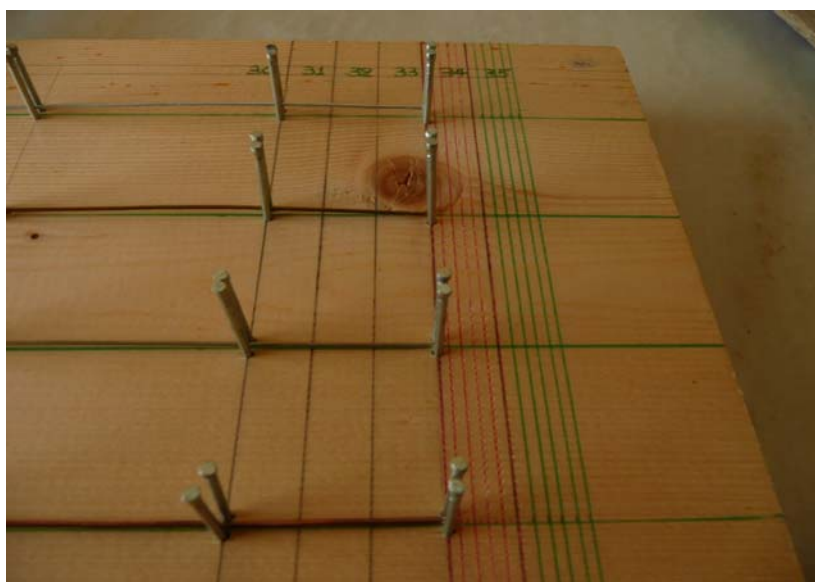


# ΖΑΝΝΕΙΟ ΕΝΙΑΙΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΓΡΑΠΤΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
Α ΛΥΚΕΙΟΥ  
Σχολικό Έτος: 2008-2009

- **ΘΕΜΑ:** Έρευνα Σχέσης Μεταξύ του Είδους Μετάλλου Συγκεκριμένου Αρχικού Μήκους και της αντίστοιχης Γραμμικής του Διαστολής.  
(Πειραματική Έρευνα)



- Μαθητής: **ΟΧΙ ΓΙΑ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ** Ιωάννης
- Τμήμα: Αΰ
- Υπεύθυνος Καθηγητής: Γ. Τζωρτζάκης
- Ημερομηνία Παράδοσης: 11/05/2009

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b><u>1. Συμβόλαιο Μάθησης</u></b>	σελ.3
<b><u>2. Χρονοδιάγραμμα Εργασιών</u></b>	σελ.4
<b><u>3. Πρόλογος</u></b>	σελ.5
<b><u>4. Περίληψη</u></b>	σελ.6
<b><u>5. Εισαγωγή</u></b>	σελ.7-11
5.1 Παρουσίαση του προβλήματος και του σκοπού της έρευνας	
σελ.7-9	
5.2 Χρησιμότητα της έρευνας	σελ.10
5.3 Υπόθεση της έρευνας	σελ.10
5.4 Παράγοντες που δεν επηρεάζουν τα αποτελέσματα της έρευνας	
σελ.10	
5.5 Περιορισμοί της έρευνας	σελ.11
5.6 Μεθοδολογία της έρευνας	σελ.11
<b><u>6. Θεωρητικό Μέρος</u></b>	σελ.12-19
6.1 Ιστορική αναδρομή-Γενικά στοιχεία θεωρίας	σελ.12-14
6.2 Ορισμοί των αναφερόμενων στην έρευνα στοιχειωδών εννοιών-Ειδικά στοιχεία θεωρίας	σελ.14-19
<b><u>7. Ερευνητικό Μέρος</u></b>	σελ.20-32
7.1 Ιδέες-Αξιολόγηση Ιδεών	σελ.20
7.2 Σχεδιασμός της πειραματικής διαδικασίας	σελ.21-24
7.3 Καταγραφή των μετρήσεων του πειράματος	σελ.25-27
7.4 Επεξεργασία και Ανάλυση των αποτελεσμάτων	σελ.26-31
7.5 Κατάλογος μέσων και υλικών	σελ.32
<b><u>8. Συμπεράσματα</u></b>	σελ.33
<b><u>9. Προτάσεις για το Μέλλον</u></b>	σελ.34-35
<b><u>10. Αυτοαξιολόγηση</u></b>	σελ.36-37
<b><u>11. Βιβλιογραφία</u></b>	σελ.38

# 1. Συμβόλαιο Μάθησης

## Εργασία Τεχνολογίας Συμβόλαιο με τον μαθητή

Σήμερα 16/3, στα πλαίσια του μαθήματος της Τεχνολογίας, αναλαμβάνω τη συγγραφή γραπτής εργασίας με θέμα Έρευνα Σχέσης Μεταξύ του Είδους Μεταβολής Σωματικού Βάρους Παιδιών και της Αυτοέλεγχης Γλυκαιμίας Διαβητών (Τετραμηνιαίο Έρευνα)

Η εργασία έχει τη θέση και βαρύτητα του ετήσιου τελικού διαγωνίσματος και πρέπει να παραδοθεί μέχρι 11/5/2009

Η παρουσίαση της εργασίας θα αξιολογηθεί σε ημερομηνία που θα οριστεί από τον καθηγητή του μαθήματος και ο βαθμός θα συνυπολογιστεί στο βαθμό του Β Τετραμήνου.

Έλαβα γνώση  
Ο κηδεμόνας

**ΟΧΙ ΓΙΑ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ**

Ο/Η μαθητής/τρια

**ΟΧΙ ΓΙΑ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ**

## **2. Χρονοδιάγραμμα Εργασιών**

<b>Εργασίες</b>	1η Εβδομάδα	2η Εβδομάδα	3η Εβδομάδα	4η Εβδομάδα	5η Εβδομάδα	6η Εβδομάδα
ΕΞΩΦΥΛΛΟ						
ΣΥΜΒΟΛΑΙΟ ΜΑΘΗΣΗΣ						
ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ						
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ						
ΠΕΡΙΛΗΨΗ						
ΕΙΣΑΓΩΓΗ						
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ						
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ						
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ						
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ						
ΑΥΤΟΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ						
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ						
ΣΥΓΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ						

## **3. Πρόλογος**

- Η εργασία είναι ατομική, πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια του δευτέρου τετραμήνου, και έχει τη θέση του τελικού γραπτού διαγωνίσματος του μαθήματος της Τεχνολογίας στις προαγωγικές εξετάσεις Μαΐου-Ιουνίου.
- Το θέμα της εργασίας επιλέγεται ελεύθερα από τον κάθε μαθητή και σχετίζεται με μια περιγραφική ή πειραματική έρευνα. Επιτρέπονται επίσης εργασίες με κατασκευαστικά ή κοινωνικά θέματα που περιλαμβάνουν δύο ή τρεις έρευνες δημοσκόπησης καθώς και κάποια κατασκευή.
- Σε κάθε εργασία θα πρέπει να συμπεριληφθούν τα κεφάλαια που κρίνονται αναγκαία.

#### **4. Περίληψη**

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του καθηγητή Ιωάννη Τζωρτζάκη(ΠΕ12) και εντάσσεται στα πλαίσια του μαθήματος της Τεχνολογίας στην Α τάξη του Γενικού Ενιαίου Λυκείου. Θέμα της έρευνας αποτελεί εύρεση σχέσης μεταξύ του είδους μετάλλου συγκεκριμένου αρχικού μήκους και της αντίστοιχης γραμμικής του διαστολής(Πειραματική Έρευνα). Στην Εισαγωγή παρουσιάζεται το πρόβλημα και αναφέρονται ο σκοπός και η προσφορά στο κοινωνικό σύνολο της έρευνας. Επιπλέον διατυπώνονται η υπόθεση, οι ελεγχόμενες μεταβλητές και σταθερές, οι αμελητέοι παράγοντες ενώ περιγράφεται και η διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί για την απόδειξη της ορθότητας της υπόθεσης, Στο Θεωρητικό Μέρος παρουσιάζεται μια ιστορική αναδρομή των μετάλλων και καταγράφονται οι απαραίτητοι ορισμοί εννοιών που χρησιμοποιούνται στην έρευνα. Στο Ερευνητικό Μέρος καταγράφονται και αξιολογούνται οι ιδέες του ερευνητή. Αφού συναρμολογηθεί η απαραίτητη πειραματική διάταξη και διεξαχθούν τα πειράματα, ακολουθεί ο σχεδιασμός της πειραματικής διαδικασίας, η καταγραφή των μετρήσεων, η απεικόνιση τους σε διαγράμματα και η τεκμηρίωση των αποτελεσμάτων Στο τέλος παρατίθεται ένας κατάλογος με τα μέσα και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν. Ύστερα διατυπώνονται τα συμπεράσματα της έρευνας και γίνονται προτάσεις για μελλοντικές συμπληρωματικές έρευνες. Η εργασία ολοκληρώνεται με την αυτοαξιολόγηση από τον ερευνητή και την καταγραφή των πηγών και της βιβλιογραφίας που χρησιμοποίησε.

## **5. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **5.1 Παρουσίαση του προβλήματος και του σκοπού της έρευνας**

α) Κάθε έρευνα εντάσσεται σε κατηγορίες/είδη ανάλογα με το αντικείμενο μελέτης και τον τρόπο εφαρμογής των ερευνητικών διαδικασιών. Γενικά τέσσερα είδη έρευνας είναι επιστημονικά αποδεκτά: η περιγραφική, η πειραματική, η κατασκευαστική και η κοινωνική έρευνα.

Η παρούσα έρευνα χαρακτηρίζεται ως πειραματική καθώς μελετάται η ποσοτική σχέση μεταξύ των μεταβλητών και η ανεξάρτητη μεταβλητή επηρεάζεται από τον ερευνητή, όπως επίσης επειδή το συμπέρασμα της έρευνας προκύπτει από τη διεξαγωγή συγκεκριμένου πειράματος.

β) Η συγκεκριμένη έρευνα αποσκοπεί στην εύρεση του μετάλλου προκαθορισμένου αρχικού μήκους και διατομής που υφίσταται τη μέγιστη γραμμική διαστολή υπό ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας, πίεσης και χρονικής διάρκειας έκθεσης στις συνθήκες αυτές. Στόχος της έρευνας είναι ο προσδιορισμός της γραμμικής διαστολής ανάλογα με το είδος του μετάλλου και επομένως ανάλογα με τις φυσικές ιδιότητες των μετάλλων που πρόκειται να ερευνηθούν στην έρευνα.

γ) Τα βασικό θέμα που πραγματεύεται η συγκεκριμένη έρευνα είναι η εύρεση σχέσης μεταξύ της γραμμικής διαστολής και του είδους του μετάλλου-υλικού. Επιπλέον ερευνάται η γραμμική διαστολή σε συνάρτηση με τη μεταβολή της θερμοκρασίας έκθεσης του υλικού, όπως επίσης και η σχέση γραμμικής διαστολής και χρονικής διάρκειας έκθεσης του μετάλλου σε συγκεκριμένες συνθήκες.

δ) Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας και της επιστήμης των υλικών, η αξιοσημείωτη βελτίωση των κατασκευαστικών και τεχνολογικών μέσων, η τελειοποίηση των ηλεκτρονικών υπολογιστών καθώς και οι συνεχείς επιστημονικές εφευρέσεις έχουν επιφέρει μια αληθινή «επανάσταση» στη σύγχρονη κοινωνία του 21ου αιώνα και ιδιαίτερα του δυτικού αναπτυξιακού μοντέλου. Έτσι, λοιπόν, λόγω της επανάστασης αυτής, οι εφαρμογές της τεχνολογίας και των φυσικών επιστημών είναι πλέον συνυφασμένες με τη καθημερινότητα του σύγχρονου πολίτη. Επιπλέον πρέπει να επισημάνουμε τη σημασία και την ευρεία χρήση των μετάλλων και των κραμάτων τους όχι μόνο στον τομέα των κατασκευών αλλά και στην πλειονότητα των επιστημονικών κλάδων. Επομένως οι λόγοι που με οδήγησαν να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα ήταν το προσωπικό μου ενδιαφέρον για τις εφαρμογές των φυσικών

επιστημών στην καθημερινή ζωή καθώς και τα αποτελέσματα άμεσου πρακτικού και τεχνολογικού ενδιαφέροντος που μπορούν να προκύψουν από την έρευνα αυτή.

ε) Κάθε έρευνα μελετά τη σχέση μεταξύ δυο μεταβλητών για αυτό όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές πρέπει να διατηρούνται σταθερές. Οι μεταβλητές διακρίνονται σε ανεξάρτητες και εξαρτημένες. Η μεταβλητή της οποίας την τιμή την αλλάζουμε εμείς ονομάζεται ανεξάρτητη μεταβλητή. Ενώ, η μεταβλητή της οποίας οι τιμές αλλάζουν λόγω της ανεξάρτητης μεταβλητής ονομάζεται εξαρτημένη μεταβλητή. Στη συγκεκριμένη έρευνά η ανεξάρτητη μεταβλητή είναι το είδος του μετάλλου προκαθορισμένου αρχικού μήκους και διατομής ενώ η εξαρτημένη είναι η γραμμική διαστολή που υφίσταται το κάθε μέταλλο σε ορισμένες σταθερές συνθήκες.

στ) Όρια της έρευνας:

- Μελέτη συγκεκριμένων ειδών μετάλλων: σίδηρος(Fe), χαλκός(Cu), μπρούτζος και αλπακάς
- Χρήση συρμάτων προκαθορισμένης διατομής
- Χρήση συρμάτων προκαθορισμένου αρχικού μήκους
- Συγκεκριμένη χρονική διάρκεια έκθεσης των μεταλλικών συρμάτων
- Συγκεκριμένη θερμοκρασία έκθεσης των μεταλλικών συρμάτων
- Χρήση ειδικών οργάνων για την κοπή, τη μέτρηση του μήκους και το ίσιωμα των μεταλλικών συρμάτων
- Χρήση δυο διαφορετικών ειδών καρφιών διαφορετικό μεγέθους
- Χρήση συγκεκριμένου ξύλου που θα πρέπει να μην έχει εμποτιστεί σε καμία χημική ουσία ώστε να μην αυταναφλεχθεί.
- Τοποθέτηση των οδηγών-καρφιών σε καθορισμένες θέσεις δεξιά και αριστερά των συρμάτων ώστε να μην αποκλίνουν από τη θέση τους.

## **5.2 Χρησιμότητα της έρευνας**

Δεδομένης της ευρείας χρήσης των μετάλλων στις εφαρμοσμένες και μη επιστήμες, γίνεται εύκολα αντιληπτή η χρησιμότητα της έρευνας στο κοινωνικό σύνολο και στην επιστημονική κοινότητα. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας λόγω και της ύπαρξης τεχνολογικού και πρακτικού ενδιαφέροντος, θα αποτελούσαν χρήσιμη πηγή πληροφοριών για αρκετούς επαγγελματικούς κλάδους. Στους άμεσα ενδιαφερόμενους, σχετικά με το θέμα της έρευνας, επιστήμονες και επαγγελματίες περιλαμβάνονται οι πολιτικοί μηχανικοί, οι μεταλλειολόγοι, οι αρχιτέκτονες φυσικοί, οι χημικοί, ακόμα και οι αργυροχρυσοχόοι.

Γενικότερα, όμως, η έρευνα αυτή αφορά όσους ασχολούνται με την επιστήμη των υλικών, τη μεταλλουργία και τις κατασκευές. Τέλος πρόκειται για μια έρευνα η οποία παρουσιάζει και βιομηχανικό ενδιαφέρον καθώς δίνει το κίνητρο για την παραγωγή υλικών-κραμάτων ειδικών χαρακτηριστικών ανάλογα με τις ανάγκες στις αγορές.

### **5.3 Υπόθεση της έρευνας**

**Υπόθεση:** Δεδομένου ότι τα μέταλλα που θα χρησιμοποιηθούν στην έρευνα είναι: σίδηρος(Fe), χαλκός(Cu), μπρούτζος και αλπακάς, υποθέτω ότι το μέταλλο που θα παρουσιάσει τη μέγιστη γραμμική διαστολή στις επιμέρους θερμοκρασίες του πειράματος θα είναι ο χαλκός(Cu).

### **5.4 Παράγοντες που δεν επηρεάζουν τα αποτελέσματα της έρευνας**

Οι σταθερές και οι ελεγχόμενες μεταβλητές στην έρευνα, δηλαδή οι παράμετροι των οποίων οι τιμές διατηρούνται σταθερές ή η επίδρασή τους στην έρευνα είναι αμελητέα, είναι οι εξής:

- Το αρχικό μήκος μεταλλικών συρμάτων
- Η διατομή /διάμετρος των μεταλλικών συρμάτων
- Η θερμοκρασία έκθεσης των μεταλλικών συρμάτων
- Η χρονική διάρκεια έκθεσης των μεταλλικών συρμάτων σε συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας
- Οι συνθήκες πίεσης
- Ο ρυθμός μεταβολής της θερμοκρασίας
- Το είδος του ξύλου που θα χρησιμοποιηθεί στην πειραματική διάταξη
- Το είδος των καρφιών και των βιδών που θα χρησιμοποιηθούν στην πειραματική διάταξη
- Η επωνυμία της συσκευής θέρμανσης(φούρνος) των μετάλλων

### **5.5 Περιορισμοί της έρευνας**

➤ Καθώς πρόκειται για ατομική ερευνητική εργασία η οποία πρέπει να παραδοθεί εντός των ορίων συγκεκριμένης χρονικής προθεσμίας, είναι προφανές ότι η διάρκεια της έρευνας και επομένως ο αριθμός των διεξαγόμενων πειραμάτων είναι περιορισμένος γεγονός που περιορίζει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

➤ Η χρήση ερασιτεχνικών μέσων και υλικών ,όπως επίσης και οργάνων μέτρησης της γραμμικής διαστολής και της διατομής των μεταλλικών συρμάτων περιορίζει την ακρίβεια της έρευνας.



➤ Επιπλέον η ακρίβεια περιορίζεται λόγω πειραματικής διάταξης περιορισμένων ερευνητικών δυνατοτήτων.

➤ Στα πλαίσια της έρευνας είναι απαραίτητο να γίνουν κάποιους απλουστεύσεις των προβλημάτων καθώς και μερικές παραδοχές/αβαρίες που κατά συνέπεια θέτουν σε αμφισβήτηση την αξιοπιστία της έρευνας.

➤ Τέλος, ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας που περιορίζει την εγκυρότητα της έρευνας είναι η δυνατότητα δαπάνης μικρού χρηματικού σχετικά ποσού και η χρήση υλικών και μέσων χαμηλού κόστους για τις ανάγκες της έρευνας.

## **5.6 Μεθοδολογία της έρευνας**

Αρχικά για τη διεξαγωγή της έρευνας είναι απαραίτητη η συλλογή πληροφοριών και η μελέτη μιας στοιχειώδους θεωρίας σχετικής με την εξεταζόμενη θεματολογία της έρευνας προκειμένου ο ερευνητής να ενημερωθεί περαιτέρω και να αντλήσει ιδέες για τη διεξαγωγή του πειράματος. Στη συνέχεια αναγκαία κρίνεται η συγκέντρωση των απαιτούμενων υλικών και οργάνων για τη διαμόρφωση της πειραματικής διάταξης και τη διεξαγωγή του πειράματος. Αφού ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός της πειραματικής διάταξης, ακολουθεί η διεξαγωγή του πειράματος και η λήψη φωτογραφιών κατά τη διάρκεια του. Ύστερα ο ερευνητής πρέπει να καταγράψει τις μετρήσεις που προέκυψαν από το πείραμα και να τις απεικονίσει με μορφή διαγράμματος. Έπεται η επεξεργασία και ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων των διαγραμμάτων καθώς και η διατύπωση συμπερασμάτων που απολήγουν από την έρευνα και σχετίζονται με την επαλήθευση ή την απόρριψη της υπόθεσης. Τέλος θα πρέπει να σημειωθούν τα πιθανά λάθη που μπορεί να συνέβησαν κατά τη διάρκεια του πειράματος και να προταθεί από τον ερευνητή επιπλέον μελέτη του θέματος σε συμπληρωματική έρευνα.

## **6. Θεωρητικό Μέρος**

### **6.1. Ιστορική αναδρομή-Γενικά στοιχεία θεωρίας**

#### ➤ **Η Εποχή του Χαλκού:**

Ως Εποχή του Χαλκού εννοείται εκείνη η περίοδος ανάπτυξης ενός πολιτισμού κατά την οποία έχουν αναπτυχθεί μεταλλουργικές τεχνικές εξόρυξης του χαλκού από φυσικά κοιτάσματα και ανάμειξής του με άλλα μέταλλα για τη δημιουργία ορείχαλκου. Η Εποχή του Χαλκού (Ορείχαλκου κατά το ορθότερο) είναι τμήμα του Συστήματος τριών εποχών, μιας μεθόδου χρονολόγησης των προϊστορικών κοινωνιών και ακολουθεί την Νεολιθική σε ορισμένες περιοχές του πλανήτη. Στα περισσότερα τμήματα της υποσαχάρειας Αφρικής την Νεολιθική διαδέχθηκε αμέσως η Εποχή του Σιδήρου. Τα περισσότερα ορειχάλκινα ευρήματα είναι εργαλεία ή όπλα. Ο χρόνος έναρξης της εποχής του Χαλκού διαφέρει από πολιτισμό σε πολιτισμό.

- **Η εποχή του Χαλκού στην Εγγύς Ανατολή:**

Η αρχή της εποχής του χαλκού στην Εγγύς Ανατολή υπολογίζεται γύρω στο 3.300 π.Χ. με την αυξανόμενη χρήση του χαλκού και την ανάπτυξη σύνθετων αστικών πολιτισμών στα κύρια πολιτισμικά κέντρα της περιοχής, Αίγυπτο και Μεσοποταμία.

- **Η εποχή του Χαλκού στην Κύπρο:**

Στην Κύπρο η εποχή του χαλκού που ακολουθεί την χαλκολιθική εποχή, αρχίζει το 2600 π.Χ. περίπου, φέρνοντας σημαντικές πολιτικές εξελίξεις στο νησί. Αρχαιολογικά ευρήματα έχουμε ιδίως στο νότιο μέρος του νησιού, τα οποία δείχνουν ότι προφανώς το νησί δέχτηκε εισβολή από την Μικρά Ασία. Στα μέσα της χάλκινης εποχής (1990-1650 π.Χ.) βρίσκουμε πολεμικές συγκρούσεις με διάφορους άλλους πολιτισμούς της Μεσογείου της εποχής εκείνης.

Στο τέλος της περιόδου οι συγκρούσεις αυξάνονται σε ένταση και συχνότητες, όπως δείχνουν τα πολυάριθμα αρχαιολογικά ευρήματα, ενώ οι οικισμοί οχυρώνονται, και στην άλλη όχθη, στην Συρία και την Μέση ανατολή, σημειώνονται πολεμικές αναταραχές. Την ίδια εποχή ανθίζει το εμπόριο με την Αίγυπτο και την Παλαιστίνη. Η Κύπρος γίνεται εξαγωγέας χαλκού αλλά και άλλων εμπορευμάτων, όπως φιαλιδίων που περιείχαν πολυτελή αρώματα και καλλυντικές αλοιφές.

- Η εποχή του χαλκού στο Αιγαίο:

Στο Αιγαίο η χάλκινη εποχή αρχίζει περίπου το 3000 π.Χ. με την εξέλιξη των εμπορικών δραστηριοτήτων των αρχαίων πολιτισμών. Χάρη στις εμπορικές αυτές επαφές έγινε εισαγωγή κασσίτερου και ξυλάνθρακα στη Κύπρο, όπου γινότανε εξόρυξη και κατεργασία χαλκού καθώς και παραγωγή χάλκινων αντικειμένων. Με τα μπρούντζινα προϊόντα της μεταλλουργίας του χαλκού άνθισε η εξαγωγή και το εμπόριο.

Στον Ελλαδικό χώρο η εποχή του χαλκού ξεκινάει με την Ελλαδικό Πολιτισμό στα κυκλαδικά νησιά του νότιου Αιγαίου και με τον Κυκλαδικό πολιτισμό. Η επιρροή του μινωικού πολιτισμού και ο έλεγχος του εμπορίου οδήγησε στην παρακμή του κυκλαδικού πολιτισμού. Ωστόσο και ο μινωικός πολιτισμός θα ισοπεδωθεί από την έκρηξη του ηφαιστείου της Θήρας το 1500 π.Χ. Από το 1600 π.Χ όμως εμφανίζεται ο μυκηναϊκός πολιτισμός, ο πρώτος ελληνικός πολιτισμός, που κυριάρχησε στον ελλαδικό και όχι μόνο χώρο ως το τέλος της εποχής του χαλκού(1100 π.Χ).

#### ➤ **Εποχή του Σιδήρου/ Ομηρική Εποχή(1100–750 π.Χ):**

Η έναρξη χρήσης του σιδήρου ταυτίζεται με το τέλος της εποχής του Χαλκού και την αρχή μιας σημαντικότερης περιόδου που θα έχει ως επακόλουθο την ανάπτυξη πολλών σπουδαίων πολιτισμών. Πρόκειται, λοιπόν, για την Εποχή του Σιδήρου(1.100 – 750 π.Χ.).

- Σκοτεινή Περίοδος(1100-900 π.Χ):

Στην Εποχή του Σιδήρου εισερχόμαστε με μια μεταβατική περίοδο γνωστή ως ελληνικός μεσαίωνας(1100–900 π.Χ) κατά τη διάρκεια της οποίας τα ελληνικά φύλα ύστερα από συνεχείς μετακινήσεις απέκτησαν τις μόνιμες εγκαταστάσεις τους στις δύο πλευρές του Αιγαίου. Την συγκεκριμένη περίοδο υπάρχουν λίγες αναφορές για τα όσα συμβαίνουν στον ελλαδικό χώρο και φαίνεται να μην παρουσιάζεται κάποια έντονη δραστηριότητα.

- Γεωμετρική Περίοδος(900-750 π.Χ):

Μετά το τέλος του πρώτου ελληνικού αποικισμού εισερχόμαστε στην καθαυτό γεωμετρική περίοδο κατά την οποία συντελούνται σημαντικές κοινωνικοοικονομικές μεταβολές και παρατηρείται αξιοσημείωτη ανάπτυξη της τέχνης. Παρόλο, όμως, που έχουν περάσει 200 ολόκληρα χρόνια από την εποχή του Χαλκού σαν υλικό συνεχίζει να χρησιμοποιείται ο χαλκός και στη Γεωμετρική περίοδο.

## **6.2 Ορισμοί των αναφερόμενων στην έρευνα στοιχειωδών εννοιών-Ειδικά στοιχεία θεωρίας**

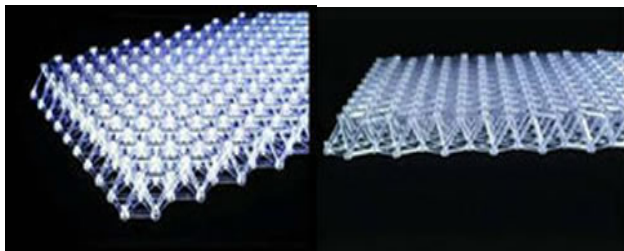
- Χημικό στοιχείο: λέγεται μία καθορισμένη χημική ουσία που δεν μπορεί να διασπαστεί σε απλούστερες χημικές ουσίες με οποιαδήποτε συνηθισμένη χημική τεχνική και αποτελείται από άτομα με τον ίδιο ατομικό αριθμό.
- Ατομικός Αριθμός(Z): ονομάζεται ο αριθμός των πρωτονίων στο πυρήνα του ατόμου ενός στοιχείου και είναι αυτό που καθορίζει το είδος του ατόμου.
- Μαζικός Αριθμός(A): ορίζεται το άθροισμα των πρωτονίων και των νετρονίων(νουκλεόνια) στον πυρήνα ενός ατόμου.
- Μέταλλα: είναι μια μεγάλη κατηγορία χημικών στοιχείων που εμφανίζουν ορισμένες κοινές ιδιότητες, όπως είναι η λάμψη, η υψηλή ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα, η δυνατότητα σχηματισμού ελασμάτων (ελατά) και συρμάτων (όλκιμα). Τα περισσότερα, αλλά όχι όλα, έχουν μεγάλη πυκνότητα και είναι σκληρά και ανθεκτικά. Διακρίνονται από τα αμέταλλα, που αποτελούν επίσης τη δεύτερη μεγάλη κατηγορία των στοιχείων, τόσο από τις φυσικές όσο, κυρίως, από τις χημικές τους ιδιότητες.
- Κράμα: είναι αρχαία λέξη που προέρχεται από το ρήμα *κεράννυμι*(=αναμειγνύω). Επομένως κράματα ονομάζονται τα υλικά που αποτελούνται από δύο ή περισσότερα στοιχεία, από τα οποία τουλάχιστον το ένα είναι μέταλλο και εμφανίζουν τις ιδιότητες των μετάλλων. Τα κράματα μετάλλων δημιουργούνται προκειμένου να συνδυαστούν ιδιότητες των βασικών συστατικών σε ένα νέο υλικό. Βασικός λόγος, λοιπόν, παραγωγής κραμάτων είναι η βελτίωση των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των πρωτογενών μετάλλων.
- Γραμμική Διαστολή: είναι η διαστολή των στερεών κατά την οποία η αύξηση της διάστασης του μήκους είναι συγκριτικά πολύ μεγαλύτερη από την αύξηση των άλλων διαστάσεων του στερεού.
- Σίδηρος(Fe): Ονομάζεται το χημικό στοιχείο με ατομικό αριθμό 26 και σχετικό ατομικό βάρος 55,85 που ανήκει στην κατηγορία των μετάλλων και εμφανίζει τις χαρακτηριστικές τους ιδιότητες.
- Μπρούτζος(Cu-Sn): Ονομάζεται το κράμα που αποτελείται από χαλκό και κασσίτερο σε καθορισμένη αναλογία, ενώ η χρήση του είναι γνωστή περίπου από την 3<sup>η</sup> χιλιετία π.Χ.
- Αλπακάς: Ορίζεται το κράμα από το οποίο προκύπτει αργυρόχρωμο μέταλλο που αντέχει στην οξειδωση.

➤ Χαλκός(Cu): Ονομάζεται το χημικό στοιχείο με ατομικό αριθμό 29 και ατομικό βάρος 63,55 που ανήκει στην κατηγορία των μετάλλων και εμφανίζει τις χαρακτηριστικές τους ιδιότητες. Έχει θερμοκρασία τήξης 1084,6°C και θερμοκρασία βρασμού 2567°C.

➤ Κρυσταλλική Δομή και Μεταλλικός Χαρακτήρας:

Τα μέταλλα βρίσκονται στη φύση ελεύθερα (αυτοφυή) ή και ενωμένα. Τα δραστικά μέταλλα των ομάδων IA, IIA, IIIA, (Na, K, Mg, Ca, Ba,) βρίσκονται μόνο ενωμένα. Τα πιο ευγενή ( π.χ. Cu, Hg, Ag,) βρίσκονται και αυτοφυή και ενωμένα με τη μορφή διαφόρων ορυκτών. Τα μέταλλα έχουν χαρακτηριστικές φυσικές και χημικές ιδιότητες. Τα στοιχειώδη σωματίδια από τα οποία αποτελούνται είναι ενωμένα με έναν ειδικό τύπο δεσμού, το λεγόμενο μεταλλικό δεσμό στον οποίο οφείλεται και ο μεταλλικός τους χαρακτήρας. Γενικά τα μέταλλα έχουν την τάση να δίνουν ηλεκτρόνια και να μετατρέπονται σε θετικά ιόντα (κατιόντα). Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η τάση, τόσο πιο ηλεκτροθετικό χαρακτηρίζεται το μέταλλο ή αλλιώς τόσο πιο αναγωγικό είναι (προκαλεί αναγωγή ενώ το ίδιο οξειδώνεται). Η τάση αυτή φαίνεται από την ηλεκτροχημική σειρά των μετάλλων.

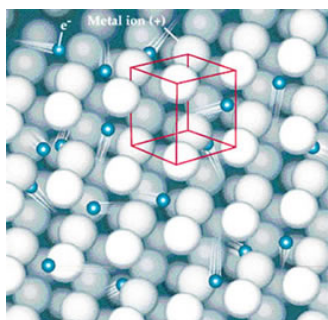
Η πιο συνηθισμένη δομή των μετάλλων επιτυγχάνεται με τη διαστρωμάτωση των σωματιδίων του μετάλλου σε όσο το δυνατόν περισσότερο συμπαγή μορφή. Στην πρώτη επιφάνεια τοποθετούνται τα σωματίδια του μετάλλου δημιουργώντας το πρώτο στρώμα. Στη δεύτερη επιφάνεια τα σωματίδια τοποθετούνται μέσα στις κοιλότητες οι οποίες σχηματίζονται από τα σωματίδια του πρώτου στρώματος. Μ' αυτό τον τρόπο συνεχίζεται η τοποθέτηση και άλλων σωματιδιακών στρωμάτων ώστε τελικά να σχηματιστεί ο λεγόμενος μεταλλικός κρύσταλλος. Μεταξύ αυτών των στρωμάτων δημιουργούνται οι λεγόμενοι μεταλλικοί δεσμοί.



#### **Διαστρωμάτωση σωματιδίων του μετάλλου στο μεταλλικό πλέγμα**

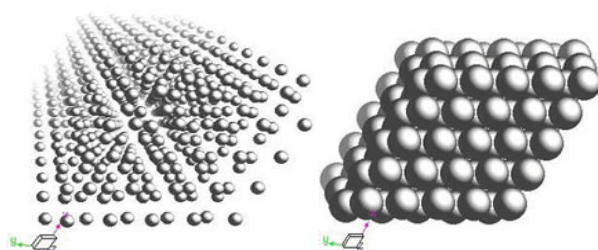
Για να ερμηνευτεί η φύση του μεταλλικού δεσμού διατυπώθηκε από τον H. Lorentz το 1900 η θεωρία των ελεύθερων ηλεκτρονίων. Σύμφωνα μ' αυτή τη θεωρία, τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας των ατόμων του μετάλλου θεωρούνται ελεύθερα, σαν ηλεκτρονιακό

νέφος, τα οποία και κινούνται στο ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργούν τα εναπομείναντα κατιόντα του κρυσταλλικού πλέγματος. Μεταξύ αυτών των ηλεκτρονίων και των κατιόντων του πλέγματος αναπτύσσονται ελκτικές δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσεως, οι οποίες είναι ικανές να συγκρατήσουν τις επιφάνειες τη μία κοντά στην άλλη.



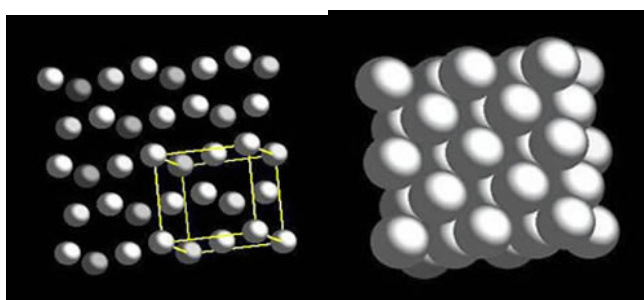
### Ελεύθερα ηλεκτρόνια στη δομή ενός μεταλλικού πλέγματος

Το κάθε είδος μετάλλου δημιουργεί έναν ειδικό τύπο κρυσταλλικού πλέγματος χαρακτηριστικής δομής. Έτσι για παράδειγμα η δομή του κρυσταλλικού πλέγματος του Zn και του Mg έχει μια χαρακτηριστική διάταξη επιφανειών ώστε να χαρακτηρίζεται ως εξαγωνική δομή πυκνής διάταξης (hexagonal closest-packed)

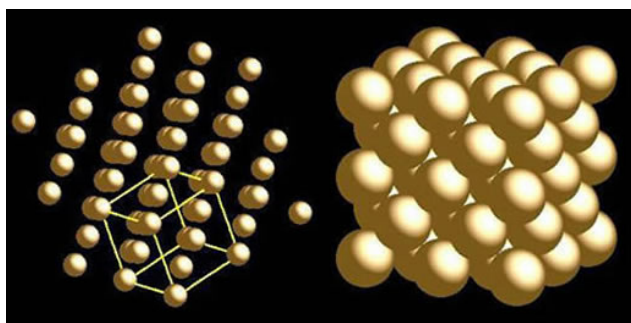


### Δομή κρυσταλλικού πλέγματος Zn

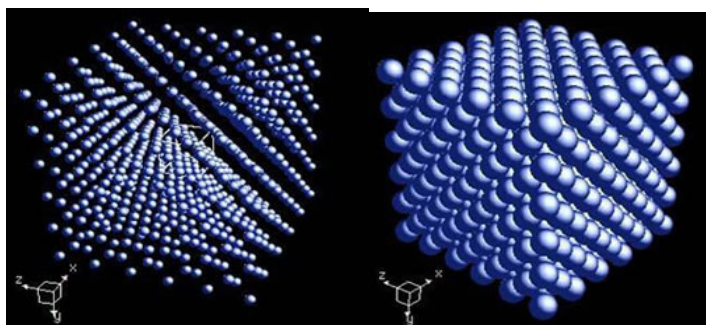
Η κρυσταλλική δομή των μετάλλων Cu, Ag, Au, έχει μια τέτοια διαστρωμάτωση επιφανειών ώστε να χαρακτηρίζεται ως ενδοκεντρικό κυβικό κρυσταλλικό πλέγμα (face-centred cubic).



### Δομή κρυσταλλικού πλέγματος Ag



### Δομή κρυσταλλικού πλέγματος Au

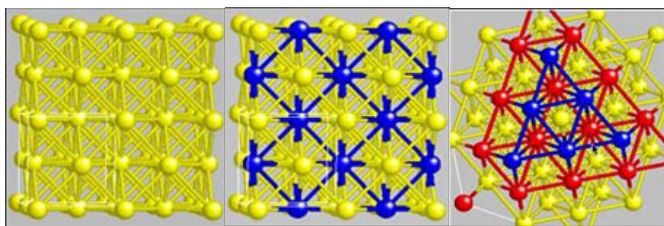


### Δομή κρυσταλλικού πλέγματος Cu

Ο τύπος της κρυσταλλικής μεταλλικής δομής επηρεάζει και τις μηχανικές ιδιότητες των μετάλλων. Έτσι για παράδειγμα τα μέταλλα με ενδοκεντρωμένο κυβικό πλέγμα, όπως ο σίδηρος, έχουν μεγάλη μηχανική αντοχή. Τα μέταλλα με εξαγωνικό πλέγμα, όπως το μαγνήσιο και ο ψευδάργυρος, δε σφυρηλατούνται καλά. Το κυβικό μεταλλικό πλέγμα του χρυσού και του χαλκού, τα κάνει περισσότερο όλκιμα.

Ο μεταλλικός δεσμός προσδίδει στα μέταλλα ορισμένες χαρακτηριστικές ιδιότητες που ονομάζεται μεταλλικός χαρακτήρας:

➤ Τα μέταλλα έχουν μεταλλική λάμψη και γενικά είναι σκληρά. Όταν φως, (φωτόνια) ορισμένης συχνότητας, πέσει πάνω στην επιφάνεια ενός μετάλλου, τότε τα «επιφανειακά» ηλεκτρόνια που συγκρατούνται χαλαρά, απορροφούν την ενέργεια των φωτονίων αποκτώντας έτσι μεγαλύτερη ενέργεια. Τα ηλεκτρόνια αυτά στη συνέχεια, χάνουν την παραπάνω ενέργεια που πήραν από τα φωτόνια, γεγονός που γίνεται με την εκπομπή φωτεινής ακτινοβολίας. Το εκπεμπόμενο φως είναι που κάνει τα μέταλλα να έχουν την χαρακτηριστική μεταλλική λάμψη.



### Μεταλλική λάμψη του πλέγματος του Cu

➤ Τα μέταλλα είναι ελατά (δηλαδή μετατρέπονται σε λεπτά μεταλλικά φύλλα τα λεγόμενα ελάσματα) και όλκιμα (δηλαδή μετατρέπονται σε λεπτά σύρματα).

➤ Τα μέταλλα είναι θερμικά και ηλεκτρικά αγωγιμα. Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια αποτελούν άριστο μέσο μετάδοσης του ηλεκτρισμού επειδή μετακινούνται εύκολα. Στην πραγματικότητα κίνηση ηλεκτρονίων σημαίνει ηλεκτρικό ρεύμα. Επίσης η θερμότητα μεταδίδεται εύκολα. Επειδή αύξηση της θερμοκρασίας σημαίνει αύξηση της κινητικής ενέργειας των ηλεκτρονίων, τα ηλεκτρόνια που βρίσκονται στην άκρη ενός μεταλλικού ελάσματος μπορούν να μεταδίδουν εύκολα την κινητική τους ενέργεια στα γειτονικά ελεύθερα ηλεκτρόνια. Αυξημένη κινητική ενέργεια σημαίνει υψηλότερη θερμοκρασία.

### ➤ Δραστικότητα των μετάλλων:

Όλα τα μέταλλα έχουν την τάση να αποβάλλουν ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια, σε διαφορετικό βέβαια βαθμό, και να μετατρέπονται σε κατιόντα. Τα μέταλλα λοιπόν, λόγω αυτής της τάσης, μπορούν να χαρακτηριστούν ως αναγωγικά, δηλαδή προκαλούν αναγωγή ενώ τα ίδια οξειδώνονται. Με βάση αυτή την αναγωγική τους ικανότητα κατατάσσονται σε μια σειρά αναγωγικής ισχύος που ονομάζεται ηλεκτροχημική σειρά και η οποία αποτελεί ταυτόχρονα και σειρά δραστικότητας. Αυτή η σειρά είναι πολύ χρήσιμη για να μπορούμε να εκτιμήσουμε τη δραστικότητα των μετάλλων σε διάφορες χημικές και ηλεκτροχημικές αντιδράσεις. Όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα, όσο πιο μπροστά, στην αρχή της σειράς, είναι ένα μέταλλο τόσο πιο ισχυρό αναγωγικό σώμα είναι ενώ το ίδιο οξειδώνεται. Αντίστοιχα όσο πιο πίσω, προς το τέλος της σειράς, είναι ένα μέταλλο τόσο πιο ισχυρό οξειδωτικό σώμα είναι, ενώ το ίδιο ανάγεται. Επίσης όσο πιο μπροστά, στην αρχή της σειράς, είναι ένα μέταλλο, τόσο δραστικότερο είναι και άρα μπορεί να αντικαταστήσει στις ενώσεις τους όλα τα μέταλλα που βρίσκονται μετά απ' αυτό.

**Πίνακας με την ηλεκτροχημική σειρά των μετάλλων:**

**K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Fe, Ni, Sn, Pb, H, Cu, Hg, Ag, Pt, Au**



## **7. Ερευνητικό Μέρος**

### **7.1 Ιδέες-Αξιολόγηση Ιδεών**

- Αποφάσισα να χρησιμοποιήσω μεταλλικά σύρματα μικρής διατομής και όχι μεταλλικές ράβδους γιατί οι ράβδοι είναι πιο δυσεύρετες στην αγορά και γιατί με τα μεταλλικά σύρματα θα υπήρχαν εμφανέστερα αποτελέσματα σε μικρή χρονική διάρκεια θέρμανσης και σε σχετικά χαμηλή θερμοκρασία.
- Επέλεξα η συσκευή θέρμανσης των μεταλλικών συρμάτων να είναι ένας φούρνος ηλεκτρικής κουζίνας λόγω της ύπαρξης δυνατότητας θέρμανσης των μετάλλων σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες για τα πλαίσια της έρευνας όπως και λόγω της δυνατότητας ρύθμισης της θερμοκρασίας με ακρίβεια. Τα παραπάνω συμβάλλουν στην εγκυρότητα των αποτελεσμάτων της έρευνας.
- Ως κύριο υλικό για την πειραματική διάταξη χρησιμοποίησα το ξύλο επειδή παρουσιάζει μικρή θερμική αγωγιμότητα και επειδή μπορεί να μείνει ανεπηρέαστο παρά τις μεγάλες θερμοκρασίες στις οποίες πρόκειται να εκτεθεί.
- Σκέφτηκα να χρησιμοποιήσω δεξιά και αριστερά των μεταλλικών συρμάτων καρφιά-οδηγούς για να μην υποστούν διαστολή και ως προς το πλάτος αλλά μόνο γραμμική διαστολή. Η ύπαρξη διαστολής κατά πλάτος θα επηρέαζε την αξιοπιστία της έρευνας. Τα καρφιά-οδηγοί συμβάλλουν ώστε τα σύρματα να διατηρούνται ισιωμένα και να μην παρεκκλίνουν από τις ευθείες στις οποίες έχουν τοποθετηθεί.
- Επέλεξα να χρησιμοποιήσω παχύμετρο και χάρακα με μονάδα μέτρησης μικρότερης του 1mm ώστε να εξασφαλίσω τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια τόσο στη μέτρηση της διαστολής των μεταλλικών συρμάτων, όσο και στη μέτρηση της γραμμικής τους διαστολής.
- Αποφάσισα να καρφώσω με καρφιά από χαλκό τη μία άκρη των μεταλλικών συρμάτων με σκοπό όταν θερμανθούν η άκρη του σύρματος που καρφώθηκε να παραμείνει σταθερή για να μην υποστεί την οποιαδήποτε διαστολή λόγω της υψηλής θερμοκρασίας γεγονός που θα προκαλούσε σημαντικά προβλήματα στον υπολογισμό της συνολικής γραμμικής διαστολής των συρμάτων. Τα τελευταία θα επιμηκύνονταν προς δύο αντίθετες κατευθύνσεις που και επομένως η μέτρηση της γραμμικής διαστολής θα καθίστατο επίπονη και ανακριβής.

## **7.2 Σχεδιασμός της Πειραματικής Διαδικασίας**

Πειραματική  
(Διάγραμμα Ροής)

Διαδικασία

1. Για την πειραματική διάταξη χρησιμοποιήσαμε μια ξύλινη σανίδα από έλατο διαστάσεων 100x15x02 την οποία κόβουμε με πριόνι σε μήκος 40 εκατοστών ώστε να εφαρμόζει στο εσωτερικό του φούρνου. Το ξύλο θα πρέπει να μην έχει εμποτιστεί σε καμία χημική ουσία για να μην αυταναφλεχθεί λόγω της υψηλής θερμοκρασίας.

2. Διαιρούμε το πλάτος του ξύλου σε πέντε ίσα διαστήματα και με ένα μολύβι φέρουμε τέσσερις ευθείες από τη μία ως την άλλη άκρη του ξύλου (40cm) προκειμένου να ορίσουμε τις θέσεις στις οποίες θα τοποθετηθούν τα τέσσερα σύρματα.

3. Από την άκρη του ξύλου αφήνουμε περιθώριο 2 εκατοστών και από το σημείο αυτό φέρουμε κάθετη στις τέσσερις ευθείες που χαραμάμε προηγουμένως. Η κάθετη αυτή ορίζει το σημείο 0 για κάθε σύρμα και της αρχή του άξονα του μήκους.

4. Από το σημείο 0 μετρούμε μήκος 30cm, σημειώνουμε την ένδειξη 30 στον άξονα του μήκους ο οποίος βρίσκεται παράλληλα και πάνω από τις γραμμές που ορίζουν τις θέσεις των συρμάτων και φέρουμε κάθετη από το σημείο αυτό που διέρχεται από τις ευθείες των συρμάτων.

5. Διαιρούμε το μήκος των 30cm σε έξι ίσα διαστήματα των 5cm και φέρουμε στα σημεία αυτά κάθετες στις ευθείες των συρμάτων οι οποίες είναι παράλληλες μεταξύ τους. Δεν είναι απαραίτητο να σημειώσουμε τις αντίστοιχες ενδείξεις στον άξονα του μήκους.

6. Από το σημείο 30 μετρούμε μήκος 5cm, ανά 1cm σημειώνουμε αντίστοιχα τις ενδείξεις 31, 32, 33, 34 και 35 στον άξονα του μήκους και ύστερα φέρουμε κάθετες από τα σημεία αυτά στις ευθείες των συρμάτων.

7. Διαιρούμε ανά μήκος 2mm το διάστημα από 33 έως 35cm και φέρουμε πάλι κάθετες παράλληλες μεταξύ τους όπως στα προηγούμενα βήματα.

8. Ακολουθεί η τοποθέτηση οδηγών-καρφιών. Δεξιά και αριστερά των σημείων που οι κάθετες μεταξύ 0 και 30 εκατοστών, η κάθετη στην ένδειξη 30 καθώς και η κάθετη στην ένδειξη 33 τέμνουν τις ευθείες των συρμάτων, καρφώνουμε μικρά καρφιά. Η απόσταση μεταξύ των καρφιών σε κάθε σημείο θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε το σύρμα να διέρχεται από μέσα τους οριακά. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται

για κάθε τέτοιο σημείο στις ευθείες των συρμάτων Για την ευθεία κάθε σύρματος απαιτούνται 14 καρφιά. Ακολουθείται η ίδια διαδικασία και για τις τέσσερις ευθείες των συρμάτων.

9.Με ένα κόφτη μετάλλων κόβουμε από το κάθε είδος των μετάλλων ένα κομμάτι σύρματος μεγαλύτερου μήκους από εκείνο του σύρματος που θα χρησιμοποιήσουμε τελικά στο πείραμα.

10.Ελέγχουμε τη διατομή των συρμάτων με τη χρήση ενός παχύμετρου και βεβαιωνόμαστε ότι και τα τέσσερα σύρματα έχουν την ίδια διατομή.

11.Ισιώνουμε το σύρμα τραβώντας το από τις άκρες προς την αντίθετη πλευρά με τη βοήθεια μιας πένσας και μιας τανάλιας. Στη συνέχεια χτυπώντας το σύρμα απαλά με ένα σφυρί ισιώνουμε τα τμήματα που δεν έχουν ισιώσει. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάθε σύρμα ξεχωριστά.

12.Μετράμε το μήκος του ισιωμένου πια σύρματος με ένα μεταλλικό χάρακα μεγάλου μήκους και με τον κόφτη το κόβουμε ώστε να έχει ακριβώς μήκος 33cm. Το αρχικό μήκος των συρμάτων ορίζεται 33cm. Αυτό συμβαίνει επειδή μετά το τριακοστό τρίτο εκατοστό θα μετρηθεί η γραμμική διαστολή των συρμάτων για αυτό και η διαγράμμιση γίνεται ανά μήκος 2mm.Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάθε σύρμα ξεχωριστά.

13.Περνάμε το σύρμα ανάμεσα στους οδηγούς και με ένα χάλκινο καρφί μεγαλύτερο από αυτά των οδηγών και ένα σφυρί καρφώνουμε την αρχή του σύρματος στο σημείο 0, δηλαδή στην αρχή της ευθείας του σύρματος. Έτσι το σύρμα και με τη βοήθεια των οδηγών θα παραμείνει σταθερό χωρίς να αποκλίνει από την ευθεία του. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάθε σύρμα ξεχωριστά.

14.Φωτογραφίζουμε την πειραματική διάταξη, αφού έχει ολοκληρωθεί η κατασκευή της.

15.Προθερμαίνουμε αρχικά το φούρνο στη χαμηλότερη θερμοκρασία(115<sup>0</sup>C) που επιθυμούμε να δοκιμάσουμε στο πείραμα.

16.Αφού προθερμανθεί ο φούρνος και σβήσει η φωτεινή ένδειξη υποδεικνύοντας ότι έχουμε την επιθυμητή θερμοκρασία, τοποθετούμε την πειραματική διάταξη στο εσωτερικό του.

17.Αφήνουμε την πειραματική διάταξη αρχικά στο εσωτερικό του φούρνου για 20 λεπτά. Η ακρίβεια στο χρόνο προσδιορίζεται με τη χρήση χρονομέτρου που έχει λειτουργία αντίστροφης μέτρησης.

18.Μόλις ολοκληρωθούν τα 20 λεπτά, βγάζουμε την πειραματική διάταξη από το φούρνο για πολύ μικρό χρονικό διάστημα ώστε να μην επηρεαστούν ιδιαίτερα οι μετρήσεις και με χάρακα ακρίβειας μικρότερης του ενός χιλιοστού μετράμε τη γραμμική διαστολή των συρμάτων σε mm.

19.Φωτογραφίζουμε την πειραματική διάταξη και καταγράφουμε τις μετρήσεις.

20.Αφήνουμε την πειραματική διάταξη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος( $21^{\circ}\text{C}$ ) μέχρι τα σύρματα να επαναφερθούν στο αρχικό τους μήκος.

21.Προθερμαίνουμε το φούρνο σε θερμοκρασία( $160^{\circ}\text{C}$ ) και επαναλαμβάνουμε τις διαδικασίες 16 έως 20 για την ίδια θερμοκρασία με αυτή του φούρνου.

22.Προθερμαίνουμε πάλι το φούρνο σε θερμοκρασία( $210^{\circ}\text{C}$ ) και επαναλαμβάνουμε τις διαδικασίες 16 έως 19 για την ίδια θερμοκρασία με αυτή του φούρνου.

23. Τοποθετούμε ξανά την πειραματική διάταξη στο φούρνο

24.Επαναλαμβάνουμε τις διαδικασίες 17,18 και 19 δύο φορές αλλά κάθε φορά για διαφορετική χρονική διάρκεια. Η χρονική διάρκεια έκθεσης την πρώτη φορά είναι 40 λεπτά, ενώ τη δεύτερη φορά 60 λεπτά, δηλαδή διπλάσια και τριπλάσια αντίστοιχα της αρχικής χρονικής διάρκειας..

25.Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία 20

26.Διαμορφώνουμε πίνακες στους οποίους αναγράφονται συγκεντρωτικά οι μετρήσεις και σχεδιάζουμε τα απαραίτητα διαγράμματα και γραφήματα.

27.Αφού επεξεργαστούμε τα αποτελέσματα, διατυπώνουμε τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την έρευνα.





Εικόνα 1,2,3,4: Πειραματική Διάταξη

### **7.3. Καταγραφή των μετρήσεων του πειράματος**

Πίνακας Μετρήσεων του Τελικού Μήκους  $l$ (cm) ανάλογα με τη Μεταβολή της Θερμοκρασίας  $\Delta\theta(^{\circ}\text{C})$

Στον πίνακα 1 αναγράφεται το τελικό μήκος για κάθε μεταλλικό σύρμα σε τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες. Επιπλέον συμπεραίνουμε ποιο είδος μέταλλου έχει το μέγιστο τελικό μήκος για κάθε θερμοκρασία. Τέλος παρατηρούμε πόσο μεταβάλλεται το τελικό μήκος κάθε σύρματος ανάλογα με τη θερμοκρασία.

$\theta(^{\circ}\text{C})$	Αρχικό Μήκος $l_0$ (cm)	Τελικό Μήκος $l$ (cm)			
		Σίδηρος(Fe)	Μπρούτζος (Cu-Sn)	Αλπακάς	Χαλκός(Cu)
115	33	33,05	33,08	33	34,3
160	33	33,08	34	33,05	34,6
210	33	34,2	34,7	33,09	34,9

**Πίνακας 1**



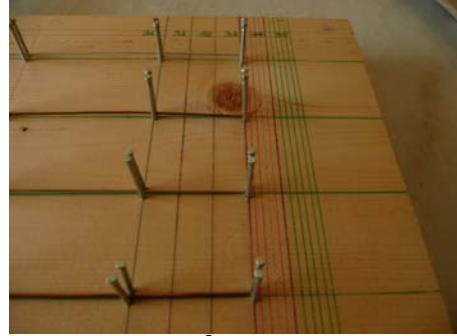
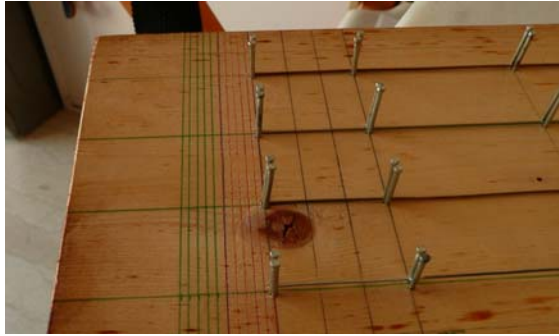
**Εικόνα 3,4: Πειραματική Διάταξη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος(21°C)  
-Αρχικό Μήκος  $l_0$  των συρμάτων**

Πίνακας Μετρήσεων της Γραμμικής Διαστολής  $\Delta l$ (mm) ανάλογα με τη Μεταβολή της Θερμοκρασίας  $\Delta\theta(^{\circ}\text{C})$

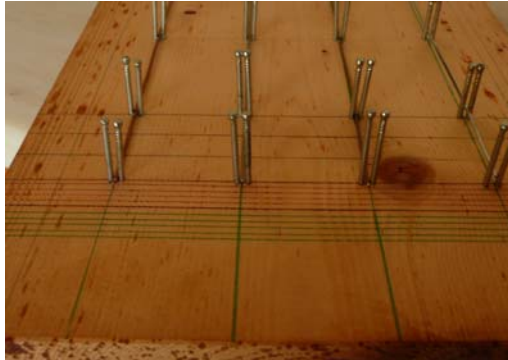
Στον πίνακα 2 αναγράφεται η γραμμική διαστολή  $\Delta l$  για κάθε μεταλλικό σύρμα σε τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες. Επιπλέον συμπεραίνουμε ποιο είδος μέταλλου παρουσιάζει τη μέγιστη γραμμική διαστολή για κάθε θερμοκρασία. Τέλος παρατηρούμε πόσο μεταβάλλεται η γραμμική διαστολή κάθε σύρματος ανάλογα με τη θερμοκρασία.

$\theta(^{\circ}\text{C})$	Γραμμική Διαστολή $\Delta l$ ( $l-l_0$ ) σε mm			
	Σίδηρος(Fe)	Μπρούτζος (Cu-Sn)	Αλπακάς	Χαλκός(Cu)
115	0,5	0,8	0	1,3
160	0,8	1	0,5	1,6
210	1,2	1,7	0,9	1,9

**Πίνακας 2**



**Εικόνα 5,6: Γραμμική Διαστολή για θερμοκρασία  $\theta=115^{\circ}\text{C}$**



**Εικόνα 7,8: Γραμμική Διαστολή για θερμοκρασία  $\theta=160^{\circ}\text{C}$  και  $\theta=210^{\circ}\text{C}$**

Πίνακας Μετρήσεων της Γραμμικής Διαστολής  $\Delta l$ (mm) σε θερμοκρασία  $\theta=210^{\circ}\text{C}$  σε συνάρτηση με τη χρονική διάρκεια έκθεσης των συρμάτων στην παραπάνω θερμοκρασία

Στον πίνακα 3 αναγράφεται η γραμμική διαστολή  $\Delta l$  για κάθε μεταλλικό σύρμα για τρία διαφορετικά χρονικά διαστήματα έκθεσης. Παρατηρούμε πώς μεταβάλλεται η γραμμική διαστολή κάθε σύρματος ανάλογα με τη χρονική διάρκεια έκθεσης σε συγκεκριμένη θερμοκρασία που στην προκείμενη περίπτωση είναι  $210^{\circ}\text{C}$ .

Χρονική Διάρκεια $\Delta t$ (min)	Γραμμική Διαστολή $\Delta l$ ( $l-l_0$ ) σε mm για θερμοκρασία $\theta=210^{\circ}\text{C}$			
	Σίδηρος(Fe)	Μπρούτζος (Cu-Sn)	Αλπακάς	Χαλκός(Cu)
20	1,2	1,6	0,9	1,9
40	1,2	1,7	0,9	1,9
60	1,2	1,7	0,9	1,9

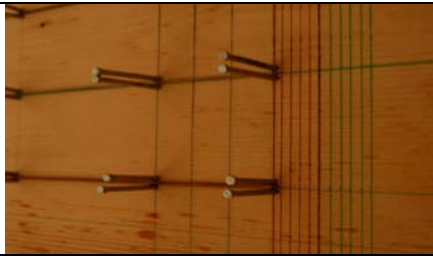
**Πίνακας 3**



Εικόνα 9:Γραμμική Διαστολή Fe και αλφακά για  $\theta=210^{\circ}\text{C}-\Delta t=20 \text{ min}$



Εικόνα 10:Γραμμική Διαστολή Fe και αλφακά για  $\theta=210^{\circ}\text{C}-\Delta t=60 \text{ min}$

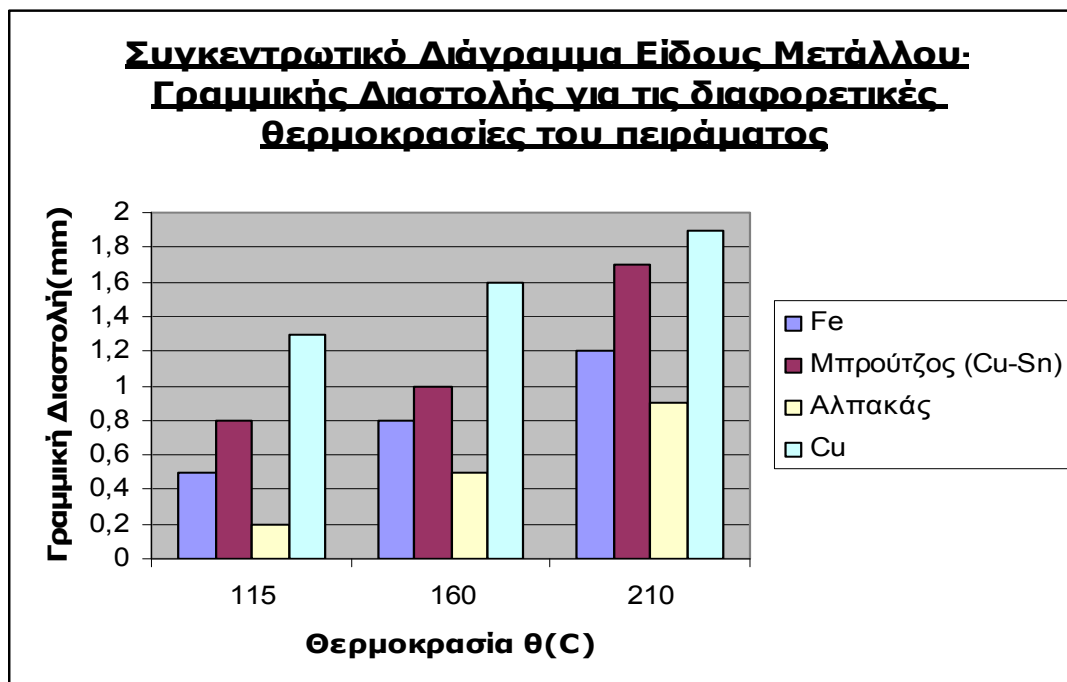


Εικόνα 11:Γραμμική Διαστολή Cu και Cu-Sn για  $\theta=210^{\circ}\text{C}-\Delta t=20 \text{ min}$



Εικόνα 12:Γραμμική Διαστολή Cu και Cu-Sn για  $\theta=210^{\circ}\text{C}-\Delta t=60 \text{ min}$

## 7.4 Επεξεργασία και Ανάλυση των αποτελεσμάτων

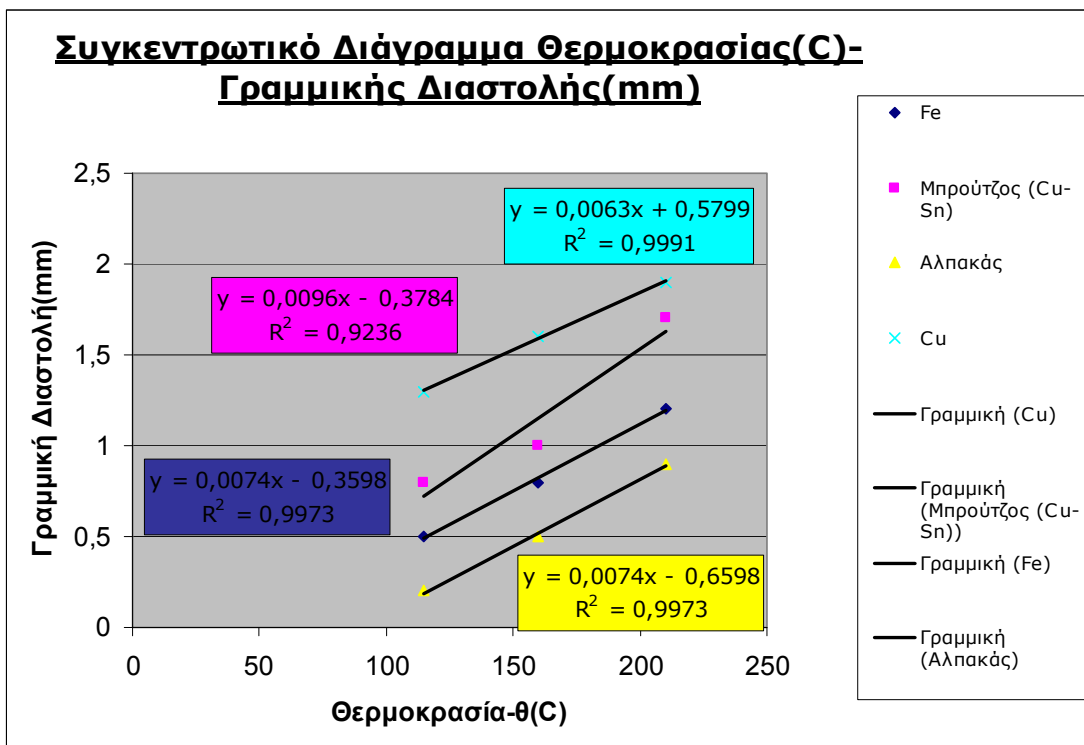


Διάγραμμα Στήλες 1



➤ Ερμηνεία Αποτελεσμάτων του Συγκεντρωτικού Διαγράμματος Θερμοκρασίας(<sup>0</sup>C)-Γραμμικής Διαστολής(mm):

Μελετώντας το παραπάνω διάγραμμα διαπιστώνουμε ποσοτικά ποιο είδος μετάλλου παρουσιάζει τη μέγιστη γραμμική διαστολή για καθεμία από τις θερμοκρασίες του πειράματος. Συμπεραίνουμε ότι το μεταλλικό σύρμα του χαλκού είναι εκείνο που υφίσταται τη μέγιστη γραμμική διαστολή για κάθε θερμοκρασία του πειράματος, ενώ το σύρμα που υφίσταται την ελάχιστη γραμμική διαστολή αντίστοιχα είναι εκείνο του αλπακά. Δεύτερο σε γραμμική διαστολή είναι το σύρμα του μπρούτζου και τρίτο αυτό του σιδήρου. Επιπλέον παρατηρούμε ότι για κάθε μέταλλο με την αύξηση της θερμοκρασίας, αυξάνεται και η γραμμική διαστολή τους.



**Διάγραμμα Διασποράς 1**

➤ Ερμηνεία Αποτελεσμάτων του Συγκεντρωτικού Διαγράμματος Θερμοκρασίας(<sup>0</sup>C)-Γραμμικής Διαστολής(mm):

Παρατηρώντας το παραπάνω διάγραμμα διαπιστώνουμε ότι για κάθε γραμμή τάσης του διαγράμματος αναγράφεται η τιμή R<sup>2</sup> και μια συνάρτηση της μορφής  $y=ax+\beta$  από την οποία ορίζεται η γραμμή τάσης. Όταν η τιμή του R<sup>2</sup> είναι 1 τότε σημαίνει ότι οι μετρήσεις έχουν διεξαχθεί τέλεια και τα μεγέθη είναι ανάλογα.

Από το διάγραμμα προκύπτουν τέσσερις γραμμικές εξισώσεις-συναρτήσεις της μορφής  $y=ax+\beta$ , δηλαδή η κάθε συνάρτηση συνδέει τη θερμοκρασία με τη γραμμική διαστολή για κάθε είδος

μετάλλου. Επειδή στις συναρτήσεις  $y=ax+\beta$ , θεωρούμε το σταθερό όρο  $\beta$  αμελητέο, χωρίς να επηρεάζει την τιμή του  $a$ , τον παραλείπουμε. Τότε έχουμε τέσσερις συναρτήσεις της μορφής  $y=ax$ , όπου  $y$  είναι η ανεξάρτητη και  $x$  η εξαρτημένη μεταβλητή. Προσαρμόζοντας τη συνάρτηση  $y=ax$  στα δεδομένα της έρευνά μας, με ταύτιση των όρων, προκύπτει ότι  $\Delta l = a\Delta\theta$  (1), όπου  $\Delta\theta$  ορίζεται ως η διαφορά της τελικής θερμοκρασίας και της θερμοκρασίας περιβάλλοντος που ορίζεται για την έρευνα, δηλαδή προκύπτει  $\Delta\theta = \theta - \theta_{\text{περιβάλλ}}$  (2). Από τη σχέση (1) προκύπτει ότι η γραμμική διαστολή των μεταλλικών-στερεών σωμάτων είναι ανάλογη με τη μεταβολή της θερμοκρασίας.

➤ Υπολογισμός του συντελεστή αναλογίας για την εξίσωση

$$\Delta l = a\Delta\theta:$$

Στις γραμμικές εξισώσεις της μορφής  $y=ax$ , ο  $a$  ορίζεται ως ο συντελεστής αναλογίας, ισούται με τον πηλίκο  $y/x$  και εκφράζει την κλίση της γραμμής τάσης. Εάν προσαρμόσουμε τα παραπάνω, στα δεδομένα της έρευνάς μας προκύπτει ότι  $a = \Delta l / \Delta\theta$ . Έστω  $a = Z$ , όπου  $Z$  είναι ένα φυσικό μέγεθος με μονάδα μέτρησης  $\text{mm}/^\circ\text{C}$ , τότε έχουμε:

$$\Delta l = a\Delta\theta \Leftrightarrow a = \Delta l / \Delta\theta \Leftrightarrow Z = \Delta l / \Delta\theta \quad (3)$$

Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε, από τις εξισώσεις των γραμμών τάσεις, το φυσικό μέγεθος  $Z$  για κάθε είδος μετάλλου:

$$\text{Σίδηρος(Fe): } \Delta l = 0,0074\Delta\theta \Leftrightarrow a = Z = \Delta l / \Delta\theta = 0,0074 \text{mm}/^\circ\text{C} \quad (4)$$

$$\text{Μπρούτζος: } \Delta l = 0,0096\Delta\theta \Leftrightarrow a = Z = \Delta l / \Delta\theta = 0,0096 \text{mm}/^\circ\text{C} \quad (5)$$

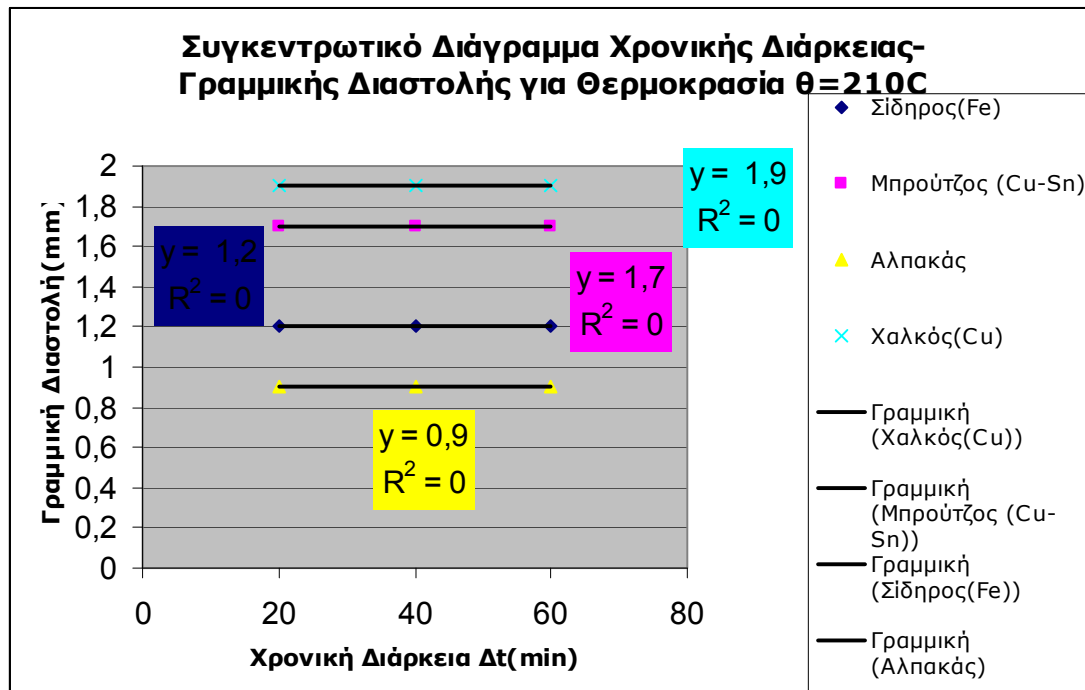
$$\text{Αλπακάς: } \Delta l = 0,0074\Delta\theta \Leftrightarrow a = Z = \Delta l / \Delta\theta = 0,0074 \text{mm}/^\circ\text{C} \quad (6)$$

$$\text{Χαλκός(Cu): } \Delta l = 0,0063\Delta\theta \Leftrightarrow a = Z = \Delta l / \Delta\theta = 0,0063 \text{mm}/^\circ\text{C} \quad (7)$$

Το φυσικό μέγεθος  $Z$ , όπως δηλώνεται και από τη μονάδα μέτρησής του, εκφράζει πόσα χιλιοστά αυξάνει ή ελαττώνεται το αρχικό μήκος ενός μετάλλου με τη μεταβολή ενός βαθμού  $^\circ\text{C}$  ή απλούστερα δηλώνει τη γραμμική διαστολή / συστολή για μεταβολή της θερμοκρασίας κατά  $1^\circ\text{C}$ . Επομένως όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του  $Z$ , δεδομένου ότι η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή, τόσο μεγαλύτερη είναι η γραμμική διαστολή που θα παρουσιάζει ένα σύρμα. Από τις σχέσεις (4), (5), (6), (7) προκύπτει ότι η τιμή του  $Z$  είναι χαρακτηριστική για κάθε είδος μετάλλου. Άρα η τιμή του  $Z$  εξαρτάται από το υλικό-είδος μετάλλου και κατά συνέπεια και γραμμική διαστολή είναι ανάλογη με το υλικό-είδος μετάλλου.

Αν και το μεταλλικό σύρμα του χαλκού είναι εκείνο που στις επιμέρους θερμοκρασίες του πειράματος παρουσιάζει τη μέγιστη

διαστολή, η τιμή του Z για το χαλκό ήταν μικρότερη από την αντίστοιχη τιμή για τα μπρούτζο, δηλαδή προκύπτει  $Z_{Cu} < Z_{Cu-Sn}$ . Επομένως βάσει των παραπάνω, η αύξηση της γραμμικής διαστολής του μπρούτζινου σύρματος ανάλογα με τη μεταβολή της θερμοκρασίας θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από αυτής του χαλκού, παρόλο που η γραμμική διαστολή του μπρούτζου στις επιμέρους θερμοκρασίες είναι μικρότερη από αυτή.



### Διάγραμμα Διασποράς 2

➤ Ερμηνεία Αποτελεσμάτων του Συγκεντρωτικού Διαγράμματος Χρονικής Διάρκειας Δt-Γραμμικής Διαστολής(mm):για θερμοκρασία  $\theta = 210^{\circ}C$ :

Μελετώντας το παραπάνω διάγραμμα, παρατηρούμε ότι έχουμε τέσσερις γραμμικές εξισώσεις της μορφής  $y = nx$ , όπου n είναι σταθερό. Άρα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι:

$$\Delta l = n \Delta t \Leftrightarrow n = \Delta l / \Delta t = \text{σταθερό}$$

➤ Από το διάγραμμα λαμβάνουμε τις παρακάτω εξισώσεις:

$$n_{Fe} = 1,2 = \text{σταθερό}$$

$$n_{Cu-Sn} = 1,7 = \text{σταθερό}$$

$$n_{\alpha\lambda\pi\alpha\kappa\acute{\alpha}\varsigma} = 0,9 = \text{σταθερό}$$

$$n_{Cu} = 1,9 = \text{σταθερό}$$

Διαπιστώνουμε ότι το n, δηλαδή ο ρυθμός μεταβολής της γραμμικής διαστολής διατηρείται σταθερός καθ' όλη τη διάρκεια

έκθεσης του πειράματος. Επομένως η γραμμική διαστολή ενός στερεού-μετάλλου είναι ανεξάρτητη από χρονική διάρκεια έκθεσης του σε συγκεκριμένη θερμοκρασία, όταν βέβαια δεν πρόκειται για ακραίες τιμές της χρονικής διάρκειας είτε πολύ μεγάλες είτε πολύ μικρές.

## **7.5 Κατάλογος μέσων και υλικών**

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούν τα μέσα και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τη διαμόρφωση της πειραματικής διάταξης, τη διεξαγωγή του πειράματος και γενικότερα συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της έρευνας. Τα μέσα και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα εξής:

### ➤ Για την πειραματική διάταξη:

- Ξύλινη σανίδα από έλατο διαστάσεων 40x15x02
- Μεταλλικά σύρματα σιδήρου, χαλκού, μπρούτζου, αλπακά
- Παχύμετρο
- Πριόνι
- Κοπίδι
- Πένσα
- Τανάλια
- Σφυρί
- Σουβλί
- Κόφτης μετάλλων
- Μικρά καρφιά από σίδηρο
- Καρφιά από χαλκό
- Μεταλλικός χάρακας μήκους
- Μολύβι H
- Γόμα
- Πένα
- Κόκκινο και πράσινο μελάνι

### ➤ Για το πείραμα και τις μετρήσεις:

- Φούρνος ηλεκτρικής κουζίνας
- Χρονόμετρο ακριβείας
- Ψηφιακή φωτογραφική μηχανή
- Προστατευτικό γάντι
- Χάρακα ακριβείας μικρότερης του χιλιοστού

## **8. Συμπεράσματα**

➤ **Συμπέρασμα:** Η αρχική υπόθεση της έρευνάς μας επαληθεύεται. Πράγματι, όπως αποδεικνύεται από τους πίνακες των μετρήσεων 1 και 2 καθώς και από το διάγραμμα σε στήλες, το μεταλλικό σύρμα του χαλκού είναι εκείνο που υπέστη τη μέγιστη γραμμική διαστολή για καθεμία από τις επιμέρους θερμοκρασίες που δοκιμάστηκαν στο πείραμα.

- **Συμπληρωματικά συμπεράσματα-αποφάνσεις:**

➤ **Συμπέρασμα 1:** Η γραμμική διαστολή των μετάλλων και επομένως ενός στερεού είναι ανάλογη με τη μεταβολή της θερμοκρασίας. Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων του διαγράμματος διασποράς 1, καταλήξαμε στη σχέση:  $\Delta l = \alpha \Delta \theta$  που δηλώνει ακριβώς αυτή την αναλογία των δύο μεγεθών. Ο συντελεστής αναλογίας  $\alpha$  είναι ίσος με το φυσικό μέγεθος  $Z$ .

➤ **Συμπέρασμα 2:** Η γραμμική διαστολή των μετάλλων και των στερεών γενικά εξαρτάται από το είδος, την ποιότητα και τις χαρακτηριστικές ιδιότητες του υλικού. Το συμπέρασμα αυτό απολήγει από τη μελέτη του διαγράμματος διασποράς 1, αφού το φυσικό μέγεθος  $Z$  εκφράζει τη γραμμική διαστολή για μεταβολή της θερμοκρασίας κατά  $1^{\circ}\text{C}$  και η τιμή είναι χαρακτηριστική για κάθε είδος μετάλλου και υλικού.

➤ **Συμπέρασμα 3:** Η γραμμική διαστολή των στερεών και των μετάλλων είναι ανεξάρτητη από τη χρονική διάρκεια έκθεσης τους σε σταθερή θερμοκρασία, όταν η χρονική διάρκεια όμως δεν περιλαμβάνει ακραίες τιμές. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων του διαγράμματος διασποράς 2 και ισχύει επειδή ο ρυθμός μεταβολής της γραμμικής διαστολής αποδείξαμε ότι είναι σταθερός.

## **9. Προτάσεις για το Μέλλον**

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούν τρόποι αποφυγής των πιθανών λαθών που έγιναν στην έρευνα, θα περιγραφτούν οι ιδανικές συνθήκες διεξαγωγής του πειράματος και θα αναλυθούν οι παράμετροι που πρέπει να ερευνηθούν σε μελλοντική συμπληρωματική έρευνα.

Αρχικά θα πρέπει να επισημάνουμε ότι το γεγονός ότι πρόκειται για μαθητική ερευνητική εργασία, περιορίζει τη δυνατότητα των χρησιμοποιούμενων οργάνων και αυξάνουν την πιθανότητα λάθους. Όσον αφορά τα λάθη, πρωτίστως θα πρέπει να εξασφαλίσουμε την ομοιότητα των υλικών-συρμάτων ως προς το αρχικό μήκος, τη διατομή και ως προς το κατά πόσο ίσια είναι. Αυτό

θα μπορούσε να επιτευχθεί με την αγορά ειδικών βιομηχανικών υλικών αλλά και με συγκεκριμένα όργανα όπως όργανο από το οποίο να διέρχεται το σύρμα και να ισιώνει αυτόματα ενώ παράλληλα με το ίδιο όργανο θα μετράται και η διατομή και το αρχικό μήκος. Τα στοιχεία κάθε σύρματος θα αναγράφονταν ως φωτεινές ενδείξεις σε ένα πίνακα με αποτέλεσμα να υπάρχει βεβαιότητα για την ομοιογένεια των χαρακτηριστικών των υλικών που χρησιμοποιούνται. Επιπλέον το ίδιο όργανο θα μπορούσε να προσδιορίσει τη δομή κάθε σύρματος και να ανιχνεύσει πιθανόν προσμείξεις και να τις καταγράψει δημιουργώντας ένα πλήρες ιστορικό των ιδιοτήτων των υλικών αυτών. Ακόμα θα είχε τη δυνατότητα να κόβει τα σύρματα σε ακριβές μήκος με την εκπομπή ειδικών ακτινοβολιών υψηλής συχνότητας. Τα σύρματα στη συνέχεια θα τοποθετούνταν σε μία λεία επιφάνεια όπου θα συγκρατούνταν σταθερά αφού πάνω στην επιφάνεια θα υπήρχαν εγκοπές μέσα στις οποίες θα τοποθετούνταν τα σύρματα. Η αρχή των συρμάτων θα παρέμενε σταθερή καθώς η γραμμική διαστολή θα παρεμποδιζόταν με τη χρήση ειδικού υλικού πίσω από τα σύρματα.

Όσον αφορά τα λάθη που μπορεί να συνέβησαν κατά τη διάρκεια του πειράματος, θα μπορούσαν επίσης να έχουν αποφευχθεί ή έστω να έχουν ελαττωθεί. Η θερμοκρασία του φούρνου θα μπορούσε να ελεγχθεί εύκολα και με ακρίβεια με τη χρήση ενός πυρομέτρου. Επιπλέον θα έπρεπε η λειτουργία του φούρνου να μπορεί να προγραμματίσει τη χρονική διάρκεια έκθεση και στη συνέχεια να κλείνει αυτόματα. Θα μπορούσε ακόμα να μετρήσει με ακρίβεια εκατομμυριοστού τη γραμμική διαστολή για κάθε σύρμα με ακτίνες λέιζερ και στην ύστερα να τις εμφανίζει στην οθόνη ενός υπολογιστή. Τέλος στο εσωτερικό του θα υπήρχαν δυο κάμερες μια θερμική και μία ψηφιακή οι οποίες θα επέτρεπαν τη λήψη φωτογραφιών στο εσωτερικό του προκειμένου να μην επηρεάζεται η γραμμική διαστολή από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Στη συγκεκριμένη έρευνα πολλές παράμετροι διατηρήθηκαν σταθερές. Ωστόσο θα παρουσίαζε ιδιαίτερο ενδιαφέρον αντίστοιχες έρευνες παρόμοιου περιεχομένου και τεχνολογικού ενδιαφέροντος στις οποίες μεταβλητές θα ήταν οι σταθερές και οι ελεγχόμενες μεταβλητές της συγκεκριμένης έρευνας. Θα μπορούσε λοιπόν σε μελλοντικές έρευνες να μεταβάλλεται η διατομή η το αρχικό μήκος για παράδειγμα. Τέτοιες έρευνες θα συνέβαλαν στην απόκτηση μιας γενικότερης αλλά και πιο βαθιάς γνώσης επί του ζητήματος όπως και πηγή απροσδόκητων αλλά σημαντικών συμπερασμάτων.

## **10. Αυτοαξιολόγηση**

Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει τα λάθη που έγιναν πιθανώς κατά τη διεξαγωγή της έρευνας καθώς και την προσωπική εκτίμηση και αξιολόγηση της εργασίας από τον ίδιο τον ερευνητή-συντάκτη.

- **Πιθανά Λάθη:**

Κατά τη διεξαγωγή μιας έρευνας ενδέχεται να υπάρξουν κάποια λάθη. Το ενδεχόμενο των λαθών, όπως σε κάθε έρευνα, είναι υπαρκτό και στη έρευνά μας. Τα λάθη, αμελητέα ή όχι, που μπορούν να γίνουν σε μια έρευνα σχετίζονται συνήθως με:

- Τη διαμόρφωση της Πειραματικής Διάταξης:

1. Λάθος στη μέτρηση του μήκους και του πλάτους του ξύλου
2. Λάθος στη μέτρηση της διατομής των μεταλλικών συρμάτων
3. Ανομοιόμορφο κόψιμο των μεταλλικών συρμάτων
4. Λάθος στη μέτρηση του αρχικού μήκους των μεταλλικών συρμάτων
5. Λάθος στη μέτρηση του μήκους των συρμάτων επειδή δεν ήταν απόλυτα ισιωμένα
6. Λάθος στη διαγράμμιση του ξύλου για τη μέτρηση της γραμμικής διαστολής
7. Μη σταθερότητα μεταλλικών συρμάτων λόγω λάθους στην τοποθέτηση των καρφιών
8. Λάθος λόγω προσμείξεων και μη απόλυτης καθαρότητας των μετάλλων

- Τη διεξαγωγή του πειράματος:

1. Λάθος στη θερμοκρασία του φούρνου λόγω απροσεξίας
2. Ανεπαρκής προθέρμανση του φούρνου σε συγκεκριμένη θερμοκρασία
3. Λάθος στη μέτρηση της γραμμικής διαστολής
4. Μεταβολή της γραμμικής διαστολής λόγω της επίδρασης της θερμοκρασίας περιβάλλοντος
5. Ανακρίβεια στη χρονική διάρκεια έκθεσης των μεταλλικών συρμάτων
6. Λάθος λόγω όρασης
7. Λάθος στην τιμή της γραμμικής διαστολής λόγω παρεμπόδισης των συρμάτων από τους οδηγούς-καρφιά
8. Λάθος τιμή γραμμικής διαστολής λόγω παράλειψης η αντικατάσταση της τιμής ενός μετάλλου με την τιμή ενός άλλου
9. Λανθασμένος συσχετισμός των φωτογραφιών με το αντίστοιχο στάδιο του πειράματος

➤ Το διάγραμμα του excel:

1. Επανάληψη ή παράλειψη κάποιας τιμής με αποτέλεσμα την απεικόνιση ενός ανύπαρκτου σημείου ή την αφαίρεση ενός υπαρκτού.
2. Λάθος στην αντιστοίχιση των τιμών της δύναμης με αυτές της μετατόπισης.

• **Συνολική αξιολόγηση και θεώρηση της έρευνας:**

Η ολοκλήρωση της έρευνας στέφθηκε από μεγάλο ποσοστό επιτυχίας. Η διεξαγωγή της έρευνας και των πειραμάτων χαρακτηρίζονται ως ικανοποιητικά επιτυχημένα. Τα αποτελέσματά της διακρίνονται από αξιοπιστία και εγκυρότητα στο βαθμό και στις ερευνητικές δυνατότητες του μελετητή. Τα συμπεράσματα που απορρέουν από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων είναι λογικά και επιστημονικά τεκμηριωμένα. Οι εργασίες και η συγγραφή της έρευνας διήρκησαν 5-6 εβδομάδες. Ο καταμερισμός των επιμέρους εργασιών έγινε βάσει χρονοδιαγράμματος που σχεδιάστηκε πριν την έναρξη των εργασιών της έρευνας. Η προσπάθεια για πίστη τήρηση του χρονοδιαγράμματος, αν και υπήρξαν φορές που παραβιάστηκε η έγιναν αλλαγές ανάλογα με τις ανάγκες του ερευνητή, είχε ως αποτέλεσμα τη σχετικά ομαλή διεξαγωγή της έρευνας όσον αφορά τη χρονική προθεσμία.

Πρόκειται για μια έρευνα της οποίας τα αποτελέσματα παρουσιάζουν έντονο τεχνολογικό και πρακτικό ενδιαφέρον, όχι μόνο εξαιτίας της εφαρμογής τους στην καθημερινή ζωή αλλά και λόγω της επιστημονικής τους φύσης. Στην έρευνα αυτή εξετάζονται τομείς της φυσικής, της χημείας, της επιστήμης των υλικών και γενικότερα των εφαρμοσμένων επιστημών. Εκφράζεται η πεποίθηση και η ελπίδα η έρευνα αυτή θα αποτελέσει πηγή πληροφοριών για την επιστημονική κοινότητα στο πλαίσιο των μαθητικών ερευνών και κίνητρο για περαιτέρω μελέτη των επιμέρους θεμάτων της εργασίας και των παραμέτρων που δεν ερευνήθηκαν.



## **11. Βιβλιογραφία**

### ➤ Βιβλία/ Γραπτές Πηγές:

- Βιβλίο Φυσικής Β Γυμνασίου
- Βιβλίο Χημείας Γ Γυμνασίου
- Βιβλίο Χημείας Α Λυκείου
- Βιβλίο Τεχνολογίας Α Λυκείου
- Βιβλίο Ιστορίας Α Λυκείου

### ➤ Δικτυακοί Τόποι:

- [www.teicrete.gr](http://www.teicrete.gr)
- [www.club.edc.eoc.gr](http://www.club.edc.eoc.gr)
- [www.scientific-journal-articles.com](http://www.scientific-journal-articles.com)
- [www.aua.gr](http://www.aua.gr)
- [www.ekfe.gr](http://www.ekfe.gr)
- [users.lar.sch.gr](http://users.lar.sch.gr)
- [www.greek-language.gr](http://www.greek-language.gr)
- [www.livopedia.gr](http://www.livopedia.gr)
- [el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org)
- [www.erga.biz](http://www.erga.biz)
- [www.chem.uoa.gr](http://www.chem.uoa.gr)
- [medilab.pme.duth.gr](http://medilab.pme.duth.gr)
- [www.copper.org](http://www.copper.org)
- [www.moec.gov.cy](http://www.moec.gov.cy)
- [www.metal.ntua.gr](http://www.metal.ntua.gr)
- [www.google.com](http://www.google.com)
- [www.imenseblue.gr](http://www.imenseblue.gr)