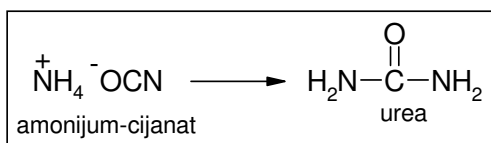


Organska hemija

- Hemija ugljenikovih jedinjenja – ORGANSKI MOLEKULI.
- Ime ORGANSKA HEMIJA je pogrešno, a potiče iz vremena tzv. VITALISTIČKE TEORIJE (vis vitalis):
"ORGANSKA JEDINJENJA (OJ) mogu biti sintetisana samo pod uticajem vitalnih sila u telima životinja i biljaka".
- Sintezom uree (organsko jedinjenje) iz amonijum-cijanata (neorganska so), Veler (Wohler) 1828. god. pobija vitalističku teoriju:



- Organskih jedinjenja (OJ) ima preko 30,000,000.

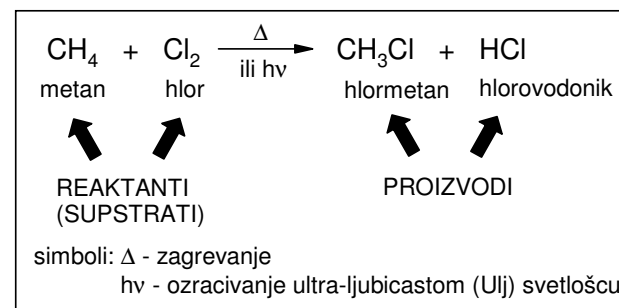
Predmet izučavanja OH

- 1 Izolovanje i sintetsko dobijanje OJ.
- 2 Dokazivanje strukture OJ.
- 3 Određivanje fizičkih i hemijskih osobina OJ.
- 4 Upoznavanje sa načinima primene OJ.

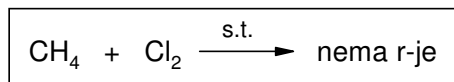
HEMIJSKE REAKCIJE

- Da bismo mogli da transformišemo jedne molekule u druge, moramo poznavati HEMIJSKE REAKCIJE i njihov MEHANIZAM.

Primer: Reakcija hlorovanja metana (r-ja supstitucije)

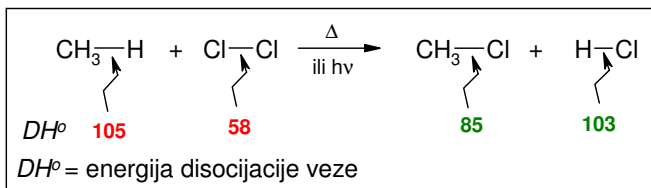


- Međutim,



MEHANIZAM HEMIJSKE REAKCIJE

- Poznavati MEHANIZAM REAKCIJE znači znati:
 - koje hemijske veze
 - se raskidaju
 - nastaju,
 - postoji li na putu supstrat-proizvod intermedijarno jedinjenje,
 - energetski bilans reakcije (da li je r-ja egzotermna ($\Delta H^\circ < 0$) ili endotermna ($\Delta H^\circ > 0$)).
- Reakcija hlorovanja metana je primer egzotermne hemijske r-je:



$$\begin{aligned}
 \Delta H^\circ &= \text{unos energije} - \text{izlaz energije} \\
 &= \sum \text{DH}^\circ(\text{raskinutih veza}) - \sum \text{DH}^\circ(\text{nastalih veza}) \\
 &= (105 + 58) - (85 + 103) = -25 \text{ kcal mol}^{-1}
 \end{aligned}$$

- Poznavanje REKCIONOG MEHANIZMA nam omogućava da:
 - utičemo na tok hemijske reakcije,
 - planiramo sintezu (pravljenje) željenog OJ.

Sirovi proizvod

- Kao proizvod organske sinteze dobija se tzv. “sirovi” proizvod – smeša željenog jedinjenja i različitih primesa, kao što su:
 - neizreagovali regensi,
 - intermedijarni proizvodi sinteze,
 - sekundarni proizvodi nastali sporednim r-jama,
 - rastvarač,
 - proizvodi razgradnje “čistih” reaktanata.

Izolovanje i prečišćavanje OJ

- Neke od metoda koje se koriste za izolovanje i prečišćavanje organskih supstanci su:
 - prekrystalizacija i kristalizacija,
 - destilacija,
 - ekstrakcija,
 - hromatografija itd.
- One se zasnivaju na različitim:
 - hemijskim i
 - fizičkim osobinama
 organskih supstanci.

■ Kao kriterijum čistoće OJ služe nam fizičke konstante, poput:

- temperatura
 - topljenja
 - ključanja,
- relativna gustina,
- indeks prelamanja.

Spektroskopske tehnike

■ Na čistoću ali i na strukturu organskih jedinjenja ukazuju njihovi SPEKTRI, dobijeni primenom raznih SPEKTROSKOPSKIH TEHNIKA:

- ultraljubičasta (UV) spektroskopija,
- infracrvena (IC) spektroskopija,
- nuklearno-magnetna rezonantna (NMR), spektroskopija,
- masena spektroskopija (MS),
- elektron-spin spektroskopija (ES).

EMPIRIJSKA FORMULA

- Prikazuje **vrstu** i **relativni odnos** atoma u molekulu.
- Najjednostavnija formula nekog jedinjenja.
- Određujemo je:
 - elementarnom analizom,
 - na osnovu rezultata kvalitativne i kvantitativne hem. analize.

MOLEKULSKA FORMULA

- Prikazuje **vrstu** i **broj** atoma u molekulu.
- Određujemo je na osnovu EMPIRIJSKE formule i MOLEKULSKE MASE.
- MOLEKULSKA MASA se određuje masenom spektroskopijom.

STRUKTURNA FORMULA

- Prikazuje strukturu molekula, konstituciju (način vezivanja atoma u molekulu).

Tabela 1. Različite formule butana

Naziv formule	Formula
empirijska	C_2H_5 (C : H = 2 : 5; rel. odnos)
molekulska	C_4H_{10}
strukturna	$CH_3CH_2CH_2CH_3$

STRUKTURNA FORMULA

■ **Kekulé-ova formula** – formula u razvijenom obliku:

- veze su prikazane pomoću crtica,
- slobodni elektronski parovi su prikazani tačkicama.

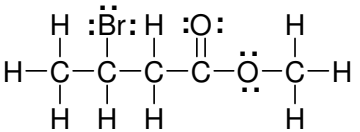
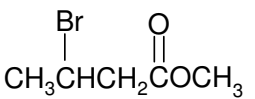
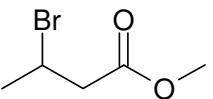
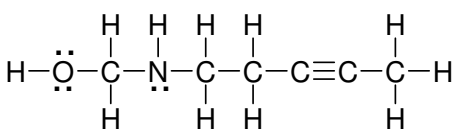
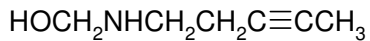
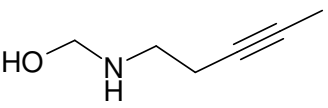
■ **Racionalna formula:**

- izostavljene su jednostruke veze i slob. el. parovi,
- osnovni ugljovodonični niz se crta horizontalno, a vezani H-atomi, obično, sa desne strane odgovarajućeg C-atoma,
- supstituenti u osnovnom nizu dodaju se vezani vertikalnim crtama.

■ **Formula “veza-crta”:**

- **ugljovodični skelet** se crta "cik-cak" linijom, izostavljajući sve vodonikove atome,
- svaki završetak predstavlja metil-grupu (CH₃), a svaki vrh i račvanje C-atom.

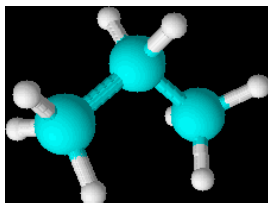
Tabela 2. Strukturne formule nekih jedinjenja

Formula	Jedinjenje 1
Kekulé-ova	
Racionalna	
“veza-crta”	
Formula	Jedinjenje 2
Kekulé-ova	
Racionalna	
“veza-crta”	

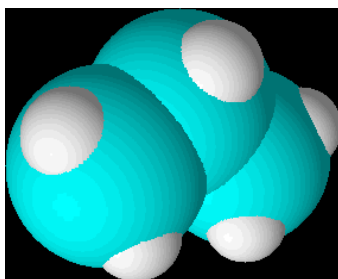
MODELI

Trodimenzionalni prikaz molekula

- **Loptica i štapić**



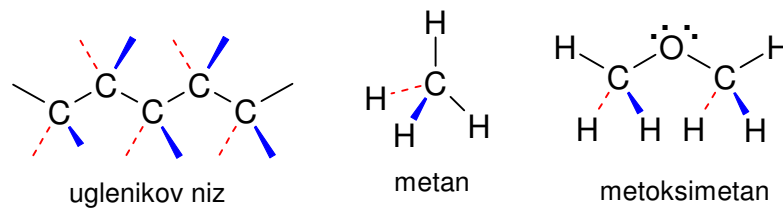
- **Prostorni model**



KLINASTE FORMULE

■ Predstavljanje TRODOMENZIONALNE strukture organskih molekula:

- ugljovodični niz se crta "cik-cak" – nalazi se u ravni hartije (table...),
- na svaki C-atom duž niza dodaju se klinaste pune i isprekidane crte da bi se predstavile preostale dve veze:
 - **isprekidana** crta - veza se nalazi **ISPOD** ravni lista hartije (table...),
 - **klinasta** crta – veza se nalazi **IZNAD** ravni lista hartije (table...).



NEKI VAŽNI POJMOVI:

- **STRUKTURA (konstitucija)** – redosled vezivanja atoma u molekulu.
- **KONFIGURACIJA** – prostorni raspored atoma i atomskih grupa u molekulu.
- **KONFORMACIJE** – različiti oblici molekula koji su posljedica rotacije dela molekula oko jednostruke veze (jedan isti molekul, određene konstitucije i konfiguracije, može zauzimati bezbroj različitih oblika u prostoru).

IZOMERI

■ IZOMERI su različita jedinjenja iste molekulske formule.

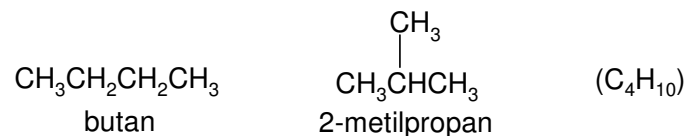
■ Postoje:

❶ **STRUKTURNI (konstitucionni) izomeri** - razlikuju se po strukturi tj. po redosledu vezivanja atoma u molekulu,

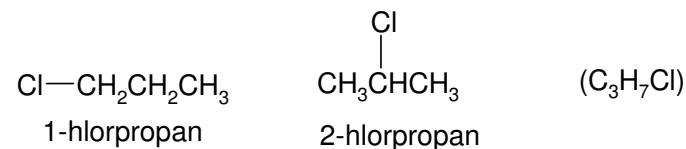
❷ **STEREOIZOMERI** (prostorni izomeri) - imaju istu strukturu tj. atomi u molekulu su vezani na isti način ali imaju različit prostorni raspored atoma i grupa u molekulu (KONFIGURACIJU).

❶ STRUKTURNI (konstitucionni) izomeri

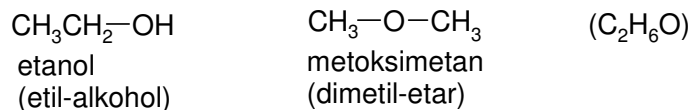
a. Izomerija niza



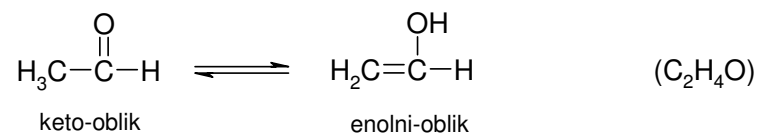
b. Izomerija položaja



c. Izomerija funkcionalnih grupa

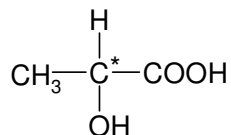


d. Tautomeri (nalaze se u ravnoteži)



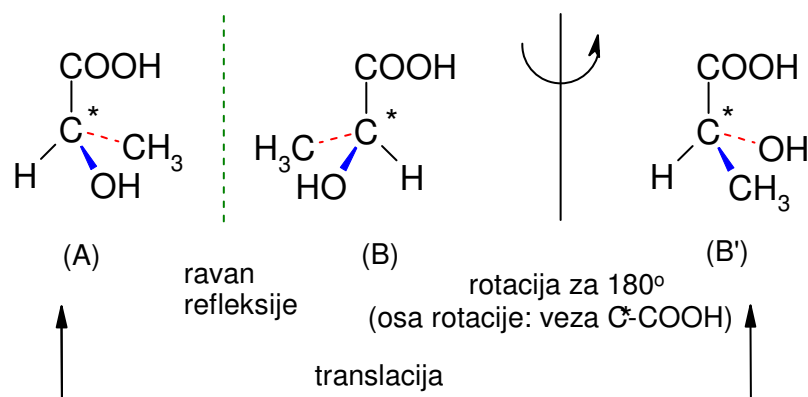
STEREOIZOMERI (prostorni izomeri)

Primer 1: mlečna kiselina



■ Atom obeležen "*" je tzv. ASIMETRIČAN atom ili STEREOCENTAR.

■ Vezan je za 4 različita supstituenta!



■ Strukture A i B' se NE mogu poklopiti – NISU identične.

■ A i B su **ENANTIOMERI** (*enantios*, grčki, suprotan) – stereoizomeri koji se međusobno **odnose** kao predmet i njegov **NE** poklopivi lik u ogledalu.

■ Da bi se preveli jedan u drugi neophodno je raskinuti veze.

■ Za molekule koji ne mogu da se preklope sa svojim likom u ogledalu, kaže se da su **HIRALNI**.

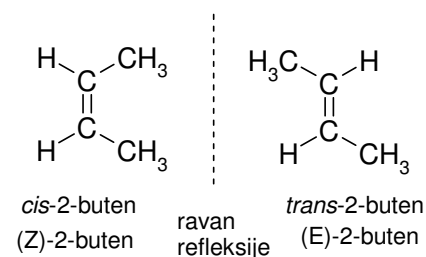
■ Uslov hiralnosti je ASIMETRIČAN atom (npr. C*)!

■ A i B su **STEREOIZOMERI!**

GEOMETRIJSKA IZOMERIJA

■ **Cis-** i **trans-**izomeri.

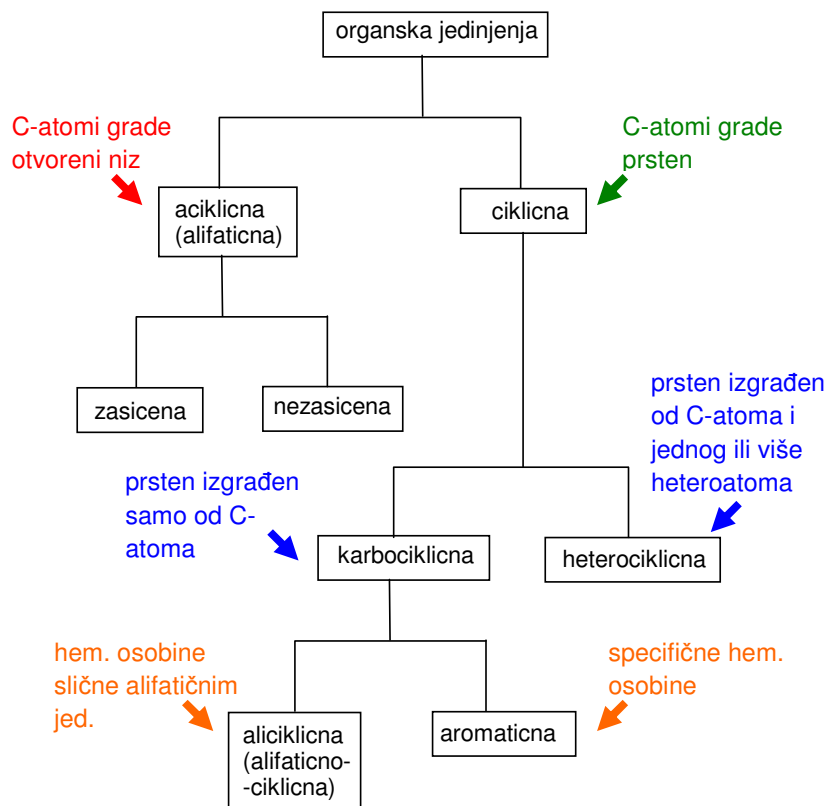
Primer 2: 2-buten



■ *Cis-* i *trans-*2-buten su **DIASTEREOMERI** – stereoizomeri koji se **NE odnose** kao predmet i njegov lik u ogledalu!

PODELA ORGANSKIH JEDINJENJA

- OJ su klasifikovana prema njihovoj strukturi.
- Podela OJ prema strukturi ugljenikovog niza:



- Dalja podela se vrši prema **FUNKCIONALNIM GRUPAMA!**

FUNKCIONALNE GRUPE

- **Funkcionalna grupa (FG)** je atom ili grupa atoma koja predstavlja deo organskog molekula i određuje hemijsko ponašanje celog molekula.

Tabela 3. Uobičajene funkcionalne grupe

Klasa jedinjenja	Opšta formula	Funkc. grupa (FG)	Naziv FG
alkani	R-H	—	—
alkeni	$\begin{array}{c} \text{(H)R} \quad \text{R(H)} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{(H)R} \quad \text{R(H)} \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \end{array}$	dvostruka veza
alkini	(H)R-C≡C-R(H)	—C≡C—	trostruka veza
aromatična jedinjenja	$\begin{array}{c} \text{(H)R} \quad \text{R(H)} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C} \quad \text{C} \\ / \quad \diagdown \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{(H)R-C} \quad \text{C-R(H)} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C} \quad \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{(H)R} \quad \text{R(H)} \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagdown \quad / \\ \text{C} \quad \text{C} \\ / \quad \diagdown \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \quad \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \quad \text{C} \\ \diagdown \quad / \end{array}$	aromatičan prsten
alkil-halogenidi	R- $\ddot{\text{X}}$: X = F, Cl, Br, I	— $\ddot{\text{X}}$:	atom halogena
alkoholi	R- $\ddot{\text{O}}$ H	— $\ddot{\text{O}}$ H	hidroksilna grupa
etri	R- $\ddot{\text{O}}$ -R'	— $\ddot{\text{O}}$ —	etarska grupa

Tabela 3. Nastavak

Klasa jedinjenja	Opšta formula	Funkc. grupa (FG)	Naziv FG
tioli	$R-\ddot{S}H$	$-\ddot{S}H$	merkpto grupa
aldehidi	$\begin{array}{c} :O: \\ \\ R-C-H \end{array}$	$\begin{array}{c} :O: \\ \\ -C-H \end{array}$	aldehidna grupa
ketoni	$\begin{array}{c} :O: \\ \\ R-C-R' \end{array}$	$\begin{array}{c} :O: \\ \\ -C- \end{array}$	keto grupa
karboksilne kiseline	$\begin{array}{c} :O: \\ \\ R-C-\ddot{O}H \end{array}$	$\begin{array}{c} :O: \\ \\ -C-\ddot{O}H \end{array}$	karboksilna grupa
anhidridi	$\begin{array}{c} :O: \quad :O: \\ \quad \\ R-C-\ddot{O}-C-R'(H) \end{array}$	$\begin{array}{c} :O: \quad :O: \\ \quad \\ -C-\ddot{O}-C- \end{array}$	anhidridna grupa
estri	$\begin{array}{c} :O: \\ \\ (H)R-C-\ddot{O}-R' \end{array}$	$\begin{array}{c} :O: \\ \\ -C-\ddot{O}- \end{array}$	estarska grupa
amidi	$\begin{array}{c} :O: \\ \\ R-C-\ddot{N}-R'(H) \\ \\ R''(H) \end{array}$	$\begin{array}{c} :O: \\ \\ -C-\ddot{N}- \\ \end{array}$	amidna grupa
nitрили	$R-C\equiv N:$	$-C\equiv N:$	cijano grupa
amini	$\begin{array}{c} \ddot{N} \\ \\ R-N-R'(H) \\ \\ R''(H) \end{array}$	$-\ddot{N} <$	amino grupa

Zadatak: U sledećim primerima zaokružite karakteristične funkcionalne grupe pojedinih klasa organskih jedinjenja.

