

Ονόματα των μαθητών της ομάδας:

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- 3) \_\_\_\_\_

### Στόχοι της εργαστηριακής άσκησης

Οι βασικοί στόχοι της εργαστηριακής άσκησης είναι:

- 1) Η παρασκευή διαλυμάτων με την μέθοδο της αραιώσης
- 2) Η μέτρηση της ενθαλπίας εξουδετέρωσης διαλύματος ισχυρού οξέος (HCl) από διάλυμα ισχυρής βάσης (NaOH).
- 3) Ο σχεδιασμός και η εκτέλεση πειράματος ποιοτικής ανάλυσης διαλυμάτων χημικών ενώσεων.

Η ταυτοποίηση των ουσιών θα στηριχθεί σε: i) εργαστηριακές μεθόδους προσδιορισμού του pH των διαλυμάτων, ii) σε καταβύθιση ιζημάτων με χαρακτηριστικό χρώμα, για τις ιοντικές ενώσεις

**Βασικές Έννοιες και Φυσικά Μεγέθη:**- Συγκέντρωση διαλύματος (Molarity)- Ισχυρό οξύ - Ισχυρή βάση - Εξουδετέρωση διαλύματος οξέος από διάλυμα βάσης - Ενθαλπία εξουδετέρωσης - Εξώθερμες, Ενδόθερμες αντιδράσεις- ασθενές οξύ-δείκτες-pH διαλύματος (σε ορισμένη θερμοκρασία)-καταβύθιση ιζήματος-

### Πώς σχεδιάστηκε η πειραματική διαδικασία - Θεωρητικό υπόβαθρο της άσκησης

#### A) Θερμότητα που παράγεται κατά την εξουδετέρωση ισχυρού οξέος από ισχυρή βάση

Η αντίδραση εξουδετέρωσης οξέος από βάση είναι μια **εξώθερμη** αντίδραση. Κατά την εξουδετέρωση του οξέος από τη βάση παράγεται θερμότητα (Q) η οποία προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας ( $\Delta\theta$ ) του διαλύματος σύμφωνα με την εξίσωση της θερμιδομετρίας:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta \quad (1)$$

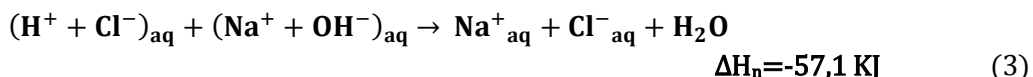
όπου μείναι η μάζα και c η ειδική θερμότητα του διαλύματος. Σε πολύ ικανοποιητική προσέγγιση, η ειδική θερμότητα των υδατικών διαλυμάτων που χρησιμοποιούμε είναι ίση με την ειδική θερμότητα του νερού:

$$c = 4,2 \text{ J/g} \cdot \text{C} = 4200 \text{ J/Kg} \cdot \text{C}$$

Στην περίπτωση που η αντίδραση πραγματοποιείται υπο σταθερή πίεση,, τότε το ποσό της θερμότητας Q που μεταφέρεται προς ή από το χημικό σύστημα, ισούται με τη **μεταβολή της ενθαλπίας ( $\Delta H$ ) του συστήματος:**

$$\Delta H = Q \quad (2)$$

Η μεταβολή της ενθαλπίας σε μια χημική αντίδραση, προσδιορίζει τη μεταβολή του ενεργειακού περιεχομένου μεταξύ αντιδρώντων και προϊόντων της αντίδρασης. Για παράδειγμα, κατά την εξουδετέρωση 1mol υδροχλωρίου (HCl) από 1mol υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) σε υδατικό διάλυμα, παράγονται  $\Delta H_n = 57,1 \text{ KJ}$  ενέργειας με τη μορφή θερμότητας:



(Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι η αντίδραση είναι εξώθερμη. Η μεταβολή της ενθαλπίας ( $\Delta H_n$ ) κατά την εξουδετέρωση  $1 \text{ mol H}^+$  από  $1 \text{ mol OH}^-$  σε αραιό υδατικό διάλυμα, ονομάζεται **ενθαλπία εξουδετέρωσης**.

### **Πώς σχεδιάζουμε ένα πείραμα μέτρησης της ενθαλπίας εξουδετέρωσης $\Delta H_n$ ;**

Σε ανοικτή κωνική φιάλη χωρητικότητας 100mL, προσθέτουμε 20 mL διαλύματος HCl 0,5 M, τα μολτου οποίου θα προσδιορίσουμε.

Μετράμε την αρχική θερμοκρασία και στη συνέχεια προσθέτουμε σταδιακά, διάλυμα NaOH 0,5M μέχρι την πλήρη εξουδετέρωση του HCl.

Με την βοήθεια κατάλληλου δείκτη, προσδιορίζουμε, το τέλος της εξουδετέρωσης: Χρησιμοποιούμε **δείκτη φαινολοφθαλεΐνη**, αφού η αλλαγή χρώματος, από άχρωμο σε ροζ, του συγκεκριμένου δείκτη, γίνεται σε μια περιοχή τιμών του pH, όπου έχει επιτευχθεί πλήρης εξουδετέρωση των mol του HCl από τα mol της βάσης (ισοδύναμο σημείο) και υπάρχει περίσσεια βάσης NaOH.

Καταγράφουμε την τελική θερμοκρασία του διαλύματος.

Στην συνέχεια υπολογίζουμε με τον ηλεκτρονικό ζυγό την μάζα του **διαλύματος  $m_1$** .

Με χρήση του νόμου της θερμιδομετρίας,  $Q = m_1 \cdot c \cdot \Delta\theta$  προσδιορίζουμε τη θερμότητα που εκλύεται, κατά την αντίδραση x mol του HCl, με αντίστοιχα x mol NaOH.

Τέλος κάνουμε αναγωγή, της θερμότητας Q (KJ) σε 1mol και υπολογίζουμε την  **$\Delta H_n$  του συστήματος**.

## **ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1**

### **Πειραματική διαδικασία**

<b>ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΟΡΓΑΝΑ</b>	<b>ΥΛΙΚΑ</b>
Ζυγός με ακρίβεια 0,1g	Διάλυμα NaOH 0,5M
Κωνική φιάλη 100mL	Διάλυμα HCl 1M
Ογκομετρικός κύλινδρος 50mL.	Δείκτης Φαινολοφθαλεΐνη
Υδροβολέας με αποσταγμένο νερό.	
Ψηφιακό θερμόμετρο	
Αριθμομηχανή, Μολύβι, στυλό	
Χαρτί κουζίνας, Προστατευτικά γυαλιά, πλαστικά γάντια	

**Προσοχή:** Αποφεύγουμε την επαφή με τα διαλύματα οξέος και βάσης. Κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων, φοράμε προστατευτικά γυαλιά και γάντια. Αν έρθουμε σε επαφή με οξύ ή βάση, ξεπλένουμε με νερό βρύσης.

#### **Πείραμα 1A:**

Ζυγίζουμε την **κενή κωνική φιάλη** :  $m = \dots\dots\dots(g)$

#### **Παρασκευή διαλύματος HCl 0,5M**

1. Διαθέτουμε διάλυμα HCl 1M.
2. Υπολογίζουμε τον όγκο  $V_1$  του διαλύματος HCl 1M που χρειάζεται για να παρασκευάσουμε 20 mL διαλύματος HCl 0,5M με αραιώση.
- 3.

Υπολογισμοί :  $\dots\dots\dots$

$V_1 = \underline{\quad} \text{ mL}$

Αποθέτουμε τα 20mL από το διάλυμα που παρασκευάσαμε στην κωνική φιάλη των 100mL.

Ξεπλένουμε τον ογκομετρικό κύλινδρο.

- Με το θερμόμετρο υπολογίζουμε και καταγράφουμε την **αρχική θερμοκρασία**  $\theta_{\text{αρχ}}$  του διαλύματος HCl:

$\theta_{\text{αρχ}} = \dots\dots\dots^{\circ}\text{C}$

**Ξεπλένουμε και στεγνώνουμε το θερμόμετρο με χαρτί κουζίνας!!**

### **Πείραμα 1B**

**Πραγματοποίηση αντίδρασης εξουδετέρωσης :**

Προσθέτουμε στην κωνική φιάλη 3-4 σταγόνες διαλύματος **δείκτη φαινολοφθαλεΐνης**.

- Προσθέτουμε σταδιακά **σταγόνες NaOH 0,5M** από το φιαλίδιο, με την αντίστοιχη ετικέτα και αναδεύουμε συνεχώς.

**Όταν το χρώμα του διαλύματος γίνει ροζ**, προσθέτουμε ακόμα 2-3 σταγόνες διαλύματος NaOH (ώστε το διάλυμα NaOH να βρίσκεται σε περίσσεια).

- Με το θερμόμετρο καταγράφουμε την **τελική τιμή θερμοκρασίας**  $\theta_{\text{τελ}}$  του διαλύματος :

$\theta_{\text{τελ}} = \dots\dots\dots^{\circ}\text{C}$

**Ξεπλένουμε και στεγνώνουμε το θερμόμετρο με χαρτί κουζίνας!**

- Υπολογίζουμε την **μεταβολή στην θερμοκρασία** του χημικού συστήματος **αντιδρώντων-προϊόντων**:

$\Delta\theta = \dots\dots\dots^{\circ}\text{C}$

Ζυγίζουμε την **κωνική φιάλη με το περιεχόμενο διάλυμα** και υπολογίζουμε την μάζα M [δοχείου και διαλύματος]:

**M = .....(g)**

Υπολογίζουμε την **μάζα του διαλύματος** :

**m<sub>1</sub> = .....(g)**

Από τον τύπο της θερμιδομετρίας υπολογίζουμε την **Θερμότητα που εκλύεται** κατά την αντίδραση εξουδετέρωσης HCl από NaOH:

$$Q = m_1 \cdot c \cdot \Delta\theta = \dots\dots\dots \text{ (kJ)}$$

Όπου  $c = 4,2\text{J/g} \cdot \text{C} = 4200\text{J/Kg} \cdot \text{C}$

Με την βοήθεια του ποσού της θερμότητας Q υπολογίζουμε την **μεταβολή της ενθαλπίας εξουδετέρωσης  $\Delta H_n$** :

$$\Delta H_n = \text{_____ KJ/mol}$$

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

Στο 2<sup>ο</sup> μέρος της εργαστηριακής άσκησης, θα σχεδιάσετε και θα εκτελέσετε, πείραμα ποιοτικής ανίχνευσης, χημικών ουσιών με την χρήση:

α) δείκτη μπλέ της βρωμοθυμόλης, β) πεχαμετρικού χαρτιού γ) αντιδραστηρίου  $Pb(NO_3)_2$

Απαιτούμενα όργανα	Απαιτούμενα αντιδραστήρια
Στατώ με 5αριθμημένους δοκιμαστικούς σωλήνες	$Pb(NO_3)_2$ 0,1M αντιδραστήριο ανίχνευσης <b>Δείκτης</b> μπλε της βρωμοθυμόλης 0,1% w/w
ρΗμετρικό χαρτί - χρωματική κλίμακα pH	

- Για κάθε ανίχνευση, χρησιμοποιήστε περίπου 20 σταγόνες από το υπο εξέταση διάλυμα και 2 έως 3 σταγόνες από το αντιδραστήριο ανίχνευσης
- Χρησιμοποιήστε γυαλιά και γάντια, για την προστασία των ματιών και του δέρματος

Η διαδικασία ποιοτικής ανάλυσης θα γίνει με:

- i) Προσδιορισμό, κατά προσέγγιση, του pH των διαλυμάτων
- ii) Με πραγματοποίηση χημικών αντιδράσεων, που οδηγούν στο σχηματισμό ιζημάτων με χαρακτηριστικό χρώμα.

**Οι ουσίες που καλείστε να ταυτοποιήσετε, μέσα από τις χημικές ιδιότητες των διαλυμάτων τους, είναι**

**Απιοντισμένο  $H_2O$  - KI - NaOH - HCl- $CH_3COOH$  αραιό**

- **Ο δείκτης μπλε της βρωμοθυμόλης** χρωματίζεται **πράσινος** στα διαλύματα με τιμή pH κοντά στο 7, **μπλέ** στα αλκαλικά και **κίτρινος** στα όξινα.
- **Τα κατιόντα Μολύβδου ( $Pb^{+2}$ )** είναι άχρωμα στα διαλύματά τους και σχηματίζουν χαρακτηριστικό κίτρινο ίζημα με τα ιόντα Ιωδίου ( $I^-$ )

### Πειραματική διαδικασία

- Στους αριθμημένους σωλήνες, που βρίσκονται στο στατώ, **ρίξτε** περίπου 20 σταγόνες από το κάθε διάλυμα Α, Β, Γ, Δ και Ε.
- Προσθέστε 2-3 σταγόνες δείκτη μπλε της βρωμοθυμόλης, σε όλα τα διαλύματα.
- Χαρακτηρίστε τα διαλύματα ως όξινα-βασικά ή ουδέτερα, **με κριτήριο το pH** τους και συμπληρώστε την **2<sup>η</sup> και την 3<sup>η</sup> στήλη** του ΠΙΝΑΚΑ Α.
- Συνεχίστε την ποιοτική ανίχνευση, με το **pH μετρικό χαρτί** που σας δίνεται.
- Στην περίπτωση **καταβύθισης ιζήματος**, συμπληρώστε την **4<sup>η</sup> στήλη** του ΠΙΝΑΚΑ Α.

ii) Περιγράψτε συνοπτικά, τις μεθόδους ανάλυσης που θα ακολουθήσετε, προκειμένου να πετύχετε την ταυτοποίηση της κάθε μιας από τις ουσίες Α, Β, Γ, Δ και Ε.

.....

.....

.....

### ΠΙΝΑΚΑΣ Α

<b>Δοχεία</b>	<b>Χρώμα δείκτη</b>	<b>Χαρακτηρισμός του είδους του διαλύματος (όξινο-βασικό ή ουδέτερο)</b>	<b>Παρατηρήσεις για χρώματα διαλυμάτων και ιζημάτων - Χημικοί τύποι ιζημάτων</b>	<b>Ταυτοποιημένη Ουσία - Χημικός τύπος</b>
Δοχείο Α				
Δοχείο Β				
Δοχείο Γ				
Δοχείο Δ				
Δοχείο Ε				

**ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ****ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1**

	<b>ΜΟΝΑΔΕΣ</b>	
Υπολογισμός του απαιτούμενου όγκου διαλύματος HCl 1M για την παρασκευή των απαιτούμενων διαλυμάτων	4	
Μέτρηση μάζας m	3	
Μέτρηση μάζας M	3	
Μέτρηση μάζας $m_1 = M - m$	4	
Καταγραφή τιμών αρχικής - τελικής θερμοκρασίας και μεταβολής της θερμοκρασίας	0-8 (2x2) και (1x4)	
Υπολογισμός της θερμότητας αντίδρασης Q	9	
Υπολογισμός mol αντίδρασης	6	
Υπολογισμός Ενθαλπίας εξουδετέρωσης ΔH	11	
Απόκλιση τιμής ΔH , από την τιμή αναφοράς 57,1kJ/mol Από 50-57 , 6 μόρια, από 45-50 4 μόρια, για <45 2 μόρια, για >57, 2 μόρια.	2-6	
<b>ΣΥΝΟΛΟ 1<sup>ο</sup> :</b>	<b>54</b>	

**ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΙΟΝΤΩΝ - ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2**

	<b>ΜΟΝΑΔΕΣ</b>	
Περιγραφή διαδικασίας	4	
Συμπλήρωση 3 <sup>ης</sup> στήλης ΠΙΝΑΚΑ Α	0-5	
Χαρακτηριστικά (χρώμα) και αναγραφή Χημικών Τύπων ιζημάτων (1X3=3 μ.)	3	
Ταυτοποίηση οξέων με pHμετρικό χαρτί	4	
Σωστή αντιστοίχιση χημικών ουσιών- Φιαλιδίων (5X4=20μ.)	0-20	
<b>ΣΥΝΟΛΟ 2<sup>ο</sup> :</b>	<b>36</b>	

**ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΕΞΙΟΤΗΤΑΣ ΠΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΕΤΑΙ ΝΑ ΑΞΙΟΛΟΓΟΥΝ ΟΙ ΕΠΙΤΗΡΗΤΕΣ:  
(ΜΕΓΙΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΡΙΩΝ 5 X 2 = 10)**

1) Ορθή ανάγνωση στάθμης πλήρωσης ογκομετρικού κυλίνδρου

Παρασκευή διαλύματος HCl 0,5M, με αραίωση

προσθήκη λίγων σταγόνων δείκτη

2) Σωστή ανάδευση κωνικής φιάλης κατά την εξουδετέρωση.

3) Επιλογή κατάλληλου οργάνου μέτρησης όγκου ( ογκομετρικός κύλινδρος 10 mLγια λήψη αρχικού όγκου HCl 1M)

4) Αντικανονικές ενέργειες όπως: επαφή ουσιών με γυμνά χέρια, χρησιμοποίηση νερού βρύσης αντί απιοντισμένου, παράλειψη καθαρισμού θερμομέτρων

5) Χρήση μικρών ποσοτήτων (περίπου 20 σταγόνες = 1mL) στους σωλήνες και προσθήκη λίγων σταγόνων αντιδραστηρίων ανίχνευσης.

Ορθή χρήση pH μετρικού χαρτιού

Σωστή και γρήγορη επανατοποθέτηση των καπακιών των σταγονομετρικών φιαλών χωρίς να μπερδεύονται μεταξύ τους.

Κριτήριο 1	Κριτήριο 2	Κριτήριο 3	Κριτήριο 4	Κριτήριο 5	ΣΥΝΟΛΟ 3 <sup>ο</sup>

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΟΜΑΔΑΣ		
ΣΥΝΟΛΟ 1 <sup>ο</sup>	(54 μόρια)	
ΣΥΝΟΛΟ 2 <sup>ο</sup>	(36 μόρια)	
ΣΥΝΟΛΟ 3 <sup>ο</sup>	(10 μόρια)	
ΣΥΝΟΛΟ	(100 μόρια)	