



*dr Marija Sakač
mr Andrea Gaković*

VII HEMIJA UGLJENIKOVIH JEDINJENJA

Najvažnije osobine ugljenikovog atoma su:

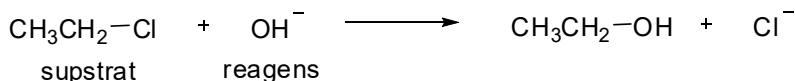
- U molekulima jedinjenja atom ugljenika gradi kovalentne veze. U jedinjenjima je ugljenik četverovalentan;
- Ugljenikovi atomi mogu međusobno da se vezuju kovalentnim vezama gradeći otvorene (aciklične) i zatvorene (ciklične) nizove;
- Ugljenikovi atomi se mogu međusobno vezivati jednostrukom, dvostrukom, odnosno trostrukom vezom. Takođe, grade jednostruke veze sa vodonikom, kao i jednostruke ili višestruke veze sa kiseonikom, azotom i sumporom.

Pored ugljenika, organska jedinjenja sadrže skoro uvek vodonik, veoma često kiseonik, azot i halogene, a ređe sumpor i fosfor.

Molekulska formula pokazuje vrstu i broj atoma koji čine jedan molekul, a *strukturna formula* nekog molekula predstavlja način i redosled vezivanja atoma u tom molekulu.

ORGANSKE REAKCIJE

Organske reakcije se odigravaju između supstrata (reaktant na kome se u toku reakcije vrši promena) i reagensa (molekul, jon ili slobodan radikal koji napada supstrat):

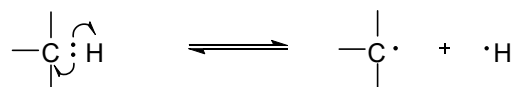


Vrste reagenasa:

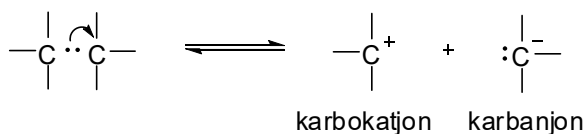
- *Nukleofilni reagensi* ili *nukleofili* – negativno naelektrisani joni (OH^- , Cl^-) ili molekuli koji mogu da daju elektronski par za stvaranje veze ($:\text{NH}_3$);
- *Elektrofilni reagensi* ili *elektrofili* – pozitivno naelektrisani joni (H^+ , Br^+ , NO_2^+) ili molekuli koji mogu da prime elektronski par.

Vrste organskih reakcija:

- *Slobodnoradikalске reakcije* – reakcije pri kojima dolazi do homolitičkog raskidanja veza (po jedan elektron veze pripada svakom od atoma koji su gradili tu vezu), pri čemu nastaju slobodni radikali koji su veoma reaktivni i koji učestvuju u daljoj reakciji:

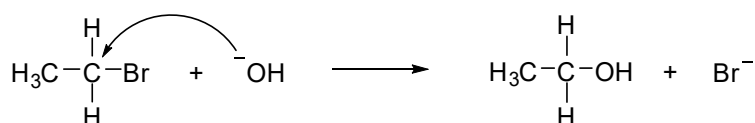


- *Jonske reakcije* – reakcije pri kojima dolazi do heterolitičkog raskidanja kovalentne veze (veza se raskida tako da zajednički elektronski par pripadne jednom fragmentu), pri čemu nastaju pozitivno naelektrisani joni (katjoni) i negativno naelektrisani joni (anjoni), koji stupaju dalje u reakciju:

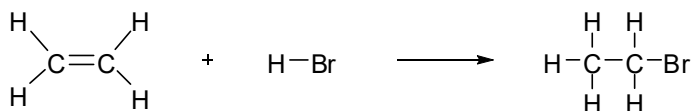


Tipovi organskih reakcija:

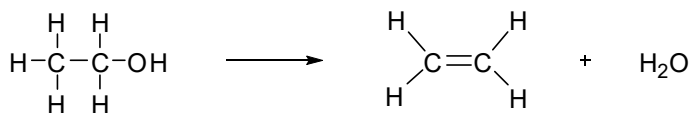
- *Supstitucione reakcije* – reakcije kod kojih se jedan atom ili grupa na ugljenikovom atomu zamenjuju drugim atomom ili grupom:



- *Adicione reakcije* – reakcije kod kojih se dva molekula jedine i daju nov molekul:



- *Eliminacione reakcije* – reakcije pri kojima se iz supstrata izdvaja neki manji molekul:



UGLJOVODONICI

Ugljovodonici su organska jedinjenja koja se sastoje samo iz ugljenika i vodonika.

- **Alkani** (parafini) – zasićeni aciklični ugljovodonici opšte formule C_nH_{2n+2} . Nazivi svih alkana se završavaju na **-an**. Iz alkana se izvode alkil-grupe, oduzimanjem jednog vodonikovog atoma. Nazivi alkil-grupa se završavaju na **-il** (tabela VII.1.).

Tabela VII.1. Homologi red alkana i alkil-grupa

Alkan	Molekulska formula	Alkil-grupa	Strukturna formula alkil grupe
Metan	CH_4	Metil	CH_3-
Etan	C_2H_6	Etil	CH_3CH_2-
Propan	C_3H_8	Propil	$CH_3CH_2CH_2-$
n-Butan	C_4H_{10}	n-Butil	$CH_3CH_2CH_2CH_2-$

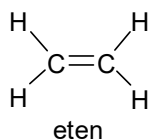
U molekulima alkana ugljenikovi atomi su sp^3 hibridizovani i vezani su jednostrukim, tzv. σ -vezama za četiri susedna atoma. σ -Veza nastaje koaksijalnim preklapanjem sp^3 hibridizovane orbitale jednog C-atoma sa orbitalom drugog atoma (preklapanje duž ose koja spaja dva atoma).

Glavni prirodni izvori alkana su nafta (viši alkani) i zemni gas (metan, etan, propan, butan).

Alkani su slabo reaktivna jedinjenja. Karakteristične reakcije su: sagorevanje, piroliza (termičko razlaganje) i halogenovanje.

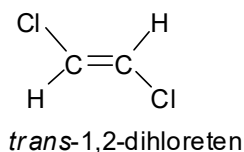
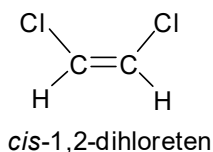
- **Alkeni** – nezasićeni aciklični ugljovodonici opšte formule C_nH_{2n} .

Nazivi alkena se završavaju na **-en**, a izvode se iz naziva odgovarajućih alkana sa istim brojem C-atoma, tako što se odbija nastavak **-an**, a doda nastavak **-en**. Najjednostavniji alken ima molekulsku formulu C_2H_4 i naziva se **eten** ili **etilen**:



Funkcionalna grupa alkena je dvostruka $C=C$ veza, a ugljenikovi atomi koji grade dvostruku vezu su sp^2 hibridizovani. Dvostruka veza se sastoji od jedne σ - i jedne π -veze. π -Veza nastaje bočnim preklapanjem $2p$ orbitala.

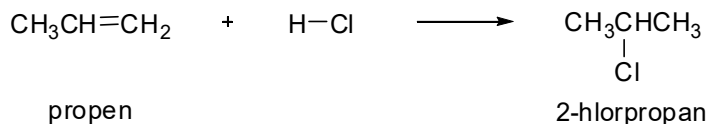
Kod nesimetrično supstituisanih alkena na dvostrukoj vezi se javlja prostorna izomerija (stereoizomerija), poznata pod nazivom *cis-trans* ili geometrijska izomerija:



Prostorni raspored atoma u molekulu naziva se *konfiguracija*.

Niži alkeni se dobijaju krakovanjem (pirolizom) nafte. U laboratoriji alkeni se najčešće dobijaju iz halogenalkana ili alkohola reakcijama eliminacije.

Za alkene su karakteristične reakcije adicije:



- **Alkini** – nezasićeni aciklični ugljovodonici opšte formule C_nH_{2n-2}

Nazivi alkina se završavaju na **-in**, a izvode se iz imena odgovarajućih alkana sa istim brojem C-atoma, tako što se odbija nastavak **-an**, a doda nastavak **-in**. Najjednostavniji, a ujedno i najvažniji alkin ima molekulsku formulu C_2H_2 i naziva se **etin** ili acetilen:



Funkcionalna grupa alkina je trostruka $C\equiv C$ veza, koja se sastoji od jedne σ - i dve π -veze. Ugljenikovi atomi koji učestvuju u građenju trostruke veze su *sp* hibridizovani.

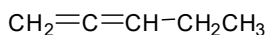
Trostruka veza je, kao i dvostruka, podložna reakcijama adicije.

- **Alkadieni** – nezasićeni aciklični ugljovodonici koji sadrže dve dvostruke veze.

Nazivi diena se izvode iz alkena, samo što se umesto nastavka **-en** dodaje nastavak **-dien**.

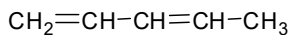
Ukoliko su dvostruke veze u dienu vezane za jedan ugljenikov atom, radi se o *kumulovanim dienima*. Dieni kod kojih su dve dvostruke veze rastavljene jednom jednostrukom vezom nazivaju se *konjugovani dieni*. *Dieni sa izolovanim dvostrukim vezama* sadrže dvostruke veze koje su razdvojene sa najmanje dve jednostruke veze.

kumulovane dvostruke veze



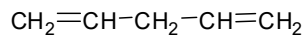
penta-1,2-dien

konjugovane dvostruke veze



penta-1,3-dien

izolovane dvostruke veze

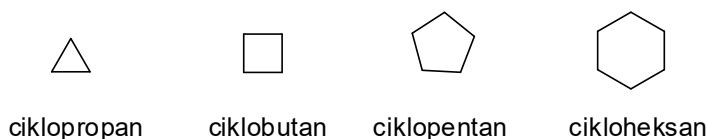


penta-1,4-dien

Dieni sa izolovanim dvostrukim vezama po hemijskoj reaktivnosti su slični alkenima. Kod konjugovanih diena karakteristična reakcija je 1,4-adicija, pri kojoj se reagens adira na krajevima konjugovanog sistema, a dvostruka veza se premešta u sredinu sistema.

- **Cikloalkani** – zasićeni ciklični ugljovodonici opšte formule C_nH_{2n} , kod kojih su ugljenikovi atomi vezani jednostrukim vezama.

Nazivi cikloalkana se dobijaju dodavanjem prefiksa **ciklo-** ispred naziva odgovarajućeg alkana:

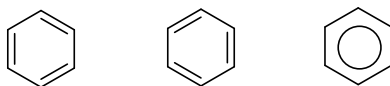


Hemijske osobine cikloalkana su iste kao kod alkana, s tom razlikom što su mali prstenovi (ciklopropan i ciklobutan) reaktivniji od ostalih prstenova i podležu reakcijama adicije.

- **Aromatični ugljovodonici** (areni) – nezasićeni ciklični ugljovodonici sa aromatičnom strukturom.

Aromatičnu strukturu karakteriše ciklična konjugacija dvostrukih veza, planarnost sistema i određen broj π -elektrona ($4n + 2$, $n = 0, 1, 2, \dots$).

Najvažniji predstavnik aromatičnih jedinjenja je benzen. Struktura benzena se može predstaviti na više načina, a najpravičnije je sa krugom u pravilnom šestougaoniku:



Aromatična jedinjenja podležu reakcijama elektrofilne aromatične supstitucije:

