

1. Osnovni pojmovi o naelektrisanju i električne osobine materije

Equation Chapter (Next) Section 1

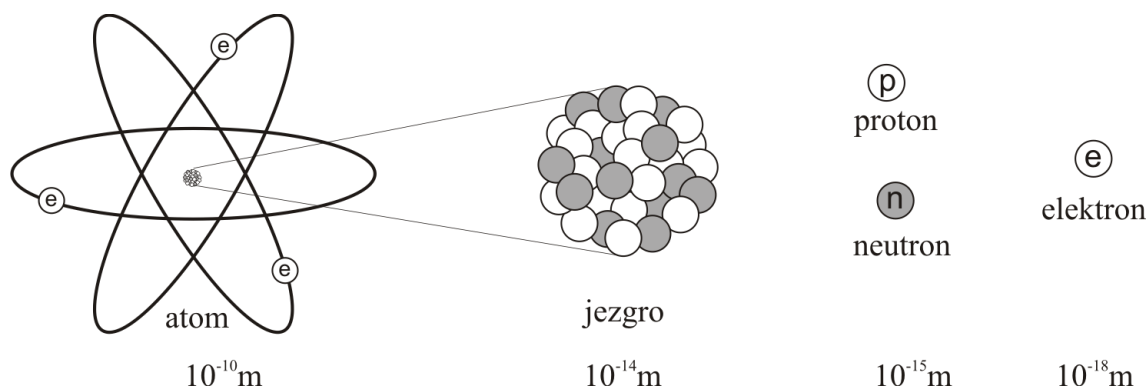
1.1. Struktura materije

U prirodi postoje četiri osnovne interakcije (sile) kojima elementarne čestice deluju međusobno. Gravitaciona i elektromagnetska sila deluju na velikim rastojanjima a njihovo delovanje se može uočiti u svakodnevnom životu. Ostale dve su jaka i slaba sila. One deluju na jako malim rastojanjima unutar atoma. Poznato je da su te četiri sile posledica međusobnog delovanja čestica, odnosno njihovih osobina. Zbog toga je za bolje razumevanje elektromagnetske sile potrebno krenuti od strukture materije.



1.1 Model molekula i atoma.

Materija se sastoji od molekula ili atoma, slika 1.1. Pri tome se molekuli sastoje od dva ili više atoma. Atomi se sastoje od protona, elektrona i neutrona. Protoni i neutroni obrazuju grupu koja se naziva jezgro. Elektroni kruže po orbitama na različitim udaljenostima od jezgra u tzv. omotaču. Prečnik jezgra je 1000 puta manji od prečnika atoma. Oslanjajući se na ovakav model atoma objašnjeni su mnogi fenomeni vezani za elektromagnetsku silu. Atomi različitih elemenata imaju različit broj neutrona, elektrona i protona. Pri tome je u potpunom ili neoštećenom atomu broj elektrona jednak broju protona. Dimenzije atoma, jezgra, elektrona i protona su prikazane na slici 1.2. Elektron je 1000 puta manji od protona i oko 1800 puta lakši.

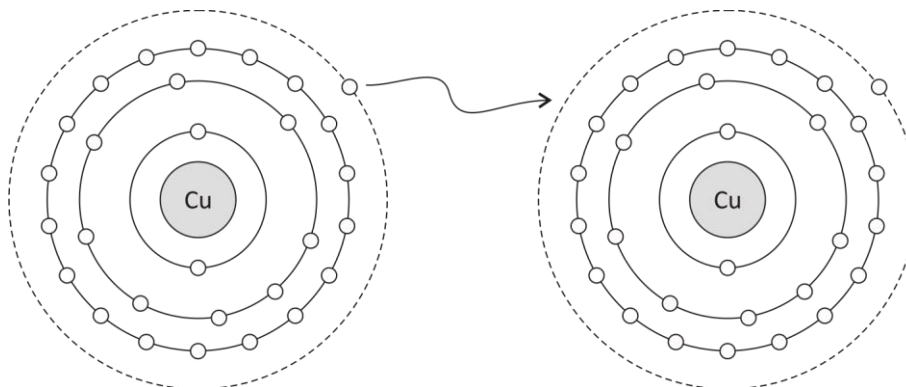


1.2 Dimenzije atoma i čestica unutar atoma.

1.2. Naelektrisanje i naelektrisano telo

Naelektrisanje je osobina materije kojom se objašnjava postojanje sile na materiju kada se nađe u elektromagnetskom polju. Razlikujemo dve vrste naelektrisanja: negativno i pozitivno. Pri tome je usvojeno da protoni predstavljaju pozitivno naelektrisanje a elektroni negativno.

Na slici 1.3 je prikazan model atoma zlata. Jezgro sadrži 79 protona a omotač 79 elektrona, raspoređenih po ljuskama (orbitama) različitih prečnika. U potpunom ili neoštećenom atomu, broj elektrona i protona je isti. Takav atom je električno neutralan. Protoni se nalaze u jezgri i teško napuštaju atom. Elektroni iz najudaljenije orbite (valentni elektroni) ako dobiju dovoljno energije mogu da napuste matični atom i pređu na neki drugi atom. U takvom slučaju oba atoma prestaju da budu električno neutralna. Atom koji je izgubio elektron ima višak protona dok atom koji je primio elektron ima višak elektrona. Atomi kod kojih je narušena ravnoteža broja protona i elektrona nazivaju se joni. Atom koji ima višak elektrona u odnosu na protone naziva se anjon. Atom koji ima manjak elektrona u odnosu na protone naziva se katjon. Isto važi i za molekule. Molekul sa viškom elektrona je anjon. Molekul sa manjkom elektrona je katjon.



1.3 Model atoma bakra i prelazaka elektrona sa jednog atoma na drugi.

Ako zamislamo telo koje se sastoji mnoštva atoma ili molekula i ako elektroni pojedinih atoma/molekula napuste celo telo tada je u tom telu narušena ravnoteža između broja protona i elektrona pa se kaže se da je telo naelektrisano. Što je veća razlika u broju protona i elektrona veća je i ukupna količina naelektrisanja tela. Količina naelektrisanja se obeležava sa Q ili q . Jedinica za količinu naelektrisanja je kulon (C).

Naelektrisanje jednog protona ili jednog elektrona je najmanja količina naelektrisanja u prirodi. Obeležava se sa e ili q_e i iznosi

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}.$$

Naelektrisanje elektrona jednako po vrednosti ali suprotno po znaku i iznosi $-e$.

Ukoliko sa N_p označimo broj protona u telu (čestici, molekulu, atomu) a sa N_e broj elektrona, tada je naelektrisanje tog tela jednako

$$Q = N_p e - N_e e = (N_p - N_e) \times e. \quad (1.1)$$

Za telo na kome postoji višak elektrona, $N_e > N_p$, kažemo da je negativno naelektrisano, pa je za takvo telo $Q < 0$. Za telo na kome postoji manjak elektrona, $N_e < N_p$, kažemo da je pozitivno naelektrisano, pa je za takvo telo $Q > 0$.

Primer 1.1

Ako se na nekom telu nalazi $5 \cdot 10^6$ protona i $8 \cdot 10^7$ elektrona, izračunati ukupno naelektrisanje tela.

Rešenje. Koristeći izraz (1.1) količina naelektrisanja tog tela iznosi

$$Q = (5 \cdot 10^6 - 8 \cdot 10^7) \times 1,602 \cdot 10^{-19} = -7.5 \cdot 10^7 \times 1,602 \cdot 10^{-19} = -12 \cdot 10^{-12} \text{ C}.$$

Primer 1.2

Ako telo ima manjak od $2 \cdot 10^7$ elektrona izračunati ukupno naelektrisanje tela.

Rešenje. Takvo telo je pozitivno naelektrisano. Količinu naelektrisanja tog tela možemo da odredimo pomoću izraza (1.1) pri čemu $2 \cdot 10^7$ predstavlja razliku ($N_p - N_e$).

$$Q = 2 \cdot 10^7 \times 1,602 \cdot 10^{-19} = 3.2 \cdot 10^{-12} \text{ C} = 3.2 \text{ pC}.$$

1.3. Izvori elektromagnetskog polja

Naelektrisana tela menjaju prostor oko sebe. Ta promena ne može da se registruje našim čulima ali može da se dokaže posmatrajući međusobno delovanje naelektrisanih tela. Ako se u blizini jednog naelektrisanog tela nađe drugo naelektrisano telo doći će do interakcije. Tela će se privući ili odbiti zahvaljujući sili između naelektrisanih tela. Možemo da kažemo da je jedno telo posredstvom elektromagnetskog polja delovalo na drugo telo. Odnosno, da se drugo telo našlo u elektromagnetskom polju prvog tela.

Naelektrisana tela u svojoj okolini stvaraju električno i magnetsko polje i na taj način menjaju prostor oko sebe. Posredstvom električnog i magnetskog polja naelektrisana tela na razne načine utiču na druga naelektrisna ali i na nenaelektrisna tela koja se nađu u tom polju (prostoru oko naelektrisanog tela).

U zavisnosti od toga da li naelektrisanja miruju ili se kreću, razlikujemo elektrostatičko polje, vremenski konstantno električno polje, vremenski konstantno magnetsko polje, sporopromenljivo elektromagnetsko polje i brzopromenljivo elektromagnetsko polje.

Naelektrisanja koja stvaraju elektromagnetsko polje su u najvećem broju slučajeva elektroni, ali često to mogu biti i joni pogotovo u tečnim i gasovitim sredinama.

1.4. Provodnici, izolatori i poluprovodnici

Jedna od najvažnijih osobina materijala koji se koriste u elektrotehnici je sposobnost da provode naelektrisanja (da dopuste kretanje nosilaca naelektrisanja kroz materijal). U tom smislu materijali, u električnom pogledu, mogu da se podele u tri grupe i to na: provodnike, izolatore i poluprovodnike.

Provodnici su materijali koji u sebi imaju veliki broj nosilaca naelektrisanja koji mogu slobodno da se kreću kroz materijal. Odlikuju se vrlo velikom električnom provodnošću. Ima više vrsta provodnika. Nazastupljeniji su metali (bakar, aluminijum, srebro, zlato, ...), čiji atomi

imaju mali broj elektrona u poslednjoj orbiti (valentni elektroni) i mogu lako da otpuste elektron ili prime elektron. Ova konfiguracija se može videti na primeru bakra prikazanog na slici 1.3. Na taj način ovakvi materijali imaju mnoštvo elektrona koji mogu slobodno da se kreću kroz materijal. Pod dejstvom električnih sila ovi slobodni elektroni počinju usmereno da se kreću kroz materijal. Osim metala postoje gasovi i tečnosti koji mogu da provode naelektrisanja. U gasovima i tečnostima molekuli se raspadaju na pozitivne jone (katjone) i negativne jone (anjone). Joni predstavljaju nosioce naelektrisanja koji mogu da se kreću kroz materijal pod dejstvom električnih sila.

Izolatori su materijali kod kojih su elektroni u spoljnim ljuskama (valentni elektroni) čvrsto vezani za atome. Veoma teško otpuštaju valentne elektrone tako da u materijalu gotovo i da nema slobodnih nosilaca naelektrisanja (elektrona ili jona) koji bi mogli da se kreću. Odlikuju se vrlo malom električnom provodnošću. U elektrotehnici se koriste na mestima gde ne želimo da dozvolimo kretanje naelektrisanja.

Treću grupu čine poluprovodnici kod kojih je broj slobodnih nosilaca naelektrisanja mnogo veći nego kod izolatora ali ipak mnogo manji nego kod provodnika. Poluprovodnici su najčešće materijali koji su nastali kombinacijom više hemijskih elemenata. Najčešće se koriste silicijum ili germanijum kao osnova kojima se dodaju drugi hemijski elementi. Čist silicijum je izolator. Međutim, dodavanjem drugih elemenata postaje poluprovodnik N tipa (višak elektrona) ili P tipa (manjak elektrona). Taj višak ili manjak elektrona predstavlja slobodne nosioce naelektrisanja u poluprovodnicima. Broj tih slobodnih nosilaca naelektrisanja je ipak mnogo manji nego kod provodnika.

Spajanjem poluprovodnika N tipa i P tipa dobijaju se tzv. poluprovodničke komponente kao što su npr. dioda, tranzistor, tiristor, diak, triak, fet, mosfet itd. Zahvaljujući tim komponentama danas imao elektronske uređaje kao što su npr. mobilni telefon, računar, USB memorija, wi-fi predajnici, radio aparati, audio i TV tehnika itd.