

ELEKTROTEHNIČKI MATERIJALI

Doc. dr Milena Đukanović
milenadj@ac.me

**PREDAVANJE II
ATOMSKA STRUKTURA
I HEMIJSKE VEZE**

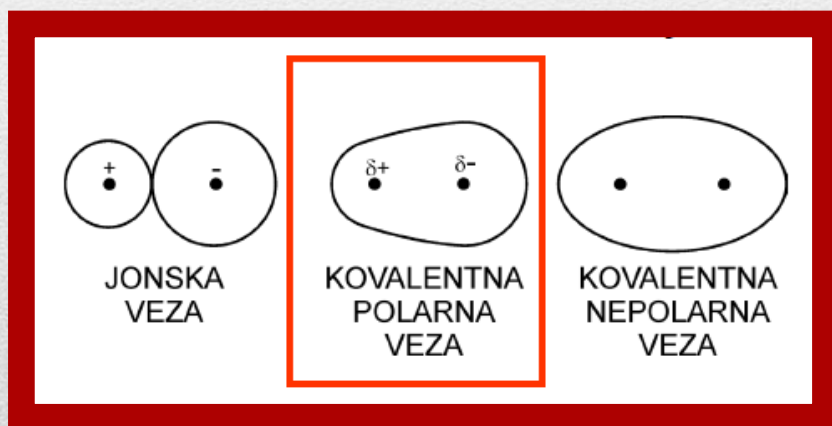
ATOMSKA STRUKTURA – POPUNJAVANJE ORBITA ELEKTRONIMA:

Element	Atomski broj	Broj elektrona po kvantnim nivoima, n					
		1	2	3	4	5	6
Helijum	2	2	-	-	-	-	-
Neon	10	2	8	-	-	-	-
Argon	18	2	8	8	-	-	-
Kripton	36	2	8	18	8	-	-
Ksenon	54	2	8	18	18	8	-
Radon	86	2	8	18	32	18	8

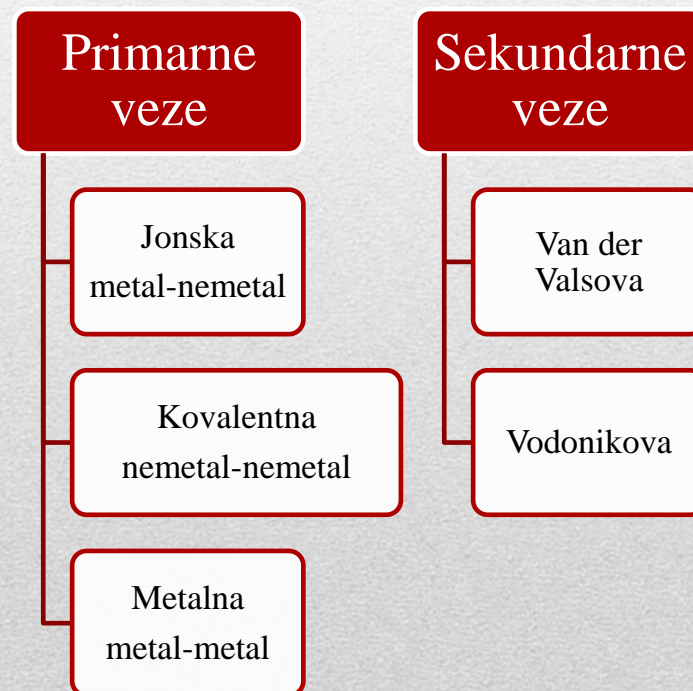
Raspored elektrona po kvantnim nivoima za elemente nulte grupe.

ATOMSKA STRUKTURA I HEMIJSKE VEZE:

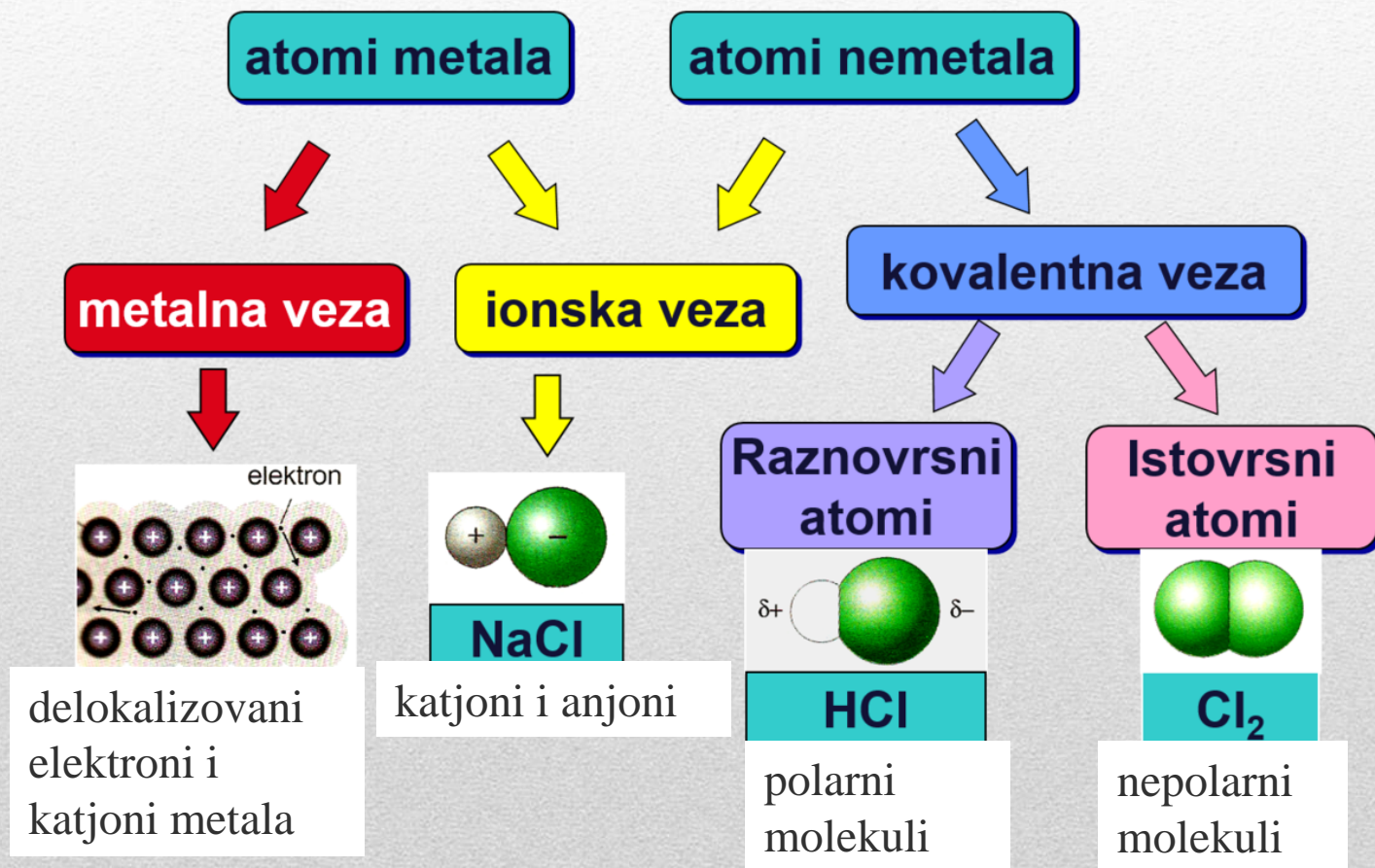
- Prilikom nastanka hemijskih veza, atomi oslobađaju energiju zamjenom elektrona spoljašnje orbite (valetni elektroni) sa atomima istog ili drugog elementa.
- Hemijske veze se dijele na:



- Kovalentna polarna veza je najrealnija i najčešća!

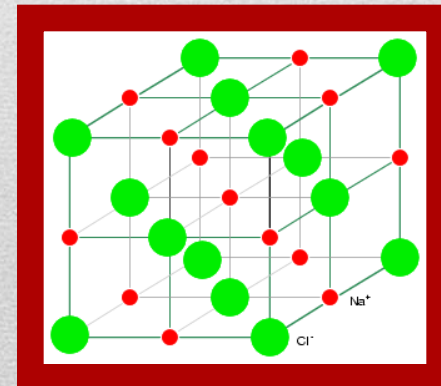
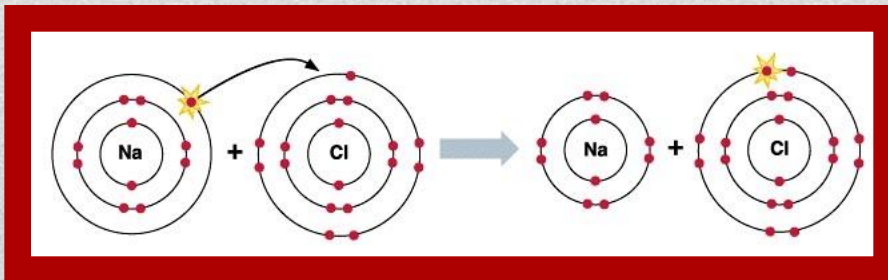


ATOMSKA STRUKTURA I HEMIJSKE OSOBINE ELEMENATA:



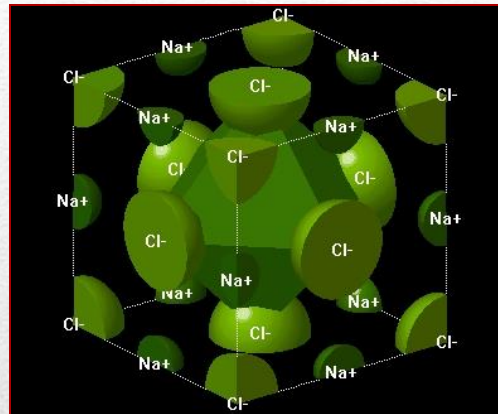
JONSKA VEZA (JONSKI KRISTALI):

- Jonsku vezu grade izraziti metali sa izrazitim nemetalima. Nastaje prelaskom elektrona sa atoma metala na atom nemetala pri čemu nastaju naelektrisane čestice tj. joni.
- Joni mogu biti:
 - **katjoni** - pozitivno naelektrisani joni
 - **anjoni** – negativno naelektrisani joni
- Tipičan predstavnik jonskih kristala – natrijum hlorid NaCl, a sličnu strukturu imaju i AgCl, CsCl, ZnS, LiF, MgO, CaO :



JONSKA VEZA (JONSKI KRISTALI):

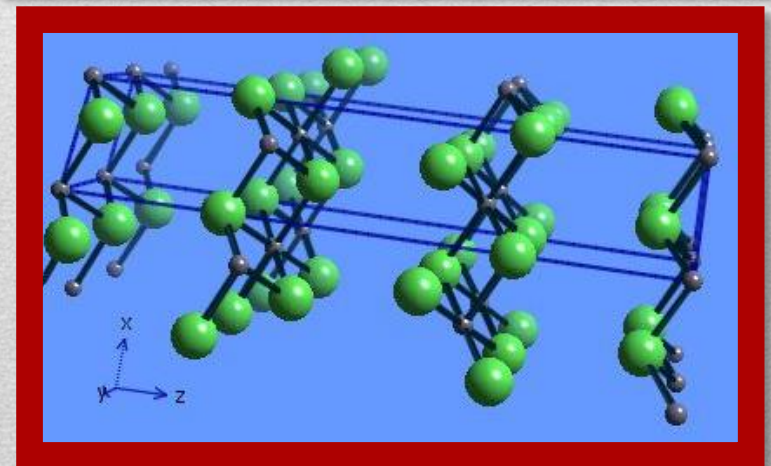
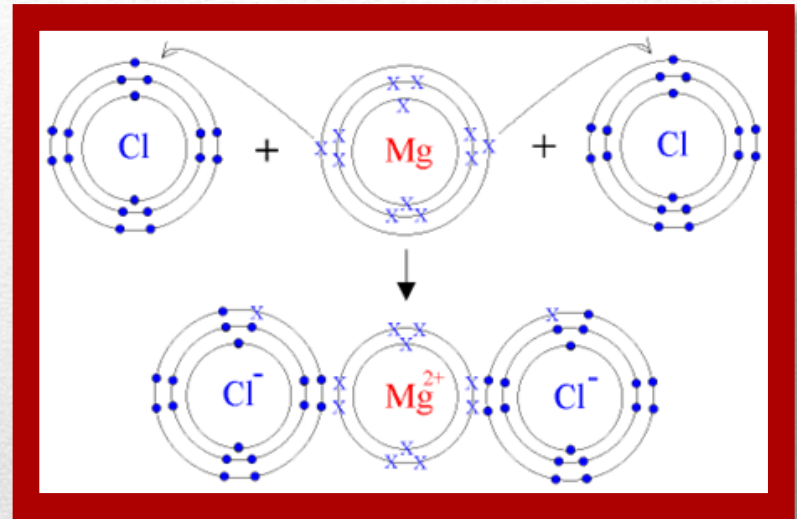
- Mnoga jonska jedinjenja (AgCl , LiF , MgO , CaO) su građena od jediničnih ćelija, kao što je ćelija NaCl prikazana na slici:



- Zadatak 1: Naći gustinu NaCl poznavajući parametar a (stranica jedinične ćelije).
- Zadatak 2: Naći APF (*Atomic Packing Factor*) za NaCl :
 - a) Poznavajući vrijednost stranice jedinične ćelije a ,
 - b) Ukoliko se joni Na i joni Cl dodiruju,
 - c) Ukoliko je dat x odnos poluprečnika jona Na i jona Cl, a pod pretpostavkom da se joni Na i joni Cl dodiruju.

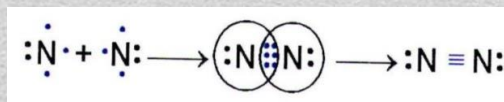
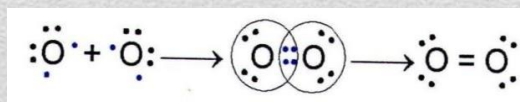
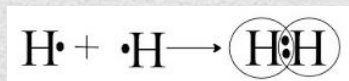
JONSKA VEZA (JONSKI KRISTALI):

- Još jedan tipičan predstavnik jonske veze MgCl_2 (magnezijum-hlorid):
- Osobine jonskih jedinjenja:
 - vrlo stabilna,
 - visoka temperatura topljenja i ključanja,
 - velika tvrdoća,
 - dobra električna provodnost u vodenom rastvoru,
 - dobra rastvorljivost u polarnim rastvaračima,
 - brze reakcije u rastvoru.



KOVALENTNA VEZA (KOVALENTNI KRISTALI):

- Napolarna kovalentna veza nastaje udruživanjem elektrona dva atoma istih nemetala u jedan ili više zajedničkih elektronskih parova.
- Napolarna kovalentna veza je napolarna, jer ne postoji razlika u elektronegativnosti među atomima, stoga se zajednički elektronski par nalazi na sredini između atoma, tj. naelektrisanje je podjednako raspoređeno kod oba atoma.



Napolarna
kovalentna veza

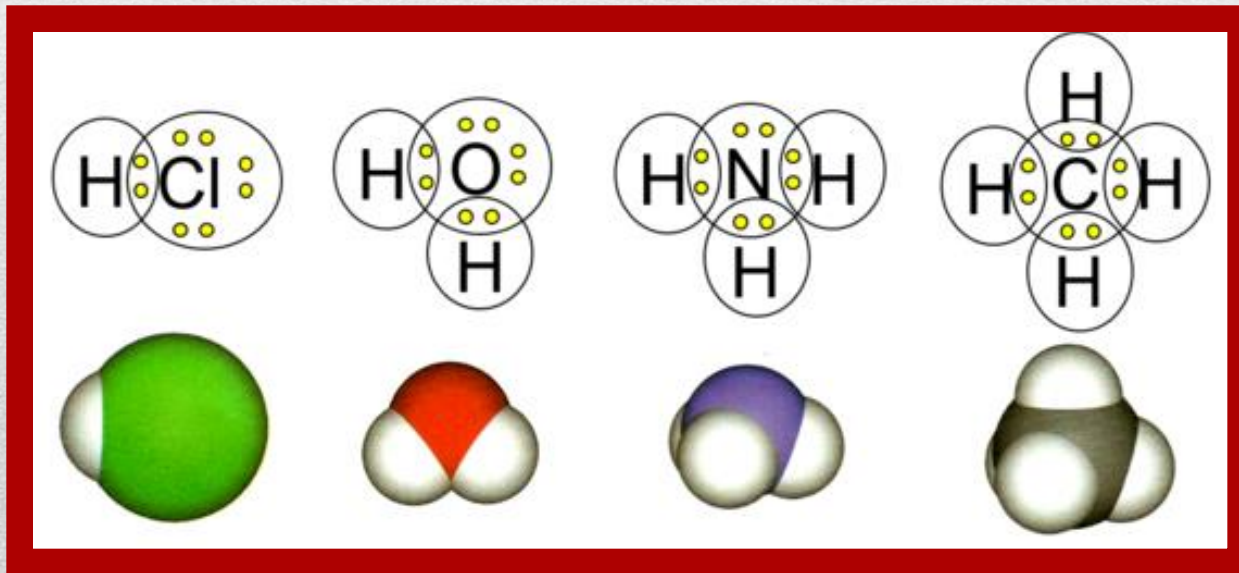
Jednostruka
kovalentna
veza

Dvostruka
kovalentna
veza

Trostruka
kovalentna
veza

KOVALENTNA VEZA (KOVALENTNI KRISTALI) :

- Polarna kovalentna veza nastaje udruživanjem elektrona dva atoma različitih nemetala u jedan ili više zajedničkih elektronskih parova.
- Polarna kovalentna veza je polarna jer postoji razlika između elektronegativnosti između atoma, pa se zajednički elektronski par ili parovi ne nalaze po sredini, već bliže atomu koji ima veću elektronegativnost.
- U molekulima jedinjenja (hlorovodnik, voda, amonijak, metan itd.) postoje pozitivni i negativni električni pol – *dipoli*.



KOVALENTNA VEZA (KOVALENTNI KRISTALI) :

- Osobine kovalentnih jedinjenja:
 - niska temperatura topljenja i ključanja (gasovi, tečnosti, lako topive čvrste supstance),
 - mekana,
 - ne provode električnu struju u rastopu (neka provode u vodenim rastvorima),
 - ne rastvaraju se u vodi,
 - rastvaraju se u nepolarnim i slabo polarnim (organskim) rastvaračima,
 - reakcije u rastvoru po pravilu spore.

grafit

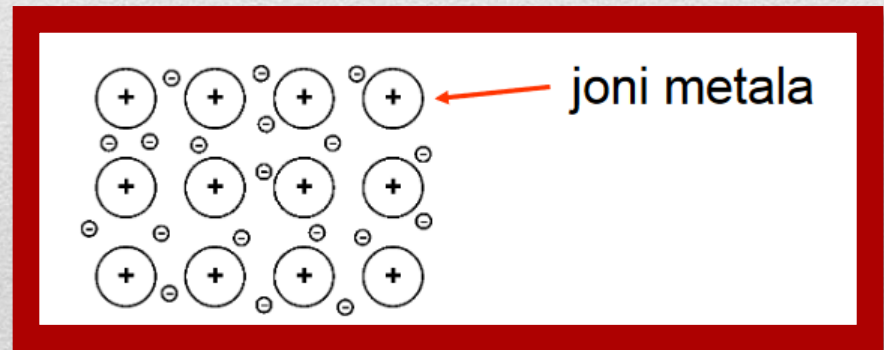
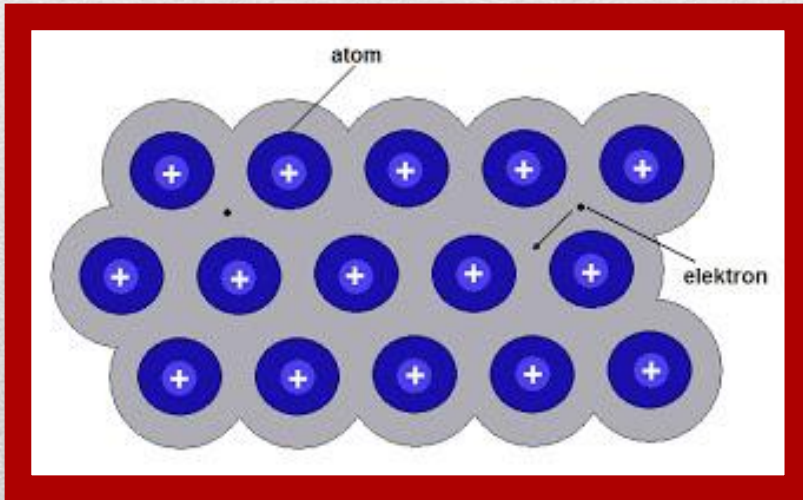


dijamant



METALNA VEZA (METALI):

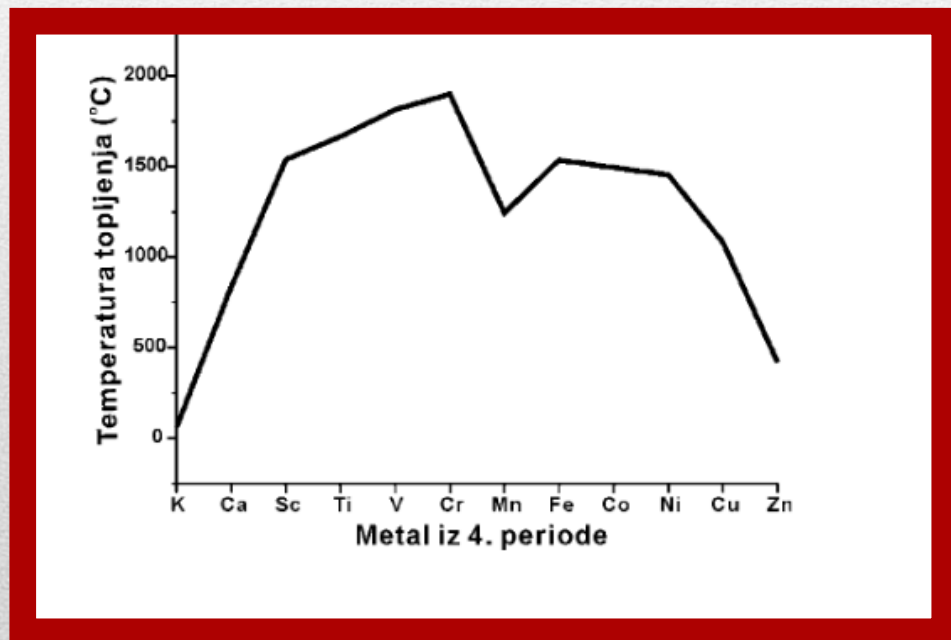
- Najveći broj elemenata u Periodnom sistemu su metali koji, generalno, imaju mali broj valentnih elektrona slabo vezanih za jezgro.
- Iz tog razloga, valentni elektroni su slobodno raspoređeni u čitavom prostoru koji zauzima metalni materijal, formirajući na taj način tzv. elektronski gas.
- Negativno naelektrisanje elektronskog gasa izaziva silu koja nadjačava odbojne sile između pozitivno naelektrisanih jona koji su nastali otpuštanjem valentnih elektrona.



METALNA VEZA (METALI):

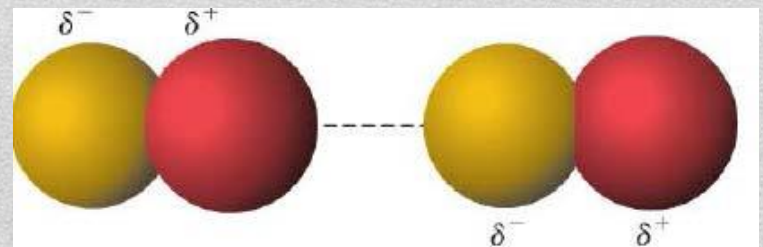
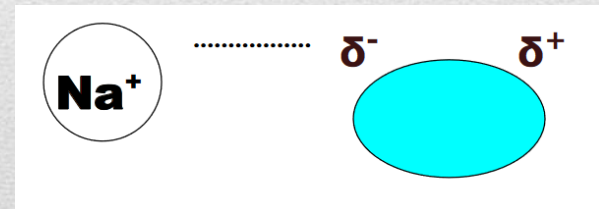
- Broj i raspored valentnih elektrona utiču na fizičke osobine metala.
- Veći broj valentnih, posebno nesparenih elektrona, po pravilu znači jaču metalnu vezu, pa samim tim i višu temperaturu topljenja i ključanja. (Analogija sa jednostrukom, dvostrukom i trostrukom kovalentnom vezom.)

Metal	Broj valentnih elektrona	Temperatura topljenja [°C]
11 Na	1	98
12 Mg	2	649
13 Al	3	660



SEKUNDARNA VEZA:

- Sekundarne veze su međumolekulske veze, za razliku od primarnih veza koje predstavljaju hemijske veze među atomima.
- Sekundarne veze nastaju elektrostatičkim privlačenjem dipola.
- Dipoli mogu biti stalni ili fluktuirajući, što određuje da li je veza usmjerena ili ne. Kako se dipoli sastoje od pozitivnog i negativnog rastojanja, oni međusobno djeluju i privlačnim i odbojnim silama, stoga su sekundarne veze relativno slabe.
- Sekundarne veze se često javljaju u raznim materijalima pored primarnih veza i predstavljaju slabu tačku u materijalu.
- Imaju veliki uticaj na svojstva supstanci:
 - agregatno stanje
 - temperatura topljenja i ključanja
 - viskoznost
 - površinski napon itd.



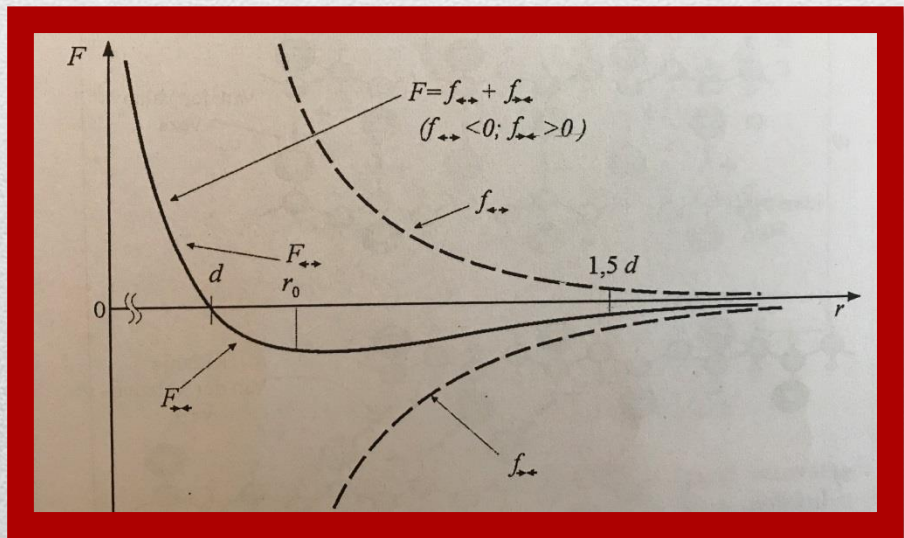
MEĐUATOMSKO RASTOJANJE:

- Veza između atoma uspostavlja se ravnotežom privlačnih i odbojnih sila koje djeluju među atomima.
- *Međuatomska rastojanje* – razmak između geometrijskih centara atoma.
- Rezultantna sila kojom jedan atom djeluje na drugi:

$$F = -\frac{A}{r^7} + \frac{B}{r^9} \quad (1)$$

gdje je r – međuatomska rastojanje, a A i B – konstante zavisne od strukture atoma.

- Negativni član u izrazu (1) predstavlja privlačnu silu, a pozitivni član predstavlja odbojnu silu. Zavisnost međuatomskih sila od recipročne vrijednosti međuatomske vrijednosti (na sedmi, tj. na deveti stepen) govori da je riječ o silama kratkog dometa.



MEĐUATOMSKO RASTOJANJE:

- U oblasti $r < r_0$, prilikom smanjivanja međuatomskog rastojanja, na međuatomskom rastojanju $d = \sqrt{\frac{B}{A}}$ intenzitet odbojne sile se izjednačava sa intenzitetom privlačne sile.
- U oblasti $r < d$, prilikom smanjivanja međuatomskog rastojanja, odbojna sila postaje veća od privlačne sile, pa se zbog toga rezultantna sila F povećava imajući smjer odbojne sile.
- U oblasti $r > r_0$, prilikom smanjivanja rastojanja, privlačna sila se više povećava od odbojne. Zato se rezultantna sila u ovoj oblasti sa smanjenjem rastojanja povećava i ima smjer privlačne sile.
- Na rastojanju $r = r_0 = \sqrt{\frac{(9B)}{(7A)}}$, rezultantna sila ima minimum, privlačna je i maksimalne vrijednosti.

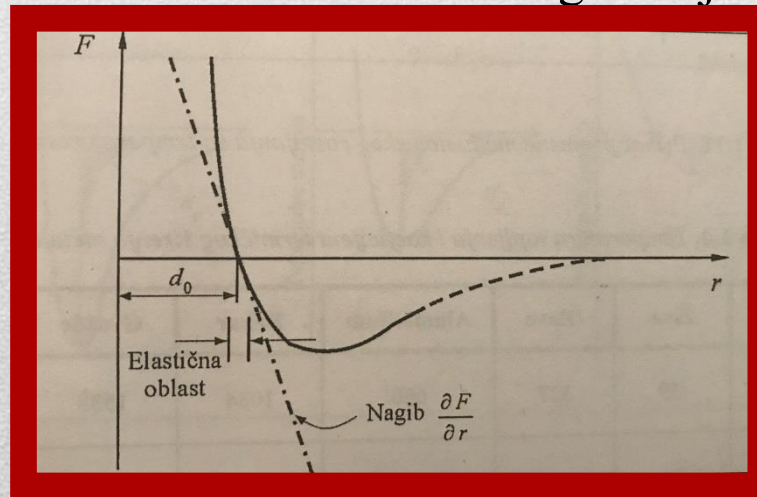
UPOREDNE OSOBINE OSNOVNIH VEZA U MATERIJALIMA:

- U prirodi se rijetko nalaze čisti tipovi veza, češće nailazimo na prvenstveno primarne mješovite veze: kovalentno-jonske, metalno-kovalentne, metalno-jonske.

	Kovalentna veza	Jonska veza	Metalna veza	Fluktuirajući dipoli	Vodonična veza
<i>Jačina veze, kJ/mol</i>	500-1200	600-1550	100-1000	< 4	< 4
<i>Usmjerenost veze</i>	usmjerena	neusmjerena	neusmjerena	neusmjerena	usmjerena
<i>Provodnost toplote i elektriciteta</i>	lokalizovani	lokalizovani	nelokalizovani	lokalizovani	lokalizovani
<i>Pakovanje atoma</i>	nema max pakovanja	max pakovanje	max pakovanje	max pakovanje	nema max pakovanja
<i>Mogućnosti plastičnog deformisanja</i>	loše	loše	dobre	dobre	loše

UPOREDNE OSOBINE OSNOVNIH VEZA U MATERIJALIMA:

- Gustina materijala određena je **atomsom masom**, **atomskim poluprečnikom** i **koordinacionim brojem**.
- **Temperatura topljenja** materijala određena je energijom – proporcionalna je veličini energetskeg minimuma.
- **Čvrstoća** materijala – veličina napreznja elektrotehničkih materijala direktna je posljedica veličine međuatomskih sila.
- **Moduo elastičnosti** materijala – proporcionalan je nagibu tangente na krivoj rezultatne međuatomske sile u tački ravnotežnog rastojanja.



UPOREDNE OSOBINE OSNOVNIH VEZA U MATERIJALIMA:

- **Linearno toplotno širenje** materijala nastaje sa porastom temperature, i može se izraziti preko jednačine:

$$\frac{dl}{l} = \alpha dT$$

pri čemu je l – dužina materijala na datoj temperaturi, dl – promjena dužine materijala usljed promjene temperature za vrijednost dT , a α – linearni koeficijent termičkog širenja. Koeficijent α se može objasniti promjenom međuatomskog rastojanja sa temperaturom.

- **Električna i toplotna provodnost** materijala jako zavise od vrste hemijske veze. Naime, jonske i kovalentne veze u materijalima čine ih lošim provodnicima, jer elektroni teško napuštaju svoja mjesta u vezi. Sa druge strane, valentni elektroni u metalnim materijalima imaju značajnu pokretljivost u električnom polju.