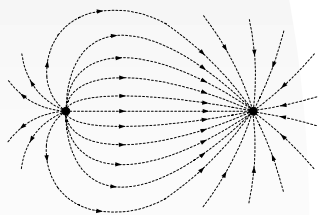


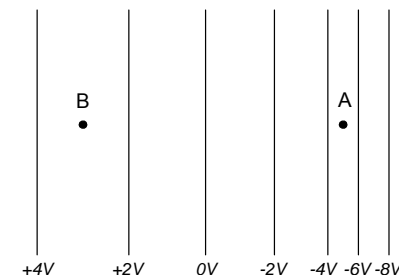
# Elektrostatika

- Veza električnog polja i potencijala.
- Električni potencijal.
- Potencijalna energija.
- Rad.
- Zakon o očuvanju energije.



## 1. zadatak

Na slici su prikazane ekvipotencijalne plohe nekog elektrostatskog polja. Odredite u kakvom su odnosu iznosi sila  $F_A$  i  $F_B$  koje djeluju na pozitivan točkasti naboj. Također, odredite smjerove vektora sila  $F_A$  i  $F_B$ .


[Početna stranica](#)


## Uvodni pojmovi

- Svakoj točki prostora u kojoj postoji električno polje može se pridijeliti skalarna veličina - električni potencijal. Pri tome je el. potencijal funkcija el. polja:

$$\varphi = f(\vec{E})$$

- Potencijal promatrane točke:

$$\varphi_{\text{promatrane tocke}} = - \int_{\text{referentna tocka}}^{\text{promatrana tocka}} \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

Ako se el. polje mijenja samo u smjeru osi x, onda vrijedi:

$$\varphi_{\text{promatrane tocke}} = - \int_{\text{referentna tocka}}^{\text{promatrana tocka}} \vec{E}(x) \cdot d\vec{x}$$

- Potencijal neke točke se definira u odnosu na referentnu točku za koju vrijedi:

$$\varphi_{\text{referentne tocke}} = 0$$


[Početna stranica](#)


## Uvodni pojmovi

- El. polje se također može prikazati kao funkcija potencijala:

$$\vec{E} = g(\varphi)$$

- Ovisnost polja o potencijalu:

$$E(x) = - \frac{d\varphi(x)}{dx}$$

Smjer porasta električnog potencijala suprotan je smjeru vektora električnog polja.

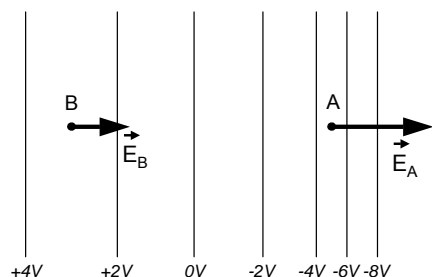
Iznos električnog polja je jednak brzini promjene električnog potencijala.

- Polje električnog potencijala prikazuje se ekvipotencijalnim ploham (ploham istog potencijala).


[Početna stranica](#)


## Rješenje zadatka

- Da bi se odredio smjer sile na naboj  $q$  potrebno je prvo odrediti smjer električnog polja.
- Smjer električnog polja je suprotan od smjera porasta potencijala tako da za prikazano elektrostatsko polje vektori polja u točkama A i B su sljedeći:



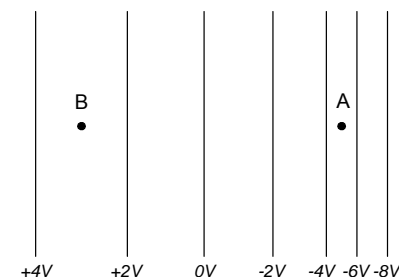
- Kako se radi o silama na pozitivan naboj i smjerovi sila u točkama A i B su istog smjera kao i vektori polja.

[Početna stranica](#)



- Iznosi polja su proporcionalni brzini promjene potencijala. Za prikazano polje vrijedi:

$$\left( \frac{d\varphi(x)}{dx} \right)_A > \left( \frac{d\varphi(x)}{dx} \right)_B$$



- Kako je sila proporcionalna polju vrijedi:

$$|\vec{F}_A| > |\vec{F}_B|$$

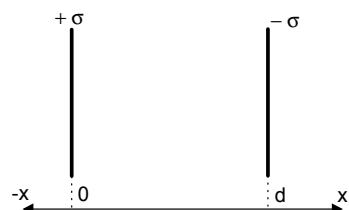
[Početna stranica](#)



## 2. zadatak

Nacrtajte funkciju promjene potencijala između dvije raznoimeno nabijene ravnine uz različito definirane referentne točke:

- $x_{\text{ref}} = 0$
- $x_{\text{ref}} = d/2$
- $x_{\text{ref}} = d$



[Početna stranica](#)



## Rješenje zadatka

- Polje između dvije ravnine je homogeno:

$$E(x) = E \quad \text{za } 0 < x < d$$

Potencijal bilo koje točke između dvije ravnine je:

$$\varphi(x) = - \int_{x_{\text{ref}}}^x E \cdot dx = -E \cdot x \Big|_{x_{\text{ref}}}^x$$

$$\varphi(x) = -E \cdot x + E \cdot x_{\text{ref}}$$

za  $x_{\text{ref}} = 0$ :

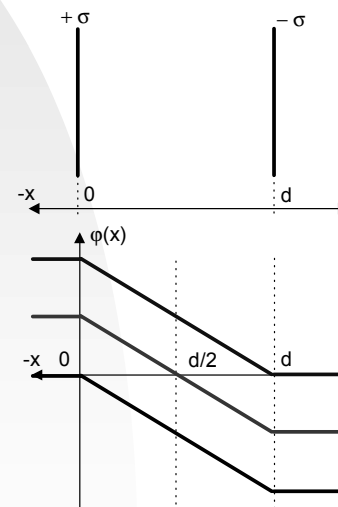
$$\varphi(x) = -E \cdot x$$

za  $x_{\text{ref}} = d/2$ :

$$\varphi(x) = -E \cdot x + E \cdot d/2$$

za  $x_{\text{ref}} = d$ :

$$\varphi(x) = -E \cdot x + E \cdot d$$



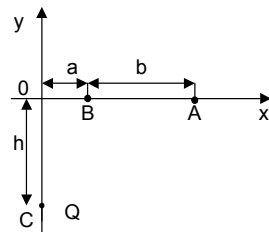
[Početna stranica](#)



### 3. zadatak

Točkasti naboj  $Q$  nalazi se u točki C. Položaj dviju točaka A i B prikazan je na slici. Odredite napon  $U_{AB}$ . Ukoliko se točka A nalazi na potencijalu  $\varphi_A$  odredite točku na x osi u kojoj će potencijal imati vrijednost 0 [V]. Zadano:

- $Q = 27.82 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-9}$  [As]
- $\varphi_A = -46$  [V]
- $a = 1$  [m]
- $b = 3$  [m]
- $h = 2$  [m]
- $\varepsilon = \varepsilon_0$



Početna stranica



### Uvodni pojmovi

- Polje potencijala u nekom prostoru može se odrediti na dva načina:

- 1 Najprije se na osnovu zadane raspodjele naboja odredi električno polje (na osnovu poznatih postupaka dosada razmatranih) u prostoru. Zatim se uz zgodno\* odabranu referentnu točku polje potencijala traži po definiciji:

$$\varphi(x) = - \int_{x_{ref}}^x \vec{E}(x) \cdot d\vec{x}$$

- 2 Zadana raspodjela naboja promatra se kao skup točkastih naboja ("model točkastog naboja"). Ukupan potencijal nalazi se superpozicijom, skalarni doprinosi (sumom ili integralom), doprinosa tih elementarnih naboja. Osim modela točkastog naboja, nekada se mogu koristiti i drugi modeli čije potencijale znamo ili smo ih prethodno izračunali (nabijeni štap, prsten, ploča).

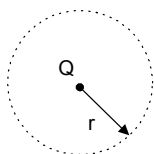
\* različitim izborom referentne točke dobit ćemo različite iznose potencijala, ali će razlike potencijala uvijek biti jednake za bilo koje dvije točke prostora.

Početna stranica



### Uvodni pojmovi

- Polje potencijala u okolini točkastog naboja može se odrediti na sljedeći način:



$$\varphi(r) = - \int_{r_{ref}}^r \vec{E}(r) \cdot d\vec{r}$$

$$\varphi(r) = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon} \cdot \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{r_{ref}} \right)$$

- Za definiranu referentnu točku u beskonačnosti vrijedi:

$$\varphi(r) = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon} \cdot \frac{1}{r}$$

- Napon između dviju točaka u polju točkastog naboja:

$$U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$$

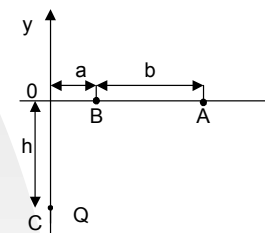
$$U_{AB} = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon} \cdot \left( \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_{ref}} \right) - \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon} \cdot \left( \frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_{ref}} \right) = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon} \cdot \left( \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$$

Početna stranica



### Rješenje zadatka

- Potencijal točka A i B može se izračunati kao:



$$\varphi_A = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon} \cdot \left( \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_{ref}} \right)$$

$$r_A = \sqrt{h^2 + (a+b)^2}$$

$$\varphi_B = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon} \cdot \left( \frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_{ref}} \right)$$

$$r_B = \sqrt{h^2 + a^2}$$

- Napon  $U_{AB}$  je onda:

$$U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon} \cdot \left( \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_{ref}} \right) - \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon} \cdot \left( \frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_{ref}} \right)$$

$$U_{AB} = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon} \cdot \left( \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right) = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon} \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{h^2 + (a+b)^2}} - \frac{1}{\sqrt{h^2 + a^2}} \right)$$

Početna stranica



- Iznos napona  $U_{AB}$ :

$$U_{AB} = \frac{27.82 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-9}}{4 \cdot \pi \cdot 8.854 \cdot 10^{-12}} \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{2^2 + (1+3)^2}} - \frac{1}{\sqrt{2^2 + 1^2}} \right) = -79[\text{V}]$$

- Napon se može odrediti bez određivanja referentne točke, jer je razlika potencijala između dvije točke u prostoru neovisna o odabranoj referentnoj točki.
- Iz poznatog potencijala točke A može se odrediti udaljenost ekvipotencijalne plohe referentnog potencijala u zadatku:

$$\varphi_A = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon} \cdot \left( \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_{ref}} \right) \quad r_{ref} = \frac{\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon}}{\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon} \cdot \frac{1}{r_A} - \varphi_A}$$

$$r_{ref} = \frac{\frac{27.82}{4 \cdot \pi \cdot 8.854 \cdot 10^{-12}}}{\frac{27.82}{4 \cdot \pi \cdot 8.854 \cdot 10^{-12}} \cdot \frac{1}{\sqrt{20}} - (-46)} = 2.83[\text{m}]$$

- Na osi x to je točka:  $x_{ref} = \sqrt{r_{ref}^2 - h^2} = \sqrt{2.83^2 - 2^2} = 2[\text{m}]$

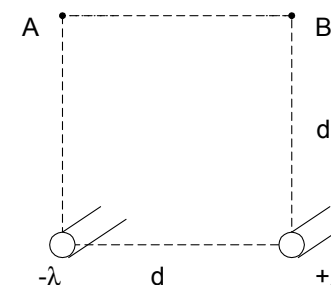
Početna stranica



## 4. zadatak

Odredite rad prilikom pomicanja pokusnog točkastog naboja  $Q_0$  iz točke A u točku B. Točke A i B predstavljaju vrhove zamišljenog kvadrata koji leži u ravnini okomitoj na dva paralelna i suprotno nabijena ravna vodiča (slika). Zadano:

- $Q_0 = -4 \cdot 10^{-12} [\text{As/m}]$
- $|\lambda| = 1.77 \cdot 10^{-8} [\text{As/m}]$
- $\epsilon = \epsilon_0$

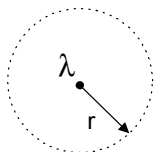


Početna stranica



## Uvodni pojmovi

- Polje potencijala u okolini nabijenog ravnog vodiča može se odrediti na sljedeći način:



$$\varphi(r) = - \int_{r_{ref}}^r \vec{E}(r) \cdot d\vec{r}$$

$$\varphi(r) = \frac{\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \cdot \ln \frac{r_{ref}}{r}$$

- Napon između dviju točaka u polju ravnog vodiča:

$$U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$$

$$U_{AB} = \frac{\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \cdot \ln \frac{r_{ref}}{r_A} - \frac{\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \cdot \ln \frac{r_{ref}}{r_B} = \frac{\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \cdot \ln \frac{r_B}{r_A}$$

Početna stranica



## Uvodni pojmovi

- Potencijalna energija točkastog naboja u električnom polju u točki A:

$$W_{PA} = Q \cdot \varphi_A$$

pri čemu je el. polje stvorilo neko drugo nabijeno tijelo (točkasti naboj, ravni vodič, kugla, ploča, itd.).

- Rad pri pomicanju točkastog naboja definiran je kao:

$$A = Q \cdot (\varphi_{pocetak} - \varphi_{kraj})$$

**Predznak rada:**

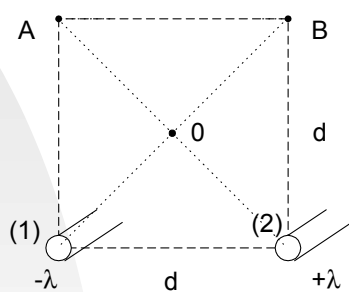
- $A > 0$ ; pomicanje pod utjecajem sile električnog polja = smanjenje potencijalne energije
- $A < 0$ ; pomicanje pod utjecajem vanjske sile = povećanje potencijalne energije

Početna stranica



## Rješenje zadatka

- Rad pri pomicanju pokusnog naboja  $Q_0$  je:



$$A = Q_0 \cdot (\varphi_A - \varphi_B)$$

Da bi se odredili potencijali točaka A i B potrebno je odrediti referentnu točku. Pretpostavimo da se ona nalazi u središtu kvadrata.

- Potencijalu u točki A doprinose oba vodiča:

$$\varphi_A = \varphi_{A1} + \varphi_{A2}$$

$$\varphi_A = \frac{-\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \ln \frac{r_{10}}{r_{A1}} + \frac{+\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \ln \frac{r_{20}}{r_{A2}}$$

$$\varphi_A = \frac{-\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \ln \frac{d\sqrt{2}}{d} + \frac{\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \ln \frac{d\sqrt{2}}{d\sqrt{2}}$$

Početna stranica



$$\varphi_A = \frac{\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \left( -\ln \frac{\sqrt{2}}{2} + \ln \frac{1}{2} \right) = \frac{\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \ln \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \ln \frac{\sqrt{2}}{2}$$

- Potencijal u točki B određuje se na isti način:

$$\varphi_B = \varphi_{B1} + \varphi_{B2}$$

$$\varphi_B = \frac{-\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \ln \frac{r_{10}}{r_{B1}} + \frac{+\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \ln \frac{r_{20}}{r_{B2}}$$

$$\varphi_B = \frac{-\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \ln \frac{d\sqrt{2}}{d\sqrt{2}} + \frac{\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \ln \frac{d\sqrt{2}}{d}$$

$$\varphi_A = \frac{\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \left( -\ln \frac{1}{2} + \ln \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = \frac{\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \ln \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \ln \sqrt{2}$$

- Rad pri pomicanju naboja onda iznosi:

$$A = Q_0 \cdot \left( \frac{\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \ln \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \ln \sqrt{2} \right) = Q_0 \cdot \frac{\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \ln \frac{1}{2} = +880 [\text{pWs}]$$

gdje nam pozitivan predznak govori o dobivenom radu.

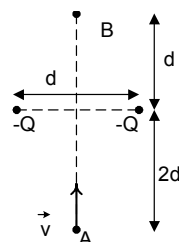
Početna stranica



## 5. zadatak

Zadana su dva točkasta naboja  $Q$  na udaljenosti  $d$  prema slici. Koliko mora iznositi minimalna brzina elektrona u točki A udaljenoj  $2d$  od spojnice naboja, da bi on mogao stići u točku B (udaljenu  $d$  od spojnice naboja) s druge strane spojnice. Elektron se giba po simetrali spojnice. Zadano:

- $Q = -10 \cdot 10^{-11} [\text{C}]$
- $d = 0.1 [\text{m}]$
- $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} [\text{kg}]$
- $q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} [\text{C}]$



Početna stranica



## Rješenje zadatka

- Potencijal u nekoj točki na spojnici A-B može se izračunati kao:

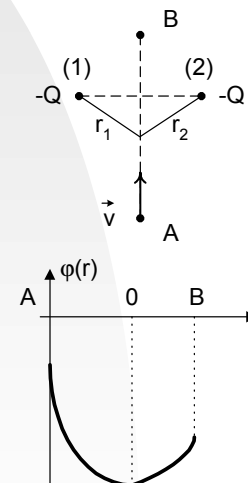
$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$$

$$\varphi = \frac{-Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon} \cdot \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_{ref}} \right) + \frac{-Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon} \cdot \left( \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_{ref}} \right)$$

Budući da je  $r_1 = r_2$  i uz pretpostavljenu referentnu točku u beskonačnosti, za potencijal vrijedi:

$$\varphi = \frac{-Q}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \cdot \frac{1}{r_1}$$

Funkcija potencijala mijenja se kao što je prikazano na slici:



Da bi elektron stigao do točke B potrebno je nadvladati potencijalnu barijeru prikazanu na slici.

Početna stranica



- Elektron se od točke 0 do točke B giba pod utjecajem električnog polja.
- Međutim, da bi elektron stigao do točke 0 na elektron se mora djelovati vanjskim utjecajem, odnosno vrijedi sljedeće:

$$W_{\text{kinA}} + W_{\text{potA}} = W_{\text{pot0}}; \quad W_{\text{kin0}} = 0$$

$$\frac{m \cdot v^2}{2} + (-q_e) \cdot \varphi_A = (-q_e) \cdot \varphi_0$$

$$r_A = \sqrt{(2d)^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2} = d \frac{\sqrt{17}}{2}; \quad r_0 = \frac{d}{2}$$

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = -q_e \cdot \left( \frac{-Q}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r_0} - \frac{-Q}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r_A} \right) = \frac{q_e \cdot Q}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon} \left( \frac{1}{r_0} - \frac{1}{r_A} \right)$$

$$v = \sqrt{\frac{q_e \cdot Q}{\pi \cdot \epsilon \cdot m} \left( \frac{1}{r_0} - \frac{1}{r_A} \right)} = \sqrt{\frac{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 10 \cdot 10^{-11}}{\pi \cdot 8.854 \cdot 10^{-12} \cdot 9.1 \cdot 10^{-31}} \left( \frac{2}{0.1} - \frac{2}{0.1\sqrt{17}} \right)}$$

$$v = 3.1 \cdot 10^6 \text{ [m/s]}$$

Početna stranica



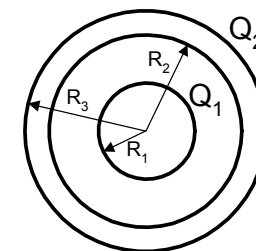
## 6. zadatak

U metalnoj kuglojnoj ljusci ( $R_2$ ,  $R_3$ ) koncentrično se nalazi metalna kugla polumjera  $R_1$  (slika). Kuglina ljuska nabijena je nabojem  $Q_2$ , a metalna kugla nabojem  $Q_1$ . Nacrtajte dijagrame funkcije promjene el. polja  $E(r)$  i potencijala  $\varphi(r)$  u zavisnosti o udaljenosti  $r$  od središta sustava ako je:

- $Q_1 = -2 \text{ [nC]}, Q_2 = 0, r_{\text{ref}} = \infty$
- $Q_1 = +2 \text{ [nC]}, Q_2 = +2 \text{ [nC]}, r_{\text{ref}} = \infty$
- $Q_1 = +2 \text{ [nC]}, Q_2 = -2 \text{ [nC]}, r_{\text{ref}} = \infty$

Zadano:

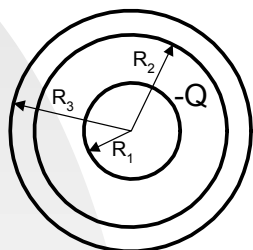
- $R_1 = 2 \text{ [cm]}$
- $R_2 = 4 \text{ [cm]}$
- $R_3 = 4.5 \text{ [cm]}$



Početna stranica



## Rješenje zadatka

Prvi slučaj:  $E(r)$ Za  $r < R_1$ :

$$E(r) = 0$$

Za  $R_1 < r < R_2$ :

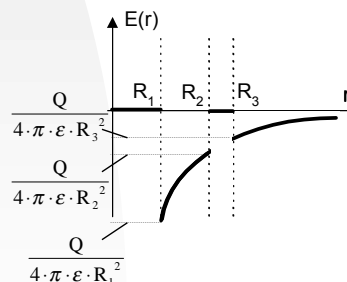
$$E(r) = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r^2}$$

Unutar metala nema polja; za  $R_2 < r < R_3$ :

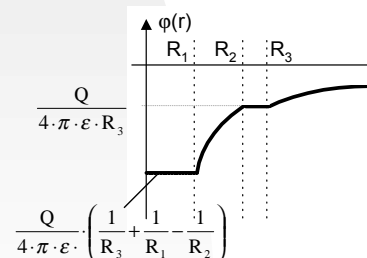
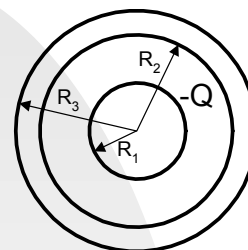
$$E(r) = 0$$

Zbog el. influencije polje za  $r > R_3$  iznosi:

$$E(r) = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r^2}$$



Početna stranica

Prvi slučaj:  $\varphi(r)$ Za  $r < R_1$  potencijal je konstantan:

$$\varphi(r) = \varphi(R_1) = U_{R1R2} + \varphi(R_2)$$

Referentna točka nalazi se u beskonačnosti:

$$\varphi_{\text{ref}} = 0$$

Za  $r > R_3$ :

$$\varphi(r) = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r} - \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r_{\text{ref}}} = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r}$$

Za  $R_2 < r < R_3$  potencijal je konstantan jer u metalu nema polja:

$$\varphi(r) = \varphi(R_2) = \varphi(R_3) = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot R_3}$$

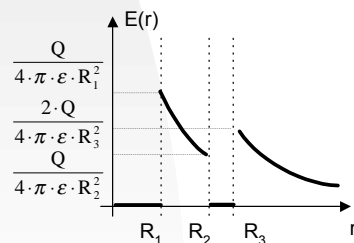
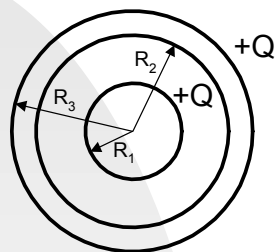
Za  $R_1 < r < R_2$ :

$$\varphi(r) = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r} - \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot R_2} + \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot R_3}$$

Početna stranica



## Drugi slučaj: E(r)

Za  $r < R_1$ :

$$E(r) = 0$$

Za  $R_1 < r < R_2$ :

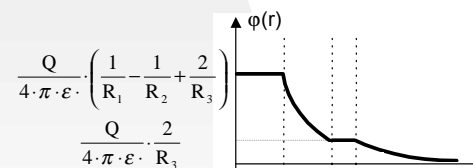
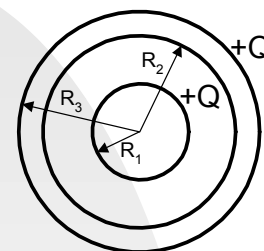
$$E(r) = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r^2}$$

Za  $R_2 < r < R_3$ :

$$E(r) = 0$$

Zbog nabijene vanjske kugle i el. influencije polje za  $r > R_3$ :

$$E(r) = \frac{2 \cdot Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r^2}$$

[Početna stranica](#)
Drugi slučaj:  $\phi(r)$ 

Referentna točka nalazi se u beskonačnosti:

$$\phi_{ref} = 0$$

Za  $r > R_3$ :

$$\phi(r) = \frac{2 \cdot Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r} - \frac{2 \cdot Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r_{ref}} = \frac{2 \cdot Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r}$$

Za  $R_2 < r < R_3$  potencijal je konstantan jer u metalu nema polja:

$$\phi(r) = \phi(R_2) = \phi(R_3)$$

Za  $R_1 < r < R_2$ :

$$\phi(r) = U_{rR2} + \phi(R_2)$$

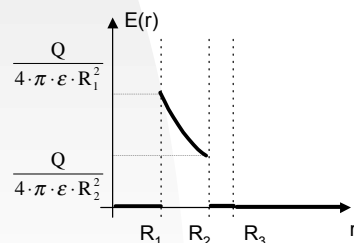
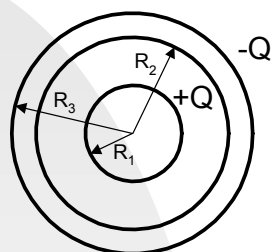
$$\phi(r) = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r} - \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot R_2} + \frac{2 \cdot Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot R_3}$$

Za  $r < R_1$  potencijal je konstantan:

$$\phi(r) = \phi(R_1) = U_{rR2} + \phi(R_2)$$

[Početna stranica](#)


## Treći slučaj: E(r)

Za  $r < R_1$ :

$$E(r) = 0$$

Za  $R_1 < r < R_2$ :

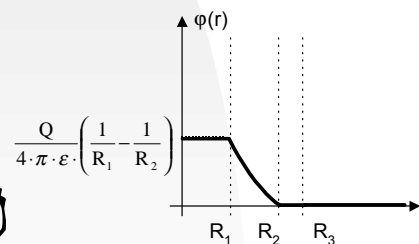
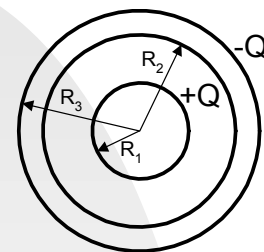
$$E(r) = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r^2}$$

Za  $R_2 < r < R_3$ :

$$E(r) = 0$$

Zbog nabijene vanjske kugle i el. influencije polje za  $r > R_3$ :

$$E(r) = \frac{Q - Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r^2} = 0$$

[Početna stranica](#)
Treći slučaj:  $\phi(r)$ 

Referentna točka nalazi se u beskonačnosti:

$$\phi_{ref} = 0$$

Budući da izvan sustava nema polja, za  $r > R_3$ :

$$\phi(r) = 0$$

Za  $R_2 < r < R_3$  potencijal je konstantan jer u metalu nema polja:

$$\phi(r) = \phi(R_2) = \phi(R_3) = 0$$

Za  $R_1 < r < R_2$ :

$$\phi(r) = U_{rR2} + \phi(R_2)$$

$$\phi(r) = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r} - \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot R_2}$$

Za  $r < R_1$  potencijal je konstantan:

$$\phi(r) = \phi(R_1) = U_{rR2} + \phi(R_2)$$

[Početna stranica](#)
