

## ➤ UGLJOVODONICI

- ✓ jedinjenja koja sadrže samo **ugljenik** i **vodonik**
- zahvaljujući osobinama atoma ugljenika, teorijski je moguć beskonačan broj jedinjenja koja sadrže samo **C** i **H**
- **na osnovu strukture, odnosno hemijskih i fizičkih osobina ugljovodonici se dijele na:**

### 1. **Aciklične ugljovodonike**

**tj.** jedinjenja ravnog-otvorenog niza

**U grupi acikličnih jedinjenja spadaju:**

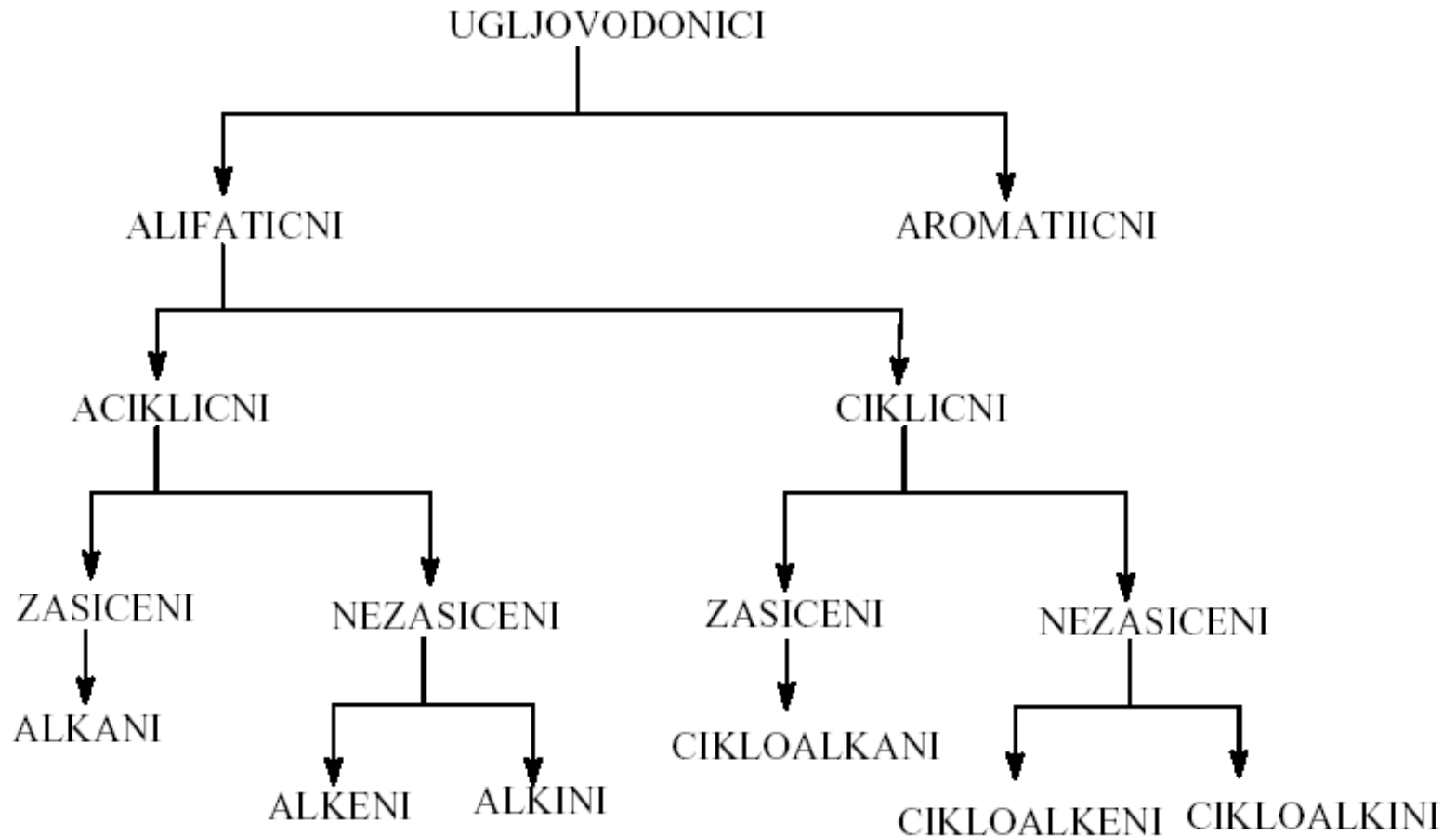
- **a) alkani, zasićeni ugljovodonici** u kojima su zastupljene isključivo jednostruke (jednogube) veze.
- **b) alkeni, nezasićeni ugljovodonici** u kojima su zastupljene jedna ili više dvostrukih (dvogubih) veza. Ugljovodonici sa dve dvostruke veze nazivaju se dieni a ugljovodonici sa više dvostrukih veza se nazivaju polieni.
- **c) alkini, nezasićeni ugljovodonici** u kojima je zastupljena trostruka (troguba) veza.

- **2. Ciklične ugljovodonike**,  
tj. jedinjenja zatvorene prstenaste strukture.

**Djele se na:**

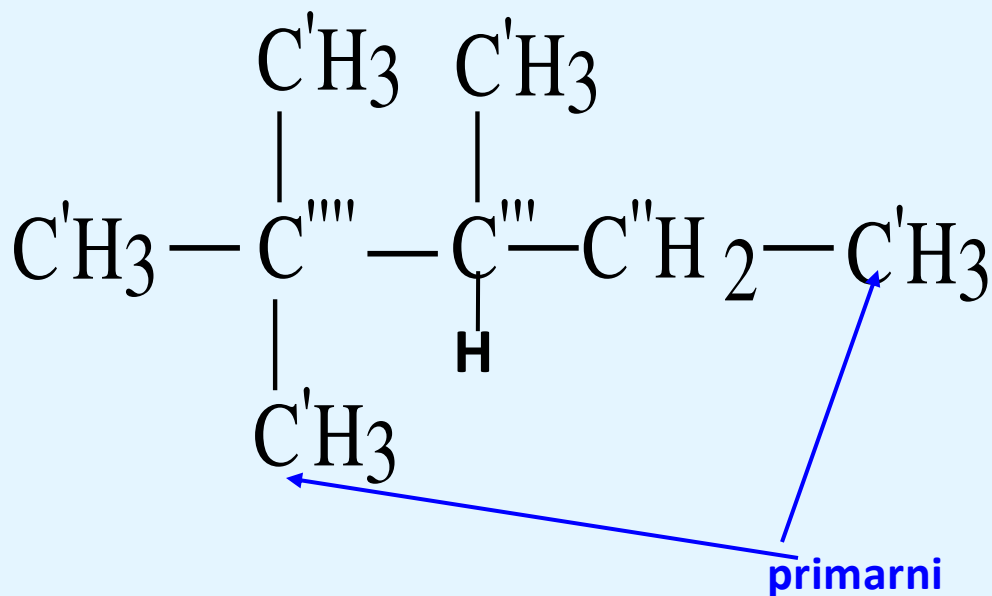
- **a) 1.cikloalkane**, jedinjenja ciklične strukture sa jednostrukim vezama,
  - **2.cikloalkene** jedinjenja ciklične strukture sa dvostrukom vezom i
  - **3.cikloalkine** jedinjenja ciklične strukture sa trostrukom vezom.
  - **b) aromatične ugljovodonike**, jedinjenja koja u strukturi imaju jedan ili više kondenzovanih benzolovih prstena
  - **c) terpene**, jedinjenja specifične aliciklične ili rjeđe alifatične strukture.
- ✓ do danas je izolovan i sintetisan veliki broj ugljovodonika
  - ✓ **najvažniji prirodni izvori ugljovodonika su nafta i zemni gas**

# Podjela ugljovodonika



➤ U molekulima zasićenih ugljenika razlikuju se četiri vrste ugljenikovih atoma

- 1. **primarni** ugljenik **C'** je onaj koji je vezan samo za još jedan C
- 2. **sekundarni** ugljenikov atom **C''** je vezan za dva C atoma
- 3. **tercijarni** ugljenikov atom **C'''** za tri C atoma
- 4. **kvatenarni** ugljenikov atom **C''''** za četiri C atoma



## ➤ Alkani - parafini

- ✓ Alkani su zasićeni ugljovodonici koji sadrže samo proste kovalentne  $\sigma$  - veze (C-C i C-H) nastale preklapanjem s-orbitala atoma H i  $sp^3$  hibridnih orbitala atoma C.
- ✓ **zbog svoje male reaktivnosti nazivaju se parafinima**
- **alkani** grade homologni niz
- **homologni niz** je niz jedinjenja u kome se dva uzastopna člana razlikuju uvek za istu atomsku grupu
- najčešće je to metilenska (  **$-CH_2-$** ) grupa
- jedinjenja takvog niza imaju zajedničku opštu formulu
  - opšta formula alkana je  **$C_nH_{2n+2}$**
  - opšta formula cikloalkana je  **$C_nH_{2n}$**

## ➤ IMENOVANJE ALKANA – nomenklatura

### ✓ Nazivi prva četiri alkana imaju trivijalna imena

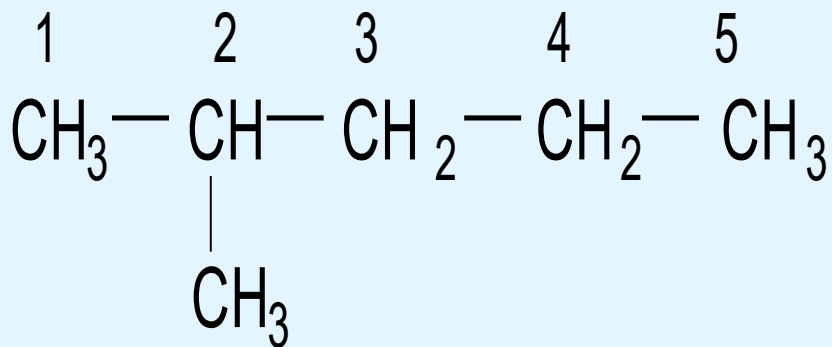
- nazivi petog i ostalih članova niza ugljovodonika dobijaju ako se na grčki naziv broja ugljenikovih atoma doda nastavak **-an** kod
- Nazivi cikloalkana dobijaju se kada se ispred imena dodaje i prefiks **ciklo-** i nastavak **-an** na grčki naziv broja ugljenikovih atoma
- Iz naziva alkana izvode se i nazivi ostalih molekulskih vrsta u o.h.

### IUPAC-ova pravila

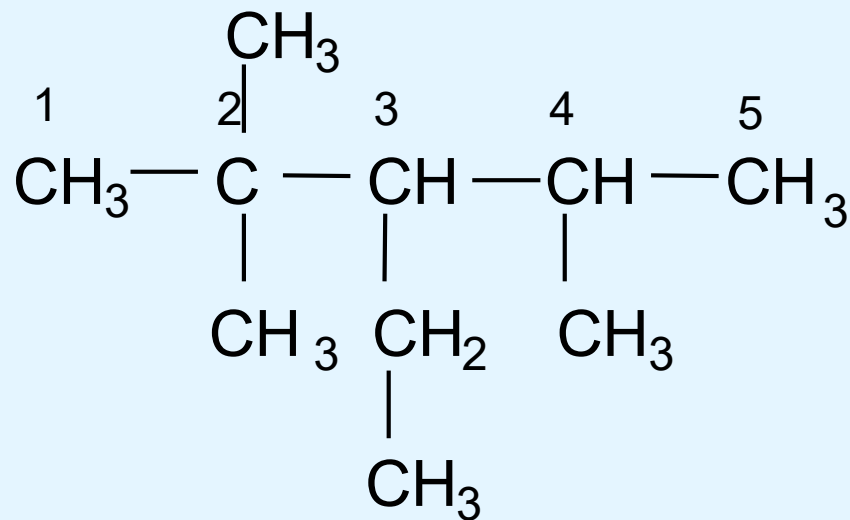
- 1. Odredi se i imenuje najduži ili **osnovni niz** u molekuli.
- 2. Ime osnovnog niza se daje na osnovu naziva **normalnih alkana**.
- 3. Grupe vezane za osnovni niz, različite od H, zovu se **supstituenti**.
- 4. Ako postoji tri i više supstituenata, onda se niz numeriše tako da se dobije **što manji broj na mestu razlikovanja** dva moguća načina numerisanja.
- 5. **Ukoliko molekul ima dva ili više nizova iste dužine**, onaj sa većim brojem supstituenata je osnovni niz.

- 6. Supstituenti se pišu po abecednom redu (svakome prethodi broj C atoma za koji je vezan i crtica), a zatim doda ime osnovnog niza.
- 7. **Ukoliko molekul sadrži više više istih supstituenata:**
  - imenu alkil grupe prethode prefiksi **di-, tri-, tetra-, penta-** itd.
  - mjesta vezivanja navode se zajednički prije imena supstituenta i razdvojena su zarezima (2, 3,3- tri..).
  - ovi prefiksi kao i **sek- i terc-**, ne raspoređuju se abecednim redom.

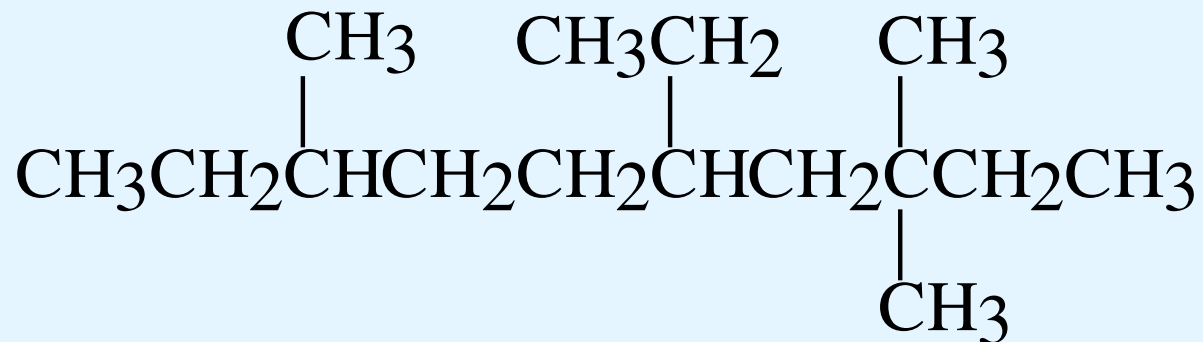
✓ **Osim alkana sa normalnim nizom postoje i alkani sa račvastim nizom koji se nazivaju izo-alkani**



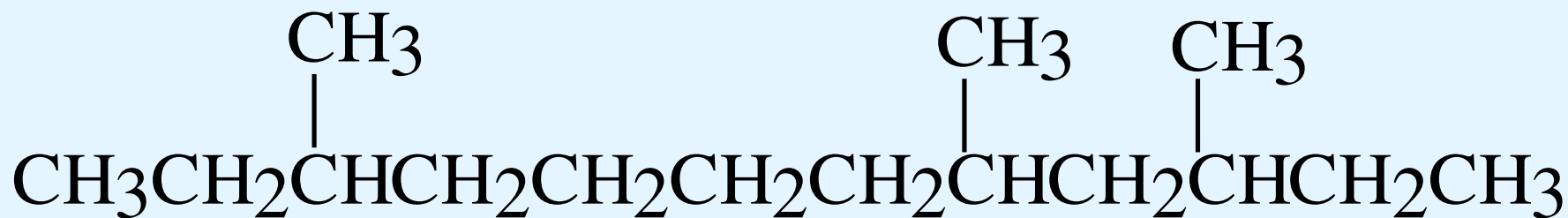
**2-metilpentan**



**3-etil-2,2,4-trimetilpentan**



5-**etil**-3,3,8-**trimetil**dekan



3,5,10-**trimetil**dodekan



## ✓ Alkani sa normalnim nizom

n	Ime	Racionalna for.	Bruto for.	Tk (°C)
1	metan	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>	-161,7
2	etan	CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	-88,6
3	propan	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	-42,1
4	butan	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	-0,5
5	pentan	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	36,1
6	heksan	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>3</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	68,7
7	heptan	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	98,4
8	oktan	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> CH <sub>3</sub>	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	125,7
9	nonan	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH <sub>3</sub>	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	150,8
10	dekan	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> CH <sub>3</sub>	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	174,0
11	undekan	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>9</sub> CH <sub>3</sub>	C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>	
12	dodekan	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> CH <sub>3</sub>	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	
20	ejkosan	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>11</sub> CH <sub>3</sub>	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>	

- **alkil-grupe** nastaju uklanjanjem jednog H atoma iz molekula **alkana**
  - imenuju se zamenom nastavka **-an** u nazivu alkana ili cikloalkana, nastavkom **-il**

Struktura	Uobičajeno ime	Sistematsko ime	Izvedeno iz	Tip
CH <sub>3</sub> -	<b>Metil</b>	Metil	<b>Metan</b>	primarna
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub>	<b>Etil</b>	Etil	<b>Etan</b>	primarna
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub>	<b>Propil</b>	Propil	<b>Propan</b>	primarna
$  \begin{array}{c}  \text{CH}_3 \\    \\  \text{CH}_3 - \text{C} - \\    \\  \text{H}  \end{array}  $	<b>Izopropil</b>	1-metiletil	<b>Propan</b>	sekundarna

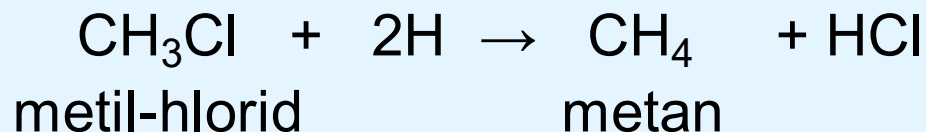
Struktura	Uobičajeno ime	Sistematsko ime	Izvedeno iz	Tip
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \\   \\ \text{H} \end{array}$	<b>izobutil</b>	<b>2-metilpropil</b>	<b>2-metilbutan (izobutan)</b>	<b>primarna</b>
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} - \\   \\ \text{H} \end{array}$	<b>sec-butil</b>	<b>1-metilpropil</b>	<b>Butan</b>	<b>sekundarna</b>
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	<b>terc-butil</b>	<b>1,1-dimetiletil</b>	<b>2-metilbutan (izobutan)</b>	<b>tercijarna</b>
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	<b>neopentil</b>	<b>2,2-dimetilpropil</b>	<b>2,2-dimetilpropan (neopentan)</b>	<b>primarna</b>

## ➤ Dobijanje alkana

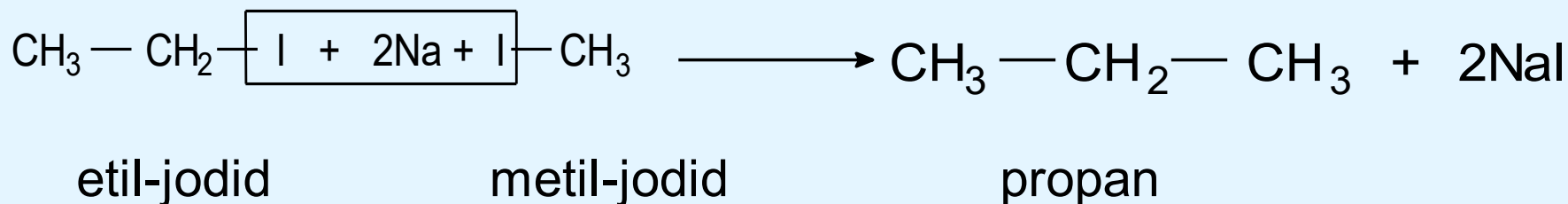
✓ Glavni izvori za industrijsko dobijanje ugljovodonika (alkana i cikloalka.) su **nafta** i **zemni gas**, a sporedni su ugalj i druga fosilna gori.

- **Mogu se dobiti na različite načine:**

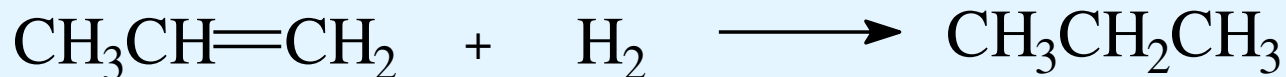
- **1. Redukcijom alkil-halogenida** pomoću vodonika uz prisustvu različitih redukcionih sredstava.



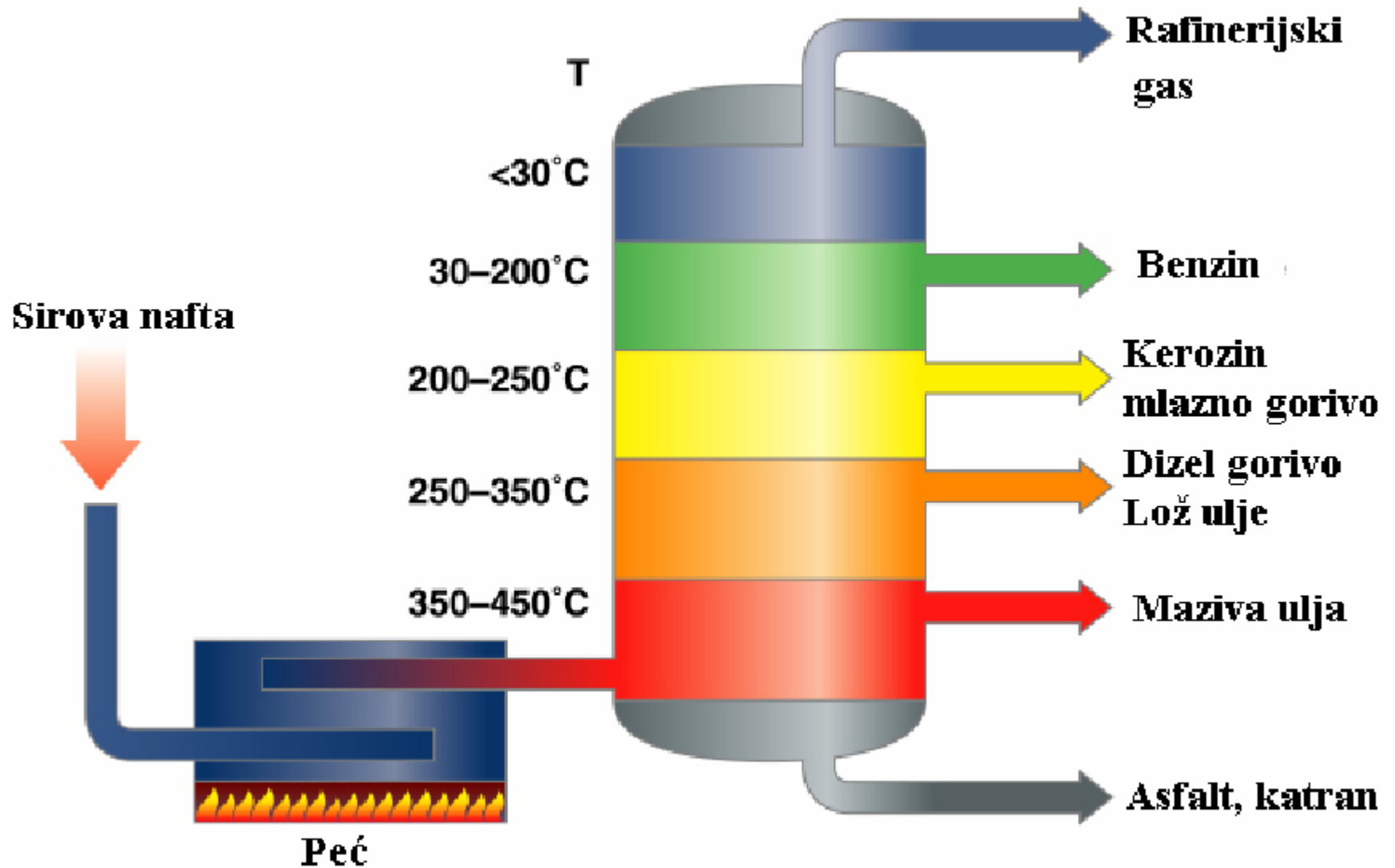
- **2. Dejstvom metalnog natrijuma na alkil-halogenide.**  
**Ova reakcija se naziva Würtz-ova sinteza.**



- **3. Hidrogenizacijom alkena**



## 4. Frakcionom destilacijom nafte



# Frakciona destilacija nafte

Frakcija	Temperatura destilacije, °C	Broj C atoma
Gas	do 20	C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub>
Petroletar	20-60	C <sub>5</sub> -C <sub>6</sub>
Ligroin (laki benzin)	60-100	C <sub>6</sub> -C <sub>7</sub>
Prirodni benzin	40-205	C <sub>5</sub> -C <sub>10</sub> i cikloalkani
Petrolej (kerozin)	175-325	C <sub>12</sub> -C <sub>81</sub> i aromatična jedinjenja
Gasno ulje (dizelsko)	iznad 275	C <sub>12</sub> i viši
Mazivo ulje	neisparljive tečnosti	dugi lanci na cikličnim strukturama
Asfalt ili naftni koks	neisparljive čvrste supstance	policiklične strukture

## ➤ Fizičke osobine

- Prva četiri člana alkana su gasovi, članovi od  $C_5$  do  $C_{17}$  su tečnosti a ostali su čvrsti
- Ne rastvaraju se u vodi ali se rastvaraju u organskim rastvaračima.

## ➤ Hemijske osobine

- Alkani nisu reaktivna jedinjenja

otporna su prema dejstvu kiselina, baza i oksidacionih sredstava.

- Najčešće reakcije alkana su reakcija supstitucije H atoma sa nekim drugim atomom ili grupom.

### ➤ Najvažnije reakcije supstitucije kod alkana su reakcije halogenovanja nitrovanja i sulfonovanja.

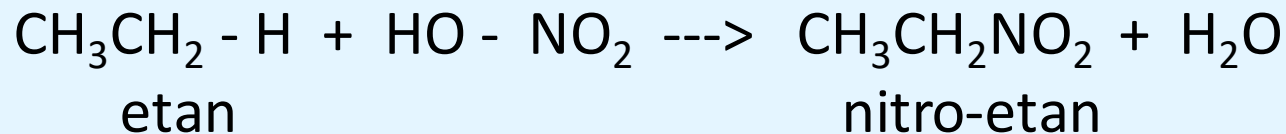
#### ✓ 1. Halogenovanje alkana.

- Ove reakcije se odvijaju u prisustvu sunčeve ili ultraljubičaste svjetlosti.
  - pod uticajem svetlosne energije  $h\nu$  molekul hlora se cijepa i daje radikale  $Cl\cdot$ , koji sadrže jedan nesporen elektron.
  - radikal hlora daje metil-radikal  $CH_3\cdot$  koji je takođe veoma reaktivan

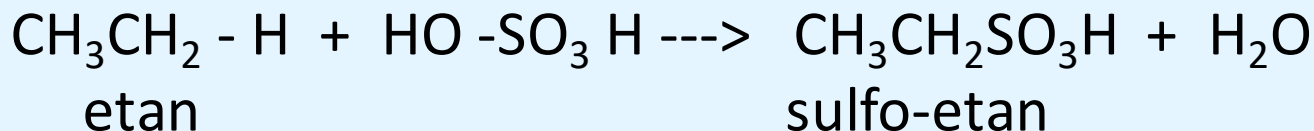




- **hlorovanje alkana je reakcija** u kojoj učestvuju slobodni radikali. Oni sadrže jedan nesparen elektron i veoma su reaktivni.
- **pod uticajem svetlosne energije  $h\nu$  molekul hlora se homolitički cijepa** i daje radikale  $Cl\cdot$ , koji sadrže jedan nesparen elektron. **Radikal hlora daje metil-radikal  $CH_3\cdot$ . koji je takođe veoma reaktivan**
- **2. Nitrovanje alkana** se vrši uz supstituciju jednog H atoma nitro grupom ( $NO_2$ ). Reakcija se vrši na povišenoj temperaturi uz upotrebu koncentrovane  $HNO_3$  i uz izdvajanje vode

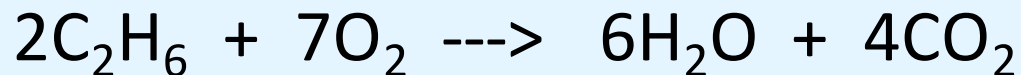


- **3. Sulfonovanje alkana se vrši** uz supstituciju jednog H atoma sulfo grupom ( $SO_3H$ ) na povišenoj temperaturi uz upotrebu koncentrovane sumporne kseline i izdvajanje vode.



## ✓ 4. Oksidacija alkana.

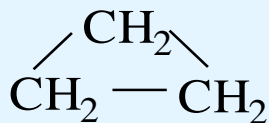
- Alkani u prisustvu kiseonika na površenoj temperaturi sagorevaju i daju ugljendioksid ,vodu ioslobađa se velika količina energije



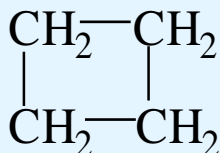
- **Alkani se koriste kao izvori energije.** *Najpoznatiji alkani koji se koriste u ove svrhe su metan, etan, propan, butan i nafta.*
- **Benzin se koristi** *za pokretanje motora sa unutrašnjim sagorevanjem i kao rastvarač masti a sirova nafta za liječenje šuge kod životinja.*
- **Parafin i vazelin predstavljaju** *smješū različitih alkana i koriste se za spravljanje različitih masti i krema.*

## ✓ Cikloalkani

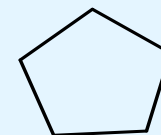
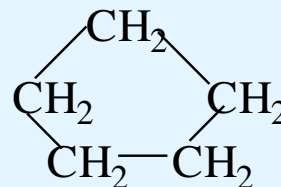
- Ugljovodonici koji se sastoje od ugljenikovitih atoma uređenih u prstenove zovu se: **ciklični alkani, karbocikli ili cikloalkani.**



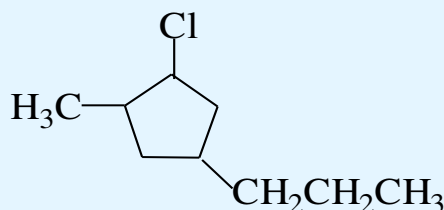
**ciklopropan**



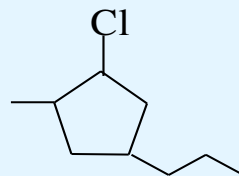
**ciklobutan**



**ciklopentan**



**1-hlor-2-metil-4-propilciklopentan**

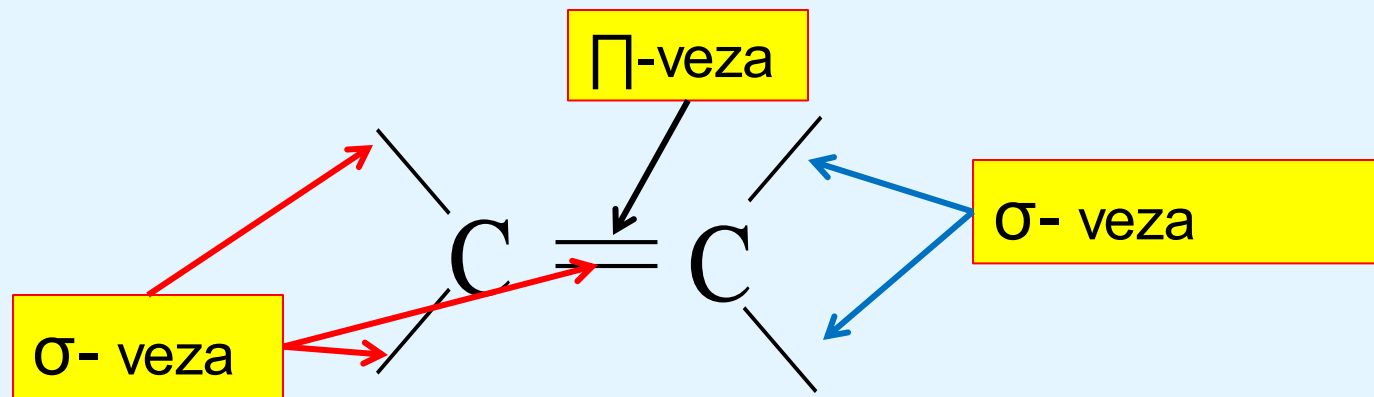


- U odnosu na alkanime normalnog niza, **cikloalkani** imaju **više**  $t_t$  i  $t_k$  kao i **veće** gustine.

- Cikloalkani učestvuju u reakcijama kao i zasićeni ugljovodonici: **sagorevanje, supstitucija, adicije** vodonika i halogenih elemenata.
- Ove reakcije se odvijaju na povišenim temperaturama i uz katalizator
- Adicijom vodonika **cikloalkani** prelaze u odgovarajuće **alkane**, a adicijom **halogena** dobijaju se **dihaloalkani**.

## ➤ Alkeni ili olefini

- Alkeni su nezasićeni ugljovodonici opšte formule  $C_nH_{2n}$ .
- U molekulu sadrže jednu dvostruku vezu koja utiče na fizičke i hemijske osobine ovih jedinjenja.
- Ranije su se alkeni nazivali olefinima.
- C - atomi koji su u molekulu alkena vezani dvostrukom vezom su  $sp^2$  hibridizovani
  - Svaki od C atoma ima tri  $sp^2$ -hibridne orbit.koje su međusobno pod uglom od  $120^\circ$ .
  - Četvrta atomska orbitala C nije hibridizovana i stoji pod uglom od  $90^\circ$  u odnosu na ravan u kojoj se nalaze  $sp^2$ -hibridne orbitale.
- U molekulu najjednostavnijeg alkena etena  $H_2C=CH_2$  ugljenikovi atomi su vezani  $sp^2-sp^2$  vezom s tipa a druga veza između C atoma nastaje bočnim preklapanjem nehibridizovanih 2p-atomskih orbitala. Ova veza se naziva p-veza.



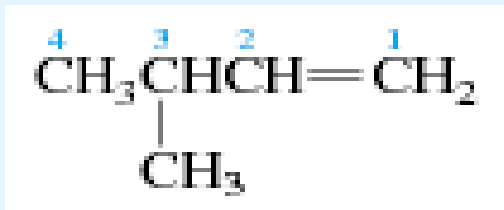
## ➤ Imenovanje alkena

- imena alkena i cikloalkena završavaju se nastavkom **-en**
- kod cikloalkena se ispred imena dodaje i prefiks **ciklo-**
- kod alkena sa više dvostrukih veza ispred nastavka **-en**, dodaju se odgovarajući prefiksi **di**, **tri**, **tetra** itd.
- alkeni sa **dvije** dvostruke veze **dieni**, sa **tri** - **trieni**...

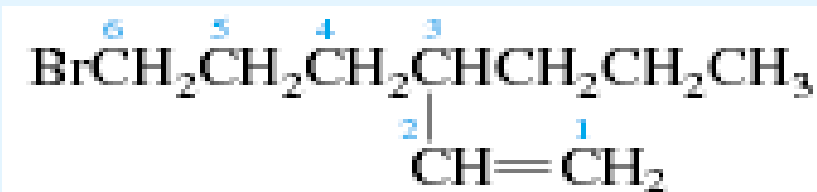
## ✓ IUPAC-ova pravila

- **odredi se najduži niz koji sadrži dva ugljenika povezana dvostrukom vezom**
- prilikom numeracije ugljenikovom atomu u dvostrukoj vezi se pripisuje **što manji broj**.
- kod cikloalkena nije neophodan numerički prefiks, ali ugljenici **1 i 2** su po definiciji djelovi **dvostruke veze**.
  - alkeni koji se razlikuju samo po položaju dvostruke veze zovu se **izomeri na dvostrukoj vezi**

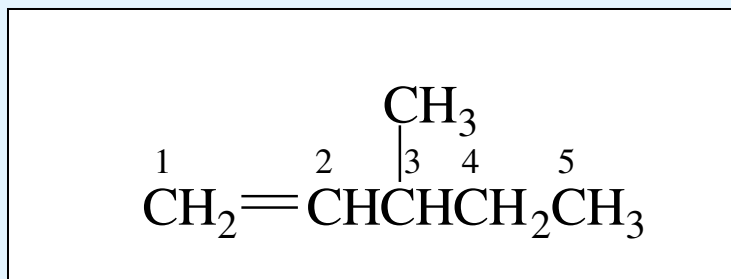
- **imenu alkena kao prefiksi dodaju se supstituenti i numeričke se njihov položaj**
- **ukoliko je osnovni niz alkena simetričan, numeričke se tako da prvi supstituent ima najmanji broj**



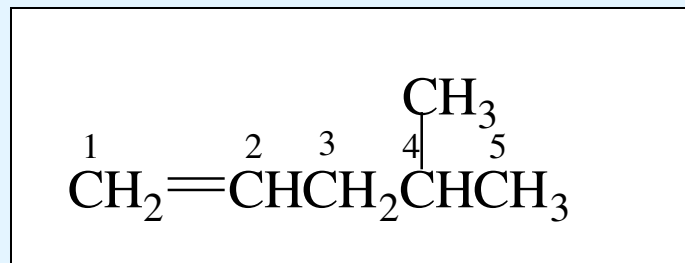
**3-metil-1-buten**



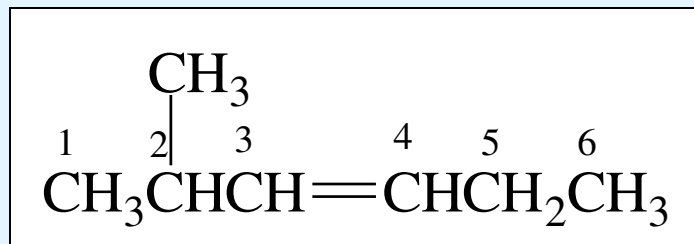
**6-brom-3-propil-1-heksen**



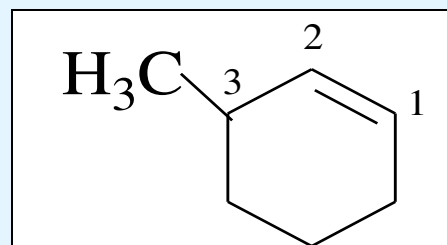
**3-metil-1-penten**



**4-metil-1-penten**



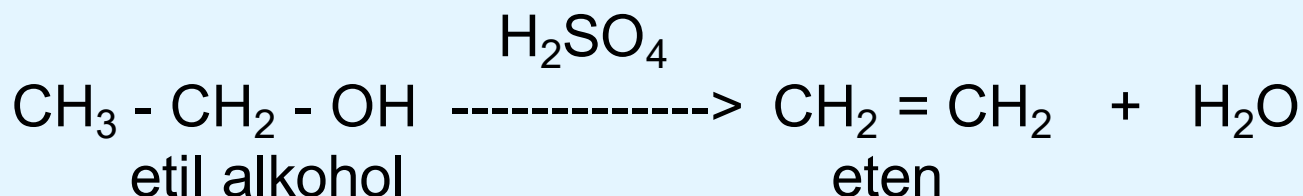
**2-metil-3-heksen**



**3-metilcikloheksen**

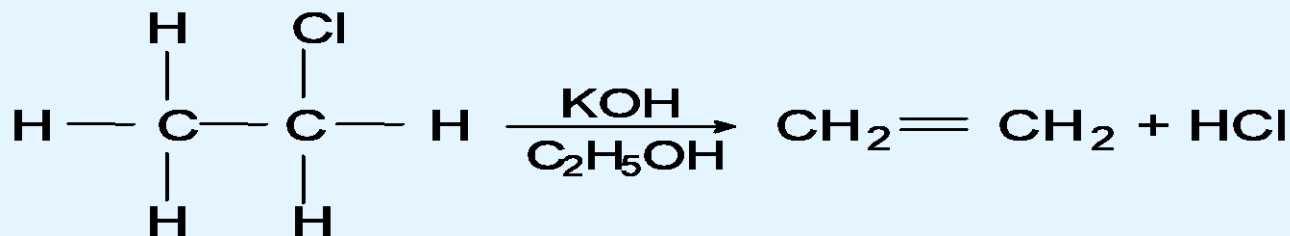
## ➤ Dobijanje alkena

- **1. Dehidratacijom alkohola** u prisustvu kiselina koje služe kao katalizatori. Najčešće se upotrebljava  $\text{H}_2\text{SO}_4$



## 2. Eliminacijom halogen-vodonika iz alkil-halogenida.

- *Reakcija se izvodi u prisustvu alkoholnog rastvora KOH.*
- *Od halogena najreaktivniji je fluor, zatim Cl, Br i na kraju I.*
- *Reakcija teče uz eliminaciju H atoma u prisustvu hidroksilnih jona neke baze koja služi kao katalizator.*



## 3. Termičkim razlaganjem (krekovanjem) alkana.

## ✓ Fizičke osobine:

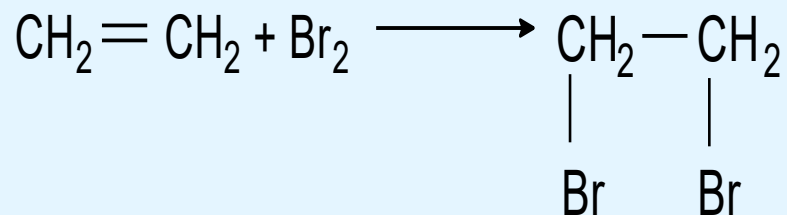
- Članovi homologog niza alkena sa **manjom molarnom masom su gasoviti**, **tečni sa srednjom**, a sa velikim molarnim mas. su čvrsti,
- **vrlo slične fizičkim osobinama alkana**
- u vodi nerastvorni, ali dobro rastvorni u nepolarnim rastvaračima
- **cis** izomeri su polarniji od **trans** izomera pa **cis** izomeri imaju:
  - **veće** tačke ključanja i **niže** tačke topljenja

## ✓ Hemijske osobine:

- Jedinjenja sa dvostrukim vezama su mnogo reaktivnija od zasićenih jedinjenja i **podležu reakcijama adicije, polimerizacije i oksidacije**
- reakcije adicije na  $\pi$  vezu su uglavnom egzotermne
- karakteristična reakcija alkena je **elektrofilna adicija**
- takođe podliježu i **adiciji preko slobodnih radikala**



## ✓ 1. Adicija halogena

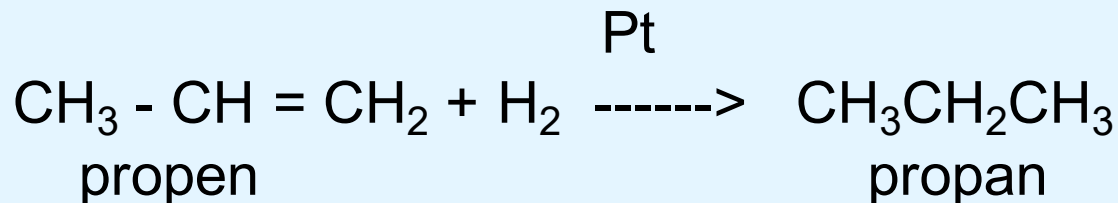


**eten**

**1,2 - dibrom-etan**

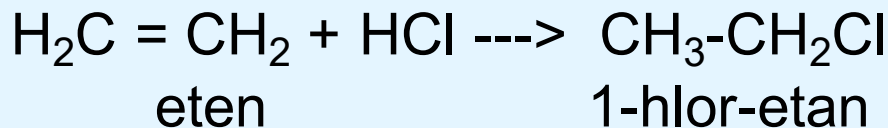
## 2. Adicija vodonika.

Ova reakcija se naziva hidrogenizacija i odvija se u prisustvu katalizatora (Pt, Ni, Pd) pri čemu alkeni prelaze u alkane

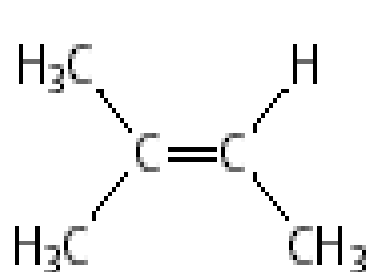


## 3. Adicija halogenvodonika.

Ova reakcija se odvija u dva stepena uz stvaranje karbkatjona kao intermedijera. Vodonik se adira na jedan C atom dvostruke veze u procesu elektrofilne adicije a halogen na drugi C atom dvostruke ve

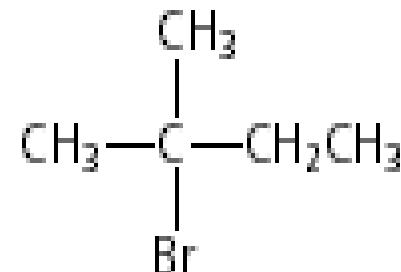






2-metil-2-buten

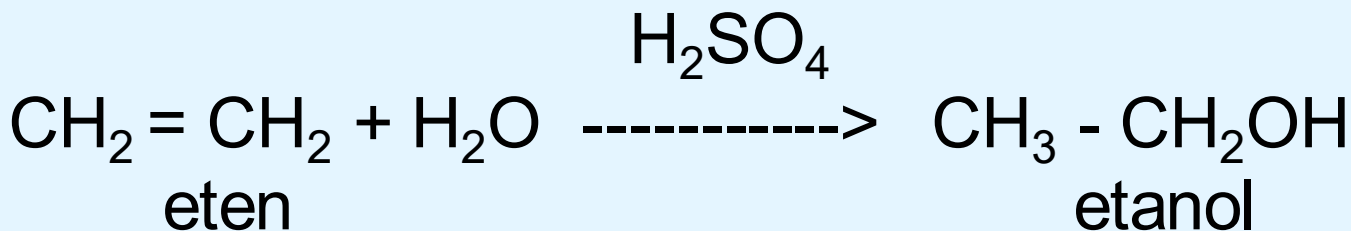
+



2-brom-2-metilbutan

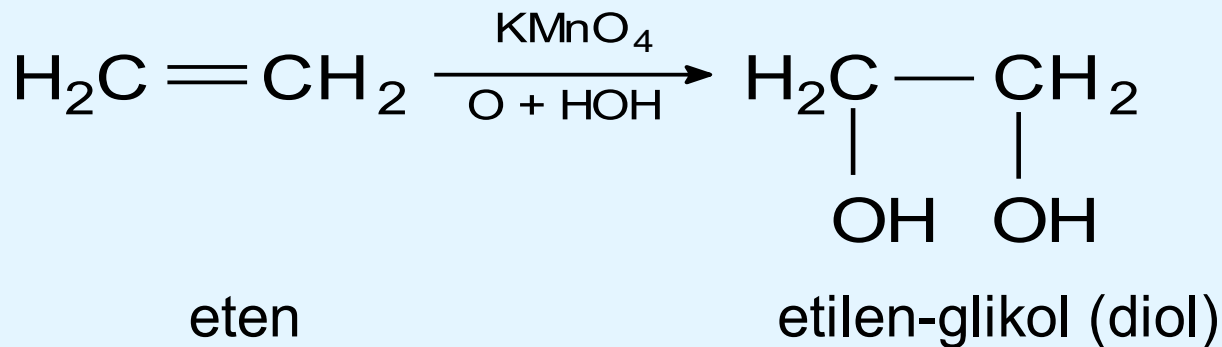
#### ✓ 4. Adicija sumporne kiseline.

- Ovo je elektrofilna reakcija i odvija se po istom mehanizmu kao i adicija halogenvodonika i koristi se za industrijsko dobijanje alkohola.



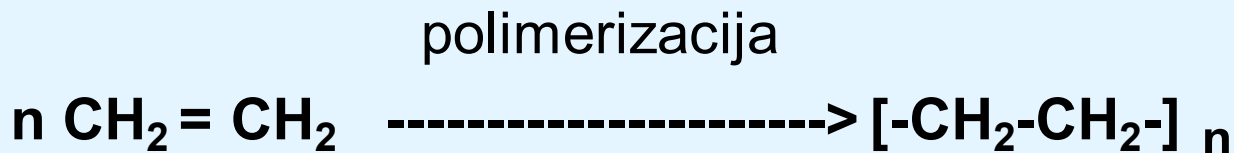
## ✓ 5. Oksidacija

- Reakcijom oksidacije alkena u prisustvu vodenog rastvora  $\text{KMnO}_4$  **dobijaju se dvohidroksilni alkoholi-diol**



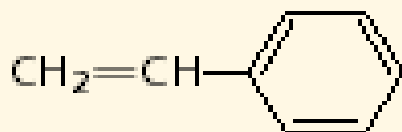
## ✓ 6. Polimerizacija.

- **Reakcijom polimerizacije dobijaju se makromolekuli.**
- Ovo su radikalske reakcije u kojima dolazi do stvaranja slobodnih radikala i njihove međusobne adicije.
- Kao konačni proizvod nastaju molekuli velike molekulske mase.

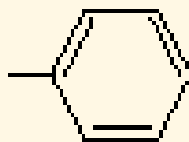




Tip alkena



X u polimeru



Polimer

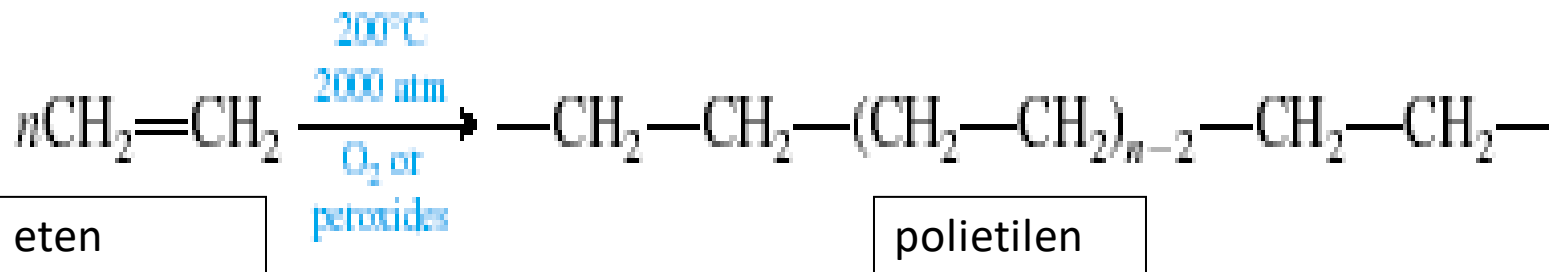
Polietilen (PE)

Polipropilen

Polistiren

Polivinilhlorid (PVC)

Poliizobuten,  
zamjena za  
sintetički kaučuk

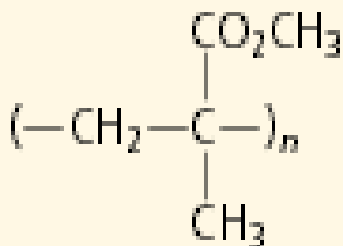
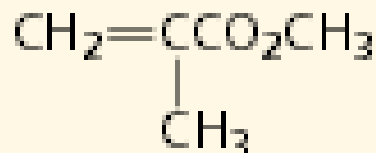


monomer

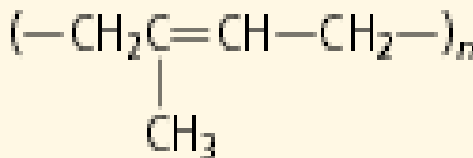
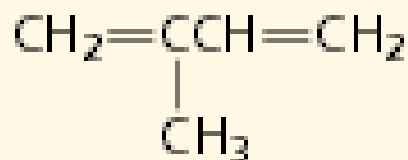
polimer



Teflon



Pleksiglas



Sintetički kaučuk

## ➤ **Dieni** $C_nH_{2n-2}$

✓ **Nezasićeni ugljovodonici otvorenog niza u čijem molekulu se nalaze dvije dvostruke veze**



- ✓ Dobijaju naziv prema alkanu sa istim brojem C- atoma
  - Umjesto nastavka **-AN** dodaje se nastavak **-DIEN**
  - **Položaj dvostrukih veza se označava brojevima koji se pišu ispred naziv diena.**
- **Postoje tri vrste diena:**
  1. Izolovani
  2. Konjugovani i
  3. Kumulovani dieni - **aleni**

1. - ako se između dvije dvostruke veze nalazi dvije ili više prostih veza onda je to **izolovan dien**



2. - dieni kod kojih su obe dvostruke veze na istom C atomu su **kumulovani dieni.**



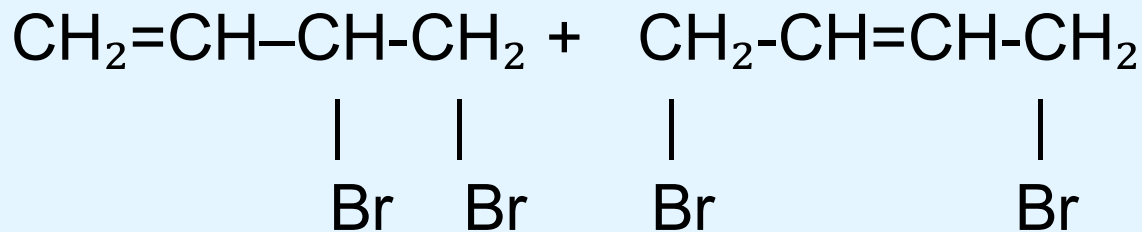
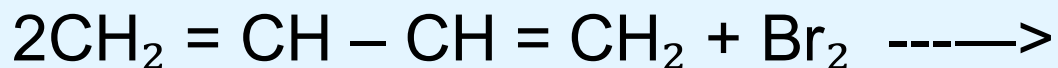
3. - butadien kod kojeg se između dvije dvostruke veze nalazi jednostruka veza naziva se **konjugovan.**





1. Dieni sa kumulovanim i izolovanim dvostrukim vezama se **ponašaju kao alkeni i podliježu reakcijama ADICIJE**

✓ Adicijom molekula broma na butadien dobija se smješa dva proizvoda:

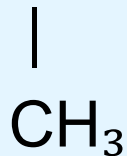
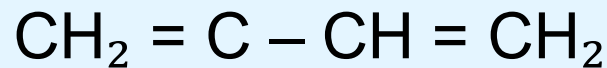


3,4-dibrom-1-buten

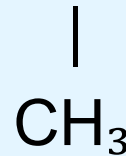
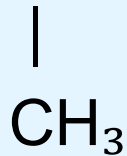
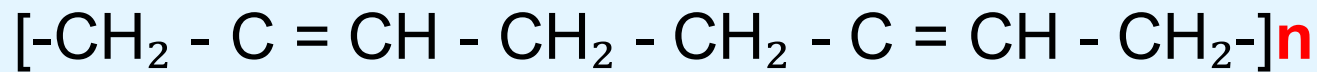
1,4-dibrom-2-buten

## ✓2. Reakcija POLIMERIZACIJE

- ✓ Polimerizacioni proizvodi diena su veoma važni. Tako se polimerizacijom izoprena, derivata butadiena dobija KAUČUK.



**izopren(2-metil-butadien)**



**kaučuk**