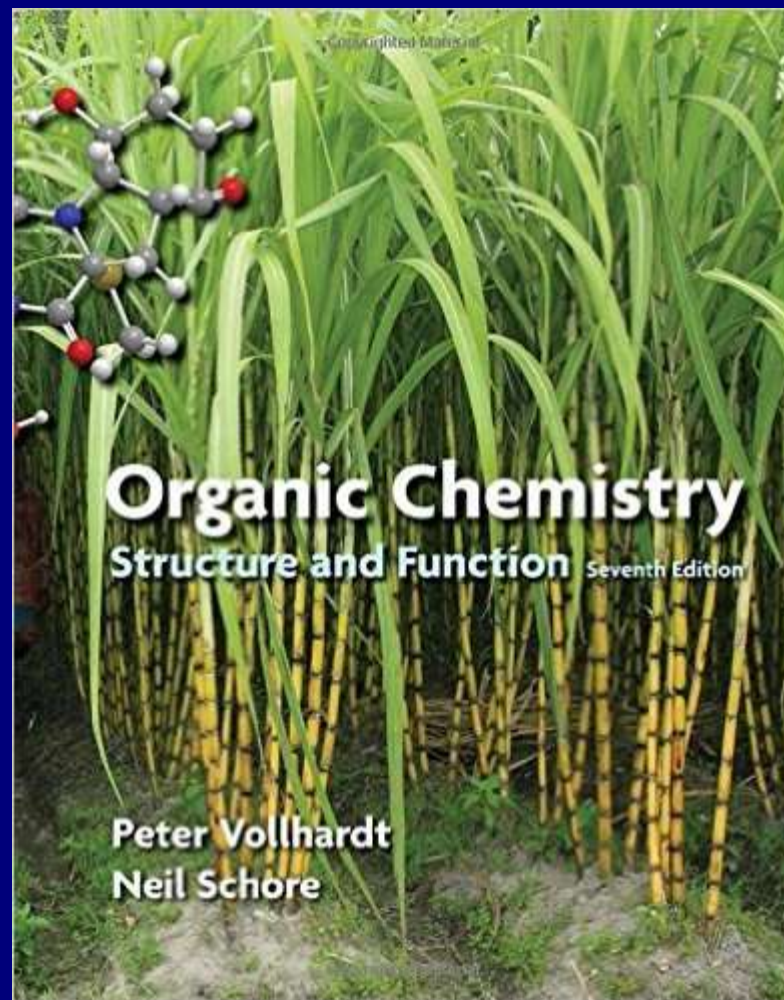
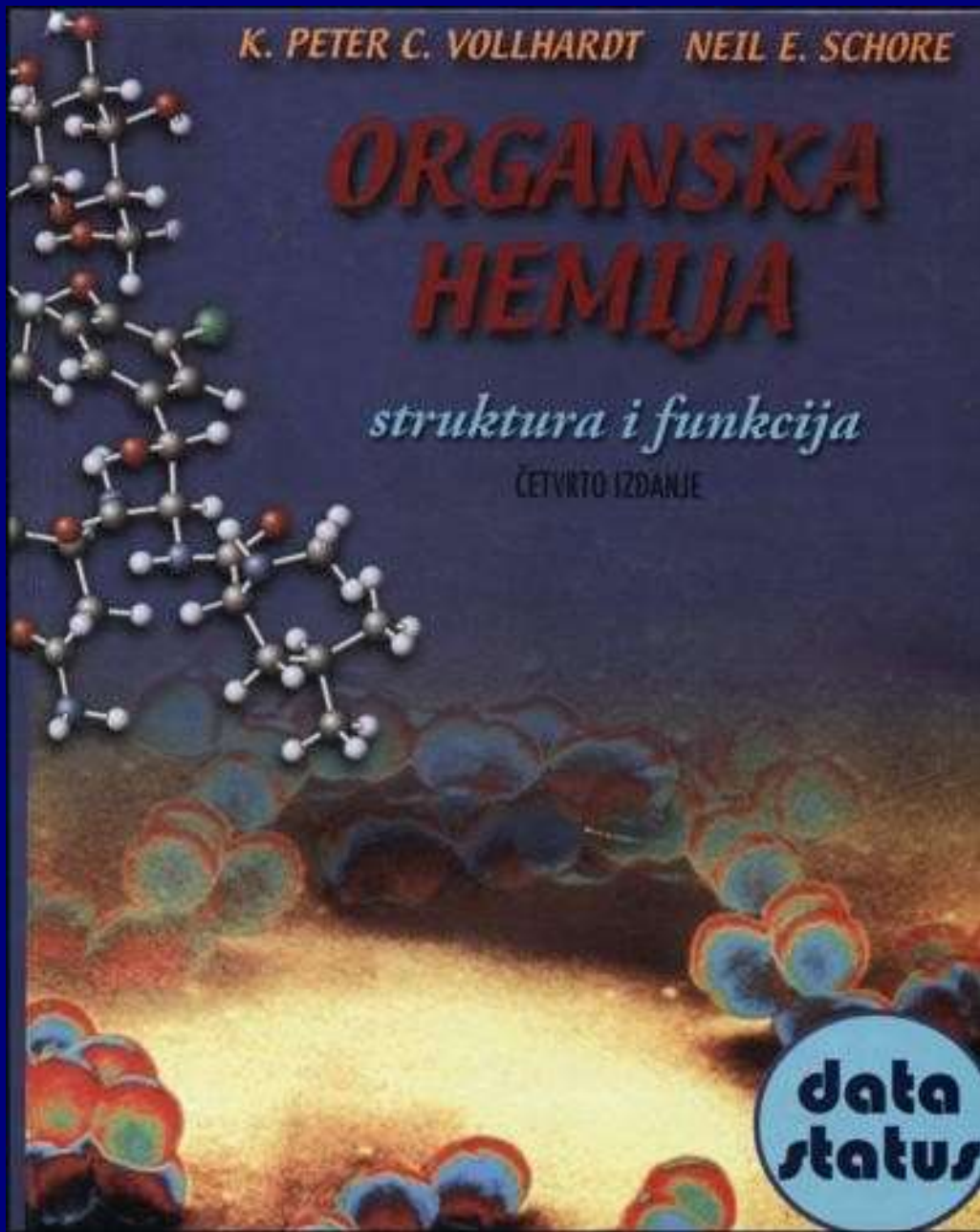


K. PETER C. VOLLHARDT NEIL E. SCHORE

# ORGANSKA HEMIJA

*struktura i funkcija*

ČETVRTO IZDANJE



# ORGANSKA HEMIJA 1

Br. kredita 11

**Predavač:** dr Veselin Maslak, vanredni profesor

**Asistenti:** Jovana Jakšić  
Milica Đapović

**Tehničari:** Lola Koturović  
Nikola Pavlović

**Predavanja i teorijske vežbe**

8.mart do 23.april 2021

*Ponedeljak 8-12.00 h (Teams)*

*Petak 8-12.00 (Teams)*

26.april do 11.jun 2021

*Ponedeljak 8-12.00 h (Teams)*

**Konsultacije prema dogovoru sa studentima**

## Студијски програм Биохемија, 1. година

**26. април – 11. јун 2021.**

	понедељак	уторак	среда	четвртак	петак	
8:00	08.00-12.00 Органска хемија 1 (201B2) <i>Предавања</i>	08.00-13.00, лаб. 417 Органска хемија 1 (201B2) <i>Лабораторијске вежбе</i> Група БХ2	08.00–12.00, лаб. 508а Аналитичка хемија 1 (301B2) <i>Лабораторијске вежбе</i> Група БХ3	09.00–12.00, лаб. 501 Практикум из неорганске хемије 1 (102D2) <i>Лабораторијске вежбе</i> Група БХ1	08.00-12.00, лаб. 417 Органска хемија 1 (201B2) <i>Лабораторијске вежбе</i> Група БХ2	8:00
9:00			9:00			
10:00			10:00			
11:00			11:00			
12:00		08.00-13.00, лаб. 422 Органска хемија 1 (201B2) <i>Лабораторијске вежбе</i> Група БХ1	09.00–12.00, лаб. 501 Практикум из неорганске хемије 1 (102D2) <i>Лабораторијске вежбе</i> Група БХ2	09.00–12.00, лаб. 501 Практикум из неорганске хемије 1 (102D2) <i>Лабораторијске вежбе</i> Група БХ3		12:00
13:00			13.00–17.00, лаб. 508а Аналитичка хемија 1 (301B2) <i>Лабораторијске вежбе</i> Група БХ1	13.00–17.00, лаб. 503 Аналитичка хемија 1 (301B2) <i>Лабораторијске вежбе</i> Група БХ2	13.00–17.00, лаб. 503 Аналитичка хемија 1 (301B2) <i>Лабораторијске вежбе</i> Група БХ2	13:00
14:00	14.00–17.00, лаб. 501 Практикум из неорганске хемије 1 (102D2) <i>Лабораторијске вежбе</i> Група БХ1	лаб. 501, 14.00–17.00 Практикум из неорганске хемије 1 (102D2) <i>Лабораторијске вежбе</i> Група БХ2				14:00
15:00						15:00
16:00	15:00-18:00, лаб. 516		13.00–16.00, лаб. 501 Практикум из неорганске хемије 1 (102D2)	15.00–19.00, лаб. 508а Аналитичка хемија 1 (301B2)	15.00–19.00, лаб. 508а Аналитичка хемија 1 (301B2)	16:00

# Kalendar za školsku 2020/2021 godinu

Јануар 2021.							Фебруар 2021.							Март 2021.									
По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не	(н/р)	По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не	(н/р)	По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не	(н/р)
				1	2	3		1	2	3	4	5	6	7	Јан.	1	2	3	4	5	6	7	Упис
4	5	6	7	8	9	10		8	9	10	11	12	13	14		8	9	10	11	12	13	14	1
11	12	13	14	15	16	17	15	15	16	17	18	19	20	21	Феб.	15	16	17	18	19	20	21	2
18	19	20	21	22	23	24		22	23	24	25	26	27	28	Феб.	22	23	24	25	26	27	28	3
25	26	27	28	29	30	31	Јан.									29	30	31					4

Април 2021.							Мај 2021.							Јун 2021.									
По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не	(н/р)	По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не	(н/р)	По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не	(н/р)
			1	2	3	4	4						1	2			1	2	3	4	5	6	13
5	6	7	8	9	10	11	5	3	4	5	6	7	8	9	9	7	8	9	10	11	12	13	14
12	13	14	15	16	17	18	6	10	11	12	13	14	15	16	10	14	15	16	17	18	19	20	
19	20	21	22	23	24	25	7	17	18	19	20	21	22	23	11	21	22	23	24	25	26	27	Јун
26	27	28	29	30			8	24	25	26	27	28	29	30	12	28	29	30					Јун
								31															

Јул 2021.							Август 2021.							Септембар 2021.									
По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не	(н/р)	По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не	(н/р)	По	Ут	Ср	Че	Пе	Су	Не	(н/р)
			1	2	3	4	Јун							1				1	2	3	4	5	Авг.
5	6	7	8	9	10	11		2	3	4	5	6	7	8		6	7	8	9	10	11	12	
12	13	14	15	16	17	18		9	10	11	12	13	14	15		13	14	15	16	17	18	19	Сеп.
19	20	21	22	23	24	25	Јул	16	17	18	19	20	21	22		20	21	22	23	24	25	26	Сеп.
26	27	28	29	30	31	Јул	23	24	25	26	27	28	29	Авг.	27	28	29	30					Упис
								30	31														

**Легенда:** [ ] - настава, [ ] - испити, [ ] - недеља без наставе и испита  
 [ ] - празници, (н/р) - недеља унутар семестра или испитни рок  
 [ ] - упис семестра / године  
 \* - радни дан без наставе

# Uslov za izlazak na pismeni ispit

## 1. Redovno pohađanje predavanja

- Obavezno prisustvo na 80% časova

## Predispitne obaveze:

### a) Nastavni kolokvijumi (3 x 10 poena)

- 28.april 2021. 17.30 VHA
- 19. maj 2021. 17.30, VHA
- 9. jun 2021. 17.30, VHA

### b) Završene vežbe (10 poena)

## USLOV za izlazak na pismeni ispit 20.4 poena

### Ocenjivanje:

## 1. Poeni: pismeni ispit + kolokvijumi + vežbe

$$60 + 30 + 10 = 100$$

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ХЕМИЈСКИ ФАКУЛТЕТ  
БЕОГРАД**

На основу члана 104. Закона о високом образовању („Сл.гласник РС“ бр. 88/17, 27/18 – др. закон, 73/18 и 67/19), члана 104. и члана 105. Статута Универзитета у Београду и чл. 46. Статута Хемијског факултета, Наставно-научно веће Хемијског факултета, на седници одржаној дана 27. 9. 2019. године доноси

**ПРАВИЛНИК  
О ПОЛАГАЊУ ИСПИТА И ОЦЕЊИВАЊУ НА ИСПИТУ**

**VI ОЦЕЊИВАЊЕ**

**Члан 25.**

Успех студента на испиту изражава се оценом од 5 (није положио) до 10 (одличан изузетан). Коначна оцена на испиту, заснована на укупном броју поена које је студент стекао испуњавањем предиспитних обавеза и полагањем испита, а према квалитету стечених знања и вештина, садржи максимално 100 поена и утврђује се на следећи начин:

- до 50,99 поена – оцена 5 (није положио);
- од 51,00 до 60,99 поена – оцена 6 (довољан);
- од 61,00 до 70,99 поена – оцена 7 (добар);
- од 71,00 до 80,99 поена – оцена 8 (врло добар);
- од 81,00 до 90,99 поена – оцена 9 (одличан);
- од 91,00 до 100,00 поена – оцена 10 (одличан-изузетан).

**Члан 26.**

Оцена и број поена се уписују у записник о полагању испита, испитну пријаву и у индекс, које по завршеном испиту својим потписом оверава предметни наставник или испитна комисија.

Оцена се не уписује у индекс ако студент није положио испит или колоквијум, ако није одбранио семинарски или практични рад и ако није успешно обавио стручну праксу.

Оцена се уписује бројевима и словима.

Број поена и оцена се уноси и у информациони систем Факултета.

Наставник је дужан да у информациони систем Факултета, ради статистичке обраде, унесе и податак о томе да ли је студент:

- није изашао на испит;
- одустао од испита;
- био удаљен са испита.

## VII ПРАВО ПРИГОВОРА НА ОЦЕНУ И ПОНИШТАВАЊЕ ИСПИТА

### Члан 27.

Студент има право приговора на оцену добијену на испиту, ако сматра да испит није обављен у складу са Законом, Статутом Универзитета, Статутом Факултета и овим Правилником.

Приговор, у писаној форми са образложењем, студент упућује Декану у року од 36 часова (дани викенда и нерадни дани се не рачунају) од добијања оцене, а подноси Служби за студентске послове.

Декан разматра приговор студента и доноси одговарајућу одлуку у року од 24 сата (не рачунајући дане викенда и нерадне дане) од пријема приговора.

Уколико се усвоји приговор студента, студент поново полаже испит, пред комисијом, у року од три дана (не рачунајући дане викенда и нерадне дане) од дана пријема одлуке из става 3. овог члана.

Писмени испит или писмени део испита не понављају се пред комисијом, већ га она поново оцењује. Исто важи и за семинарски рад.

Комисију од три члана, из редова наставника, именује Декан. Предметни наставник је члан те комисије, али не може бити њен председник. Други члан комисије треба да буде предметни наставник са исте Катедре, а трећи члан Продекан за наставу. Комисија доноси одлуку већином гласова. Оцена комисије је коначна. Комисија води записник о току испита и у њега уноси коначну оцену. Записник потписују сви чланови комисије. Записник се доставља Студентској служби и чува се у студентском досијеу.

Уколико студент положи испит пред комисијом, оцену у индекс и испитну пријаву уписује предметни наставник.

### Члан 28.

Студент који није задовољан прелазном оценом на испиту има право да само једном поништи позитивну оцену из једног предмета.

Захтев Продекану за наставу се подноси Студентској служби Факултета до краја испитног рока у коме је испит полагао.

Продекан за наставу доноси одлуку о поновном полагању испита.

Студент који је поништио позитивну оцену може да полаже испит из тог предмета најраније у наредном испитном року.

Студент који поново полаже испит плаћа посебну накнаду трошкова дефинисану Ценовником наставе, административних и других услуга Факултета.

## 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)*



# Program rada:

Uvod u organsku hemiju

Struktura i osobine organskih molekula

Alkani i cikloalkani

Stereoizomeri

Alkil-halogenidi: nukleofilna supstitucija i eliminacija

Alkoholi i tioli: struktura, sinteza, reakcije

Etri, epoksidi, glikoli i sulfidi

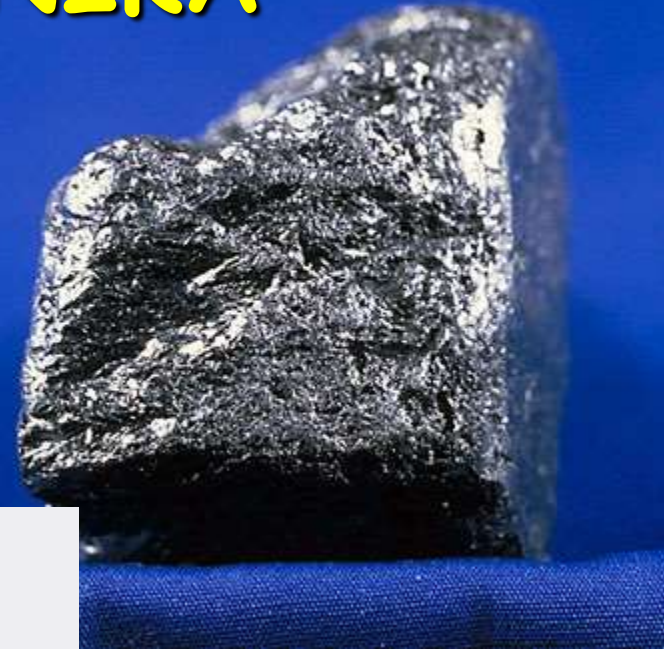
Alkeni

Reakcije alkena

Alkini

# Organska hemija:

## HEMIJA UGLJENIKA



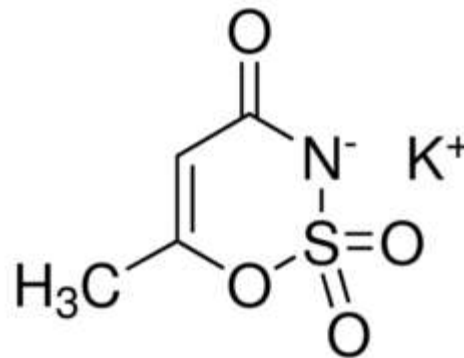
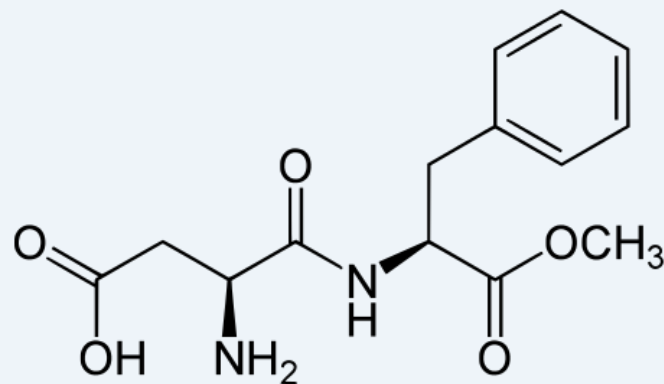
# Organske hemikalije u akciji



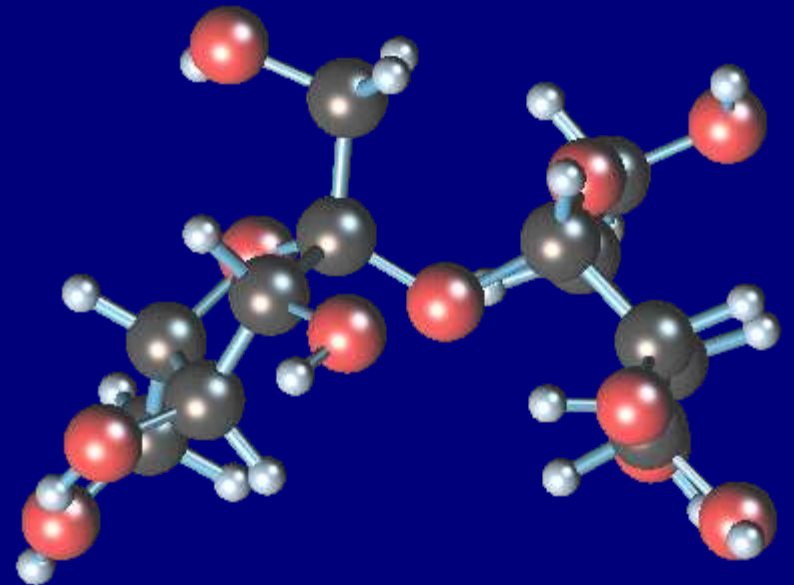
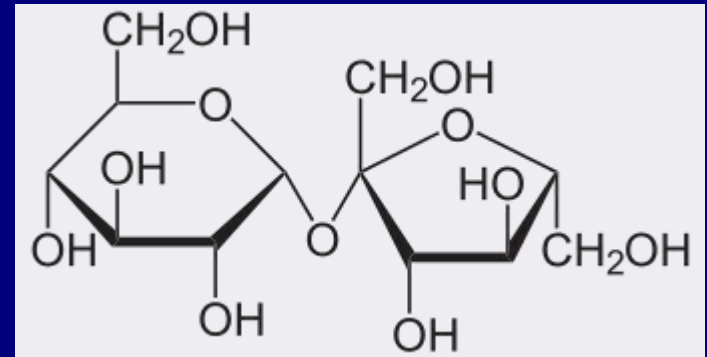
# Hemikalije



# Saharin (1879): 300 puta sladi od šećera

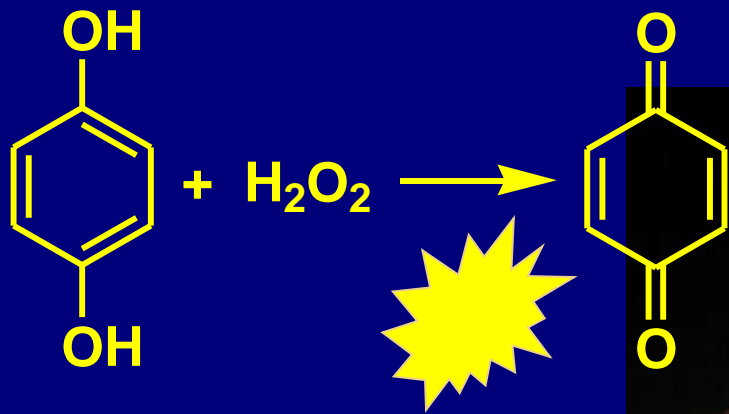


# Mmmmmmmmmmmhhhh!!!!



# Prirodni vatromet:

*Buba bombardier*



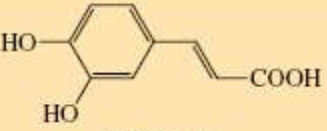
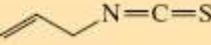
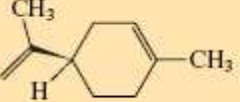


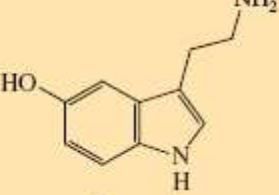
Benzohinon,  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 100°C  
„vatrena moć”  
i do 500  
„metaka” u  
sekundi

# Hemijska zaštita u prirodi

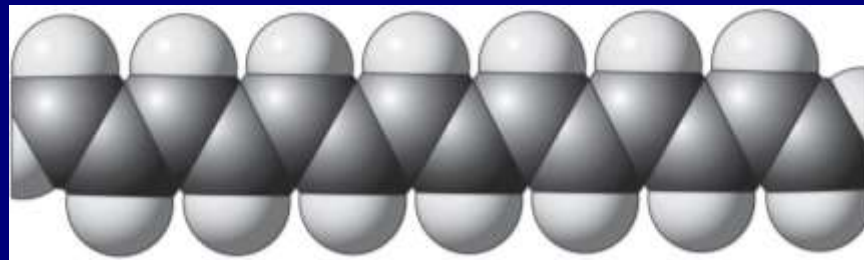




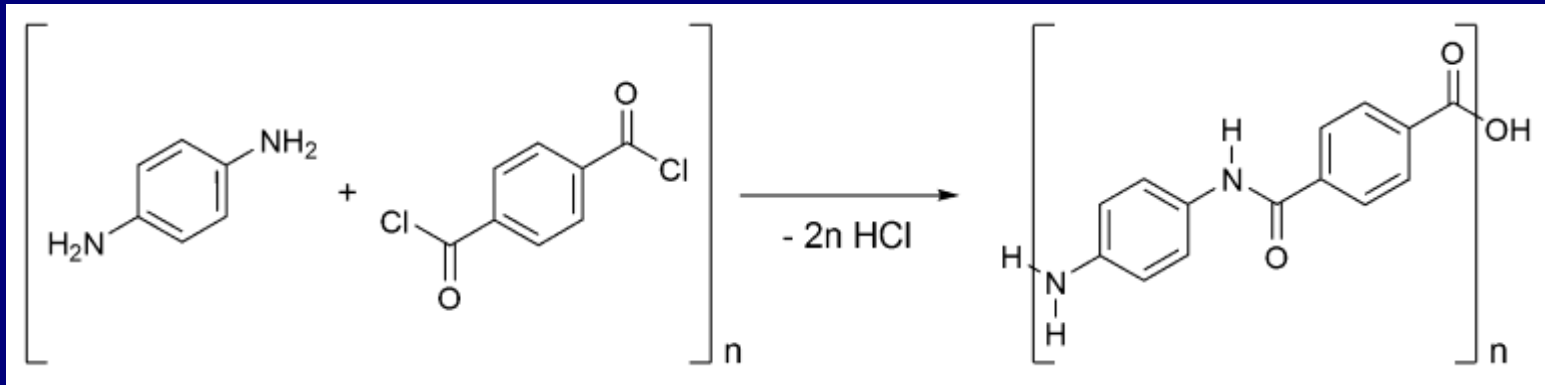
# Nature is not always green...

Natural Plant Pesticides	
Compound	Plant food (concentration in ppm)
 <p data-bbox="579 421 705 471"><b>Caffeic acid</b> (Carcinogen)</p>	<p data-bbox="966 292 1410 371">Apple, carrot, celery, grapes, lettuce, potato (50–200); basil, dill, sage, thyme, and other herbs (&gt;1000); coffee (roasted beans, 1800)</p>
 <p data-bbox="492 549 685 592"><b>Allyl isothiocyanate</b> (Carcinogen)</p>	<p data-bbox="966 492 1410 571">Cabbage (35–590); cauliflower (12–66), Brussels sprouts (110–1560); brown mustard (16,000–72,000); horseradish (4500)</p>
 <p data-bbox="531 728 666 778"><b>(R)-Limonene</b> (Carcinogen)</p>	<p data-bbox="966 621 1352 642">Orange juice (31); black pepper (8000)</p>
 <p data-bbox="647 906 763 949"><b>Carotatoxin</b> (Neurotoxin)</p>	<p data-bbox="966 799 1033 821">Carrot</p>
 <p data-bbox="550 1078 666 1120"><b>Psoralen</b> (Carcinogen)</p>	<p data-bbox="966 978 1110 999">Parsley; celery</p>
 <p data-bbox="540 1356 705 1420"><b>Serotonin</b> (Neurotransmitter, vasoconstrictor)</p>	<p data-bbox="966 1149 1043 1170">Banana</p>

# Poliacetileni: Organski provodnici

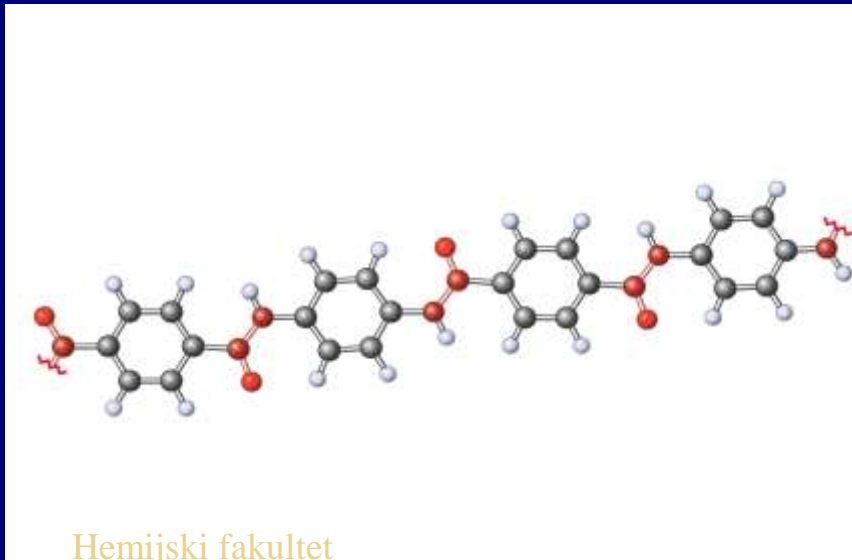


# Organska jedinjenja čvršća od metala



poliamid kevlar

zaštitni prsluk!



# Polistiren iz stirena



# Losion za sunčanje

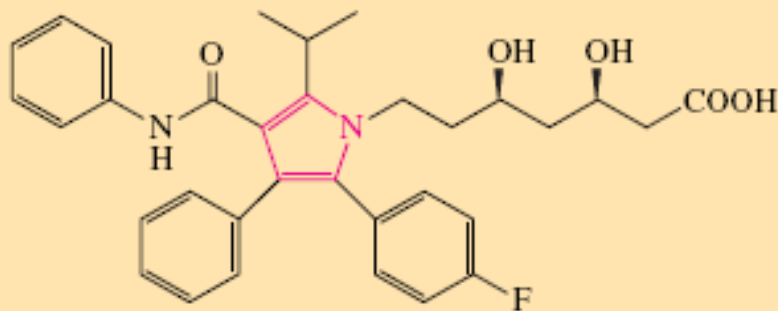


# Priroda je najveći „zagađivač“!!! ali uz pomoć ljudi



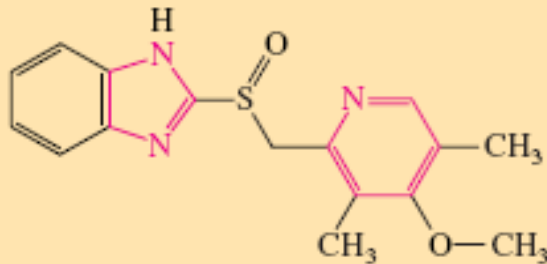
# Četiri leka koja su najviše propisivana u USA

1. Atorvastatin  
(Lipitor)



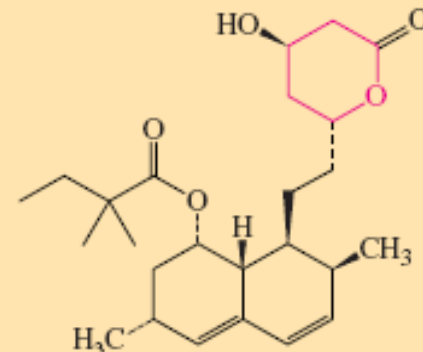
Cholesterol reducer

2. Omeprazole  
(Prilosec)



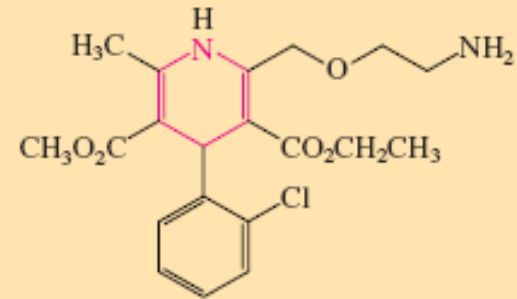
Antiulcerative

3. Simvastatin  
(Sivastin,  
Zocor)



Antihypercholesterolemic

4. Amlodipine  
(Norvasc)

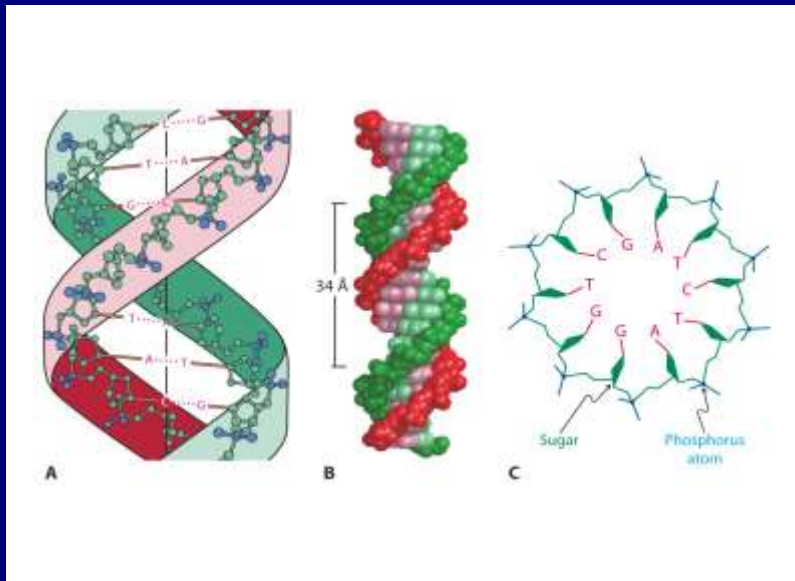


Antihypertensive

# DNA: Dvostruki heliks



Hromozomi čoveka



Kloniranje!!!

# Dedicated to the Martyrs of Pesticide Poisoning

*May they (and we) find justice*

## Memorial

547 Men, Women and Children will Die today  
from Pesticide Poisoning

(Statistically known as "acceptable risks" for pesticide poison registration)

Matthew James Tvedten

(Poison: Chlordane)  
Michigan  
(1/27/81)

6,000+ and continuing at a rate of 10 to 15 per month  
(Poison: methyl isocyanate and others)  
Bophal, India  
(Deaths since 12/2/84)

24 Children  
(Poison: methyl parathion by Bayer)  
Taucamarca,  
Peru (10/24/99)

Death/Injury ongoing (Poison: Dow's Agent Orange)  
New Plymouth, NZ  
(1965-present)

Jesse  
(Poisons: NIX® and Lindane)  
U.S.  
(9/11/93)

Colette Chuda  
(Poison: various pesticides)  
New Jersey  
(4/21/91)

Baby Evans  
(Poison: Termiticide)  
St. Petersburg, FL  
(5/2000)

Cindy Duehring  
(Poison: various pesticides)  
Bismark, ND  
(6/30/99)

Julia Kendall  
(Poison: Malathion)  
California  
(7/12/97)

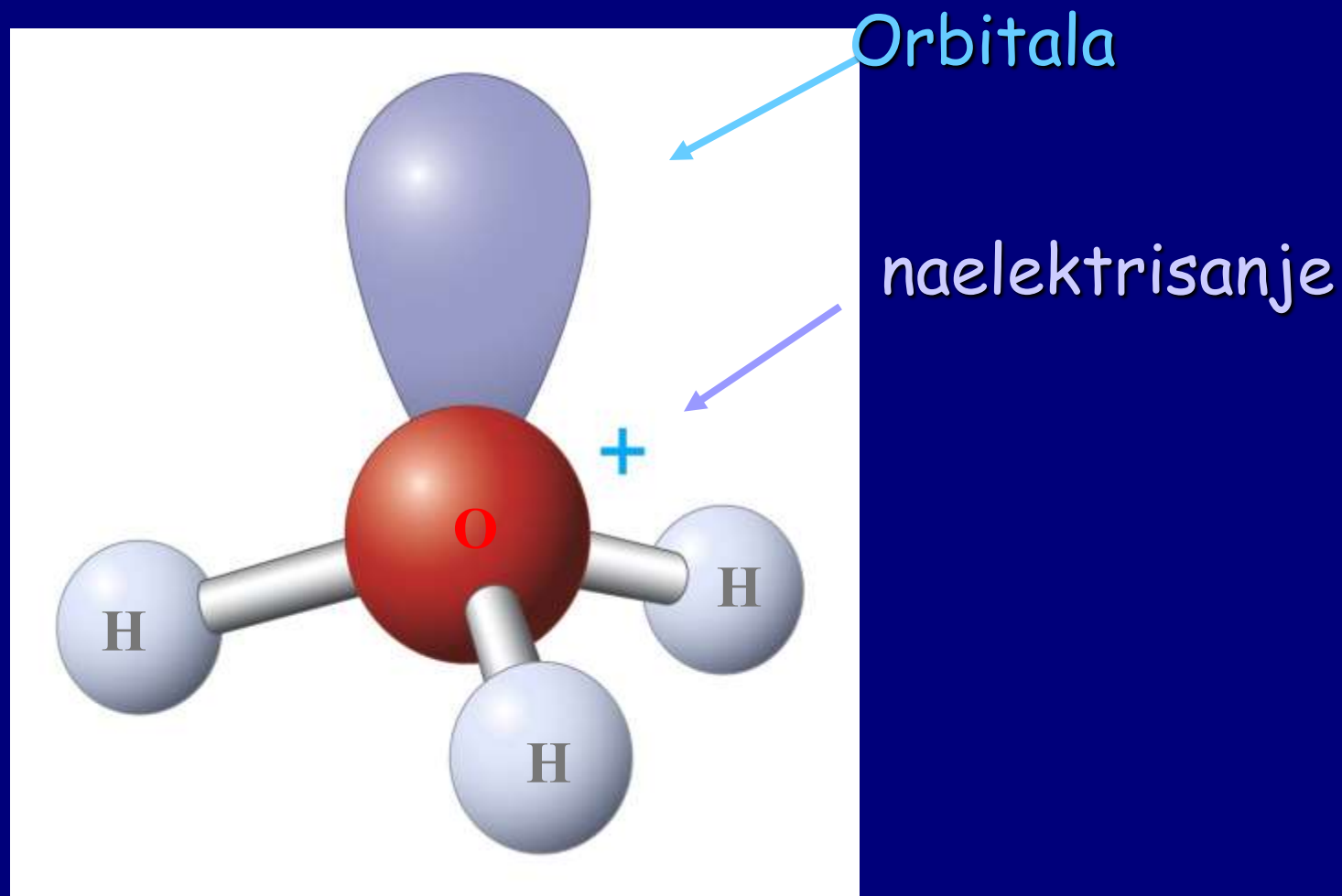
Marianna Cates and Family  
(Poison: various agricultural)  
Ulster County,  
New York  
(6/1995)



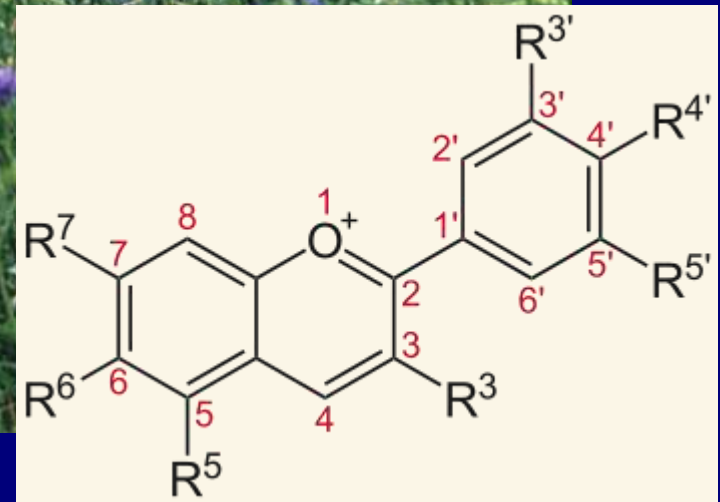
# Voda: Rastvarač života



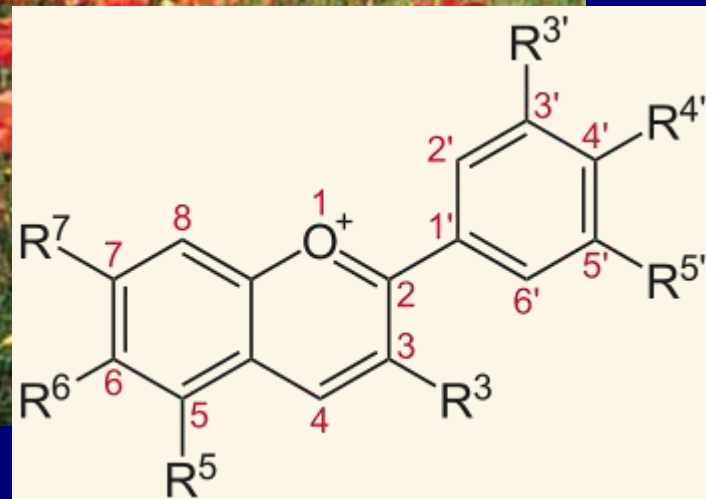
# Hidronijum jon $H_3O^+$



# Različak: Plavi cvet (neprotonovana boja)

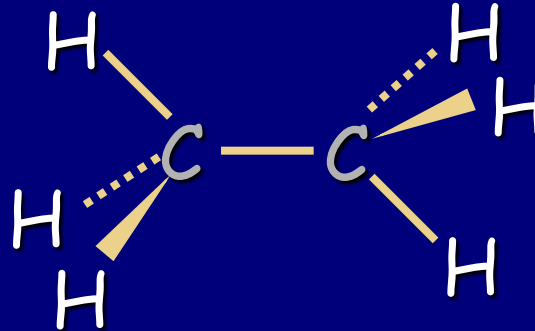


# Makovi: Crveni cvet (protonovana boja)

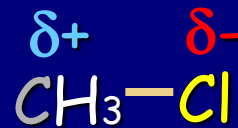


# Struktura i vezivanje

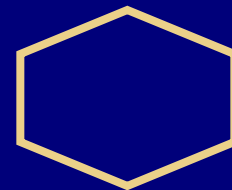
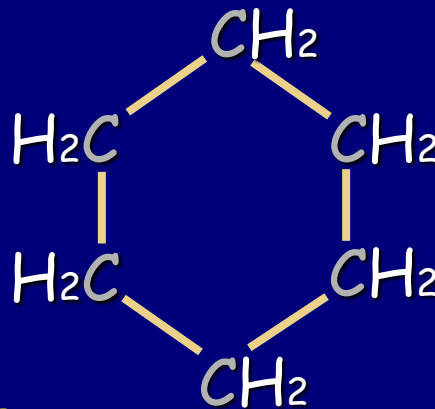
Alkani



Haloalkani



Cikloalkani



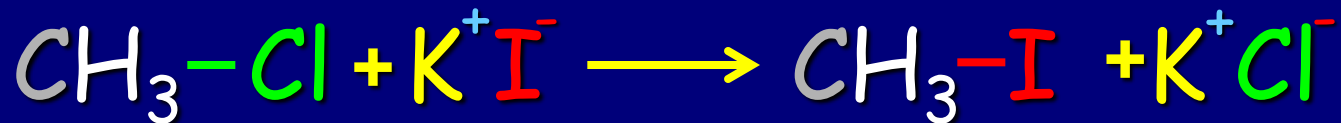
Stereoizomerija

# Osnovne reakcije

## Radikalno halogenovanje



## Supstitucija



# Eliminacija



## Reakcija : mehanizam

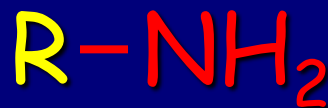
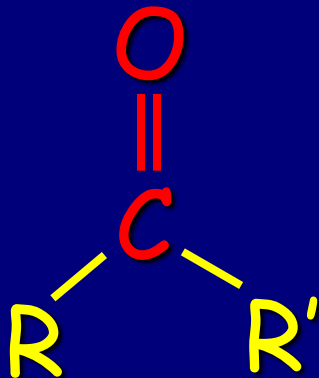
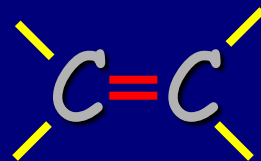
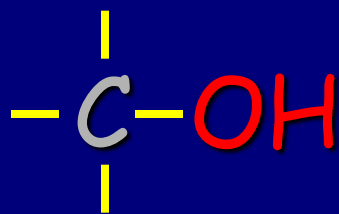
Reakcije su rečnik, a mehanizmi su gramatika organske hemije

**Reakcija:** transformisanje jednog molekula u drugi.

**Mehanizam:** redosled kojim dolazi do ovih transformacija.

# Funkcionalne grupe

Alkani su sastavljeni samo od ugljenika i vodonika povezanih prostim vezama, ne poseduju funkcionalne grupe i kao takvi čine skelet organskih molekula



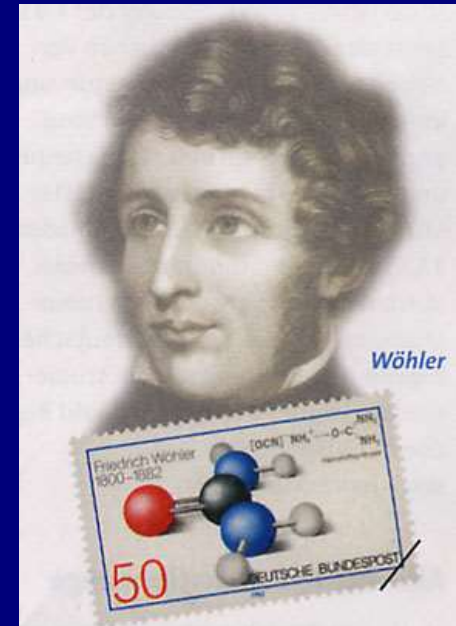
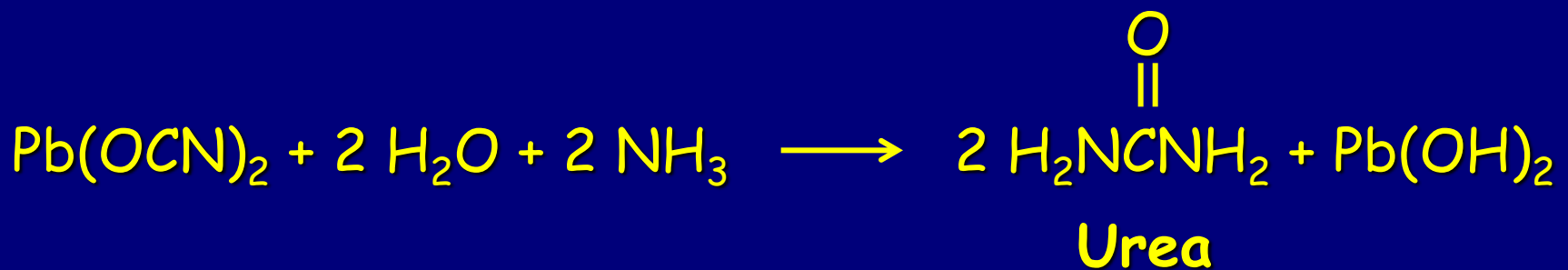


# Sinteza:

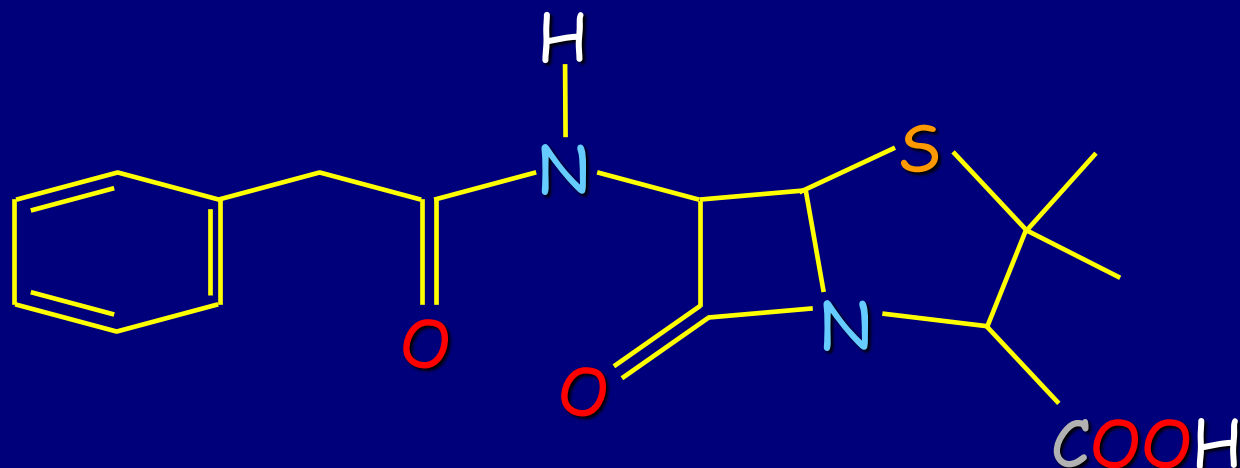
Vitalistička teorija: nemoguće je napraviti organsku supstancu bez vitalne (žive) snage;  
organska jedinjenja (prirodni proizvodi) ne mogu se sintetisati (nastati) iz neorganskih

Wöhler (1828):

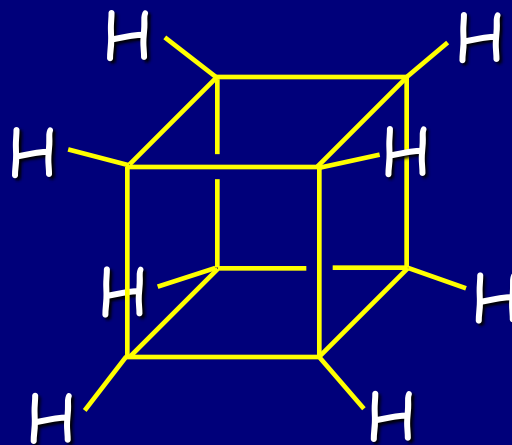
Napravio "organsko" jedinjenje polazeći od "neorganske" soli.



# Kako sintetisati penicilin?

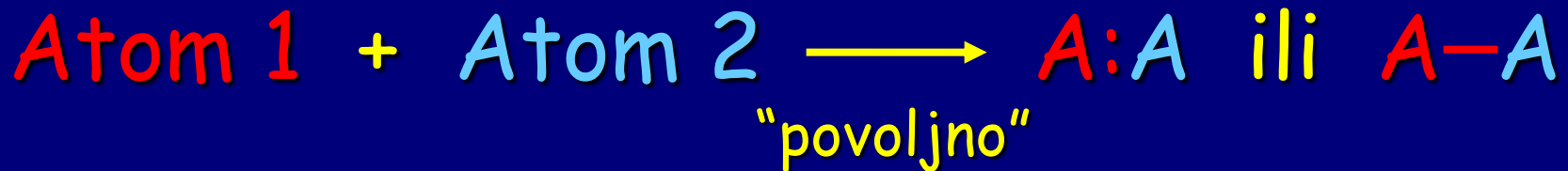


...ili kuban ?



Teško!!!

# Vezivanje

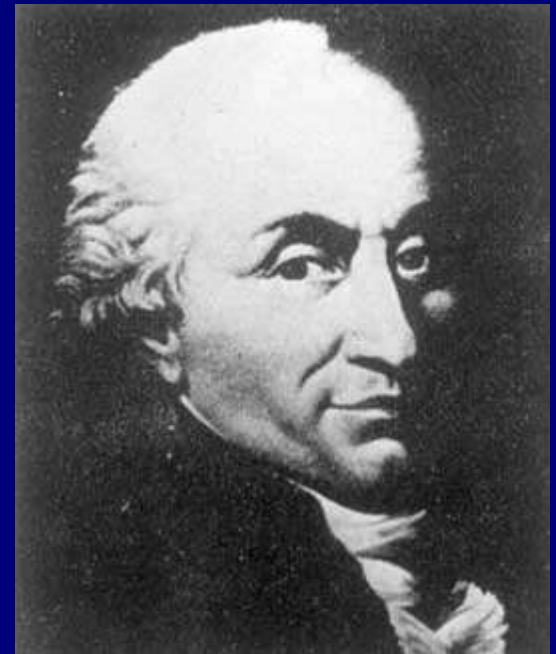


"pravila":

1. Suprotna naelektrisanja se privlače (Coulomb's Law).

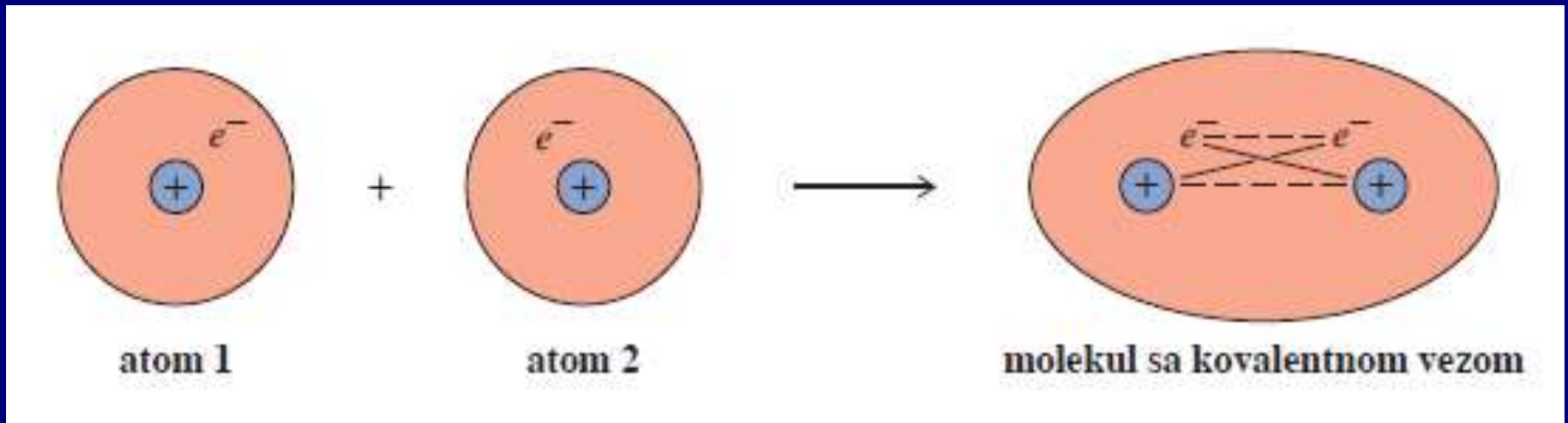
$$\text{Privlačna sila} = \text{konstanta} \times \frac{(+)\text{ šarža} \times (-)\text{ šarža}}{\text{rastojanje}^2}$$

2. Elektroni se šire u prostoru
3. Konfiguracija plemenitog gasa je poželjna.



1736-1806

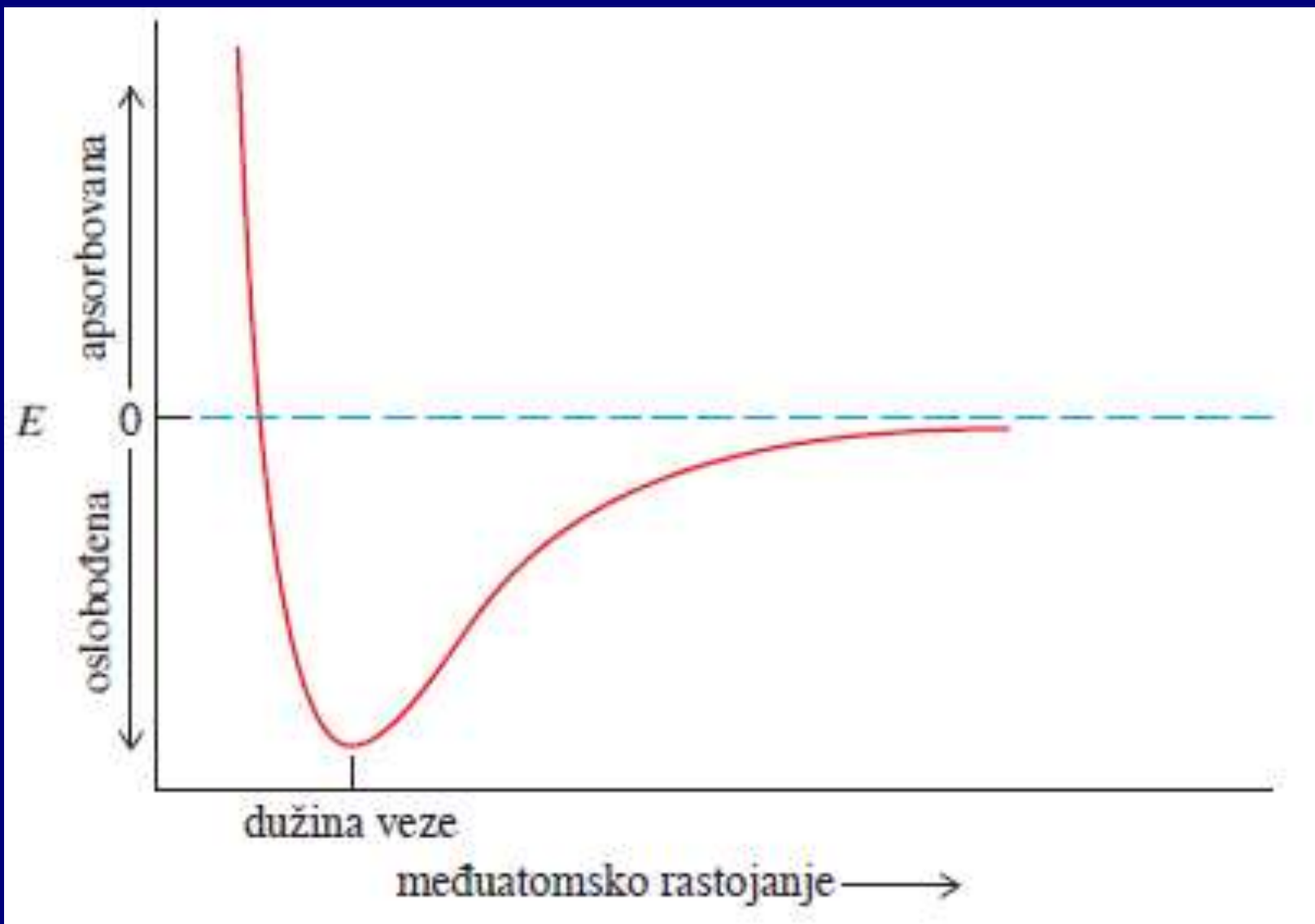
# Kovalentna veza nastaje deobom elektrona

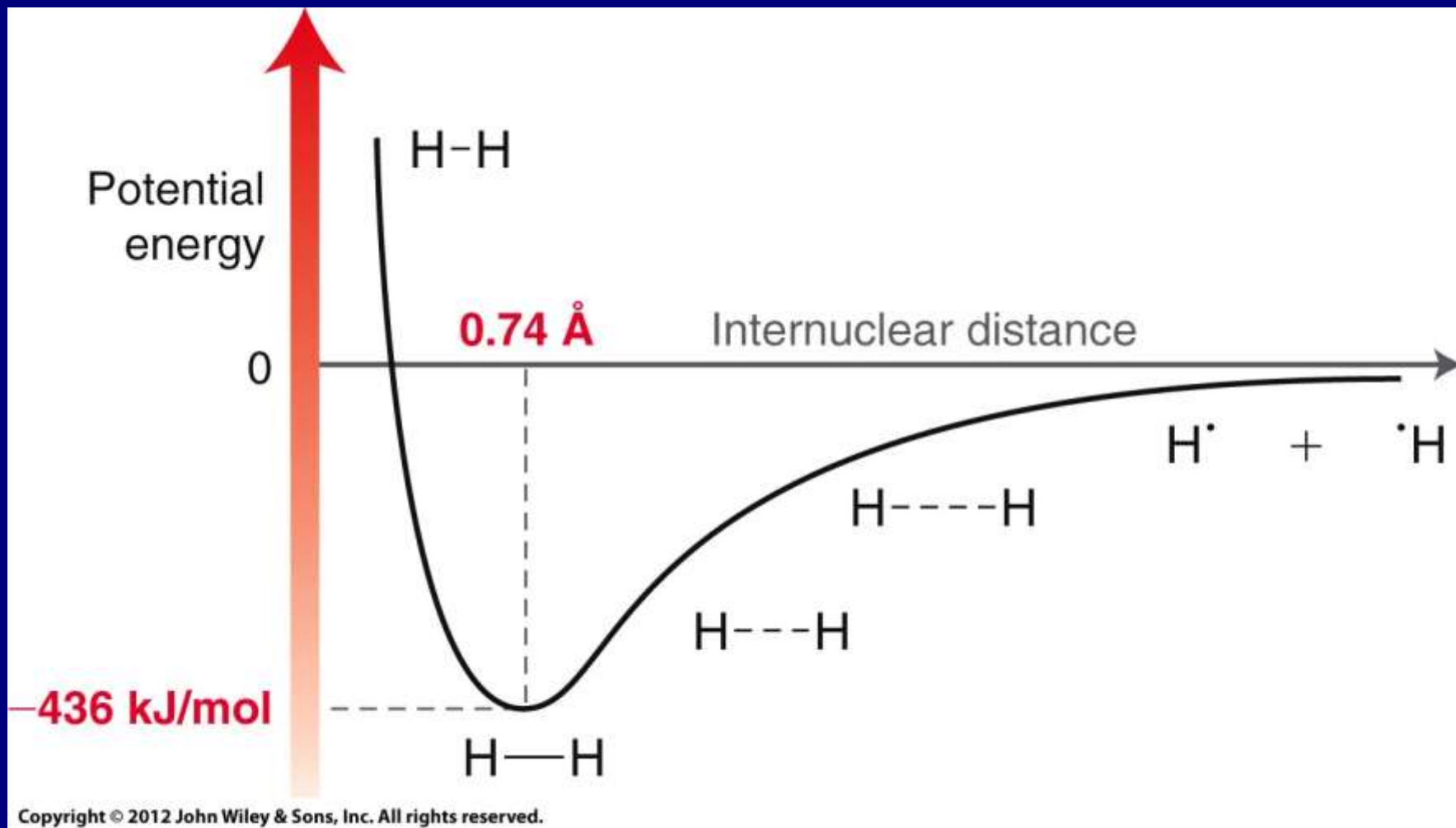


Dimenzije:  $\left. \begin{array}{l} \text{Pre\u010dnik jezgra} \sim 10^{-15} \text{ m} \\ \text{Elektronska orbita} \sim 10^{-10} \text{ m} \end{array} \right\} 10^5 \text{ puta manji}$

Odnos masa proton : elektron =  $\sim 1800$

# Promena energije kao posledica dovodenja dva atoma na blisko rastojanje

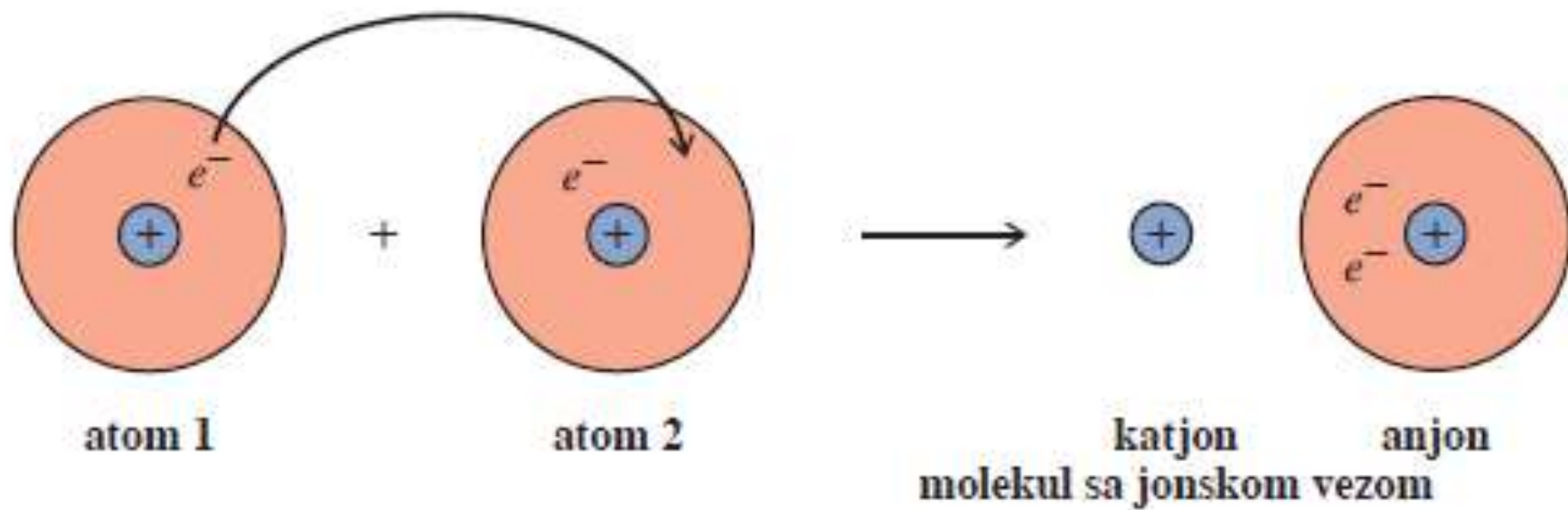




Copyright © 2012 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

# Jonska veza:

“Nema” deljenja elektrona-jedan od atoma uzima sve



Ko je donator, a ko je akceptor?

# Delimična tabela periodnog sistema

TABELA 1-1

Delimična tabela periodnog sistema

Perioda							Halogeni	Plemeniti gasovi
prva	H <sup>1</sup>							He <sup>2</sup>
druga	Li <sup>2,1</sup>	Be <sup>2,2</sup>	B <sup>2,3</sup>	C <sup>2,4</sup>	N <sup>2,5</sup>	O <sup>2,6</sup>	F <sup>2,7</sup>	Ne <sup>2,8</sup>
treća	Na <sup>2,8,1</sup>	Mg <sup>2,8,2</sup>	Al <sup>2,8,3</sup>	Si <sup>2,8,4</sup>	P <sup>2,8,5</sup>	S <sup>2,8,6</sup>	Cl <sup>2,8,7</sup>	Ar <sup>2,8,8</sup>
četvrta	K <sup>2,8,8,1</sup>						Br <sup>2,8,18,7</sup>	Kr <sup>2,8,18,8</sup>
peta							I <sup>2,8,18,18,7</sup>	Xe <sup>2,8,18,18,8</sup>

*Napomena: superskriptima je obeležen broj elektrona u svakom energetskom nivou atoma.*

Dublet

Valentni elektroni

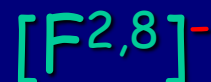
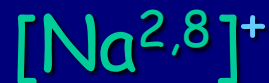
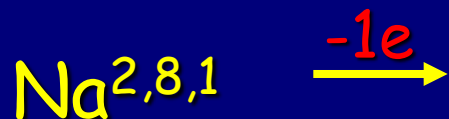
okteti



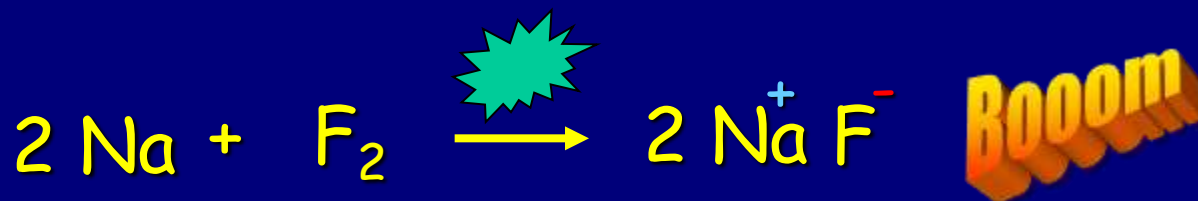
# Zašto elementi reaguju?

Cilj  $\longrightarrow$  Konfiguracija plemenitog gasa

## 1. "Jonske" veze

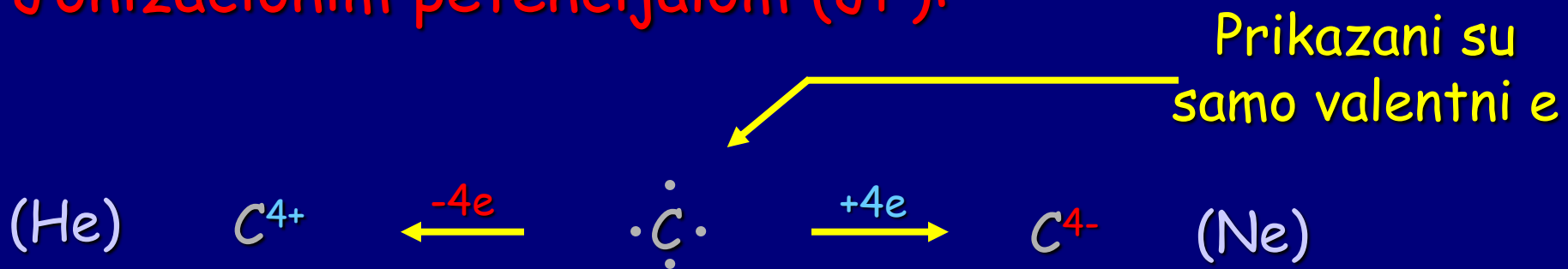


Prelazak  
valencionih  
elektrona

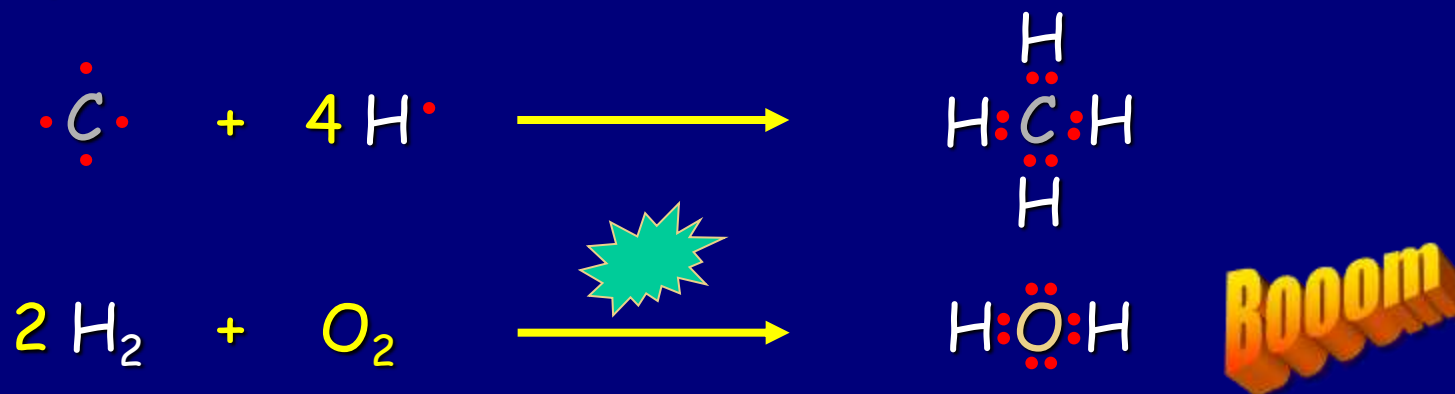


## 2. "Kovalentne" veze

Elementi u sredini periodnog sistema imaju problem sa afinitetom prema elektronu (EA) i Jonizacionim potencijalom (JP):

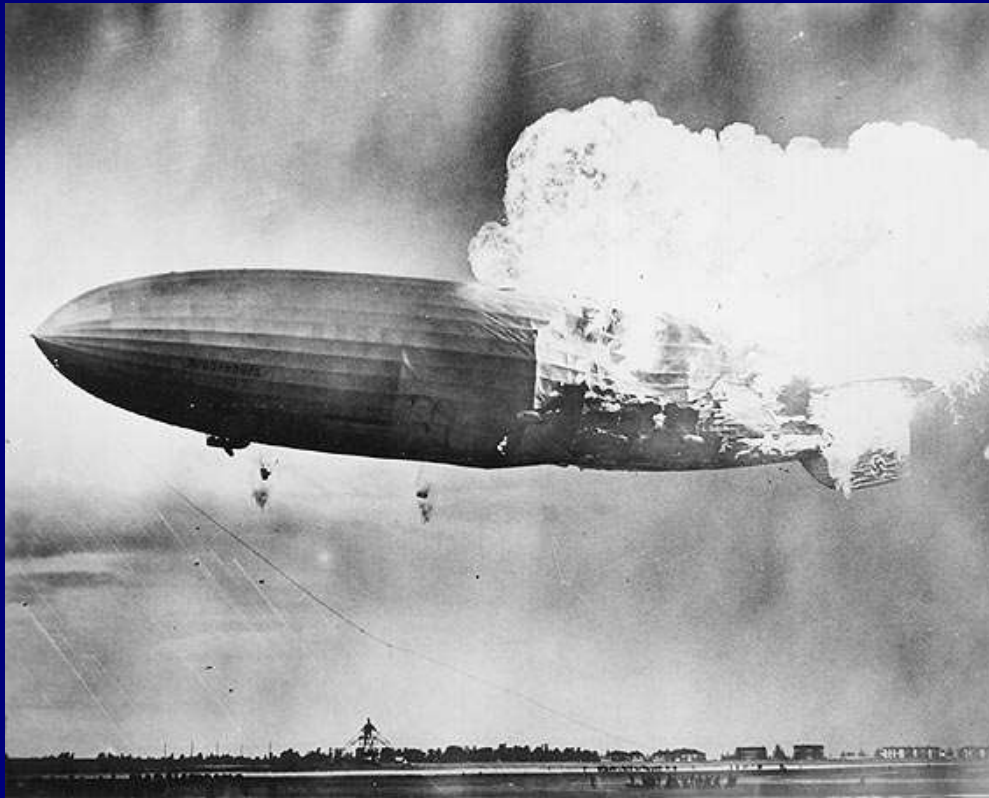


Kompromis: elementi dele elektrone



# The Hindenburg:

Lakehurst, NJ,  
3. maj, 1937

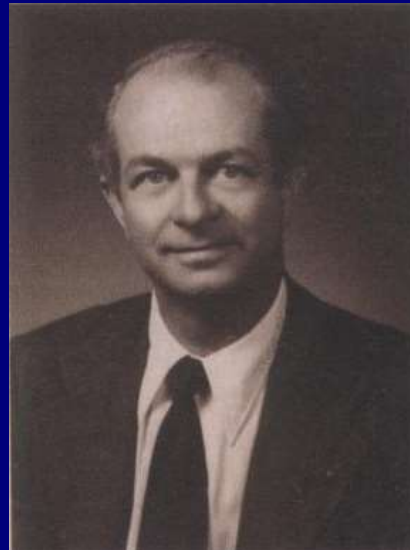


3. Karakter većine hemijskih veza je između kovalentne i jonske veze:

→ Polarna kovalentna veza  $\overset{\delta+}{A} : \overset{\delta-}{B}$



Pauling - skala elektronegativnosti



$\xleftarrow{\text{gura}}$ 
 $\xrightarrow{\text{vuče}}$

**TABELA 1-2**

**Elektronegativnost nekih elemenata**

H						
2.2						
Li	Be	B	C	N	O	F
1.0	1.6	2.0	2.6	3.0	3.4	4.0
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
0.9	1.3	1.6	1.9	2.2	2.6	3.2
K						Br
0.8						3.0
						I
						2.7

*Napomena: vrednosti ustanovio L. Pauling, a dopunio A.L. Allred (videti Journal of Inorganic and Nuclear Chemistry, 1961, 17, 215).*

$\Delta$  :      0.3      <      0.3 - 2.0      <      2.0

kovalentna

Polarna  
kovalentna

Jonska

# Oblik molekula

Kontrolisan odbijanjem valencionih elektrona

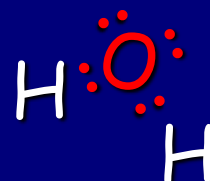
Dvoatomski: linearni



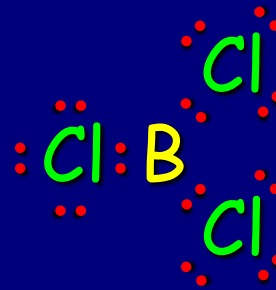
Troatomski: ili linearni,



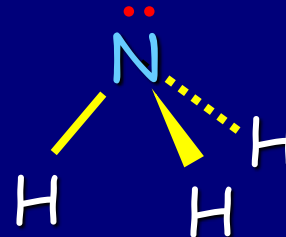
...ili savijeni, u slučajevima kada sadrže slobodan elektronski par



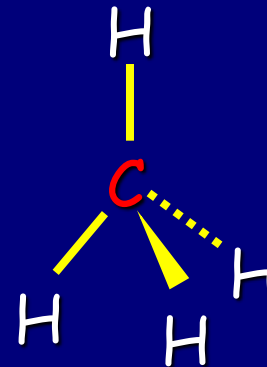
Tetraatomski: ili trigonalni,



...ili piramidalni, u slučajevima kada sadrže slobodan elektronski par



Pentaatomski:  
tetraedarski raspored



Moguć je i drugačiji raspored, kada ima više elektrona kao kod prelaznih metala (oktaedarski)

Kako rasporediti valencione elektrone:

# Lewis-ove strukture

Pravilo 1: Nacrtati molekulski skelet

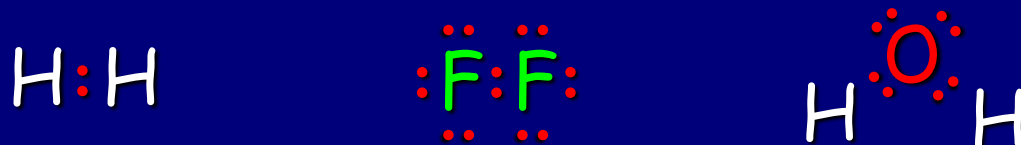


Pravilo 2: Odrediti ukupan broj valencionih elektrona



Pravilo 3: Oktetno pravilo

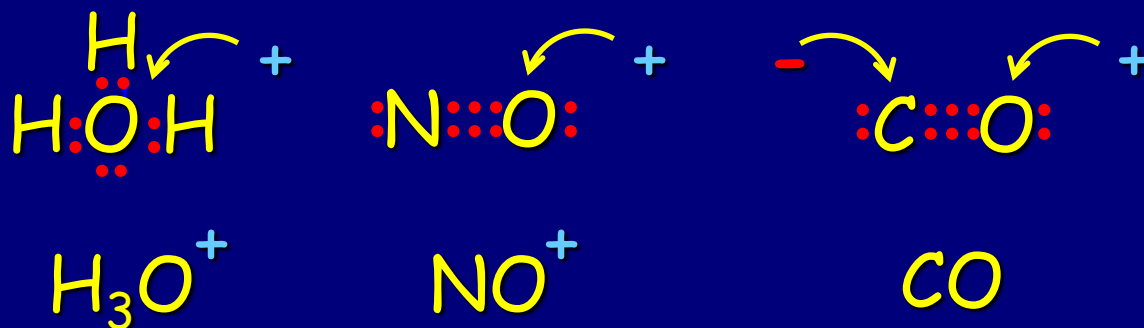
Obezbediti da oko svih atoma ima oktet





Pravilo 4: Voditi računa o formalnom naelektrisanju oko jezgara koji imaju različit broj elektrona u odnosu na osnovno stanje.

"Efektivan" broj elektrona: Iz svake veze atomima koji dele elektrone pripada po jedan; Slobodan elektronski par se računa kao dve elektrona.



## Primer: $\text{CO}_2$

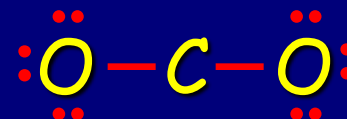
1. Uređenje atoma:  $\text{O C O}$
2. Valencioni elektroni:  $\text{O } 6e, \text{C } 4e \longrightarrow 16e$  ukupno
3. Oktetno pravilo

### Ukratko:

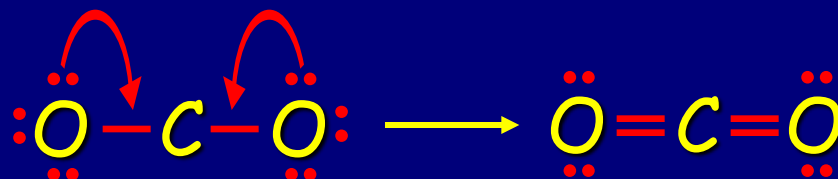
1. Povezati atome sa "2e linijama".



2. Ukoliko je preostalo elektrona dodati atomima kao slobodne parove do okteta.

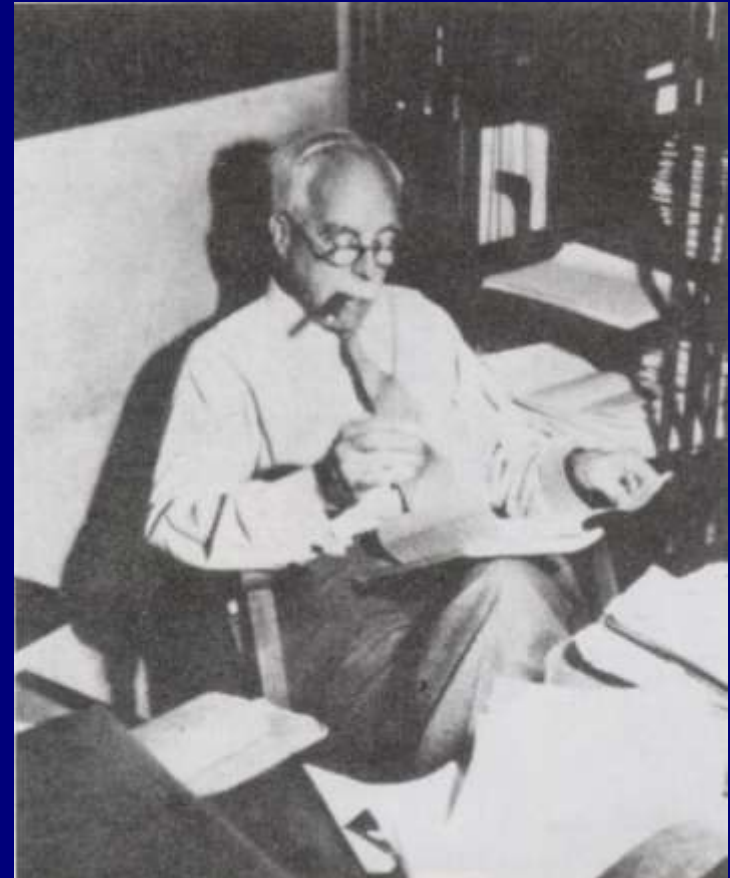


3. Ukoliko neki atom nema oktet, prebaciti slobodan elektronski par u vezu.



# Gilbert Lewis

(Berkeley 1912)



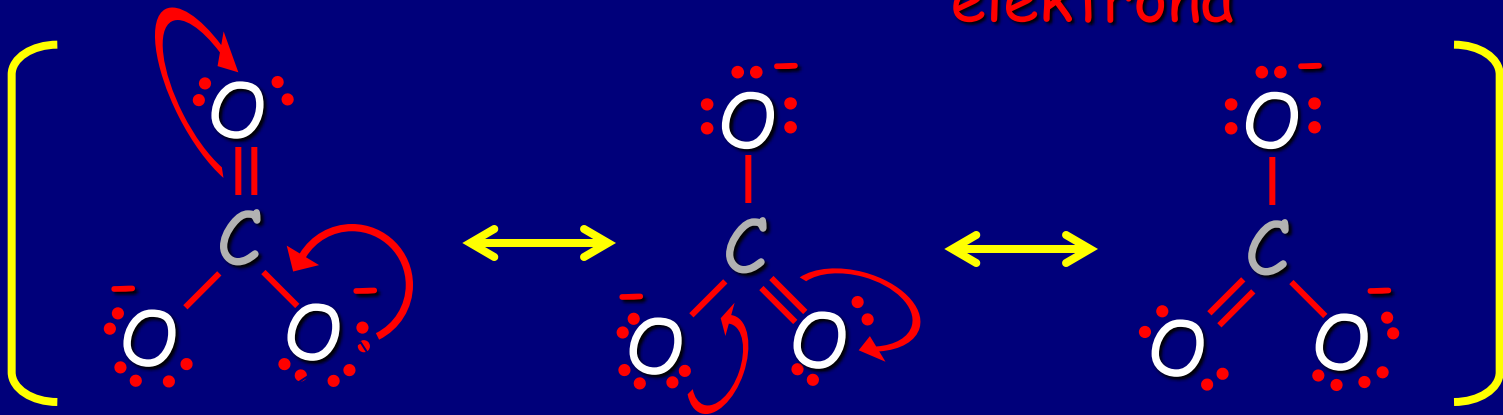
# Rezonancija

Za isti molekul više struktura koje zadovoljavaju oktet: Rezonancijski oblici

Molekul je superpozicija ovih oblika

oblik A  $\longleftrightarrow$  oblik B

Premeštanje elektrona

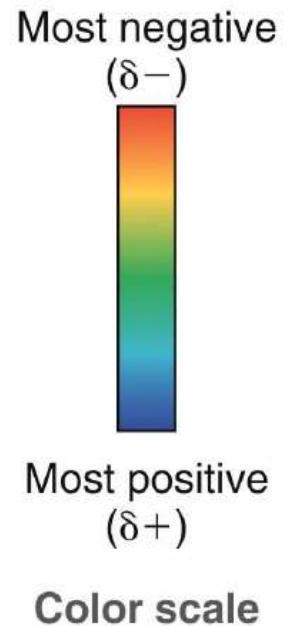
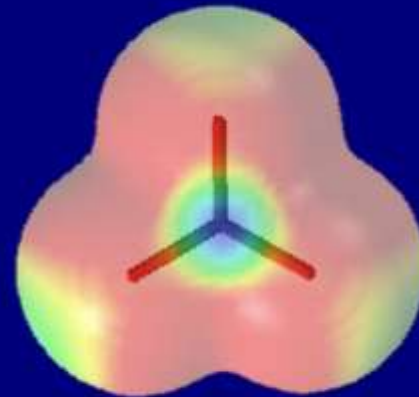
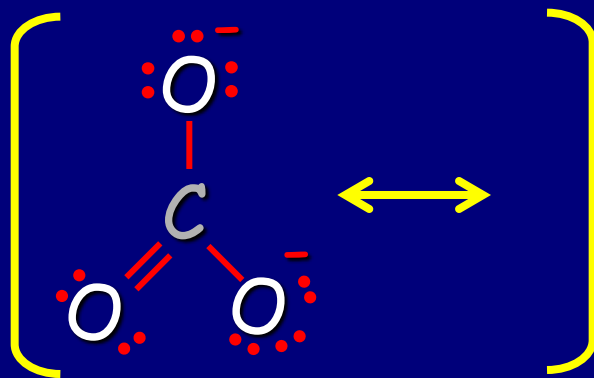


Karbonat,  $\text{CO}_3^{2-}$ . Ekvivalentni oblici

# Rezonancijski oblici

Karbonatni jon je delokalizovan:

*Simetričan molekul.*



Mapa elektrostatičkih potencijala:

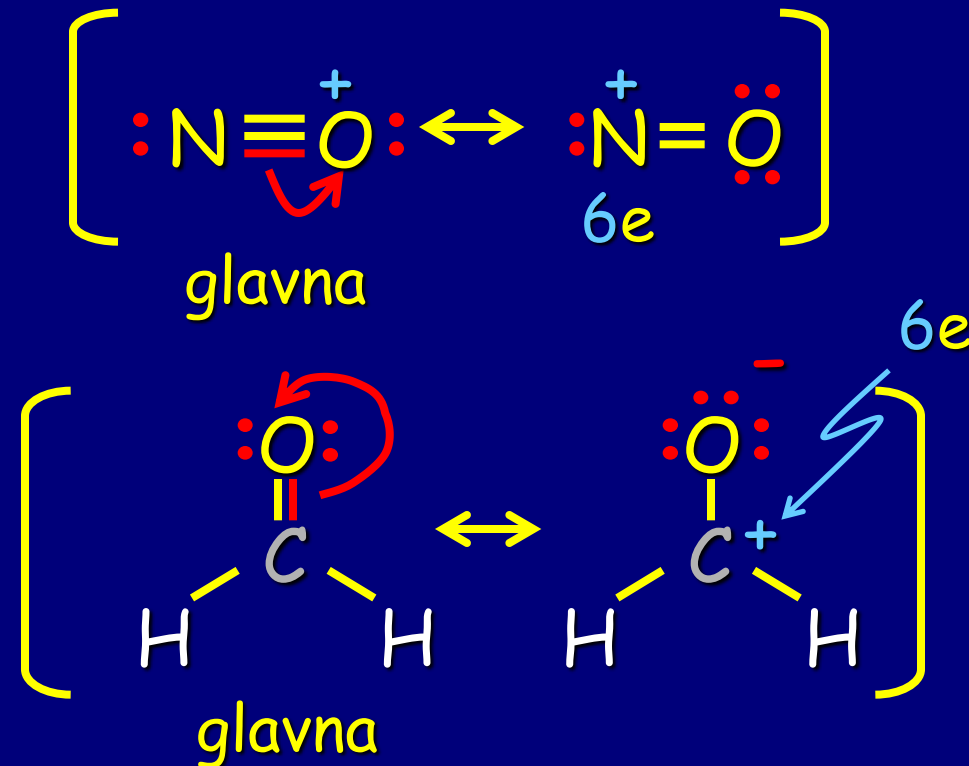
Crveno = elektron bogati deo molekula

Plavo = elektron siromašni deo molekula

# Rezonancione strukture nisu uvek identične Koja je bolja?

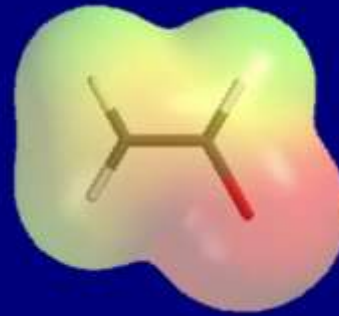
## Pravila

1. Oktetno pravilo (najvažnije i prvo se uzima u obzir)

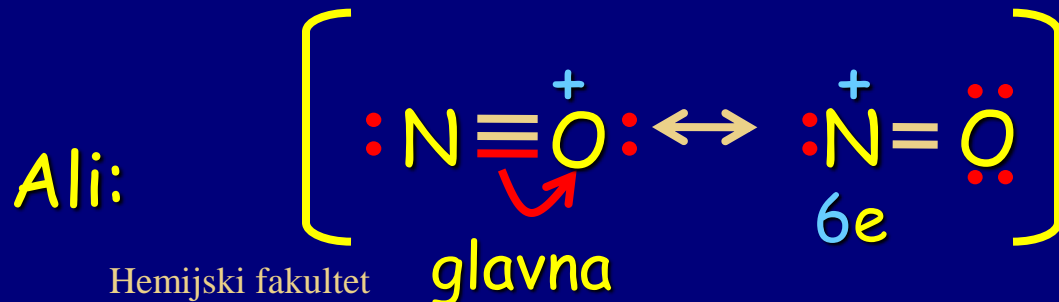
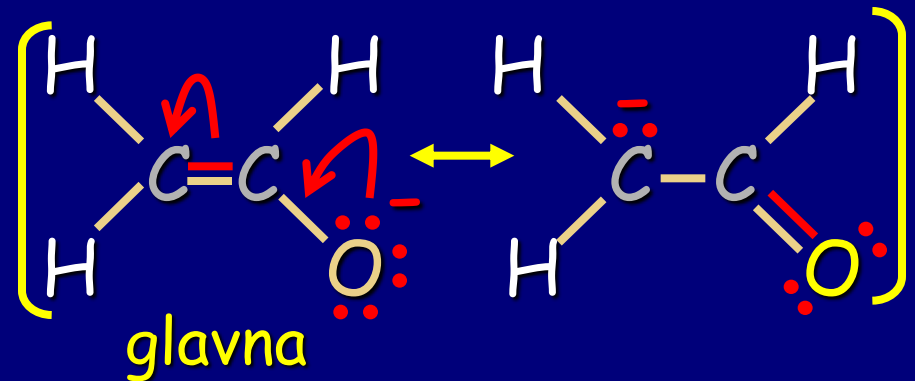


## 2. Elektronegativnost: kada dva ili više oblika imaju potpune oktete razmatra se elektronegativnost atoma

primer: enoladni jon

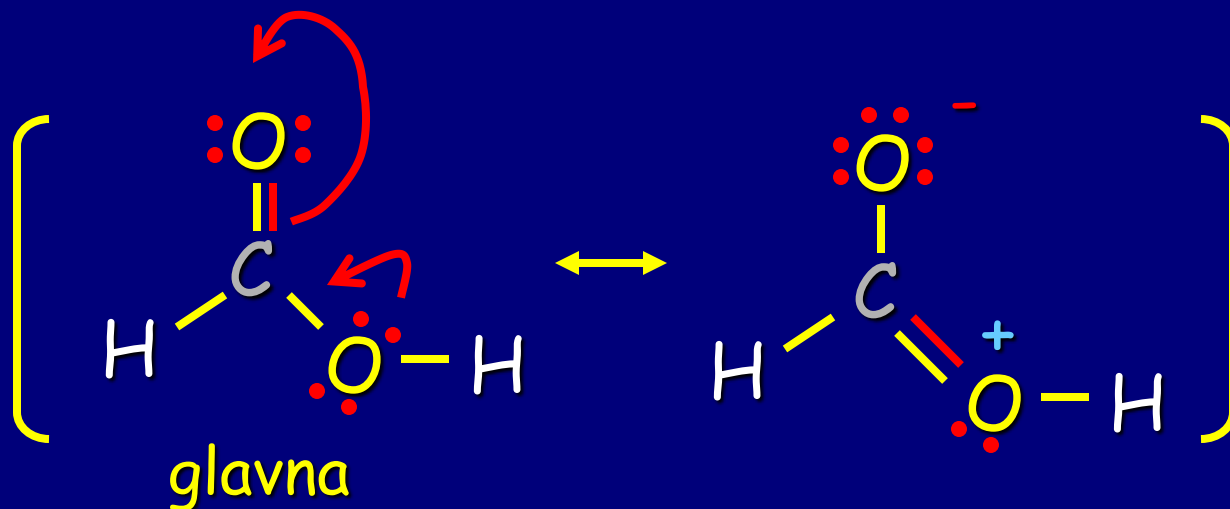


negativno naelektrisanje na elektronegativnijem atomu

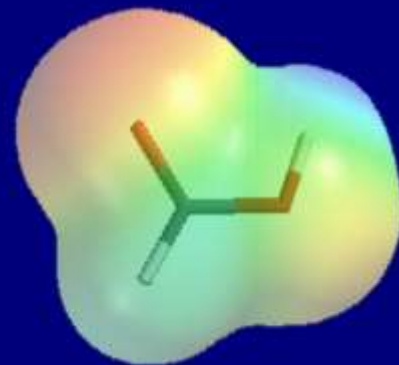


Prvo se razmatra pravilo 1!!!

### 3. Minimalno razdvajanje šaže



Mravlja kiselina



Primer:  $^{-}:\text{C}::\text{O}::^{+}$       Pravilo 1 važnije od pravila 3!!!!



# Kvantna mehanika

Light and objects as waves or particles

1900 Planck, Einstein: Svetlost = fotoni  $E = h\nu$

$$\nu = c/\lambda \quad c = 300,000 \text{ km sec}^{-1}$$

$h$  = Planck/ova konstanta =  $1.34 \times 10^{-34}$  cal sec

Atomi apsorbuju/emituju energiju u paketima-kvantima

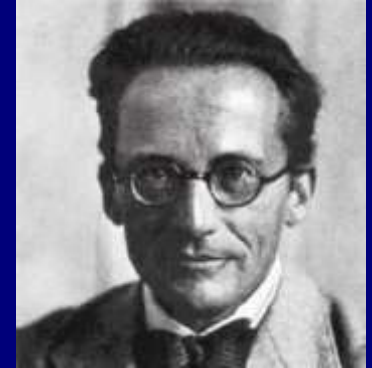
1923 DeBroglie: telo mase  $m$  koje se kreće brzinom  $v$  ima talasnu dužinu  $\lambda$ .

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

1927 Heisenberg: princip neodređenosti

$$\Delta (\text{položaj}) \times \Delta (\text{moment}) > h$$

1927 Schrödinger: Talasna jednačina  
za kretanje elektrona oko jezgra



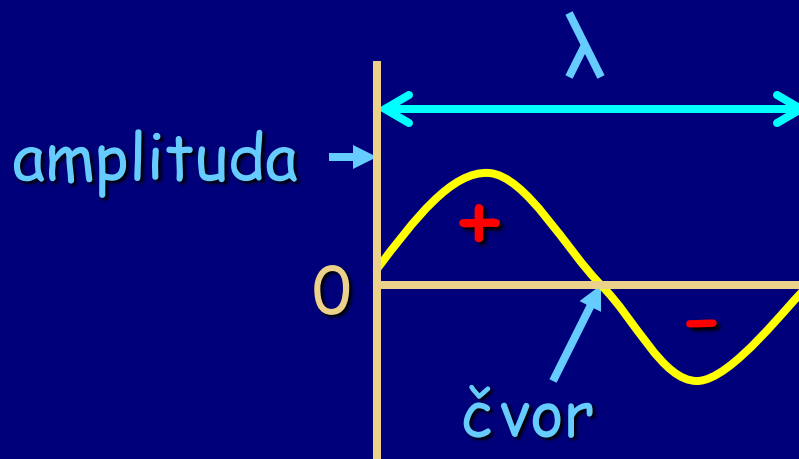
Orbitale: Rešenja talasne jednačine  
(talasne funkcije  $\Psi$ )

Born: kvadrati ovih funkcija opisuju  
verovatnoću nalaženje elektrona ( $\Psi^2$ )

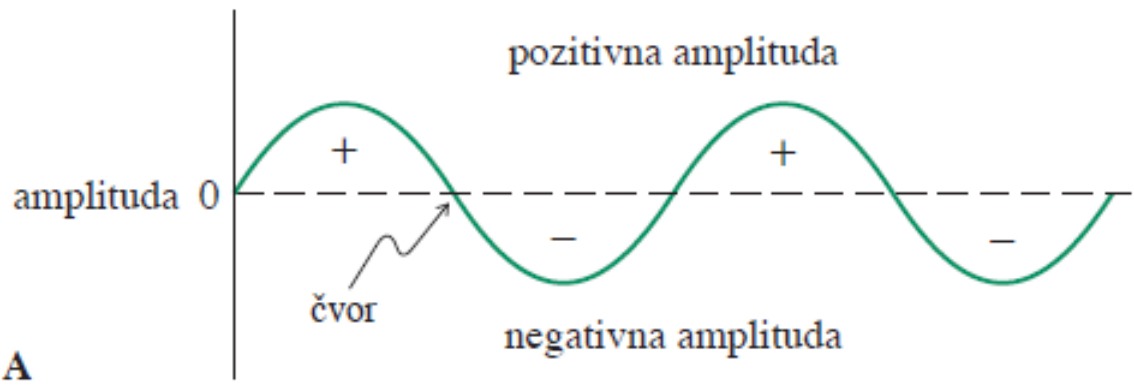
# Orbitale

trodimenzionalnog oblika: sfere ili sferne osmice

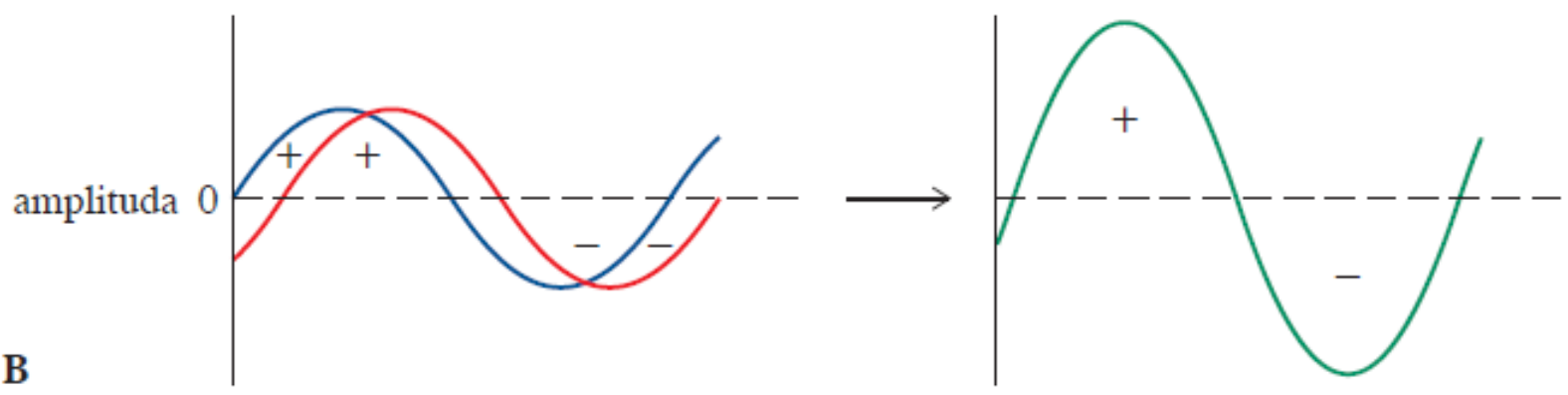
Dvodimenzionalni talas



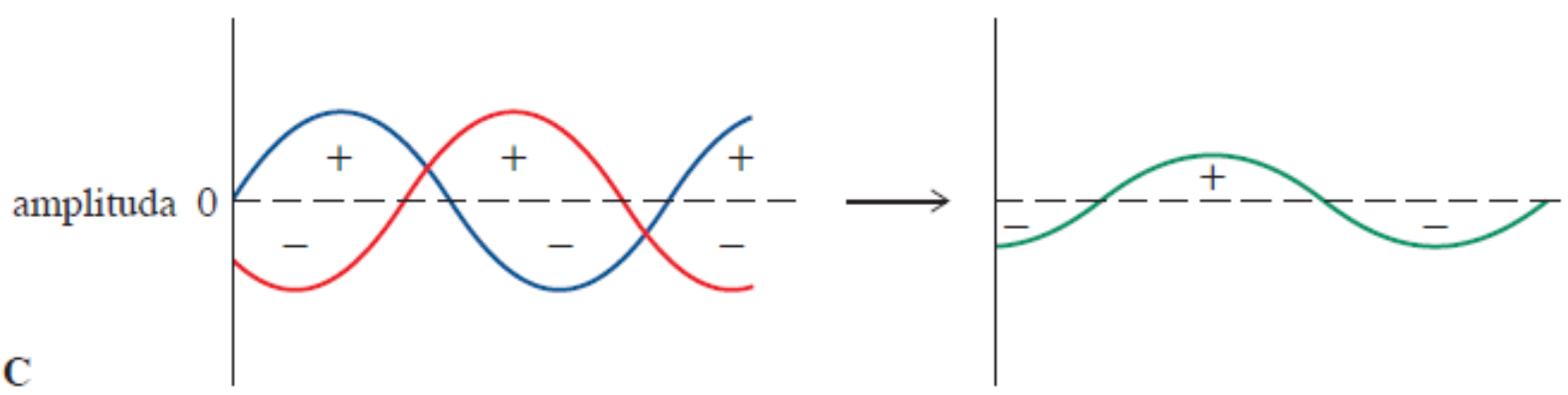
+/- = znak, nije naelektrisanje



A



B

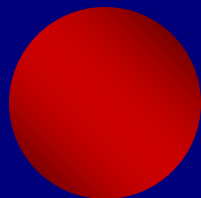


C

# Najznačajnije orbitale (za nas):

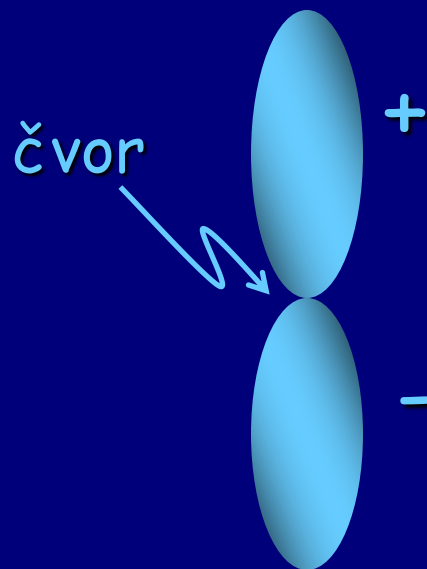
*s* orbitala

„lopta“



*p* orbitala

Sverna  
osmica



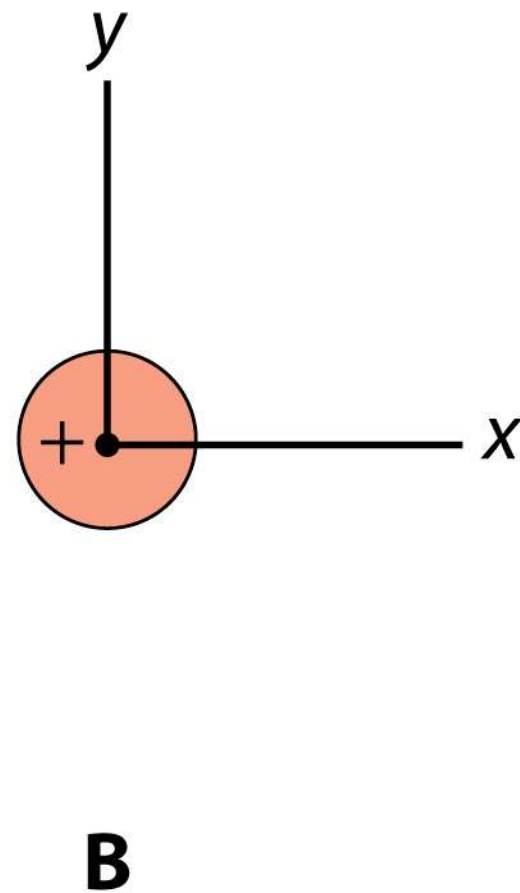
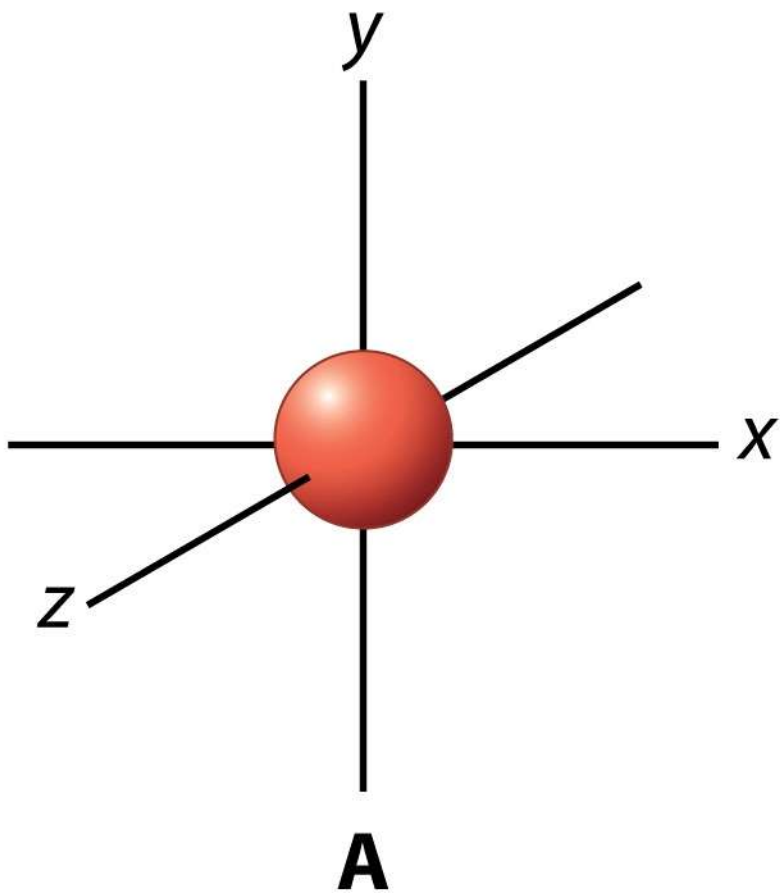
Rešenja talasne jednačine:

$1s,$

$2s, 2p_x, 2p_y, 2p_z,$

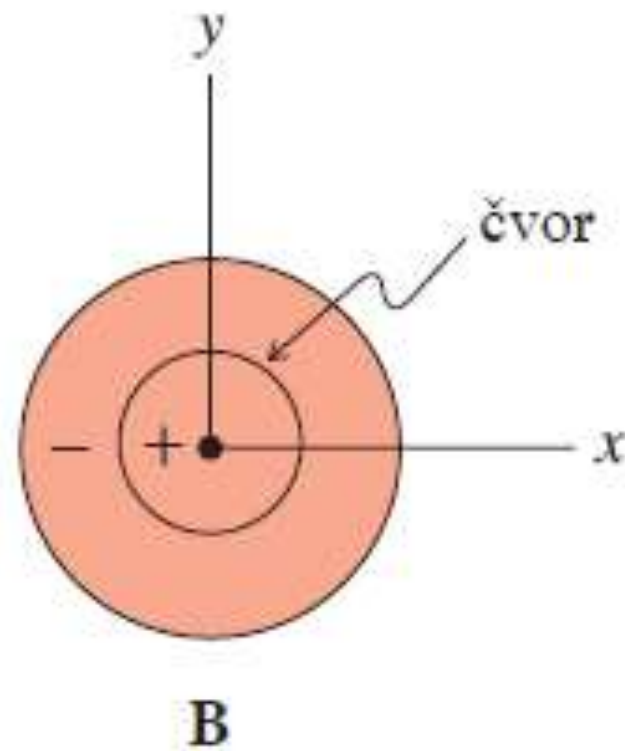
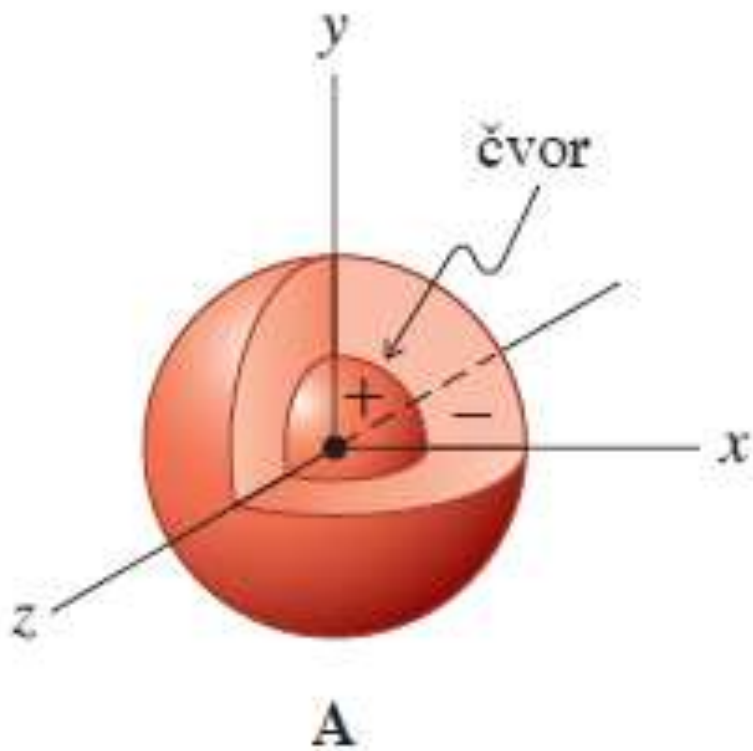
$3s, 3p_x, 3p_y, 3p_z, \text{ etc.}$

# 1s orbitala

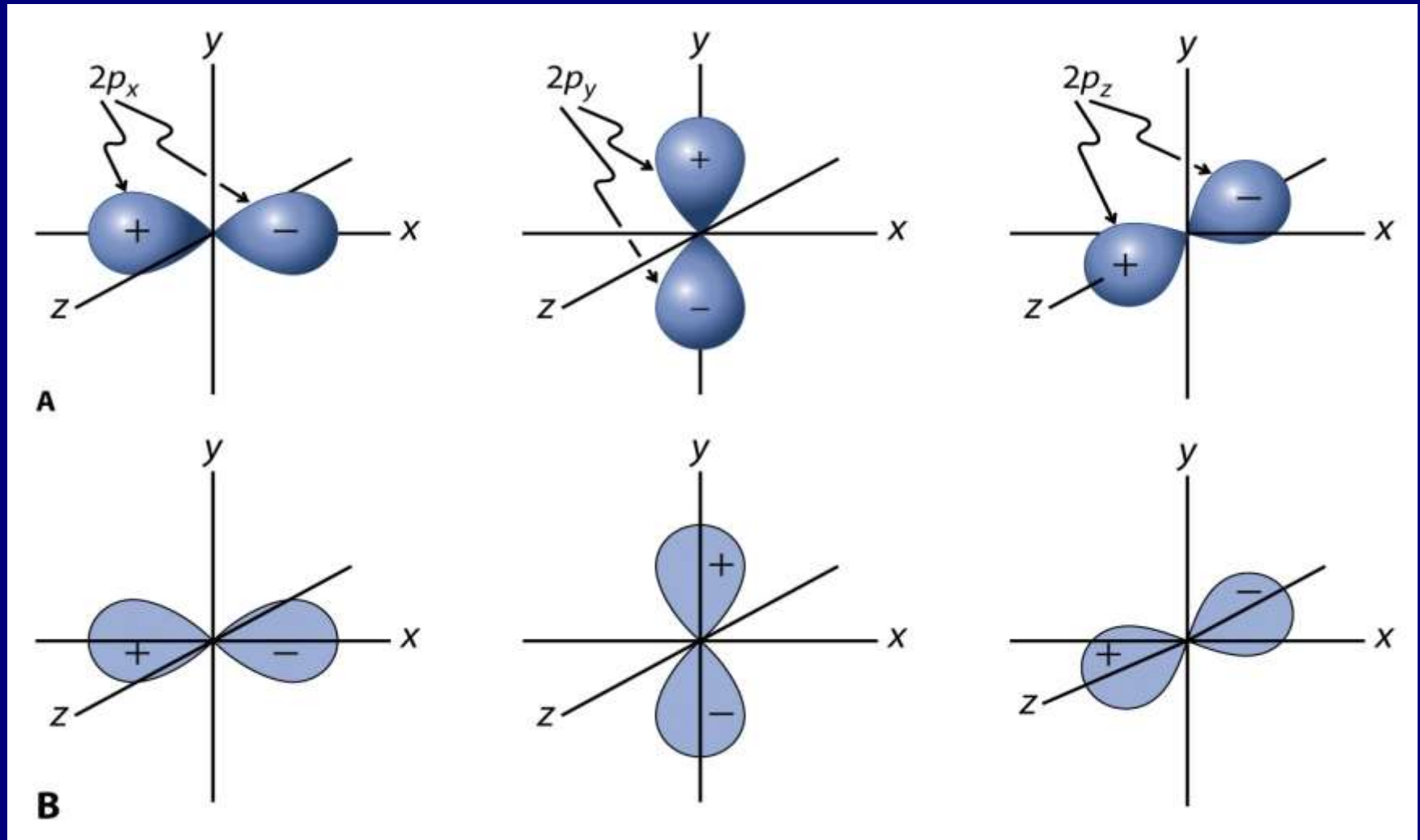


s-Orbital

# 2s orbitala



# tri 3p orbitale



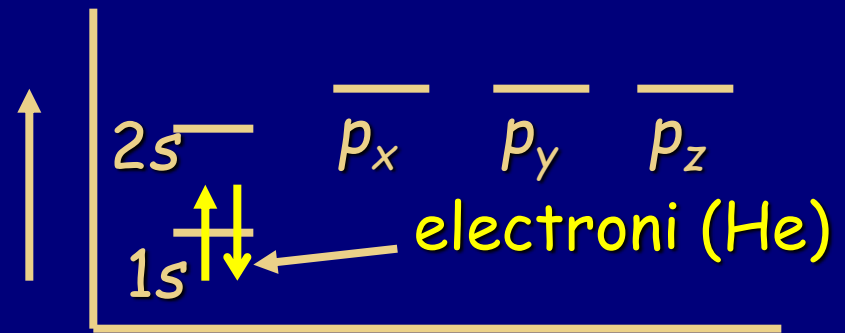


# Aufbau princip

ili popunjavanje orbitala elektronima

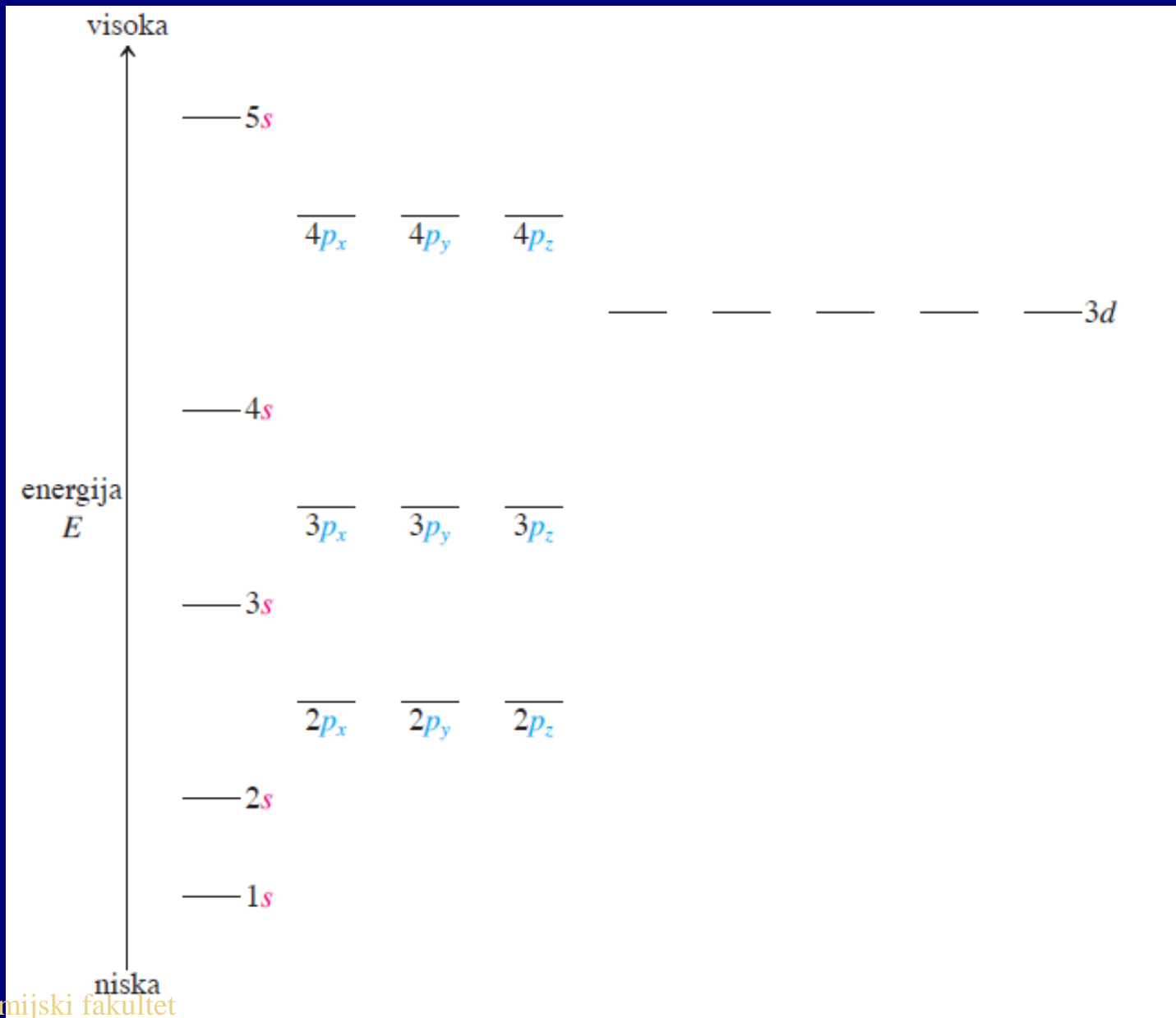
Relativne energije atomskih orbitala:

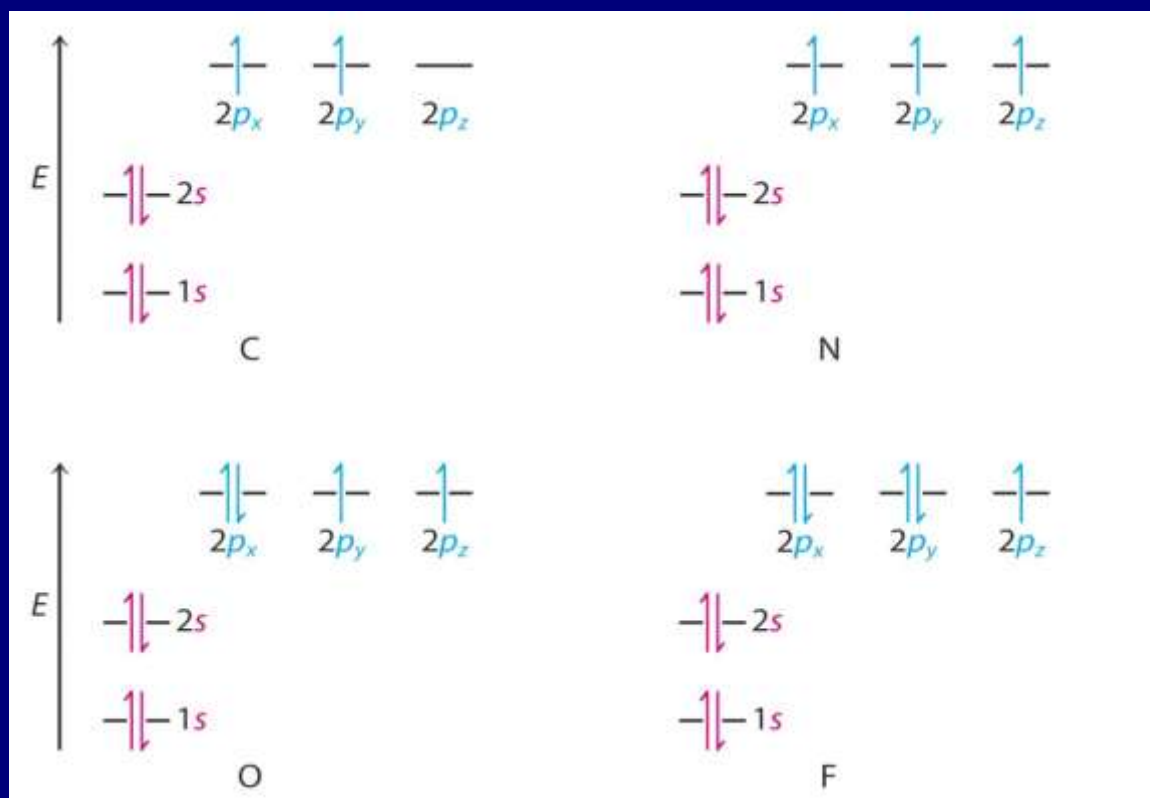
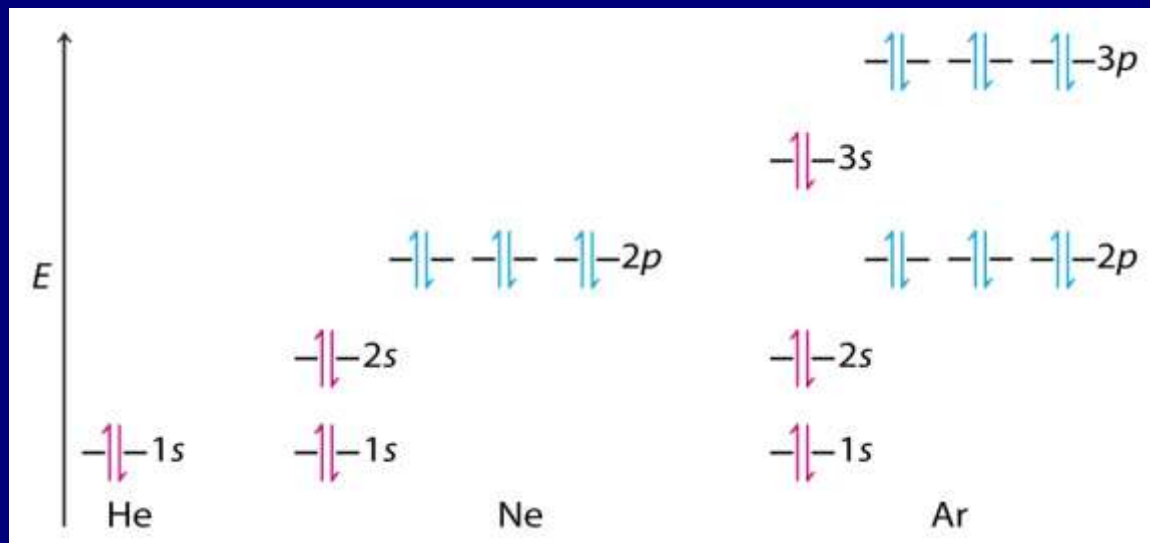
Pravila za popunjavanje  
nivoa elektronima:



1. Prvo se popunjavaju orbitale niže energije
2. Pauli: **Princip isključenja**: 2e maksimalno u orbitali
3. Hund-ovo **pravilo**: Orbitale jednake energije se popunjavaju prvo sa po jednim elektronom

# Približne relativne energije atomskih orbitala koje odgovaraju redosledu popunjavanja u atomima





## Elektronske konfiguracije nekih elemenata:

$H(1s)^1$ ;  $He(1s)^2$ ;  
 $Li(1s)^2(2s)^1$ ;  
 $Be(1s)^2(2s)^2$ ;  
 $B(1s)^2(2s)^2(2p)^1$ ;  
 $C(1s)^2(2s)^2(2p)^2$ .

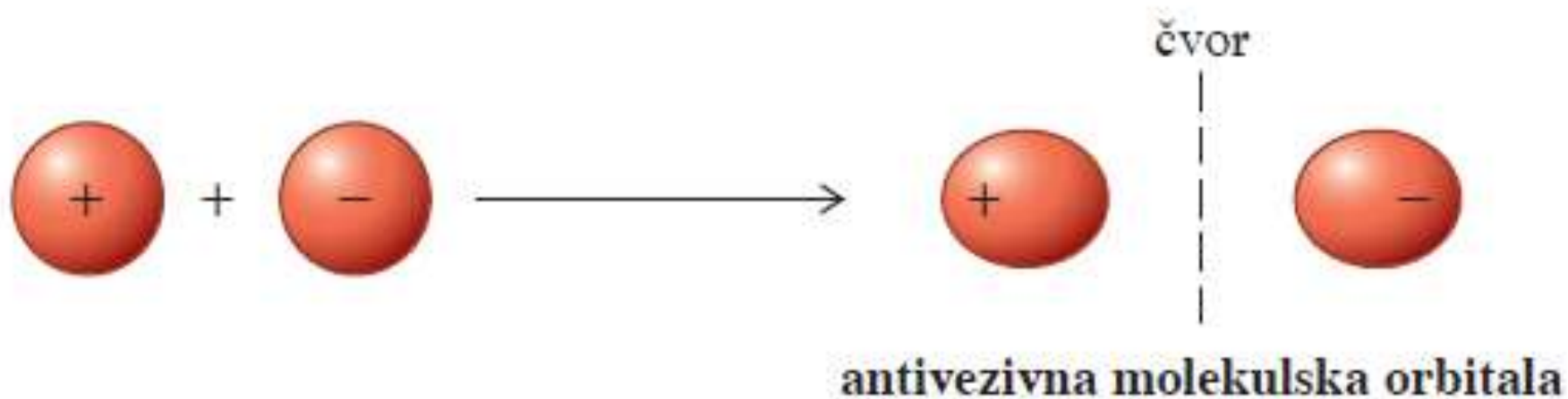
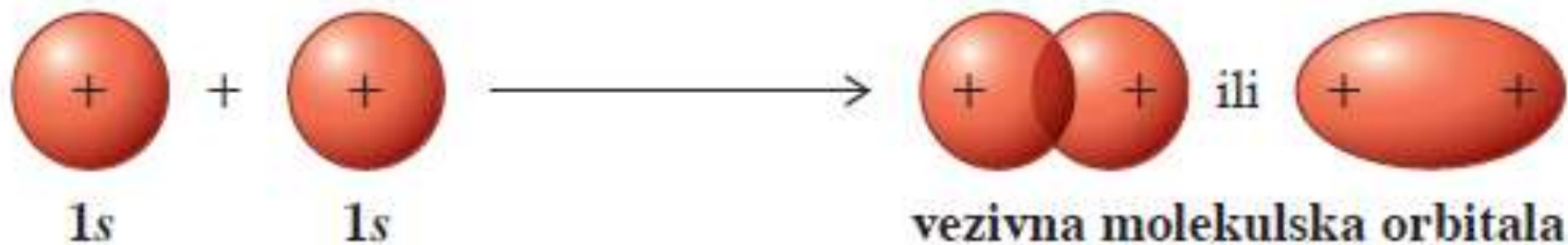
# Vezivanje

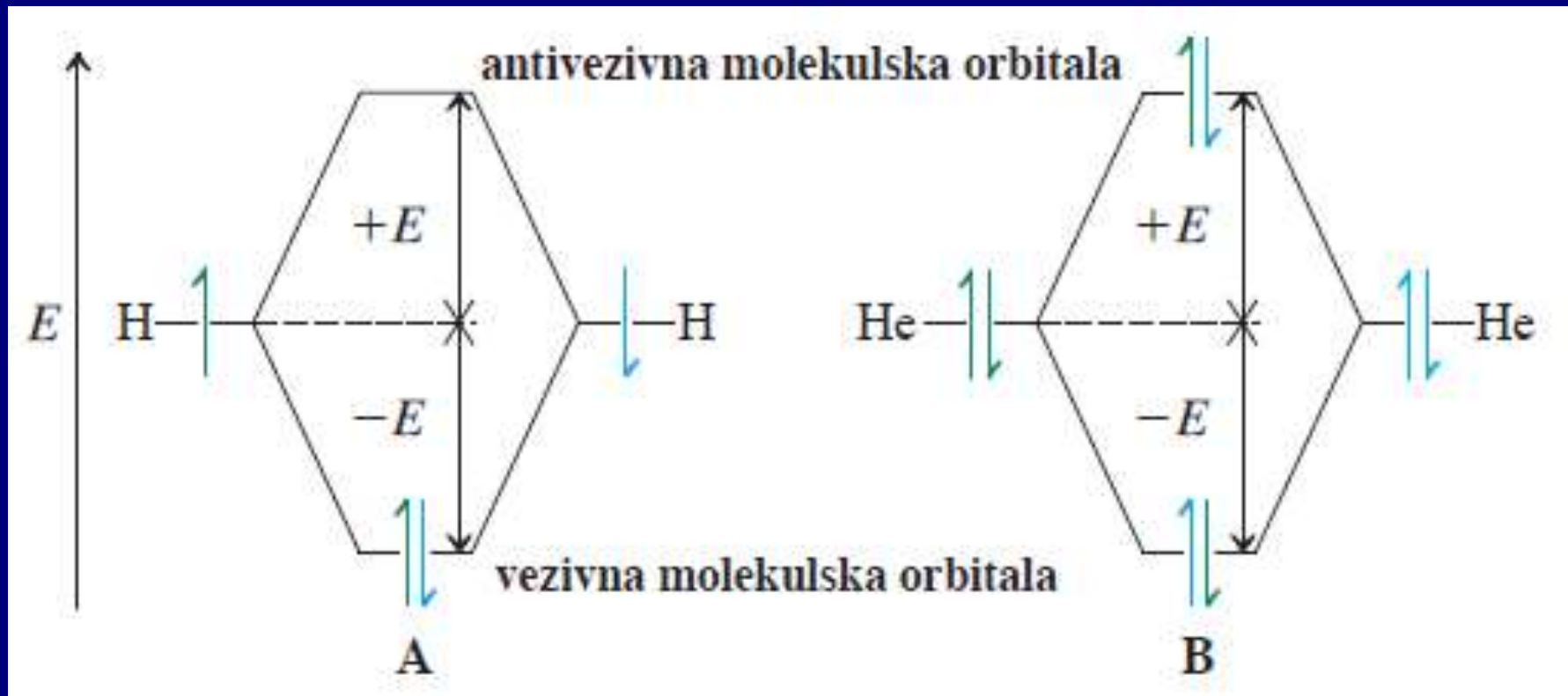
Veza u molekulu nastaje preklapanjem atomskih orbitala

Fazno preklapanje → vezivna molekulska orbitala  
Preklapanjem orbitala koje nisu u fazi  
→ antivezivna molekulska orbitala

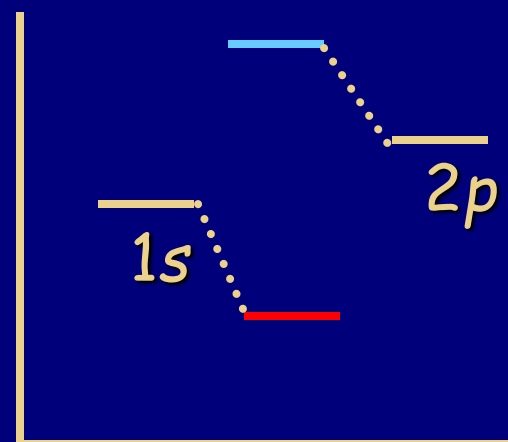
Energetski  
dijagrama



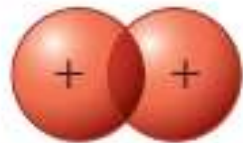




- Razlaganje energije orbitala (cepanje).
- Najbolje preklapanje između orbitala slične veličine i energije.
- Kada orbitale nisu iste energije:



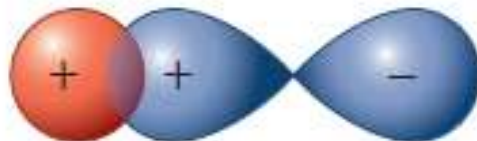
# Moguća preklapanja orbitala



1s 1s

$\sigma$  veza

A

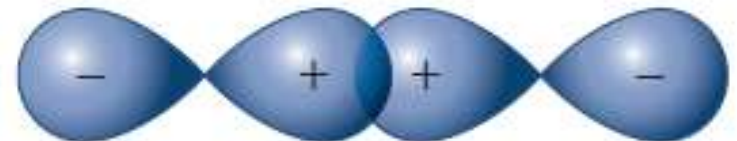


1s

2p

$\sigma$  veza

B

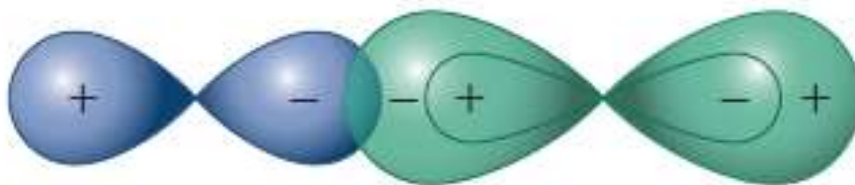


2p

2p

$\sigma$  veza

C



2p

3p

$\sigma$  veza

D



2p 2p

$\pi$  veza

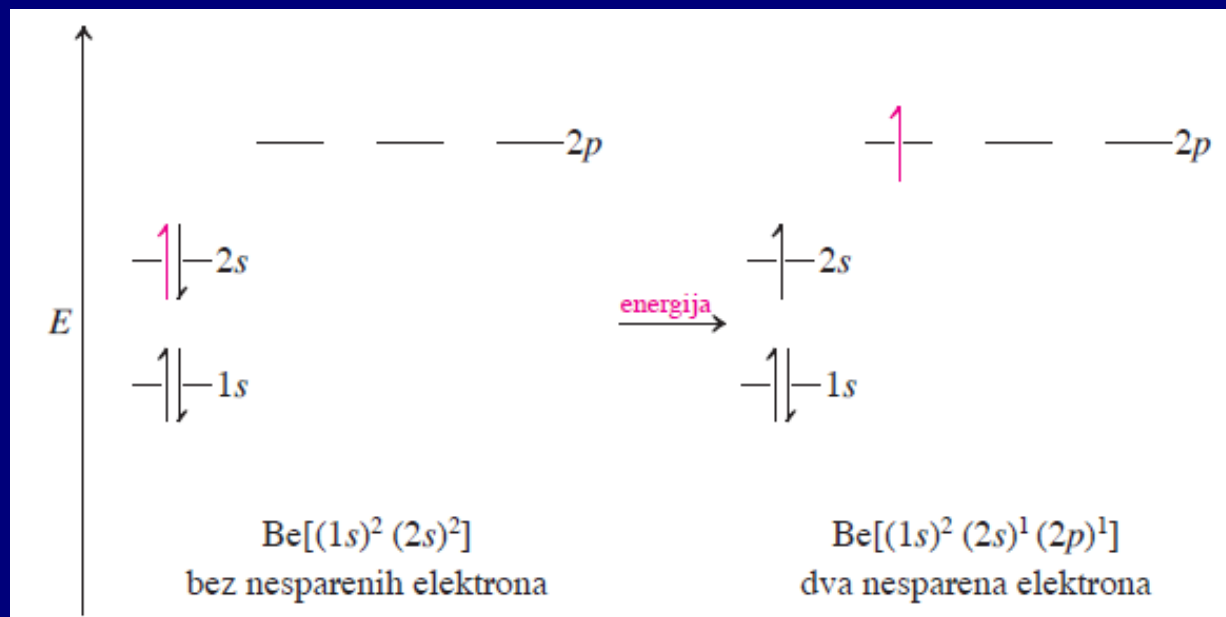
E

# Hibridizacija: vezivanje u složenim molekulima

Li : H 2s + 1s dvoatomski molekuli linearni

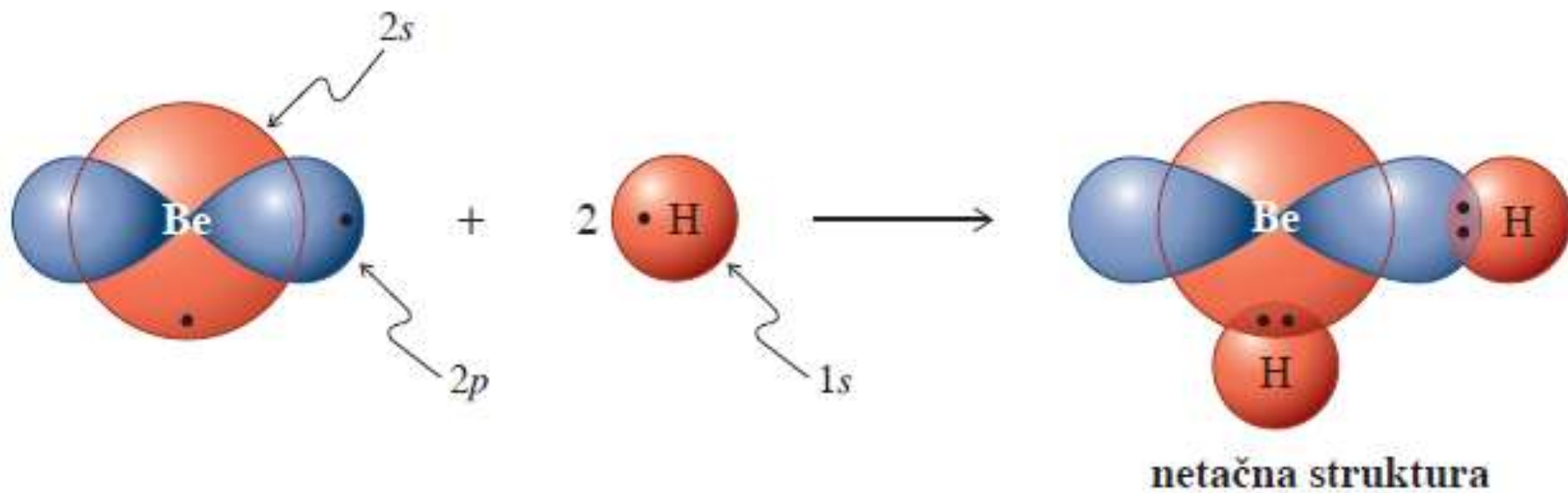
$\delta^{++}$   
 $\delta^{-}$  H : Be : H  $\delta^{-}$  je linearan; ali Be atom ima konfiguraciju  $(1s)^2(2s)^2$ !

Kako dolazi do vezivanja? U pomoć prazna p orbitala:



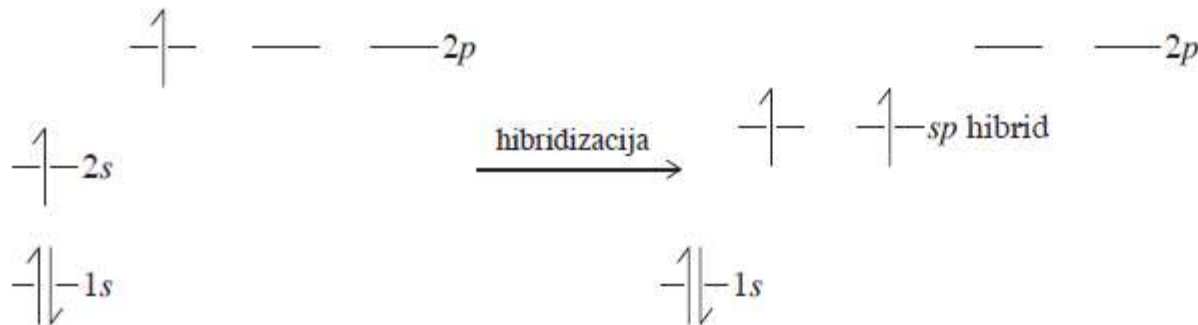
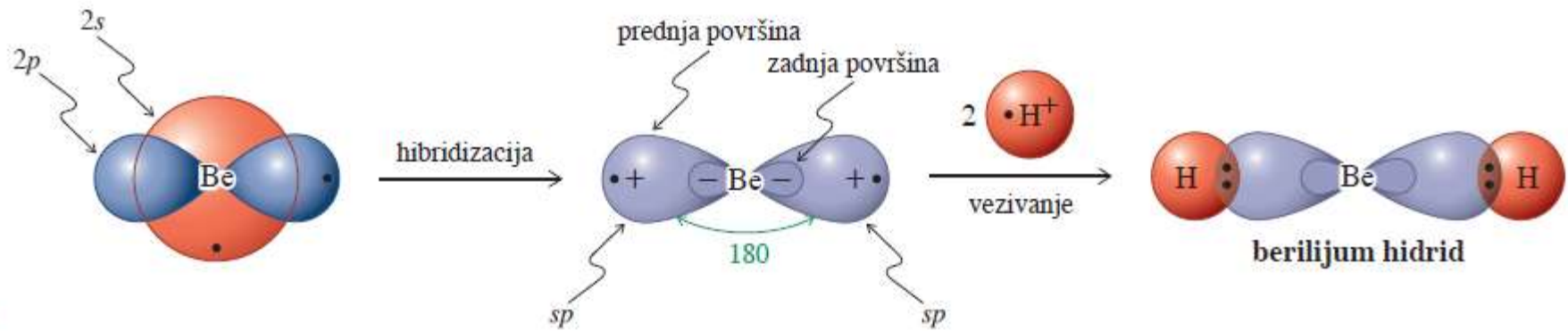


# Moguće ali netačno!!!???



# Bolje: "Hibridizacija" orbitala

Intraatomska opreklapanje 2s i jedne 2p orbitale daje dve nove hibridne orbitale:  
 $s + p \rightarrow$  dva  $sp$  hibrida, linearna geometrija



Moguće kombinacije za intraatomska preklapanje (hibridizaciju) :

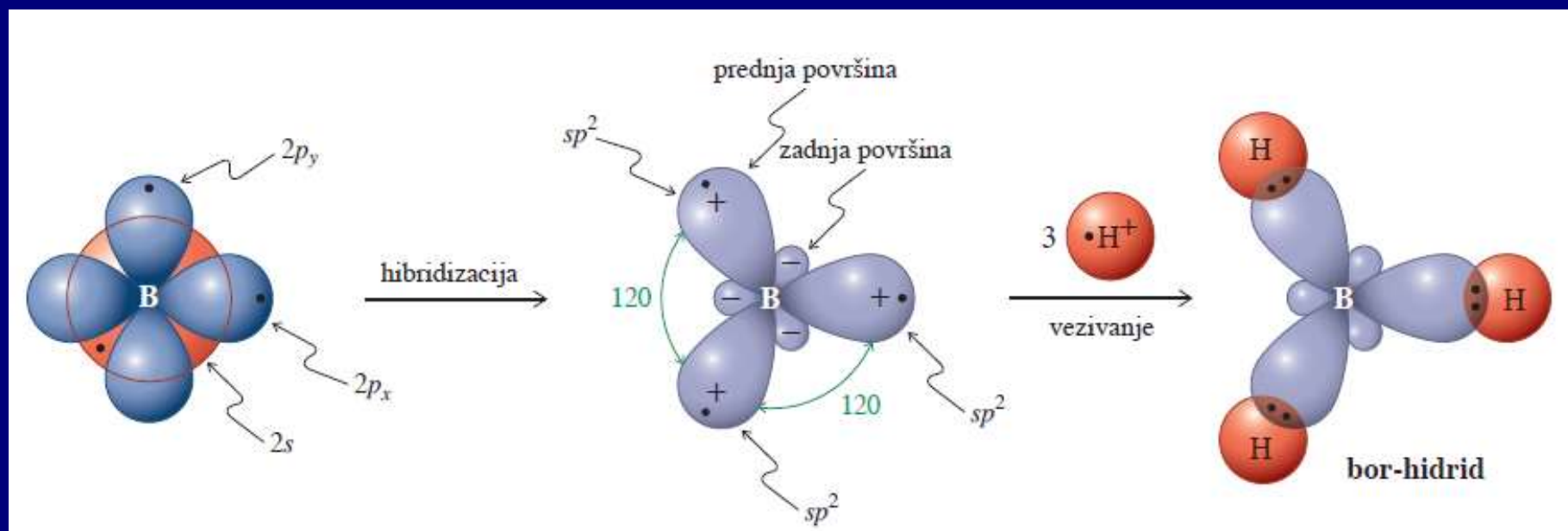
$s + p + p \rightarrow 3 sp^2$  trigonalna geometrija

$s + p + p + p \rightarrow 4 sp^3$  tetraedarska geometrija

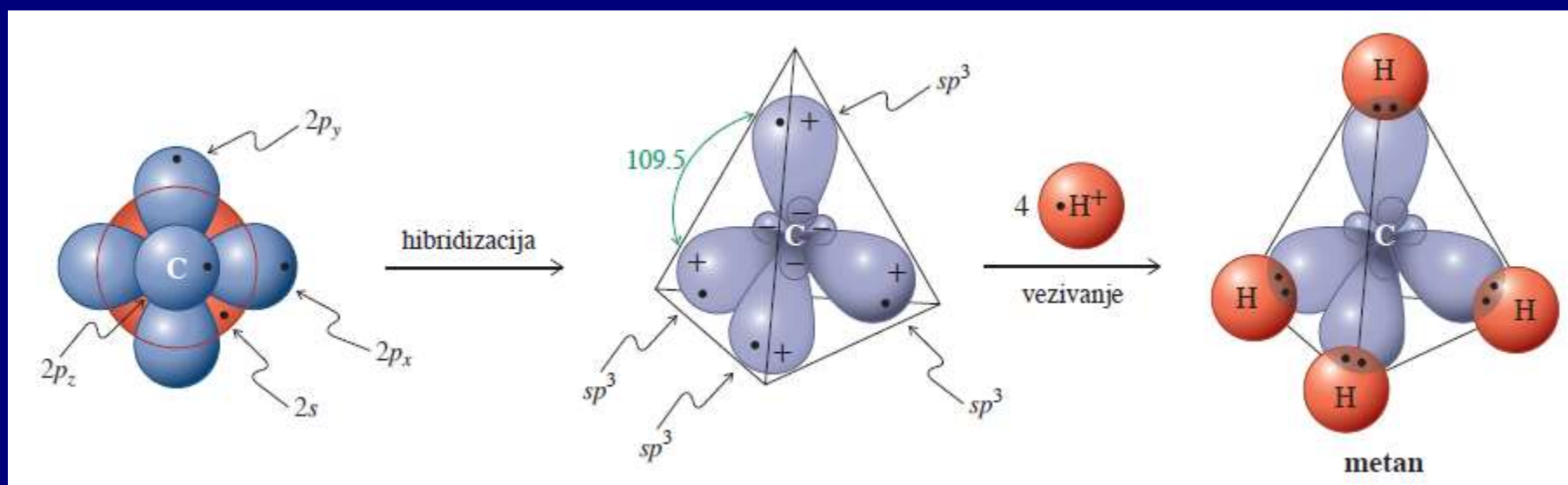
Važno:  $n$  atomskih orbitala  $\rightarrow n$  novih orbitala (hibridnih)

# Primer: Vezivanje u $\text{BH}_3$ .

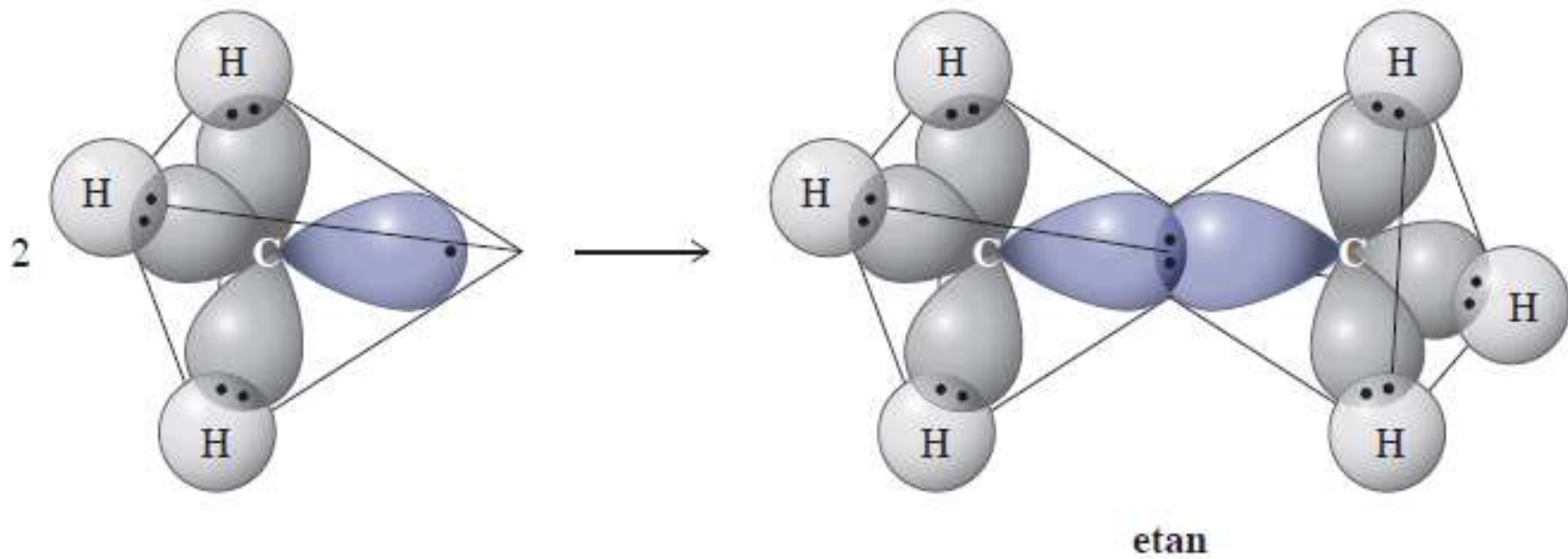
$sp^2$  hibridi imaju trigonalnu strukturu



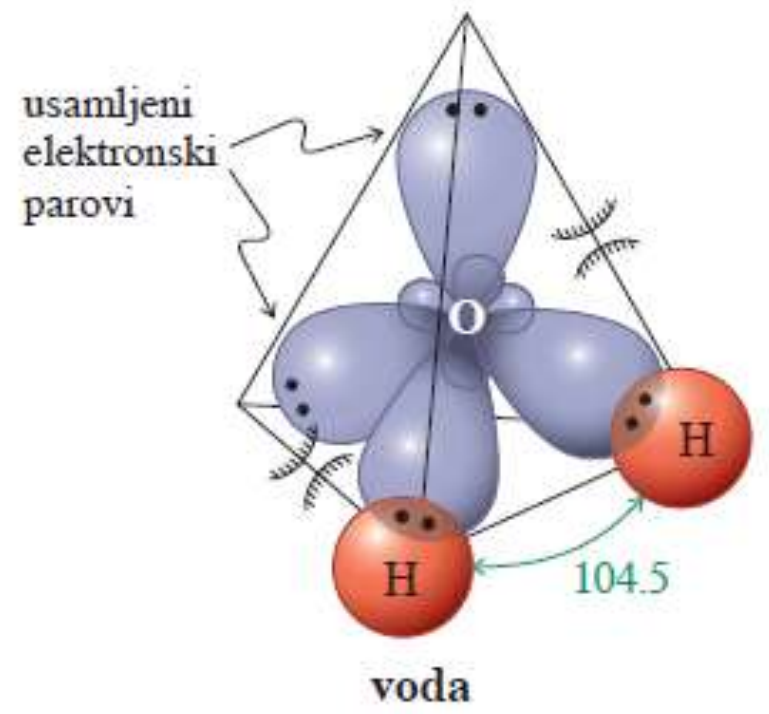
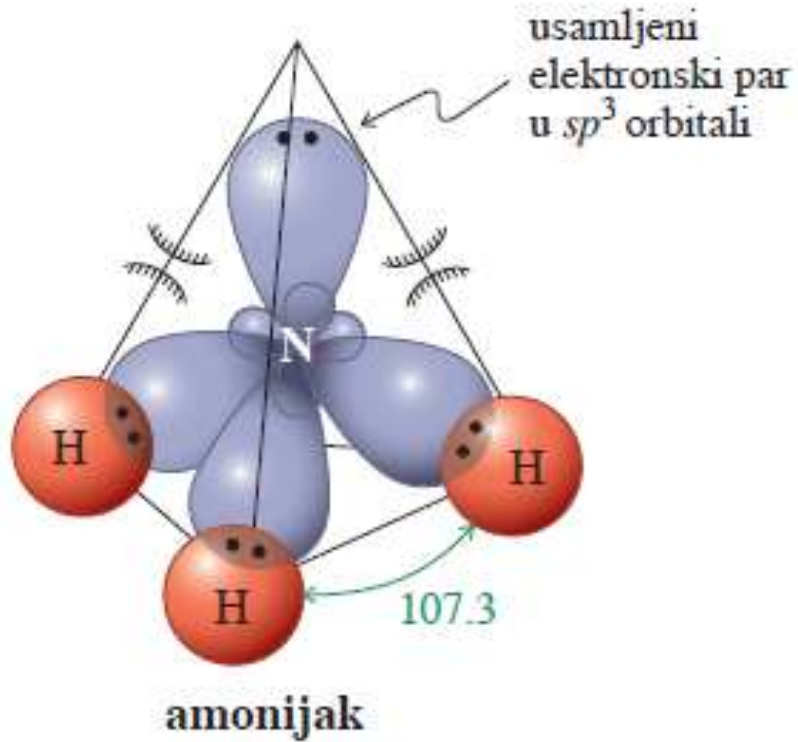
# Vezivanje kod metana: $sp^3$ -hibridizacija ugljenikovih jedinjenja



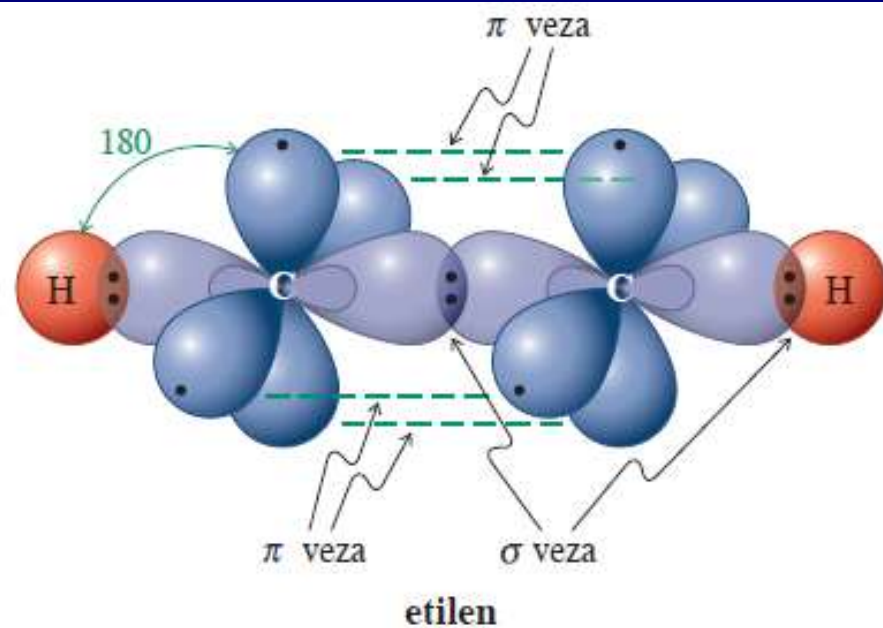
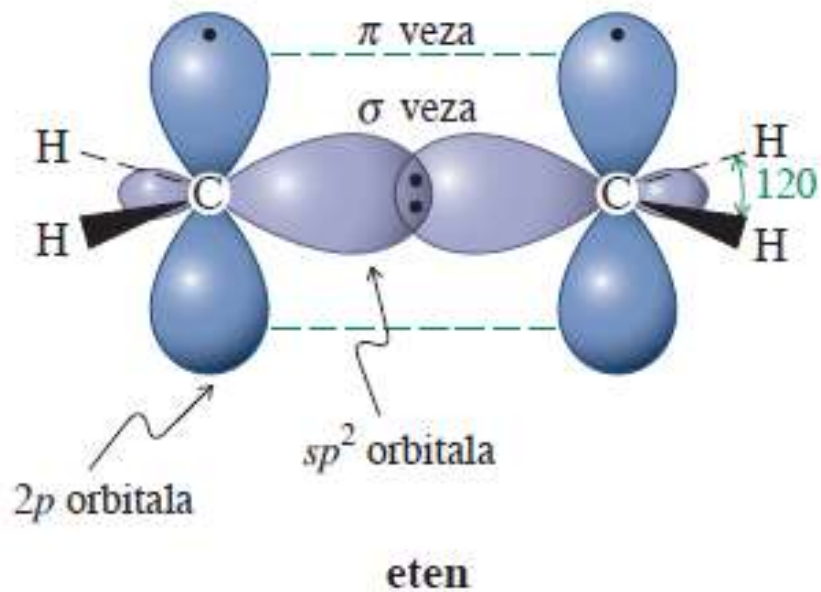
# ETAN:



# U hibridnim orbitalama mogu se nalaziti slobodni elektronski parovi: $\text{NH}_3$ i $\text{H}_2\text{O}$



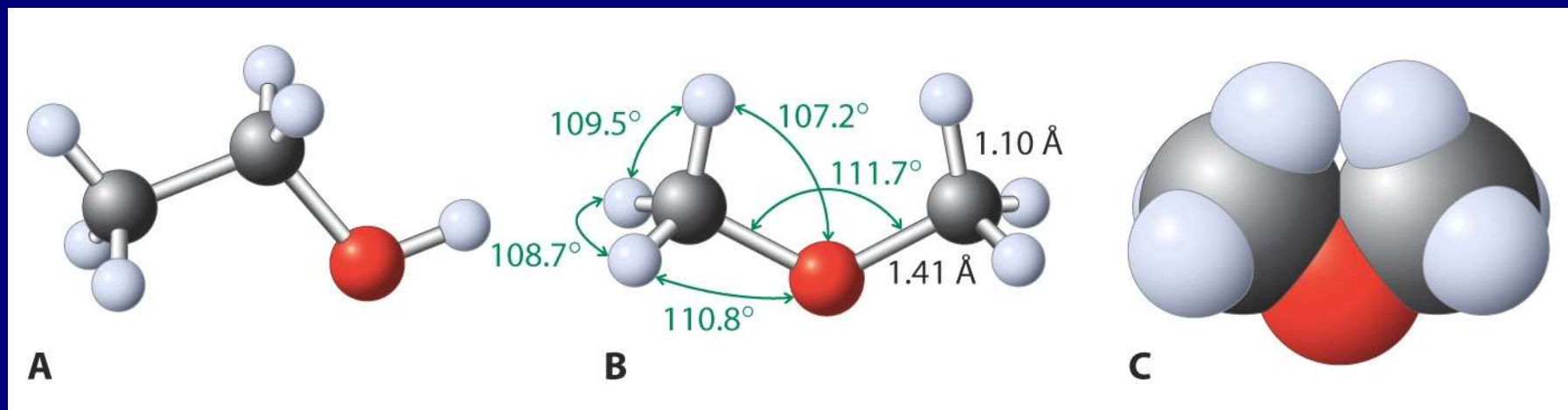
# Dvostruke i trostruke veze (kratak pregled)



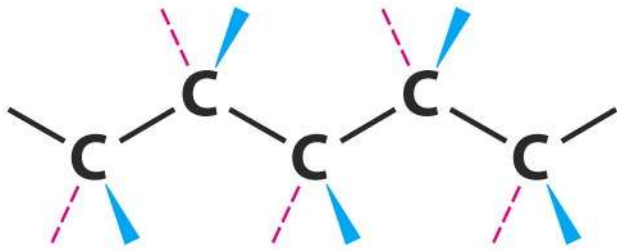


# Strukturne formule organskih molekula:

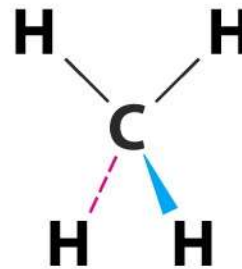
## Molekulski modeli:



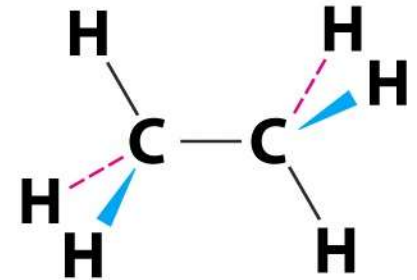
# Predstavljanje veza isprekidanim i klinastim crticama



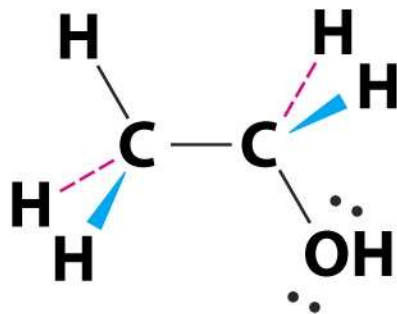
A



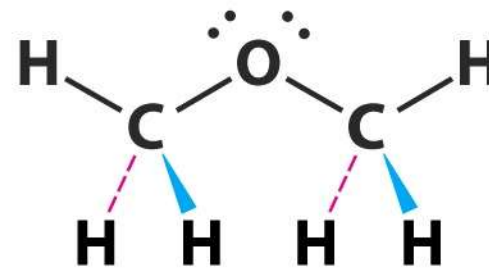
B



C



D



E

## Vežba 1-2

Napišite elektronskim formulama jonske LiBr, Na<sub>2</sub>O, BeF<sub>2</sub>, AlCl<sub>3</sub> i MgS.

## Vežba 1-3

Napišite elektronskim formulama F<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub>, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, PH<sub>3</sub>, BrI, OH<sup>-</sup>, NH<sub>2</sub><sup>-</sup>, CH<sub>3</sub><sup>-</sup>. (Gde je moguće, stavite prvi element u centar molekula.) Proverite imaju li svi atomi strukturu inertnog gasa.

## Vežba 1-4

Obeležite polarizovanost veza u H<sub>2</sub>O, SCO, SO, IBr, CH<sub>4</sub>, CHCl<sub>3</sub>, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> i CH<sub>3</sub>Cl, koristeći strelice za obeležavanje dipola da naznačite razdvajanje šarže. (U poslednja četiri primera ugljenikov atom stavite u centar molekula.)

## Vežba 1-5

Amonijak, NH<sub>3</sub>, nije trigonalan već piramidalan, sa valencionim uglovima od 107,3°. Voda, H<sub>2</sub>O, nije linearan već savijen (104,5°). Zašto? (Pomoć: uzmite u obzir uticaj nevezivnih elektronskih parova.)

20. Nacrtajte Lewis-ove strukture sledećih jedinjenja i stavite šarže gde je to potrebno. Redosled vezivanja atoma dat je u zagradama.

- |                                     |  |   |
|-------------------------------------|--|---|
| (a) ClF                             | (b) BrCN                               | (c) SOCl <sub>2</sub> (Cl <sup>O</sup> SCl) |
| (d) CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub> | (e) CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>   | (f) N <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (HNNH)    |
| (g) CH <sub>2</sub> CO              | (h) HN <sub>3</sub> (HN <sub>3</sub> ) | (i) N <sub>2</sub> O (NNO)                  |

21. Koristeći podatke o elektronegativnosti iz tabele 1-2 (odjeljak 1-3), odredite polame kovalentne veze u strukturama iz zadatka 20 i označite atome sa  $\delta^+$  i  $\delta^-$ .

26. Nacrtajte dve ili tri rezonancione strukture navedenih molekulskih vrsta. Naznačite glavnu (ili glavne) rezonancionu(e) strukturu(e) svake od njih.

- |                                      |  |   |
|--------------------------------------|--|---|
| (a) OCN <sup>-</sup>                 | (b) CH <sub>2</sub> CHNH <sup>-</sup>              | (c) HCONH <sub>2</sub> (HC <sup>O</sup> NH <sub>2</sub> ) |
| (d) O <sub>3</sub> (OOO)             | (e) CH <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> <sup>-</sup> | (f) SO <sub>2</sub> (OSO)                                 |
| (g) HOCHNH <sub>2</sub> <sup>+</sup> | (h) CH <sub>3</sub> CNO                            |   |

27. Nacrtajte i uporedite Lewis-ove strukture nitrometana, CH<sub>3</sub>NO<sub>2</sub>, i metil-nitrita, CH<sub>3</sub>ONO. Nacrtajte barem dve rezonancione strukture svakog molekula. Na osnovu vaše analize rezonancijskih struktura, šta možete reći o polarosti i redosledu vezivanja dve NO veze u svakoj supstanci?

## Vežba 1-6

Nacrtajte Lewis-ove strukture sledećih molekula: HI, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>OH, HSSH, SiO<sub>2</sub> (OSiO), O<sub>2</sub>, CS<sub>2</sub> (SCS).

## Vežba 1-7

Nacrtajte Lewis-ove strukture formule datih molekula i pripišite sve šarže atomima (redosled kojim su atomi vezani dat je u zagradama, ukoliko to nije očigledno iz uobičajeno napisane formule): SO, F<sub>2</sub>O (FOF), HClO<sub>2</sub> (HOClO), BF<sub>3</sub>NH<sub>3</sub> (F<sub>3</sub>BNH<sub>3</sub>), CH<sub>3</sub>OH<sub>2</sub><sup>+</sup> (H<sub>3</sub>COH<sub>2</sub><sup>+</sup>), Cl<sub>2</sub>C=O, CN<sup>-</sup>, C<sub>2</sub><sup>2-</sup>

## Vežba 1-8

Napišite dve rezonancione strukture nitritnog jona, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>. Šta možete reći o geometriji ovog molekula (linearan ili savijen)? (Pomoć: razmotrite uticaj odbijanja elektrona usled slobodnog elektronskog para na azotu.)

## Vežba 1-9

Napišite rezonancione strukture sledeća dva molekula. Naznačite glavne rezonancione strukture u svakom primeru. (a) CNO<sup>-</sup>; (b) NO<sup>-</sup>.

### Vežba 1-11

Koristeći sliku 1-8, napišite elektronske konfiguracije sumpora i fosfora.

### Vežba 1-12

Konstruišite molekulsko-orbitalni i energetski dijagram vezivanja kod  $\text{He}_2^+$ . Da li je povoljno?

### Vežba 1-13

Napišite sheme hibridizacije i vezivanja u metil-katjonu,  $\text{CH}_3^+$ , i metil-anjonu,  $\text{CH}_3^-$ .

### Vežba 1-14

Konstruišite što više strukturalnih izomera molekulske formule  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ .

### Vežba 1-16

Nacrtajte racionalne i formule veza-crtica svakog izomera  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ .

### Vežba 1-17

Predstavite svaki izomer  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  klinastim strukturalnim formulama.