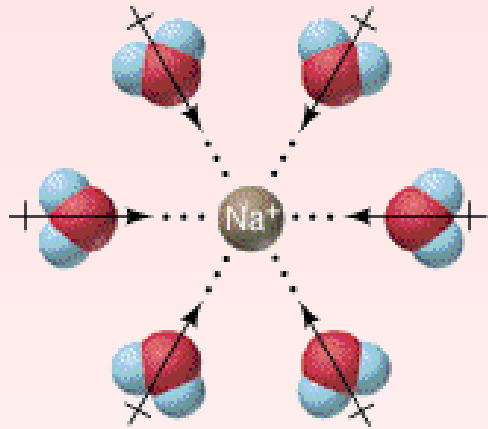


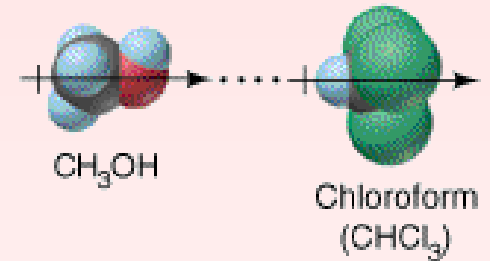
MEĐUMOLEKULSKE SILE



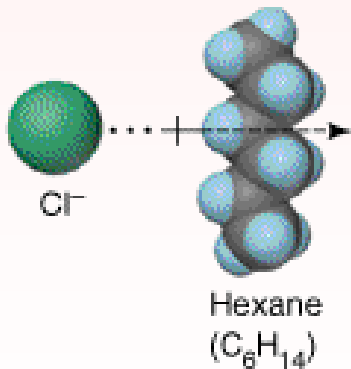
JON-DIPOL



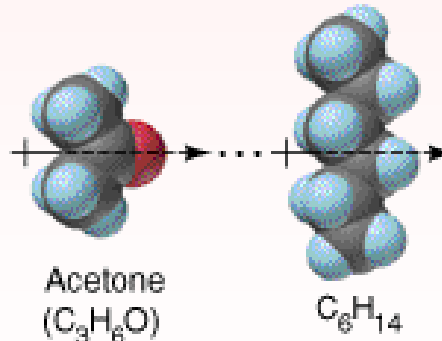
VODONIČNE VEZE



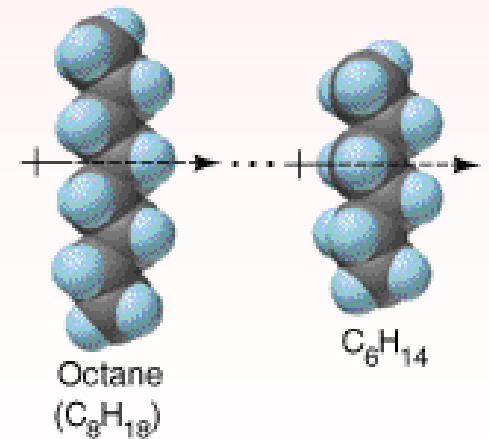
DIPOL-DIPOL



**JON-INDUKOVANI
DIPOL**



**DIPOL-INDUKOVANI
DIPOL**



DISPERZNE SILE

MEĐUMOLEKULSKE SILE

jake { JONSKA VEZA (metal-nemetal)
KOVALENTNA VEZA (nemetal-nemetal)
METALNA VEZA (metal-metal)

prelazne VODONIČNA VEZA $\left(\begin{array}{c} -\text{H} \cdots \text{N}- \\ -\text{H} \cdots \text{O}- \\ -\text{H} \cdots \text{F}- \end{array} \right)$

slabe { VAN DER VALSOVE SILE (npr. dipol-dipol)
LONDONOVE (DISPERZNE) SILE (nepolarni molekuli)

Međumolekulske sile (veze, interakcije) jačaju u nizu:

gas < tečnost < čvrsto

Sledi da o njima posebno treba voditi računa kada govorimo o **kondenzovanim stanjima** (tečno i čvrsto) uključujući i **rastvore**.

Međumolekulske sile su takođe elektrostatičkog karaktera, pri čemu treba uzeti u obzir:

- odbijanje, npr. između elektronskih omotača, i
- privlačenje, npr. između dva dipolna molekula.

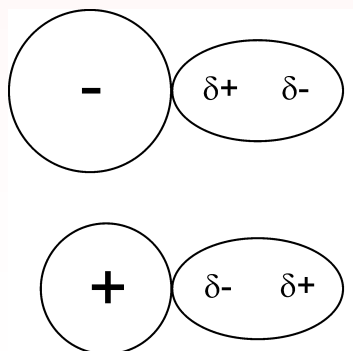
Uvek mora da se uspostavi ravnoteža između privlačnih i odbojnih sila i to se dešava na određenom **rastojanju!**

Jačina međumolekulskih sila: **od 0 do oko 20 kJ mol⁻¹.**

Utiču na TT i TK, rastvorljivost i mnoga druga svojstva supstanci i smeša (rastvora).

TIPOVI MEĐUMOLEKULSKIH SILA

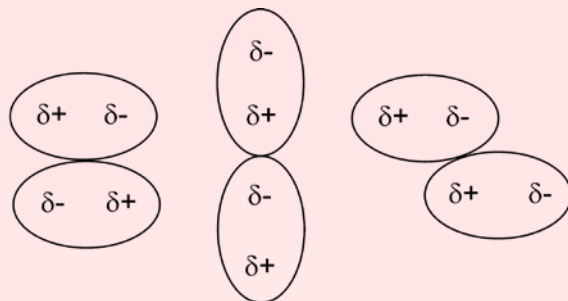
JON-DIPOL



$$\propto 1/d^2$$

rastvori jonskih
jedinjenja u vodi

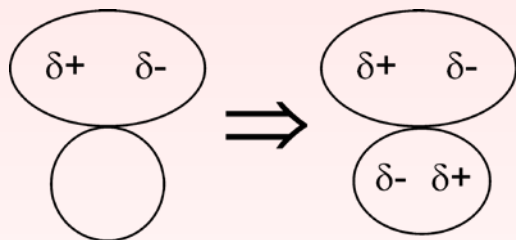
DIPOL-DIPOL



$$\propto 1/d^4$$

HCl, H₂O,
NH₃, ...

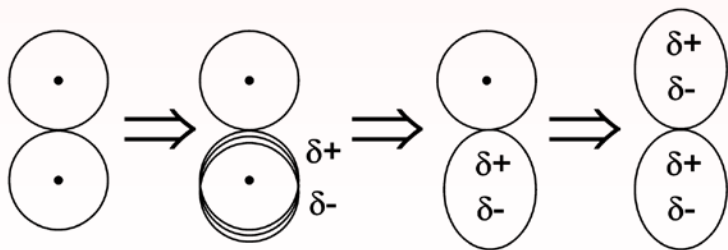
DIPOL-INDUKOVANI DIPOL



$$\propto 1/d^6$$

smeše polarnih i
nepolarnih
jedinjenja

INDUKOVANI DIPOL-INDUKOVANI DIPOL (Londonove disperzne sile)



$$\propto 1/d^7$$

plemeniti gasovi,
H₂, N₂, O₂, Cl₂,
sva nepolarna
jedinjenja ...

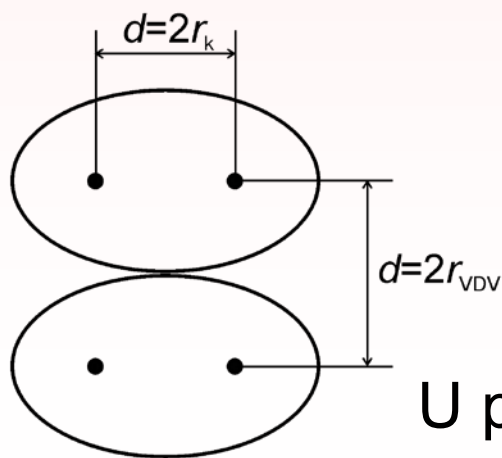
U ovom slučaju dolazi do polarizacije elektronskog omotača – atomi, molekuli i joni su **polarizabilni**.

Veće čestice (atomi, joni, molekuli) lakše se polarizuju. Negativni joni se mnogo lakše polarizuju od pozitivnih. Obrnuto, mali višestruko pozitivni joni i supstance sa velikim dipolnim momentom lako polarizuju supstance sa kojima su u kontaktu.

Nisu pomenute interakcije tipa jon-indukovani dipol, jer su one, mada moguće, malo verovatne i retko se sreću u praksi.

U stvarnosti često dolazi do stalnog uspostavljanja i raskidanja interakcija, naročito kod **tečnosti**.

Rastojanja na kojima dolaze do izražaja međumolekulske sile nazivaju se **Van der Valsovi radijusi**. Oni su uvek veći od kovalentnih radijusa i menjaju se u PSE na sličan način.



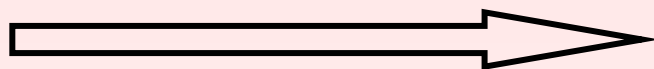
Međumolekulske sile rastu kada:

- raste naelektrisanje jona,
- raste dipolni momenat molekula,
- raste veličina i masa čestica,
- raste broj elektrona.

U poslednja dva slučaja to je posledica lakše **polarizabilnosti elektronskog omotača!**

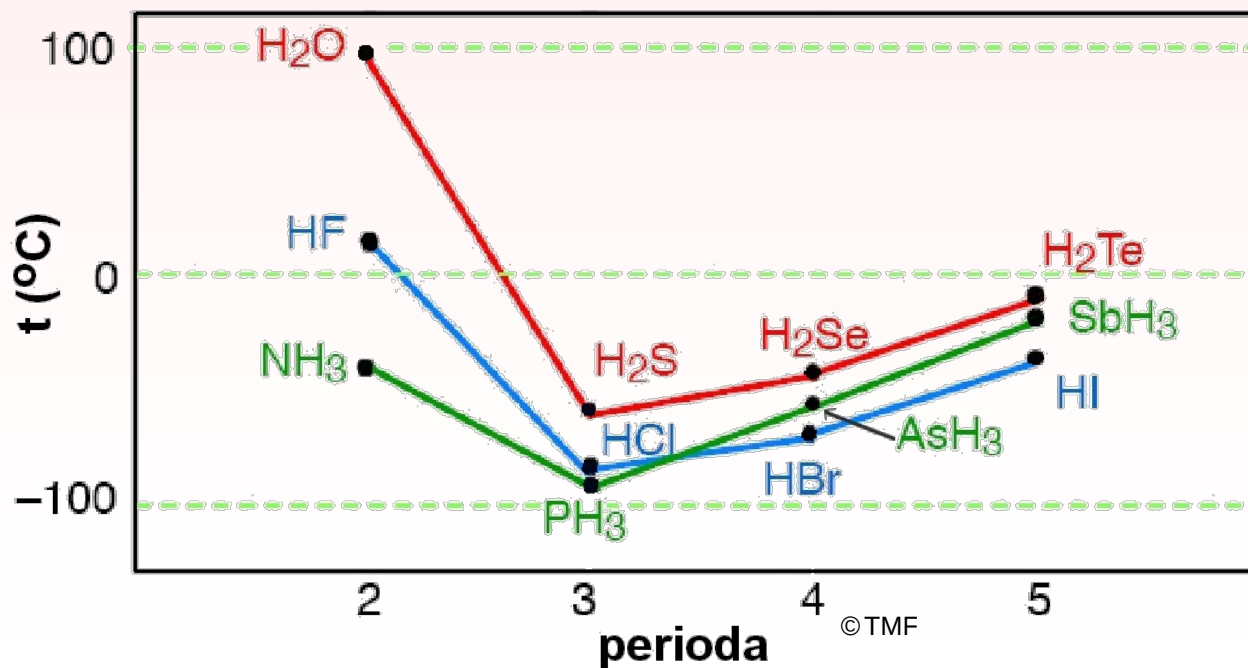
primeri:

	He	Ne	Ar	Kr	Xe
TK (°C)	-269	-246	-186	-152	-107



TK rastu

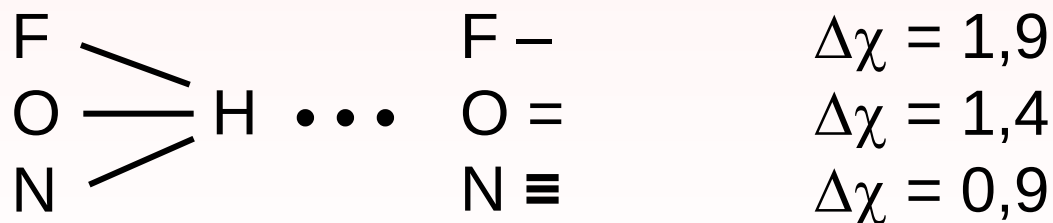
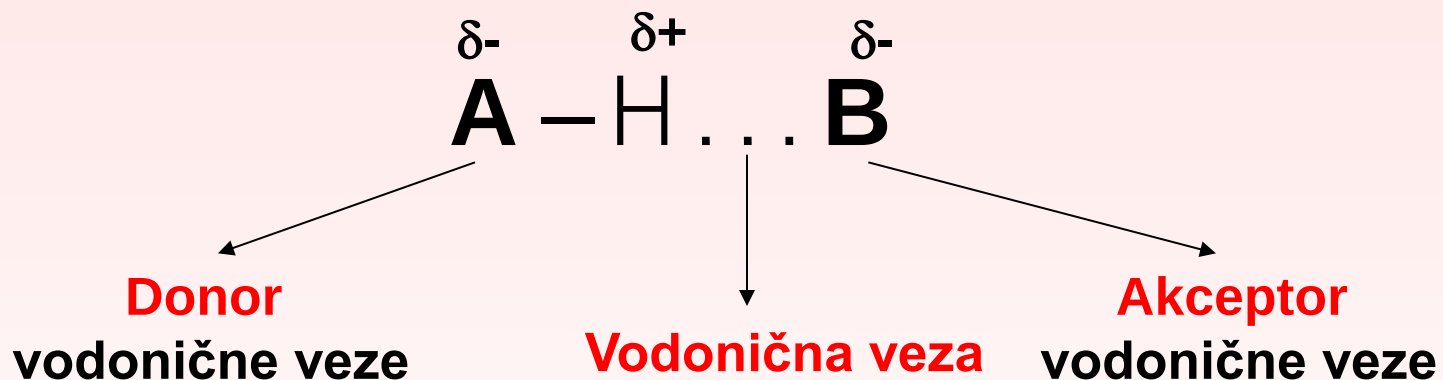
Za niz analognih supstanci očekujemo da međumolekulske sile rastu niz grupu.



Voda ima za 200 °C višu temperaturu ključanja od očekivane!

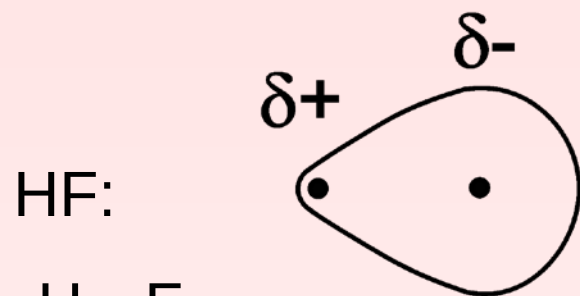
VODONIČNA VEZA

VEZA IZMEĐU ATOMA H U JEDNOM MOLEKULU I
ELEKTRONEGATIVNOG ATOMA (F, O ILI N) U
DRUGOM MOLEKULU

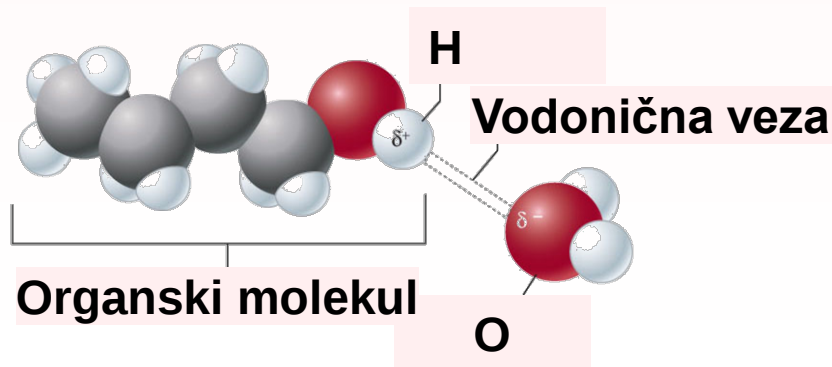
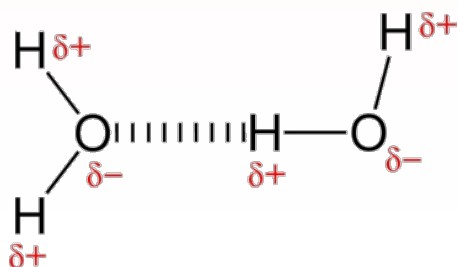
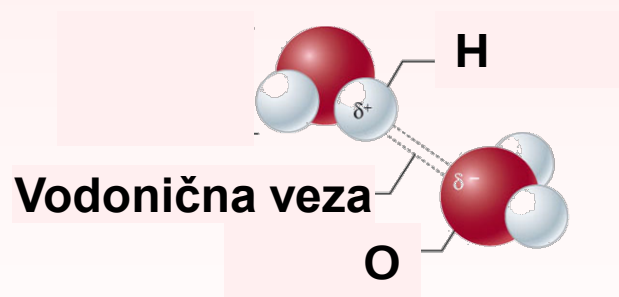
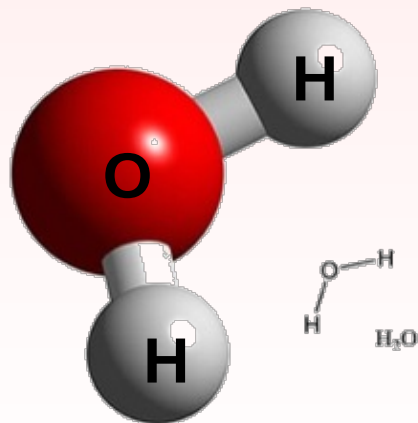
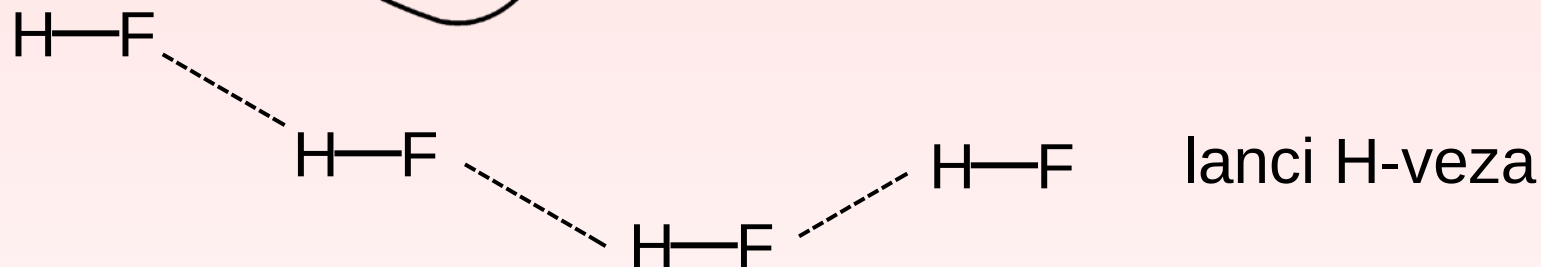


Energija vodoničnih veza iznosi od **10 do 50 kJ mol⁻¹**,
a izuzetak je HF gde može biti čak 200 kJ mol⁻¹.

Kod HF vodonične veze postoje čak i u gasovitom stanju!

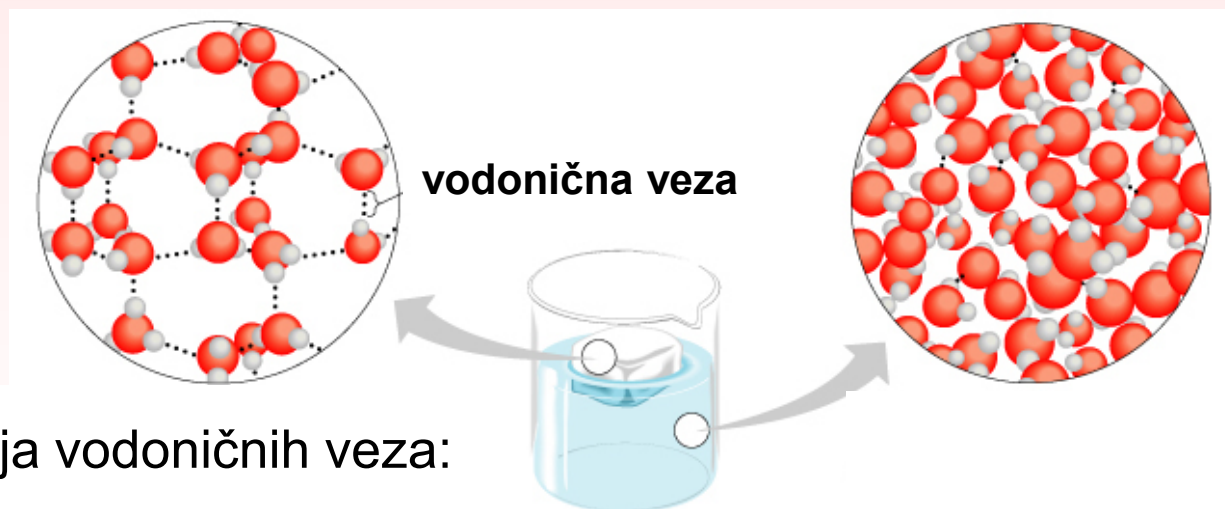


Skoro jonska veza!



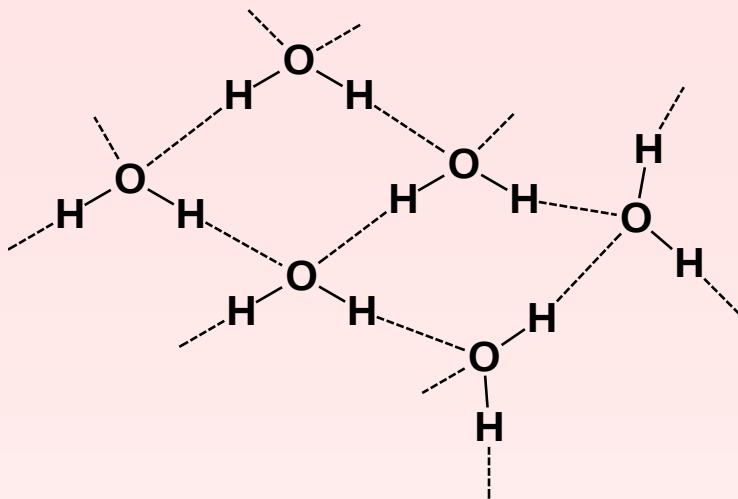
Razloži zbog kojih je vodonična veza izuzetno jaka međumolekulska interakcija:

- velika elektronegativnost F, O i N, što čini vezu sa H vrlo polarnom
- male dimenzije atoma F, O i N, zbog čega je H efikasnije „privučen”



Posledice postojanja vodoničnih veza:

- visoka TK
- velika specifična toplota
- velika toplota isparavanja
- na 0 °C : $\rho(\text{H}_2\text{O}, \text{s}) = 0,917 \text{ g cm}^{-3}$; $\rho(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = 1,000 \text{ g cm}^{-3}$



umrežene H-veze
(3D-sistem H-veza)

Podsetimo se da svaki kiseonik ima dva slobodna elektronska para i može da gradi dve H-veze.

$$d(\text{O}—\text{H}) = 80\text{-}90 \text{ pm}$$

$$d(\text{O}\cdots\text{H}) = 150\text{-}220 \text{ pm}$$

Ogroman značaj vodoničnih veza:

- voda i svi vodeni rastvori uključujući rastvore kiselina i baza,
- jedinjenja koja sadrže kombinaciju N i O, kao što su aminokiseline ($-\text{NH}_2$ i $-\text{COOH}$),
- povezivanje lanaca RNK i DNK,
- pakovanje molekula u čvrstom stanju (led pliva po vodi),
- itd. (lista je jako dugačka).

VODONIČNE VEZE U DNK

