

ALKOHOLI I FENOLI

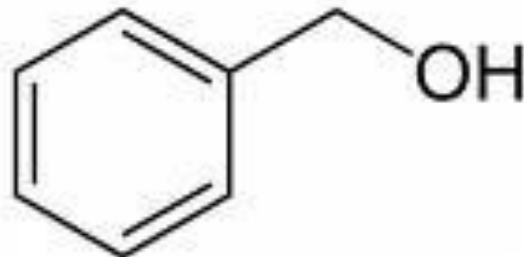
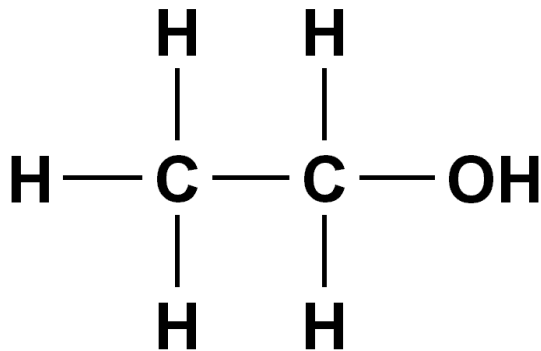
Jedinjenja sa –OH funkcionalnom grupom

Alkoholi

- Alkoholi su jedinjenja gde je –OH grupa vezana za sp^3 hibridizovan atom alifatičnog ugljovodonika

Podela prema broju –OH grupa dele se na:

- Monohidroksilne
- Dvohidroksilne
- Trohidroksilne
- Polihidroksilne



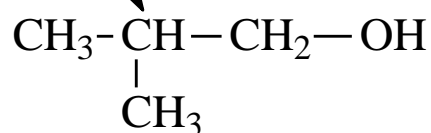
Nomenklatura alkohola

osnova – ugljovodonik; sufiks – ol; alkanol

Formula	IUPAC	Trivijalni naziv
CH ₃ OH	metanol	metil-alkohol
CH ₃ CH ₂ OH	etanol	etil-alkohol
CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH	1-propanol	<i>n</i> -propil-alkohol
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	2-propanol	Izopropil-alkohol
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	1-butanol	<i>n</i> -butil-alkohol
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH-CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	2-butanol	Izobutil-alkohol
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2-metil-1-propanol	sec-butil-alkohol
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{-C-CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	2-metil-2-propanol	<i>t</i> -butil-alkohol

Primarni, sekundarni i tercijski alkoholi

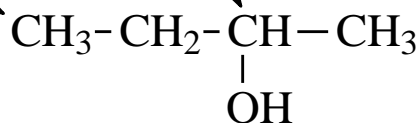
sekundarni C atom



primarni alkohol (1°)

sekundarni C atom

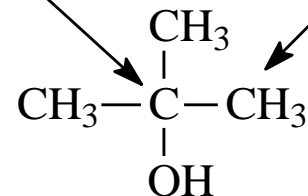
primarni C atom



sekundarni alkohol (2°)

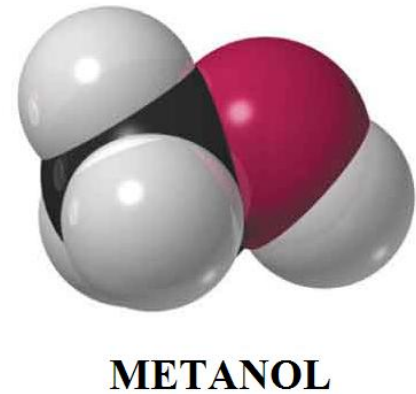
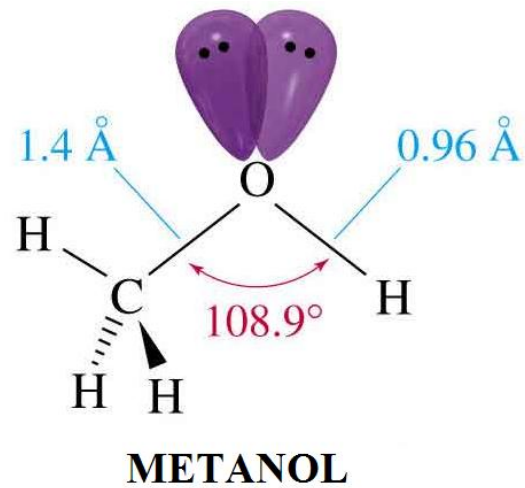
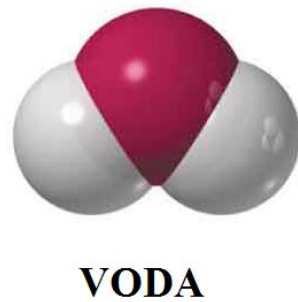
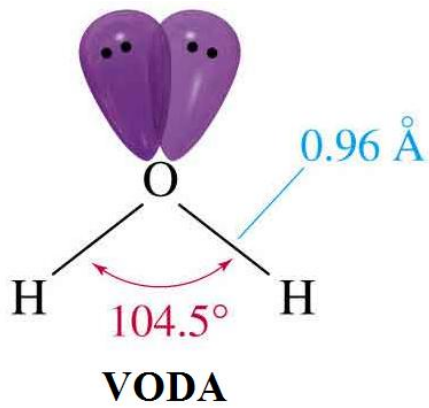
tercijarni C atom

primarni C atom

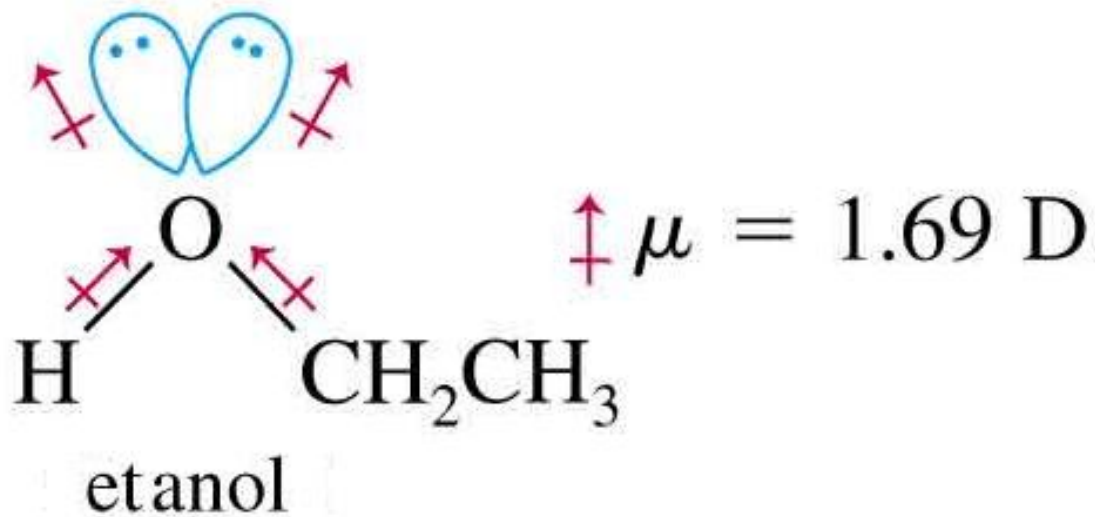


tercijarni alkohol (3°)

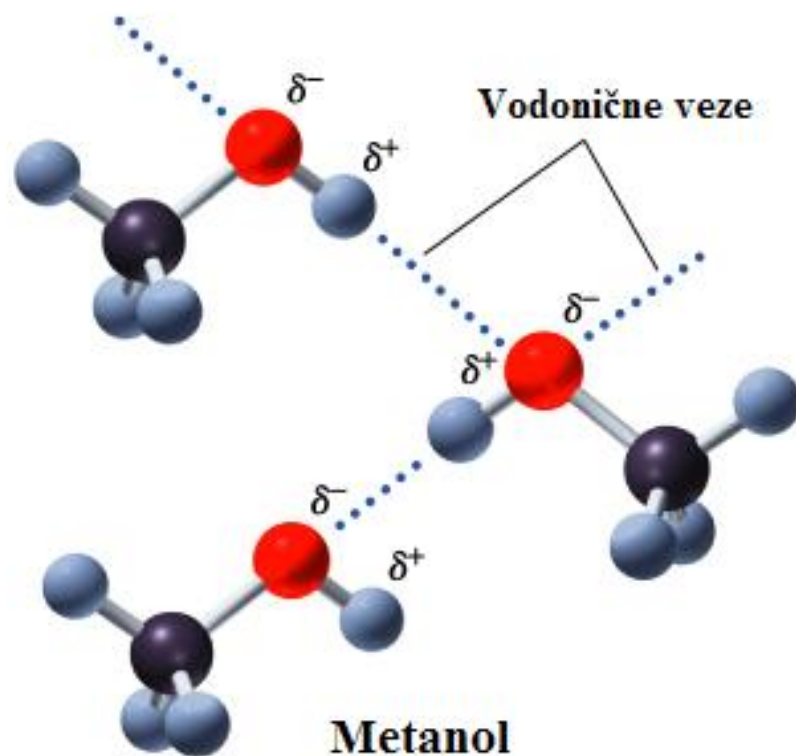
Struktura alkohola



Alkoholi su polarna jedinjenja



Zbog sličnosti u strukturi sa molekulima vode kod alkohola se uspostavlja vodonična veza



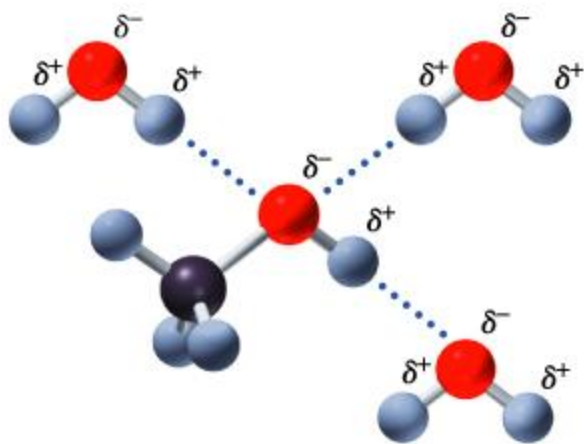
Fizičke osobine alkohola (tačka ključanja)

- Zbog građenja vodoničnih veza između molekula, alkoholi imaju više tačke ključanja od odgovarajućih alkana.

Jedinjenje	Tačka ključanja (°C)
Metan CH ₄	-164
Hlormetan CH ₃ Cl	-24
Metanol CH ₃ OH	65
Etan CH ₃ CH ₃	-89
Hloretan CH ₃ CH ₂ Cl	12
Etanol CH ₃ CH ₂ OH	78

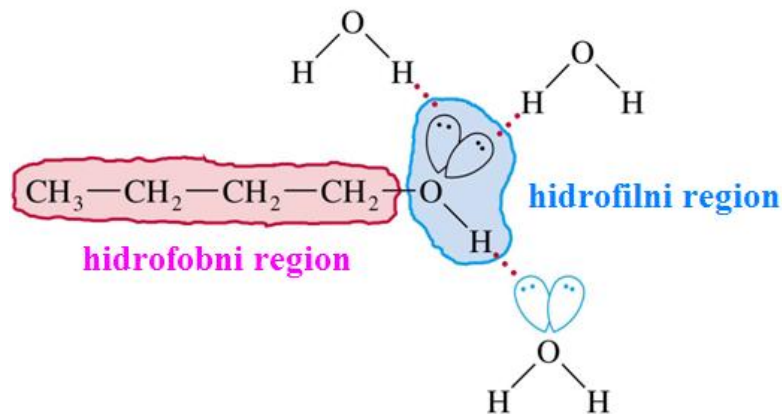
Rastvorljivost alkohola u vodi zavisi od veličine alkil grupe.

- Alkoholi su rastvorljiviji u vodi od alkana zbog građenja vodonične veze sa molekulama vode.



Metanol i voda

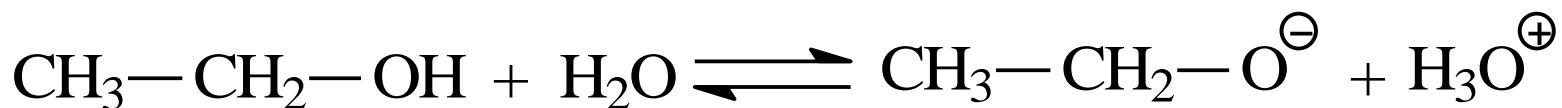
Alkohol	Rastvorljivost u vodi
Metanol	∞
Etanol	∞
Propanol	∞
<i>t</i> -butanol	∞
Izobutanol	10,0%
<i>n</i> -butanol	9,1%
<i>n</i> -pentanol	2,7%
<i>n</i> -heksanol	0,6%



Rastvorljivost alkohola se smanjuje sa porastom veličine alkil grupe

Kiselo – bazne osobine

Alkoholi su veoma, veoma slabe kiseline



	pK_a		
CH_3OH	15.5	CH_3O^-	metoksid
H_2O	15.7	HO^-	hidroksid
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	15.9	EtO^-	etoksid
$(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$	17.1	iPrO^-	izopropoksid
$(\text{CH}_3)_3\text{COH}$	18	tBuO^-	t-butoksid

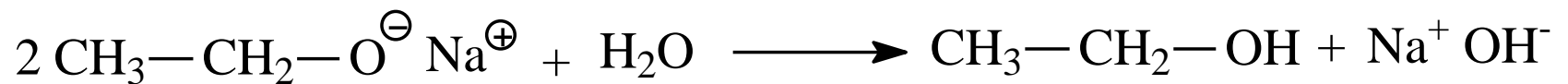
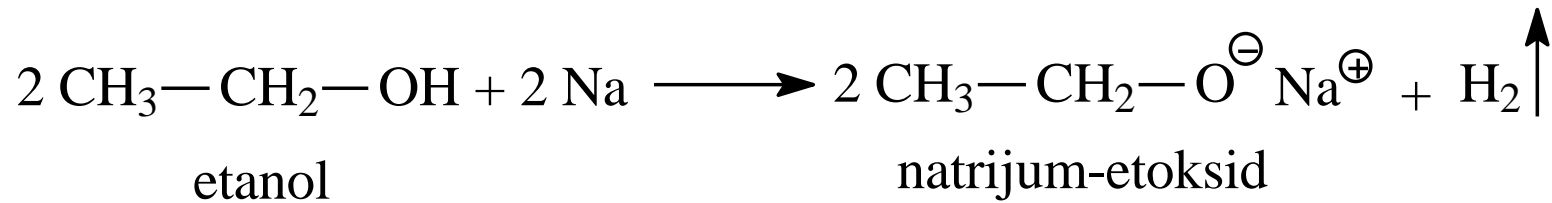
Hemijske osobine alkohola

Alkoholi daju dve vrste hemijskih reakcija:

- Reakcije supstitucije vodonikovog atoma iz OH grupe
- Reakcije u kojima učestvuje cela alkoholna OH grupa (supstitucija –OH grupe)

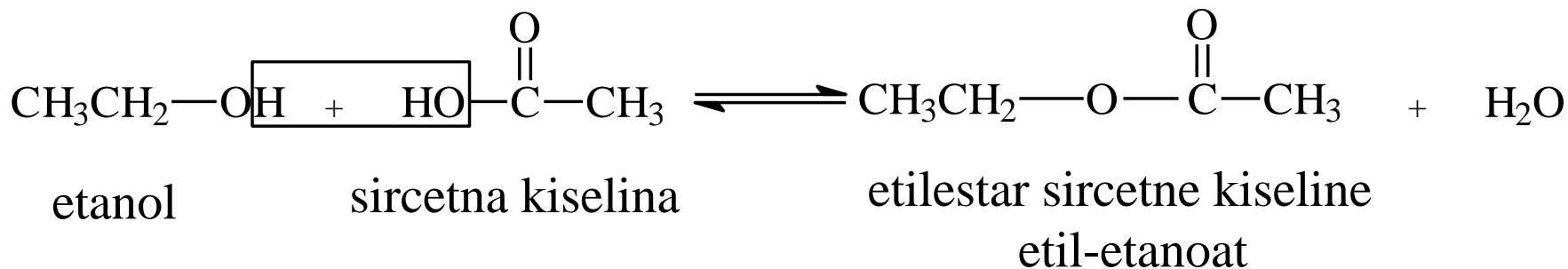
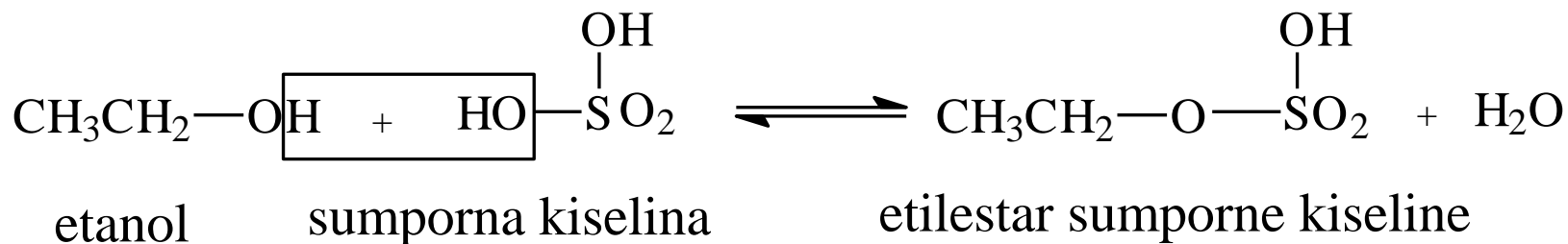
Reakcije supstitucije vodonikovog atoma iz OH grupe

Reakcija sa alkalnim metalima

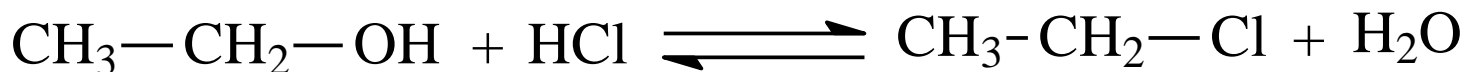
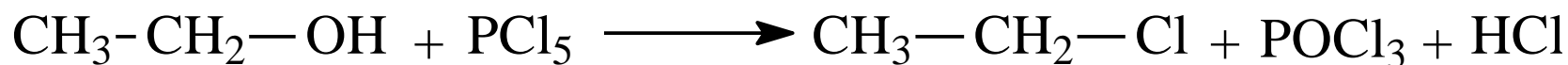


Esterifikacija

Reakcija sa neorganskim kiselinama i organskim karboksilnim kiselinama

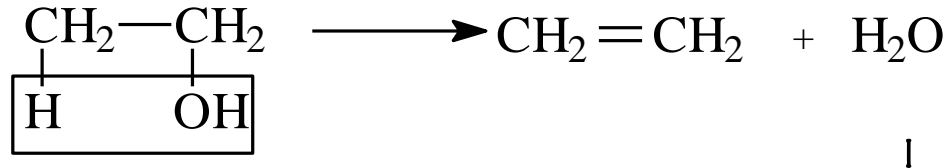


U reakciji sa hloridima neorganskih kiselina i halogenovodonicima –OH grupa se zamenjuje halogenom i nastaju halogeni derivati ugljovodoinika

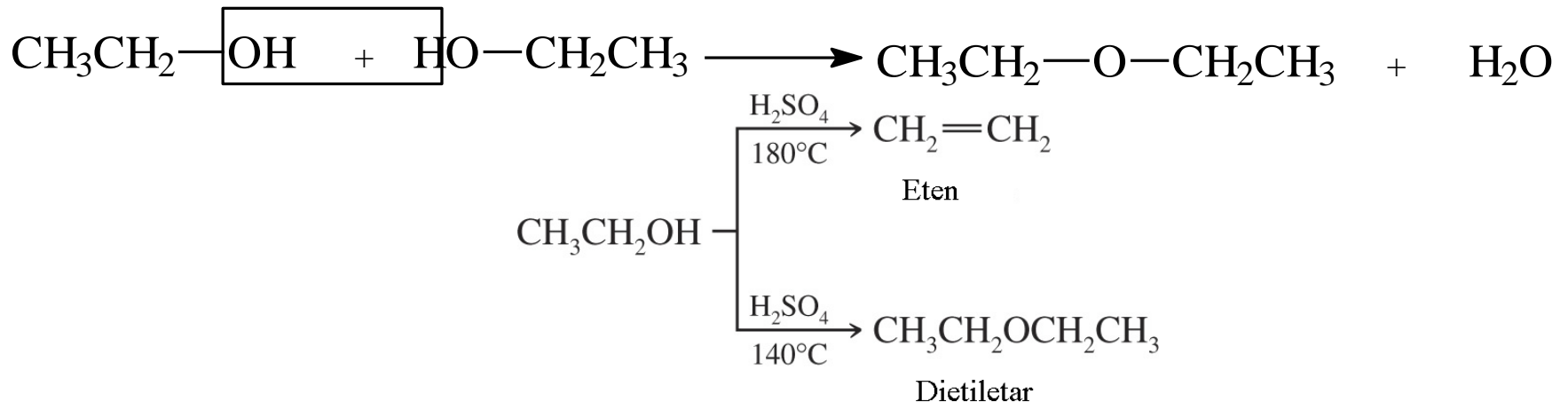


Dehidratacija alkohola

- Reakcijom eliminacije vode iz jednog molekula alkohola nastaju alkeni

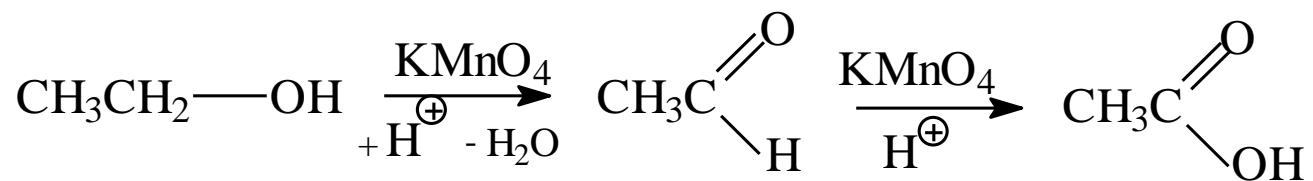


- Izdvajanjem vode iz dva molekula alkohola nastaju etri

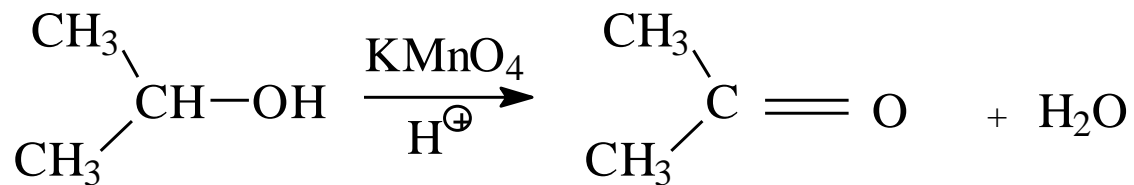


Oksidacija alkohola

- Oksidacijom primarnih alkohola nastaju aldehidi koji daljom oksidacijom daju kiseline



- Oksidacijom sekundarnih alkohola nastaju ketoni



- tercijarni alkoholi se teško oksiduju u neutralnoj i baznoj sredini, dok oksidacijom u kiselj sredini daju smešu kiselina sa manjim brojem C atoma od polaznih alkohola

Najvažniji predstavnici

- Metanol
- Etanol
- Izopropanol

Etanol osobine

- Bezbojna, lako pokretljiva tečnost, karakterističnog mirisa
- Zapaljiv
- Tačka ključanja 78 °C
- Sa vodom gradi azeotropnu smešu koja sadrži 95% (vol.) etanola

Etanol dobijanje

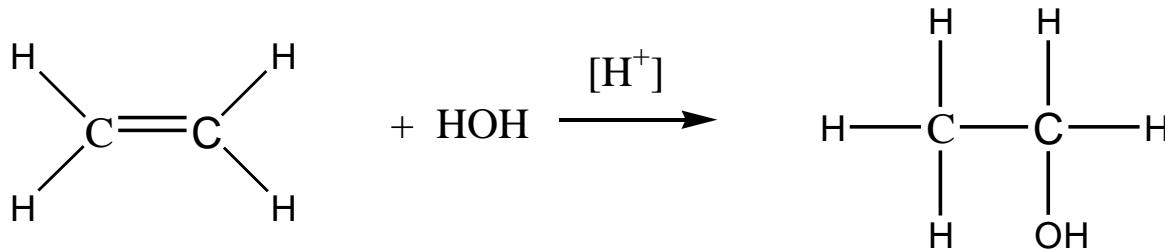
Za industrijsko dobijanje etanola koriste se uglavnom dva postupka:

- Petrohemijski postupak (hidratacija etena)
- Biotehnološki postupak (fermentacija šećera sa kvascima)

Etanol – proizvodnja

Petrohemijski postupak

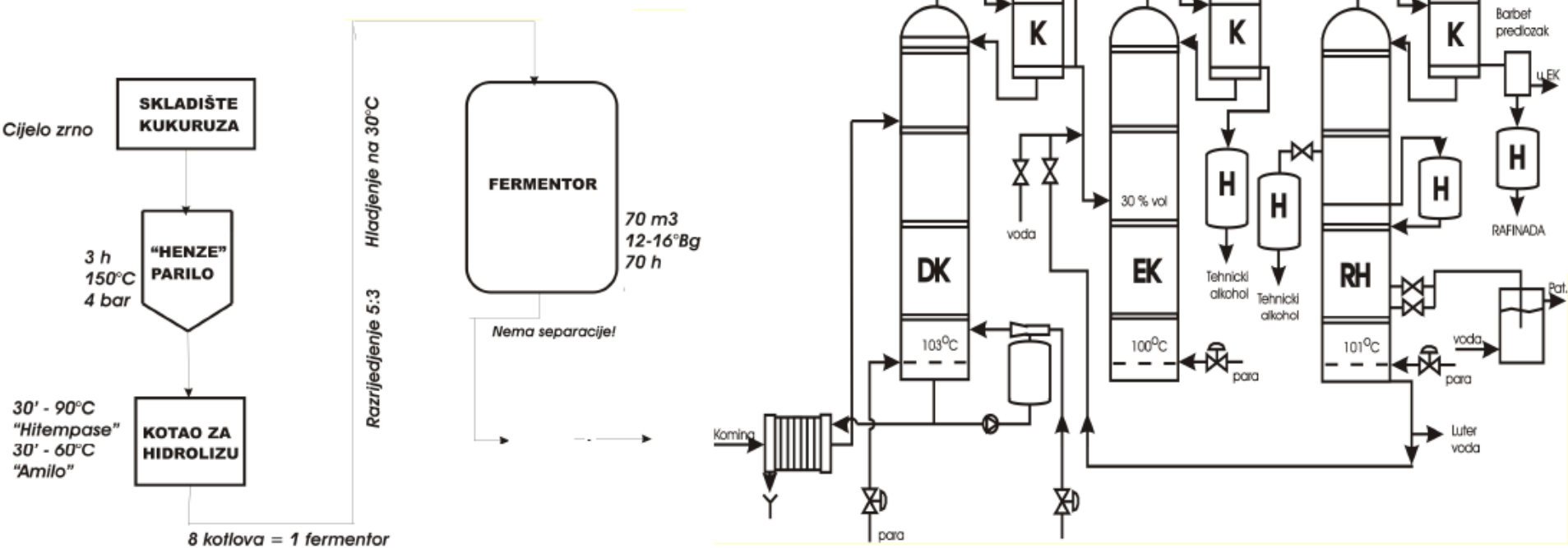
- U okviru ovog postupka vrši se adicija vode na eten (etilen) u prisustvu kiseline kao katalizatora (najčešće fosforna kiselina na aktivnom uglju).



Etanol – proizvodnja

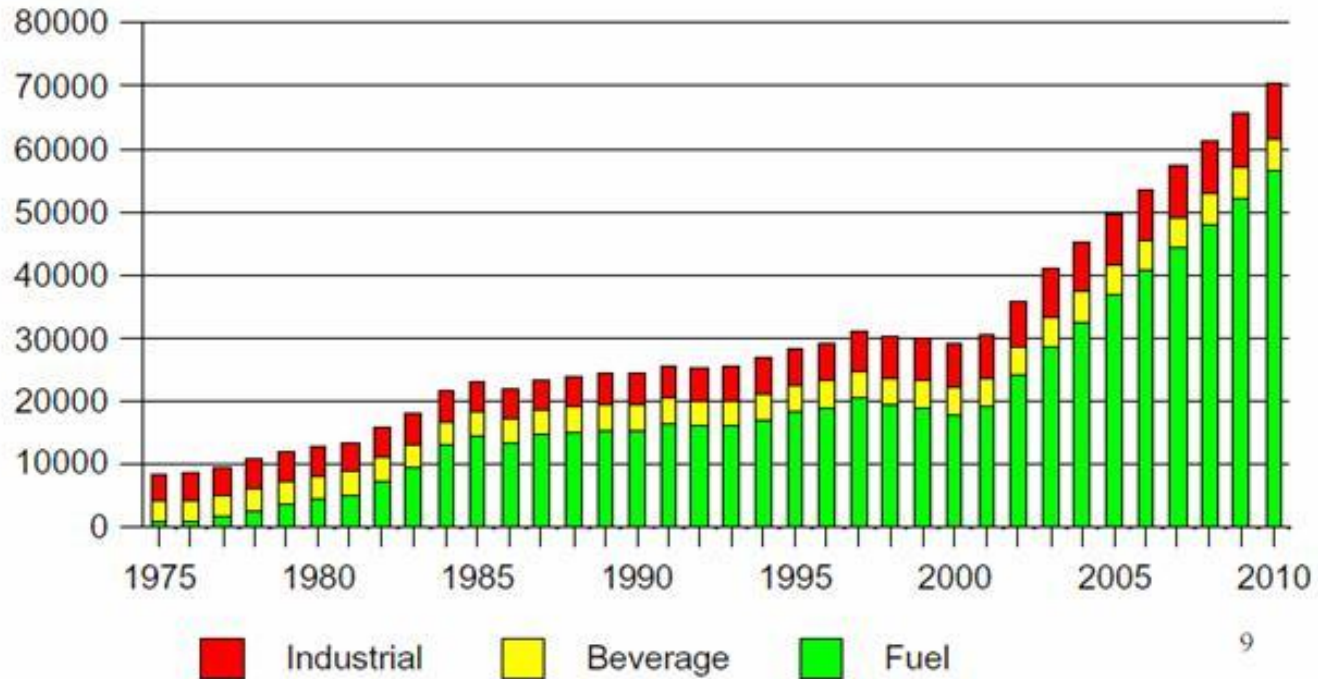
Biotehnološki postupak

Etanol se dobija fermentacijom šećera u prisustvu kvasaca.



Etanol – proizvodnja

Figure 2. World Ethanol Production (millions of litres)



Etanol

Gorivo budućnosti



Gasohol

**Mešavina benzina i etanola
koja se koristi u Brazilu.**

Sadržaj etanola u benzinu

1977: 4,5%

1979: 15%

1981: 20%

1985: 22%

1998: 24%

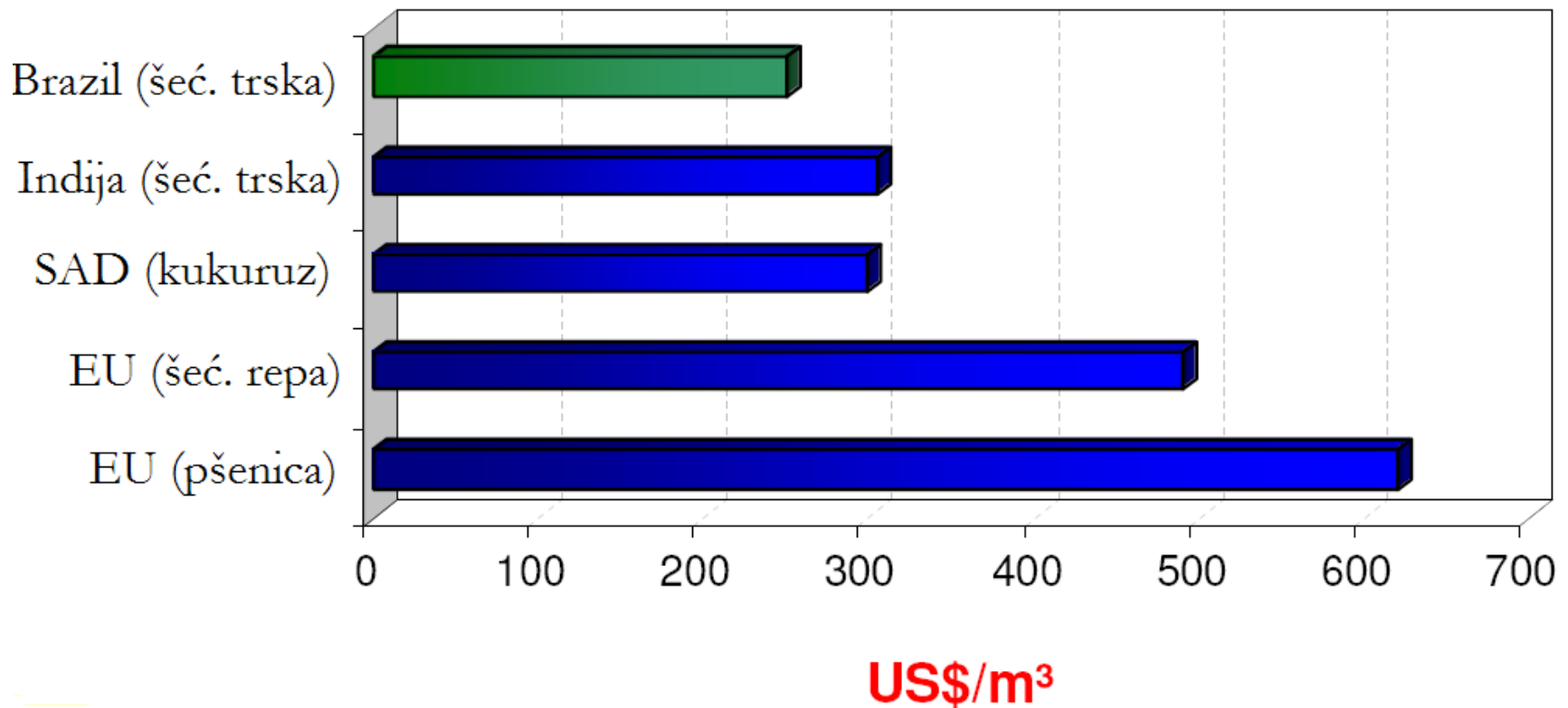
1999: 20 - 24%

2003: 20 - 25%

Etanol- kao gorivo

Zašto se u Evropi još ne koristi?

Cena proizvodnje etanola



Etanol

Alkoholna pića



Vrsta pića	Sadržaj etanola % (vol)
Pivo	3,5 – 5
Vino	10,5 – 12,5
Žestoka pića	40 - 55



Etanol

Fiziološki efekat

- Etanol deluje na centralni nervni sistem kao sredstvo za umirivanje i opuštanje. Ima različito dejstvo u zavisnosti od doze.



Nivo alkohola u krvi (w/v, %)	Tipično ponašanje
0,025	Blaga vrtoglavica, pričljivost
0,05	Euforičnost, glasno pričanje i smejanje
0,10	Gubitak inhibicije i koordinacije, dremljivost
0,20	Trovanje, ljutnja, preterane emocije
0,30	Besvesno stanje
0,40 – 0,50	Koma i smrt



Etanol

Sirovina u hemijskoj industriji

Etanol služi kao sirovina u hemijskoj industriji za dobijanje:

- Etil halogenida **etilhlorid** $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$
- Etil estara **etilacetat** $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$
- Dietiletra $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$
- Sirćetne kiseline CH_3COOH
- Etilamina $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$

Etanol

Primena u medicini

- Razblaženi rastvor etanola u vodi (60 – 70%) koristi se kao antiseptik. Ubija mikroorganizme denaturacijom proteina i rastvaranjem lipida. Efikasan je protiv većine bakterija, gljiva i virusa. Ne deluje na spore.
- Koristi se kao protivotrov kod trovanja metanolom i etilen glikolom.



Etanol

Primena - rastvarač

Etanol je dobar rastvarač. Između ostalog koristi se kao rastvarač za izradu:

- Parfema
- Boja
- Tinktura



Metanol

osobine

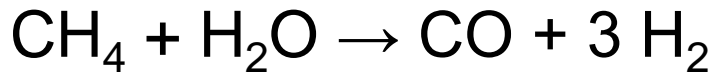
- Lako pokretna tečnost, karakterističnog mirisa
- Tačka ključanja 65 °C
- Lako isparljiv (slično benzinu)
- Zapaljiv
- **TOKSIČAN** (smrtna doza oko 120 cm³)

Metanol

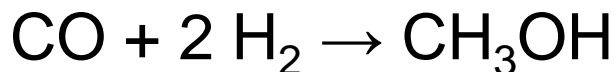
dobijanje

Dobija se iz gasa koji sadrži metan.

Metan reaguje sa vodenom parom (10 -20 bara, 850 °C, katal. Ni)



CO i H₂ reaguju na drugom katalizatoru (smeša Cu, ZnO i Al₂O₃), 50 – 100 bara, 850 °C pri čemu nastaje metanol.



Može se dobiti pirolizom uglja i drveta.



Metanol

primena

Metanol nalazi primenu kao:

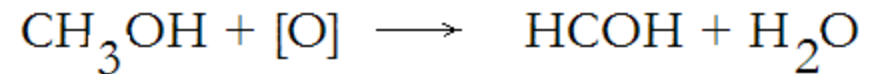
- Značajna sirovina za hemijsku industriju
- Gorivo (sve više ga zamenjuje etanol)
- Rastvarač

Metanol

sirovina u hemijskoj industriji

Metanol se koristi kao sirovina za proizvodnju:

- **Formaldehida** (→ plast. mase, lepkovi, boje, eksplozivi...)
- **Biodizela** (transesterifikacija)
- **Aditiva za benzin** (MTBE metil-terc-butil etar)
- **Dimetil etra** (zamenjuje freon u spreju)
- **Sirćetne kiseline**

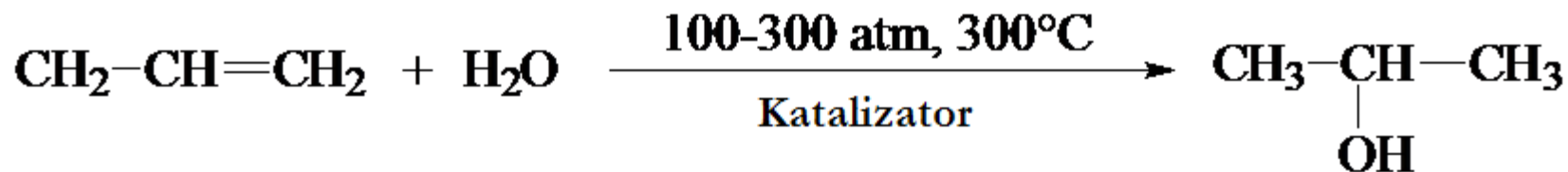


MSK Kikinda

Izopropanol

osobine i dobijanje

- Pokretna tečnost, karakterističnog mirisa, tačka ključanja 82 °C.
- Dva puta je toksičniji od etanola
- Dobija se adicijom vode na propen.



Izopropanol

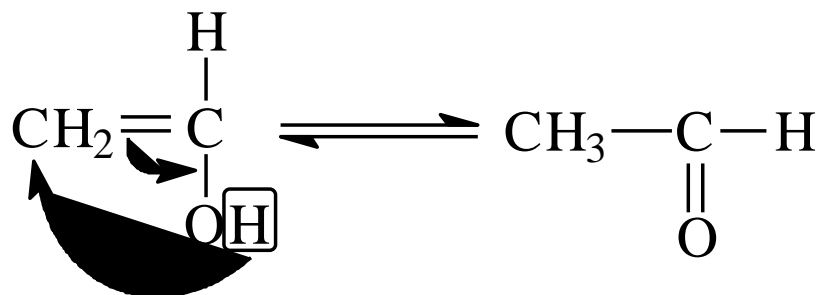
upotreba

- Rastvarač (nije toksičan, brzo se suši)
- Čišćenje i odmašćivanje, posebno elektronskih uređaja i diskova.
- Dezinfekcija površina
- Za čuvanje bioloških uzoraka umesto etanola i formaldehida.



Nezasićeni alkoholi

Keto-enolna tautomerija



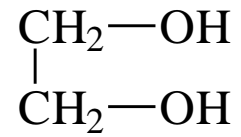
etenol
vinil-alkohol

ENOL

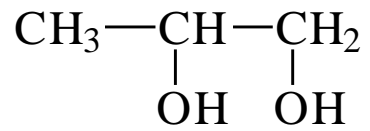
etanal
acetaldehyd

KETO

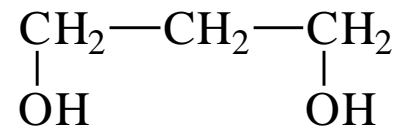
Dioli



1,2-etandiol

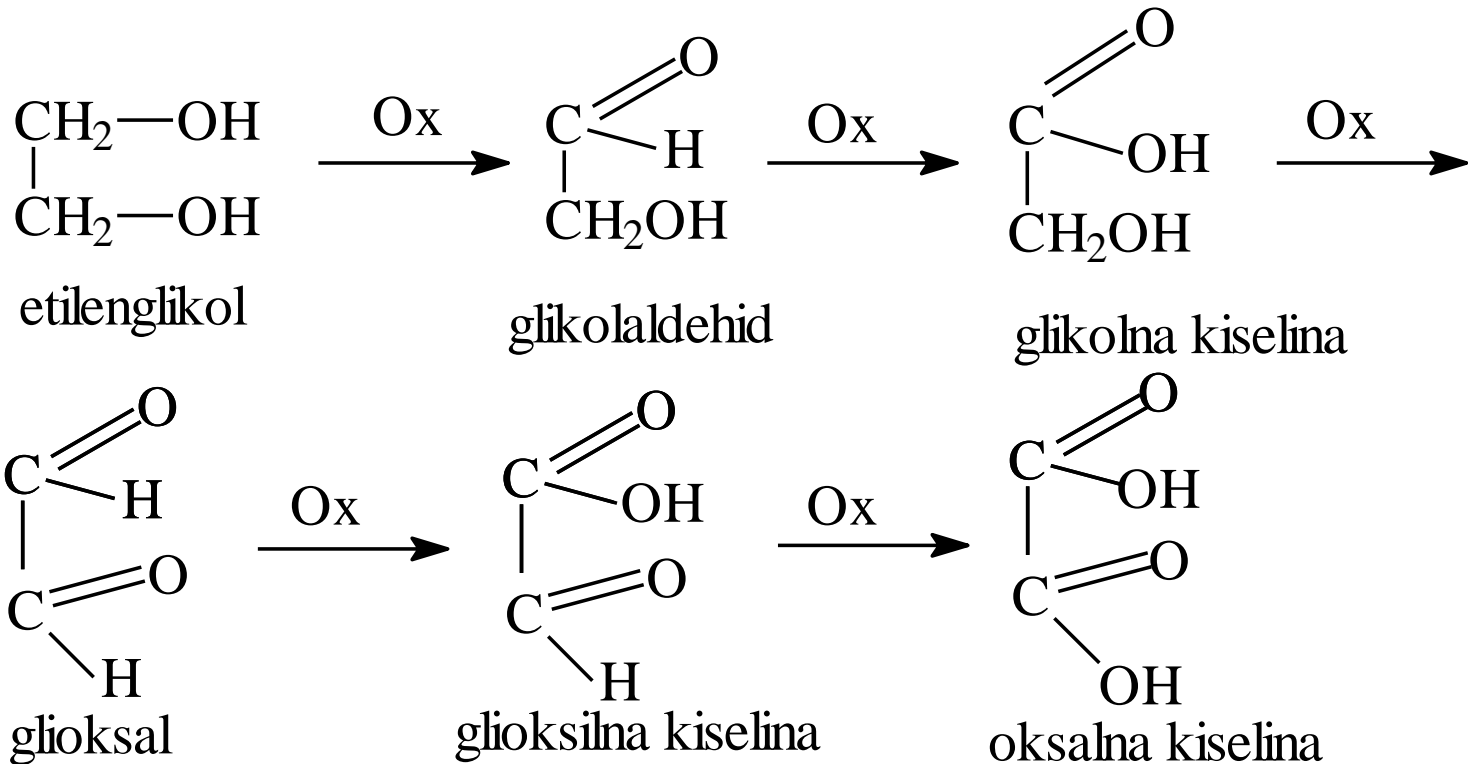


1,2-propandiol



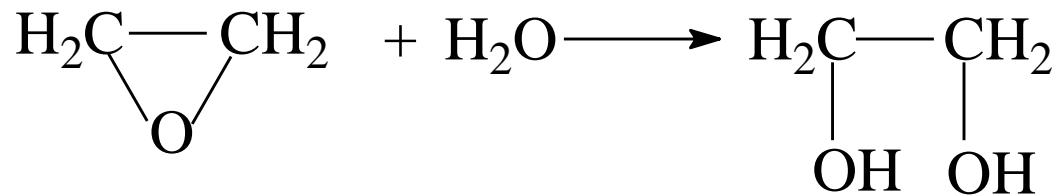
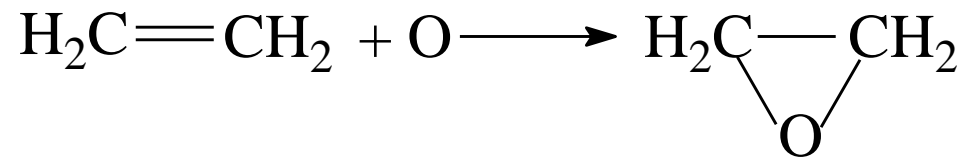
1,3-propandiol

Oksidacija diola



1,2-etandiol - etilen glikol osobine i dobijanje

- Tečnost, slatkog ukusa, tačka ključanja 197 °C
- Dobija se u petrohemijskoj industriji iz etena (etilen) preko etilen oksida:



1,2-etandiol - etilen glikol primena

1,2-etandiol se koristi:

- Za izradu antifriza
- Za odleđivanje vetrobrana

(automobili, avioni)

- U industriji plast. masa
- Za izradu kondenzatora
- Tečnost za hidraulične kočnice
- Mastilo (boja) za pečate i hemijske olovke.



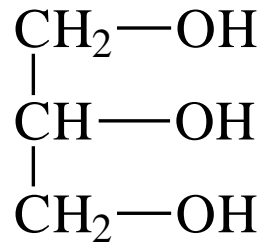
1,2-etandiol - etilen glikol primena u antifrizima

Maseni udeo etilen glikola %	Tačka mržnjenja rastvora °C	Tačka ključanja rastvora °C
0	0	100
10	-4	102
20	-7	102
30	-15	104
40	-23	104
50	-34	107
60	-48	110
70	-51	116
80	-45	124
90	-29	140
100	-12	197

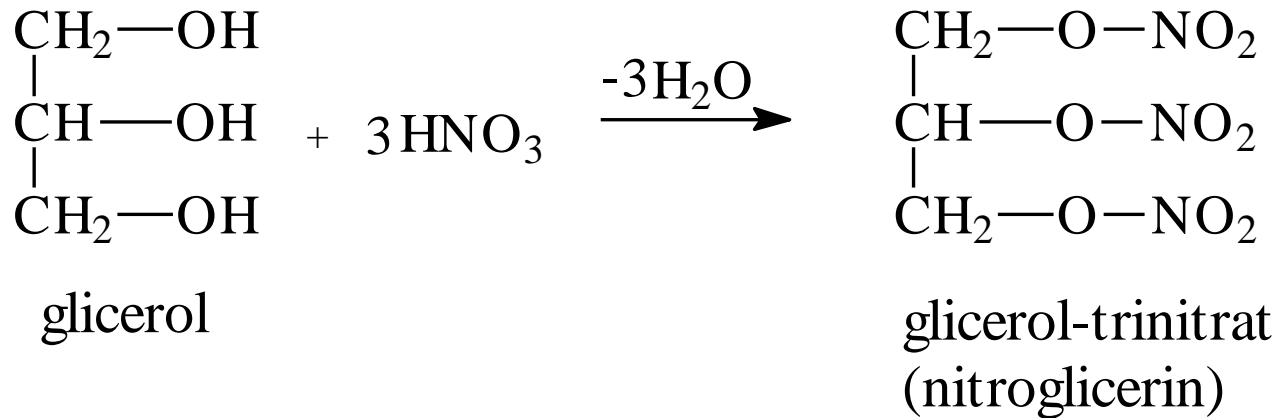
$$\Delta t_m = K_e \cdot b(B)$$

$$\Delta t_k = K_k \cdot b(B)$$

Trioli



1,2,3-prop antriol (glicerol)



Glicerol

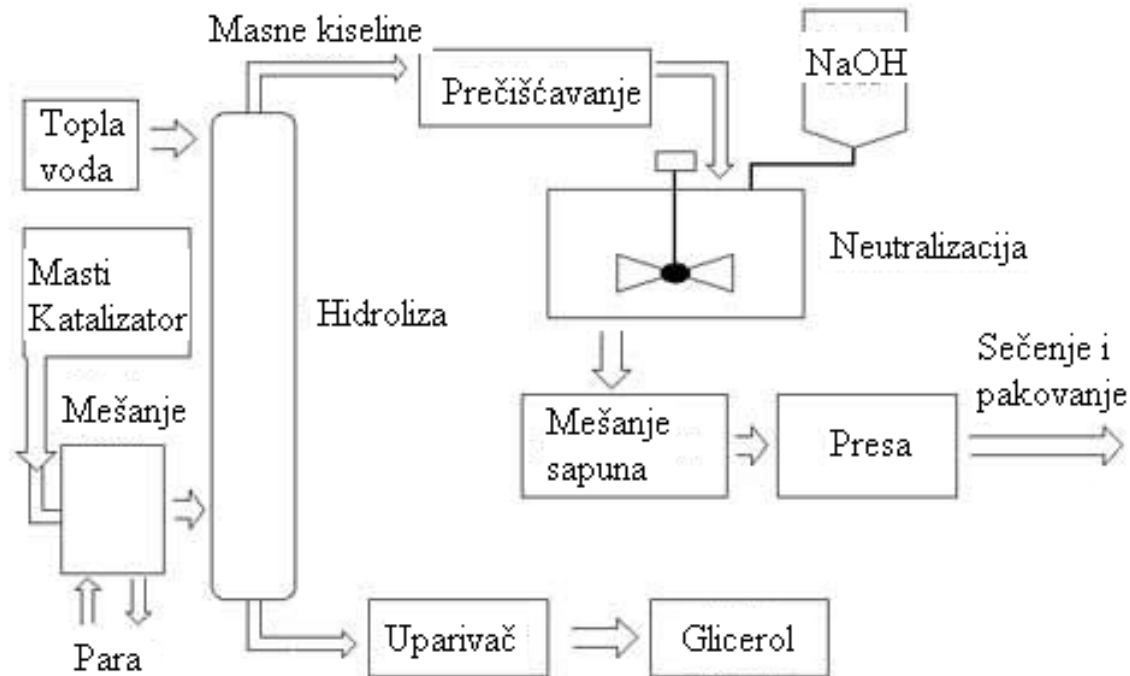
osobine

- Bezbojna, viskozna tečnost, bez mirisa
- Slatkog je ukusa
- Tačka ključanja 290 °C
- Gustina 1,26 g/cm³
- Veoma niska toksičnost

Glicerol

produkcija

Glicerol se dobija kao nus proizvod pri **saponifikaciji** masti u proizvodnji sapuna i prilikom **transesterifikacije** ulja u proizvodnji biodizela.



Glicerol

primena

Glicerol nalazi široku primenu u sledećim oblastima:

- Prehrambenoj industriji
- Kao sirovina u hemijskoj industriji
- Medicini i kozmetici

Glicerol

primena – prehrambena industrija

Aditiv za hranu E422

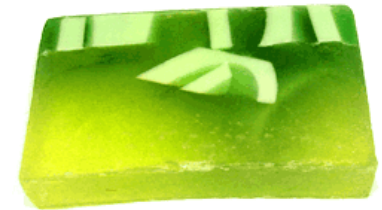
- Za održavanje vlažnosti
- Zasladivač
- Zamena za šećer (60% slasti saharoze)
- Zgušnjivač kod sokova



Glicerol

primena – medicina i kozmetika

- Koristi se u medicinskim, farmaceutskim i kozmetičkim preparatima radi poboljšanja mekoće, mazivosti i vlažnosti.
- Nalazi se u: sirupima za kašalj, pastama za zube, tečnostima za ispiranje usta, preparatima za negu kože i kose, kremama za brijanje, sapunima i drugo.



Glicerol

primena – sirovina u hemijskoj industriji

U hemijskoj industriji koristi se za:

- Proizvodnju poliola koji se koriste za izradu pena
- Proizvodnju mono- i diglicerida (emulgatori za margarine)
- Proizvodnju nitroglicerina



Nitroglicerin

- Nitroglicerin je otkrio italijanski kemičar Ascanio Sobrero (1812 – 1888), profesor Univerziteta u Torinu, 1847 godine.
- Zalagao se protiv njegove upotrebe tvrdeći da je izuzetno opasan ustvari bio je uplašen svojim otkrićem pa ga je krio skoro godinu dana.



Nitroglicerín

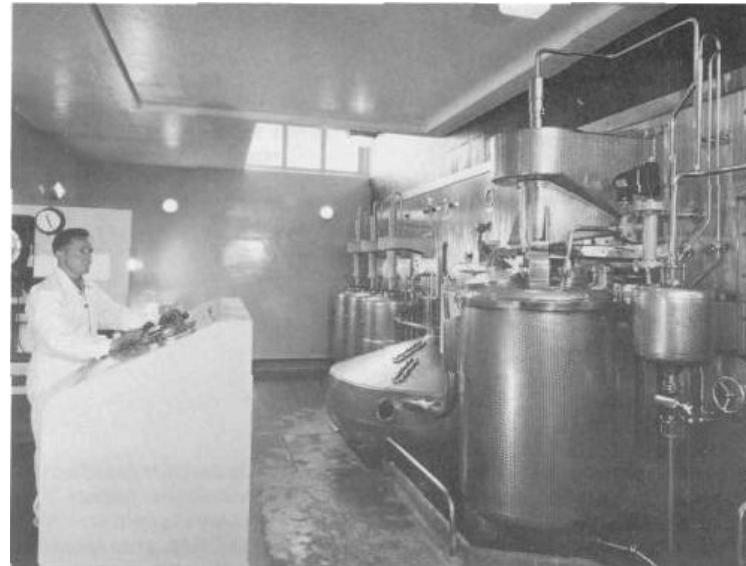
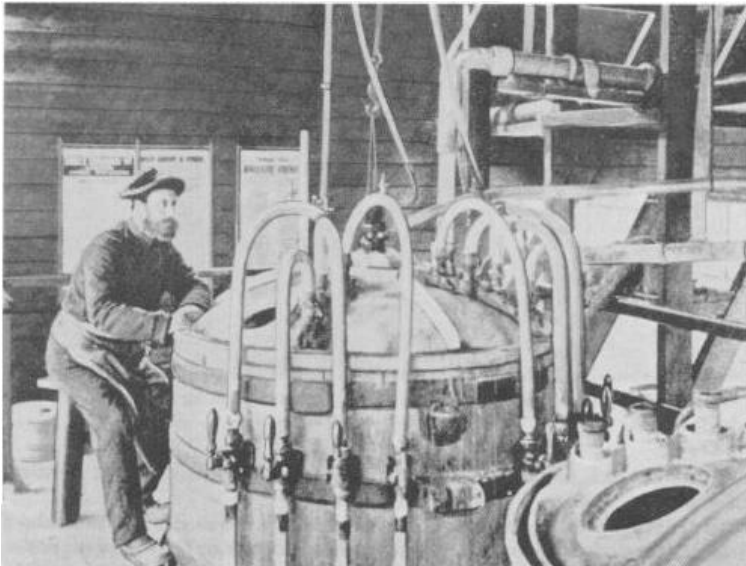
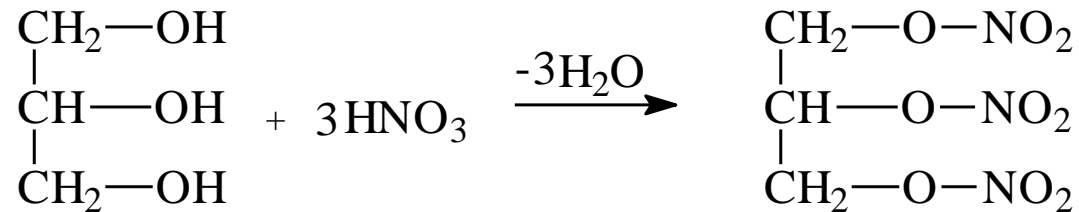
osobine i dobijanje

- Teška uljasta tečnost bezbojna ili žuta
- Tačka topljenja 13 °C
- Tačka ključanja raspada se na 50 – 60 °C
- Gustina 1,6 g/cm³
- **EKSPLOZIVAN** (Kontaktni eksploziv, udarac ili fizički tretman uzrokuje eksploziju)



Nitroglicerín osobine i dobijanje

Dobija se esterifikacijom glicerola sa azotnom kiselinom (koristi se smeša azotne i sumporne kiseline 1:1), nitrovanje nije dobar izraz ali se često koristi.



Nitroglicerin dinamit

Problem sigurnog transporta i primene nitroglicerina rešio je Alfred Nobel (SobrEROV student) tako što ga je pomešao sa infuzorijskom zemljom i tako je nastao dinamit.



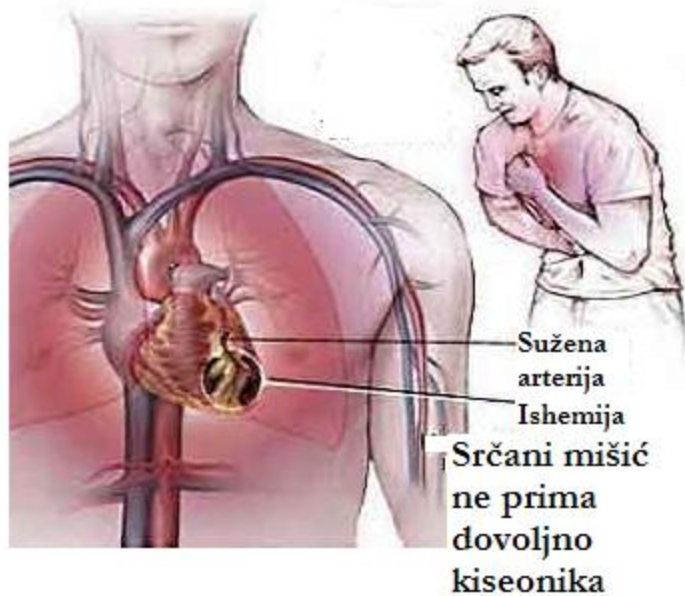
Dinamit

Nobelova nagrada

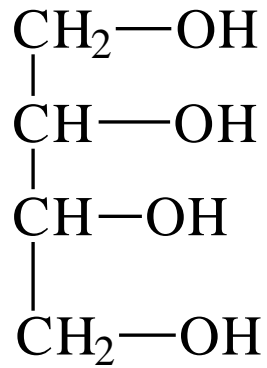


Nitroglicerín primena u medicini

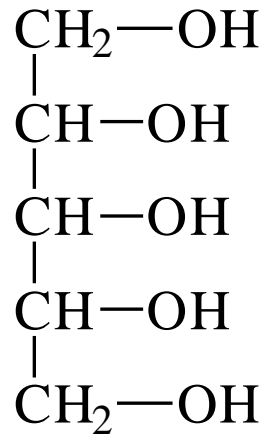
Angina pectoris



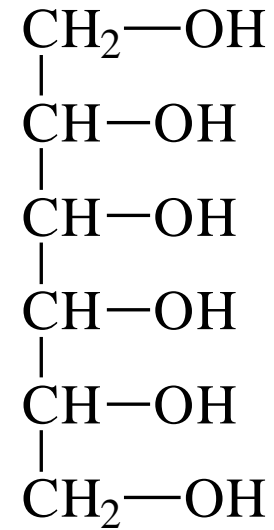
Polioli



tetritol



pentitol

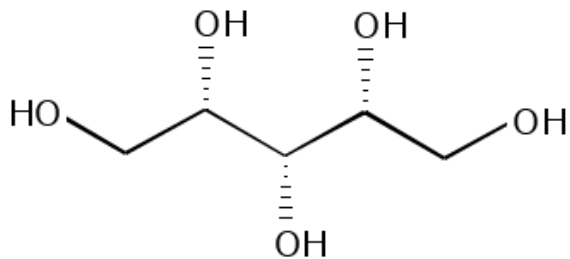


heksitol

Ksilitol

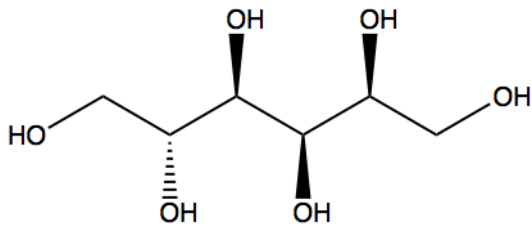
Dobija se katalitičkom redukcijom sa vodonikom (40 – 70 bara, 80 – 140 °C) hemiceluloze (drvo, šapurike...) i mikrobiološkom fermentacijom (*Candida tropicalis*).

Primena: zaslađivač (žvakaće gume..), u medicini za negu zuba, kod dijabetesa, osteoporoza....



Sorbitol

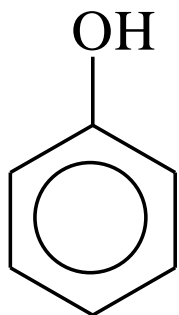
- Proizvodi se iz glukoze, redukcijom. Koristi se u prehrambenoj industriji kao zaslađivač. U hemijskoj industriji za sintezu vitamina C, poliuretana u izradi boja i lakova. U kozmetici za održavanje vlažnosti, slično glicerolu.



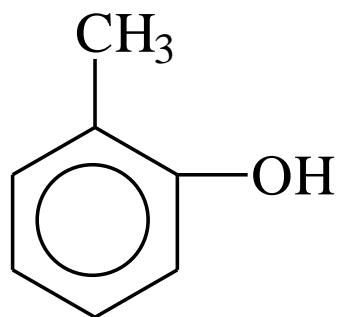
Fenoli

- Fenoli su aromatična jedinjenja koja se izvode zamenom jednog ili više vodonikovih atoma sa OH grupama.
- Sve OH grupe su vezane direktno za aromatično jezgro.
- Prema broju OH grupa dele se na jednohidroksilne, dvohidriksilne i trohidroksilne fenole.

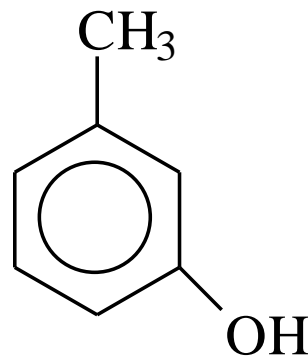
Monohidroksilni fenoli



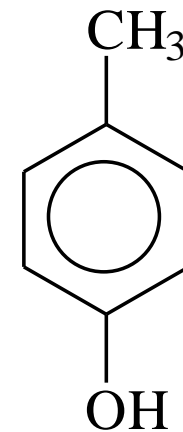
fenol



o-krezol



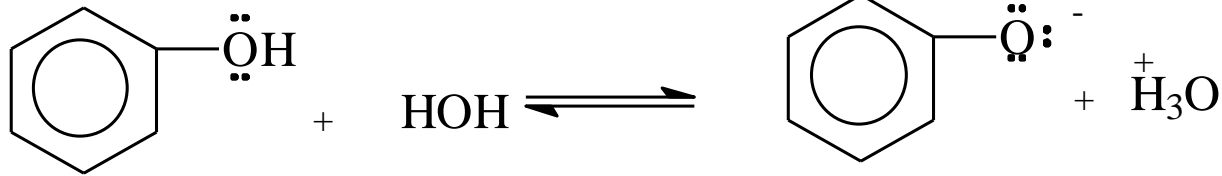
m-krezol



p-krezol

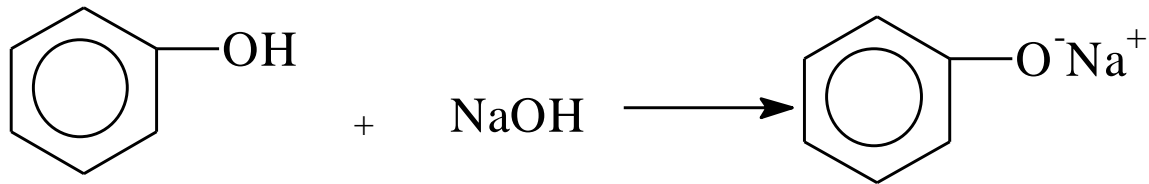
Fenoli su slabe kiseline

$$K_a = 1,7 \cdot 10^{-10}$$



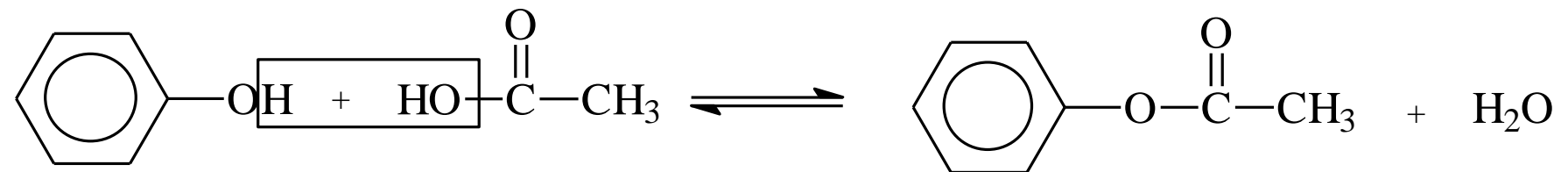
fenol

fenoladni anjon



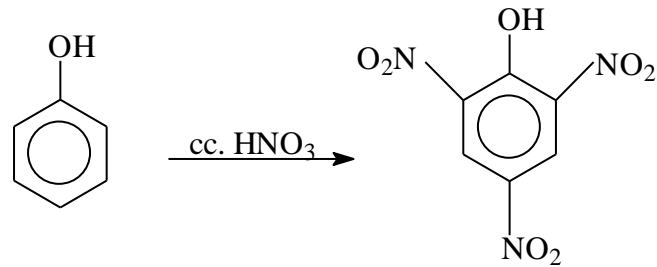
natrijum-fenolat

Fenoli sa kiselinama grade estre

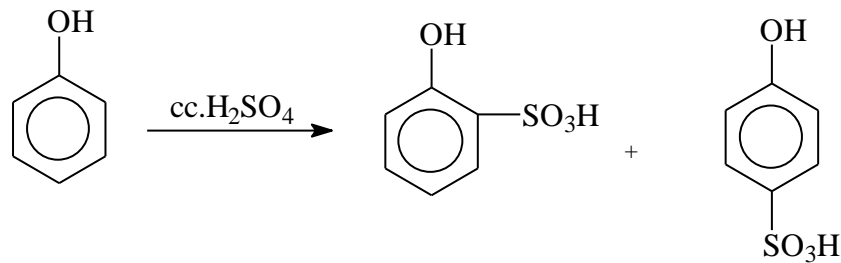


Fenoli daju reakcije u aromatičnom jezgru

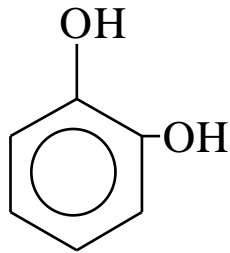
Pravila supstitucije



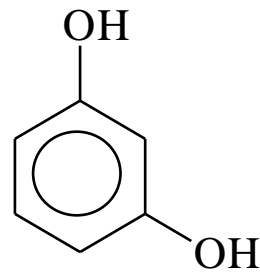
•
Pikrinska kiselina



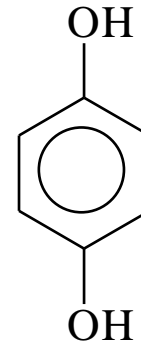
Polihidroksilni fenoli



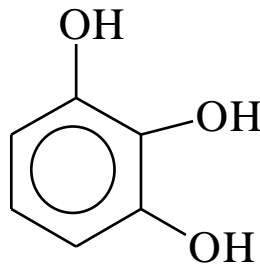
o-dihidroksibenzen
katehol, pirokatehin



m-dihidroksibenzen
rezorcinol



p-dihidroksibenzen
hidrohinon

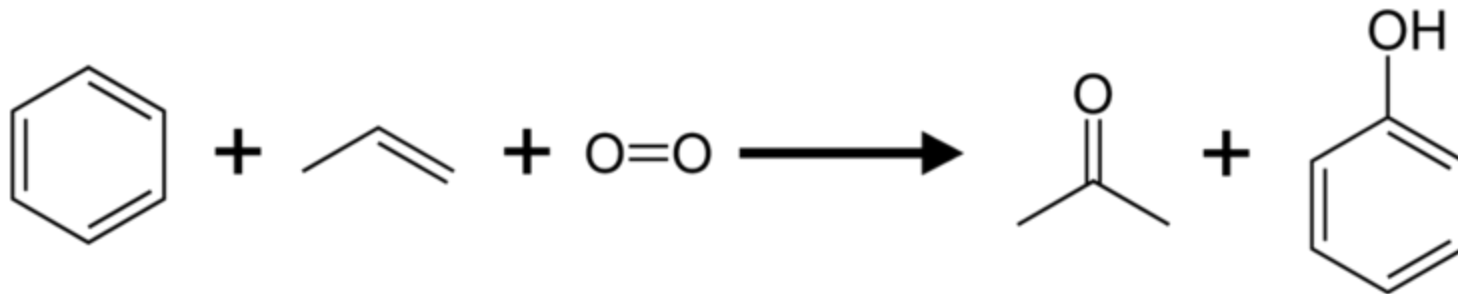


pirogalol

Fenol

osobine i dobijanje

- Beli kristali, karakterističnog mirisa (na bolnicu)
- Tačka topljenja 40,5 °C a ključanja 182 °C
- Ograničeno se rastvara u vodi 8,3 g/100 cm³
- Toksičan
- Dobija se iz benzena i propena u prisustvu kiseonika:



Fenol

primena

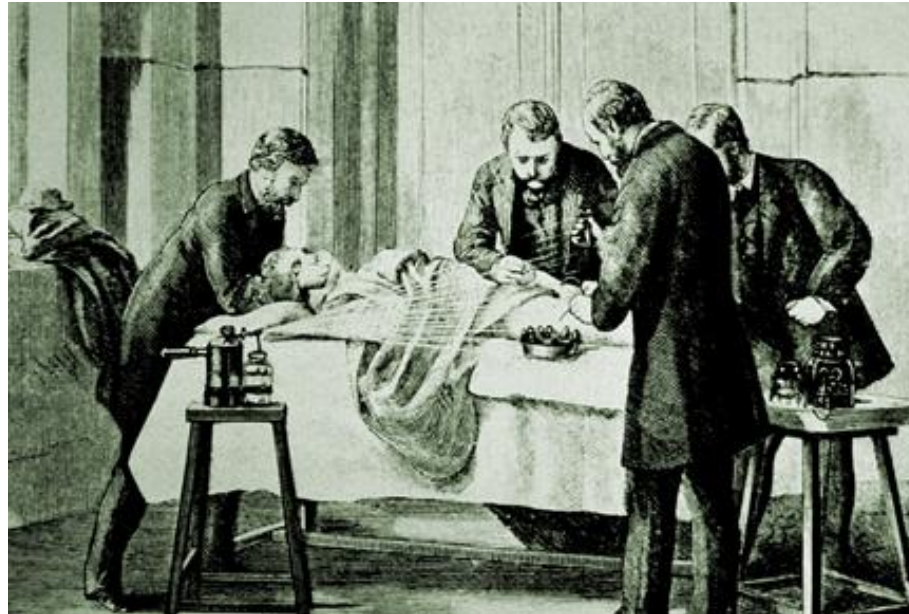
Fenol se koristi:

- Za dezinfekciju
- Kao sirovina za proizvodnju: lekova (aspirin), herbicida, sintetskih smola (bakelit)
- U kozmetici: kreme za sunčanje, boje za kosu, beljenje kože...

Fenol

antiseptična hirurgija

- Ser Joseph Lister je prvi na inicijativu Pastera primenio fenol (karbolna kiselina) kao antiseptik u hirurgiji 1867 god.



Dorling Kindersley

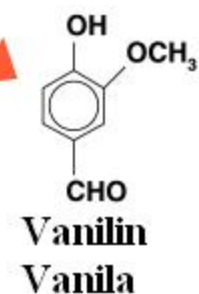
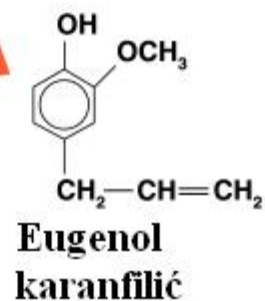
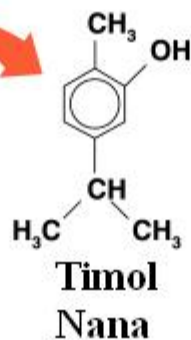
Fenol

(zlo)upotreba njegove toksičnosti

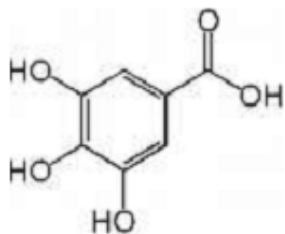
- Hiljade ljudi ubijeno je za vreme Drugog svetskog rata u nacističkim logorima injekcijama fenola. Nacisti su iznašli da je to jeftin način za uništenje manjih grupa ljudi. Injekcije (sa oko 1 g fenola) su davane intravenozno, u rame ili direktno u srce.



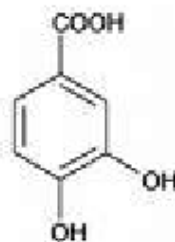
Jedinjenja fenolnog tipa su aktivni sastojci etarskih ulja mnogih biljaka



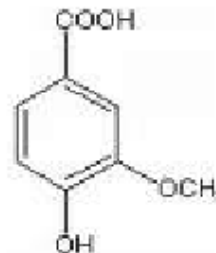
Biljni fenoli su veoma efikasni antioksidansi



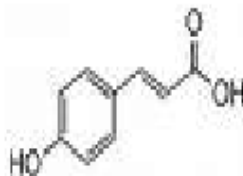
Galna kiselina



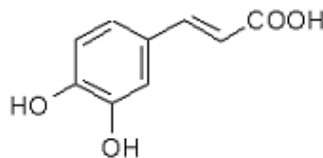
Protokatehinska kiselina



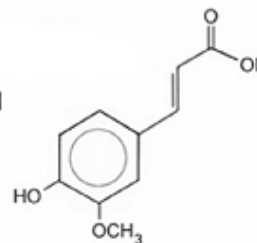
Vanilinska kiselina



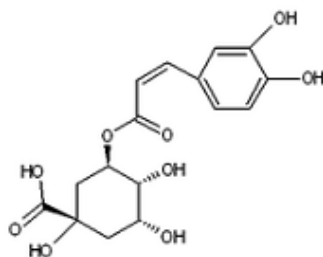
P-kumarinska kiselina



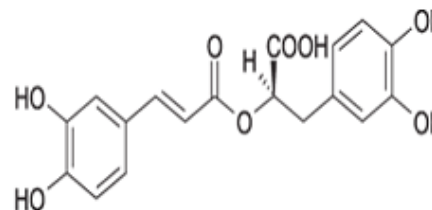
Kafena kiselina



Ferulinska kiselina



Hlorogenska kiselina



Rozmarinska kiselina

Rezorcinol

- Dvohidroksilni fenol, rezorcinol je dobar dezinficijens i nalazi se u sastavu krema za tretman bolesti kože posebno akni.



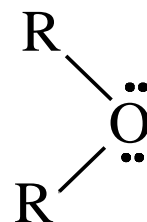
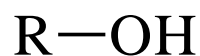
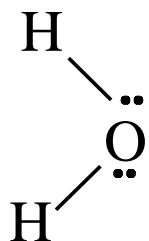
PRE



POSLE

Etri

- Etri se mogu smatrati derivatima vode kod kojih su oba H atoma zamenjena alkil ili aril grupama, a takođe i derivatima alkohola ili fenola kod kojih je H iz OH grupe zamenjen alkil ili aril grupom.

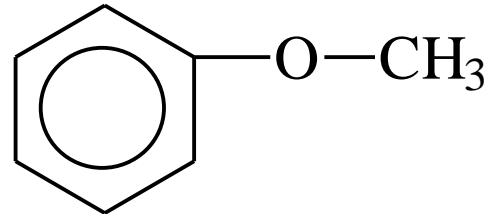
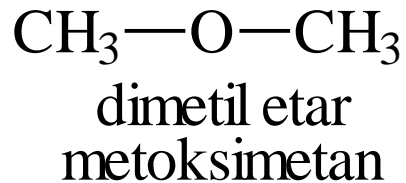


- voda

alkohol-fenol

etar

Nomenklatura etara

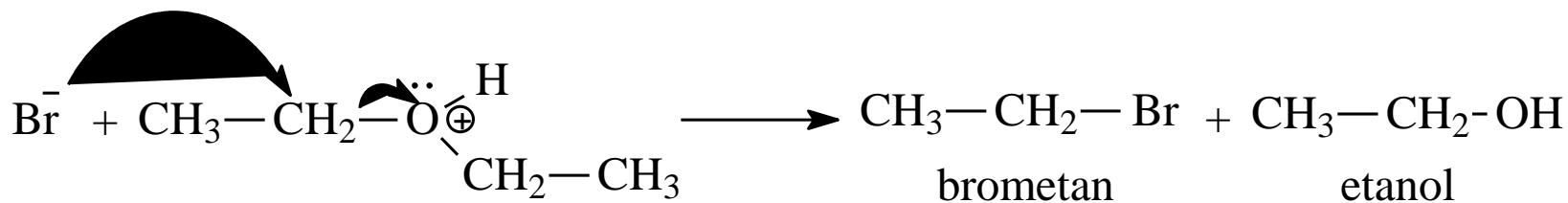
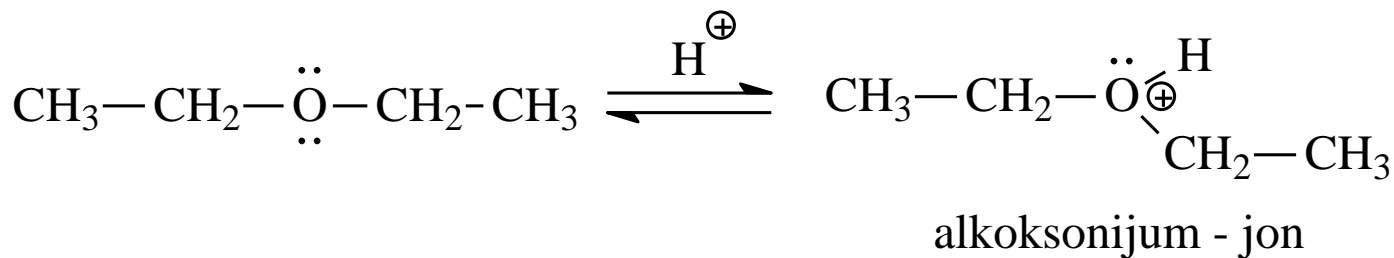
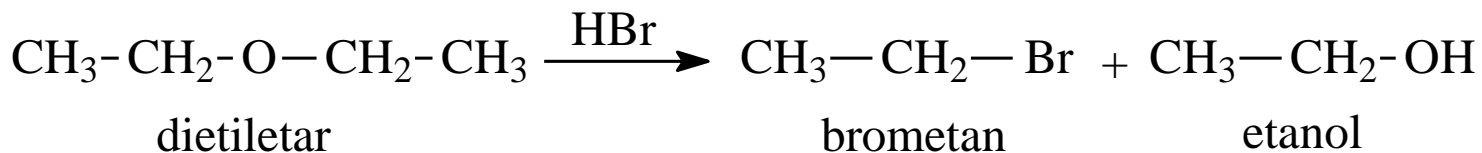


fenilmetil etar
fenoksietan



Hemijske osobine

- Etri su neutralne supstance hemijski neaktivne.
- Sa jakim mineralnim kiselinama daju alkoksonijum jone.
- U ovoj reakciji dolazi do raskidanja etarske veze i nastajanja alkil ilil arilhalogenida u zavisnosti od jačine kiseline.

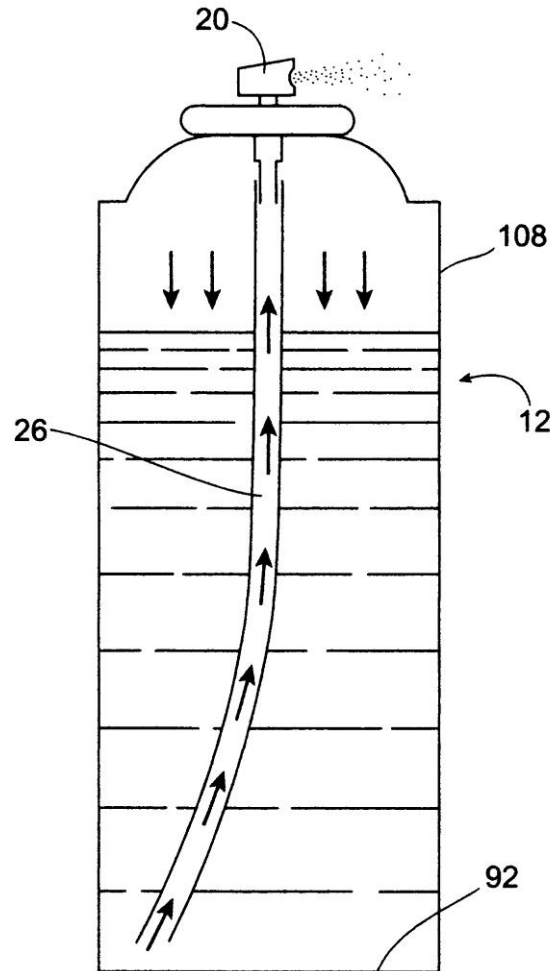


Upotreba etara

- Dobri su rastvarači i sredstva za ekstrakciju pri niskim temperaturama (dietil-etar ključa na 35 °C)
- Opšti anaestetik (od 1846. god)

Dimetil etar

- $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$, tačka ključanja - $23\text{ }^\circ\text{C}$
- Koristi se kao potiskivač u sprej bocama (zamenjuje freone zbog uticaja na ozon)
- Sirovina je za proizvodnju dimetil sulfata

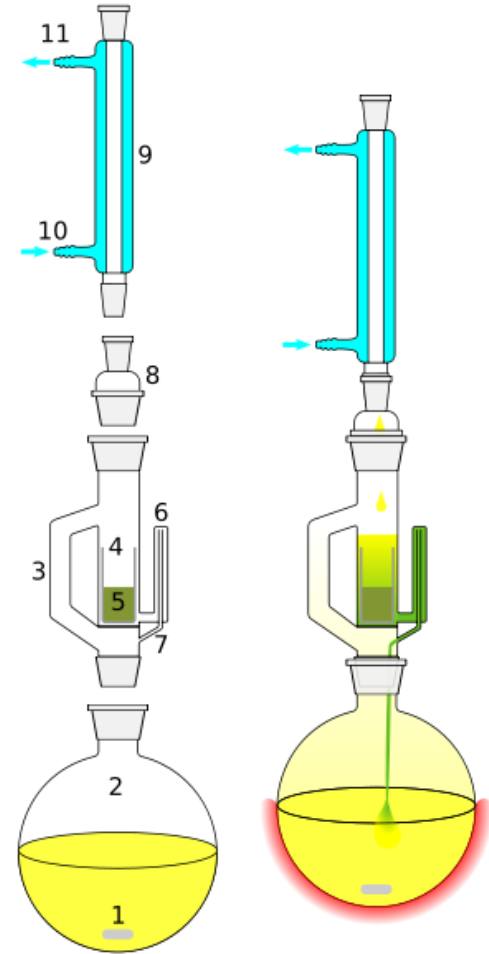


Dietil etar

- Lako isparljiva tečnost, tačka ključanja 35 °C
- Dobija se iz etanola
- Glavna primena:
- Rastvarač za ekstrakciju
- Opšti anestetik

Dietil etar

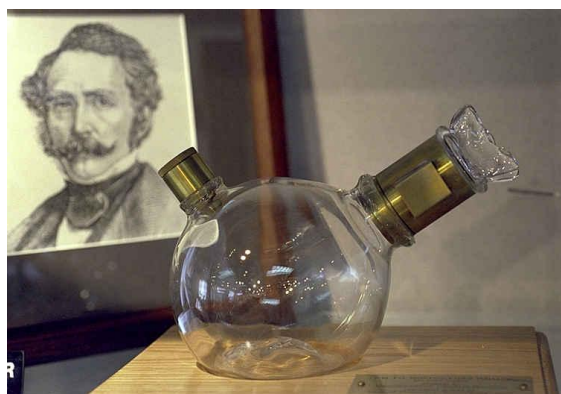
Rastvarač za ekstrakciju



Dietil etar

Opšti anestetik

Prvu primenu etra kao anestetika izveo je Crawford Long, američki lekar 1842 god.



Dietil etar

Opšti anestetik

Javna demonstracija primene etra kao opšteg anestetika (W.T. Morton, 1846, Boston)

