

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ**

**ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ**

**ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2018**

**ΛΥΣΕΙΣ**

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (I) ΘΕΩΡΗΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ**

**Μάθημα: Εφαρμοσμένη Μηχανική Επιστήμη**

**Ημερομηνία και ώρα εξέτασης: Δευτέρα, 04 Ιουνίου 2018**

**08:00 – 10:30**

**Το εξεταστικό δοκίμιο αποτελείται από τρία μέρη (Α, Β, Γ) σε δεκατρείς (13) σελίδες.**

**ΟΔΗΓΙΕΣ: Να απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις**

Όλες οι ερωτήσεις να απαντηθούν στο εξεταστικό δοκίμιο. Σε περίπτωση που θα χρειαστεί περισσότερος χώρος για τις απαντήσεις, να χρησιμοποιηθούν οι σελίδες 12 και 13.

Επιτρέπεται η χρήση μη προγραμματιζόμενης υπολογιστικής μηχανής.

Δίνεται τυπολόγιο σε ξεχωριστό φύλλο

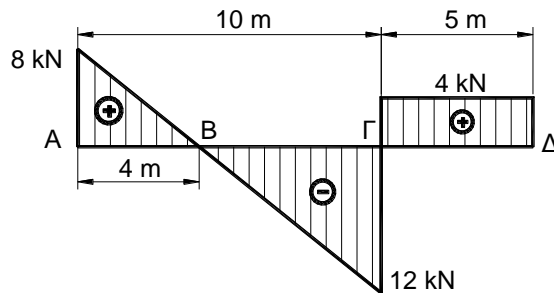
**ΜΕΡΟΣ Α: - Δώδεκα (12) ερωτήσεις.**

**Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με τέσσερις (4) μονάδες.**

Για τις ερωτήσεις 1 - 6 να βάλετε σε κύκλο την ορθή απάντηση.

1. Στο σχήμα 1 δίνεται το διάγραμμα των τεμνουσών δυνάμεων δοκού μήκους 15 m. Η μέγιστη ροπή κάμψης  $M_{bmax}$  είναι:

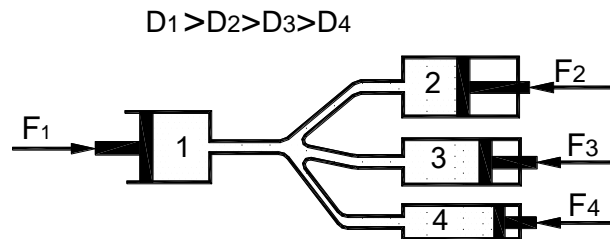
- (α)  $M_{bmax} = 24 \text{ kNm}$
- (β)  $M_{bmax} = 20 \text{ kNm}$**
- (γ)  $M_{bmax} = 36 \text{ kNm}$
- (δ)  $M_{bmax} = 80 \text{ kNm}$



Σχήμα 1

2. Τα έμβολα υδραυλικού συστήματος έχουν σταθεροποιηθεί όπως φαίνεται στο σχήμα 2. Η ορθή σχέση μεταξύ των πιέσεων που ασκούνται στα έμβολα 1, 2, 3 και 4 είναι:

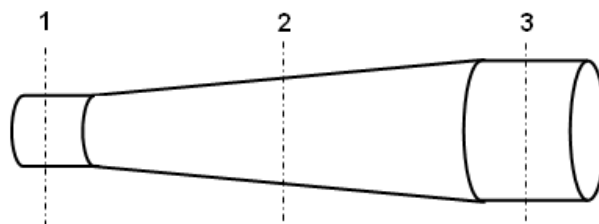
- (α)  $P_1 > P_2 > P_3 > P_4$
- (β)  $P_4 > P_3 > P_2 > P_1$
- (γ)  $P_1 = P_2 > P_3 = P_4$
- (δ)  $P_1 = P_2 = P_3 = P_4$**



Σχήμα 2

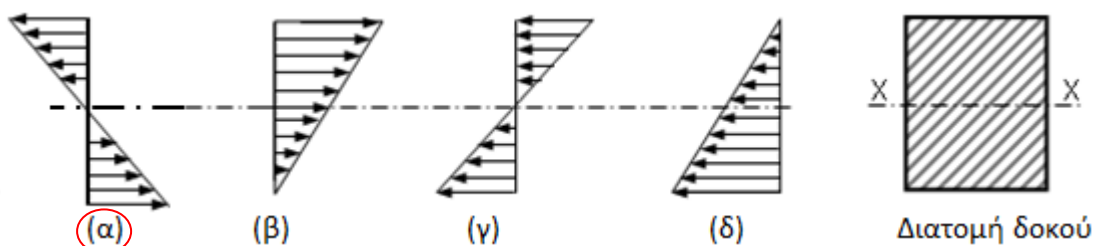
3. Στο σχήμα 3 φαίνεται ένας αγωγός μέσα από τον οποίο ρέει νερό. Η σωστή σχέση μεταξύ της ταχύτητας  $v_1$ ,  $v_2$  και  $v_3$  στις διατομές 1, 2 και 3 του αγωγού αντίστοιχα, είναι:

- (α)  $v_1 > v_2 > v_3$**
- (β)  $v_1 < v_2 < v_3$
- (γ)  $v_1 = v_2 = v_3$
- (δ)  $v_2 > v_1 > v_3$



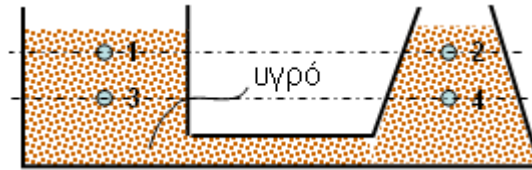
Σχήμα 3

4. Όταν μία δοκός καταπονείται σε κάμψη, στην διατομή της δοκού αναπτύσσονται καμπτικές τάσεις. Η σωστή κατανομή των τάσεων αυτών σε δοκό με ορθογωνική διατομή, φαίνεται στο σχήμα:



5. Στο δοχείο που φαίνεται στο σχήμα 4, το υγρό πυκνότητας  $\rho$  ισορροπεί. Η ορθή σχέση μεταξύ των πιέσεων  $P_1, P_2, P_3$  και  $P_4$ , στα σημεία 1, 2, 3 και 4 αντίστοιχα, είναι:

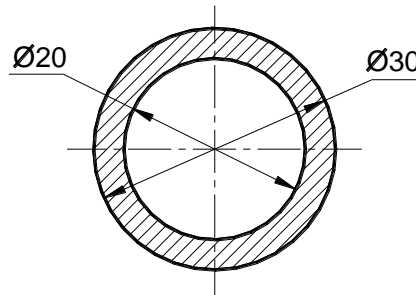
- (α)  $P_1 = P_2 = P_3 = P_4$   
 (β)  $P_1 > P_2 > P_3 > P_4$   
 (γ)  $P_1 = P_2 > P_3 < P_4$   
 (δ)  $P_1 = P_2 < P_3 = P_4$



Σχήμα 4

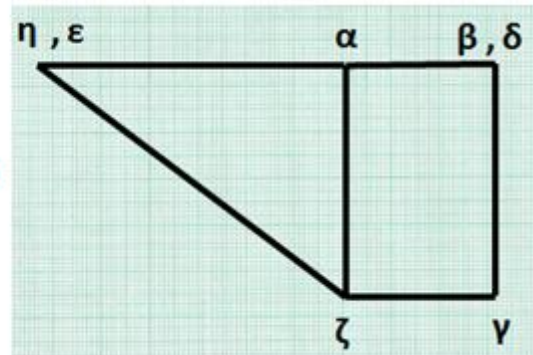
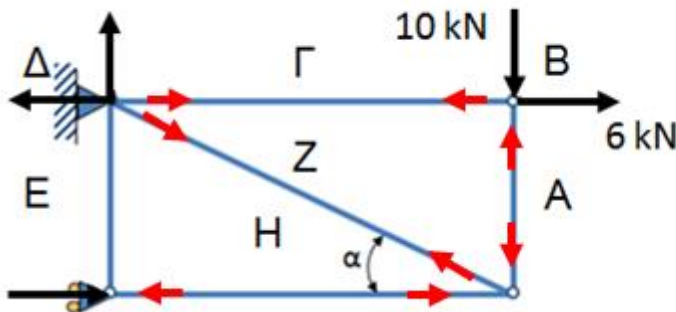
6. Η πολική ροπή αδράνειας της διατομής κοίλου άξονα, που φαίνεται στο σχήμα 5 είναι: ( $\pi = 3,14$ )

- (α)  $J = 32000,25 \text{ mm}^2$   
 (β)  $J = 36781,75 \text{ mm}^4$   
 (γ)  $J = 63781,25 \text{ mm}^4$   
 (δ)  $J = 56325,75 \text{ mm}^3$



Σχήμα 5

7. Στο επίπεδο δικτύωμα που φαίνεται στο σχήμα 6, δρουν δυο εξωτερικές δυνάμεις  $F_1=10 \text{ kN}$  και  $F_2=6 \text{ kN}$ . Από το δικτύωμα και το διάγραμμα Cremona, να προσδιορίσετε το είδος της καταπόνησης, για όλες τις ράβδους του δικτυώματος.



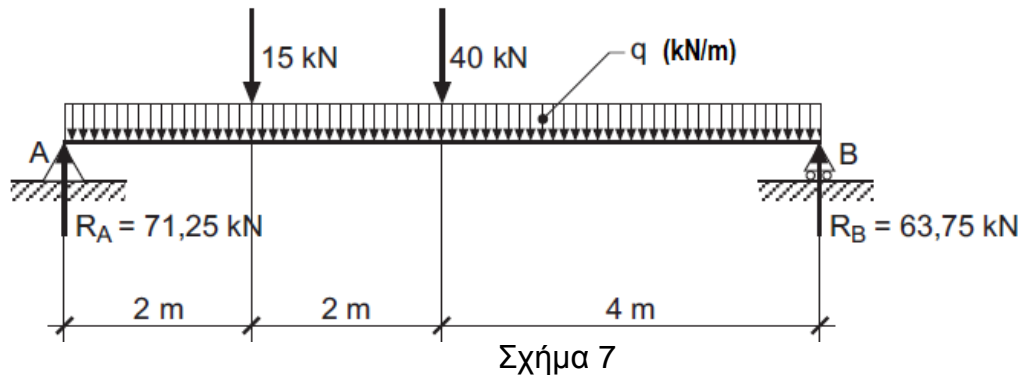
Σχήμα 6

**Οι ράβδοι ΓΖ και ΖΗ καταπονούνται σε εφελκυσμό**  
**Οι ράβδοι ΖΑ και ΗΑ καταπονούνται σε θλίψη**  
**Η ράβδος ΕΗ δεν καταπονείται.**

8. Να υπολογίσετε την ροπή αδράνειας  $I$  κοίλου δίσκου, μάζας  $m = 10 \text{ kg}$ , εσωτερικής διαμέτρου  $d = 200 \text{ mm}$  και εξωτερικής διαμέτρου  $D = 400 \text{ mm}$ .

$$\begin{array}{l}
 m = 10 \text{ kg} \\
 d = 200 \text{ mm} \\
 D = 400 \text{ mm} \\
 I = ;
 \end{array}
 \left|
 \begin{array}{l}
 I = m \left( \frac{D^2}{8} + \frac{d^2}{8} \right) = 10 \left( \frac{0,4^2}{8} + \frac{0,2^2}{8} \right) = 0,25 \text{ kgm}^2
 \end{array}
 \right.$$

9. Να υπολογίσετε το μέγεθος του ομοιόμορφου κατανεμημένου φορτίου  $q$  (kN/m), που καταπονεί τη δοκό που φαίνεται στο σχήμα 7.



$$\Sigma F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad 71,25 - 15 - 40 - 8q + 63,75 = 0$$

$$8q = 80 \quad \Rightarrow \quad q = 10 \text{ kN/m}$$

10. Σιδερένιο τεμάχιο μάζας  $m = 10 \text{ kg}$ , ειδικής θερμότητας  $c = 450 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$  και αρχικής θερμοκρασίας  $20^\circ \text{C}$ , θερμαίνεται μέσα σε κλίβανο μέχρι τη θερμοκρασία  $600^\circ \text{C}$ . Να υπολογίσετε το ποσό της θερμότητας  $Q$ , το οποίο απορροφά το σιδερένιο τεμάχιο, κατά τη διάρκεια της θέρμανσης του.

$$\begin{aligned} m &= 10 \text{ kg} \\ c &= 450 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \\ \theta_{\text{αρχ}} &= 20^\circ \text{C} \\ \theta_{\text{τελ}} &= 600^\circ \text{C} \\ Q &= ; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= m \cdot c \cdot \Delta\theta \\ Q &= 10 \cdot 450 \cdot 580 \\ Q &= 2610 \text{ kJ} \end{aligned}$$

11. Να υπολογίσετε τη μέγιστη τάση κάμψης,  $\sigma_{b\text{max}}$ , σε δοκό διατομής πλάτους  $b = 50 \text{ mm}$  και ύψους  $h = 120 \text{ mm}$ , όταν η ροπή που ασκείται στη διατομή είναι  $M_b = 12 \text{ kNm}$ .

$$\begin{aligned} b &= 50 \text{ mm} \\ h &= 120 \text{ mm} \\ M_b &= 12 \text{ kNm} \\ \sigma_{b\text{max}} &= ; \end{aligned}$$

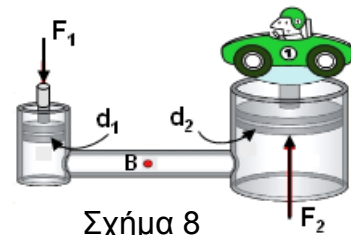
$$\begin{aligned} \frac{M_b}{I} &= \frac{\sigma}{y} = \frac{E}{R} \quad \Rightarrow \quad \sigma_{\text{max}} = \frac{M_b \cdot y}{I} \\ I &= \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{50 \cdot 120^3}{12} = 7,2 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \\ \sigma_{\text{max}} &= \frac{12 \cdot 10^6 \cdot 60}{7,2 \cdot 10^6} = 100 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

12. Στο σχήμα 8 φαίνεται ένα υδραυλικό πιεστήριο. Αν η διάμετρος του μικρού εμβόλου είναι  $d_1 = 20 \text{ cm}$  και η διάμετρος του μεγάλου εμβόλου είναι  $d_2 = 50 \text{ cm}$ , να υπολογίσετε:

(α) τη δύναμη  $F_1$  που χρειάζεται να εφαρμόσουμε στο μικρό έμβολο για να ανυψωθεί φορτίο  $10 \text{ kN}$

(β) την πίεση στο σημείο B του υδραυλικού πιεστηρίου.

$$\begin{aligned} d_1 &= 20 \text{ cm} \\ d_2 &= 50 \text{ cm} \\ F_2 &= 10 \text{ kN} \\ F_1 &= ; \\ P_B &= ; \end{aligned} \quad \begin{aligned} (\alpha) \quad \frac{F_1}{A_1} &= \frac{F_2}{A_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{F_1}{\pi \cdot 0,1^2} = \frac{10000}{\pi \cdot 0,25^2} \\ \Rightarrow F_1 &= \frac{\pi \cdot 0,1^2 \cdot 10000}{\pi \cdot 0,25^2} \\ F_1 &= 1600 \text{ N} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} (\beta) \quad P_B = P_1 &= \frac{F_1}{A_1} = P_2 = \frac{F_2}{A_2} \quad \Rightarrow \quad P_B = \frac{10000}{\pi \cdot 0,25^2} \\ P_B &= 50955,41 \text{ Pa} \end{aligned}$$

**ΜΕΡΟΣ Β: - Τέσσερις (4) ερωτήσεις.**

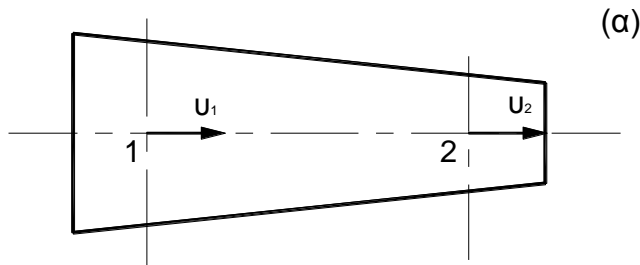
**Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με οκτώ (8) μονάδες.**

13. Το ακροφύσιο που φαίνεται στο σχήμα 9, έχει διάμετρο  $d_1 = 15 \text{ mm}$  στο σημείο 1 και διάμετρο  $d_2 = 9 \text{ mm}$  στο σημείο 2.

Αν η ταχύτητα του νερού στο σημείο 1 είναι  $v_1 = 2 \text{ m/s}$ , να υπολογίσετε:

(α) την παροχή  $Q$  και

(β) την ταχύτητα του νερού  $v_2$  στο σημείο 2 του σωλήνα.



Σχήμα 9

$$Q = v \cdot A$$

$$A_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,015^2}{4} = 1,76 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$Q = v_1 \cdot A_1 = 2 \cdot 1,76 \cdot 10^{-4} = 3,53 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$d_1 = 15 \text{ mm}$$
$$d_2 = 9 \text{ mm}$$

$$Q = ;$$

$$v_2 = ;$$

(β)

$$A_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,009^2}{4} = 6,35 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$Q = v_2 \cdot A_2 \Rightarrow v_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{3,53 \cdot 10^{-4}}{6,35 \cdot 10^{-5}} = 5,56 \text{ m/s}$$

14. Σε αγωγό μέσα στον οποίο κινείται νερό τοποθετείται U μανόμετρο υδραργύρου, όπως φαίνεται στο σχήμα 10. Αν η διαφορά ύψους της στήλης υδραργύρου είναι 320 mm, να υπολογίσετε τη διαφορά της πίεσης μεταξύ των σημείων 1 και 2 του αγωγού.

( $\rho_{\text{υδραργ.}} = 13600 \text{ kg/m}^3$  και  $\rho_{\text{νερ.}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ )

$$P_3 = P_4$$

$$P_3 = P_2 + \rho_{\text{νερ}}gh + \rho_{\text{υδρ}}g \cdot 0,32$$

$$P_4 = P_1 + \rho_{\text{νερ}}g(h+0,32)$$

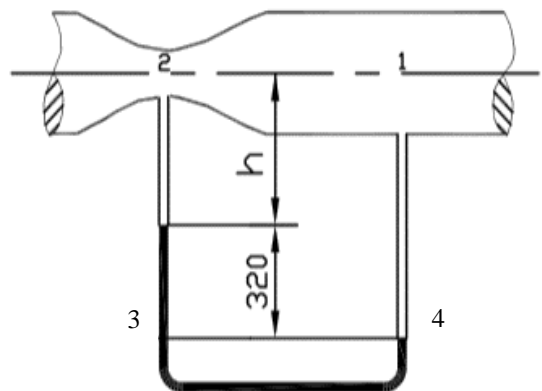
$$P_2 + \rho_{\text{νερ}}gh + \rho_{\text{υδρ}}g \cdot 0,32 = P_1 + \rho_{\text{νερ}}g(h+0,32)$$

$$P_1 - P_2 = \rho_{\text{νερ}}gh + \rho_{\text{υδρ}}g \cdot 0,32 - \rho_{\text{νερ}}gh - \rho_{\text{νερ}}g \cdot 0,32$$

$$P_1 - P_2 = g \cdot 0,32 (\rho_{\text{υδρ}} - \rho_{\text{νερ}})$$

$$P_1 - P_2 = 9,81 \cdot 0,32 (13600 - 1000)$$

$$P_1 - P_2 = 39553,92 \text{ Pa}$$



Σχήμα 10

15. Για το δικτύωμα που φαίνεται στο σχήμα 11, να υπολογίσετε με την μέθοδο των τομών, τις δυνάμεις που ασκούνται στις ράβδους 1, 2 και 3 και να προσδιορίσετε το είδος της καταπόνησής τους.

$$\Sigma M_F = 0$$

$$15 \cdot 4 + F_3 \cdot 3 = 0 \Rightarrow F_3 = -20 \text{ kN} \text{ (ΘΛΙΨΗ)}$$

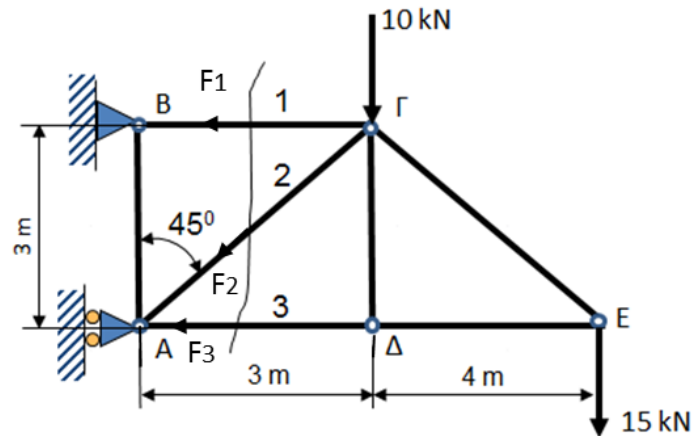
$$\Sigma M_A = 0$$

$$15 \cdot 7 + 10 \cdot 3 - F_1 \cdot 3 = 0 \Rightarrow F_1 = 45 \text{ kN} \text{ (ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ)}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

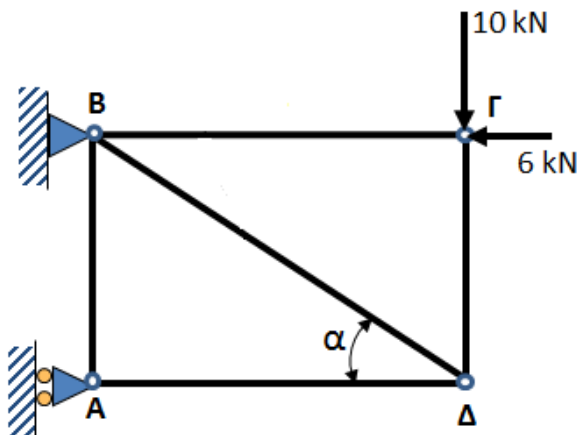
$$-15 - F_2 \cdot \eta\mu 45^\circ - 10 = 0 \Rightarrow F_2 = \frac{-15 - 10}{\eta\mu 45^\circ}$$

$$F_2 = -35,35 \text{ kN} \text{ (ΘΛΙΨΗ)}$$



Σχήμα 11

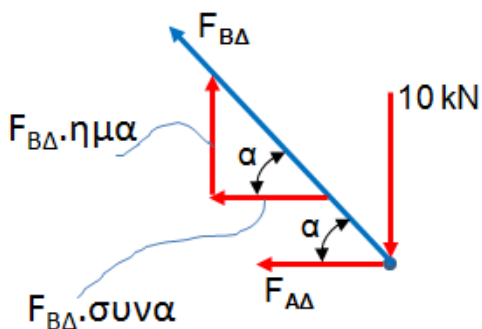
16. Για το δικτύωμα που φαίνεται στο σχήμα 12, να υπολογίσετε με την αναλυτική μέθοδο των κόμβων, τις δυνάμεις που ασκούνται στα μέλη των κόμβων Γ και Δ του δικτυώματος, και να προσδιορίσετε το είδος της καταπόνησής τους. Δίδεται  $A\Delta = 4 \text{ m}$  και  $\Delta\Gamma = 3 \text{ m}$ .



Σχήμα 12

#### ΚΟΜΒΟΣ Δ

$$\epsilon\phi\alpha = \frac{3}{4} = 0,75 \quad \alpha = 36,87^\circ$$



$$\Sigma F_y = 0$$

$$F_{B\Delta} \cdot \eta\mu 36,87 - 10 = 0$$

$$F_{B\Delta} = \frac{10}{\eta\mu 36,87} = 16,67 \text{ kN} \text{ (Εφελκυσόμενη)}$$

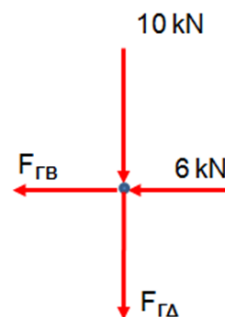
$$\Sigma F_x = 0$$

$$-F_{B\Delta} \cdot \sigma\upsilon\nu 36,87 - F_{A\Delta} = 0$$

$$F_{A\Delta} = -F_{B\Delta} \cdot \sigma\upsilon\nu 36,87 = -16,67 \cdot \sigma\upsilon\nu 36,87$$

$$F_{A\Delta} = -13,33 \text{ kN} \text{ (Θλιβόμενη)}$$

#### ΚΟΜΒΟΣ Γ



$$\Sigma F_y = 0$$

$$-10 - F_{\Gamma\Delta} = 0$$

$$F_{\Gamma\Delta} = -10 \text{ kN} \text{ (Θλιβόμενη)}$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$-F_{\Gamma\Delta} - 6 = 0$$

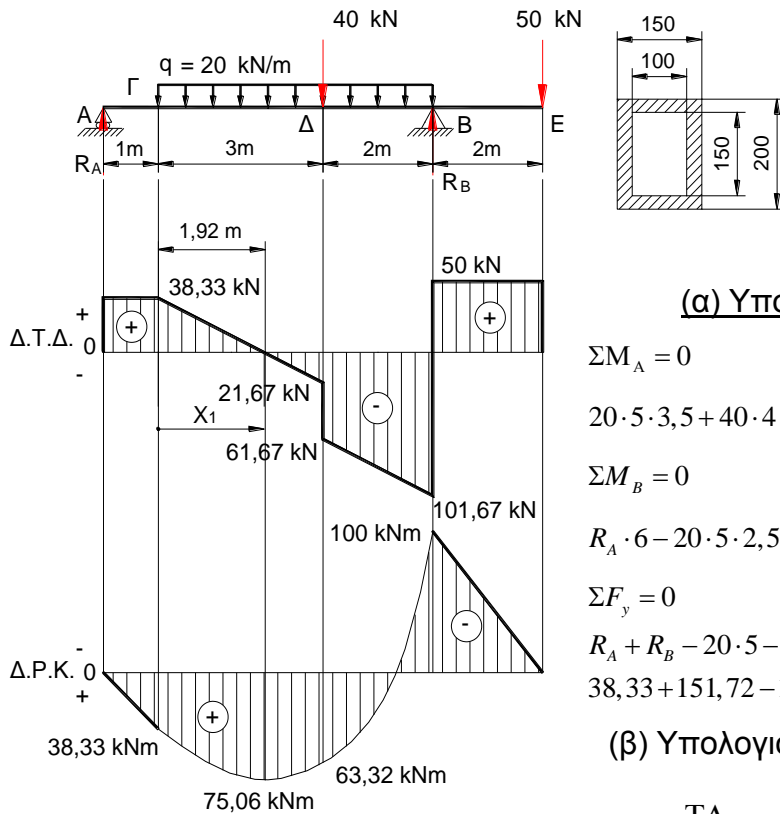
$$F_{\Gamma\Delta} = -6 \text{ kN} \text{ (Θλιβόμενη)}$$

### ΜΕΡΟΣ Γ: - Δύο (2) ερωτήσεις.

Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με δέκα (10) μονάδες

17. Για την δοκό που φαίνεται στο σχήμα 13 να υπολογίσετε:

- (α) τις αντιδράσεις στα στηρίγματα  $R_A$  και  $R_B$
- (β) τις τέμνουσες δυνάμεις και να σχεδιάσετε το Δ.Τ.Δ
- (γ) τις ροπές κάμψης και να σχεδιάσετε το Δ.Ρ.Κ
- (δ) την μέγιστη τάση κάμψης.



Σχήμα 13

$$\begin{aligned} T\Delta_{x_1} &= 0 & T\Delta_{x_1} &= 38,33 - 20 \cdot x_1 = 0 \\ 20 \cdot x_1 &= 38,33 \\ x_1 &= 1,9165 \text{ m} \end{aligned}$$

(γ) Υπολογισμός ροπών κάμψης

$$\begin{aligned} PK_A &= 0 \\ PK_{(A-\Gamma)} &= 38,33 \cdot 1 = 38,33 \text{ kNm} \\ PK_{(\Gamma-\Delta)} &= 38,33(x+1) - 20 \cdot x \frac{x}{2} = -10x^2 + 38,33x + 38,33 \\ x = 0 &\Rightarrow PK_\Gamma = 38,33 \text{ kNm} \\ x_1 = 1,916 \text{ m} &\Rightarrow PK_{x_1} = -10 \cdot 1,916^2 + 38,33 \cdot 1,916 + 38,33 = 75,06 \text{ kNm} \\ x = 3 \text{ m} &\Rightarrow PK_\Delta = -10 \cdot 3^2 + 38,33 \cdot 3 + 38,33 = 63,32 \text{ kNm} \\ PK_B &= 38,333 \cdot 6 - 20 \cdot 5 \cdot 2,5 - 40 \cdot 2 = -100 \text{ kNm} \\ PK_E &= 0 \end{aligned}$$

#### (α) Υπολογισμός Αντιδράσεων

$$\begin{aligned} \Sigma M_A &= 0 \\ 20 \cdot 5 \cdot 3,5 + 40 \cdot 4 - R_B \cdot 6 + 5 \cdot 8 &= 0 \Rightarrow R_B = \frac{350 + 160 + 400}{6} = 151,67 \text{ kN} \\ \Sigma M_B &= 0 \\ R_A \cdot 6 - 20 \cdot 5 \cdot 2,5 - 40 \cdot 2 + 50 \cdot 2 &= 0 \Rightarrow R_A = \frac{250 + 80 - 100}{6} = 38,33 \text{ kN} \\ \Sigma F_y &= 0 \\ R_A + R_B - 20 \cdot 5 - 40 - 50 &= 0 \\ 38,33 + 151,72 - 100 - 40 - 50 &= 0 \end{aligned}$$

#### (β) Υπολογισμός τέμνουσών δυνάμεων

$$\begin{aligned} T\Delta_{(A-\Gamma)} &= 38,33 \text{ kN} \\ T\Delta_{(\Gamma-\Delta)} &= 38,33 - 20 \cdot x \\ x = 0 & \quad 38,33 - 20 \cdot 0 = 38,33 \text{ kN} \\ x = 3 & \quad 38,33 - 20 \cdot 3 = -21,67 \text{ kN} \\ T\Delta_{(\Delta-B)} &= 38,33 - 20 \cdot x - 40 \\ x = 3 & \quad 38,33 - 20 \cdot 3 - 40 = -61,67 \text{ kN} \\ x = 5 & \quad 38,33 - 20 \cdot 5 - 40 = -101,67 \text{ kN} \\ T\Delta_{B-E} &= 50 \text{ kN} \end{aligned}$$

(δ) Υπολογισμός τάσης κάμψης

$$\frac{M_b}{I} = \frac{\sigma}{y} = \frac{E}{R} \Rightarrow \sigma_{b_{\max}} = \frac{M_{b_{\max}} \cdot y_{\max}}{I}$$

$$M_{b_{\max}} = 100 \text{ kNm}$$

$$M_{b_{\max}} = 100 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \quad y_{\max} = 100 \text{ mm}$$

$$I = \frac{150 \cdot 200^3}{12} - \frac{100 \cdot 150^3}{12} = 71,875 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_{b_{\max}} = \frac{100 \cdot 10^6 \cdot 100}{71,875 \cdot 10^6} = 139,13 \text{ N/mm}^2$$

18. Σε σχετικά ελαφρό άξονα τοποθετείται τουρμπίνα της οποίας ο ρότορας έχει μάζα 2000 kg και ακτίνα αδράνειας 600 mm. Αν για να εκκινήσει ο ρότορας και να φθάσει στις 3000 rpm σε 5 min χρειάζεται να εξασκηθεί σ' αυτό ροπή στρέψης  $M_t = 1000 \text{ Nm}$ , να υπολογίσετε:

(α) τη ροπή αδράνειας του ρότορα

(β) τη ροπή στρέψης της τριβής  $M_{tfr}$  και

(γ) το χρόνο  $t$  που χρειάζεται για να σταματήσει ο ρότορας όταν διακοπεί η παροχή ατμού.

$$(α) \quad I = m \cdot i^2 = 2000 \cdot 0,6^2 = 720 \text{ kgm}^2$$

$$(β) \quad \Sigma M = M_t - M_{tfr} \quad \Sigma M = I \cdot \alpha$$

$$m = 2000 \text{ kg}$$

$$i = 600 \text{ mm}$$

$$n = 3000 \text{ rpm}$$

$$t = 5 \text{ min}$$

$$M_t = 1000 \text{ Nm}$$

$$\omega_2 = \frac{2\pi \cdot n}{60} = \frac{2\pi \cdot 3000}{60} = 314 \text{ rad/s}$$

$$\omega_2 = \omega_1 + at \quad \omega_1 = 0 \Rightarrow a = \frac{\omega_2}{t} = \frac{314}{300} = 1,047 \text{ rad/s}^2$$

$$\Sigma M = I \cdot \alpha = 720 \cdot 1,047 = 753,84 \text{ Nm}$$

$$M_{tfr} = M_t - \Sigma M = 1000 - 753,84 = 246,16 \text{ Nm}$$

(γ)

$$M_{tfr} = I \cdot \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{M_{tfr}}{I} = \frac{246,16}{720}$$

$$\alpha = 0,342 \text{ rad/s}^2$$

$$\omega_2 = \omega_1 - at \quad \omega_2 = 0 \Rightarrow t = \frac{\omega_1}{a} = \frac{314}{0,342}$$

$$t = 918,13 \text{ s} \quad t = 15,3 \text{ min}$$

$$M_{tfr} = ;$$

$$t = ;$$

**ΤΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ**