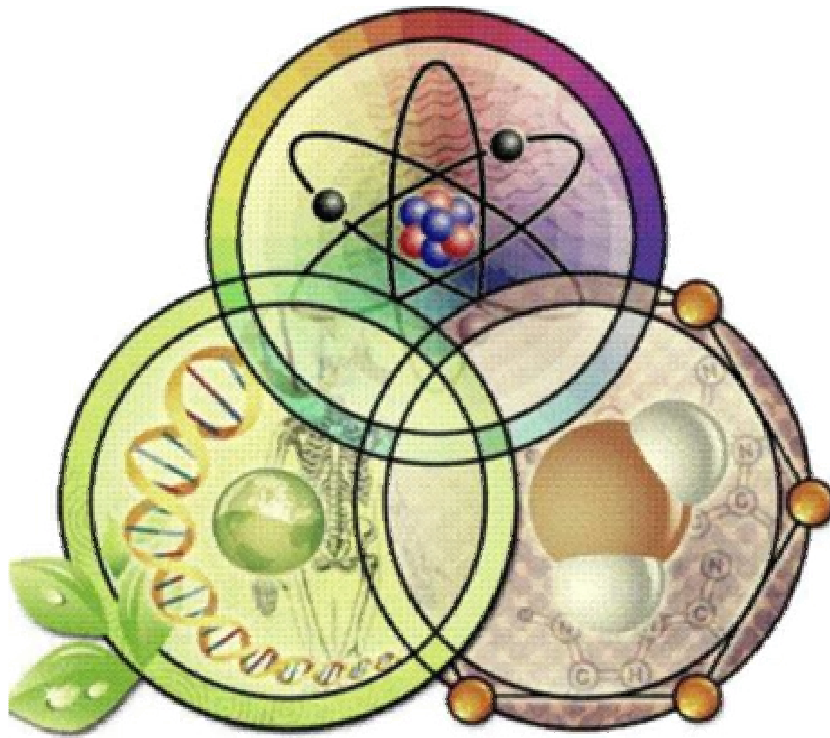


Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός  
για την επιλογή στην 10η Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα Επιστημών - EUSO 2012  
Σάββατο 21 Ιανουαρίου 2012

ΦΥΣΙΚΗ



Σχολείο:.....

1) .....

Όνομ/επώνυμα μαθητών: 2) .....

3) .....

**Μελέτη της σχέσης αγωγιμότητας - περιεκτικότητας (w/w) ιοντικού διαλύματος****Κεντρική ιδέα**

Στόχος της άσκησης είναι η πειραματική μελέτη της ηλεκτρικής αγωγιμότητας αραιού διαλύματος άλατος σε συνάρτηση με την περιεκτικότητα (w/w) του διαλύματος (η μελέτη περιορίζεται σε ορισμένη περιοχή τιμών της περιεκτικότητας κατά βάρος (w/w)). Η σχέση αγωγιμότητας - συγκέντρωσης που προκύπτει από την πειραματική διαδικασία, απεικονίζεται με ένα γράφημα. Το γράφημα χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της συγκέντρωσης προπαρασκευασμένου διαλύματος του ίδιου άλατος. Με τον τρόπο αυτό ελέγχεται η αξιοπιστία της πειραματικής διαδικασίας.

**Βασικές Έννοιες και Φυσικά Μεγέθη:** Βολτάμετρο - Ιοντικό διάλυμα - Ηλεκτρική αντίσταση και αγωγιμότητα του βολτάμετρου- Περιεκτικότητα διαλύματος κατά βάρος (w/w)

**Θεωρητικό υπόβαθρο και σχεδιασμός του πειράματος****Αγωγιμότητα ιοντικού διαλύματος - Ο νόμος του Ohm**

Είναι γνωστό ότι ένα ιοντικό διάλυμα είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος. Κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, συμπεριφέρεται όπως ένας αντιστάτης, δηλαδή υπακούει στο **νόμο του Ohm**.

Σε ένα δοχείο ρίχνουμε μια ποσότητα ιοντικού διαλύματος, για παράδειγμα διάλυμα άλατος ορισμένης περιεκτικότητας  $c$ , και βυθίζουμε στο διάλυμα δύο ίδια μεταλλικά ελάσματα (**ηλεκτρόδια**). Τότε λέμε ότι έχουμε φτιάξει ένα **βολτάμετρο** (σχήμα 1).

Σύμφωνα με το νόμο του Ohm, αν στα ηλεκτρόδια του βολτάμετρου εφαρμόσουμε τάση  $V$ , τότε από το διάλυμα θα διέλθει ηλεκτρικό ρεύμα  $I$ , ανάλογο της τάσης  $V$ :

$$I = G \cdot V \quad (1)$$

Η σταθερά  $G$  ορίζεται ως **αγωγιμότητα του βολτάμετρου**. Η αγωγιμότητα  $G$  ισούται με το αντίστροφο της αντίστασης ( $R$ ) του βολτάμετρου  $\left(G = \frac{1}{R}\right)$  και μετράται σε  $\Omega^{-1}$ .

Από τη σχέση 1 είναι φανερό ότι για σταθερή τάση  $V$ , το ρεύμα που διέρχεται από το βολτάμετρο είναι ανάλογο της αγωγιμότητάς του. Επιπλέον, η σχέση 1 μας δείχνει και έναν τρόπο **πειραματικού υπολογισμού της αγωγιμότητας  $G$**  του βολτάμετρου: Συνδέουμε το βολτάμετρο σε κλειστό κύκλωμα που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Με ένα **βολτόμετρο** μετράμε την τάση  $V$  στους πόλους του βολτάμετρου και με ένα **αμπερόμετρο** το ρεύμα  $I$  που διέρχεται από αυτό. Τότε η αγωγιμότητα  $G$  του βολτάμετρου είναι ίση με το λόγο του ρεύματος προς την αντίστοιχη τάση:

$$G = \frac{I}{V} \quad (2)$$

Η αγωγιμότητα  $G$  βολτάμετρου που περιέχει ιοντικό διάλυμα, εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- 1) Το μέγεθος, τη θέση και τη μορφή των ηλεκτροδίων του βολτάμετρου.
- 2) Τη θερμοκρασία του διαλύματος
- 3) Την περιεκτικότητα (ή τη συγκέντρωση) του ιοντικού διαλύματος

Συμπεραίνουμε ότι αν θέλουμε να μελετήσουμε πειραματικά την αγωγιμότητα του βολτάμετρου σε συνάρτηση με έναν από τους παραπάνω παράγοντες, πρέπει να φροντίσουμε οι άλλοι δύο, κατά τη διάρκεια του πειράματος, να διατηρούνται αμετάβλητοι. **Έτσι, για να μελετήσουμε την αγωγιμότητα σε συνάρτηση με την περιεκτικότητα του διαλύματος, πρέπει να φροντίσουμε ώστε τα ηλεκτρόδια του βολτάμετρου να διατηρούνται σε σταθερές θέσεις και η θερμοκρασία του διαλύματος σταθερή.**

Σύμφωνα με ένα απλό θεωρητικό μοντέλο, μπορούμε να δείξουμε ότι η αγωγιμότητα  $G$  είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των ιόντων που υπάρχουν στο διάλυμα. Έτσι, αν σε νερό βρύσης διαλύσουμε μαγειρικό αλάτι και φτιάξουμε ένα διάλυμα περιεκτικότητας  $c$  κατά βάρος (w/w) ως προς το μαγειρικό αλάτι που διαλύσαμε, τότε σύμφωνα με το θεωρητικό μοντέλο, η αγωγιμότητα του βολτάμετρου θα δίδεται από τη σχέση:

$$G = \lambda \cdot c + G_0 \quad (3)$$

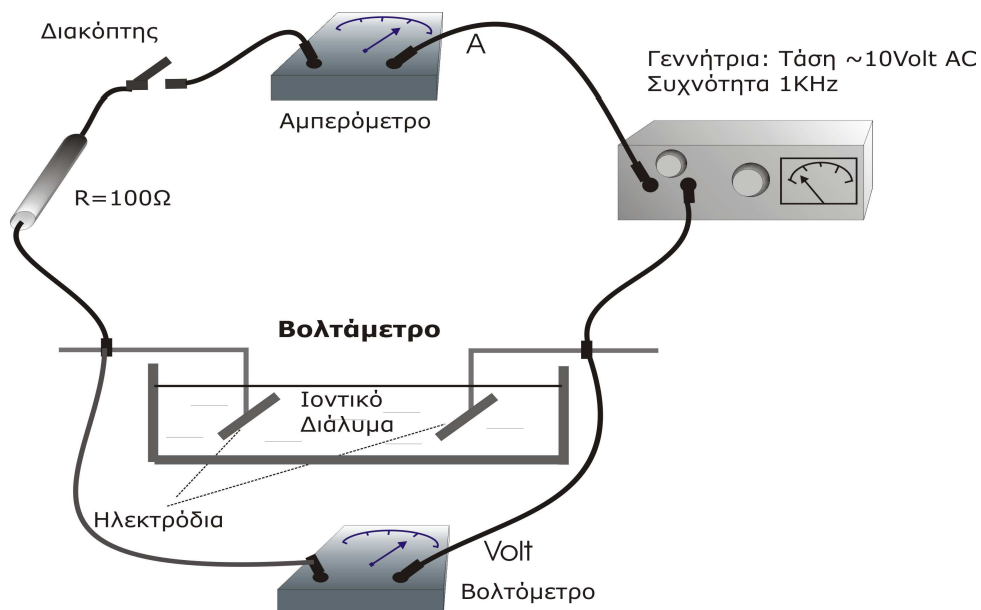
όπου:  $\lambda$  σταθερά εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία, το είδος του διαλύματος και τον τρόπο κατασκευής του βολτάμετρου και  $G_0$  η αγωγιμότητα του βολτάμετρου όταν αυτό περιέχει νερό βρύσης.

**Στην πειραματική διαδικασία που ακολουθεί, για διαφορετικές τιμές της περιεκτικότητας  $c$  διαλύματος αλατόνευρου, μετράμε την αντίστοιχη τιμή της αγωγιμότητας του βολτάμετρου και ελέγχουμε την ισχύ της θεωρητικής σχέσης 3.**

### Πειραματική διαδικασία

#### Όργανα και υλικά

1. Γεννήτρια YB16200. [Ρυθμίσεις: Κυματομορφή AC, Συχνότητα 1KHz, Ισχύς: Power 0Vt]
2. Δύο Πολύμετρα.
3. Αντιστάτης 100Ω.
4. Βολτάμετρο: Σύστημα ηλεκτροδίων και δοχείου. Απόσταση ηλεκτροδίων 4cm
5. Διακόπτης μαχαιρωτός.
6. Πέντε καλώδια Μπανάνα-Μπανάνα και δύο Μπανάνα-Κροκόδειλος.
7. Ογκομετρικό δοχείο 150-200mL.
8. Ένα γυάλινο χωνάκι.
9. Έξι πλαστικά φιαλίδια με διαλύματα αλατόνευρου διαφορετικών περιεκτικοτήτων.
10. Χαρτί millimeter.
11. Αριθμομηχανή.
12. Χάρακας 20-30cm.
13. Μολύβι, στυλό, γόμα.



Σχήμα 1

1. Τοποθετούμε τα ηλεκτρόδια του βολτάμετρου παράλληλα μεταξύ τους και τα σταθεροποιούμε ώστε η μεταξύ τους απόσταση να είναι 4cm. Ρυθμίζουμε τη συχνότητα της πηγής στο 1KHz και τη διατηρούμε στην τιμή αυτή σε όλη τη διάρκεια του πειράματος.
2. Συναρμολογούμε το κύκλωμα που αναπαρίσταται στο σχήμα 1. [Ο ρόλος του αντιστάτη των 100Ω είναι να αποτρέψει την αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος, κατά τη διεξαγωγή του πειράματος]
3. Αδειάζουμε μέσα στο βολτάμετρο το διάλυμα αλατόνευρου περιεκτικότητας 1% (w/w), που βρίσκεται στο αντίστοιχο πλαστικό φιαλίδιο.
4. **Πριν κλείσουμε το διακόπτη του κυκλώματος ζητάμε από τον επιβλέποντα καθηγητή να ελέγξει την όλη πειραματική διάταξη.**
5. Γυρίζουμε το πλάτος του σήματος της ηλεκτρικής πηγής στη μέγιστη τιμή. Μετράμε το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα και την τάση στους πόλους του βολτάμετρου. Καταγράφουμε τα αποτελέσματα στον πίνακα μετρήσεων. **[Η τάση θα μετρηθεί σε Volt με προσέγγιση ενός δεκαδικού ψηφίου και το ρεύμα σε A, με προσέγγιση δύο δεκαδικών ψηφίων]**
6. Ανοίγουμε το διακόπτη, αποσυνδέουμε το βολτάμετρο από το κύκλωμα και με το χωνάκι ρίχνουμε το διάλυμα μέσα στο φιαλίδιο, από το οποίο το πήραμε. Καθαρίζουμε το βολτάμετρο με απορροφητικό χαρτί και το ξανασυνδέουμε στο κύκλωμα. Επαναλαμβάνουμε τα βήματα 3, 5 και 6, χρησιμοποιώντας όλα τα διαθέσιμα διαλύματα.
7. Συμπληρώνουμε όλα τα κελιά του πίνακα μετρήσεων. **[Η αγωγιμότητα θα υπολογιστεί σε  $\Omega^{-1}$  με προσέγγιση τριών δεκαδικών ψηφίων]**

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ			
c (g διαλυμένης ουσίας)/(100g διαλύματος)	V Volt	I A	$G = \frac{I}{V}$ $\Omega^{-1}$
1			
1,5			
2			
2,5			
3			

#### Επεξεργασία και αξιολόγηση δεδομένων

1. Σε χαρτί millimeter, σχεδιάζουμε σύστημα αξόνων περιεκτικότητας (οριζόντιος) και αγωγιμότητας (κάθετος), επιλέγοντας τις κατάλληλες κλίμακες. Τοποθετούμε τα πειραματικά σημεία, σύμφωνα με τον πίνακα μετρήσεων και σχεδιάζουμε την ευθεία που διέρχεται πλησιέστερα στο σύνολο των σημείων.
2. Εκτιμάτε ότι επικυρώνεται το θεωρητικό μας μοντέλο, στην περιοχή των τιμών της περιεκτικότητας των διαλυμάτων που χρησιμοποιήσαμε; **[ΝΑΙ - ΟΧΙ]**. Αν **ΝΑΙ**, με βάση την πειραματική ευθεία που σχεδιάσατε, υπολογίστε τις σταθερές  $\lambda$  και  $G_0$  που υπεισέρχονται στη σχέση 3.

#### Υπολογισμοί:

---



---

---



---



---

$\lambda =$  \_\_\_\_\_

$G_0 =$  \_\_\_\_\_

3. Ζητήστε από τον επιβλέποντα καθηγητή προπαρασκευασμένο διάλυμα αλατόνευρου, άγνωστης σε εσάς περιεκτικότητας  $c_x$ . Υπολογίστε πειραματικά την περιεκτικότητα του διαλύματος, χρησιμοποιώντας την πειραματική σας διάταξη και την ευθεία που σχεδιάσατε. **Μόλις συναρμολογήσετε το κύκλωμα και πριν κάνετε μετρήσεις, καλέστε τον επιβλέποντα καθηγητή.**

**Υπολογισμοί:**

Τάση  $V =$  \_\_\_\_\_ Volt Ρεύμα  $I =$  \_\_\_\_\_ A Αγωγιμότητα  $G =$  \_\_\_\_\_  $\Omega^{-1}$

$c_x =$  \_\_\_\_\_

4. Στο βήμα 2 της πειραματικής διαδικασίας αναφέρθηκε ότι ο ρόλος της αντίστασης των  $100\Omega$  που χρησιμοποιήσαμε στο κύκλωμα ήταν να αποτρέψει την αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος. Εξηγήστε το μηχανισμό με τον οποίο επιτυγχάνεται αυτό.

---



---



---



---



---



---



---



---

## Βαθμολόγηση της άσκησης

Εργαστηριακή θέση: \_\_\_\_\_

Συναρμολόγηση του κυκλώματος, με βάση το σχήμα 1	0-4	
Σύνδεση του βολτομέτρου (επιλογή ακροδεκτών και θέσης επιλογέα)	0-2	
Σύνδεση του αμπερομέτρου (επιλογή ακροδεκτών και θέσης επιλογέα)	0-2	
Τοποθέτηση κάθε διαλύματος στο βολτάμετρο: -2 μονάδες αν χρειαστεί πρόσθετο διάλυμα	-	
Μέτρηση και καταγραφή του ρεύματος με την απαιτούμενη προσέγγιση (0-1 μονάδες για κάθε διάλυμα)	(0-1)x5	
Μέτρηση και καταγραφή της τάσης με την απαιτούμενη προσέγγιση (0-1 μονάδες για κάθε διάλυμα)	(0-1)x5	
Υπολογισμός της αγωγιμότητας για κάθε διάλυμα (0-1)	(0-1)x5	
Μουντζούρες στον πίνακα μετρήσεων: -2 μονάδες	-	
Κλίμακες, μονάδες και βαθμονόμηση αξόνων γραφήματος: 3 μονάδες για κάθε άξονα	2x3	
Τοποθέτηση πειραματικών σημείων στο σύστημα αξόνων: 1 μονάδα για κάθε σημείο	(0-1)x5	
Σχεδίαση πειραματικής ευθείας $G = \lambda \cdot c + G_0$	0-4	
Υπολογισμός της σταθεράς $\lambda$	0-4	
Υπολογισμός της σταθεράς $G_0$	0-4	
Υπολογισμός της περιεκτικότητας του άγνωστου διαλύματος: Συναρμολόγηση του κυκλώματος: 0-2 Μέτρηση της τάσης: 0-2 Μέτρηση του ρεύματος: 0-2 Υπολογισμός της αγωγιμότητας: 0-2 Υπολογισμός της περιεκτικότητας από την πειραματική ευθεία: 0-4	0-12	
Σύγκριση της πειραματικής τιμής με την τιμή του παρασκευαστή: Σχετικό σφάλμα <10%: 10 Σχετικό σφάλμα μεταξύ 10 και 15%: 5 Σχετικό σφάλμα >15%: 0	0-10	
Απάντηση στην ερώτηση 4	0-12	
<b>Βαθμός=Μονάδεςx100/80</b>	<b>max=80</b>	<b>max=100</b>