

# Ασκήσεις

- 12.2** Ποια από τις δύο ενώσεις  $C_4H_9OH$  και  $C_4H_9SH$  είναι πιθανό να διαλύεται περισσότερο στο νερό; Εξηγήστε:
- 12.31** Πού είναι περισσότερο διαλυτό το βορικό οξύ,  $B(OH)_3$ , στην αιθανόλη  $C_2H_5OH$ , ή στο βενζόλιο  $C_6H_6$ ; Εξηγήστε.
- 12.32** Πού διαλύεται περισσότερο το ναφθαλένιο,  $C_{10}H_8$ , στην αιθανόλη  $C_2H_5OH$ , ή στο βενζόλιο  $C_6H_6$ ; Εξηγήστε.
- 12.33** Κατατάξετε τις ακόλουθες ενώσεις κατά σειρά αυξανόμενης διαλυτότητας σε εξάνιο,  $C_6H_{14}$ :  $CH_2OHCH_2OH$ ,  $C_{10}H_{22}$ ,  $H_2O$ .

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

- 12.2** Η  $C_4H_9OH$  λόγω της ομάδας  $-OH$  που σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου με το νερό
- 12.31** Στην **αιθανόλη** παρά στο βενζόλιο, διότι λόγω της ομάδας  $-OH$  που διαθέτει σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου με την αιθανόλη
- 12.32** Στο **βενζόλιο** διότι είναι και τα δυο μη πολικά. Για να διαλυθεί το ναφθαλένιο στην αλκοόλη θα έπρεπε να διασπασθούν ισχυροί δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των μορίων της και να αντικατασταθούν με τις ασθενέστερες δυνάμεις London
- 12.33**  $H_2O < CH_2OHCH_2OH < C_{10}H_{22}$  διότι η διαλυτότητα στο μη πολικό εξάνιο αυξάνεται ελαττωμένης της πολικότητας της διαλυμένης ουσίας

# Ασκήσεις

**12.35** Ποιο από τα ακόλουθα ιόντα περιμένετε να έχει τη μεγαλύτερη ενέργεια υδάτωσης, το  $\text{Mg}^{2+}$  ή το  $\text{Al}^{3+}$ ;

**12.36** Ποιο από τα ακόλουθα ιόντα περιμένετε να έχει τη μεγαλύτερη ενέργεια υδάτωσης, το  $\text{F}^-$  ή το  $\text{Cl}^-$ ;

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

**12.35** Το ιόν  $\text{Al}^{3+}$  έχει μεγαλύτερη ενέργεια υδάτωσης, επειδή έχει μικρότερη ιοντική ακτίνα και επιπλέον διαθέτει υψηλότερο φορτίο από το  $\text{Mg}^{2+}$ .

**12.36** Το ιόν  $\text{F}^-$  έχει μεγαλύτερη ενέργεια υδάτωσης από το  $\text{Cl}^-$ , επειδή έχει μικρότερη ιοντική ακτίνα και συνεπώς πυκνότερο φορτίο και ισχυρότερο ηλεκτρικό πεδίο.

# Τρόποι έκφρασης της συγκέντρωσης

## Χημικές μονάδες

- Molarity ή γραμμομοριακή συγκέντρωση ( $M$ ) 
$$\text{Molarity } (M) = \frac{\text{moles διαλυμένης ουσίας}}{\text{λίτρα διαλύματος}}$$
- Normality ή κανονική συγκ. ή κανονικότητα,  $N =$  
$$\frac{\text{γραμμοϊσοδυναμοδιαλυμένης ουσίας}}{\text{λίτρα διαλύματος}}$$
- Molality ή γραμμομοριακή συγκέντρωση κατά 1000 g διαλύτη ( $m$ ) 
$$\text{Molality } (m) = \frac{\text{moles διαλυμένης ουσίας}}{\text{χιλιόγραμμα διαλύτη}}$$
- Γραμμομοριακό κλάσμα ( $X$ ) 
$$X_A = \frac{\text{moles συστατικού } A}{\text{συνολικός αριθμός moles διαλύματος}}$$

## Φυσικές μονάδες

- Επί τοις εκατό κατά μάζα ( $\% m/m$ ) 
$$= \frac{\text{μάζα διαλυμένης ουσίας}}{\text{μάζα διαλύματος}} \times 100\%$$
- Επί τοις εκατό κατά μάζα προς όγκο ( $\% m/V$ ) 
$$= \frac{\text{μάζα διαλυμένης ουσίας}}{\text{όγκος διαλύματος}} \times 100\%$$
- Επί τοις εκατό κατ' όγκο ( $\% V/V$ ) 
$$= \frac{\text{όγκος διαλυμένης ουσίας}}{\text{όγκος διαλύματος}} \times 100\%$$
- Μέρη ανά εκατομμύριο (ppm) 
$$c_{\text{ppm}} = \frac{\text{μάζα διαλυμένης ουσίας}}{\text{μάζα διαλύματος}} \times 10^6 \text{ ppm}$$

# Normality ή Κανονική Συγκέντρωση ή Κανονικότητα

Normality (N) είναι τα γραμμοϊσοδύναμα της διαλυμένης ουσίας σε ένα λίτρο διαλύματος.

$$\text{Normality (N)} = \frac{\text{γραμμοϊσοδύναμα διαλυμένης ουσίας}}{\text{λίτρα διαλύματος}}$$

Στην πράξη χρησιμοποιούμε και τα χιλιοστο-γραμμοϊσοδύναμα (meq) ανά χιλιοστόλιτρο (mL).

Ορισμός γραμμοϊσοδυναμίου:

$$\text{eq} = \frac{\text{mole διαλυμένης ουσίας}}{n}$$

$n$  = καθαρός αριθμός

Η τιμή του  $n$  εξαρτάται από τον τύπο της αντίδρασης!!!

⇒ δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε τη normality, αν δεν γνωρίζουμε σε ποια αντίδραση θα χρησιμοποιηθεί το διάλυμα.

# Το γραμμοϊσοδύναμο σε μεταθετικές αντιδράσεις

Οξύ:  $n =$  αριθμός των  $H^+$  που παρέχονται κατά την αντίδραση



$$1 \text{ eq } H_3PO_4 = \frac{1 \text{ mol } H_3PO_4}{1} = \frac{98,00 \text{ g}}{1} = 98,00 \text{ g } H_3PO_4$$



$$1 \text{ eq } H_3PO_4 = \frac{1 \text{ mol } H_3PO_4}{2} = \frac{98,00 \text{ g}}{2} = 49,00 \text{ g } H_3PO_4$$



$$1 \text{ eq } H_3PO_4 = \frac{1 \text{ mol } H_3PO_4}{3} = \frac{98,00 \text{ g}}{3} = 32,67 \text{ g } H_3PO_4$$

# Το γραμμοϊσοδύναμο σε οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις

Οξειδωτική ουσία:  $n$  = αριθμός των προσλαμβανομένων ηλεκτρονίων κατά την αντίδραση

$$1 \text{ eq KMnO}_4 = \frac{1 \text{ mol KMnO}_4}{5} = 31,61 \text{ g}$$



$$1 \text{ eq KMnO}_4 = \frac{1 \text{ mol KMnO}_4}{3} = 52,68 \text{ g}$$



Αναγωγική ουσία:  $n$  = αριθμός των αποβαλομένων ηλεκτρονίων κατά την αντίδραση

$$1 \text{ eq H}_2\text{S} = \frac{1 \text{ mol H}_2\text{S}}{2} = 17,04 \text{ g}$$



# Molality

Molality ( $m$ ) είναι τα moles της διαλυμένης ουσίας ανά χιλιόγραμμο διαλύτη.

$$\text{Molality } (m) = \frac{\text{moles διαλυμένης ουσίας}}{\text{χιλιόγραμμο διαλύτη}}$$

Π.χ. ένα διάλυμα που προκύπτει με διάλυση 0,30 mol αιθυλενογλυκόλης σε 2,0 kg νερού έχει molality  $0,30 \text{ mol} / 2,0 \text{ kg} = 0,15 \text{ m}$  αιθυλενογλυκόλη

**! molality: ανεξάρτητη από τη θερμοκρασία.**

# Υπολογισμός της molality από μάζα ουσίας και μάζα διαλύτη

## Παράδειγμα

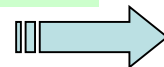
Πόση είναι η molality ενός διαλύματος που παρασκευάστηκε με διάλυση 225 mg γλυκόζης ( $C_6H_{12}O_6$ ) σε 5,00 mL αιθυλικής αλκοόλης ( $d = 0,789 \text{ g/mL}$ );

Η molality αναφέρεται σε moles διαλυμένης ουσίας ανά kg διαλύτη.

Θα πρέπει λοιπόν να μετατρέψουμε τα 225 mg γλυκόζης σε moles γλυκόζης και τα mL της αλκοόλης σε kg αλκοόλης.

1 mol  $C_6H_{12}O_6$  ζυγίζει 180,2 g  $\Rightarrow$  τα 225 mg = 0,225 g είναι

$$\text{moles } C_6H_{12}O_6 = \frac{0,225 \text{ g}}{180,2 \text{ g / mol}} = 1,25 \times 10^{-3} \text{ mol}$$





# Υπολογισμός της molality από μάζα ουσίας και μάζα διαλύτη

Η μάζα του διαλύτη βρίσκεται, αν πολλαπλασιάσουμε τον όγκο επί την πυκνότητα:

$$\text{μάζα διαλύτη} = (5,00 \text{ mL})(0,789 \text{ g/mL}) = 3,95 \text{ g} = 0,00395 \text{ kg} \Rightarrow$$

$$\text{Molality} = \frac{1,25 \times 10^{-3} \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{0,00395 \text{ kg διαλύτη}} = 0,316 \text{ m C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

# Γραμμομοριακό κλάσμα

Γραμμομοριακό κλάσμα ( $X$ ) ενός συστατικού  $A$  του διαλύματος είναι τα moles του συστατικού  $A$  διαιρεμένα δια του συνολικού αριθμού των moles του διαλύματος (δηλαδή, moles υπολοίπων συστατικών και διαλύτη).

$$X_A = \frac{\text{moles συστατικού } A}{\text{συνολικός αριθμός moles διαλύματος}}$$

Π.χ., σε ένα διάλυμα που παρασκευάσθηκε από 1 mol αιθυλενογλυκόλης και 9 mol νερού, το γραμμομοριακό κλάσμα της αιθυλενογλυκόλης είναι  $1/10 = 0,1$  και το γραμμομοριακό κλάσμα του νερού είναι  $9/10 = 0,9$ .

# Υπολογισμός των γραμμομοριακών κλασμάτων συστατικών διαλύματος

## Παράδειγμα

Υπολογίστε τα γραμμομοριακά κλάσματα της γλυκόζης ( $C_6H_{12}O_6$ ) και του νερού σε ένα διάλυμα που περιέχει 6,32 g γλυκόζης διαλυμένα σε 27,3 g νερού.

$6,58 \times 10^{-2}$   
 $2,73 \times 10^{-1}$

$2,26 \times 10^{-2}$   
 $9,77 \times 10^{-1}$

0,023  
0,98

0,066  
0,273

## ΛΥΣΗ

Επειδή τα γραμμομοριακά κλάσματα αναφέρονται σε moles, θα μετατρέψουμε τις δεδομένες μάζες σε moles.

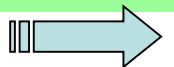
1 mol  $C_6H_{12}O_6$  ζυγίζει 180,2 g

⇒ τα 6,32 g είναι:

$$\text{moles } C_6H_{12}O_6 = \frac{6,32 \text{ g}}{180,2 \text{ g/mol}} = 0,0351 \text{ mol}$$

Τα moles του νερού στο διάλυμα είναι:

$$\text{moles } H_2O = \frac{27,3 \text{ g}}{18,0 \text{ g/mol}} = 1,52 \text{ mol}$$



# Υπολογισμός των γραμμομοριακών κλασμάτων συστατικών διαλύματος

Συνεπώς, το σύνολο των moles του διαλύματος είναι  
 $0,0351 \text{ mol} + 1,52 \text{ mol} = 1,555 \text{ mol} \Rightarrow$

$$\text{Γραμμομοριακό κλάσμα γλυκόζης} = \frac{0,0351 \text{ mol}}{1,555 \text{ mol}} = 0,0226$$

$$\text{Γραμμομοριακό κλάσμα νερού} = \frac{1,52 \text{ mol}}{1,555 \text{ mol}} = 0,977$$

★ Το άθροισμα των γραμμομοριακών κλασμάτων είναι 1,00

# Τι σημαίνει συγκέντρωση υδροχλωρικού οξέος 37%;

!!! Όταν η συγκέντρωση εκφράζεται επί τοις εκατό, πρέπει να καθορίζεται αν αυτή είναι επί τοις εκατό κατά μάζα, κατ' όγκο ή κατά μάζα προς όγκο.

Εφόσον αυτό δεν αναφέρεται, θεωρούμε ότι πρόκειται για:

\* Συγκέντρωση επί τοις εκατό κατά μάζα προς όγκο ( $m/V$ ), αν η διαλυμένη ουσία είναι στερεή.

\* Συγκέντρωση επί τοις εκατό κατ' όγκο ( $V/V$ ), αν η διαλυμένη ουσία είναι υγρή.

\* Συγκέντρωση επί τοις εκατό κατά μάζα ( $m/m$ ), για διαλυμένα στο νερό αέρια, (όπως τα:  $\text{NH}_3$  και  $\text{HCl}$ ).

⇒  $\text{HCl}(aq)$  37% σημαίνει κατά μάζα

# Μέρη ανά εκατομμύριο (ppm)

Η συγκέντρωση σε μέρη ανά εκατομμύριο ( $C_{ppm}$ ) ορίζεται από τη σχέση:

$$C_{ppm} = \frac{\text{μάζα διαλυμένης ουσίας}}{\text{μάζα διαλύματος}} \times 10^6 \text{ ppm}$$

Π.χ., ένα υδατικό διάλυμα με συγκέντρωση ιόντων χλωριδίου ( $Cl^-$ ) 7 ppm, περιέχει:

7 g ιόντων  $Cl^-$  σε  $10^6$  g διαλύματος ή  
7 mg ιόντων  $Cl^-$  σε 1000 g διαλύματος.

Επειδή η πυκνότητα ενός τέτοιου αραιού διαλύματος είναι πρακτικά η πυκνότητα του καθαρού νερού ( $d = 1,00$  g/mL ή 1000 g/L), μπορούμε να πούμε ότι η συγκέντρωση των 7 ppm αντιστοιχεί σε 7 mg ιόντων  $Cl^-$  ανά λίτρο διαλύματος.

★ **Ανάλογα ορίζεται η συγκέντρωση σε μέρη ανά δισεκατομμύριο (ppb).**

# Υπολογισμός της συγκέντρωσης σε ppm από τη μάζα της διαλυμένης ουσίας

## Παράδειγμα

Σε κάποια κράτη, το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο νιτρικών ιόντων στο πόσιμο νερό είναι 40 mg ανά λίτρο νερού. Εκφράστε αυτό το όριο σε ppm.

Η πυκνότητα του νερού, μαζί με τα ίχνη των διαλυμένων ουσιών, θεωρείται πρακτικά ίση με 1,00 g/mL, οπότε ένα λίτρο νερού έχει μάζα 1000 g

⇒ το επιτρεπτό όριο των νιτρικών δίνεται από τη σχέση

$$\frac{40 \text{ mg NO}_3^-}{1000 \text{ g νερού}}$$



# Υπολογισμός της συγκέντρωσης σε ppm από τη μάζα της διαλυμένης ουσίας

Επειδή οι μονάδες μάζας πρέπει να είναι ίδιες, μετατρέπουμε τα 40 mg σε γραμμάρια (0,040 g) και έχουμε

$$c_{\text{ppm}} = \frac{0,040 \text{ g NO}_3^-}{1000 \text{ g}} \times 10^6 \text{ ppm} = 40 \text{ ppm NO}_3^-$$



# Αθροιστικές ιδιότητες διαλυμάτων

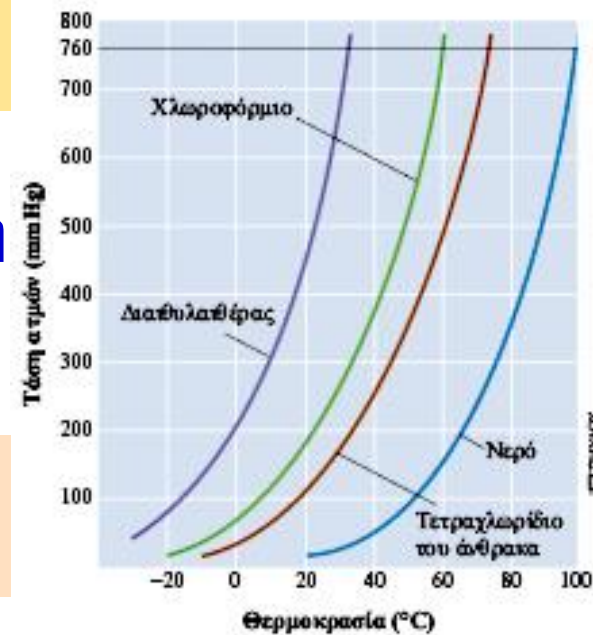
Εξαρτώνται από τη συγκέντρωση των μορίων ή ιόντων της διαλυμένης ουσίας και όχι από τη χημική ταυτότητα της διαλυμένης ουσίας.

- ❖ Ταπείνωση της τάσης ατμών ενός διαλύτη
- ❖ Ανύψωση σημείου ζέσεως
- ❖ Ταπείνωση σημείου πήξεως
- ❖ Ωσμωτική πίεση

# Τάση ατμών διαλύματος

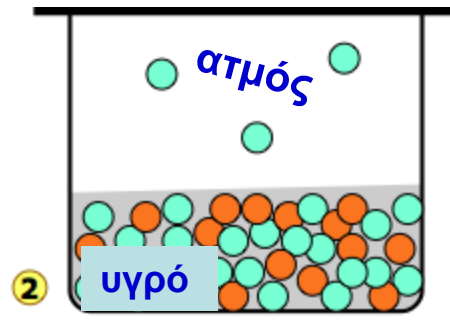
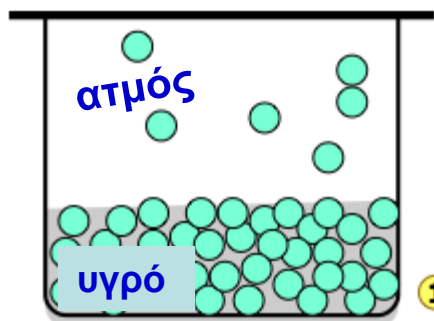
**Τάση ατμών υγρού:** μερική πίεση του ατμού πάνω από το υγρό, μετρούμενη σε κατάσταση ισορροπίας και σε δεδομένη θερμοκρασία (π.χ. τάση ατμών **νερού** σε 20 °C,  $P_{\text{νερού}}^{\circ} = 17,54 \text{ mmHg}$ )

**Πτητικές ουσίες:** Υγρά και στερεά με σχετικά υψηλή τάση ατμών σε κανονικές θερμοκρασίες



**Ταπείνωση της τάσης ατμών ενός διαλύτη A :**

$(\Delta P) = \text{τάση ατμών καθαρού διαλύτη } (P_A^{\circ}) - \text{τάση ατμών διαλύματος } (P_A)$



● Πτητικός διαλύτης A, (τάση ατμών διαλύτη  $P_A^{\circ}$ )

● Μη πτητική διαλυμένη ουσία (τάση ατμών διαλύματος  $P_A$ )

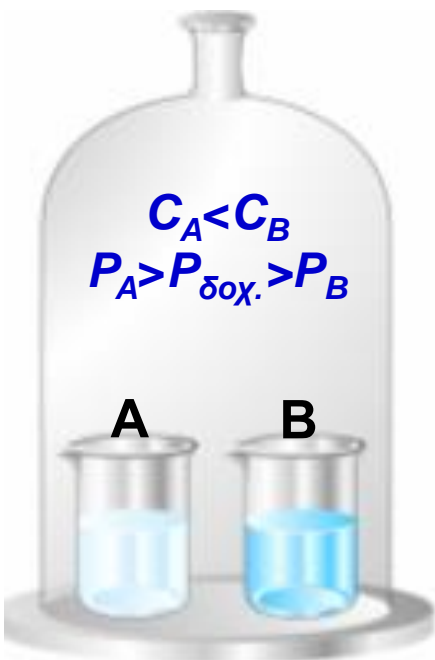
Π.χ. υδατικό διάλυμα αιθυλενογλυκόλης  $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$  γραμμομοριακού κλάσματος 0,0100 έχει τάση ατμών σε 20 °C,  $P_{\text{διαλύματος}} = 17,36 \text{ mmHg}$

**Άρα:  $\Delta P = (17,54 - 17,36) \text{ mmHg} = 0,18 \text{ mmHg}$**

# Ταπείνωση τάσης ατμών διαλύματος

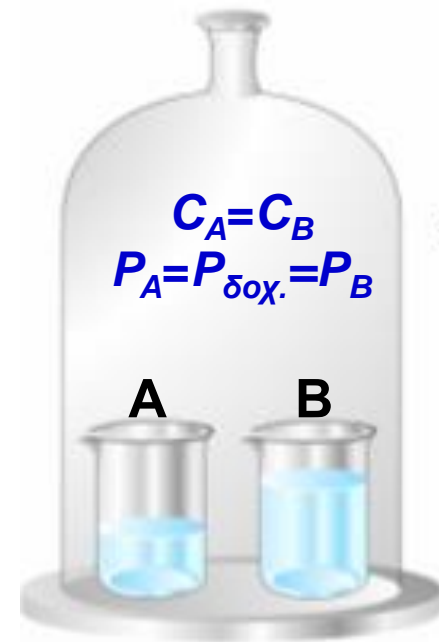
## Επίδειξη της ταπείνωσης της τάσης ατμών (Νόμος του Raoult)

Δύο διαλύματα A και B της *ίδιας* ουσίας κάτω από γυάλινο δοχείο



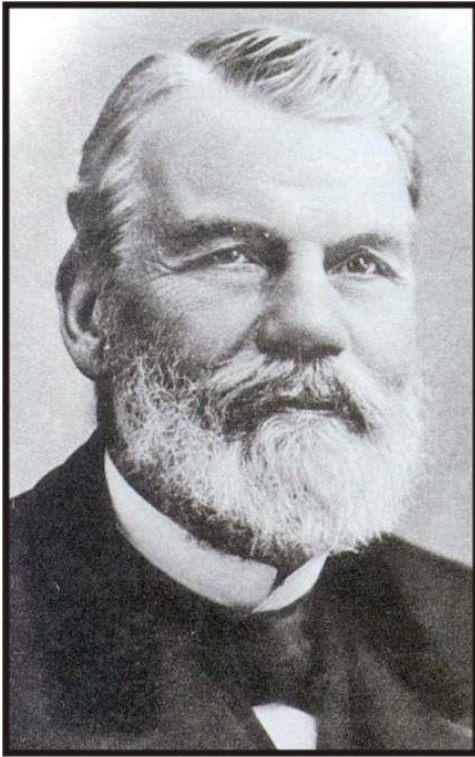
Διάλυμα B πυκνότερο του A  
 $\Rightarrow$  η τάση ατμών του A είναι μεγαλύτερη. Η μερική πίεση του ατμού στο γυάλινο δοχείο έχει μια ενδιάμεση τιμή: Είναι μεγαλύτερη από την τάση ατμών του διαλύματος B, αλλά μικρότερη από την τάση ατμών του A.

Ως αποτέλεσμα, ο ατμός εγκαταλείπει το διάλυμα A (το οποίο γίνεται πυκνότερο) και συμπυκνώνεται στο διάλυμα B (το οποίο γίνεται λιγότερο πυκνό).



Μετά από λίγο χρόνο, τα δύο διαλύματα εξισώνονται ως προς συγκέντρωση και τάση ατμών.

# Τάση ατμών διαλύματος



François-Marie Raoult  
(1830 – 1901)  
Γάλλος Χημικός

Όταν μια **μη** πτητική ουσία διαλύεται σε πτητικό διαλύτη A :

Ταπείνωση της τάσης ατμών διαλύτη A

$$\Delta P = \text{τάση ατμών καθαρού διαλύτη } (P_A^\circ) - \text{τάση ατμών διαλύματος } (P_\Delta)$$

☆ Σε διάλυμα ενός πτητικού διαλύτη A και μιας διαλυμένης σε αυτόν μη ηλεκτρολυτικής ουσίας B (πτητικής ή μη πτητικής) ισχύει:

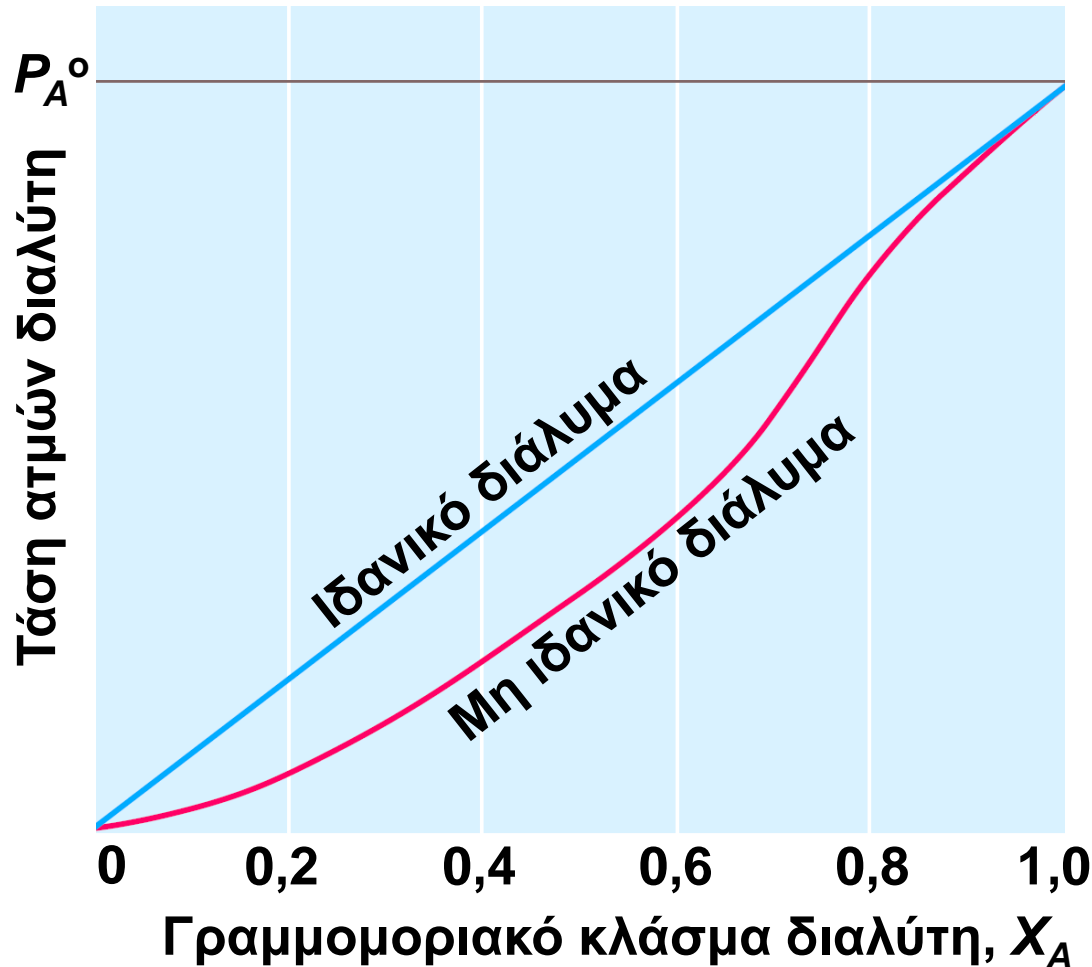
**Νόμος του Raoult (~1886):**

$$P_A = P_A^\circ X_A$$

Όπου:  $P_A$  μερική πίεση ατμού ενός διαλύτη A πάνω από διάλυμα,  $P_A^\circ$  τάση καθαρού διαλύτη και  $X_A$  το γραμμομοριακό κλάσμα του διαλύτη στο διάλυμα

# Νόμος του Raoult (~1886): $P_A = P_A^\circ X_A$

Γράφημα τάσεων ατμών δύο διαλυμάτων για αποσαφήνιση του νόμου του Raoult



Τάσεις ατμών του διαλύτη A (πάνω από διάλυμα), για δύο διαλύματα έναντι του  $X_A$ .

Για το «ιδανικό διάλυμα», η τάση ατμών είναι ανάλογη προς το  $X_A$  για όλα τα γραμμομοριακά κλάσματα (ο νόμος του Raoult ακολουθείται για κάθε συγκέντρωση της διαλυμένης ουσίας).

Για το «μη ιδανικό διάλυμα», ο νόμος του Raoult ακολουθείται για μικρές συγκεντρώσεις διαλυμένης ουσίας ( $X_A$  περίπου 1), όμως σε άλλες συγκεντρώσεις η τάση ατμών αποκλίνει αρκετά.

# Η ταπείνωση της τάσης ατμών ενός διαλύτη συναρτῆσει του γραμμομοριακού κλάσματος $X_B$

Αν δεχθούμε ότι ισχύει ο νόμος του **Rault** και ότι η διαλυμένη ουσία είναι **μη πτητική** (οπότε  $P_A \equiv$  τάση ατμών διαλύματος) ισχύει:

$$\left. \begin{array}{l} \Delta P = P_A^\circ - P_A \\ \text{Νόμος Rault: } P_A = P_A^\circ X_A \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta P = P_A^\circ - P_A^\circ X_A = P_A^\circ (1 - X_A)$$

$$\text{Αλλά: } X_A + X_B = 1 \Rightarrow X_B = 1 - X_A \Rightarrow \Delta P = P_A^\circ X_B$$

★ Έτσι αποδεικνύεται ότι η ταπείνωση της τάσης ατμών είναι μια **αθροιστική ιδιότητα**, αφού εξαρτάται από τη συγκέντρωση και όχι από τη φύση της διαλυμένης ουσίας

# Άσκηση 12.12

**Υπολογισμός της ταπείνωσης της τάσης ατμών**

**Από ναφθαλένιο,  $C_{10}H_8$ , φτιάχνονται οι βώλοι για την καταπολέμηση του σκώρου. Έστω ένα διάλυμα 0,515 g ναφθαλενίου σε 60,8 g χλωροφορμίου,  $CHCl_3$ . Υπολογίστε την ταπείνωση της τάσης ατμών του χλωροφορμίου στους  $20^\circ C$  που προκαλείται από το ναφθαλένιο. Η τάση ατμών του χλωροφορμίου στους  $20^\circ C$  είναι 156 mmHg.**

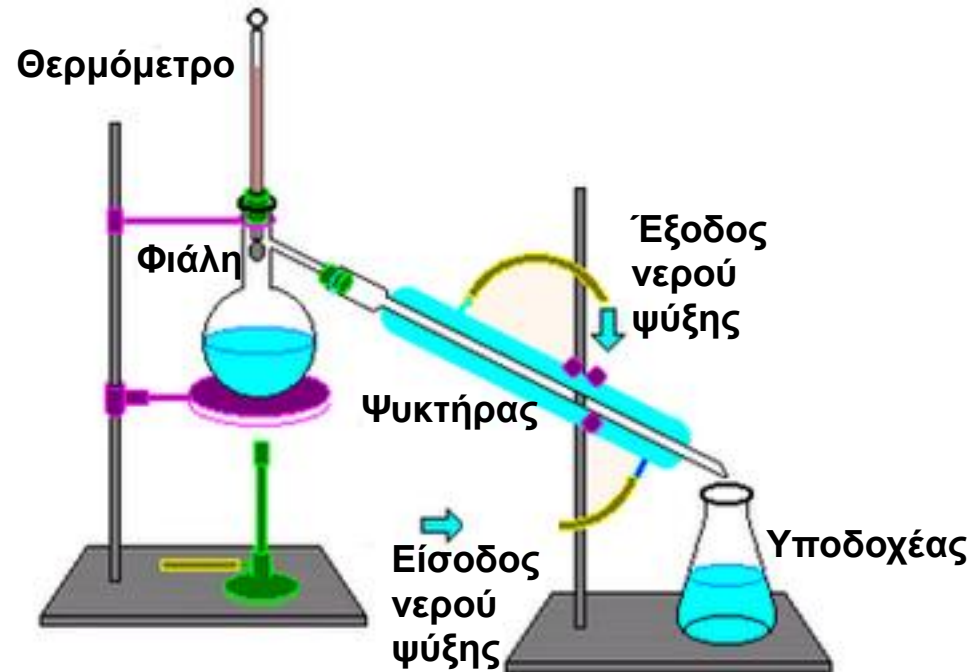
**Το ναφθαλένιο μπορεί να θεωρηθεί ως μη πτητικό σε σχέση με το χλωροφόρμιο.**

**Πόση είναι η τάση ατμών του διαλύματος;**



Πώς διαχωρίζεται μια μη πτητική ουσία που βρίσκεται διαλυμένη σ' έναν πτητικό διαλύτη; Με απλή απόσταξη

Το διάλυμα στη σφαιρική **φιάλη απόσταξης** θερμαίνεται μέχρι βρασμού. Ο ατμός περνά από τον **ψυκτήρα**, όπου συμπυκνώνεται προς υγρό (πτητικό διαλύτη), το οποίο συλλέγεται στη φιάλη **υποδοχέα**. Τελικά, στη φιάλη απόσταξης παραμένει η μη πτητική ουσία.

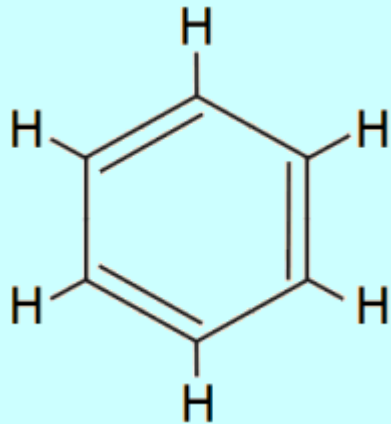


Τυπική εργαστηριακή διάταξη απλής απόσταξης



Πώς διαχωρίζεται στα συστατικά του ένα διάλυμα δύο πτητικών ουσιών, το οποίο ακολουθεί το νόμο του Raoult (ιδανικό διάλυμα); Με κλασματική απόσταξη

Σε ιδανικά διαλύματα οι **διαμοριακές ελκτικές δυνάμεις** είναι όμοιες για όλα τα μόρια του διαλύματος [π.χ. διαλύματα βενζολίου (Σ.Ζ. 80,1°C) - τολουολίου (Σ.Ζ. 111°C)].

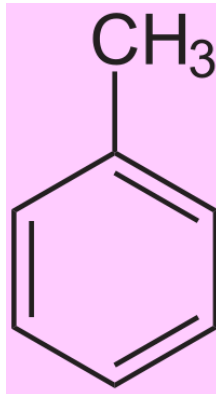


Βενζόλιο (A)

$$P_A^\circ = 75 \text{ mmHg}$$

$$X_A = 0,70$$

$$P_A^\circ X_A = 52,5 \text{ mmHg}$$



Τολουόλιο (B)

$$P_B^\circ = 22 \text{ mmHg}$$

$$X_B = 0,30$$

$$P_B^\circ X_B = 6,60 \text{ mmHg}$$

Η ολική τάση ατμών πάνω από ιδανικό διάλυμα ουσιών A και B είναι:

$$P = P_A^\circ X_A + P_B^\circ X_B \quad \text{ή}$$

$$P = 59 \text{ mmHg}$$

**Γραμμομοριακό κλάσμα A και B στον ατμό:**

$$X_{A \text{ (ατμός)}} = 52,5/59 = 0,89$$

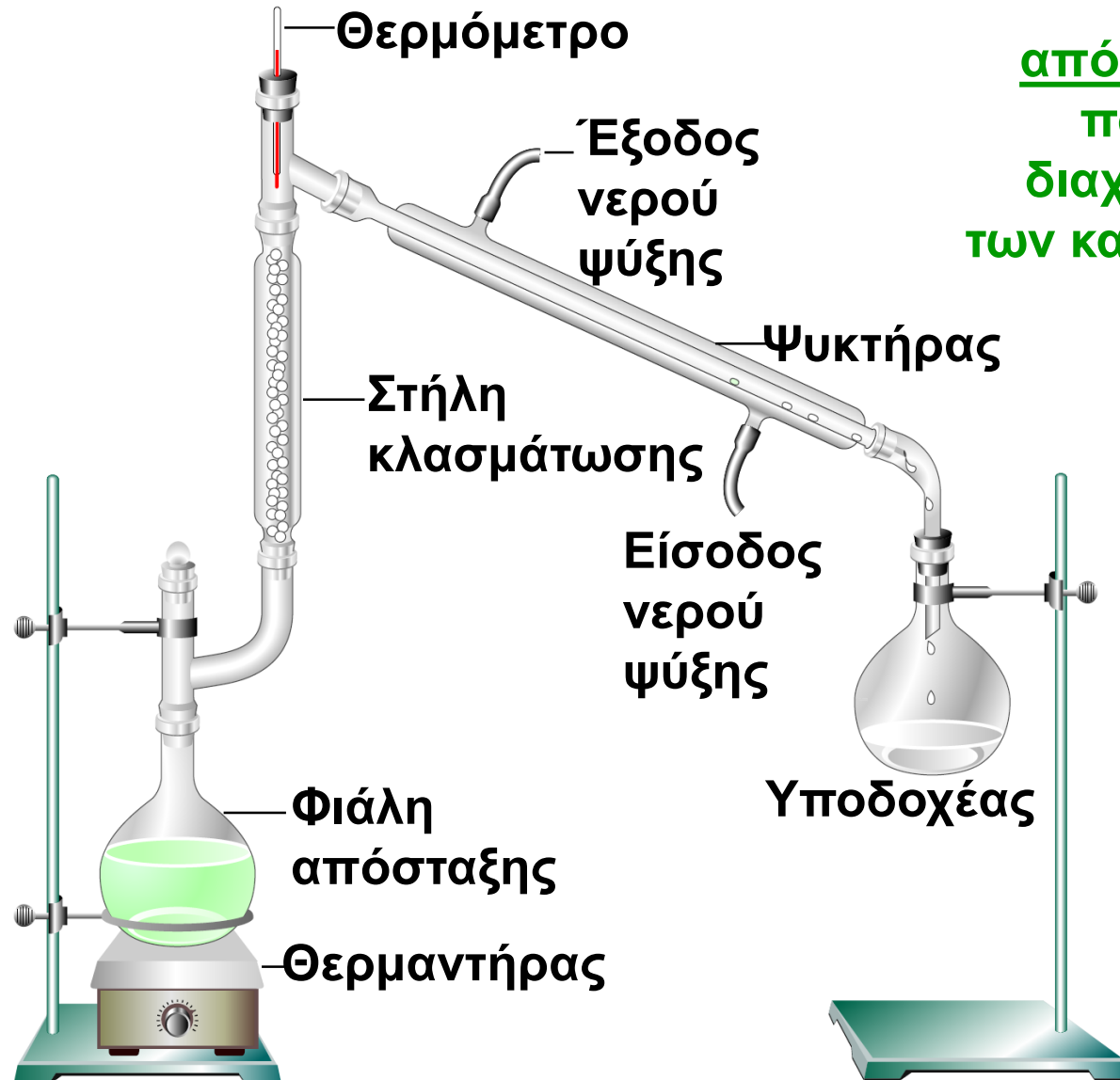
$$X_{B \text{ (ατμός)}} = 6,60/59 = 0,11$$



# Κλασματική απόσταξη

Μια τυπική εργαστηριακή συσκευή κλασματικής απόσταξης διαλυμάτων υγρών που χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό και την παραλαβή των καθαρών υγρών συστατικών

Η στήλη κλασμάτωσης περιέχει ένα υλικό πλήρωσης (π.χ. γυάλινους δακτυλίους) πάνω στους οποίους συμπυκνώνεται ο ατμός και **επαναποστάζει**. Η σύνδεση με τον υποδοχέα είναι χαλαρή για την αποφυγή δημιουργίας υπερπίεσης στο εσωτερικό της συσκευής.



# Ανύψωση Σημείου Ζέσεως και Ταπείνωση Σημείου Πήξεως

Κανονικό σημείο ζέσεως υγρού: Θερμοκρασία όπου η τάση ατμών του υγρού ισούται με 1 atm

Ανύψωση του σημείου ζέσεως (σ.ζ.) :

$$\Delta T_b = \text{σ.ζ. διαλύματος} - \text{σ.ζ. καθαρού διαλύτη}$$

Ταπείνωση του σημείου πήξεως (σ.π.) :

$$\Delta T_f = \text{σ.π. καθαρού διαλύτη} - \text{σ.π. διαλύματος}$$

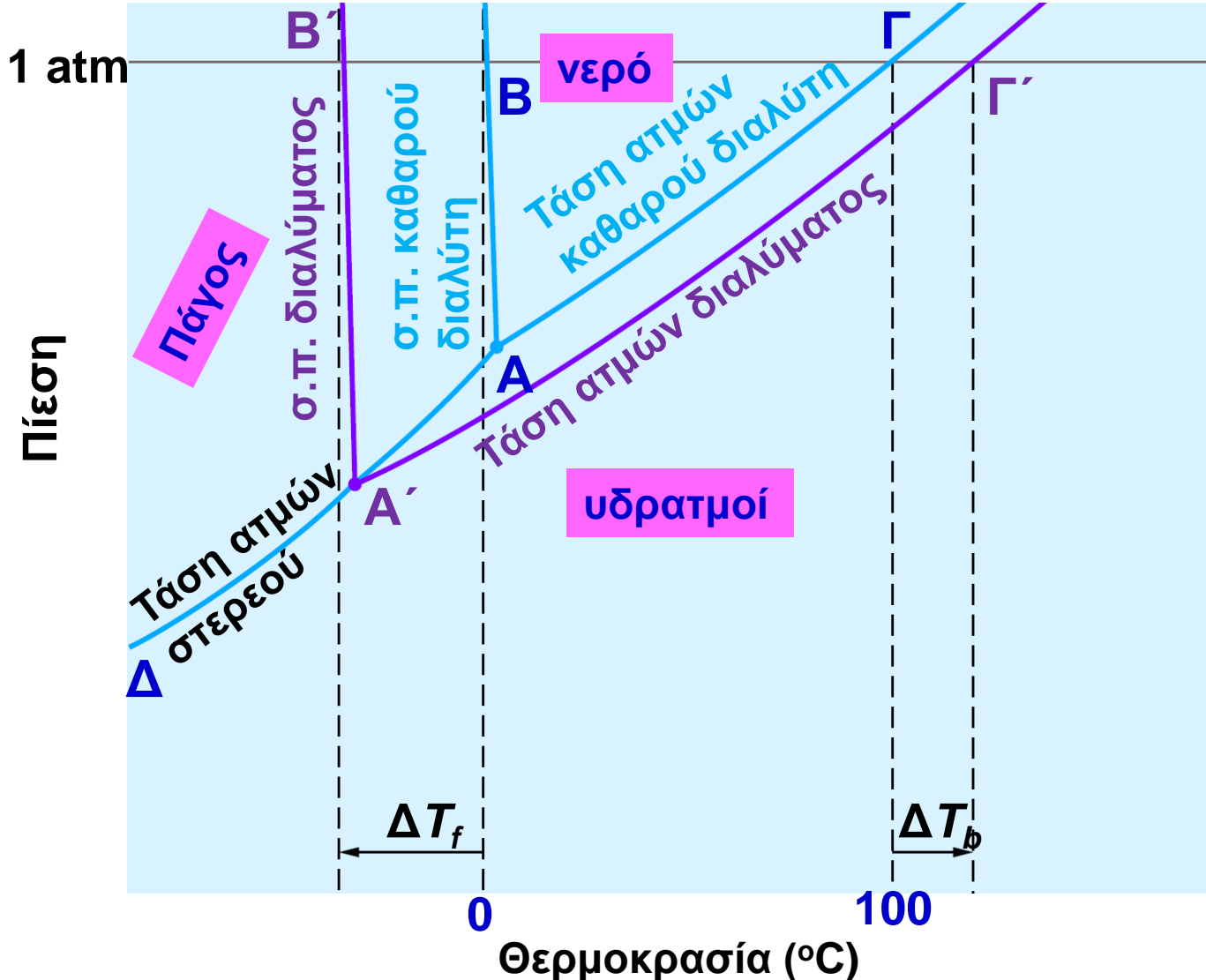
Διάγραμμα φάσεων: Παρουσίαση συνθηκών ( $P, T$ ) κάτω από τις οποίες μια ουσία υπάρχει ως στερεό, υγρό ή αέριο

# Ανύψωση Σημείου Ζέσεως και Ταπείνωση Σημείου Πήξεως

AB (A'B') = Καμπύλη σ.π. ή σ.τ.  
 ΑΓ (Α'Γ') = Καμπύλη σ.ζ. και τάσης ατμών

$$\Delta T_b = \Sigma.Z. \text{ διαλύματος} - \Sigma.Z. \text{ διαλύτη}$$

$$\Delta T_f = \Sigma.Π. \text{ διαλύτη} - \Sigma.Π. \text{ διαλύματος}$$



## Ανύψωση σ.ζ.

$$\Delta T_b = K_b C_m$$

Όπου:

$C_m$  = molality

διαλύματος

$K_b$  = Σταθερά

ανύψωσης σ.ζ.

## Ταπείνωση σ.π.

$$\Delta T_f = K_f C_m$$

Όπου:

$C_m$  = molality

διαλύματος

$K_f$  = Σταθερά

ταπείνωσης σ.π.

# Πρακτικές εφαρμογές

## Ανύψωσης Σ. Ζέσεως & Ταπείνωσης Σ. Πήξεως

- ➡ Προσθήκη αιθυλενογλυκόλης ως αντιπηκτικό στα ψυγεία των αυτοκινήτων
- ➡ Διασπορά χλωριδίου του νατρίου και χλωριδίου του ασβεστίου σε δρόμους με παγετό
- ➡ Εύρεση μοριακών μαζών
- ➡ Έλεγχος καθαρότητας μιας ένωσης

## Άσκηση 12.13

Πόσα γραμμάρια αιθυλενογλυκόλης πρέπει να προστεθούν σε 37,8 g νερού, προκειμένου αυτό να πήζει στους  $-0,150\text{ }^{\circ}\text{C}$

( $K_f = 1,858\text{ }^{\circ}\text{C}/m$ , από Πίνακα βιβλίου)

$1,89 \times 10^{-1}\text{ g}$

$1,038 \times 10^{-1}\text{ g}$

$1,04 \times 10^{-1}\text{ g}$

$1,9 \times 10^{-1}\text{ g}$

# Άσκηση 12.13

Πόσα γραμμάρια αιθυλενογλυκόλης πρέπει να προστεθούν σε 37,8 g νερού, προκειμένου αυτό να πήζει στους  $-0,150\text{ }^{\circ}\text{C}$

( $K_f = 1,858\text{ }^{\circ}\text{C}/m$ , από Πίνακα βιβλίου)

$1,89 \times 10^{-1}\text{ g}$

$1,038 \times 10^{-1}\text{ g}$

$1,04 \times 10^{-1}\text{ g}$

$1,9 \times 10^{-1}\text{ g}$

## ΛΥΣΗ

Από  $\Delta T_f = K_f c_m \Rightarrow$

$$c_m = \frac{0,150\text{ }^{\circ}\text{C}}{1,858\text{ }^{\circ}\text{C}} = 0,08073\text{ }m$$

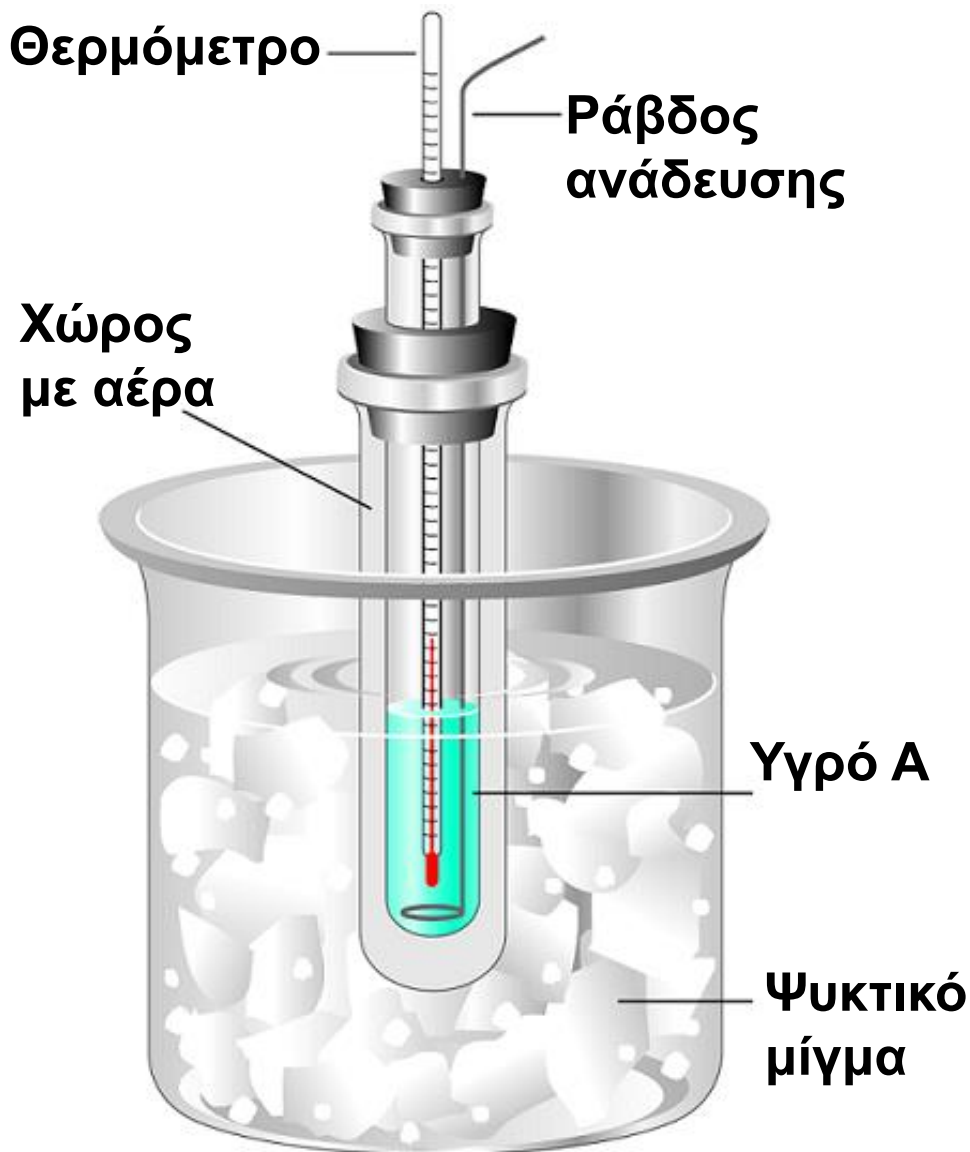
Από τη molality υπολογίζουμε μάζα αιθυλενογλυκόλης:

$$\frac{0,08073\text{ mol}}{1\text{ kg διαλύτη}} \times 0,0378\text{ kg διαλύτη} = 0,003051\text{ mol}$$

Οπότε μάζα αιθυλενογλυκόλης:  $0,003051\text{ mol} \times \frac{62,1\text{ g}}{1\text{ mol}} = 1,894 \times 10^{-1}\text{ g}$

ή  $1,89 \times 10^{-1}\text{ g CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$

# Προσδιορισμός του σ.π. ενός υγρού (για υπολογισμό M.B. διαλυμένης ουσίας)



Το υγρό Α ψύχεται με τη βοήθεια ενός ψυκτικού μίγματος (π.χ. πάγος και αλάτι).

Για να ελέγχεται η ταχύτητα ελάττωσης της θερμοκρασίας, παρεμβάλλεται ανάμεσα στο υγρό και το ψυκτικό μίγμα ένας χώρος με αέρα.

Από τη:  $\Delta T_f = K_f C_m$   
 $\Rightarrow$  molality  $\Rightarrow$  M.B.

**Σ.Π. Γάλακτος  $\cong -0,522$  °C**  
(Για έλεγχο καθαρότητας)



# Άσκηση 12.15

Υπολογισμός Μ.Β. από ταπείνωση σ.π.

Ένα δείγμα 0,205 g λευκού φωσφόρου διαλύθηκε σε 25,0 g δισουλφιδίου του άνθρακα. Η ανύψωση του σημείου βρασμού του διαλύματος αυτού βρέθηκε ίση με 0,159 °C. Πόσο είναι το μοριακό βάρος του φωσφόρου στο διάλυμα; Ποιος είναι ο τύπος του μοριακού φωσφόρου;

( $K_b = 2,40 \text{ } ^\circ\text{C}/m$ , από Πίνακα βιβλίου)

124  $\text{g mol}^{-1}$   
 $\text{P}_4$

123,79  $\text{g mol}^{-1}$   
 $\text{P}_8$

123,79  $\text{g mol}^{-1}$   
 $\text{P}_4$

124  $\text{g mol}^{-1}$   
 $\text{P}_8$



# Άσκηση

Όταν 2,500 g του αντιοξειδωτικού τροφίμων ΒΗΤ (βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο) διαλυθούν σε 100,0 g βενζολίου το δημιουργούμενο διάλυμα έχει σημείο πήξεως 4,88 °C. Πόσο είναι το μοριακό βάρος του ΒΗΤ;