

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ «ΝΟΜΟΥ ΤΗΣ ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΙΑΣ» ΣΤΟ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Σ.Ε.Π.

1<sup>ο</sup> ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: ΠΩΣ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ Η ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΑΠΟΡΡΟΦΑ ΈΝΑ ΣΩΜΑ  
ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ;

### 1.1 Η ΠΡΟΒΛΕΨΗ

Σε δυο ίδια δοχεία, Α και Β, έχεις ίσες ποσότητες νερού: και στα δυο από **100 g**.

Όμως η θερμοκρασία τους είναι διαφορετική: το νερό στο **A** έχει αρχική θερμοκρασία **20 °C**  
ενώ το νερό στο **B** έχει αρχική θερμοκρασία **40 °C**

Θερμαίνουμε τα δυο δοχεία με ίδια γκαζάκια (λύχνοι **ίσης παροχής**).

A. Το νερό στα δύο δοχεία θα φτάσει στους **60 °C**:

στον ίδιο χρόνο.....

σε διαφορετικό χρόνο .....

B. Το νερό στο δοχείο Α (με αρχική θερμοκρασία **20 °C** θα απορροφήσει:

μεγαλύτερο.....

μικρότερο .....

το ίδιο .....

ποσό θερμότητας με το νερό στο δοχείο Β (που είχε αρχική θερμοκρασία **40 °C**.

Γ. Εξήγησε με λίγα λόγια τις προβλέψεις σου: .....

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

### 1.2 Η ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

A. Με τα άλλα μέλη της ομάδας σου μπορεί να μην έχεις κάνει τις ίδιες προβλέψεις. Συζητείστε και σχεδιάστε ένα πείραμα για να ελέγξετε αν οι προβλέψεις σας είναι σωστές. Με λίγα λόγια να περιγράψεις ή να ζωγραφίσεις το πείραμα ελέγχου που προτείνεις:

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

Πριν πραγματοποιήσετε το πείραμα θα κουβεντιάσετε με όλη την τάξη την πρότασή σας ώστε όλα τα παιδιά της τάξης να συμφωνήσετε να κάνετε το ίδιο πείραμα.

### 1.3 Η ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

#### A. Προετοιμασία της πειραματικής διάταξης

- Κατέβασε στον πάγκο **δύο** δοχεία των **250 mL** και ένα μπουκάλι με **νερό**.
- Βάλε στα δύο δοχεία από **100 g νερό**,  
το ένα να έχει αρχική θερμοκρασία **20 °C** και το άλλο **40 °C**.
- Τοποθέτησε δύο λύχνους στον πάγκο και άναψέ τους στη **χαμηλή** παροχή (180 J/s).
- Κατέβασε δύο θερμόμετρα και τοποθέτησέ τα μέσα στα δοχεία.

#### B. Πραγματοποίηση του πειράματος

Για ζεστάνεις το νερό στα δύο δοχεία και να ελέγξεις τις προβλέψεις σου:

- **Τρέξε το πείραμα και όταν φτάσει ένα από τα δύο δοχεία με νερό τους 60 °C πάτα το stop για να σταματήσει το πείραμα.**

#### Ερωτήματα

##### B.1 Ποιο έφτασε πρώτο στους **60 °C**;

Το νερό με: .....  $\theta_{\text{αρχ}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$   .....  $\theta_{\text{αρχ}} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$

##### B.2 Πόσος **χρόνος** χρειάστηκε για να φτάσει στους **60 °C** ..... $t_1 = \dots \text{ s}$

(μπορείς να συμβουλευτείς τη γραφική παράσταση)

Πόσο είναι το ποσό **θερμότητας** που απορρόφησε; .....  $Q_1 = \dots \text{ J}$

(θυμήσου ότι  $Q = \text{παροχή} \times \text{χρόνο θέρμανσης}$ , δηλαδή  $Q_1 = 180 \times t_1$ )

Πόσο μεταβλήθηκε η θερμοκρασία του; .....  $\Delta\theta_1 = \dots \text{ }^\circ\text{C}$

(θυμήσου ότι  $\Delta\theta = \theta_{\text{τελ}} - \theta_{\text{αρχ}}$ )

##### B.3 Ποια είναι η θερμοκρασία του νερού που δεν έφθασε στους **60 °C**; ..... $\theta = \dots \text{ }^\circ\text{C}$

Το ποσό **θερμότητας** που απορρόφησε είναι;

μεγαλύτερο .....  μικρότερο .....  ή το ίδιο .....

- **Συνέχισε το πείραμα μέχρι να φτάσει στους 60 °C και το νερό στο 2ο δοχείο.**

#### Ερωτήματα

##### B.4 Στο 2ο δοχείο, σε πόσο **χρόνο** έφτασε το νερό στους **60 °C**; ..... $t_2 = \dots \text{ s}$

(μπορείς να συμβουλευτείς τη γραφική παράσταση)

Στο 2ο δοχείο, πόση **θερμότητα** απορρόφησε το νερό; .....  $Q_2 = \dots \text{ J}$

(θυμήσου ότι  $Q = \text{παροχή} \times \text{χρόνο θέρμανσης}$ )

Στο 2ο δοχείο, πόσο μεταβλήθηκε η θερμοκρασία του νερού; .....  $\Delta\theta_2 = \dots \text{ }^\circ\text{C}$

### 1.4 ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ ΜΕ ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

#### A. Είχες προβλέψει ότι το νερό στα δύο δοχεία θα φτάσει στους **60 °C**:

στον ίδιο χρόνο .....  σε διαφορετικό χρόνο .....

κι από το πείραμα διαπιστώνεις ότι νερό στα δύο δοχεία έφτασε στην ίδια θερμοκρασία:  
στον ίδιο χρόνο .....  σε διαφορετικό χρόνο .....

B. Είχες προβλέψει ότι το νερό στο δοχείο με αρχική θερμοκρασία **20 °C** θα απορροφήσει:  
μεγαλύτερο .....  μικρότερο .....  το ίδιο .....   
ποσό θερμότητας, σε σύγκριση με το νερό που είχε αρχική θερμοκρασία **40 °C**.  
Από το πείραμα διαπιστώνεις ότι το νερό με αρχική θερμοκρασία **20 °C** απορρόφησε:  
μεγαλύτερο .....  μικρότερο .....  το ίδιο .....   
ποσό θερμότητας, σε σύγκριση με το νερό που είχε αρχική θερμοκρασία **40 °C**.

- Αν η πρόβλεψή σου δεν συμφωνεί με τα αποτελέσματα του πειράματος,  
**πώς εξηγείς τις διαφορές που διαπίστωσες;**

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

### **1.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

A. Αν ζεστάνεις με **ίδια γκαζάκια**, 200 g **λαδιού** αρχικής θερμοκρασίας **30 °C**  
και ..... 200 g **λαδιού** αρχικής θερμοκρασίας **40 °C**  
για να φτάσουν στους **60 °C** θα χρειαστούν:  
ίδιο χρόνο .....  διαφορετικό χρόνο .....  θέρμανσης  
Αυτό σημαίνει ότι τα 200 g λαδιού αρχικής θερμοκρασίας **30 °C** θα χρειαστούν:  
μεγαλύτερο .....  μικρότερο .....  ή το ίδιο .....   
ποσό θερμότητας από τα 200 g λαδιού αρχικής θερμοκρασίας **40 °C**.

B. Τελικά, η ποσότητα θερμότητας που απορροφά ένα σώμα που θερμαίνεται  
εξαρτάται .....  δεν εξαρτάται .....   
από την μεταβολή της θερμοκρασίας του.



## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ «ΝΟΜΟΥ ΤΗΣ ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΙΑΣ» ΣΤΟ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Σ.Ε.Π.

2<sup>ο</sup> ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: ΠΩΣ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ Η ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΑΠΟΡΡΟΦΑ ΈΝΑ ΣΩΜΑ  
ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΖΑ ΤΟΥ;

### 2.1 Η ΠΡΟΒΛΕΨΗ

Σε δυο ίδια δοχεία, Α και Β, έχεις διαφορετικές ποσότητες νερού με ίδια θερμοκρασία: **50 °C**.  
το νερό στο δοχείο **A** έχει μάζα **100g**  
ενώ το νερό στο δοχείο **B** έχει μάζα **200g**

Θερμαίνουμε τα δυο δοχεία με ίδια γκαζάκια (λύχνοι **ίσης παροχής**).

A. Θα φτάσουν γρηγορότερα στους **50 °C**:

τα **100g** νερού.....

ή τα **200g** νερού.....;

B. Για να φτάσουν από τους **20 °C** στους **50 °C** τα **100g** νερού θα απορροφήσουν:

μεγαλύτερο .....

μικρότερο .....

το ίδιο .....

ποσό θερμότητας με τα **200g** νερού.

Γ. Εξήγησε με λίγα λόγια τις προβλέψεις σου: .....

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

### 2.2 Η ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

A. Με τα άλλα μέλη της ομάδας σου μπορεί να μην έχεις κάνει τις ίδιες προβλέψεις.

Συζητήστε και σχεδιάστε ένα πείραμα για να ελέγξετε αν οι προβλέψεις σας είναι σωστές.

Με λίγα λόγια να περιγράψεις ή να ζωγραφίσεις το πείραμα ελέγχου που προτείνεις:

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

Πριν πραγματοποιήσετε το πείραμα θα κουβεντιάσετε με όλη την τάξη την πρότασή σας  
ώστε όλα τα παιδιά της τάξης να συμφωνήσετε να κάνετε το ίδιο πείραμα.

### 2.3 Η ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

#### A. Προετοιμασία της πειραματικής διάταξης

- Πάτησε το πλήκτρο **Επαναφορά**.
- Άδειασε το ένα δοχείο και γέμισέ το με **200 g νερό**, έτσι ώστε στον πάγκο να έχεις δύο δοχεία των 250 ml με 100 g και 200 g νερό, αρχικής θερμοκρασίας **20 °C**.
- Άναψε τους δύο λύχνους διαλέγοντας τη **χαμηλή** παροχή (180 J/s).

#### B. Πραγματοποίηση του πειράματος

Για ζεστάνεις το νερό στα δύο δοχεία και να ελέγξεις τις προβλέψεις σου:

- **Τρέξε το πείραμα και όταν φτάσει ένα από τα δύο δοχεία με νερό τους 50 °C πάτα το stop για να σταματήσει το πείραμα.**

#### Ερωτήματα

B.1 Ποιο έφτασε πρώτο στους **50 °C**; Το νερό: ..... των **100 g**  .....ή των **200 g** .

B.2 Πόσος **χρόνος** χρειάστηκε για να φτάσει στους **50 °C** ..... **t<sub>1</sub> = ..... s**  
(μπορείς να συμβουλευτείς τη γραφική παράσταση)

Πόσο είναι το ποσό **θερμότητας** που απορρόφησε; ..... **Q<sub>1</sub> = ..... J**  
(θυμήσου ότι  $Q = \text{παροχή} \times \text{χρόνο θέρμανσης}$ )

Πόσο μεταβλήθηκε η θερμοκρασία του; ..... **Δθ<sub>1</sub> = ..... °C**  
(θυμήσου ότι  $\Delta\theta = \theta_{\text{τελ}} - \theta_{\text{αρχ}}$ )

B.3 Ποια είναι η θερμοκρασία του νερού που δεν έφθασε στους **50 °C**; ..... **θ = ..... °C**

Το ποσό **θερμότητας** που απορρόφησε είναι;  
μεγαλύτερο .....  μικρότερο .....  ή το ίδιο ..... .

- **Συνέχισε το πείραμα μέχρι να φτάσει στους 50 °C και το νερό στο 2ο δοχείο.**

#### Ερωτήματα

B.4 Στο 2ο δοχείο, σε πόσο **χρόνο** έφτασε το νερό στους **50 °C**; ..... **t<sub>2</sub> = ..... s**  
(μπορείς να συμβουλευτείς τη γραφική παράσταση)

Στο 2ο δοχείο, πόση **θερμότητα** απορρόφησε το νερό; ..... **Q<sub>2</sub> = ..... J**  
(θυμήσου ότι  $Q = \text{παροχή} \times \text{χρόνο θέρμανσης}$ )

Στο 2ο δοχείο, πόσο μεταβλήθηκε η θερμοκρασία του νερού; ..... **Δθ<sub>2</sub> = ..... °C**

### 2.4 ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ ΜΕ ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

#### A. Είχες προβλέψει ότι στους **50 °C** θα έφτανε πρώτα το νερό:

των **100 g**.....  των **200 g** .....

κι από το πείραμα διαπιστώνεις ότι έφτασε στους **50 °C** πρώτα το νερό:

των **100 g**.....  των **200 g** .....

B. Είχες προβλέψει ότι το νερό με μάζα **100 g** θα απορροφήσει:

μεγαλύτερο .....  μικρότερο .....  το ίδιο .....

ποσό θερμότητας σε σύγκριση με το νερό μάζας **200 g**.

Από το πείραμα διαπιστώνω ότι το νερό με μάζα **100 g** απορρόφησε:

μεγαλύτερο .....  μικρότερο .....  το ίδιο .....

ποσό θερμότητας σε σύγκριση με το νερό μάζας **200 g**.

- Αν η πρόβλεψή σου δεν συμφωνεί με τα αποτελέσματα του πειράματος, **πώς εξηγείς τις διαφορές που διαπίστωσες;**

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

### 2.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

A. Τελικά, η ποσότητα θερμότητας, που απορροφά ένα σώμα που θερμαίνεται, **με ποιο τρόπο εξαρτάται από τη μάζα του**, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος;

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

B. Αν ζεστάνεις, με ίδια γκαζάκια, 200 g και 400 g **λάδι** αρχικής θερμοκρασίας **20 °C** για να φτάσουν στους **60 °C** θα πρέπει τα **200 g λαδιού** να θερμανθούν για:

ίδιο..... , περισσότερο..... , λιγότερο.....

χρόνο σε σύγκριση με τα 400 g.

Αυτό σημαίνει ότι τα 200 g λάδι χρειάζονται:

ίδιο..... , περισσότερο..... , λιγότερο.....

ποσό θερμότητας σε σύγκριση με τα 400 g λάδι.



## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ «ΝΟΜΟΥ ΤΗΣ ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΙΑΣ» ΣΤΟ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Σ.Ε.Π.

3<sup>ο</sup> ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: ΠΩΣ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ Η ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΑΠΟΡΡΟΦΑ ΈΝΑ ΣΩΜΑ  
ΑΠΟ ΤΟ ΥΛΙΚΟ ΤΟΥ;

### 3.1 Η ΠΡΟΒΛΕΨΗ

Σε δυο ίδια δοχεία έχεις ίσες ποσότητες νερού και λαδιού, από **100 g** στο καθένα,  
με ίδια αρχική θερμοκρασία **20 °C**.

Θερμαίνουμε τα δυο δοχεία με ίδια γκαζάκια (λύχνοι **ίσης παροχής**).

A. Το νερό και το λάδι θα φτάσουν στους **55 °C**:

στον ίδιο χρόνο .....

σε διαφορετικό χρόνο .....

B. Το νερό και το λάδι για να φτάσουν στους **55 °C** θα απορροφήσουν:

ίδιο.....

διαφορετικό.....

ποσό θερμότητας.

Γ. Εξήγησε με λίγα λόγια τις προβλέψεις σου: .....

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

### 3.2 Η ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

A. Με τα άλλα μέλη της ομάδας σου μπορεί να μην έχεις κάνει τις ίδιες προβλέψεις.  
Συζητείστε και σχεδιάστε ένα πείραμα για να ελέγξετε αν οι προβλέψεις σας είναι σωστές.  
Με λίγα λόγια να περιγράψεις ή να ζωγραφίσεις το πείραμα ελέγχου που προτείνεις:

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

Πριν πραγματοποιήσετε το πείραμα θα κουβεντιάσετε με όλη την τάξη την πρότασή σας  
ώστε όλα τα παιδιά της τάξης να συμφωνήσετε να κάνετε το ίδιο πείραμα.

### 3.3 Η ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

#### A. Προετοιμασία της πειραματικής διάταξης

- Πάτησε το πλήκτρο **Επαναφορά**.
- Άδειασε το δοχείο με τα **200 g νερό** και γέμισέ το με **100 g λάδι**, έτσι ώστε στον πάγκο να έχεις δύο δοχεία με 100 g νερό και 100 g λάδι, αρχικής θερμοκρασίας **20 °C**.
- Άναψε τους δύο λύχνους διαλέγοντας τη **χαμηλή** παροχή (180 J/s).

#### B. Πραγματοποίηση του πειράματος

Για ζεστάνεις το νερό στα δύο δοχεία και να ελέγξεις τις προβλέψεις σου:

- **Τρέξε το πείραμα και όταν ένα από τα δύο υγρά φτάσει τους 55 °C πάτα το stop για να σταματήσει το πείραμα.**

#### Ερωτήματα

B.1 Ποιο έφτασε πρώτο στους **55 °C**; ..... το νερό  ..... το λάδι

B.2 Πόσος **χρόνος** χρειάστηκε για να φτάσει στους **55 °C** .....  $t_1 = \dots \text{ s}$   
(μπορείς να συμβουλευτείς τη γραφική παράσταση)

Πόσο είναι το ποσό **θερμότητας** που απορρόφησε; .....  $Q_1 = \dots \text{ J}$   
(θυμήσου ότι  $Q = \text{παροχή} \times \text{χρόνο θέρμανσης}$ )

Πόσο μεταβλήθηκε η θερμοκρασία του; .....  $\Delta\theta_1 = \dots \text{ °C}$   
(θυμήσου ότι  $\Delta\theta = \theta_{\text{τελ}} - \theta_{\text{αρχ}}$ )

B.3 Ποια είναι η θερμοκρασία του άλλου υγρού που δεν έφτασε στους **55 °C**; ..  $\theta = \dots \text{ °C}$

Το ποσό **θερμότητας** που απορρόφησε είναι;  
μεγαλύτερο .....  μικρότερο .....  ή το ίδιο .....

- **Συνέχισε το πείραμα μέχρι να φτάσει στους 55 °C και το υγρό στο 2ο δοχείο.**

#### Ερωτήματα

B.4 Στο 2ο δοχείο, σε πόσο **χρόνο** έφτασε το υγρό στους **55 °C**; .....  $t_2 = \dots \text{ s}$   
(μπορείς να συμβουλευτείς τη γραφική παράσταση)

Στο 2ο δοχείο, πόση **θερμότητα** απορρόφησε το υγρό; .....  $Q_2 = \dots \text{ J}$   
(θυμήσου ότι  $Q = \text{παροχή} \times \text{χρόνο θέρμανσης}$ )

Στο 2ο δοχείο, πόσο μεταβλήθηκε η θερμοκρασία του υγρού; .....  $\Delta\theta_2 = \dots \text{ °C}$

### 3.4 ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ ΜΕ ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

- A. Είχες προβλέψει ότι νερό και το λάδι θα φτάσουν στους **55 °C**:  
στον ίδιο χρόνο .....  σε διαφορετικό χρόνο .....   
κι από το πείραμα διαπιστώνεις ότι νερό και το λάδι έφτασαν στην ίδια θερμοκρασία:  
στον ίδιο χρόνο .....  σε διαφορετικό χρόνο .....

- B. Είχες προβλέψει ότι το νερό και το λάδι για να φτάσουν στους **55 °C** θα απορροφήσουν:  
ίδιο .....  διαφορετικό .....  ποσό θερμότητας,  
Από το πείραμα διαπιστώνεις ότι το νερό και το λάδι απορρόφησαν:  
ίδιο .....  διαφορετικό .....  ποσό θερμότητας.

- Αν η πρόβλεψή σου δεν συμφωνεί με τα αποτελέσματα του πειράματος,  
**πώς εξηγείς τις διαφορές που διαπιστώνεις;**

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

### 3.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- A. Αν ζεστάνεις με **ίδια γκαζάκια**, 200 g **νερό** αρχικής θερμοκρασίας **30 °C**  
και ..... 200 g **λάδι** αρχικής θερμοκρασίας **30 °C**  
για να φτάσουν στους **60 °C** θα χρειαστούν:  
ίδιο χρόνο .....  διαφορετικό χρόνο .....  θέρμανσης.  
Αυτό σημαίνει ότι τα 200 g νερό αρχικής θερμοκρασίας **30 °C** θα χρειαστούν:  
ίδιο .....  διαφορετικό .....  ποσό θερμότητας  
από τα 200 g λάδι αρχικής θερμοκρασίας **30 °C**.

- B. Τελικά, η ποσότητα θερμότητας που απορροφά ένα σώμα που θερμαίνεται  
εξαρτάται .....  δεν εξαρτάται.....  από το υλικό του  
εξαρτάται .....  δεν εξαρτάται.....  από τη μάζα του  
εξαρτάται .....  δεν εξαρτάται.....  από τη μεταβολή της θερμοκρασίας του.



## **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΣΤΟ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Σ.Ε.Π. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΙΑΣ**

### **1. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ**

#### **1.1. ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ**

Πειραματική διερεύνηση του «νόμου της Θερμιδομετρίας» στο Εικονικό Εργαστήριο Σ.Ε.Π.

#### **1.2. ΕΜΠΛΕΚΟΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ**

Φυσική: Θερμότητα.

#### **1.3. ΤΑΞΕΙΣ ΣΤΙΣ ΟΠΟΙΕΣ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΑΠΕΥΘΥΝΕΤΑΙ**

Φυσική Β΄ τάξης Γυμνασίου.

#### **1.4. ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ ΜΕ ΤΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ**

Προβλέπεται στο Α.Π. η διδασκαλία της ενότητας «Θερμότητα: Νόμος της Θερμιδομετρίας – Ειδική θερμότητα (στερεών – υγρών)».

*Το διδακτικό σενάριο έχει ως πυρήνα τρία φύλλα εργασίας τα οποία ακολουθούν το πρότυπο «διαμόρφωση υποθέσεων, σχεδίαση πειραμάτων για τον έλεγχο των υποθέσεων, έλεγχος των υποθέσεων -με βάση τα αποτελέσματα των πειραμάτων- και εξήγηση των αποκλίσεων-συγκλίσεων μεταξύ υποθέσεων-πειραμάτων». Αυτή η οργάνωση της μαθησιακής διαδικασίας είναι κατάλληλη και για άλλες γνωστικές περιοχές των φυσικών επιστημών όπως Χημεία, Βιολογία κ.ά. αλλά και για άλλες τάξεις.*

#### **1.5. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ & ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΥΛΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ**

Εφόσον οι μαθητές εργαστούν σε ομάδες 2-3 ατόμων απαιτείται κατάλληλος αριθμός Η/Υ και το μάθημα μπορεί να γίνει στην αίθουσα πληροφορικής. Εναλλακτικά, το μάθημα μπορεί να γίνει στην αίθουσα διδασκαλίας με έναν υπολογιστή και έναν βιντεο-προβολέα.

Λογισμικό: Σύνθετο Εργαστηριακό Περιβάλλον (Σ.Ε.Π.)

#### **1.6. ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ**

- Η κατανόηση της πολύ-παραμετρικής εξάρτησης της ποσότητας θερμότητας που μεταφέρεται κατά τη διάρκεια μιας θερμικής αλληλεπίδρασης.
- Η διαφοροποίηση θερμότητας-θερμοκρασίας.
- Εξοικείωση με την διαδικασία «πρόβλεψη – πειραματικός έλεγχος – εξήγηση» ως βασικό πυρήνα της πειραματικής διαδικασίας.

#### **1.7. ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ**

Δυο διδακτικές ώρες για την εφαρμογή του τριών φύλλων εργασίας στην τάξη.

### **2. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΤΗ ΣΧΕΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΙΑΣ**

Η σχέση της θερμιδομετρίας « $Q=m \cdot c \cdot \Delta\theta$ » μπορεί να προσεγγιστεί μέσα από τη διερεύνηση

διαφόρων θερμικών φαινομένων, όπως της θερμική ισορροπίας, της ψύξης ή της θέρμανσης σωμάτων. Στα σχολικά βιβλία (Καραπαναγιώτης κ.ά. 1998, Αντωνίου κ.ά. 2001, Αντωνίου κ.ά. 2007) η θερμιδομετρία μελετάται με θέρμανση των σωμάτων.

Στην περιοχή της θερμότητας έχουν γίνει πολλές έρευνες για τις ιδέες των μαθητών. Βασικό συμπέρασμά τους είναι ότι οι μαθητές δυσκολεύονται να διακρίνουν τα μεγέθη θερμοκρασία – θερμότητα και δεν αναγνωρίζουν την εκτατικότητα<sup>1</sup> της θερμότητας και την εντατικότητα της θερμοκρασίας με αποτέλεσμα να εμφανίζονται δυσκολίες στην κατανόηση των δύο εννοιών. Η διαπραγμάτευση της σχέσης της θερμιδομετρίας αποτελεί σημαντική ενότητα καθώς σε αυτήν συνδέονται η θερμότητα με τη θερμοκρασία και ανιχνεύονται οι παράγοντες που επηρεάζουν το ποσό θερμότητας που μεταφέρεται. Σε αυτό το πλαίσιο, η αξιοποίηση των δυνατοτήτων που προσφέρουν οι ΤΠΕ και ιδιαίτερα τα εικονικά εργαστήρια στην ανάπτυξη διδασκαλιών για την αντιμετώπιση αυτών των μαθησιακών δυσκολιών έχει μεγάλο διδακτικό ενδιαφέρον.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά οι διδακτικές προσεγγίσεις των σχολικών βιβλίων για τη διδασκαλία του νόμου της θερμιδομετρίας, περιγράφεται το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο και παρατίθενται διδακτικές υποδείξεις-προτάσεις, με βάση τα φύλλα εργασίας, για την υλοποίηση του σεναρίου.

## 2.1. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΥΝ ΤΑ ΣΧΟΛΙΚΑ ΒΙΒΛΙΑ

Στα δύο σχολικά βιβλία που χρησιμοποιήθηκαν τα τελευταία χρόνια αλλά και στο νέο οι παράγοντες της μεταβολής της θερμοκρασίας ( $\Delta\theta$ ), της μάζας ( $m$ ) και του υλικού ( $c$ ) του σώματος που θερμαίνεται, δεν εξετάζονται με συγκεκριμένη αιτιολογημένη σειρά. Αρχικά εισάγεται η σειρά  $m$ ,  $\Delta\theta$ ,  $c$  ενώ, στη συνέχεια, γίνεται  $\Delta\theta$ ,  $m$ ,  $c$ . Ενώ και στα βιβλία η μεταβολή της θερμοκρασίας, η μάζα και το υλικό των σωμάτων που θερμαίνονται μελετώνται με μεταβολή της παροχής θερμότητας, στους εργαστηριακούς οδηγούς η παροχή θερμότητας διατηρείται σταθερή. Στους εργαστηριακούς οδηγούς, για τους παράγοντες της μάζας και του υλικού τα σώματα θερμαίνονται για την ίδια μεταβολή της θερμοκρασίας (ίδια τελική θερμοκρασία), ενώ στον παράγοντα της μεταβολής της θερμοκρασίας η προσέγγιση γίνεται από την γραφική παράσταση  $\Delta\theta - t$  ή από τον πίνακα  $\Delta\theta - Q$ . Η σειρά των παραγόντων στους εργαστηριακούς οδηγούς είναι  $\Delta\theta$ ,  $m$ ,  $c$  ενώ στα βιβλία η σειρά αλλάζει.

## 2.2. ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

Η προτεινόμενη οργάνωση της διδασκαλίας:

- Έχει ως πυρήνα τρία φύλλα εργασίας στα οποία διαδοχικά διερευνώνται οι παράμετροι της σχέσης της θερμιδομετρίας με βάση το τρίπτυχο «πρόβλεψη – πειραματικός έλεγχος – εξήγηση».
- Αξιοποιεί τις δυνατότητες που προσφέρουν οι ΤΠΕ και ιδιαίτερα το Εικονικό Εργαστήριο

<sup>1</sup> Στη Φυσική και στη Χημεία ένα εκτατικό φυσικό μέγεθος αντιστοιχεί σε φυσική ιδιότητα συστήματος η οποία εξαρτάται από τη γεωμετρία του συστήματος ή και την ποσότητα της ύλης του. Για παράδειγμα, η μάζα ( $m$ ) ενός σώματος είναι εκτατικό μέγεθος καθώς αυξάνει ανάλογα με τον όγκο ( $V$ ) του. Αντίθετα, η πυκνότητά του ( $\rho$ ) είναι ανεξάρτητη και από τον όγκο του και από τη μάζα του κι επομένως είναι εντατικό μέγεθος.

Θερμότητας του Σ.Ε.Π.

- Εστιάζει στην προετοιμασία-σχεδίαση της πειραματικής διαδικασίας από τους μαθητές καθώς και στη σειρά με την οποία οι παράμετροι αυτές διερευνώνται.
- A.** Τα φύλλα εργασίας αποτελούν προσαρμογή αυτών που χρησιμοποιήθηκαν σε έρευνα των Πετρίδου κ.ά. (2005). Σε αυτά:
- Η σειρά διαχείρισης των παραγόντων είναι  $\Delta\theta$ ,  $m$ ,  $c$  ώστε να προηγηθεί η διδασκαλία των εννοιών που δυσκολεύουν λιγότερο τους μαθητές και στη συνέχεια αυτών που δυσκολεύουν περισσότερο.
  - Ο υπολογισμός του ποσού θερμότητας γίνεται άμεσα από τον χρόνο θέρμανσης και την παροχή της πηγής. Ο υπολογισμός του από το γινόμενο  $m \cdot \Delta\theta$  ( $a$ ) εμπλέκει και τις άλλες υπό διερεύνηση παραμέτρους και ( $\beta$ ) μπορεί να ενισχύσει την εναλλακτική ιδέα των μαθητών ότι «η θερμοκρασία αποτελεί μέτρο της θερμότητας» αφού χρησιμοποιεί την αναλογία ανάμεσα στο  $Q$  και στο  $\Delta\theta$ .
  - Αποφεύγουμε να μεταβάλλουμε την παροχή θερμότητας για να δείξουμε (όπως στα σχολικά βιβλία) ότι διπλάσια παροχή θερμότητας προκαλεί διπλάσια μεταβολή της θερμοκρασίας σε δύο ίσες ποσότητες του ίδιου υγρού που θερμαίνονται για τον ίδιο χρόνο.
  - Η μεταβολή της θερμοκρασίας αντιμετωπίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε τα σώματα να αποκτούν την ίδια τελική θερμοκρασία. Συγκεκριμένα, στη μελέτη του παράγοντα  $\Delta\theta$  υπολογίζεται το ποσό θερμότητας κατά τη θέρμανση, όταν δύο ίδια υγρά, ίδιας μάζας, αποκτούν ίδια τελική θερμοκρασία έχοντας διαφορετική αρχική. Ίδια αντιμετώπιση (δηλαδή ίδια τελική θερμοκρασία) υιοθετούμε και στις άλλες διερευνήσεις στις οποίες υπολογίζεται το ποσό θερμότητας για το ίδιο  $\Delta\theta$  όταν αλλάζει η μάζα και το είδος του υγρού.  
Η παραπάνω επιλογή, δηλαδή να θερμαίνονται τα σώματα μέχρι να αποκτήσουν την ίδια τελική θερμοκρασία διευκολύνει και τη διδακτική διαχείριση της αντίληψης των μαθητών ότι «η θερμοκρασία είναι μέτρο της θερμότητας». Οι μαθητές όταν δύο σώματα έχουν φτάσει στην ίδια τελική θερμοκρασία μπορεί να θεωρήσουν ότι έχουν απορροφήσει και το ίδιο ποσό θερμότητας. Όμως, στα πειράματα θα δουν ότι τα σώματα ενώ έχουν αποκτήσει ίδια τελική θερμοκρασία δεν έχουν απορροφήσει το ίδιο ποσό θερμότητας.
- B.** Οι δραστηριότητες των μαθητών και η οργάνωση της διδασκαλίας:
- Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες 2-3 στην αίθουσα πληροφορικής. Εναλλακτικά, το μάθημα μπορεί να γίνει στην αίθουσα διδασκαλίας με έναν υπολογιστή και βιντεο-προβολέα.
  - Κάθε φύλλο εργασίας έχει τρεις σελίδες. Κάθε σελίδα δίνεται στους μαθητές ξεχωριστά. Όταν ολοκληρωθούν οι δραστηριότητες της σελίδας τότε δίνεται η επόμενη.
  - Πρώτη δραστηριότητα των μαθητών και στα τρία φύλλα εργασίας είναι η πρόβλεψη. Με αυτήν επιδιώκουμε:  
(α) Να διατυπώσουν-αναγνωρίσουν οι μαθητές τις απόψεις που έχουν για το φαινόμενο.  
(β) Να επαναδιατυπώσουν τις απόψεις τους ως υποθέσεις προς πειραματικό έλεγχο.

Δεν γίνεται συζήτηση για το ποιες απόψεις είναι σωστές ή λάθος. Αυτή η κρίση θα προκύψει από τη συζήτηση στην 4η και 5η δραστηριότητα.

- Δεύτερη δραστηριότητα είναι η σχεδίαση της πειραματικής διάταξης και της πειραματικής διαδικασίας. Είναι απαραίτητη διότι οι έρευνες έχουν δείξει ότι οι μαθητές εκτελούν μηχανικά και δεν κατανοούν πειραματικές διαδικασίες που έχουν σχεδιαστεί από άλλους.
  - Η 3η δραστηριότητα εκτελείται από τους μαθητές ως έχει κατά την υλοποίηση του 1ου φύλλου εργασίας, αφού πρώτα συζητηθεί η σχέση της με τις προτάσεις που διατύπωσαν οι διάφορες ομάδες μαθητών. Στα δύο άλλα φύλλα εργασίας κάθε ομάδα μπορεί ακολουθήσει τη δική της πειραματική σχεδίαση.
  - Στις δραστηριότητες 4 και 5 εκτελείται σχολαστικός έλεγχος υποθέσεων-πειραματικών αποτελεσμάτων ώστε να δημιουργηθεί η βάση για την οικειοποίηση των συμπερασμάτων από τους μαθητές.
  - Βασικός παράγοντας αποτελεσματικής χρήσης των φύλλων εργασίας είναι παραγωγική οργάνωση της συζήτησης των απόψεων μεταξύ των μαθητών. Ο καθηγητής έχει το ρόλο του συντονιστή και όχι του κριτή του «σωστού-λάθους». Η καλή οργάνωση των συζητήσεων θα επιτρέψει την ολοκλήρωση σε 2 διδακτικές ώρες.
- Γ. Το Εικονικό Εργαστήριο Θερμότητας Σ.Ε.Π. (Ψύλλος κ.ά. 2000) δίνει τη δυνατότητα της άμεσης διαχείρισης της παραμέτρου «χρόνος» για το σχεδιασμό πειραμάτων με θέρμανση, με ίδια γκαζάκια σταθερής παροχής θερμότητας, ποσοτήτων νερού με διαφορετική αρχική θερμοκρασία και ίδια τελική. Από τον διαφορετικό χρόνο απόκτησης της ίδιας τελικής θερμοκρασίας μπορεί να υπολογιστεί το διαφορετικό ποσό θερμότητας που απαιτείται για τα δύο δοχεία ανεξάρτητα από το γεγονός ότι έφτασαν στην ίδια τελική θερμοκρασία. χωρίς να γίνεται αναφορά στην ειδική θερμότητα. Η χρήση του Εικονικού Εργαστηρίου Θερμότητας δίνει, επίσης, τη δυνατότητα καταγραφής του Q. Όμως, επιλέγουμε να μη χρησιμοποιηθεί ώστε να ασχοληθούν οι μαθητές με τον υπολογισμό του Q από την παροχή θερμότητας και τον χρόνο θέρμανσης.

### 3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες*. Ένωση Ελλήνων Φυσικών – Εκδόσεις Τροχαλία. Αθήνα.
2. Κουλαϊδής, Β. (επιμελητής) (1994). *Αναπαραστάσεις του Φυσικού Κόσμου*. Εκδόσεις GUTENBERG. Αθήνα.
3. Πετρίδου Ε., Λεύκος Ι., Χατζηκρανιώτης Ε., & Ψύλλος Δ. (2005). Μελέτη της διδασκαλίας της θερμοδομετρίας με Εικονικό Εργαστήριο. Πρακτικά 9ου Κοινό Συνέδριο της Ένωσης Ελλήνων και Κυπρίων Φυσικών: «Εξελιξείς και Προοπτικές στη Φυσική. Νέες Τεχνολογίες και Διδακτική των Φυσικών Επιστημών». Φεβρουάριος 2005, Λευκωσία.
4. Χατζηνικήτα, Β., Κουλαϊδής, Β., & Ραβάνης Κ. (1996). Ιδέες μαθητών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας για το βρασμό του νερού. *Ερευνώντας τον κόσμο του παιδιού*, 2, 106 - 116.
5. Ψύλλος, Δ., Αργυράκης, Π., Βλαχάβας, Ι., Χατζηκρανιώτης, Ε., Μπισδικιάν, Γ., Ρεφανίδης,

Ι., Λεύκος, Ι., Κορομπίλης, Κ., Βράκας, Δ., Γάλλος, Λ., Πετρίδου, Ε., & Νικολαΐδης, Ι. (2000). Σύνθετο Εικονικό Περιβάλλον για τη διδασκαλία Θερμότητας – Θερμοδυναμικής. Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση», Οκτ. 2000, Πάτρα.