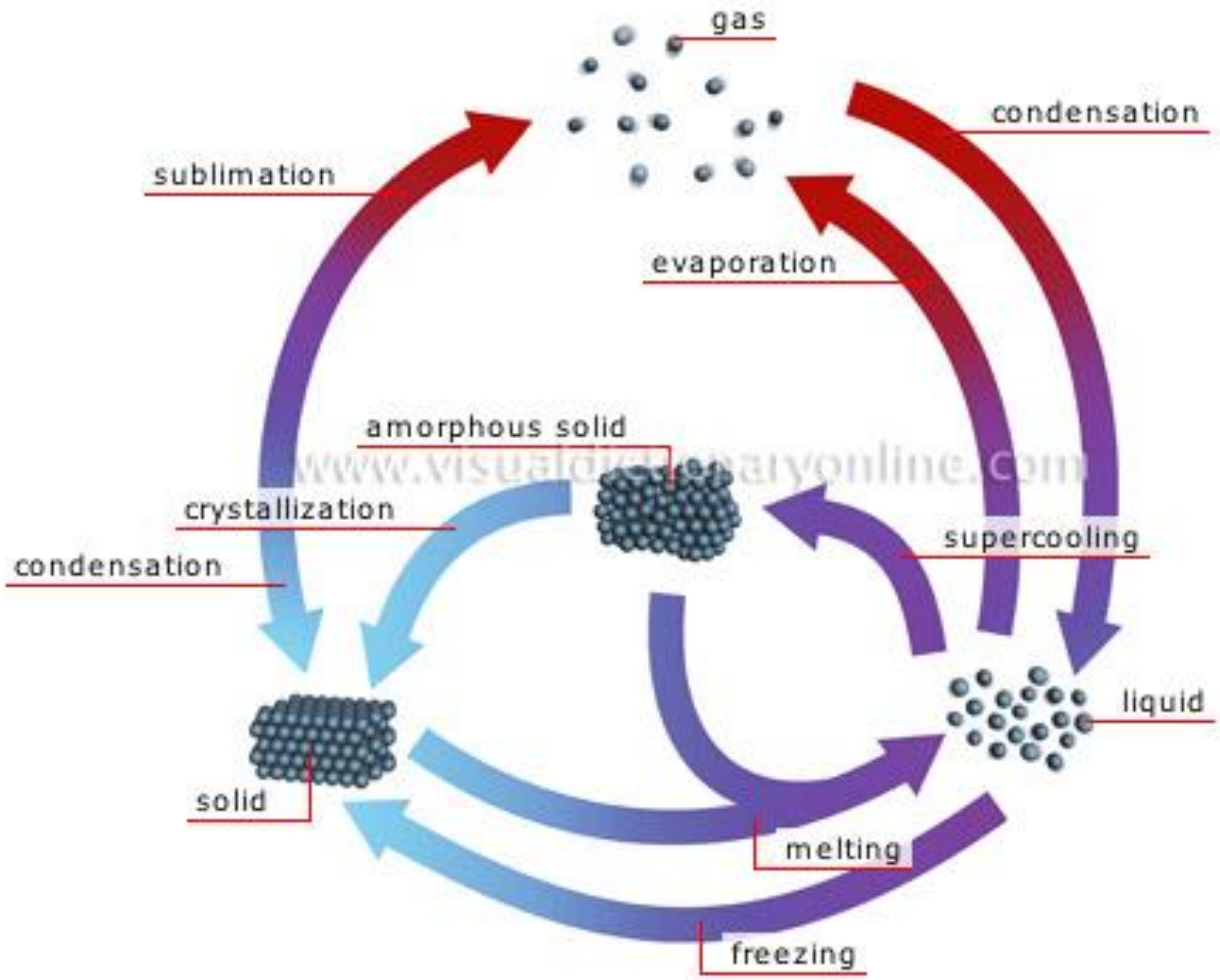
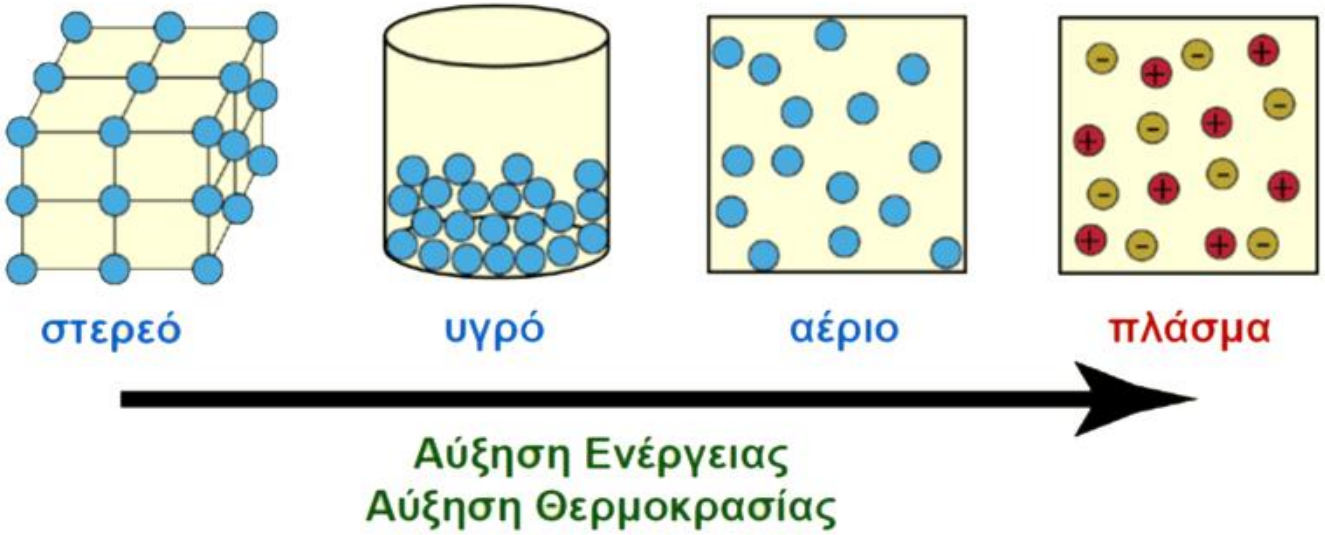
Καταστάσεις της ύλης

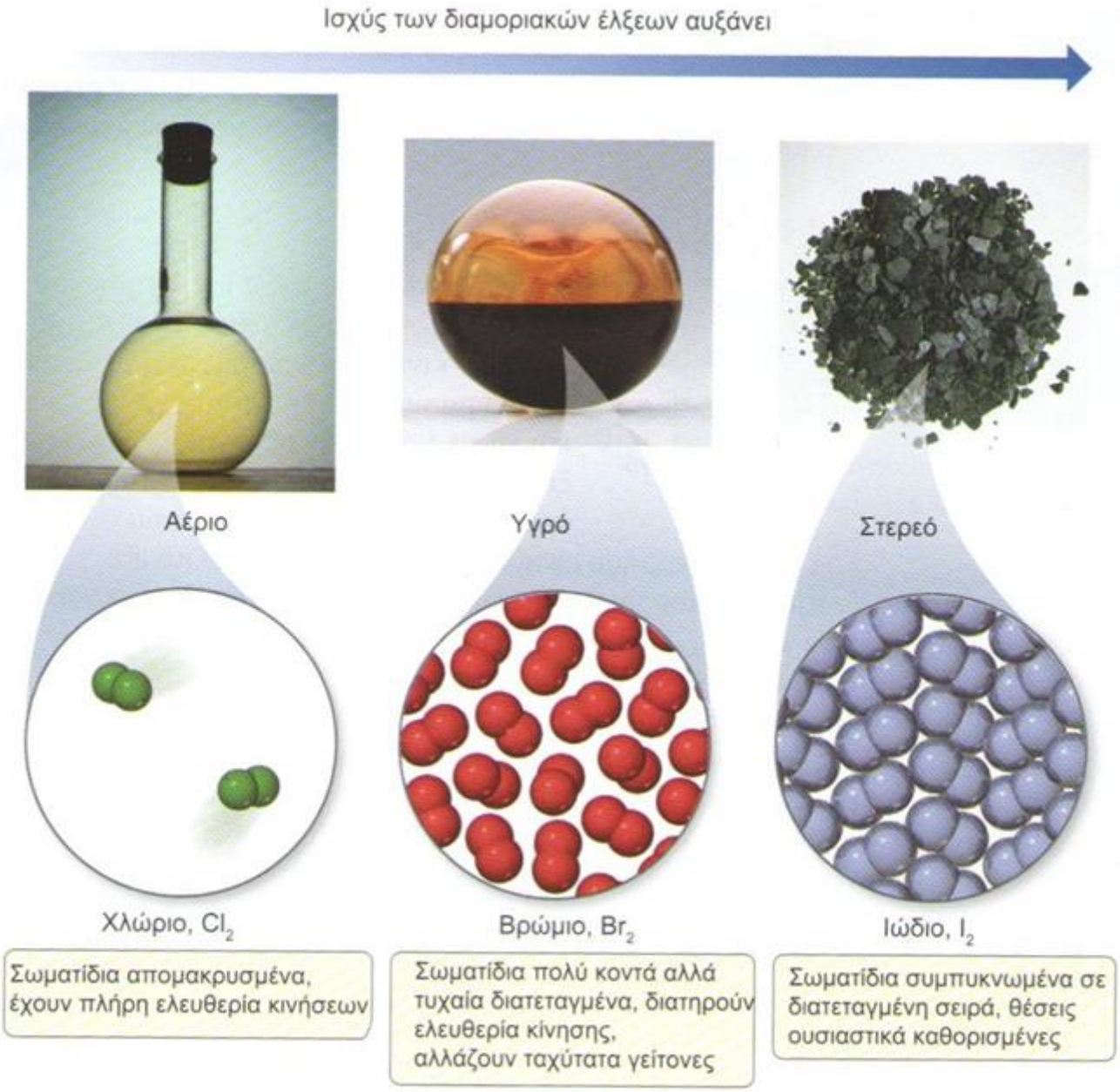


Καταστάσεις της ύλης

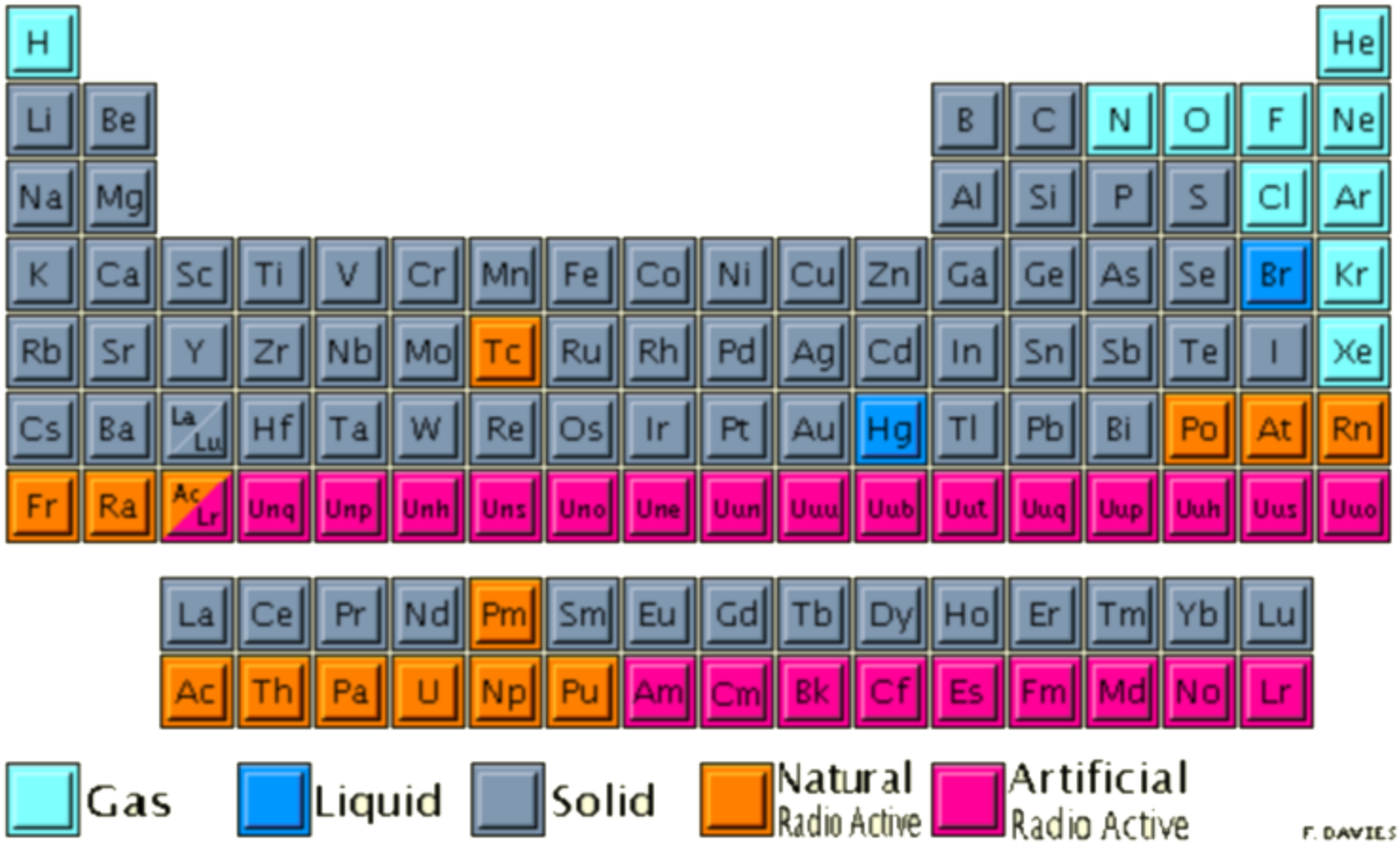


- ✓ Δυνάμεις συνοχής μεταξύ των μορίων
- ✓ Κινητική ενέργεια των μορίων ($E_κ$)

Καταστάσεις της ύλης

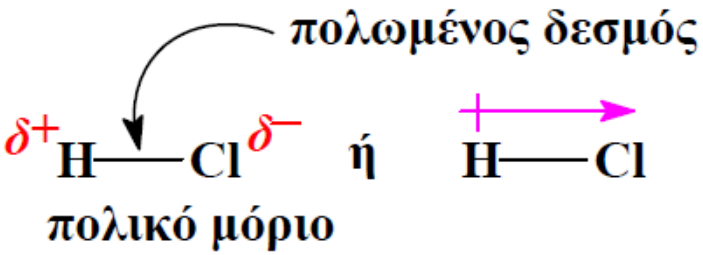


Καταστάσεις των στοιχείων



Πολικότητα Ενώσεων και διπολική ροπή

Ηλεκτραρνητικότητα: μέτρο της ικανότητας ενός ατόμου που βρίσκεται σε μόριο να έλκει προς το μέρος του δεσμικά e.



H–Cl: χ_{Cl}= 3.0 χ_H= 2.1 ⇒ Δχ = 0.9 ≠ 0 άρα πολικό μόριο

Διπολική ροπή (μ): ένα διανυσματικό μέγεθος που μετρά ποσοτικά το διαχωρισμό φορτίων σε ένα μόριο

$$\mu = \delta \cdot r$$

r = η απόσταση ανάμεσα στα μερικά φορτία δ^+ και δ^-

Μονάδα μέτρησης διπολικής ροπής

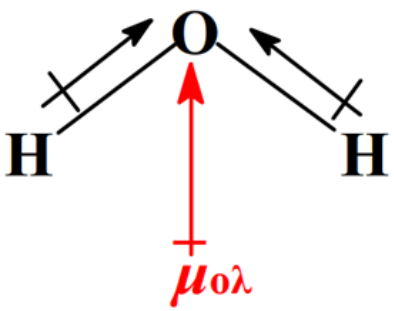
1 debye (D) = $3{,}34 \times 10^{-30}$ C·m (coulomb · meter)

Πολικότητα Ενώσεων

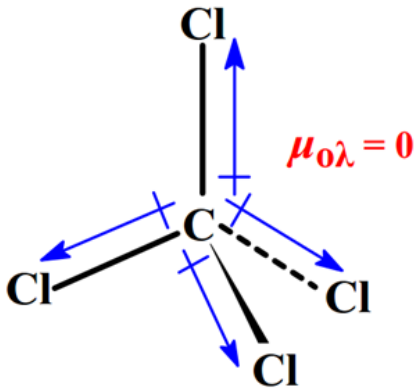
❖ **Η πολικότητα ενός μορίου εξαρτάται από:**

➢ **την γεωμετρία του μορίου**

➢ **την πολικότητα των δεσμών**

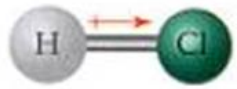


Το μόριο H_2O είναι κεκαμμένο. Οι επιμέρους διπολικές ροπές των δεσμών O–H δίνουν συνισταμένη διπολική ροπή $\mu_{ολ} \neq 0$
⇒ μόριο πολικό
Πειραματικά: $\mu(H_2O) = 1{,}94$ D

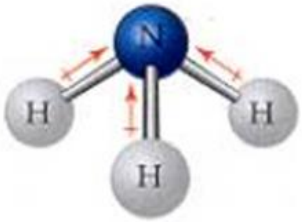


Το μόριο CCl_4 είναι τετραεδρικό. Οι επιμέρους διπολικές ροπές των δεσμών C–Cl δίνουν συνισταμένη διπολική ροπή $\mu_{ολ} = 0$
⇒ μόριο μη πολικό

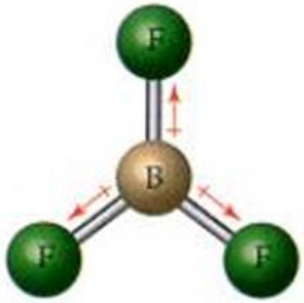
Πολικότητα Ενώσεων



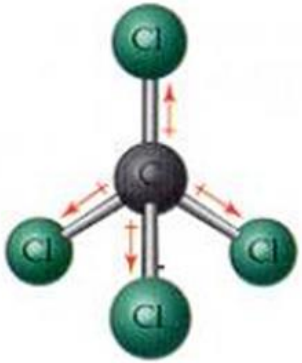
γ. HCl - πολικό μόριο



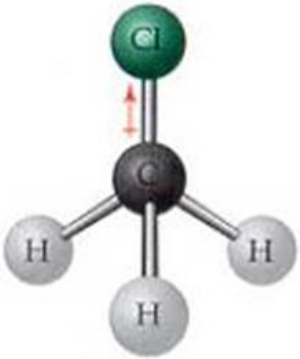
δ. NH_3 - πολικό



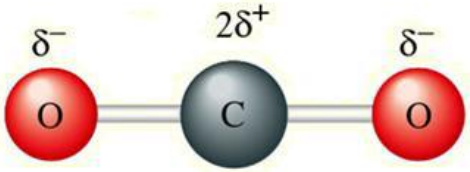
ε. BF_3 - μη πολικό

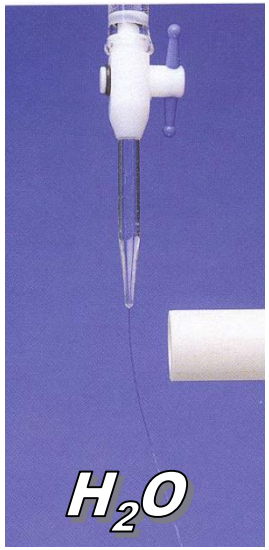


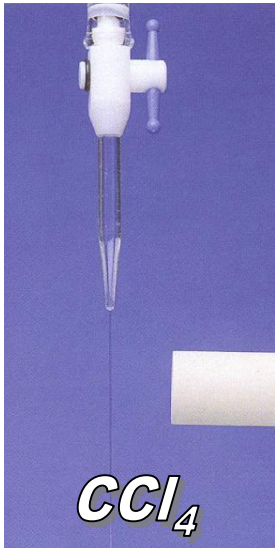
στ. CCl_4 - μη πολικό



ζ. CH_3Cl- πολικό

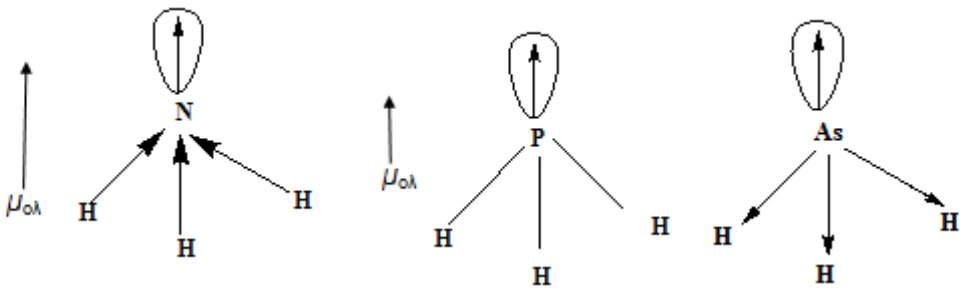






Παράδειγμα - Πολικότητα Ενώσεων

Να γίνει κατάταξη των μορίων της καθεμιάς από τις παρακάτω ομάδες κατά αυξανόμενη διπολική ροπή: α) HCl, HF, HBr, HI b) PH_3, NH_3, AsH_3



$X_N > X_H$

$X_P = X_H$

$\mu_{ολ} \approx 0$

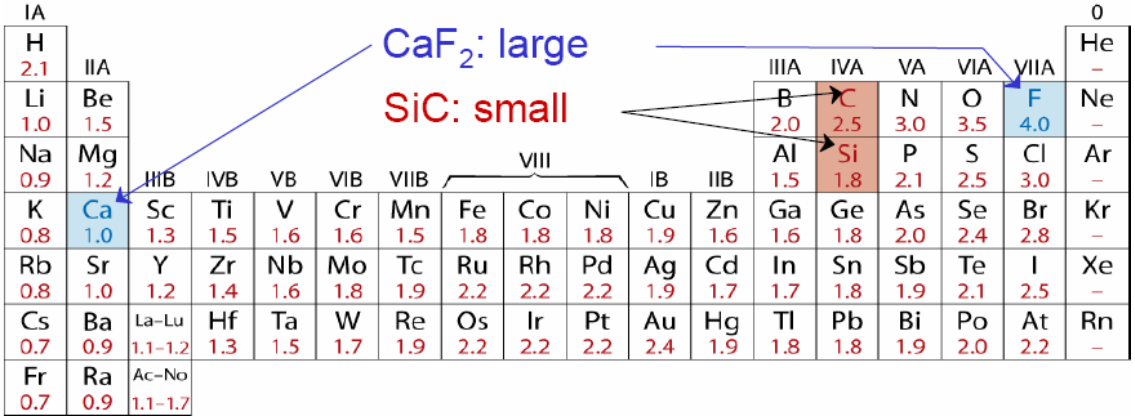
$X_{As} < X_H$

$$X_F > X_{Cl} > X_{Br} > X_I$$

$$X_F - X_H > X_{Cl} - X_H > X_{Br} - X_H > X_I - X_H$$

$$\mu\,(HI) < \mu\,(HBr) < \mu\,(HCl) < \mu\,(HF)$$

$$\mu\,(AsH_3) < \mu\,(PH_3) < \mu\,(NH_3)$$



Πολικότητα Μορίων

❖ Ασκήσεις

- Το μήκος του δεσμού του H-Cl είναι 127 pm και τα φορτία είναι H^{+1} και Cl^{-1}. Να υπολογιστεί η διπολική ροπή του μορίου. Δίνεται το στοιχειώδες φορτίο ίσο με $q_e = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C.

- Να εξηγήσετε γιατί, ενώ η ατομική ακτίνα του F είναι 72 pm και του Cl 99 pm, το μήκος του δεσμού στο μόριο Cl-F είναι < 171pm.

- Ο δεσμός του H-F είναι κατά προσέγγιση 43,3% ιοντικός. Ποιο είναι το μήκος του δεσμού στο μόριο αν η διπολική ροπή του HF ισούται με $6{,}38 \times 10^{-30}$ Cm.

- Το μήκος του δεσμού H-I είναι 161 pm η δε διπολική του HI ισούται με $1{,}27 \times 10^{-30}$ Cm. Να υπολογιστεί το ιοντικό ποσοστό του δεσμού H-I.

- Να εξηγήσετε γιατί ενώ η διπολική ροπή της NH_3 είναι μεγαλύτερη από αυτή του NF_3, αντίθετα η διπολική ροπή του PH_3 είναι μικρότερη από εκείνη του PF_3. Δίνονται: $\chi_N = 3{,}0$, $X_H = 2{,}1$, $\chi_F = 4{,}0$ και $x_P = 2{,}1$.

Παράδειγμα - Πολικότητα Ενώσεων

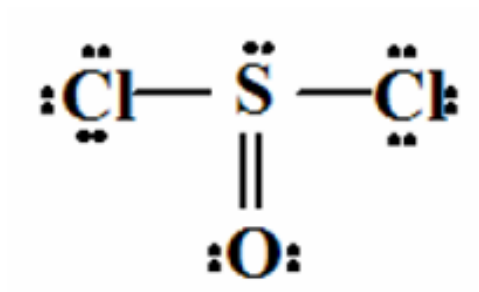
Ποιο από τα παρακάτω μόρια θα περιμένατε, για λόγους συμμετρίας, να έχει διπολική ροπή ίση με μηδέν; Εξηγήστε.

(α) $SOCl_2$
(β) SiF_4
(γ) OF_2

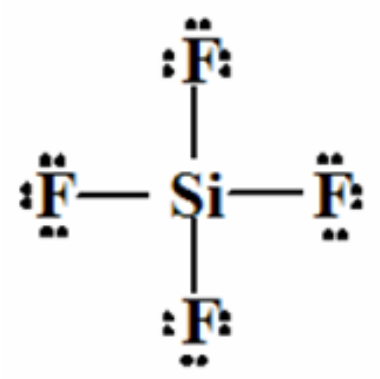
- **Μόρια του τύπου AX_n (n = 2 - 6) είναι απολύτως συμμετρικά και δίνουν $\mu_{ολ} = 0$.**

- **Μόρια του τύπου AX_nE_m (με εξαίρεση τα AX_2E_3 και AX_4E_2) είναι μη συμμετρικά και έχουν $\mu_{ολ} \neq 0$.**

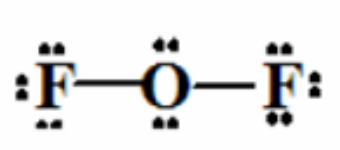
✓ **Σύμφωνα με τα παραπάνω, θα έχουμε:**



AX_3E
τριγ. πυραμιδικό, $\mu_{ολ} \neq 0$



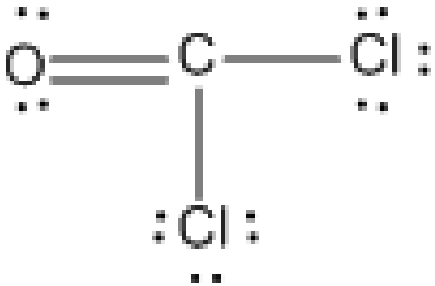
AX_4
τετραεδρικό, $\mu_{ολ} = 0$



AX_2E_2
γωνιακό, $\mu_{ολ} \neq 0$

Παράδειγμα - Πολικότητα Ενώσεων

Εμφανίζει ή όχι ή ένωση $COCl_2$ διπολική ροπή και γιατί;



- **VSEPR AX_3 σύμφωνα με τα προηγούμενα το μόριο θα έπρεπε να έχει $\mu_{ολ} = 0$, λόγω συμμετρίας.**

- **Όμως $\mu_{ολ} \neq 0$.**

Διαμοριακές Δυνάμεις

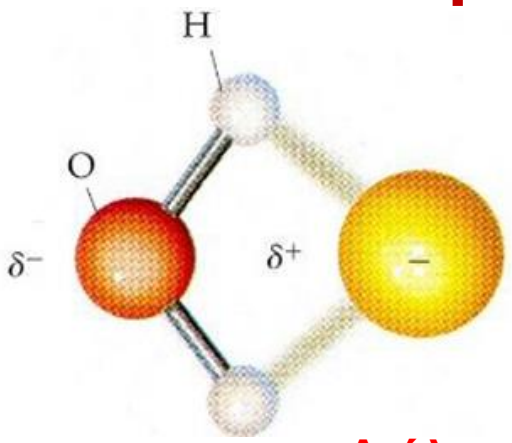
Δυνάμεις μεταξύ μορίων, ασθενέστερες εν γένει από τις δυνάμεις μεταξύ ατόμων

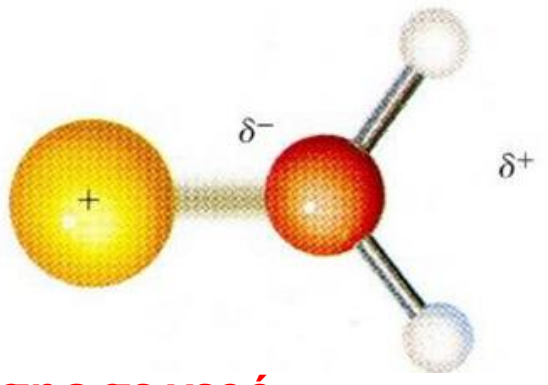
- ιόντος - διπόλου
- διπόλου - διπόλου
- δεσμός υδρογόνου
- ιόντος ή διπόλου - διπόλου εξ επαγωγής
- διπόλου εξ επαγωγής - διπόλου εξ επαγωγής

Τάση ατμών
Βρασμός
Τήξη
Εξάχνωση

συμβαίνουν όταν τα σωματίδια της ύλης έχουν κινητική ενέργεια που υπερνικά τις διαμοριακές δυνάμεις

Δυνάμεις Ιόντος-Διπόλου





Διάλυση ιοντικής ένωσης σε νερό

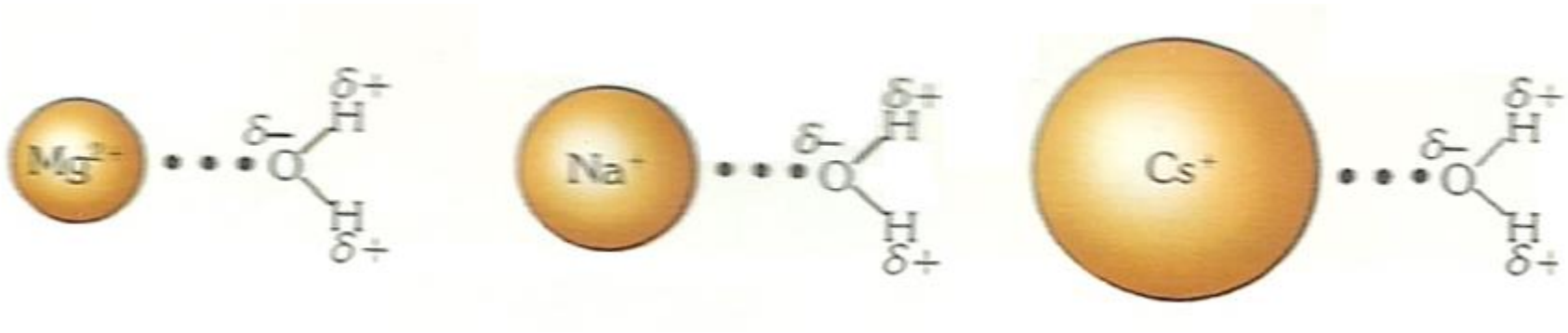
α: δεσμός ανιόντος – νερού **β: δεσμός κατιόντος - νερού**

- **Η ισχύς του δεσμού Ιόντος-Διπόλου εξαρτάται από:**
  - **μέγεθος & φορτίο ιόντος**
  - **μέγεθος & διπολική ροπή μορίου**
- **Η ισχύς ανάλογη του $1/d^2$**

ΠΙΝΑΚΑΣ 11.2 Ενθαλπία ενυδάτωσης ιόντων σε συνάρτηση με την ακτίνα του ιόντος για τα στοιχεία της ΙΑ ομάδας

Κατιόν	Ιοντική ακτίνα pm	Ενθαλπία ενυδάτωσης kJ mol^{-1}
Li^+	90	-515
Na^+	116	-405
K^+	152	-321
Rb^+	166	-296
Cs^+	181	-263

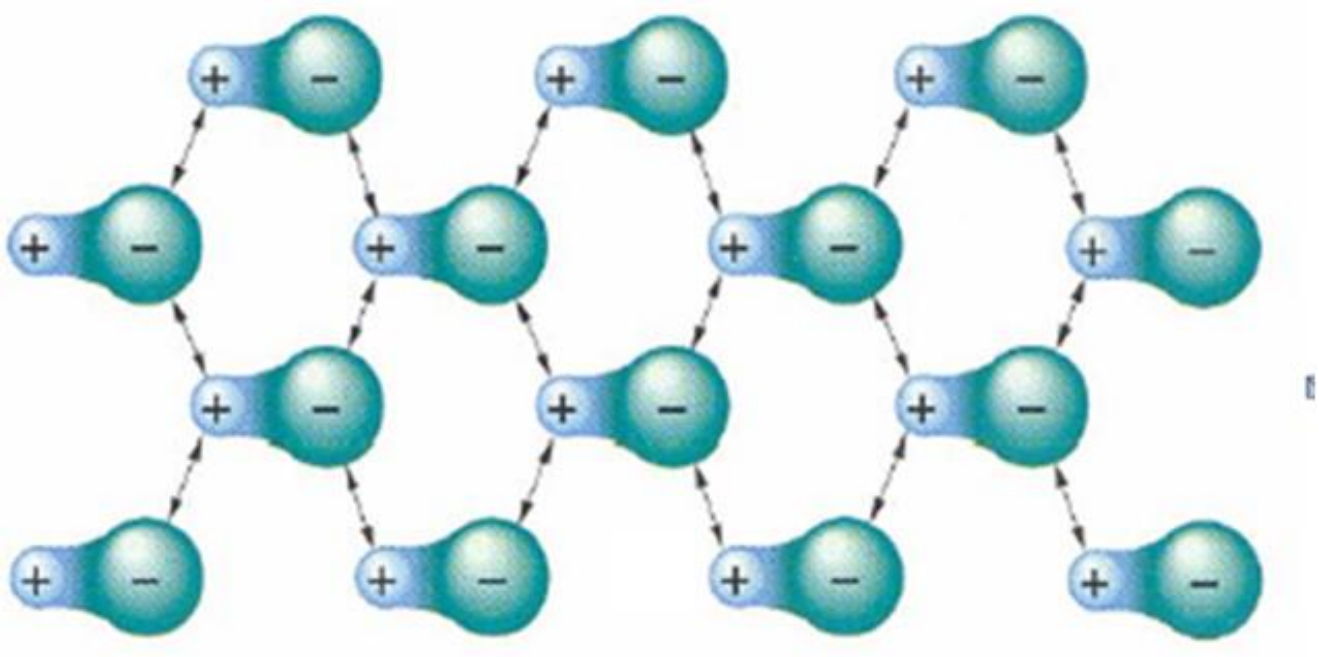
Δυνάμεις Ιόντος-Διπόλου



	Ενθαλπία ενυδάτωσης
Mg^{2+}	-1922 kJ/mol
Na^{+}	-405 kJ/mol
Cs^{+}	-263 kJ/mol

Δυνάμεις Διπόλου-Διπόλου

- Αναπτύσσονται ανάμεσα σε πολικά μόρια
- Είναι ελκτικές δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης που δημιουργούν προσανατολισμό στα μόρια



$$E = \frac{\mu_1 \cdot \mu_2}{2\pi\varepsilon_0 r^3}$$

T ↓ : υπερτερούν οι ελκτικές δυνάμεις διπόλου-διπόλου → στερεά ή υγρά

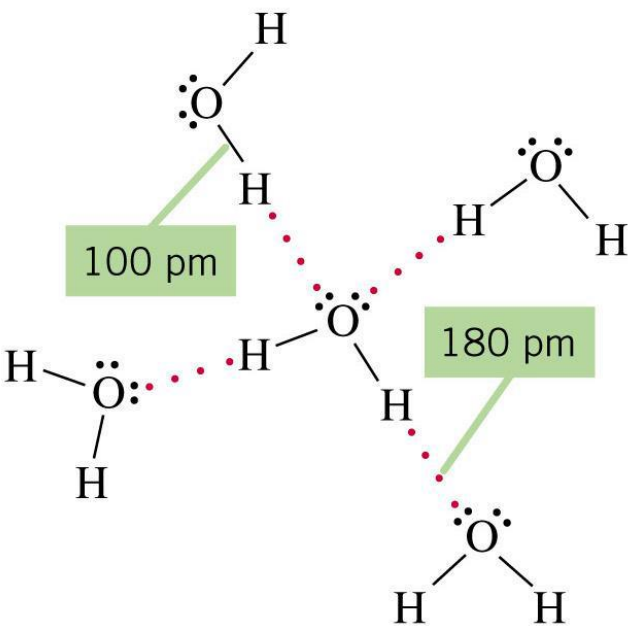
T ↑: υπερτερούν οι απωστικές δυνάμεις λόγω θερμικής κίνησης → αέρια

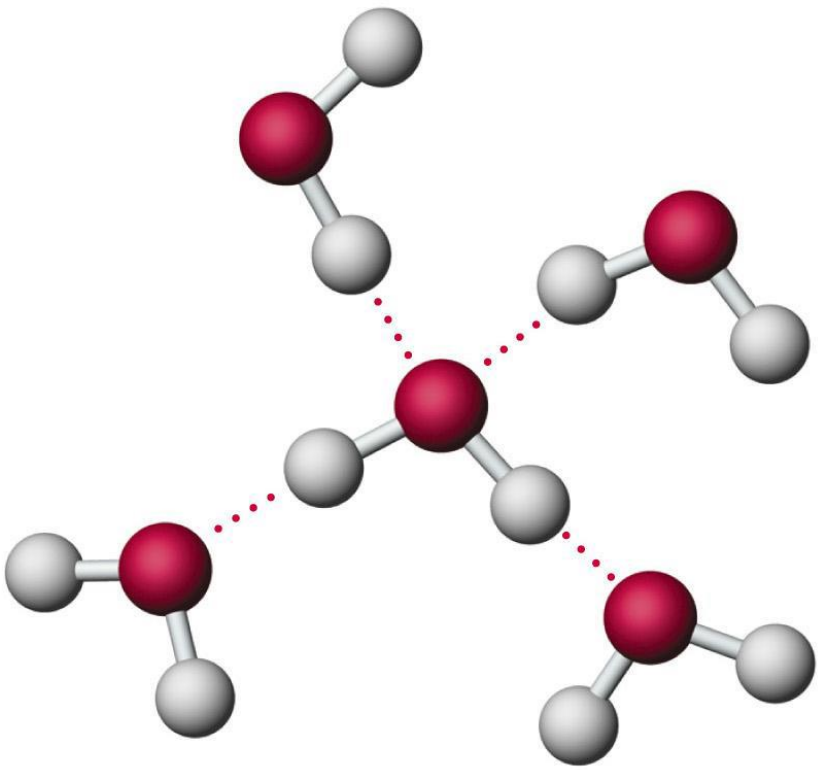
Δεσμός Υδρογόνου

❖ **Δεσμός διπόλου-διπόλου μεταξύ:**

➢ **ατόμου υδρογόνου, το οποίο συνδέεται με ένα μικρό, ισχυρά ηλεκτραρνητικό άτομο (F, O, N) σε ένα μόριο**

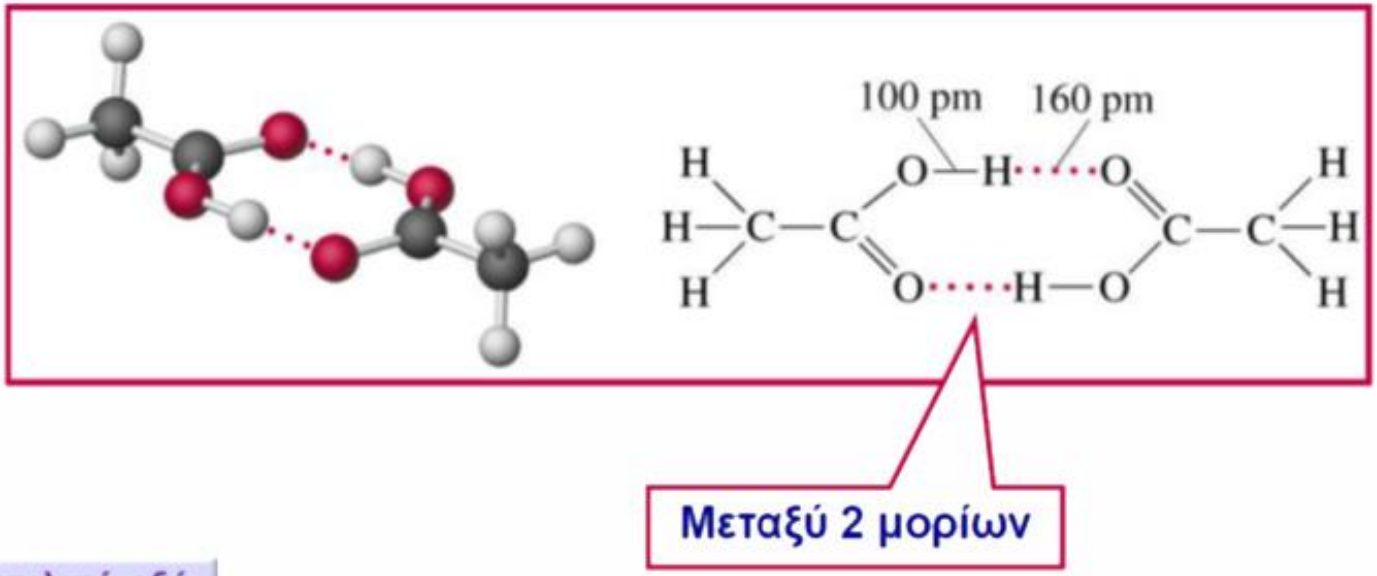
➢ **και ενός ισχυρά ηλεκτραρνητικού ατόμου (F, O, N) ενός άλλου μορίου.**





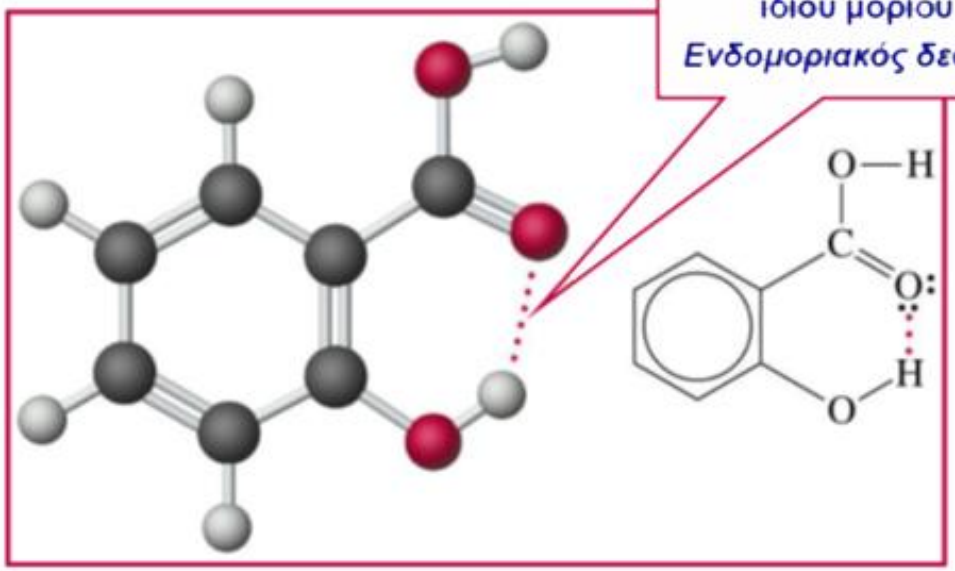
Δεσμός Υδρογόνου

CH_3COOH



Μεταξύ 2 μορίων

Σαλικυλικό οξύ

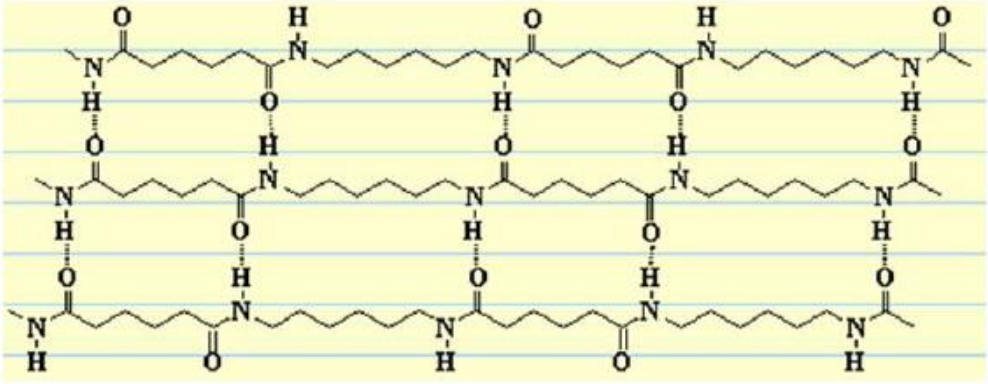


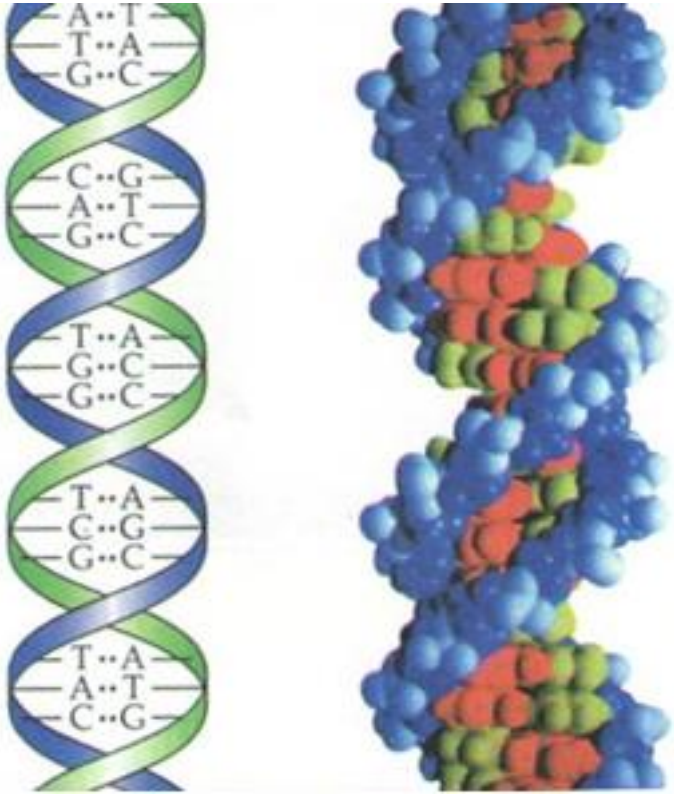
Μεταξύ ομάδων του ιδίου μορίου

Ενδομοριακός δεσμός

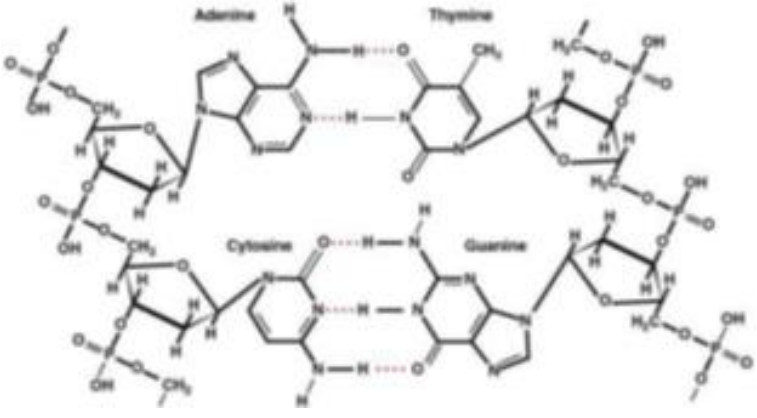
Δεσμός Υδρογόνου

Μηχανική αντοχή πολυμερών





Δομή DNA

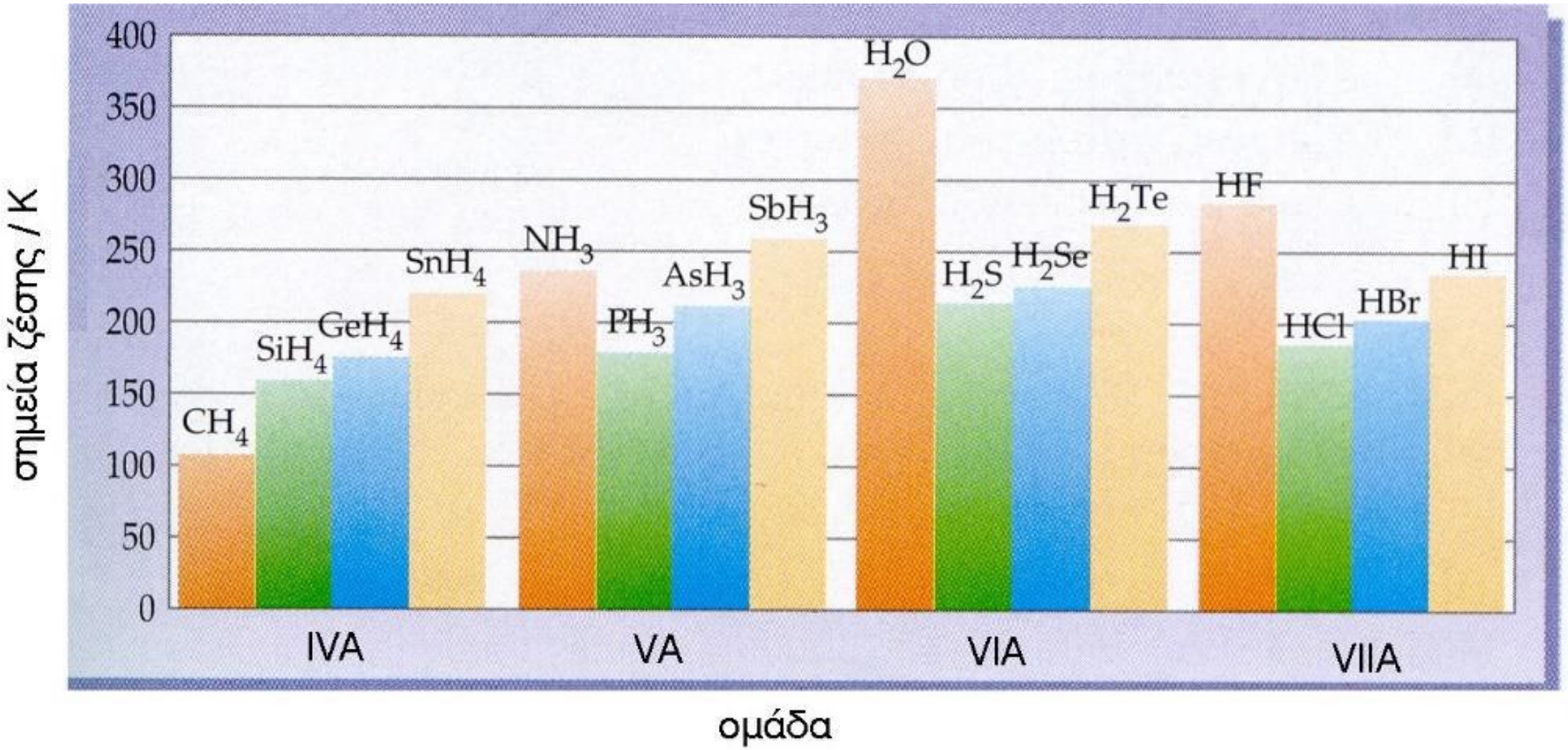


Δεσμός Υδρογόνου

❖ **Επίδραση του δεσμού Η σ.ζ. των υδρογονούχων ενώσεων**

➢ **αύξηση του σημείου ζέσης με την αύξηση του ΜΒ**

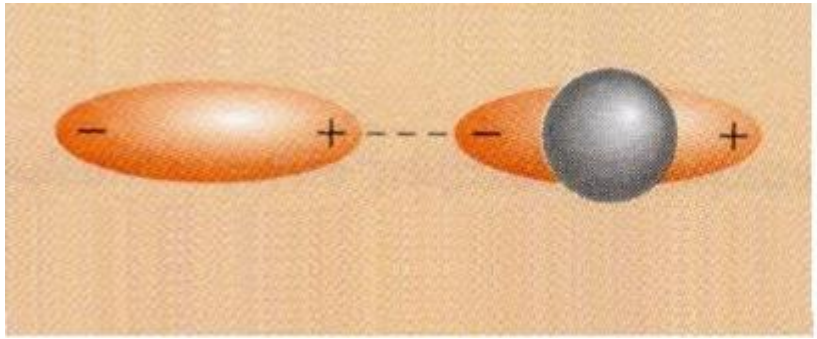
❑ **Γιατί το ΣΖ του νερού (ΜΒ 18) είναι 100ºC του μεθανίου (ΜΒ 16) είναι -167ºC;**

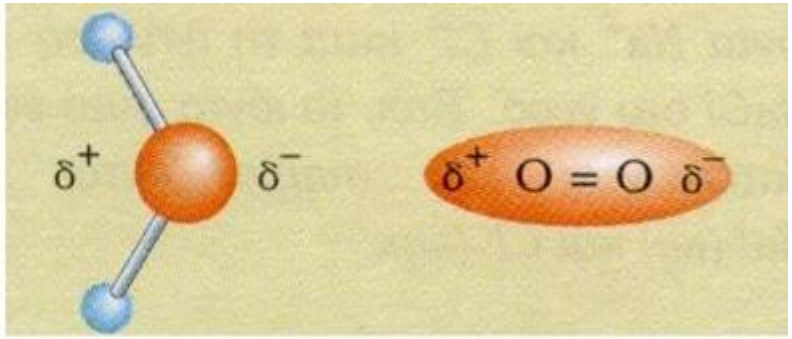


Δυνάμεις Διπόλου (ή ιόντος) – Διπόλου εξ' απαγωγής

Δίπολο εξ' επαγωγής:
μη πολικό μόριο
πολώνεται εξαιτίας εξωτερικού φορτίου

Διαλύματα ιοντικών ή πολικών ενώσεων σε μη πολικούς διαλύτες



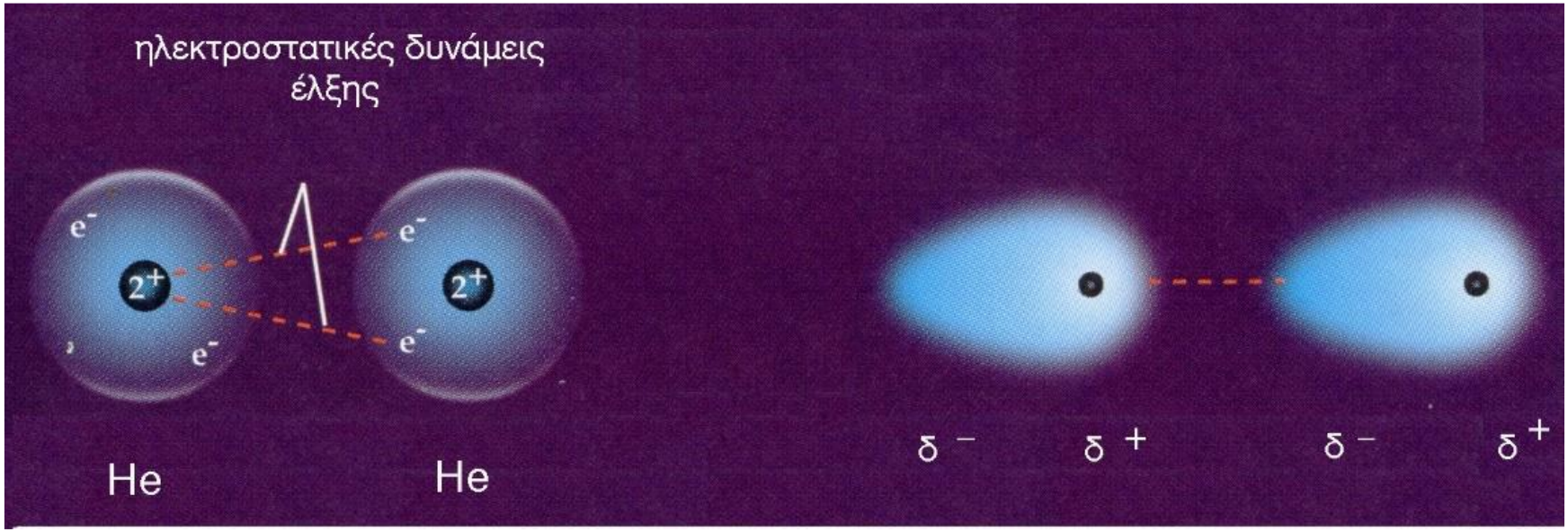


$$E = \frac{\mu^2 \alpha}{r^6}$$

μ : διπολική ροπή δίπολου μορίου
α : πολωσιμότητα του μη πολικού μορίου
r : απόσταση

Δυνάμεις στιγμιαίου Διπόλου μορίου – στιγμιαίου διπόλου μορίου ή δυνάμεις διασποράς ή δυνάμεις London

Γιατί μη πολικά αέρια συμπυκνώνονται σε χαμηλές θερμοκρασίες?



Κίνηση ηλεκτρονιακών νεφών → στιγμιαίο δίπολο → ασθενείς ελκτικές δυνάμεις

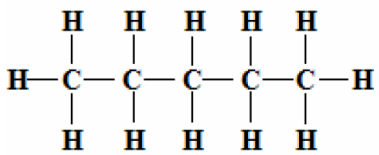
$$E = \frac{2\bar{\mu}\alpha}{r^6}$$

μ : διπολική ροπή στιγμιαίου δίπολου
α : πόλωσιμότητα μη πολικού μορίου
r : απόσταση

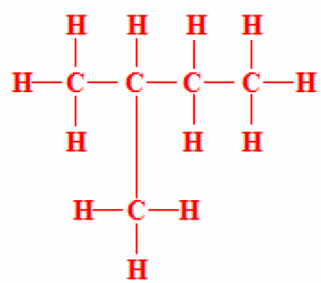
Δυνάμεις διασποράς London

- Οι δυνάμεις διασποράς London:
- ✓ εμφανίζονται μεταξύ όλων των μορίων
- ✓ γίνονται ισχυρότερες με την αύξηση του μοριακού βάρους
- ✓ εξαρτώνται από την γεωμετρία του μορίου
- μεγαλύτερη διαθέσιμη επιφάνεια σύνδεσης ⟶ ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς
- ασθενέστερες μεταξύ σφαιρικών μορίων

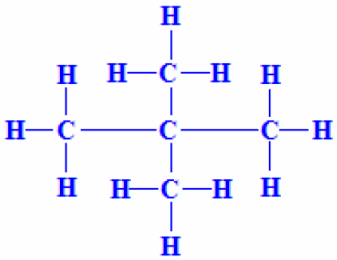
Ποιο από τα τρία πεντάνια (C_5H_{12}) έχει το χαμηλότερο σημείο ζέσεως;



κανονικό πεντάνιο



ισοπεντάνιο



νεοπεντάνιο

Σημεία Ζέσεως:

κανονικό πεντάνιο 36.0^{o}C

ισοπεντάνιο 27.9^{o}C

νεοπεντάνιο 9.5^{o}C.

- ιδιο μοριακό βάρος
- διαφορά στην διάταξη
- μειώνονται από το κανονικό πεντάνιο προς το νεοπεντάνιο
- ασθενέστερες διαμοριακές δυνάμεις έχουμε στο νεοπεντάνιο

Διαμοριακές Δυνάμεις

❖ Ασκήσεις

1. Να γράψετε τις δομές κατά Lewis των ενώσεων NH_3, NH_2OH, CH_3OH και CH_2O και να εξηγήσετε με ποιον τρόπο αυξάνεται η διαλυτότητά τους στο νερό.

2. Δίνονται τα τετραεδρικά μόρια με κεντρικό άτομο τον άνθρακα: CH_4, CH_3Cl, CH_2Cl_2, $CHCl_3$, CCl_4. Σε ποιες ενώσεις επικρατούν σε υγρή κατάσταση οι δυνάμεις διπόλου-διπόλου; Να διαταχθούν με σειρά αυξανόμενου σημείου ζέσεως.

3. Κατατάξτε τις ενώσεις: CH_4, KBr, H_2, C_2H_5OH, C_2H_6, κατά αυξανόμενου σημείου ζέσεως.

4. Το σημείο ζέσεως της αιθυλενοδιαμίνης ($H_2NCH_2CH_2NH_2$) είναι 117^oC και της προπυλαμίνης ($CH_3CH_2CH_2NH_2$) 49^oC. Τα μόρια έχουν περίπου το ίδιο μέγεθος και σχεδόν την ίδια σχετική μοριακή μάζα. Πως δικαιολογείται η μεγάλη διαφορά στα σημεία ζέσης τους.

Διαμοριακές Δυνάμεις

❖ Ασκήσεις

4. Δίνονται οι ουσίες: $H_2C=CH_2$, $CHCl_3$, NH_3. Ποια ουσία έχει (α) τις ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς, (β) τους ισχυρότερους δεσμούς υδρογόνου, (γ) Σε ποια ουσία οι δυνάμεις διπόλου-διπόλου είναι μηδενικές;