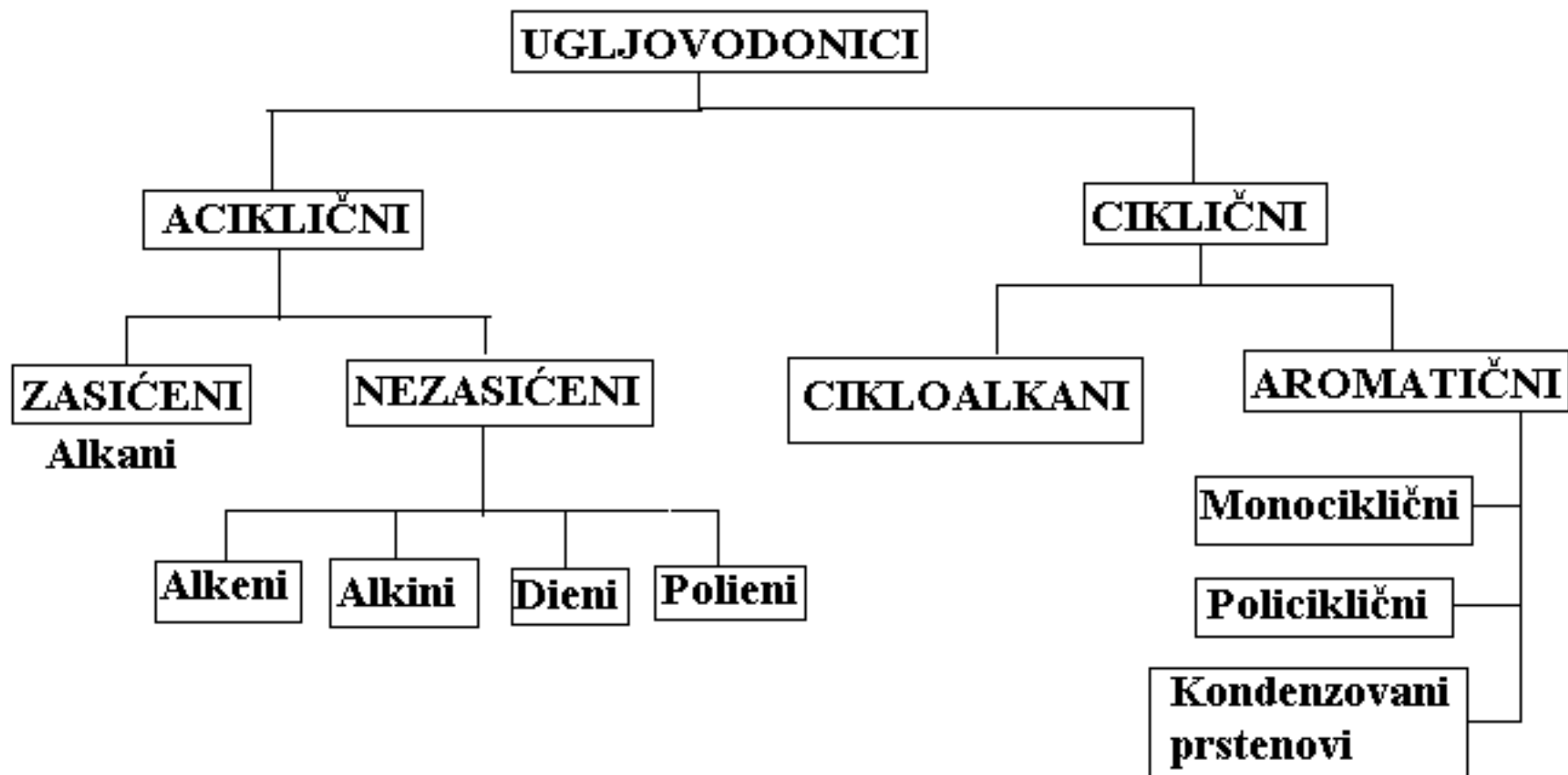


UGLJOVODONICI

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

PODELA UGLJOVODONICI



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

- 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 $-CH_2-$

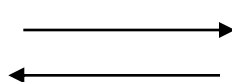
Alkani

Ugljovodonik	Formula	t. k. °C	Broj izomera
Metan	CH ₄	-162	1
Etan	C ₂ H ₆	-88	1
Propan	C ₃ H ₈	-42	1
Butan	C ₄ H ₁₀	0	2
Pentan	C ₅ H ₁₂	36	3
Heksan	C ₆ H ₁₄	69	5
Heptan	C ₇ H ₁₆	98	9
Oktan	C ₈ H ₁₈	126	18
Nonan	C ₉ H ₂₀	151	35
Dekan	C ₁₀ H ₂₂	174	75
Oktadekan	C ₁₈ H ₃₈	308	60.523
Eikosan	C ₂₀ H ₄₂	Rasp.	366.319
Triakontan	C ₃₀ H ₆₂	Rasp.	4.111.846.763

Alkani – osnove nomenklature

- IUPAC nomenklatura

Jedno hemijsko jedinjenje

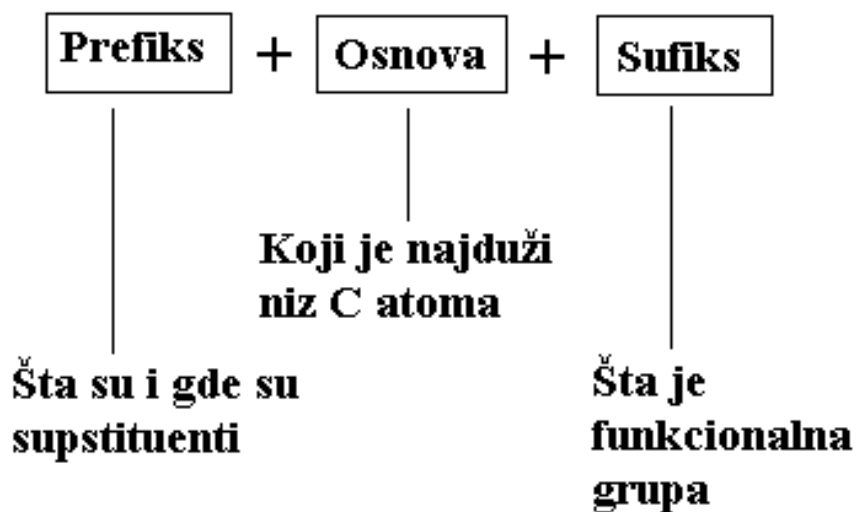


jedinstven naziv

Alkani – osnove nomenklature

Naziv svakog organskog jedinjenja se sastoji od 3 (tri) dela:

- **Osnova** pokazuje broj ugljenikovih atoma u najdužem neprekidnom nizu
- **Sufiks** pokazuje koja je funkcionalna grupa prisutna (i njihov broj)
- **Prefiks** pokazuje vrstu, položaj i broj supstituenata na nizu (lancu) C atoma



Nomenklatura



Osnova određuje broj C atoma u najdužem nizu

Osnova	Broj C atoma
Met-	1
Et-	2
Prop-	3
But-	4
Pent-	5

Nomenklatura

Prefiks

Osnova

Sufiks

Sufiks određuje funkcionalnu grupu

Sufiks	Funkcionalna grupa
-an	Alkani – bez funkcionalni grupa
-en	Alkeni – jedna dvostruka veza
-in	Alkini – jedna trostruka veza
-dien	Dieni – dve dvostruke veze

Nomenklatura

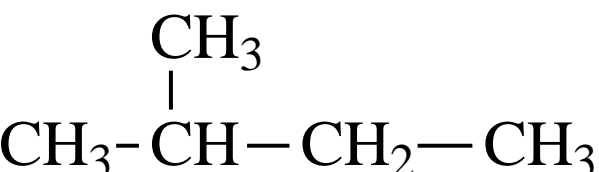


Prefiks određuje vrstu, položaj i broj supstituenata

- Metil CH_3-
- Etil CH_3-CH_2-
- Propil $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$
- Izopropil $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3$
- Osnova + il
- Broj supstituenata iste vrste:
 - di- 2
 - tri- 3
 - tetra- 4
 - penta- 5

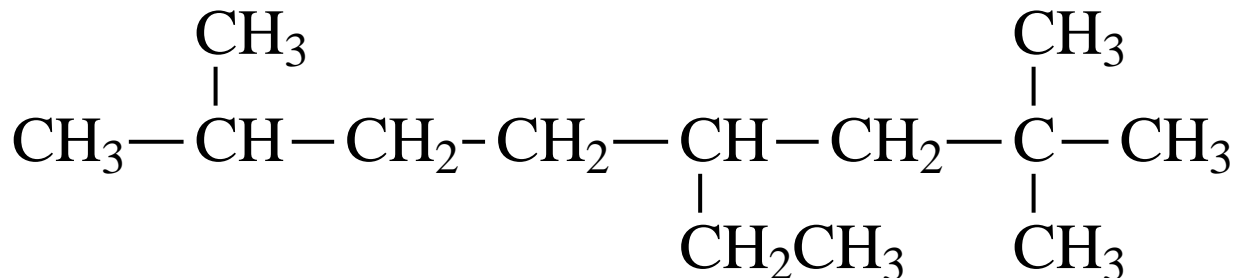
Položaj supstituenata

- Ugljenikovi atomi najdužeg niza se numerišu polazeći od onog kraja koji je najbliži supstituentu (najmanji brojevi)
- Supstituenti se nižu po abecednom redu



2-metilbutan

ne 3-metilbutan

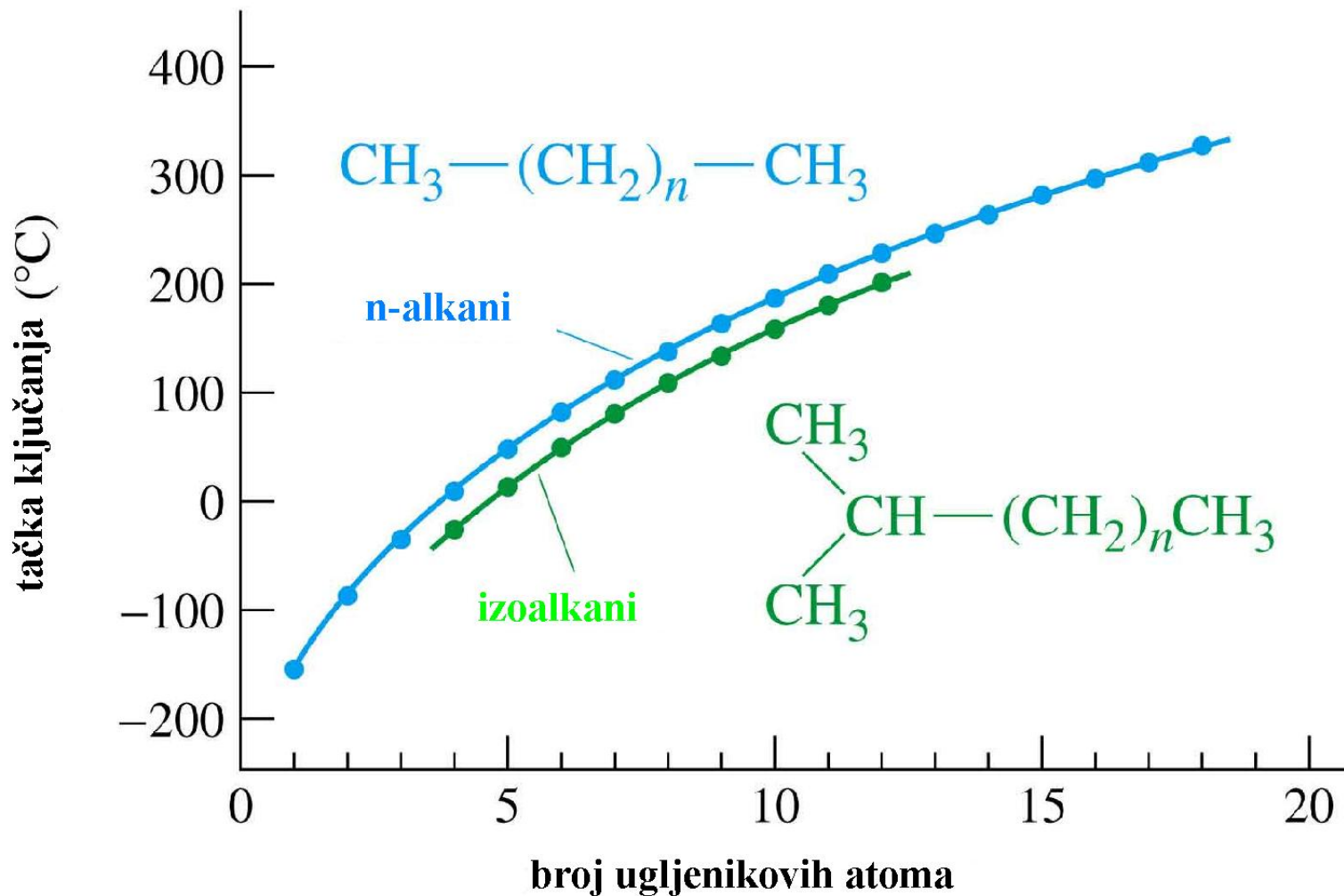


4-etil-2,2,7-trimetiloktan

Fizičke osobine alkana

- Nepolarni su i nerastvorljivi u vodi
- Gustina 0,65 – 0,75 g/cm³ – plivaju na vodi
- imaju niske tačke topljenja i ključanja
- 1 -4 C atoma – gasovi
- 5 – 10 C atoma tečnosti
- preko 10 C atoma čvrsti

Fizičke osobine alkana se pravilno menjaju u homologom nizu



HEMIJSKE OSOBINE ALKANA PARAFINI

Zahvaljujući svojoj hemijskoj strukturi slabo su reaktivni

Karakteristične reakcije su:

- Reakcije supstitucije
- Reakcije sagorevanja

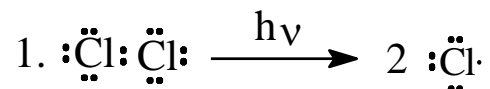
Reakcija sa halogenima



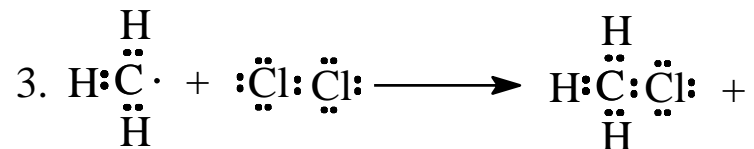
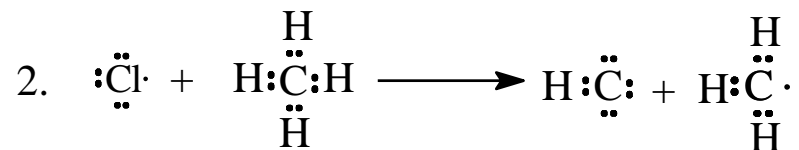
Mehanizam reakcije halogenovanja alkana

Lančana reakcija

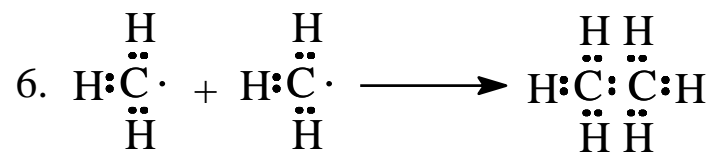
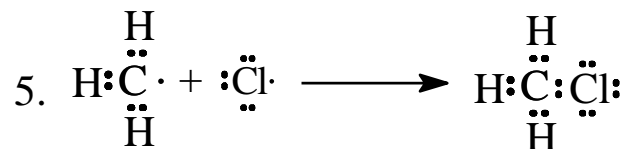
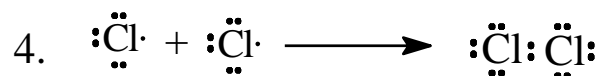
Inicijacija:



Propagacija:



Terminacija:



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 alkana

Sagorevanje

- Prilikom sagorevanja alkana oslobađa se velika količina toplote



ALKENI

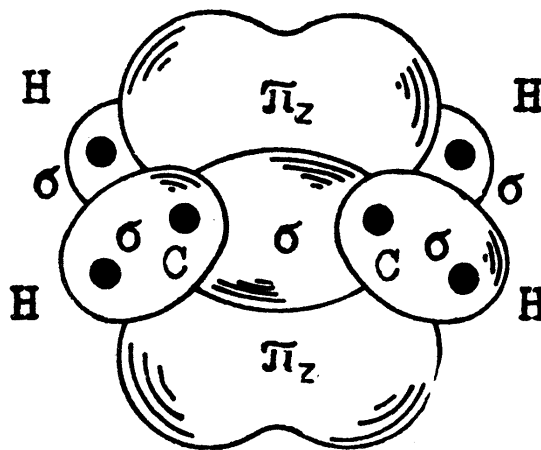
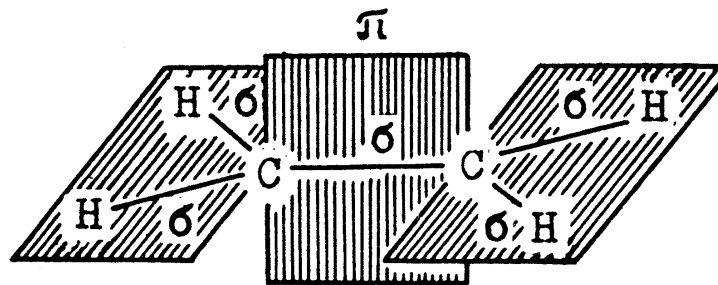
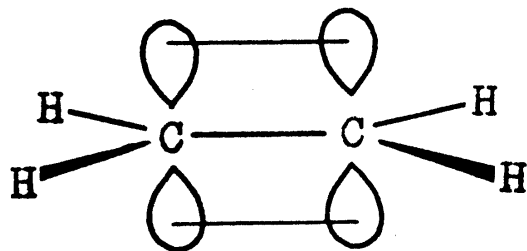
Nezasićeni ugljovodonici

Sadrže dvostruku vezu

Može biti više dvostrukih veza u molekulu

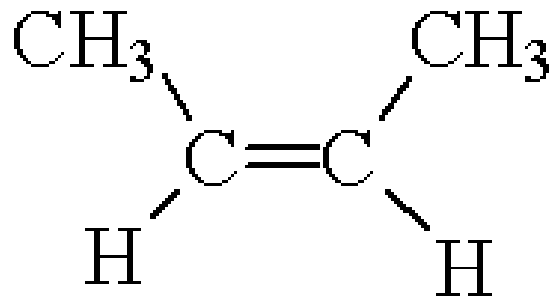
ALKENI (OLEFINI)

STRUKTURA DVOSTRUKE VEZE

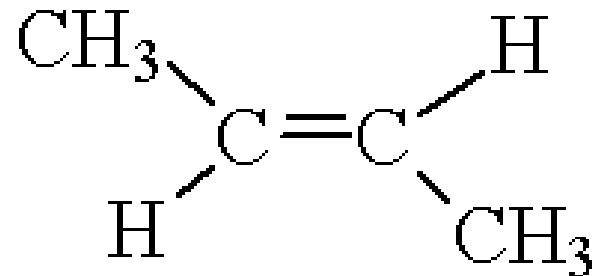


CIS – TRANS IZOMERIJA

- Geometrijska izomerija
- Nemogućnost rotacije oko dvostruke veze



cis-2-buten



trans-2-buten

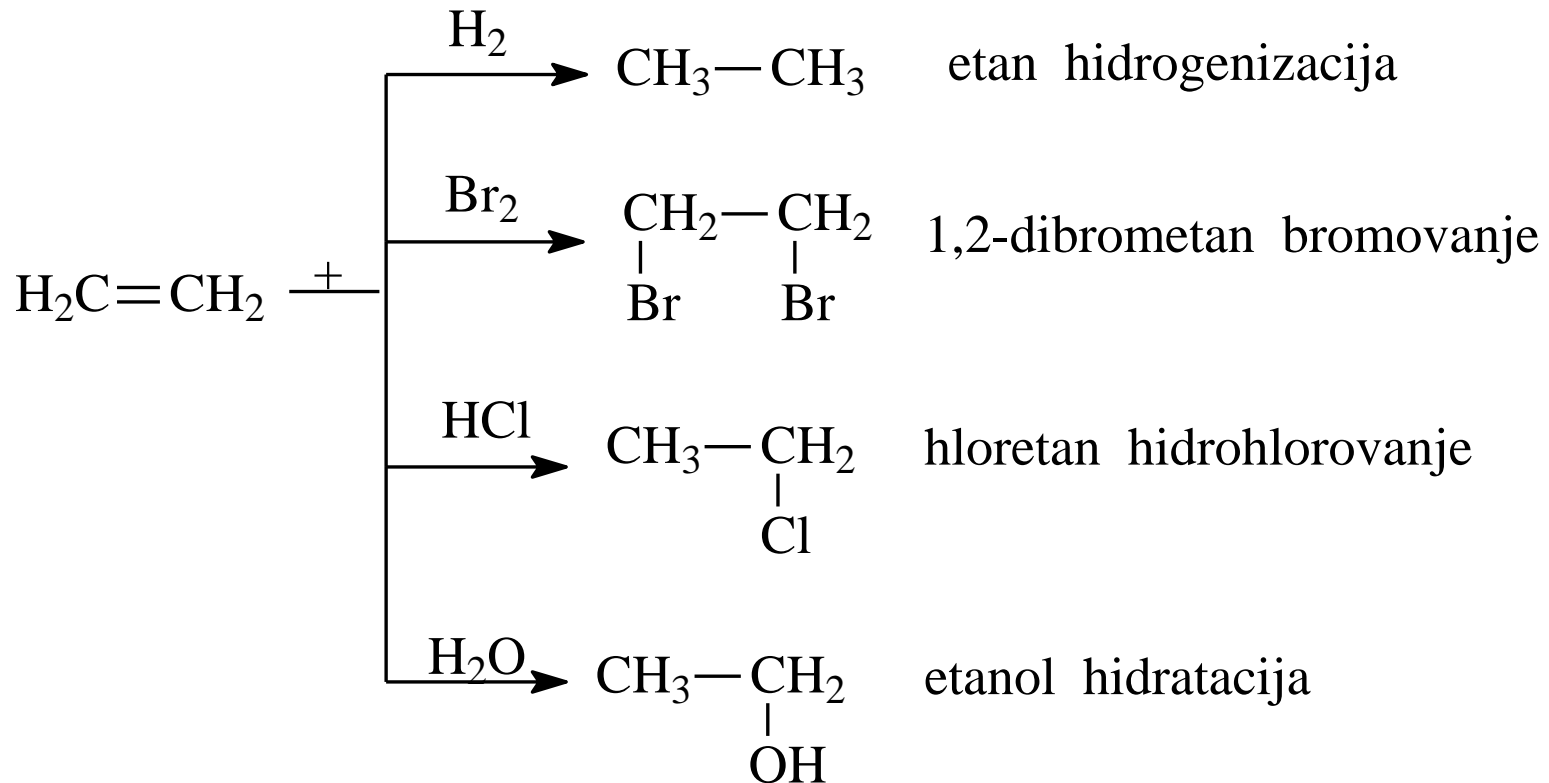
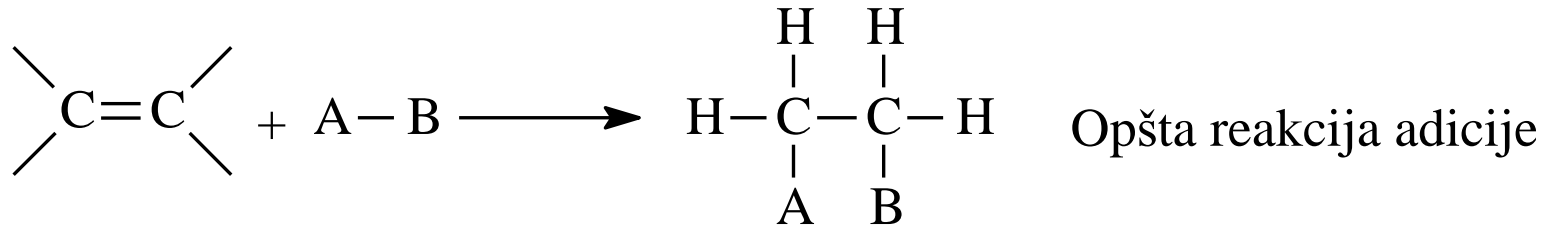
HEMIJSKE OSOBINE

Reaktivni su zbog prisustva dvostruke veze.

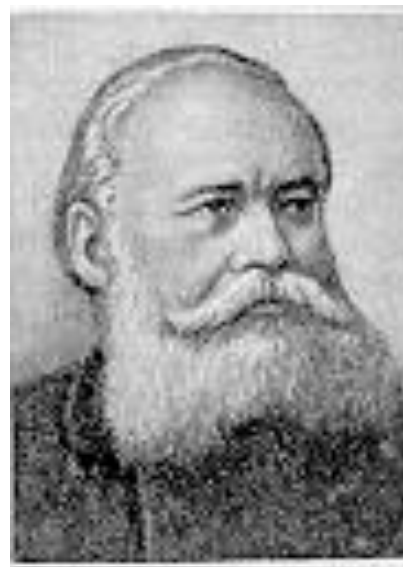
Najvažnije reakcije su:

- Reakcije adicije
- Reakcije oksidacije
- Reakcije polimerizacije

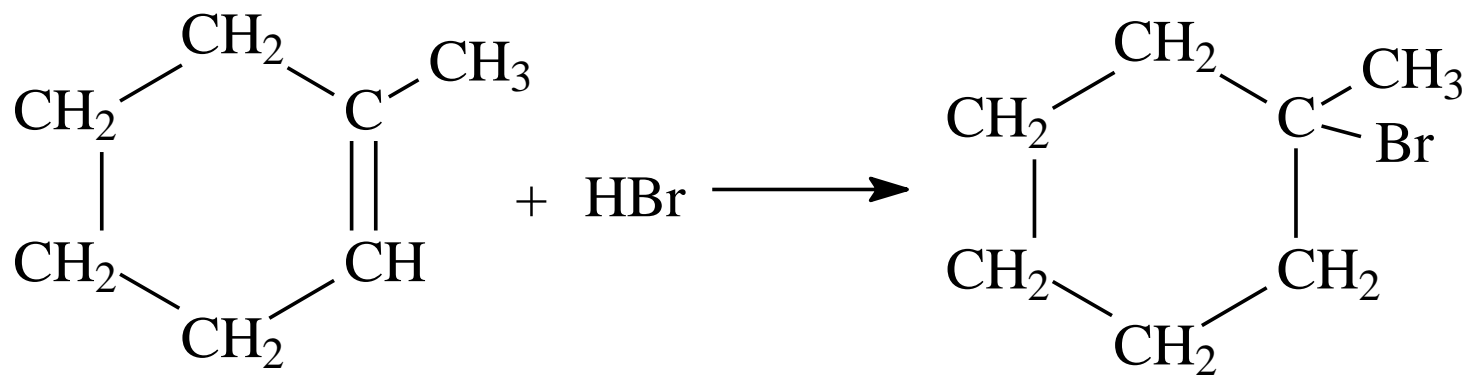
Reakcije adicije



Markovnikovljevo pravilo



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

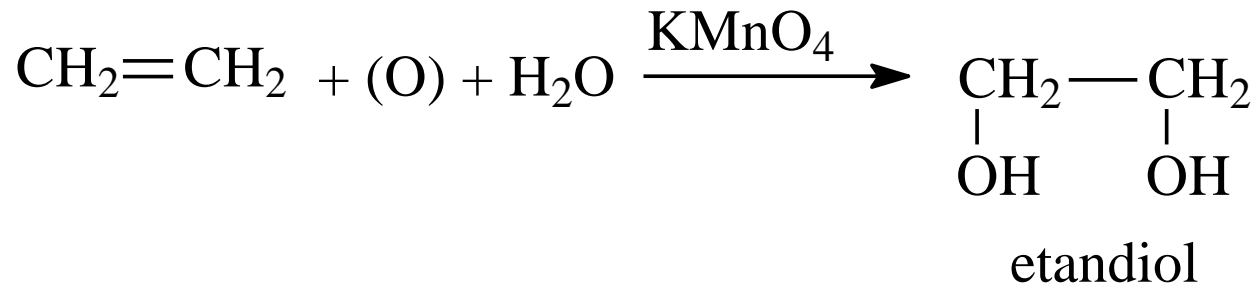


Reakcije oksidacije

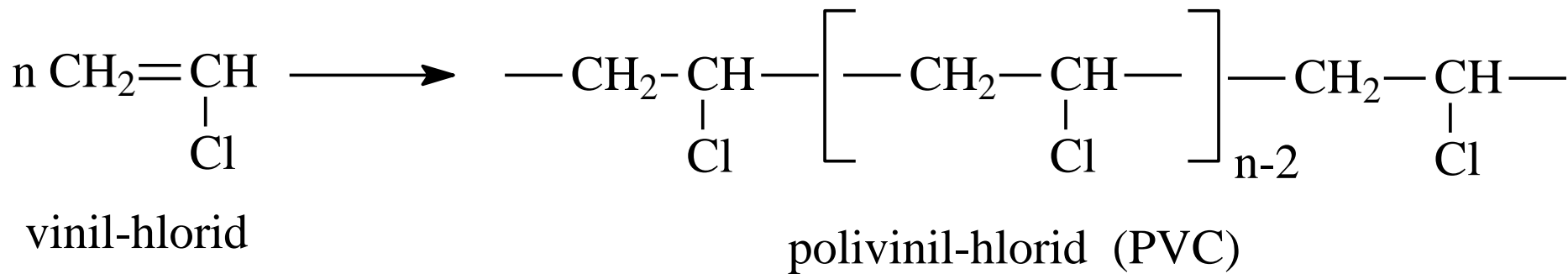
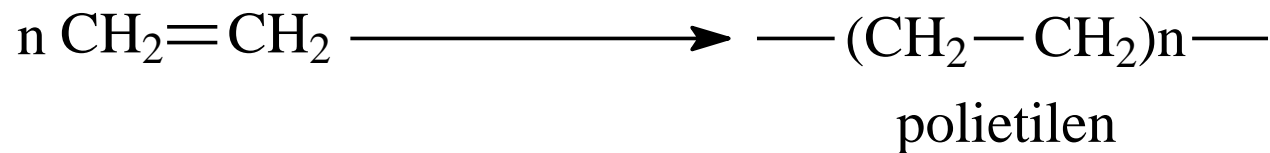
1. Sagorevanje



2. Reakcija sa KMnO_4

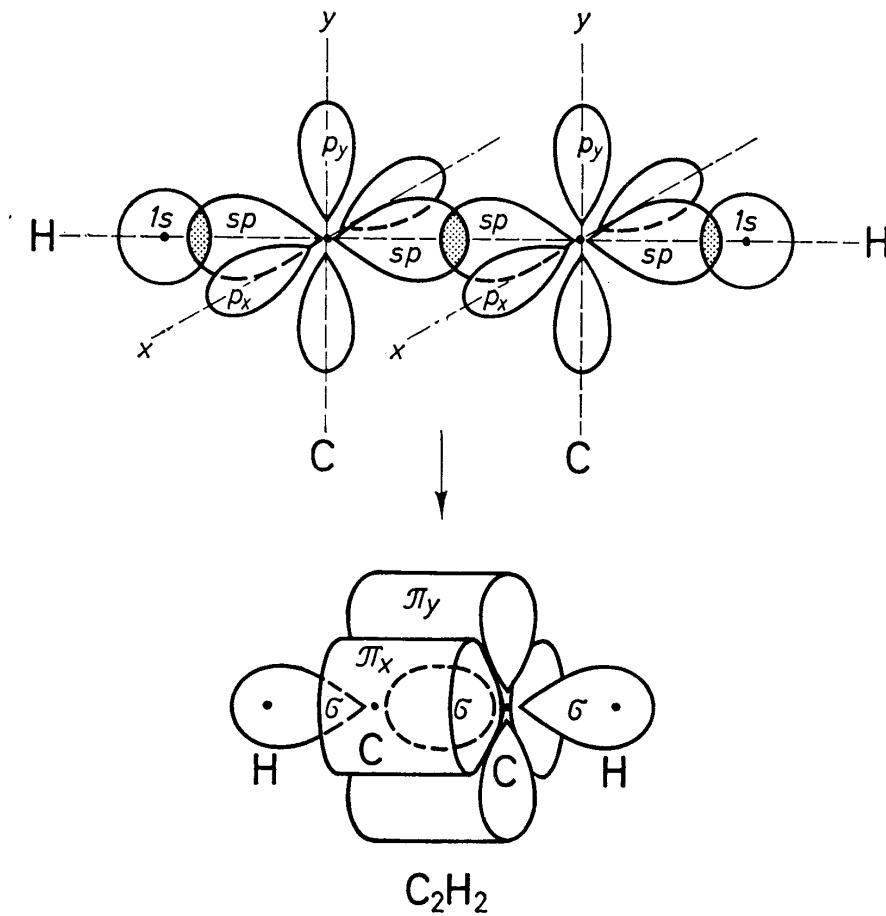


Reakcije polimerizacije



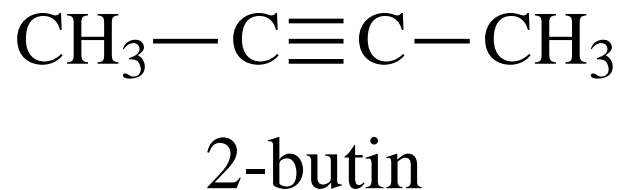
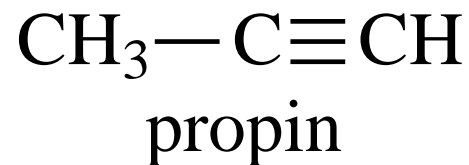
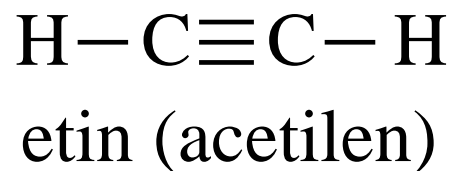
ALKINI

STRUKTURA TROSTRUKE VEZE



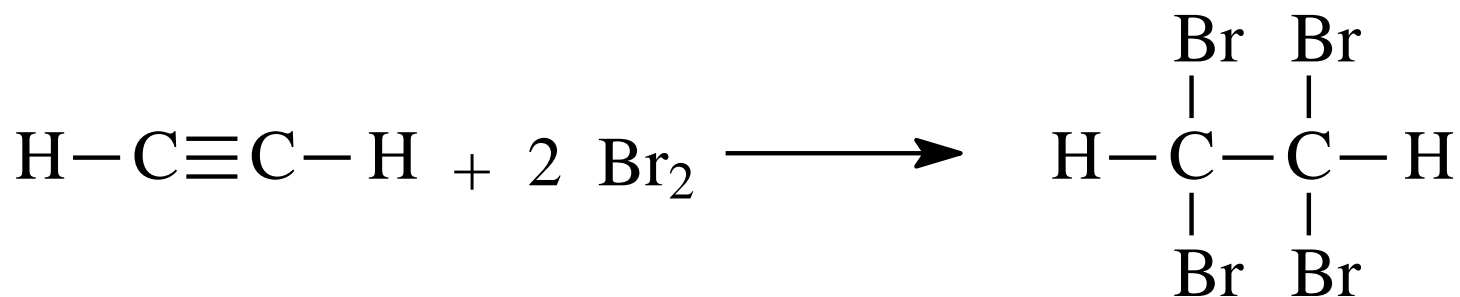
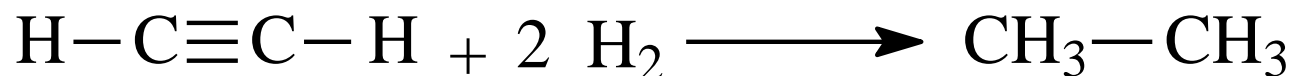
ALKINI - Nomenklatura

- Sufiks -in
- Položaj trostruke veze po principu najmanjih brojeva



Hemijske osobine

- Hemijske osobine alkina su veoma slične hemijskim osobinama alkena
- Karakteristične su reakcije adicije, oksidacije i polimerizacije

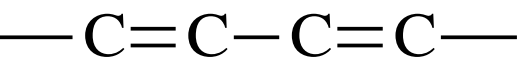


1,1,2,2-tetrabrometan

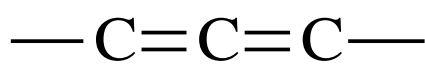
DIENI

Raspored veza, nomenklatura

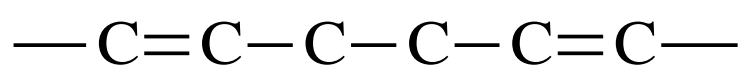
- Sadrže dve dvostruke veze u molekulu, imaju sufiks dien
- Postoji trojak raspored dvostrukih veza kod diena



konjugovan

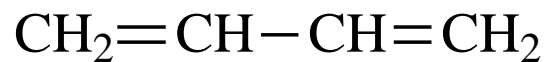


kumulovan

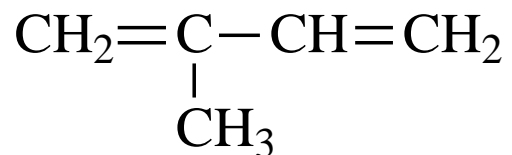


izolovan

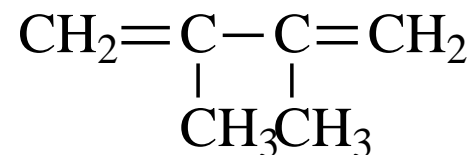
Najvažniji dieni su sa konjugovanim vezama



1,3-butadien



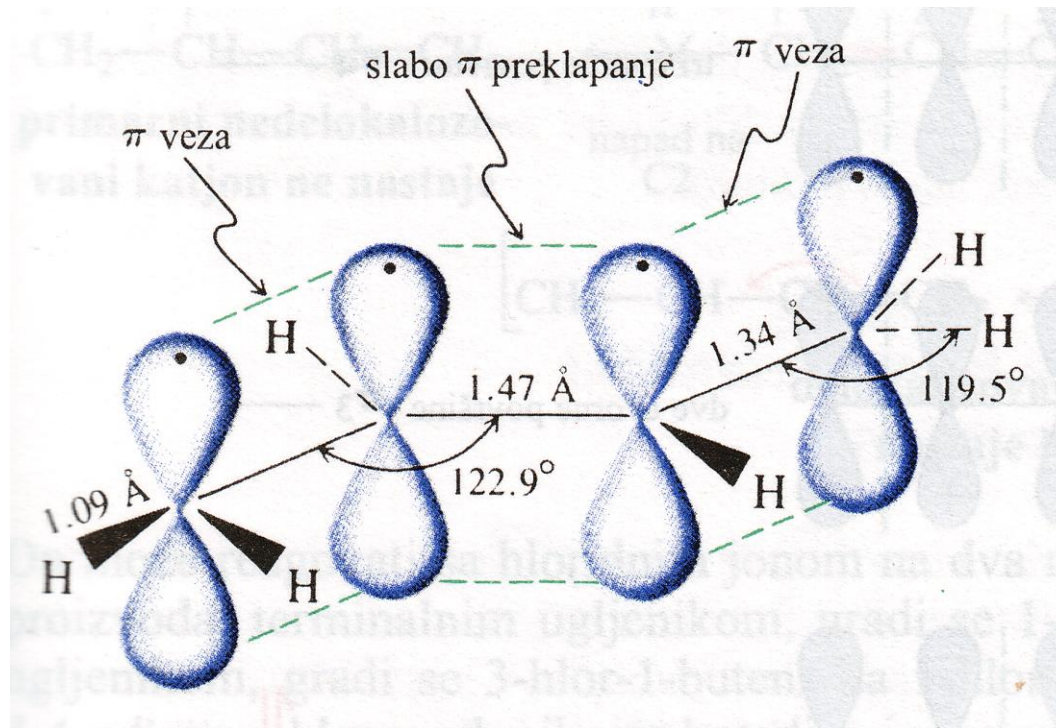
2-metil-1,3-butadien
(izopren)



2,3-dimetil-1,3-butadien

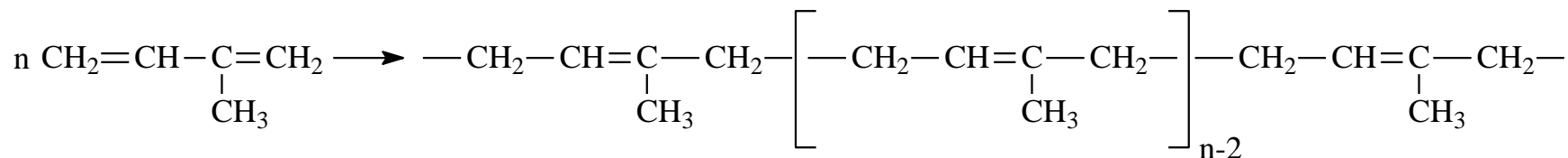
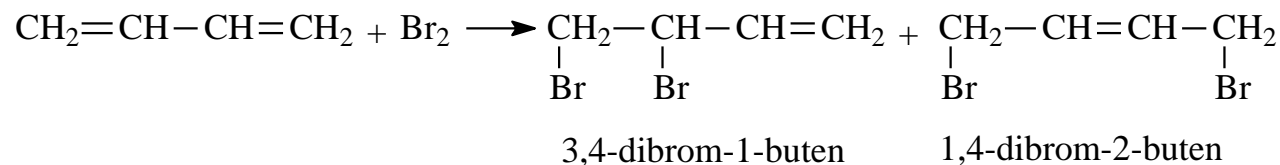
DIENI

Konjugacija veza



Dieni – hemijske osobine

- Adicija
- Polimerizacija – veštački kaučuk



HIP Petrohemija Pančevo

Fabrika sintetičkog kaučuka Pančevo

- ekstrakcija 1,3- butadiena (proizvodnja kaučuka, smola, boja, poliestara, poliuretana...)
- proizvodnja stiren - butadienskog kaučuka (proizvodnja gume)
- proizvodnja metil-terc-butiletra (aditiv za motorne benzine)

CIKLIČNI UGLJOVODONICI

CIKLOALKANI

Cikloalkani

- Cikloalkani imaju opštu formulu C_nH_{2n} a C atomi su povezani u zatvoreni niz, prsten. Nazivaju se tako što se zasićenom ugljovodoniku koji sadrži isti broj C atoma doda prefiks **ciklo** na primer **ciklo**butan.



ciklopropan



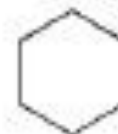
ciklobutan



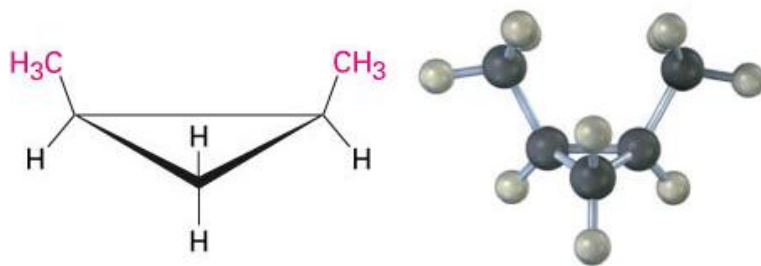
ciklopentan



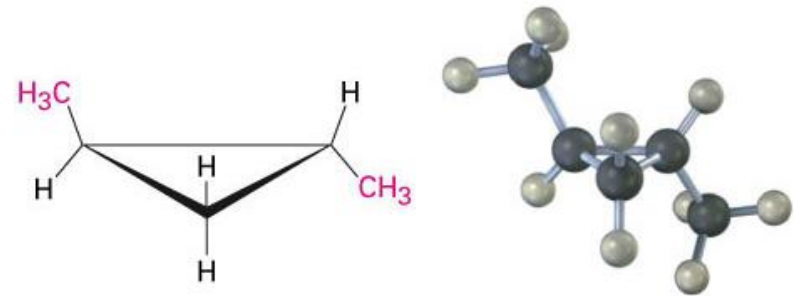
cikloheksan



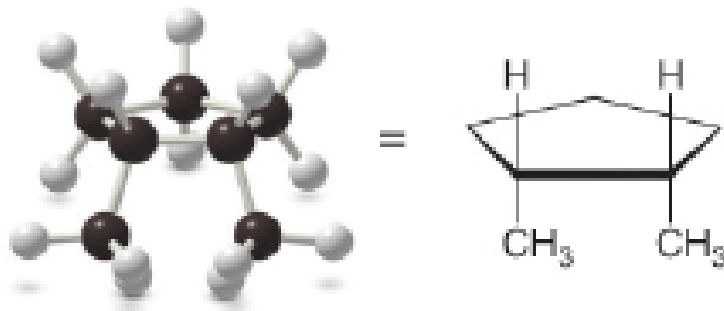
Disupstutuisani cikloalkani imaju cis i trans izomere
Primeri 1,2- dimetil ciklopropana i 1,2- dimetil ciklopentana



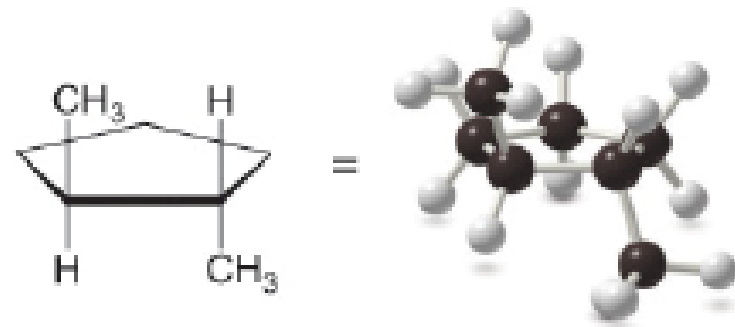
cis-1,2-dimetil ciklopropan



trans-1,2-dimetil ciklopropan



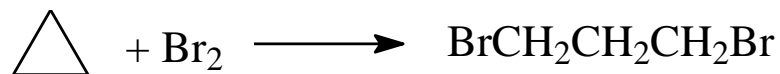
cis-1,2-dimetil ciklopentan



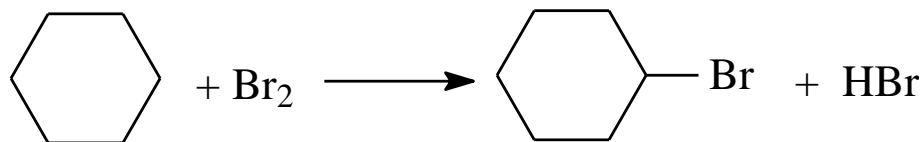
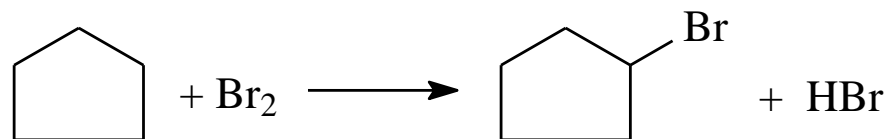
trans-1,2-dimetil ciklopentan

Hemijske osobine

- Pokazuju karakteristične reakcije za alkane, to jest reakcije supstitucije i sagorevanja.



- Izuzetak su ciklopropan i ciklobutan koji se ponašaju slično nezasićenim ugljovodonicima



Šta je uzrok nestabilnosti nižih cikloalkana

- Postojanje napona u prstenu je uzrok nestabilnosti.

Bajerova teorija napetosti

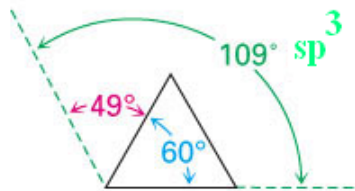


**Johann Friedrich Wilhelm
Adolf von Baeyer**

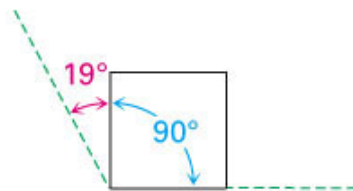
Prvi Kekuleov diplomirani student
Razvio je teoriju da cikloalkani
poseduju različit napon u prstenu u
zavisnosti od njegove veličine
Nobelova nagrada 1905 za rad na
organskim bojama
Prvi uradio totalnu sintezu indiga

Nestabilnost nižih cikloalkana

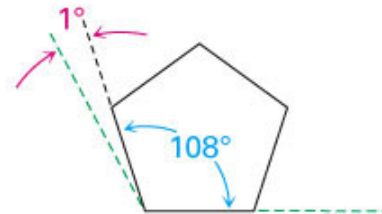
- Ugao veze u cikloalkanima se razlikuje od normalnog ugla veze za tetraedarski sp^3 hibridizovan C atom.



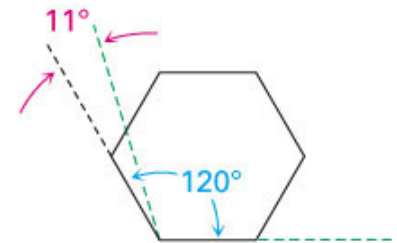
Ciklopropan



Ciklobutan

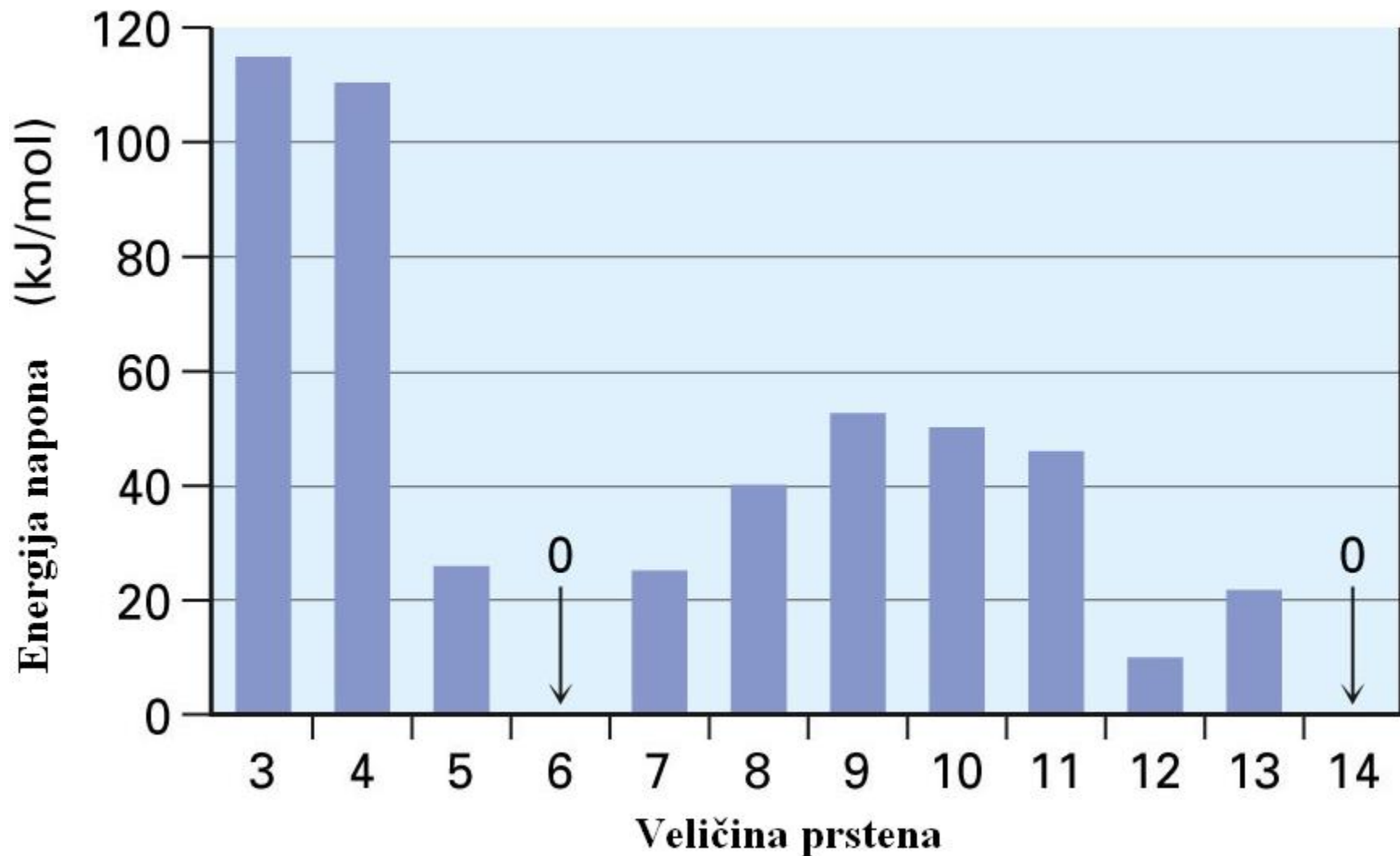


Ciklopentan



Cikloheksan

Energija napona kod cikloalkana

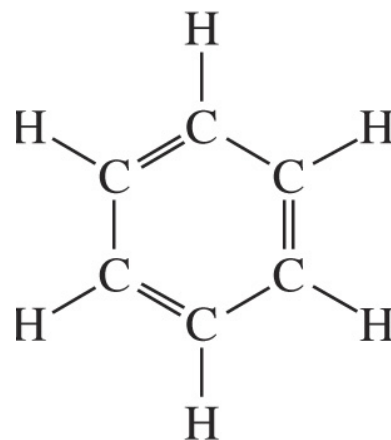
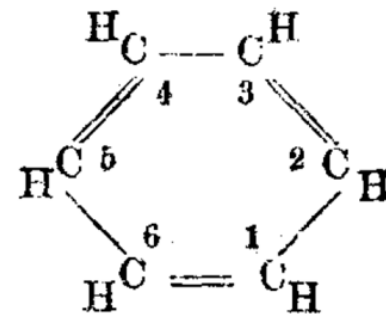
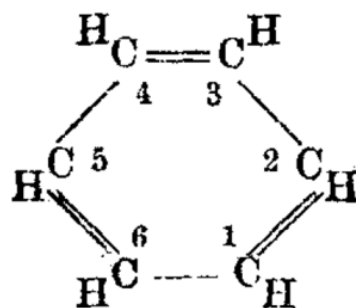
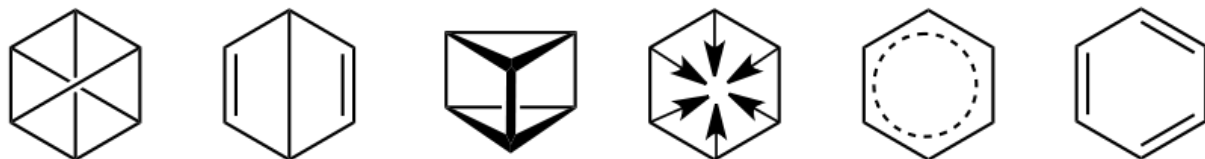


AROMATIČNI UGLJOVODONICI

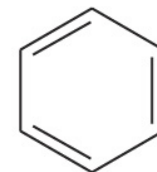
- Aromatični ugljovodonici su grupa ugljovodonika koji se hemijski razlikuju od zasićenih i nezasićenih ugljovodonika
- Karakteristična grupacija je šestočlani prsten sa tri konjugovane dvostruke veze – benzenov prsten
- mogu se smatrati derivatima benzena

Struktura benzena

- Prvu strukturu benzena je dao Kekule 1865. godine

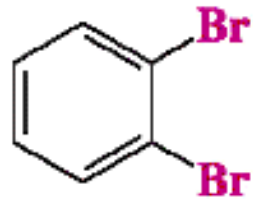


ili

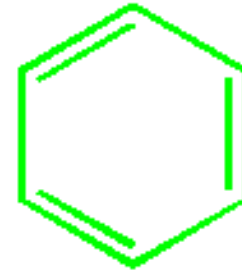
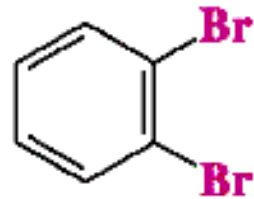


Struktura benzena

- Kekule je sugerisao premeštanje dvostrukih veza kod benzena



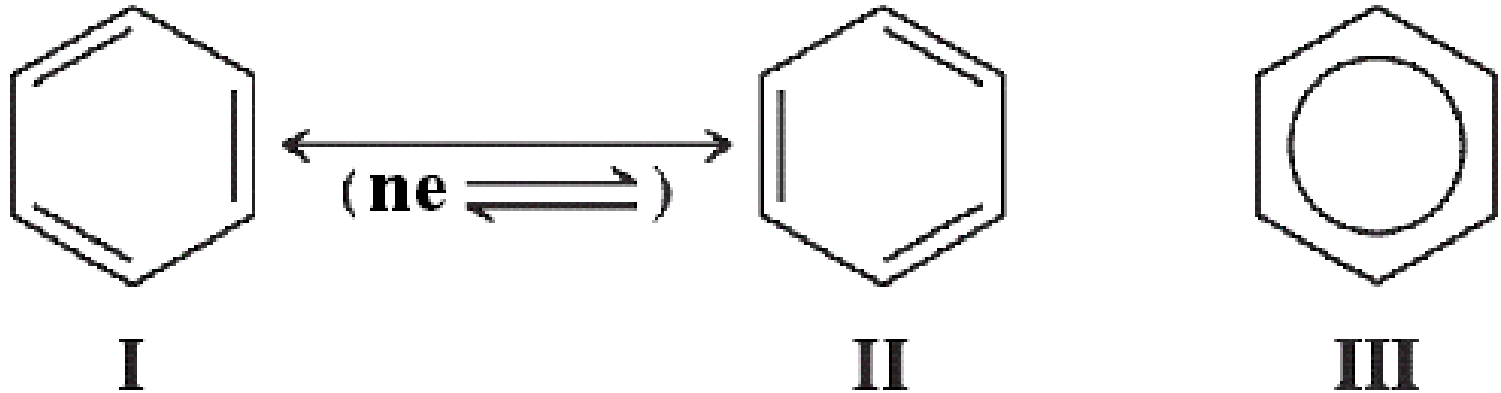
i



Struktura benzena

Rezonancione strukture

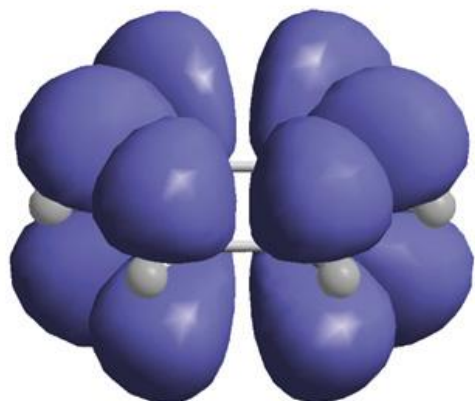
- Benzen se predstavlja sa dve ekvivalentne rezonancione strukture



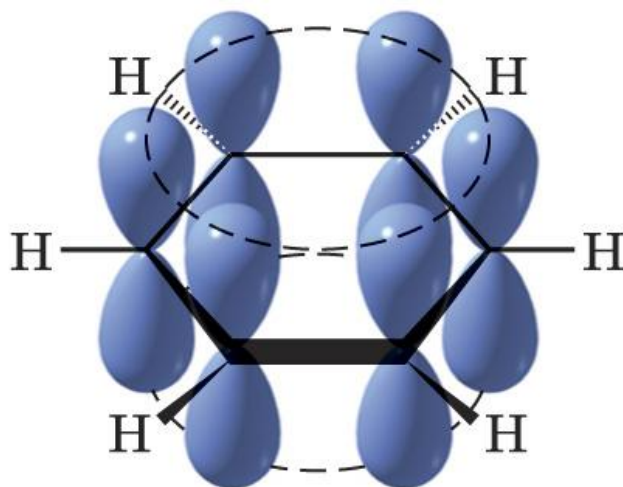
Struktura benzena

Objašnjenje preko molekulskih orbitala

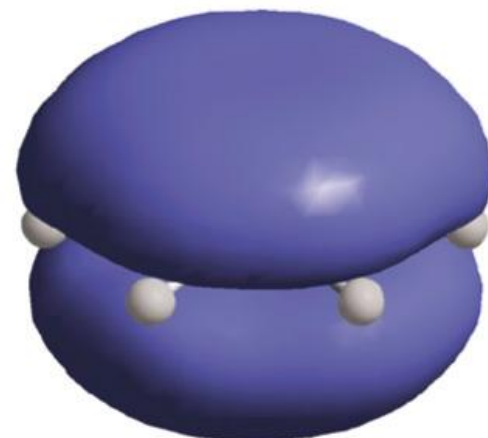
- Ugljenikovi atomi u benzenu su sp^2 hibridizovani sa p orbitalama na svih 6 atoma (a)
- p orbitale se preklapaju oko prstena (b) tako da se vezujuća molekulska orbitala sa gustinom elektrona iznad i ispod ravni prstena (c)



(a)



(b)



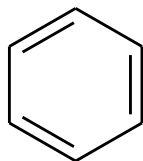
(c)

Da li samo benzen ima aromatični karakter?

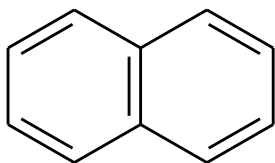
Pravila aromatičnosti

Da bi jedinjenje bilo aromatično:

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

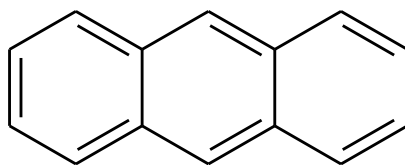


benzen $n=1$, 6π elektrona



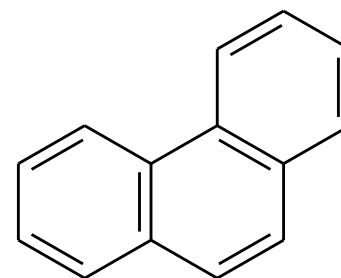
naftalen

10π



antracen

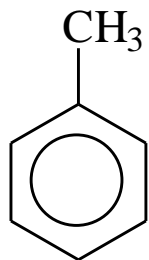
14π



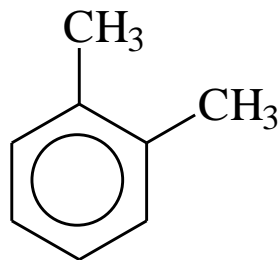
fenantren

Homolozi benzena

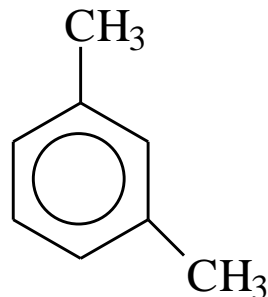
Nomenklatura, izomerija



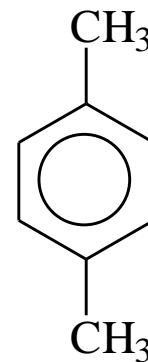
metilbenzen
(toluol)



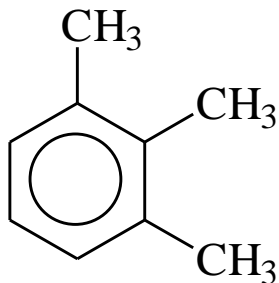
1,2-dimetilbenzen
(orto-ksilol)



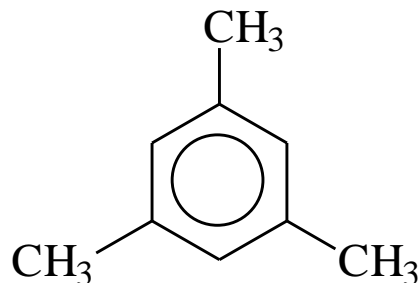
1,3-dimetilbenzen
(meta-ksilol)



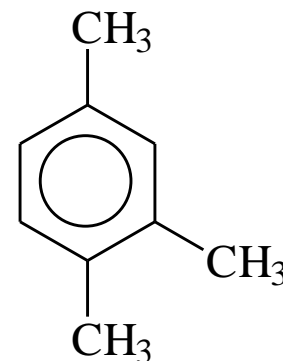
1,4-dimetilbenzen
(para-ksilol)



1,2,3-trimetilbenzen
(vicinalni)



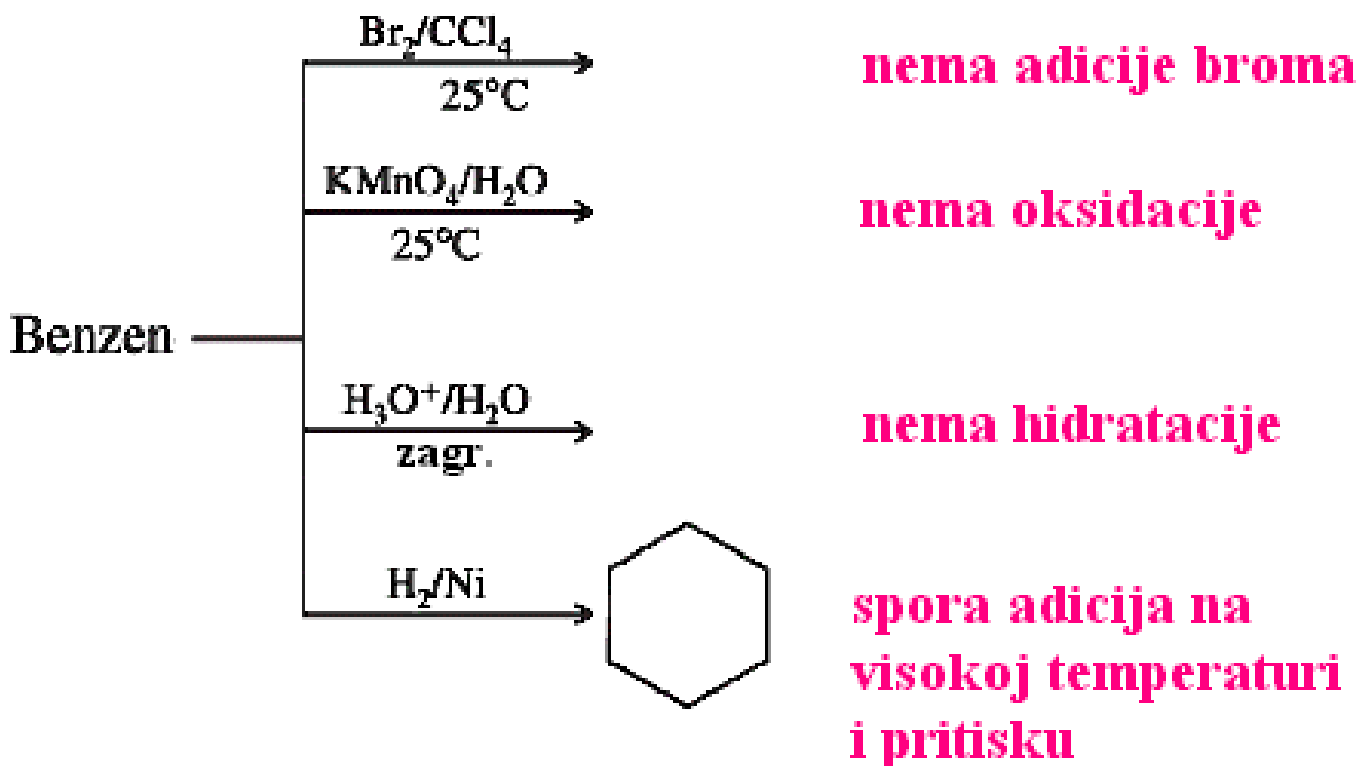
1,3,5-trimetilbenzen
(simetricni)



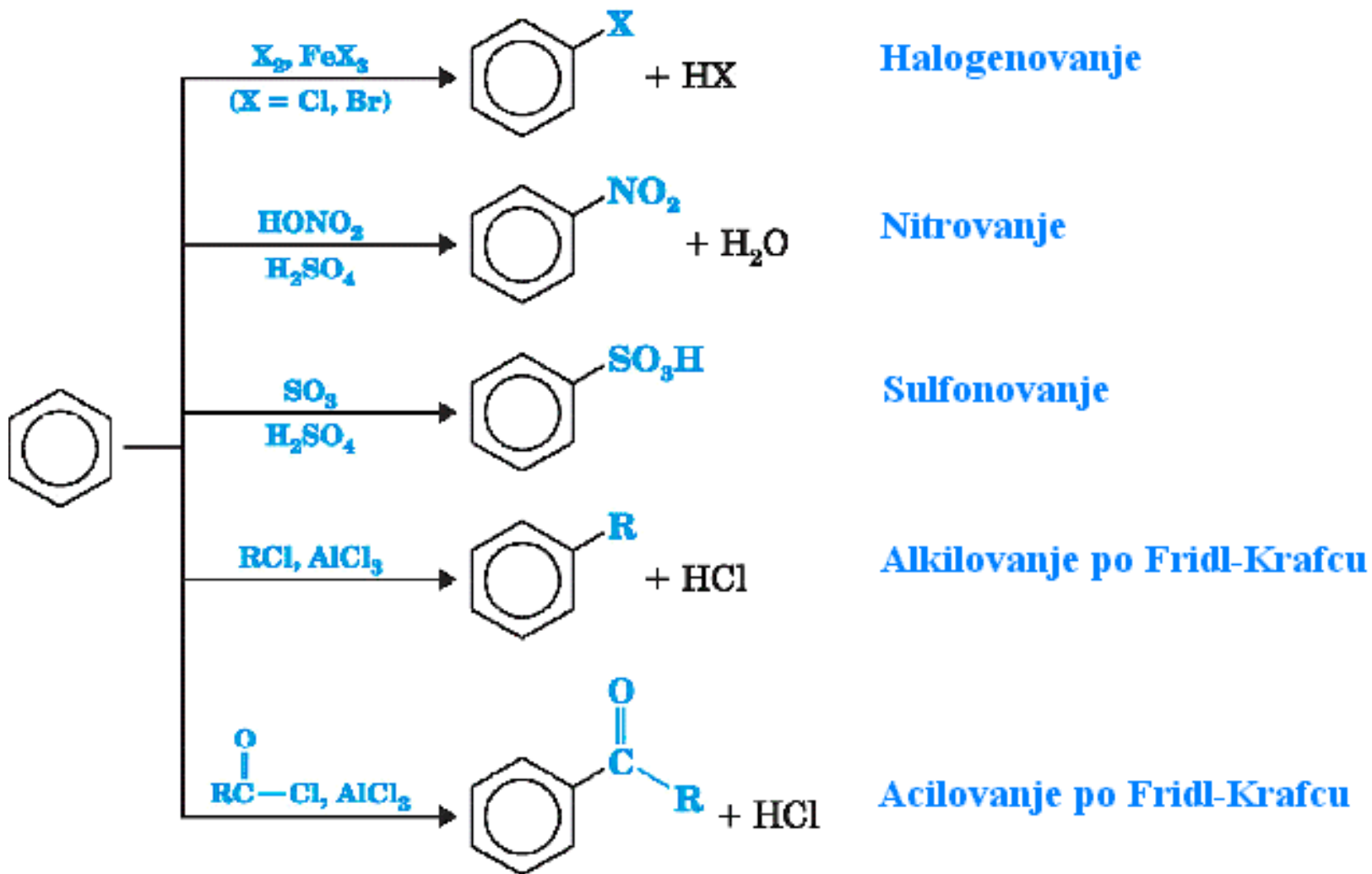
1,3,4-trimetilbenzen
(asimetricni)

Benzen pokazuje izuzetnu stabilnost

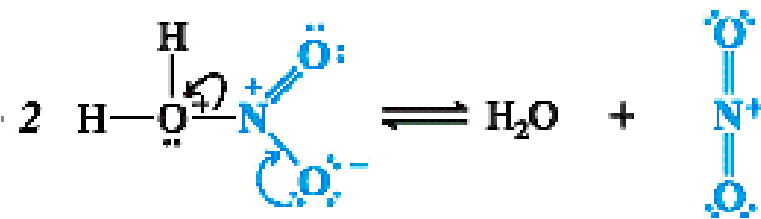
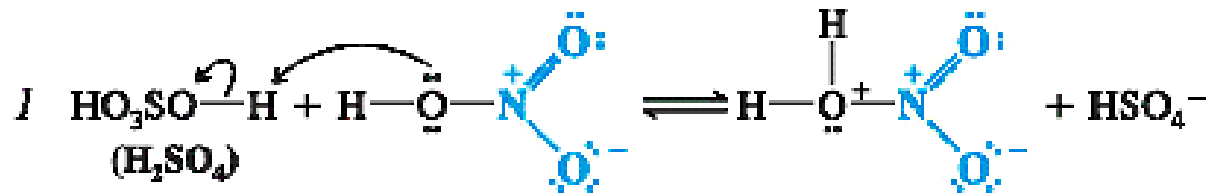
Ne daje reakcije karakteristične za nezasićene ugljovodonike



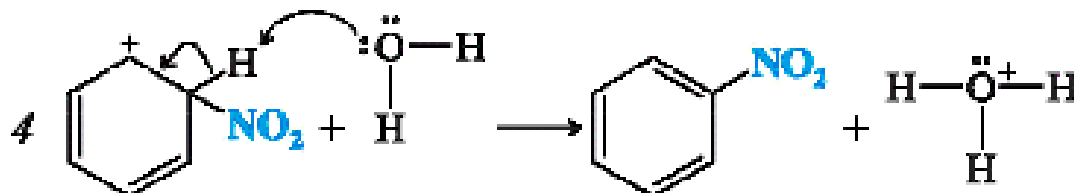
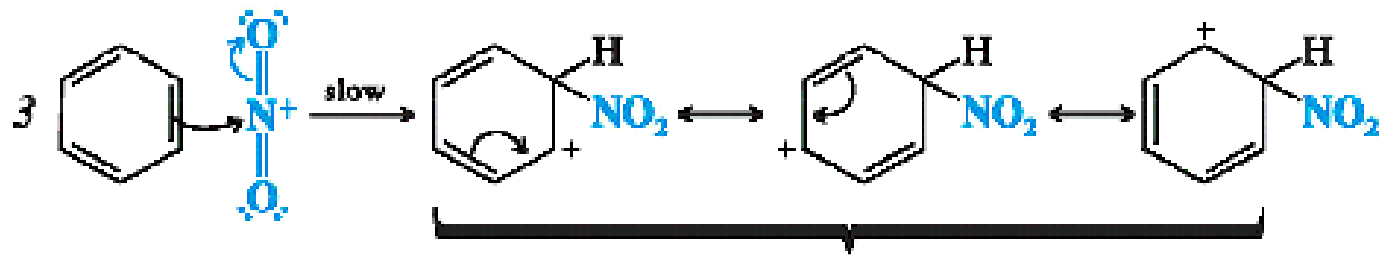
Aromatični ugljovodonici podležu reakciji elektrofilne aromatične supstitucije



Reakcija nitrovanja



nitronijum jon (elektrofil)



Uticaj supstituenata na benzenu na reakciju elektrofilne aromatične supstitucije

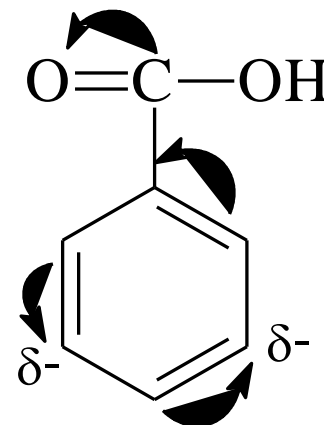
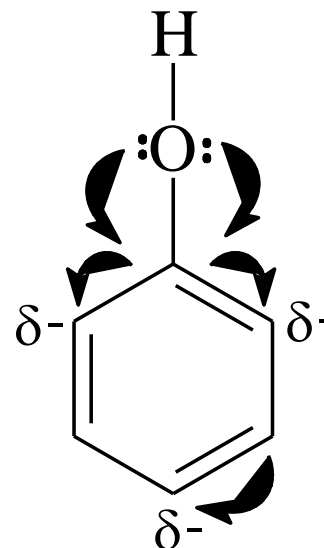
“Pravila supstitucije”

I grupa supstituenata- **orto i para**

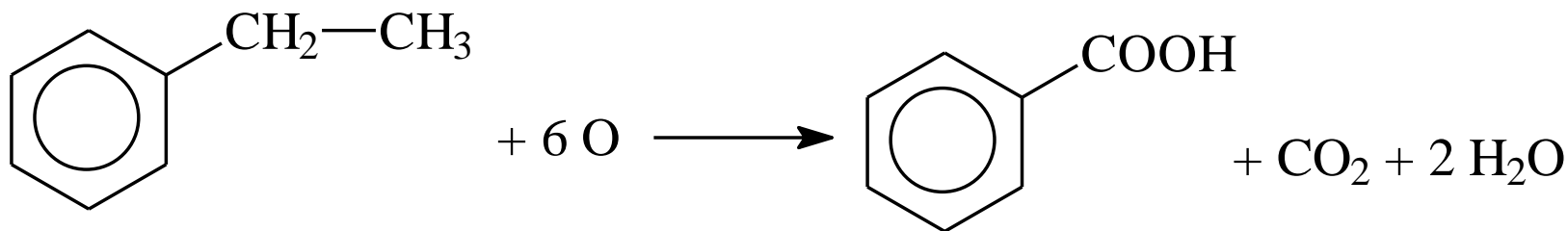
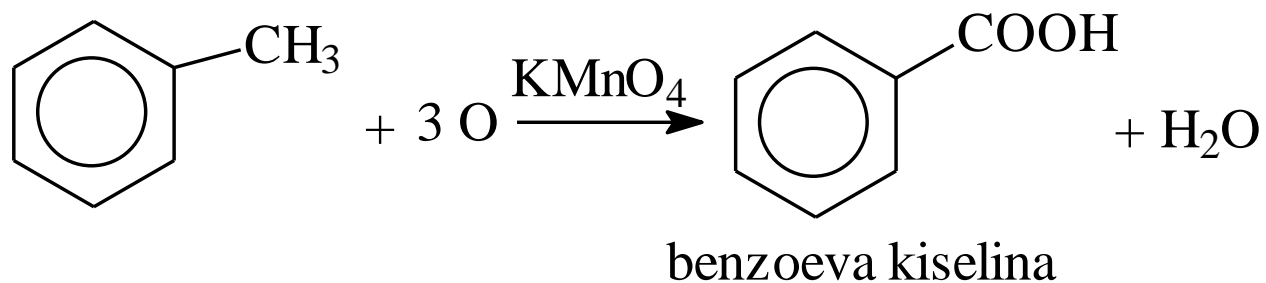
- Alkil grupe
- Halogeni elementi
- -OH
- -NH₂
- -NO₂; -SO₃H

II grupa supstituenata-**meta**

- -COOH
- -CN

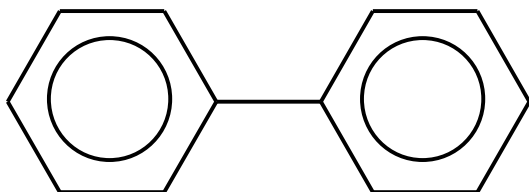


Oksidacija homologa benzena

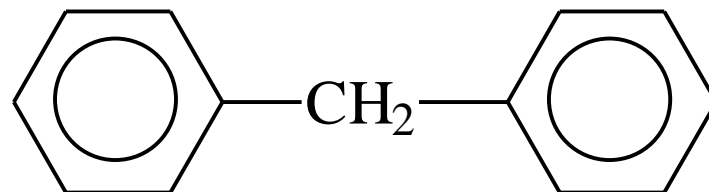


Policiklični aromatični ugljovodonici

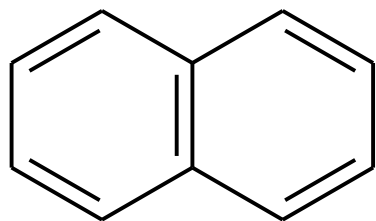
Aromatični ugljovodonici sa kondenzovanim prstenovima



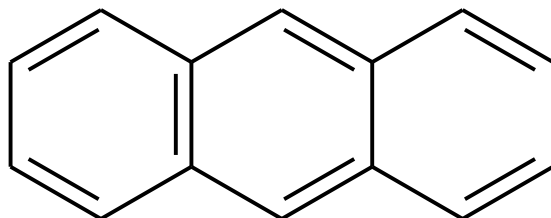
difenil



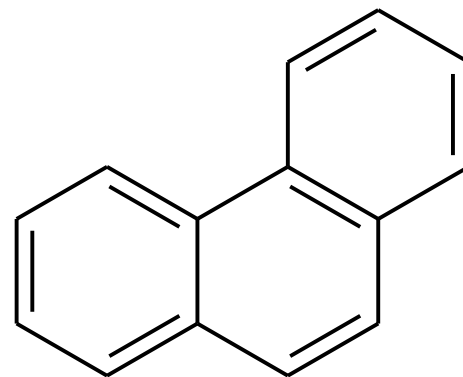
difenilmetan



naftalen



antracen



fenantren