

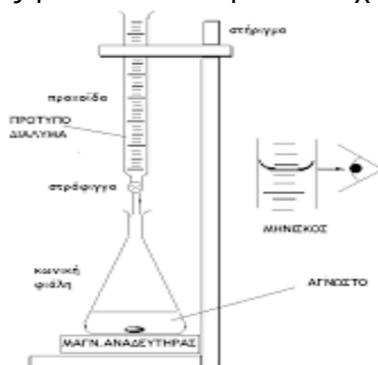
Παρασκευή 6 Σεπτεμβρίου 2024
ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ
ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗΣ

Νικόλαος Γιαννακόπουλος (Χημικός, MSc-MEd)
(ΧΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ 45 min)

Εισαγωγή

Η χρήση της προχοϊδας για τον ποσοτικό προσδιορισμό μιας ουσίας (π.χ. βάσης ή οξέος) από πρότυπο διάλυμα (οξέος ή βάσης αντίστοιχα) είναι απαραίτητη στη διδακτική της Χημείας, για τους μαθητές της Γ΄ τάξης του Γενικού Λυκείου.

Ογκομέτρηση είναι η διαδικασία ποσοτικού προσδιορισμού μιας ουσίας με μέτρηση του όγκου ενός διαλύματος γνωστής συγκέντρωσης άλλης ουσίας που απαιτείται για την πλήρη αντίδραση με την αρχική ουσία. Η μέτρηση του όγκου του πρότυπου διαλύματος γίνεται με προχοϊδα, ενώ το ογκομετρούμενο διάλυμα (άγνωστο διάλυμα) τοποθετείται στην κωνική φιάλη(ή σε ποτήρι ζέσεως), όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Οξυμετρία είναι ο κλάδος της ογκομετρίας που περιλαμβάνει προσδιορισμούς συγκεντρώσεων βάσεων με πρότυπο διάλυμα οξέος. Ενώ, **αλκαλιμετρία** έχουμε όταν ογκομετρείται ένα οξύ με πρότυπο διάλυμα βάσης. Η αλκαλιμετρία - οξυμετρία με άλλα λόγια είναι ογκομετρήσεις που στηρίζονται σε αντιδράσεις εξουδετέρωσης. Έχουμε δηλαδή: $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

Κατά τη διάρκεια της ογκομέτρησης με οξέα ή βάσεις (οξυμετρία ή αλκαλιμετρία) το pH του ογκομετρούμενου διαλύματος μεταβάλλεται συνεχώς.

Αν παραστήσουμε γραφικά τη τιμή του pH του άγνωστου διαλύματος, όπως διαβάζει ένα πεχάμετρο, σε συνάρτηση με τον όγκο του προστιθέμενου προτύπου διαλύματος, παίρνουμε την **καμπύλη ογκομέτρησης**. Με τη βοήθεια της καμπύλης αυτής μπορεί να γίνει η επιλογή του κατάλληλου δείκτη για τη συγκεκριμένη ογκομέτρηση.

Ισοδύναμο σημείο: το σημείο στο οποίο έχει αντιδράσει όλη η άγνωστη ουσία με ορισμένη ποσότητα πρότυπου διαλύματος

Τελικό σημείο: το σημείο στο οποίο παρατηρείται χρωματική αλλαγή του ογκομετρούμενου διαλύματος(δείκτης)

Επιλογή δείκτη: Ένα βασικό σημείο στην ογκομετρική ανάλυση, είναι η εκλογή του κατάλληλου δείκτη, δηλαδή δείκτη ο οποίος να αλλάζει αν είναι δυνατό χρώμα στο ισοδύναμο σημείο. Το σημείο, στο οποίο ο δείκτης αλλάζει χρώμα λέγεται τελικό σημείο της αντίδρασης. Το επιθυμητό είναι να συμπίπτουν το τελικό με το ισοδύναμο σημείο ή τουλάχιστον να απέχουν το λιγότερο δυνατό, δηλαδή μέσα στα όρια αποδεκτού σφάλματος. Η επιλογή του κατάλληλου δείκτη είναι σημαντική για να έχουμε **ακριβή** αποτελέσματα.

Στόχοι

Μετά το τέλος της εργαστηριακής άσκησης οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση:

- Να εκτελούν μια ογκομετρική ανάλυση
- Να κατασκευάζουν καμπύλες ογκομέτρησης

Εργαστηριακή Επιμορφωτική Ημερίδα

«Lab Fest: Εργαστηριακή Υποστήριξη των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών»

- Να κατανοούν τη διαφορά ισοδύναμου και τελικού σημείου
- Να υπολογίζουν την περιεκτικότητα του ξυδιού σε οξικό οξύ και κατ' επέκταση να αναγνωρίζουν την δυνατότητα ποιοτικού ελέγχου εμπορικών προϊόντων στο εργαστήριο.
- Να εξοικειωθούν με τη λήψη, καταγραφή και επεξεργασία εργαστηριακών μετρήσεων και συγκεκριμένα να αποκτήσουν βασικές δεξιότητες στην ογκομετρία και ιδιαίτερος στην οξυμετρία - αλκαλιμετρία.
- Να επιλέγουν το σωστό δείκτη , για την ογκομέτρηση
- Να εξοικειωθούν με την σωστή εκτίμηση του εργαστηριακού σφάλματος (επεξήγηση, αιτιολόγηση σφάλματος).

Απαραίτητα όργανα- Συσκευές-Αντιδραστήρια

| Απαραίτητα όργανα | Συσκευές | Αντιδραστήρια |
|---------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------|
| ποτήρι ζέσεως | μαγνητικός αναδευτήρας | ξίδι εμπορίου / άγνωστο διάλυμα αμμωνίας (Αρχικό διάλυμα) |
| προχοίδα των 50mL | μαγνητάκι | πρότυπο διάλυμα NaOH 0,1M / πρότυπο διάλυμα HCl 0,1M |
| σιφώνι των 10mL | pHμετρο | |
| χωνί | H/Y, βιντεοπροβολέας | |
| πουάρ,υδροβολέας | | |
| ογκομετρική φιάλη των 100mL | | |
| ογκομετρικός κύλινδρος των 10mL | | |

Εργαστηριακή Επιμορφωτική Ημερίδα
«Lab Fest: Εργαστηριακή Υποστήριξη των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών»

Πειραματική διαδικασία για την ογκομέτρηση εξουδετέρωσης

1. Γεμίζουμε την προχοΐδα με το πρότυπο διάλυμα NaOH μέχρι την ένδειξη «0».
2. Με τη βοήθεια του σιφωνίου μεταφέρουμε 5 mL αρχικού άγνωστου διαλύματος στην ογκομετρική των 250 mL, όπου και αραιώνονται με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή.
3. Στο ποτήρι ζέσεως μεταφέρουμε 50 mL από το διάλυμα του αραιωμένου διαλύματος (χωρίς τη χρήση δείκτη), με τη βοήθεια ογκομετρικού κυλίνδρου.
4. Θέτουμε σε λειτουργία τη μαγνητική ανάδευση και τοποθετούμε με πολλή προσοχή το ηλεκτρόδιο του pHμέτρου, ώστε να μην ακουμπάει το περιστρεφόμενο μαγνητάκι.
5. Φροντίζουμε την τοποθέτηση της προχοΐδας έτσι, ώστε η έξοδος της, να «εκβάλει» το περιεχόμενό της μέσα στο ποτήρι ζέσεως.
6. Για την πειραματική διαδικασία απαιτούνται ομάδες τριών μαθητών/τριών. Σε κάθε ομάδα, ένας μαθητής/-τρια γυρνάει τη στρόφιγγα της προχοΐδας (ανά 1 mL αρχικά, και λιγότερο αργότερα, όσο πλησιάζουμε στο τελικό σημείο) και διαβάζει μεγαλόφωνα την ένδειξη του όγκου, ο δεύτερος/-η διαβάζει μεγαλόφωνα την ένδειξη του pHμέτρου και ο τρίτος/-τη, ως χειριστής του Η/Υ καταγράφει σε υπολογιστικό φύλλο excel τις τιμές που άκουσε από τους συμμαθητές/-τριές του. Ο πίνακας τιμών που σιγά σιγά συμπληρώνεται, είναι ορατός – με τη βοήθεια του βιντεοπροβολέα - από όλους τους μαθητές. Από τον κάθε ρόλο περνούν όλοι οι μαθητές με τη σειρά, ενώ οι υπόλοιποι σχολιάζουν και προσπαθούν να εξηγήσουν μέχρι εκείνη τη στιγμή τα πειραματικά αποτελέσματα. Όταν η διαδικασία ολοκληρωθεί (αφού πρώτα σταθεροποιηθεί η ένδειξη του pH), ο χειριστής του Η/Υ επιλέγει τον πίνακα τιμών και από το μενού «γράφημα» επιλέγει τις «κουκίδες», ώστε να προκύψει η επιθυμητή γραφική παράσταση.
Εναλλακτικά μπορούμε να ζητήσουμε από δυο-τρεις μαθητές να περάσουν τα δεδομένα του πίνακα στο ChatGPT (Είσοδος από τον Η/Υ σε διαφορετικό φυλλομετρητή) και να ζητήσουν την κατασκευή γραφικής παράστασης:

$$pH_{\text{Ογκομετρούμενου διαλύματος}} = f(V_{\text{Πρότυπου διαλύματος}})$$

Προσοχή: α. Η χρήση του Chat GPT γίνεται αφού πρώτα γίνει εγγραφή στην αντίστοιχη πλατφόρμα τεχνητής νοημοσύνης (<https://chatgpt.com/>) και δεν υπάρχει κάποια χρέωση . Σε αυτή την περίπτωση είναι περιορισμένη η χρήση δεδομένων από την τεχνητή νοημοσύνη αλλά επαρκούν για την κατασκευή της καμπύλης ογκομέτρησης.

β. Η συνεχής ανάδευση που επιτυγχάνεται με την συσκευή μαγνητικής ανάδευσης διασφαλίζει την **ομοιογενή** ανάμιξη των διαλυμάτων. (εναλλακτικά γίνεται μηχανικά με το χέρι)

γ. Για να αυξηθεί η ακρίβεια των αποτελεσμάτων, συνιστάται να επαναληφθεί η ογκομέτρηση δύο φορές.

Ακολουθούμε παρόμοια διαδικασία για την ογκομέτρηση άγνωστου διαλύματος αμμωνίας με πρότυπο διάλυμα ισχυρού οξέος HCl.

Ακολουθεί η συμπλήρωση του φύλλου εργασίας ανά ομάδες και συζήτηση στην τάξη για τα προσδοκώμενα αποτελέσματα.

Εργαστηριακή Επιμορφωτική Ημερίδα
«Lab Fest: Εργαστηριακή Υποστήριξη των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών»

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

Στο φύλλο εργασίας που ακολουθεί να προσδιορίσετε την περιεκτικότητα % w/v του οξικού οξέος στο ξίδι .

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| V προτύπου διαλύματος | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pH ογκομετρούμενου διαλύματος | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ακολουθήστε τα βήματα **1** έως **6** της προτεινόμενης πειραματικής διαδικασίας συμπληρώνοντας τον πίνακα που ακολουθεί με βάση τις πειραματικές μετρήσεις που λάβατε: Προσπαθήστε να σχεδιάσετε **ποιοτικά** την καμπύλη ογκομέτρησης με βάση τις παραπάνω πειραματικές μετρήσεις :



Με βάση τη γραφική παράσταση που προέκυψε από τον H/Y (με χρήση του excel ή του ChatGPT) να γράψετε τον όγκο του προτύπου διαλύματος που αντιστοιχεί στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

.....

Να προσδιορίσετε τη συγκέντρωση του ξιδιού σε οξικό οξύ και στη συνέχεια την %w/v (δίνεται το $M_{\text{οξικού οξέος}} = 60$)

.....

Δίνονται οι ακόλουθοι δείκτες:

- i. κίτρινο της αλιζαρίνης με $pK_a = 11$
- ii. πορφυρό της βρωμοκρεσόλης με $pK_a = 6,4$
- iii. ηλιανθίνη με $pK_a = 3,5$.

Να αιτιολογήσετε ποιος από τους παραπάνω δείκτες είναι **κατάλληλος** για την παραπάνω ογκομέτρηση

.....

Εργαστηριακή Επιμορφωτική Ημερίδα
«Lab Fest: Εργαστηριακή Υποστήριξη των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών»

Ποιο το σφάλμα που θα προκύψει (θετικό ή αρνητικό) αν χρησιμοποιήσουμε έναν από τους παραπάνω δείκτες , εκτός από αυτόν που επιλέξατε.

.....

.....

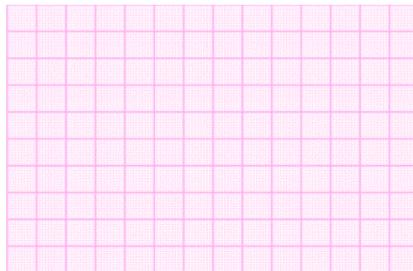
ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

Στο φύλλο εργασίας που ακολουθεί να προσδιορίσετε τη συγκέντρωση διαλύματος αμμωνίας (NH₃)

Ακολουθήστε τα βήματα 1 έως 6 της προτεινόμενης πειραματικής διαδικασίας συμπληρώνοντας τον πίνακα που ακολουθεί με βάση τις πειραματικές μετρήσεις που λάβατε:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| V προτύπου διαλύματος | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pH ογκομετρούμενου διαλύματος | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Προσπαθήστε να σχεδιάσετε **πυοτικά** την καμπύλη ογκομέτρησης με βάση τις παραπάνω πειραματικές μετρήσεις :



Με βάση τη γραφική παράσταση που προέκυψε από τον Η/Υ (με χρήση του excel ή του ChatGPT) να γράψετε τον όγκο του προτύπου διαλύματος που αντιστοιχεί στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

Να προσδιορίσετε τη **συγκέντρωση** της αμμωνίας (Δίνεται το **Mr** Αμμωνίας= 17)

.....

.....

.....

Δίνονται οι ακόλουθοι δείκτες:

- i.** κίτρινο της αλιζαρίνης με **pKa = 11**
- ii.** πορφυρό της βρωμοκρεσόλης με **pKa = 6,4**

Εργαστηριακή Επιμορφωτική Ημερίδα
«Lab Fest: Εργαστηριακή Υποστήριξη των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών»

iii. ηλιανθίνη με $pK_a = 3,5$.

Να αιτιολογήσετε ποιος από τους παραπάνω δείκτες είναι **καταλληλότερος** για την παραπάνω ογκομέτρηση.

.....
.....
.....

ΕΝΤΥΠΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑΣ

Τέλος οι παρακάτω ερωτήσεις αξιολόγησης της προτεινόμενης διδακτικής πρότασης μπορούν να δοθούν για την αυτοβελτίωση και τον αναστοχασμό του εκπαιδευτικού.

(Αφού κυκλώσετε την απάντηση που πιστεύετε ότι σας καλύπτει κόψτε το χαρτί στο συγκεκριμένο σημείο και παραδώστε το στον υπεύθυνο της εργαστηριακής άσκησης χωρίς να γράψετε το όνομα σας)

1η ερώτηση:

Η εισαγωγή και η εξήγηση της πειραματικής διαδικασίας ήταν κατανοητή.

1 Καθόλου 2 Λίγο 3 Αρκετά 4 Πολύ 5 Πάρα πολύ

2η ερώτηση:

Η χρονική διάρκεια που αναφέρεται στην αρχή της εισαγωγής ήταν ίδια με την πραγματική.

1 Καθόλου 2 Λίγο 3 Αρκετά 4 Πολύ 5 Πάρα πολύ

3η ερώτηση:

Την επόμενη φορά που θα εκτελέσω την ογκομέτρηση στο σχολείο μου θα ακολουθήσω την προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση.

1 Καθόλου 2 Λίγο 3 Αρκετά 4 Πολύ 5 Πάρα πολύ

4η ερώτηση:

Θα έδινα το συγκεκριμένο υλικό στους μαθητές μου στην τάξη.

1 Καθόλου 2 Λίγο 3 Αρκετά 4 Πολύ 5 Πάρα πολύ

5η ερώτηση:

Αυτή η διδακτική προσέγγιση με βοήθησε να καταλάβω ότι το ChatGPT, ως ένα εργαλείο τεχνητής νοημοσύνης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην εργαστηριακή διδασκαλία της Χημείας.

1 Καθόλου 2 Λίγο 3 Αρκετά 4 Πολύ 5 Πάρα πολύ

Εργαστηριακή Επιμορφωτική Ημερίδα
«Lab Fest: Εργαστηριακή Υποστήριξη των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών»