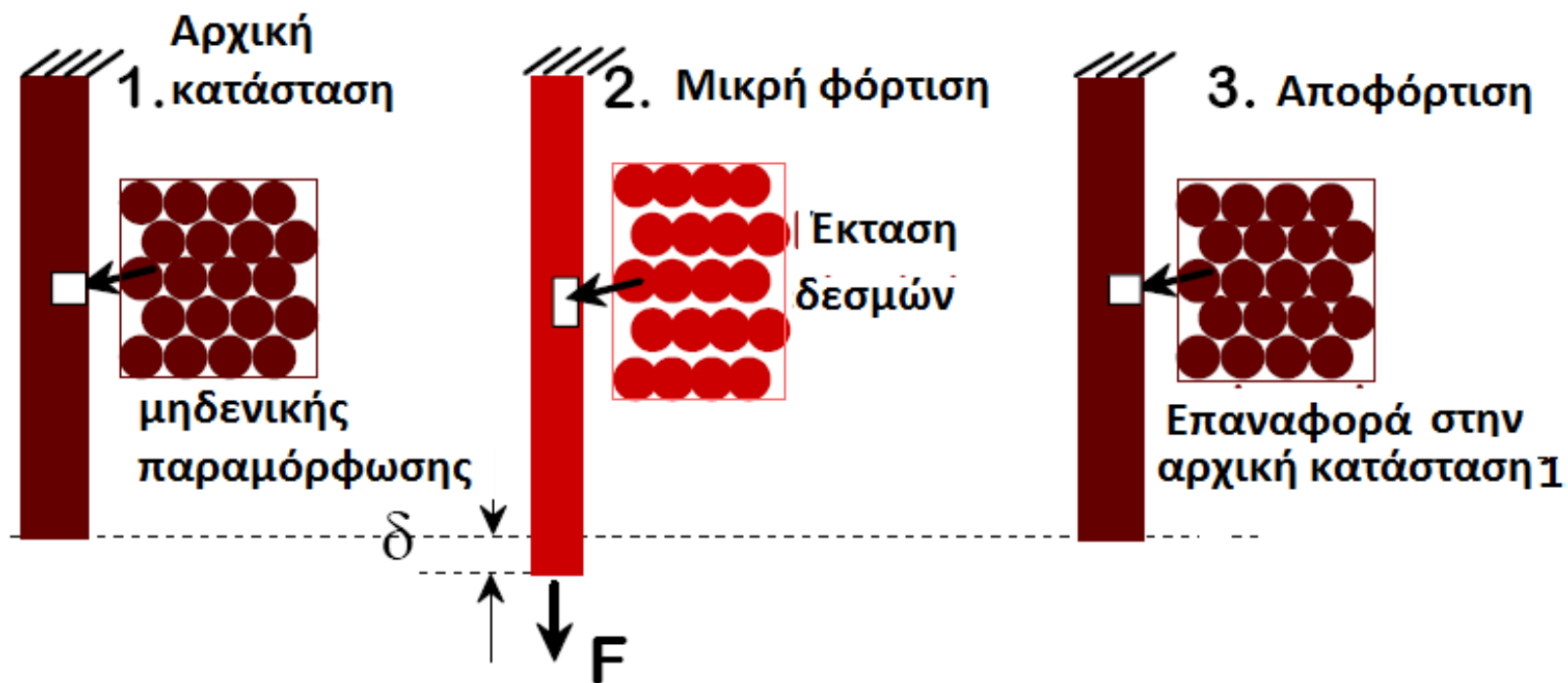


# Μηχανικές ιδιότητες των μεταλλικών υλικών

## Ελαστική συμπεριφορά



# Η ελαστική παραμόρφωση είναι αντιστρεπτή παραμόρφωση



# Συνήθεις Καταστάσεις μηχανικών τάσεων

Παράδειγμα

## A: Εφελκυσμός στο Καλώδιο



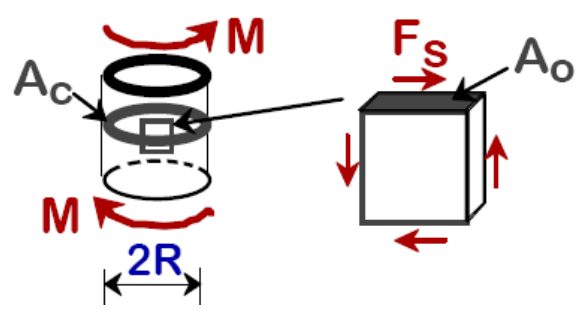
σ: τάση

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$



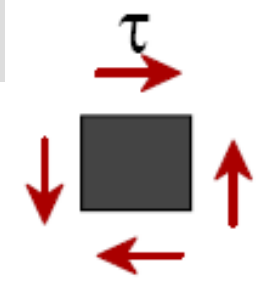
Ski lift (photo courtesy P.M. Anderson)

## B: Διάτμηση στο άξονα κίνησης

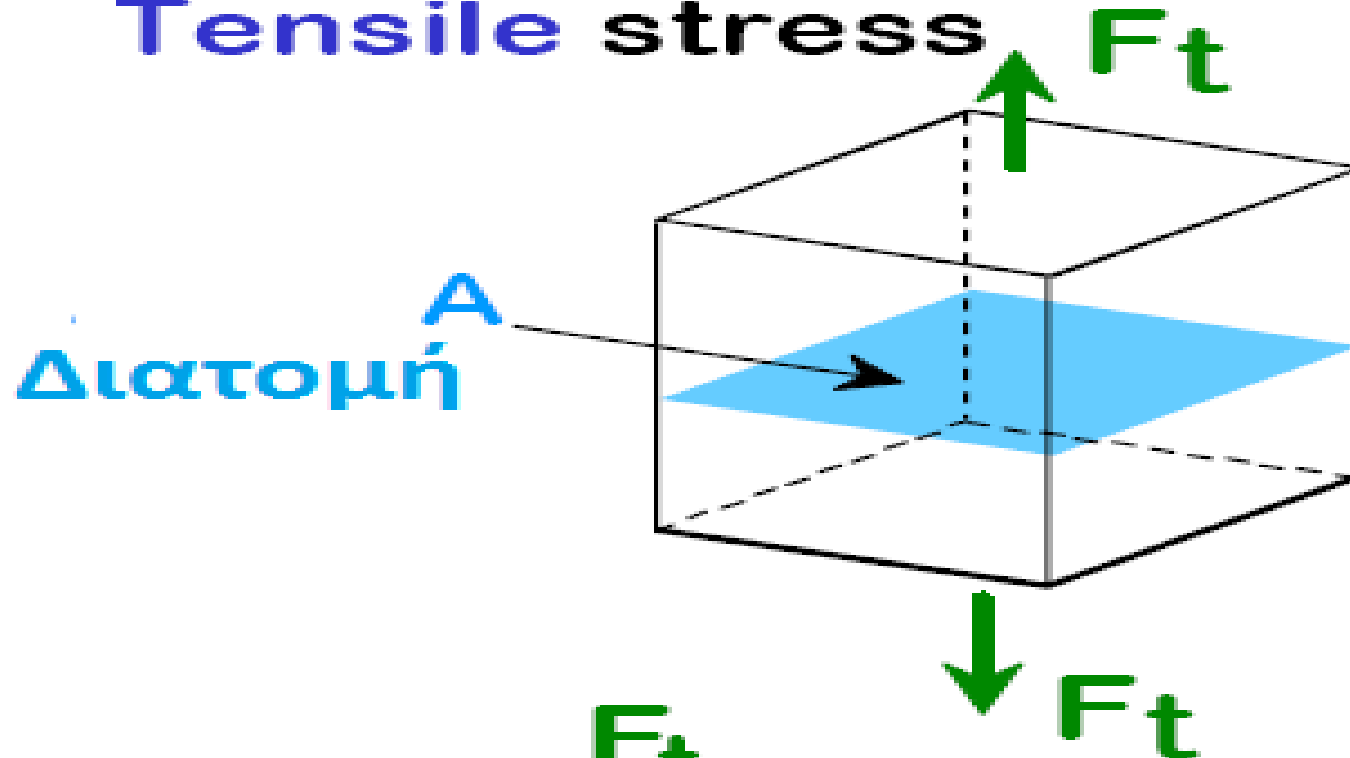


$$\tau = \frac{F_s}{A_0}$$

A<sub>c</sub>: Διατομή  
τ: τάση διάτμησης  
M: ροπή αδράνειας



**A: Τάση Εφελκυσμού  $\sigma$**   
**Tensile stress  $F_t$**



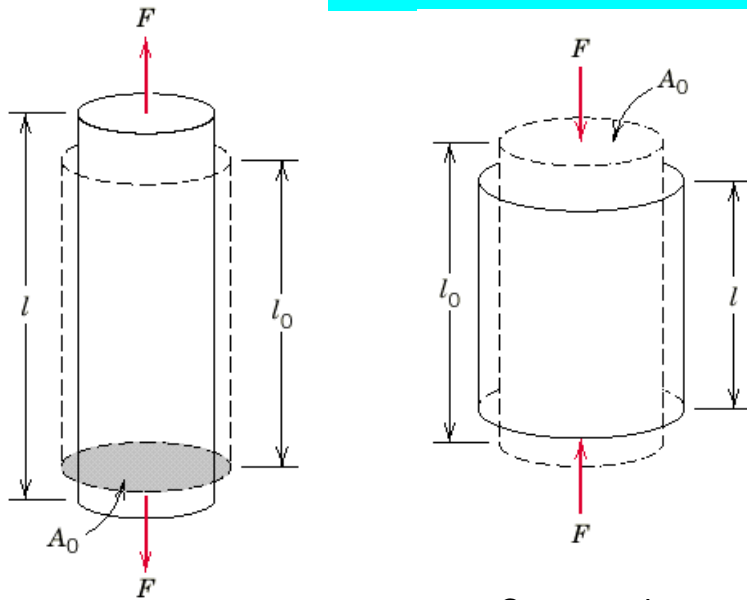
$$\sigma = \frac{F_t}{A_0}$$

Αρχική διατομή  
πριν την φόρτιση

Η τάση έχει μονάδες  
 $Pa = N/m^2$

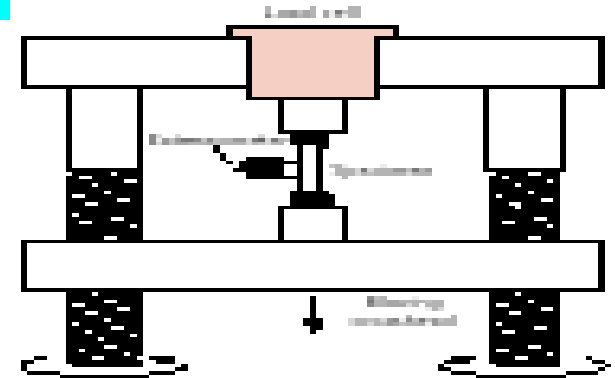
# ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΑΘΕΡΩΝ

## Πείραμα εφελκυσμού ή συμπίεσης



Compression

Tension



Μηχανική Τάση (Stress)  $\sigma = F/A_0$

Παραμόρφωση (Strain)

Μεταβολή διαστάσεων (Ανηγμένο μέγεθος)

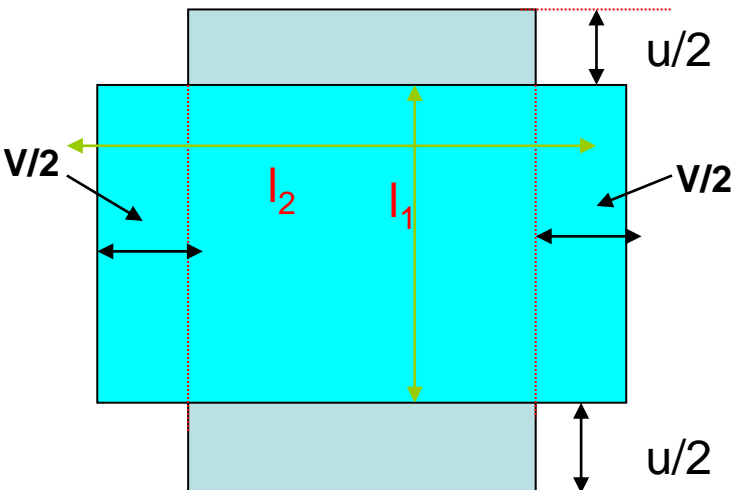
Παραμόρφωση εφελκυσμού:  $\epsilon_n = u/l_1$

Πλευρική παραμόρφωση:  $\epsilon_l = -v/l_2$

**Ελαστικές σταθερές:**

1. Μέτρο ελαστικότητας  $\sigma = E \epsilon_n$

2. Λόγος Poisson  $\nu = -(\epsilon_l / \epsilon_n)$



# Ελαστικές σταθερές από δοκιμασία εφελκυσμού

1. Μέτρο ελαστικότητας (Modulus of elasticity or Young Modulus )

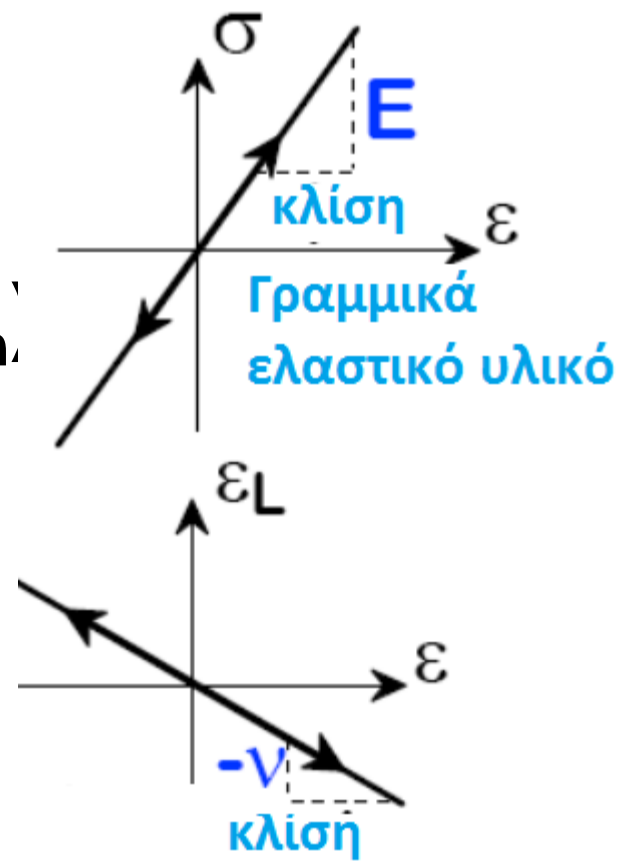
Νόμος του Hooke  $\sigma = E \cdot \epsilon$

2. Λόγος Poisson\*  $\nu = -(\epsilon_l / \epsilon_n)$

Μέταλλα:  $\nu \approx 0,33$

Κεραμικά:  $\nu \approx 0,25$

Πολυμερή:  $\nu \approx 0,40$



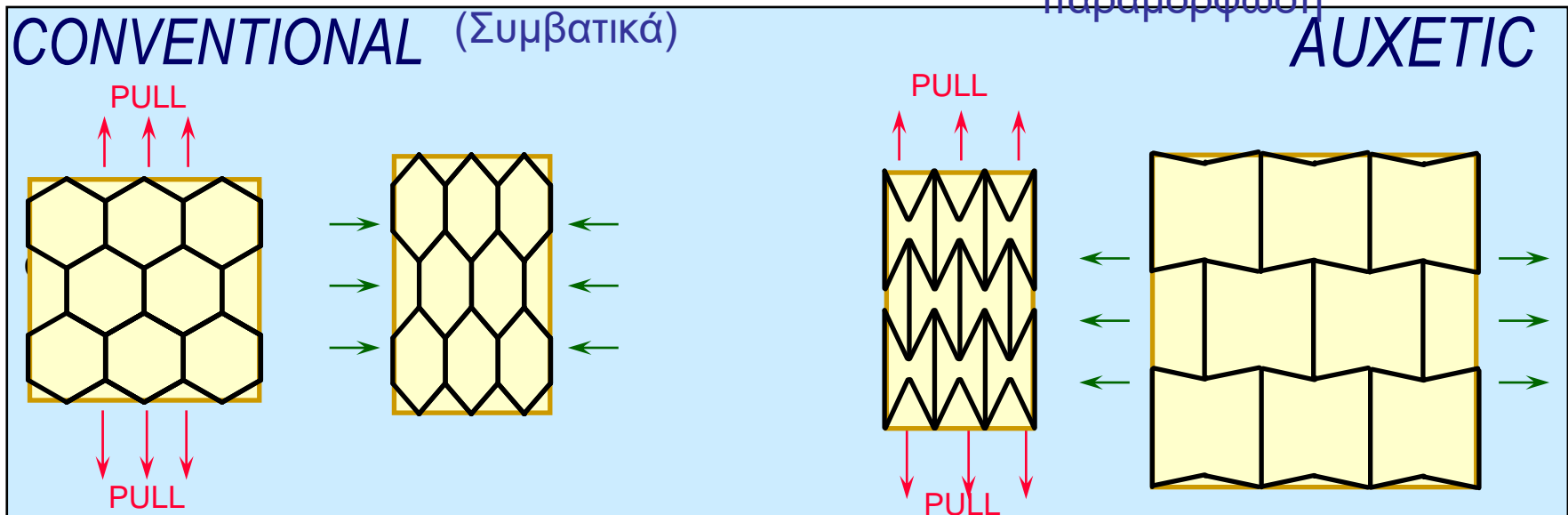
# Αυξητικά υλικά \* (AUXETIC Materials):

Αυξητικά είναι τα υλικά με αρνητικό λόγο Poisson  
Δηλαδή υλικά τα οποία διογκώνονται όταν εφελκύνονται και  
λεπτύνουν όταν συμπιέζονται:

Λόγος Poisson  $\nu =$

— Πλευρική παραμόρφωση

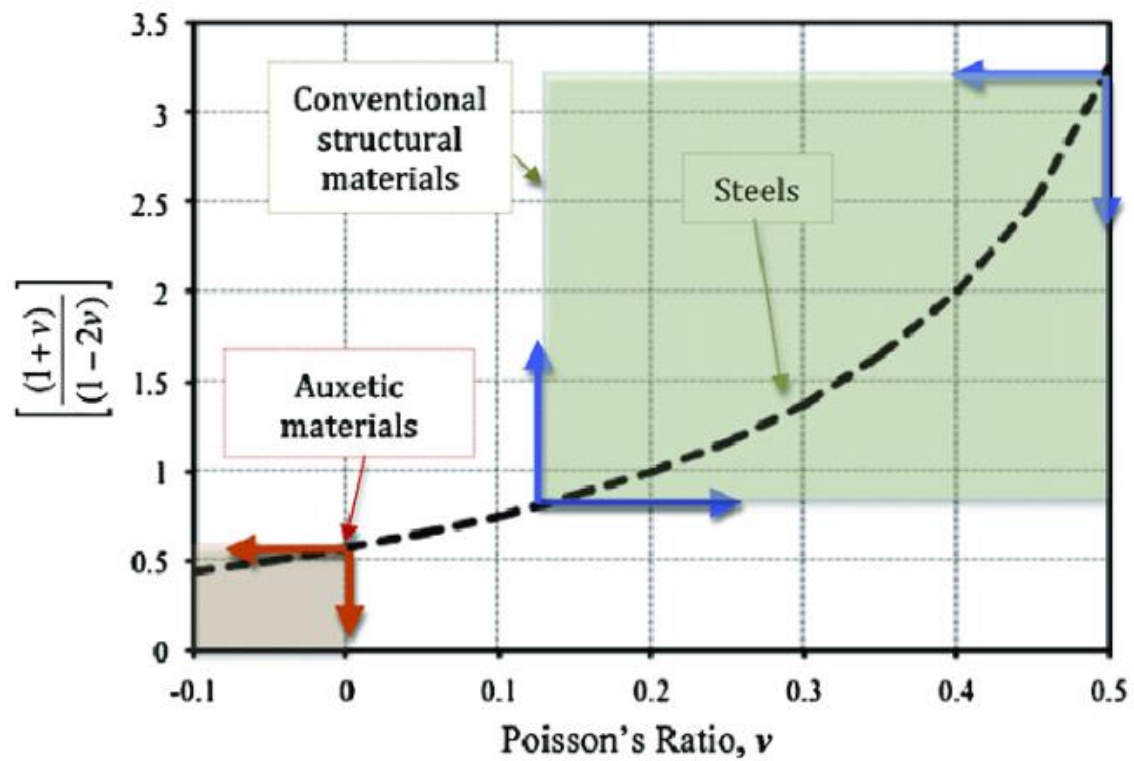
Αξονική (Αυξητικά)  
παραμόρφωση

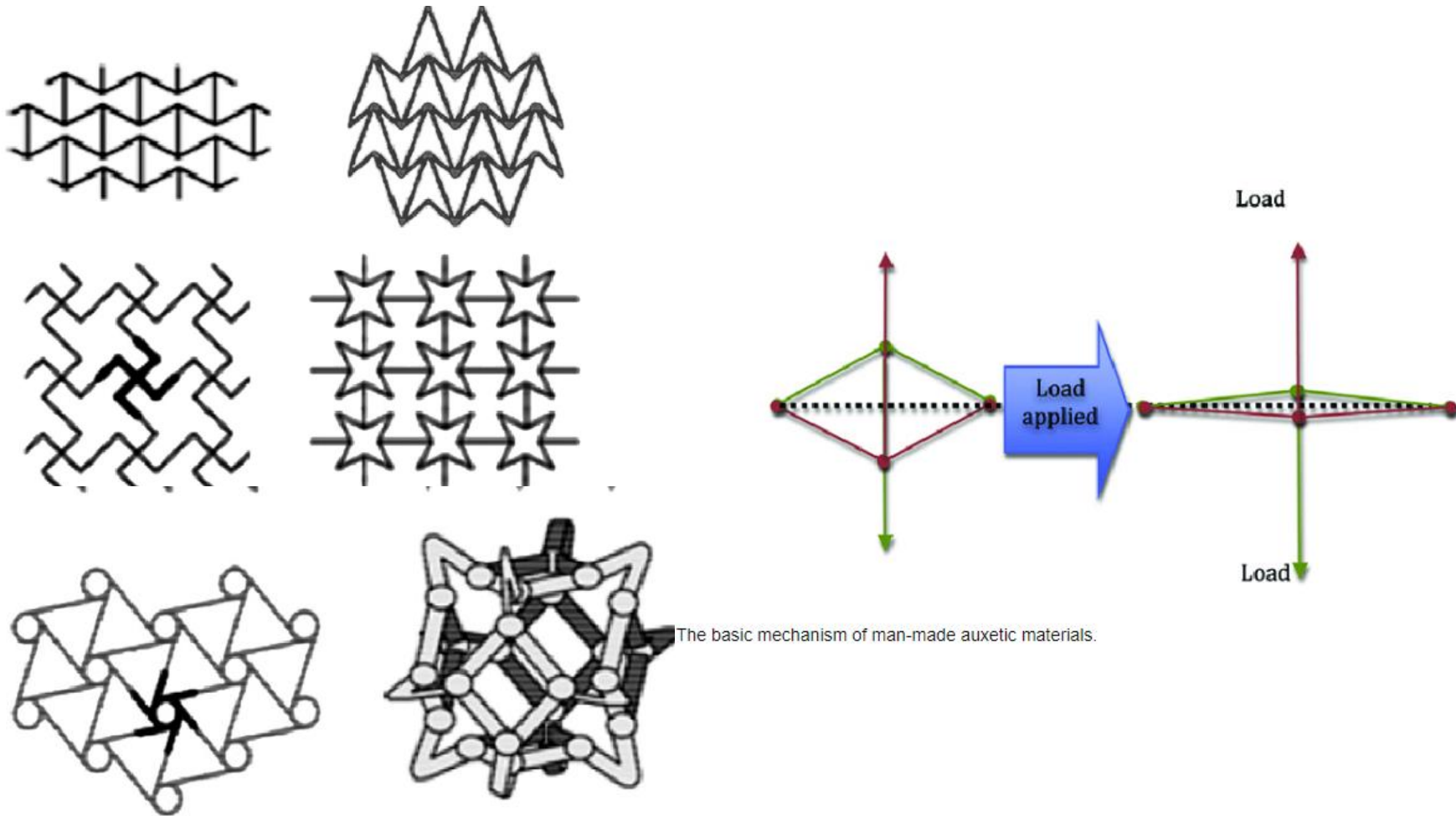


## Πλεονεκτήματα των αυξητικών υλικών Συγκρινόμενα με τα συμβατικά υλικά

- Έχουν μεγαλύτερη αντοχή (σκληρότητα) σε τοπική παραμόρφωση
- Έχουν μεγαλύτερη ακαμψία στη διάτμηση
- Έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν διπλές καμπύλες επιφάνειες
  - Έχουν υψηλότερο συντελεστή δυσθραυστότητας
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φίλτρα με ρυθμιζόμενους πόρους

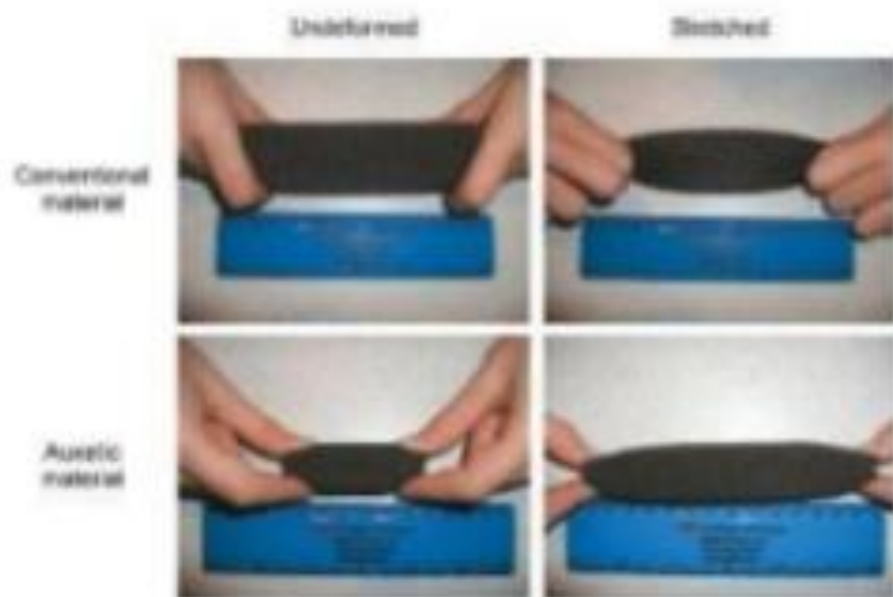




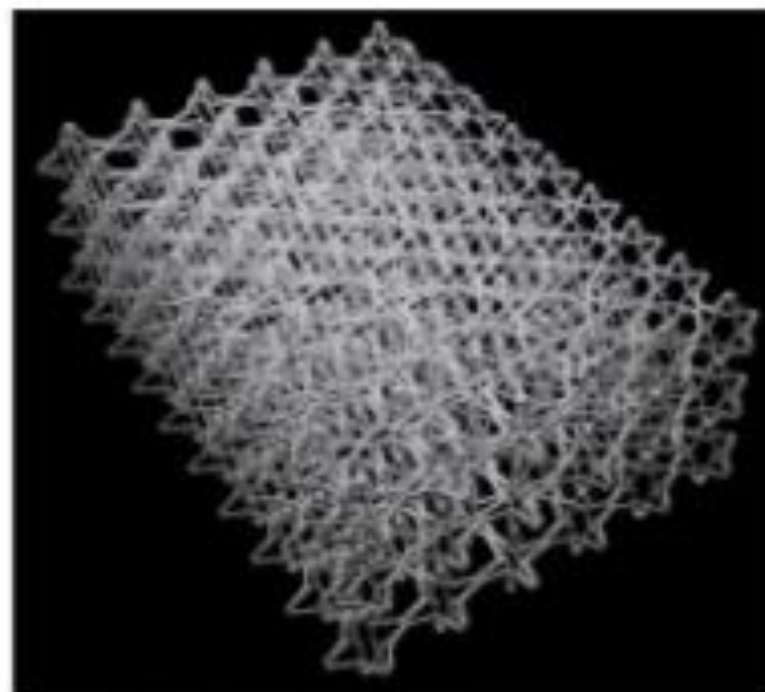


Examples of several auxetic structures extracted from several publications

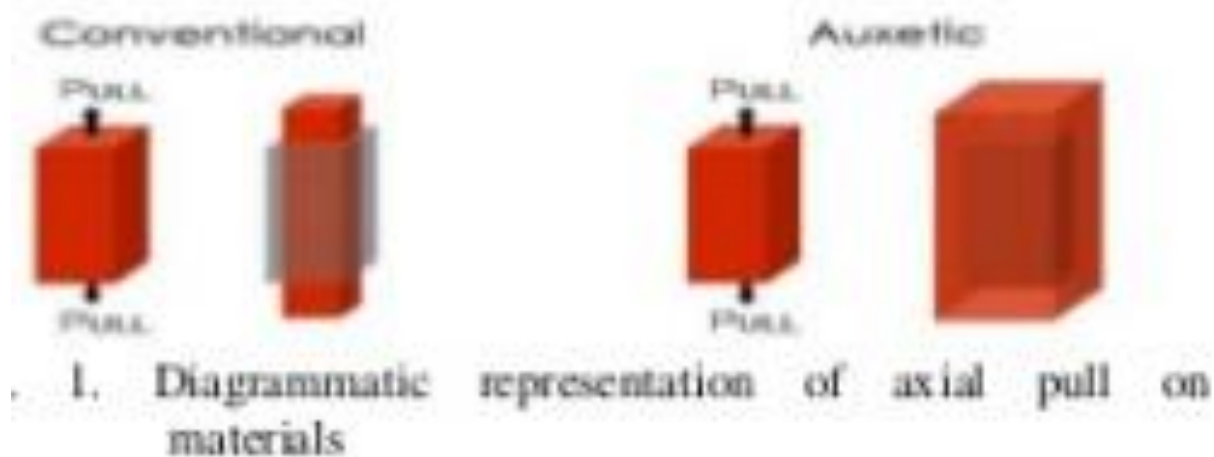
Παραδείγματα δομής για διάφορα  
αυξητικά υλικά



Auxetic materials increases in thickness under tension.



Auxetic foam



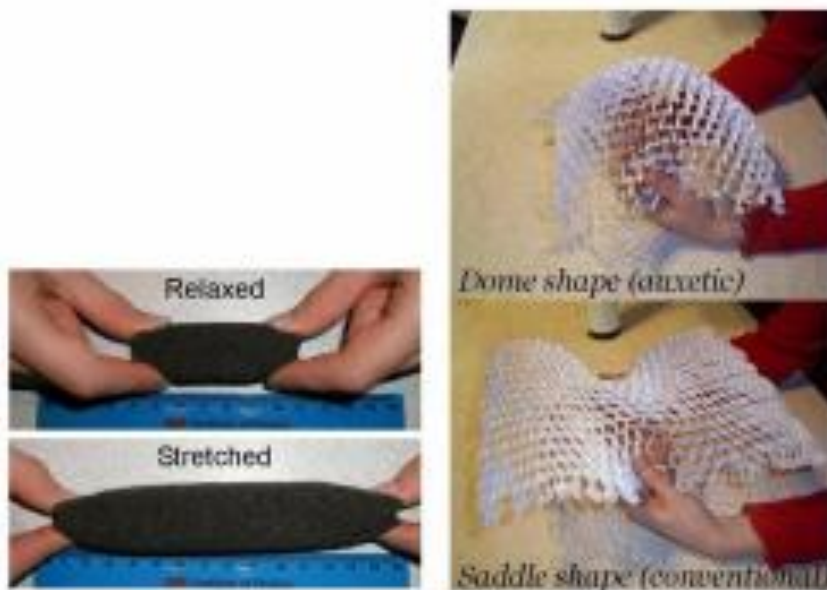
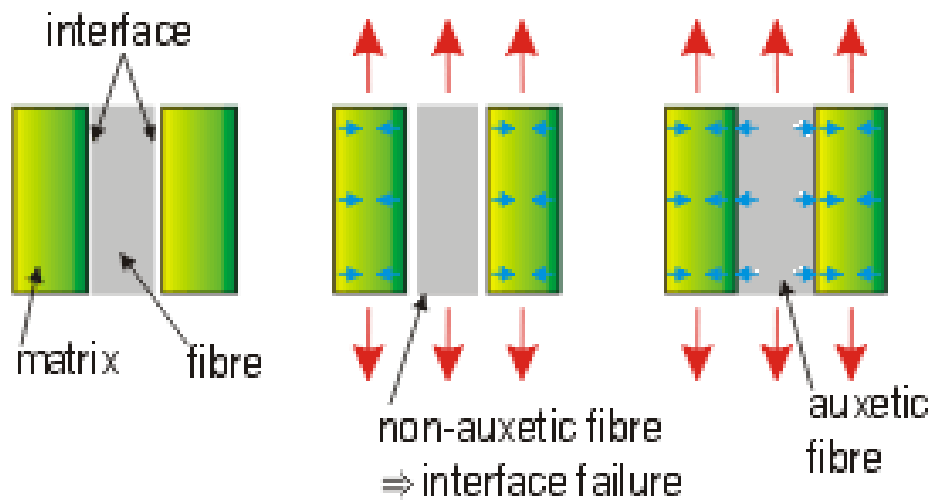


Fig. 1. Auxetic material

Fig. 2. Curvature of auxetic and non-auxetic materials

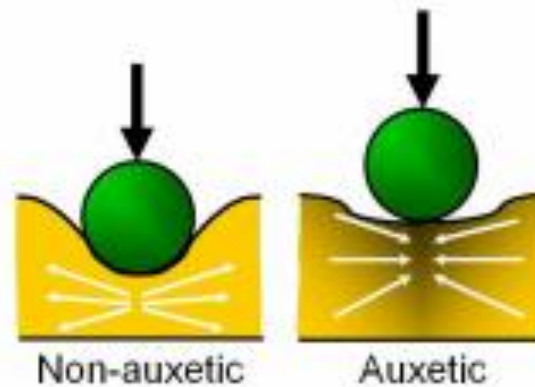
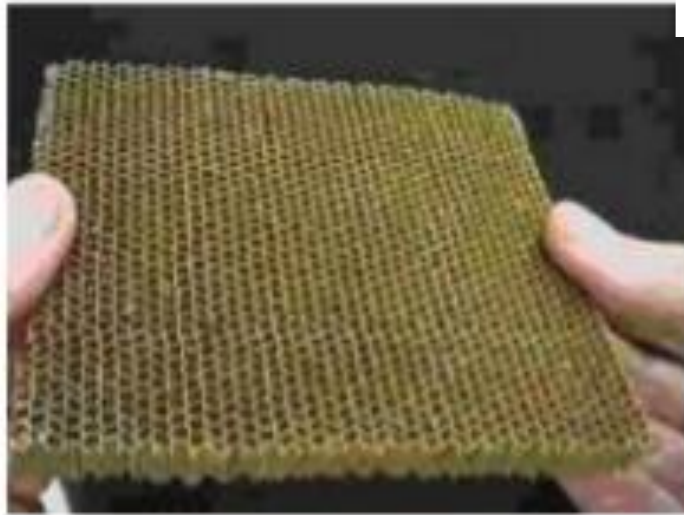
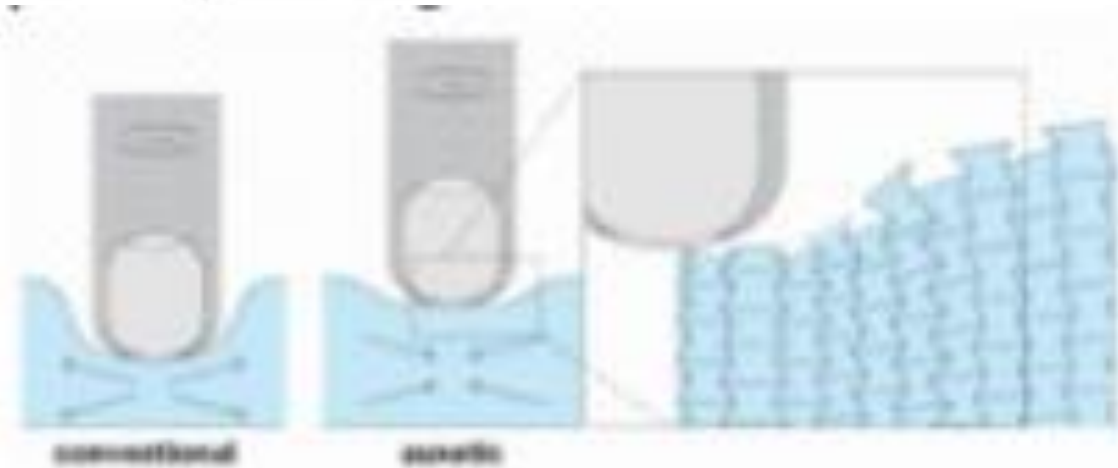


Fig. 3. Indentation response of non-auxetic and auxetic materials

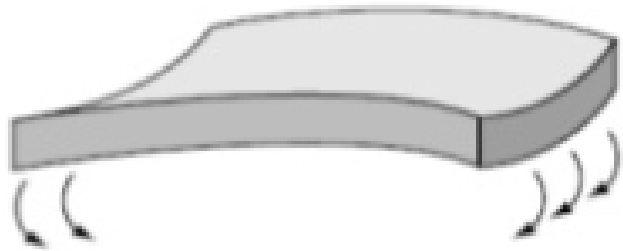
$\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ -Yttrium Barium Copper Oxide.



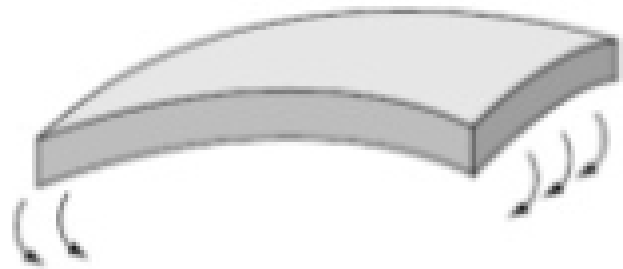
Honey-comb exhibiting auxetic nature.



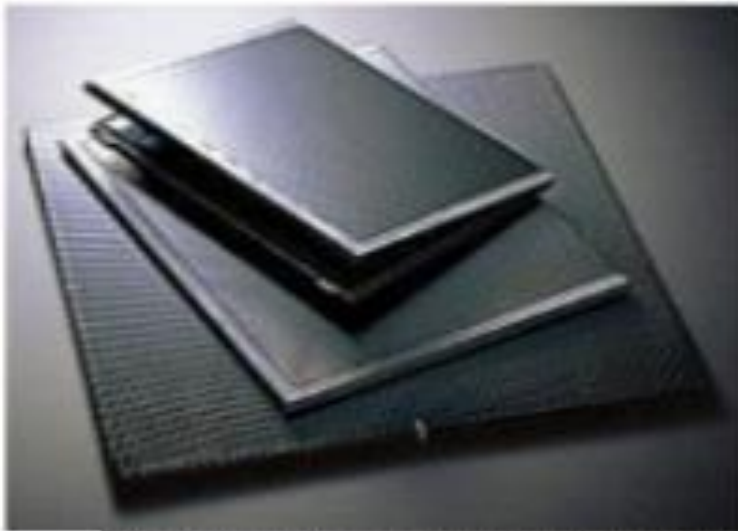
Indentation hardness of convention VS auxetic.



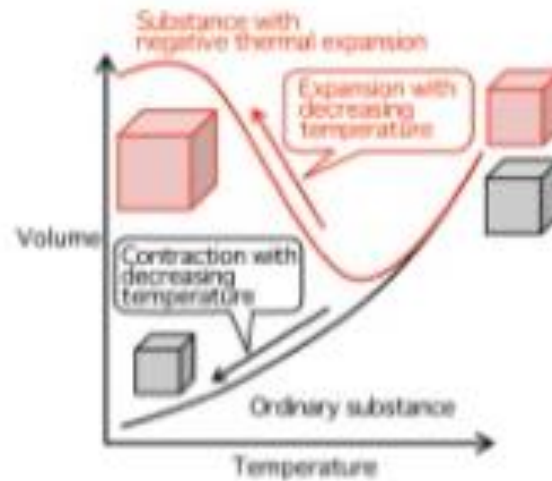
Formation of saddle shape by a conventional material under bending force.



Dome shape attained by auxetic material when subjected to bending force.



Carbon reinforced epoxy laminated panels.



Graph showing expansion of material under cooling.

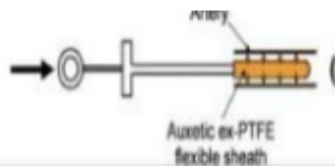
# Μερικές εφαρμογές των αυξητικών υλικών

## Medical Field:

Dental Floss:

In-situ drug delivery:

Artery Dilator:



Knee-caps:



Knee-cap made up of auxetic network



New Protective Material Could Lead To Groundbre...  
ifscience.com



## Defence:

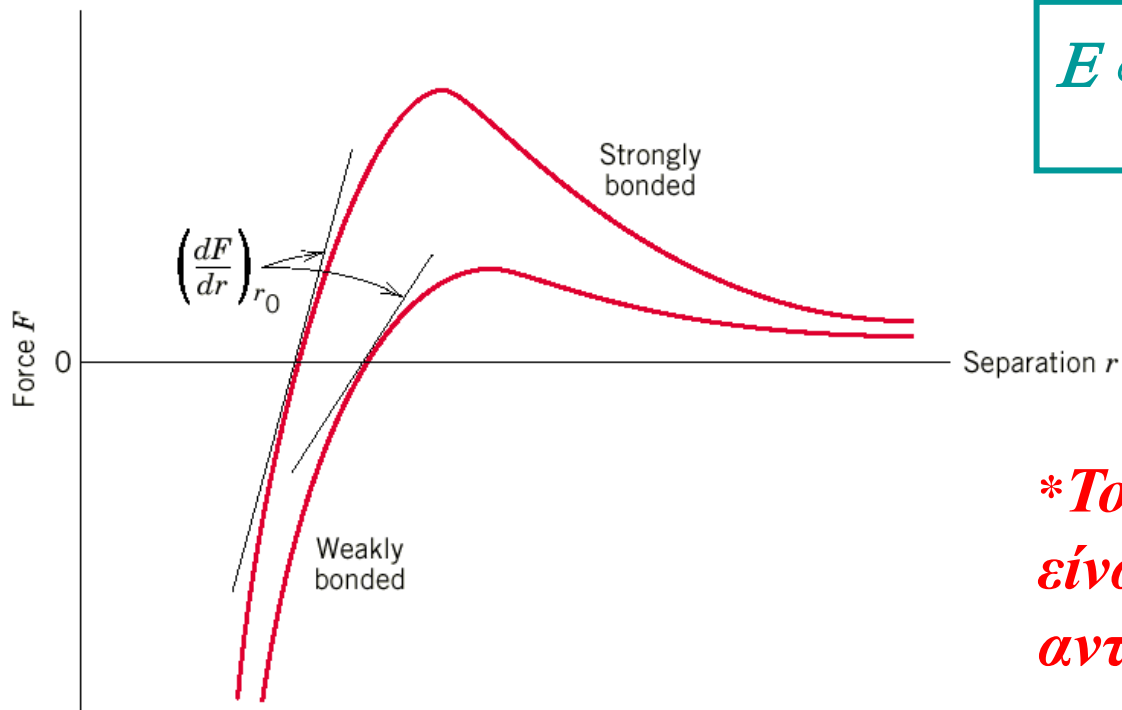


Blast proof Curtains.

## Army Jackets:



Military Armour



$$E \propto \left(\frac{dF}{dr}\right)_{r_0}$$

*\*Το μέτρο ελαστικότητας είναι μέτρο της αντίστασης διαχωρισμού των δύο ατόμων*

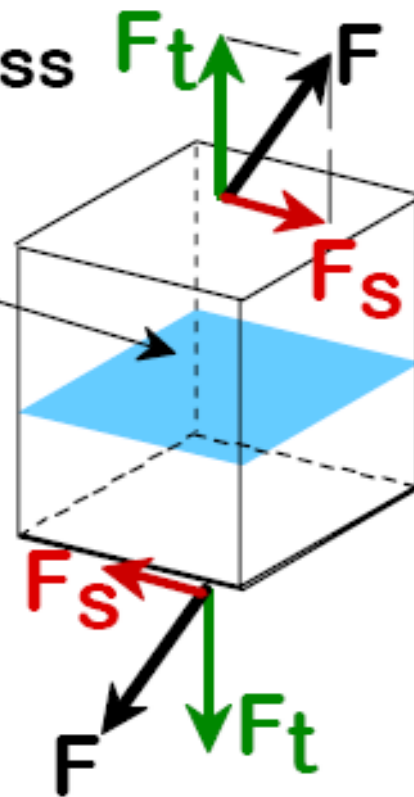
**Δύναμη ως προς την ενδοατομική απόσταση για άτομα με ασθενείς και ισχυρούς δεσμούς. Το μέγεθος του μέτρου ελαστικότητας είναι ανάλογο της κλίσης κάθε καμπύλης στη απόσταση ισορροπίας των ατόμων.**



B: Τάση διατομής  $\tau$

Shear stress

Διατομή A



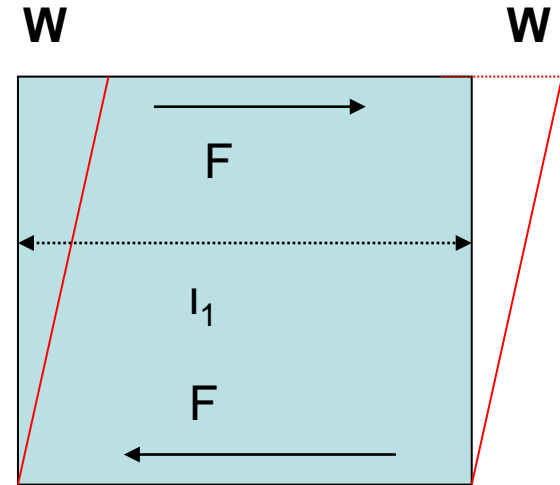
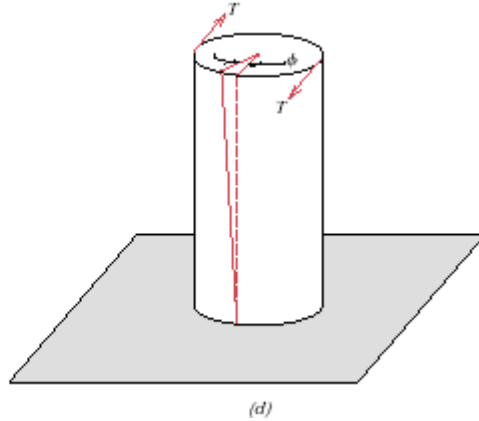
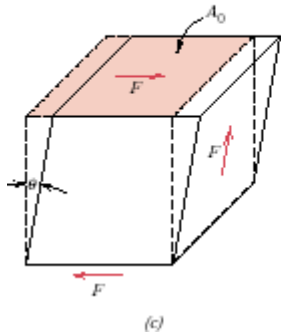
$$\tau = \frac{F_s}{A_0}$$

Αρχική διατομή  
πριν την φόρτιση

Η τάση έχει μονάδες  
 $\text{Pa} = \text{N/m}^2$

# ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΑΘΕΡΩΝ

## Πείραμα διάτμησης



Τάση διάτμησης  $\tau = F/A_0$

Παραμόρφωση  $\gamma = w/l = \tan\theta = \theta$  (ακτίνια)

**Ελαστική σταθερά: Μέτρο στρέψης ή διάτμησης, G**

$$\tau = G \gamma$$

# Υδροστατική ή τριαξονική συμπίεση



ψάρι στο νερό

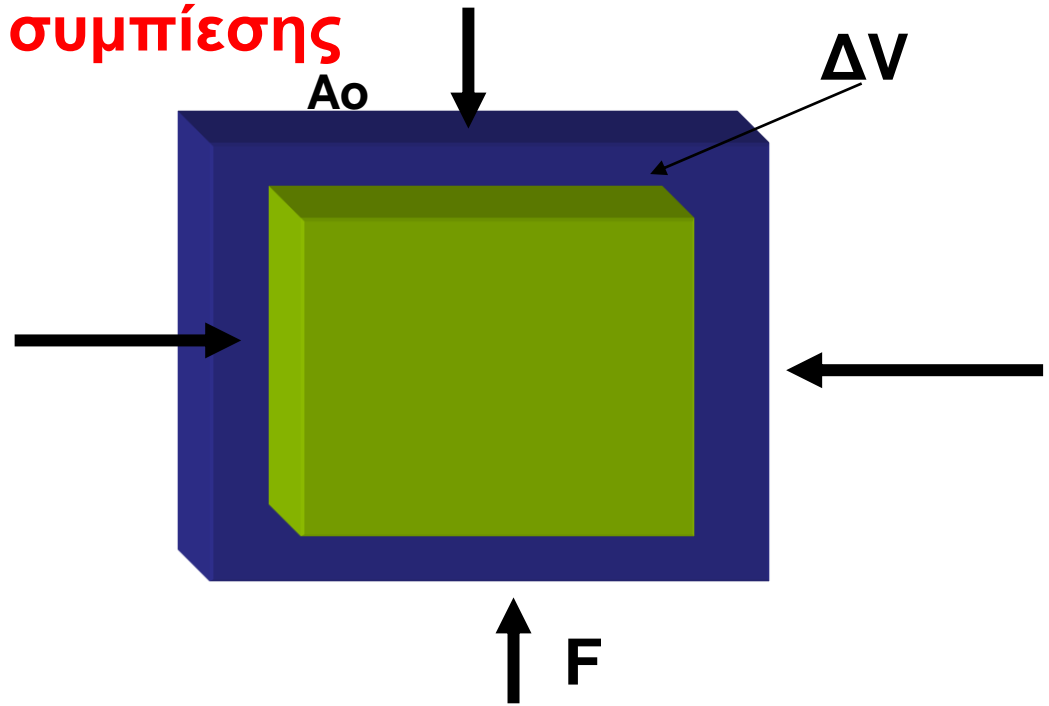
(photo courtesy  
P.M. Anderson)

$$\sigma_h < 0$$



# ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΑΘΕΡΩΝ

## Πείραμα τριαξονικής συμπίεσης



Παραμόρφωση όγκου  $\Delta = \Delta V/V$

Τάση συμπίεσης :  $F/A_0$

Συντελεστής ή

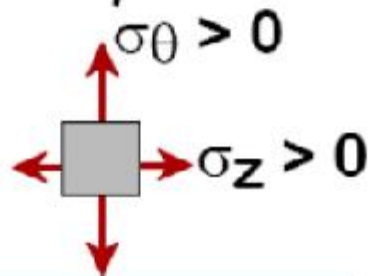
μέτρο ελαστικότητας όγκου  $\kappa$

$$p = \kappa \Delta$$

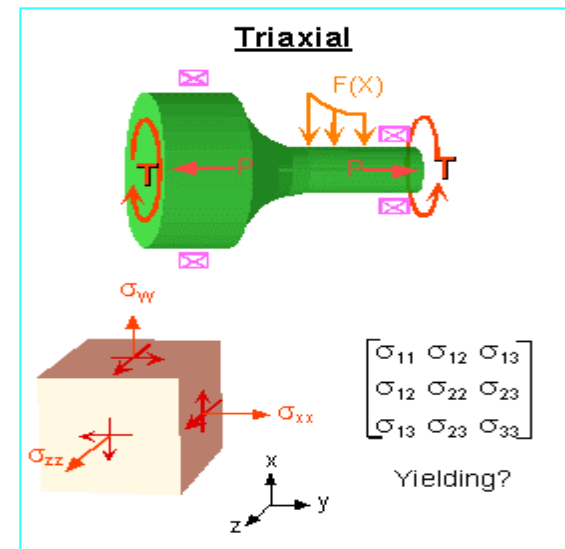
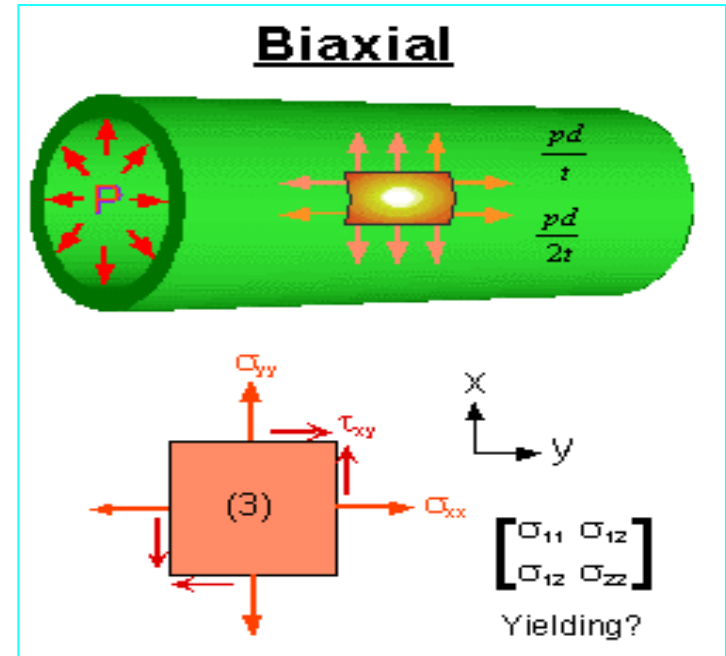
# Διαξονική συμπίεση (Biaxial tension)



Δοχείο πίεσης  
(photo courtesy  
P.M. Anderson)



## Τριαξονική Συμπίεση

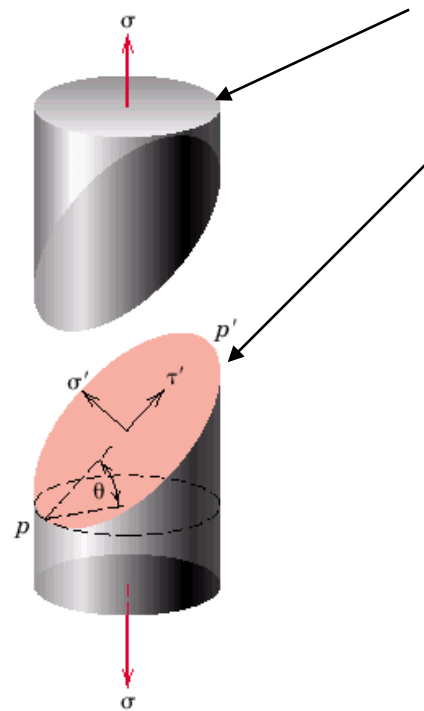


## Ελαστικές σταθερές:

- (1) Συντελεστής ή μέτρο ελαστικότητας  $\sigma = E \varepsilon$
- (2) Συντελεστής ή μέτρο στρέψης  $\tau = G \gamma$
- (3) Συντελεστής ή μέτρο ελαστικότητας όγκου  $= K \Delta$
- (4) Λόγος Poisson  $\nu$

# Γεωμετρία των τάσεων που αναπτύσσονται σε ένα κρύσταλλο

Η κατάσταση των τάσεων είναι συνάρτηση των διευθύνσεων των επιπέδων στα οποία εφαρμόζονται .



# Μέτρηση της σταθεράς E

1. Από πειράματα εφελκυσμού ή συμπίεσης (θλίψεως)

2. Μέτρηση της φυσικής συχνότητας δόνησης (Στροβοσκόπιο)

3. Μέτρηση της ταχύτητας

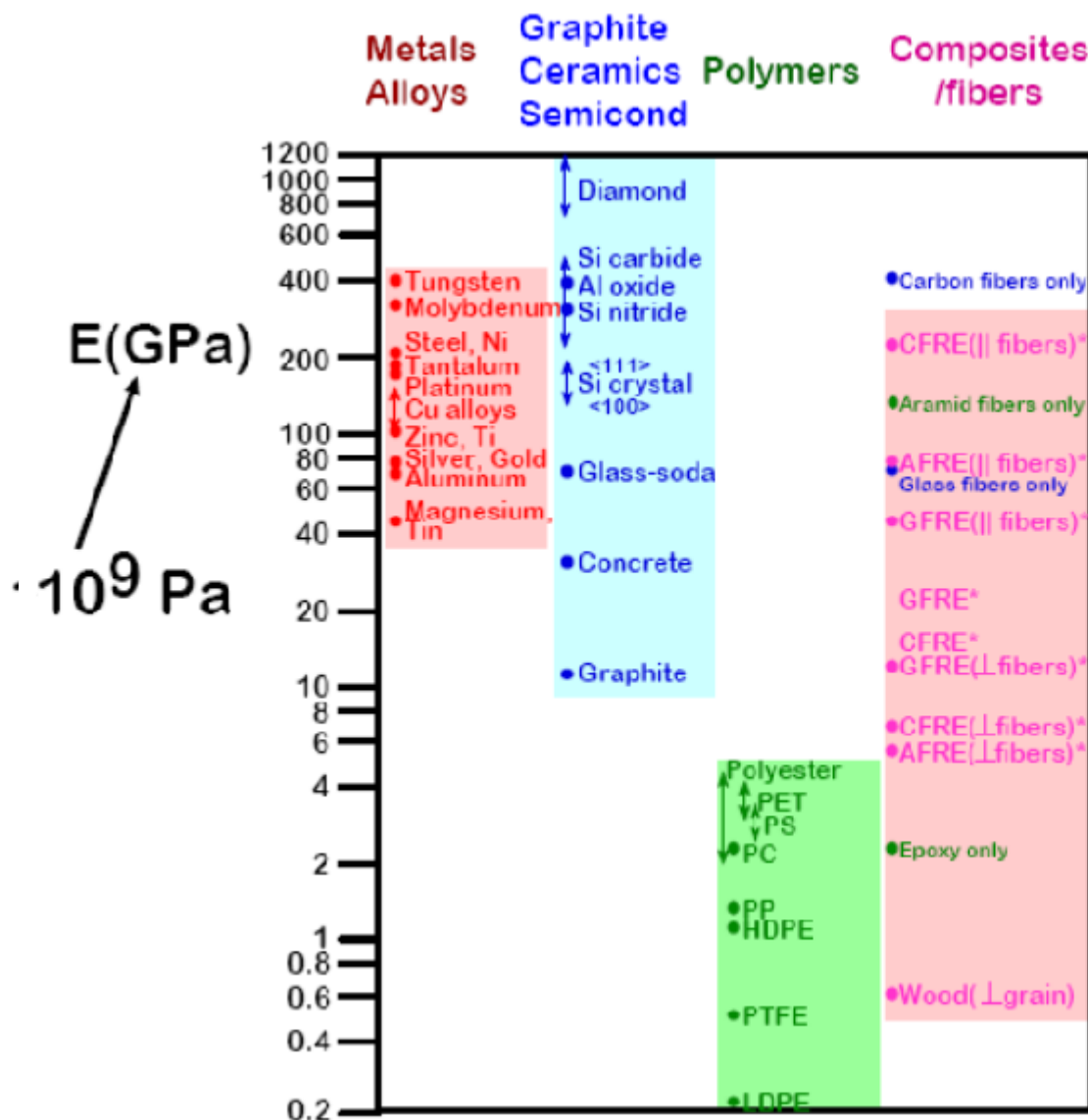
διάδοσης του ήχου

$$u = (E/\rho)^{0,5}$$

$\rho$ : πυκνότητα



# Σύγκριση μέτρων ελαστικότητας



$E_{ceramics}$

$> E_{metals}$

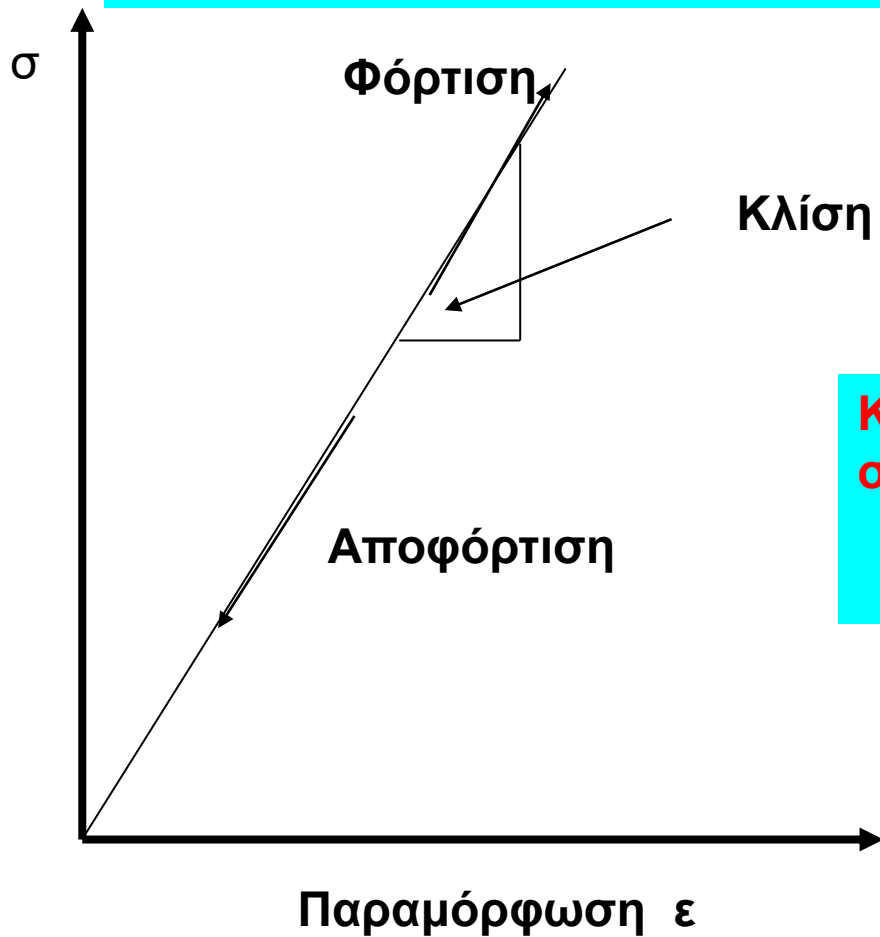
$>> E_{polymers}$

Τα δεδομένα είναι προσαρμοσμένα από το βιβλίο των M.F.Asby & D.Jones Pergamon Press και του βιβλίο του Callister

Οι τιμές των σύνθετων πολυμερών αναφέρονται σε εροxy με ποσοστό ενίσχυσης 60% κ.ό με ίνες παράλληλες προς μια κατεύθυνση:

- ίνες άνθρακα(CFRE)
- ίνες αραμιδίου (AFRE)
- ίνες γυαλιού(GFRE)

# Ιδανική ελαστική συμπεριφορά



Κλίση: Μέτρο ελαστικότητας ή σταθερά του Young

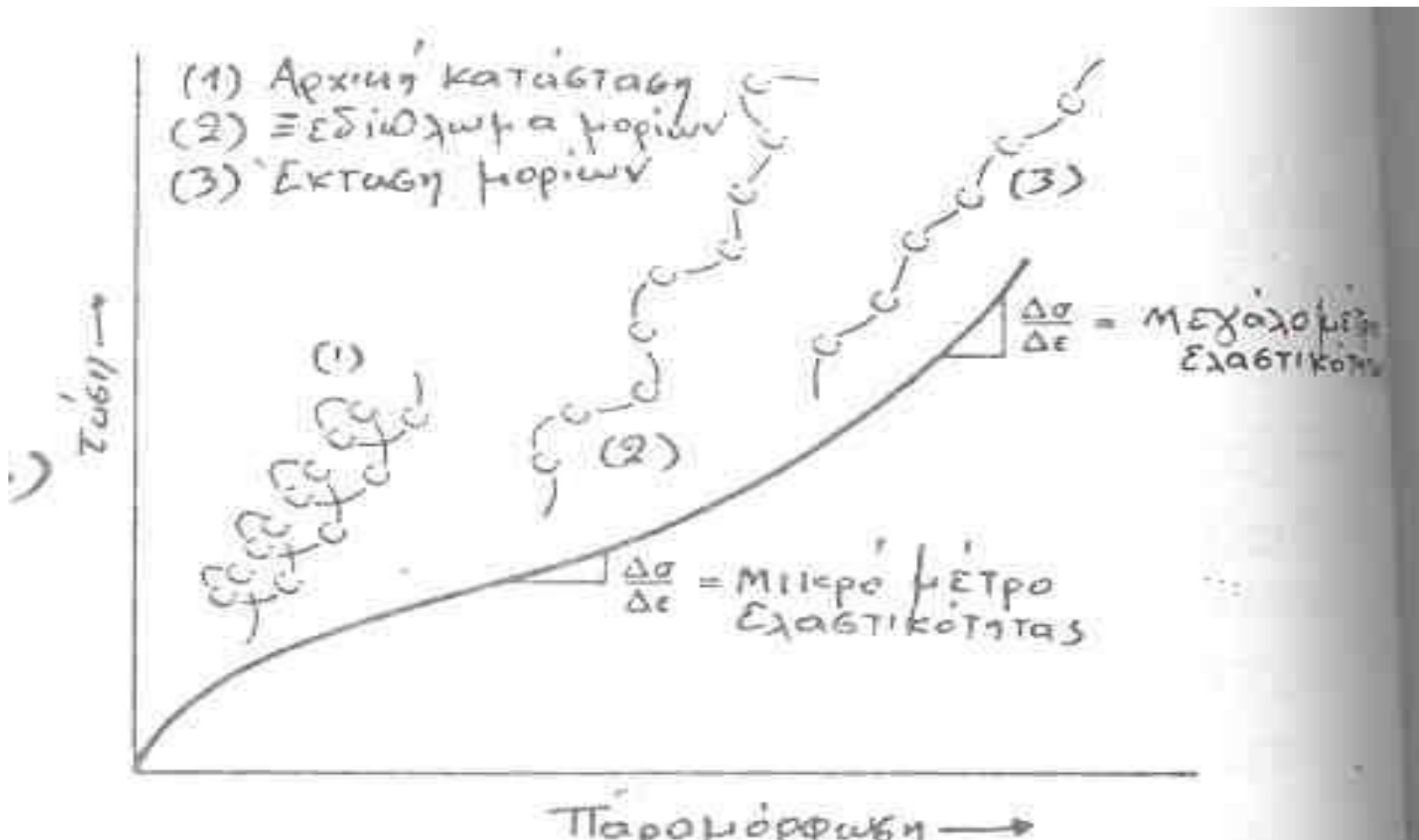
$$E = \sigma / \epsilon$$

# Αποκλίσεις από την ιδανική συμπεριφορά

## A) Μη γραμμική ελαστική συμπεριφορά



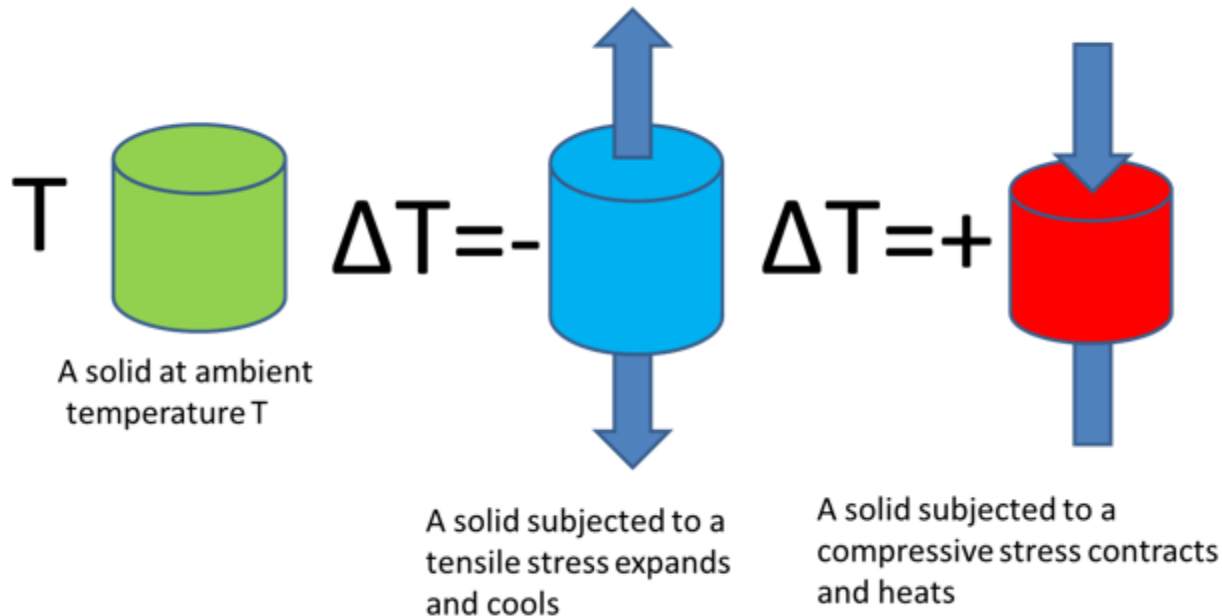
# A) Μη γραμμική ελαστική συμπεριφορά

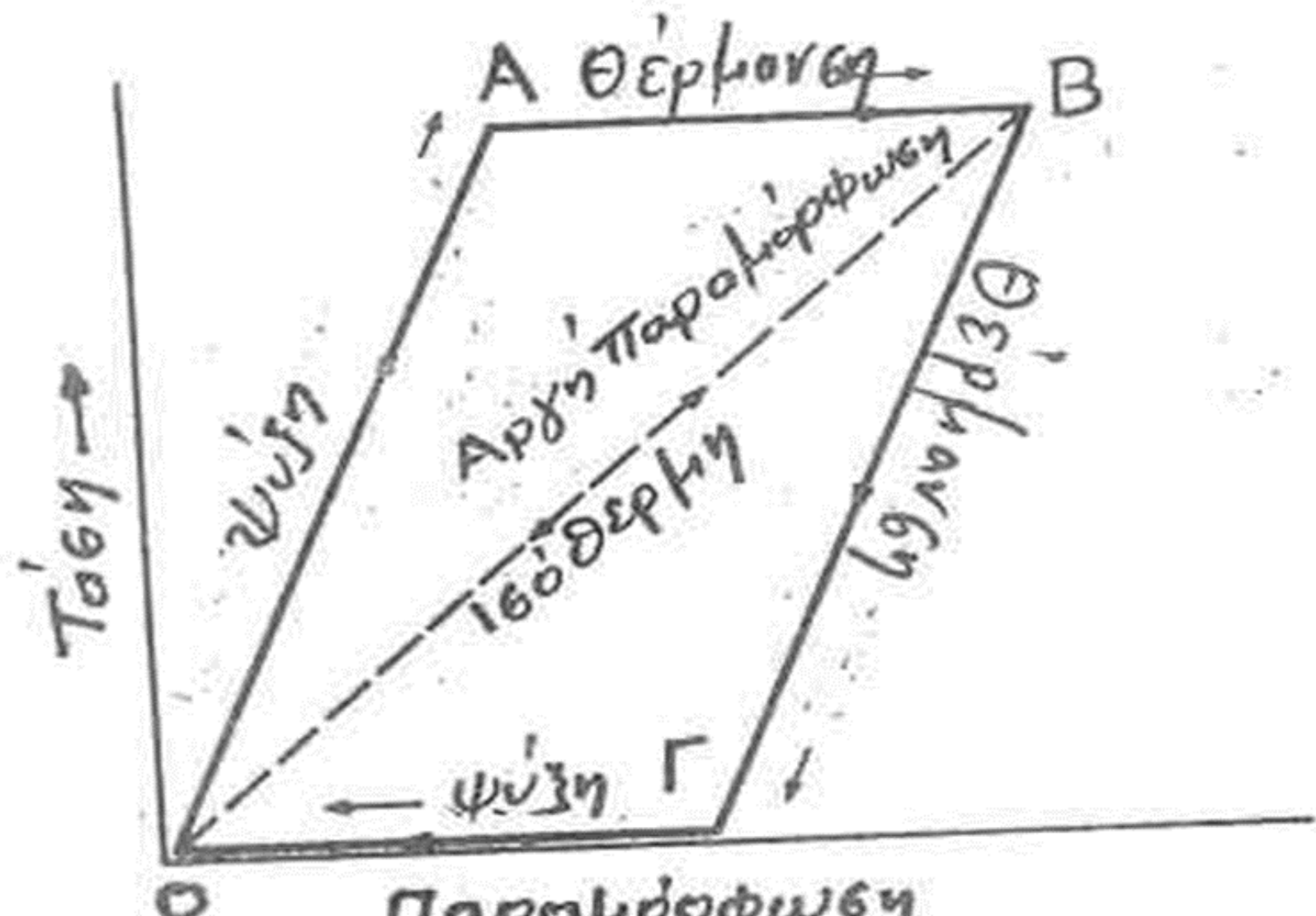


## B) Θερμοελαστικότητα (Thermoelasticity)

The study of the relationship between the elastic properties of a material and its temperature, or between its thermal conductivity and its stresses

### What is the Thermoelastic Effect?



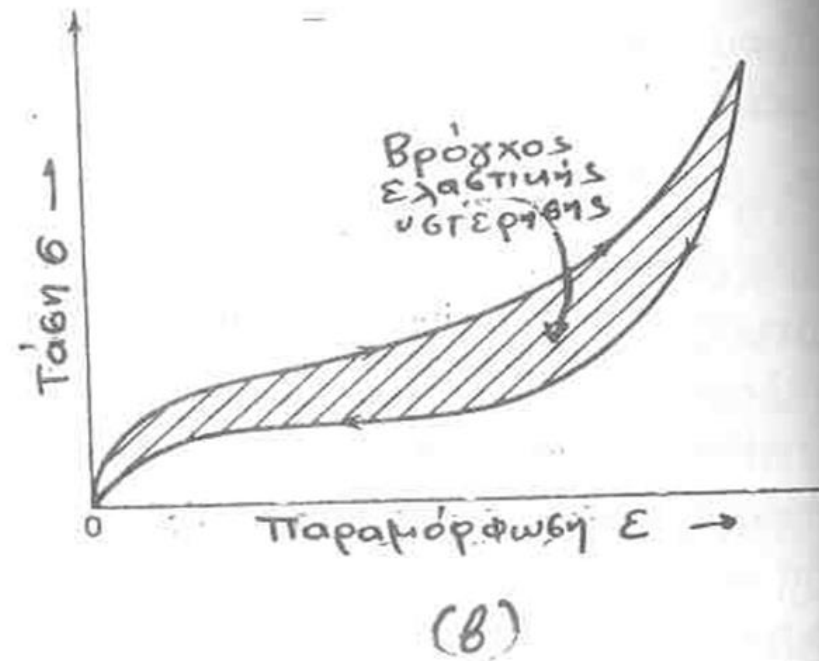
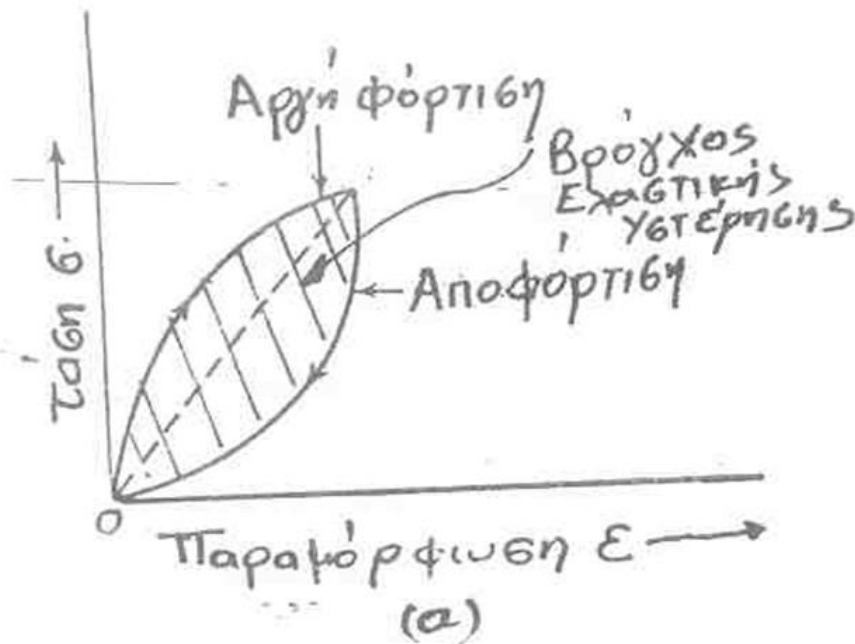


# Γ) Χρονική εξάρτηση της ελαστικότητας (Anelasticity)

A) ερμηνεία της χρονικής εξάρτησης της ελαστικότητας (anelasticity)

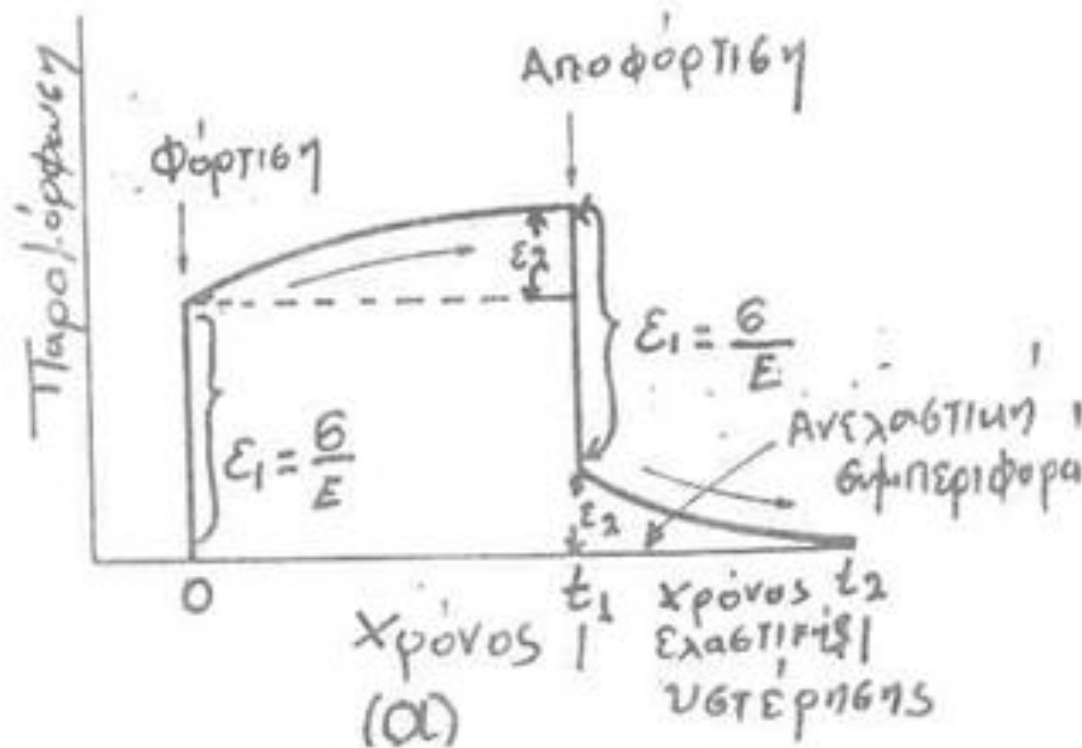
B) Σημασία της χρονικής εξάρτησης της ελαστικότητας (anelasticity)

Γ) Υλικά



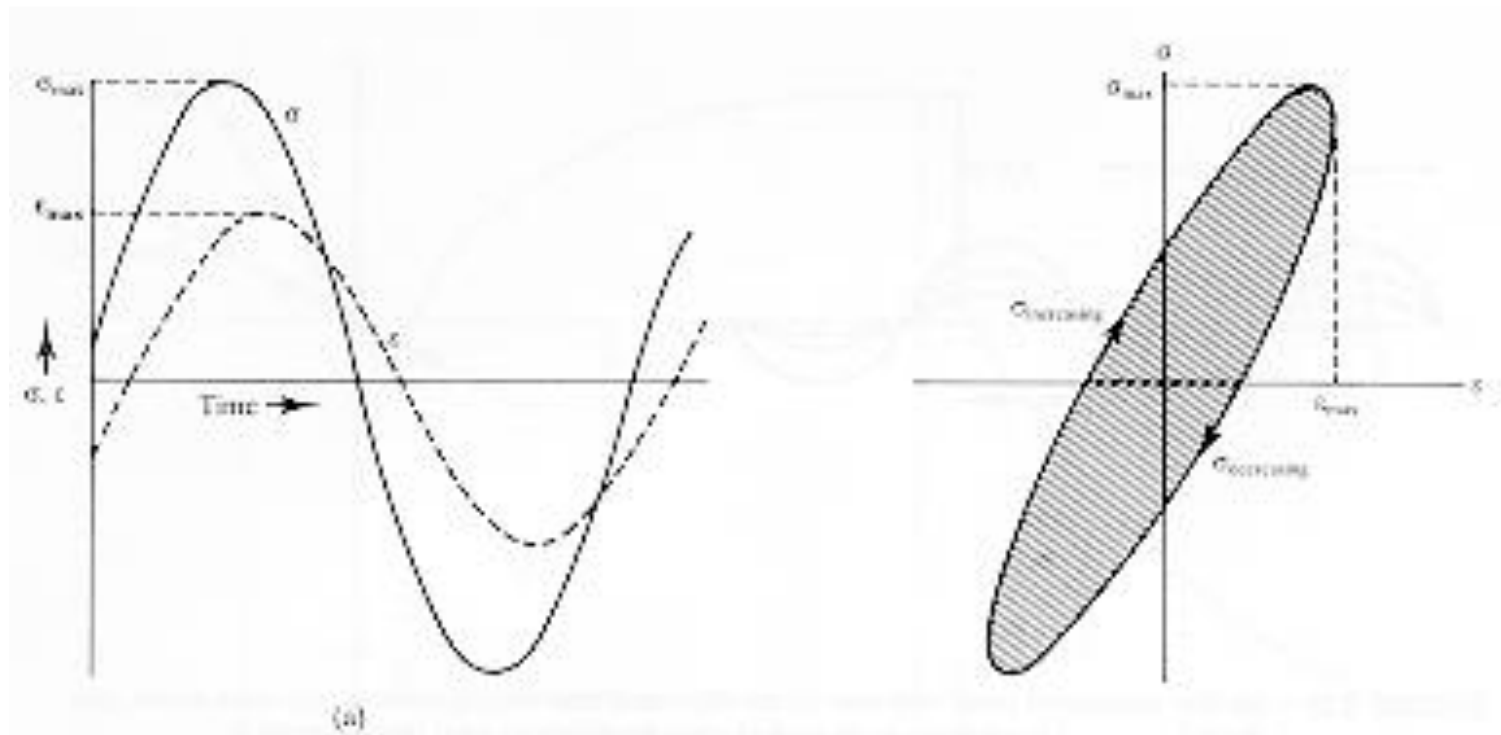
# Γ) Χρονική εξάρτηση της ελαστικότητας (Anelasticity)

## ΧΡΟΝΟΣ ΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΥΣΤΕΡΗΣΗΣ





# ANELASTICITY



## ΙΣΩΔΟΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

# ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ-Σύντομη Περιγραφή

- ✓ Ανελαστικό υλικό είναι αυτό που δείχνει μια χρονική μετατόπιση μεταξύ της εφαρμοζόμενης τάσης και της προκύπτουσας παραμόρφωσης.
- ✓ Εάν η εφαρμοζόμενη τάση είναι περιοδική όπως φαίνεται στο διάγραμμα, αυτή η συμπεριφορά του υλικού θα οδηγήσει σε μετατόπιση φάσης μεταξύ της τάσης και της παραμόρφωσης στη σταθερή κατάσταση (steady state-κατάσταση ισορροπίας).
- ✓ Τα διάγραμμα τάσης-παραμόρφωσης θα εμφανίζει μια περιοχή, το εμβαδόν της οποίας είναι αντιστοιχεί στην ενέργεια ανά μονάδα όγκου η οποία παραμένει απορροφείται από το υλικό.
- ✓ Η απόκριση υλικού (μετατόπιση φάσης) θα εξαρτάται από τη συχνότητα και το μέγεθος του εμβαδού της ελλειψοειδούς καμπύλης τάσης-παραμόρφωσης (βρόγχος ελαστικής υστέρησης).
- ✓ Ο βρόγχος ελαστικής υστέρησης αποκτά τη μέγιστη τιμή όταν η συχνότητα εναλλαγής της τάσης είναι ίση με το αντίστροφο του χρόνου αποδιέργεσης ή χαλάρωσης του υλικού που είναι υπεύθυνος για την μετατόπιση φάσης. Σε αυτήν την κατάσταση συντονισμού η ενέργεια που παραμένει στο υλικό είναι η μέγιστη, και θα σημειωθεί αύξηση της θερμοκρασίας εκτός εάν αφαιρεθεί η θερμότητα από το υλικό (με κατάλληλο) σύστημα ψύξης.
- ✓ Σε υλικά χαμηλού σημείου τήξεως, μπορεί να προκύψει αστοχία υλικού λόγω αυτής της θέρμανσης. Τα ελαστομερή μπορεί επίσης να υποβαθμιστούν λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας.

# ΥΛΙΚΑ

- Μέταλλα με χαμηλό στ .Pb Cd
- Αφρώδη πολυμερή
- Γραμμικά ,διακλαδιζόμενα πολυμερή
- Ελαστομερή
- Μέταλλα για ειδικές εφαρμογές (Mg .Al κλπ)

## Ηχομόνωση μεμβράνης φραγής θορύβου μολύβδου: ISOLFON- PB

[Σπίτι](#) > [Προϊόντα ακουστικής, θορύβου και κραδασμών](#) > [Οικοδομική Ακουστική - ISOLFON](#) > [Ηχομόνωση μεμβράνης φραγής θορύβου μολύβδου: ISOLFON- PB](#)



Μείωση θορύβου σε ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων

Κατηγορία: [Ακουστική Δόμησης - ISOLFON](#)

## **Δ) Ανισότροπη ελαστική συμπεριφορά**

ΟΡΙΣΜΟΣ – ΣΥΝΤΟΜΕΣ ΕΞΗΓΗΣΕΙΣ