

Εργαστήριο Γενικής και Ανόργανης Χημείας

Εργαστηριακή Άσκηση 2: Παρασκευή Διαλυμάτων

Δρ Ματιάδης Δημήτρης
Χημικός

Η παρουσίαση που ακολουθεί προορίζεται για συμπληρωματικό ενημερωτικό υλικό των φοιτητών που παρακολούθησαν το εργαστήριο.

Οι εικόνες, η ύλη και το υλικό δεν είναι στο σύνολό τους πρωτότυπα και βασίζονται στις σημειώσεις και σε αρχεία που είναι ανεβασμένα στο eclass του μαθήματος και/ή στο διαδίκτυο.

Στόχοι εργαστηριακής άσκησης

Μετά την ολοκλήρωση του μαθήματος θα είστε σε θέση να:

- ✓ Γνωρίζετε την έννοια του διαλύματος στη χημεία
- ✓ Μπορείτε να τα ταξινομείτε
- ✓ Κατανοείτε τις εκφράσεις περιεκτικότητας
- ✓ Κάνετε μετατροπές και υπολογισμούς
- ✓ Παρασκευάζετε σωστά ένα διάλυμα επιθυμητής περιεκτικότητας και όγκου

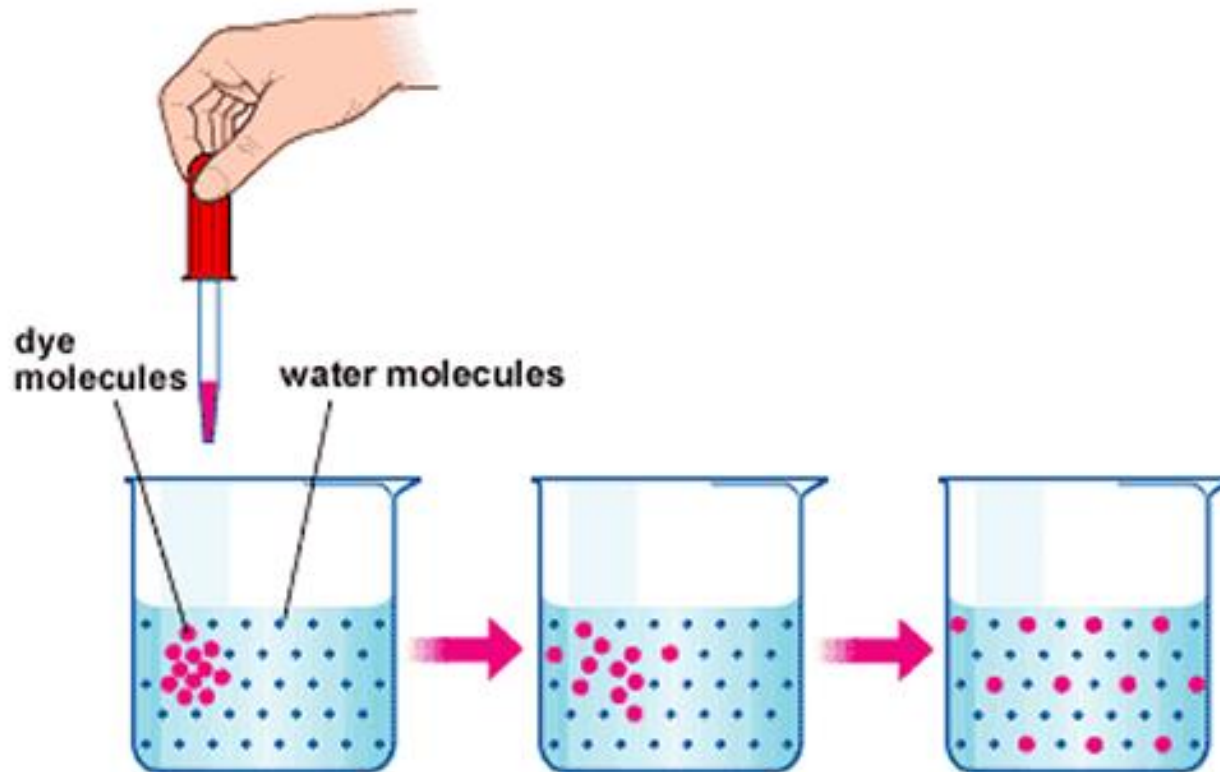


Έννοια διαλύματος

- **Διάλυμα:** Ομογενές μίγμα δύο ή περισσότερων συστατικών. Σε οποιοδήποτε σημείο η σύστασή του είναι ακριβώς η ίδια
- **Διαλύτης:** Μέσο διασποράς
- **Διαλυμένη ουσία:** η ουσία που διαλύεται (παράδειγμα αλάτι ή ζάχαρη σε νερό)
- **Διαλυτότητα:** Μέγιστη ποσότητα διαλυμένης ουσίας σε ορισμένη ποσότητα διαλύτη
- **Κανόνας:** Όμοια διαλύουν όμοια

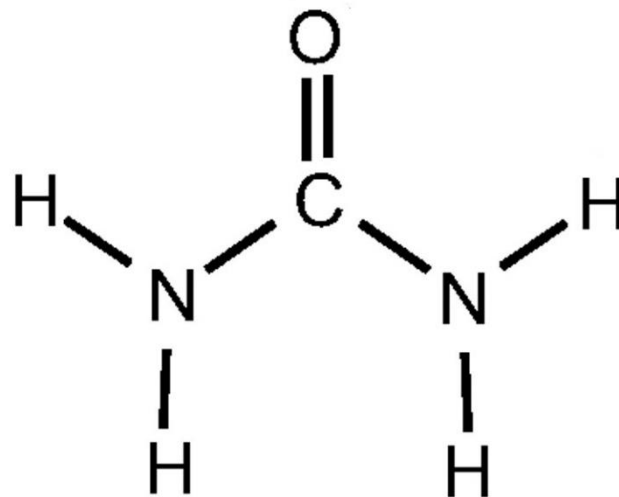
Έννοια διαλύματος

Επιδιάλυση (διαδικασία διάλυσης) στο νερό



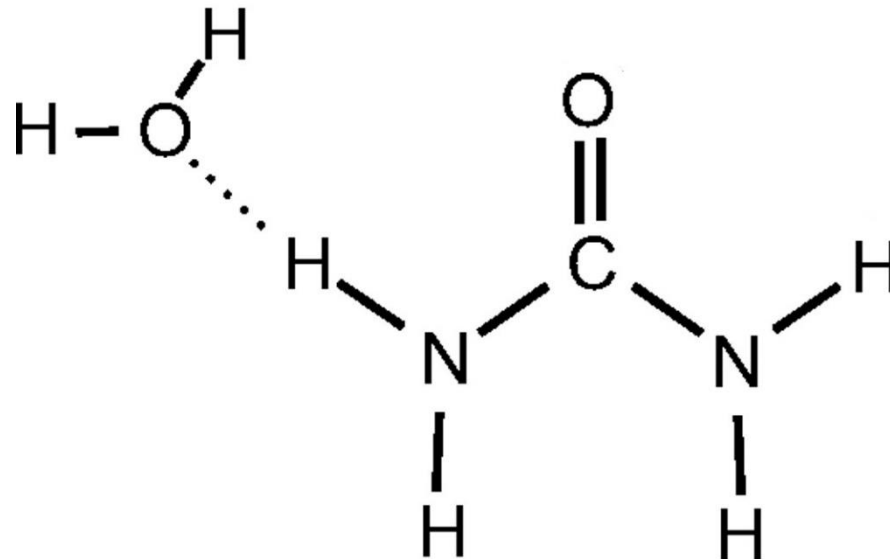
Έννοια διαλύματος

Επιδιαλύτωση (διαδικασία διάλυσης) ουρίας (NH_2CONH_2) στο νερό



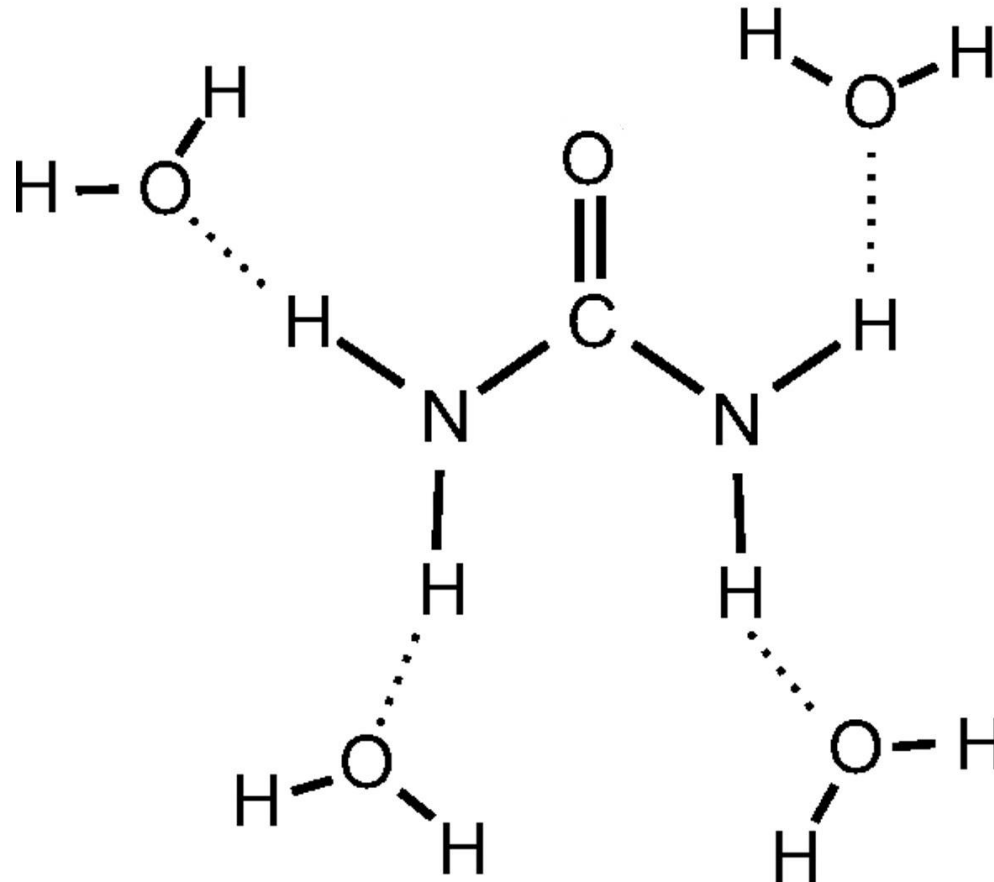
Έννοια διαλύματος

Επιδιαλύτωση (διαδικασία διάλυσης) ουρίας (NH_2CONH_2) στο νερό



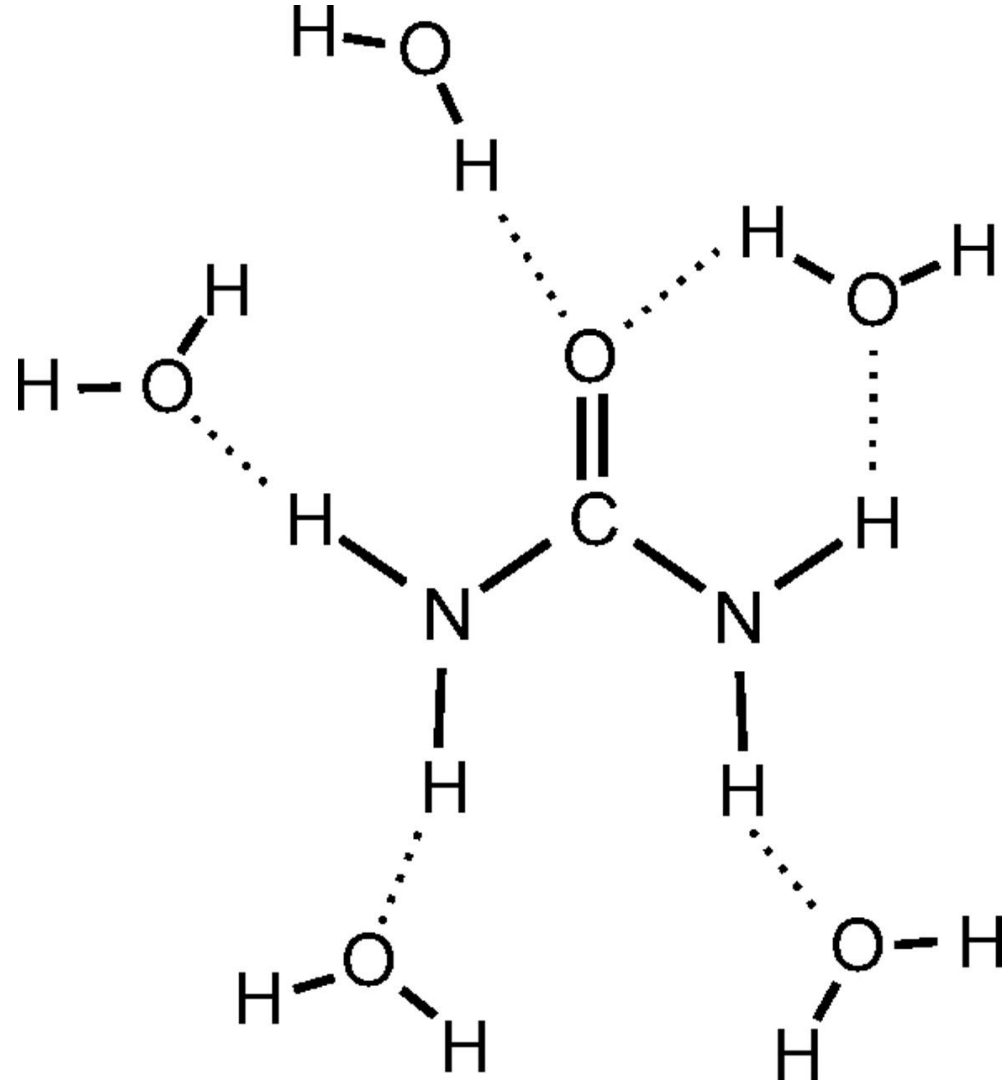
Έννοια διαλύματος

Επιδιαλύτωση (διαδικασία διάλυσης) ουρίας (NH_2CONH_2) στο νερό



Έννοια διαλύματος

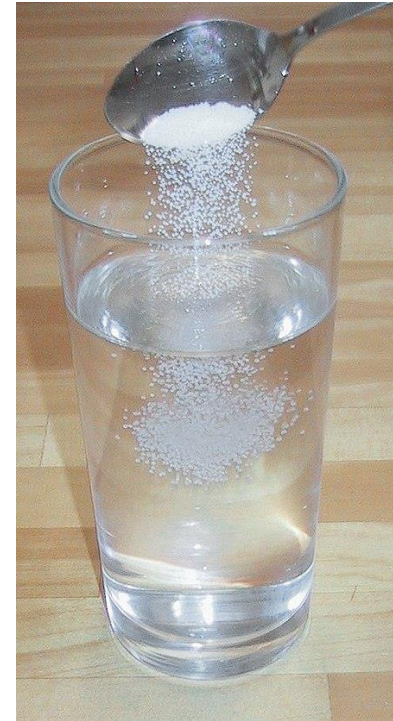
Επιδιαλύτωση (διαδικασία διάλυσης) ουρίας (NH_2CONH_2) στο νερό



Ταξινόμηση διαλυμάτων

Ανάλογα τη φυσική κατάσταση των συστατικών

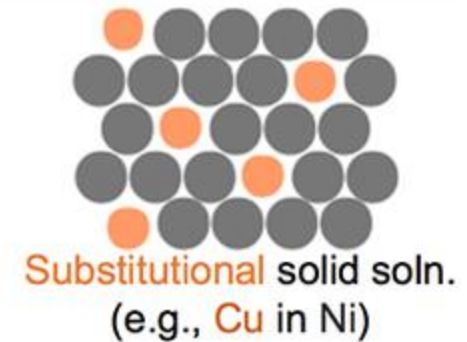
- ✓ Στερεό σε υγρό → το πιο σύνηθες πχ αλατόνερο (NaCl σε H₂O)



Ταξινόμηση διαλυμάτων

Ανάλογα τη φυσική κατάσταση των συστατικών

- ✓ Στερεό σε υγρό → το πιο σύνηθες πχ αλατόνερο (NaCl σε H₂O)
- ✓ Στερεό σε στερεό, κράματα μετάλλων (μπρούτζος / ορείχαλκος → χαλκός 88% / κασσίτερος 12%)



Ταξινόμηση διαλυμάτων

Ανάλογα τη φυσική κατάσταση των συστατικών

- ✓ Στερεό σε υγρό → το πιο σύνηθες πχ αλατόνερο (NaCl σε H₂O)
- ✓ Στερεό σε στερεό, κράματα μετάλλων (μπρούτζος / ορείχαλκος → χαλκός 88% / κασσίτερος 12%)
- ✓ Στερεό σε αέριο (αιθάλη)



Ταξινόμηση διαλυμάτων

Ανάλογα τη φυσική κατάσταση των συστατικών

- ✓ Στερεό σε υγρό → το πιο σύνηθες πχ αλατόνερο (NaCl σε H₂O)
- ✓ Στερεό σε στερεό, κράματα μετάλλων (μπρούτζος / ορείχαλκος → χαλκός 88% / κασσίτερος 12%)
- ✓ Στερεό σε αέριο (αιθάλη)
- ✓ Υγρό σε υγρό (βενζίνη, ποτά)



Ταξινόμηση διαλυμάτων

Ανάλογα τη φυσική κατάσταση των συστατικών

- ✓ Στερεό σε υγρό → το πιο σύνηθες πχ αλατόνερο (NaCl σε H₂O)
- ✓ Στερεό σε στερεό, κράματα μετάλλων (μπρούτζος / ορείχαλκος → χαλκός 88% / κασσίτερος 12%)
- ✓ Στερεό σε αέριο (αιθάλη)
- ✓ Υγρό σε υγρό (βενζίνη, ποτά)
- ✓ Υγρό σε αέριο (υγρασία στην ατμόσφαιρα)



Ταξινόμηση διαλυμάτων

Ανάλογα τη φυσική κατάσταση των συστατικών

- ✓ Στερεό σε υγρό → το πιο σύνηθες πχ αλατόνερο (NaCl σε H₂O)
- ✓ Στερεό σε στερεό, κράματα μετάλλων (μπρούτζος / ορείχαλκος → χαλκός 88% / κασσίτερος 12%)
- ✓ Στερεό σε αέριο (αιθάλη)
- ✓ Υγρό σε υγρό (βενζίνη, ποτά)
- ✓ Υγρό σε αέριο (υγρασία στην ατμόσφαιρα)
- ✓ Αέριο σε υγρό (CO₂ στα αναψυκτικά)
- ✓ Και όλοι οι υπόλοιποι συνδυασμοί είναι εφικτοί



Ταξινόμηση διαλυμάτων

Ανάλογα τη φύση των σωματιδίων

- ✓ Ηλεκτρολυτικά ή ιοντικά διαλύματα



- ✓ Μη ηλεκτρολυτικά ή μοριακά διαλύματα (ζάχαρη ή ουρία)

Ανάλογα την περιεκτικότητα σε διαλυμένη ουσία

- ✓ Κορεσμένα (διαλυμένη η μέγιστη ποσότητα διαλυμένης ουσίας)
- ✓ Ακόρεστα
- ✓ Υπέρκορα

Εκφράσεις περιεκτικότητας διαλυμάτων

Επί τοις εκατό βάρος κατά βάρος (% w/w ή % κ.β.)

- g χημικής ουσίας σε 100 g διαλύματος
- **Παράδειγμα:** Διάλυμα ζάχαρης 10% w/w

Εκφράσεις περιεκτικότητας διαλυμάτων

Επί τοις εκατό βάρος κατά βάρος (% w/w ή % κ.β.)

- g χημικής ουσίας σε 100 g διαλύματος
- **Παράδειγμα:** Διάλυμα ζάχαρης 10% w/w

Σε 100 g διαλύματος είναι διαλυμένα 10 g ζάχαρης → 10 g ζάχαρη + 90 g νερό

Εκφράσεις περιεκτικότητας διαλυμάτων

Επί τοις εκατό βάρος κατά βάρος (% w/w ή % κ.β.)

- g χημικής ουσίας σε 100 g διαλύματος
- **Παράδειγμα:** Διάλυμα ζάχαρης 10% w/w
Σε 100 g διαλύματος είναι διαλυμένα 10 g ζάχαρης → 10 g ζάχαρη + 90 g νερό
- **Ερώτηση:** Αν θέλουμε να παρασκευάσουμε 50 g διαλύματος ζάχαρης 5% w/w σε νερό, τι ποσότητα ζάχαρης θα προσθέσουμε και τι ποσότητα νερού;

Εκφράσεις περιεκτικότητας διαλυμάτων

Επί τοις εκατό βάρος κατά βάρος (% w/w ή % κ.β.)

- g χημικής ουσίας σε 100 g διαλύματος
- **Παράδειγμα:** Διάλυμα ζάχαρης 10% w/w
Σε 100 g διαλύματος είναι διαλυμένα 10 g ζάχαρης → 10 g ζάχαρη + 90 g νερό
- **Ερώτηση:** Αν θέλουμε να παρασκευάσουμε 50 g διαλύματος ζάχαρης 5% w/w σε νερό, τι ποσότητα ζάχαρης θα προσθέσουμε και τι ποσότητα νερού;
- **Απάντηση:**

Σε 100 g διαλύματος είναι διαλυμένα 5 g ζάχαρης

Σε 50 g x?

$$\text{Άρα, } x = \frac{50 \text{ g} * 5 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 2.5 \text{ g}$$

Επομένως, διαλύουμε 2.5 g ζάχαρης σε (50 g – 2.5 g) 47.5 g νερού.

Εκφράσεις περιεκτικότητας διαλυμάτων

Επί τοις εκατό βάρος κατά βάρος (% w/w ή % κ.β.)

- g χημικής ουσίας σε 100 g διαλύματος
- **Παράδειγμα:** Διάλυμα ζάχαρης 10% w/w

Σε 100 g διαλύματος είναι διαλυμένα 10 g ζάχαρης → 10 g ζάχαρη + 90 g νερό

Επί τοις εκατό βάρος κατ' όγκο (% w/v ή % κ.ο.)

- g χημικής ουσίας σε 100 mL διαλύματος
- **Παράδειγμα:** Διάλυμα ζάχαρης 10% w/v

Σε 100 mL διαλύματος είναι διαλυμένα 10 g ζάχαρης.

Επί τοις εκατό όγκο κατ' όγκο (% v/v)

- mL χημικής ουσίας σε 100 mL διαλύματος
- Τη συναντάμε σπανιότερα και κυρίως σε ποτά (αλκοολικοί βαθμοί)
- Εφαρμόζεται συνήθως σε υγρή διαλυμένη ουσία

Εκφράσεις συγκέντρωσης διαλυμάτων

Μοριακή κατ' όγκο συγκέντρωση ή Molarity

- Molarity: Αριθμός moles διαλυμένης ουσίας ανά λίτρο διαλύματος
- mol/L → Συνηθέστερα M
- Διάλυμα HNO_3 0,01 M ή $C = 0.01 \text{ M}$ ή $[\text{HNO}_3] = 0.01 \text{ M}$.

Εκφράσεις συγκέντρωσης διαλυμάτων

Μοριακή κατ' όγκο συγκέντρωση ή Molarity

- Molarity: Αριθμός moles διαλυμένης ουσίας ανά λίτρο διαλύματος
- mol/L → Συνηθέστερα M
- Διάλυμα HNO₃ 0,01 M ή C = 0.01 M ή [HNO₃] = 0.01 M.

Ισχύει η σχέση:

$$C = \frac{m * 1000}{V * Mr} \quad \text{ή} \quad C = \frac{n}{V}$$

m: μάζα διαλυμένης ουσίας (g)

Mr: Μοριακό βάρος διαλυμένης ουσίας

V: όγκος διαλύματος (mL)

Εκφράσεις συγκέντρωσης διαλυμάτων

Μοριακή κατ' όγκο συγκέντρωση ή Molarity

- Molarity: Αριθμός moles διαλυμένης ουσίας ανά λίτρο διαλύματος
- mol/L → Συνηθέστερα M
- Διάλυμα HNO₃ 0,01 M ή C = 0.01 M ή [HNO₃] = 0.01 M.

Ισχύει η σχέση:

$$C = \frac{m * 1000}{V * Mr} \quad \text{ή} \quad C = \frac{n}{V}$$

m: μάζα διαλυμένης ουσίας (g)

Mr: Μοριακό βάρος διαλυμένης ουσίας

V: όγκος διαλύματος (mL)

ΠΡΟΣΟΧΗ!!!

Πολύ συχνά μας ζητείται η παρασκευή διαλύματος εκφρασμένου σε mM ή μM.

Ισχύει: mM = 10⁻³ M και μM = 10⁻⁶ M.

Εκφράσεις συγκέντρωσης διαλυμάτων

Μοριακή κατ' όγκο συγκέντρωση ή Molarity

- Molarity: Αριθμός moles διαλυμένης ουσίας ανά λίτρο διαλύματος
- mol/L → Συνηθέστερα M
- Διάλυμα HNO_3 0,01 M ή C = 0.01 M ή $[\text{HNO}_3] = 0.01 \text{ M}$.

Μέρη στο εκατομμύριο (ppm)

- Μέρη μίας ουσίας σε 1.000.000 συνολικά μέρη. (1 g σε 10^6 g ή για αραιά διαλύματα 1 g / 1000 L ή 1 mg / L ή 1 μg / mL)
- Αντίστοιχα ppb, ppt και ppq.

Αραίωση – Συμπύκνωση

Για την αραίωση (ή τη συμπύκνωση), ισχύει η σχέση:

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$

C_1 : Συγκέντρωση διαλύματος ΠΡΙΝ την αραίωση

V_1 : Όγκος διαλύματος ΠΡΙΝ την αραίωση

C_2 : Συγκέντρωση ΤΕΛΙΚΟΥ διαλύματος

V_2 : Όγκος ΤΕΛΙΚΟΥ διαλύματος

Ισχύουν ΚΑΙ οι σχέσεις: $C = \frac{m * 1000}{V * Mr}$, $C = \frac{n}{V}$ και $d = m/V$ (d: πυκνότητα)

Αραίωση – Συμπύκνωση

Για την αραίωση (ή τη συμπύκνωση), ισχύει η σχέση:

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$

Εφαρμογή:

Έχουμε υδατικό διάλυμα NaOH 0.2 M και θέλουμε να παρασκευάσουμε 800 mL διαλύματος 0.1 M. Πόσα mL αρχικού διαλύματος θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για την αραίωση;

Αραίωση – Συμπύκνωση

Για την αραίωση (ή τη συμπύκνωση), ισχύει η σχέση:

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$

Εφαρμογή:

Έχουμε υδατικό διάλυμα NaOH 0.2 M και θέλουμε να παρασκευάσουμε 800 mL διαλύματος 0.1 M. Πόσα mL αρχικού διαλύματος θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για την αραίωση;

$$C_1 = 0.2 \text{ M}$$

$$C_2 = 0.1 \text{ M}$$

$$V_2 = 800 \text{ mL}$$

$$V_1 = ?$$

Αραίωση – Συμπύκνωση

Για την αραίωση (ή τη συμπύκνωση), ισχύει η σχέση:

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$

Εφαρμογή:

Έχουμε υδατικό διάλυμα NaOH 0.2 M και θέλουμε να παρασκευάσουμε 800 mL διαλύματος 0.1 M. Πόσα mL αρχικού διαλύματος θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για την αραίωση;

$$C_1 = 0.2 \text{ M}$$

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2 \Rightarrow V_1 = 0.1 * 800 / 0.2 \text{ mL} = 400 \text{ mL}$$

$$C_2 = 0.1 \text{ M}$$

$$V_2 = 800 \text{ mL}$$

$$V_1 = ?$$

Επομένως, σε 400 mL αρχικού διαλύματος, **προσθέτουμε** 400 mL νερού

Παρασκευή διαλύματος - Βήματα

- 1) **Υπολογίζουμε** την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας ή του αρχικού διαλύματος αν πρόκειται για αραιώση
- 2) **Ζυγίζουμε** αν πρόκειται για στερεό (ή υγρό σε μερικές περιπτώσεις) ή **μετράμε τον όγκο** του υγρού ή του αρχικού διαλύματος προς αραιώση (Προσοχη!: στο κατάλληλο σκεύος)
- 3) Προσθέτουμε **μικρή ποσότητα** διαλύτη και **αναδεύουμε μέχρι να διαλυθεί** με γυάλινη ράβδο
- 4) Μεταφέρουμε το διάλυμα σε ογκομετρική φιάλη κατάλληλου όγκου
- 5) Ξεπλένουμε 2-3 φορές το φιαλίδιο με μικρές ποσότητες διαλύτη για να μη «χάσουμε» ποσότητα διαλυμένης ουσίας.
- 6) Συμπληρώνουμε την ογκ. φιάλη μέχρι τη χαραγή. Πωματίζουμε και ανακινούμε

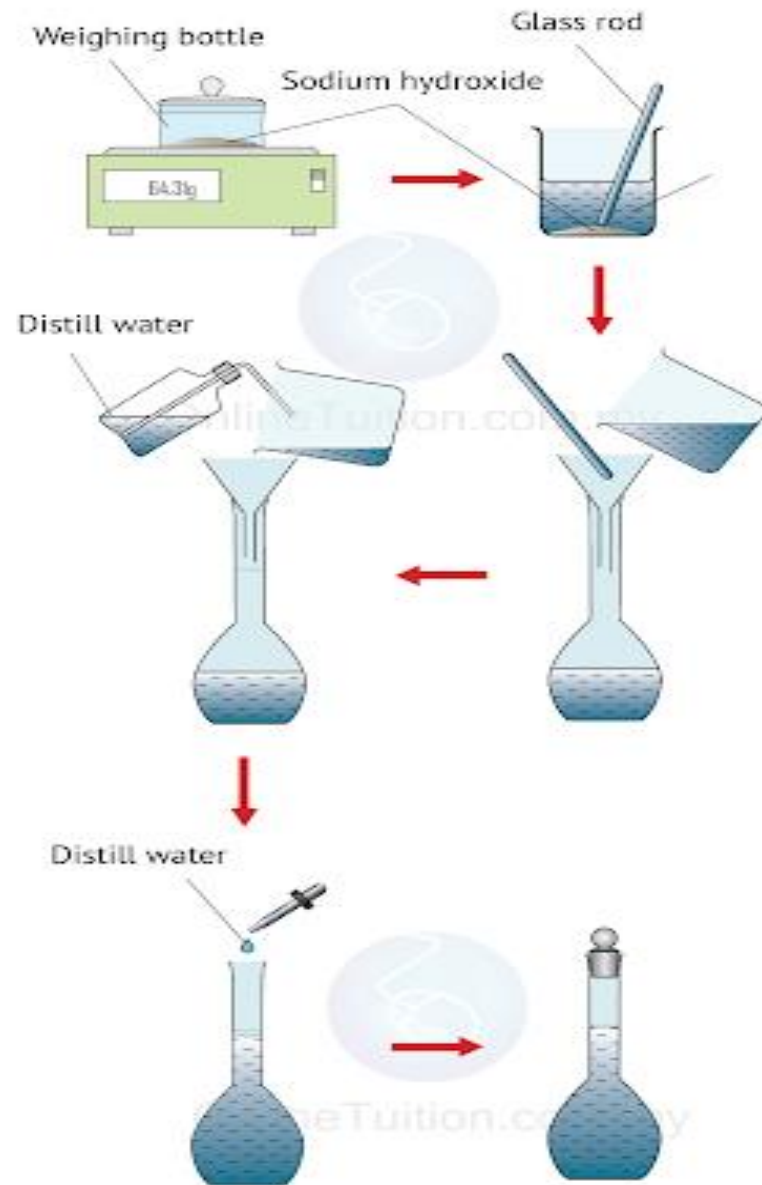
ΠΡΟΣΟΧΗ: α) στη θερμοκρασία και β) στην αραιώση πυκνών διαλυμάτων οξέων ή βάσεων.

Στη δεύτερη περίπτωση, προσθέτουμε το οξύ στην ογκ. φιάλη, **ΑΦΟΥ** πρώτα έχουμε τοποθετήσει ποσότητα (όχι όλη) διαλύτη. Στη συνέχεια και αφού ψυχθεί σε θ.δ., συμπληρώνουμε. **ΔΕΝ προσθέτουμε το νερό στο οξύ σε ΚΑΜΙΑ περίπτωση!!**

<https://www.youtube.com/watch?v=iPYyRNjXkgY>

Παρασκευή διαλύματος - Βήματα

- 1) **Υπολογίζουμε** την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας ή του αρχικού διαλύματος αν πρόκειται για αραιώση
- 2) **Ζυγίζουμε** αν πρόκειται για στερεό (ή υγρό σε μερικές περιπτώσεις) ή **μετράμε τον όγκο** του υγρού ή του αρχικού διαλύματος προς αραιώση (Προσοχή!: στο κατάλληλο σκεύος)
- 3) Προσθέτουμε **μικρή ποσότητα** διαλύτη και **αναδεύουμε μέχρι να διαλυθεί** με γυάλινη ράβδο
- 4) Μεταφέρουμε το διάλυμα σε ογκομετρική φιάλη κατάλληλου όγκου
- 5) Ξεπλύνουμε 2-3 φορές το φιαλίδιο με μικρές ποσότητες διαλύτη για να μη «χάσουμε» ποσότητα διαλυμένης ουσίας.
- 6) Συμπληρώνουμε την ογκ. φιάλη μέχρι τη χαραγή. Πωματίζουμε και ανακινούμε



Παράδειγματα παρασκευής διαλύματος

1^ο: Με διάλυση στερεής ουσίας

Παρασκευάστε 50 mL υδατικού διαλύματος NaCl 3% w/v

1. Υπολογίζουμε την απαιτούμενη ποσότητα διαλυμένης ουσίας:

Στα 100 mL διαλύματος περιέχονται 3 g NaCl

Στα 50 mL x ;

$$x = 1.5 \text{ g}$$

2. Σε κατάλληλο σκεύος (ποτήρι ζέσεως) ζυγίζονται 1.5 g NaCl

3. Διαλύονται σε **μικρή ποσότητα** νερού (λιγότερο από 50 mL) – Περίπου 20 mL

4. Το διάλυμα μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 50 mL

5. Το ποτήρι ζέσεως εκπλένεται 2-3 φορές με μικρές ποσότητες (~5 mL) και τα εκπλύματα μεταφέρονται στην ογκομετρική φιάλη

6. Η ογκ. φιάλη συμπληρώνεται με νερό μέχρι τη χαραγή, πωματίζεται και ανακινείται

Παράδειγματα παρασκευής διαλύματος

2^ο: Αραίωση διαλύματος

Παρασκευάστε 100 mL υδατικού διαλύματος H_3PO_4 1 M από πυκνό διάλυμα H_3PO_4 .
Δίνονται: περιεκτικότητα H_3PO_4 85% κ.β., $d = 1.7 \text{ g / mL}$ και $M_r = 98$

1. Υπολογίζουμε την απαιτούμενη ποσότητα (V_1) αρχικού διαλύματος που θα χρησιμοποιηθεί

Στη σχέση $C_1 * V_1 = C_2 * V_2$ (1), γνωρίζουμε το $C_2 = 1 \text{ M}$ και το $V_2 = 100 \text{ mL}$

Πρέπει να υπολογίσουμε πρώτα την αρχική συγκέντρωση C_1 .

2. Θα χρησιμοποιήσουμε τη σχέση $C_1 = \frac{m * 1000}{V * M_r}$ (2) (έχουμε M_r , πρέπει να υπολογίσουμε τα m, V)

3. (Αφού έχουμε % κ.β.) Σε 100 g διαλύματος περιέχονται 85 g H_3PO_4

4. Έχουμε $d = m / V \Rightarrow V = m / d = 100 \text{ g} / 1.7 \text{ g/mL} = 58.8 \text{ mL}$. Αυτό θα χρησιμοποιήσουμε στη σχέση (2)

5. Άρα, $C_1 = \frac{m * 1000}{V * M_r} = \frac{85 \text{ g} * 1000}{58,8 \text{ mL} * 98} = 14.75 \text{ M}$. Στην (1) $V_1 = 6.78 \text{ mL}$

Παράδειγματα παρασκευής διαλύματος

2^ο: Αραίωση διαλύματος

Παρασκευάστε 100 mL υδατικού διαλύματος H_3PO_4 1 M από πυκνό διάλυμα H_3PO_4 .
Δίνονται: περιεκτικότητα H_3PO_4 85% κ.β., $d = 1.7 \text{ g / mL}$ και $M_r = 98$

6. Άρα, η ποσότητα πυκνού οξέος που θα χρησιμοποιήσουμε είναι 6.78 mL.
7. Ακολουθούμε τα βήματα του προηγούμενου παραδείγματος με τις παρακάτω τροποποιήσεις.
8. Μετράμε τον όγκο του οξέος προσεκτικά χρησιμοποιώντας σιφώνιο.
9. Προσθέτουμε πρώτα μία ποσότητα νερού (μικρότερη του τελικού όγκου) **στον ογκ. κύλινδρο**.
10. Προσθέτουμε το **οξύ στο νερό** στον κύλινδρο.
11. Συμπληρώνουμε μέχρι τη χαραγή, αφότου φτάσει το διάλυμα σε θερμοκρασία δωματίου.