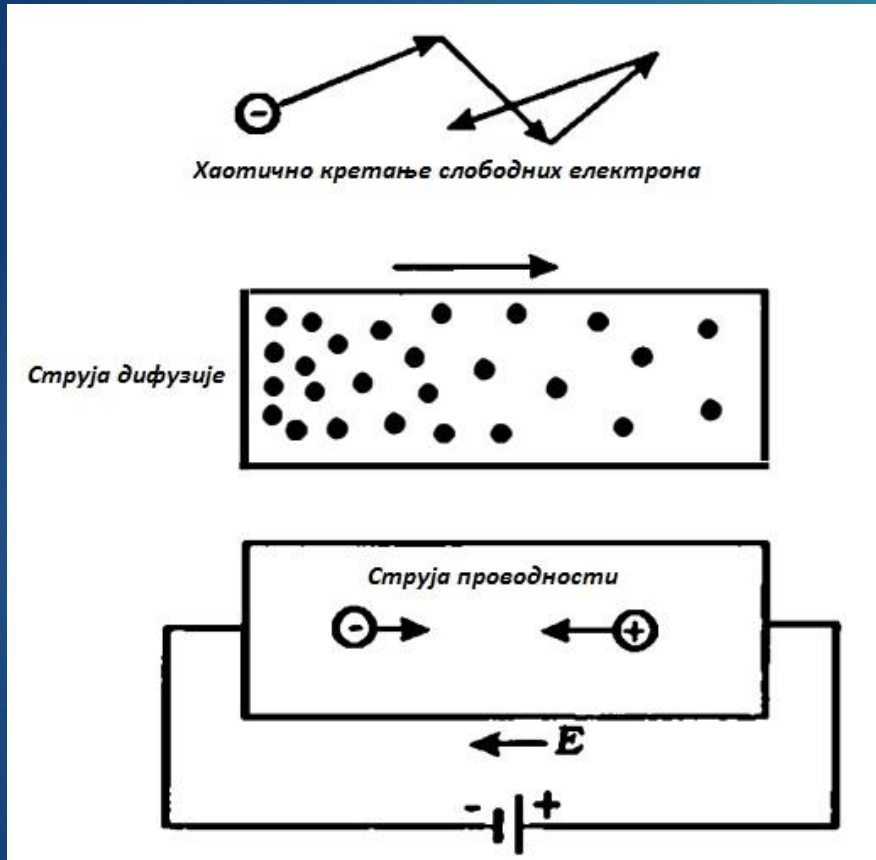
Кружење електронског пара у ковалентној вези око два атома силицијума

- ▶ У ковалентној вези веза између атома се остварује тако да два суседна атома дају по један електрон из валентне љуске, а они круже заједно око оба језгра и тако их повезују.
- ▶ Пошто силицијум у валентној љусци има четири електрона сваки атом силицијума је са 4 ковалентне везе повезан са 4 суседна атома. Пошто му недостају 4 електрона сваки атом има вишак од 4 позитивна наелектрисања.
- ▶ Електрони су у ковалентној вези доста чврсто везани за атом, тако да је чист кристал силицијума веома слаб проводник.

ГЕНЕРИСАЊЕ И РЕКОМБИНАЦИЈА ПАРОВА ЕЛЕКТРОН - ШУПЉИНА

- ▶ Довођењем довољне количине енергије споља (на пример загревањем) неки од електрона из ковалентне везе се могу ослободити и постати слободни. На његовом месту у кристалној решетки остаје шупљина. Тај атом у кристалу због тога остаје позитивно наелектрисан. Овај процес се назива **генерисање парова електрон – шупљина**.
- ▶ Шупљина је електрично позитивна пошто на њеном месту недостаје електрон. Овај атом, коме недостаје електрон, може привући неки електрон из суседног атома и попити то место недостајућег електрона. Овај процес се назива **рекомбинација електрона и шупљина**. Тада овај атом постаје електрично неутралан, а атом из кога је привукао електрон сада има шупљину и постаје електрично позитиван.
- ▶ На овај начин као да се шупљина „померила“. Померање шупљине практично одговара померању позитивног наелектривања.

СТРУЈА ДИФУЗИЈЕ И СТРУЈА ПРОВОДНОСТИ

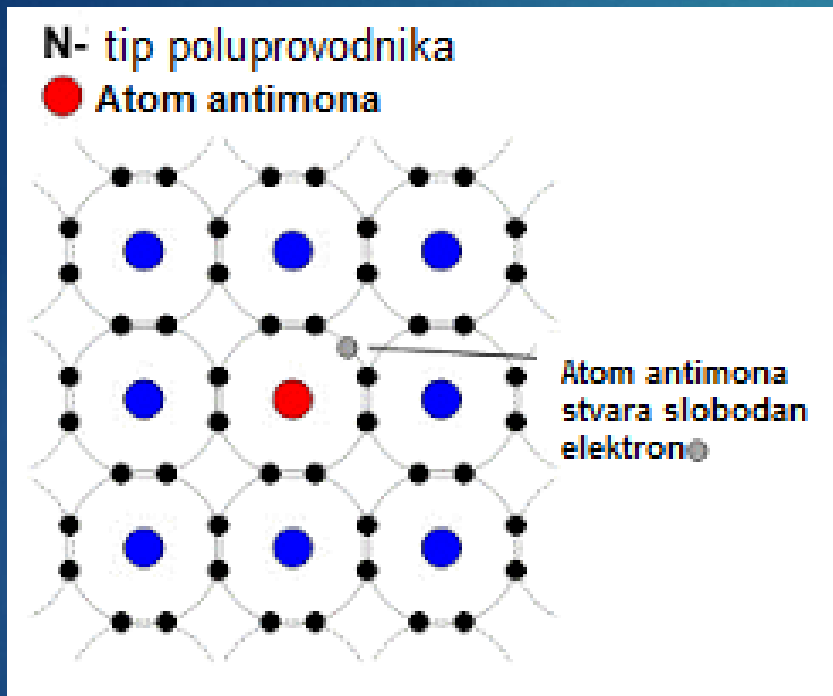


► Ослобођени електрони и шупљине се могу кретати. Уколико не постоји спољашње електрично поље, тада је њихово кретање хаотично. Више електрона се креће из области где је њихова концентрација већа ка области где је њихова концентрација мања. Ово кретање се назива струја дифузије.

► Ако на крајеве полупроводника прикључимо напон у полупроводнику се формира електрично поље које је усмерено од плуса ка минусу. Слободни електрони ће се кретати у супротном смеру, а шупљине у смеру електричног поља. Ово усмерено кретање електрона кроз полупроводник се назива струја проводности.

ПОЛУПРОВОДНИЦИ СА ПРИМЕСАМА

N-типа и P-типа



Изглед кристалне решетке силицијума у којој је један атом силицијума замењен петовалентном примесом

► Ако се чистом кристалу полупроводника дода **петовалентна примеса** (нечистоћа), кристална структура полупроводника се мења. На место једног атома полупроводника у кристалној структури смешта се један атом петовалентне примесе. Четири електрона антимоновог атома су везана за суседне атоме силицијума. Пети електрон атома антимонона се не може уклопити у кристалну структуру атома силицијума и постаје слободан. Потребна је врло мала енергија да ослободи пети електрон из везаног атома примесе.

► Овај слободни електрон може да се креће, док позитивно наелектрисани атом примесе остаје у кристалној структури полупроводника. У атому примесе остаје непопуњено једно место електрона, па је он позитиван.

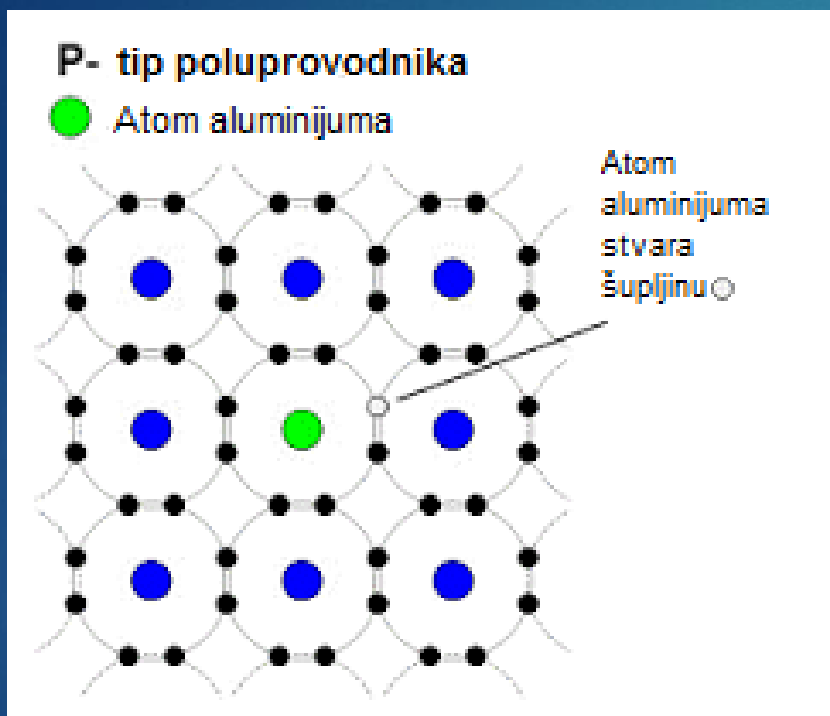
ПОЛУПРОВОДНИЦИ СА ПРИМЕСАМА

N-типа и P-типа

- ▶ Додавањем примеса чистом полупроводнику повећава се његова проводност. Слободни **електрони** се овде називају **главни (већински) носиоци електрицитета.**
- ▶ Слободних **шупљина** има знатно мање и оне чине **споредне (мањинске) носиоце електрицитета.**
- ▶ **Примеса** која даје пети електрон назива се **донор**, а полупроводник садржи више слободних негативних носилаца електрицитета па се назива **полупроводник N-типа.**

ПОЛУПРОВОДНИЦИ СА ПРИМЕСАМА

N-типа и P-типа



Изглед кристалне решетке силицијума у којој је један атом силицијума замењен тровалентном примесом

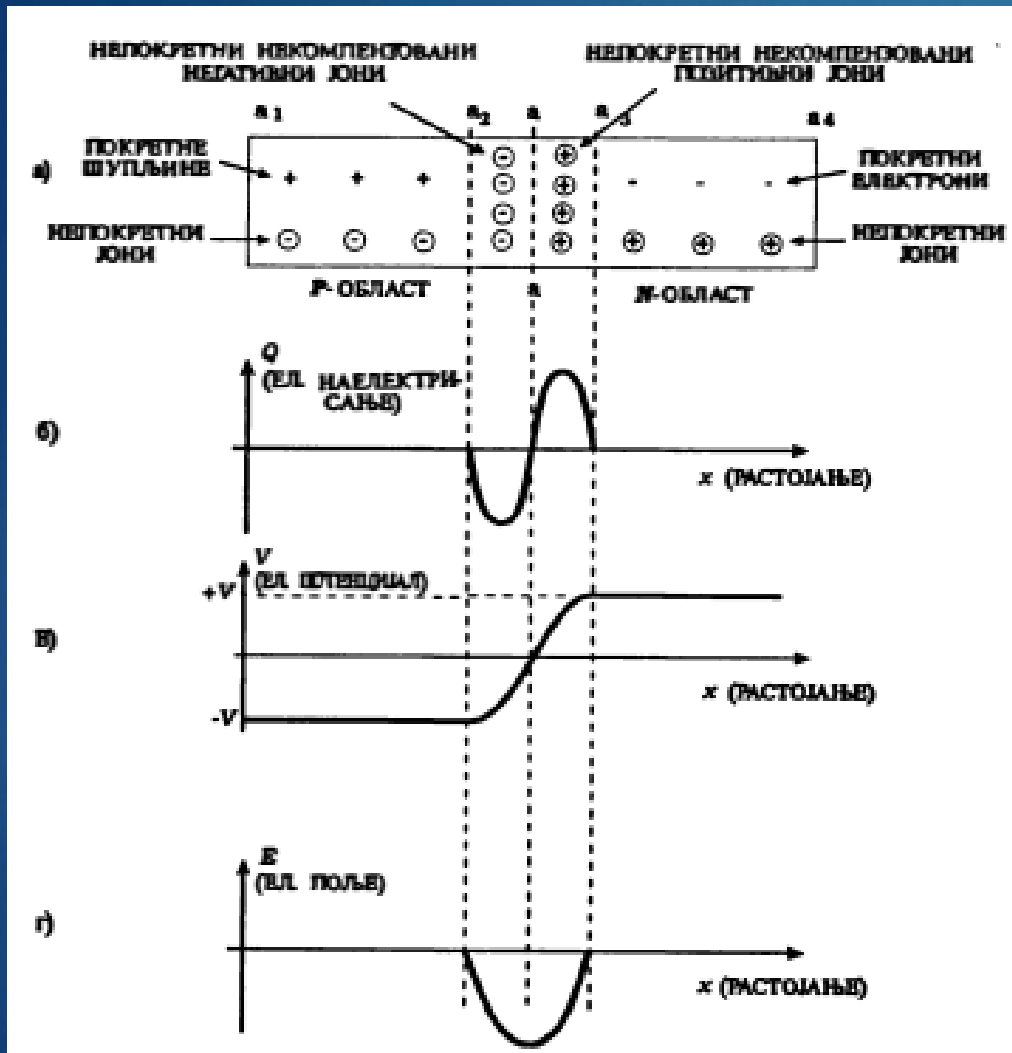
- ▶ Ако се чистом кристалу полупроводника дода **тровалентна примеса** (нечистоћа), кристална структура полупроводника се мења. Атом алуминијума ствара три ковалентне везе и једну некомплетну, јер у њој недостаје један електрон. Место овог електрона у кристалној структури се назива шупљина.
- ▶ Ова шупљина се може попунити ако се из суседне везе ишчупа један електрон, тако да се прва некомплетна веза попуни. На место новостворене шупљине може да дође нови електрон, итд.
- ▶ Кретање ове шупљине представља посредно кретање електрицитета јер се у једном смеру крећу електрони, а у супротном шупљине.

ПОЛУПРОВОДНИЦИ СА ПРИМЕСАМА N-типа и P-типа

- ▶ **Тривалентна примеса** прима електрон из суседне ковалентне везе и назива се **акцептор**.
- ▶ У оваквом полупроводнику **шупљине** чине **главне (већинске) покретне носиоце електрицитета**. Оне су позитивне, па се овакав полупроводник назива **полупроводник P типа**.
- ▶ Слободних **електрона** има знатно мање и они су **споредни (мањински) носиоци електрицитета**.

ОБРАЗОВАЊЕ PN - СПОЈА

1
час



- Полупроводник, на пример силицијум, може да буде додавањем одговарајућих примеса обрађен тако да му један део буде P - типа, а други N - типа. На тај начин се добија PN - спој.
- Подсетимо се да у области P - типа шупљине чине покретни облик електрицитета, а негативни јони - њихов непокретни део.
- У N - области електрони чине покретни облик електрицитета, док су позитивни јони непокретни.

а) Пресек PN-споја; б) расподела електричног товара; в) расподела електричног потенцијала; г) расподела електричног поља

ОБРАЗОВАЊЕ PN - СПОЈА

1
час

- ▶ Покретни носиоци електрицитета се крећу ка месту додира P и N - врсте полупроводника, које је означено испрекиданом линијом a-a на слици.
- ▶ Нормална концентрација шупљина у P - области је знатно већа него у N - области, па се оне дифузно крећу из P у N - област. После уласка у N - област, шупљине се рекомбинују са слободним електронима, па се од њих добију неутрални атоми. Због тога у непосредној близини P - области, у N - области, **десно од споја a-a**, нема слободних електрона па се ту налазе **некомпензовани непокретни позитивни јони**.
- ▶ Истовремено се слична појава јавља и са електронима. Електрони су слободни и покретни носиоци електрицитета у N - области. И они се дифузно крећу кроз спој a-a и рекомбинују се са шупљинама у P - области, па се и овде добију неутрални атоми. Овде, непосредно **лево од споја a-a** нема слободних шупљина, па се ту налазе **некомпензовани непокретни негативни јони**.
- ▶ Некомпензовани позитивни јони, непосредно десно од споја a-a и некомпензовани негативни јони, лево од њега, називају се просторно наелектрисање или **просторни товар**.

ОБРАЗОВАЊЕ PN - СПОЈА

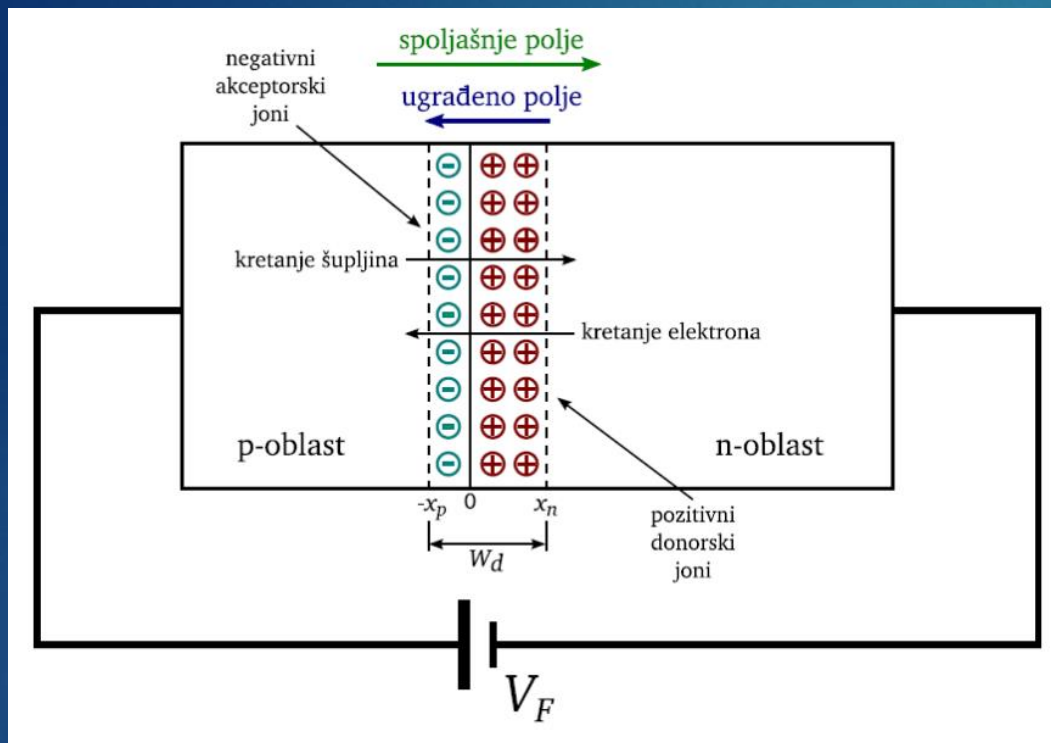
1

час

- ▶ На левој страни имамо вишак негативног електрицитета, а на десној вишак позитивног. **Десна страна** је због вишка позитивног електрицитета **електрично позитивна**, тј. налази се на позитивном потенцијалу, који је означен са $+V$ на слици в.
- ▶ Исто тако, због вишка негативног електрицитета **лева страна** је **електрично негативна** и налази се на негативном потенцијалу, који је означен са $-V$ на слици в.
- ▶ **Разлика потенцијала од $-V$ до $+V$** се назива контактна разлика потенцијала или **потенцијална баријера U_t** .
- ▶ Ово **унутрашње електрично поље** је увек усмерено од позитивног потенцијала ка негативном; у овом случају је усмерено **од N ка P - области**, а на слици а од десне стране ка левој.

ДИРЕКТНА ПОЛАРИЗАЦИЈА PN - СПОЈА

1
час

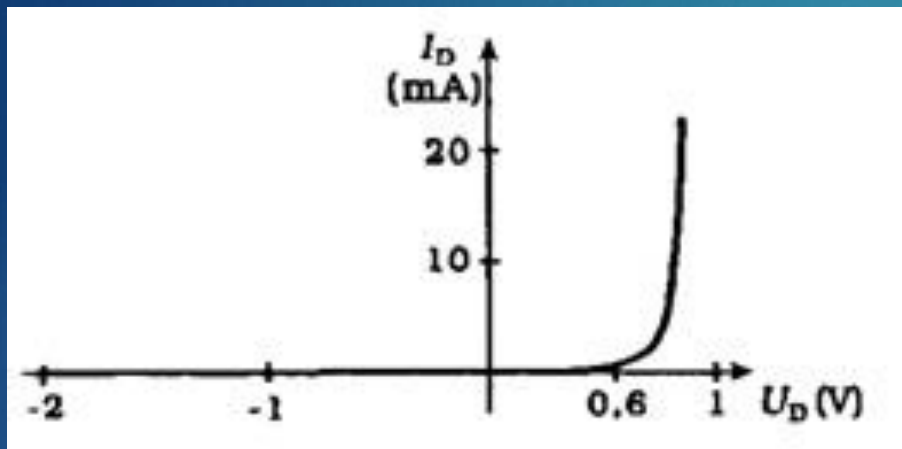


**Унутрашње (E_u) и спољно (E_s)
електрично поље код директне
поларизације PN - споја**

- ▶ Код директне поларизације користи се спољни извор, чији је позитивни пол прикључен на P, а негативан на N - област.
- ▶ Уколико је споља прикључени напон нижи од напона потенцијалне баријере, електрично поље E_s се одузима од унутрашњег поља E_u . Укупно поље има смер као и унутрашње поље E_u , али је мање од њега. Ово смањено поље мање потискује електроне у N - област и шупљине у P - област, па је област просторног наелектрисања сужена, али струја не тече. Уколико је споља прикључени напон виши од потенцијалне баријере, спољно електрично поље је веће од унутрашњег.
- ▶ Стално кретање шупљина у смеру поља и електрона супротно од смера поља, које потиче од спољног извора, представља струју кроз PN - спој.

ДИРЕКТНА ПОЛАРИЗАЦИЈА PN - СПОЈА

1
час

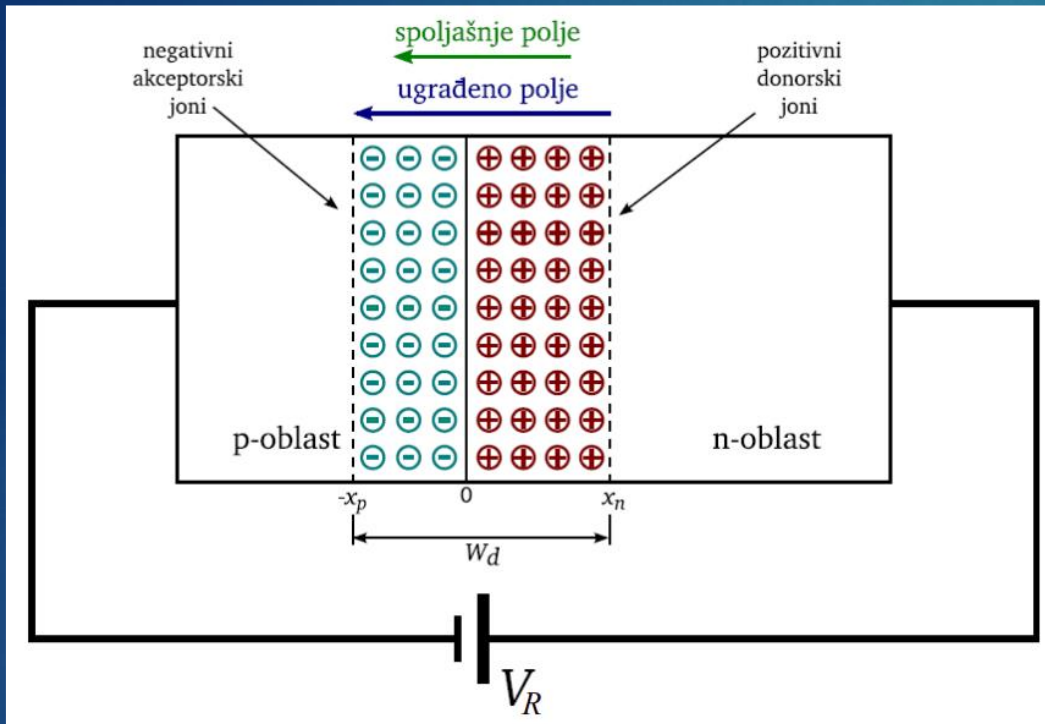


Карактеристика PN-споја код директне поларизације. U_p је напон прага провођења.

- Повишењем спољног напона струја нагло расте. Напон директне поларизације треба повишавати до неке вредности и тек тада почиње да тече знатна струја.
- У суштини, најпре треба спољни извор да надвлада потенцијалну баријеру у PN - споју и тек тада почиње да тече струја.
- Вредност напона U_p назива се праг провођења PN - споја и код силицијума је око 0,6 V а код германијума око 0,2 V.

ИНВЕРЗНА ПОЛАРИЗАЦИЈА PN - СПОЈА

1
час

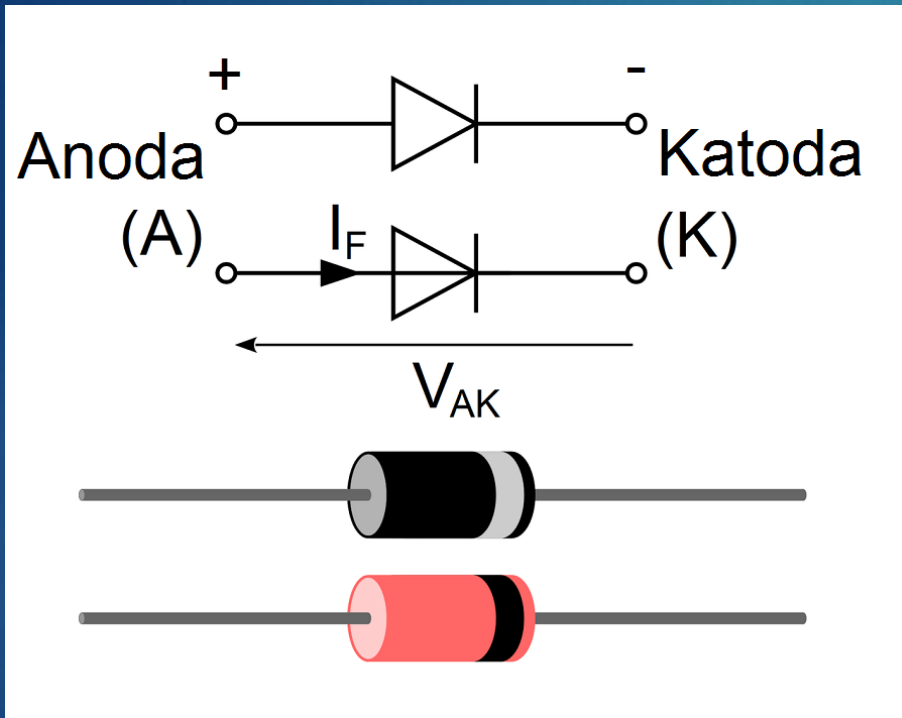


**Унутрашње (E_u) и спољно (E_s)
електрично поље код инверзне
поларизације PN - споја**

- ▶ Код инверзне поларизације користи се спољни извор, чији је позитиван пол спојен са N, а негативан са P - области.
- ▶ Сада електрично поље од спољног извора има исти смер као и унутрашње поље које потиче од потенцијалне баријере тако да се вредности оба поља сабирају.
- ▶ Види се да ово поље још више удаљава електроне и шупљине од споја на месту пресека. Струја практично не тече кроз PN - спој.

ДИОДЕ И ЊИХОВЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

1
час

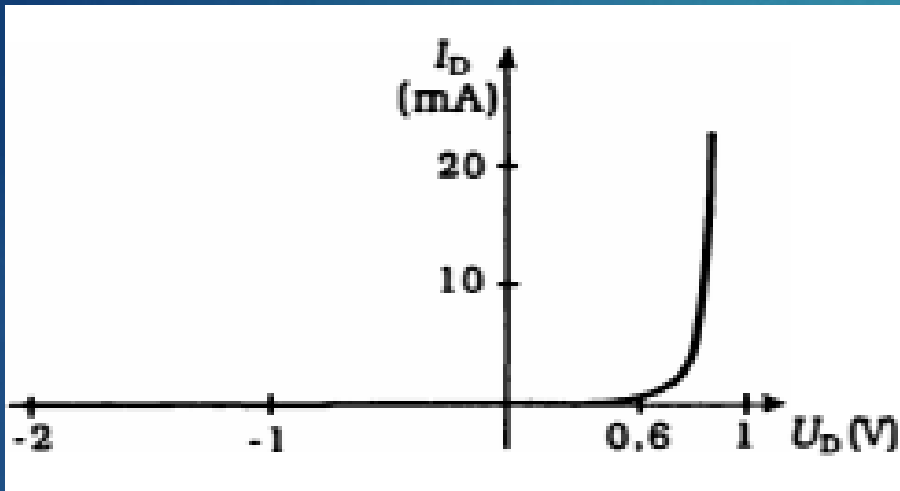


Прикључци диода и њихов физички изглед

- ▶ Полупроводнички PN - спој са металним прикључцима представља полупроводнички елеменат - диоду.
- ▶ Прикључак P - области се назива анода и обележава се са A, а прикључак N – области диоде се назива катода и обележава се са K.
- ▶ На симболу диоде се одмах види у којем смеру тече струја – од P ка N - области или од аноде ка катоде.

ДИОДЕ И ЊИХОВЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

1
час



Реална карактеристика силицијумске диоде

- ▶ Реална карактеристика силицијумске диоде има праг провођења, односно део карактеристике у којој струја практично не тече.
- ▶ Директна струја почиње да тече негде око 0,6 V и нагло расте са повишењем напона. Инверзна струја код нормалних инверзних напона је толико мала да о њој практично не треба водити рачуна.
- ▶ Код германијумских диода инверзна струја може да буде знатна, јер је оријентационо за око 1000 пута већа него код силицијумских. Германијумске диоде имају нижи праг провођења (око 0,2 V).



НАДАМ СЕ ДА НИСТЕ
КАО БАРТ И ДА СТЕ
ОВО ЗНАЛИ.
У СУПРОТНОМ...
НАУЧИТЕ!!!!!!