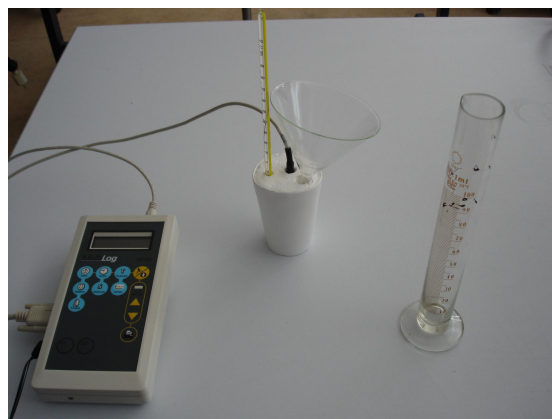


2<sup>η</sup> θεματική ενότητα: “ Εργαστηριακές εφαρμογές Συγχρονικού Συστήματος Λήψης και Απεικόνισης (Σ.Σ.Λ.Α.)”

### ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ 3<sup>ης</sup> ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Θέμα δραστηριότητας: Υπολογισμός της συγκέντρωσης αγνώστου διαλύματος βάσης.
- Μάθημα και Τάξη στην οποία απευθύνεται: Χημεία Θετικής Κατεύθυνσης Β' Λυκείου
- Εκπαιδευτικοί: Αναστάσιος Π. Βαφειάδης (Δρ. Χημείας)  
Μαρία Φλώρου (Χημικός, MSc Διδακτικής της Χημείας)  
Καθηγητές του Γ.Ε.Λ. Καμπάνη Κιλκίς
- Σύντομη περιγραφή της δραστηριότητας: Υπολογισμός της συγκέντρωσης αγνώστου διαλύματος NaOH με μέτρηση της θερμότητας που εκλύεται από την εξουδετέρωση της βάσης με πρότυπο διάλυμα μονοπρωτικού οξέος (HCl).
- Αντιδραστήρια:
- Διάλυμα NaOH άγνωστης συγκέντρωσης
  - Διάλυμα HCl 2 M
- Όργανα-Συσκευές
- Ηλεκτρονικός Υπολογιστής
  - Κονσόλα MultiLog
  - Αισθητήρας θερμοκρασίας
  - Εργαστηριακό θερμόμετρο
  - Δύο ογκομετρικοί κύλινδροι των 100 mL
  - Αυτοσχέδιο θερμιδόμετρο από φελιζόλ
  - Ηλεκτρονικός ζυγός
  - Χωνί διήθησης
- Λογισμικό
- DB-Lab



Σκοπός: Ευαισθητοποίηση των μαθητών στην εύρεση λύσεων σε πρακτικά προβλήματα που μπορεί να συναντήσουν στην καθημερινή τους ζωή χρησιμοποιώντας τη χημική τους γνώση. Η προτεινόμενη εργαστηριακή άσκηση έγινε για την εύρεση της συγκέντρωσης ενός αγνώστου υδατικού διαλύματος NaOH που βρέθηκε στο σχολικό εργαστήριο.

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Προσδιορισμός συγκέντρωσης αγνώστου διαλύματος βάσης μέσω θερμοδομετρίας.

Όνομα:  
Επίθετο:

Ημερομηνία:  
Τμήμα :

Στόχοι:

Οι μαθητές να:

- μετρούν με ακρίβεια τη μεταβολή της θερμοκρασίας από την παρατήρηση του διαγράμματος.
- υπολογίζουν τη θερμότητα της αντίδρασης με τη βοήθεια της εξίσωσης της θερμοδομετρίας.
- χρησιμοποιούν την πρότυπη ενθαλπία εξουδετέρωσης  $\Delta H_n^0$  για τον υπολογισμό των mole που αντέδρασαν.
- υπολογίζουν τη συγκέντρωση του αγνώστου υδατικού διαλύματος NaOH.

Εισαγωγικές γνώσεις:

Πρότυπη ενθαλπία εξουδετέρωσης,  $\Delta H_n^0$  (neutralization)

Η μεταβολή της ενθαλπίας κατά την πλήρη εξουδετέρωση 1 mol  $H^+$  ενός οξέος με μια βάση, σε πρότυπη κατάσταση ή αντίστροφα:

Η μεταβολή της ενθαλπίας κατά την πλήρη εξουδετέρωση 1 mol  $OH^-$  μιας βάσης με ένα οξύ, σε πρότυπη κατάσταση.

Κατά την εξουδετέρωση ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση η πρότυπη ενθαλπία εξουδετέρωσης έχει σταθερή τιμή,  $\Delta H_n^0 = -57,1 \text{ kJ/mol}$ .

$$\text{Θεμελιώδης Εξίσωση της Θερμοδομετρίας: } q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

q : η θερμότητα που εκλύεται ή απορροφάται (σε J ή cal).

m : η μάζα της ουσίας, συνήθως νερού, που περιέχεται στο θερμοδόμετρο (σε g).


m · c : η θερμοχωρητικότητα της ουσίας (σε  $J \cdot \text{grad}^{-1}$  ή σε  $\text{cal} \cdot \text{grad}^{-1}$ ).

c : η ειδική θερμοχωρητικότητα της ουσίας (σε  $J \cdot g^{-1} \cdot \text{grad}^{-1}$  ή  $\text{cal} \cdot g^{-1} \cdot \text{grad}^{-1}$ ).

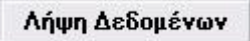
$\Delta T$  : η μεταβολή της θερμοκρασίας (σε K ή  $^{\circ}\text{C}$ ).

Πειραματική διαδικασία:

1. Κατασκευάστε ένα αυτοσχέδιο θερμοδόμετρο από ένα ποτήρι από διογκωμένη πολυστερίνη (φελιζόλ), κάνοντας τρεις τρύπες στο καπάκι του. Στη μια θα τοποθετήσετε τον αισθητήρα της θερμοκρασίας του MultiLog, στην άλλη ένα εργαστηριακό θερμοδόμετρο και στην άλλη ένα γυάλινο χωνί διήθησης για να ρίξετε τα αντιδραστήρια.


2. Σε ηλεκτρονικό ζυγό ζυγίζετε άδειο το θερμιδόμετρο (χωρίς τον αισθητήρα και το χωνί διήθησης).
3. Μετρήστε σε ογκομετρικό σωλήνα 30 mL υδατικού διαλύματος HCl 2 M και τοποθετήστε τα στο θερμιδόμετρο.
4. Μετρήστε σ' έναν άλλο ογκομετρικό κύλινδρο 30 mL του υδατικού διαλύματος NaOH άγνωστης συγκέντρωσης.
5. Συνδέστε το MultiLog στον υπολογιστή, ανοίξτε το και μετά συνδέστε τον αισθητήρα της θερμοκρασίας. Ακολούθως, τοποθετήστε τον αισθητήρα στο θερμιδόμετρο από την τρύπα που φτιάξατε, έτσι ώστε το άκρο του να είναι βουτηγμένο στο διάλυμα του HCl που βρίσκεται στο θερμιδόμετρο.
6. Ανοίξτε το πρόγραμμα DB-Lab που υπάρχει εγκατεστημένο στον Η/Υ και πατήστε το εικονίδιο  (Πίνακας Ελέγχου) που βρίσκεται στην μπάρα αριστερά. Στις επιλογές Είσοδος 1, Σημεία και Ρυθμός τοποθετήστε τις ρυθμίσεις που φαίνονται στην ακόλουθη εικόνα:

- ✓ Ρυθμίζοντας το ρυθμό δειγματοληψίας στα 10 / sec και τα σημεία τον αριθμό σημείο σε 1000, η μέτρηση θα διαρκέσει 100 sec.

7. Πατήστε το κουμπί  και μετά από 5 sec αρχίστε να ρίχνετε μέσα στο θερμιδόμετρο τα 30 mL του NaOH. Μετά από 100 sec θα λάβετε μια καμπύλη της ακόλουθης μορφής:



- ✓ Η εμφάνιση του πλέγματος γίνεται από το μενού επιλογών: Προβολή → Οθόνη.
- ✓ Με διπλό κλικ στο σημείο της γραφικής παράστασης για  $t = 0$  s και  $t = 100$  s, μπορείτε να δείτε με ακρίβεια την αρχική και τελική θερμοκρασία, αντίστοιχα.

8. Πατήστε το εικονίδιο  (Πίνακας τιμών) που βρίσκεται στην μπάρα αριστερά για να επαληθεύσετε την αρχική και τελική θερμοκρασία που παρατηρήσατε στο διάγραμμα.

	Χρόνος	Θερμοκρασία [°C]	Νέα δεδομένα
1	0 msec	18.300 °C	
2	100.00 msec	18.300 °C	
3	200.00 msec	18.300 °C	
4	300.00 msec	18.300 °C	
5	400.00 msec	18.300 °C	
6	500.00 msec	18.300 °C	
7	600.00 msec	18.300 °C	
8	700.00 msec	18.300 °C	
9	800.00 msec	18.300 °C	
10	900.00 msec	18.300 °C	

	Χρόνος	Θερμοκρασία [°C]	Νέα δεδομένα
991	99.000 sec	26.023 °C	
992	99.100 sec	26.023 °C	
993	99.200 sec	26.023 °C	
994	99.300 sec	26.120 °C	
995	99.400 sec	26.120 °C	
996	99.500 sec	26.023 °C	
997	99.600 sec	26.023 °C	
998	99.700 sec	26.023 °C	
999	99.800 sec	26.023 °C	
1000	99.900 sec	26.023 °C	

- ✓ Ελέγξτε αν η τελική θερμοκρασία ταυτίζεται με αυτή που δείχνει το εργαστηριακό θερμόμετρο.

9. Τέλος, βγάλτε τον αισθητήρα της θερμοκρασίας και το χωνί από το θερμιδόμετρο και ζυγίστε εκ νέου το (γεμάτο) θερμιδόμετρο.

Σημείωση:

Σε περίπτωση που τελικά υπολογίσετε  $[\text{NaOH}] = 2 \text{ M}$  (δηλαδή ίδια τιμή με τη συγκέντρωση του οξέος) επαναλάβετε τη διαδικασία με διάλυμα  $\text{HCl}$  μεγαλύτερης συγκέντρωσης, μέχρι η τιμή της συγκέντρωσης της βάσης που θα υπολογίσετε να είναι μικρότερη από τη συγκέντρωση του προτύπου διαλύματος οξέος που χρησιμοποιήσατε.

Ερωτήσεις:

1. Ποια είναι η χημική εξίσωση που περιγράφει το φαινόμενο της εξουδετέρωσης που έλαβε χώρα.
2. Πόση είναι η μάζα της ουσίας που περιέχεται στο θερμιδόμετρο;
3. Ποια είναι η μεταβολή της θερμοκρασίας κατά τη εξουδετέρωση του υδατικού διαλύματος  $\text{NaOH}$  από το  $\text{HCl}$ ;
4. Η αντίδραση εξουδετέρωσης είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη;
5. Ποια είναι η θερμότητα που εκλύεται κατά την εξουδετέρωση αν η ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού ισούται με  $4,18 \text{ J/}^\circ\text{C}\cdot\text{g}$ ;

6. Ποια είναι η συγκέντρωση του NaOH αν η πρότυπη ενθαλπία εξουδετέρωσης ισούται 57,1 kJ/mol.

Σημείωση:

Επειδή μετρήσατε μεταβολή θερμοκρασίας (όχι συγκεκριμένη τιμή) και η θερμοκρασία που έγινε η μέτρηση είναι κοντά στους 25 °C, θεωρείστε ότι  $\Delta H_n = \Delta H_n^\circ = -57,1 \text{ kJ/mol}$ .