

ALKENI C_nH_{2n}

- Nezasićeni ugljovodonici – podležu r-jama adicije.
- Funkcionalna grupa: C=C veza.

Eten C_2H_4

- Eten je planaran sa 2 trigonalna C–atoma i uglovima veza od 120° .

- Oba C–atoma su sp^2 hibridizovana.

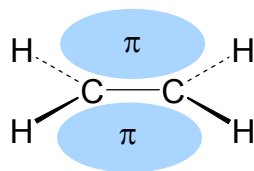
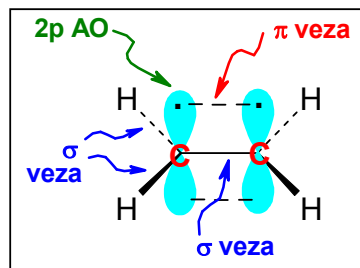
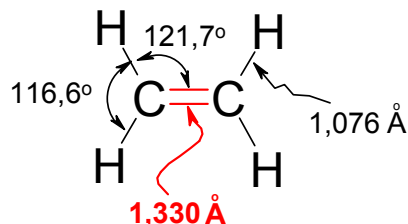
- Tipovi veza:

- C–H: σ -veza (sp^2 HO – s AO),
- C=C veza:
 - 1 σ -veza (sp^2 HO – sp^2 HO),
 - 1 π -veza (2p AO – 2p AO).

- El. gustina π -veze je podjednako raspoređena iznad i ispod ravni molekula.

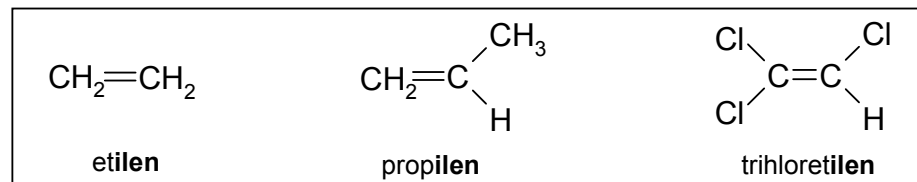
* Važno: **nema** slobodne rotacije oko C=C veze!!!

AO – atomska orbitala; HO – hibridna orbitala.



IMENOVANJE ALKENA

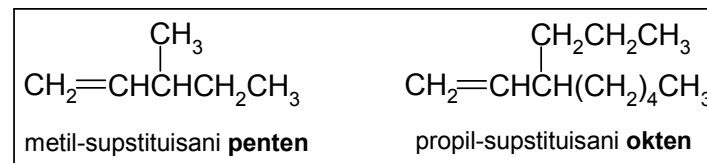
- Trivijalna imena se dobijaju tako što se sufiks **-an** alkana zamenjuje sufiksom **-ilen**.



IUPAC nomenklatura

- IUPAC imena se dobijaju tako što se sufiks **-an** alkana zamenjuje sufiksom **-en**.

- 1 Naći najduži niz koji sadrži C=C vezu.

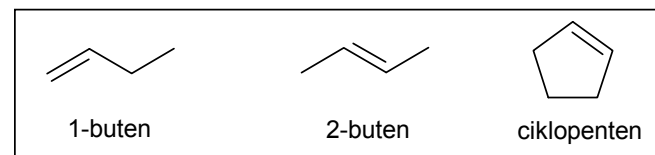


- 2 Obeležiti položaj C=C veze u osnovnom nizu polazeći od najbližeg kraja C=C veze.

- Izomeri na dvostrukoj vezi – razlikuju se samo po položaju C=C veze.

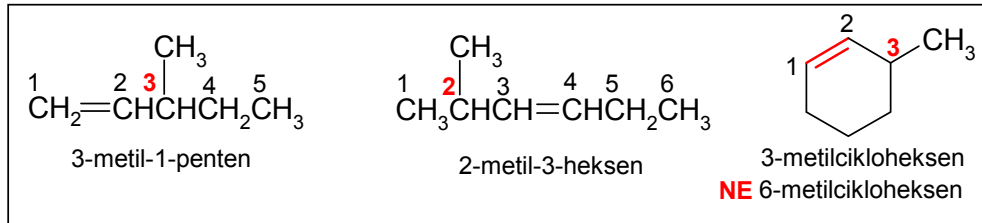
- Alken:

- terminalni (C=C veza na kraju niza),
- unutrašnji.

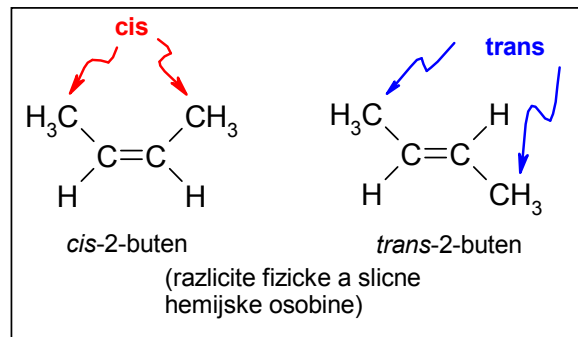


③ Imenu alkena, kao prefiks dodati nazive susptituenata i numerisati njihov položaj.

■ Ako je osnovni niz simetričan, numeriše se tako da prvi supstituent ima najmanji broj.



④ Identifikovati *cis*- i *trans*-stereoizomere (geometrijski izomeri).

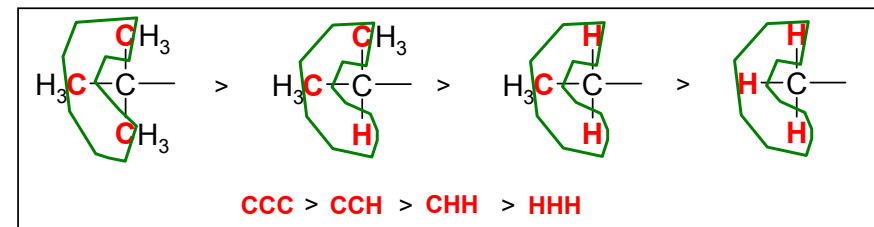
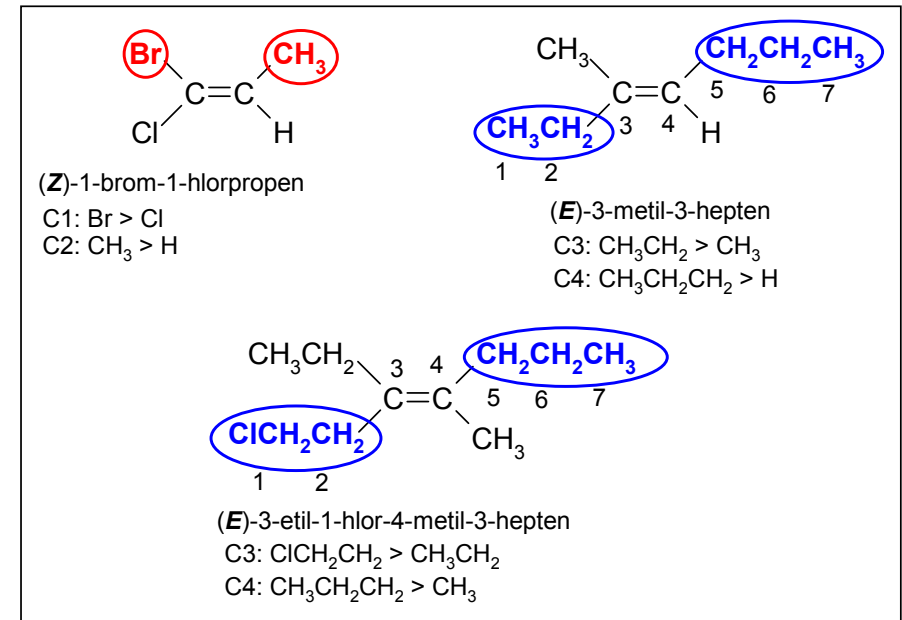


⑤ Kod složenih stereoizomera koristi se *E,Z*-sistem:

- *E* – (entgegen, nem.) **nasuprot**,
- *Z* – (zusammen, nem.) **zajedno**.

■ Sekvenciona pravila za određivanje prioriteta supstituenata:

- prioritet ima atom većeg atomskog broja,
- ako su supstituenti istog reda, rangiraju se elementi duž niza u supstituentu dok se ne naiđe na atom po kome je moguće razlikovati prioritet između 2 niza.



⑥ Supstituenti sa dvostrukim vezama imenuju se kao alkenil-grupe.

■ Numerisanje supstituentnog niza počinje od mesta vezivanja za osnovni niz.



FIZIČKE OSOBINE ALKENA

- Napolarna jedinjenja.
- **Alkeni** (broj C-atoma):
 - gasovi (2–4),
 - tečnosti (5–15),
 - čvrste supstance (≥ 16).

Temperature ključanja i topljenja

- T_{klj} i T_{t} **alkena** u odnosu na **alkane** (sa istim brojem C-atoma):

- T_{klj} su veoma slične,
- T_{t} **alkena** su niže,
 - prisustvo *trans* dvostruke veze blago snižava T_{t} , a
 - *cis* značajno ("U" oblik molekula otežava pakovanje u krist. rešetku).

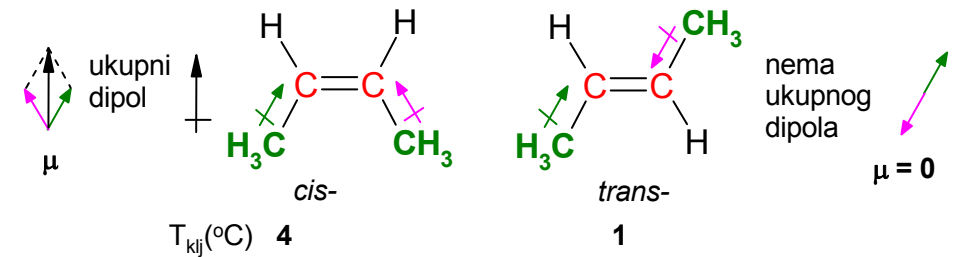
T_{klj} i T_{t} **alkena** i **alkana** (sa istim brojem C-atoma)

Jedinjenje	T_{klj} (°C)	T_{t} (°C)
pentan	36	-130
<i>trans</i> -2-penten	36	-135
<i>cis</i> -2-penten	37	-151

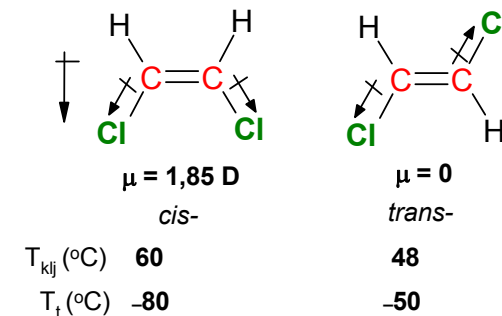
- Prisustvo C=C veze menja fizičke osobine **alkena** u odnosu na **alkane**:

- **alkeni** u zavisnosti od strukture, mogu imati slab dipolarni karakter.

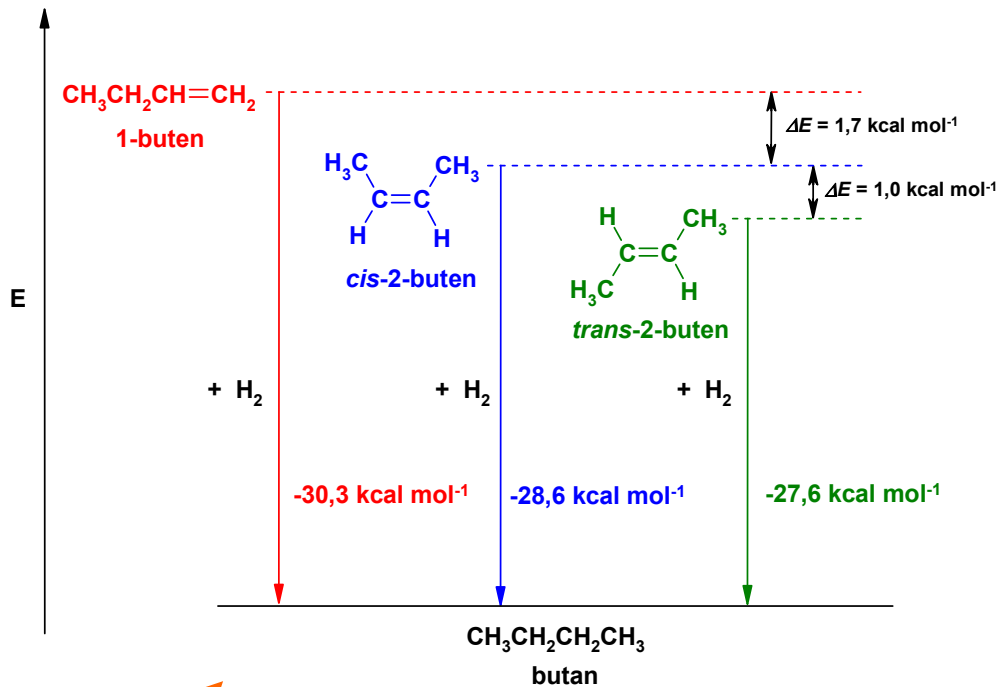
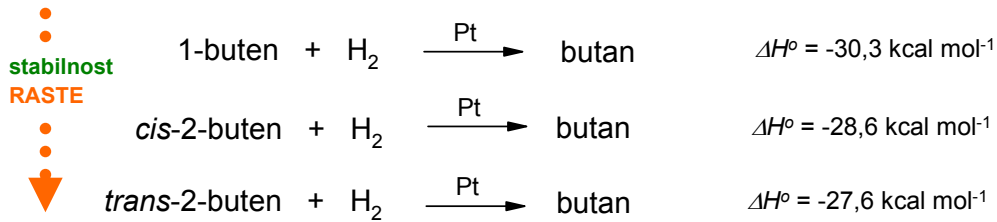
- Veze između alkil-grupa i alenskog C-atoma su polarizovane u smeru sp^2 -hibridizovanog C-atoma:
 - udeo s orbitale u sp^2 HO je veći nego kod sp^3 HO (1/3 i 1/4, respektivno),
 - sp^2 C-atom je elektronegativniji od sp^3 C-atoma¹.



- *Cis*-izomeri su **polarnija** jedinjenja i imaju više T_{klj} od *trans*-izomera!



¹ El. su bliže jezgru sp^2 hibridizovanog C-atoma (u poređenju sa sp^3), javlja se induktivni efekat privlačenja elektrona ka jezgru sp^2 C-atoma.



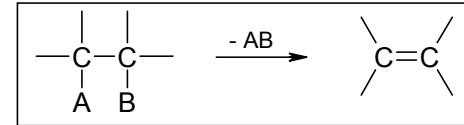
●

Relativni energetska sadržaj izomernih butena, određen na osnovu toplota hidrogenizacije, ukazuje na njihove relativne stabilnosti.

DOBIJANJE ALKENA

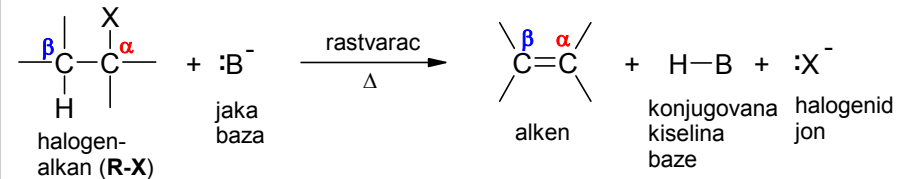
Laboratorijsko dobijanje

■ Reakcije **ELIMINACIJE** – sa ugljenikovog skeleta se uklanjaju dve susedne grupe:



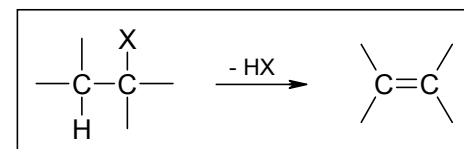
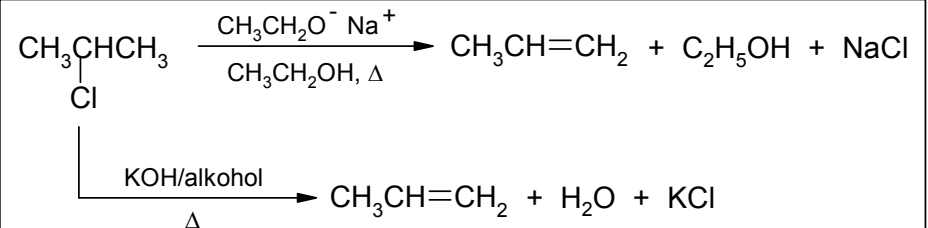
1. Dehidrohalogenovanje halogenalkana

1,2-eliminacija ili β -eliminacija

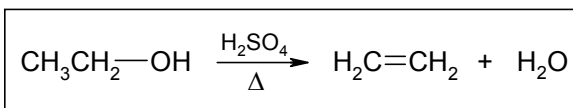
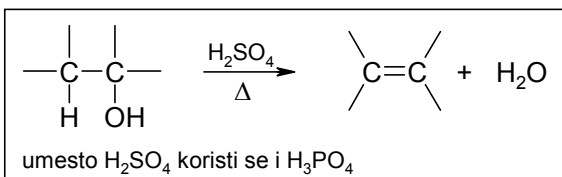


■ Jaka baza (:B^-):

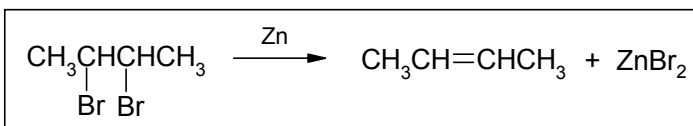
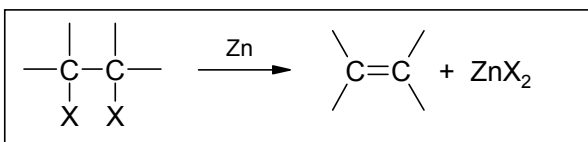
- KOH u alkoholu ili
- natrijum-alkoksid ($\text{RO}^- + \text{Na}$) u alkoholu.



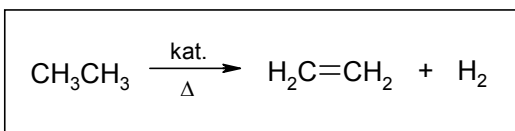
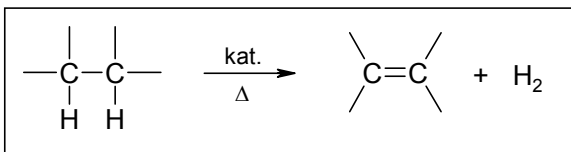
2. Dehidracija alkohola



3. Dehalogenovanje vicinalnih dihalogenida



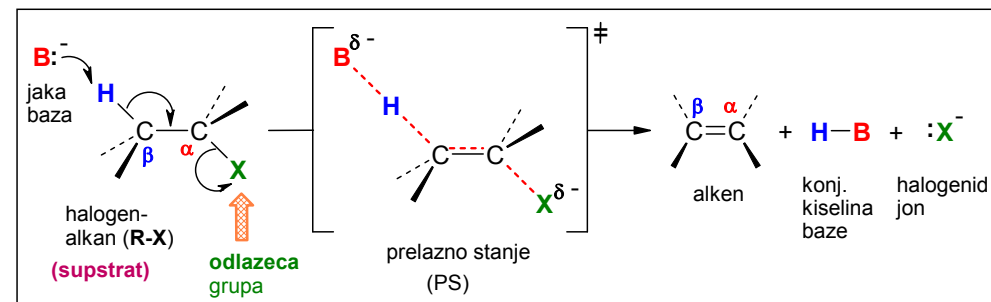
4. Dehidrogenovanje alkana



1. Dehidrohalogenovanje halogenalkana

■ 1,2-Eliminacija ili β -eliminacija.

Mehanizam reakcije



■ Bazna čestica ($:B^-$) uklanja proton (H^+) sa β C-atoma dok se odlazeća grupa, halogenid jon ($:X^-$), otcepljuje sa α C-atoma i nastaje $C=C$ veza³.

■ R-ja se vrši u jednom koraku – koncertovani proces!

■ Brzina reakcije zavisi od koncentracije halogenalkana i od koncentracije baze – r-ja II reda

$$v = k[RX][:B^-]$$

■ Bimolekulska eliminacija tzv. E2-reakcija ("E" eliminacija; ("2" bimolekulska).

■ 1,2-Eliminacija: vrši se sa 2 susedna C-atoma.

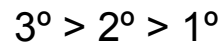
■ β -Eliminacija: H^+ se uklanja sa C-atoma u β -položaju prema odlazećoj grupi.

³ ■ Tokom reakcije dolazi do tri vrste promena:

- deprotonovanje bazom,
- odlaska odlazeće grupe,
- rehibridizacije reagujućih C-atoma iz sp^3 u sp^2 , pri čemu se formiraju dve p-orbitale nastajuće $C=C$ veze

koje se odigravaju istovremeno!!!

✳ Važno: Reaktivnost halogenalkana, R–X, opada u nizu:



■ Reaktivnost R–X opada u nizu:



■ Što je C–X veza slabija, lakše se raskida!

✳ Važno: Što je halogenid jon **slabija** baza, bolja je odlazeća grupa!

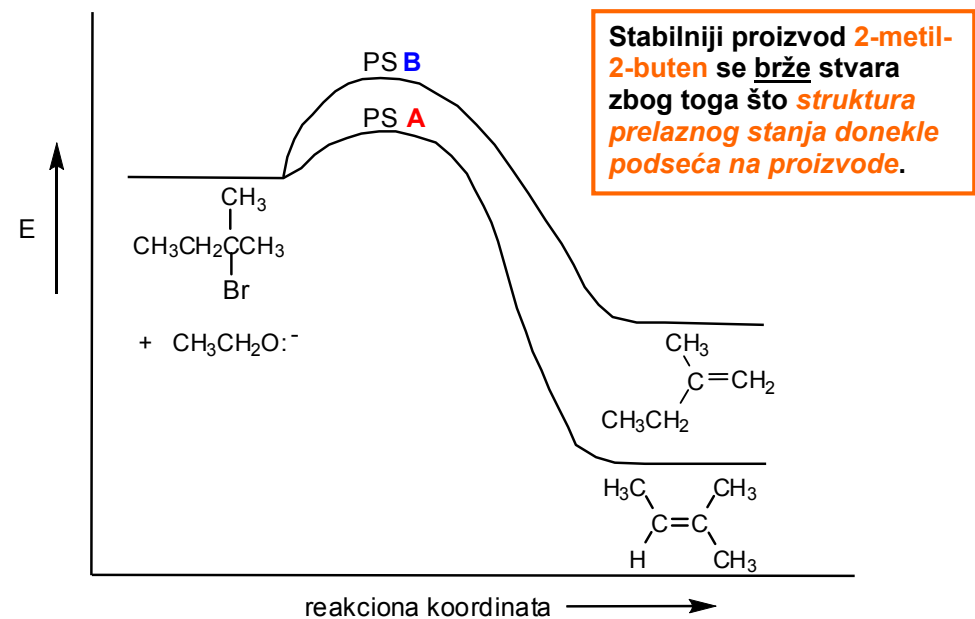
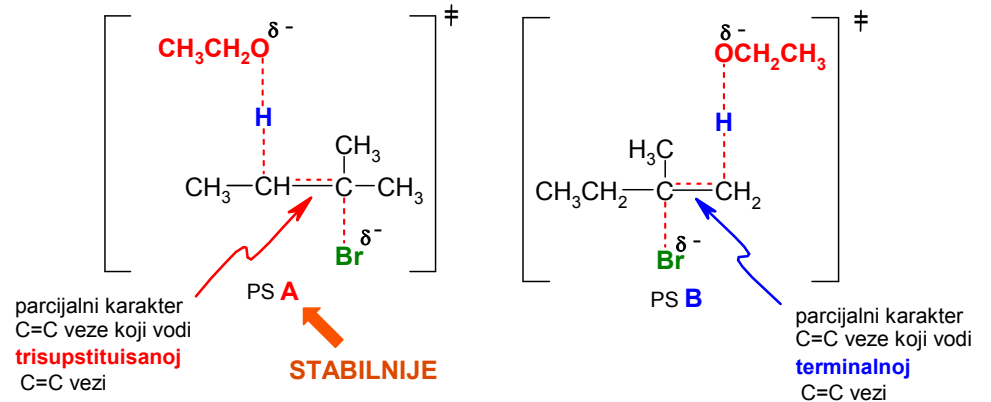
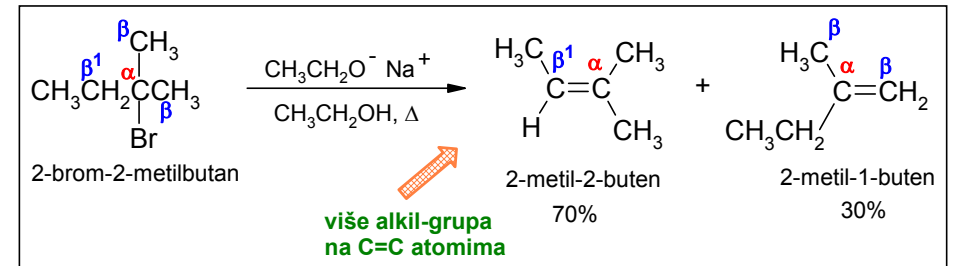
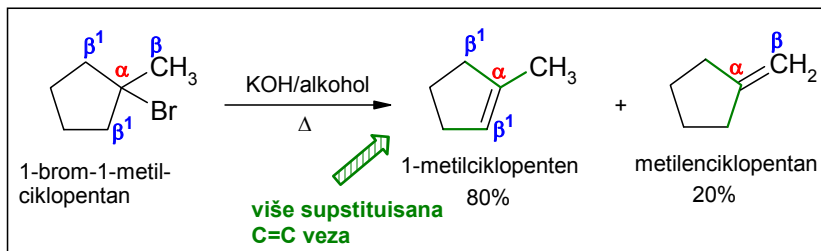
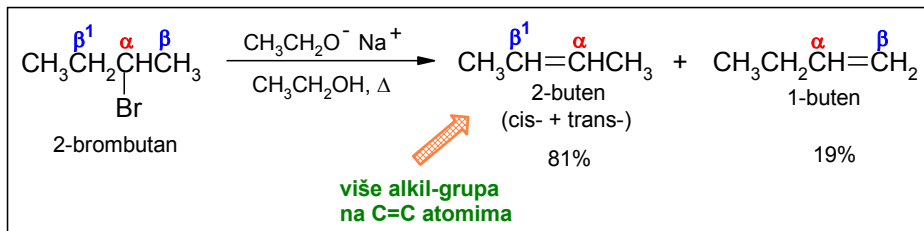


najslabija
baza

najjača
baza

■ Najslabija baza je $:I^-$ (jodidni jon), konjugovana baza najjače H–X kiseline.

Regioselektivnost (orijentacija) E2-reakcije



■ Eliminacione reakcije ovog tipa koje vode više supstituisanom alkenu, kaže se da slede

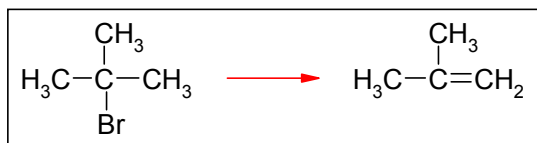
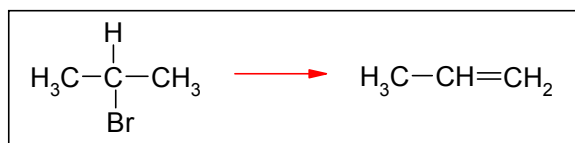
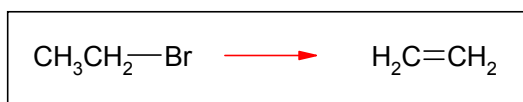
Zajcevljevo (Zaytsev) pravilo:

dvostruka veza se prioritetno stvara između ugljenika za koji je vezana odlazeća grupa i najviše supstituisanog susednog UGLJENIKA koji ima vezan VODONIK.

✱ Zašto reaktivnost halogenalkana, R-X, opada u nizu:



reaktivnost
RASTE



■ Raaktivniji R-X:

- iz njega nastaje stabilniji alken,
- ima više β H-atoma koje može napasti $:\text{B}^-$ čestica (faktor verovatnoće).

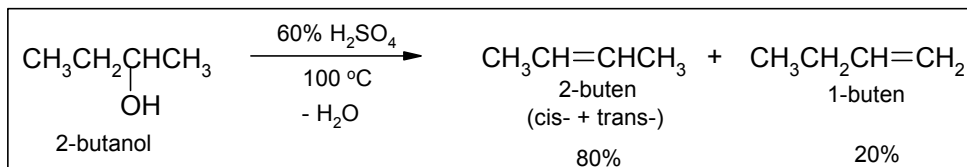
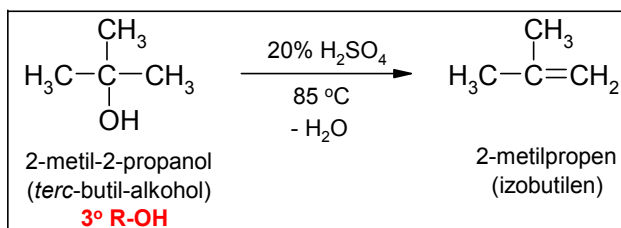
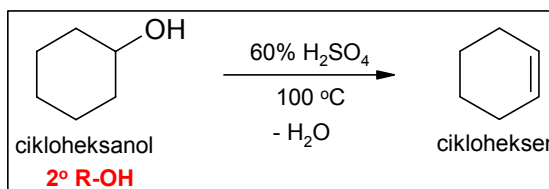
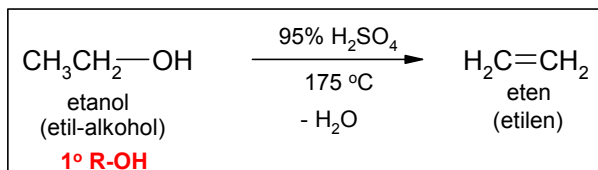
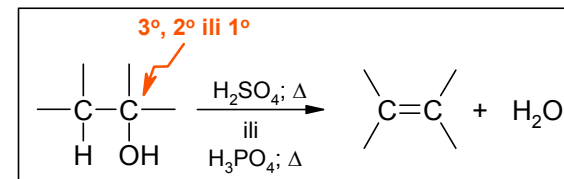
2. Dehidracija alkohola

U industriji:

- prevođenjem alkoholnih para preko Al_2O_3 (Lewis-ova kiselina).

Laboratorijsko dobijanje

■ Alkohol može biti: 3° , 2° ili 1° .



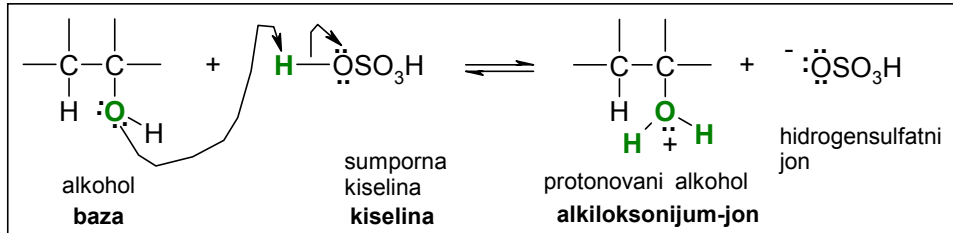
Reaktivnost alkohola opada u nizu :



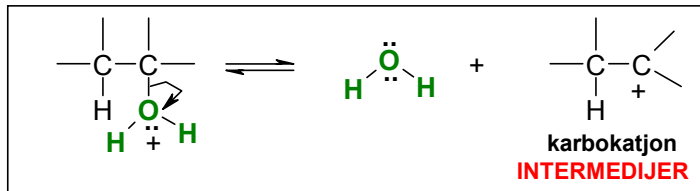
Mehanizam reakcije dehidratacije alkohola

- Katalizator je mineralna kiselina (H_2SO_4).

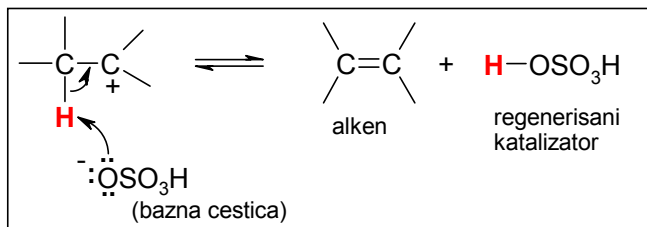
1. FAZA: Protonovanje molekula alkohola



2. FAZA: Disocijacija alkiloksonijum-jona

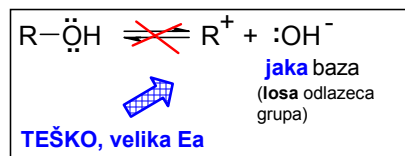
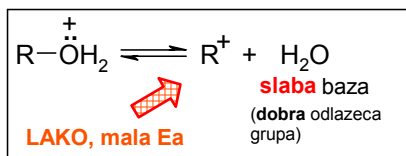


3. FAZA: Deprotonovanje karbokatjona



- 1. i 3. faza su brze; 2. faza je **spora** i određuje ukupnu brzinu r-je dehidratacije alkohola!!!

- ✳ Katalitičko dejstvo H_2SO_4 (u 2. fazi):

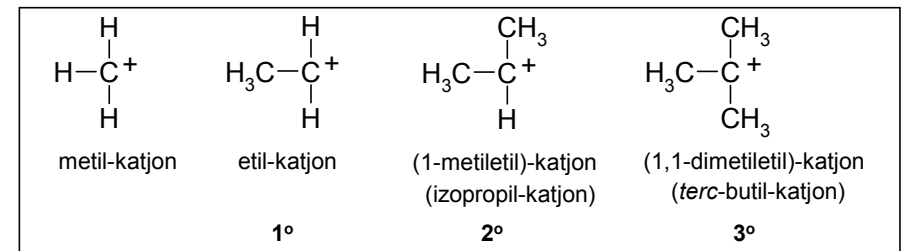


- **Karbokatjon ili karbonijum jon** je grupa atoma koja sadrži C-atom sa svega **6** elektrona.

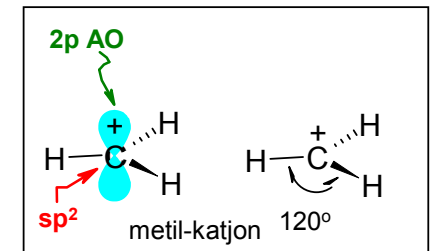
- Oni su **INTERMEDIJERI**; veoma su reaktivni jer nastoje da upotpune **oktet** ugljenika.

- Prema C-atomu koji nosi "+" šaržu (naelektrisanje) razlikujemo sledeće tipove katjona:

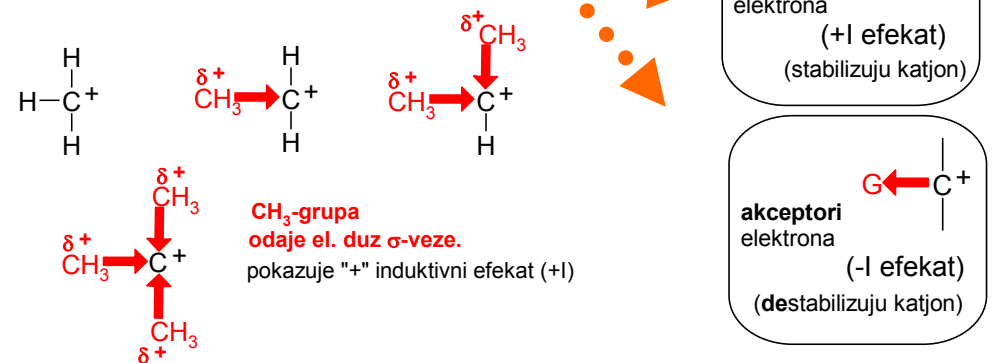
- metil, 1° , 2° i 3° .



- Struktura karbokatjona – trigonalna hibridizacija C-atoma (sp^2).



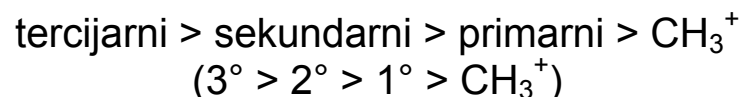
- Relativna stabilnost karbokatjona (KK) zavisi od njegove sposobnosti da smesti svoju "+" šaržu.



■ Stabilnost **KK** dovodimo u vezu sa brojem alkil-grupa na C-atomu na kome se nalazi "+" šarža:

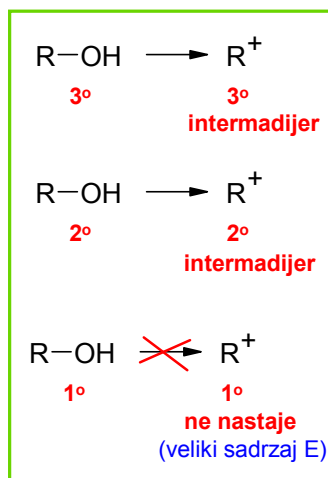
- više alkil grupa, veća stabilnost **KK**.

■ Relativna stabilnost **KK** opada u nizu:



■ **Stabilniji KK lakše i brže nastaje, uz manju Ea!**

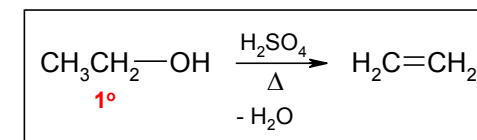
■ Reaktivnost alkohola (R-OH) opada u nizu:



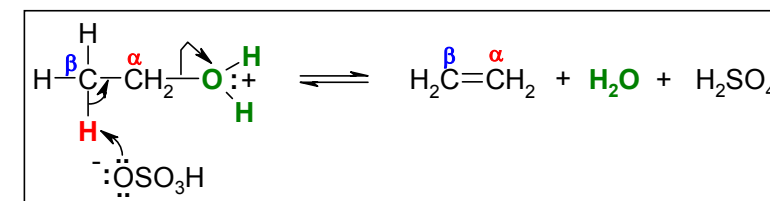
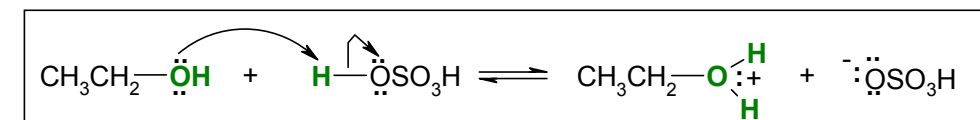
■ Kako reaguju 1° alkoholi?

Dehidracija 1° alkohola

Primer: Dehidracija etanola



Mehanizam



E2-reakcija

■ Pažnja: 1° karbokatjon (**CH₃CH₂⁺**) ne nastaje – veoma je nestabilan (veliki sadržaj E)!

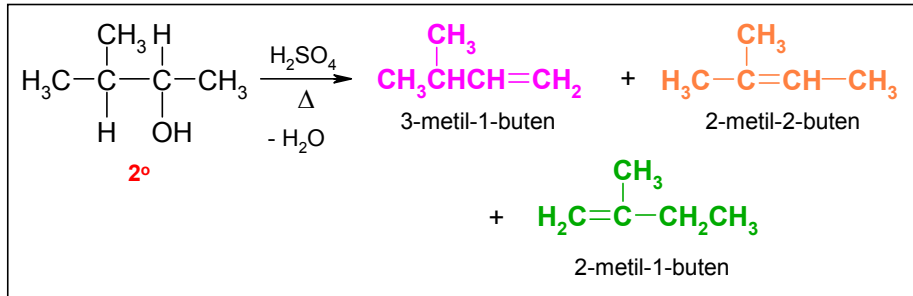
KARBOKATJONI PODLEŽU PREMEŠTANJU

■ **KK** se mogu stabilizovati 1,2-pomeranjem (migracijom):

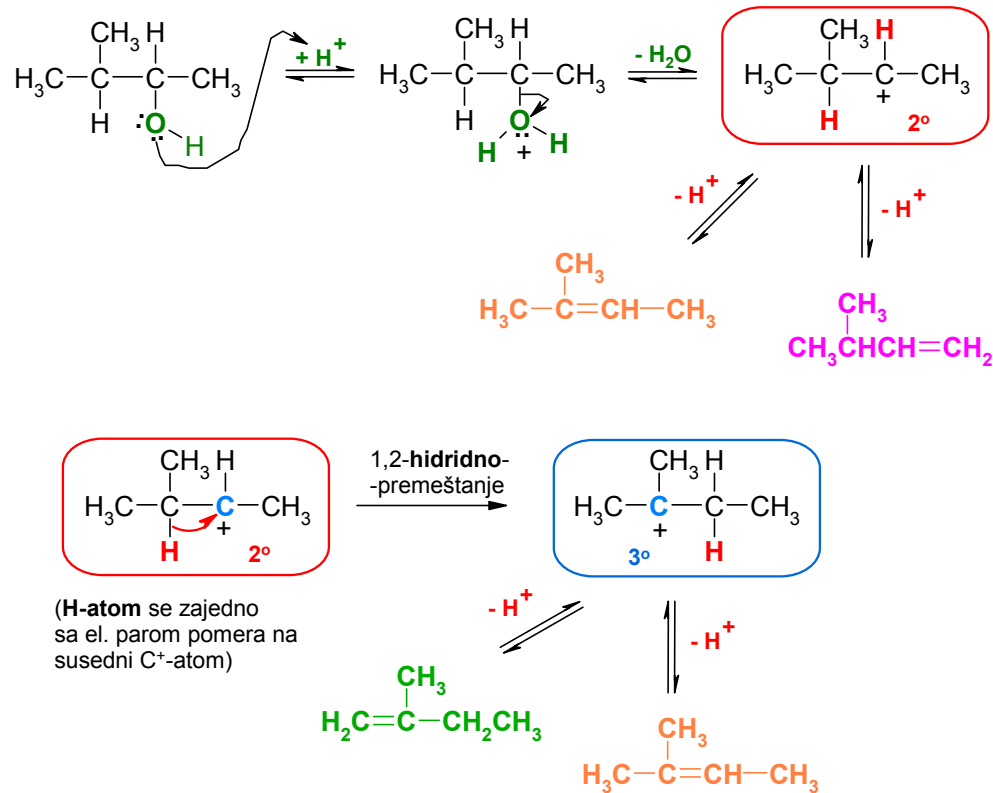
① hidrida (:H⁻), H-atom se pomera zajedno sa el. parom na susedni C-atom na kome se nalazi "+" šarža,

② alkil-grupe (:R⁻), alkil-grupa se pomera zajedno sa el. parom na susedni C-atom na kome se nalazi "+" šarža.

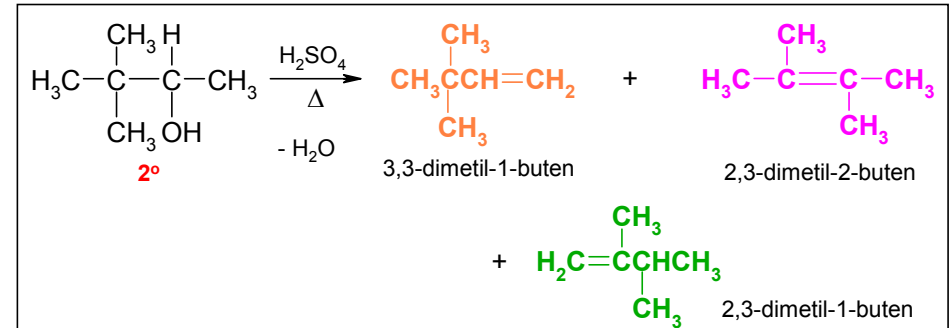
Primer: Dehidracija 3-metil-2-butanola



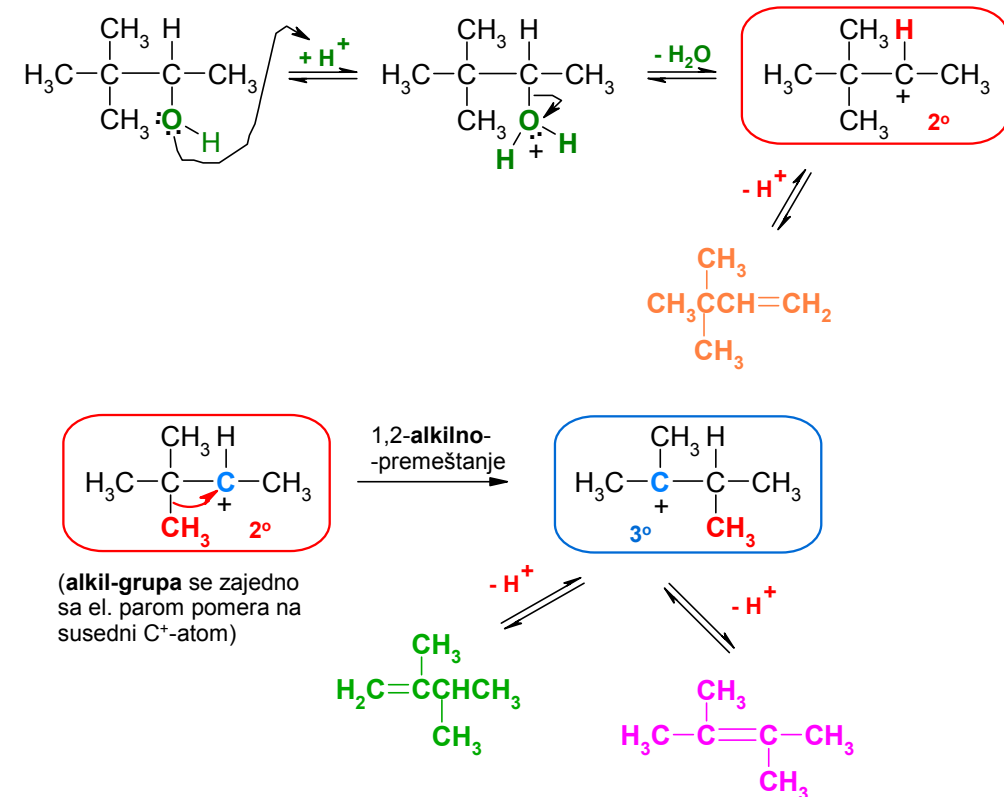
Mehanizam



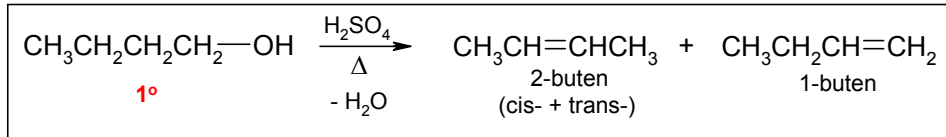
Primer: Dehidracija 3,3-dimetil-2-butanola



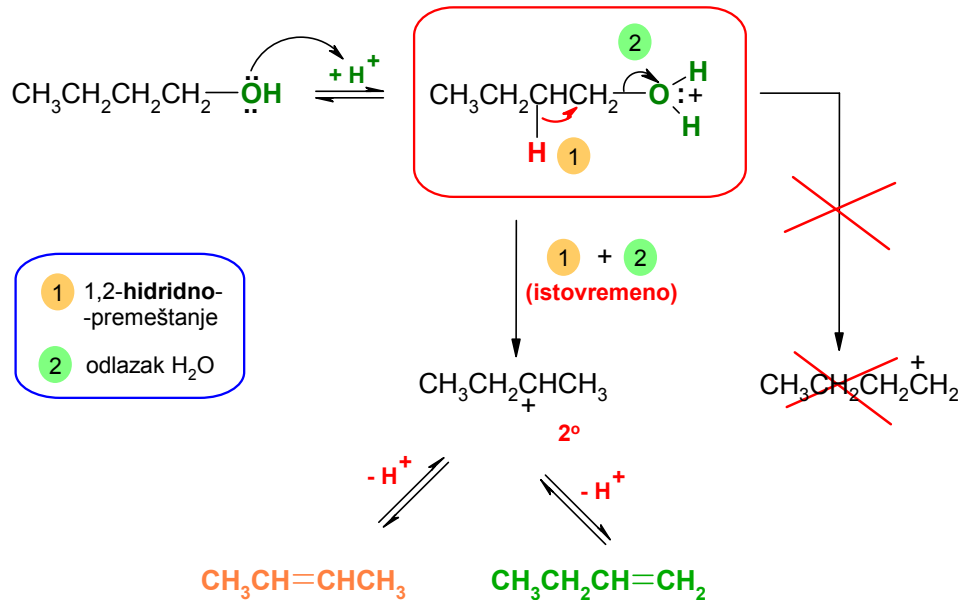
Mehanizam



Primer: Dehidracija 1-butanola



Mehanizam

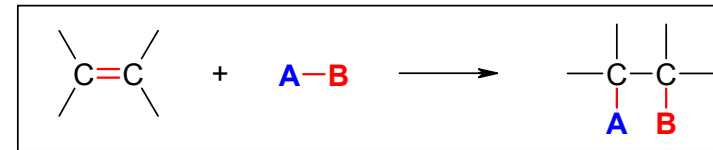


HEMIJSKE OSOBINE ALKENA

■ Alkeni su veoma reaktivna jedinjenja – posledica strukture:

- π-veza u sastavu C=C veze je relativno slaba.

■ Reakcije **adicije** (spajanjem 2 molekula nastaje 1 molekul proizvoda):

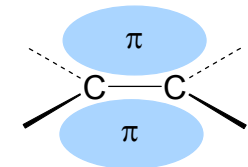


■ Većina r-ja adicije na π-vezu je EGZOTERMNA.

■ Najjednostavniji primer je r-ja **katalitičke hidrogenizacije** ($\text{A}-\text{B} = \text{H}-\text{H}$) (alkeni, fol. 8).

1. ELEKTROFILNA ADICIJA

■ El. gustina π-veze je podjednako raspoređena iznad i ispod ravni molekula.

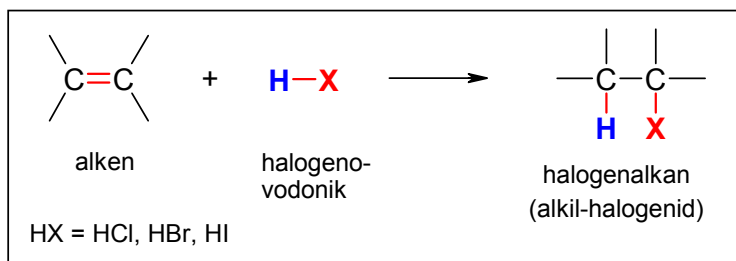


■ El. oblak je polarizabilan i podleže napadu elektron-deficitarnih reakcionih vrsta tzv. elektrofila (E⁺).

■ El. oblak koga čine π-elektroni je izvor elektrona (nukleofilni karakter π-veze).

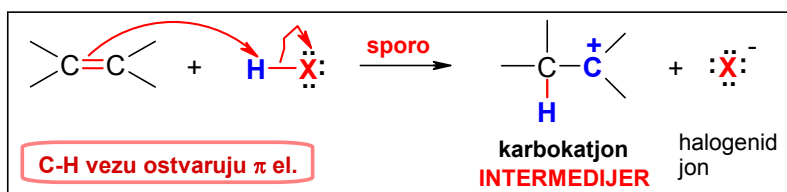
✳ **Važno: sve ELKTROFILNE adicije na alkene su jonskog tipa!!!**

1.1. ELEKTROFILNA ADICIJA HALOGENOVODONIKA (H-X)



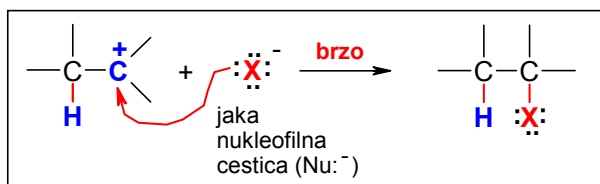
Mehanizam⁴

1. FAZA: ELEKTROFILNI napad



Faza koja određuje ukupnu brzinu reakcije!

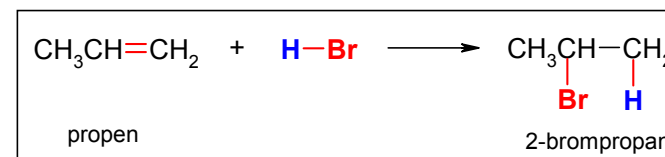
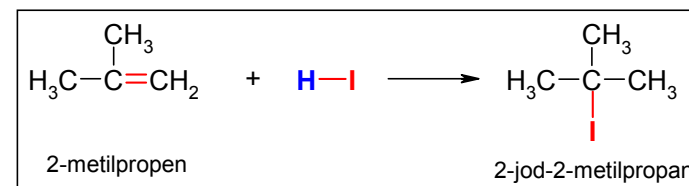
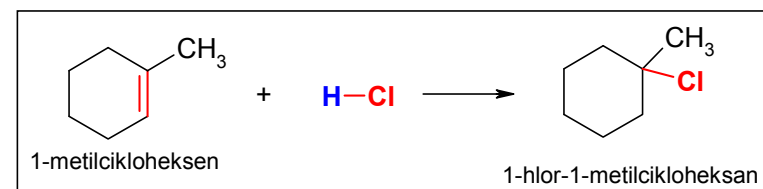
2. FAZA: NUKLEOFILNI napad



Rekcija ELEKTROFILNE adicije je REGIOSELEKTIVNA⁵ (smer, lat. *regio*).

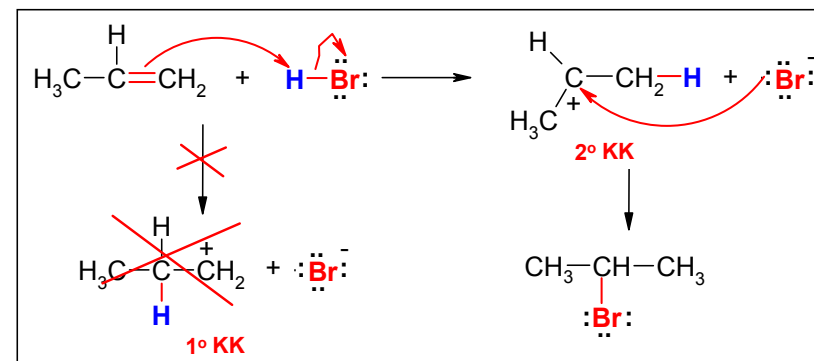
⁴ 1. Faza: proton (ELEKTROFIL) jake kiseline HX se adira na C=C vezu pri čemu nastaje karbokatjon; 2. FAZA: halogenid jon (NUKLEOFIL) napada elektron-deficitarni C-atom karbokatjona i dobija se proizvod ELEKTROFILNE adicije.

⁵ Regioselektivne, odnosno, regiospecifične r-je su one koje teku isključivo u određenom smeru dajući isključivo (ili skoro isključivo) jedan od više mogućih proizvoda.



■ **Markovnikov-ljevo pravilo:** Adicija H-X na dvostruku vezu se odvija tako da se vodonik vezuje za C-atom koji ima više H atoma.

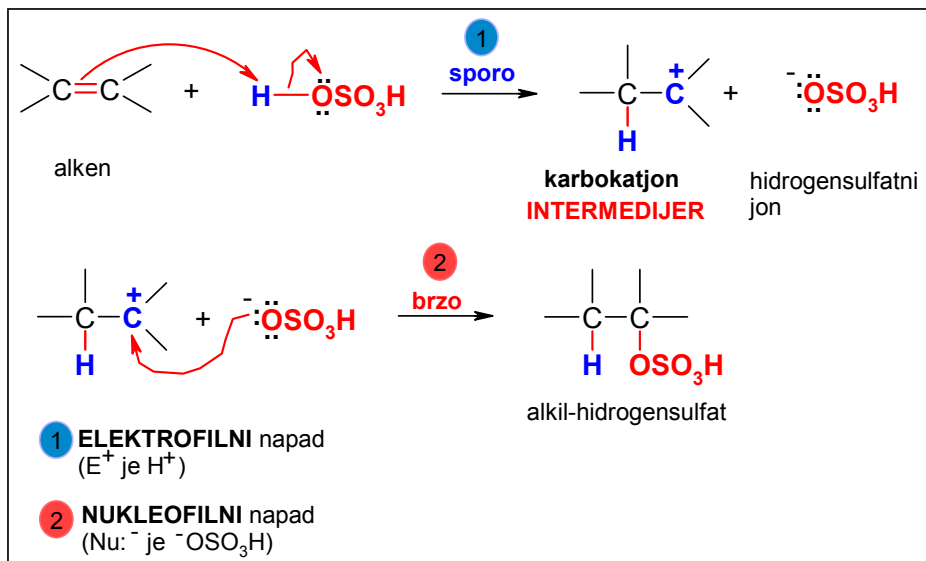
■ Zašto?



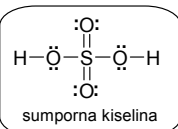
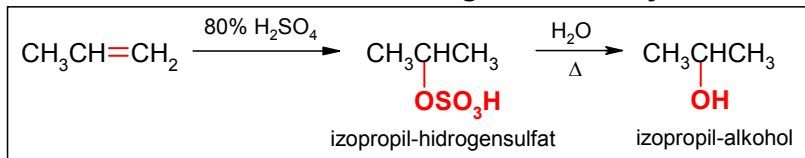
■ **Markovnikov-ljevo pravilo možemo preformulisati:** Elektrofilska adicija na C=C vezu se vrši putem stvaranja stabilnijeg karbokatjona.

1.2. ELEKTROFILNA ADICIJA SUMPORNE KISELINE (H-OSO₃H)⁶

■ Adicija prema Markovnikov-ljevom pravilu!



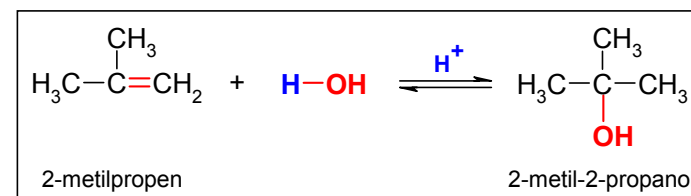
■ Ako se rastvor alkil-hidrogensulfata u sumpornoj kiselini razblaži vodom i zagreva, dobija se alkohol:



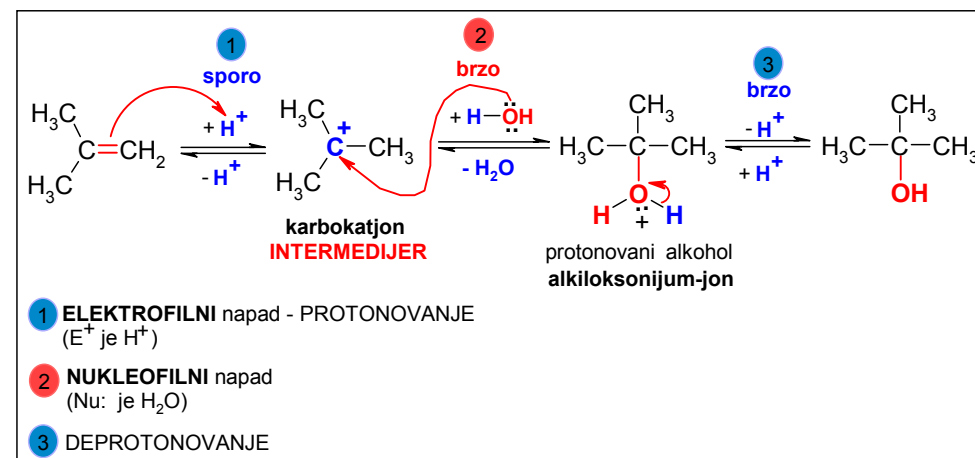
1.2. ELEKTROFILNA HIDRATACIJA – ADICIJA VODE

■ Adicija prema Markovnikov-ljevom pravilu!

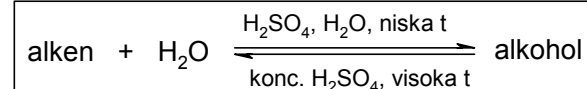
■ Reakcija katalizovana kiselinom (H₂SO₄, HCl, H₃PO₄).



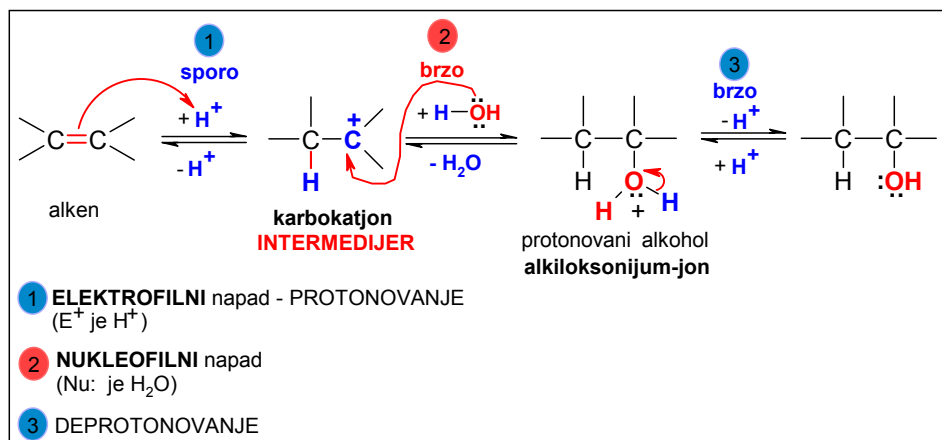
Mehanizam⁷



■ Hidratacija alkena i dehidratacija alkohola su ravnotežni procesi.



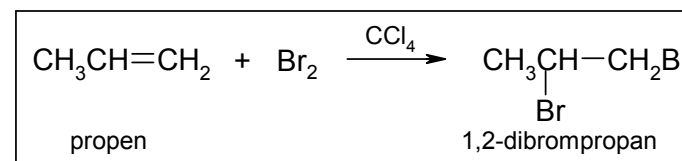
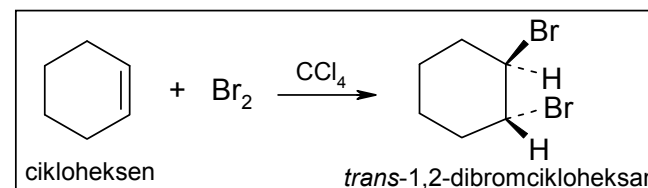
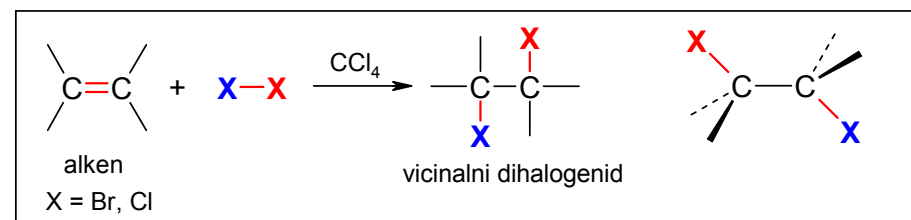
⁷ **1. FAZA: proton (ELEKTROFIL)** iz kiseline se adira na C=C vezu pri čemu nastaje karbokatjon; **2. FAZA: molekul H₂O (NUKLEOFIL)** napada elektron-deficitarni C-atom karbokatjona i nastaje alkiloksonijum jon. **3. FAZA:** konjugovana baza kiseline (npr. ⁻OSO₃H) deprotonuje alkiloksonijum jon i nastaje alkohol.



1.3. ELEKTROFILNA ADICIJA HALOGENA

■ Reakcija se izvodi u mraku, na sobnoj t (ili uz hlađenje) i u prisustvu inertnog rastvarača, najčešće ugljentetrahlorida (CCl₄).

■ **Anti**-adicija – dva atoma halogena se adiraju sa suprotnih strana C=C veze!

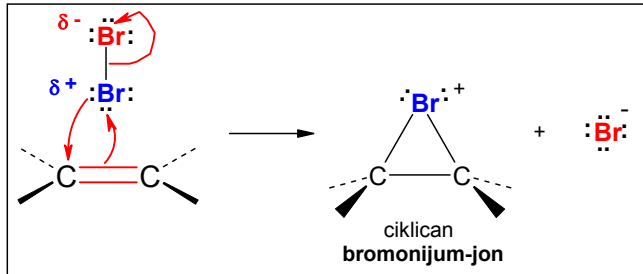


■ Adicija Br₂ je dokazna r-ja za alkene – zasićeni sistemi ne reaguju sa Br₂ osim u prisustvu radikalnog inicijatora.

■ Tokom adicije broma na alken, gotovo trenutno nestaje crveno-smeđa boja Br₂.

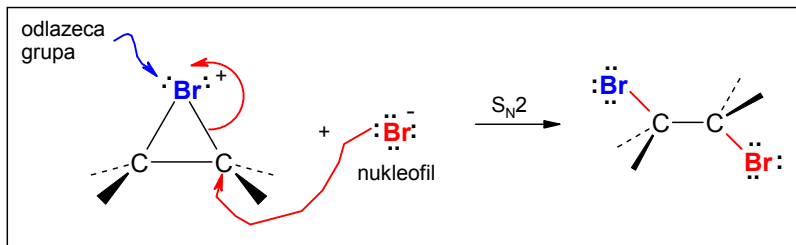
Mehanizam adicije broma

1. Faza: ELEKTROFILNI napad (nastajanje cikličnog bromonijum jona)



Polarizabilna veza Br–Br podleže heterolitičkom raskidanju u reakciji sa π -elektronskim oblakom alkena.

2. Faza: NUKLEOFILNI napad (nukleofilno otvaranje cikličnog bromonijum jona)



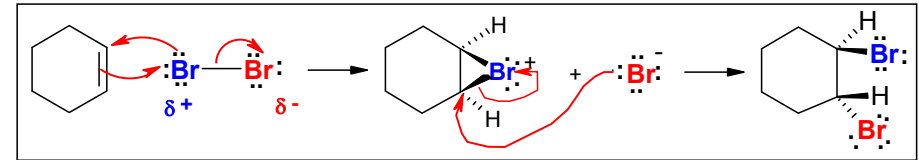
1. Faza:

■ Nukleofilni π -el. oblak C=C veze napada jedan kraj molekula Br_2 istovremeno istiskujući bromidni jon ($:\text{Br}^-$), uz nastajanje cikličnog bromonijum-jona (tročlani prsten; dva C-atoma polazne C=C veze su premošćena bromom).

2. Faza:

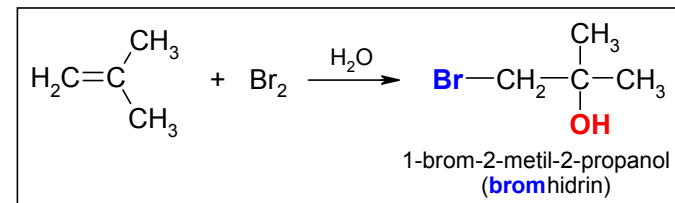
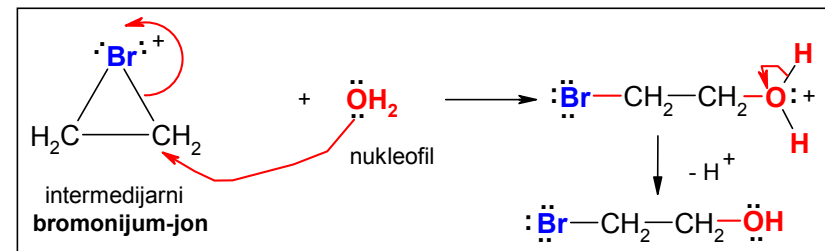
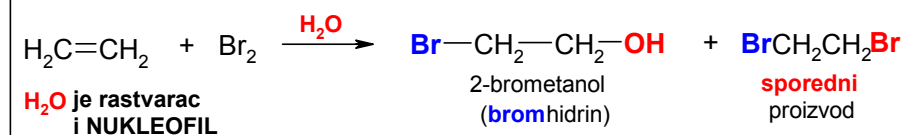
■ **Bromidni jon** (nukleofil) može da napadne C-atom cikličnog bromonijum jona isključivo sa suprotne strane broma u prstenu – prsten je krut.

■ Tročlani prsten se stereospecifično otvara!

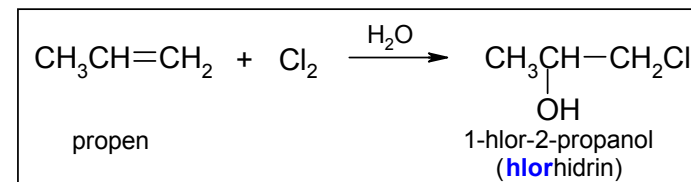


■ Bromonijum jon može reagovati i sa drugim nukleofilima (npr. sa H_2O).

HALOHIDRINI (vicinalni halogenalkoholi)

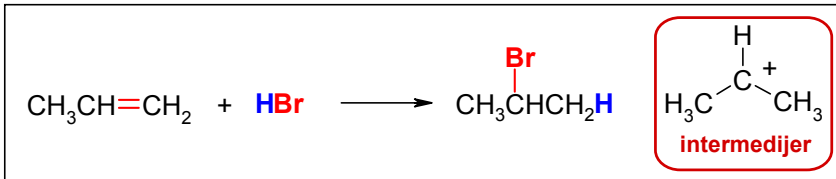


■ Elektrofili (Br, Cl) se uvek vezuju za manje supstituisani, a nukleofil (H_2O) za više supstituisani C-atom C=C veze.



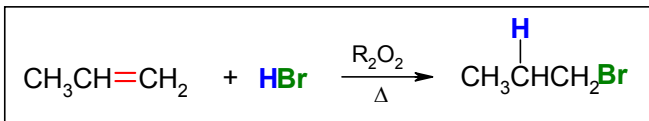
2. RADIKALSKA ADICIJA HBr

■ **ELEKTROFILNA ADICIJA** HBr na alkene odvija se **jonskim mehanizmom** (intermedijer je karbokatjon), prema Markovnikov-ljevom pravilu.



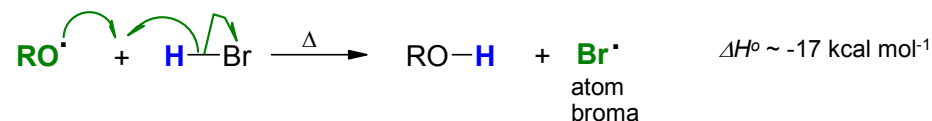
■ Međutim, u prisustvu peroksida (ROOR) adicija HBr na alkene se odvija **slobodnoradikalnim mehanizmom**, prema **anti**-Markovnikov-ljevom pravilu!

■ Za razliku od elektrofilne, radikalna adicija HBr se vrši sa **suprotnom** regioselektivnošću.



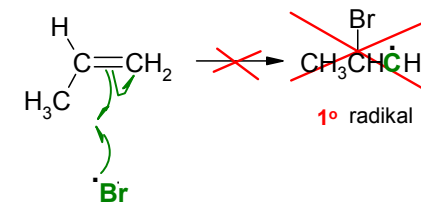
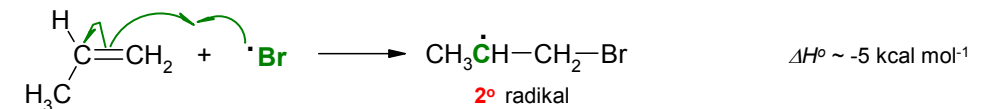
Mehanizam radikalne adicije HBr

Inicijacija



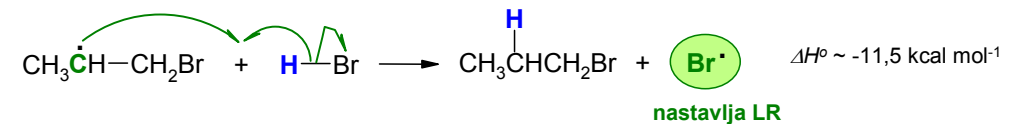
Propagacija

PF1



■ Napad atoma Br je regioselektivan – **uvek** nastaje **stabilniji** radikal!

PF2



Terminacija

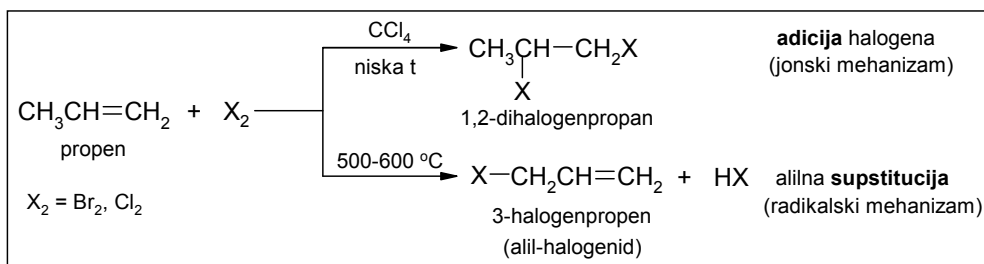
■ Do terminacije dolazi nekom radikalskom kombinacijom.

✱ Važno: **HBr** je **jedini HX** koji se adira na alkene po **slobodnoradikalnom mehanizmu** dajući **anti**-Markovnikov-ljeve proizvode!

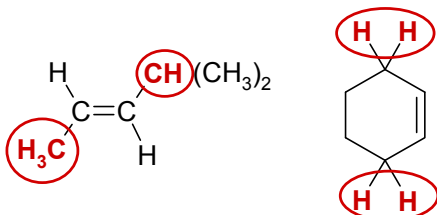
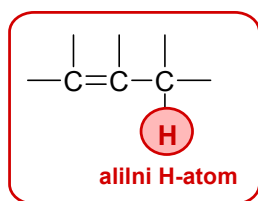
■ **RADIKALSKA ADICIJA** HBr na alkene se vrši putem stvaranja **stabilnijeg slobodnog radikala**.

3. HALOGENOVANJE ALKENA – ALILNA SUPSTITUCIJA

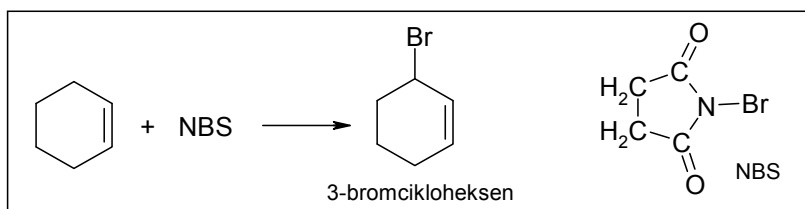
■ Reakcija **ADICIJE** halogena na alken (jonski mehanizam) izvodi se u mraku na sobnoj t ili uz hlađenje, u inertnom rastvaraču:



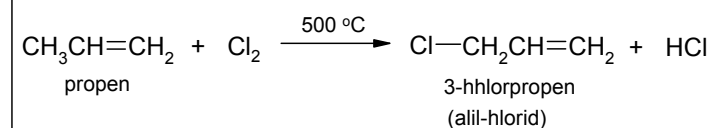
■ Međutim, na povišenoj temperaturi (500–600 °C) u prisustvu male količine halogena dolazi do reakcije **SUPSTITUCIJE alilnog H-atoma** atomom halogena (radikalni mehanizam):



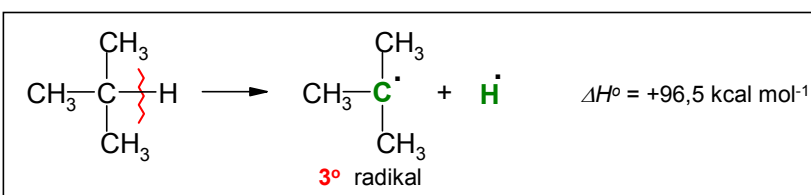
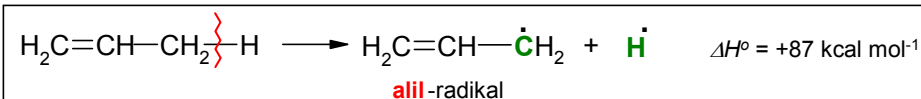
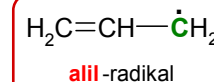
■ *N*-bromosukcinimid (NBS) je specifičan reagens za bromovanje alkena u alilnom položaju:



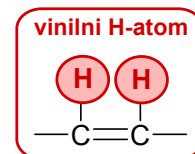
Primer: radikalno alilno-hlorovanje propena



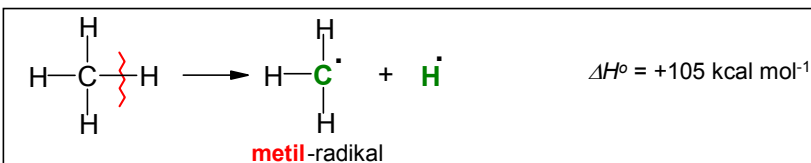
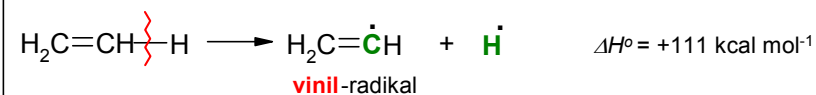
■ Intermedijer u r-ji je alil-radikal:



■ **Alil-radikal je stabilniji od 3° alkil-radikala!!!**

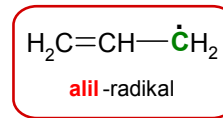


■ Međutim, vinil-radikal je manje stabilan i od CH₃· radikala!!!



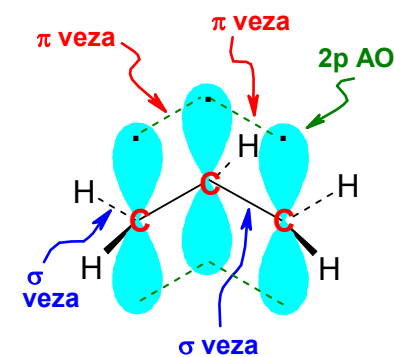
- Stabilnost slobodnih radikala opada u nizu:
alil > terciarni > sekundarni > primarni > CH_3^\cdot > vinil
(alil > 3° > 2° > 1° > metil > vinil)
- Lakoća stvaranja slobodnih radikala opada u nizu:
alil > 3° > 2° > 1° > metil > vinil
- Lakoća apstrakcije H-atoma opada u nizu:
alil > 3° > 2° > 1° > metil > vinil
- Slobodni radikal sadrži manje energije, stabilniji je, što je energija potrebna za njegovo nastajanje (energija aktivacije, E_a) manja!!!
- Stabilniji alkil-radikal lakše i brže nastaje

■ Velika stabilnost **alil**-radikal objašnjava se REZONANCIJOM i DELOKALIZACIJOM π -elektrona!



- U strukturi alil-radikala, obe C,C veze su iste dužine – duže od klasične C=C a kraće od C–C veze:
 - znači raspodela elektronske gustine je ista!

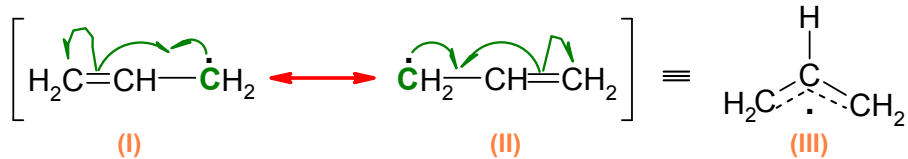
Teorija molekularskih orbitala (TMO)



- Sva 3 C-atoma su sp^2 -hibridizovana sa **p AO** \perp na molekularnu ravan.
- Tri **p AO** (sa po jednim e^-) međusobno se preklapaju i nastaju 3 π -molekulske orbitale koje obuhvataju sva tri C-atoma:
 - jedinstveni π -oblak,
 - πe^- su **DELOKALIZOVANI**.
- Delokalizovani π -elektroni su el. koji učestvuju u više veza!
- Imaju veću slobodu kretanja, shodno tome, imaju niži sadržaj E.
- Delokalizacija π -elektrona dovodi do čvršćih veza i stabilnijih molekula!

Teorija rezonancije

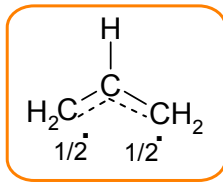
■ **Alil**-radikal je **rezonancijski hibrid** dve ekvivalentne granične **rezonancione strukture (I i II)**:



■ Strukture (I) i (II) se razlikuju samo po raspodeli elektrona, imaju isti raspored atomskih jezgara.

■ Struktura (III) je alternativni prikaz rezonancionog hibrida.

■ Nespareni elektron je **DELOKALIZOVAN** – podjednako je raspodeljen na oba krajnja C-atoma.



■ Drugim rečima, nijedna rezonanciona struktura zasebno nije ispravna!

■ Prava struktura je kombinacija graničnih rezonancionih struktura:

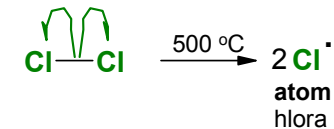
- ovakva jedinstvena struktura zove se **rezonancijski hibrid**.

■ Rezonancione strukture podrazumevaju isključivo pomicanje elektrona ali ne i atomskih jezgara!!!

■ Rezonancija nije pojava, to je metoda koja se koristi za prikazivanje pravog elektronskog rasporeda sistema.

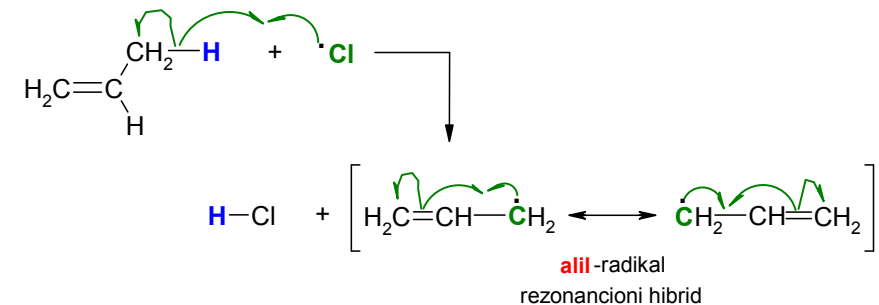
Mehanizam radikalskog alilnog-hlorovanja propena

Inicijacija

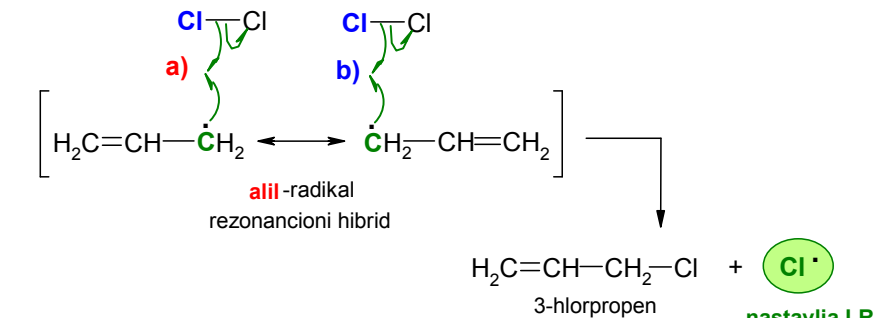


Propagacija

PF1



PF2

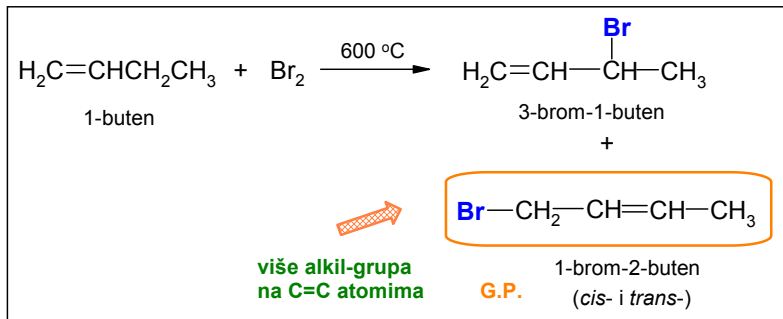


■ Kako je inermedijarni **alil**-radikal simetričan, nastaće samo jedan proizvod.

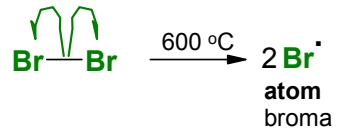
Terminacija

■ **Reaguju dva radikala!**

Mehanizam radikalskog alilnog-bromovanja 1-butena

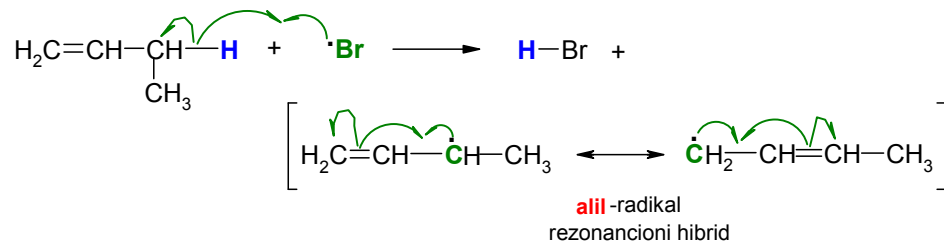


Inicijacija

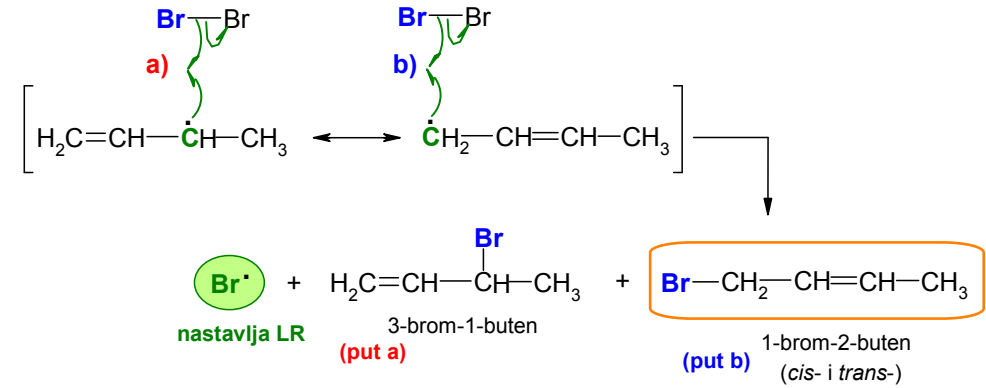


Propagacija

PF1



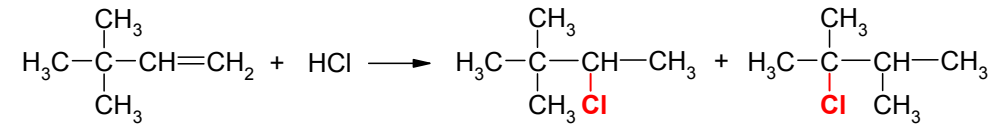
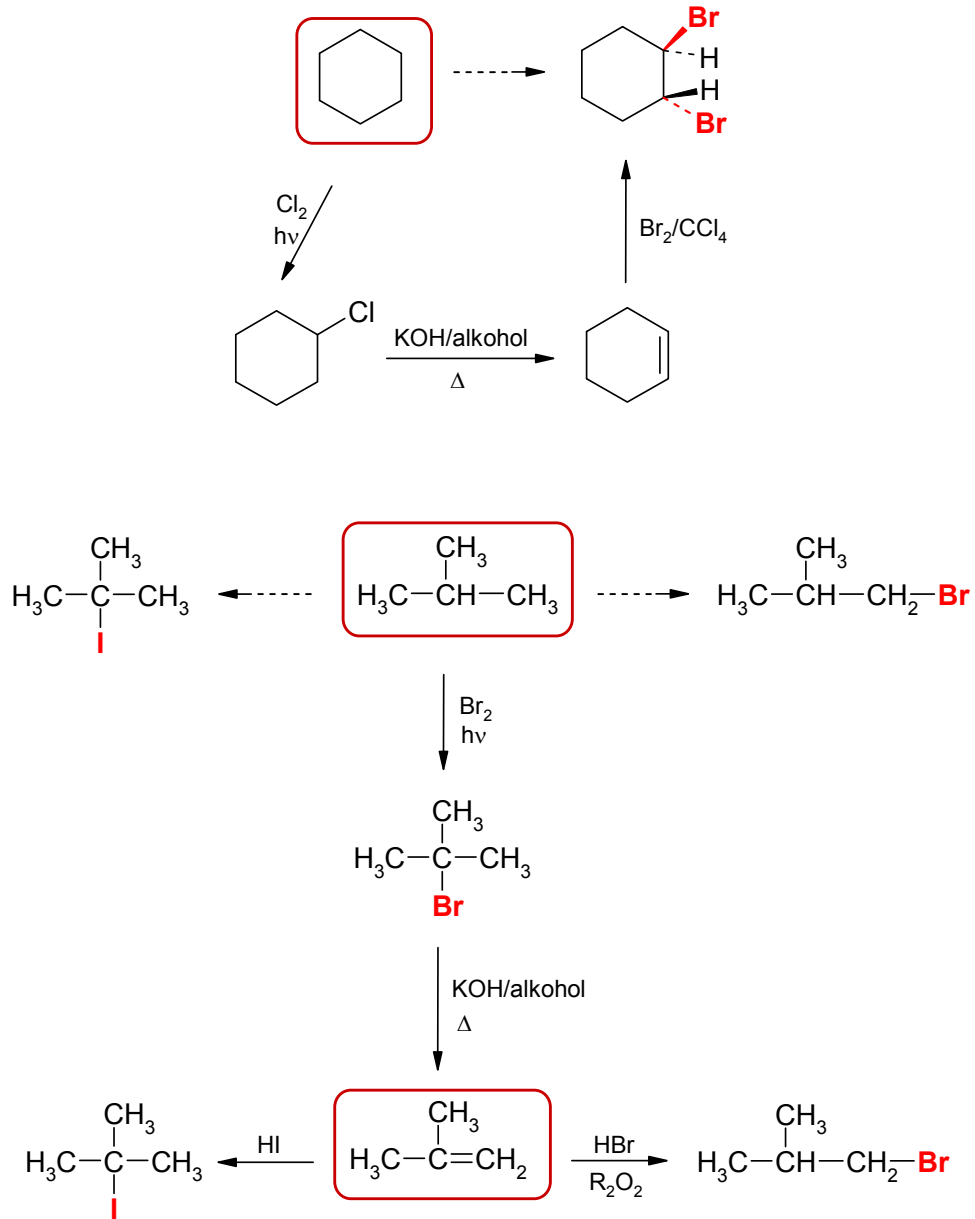
PF2



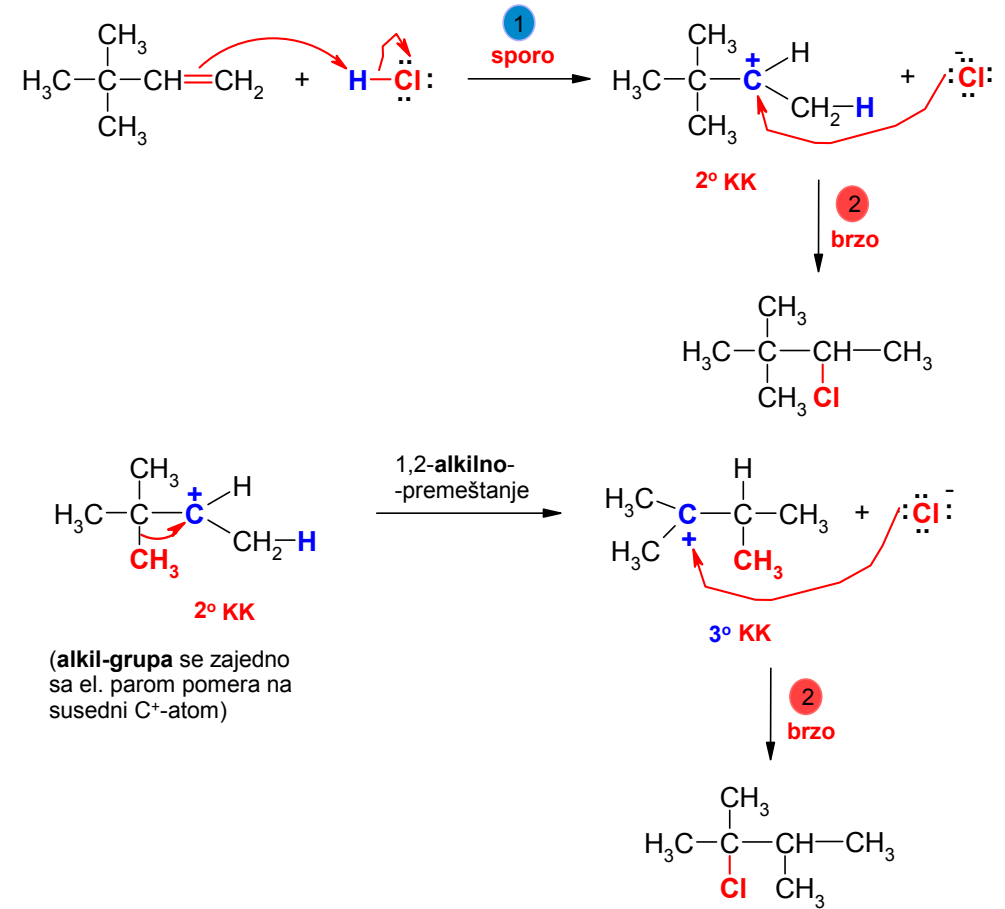
■ Kako intermedijarni **alil**-radikal nije simetričan, nastaje dva proizvoda.

Terminacija

■ Reaguju dva radikala!



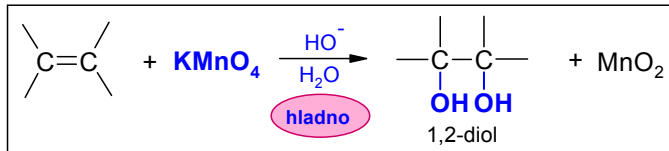
Mehanizam



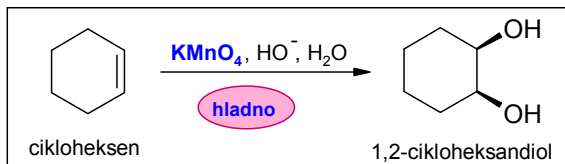
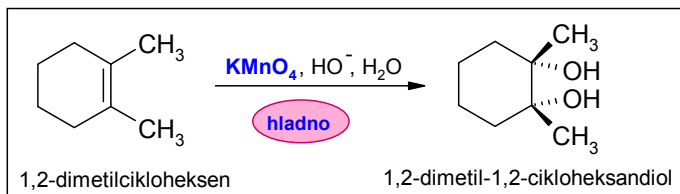
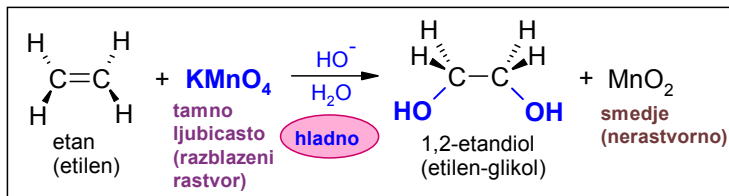
4. OKSIDACIJA ALKENA – VICINALNO *sin*-DIHIDROSILOVANJE

■ Vicinalnim *sin*-dihidroksilovanjem alkena nastaju 1,2-dioli (raskida se samo π -veza).

■ Oksidaciono sredstvo je kalijum-permanganat, KMnO_4 (**HLADAN**, razblažen rastvor).



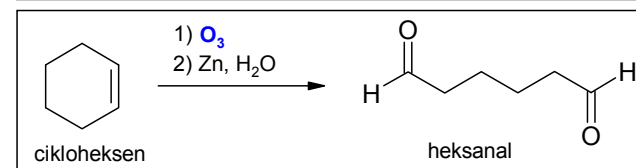
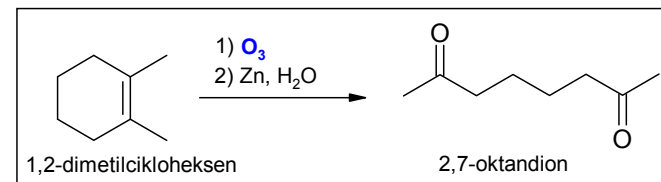
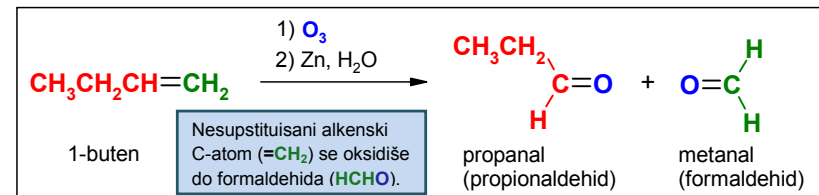
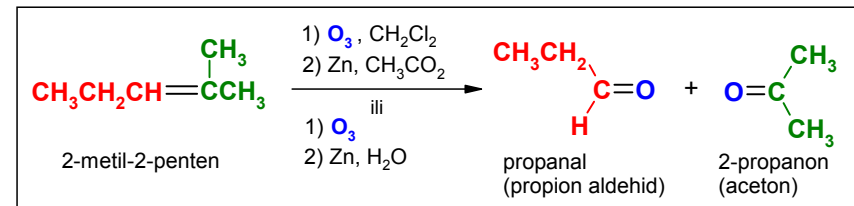
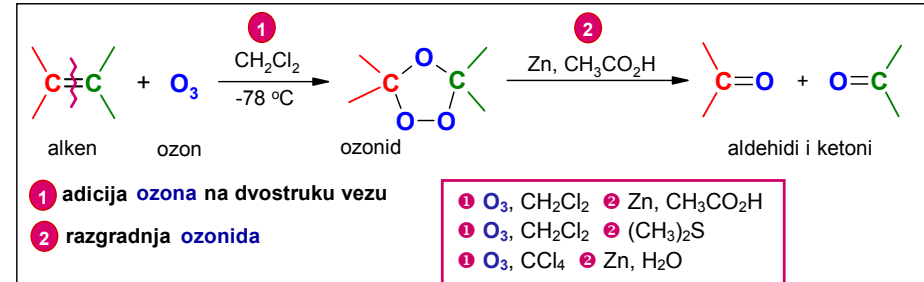
■ Koristan test za dokazivanje dvostruke veze alkena: tokom reakcije **ljubičasti** reagens se brzo prevodi u nerastvorni **smeđi** redukcionni proizvod, a reakciona smeša se obezbojava.



5. OKSIDATIVNO RASKIDANJE C=C VEZE ALKENA (dolazi do fragmentacije)

5.1. OZONOLIZA

■ Najopštija i najblaža metoda oksidativnog raskidanja alkena u **karbonilna** jedinjenja.



5.2. ENERGIČNA OKSIDACIJA SA VRELIM KONC. KMnO_4

■ Oksidaciono sredstvo je kalijum-permanganat, KMnO_4 (**VREO**, koncentrovan rastvor).

