

# Επίδραση της πίεσης πάνω στη διαλυτότητα

Απότομη ελάττωση της πίεσης  
ενός αεριούχου ποτού

Ένα αεριούχο ποτό παράγεται  
διαλύοντας σε αυτό διοξείδιο του  
άνθρακα υπό πίεση.

Σε υψηλότερες πιέσεις διαλύεται  
περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα  
από κάθε άλλο τρόπο.

Όταν η πίεση ελαττωθεί απότομα,  
το διοξείδιο του άνθρακα γίνεται  
λιγότερο διαλυτό και η περίσσεια  
του εκφεύγει από το διάλυμα  
προκαλώντας αφρισμό.



Ισχύει: **Νόμος του Henry:  $S = k_H P$**

Όπου:  **$S$**  = διαλυτότητα του αερίου σε g/L ,

**$P$**  = μερική πίεση του αερίου και  **$k_H$**  = σταθερά

# Άσκηση 12.4

Εφαρμογή του νόμου του Henry

Ένα λίτρο νερού στους 25 °C διαλύει 0,0404 g οξυγόνου, όταν η μερική πίεση του οξυγόνου είναι 1,00 atm. Πόση είναι η διαλυτότητα του οξυγόνου του αέρα στον οποίο η μερική πίεση του O<sub>2</sub> είναι 159 mmHg;

0,008452 g L<sup>-1</sup>

6,42 g L<sup>-1</sup>

6,4236 g L<sup>-1</sup>

8,45 × 10<sup>-3</sup> g L<sup>-1</sup>

## ΛΥΣΗ

Γράφουμε το νόμο του Henry ( $S = K_H P$ ) για τις δύο πιέσεις  $S_1 = K_H P_1$  και  $S_2 = K_H P_2$

Στη συνέχεια διαιρούμε κατά μέλη:  $\Rightarrow$

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{k_H P_2}{k_H P_1} = \frac{P_2}{P_1}$$

$$S_2 = \frac{P_2 S_1}{P_1} = \frac{(159 \text{ mmHg})(0,0404 \text{ g O}_2 / \text{L})}{760 \text{ mmHg}} = 0,008452 \text{ gO}_2 / \text{L} = 0,00845 \text{ gO}_2 \text{ L}^{-1}$$

$$\text{ή } 8,45 \times 10^{-3} \text{ g L}^{-1}$$

# Συγκέντρωση διαλύματος

Συγκέντρωση διαλύματος: η ποσότητα της ουσίας που έχει διαλυθεί σε δεδομένη ποσότητα διαλύτη ή διαλύματος.

Συμβολίζεται γενικά με το σύμβολο  $C$  ή γράφοντας τον μοριακό τύπο της διαλυμένης ουσίας ανάμεσα σε αγκύλες, π.χ.  $[\text{NH}_3]$  ή  $[\text{H}_2\text{SO}_4]$ .

Αραιό διάλυμα: όταν η συγκέντρωση της διαλυμένης ουσίας είναι χαμηλή

Πυκνό διάλυμα: όταν η συγκέντρωση της διαλυμένης ουσίας είναι υψηλή.

Η ποσότητα της **διαλυμένης ουσίας** μπορεί να **εκφράζεται** σε γραμμάρια ή moles.

Η ποσότητα του **διαλύτη** ή του **διαλύματος** μπορεί να αναφέρεται σε όγκο ή μάζα.

⇒ δημιουργούνται διάφοροι τρόποι έκφρασης της συγκέντρωσης ενός διαλύματος.

# Τρόποι έκφρασης της συγκέντρωσης

## Χημικές μονάδες

1. Molarity ή γραμμομοριακή συγκέντρωση ( $M$ )
2. Normality ή κανονική συγκέντρωση ή κανονικότητα ( $N$ )
3. Molality ή γραμμομοριακή συγκέντρωση κατά 1000 g διαλύτη ( $m$ )
4. Γραμμομοριακό κλάσμα ( $X$ )

## Φυσικές μονάδες

1. **Επί τοις εκατό κατά μάζα** ( $\% m/m$ ) (g διαλυμένης ουσίας/100 g διαλύματος)
2. **Επί τοις εκατό κατά μάζα προς όγκο** ( $\% m/V$ ) (g διαλυμένης ουσίας/100 mL διαλύματος)
3. **Επί τοις εκατό κατ' όγκο** ( $\% V/V$ )
4. **Μέρη ανά εκατομμύριο** (ppm)

# Τρόποι έκφρασης της συγκέντρωσης

## Χημικές μονάδες

1. Molarity ή γραμμομοριακή συγκέντρωση ( $M$ )

$$\text{Molarity } (M) = \frac{\text{moles διαλυμένης ουσίας}}{\text{λίτρα διαλύματος}}$$

2. Normality ή κανονική συγκ. ή κανονικότητα,  $N$

$$N = \frac{\text{γραμμοίσοδυναμια διαλυμένης ουσίας}}{\text{λίτρα διαλύματος}}$$

3. Molality ή γραμμομοριακή συγκέντρωση κατά 1000 g

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

4. Γραμμομοριακό κλάσμα ( $X$ )

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

## Φυσικές μονάδες

1. Επί τοις εκατό κατά μάζα ( $\% m/m$ ) =  $\frac{\text{μάζα διαλυμένης ουσίας}}{\text{μάζα διαλύματος}} \times 100\%$

2. Επί τοις εκατό κατά μάζα προς όγκο ( $\% m/V$ ) =  $\frac{\text{μάζα διαλυμένης ουσίας}}{\text{όγκος διαλύματος}} \times 100\%$

3. Επί τοις εκατό κατ' όγκο ( $\% V/V$ ) =  $\frac{\text{όγκος διαλυμένης ουσίας}}{\text{όγκος διαλύματος}} \times 100\%$

4. Μέρη ανά εκατομμύριο (ppm) 
$$c_{\text{ppm}} = \frac{\text{μάζα διαλυμένης ουσίας}}{\text{μάζα διαλύματος}} \times 10^6 \text{ ppm}$$

# Molarity ή γραμμομοριακή συγκέντρωση

Molarity ή γραμμομοριακή συγκέντρωση ( $M$ ) είναι τα moles της διαλυμένης ουσίας σε ένα λίτρο διαλύματος.

$$\text{Molarity } (M) = \frac{\text{moles διαλυμένης ουσίας}}{\text{λίτρα διαλύματος}}$$

Ένα υδατικό διάλυμα που είναι  $0,30 M$  σε αμμωνία ( $\text{NH}_3$ ) περιέχει  $0,30 \text{ mol NH}_3$  ( $5,1 \text{ g NH}_3$ ) ανά λίτρο διαλύματος.

# Παρασκευή διαλύματος ορισμένης γραμμομοριακής συγκέντρωσης

## Παράδειγμα 1

Πόσα γραμμάρια πενταϋδρικού θειικού χαλκού(II), πρέπει να ζυγίσουμε, προκειμένου να παρασκευάσουμε 250 mL διαλύματος πενταϋδρικού θειικού χαλκού(II) συγκέντρωσης 0,200 M;

5,85 g

12,48 g

12,5 g

5,847 g

## ΛΥΣΗ

Συγκέντρωση 0,200 M σημαίνει 0,200 mol ουσίας σε 1 L ή 1000 mL διαλύματος.

Άρα, για 250 mL διαλύματος, θα χρειασθούμε  $(0,200 \text{ mol} \times 250 \text{ mL}) / 1000 \text{ mL} = 0,0500 \text{ mol CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

Επειδή 1 mol  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ζυγίζει 249,686 g, τα 0,0500 mol ζυγίζουν 12,48 ή 12,5 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

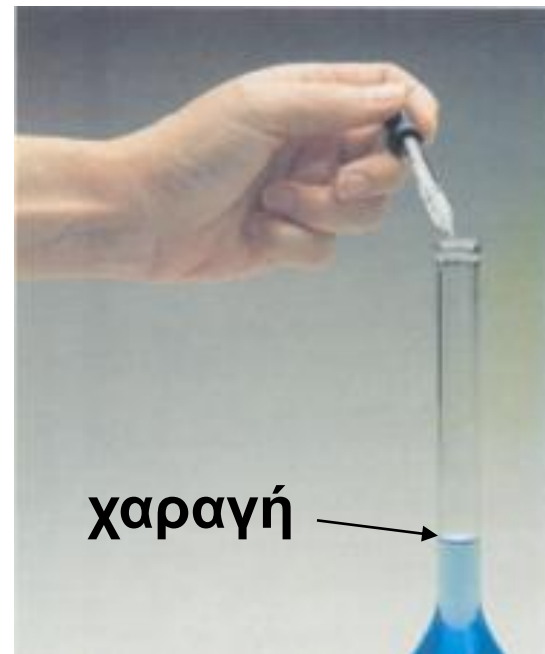
# Τρόπος παρασκευής διαλύματος $\text{CuSO}_4$ συγκέντρωσης $0,200 \text{ M}$



Ζυγίζουμε  $12,48 \text{ g}$   $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ( $0,0500 \text{ mol}$ ) πάνω στο δίσκο του εργαστηριακού ζυγού



Μεταφέρουμε προσεκτικά τον πενταϋδρικό θειικό χαλκό(II) σε ογκομετρική φιάλη των  $250 \text{ mL}$



Προσθέτουμε νερό μέχρις ότου η στάθμη του διαλύματος φθάσει στη χαραγή της ογκομετρικής φιάλης



# Υπολογισμός της molarity από μάζα ουσίας και όγκο διαλύματος

## Παράδειγμα 2

Σε μια ογκομετρική φιάλη των 50,0 mL εισάγουμε 0,42 g νιτρικού νατρίου. Προσθέτουμε στη φιάλη νερό, ανακινούμε για να διαλυθεί το στερεό νιτρικό νάτριο και συμπληρώνουμε με νερό μέχρι τη χαραγή της φιάλης. Πόση είναι η molarity του διαλύματος που προκύπτει;

0,099 M

0,20 M

0,2 M

0,0988 M

Για να υπολογίσουμε τη molarity χρειαζόμαστε τα moles της διαλυμένης ουσίας. Γι' αυτό στην αρχή μετατρέπουμε τα γραμμάρια του  $\text{NaNO}_3$  σε moles:

Επειδή 1 mol  $\text{NaNO}_3$  ζυγίζει 84,9945 g, τα 0,42 g αντιστοιχούν σε  $4,94149 \times 10^{-3}$  moles  $\text{NaNO}_3$

Η molarity ισούται με τα moles της διαλυμένης ουσίας διαιρεμένα με τον όγκο του διαλύματος σε λίτρα δηλαδή: **0,099 M**

# 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

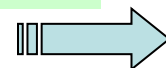
Πόση είναι η molality ενός διαλύματος που παρασκευάστηκε με διάλυση 225 mg γλυκόζης ( $C_6H_{12}O_6$ ) σε 5,00 mL αιθυλικής αλκοόλης ( $d = 0,789 \text{ g/mL}$ );

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:

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

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

# 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.

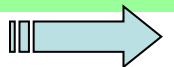
1 mol  $C_6H_{12}O_6$  ζυγίζει 180,2 g

⇒ 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

# Ασκήσεις Εξετάσεων

Ποιο είναι το γραμμομοριακό κλάσμα της αιθανόλης,  $C_2H_5OH$ , σε ένα διάλυμα που περιέχει 46 g αιθανόλης και 64 g μεθανόλης,  $CH_3OH$  ;

0,42

1/3

2/3

1/2

# Συγκέντρωση επί τοις % κατά μάζα

Συγκέντρωση επί τοις εκατό κατά μάζα (% *m/m*) είναι ο λόγος της μάζας της διαλυμένης ουσίας (σε g) προς τη μάζα του **διαλύματος** (σε g), πολλαπλασιασμένος επί 100%.

$$\text{Συγκέντρωση επί τοις εκατό κατά μάζα} = \frac{\text{μάζα διαλυμένης ουσίας}}{\text{μάζα διαλύματος}} \times 100\%$$

Π.χ., ένα υδατικό διάλυμα χλωριδίου του νατρίου, NaCl, 4,2% κατά μάζα περιέχει 4,2 g NaCl σε 100 g διαλύματος.

# Παρασκευή διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης επί τοις % κατά μάζα

## Παράδειγμα

Πώς θα παρασκευάσετε 360 g υδατικού διαλύματος, το οποίο να περιέχει 2,50% κατά μάζα οξικό νάτριο,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ;

Η μάζα του οξικού νατρίου στα 360 g διαλύματος είναι

$$\text{Μάζα } \text{CH}_3\text{COONa} = 360 \text{ g} \times 0,0250 = 9,00 \text{ g}$$

Η ποσότητα νερού στο διάλυμα είναι

$$\begin{aligned} \text{Μάζα } \text{H}_2\text{O} &= \text{μάζα διαλύματος} - \text{μάζα } \text{CH}_3\text{COONa} = 360 \text{ g} - 9,00 \text{ g} \\ &= 351 \text{ g} \end{aligned}$$

Θα παρασκευάσουμε το διάλυμα διαλύοντας 9,00 g οξικού νατρίου σε 351 g νερού.

# Συγκέντρωση επί τοις % κατά μάζα προς όγκο

Συγκέντρωση επί τοις εκατό κατά μάζα προς όγκο (% *m/V*) είναι ο λόγος της μάζας της διαλυμένης ουσίας (σε g) προς τον όγκο του διαλύματος (σε mL), πολλαπλασιασμένος επί 100%.

$$\text{Συγκέντρωση επί τοις εκατό κατ' όγκο} = \frac{\text{μάζα διαλυμένης ουσίας}}{\text{όγκος διαλύματος}} \times 100\%$$

Π.χ., ένα υδατικό διάλυμα χλωριδίου του νατρίου, NaCl, 3,6 % κατ' όγκο περιέχει 3,6 g NaCl σε 100 mL διαλύματος.

# Παρασκευή διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης επί τοις % κατά μάζα προς όγκο

## Παράδειγμα

Πώς θα παρασκευάσετε 250 mL υδατικού διαλύματος  $K_2SO_4$ , συγκέντρωσης 2,8% κατά μάζα προς όγκο;

Συγκέντρωση 2,8% ( $m/V$ ) σημαίνει 2,8 g  $K_2SO_4$  σε 100 mL διαλύματος. Άρα, για 250 mL διαλύματος, θα χρειασθούμε  $(2,8 \text{ g} \times 250 \text{ mL}) / 100 \text{ mL} = 7,0 \text{ g } K_2SO_4$ .

Σε μια ογκομετρική φιάλη των 250 mL εισάγουμε 7,0 g  $K_2SO_4$ . Προσθέτουμε στη φιάλη νερό, ανακινούμε για να διαλυθεί το στερεό  $K_2SO_4$  και συμπληρώνουμε με νερό μέχρι τη χαραγή της φιάλης. Το διάλυμα που παρασκευάσαμε έχει πράγματι συγκέντρωση ( $m/V$ )

$$\frac{7,0 \text{ g}}{250 \text{ mL}} \times 100\% = 2,8\%$$

# Άσκηση

Διάλυμα  $\text{H}_2\text{SO}_4$  έχει πυκνότητα  $1,28 \text{ g/mL}$  και συγκέντρωση  $37,0\%$  κατά μάζα. Να υπολογιστούν για το διάλυμα αυτό:

- α) η γραμμομοριακή συγκέντρωση ( $M$ )
- β) η κανονικότητα ( $N$ ) όταν όλα τα  $\text{H}^+$  παρέχονται κατά την αντίδραση
- γ) η μοριακότητα ή molality ( $m$ )
- δ) το γραμμομοριακό κλάσμα ( $X$ )

## Απάντηση

- α)  $4,83 M$
- β)  $9,66 N$
- γ)  $5,99 m$
- δ)  $0,097$



# Συγκέντρωση επί τοις % κατ' όγκο

Συγκέντρωση επί τοις εκατό κατ' όγκο (% V/V) είναι ο λόγος του όγκου της διαλυμένης ουσίας (σε mL) προς τον όγκο του διαλύματος (σε mL), πολλαπλασιασμένος επί 100%.

$$\text{Συγκέντρωση επί τοις εκατό κατ' όγκο} = \frac{\text{όγκος διαλυμένης ουσίας}}{\text{όγκος διαλύματος}} \times 100\%$$

Π.χ., ένα υδατικό διάλυμα μεθανόλης 8,5% κατ' όγκο περιέχει 8,5 mL μεθανόλης στα 100 mL διαλύματος.

Το διάλυμα αυτό παρασκευάζεται με εισαγωγή 8,5 mL μεθανόλης σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL και συμπλήρωση με νερό μέχρι τη χαραγή της φιάλης.

# 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 ( $c_{\text{ppm}}$ ) ορίζεται από τη σχέση:

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

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

7 g ιόντων  $\text{Cl}^-$  σε  $10^6$  g διαλύματος ή  
7 mg ιόντων  $\text{Cl}^-$  σε 1000 g διαλύματος.

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

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

# Αραίωση διαλυμάτων

Το υδροχλωρικό οξύ του εμπορίου (**37%  $m/m$** ) είναι **12,0 M** σε HCl. Έστω ότι στο εργαστήριο χρειαζόμαστε ένα διάλυμα υδροχλωρικού οξέος **2,00 M**.

Από ένα πυκνό διάλυμα μπορούμε να παρασκευάσουμε ένα λιγότερο πυκνό ή αραιό διάλυμα προσθέτοντας στο πυκνό ορισμένη ποσότητα διαλύτη, που εδώ είναι το νερό.

Θα πρέπει να γνωρίζουμε τη σχέση μεταξύ της molarity του διαλύματος πριν την αραίωση (αρχική molarity) και τη molarity μετά την αραίωση (τελική molarity).

Εξίσωση ορισμού της molarity:

$$\text{Molarity (M)} = \frac{\text{moles διαλυμένης ουσίας}}{\text{λίτρα διαλύματος}} \quad (1)$$

# Αραίωση διαλυμάτων

## Παράδειγμα

Πόσα mL υδροχλωρικού οξέος 12,0 M χρειαζόμαστε για να παρασκευάσουμε με αραίωση 200,0 mL διαλύματος HCl(aq) 3,00 M;

Γνωρίζουμε τον τελικό όγκο (200,0 mL), την τελική συγκέντρωση (3,00 M) και την αρχική συγκέντρωση (12,0 M).

Γράφουμε λοιπόν τον τύπο της αραίωσης και λύνουμε ως προς αρχικό όγκο:

$$M_i \times V_i = M_f \times V_f \quad \Rightarrow$$

$$V_i = \frac{M_f V_f}{M_i}$$

$\Rightarrow$

$$V_i = \frac{3,00 \text{ M} \times 200,0 \text{ mL}}{12,0 \text{ M}} = 50,0 \text{ mL}$$

## Άσκηση 4.12

Για να παρασκευάσετε 100 mL διαλύματος  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,18 M, πόσα mL από ένα άλλο διάλυμα θειικού οξέος 1,5 M θα χρειασθείτε;

## Άσκηση

(α) Να υπολογίσετε τη Molarity (M) πυκνού διαλύματος  $\text{HCl}$  του εμπορίου που φέρει τα εξής στοιχεία: 37%, 1 L = 1,186 kg και M.W.= 36,461g/mol

(β) Να υπολογίσετε τους όγκους τόσο του πυκνού διαλύματος όσο και του απιοντισμένου νερού που απαιτούνται για την παρασκευή 30 mL διαλύματος  $\text{HCl}$  συγκέντρωσης 6 M.

$$M = \frac{\alpha \times d \times 10}{\text{MW}}$$

Όπου:  $\alpha\%$  = κατά βάρος περιεκτικότητα της ουσίας

$d$  = πυκνότητα του διαλύματος