

# Άσκηση 9.2α

Με βάση τα ακόλουθα δεδομένα υπολογίστε την ενέργεια πλέγματος του  $\text{NaI}(s)$ :

(α) Η ενθαλπία σχηματισμού  $\text{NaI}(s)$  είναι  $-272 \text{ kJ mol}^{-1}$

(β) Η ενέργεια εξάχνωσης του  $\text{Na}$  είναι  $108 \text{ kJ mol}^{-1}$

(γ) Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού του  $\text{Na}$  είναι  $496 \text{ kJ mol}^{-1}$

(δ) Η ενέργεια εξάχνωσης του  $\text{I}_2(s)$  είναι  $62 \text{ kJ mol}^{-1}$

(ε) Η ενέργεια διάσπασης του δεσμού  $\text{I-I}$  είναι  $151 \text{ kJ mol}^{-1}$

(στ) Η πρώτη ηλεκτρονική συγγένεια του ιωδίου είναι  $295 \text{ kJ mol}^{-1}$

## ΛΥΣΗ

Ο σχηματισμός ενός mole  $\text{NaI}(s)$  σε ένα στάδιο:



Ο σχηματισμός ενός mole  $\text{NaI}(s)$  σε περισσότερα στάδια:

1. Εξάχνωση:  $\text{Na}(s) \rightarrow \text{Na}(g) \quad \Delta H_1 = +108$
2. Εξάχνωση:  $1/2\text{I}_2(s) \rightarrow 1/2\text{I}_2(g) \quad \Delta H_2 = +62/2 = +31$
3. Διάσπαση:  $1/2\text{I}_2(g) \rightarrow \text{I}(g) \quad \Delta H_3 = +151/2 = +75,5$
4. Ιοντισμός:  $\text{Na}(g) \rightarrow \text{Na}^+(g) + e^- \quad \Delta H_4 = +496$
5. Ηλεκτρονική συγγένεια:  $\text{I}(g) + e^- \rightarrow \text{I}^-(g) \quad \Delta H_5 = -295$
6.  $\text{Na}^+(g) + \text{I}^-(g) \rightarrow \text{NaI}(s) \quad \Delta H_6 = -U = ;$



$$\Delta H_f^\circ = 415,5 \text{ kJ} - U \quad (\text{Νόμος του Hess})$$

$$-272 = 415,5 \text{ kJ} - U \Rightarrow U = (415,5 + 272) \text{ kJ}$$

$$\Rightarrow U = +687,5 \text{ kJ/mol}$$

## Ασκήσεις 9.2 & 9.3

Γράψτε την ηλεκτρονική δομή και το σύμβολο Lewis για τα ιόντα  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{S}^{2-}$ .



Γράψτε την ηλεκτρονική δομή των  $\text{Pb}$  και  $\text{Pb}^{2+}$ .



## Άσκηση 9.3α

Ένα ιόν  $\text{M}^{2+}$  από την πρώτη σειρά μεταβατικών μετάλλων έχει τέσσερα ηλεκτρόνια στον υποφλοιό  $3d$ . Ποιο είναι το στοιχείο  $\text{M}$ ;



## Άσκηση 9.3β

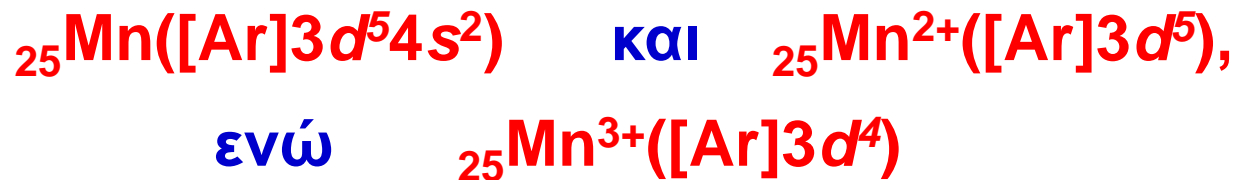
Τοποθετίστε τα ακόλουθα χημικά είδη κατά σειρά αυξανόμενης ακτίνας:  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Y}^{3+}$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{Kr}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Se}^{2-}$

**Ισοηλεκτρονικά είδη**  $\Rightarrow$  το είδος με το μεγαλύτερο  $Z$  έχει τη μικρότερη ακτίνα



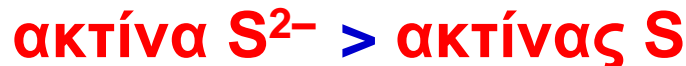
## Άσκηση 9.4

Γράψτε την ηλεκτρονική δομή του  $\text{Mn}^{2+}$ . Ποια είναι η ηλεκτρονική δομή του  $\text{Mn}^{3+}$ ;



## Ασκήσεις 9.5 & 9.6

(α) Ποιο έχει τη μεγαλύτερη ακτίνα, το S ή το  $\text{S}^{2-}$ ; Εξηγήστε.



(β) Τοποθετείστε τα ακόλουθα ιόντα κατά σειρά αυξανόμενης ιοντικής ακτίνας:  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$



# Ομοιοπολικός δεσμός

**Lewis 1916** : ⇨ Χημικός δεσμός που σχηματίζεται με το μοίρασμα ενός ζεύγους e μεταξύ δύο ατόμων (π.χ. H<sub>2</sub>)

⇨ Κατά τη δημιουργία ομοιοπολικού δεσμού ο εξωτερικός φλοιός καθενός από τα συνδεόμενα άτομα αποκτά σταθερή ηλεκτρονική διάταξη ευγενών αερίων (**κανόνας της οκτάδας**)



**Gilbert Newton Lewis**

Invented “Electron-dot” formulas or “Lewis Structures”

I'm so tired of writing all those useless inner electrons, in the Bohring models!

**Ο Lewis «ανακάλυψε»:**

- Ομοιοπολικό δεσμό
- Αρχή του ηλεκτρονικού ζεύγους
- Ηλεκτρονική δομή κατά Lewis

**Και είχε συνεισφορά σε:**

- Θεωρία δεσμού σθένους
- Θερμοδυναμική
- Φωτοχημεία (φωτόνια)
- Ισοτοπικό διαχωρισμό
- Οξεοβασική θεωρία κατά Lewis

Αμερικανός Φυσικοχημικός (1875-1946)

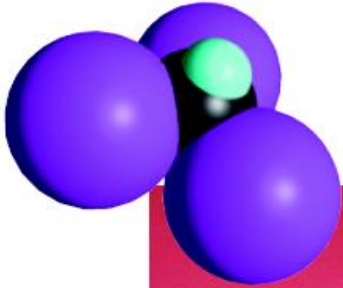


# Μοριακές ενώσεις

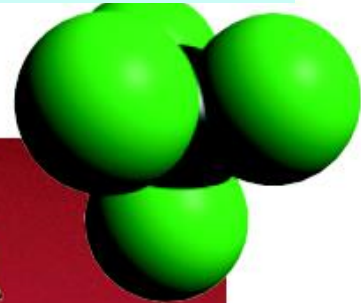
Μοριακές ενώσεις: ενώσεις αποτελούμενες από μόρια (π.χ.  $\text{H}_2\text{O}$ )

★ Η ισχυρή ελκτική δύναμη μεταξύ δύο ατόμων σε ένα μόριο απορρέει από έναν ομοιοπολικό δεσμό.

## Δύο μοριακές ενώσεις

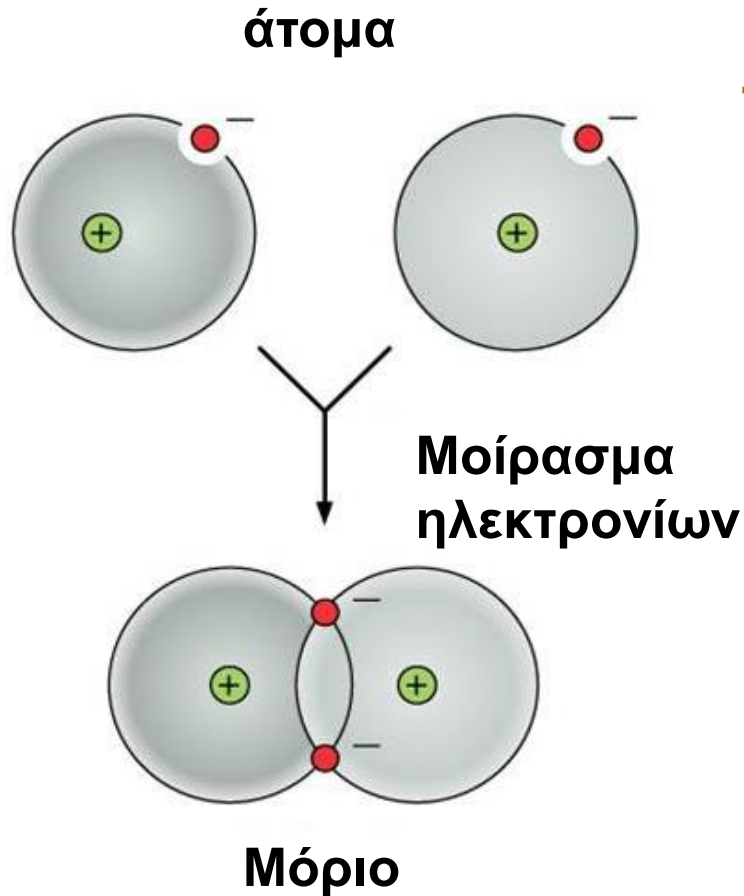


Το ιωδοφόρμιο,  $\text{CHI}_3$ , είναι ένα εύτηκτο, κίτρινο στερεό (σημείο τήξεως  $120^\circ\text{C}$ ).



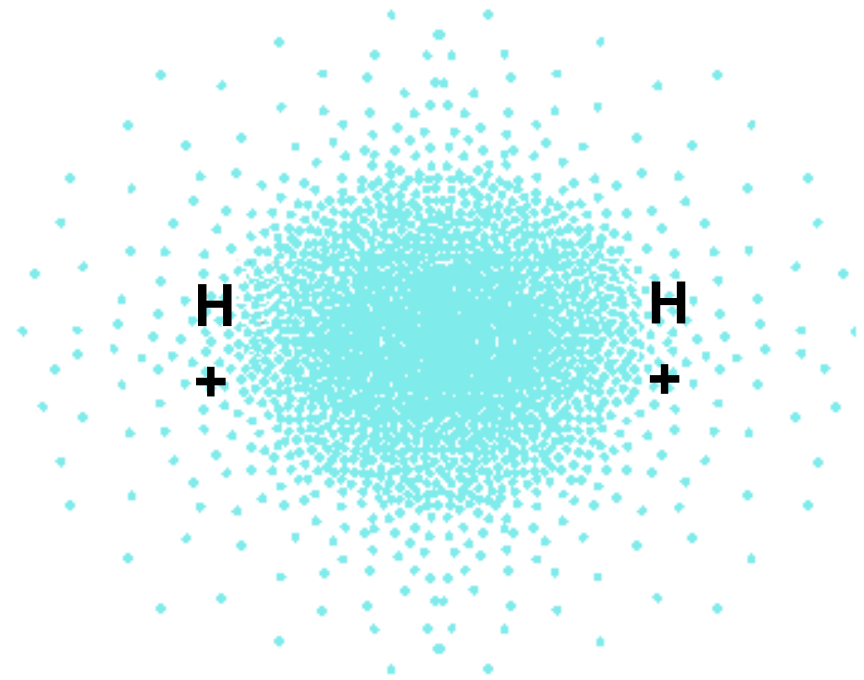
Το τετραχλωρίδιο του άνθρακα,  $\text{CCl}_4$ , είναι ένα άχρωμο υγρό.

# Σχηματισμός και Περιγραφή Ομοιοπολικού δεσμού



Ομοιοπολικός δεσμός

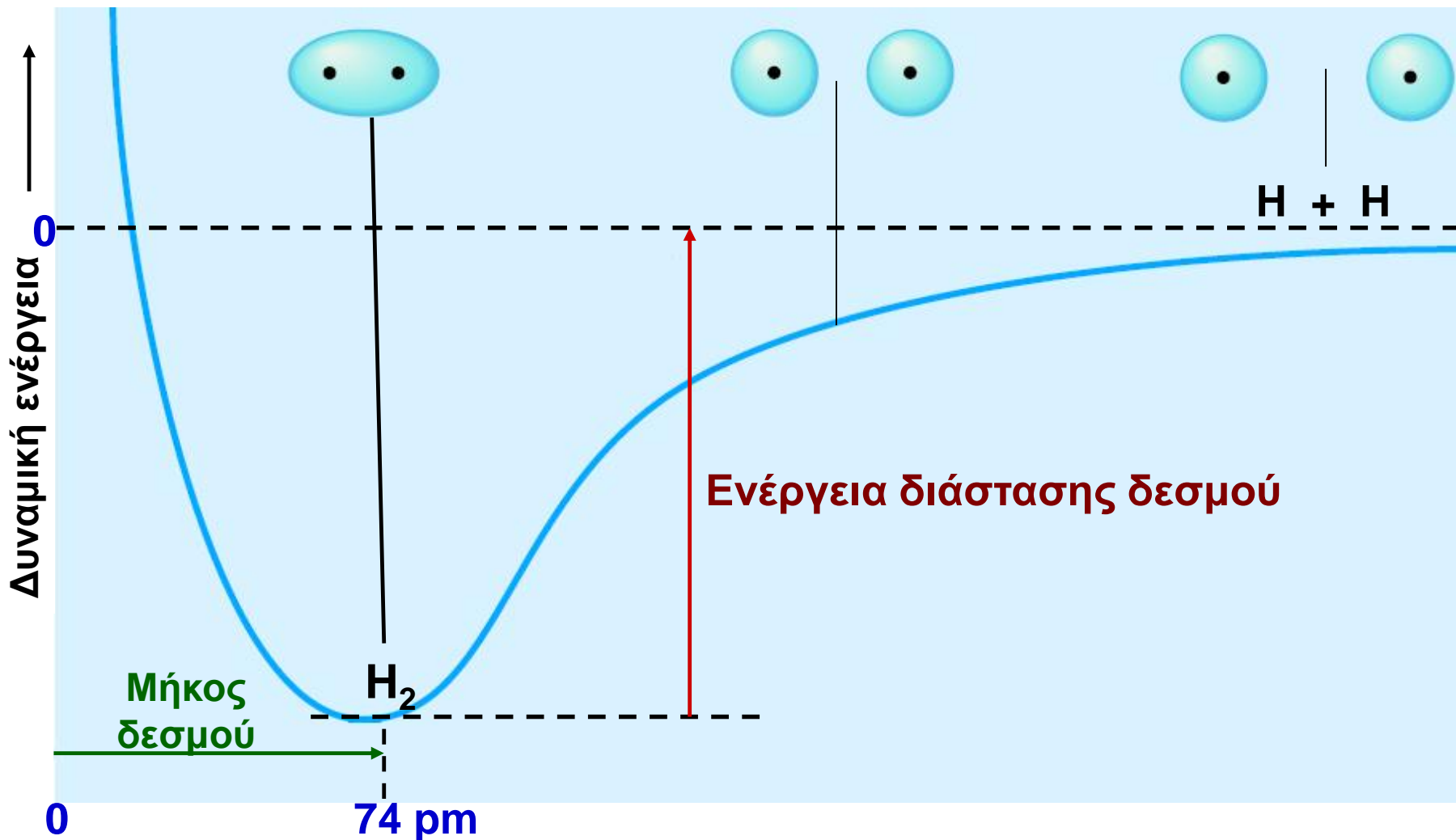
Σχηματισμός ομοιοπολικού δεσμού μεταξύ δύο ατόμων H και η δημιουργία του μορίου  $H_2$



Η κατανομή της ηλεκτρονικής πυκνότητας για το μόριο  $H_2$ .

Τα ηλεκτρόνια καταλαμβάνουν τον χώρο γύρω από τα δύο άτομα.

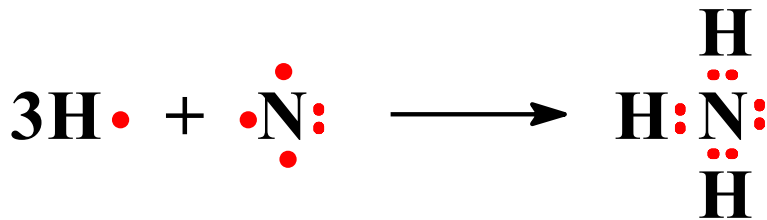
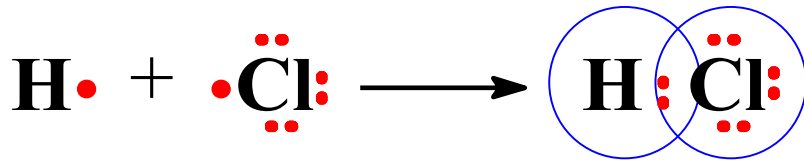
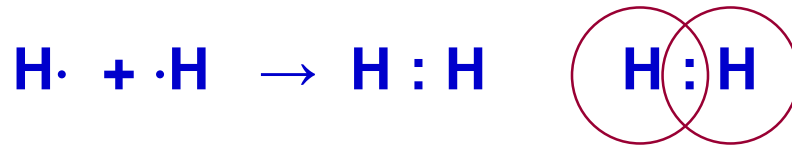
# Μεταβολή της δυναμικής ενέργειας για το $H_2$



Η απόσταση μεταξύ των πυρήνων που αντιστοιχεί στο ελάχιστο της καμπύλης δυναμικής ενέργειας είναι το μήκος του δεσμού. Σε αυτή την απόσταση το μόριο  $H_2$  είναι σταθερό.

# Σχηματισμός Ομοιοπολικών Δεσμών με Τύπους Lewis

Τύπος Lewis: ο τύπος μιας ένωσης στον οποίο τα e σθένους παριστάνονται με κουκίδες



Συχνά, ο αριθμός των ομοιοπολικών δεσμών που σχηματίζονται από ένα άτομο των ομάδων IVA-VIIA ισούται με τον αριθμό των ασύζευκτων e (X) που εμφανίζει το σύμβολο Lewis του στοιχείου:

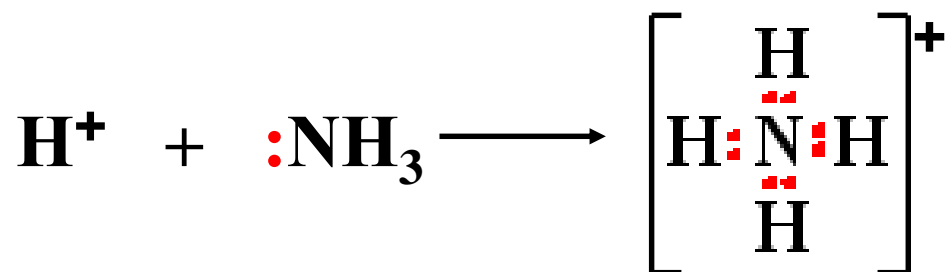
$$X = 8 - \text{αριθμός ομάδας}$$



# Ομοιοπολικοί δεσμοί σύνταξης



Ποια είναι η διαφορά στον τρόπο σχηματισμού του μορίου AB;



Ομοιοπολικός δεσμός σύνταξης: όταν και τα δύο e του δεσμού προσφέρονται από ένα άτομο.

Κανόνας της οκτάδας: τάση των ατόμων στα μόρια να έχουν οκτώ ηλεκτρόνια στο φλοιό σθένους τους (δύο για τα άτομα του υδρογόνου)

# Άσκηση 9.4α

Χρήση συμβόλων Lewis για την παράσταση του ομοιοπολικού δεσμού

Χρησιμοποιήστε σύμβολα Lewis για να δείξετε την αντίδραση σχηματισμού σουλφιδίου του υδρογόνου από άτομα.

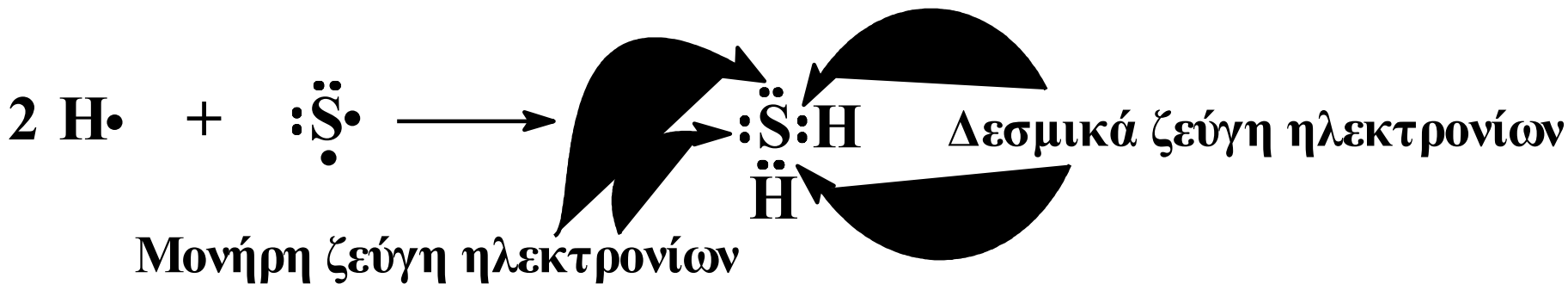
Σημειώστε τα δεσμικά και μονήρη ζεύγη ηλεκτρονίων στον τύπο Lewis του  $\text{H}_2\text{S}$ .

Το κάθε άτομο H διαθέτει ένα ασύζευκτο e.

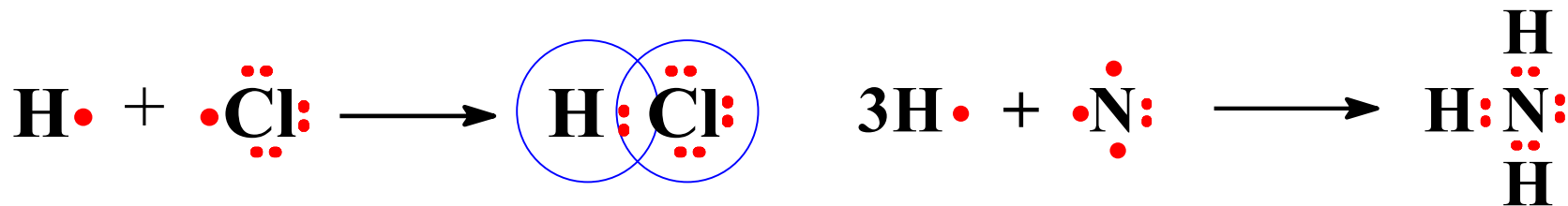
Το S ανήκει στην Ομάδα 6A και επομένως το άτομο του S διαθέτει  $8 - 6 = 2$  ασύζευκτα e.

Τα 4 ασύζευκτα e συζευγνύονται ανά δύο και σχηματίζουν δύο ομοιοπολικούς δεσμούς S–H.

Στο άτομο S απομένουν τα δύο μονήρη ζεύγη e.

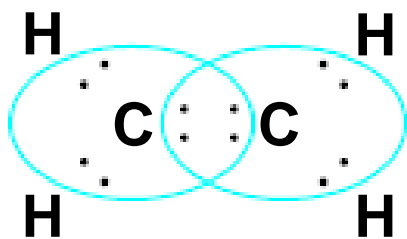


# Κανόνας οκτάδας – Πολλαπλοί δεσμοί

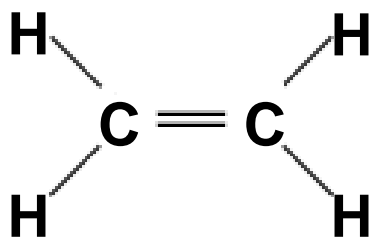


Τα **Cl** και **N** υπακούουν στον κανόνα της οκτάδας, ενώ το **H** όχι.

Τα στοιχεία **C**, **N**, **O** και **F** υπακούουν **πάντοτε** στον κανόνα της οκτάδας.  
Πολλά στοιχεία μπορεί να υπακούουν, μπορεί και όχι (εξαιρέσεις).



ή



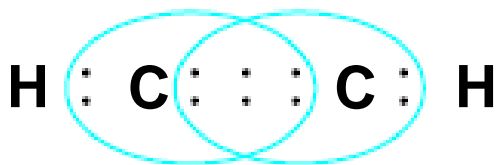
αιθυλένιο

☆ Δύο άτομα μπορεί να μοιράζονται δύο ή περισσότερα ζεύγη e

Απλοί, διπλοί και τριπλοί δεσμοί

Διπλοί δεσμοί:  
κυρίως τα άτομα **C**, **N**, **O** και **S**.

Τριπλοί δεσμοί:  
κυρίως τα άτομα **C** και **N**.



ή



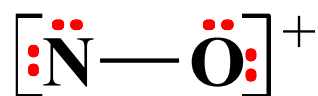
ακετυλένιο

# Άσκηση 9.4β

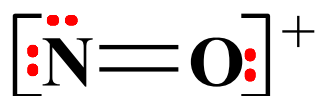
Εφαρμογή του κανόνα της οκτάδας

Ποια από τις παρακάτω δομές Lewis του ιόντος νιτροσυλίου,  $\text{NO}^+$ , είναι η σωστή;

Αιτιολογείστε την απάντησή σας.



(α)



(β)



(γ)



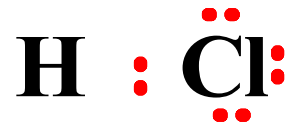
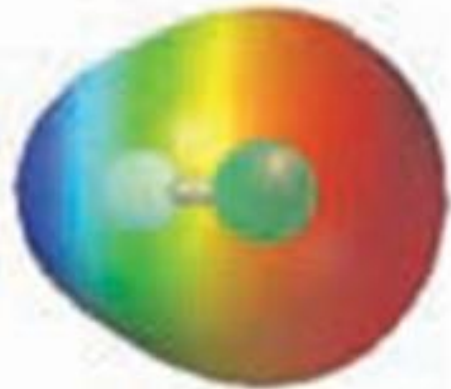
(δ)

# Πολωμένοι ομοιοπολικοί δεσμοί

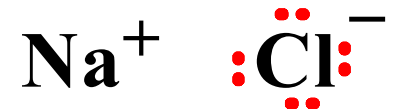
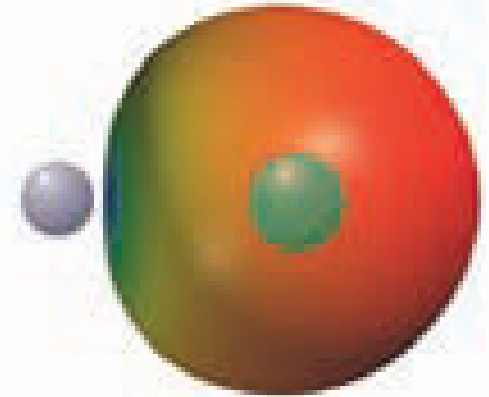
☞ Όπου τα δεσμικά ηλεκτρόνια βρίσκονται πλησιέστερα στο ένα άτομο απ' ότι στο άλλο



Μη πολωμένος  
ομοιοπολικός δεσμός



Πολωμένος  
ομοιοπολικός δεσμός



Ιοντικός δεσμός

Κατανομή της ηλεκτρονικής πυκνότητας στα μόρια  $\text{H}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{HCl}$ .  
Οι κουκίδες παριστάνουν τις θέσεις των δύο πυρήνων.

!!! Μόρια, όπως το  $\text{HCl}$ , ονομάζονται πολικά μόρια

# Ηλεκτραρνητικότητα

➤ **Ηλεκτραρνητικότητα:** μέτρο της ικανότητας ενός ατόμου που βρίσκεται ενωμένο σε μόριο να έλκει προς το μέρος του δεσμικά ηλεκτρόνια.

Ηλεκτραρνητικότητες των στοιχείων κατά Pauling βάσει ενεργειών δεσμών (μέσες τιμές)

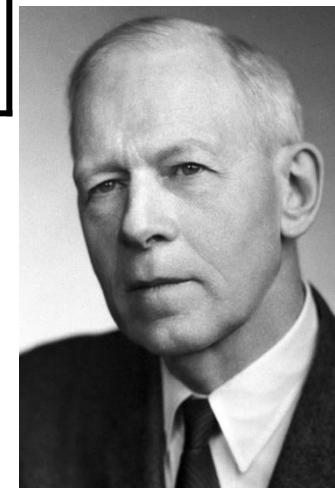
**! Το πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο είναι το φθόριο με τιμή ηλεκτραρνητικότητας 4,0**

Li 1,0	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0
Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0
K 0,8	Ca 1,0	Ga 1,6	Ge 1,8	As 2,0	Se 2,4	Br 2,8
Rb 0,8	Ba 1,0	In 1,7	Sn 1,8	Sb 1,9	Te 2,1	I 2,5

Cs  
0,7

Ηλεκτραρνητικότητα  
κατά Mulliken (1934)

$$X = \frac{I.E. + E.A.}{2}$$



R. Mulliken  
(1896-1986)  
Αμερικανός  
Φυσικός &  
Χημικός  
N.P. 1966

Πώς μεταβάλλεται η ηλεκτραρνητικότητα μέσα στον Π.Π.;

➔ Η απόλυτη τιμή της **διαφοράς** σε **ηλεκτραρνητικότητα** δυο συνδεδεμένων ατόμων δίνει περίπου το μέτρο της πολικότητας που αναμένεται για το δεσμό!

☆ Όταν η διαφορά είναι πολύ μεγάλη ( $\geq 2$ ) θεωρείται ιοντικός δεσμός, ενώ όταν είναι **μικρότερη του 1,5** θεωρείται ομοιοπολικός.

## Άσκηση 9.5α

Εκτίμηση της σχετικής πολικότητας δεσμών με βάση τις ηλεκτραρνητικότητες

Κατατάξτε τους παρακάτω δεσμούς κατά σειρά αυξανόμενης πολικότητας: H–Se, P–Cl, N–Cl, N–F και δείξτε την κατεύθυνση της πόλωσης χρησιμοποιώντας τα σύμβολα  $\delta^+$  και  $\delta^-$  (μερικά φορτία).

Ένας δεσμός είναι τόσο περισσότερο πολωμένος, όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας,  $\Delta X$ , μεταξύ των συνδεδεμένων ατόμων π.χ.:

$$X_{\text{Se}} - X_{\text{H}} = 2,4 - 2,1 = 0,3 \quad \text{και} \quad X_{\text{F}} - X_{\text{N}} = 4,0 - 3,0 = 1,0$$

Η κατεύθυνση της πόλωσης παριστάνεται ως:



Μερικό φορτίο

# Αναγραφή τύπων Lewis με ηλεκτρόνια-κουκκίδες μορίων

★ Αποτελούν απλή **δισδιάστατη** παράσταση των θέσεων των δεσμικών και μονήρων e σε ένα μόριο, (**υπερτερώντας των συντακτικών τύπων**)

## Τα 4 βασικά βήματα για την αναγραφή ενός τύπου Lewis:

1. Υπολογίζουμε τον συνολικό αριθμό ηλεκτρονίων σθένους

2. Γράφουμε τη σκελετική δομή\* του μορίου χρησιμοποιώντας συνήθως ως κεντρικό άτομο το λιγότερο ηλεκτραρνητικό.

\* Σκελετική δομή είναι ο τύπος που δείχνει απλώς ποια άτομα συνδέονται με ποια μέσα στο μόριο (ανεξάρτητα αν οι δεσμοί είναι απλοί ή όχι). Π.χ. η σκελετική δομή του διοξειδίου του άνθρακα είναι  $O-C-O$

3. Κατανέμουμε τα ηλεκτρόνια στα άτομα που περιβάλλουν το κεντρικό άτομο (κανόνας οκτάδας).

4. Κατανέμουμε τα υπόλοιπα ηλεκτρόνια ως ζεύγη στο κεντρικό άτομο.



## Άσκηση 9.6α

Αναγραφή δομών Lewis (όταν υπάρχουν μόνο απλοί δεσμοί)

Γράψτε τον τύπο Lewis για το τριβρωμίδιο του φωσφόρου,  $\text{PBr}_3$



# Άσκηση 9.6α

1. Υπολογισμός συνολικού αριθμού ηλεκτρονίων σθένους.

P: Ομάδα 5A  $\Rightarrow$  5 ηλεκτρόνια σθένους

Br: Ομάδα 7A  $\Rightarrow$  7 ηλεκτρόνια σθένους

Ο συνολικός αριθμός ηλεκτρονίων σθένους:  $5 + (3 \times 7) = 26$

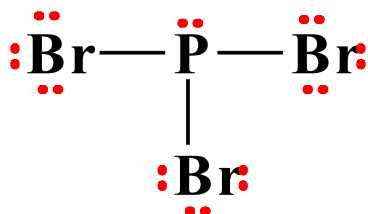
2. Η σκελετική δομή θα έχει ως κεντρικό άτομο το P, επειδή είναι το λιγότερο ηλεκτραρνητικό, και τα άτομα Br ως περιφερειακά:



3. Κατανέμουμε ηλεκτρονικά ζεύγη στα περιφερειακά άτομα έτσι, ώστε να ικανοποιείται ο κανόνας της οκτάδας.

(Απαιτούνται  $3 \times 6 = 18$  ηλεκτρόνια.)

4. Κατανέμουμε τα υπόλοιπα ηλεκτρόνια ( $26 - 18 = 8$ ) στο άτομο P:



# Άσκηση 9.10

Αναγραφή τύπων Lewis (όταν υπάρχουν πολλαπλοί δεσμοί)

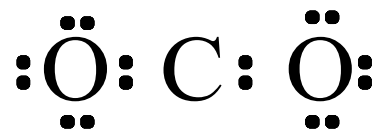
Γράψτε τον τύπο Lewis για το διοξείδιο του άνθρακα, CO<sub>2</sub>.

1. Ο συνολικός αριθμός ηλεκτρονίων στο CO<sub>2</sub> είναι

$$4 + (2 \times 6) = 16$$

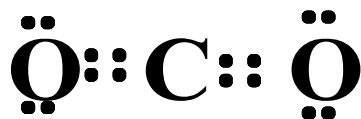
2.  $X_C < X_O \Rightarrow C =$  το κεντρικό άτομο.

3. Κατανέμουμε τα ηλεκτρόνια έτσι, ώστε τα περιφερειακά άτομα να ικανοποιούν τον κανόνα της οκτάδας.

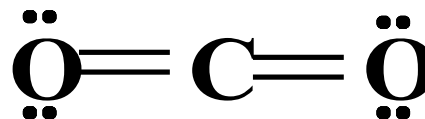


4. Παρατηρούμε ότι, ενώ έχουμε χρησιμοποιήσει και τα 16 e, ο άνθρακας περιβάλλεται μόνο από 4 e, δηλαδή χρειάζεται άλλα 4 e προκειμένου να ικανοποιηθεί ο κανόνας της οκτάδας.

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί αν μετακινήσουμε από κάθε άτομο O ένα ηλεκτρονικό ζεύγος προς το άτομο C, σχηματίζοντας διπλούς δεσμούς C=O.



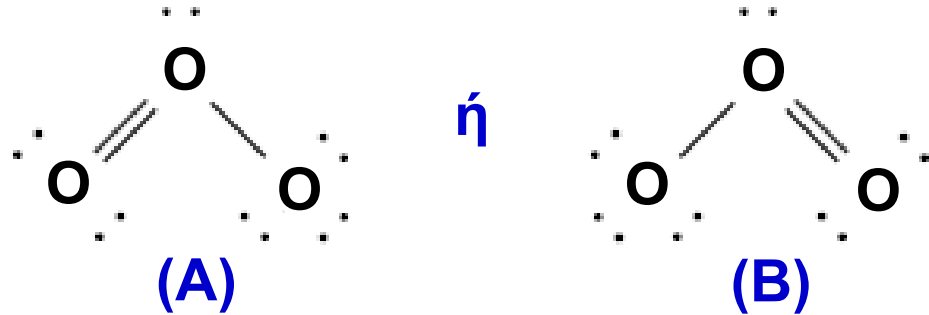
ή



# Απεντοπισμένοι δεσμοί – Συντονισμός ή Μεσομέρεια

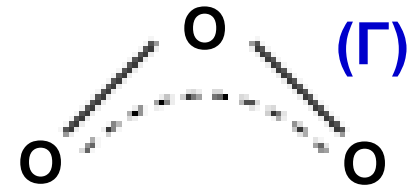
☞ Υποθέσαμε ότι τα δεσμικά e «**εντοπίζονται**» στην περιοχή μεταξύ δυο ατόμων...

Τύποι Lewis για  
το όζον,  $O_3$

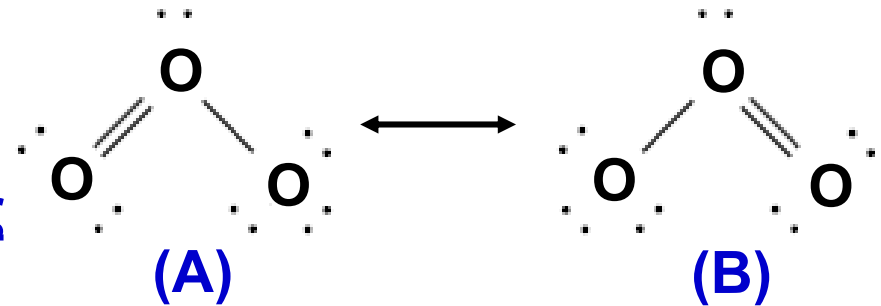


Ποιος από τους δύο τύπους Lewis για το όζον είναι ο σωστός;

Ένα από τα δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων στο όζον είναι **απλωμένο** στην περιοχή και των τριών ατόμων **και όχι εντοπισμένο** ανάμεσα σε δύο συγκεκριμένα άτομα οξυγόνου (απεντοπισμένος δεσμός)



Συντονισμός ή μεσομέρεια  
Δομές συντονισμού ή μεσομέρειας

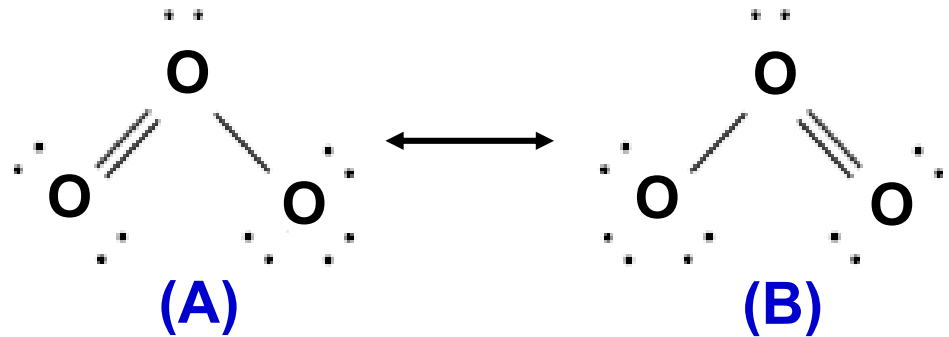


**Δομή Γ:** Από «ανάμιξη» των ανύπαρκτων δομών A και B . Περιγράφει καλλίτερα την πραγματική κατάσταση του  $O_3$

➡ **Υβρίδιο συντονισμού ή μεσομέρειας**



★ Η ηλεκτρονική δομή του μορίου που έχει απεντοπισμένους δεσμούς αποδίδεται με αναγραφή όλων των δυνατών τύπων Lewis



Το διπλό βέλος ανάμεσα στους τύπους A και B σημαίνει ότι πρέπει να σχηματίσουμε νοερή εικόνα του μορίου συγχωνεύοντας ΚΑΙ τους δυο.

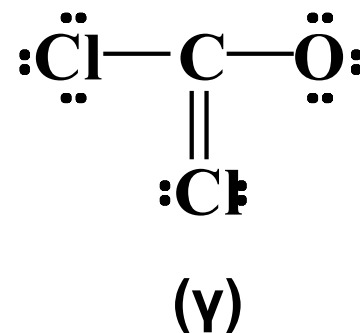
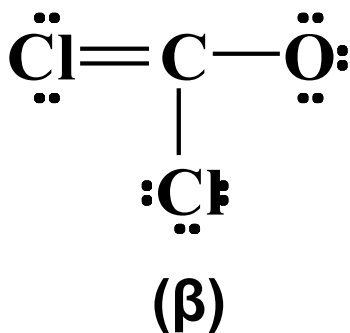
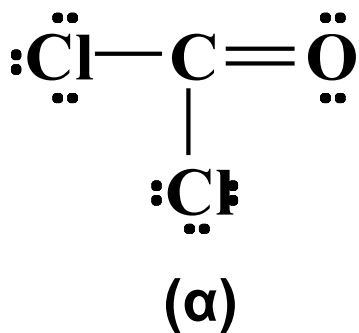
## Άσκηση 9.7α

Αναγραφή δομών συντονισμού

Περιγράψτε το δεσμό στο μυρμηκικό ιόν,  $\text{HCO}_2^-$ , χρησιμοποιώντας δομές συντονισμού.

# Τυπικό φορτίο και τύποι Lewis

Πώς από τις τρεις πιθανές δομές Lewis, που μπορούμε να γράψουμε π.χ. για το καρβονυλοχλωρίδιο,  $\text{COCl}_2$ , θα επιλέξουμε τη σωστότερη;



Επιλογή μέσω των τυπικών φορτίων:

Τυπικό φορτίο ενός ατόμου σε δομή Lewis: υποθετικό φορτίο που προκύπτει, αν θεωρηθεί ότι τα δεσμικά e μοιράζονται εξίσου μεταξύ των συνδεδεμένων ατόμων και ότι τα e από κάθε μονήρες ζεύγος ανήκουν εξ ολοκλήρου σε ένα άτομο.



# Τυπικό φορτίο και τύποι Lewis

## Κανόνες εύρεσης τυπικών φορτίων (τ.φ.)

(1) Κάθε δεσμικό ζεύγος  $e$  μοιράζεται εξίσου στα δύο άτομα του δεσμού

(2) Κάθε μονήρες ζεύγος  $e$  αποδίδεται αυτούσιο στο άτομο που ανήκει  $\Rightarrow$

$$\text{τ.φ.} = e \text{ σθένους ελεύθερου ατόμου} - e \text{ μονήρων ζευγών} - \frac{1}{2} \text{ δεσμικά } e$$

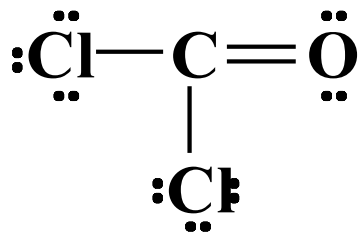
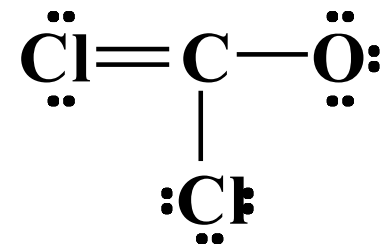
Άθροισμα τ.φ: (α) σε ουδέτερα άτομα: τ.φ. = 0,  
(β) σε ιόντα: τ.φ. = φορτίο ιόντος



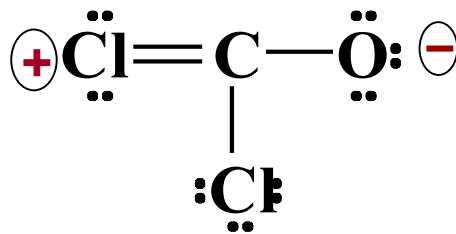
# Τυπικό φορτίο και τύποι Lewis

Παράδειγμα υπολογισμού των τ.φ. του Cl του διπλού δεσμού και του O στη δομή (β):

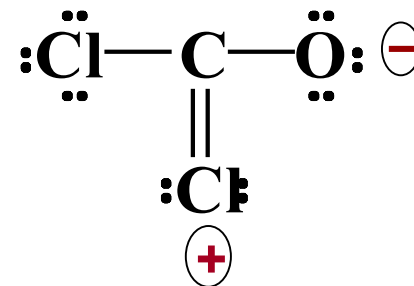
$$\text{τ.φ. Cl: } 7 - 4 - \frac{1}{2}(4) = +1 \quad \text{τ.φ. O: } 6 - 6 - \frac{1}{2}(2) = -1$$



(α)



(β)



(γ)

Ποια από τις τρεις δομές είναι η επικρατέστερη;

Κριτήρια επιλογής:

(1) Προτιμώμενα είναι τα μικρά τ.φ. (+1, -1 και καλύτερα το 0)

(2) Όχι ομοειδή φορτία σε γειτονικά άτομα

(3) Τα αρνητικά τ.φ. στα πιο ηλεκτραρνητικά άτομα

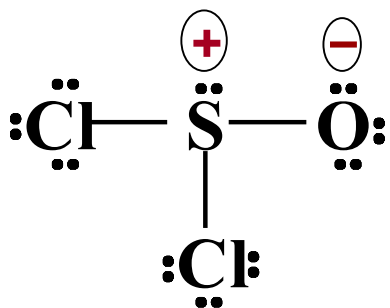
⇒ η δομή (α) είναι η επικρατέστερη.



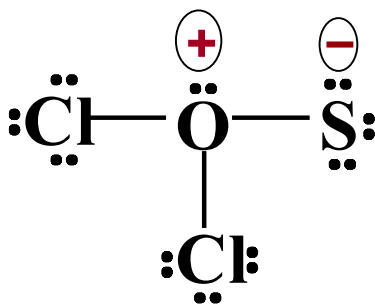


# Τυπικό φορτίο και τύποι Lewis

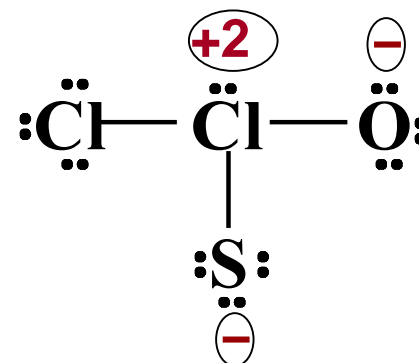
τ.φ.: χρήσιμα και στην επιλογή της πιο πιθανής σκελετικής δομής (π.χ. του θειονυλοχλωριδίου,  $\text{SOCl}_2$ )!



(α)



(β)



(γ)

Γιατί από τις τρεις σκελετικές δομές του θειονυλοχλωριδίου,  $\text{SOCl}_2$ , πιθανότερη είναι η (α);

Η δομή (γ) έχει στο ένα άτομο Cl τ.φ. +2 που θεωρείται υψηλό, και γι' αυτό η δομή (γ) δεν είναι πιθανή.

Στη δομή (β) το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο φέρει θετικό φορτίο.

Στη δομή (α) έχουμε μικρά τ.φ. και το αρνητικό τυπικό φορτίο είναι τοποθετημένο στο πιο ηλεκτραρνητικό άτομο (στο O).

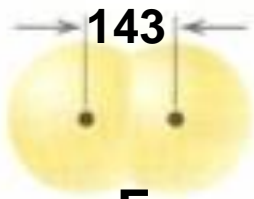
# Άσκηση 9.9α

Υπολογισμός τυπικών φορτίων (τ.φ.)

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

(α)  $\text{CO}$     (β)  $\text{HNO}_3$

# Μήκος δεσμού και τάξη δεσμού



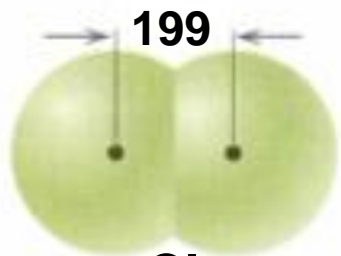
72 pm

$F_2$

Μήκη δεσμών και ομοιοπολικές ακτίνες αλογόνων

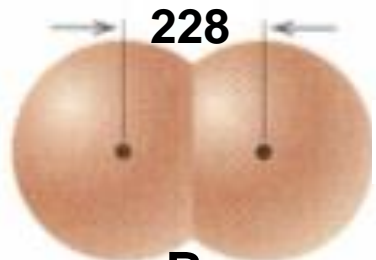
Μήκος δεσμού: μέση απόσταση μεταξύ των πυρήνων των ατόμων που συμμετέχουν στο δεσμό (προσδιορίζεται με περίθλαση ακτίνων-Χ ή φασματοσκοπικές μεθόδους)

☆ Συχνά τα μήκη απλών ομοιοπολικών δεσμών προβλέπονται από τις ομοιοπολικές ακτίνες (το μισό της απόστασης μεταξύ δύο όμοιων ατόμων που είναι ενωμένα ομοιοπολικά με απλό δεσμό)



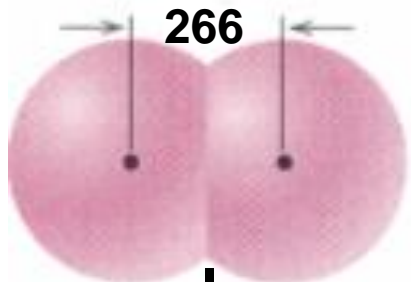
100 pm

$Cl_2$



114 pm

$Br_2$



133 pm

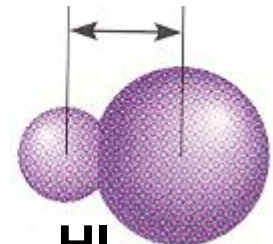
$I_2$

Μήκος δεσμού σε  $H_2$  και  $HI$

74 pm



161 pm



☆ Το μήκος δεσμού εξαρτάται από το μέγεθος των ατόμων αλλά και της πολικότητας και της τάξης του δεσμού.



# Μήκος δεσμού και τάξη δεσμού

Τάξη δεσμού: αριθμός ηλεκτρονικών ζευγών ενός δεσμού.

Δηλαδή:

C–C απλός δεσμός, τάξη δεσμού = 1

C=C διπλός δεσμός, τάξη δεσμού = 2

C≡C τριπλός δεσμός, τάξη δεσμού = 3

Κάθε παύλα  
ανάμεσα στα άτομα  
αντιπροσωπεύει  
ένα HZ

Όταν η τάξη δεσμού μεγαλώνει,  
το μήκος δεσμού ελαττώνεται!

Μέσες τιμές μήκους δεσμών  
μερικών συνηθισμένων  
απλών, διπλών και τριπλών  
δεσμών (σε pm)

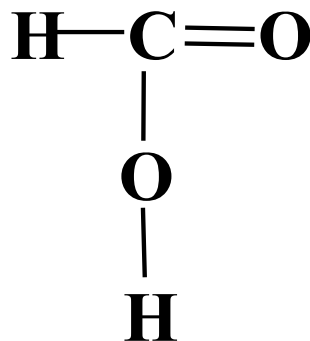
C–H	107	C–N	143
C–O	143	C=N	138
C=O	121	C≡N	116
C–C	154	N–O	136
C=C	134	N=O	122
C≡C	120	O–H	96

# Άσκηση 9.17

Συσχέτιση τάξης δεσμού και μήκους δεσμού

Το μυρμηκικό οξύ απομονώθηκε για πρώτη φορά το 1670.

Είναι το υγρό που προκαλεί ερεθισμό κατά το τσίμπημα των μυρμηγκιών. Η δομή του μυρμηκικού οξέος είναι

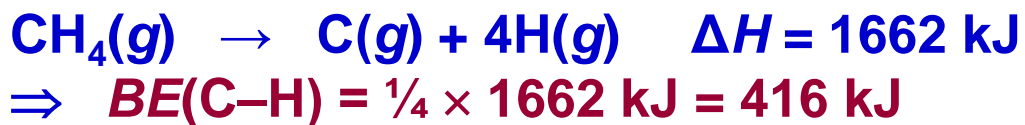
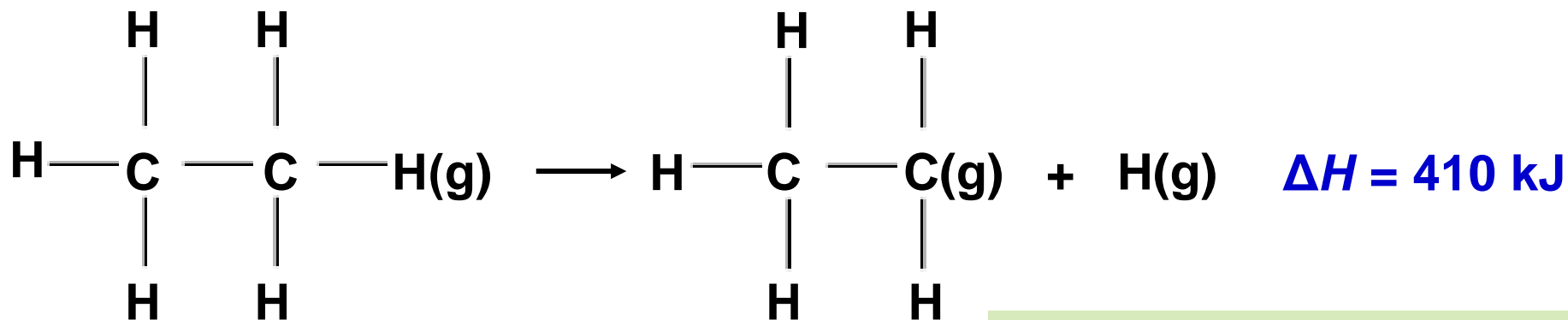
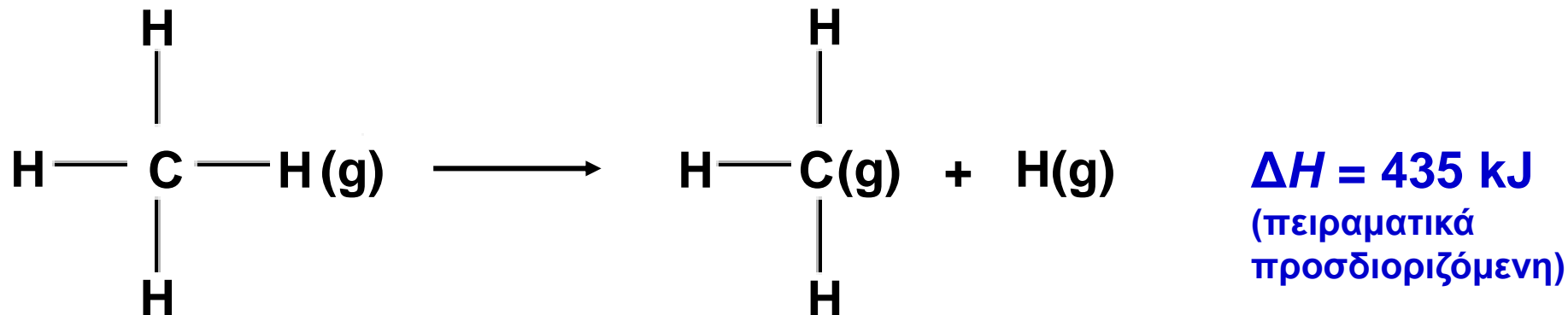


Ο ένας από τους δεσμούς άνθρακα–οξυγόνου έχει μήκος 136 pm και ο άλλος 123 pm.

Ποιο είναι το μήκος του δεσμού C=O στο μυρμηκικό οξύ;

# Ενέργεια ή ενθαλπία δεσμού ( $BE$ ή $D$ )

Ενέργεια του δεσμού A–B: μέση μεταβολή ενθαλπίας για τη διάσπαση ενός δεσμού A–B που υπάρχει σε μόριο ευρισκόμενο στην αέρια φάση.



!! Επειδή για τη διάσπαση ενός δεσμού απαιτείται ενέργεια, οι  $BE$  είναι πάντοτε θετικοί αριθμοί.

# Ενέργειες δεσμών (σε kJ/mol)

Η ενέργεια δεσμού είναι μέτρο της ισχύος του δεσμού: όσο μεγαλύτερη η ενέργεια δεσμού, τόσο ισχυρότερος ο χημικός δεσμός

## Μέσες ενέργειες δεσμών (σε kJ/mol)

### Απλοί Δεσμοί

C–H	411	N–F	283	S–Cl	255
C–C	346	N–Cl	313	S–Br	217
C–N	305	N–Br	243	S–S	226
C–O	358				
C–F	485	H–H	432	F–F	155

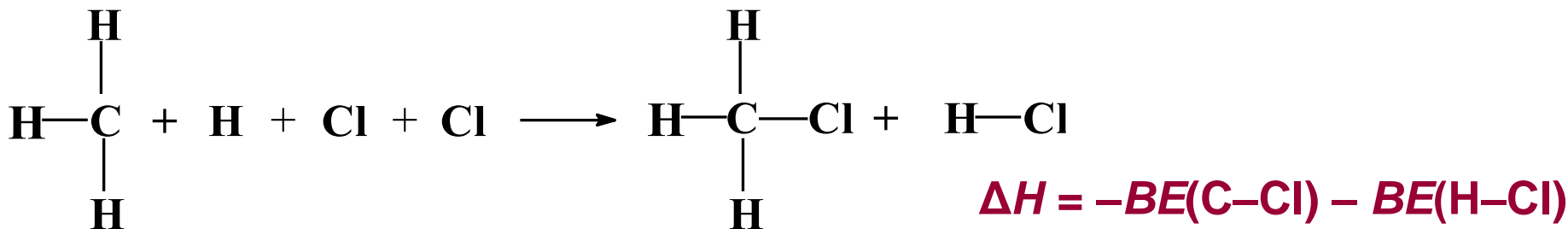
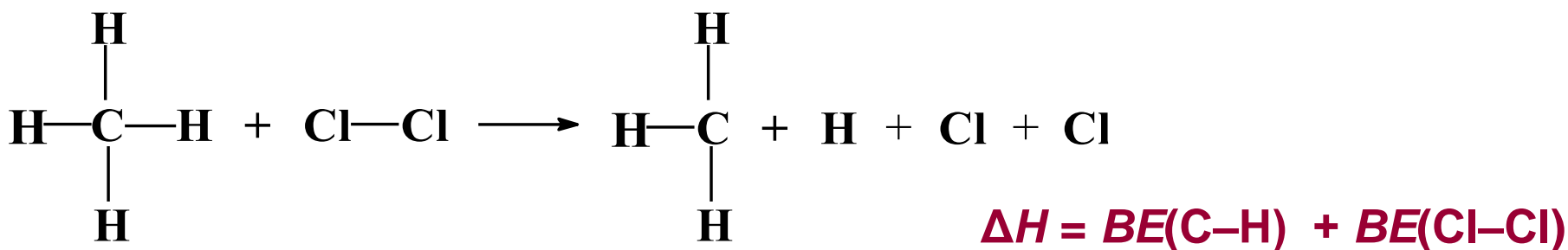
### Πολλαπλοί δεσμοί

C=C	602	N=N	418	O=O	494
C≡C	835	N≡N	942		
C=N	615			S=O	532
C≡N	887			S=S	418
C=O	799				

!!! Πώς σχετίζεται η ενέργεια δεσμού με την τάξη δεσμού;

# Υπολογισμός της μεταβολή ενθαλπίας ( $\Delta H$ ) από ενέργειες δεσμών μιας αντίδρασης σε αέρια φάση

Π.χ.,  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl}(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \Rightarrow$  Υποθετική πορεία:



Γενικώς:

$$\Delta H = \sum BE(\text{δεσμών που διασπώνονται}) - \sum BE(\text{δεσμών που σχηματίζονται})$$

$$\Delta H \cong BE(\text{C}-\text{H}) + BE(\text{Cl}-\text{Cl}) - BE(\text{C}-\text{Cl}) - BE(\text{H}-\text{Cl}) =$$

$$(411 + 240 - 327 - 428) \text{ kJ} = -104 \text{ kJ}$$

Σε ποιο νόμο στηρίζεται ο παραπάνω γενικός τύπος της  $\Delta H$ ;  
Τι σημαίνει το αρνητικό πρόσημο; Γιατί η τιμή αυτή είναι προσεγγιστική;



# Ενέργειες δεσμών στην ερμηνεία της θερμότητας μιας αντίδρασης ή της σταθερότητας προϊόντων



## Έκρηξη του συμπλόκου τριιωδιδίου του αζώτου–αμμωνίας

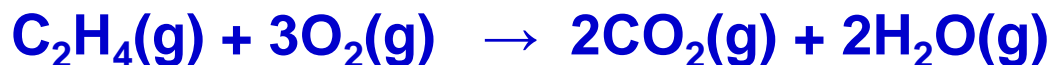
Το καστανέρυθρο σύμπλοκο τριιωδιδίου του αζώτου και αμμωνίας είναι τόσο ευαίσθητο σε έκρηξη, ώστε μπορεί να εκραγεί με το άγγιγμα ενός φτερού. Απλοί δεσμοί αζώτου–ιωδίου αντικαθίστανται από πολύ ισχυρούς τριπλούς δεσμούς αζώτου–αζώτου ( $N_2$ ) και απλούς δεσμούς ιωδίου–ιωδίου ( $I_2$ ).

**! Διατυπώστε τη χημική εξίσωση για την παραπάνω αντίδραση**

# Άσκηση 9.18

Υπολογισμός της μεταβολής ενθαλπίας μιας αντίδρασης από ενέργειες δεσμών

Χρησιμοποιήστε ενέργειες δεσμών προκειμένου να εκτιμήσετε τη μεταβολή ενθαλπίας για την καύση αιθυλενίου,  $C_2H_4$ , σύμφωνα με την εξίσωση



Γράφουμε την αντίδραση με συντακτικούς τύπους για να ξεχωρίσουμε εύκολα τους δεσμούς που διασπώνται και τους δεσμούς που σχηματίζονται.



# Άσκηση

Για το ιόν του  $\text{NCO}^-$ :

(α) Να σχεδιάσετε τρεις δομές Lewis σημειώνοντας το τυπικό φορτίο κάθε ατόμου (Υπόδειξη: Θεωρείστε κάθε φορά μόνο τις δομές με διαφορετική σειρά των ατόμων και δύο διπλούς δεσμούς)

(I)

(II)

(III)

(β) Να πείτε ποια από τις τρεις αυτές δομές παριστάνει ακριβέστερα το συντακτικό τύπο του ιόντος και γιατί;

