

Elektromagnetske pojave

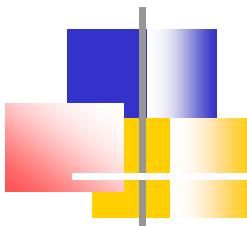
Uvod

- Poznavanje elektriciteta potjeće još iz grčke antike (700 g.p.n.e).
- Znalo se da jantar kad ga se istrlja vunom, privlači male objekte.
- Ovaj fenomen nije ograničen samo na jantar/vuna nego se može pojaviti kad god izolatore trljamo međusobno.

Električni naboј

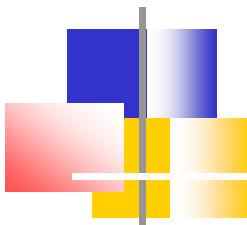
- Opažanje statičkog elektriciteta
 - Češalj koji prođe kroz kosu privlači male objekte.
 - Napuhani balon natrļjan vunom.
- Elektriziranje
 - U automobilu, uslijed trljanja cipela o tepih stvara se elektricitet.
 - Otklonite ovaj naboј tako što ćete dirnuti drugu osobu ili metal (metalne dijelove automobila).

Elektromagnetske pojave



- **Dvije vrste naboja**
 - pozitivan i negativan.
- **Istoimeni naboji se odbijaju, a raznoimeni privlače.**
- Porijeklo naboja na atomskoj razini.
 - Jezgra : masivna, **pozitivna**.
 - Elektroni : pokretni, **negativni**.
- Atom je **neutralan**.
- Naboj se prenosi između različitih materijala.
- Električni naboј je uvijek **sačuvan** u tom procesu.
 - Naboј se ne može stvoriti.
 - Obično, **negativan naboј** prelazi s jednog objekta na drugi.

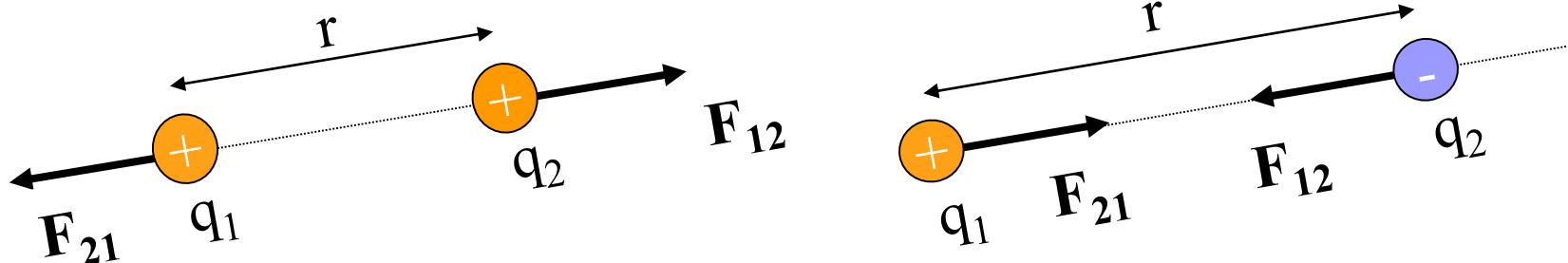
Elektromagnetske pojave



- Robert Millikan je otkrio 1909. godine da nabijeni objekt može imati samo cjelobrojne višekratnike osnovnog jediničnog naboja.
 - Naboј je **kvantiziran**.
 - Objekt može imati naboј $\pm e$, ili $\pm 2e$, ili $\pm 3e$, itd., ali ne $\pm 1.5e$.
 - Proton ima naboј **+1e**.
 - Elektron ima naboј **-1e**.
 - Neke čestice kao **neutron** nemaju (imaju nula) naboј.
 - Neutralni atom ima mnogo pozitivnih i negativnih naboja.
- Jedinice
 - U SI sustavu, električni naboј se mjeri u kulonima (C).
 - Iznos **$|e| = 1.602\ 19 \times 10^{-19}\ C$** .

Coulombov zakon

Dva se točkasta naboja odbijaju ili privlače silom koja je razmjerna umnošku njihovih naboja, a obrnuto razmjerna kvadratu udaljenosti između njih. Naboji istog predznaka se odbijaju, a različitog privlače.



$$F_{21} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

$$F_{21} = |F_{21}| = |F_{12}|$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{Nm}^2) \quad \text{permitivnost vakuma}$$

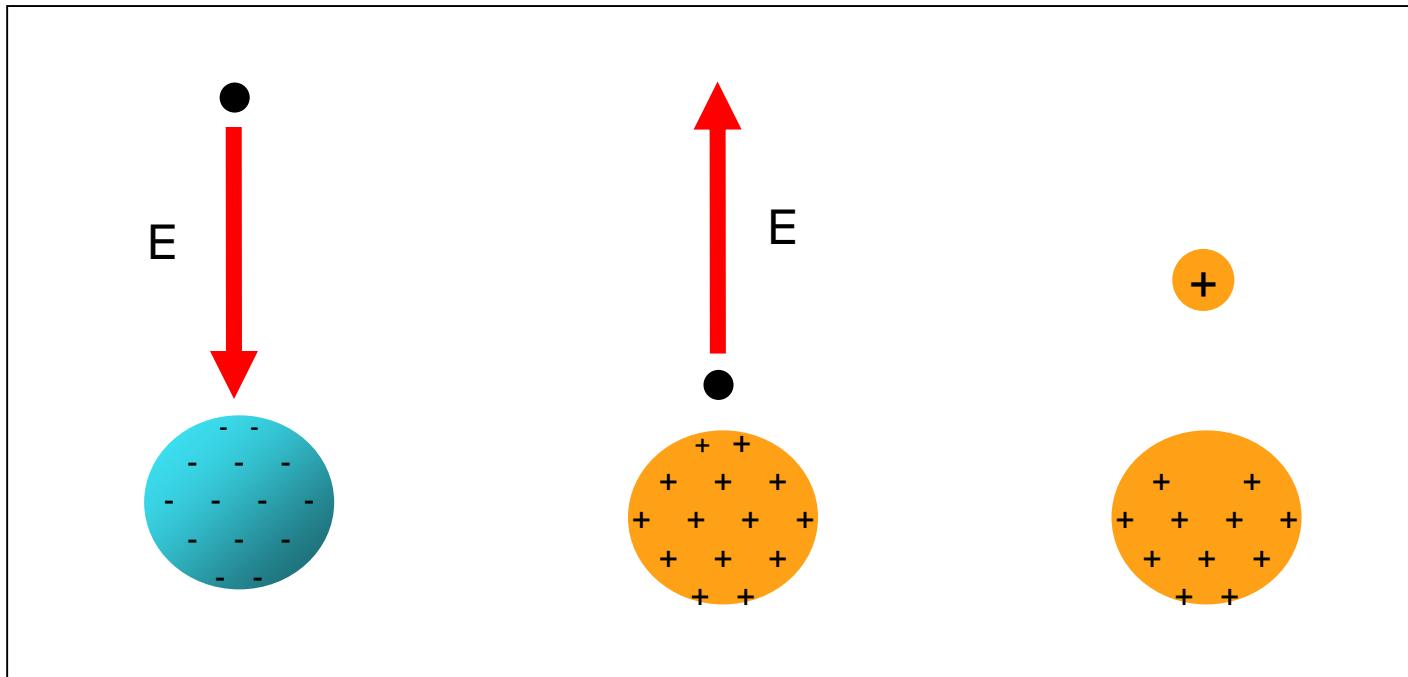
Električno polje

- Električna sila djeluje kroz prostor i u odsutnosti fizičkog kontakta.
- Sugerira pojam **električnog polja**.
- Električno polje postoji u prostoru oko nabijenog objekta.
- Ako drugi nabijeni objekt uđe u prostor u kojem postoji električno polje, na njega će djelovati električna sila.
- Polje se mijenja s položajem u općenitom slučaju.
- Vektorska je veličina : ima iznos i smjer.
- Iznos električnog polja na danom položaju
 - dan je iznosom električne sile po probnom naboju.

$$E = \frac{F}{|q_0|}$$

- Smjer mu je definiran kao smjer električne sile na probni pozitivan naboju na tom položaju.

Elektromagnetske pojave

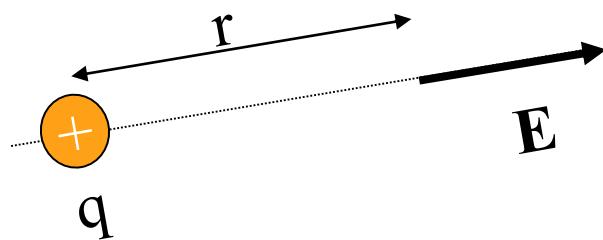


Negativan nabo je ponor, a pozitivan nabo je izvor električnog polja.

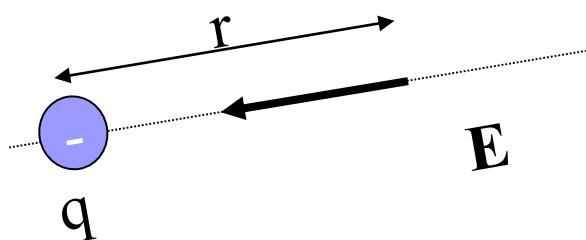
Elektromagnetske pojave

Električno polje točkastog naboja

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q|}{r^2}$$



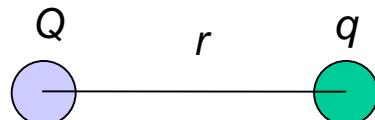
Za $q>0$ električno polje ima smjer radijalno od q .



Za $q<0$ električno polje ima smjer radijalno prema q .

Elektrostatska potencijalna energija

- Coulombova sila je konzervativna sila
- Stoga možemo uvesti pojam **elektrostatske potencijalne energije**
- Potencijalna energija točkastog naboja q koji se nalazi u polju kojeg stvara naboj Q , a nalaze se na udaljenosti r jedan od drugog



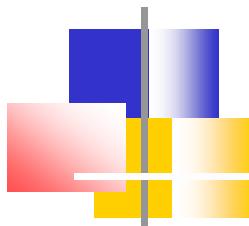
$$E_p = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{r}$$

- Potencijalna energija je pozitivna ako su naboji istoimeni, a negativna ako su raznoimeni.
- **Električni potencijal** definiramo kao potencijalnu energiju po jedinici naboja

$$V = \frac{E_p}{q}$$

- Jedinica za električni potencijal je volt ($1V=1J/C$).

Elektromagnetske pojave



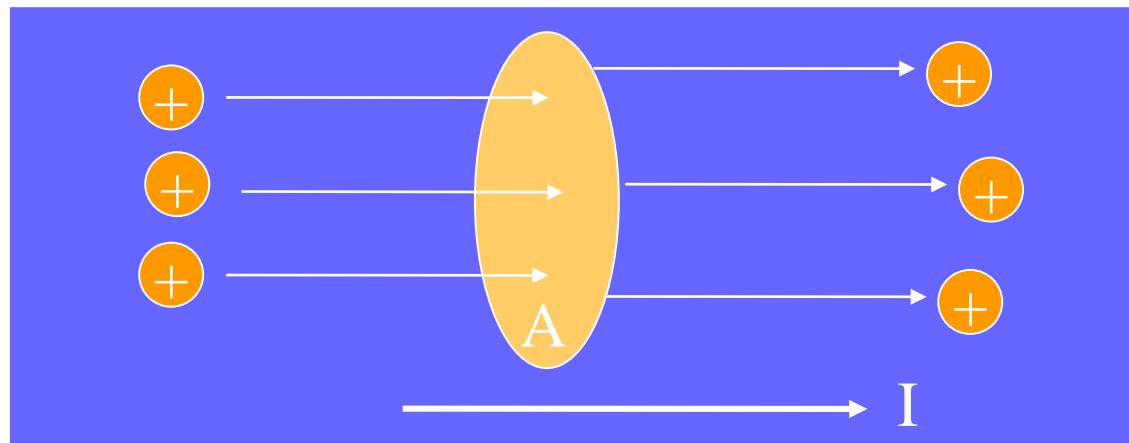
Pitanje: Elektron i proton u vodikovu atomu su u prosjeku udaljeni 5.3×10^{-11} m.
Nađite iznos električne sile kojom ove čestice međudjeluju.

$$F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|e|^2}{r^2} = 8.99 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(1.6 \times 10^{-19} \text{C})^2}{(5.3 \times 10^{-11} \text{m})^2} = 8.2 \times 10^{-8} \text{N}$$

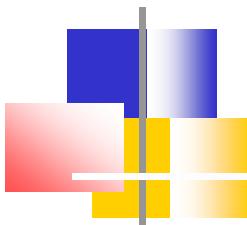
Električna struja

- Kad se naboji istog predznaka gibaju u danom smjeru, postoji struja.
- Promotrimo naboje koji se gibaju okomito na površinu A.
- Definicija: ***struja je količina naboja koja u jedinici vremena prođe kroz ovu površinu.***

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$



Elektromagnetske pojave



- SI jedinica struje je **amper (A)**.
 - $1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$
 - 1 A struje je ekvivalentan 1 C naboja koji prođe kroz površinu u intervalu od 1 s .
- Struju mogu nositi **pozitivni i negativni naboji**.
- **Po dogovoru smjer struje je smjer pozitivnih naboja.**

Pitanje:

Kolika je jakost struje koja teče vodičem ako u 18 s vodičem prođe naboј od 540C ?

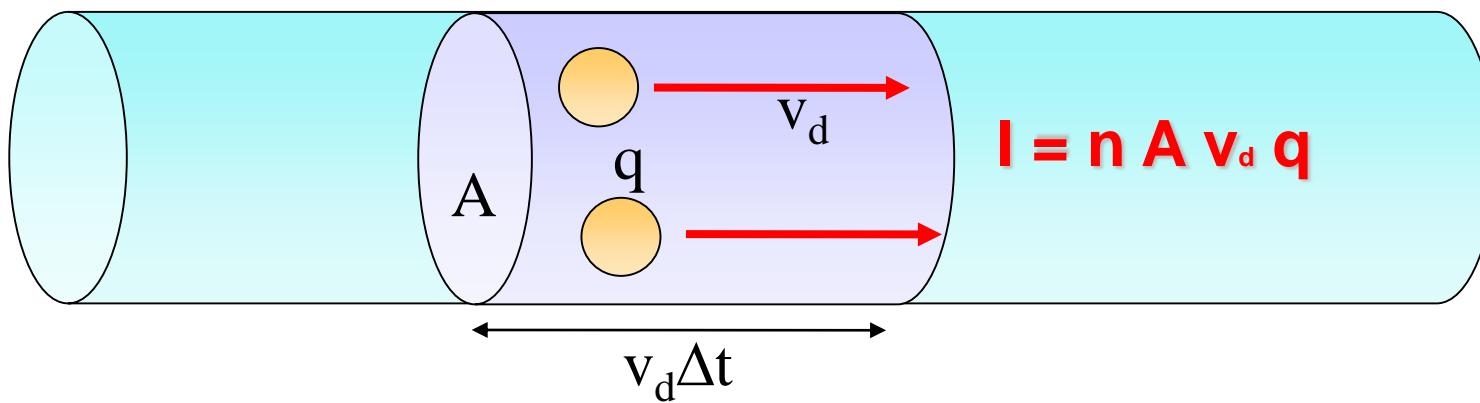
$$I = \frac{540\text{C}}{18\text{s}} = 30\text{A}$$

Elektromagnetske pojave

Struja i driftna brzina

- Neka je n broj nositelja naboja po jedinici volumena.
- Ukupan broj nositelja naboja u volumenu $\Delta V = A \Delta x$ je: $n A \Delta x$.
- Ukupan naboj u ovom volumenu je: $\Delta Q = (n A \Delta x)q$.
- Udaljenost koju nositelji prijeđu **driftnom brzinom v_d** u vremenu Δt :
$$\Delta x = v_d \Delta t.$$
- Stoga: $\Delta Q = (n A v_d \Delta t)q$.
- Struja u vodiču je:

$$I = \Delta Q / \Delta t = n A v_d q.$$





Dodatni materijali

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/balloons>

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/charges-and-fields>