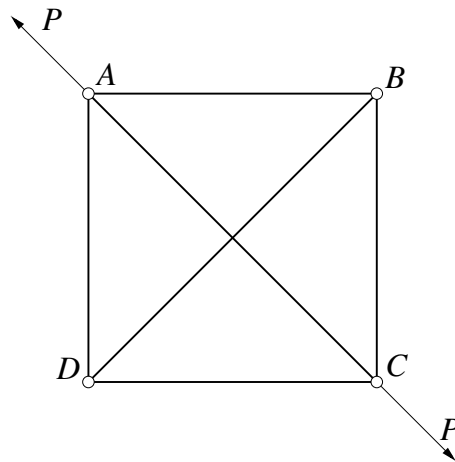


**2<sup>ο</sup> εξάμηνο Σχολής Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών ΕΜΠ**  
**Εξέταση επαναληπτικής περιόδου στη «Μηχανική Παραμορφώσιμου Στερεού Ι & Εργαστήριο»**

**Διδάσκων: Επίκουρος Καθηγητής Δ. Ευταξιόπουλος**  
**22 - 9 - 2021**

**Θέμα 1 (4)**

Το υπερστατικό δικτύωμα  $ABCD$  έχει σχήμα τετραγώνου και όλες οι ράβδοι του αποτελούνται από το ίδιο γραμμικά ελαστικό υλικό. Η διαγώνια ράβδος  $BD$  έχει μικρό εμβαδόν εγκάρσιας διατομής  $A_{BD}$  ενώ όλες οι υπόλοιπες ράβδοι έχουν εμβαδόν εγκάρσιας διατομής  $A$ , με  $A_{BD} \ll A$ . Το δικτύωμα φορτίζεται με δύο δυνάμεις  $P$  ίσου μέτρου και αντίθετης φοράς, που εφαρμόζονται στους κόμβους  $A$  και  $C$ , κατά μήκος της διαγωνίου  $AC$ . Να υπολογιστούν οι εσωτερικές δυνάμεις όλων των ράβδων του δικτυώματος, αγνοώντας τους όρους που περιέχουν τον παράγοντα  $A^{-1}$ .



**Θέμα 2 (3)**

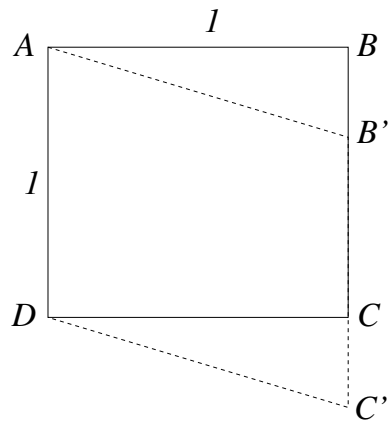
Θεωρούμε χαλύβδινη άτρακτο μεγάλου μήκους με κυκλική διατομή μεγάλης ακτίνας. Η άτρακτος υποβάλλεται σε καθαρή στρέψη. Ο δομικός χάλυβας έχει τάση διαρροής  $\sigma_Y = 250\text{MPa}$ , μέτρο ελαστικότητας  $E = 200\text{GPa}$  και μέτρο διάτμησης  $G = 80\text{GPa}$ .

1. Να υπολογίσετε την ορθή παραμόρφωση διαρροής  $\epsilon_Y$  του χάλυβα.
2. Να υπολογίσετε τη διατμητική τάση διαρροής  $\tau_Y$  του χάλυβα, σύμφωνα με το κριτήριο Tresca.
3. Να υπολογίσετε τη διατμητική παραμόρφωση διαρροής  $\gamma_Y$  του χάλυβα.
4. Έστω ότι η άτρακτος καταπονείται με την παραμόρφωση διαρροής  $\gamma_Y$  στην εξωτερική παράπλευρη επιφάνειά της. Θεωρούμε τετράγωνο στοιχείο  $ABCD$ , με πλευρά μοναδιαίου μήκους, επαπτόμενο στην εξωτερική παράπλευρη επιφάνεια της ατράκτου. Το τετράγωνο στοιχείο  $ABCD$  παραμορφώνεται στο πλάγιο παραλληλόγραμμο  $AB'C'D$  λόγω της στρέψης. Η πλευρά  $AB$  του τετραγώνου, παράλληλη προς τη διαμήκη διεύθυνση της ατράκτου, επιμηκύνεται και μετατοπίζεται στην πλευρά  $AB'$  του πλαιίου παραλληλογράμμου  $AB'C'D$ . Να υπολογίσετε την ορθή διαμήκη παραμόρφωση  $\epsilon$  στην άτρακτο και να δείξετε ότι αυτή είναι πολύ μικρότερη από την διαμήκη ορθή παραμόρφωση διαρροής  $\epsilon_Y$ , έτσι ώστε να δικαιολογείται η κατάσταση καθαρής διάτμησης που υποθέτουμε στη στρέψη (για μικρές γωνίες στρέψης).

Υπόδειξη: Για μικρές τιμές του  $\gamma$

$$\tan \gamma \simeq \gamma \quad (1)$$

$$\sqrt{1 + \gamma^2} \simeq 1 + \frac{\gamma^2}{2}. \quad (2)$$



**Θέμα 3 (3)**

Να αποδείξετε ότι σε οποιοδήποτε σημείο  $A$  της παράπλευρης κυλινδρικής επιφάνειας, μιας δοκού κυκλικής διατομής που υποβάλλεται σε μη καθαρή κάμψη, η διατμητική τάση  $\tau$  λόγω κάμψης που ασκείται στη διατομή, είναι εφαπτόμενη στην περιφέρεια της διατομής.

