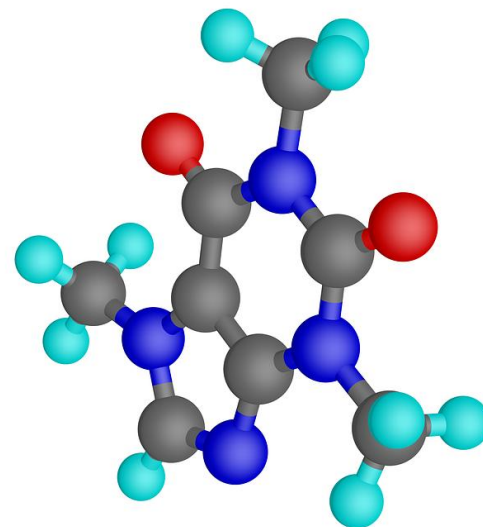


ORGANSKA HEMIJA

Prof. dr Zoranka Malešević



GRANA HEMIJE KOJA SE BAVI IZUČAVANJEM UGLJENIKOVIH JEDINJENJA



NISU ORGANSKA JEDINJENJA:

Ugljenik (dijamant, grafit, C_{60})

Oksidi ugljenika

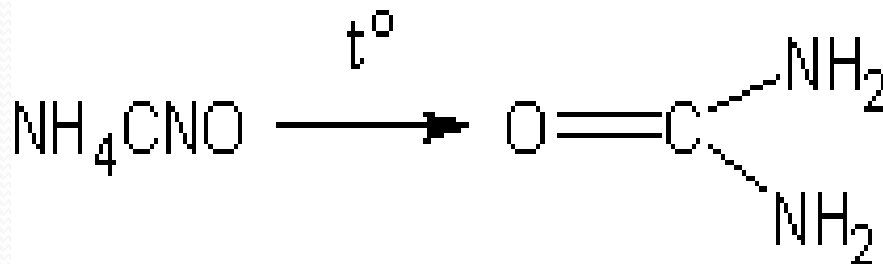
Ugljena kiselina i karbonati

Karbidi (sa metalima)

Cijanovodonik i cijanidi

ISTORIJSKI RAZVOJ ORGANSKE HEMIJE

- Jedinjenja izdvojena iz živih organizama
- Vitalitistička teorija "vis vitalis"
- 1828. Wohler sintetiše karbamid (*ureu*) iz amonijum-cijanida što je bila prva laboratorijska sinteza nekog organskog jedinjenja:



Od tada je sintetizovan ogroman broj organskih jedinjenja:

- *lekovi,*
- *sintetička vlakna,*
- *plastične mase,*
- *boje,*
- *lakovi,*
- *pesticidi,*
- *sredstva za pranje*
- *itd.*

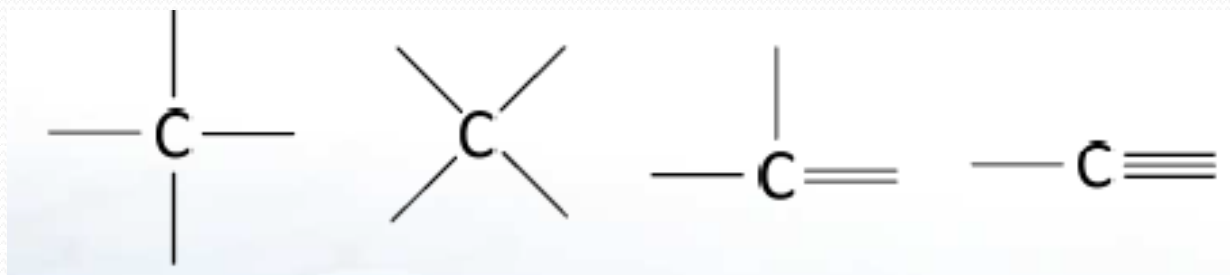


Broj do sada poznatih organskih jedinjenja je oko 30.000.000 sa tendencijom rasta

Najvažnije osobine organskih jedinjenja su:

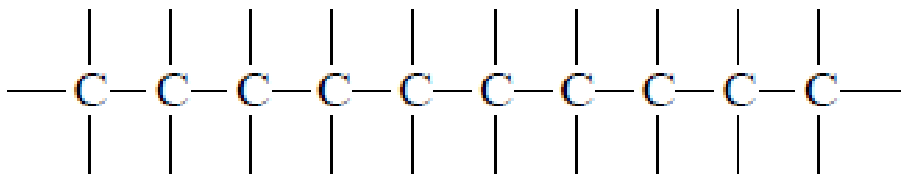
- ugljenikovi atomi su međusobno, kao i sa vodonikovim atomima vezani kovalentnim vezama (polarni i nepolarni);*
- mogu biti čvrstog, tečnog i gasovitog stanja;*
- imaju niske tačke ključanja i topljenja;*
- zauzimaju veći prostor od neorganskih jedinjenja;*
- ne rastvaraju se u vodi, nego u nepolarnim rastvaračima;*
- nepostojani su na većoj temperaturi; zagrijavanjem se ugljenišu, a sagorjevanjem prelaze u ugljen-dioksid i vodu;*
- hemijske reakcije između organskih jedinjenja su veoma spore i odigravaju se na povišenoj temperaturi, pritisku i uz katalizatore.*

- U organskim jedinjenjima ugljenik je uvijek četvorovalentan

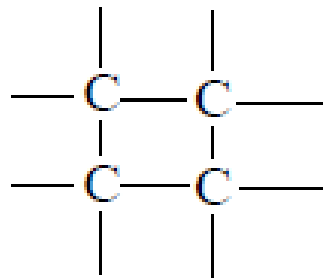
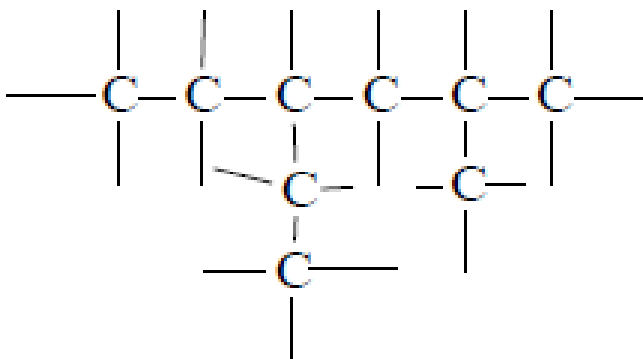


- Atomi ugljenika su međusobno povezani jakim kovalentnim vezama

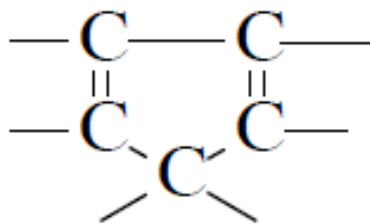
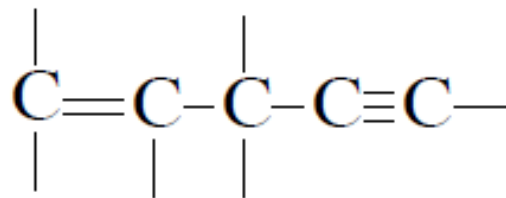
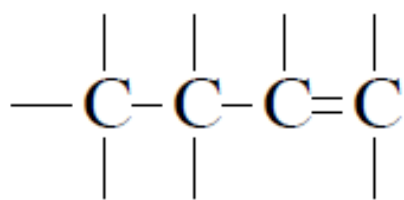
- Atomi ugljenika se mogu međusobno povezivati u duge otvorene, zatvorene i račvaste nizove



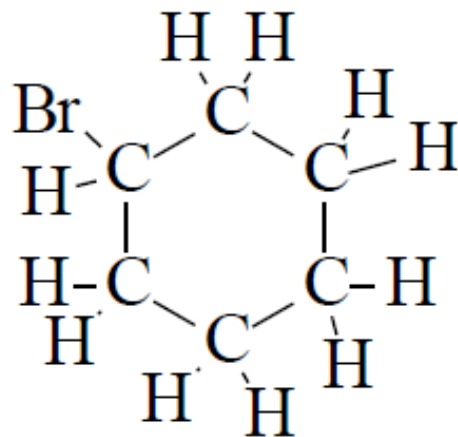
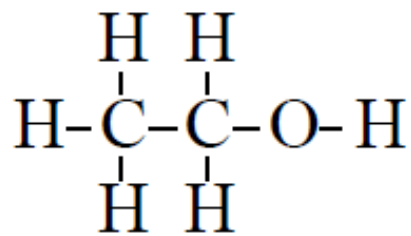
nema kraja!!!



- Veze između atoma ugljenika mogu biti jednostruke, dvostruke, trostruke ili kombinacije istih

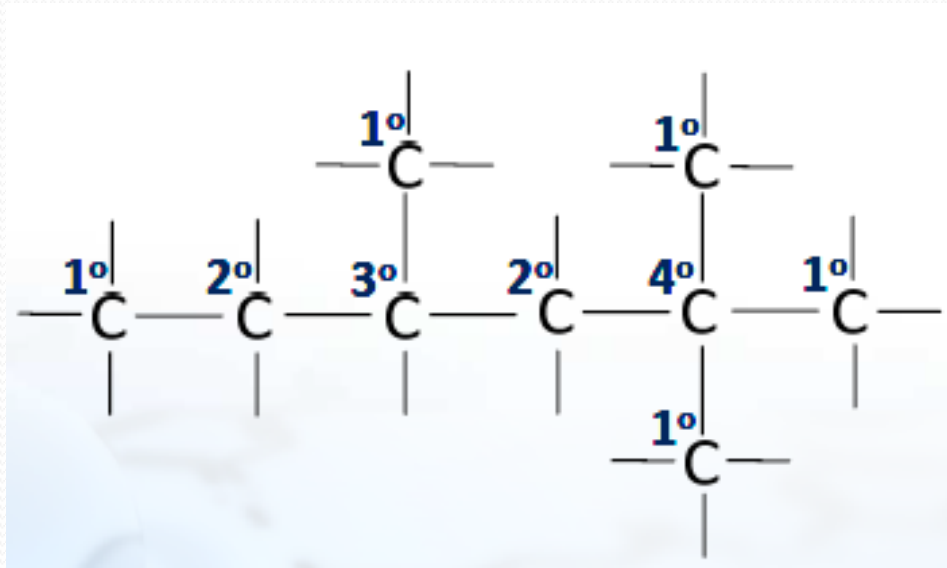


- Drugi atomi kao H,O,N,S,P, halogeni i drugi mogu se vezivati za C atome dajući veliki broj jedinjenja



Vrste ugljenikovih atoma

- *Primarni (1°)- ugljenikov atom vezan samo za još jedan ugljenikov atom*
- *Sekundarni (2°) - ugljenikov atom vezan samo za dva ugljenikova atom*
- *Tercijalni (3°) - ugljenikov atom vezan samo za još tri ugljenikova atoma*

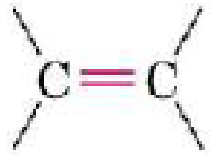


Funkcionalne grupe

- Funkcionalna grupa je atom ili grupa atoma i predstavljaju deo organskog molekula koji je centar reaktivnosti i određuje hemijsko ponašanje celog molekula.
- Funkcionalne grupe reaguju na određeni način bez obzira na ostali deo molekula.
- Postoji više tipova funkcionalnih grupa
- Funkcionalne grupe istog tipa pokazuju iste osobine bez obzira na ostatak molekula

Tipovi funkcionalnih grupa

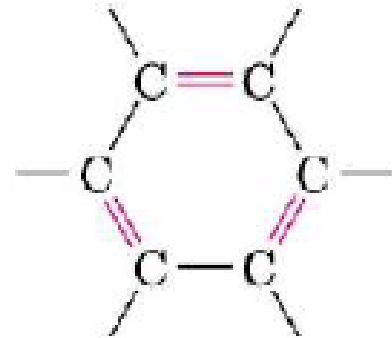
- Višestruke veze ugljenik - ugljenik



Alkeni

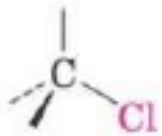


Alkini

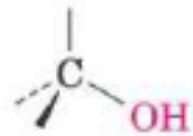


Areni
(aromatični prsten)

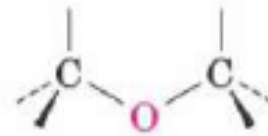
- Ugljenik vezan jednostrukom vezom za elektronegativni atom



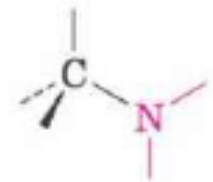
Alkil halogenid



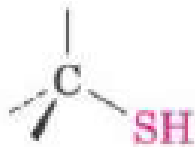
Alkohol



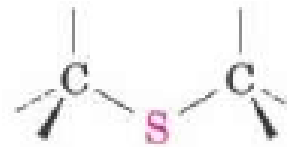
Etar



Amin

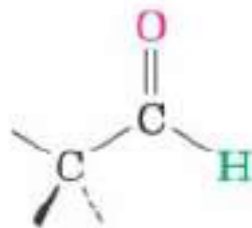


Tiol

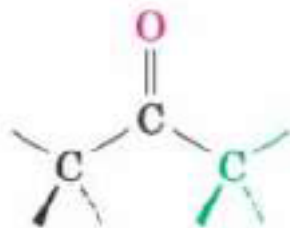


Sulfid

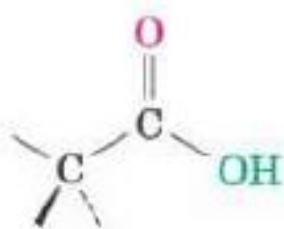
Grupe sa dvostrukom vezom ugljenik - kiseonik (karbonilne grupe)



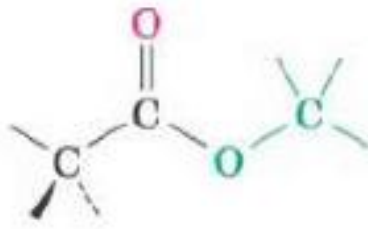
Aldehidi



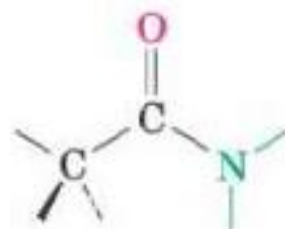
Ketoni



Karboksilne kiseline

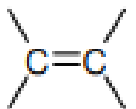
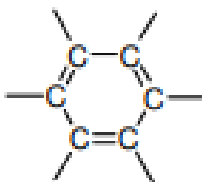


Estri



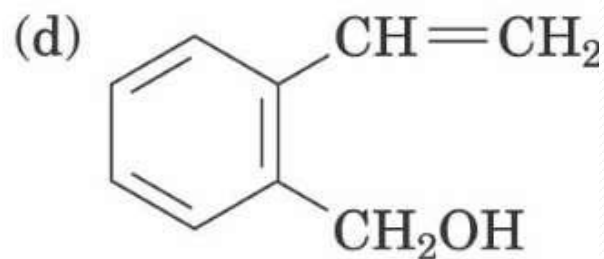
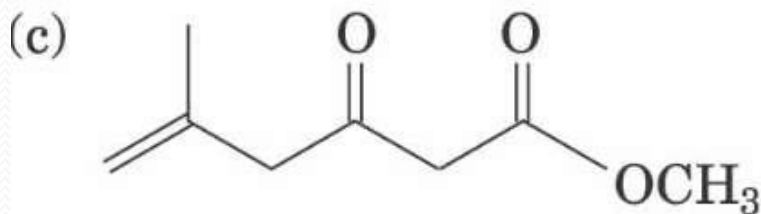
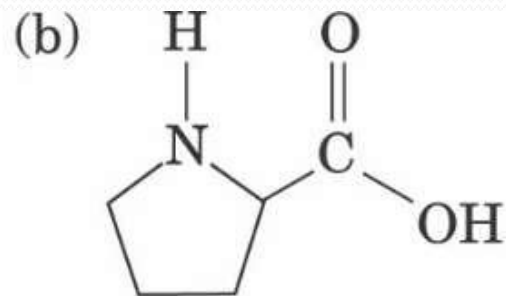
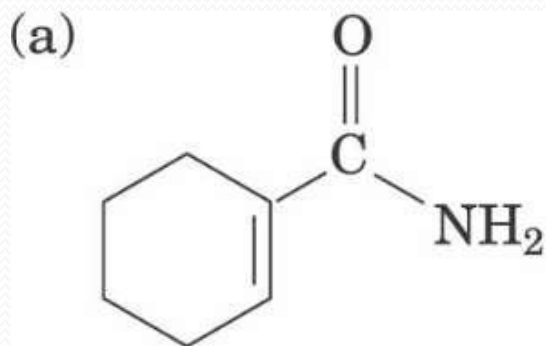
Amidi

Uobičajene funkcionalne grupe

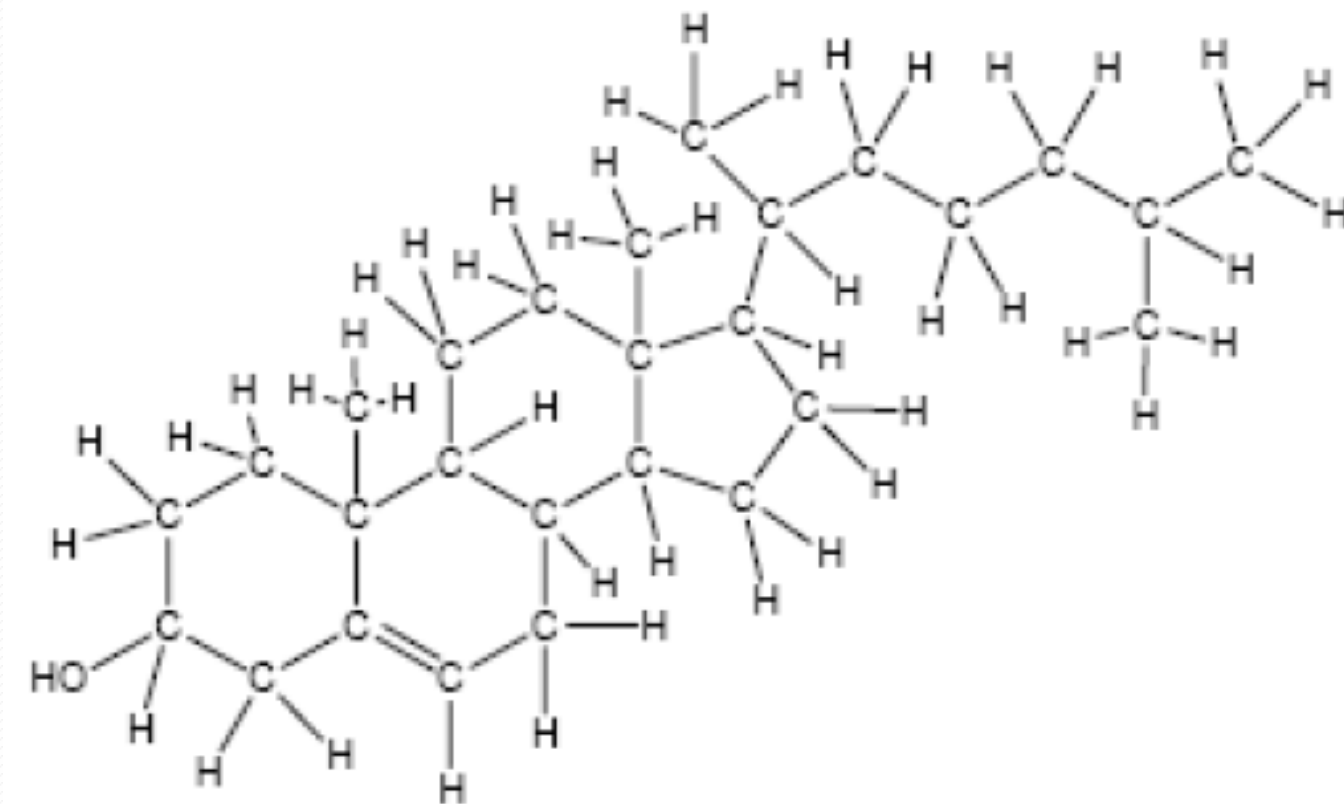
Klasa jedinjenja	Opšta formula	Funkc. grupa (FG)	Naziv FG
alkani	R-H	—	—
alkeni	$ \begin{array}{c} \text{(H)R} \quad \text{R(H)} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C} = \text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{(H)R} \quad \text{R(H)} \end{array} $		dvostruka veza
alkini	(H)R-C≡C-R(H)	—C≡C—	trostruka veza
aromatična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

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

Organska jedinjenja mogu imati više funkcionalnih grupa



Struktura organskih jedinjenja je ponekad veoma složena



Hemijske formule u organskoj hemiji

- Molekulske formule
- Potpune strukturne formule
- Racionalne strukturne formule
- Formule veza-crtica
- Molekulski modeli
- Klinaste formule

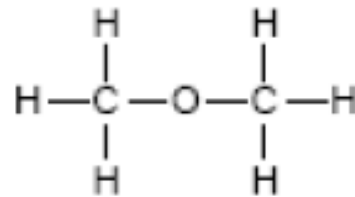
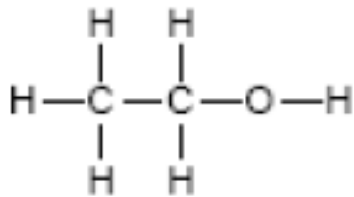
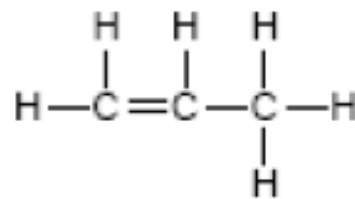
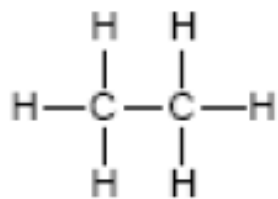
Molekulska formula:

- Prikazuje vrstu i broj atoma u molekulu



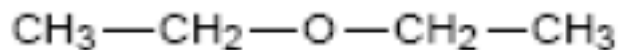
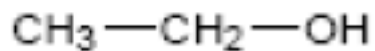
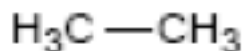
Potpune strukturne formule:

- *Prikazuje strukturu molekula, konstituciju (način vezivanja atoma u molekulu)*
- Svi atomi i sve veze su prikazane



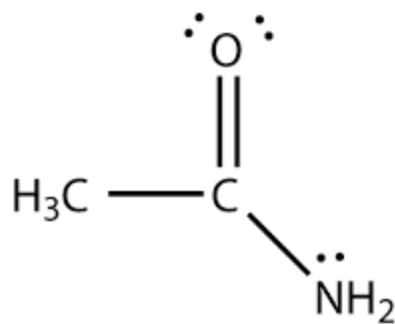
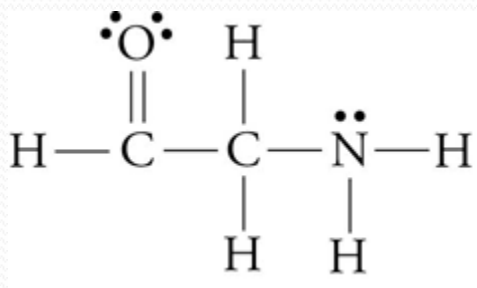
Racionalne strukturne formule:

- *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.*



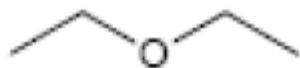
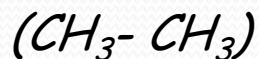
Kekulé-ova formula - vrste strukturnih formula:

- formula u razvijenom obliku*
- veze su prikazane pomoću crtica,*
- slobodni elektronski parovi su prikazani tačkicama.*

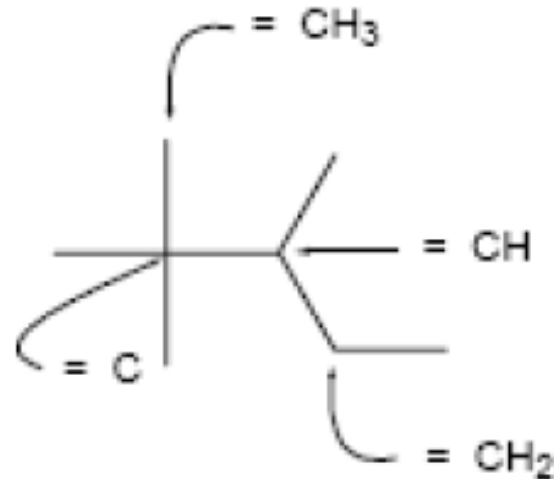
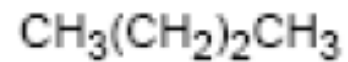
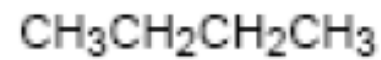
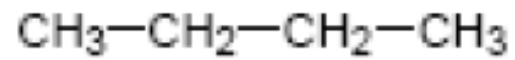
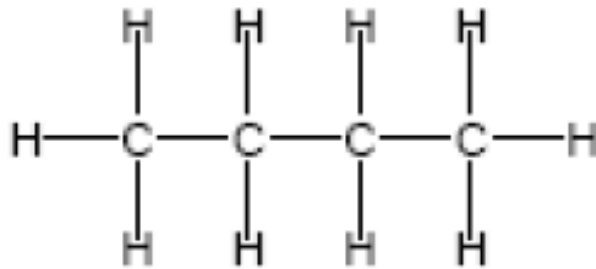


Formule veza-crtica:

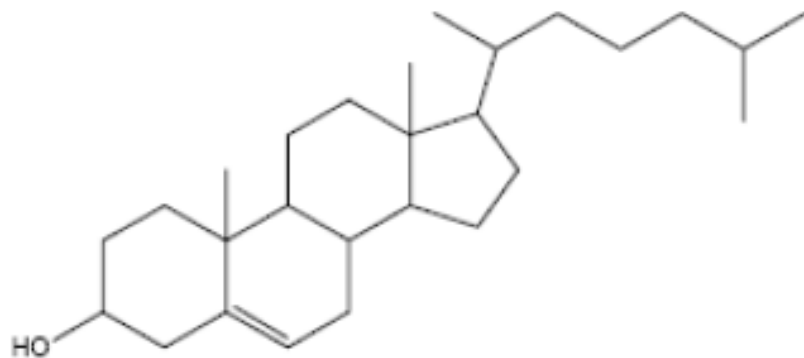
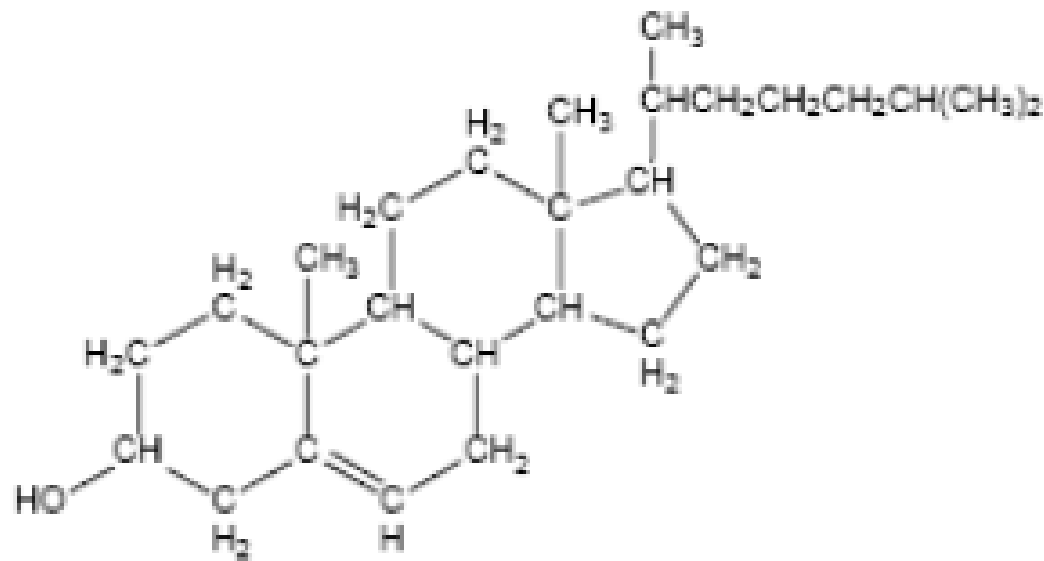
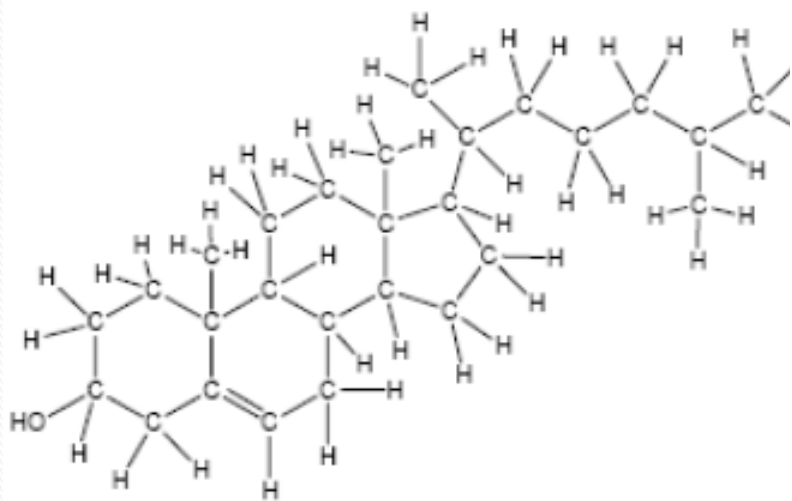
- veze su predstavljene linijama
- svaki presek linija, početak i kraj linije je C atom
- H atomi se ne prikazuju
- H na drugim atomima se moraju prikazati



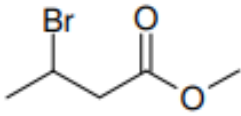
Primjeri formula:

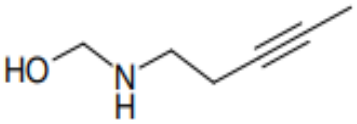


Primjer strukturne, racionalne i formule crtica:



Formule nekih jedinjenja

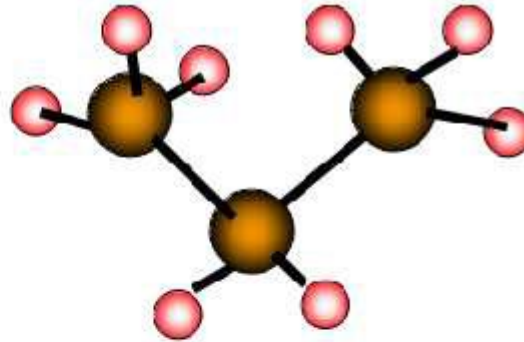
Formula	Jedinjenje 1
Kekulé-ova	$ \begin{array}{ccccccc} & \text{H} & \text{:Br:} & \text{H} & \text{:O:} & & \text{H} \\ & & & & & & \\ \text{H} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\ddot{\text{O}} & -\text{C}-\text{H} \\ & & & & & & \\ & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & & \text{H} \end{array} $
Racionalna	$ \begin{array}{c} \text{Br} \quad \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{COCH}_3 \end{array} $
"veza-crta"	

Formula	Jedinjenje 2
Kekulé-ova	$ \begin{array}{ccccccc} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \text{H} \\ & & & & & & \\ \text{H} & -\ddot{\text{O}} & -\text{C} & -\ddot{\text{N}} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & & & & \\ & & \text{H} & & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $
Racionalna	$\text{HOCH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CCH}_3$
"veza-crta"	

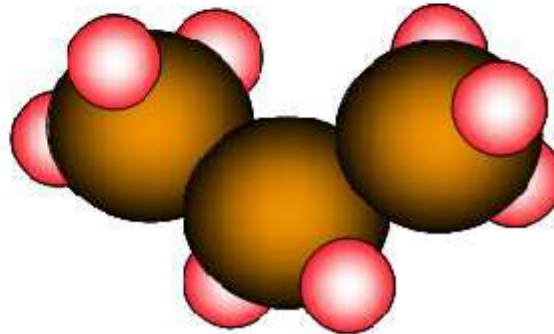
Modeli:

Trodimenzijski prikaz molekula

Loptica i štapić



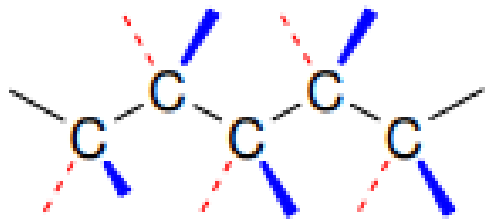
Prostorni modeli



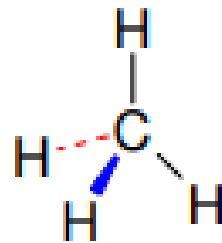
Klinaste formule:

Predstavljanje trodimenzionalne strukture organskih molekula:

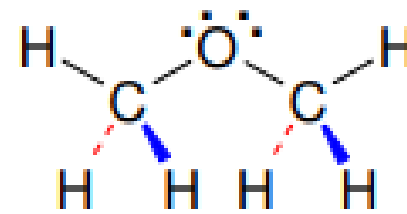
- ugljovodični niz se crta "cik-cak" - nalazi se u ravni papira (table...),*
- na svaki C-atom duž niza dodaju se klinaste pune i isprekidane crte da bi se predstavile preostale dve veze:*
- isprekidana crta - veza se nalazi **ispod** ravni lista papira,*
- klinasta crta - veza se nalazi **iznad** ravni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



uglenikov niz



metan



metoksimetan

NEKI VAŽNI POJMOVI

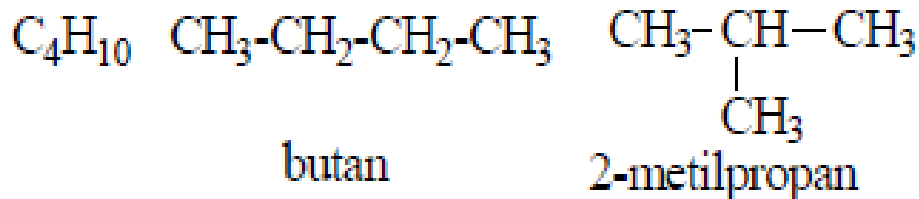
- ***STRUKTURA** (konstitucija) - redosled vezivanja atoma u molekulu.*
- ***KONFIGURACIJA** - prostorni raspored atoma i atomskih grupa u molekulu.*
- ***KONFORMACIJE** - različiti oblici molekula koji su posljedica rotacije dela molekula oko jednostruke veze (jedan isti molekul, određene konstitucije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

IZOMERIJA

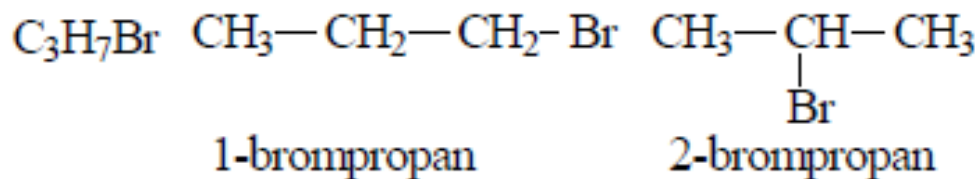
- **Izomerija** je pojava kada dva ili više jedinjenja imaju istu molekulsku formulu a različite osobine.
- Izomeri imaju različitu strukturnu formulu ili različiti prostorni raspored atoma u molekulu
- Postoji više tipova izomerije:
 - **STRUKTURNI** (konstitucionni) izomeri - razlikuju se po strukturi tj. po redosledu vezivanja atoma u molekulu,
 - **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 (konfiguracija).

Strukturna izomerija

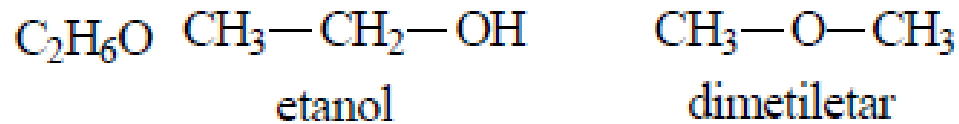
a) Izomerija niza:



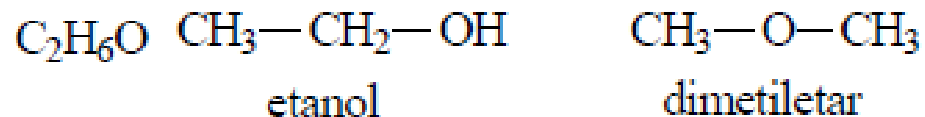
b) Izomerija položaja:



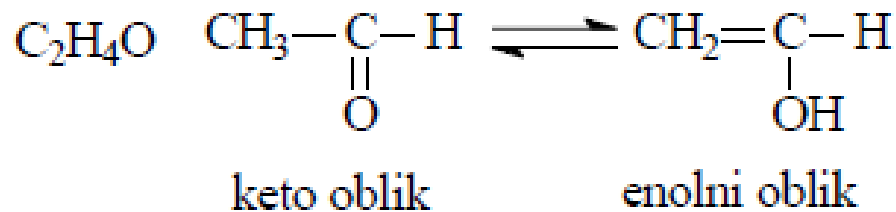
b) Izomerija funkcionalnih grupa :



c) Izomerija funkcionalnih grupa :



d) Keto-enol Tautomerija - javlja se kada se -OH grupa nalazi na C-atomu koji je povezan dvostrukom vezom.

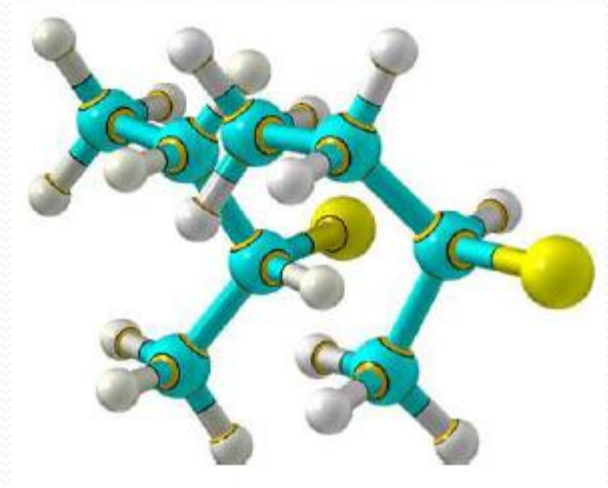


Stereoizomerija

*Ako je izomerija posljedica različitog prostornog rasporeda atoma u molekulu, tj. izomeri imaju istu strukturu, a različite perspektivne formule radi se o **prostornoj izomeriji ili stereoizomeriji**.*

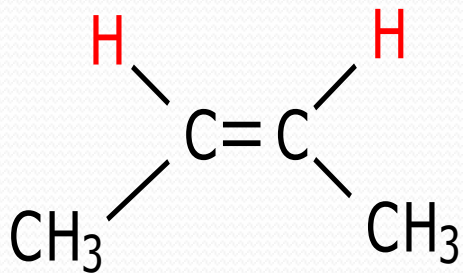
Stereoizomerija može biti:

- *Geometrijska*
- *Optička izomerija*

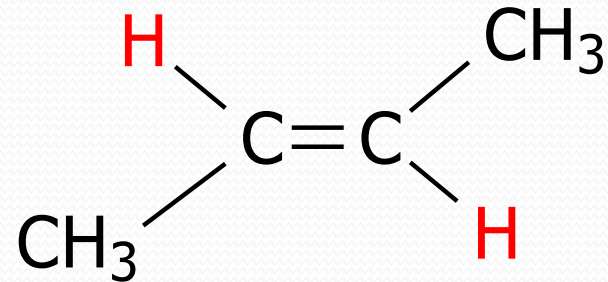


Geometrijska izomerija

Javlja se u sistemima sa dvostrukom vezom kod kojih ne postoji mogućnost rotacije oko C-C veze.



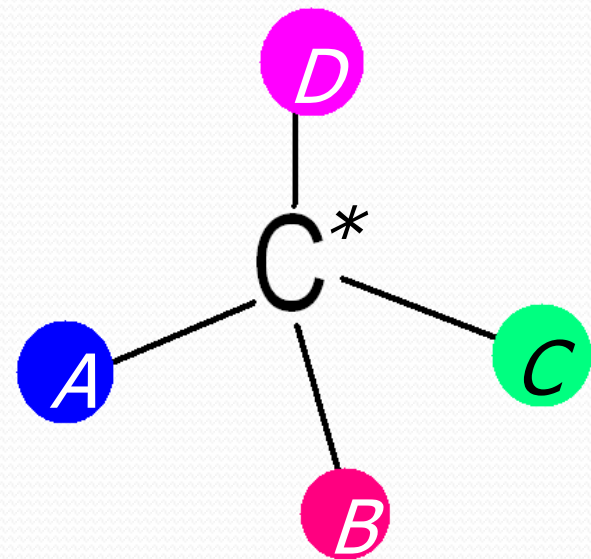
CIS-buten



TRANS-buten

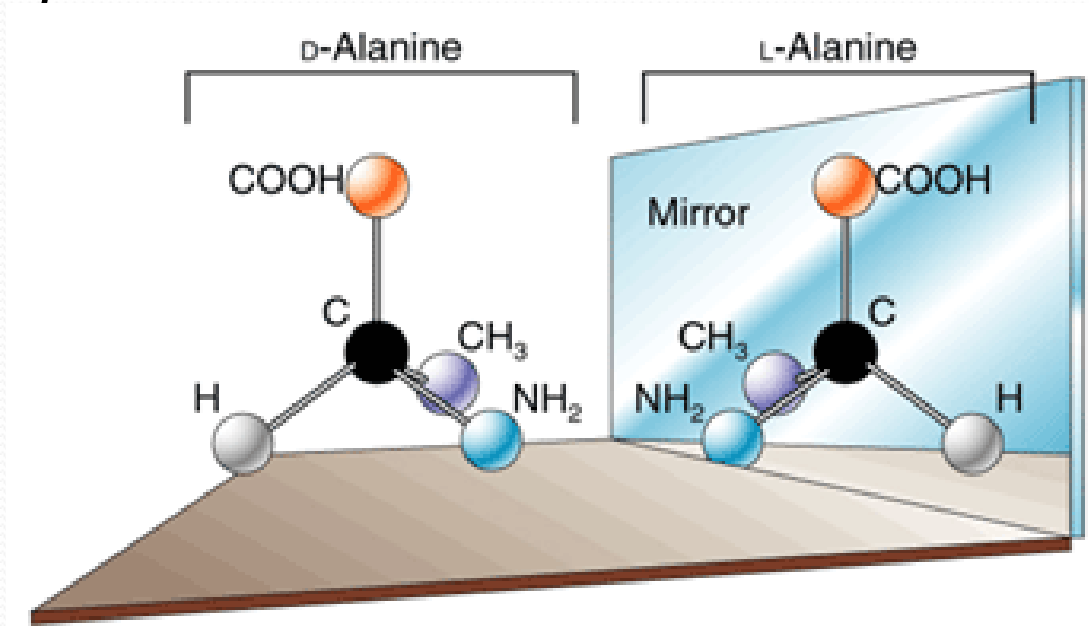
Optička izomerija

- *Javlja se kada se na tetraedarskom C-atomu nalaze vezane četiri različite funkcionalne grupe.*
- *Za molekule koji ne mogu da se preklope sa svojim likom u ogledalu, kaže se da su **HIRALNI**.*
- *Hiralni (asimetrični) C-atom; obeležava se **



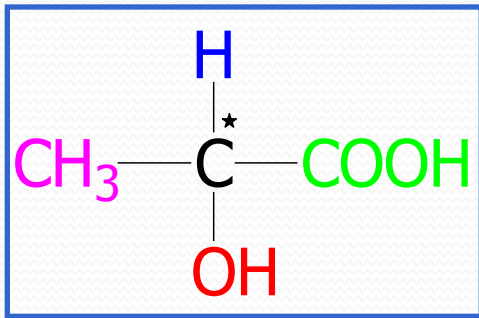
Optička izomerija

- Molekulske vrste koje se odnose kao predmet i lik u ogledalu zovu se **enantiomeri**, a pojava **enantiomerija**.
- Imaju istu gustinu, t_t , t_k , indeks prelamanja svetlosti, istom brzinom reaguju sa simetričnim molekulima
- Razlikuju se samo po tome što ravan polarizovane svetlosti obrću u suprotnom smeru.



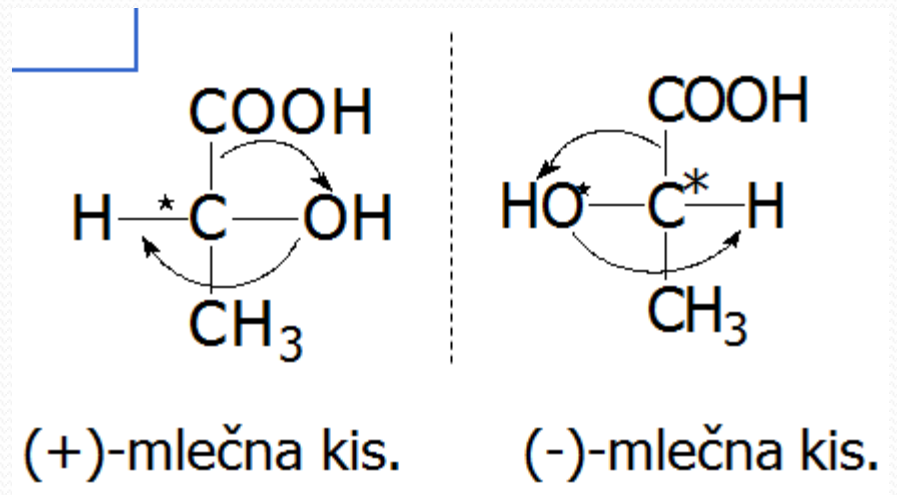
Optička izomerija

Primjer optičke izomerije na mliječnoj kiselini:



$\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ mliječna kiselina

Broj opt. izomera = 2^n
 n -broj C^*



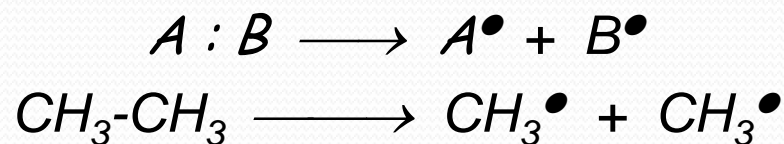
VRSTE REAKCIJA U ORGANSKOJ HEMIJI

- Organske reakcije u većini slučajeva odvijaju se na C-atomu, a mogu se odvijati i na hetero-atomu.
- Dolazi do raskidanja starih i formiranja novih veza.
- Najprije se stvara aktivirani kompleks bogat energijom iz koga preko prijelaznog stanja ili pak međuprodukata nastaju produkti.

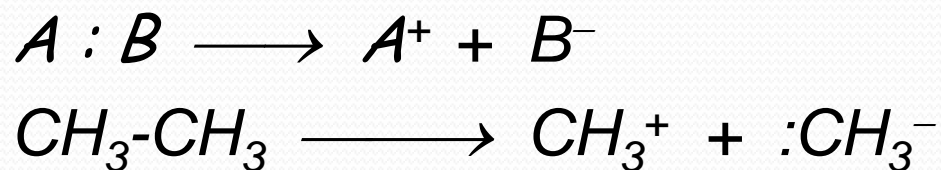
Reakcije u organskoj hemiji mogu se klasificirati na više načina:

1. Na osnovu promjena koje se događaju u elektronskoj strukturi:

a) **Homolitičke reakcije** - kovalentna veza između atoma cijepa se simetrično i svaki učesnik u vezi odnosi po jedan elektron. Međuprodukti koji pri tome nastaju zovu se slobodni radikali:



b) **Heterolitičkih reakcija** - kovalentna veza se cijepa nesimetrično i pri tome nastaju joni:



2. Podjela na osnovu prirode reagensa koji učestvuje u reakcijama:

Reagensi mogu biti:

- nukleofili
- elektrofili
- slobodni radikali

Nukleofili i elektrofili učestvuju u heterolitičkim reakcijama, a slobodni radikali u homolitičkim.

a) Nukleofilni reagensi (vole jezgro), Luisove baze, u hemijskim reakcijama daju ili otpuštaju elektrone i ponašaju se kao redukciona sredstva.

To su molekuli ili anjoni bogati elektronima koji u hemijskim reakcijama mogu da daju elektronski par.

Na primer to su:



b) Elektofilni reagensi (vole elektrone), Luisove kiseline u hemijskim reakcijama primaju elektrone.

To su različiti katjoni ili molekuli deficitarni u elektronima kao na primer:



3. Glavna podjela organskih reakcija bazira se na razlici u strukturi između reaktanata i produkata.

Po ovom kriteriju reakcije se dijele na:

- Supstitucione (S)
- Adicione (A)
- Eliminacione (E)



Reakcije supstitucije

Dolazi do zamjene jednog ili više atoma nekim drugim atomom ili atomskih grupa:

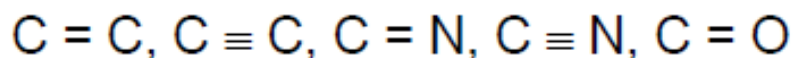


Prema prirodi reagensa, reakcije supstitucije mogu biti:

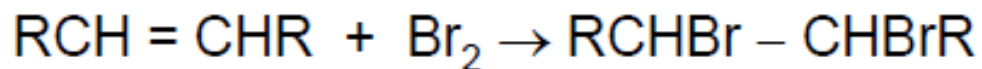
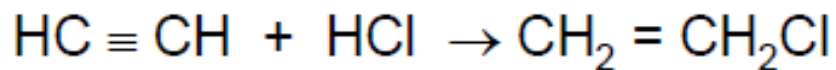
- nukleofilne supstitucije (SN)
- elektrofilne " (SE)
- slobodno-radikalske (SSR)

Reakcije adicije

- To su reakcije nezasićenih organskih jedinjenja.
- Atomi ili atomske grupe vežu se na dvostruke i trostruke veze, pa se prevode u jednostruke veze.
- Reakcije adicije mogu se odvijati na sljedeće veze:



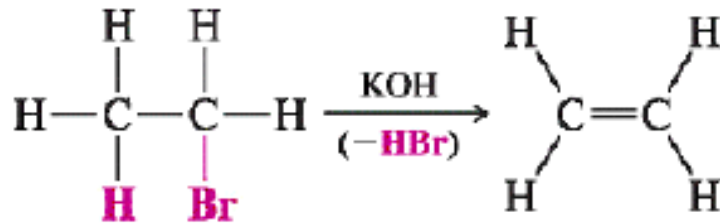
Primjeri:



Reakcije eliminacije

- Ove reakcije obrnute su reakcijama adicije.
- Izdvajaju se manji molekuli pri čemu se najčešće formira nezasićeno jedinjenje

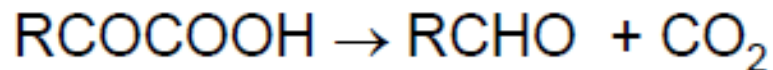
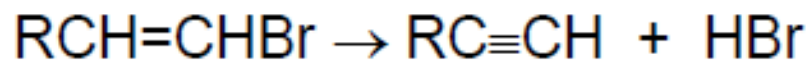
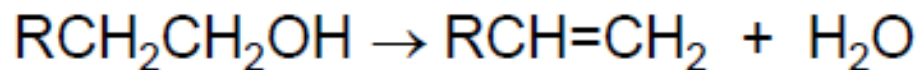
Primjer:



Reakcije eliminacije

- Eliminacija vode zove se dehidratacija,
- Halogenvodika dehidrohalogenacija, a
- CO_2 dekarboksilacija

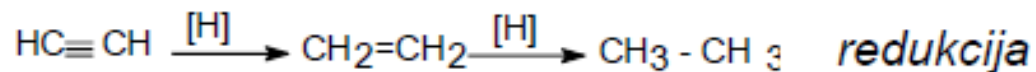
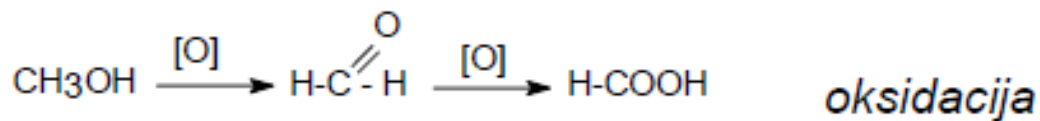
Primjer:



Reakcije oksido-redukcije

U organskoj hemiji reakcije oksido-redukcije nemaju isti smisao kao u anorganskoj hemiji.

Organska molekula se oksidira ako se smanjuje broj H atoma, a povećava broj O atoma.



Reakcije polimerizacije

- vezivanje većeg broja molekula jedne iste supstance (monomeri) u novu supstancu sa velikom molekulskom masom (polimer).

Primjer: nastajanje polivinil-hlorida iz vinil-hlorida.

