

**Θέμα Ειδικής Διδακτικής:** έχετε να διδάξετε την ενότητα **θερμική διαστολή και συστολή** των στερεών σωμάτων, διάρκειας δύο ωρών. Να παρουσιάσετε ένα αναλυτικό σχέδιο μαθήματος. Ιδιαίτερα να αναφερθείτε στα εξής: α. Να διατυπώσετε το σκοπό και τους στόχους του μαθήματος. β. Να αναφέρετε τις μεθόδους, τα μέσα και τις τεχνικές, που θα επιλέξετε. γ. Να αναφέρετε, επίσης, σε ποιες μαθησιακές δραστηριότητες μπορείτε να εμπλέξετε τους μαθητές, προκειμένου το μάθημα να έχει όχι μόνο θεωρητική αλλά και πειραματική πρακτική μορφή. δ. Να κάνετε καταμερισμό της διδακτικής ενότητας σε επιμέρους υποενότητες με αντίστοιχη κατανομή χρόνου. ε. Τρόπος αξιολόγησης των μαθητών.

## ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

### Στοιχεία μαθήματος

Μάθημα:

Τάξη:

Καθηγητής:.....

### Τίτλος ενότητας: **θερμική διαστολή και συστολή των στερεών σωμάτων**

**Σκοπός:** να μπορούν οι μαθητές μετά τη διδασκαλία να:

κατανοήσουν, ότι η θερμοκρασία επηρεάζει πολλές τεχνικές εφαρμογές στην καθημερινή μας ζωή, και ότι υπάρχει άμεση συσχέτιση μεταξύ της επιστήμης και της πραγματικότητας, και γι' αυτό είναι σκόπιμο οι μαθητές ως αυριανοί επαγγελματίες, να εθιστούν, ώστε να δημιουργούν υποθέσεις για συγκεκριμένα προβλήματα και να διαμορφώνουν στρατηγικές λύσης των προβλημάτων αυτών.

**Στόχοι (γνωστικοί και ικανοτήτων):** να είναι σε θέση οι μαθητές να:

1. διατυπώνουν υποθέσεις και να καταλήγουν σε συμπεράσματα για τη συμπεριφορά των διαφόρων υλικών κατά τη θερμική διαστολή και συστολή τους.
2. επαληθεύουν τις υποθέσεις εκτελώντας πειράματα, καταγράφοντας τα οριστικά συμπεράσματα που προκύπτουν κατά τη θέρμανση και ψύξη των διαφόρων στερεών υλικών.
3. διατυπώνουν τις σχέσεις της γραμμικής, επιφανειακής και κυβικής διαστολής-συστολής.
4. να εφαρμόζουν τις παραπάνω σχέσεις και να υπολογίζουν την επιμήκυνση και την συρρίκνωση των διαφόρων στερεών σωμάτων.
5. αναφέρουν ανεπιθύμητες επιδράσεις στην κατασκευή ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και δομικών έργων.
6. αναφέρουν επιθυμητές εφαρμογές του φαινομένου συστολή-διαστολή στην τεχνική.

**Στόχος (απόκτηση σωστής στάσης και συμπεριφοράς):** να είναι σε θέση οι μαθητές να:

είναι προσεκτικοί κατά τη διαδικασία κατασκευής ηλεκτρομηχανολογικών τεχνικών έργων, τηρώντας τις προδιαγραφές, διότι η μη τήρηση συνεπάγεται μεγάλη επικινδυνότητα και επισύρει ποινικές ευθύνες.

### Βιβλιογραφία

Αντωνελάκης Ι., Παπαγεωργίου Π., *Εισαγωγή στη Μηχανολογία*, 1<sup>ος</sup> Κύκλος Α' Τάξη, εκδ. ΟΕΔΒ, Αθήνα 1999.

Αντωνίου Ν., Δημητριάδης Π., Καμπούρης Κ., Παπαμιχάλης Κ., Παπασιμίπα Λ., *Φυσική Β' Γυμνασίου*, έκδοση Β' Ο.Ε.Δ.Β., Αθήνα 2008.

### Τεχνικά και Εποπτικά Μέσα

Σπίρτα

Σωλήνες από (St, Cu, Al)

Προβολέας διαφανειών

Γυάλινα δοχεία με νερό

Σφαίρες, δακτύλιοι, περικόχλια

Συσκευές υγραερίου (καμινέτα)

Πίνακας

Μαρκαδόροι πίνακα σε διάφορα χρώματα  
Διαφάνειες και φύλλο εφαρμογής και αξιολόγησης  
Πένσα με μονωτικό χερούλι

**Η διδακτική προσέγγιση:** η παρουσίαση της ενότητας ξεκινάει με το πρώτο πείραμα (σφαίρα και δακτύλιος) που αποτελεί τη βάση, πάνω στην οποία στηρίζονται τα υπόλοιπα πειράματα, που θα ακολουθήσουν. Η διατύπωση υποθέσεων από τους μαθητές και ο έλεγχος για την ορθότητα ή μη αυτών με απλές πειραματικές διατάξεις και η καταγραφή των τελικών συμπερασμάτων συμβάλλουν στη συγκέντρωση της προσοχής, στη δημιουργία περιέργειας, στην ενεργοποίηση και ετοιμότητα για μάθηση. Θεωρούμε σκόπιμο η παρουσίαση να συνοδεύεται με εποπτικό υλικό, με εικόνες μεγάλων τεχνικών επιτευγμάτων, τα οποία επηρεάζονται από το φαινόμενο της θερμικής συστολής και διαστολής και άρα η σημερινή γνώση που θα διδαχτεί, συσχετίζεται άμεσα με την καθημερινή επικαιρότητα και τα επιτεύγματα της τεχνολογίας (αρχή της επικαιρότητας).

**Μέθοδοι και μορφές διδασκαλίας:** διαλεκτική με ερωταποκρίσεις-καθοδηγούμενη, επίδειξη, απεικόνιση, πειραματική ομαδική συνεργατική ανά δύο μαθητές.

## 1. ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ

Διάρκεια: 1 - 5'

**Μέσα:** διαφανοσκόπιο, διαφάνεια

**Μέθοδος:** απεικόνιση

**Μορφή διδασκαλίας:** διαλεκτική με ερωταποκρίσεις

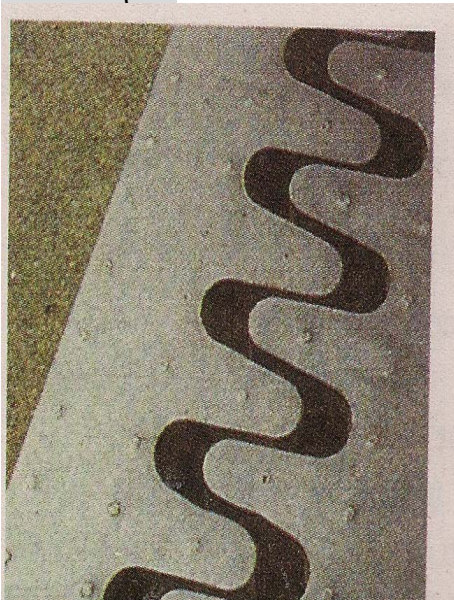
Έναυσμα ενδιαφέροντος -αφόρμηση

- **Δραστηριότητα του Εκπαιδευτικού**

Προκειμένου να προκληθεί το ενδιαφέρον και να συγκεντρωθεί η προσοχή των μαθητών στο μάθημα, θα προβληθούν οι δύο επόμενες εικόνες.

Ο εκπαιδευτικός προετοιμάζει κατάλληλα τους μαθητές/τριες, για το τι θα ακολουθήσει.

Η ενότητα που θα παρουσιαστεί δεν γνωστοποιήθηκε ακόμη στους μαθητές. Δεν γνωρίζουν ακόμα οι μαθητές, ποια είναι η διδακτική ενότητα και θα την πληροφορηθούν μετά τον σύντομο διάλογο, που θα ακολουθήσει.



Εικόνα 1

Αυτοκινητόδρομος

Πηγή: σχολ. εγχειρίδιο, Εισαγωγή στη Μηχανολογία



Εικόνα 2.

Πύργος του Άιφελ

Πηγή: Βικιπαίδεια, ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια

**Εκπαιδευτικός:** προσέξτε αυτές τις εικόνες καλά και περιγράψτε, τι δείχνει η πρώτη, και τι η δεύτερη;

• **Δραστηριότητες μαθητών:**

διατυπώνουν υποθέσεις και καταλήγουν με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού σε συμπεράσματα για τις εικόνες.

• **Εκπαιδευτικός:** διατυπώνει τα τελικά συμπεράσματα και εξηγεί, ότι η πρώτη δείχνει ένα αυτοκινητόδρομο από σκυρόδεμα, που έχει από κατασκευής ορισμένα κενά, τα οποία είναι γεμάτα από εύκαμπτο υλικό, ώστε να διευκολύνουν τη **διαστολή** και τη **συστολή** του σκυροδέματος. Η δεύτερη εικόνα, δηλαδή ο πύργος του Άιφελ, ο οποίος βρίσκεται στο Παρίσι και αποτελεί το σύμβολο αυτής της πόλης, έχει ύψος χωρίς την κεραία της τηλεόρασης 300 m (η κεραία μόνη της έχει 24 m). Το ύψος αυτό δεν είναι σταθερό αλλά μεταβάλλεται ανάλογα με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Θα μάθουμε παρακάτω, πώς με τη βοήθεια απλών μαθηματικών σχέσεων μπορούμε να υπολογίσουμε τη διαστολή (επιμήκυνση) και τη συστολή (συρρίκνωση) στερεών σωμάτων, όταν η θερμοκρασία τους μεταβάλλεται. Προς το παρόν λέμε, ότι η διαστολή και η συστολή του πύργου μπορεί να φθάσει τα 16 cm.

Ακόμα θα έχετε παρατηρήσει πως, όταν βγάζουμε από το ψυγείο ένα κρύο γυάλινο βάζο που περιέχει γλυκό κουταλιού, δυσκολευόμαστε να το ανοίξουμε. Το καπάκι έχει σφηνώσει. Αν το αφήσουμε αρκετή ώρα έξω από το ψυγείο ή ρίξουμε ζεστό νερό στο καπάκι, το καπάκι ανοίγει.

Για όλα τα παραπάνω λέμε, ότι υπεύθυνη είναι η **θερμική διαστολή και συστολή των στερεών σωμάτων**. Η διδακτική ενότητα, με την οποία θα ασχοληθούμε σήμερα ονομάζεται:

## Ενότητα: Θερμική διαστολή και συστολή των στερεών σωμάτων

την οποία ο **εκπαιδευτικός** γράφει στον πίνακα.

### 2. ΣΤΑΔΙΟ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ

διάρκεια 6 – 70'

Διάρθρωση της διδακτικής ενότητας				
α / α	Διάρκεια	Υποενότητες	Μέθοδοι και Μορφές	Μέσα και ενέργειες Εκπ/κού
1	1 - 5 λεπτά	αφόρμηση	Καθοδηγούμενη διαλεκτική	διαφάνεια με εικόνες
2	6 - 15 λεπτά	1 <sup>ο</sup> πείραμα	πειραματική/καθοδηγούμενη	σφαίρα και δακτύλιος, καμινέτο
3	16 - 25 λεπτά	2 <sup>ο</sup> πείραμα	πειραματική/καθοδηγούμενη	μετρητική διάταξη, σωλήνες
4	26 - 45 λεπτά	θεωρητική προσέγγιση	απεικόνιση στον πίνακα	πίνακας
5	46 - 55 λεπτά	επιφανειακή διαστολή	απεικόνιση στον πίνακα	πίνακας
6	56 - 65 λεπτά	κυβική διαστολή-3 <sup>ο</sup> πείραμα	απεικόνιση-πειραματική	πίνακας, δακτύλιος, περικόχλιο
7	66 - 70 λεπτά	τεχνικές εφαρμογές	απεικόνιση στον πίνακα	πίνακας
8	71 - 79 λεπτά	φύλλο εφαρμογής	ατομική εργασία	μοιράζεται φύλλο εφαρμογής
9	80 - 85 λεπτά	φύλλο αξιολόγησης	ατομική εργασία	μοιράζεται φύλλο αξιολόγησης
10	86 - 90 λεπτά	ανακεφαλαίωση	διάλεξη εκπαιδευτικού	πίνακας

**Σημείωση:** Μ= Μαθητές/τριες Ε= Εκπαιδευτικός, το δίωρο είναι συνεχόμενο χωρίς διάλειμμα.

### 1<sup>ο</sup> Πείραμα

διάρκεια 6-15'

#### α. Πειραματική διάταξη

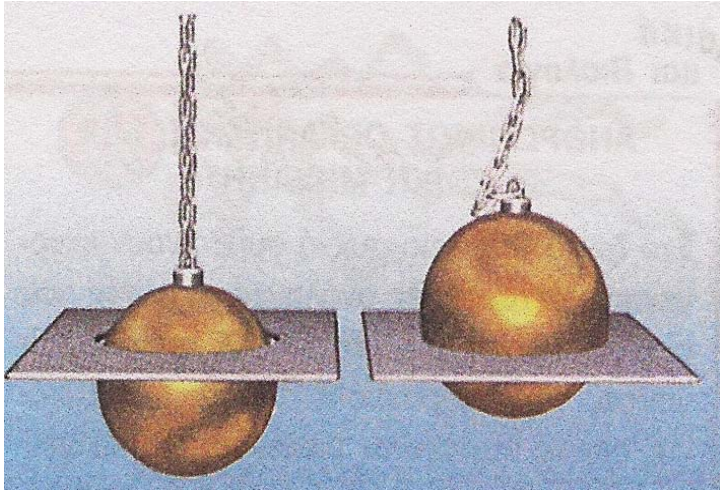
**μορφή διδασκαλίας:** πειραματική καθοδηγούμενη, απόκτηση δεξιοτήτων –συνεργατική σε ομάδες 2 ατόμων

**Μέσα:** σφαίρες και δακτύλιοι  
καμινέτα

δοχεία με νερό

**Ο εκπαιδευτικός** κάνει μία σύντομη επεξήγηση της πειραματικής διάταξης. Προβάλλει τη διαφάνεια με τις παρακάτω εικόνες και ρωτάει τους μαθητές να περιγράψουν την κατάσταση της σφαίρας (ψυχρή ή θερμή)

Μια μεταλλική σφαίρα κρεμασμένη από μία αλυσίδα και ένας δακτύλιος από χαλκό. Γίνεται προβολή διαφάνειας, που δείχνει τη θέση της.



**Εικόνα 2.**

Πηγή: σχολ. εγχειρίδιο, Φυσική Β Γυμνασίου

α. πριν τη θέρμανση, β. μετά τη θέρμανση. Οι λέξεις πριν τη θέρμανση, μετά τη θέρμανση και μετά τη ψύξη είναι επικαλυμμένες, δεν φαίνονται.

**E-:** ρωτάει τους μαθητές, ποια είναι η κατάσταση της σφαίρας στην παραπάνω εικόνα, θερμή, ψυχρή;

**M-:** καταλήγουν στο συμπέρασμα με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού, ότι η πρώτη εικόνα είναι πριν την θέρμανση και η δεύτερη μετά τη θέρμανση. Γίνεται αποκάλυψη του κειμένου, που υπάρχει κάτω από την εικόνα 2.

**M-:** διατυπώνουν υποθέσεις σχετικά με την κατάσταση της σφαίρας και καταλήγουν σε συμπεράσματα.

**E-:** καλεί τους μαθητές, αφού πρώτα χωριστούν σε ζευγάρια, να πειραματιστούν με τις σφαίρες.

### Προετοιμασία και εκτέλεση του 1<sup>ο</sup> πειράματος

α. πριν τη θέρμανση

β. μετά τη θέρμανση και

γ. μετά τη ψύξη.

**M-:** εκτελούν το πείραμα και καταγράφουν στο τετράδιο τα συμπεράσματα.

### Κρύα σφαίρα

**M-:** η σφαίρα διαπερνά εύκολα το δακτύλιο

**E-:** Πώς θα συμπεριφερθεί η σφαίρα όταν θερμανθεί;

### Θερμή σφαίρα

**M-:** διαπιστώνουν, ότι η σφαίρα δεν χωράει μέσα από το δακτύλιο.

Οι **M-:** με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού εκτελούν το πείραμα, διατυπώνουν συμπεράσματα, επαληθεύουν τις υποθέσεις του φαινομένου της διαστολής και συστολής των σωμάτων.

**E-**: εξηγεί και γράφει στον πίνακα το φαινόμενο της διαστολής και συστολής.

Όταν η σφαίρα θερμαίνεται, η θερμοκρασία της αυξάνεται και έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου της και άρα και της διαμέτρου της. Όλα τα στερεά σώματα, όταν θερμαίνονται **διαστέλλονται**, αυξάνεται δηλαδή ο όγκος τους, δηλαδή οι διαστάσεις τους και στην προκειμένη περίπτωση η διάμετρός της, ενώ, όταν ψύχονται, **συστέλλονται** (συρρικνώνονται).

## 2. Πείραμα

διάρκεια 16 - 25'

### β. Πειραματική διάταξη

**Μέσα:** α. τρεις σωλήνες από (St, Al, Cu).

β. συσκευή γραμμικής διαστολής με τρεις διαφορετικούς ράβδους

**Μέθοδοι και μορφές διδασκαλίας:** επίδειξη, ερωτηματική, διαλεκτική, εργασία σε ζευγάρια

**E-**: παρουσιάζει τρεις διαφορετικούς μεταλλικούς σωλήνες και ρωτάει τους μαθητές να αναγνωρίσουν το υλικό από το χρώμα και το βάρος.



### Εικόνα 3.

Μεταλλικοί σωλήνες



### Εικόνα 4.

Μετρητική Διάταξη ράβδων

Πηγή: Εποπτική-Εποπτικά Μ.Δ.

**M-**: αναγνωρίζουν τους σωλήνες : ο πρώτος είναι από χάλυβα ο δεύτερος από αλουμίνιο και ο τρίτος από χαλκό (St, Al, Cu).

**E-**: αν διοχετεύσουμε καυτό ατμό μιας συγκεκριμένης θερμοκρασίας μέσα από τους τρεις σωλήνες, πώς θα συμπεριφερθούν οι σωλήνες; ποιος επηρεάζεται περισσότερο από τη θερμοκρασία;

**M-**: κάνουν υποθέσεις και καταλήγουν σε συμπεράσματα

**E-**: καλεί τους μαθητές να εκτελέσουν και να επαληθεύσουν τις υποθέσεις και τα συμπεράσματα

**M-**: καταγράφουν το αρχικό μήκος στο τετράδιό τους και μετά θερμαίνουν τους τρεις ράβδους με την εστία θέρμανσης, που βρίσκεται κατά μήκος της βάσης στήριξης (εικόνα 4).

Καταγράφουν το νέο μήκος των ράβδων, που βρίσκεται στην ένδειξη της συσκευής και διαπιστώνουν, ότι κάθε ράβδος επιμηκύνθηκε διαφορετικά η μία από την άλλη. Ψύχονται οι ράβδοι και οι μαθητές διαπιστώνουν, ότι οι ράβδοι επανέρχονται στο αρχικό τους μήκος.

Έτσι με το πείραμα αυτό επαληθεύουν τις υποθέσεις και τα συμπεράσματά τους.

**E-**: θερμαίνοντας ράβδους, σωλήνες, που αποτελούνται από διαφορετικό υλικό κατασκευής και μετρώντας τις μεταβολές του μήκους για τις αντίστοιχες θερμοκρασίες οδηγούμαστε στο συμπέρασμα, ότι η μεταβολή του μήκους τους ( $\Delta l$ ) είναι ανάλογη:

- Με τη μεταβολή της θερμοκρασίας ( $\Delta \theta$ )
- Με το αρχικό μήκος του σώματος  $l$ , και από
- Το υλικό του σώματος

Επίτευξη 1ου και 2ου Στόχου

### γ. Θεωρητική προσέγγιση

διάρκεια 26 – 45'

**Μέθοδος Διδασκαλίας:** απεικόνιση στον πίνακα

**Μέσα:** πίνακας, διαφάνεια, διαφανοσκόπιο

#### γ.1. Γραμμική Διαστολή

Υπολογισμός με τη μαθηματική σχέση:

Η επιμήκυνση των ράβδων και σωλήνων δίνεται από τη σχέση:

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta \theta$$

όπου

$\alpha$  Συντελεστής γραμμικής διαστολής σε  $1/^\circ\text{C}$

$l$  Αρχικό μήκος σε m

$\Delta$  Διαφορά θερμοκρασίας σε  $^\circ\text{C}$

$\Delta l$  Επιμήκυνση σε m

**E-:** Γράφει καθαρά και ευανάγνωστα στον πίνακα τη διατύπωση:

Η επιμήκυνση της ράβδου είναι ανάλογη του αρχικού μήκους της ράβδου ( $l$ ), ανάλογη της διαφοράς θερμοκρασίας ( $\Delta\theta$ ) και εξαρτάται από το υλικό της ράβδου. Ο συντελεστής γραμμικής διαστολής  $\alpha$  εξαρτάται από το υλικό και τη θερμοκρασία.

Το  $\alpha$  δείχνει πόσο μεταβάλλεται το μήκος μιας ράβδου μήκους 1m, όταν η θερμοκρασία της μεταβληθεί κατά  $1^\circ\text{C}$ .

#### Προβολή διαφάνειας του πίνακα 1

Υλικό	$\alpha$ σε $\text{grad}^{-1}$	$\gamma$ σε $\text{grad}^{-1} = 3^\alpha$
Χαλαζίας	0	
Γυαλί pyrex	0,000004	
Γυαλί	0,000009	
Χυτοσίδηρος	0,000011	
Χάλυβας	0,000012	
Μπετόν (σκυρόδεμα)	0,000012	
Νικέλιο	0,000013	
Χαλκός	0,000017	
Αλουμίνιο	0,000024	
Μόλυβδος	0,000029	
Ψευδάργυρος	0,000030	

**E-:** ποιά η διαφορά ενός πιάτου από γυαλί και ενός από pyrex; Παρατηρήστε τον πίνακα και δικαιολογήστε, γιατί ένα σκεύος από pyrex, όταν το βάζουμε στον ηλεκτρικό φούρνο, για να ζεστάνουμε φαγητό δεν σπάει, ενώ ένα γυάλινο σκεύος σπάει;

**M-:** καταλήγουν στο συμπέρασμα, ότι λόγω του μικρότερου  $\alpha$ , το pyrex αντέχει περισσότερο σε υψηλές θερμοκρασίες, από ότι το γυαλί. Γι' αυτό μπορούμε να ζεστάνουμε φαγητό στο φούρνο της ηλεκτρικής κουζίνας.

**E-:** όταν θερμάνουμε μια ράβδο ή ένα σωλήνα, το μήκος τους αυξάνει πολύ περισσότερο συγκριτικά με τις άλλες διαστάσεις. Η διαστολή αυτή ονομάζεται **γραμμική διαστολή** ή διαστολή κατά μήκος.

Η διαστολή των στερεών διακρίνεται σε:

- Γραμμική διαστολή (Πείραμα 2<sup>ο</sup>)
- Επιφανειακή διαστολή
- Κυβική ή κατ' όγκον διαστολή (πείραμα 1<sup>ο</sup>)

**Αριθμητικά Παραδείγματα:**

**E-:** ένας χαλκοσωλήνας εγκατεστημένος σε κεντρική θέρμανση έχει μήκος 15 μέτρα σε θερμοκρασία νερού 20°C. Αν το νερό αυξηθεί κατά την λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης και φθάσει του 90°C πόση είναι η επιμήκυνση του σωλήνα;. Ο εκπαιδευτικός υπολογίζει τη διαστολή του σωλήνα αργά και κατανοητά, δίνοντας τις απαραίτητες επεξηγήσεις, σχετικά με τη χρήση του πίνακα, τις αριθμητικές πράξεις με την μετατροπή των μέτρων σε εκατοστά και στη συνέχεια σε χιλιοστά.

**Εφαρμογή του τύπου:**  $\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta \theta$

**Ενεργοποίηση των μαθητών:** Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να υπολογίσουν τη διαστολή του πύργου του Άιφελ δίνοντας τα στοιχεία: μήκος του πύργου χωρίς κεραία 300m. Υλικό κατασκευής χυτοσίδηρος. Διαφορά θερμοκρασίας -10°C το χειμώνα και +40°C το καλοκαίρι.

Οι μαθητές υπολογίζουν την επιμήκυνση του πύργου:  $\Delta l = 0,000011 \cdot 300 \cdot 50 = 16,5\text{cm}$ .

Ο εκπαιδευτικός επιβεβαιώνει, ότι το αποτέλεσμα είναι σωστό και σύμφωνο με την αρχική πρόβλεψη στο στάδιο της προετοιμασίας, όταν είπε ότι η συστολή-διαστολή του πύργου κυμαίνεται στα 16 cm, το αναγράφει στον πίνακα.

## γ.2. Επιφανειακή διαστολή

διάρκεια 46 - 55'

**E-:** το μήκος της επιφανειακής διαστολής/συστολής ενός μεταλλικού φύλλου επηρεάζεται από τις μεταβολές της θερμοκρασίας και εξαρτάται από τις ιδιότητες και τις διαστάσεις του υλικού. Το μήκος της διαστολής υπολογίζεται με τον παραπάνω γνωστό τύπο:

Μόνο που εδώ το  $\alpha = 2\alpha$

$$\Delta A = 2\alpha \cdot A \cdot \Delta \theta$$

$\alpha$  συντελεστής επιφανειακής διαστολής, βλέπε πίνακα 1.

A Αρχική επιφάνεια σε m<sup>2</sup>

$\Delta A$  Αύξηση της επιφάνειας σε m<sup>2</sup>

Στην Εικόνα 5, βλέπουμε πως, όταν τοποθετούνται κεραμικά πλακάκια στο δάπεδο μιας οικοδομής, αυτά έχουν διάκενα μεταξύ τους, ώστε να εξασφαλίζεται η δυνατότητα συστολής και διαστολής.



Εικόνα 5.

Πλακάκια δαπέδου με αρμούς διαστολής

**Αριθμητικό παράδειγμα:** ένα χάλκινο φύλλο με μήκος 5 μέτρων και πλάτος ενός μέτρου και με θερμοκρασία το χειμώνα 0°C και μέγιστη το καλοκαίρι 60°C θα υπάρξει μία μεταβολή της επιφάνειας του λόγω διαστολής και συστολής:  $\Delta A = 2 \cdot 0,000017 \times 5 \times 60 = 0,0102 \text{ m}^2 = 102 \text{ cm}^2$ .

### γ.3. κυβική διαστολή 3<sup>ο</sup> Πείραμα

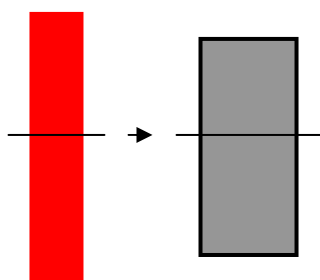
διάρκεια 56 -65'

**Μέσα:** μεταλλικός δακτύλιος, μεταλλικό περικόχλιο (παξιμάδι), πένσα  
Δοχείο με νερό, διαφάνεια

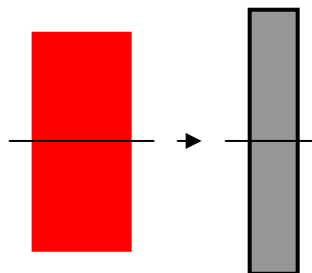
**Μέθοδοι και μορφές διδασκαλίας:** απεικόνιση, διαλεκτική-ερωτηματική

**Ε-:** γίνεται προβολή της εικόνας β. και ρωτάει

**Τι παρατηρούμε και στις δύο εικόνες;**



**θ1(V1)**                      **θ2(V2)**  
**Εικόνα 6.α.**  
δακτύλιος  
θερμαίνεται ισχυρά



**θ2(V2)**                      **θ1(V1)**  
**Εικόνα 6.β.**  
Περικόχλιο (παξιμάδι)  
ψύχεται ισχυρά

**M-:** διατυπώνουν υποθέσεις, καταλήγουν σε συμπεράσματα. Ο εκπαιδευτικός επιβεβαιώνει τα συμπεράσματα των μαθητών και γράφει στον πίνακα:

**Όταν αυξήσουμε τη θερμοκρασία ενός σώματος όγκου V1 από (θ1) σε (θ2), θα παρατηρήσουμε, ότι αυτό διαστέλλεται και αποκτά όγκο V2.**

**Αντίθετα, όταν το ίδιο σώμα ψύχεται, αυτό συστέλλεται (συρρικνώνεται) και επανέρχεται στην αρχική του μορφή.**

Η αύξηση αυτή του όγκου του σώματος, ύστερα από υπολογισμούς, έχει βρεθεί ότι είναι ανάλογη με: τον αρχικό όγκο V.

της μεταβολής της θερμοκρασίας Δθ και

εξαρτάται από το υλικό, από το οποίο είναι κατασκευασμένο το σώμα γ. Εδώ ισχύει:

$$\Delta V = \gamma \cdot V \cdot \Delta \theta$$

γ ονομάζεται συντελεστής κυβικής διαστολής και η μονάδα μέτρησης είναι  $\text{grad}^{-1} = 3\alpha$

V ο αρχικός όγκος του σώματος σε  $\text{m}^3$

$$\Delta V = 3 \alpha \cdot V \cdot \Delta \theta$$

Είναι ή ίδια περίπτωση με το πείραμα 1, με τη θερμή και τη ψυχρή σφαίρα.

**Αριθμητικό παράδειγμα:** σιδερένια σφαίρα διαμέτρου 15 cm θερμαίνεται από θερμοκρασία 25°C σε αυτή των 425. Να υπολογισθεί ο όγκος της στη νέα θερμοκρασία.

Λύση

$$\Delta \theta = \theta_1 - \theta_2 = 425 - 25 = 400 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$\text{Όγκος σφαίρας: } V = \pi d^3 / 6 = 3,14 \cdot 15^3 / 6 = 1766,25 \text{ cm}^3$$

$$\gamma = 3 \cdot \alpha = 3 \cdot 0,000011 = 0,000033$$

$$\Delta V = 0,000033 \cdot 1766,25 \cdot 400 = 23,31 \text{ cm}^3$$

$$\text{Άρα ο όγκος της σφαίρας είναι τώρα: } V_2 = V + \Delta V = 1766,25 + 23,31 = 1789,56 \text{ cm}^3$$

**Ενεργοποίηση των μαθητών:** Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να υπολογίσουν και να συμπληρώσουν την τιμή του  $\gamma$  στον πίνακα 1. **M-:** συμπληρώνουν τις τιμές του  $\gamma$ .

Επίτευξη 3ου και 4ου Στόχου

#### δ. Τεχνικές εφαρμογές

διάρκεια 66 -70'

Μεταφορά των πειραματικών αποτελεσμάτων του φαινομένου διαστολής και συστολής στην καθημερινή ζωή (τεχνική χρήση, τεχνικές εφαρμογές).

**E-:** ρωτάει, που βρίσκει εφαρμογή το φαινόμενο της συστολής και διαστολής;

**M-:** αναφέρουν παραδείγματα, ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, κ. α.

**E-:** γράφει στο πίνακα.

#### Ανεπιθύμητες επιπτώσεις της θερμικής διαστολής-συστολής:

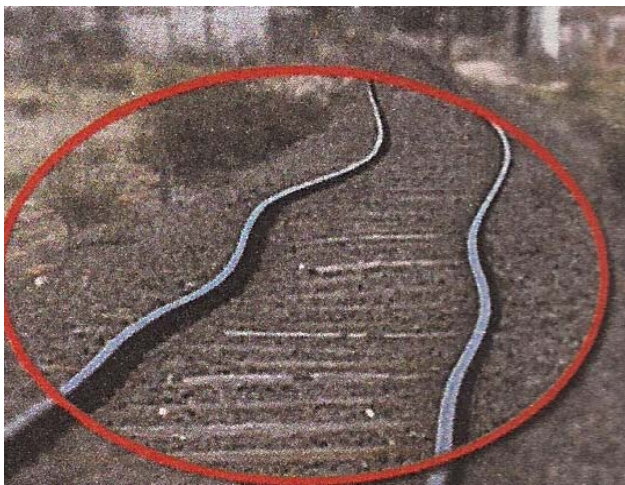
Στις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας υψηλής τάσης

Στις γραμμές των τρένων (βλέπε εικ.7)

Υψηλά κτίρια, μεγάλοι αυτοκινητόδρομοι, γέφυρες έχουν από κατασκευής αρμούς διαστολής, ώστε να διευκολύνεται η συστολή και η διαστολή του σκυροδέματος.

Δακτυλίδια, ρουλεμάν, περιστρεφόμενες στεφάνες, παραμορφώνονται λόγω υψηλής θερμοκρασίας.

**E-:** Προβάλλει την παρακάτω εικόνα



**Εικόνα 7.**

Παραμόρφωση σιδηροτροχιών λόγω θερμικής διαστολής.

Πηγή: σχολ. εγχειρίδιο, Φυσική Β' Γυμνασίου

#### Επιθυμητές εφαρμογές στην τεχνική

**Διμεταλλικά στοιχεία:** κατασκευάζονται από κράματα σιδήρου-νικελίου, αλλά και με άλλες προσθήκες, όπως μόλυβδο ή μαγγάνιο, ανάλογα τη χρήση τους. Συγκολλούνται μεταξύ τους με πίεση και βρίσκουν εφαρμογή για μια περιοχή θερμοκρασιών από  $-70^{\circ}\text{C}$  μέχρι  $+500^{\circ}\text{C}$ . Τα δύο φύλλα έχουν το ίδιο μήκος σε κάποια συγκεκριμένη θερμοκρασία, αλλά αν θερμανθούν το φύλλο με το μεγαλύτερο συντελεστή θερμικής διαστολής ( $\alpha$ ) διαστέλλεται περισσότερο από το άλλο, με συνέπεια το έλασμα να λαμβάνει καμπύλο σχήμα προς τη κατεύθυνση του υλικού με το μικρότερο ( $\alpha$ ).

Τα διμεταλλικά ελάσματα χρησιμοποιούνται, για να διακόπτουν ή να θέτουν σε λειτουργία ηλεκτρικά κυκλώματα, όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει κάποιο όριο, στο: ηλεκτρικό σίδηρο, ψυγείο, θερμοσίφωνα, ηλεκτρικό βραστήρα, θερμικά όργανα ηλεκτρικών μετρήσεων, θερμικοί ανιχνευτές πυρκαγιάς, αυτόματες ασφάλειες (μικροαυτόματοι).

Επίτευξη 5ου και 6ου Στόχου

### 3. ΣΤΑΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

διάρκεια 71 -79'

#### 3.α. Δίνεται στους μαθητές/τριες το παρακάτω φύλλο εφαρμογής:

1. Δίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά της γέφυρας Ρίο-Αντιρρίου; και ζητείται να υπολογιστεί η διαστολή της γέφυρας.

Τεχνικά χαρακτηριστικά:

#### Κρεμαστή γέφυρα

Συνολικό μήκος χωρίς τις γέφυρες πρόσβασης = 2300 m

Υλικό: οπλισμένο σκυρόδεμα

Θερμοκρασία το χειμώνα  $\theta_1 = -5^\circ\text{C}$

Θερμοκρασία το καλοκαίρι  $\theta_2 = +45^\circ\text{C}$



Εικόνα 8.

Η γέφυρα, Ρίο-Αντίρριο

Πηγή: Βικιπαίδεια, ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια

Απάντηση = 1,38 m = 138cm.

2. Ένα χαλύβδινο καπάκι διαστάσεων 2 m×1m (μήκος ×πλάτος), κατασκευάστηκε σε μια θερμοκρασία 10°C. Να υπολογισθεί η αύξηση της επιφάνειάς του αν η θερμοκρασία αυξηθεί στους 60°C.

Απάντηση = 28.8cm<sup>2</sup>

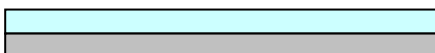
3. Η επιφανειακή αύξηση ενός χαλύβδινου φύλλου επιφάνειας 2m<sup>2</sup> είναι 48cm<sup>2</sup>. Να υπολογιστεί η διαφορά θερμοκρασίας.

Απάντηση = 100°C.

4. Κατασκευάζετε στο εργαστήριο εργαλειομηχανών στον τόρνο ένα δοκίμιο. Το δοκίμιο, λόγω της αφαίρεσης υλικού με το κοπτικό εργαλείο έχει υπερθερμανθεί. Θέλετε να μετρήσετε με ακρίβεια τη διάμετρό του. Ποιον κανόνα πρέπει να λάβετε υπόψη πριν κάνετε τη μέτρηση;

5. Το διμεταλλικό στοιχείο(Νικελίου-Καδμίου) του σχήματος έχει κατασκευαστεί για μια θερμοκρασία 20°C. Εάν αυτό θερμανθεί στους 200°C, ποιά θα είναι η νέα μορφή του; Να τη σχεδιάσετε.

Ni



Cd

α. Δίνεται στους μαθητές/τριες το παρακάτω φύλλο αξιολόγησης

A. Υπογραμμίστε τις λέξεις που κάνουν τις προτάσεις σωστές

μεγαλύτερο

1. Ο χαλκός έχει συντελεστή γραμμικής διαστολής από το χάλυβα

μικρότερο

μεγαλύτερο

2. Ο χάλυβας έχει συντελεστή γραμμικής διαστολής από το αλουμίνιο

μικρότερο

μεγαλύτερο

3. Το αλουμίνιο έχει συντελεστή γραμμικής διαστολής από το χαλκό

μικρότερο

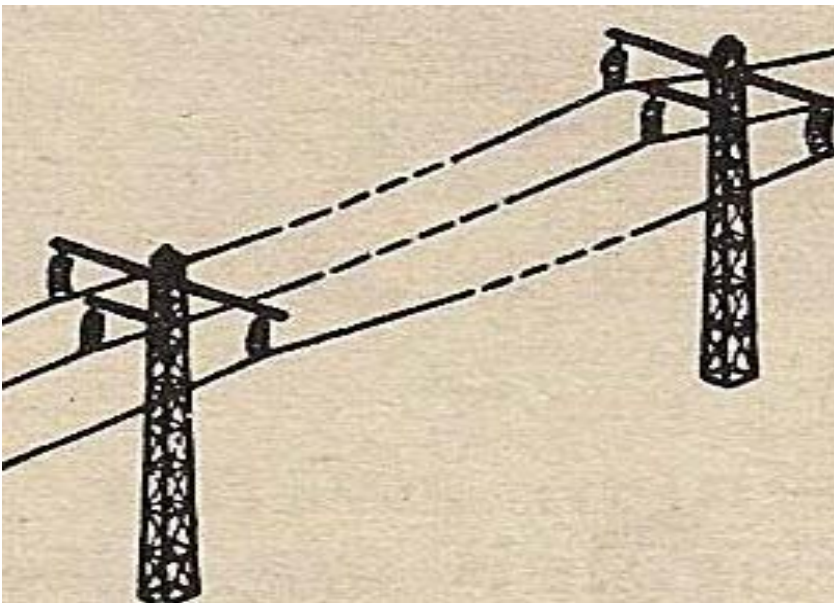
B. Ερωτήσεις συμπλήρωσης

4. Όλα σχεδόν τα σώματα όταν θερμαίνονται.....,δηλαδή ο όγκος τους.....,ενώ όταν ψύχονται.....,δηλαδή .....ο όγκος τους.

5.

Γ. Σύντομης Απάντησης

7. Το παρακάτω σχήμα δείχνει μια γραμμή μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας 60KV το χειμώνα. Σχεδιάστε πάνω στο σχήμα με κόκκινο χρώμα τους αγωγούς το καλοκαίρι. Ποια μορφή θα έχουν;



7. Αναφέρετε τέσσερα παραδείγματα ανεπιθύμητων επιπτώσεων της θερμικής διαστολής στις τεχνικές εφαρμογές.

**ΑΝΑΓΡΑΦΗ ΣΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ**

**Κανόνας:** Όλα τα στερεά σώματα, όταν θερμαίνονται **διαστέλλονται**, αυξάνεται δηλαδή ο όγκος τους, δηλαδή οι διαστάσεις τους, ενώ, όταν ψύχονται **συστέλλονται** (συρρικνώνονται).

**Γραμμική διαστολή**

Η επιμήκυνση μιας ράβδου είναι ανάλογη του αρχικού μήκους της ράβδου ( $l$ ), ανάλογη της διαφοράς θερμοκρασίας ( $\Delta\theta$ ) και εξαρτάται από το υλικό της ράβδου.

Ο συντελεστής γραμμικής διαστολής  $\alpha$  εξαρτάται από το υλικό και τη θερμοκρασία.

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta\theta$$

**Επιφανειακή διαστολή**

Το μήκος της διαστολής υπολογίζεται με τον παραπάνω γνωστό τύπο: μόνο που εδώ το  $\alpha = 2\alpha$

$$\Delta A = 2\alpha \cdot A \cdot \Delta\theta$$

**Κυβική διαστολή**

$$\Delta V = \gamma \cdot V \cdot \Delta\theta$$

**Εφαρμογές της διαστολής στην τεχνική και ανεπιθύμητες επιπτώσεις:**

Στις γραμμές των τραίνων

Στις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας υψηλής τάσης

Υψηλά κτίρια, μεγάλοι αυτοκινητόδρομοι, γέφυρες έχουν από κατασκευής αρμούς διαστολής, ώστε να διευκολύνεται η συστολή και η διαστολή του σκυροδέματος.

Δακτυλίδια, ρουλεμάν, περιστρεφόμενες στεφάνες, παραμορφώνονται λόγω υψηλής θερμοκρασίας.

**Περισσότερα σχέδια μαθήματος στο:**

**Πάσχος Βασίλης, Στοιχεία Διδακτικής και Παιδαγωγικής με αναλυτικά σχέδια μαθήματος και θέματα διαγωνισμών του ΑΣΕΠ, εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα 2007.**

Copyright © 2008

Basil Paschos, ord. Professor in ASPAITE Thessaloniki.

e-mail: [basil.paschos@yahoo.com](mailto:basil.paschos@yahoo.com) , τηλ. 2310-916463