

MEĐUMOLEKULSKE SILE

Jon-jon Kulonove sile 400-
4000 kJ/mol,

Šarl-Ogisten de Kulon

(*Charles-Augustin de*

Coulomb) **1736 - 1806,**

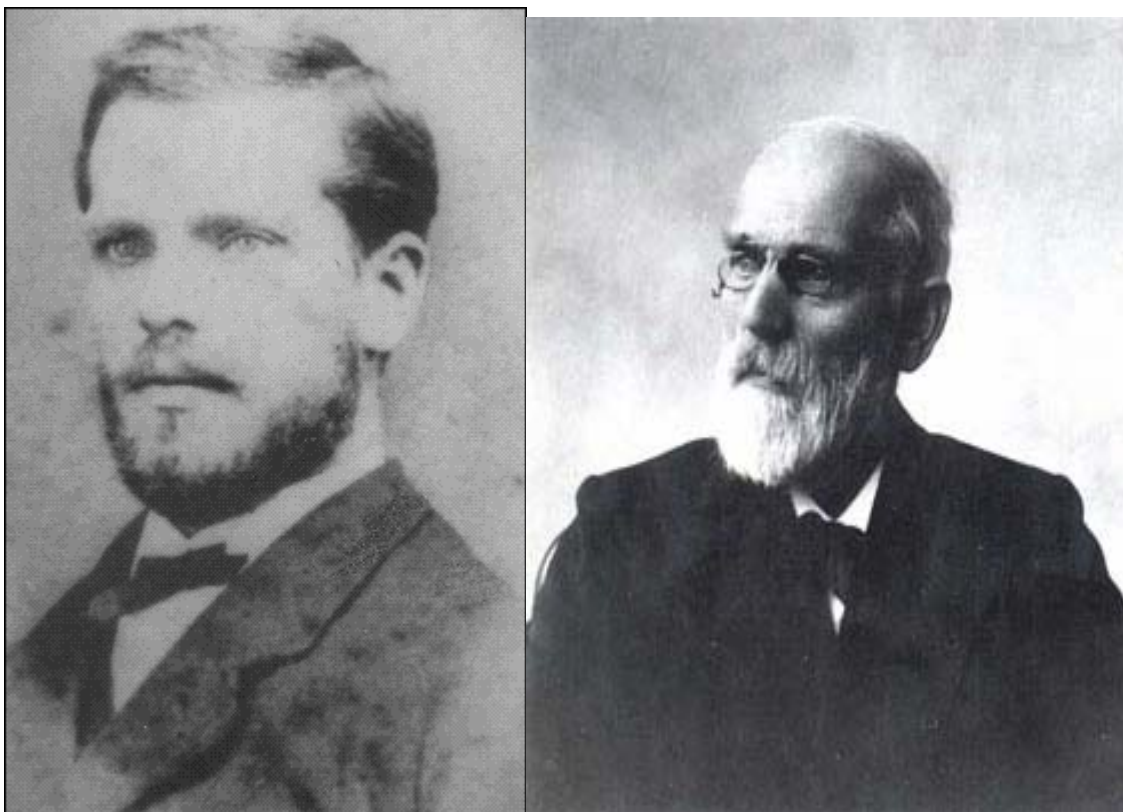
francuski fizičar



$$F = k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$

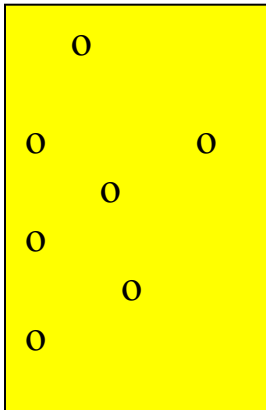
Privlačne i odbojne elektrostatičke sile između naelektrisanih čestica

Johannes Diderik van der Waals

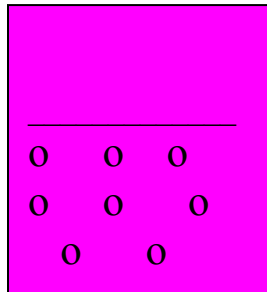


(Holandānin) 1837-1923,

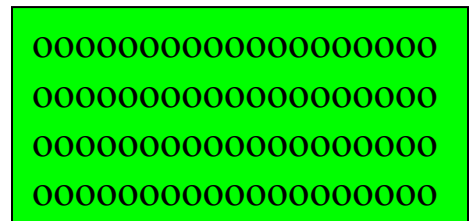
1910 - Nobelova nagrada
objasnio razliku između
idealnih i realnih gasova,
prevođenje gasova u tečno
i čvrsto stanje



gas, V i



tečnost čvrsto



oblik suda (stalna V, (stalna V
(neuređen) oblik suda) i oblik

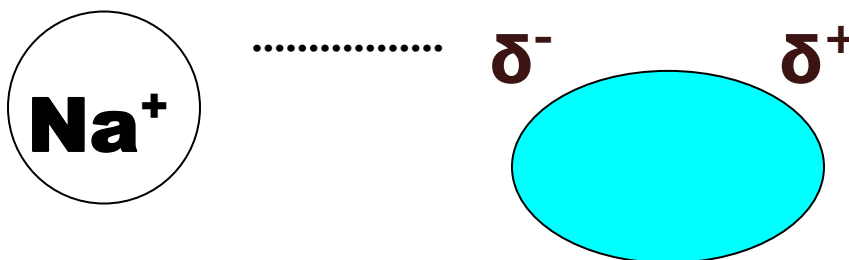
uređeniji najured.

r a s t u p r i v l a č n e s i l e

**1. Van der Waals-ove
ELEKTROSTATIČKE PRIRODE,
ORIJENTACIONE, jačina do
~25[☰] kJ/molu
RASTU SA PORASTOM
VELIČINE i M mase**

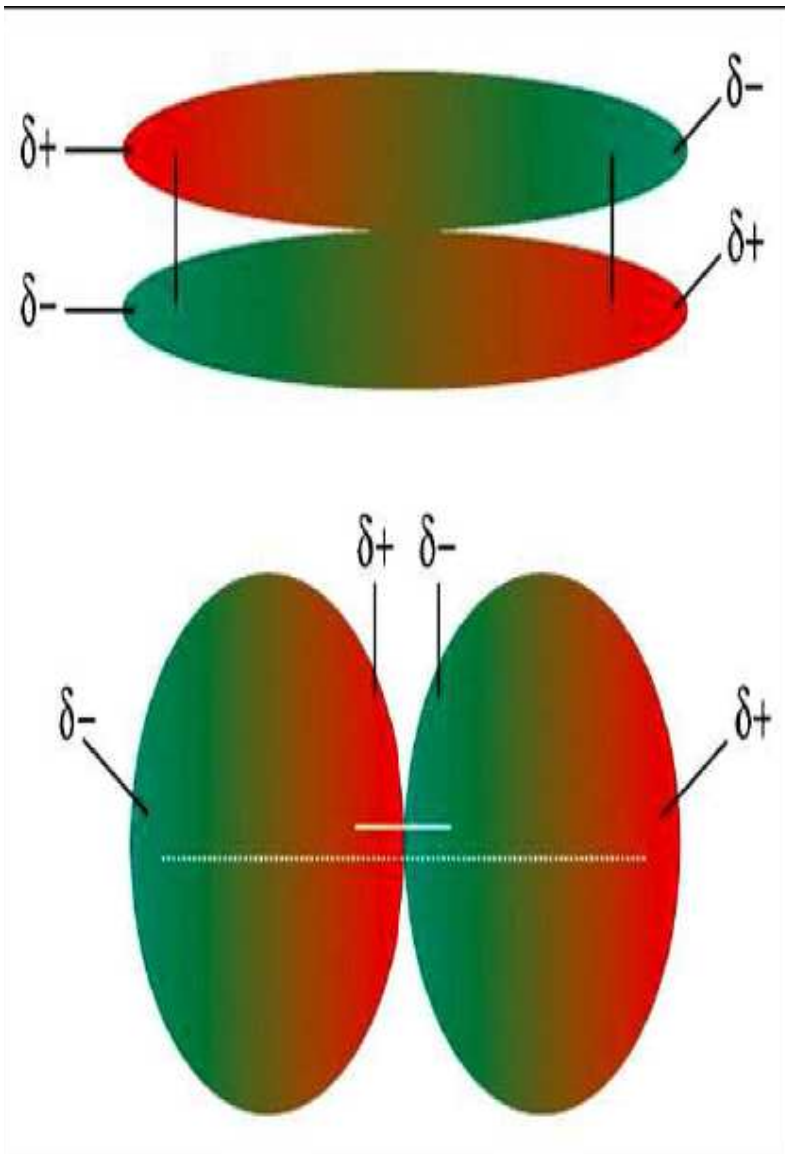
A) jon-dipol (40-600kJ/mol)

$$F = k \frac{Q_1 \times \mu}{d^3}$$



B) dipol–dipol (5-25 kJ/mol) **IZMEĐU POLARNIH MOLEKULA**

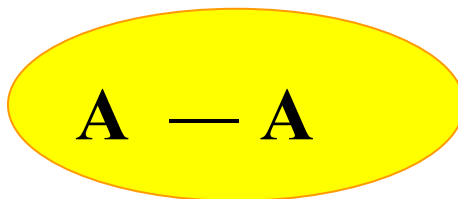
$$F = k \frac{\mu_1 \mu_2}{d^4}$$



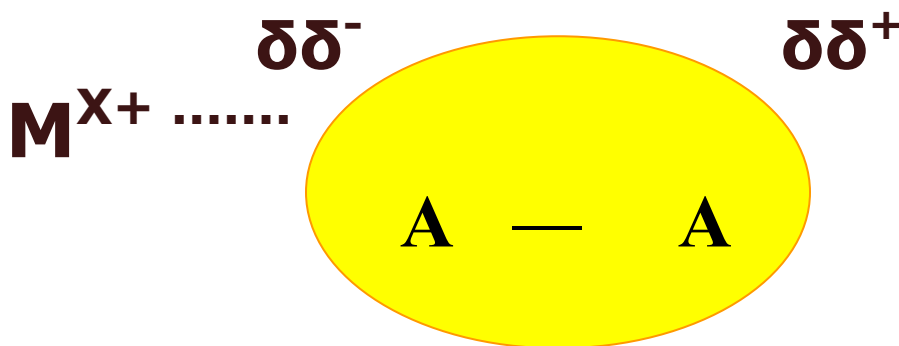
c) jon-indukovani dipol

A-A nepolarni molekul

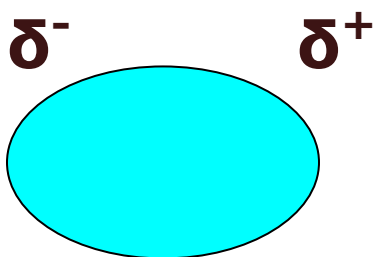
U odsustvu
električnog polja



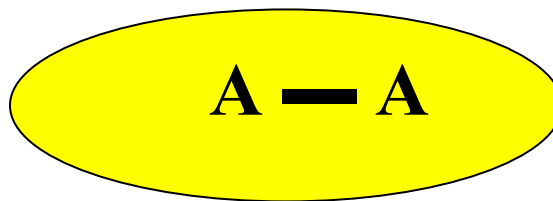
u prisustvu električnog
polja **jona** indukuje se
slab dipol



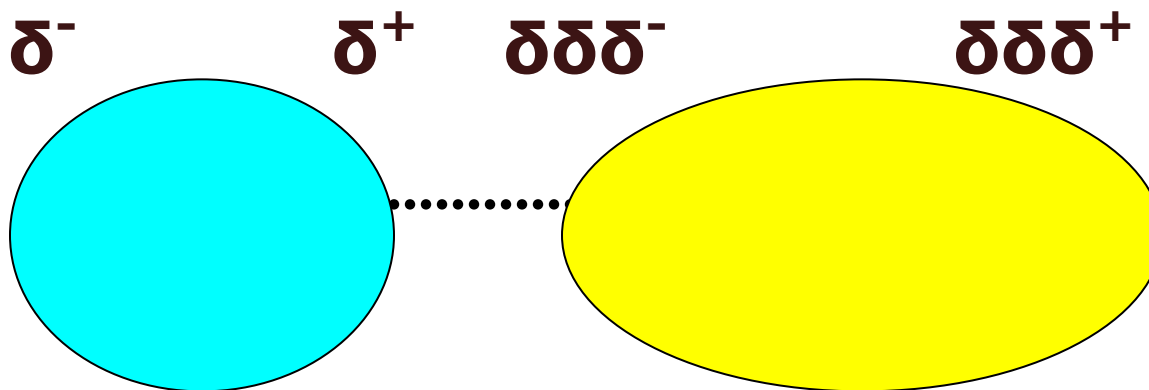
d) dipol-indukovani dipol

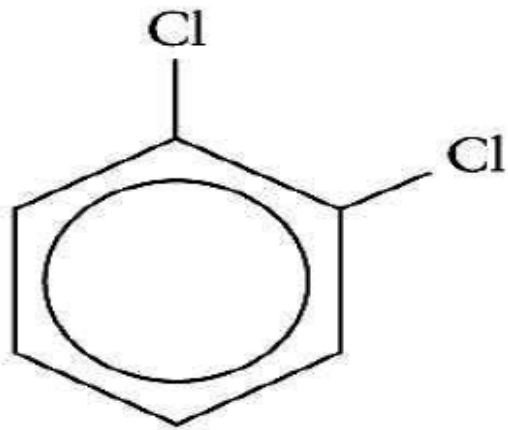


dipol

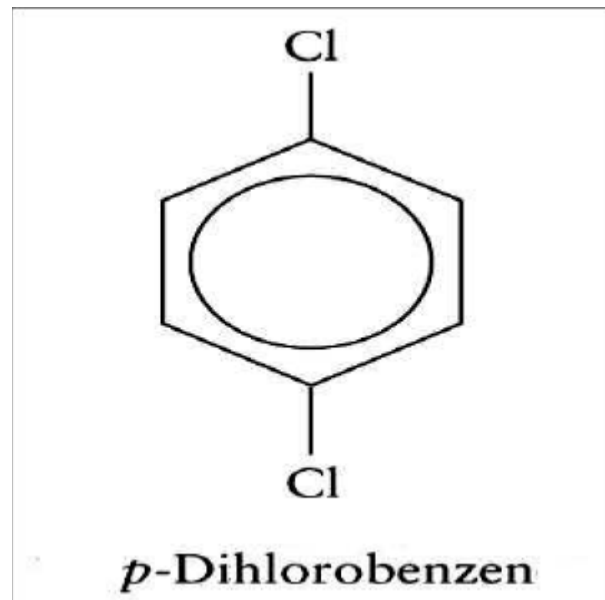


nepolarni molekul



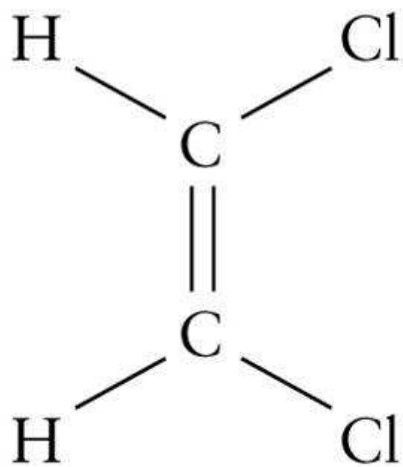


o-Dihlorобензен

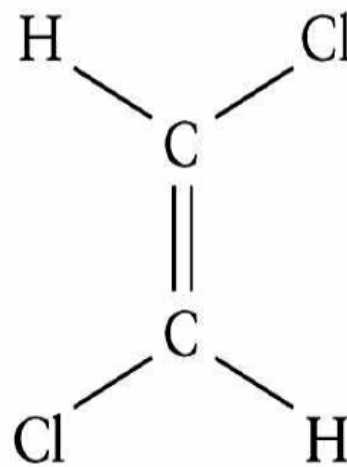


p-Dihlorобензен

Polarnije jedinjenje je *o*-izomer, ima veću tk



cis-Dihloroетен



trans-Dihloroетен

tk *cis*-izomera > tk *trans*-izomera

2) **Londonove**

disperzione sile

(Fritz Wolfgang London, američki fizičar, nemač. porekla **1900–1954**)



interakcije, deformacione
(E oko 2 kJ/mol) između svih
vrsta molekula, vrlo slabe

- na malom rastojanju

- rastu sa opadanjem

t° i povišenjem p

- zavise od oblika i

veličine molekula

poreklo : **oscilacije**

jezgara i kretanje e^-

indukuju NESTABILAN

DIPOL ($10^{-6}s$) i kod

**nepolarnih jedinjenja
(prevodjenje g u t i č
agregatno stanje) 0,05-4
kJ/mol**

**doprinosi Van der
valsovim silama**

**F₂ (Mr = 38) , Cl₂ (Mr = 71)
- gasovi pod atm. uslovima**

Br₂ (Mr = 159,8) tečan

I₂ (Mr=253,8) čvrst

JAČE SILE, VEĆE tt i tk

Do promene agregatnog stanja ne bi došlo da nema Londonovih sila, jer su molekuli nepolarni.

Sa porastom M_r i veličine molekula sile rastu

Prevođenje plemenitih gasova (18, nulta grupa) u tečno stanje

tečni

He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn

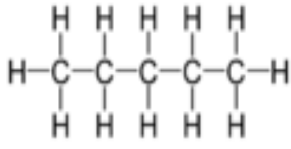
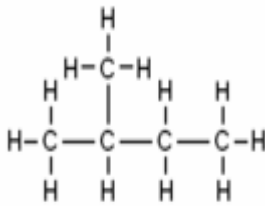
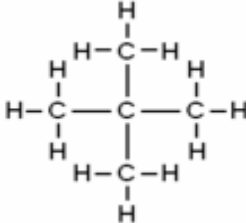

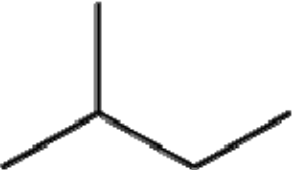

Molekulska formula



P E N T A N

Molarna masa

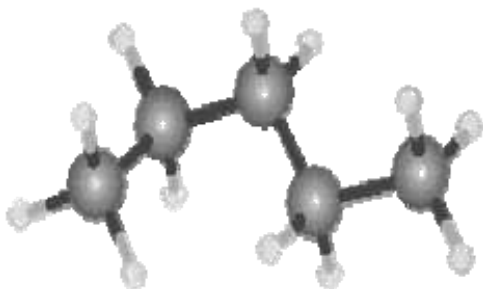
72.15 g/mol

uobičajeno ime	normalni pentan <i>n</i> -pentane	izopentan	neopentan
IUPAC	pentan	metilbutan	2,2-dimetilpropan
strukturna formula			
Skeletna formula			

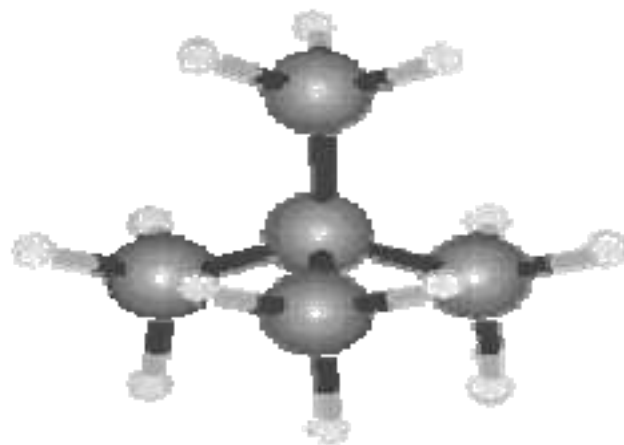
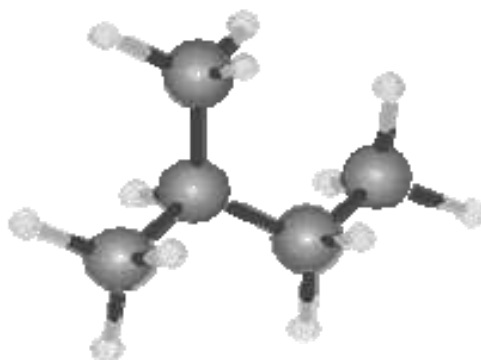
Tečnosti niskih tk

Izomer	tk (°C)	gustina g/l)
n-pentan	36.0	621
izopentan	27.7	616
neopentane	9.5	586

n-pentan



izopentan



neopentan

3. Vodonične veze

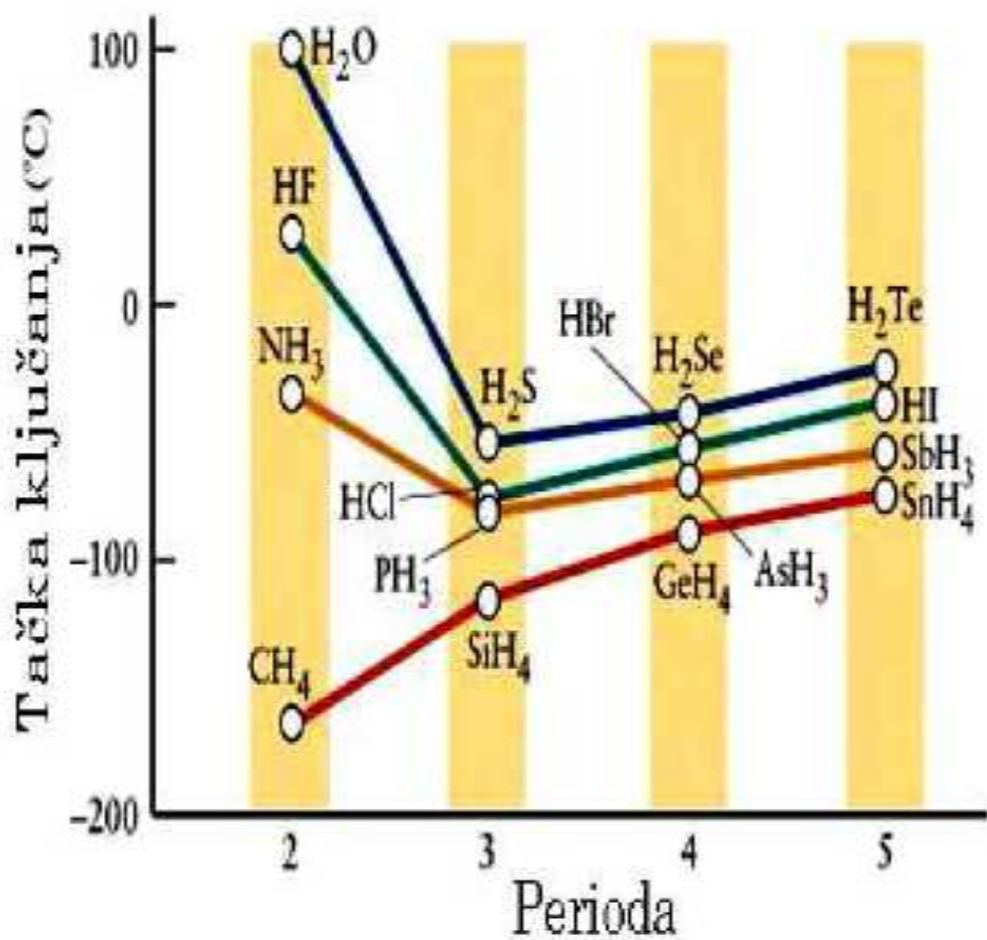
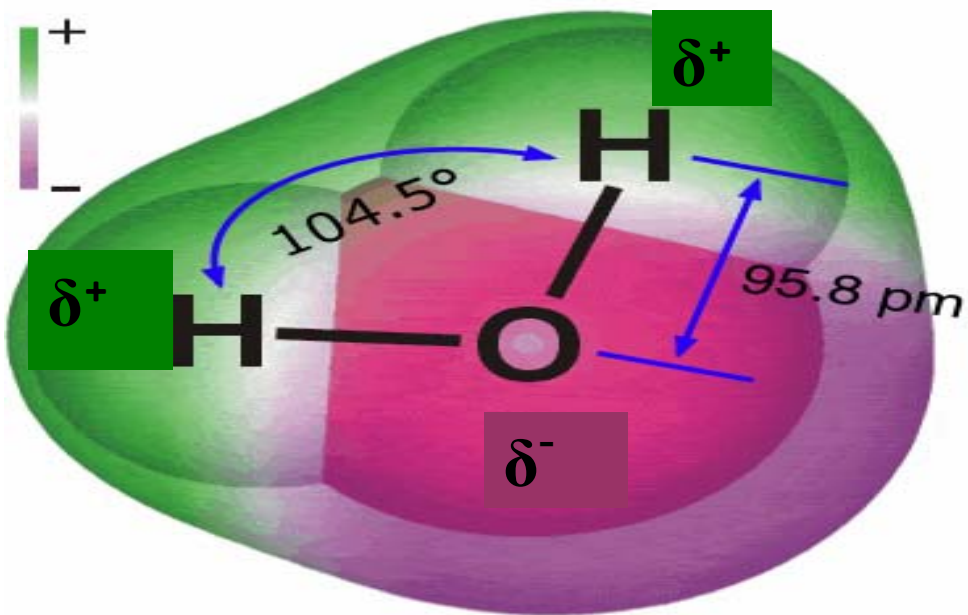
između (ili unutar) molekula koji sadrže H vezan za neki od atoma : F, O ili N KOJI IMA SLOBODAN e⁻ par

~10 puta slabija od σ veze (10-25kJ-mol) i ~ 2,5 puta duža

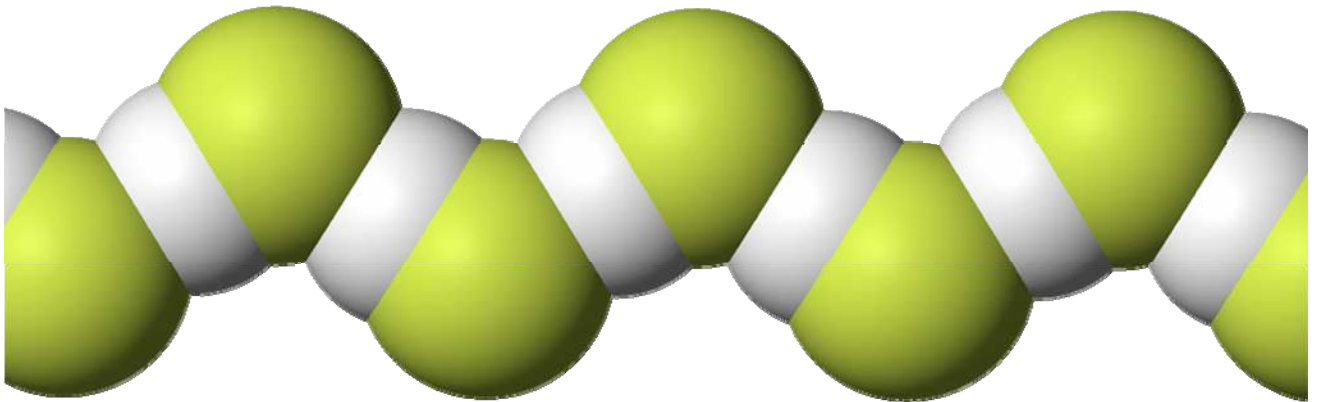
p o l a r i z a c i j a

(orijentacija +

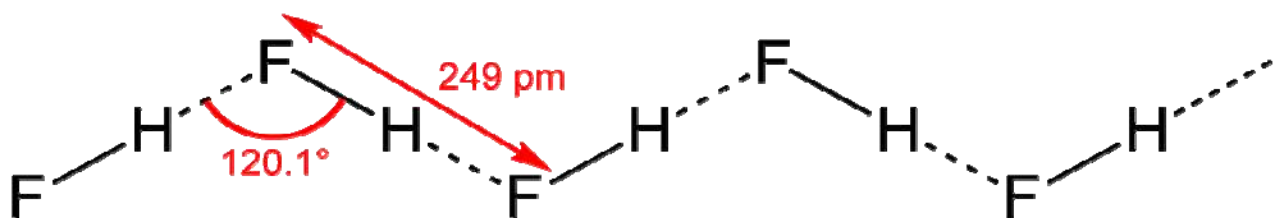
d e f o r m a c i j a)



HF , NH₃ i H₂O imaju visoke tk, tm zbog H-veza (voda ne bi bila tečna na sobnoj t°C pod atmosferskim p- bila bi gas)

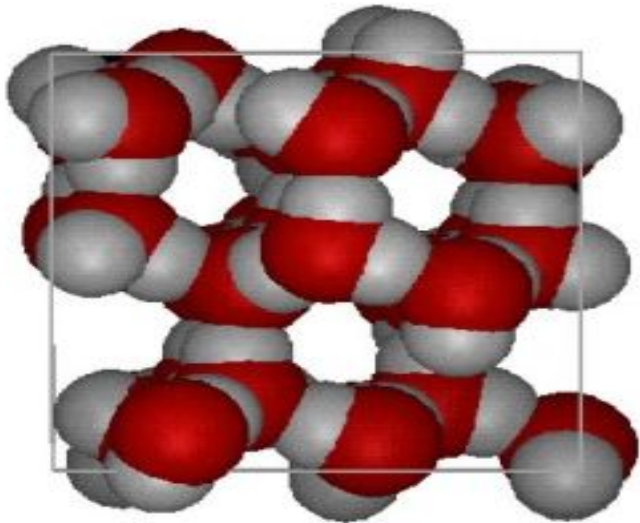
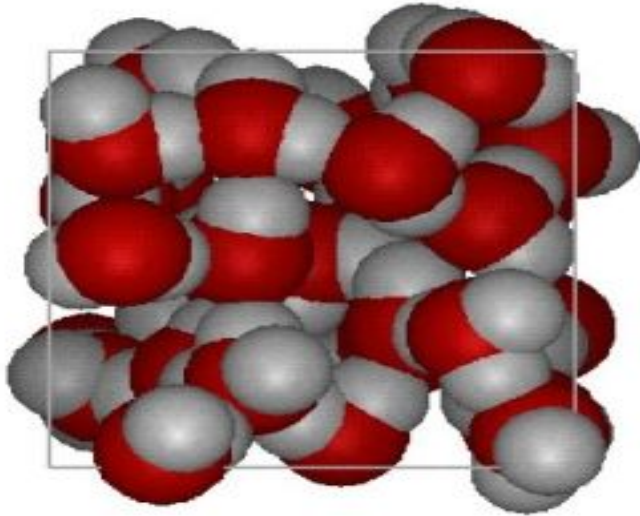


VIŠA tk, ZBOG H-VEZA (HF)_n JE TEČNOST tk 20°C, U H₂O DOBRO RASTVORAN (fluorovodonična kiselina- SLABIJA KISELINA NEGO ŠTO OČEKUJEMO)



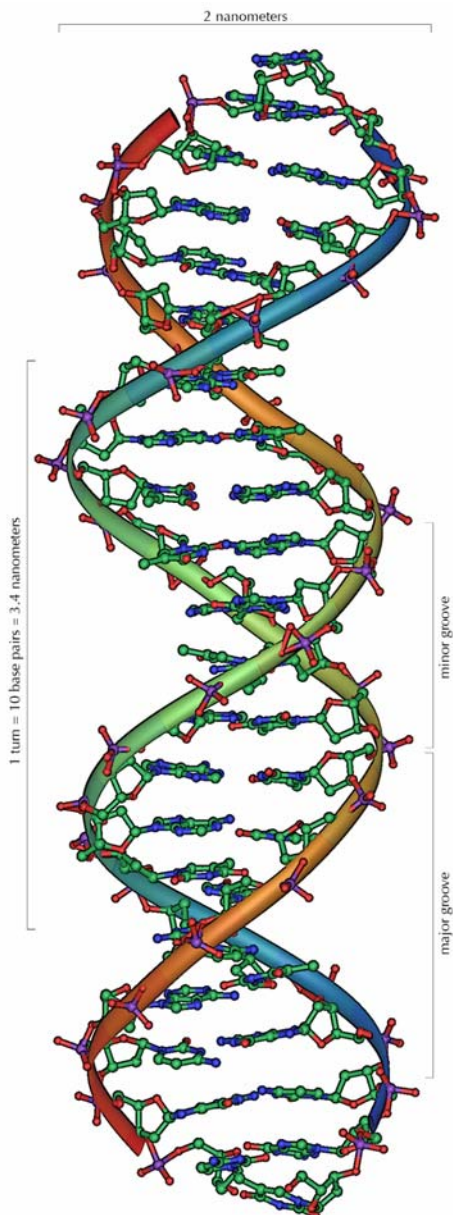
Anomalije vode, najgušća na 4°C, led lakši od tečne vode (šupljine zbog H- veza), tk visoka

Вода



Лед

H-veze obezbedjuju sek. strukturu **PROTEINA**, **DNK** **(RNK)**



**komplementarne
baze**

ADENIN-TIMIN

(URACIL)

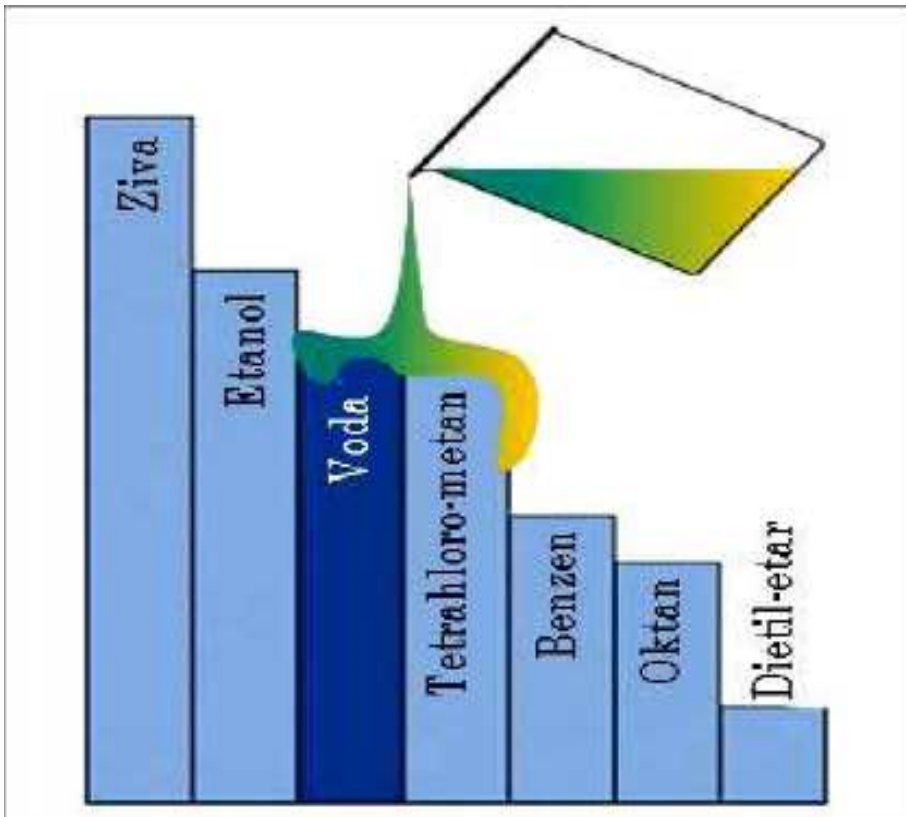
GUANIN-CITIZIN

**A-T (A-U) spajaju
se sa dve H-veze,
G-C (mogu i tri)**

**VAŽNO ZA ŽIVE
ORGANIZME !!!)**

Osobine tečnosti

Viskozitet je otpor protoku tečnosti. Jedinica: Poise (P).
1P = 1 g/(cm sec) = 0,1 Pa sec.

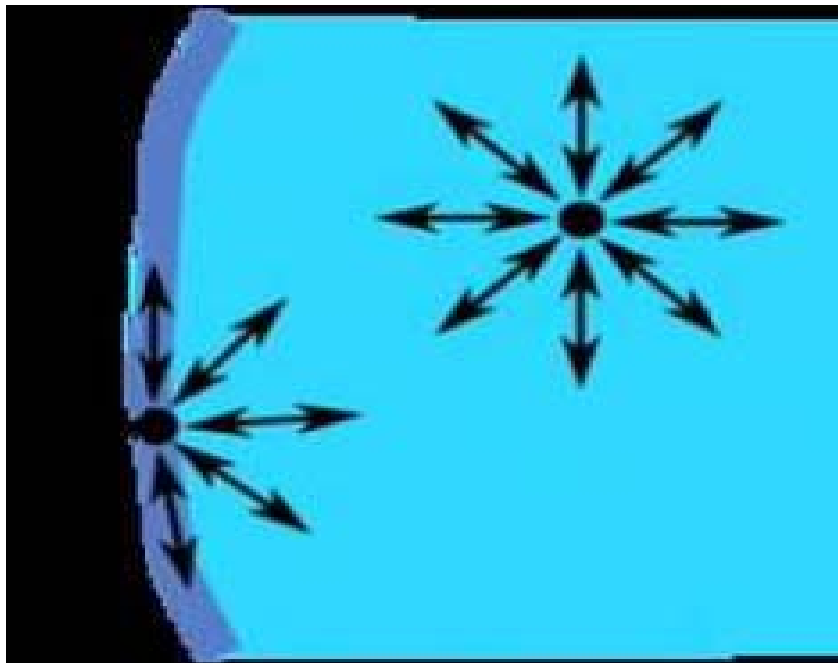


Gustina masa u g/cm^3

Površinski napon

se javlja zbog neravnoteže medjumolekulskih sila na površini tečnosti. On utiče na nastajanje kapi i ima kapilarno dejstvo.

Jedinice: N/m ili J/m^2 .





KONKAVNI

KONVEKSNI

M E N I S K U S

Voda/staklo

Hg/staklo

NAPON PARE je PRITISAK

pare iznad TEČNOSTI.

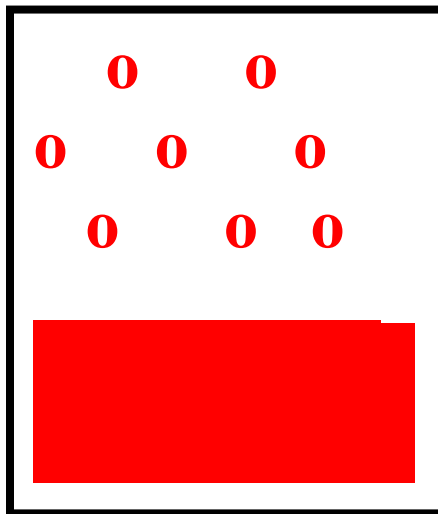
MOLEKUL (ATOM) SA

POVRŠINE U SUDARU SA

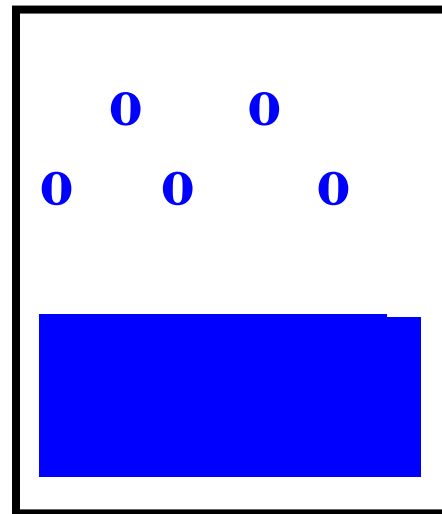
ONIM IZ UNUTRAŠNOSTI

MOŽE SE USLED

TOPLOTNOG KRETANJA
ODVOJITI sa površine,
ISPARAVANJE.



ISPARLJIVIJA
TEČNOST



NIŽI NAPON
PARE (p)

VEĆI NAPON PARE na ISTOJ t°C

VRAĆANJE MOLEKULA (ATOMA)
IZ PARNOG U TEČNO STANJE -

KONDENZACIJA

U ZATVORENOM SISTEMU
RAVNOTEŽA (RAVNOTEŽNI
NAPON PARE KONSTANTAN)

SA PORASTOM $t^{\circ}\text{C}$, RASTE p ,
max na kritičnoj $t^{\circ}\text{C}$ = **kritični p**

Kritična $t^{\circ}\text{C}$ iznad koje se
gas ne može prevesti u
tečno stanje, bez obzira na
 p .

GAS IZNAD KRITIČNE $t^{\circ}\text{C}$

TEČNOST ISPOD KRITIČNE $t^{\circ}\text{C}$

t_k TEČNOSTI JE $t^{\circ}\text{C}$ NA KOJOJ
SE NAPON PARE IZJEDNAČI SA
SPOLJAŠNJIIM p . TADA TEČNOST
ISPARAVA IZ CELE ZAPREMINE.

t_k ZAVISI OD SPOLJNOG p I NA ODREĐENOM p JE KARAKTERISTIKA DATE SUPSTANCE.

KOD IDEALNIH SMEŠA t_k JE SRAZMERNI SASTAVU. U PARI JE KONC. ISPARLJIVIJER KOMPONENTE VEĆA NEGO U TEČNOJ. FRAKCIONA DESTILACIJA-"pećenje" rakije

AZEOTROPNE SMESE

DESTILUJU BEZ PROMENE SASTAVA (ISTI SASTAV PARE I TEČNOSTI) - IMAJU NIŽU t_k OD ČISTIHR KOMPONENATA.

Primer smeša 95% EtOH+ 5% H_2O , uvek se destilacijom dobija max 95%-tni etanol.

Koja supstanca ima najveću

tk? etar CH_3OCH_3

metanol CH_3OH

metan CH_4

etan CH_3CH_3

etanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

Posmatramo veličinu

**molekula i sile koje se mogu
javiti (dipol-dipol ili H-veze)**

**I metanol i etanol mogu
graditi H-veze, imaju dipol-
dipol interakcije, ali etanol je
veći molekul i ima jače**

Londonove sile

U kojoj supstanci se mogu javiti H-veze?

mravlja(metanska) kiselina

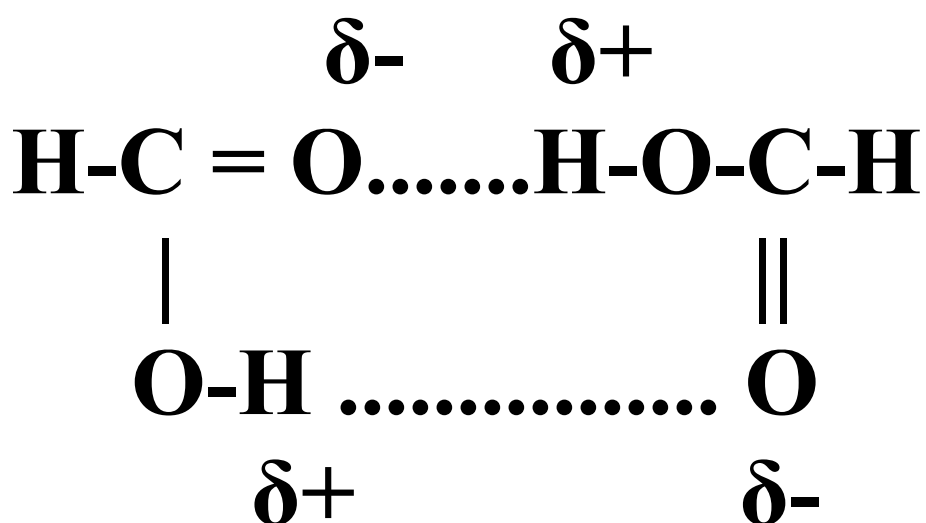
HCOOH

acetonitril CH₃CN

ugljen-tetrahlorid CCl₄

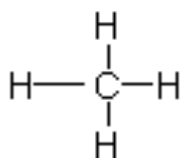
(tetrahlormetan)

Samo u HCOOH

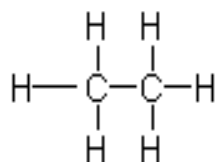


KOJA SUPSTANCA IMA NAJVIŠU TK?

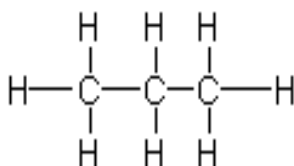
1. Metan



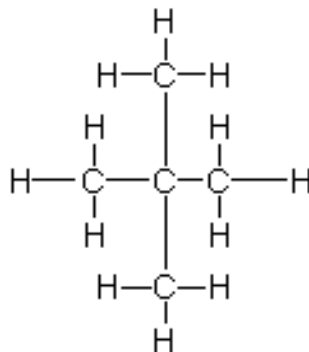
2. Etan



3. Propan



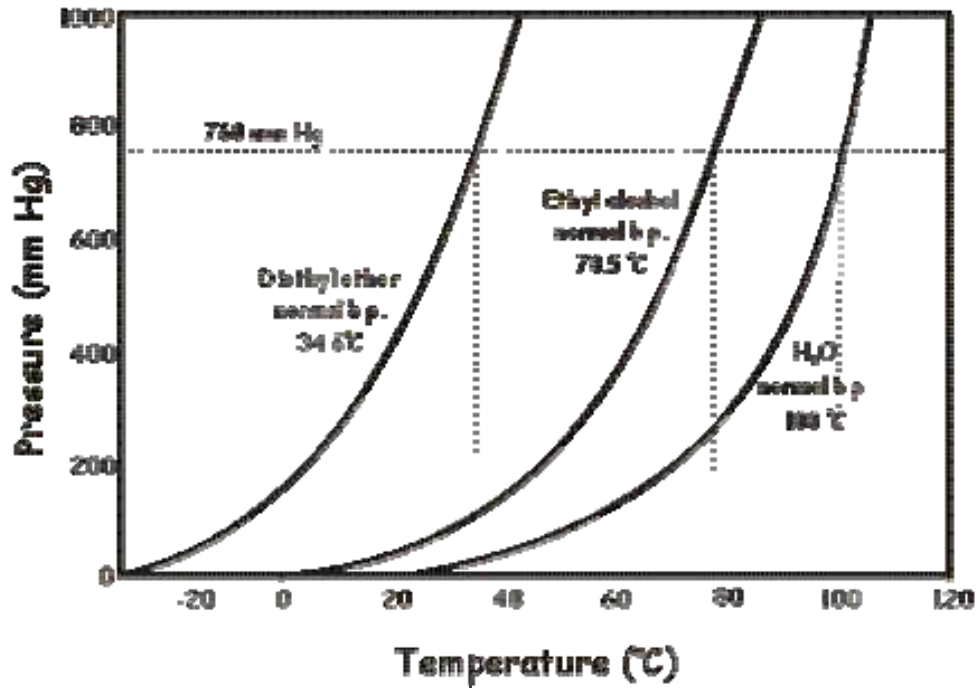
4. 2,2-dimethylpropane



Jedinjenje sa najjačim međumol. silama imaće najveću tk. Posmatramo 2 stvari: veličinu molekula (broj e^-) i da li su moguće dipol-dipol interakcije ili H-veze.

Kod navedenih jedinjenja moguće su samo Londonove sile (nepolarna su). Najveći je poslednji molekul, ima NAJVEĆU tk.

Vapor Pressure Curves for diethyl ether, ethyl alcohol and water



**KRIVE NAPONA PARE ETRA, EtOH
i H₂O**

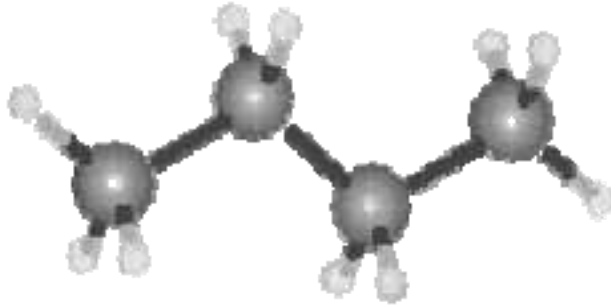
**Koje najvažnije
međumolekulske sile
omogućavaju kristalizaciju
supstanci :**

**a) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (H-veza i
dipol-dipol)**

**b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ (dipol-dipol,
Londonove)**

**c) NH_4F , jonska čvrsta
supstanca (jon-dipol, H-veze)**

KOJE JEDINJENJE IMA VEĆU t_k I



ZAŠTO?



Propan

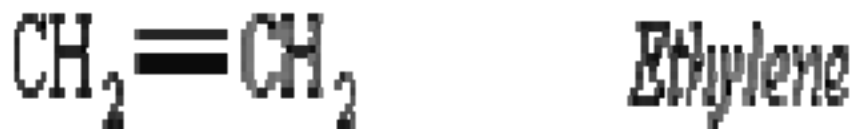
Butan

**VEĆU t_k IMA BUTAN, JER IMA VEĆU M_r ,
A JAČE SU LONDONOVE SILE MEDJU
NJEHOVIM MOLEKULIMA. POŠTO SU
NEPOLARNA JEDINJENJA DRUGE
MEĐUMOLEKULSKE SILE SE NE
JAVLJAJU.**

ZASIĆENI ULJOVODONICI

IME	MOL. FORMULA	<i>tk</i> (°C)	STANJE <i>na 25°C</i>
metan	CH ₄	-164	gas
etan	C ₂ H ₆	-88.6	gas
propan	C ₃ H ₈	-42.1	gas
butan	C ₄ H ₁₀	-0.5	gas
pentan	C ₅ H ₁₂	36.1	tečnost
heksan	C ₆ H ₁₄	68.9	tečnost
heptan	C ₇ H ₁₆	98.4	tečnost
oktan	C ₈ H ₁₈	124.7	tečnost
nonan	C ₉ H ₂₀	150.8	tečnost
dekan	C ₁₀ H ₂₂	174.1	tečnost
undekan	C ₁₁ H ₂₄	195.9	tečnost
dodekan	C ₁₂ H ₂₆	216.3	tečnost
ejkozane	C ₂₀ H ₄₂	343	čvrst
triakontan	C ₃₀ H ₆₂	449.7	čvrst

Objasniti promenu agregatnog stanja u homologom nizu zasićenih ugljovodonika porast tk sa produženjem C-niza.



Koje privlačne sile su moguće između molekula etilena i propilena i kako će se to odraziti na njihove tk?

Rastvaranjem NaNO_3 u vodi dolazi do disocijacije na jone. Koje privlačne sile se očekuju i između kojih vrsta u razblaženom, a koje u koncentrovanom rastvoru ove soli?

Između Na^+ i H_2O , kao i NO_3^- i H_2O očekuju se jon-dipol Van der Valsove interakcije, između molekula H_2O H-veze, Londonove sile između svih vrsta. U koncentrovanom rastvoru ' jon-jon privlačne sile između Na^+ i NO_3^- i joj'jon odbojne sile između istoimenih jona Na^+ , odnosno NO_3^- .