



ΤΕΛΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΤΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ-II

(Δευτέρα 7 Σεπτεμβρίου 2009, ώρα 08:30)

Διδάσκοντες: **Κουρκουλής Σταύρος, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ**
Μπούρκας Γεώργιος, Λέκτορας ΕΜΠ

Οδηγίες προς τους εξεταζομένους:

- Το φύλλο εξετάσεων περιέχει **3 (τρία)** ζητήματα. Τα ζητήματα και οι ερωτήσεις κάθε ζητήματος δεν είναι ισοδύναμα ως προς τη βαθμολογία. Η συνολική βαθμολογία κάθε ζητήματος αναγράφεται στην αντίστοιχη εκφώνηση.
- Απαντήστε σε **όλα** τα ζητήματα.
- Η διάρκεια της εξέτασης είναι **δύο ώρες και τριάντα λεπτά**.
- Να απαντάτε **αποκλειστικά και μόνον σε ό,τι ζητείται**, δικαιολογώντας επαρκώς τις απαντήσεις σας. Αδικοιολόγητες απαντήσεις δεν λαμβάνονται υπόψη και δημιουργούν αρνητική εικόνα κατά τη βαθμολόγηση του γραπτού.
- Η τελική βαθμολογία είναι **συνάρτηση της συνολικής εικόνας του γραπτού**.

ΖΗΤΗΜΑ 1^ο (35 μονάδες)

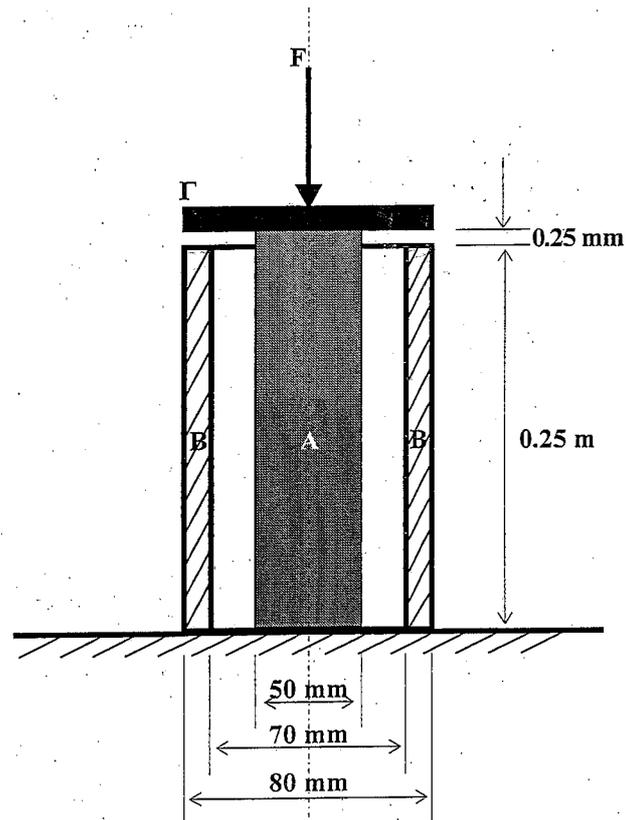
Ο συμπαγής κύλινδρος Α του Σχ.1 είναι κατασκευασμένος από αλουμίνιο, το οποίο θεωρείται όλκιμο, γραμμικώς ελαστικό - γραμμικώς κρατυνόμενο υλικό με μέτρο ελαστικότητας $E_{αλ}=73 \text{ GPa}$, τάση διαρροής $\sigma_{y,αλ}=120 \text{ MPa}$ και κλίση του διαγράμματος σ - ϵ στην πλαστική περιοχή $H_{αλ}=40 \text{ GPa}$. Ο συμπαγής κύλινδρος τοποθετείται στο εσωτερικό κοίλου κυλίνδρου Β κατασκευασμένου από χάλυβα, ο οποίος θεωρείται όλκιμο, γραμμικώς ελαστικό - απολύτως πλαστικό υλικό μέτρου ελαστικότητας $E_{\chi}=200 \text{ GPa}$ και τάσης διαρροής $\sigma_{y,\chi}=250 \text{ MPa}$.

Από κατασκευαστικό σφάλμα ο κοίλος κύλινδρος είναι κατά 0.25 mm βραχύτερος του συμπαγούς (Σχ.1).

Στην κατασκευή ασκείται κατακόρυφο θλιπτικό αξονικό φορτίο F μέσω της απολύτως στερεής πλάκας Γ .

- Να ευρεθεί η μέγιστη τιμή F_{\max} της δύναμης F που επιτρέπεται να ασκηθεί στην κατασκευή χωρίς να αστοχήσει κάποιος από τους κυλίνδρους.
- Στη συνέχεια το φορτίο αυξάνεται σε $F'=1.20F_{\max}$. Να ευρεθεί το μήκος της κατασκευής υπό την επίδραση του φορτίου αυτού.
- Τέλος η κατασκευή αποφορτίζεται πλήρως. Ποια είναι τα μήκη των κυλίνδρων μετά την αποφόρτιση;

Να αγνοηθούν τα ίδια βάρη και φαινόμενα λυγισμού.



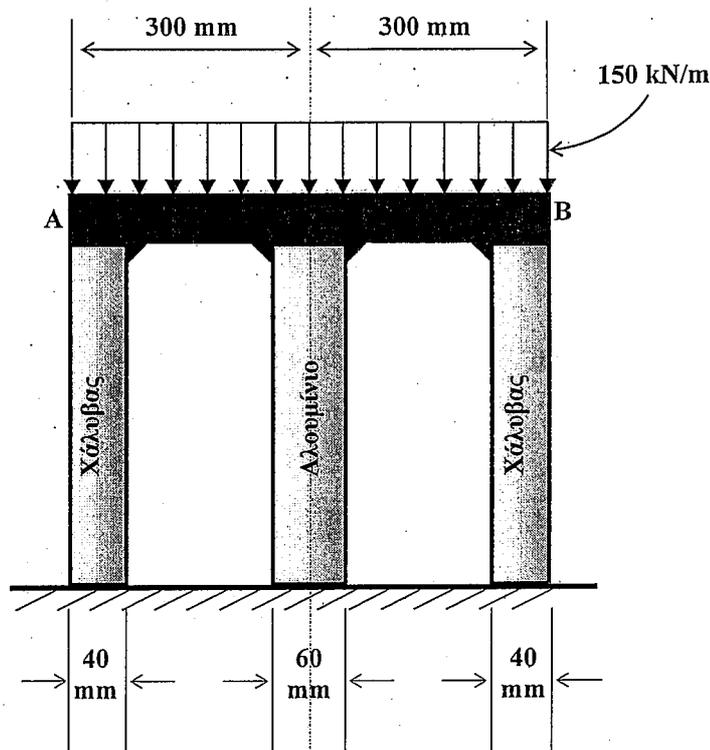
Σχήμα 1

ΖΗΤΗΜΑ 2° (30 μονάδες)

Η απολύτως άκαμπτη και αβαρής δοκός AB στηρίζεται σε οριζόντια θέση με τη βοήθεια τριών κατακόρυφων κυλινδρικών ράβδων, επί των οποίων είναι σταθερά συγκολλημένη (Σχ.2). Οι δύο ακραίες ράβδοι είναι από χάλυβα μέτρου ελαστικότητας $E_{\chi}=200 \text{ GPa}$ και συντελεστή θερμικής διαστολής $\alpha_{\chi}=12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. Η κεντρική ράβδος είναι από αλουμίνιο μέτρου ελαστικότητας $E_{\alpha\lambda}=73 \text{ GPa}$ και συντελεστή θερμικής διαστολής $\alpha_{\alpha\lambda}=23 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. Σε θερμοκρασία 20°C το αρχικό μήκος των ράβδων είναι 250 mm .

- Στη δοκό ασκείται κατακόρυφο ομοιόμορφο φορτίο 150 kN/m . Ταυτόχρονα η θερμοκρασία όλων των ράβδων αυξάνει κατά 60°C . Πόση δύναμη ασκείται σε κάθε ράβδο;
- Πόσο πρέπει να ψυχθεί στη συνέχεια η ράβδος αλουμινίου ώστε η πλάκα να επανέλθει στην αρχική της θέση; (το φορτίο και η θερμοκρασία των ράβδων χάλυβα δεν μεταβάλλονται)

Να αγνοηθούν τα ίδια βάρη και τα υλικά όλων των ράβδων να θεωρηθούν γραμμικά ελαστικά.



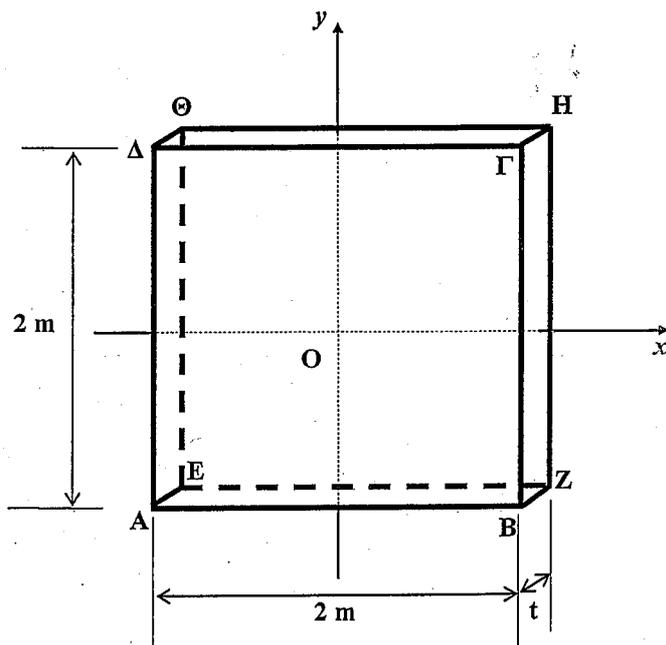
Σχήμα 2

ΖΗΤΗΜΑ 3° (35 μονάδες)

Λεπτή τετραγωνική πλάκα (Σχ.3), από όγκιμο ομογενές και ισότροπο υλικό με μέτρο ελαστικότητας $E=200 \text{ GPa}$, λόγο Poisson $\nu=0.3$ και τάση διαρροής $\sigma_y=200 \text{ MPa}$, ευρίσκεται υπό επίπεδη εντατική κατάσταση. Το πεδίο των μετατοπίσεων περιγράφεται από τις εξισώσεις:

$$u = (x^3 + xy^2) \cdot 10^{-4} \text{ m}, \quad v = (y^3 + x^2y) \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

- Να ευρεθεί η μεταβολή μήκους της διαγωνίου ΑΓ.
- Να ευρεθεί ο τανυστής των κυρίων τάσεων στο σημείο Γ.
- Να ελεγχθεί η ασφάλεια της πλάκας στο σημείο Γ και να ευρεθεί ο συντελεστής ασφαλείας.
- Να ευρεθεί συναρτήσει του πάχους t η συνισταμένη ορθή και η συνισταμένη διατμητική δύναμη που δρουν στην έδρα ΓΔΘΗ.



Σχήμα 3