

Industrijsko inženjerstvo

Osnovi elektrotehnike

Električno polje 2

1. Provodnici
2. Izolatori
3. Kondenzatori

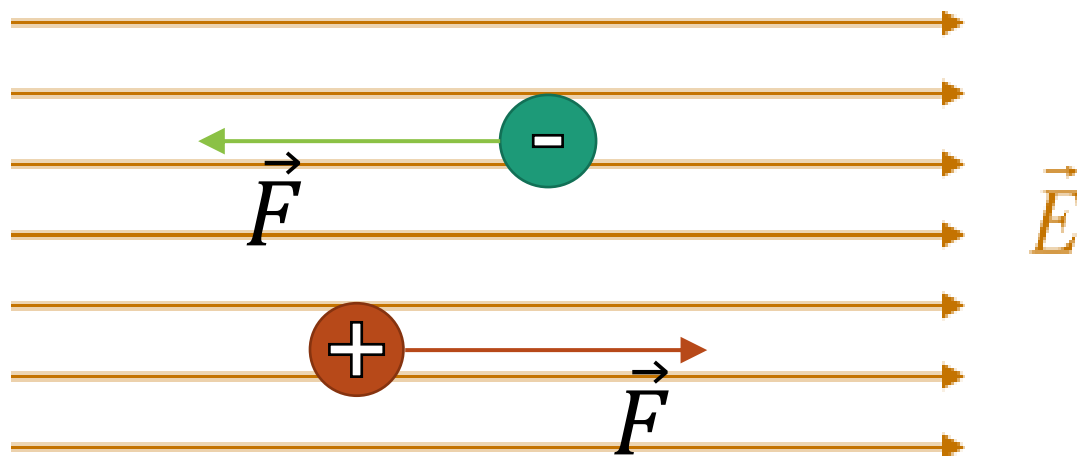
van. prof. dr Miodrag Milutinov

kabinet 132 NTP

miodragm@uns.ac.rs

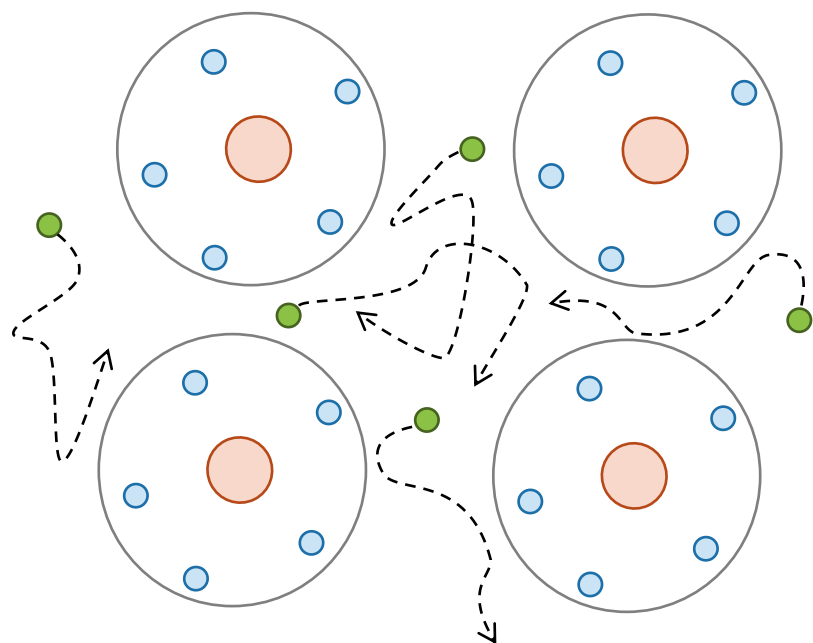


Sila električnog polja



$$\vec{F} = Q\vec{E}$$

Podela materijala prema električnim osobinama



-  Jezgro
-  Vezani elektroni u atomu
-  Slobodni elektroni

1. Provodnici

- svi metali,
- mnogo slobodnih elektrona (jona)

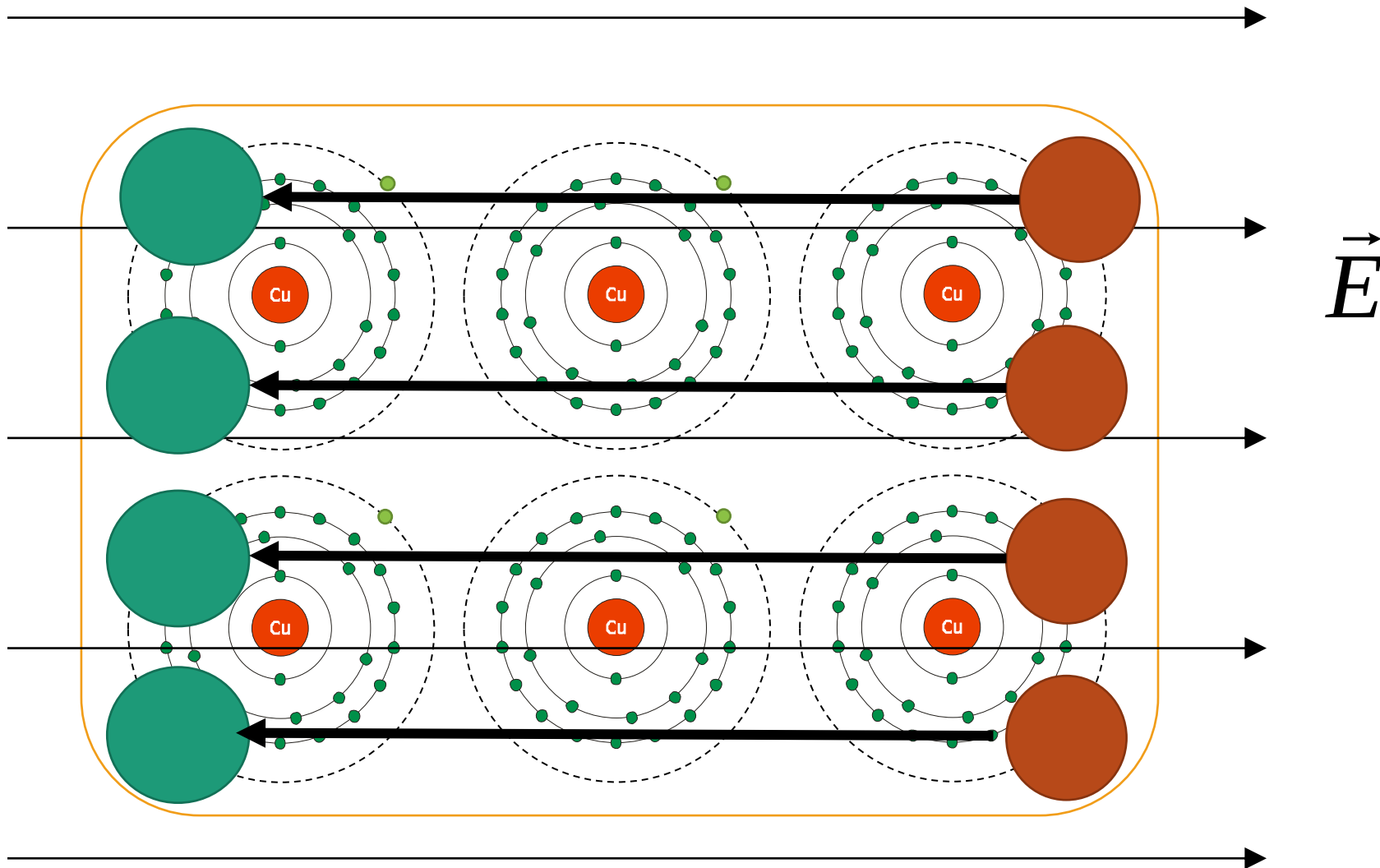
2. Poluprovodnici

- nekoliko vrsta materijala: C, Si, Ge, Sn
- malo slobodnih elektrona

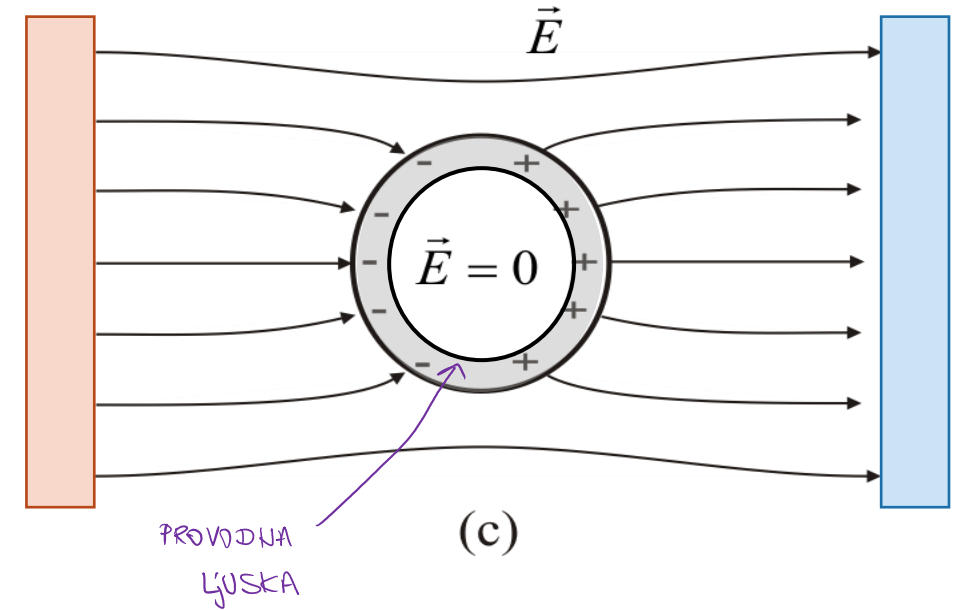
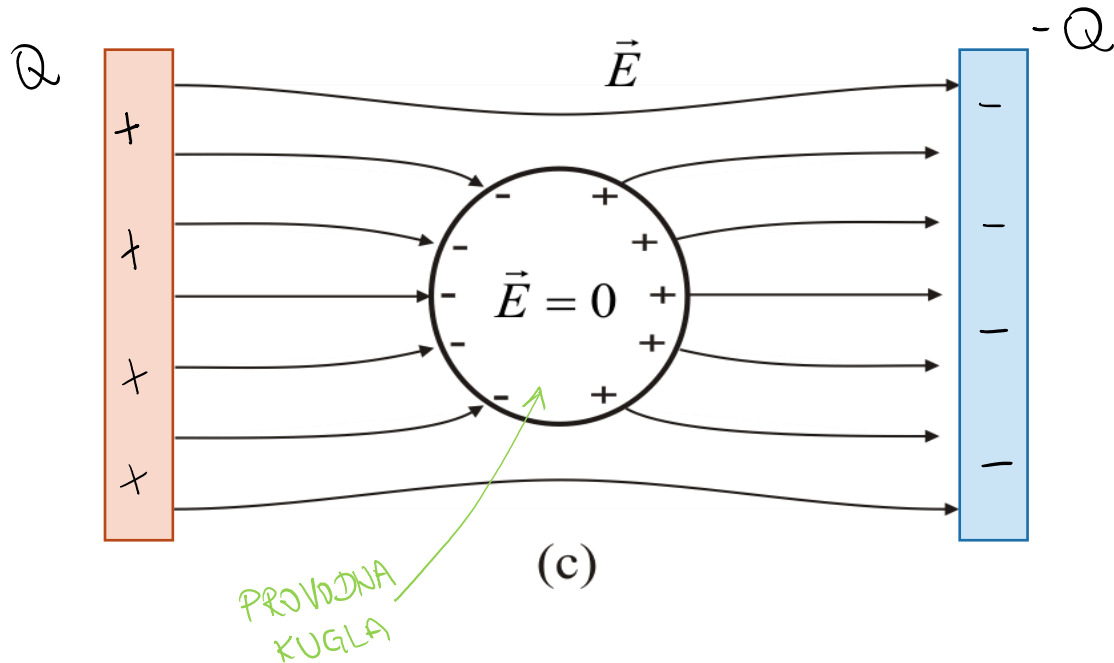
3. Izolatori ili dielektrici

- većina materijala, nemetali
- nema slobodnih elektrona (jona)

Provodniciu u električnom polju



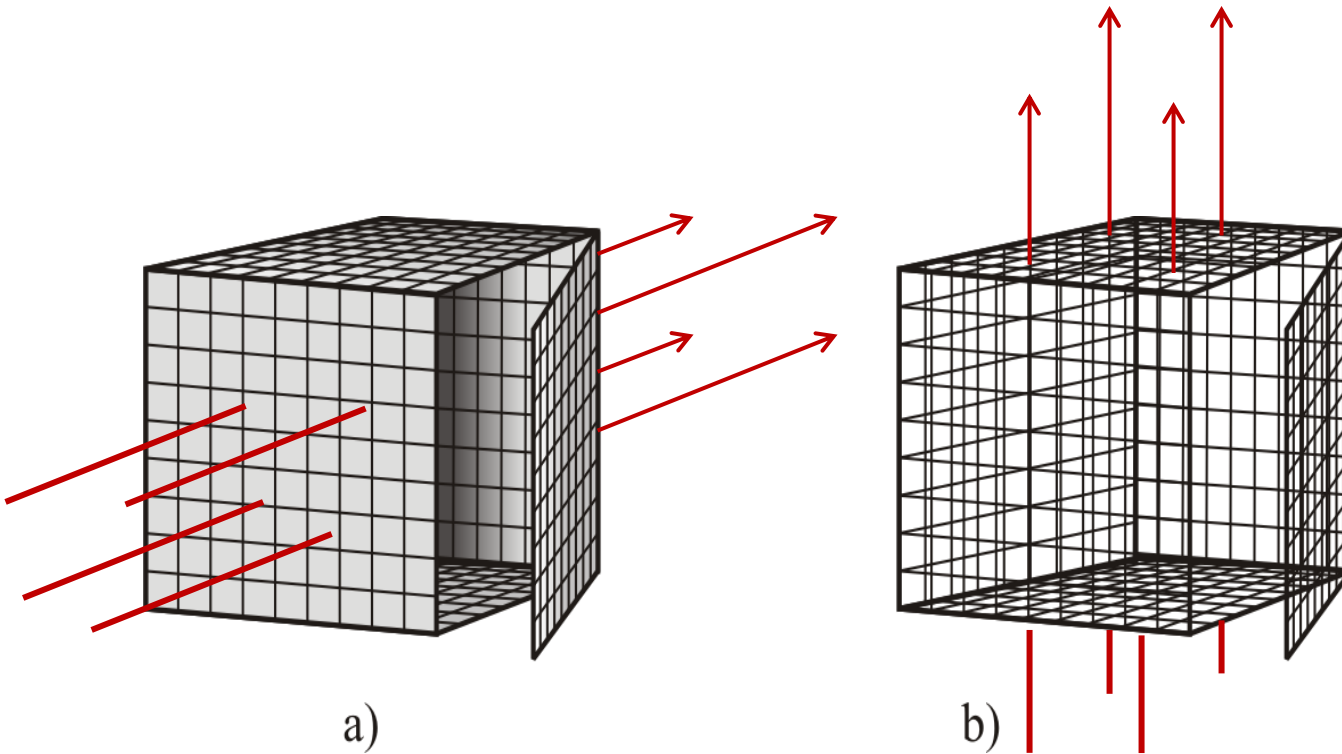
Provodnici u električnom polju



- Elektrostatička indukcija – razdvajanje naelektrisanja unutar provodnika.
- Poništavanje spoljašnjeg polja.
 - U metalnoj kugli nema električnog polja.
 - Unutar šuplje metalne kugle nema električnog polja. Faradejev kavez.

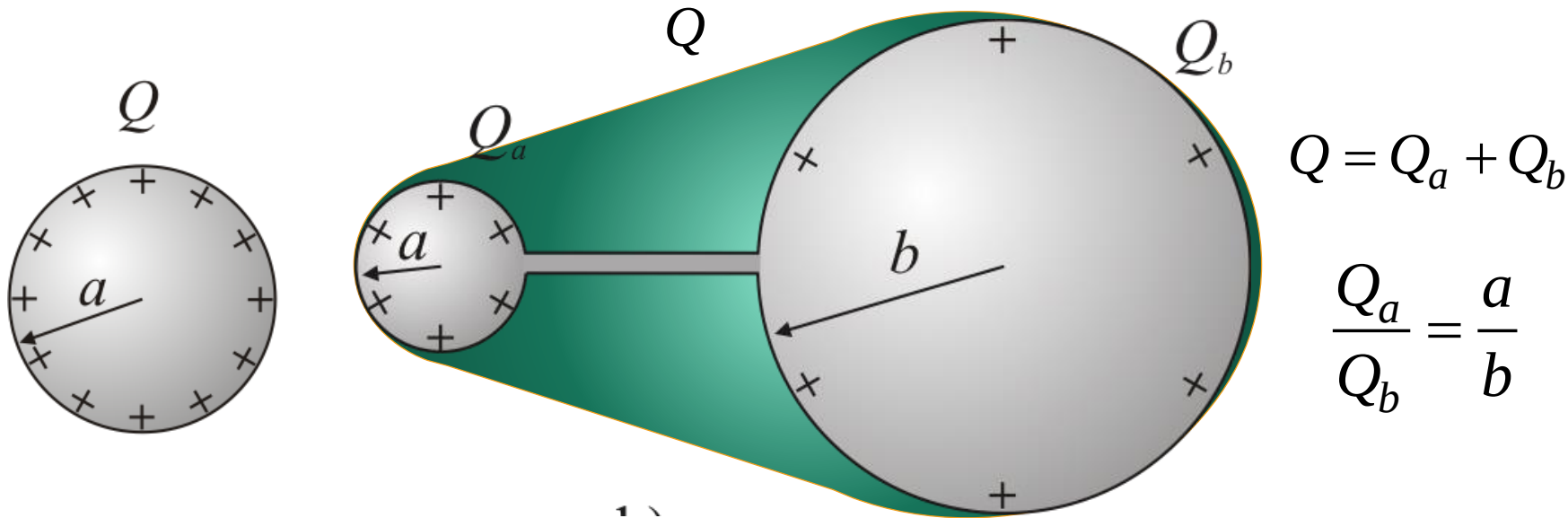
Provodnici u električnom polju

- **Faradejev kavez** - Unutar šupljine čiji su zidovi od provodnog materijala nema električnog polja.



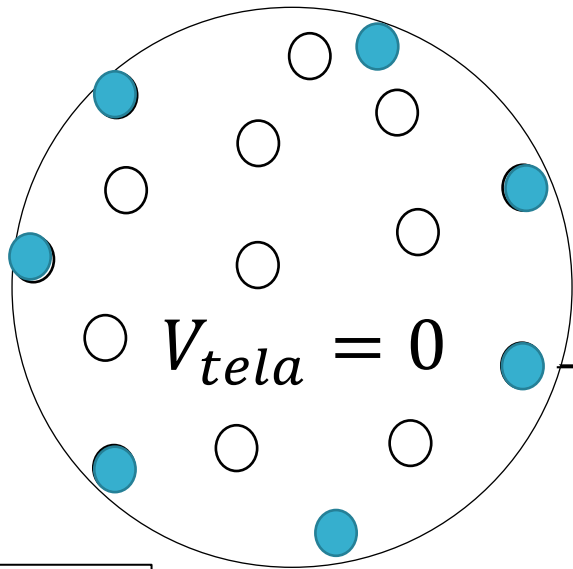
Raspodela naelektrisanja usamljenog provodnog tela

- Naelektrisanja se raspodeljuju samo po površini provodnika.
- Raspodela naelektrisanja zavisi od oblika tela.



Provodnici u električnom polju

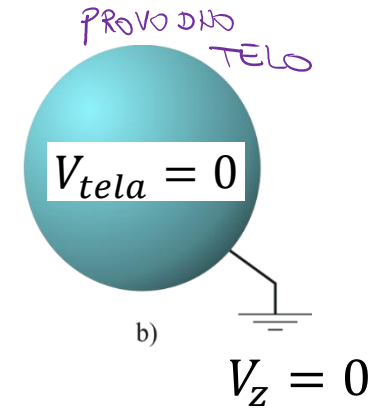
$$Q \rightarrow 0$$



- Neutralni atom
- Elektron

Uzemljenje predstavlja spajanje provodnog tela sa zemljom.

- Ako je telo bilo naelektrisano, nakon spajanja, sva naelektrisanja odlaze u zemlju.
- Uzemljenje osigurava da je telo nenaelektrisano, i da je na potencijalu nula volti.

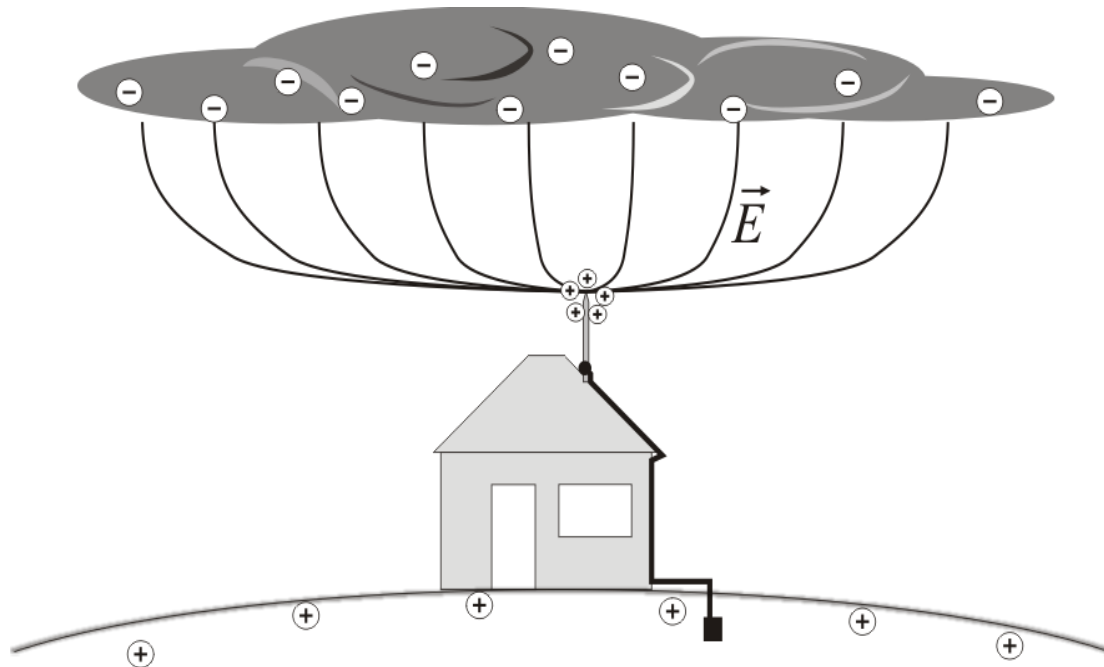


$$V_Z = 0$$



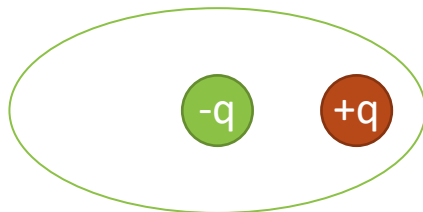
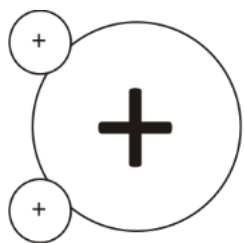
Gromobrani

- Gromobrani se koriste za zaštitu od udara groma.
- To su provodnici kod kojih je jedan kraj uzemljen a drugi postavljen iznad objekta kojeg treba da zašтите od atmosferskog pražnjenja.
- Gromobrani rade na principu elektrostatičke indukcije.



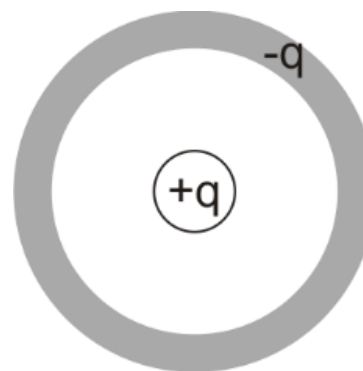
Izolatori – dielektrici u električnom polju

Polarni molekuli



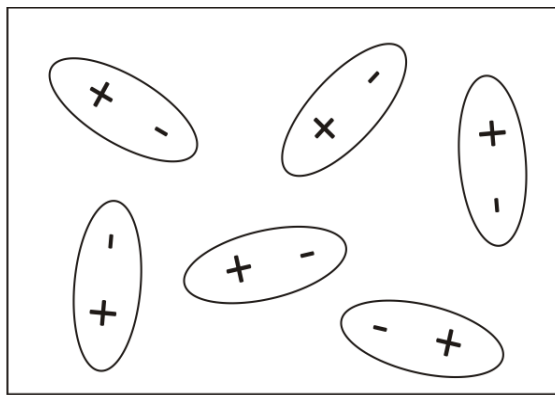
Dipol

Nepolarni molekuli

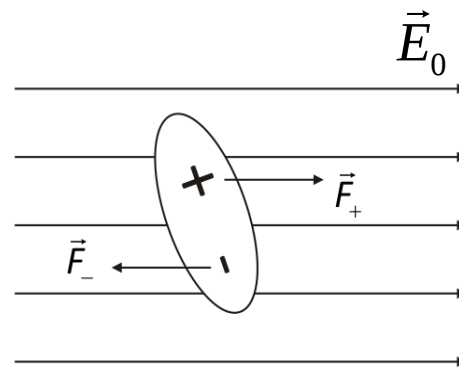


Polarni dielektrici u električnom polju

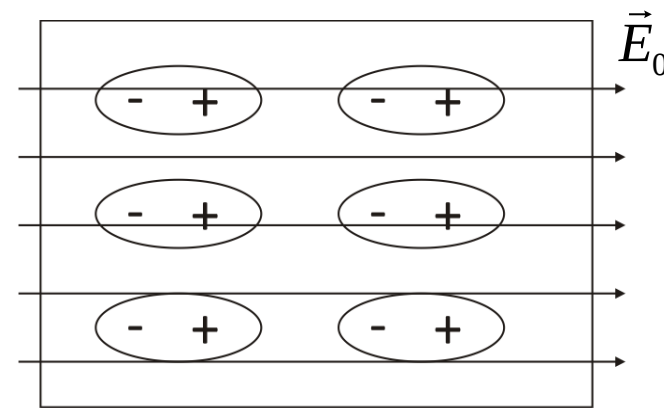
- U odsustvu stranog električnog polja dipoli su haotično orijentisani tako da je ukupno unutrašnje električno polje jednako nuli.
- U prisustvu stranog električnog polja dolazi do zakretanja dipola.



a)



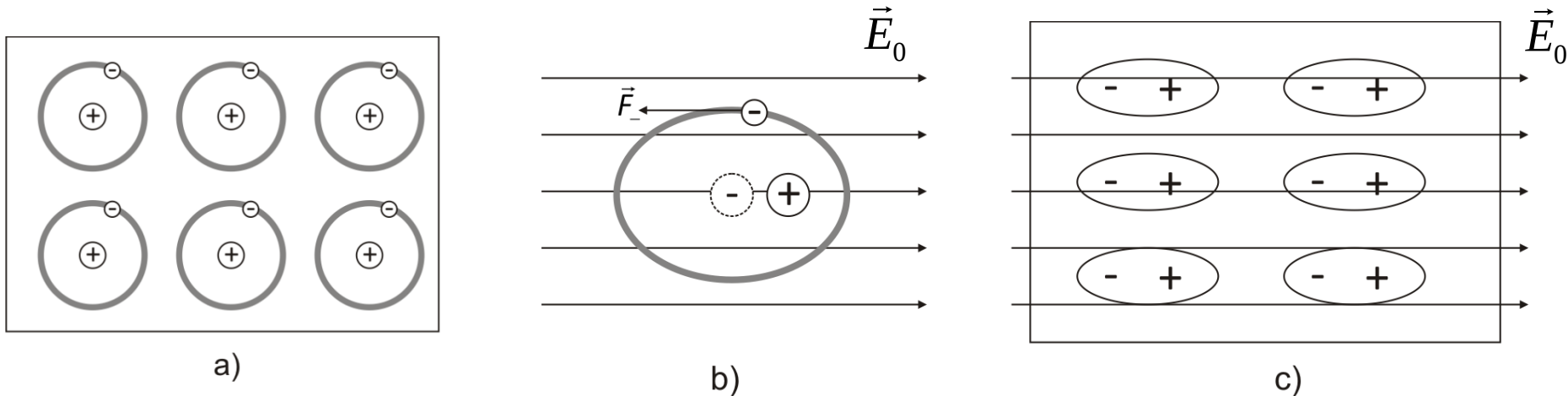
b)



c)

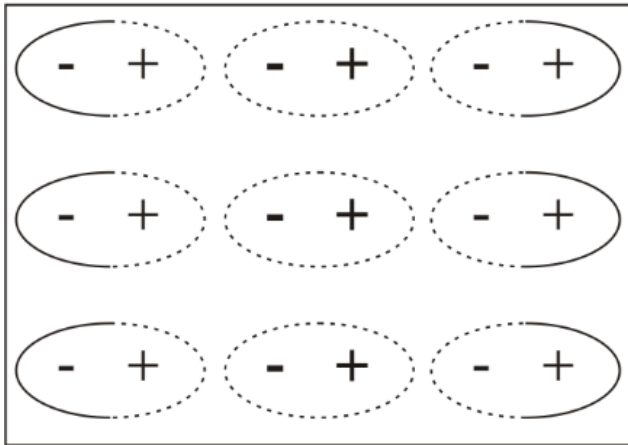
Nepolarni dielektrici u električnom polju

- U odsustvu stranog električnog nema dipola pa nema ni unutrašnjeg el. polja.
- U prisustvu stranog električnog polja dolazi do stvaranja dipola u smeru tog polja.

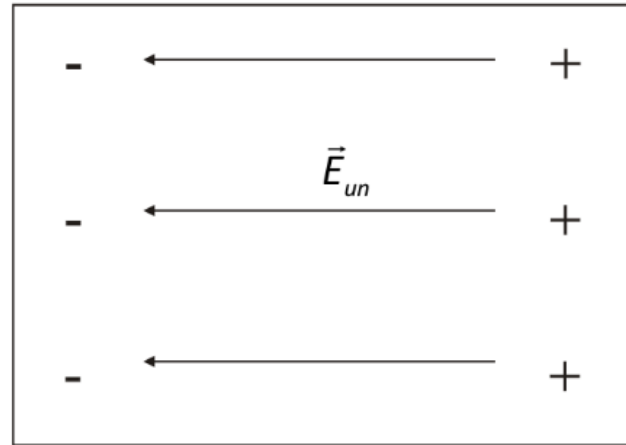


Polarizacija

- Proces formiranja mnoštva usmerenih dipola u DIELEKTRIKU naziva se **POLARIZACIJA** dielektrika



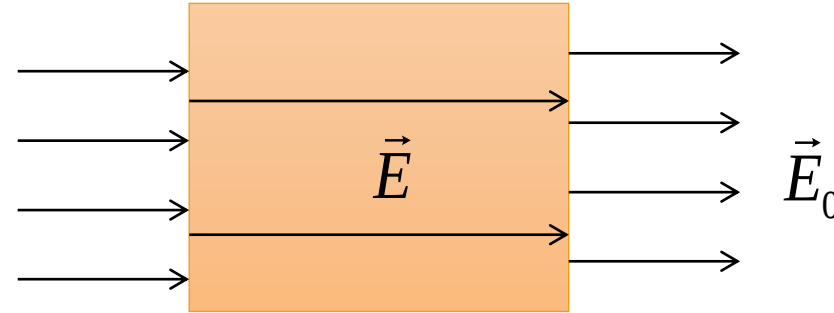
a)



b)

Permitivnost i električna čvrstina

- Dielektrik slabi električno polje.
 - Mera slabljenja može da se iskaže pomoću relativne permitivnosti.
 - Osobina svakog dielektrika je permitivnost.



$$E = E_0 - E_{un} \qquad E = \frac{E_0}{\epsilon_r}$$

$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$$

ϵ – permitivnost

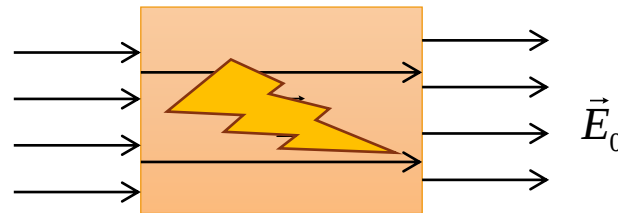
ϵ_r – relativna permitivnost

Permitivnost i električna čvrstina

- Električna čvrstina dielektrika, $E_{\check{c}}$
 - maksimalna jačina električnog polja koju dielektrik može da izdrži i da zadrži svoja izolatorska svojstva.
 - za veće jačine električnog polja dielektrik počinje da provodi (proboj dielektrika).

$$E < E_{\check{c}}$$

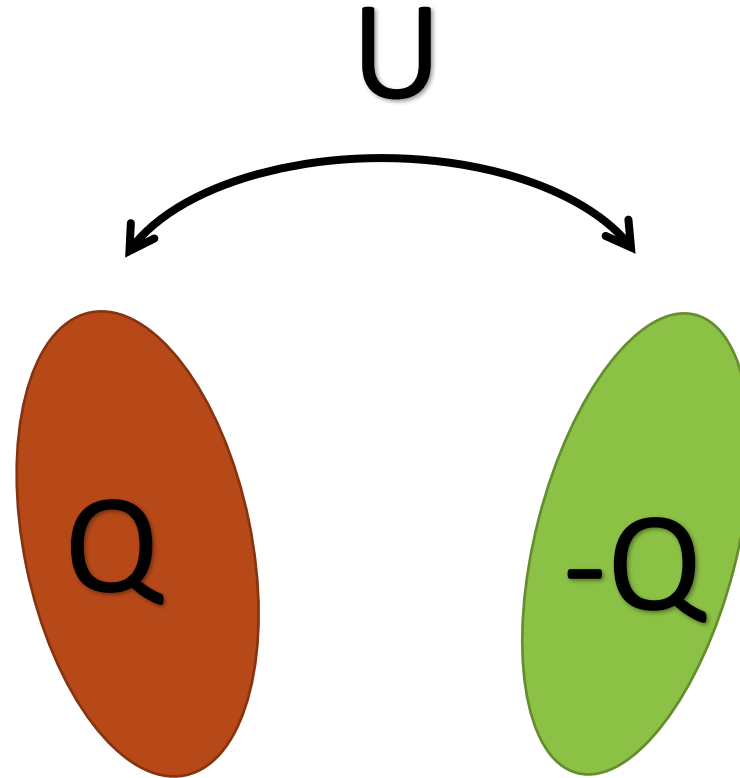
$$E > E_{\check{c}}$$



Kondenzator

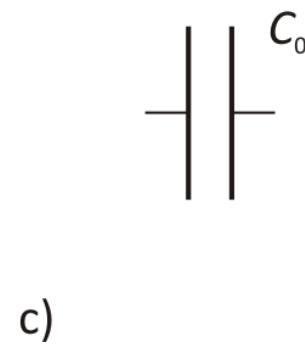
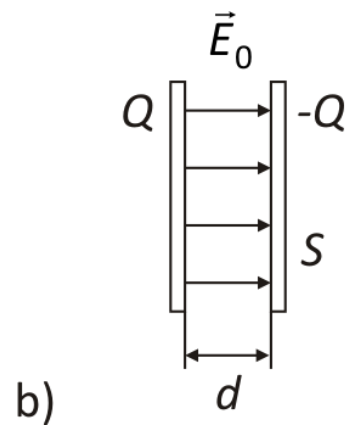
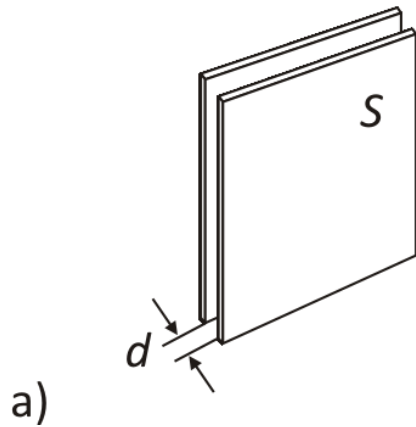
- Kondenzator obrazuju dva provodna tela između kojih se nalazi izolator (dielektrik).
 - Pločasti
 - Cilindrični
 - Sferni

$$C = \frac{Q}{U}$$



Kapacitivnost kondenzatora C , jedinica (F) farad.

Pločasti kondenzator



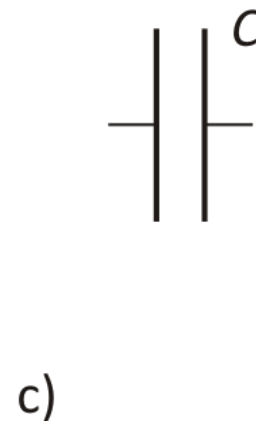
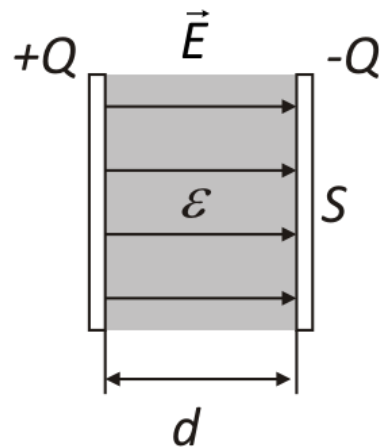
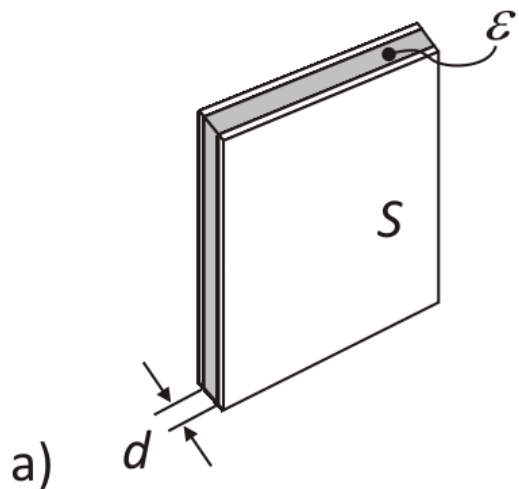
$$E_0 = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$U = E_0 d$$

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$C = \frac{Q}{U}$$

Pločasti kondenzátor



$$E = E_0 - E_{un}$$

$$E = \frac{E_0}{\epsilon_r}$$

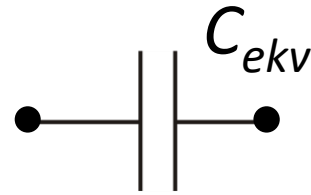
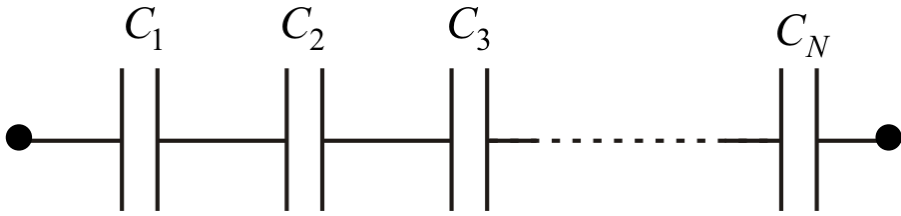
$$E = \frac{Q}{\epsilon S}$$

$$U = Ed$$

$$C = \frac{\epsilon S}{d}$$

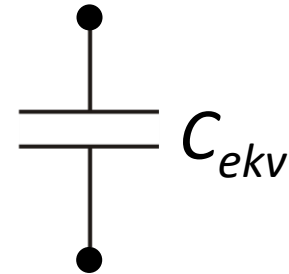
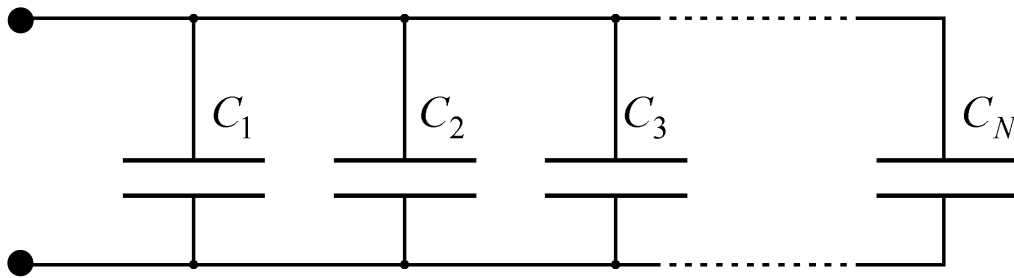
$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$$

Redna veza kondenzatora



$$\frac{1}{C_{ekv}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_N}$$

Redna i paralelena veza kondenzatora



$$C_{ekv} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_N$$

Energija kondenzatora

$$W_e = \frac{1}{2}QU$$

- Između ploča kondenzatora deluje privlačna sila.
 - Jedna ploča privlači drugu ploču.
- Ako bi se pod dejstvom te sile druga ploča pomerila tada bi se izvršio rad.
- Za taj rad je potrebna energija.
- Dakle električno polje kondenzatora sadrži električnu energiju.

$$F = EQ \quad E = \frac{Q}{2\epsilon S}$$

$$A = Fd$$

$$W_e = A$$

$$W_e = \frac{Q}{2\epsilon S} Qd$$

Pitanja (EP)

1. Šta se dešava u provodnicima u električnom polju?
2. Šta se dešava u dielektricima u električnom polju?
3. Šta je kondenzator?
4. Kako se određuje kapacitivnost pločastog kondenzatora?
5. Šta je to električna čvrstina dielektrika?
6. Kada nastupa proboj dielektrika?
7. Kako da povežemo kondenzatore ako želimo da povećamo kapacitivnost?