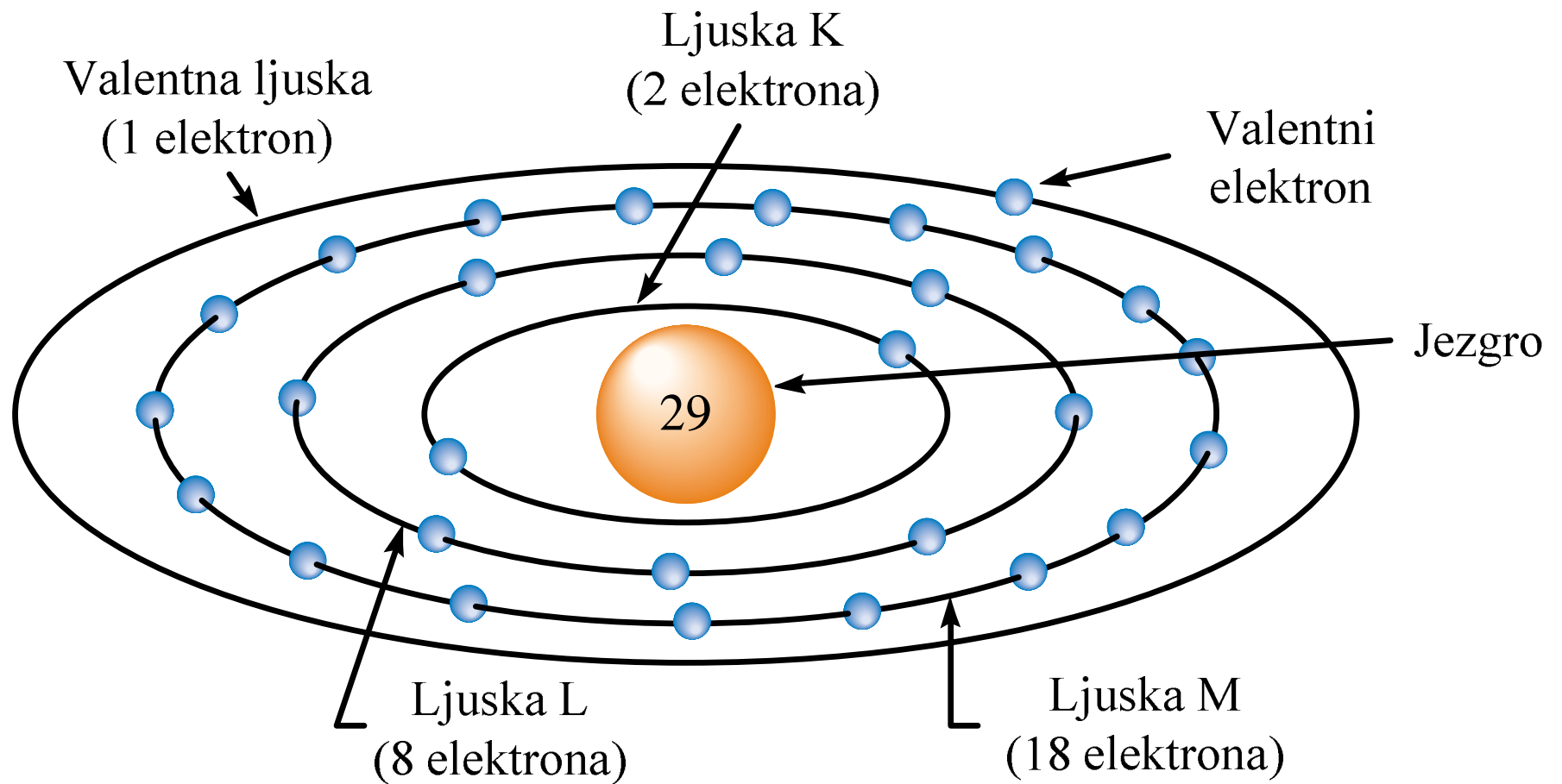


## Osnovna struktura atoma



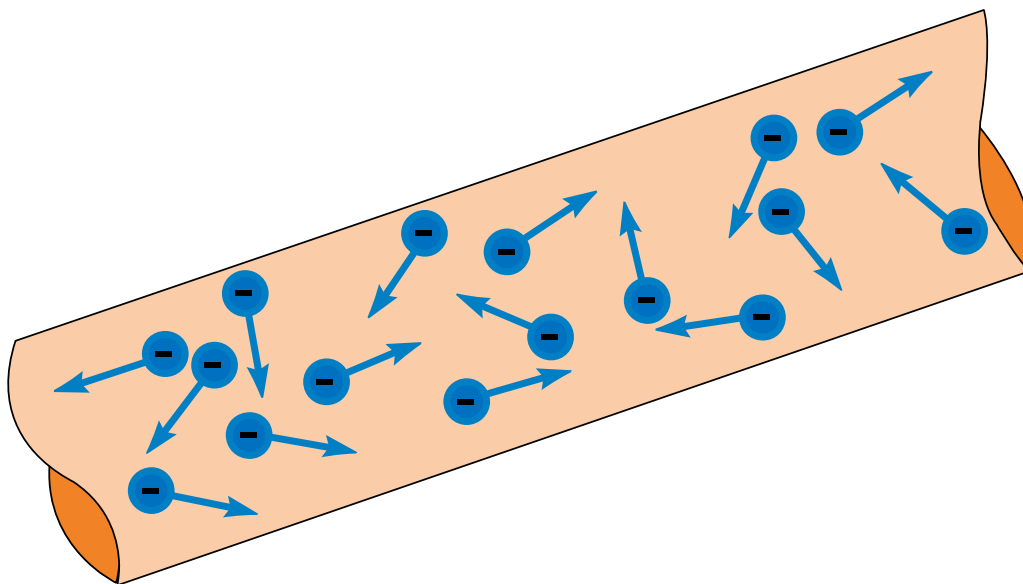
Izgled atoma bakra sa orbitalnim ljuskama

## Osnovna struktura atoma

- Svaka od ljuski može da sadrži samo određen broj elektrona:  $K=2$ ,  $L=8$ ,  $M=18$ , ...
- Najudaljenija ljuska naziva se **valentna** a elektroni u toj ljuski **valentni elektroni**
- Element u valentnoj ljuski ne može imati više od **8 valentnih elektrona**
- **Broj valentnih elektrona** nekog elementa direktno utiče na električne osobine tog elementa
- Tako na primjer, **atom bakra** ima ukupno **29 elektrona** raspoređenih tako da su tri unutrašnje ljuske potpuno popunjene a u posljednjoj **valentnoj ljuski** nalazi se samo **jedan valentni elektron**

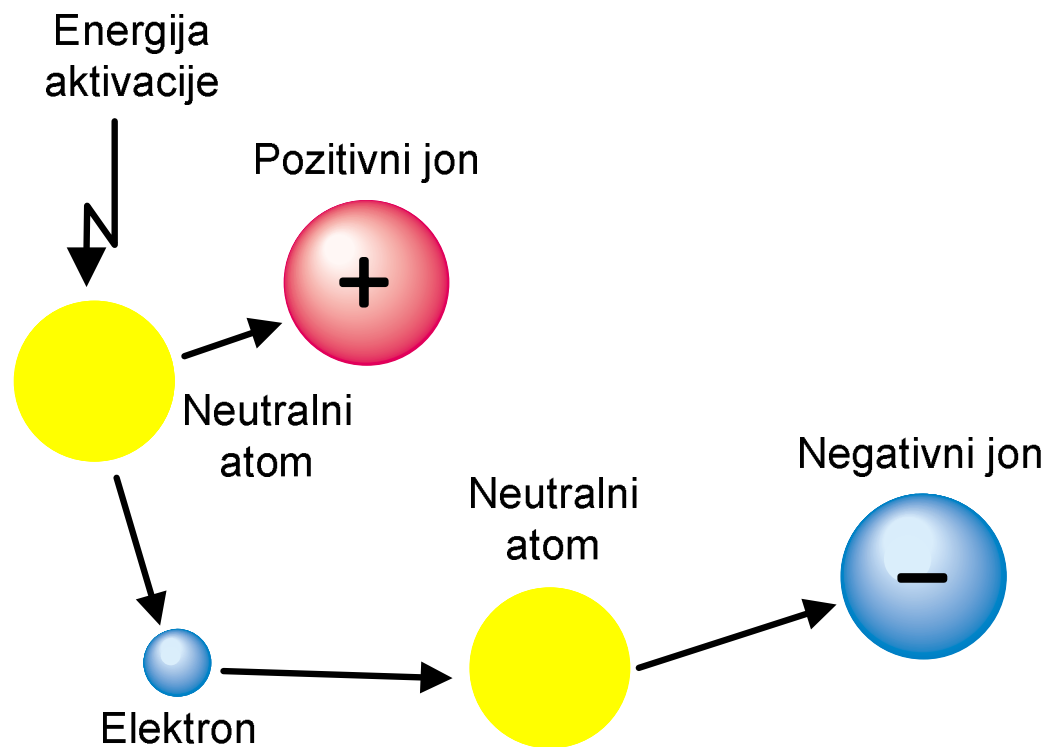
## Slobodni elektroni

- **Dodatna energija** (termalna energija) može biti dovoljna da elektroni iz valentne ljuske napuste tu ljusku i postanu slobodni
- Kako ti elektroni imaju **haotično kretanje** i ne napuštaju materijal to on ostaje električki neutralan
- U bakru kao provodniku po  $\text{cm}^3$  postoji  **$10^{23}$  slobodnih elektrona**
- Postojanje velikog broja slobodnih elektrona označava sposobnost materijala da **dobro provodi električnu struju**



# Joni

- Kada **neutralni atom** primi ili izgubi elektron on postaje **naelektrisana čestica - jon**
- Ako neutralni atom **izgubi elektron** on postaje **pozitivni jon**, a ako **primi elektron** tada postaje **negativni jon**.



## Provodnici

- To su materijali koji imaju **odličnu sposobnost provođenja električnu struje**
- Ovi materijali imaju veliki broj lako pokretljivih slobodnih elektrona
- U dobre provodnike ubrajamo metale: **zlato, srebro, bakar i aluminijum**
- Zbog dobrog odnosa cijena/performanse najčešće se koristi **bakar**, a na drugom mjestu je **aluminijum**
- Zbog male oksidacije zlato se koristi samo u specifičnim primjenama: **pozlaćivanje kontakata i konektora**

## Izolatori

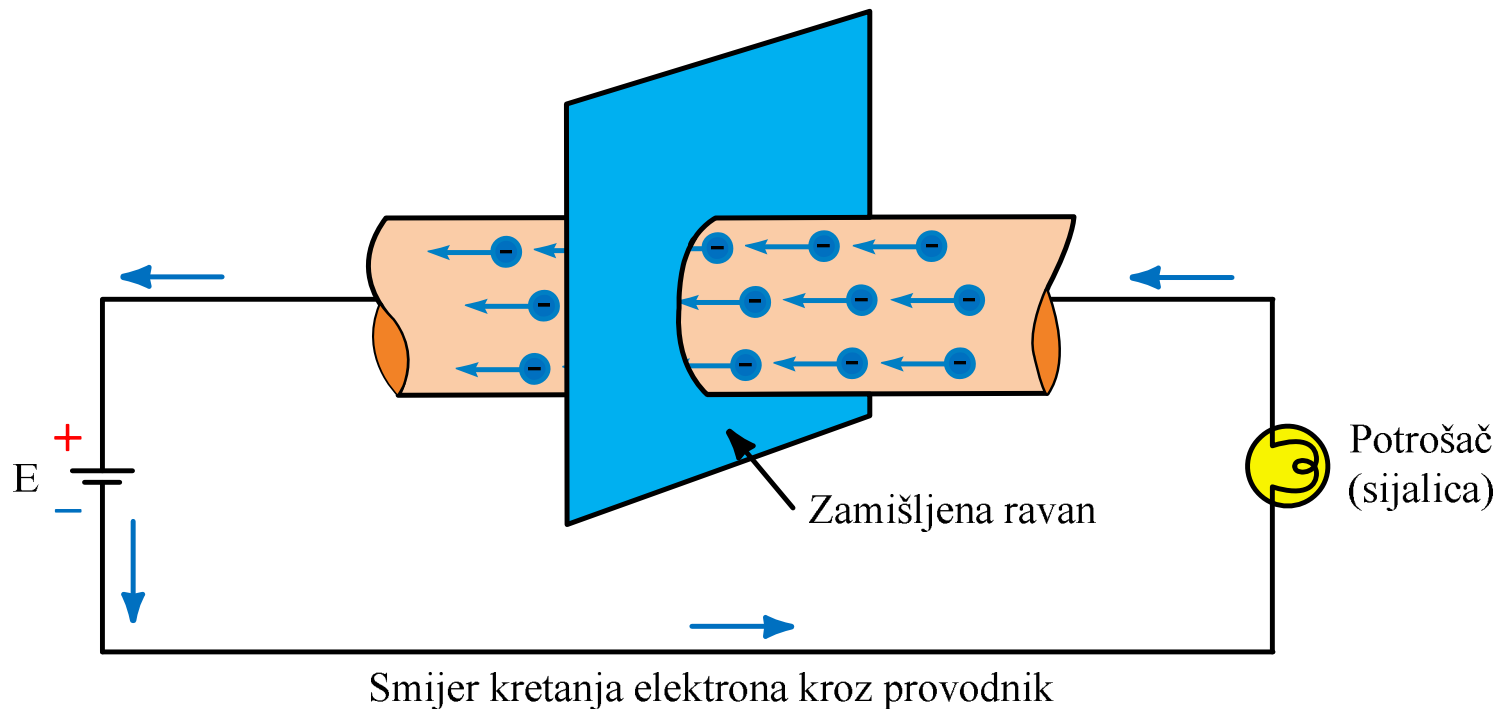
- To materijali koji imaju **slabu sposobnost provođenja** električne struje ( staklo, porculan, plastika, guma, ...)
- Razlog slabog provođenja je **popunjenost valentne ljuske** elektronima, pa je sada potrebna znatna energija da bi oni postali slobodni
- Od ovih materijala se izrađuju kućišta električnih uređaja ( kućanski aparati, industrijski uređaji i sl...)

## Poluprovodnici

- Ovi materijali imaju **polupopunjenu valentnu ljusku** pa nisu ni dobri provodnici ni izolatori
- U **poluprovodnike** spadaju (germanijum, silicijum, Ga-Arsenid, )
- Promjenom električnog polja u kolu ovi materijali se mogu natjerati da se ponašaju kao **provodnici** ili kao **izolatori**, pa su naši široku primjenu u elektronici
- Dominantnu primjenu ima silicijum za proizvodnju elektroskih komponenti (diode, tranzistori, tiristori, IC, ...)

## Pojam istosmjerne struje

- Provodnici sadrže veliki broj **slobodnih elektrona** koji se usljed termičke energije haotično kreću tako da je električno stanje provodnika neutralno
- Šta će se desiti kada se ti provodnici sa potrošačem (sijalica) priključe na DC izvor (baterija)?





## Pojam istosmjerne struje

- Usljed djelovanja **električnog polja baterije  $E$**  dolazi do usmjerenog kretanja **slobodnih elektrona** od minus pola baterije (-) ka plus (+) polu baterije

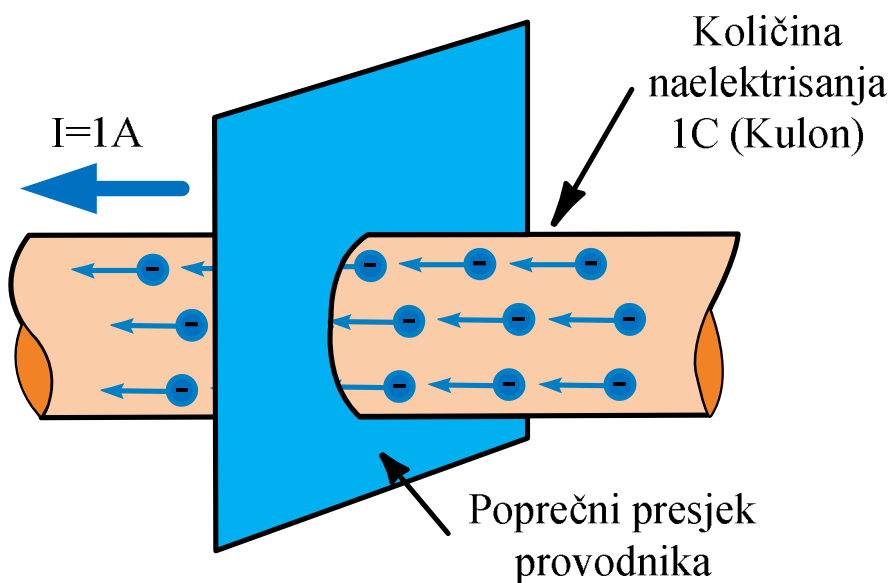
Usmjereno kretanje slobodnih elektrona u zatvorenom strujnom krugu naziva se električna struja

- Pošto je izvor napona vremenski konstantan struja koja protiče ima nepromijenjenu vrijednost pa se naziva istosmjerna struja

## Jedinica za mjernje jačine elektične struje

- U međunarodnom SI sistemu definisan je **1A (Amper)** kao jedinica za **mjerenje jačine električne struje**

**Definicija:** Kažemo da u strujnom kolu teče struja od **1A** ako u intervalu od **1s (sekunde)** kroz zamišljeni poprečni presjek provodnika protekne količina naelektrisanja od **1C (Kulona)**



$$I = \frac{Q}{t} [1 A (Amper)]$$

$$Q = I \cdot t [1 C (Kulon)]$$

$$t = \frac{Q}{I} [1 s (Sekunda)]$$

## Jedinica za mjernje jačine električne struje

Primjer:

 **EXAMPLE 2-3** If 840 coulombs of charge pass through the imaginary plane of Figure 2-10 during a time interval of 2 minutes, what is the current?

**Solution** Convert  $t$  to seconds. Thus,

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{840 \text{ C}}{(2 \times 60)\text{s}} = 7 \text{ C/s} = 7 \text{ A}$$

## Jedinica za mjernje jačine električne struje

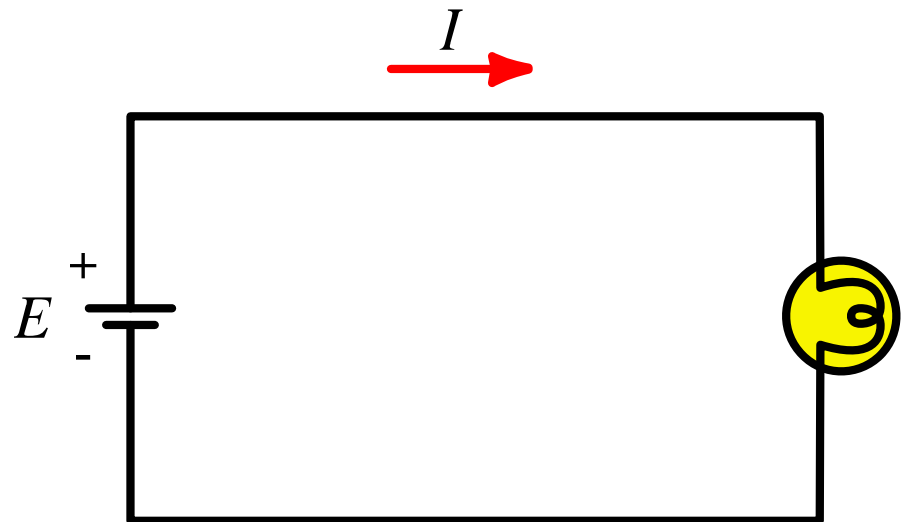
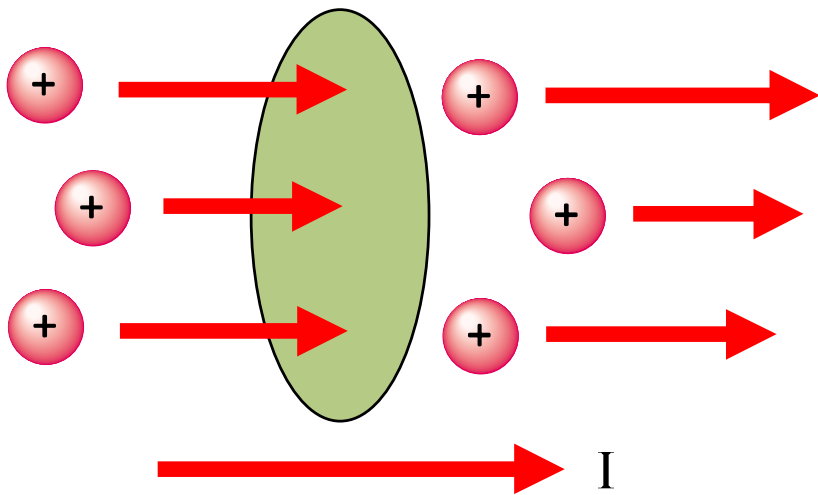
Primjer:

1. Between  $t = 1$  ms and  $t = 14$  ms,  $8 \mu\text{C}$  of charge pass through a wire. What is the current?
2. After the switch of Figure 2–1 is closed, current  $I = 4$  A. How much charge passes through the lamp between the time the switch is closed and the time that it is opened 3 minutes later?

*Answers:* 1. 0.615 mA      2. 720 C

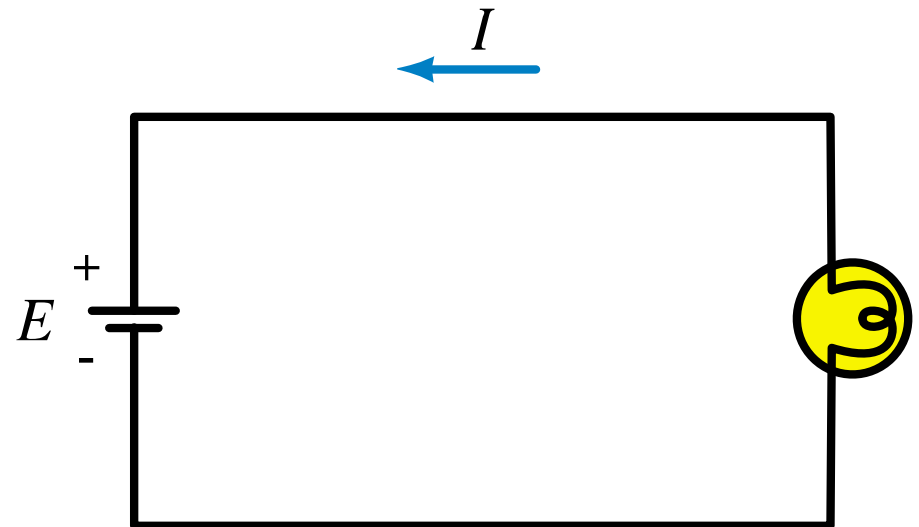
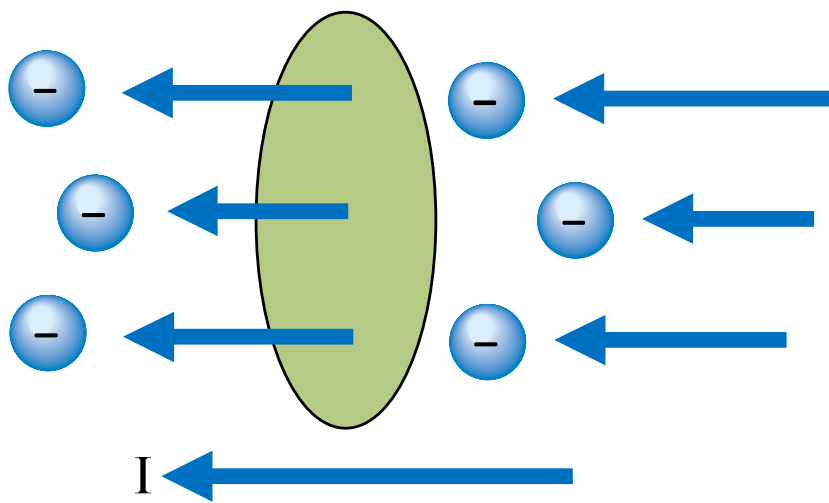
## Tehnički i fizički smjer struje

- Dugo je važio uvjerenje da je električna struja usmjereno kretanje **pozitivnih** naelektrisanja od **pozitivnog (+)** ka **negativnom (-)** polu izvora, pa je taj smjer označen kao **tehnički smjer struje**



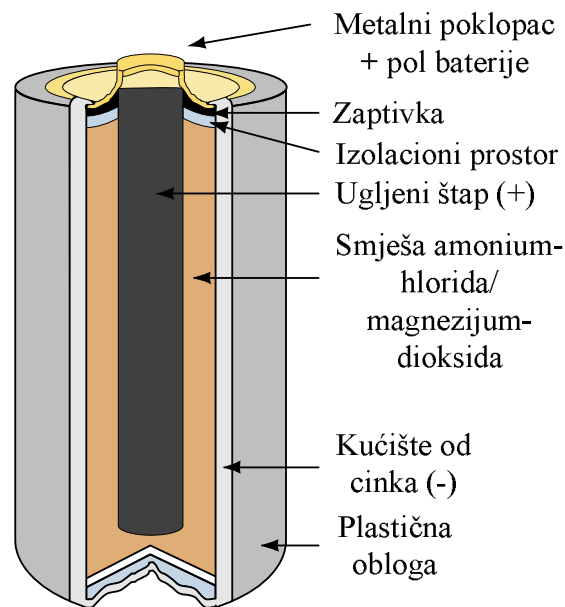
## Tehnički i fizički smjer struje

- Teorija koja se bavila mehanizmima provođenja struje provodnika pokazala je da električnu struju čine **slobodni elektroni** koji se usmjereno kreću od **negativnog (-)** ka **pozitivnom (+)** polu izvora što je označeno kao **fizikalni smjer struje**



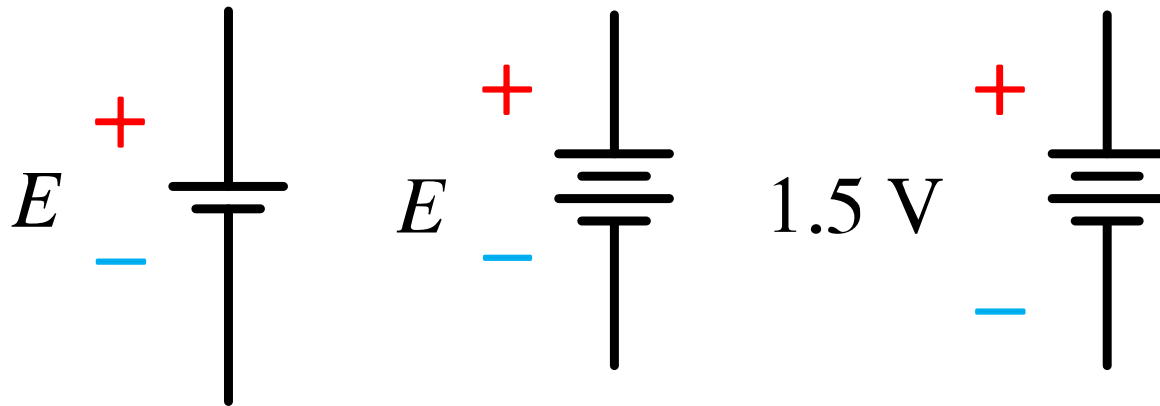
## Izvori istosmjernog napona -baterije

- Tipičan primjer naponskog izvora su **baterije**
- U **baterijama** se **hemijskom reakciom** razdvajaju naelektrisanja na pozitivnu i negativnu elektrodu. Unutrašnja elektroda je ugljeni štapić a vanjska elektroda je kućište od cinka.
- Hemijska reakcija između smješe **amonium-hlorida/ magnezijum-dioksida** i **kućišta od cinka** izaziva razdvajanje naelektrisanja
- Nazivni napon ovih baterija je 1.5V



## Izvori istosmjernog napona -baterije

- Pošto je jedan pol baterije **pozitivan**, a drugi **negativan** struja koju baterija daje teče uvijek u istom smjeru pa se ova struja označava kao **istosmjerna** (*DC-direct current*) **struja**
- Izvori koji daju istosmjernu struju nazivaju se **istosmjerni** (DC) **izvori**





## Tipovi baterija i njihova primjena

### Alkalne baterije

- Nominalni napon je 1.5V i daju od 50-100% više energije nego cink-ugljene baterije
- Izrađuju se u standardnim dimenzijama: AAA, A, C, D, 9 V
- Primjena:
  - Fotoaparati,
  - Prenosni radio uređaji
  - TV daljinski upravljači
  - Prenosni DVD plejeri
  - Kamere
  - Igračke
  - ....



## Tipovi baterija i njihova primjena

### Cink-Ugljene baterije

- Zovu ih još i suve baterije, dugo godina su bile najzastupljeniji tip baterija
- Danas se sve manje koriste, zamjenjene su tehnološki modernijim tipovima baterija
- Nominalni napon im je 1.5 V



# Tipovi baterija i njihova primjena

## Litijumske baterije

- Ove baterije su male veličine i dugog vijeka trajanja (10- 20 godina)
- Nominalni napon im je od 2 V to 3.5 V
- Koriste se za napajanje:
  - Satova
  - Pejsmejkera
  - Kamera
  - Računarskih memorija



# Tipovi baterija i njihova primjena

## Nikl-Kadmijumske baterije

- Jedan od najpopularnijih tipova baterija za opštu upotrebu
- Imaju mogućnost punjenja, tj. obnavljanja kapaciteta u velikom broju ciklusa
- Imaju dug vijek trajanja, rade u širokom temperaturnom opsegu
- Jeftini punjači učinili su ih ekonomičnim za korišćenje u uređajima u domaćinstvu
- Proizvode se u standardnim dimenzijama C, D, AAA i AA, 9V, ...



## Tipovi baterija i njihova primjena

### Olovne baterije

- Široko se koriste u automobilskoj industriji, raznim autonomnim transportnim sredstvima, rudarskim lokomotivama, transportnim sredstvima
- Imaju mogućnost da pogonu (motoru) daju ogromnu struju u kratkom vremenskom periodu, tj. pri startovanju



## Karakteristike baterije - **Kapacitet**

- Pored **nazivnog napona** jedna od osnovnih karakteristika baterije je njen **kapacitet** koji se iskazuje u Ah (Amper–sati)
- **Kapacitet** baterije iskazan u **Ah** jednak je proizvodu **struje A** i očekivanog **vremena h** za koje baterija može da isporuči tu struju prije nego što postane neupotrebljiva

### Primjer

- Baterija kapaciteta 200 Ah može teoretski da daje potrošaču 20 A for 10 h ili 5 A za 40 h
- Veza izmneđu životnog vijeka baterije, kapaciteta i struje data je sa:

$$\text{životni vijek} = \frac{\text{kapacitet baterije}}{\text{struja baterije}}$$

- Kapacitet baterije nije fiksna veličina već zavisi od niza faktora: načina pražnjenja i punjenja baterije, temperature i sl.

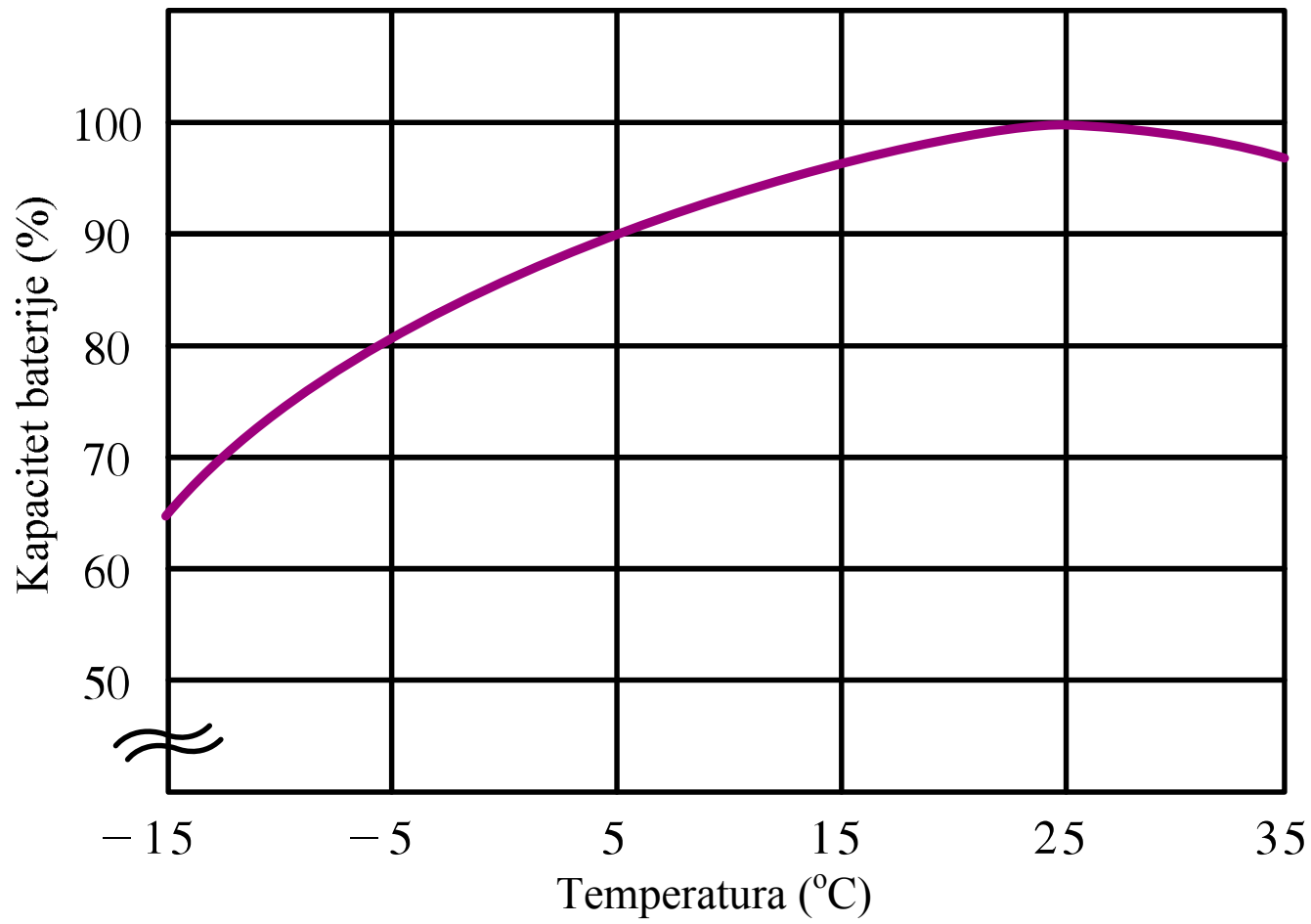
## Karakteristike baterije - **Kapacitet**

Zavisnost kapaciteta baterije od načina njenog pražnjenja (opterećenja)

| Tip baterije | Struja pražnjenja (mA) | Očekivani vijek trajanja (h) |
|--------------|------------------------|------------------------------|
| AA           | 3.0                    | 450                          |
|              | 15.0                   | 80                           |
|              | 30.0                   | 32                           |
| C            | 5.0                    | 520                          |
|              | 25.0                   | 115                          |
|              | 50.0                   | 53                           |
| D            | 10.0                   | 525                          |
|              | 50.0                   | 125                          |
|              | 100.0                  | 57                           |

## Karakteristike baterije - **Kapacitet**

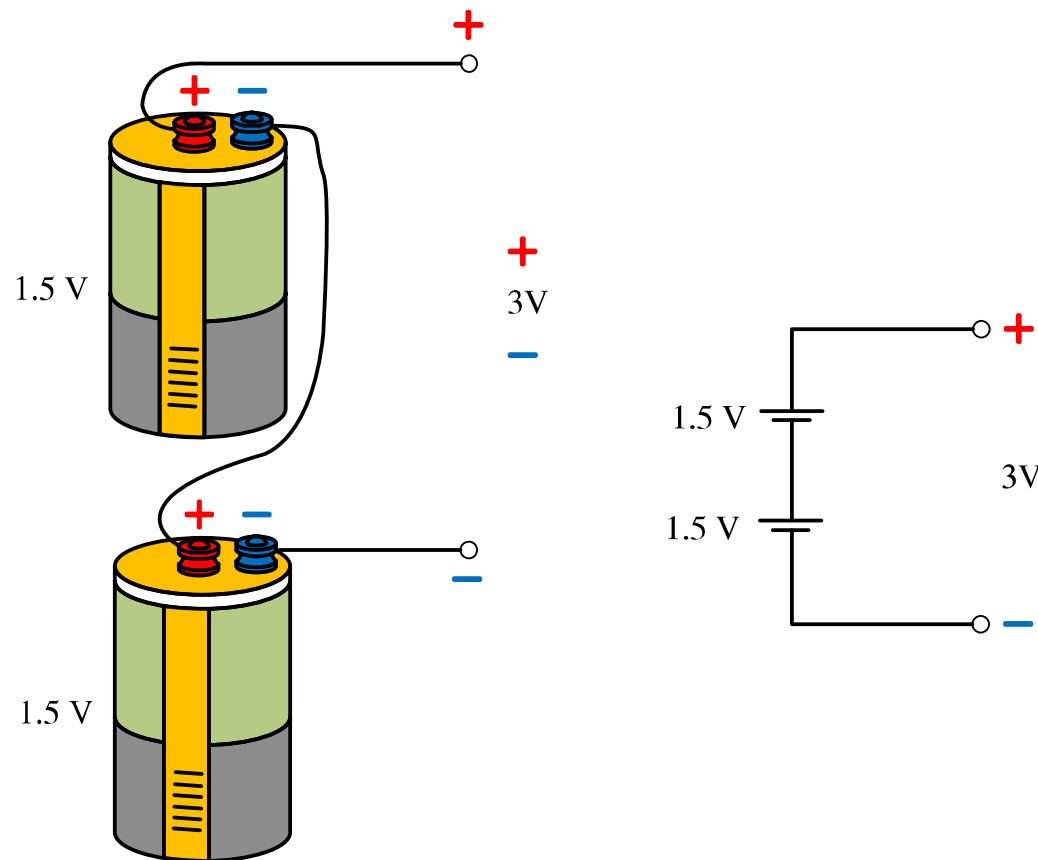
Zavisnost kapaciteta Ni-Cad baterije od temperature





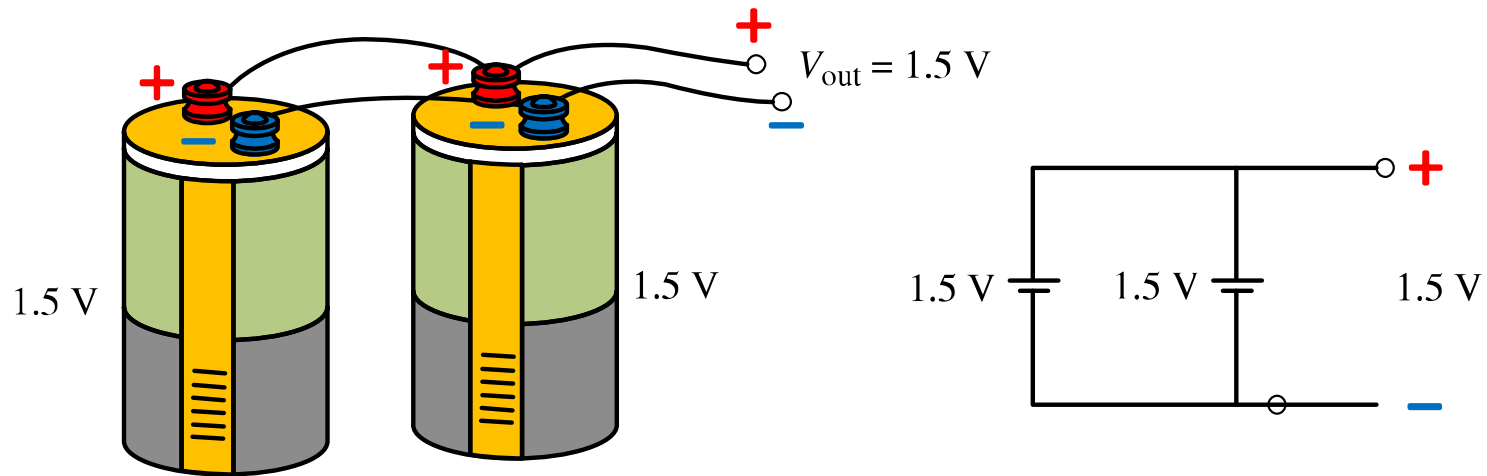
## Povezivanje baterija - **serijska veza**

- Kod **serijske veze** baterija povećava se napona na krajevima veze, dok kapacitet ostaje isti



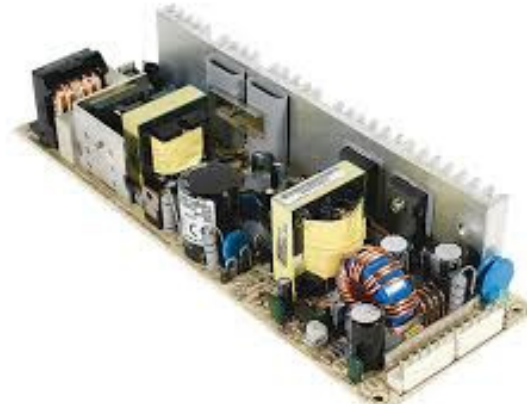
## Povezivanje baterija - **paralelna veza**

- Kod **paralelne veze** baterija povećava se ukupni kapacitet baterije, dok napon ostaje isti



## Izvori istosmjernog napona – napojne jedinice

- Elektronski uređaji, kućanski aparati, računari itd. za svoj rad zahtijevaju različite istosmjerne napone: +12 V, -12 V, +5 V, -5 V, +24 V, ....
- Ovi se naponi pomoću napojnih jedinica dobijaju iz gradske mreže



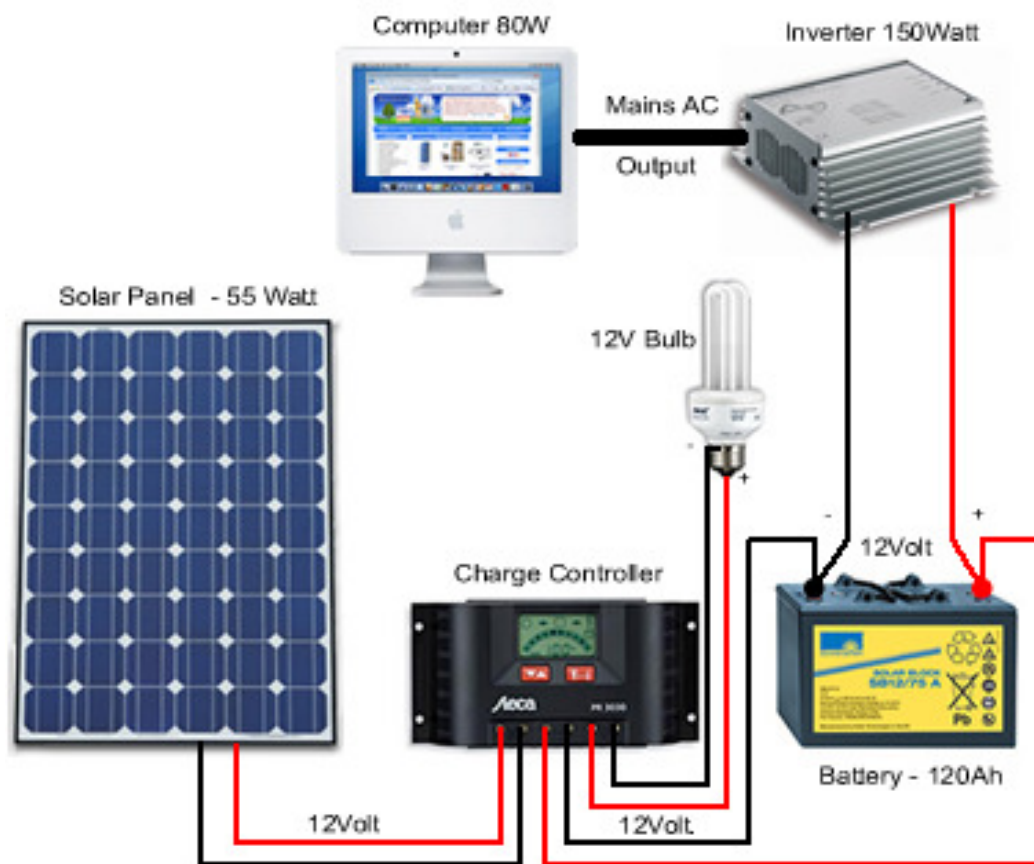
## Izvori istosmjernog napona – laboratorijske napojne jedinice

- Za napajanje laboratorijske opreme kojise se specijalizovane napojne jedinice sa podesivim izlaznim naponom



# Izvori istosmjernog napona – solarni paneli

- **Solarne ćelije** pretvaraju sunčevu svjetlost u **električnu energiju**
- Princip rada solarnih ćelija baziran je na **teoriji poluprovodnika i P-N spoja**
- Solarni paneli koriste se za napajanje autonomnih sistema: pumpe za navodnjavanje, parking naplatne stanice, telekomunikaciona oprema, napajanje satelite u svemiru itd.



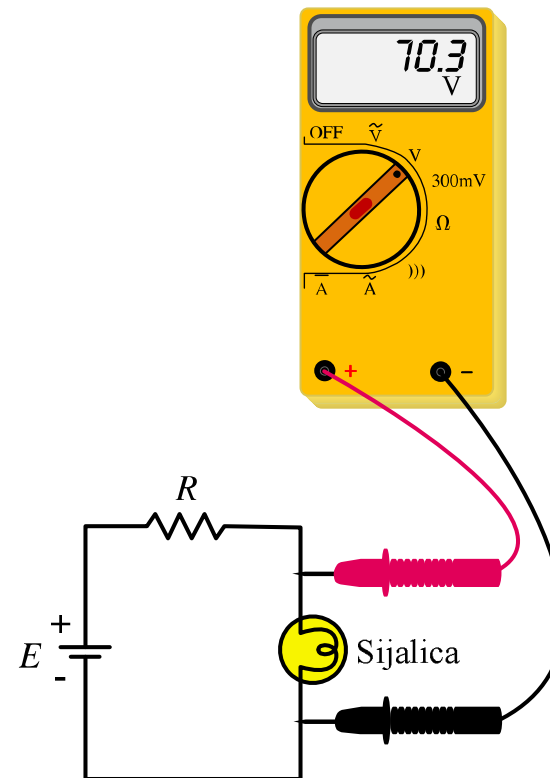
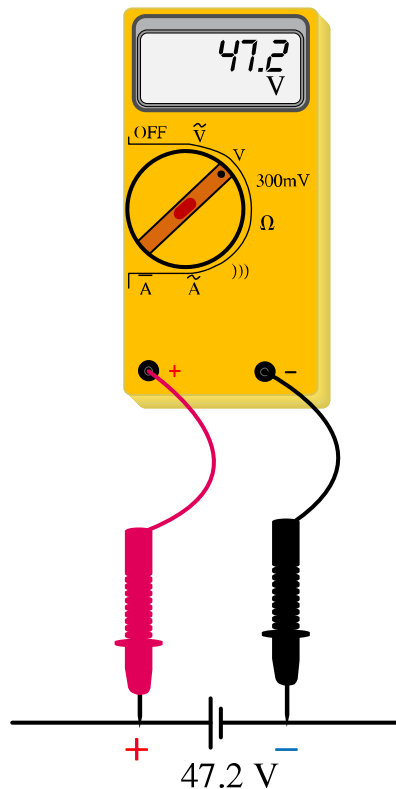
## Instrumenti za mjerenje napona i struje

- Instrumenti mjerenje **električnog napona** nazivaju se **voltmetri**
- Instrumenti za mjerenje **električne struje** koriste se **ampermetri**
- Mjerni uređaj koji kombinuje predhodna dva zove se **multimetar**



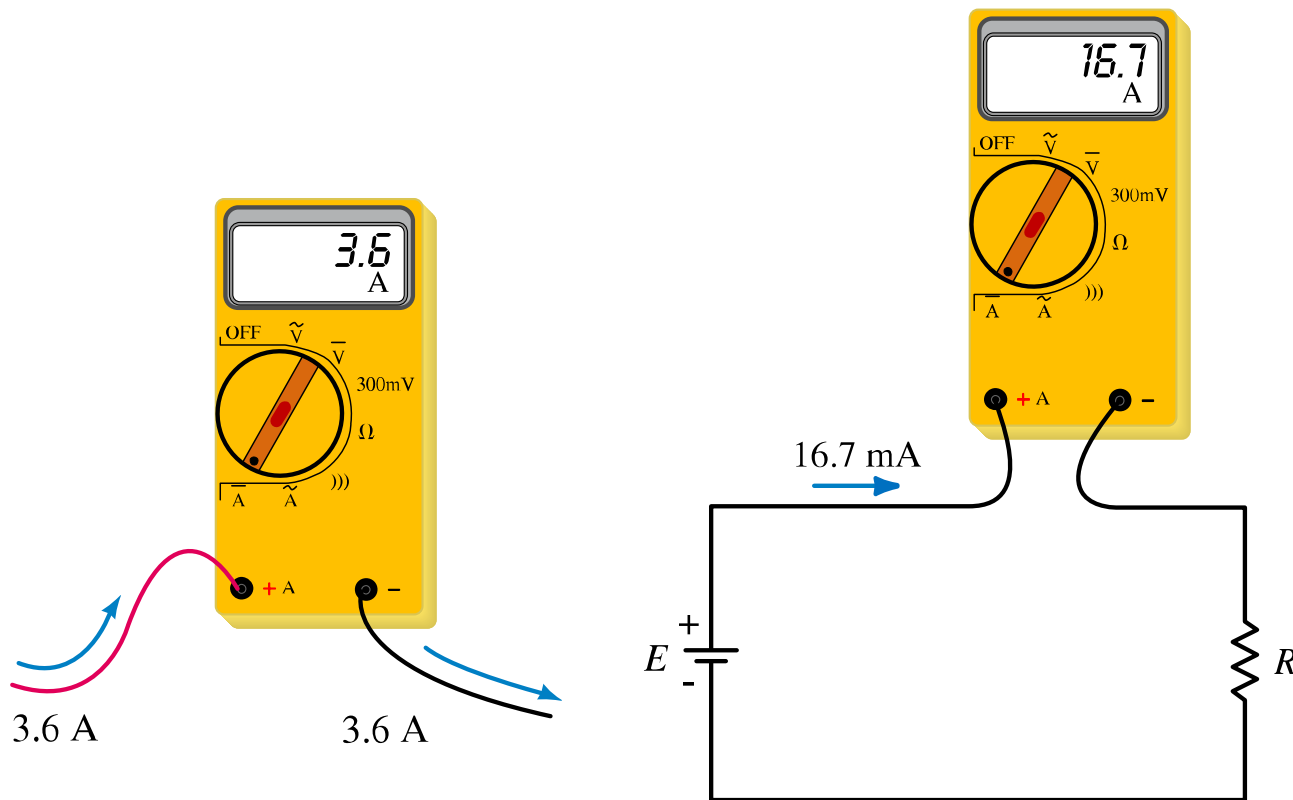
## Mjerenje električnog napona (multimetrom)

- **Voltmetar** (multimetar) se u strujni krug priključuje **paralelno** potrošaču ili izvoru čiji se napon želi izmjeriti
- Na instrumentu se izabere mjerno područje  $V=$
- Multimetri imaju ugrađenu funkciju **autodetekcije polariteta** pa o tome nije potrebno voditi računa



## Mjerenje električne struje (multimetrom)

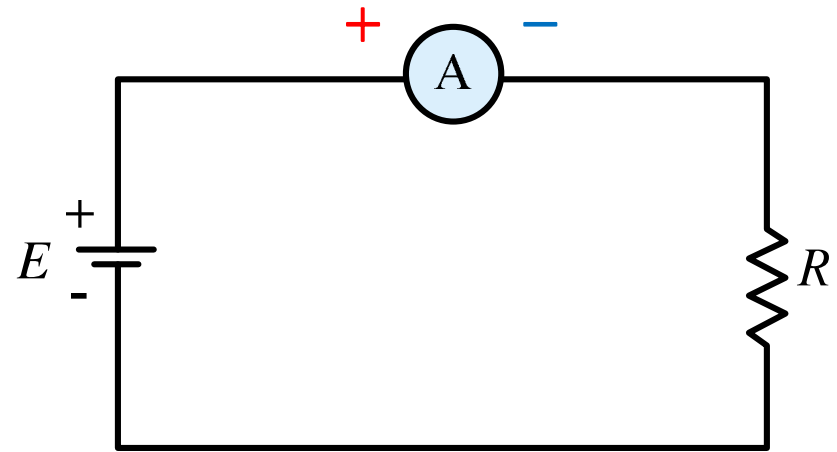
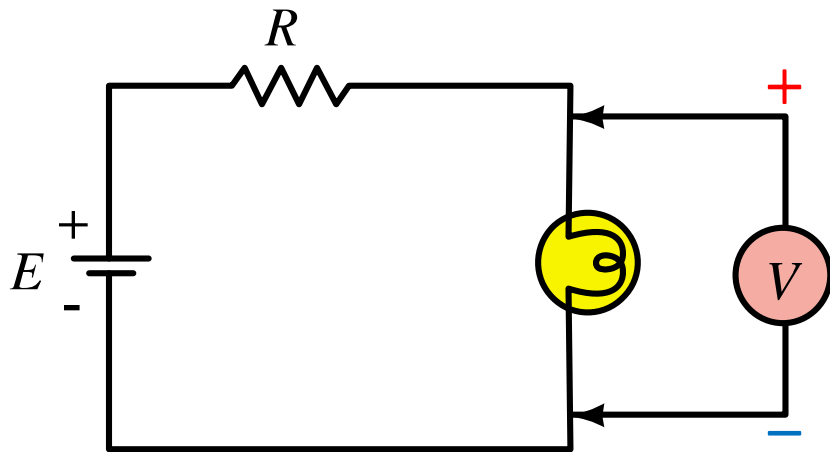
- **Ampermetar** (multimetar) se u strujni krug priključuje **serijski** potrošaču ili izvoru čija se struja želi izmjeriti
- Na instrumentu se izabere mjerno područje A=
- Multimetri imaju ugrađenu funkciju **autodetekcije polariteta** pa o tome nije potrebno voditi računa





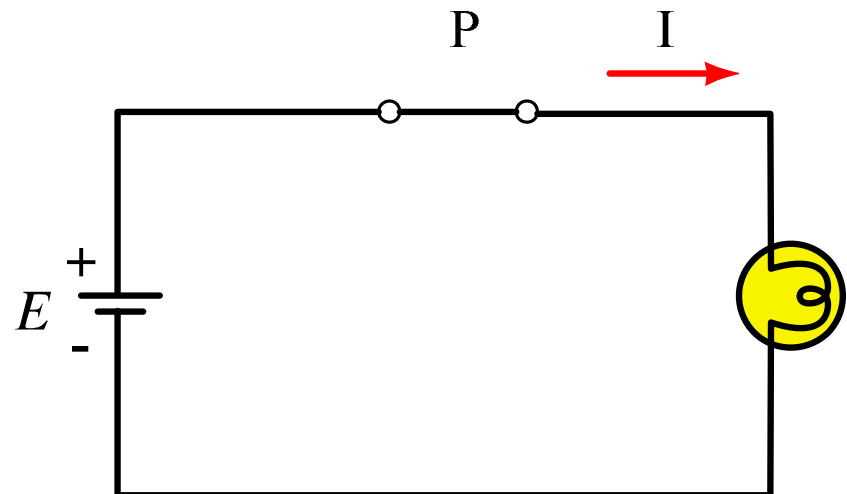
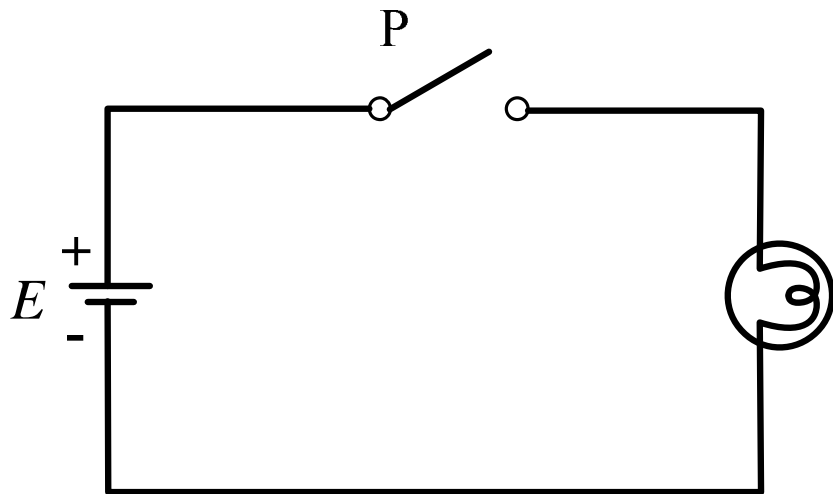
## Šematske oznake voltmetra i ampermetra u strujnom krugu

- Šematska oznaka za **voltmetar** je **krug** u koji je upisan **simbol V**, a za **ampermetar** takođe krug sa upisan **simbol A**



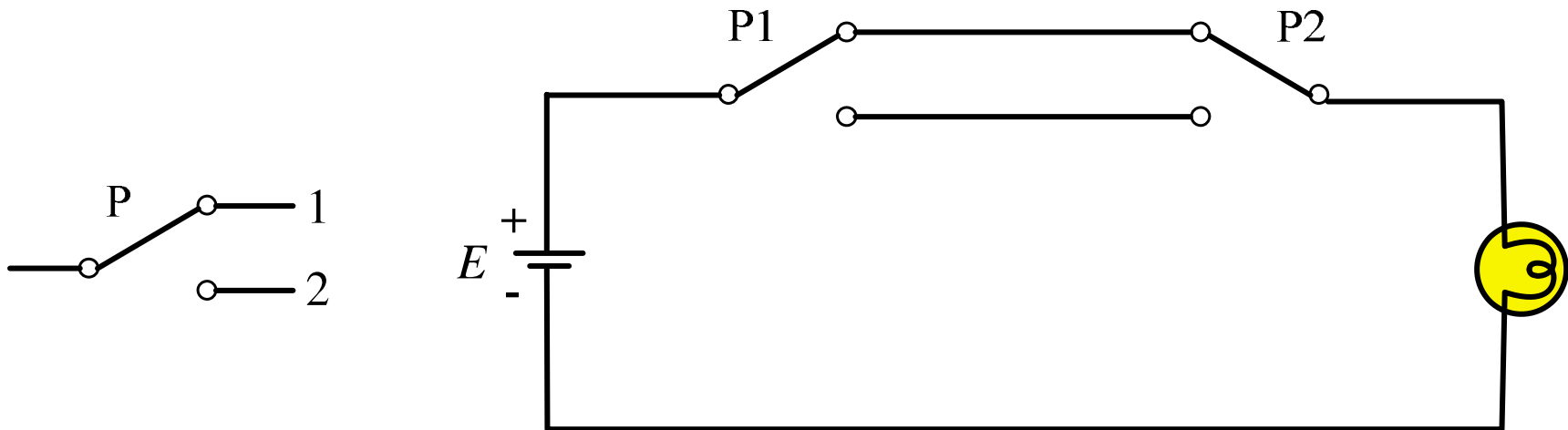
## Prekidači, rastavljači i osigurači

- Prekidač je jednostavni **elektromehanički uređaj** za otvaranje/zatvaranje strujnog kola. Na taj način se **prekida** ili **uspostavlja** tok struje u strujnom kolu
- Najprostiji tip prekidača je **jednopolni prekidač**



## Prekidači, rastavljači i osigurači

- Pored jednostavnih jednopolnih prekidača koriste se i složeniji tipovi prekidača kao što su **jednopolni dvopoložajni**, **dvopolni dvopoložajni** itd..
- **Jednopolni dvopoložaji** prekidači često se korise za kontrolu rasvjete u hodnicima i drugim prostorijama



# Prekidači, rastavljači i osigurači

- Osigurači služe za **zaštitu instalacione opreme** (provodnika) i **izvora** od **prevelikih struja** usljed kvara na potrošačima u strujnom kolu. Osigurači se u strujni krug vežu **u seriju** sa potrošačima
- Svaki osigurač karakterišu sljedeći parametri:
  - **Nazivna struja osigurača (A)**
  - **Napon na koji se osigurač može postaviti (V)**
  - **Brzina reagovanja (pregaranja) osigurača (ms, s)**



## Prekidači, rastavljači i osigurači

- Rastavljači imaju ugrađen **prekostrujni član** za detekciju **prevelike struje** u kolu. Kad dođe do prevelike struje u kolu aktivira se **elektromagnetni sklop** koji aktivira kontakte rastavljača i **odvoji potrošače od ostatka strujnog kola**
- Rastavljač se vraća u normalno stanje **resetovanjem elektromagnetnog sklopa**

