

Κεφάλαιο 5^ο

ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

Στόχοι :

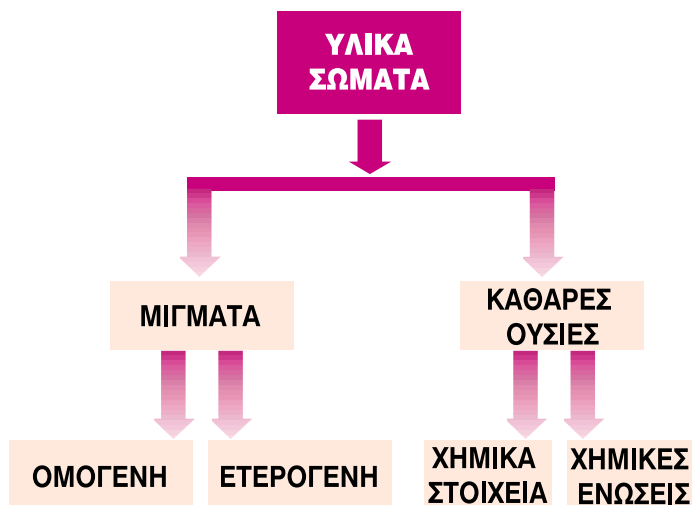
Στο τέλος αυτής της διδακτικής ενότητας θα πρέπει να μπορείς

- να εκτελείς ποσοτικούς υπολογισμούς στα διαλύματα.
- να χειρίζεσαι τα όργανα για την παρασκευή διαλυμάτων.
- να αραιώνεις διαλύματα.
- να αναμιγνύεις διαλύματα.

Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα μελετήσουμε το νερό και τα διαλύματα, που αποτελούν ορισμένα από τα πιο ενδιαφέροντα θέματα όχι μόνο της Χημείας ως επιστήμης αλλά και άλλων επιστημών όπως της Βιολογίας, της Ιατρικής κ.ά.

Στο παρακάτω διάγραμμα παραθέτουμε σχηματικά την ταξινόμηση της ύλης, που θα μας βοηθήσει να κατανοήσουμε τις έννοιες που θα ακολουθήσουν.



Ομογενή (Διαλύματα):

Έχουν την ίδια σύσταση και τις ίδιες ιδιότητες σε όλη τη μάζα τους, π.χ. το θαλασσίνο νερό, ο ατμοσφαιρικός αέρας κ.ά.

Ετερογενή:

Δεν έχουν την ίδια σύσταση και τις ίδιες ιδιότητες σε όλη τη μάζα τους, π.χ. μίγμα λαδιού-νερού, μίγμα ζάχαρης-καφέ πριν από την ανάδευση.

Χημικά στοιχεία:

Τα μόριά τους αποτελούνται από το ίδιο είδος ατόμων, π.χ. Νάτριο (Na), σίδηρος (Fe).

Χημικές ενώσεις:

Τα μόριά τους αποτελούνται από διαφορετικά άτομα και μπορεί να είναι ανόργανες, π.χ. νερό (H_2O), ή οργανικές, π.χ. αιθανόλη ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$).



Η παραλία της Υλίκης σε περίοδο μεγάλης ξηρασίας.

5.1 Το Νερό

Το νερό είναι άμεσα συνδεδεμένο με τη ζωή. Όλες οι βιοχημικές αντιδράσεις που συντελούνται στον ανθρώπινο (και όχι μόνο) οργανισμό έχουν απαραίτητη προϋπόθεση την ύπαρξη νερού.

Ένα μεγάλο ποσοστό του βάρους των ζωντανών οργανισμών αποτελείται από νερό. Το 60% περίπου του ανθρώπινου σώματος αποτελείται από νερό. Αυτό σημαίνει ότι ένας άνθρωπος βάρους 70 κιλών περιέχει 42 κιλά περίπου νερό.

Το νερό υπάρχει στους ωκεανούς, στα ποτάμια, στις λίμνες, στο υπέδαφος, στο χιόνι, στους πάγους και σε μικρότερες ποσότητες στην υγρασία της ατμόσφαιρας.

Η έλλειψη νερού έχει καταστροφικές συνέπειες στον πληθυσμό των χωρών που την αντιμετωπίζουν.

Στη χώρα μας πολλές αγροτικές περιοχές αντιμετωπίζουν τα τελευταία χρόνια σοβαρά προβλήματα από τη μείωση των βροχοπτώσεων. Η έλλειψη νερού πλήττει βέβαια και τις αστικές περιοχές. Γι' αυτό απαιτείται οικονομία και γενικότερα λογική χρήση του νερού από όλους μας.

Το νερό είναι ο πιο καλός φυσικός διαλύτης. Ανάλογα με την προέλευσή του, περιέχει διαλυμένα διάφορα άλατα, οξείδια, αέρια αλλά και οργανικές ενώσεις.

Η ποιότητα του νερού, ανάλογα με την προβλεπόμενη χρήση του, πρέπει να συμφωνεί με καθορισμένες προδιαγραφές. Το νερό που προορίζεται για πόσιμο πρέπει να έχει άλλα ποιοτικά χαρακτηριστικά από το νερό που προορίζεται για πότισμα ή για βιομηχανική χρήση. Υποβάλλεται λοιπόν σε κατάλληλες αναλύσεις, οι οποίες αποτελούν και τις παραμέτρους ποιότητας του νερού.

Μια από τις βασικές αναλύσεις του νερού είναι αυτή η οποία προσδιορίζει τη σκληρότητά του. Με την ανάλυση της σκληρότητας προσδιορίζουμε την περιεκτικότητα του νερού σε διαλυτά κυρίως άλατα του ασβεστίου και του μαγνησίου. Το πόσιμο νερό, για παράδειγμα, πρέπει όχι μόνο να έχει ορισμένη σκληρότητα, αλλά επίσης να είναι άοσμο, διαυγές, με ευχάριστη γεύση και να μην περιέχει παθογόνους μικροοργανισμούς.

Ο συνηθέστερος τρόπος απολύμανσης του νερού είναι η χλωρίωση. Το νερό των πόλεων περιέχει ιόντα χλωρίου (Cl^-), τα οποία προέρχονται από το αέριο χλώριο που προστίθεται για απολύμανση.

Το νερό που χρησιμοποιείται στα εργαστήρια δεν πρέπει να περιέχει καθόλου άλατα. Ένας εύκολος τρόπος απαλλα-

γής του νερού από τα άλατα είναι η διαβίβασή του μέσα από ειδικές ρητίνες.

Το νερό, όταν περάσει από ειδική στήλη ανταλλαγής ιόντων, χάνει τα ιόντα των αλάτων του και ονομάζεται απιονισμένο. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **αποσκλήρυνση με ιοντοανταλλακτικές ρητίνες** και το νερό αυτό χρησιμοποιείται στα χημικά εργαστήρια για αναλύσεις ρουτίνας.

Άλλος ένας τρόπος παρασκευής νερού χωρίς άλατα είναι η **απόσταξη**, που ήδη γνωρίσαμε στην παράγραφο 3.8.

Χημική σύσταση του νερού

Ο χημικός τύπος του νερού είναι H_2O .

Αυτό σημαίνει ότι :

Το μόριο του νερού περιέχει δύο άτομα υδρογόνου (H) και ένα άτομο οξυγόνου (O). Επίσης, 1 mol H_2O , δηλαδή 18g, περιέχουν 2g υδρογόνο (H) και 16g οξυγόνο (O).

Φυσικές ιδιότητες του νερού

Το καθαρό νερό, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, είναι ένα άχρωμο, άοσμο και διαυγές υγρό. Το σημείο βρασμού του (σ.β.) είναι $100^{\circ}C$, σε κανονική πίεση (1 at), και το σημείο πήξης του (σ.π.) $0^{\circ}C$.

Όταν στο νερό υπάρχουν διαλυμένες ουσίες, π.χ. άλατα, οι φυσικές σταθερές του μεταβάλλονται. Εάν, για παράδειγμα, διαλυθεί χλωριούχο νάτριο στο νερό, τότε το σημείο βρασμού αυξάνεται ($> 100^{\circ}C$) και το σημείο πήξεως μειώνεται ($< 0^{\circ}C$). Η παρουσία διαλυμένων ουσιών στο καθαρό νερό δημιουργεί μεταβολές στις φυσικές σταθερές του.

1η Εργαστηριακή άσκηση

Προσδιορισμός φυσικών σταθερών του νερού

Στόχοι:

Στο τέλος αυτής της εργαστηριακής άσκησης θα πρέπει να μπορείς να επιλέγεις και να χρησιμοποιείς σωστά τα χημικά όργανα για τον προσδιορισμό των φυσικών σταθερών του νερού.

- να ακολουθείς με ακρίβεια την πορεία της πειραματικής μεθόδου.
- να καταγράφεις τις παρατηρήσεις σου κατά τον προσδιορισμό των φυσικών σταθερών του νερού.

Θυμήσου ότι:

Το σημείο βρασμού και το σημείο πήξης αποτελούν χαρακτηριστικά γνωρίσματα για κάθε καθαρή ουσία, γι' αυτό και ονομάζονται **φυσικές σταθερές**.



A/a	Απαιτούμενα όργανα	Απαιτούμενα αντιδραστήρια
1.	Τρία ποτήρια ζέσεως 100 mL	1. Απιονισμένο νερό
2.	Δύο πλαστικά ποτήρια νερού	2. Στερεό NaCl (μαγειρικό αλάτι)
3.	Ογκομετρικός κύλινδρος (100mL)	
4.	Θερμαντική πλάκα	
5.	Τρία θερμομέτρα -15°C έως 110°C	
6.	Μαρκαδόρος	
7.	Αυτοκόλλητες	
8.	Ψυγείο με κατάψυξη ετικέτες	

Πειραματική πορεία:

- Σε κάθε ένα από τα τρία ποτήρια ζέσεως των 100 mL κολλάμε από μία αυτοκόλλητη ετικέτα και τα ονομάζουμε Α, Β και Γ.
- Προσθέτουμε σε κάθε ένα ποτήρι από 50 mL απιονισμένο νερό.
- Τοποθετούμε το ποτήρι Α στη θερμαντική πλάκα και μέσα στο ποτήρι βυθίζουμε το θερμομέτρο στο νερό αφού το στηρίξουμε.
- Ανοίγουμε το διακόπτη και παρατηρούμε τη θερμοκρασία στην οποία αρχίζει να βράζει το νερό.
- Καταγράφουμε την παρατήρηση στο φύλλο εργασίας. Εάν το εργαστήριό μας διαθέτει όργανο για τη μέτρηση της ατμοσφαιρικής πίεσης, σημειώνουμε και την ένδειξη αυτή.
- Στο ποτήρι Β διαλύουμε 5 g μαγειρικό αλάτι και το αναδεύουμε καλά με μία γυάλινη ράβδο μέχρι να διαλυθεί. Το ποτήρι Γ περιέχει μόνο απιονισμένο νερό.
- Μεταγγίζουμε το περιεχόμενο των ποτηριών Β και Γ σε δύο άλλα πλαστικά ποτήρια, στα οποία έχουμε γράψει με το μαρκαδόρο Β και Γ.
- Τοποθετούμε τα πλαστικά ποτήρια Β και Γ στην κατάψυξη του ψυγείου. Δε βάζουμε τα γυάλινα ποτήρια στην κατάψυξη, γιατί θα σπάσουν.
- Μετά από μία ώρα περίπου βγάζουμε τα πλαστικά ποτήρια Β και Γ από την κατάψυξη και παρατηρούμε εάν το περιεχόμενό τους έχει στερεοποιηθεί.
- Βάζουμε από ένα θερμομέτρο μέσα σε κάθε ποτήρι.
- Αφήνουμε τη θερμοκρασία να σταθεροποιηθεί, παρατηρούμε την ένδειξη κάθε θερμομέτρου (σημεία πήξης) και καταγράφουμε την παρατήρηση στο φύλλο εργασίας.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1^η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ
Διαλύματα

Προσδιορισμός σημείου βρασμού (σ.β.) και σημείου πήξεως(σ.π.) νερού και διαλύματος αλατιού.

ΟΝΟΜΑ ΤΑΞΗ ΤΜΗΜΑ

ΕΠΩΝΥΜΟ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

α) Κατά τη διάρκεια του πειράματος τηρήστε το ημερολόγιο.

Ημερολόγιο προσδιορισμού φυσικών σταθερών

Ποτήρι	Περιεχόμενο	Παρατηρήσεις	Συμπέρασμα
<u>A</u>		σ.β.	
<u>B</u>		σ.π.	
<u>Γ</u>		σ.π.	
<p>Να εξηγηθεί η διαφορά που παρουσιάζουν τα σημεία πήξεως στους σωλήνες Β και Γ.</p>			
<p>Ατμοσφαιρική πίεση.....at</p>			



Το θαλασσινό νερό είναι ένα διάλυμα που περιέχει διάφορα άλατα και αέρια.

5.2 Τα διαλύματα

Διαλύματα χαρακτηρίζονται τα ομογενή μίγματα δύο ή περισσότερων χημικών ουσιών ή στοιχείων, τα οποία βρίσκονται σε μία φάση και έχουν την ίδια χημική σύσταση καθώς και τις ίδιες φυσικές και χημικές ιδιότητες σε οποιοδήποτε μέρος της μάζας τους.

Τα διαλύματα ανάλογα με την τελική τους κατάσταση ταξινομούνται σε υγρά, στερεά και αέρια.

Στα διαλύματα διακρίνουμε τη **διαλυμένη** ουσία ή ουσίες και το **διαλύτη**. Παραδείγματα γνωστών από την καθημερινή ζωή διαλυμάτων αποτελούν το κρασί, το ατσάλι, ο αέρας κ.ά.

Συνήθως, η διαλυμένη ουσία βρίσκεται στη μικρότερη αναλογία, ενώ ο διαλύτης σε μεγαλύτερη.

Όταν το ένα συστατικό του διαλύματος είναι υγρό και το άλλο στερεό ή αέριο, διαλύτης θεωρείται το υγρό ανεξάρτητα από την αναλογία.

Τα πιο συνηθισμένα διαλύματα είναι τα υδατικά, δηλαδή εκείνα στα οποία διαλύτης είναι το νερό.

Είναι προφανές ότι οι διάφορες ουσίες δε διαλύονται με την ίδια ευκολία σε ένα συγκεκριμένο διαλύτη.

Τα διαλύματα που περιέχουν διαλυμένη τη μεγαλύτερη ποσότητα ουσίας που μπορεί να διαλυθεί, ονομάζονται **κορεσμένα**, ενώ **ακόρεστα** χαρακτηρίζονται όσα έχουν διαλυμένη μικρότερη ποσότητα ουσίας από όση χρειάζεται για να γίνει ένα διάλυμα κορεσμένο. Έτσι λοιπόν σε ένα κορεσμένο διάλυμα, εάν προσπαθήσουμε να διαλύσουμε και άλλη ποσότητα ουσίας, αυτή δε θα διαλυθεί, αλλά θα σχηματιστεί ίζημα.

Η μεγαλύτερη δυνατή ποσότητα ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε ορισμένη ποσότητα διαλύτη σε ορισμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας ονομάζεται **διαλυτότητα** της ουσίας.

Η διαλυτότητα εκφράζεται συνήθως σε γραμμάρια ουσίας (g) ανά 100 g ή 100 mL διαλύτη.

Οι ουσίες χαρακτηρίζονται ως **ευδιάλυτες** όταν έχουν σχετικά μεγάλη διαλυτότητα και **δυσδιάλυτες** όταν έχουν μικρή. Παράδειγμα, το χλωριούχο κάλιο (KCl) σε 20°C έχει διαλυτότητα 35,0 g ανά 100 g νερού. Εάν προσπαθήσουμε να διαλύσουμε και άλλη ποσότητα KCl, θα παρατηρήσουμε ότι αυτή δε διαλύεται και σχηματίζεται ίζημα αφού μόνο 35,0 g μπορούν να διαλυθούν. Επομένως, το διάλυμα είναι κορεσμένο.

Αντιθέτως, ο χλωριούχος άργυρος (AgCl) έχει πολύ μικρή διαλυτότητα, αφού μόνο 0,00016 g στην ίδια θερμοκρασία είναι αρκετά να σχηματίσουν κορεσμένο διάλυμα.

5.2.α. Περιεκτικότητα ή συγκέντρωση διαλύματος

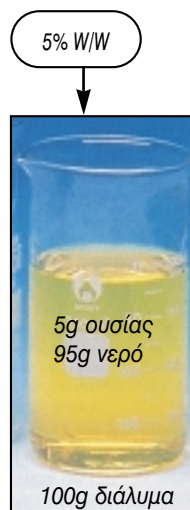
Η ποσότητα μίας ουσίας που βρίσκεται διαλυμένη σε ορισμένη ποσότητα διαλύτη ή διαλύματος χαρακτηρίζεται ως περιεκτικότητα ή συγκέντρωση του διαλύματος.

ι. Περιεκτικότητα επί τοις εκατό κατά βάρος % κ.β (% w/w)

Εκφράζει τη μάζα της ουσίας σε γραμμάρια (g) που περιέχεται σε 100 g διαλύματος. Π.χ. διάλυμα καυστικού νατρίου (NaOH) 5,0 % w/w περιέχει 5 g καθαρό NaOH και 95,0 g νερό σε 100,0 g διαλύματος.

Παράδειγμα 5.1

Σε 190 g διαλύματος NaCl 5 % κ.β (w/w) προσθέτουμε ακόμα 10,0 g στερεού NaCl. Να βρεθεί η % κ.β (w/w) περιεκτικότητα του νέου διαλύματος.



<p>Λύση:</p> <p>Στο αρχικό διάλυμα:</p> $\text{Μάζα ουσίας} = \frac{190}{100} \cdot 5 = 9,5 \text{ g NaCl}$ $\text{Μάζα διαλύματος} = 190 \text{ g}$	<p>Στο νέο διάλυμα:</p> $\text{Μάζα ουσίας} = 9,5 + 10 = 19,5 \text{ g}$ $\text{Μάζα διαλύματος} = 190 + 10 = 200 \text{ g}$
---	---

Γνωρίζουμε ότι : $\% \text{ κ.β (\%w/w)} = \frac{\text{μάζα ουσίας}}{\text{μάζα διαλύματος}} \cdot 100$

Οπότε: $\% \text{ κ.β (\%w/w)} = \frac{100}{200} \cdot 19,5 \Rightarrow$

δηλαδή η % κ.β περιεκτικότητα είναι = 9,75 %

Άσκηση 5.1

Θέλουμε να παρασκευάσουμε 50 g διαλύματος χλωριούχου νατρίου 9,0 % κ.β. Πόσα g από κάθε συστατικό του διαλύματος θα χρειαστεί να αναμίξουμε;

(Απ. 4,5 g, 45,5 g)

ii. Περιεκτικότητα επί τοις εκατό κατ' όγκο % κ.ο (% w/v)

Εκφράζει τη μάζα της ουσίας σε γραμμάρια (g) που περιέχεται σε 100 mL διαλύματος.



Διάλυμα π.χ. καυστικού νατρίου (NaOH) 5,0 % w/v περιέχει 5 g καθαρού NaOH σε 100,0 mL διαλύματος.

Παράδειγμα 5.2

Διάλυμα νιτρικού οξέος (HNO_3) έχει όγκο 250 mL και περιεκτικότητα 5,0 % κ.ό (w/v). Να βρεθεί η μάζα του καθαρού HNO_3 που περιέχει το διάλυμα.

Λύση

Τα 100 mL διαλύματος περιέχουν 5,0 g HNO_3

Τα 250 mL διαλύματος περιέχουν x g HNO_3

$$\text{Οπότε } x = 5,0 \cdot \frac{250}{100} \Rightarrow x = 12,5 \text{ g}$$

Επομένως, τα 250 mL διαλύματος, περιέχουν 12,5 g καθαρό HNO_3 .

Άσκηση 5.2

Τα 250 mL διαλύματος καυστικού νατρίου (NaOH) περιέχουν 5,0 g NaOH . Ποια είναι η % κ.ο (w/v) περιεκτικότητας του διαλύματος;

(Απ. 2,0 %)

iii. Περιεκτικότητα επί τοις εκατό κατά όγκο % κ.ο όγκου σε όγκο (% v/v)

Εκφράζει τον όγκο της ουσίας σε (mL) που περιέχεται σε 100 mL διαλύματος. Αναφέρεται σε αναμίξεις υγρού-υγρού ή αερίου-αερίου.

Όταν χρησιμοποιείται για την έκφραση της περιεκτικότητας αιθυλικής αλκοόλης σε νερό (όγκος σε όγκο), ονομάζεται και "**αλκοολικοί βαθμοί**". Π.χ διάλυμα αιθυλικής αλκοόλης (αιθανόλης) σε νερό, με αλκοολικούς βαθμούς 15° ή 15 % v/v, περιέχει 15 mL καθαρή αιθυλική αλκοόλη σε 100 mL διαλύματος.

Ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει εκτός των άλλων και 20 % κ.ό (% v/v) οξυγόνο, δηλαδή 100 mL αέρα περιέχουν 20 mL οξυγόνο.

iv. Μοριακότητα κατ' όγκο διαλύματος ή Molarity (M)

Εκφράζει τον αριθμό των mol της ουσίας που περιέχεται σε 1 L (1000 mL) διαλύματος. Η μοριακότητα (M) και η συγκέντρωση (C) χρησιμοποιούνται ως ταυτόσημες έννοιες.

Γνωρίζουμε ότι μονάδα μέτρησης της ποσότητας των ουσιών αποτελεί και το γραμμομόριο ή mol.

Όταν έχει διαλυθεί 1 mol ουσίας σε 1 L (1000 mL) διαλύ-

ματος, το διάλυμα είναι 1 M ή έχει συγκέντρωση $C=1 \text{ mol/L}$. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί και ως μονάδα μέτρησης, όπως π.χ. για το μήκος είναι το 1 μέτρο (m).

Γενικά, η συγκέντρωση δίνεται από τη σχέση:

$$C = \frac{n}{V}$$

Όπου:
 n = ο αριθμός των mol της διαλυμένης ουσίας και
 V = ο όγκος του διαλύματος σε λίτρα (L).

Είναι χρήσιμο να τονιστεί ότι η συγκέντρωση δεν εξαρτάται από την ποσότητα του διαλύματος και γι' αυτό κατατάσσεται στα εντατικά μεγέθη.

Διάλυμα π.χ. HCl 0,1 M περιέχει 0,1 mol ή $0,1 \cdot 36,5 = 3,65 \text{ g}$ HCl σε 1 L (1000 mL). Οποιοδήποτε όγκο διαλύματος και αν έχουμε, το διάλυμά μας είναι 0,1 M. Σε $1/5$ του όγκου, δηλαδή 0,2 L (200 mL) διαλύματος π.χ. θα περιέχονται $0,1/5=0,02 \text{ mol}$ HCl, οπότε η μοριακότητα (M) θα είναι

$$C = \frac{n}{V} = 0,02/0,2 = 0,1.$$

Παράδειγμα 5.3

Διαθέτουμε μόνο 5,3 g στερεό ανθρακικό νάτριο (Na_2CO_3) και άφθονο απιονισμένο νερό. Να βρεθεί ο μέγιστος όγκος διαλύματος Na_2CO_3 0,1 M που μπορούμε να παρασκευάσουμε.

Λύση:

Γνωρίζουμε ότι η Μοριακότητα (Molarity) ενός διαλύματος δίνεται από τη σχέση:

$$M = \frac{\text{mol ουσίας}}{\text{όγκο διαλύματος (L)}} \quad (1)$$

$$\text{Τα mol του } \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ είναι : } \frac{0,05}{106} = 0,05 \text{ mol.}$$

$$\text{Από την (1) εξάγεται ότι ο όγκος σε λίτρα (L) θα είναι : } VL = \frac{0,05}{0,1} \Rightarrow$$

$$VL = 0,5 \text{ L ή } 500 \text{ mL.}$$

Άσκηση 5.3

Τα διαλύματα πυκνής αμμωνίας (NH_3) έχουν περιεκτικότητα 28 % κ.β (w/w) και πυκνότητα 0,90 g/mL. Να βρεθεί η Μοριακότητα του διαλύματος.

(Απ. 14,8 M)

ε. Κανονικότητα ή Normality (N) διαλύματος

Εκφράζει τον αριθμό των γραμμοϊσοδυνάμων (g-eq) της



ουσίας, που έχει διαλυθεί σε 1 L (1000 mL) διαλύματος.

Η κανονικότητα τείνει να καταργηθεί ως έκφραση της συγκέντρωσης των διαλυμάτων, γιατί δεν είναι πάντα σαφής έννοια, αφού το g-eq μίας ουσίας εξαρτάται τόσο από την ουσία όσο και από την αντίδραση στην οποία παίρνει μέρος.

$$\text{Το 1 γραμμοϊσοδύναμο (g-eq) οξέος} = \frac{1\text{mol}}{\alpha}$$

όπου α είναι ο αριθμός των H⁺ που διαθέτει το οξύ όταν αντιδρά με βάσεις.

$$\text{Το 1 γραμμοϊσοδύναμο (g-eq) βάσης} = \frac{1\text{mol}}{\alpha}$$

όπου α είναι ο αριθμός των OH⁻ που διαθέτει η βάση όταν αντιδρά με οξέα.

Η μοριακότητα (M) έχει εκτοπίσει την κανονικότητα (N) ως έκφραση της συγκέντρωσης των διαλυμάτων, γιατί το mole εκφράζει μια καθορισμένη ποσότητα ουσίας ανεξάρτητη από την αντίδραση. Καλό όμως είναι να γνωρίζουμε τη σχέση που τις συνδέει, γιατί η κανονικότητα χρησιμοποιείται ακόμα σε υπολογισμούς.

Σχέση Μοριακότητας και κανονικότητας:

$$N = \alpha \cdot M$$

- Όπου: **N**= κανονικότητα, **M**= μοριακότητα και το **α**= εξαρτάται από την αντίδραση και την ουσία.

Διάλυμα HCl π.χ. 1 M είναι και 1N γιατί το HCl ως οξύ διαθέτει ένα H⁺ και το α=1, ενώ διάλυμα H₂SO₄ 1M είναι 2 N (N= 2 · 1) γιατί το H₂SO₄ ως οξύ διαθέτει δύο H⁺ στις περισσότερες αντιδράσεις με βάσεις, οπότε το α=2.

Αντίστοιχα συμπεράσματα προκύπτουν και για τις βάσεις:

Διάλυμα NaOH π.χ. 1 M είναι και 1N, γιατί το NaOH είναι μονοπρωτική βάση και το α=1, ενώ διάλυμα Ca(OH)₂ 1M είναι 2 N (N= 2 · 1), γιατί το Ca(OH)₂ είναι διπρωτική βάση και στις περισσότερες αντιδράσεις με οξέα διαθέτει δύο OH⁻, οπότε το α=2.

v. Μέρη ανά εκατομμύριο-parts per milion (ppm)

Εκφράζει τα μέρη της διαλυμένης ουσίας σε ένα εκατομμύριο (10⁶) μέρη διαλύματος. Η έκφραση αυτή χρησιμοποιείται για ουσίες που βρίσκονται σε πολύ μικρές ποσότητες στα διαλύματα, όπως π.χ. σε νερό που έχει μολυνθεί από φυτοφάρμακα.

Για υγρά διαλύματα η έκφραση γίνεται σε g ουσίας ανά 10⁶ g διαλύματος.

Για αέρια διαλύματα η έκφραση γίνεται σε mL ουσίας ανά 10^6 mL διαλύματος π.χ. η περιεκτικότητα του αέρα μιας πόλης στο δηλητηριώδες αέριο μονοξείδιο του άνθρακα (CO) είναι 8 ppm. Αυτό σημαίνει ότι σε 10^6 mL αέρα υπάρχουν 8 mL CO.

Ορισμένες φορές για παρόμοια διαλύματα χρησιμοποιείται και η έκφραση:

vi. Μέρη ανά δισεκατομμύριο-parts per billion (ppb)

Εκφράζει μέρη διαλυμένης ουσίας σε ένα δισεκατομμύριο (10^9) μέρη διαλύματος.

5.2.β Η πυκνότητα και η χρήση της στα διαλύματα

Πυκνότητα ενός σώματος ονομάζεται το πηλίκο της μάζας του προς τον όγκο τον οποίο καταλαμβάνει.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Επειδή η πυκνότητα μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία, γι' αυτό θα πρέπει να αναφέρεται και να προσδιορίζεται στους 20°C .

Αυτό βέβαια συμβαίνει σε μεγάλο βαθμό στα αέρια, λιγότερο στα υγρά και ακόμα λιγότερο στα στερεά.

Ως μονάδες μέτρησης της πυκνότητας συνήθως αναφέρονται το γραμμάριο ανά κυβικό εκατοστό (g/cm^3) ή η ισοδύναμη μονάδα γραμμάριο ανά χιλιοστόλιτρο (g/mL), ενώ στο σύστημα SI το χιλιόγραμμα ανά κυβικό μέτρο (Kg/m^3).

Η πυκνότητα έχει μεγάλη σημασία τόσο στην καθημερινή ζωή όσο και στα εργαστήρια Αναλυτικής Χημείας.

Χρησιμεύει σε ορισμένες περιπτώσεις για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης διαλυμάτων και σε άλλες για την ταυτοποίηση ή τον έλεγχο της καθαρότητας ενός σώματος. Η πυκνότητα, για παράδειγμα, της καθαρής αιθυλικής αλκοόλης (αιθανόλης) είναι $0,789 \text{ g/mL}$ στους 20°C . Αν όμως προστεθεί νερό, τότε η πυκνότητα θα γίνει μεγαλύτερη, αφού η πυκνότητα του νερού είναι περίπου $1,000 \text{ g/mL}$ στην ίδια θερμοκρασία. Όσο δηλαδή περισσότερο νερό προστίθεται, τόσο η πυκνότητα θα πλησιάζει το $1,000 \text{ g/mL}$.

Παράδειγμα 5.4

Ένα διάλυμα NaCl έχει περιεκτικότητα $10,0 \%$ κ.β (w/w) και πυκνότητα $1,073 \text{ g/mL}$. Να βρεθεί η $\%$ κ.ο (w/v) περιεκτικότητα του διαλύματος.

Γενικά ισχύει:

$\% w/v = \rho \cdot \% w/w$
όπου ρ η πυκνότητα.

Λύση

Τα 100 g διαλύματος περιέχουν 10,0 g NaCl.

Από τη σχέση $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho}$ οπότε :

Τα $\frac{100g}{1,037 g/mL} = mL$ διαλύματος περιέχουν 10,0 g NaCl

Τα 100 mL διαλύματος περιέχουν x; g NaCl

Οπότε $x = 10,0 \cdot 1,037 \Rightarrow x = 10,37$

Άρα, η περιεκτικότητα είναι 10,37 % κ.ο (w/v).

ΑΣΚΗΣΗ 5.4

Ένα πυκνό διάλυμα θειικού οξέος έχει πυκνότητα 1,25 g/mL και περιεκτικότητα 50 % κ.ό (% w/v). Να βρεθεί η % κ.β (% w/w) περιεκτικότητα διαλύματος.

(Απ. 40%)

2η Εργαστηριακή άσκηση

Παρασκευές διαλυμάτων

Στόχοι:

Στο τέλος αυτής της εργαστηριακής άσκησης θα πρέπει να μπορείς

- να υπολογίζεις τις απαιτούμενες ουσίες για την παρασκευή συγκεκριμένων διαλυμάτων.
- να ζυγίζεις τις ουσίες.
- να χρησιμοποιείς σωστά τα όργανα.
- να παρασκευάζεις διαλύματα.
- να αραιώνεις διαλύματα.
- να αναμιγνύεις διαλύματα.
- να υπολογίζεις τις νέες συγκεντρώσεις.

Παρασκευή διαλύματος συγκεκριμένης % κ.β (%w/w) περιεκτικότητας

Γενική πορεία.....

Για την παρασκευή ενός διαλύματος με ορισμένη % w/w περιεκτικότητα, ακολουθούμε τα παρακάτω στάδια:

- Υπολογίζουμε την ποσότητα της ουσίας και του διαλύτη σε γραμμάρια (g) που απαιτούνται. Όταν η ουσία είναι σε υγρή κατάσταση, π.χ. πυκνό HCl, υπολογίζουμε τον όγκο, ο οποίος περιέχει τη μάζα καθαρής ουσίας που υπολογί-

Πρόταση:

Τα διαλύματα που θα παρασκευάσουν οι μαθητές προτείνεται να φυλαχτούν, γιατί ορισμένα θα χρειαστούν σε πειράματα που ακολουθούν.

σαμε, και χρησιμοποιούμε σιφόνιο για τη μεταφορά της.

- β) Ζυγίζουμε την ποσότητα της ουσίας που υπολογίσαμε.
- γ) Προσθέτουμε την ποσότητα του νερού που υπολογίσαμε και το ζυγίζουμε.
- δ) Αναδεύουμε το διάλυμα πολύ καλά μέχρι να διαλυθεί τελείως η ουσία.
- ε) Μεταγγίζουμε το διάλυμα σε φιάλη φύλαξης, την πωματίζουμε και τοποθετούμε ετικέτα με την % κ.β (%w/w) περιεκτικότητα. Ορισμένες φορές, για διαλύματα που προσβάλλονται από το φως η φύλαξη γίνεται σε σκουρόχρωμες φιάλες και μετά σε σκοτεινό μέρος.

Πείραμα 2.1

Παρασκευή 100g διαλύματος χλωριούχου νατρίου (NaCl) 9,0 % κ.β (w/w)

Σκεφτόμαστε -αποφασίζουμε:

- Από τον ορισμό της %κ.β (%w/w) περιεκτικότητας χρειαζόμαστε:

Μάζα ουσίας : 9,0 g

Μάζα διαλύτη : 91,0 g

A/a	Απαιτούμενα όργανα	Απαιτούμενα αντιδραστήρια
1.	Ζυγός	1. Χλωριούχο Νάτριο
2.	Ποτήρι ζέσεως 250 mL	2. Απιονισμένο νερό
3.	Γυαλί ρολογιού	
4.	Υδροβολέας	
5.	Ράβδος ανάδευσης	

Πειραματική πορεία:

- Τοποθετούμε το ποτήρι ζέσεως των 250 mL στο ζυγό.
- Με ένα μικρό κουτάλι ζυγίζουμε 9,0 g NaCl.
- Με τον υδροβολέα ή με έναν ογκομετρικό κύλινδρο, ρίχνουμε αποσταγμένο νερό, μέχρι το βάρος του να γίνει 100 g.
- Κατεβάζουμε το ποτήρι από το ζυγό και αναδεύουμε καλά το περιεχόμενο με μια γυάλινη ράβδο, μέχρι να διαλυθεί τελείως το NaCl.



2^η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

Πείραμα 2.1

Παρασκευή 100 g διαλύματος NaCl 9,0% κ.β

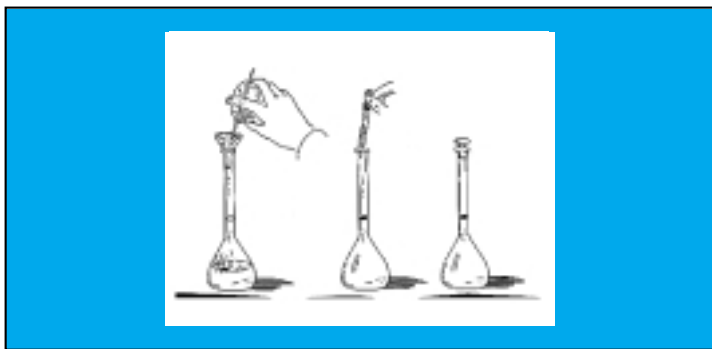
ΕΠΩΝΥΜΟ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

Πόσα g NaCl περιέχονται σε 250 g του παραπάνω διαλύματος;

Παρασκευή διαλύματος συγκεκριμένης % κ.ο (%w/v) περιεκτικότητας**Γενική πορεία**

Για την παρασκευή ενός διαλύματος με ορισμένη % w/v περιεκτικότητα ακολουθούμε τα παρακάτω στάδια:

- Υπολογίζουμε την ποσότητα σε γραμμάρια (g) της ουσίας που απαιτείται και τον τελικό όγκο διαλύματος.
- α. Ζυγίζουμε την ποσότητα της στερεάς ουσίας που υπολογίσαμε σε ποτήρι ζέσεως ή σε γυαλί ρολογιού. Εάν η ουσία είναι υγρή, μεταφέρουμε με σιφώνιο τον όγκο που περιέχει το συγκεκριμένο βάρος της ουσίας.
- β. Προσθέτουμε μία ποσότητα νερού μικρότερη (περίπου τη μισή) από τον τελικό όγκο του διαλύματος και αναδεύουμε το διάλυμα πολύ καλά μέχρι να διαλυθεί τελείως η ουσία.
- γ. Μεταφέρουμε ποσοτικά το διάλυμα σε ογκομετρική φιάλη και συμπληρώνουμε τον όγκο μέχρι τη χαραγή.
- δ. Μεταφέρουμε ποσοτικά το διάλυμα σε φιάλη φύλαξης και τοποθετούμε ετικέτα με την %κ.ό (w/v) περιεκτικότητα.



Σχήμα 5.1 σχηματική παράσταση παρασκευής διαλύματος w/v.

Πείραμα 2.2

Παρασκευή 100 mL διαλύματος χλωριούχου νατρίου (NaCl) 9,0 % κ.ο(%w/v)

Σκεφτόμαστε - αποφασίζουμε:

- ▶ Από τον ορισμό της % κ.ο (%w/v) περιεκτικότητας το τελικό διάλυμα πρέπει να έχει :



ΔΙΑΛΥΜΑ

NaCl ...%κ.ο



Μάζα ουσίας : 9,0 g
Όγκος διαλύματος : 100,0 mL

A/a	Απαιτούμενα όργανα	Απαιτούμενα αντιδραστήρια
1.	Ποτήρι ζέσεως 100 mL ή 250 mL	1. Χλωριούχο νάτριο
2.	Ογκομετρική φιάλη	2. Απιονισμένο νερό
3.	100 mL	
4.	Γυαλί ρολογιού	
5.	Υδροβολέας	
6.	Ράβδος ανάδευσης	

Πειραματική πορεία:

- Τοποθετούμε το ποτήρι ζέσεως των 100 mL ή 250 mL στο ζυγό (η ζύγιση μπορεί να γίνει σε γυαλί ρολογιού και να μεταφερθεί ποσοτικά η ουσία στο ποτήρι ζέσεως των 100 mL).
- Με ένα μικρό κουτάλι ζυγίζουμε 9,0 g NaCl .
- Κατεβάζουμε το ποτήρι από το ζυγό και ρίχνουμε με τον υδροβολέα ή με ένα ογκομετρικό κύλινδρο αποσταγμένο νερό (περίπου 50 mL). Αναδεύουμε καλά το περιεχόμενο με μια γυάλινη ράβδο, μέχρι να διαλυθεί τελείως το NaCl.
- Μεταφέρουμε ποσοτικά το περιεχόμενο του ποτηριού στην ογκομετρική φιάλη. Συμπληρώνουμε προσεκτικά τον όγκο μέχρι τα 100 mL και αναδεύουμε καλά το διάλυμα.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

2^η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ
ΔιαλύματαΠείραμα 2.2
Παρασκευή 100 mL διαλύματος χλωριούχου
νατρίου (NaCl) 9,0 % κ.ο(%w/v)

ΟΝΟΜΑ ΤΑΞΗ ΤΜΗΜΑ

ΕΠΩΝΥΜΟ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

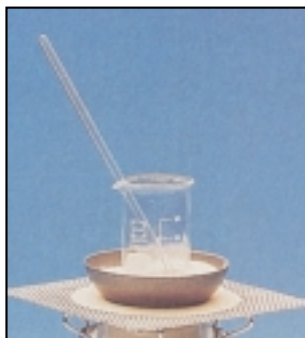
Μάζα ποτηριού(απόβαρο)g

Μάζα ποτηριού + NaCl.....g

Μάζα καθαρού NaCl.....g

Όγκος τελικού διαλύματοςg

Πόσα g NaCl περιέχουν τα 250 mL του παραπάνω διαλύματος;



Παρασκευή διαλύματος με συγκεκριμένη Μοριακότητα κατ' όγκο (Molarity, M)

Γενική πορεία.....

Για την παρασκευή ενός διαλύματος με ορισμένη συγκέντρωση ακολουθούμε τα παρακάτω στάδια:

- α. Γνωρίζουμε τον τελικό όγκο του διαλύματος και υπολογίζουμε την απαιτούμενη ποσότητα ουσίας σε mol, την οποία μετατρέπουμε σε γραμμάρια (g).
- β. Ζυγίζουμε την ποσότητα της ουσίας που υπολογίσαμε σε ποτρήρι ζέσεως ή σε γυαλί ρολογιού.
- γ. Προσθέτουμε μία ποσότητα νερού μικρότερη από τον τελικό όγκο του διαλύματος και αναδεύουμε το διάλυμα πολύ καλά μέχρι να διαλυθεί τελείως η ουσία.
- δ. Μεταφέρουμε ποσοτικά το διάλυμα σε ογκομετρική φιάλη και συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό τον όγκο μέχρι τη χαραγή.
- ε. Μεταφέρουμε το διάλυμα που παρασκευάσαμε σε φιάλη φύλαξης και τοποθετούμε ετικέτα με τη γνωστή Μοριακότητα (M).

Πείραμα 2.3

Παρασκευή 250 mL διαλύματος υπερμαγγανικού καλίου 0,02M

Σκεφτόμαστε και υπολογίζουμε:

Από τον ορισμό της % κ.ο (%ν/w) περιεκτικότητας το τελικό διάλυμα πρέπει να έχει:

$$\Sigma \epsilon \text{ 1000 mL (1 L)} \quad 0,02 \text{ mol}$$

$$\Sigma \epsilon \text{ 250 mL} \quad x;$$

$$x = \frac{0,02 \times 250}{1000} = 0,005 \text{ mol}$$

$$\text{δηλαδή } 0,005 \cdot 158 = 3,16 \text{ g}$$

$$(\text{M.B KMnO}_4) = 158$$

$$\text{Μάζα ουσίας: } 3,16 \text{ g} = (0,005 \text{ mol})$$

$$\text{Όγκος διαλύματος : 250,0 mL}$$

A/a	Απαιτούμενα όργανα	Απαιτούμενα αντιδραστήρια
1.	Ζυγός	1. Υπερμαγγανικό κάλιο
2.	Ποτήρι ζέσεως 100 mL	2. Απιονισμένο νερό
3.	Ογκομετρική φιάλη 250 mL	
4.	Γυαλί ρολογιού	
5.	Υδροβολέας	
6.	Ράβδος ανάδευσης	

Πειραματική πορεία:

- Τοποθετούμε το ποτήρι ζέσεως των 100 mL στο ζυγό. Η ζύγιση μπορεί να γίνει και σε γυαλί ρολογιού και κατόπιν να μεταφερθεί ποσοτικά (χωρίς απώλειες) η ουσία στο ποτήρι ζέσεως των 100 mL.
- Με ένα μικρό κουτάλι ζυγίζουμε 3,16 g KMnO_4 .
- Κατεβάζουμε το ποτήρι από το ζυγό και ρίχνουμε με τον υδροβολέα ή με ένα ογκομετρικό κύλινδρο αποσταγμένο νερό (περίπου 50 mL).
- Αναδεύουμε καλά το περιεχόμενο με μια γυάλινη ράβδο, μέχρι να διαλυθεί τελείως το KMnO_4 .
- Μεταφέρουμε ποσοτικά το περιεχόμενο του ποτηριού στην ογκομετρική φιάλη.
- Συμπληρώνουμε προσεκτικά τον όγκο μέχρι τα 250 mL και αναδεύουμε καλά το διάλυμα.

Προσοχή: Το διάλυμα του KMnO_4 διατηρείται σε σκουρόχρωμη φιάλη.

2^η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

Πείραμα 2.3

Παρασκευή 250 mL διαλύματος υπερμαγγανικού καλίου 0,02M

ΕΠΩΝΥΜΟ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

Όγκος τελικού διαλύματος mL

5.4 Αραίωση διαλύματος

Η **αραίωση** είναι η διαδικασία κατά την οποία προσθέτουμε διαλύτη, ώστε να προκύψει ένα αραιότερο διάλυμα με επιθυμητή συγκέντρωση.

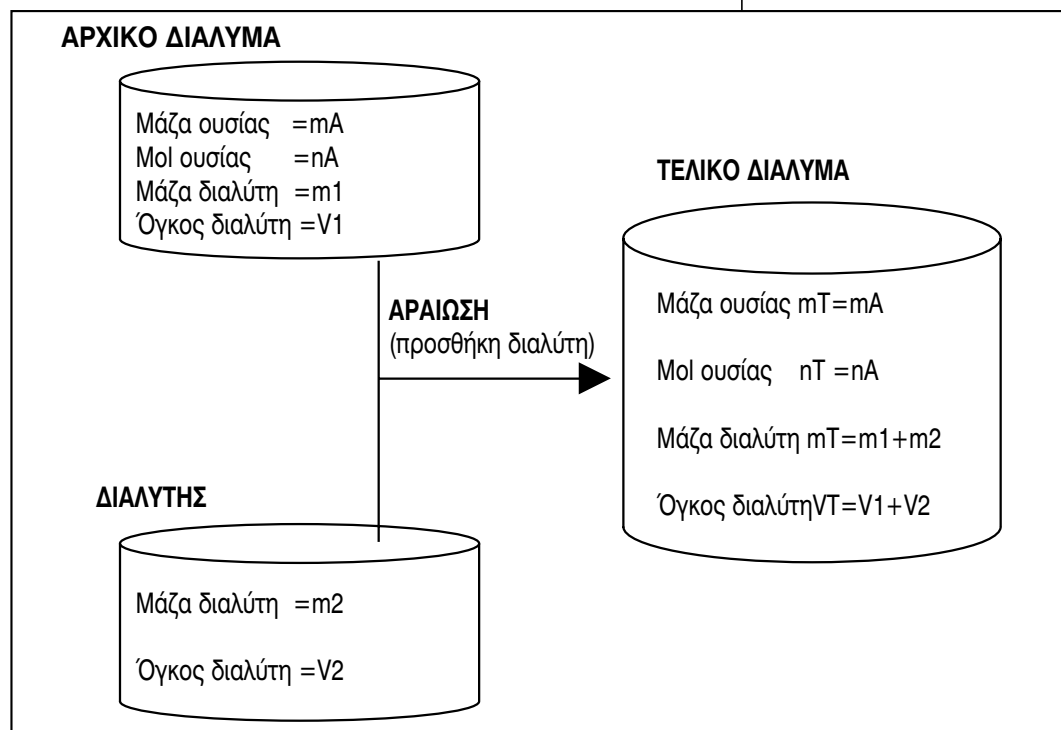
Πολλές φορές στο εργαστήριο της Αναλυτικής Χημείας χρειαζόμαστε διαλύματα διαφόρων συγκεντρώσεων. Αντί να παρασκευάσουμε από την αρχή ένα τέτοιο διάλυμα, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα πυκνότερο της ίδιας ουσίας που έχουμε ήδη παρασκευάσει αφού το αραιώσουμε.

Απαραίτητη προϋπόθεση είναι να γνωρίζουμε ακριβώς τη συγκέντρωση του αρχικού διαλύματος και να πραγματοποιήσουμε την πειραματική εργασία με προσοχή, ώστε να μειώσουμε την πιθανότητα σφάλματος.

Η αντίστροφη πορεία, δηλαδή η συμπίκνωση (θέρμανση ώστε να εξατμιστεί ο διαλύτης) ενός αρχικού διαλύματος για να προκύψει πυκνότερο διάλυμα, σπάνια εφαρμόζεται.

Σε μερικές περιπτώσεις, για τη συμπίκνωση ενός διαλύματος, γίνεται ανάμιξή του με πυκνότερο διάλυμα.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η μεταβολή των μεγεθών κατά τη διαδικασία της αραίωσης.



Θυμήσου ότι:

Μετά την αραιώση, η μάζα και τα mol της ουσίας παραμένουν ίδια.

Αρχικό διάλυμα
(πριν από την αραιώση)

Τελικό διάλυμα
(μετά την αραιώση)

Γνωστή η % w/w περιεκτικότητα	H % w/w περιεκτικότητα μειώνεται
Γνωστή η % w/v περιεκτικότητα	H % w/v περιεκτικότητα μειώνεται
Γνωστή η Μοριακότητα (M)	H Μοριακότητα (M) μειώνεται

Στην αραιώση ισχύει :

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

Όπου

M_1 = Μοριακότητα αρχικού διαλύματος

M_2 = Μοριακότητα τελικού διαλύματος

V_1 = Όγκος αρχικού διαλύματος

V_2 = Όγκος τελικού διαλύματος

Εξήγηση:

$M \cdot V_L$ = mol διαλυμένης ουσίας ή

$M \cdot V_{mL} / 1000$ = mol διαλυμένης ουσίας

Μετά την αραιώση τα mol της διαλυμένης ουσίας παραμένουν ίδια γιατί προσθέτουμε μόνο διαλύτη.

Παρόμοια σχέση προκύπτει και για την κανονικότητα:

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

Όπου

N_1 = Κανονικότητα αρχικού διαλύματος N_2 = Κανονικότητα τελικού διαλύματος

V_1 = Όγκος αρχικού διαλύματος V_2 = Όγκος τελικού διαλύματος

Παράδειγμα 5.5

Διαθέτουμε 100 mL διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου 0,4M. Πόσα mL από το διάλυμα πρέπει να μεταφέρουμε σε ογκομετρική φιάλη των 250 mL και να το αραιώσουμε με απιονισμένο νερό, ώστε να προκύψει διάλυμα 0,02 M; Πώς θα μεταφερθεί ο όγκος που υπολογίσαμε;

Λύση

Έστω V_1 ο όγκος που θα μεταφερθεί. Από τη σχέση αραιώσης:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \text{ προκύπτει: } 0,4 V_1 = 0,02 \cdot 250 \Rightarrow V_1 = 12,5.$$

Πρέπει, επομένως, να μεταφέρουμε 12,5 mL διαλύματος KMnO_4 0,4M στην ογκομετρική φιάλη των 250 mL.

Η μεταφορά του όγκου μπορεί να γίνει με σιφώνιο ή προχοΐδα. Μεταφέρουμε πρώτα το διάλυμα του KMnO_4 0,4M στην προχοΐδα και στη συνέχεια μετράμε ακριβώς 12,5 mL που μεταφέρονται μέσα στην ογκομετρική φιάλη των 250 mL.

Συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό τον όγκο μέχρι τη χαραγή και αναδεύουμε καλά το διάλυμα.

Μεταφέρουμε το διάλυμα σε φιάλη φύλαξης και τοποθετούμε ετικέτα με την ένδειξη: διάλυμα KMnO_4 0.02M. Το διάλυμα φυλάσσεται σε σκοτεινό μέρος, γιατί τα διαλύματα του KMnO_4 διασπώνται από το ηλιακό φως.

Άσκηση 5.5

Τα διαλύματα του πυκνού νιτρικού οξέος (HNO_3) έχουν μοριακότητα 16 M. Ποιον όγκο πυκνού διαλύματος πρέπει να αραιώσουμε σε ογκομετρική φιάλη των 250 mL, ώστε να παρασκευάσουμε διάλυμα 2 M;

Αφού λάβετε υπόψη την *επικινδυνότητα* των πυκνών οξέων να αναφέρετε με λεπτομέρειες την πειραματική πορεία.

(Απ. 31,25 mL)

3^η Εργαστηριακή άσκηση

Αραίωση διαλυμάτων

Στόχοι:

Στο τέλος αυτής της εργαστηριακής άσκησης θα πρέπει να μπορείς

- να υπολογίζεις τις απαιτούμενες ουσίες.
- να ζυγίζεις.
- να χρησιμοποιείς τα όργανα.
- να παρασκευάζεις διαλύματα.
- να αραιώνεις διαλύματα.
- να υπολογίζεις τις νέες συγκεντρώσεις.

Πείραμα 3.4

Αραίωση 20,0 mL διαλύματος υπερμαγγανικού καλίου 0,02M μέχρι τελικού όγκου 100,0 mL

Υπολογισμός της νέας μοριακότητας (M, mol/L)

Σκεφτόμαστε - αποφασίζουμε:

Από τον ορισμό της μοριακότητας (M) και τη σχέση της αραίωσης υπολογίζουμε τη νέα μοριακότητα (M_2) του αραιωμένου διαλύματος του KMnO_4 .

Για την αραίωση διαλύματος ισχύει: $M_1 V_1 = M_2 V_2 \Rightarrow 0,02 \cdot 20,0 = M_2 \cdot 100 \Rightarrow M_2 = 0,004$

Απαιτούμενα όργανα	Απαιτούμενα Αντιδραστήρια
1. Ογκομετρική φιάλη 100 mL	1. Διάλυμα Υπερμαγγανικού Καλίου 0,02M
2. Ποτήρι ζέσεως 100 mL	2. Απιονισμένο Νερό
3. Υδροβολέας	
4. Ογκομετρικό σιφώνιο 20 mL	

Πειραματική πορεία:

- Με σιφώνιο μεταφέρουμε 20 mL διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου 0,02M (πείραμα 5.3) στην ογκομετρική φιάλη των 100 mL.
- Αφού αδειάσει τελείως το σιφώνιο, προσθέτουμε με τον υδροβολέα απιονισμένο νερό μέχρι να φτάσει το νερό λίγο κάτω από τη χαραγή της ογκομετρικής φιάλης .
- Στη συνέχεια προσθέτουμε νερό σταγόνα- σταγόνα ώστε ο μηνίσκος να εφάπτεται της χαραγής.
- Τοποθετούμε το πώμα στην ογκομετρική φιάλη και αναδεύουμε καλά το περιεχόμενο μέχρι να ομογενοποιηθεί το αραιωμένο διάλυμα του KMnO_4 .

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

3^η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

5° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Διαλύματα

Πείραμα 3.4

**Παρασκευή 100 mL διαλύματος KMnO_4 με
αραίωση γνωστού διαλύματος KMnO_4 0,02M**

ONOMA.....ΤΑΞΗ.....ΤΜΗΜΑ.....

ΕΠΩΝΥΜΟ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

α) Υπολογίστε:

Όγκος διαλύματος $KMnO_4$ 0,02M..... mL

Όγκος αραιωμένου διαλύματοςmL

Σχέση απαίωσης :

Υπολογισμοί:

Μοριακότητα τελικού αραιωμένου διαλύματος..... mL

β) Πόσα mL από το αραιωμένο διάλυμα του υπερμαγγανικού καλίου που παρασκευάσατε πρέπει να μεταφέρετε σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL, ώστε να προκύψει διάλυμα 0,0015 M; Πώς θα μεταφέρετε τον όγκο του διαλύματος που υπολογίσατε;

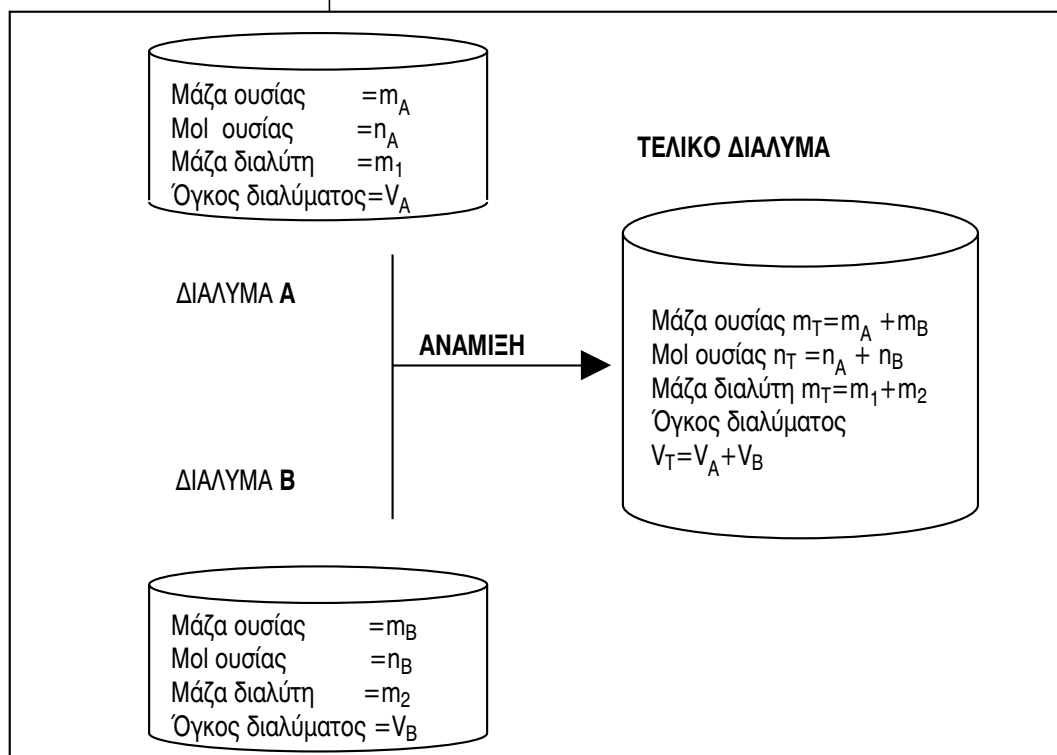
5.5 Ανάμιξη διαλυμάτων ίδιας ουσίας

Κατά την ανάμιξη διαλυμάτων ίδιας ουσίας, δηλαδή διαλυμάτων των οποίων τα συστατικά δεν αντιδρούν μεταξύ τους, προκύπτουν διαλύματα με διαφορετική σύσταση.

Η περιεκτικότητα και η συγκέντρωση των διαλυμάτων αυτών υπολογίζεται αφού λάβουμε υπόψη τα στοιχεία (μάζα, όγκο) των αρχικών διαλυμάτων.

- Η μάζα της διαλυμένης ουσίας στο τελικό διάλυμα είναι ίση με το άθροισμα των μαζών της ίδιας ουσίας που βρίσκεται στα διάφορα διαλύματα που αναμιγνύονται.
- Η μάζα του τελικού διαλύματος είναι ίση με το άθροισμα των μαζών των διαλυμάτων που αναμιγνύονται.
- Ο όγκος του τελικού διαλύματος θεωρούμε ότι είναι ίσος με το άθροισμα των όγκων των διαλυμάτων που αναμιγνύονται.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η μεταβολή των μεγεθών, κατά την ανάμιξη δύο διαλυμάτων ίδιας ουσίας.



Αρχικά διαλύματα (πριν από την ανάμιξη)	Τελικό διάλυμα (μετά την ανάμιξη)
<u>ΔΙΑΛΥΜΑ Α</u> Τα mol $n_A = M_A V_A$	<u>ΔΙΑΛΥΜΑ ΤΕΛΙΚΟ</u> Τα mol $n_T = M_T V_T$ Θα είναι το άθροισμα των mol της ουσίας στα διαλύματα Α και Β: $n_T = n_A + n_B$
<u>ΔΙΑΛΥΜΑ Β</u> Τα mol $n_B = M_B V_B$	Οπότε : $M_T V_T = M_A V_A + M_B V_B$
Οι όγκοι σε λίτρα (L)	

Εάν αναμιχθούν περισσότερα διαλύματα Α, Β, Γ, ... με παρόμοιο συλλογισμό αποδεικνύεται ότι:

$$M_T V_T = M_A V_A + M_B V_B + M_\Gamma V_\Gamma + \dots$$

Παράδειγμα 5.6

Αναμιγνύονται 100 mL διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου 0,4M (διάλυμα Α) με 300 mL διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου 0,1M (διάλυμα Β). Να βρεθεί η μοριακότητα (M) του διαλύματος που προκύπτει, να συγκριθεί με τις μοριακότητες των διαλυμάτων Α και Β και να σχολιαστούν τα αποτελέσματα.

Λύση

Γνωρίζουμε ότι κατά την ανάμιξη διαλυμάτων ίδιας ουσίας ισχύουν οι σχέσεις του παρακάτω πίνακα:

Αρχικά διαλύματα (πριν από την ανάμιξη)	Τελικό διάλυμα (μετά την ανάμιξη)
Οι όγκοι σε λίτρα (L) θα είναι $V_A = 0,1 \text{ L}$ και $V_B = 0,3 \text{ L}$ Επομένως:	<u>ΔΙΑΛΥΜΑ ΤΕΛΙΚΟ</u> Τα mol $n_T = M_T V_T$ Θα είναι το άθροισμα των mol της ουσίας στα διαλύματα Α και Β: $n_T = n_A + n_B$. Ο τελικός όγκος $100 + 300 = 400 \text{ mL}$ σε λίτρα (L) θα είναι $V_T = 0,4 \text{ L}$ Οπότε :
<u>ΔΙΑΛΥΜΑ Α</u> Τα mol $n_A = M_A V_A = 0,4 \cdot 0,1$	$M_T V_T = M_A V_A + M_B V_B \Rightarrow$ $M_T \cdot 0,4 = 0,4 \cdot 0,1 + 0,1 \cdot 0,3 \Rightarrow$ $M_T = 0,175$
<u>ΔΙΑΛΥΜΑ Β</u> Τα mol $n_B = M_B V_B = 0,1 \cdot 0,3$	Αρα, η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος είναι 0,175 M.

Όπως φαίνεται από το αποτέλεσμα, η μοριακότητα του τελικού διαλύματος είναι, όπως περιμέναμε, μεγαλύτερη από εκείνη του αραιότερου διαλύματος και μικρότερη από εκείνη του πυκνότερου, δηλαδή:

$$0,1 < 0,175 < 0,4.$$

Άσκηση 5.5

Αναμιγνύονται 200 mL διάλυμα υδροχλωρικού οξέος 0,5 M (διάλυμα Α) με 300 mL διάλυμα υδροχλωρικού οξέος 0,1 M (διάλυμα Β). Να βρεθεί η μοριακότητα (M) του διαλύματος που προκύπτει και η % w/v περιεκτικότητα (δίνεται το M.B του HCl = 36,5).

(Απ. 0,26 M, 0,949 % w/v)

4η Εργαστηριακή άσκηση

Ανάμιξη διαλυμάτων

Στόχοι:

Στο τέλος αυτής της εργαστηριακής άσκησης θα πρέπει να μπορείς

- να υπολογίζεις τις απαιτούμενες ουσίες.
- να ζυγίζεις τις ουσίες.
- να χρησιμοποιείς τα όργανα.
- να παρασκευάζεις διαλύματα.
- να αναμιγνύεις διαλύματα.

να υπολογίζεις Στο τέλος αυτής της εργαστηριακής άσκησης θα πρέπει να μπορείς τις νέες συγκεντρώσεις.

Πείραμα 4.1

Ανάμιξη διαλυμάτων NaCl 9,0% w/v και 4,5%w/v με αναλογία όγκων 1:1

Υπολογισμός της νέας περιεκτικότητας % w/v και της μοριακότητας M (mol/L) του τελικού διαλύματος

Σκεφτόμαστε και υπολογίζουμε:

Χρειαζόμαστε δύο διαλύματα NaCl.

ΔΙΑΛΥΜΑ Α: NaCl 9,0% w/v (υπάρχουν 100 mL στη φιάλη φύλαξης από το πείραμα 5.2) και

ΔΙΑΛΥΜΑ Β NaCl 4,5%w/v το οποίο μπορούμε να παρασκευάσουμε με βάση το πείραμα 5.2.

Επειδή ζητείται να αναμιχθούν τα δύο διαλύματα με αναλογία όγκων 1:1 αρκεί να αναμίξουμε ίσους όγκους από τα δύο

διαλύματα Α και Β, π.χ. 20 mL από το Α και 20 mL από το Β.

Για την ανάμιξη διαλυμάτων ίδιας ουσίας και τον υπολογισμό της περιεκτικότητας % w/v και της μοριακότητας (M) του τελικού διαλύματος που προκύπτει χρήσιμες είναι οι σχέσεις της παραγράφου 5.5.

Σχεδιάζουμε το πείραμα.

Απαιτούμενα όργανα	Απαιτούμενα αντιδραστήρια
1. Ογκομετρική φιάλη 100 mL	1. Στερεό NaCl
2. Ποτήρι ζέσεως 100 mL	2. Απιονισμένο Νερό
3. Υδροβολέας	
4. Ογκομετρικό σιφώνιο 20 mL	

Πειραματική πορεία:

- Παρασκευάζουμε 100 mL διάλυμα Β (4,5 % w/v). Για την παρασκευή του διαλύματος να ακολουθήσετε την πορεία του πειράματος 5.2, αφού κάνετε τους κατάλληλους υπολογισμούς.
- Σε ποτήρι ζέσεως των 100 mL μεταφέρουμε με σιφώνιο 20 mL από το διάλυμα Α (9,0 % w/v) και 20 mL από το διάλυμα Β (4,5 % w/v).
- Αναδεύουμε καλά το περιεχόμενο μέχρι να ομογενοποιηθεί.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

4^η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Διαλύματα

Πείραμα 4.1

Παρασκευή διαλύματος NaCl με ανάμιξη γνωστών διαλυμάτων NaCl 9,0% w/v και 4,5%w/v με αναλογία όγκων 1:1

ΟΝΟΜΑ ΤΑΞΗ ΤΜΗΜΑ

ΕΠΩΝΥΜΟ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ Α:

Όγκος διαλύματος Α: $V_A = \dots \text{ mL}$

Μάζα ουσίας $m_A = \dots \text{ g}$

mol ουσίας $n_A = \dots \text{ g}$

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ Β:

Όγκος διαλύματος $V_B = \dots \text{ mL}$

Μάζα ουσίας $m_B = \dots \text{ g}$

mol ουσίας $n_B = \dots \text{ g}$

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΛΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ :

Όγκος τελικού διαλύματος $V_T = V_A + V_B = \dots \text{ mL}$

Μάζα ουσίας $m_T = m_A + m_B = \dots \text{ g}$

Mol ουσίας $n_T = n_A + n_B = \dots \text{ g}$

Να συμπληρώσετε τα ζητούμενα στοιχεία :

ΔΙΑΛΥΜΑ Α : %w/v περιεκτικότητα Μοριακότητα (M):

ΔΙΑΛΥΜΑ Β : %w/v περιεκτικότητα Μοριακότητα (M):

ΔΙΑΛΥΜΑ ΤΕΛΙΚΟ: %w/v περιεκτικότητα Μοριακότητα (M):

αφού εκτελέσετε τους απαιτούμενους υπολογισμούς.

Υπολογισμοί

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Με δύο λόγια.....

- ❑ **Το νερό** αποτελεί το σημαντικότερο συστατικό της ζωής στον πλανήτη μας. Είναι άριστος διαλύτης και πολύ σταθερή ένωση. Ανάλογα με τη χρήση του χαρακτηρίζεται ως πόσιμο, αποσταγμένο (έχει αποσταχθεί για να απαλλαγεί από τα άλατα), απιονισμένο (έχει περάσει από ειδικές στήλες ανταλλαγής ιόντων). Το απιονισμένο νερό χρησιμοποιείται για αναλύσεις ρουτίνας στα αναλυτικά εργαστήρια. Η βασική παράμετρος-ιδιότητα, η οποία χαρακτηρίζει το νερό, είναι η σκληρότητά του και οφείλεται κυρίως στην περιεκτικότητά του σε άλατα του ασβεστίου και του μαγνησίου.
- ❑ **Διαλύματα** χαρακτηρίζονται τα ομογενή μίγματα δύο ή περισσότερων χημικών ουσιών ή στοιχείων, τα οποία βρίσκονται στην ίδια φάση και έχουν την ίδια χημική σύσταση καθώς και τις ίδιες φυσικές και χημικές ιδιότητες σε οποιοδήποτε σημείο της μάζας τους.
 - ▶ Ταξινομούνται σε **στερεά, υγρά και αέρια**.
 - ▶ Στα διαλύματα διακρίνουμε τη διαλυμένη ουσία και το διαλύτη. Την ποσότητά τους στο διάλυμα εκφράζει η περιεκτικότητα ή η συγκέντρωση του διαλύματος:
 - ▶ Περιεκτικότητα ή συγκέντρωση διαλύματος χαρακτηρίζεται η ποσότητα μίας ουσίας που βρίσκεται διαλυμένη σε ορισμένη ποσότητα διαλύτη ή διαλύματος.
 - **Η περιεκτικότητα επί τοις εκατό κατά βάρος %κ.β (% w/w)** εκφράζει τη μάζα της ουσίας σε γραμμάρια (g) που περιέχεται σε 100 g διαλύματος.
 - **Η περιεκτικότητα επί τοις εκατό κατά όγκο %κ.ο (% w/v)** εκφράζει τη μάζα της ουσίας σε γραμμάρια (g) που περιέχεται σε 100 mL διαλύματος.
 - **Η μοριακότητα κατ'όγκο διαλύματος ή Molarity (M)** εκφράζει τον αριθμό των mol της ουσίας που περιέχεται σε 1 L (1000 mL) διαλύματος.
Η μοριακότητα (M) και η συγκέντρωση (C) χρησιμοποιούνται ως ταυτόσημες έννοιες. Γενικά η συγκέντρωση δίνεται από τη σχέση:

$$C = \frac{n}{V}$$

Όπου:
n = ο αριθμός των mol της διαλυμένης ουσίας και
V = ο όγκος του διαλύματος σε λίτρα (L).

- **Η κανονικότητα ή Normality (N)** διαλύματος εκφράζει τον αριθμό των γραμμοϊσοδυνάμων (g-eq) της ουσίας που έχει διαλυθεί σε 1 L (1000 mL) διαλύματος.
- **Μέρη ανά εκατομμύριο-parts per million (ppm):** Εκφράζουν τα μέρη της διαλυμένης ουσίας σε ένα εκατομμύριο (10^6) μέρη διαλύματος.

ΕΛΕΓΕΤΕ τις γνώσεις σας

- Απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις:
 - Ποια είναι τα απαραίτητα ποιοτικά χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού;
 - Ποια η διαφορά μεταξύ του αποσταγμένου και απιονισμένου νερού;
- Συμπληρώστε τα κενά ώστε να προκύπτουν σωστές προτάσεις:
 - Οι φυσικές σταθερές του καθαρού νερού σε πίεση 1 at είναι: σημείο ζέσεως =°C και σημείο πήξεως°C.
 - Όταν στο νερό υπάρχουν διαλυμένα σώματα, οι φυσικές σταθερές του μεταβάλλονται, το σημείο ζέσεως και το σημείο πήξεως
- Να χαρακτηρίσετε σωστές ή λανθασμένες τις προτάσεις που ακολουθούν σημειώνοντας Σ ή Λ δίπλα σε καθεμιά.
 - Η αποσκλήρυνση του νερού έχει σχέση με την απόσταση.
 - Το πόσιμο νερό περιέχει χλωροανιόντα (Cl^-).
 - Η σκληρότητα του νερού είναι φυσική σταθερά.
 - Το θαλασσινό νερό πήζει σε 0° C και βράζει σε 100° C.
- Να αντιστοιχίσετε τις σωστές εκφράσεις περιεκτικότητας και συγκέντρωσης:

Διάλυμα περιέχει 0,5 g ουσίας σε 10 g διαλύματος.

0,5 M

Διάλυμα περιέχει 5,0 g ουσίας σε 100 mL διαλύματος.

5,0 % w/w

Διάλυμα περιέχει 0,5 mol ουσίας σε 100 mL διαλύματος.

5,0 % w/v

- Απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις:
 - Εξηγήστε τους όρους: διαλυμένη ουσία, διαλύτης, διάλυμα και διαλυτότητα.
 - Ποια η διαφορά μεταξύ κορεσμένου και ακόρεστου διαλύματος;
- Συμπληρώστε τα κενά ώστε να προκύπτουν σωστές προτάσεις:
 - Με την αραίωση ενός διαλύματος η περιεκτικότητά του γιατί η μάζα της ουσίας παραμένει, ενώ η μάζα και ο όγκος του διαλύτη
 - Η έκφραση ppm σημαίνει και χρησιμοποιείται σε πολύ διαλύματα.
- Να χαρακτηρίσετε σωστές ή λανθασμένες τις προτάσεις που ακολουθούν σημειώνοντας Σ ή Λ δίπλα σε καθεμιά.
 - Η ετικέτα σε μια φιάλη οινόπνευμα που αγοράσαμε από το φαρμακείο γράφει: καθαρό οινόπνευμα 95°. Αυτό σημαίνει ότι τα 100 mL περιέχουν 95 mL καθαρή αλκοόλη.

ΕΛΕΓΧΕΤΕ τις γνώσεις σας

β. Τα διαλύματα είναι ετερογενή μίγματα .

γ. Η πυκνότητα χρησιμεύει στον προσδιορισμό της συγκέντρωσης ενός διαλύματος.

δ. Το θαλασσινό νερό είναι ένα ομογενές μίγμα.

- 8.** Σε ποτήρι ζέσεως ζυγίζουμε 38,0 g νερό και προσθέτουμε 12,0 g ζάχαρη. Να βρεθεί η % κ.β περιεκτικότητα του διαλύματος. Ποια όργανα θα χρειαστούν;

(24%)

- 9.** Μία ογκομετρική φιάλη των 50 mL περιέχει 4,9 g H_2SO_4 . Να βρεθεί η % κ.ό (w/v) περιεκτικότητα του διαλύματος.

(9,8 %κ.ό)

- 10.** Διαλύουμε 9,8 mL διαλύματος H_2SO_4 πυκνότητας 1,25 g/mL και περιεκτικότητας 40 % κ.β (w/w) σε μία ογκομετρική φιάλη των 250 mL. Συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή και ανακατεύουμε καλά το διάλυμα. Να βρεθεί η μοριακότητα και η κανονικότητα του διαλύματος.

(0,2M,0,4N)

- 11.** Διαλύουμε 4,9 mL διαλύματος H_2SO_4 πυκνότητας 1,25 g/mL και περιεκτικότητας 40 % κ.β (w/w), σε μία ογκομετρική φιάλη των 250 mL. Στη συνέχεια διαπιστώνουμε ότι από λάθος παρασκευάσαμε διάλυμα με διπλάσια μοριακότητα από εκείνη που είχαμε αρχικά υπολογίσει. Προκειμένου να μην πετάξουμε το διάλυμα τι προτείνετε για τη διόρθωσή του; Ποια θα είναι η τελική σωστή μοριακότητά του;

(Αραίωση, 0,05 M)

ΠΡΟΣΟΧΗ !

Τα διαλύματα του H_2SO_4 απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή κατά την παρασκευή τους. Πάντα ρίχνουμε το πυκνό θειικό οξύ στο νερό που βρίσκεται σε παγόλουτρο και ΠΟΤΕ το αντίστροφο.

- 12.** Να βρεθεί η μοριακότητα (M) ενός πυκνού διαλύματος θειϊκού οξέος 55% w/w με πυκνότητα 1,45 g/mL.

(16,28 M)

- 13.** Διαθέτουμε 250 mL διάλυμα HCl 0,1 M και το αραιώνουμε με αποσταγμένο νερό μέχρι ο όγκος του να γίνει 1 λίτρο. Να βρεθεί η μοριακότητα (M) του αραιωμένου διαλύματος.

(0,025 M)

- 14.** Αναμιγνύονται 200 mL υδατικού διαλύματος υδροχλωρικού οξέος 0,4 M με 600 mL υδατικού διαλύματος υδροχλωρικού οξέος 0,2 M. Να αναγνωρισθεί πρώτα στα δύο διαλύματα το αραιότερο και το πυκνότερο και να βρεθεί η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος.

(0,25 M)