

3^ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΒΡΙΑΛΗΣΣΙΩΝ

ΣΧΟΛΙΚΟ ΕΤΟΣ 2016 – 2017



**ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
Γ' Γυμνασίου**

**«Μείωση των θερμικών απωλειών από κλειστό χώρο με τη
χρήση διπλών τζαμιών»**

του μαθητή

Διονύση Κλαδά

Μάιος 2017

Περιεχόμενα	Σελίδα
Περίληψη.....	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
Παρουσίαση του προβλήματος.....	4
Σκοπός της Έρευνας – κοινωνικές ανάγκες που εξυπηρετεί..	4
Τρόπος λήψης μετρήσεων	4
Μεταβλητές - Υπόθεση.....	5
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
A. Απώλεια θερμότητας με μονό «τζάμι».....	6
B. Απώλεια θερμότητας με «διπλό τζάμι».....	7
Συμπεράσματα – Προτάσεις.....	9
Βιβλιογραφία.....	10

Περίληψη

Η εργασία μου εξετάζει την επίδραση των διπλών τζαμιών στη μείωση των θερμικών απωλειών από ένα κλειστό χώρο.

Αρχικά καταγράφεται η σταδιακή μείωση της θερμοκρασίας με το χρόνο ποσότητας 80 ml νερού που περιέχεται σε γυάλινο δοχείο και προσομοιάζει το «μονό» τζάμι.

Ακολούθως, το «διπλό τζάμι» προσομοιάζεται με το διάκενο αέρα ανάμεσα σε δυο γυάλινα δοχεία. Το μικρότερο (εσωτερικό) δοχείο με το ζεστό νερό τοποθετείται μέσα σε ένα μεγαλύτερο και καθώς το νερό κρύνει καταγράφεται η θερμοκρασία του με απλό θερμόμετρο υδραργύρου.

Τα πειραματικά δεδομένα παρουσιάζονται σε διαγράμματα θερμοκρασίας - χρόνου.

Η χρήση διπλού τζαμιού μειώνει αισθητά τον ρυθμό ψύξης του νερού. Μετά από πάροδο 8 λεπτών η μείωση θερμοκρασίας στο διπλό δοχείο είναι 24% μικρότερη, καθώς το διάκενο αέρα δρα σαν επιπρόσθετη μόνωση.

Η χρήση διπλών τζαμιών εξοικονομεί επομένως ενέργεια και μειώνει δραστικά τη δαπάνη θέρμανσης ενός κλειστού χώρου.

Παρουσίαση του προβλήματος

Σε ένα κλειστό χώρο, π.χ. στο σπίτι μας το χειμώνα, τα σώματα της κεντρικής θέρμανσης (καλοριφέρ) ακτινοβολούν θερμότητα που προέρχεται από το ζεστό νερό που κυκλοφορεί στις σωληνώσεις τους. Έτσι ζεσταίνεται ο χώρος μας, δηλαδή διατηρείται σε σταθερή θερμοκρασία. Ταυτόχρονα, μέρος της θερμότητας αυτής διαφεύγει μέσα από τους τοίχους, τα πατώματα, τα παράθυρα και τις μπαλκονόπορτες προς το εξωτερικό περιβάλλον, γιατί εκεί η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη - όπως γνωρίζουμε από την Φυσική - η θερμική ενέργεια ρέει από το σημείο υψηλής προς το σημείο που έχει χαμηλότερη θερμοκρασία. Αυτή την ροή θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον ονομάζουμε «**θερμική απώλεια**». Επομένως, για να διατηρήσουμε τη θερμοκρασία σταθερή στο χώρο μας, πρέπει να ζοδεύουμε συνεχώς ενέργεια, πράγμα που σημαίνει ένα ετήσιο κόστος αγοράς πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Τα έξοδα αυτά είναι ένα σοβαρό μέρος της συνολικής δαπάνης π.χ. μιας οικογένειας, προκειμένου αυτή να διατηρεί την καλή υγεία της αλλά και να εξασφαλίζει ένα απαραίτητο επίπεδο διαβίωσης στο σπίτι.

Επίσης το καλοκαίρι αναγκαζόμαστε να έχουμε σε λειτουργία τα κλιματιστικά μηχανήματα για να δροσίσουμε το χώρο μας, καθώς η θερμότητα από το (θερμό) εξωτερικό περιβάλλον εισέρχεται στον χώρο που προσπαθούμε να κλιματίσουμε, πράγμα που συνεπάγεται επίσης μεγάλα έξοδα – κόστος ηλεκτρικής ενέργειας.

Σκοπός της Έρευνας – κοινωνικές ανάγκες που εξυπηρετεί.

Θέλουμε να μετρήσουμε το πόσο η χρήση διπλών τζαμιών αντί του ενός τζαμιού μειώνει τις θερμικές απώλειες από ένα κλειστό χώρο, π.χ. το σπίτι μας. Με τον τρόπο αυτό, εξοικονομείται ενέργεια, δηλ. χρειαζόμαστε λιγότερη θέρμανση στο σπίτι τις κρύες μέρες του χειμώνα, αλλά και λιγότερα έξοδα ηλεκτρικής ενέργειας για να έχουμε δροσιά τις ζεστές μέρες του καλοκαιριού, αποφεύγοντας έτσι την περιττή σπατάλη χρημάτων αλλά και συμβάλλοντας στην εθνική οικονομία.

Τρόπος λήψης μετρήσεων

Η απώλεια θερμότητας θα μετρηθεί με τη **σταδιακή μείωση θερμοκρασίας** ποσότητας 80 ml ζεστού νερού **με τον χρόνο**. Το νερό πρώτα ζεσταίνεται σε βραστήρα μέχρι περίπου να βράσει. Μετά τοποθετείται σε μικρό γυάλινο δοχείο χωρητικότητας 150 ml (που θα προμηθευτούμε από το Εργαστήριο Χημείας του σχολείου μας) και αφήνεται να κρυώσει. Η θερμότητα διέρχεται με αγωγή μέσα από το πάχος του δοχείου και η θερμοκρασία μειώνεται, τείνοντας να φτάσει την θερμοκρασία του περιβάλλοντος (όπως για παράδειγμα συμβαίνει όταν κάποιος ξεχάσει στην κούπα του ένα ζεστό καφέ). Όσο πιο γρήγορα μειώνεται η

θερμοκρασία, τόσο μεγαλύτερες είναι οι απώλειες θερμότητας από το νερό προς το περιβάλλον.

Κατόπιν το πείραμα επαναλαμβάνεται με δυο δοχεία, αυτή τη φορά με το μικρό δοχείο που περιέχει νερό να τοποθετείται μέσα σε ένα μεγαλύτερο γυάλινο δοχείο των 600 ml, δηλαδή το ένα μέσα στο άλλο. Το διάκενο αέρα που υπάρχει στα διπλά τζάμια ενός παραθύρου (double glazing) αντιστοιχεί στο διάκενο του αέρα ανάμεσα στα δυο γυάλινα δοχεία. Το μικρό δοχείο εδράζεται σε ένα κομμάτι φελλό, ώστε να μην ακουμπά στο μεγάλο και έτσι μεταξύ των δύο δοχείων να υπάρχει αέρας που δρα σαν πρόσθετη **μόνωση**. Τώρα, η θερμότητα από το ζεστό νερό του μικρού (εσωτερικού) δοχείου διαπερνά πρώτα το πάχος του γυαλιού του μικρού δοχείου, μετά το διάκενο αέρα και τέλος πάλι το πάχος του γυαλιού του μεγαλύτερου (εξωτερικού) δοχείου, πριν διαφύγει στο περιβάλλον.

Τα πειραματικά αποτελέσματα θα παρουσιαστούν σε διάγραμμα θερμοκρασίας – χρόνου και τα δυο πειράματα θα συγκριθούν άμεσα, προκειμένου να εξαχθούν τα όποια – χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με τη (πρόσθετη) θερμομόνωση που παρέχουν τα διπλά τζάμια.

Μεταβλητές

Ανεξάρτητη:	Χρόνος	t (min)
Εξαρτημένη:	Θερμοκρασία νερού στο μικρό δοχείο	θ (°C)
Ελεγχόμενες:	Διαστάσεις διάκενου αέρα,	(περίπου 1cm)
	Είδος και μέγεθος δοχείων	(γυάλινα)
	Θερμοκρασία περιβάλλοντος	(21 °C)
	Ποσότητα νερού στο μικρό δοχείο.	(80 ml)

ΥΠΟΘΕΣΗ

«Η μείωση της θερμοκρασίας του νερού με τον χρόνο από το διπλό δοχείο θα είναι μικρότερη από το μονό δοχείο»

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Ολόκληρη η πειραματική διαδικασία έγινε στο ίδιο σημείο **την ίδια ώρα στην ίδια μέρα** ώστε η θερμοκρασία περιβάλλοντος να είναι 21°C

A. Απώλεια θερμότητας με μονό «τζάμι».

Τα μέρη της πειραματικής μας διάταξης φαίνονται στη φωτογραφία:



Εικ.1: Η πειραματική διάταξη – μικρό δοχείο

Χρησιμοποιούμε:

- ένα μικρό γυάλινο δοχείο χωρητικότητας 150 ml,
- χρονόμετρο (ή το κινητό μας τηλέφωνο),
- θερμοόμετρο εύρους -10°C έως 150 °C.

Η διαδικασία είναι η εξής

Γεμίζουμε το μικρό γυάλινο δοχείο με ποσότητα 80ml νερού που μόλις έχει βράσει και τοποθετούμε το θερμοόμετρο **αμέσως** μέσα στο νερό, και καλύπτουμε το δοχείο με καπάκι για να μειώσουμε τις απώλειες θερμότητας από το πάνω μέρος της διάταξης, καθώς θέλουμε όλη η απώλεια θερμότητας να γίνεται από τα τοιχώματα του γυάλινου δοχείου και μόνον.

Μετράμε τον χρόνο κάθε ένα λεπτό με χρονόμετρο και καταγράφουμε την θερμοκρασία του νερού μέσα στο δοχείο καθώς αυτό κρύνει, βάζοντας το θερμοόμετρο στη μέση, χωρίς να ακουμπά στο δοχείο.. Για να παρατηρήσουμε αισθητή πτώση της θερμοκρασίας, παίρνουμε μέτρηση κάθε ένα λεπτό, για περίπου 10 λεπτά.

Προσέχουμε να διαβάζουμε την θερμοκρασία κοιτάζοντας απ' ευθείας (οριζόντια) το θερμόμετρο, για να αποφύγουμε σφάλμα παραλλαγής. Οι μετρήσεις παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Χρόνος t (min)	Θερμοκρασία νερού (°C)
0,0	81,5
1,0	78,5
2,0	76,5
3,0	74,0
4,0	72,0
5,0	70,0
6,0	68,5
7,0	66,5
8,0	65,0

B. Απώλεια θερμότητας με «διπλό τζάμι»

Βάζουμε το μικρό δοχείο μέσα στο μεγάλο δοχείο, έτσι ώστε το πρώτο να ακουμπά σε κομμάτι φελλού, βλ. σχήμα. Με το τρόπο αυτό εξασφαλίζουμε ότι το διάκενο του αέρα ανάμεσα στα δυο δοχεία (που προσομοιάζει το διπλό τζάμι) περιβάλλει ολόκληρο το μικρό δοχείο.



Εικ. 2: Πειραματική διάταξη με δύο δοχεία

Γεμίζουμε πάλι το μικρό γυάλινο δοχείο με ποσότητα νερού 80ml (δηλ. τον **ΙΔΙΟ** όγκο νερού όπως στο προηγούμενο πείραμα) που μόλις έχει βράσει και τοποθετούμε αμέσως το θερμόμετρο. Καλύπτουμε πάλι με το καπάκι και μετράμε την μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού με τον χρόνο, όπως προηγουμένως. Φροντίζουμε ώστε η αρχική θερμοκρασία να είναι περίπου η ίδια όπως στο προηγούμενο πείραμα.

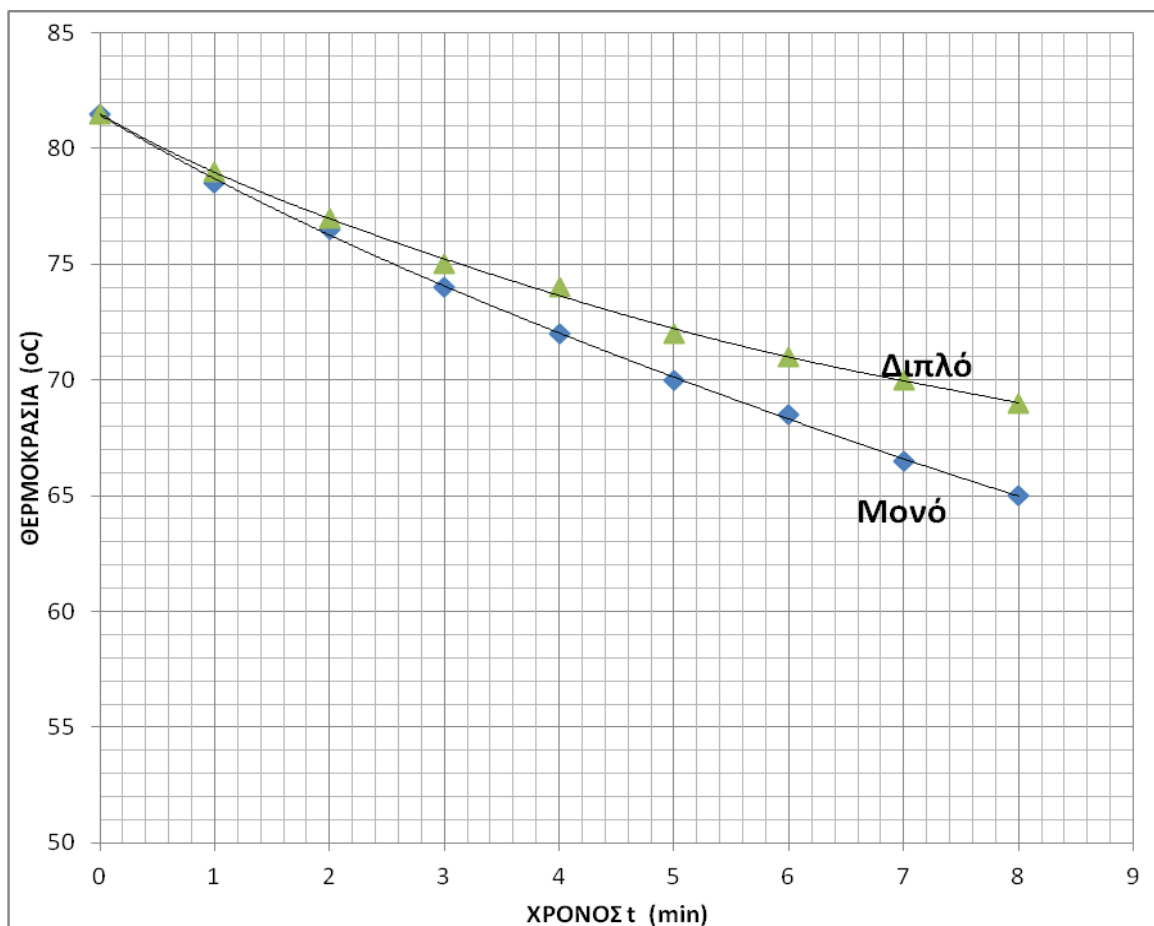
Οι μετρήσεις παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Χρόνος t(min)	Θερμοκρασία νερού (°C)
0,0	81,5
1,0	79,0
2,0	77,0
3,0	75,0
4,0	74,0
5,0	72,0
6,0	71,0
7,0	70,0
8,0	69,0

Τα πειραματικά αποτελέσματα φαίνονται στο **διάγραμμα θερμοκρασίας – χρόνου** που ακολουθεί. Το διάγραμμα έγινε με το πρόγραμμα EXCEL® της εταιρείας Microsoft. Με τις δυο αυτές γραφικές παραστάσεις μπορεί να γίνει επομένως απ ευθείας **σύγκριση των δύο ρυθμών απώλειας θερμότητας** από το μικρό δοχείο.

Μπλε ρόμβοι: πειραματικά δεδομένα μονού δοχείου

Πράσινα τρίγωνα: πειραματικά δεδομένα διπλού δοχείου



Εικόνα 3. Μεταβολή θερμοκρασίας νερού με τον χρόνο, μονό και διπλό δοχείο

Συμπεράσματα – Προτάσεις

1. Η αρχική μας υπόθεση επαληθεύτηκε.

Είναι προφανές ότι η μείωση της θερμοκρασίας με διπλό «τζάμι» είναι μικρότερη, στο ίδιο χρονικό διάστημα. Συγκεκριμένα, μετά από 8 λεπτά και έχοντας αρχίσει από την ΙΔΙΑ αρχική θερμοκρασία, η θερμοκρασία του νερού μειώθηκε κατά:

$$81,5 - 69 = 12,5 \quad \text{βαθμούς} \quad - \text{ στην περίπτωση του διπλού δοχείου}$$

και

$$81,5 - 65 = 16,5 \quad \text{βαθμούς} \quad - \text{ στην περίπτωση του μονού δοχείου.}$$

Δηλαδή η πτώση της θερμοκρασίας στο διπλό δοχείο είναι κατά

$$\frac{16,5 - 12,5}{16,5} \times 100 = 24,2\% \quad \text{μικρότερη}$$

2. Η μείωση της θερμοκρασίας σε κάθε περίπτωση δεν γίνεται με σταθερό ρυθμό, δηλαδή η πτώση της δεν είναι «γραμμική». Όπως παρατηρούμε, από τα πειραματικά δεδομένα (σημεία) «περνά» μια καμπύλη η οποία ονομάζεται «εκθετική», και όχι μια ευθεία γραμμή. Η θερμοκρασία μετά από αρκετή ώρα τείνει **σταδιακά** να εξισωθεί με αυτή του περιβάλλοντος, όταν δηλαδή το δοχείο με το νερό θα είναι σε **θερμική ισορροπία** με το περιβάλλον.
3. Το διάκενο που χρησιμοποιήσαμε στα πειράματα μας δεν είναι ακριβώς αυτό που υπάρχει ανάμεσα σε διπλά τζαμιά του εμπορίου. Άρα, η μείωση απωλειών μπορεί να είναι ακόμα σημαντικότερη από αυτή που μετρήσαμε.
4. Το διάκενο αέρα ήταν περίπου 1cm. Όμως η εργασία αυτή δεν ασχολήθηκε με το ποιά ακριβώς διάσταση του διακένου αέρα θα απέφερε την καλύτερη θερμομόνωση.
5. Τα πειράματα μπορούν να γίνουν και με άλλο υγρό, π.χ. λάδι, ώστε να διαπιστωθεί αν η ποσοστιαία μείωση απωλειών θα είναι η ίδια ή παραπλήσια με αυτή του νερού.
6. Η χρήση διπλών τζαμιών ενισχύει αποτελεσματικά την θερμική μόνωση του χώρου, εξοικονομεί επομένως ενέργεια και μειώνει δραστικά τη δαπάνη θέρμανσης ενός κλειστού χώρου.
7. Μια άλλη ερευνητική προσέγγιση θα ήταν να μελετηθεί το κατά πόσο ενισχύεται και η **ακουστική μόνωση**, δηλαδή η μείωση του θορύβου που εισέρχεται στο χώρο, με τη χρήση των διπλών τζαμιών.

Βιβλιογραφία

1. Μαραγκουδάκης, Ι. «Μόνωση κτιρίων», www.slideshare.net/petrgian/monosh
2. ΕΚΦΕ Ρεθύμνου, <http://ekfe.reth.sch.gr/index.php>
3. «ΦΥΣΙΚΗ Β' Γυμνασίου», ISBN 978-960-06-4902-4, Εργ. Άσκ. 16, σελ 63.