



**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ – EUSO 2011
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΑΘΗΤΩΝ - ΧΗΜΕΙΑ**

Μαθητές:	Σχολείο
1.	
2.	
3.	

1. ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΝΙΟΝΤΩΝ - ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ

**2. ΤΙΤΛΟΔΟΤΗΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ FeSO_4 ΜΕ ΠΡΟΤΥΠΟ ΔΙΑΛΥΜΑ KMnO_4 και
εύρεση της % w/w καθαρότητας άγνωστης ουσίας (ακάθαρτο άλας) σε $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$**

ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΘΕΩΡΙΑ

Η ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα και των εδαφών από βιομηχανικά απόβλητα είναι ένα από τα καίρια περιβαλλοντικά προβλήματα της εποχής μας. Ειδικά η απόρριψη μη επεξεργασμένων, πολλές φορές και τοξικών ή και επικίνδυνων ρύπων, υπό μορφή υγρών αποβλήτων ή και στερεών βιομηχανικών καταλοίπων, είναι μια επικίνδυνη για την υγεία και για τα οικοσυστήματα πρακτική στις βιομηχανικές ζώνες.

Πολλές βιομηχανίες (απορρυπαντικών-καθαριστικών, τροφίμων, οικοδομικών υλικών) χρησιμοποιούν ισχυρά οξέα για επεξεργασία των προϊόντων τους. Άλλες βιομηχανίες (εντομοκτόνων-λιπασμάτων, κλωστουφαντουργικές, μεταλλουργικές, κατασκευής συσσωρευτών, χρωμάτων, κ.ά.) χρησιμοποιούν άλατα μετάλλων και άλατα βαρέων μετάλλων, συνήθως τοξικών και επικίνδυνων για την υγεία και τα οικοσυστήματα.

Έχετε μπροστά σας 5 αραιά διαλύματα άγνωστων ουσιών (Α - Β - Γ - Δ - Ε), που συλλέχθηκαν από περιβαλλοντικούς επιθεωρητές, σε υγρή μορφή, γύρω από 5 βιομηχανικές μονάδες. Η πρώτη - I, βιομηχανία οικιακών καθαριστικών προκαλεί όξινη ρύπανση, λόγω αποβολής διαλύματος γνωστού ισχυρού οξέος. Η δεύτερη - II, βιομηχανία εντομοκτόνων, απορρίπτει απόβλητα διαλύματος άλατος Cu^{+2} . Η τρίτη - III, κατασκευής μπαταριών μολύβδου, απορρίπτει απόβλητα διαλύματος άλατος Pb^{+2} . Η τέταρτη - IV, μεταλλουργία αλουμινίου, απορρίπτει απόβλητα διαλύματος με κατιόντα Al^{+3} και ανιόντα Cl^- . Τέλος, η πέμπτη - V, υφαντουργία με βαφές υφασμάτων, απορρίπτει απόβλητα που περιέχουν κατιόντα Fe^{+2} ή Fe^{+3} και ανιόντα Cl^- ή SO_4^{-2} .

Η ταυτοποίηση χημικών ενώσεων από τις διαφορές που εμφανίζουν μεταξύ τους σε χημικές ή φυσικές ιδιότητες αποτελεί ένα σημαντικό τομέα της αναλυτικής Χημείας. Έτσι, το διαφορετικό pH ή χρώμα ενός διαλύματος, η δημιουργία έγχρωμου ιζήματος ή η έκλυση αερίου, με τα κατάλληλα αντιδραστήρια, αποτελούν κριτήρια ταυτοποίησης ιόντων και ενώσεων (ποιοτική ανάλυση).

Η πρώτη αποστολή σας, ως χημικών αναλυτικού εργαστηρίου, είναι να αντιστοιχήσετε σε ποια βιομηχανική μονάδα (I - II - III - IV - V) αντιστοιχούν τα διαλύματα Α - Β - Γ - Δ - Ε και να βρείτε τους χημικούς τύπους των οξέων και αλάτων στα διαλύματα.

Η δεύτερη αποστολή σας, θα είναι να προσδιορίσετε την καθαρότητα ενός δείγματος (με εμπειρικό όνομα καραμπογιά) και χημικό τύπο $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, ενός άλατος που χρησιμοποιείται ως συστατικό βαφής και το οποίο συλλέχθηκε ως απόβλητο κοντά σε ένα υφαντουργείο.

Τα ιόντα Fe^{2+} είναι δυνατόν να προσδιοριστούν ποσοτικά με οξειδοαναγωγική ογκομέτρηση (μαγγανομετρία), που βασίζεται στην οξείδωση του $Fe^{2+}(aq)$, σε όξινο διάλυμα (παρουσία H_2SO_4), με πρότυπο διάλυμα $KMnO_4$. Το τέλος της αντίδρασης διαπιστώνεται από την αλλαγή του χρώματος του άχρωμου διαλύματος Fe^{2+} . Όταν η αντίδραση τελειώσει, η προσθήκη μιας επιπλέον σταγόνας διαλύματος $KMnO_4$, θα χρωματίσει το άχρωμο διάλυμα σε ρόδινο-ελαφρό ροζ. Σημειώνεται ότι στην μαγγανομετρία, το ίδιο το αντιδρών αποτελεί και δείκτη του τέλους της αντίδρασης.

Όργανα και διατάξεις:

- ✓ Στατώ με 10 μικρούς δοκιμαστικούς σωλήνες
- ✓ 2 Ογκομετρικές φιάλες των 100 mL
- ✓ 1 Σιφώνι πλήρωσης σταθερού όγκου 10 mL
- ✓ 1 Πουάρ τριών βαλβίδων
- ✓ 1 Υδροβολέας με απιοντισμένο νερό
- ✓ 1 κουτί pH μετρικά χαρτιά 0-14 (ανά 1)
- ✓ 1 Χωνί μετάγγισης
- ✓ 1 Ογκομετρικός κύλινδρος των 10mL
- ✓ 1 Ογκομετρικός κύλινδρος των 100mL
- ✓ 1 Προχοΐδα όγκου 50 mL
- ✓ 1 Κωνική φιάλη των 250 mL
- ✓ 2 Ποτήρια ζέσης των 250 mL
- ✓ 15 Ετικέτες αυτοκόλλητες μικρές

Χημικά αντιδραστήρια:

- ✓ 5 πλαστικά σταγονομετρικά φιαλίδια με άγνωστα υγρά απόβλητα 5 βιομηχανιών, σε συγκεντρώσεις ακίνδυνες για την υγεία: (1 με διάλυμα οξέος και 4 με άλατα μετάλλων)
- ✓ Άγνωστης καθαρότητας άλας $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, υπό μορφή διαλύματος
- ✓ Πρότυπο διάλυμα συγκέντρωσης 0,009 M $KMnO_4$ - Υπερμαγγανικό Κάλιο
- ✓ Διάλυμα συγκέντρωσης 1M H_2SO_4
- ✓ Αντιδραστήριο $AgNO_3$ (Ανίχνευσης ανιόντων αλογόνων)
- ✓ Αντιδραστήριο $BaCl_2$ (Ανίχνευσης Θεϊκών ανιόντων)
- ✓ Αντιδραστήριο KI (Ανίχνευσης κατιόντων Pb)
- ✓ Αντιδραστήριο $NaOH$ (Ανίχνευσης κατιόντων μετάλλων: Cu^{2+} , Al^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+})
- ✓ Απιοντισμένο νερό

ΑΣΚΗΣΗ 1^η - ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΝΙΟΝΤΩΝ και ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ

Απαιτούμενα όργανα	Απαιτούμενα αντιδραστήρια
1. Στατώ δοκιμαστικών σωλήνων και 10 δοκιμαστικοί σωλήνες	1. Αντιδραστήριο ανίχνευσης Cl^- , Αντιδραστήριο ανίχνευσης SO_4^{2-} , Αντιδραστήριο ανίχνευσης Pb^{2+} , Αντιδραστήριο ανίχνευσης Cu^{2+} , Al^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+}
2. πεχαμετρικά χαρτιά	2. Άγνωστα διαλύματα Α, Β, Γ, Δ, Ε

Η πρώτη αποστολή σας είναι να αντιστοιχήσετε σε ποια βιομηχανική μονάδα (I - II - III - IV - V) αντιστοιχούν τα διαλύματα A - B - Γ - Δ - E και να βρείτε τους χημικούς τύπους των αντιδραστηρίων που περιέχονται στα σταγονομετρικά φιαλίδια.

Με πεχαμέτρηση μπορείτε να βρείτε το σταγονομετρικό φιαλίδιο που περιέχει το ισχυρό οξύ (ψάχνετε το αντιδραστήριο με το μικρότερο pH).

Ακολουθώντας η ποιοτική ανάλυση, δηλαδή το χρώμα του διαλύματος ή/και η καταβύθιση έγχρωμων χαρακτηριστικών ιζημάτων, θα σας οδηγήσει στην ταυτοποίηση κατιόντων και ανιόντων, άρα και στον προσδιορισμό των χημικών τύπων των ενώσεων.

Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι:

- Τα ανιόντα Χλωρίου (Cl^-) σχηματίζουν λευκό ίζημα με κατιόντα Αργύρου (Ag^+),
- Τα Θειϊκά ιόντα (SO_4^{2-}) σχηματίζουν λευκό ίζημα με τα κατιόντα Βαρίου (Ba^{2+}),
- Τα κατιόντα Μολύβδου (Pb^{2+}) σχηματίζουν έντονο κίτρινο ίζημα με τα ιόντα Ιωδίου (I^-)
- Τα κατιόντα Χαλκού (Cu^{2+}) είναι γαλάζια στα διαλύματά τους και σχηματίζουν γαλάζιο-μπλέ κολλοειδές ίζημα με τα ιόντα Υδροξυλίου (OH^-)
- Τα κατιόντα Αργιλίου (Al^{3+}) σχηματίζουν λευκό ίζημα με τα ιόντα Υδροξυλίου (OH^-), το οποίο επαναδιαλύεται όμως σε περίσσεια βάσης
- Τα κατιόντα του Σιδήρου (Fe^{2+}) σχηματίζουν πράσινο κολλοειδές ίζημα με τα ιόντα Υδροξυλίου (OH^-), ενώ τα κατιόντα του Σιδήρου (Fe^{3+}) σχηματίζουν κεραμιδί κολλοειδές ίζημα με τα ιόντα Υδροξυλίου (OH^-)

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

A. Χρησιμοποιήστε ετικέτες για τους δοκιμαστικούς σωλήνες και μην μπερδεύετε τα καπάκια των σταγονομετρικών φιαλιδίων.

B. Για κάθε ανίχνευση χρησιμοποιήστε 20 σταγόνες από το προς εξέταση διάλυμα και λίγες σταγόνες από το κατάλληλο αντιδραστήριο.

Γ. Μην αγγίζετε με γυμνά χέρια τα διαλύματα στα σταγονομετρικά φιαλίδια.

- Πρώτα μετρήστε το pH των διαλυμάτων σας, στάζοντας σταγόνες διαλυμάτων από τα σταγονομετρικά φιαλίδια απευθείας στα χαρτάκια.
- Στο αντιδραστήριο με το χαμηλότερο pH ταυτοποιήστε την ύπαρξη HCl ή H₂SO₄ οξέος.
- Ακολουθώντας, προσδιορίστε το φιαλίδιο που περιέχει τα κατιόντα Cu²⁺ και επιβεβαιώστε την επιλογή με το κατάλληλο αντιδραστήριο ανίχνευσης.
- Κατόπιν προσδιορίστε ποιο από τα εναπομείναντα τρία διαλύματά σας, περιέχει τα ιόντα Pb²⁺.
- Στα δύο εναπομείναντα δείγματα προσδιορίστε ποιο κατιόν περιέχεται σε αυτά, χρησιμοποιώντας το κατάλληλο αντιδραστήριο.
- Τέλος, σε 2 δοκιμαστικούς σωλήνες, στο δείγμα που περιέχει τα ιόντα σιδήρου, προσδιορίστε και το ανιόν που περιέχεται σε αυτό.

Επιλέξτε ποια σταγονομετρικά φιαλίδια (Α-Β-Γ-Δ-Ε) αντιστοιχούν στις 5 βιομηχανίες (I-II-III-IV-V). Τεκμηριώστε σύντομα βάσει των αποτελεσμάτων της ποιοτικής ανάλυσης (πχ. pH, χρώμα διαλύματος, χρώμα και τύπος ιζήματος).

Τέλος, γράψτε τους χημικούς τύπους του οξέος και των αλάτων, αφού προσδιορίσατε και το ανιόν στο δείγμα που περιέχει σίδηρο (στα υπόλοιπα άλατα δίνονται τα ανιόντα στον παρακάτω πίνακα):

1 – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ		
Βιομηχανία (ρύποι)	Φιαλίδιο	Τεκμηρίωση - Παρατηρήσεις - Χημικοί τύποι
I – Οικιακών καθαριστικών <i>Όξινη Ρύπανση</i>		
II - Εντομοκτόνων <i>Ιόντα Cu^{2+} και SO_4^{2-}</i>		
III - Μπαταριών <i>Ιόντα Pb^{2+} και NO_3^-</i>		
IV - Μεταλλουργία <i>Ιόντα Al^{3+} και Cl^-</i>		
V - Υφαντουργία <i>Άλας σιδήρου</i>		

ΑΣΚΗΣΗ 2^η - ΤΙΤΛΟΔΟΤΗΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ FeSO_4 ΜΕ ΠΡΟΤΥΠΟ ΔΙΑΛΥΜΑ KMnO_4 και εύρεση της % w/w καθαρότητας άγνωστης ουσίας (ακάθαρτο άλας) σε $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Δίνεται διάλυμα άγνωστης ουσίας (ακάθαρτο άλας) που περιέχει $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Η περιεκτικότητα του διαλύματος είναι 1,4 w/v σε ακάθαρτο άλας (περιέχει καθαρό $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, αλλά και προσμίξεις που δεν είναι σε μορφή άλατος Fe^{2+})

Να γίνει η τιτλοδότησή του με πρότυπο διάλυμα KMnO_4 και να βρεθεί η % w/w καθαρότητα (περιεκτικότητα) της ουσίας σε $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Οξειδοαναγωγική τιτλοδότηση του διαλύματος που σας δόθηκε χρησιμοποιώντας πρότυπο διάλυμα KMnO_4 συγκέντρωσης $C_{\text{KMnO}_4} = 0,009 \text{ M}$ σε όξινο περιβάλλον.

Τα ιόντα Fe^{2+} είναι δυνατόν να προσδιοριστούν με οξειδοαναγωγική ογκομέτρηση (μαγναομετρία), που βασίζεται στην οξείδωση του $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ σε όξινο διάλυμα, με πρότυπο διάλυμα KMnO_4

Απαιτούμενα όργανα	Απαιτούμενα αντιδραστήρια
1. Σιφόνι πλήρωσης 10 mL	1. Το διάλυμα της άγνωστης ουσίας
2. Πουάρ	2. Πρότυπο διάλυμα 0,009M KMnO_4
3. Χωνί	3. Διάλυμα οξίνισης 1M H_2SO_4
4. Προχοΐδα	4. Απιοντισμένο νερό
5. Κωνική φιάλη 250mL	
6. Ποτήρι ζέσης 250mL	
7. Ογκομετρικοί κύλινδροι 10 και 100mL	

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

- Προσθέστε το διάλυμα 0,009M KMnO_4 στην προχοΐδα.
- Προσθέστε στην κωνική φιάλη, 10 mL από το διάλυμα της άγνωστης ουσίας που σας δόθηκε, με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια. Προσθέστε επιπλέον 5 mL διαλύματος 1M H_2SO_4 με τον ογκομετρικό κύλινδρο των 10 mL. Τέλος, προσθέστε περίπου 30 mL απιοντισμένου νερού.
- Τιτλοδοτήστε το διάλυμα, προσθέτοντας αρχικά με συνεχή ροή και κατόπιν σταγόνα - σταγόνα το διάλυμα KMnO_4 , έως ότου εμφανιστεί το χαρακτηριστικό ροζ χρώμα. Κατά την προσθήκη του KMnO_4 αναδεύετε έντονα την κωνική φιάλη.
- Το τέλος της αντίδρασης διαπιστώνεται από την αλλαγή του χρώματος του διαλύματος. Όταν η αντίδραση τελειώσει, η προσθήκη μιας επιπλέον σταγόνας διαλύματος KMnO_4 θα χρωματίσει το άχρωμο διάλυμα σε απαλό ροζ. Σημειώνεται ότι στην μαγναομετρία, το ίδιο το αντιδρών αποτελεί και δείκτη του τέλους της αντίδρασης. Προσέξτε ότι αρχικά το χρώμα εμφανίζεται και εξαφανίζεται. Θα πρέπει να σταματήσετε την τιτλοδότηση μόνο όταν παραμείνει το απαλό ροζ χρώμα για τουλάχιστον 30 δευτερόλεπτα.
- Σημειώστε τον όγκο του KMnO_4 που καταναλώσατε για την πλήρη οξείδωση των ιόντων Fe^{2+} που περιέχονται στα 10mL του διαλύματος.

Να επαναλάβετε την τιτλοδότηση μόνο αν έχετε αμφιβολίες για τη διαδικασία που ακολουθήσατε

2 - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

2-A) Ο όγκος που απαιτήθηκε για την πλήρη οξειδωση των ιόντων Fe^{2+} είναι :

$$V \text{ KMnO}_4 = \dots\dots\dots \text{ mL} \quad (\acute{\epsilon}\omega\varsigma \ 2 \ \delta\epsilon\kappa\alpha\delta\iota\kappa\acute{\alpha} \ \psi\eta\phi\iota\acute{\alpha})$$

2-B) Επομένως τα mol του οξειδωτικού KMnO_4 είναι

$$n \text{ KMnO}_4 = \dots\dots\dots \times 10^{-3} \text{ mol} \quad (\acute{\epsilon}\omega\varsigma \ 2 \ \delta\epsilon\kappa\alpha\delta\iota\kappa\acute{\alpha} \ \psi\eta\phi\iota\acute{\alpha} \times 10^{-3})$$

2-Γ) Επειδή το αναγωγικό άλας FeSO_4 αντιδρά με το οξειδωτικό KMnO_4 σε όξινο περιβάλλον με την παρακάτω στοιχειομετρική αντίδραση:



Επομένως τα mol του FeSO_4 στην κωνική φιάλη είναι:

$$n \text{ FeSO}_4 = \dots\dots\dots \times 10^{-3} \text{ mol} \quad (\acute{\epsilon}\omega\varsigma \ 2 \ \delta\epsilon\kappa\alpha\delta\iota\kappa\acute{\alpha} \ \psi\eta\phi\iota\acute{\alpha} \times 10^{-3})$$

2-Δ) Η μάζα του καθαρού FeSO_4 ($M_r = 152$) που τιτλοδοτήθηκε είναι:

$$m_{\text{καθαρού}} \text{ FeSO}_4 = \dots\dots\dots \text{ g} \quad (\acute{\epsilon}\omega\varsigma \ 2 \ \delta\epsilon\kappa\alpha\delta\iota\kappa\acute{\alpha} \ \psi\eta\phi\iota\acute{\alpha})$$

2-E) Άρα η αντίστοιχη μάζα του καθαρού ένυδρου άλατος $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ($M_r \text{ H}_2\text{O} = 18$) που τιτλοδοτήθηκε είναι:

$$m_{\text{καθαρού}} \text{ FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} = \dots\dots\dots \text{ g} \quad (\acute{\epsilon}\omega\varsigma \ 2 \ \delta\epsilon\kappa\alpha\delta\iota\kappa\acute{\alpha} \ \psi\eta\phi\iota\acute{\alpha})$$

2-ΣΤ) Γνωρίζοντας ότι:

η % w/w καθαρότητα = $(\text{μάζα καθαής ουσίας} / \text{μάζα ουσίας με προσμίξεις}) \times 100\%$,
καταλήγουμε ότι:

η % w/w καθαρότητα της άγνωστης ουσίας (ακάθαρτο άλας) σε $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ είναι
ίση με

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ (Για τον επιτηρητή-βαθμολογητή)**ΠΡΩΤΗ ΑΣΚΗΣΗ – ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (40 μόρια)**

Σωστή αντιστοίχιση Βιομηχανίας – Διαλυμάτων (5X3)	Τεκμηρίωση – Εύρεση Ιόντων (5X4) + Γραφή Χημικών Τύπων (5X1)
I	
II	
III	
IV	
V	

ΔΕΥΤΕΡΗ ΑΣΚΗΣΗ – ΤΙΤΛΟΔΟΤΗΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ (44 μόρια)

ΘΕΜΑ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ
2-A) (20μόρια) *	* 2-A) (20μόρια)
2-B) (5 μόρια)	Σφάλμα όγκου τιτλοδότησης: Απόκλιση σε mL 0,05-0,10: 20 μόρια Απόκλιση σε mL 0,15-0,20: 15 μόρια Απόκλιση σε mL 0,25-0,30: 10 μόρια Απόκλιση σε mL 0,35-0,40: 5 μόρια Απόκλιση μεγαλύτερη των 0,40 0 μόρια
2-Γ) (5 μόρια)	
2-Δ) (5 μόρια)	
2-E) (5 μόρια)	
2-ΣΤ) (4 μόρια)	

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΕΞΙΟΤΗΤΑΣ ΠΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΕΤΑΙ ΝΑ ΑΞΙΟΛΟΓΟΥΝ ΟΙ ΕΠΙΤΗΡΗΤΕΣ: (ΜΕΓΙΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΡΙΩΝ 4 X 4 = 16)**Ποιοτική Ανάλυση**

1) Πεχαμέτρηση. Χρήση μικρών ποσοτήτων (περίπου 20 σταγόνες = 1mL) στους σωλήνες και προσθήκη λίγων σταγόνων αντιδραστηρίων ανίχνευσης. Τοποθέτηση ετικετών και σωστή και γρήγορη επανατοποθέτηση των καπακίων των σταγονομετρικών φιαλών χωρίς να μπερδεύονται μεταξύ τους.

Τιτλοδότηση διαλύματος

- 2) Ένδειξη πλήρωσης σιφωνίου και ευχέρεια στη χρήση του ελαστικού πουάρ κατά τη λήψη υγρού με το σιφώνιο.
- 3) Ορθή πλήρωση προχοΐδας με χωνάκι, ύπαρξη αέρα στο κάτω άκρο της προχοΐδας, ορθή ένδειξη όγκων, ανάδευση κατά την ογκομέτρηση.
- 4) Επιλογή κατάλληλου οργάνου μέτρησης όγκου (Σιφώνιο και όχι ογκομετρικός κύλινδρος) στο θέμα 2 και λοιπές αντικανονικές ενέργειες π.χ. επαφή ουσιών με γυμνά χέρια, χρησιμοποίηση νερού βρύσης αντί απιοντισμένου κλπ.

Κριτήριο 1	Κριτήριο 2	Κριτήριο 3	Κριτήριο 4	ΣΥΝΟΛΟ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΟΜΑΔΑΣ	
1^η ΑΣΚΗΣΗ (40 μόρια)	
2^η ΑΣΚΗΣΗ (44 μόρια)	
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΕΞΙΟΤΗΤΑ (16 μόρια)	
ΣΥΝΟΛΟ (100 μόρια)	