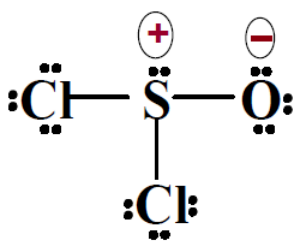
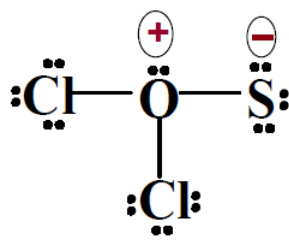


## ❖ Ασκήσεις

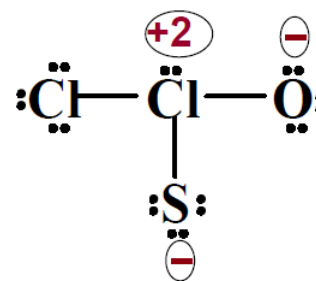
Ποια από τις τρεις σκελετικές δομές του θειονυλοχλωριδίου,  $\text{SOCl}_2$  είναι η πιθανότερη και γιατί.



(α)

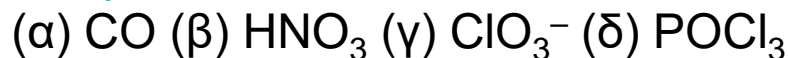


(β)



(γ)

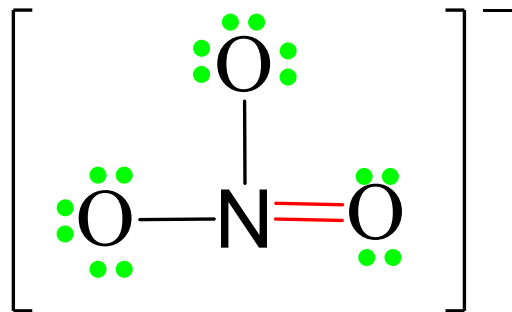
Γράψτε μια δομή Lewis για καθένα από τα παρακάτω μόρια και βρείτε τα τυπικά φορτία των ατόμων.



Το αζίδιο του βαρίου  $\text{Ba}(\text{N}_3)_2$  είναι μία εκρηκτική ουσία, η οποία χρησιμοποιείται για την παρασκευή αζιδίων άλλων μετάλλων, όπως, νατρίου, καλίου, λιθίου, ρουβιδίου κ.λ.π., από τα αντίστοιχα θειικά τους άλατα. Κάθε ιόν αζιδίου έχει καθαρό φορτίο -1. (α) Σχεδιάστε όλες τις δομές συντονισμού για το ιόν αζιδίου,  $\text{N}_3^-$ , σημειώνοντας τα τυπικά φορτία όλων των στοιχείων σε κάθε δομή. (β) Ποια δομή συντονισμού περιγράφει καλύτερα αυτό το ιόν;

# Ομοιοπολικός Δεσμός

- ❖ Αριθμός οξείδωσης είναι το φαινομενικό φορτίο που αποκτά το άτομο στις ομοιοπολικές ενώσεις (ή πραγματικό φορτίο στις ιοντικές ενώσεις), αν οι δεσμοί που σχηματίζει θεωρηθούν τέλεια ιοντικοί. Είναι δηλαδή το φορτίο που αποκτά το άτομο αν τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων αποδοθούν στο ηλεκτραρνητικότερο άτομο.
- Για παράδειγμα στο **νιτρικό ιόν** ( $\text{NO}_3^-$ ), όπως προκύπτει με βάση την ηλεκτρονιακή δομή του ιόντος και με δεδομένο ότι το N είναι λιγότερο ηλεκτραρνητικό του O, **ο αριθμός οξείδωσης του N είναι +5**.



# Ομοιοπολικός Δεσμός

## ❖ Αριθμός οξείδωσης – Εμπειρικοί κανόνες

1. Το άθροισμα των αριθμών οξείδωσης των ατόμων σε μια ένωση ισούται με το μηδέν, ενώ το άθροισμα των αριθμών οξείδωσης των ατόμων σε ένα πολυατομικό ιόν ισούται με το φορτίο του ιόντος.
2. Τα άτομα των στοιχείων σε ελεύθερη κατάσταση έχουν αριθμό οξείδωσης μηδέν.
3. Τα άτομα της 1ης ομάδας του περιοδικού πίνακα (αλκάλια) στις ενώσεις τους έχουν αριθμό οξείδωσης +1.
4. Τα άτομα της 2ης ομάδας του περιοδικού πίνακα στις ενώσεις τους έχουν αριθμό οξείδωσης +2.
5. Τα άτομα της 13ης ομάδας του περιοδικού πίνακα στις ενώσεις τους (εκτός του Β) έχουν συνήθως αριθμό οξείδωσης +3.
6. Το υδρογόνο στις ενώσεις του με αμέταλλα έχει +1 και στις ενώσεις του με μέταλλα έχει -1.
7. Το οξυγόνο στις ενώσεις του έχει αρ. οξ. -2, στις ενώσεις με F έχει +2, στα υπεροξείδια ( $O_2^{2-}$ ) έχει -1, στα σουπεροξείδια ( $O_2^-$ ) έχει -1/2 και στα οζονίδια ( $O_3^-$ ) έχει -1/3.
8. Το φθόριο στις ενώσεις του -1.

# Ομοιοπολικός Δεσμός

## ❖ Αριθμός οξείδωσης – Ασκήσεις

Να βρεθούν οι αριθμοί οξείδωσης:  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ,  $\text{KH}$ ,  
 $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$

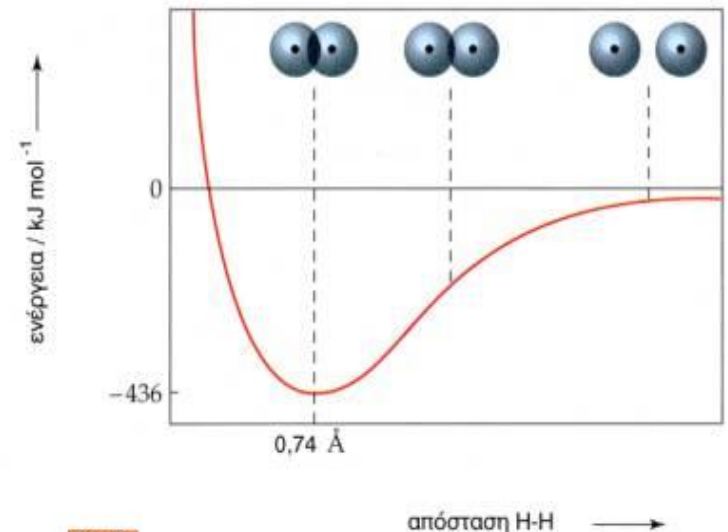
# Ομοιοπολικός Δεσμός

## □ Βασικά χαρακτηριστικά του ομοιοπολικού δεσμού:

- ❖ **Μήκος δεσμού:** ενός διατομικού μορίου AB είναι η διαπυρηνική απόσταση μεταξύ των συνδεδεμένων ατόμων A και B, η οποία αντιστοιχεί στην ελάχιστη ενέργεια του συστήματος

### Εξαρτάται από:

- Το **μέγεθος** των συνδεδεμένων ατόμων
- Την **πολικότητα του δεσμού** (ισχυρά πολωμένοι δεσμοί είναι και βραχύτεροι)
- Την **τάξη του δεσμού** (οι πολλαπλοί δεσμοί είναι βραχύτεροι)



F-F	142
Cl-Cl	199
Br-Br	228
I-I	268

# Ομοιοπολικός Δεσμός

□ Βασικά χαρακτηριστικά του ομοιοπολικού δεσμού:

❖ **Ισχύς δεσμού**

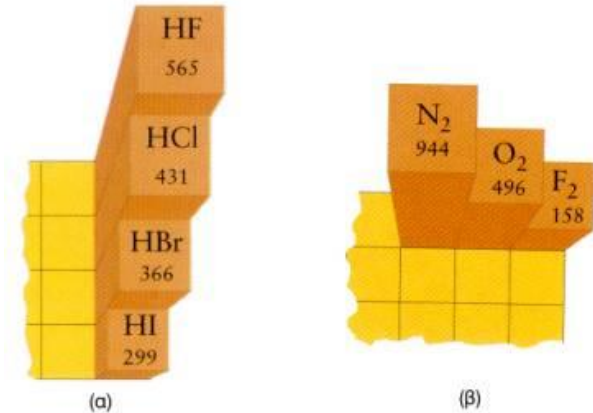
❖ Ενθαλπία ή ενέργεια δεσμού: είναι η μεταβολή της ενθαλπίας,  $\Delta H$ , κατά τη διάσπαση 1 mol αέριας ουσίας.

• π.χ.  $\text{Cl} - \text{Cl} (\text{g}) \rightarrow 2\text{Cl} (\text{g}), \Delta H^\circ = +242 \text{ kJ}$

❖ Όσο πιο μεγάλη είναι η ενέργεια που απαιτείται για τη διάσπαση του δεσμού δύο ατόμων, τόσο πιο ισχυρός είναι ο δεσμός.

❖ Εξαρτάται από:

- Το μήκος του δεσμού
- Την πολικότητα του δεσμού (ισχυρά πολωμένοι δεσμοί είναι βραχύτεροι) μεγαλύτερη ενέργεια, άρα ισχυρότεροι δεσμοί
- Την τάξη δεσμού (οι πολλαπλοί δεσμοί είναι βραχύτεροι) άρα απαιτείται μεγαλύτερη ενέργεια για τη διάσπαση του δεσμού, άρα ισχυρότερος δεσμός.



# Γεωμετρία Μορίων – Θεωρία VSEPR

- ❖ **Μοριακή γεωμετρία:** είναι η διάταξη των ατόμων του μορίου στο χώρο.
- Εξαρτάται από το είδος των ατόμων που απαρτίζουν την ένωση και τον τρόπο με τον οποίο ενώνονται.
- ❖ Η ερμηνεία της μοριακής γεωμετρίας βασίζεται στη θεωρία της απώσεως των ηλεκτρονιακών ζευγών της στιβάδας σθένους (**VSEPR, Valence Shell Electron Pair Repulsion**).
- Τα ηλεκτρονιακά ζεύγη της στιβάδας σθένους του κεντρικού ατόμου τοποθετούνται έτσι ώστε να υπάρχουν οι ελάχιστες δυνατές απώσεις, δηλαδή τα ηλεκτρονιακά ζεύγη βρίσκονται όσο το δυνατό πιο μακριά το ένα από το άλλο.
- ❖ Με τη θεωρία VSEPR μπορεί να γίνει πρόβλεψη της γεωμετρίας των ενώσεων.

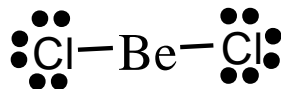
# Γεωμετρία Μορίων – Θεωρία VSEPR

- ❖ Κανόνες που εφαρμόζονται στη θεωρία VSEPR
  - Μόρια ή ιόντα που δε διαθέτουν μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων – Ιδανική γεωμετρία
- ❖ 1<sup>η</sup> περίπτωση: Όταν το κεντρικό άτομο ενός μορίου (ή ιόντος) έχει δύο δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων και κανένα μη δεσμικό ζεύγος, τότε **το μόριο είναι γραμμικό**. Τα δύο ζεύγη ηλεκτρονίων διατάσσονται ευθύγραμμα έχοντας στη μέση το κεντρικό άτομο.

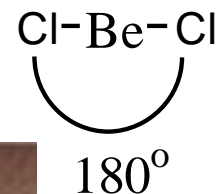
μοριακό τύπος



τύπος κατά Lewis



γεωμετρικό σχήμα





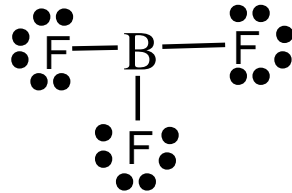
# Γεωμετρία Μορίων – Θεωρία VSEPR

- ❖ 2<sup>η</sup> περίπτωση: Όταν το κεντρικό άτομο ενός μορίου (ή ιόντος) έχει τρία δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων και κανένα μη δεσμικό ζεύγος, τότε **το μόριο είναι επίπεδο τριγωνικό**, καθώς τα τρία ζεύγη ηλεκτρονίων διατάσσονται τριγωνικά γύρω από το κεντρικό άτομο.

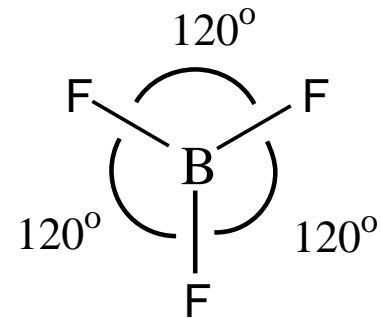
μοριακός τύπος



τύπος κατά Lewis



γεωμετρικό σχήμα



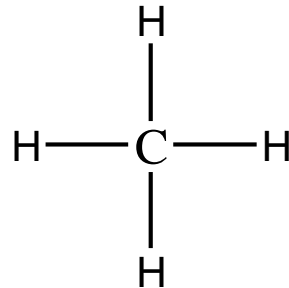
# Γεωμετρία Μορίων – Θεωρία VSEPR

- ❖ 3<sup>η</sup> περίπτωση: Όταν το κεντρικό άτομο ενός μορίου (ή ιόντος) έχει τέσσερα δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων και κανένα μη δεσμικό ζεύγος, τότε **το μόριο είναι τετραεδρικό**, καθώς τα τέσσερα δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων διατάσσονται τετραεδρικά γύρω από το κεντρικό άτομο.

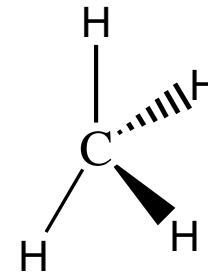
μοριακός τύπος



τύπος κατά Lewis



γεωμετρικό σχήμα



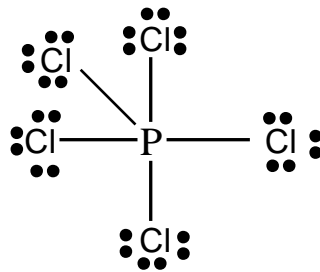
# Γεωμετρία Μορίων – Θεωρία VSEPR

- ❖ 4<sup>η</sup> περίπτωση: Όταν το κεντρικό άτομο ενός μορίου (ή ιόντος) έχει πέντε δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων και κανένα μη δεσμικό ζεύγος, τότε **το μόριο είναι τριγωνικό διπυραμιδικό**.

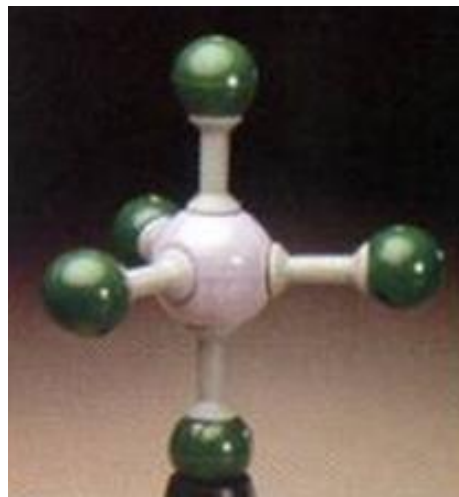
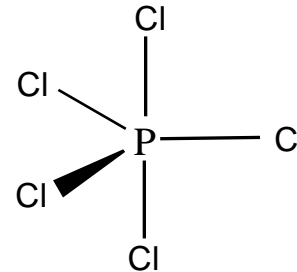
μοριακός τύπος



τύπος κατά Lewis



γεωμετρικό σχήμα



# Γεωμετρία Μορίων – Θεωρία VSEPR

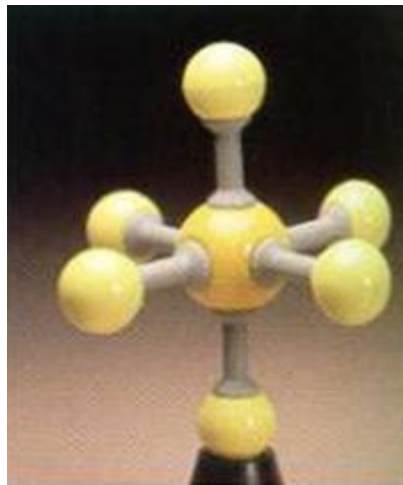
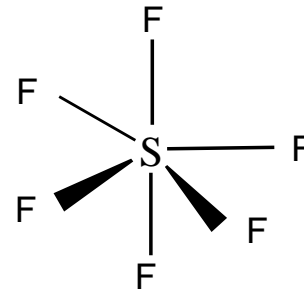
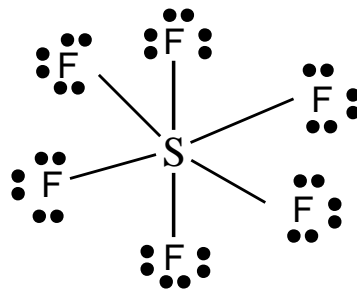
- ❖ 5<sup>η</sup> περίπτωση: Όταν το κεντρικό άτομο ενός μορίου (ή ιόντος) έχει έξι δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων και κανένα μη δεσμικό ζεύγος, τότε **το μόριο είναι οκταεδρικό**.

μοριακός τύπος

τύπος κατά Lewis

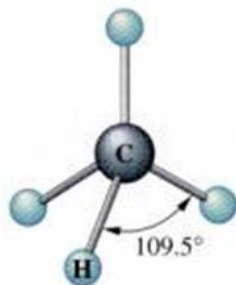
γεωμετρικό σχήμα

SF<sub>6</sub>

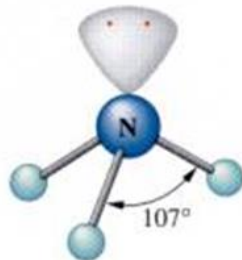


# Γεωμετρία Μορίων – Θεωρία VSEPR

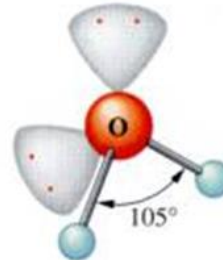
- ❖ Μόρια ή ιόντα που διαθέτουν μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων – Αποκλίσεις από την ιδανική γεωμετρία
- Η παρουσία μη δεσμικών ζευγών ηλεκτρονίων στο κεντρικό άτομο προκαλεί παραμόρφωση της στερεοχημικής διάταξης, όπως αυτή προκύπτει (με βάση τους προηγούμενους κανόνες) αν προσμετρήσουμε τα μη δεσμικά ως δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων.
- ✓ Αυτό συμβαίνει επειδή τα μη δεσμικά ζεύγη απωθούν περισσότερο τα άλλα ζεύγη ηλεκτρονίων, καταλαμβάνοντας πιο πολύ χώρο απ' ό,τι τα δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων



CH<sub>4</sub>



NH<sub>3</sub>

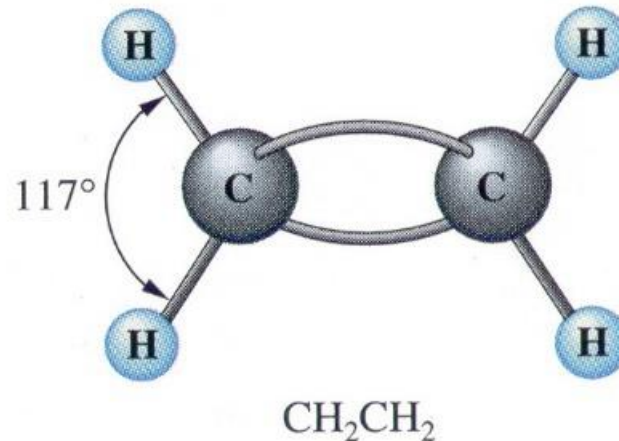
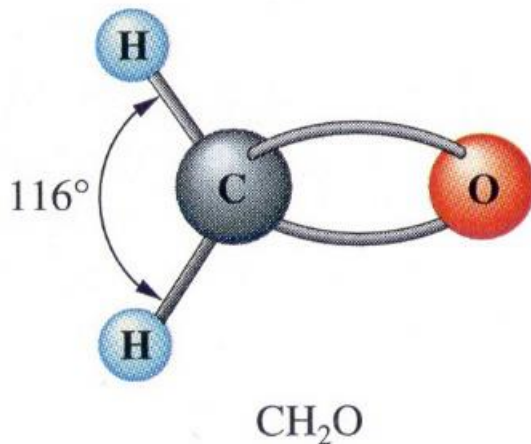


H<sub>2</sub>O





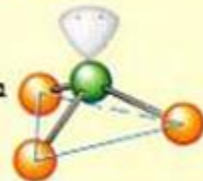

# Γεωμετρία Μορίων – Θεωρία VSEPR

## ❖ Αποκλίσεις από την ιδανική γεωμετρία

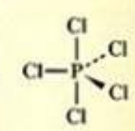
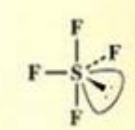
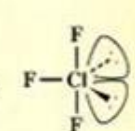
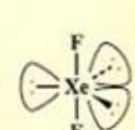

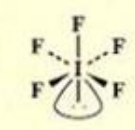
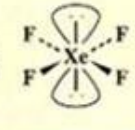
- Οι πολλαπλοί δεσμοί αντιμετωπίζονται όπως οι απλοί δεσμοί. Όμως, οι πολλαπλοί δεσμοί λόγω του μεγαλύτερου ηλεκτρονιακού φορτίου τους, απωθούν περισσότερο (σε σχέση με τους απλούς δεσμούς) τα γειτονικά ζεύγη ηλεκτρονίων, συνεπώς, καταλαμβάνουν πιο πολύ χώρο από ότι οι απλοί δεσμοί.



# Γεωμετρία Μορίων – Θεωρία VSEPR

ΖΕΥΓΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ συνολικά δεσμικά μηδεσμικά			ΔΙΑΤΑΞΗ ΖΕΥΓΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΡΙΩΝ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ
2	2	0	γραμμική	γραμμική $AX_2$	$BeF_2$ $F-Be-F$ 
3	$\left\{ \begin{array}{l} 3 \\ 0 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 0 \\ 1 \end{array} \right\}$	επίπεδη τριγωνική	επίπεδη τριγωνική $AX_3$	$BF_3$ 
				γωνιακή $AX_2E$	$SO_2$ 
4	$\left\{ \begin{array}{l} 4 \\ 3 \\ 2 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 0 \\ 1 \\ 2 \end{array} \right\}$	τετραεδρική	τετραεδρική $AX_4$	$CH_4$ 
				τριγωνική πυραμίδα $AX_3E$	$NH_3$ 
				γωνιακή $AX_2E_2$	$H_2O$ 

# Γεωμετρία Μορίων – Θεωρία VSEPR

ΖΕΥΓΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ συνολικά δεσμικά μηδεσμικά	ΔΙΑΤΑΞΗ ΖΕΥΓΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΟΡΙΩΝ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ
5	$\left. \begin{array}{cc} 5 & 0 \\ 4 & 1 \\ 3 & 2 \\ 2 & 3 \end{array} \right\}$ τριγωνική διπυραμίδα	τριγωνική διπυραμίδα $AX_5$	$PCl_5$ 
		παραμορφωμένο τετράεδρο $AX_4E$	$SF_4$ 
		T-μορφή $AX_3E_2$	$ClF_3$ 
		γραμμικό $AX_2E_3$	$XeF_2$ 
6	$\left. \begin{array}{cc} 6 & 0 \\ 5 & 1 \\ 4 & 2 \end{array} \right\}$ οκτάεδρο	οκτάεδρο $AX_6$	$SF_6$ 
		τετραγωνική πυραμίδα $AX_5E$	$IF_5$ 
		επίπεδο τετράγωνο $AX_4E_2$	$XeF_4$ 



# Γεωμετρία Μορίων – Θεωρία VSEPR

- ❖ Μεθοδολογία για την πρόβλεψη της μοριακής γεωμετρίας:
  - Γράφουμε τον ηλεκτρονιακό τύπο κατά Lewis.
  - Μετρούμε το συνολικό αριθμό δεσμικών και μη δεσμικών ζευγών ηλεκτρονίων του κεντρικού ατόμου.
  - Προσμετρούμε τους πολλαπλούς δεσμούς ως απλούς δεσμούς.
  - Με βάση τις περιπτώσεις 1-5 της θεωρίας VSEPR, βρίσκουμε την ιδανική γεωμετρική διάταξη των ζευγών ηλεκτρονίων γύρω από το κεντρικό άτομο, θεωρώντας τα μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων σαν «υποκαταστάτες».
  - Προσμετρούμε τα μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων και καθορίζουμε την παραμόρφωση της γεωμετρίας, λαμβάνοντας υπόψη ότι τα μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων, καθώς και οι πολλαπλοί δεσμοί, καταλαμβάνουν περισσότερο χώρο από ότι τα δεσμικά και οι απλοί δεσμοί, αντίστοιχα.

# Ομοιοπολικός Δεσμός

## ❖ Ασκήσεις

Να προβλέψετε τα γεωμετρικά σχήματα των παρακάτω μορίων ή ιόντων με βάση τη θεωρία VSEPR: α) HCN, β)  $\text{NH}_4^+$ , γ)  $\text{NO}_3^-$ , δ) NSF

Ένα από τα παρακάτω ιόντα έχει επίπεδη τριγωνική διάταξη. Ποιο είναι αυτό; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. α)  $\text{SO}_3^{2-}$ , β)  $\text{PO}_4^{3-}$ , γ)  $\text{PF}_6^-$ , δ)  $\text{CO}_3^{2-}$ .

Καθένα από τα παρακάτω μόρια έχουν ένα ή περισσότερους πολλαπλούς δεσμούς. Να γράψετε τις δομές Lewis των μορίων και να προβλέψετε με βάση τη θεωρία VSEPR τη γεωμετρία των μορίων: α)  $\text{CO}_2$ , β)  $\text{Cl}_2\text{CO}$ , γ)  $\text{ClNO}_2$ .

Με βάση τη θεωρία VSEPR προβλέψτε τη γεωμετρία των παρακάτω ενώσεων ή πολυατομικών ιόντων:  $\text{TeF}_6$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$ ,  $\text{IF}_4^-$ ,  $\text{BBr}_3$ ,  $\text{AsCl}_5$ ,  $\text{GeI}_4$ ,  $\text{BrF}_3$ ,  $\text{SeF}_4$ . Δίνονται:  $_{52}\text{Te}$ ,  $_{34}\text{Se}$ ,  $_{53}\text{I}$ ,  $_{35}\text{Br}$ ,  $_{33}\text{As}$ ,  $_{32}\text{Ge}$ .

# Γεωμετρία Μορίων – Θεωρία VSEPR

- ❖ Επίδραση που έχει στη γεωμετρία ενός μορίου  $AX_n$  η ηλεκτραρνητικότητα των περιφερειακών ατόμων  $X$  και του κεντρικού ατόμου  $A$
- Κάτω από την επίδραση ισχυρά ηλεκτραρνητικών περιφερειακών ατόμων  $X$ , τα δεσμικά τους ηλεκτρονιακά ζεύγη συστέλλονται και διεκδικούν λιγότερο χώρο, με αποτέλεσμα τα υπόλοιπα δεσμικά και μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων να απλώνονται περισσότερο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι γωνίες δεσμών να μικραίνουν με αυξανόμενη ηλεκτραρνητικότητα των περιφερειακών ατόμων  $X$ .
- Αντιθέτως, όταν η ηλεκτραρνητικότητα του κεντρικού ατόμου  $A$  είναι μεγάλη, τα μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων έλκονται ισχυρότερα από αυτό, με αποτέλεσμα να συστέλλονται και να διεκδικούν λιγότερο χώρο από τα δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων και κατά συνέπεια οι γωνίες δεσμών να μεγαλώνουν.

# Ομοιοπολικός Δεσμός

## ❖ Ασκήσεις

Να προβλέψετε τα γεωμετρικά σχήματα των παρακάτω μορίων ή ιόντων με βάση τη θεωρία VSEPR: α) HCN, β)  $\text{NH}_4^+$ , γ)  $\text{NO}_3^-$ , δ) NSF

Ένα από τα παρακάτω ιόντα έχει επίπεδη τριγωνική διάταξη. Ποιο είναι αυτό; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. α)  $\text{SO}_3^{2-}$ , β)  $\text{PO}_4^{3-}$ , γ)  $\text{PF}_6^-$ , δ)  $\text{CO}_3^{2-}$ .

Καθένα από τα παρακάτω μόρια έχουν ένα ή περισσότερους πολλαπλούς δεσμούς. Να γράψετε τις δομές Lewis των μορίων και να προβλέψετε με βάση τη θεωρία VSEPR τη γεωμετρία των μορίων: α)  $\text{CO}_2$ , β)  $\text{Cl}_2\text{CO}$ , γ)  $\text{ClNO}_2$ .

Με βάση τη θεωρία VSEPR προβλέψτε τη γεωμετρία των παρακάτω ενώσεων ή πολυατομικών ιόντων:  $\text{TeF}_6$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$ ,  $\text{IF}_4^-$ ,  $\text{BBr}_3$ ,  $\text{AsCl}_5$ ,  $\text{GeI}_4$ ,  $\text{BrF}_3$ ,  $\text{SeF}_4$ . Δίνονται:  ${}_{52}\text{Te}$ ,  ${}_{34}\text{Se}$ ,  ${}_{53}\text{I}$ ,  ${}_{35}\text{Br}$ ,  ${}_{33}\text{As}$ ,  ${}_{32}\text{Ge}$ .

# Ομοιοπολικός Δεσμός

## ❖ Ασκήσεις

Να συγκριθούν οι γωνίες δεσμών στα μόρια:

α)  $\text{PCl}_3$ ,  $\text{PBr}_3$  και  $\text{PI}_3$ .

β)  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$  και  $\text{H}_2\text{Te}$ .

.