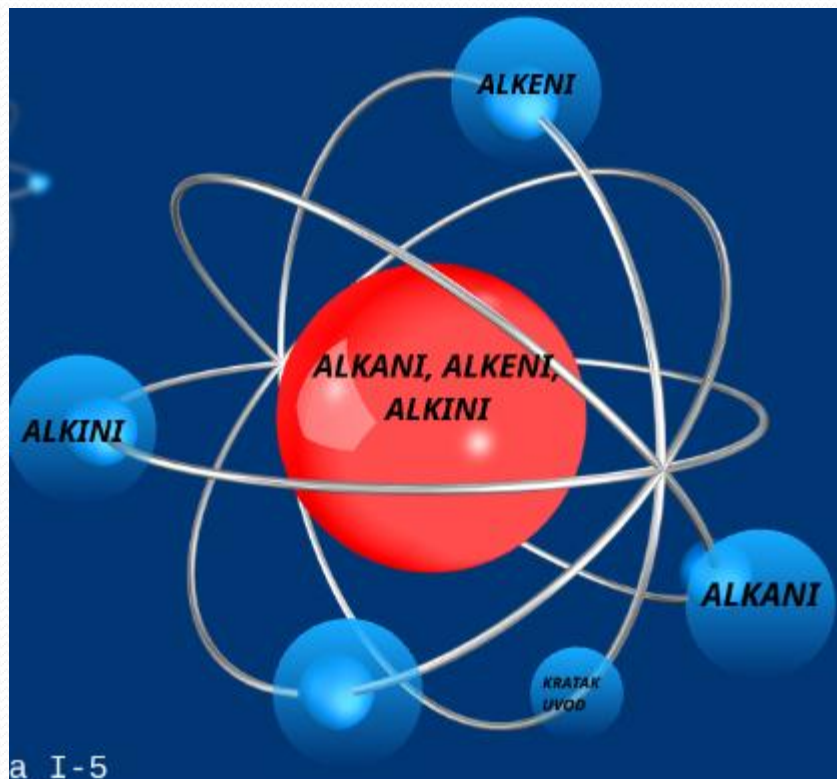


# UGLJOVODONICI

Organska jedinjenja koja sadrže samo ugljenik i vodonik (C i H)



## Podela ugljovodonika



## Hemijske osobine ugljovodonika

Ugljovodonici	Veze u molekulu	Hemijska reaktivnost	Vrsta hem. reakcija
Zasićeni	jednostruke	slabo reaktivni	supstitucija oksidacija
Nezasićeni	dvostruke trostruke	reaktivni	adicija oksidacija polimerizacija
Aromatični	Konjugovane dvostruke	reaktivni	elektrofilna aromatična supstitucija

# ALKANI

- *zasićeni ugljovodonici ili parafini (latinski: parum affinis)*
- *predstavljaju koren porodičnog stabla organskih molekula*
- Sadrže samo C i H
- Nemaju funkcionalnih grupa
- Svi C- atomi su  $sp^3$  hibridizovani
- U molekulama se nalaze samo jednostruke veze
- Opšta formula  $C_nH_{2n+2}$
- U homologom nizu alkana svaki sledeći član se razlikuje od prethodnog za  $-CH_2-$

# ALKANI

- *Nalaze se u prirodnom gasu*
- *Nafta*
  - *benzin, ulja za podmazivanje, vazelinski i parafinski voskovi, katran i smole*
  - *sirovine za proizvodnju plastičnih masa, sintetičkih vlakana i gume, alkohola, antifriza i mnogih drugih petrohemijskih proizvoda*



## Homologni niz alkana

- Homologni niz-niz jedinjenja u kome se svaki sledeći član se razlikuje od prethodnog za istu atomsku grupu
- Kod alkana za grupu  $-CH_2-$
- Prva četiri člana homolognog niza imaju trivijalne nazive, a ostali tako što se ime odgovarajućeg broja na latinskom doda nastavak -an
- Metan, etan, propan, ...
- *Trivijalna ili obična imena davana su jedinjenjima kojima nije bila poznata struktura i najčešće su ukazivala na njihovo poreklo ili neku specifičnu osobinu*

## *Homologni niz alkana*

Broj atoma ugljenika	Formula alkana	Ime alkana
1	CH <sub>3</sub>	metan
2	CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	etan
3	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	propan
4	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	butan
5	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	pentan
6	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	heksan
7	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	heptan
8	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	oktan
9	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	nonan
10	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	dekan
12	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	dodekan
20	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>	eikosan

# Alkil-grupe

- Deo molekula koji se dobija uklanjanjem jednog H-atoma iz molekula alkana.
- Imenuje se tako što se od naziva alkana oduzme sufiks **-an** i doda sufiks **-il**.

- Metil  $\text{CH}_3-$
- Etil  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-$
- Propil  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$
- Izopropil  $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3$



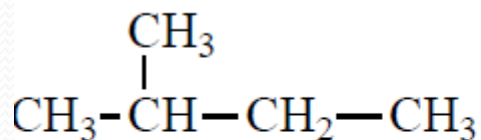
## IUPAC nomenklatura alkana

*1892. godine u Ženevi održan sastanak Međunarodne Unije za čistu i primenjenu hemiju (International Union of Pure and Applied Chemistry - IUPAC), na kome je usvojena tzv. Ženevska nomenklatura ili IUPAC sistem nomenklature organskih jedinjenja.*

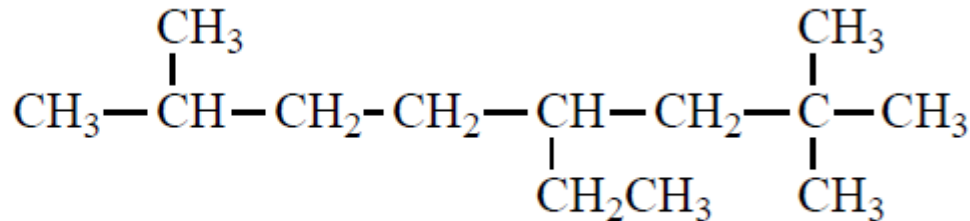
- Prva četiri zasićena nerazgranata aciklična ugljovodonika nazivaju se metan, etan, propan i butan.*
- Imena viših članova homologog niza izvedena su iz numeričkog prefiksa i nastavka "-an"*

- Najduži niz je osnovni niz.
- Grupe vezane za osnovni niz su supstituenti.
- Ukoliko molekul ima dva ili više nizova iste dužine, onaj sa većim brojem supstituenta je osnovni niz.
- Imenovati kao alkil-supstituyente sve grupe vezane za najduži niz.
- Ako je supstituent račvast primenjuju se ista pravila kao i za osnovni niz.
- Numerisati ugljenikove atome najdužeg niza polazeći od onog kraja koji je najbliži supstituentu.
- Ukoliko dva supstituenta mogu biti na istom rastojanju od dva različita kraja niza, osnovni niz se numeriše prema abecednom redu.

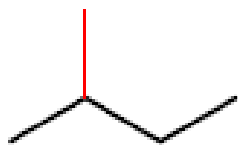
## Primjeri:



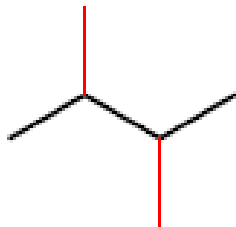
2-metilbutan  
ne 3-metilbutan



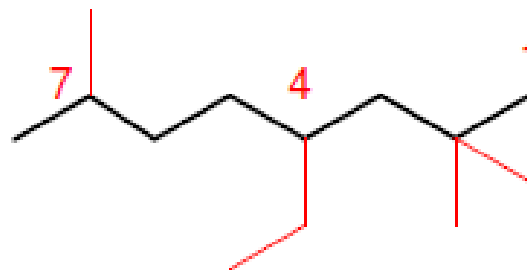
4-etil-2,2,7-trimetiloktan



2-metilbutan



2,3-dimetilbutan



4-etil-2,2,7-trimetiloktan

## Fizičke osobine alkana

- Nepolarni su i nerastvorljivi u vodi
- Gustina  $0,65-0,75 \text{ g/cm}^3$  - plivaju na vodi
- Niske tačke topljenja i ključanja, rastu sa porastom broja C-atoma
- 1 -4 C- atoma gasovi
- 5 - 10 C- atoma tečnosti
- preko 10 C-atoma čvrsti

## Hemijske osobine alkana

*Na sobnoj temperaturi inertna - slabo reaktivna - jedinjenja; otuda im i naziv parafini (latinski: parum affinis)*

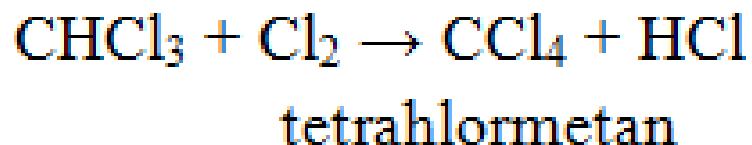
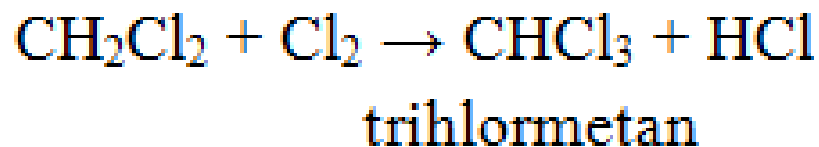
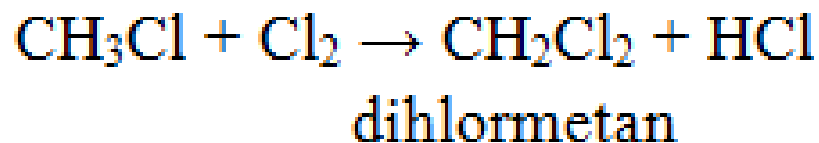
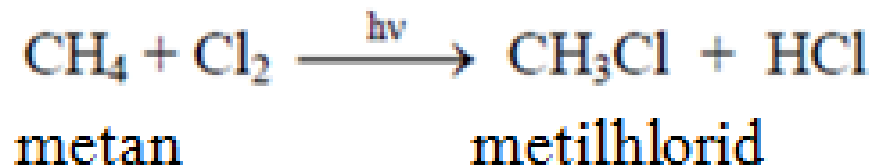
*Pod oštrijim uslovima i prema određenim reagensima, alkani mogu biti vrlo reaktivni*

*Reakcije kojima podležu ne koriste se mnogo u laboratorijama, ali imaju veliku industrijsku primenu.*

*Karakteristične reakcije su:*

- Reakcije supstitucije*
- Reakcije sagorevanja*

## Hlorovanje alkana



## Reakcija supstitucije sa $HNO_3$ i $H_2SO_4$

### Nitrovanje

- Na sobnoj temperaturi nema reakcije
- cc  $HNO_3$  povećana temp. - oksidacija
- Razbl.  $HNO_3$  povećana temp. - nitrovanje



### Sulfonovanje

- • cc  $H_2SO_4$  sobna temp. - nema reakcije
- • cc  $H_2SO_4$  povećana temp. - oksidacija
- • cc  $H_2SO_4$  pažljivo zagrevanje. - sulfonovanje



## Oksidacija, sagorevanje alkana

Prilikom sagorevanja alkana oslobađa se velika količina toplote:





## Dobijanje alkana

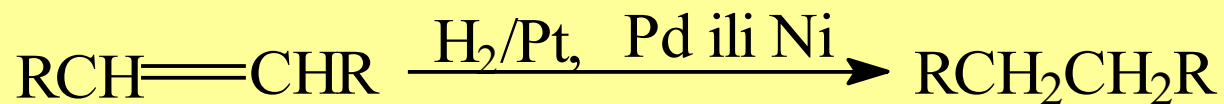
### U industriji:

- preradom nafte i zemnog gasa. Metan se obrazuje pri dejstvu anaerobnih (koji se razvijaju bez prisustva vazduha) mikroorganizama na različite biljne organske ostatke (npr. celulozu):



### Laboratorijsko dobijanje:

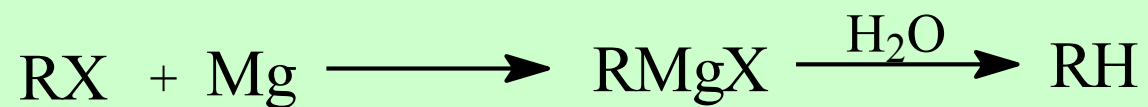
#### 1. Hidrogenovanje alkena i alkina



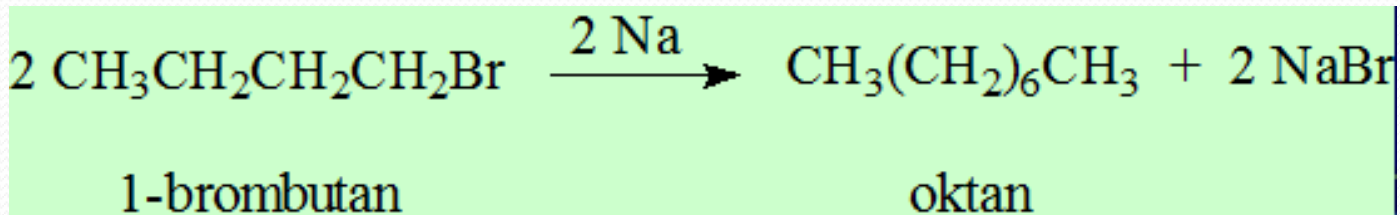
# Dobijanje alkana

## 2. Redukcijom alkil-halogenida

- Hidroliza Grignard-ovog reagensa



- WURTZ-ova reakcija



# CIKLOALKANI (nafteni)

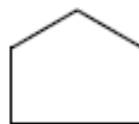
- Zasićeni ciklični ugljovodonici koji su C-atomi vezani u obliku prstena sigma hemijskim vezama i  $sp^3$  su hibridizovani.
- Cikloalkani dobijaju imena isto kao i alkani samo što se kod cikloalkana dodaje prefiks - **ciklo**.



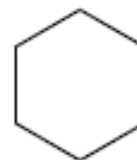
ciklopropan



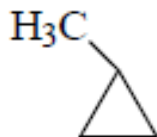
ciklobutan



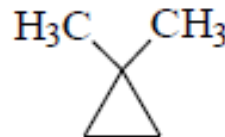
ciklopentan



cikloheksan

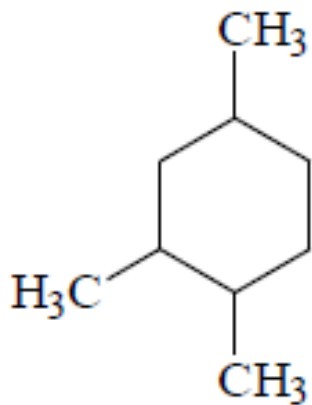


metilciklopropan

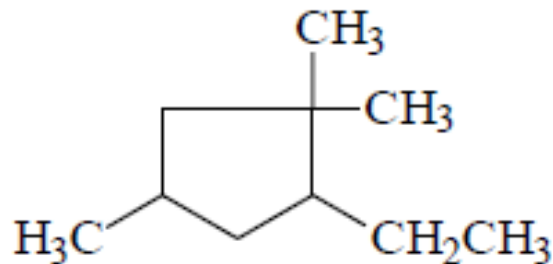


1,1-dimetilciklopropan

Derivati cikloalkana dobijaju imena tako što se prvo obeleže brojevi na kojima se prvo napišu grupe takvim redom da imaju što manje moguće brojeve, kaže se ime alkil grupe pa ime cikloalkana.

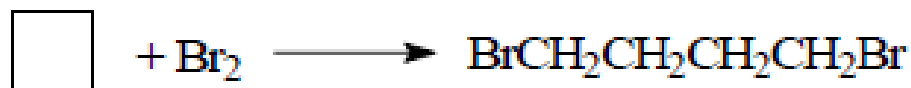


1,2,4-trimetilcikloheksan

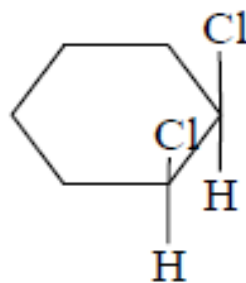
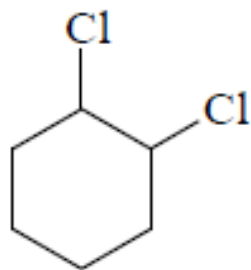


2-etil-1,1,4-trimetilciklopentan

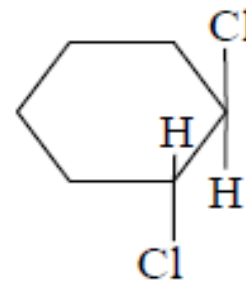
- Cikloalkani se nalaze u nafti i zato su nafteni.
- Ima ih u prirodnim proizvodima, voću i povrću, po osobinama su slični alkanima.
- Tačka ključanja raste sa porastom mase.
- Pokazuju karakteristične reakcije za alkane, to jest reakcije supstitucije i sagorevanja.
- Izuzetak su ciklopropan i ciklobutan koji se ponašaju slično nezasićenim ugljovodonicima



Kod disupstituisanih cikloalkana (ako je supstitucija izvršena na različitim ugljenikovim atomima), javlja se cis-trans izomerija.

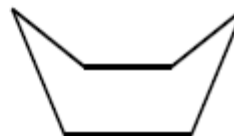
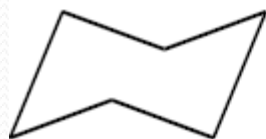


cis-1,2-dihlorcikloheksan



trans-1,2-dihlorcikloheksan

Cikloheksan se javlja u dve konformacije: konformacija stolice- najstabilnija i konformacija kreveta.



## Upotreba alkana

Zemni gas je smješa metana, etana propana i butana, a koristi se kao gorivo.



Nafta je smješa alkana, cikloalkana (naftena) i aromatskih ugljovodonika

Čvrsti alkani, parafini upotrebljavaju se za proizvodnju svijeća.

Vazelin smješa viših alkana upotrebljava se u medicini i kozmetici.



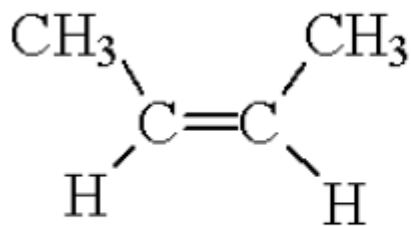
# ALKENI

- nezasićeni ugljovodici
- pored  $sp^3$ , sadrže i  $sp^2$  hibridizovane C-atome (dvostruke veze)
- ugljenikovi atomi povezani dvostrukom vezom su  $sp^2$ -hibridizovani, što znači da, pored  $\sigma$ -veze sadrže i  $\pi$ -vezu.
- posledica postojanja  $\pi$ -veze je skraćena dužina veze u odnosu na jednostruku vezu.

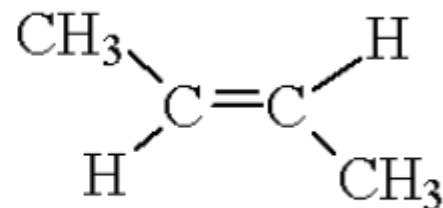


Na sobnoj temperaturi nije moguća rotacija oko dvostruke veze (ograničena rotacija) što u nekim slučajevima uzrokuje postojanje dva stereoizomera (geometrijski izomeri) koji se mogu razlikovati u reaktivnosti i fizičkim svojstvima.

- cis, izomer (iste grupe sa iste strane dvostruke veze)
- trans - izomer (iste grupe sa suprotne strane dvostruke veze)



cis-2-buten

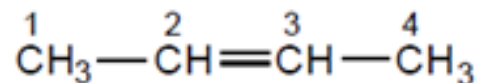
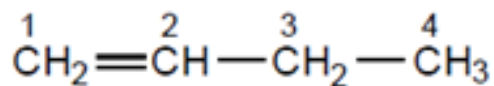


trans-2-buten

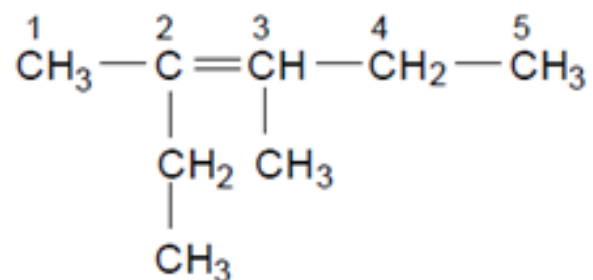
# NOMENKLATURA

- Imena alkena se izvode iz imena odgovarajućih alkana sa istim brojem ugljenikovih atoma; odbije se nastavak **-an** i na njegovo mesto dodaje nastavak **-en**.
- Položaj dvostruke veze se označava brojem prvog ugljenikovog atoma za koga je vezana dvostruka veza.
- Numerisanje atoma ugljeni se vrši brojevima tako da su ugljenikovi atomi na kojima se javlja dvostruka veza obeleženi najmanjim mogućim brojevima. Taj broj se stavlja ispred imena alkena.
- Ako je alken račvast obeležavanje se vrši na isti način kao i kod alkana.

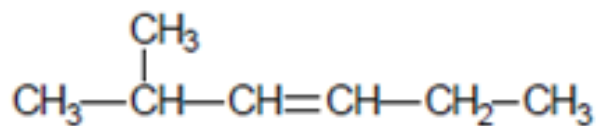
Primjer:



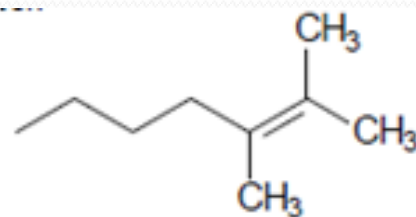
1-buten i 2-buten



2-etil-3-metil-2-penten



2-metil-3-heksen  
(ne, 5-metil-3-heksen)



2,3-dimetil-2-hepten

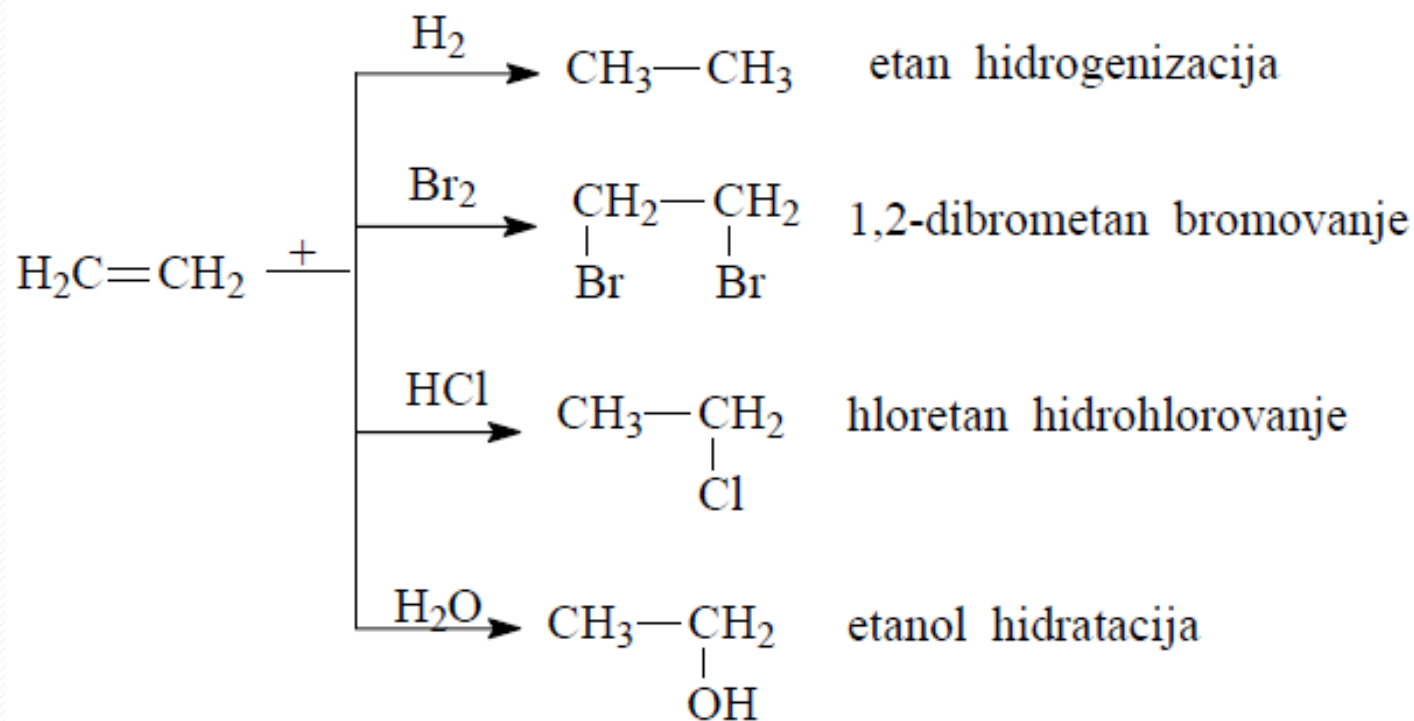
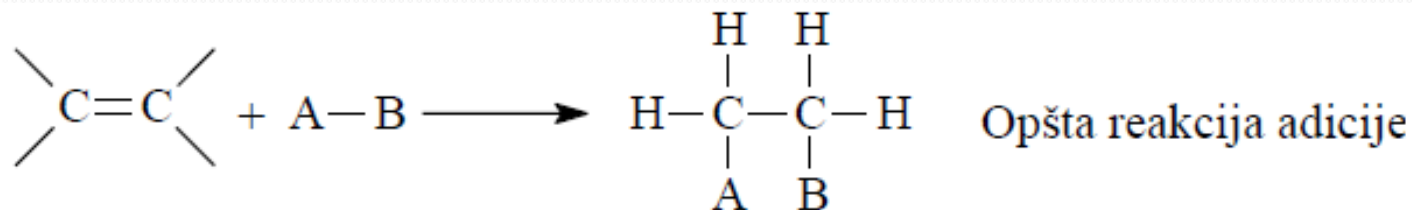
## *Fizičke i hemijske osobine*

- *Fizičke osobine: slični alkanima, tačke ključanja su im niže od alkana s istim brojem C-atoma; apsorbuju UV-svetlo (zbog  $\pi$ -elektrona)*
- *Hemijske osobine: veoma su reaktivni zbog prisustva dvostruke veze.*

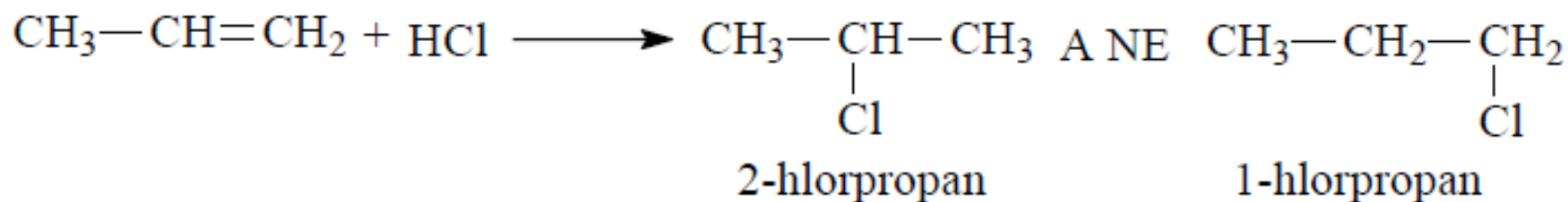
### *Najvažnije reakcije:*

- *Reakcije adicije*
- *Reakcije oksidacije*
- *Reakcije polimerizacije*

# Reakcije adicije



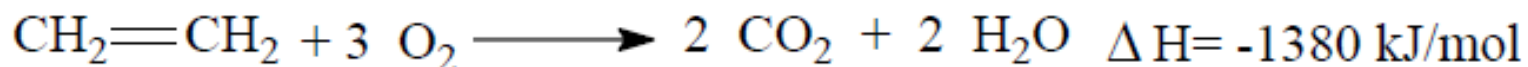
Adicija HX na nesimetrične alkene **Markovnikovljevo pravilo**:



Kada ugljenikovi atomi koji su činili dvostruku vezu ne sadrže isti broj H atoma, onda se vodonik iz reagensa vezuje za C-atom koji ima više vezanih vodonikovih atoma.

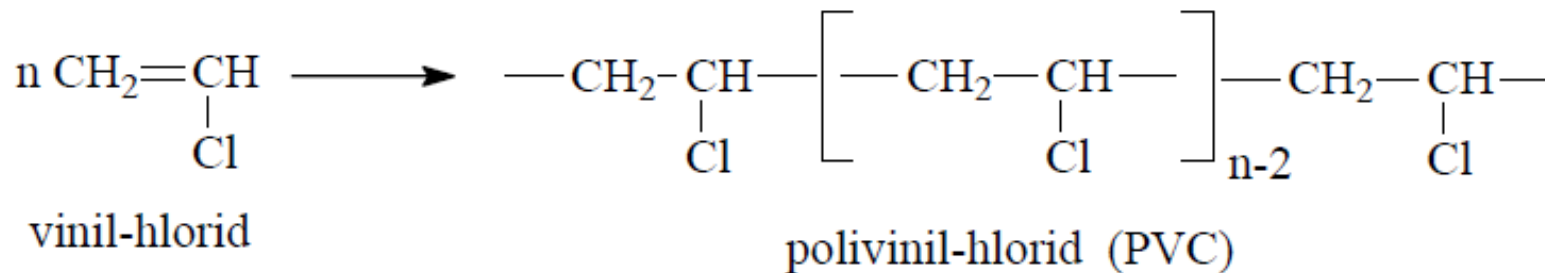
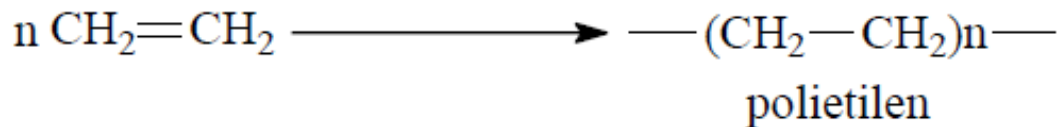
## Reakcije oksidacije

### 1. Sagorevanje:

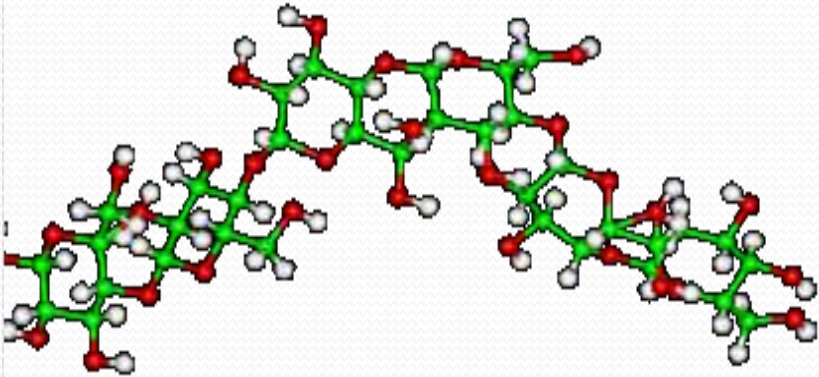


## Reakcije polimerizacije

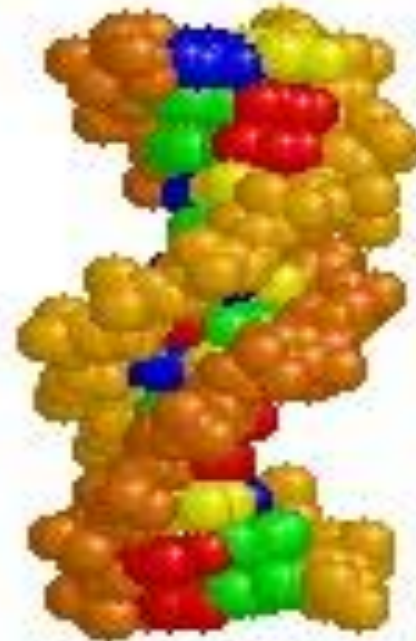
- Građenje makromolekula; dolazi do stvaranja slobodnih radikala i počinje lančana reakcija*



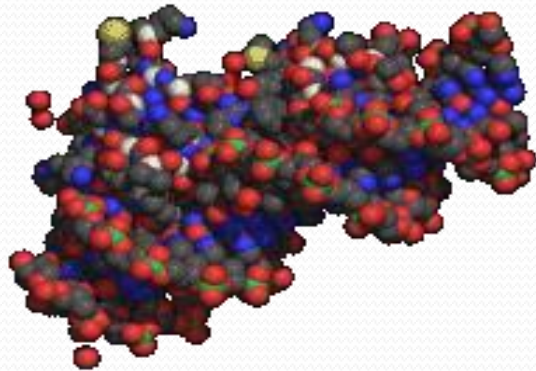
## **BIOLOŠKI VAŽNI POLIMERI**



*POLISAHARIDI – skrob,  
celuloza, glikogen*



*POLINUKLEOTIDI – DNK, RNK*

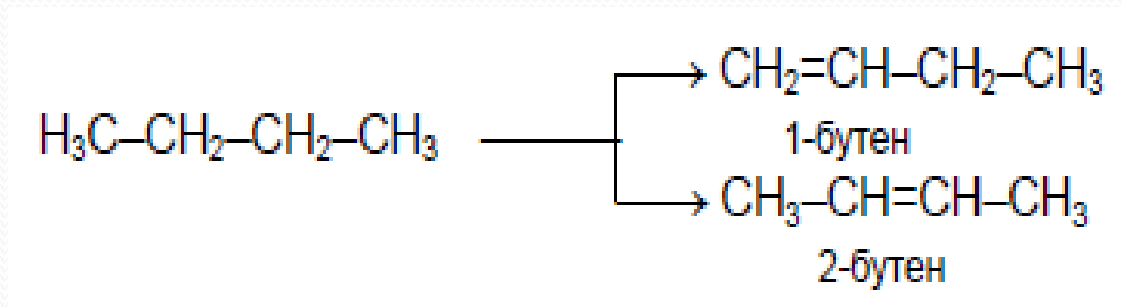


*PROTEINI – polipeptidi*

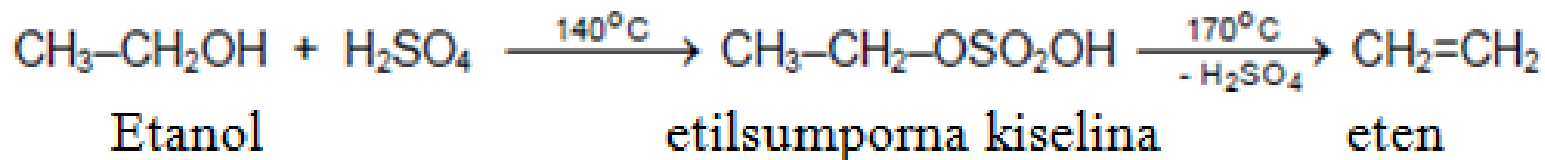


## Nalaženje i dobijanje alkena

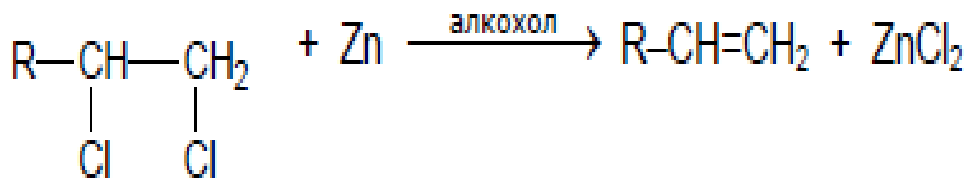
- Alkeni se mogu naći u nekim vrstama nafte, ali u veoma malim količinama jer su dosta reaktivni. Najprostiji alkeni kao npr: eten, propen i buten u velikim količinama proizvode se krakovanjem nafte.
- U laboratorijama alkeni se najčešće dobijaju eliminacijom atoma ili atomskih grupa sa susednih ugljenikovih atoma.
- Dobijaju se dehidratacijom alkana:



- *Dehidratacijom alkohola u prisustvu kiselina koje služe kao katalizatori:*



- *Dehalogenovanje (dejstvo Zn ili Mg na vicinalne dihalogenide):*

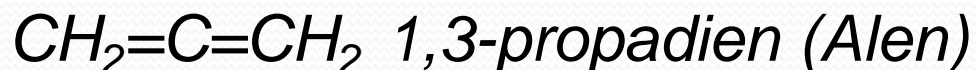


# DIENI

Nezasićeni ugljovodonici otvorenog niza sa dve dvostruke veze

## • Podela diena:

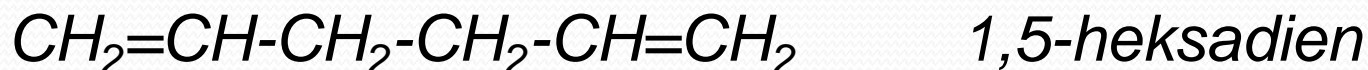
1. **Kumulovani** – obe dvostruke veze su na istom C-atomu



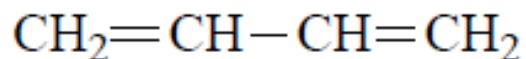
2. **Konjugovani** – između dve dvostruke veze postoji jedna jednostruka veza



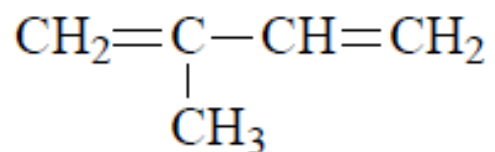
3. **Izolovani** – između dve dvostruke veze postoji više jednostrukih veza



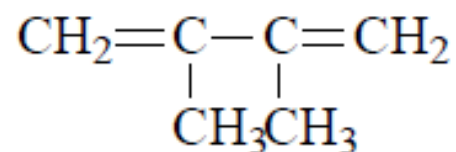
- *Nomenklatura - prema alkenu samo što se umesto nastavka -en dobija nastavak -dien.*
- *Ispred imena se stavljaju brojevi koji označavaju C-atome na kojima se nalaze dvostruke veze.*



1,3-butadien



2-metil-1,3-butadien  
(izopren)



2,3-dimetil-1,3-butadien

## *HEMIJSKE OSOBINE*

- **Adicija halogena**

- *Kumulovani i izolovani dieni se ponašaju kao alkeni, pri čemu svaka dvostruka veza reaguje nezavisno jedna od druge.*
- *Konjugovani dieni se ponašaju drugačije odnosno obe dvostruke veze se ponašaju kao celina dobija se smeša dva proizvoda.*
- **Polimerizacija** – *veoma bitna reakcija za dobijanje važnih prirodnih proizvoda, veštački kaučuk*

# ALIKINI

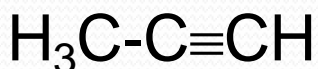
- nezasićeni ugljovodonici koji na jednom mestu u svom molekulu imaju dva susedna ugljenikova atoma spojena trostrukom vezom, odnosno nezasićenom vezom koju sačinjavaju tri elektronska para.
- *Alkini sa trostrukom vezom unutar molekula su stabilniji od terminalnih*
- *Prvi član homologe serije je acetilen,  $C_2H_2$ , po kome se čitava klasa jedinjenja naziva **acetenima***

## Nomenklatura:

- *Dobijaju imena po istim pravilima koja važe za alkane i alkene, samo što dobijaju nastavak **-in***
  - *osnovna struktura je najduži niz koji sadrži trostruku vezu*
  - *prisustvo dve, tri itd. trostruke veze označava se imenom alkadiin, alkatriin, itd.*
  - *položaji trostruke veze i supstituenata označavaju se brojevima*
  - *Numerisanje počinje od kraja bližeg trostrukoj vezi, a obeležava se prvi ugljenikov atom trogube veze*



Etin (acetilen)



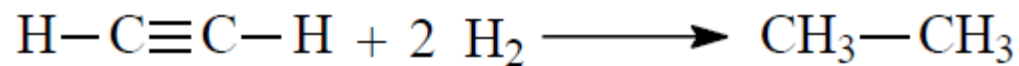
1-propin



2-butin

## Fizičke i hemijske osobine:

- *Slične su fizičkim osobinama alkana i alkena:*
  - *Ne rastvaraju se u vodi, rastvaraju se u nepolarnim organskim rastvaračima kao što je benzen, ugljentetrahlorid, etar*
- Hemijske osobine alkina su veoma slične hemijskim osobinama alkena
- Karakteristične su reakcije adicije, oksidacije i polimerizacije





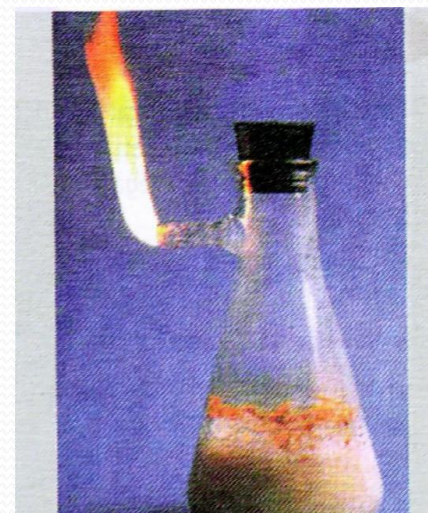
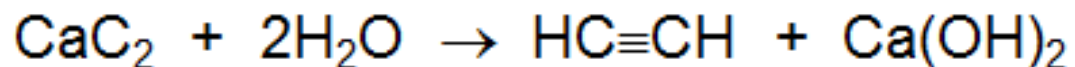
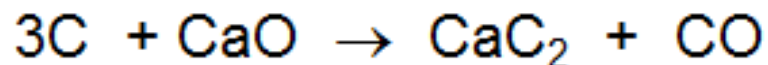
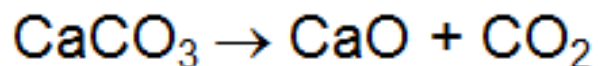
# ACETILEN

- *bezbojan gas*
- *Termodinamički je nestabilan, pri udaru eksplodira i razlaže se na ugljenik i vodonik*
- *Sagorevanjem u struji kiseonika oslobađa veliku količinu toplote, čak i do 3400 °C*
- *Upotreba*
- *za sečenje i zavarivanje metala*
- *za autogeno zavarivanje*
- *za sintezu drugih supstanci (dihloretilen, tetrahloretan, acetaldehid, vinil-hlorid, vinil-acetat, 1,3-butadien.....*



## *Dobijanje acetilena*

- acetilen se industrijski dobija iz jeftinih prirodnih sirovina, koksa, krečnjaka i vode*



# AROMATIČNI UGLJOVODONICI

- Aromatični ugljovodonici su grupa ugljovodonika koji se hemijski razlikuju od zasićenih i nezasićenih ugljovodonika
- Karakteristična grupacija je šestočlani prsten sa tri konjugovane dvostruke veze - benzenov prsten
- Mogu se smatrati derivatima benzena

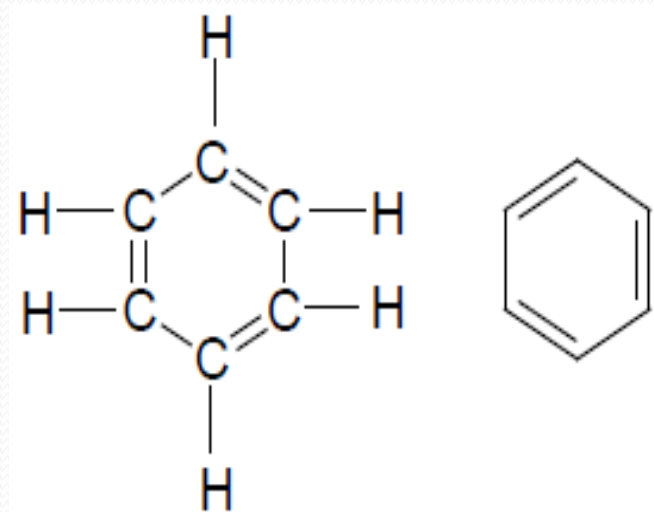
Aromatični ugljovodonici se po osobinama prilično razlikuju od alifatičnih:

- veliki stepen nezasićenosti;
- otporni su prema oksidacionim i adicionim reakcijama;
- podležu reakcijama elektrofilne supstitucije;
- imaju veliku rezonancionu energiju, odnosno veoma su stabilni

# Benzen

*Prvu strukturu benzena je dao Kekule 1865. godine sugerisao premeštanje dvostrukih veza kod benzena*

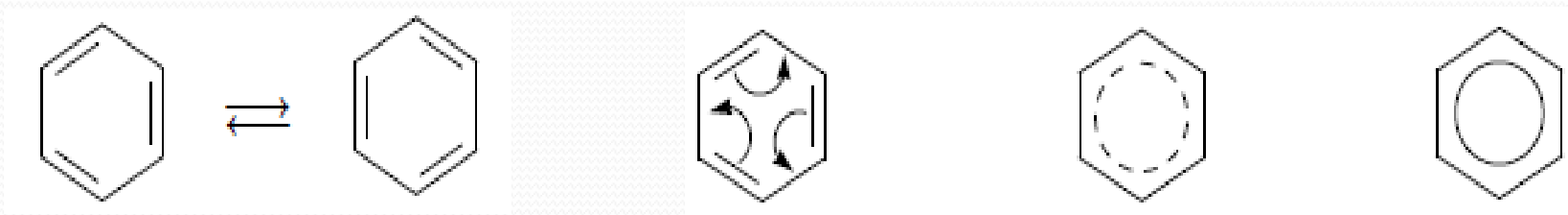
- stabilan molekul*
- pravilan šestougao*
- sve veze između C-atoma su iste dužine*
- uglovi veza C-C-C i C-C-H su  $120^\circ$  - trigonalna hibridizacija*
- sve C-H veze su ekvivalentne*



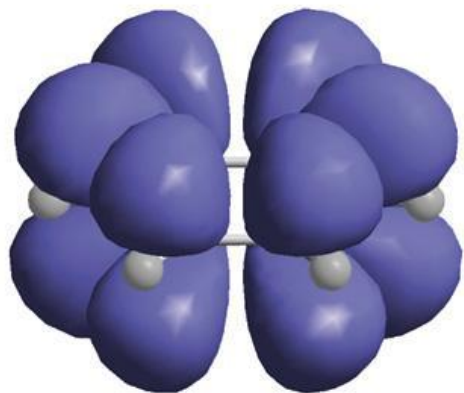
*Kekulé-ove strukture kojima se predstavlja benzen nisu različiti molekuli koji su u ravnoteži, već predstavljaju jedan molekul koji se opisuje sa dve rezonancione strukture*



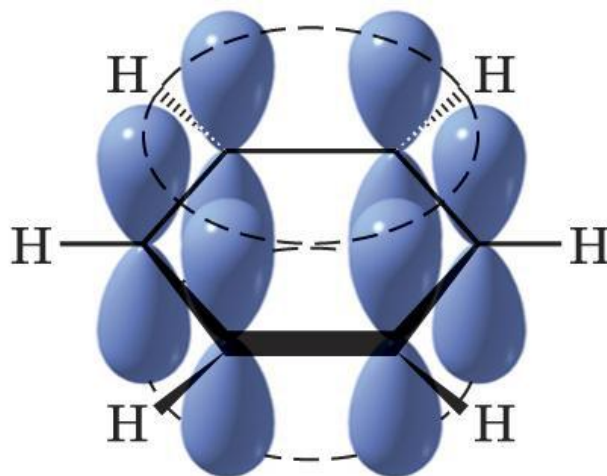
*Benzenov prsten se može predstaviti na više načina od kojih svaki ima svojih prednosti:*



- *Svaki ugljenikov atom u benzenu sadrži još po jednu nepromenjenu p-orbitalu sa po jednim elektronom*
- *Preklapanjem ovih šest atomskih orbitala dobija se ukupno šest molekulskih orbitala, od kojih su tri vezne:*



(a)



(b)

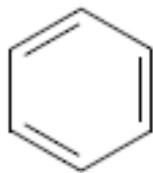


(c)

## *Struktura aromatičnih jedinjenja*

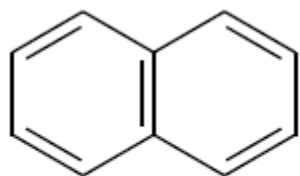
Da bi jedinjenje bilo aromatično:

- Mora biti ciklično
- Mora biti planarno
- Svaki atom u prstenu mora imati p orbitalu koja mora biti normalna ( $90^\circ$ ) u odnosu na ravan prstena
- Mora da sadrži  $4n+2\pi$  elektrona (gde je  $n=1,2,\dots$ ) - Hikelovo pravilo

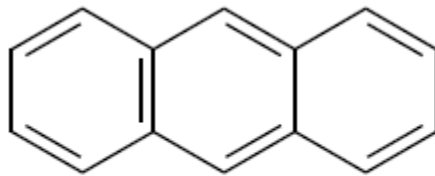


benzen  $n=1$ ,  $6\pi$  elektrona

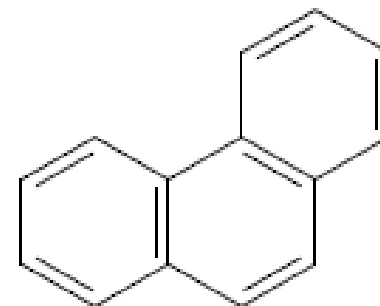
Aromatični prstenovi mogu biti spojeni i preko zajedničkih ugljenikovih atoma - **kondenzovani prstenovi**



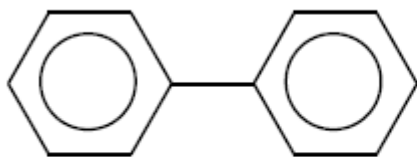
naftalen



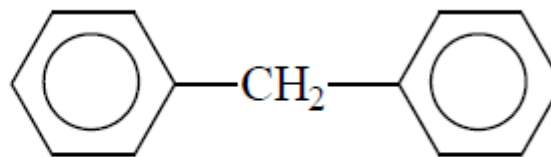
antracen



fenantren



difenil

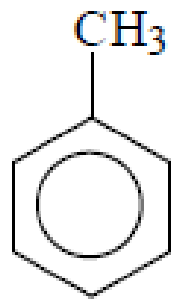


difenilmetan

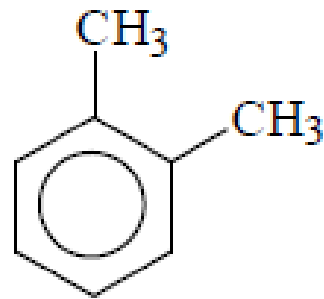


## Homolozi benzena, nomenklatura, izomerija

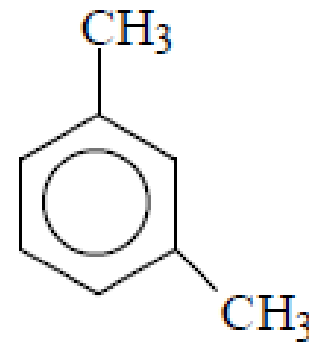
- *IUPAC nomenklatura je preuzela i zadržala ime "benzen"*
- *Različiti derivati benzena dobijaju se zamenu jednog ili više vodonikovih atoma u benzenu drugim atomima ili grupama*
- *Monosupstituisani derivati dobijaju imena tako što se alkil, alkenil ili arenil grupi doda reč benzen.*
- *Supstituenti u principu dobijaju najmanje moguće brojeve*
- *Neki od ovih derivata imaju svoja specifična imena*



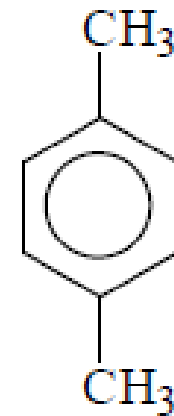
metilbenzen  
(toluol)



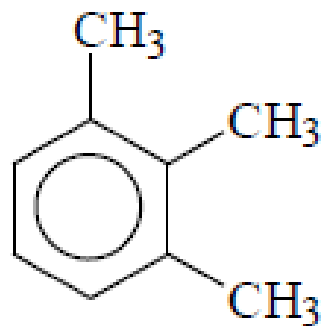
1,2-dimetilbenzen  
(orto-ksilol)



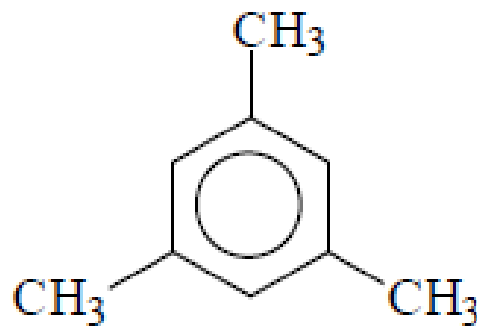
1,3-dimetilbenzen  
(meta-ksilol)



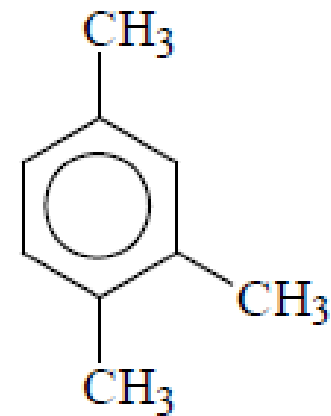
1,4-dimetilbenzen  
(para-ksilol)



1,2,3-trimetilbenzen  
(vicinalni)



1,3,5-trimetilbenzen  
(simetricni)



1,3,4-trimetilbenzen  
(asimetricni)

## *Fizičke osobine*

- *Benzen je bezbojna tečnost specifičnog mirisa*
- *Zapaljiv je i gori čađavim plamenom, što je karakteristika svih aromatičnih jedinjenja (veliki procenat ugljenika)*
- *Benzen i njegovi homolozi su slabo polarni nerastvorni u vodi, rastvorni u nepolarnim rastvaračima kao što su alkohol, etar, ugljentetrahlorid, itd.*
- *Sam benzen je dobar rastvarač za masti, smole, sumpor, jod, itd.; koristi se za suvo čišćenje*
- *Gustina skoro svih aromatičnih jedinjenja je manja od vode*

## *Hemijske osobine*

Benzen pokazuje izuzetnu stabilnost

*Za benzen su karakteristične reakcije supstitucije kao kod zasićenih ugljovodonika, dok se reakcije adicije mogu vršiti ali veoma otežano i pod specijalnim uslovima*

*Reakcije supstitucije se odvijaju po mehanizmu elektrofilne supstitucije kada dolazi do zamene jednog atoma vodonika iz benzena sa drugim atomima ili atomskim grupama.*

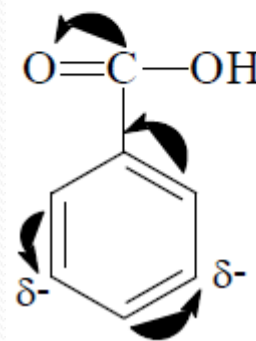
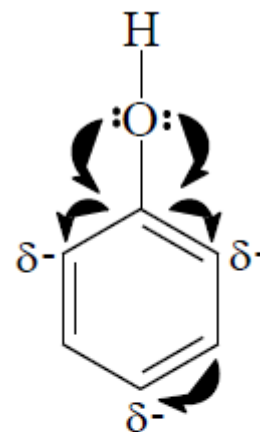
# Uticaj supstituenata na benzenu na reakciju elektrofилne aromatične supstitucije "Pravila supstitucije"

I grupa supstituenata- orto i para

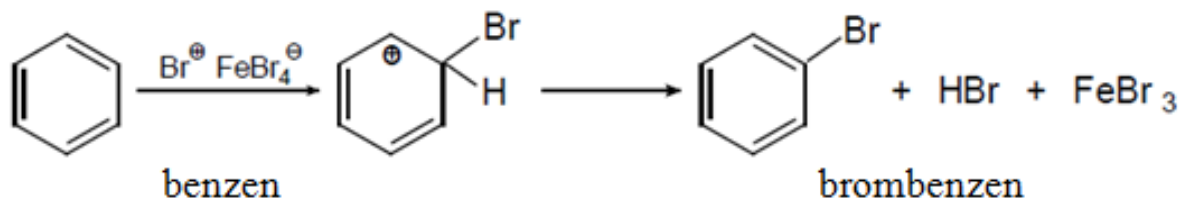
- Alkil grupe
- Halogeni elementi
- -OH
- -NH<sub>2</sub>
- -NO<sub>2</sub>; -SO<sub>3</sub>H

II grupa supstituenata-meta

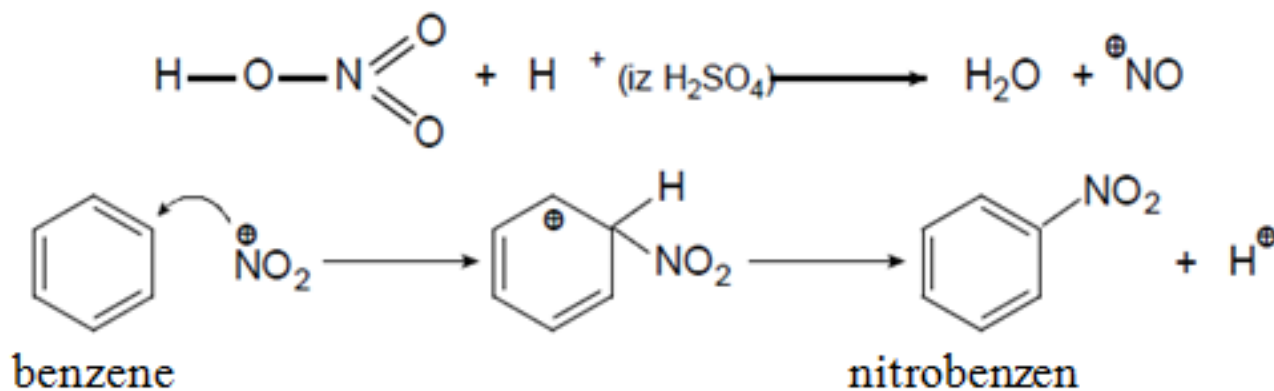
- -COOH
- -CN



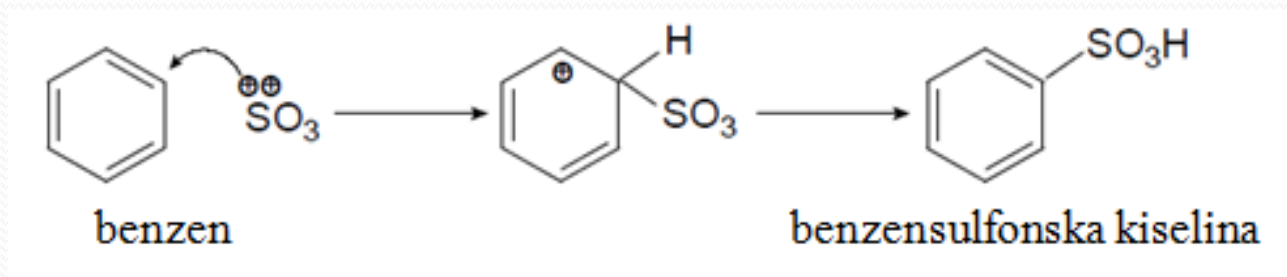
Najpoznatije reakcije elektrofилne supstitucije su sljedeće:  
a) bromovanje benzena u prisustvu katalizatora  $\text{FeBr}_3$  - feribromida:



b) Nitrovanje benzena se vrši u prisustvu sumporne kiseline koja sa azotnom kiseinom gradi elektrofилni ( $\text{NO}_2^+$ ) nitronijum jon

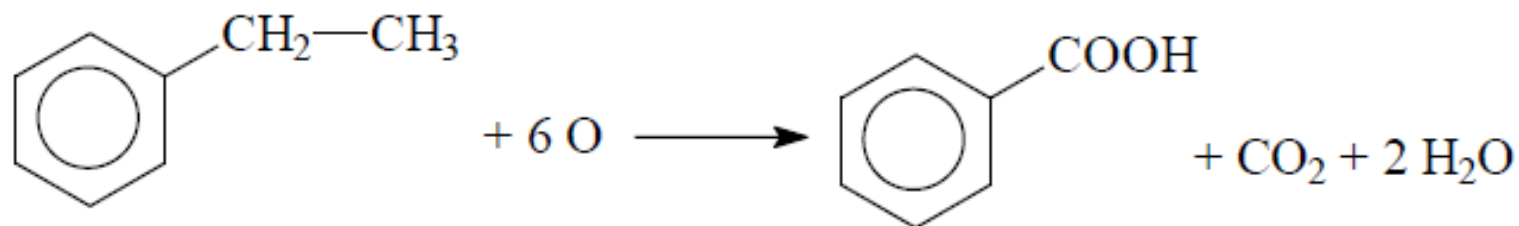
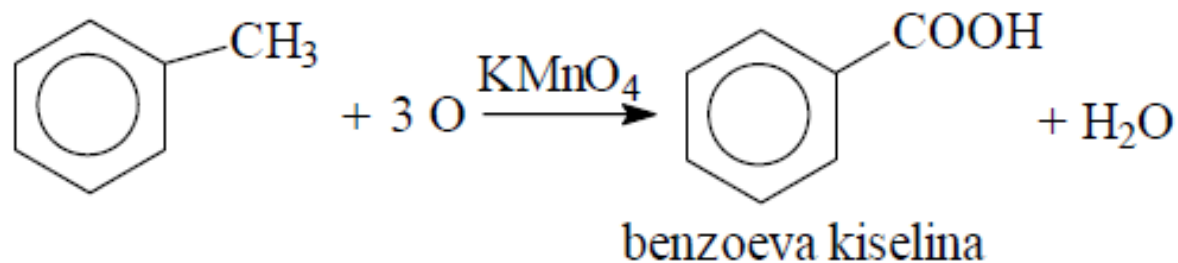


c) Sulfonovanje benzena se vrši u prisustvu pušljive sumporne kiseline ( $H_2SO_4 + SO_3$ ) odnosno elektrofilnog agensa  $^{++}SO_3$ .



Sam benzen je vrlo otporan prema oksidacionim sredstvima uobičajeni reagensi korišćeni za oksidaciju alkena (npr.  $CrO_3$ ,  $KMnO_4$ ,  $H_2O_2$ ,  $OsO_4$ ) ne deluju na benzen

## Oksidacija homologa benzena



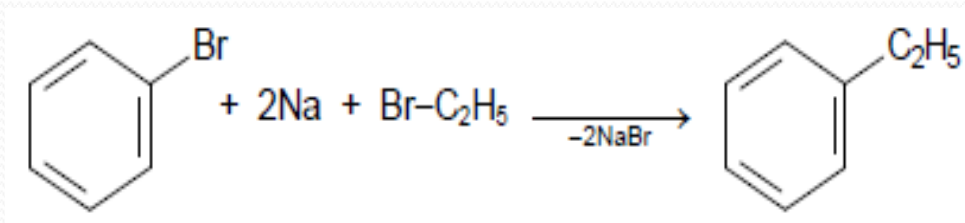


## Nalaženje i dobijanje benzena

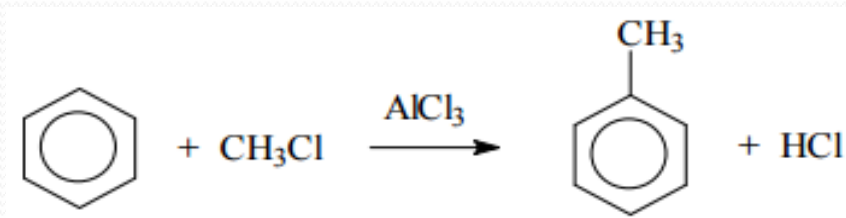
Glavni industrijski izvor benzena i ostalih aromatičnih jedinjenja je katran kamenog uglja

U laboratoriji se benzen može dobiti na više načina:

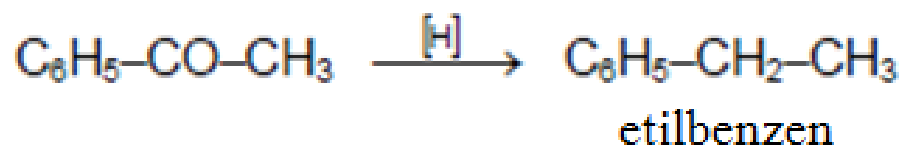
### 1. Wurtz-Fittig-ova reakcija:



### 2. Friedel-Crafts-ova reakcija:



### *3. Redukcija po Clemmensen-y:*



### *4. Sinteza iz soli aromatičnih kiselina:*

