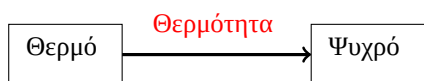


Φύλλο εργασίας 5

Από τη Θερμοκρασία στη Θερμότητα - Η Θερμική Ισορροπία

Θερμότητα

Θερμότητα ονομάζουμε την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα θερμό σώμα σε ένα ψυχρό σώμα, λόγω διαφοράς θερμοκρασίας. Συνήθως συμβολίζεται με το αγγλικό γράμμα Q .



- Η θερμότητα εκφράζει την μεταφορά της ενέργειας. Δεν λέμε ποτέ ότι ένα σώμα έχει θερμότητα.

Μονάδα μέτρησης θερμότητας

Στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων S.I, μονάδα μέτρησης της θερμότητας είναι το ένα joule (τζάουλ) $1 J$, προς τιμήν του Άγγλου Φυσικού *James Joule (1818-1889)*.

Για παράδειγμα, όταν σε ένα ψυχρό σώμα μεταφερθούν $2 J$ θερμότητας από ένα θερμό σώμα, γράφουμε:

$$Q = 2 J$$

Η θερμότητα μεταφέρεται πάντοτε από το θερμό στο ψυχρό και ποτέ από το ψυχρό στο θερμό.

Θερμική ενέργεια

Θερμική ενέργεια ονομάζουμε το σύνολο της κινητικής ενέργειας των μορίων του σώματος, λόγω της κίνησης των μορίων του. Αύξηση της θερμοκρασίας σημαίνει και αύξηση της κινητικής ενέργειας των μορίων του και άρα αύξηση της θερμικής του ενέργειας:

- Ένα σώμα μπορεί να έχει θερμική ενέργεια αλλά δεν μπορεί να έχει θερμότητα.
- Η θερμική ενέργεια εξαρτάται από τη μάζα του σώματος. Δύο σώματα ίσης θερμοκρασίας μπορεί να έχουν διαφορετικές θερμικές ενέργειες, αν έχουν άνισες μάζες. Το σώμα με τη μεγαλύτερη μάζα θα έχει και μεγαλύτερη θερμική ενέργεια, καθώς περιέχει περισσότερα μόρια.
- Αντίστοιχα, ένα ψυχρό σώμα μπορεί να έχει μεγαλύτερη θερμική ενέργεια από ένα θερμό σώμα, αν το θερμό έχει πάρα πολύ μικρή μάζα. Για παράδειγμα, η θάλασσα έχει μεγαλύτερη θερμική ενέργεια από το ζεστό νερό σε μια λεκάνη.

Θερμική ισορροπία

Όταν δύο σώματα με διαφορετικές θερμοκρασίες έρθουν σε θερμική επαφή, μεταφέρεται θερμότητα από το θερμό στο ψυχρό. Στο θερμό σώμα μειώνεται η θερμοκρασία και στο ψυχρό σώμα αυξάνεται η θερμοκρασία, μέχρι τα δύο σώματα να αποκτήσουν μία κοινή θερμοκρασία. Η κατάσταση στην οποία τα δύο σώματα έχουν αποκτήσει την ίδια θερμοκρασία ονομάζεται *θερμική ισορροπία*:

Η θερμοκρασία θερμικής ισορροπίας εξαρτάται από την μάζα των σωμάτων που αλληλεπιδρούν.

- Για δύο σώματα ίσης μάζας με θερμοκρασίες θ_1 και θ_2 η θερμική ισορροπία θα επιτευχθεί στη μέση τιμή των θερμοκρασιών:

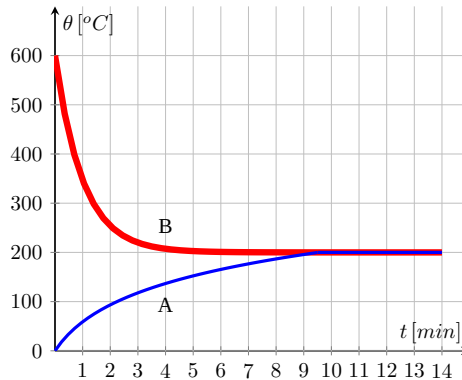
$$\theta = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$$

- Αν το θερμότερο σώμα έχει μεγαλύτερη μάζα, η θερμοκρασία θερμικής ισορροπίας θ θα είναι μεγαλύτερη από την μέση τιμή των θερμοκρασιών.
- Αν το ψυχρότερο σώμα έχει μεγαλύτερη μάζα, η θερμοκρασία θερμικής ισορροπίας θ θα είναι μικρότερη από την μέση τιμή των θερμοκρασιών.

Αύξηση θερμοκρασίας δεν σημαίνει και μεταφορά θερμότητας. Για παράδειγμα, όταν τρίβουμε τα χέρια μας η θερμοκρασία αυξάνεται λόγω τριβής, χωρίς μεταφορά θερμότητας, καθώς κάθε χρονική στιγμή τα χέρια μας βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία.

Διάγραμμα θερμικής ισορροπίας

Το διάγραμμα θερμικής ισορροπίας είναι ένα διάγραμμα θερμοκρασίας - χρόνου για δύο σώματα που έρχονται σε επαφή (σε κοινούς άξονες) και το οποίο περιγράφει τη μεταβολή της θερμοκρασίας των δύο σωμάτων μέχρι να επέλθει η θερμική ισορροπία:



- Την αρχική χρονική στιγμή $t = 0$, το σώμα A έχει θερμοκρασία $\theta_A = 0^\circ C$ και το σώμα B $\theta_B = 600^\circ C$.
- Κατά την θερμική επαφή, θερμότητα μεταφέρεται από το B στο A και η θερμοκρασία του B μειώνεται, ενώ του A αυξάνεται.
- Την χρονική στιγμή $t = 9 \text{ min}$ τα δύο σώματα έρχονται σε θερμική ισορροπία και η κοινή τους θερμοκρασία είναι $\theta_{\text{ισορ.}} = 200^\circ C$.
- Λόγω του ότι η αρχική μέση τιμή των θερμοκρασιών είναι μικρότερη από την $\theta_{\text{ισορ.}}$:

$$\theta = \frac{\theta_A + \theta_B}{2} = \frac{600 + 0}{2} = 300^\circ C < 200^\circ C$$

τότε συμπεραίνουμε ότι $m_A > m_B$.

Ασκήσεις

1. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση:

- i. Αφήνουμε ένα ποτήρι με ζεστό τσάι στο τραπέζι. Αν η θερμοκρασία δωματίου είναι 20°C , μετά από κατάλληλο χρόνο η θερμοκρασία στο ποτήρι με το τσάι θα είναι:
 - (α) μεγαλύτερη από τους 20°C .
 - (β) μικρότερη από τους 20°C .
 - (γ) ίση με τους 20°C .
 - (δ) απροσδιόριστη, γιατί με βάση τα δεδομένα δεν μπορούμε να απαντήσουμε.
- ii. Δύο σώματα έρχονται σε θερμική επαφή. Στο σώμα που αυξήθηκε η θερμοκρασία
 - (α) μεταφέρθηκε θερμότητα από ένα ψυχρό σώμα.
 - (β) μεταφέρθηκε θερμότητα από ένα θερμό σώμα.
 - (γ) δεν μεταφέρθηκε θερμότητα.
 - (δ) τίποτα από τα παραπάνω.
- iii. Δύο σώματα βρίσκονται σε κατάσταση θερμικής ισορροπίας. Αυτό σημαίνει ότι τα δύο σώματα
 - (α) έχουν πάντα την ίδια θερμική ενέργεια.
 - (β) βρίσκονται σε διαφορετική θερμοκρασία.
 - (γ) βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία.
 - (δ) έχουν την ίδια θερμότητα.
- iv. Η θερμοκρασία στην κατάσταση θερμικής ισορροπίας για δύο σώματα ίσης μάζας είναι
 - (α) μεγαλύτερη από την μέση τιμή των αρχικών θερμοκρασιών των σωμάτων, πριν την επαφή.
 - (β) μικρότερη από την μέση τιμή των αρχικών θερμοκρασιών των σωμάτων, πριν την επαφή.
 - (γ) απροσδιόριστη.
 - (δ) περίπου ίση με την μέση τιμή των αρχικών θερμοκρασιών των σωμάτων, πριν την επαφή.
- v. Φέρνουμε σε θερμική επαφή ένα ποτήρι Α που περιέχει κρύο τσάι και ένα ποτήρι Β που περιέχει ζεστό νερό. Κατά την θερμική επαφή
 - (α) θα μεταφερθεί θερμότητα από το Α στο Β.
 - (β) θα μεταφερθεί θερμότητα από το Β στο Α.
 - (γ) θα μεταφερθεί θερμότητα από το Α στο Β και από το Β στο Α.
 - (δ) δεν θα μεταφερθεί θερμότητα.
- vi. Όταν μειώνεται η θερμοκρασία ενός σώματος τότε
 - (α) μεταφέρεται θερμότητα στο σώμα από ένα άλλο ψυχρό σώμα.
 - (β) μεταφέρεται θερμότητα στο σώμα από ένα άλλο θερμό σώμα.
 - (γ) μεταφέρεται πάντα θερμότητα.
 - (δ) δεν μεταφέρεται πάντα θερμότητα.

2. Να χαρακτηρίσετε τις επόμενες προτάσεις Σωστό (Σ) ή λάθος (Λ):

- (α) Η θερμική ενέργεια είναι η θερμότητα που έχει ένα σώμα σε κατάσταση θερμικής ισορροπίας.
- (β) Η θερμότητα μεταφέρεται πάντα από ένα θερμό σε ένα ψυχρό σώμα.
- (γ) Ένα σώμα σε θερμοκρασία 30°C έχει μικρότερη θερμική ενέργεια από ένα σώμα ίσης μάζας σε θερμοκρασία 40°C .
- (δ) Η θερμότητα που έχει ένα σώμα μπορεί να μετρηθεί με ένα θερμόμετρο.
- (ε) Όταν δύο σώματα διαφορετικής θερμοκρασίας έρθουν σε επαφή έχουμε πάντα μεταφορά θερμότητας.

3. Αναφέρετε δύο διαφορές μεταξύ της θερμοκρασίας και της θερμότητας.

4. Ο Πέτρος ισχυρίζεται ότι δεν μπορούμε να έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας ενός σώματος χωρίς μεταφορά θερμότητας. Συμφωνείτε με αυτήν την άποψη και γιατί;

5. Ποιο σώμα περιέχει περισσότερη θερμική ενέργεια, το νερό της θάλασσας ή το ζεστό νερό σε μια κατσαρόλα;

6. Δύο δοχεία περιέχουν ίση ποσότητα νερού. Αν το πρώτο δοχείο έχει θερμοκρασία 30°C και το δεύτερο 20°C , όταν τα φέρουμε σε επαφή, η θερμοκρασία στην κατάσταση θερμικής ισορροπίας μπορεί να είναι:

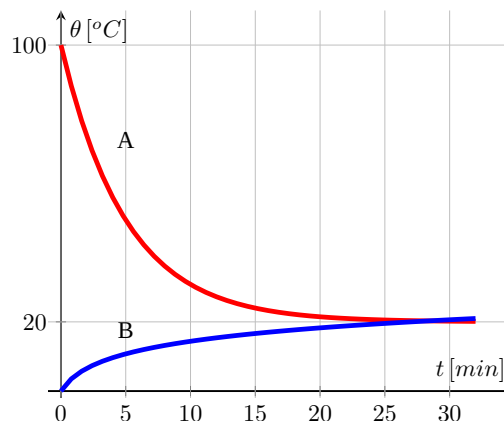
- i. $50^{\circ}C$ ii. $10^{\circ}C$ iii. $25^{\circ}C$

Αιτιολογήστε.

7. Στον πίνακα δίνονται οι μετρήσεις θερμοκρασίας ενός δοχείου που περιέχει ζεστό νερό συναρτήσει του χρόνου.

Χρόνος (<i>min</i>)	Θερμοκρασία ($^{\circ}C$)
0	70
5	41
7	36
12	29
14	28
20	26
22	25
25	25

- i. Να γίνει το διάγραμμα θερμοκρασίας χρόνου σε βαθμονομημένους άξονες.
ii. Γιατί η θερμοκρασία ελαττώνεται; Εξηγήστε το φαινόμενο.
iii. Ποια είναι η αρχική θερμοκρασία του δοχείου και ποια η τελική θερμοκρασία;
iv. Ποια είναι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος και γιατί;
v. Πότε επέρχεται η θερμική ισορροπία;
vi. Αν έφερνα, αρχικά, το δοχείο σε επαφή με δεύτερο δοχείο, που περιέχει ίση μάζα νερού σε θερμοκρασία $40^{\circ}C$, πού αναμένετε να είναι η θερμοκρασία θερμικής ισορροπίας;
8. Στο διάγραμμα φαίνεται η μεταβολή της θερμοκρασίας συναρτήσει του χρόνου για δύο σώματα Α και Β τα οποία έρχονται σε θερμική επαφή. Παρατηρήστε προσεκτικά το διάγραμμα και απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις:



- i. Ποιες είναι οι θερμοκρασίες των σωμάτων πριν την επαφή;
ii. Περιγράψτε συνοπτικά το φαινόμενο μεταφοράς θερμότητας.
iii. Ποια είναι η θερμοκρασία στην κατάσταση θερμικής ισορροπίας.
iv. Πόσο διαρκεί το φαινόμενο μεταφοράς θερμότητας;
v. Τι συμπεραίνετε για τις μάζες των σωμάτων;

Κριτήριο αξιολόγησης

Ζήτημα Α

Αναφέρετε δύο διαφορές μεταξύ της θερμοκρασίας και της θερμότητας.

Μονάδες 5

Ζήτημα Β

Χαρακτηρίστε τις επόμενες προτάσεις με σωστό(Σ) ή λάθος(Λ):

- Στην θερμική ισορροπία δύο σώματα έχουν πάντα την ίδια θερμοκρασία.
- Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία, έχουμε πάντα μεταφορά θερμότητας.
- Η θερμική ενέργεια είναι το σύνολο της κινητικής ενέργειας των μορίων ενός σώματος.
- Δύο όμοια σώματα που βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, μπορεί να έχουν διαφορετικές θερμικές ενέργειες.
- Η θερμότητα μεταφέρεται πάντα από το ψυχρό στο θερμό.

Μονάδες 5

Ζήτημα Γ

Δύο δοχεία περιέχουν ίση ποσότητα νερού. Αν το πρώτο δοχείο έχει θερμοκρασία 20°C και το δεύτερο 40°C , όταν τα φέρουμε σε επαφή, η θερμοκρασία στην κατάσταση θερμικής ισορροπίας μπορεί να είναι:

- 50°C
- 10°C
- 30°C

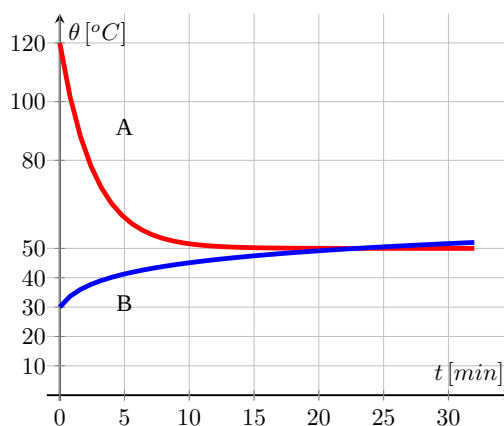
A. Επιλέξτε την σωστή απάντηση και αιτιολογήστε την επιλογή σας.

B. Αν στο δεύτερο δοχείο είχαμε μεγαλύτερη μάζα νερού, η θερμοκρασία στην κατάσταση ισορροπίας θα αυξανόταν, θα μειωνόταν ή θα παρέμενε σταθερή; Αιτιολογήστε.

Μονάδες 5

Ζήτημα Δ

Στο διάγραμμα φαίνεται η μεταβολή της θερμοκρασίας συναρτήσει του χρόνου για δύο σώματα Α και Β τα οποία έρχονται σε θερμική επαφή. Παρατηρήστε προσεκτικά το διάγραμμα και απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις:



- Ποιες είναι οι θερμοκρασίες των σωμάτων πριν την επαφή;
- Περιγράψτε συνοπτικά το φαινόμενο μεταφοράς θερμότητας.
- Ποια είναι η θερμοκρασία στην κατάσταση θερμικής ισορροπίας;
- Πόσο διαρκεί το φαινόμενο μεταφοράς θερμότητας;
- Τι συμπεραίνετε για τις μάζες των σωμάτων;

Μονάδες 5