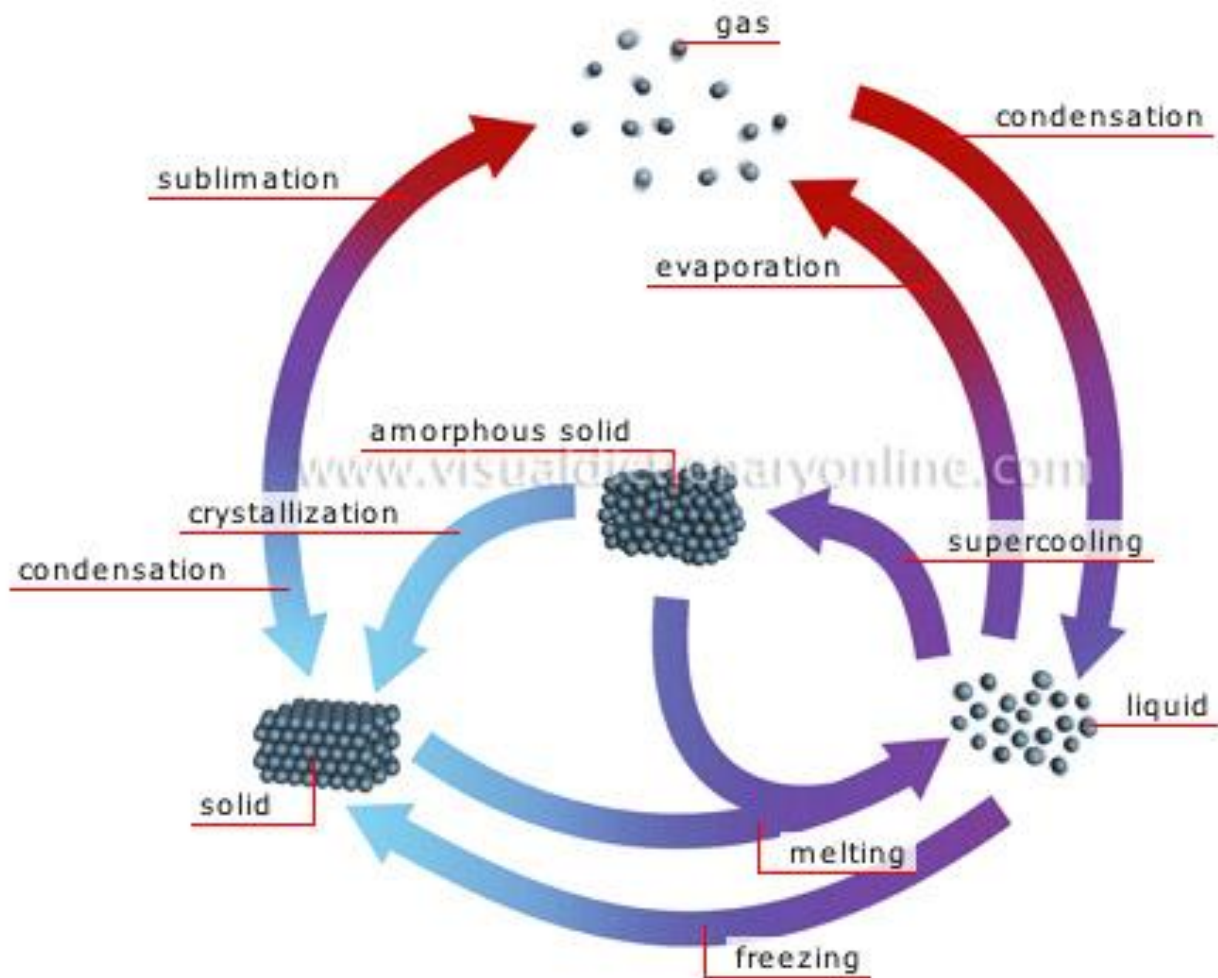
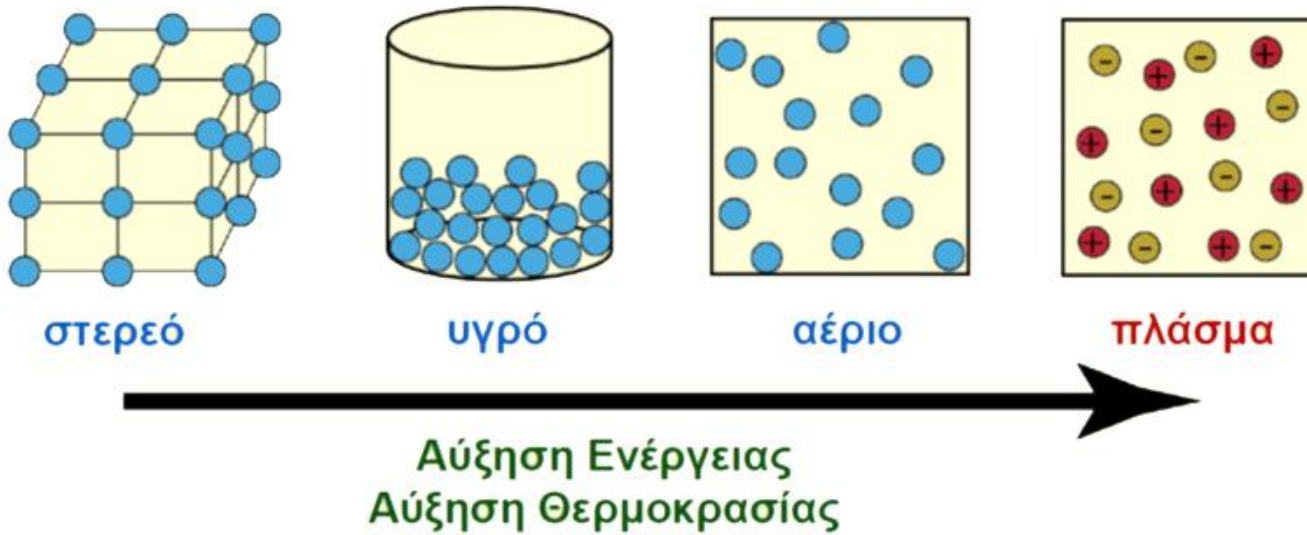


Καταστάσεις της ύλης



Καταστάσεις της ύλης



- ✓ Δυνάμεις συνοχής μεταξύ των μορίων
- ✓ Κινητική ενέργεια των μορίων (E_k)

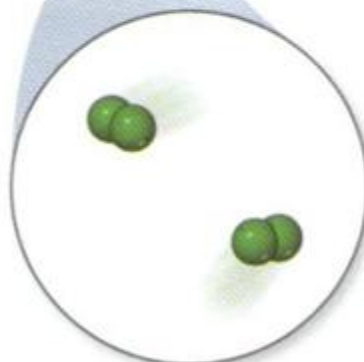


Καταστάσεις της ύλης

Ισχύς των διαμοριακών έλξεων αυξάνει



Αέριο

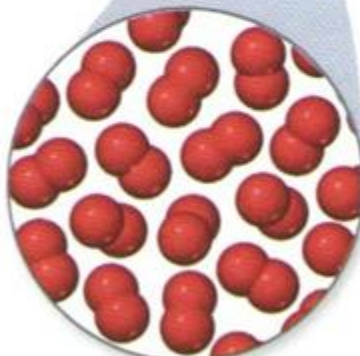


Χλώριο, Cl_2

Σωματίδια απομακρυσμένα, έχουν πλήρη ελευθερία κινήσεων



Υγρό



Βρώμιο, Br_2

Σωματίδια πολύ κοντά αλλά τυχαία διατεταγμένα, διατηρούν ελευθερία κίνησης, αλλάζουν ταχύτητα γείτονες



Στερεό



Ιώδιο, I_2

Σωματίδια συμπυκνωμένα σε διατεταγμένη σειρά, θέσεις ουσιαστικά καθορισμένες

Καταστάσεις των στοιχείων

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac Lr	Unq	Unp	Unh	Uns	Uno	Une	Uun	Uuu	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo

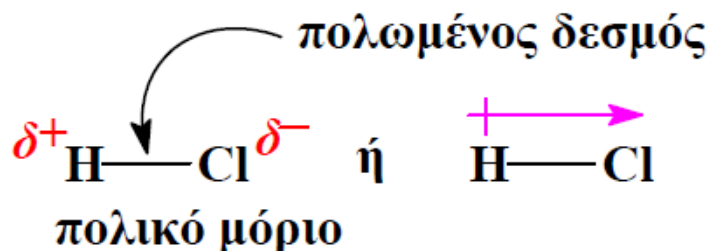
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Gas
 Liquid
 Solid
 Natural Radio Active
 Artificial Radio Active

F. DAVIES

Πολικότητα Ενώσεων και διπολική ροπή

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



$\text{H}-\text{Cl}$: $\chi_{\text{Cl}} = 3.0$ $\chi_{\text{H}} = 2.1 \Rightarrow \Delta\chi = 0.9 \neq 0$ άρα πολικό μόριο

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

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

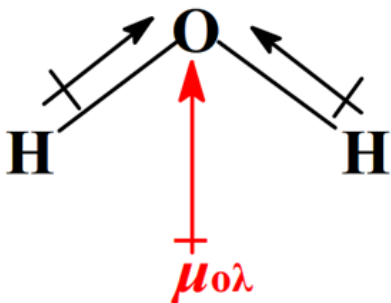
r = η απόσταση ανάμεσα στα μερικά φορτία δ^+ και δ^-

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.

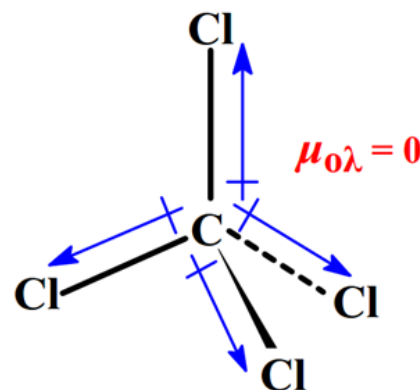
Οι επιμέρους διπολικές
ροπές των δεσμών O–H

δίνουν συνισταμένη

διπολική ροπή $\mu_{ολ} \neq 0$

⇒ μόριο πολικό

Πειραματικά: $\mu(\text{H}_2\text{O}) = 1,94 \text{ D}$



Το μόριο CCl_4 είναι τετραεδρικό.

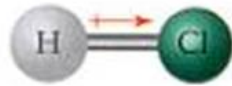
Οι επιμέρους διπολικές
ροπές των δεσμών C–Cl

δίνουν συνισταμένη

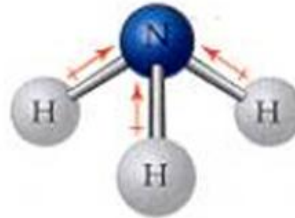
διπολική ροπή $\mu_{ολ} = 0$

⇒ μόριο μη πολικό

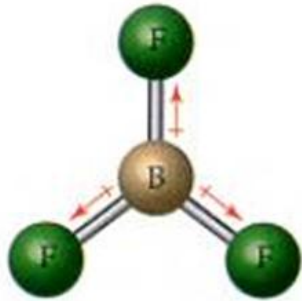
Πολικότητα Ενώσεων



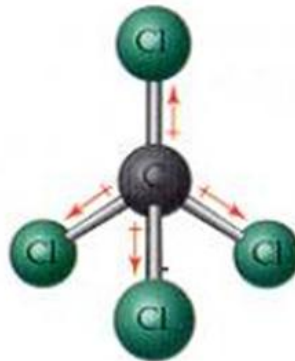
γ. HCl - πολικό μόριο



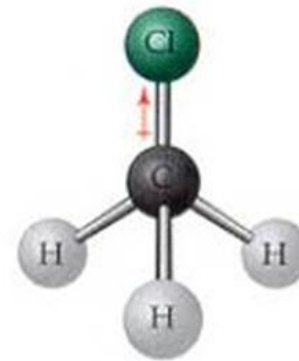
δ. NH₃ - πολικό



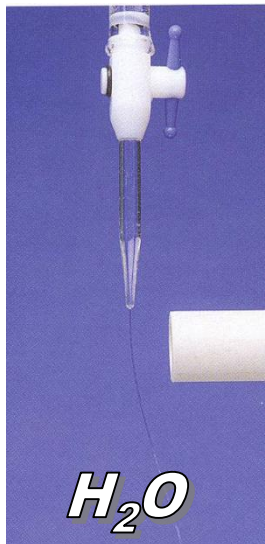
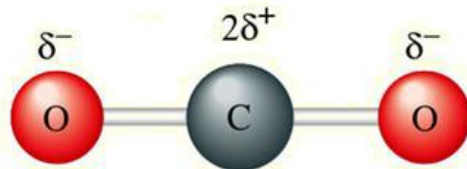
ε. BF₃ - μη πολικό



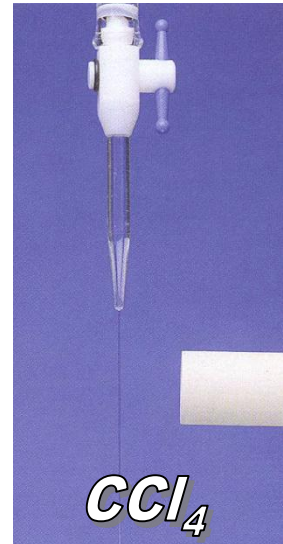
στ. CCl₄ - μη πολικό



ζ. CH₃Cl - πολικό



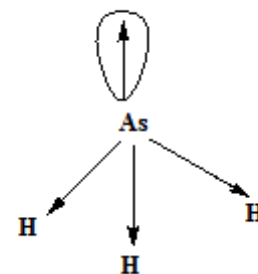
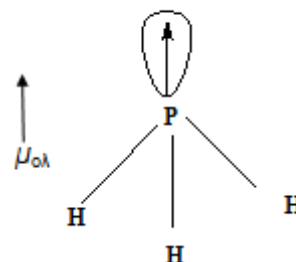
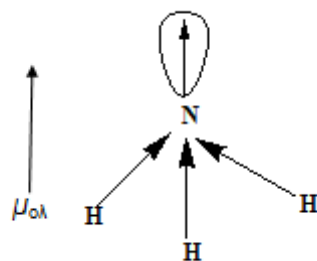
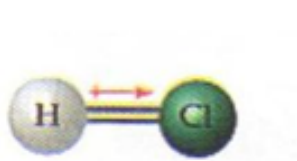
H₂O



CCl₄

Παράδειγμα - Πολικότητα Ενώσεων

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



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

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

$$\mu(\text{HI}) < \mu(\text{HBr}) < \mu(\text{HCl}) < \mu(\text{HF})$$

$$X_N > X_H$$

$$X_P = X_H$$

$$\mu_{0A} \approx 0$$

$$X_{As} < X_H$$

$$\mu (\text{AsH}_3) < \mu (\text{PH}_3) < \mu (\text{NH}_3)$$

[illegible]

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 $q_e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$.
- 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 $< 171 \text{ pm}$.
- 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 $6,38 \times 10^{-30} \text{ Cm}$.
- Το μήκος του δεσμού H-I είναι 161 pm η δε διπολική του HI ισούται με $1,27 \times 10^{-30} \text{ Cm}$. 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: $\chi_N = 3,0$, $\chi_H = 2,1$, $\chi_F = 4,0$ και $\chi_P = 2,1$.

Παράδειγμα - Πολικότητα Ενώσεων

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

(α) SOCl_2

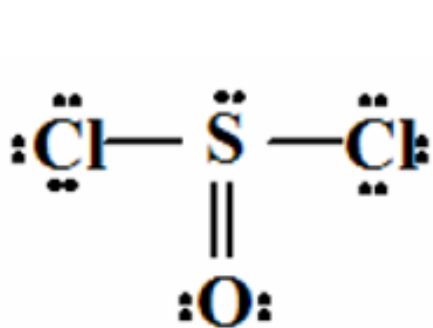
(β) SiF_4

(γ) OF_2

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

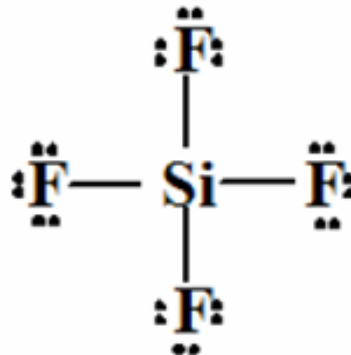
➤ Μόρια του τύπου AX_nE_m (με εξαίρεση τα AX_2E_3 και AX_4E_2) είναι μη συμμετρικά και έχουν $\mu_{\text{ολ}} \neq 0$.

✓ Σύμφωνα με τα παραπάνω, θα έχουμε:



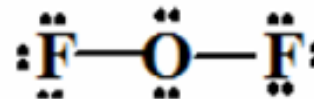
AX_3E

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



AX_4

τετραεδρικό, $\mu_{\text{ολ}} = 0$

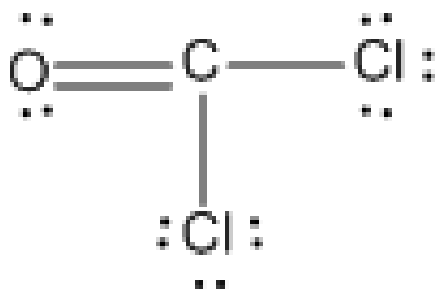


AX_2E_2

γωνιακό, $\mu_{\text{ολ}} \neq 0$

Παράδειγμα - Πολικότητα Ενώσεων

Εμφανίζει ή όχι η ένωση COCl_2 διπολική ροπή και γιατί;



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

➤ Όμως $\mu_{\text{ολ}} \neq 0$.

Διαμοριακές Δυνάμεις

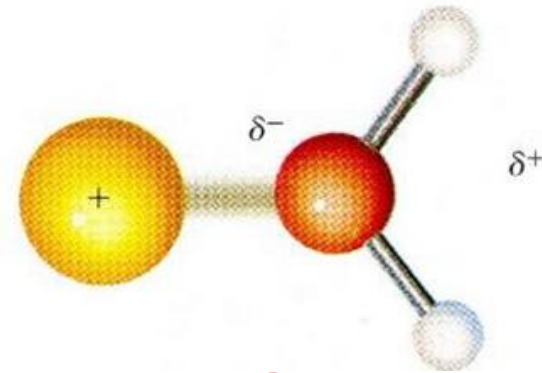
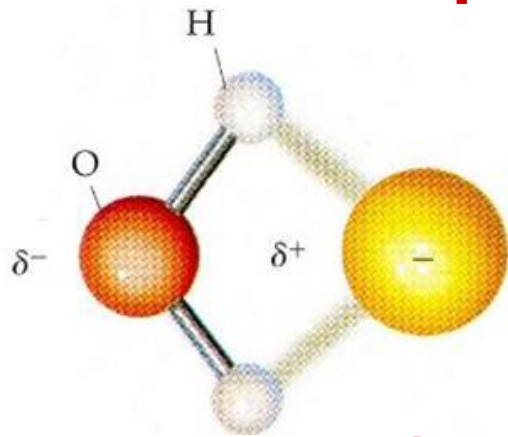
*Δυνάμεις μεταξύ μορίων, ασθενέστερες εν
γένει από τις δυνάμεις μεταξύ ατόμων*

- ▶ 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

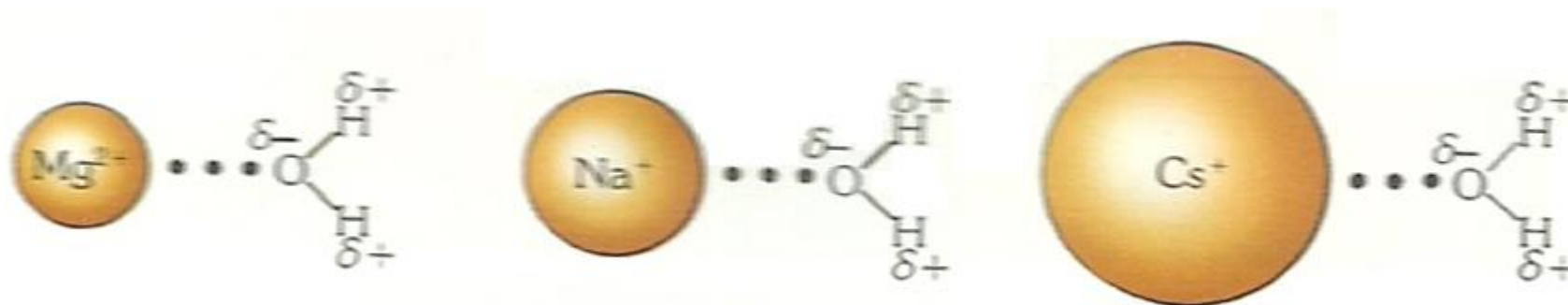
➤ μέγεθος & διπολική ροπή μορίου

❖ 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

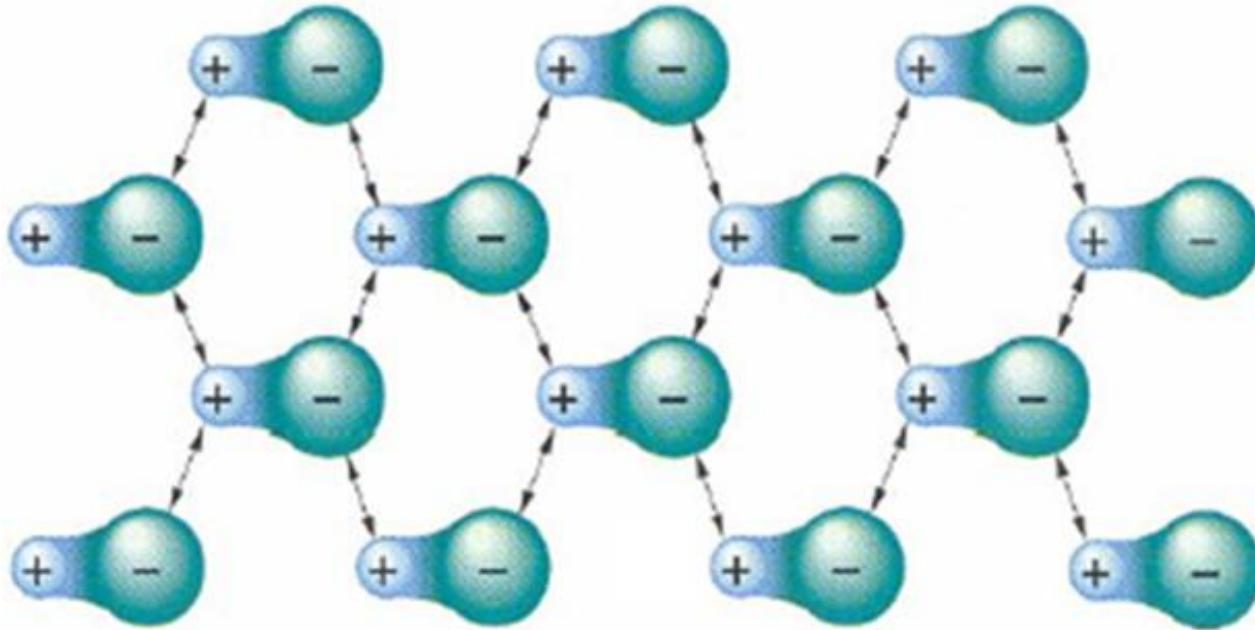
Δυνάμεις Ιόντος-Διπόλου



Ενθαλπία ενυδάτωσης	
Mg²⁺	-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



$$E = \frac{\mu_1 \cdot \mu_2}{2\pi\epsilon_0 r^3}$$

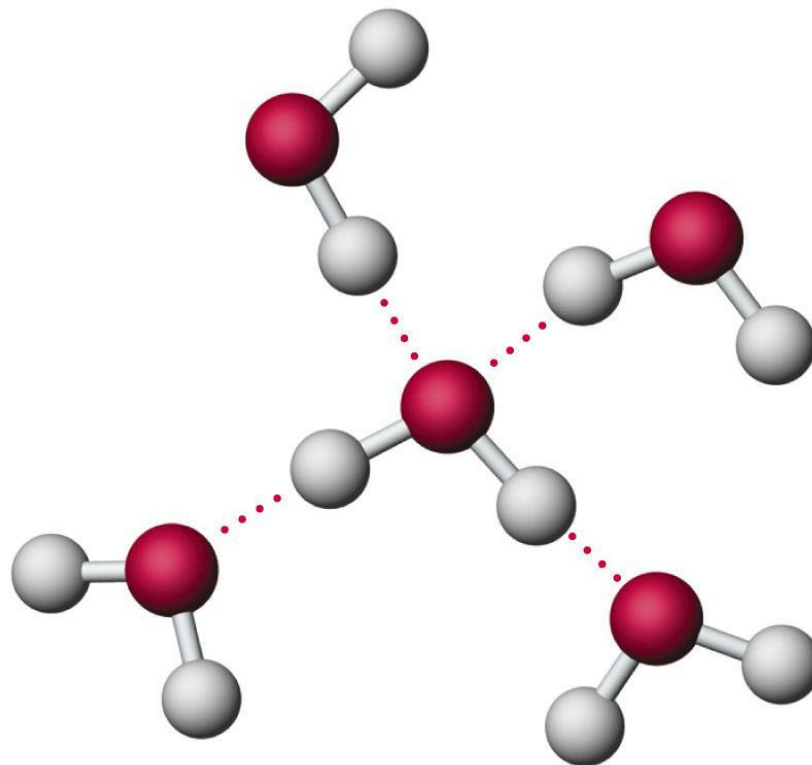
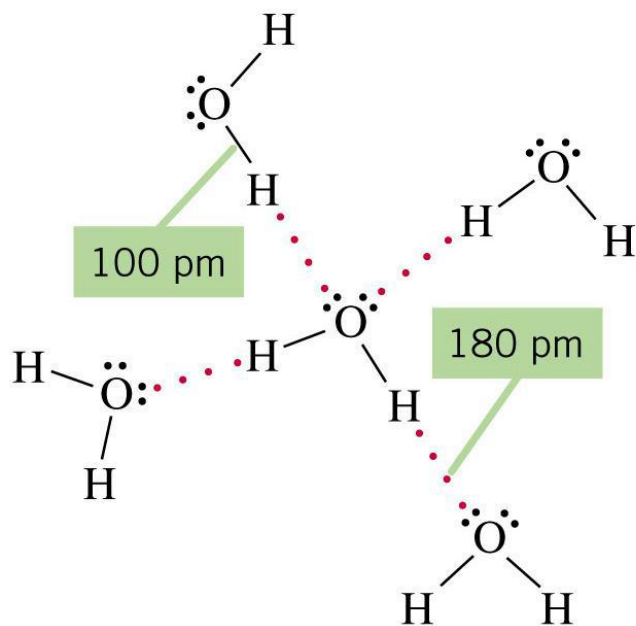
$T \downarrow$: υπερτερούν οι ελκτικές δυνάμεις διπόλου-διπόλου → στερεά ή υγρά

$T \uparrow$: υπερτερούν οι απωστικές δυνάμεις λόγω θερμικής κίνησης → αέρια

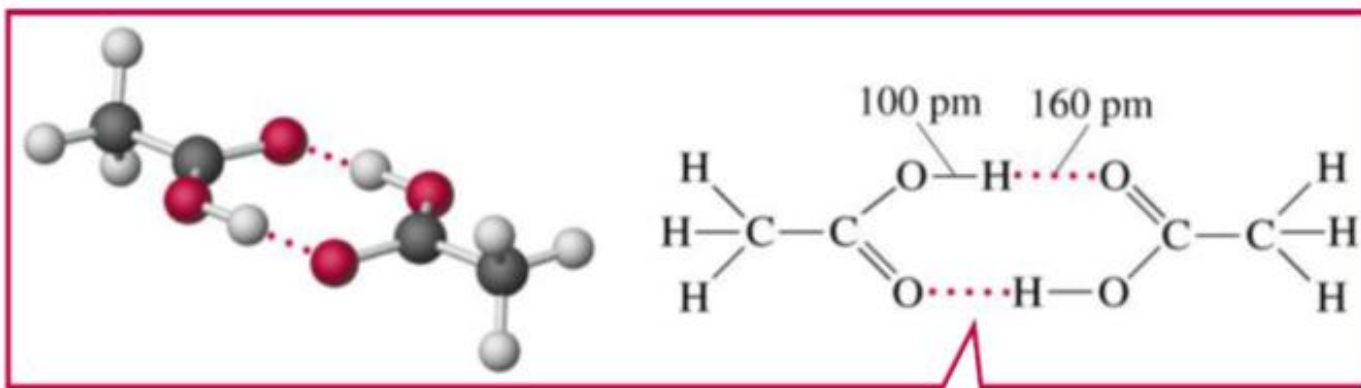
Δεσμός Υδρογόνου

❖ 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.**

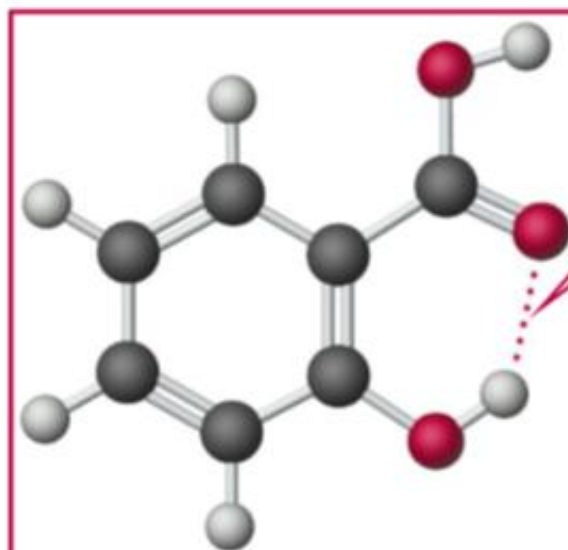


Δεσμός Υδρογόνου

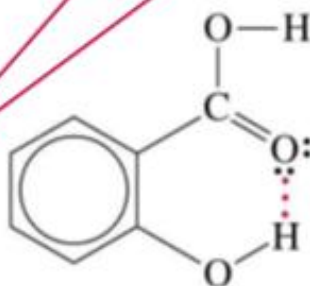


Μεταξύ 2 μορίων

Σαλικυλικό οξύ

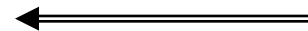
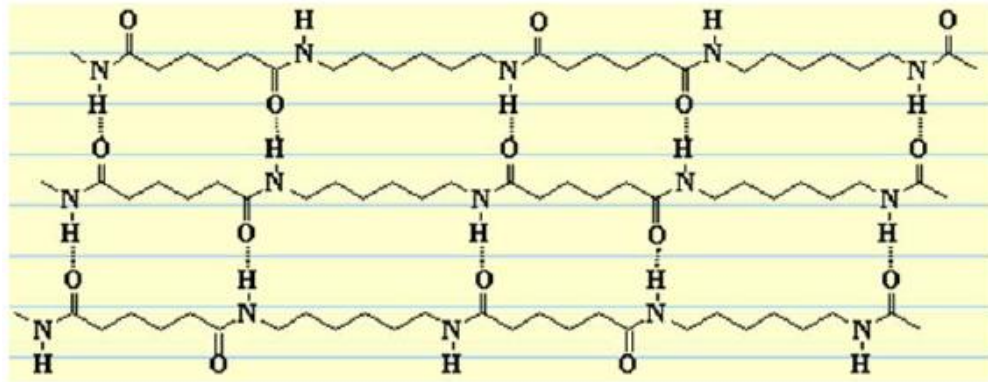
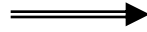


Μεταξύ ομάδων του
ιδίου μορίου
Ενδομοριακός δεσμός



Δεσμός Υδρογόνου

Μηχανική
αντοχή
πολυμερών



Δομή
DNA

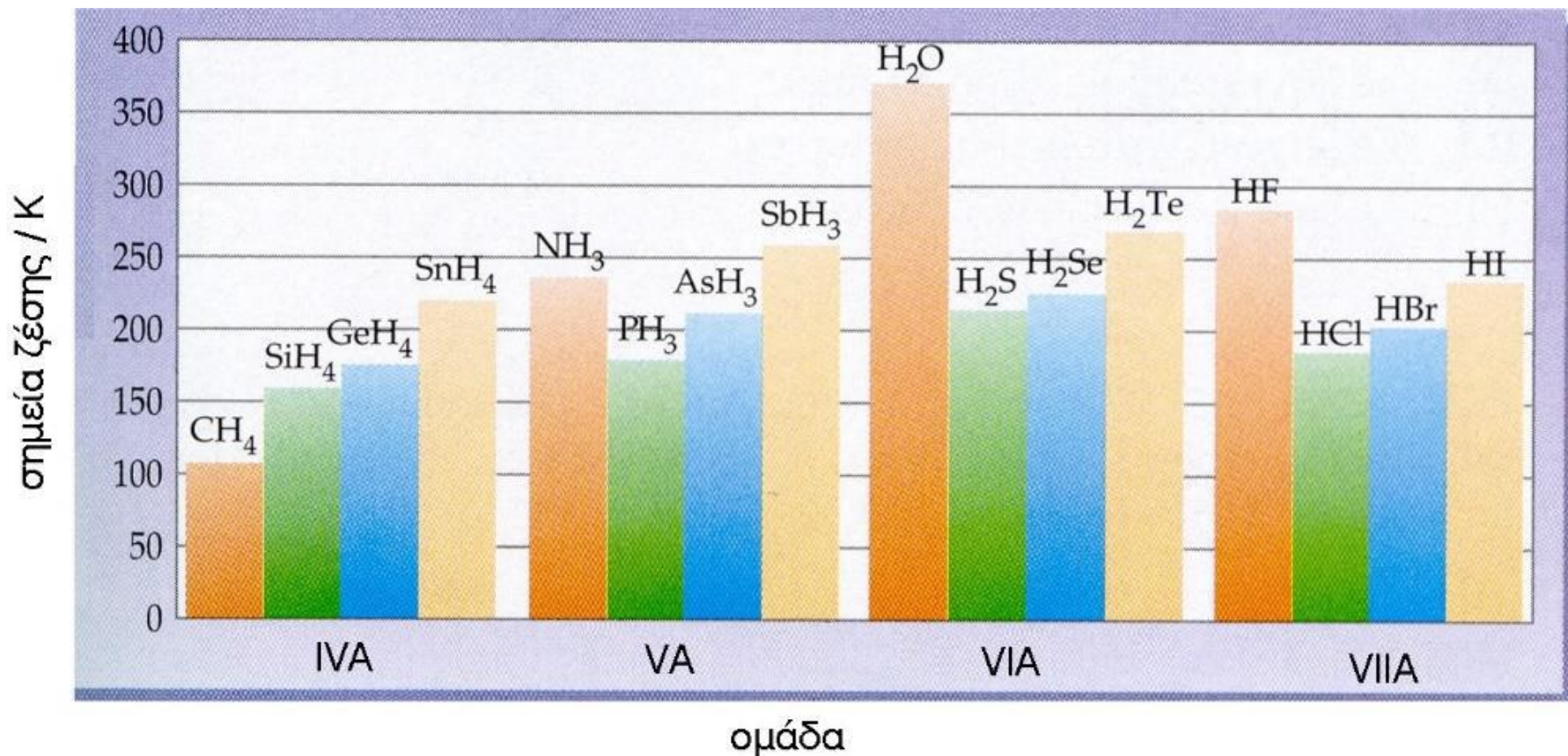


Δεσμός Υδρογόνου

❖ Επίδραση του δεσμού H σ.ζ. των υδρογονούχων ενώσεων

➤ αύξηση του σημείου ζέσης με την αύξηση του MB

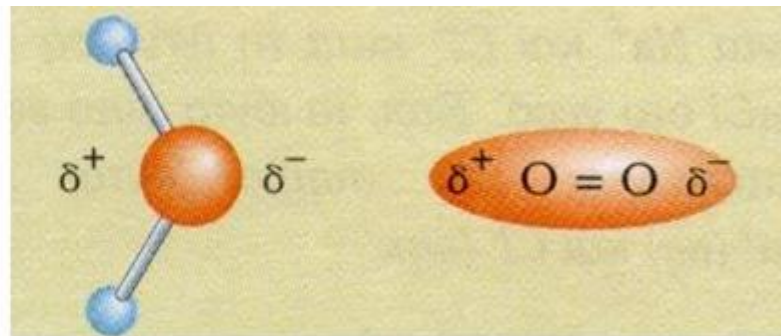
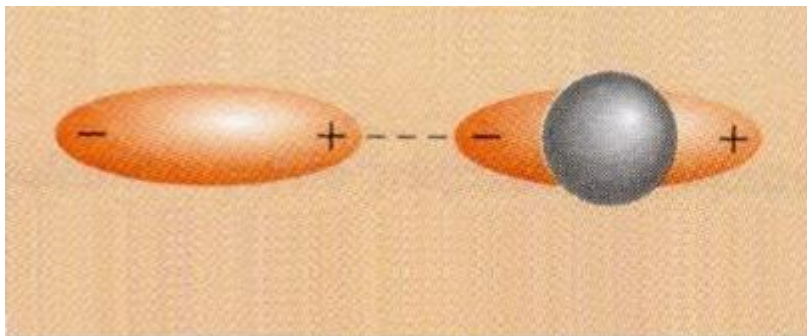
❑ Γιατί το ΣΖ του νερού (MB 18) είναι 100°C του μεθανίου (MB 16) είναι -167°C;



Δυνάμεις Διπόλου (ή ιόντος) – Διπόλου εξ' επαγωγής

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

Διαλύματα ιοντικών ή πολικών ενώσεων σε μη πολικούς διαλύτες

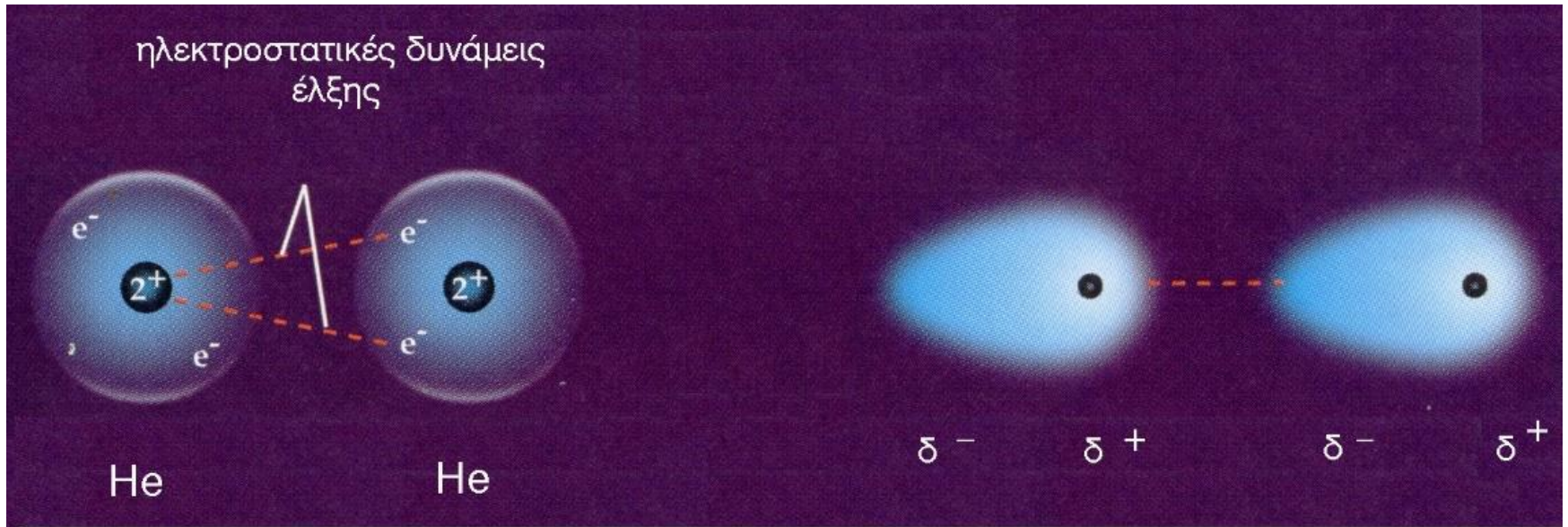


$$E = \frac{\mu^2 \alpha}{r^6}$$

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

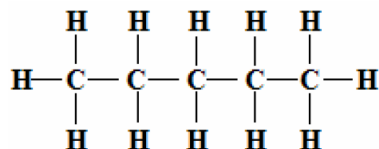
$$E = \frac{2\bar{\mu}\alpha}{r^6}$$

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

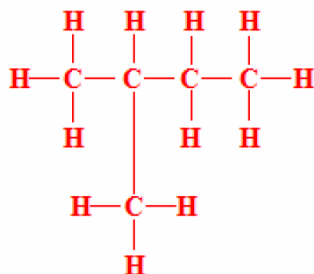
Δυνάμεις διασποράς London

- 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 $\longrightarrow$ ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς
- ασθενέστερες μεταξύ σφαιρικών μορίων

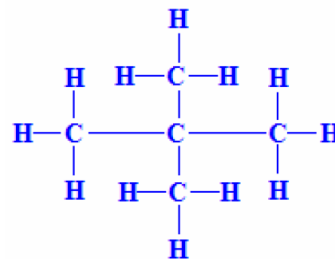
Ποιο από τα τρία πεντάνια (C_5H_{12}) έχει το χαμηλότερο σημείο ζέσεως;



ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΠΕΝΤΑΝΙΟ



ΙΣΟΠΕΝΤΑΝΙΟ



ΝΕΟΠΕΝΤΑΝΙΟ

Σημεία Ζέσεως:

κανονικό πεντάνιο $36.0^{\circ}C$

ισοπεντάνιο $27.9^{\circ}C$

νεοπεντάνιο $9.5^{\circ}C$.

- ίδιο 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 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, C_2H_6 , κατά αυξανόμενου σημείου ζέσεως.
4. Το σημείο ζέσεως της αιθυλενοδιαμίνης ($\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$) είναι 117°C και της προπυλαμίνης ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$) 49°C . 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: $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$, 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;