

Heat transfer by conduction

Μετάδοση θερμότητας με αγωγή

Aristidis Paliouras

Computer Science Teacher

at 1st High School of Artemis (Athens, Greece)

Prof. Sarantos Psycharis

Director of Master in STEM Education

**ASPETE (School Of Pedagogical and Technological
Education)**

Educational Objectives

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τη μετάδοση της θερμότητας με αγωγή σε στερεό σώμα.
- Να διακρίνουν οι μαθητές διάφορα υλικά σε καλούς ή κακούς αγωγούς της θερμότητας.
- Να χρησιμοποιούν τα όργανα μέτρησης των πειραματικών συσκευών.
- Να κατασκευάζουν γραφικές παραστάσεις στο Excel.
- Students should be able to:
 - Find out experimentally the heat transfer in a solid material
 - Distinguish various materials into good and bad conductors of heat
 - Use measuring instruments of laboratory equipment
 - Create graphs in Excel

Educational Objectives

- Να συνεργάζονται σε ομάδες.
- Να αναπτύξουν θετική στάση σχετικά με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης.
- Να αναπτύξουν θετική στάση για τη διδασκαλία του μαθήματος της φυσικής.
- Να αποδεχθούν την άποψη ότι οι φυσικές επιστήμες είναι κατεξοχήν πειραματικές επιστήμες.
- Students should be able to:
 - Cooperate in groups
 - Develop a positive attitude about the scientific way of thinking
 - Develop a positive attitude to the teaching of physics course
 - To accept the view that Physics is eminently experimental sciences

Context of use – Age range

- Δημοτικό – ΣΤ' τάξη
- Ενότητα "Θερμότητα: Η θερμότητα μεταδίδεται με αγωγή"
- Primary education – Sixth grade (11 to 12 years old)
- Section "Heat: Heat is transmitted by conduction."

1

Why Asterix had to leave the javelin while Ovelix holds it yet ?

Γιατί ο Αστερίξ αναγκάστηκε να αφήσει το ακόντιο, ενώ ο Οβελίξ το κρατά ακόμα ;



We explain to children that

Κατά τη μετάδοση της θερμότητας με αγωγή, τα μόρια του σώματος που βρίσκονται σε περιοχές με υψηλότερη θερμοκρασία μεταδίδουν τη θερμότητα σε γειτονικά τους μόρια που βρίσκονται σε περιοχές με χαμηλότερη θερμοκρασία. Η μετάδοση μπορεί να γίνεται και από μόρια ενός σώματος σε μόρια άλλου σώματος χαμηλότερης θερμοκρασίας, όταν τα σώματα είναι σε επαφή.

During the transmission of heat by conduction, the body's molecules found in areas with higher temperature transmit heat to the neighboring molecules that are in areas with lower temperature. The transmission may be from one body to another body molecules of lower temperature when the bodies are in contact.

Video

- <https://www.youtube.com/watch?v=dwcqHVWNOQg&feature=youtu.be>

Οι μαθητές εργαζόμενοι σε ομάδες μετρούν τη θερμοκρασία τριών σημείων μια μεταλλικής ράβδου τις εξής χρονικές στιγμές:

t1: πριν την παροχή θερμότητας

t2: κατά τη διάρκεια της παροχής θερμότητας

t3: μετά τη λήξη της διαδικασίας παροχής θερμότητας

Students working in groups measure the temperature of a three-point metal rod the following times:

t1: before providing heat

t2: during the heat supply

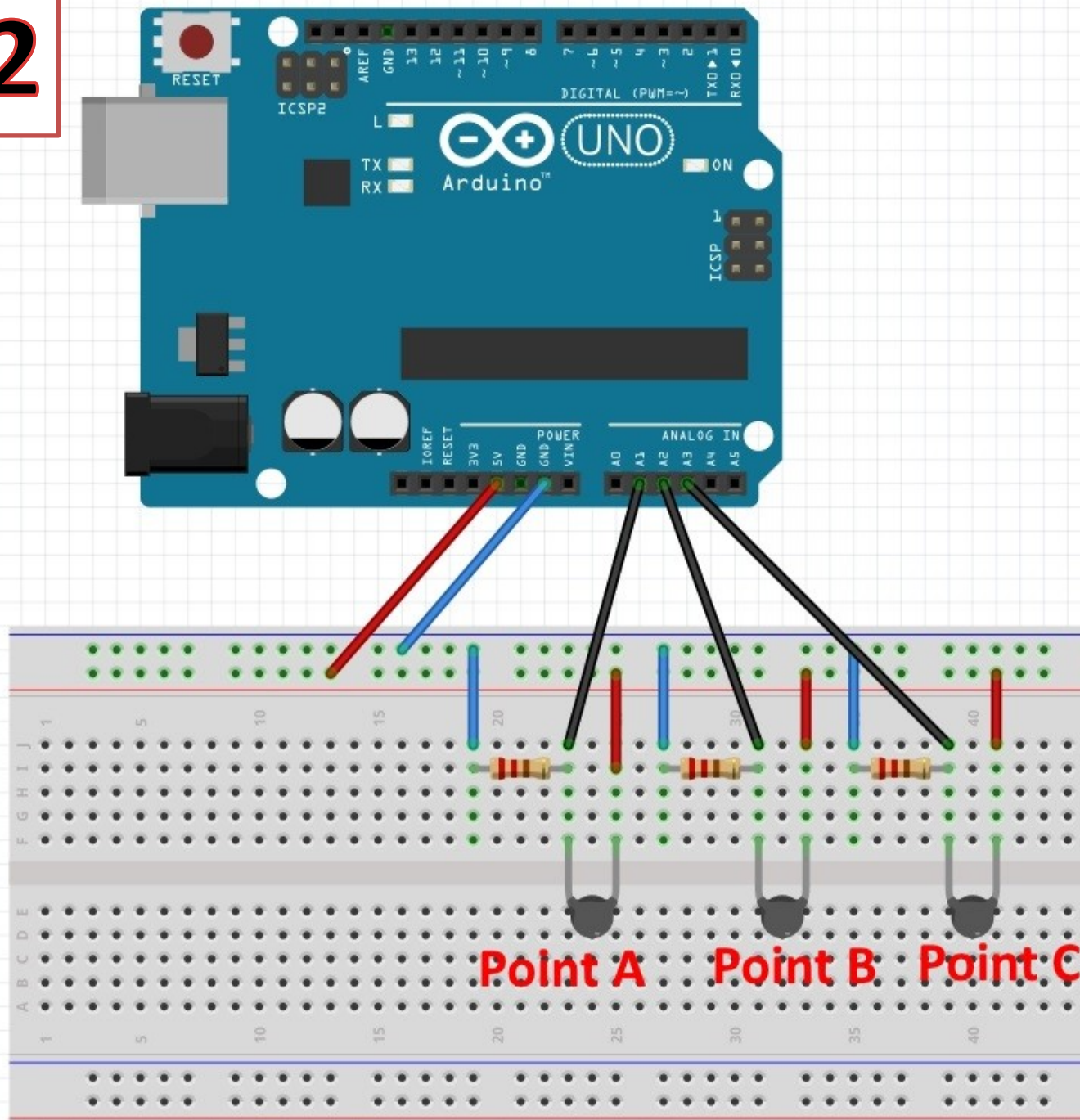
t3: after the heat supply process

2

Πειραματική διάταξη | Experimental Setup

- Monitoring program (developed using Easy Java Simulator) (0 euros)
- Arduino UNO microcontroller (12 euro)
- Three thermistors (1,20 euro)
- Wires (1 euro)
- USB Cable (1,5 euro)
- 3 resistors 220 Ohm (0,20 euro)

2



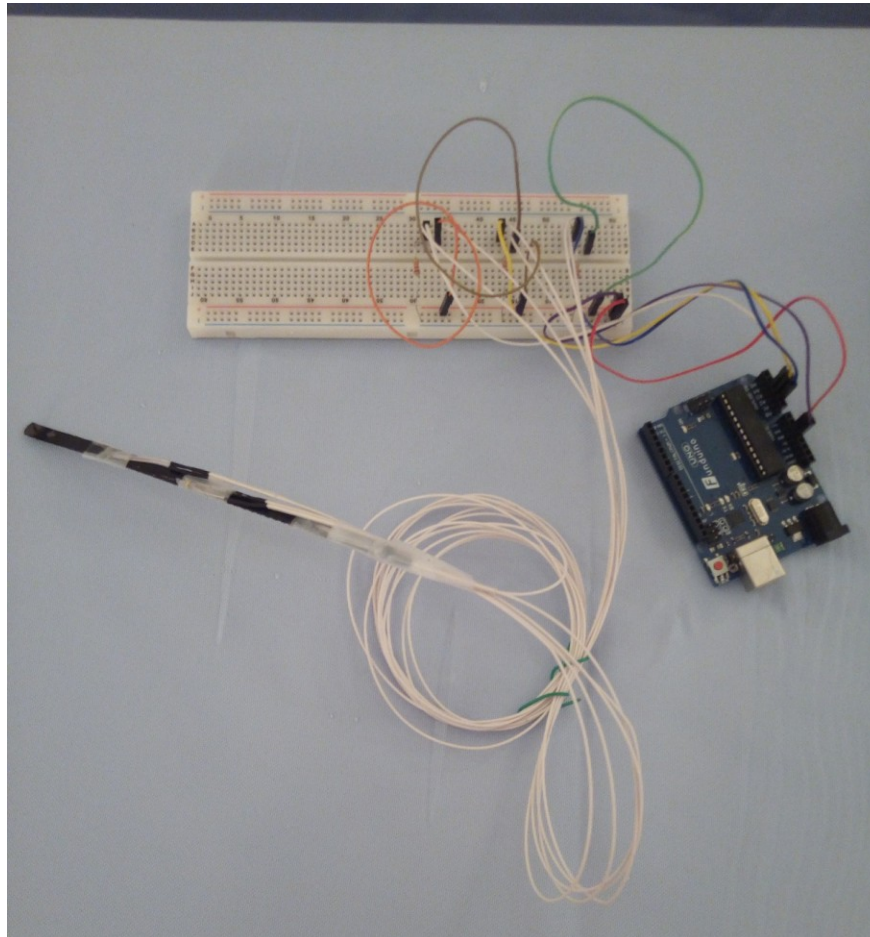
Arduino Circuit

It will be delivered ready to the students.

For junior or senior high school it could be carried out by students.

2

Πειραματική διάταξη | Experimental Setup



<http://portal.opendiscoveryspace.eu/el/node/844601>

3

Ποια είναι η θερμοκρασία στα σημεία A, B, C πριν την θέρμανση της ράβδου ;

What is the temperature in point A, B, C before we provide heat in the metallic rod ?

Time slot (which second)	Point A	Point B	Point C

3

Θερμάνετε τη μεταλλική ράβδο για 5 δευτερόλεπτα.
Καταγράψτε την θερμοκρασία των τριών σημείων σε 5
διαφορετικές χρονικές στιγμές μετά την θέρμανση της ράβδου.

Provide heat in the metallic rod for 5 seconds. Write down the
temperature of the 3 points for at least 5 different time slot after
heating the rod.

	Time slot (second)	Point A	Point B	Point C
	5	26	27	26
→				
→				
→				
→				
→				

3

Από τα στοιχεία του προηγούμενου πίνακα
προσπαθήστε να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις:

Study the data that has been collected and answer the
following questions:

- Σε ποιο σημείο της ράβδου η θερμοκρασία ανέβηκε πιο γρήγορα ;
- Πως μεταβλήθηκε η θερμοκρασία στα υπόλοιπα σημεία (αυξήθηκε, μειώθηκε ή έμεινε σταθερή) ;
- At which point (A, B or C) of the rod the temperature rose faster ?
- How changed the temperature in the remaining points (increased, decreased or remained stable)?

3

Μελετήστε τα γραφήματα και τους πίνακες του προγράμματος και εντοπίστε τις χρονικές στιγμές που το κάθε σημείο είχε τη μεγαλύτερη θερμοκρασία και ποια είναι η μεγαλύτερη θερμοκρασία.

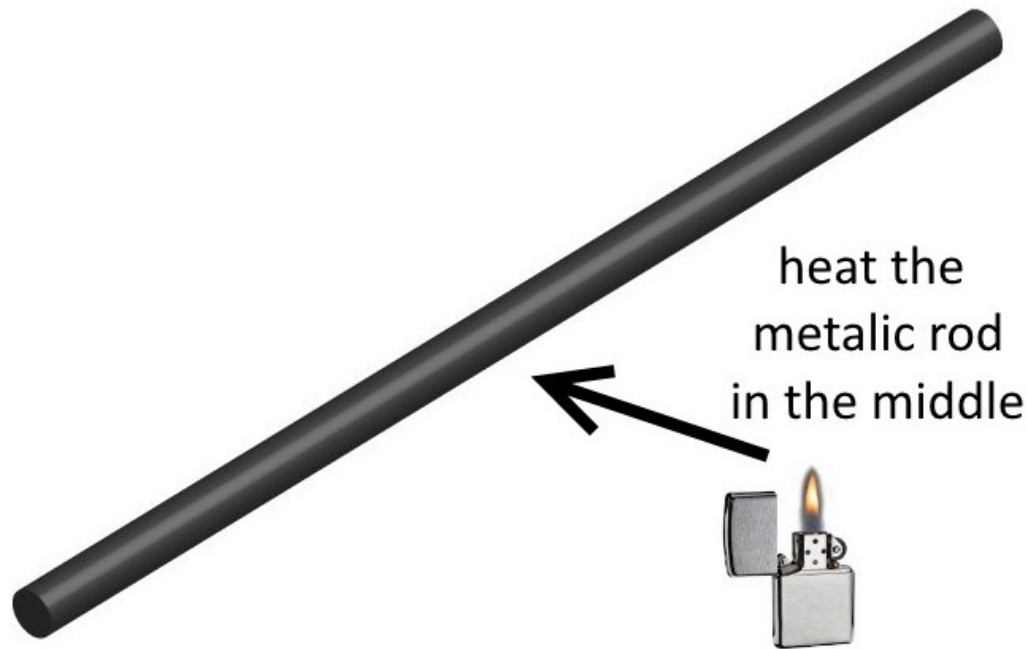
Study the graphs and real time data of the monitoring program and find out the time slot that each point had the maximum temperature. Find out which is the maximum temperature, too.

Point	Time Slot	Temperature
A		
B		
C		

3

Αν ζεστάνουμε την μεταλλική ράβδο στο μέσο της, μπορείτε να εντοπίσετε 2 σημεία στην ράβδο που την ίδια χρονική στιγμή να έχουν την ίδια θερμοκρασία ;

If we heat the metallic rod in the middle, can you find 2 points in the rod that at the same time slot they have the same temperature ?



4

Επαναλαμβάνουμε το ίδιο πείραμα με τα παρακάτω υλικά αλλά με διαφορετικό τρόπο.

We repeat a similar experiment with 3 rods made from different materials.

The 3 rods must have the same length and the same diameter.

- Yellow Brass (Κίτρινος ορείχαλκος)
- Aluminium (Αλουμίνιο)
- Steel (Ατσάλι)

4

2^ο πείραμα | 2nd experiment

Τοποθετούμε στα 3 διαφορετικά υλικά (3 ράβδοι με ίδιο μήκος και ίδια διάμετρο) έναν αισθητήρα στο ίδιο σημείο (να ισαπέχει από τα άκρα της ράβδου) και στη συνέχεια τοποθετούμε τις ράβδους σε μια κατσαρόλα με νερό, το οποίο στη συνέχεια θα ζεστάνουμε για να λειτουργήσει ως πηγή θερμότητας.

Οι 3 ράβδοι πρέπει να είναι ισόποσα βυθισμένοι μέσα στο νερό και με τέτοια κλίση ώστε οι υδρατμοί να μην επηρεάζουν τους αισθητήρες.

We attach in the three different materials (three bars with the same length and same diameter) a sensor at the same point (to be equidistant from the ends of the bar) and then place the rods in a pot of water, which will then warm up to operate as a heat source.

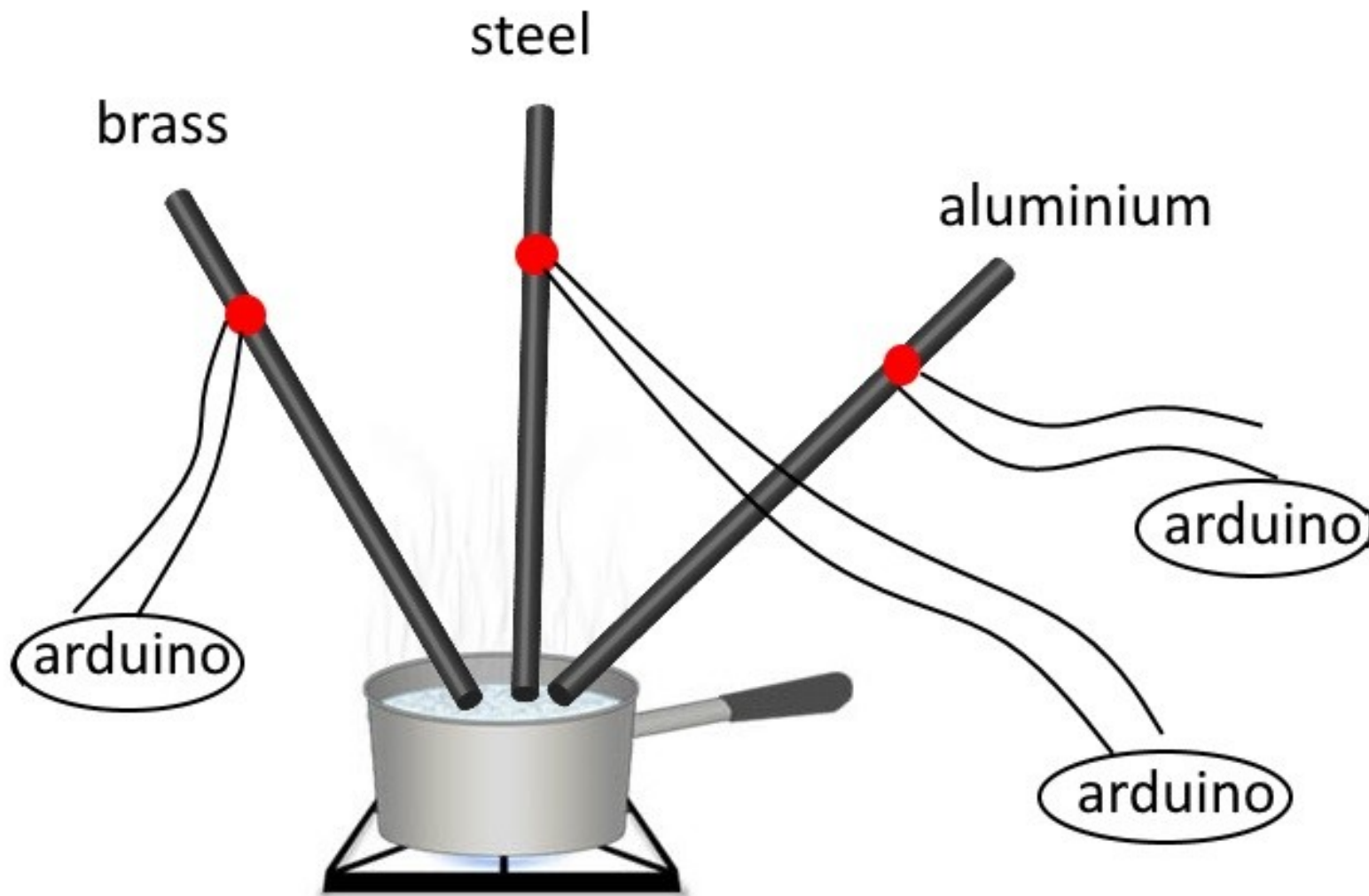
The 3 rods must be equally immersed in the water with such an angle so that water vapor does not affect the sensors.



Source of heat

4

Each sensor will be connected to Arduino in the same way we did it in the first experiment.



Αφού ζεσταθεί αρκετά το νερό, επιλέξτε 5 διαφορετικές χρονικές στιγμές και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

Once the water has been warmed up enough, choose five different times and fill in the table below.

[illegible]

4

Από τα στοιχεία του προηγούμενου πίνακα προσπαθήστε να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις.

Study the data that has been collected and answer the following questions.

- Ποιο υλικό είναι περισσότερο θερμικά αγωγίμο (μεταδίδεται η θερμότητα πιο γρήγορα) ;
- Ταξινομήστε τα παραπάνω υλικά (ατσάλι, αλουμίνιο, ορείχαλκος) με βάση τη θερμική αγωγιμότητα.
- Which material is more thermally conductive (heat transmitted faster)?
- Sort the above materials (steel, aluminum, brass) based on the thermal conductivity.

Πρόβλημα!

Problem!

- Αν τοποθετήσουμε τις ράβδους σε νερό με παγάκια, ποια ράβδος νομίζετε ότι θα κρυώσει πιο γρήγορα ; Ελέγξτε την υπόθεσή σας κάνοντας το πείραμα.
- Η κατάταξη που κάνατε προηγουμένως με το ζεστό νερό άλλαξε όταν χρησιμοποιήσατε το κρύο νερό ;
- If we place the rods in water with ice cubes, which rod you think will cool faster? Check your hypothesis by experiment.
- The ranking was done earlier with the hot water was changed when the cold water used?

Thank you!