



ORGANSKA KEMIJA 1

Prof. dr. sc. Ivana Biljan

Sveučilište u Zagrebu Prirodoslovno-matematički fakultet

Kemijski odsjek

e-mail: ibiljan@chem.pmf.hr

LITERATURA

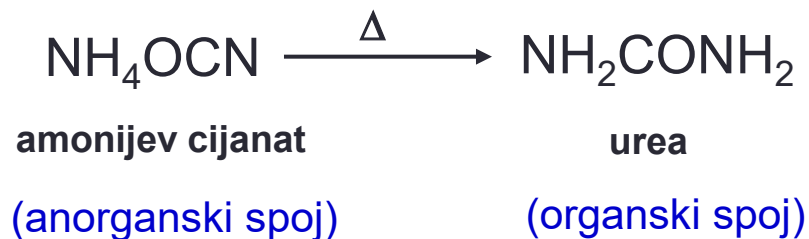
1. L. G. Wade, Organska kemija, Školska knjiga, Zagreb, 2017.
2. F. A. Carey, R. M. Giuliano, Organic Chemistry 8. izd., McGraw Hill, 2010.

- **Organska kemija je kemija ugljikovih spojeva.**

- Krajem 18. st. počinje razlikovanje organskih od anorganskih spojeva. Smatralo se da su anorganski i organski spojevi različitog podrijetla pri čemu se organski spojevi (organski – “izveden iz živih organizama”) mogu dobiti samo iz biološkog materijala (vitalistička teorija).

- **J. J. Berzelius** (početak 19. st.) - sustavna analiza elementarnog sastava organskih spojeva. Vaganjem produkata sagorijevanja organskih spojeva (vode i ugljikova dioksida) mogu se izračunati množine ugljika, vodika i kisika u polaznom organskom spoju.

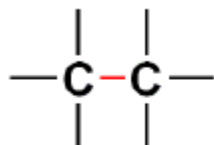
- **F. Wöhler** (1828. god.) - prva sinteza organskog spoja iz anorganskog.



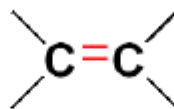
- **A. Kekulé, A. S. Couper i A. M. Butlerov** (sredina 19. st.) neovisno dolaze do otkrića jednog od temeljnih svojstava ugljika.

➡ Atomi ugljika mogu se međusobno povezivati u **lance, razgranate lance i prstenove**.

- Atomi ugljika mogu se međusobno povezivati **jednostrukim, dvostrukim i trostrukim vezama**.



jednostruka
veza

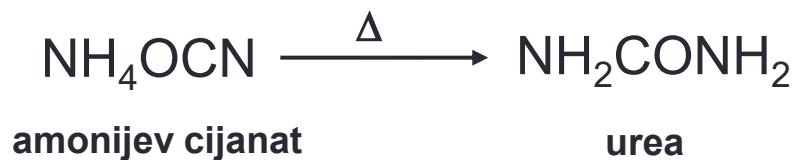


dvostruka
veza

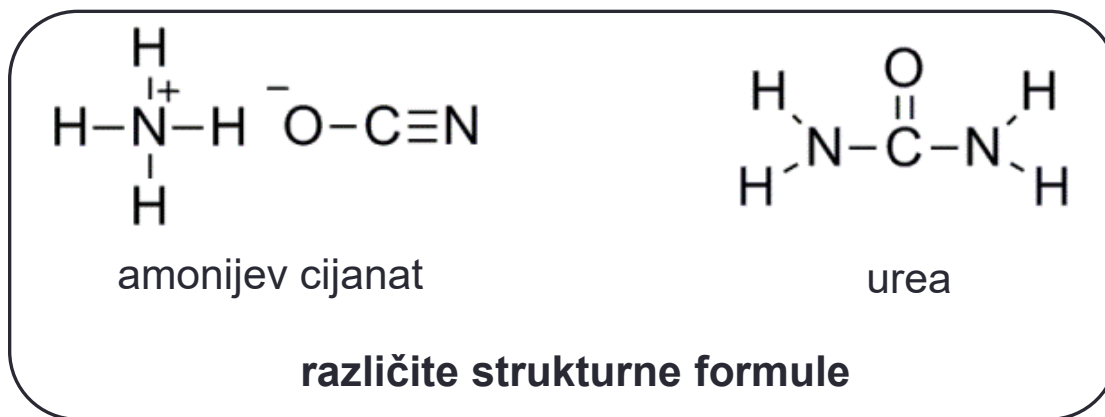


trostruka
veza

KOMPOZICIJA I KONSTITUCIJA



➡ jednaka **kompozicija**: $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$



- C. F. Gerhardt, A. von Hofmann i A. Williamson (sredina 19. st.) uvode koncept **KONSTITUCIJE** – način (redoslijed) povezivanja atoma u molekuli.

IZOMERI (grč. *isos* + *meros* = jednaki udjel) ***su različiti spojevi koji imaju jednaku kompoziciju (molekulsku formulu).***

NASTAJANJE VEZE

- **G. N. Lewis** (početak 20. st.) razradio je ideju o **ionskim** i **kovalentnim** vezama.
- **OKTETNO PRAVILO** – popunjena elektronska ljuska posebno je stabilna te atomi prenose ili sparuju elektrone tako da tvore ljuske popunjene elektronima poprimajući konfiguraciju plemenitoga plina.

IONSKA VEZA

- elektroni se prenose s jednog atoma na drugi čime se postiže elektronska konfiguracija plemenitoga plina.



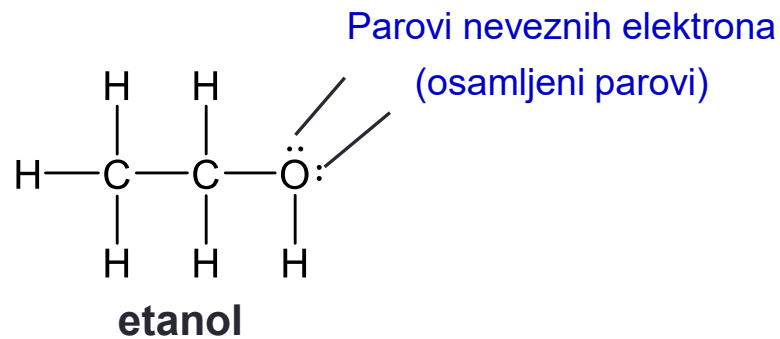
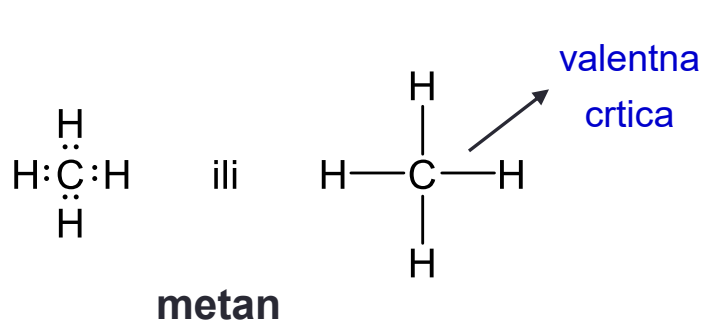
KOVALENTNA VEZA

- nastaje dijeljenjem zajedničkog elektronskog para među atomima koji na taj način postižu elektronsku konfiguraciju plemenitog plina.

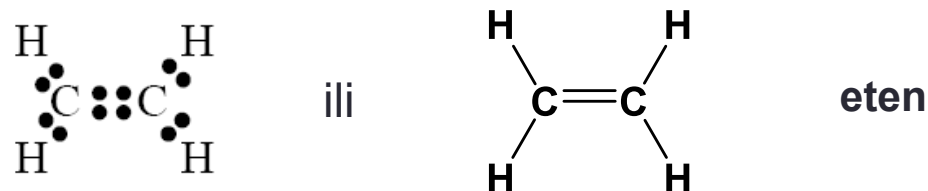


LEWISOVE STRUKTURE

- valentni elektroni se prikazuju točkama. Vezni elektronski par se označava dvjema točkama ili valentnom crticom (—).

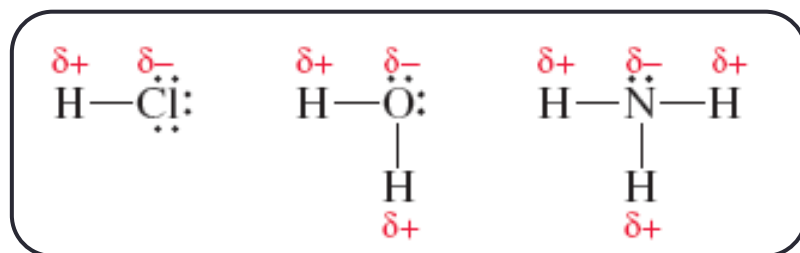


Višestruke (dvostruke i trostruke veze)



ELEKTRONEGATIVNOST I POLARNOST VEZE

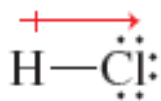
- U **polarnoj kovalentnoj vezi** prisutna je nejednolika raspodjela veznih elektrona između dvaju atoma.



H 2.2						
Li 1.0	Be 1.6	B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.4	F 4.0
Na 0.9	Mg 1.3	Al 1.6	Si 1.9	P 2.2	S 2.6	Cl 3.2
K 0.8						Br 3.0
						I 2.7

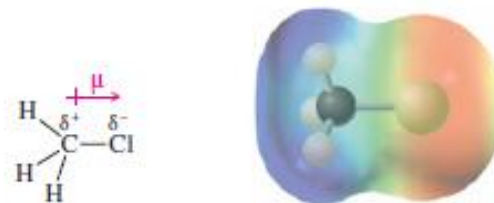
Paulingova elektronegativnost nekih elemenata

- Mjera za polarnost veze je **dipolni moment** (μ , jedinica debye D).



$$\mu = e \times d$$

- Dipolni moment je vektorski zbroj polarnosti po svim vezama u molekuli odnosno ovisi o molekulskoj geometriji. Kod molekula u kojima su polarne veze simetrično raspoređene dipolni moment jednak je nuli te su one nepolarne (npr. CO_2 , CCl_4 , itd.).



Mapa elektrostatskog potencijala (MEP)

FORMALNI NABOJ

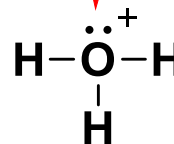
- Formalni naboj upućuje na “usmjerenost” elektrona (može, ali i ne mora odgovarati stvarnom naboju).

$$\text{Formalni naboj} = N(\text{valentnih elektrona u neutralnom nevezanom atomu}) - [N(\text{neveznih elektrona}) + \frac{1}{2}N(\text{veznih elektrona})]$$

Primjer:

Formalni naboj +1

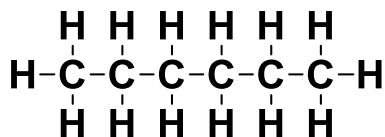
$$6 - (2 + 3) = +1$$



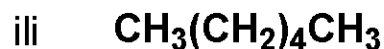
- Zbroj formalnih naboja pojedinih atoma mora biti jednak ukupnom naboju molekule.

STRUKTURNE FORMULE

- Strukturne formule prikazuju kako su atomi međusobno povezani.
- Uz *Lewisove strukture*, za prikazivanje strukturnih formula koriste se i *kondenzirane strukturne formule* i *formule s veznim crticama*.



Lewisova struktura



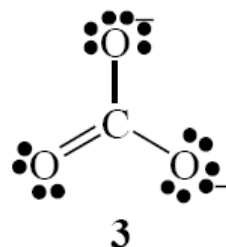
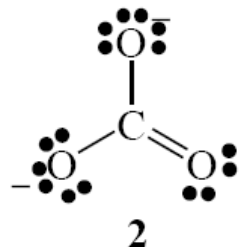
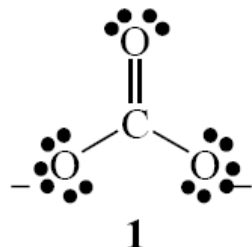
Kondenzirana
strukturna formula



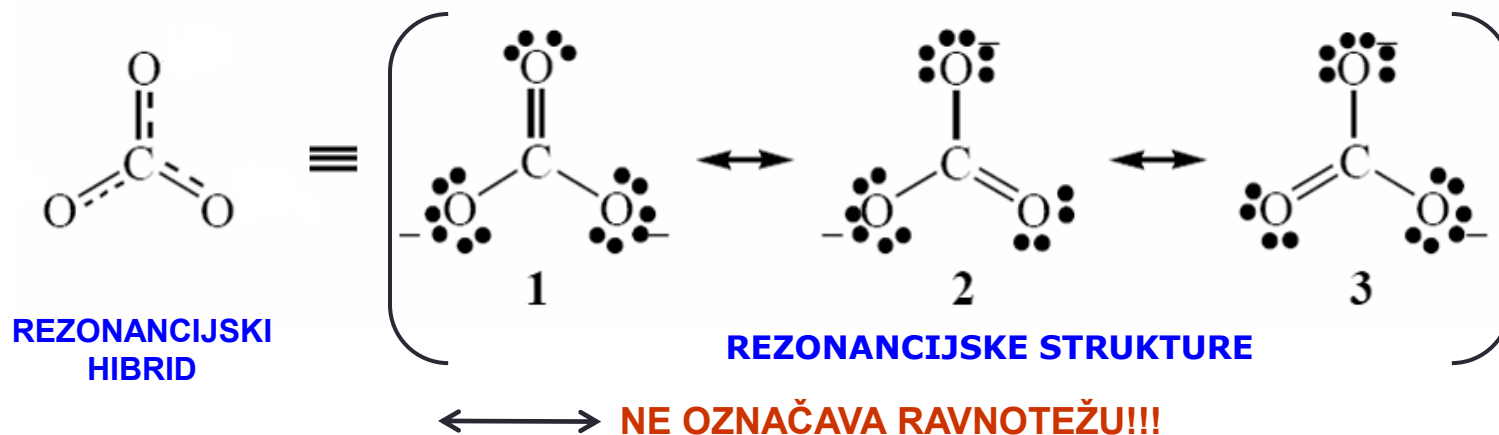
Formula s veznim
crticama

REZONANCIJA

Lewisove strukture karbonatnog iona

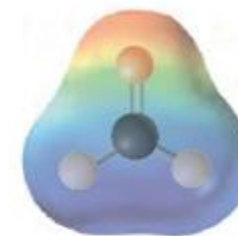
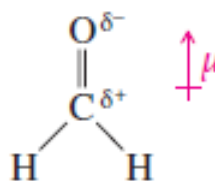
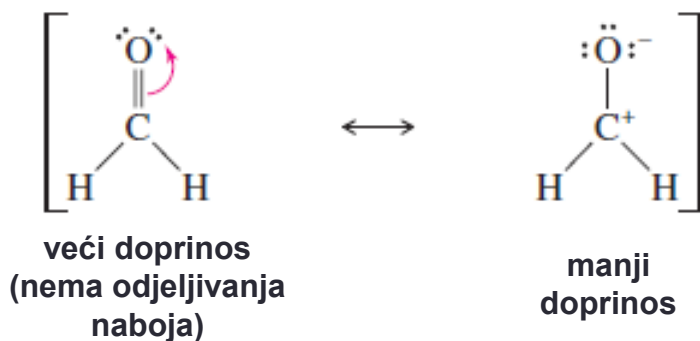
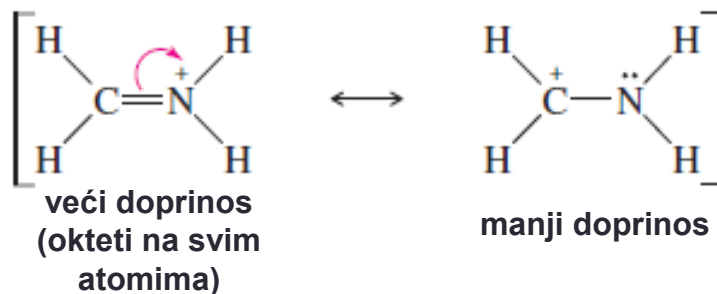


- Strukture nekih spojeva ne mogu se prikazati točno samo jednom Lewisom strukturnom formulom. Takve strukture, koje se razlikuju samo u rasporedu elektrona, nazivaju se **rezonancijskim strukturama**.
- Stvarna molekula je **rezonancijski hibrid** svojih rezonancijskih struktura.



- **Delokalizacija elektrona** - elektroni nemaju stalni položaj u molekuli odnosno nisu lokalizirani. Delokalizirani elektroni imaju manju energiju od lokaliziranih elektrona.

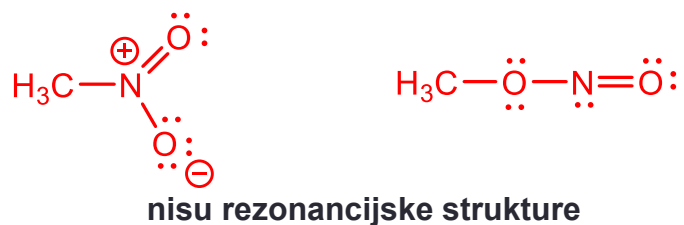
Doprinosi rezonancijskih struktura



Mapa elektrostatskog potencijala (MEP) formaldehida

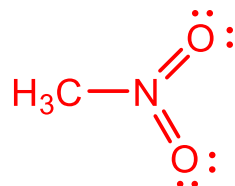
Pravila za prikazivanje rezonancijskih struktura

- Rezonancijske strukture razlikuju se samo po pomacima elektrona (neveznih i elektrona iz višestrukih veza), a jezgre zadržavaju položaj.



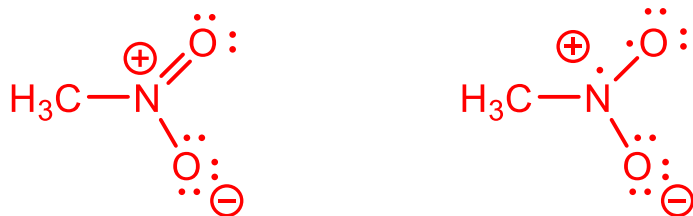
Pravila za prikazivanje rezonancijskih struktura

- Sve rezonancijske strukture moraju biti ispravne Lewisove strukture određenoga spoja.



neispravna rezonancijska struktura

- Ako postoje nespareni elektroni, njihov broj u svim strukturama treba ostati isti. Stabilni spojevi uglavnom nemaju nesparene elektrone pa u svim rezonancijskim strukturama elektroni moraju ostati spareni.



nisu rezonancijske strukture

- Rezonancijske strukture koje najviše pridonose hibridnoj strukturi (one najmanje energije) općenito imaju atome s elektronskim oktetima, što veći broj veza, manje odijeljenih naboja i negativne naboje na elektronegativnijim atomima.
- Rezonancijska stabilizacija je veća ako je naboj raspršen preko dvaju ili više atoma.

FUNKCIJSKE SKUPINE

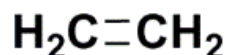
Funkcijske skupine – odgovorne za kemijsku reaktivnost organskih spojeva.

Klase organskih spojeva

- **ALKANI** – najjednostavnija klasa organskih spojeva koja ne sadrži funkcijske skupine.

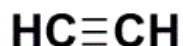
Spojevi s višestrukim vezama

ALKENI (**C=C**)



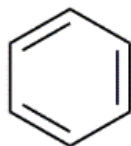
ETEN

ALKINI (**C≡C**)



ETIN

AROMATSKI
SPOJEVI



BENZEN

Spojevi s kisikom

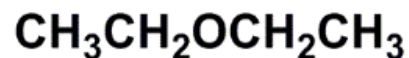
ALKOHOLI (**R-OH**)



ETANOL

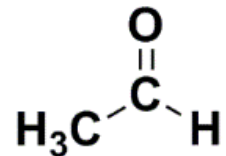
FUNKCIJSKE SKUPINE

ETERI (R-OR')



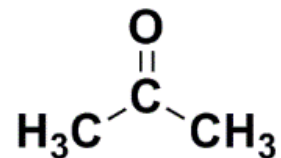
DIETIL-ETER

ALDEHIDI (R-CHO)



ETANAL

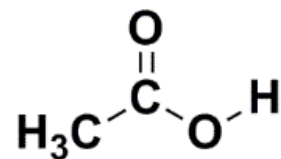
KETONI (R-CO-R')



PROPANON

KARBOKSILNE

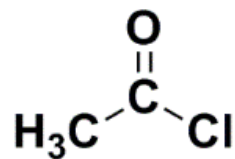
KISELINE (R-COOH)



ETANSKA KISELINA

Derivati karboksilnih kiselina

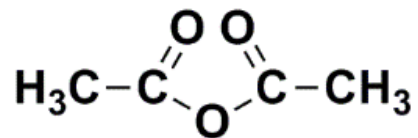
KISELINSKI KLORIDI
(R-COCl)



ETANOIL-KLORID

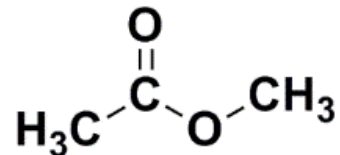
FUNKCIJSKE SKUPINE

ANHIDRID (R-**COOCO**-R')



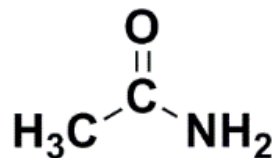
ACETANHIDRID

ESTERI (R-**COOR**')



METIL-ETANOAT

AMIDI (R-**CONRR**')



ETANAMID

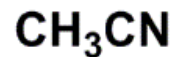
Spojevi s dušikom

AMINI (R-**NH₂**)



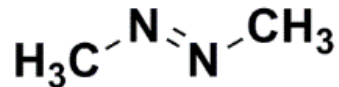
ETILAMIN

NITRILI (R-**C≡N**)



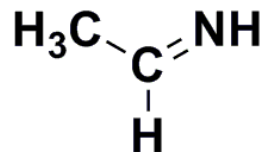
ETANNITRIL

AZO SPOJEVI (R-**N=N**-R')



AZOMETAN

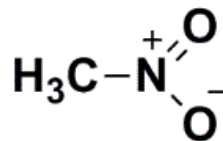
IMINI (R-**CH=N**-R')



ETILIMIN

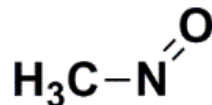
FUNKCIJSKE SKUPINE

NITRO SPOJEVI (R-**NO₂**)



NITROMETAN

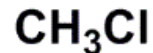
NITROZO SPOJEVI (R-**NO**)



NITROZOMETAN

Spojevi s halogenim elementima i sumporom

HALOGENALKANI (R-**X**)



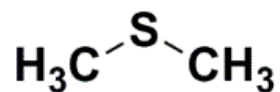
KLORMETAN

TIOLI (R-**SH**)



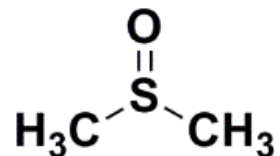
ETANTIOL

SULFIDI (R-**S-R'**)



DIMETILSULFID

SULFOKSIDI (R-**SO-R'**)



DIMETIL-SULFOKSID