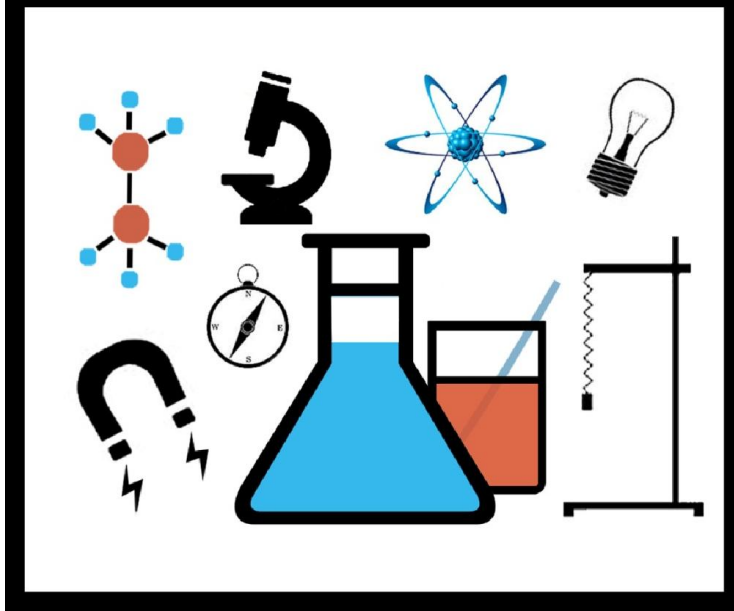


Ε.Κ.Φ.Ε. Αλίμου



ΤΟΠΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΕΥΣΟ 2016

ΦΥΣΙΚΗ

5 - Δεκεμβρίου - 2015

Χριστόφορος Στογιάννος

1^η Δραστηριότητα

Σκοπός της άσκησης

Ο πειραματικός υπολογισμός της ειδικής θερμότητας του νερού

Εισαγωγική θεωρία

1. **Θερμότητα** ονομάζουμε την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ των δύο σωμάτων. Η θερμότητα μεταφέρεται από το σώμα μεγαλύτερης θερμοκρασίας προς το σώμα μικρότερης θερμοκρασίας.
2. Όταν δύο σώματα βρίσκονται σε θερμική επαφή (δηλαδή είναι δυνατόν να μεταφερθεί θερμότητα από το ένα στο άλλο) χωρίς να εκδηλώνεται καμία αλλαγή στη θερμοκρασία τους λέμε ότι αυτά βρίσκονται σε **θερμική ισορροπία**.
3. Πως μετράμε τη Θερμότητα
Έχει βρεθεί από την πειραματική έρευνα ότι:
α) Η Θερμότητα που μεταφέρεται προς ένα σώμα είναι ανάλογη της μεταβολής της θερμοκρασίας του
β) Η Θερμότητα που χρειάζεται για συγκεκριμένη μεταβολή της θερμοκρασίας ενός σώματος είναι ανάλογη της μάζας του.
γ) Η Θερμότητα που χρειάζεται για συγκεκριμένη μεταβολή της θερμοκρασίας δύο σωμάτων της ίδιας μάζας εξαρτάται από το είδος του υλικού των σωμάτων.
Τα παραπάνω (α), (β), (γ) εκφράζονται με τη γλώσσα των μαθηματικών με τη σχέση:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta \quad (1)$$

Όπου

Q το ποσό της θερμότητας που μεταφέρεται προς ένα σώμα

m η μάζα του σώματος

$\Delta\theta$ η διαφορά θερμοκρασίας του σώματος

c σταθερά που εξαρτάται από το υλικό του σώματος και ονομάζεται ειδική θερμότητα

Η σχέση (1) είναι γνωστή ως «Νόμος της θερμιδομετρίας»

4. Το γινόμενο της μάζας ενός σώματος επί την ειδική θερμότητα του υλικού του σώματος λέγεται **θερμοχωρητικότητα** C του σώματος

$$C = m \cdot c$$

και ο νόμος της θερμιδομετρίας μπορεί να γραφεί $Q = C \cdot \Delta\theta$

5. Η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα σε έναν καταναλωτή δίνεται από τη σχέση $E_{\eta\lambda} = V \cdot I \cdot t$. Αν ο καταναλωτής είναι ένας ωμικός αντιστάτης με συνέπεια η προσφερόμενη ηλεκτρική Ενέργεια να μετατρέπεται εξ ολοκλήρου σε Θερμότητα έχουμε $Q = V \cdot I \cdot t$ και με δεδομένο ότι $V = I \cdot R$ προκύπτει τελικά ότι:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t \quad (2)$$

Η σχέση (2) είναι γνωστή ως «Νόμος του Joule»

Σε ένα θερμικά μονωμένο δοχείο (θερμιδόμετρο) εισάγουμε ποσότητα νερού μάζας m . Μέσα στο δοχείο υπάρχει αντιστάτης R από τον οποίο περνάει ηλεκτρικό ρεύμα. Υποθέτουμε ότι οι απώλειες θερμότητας της πειραματικής διάταξης είναι αμελητέες σε σχέση με το ποσό θερμότητας που μεταφέρεται στο νερό από τον αντιστάτη.

Σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ενέργειας η θερμότητα που παρέχει ο αντιστάτης (σχέση 2) ισούται με τη θερμότητα που απορροφάει το νερό (σχέση 1)

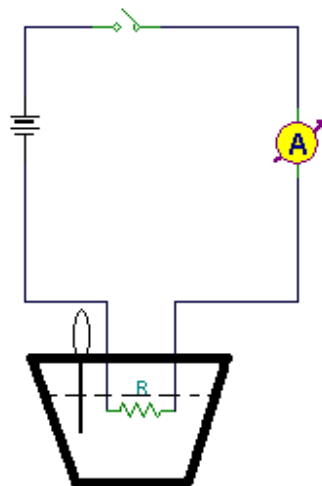
$$I^2 \cdot R \cdot t = m \cdot c \cdot \Delta\theta \quad (3) \quad (\Delta\theta = \theta_\tau - \theta_\alpha)$$

Απαιτούμενα Υλικά:

- 1) Τροφοδοτικό συνεχούς ρεύματος 0-20V
- 2) Μαχαιρωτό διακόπτη
- 3) Αμπερόμετρο DC. Θα χρησιμοποιηθεί το πολύμετρο στην κλίμακα 2A .
- 4) Καλώδια σύνδεσης
- 5) Θερμιδόμετρο με αντιστάτη
- 6) Θερμόμετρο ψηφιακό
- 7) Ποτήρι ζέσεως
- 8) Χαρτί μιλιμετρέ
- 9) Ωμόμετρο. Θα χρησιμοποιηθεί το πολύμετρο στην κλίμακα 200Ω
- 10) Χρονόμετρο
- 11) Ηλεκτρονικός ζυγός
- 11) Απιονισμένο νερό

Πειραματική διαδικασία:

- i) Συναρμολογήστε το κύκλωμα της παρακάτω εικόνας



Ρυθμίστε την κλίμακα του πολυμέτρου με το στρεφόμενο διακόπτη στην θέση 2A (DC)

ii) Ζυγίστε στο ποτήρι ζέσεως 100gr νερό και βάλτε τα στο δοχείο του θερμιδομέτρου. Κλείστε το προσεκτικά και βάλτε το ψηφιακό θερμόμετρο στην οπή που υπάρχει στο καπάκι φροντίζοντας να μην ακουμπήσει στον πυθμένα του δοχείου.

Καλέστε τον επιβλέποντα για έλεγχο.

iii) Με το διακόπτη του κυκλώματος ανοικτό πιέστε το κουμπί του τροφοδοτικού στο θέση “on” και με το στρεφόμενο κουμπί ρυθμίστε την παρεχόμενη τάση στα 6 Volt.

iv) Καταγράψτε την ένδειξη του θερμομέτρου στην στήλη αρχικής θερμοκρασίας του πίνακα I. Κλείστε το διακόπτη του κυκλώματος και ταυτόχρονα πιέστε το κουμπί έναρξης του χρονομέτρου.

Γράψτε στην κατάλληλη στήλη του πίνακα I την ένδειξη του αμπερομέτρου (Η ένταση του ρεύματος ίσως παρουσιάζει μικρές διαφοροποιήσεις κατά την εκτέλεση του πειράματος. Για μεγαλύτερη ακρίβεια μπορούμε να παίρνουμε τις ενδείξεις του αμπερομέτρου αν 60s και να υπολογίσουμε τη μέση τιμή) Αναδεύετε ελαφρά το νερό στο δοχείο κάθε 30-40s .

v) Όταν το χρονόμετρο δείξει 3 min (180s) σημειώστε την ένδειξη του θερμομέτρου στην στήλη τελικής θερμοκρασίας στις κατάλληλες θέσεις του πίνακα I.

vi) Χωρίς να διακόψετε το κύκλωμα επαναλάβετε τα βήματα (iii) έως (v) άλλες τρεις φορές με μόνη διαφορά την τάση του τροφοδοτικού που την ρυθμίζουμε στα 8,10,και 12 Volt αντίστοιχα κάθε φορά. (Η τελική σε κάθε επανάληψη θερμοκρασία είναι η αρχική της επόμενης επανάληψης).

viii) Πιέστε το κουμπί του τροφοδοτικού στο θέση “off” και αποσυναρμολογήστε το κύκλωμα. Ρυθμίστε την κλίμακα του πολυμέτρου με το στρεφόμενο διακόπτη στην κλίμακα 200Ω.

Χρησιμοποιήστε τα καλώδια με τις ακίδες και μετρήστε την τιμή της αντίστασης του θερμιδομέτρου (Ακουμπήστε τις ακίδες στις κολλήσεις για καλύτερη ακρίβεια και περιμένετε μέχρι η ένδειξη να σταθεροποιηθεί στην ελάχιστη τιμή) .

Καλέστε τον επιβλέποντα για έλεγχο.

Επεξεργασία μετρήσεων υπολογισμοί

ΠΙΝΑΚΑΣ I

m (kg)	V _{τροφοδοτικού}	θ _{αρχική} (⁰ C)	θ _{τελική} (⁰ C)	Δθ (⁰ C)	I (A)	I ² (A)	t(s)
0,1	6						180
0,1	8						180
0,1	10						180
0,1	12						180

R=.....Ω

Από τη σχέση $I^2 \cdot R \cdot t = m \cdot c \cdot \Delta \theta$ έχουμε:

$$I^2 \cdot R \cdot t = m \cdot c \cdot \Delta \theta \Leftrightarrow \Delta \theta = \frac{R \cdot t}{m \cdot c} I^2$$

Στο χαρτί millimetre που σας δόθηκε κάντε τη γραφική παράσταση $\Delta\theta = f(I^2)$ και υπολογίστε την κλίση της καμπύλης.

Από την κλίση υπολογίστε την ειδική θερμότητα του νερού (c) μετρημένη σε μονάδες του S.I. με ακρίβεια ακεραίας μονάδας

Υπολογίστε το σχετικό σφάλμα της τιμής που βρήκατε από τη θεωρητική τιμή $c_\theta = \frac{4186J}{kg \cdot grad}$

$$\text{Σχετικό σφάλμα} = \frac{|c - c_\theta|}{c_\theta}$$

2^η Δραστηριότητα

Σκοπός της άσκησης

Ο προσδιορισμός της θερμοχωρητικότητας C θερμοδόμετρου σαν αυτού της 1^{ης} δραστηριότητας (χωρίς το ηλεκτρικό κύκλωμα)

Εισαγωγική θεωρία

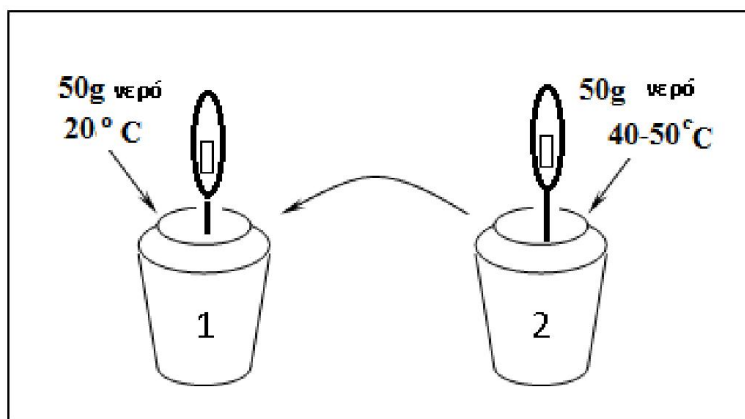
Για να προσδιορίσουμε τη θερμοχωρητικότητα C του θερμοδόμετρου χρησιμοποιούμε δύο όμοια θερμοδόμετρα. Στο πρώτο βάζουμε γνωστή ποσότητα ζεστού νερού και στο δεύτερο γνωστή επίσης ποσότητα κρύου νερού και μετράμε τη θερμοκρασία καθενός. Στη συνέχεια το ζεστό νερό μεταφέρεται στο θερμοδόμετρο με το κρύο νερό και μετράμε τη θερμοκρασία του μείγματος. Η θερμότητα που αποβάλλεται από το ζεστό νερό απορροφάται από το κρύο νερό και εν μέρει από το θερμοδόμετρο. Άρα ισχύει:

$$m_{\text{ζεστό}} \cdot c \cdot (\theta_{\text{ζεστό}} - \theta_{\text{τελικού}}) = m_{\text{κρύου}} \cdot c \cdot (\theta_{\text{τελικού}} - \theta_{\text{κρύου}}) + C(\theta_{\text{τελικού}} - \theta_{\text{κρύου}})$$

Απαιτούμενα Υλικά:

- 1) Δυο όμοια θερμοδόμετρα
- 2) Δυο θερμομέτρα ψηφιακά
- 3) Χρονόμετρο
- 4) Χαρτί μιλιμετρέ

Πειραματική διαδικασία:

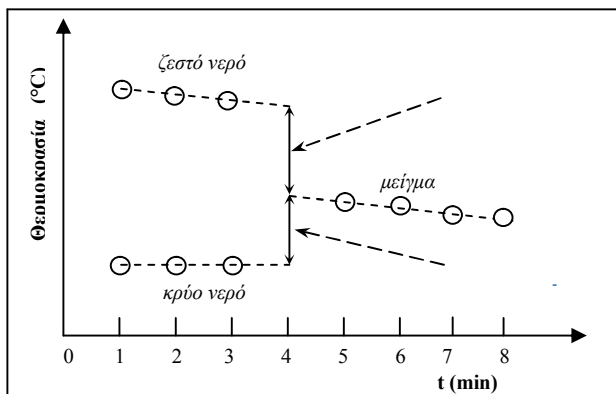


1. Βάζουμε 50 gr νερού που έχει θερμοκρασία δωματίου (περίπου 20°C) στο θερμοδόμετρο 1 και το πωματίζουμε.
2. Βάζουμε 50 gr νερού που το έχουμε θερμάνει σε θερμοκρασία 20-30 °C μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία δωματίου στο θερμοδόμετρο 2 και το πωματίζουμε (χρονική στιγμή 0 min).
3. Στον πίνακα 2 σημειώνουμε την ένδειξη κάθε θερμομέτρου ανά min και για συνολικά 3 min (1min, 2 min, 3min).
4. Κατά τη χρονική στιγμή 4 min μεταφέρουμε το νερό του θερμοδόμετρου 2 στο θερμοδόμετρο 1 και πωματίζουμε αμέσως. Κατά τη χρονική στιγμή 4 min δεν παίρνουμε μέτρηση της θερμοκρασίας.
5. Σημειώνουμε την ένδειξη του θερμομέτρου 1 ανά min και για 4 ακόμη min.
- 6.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

t (min)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
θ_{ζεστού} (°C)	-				-	-	--	-	-
θ_{κρύου} (°C)	-				-	-	-	-	-
θ_{τελικού} (°C)	-	-	-	-	-				

Σημειώστε στο χαρτί μιλιμετρέ που έχετε τις τιμές θερμοκρασίας – χρόνου και υπολογίσαμε γραφικά τις μεταβολές θερμοκρασίας του κρύου και του ζεστού νερού κατά την ανάμειξή τους (βλέπε σχήμα).



Υπολογίστε τη θερμοχωρητικότητα C του θερμιδομέτρου μετρημένη σε μονάδες του S.I. με ακρίβεια ακεραίας μονάδας.

Δίνεται η ειδική θερμότητα του νερού $c_{\theta} = \frac{4186J}{kg \cdot grad}$.

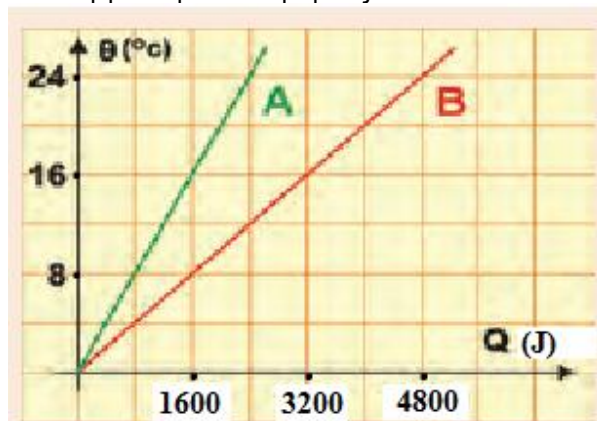
Ερωτήσεις

- 1) Υπολογίστε την ειδική θερμότητα του νερού (1^η δραστηριότητα) λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι μέρος της θερμότητας που παρέχει ο αντιστάτης απορροφάται από το θερμιδόμετρο. Χρησιμοποιείστε την τιμή της θερμοχωρητικότητας του θερμιδομέτρου που βρήκατε στη 2^η δραστηριότητα.

- 2) Στην ίδια εστία θέρμανσης θερμαίνουμε ταυτόχρονα δυο υγρά A και B. Το υγρό A έχει διπλάσια μάζα από το υγρό B. Στο διάγραμμα παριστάνεται η μεταβολή της θερμοκρασίας των δύο υγρών σε συνάρτηση με την προσφερόμενη θερμότητα. Ποια από τις παρακάτω είναι η σωστή έκφραση για τις ειδικές θερμότητες των δύο υγρών A και B.

- i) $C_A=4C_B$ ii) $C_B=4C_A$ iii) $C_A=C_B$

Αιτιολογήστε την απάντησή σας



ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

α/α		μέγιστο		
1	Υλοποίηση του ηλεκτρικού κυκλώματος	8		Επί τόπου έλεγχος
2	Σωστή σύνδεση αμπερομέτρου	3		Επί τόπου έλεγχος
3	Σωστή κλίμακα αμπερομέτρου	3		Επί τόπου έλεγχος
4	Σωστή σύνδεση ωμομέτρου	3		Επί τόπου έλεγχος
5	Μέτρηση αντίστασης (15Ω) Θα δοθεί η σωστή τιμή μετά την καταγραφή	8 με σχ σφάλμα μέχρι 20% 4 με σχ. Σφάλμα μέχρι 30% 2 με παραπάνω σχ. σφάλμα		Επί τόπου καταγραφή της μέτρησης.
6	Σωστή συμπλήρωση πίνακα 1 (σημαντικά ψηφία κλπ)	10		
7	Γραφική παράσταση (1 βαθμονόμηση αξόνων 2χάραξη καμπύλης 3υπολογισμός κλίσης)	15 (5+5+5)		
8	Υπολογισμός ειδικής θερμότητας	10 με σχ σφάλμα μέχρι 10% 6 με σχ. Σφάλμα μέχρι 20% 2 με παραπάνω σχ. σφάλμα		
9	Υπολογισμός σχετικού σφάλματος	2		
10	Σωστή συμπλήρωση πίνακα 2 (σημαντικά ψηφία κλπ)	5		
11	Γραφική παράσταση (1 βαθμονόμηση αξόνων 2χάραξη καμπύλης 3υπολογισμός θερμοκρασιών	10 (3+3+4)		
12	Υπολογισμός θερμοχωρητικότητας	5		
13	Ερωτήσεις 1 και 2	18 (9+9)		
	ΣΥΝΟΛΟ	100		

ΦΥΛΛΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ

ΟΜΑΔΑ	Υλοποίηση κυκλώματος (8)	Σωστή σύνδεση αμπερομέτρου (3)	Σωστή κλίμακα αμπερομέτρου (3)	Σωστή κλίμακα ωμομέτρου (3)	τιμή αντίστασης	Άλλη βοήθεια
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						