

**ΤΟΠΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΕΚΦΕ ΣΥΡΟΥ για το EUSO 2014****ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΑΘΗΤΩΝ - ΧΗΜΕΙΑ**

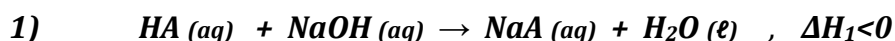
| Μαθητές: | Σχολείο |
|----------|---------|
| 1.       |         |
| 2.       |         |
| 3.       |         |

- 1. ΤΙΤΛΟΔΟΤΗΣΗ ΑΡΑΙΩΜΕΝΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΟΞΙΚΟΥ (ΑΙΘΑΝΙΚΟΥ) ΟΞΕΟΣ**  
**2. ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗΣ ΟΞΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ ΑΠΟ ΙΣΧΥΡΗ ΒΑΣΗ**

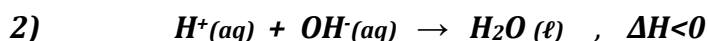
**ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΘΕΩΡΙΑ**

Οι χημικές αντιδράσεις συνήθως συνοδεύονται από ενεργειακές μεταβολές. Σε μία αντίδραση που πραγματοποιείται υπό σταθερή πίεση η μεταβολή της ενθαλπίας του συστήματος  $\Delta H$  ισοδυναμεί με τη θερμότητα  $q$  που εκλύεται ή απορροφάται. Όταν τα προϊόντα έχουν μικρότερη ενθαλπία από τα αντιδρώντα, τότε ελευθερώνεται θερμότητα και η αντίδραση χαρακτηρίζεται ως εξώθερμη ( $\Delta H < 0$ ). Όταν συμβαίνει το αντίστροφο η αντίδραση χαρακτηρίζεται ενδόθερμη ( $\Delta H > 0$ ).

Η αντίδραση εξουδετέρωσης ενός μονοπρωτικού οξέος  $HA$  από  $NaOH$  είναι **εξώθερμη** και μπορεί να παρασταθεί από τη θερμοχημική εξίσωση



Αν το οξύ  $HA$  είναι ένα ισχυρό οξύ, η ενθαλπία  $\Delta H_1$  της παραπάνω αντίδρασης είναι η ενθαλπία της αντίδρασης



Αν το οξύ  $HA$  είναι ασθενές, όπως για παράδειγμα το οξικό οξύ ( $CH_3COOH$ ), μόνο ένα μικρό μέρος των μορίων του βρίσκεται με τη μορφή ιόντων ( $H^+$ ,  $A^-$ ), οπότε ένα μέρος από την ενέργεια που απελευθερώνεται από την εξουδετέρωση του συνόλου των  $H^+$  του έχει προηγουμένως χρησιμοποιηθεί για τον ιοντισμό των υπόλοιπων μορίων του οξέος. Στην περίπτωση αυτή ισχύει η σχέση  $|\Delta H_1| < |\Delta H|$ .

Το ποσό θερμότητας που ελευθερώνεται σε μία αντίδραση μπορεί να μετρηθεί με ένα θερμιδομέτρο και να υπολογιστεί η ενθαλπία της αντίδρασης. Η θερμότητα που απελευθερώνεται από την αντίδραση απορροφάται από το νερό του θερμιδομέτρου και το ίδιο το όργανο. Έτσι η εξίσωση που χρησιμοποιείται στην εφαρμογή αυτή είναι η εξίσωση της θερμιδομετρίας  $q = (m \cdot c + C)\Delta\theta$  (3)

**q:** θερμότητα που απελευθερώνεται από την αντίδραση και απορροφάται από το νερό του θερμιδομέτρου & το θερμιδομέτρο  
**m:** μάζα νερού του θερμιδομέτρου  
**c:** ειδική θερμοχωρητικότητα νερού  
**C:** θερμοχωρητικότητα θερμιδομέτρου  
**Δθ:** μεταβολή θερμοκρασίας νερού & θερμιδομέτρου

Στην περίπτωση της εξουδετέρωσης το ίδιο το διάλυμα απορροφά εκλυόμενη θερμότητα (δεν υπάρχει νερό στο θερμοδόμετρο) και η θερμοκρασία του αυξάνεται, οπότε και πάλι χρησιμοποιείται η σχέση (3).

Τα θερμοδόμετρα είναι όργανα υψηλής ακρίβειας. Για χαμηλότερες απαιτήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα θερμοδόμετρα τύπου πλαστικού κυπέλλου (coffee-cup) με καπάκι από φελλό, στα οποία μπορούν να προσαρμοστούν θερμοόμετρο και χωνί διήθησης (βλ. εικόνα).



Στην άσκηση που ακολουθεί καλείστε να υπολογίσετε την ενθαλπία εξουδετέρωσης ΔΗη του οξικού (αιθανικού) οξέος από NaOH, αφού πρώτα υπολογίσετε τη συγκέντρωση διαλύματός του. Η συγκέντρωση θα υπολογιστεί με ογκομέτρηση ενός διαλύματος που θα προκύψει από αραιώση του αρχικού διαλύματος του οξικού οξέος.

**ΑΣΚΗΣΗ 1η - ΤΙΤΛΟΔΟΤΗΣΗ ΑΡΑΙΩΜΕΝΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΟΞΙΚΟΥ (ΑΙΘΑΝΙΚΟΥ) ΟΞΕΟΣ με διάλυμα NaOH 0,1M**

**A)** Να αραιώσετε, σε συγκέντρωση ίση με το **1/10 της αρχικής**, το διάλυμα οξικού οξέος (CH<sub>3</sub>COOH) που βρίσκεται στον πάγκο σας (**άγνωστο** διάλυμα), έτσι ώστε να παρασκευάσετε **100 ml** αραιωμένου διαλύματος.

| Απαιτούμενα όργανα              | Απαιτούμενα αντιδραστήρια                          |
|---------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1. Σιφώνι πλήρωσης των 10 ml    | 1. Διάλυμα CH <sub>3</sub> COOH ( <b>άγνωστο</b> ) |
| 2. Πουάρ                        | 2. Απιονισμένο νερό                                |
| 3. Ογκομετρική φιάλη των 100 ml |                                                    |

**Υπολογισμός όγκου αρχικού διαλύματος CH<sub>3</sub>COOH (άγνωστου) που θα αραιωθεί:**

.....

.....

.....

**Όγκος αρχικού διαλύματος CH<sub>3</sub>COOH (άγνωστο) : ..... mL**

**B) Τιτλοδότηση του αραιωμένου διαλύματος  $\text{CH}_3\text{COOH}$  με το διάλυμα  $\text{NaOH}$  0,1 M**

| Απαιτούμενα όργανα                  | Απαιτούμενα αντιδραστήρια                                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Χωνί μετάγγισης                  | 1. Το διάλυμα $\text{NaOH}$ 0,1M                                              |
| 2. Σιφώνι πλήρωσης των 10 ml        | 2. Το <b>αραιωμένο</b> διάλυμα του $\text{CH}_3\text{COOH}$ που παρασκευάσατε |
| 3. Προχοΐδα                         | 3. Απιονισμένο νερό                                                           |
| 4. Κωνική φιάλη των 250ml           | 4. Φαινολοφθαλεΐνη                                                            |
| 5. Ογκομετρικός κύλινδρος των 100ml |                                                                               |
| 6. Μαγνητικός αναδευτήρας           |                                                                               |

**ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ**

- Προσθέστε με τη βοήθεια του χωνιού το διάλυμα  $\text{NaOH}$  0,1 M στην προχοΐδα.
- Προσθέστε με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια 10 ml αραιωμένου διαλύματος  $\text{CH}_3\text{COOH}$  στην κωνική φιάλη των 250ml. Προσθέστε επιπλέον περίπου 20 ml απιονισμένου νερού και τέλος **προσθέστε και τρεις σταγόνες διαλύματος φαινολοφθαλεΐνης.**
- Για να φαίνεται καλλίτερα το χρώμα τοποθετήστε μία λευκή σελίδα χαρτιού κάτω από την κωνική φιάλη.
- Τιτλοδοτήστε το **αραιωμένο** διάλυμα του  $\text{CH}_3\text{COOH}$ :
- Προσθέστε αρχικά με γρήγορο στάγδην και κατόπιν σταγόνα - σταγόνα το διάλυμα  $\text{NaOH}$  από την προχοΐδα, έως ότου εμφανιστεί το χαρακτηριστικό ροζ - απαλό φούξια χρώμα της φαινολοφθαλεΐνης.
- Κατά την προσθήκη του  $\text{NaOH}$  αναδεύετε έντονα την κωνική φιάλη. Μπορείτε για το λόγο αυτό να χρησιμοποιήσετε και το μαγνητικό αναδευτήρα.
- Προσέξτε ότι αρχικά το χρώμα εμφανίζεται και εξαφανίζεται. Θα πρέπει να σταματήσετε την τιτλοδότηση όταν εμφανιστεί μόνιμα (τουλάχιστον 30'') το ροζ - απαλό φούξια χρώμα. Προσέξτε να σταματήσετε έγκαιρα, διότι το χρώμα σταθεροποιείται απότομα.
- Να επαναλάβετε την τιτλοδότηση, μόνο αν έχετε αμφιβολίες για τη διαδικασία που ακολουθήσατε.

**Πόσος όγκος  $V_{\text{βάσης}}$  απαιτήθηκε για την εξουδετέρωση του διαλύματος  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;**

$V_{\text{βάσης}} = \dots\dots\dots \text{ mL}$

### Γ) Υπολογισμοί

1. Υπολογίστε τη συγκέντρωση  $C_{\text{αραιό}}$  του αραιωμένου διαλύματος  $\text{CH}_3\text{COOH}$ :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

$$C_{\text{αραιό}} = \dots\dots\dots \text{ M}$$

Κατά συνέπεια η συγκέντρωση του αρχικού (άγνωστου) διαλύματος  $\text{CH}_3\text{COOH}$  είναι:

$$C_{\text{αρχικό}} = \dots\dots\dots \text{ M}$$

### ΑΣΚΗΣΗ 2<sup>η</sup> - ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗΣ ΟΞΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ ΑΠΟ ΙΣΧΥΡΗ ΒΑΣΗ (NaOH)

| Απαιτούμενα όργανα                                                                                             | Απαιτούμενα αντιδραστήρια                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1. Πλαστικό κύπελλο (θερμιδόμετρο τύπου coffee-cup) με καπάκι από φελλό που φέρει θερμόμετρο και χωνί διήθησης | 1. Διάλυμα NaOH 1 M.                                 |
| 2. Μαγνητικός αναδευτήρας                                                                                      | 2. Το <b>αρχικό</b> διάλυμα $\text{CH}_3\text{COOH}$ |
| 3. Δύο ογκομετρικοί κύλινδροι των 100mL                                                                        |                                                      |

#### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

- Τοποθετούμε στον ένα ογκομετρικό κύλινδρο 50mL δ.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (**αρχικό** διάλυμα) και στον άλλο 60mL δ. NaOH και αφήνουμε τα δύο διαλύματα να αποκτήσουν σταθερή θερμοκρασία.
- Τοποθετούμε το μαγνητάκι του αναδευτήρα στο πλαστικό κύπελλο και το σκεπάζουμε με το φελλό.
- Προσθέτουμε στο κύπελλο, μέσω του χωνιού, το διάλυμα του  $\text{CH}_3\text{COOH}$  και καταγράφουμε τη θερμοκρασία του.
- Προσθέτουμε στο κύπελλο, μέσω του χωνιού, το διάλυμα του NaOH. Το τελικό διάλυμα αναδεύεται για λίγο με το μαγνητικό αναδευτήρα, και καταγράφεται η μέγιστη θερμοκρασία του.

Ποια είναι η μεταβολή της θερμοκρασίας των διαλυμάτων κατά την αντίδραση εξουδετέρωσης;

$\Delta\theta = \dots\dots\dots$  °C

Να υπολογίσετε τη θερμότητα που απελευθερώθηκε κατά την εξουδετέρωση. Να θεωρήσετε ότι το κύπελλο και ο μαγνήτης δεν απορροφούν θερμότητα και ότι η ειδική θερμοχωρητικότητα του διαλύματος είναι ίση με αυτή του νερού ( $c_s = 4,18 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{grad}^{-1}$ ). Για το διάλυμα  $\rho_s = 1 \text{ g/mL}$

.....  
.....

$q = \dots\dots\dots$  Joule

Να υπολογίσετε την ενθαλπία εξουδετέρωσης  $\Delta H_n$  του  $\text{CH}_3\text{COOH}$  από το  $\text{NaOH}$

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

$\Delta H_n = \dots\dots\dots$

Αν θεωρήσουμε ότι η ενθαλπία της αντίδρασης 2) (βλέπε ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΘΕΩΡΙΑ) είναι  $\Delta H = -57,1 \text{ kJ}$ , να υπολογίσετε την ενέργεια που απαιτείται για τον ιοντισμό του  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (εκείνης της ποσότητας που δεν ιοντίζεται από μία αρχική ποσότητα 1 mol)

.....

$E = \dots\dots\dots$  Joule

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΣΚΗΣΗΣ (Αφορά την επιτροπή)**

|                  |                                                                        |                                                                           |            |
|------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Άσκηση 1:</b> | <b>A)</b>                                                              | Εκτέλεση αραίωσης:                                                        | 13         |
|                  |                                                                        | Υπολογισμοί αραίωσης:                                                     | 5          |
|                  | <b>B)</b>                                                              | Εκτέλεση ογκομέτρησης:                                                    | 20         |
|                  |                                                                        | Υπολογισμός συγκέντρωσης αραιωμένου διαλύματος $\text{CH}_3\text{COOH}$ : |            |
|                  |                                                                        | Σφάλμα 0-3%                                                               | 15         |
|                  |                                                                        | Σφάλμα 3-5%                                                               | 10         |
| Σφάλμα 5-10%     |                                                                        | 5                                                                         |            |
| Σφάλμα > 10%     | 0                                                                      |                                                                           |            |
|                  | Υπολογισμός αρχικής συγκέντρωσης διαλύματος $\text{CH}_3\text{COOH}$ : | 5                                                                         |            |
| <b>Άσκηση 2:</b> |                                                                        | Εκτέλεση άσκησης:                                                         | 12         |
|                  |                                                                        | Υπολογισμός θερμότητας:                                                   |            |
|                  |                                                                        | Σφάλμα 0-3%                                                               | 10         |
|                  |                                                                        | Σφάλμα 3-5%                                                               | 7          |
|                  |                                                                        | Σφάλμα 5-10%                                                              | 4          |
|                  |                                                                        | Σφάλμα > 10%                                                              | 0          |
|                  | Υπολογισμός ενθαλπίας εξουδετέρωσης:                                   | 15                                                                        |            |
|                  | Υπολογισμός ενθαλπίας ιοντισμού:                                       | 5                                                                         |            |
| <b>ΣΥΝΟΛΟ</b>    |                                                                        |                                                                           | <b>100</b> |