



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ
—
ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

Γεωργική Χημεία

Εργαστηριακές ασκήσεις

Γεώργιος Παπαδόπουλος, Καθηγητής Τμ. Τεχνολόγων Γεωπόνων Τ.Ε.

Άδειες Χρήσης

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα. Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Ηπείρου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.



Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



2.2. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

Γ.Κ. Παπαδόπουλος, Ν. Μάντζος, Δ. Κύρκας

A. Θεωρητικό μέρος

1. Εισαγωγή

Στις διάφορες πειραματικές διεργασίες (π.χ. σύνθεση μιας ένωσης, ποσοτικός προσδιορισμός μιας ουσίας κλπ) απαιτείται συνήθως η παρασκευή κάποιων διαλυμάτων γνωστών συγκεντρώσεων ως προς κάποια ουσία.

Διάλυμα ονομάζεται κάθε ομοιογενές σύστημα, αποτελούμενο από δύο ή περισσότερες χημικές ουσίες, το οποίο έχει την ίδια σύσταση σε όλη τη μάζα του. Είναι δυνατό να υπάρχουν αέρια, υγρά και στερεά διαλύματα. Σε ένα διάλυμα, η ουσία που βρίσκεται σε μεγαλύτερη μοριακή αναλογία λέγεται διαλυτικό μέσο ή **διαλύτης**, ενώ αυτή που βρίσκεται σε μικρότερη λέγεται **διαλυμένη ουσία**. Στην περίπτωση διάλυσης στερεού σε υγρό, ο όρος διαλύτης αναφέρεται στο υγρό συστατικό, ανεξάρτητα από την αναλογία του στο διάλυμα. **Το νερό είναι ο συνηθέστερα χρησιμοποιούμενος διαλύτης στην Αναλυτική Χημεία**. Η εξαιρετικά μεγάλη διαλυτική του ικανότητα για πλήθος χημικών ουσιών μπορεί να εξηγηθεί με βάση την δομή των μορίων του και ειδικότερα την ύπαρξη δεσμών υδρογόνου μεταξύ αυτών.

2. Έκφραση συγκέντρωσης διαλυμάτων

Συγκέντρωση ενός διαλύματος ονομάζεται η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που υπάρχει σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος ή διαλύτη. Οι κυριότεροι **τρόποι έκφρασης της συγκέντρωσης** είναι οι εξής:

Με φυσικές μονάδες:

- (1) % κατά βάρος (% w/w): g διαλυμένης ουσίας ανά 100 g διαλύματος.
- (2) % κατ'όγκο (% v/v): ml διαλυμένης ουσίας ανά 100 ml διαλύματος.
- (3) % κατά βάρος προς όγκο (% w/v): g διαλυμένης ουσίας ανά 100 ml διαλύματος.

Με χημικές μονάδες:

- (1) **Μοριακότητα, (Molarity, M)**: αριθμός γραμμομορίων διαλυμένης ουσίας ανά λίτρο διαλύματος, mol/L, που συμβολίζεται ως M, και προφέρεται molar (ή mmol/mL).
- (2) **Κανονικότητα, (Normality, N)**: αριθμός γραμμοϊσοδυνάμων διαλυμένης ουσίας ανά λίτρο διαλύματος, greq/L (ή mgreq/mL). *Θα τα εξετάσουμε με μεγαλύτερη λεπτομέρεια όταν ασχοληθούμε με εξουδετέρωση οξέων από βάσεις και αντίστροφα.*
- (3) **Μέρη βάρους ανά εκατομμύριο, (Parts per million, ppm)**: μέρη βάρους διαλυμένης ουσίας ανά 1.000.000 μέρη βάρους ή όγκου διαλύματος. Συνήθως το ppm είναι ίσο με mg/L ή mg/Kg. *Η έκφραση της συγκέντρωσης ως ppm είναι ο συνηθής τρόπος*

έκφρασης τις περιεκτικότητας του ατμοσφαιρικού αέρα, ή του νερού ή του εδάφους σε βλαβερές ουσίες.

Γραμμομόριο (mol) μιας ουσίας είναι η ποσότητα αυτής σε g αριθμητικά ίση με το μοριακό της βάρος. Το γραμμομόριο μιας ουσίας αποτελείται από $6,023 \times 10^{23}$ μόρια, που είναι ένας τεράστιος αριθμός, σχεδόν αστρονομικός. Αυτό μας δείχνει πόσο μικρές διαστάσεις έχει ένα μόριο, αν σκεφτούμε ότι ένα γραμμομόριο νερού (H_2O) ζυγίζει 18 g, άρα ένα μόριο ύδατος θα ζυγίζει $18 \text{ g} / 6,023 \times 10^{23} \text{ μόρια} \approx 3 \times 10^{-23} \text{ g!!!}$ (τριακόσια εξάκις εκατομμυριοστά του γραμμαρίου).

Η ΥΛΗ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΕΙΝΑΙ ΜΕΡΟΣ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΕΠΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΙΘΕΤΑΙ ΕΔΩ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΓΙΑΤΙ ΕΔΩ ΤΑΙΡΙΑΖΕΙ. ΘΑ ΕΞΟΙΚΕΙΩΝΟΜΑΣΤΕ ΜΕ ΑΥΤΗ ΤΗΝ ΥΛΗ ΤΟΣΟ ΣΤΗ ΔΙΑΛΕΞΗ ΟΣΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ, ΚΑΘΕ ΕΒΔΟΜΑΔΑ, ΟΛΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ!

Παράδειγμα: Το MB του NaOH είναι ίσο με 40. Όταν ένα διάλυμα περιέχει 40 g NaOH ανά λίτρο, τότε αυτό έχει μοριακότητα 1 M. Αν περιέχει 80 g/L έχει μοριακότητα 2 M ενώ αν περιέχει 20 g/L, η μοριακότητά του είναι 0,5 M.

Το **γραμμοϊσοδύναμο (greq)** είναι η ποσότητα μιας ουσίας, η οποία παρέχει, δέχεται ή αντικαθιστά ή είναι χημικά ισοδύναμη προς ένα greq υδρογόνου δηλαδή 1,008 g υδρογόνου.

Γενικά ισχύει ο τύπος:

$$1 \text{ greq} = 1 \text{ mol} / n$$

Το n ορίζεται ως εξής:

Για τις μεταθετικές αντιδράσεις:

α. για οξύ: $n =$ αριθμός H^+ που δίνει κάθε μόριο "οξέος".

β. για βάση: $n =$ αριθμός OH^- που δίνει (ή αριθμός H^+ που παίρνει) κάθε μόριο βάσης.

γ. για άλας: $n =$ ολικό θετικό ή αρνητικό φορτίο των ιόντων του άλατος που αντιδρούν.

Για τις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις:

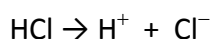
Για το οξειδωτικά και το αναγωγικά: $n =$ συνολική μεταβολή του αριθμού οξείδωσης ανά μόριο ουσίας.

Παραδείγματα:

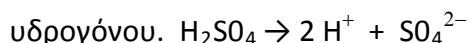
A. Μεταθετικές αντιδράσεις

1. Οξύ

HCl: greq = mol / 1 = 36,46 g, διότι σε κάθε διάσταση HCl προκύπτει ένα ιόν υδρογόνου.



H_2SO_4 : greq = mol / 2 = 49,04 g, διότι σε κάθε διάσταση H_2SO_4 προκύπτουν δύο ιόντα



Προσέξτε ότι οι αντιδράσεις είναι ισορροπημένες και ως προς άτομα και ως προς ηλεκτρικά φορτία.

2. Βάση

$$\text{NH}_3: \text{greq} = \text{mol} / 1 = 17,03 \text{ g}$$

$$\text{Ba(OH)}_2: \text{greq} = \text{mol} / 2 = 85,68 \text{ g}$$

3. Άλας

$$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3: \text{greq} = \text{mol} / 6 = 57,02 \text{ g}$$

$$\text{Na}_2\text{HPO}_4: \text{greq} = \text{mol} / 1 = 141,96 \text{ g για το H}^+$$

$$\text{greq} = \text{mol} / 2 = 70,98 \text{ g για το Na}^+$$

$$\text{greq} = \text{mol} / 3 = 47,32 \text{ g για τη PO}_4^{3-} \text{ (φωσφορική ρίζα)}$$

B. Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις

1. Οξειδωτική αντίδραση

$$\text{KMnO}_4: \text{greq} = \text{mol} / 5 = 31,61 \text{ g (για MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}, \text{ δηλαδή από αριθμό οξείδωσης } +7 \text{ στο MnO}_4^-, \text{ σε } +2 \text{ στο Mn}^{2+})$$

$$\text{greq} = \text{mol} / 3 = 52,68 \text{ g (για MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_2, \text{ δηλαδή από αριθμό οξείδωσης } +7 \text{ στο MnO}_4^-, \text{ σε } +4 \text{ στο MnO}_2)$$

$$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7: \text{greq} = \text{mol} / 6 = 49,03 \text{ g (για Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}^{3+})$$

2. Αναγωγική αντίδραση

$$\text{H}_2\text{S}: \text{greq} = \text{mol} / 2 = 17,04 \text{ g (για S}^{2-} \rightarrow \text{S)}$$

Έστω ότι θέλουμε να παρασκευάσουμε 500 mL διαλύματος Na_2SO_4 κανονικότητας 1 N. Έχουμε ότι:

$$1 \text{ greq Na}_2\text{SO}_4 = 1 \text{ mol} / 2 = 142,04 / 2 = 71,02 \text{ g}$$

$$\text{Άρα: } 1 \text{ N διάλυμα Na}_2\text{SO}_4 = 71,02 \text{ g / L ή } 35,51 \text{ g / 500 mL διαλύματος}$$

3. Παρασκευή αραιότερων διαλυμάτων από πυκνότερα

Σε τέτοιες περιπτώσεις πρέπει να συνειδητοποιήσουμε ότι η ποσότητα της διαλυόμενης ουσίας που έχουμε στο τμήμα του πυκνού διαλύματος που πήραμε για αραιώση, θα είναι ίδια με την ποσότητα της ουσίας στο αραιωμένο πια διάλυμα. Άρα, μιλάμε για διατήρηση της μάζας της διαλυμένης ουσίας.

Ισχύει ο τύπος:

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

όπου: N_1 = συγκέντρωση αρχικού πυκνού διαλύματος

V_1 = όγκος πυκνού διαλύματος που παίρνουμε προς αραιώση

N_2 = επιθυμητή συγκέντρωση τελικού αραιού διαλύματος

V_2 = επιθυμητός όγκος τελικού αραιού διαλύματος

Χρειάζεται προσοχή στις μονάδες έτσι ώστε οι μονάδες συγκέντρωσης και όγκου να είναι οι ίδιες και για τις δύο πλευρές της εξίσωσης.

Έχει τρομερές εφαρμογές αυτός ο πολύ απλός τύπος που θα βρίσκουμε διαρκώς μπροστά μας!

B. Πειραματικό μέρος

Αντιδραστήρια - Σκεύη

1. Στερεές χημικές ουσίες
2. Πυκνά διαλύματα διαφόρων ουσιών
3. Αποσταγμένο νερό
4. Σιφώνια, ποτήρια ζέσης, χωνιά, γυάλινες ράβδοι, ογκομετρικές φιάλες, πουάρ.

Εκτέλεση του πειράματος

1. Θα σας ζητηθεί να παρασκευάσετε ένα διάλυμα συγκεκριμένης συγκέντρωσης και όγκου (π.χ. 50 ml διαλύματος 2,3 % (w/v) NaCl). Να κάνετε τους υπολογισμούς για να προσδιορίσετε τη ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που θα υπάρχει στο συνολικό όγκο του διαλύματος. Ζυγίζετε τη ποσότητα του στερεού, τη μεταφέρετε σε ποτήρι ζέσης και τη διαλύετε με απεσταγμένο νερό. Το περιεχόμενο του ποτηριού μεταφέρεται με τη βοήθεια γυάλινης ράβδου και χωνιού σε ογκομετρική φιάλη και προστίθεται απεσταγμένο νερό μέχρι λίγο κάτω από την χαραγή. Ο όγκος συμπληρώνεται σταγόνα-σταγόνα μέχρι τη χαραγή. Η φιάλη πωματίζεται και αναδεύεται προς ομοιογενοποίηση του διαλύματος (βλέπε Σχήμα 3).

Ερώτηση: Ποιά η μοριακότητα και ποιά η κανονικότητα του διαλύματος που παρασκευάσατε; Ποιά είναι τώρα η συγκέντρωση σε ppm; (Να θεωρηθεί ότι: 1 ppm = 1 mg/L)

2. Ένας όγκος του παραπάνω διαλύματος (π.χ. 10 mL) μεταφέρεται με τη βοήθεια σιφονιού σε νέα ογκομετρική φιάλη (π.χ. 100 mL) και αραιώνεται μέχρι τη χαραγή με απεσταγμένο νερό.

Ερώτηση: Ποιά η μοριακότητα και ποιά η κανονικότητα του αραιού διαλύματος; Ποιά είναι τώρα η συγκέντρωση σε ppm; Τι παρατηρείτε για την ισχύ της σχέσης $N_1 V_1 = N_2 V_2$; Ισχύει μόνο για κανονικότητες;

3. Με τη βοήθεια σιφωνίου και πουάρ λαμβάνετε μια ποσότητα πυκνού οξέος (π.χ. 2 mL, από οξύ κανονικότητας 20 N), **η φιάλη του οποίου βρίσκεται στην απαγωγό εστία**, και τη μεταφέρετε σε ογκομετρική φιάλη 1 L που περιέχει απεσταγμένο νερό μέχρι τα μισά. Ακολουθεί προσθήκη απεσταγμένου νερού, ανάδευση και αραίωση μέχρι τη χαραγή.

Ερώτηση 1: Με βάση τα στοιχεία που αναγράφονται στην ετικέτα του μπουκαλιού και σας δόθηκαν πιο πάνω, να υπολογίσετε την κανονικότητα αυτού του διαλύματος.

Ερώτηση 2: Γιατί η ογκομετρική φιάλη που θα παρασκευάσουμε το αραιό οξύ, είναι ήδη κατά το ήμισυ γεμάτη με νερό;

Ερώτηση 3: Γιατί έχουμε τη φιάλη με το πυκνό οξύ στην απαγωγό εστία; Τι προσέξατε να συμβαίνει μόλις ανοίξατε το πώμα της φιάλης με το πυκνό οξύ;

Ερώτηση 4: Τι θα αισθανθείτε αν ακουμπήσετε το χέρι σας στην ογκομετρική φιάλη με το αραιό οξύ; Τι σημαίνει αυτό το πράγμα;