

ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΕΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Φόρτιση: Είναι η άσκηση φορτίων σε ένα σώμα.

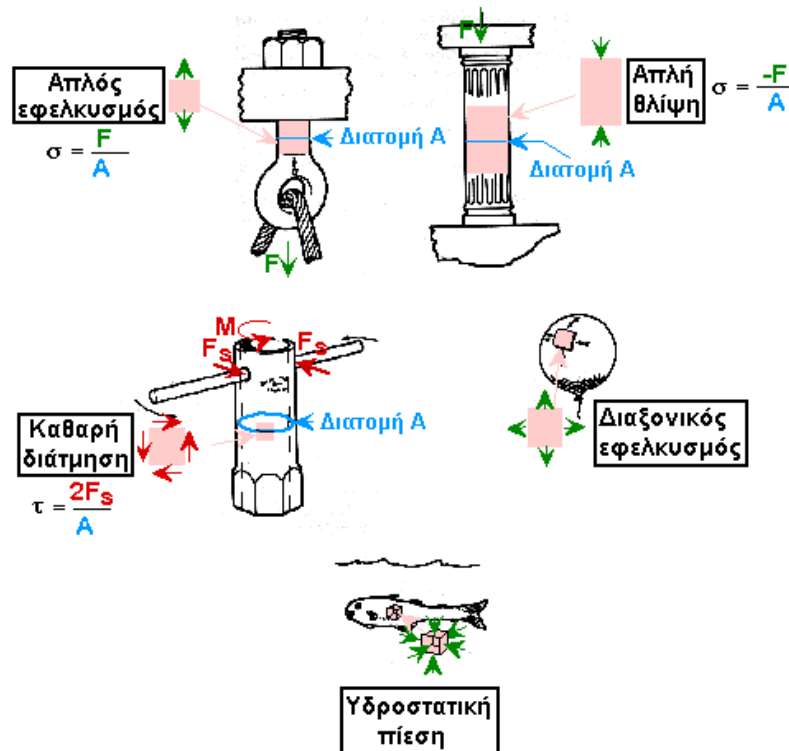
Καταπόνηση: Χαρακτηρίζει την κατάσταση που βρίσκεται ένα σώμα λόγω της φόρτισής του.

Είδη καταπόνησης (Σχ. 1)

Τάσεις (Σχ. 2)

Παραμορφώσεις (Σχ. 3)

ΕΙΔΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΩΝ



Σχήμα 1: Είδη καταπονήσεων

ΤΑΣΕΙΣ



F : ολική δύναμη

F_t : κάθετη συνιστώσα

F_s : εφαπτομενική συνιστώσα

$\sigma = \frac{F_t}{A}$: ορθή τάση

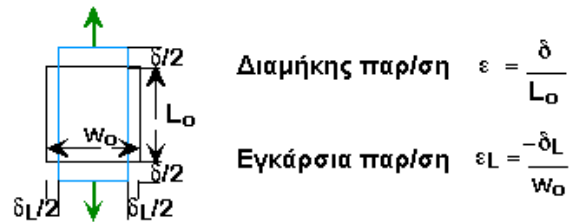
$\tau = \frac{F_s}{A}$: διατμητική τάση

Μονάδα τάσης: N/m^2 ή Pa

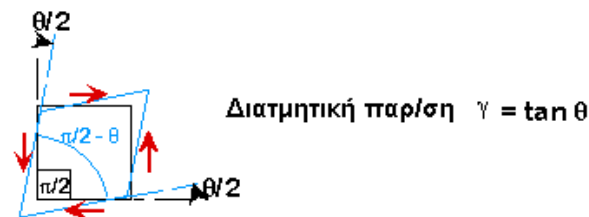
Σχήμα 2: Είδη τάσεων

ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ

(Α) Από μονοαξονική φόρτιση προκύπτει διαμήκης επιμήκυνση και εγκάρσια συστολή (βράχυνση), από τις οποίες λαμβάνονται οι ορθές παραμορφώσεις:



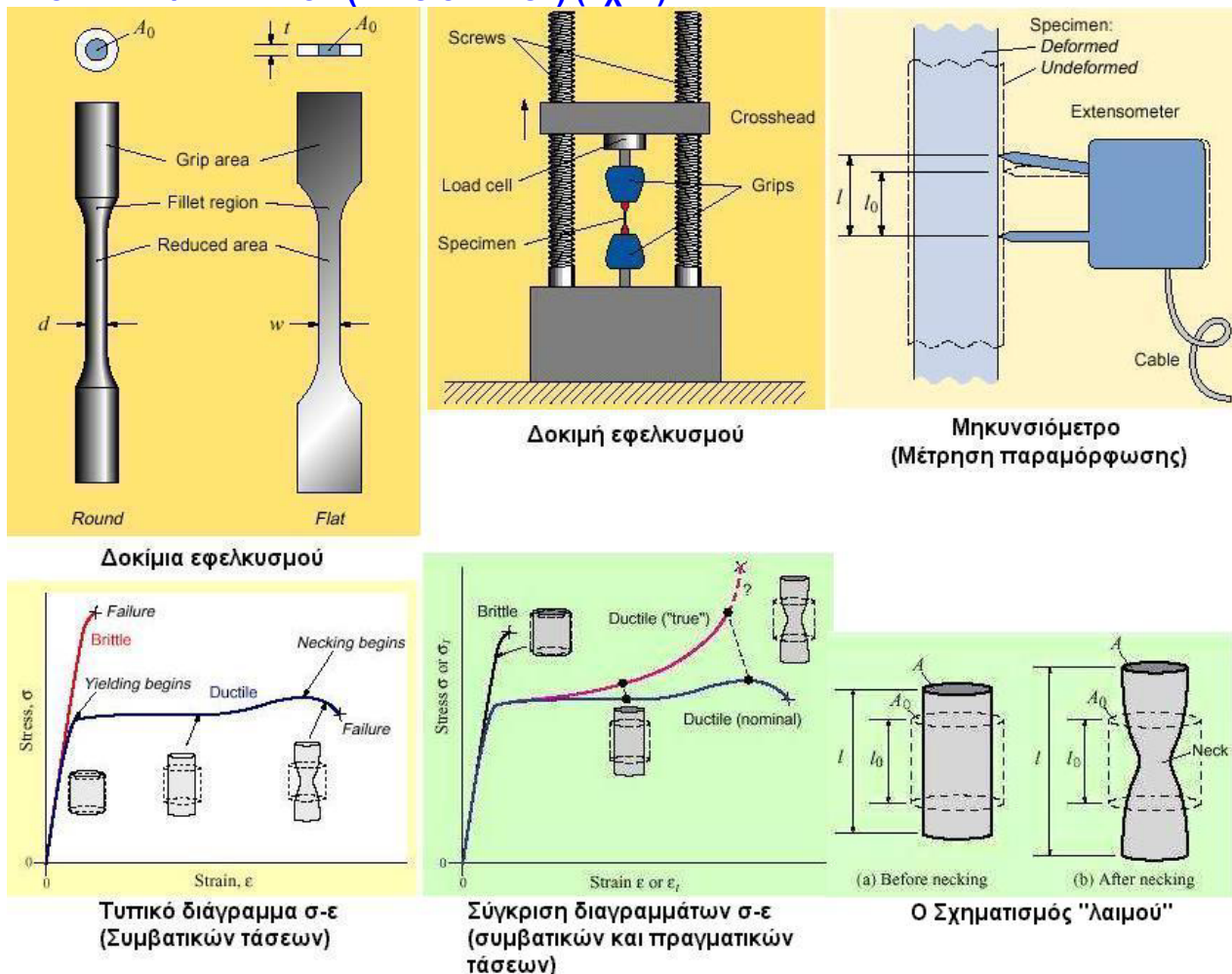
(Β) Από διατμητική καταπόνηση προκύπτουν μεταβολές στις γωνίες (στρέβλωση) του σχήματος, από τις οποίες ορίζονται οι διατμητικές παραμορφώσεις:



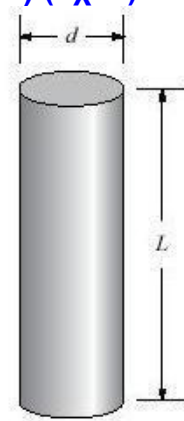
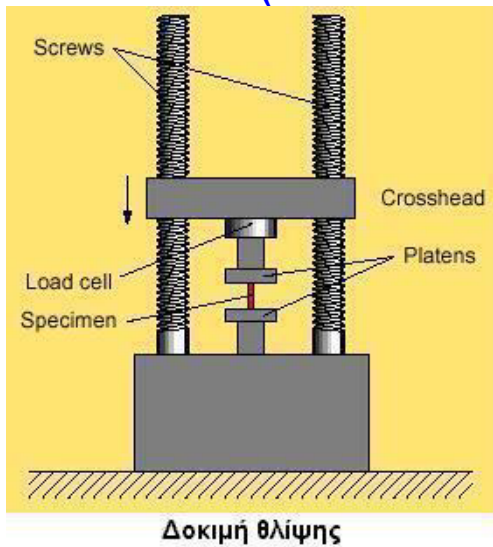
Η παραμόρφωση είναι αδιάστατο μέγεθος

Σχήμα 3: Είδη παραμορφώσεων

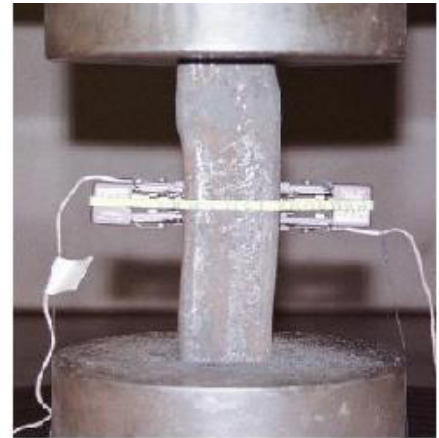
Η ΔΟΚΙΜΗ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΥ (TENSION TEST) (ΣΧ. 4)



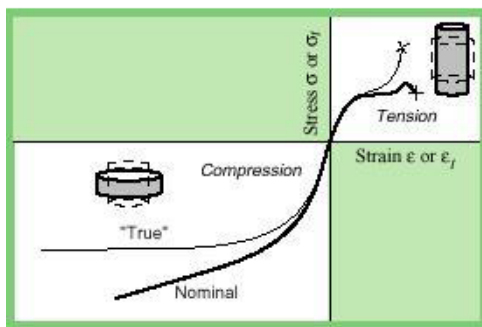
Σχήμα 4: Η δοκιμή εφελκυσμού

Η ΔΟΚΙΜΗ ΘΛΙΨΗΣ (COMPRESSION TEST) (Σχ. 5)

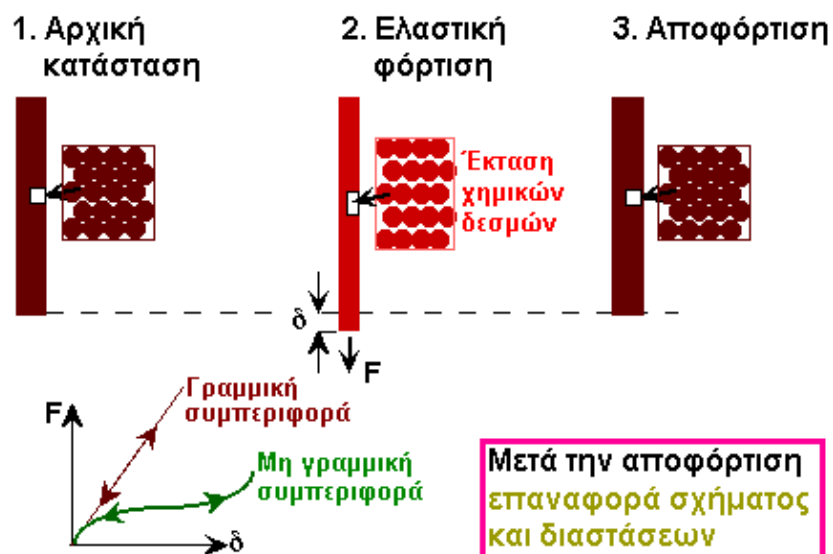
Τυποποιημένο δοκίμιο θλίψης



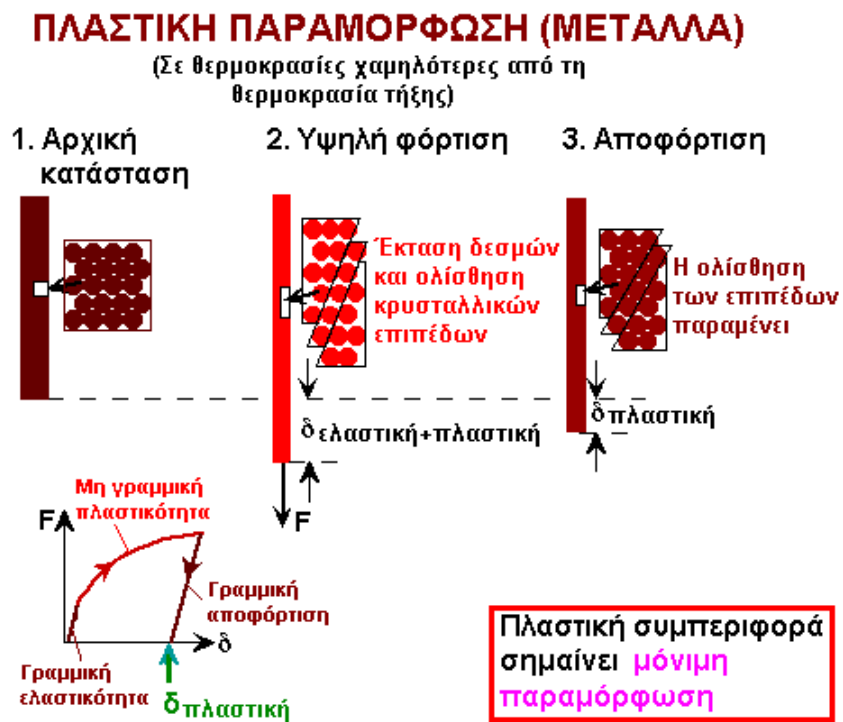
Παραμόρφωση δοκιμίου κατά τη δοκιμή θλίψης

Τυπικό διάγραμμα σ - ϵ δοκιμής θλίψης και σύγκριση με το αντίστοιχο διάγραμμα δοκιμής μονοαξονικού εφελκυσμού

Σχήμα 5: Η δοκιμή θλίψης

ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ σ - ϵ **Η ελαστική περιοχή (Σχ. 6)****ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ**

Σχήμα 6: Χαρακτηριστικά της ελαστικής συμπεριφοράς

Η πλαστική περιοχή (Σχ. 7)

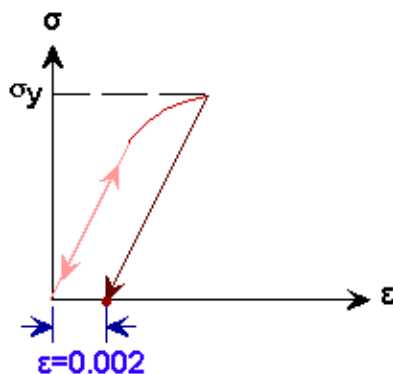
Σχήμα 7: Χαρακτηριστικά της πλαστικής συμπεριφοράς

Η ελαστοπλαστική περιοχή

Είναι μια στενή μη γραμμική περιοχή μεταξύ της ελαστικής και της πλαστικής περιοχής.

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ σ - ϵ (Σχ. 8-13)**ΟΡΙΟ ΔΙΑΡΡΟΗΣ, σ_y**

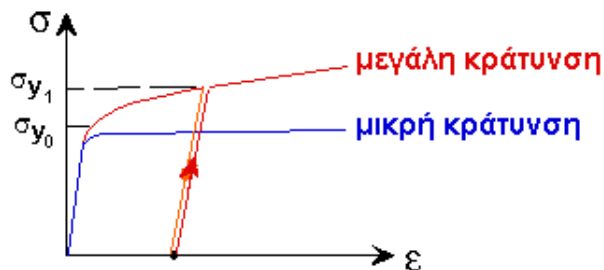
- Είναι η τάση κατά την έναρξη της διαρροής (είσοδος στην πλαστική περιοχή)
- Προσδιορίζεται στο διάγραμμα σ - ϵ για παραμόρφωση $\epsilon=0.002$



Σχήμα 8: Ορισμός του ορίου διαρροής

ΚΡΑΤΥΝΣΗ

- Είναι η αύξηση της απαιτούμενης τάσης για περαιτέρω πλαστική παραμόρφωση
- Εκδηλώνεται με αύξηση της κλίσης της καμπύλης σ - ϵ στην πλαστική περιοχή



- Η κράτυνση περιγράφεται συνήθως από μια εκθετική συνάρτηση της μορφής

$$\sigma = C \epsilon^n$$

όπου: $\sigma = F/A$ η πραγματική τάση

$\epsilon = \ln(L/L_0)$ η πραγματική παραμόρφωση

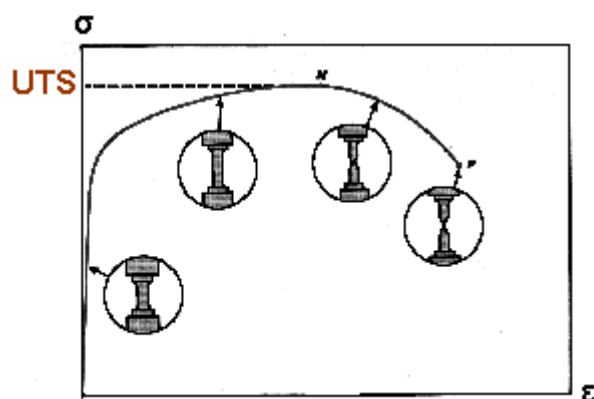
C σταθερά του υλικού

n συντελεστής κράτυνσης ($n=0.15$ για χάλυβες, $n=0.50$ για Cu)

Σχήμα 9: Ορισμός της κράτυνσης στην πλαστική περιοχή

ΑΝΤΟΧΗ, UTS

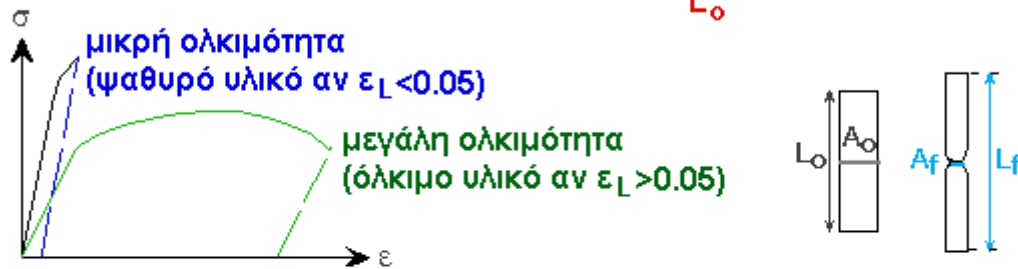
- Είναι η μέγιστη συμβατική τάση κατά τη δοκιμή εφελκυσμού
- Συμπίπτει με την έναρξη σχηματισμού λαιμού (στα όλκιμα υλικά)
- Στα ψαθυρά υλικά συμπίπτει με το όριο θραύσης



Σχήμα 10: Ορισμός της αντοχής

ΟΛΚΙΜΟΤΗΤΑ, $\% \epsilon_L$

- Είναι η παραμόρφωση θραύσης: $\% \epsilon_L = \frac{L_f - L_o}{L_o} \times 100$



- Άλλος ορισμός: $\% a_R = \frac{A_o - A_f}{A_o} \times 100$

- Σημείωση: Η ολίσθηση των κρυσταλλικών επιπέδων δεν μεταβάλλει τον όγκο του υλικού (ισόογκη παραμόρφωση)

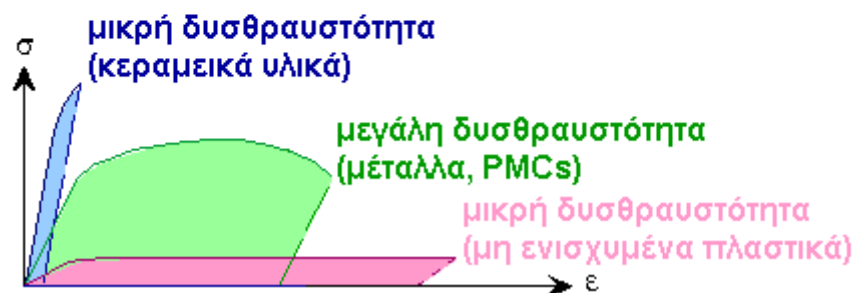
⇒ Οι τιμές $\% a_R$ και $\% \epsilon_L$ είναι συνήθως της ίδιας τάξης μεγέθους

⇒ Μερικές φορές είναι $\% a_R > \% \epsilon_L$. (Γιατί;)

Σχήμα 11: Ορισμός της ολκιμότητας (ή πλαστικότητας)

ΔΥΣΘΡΑΥΣΤΟΤΗΤΑ (TOUGHNESS)

- Είναι η ενέργεια που απαιτείται για τη θραύση μοναδιαίου όγκου του υλικού
- Μετράται με το εμβαδόν που περικλείεται κάτω από την καμπύλη σ - ϵ

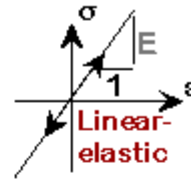


Σχήμα 12: Ορισμός της δυσθραυστότητας

ΕΛΑΣΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ

A. Από μια δοκιμή μονοαξονικού εφελκυσμού προκύπτουν οι εξής ελαστικές σταθερές:

- (1) Το μέτρο ελαστικότητας ή μέτρο του Young, E
 Συνδέει τάσεις και παραμορφώσεις
 στην ελαστική περιοχή σύμφωνα με
 νόμο του Hooke: $\sigma = E\varepsilon$
 Μονάδα του E : 1Pa



- (2) Ο λόγος Poisson, ν
 Ορίζεται από τη σχέση:

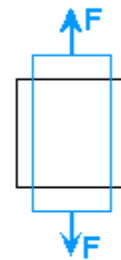
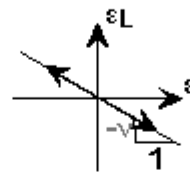
$$\nu = -\frac{\varepsilon_L}{\varepsilon}$$

Συνήθεις τιμές:

Μέταλλα : ~ 0.33

Κεραμικά : ~ 0.25

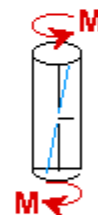
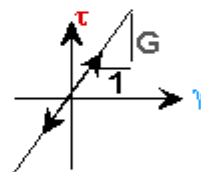
Πολυμερή: ~ 0.40



Είναι αδιάστατο μέγεθος

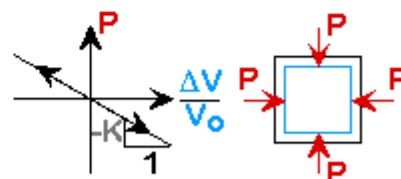
B. Άλλες ελαστικές σταθερές είναι:

- (3) Το μέτρο διάτμησης, G
 Συνδέει διατμητικές τάσεις και
 παραμορφώσεις σε περίπτωση
 καθαρής διάτμησης κατ'
 αναλογία προς το E , δηλαδή
 $\tau = G\gamma$
 Προσδιορίζεται από μια δοκιμή
 καθαρής στρέψης



- (4) Το μέτρο διόγκωσης, K

Εκφράζει τη μεταβολή του όγκου
 κατά την ομοιόμορφη συμπίεση
 ή διόγκωση του
 Προσδιορίζεται με μια δοκιμή
 ισοστατικής συμπίεσης



Χρήσιμες σχέσεις

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

$$K = \frac{E}{3(1-2\nu)}$$

Σχήμα 13: Οι ελαστικές σταθερές