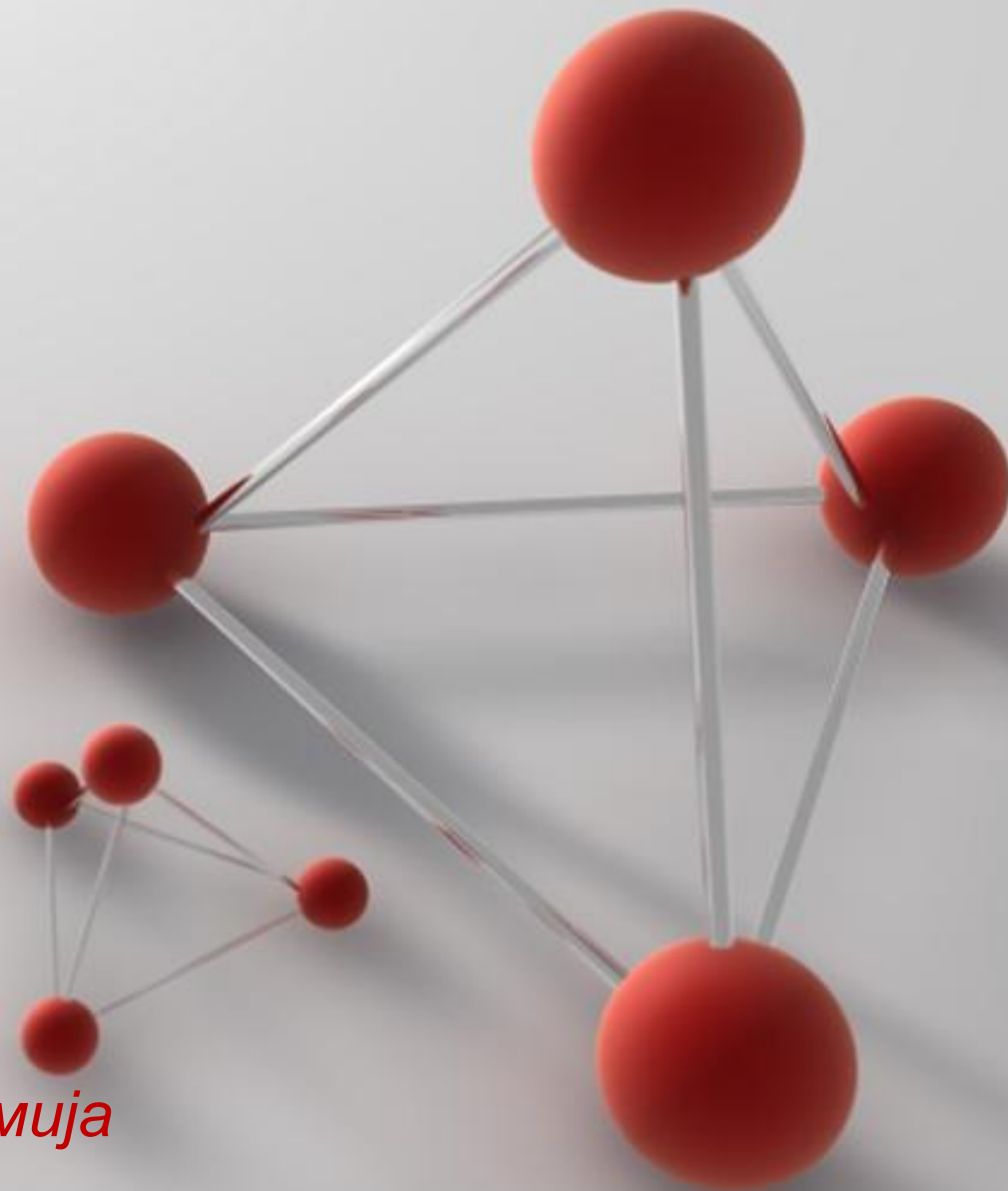


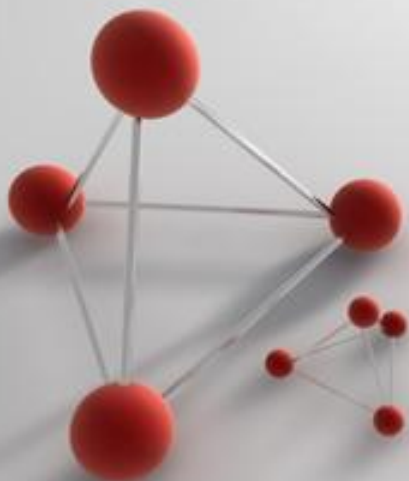


Теоретска неорганска хемија

Глава 3: Молекулски форми
кај неорганските соединенија

Молекулски форми

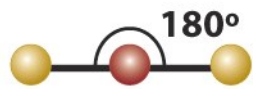
- ✓ Луисовите структури претставуваат дводимензионален приказ на врските меѓу атомите и, освен во наједноставните случаи, врз основа на нив не може да се предвиди просторниот распоредот на атомите т.е. формата на молекулата (или честичка).
- ✓ Формата на молекулите зависи од електростатските одбивни взаимодействия меѓу електронските парови.
- ✓ Молекулската форма може да се предвиди врз основа на:
 1. метод темелен на одбивање на електронските парови во валентниот слој (*емпириски*)
 2. теорија на валентни врски
 3. теорија на молекулски орбитали



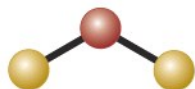
три атоми

четири

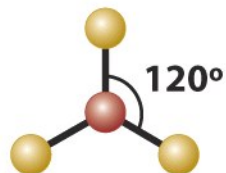
пет



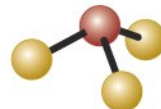
линеарна



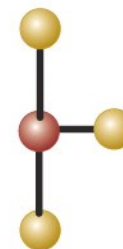
нелинеарна



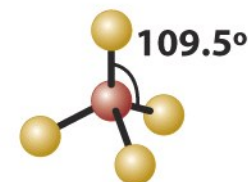
тригонално
планарна



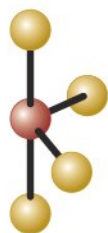
тристрана
пирамида



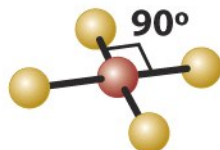
Т-облик



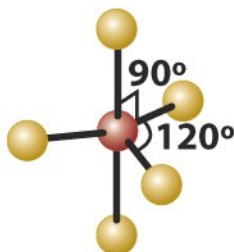
тетраедарска



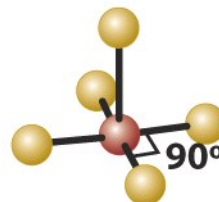
клацкалка



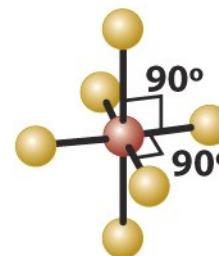
квадратно
планарна



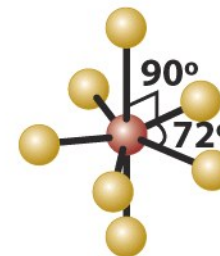
триаголна
бипирамида



квадратна
пирамида



октаедар



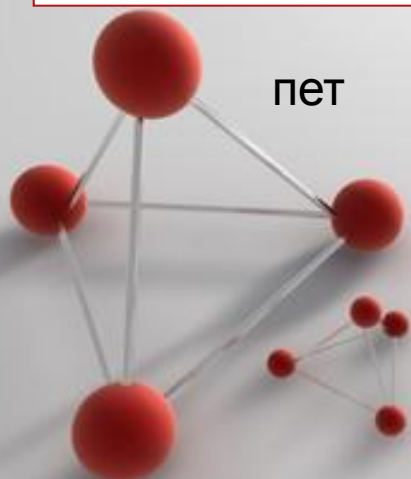
петоаголна
бипирамида

пет

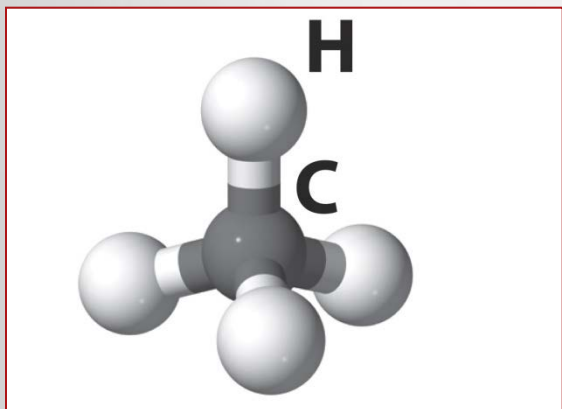
шест

седум

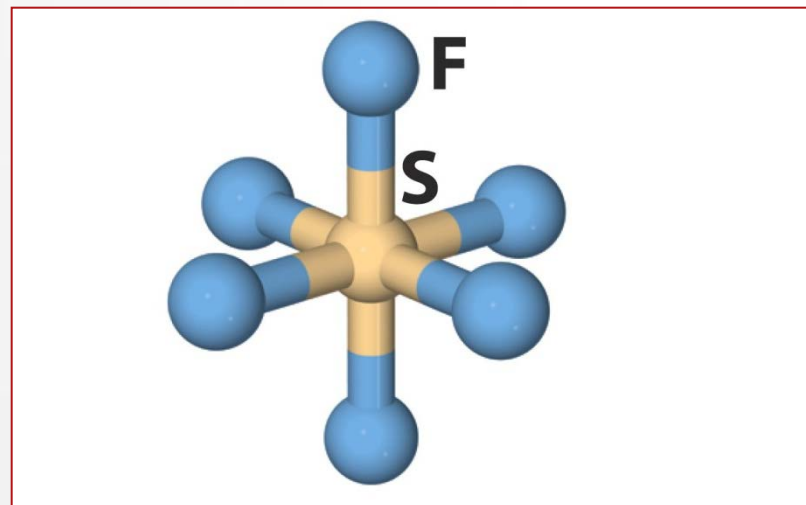
осум



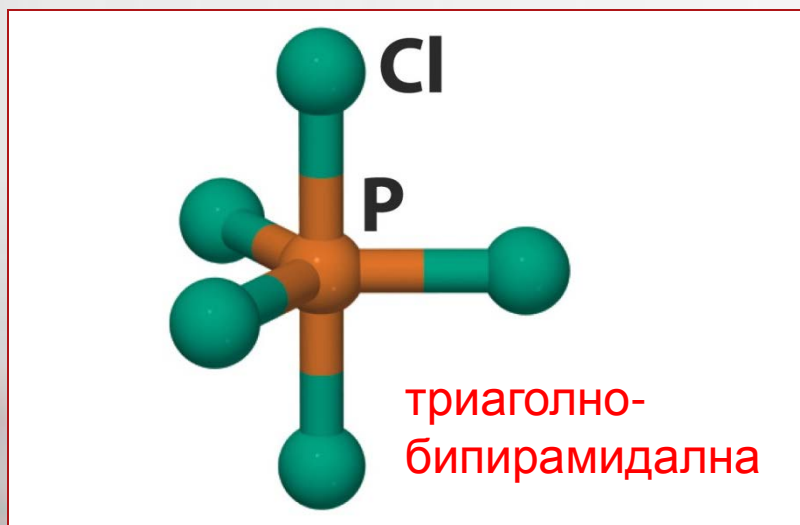
Неподелените електронски парови не се прикажани.



Метан, CH_4
тетраедарска



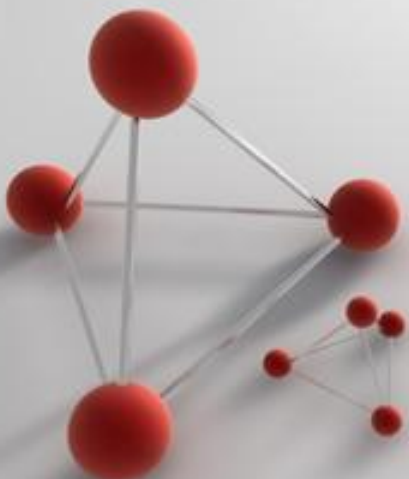
Сулфур хексафлуорид, SF_6
октаедарска

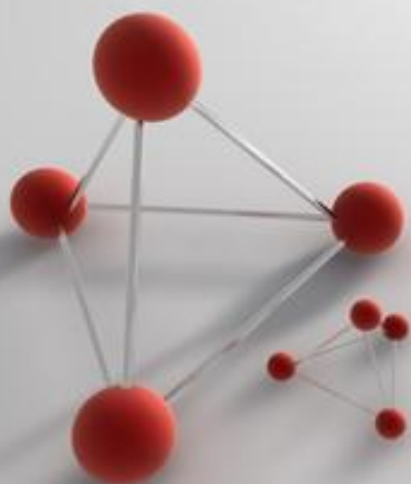


Фосфор пентахлорид, PCl_5

триаголно-
бипирамидална

Кај овие молекули
аглите на врската се
фиксираны со нивната
симетрија!





Теоретска неорганска хемија

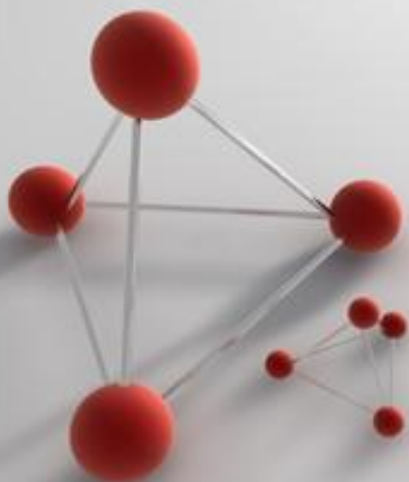
МЕТОД ТЕМЕЛЕН НА ОДБИВАЊЕ НА ЕЛЕКТРОНСКИТЕ ПАРОВИ ВО ВАЛЕНТНИОТ СЛОЈ

Метод темелен на одбивање на електронските парови во валентниот слој

(VSEPR model – **V**alence-**S**hell **E**lectron **P**air **R**epulsion model)

Правило бр. 1

Деловите од молекулата со голема електронска густина (врските и неподелените електронски парови) меѓусебно се одбиваат и, со цел да се намали нивното взаемодејство, тие се оддалечуваат меѓусебно што е можно повеќе, но притоа задржувајќи иста оддалеченост од централниот атом.

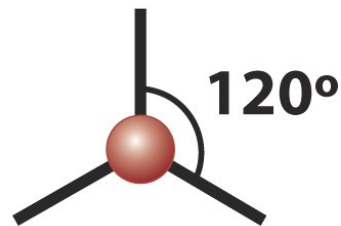


Вообичаен распоред на електроните

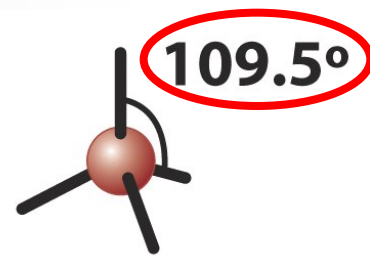
Ќе се промени
ако се присутни
неподелени
електрони



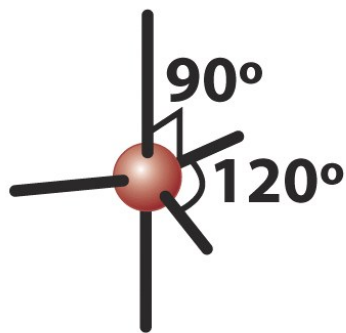
линеарен



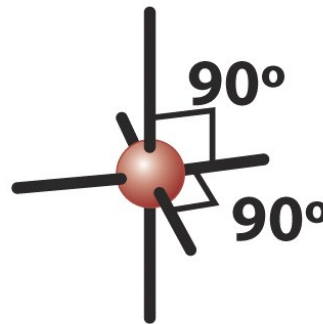
тригонално
планарен



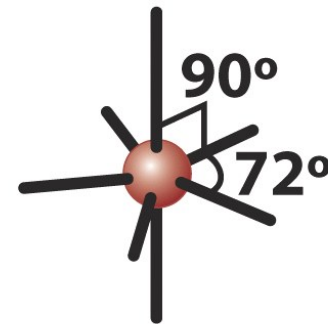
тетраедарски



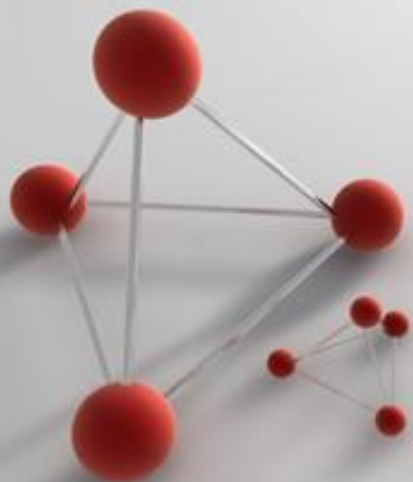
тригонално
бипирамиден



октаедарски

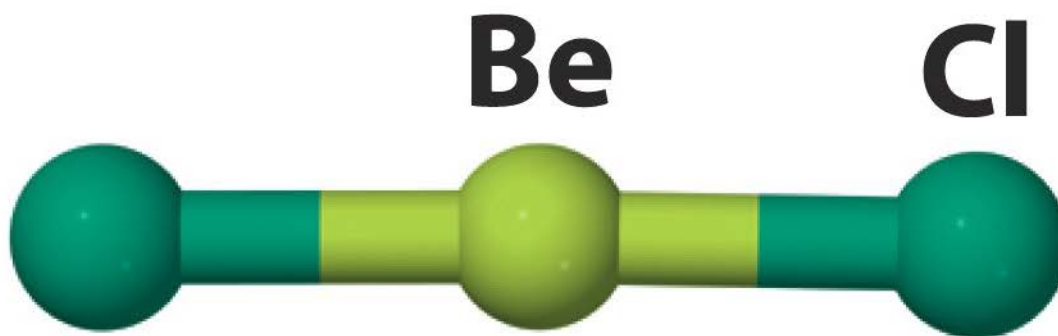


пентагонално-
бипирамиден



Со црни линии се претставени областите со
голема електронска густина.

Берилиум хлорид, BeCl_2

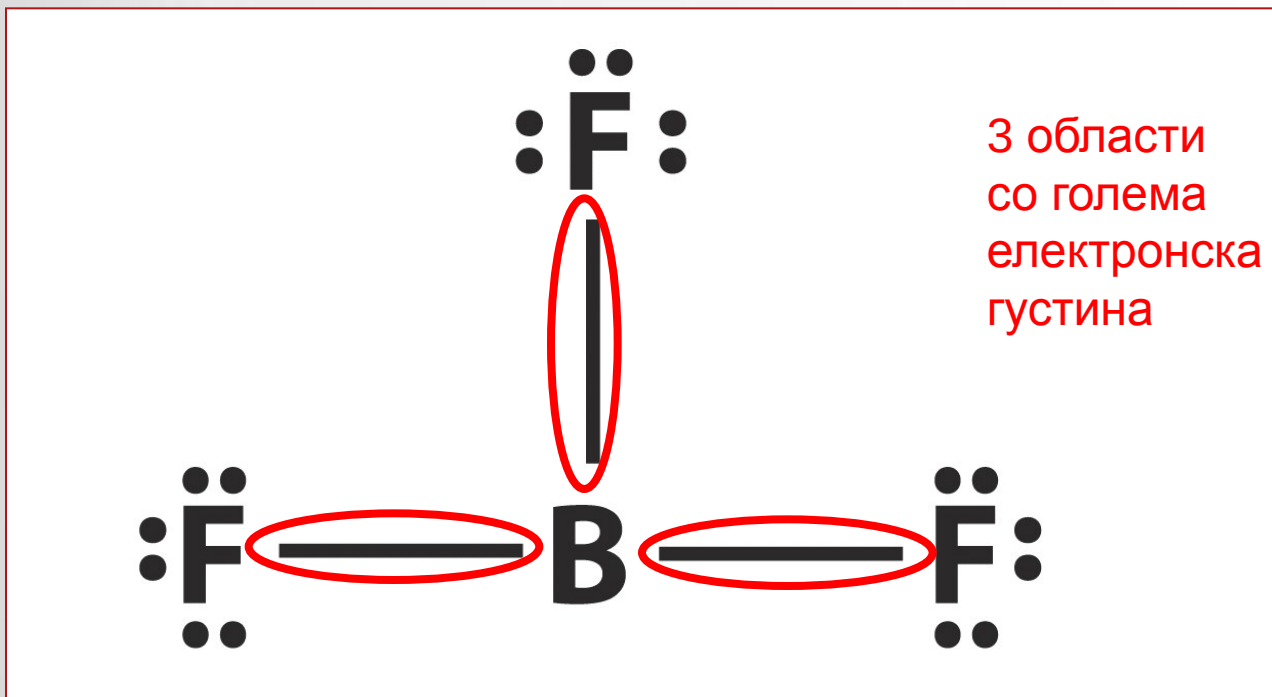


Форма: линеарна

Неподелените електронски парови на атомите на Cl не се прикажани.



Бор(III) флуорид, BF_3

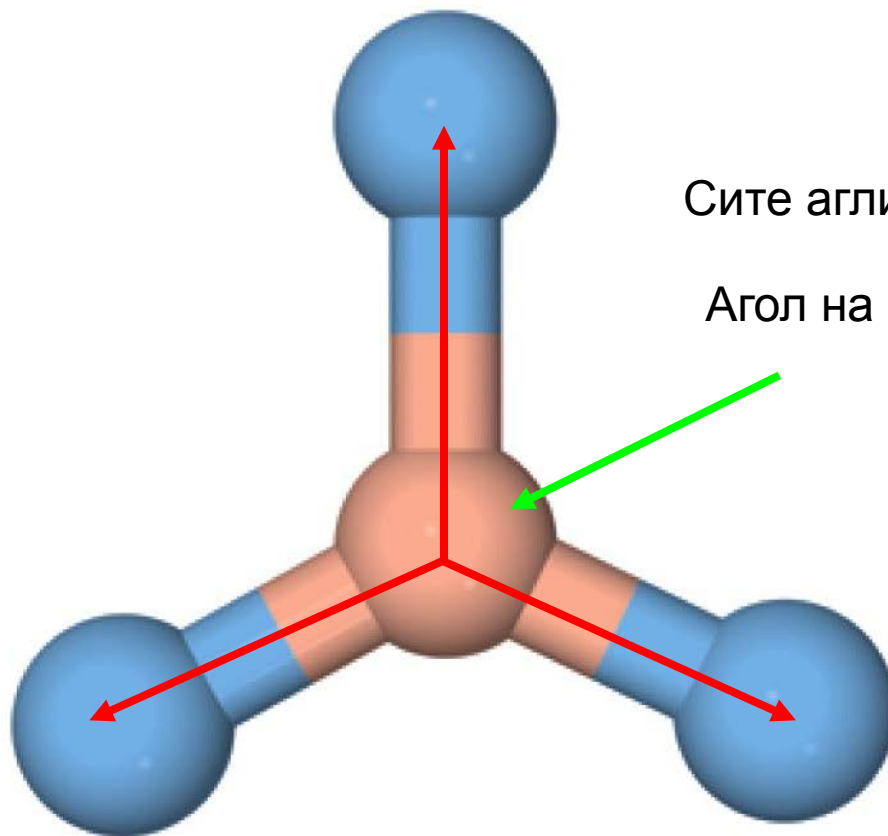


Форма: тригонално-планарна

Неподелените електронски парови на атомите на флуорот не влијаат на формата на молекулата.



Бор(III) флуорид, BF_3



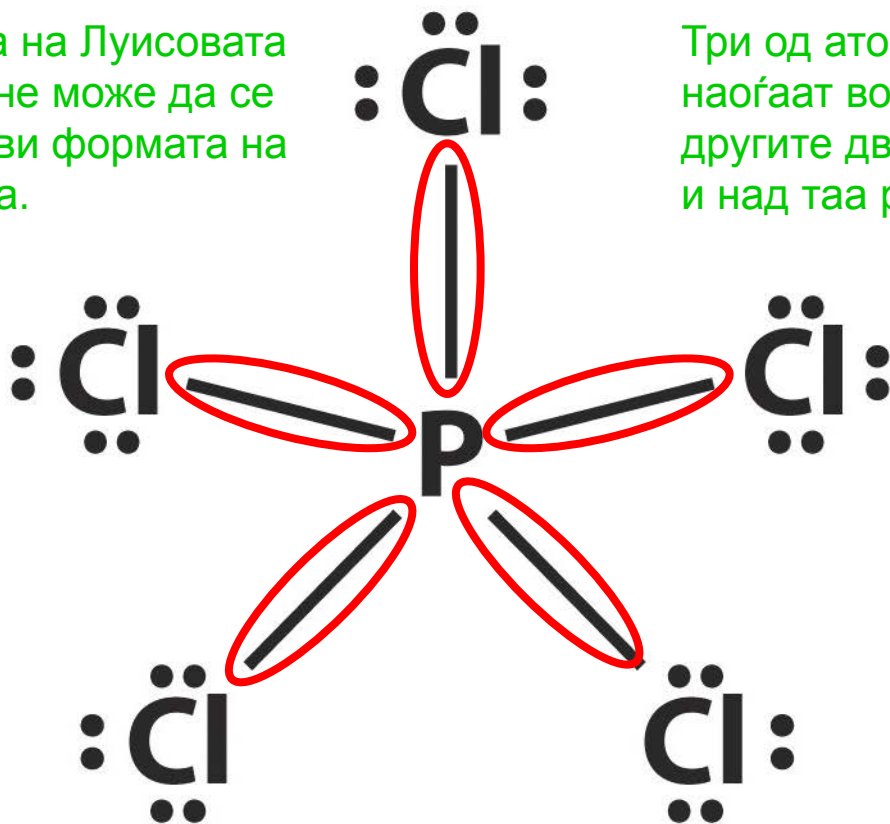
Сите агли се идентични.

Агол на врската = 120°

Фосфор(V) хлорид, PCl_5

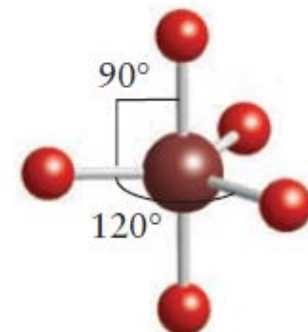
Врз основа на Луисовата структура не може да се предпостави формата на молекулата.

Три од атомите на хлор се наоѓаат во иста рамнина, другите два се под и над таа рамнина.



5 области со голема електронска густина

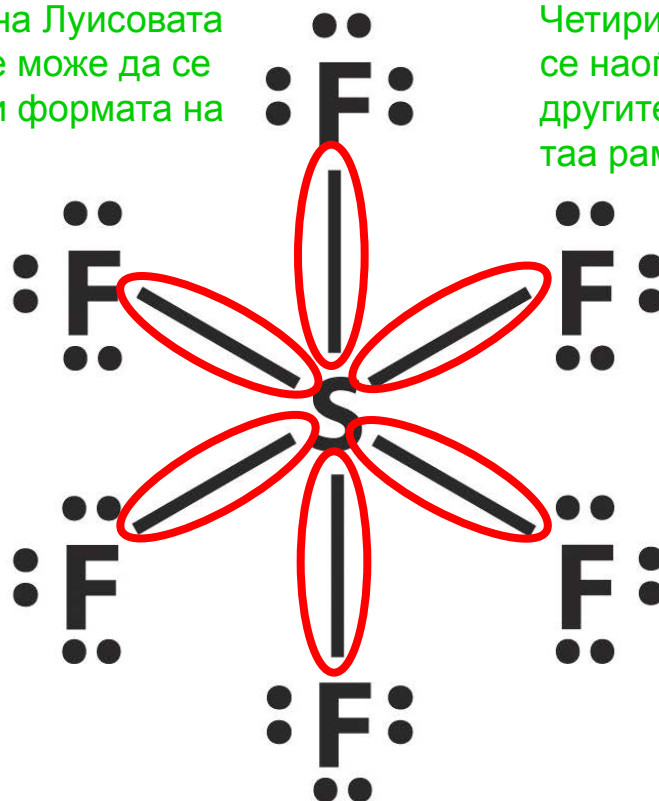
Форма: тригонално-бипирамидална



Сулфур(VI) флуорид, SF_6

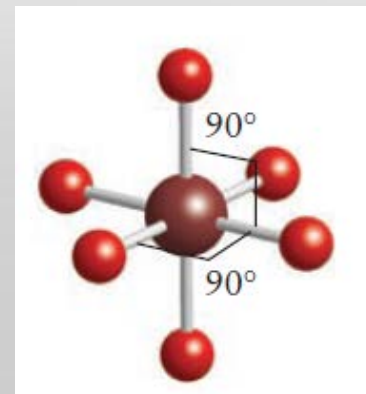
Врз основа на Луисовата структура не може да се предпостави формата на молекулата.

Четири од атомите на флуор се наоѓаат во иста рамнина, другите два се под и над таа рамнина.



6 области со голема електронска густина

Форма: октаедар

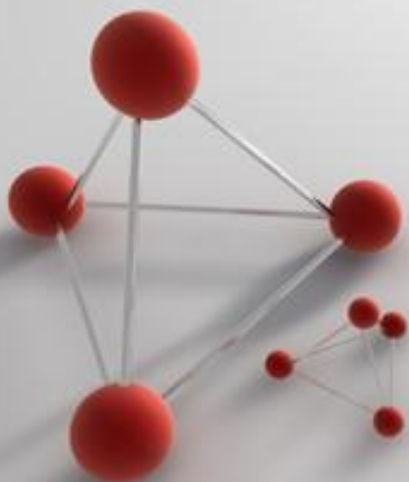


Метод темелен на одбивање на електронските парови во валентниот слој

(VSEPR model – **V**alence-**S**hell **E**lectron **P**air **R**epulsion model)

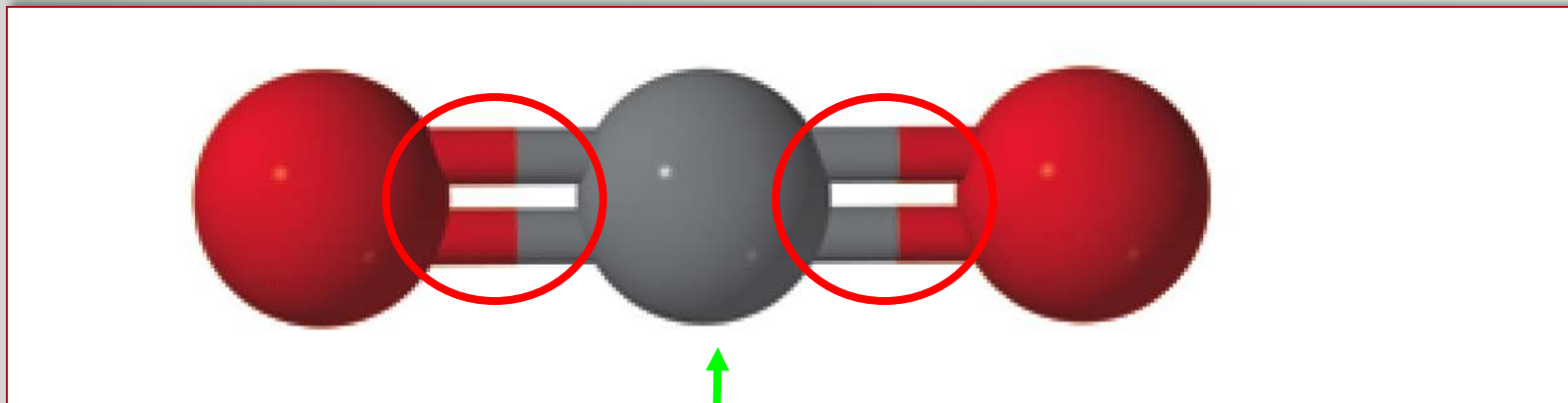
Правило бр. 2

Овој модел подеднакво ги третира единечната и повеќекратната врска. Повеќекратната врска, за разлика од единечната врска, се одликува со поголема електронска густина.



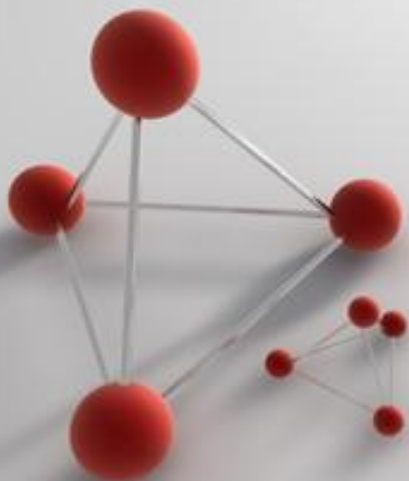
Јаглерод диоксид, CO_2

2 области со голема
електронска густина

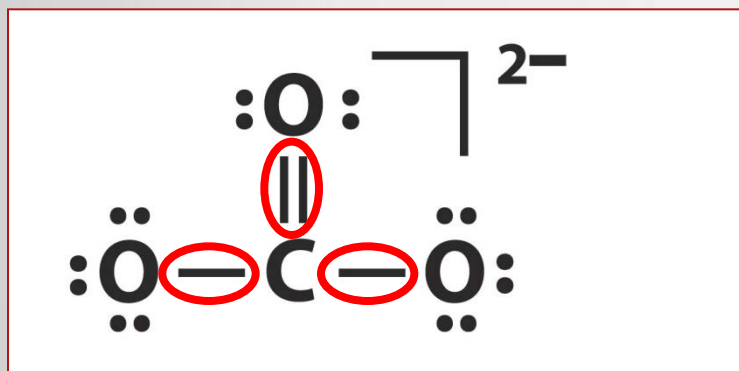


Агол на врската = 180°

Форма: линеарна



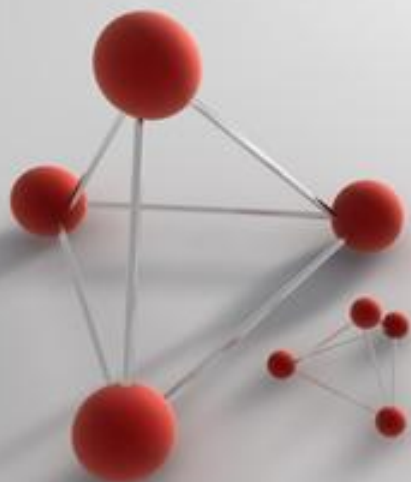
Карбонатен јон, CO_3^{2-}



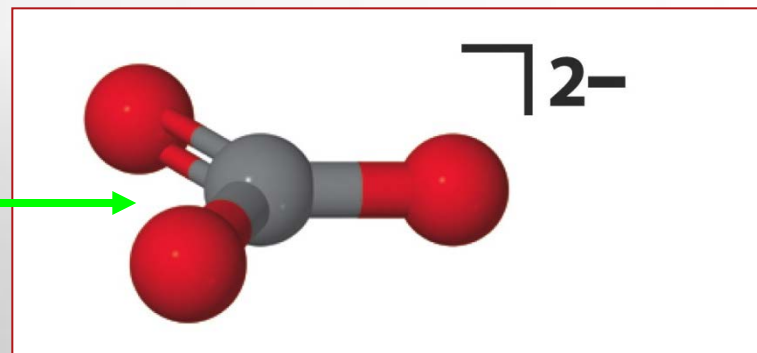
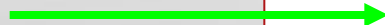
Три области со голема електронска густина!

Врз основа на Луисовата структура не може да се предпостави формата на молекулата.

Форма: тригонално-планарна



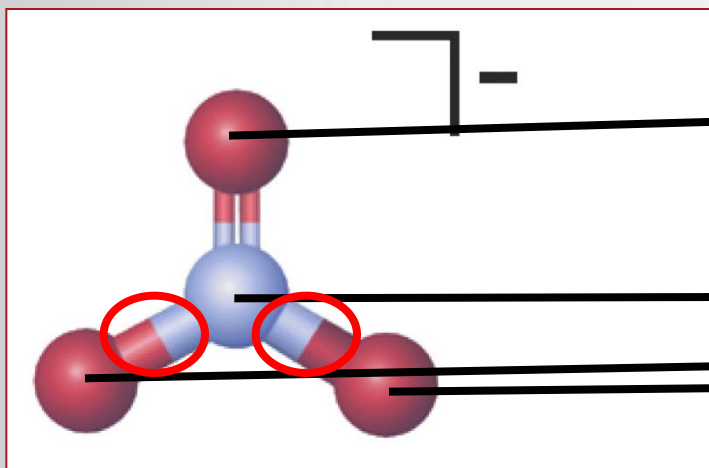
Агли на врските = 120°



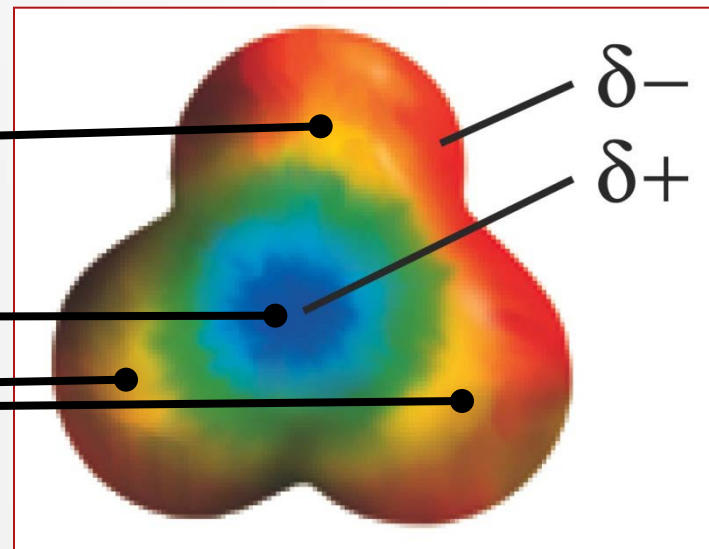
Карбонатен јон, CO_3^{2-}

Со овој модел е прикажана една од трите резонантни структури.

Распределба на електричниот полнеж:



Карбонатен јон, CO_3^{2-}

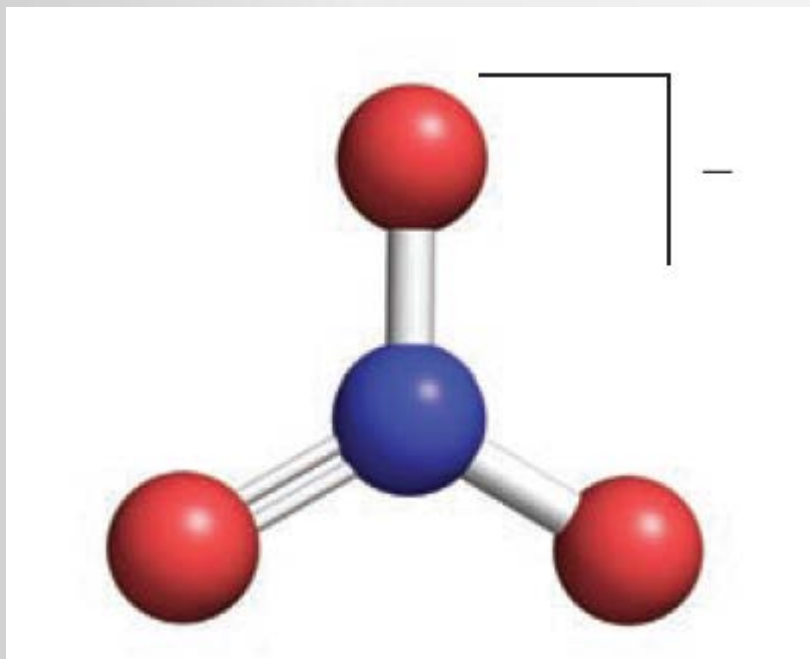


Другите резонантни структури имаат двојна врска во овие позиции.

Негативниот полнеж е подеднакво распределен меѓу кислородните атоми.

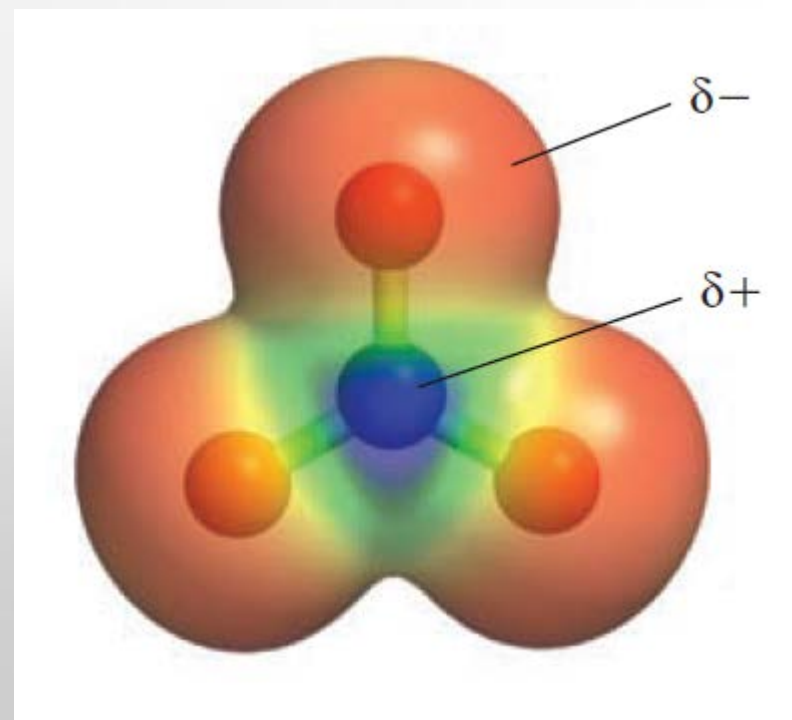


Нитрат јон, NO_3^-



Три области со голема електронска густина!

Форма: тригонално-планарна

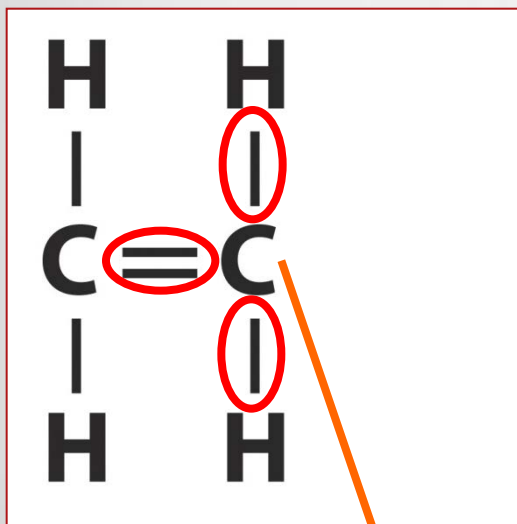


Една од резонантните структури!



Кога е присутен повеќе од еден „централен“ атом...

Етен, C_2H_4



3 области со голема
електронска густина

Врз основа на Луисовата
структура не може да се
предпостави формата на
молекулата.

Форма: тригонално-планарна

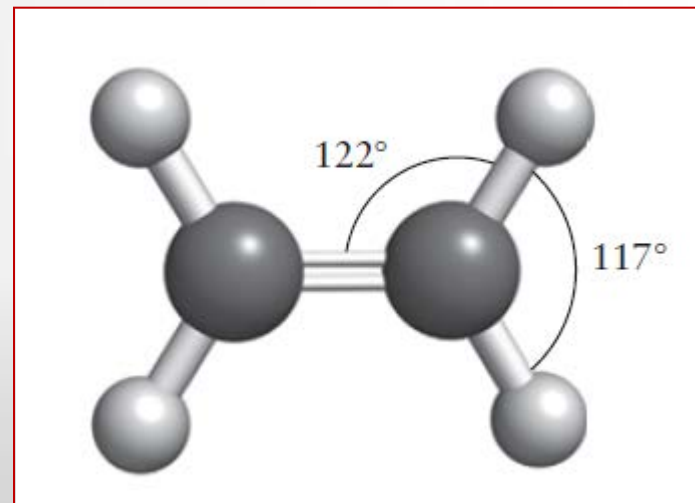
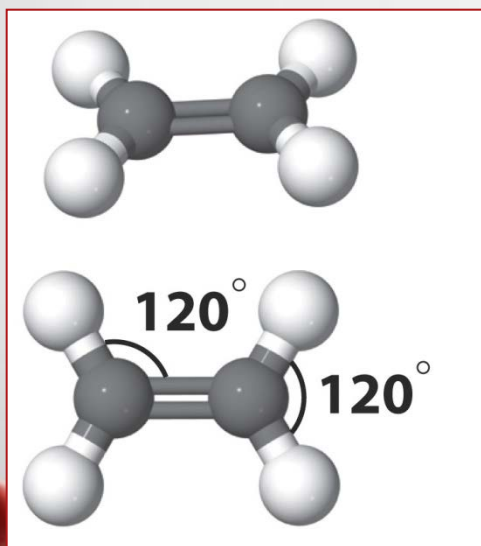
Тригонално-планарна форма околу C атомот



Кога е присутен повеќе од еден „централен“ атом...

Формите околу двата централни атоми кај C_2H_4 се тригонално-планарни, молекулата е планарна исто така.

Етен, C_2H_4



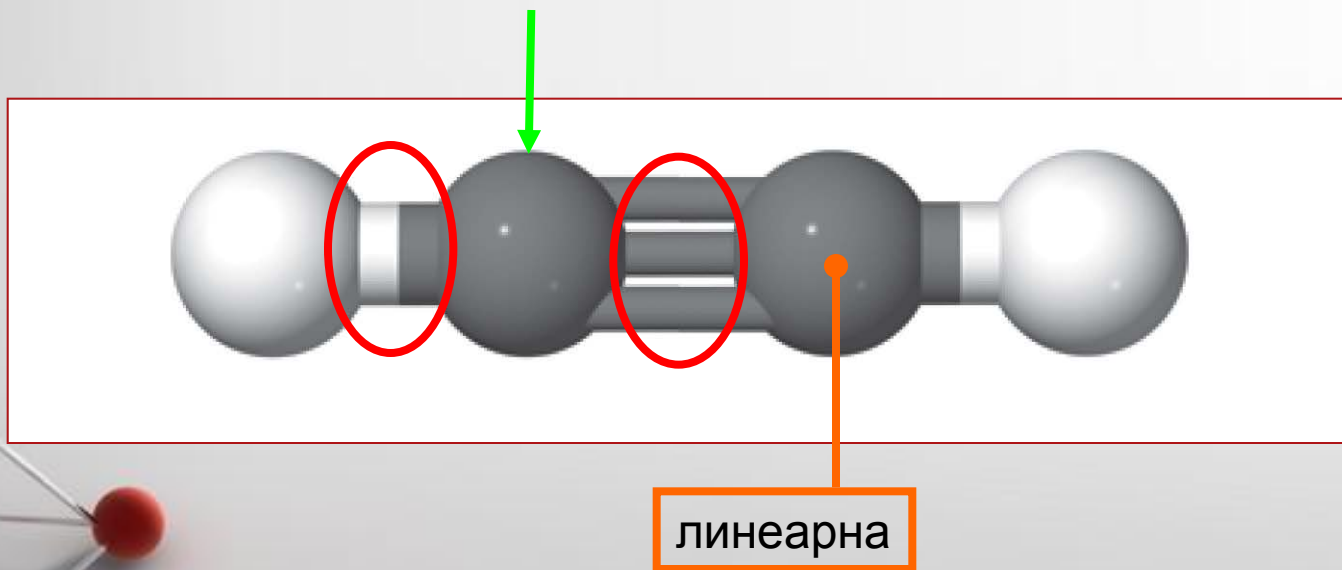
експериментални агли на врските!

Етин, C_2H_2

2 области со голема електронска густина

Форма: **линеарна**

Агол на врската = 180°



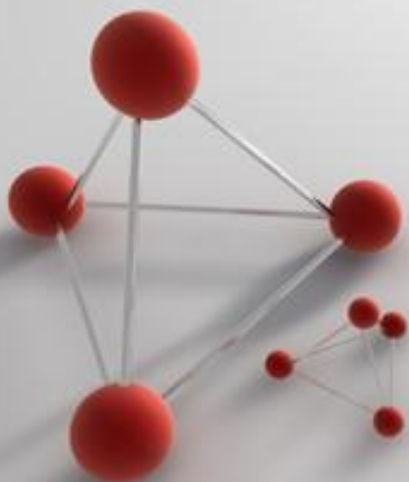
Формите околу двата централни атоми се линеарни,
молекулата е линеарна.

Метод темелен на одбивање на електронските парови во валентниот слој

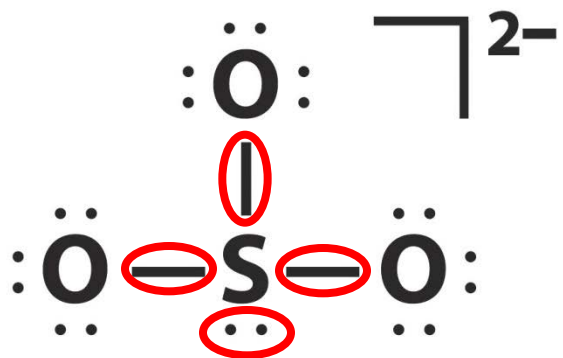
(VSEPR model – **V**alence-**S**hell **E**lectron **P**air **R**epulsion model)

Правило бр. 3

Кај молекулите чии централни атоми содржат несподелени електронски парови, при опишување на распоредот на електроните се земаат предвид сите делови од молекулата со голема електронска густина (и хемиските врски и неподелените електронски парови), меѓутоа при определување на формата на молекулата предвид се земаат само положбите на атомите.



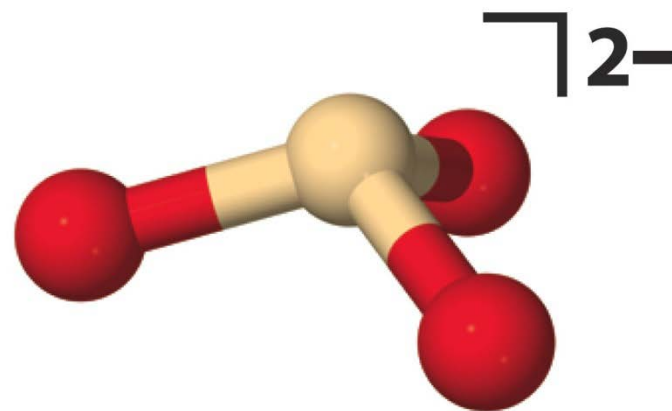
Сулфит јон, SO_3^{2-}



4 области со голема електронска густина

Тетраедарски распоред на електрони

Врз основа на Луисовата структура не може да се претпостави формата на молекулата. Нема агли на врската од 90° .

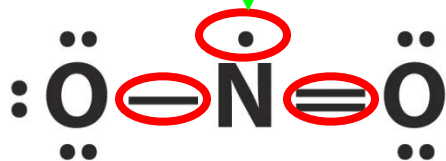


Сулфит јон, SO_3^{2-}

Форма: **тристрана пирамида**

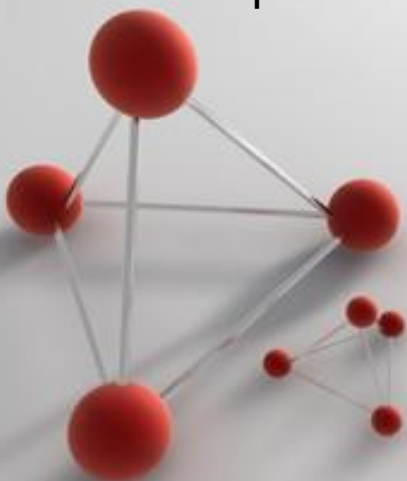
Азот диоксид, NO₂

NO₂ е радикал.



Азот диоксид, NO₂

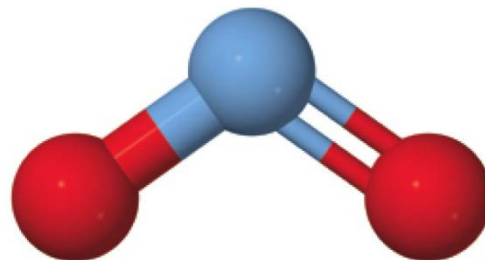
Форма: **нелинеарна**



3 области со голема
електронска густина!

Триаголно-планарен распоред на
валентните електрони околу N атомот

Врз основа на Луисовата
структура не може да се
предпостави формата на молекулата.
Нема агли на врската од 90° и од 180°.

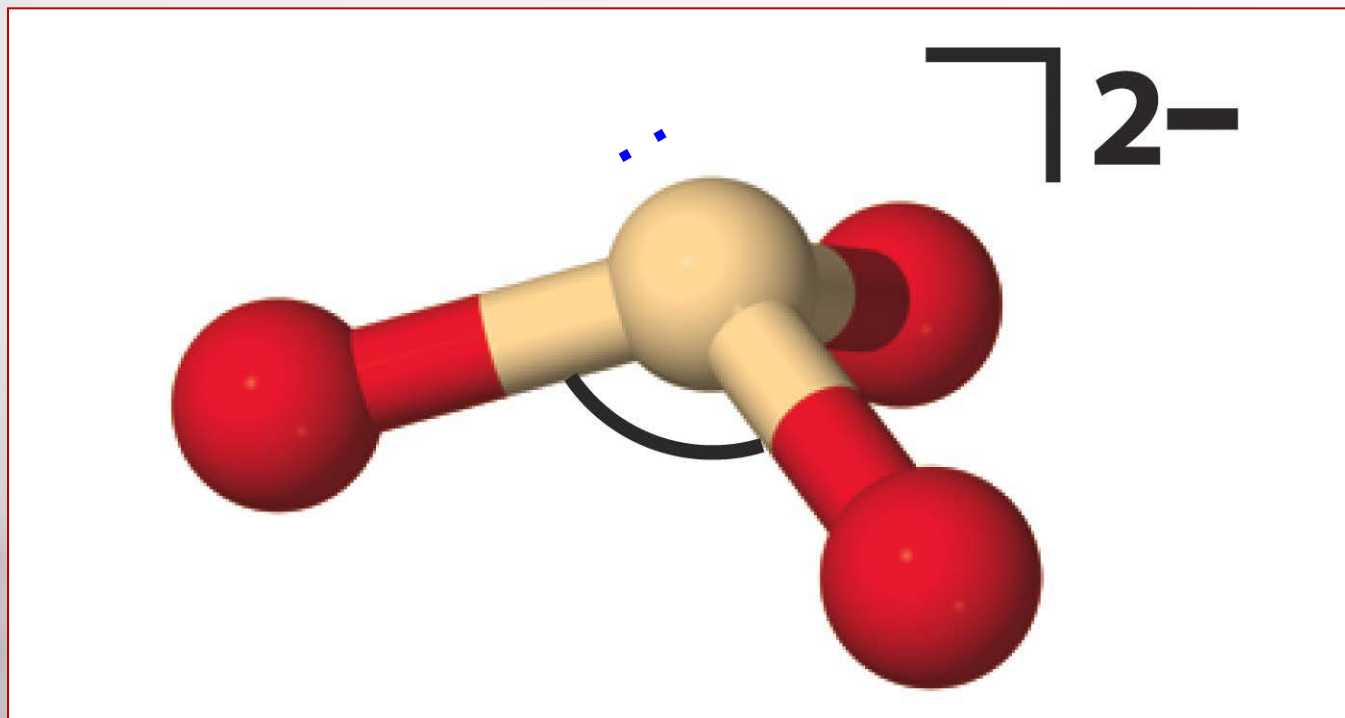
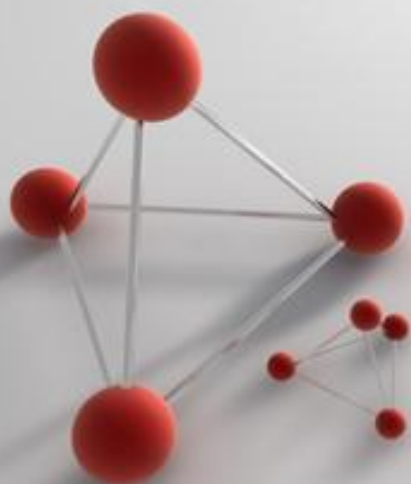


Азот диоксид, NO₂

Сулфит јон, SO_3^{2-}

При тетраедарски распоред на електроните, аголот на врските треба да биде 109.5° .

Неподелен електронски пар е присутен, но не е прикажан.



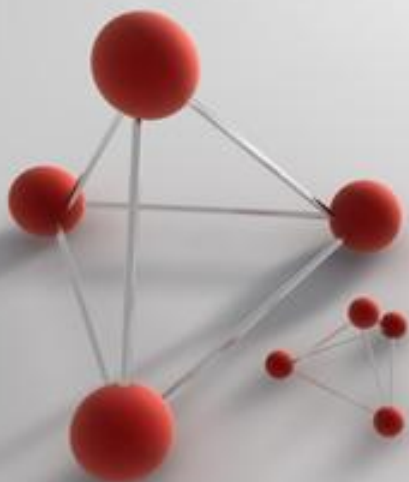
Метод темелен на одбивање на електронските парови во валентниот слој

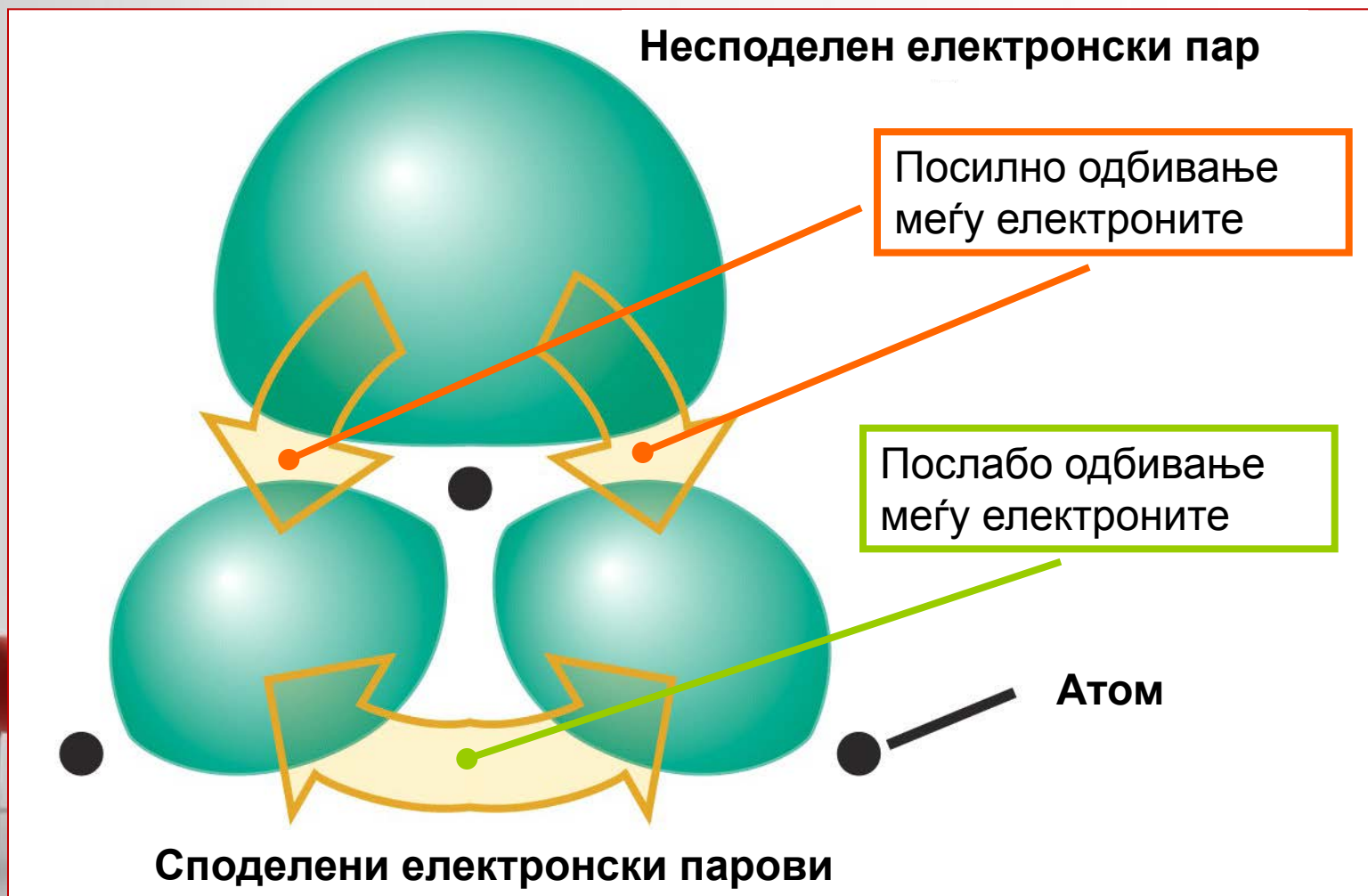
(VSEPR model – **V**alence-**S**hell **E**lectron **P**air **R**epulsion model)

Правило бр. 4

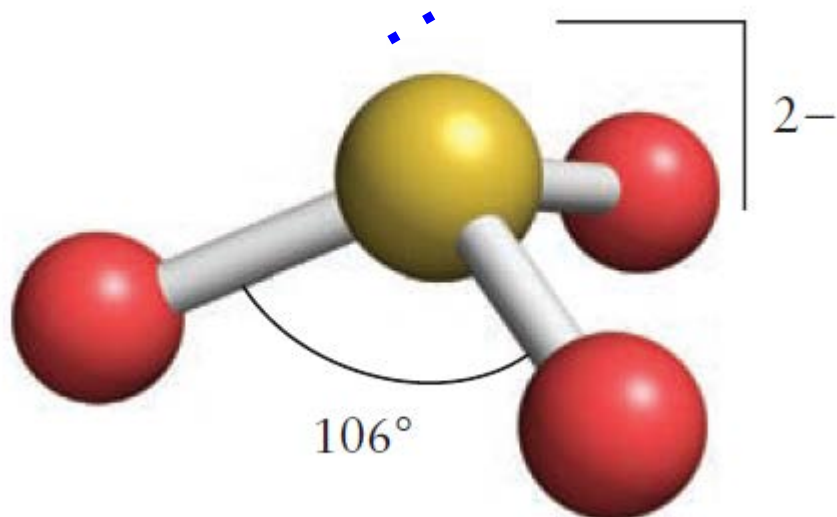
Големината на одбивната електростатска интеракција опаѓа според следниот редослед:

- неподелен електр. пар - неподелен електр. пар
- неподелен електр. пар – сврзувачки електр. пар
- сврзувачки електр. пар - сврзувачки електр. пар



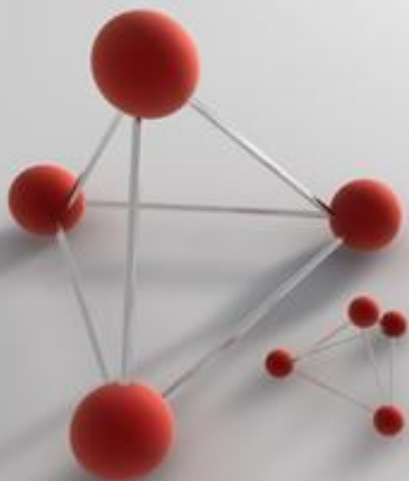


Сулфит јон, SO_3^{2-}

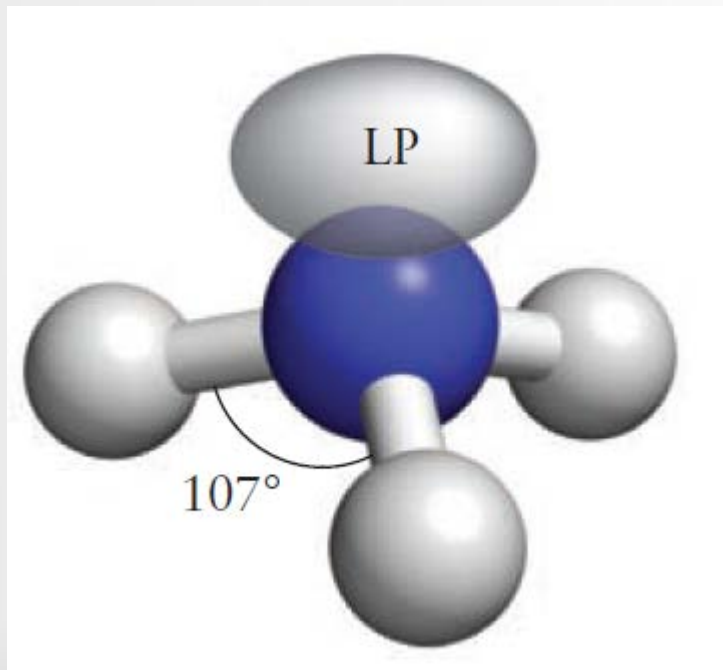


Аголот од 106° (наместо претскажаниот тетраедарски агол од $109,5^\circ$) се должи на влијанието на неподелениот електронски пар.

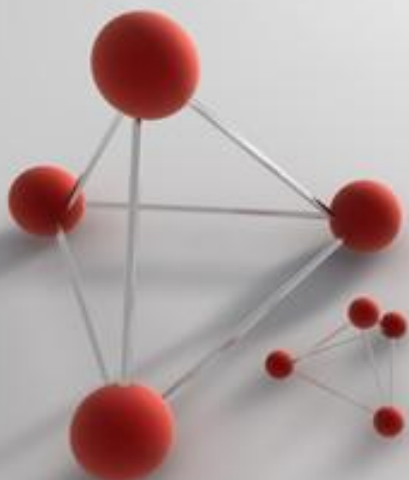
Дополнителни неподелени електронски парови би довеле до понатамошно намалување на аголот на врската.



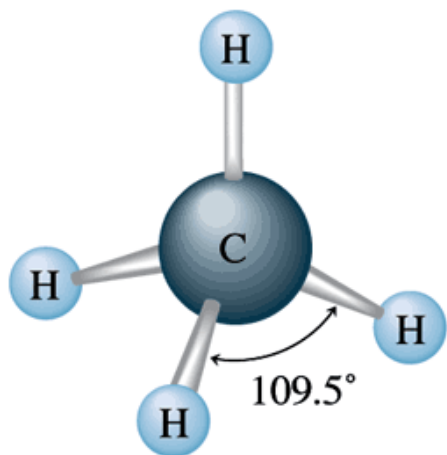
Амонијак, NH_3



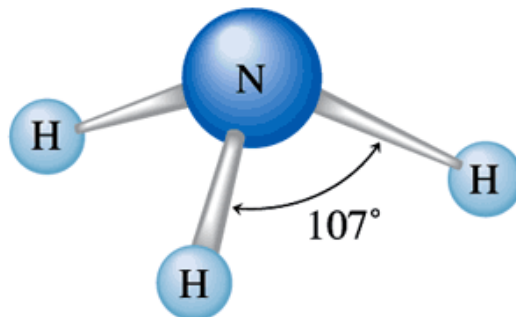
Аголот од 107° се должи на влијанието на неподелениот електронски пар.



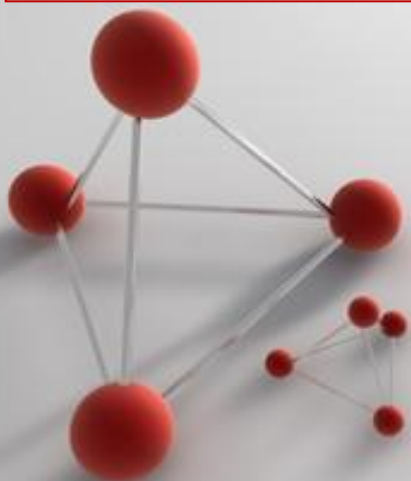
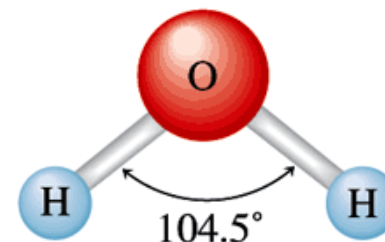
Метан, CH_4



Амонијак, NH_3

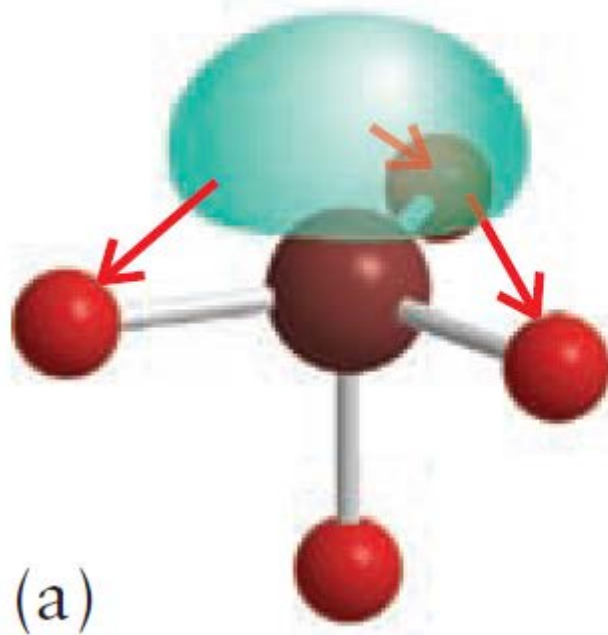


вода, H_2O

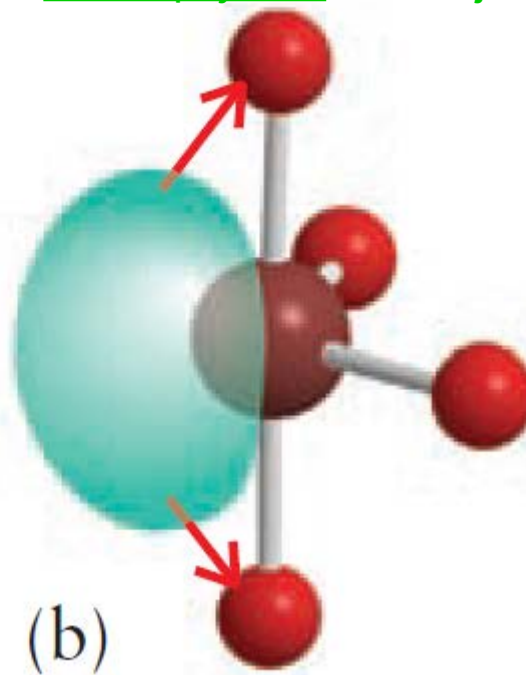


Присуството на два неподелени електронски пара на кислородниот атом во молекулата на вода резултира со агол на врската од $104,5^\circ$.

Неспод. електр. пар во
аксијална позиција



Неспод. електр. пар во
екваторијална позиција



Интеракција меѓу несподелениот
електронски пар и три сврзувачки
електронски пара

Интеракција меѓу
несподелениот електронски
пар и два сврзувачки
електронски пара

Помал број силни интеракции

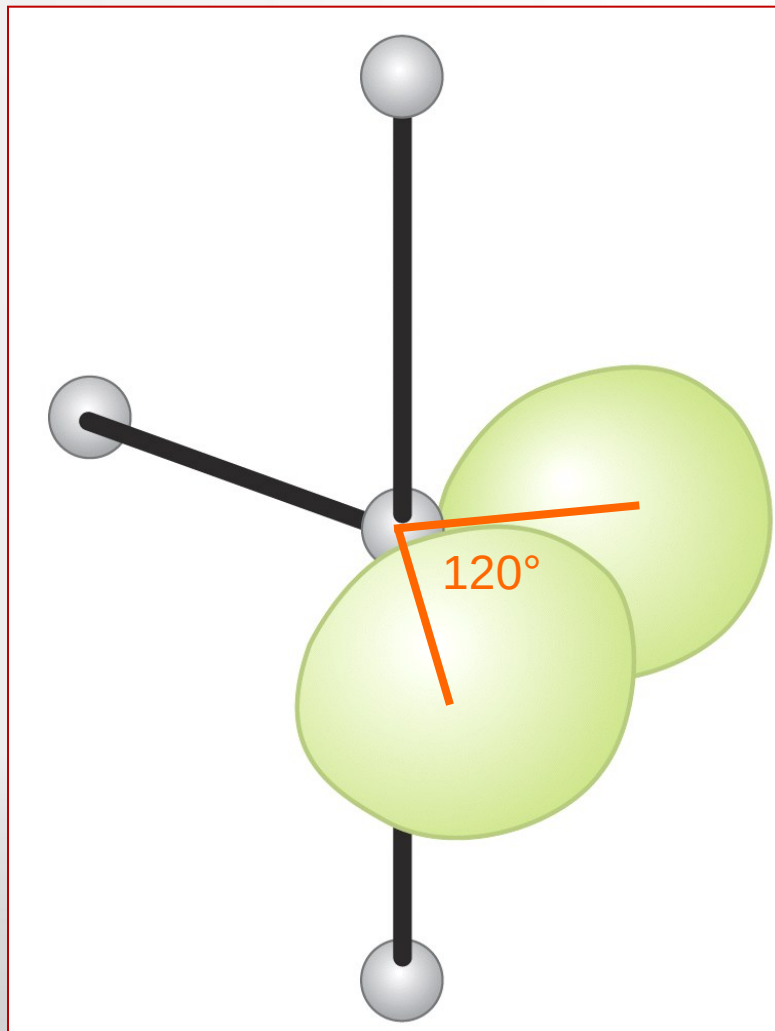
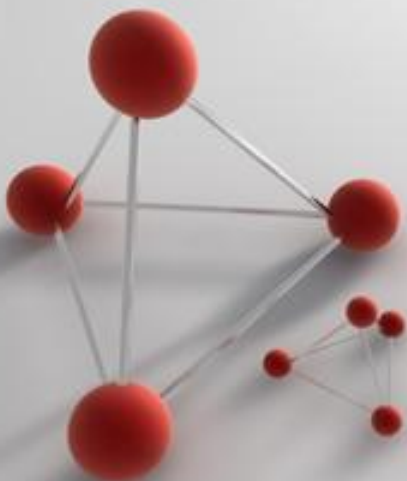
Пофаворизирачки распоред!

Електронски распоред:
триаголно-бипирамидален

форма: T-облик

Несподелените електрони
посилно би се одбивале
кога би биле под агол од
 90° .

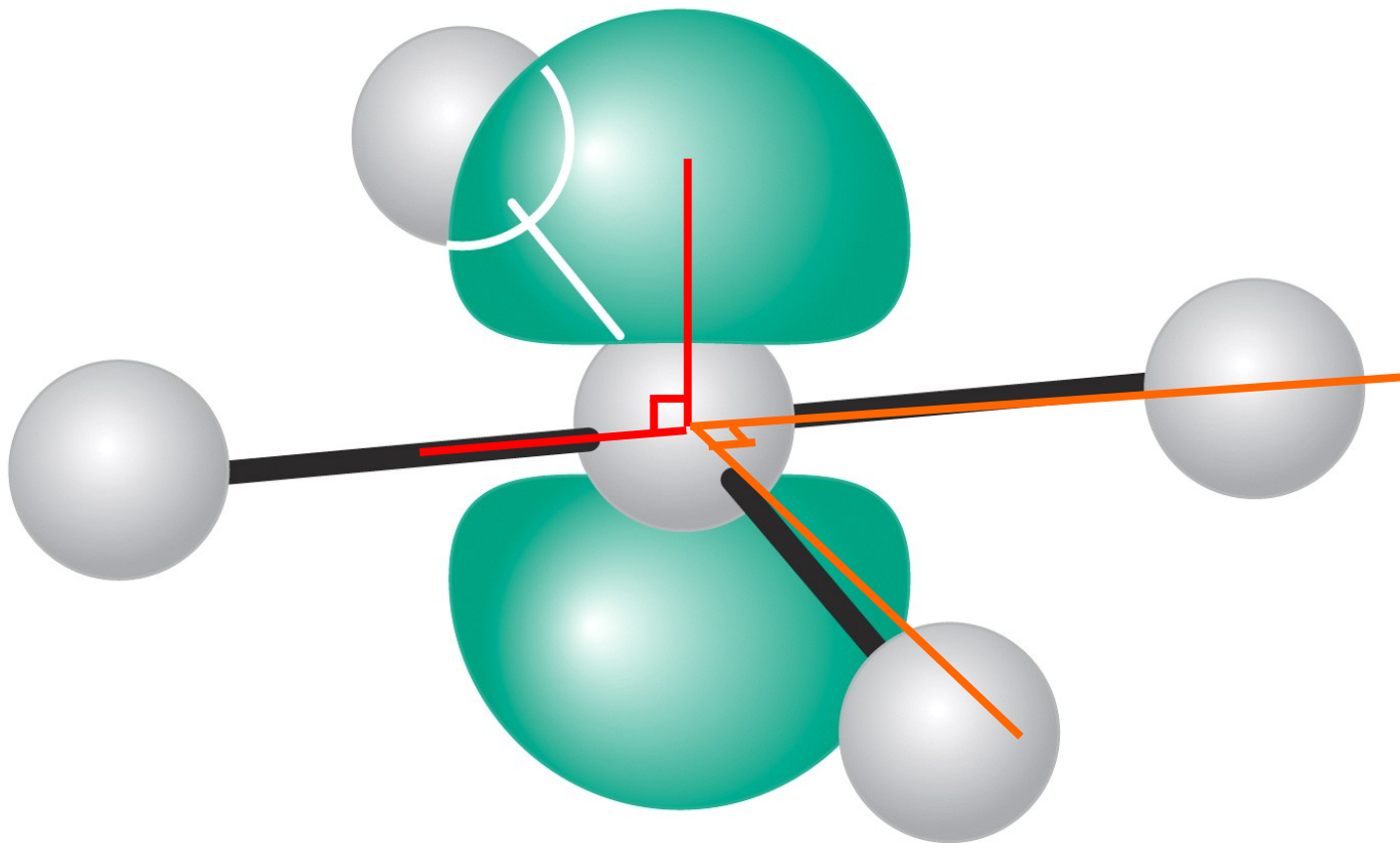
Аголот на врската од 120°
ја намалува одбивната
интеракција.



Пример: ClF_3

Аголот на врските е 90°
меѓу несподелените и
сврзувачките парови

Електронски распоред: **октаедарски**
Форма: **квадратно-планарна**

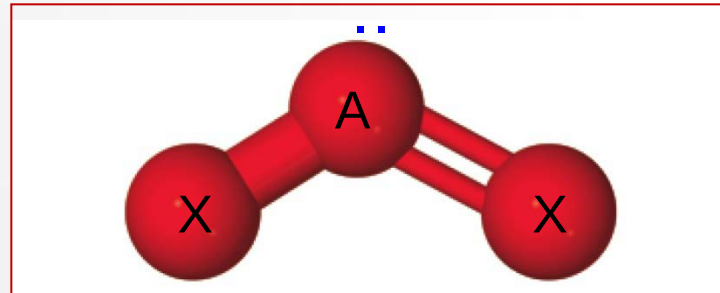
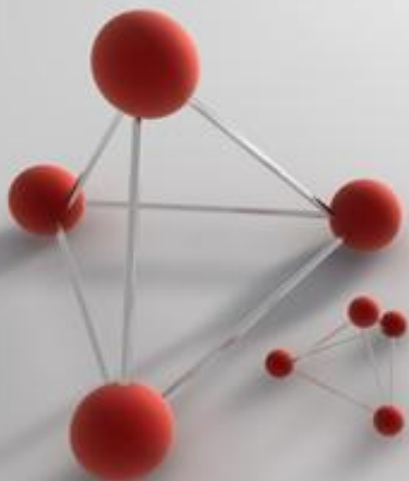


Аголот на врските е 90°
меѓу сврзувачките парови

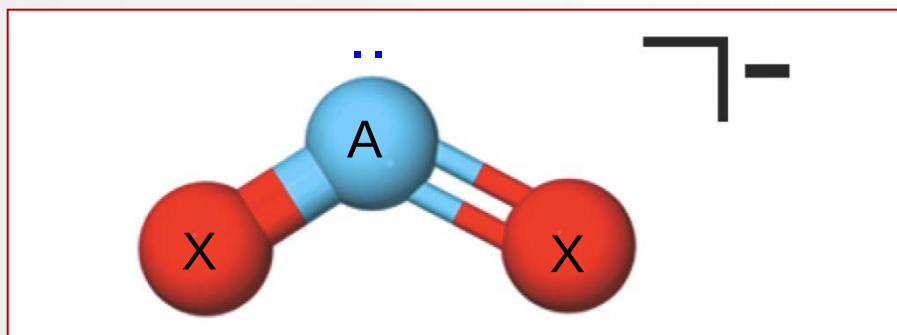
VSEPR формула: AX_2E

Електронски распоред:
триаголно-планарен

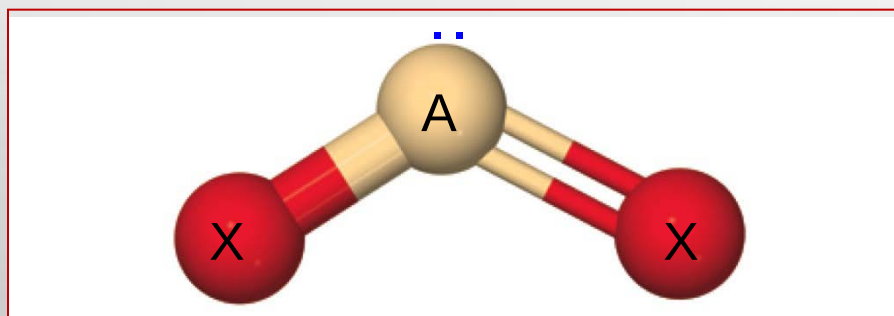
Форма: **нелинеарна**



Озон, O_3



Нитрат, NO_2^-

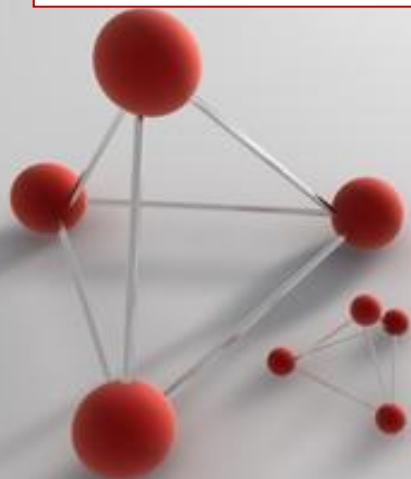


Сулфур диоксид, SO_2

Диполни моменти на некои молекули

молекула	Диполен момент / D	молекула	Диполен момент / D
HF	1.91	PH ₃	0.58
HCl	1.08	AsH ₃	0.20
HBr	0.80	SbH ₃	0.12
HI	0.42	O ₂	0.53
CO	0.12	CO ₂	0
ClF	0.88	BF ₃	0
NaCl*	9.00	CH ₄	0
CsCl*	10.42	<i>cis</i> -CHCl=CHCl	1.90
H ₂ O	1.85	<i>trans</i> -CHCl=CHCl	0
NH ₃	1.47		

* За парови на јони во гасна фаза, не во цврста јонска супстанца

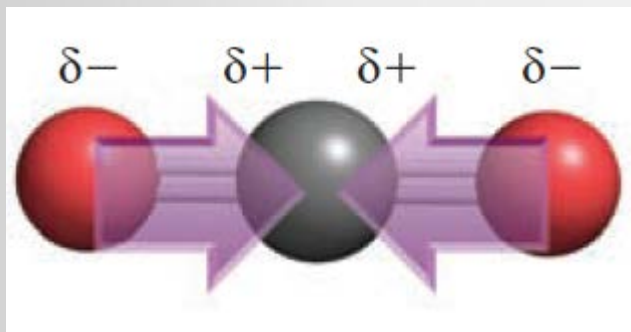


Поларна молекула:
диполен момент различен од 0

Неполарна молекула:
диполен момент еднаков на 0

Диполниот момент се намалува со зголемување на должината на врските и намалување на разликата во електронегативноста.

Јаглерод диоксид, CO_2



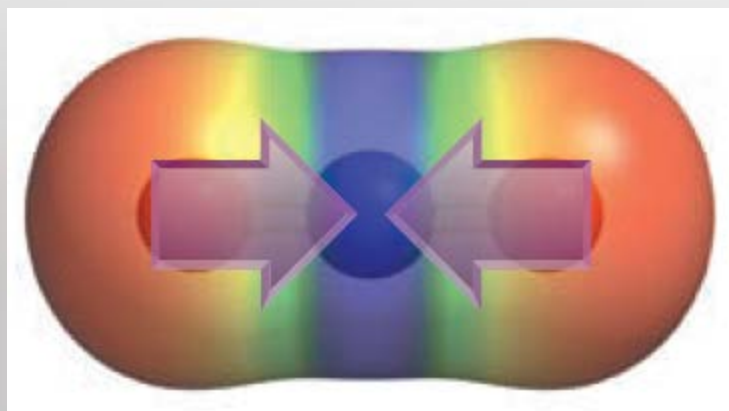
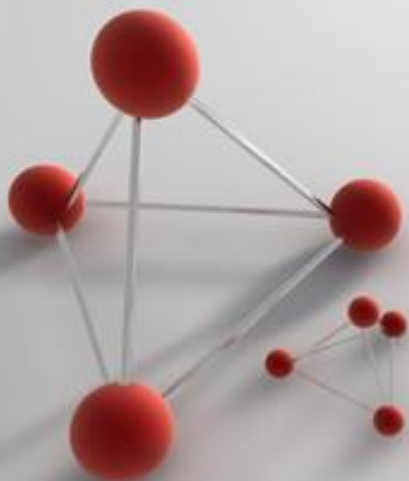
Две идентични поларно-ковалентни врски

Линеарна молекула

Еднакви големини на диполните моменти на врските.

Аголот меѓу векторите на диполните моменти е 180°

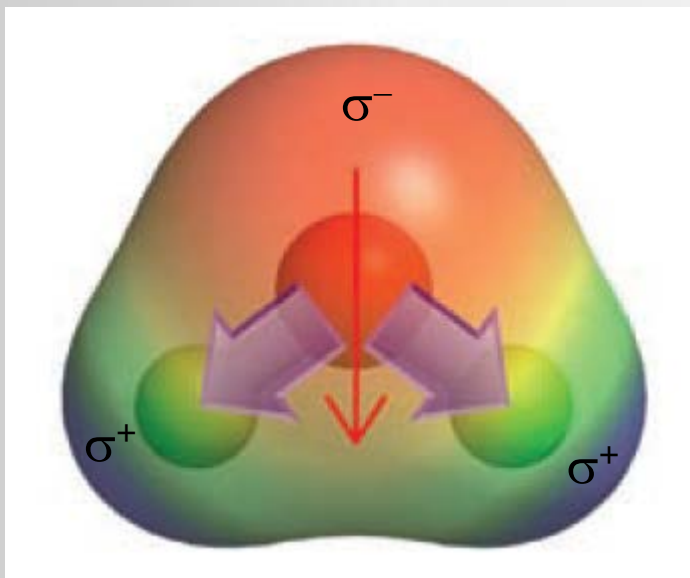
Диполните моменти на врските се поништуваат.



Вкупниот диполен момент на врската е 0:

неполарна молекула

Вода, H_2O



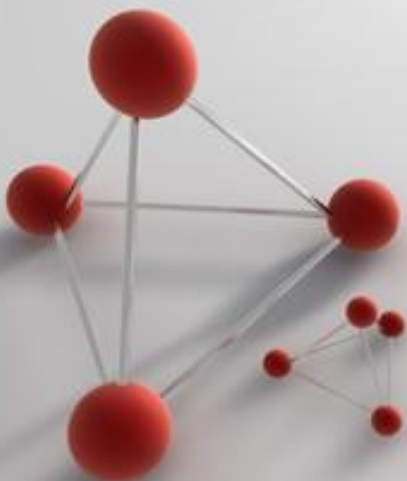
Две идентични поларни врски

Нелинеарна форма

Еднакви големини на
диполните моменти на врската.

Аголот меѓу векторите на диполните
моменти на врските не е 180° .

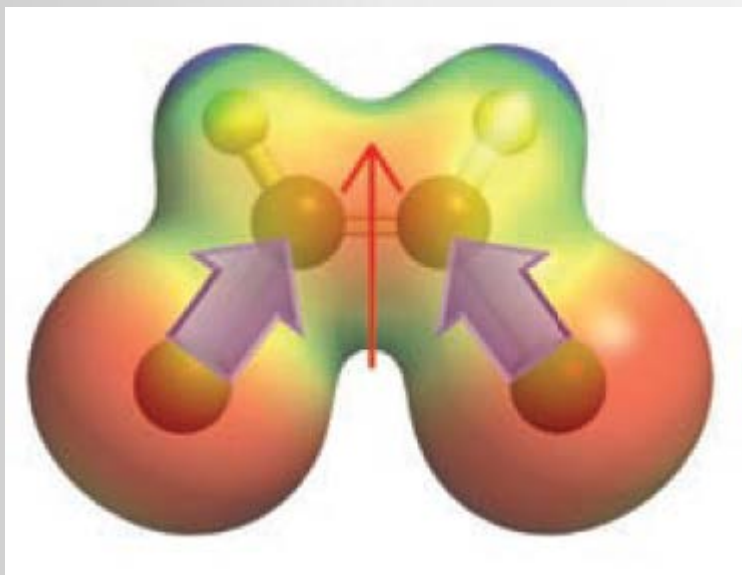
Векторите на диполните моменти
не се поништуваат.



Вкупен диполен момент на молекулата
е различен од 0 :

поларна молекула

cis- дихлороетен, $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$



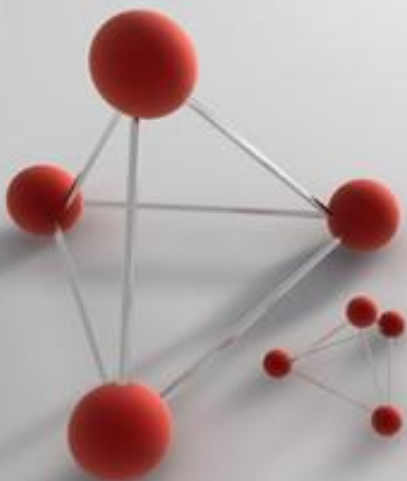
Две идентични поларни врски
(C-C и C-H врските се разгледувани како неполярни.)

Триаголно планарна форма
околу секој јаглероден атом.

Големините на векторите на
диполните моменти се еднакви.

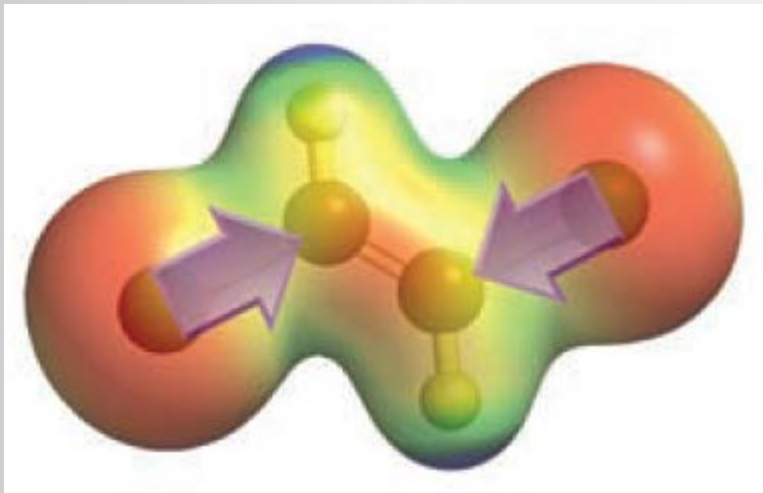
Аголот меѓу векторите на
диполните моменти е различен од 180° .

Векторите на диполните моменти
не се поништуваат.



Молекулата има диполен момент: **поларна молекула**

trans- дихлороетен, $C_2H_2Cl_2$



Две идентични поларни врски

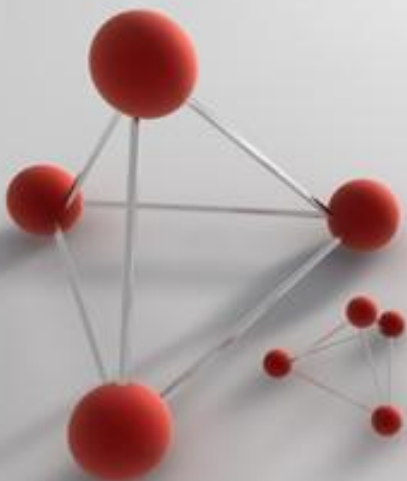
Триаголно планарна форма
околу секој јаглероден атом

Еднакви големини на векторите на
диполните моменти.

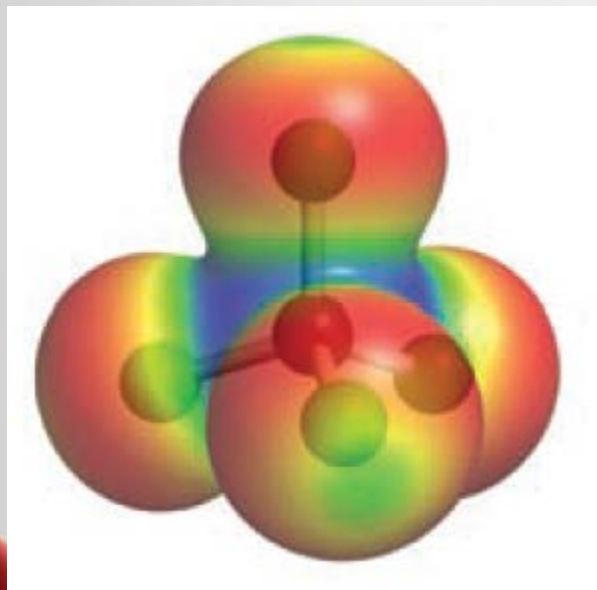
Аголот меѓу векторите на
диполните моменти е 180° .

Диполните моменти на врските
се поништуваат.

Молекулата нема диполен момент:
неполарна молекула



тетрахлорометан, CCl_4



Четири идентични поларни врски

Тетраедарска форма

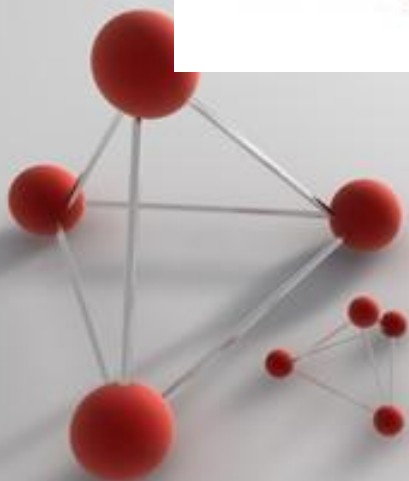
Големината на векторите на диполните моменти е еднаква.

Аголот изнесува 109.5° .

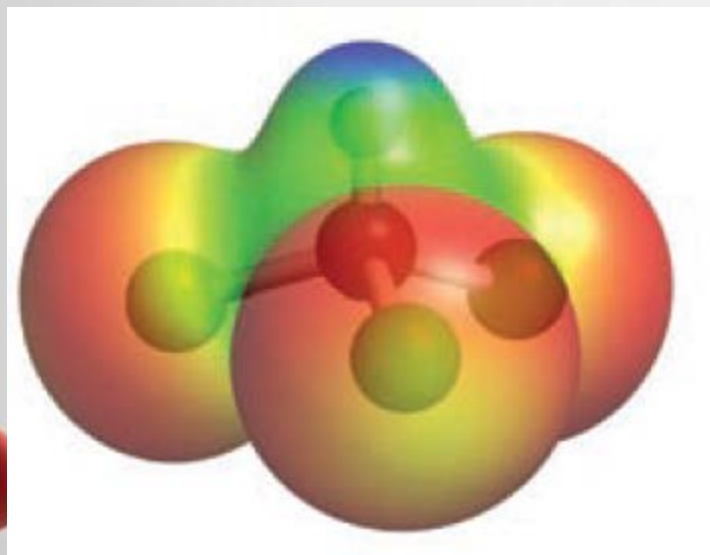
Векторите на диполните моменти на врските се поништуваат.

Молекулата нема диполен момент:

Неполарна молекула



трихлорометан, CHCl_3



Три идентични поларни врски

Тетраедарска форма

Иста големина на векторите
на диполните моменти на врските

Векторите на диполните моменти
не се поништуваат.

Молекулата има диполен момент:
Поларна молекула

**VSEPR
формула**

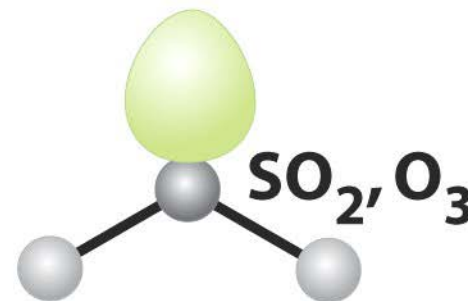
**Неполарна
молекула**

**Поларна
молекула**

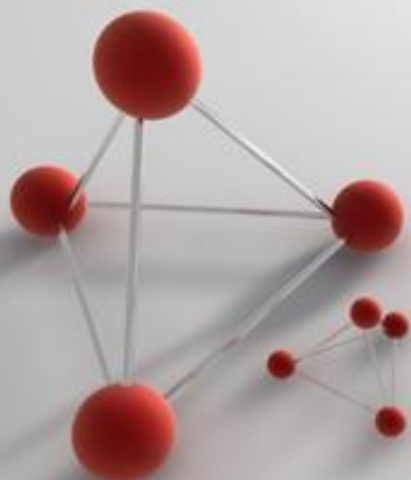
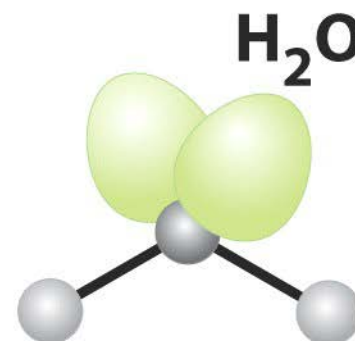
AX_2

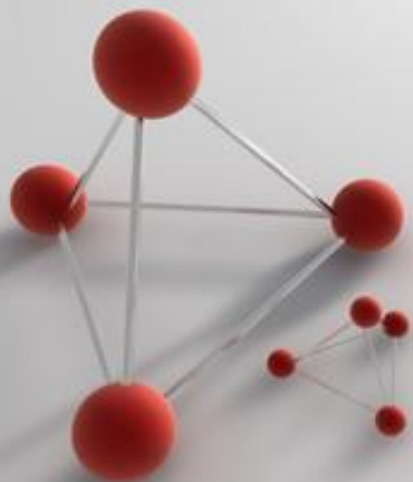


AX_2E



AX_2E_2



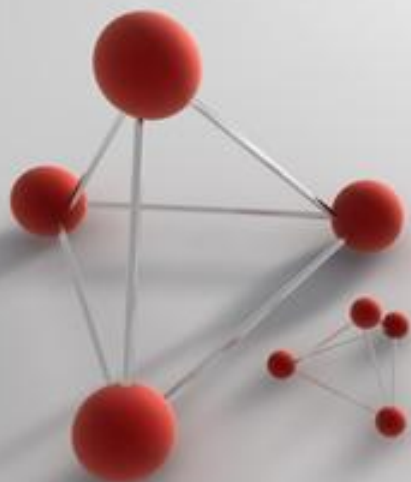
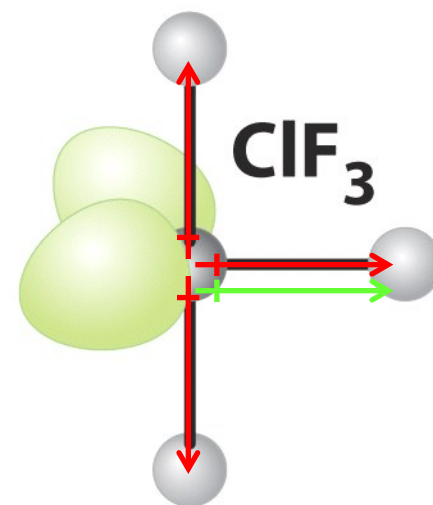
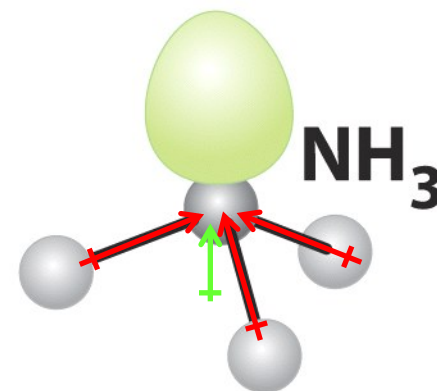


VSEPR формула	Неполарна молекула	Поларна молекула
AX_2E_3	I_3^- , XeF_2 	$BrIF^-$
AX_2E_4	He е позната 	He е позната
AX_3	BF_3 	$COCl_2$

VSEPR
формула

Неполарна
молекула

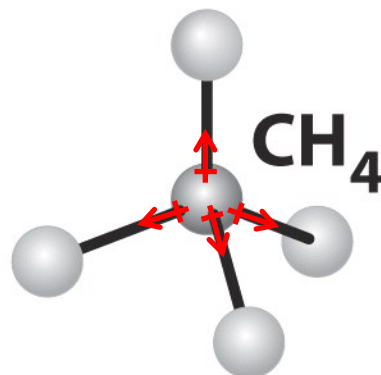
Поларна
молекула



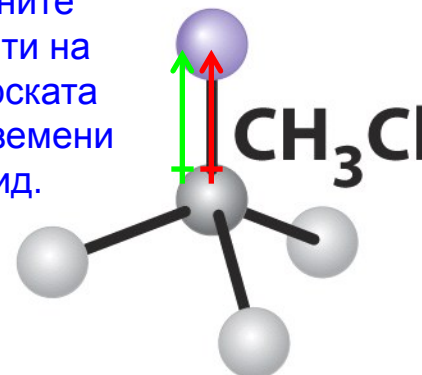
**VSEPR
формула**

**Неполарна
молекула**

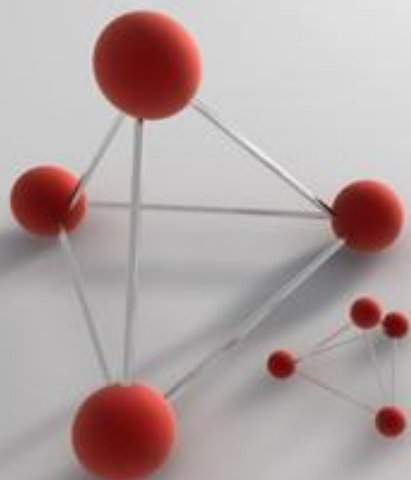
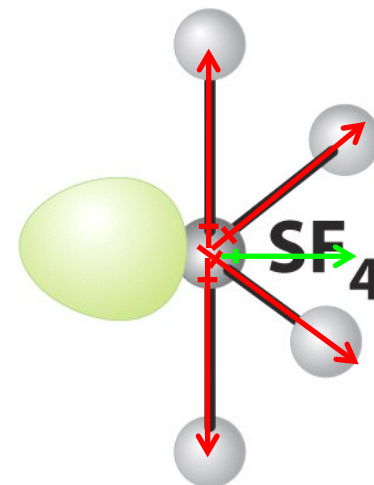
**Поларна
молекула**



Диполните
моменти на
C-H врската
не се земени
предвид.



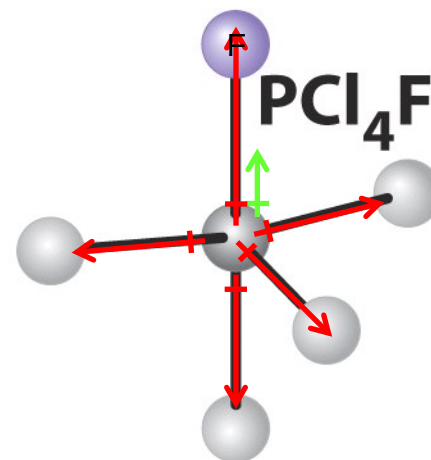
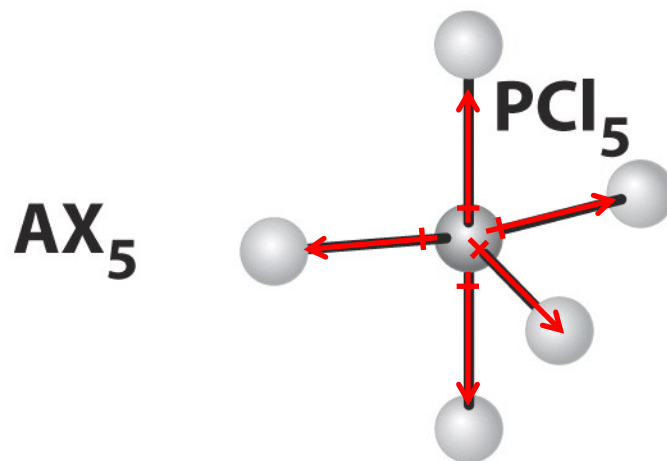
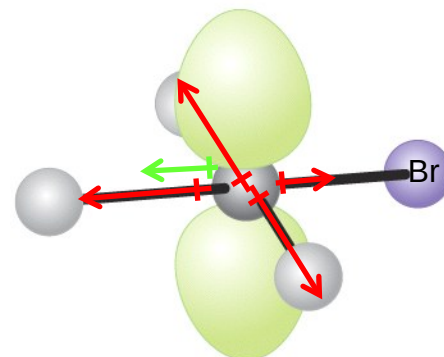
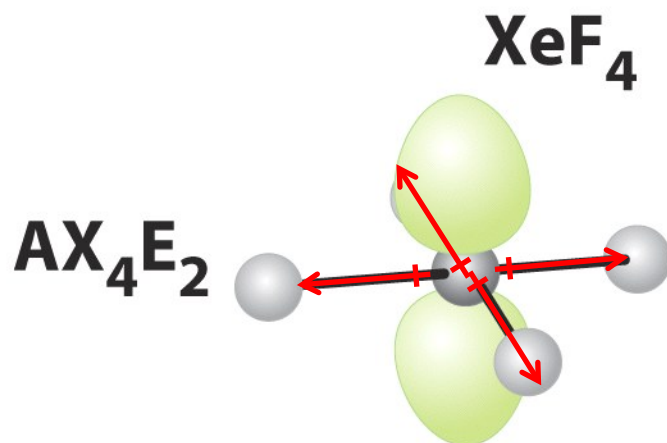
Обично C-H врските се
разгледуваат како неполарни
бидејќи диполниот момент на
C-H врската е многу мал.



**VSEPR
формула**

**Неполарна
молекула**

**Поларна
молекула**

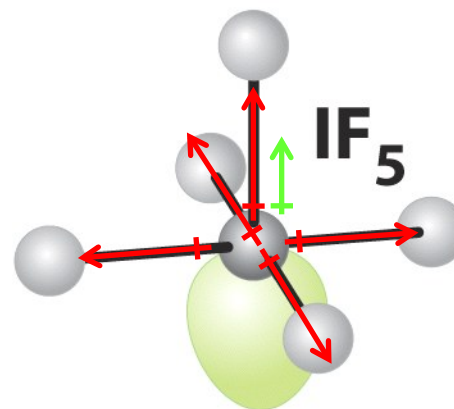


**VSEPR
формула**

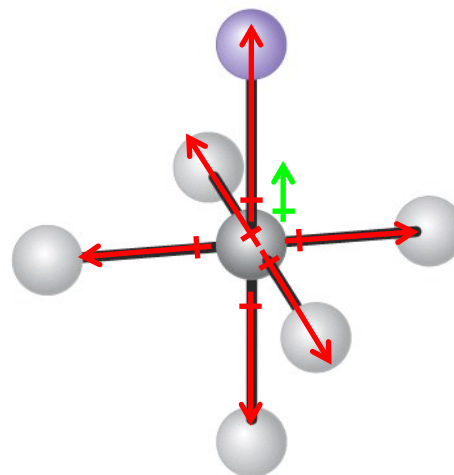
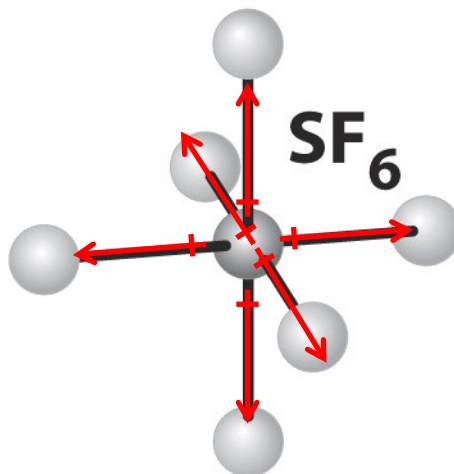
**Неполарна
молекула**

**Поларна
молекула**

AX_5E

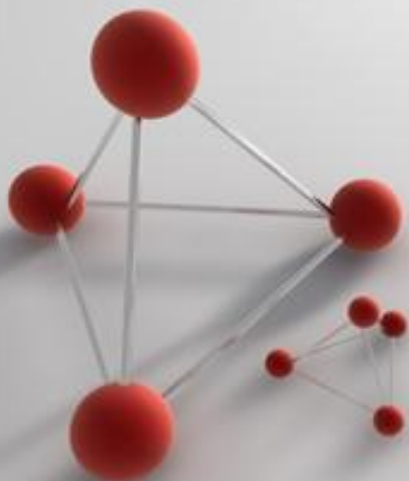


AX_6

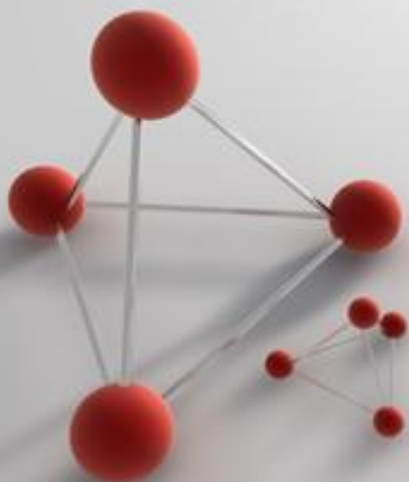


ВЕЖБИ

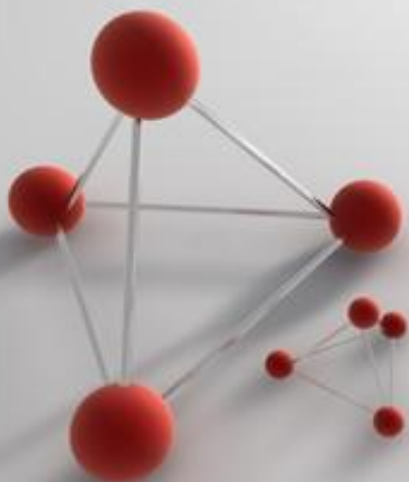
Метод темелен на одбивање на
електронските парови во валентниот слој



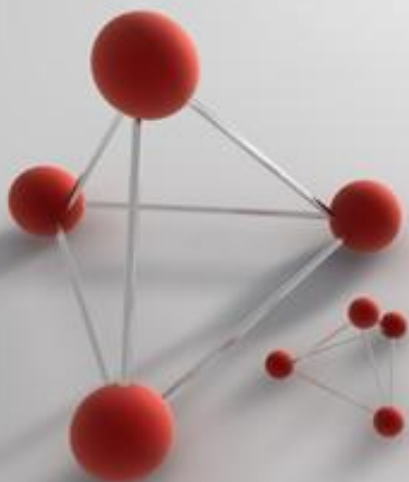
1. а) Каква форма има ClO_2^+ јонот?
б) Колкав е аголот на OClO врската?



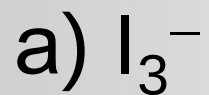
2. а) Каква форма има молекулата на SOCl_2 ? Атомот на сулфур е централен атом.
- б) Колку различни агли на OSCl врската има во молекулата?
- в) Колкави големини очекувате за аглите на OSCl и ClSCl врските?



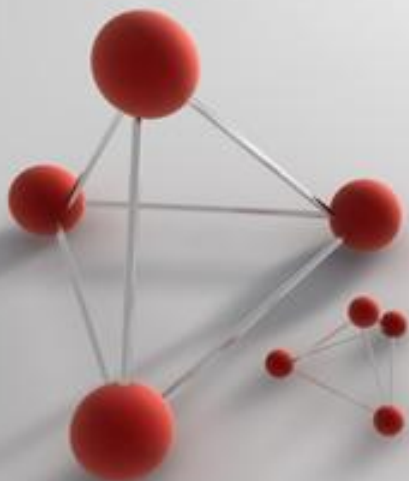
3. а) Каква форма има молекулата на ICl_3 ?
Атомот на јод е централен атом.
- б) Колкава големина очекувате за аголот
на ClICl врскаста?



4. Да се запише Луисовата структура, VSEPR формулата, формулата на молекулата и аглите на врската за следните честички:



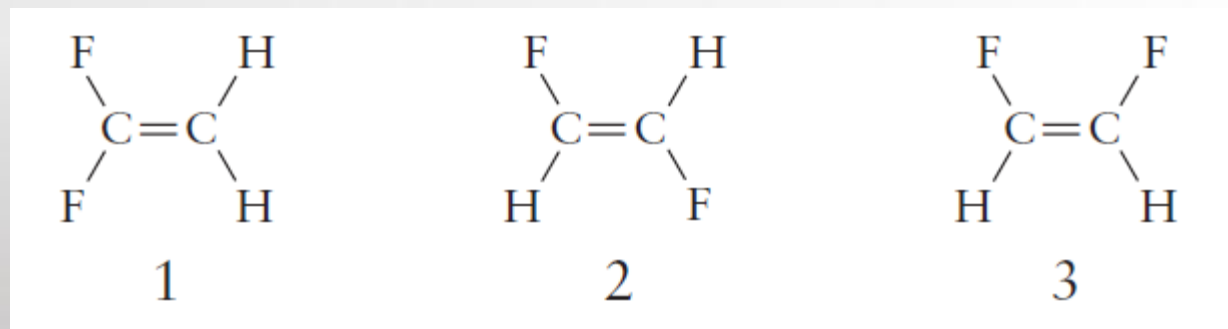
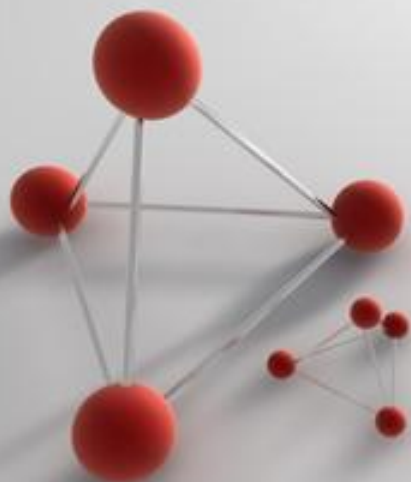
5. Претскажете дали следните молекули се поларни или неполарни:



6. Постојат три изомери на дифлуороетен кој се разликуваат според положбата на атомите на флуор.

а) Кои изомери се поларни?

б) Кој изомер има најголем диполен момент?



7. Молекулите на халогенидите на антимон SbF_3 , SbBr_3 , SbI_3 , како и јодидите на фосфор, арсен и антимон PI_3 , AsI_3 , SbI_3 имаат форма на пирамида. Со оглед на фактот дека околу централниот атом постојат четири делови со зголемена електронска густина, од кои еден е несподелениот електронски пар, се очекува дека аголот на врската ќе биде помал од тетраедарскиот агол. Кај која молекула во случајот на следните две серии ќе имаме најголемо отстапување од тетраедарскиот агол, односно која молекула се одликува со најмал агол на врската?

