

**ΤΟΠΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΕΚΦΕ ΚΥΚΛΑΔΩΝ για τη EUSO 2013**  
**ΕΚΦΕ ΘΗΡΑΣ - ΣΥΡΟΥ**

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΑΘΗΤΩΝ - ΦΥΣΙΚΗ**

Μαθητές:	Σχολείο
1.	
2.	
3.	

**ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΘΕΡΜΙΚΗ – ΜΕΤΡΗΣΗ**  
**ΕΙΔΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ**

**Εισαγωγή – Επισημάνσεις από τη θεωρία**

Σχεδόν σε όλες τις καθημερινές δραστηριότητές μας, χρησιμοποιούμε συσκευές που μετατρέπουν ηλεκτρική ενέργεια σε άλλες μορφές ενέργειας. Σε φωτεινή ενέργεια (λαμπτήρες φωτισμού), σε θερμική (ηλεκτρικές θερμάστρες, θερμοσίφωνας), ή σε κινητική ενέργεια (ανεμιστήρες, ασανσέρ, ηλεκτρικά τραίνα). Μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμική συμβαίνει σε κάθε αντιστάτη από τον οποίο διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η θερμοκρασία του και να μεταφέρεται στο περιβάλλον του ενέργεια με τη μορφή θερμότητας. Το ποσό αυτό της θερμότητας μπορούμε να το υπολογίσουμε αν βυθίσουμε τον αντιστάτη σε υγρό μάζας  $m$ , το οποίο περιέχεται σε δοχείο με θερμικά μονωμένα τοιχώματα και είναι εφοδιασμένο με θερμόμετρο. Ένα τέτοιου τύπου δοχείο λέγεται **θερμιδόμετρο**.

Η ηλεκτρική ενέργεια η οποία προσφέρεται σε αντιστάτη σε χρόνο  $t$  (s) υπολογίζεται από τη σχέση:  $W = V I t$  (J) (σχέση 1) όπου:  $I$  η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει σε  $A$ ,  $V$  η τάση στα άκρα του αντιστάτη του θερμιδομέτρου σε  $V$ ,  $t$  ο χρόνος σε  $s$ .

Στην περίπτωση θερμιδομέτρου με αντιστάτη, η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρεται στον αντιστάτη μεταφέρεται στο θερμιδόμετρο σαν θερμότητα και απορροφάται κυρίως από το υγρό ( $Q_v$ ) αλλά και από το ίδιο το θερμιδόμετρο ( $Q_{\theta ep}$ ). Θεωρώντας ότι τυχόν απώλειες προς το περιβάλλον του θερμιδομέτρου (αέρας), λόγω ατελούς θερμικής μόνωσης, συμπεριλαμβάνονται στο ( $Q_{\theta ep}$ ) μπορούμε να πούμε ότι ισχύει η σχέση:

$$W = Q_v + Q_{\theta ep} = (m_v c_v + C_{\theta ep}) \cdot \Delta\theta \text{ (σχέση 2)}$$

Από τις σχέσεις 1 και 2 προκύπτει  $(m_v c_v + C_{\theta ep})(\theta - \theta_0) = V I t$ . Άρα η γραφική παράσταση  $\theta = f(t)$  είναι ευθεία της μορφής  $y = a + bx$ , δηλαδή:

$$\theta = \theta_0 + \frac{VI}{m_v c_v + C_{\theta ep}} t$$

όπου από την κλίση  $k = \frac{VI}{m_v c_v + C_{\theta ep}}$ , μπορούμε να υπολογίσουμε τη  $C_{\theta ep}$  του δοχείου αν γνωρίζουμε το  $c_v$  του υγρού ή να υπολογίσουμε το  $c_v$  του υγρού αν γνωρίζουμε το  $C_{\theta ep}$ .

$Q_v = m_v \cdot c_v \cdot \Delta\theta$  : το ποσό θερμότητας που απορροφά το υγρό σε J, όπου

$m_v$  : η μάζα του υγρού σε Kg,

$c_v$  : η ειδική θερμότητα του υγρού σε  $J \cdot Kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$

$\Delta\theta = \theta_{\text{τελ}} - \theta_{\text{αρχ}} = \theta - \theta_0$  : η μεταβολή της θερμοκρασίας σε  $^\circ C$

$Q_{\text{θερ}} = C_{\text{θερ}} \cdot \Delta\theta$  : το ποσό θερμότητας που απορροφά το θερμιδόμετρο σε J, όπου

$C_{\text{θερ}}$  : η θερμοχωρητικότητα του θερμιδομέτρου σε  $J \cdot ^\circ C^{-1}$

$\Delta\theta = \theta_{\text{τελ}} - \theta_{\text{αρχ}} = \theta - \theta_0$  : η μεταβολή της θερμοκρασίας σε  $^\circ C$

- **Ειδική θερμότητα c**, είναι το ποσό θερμότητας που απαιτείται για να ανυψωθεί η θερμοκρασία 1 Kg ουσίας, κατά 1 βαθμό (grad)  $^\circ C$  ή K.

- **Θερμοχωρητικότητα C**, είναι το ποσό θερμότητας που απαιτείται για να ανυψωθεί η θερμοκρασία ορισμένης μάζας ουσίας, κατά 1 βαθμό (grad)  $^\circ C$  ή K.

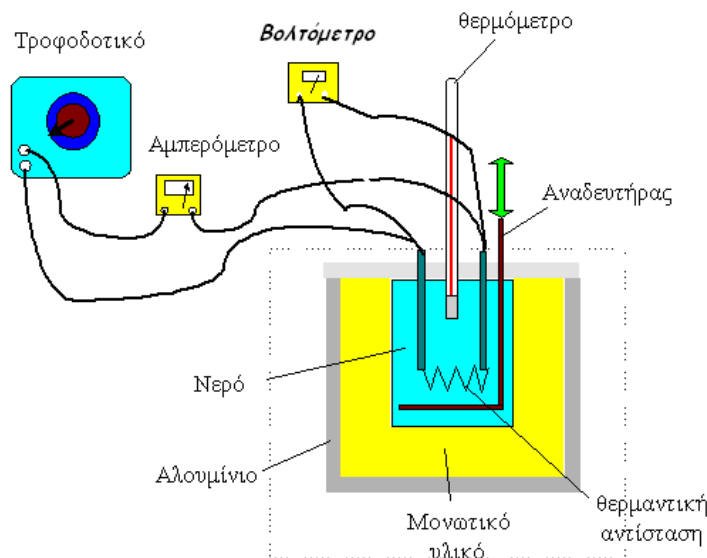
### Στόχοι Άσκησης

Με τη διεξαγωγή της εργαστηριακής άσκησης επιδιώκουμε:

1. Να προσδιορίσουμε την θερμοχωρητικότητα του θερμιδομέτρου  $C_{\text{θερ}}$  από την κλίση της γραφικής παράστασης:  $\theta = f(t)$ .
2. Να προσδιορίσουμε την ειδική θερμότητα  $c_\lambda$  του ελαιολάδου από την κλίση της γραφικής παράστασης:  $\theta = f(t)$ .

### Μέθοδος

Νερό μάζας  $m_n = 120g$  και στη συνέχεια ελαιόλαδο μάζας  $m_\lambda = 120g$  και άγνωστης ειδικής θερμότητας  $c_\lambda$  τοποθετούνται διαδοχικά στο θερμιδόμετρο, στο οποίο βρίσκεται αντίσταση R (Σχ. 1). Ο αντιστάτης τροφοδοτείται, από μια πηγή συνεχούς τάσης V η τιμή της οποίας βρίσκεται με το βολτόμετρο (V), με ρεύμα I η τιμή του οποίου βρίσκεται με αμπερόμετρο (A), ενώ το θερμόμετρο μετρά κάθε στιγμή τη θερμοκρασία  $\theta$  του υγρού ( $^\circ C$ ).



### Θερμιδόμετρο

Σχήμα 1

### Όργανα και υλικά

1. Θερμιδόμετρο με αντιστάτη
2. Τροφοδοτικό DC 0-20 V
3. Δύο πολύμετρα
4. Μαχαιρωτός διακόπτης και έξι (6) καλώδια μπανάνα-μπανάνα
5. Ηλεκτρονικό θερμόμετρο με υποδιαιρέσεις 0,1 °C
6. Χρονόμετρο
7. Ζυγός ηλεκτρονικός 0-500g
8. Υδροβολέας
9. Ελαιόλαδο ~ 150 mL
10. Νερό ~ 150 mL
11. Χαρτί μιλιμετρέ, Χαρακάκι , Αριθμομηχανή

### Πειραματική διαδικασία

#### ΠΕΙΡΑΜΑ 1.

1. Αφού βγάλετε το κάλυμμα του θερμιδομέτρου να αφαιρέσετε το αλουμινένιο δοχείο και να προσθέσετε  $m_v=120g$  νερό (με ζύγιση).
2. Τοποθετήστε το δοχείο με το νερό στο θερμιδόμετρο και τοποθετήστε ξανά το κάλυμμα.
3. Με το τροφοδοτικό κλειστό, συναρμολογήστε κύκλωμα ώστε να μπορείτε να μετράτε τη διαφορά δυναμικού  $V$  στα άκρα του αντιστάτη του θερμιδομέτρου και την ένταση του ρεύματος  $I$  που τον διαρρέει (Επιλέξτε τις κατάλληλες κλίμακες στους περιστροφικούς διακόπτες των πολυμέτρων γνωρίζοντας ότι η τάση στον αντιστάτη είναι 4-5 V και η ένταση του ρεύματος περίπου 2 A).
4. **Προσοχή: Όταν συναρμολογήσετε το κύκλωμα ΜΗΝ ΑΝΟΙΞΕΤΕ το τροφοδοτικό. Καλέστε τον επιβλέποντα καθηγητή να ελέγξει τη διάταξη.**
5. Τοποθετήστε το θερμόμετρο στην κατάλληλη υποδοχή.
6. Ανοίξτε το τροφοδοτικό και ρυθμίστε κατάλληλα την τάση ώστε η ένταση του ρεύματος στον αντιστάτη να είναι περίπου 2 A. **(Η ρύθμιση να γίνει γρήγορα και μετά να διακοπεί το κύκλωμα με τον διακόπτη)**
7. Σημειώστε την αρχική θερμοκρασία του νερού, κλείστε το διακόπτη και ενεργοποιήστε το χρονόμετρο. Συμπληρώστε τον παρακάτω ΠΙΝΑΚΑ 1 σημειώνοντας τις τιμές των  $V$  ,  $I$  ,  $\theta$ , με προσέγγιση 2 δεκαδικών ψηφίων, στο τέλος κάθε λεπτού (min) και για συνολικό χρόνο 7 min. **Μην ξεχνάτε να αναδεύετε το νερό με τον αναδευτήρα, στα μεσοδιαστήματα μεταξύ των μετρήσεων.**
8. Μετά το τέλος των μετρήσεων ανοίξτε το διακόπτη και κλείστε το τροφοδοτικό.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 (Νερό)				
V (V)	I (A)	t (min)	t (s)	$\theta$ (°C)
		0	0	
		1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		6		
		7		

9. Υπολογίστε τις μέσες τιμές  $V$  και  $I$  για να χρησιμοποιήσετε στους παρακάτω υπολογισμούς:  $\bar{V}_v = \dots\dots\dots$   $\bar{I}_v = \dots\dots\dots$

**ΠΕΙΡΑΜΑ 2**

1. Να αντικαταστήσετε το νερό στο δοχείο του θερμιδόμετρου με ελαιόλαδο μάζας:  $m_{\lambda} = 120g$ .
2. Επαναλάβετε τα βήματα 5 έως 8 του προηγούμενου πειράματος και συμπληρώστε τον ΠΙΝΑΚΑ 2

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 (Ελαιόλαδο)				
V (V)	I (A)	t (min)	t (s)	θ (°C)
		0	0	
		1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		6		
		7		

3. Υπολογίστε τις μέσες τιμές V και I για να χρησιμοποιήσετε στους παρακάτω υπολογισμούς:  $\bar{V}_{\lambda} = \dots\dots\dots$   $\bar{I}_{\lambda} = \dots\dots\dots$

**Επεξεργασία μετρήσεων - Υπολογισμοί – Διαγράμματα**

1. Από τα πειραματικά δεδομένα να κάνετε στο μιλιμετρέ χαρτί, στο ίδιο σύστημα αξόνων:
  - α) Το διάγραμμα:  $\theta = f(t)$  για το νερό (Πίνακας 1 - στήλες 4 και 5)
  - β) Το διάγραμμα:  $\theta = f(t)$  για το ελαιόλαδο (Πίνακας 2 - στήλες 4 και 5)
2. Να υπολογίσετε την κλίση **k** του διαγράμματος  $\theta = f(t)$  για το νερό:

$k_v = \dots\dots\dots$

3. Η θερμοκρασία  $\theta$  και ο χρόνος  $t$  συνδέονται με την παρακάτω σχέση :

$\theta = \theta_0 + \frac{\bar{V}_v \bar{I}_v}{m_v c_v + C_{\theta_{\text{ερ}}}} t$ , όπου  $\theta_0$  η αρχική θερμοκρασία του νερού. Από την κλίση:

$k_v = \frac{\bar{V}_v \bar{I}_v}{m_v c_v + C_{\theta_{\text{ερ}}}}$  της  $\theta = f(t)$  που υπολογίσατε στο προηγούμενο βήμα να

υπολογίσετε τη θερμοχωρητικότητα  $C_{\theta_{\text{ερ}}}$  του θερμιδόμετρου, γνωρίζοντας ότι η ειδική θερμότητα του νερού είναι  $c_v = 4184 \text{ J Kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

$C_{\theta_{\text{ερ}}} = \dots\dots\dots$

4. Να υπολογίσετε την κλίση  $k_\lambda$  του διαγράμματος  $\theta = f(t)$  για το ελαιόλαδο:

$k_\lambda = \dots\dots\dots$

5. Η θερμοκρασία  $\theta$  και ο χρόνος  $t$  συνδέονται με την παρακάτω σχέση :

$\theta = \theta_0 + \frac{\bar{V}_\lambda \bar{I}_\lambda}{m_\lambda c_\lambda + C_{\theta\epsilon\rho}} t$ , όπου  $\theta_0$  η αρχική θερμοκρασία του ελαιολάδου. Από

την κλίση:  $k_\lambda = \frac{\bar{V}_\lambda \bar{I}_\lambda}{m_\lambda c_\lambda + C_{\theta\epsilon\rho}}$  της  $\theta = f(t)$  που υπολογίσατε στο προηγούμενο

βήμα και γνωρίζοντας τη θερμοχωρητικότητα του θερμιδόμετρου  $C_{\theta\epsilon\rho}$ , υπολογίστε την ειδική θερμότητα του ελαιολάδου  $c_\lambda$ :

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

$c_\lambda = \dots\dots\dots$

**Ερωτήσεις**

1. Για τον ίδιο ρυθμό παροχής θερμότητας και για ίσες μάζες υγρού ποιο υγρό θερμαίνεται πιο γρήγορα το νερό ή το ελαιόλαδο? Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας

Απάντηση:

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

2. Στα συστήματα κεντρικής θέρμανσης (καλοριφέρ) χρησιμοποιείται για την μεταφορά θερμότητας από τον καυστήρα στα θερμαντικά σώματα νερό και όχι λάδι. Το πείραμα που κάνατε μπορεί να αιτιολογήσει γιατί. Να εκφράσετε την άποψη σας.

Απάντηση:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Αξιολόγηση της άσκησης

Ζύγιση νερού και ελαιολάδου	2 + 2	
Συναρμολόγηση κυκλώματος	10	
Λήψη και καταγραφή μετρήσεων V, I, $\theta - t$	10 + 10	
Υπολογισμός μέσης τιμής V και I	5 + 5	
Κλίμακες και βαθμονόμηση αξόνων γραφήματος νερού και ελαιολάδου	5 + 5	
Τοποθέτηση πειραματικών σημείων στο σύστημα αξόνων για το νερό και για το ελαιόλαδο	3 + 3	
Σχεδίαση πειραματικής ευθείας νερού και ελαιολάδου	5 + 5	
Υπολογισμός της κλίσης κ ευθείας νερού	6	
Υπολογισμός της C θερμοδόμετρου	6	
Υπολογισμός της κλίσης κ' ευθείας ελαιολάδου	6	
Υπολογισμός της cλ ειδικής θερμότητας ελαιολάδου	6	
Ερώτηση 1	3	
Ερώτηση 2	3	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>100</b>	