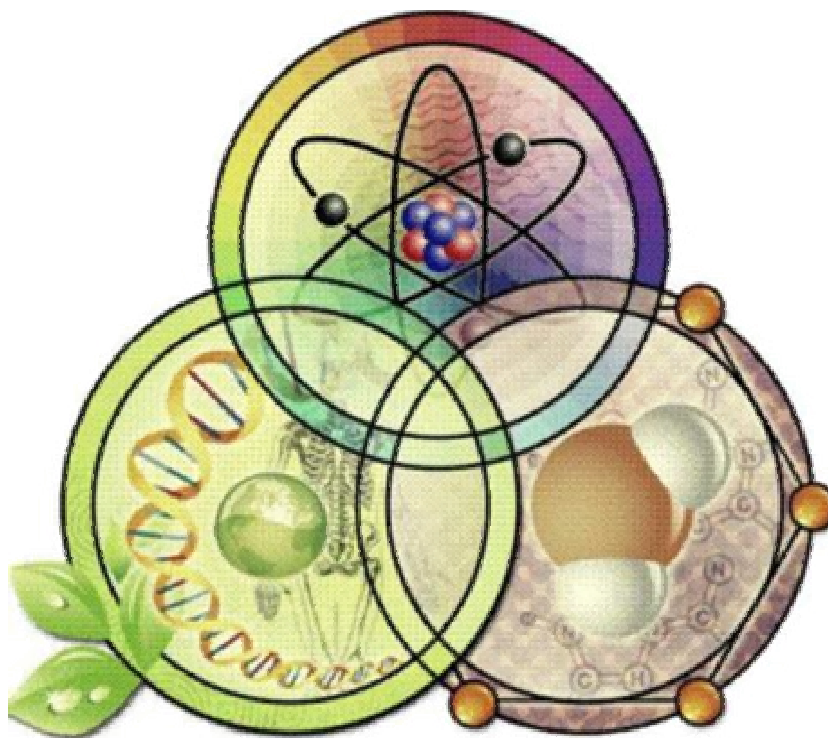


Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός  
για την επιλογή στην 10<sup>η</sup> Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα Επιστημών - EUSO 2012  
Σάββατο 21 Ιανουαρίου 2012

ΧΗΜΕΙΑ



Σχολείο: .....

1) .....

Όνομ/επώνυμα μαθητών: 2) .....

3) .....

## Το Παγκόσμιο Πείραμα για το Διεθνές Έτος Χημείας 2011

### Εισαγωγικές γνώσεις

Με αφορμή το χαρακτηρισμό του 2011 σαν Διεθνές Έτος Χημείας, οι περισσότερες κοινωφελείς και μη κερδοσκοπικές οργανώσεις πρότειναν το Παγκόσμιο Πείραμα για το Νερό. Στο πείραμα αυτό προτείνεται: η έρευνα των παραγόντων που χαρακτηρίζουν την ποιότητα του νερού αλλά και προτάσεις για την προστασία τόσο της ποιότητας όσο και της ποσότητάς του.

Για τον έλεγχο της ποιότητας των νερών και την κατηγοριοποίησή τους σε σχέση με την περιεκτικότητα σε άλατα ή σε μικροοργανισμούς ή σε βαρέα μέταλλα μπορούν να γίνουν μετρήσεις σε πλήθος παραμέτρων. Στις βασικές φυσικοχημικές εξετάσεις συνήθως περιλαμβάνονται οι εξής παράμετροι:

- **Ολική σκληρότητα βασισμένη στις συγκεντρώσεις του Ασβεστίου και του Μαγνησίου**
- Αγωγιμότητα
- Ενεργός οξύτητα (pH)
- Αλκαλικότητα βασισμένη στους υπολογισμούς ολικής αλκαλικότητας και της αλκαλικότητας ηλιανθίνης
- Ολικά, διαλυμένα και αιωρούμενα στερεά
- Περιστασιακά τα χλωροϊόντα, νιτρικά, φωσφορικά κ.ά. Περαιτέρω έρευνα μπορεί να γίνει με την ποιοτική και ποσοτική μέτρηση των "αλάτων", δηλαδή των κατιόντων και των ανιόντων που περιέχονται στο προς ανάλυση δείγμα νερού. Έτσι μπορεί να γίνει εξέταση για τα: 1. Ανιόντα: όξινα ανθρακικά, ανθρακικά, θειικά, Χλωριούχα, φωσφορικά, νιτρικά, νιτρώδη, χρωμικά ή διχρωμικά κλπ, 2. Κατιόντα: Κάλιο, Νάτριο, Μαγνήσιο, Ασβέστιο, αμμωνιακά, κλπ.

- **Ανίχνευση μετάλλων**

Τα τελευταία χρόνια γίνεται λόγος για τα μέταλλα όπως Cu, Fe, Cd, Pb, Zn, Cr και ιδιαίτερα για το εξασθενές χρώμιο  $Cr^{6+}$ , των οποίων η τοξικότητα είναι πολύ μεγάλη, λόγω της συσσωρευτικής δράσης στους οργανισμούς. Το εξασθενές χρώμιο φαίνεται να ευθύνεται για την ανάπτυξη καρκινικών κυττάρων, γι' αυτό έχει γίνει επιβεβλημένη πλέον η εξέταση των νερών για εξασθενές χρώμιο αλλά και όχι μόνο. Τα κύρια μέταλλα που εξετάζονται είναι: Χαλκός, Σίδηρος, Χρώμιο, Μόλυβδος, Κάδμιο, Ψευδάργυρος κ.ά.

**Στο πρώτο μέρος** της εργασίας αυτής θα σχεδιάσετε και θα εκτελέσετε πείραμα ποιοτικής ανάλυσης δειγμάτων νερού που περιέχουν μέταλλα υπό μορφή κατιόντων μολύβδου  $Pb^{2+}$ , ψευδαργύρου  $Zn^{2+}$ , σιδήρου  $Fe^{3+}$ , χρωμίου  $Cr^{3+}$  και υπό μορφή διχρωμικών ανιόντων  $Cr_2O_7^{2-}$  ( $Cr^{6+}$ ).

**Στο δεύτερο μέρος** της εργασίας θα προσδιορίσετε την ολική σκληρότητα του νερού η οποία βασίζεται στις συγκεντρώσεις του Ασβεστίου και του Μαγνησίου. Η σκληρότητα εκφράζει την περιεκτικότητα του νερού σε κατιόντα κυρίως ασβεστίου ( $Ca^{2+}$ ) και μαγνησίου ( $Mg^{2+}$ ).

**ΠΕΙΡΑΜΑ 1: ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΣΤΟ ΝΕΡΟ**

Απαιτούμενα όργανα	Απαιτούμενα αντιδραστήρια
1. Στατώ με 10 δοκιμαστικούς σωλήνες	1. Διάλυμα NaOH - Αντιδραστήριο ανίχνευσης κατιόντων $Pb^{2+}$ , $Zn^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $Cr^{3+}$ και διχρωμικών ανιόντων $Cr_2O_7^{2-}$ ( $Cr^{6+}$ )
	2. Διάλυμα KI - Αντιδραστήριο ανίχνευσης $Pb^{2+}$
	3. Άγνωστα διαλύματα Α, Β, Γ, Δ, Ε

*Η πρώτη αποστολή σας είναι να σχεδιάσετε και να εκτελέσετε πείραμα με το οποίο θα προσδιορίσετε τα μέταλλα που αντιστοιχούν στα διαλύματα Α - Β - Γ - Δ - Ε και να γράψετε τους χημικούς τύπους των ιζημάτων ή των ενώσεων που σχηματίζονται κατά την ποιοτική ανίχνευση.*

Ως γνωστόν η ποιοτική ανάλυση, μπορεί να σας οδηγήσει στην ταυτοποίηση των κατιόντων των μετάλλων και των διχρωμικών ανιόντων, με βάση το χρώμα του αρχικού διαλύματος, της καταβύθισης έγχρωμων χαρακτηριστικών ιζημάτων ή το χρώμα του τελικού διαλύματος.

Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι:

- Τα κατιόντα Μολύβδου ( $Pb^{2+}$ ) είναι άχρωμα στα διαλύματά τους και σχηματίζουν λευκό ίζημα με τα ιόντα Υδροξυλίου ( $OH^-$ ) καθώς και το επίσης χαρακτηριστικό έντονο κίτρινο ίζημα με τα ιόντα Ιωδίου ( $I^-$ )
- Τα κατιόντα Ψευδαργύρου ( $Zn^{2+}$ ) είναι άχρωμα στα διαλύματά τους και σχηματίζουν λευκό ίζημα με τα ιόντα Υδροξυλίου ( $OH^-$ ), το οποίο είναι διαλυτό σε περίσσεια βάσης
- Τα κατιόντα τρισθενούς Χρωμίου ( $Cr^{3+}$ ) είναι πράσινα στα διαλύματά τους και σχηματίζουν γκριζο-πράσινο ίζημα με τα ιόντα Υδροξυλίου ( $OH^-$ ), το οποίο επαναδιαλύεται σε περίσσεια βάσης δίνοντας βαθύ πράσινο διάλυμα
- Τα κατιόντα του Σιδήρου ( $Fe^{3+}$ ) είναι κεραμιδί-πορτοκαλί στα διαλύματά τους και σχηματίζουν κεραμιδί-καφέ κολλοειδές ίζημα με τα ιόντα Υδροξυλίου ( $OH^-$ ) το οποίο παραμένει αδιάλυτο σε περίσσεια βάσης
- Τα διχρωμικά ανιόντα του εξασθενούς Χρωμίου ( $Cr_2O_7^{2-}$ ) είναι πορτοκαλί στα διαλύματά τους και (μέσω χημικής ισορροπίας) αντιδρώντας με τα ιόντα Υδροξυλίου ( $OH^-$ ) σχηματίζουν διαλυτά χρωμικά ανιόντα ( $CrO_4^{2-}$ ), που είναι κίτρινα (λεμονί) στο τελικό διάλυμα

**ΥΠΟΔΕΙΞΕΙΣ**

- A.** Χρησιμοποιήστε ετικέτες για τους δοκιμαστικούς σωλήνες και μην μπερδεύετε τα καπάκια των σταγονομετρικών φιαλιδίων.
- B.** Για κάθε ανίχνευση χρησιμοποιήστε περίπου 20 σταγόνες από το προς εξέταση διάλυμα και 5-6 σταγόνες από το κατάλληλο αντιδραστήριο.
- Γ.** Μην αγγίζετε με γυμνά χέρια τα διαλύματα στα σταγονομετρικά φιαλίδια.



**ΠΕΙΡΑΜΑ 2: ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΗΣ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ**

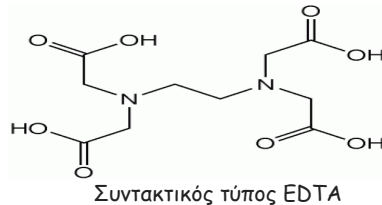
Τα ανθρακικά και τα όξινα ανθρακικά άλατα αυτών των δύο μετάλλων (ασβέστιο και μαγνήσιο) αποτελούν την **παροδική σκληρότητα** του νερού. Η παροδική σκληρότητα ονομάζεται και ανθρακική σκληρότητα και είναι ίση με την ανθρακική αλκαλικότητα. Η παροδική σκληρότητα οφείλεται στα κατιόντα τα οποία απομακρύνονται με το βρασμό του νερού (διαδικασία καταβύθισης, λεβητόλιθος).

Τα χλωριούχα, νιτρικά, θειικά, φωσφορικά, πυριτικά και χουμικά άλατα του ασβεστίου και μαγνησίου αποτελούν την **μόνιμη σκληρότητα** του νερού.

Το άθροισμα των δύο επιμέρους μεγεθών μας δίνει την ολική σκληρότητα. Ισχύει δηλαδή η σχέση :

$$\text{Ολική Σκληρότητα} = \text{Παροδική Σκληρότητα} + \text{Μόνιμη Σκληρότητα}$$

Ο προσδιορισμός της ολικής σκληρότητας γίνεται συμπλοκομετρικά με τη χρήση του πρότυπου αντιδραστήριου EDTA ( Αιθυλενο-Διαμινο-Τετραοξικό Οξύ με μοριακό τύπο  $C_{10}H_{16}N_2O_8$  ) και δείκτη μελανού εριοχρώματος ERIO-T.



Η ολική σκληρότητα μετράται σε διάφορα συστήματα. Οι πιο συνηθισμένες μονάδες μέτρησης είναι οι γερμανικοί βαθμοί ( $^{\circ}d$ ), οι γαλλικοί βαθμοί ( $^{\circ}f$ ) και οι αμερικανικοί (ppm  $CaCO_3$ ).

- 1 γερμανικός βαθμός ( $d^{\circ}$ ) αντιστοιχεί σε 1mg  $CaO/100mL$  δείγματος νερού
- 1 γαλλικός βαθμός ( $f^{\circ}$ ) αντιστοιχεί σε 1mg  $CaCO_3/100mL$  δείγματος νερού
- 1 αμερικάνικος βαθμός (ppm  $CaCO_3$ ) αντιστοιχεί σε 1mg  $CaCO_3/1000mL$  δείγματος νερού

Η στοιχειομετρική αναλογία της αντίδρασης είναι: 1 mol EDTA αντιστοιχεί σε 1 mol  $CaCO_3$  ή σε 1mol  $CaO$ , με:  $Ar(Ca)=40$ ,  $Ar(C)=12$ ,  $Ar(O)=16$ ,  $Ar(N)=14$ ,  $Ar(H)=1$

**Πίνακας με χαρακτηρισμό του νερού σε σχέση με την σκληρότητα:**

Οι τιμές της σκληρότητας του νερού διαφέρουν από τόπο σε τόπο. Στην χώρα μας το νερό χαρακτηρίζεται από ελαφρώς σκληρό νερό ως και πολύ σκληρό νερό. Στον παρακάτω πίνακα μπορείτε να δείτε τον χαρακτηρισμό του νερού με βάση την σκληρότητα του.

Χαρακτηρισμός Νερού	$^{\circ}d$	ppm $CaCO_3$
Πολύ μαλακό νερό	0 - 4	0 - 70
Μαλακό νερό	4 - 8	70 - 150
Ελαφρώς σκληρό νερό	8 - 14	150 - 250
Μέτρια σκληρό νερό	14 - 18	250 - 320
Σκληρό νερό	18 - 24	320 - 420
Πολύ σκληρό νερό	> 24	> 420

Στόχος της παρακάτω άσκησης είναι να προσδιοριστεί η ολική σκληρότητα του δείγματος νερού. Ο προσδιορισμός της ολικής σκληρότητας γίνεται συμπλοκομετρικά με τη χρήση του πρότυπου αντιδραστήριου EDTA ( $C_{10}H_{16}N_2O_8$ ) και δείκτη μελανού εριοχρώματος ERIO-T.

Η άσκηση αυτή αποτελείται από τρεις δραστηριότητες. Στην πρώτη δραστηριότητα παρασκευάζετε (εσείς) το πρότυπο διάλυμα EDTA 0,01M από διάλυμα EDTA 2,92% w/v, στη δεύτερη ογκομετρείτε (εσείς) το δείγμα του νερού (δύο φορές) και στην τρίτη υπολογίζετε τη σκληρότητά του προσδιορίζετε την κατηγορία του δείγματος νερού. Σε κάθε δραστηριότητα συμπληρώνετε το φύλλο αξιολόγησης που ακολουθεί.

**Δραστηριότητα 1<sup>η</sup>. Παρασκευή πρότυπου διαλύματος EDTA 0,01M.**

Στην εν λόγω δραστηριότητα σας δίνονται όλα τα απαραίτητα όργανα και αντιδραστήρια για να παρασκευάσετε το διάλυμα EDTA 0,01M το οποίο και θα φυλάξετε σε πλαστικό φιαλίδιο για να το χρησιμοποιήσετε στον προσδιορισμό της σκληρότητας του δείγματος νερού στις παρακάτω δραστηριότητες. ( $M_r_{EDTA} = 292$ )

Παρεχόμενα όργανα	Παρεχόμενα αντιδραστήρια
1. Σιφώνι 10ml με πουάρ τριών βαλβίδων	1. Διάλυμα EDTA 2,92% w/v
2. Ογκομετρική φιάλη 100ml	2. Απιονισμένο νερό σε υδροβολέα
3. Χωνί	
4. Πλαστικό φιαλίδιο	
5. Υδροβολέας	

**ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ**

**Δραστηριότητα 1<sup>η</sup>: Παρασκευή διαλύματος EDTA 0,01M**

**A.** Περιγράψτε περιληπτικά τη διαδικασία που ακολουθήσατε και τα όργανα που χρησιμοποιήσατε σε κάθε βήμα για την παρασκευή του πρότυπου διαλύματος EDTA 0,01M

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**B.** Υπολογισμοί:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Γ.** Για την παρασκευή του πρότυπου διαλύματος EDTA 0,01M απαιτήθηκαν:

$V_{\delta} = \dots\dots \text{ mL } \delta/\text{τος EDTA } 2,92\% \text{ w/v}$  και  $V_N = \dots\dots \text{ mL νερού}$

**Δραστηριότητα 2<sup>η</sup>: Ογκομετρικός προσδιορισμός σκληρότητας σε δείγμα νερού**

Απαιτούμενα όργανα	Αντιδραστήρια
1. Προχοΐδα σε βάση	1. Πρότυπο διάλυμα EDTA 0,01M
2. Ογκομετρικοί κύλινδροι 10mL & 50ml	2. Ρυθμιστικό διάλυμα pH=10
3. Χωνί	3. Δείκτης ERIΟ-T (κόκκοι)
4. Σπάτουλα	4. Δείγμα νερού προς προσδιορισμό
5. Κωνική φιάλη 250mL	5. pH μετρικά χαρτιά
6. Υδροβολέας	
7. Ποτήρι ζέσης 250 ή 400mL	

**Πειραματική διαδικασία:**

1. Γεμίζουμε την προχοΐδα με πρότυπο διάλυμα EDTA 0,01 M.
2. Στην κωνική φιάλη των 250 mL τοποθετούμε 50 mL από το προς ανάλυση δείγμα νερού.
3. Προσθέτουμε στην κωνική φιάλη 3 mL (περίπου) από το ρυθμιστικό διάλυμα.
4. Επίσης, προσθέτουμε (στην κωνική φιάλη) μερικούς κόκκους (ελάχιστη ποσότητα) δείκτη Erio-T μέχρις ότου το χρώμα του διαλύματος να γίνει βιολετί.
5. Ογκομετρούμε με το πρότυπο διάλυμα EDTA μέχρις ότου αλλάξει το χρώμα του διαλύματος από βιολετί σε μπλε. Προσοχή, δεν σταματάμε στο ενδιάμεσο μώβ χρώμα, αλλά στο μπλε.
6. Ελέγχουμε το pH του διαλύματος (να είναι περίπου 10). Προσθέτουμε 1-2 mL από το ρυθμιστικό διάλυμα και μερικούς κόκκους (ελάχιστη ποσότητα) Erio-T.
7. Αν το χρώμα παραμείνει σταθερό μπλε για 2-3 λεπτά, η ογκομέτρηση έχει τελειώσει. Αν το χρώμα μεταβληθεί σε βιολετί - μωβ, τότε συνεχίζουμε στάγδην την προσθήκη πρότυπου διαλύματος μέχρι το χρώμα να παραμένει σταθερό μπλε.

**ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ****Δραστηριότητα 2<sup>η</sup>: Ογκομέτρηση δειγμάτων**

Ογκομέτρηση	Ένδειξη προχοΐδας	Όγκος πρότυπου διαλύματος που καταναλώθηκε
1 <sup>η</sup>	Αρχική ένδειξη προχοΐδας: .....mL	V <sub>1</sub> = ..... mL
	Τελική ένδειξη προχοΐδας: .....mL	
2 <sup>η</sup>	Αρχική ένδειξη προχοΐδας: .....mL	V <sub>2</sub> = ..... mL
	Τελική ένδειξη προχοΐδας: .....mL	
<b>Μέσος όρος</b>		V <sub>τελ</sub> = ..... mL





## ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ (Για τον επιτηρητή-βαθμολογητή)

## ΠΡΩΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ – ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΜΕΤΑΛΛΩΝ (40 μόρια)

	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ
1. Περιγραφή διαδικασίας (5 μόρια)	
2Α. Σωστή αντιστοίχιση Μετάλλων – Φιαλιδίων (5X3=15 μόρια)	
2Β. Τεκμηρίωση (5X3=15 μόρια)	
2Γ. Γραφή Χημικών Τύπων ιζημάτων και χρωμικού ανιόντος (5X3=15 μόρια)	
<b>ΣΥΝΟΛΟ 1<sup>ο</sup> :</b>	

## ΔΕΥΤΕΡΟ ΠΕΙΡΑΜΑ –

## ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΕΔΤΑ, ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ, ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ (45 μόρια)

ΘΕΜΑ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ
1Α. (5 μόρια)	* 2 (15 μόρια) <b>Σφάλμα όγκου τιτλοδότησης:</b> Απόκλιση σε mL 0,05-0,10: 15 μόρια Απόκλιση σε mL 0,15-0,20: 10 μόρια Απόκλιση σε mL 0,25-0,30: 5 μόρια Απόκλιση σε mL > 0,3 : 0 μόρια
1Β. (5 μόρια)	
1Γ. (5 μόρια)	
2. (15 μόρια)*	
3Α. (6 μόρια)	
3Β. (6 μόρια)	
3Γ. (3 μόρια)	
<b>ΣΥΝΟΛΟ 2<sup>ο</sup> :</b>	

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΕΞΙΟΤΗΤΑΣ ΠΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΕΤΑΙ ΝΑ ΑΞΙΟΛΟΓΟΥΝ ΟΙ ΕΠΙΤΗΡΗΤΕΣ: (ΜΕΓΙΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΡΙΩΝ 5 X 3 = 15)

## Ποιοτική Ανίχνευση Μετάλλων

1) 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.

## Παρασκευή πρότυπου διαλύματος ΕΔΤΑ - Ογκομέτρηση για σκληρότητα νερού

2) Ένδειξη πλήρωσης σιφώνιου και ευχέρεια στη χρήση του ελαστικού πουάρ κατά τη λήψη υγρού με το σιφώνιο.

3) Μετάγχιση σε ογκομετρική και ένδειξη πλήρωσης της ογκομετρικής φιάλης κατά την αραίωση - παρασκευή του πρότυπου διαλύματος

4) Ορθή πλήρωση προχοΐδας με χωνάκι, ύπαρξη αέρα στο κάτω άκρο της προχοΐδας, ορθή ένδειξη όγκων, σωστή ανάδευση κατά την ογκομέτρηση.

5) Επιλογή κατάλληλου οργάνου μέτρησης όγκου (Σιφώνιο και όχι ογκομετρικός κύλινδρος κατά την αραίωση) 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	Κριτήριο 5	ΣΥΝΟΛΟ 3 <sup>ο</sup>

## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΟΜΑΔΑΣ

ΣΥΝΟΛΟ 1 <sup>ο</sup>	(40 μόρια)	
ΣΥΝΟΛΟ 2 <sup>ο</sup>	(45 μόρια)	
ΣΥΝΟΛΟ 3 <sup>ο</sup>	(15 μόρια)	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>(110 μόρια)</b>	