

ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ ΟΞΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ ΜΕ NaOH
ΑΝΤΙΠΑΡΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΚΛΑΣΙΚΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΟΡΓΑΝΗ ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οδηγίες και ενδεικτικό φύλλο εργασίας για την διδασκαλία της ογκομέτρησης ασθενούς οξέος με ισχυρή βάση. Συγκεκριμένα, περιγράφονται σε αντιδιαστολή οι τεχνικές της κλασικής ογκομέτρησης και της ογκομέτρησης με πεχάμετρο έτσι ώστε να αναδειχθούν οι διαφορές και τα πλεονεκτήματα κάθε τεχνικής. Επίσης μέσα από τη χρήση του MultiLog για την μέτρηση του pH και την κατασκευή της καμπύλης ογκομέτρησης, αναδεικνύονται τα πολλαπλά οφέλη από την χρήση των νέων τεχνολογιών.

Στόχοι του μαθήματος

Στο τέλος του μαθήματος οι μαθητές θα μπορούν να:

- α. να εφαρμόζουν την τεχνική της ογκομέτρησης για να υπολογίζουν τη συγκέντρωση ενός άγνωστου διαλύματος.
- β. να επισημαίνουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που έχει η εύρεση του τελικού σημείου από την κατασκευή της καμπύλης ογκομέτρησης σε σχέση με την εύρεση από την αλλαγή του χρώματος ενός δείκτη.
- γ. να αναγνωρίζουν τα πολλαπλά οφέλη που προκύπτουν από την χρήση των νέων τεχνολογιών στην τεχνική της ογκομέτρησης (π.χ. ταχύτητα – ακρίβεια).

-ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗ-

Ογκομέτρηση κλασικά

A. Προετοιμασία διαλυμάτων – Επίδειξης

Παρασκευή πρότυπου διαλύματος NaOH $C_{NaOH}=0,1M$:

- Ζυγίζουμε 1,0g NaOH και το διαλύουμε σε ποτήρι ζέσεως που περιέχει περίπου 100mL νερό.
- Προσθέτουμε το διάλυμα σε ογκομετρική φιάλη των 250mL και συμπληρώνουμε με νερό μέχρι τη χαραγή.

Παρασκευή του προς ογκομέτρηση διαλύματος (συγκέντρωση σε οξικό οξύ περίπου $C_{αρχ}=0,02M$):

- Λαμβάνουμε με τη βοήθεια σιφωνίου και πουάρ 5,0mL ξιδιού (συγκέντρωσης $C_{αρχ}$) και τα τοποθετούμε σε ογκομετρική φιάλη των 250mL και κατόπιν συμπληρώνουμε με νερό μέχρι τη χαραγή.

Τα αντιδραστήρια αρκούν για 4-5 ογκομετρήσεις.

Β. Ογκομέτρηση – Επίδειξης ή μετωπικό

- Λαμβάνουμε με τη χρήση σιφωνίου και πουάρ 50,0mL άγνωστου διαλύματος και τα τοποθετούμε σε κωνική φιάλη των 250mL.
- Προσθέτουμε στην κωνική φιάλη 2-3 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνη.
- Μέσα στην προχοΐδα προσθέτουμε ικανή ποσότητα NaOH για την ογκομέτρηση
(μέχρι το τελικό σημείο απαιτούνται περίπου 10mL).
- Σημειώνουμε την αρχική ένδειξη της προχοΐδας.
- Κατά την ογκομέτρηση χειριζόμαστε με το αριστερό χέρι την βαλβίδα της προχοΐδας και με το δεξί αναδεύουμε προσεκτικά την κωνική.
- Όταν το χρώμα της φαινολοφθαλεΐνης σταθεροποιηθεί σε ροζ σταματάμε την ογκομέτρηση και σημειώνουμε την τελική ένδειξη της προχοΐδας.



Γ. Υπολογισμοί

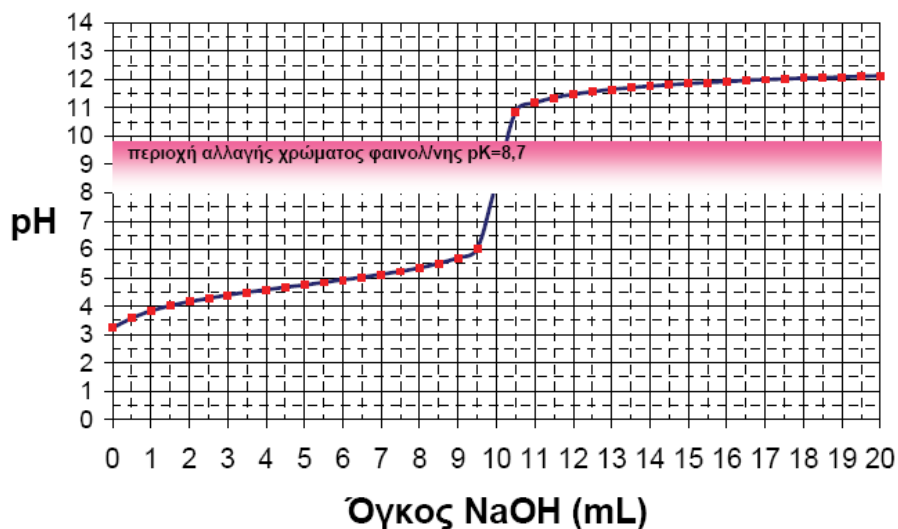
$$C_{\text{NaOH}} = \frac{m_{\text{NaOH}}}{40 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,250\text{L}}$$

$$C_{\text{ap}} = \frac{C_{\text{NaOH}} \cdot V(\text{mL})}{50\text{mL}}$$

$$C_{\text{αρχ}} = \frac{C_{\text{ap}} \cdot 250\text{mL}}{5\text{mL}}$$

$$\text{Σφάλμα} = \frac{C_{\text{αρχ}} - C_{\text{πραγματική}}}{C_{\text{πραγματική}}} \cdot 100\%$$

Δ. Ενδεικτική καμπύλη ογκομέτρησης



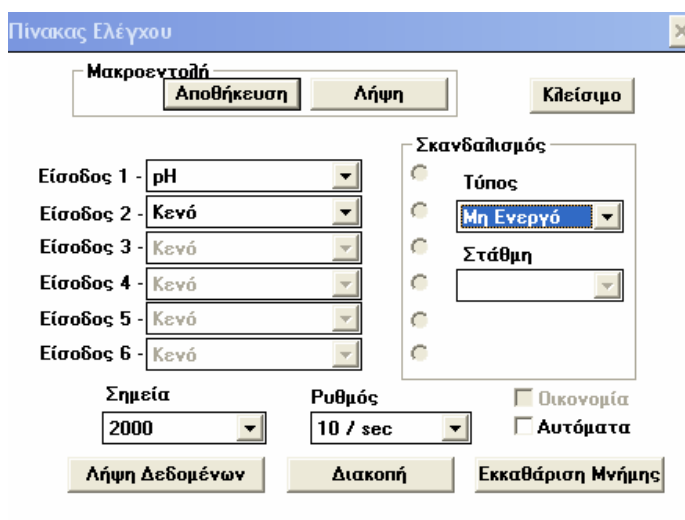
Ογκομέτρηση με τη χρήση του MultiLog

A. Διαλύματα

1. Τοποθετούμε $V_{ap}=50mL$ από το προς ογκομέτρηση αραιωμένο διάλυμα ξιδιού ($C_{ap}\approx 0,02M$) στο ποτήρι ζέσεως και προσθέτουμε το μαγνητικό αναδευτήρα.
2. Προαιρετικά, προσθέτουμε στο ποτήρι και 2-3 σγ. φαινολοφθαλείνης αν θέλουμε να βρούμε και κλασικά το *τελικό σημείο* της ογκομέτρησης.
3. Γεμίζουμε την προχοΐδα με δ/μα NaOH 0,1M του οποίου σημειώνουμε την συγκέντρωση C_{NaOH} και τον αρχικό όγκο $V_{αρχ}$ στον πίνακα τιμών.
4. Τοποθετούμε τον αισθητήρα του pH μέσα στο ποτήρι και ανοίγουμε το μαγνητικό αναδευτήρα και το MultiLog.

B. Αρχικές Ρυθμίσεις Db-Lab

1. Ανοίγουμε το πρόγραμμα Db-Lab και στο μενού «Καταγραφέας» πατάμε «Πίνακας Ελέγχου».
2. Στην επιλογή «Είσοδος 1» καθορίζουμε τον αισθητήρα «pH». Στην επιλογή «Σημεία» καθορίζουμε «2000» και στην επιλογή «Ρυθμός» καθορίζουμε «10/s». (Άρα ο συνολικός χρόνος μέτρησης θα είναι 200s.)



Γ. Λήψη Δεδομένων

1. Στον πίνακα ελέγχου πατάμε το κουμπί «Λήψη Δεδομένων» και αμέσως μετά ανοίγουμε την προχοΐδα χωρίς να αυξομειώνουμε την παροχή.
2. Μετά το ισοδύναμο σημείο και αφού σταθεροποιηθεί το pH, κλείνουμε την προχοΐδα και πατάμε ταυτόχρονα το κουμπί «Διακοπή». Πατάμε «Κλείσιμο» για να κλείσει ο πίνακας ελέγχου.

Δ. Επεξεργασία διαγράμματος

1. Επάνω στο διάγραμμα πατάμε διπλό κλικ στην αρχή της ογκομέτρησης $t_{αρχ}$ και κατόπιν στο τέλος της $t_{τελ}$. Στο μενού «Προβολή» επιλέγουμε «Μεγέθυνση». Εξαφανίζουμε τα βελάκια με δεξί κλικ επάνω τους.
2. Επιλέγουμε «Προβολή» και κατόπιν «Θθόνη», για να εμφανιστεί το παράθυρο επιλογών. Εδώ μπορούμε να αλλάξουμε τη μορφή του διαγράμματος, τα χρώματα, να βάλουμε τίτλους και πλέγμα. Πατάμε «OK».

3. Επιλέγουμε «**Προβολή**» και κατόπιν «**Κλίμακα**». Ορίζουμε ως ελάχιστο 0 και μέγιστο 14. Πατάμε «**OK**».
4. Από το μενού «**Αρχείο**» και κατόπιν «**Αποθήκευση ως**» αποθηκεύουμε το διάγραμμα.
Προσοχή αφήνουμε την κατάληξη .smp
5. Από το μενού «**Αρχείο**» και κατόπιν «**Εκτύπωση**» μπορούμε να εκτυπώσουμε το διάγραμμα.

Ε. Μεταφορά στο Excel (Προαιρετικό)

1. Από το μενού «**Αρχείο**» και κατόπιν «**Εξαγωγή**» αποθηκεύουμε τα δεδομένα με μορφή που διαβάζεται από άλλα προγράμματα. *Προσοχή αφήνουμε την κατάληξη .csv*
2. Αρχικά πρέπει να ρυθμίσουμε το Excel ώστε να δέχεται την τελεία ως διαχωριστικό των δεκαδικών και το κόμμα ως διαχωριστικό των χιλιάδων. Για αυτό ανοίγουμε το Excel και επιλέγουμε «**Εργαλεία**» → «**Επιλογές**» → «**Διεθνείς ρυθμίσεις**» → Αποεπιλογή του «**χρήση διαχωριστικών συστήματος**» → Πληκτρολόγηση της τελείας στο πλαίσιο «**Διαχωριστικό Δεκαδικών**» και του κόμματος στο πλαίσιο «**Διαχωριστικό χιλιάδων**» → «**OK**». *Προσοχή η διαδικασία αυτή γίνεται μόνο μια φορά σε κάθε υπολογιστή.*
3. Κατόπιν μέσα από το Excel επιλέγουμε «**Αρχείο**» → «**Άνοιγμα**» → «**Αρχεία τύπου: Όλα τα αρχεία**» → «**Διερεύνηση σε:** βρίσκουμε το αρχείο που είχαμε κάνει εξαγωγή» → «**Άνοιγμα**».

ΣΤ. Υπολογισμοί:

ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΙΜΩΝ		
Στοιχεία διαλυμάτων	Ενδείξεις προχοϊδας	Καμπύλη ογκομέτρησης
$V_{αρ} = 50\text{mL}$	$V_{αρχ} = \dots\dots\dots$	$t_{αρχ} = \dots\dots\dots$ $t_{τελ} = \dots\dots\dots$ $*t_{ισοδ} = \dots\dots\dots$ $**t_{1/2} = \dots\dots\dots$
$C_{NaOH} = \dots\dots\dots$	$V_{τελ} = \dots\dots\dots$	$pH_{αρχ} = \dots\dots\dots$ $pH_{τελ} = \dots\dots\dots$ $pH_{ισοδ} = \dots\dots\dots$ $**pH_{1/2} = \dots\dots\dots$
	$V_{ισοδ} = \dots\dots\dots$	
	$**V_{1/2} = \dots\dots\dots$	

Επεξηγήσεις συμβολισμών. Θεωρούμε ως:

- $t_{αρχ}$ και $pH_{αρχ}$ το χρόνο και το pH τη στιγμή που αρχίζει να η ογκομέτρηση.
- $t_{τελ}$ και $pH_{τελ}$ το χρόνο και το pH τη στιγμή που ολοκληρώνουμε την ογκομέτρηση.
- $V_{ισοδ}$, $t_{ισοδ}$ και $pH_{ισοδ}$ τον όγκο, το χρόνο και το pH τη στιγμή της εξουδετέρωσης.
- $V_{1/2}$, $t_{1/2}$ και $pH_{1/2}$ τον όγκο, το χρόνο και το pH στο σημείο όπου το οξύ έχει αντιδράσει κατά το ήμισυ. **

$$1. \text{ Παροχή} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_{τελ} - V_{αρχ}}{t_{τελ} - t_{αρχ}} = \dots\dots\dots \text{mL/s}$$

2. $V_{\text{ισοδ}} = \text{Παροχή} \cdot (t_{\text{ισοδ}} - t_{\text{αρχ}}) = \dots\dots\dots$

3. $n_{\text{οξικού οξέος}} = n_{\text{NaOH}} \Rightarrow C_{\text{αρχ}} \cdot V_{\text{αρχ}} = C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{ισοδ}} \Rightarrow C_{\text{αρχ}} = \frac{0,1\text{M} \cdot V_{\text{ισοδ}}}{50\text{mL}} = \dots\dots\dots$

4. Η αρχική συγκέντρωση λόγω της πρώτης αραίωσης είναι:

$$C_{\text{αρχ}} \cdot 5\text{mL} = C_{\text{αρχ}} \cdot 250\text{mL} \Rightarrow C_{\text{αρχ}} = \frac{C_{\text{αρχ}} \cdot 250\text{mL}}{5\text{mL}}$$

5. Αν θεωρήσουμε ότι η αρχική συγκέντρωση του ξιδιού είναι 1M τότε το σφάλμα είναι:

$$\text{Σφάλμα} = (C_{\text{αρχ}} - 1) \cdot 100\%$$

** 6. $V_{1/2} = \frac{V_{\text{ισοδ}}}{2} = \dots\dots\dots, t_{1/2} = \frac{t_{\text{ισοδ}} + t_{\text{αρχ}}}{2} = \dots\dots\dots$

Επειδή εκείνη τη στιγμή $C_{\text{οξέος}} = C_{\text{άλατος}}$:

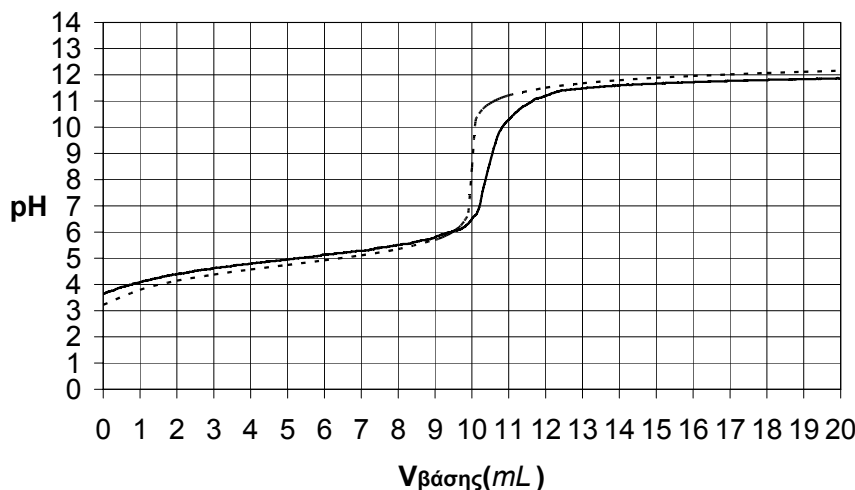
$$\text{pH}_{1/2} = \text{pK}_a + \log \frac{C_{\text{άλατος}}}{C_{\text{οξέος}}} \Rightarrow \text{pH}_{1/2} = \text{pK}_a \Rightarrow \text{pK}_a = \dots\dots\dots$$

* **O $t_{\text{ισοδ}}$ μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:**

1^{ος} τρόπος. Από το χρόνο όπου η καμπύλη ογκομέτρησης αποκτά τη μέγιστη κλίση.

2^{ος} τρόπος. Κάνοντας απαλοιφή του θορύβου από το μενού «**Ανάλυση**» → «**Περισσότερα**» → «**Συνάρτηση: Μέσος Όρος και C2:20**» → «**OK**». Κατόπιν επιλέγουμε «**Ανάλυση**» → «**Παράγωγος**». Το $t_{\text{ισοδ}}$ βρίσκεται στο μέγιστο της πρώτης παραγώγου.

3^{ος} τρόπος. Αφού έχουμε βρει την πρώτη παράγωγο επιλέγουμε «**Ανάλυση**» → «**Μέσος Όρος**» και ξανά «**Ανάλυση**» → «**Παράγωγος**». Το $t_{\text{ισοδ}}$ βρίσκεται στο μηδέν της δεύτερης παραγώγου.



Θεωρητική καμπύλη - - - -
 Η μέθοδος υπολογισμού της βρίσκεται στο βιβλίο «Προβλήματα Αναλυτικής Χημείας» Θ. Π. Χατζηγιωάννου σελ. 254-256
 Πειραματική καμπύλη ____

Η ακρίβεια της μεθόδου μπορεί να βελτιωθεί χρησιμοποιώντας, αντί για προχοΐδα, κατασκευή που αποτελείται από γυάλινο χωνί το οποίο στο κάτω μέρος καταλήγει σε τριχοειδή απόληξη (Πρακτικά 16^{ου} Επιμορφωτικού Σεμιναρίου Χημείας σελ.162-167).

Βιβλιογραφία

1. Σ. Λιοδάκης κ.α. «Χημεία Γ' Λυκείου»
2. Δ. Ι. Μαργογιαννάκης κ.α. «Από την κλασσική ογκομέτρηση στην εικονική των νέων τεχνολογιών», *Πρακτικά 15^ο Επιμορφωτικού Σεμιναρίου Χημείας*.
3. Κ. Χατζιωαννίδης κ.α. «Ογκομέτρηση με τη χρήση συστήματος data logger. Διδακτική προσέγγιση», *Πρακτικά 15^ο Επιμορφωτικού Σεμιναρίου Χημείας*.
4. Ι. Γράψας, «Η τιτλοδότηση διαλύματος οξέος ή βάσης με την αυτόματη πεχαμετρική μέθοδο, ως μέσο διδακτικής αξιοποίησης της «σιγμοειδούς καμπύλης», *Πρακτικά 16^ο Επιμορφωτικού Σεμιναρίου Χημείας*.
5. Θ. Χατζιωάννου κ.α. «Προβλήματα Αναλυτικής Χημείας», σελ. 254-256

ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ ΞΙΔΙΟΥ ΜΕ NaOH -ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΑΘΗΤΗ-

Όνομα Τμήμα

Στόχοι του μαθήματος:

- Να εφαρμόζετε την τεχνική της ογκομέτρησης για να υπολογίζετε τη συγκέντρωση ενός άγνωστου διαλύματος.
- να επισημαίνετε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που έχει η εύρεση του τελικού σημείου από την κατασκευή της καμπύλης ογκομέτρησης σε σχέση με την εύρεση από την αλλαγή του χρώματος ενός δείκτη.
- να αναγνωρίζετε τα πολλαπλά οφέλη που προκύπτουν από την χρήση των νέων τεχνολογιών στην τεχνική της ογκομέτρησης (π.χ. ταχύτητα – ακρίβεια).

I. ΚΛΑΣΙΚΗ ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ

A. Προετοιμασία διαλυμάτων – από τον καθηγητή

Πρότυπο διάλυμα NaOH

- Ζυγίζουμε 1g NaOH και το διαλύουμε σε ποτήρι ζέσεως που περιέχει περίπου 100mL νερό.
- Προσθέτουμε το διάλυμα σε ογκομετρική φιάλη των 250mL και συμπληρώνουμε με νερό μέχρι τη χαραγή.

Παρασκευή άγνωστου διαλύματος

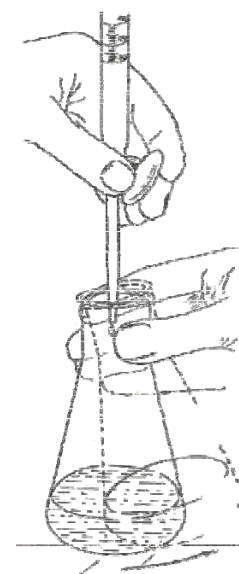
- Λαμβάνουμε με τη βοήθεια σιφωνίου και πουάρ 5mL ξιδιού (συγκέντρωσης $C_{αρχ}$) και τα τοποθετούμε σε ογκομετρική φιάλη των 250mL και κατόπιν συμπληρώνουμε με νερό μέχρι τη χαραγή.

B. Ογκομέτρηση

- Λαμβάνουμε με τη χρήση σιφωνίου και πουάρ 50mL άγνωστου διαλύματος και τα τοποθετούμε σε κωνική φιάλη των 250mL.
- Προσθέτουμε στην κωνική φιάλη 2-3 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνη.
- Μέσα στην προχοΐδα προσθέτουμε 15-20mL NaOH για την ογκομέτρηση.

☞ Αρχική ένδειξη της προχοΐδας

- Κατά την ογκομέτρηση χειριζόμαστε με το αριστερό χέρι την βαλβίδα της προχοΐδας και με το δεξί αναδεύουμε προσεκτικά την κωνική.
- Όταν το χρώμα της φαινολοφθαλεΐνης σταθεροποιηθεί σε ροζ σταματάμε την ογκομέτρηση.



☞ Τελική ένδειξη της προχοΐδας

Γ. Υπολογισμοί

1. Ποια είναι η συγκέντρωση C_{NaOH} του πρότυπου διαλύματος ($A_{\text{rNa}}=23$, $A_{\text{rO}}=16$, $A_{\text{rH}}=1$);

.....
.....

2. Ποια είναι η συγκέντρωση C_{ap} του διαλύματος που τοποθετήσαμε στην κωνική φιάλη;

.....
.....

3. Ποια είναι η συγκέντρωση $C_{\text{apχ}}$ του ξιδιού;

.....
.....

4. Αν η συγκέντρωση του ξιδιού είναι 1M πόσο είναι το % σφάλμα που κάνατε και που νομίζετε ότι οφείλεται;

.....
.....

II. ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕ MULTILOG – ΚΑΜΠΥΛΗ ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗΣ

A. Προετοιμασία διαλυμάτων, Η/Υ και ογκομέτρηση από τον καθηγητή

1. Λαμβάνουμε με τη βοήθεια σιφωνίου και πούαρ 5mL ξιδιού (συγκέντρωσης $C_{\text{apχ}}$) και τα τοποθετούμε σε ογκομετρική φιάλη των 250mL και κατόπιν συμπληρώνουμε με νερό μέχρι τη χαραγή.
2. Λαμβάνουμε με τη χρήση σιφωνίου και πούαρ $V_{\text{ap}}=50\text{mL}$ άγνωστου διαλύματος (συγκέντρωσης C_{ap}) και τα τοποθετούμε σε ποτήρι ζέσεως και προσθέτουμε έναν μαγνητικό αναδευτήρα.
3. Προαιρετικά, προσθέτουμε στο ποτήρι και 2-3 στυ. φαινολοφθαλεΐνης αν θέλουμε να βρούμε και κλασικά το τελικό σημείο της ογκομέτρησης.
4. Γεμίζουμε την προχοΐδα με δ/μα NaOH 0,1M του οποίου σημειώνουμε την συγκέντρωση C_{NaOH} και τον αρχικό όγκο $V_{\text{apχ}}$ στον πίνακα τιμών.
5. Τοποθετούμε τον αισθητήρα του pH μέσα στο ποτήρι και ανοίγουμε το μαγνητικό αναδευτήρα και το MultiLog.
6. Ανοίγουμε το πρόγραμμα Db-Lab και στο μενού «Καταγραφείας» πατάμε «Πίνακας Ελέγχου».
7. Στην επιλογή «Είσοδος 1» καθορίζουμε τον αισθητήρα «pH». Στην επιλογή «Σημεία» καθορίζουμε «2000» και στην επιλογή «Ρυθμός» καθορίζουμε «10/s».

8. Στον πίνακα ελέγχου πατάμε το κουμπί «Λήψη Δεδομένων» και αμέσως μετά ανοίγουμε την προχοΐδα κρατώντας σταθερή παροχή.
9. Μετά το ισοδύναμο σημείο και αφού σταθεροποιηθεί το pH, κλείνουμε την προχοΐδα και πατάμε ταυτόχρονα το κουμπί «Διακοπή».

B. Υπολογισμοί:

ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΙΜΩΝ		
Στοιχεία διαλυμάτων	Ενδείξεις προχοΐδας	Καμπύλη ογκομέτρησης
$V_{αρ} = 50\text{mL}$ $C_{\text{NaOH}} = \dots\dots\dots$	$V_{αρχ} = \dots\dots\dots$ $V_{τελ} = \dots\dots\dots$ $V_{ισοδ} = \dots\dots\dots$ $**V_{1/2} = \dots\dots\dots$	$t_{αρχ} = \dots\dots\dots$ $t_{τελ} = \dots\dots\dots$ $t_{ισοδ} = \dots\dots\dots$ $**t_{1/2} = \dots\dots\dots$

Επεξηγήσεις συμβολισμών. Θεωρούμε ως:

- $t_{αρχ}$ και $pH_{αρχ}$ το χρόνο και το pH τη στιγμή που αρχίζει να η ογκομέτρηση.
- $t_{τελ}$ και $pH_{τελ}$ το χρόνο και το pH τη στιγμή που ολοκληρώνουμε την ογκομέτρηση.
- $V_{ισοδ}$, $t_{ισοδ}$ και $pH_{ισοδ}$ τον όγκο, το χρόνο και το pH τη στιγμή της εξουδετέρωσης.
- $V_{1/2}$, $t_{1/2}$ και $pH_{1/2}$ τον όγκο, το χρόνο και το pH στο σημείο όπου το οξύ έχει αντιδράσει κατά το ήμισυ. **

1. Ποια είναι η αρχική $V_{αρχ}$ και ποια η τελική $V_{τελ}$ ένδειξη της προχοΐδας;

.....

2. Ποιος είναι ο χρόνος $t_{αρχ}$ στον οποίο ξεκίνησε η ογκομέτρηση και ποιος είναι ο χρόνος $t_{τελ}$ στον οποίο τελείωσε;

.....

3. Ποιος είναι ο χρόνος $t_{ισοδ}$ στον οποίο εξουδετερώνεται το ογκομετρούμενο διάλυμα;

.....

4. Υπολογίστε την παροχή Π της προχοΐδας.

.....

.....

5. α. Υπολογίστε τον όγκο $V_{ισοδ}$ πρότυπου διαλύματος NaOH που απαιτείται για την εξουδετέρωση του ογκομετρούμενου διαλύματος.

.....

.....

β. Ποιο είναι το $pH_{ισοδ}$ του διαλύματος όταν έχει προστεθεί ο παραπάνω όγκος πρότυπου διαλύματος;

6. Ποια είναι η συγκέντρωση $C_{αφ}$ του διαλύματος που τοποθετήθηκε στο ποτήρι;

7. Ποια είναι η συγκέντρωση $C_{αρχ}$ του ξιδιού;

8. Ποιος είναι ο χρόνος $t_{1/2}$ κατά τον οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση της μισής από την συνολική ποσότητα του ογκομετρούμενου διαλύματος και ποιο είναι το $pH_{1/2}$ εκείνη τη στιγμή;

9. Υπολογίστε τον όγκο $V_{1/2}$ του πρότυπου διαλύματος NaOH που απαιτείται για την αντίδραση της μισής από την συνολική ποσότητα του ογκομετρούμενου διαλύματος.

10. Υπολογίστε την pK_a του οξικού οξέος.

11. Αν η συγκέντρωση του ξιδιού είναι 1M πόσο είναι το % σφάλμα που κάνατε και που νομίζετε ότι οφείλεται;

12. Περιγράψτε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που έχει η εύρεση της συγκέντρωσης του αγνώστου διαλύματος από την καμπύλη ογκομέτρησης σε σχέση με την εύρεση από την αλλαγή του χρώματος του δείκτη.

13. Περιγράψτε τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση του MultiLog για την κατασκευή της καμπύλης ογκομέτρησης.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....