ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΚΕΝΤΡΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα Φυσικών Επιστημών 2013-2014
Τοπικός διαγωνισμός στη Χημεία

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 αραίωσης**
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

Α) 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 (Δθ) του διαλύματος σύμφωνα με την εξίσωση της θερμιδομετρίας:

$$\mathbf{Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta} \qquad (1)$$

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

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

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 (ΔΗ) του συστήματος**:

$$\mathbf{\Delta H = Q} \qquad (2)$$

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 ΔH_n =57,1 KJ ενέργειας με τη μορφή θερμότητας:

$$\mathbf{(H^+ + Cl^-)_{aq} + (Na^+ + OH^-)_{aq} \rightarrow Na^+{}_{aq} + Cl^-{}_{aq} + H_2O}$$
$$\mathbf{\Delta H_n = -57,1\ KJ} \qquad (3)$$

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

Πώς σχεδιάζουμε ένα πείραμα μέτρησης της ενθαλπίας εξουδετέρωσης ΔH_n ;

Σε ανοικτή κωνική φιάλη χωρητικότητας 100mL, προσθέτουμε 20 mL διαλύματος HCl 0,5 M, τα moltου οποίου θα προσδιορίσουμε.
Μετράμε την αρχική θερμοκρασία και στη συνέχεια προσθέτουμε σταδιακά, διάλυμα NaOH 0,5Mμέχρι την πλήρη εξουδετέρωση του HCl.
Με την βοήθεια κατάλληλου δείκτη, προσδιορίζουμε, το τέλος της εξουδετέρωσης: Χρησιμοποιούμε **δείκτη φαινολοφθαλεϊνη**, 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 moltης 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, $\mathbf{Q = m_1 \cdot c \cdot \Delta\theta}$ 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 **ΔH_n του συστήματος**.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

Πειραματική διαδικασία

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΟΡΓΑΝΑ	ΥΛΙΚΑ
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	

<u>Προσοχή</u>: 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 1Α:
Ζυγίζουμε την **κενή κωνική φιάλη : m= ……(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 παρασκευάσουμε20 mL διαλύματος HCl 0,5M με αραίωση.
3. <u>Υπολογισμοί</u> : ……

V_1=____ 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 $\theta_{\alpha\rho\chi.}$** του διαλύματος HCl:

$\theta_{\alpha\rho\chi.}$=……^{0}C

Ξεπλένουμε και στεγνώνουμε το θερμόμετρο με χαρτί κουζίνας!!

<u>Πείραμα 1Β</u>

Πραγματοποίηση αντίδρασης εξουδετέρωσης :

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

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

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

- Με το θερμόμετρο καταγράφουμε την **τελική τιμή θερμοκρασίας $\theta_{\tau\varepsilon\lambda.}$** του διαλύματος :

$\theta_{\tau\varepsilon\lambda}$=……^{0}C

Ξεπλένουμε και στεγνώνουμε το θερμόμετρο με χαρτί κουζίνας!

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

Δθ= ……^{0}C

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

Μ= ……..(**g)**

Υπολογίζουμε την **μάζα του διαλύματος :**

m_1 =……**(g)**

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

$$\mathbf{Q} = m_1 \cdot \mathbf{c} \cdot \mathbf{\Delta\theta} = \ldots\ldots\ldots (\mathbf{kJ})$$

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

Με την βοήθεια του ποσού της Θερμότητας Q,υπολογίζουμε την **μεταβολή της ενθαλπίας εξουδετέρωσης ΔH_n:**

$$\Delta H_n = _____\ KJ/mol$$

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΚΦΕ ΑΧΑΡΝΩΝ

$m = 51,9g$

$\theta_{\alpha\rho\chi.} = 16,4^{o}C$

$\theta_{\tau\varepsilon\lambda.} = 19,3^{o}C$

$\Delta\theta = 2,9^{o}C$

μάζα : κωνικής + δ / τος

$M = 97,1g$

ΜΑΖΑ – ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ

$m_1 = 97,1 - 51,9 = 45,2g$

ΕΚΛΥΟΜΕΝΗ – ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

$$Q = m_1 \cdot c \cdot \Delta\theta = 45,2 \cdot (4,2) \cdot (2,9)\left[g \cdot \left(\frac{J}{g \cdot {}^{o}C}\right) \cdot {}^{o}C\right]$$

$Q = 550,5J$

$$\boxed{Q = 550,5J}$$

$$\Delta H_n = \frac{Q}{n_{HCl}} = \frac{Q}{C_{HCl} \cdot V_{HCl}} = \frac{550,54}{0,5 \cdot (20 \cdot 10^{-3})}\left[\frac{J}{mole}\right]$$

$$= \frac{550,54}{10^{-2}}\left[\frac{J}{mole}\right]$$

$$\boxed{\Delta H_n = 55\left[\frac{kJ}{mole}\right]}$$

ΣΧΕΤΙΚΗ % ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΤΙΜΗ ΔH_n=57,1KJ/mol

$$\text{ΑΠΟΚΛΙΣΗ\%} = \frac{\left|\Delta H_n^{\pi\varepsilon\iota\rho} - \Delta H_n^{\theta\varepsilon\omega\rho}\right|}{\Delta H_n^{\theta\varepsilon\omega\rho}}\% = 3,6\%$$