

Τ.Ε.Ι. ΑΘΗΝΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΣΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ - ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΕΡΓ. ΑΣΚΗΣΗ 1: ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

Επιμέλεια : Χ. ΣΤΑΘΟΥΛΟΠΟΥΛΟΥ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΓΕΝΙΚΑ

Διάλυμα ονομάζεται ένα ομογενές μίγμα που αποτελείται από δύο ή περισσότερα συστατικά. Συνήθως το συστατικό του διαλύματος που βρίσκεται σε μεγαλύτερη αναλογία λέγεται διαλύτης ή διαλυτικό μέσο. Τα υπόλοιπα συστατικά αποτελούν την διαλυμένη ουσία (ή διαλυμένες ουσίες)

Ένα διάλυμα λέγεται ακόρεστο όταν μπορεί να διαλυθεί και άλλη ποσότητα διαλυμένης ουσίας μέσα σ' αυτό. Κορεσμένο όταν έχει διαλυθεί η μέγιστη ποσότητα διαλυμένης ουσίας που μπορεί να διαλυθεί και βρίσκεται σε ισορροπία με αδιάλυτη ποσότητα της διαλυμένης ουσίας. Υπέρκορο λέγεται ένα διάλυμα όταν έχει διαλυθεί μεγαλύτερη ποσότητα διαλυμένης ουσίας απ' αυτήν που απαιτείται για την δημιουργία κορεσμένου διαλύματος. Το υπέρκορο διάλυμα είναι ασταθές και αν τρίψουμε τα τοιχώματα του δοχείου που περιέχεται ή προσθέσουμε κρύσταλλο της διαλυμένης ουσίας η επιπλέον ποσότητα της διαλυμένης ουσίας καθιζάνει σαν αδιάλυτη στον πυθμένα.

Διαλυτότητα μιας ουσίας λέγεται η μέγιστη ποσότητα της ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε ορισμένη ποσότητα διαλύτη για την δημιουργία κορεσμένου διαλύματος αυτής σε ορισμένη θερμοκρασία.

2. ΤΡΟΠΟΙ ΕΚΦΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

Συγκέντρωση ενός διαλύματος καλείται η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που υπάρχει σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος

ή διαλύτη. Η συγκέντρωση ενός διαλύματος εκφράζεται συνήθως ως εξής:

I. Επί τοις εκατό κατά βάρος: % κ.β. (% W/W)

Ισούται με τα g της διαλυμένης ουσίας σε 100g διαλύματος, π.χ. διάλυμα 2% κ.β. NaCl περιέχει 2g NaCl σε 100g διαλύματος.

II. Επί τοις εκατό κατ' όγκον: % κ.ο. (% W/V)

Ισούται με τα g της διαλυμένης ουσίας σε 100ml διαλύματος, π.χ. διάλυμα 2% κ.ο NaCl περιέχει 2g NaCl σε 100ml διαλύματος.

III. Μοριακότητα ή γραμμομοριακότητα κατ' όγκον

(MOLARITY): M

Ισούται με τον αριθμό των γραμμομορίων της διαλυμένης ουσίας σε 1l διαλύματος, mol/l (1l = 1000ml = 1000cm³).

Η μοριακότητα εκφράζεται επίσης και σε χιλιοστογραμμομόρια διαλυμένης ουσίας ανά χιλιοστόλιτρο διαλύματος, mmol/ml π.χ. διάλυμα Na₃PO₄ 1 M περιέχει 1 mole Na₃PO₄/l ή 1 mmol Na₃PO₄/ml, 3 mmol Na⁺/ml ή 1 mmol PO₄³⁻/ml.

IV. Γραμμομοριακότητα κατά βάρος διαλύτη (MOLALITY): m

Ισούται με τον αριθμό των γραμμομορίων της διαλυμένης ουσίας σε 1000g διαλύτη (mol/kg) π.χ. υδατικό διάλυμα HCl 2m περιέχει 2 moles HCl σε 1000g H₂O.

V. Κανονικότητα (NORMALITY): N

Ισούται με τον αριθμό των γραμμοϊσοδυνάμων της διαλυμένης ουσίας σε 1l διαλύματος (g-eg / l).

Για την εύρεση του γραμμοϊσοδυνάμου διαφορών σωμάτων αναφέρονται τα παρακάτω παραδείγματα.

α) ΟΞΕΩΝ

Το γραμμοϊσοδύναμο ενός οξέος προκειμένου για πλήρη εξουδετέρωση, ισούται με το πηλίκο του βάρους του γραμμομορίου του δια του αριθμού των υδρογονοκατιόντων που παρέχει.

δηλ. $1g\text{-}eg \text{ οξέος} = \frac{1 \text{ mol}}{\text{αριθμός } H^+ \text{ ανά μόριο}}$

$$1g\text{-}eg HCl = \frac{1 \text{ mol}}{1} = 36,5g$$

$$1g\text{-}eg H_2SO_4 = \frac{1 \text{ mol}}{2} = \frac{98}{2} = 49g$$

$$1g\text{-}eg CH_3COOH = \frac{1 \text{ mol}}{1} = 60g$$

β) ΒΑΣΕΩΝ

Το γραμμοϊσοδύναμο μιας βάσης ισούται με το πηλίκο του βάρους του γραμμομορίου της δια του αριθμού των υδρογονοκατιόντων που προσλαμβάνει (ή των OH^- που παρέχει).

δηλ. 1_g-eq βάσης = $\frac{1 \text{ mol}}{\text{αριθμός } \text{OH}^- \text{ ανά μόριο}}$

$$1_g\text{-eq NaOH} = \frac{1 \text{ mol}}{1} = 40_g$$

$$1_g\text{-eq Ca(OH)}_2 = \frac{1 \text{ mol}}{2} = \frac{74}{2} = 37_g$$

$$1_g\text{-eq NH}_3 = \frac{1 \text{ mol}}{1} = 17_g$$

γ) ΑΛΑΤΩΝ

Το γραμμοϊσοδύναμο ενός άλατος ισούται με το πηλίκο του βάρους του γραμμομορίου του δια του συνολικού φορτίου των θετικών ή αρνητικών ιόντων που περιέχονται στο μόριό του.

δηλ. 1_g-eq άλατος = $\frac{1 \text{ mol}}{\text{συνολικό φορτίο θετικών (ή αρνητικών) ιόντων ανά μόριο}}$

$$1_g\text{-eq NaCl} = \frac{1 \text{ mol}}{1} = 58,5_g$$

$$1_g\text{-eq FeSO}_4 = \frac{1 \text{ mol}}{2} = 76_g$$

$$1_g\text{-eq Al}_2(\text{SO}_4)_3 = \frac{1 \text{ mol}}{6} = 57_g$$

δ) ΣΩΜΑΤΩΝ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ Η ΑΝΑΓΩΓΙΚΩΝ

Το γραμμοϊσοδύναμο ενός οξειδωτικού (ή αναγωγικού) ισούται με το πηλίκο του βάρους του γραμμομορίου του δια του αριθμού της συνολικής μεταβολής του αριθμού οξείδωσης (Α.Ο.) του στοιχείου που ανάγεται (ή οξειδώνεται) στο μόριο του σώματος.

δηλ. 1_g-eq οξειδωτικού (ή αναγωγικού) = $\frac{1 \text{ mol}}{\text{ολική μεταβολή Α.Ο. ανά μόριο}}$

$$1_g\text{-eq FeSO}_4 = \frac{1 \text{ mol}}{1} = 152_g \quad \text{όταν } \text{Fe}^{2+} \text{ ----} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$$

$$1_g\text{-eq KMnO}_4 = \frac{1 \text{ mol}}{5} = 32_g \quad \text{όταν } \overset{(7+)}{\text{MnO}_4^-} \text{ ----} \rightarrow \text{Mn}^{2+}$$

$$1_g\text{-eq KMnO}_4 = \frac{1 \text{ mol}}{3} = 53_g \quad \text{όταν } \overset{(7+)}{\text{MnO}_4^-} \text{ ----} \rightarrow \overset{(4+)}{\text{MnO}_2}$$

$$1_g\text{-eq K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = \frac{1 \text{ mol}}{6} = 49_g \quad \text{όταν } \overset{(6+)}{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} \text{ ----} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$$

VI. Μέρος ανά εκατομμύριο : ppm

Ισούται με τα μέρη βάρους της διαλυμένης ουσίας ανά

1.000.000 μέρη βάρους (ή όγκου) διαλύματος δηλ. $\mu\text{g}/\text{ml}$ ή ml/ℓ .
 Χρησιμοποιείται για την έκφραση πολύ μικρών συγκεντρώσεων. Για υπερβολικά μικρές συγκεντρώσεις χρησιμοποιείται και η μονάδα μέρος ανά δισκατομμύριο, ppb (δηλ. $\mu\text{g}/\ell$ ή ng/ml).

3. ΑΡΑΙΩΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

Για την αραιώση διαλύματος ισχύουν οι σχέσεις:

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

όπου N_1 (M_1) ; συγκέντρωση αρχικού διαλύματος

V_1 : όγκος αρχικού διαλύματος

N_2 (M_2) : συγκέντρωση τελικού διαλύματος

V_2 : όγκος τελικού διαλύματος

π.χ. Για την παρασκευή 100 ml διαλύματος HCl 0,01 N από διάλυμα HCl 0,1 N υπολογίζουμε βάσει του τύπου πόσα ml διαλύματος HCl 0,1 N απαιτούνται. $0,1 \times V_1 = 0,01 \times 100 \text{ ml} \implies V_1 = 10 \text{ ml}$.

Αρα 10 ml διαλύματος HCl 0,1 N αραιώνονται σε όγκο 100 ml και το διάλυμα που προκύπτει είναι 0,01 N σε HCl.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΥΚΝΩΝ ΟΞΕΩΝ ΚΑΙ ΒΑΣΕΩΝ

οξύ ή βάση	πυκνότητα (g/ml)	% κ.β.	μοριακότητα (M)
υδροχλωρικό οξύ (HCl)	1,18	37	11,96
νιτρικό οξύ (HNO ₃)	1,40	65	14,44
θειικό οξύ (H ₂ SO ₄)	1,84	98	18,4
φωσφορικό οξύ (H ₃ PO ₄)	1,70	85	14,74
οξικό οξύ (παγόμορφο) (CH ₃ COOH)	1,05	99,5	17,41
υπερχλωρικό οξύ (HClO ₄)	1,68	70 - 72	11,7-12,0
αμμωνία (NH ₃)	0,90	28	14,82

4. ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ

Τα διαλύματα που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι υγρά και κυρίως υδατικά. Για την παρασκευή τους χρησιμοποιούνται ογκομετρικές φιάλες χωρητικότητας ίσης με τον όγκο του τελικού διαλύματος.

Για την παρασκευή διαλυμάτων στερεών ουσιών σε υγρό διαλύτη (π.χ. νερό) ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία.

Ζυγίζεται η υπολογιζόμενη ποσότητα της στερεάς ουσίας σε φιαλίδιο ζυγίσεως και διαλύεται με μικρή ποσότητα διαλύτη (ο όγκος του διαλύτη που προσθέτομε για διάλυση πρέπει να είναι μικρότερος από τον τελικό όγκο του διαλύματος) μέσα στο φιαλίδιο ζυγίσεως. Η διάλυση γίνεται με ανάδευση με γυάλινο ραβδί, χωρίς όμως να τρίβονται τα τοιχώματα του δοχείου. Μετά την διάλυση, το διάλυμα μεταφέρεται με την βοήθεια χωνιού σε ογκομετρική φιάλη. Ξεπλένεται το φιαλίδιο 2-3 φορές με μικρές ποσότητες διαλύτη και μεταφέρονται τα εκπλύματα στην ογκομετρική φιάλη. Τέλος συμπληρώνεται η ογκομετρική φιάλη μέχρι την χαραγή με διαλύτη με την βοήθεια του υδροβολέα και σταγονομέτρου. Πωματίζεται η φιάλη και ανακινείται το διάλυμα. Αν δεν υπάρχει φιαλίδιο ζυγίσεως η στερεά ουσία ζυγίζεται μέσα σε καθαρό και στεγνό ποτήρι βρασμού, οπότε διαλύεται μέσα στο ποτήρι και μεταφέρεται στην ογκομετρική φιάλη όπως αναφέρεται στην παραπάνω διαδικασία. Τέλος μπορούμε να ζυγίσουμε την στερεά ουσία σε ύαλο ωρολογίου και να μεταφέρομε αυτήν με την βοήθεια του υδροβολέα σε ποτήρι βρασμού για να γίνει η διάλυση.

Αν η στερεά ουσία δεν διαλύεται εύκολα συνήθως απαιτείται θέρμανση. Στην περίπτωση αυτή η ουσία ζυγίζεται μέσα σε ποτήρι βρασμού, προστίθεται μικρή ποσότητα διαλύτη και το ποτήρι θερμαίνεται ελαφρά σε λύχνο BUNSEN πάνω σε πλέγμα αμιάντου.

Στην περίπτωση που ο διαλύτης είναι εύφλεκτο οργανικό υγρό, π.χ. αιθέρας, οινόπνευμα κ.α. η θέρμανση δεν πρέπει να γίνεται σε φλόγα αλλά σε ατμόλουτρο ή υδρόλουτρο.

Η διάλυση υγρών σε νερό ή άλλο υγρό διαλύτη γίνεται ως ακολούθως.

Μεταφέρεται ο υπολογιζόμενος όγκος υγρής ουσίας στην ογκομετρική φιάλη με σιφώνιο με την βοήθεια πονάρι ή με ογκομετρικό κύλινδρο όταν δεν χρειάζεται μεγάλη ακρίβεια και προστίθεται ο

διαλύτης στην ογκομετρική φιάλη μέχρι την χαραγή.

Η αραίωση πυκνών διαλυμάτων οξέων, ιδίως του πυκνού H_2SO_4 , πρέπει να γίνεται με πολλή μεγάλη προσοχή ως ακολούθως.

Προστίθεται αρχικά στην ογκομετρική φιάλη απιονισμένο νερό (λιγώτερο από τον συνολικό όγκο νερού που απαιτείται για την αραίωση), μετά το πυκνό οξύ λίγο - λίγο και τέλος συμπληρώνεται η ογκομετρική φιάλη μέχρι την χαραγή με απιονισμένο νερό.

Η όλη διαδικασία γίνεται στον απαγωγό.

Υπενθυμίζουμε ότι πάντα προστίθεται το πυκνό οξύ στο νερό και όχι αντίστροφα, γιατί υπάρχει κίνδυνος εκτίναξης σταγονιδίων πυκνού οξέος, λόγω της μεγάλης θερμότητας που εκλύεται κατά την αραίωση και της πιθανής εξάτμισης σταγονιδίων νερού που παρασύρουν και σταγονίδια πυκνού οξέος.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

I) ΟΡΓΑΝΑ - ΣΚΕΥΗ - ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

- 1) Ζυγός αναλυτικός
- 2) Ογκομετρικές φιάλες των 100ml και 50ml
- 3) Ποτήρια βρασμού των 100 ml
- 4) Σιφώνιο πλήρωσεως των 10 ml
- 5) Γυάλινα ραβδάκια
- 6) Υδροβολέας
- 7) Σταγονόμετρο
- 8) Στερεό NaCl
- 9) Στερεό NaOH
- 10) Πυκνό H_3PO_4 85 % κ.β. και $d = 1,7 \text{ g/ml}$

II) ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

α) Παρασκευή 50ml διαλύματος NaCl 3 % κ.ο.

Υπολογίζομε αρχικά την απαιτούμενη ποσότητα NaCl

Τα 100ml διαλύματος περιέχουν 3 g NaCl

" 50 ml " " X

$$X = \frac{3 \text{ g} \times 50 \text{ ml}}{100 \text{ ml}} = 1,5 \text{ g NaCl}$$

Σε ποτήρι βρασμού των 100ml, στεγνό και καθαρό, ζυγίζομε 1,5g NaCl και τα διαλύομε με απιονισμένο νερό (λιγώτερο από 50ml). Μεταφέρομε το διάλυμα σε ογκομετρική φιάλη των 50ml, ξεπλένομε το ποτήρι, μεταφέρομε τα ξεπλύματα στην ογκομετρική φιάλη και συμπληρώνομε με απιονισμένο νερό μέχρι την χαραγή. Πωματίζομε την φιάλη και ανακατεύομε.

β) Παρασκευή 100ml διαλύματος NaOH 0,1 N

Υπολογίζομε αρχικά την απαιτούμενη ποσότητα NaOH

Τα 1000ml διαλύματος περιέχουν 0,1 g-eg NaOH

" 100ml " " X

$$x = \frac{0,1 \cdot x \cdot 100}{1000} = 0,01 \text{ g -eq NaOH}$$

$$\text{To } 1 \text{ g -eq NaOH} = \frac{1 \text{ mol}}{1} = 40 \text{ g}$$

Αρα τα 0,01 g -eq NaOH είναι: $0,01 \times 40 = 0,4 \text{ g NaOH}$

Σε ποτήρι βρασμού των 100ml, στεγνό και καθαρό, ζυγίζουμε 0,04 g NaOH και τα διαλύουμε με απιονισμένο νερό. Μεταφέρουμε το διάλυμα σε ογκομετρική φιάλη των 100ml, ξεπλένουμε το ποτήρι και συμπληρώνουμε την φιάλη με απιονισμένο νερό μέχρι την χαραγή. Πωματίζουμε την φιάλη και ανακατεύουμε.

Παρατηρήσεις

α) Το διάλυμα που παρασκευάσαμε δεν έχει συγκέντρωση ακριβώς 0,1 N για τους εξής λόγους. Το στερεό NaOH είναι υγροσκοπικό σώμα, με αποτέλεσμα να περιέχει υγρασία. Επίσης το NaOH εύκολα προσροφά CO₂ από την ατμόσφαιρα και καλύπτεται επιφανειακά με Na₂CO₃ σύμφωνα με την αντίδραση:



β) Απαιτείται προσοχή στη χρήση του NaOH γιατί είναι καυστικό και προσβάλλει το δέρμα και τα μάτια.

γ) Παρασκευή 100ml διαλύματος H₃PO₄ 1 N

Αρχικά υπολογίζουμε τον απαιτούμενο όγκο πυκνού H₃PO₄ 85 % κ.β. και πυκνότητας 1,7 g/ml

Η κανονικότητα του πυκνού διαλύματος H₃PO₄ βρίσκεται ως εξής:

Τα 1000ml πυκνού διαλύματος H₃PO₄ έχουν μάζα

$$m = dV \text{ ----} \Rightarrow m = 1,7 \text{ g/ml} \times 1000 \text{ ml} \text{ ----} \Rightarrow m = 1700 \text{ g}$$

Αρα τα 100 g πυκνού διαλύματος περιέχουν 85 g H₃PO₄

$$\begin{array}{ccccccc} \text{" } & 1700 \text{ g} & \text{"} & & \text{"} & & \text{"} & & \text{"} & & \text{X} \\ \hline \end{array}$$

$$x = \frac{85 \cdot x \cdot 1700}{100} = 1445 \text{ g H}_3\text{PO}_4$$

δηλαδή το πυκνό διάλυμα περιέχει 1445 g H₃PO₄ / l

$$\text{To } 1 \text{ g -eq H}_3\text{PO}_4 = \frac{98}{3} = 32,67 \text{ g}$$

$$1 \text{ g } -eq \text{ H}_3\text{PO}_4 \text{ είναι } 32,67 \text{ g}$$

$$X \quad \quad \quad 1445 \text{ g}$$

$$X = \frac{1445 \text{ g} \times 1 \text{ g } -eq}{32,67 \text{ g}} = 44,23 \text{ g } -eq \text{ H}_3\text{PO}_4$$

Το πυκνό διάλυμα H_3PO_4 έχει κανονικότητα 44,23 N
 Από τον τύπο της αραίωσης υπολογίζουμε τον όγκο του πυκνού διαλύματος H_3PO_4 που απαιτείται για την παρασκευή 100ml διαλύματος 1 N H_3PO_4 .

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2 \implies V_1 \times 44,23 = 100\text{ml} \times 1 \implies V_1 = 2,26\text{ml}$$

ή κατά προσέγγιση $V_1 = 2,3\text{ml}$

Σε ογκομετρική φιάλη των 100ml προσθέτουμε απιονισμένο νερό (περίπου μέχρι τη μέση της φιάλης) και μετά 2,3ml πυκνού διαλύματος H_3PO_4 από την προχοΐδα που περιέχει το πυκνό διάλυμα. Συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό την φιάλη μέχρι την χαραγή, πωματίζουμε και ανακατεύουμε.

δ) Παρασκευή 100ml διαλύτος H_3PO_4 0,1 N με αραίωση διαλύματος H_3PO_4 1 N

Από τον τύπο της αραίωσης υπολογίζουμε τον όγκο του διαλύματος H_3PO_4 1 N που απαιτείται.

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2 \implies V_1 \times 1 = 100\text{ml} \times 0,1 \implies V_1 = 10\text{ml}$$

Με σιφώνιο πλήρωσεως των 10ml παίρνουμε 10ml διάλυμα H_3PO_4 1 N και το μεταφέρουμε σε ογκομετρική φιάλη των 100ml. Συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι την χαραγή, πωματίζουμε και ανακατεύουμε.

III) ΖΗΤΟΥΜΕΝΗ ΕΚΘΕΣΗ

- 1) Θεωρητικό μέρος : Να αναπτυχθούν σύντομα οι όροι. Διάλυμα, κορεσμένο, ακόρεστο, υπέρκορο διάλυμα, διαλυτότητα, συγκέντρωση διαλύματος.
- 2) Όργανα-σκεύη-αντιδραστήρια
- 3) Υπολογισμοί
- 4) Πορεία εργασίας

IV) ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1) Διάλυμα H_2SO_4 έχει πυκνότητα $1,28 \text{ g/ml}$ και περιεκτικότητα $37\% \text{ κ.β.}$ Να υπολογιστούν:

α) Η μοριακότητα του διαλύματος (M -,---)

β) Η κανονικότητα του διαλύματος (N -,---)

γ) Πόσα $\text{ml } H_2O$ απαιτούνται για να αραιωθούν 100ml του διαλύματος και να δώσουν διάλυμα H_2SO_4 $1,00 \text{ N}$;

2) Τι προφυλάξεις πρέπει να ληφθούν κατά τον χειρισμό των πυκνών οξέων.

3) Πόσα $\text{g } CuSO_4 \cdot 5 H_2O$ απαιτούνται για την παρασκευή 250ml διαλύματος $3\% \text{ κ.ο.}$ σε $CuSO_4$;

4) Πόσα $\text{g } Na_2CO_3$ απαιτούνται για την παρασκευή 500ml διαλύματος $0,2 \text{ N}$;