

DIGITAL UPDATE

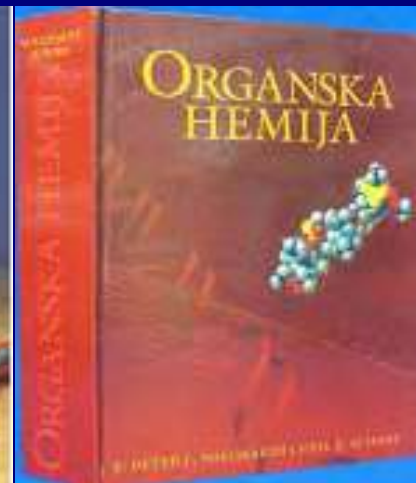
Eighth Edition

Organic Chemistry

Peter K. Vollhardt
Neil Schore

ОРГАНСКА ХЕМИЈА 2

macmillan
learning



2024/2025

Органска хемија 2 Бр. кредита 10

2022/2023

Наставник: др Веселин Маслак, редовни професор
др Александра Митровић, доцент

Асистенти:

Војислава Поштић, асистент
Катарина Коматовић, асистент

Техничари: Лола Котуровић
Марија Физешан

Предавања: Уторак 15.00 - 17.00 h (ВХА)
Среда 10.00 - 12.00 h (МХА)
Петак 13.30 - 15.30 h (МХА)

- **Вежбе:** БХ3: лаб 422, Понедељак, 15.30 - 19.30
- БХ2: лаб 417, Понедељак, 15.30 - 19.30
- БХ1: лаб 422, Петак 8.00 - 12.00

**Распоред наставе за 2. годину студијског програма Биохемија
Зимски семестар 2024/25.**

	Понедељак	Уторак	Среда	Четвртак	Петак		
8:00	<p>лаб. 516, 8:00-15:00 Биохемија протеина и нуклеинских киселина (401В2) Лабораторијске вежбе Група: БХ1, БХ2 (7 термина наизменично по групи)</p>	<p>лаб. 516, 8:00-13:00 Биохемија протеина и нуклеинских киселина (401В2) Лабораторијске вежбе Група: БХ1, БХ2 (7 термина наизменично по групи)</p>	<p>СЗС, 8:00-10:00 Физичка хемија (029В2) Предавања</p>	<p>СЗС, 8:00-10:00 Физичка хемија (029В2) Предавања</p>	<p>лаб. 422, 8:00-12:00 Органска хемија 2 (202В2) Лабораторијске вежбе Група: БХ1</p>	8:00	
9:00							9:00
10:00					<p>МХА-Дрегер, 10:00-12:00 Органска хемија 2 (202В2) Предавања</p>		<p>лаб. 276, 8:30-11:30 Физичка хемија (029В2) Лабораторијске вежбе Група: БХ2</p>
11:00							11:00
12:00				<p>МХА-Дрегер, 12:00-14:00 Биохемија протеина и нуклеинских киселина (401В2) Предавања</p>		<p>лаб. 276, 12:00-13:00 Физичка хемија (029В2) Колквијуми</p>	12:00
13:00			<p>Нова1, 13:00-15:00 Биохемија протеина и нуклеинских киселина (401В2) Теоријске вежбе (наизменично сваке друге недеље)</p>				13:00
14:00						<p>МХА-Дрегер, 13:30-14:30 Органска хемија 2 (202В2) Предавања</p>	14:00
15:00		<p>ВХА, 15:00-17:00 Органска хемија 2 (202В2) Предавања</p>			<p>МХА-Дрегер, 14:30-15:30 Органска хемија 2 (202В2) Теоријске вежбе</p>	15:00	
16:00	<p>лаб. 417, 15:30-19:30 Органска хемија 2 (202В2) Лабораторијске вежбе Група: БХ3</p>		<p>лаб. 276, 16:00-19:00 Физичка хемија (029В2) Лабораторијске вежбе Група: БХ1</p>		<p>МХА-Дрегер, 15:30-17:30 Биохемија протеина и нуклеинских киселина (401В2) Предавања</p>	16:00	
17:00							17:00
18:00	<p>лаб. 422, 15:30-19:30 Органска хемија 2 (202В2) Лабораторијске вежбе Група: БХ2</p>					18:00	
19:00						19:00	
20:00						20:00	

Календар за школску 2024/2025 годину

Октобар 2024.						
По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Новембар 2024.						
По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

Децембар 2024.						
По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Јануар 2025.						
По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Фебруар 2025.						
По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28		

Март 2025.						
По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Април 2025.						
По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не
	1	2	3	4*	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

Мај 2025.						
По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Јун 2025.						
По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

Јул 2025.						
По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Август 2025.						
По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

Септембар 2025.						
По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

Легенда: [] – настава, [] – испити, [] – празници, [] – упис семестра, *дан студената (радни дан без наставе)

На следећој адреси можете наћи материјал за предавања и вежбе из Органске хемије 2:

http://helix.chem.bg.ac.rs/~vmaslak/Organska_hemija_2-202B1/

Упутства за припрему и одбрану препарата:

- За први термин вежби неопходно је да спремите препарат који вам је додељен (механизам и начин припреме препарата су обавезни и представљају минимум који морате знати да бисте могли да приступите експерименталном раду).
- Обавезно поновите све лабораторијске технике које сте радили у претходном семестру на вежбама из Органске хемије 1 (кристализацију, обичну дестилацију, дестилацију воденом паром, дестилацију под сниженим притиском, екстракцију).
- Студент на вежбама обавезно носи мантил и заштитне наочаре. Рукавице ће добијати од техничара.
- Процедуре припреме препарата можете наћи у додатом материјалу, који се налази на порталу у опису предмета.

Uslov za izlazak na pismeni ispit

1. Predavanja
2. Nastavni kolokvijumi (maksimalno 3 x 10 = 30 poena)
Nema popravnih kolokvijuma!!!
3. Završene vežbe (maksimalno 15 poena)

Sabiraju se poeni sa kolokvijuma i vežbi, studenti koji ostvare više od **22,5** poena ispunili su predispitne obaveze

4. Pismeni ispit (maksimalno 55 poena)
5. Formiranje ocene
pismeni ispit + kolokvijumi + vežbe

$$55 + 30 + 15 = 100$$

Ocenjivanje prema pravilniku!

Literatura:

1. Organska hemija, *Peter C. Volhardt, Neil E. Schore*
2. Uputstvo za rešavanje zadataka sa rešenjima: Organska hemija struktura i funkcija, *Neil E. Schore*
3. V. Pavlović, R. Marković, A. Milovanović: *Praktikum iz organske hemije (recenziran tekst)*
4. *Praktikum iz Organke hemije 2-materijal na portalu*

Program rada:



Delokalizovani π sistemi

Benzen i aromatičnost

Elektrofilni napad na derivate benzena

Hemija supstituisanih benzena (alkilbenzeni, fenoli, benzenamini)



Aldehidi i ketoni

Enoli, enolati i aldolna kondenzacija

Karboksilne kiseline

Derivati karboksilnih kiselina

Estarski enolati i Klajzenova kondenzacija



Amini i derivati

Ugljeni hidrati

Heterocikli

Aminokiseline, peptidi, proteini, nukleinske kiseline

Predlog termina za nastavne kolokvijume

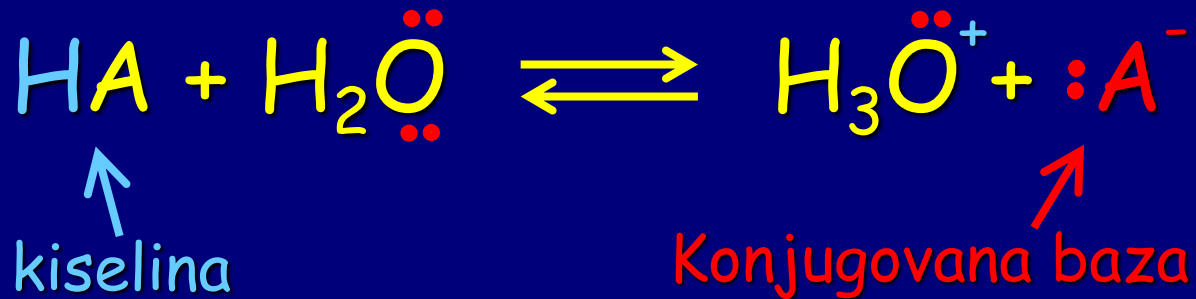
Prvi kolokvijum: 5. novembar 2024. godine

Drugi kolokvijum: 3. decembar 2024. godine

Treći kolokvijum: 27/28. decembar 2024.

PODSETNIK 1

Kiselo-Bazna ravnoteža



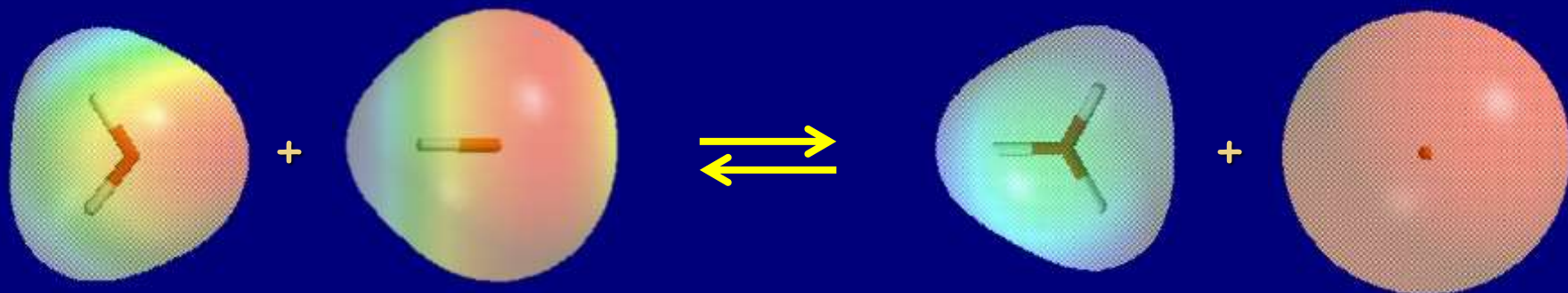
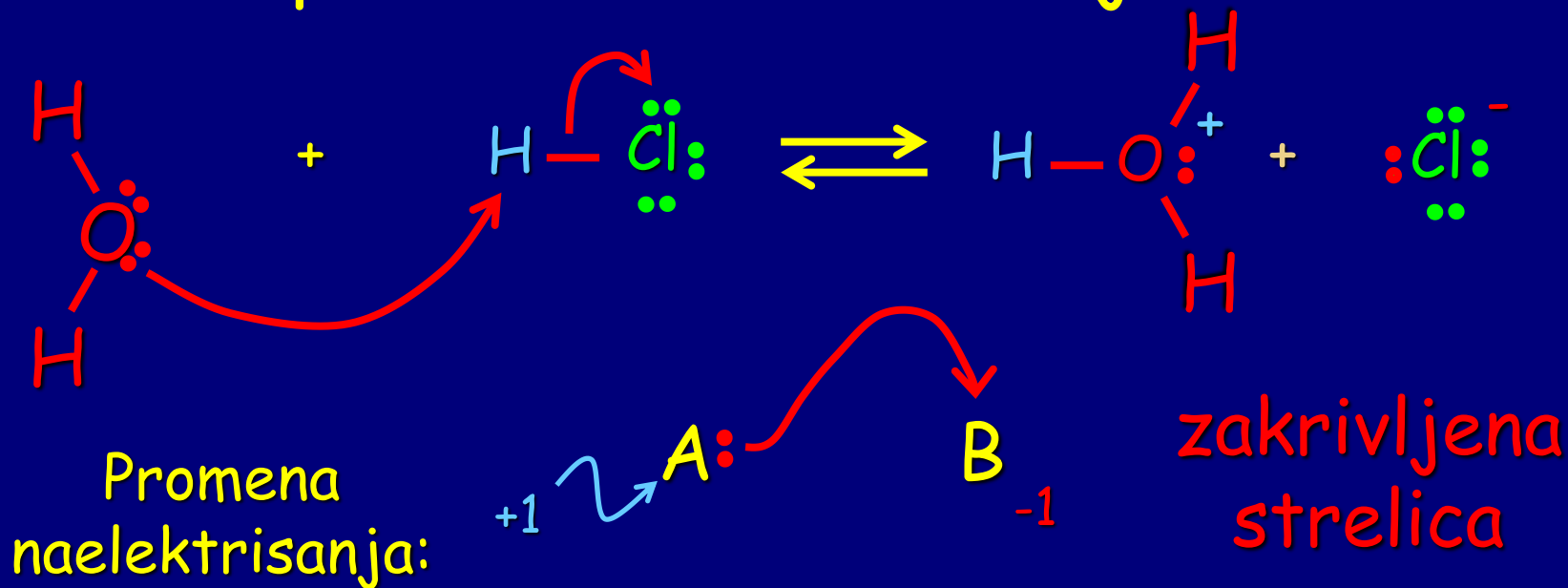
Brønsted i Lowry:

kiseline = donori protona

baze = akseptori protona

Kiseline-Baze:

pomeranje elektronskih parova
promena naelektrisanja



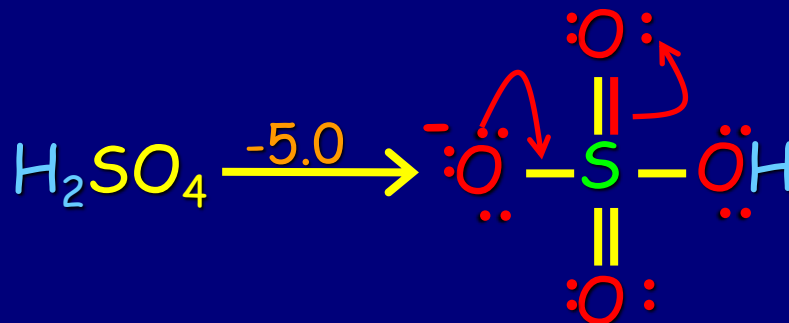
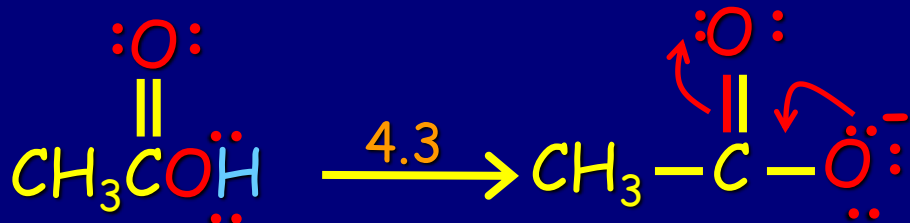
Procena relativne jačine kiselina i baza

Na kiselost utiču sledeće osobine konjugovane baze A^- :

1. Veličina A^- : raste odozgo nadole a tako raste i kiselost $HF < HCl < HBr < HI$ (slabi veza $H-A$; naelektrisanje je bolje stabilizovano u većoj orbitali)

2. Elektronegativnost A^- : veća elektronegativnost jača kiselost = $NH_3 < H_2O < HF$

3. Rezonancija stabilizacija anjona



elektronegativnost

C	N	O	F	↑
	P	S	Cl	
			Br	
			I	

kiselost u periodi

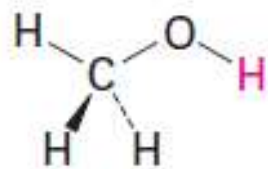
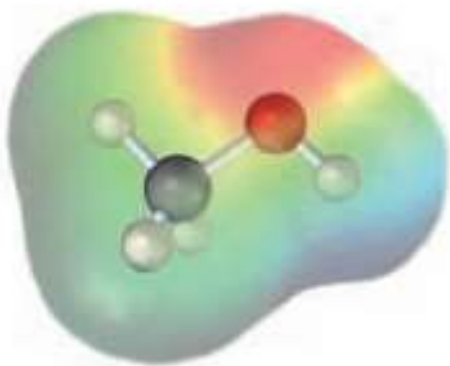
→			
C	N	O	F
	P	S	Cl
			Br
			I

veličina anjona

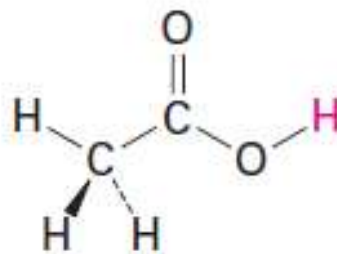
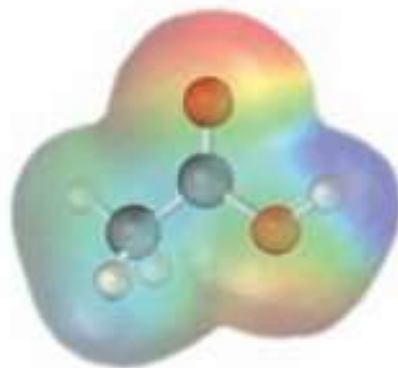
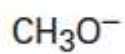
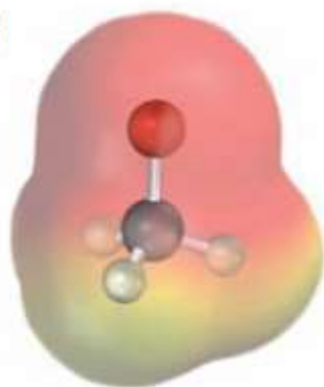
C	N	O	F	↓
	P	S	Cl	
			Br	
			I	

kiselost u grupi

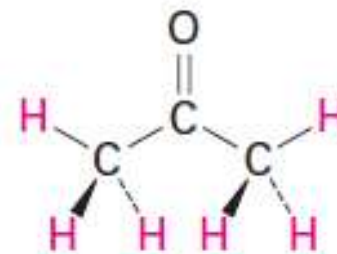
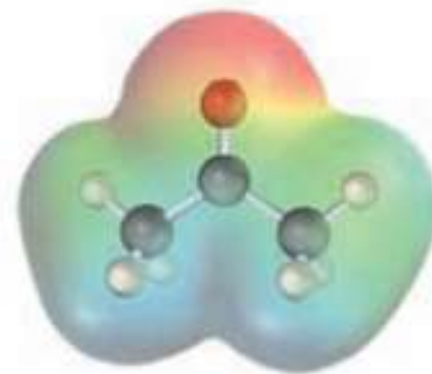
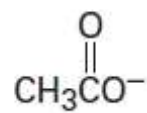
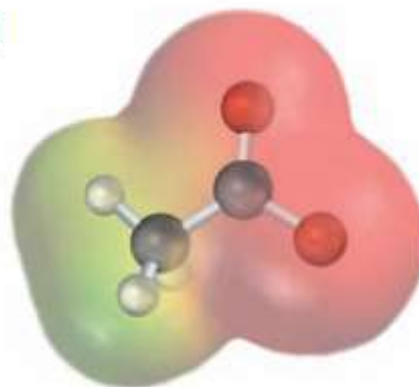
C	N	O	F	↓
	P	S	Cl	
			Br	
			I	



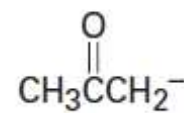
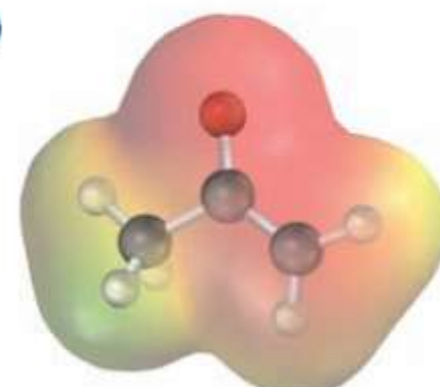
(a)



(b)



(c)



Relativna jačina kiselina

TABELA 2-2

Relativna jačina uobičajenih kiselina (25 ° C)

Kiselina	K_a	p K_a
jodovodonična kiselina, HI (najjača kiselina)	1.6×10^5	-5.2
sumporna kiselina, H ₂ SO ₄	1.0×10^5	-5.0 ^a
bromovodonična kiselina, HBr	5.0×10^4	-4.7
hlorovodonična kiselina, HCl	160	-2.2
hidronijum-jon, H ₃ O ⁺	50	-1.7
azotna kiselina, HNO ₃	25	-1.4
metansulfonska kiselina, CH ₃ SO ₃ H	16	-1.2
fluorovodonična kiselina, HF	6.3×10^{-4}	3.2
sirćetna kiselina, CH ₃ COOH	2.0×10^{-5}	4.7
cijanovodonik, HCN	6.3×10^{-10}	9.2
amonijum-jon, NH ₄ ⁺	5.7×10^{-10}	9.3
metantiole, CH ₃ SH	1.0×10^{-10}	10.0
metanol, CH ₃ OH	3.2×10^{-16}	15.5
voda, H ₂ O	2.0×10^{-16}	15.7
amonijak, NH ₃	1.0×10^{-35}	35
metan, CH ₄ (najslabija kiselina)	$\sim 1.0 \times 10^{-50}$	~ 50

Napomena: $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ mol L⁻¹.

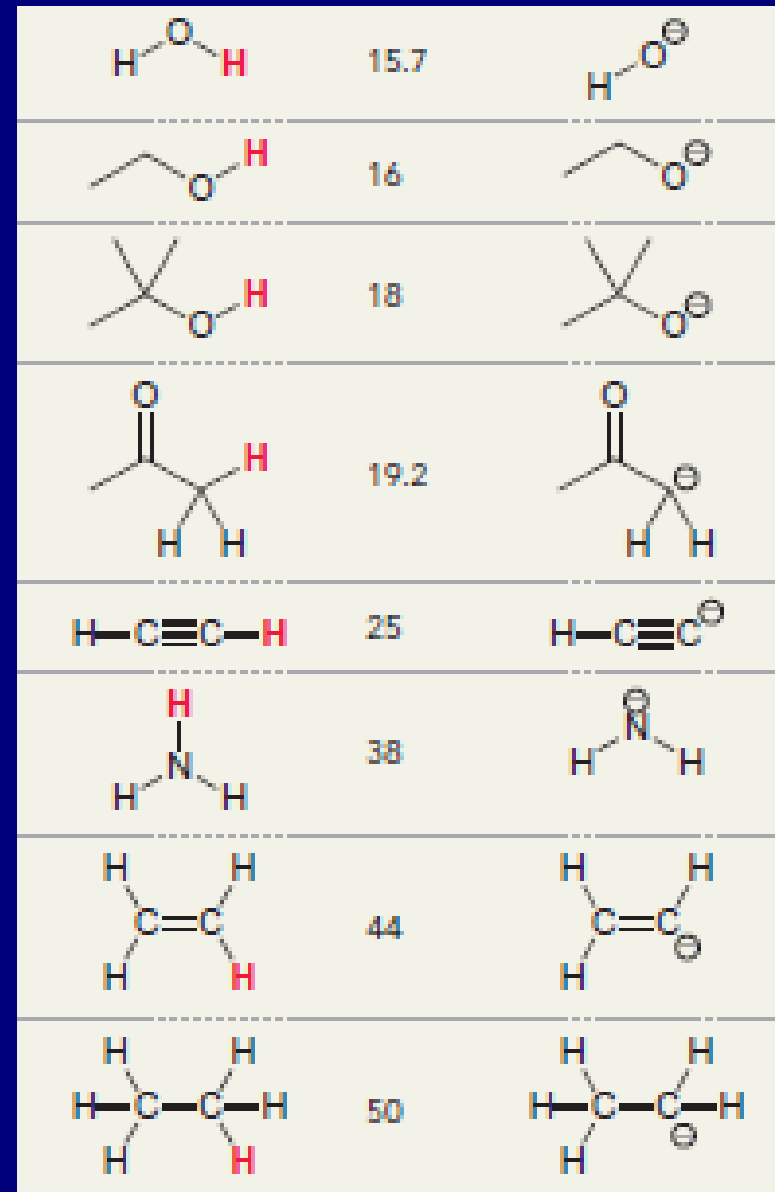
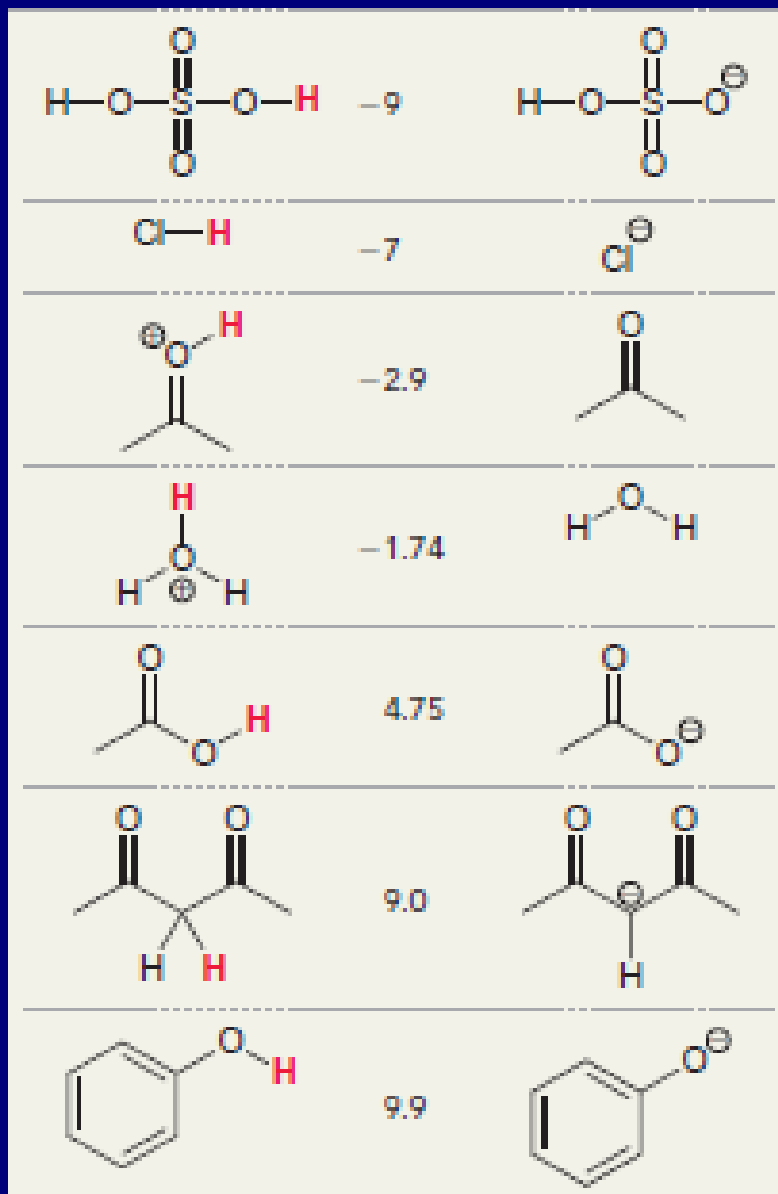
^aPrva konstanta disocijacije.

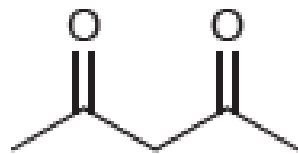
↑
jaka

slaba

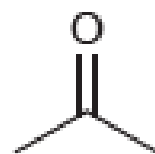
veoma
slaba

Relativna jačina kiselina

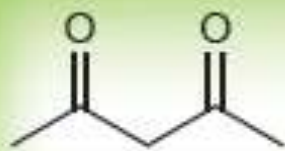




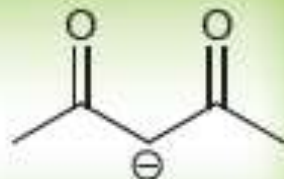
$pK_a = 9.0$



$pK_a = 19.2$



generates

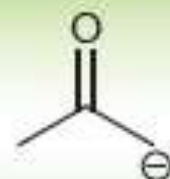


Stronger acid

Weaker base



generates



Weaker acid

Stronger base



$pK_a = 4,75$

$pK_a = 15,7$

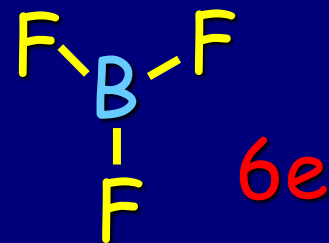


$pK_a = 15,7$

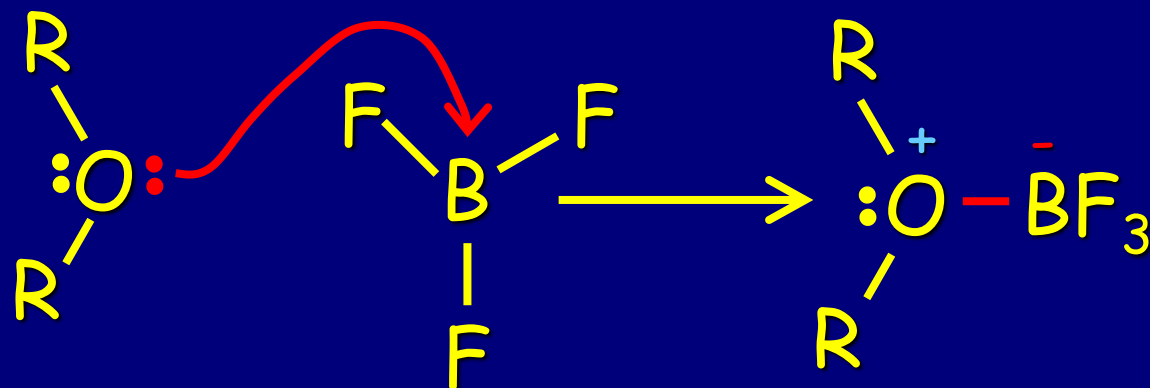
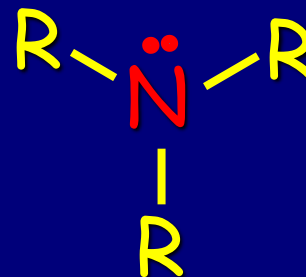
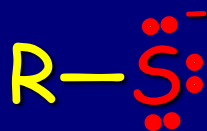
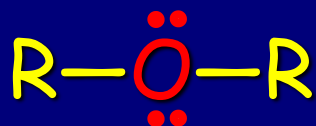
$pK_a = 50$

Lewis -ove kiseline i baze

Lewis-ove kiseline: elektron-deficitarne vrste (nedostaje e-par)



Lewis-ove baze: Sadrže slobodan elektronski par



zakrivljena
strelica

Lewis -ove kiseline i baze

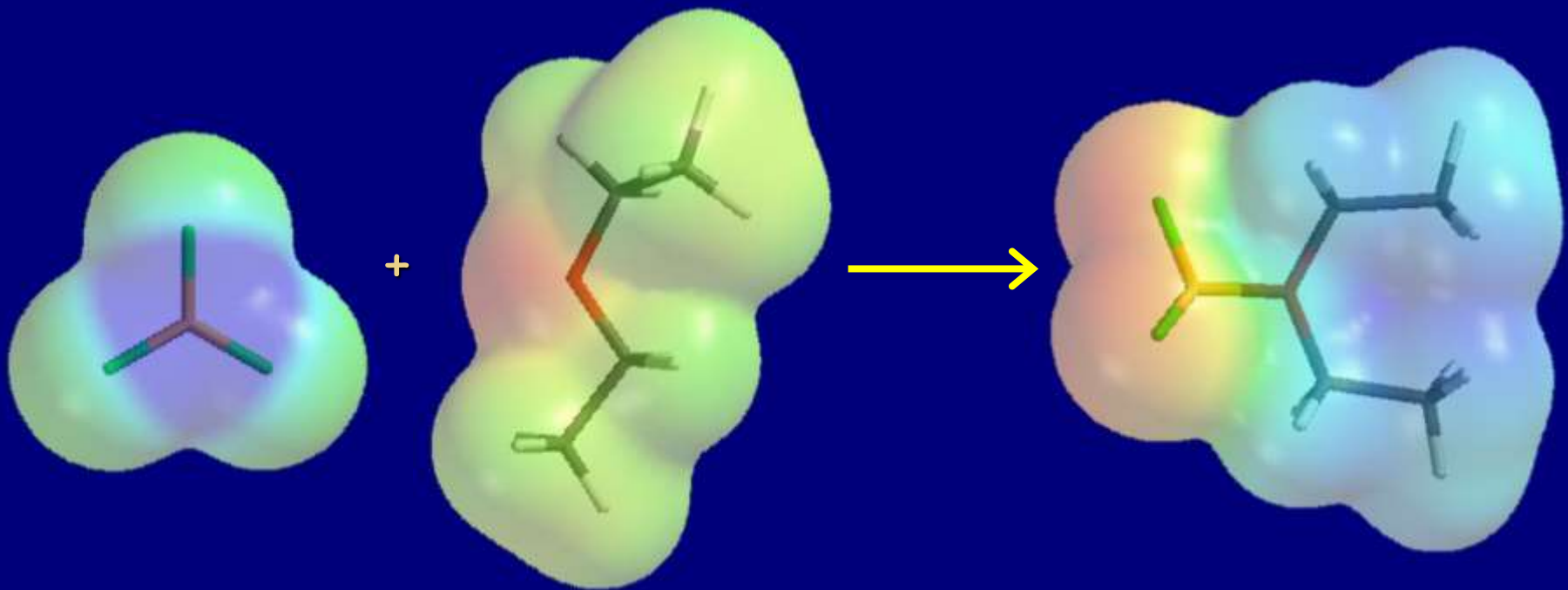
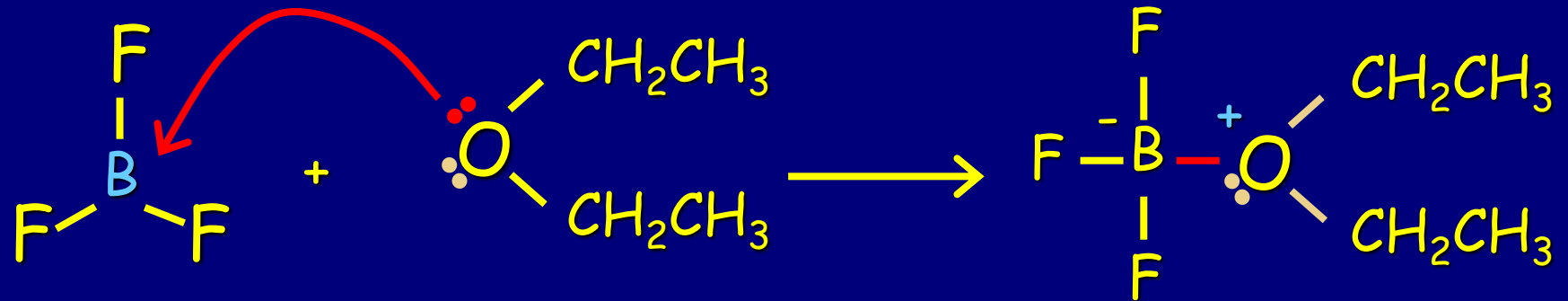
Lewis-ove baze:

donori elektronskog para

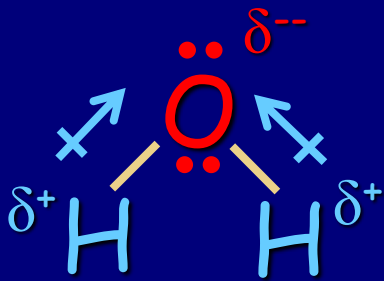
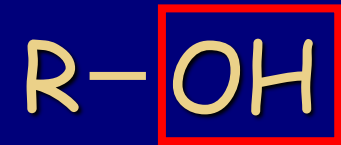
Lewis-ove kiseline:

akceptori elektronskog para

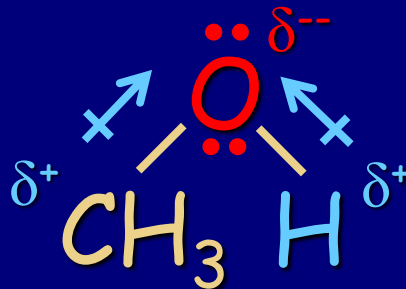
Reakcija Lewis-ovih kiselina i baza elektrostatika



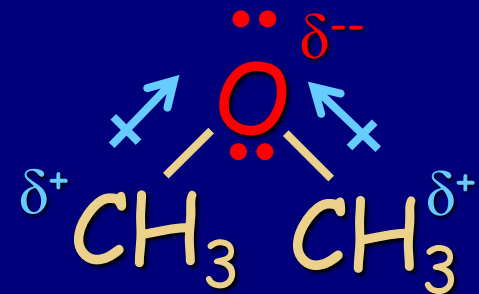
Alkoholi



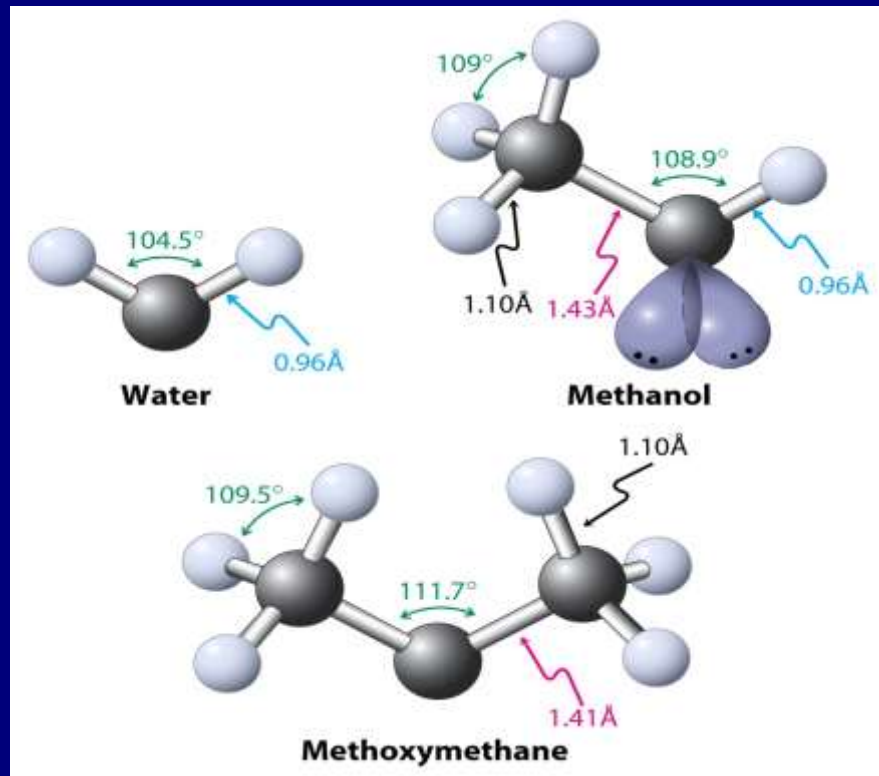
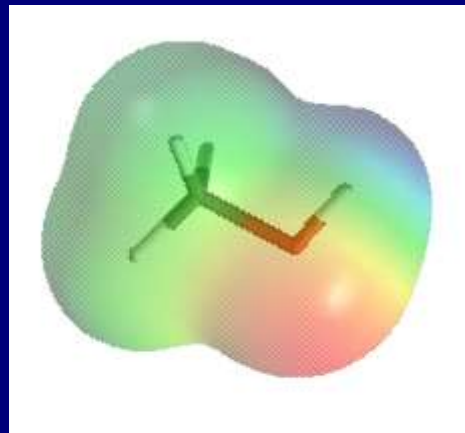
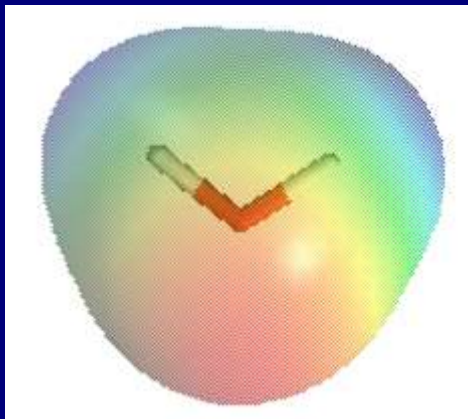
voda



alkohol



etar



<https://www.youtube.com/watch?v=GEvyCFEo148>

Kiselost



H_2O 15.7

CH_3OH 15.5

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 15.9

$(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$ 17.1

$(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ 18

$\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 14.3

$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 12.4

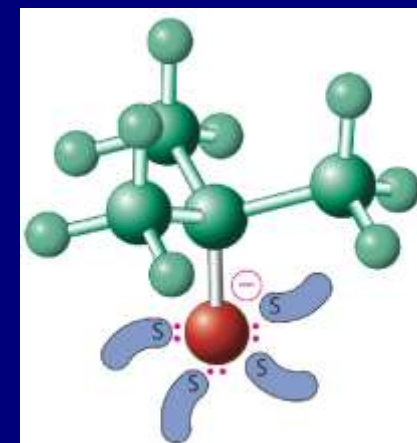
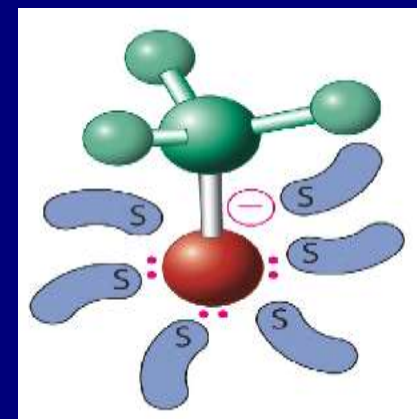
$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 15.4

} **sterna zaklonjenost**

} **Induktivni efekat**

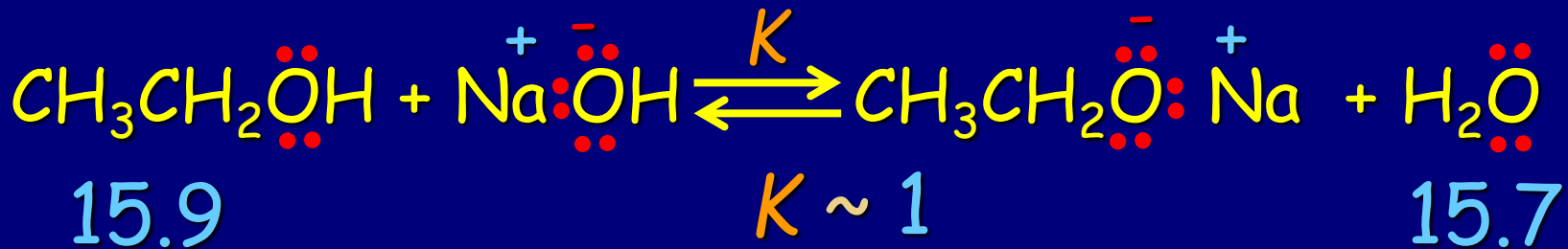
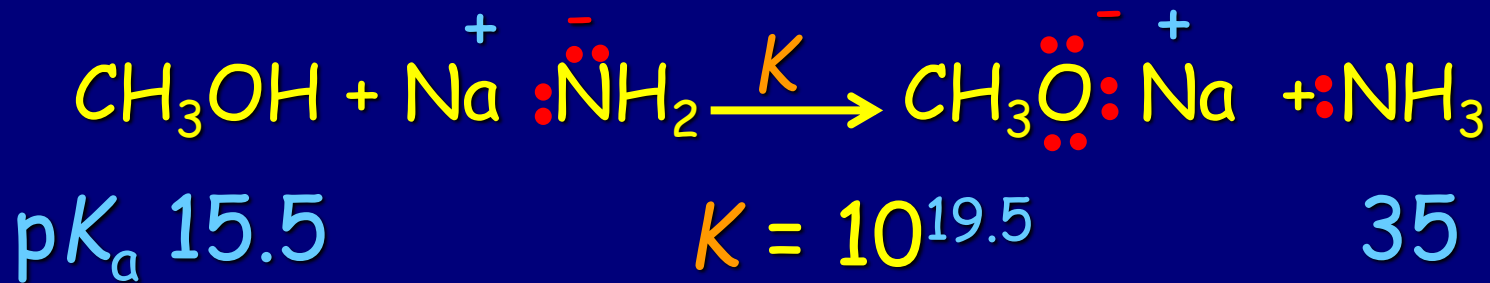
opada sa rastojanjem.

Manji metoksidni jon je bolje solvatisan nego veći tercijski butoksidni jon



Alkoksidi $\text{R}\ddot{\text{O}}^-$

Dobijanje:



Kada je $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ rastvarač,
ravnoteža je pomerená udesno

Zašto dolazi do deprotonovanja?

pK_a (ROH) \sim 15-18.

Potrebna baza jača od RO^- :

a. RLi, e.g., CH_3Li [$pK_a(\text{CH}_4) \sim 50$];

b. $\text{Na}^+ \text{:NH}_2^-$ (:NH_3 , 35); LDA (R_2NH , 40);

c. $\text{K}^+ \text{H}^-$ or $\text{Li}^+ \text{H}^-$ (H_2 , 38);

d. $(\text{CH}_3)_3\text{C}\ddot{\text{O}}^-$ [$(\text{CH}_3)_3\text{COH}$, 18]

TABELA 6-4

Jačine baza i odlazeće grupa

pKa

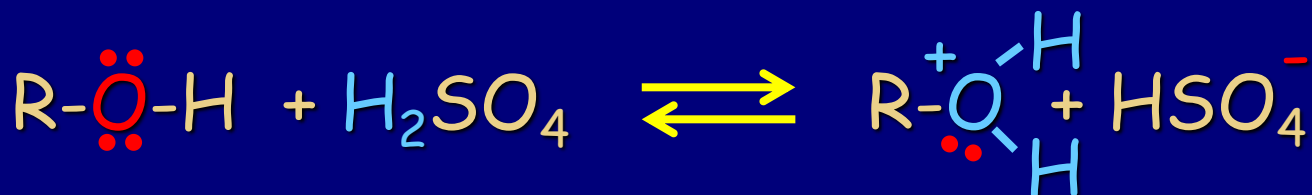
Konjugovane kiseline		Odlazeće grupe	Konjugovane kiseline		Odlazeće grupe
<i>jaka</i>	pK_a	<i>dobra</i>	<i>slaba</i>	pK_a	<i>loša</i>
HI (najjača)	-5,2	I ⁻ (najbolja)	HF	3,2	F ⁻
H ₂ SO ₄	-5,0	HSO ₄ ⁻	CH ₃ CO ₂ H	4,7	CH ₃ CO ₂ ⁻
HBr	-4,7	Br ⁻	HCN	9,2	NC ⁻
HCl	-2,2	Cl ⁻	CH ₃ SH	10,0	CH ₃ S ⁻
H ₃ O ⁺	-1,7	H ₂ O	CH ₃ OH	15,5	CH ₃ O ⁻
CH ₃ SO ₃ H	-1,2	CH ₃ SO ₃ ⁻	H ₂ O	15,7	HO ⁻
			NH ₃	35	H ₂ N ⁻
			H ₂ (najslabija)	38	H ⁻ (najgora)

Vežba 9-1

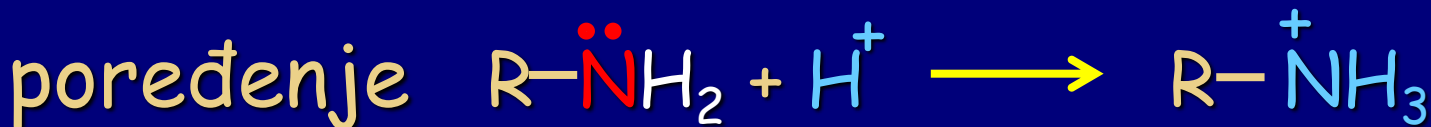
Da li biste upotreбили natrijum-cijanid kao reagens za transformaciju metanola u natrijum-metoksid na osnovu pK_a vrednosti navedenih u tabeli 2-2? (Pomoć: videti odeljak 2-2).

Alkoholi su i baze:

Slobodan e-par se može protonovati. Molekuli koji su i kiseli i bazni, zovu se amfoterni



Oksonijum jon $pK_a \sim -3$



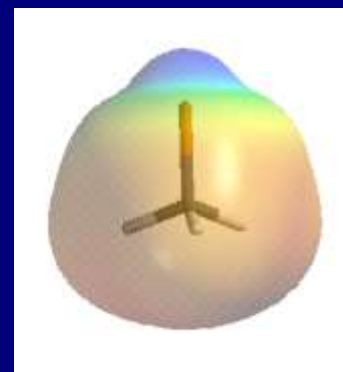
Amonijum jon $pK_a \sim 10$

TABELA 8-3

pK_a vrednosti četiri protonovana alkohola

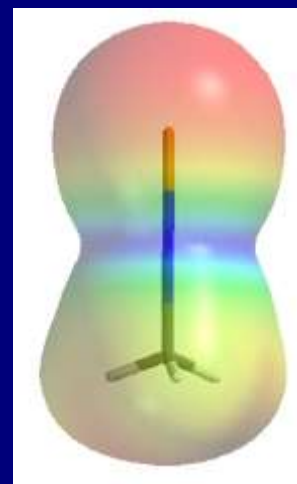
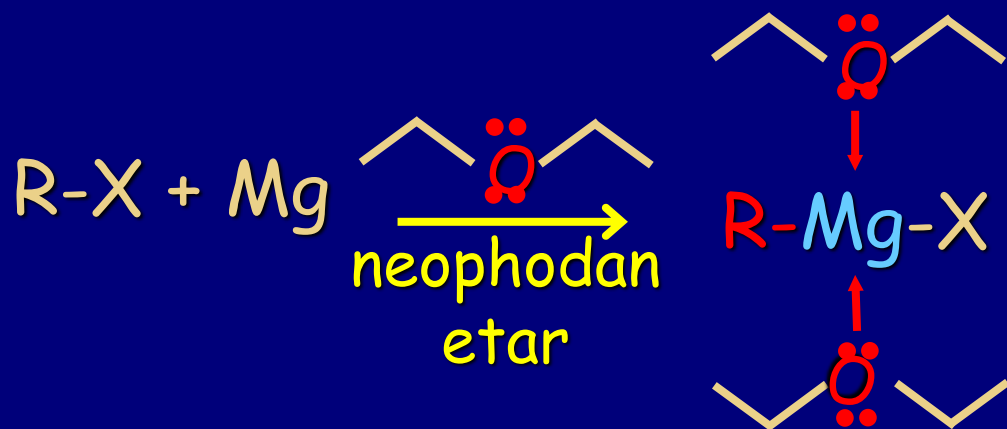
Jedinjenje	pK_a
$\text{CH}_3\overset{+}{\text{O}}\text{H}_2$	-2,2
$\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{+}{\text{O}}\text{H}_2$	-2,4
$(\text{CH}_3)_2\text{CH}\overset{+}{\text{O}}\text{H}_2$	-3,2
$(\text{CH}_3)_3\text{C}\overset{+}{\text{O}}\text{H}_2$	-3,8

Dobijanje alkohola reakcijom organometalnih reagenasa: $R^- M^+$



MeLi

"Grinjarev reagens"
"RMgX"



MeMgBr

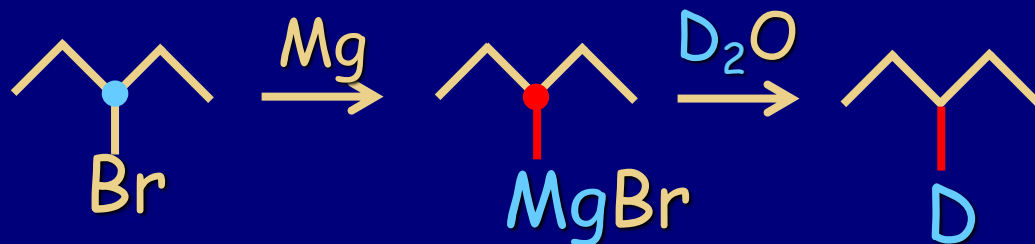
Obrnuta polarizacija $RX \rightarrow RM$

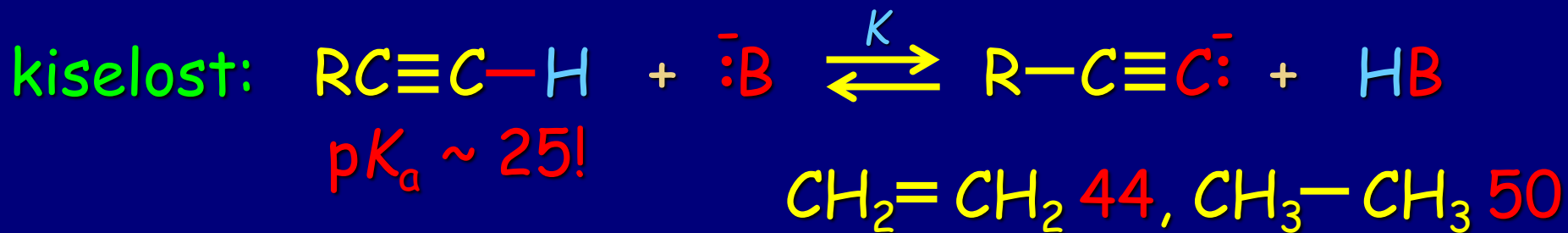
RM je bazan i nukleofilan

Baznost

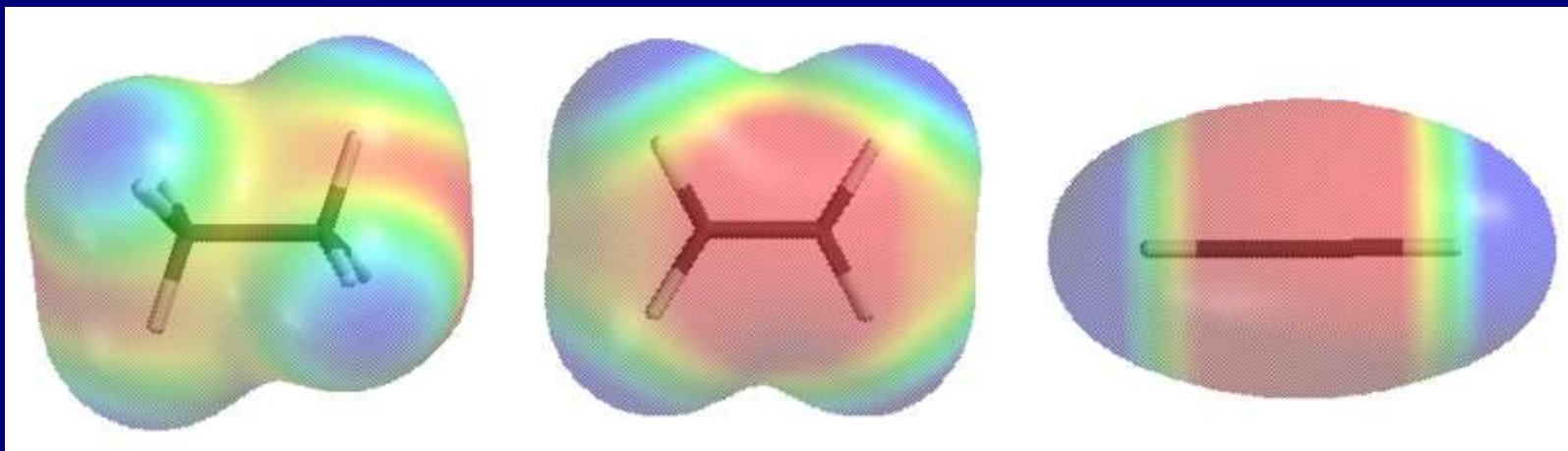


Hidroliza:



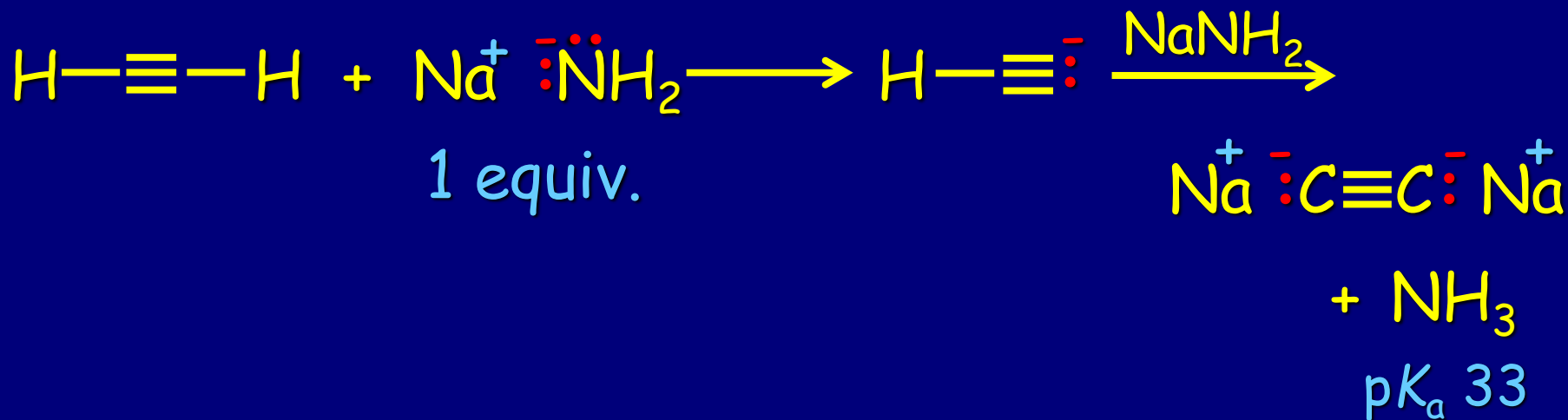
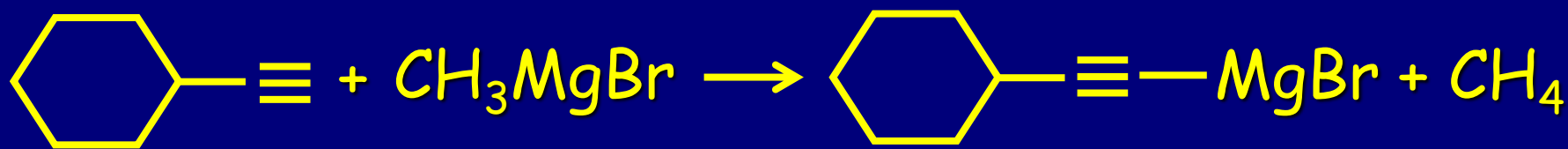
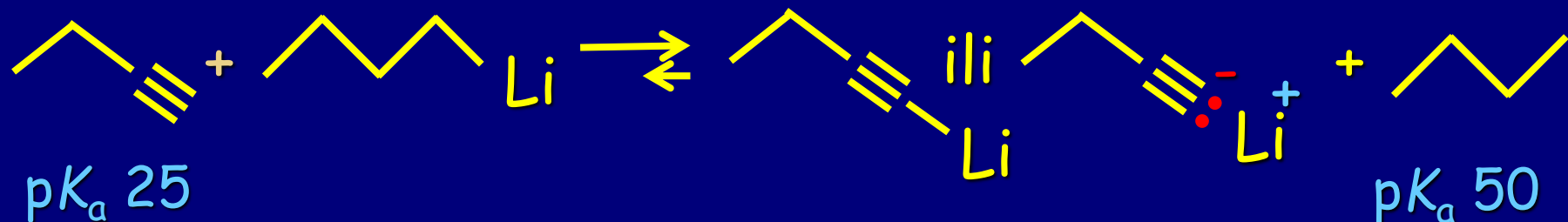


zašto? 50% s-karakter



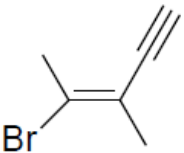
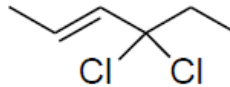
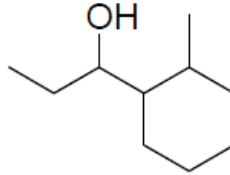
→
 Relativna kislost: alkani < alkeni < alkini

Značaj kiselosti u sintezi



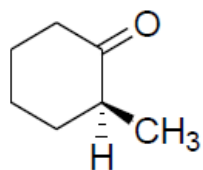
Podsetnik 2

1. Predložite odgovarajuća imena prema IUPAC-ovoj nomenklaturi ili nacrtajte strukture sledećih jedinjenja, vodeći računa o potpunoj stereochemijskoj karakterizaciji (gde je potrebno): (6)

a) 	b) <i>(R)</i> -3-jod-1,1-dimetil-ciklopentan	c) 
d) <i>(E)</i> -1-etoksi-2-metoksi-propen	e) 2,2-bis(hidroksimetil)-1,3-propandiol	f) 

6. Napišite strukture proizvoda reakcije etilmagnezijum-bromida sa svakim od navedenih karbonilnih jedinjenja (nakon adicije Grinjarevog reagensa sledi obrada zakišeljavanjem reakcione smese). Obeležite svaku reakciju u kojoj nastaje više od jednog stereoizomera kao proizvoda i označite da li očekujete da proizvodi nastanu u jednakim ili različitim količinama. (8)

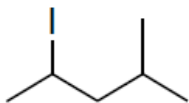
b)



7. Reakcija dobijanja halogenalkana iz odgovarajućih alkohola, koja je katalizovana kiselinama, često se odvija uz poteškoće. Zbog toga su razvijeni postupci za efikasno dobijanje halogenalkana. Predložite dobru sintetičku metodu za dobijanje sledećih halogenalkana iz odgovarajućih alkohola: (6)

a) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$

c)

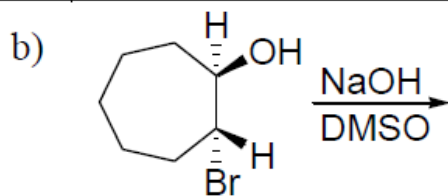
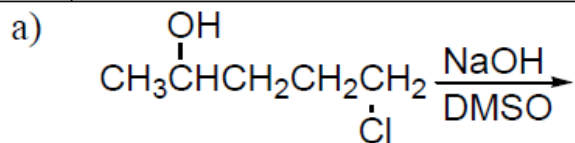


9. Napišite strukturu alkena koji daje sledeća karbonilna jedinjenja posle ozonolize i redukcije pomoću $(\text{CH}_3)_2\text{S}$. (6)

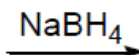
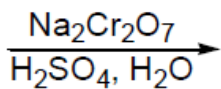
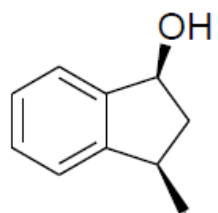
a) reakcijom jednog mola alkena dobijaju se samo dva mola CH_3CHO

b) ciklopentanon i $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$

11. Napišite proizvod(e) reakcije svakog od sledećih molekula sa NaOH u razblaženom rastvoru DMSO (dimetil-sulfoksid): (6)



14. Napišite proizvode svakog od navedenih koraka. Šta možete reći o stereochemiji u poslednjem koraku. (6)



Objašnjenje za stereochemiju reakcije u poslednjoj fazi: