



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Ενότητα 3: Τάση

Παρασκευάς Ξυπολιάς
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Γεωλογίας



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Άδειες Χρήσεις

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Σκοποί Ενότητας

- Κατανόηση της έννοιας τάση
- Διάκριση των συνιστωσών της τάσης
- Κατανόηση του πώς η τάση λειτουργεί στην παραμόρφωση των πετρωμάτων
- Ελλειψοειδές της τάσης
- Ό κύκλος του Mohr στην τεκτονική γεωλογία

Δύναμη (Force)

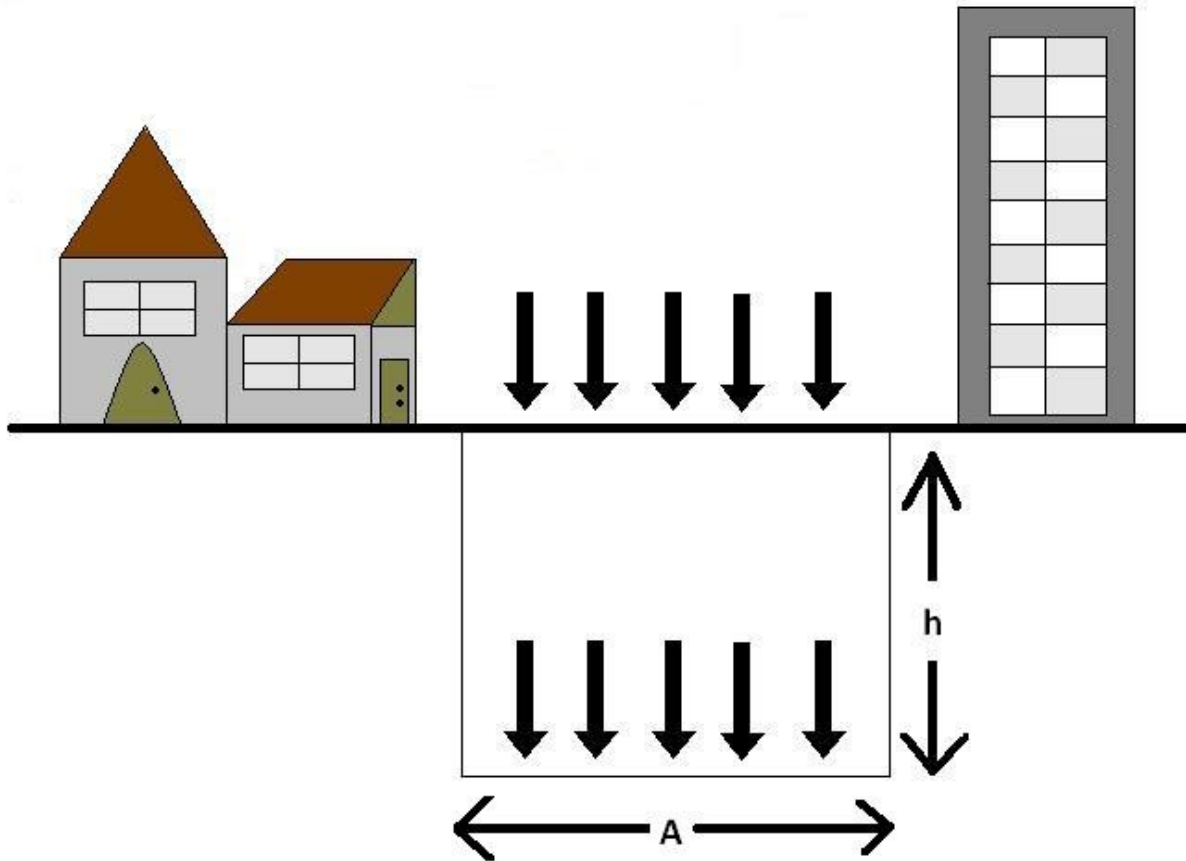
- Δύναμη = Μάζα x επιτάχυνση ($F = ma$)
- Εκφράζεται σε Newton ($\mathbf{N = kg\ m\ s^{-2}}$)

Η αιτία που θέτει ένα σταθερό σώμα σε
κίνηση

ή

αλλάζει τον τρόπο κίνησης σ' ένα ήδη
κινούμενο σώμα.

Δύναμη (Force)

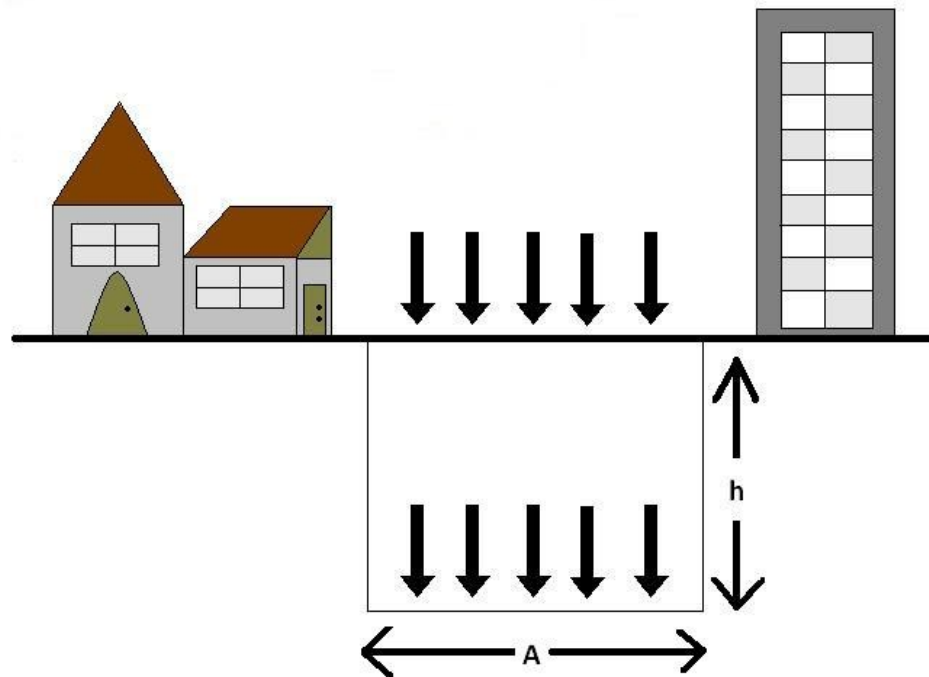


$$F_A = F_{\text{atm}} + F_{\text{cube}}$$

- Η τάση (Stress) εκφράζει τη δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας

$$\sigma = F/A$$

$$1 \text{ km: } P = F_A / 1 \text{ m}^2 \approx 26 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 26 \text{ Mpa} (0.26 \text{ kbar})$$



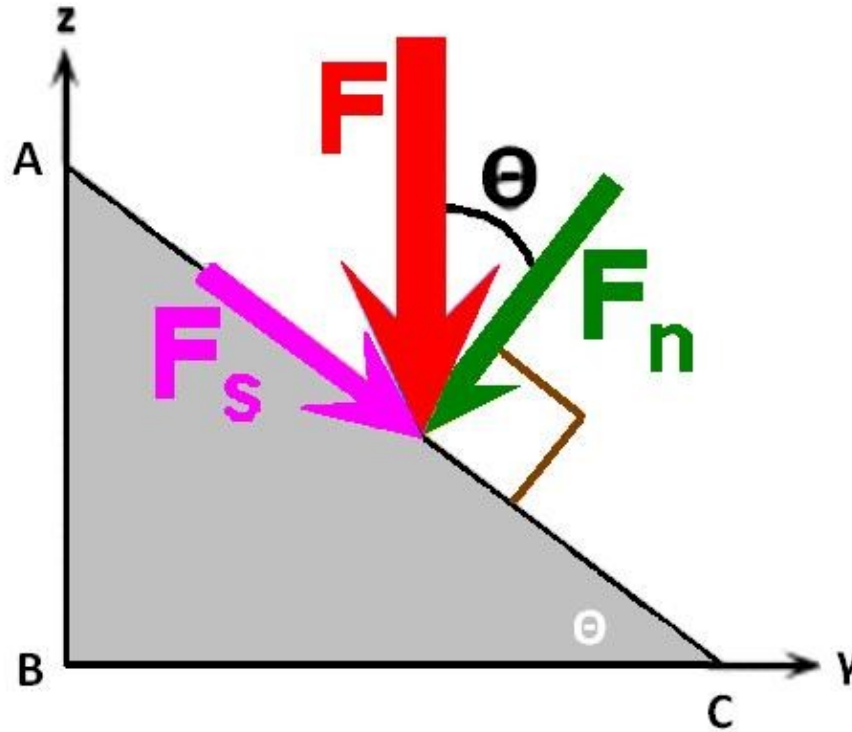
$$1 \text{ km: } F_A = 100\,000 + 26 \cdot 10^6 = 26.1 \cdot 10^6 \text{ N}$$

Δύναμη (Force)

$$\sigma = \lim dF/dA \text{ when } dA \rightarrow 0$$

- Μια δεδομένη δύναμη (F) παράγει υψηλή τάση όταν εφαρμόζεται σε μικρή επιφάνεια.
- Η ίδια δύναμη παράγει μικρότερη τάση όταν εφαρμόζεται σε μεγαλύτερη επιφάνεια.

Η Δύναμη Σε Κεκλιμένη Επιφάνεια



$$F_s = F \sin \theta$$

$$F_n = F \cos \theta$$

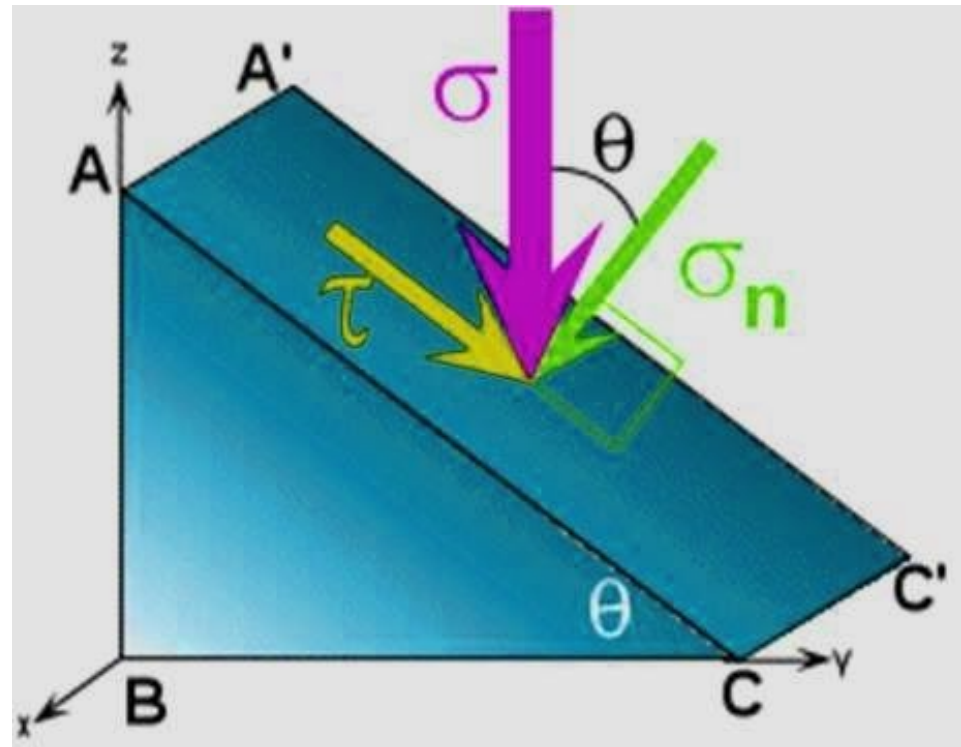
$$\tan \theta = F_s / F_n$$

Η τάση σε κεκλιμένη επιφάνεια

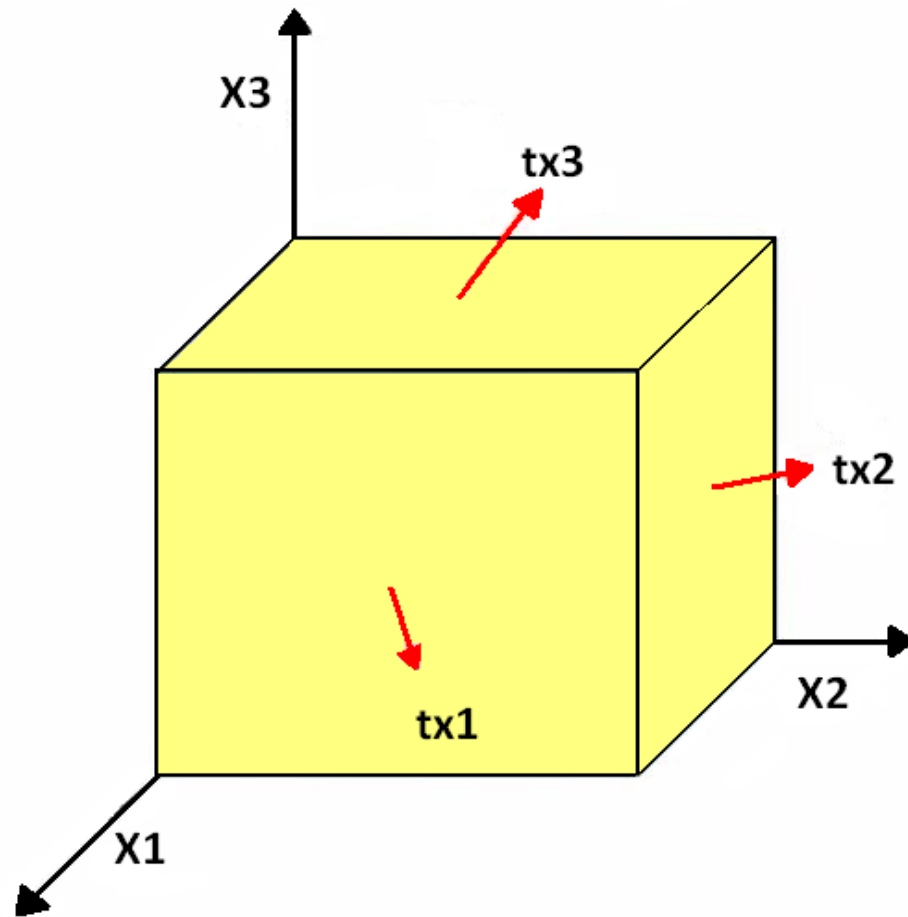
- Η τάση είναι ανυσματικό μέγεθος και όταν δρα υπό γωνία μπορεί επίσης να αναλυθεί σε δύο συνιστώσες, την ορθή τάση και τη διατμητική τάση.

$$\sigma_n = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_n}{\Delta A} = \frac{dF_n}{dA}$$

$$\tau = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_s}{\Delta A} = \frac{dF_s}{dA}$$

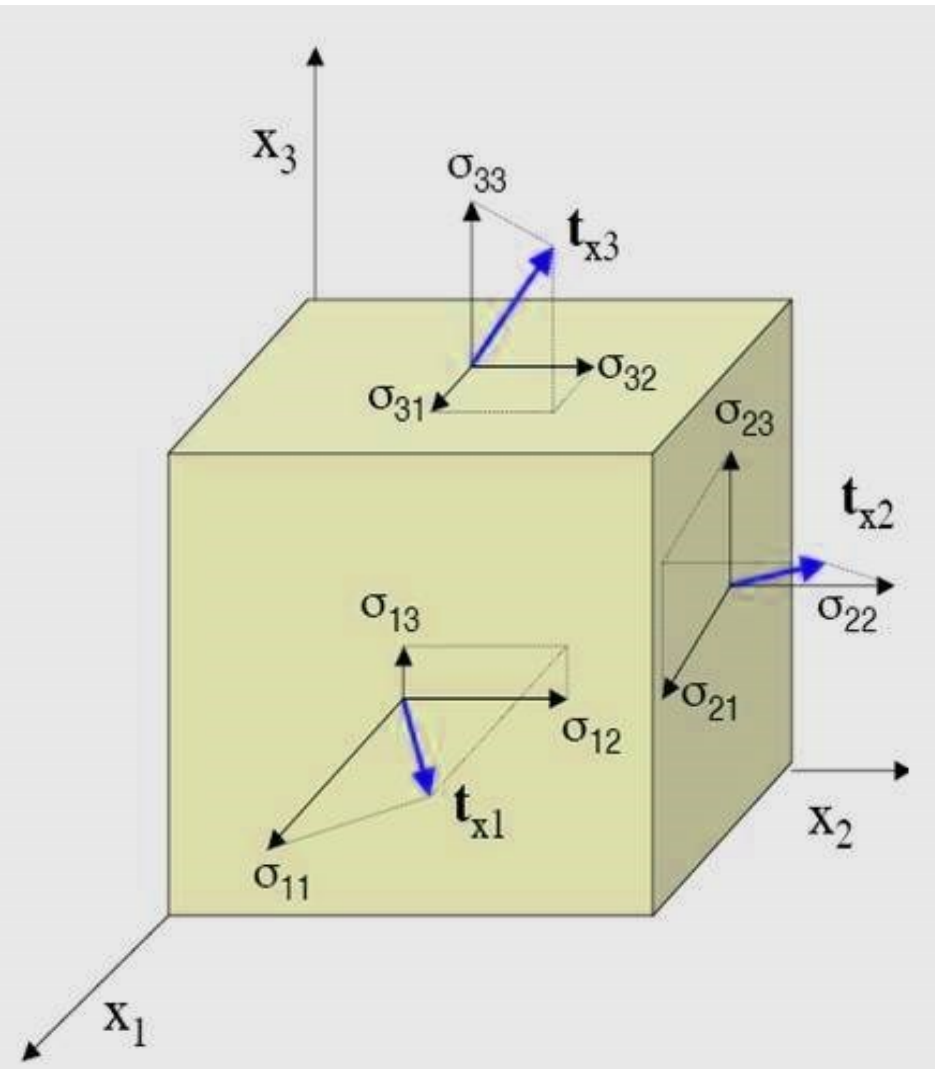


Η τάση σε τρεις διαστάσεις



- **tx_1 - tx_2 - tx_3** : τάσεις κάθετες μεταξύ τους.
- Σε γωνία με το σύστημα αναφοράς

Η τάση σε τρεις διαστάσεις



$$\sigma_{ij} = \begin{vmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} \end{vmatrix} \begin{matrix} = \mathbf{t}_{x1} \\ = \mathbf{t}_{x2} \\ = \mathbf{t}_{x3} \end{matrix}$$

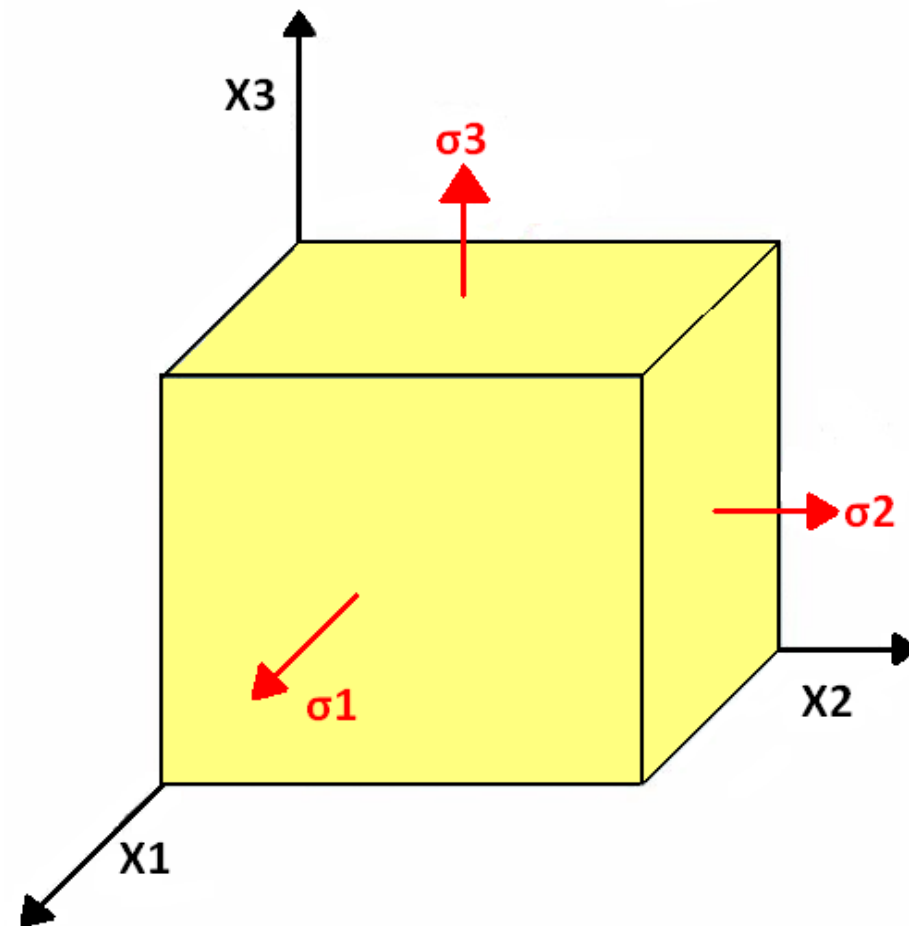
\mathbf{t}_{x1}
 \mathbf{t}_{x2}
 \mathbf{t}_{x3}

Τάσεις κάθετες μεταξύ τους

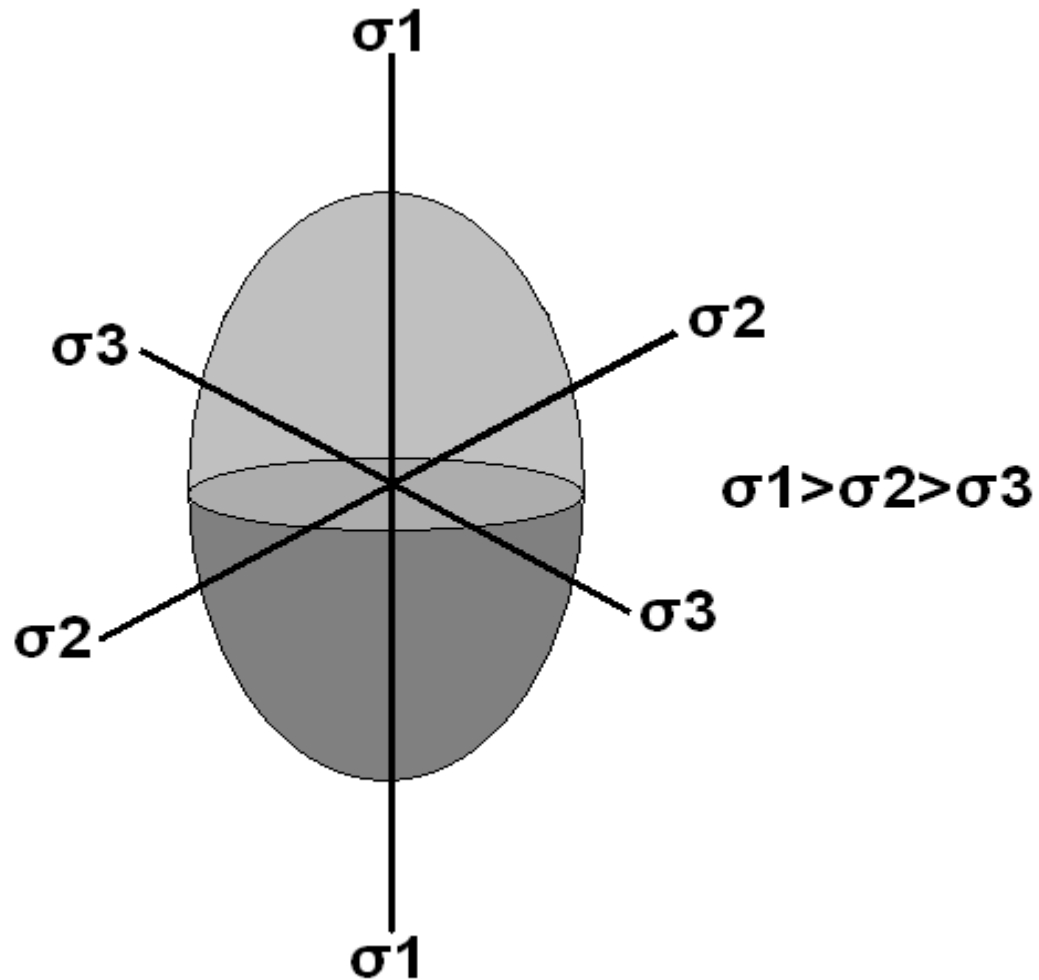
Οι κύριοι άξονες της τάσης

- Τάσεις κάθετες μεταξύ τους
- Παράλληλα με το σύστημα αναφοράς

$$\sigma_{ij} = \begin{vmatrix} \sigma_1 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_3 \end{vmatrix}$$



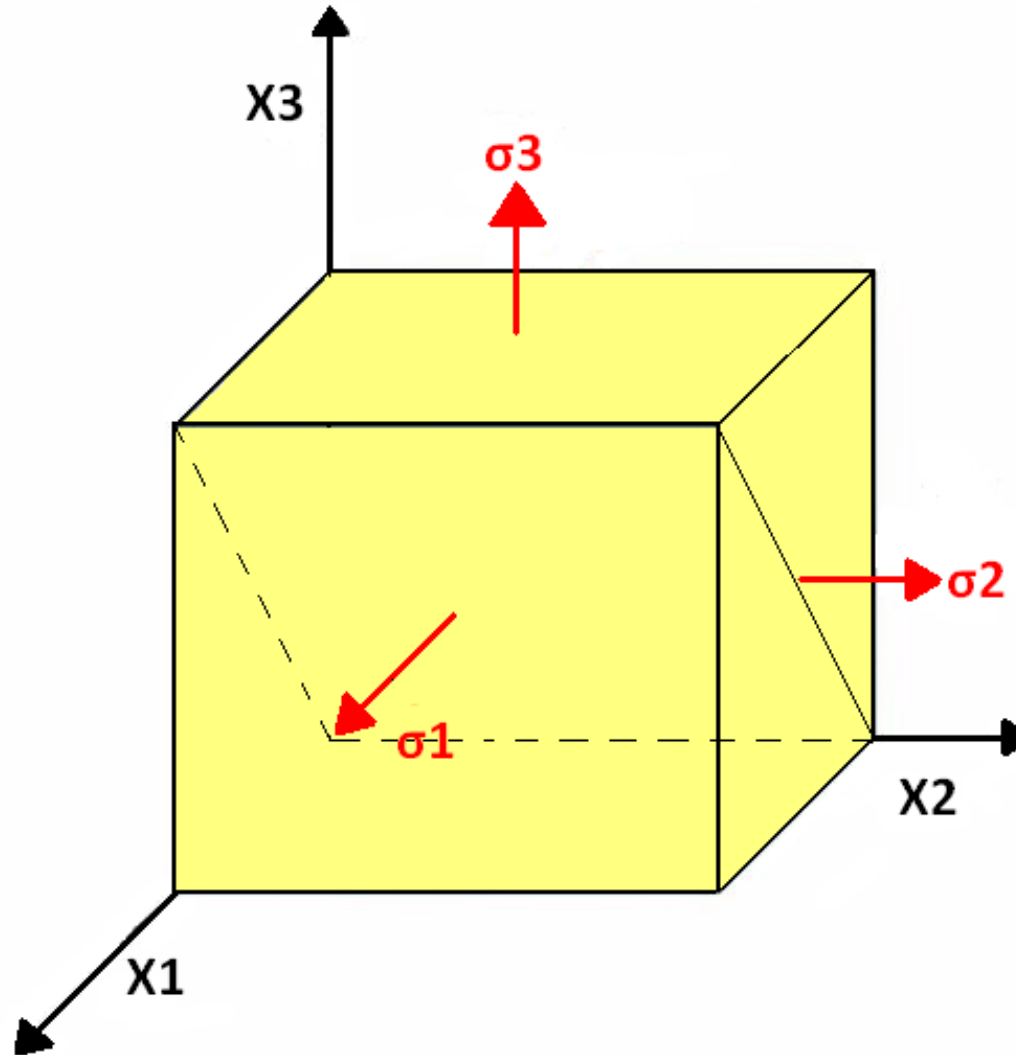
Το ελλειψοειδές της τάσης



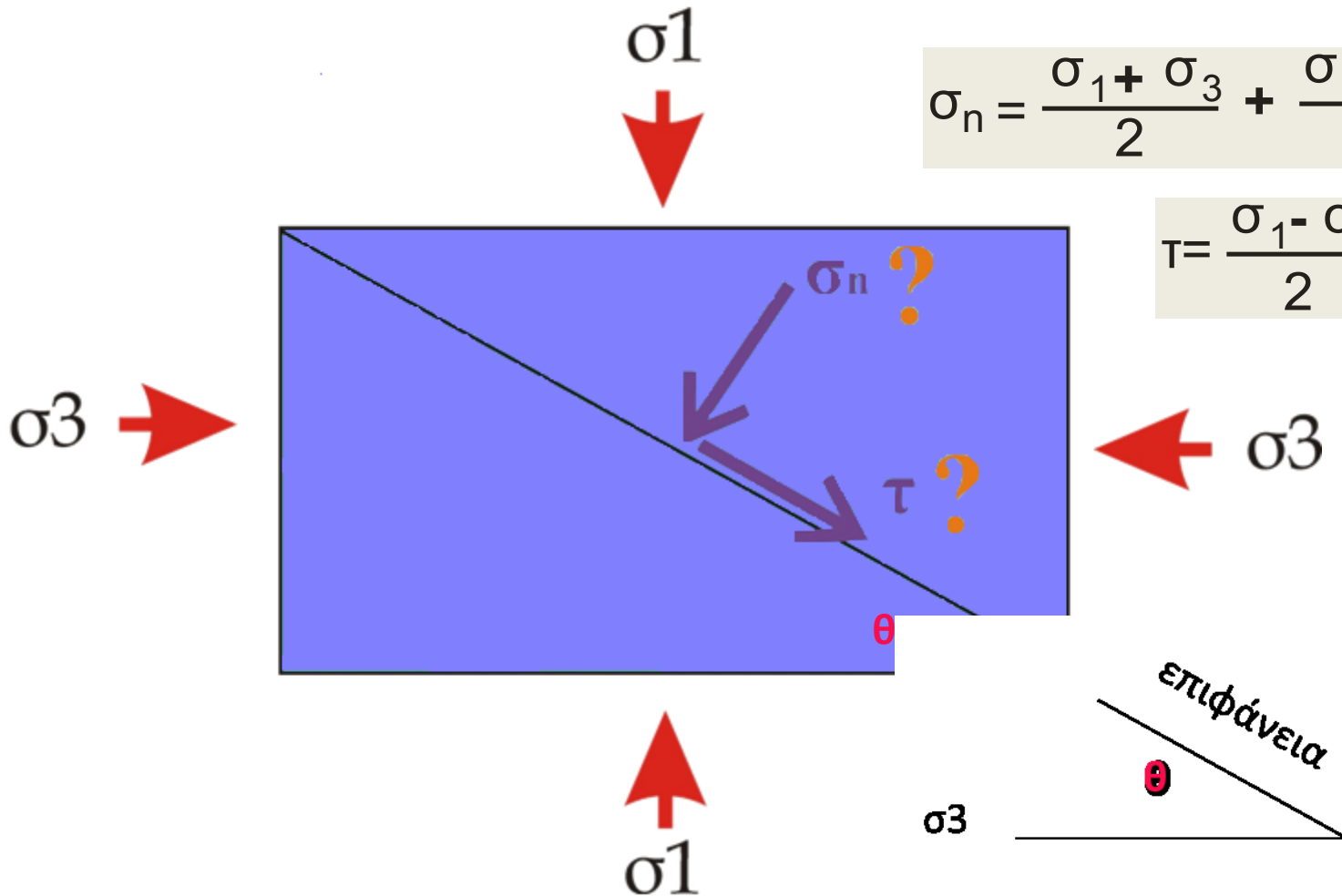
Το ελλειψοειδές της τάσης

- σ_1 – οριζόντιος – δομές συστολής
- σ_3 – οριζόντιος – δομές διαστολής

Ορθή και διατμητική τάση σε κεκλιμένη επιφάνεια



Η ορθή και διατμητική τάση σε κεκλιμένη επιφάνεια



$$\sigma_n = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cos 2\theta$$

$$\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin 2\theta$$

Άσκηση 1η

- Αν ο κύριος άξονας της τάσης $\sigma_1=100\text{MPa}$ (κατακόρυφος) και ο $\sigma_3=20\text{MPa}$ (οριζόντιος) υπολογίστε τη τιμή των σ_n και τ , επί ρήγματος που διευθύνεται παράλληλα προς των σ_2 και έχει κλίση 40°

$$\sigma_n = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cos 2\theta$$

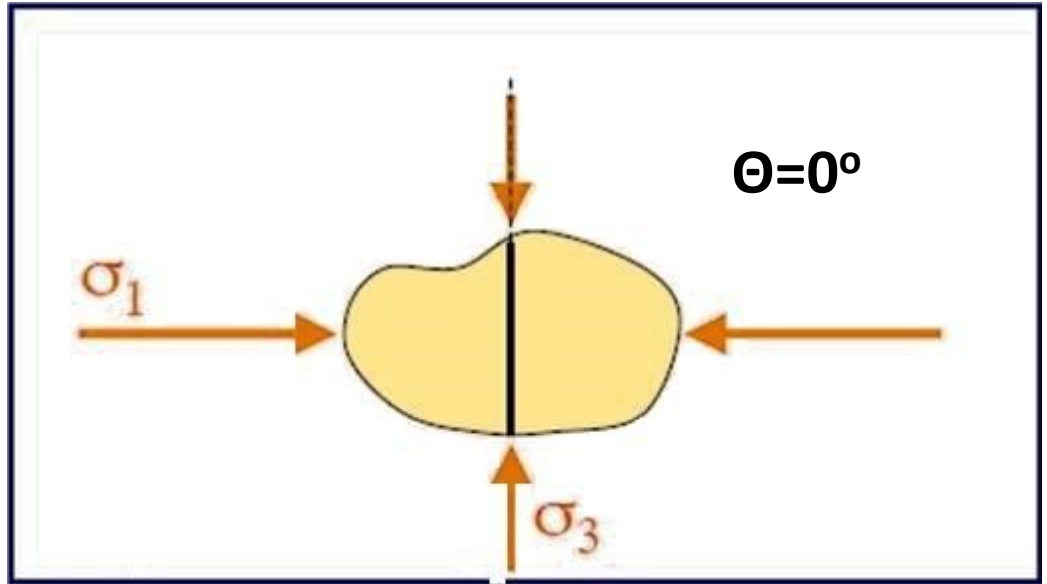
$$= 60\text{MPa} + 40\text{MPa} * 0.17$$

$$= 67\text{MPa}$$

$$\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin 2\theta$$

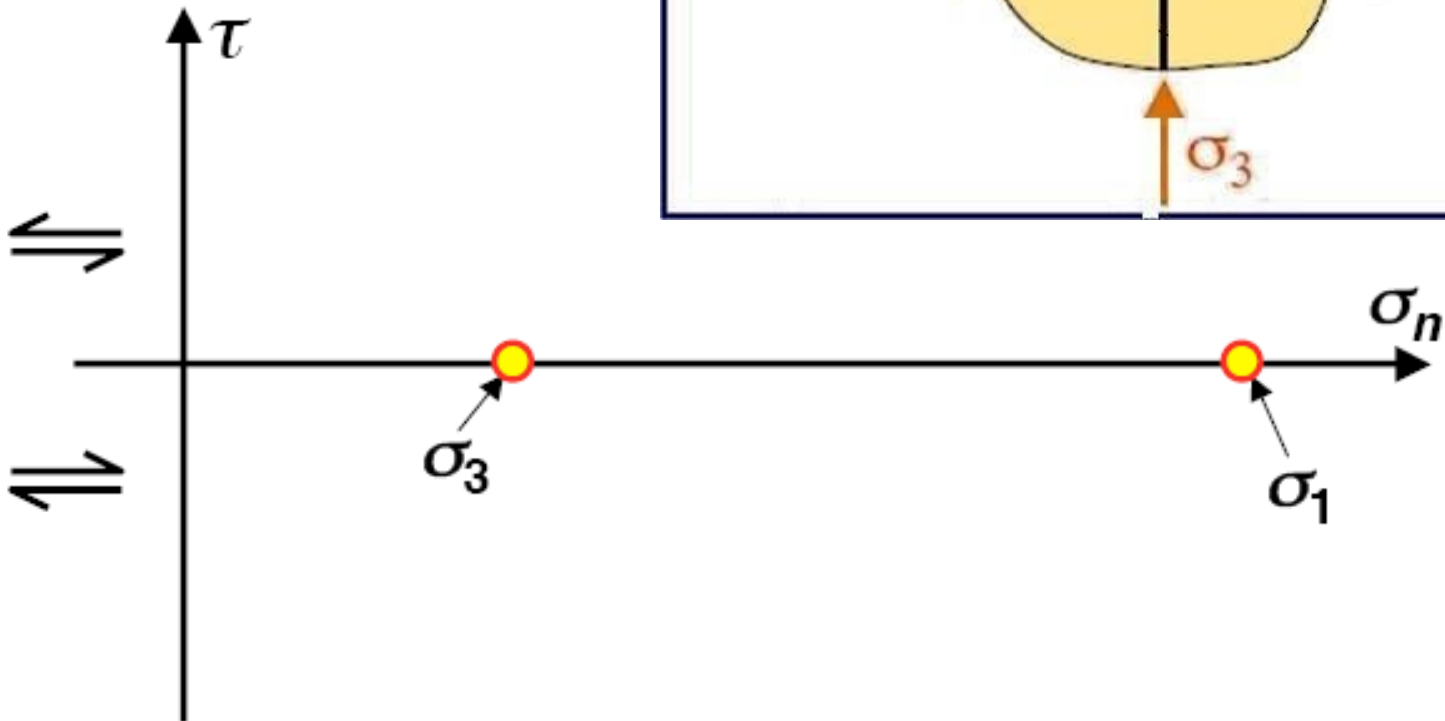
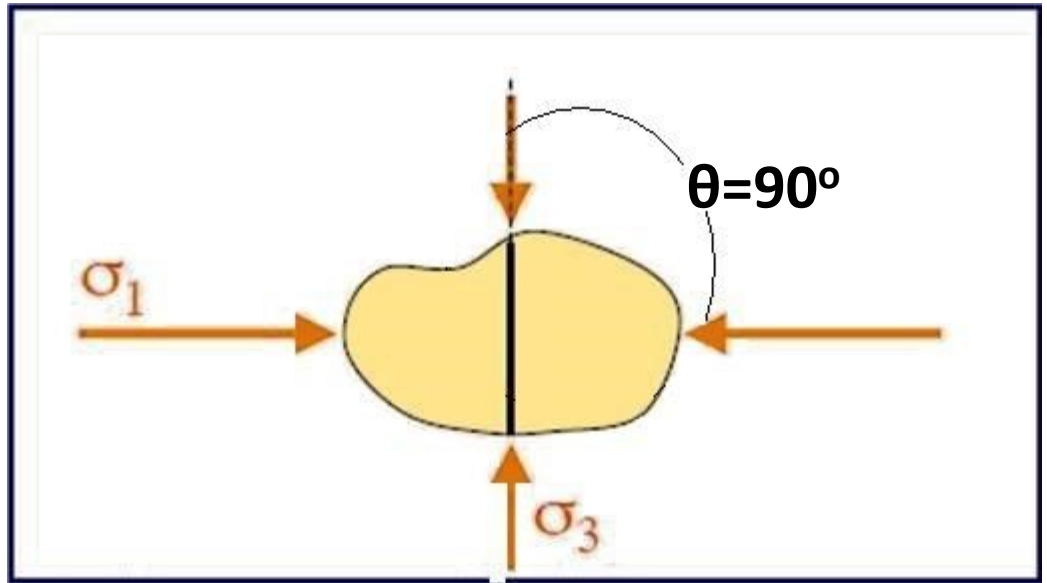
$$= 40\text{MPa} * 0.98$$

$$= 39\text{MPa}$$



$$\sigma_n = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cos 2\theta$$

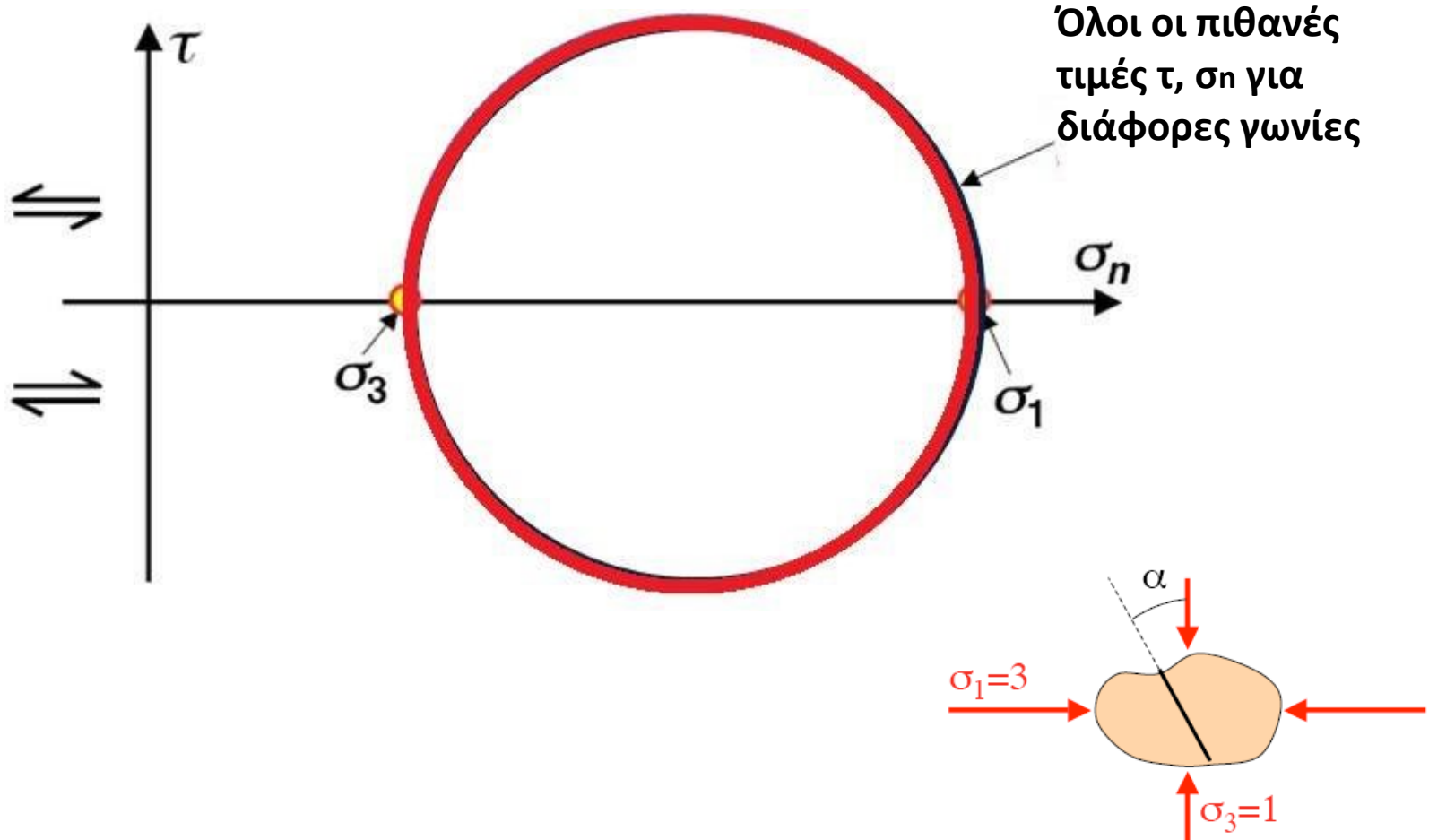
$$\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin 2\theta$$



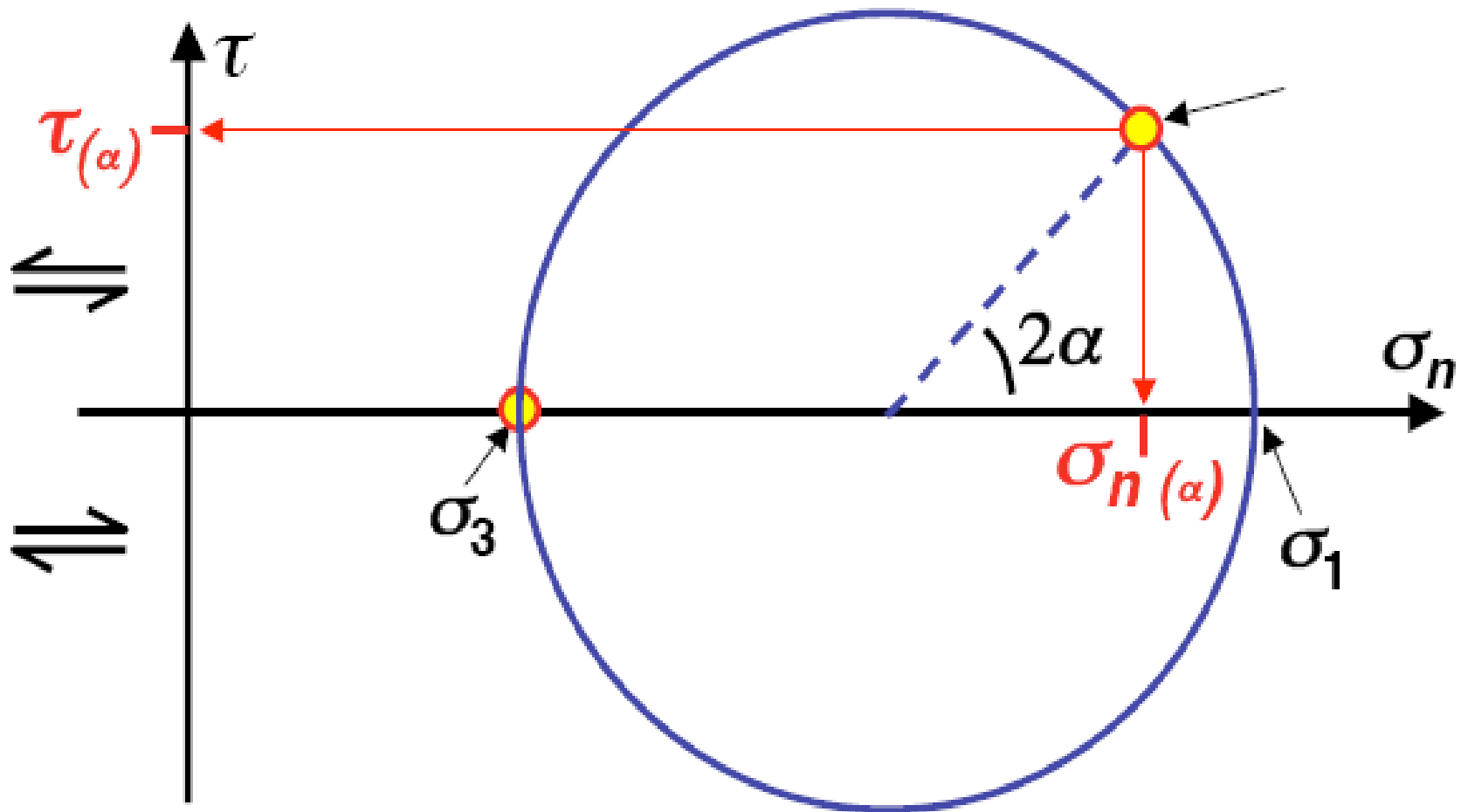
$$\sigma_n = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cos 2\theta$$

$$\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin 2\theta$$

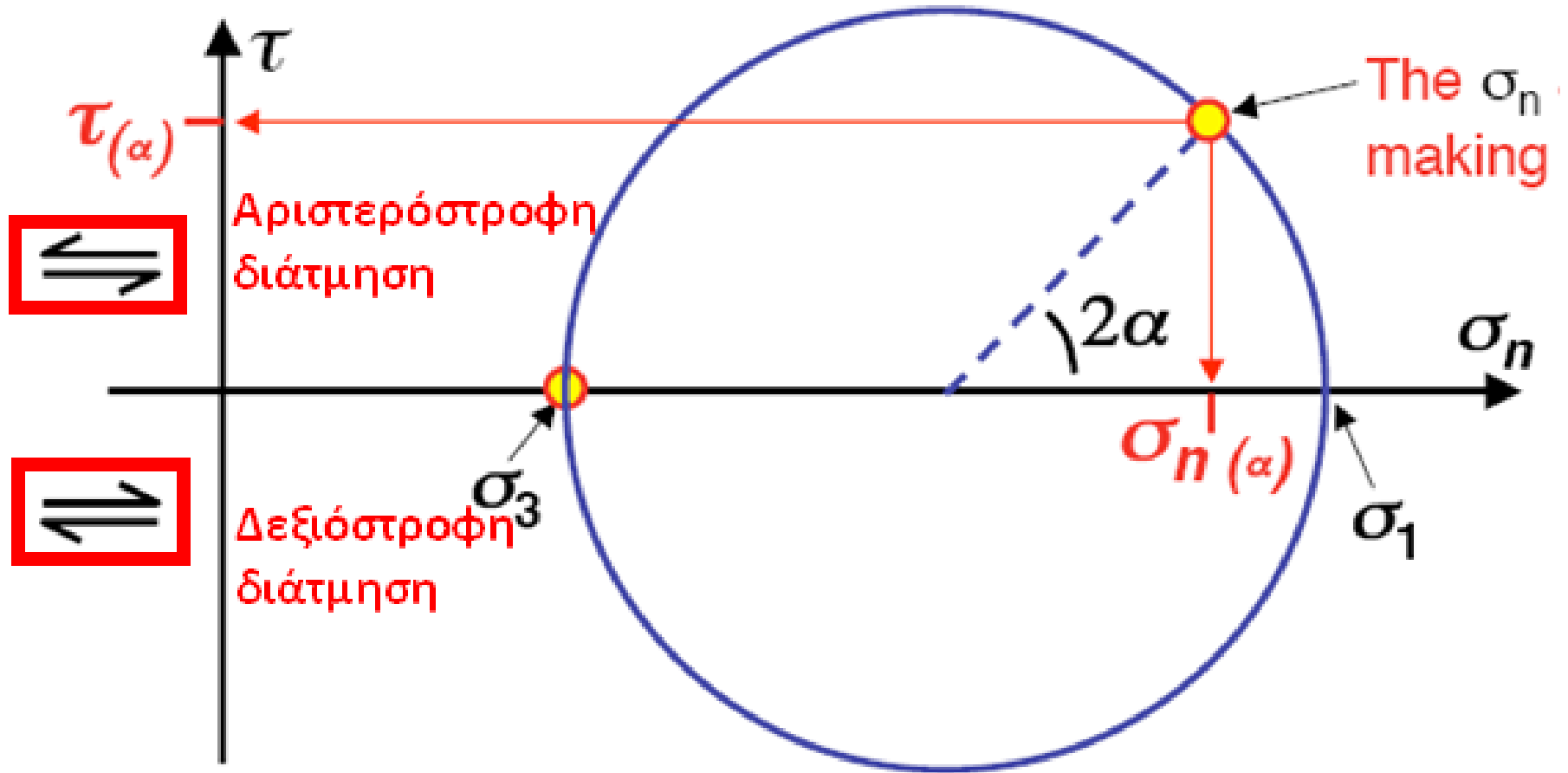
Ποιο σημείο επάνω στο κύκλο αντιπροσωπεύει το επίπεδο με προσανατολισμό θ ;



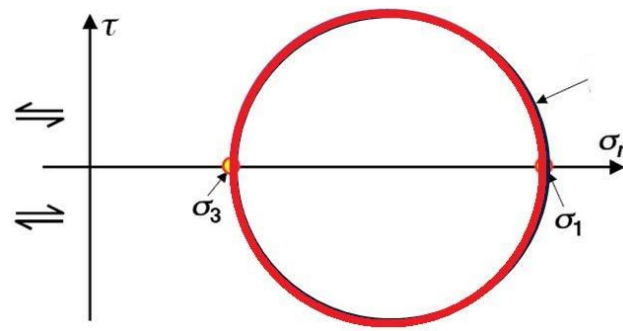
Ο Κύκλος του Mohr για την τάση!!



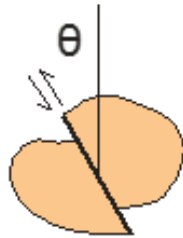
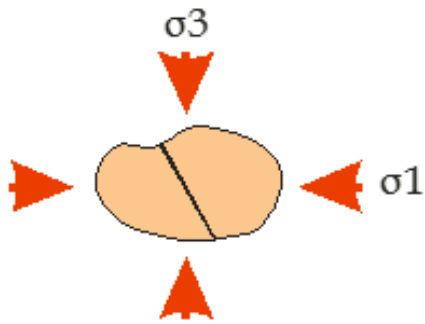
Ο Κύκλος του Mohr για την τάση!!



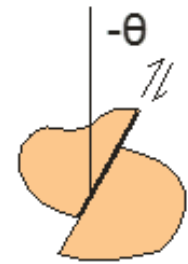
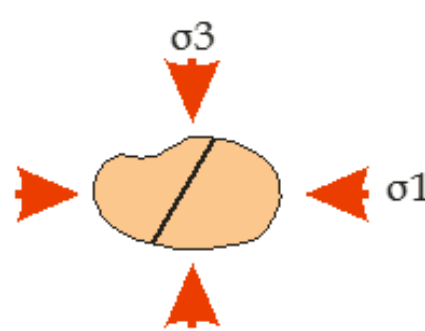
$$\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin 2\theta$$



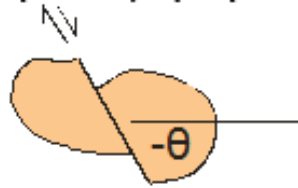
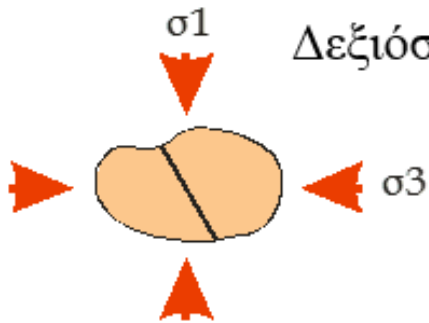
Αριστερόστροφη διάτμηση



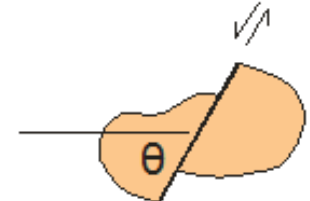
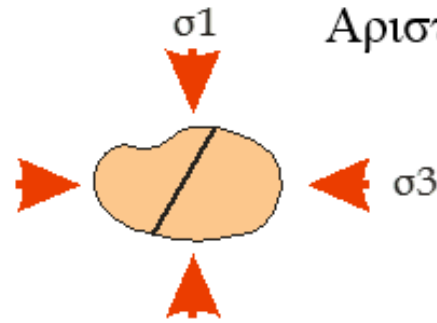
Δεξιόστροφη διάτμηση



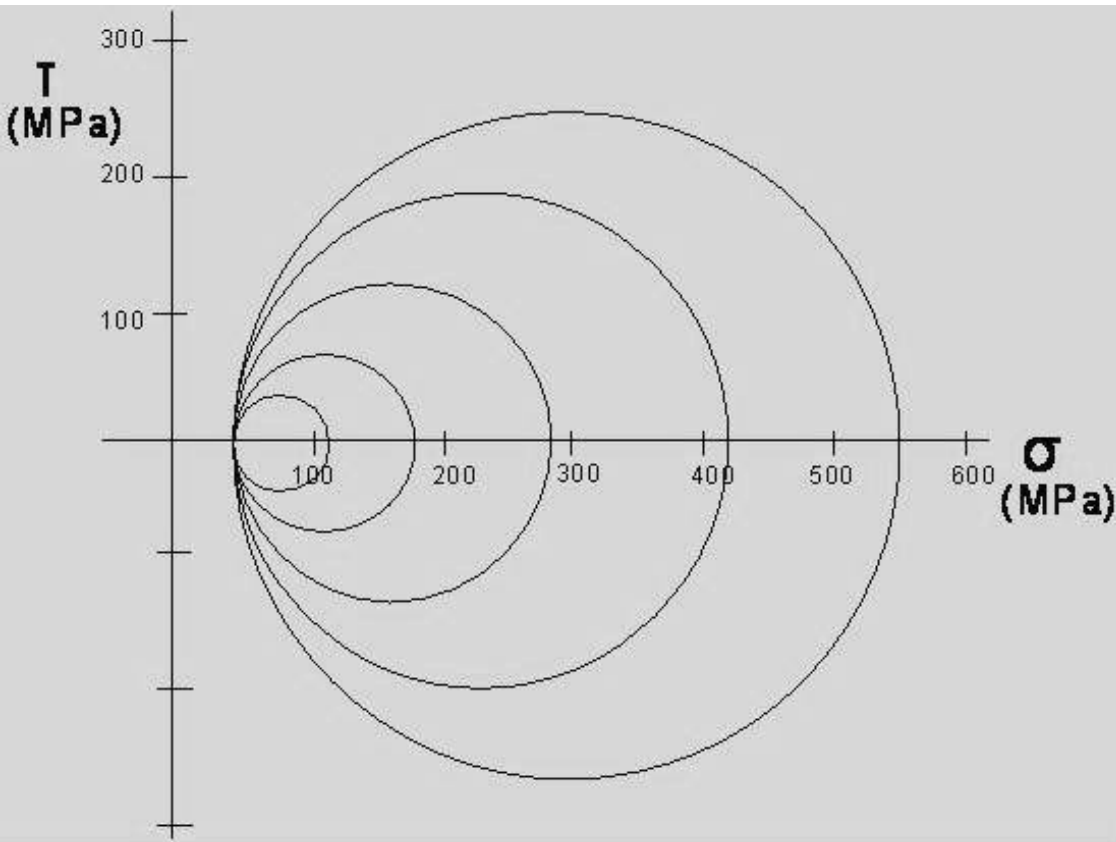
Δεξιόστροφη διάτμηση



Αριστερόστροφη διάτμηση



Εφαρμογές



- σ_1, σ_3 (MPa)

- 40,40

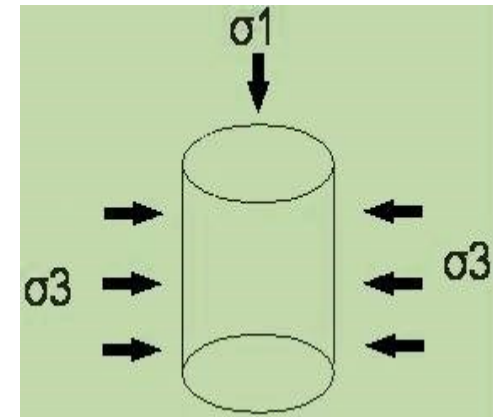
- 110,40

- 180,40

- 280,40

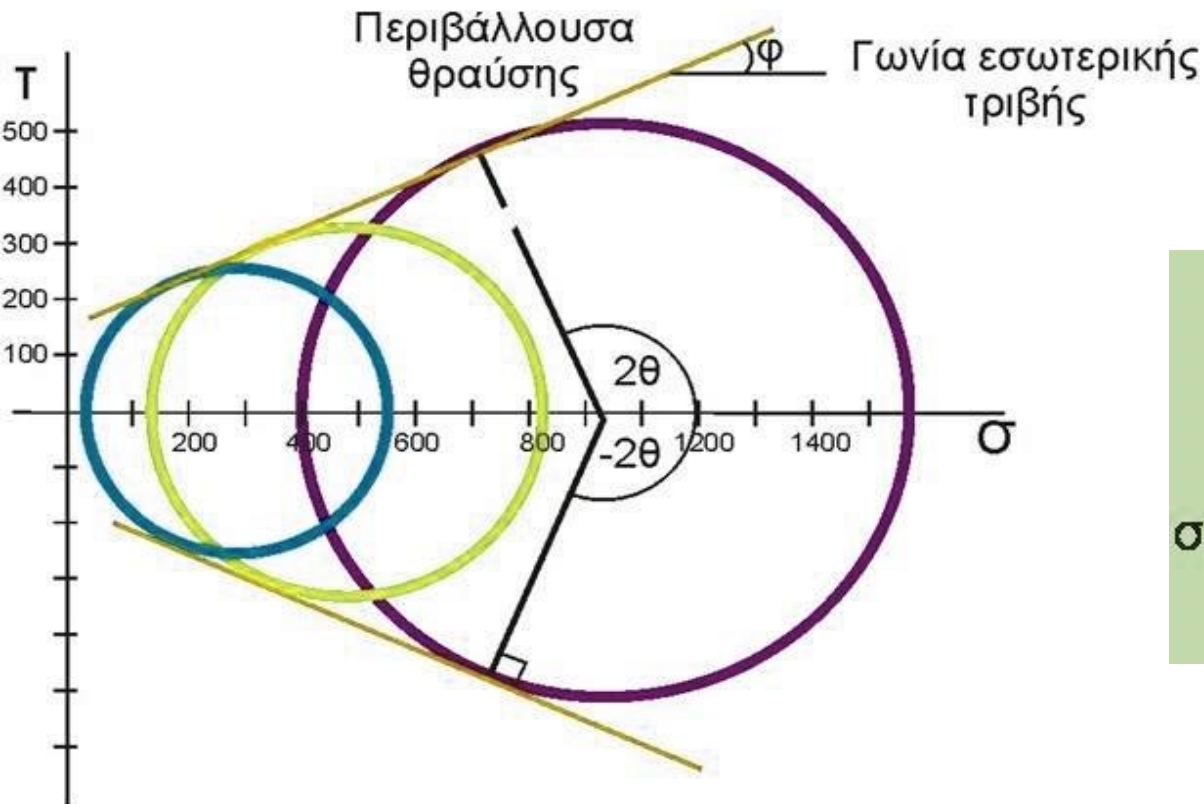
- 420,40

- **550,40 (διάρρηξη)**



Εφαρμογές

Η περιβάλλουσα θραύσης κατασκευάζεται με βάση διαδοχικά πειράματα θραύσης δοκιμίων υπό μεταβαλλόμενες συνθήκες εξωτερικών τάσεων

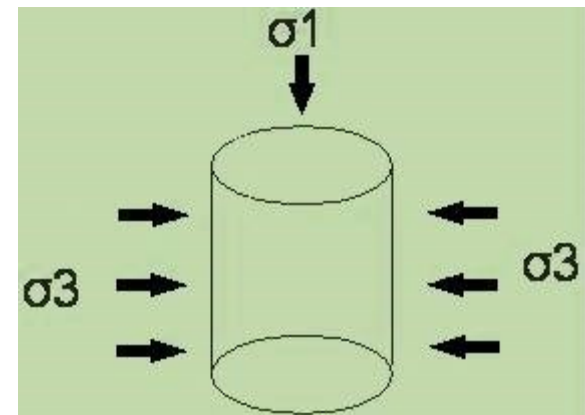


σ_1, σ_3 (MPa)

550,40 (διάρρηξη)

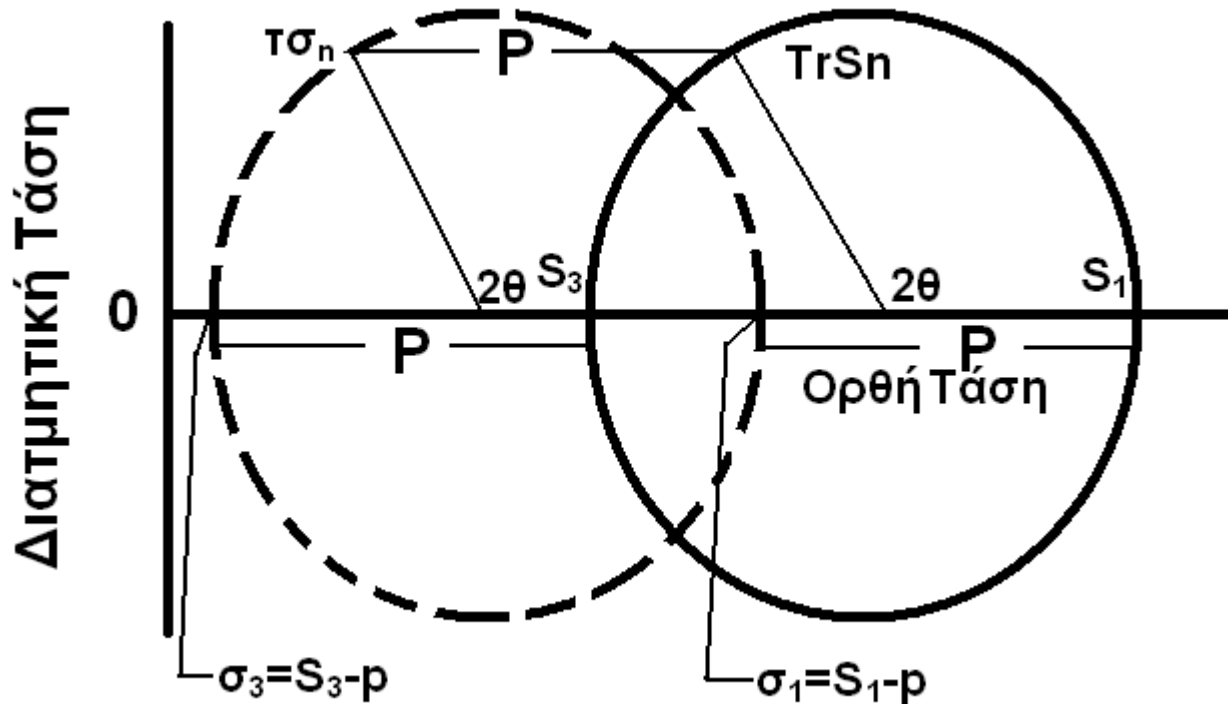
820,120 (διάρρηξη)

1570,400 (διάρρηξη)



Ο ρόλος του νερού στη θραύση των πετρωμάτων

- Τα ρευστά στο φλοιό της γης (νερό, υδροθερμικά ρευστά ή υδρογονάνθρακες) επιδρούν στην αντοχή των πετρωμάτων μειώνοντας την αντοχή των διαβρεγμένων κρυστάλλων ή πετρωμάτων σε σχέση με την αντοχή δοκιμίων στα οποία δεν υπάρχει νερό.
- Η αλληλεπίδρασης ρευστού-πετρώματος μειώνει την αντοχή επειδή τα ρευστά λιπαίνουν τις ασυνέχειες, προκαλούν χημικές αλλοιώσεις κλπ.



Η ύπαρξη ρευστής φάσης έχει σαν αποτέλεσμα ο κύκλος Mohr από τη νέα διαφορά πιέσεων να “σύρεται” προς την αρχή των αξόνων.
 Η πρακτική σημασία της ολίσθησης του κύκλου Mohr είναι ότι το πέτρωμα θραύεται πιο εύκολα λόγω της ύπαρξης μάζα του υπάρχει ρευστή φάση

Τέλος Ενότητας

Σημείωμα Αναφοράς

- Copyright, Πανεπιστήμιο Πατρών, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Γεωλογίας. Ιωάννης Κ. Κουκουβέλας «Τεκτονική Γεωλογία». Έκδοση: 1.0. Πάτρα, 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://eclass.upatras.gr/courses/GEO315/>
- Όλα τα σχήματα και οι πίνακες έχουν δημιουργηθεί από τους διδάσκοντες του μαθήματος και την Τμηματική Ομάδα Εργασίας και παρέχονται με την άδεια CC BY-NC-ND 4.0



Αναφορά

Τεκτονική Γεωλογία, Ιωάννης Κ. Κουκουβέλας.
Εκδόσεις Leader Books, Αθήνα 1998. ISBN 960-
7901-01-0

Σημείωμα Αδειοδότησης

- Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως Μη Εμπορική ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει) μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων