

**Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός Πειραμάτων Φ.Ε.  
ΕΟΕΣ 2025**



**Τοπικός Διαγωνισμός: Χανιά, 07-12-2024**

**Αντικείμενο: Φυσική**

**Διάρκεια: 70min**

**Σχολείο: .....**

**Ομάδα Μαθητών**

**1. Ονοματεπώνυμο: .....**

**2. Ονοματεπώνυμο: .....**

**3. Ονοματεπώνυμο: .....**

### Θεωρία (5min)

**A.** Η θερμότητα  $Q$  (θερμική ενέργεια) που ανταλλάσσει με το περιβάλλον της μία ορισμένη μάζα  $m$  υλικού, προκαλεί μεταβολή  $\Delta\theta$  στη θερμοκρασία του. Ισχύει ότι:

$$Q \sim \Delta\theta$$

Τα διάφορα υλικά ανταποκρίνονται διαφορετικά στη θερμότητα που απορροφούν. Η θερμότητα που απαιτείται ανά μονάδα μάζας (1kg) για να μεταβληθεί η θερμοκρασία του υλικού κατά 1 βαθμό είναι η ειδική θερμοχωρητικότητα  $c$  του υλικού:

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta}$$

**B.** Ένας αντιστάτης που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, θερμαίνεται και αποβάλλει θερμότητα στο περιβάλλον. Η διαδικασία ονομάζεται φαινόμενο Joule. Επιπλέον, όταν η αντίστασή του  $R$  σταθεροποιηθεί, η ένταση  $I$  του ρεύματος είναι ανάλογη της τάσης  $V$  στα άκρα του, σύμφωνα με τον νόμο του Ohm:

$$I = \frac{V}{R}$$

Σ' αυτή την κατάσταση, η θερμότητα που εκλύει εξαρτάται από την ηλεκτρική του αντίσταση  $R$ , την ένταση  $I$  του ρεύματος (ή ισοδύναμα την ηλεκτρική τάση  $V$  στα άκρα του) καθώς και το χρονικό διάστημα  $\Delta t$  που διαρρέεται από ρεύμα.

Η μαθηματική σχέση που περιγράφει την προηγούμενη εξάρτηση λέγεται νόμος του Joule:

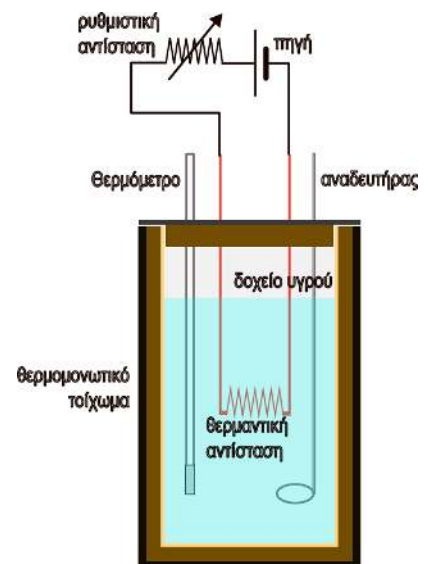
$$Q = I^2 \cdot R \cdot \Delta t = \frac{V^2}{R} \cdot \Delta t$$

Τα προηγούμενα συνδυάζονται και εφαρμόζονται σε μια διάταξη που ονομάζεται θερμιδόμετρο και θυμίζει (σε μικρογραφία) τον θερμοσίφωνα του σπιτιού μας.

Με τη διάταξη αυτή εκμεταλλευόμαστε το φαινόμενο Joule για να προσφέρουμε θερμότητα σε μία ποσότητα υγρού και να μελετήσουμε τη θερμική του συμπεριφορά.

Υλικό	$c$ (J/kg.C°)
Χαλκός	387
Σίδηρος	448
Αλουμίνιο	900
Νερό	4200
Αιθυλική αλκοόλη	2400
Υδρατμοί (100°)	2010

Ειδικές θερμοχωρητικότητες υλικών (S.I.)



Σχηματική αναπαράσταση απλού θερμιδομέτρου

#### Βιβλιογραφία:

Hugh D. Young, "Πανεπιστημιακή Φυσική τόμος Α- Μηχανική Θερμοδυναμική", Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα 1994  
 R.Serway, J.Jewett, "Φυσική για επιστήμονες και μηχανικούς – Μηχανική, Ταλαντώσεις, Κύματα, Θερμοδυναμική, Σχετικότητα" Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα 2012.  
 Ι.Μπουρούτη: "Πειράματα Φυσικής – Βιβλίο Δεύτερο, Οπτική - Ηλεκτρισμός"

**Πειραματικό μέρος  
Α. (10min)**

Στη θέση εργασίας σας βρίσκεται μία (ανοικτή) συσκευή θερμιδόμετρου. Αφού την παρατηρήσετε, σημειώστε παρακάτω κάποια στοιχεία για τον τρόπο λειτουργίας της.



- 1. Δοχείο υγρού
- 2. Θερμαντική αντίσταση
- 3. Αναδευτήρας
- 4. Είσοδος θερμομέτρου
- 5. Τροφοδοσία αντιστάτη

Θερμιδόμετρο

1. Ποιο είναι το φυσικό φαινόμενο που συνδέεται με τη θέρμανση του σύρματος χρωμονικελίνης (θερμαντική αντίσταση) του θερμιδόμετρου;

.....  
.....

2. Με ποια διαδικασία θερμαίνεται το υγρό (π.χ. νερό), που προσθέτουμε στο μεταλλικό δοχείο υγρού;

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

3. Έστω ότι δεν υπήρχε η θερμική μόνωση του θερμιδόμετρου με το περιβάλλον. Πως αυτό θα επηρέαζε τη λειτουργία του;

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

4. Ποιος είναι ο ρόλος του αναδευτήρα;

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

Όταν ολοκληρώσετε τις σημειώσεις σας, καλέστε τον επιβλέποντα και **συναρμολογήστε το θερμιδόμετρο.**

**B. (40min)**

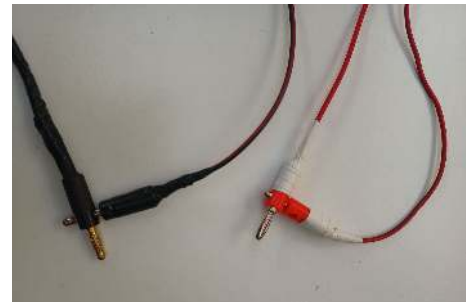
Στη θέση εργασίας σας, εκτός από το θερμιδόμετρο υπάρχει και ο ακόλουθος εργαστηριακός εξοπλισμός:

- 2 πολύμετρα, το ένα ρυθμισμένο να μετράει θερμοκρασία μέσω του σχετικού ακροδέκτη.
- 2 καλώδια σύνδεσης
- 1 τροφοδοτικό DC μεταβλητής τάσης.
- 1 υδροβολέα με αποσταγμένο νερό.
- 1 ηλεκτρονική ζυγαριά
- 1 χρονόμετρο (κινητό τηλέφωνο)

**Προετοιμασία πειραματικής διαδικασίας**

*Tip1: Η τάση τροφοδοσίας του θερμιδόμετρου, δεν πρέπει να ξεπεράσει τα 9,5V*  
*Tip2: Κατά τη διάρκεια των ηλεκτρικών συνδέσεων, το τροφοδοτικό θα πρέπει να είναι απενεργοποιημένο.*

1. Πόση είναι η τιμή της ηλεκτρικής αντίστασης  $R_{θερμ}$  του θερμιδόμετρου;  $R_{θερμ} = \dots\dots\dots$
2. Χρησιμοποιείτε τον υδροβολέα για να προσθέσετε **~55 γραμμάρια** νερό στο θερμιδόμετρο. Σημειώστε τη μάζα του νερού που προσθέσατε:  
 $m_{νερού} = \dots\dots\dots$
3. Συνδέστε το θερμιδόμετρο και το πολύμετρο σε λειτουργία βολτομέτρου, στους ακροδέκτες του τροφοδοτικού.
4. Ρυθμίστε την έξοδο του τροφοδοτικού σε  $V \approx 5\text{Volt}$  και τροφοδοτείστε το θερμιδόμετρο μέχρι να υπάρχει ένδειξη ότι αρχίζει να αλλάζει η θερμοκρασία του.
5. Απενεργοποιείτε το τροφοδοτικό.



Σύνδεση βολτομέτρου

Χρησιμοποιώντας το θερμιδόμετρο, το τροφοδοτικό και το χρονόμετρο θα ελέγξετε την εξάρτηση της θερμότητας Q που εκλύει η θερμαντική αντίσταση του θερμιδόμετρου από:

- Τη χρονική διάρκεια Δt που διαρρέεται από ηλ. ρεύμα.
- Την τάση V που εφαρμόζεται στα άκρα της.

**Χρονική διάρκεια  $\Delta t$  (15min)**

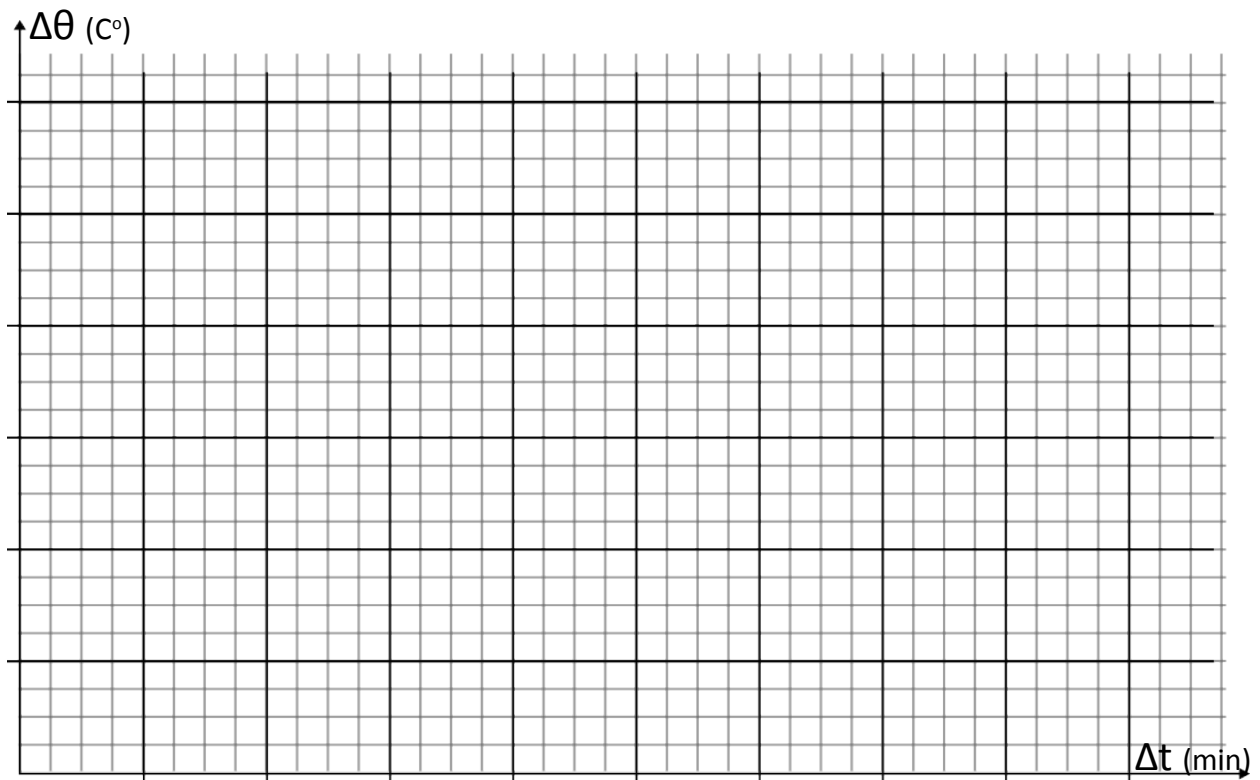
Καταγράψτε την αρχική τιμή της θερμοκρασίας του θερμιδόμετρου και τροφοδοτείστε το με σταθερή τάση  $V \approx 5V$  για χρονική διάρκεια  $\Delta t = 1min$ . Απενεργοποιείτε το τροφοδοτικό και αφού σταθεροποιηθεί η θερμοκρασία, καταγράψτε τη μεταβολή της,  $\Delta\theta$ , στον πίνακα 2.

Επαναλάβετε για χρονική διάρκεια  $2min, 3min$  και συμπληρώστε τον πίνακα.

Φτιάξτε το διάγραμμα:  $\Delta\theta = f(\Delta t)$

Τάση τροφοδοσίας	Χρονική Διάρκεια (min)	Τιμές θερμοκρασίας (C°)		
		$\theta_{αρχ}$	$\theta_{τελ}$	$\Delta\theta$
	0	Αρχική τιμή $\theta$ :		0

Πίνακας 1: Εξάρτηση μεταβολής θερμοκρασίας του θερμιδόμετρου από το χρόνο λειτουργίας



Διάγραμμα  $\Delta\theta = f(\Delta t)$

1. Με ποιο ρυθμό αλλάζει η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του πειράματος; Σχολιάστε.

.....

.....

.....

.....

2. Παρατηρώντας το διάγραμμα και γνωρίζοντας τη σχέση των μεγεθών  $Q$  και  $\Delta\theta$ , ποια θεωρείτε ότι είναι η σχέση της **θερμότητας  $Q$**  που εκλύει η θερμαντική αντίσταση, σε συνάρτηση με τη **χρονική διάρκεια  $\Delta t$**  που διαρρέεται από ηλ.ρεύμα;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Με την ολοκλήρωση των μετρήσεων και πριν την έναρξη του επόμενου βήματος, ενημερώστε τον επιβλέποντα :

- Αποσυνδέστε το τροφοδοτικό
- Ο καθηγητής σας θα αφαιρέσει το νερό του θερμιδόμετρου και εσείς θα προσθέσετε ίδια ποσότητα νέου νερού.
- Ρυθμίστε την έξοδο του τροφοδοτικού σε  $V \approx 5\text{ Volt}$  και τροφοδοτείστε το θερμιδόμετρο για περίπου 1min (μέχρι να υπάρχει ένδειξη ότι αρχίζει να αλλάζει η θερμοκρασία).

#### Τάση V (15min)

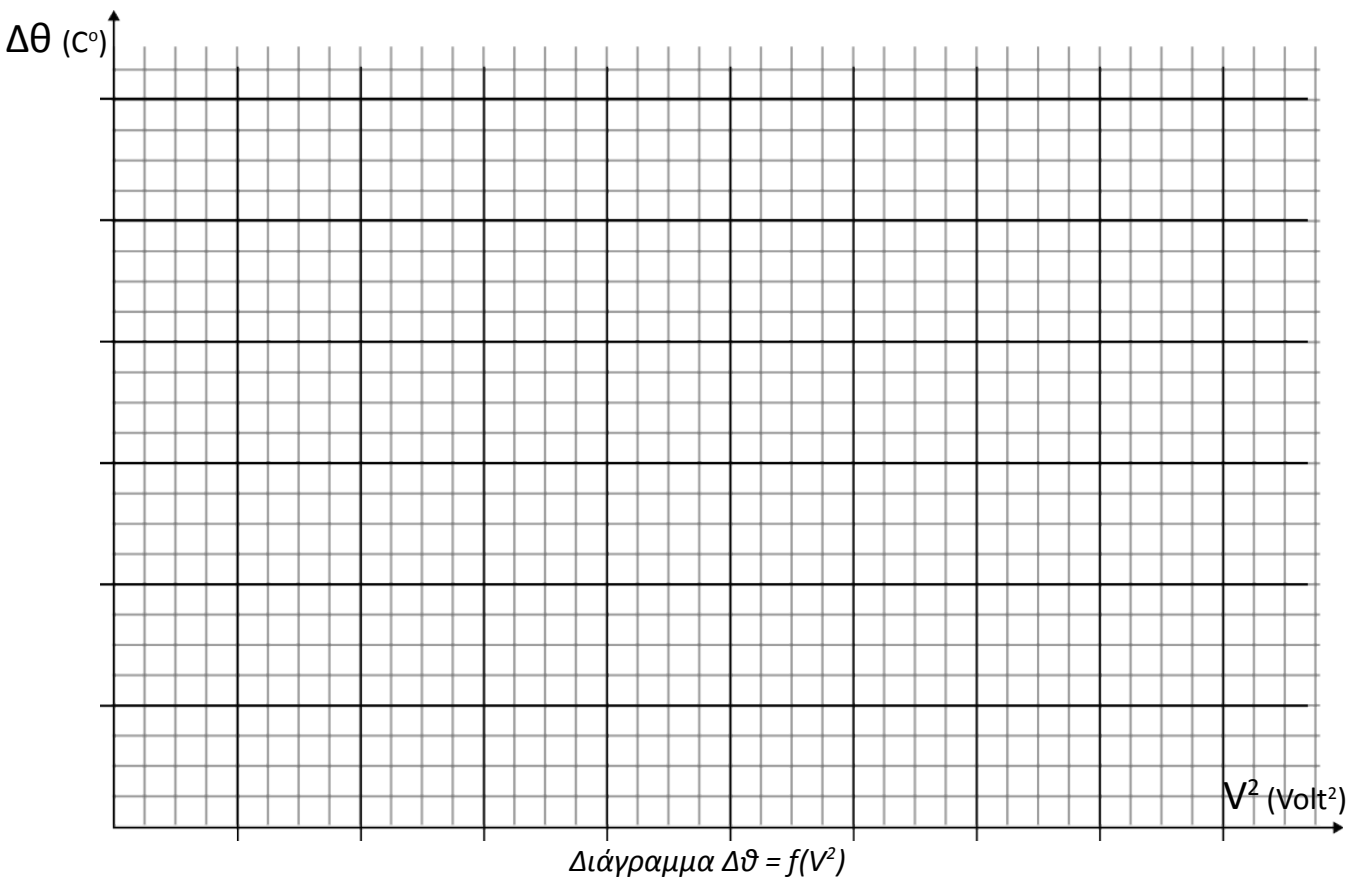
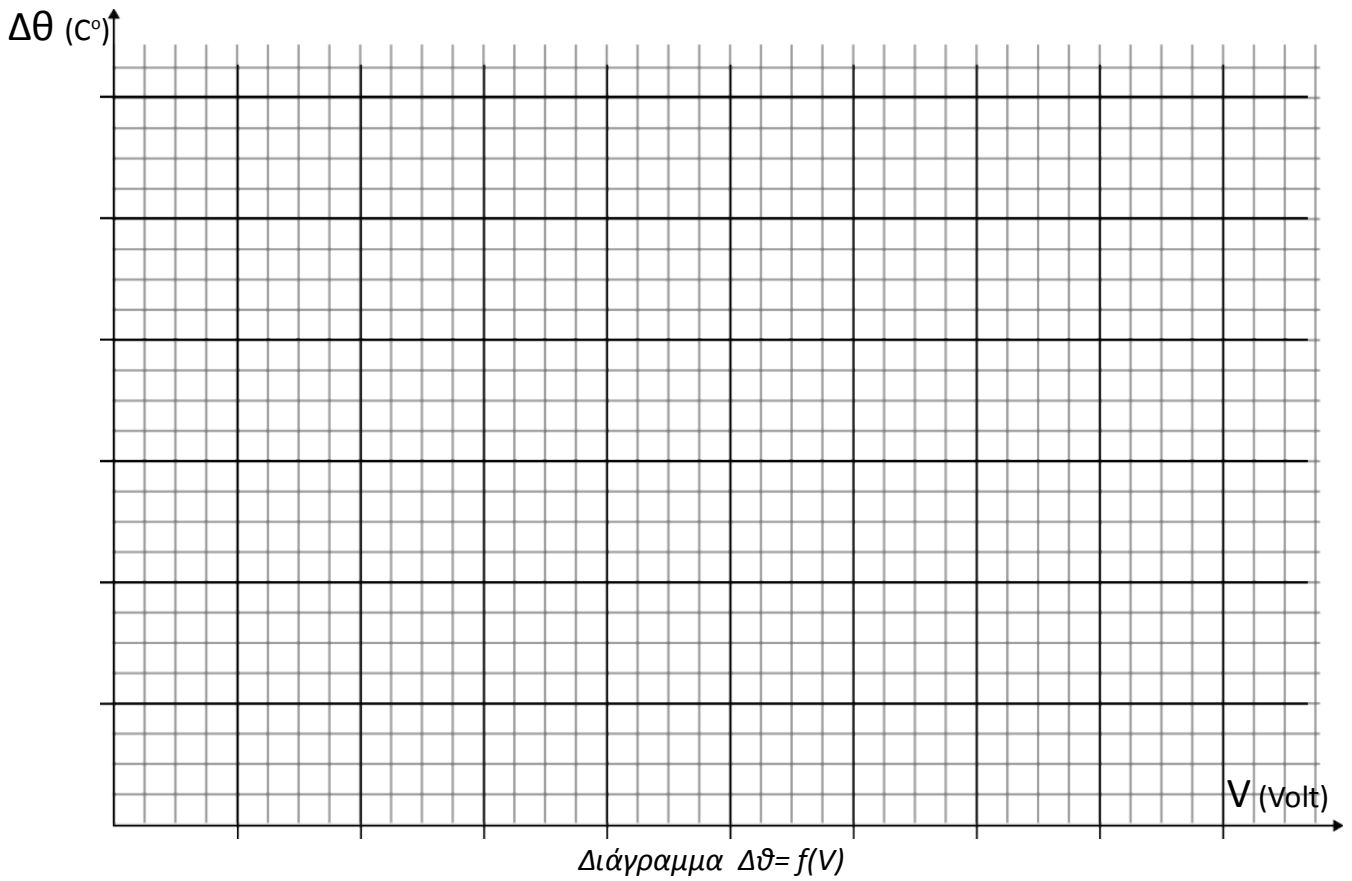
Τροφοδοτείστε το θερμιδόμετρο με τάση γύρω στα 3V για χρονική διάρκεια 2min. Κατά διαστήματα, αναδεύετε αργά το νερό. Διακόψτε την παροχή και αφού σταθεροποιηθεί η θερμοκρασία, καταγράψτε τις σχετικές μετρήσεις στον πίνακα 1.

Επαναλάβετε αυξάνοντας την τάση ανά 2V, έως τα 9V.

Με τις τιμές του πίνακα φτιάξτε τα διαγράμματα:  $\Delta\theta = f(V)$ , &  $\Delta\theta = f(V^2)$

Τάση V (Volt)	Τιμή τάσης στο τετράγωνο Τάση $V^2$	Τιμές θερμοκρασίας ( $^{\circ}\text{C}$ )		
		$\theta_{\text{αρχ}}$	$\theta_{\text{τελ}}$	$\Delta\theta$
0	0	Αρχική τιμή $\theta$ :		0

Πίνακας 2: Εξάρτηση μεταβολής θερμοκρασίας του θερμιδόμετρου από την τάση τροφοδοσίας



Παρατηρώντας τα 2 διαγράμματα, ποια θεωρείτε ότι είναι η σχέση της **θερμότητας  $Q$**  που εκλύει η θερμαντική αντίσταση σε συνάρτηση με την **τάση  $V$**  που την τροφοδοτεί;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Γ. (5min)**

1. Από τις δύο πειραματικές δραστηριότητες, συνοψίστε τα συμπεράσματά σας για τη σχέση των φυσικών μεγεθών  **$Q, V, \Delta t$** .

.....

.....

.....

2. Σύμφωνα με τα προηγούμενα, μπορούμε να εφαρμόσουμε τον νόμο του Joule για τη θερμότητα που αναπτύσσεται στον αντιστάτη; (εξηγείστε)

.....

.....

.....

.....



**Δ. (10min)**

1. Με βάση τη θεωρία, συνδυάστε τη **μαθηματική σχέση που περιγράφει τη θερμότητα  $Q$**  λόγω φαινομένου Joule στον αντιστάτη  $R_{\text{θερμ}}$  του θερμιδόμετρου με την **εξίσωση ορισμού της ειδικής θερμοχωρητικότητας  $c$**  ενός υλικού.

.....

.....

.....

2. Ποια ποσότητα στην προηγούμενη εξίσωση ισούται με τη **μεταβολή της θερμοκρασίας στη μονάδα του χρόνου  $\Delta\theta/\Delta t$**  που είχατε σχολιάσει σε προηγούμενο ερώτημα; (B μέρος της άσκησης)

.....

.....

.....

3. Χρησιμοποιώντας τις τιμές που είχατε καταγράψει για την **μάζα  $m_{\text{νερού}}$**  του νερού και την **αντίσταση  $R_{\text{θερμ}}$**  του θερμιδόμετρου καθώς και τον ρυθμό μεταβολής  **$\Delta\theta/\Delta t$** , υπολογίστε την ειδική θερμοχωρητικότητα  $c$  του νερού μέσα στο θερμιδόμετρο.

.....

.....

.....

.....

.....

4. Συγκρίνετε την τιμή που υπολογίσατε με αυτή της βιβλιογραφίας και σχολιάστε.

.....

.....

.....

.....

.....

## Αξιολόγηση ομάδας.....

Αντικείμενο	Μόρια		Παρατηρήσεις
<b>A :10</b>	Max		
1. N.Joule	2		
2. Η θερμότητα που αποβάλλει ο αντιστάτης απορροφάται από το νερό	3		
3. $Q_R \rightarrow$ νερό + περιβάλλον, $\Delta\theta$ όχι ανάλογο του Q.	3		
4. Ομοιόμορφη κατανομή θερμότητας	2		
<b>B:60</b>			Επιτηρητής για συναρμολόγηση θεομιδόμετρου
Προετοιμασία : 10			
1. Χρήση πολυμέτρου για αντίσταση ( $\Omega$ , σύνδεση), $R=2,7 \Omega$	2		
2. Ζύγιση νερού (απόβαρο, χρήση υδροβολέα)	3		
3. Συνδεσμολογία πολυμέτρου ως βολτόμετρο (V)	1		
4. Σύνδεση τροφοδοτικού2 + πολύμετρο2	2		
5. “Ζέσταμα” θερμιδόμετρου (Θ. Ισορροπία)	2		
6. Κλείσιμο τροφοδοτικού	2		
Πείραμα 1 – $\Delta t$ :24			
1. Λήψη μετρήσεων: ρύθμιση τάσης, τήρηση χρόνου, σταθεροποίηση $\theta$ , απενεργοποίηση τροφοδοτικού.	4		
2. Καταγραφή μετρήσεων: Ορθή καταγραφή τιμών, σημείωση απόκλισης τιμών	4		
3. Αποτύπωση τιμών στους άξονες	3		
4. Χάραξη ευθείας	4		
5. Αναφορά σχέσης $Q - \Delta\theta$ από θεωρία	3		
6. Q ανάλογο $\Delta t$ (μεταβολή + αιτιολόγηση)	6		
Πείραμα 2 – V: 26			Επιτηρητής για ψύξη
1. Λήψη μετρήσεων: ρύθμιση τάσης, σταθεροποίηση $\theta$ , απενεργοποίηση τροφοδοτικού	4		
2. Καταγραφή μετρήσεων: Ορθή καταγραφή τιμών, σημείωση απόκλισης τιμών	4		
3. Αποτύπωση τιμών στους άξονες	3		
4. Χάραξη διαγραμάτων	8		
5.Q ανάλογο $V^2$	7		
<b>Γ:6</b>			
1. Q ανάλογο $\Delta t, V^2$	3		
2. Ναι, αφού ισχύει η αναλογία	3		

<b>Δ: 24</b>			
1. $\Delta\theta = \frac{V^2}{mcR} \cdot \Delta t$ 2. ρυθμός μεταβολής $\Delta\theta/\Delta t = V^2/m.c.R$ 3. μονάδες χρόνου σε sec 4. υπολογισμός c 5. Σχολιασμός (μεταβολή αντίστασης, απώλειες, ακρίβεια μετρήσεων, καθαρότητα νερού...)	5		
	4		
	4		
	5		
	6	0	
<b>Σύνολο</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	
Τάση πάνω από 10V – ασφάλεια τροφοδοτικού	-4		
Εσφαλμένη σύνδεση μιλιαμπερομέτρου/κίνδυνος ασφάλειας οργάνου	-2		
Κακή συνεργασία	-2		
Κακή τακτοποίηση πάγκου	-2		
<b>Σύνολο</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	
<b>Τελικό αποτέλεσμα</b>		<b>0</b>	