

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
ΚΑΙ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗΣ**

**ΕΝΙΑΙΑ ΓΡΑΠΤΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ Β' ΤΕΤΡΑΜΗΝΟΥ 20 22 - 20 23**

**Β' ΤΑΞΗΣ ΤΕΣΕΚ**

**ΣΕΙΡΑ Α'**

**ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : Δευτέρα, 22 Μαΐου 2023**

**ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΙΙ**

**ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ : thmgmo201**

**ΛΥΣΕΙΣ**

**ΜΕΡΟΣ Α:** Αποτελείται από οκτώ (8) ερωτήσεις. Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με πέντε (5) μονάδες.

Για τις ερωτήσεις 1 - 4 να βάλετε σε κύκλο την ορθή απάντηση.

1. Διατμητικές τάσεις ( $\tau$ ) ονομάζουμε τις τάσεις που:

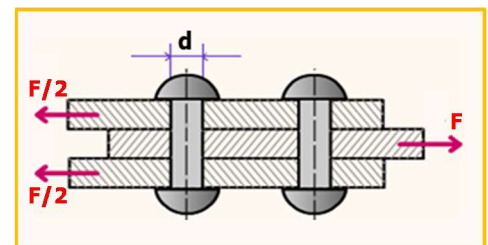
- (α) αναπτύσσονται από αξονικές δυνάμεις
- (β) είναι παράλληλες προς την καταπονούμενη επιφάνεια
- (γ) είναι κάθετες προς την καταπονούμενη επιφάνεια
- (δ) αναπτύσσονται από κάθετες, προς την καταπονούμενη επιφάνεια, δυνάμεις.

2. Η τέμνουσα δύναμη σε εγκάρσια διατομή δοκού, ως προς το αλγεβρικό άθροισμα όλων των δυνάμεων που ενεργούν κάθετα προς τον άξονα της δοκού, αριστερά ή δεξιά της τομής που εξετάζεται είναι:

- (α) ίση σε μέγεθος, έχει ίδια διεύθυνση και αντίθετη φορά
- (β) ίση σε μέγεθος, έχει ίδια διεύθυνση και ίδια φορά
- (γ) διπλάσια σε μέγεθος, έχει ίδια διεύθυνση και αντίθετη φορά
- (δ) η μισή σε μέγεθος, έχει ίδια διεύθυνση και ίδια φορά.

3. Στο Σχήμα 1, για τη σύνδεση τριών ελασμάτων χρησιμοποιούνται δύο χαλύβδινα καρφιά. Αν η διατμητική δύναμη που ασκείται στη συναρμολόγηση είναι  $F = 10 \text{ kN}$ , και η διάμετρος των καρφιών είναι  $d = 8 \text{ mm}$ , τότε τη διατμητική τάση ( $\tau$ ) που αναπτύσσεται στα καρφιά είναι ίση με:

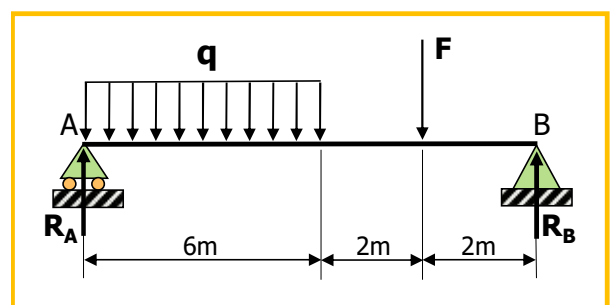
- (α)  $33,49 \text{ N/mm}^2$
- (β)  $49,76 \text{ N/mm}^2$
- (γ)  $66,99 \text{ N/mm}^2$
- (δ)  $99,52 \text{ N/mm}^2$



Σχήμα 1

4. Στο Σχήμα 2, σε αμφιέριστη δοκό ασκούνται το συγκεντρωμένο φορτίο  $F = 30 \text{ kN}$  και ομοιόμορφα καταναμημένο φορτίο  $q$ . Αν οι αντιδράσεις, στα σημεία στήριξης A και B της δοκού είναι  $R_A = 90 \text{ kN}$  και  $R_B = 60 \text{ kN}$ , τότε το ομοιόμορφα καταναμημένο φορτίο  $q$  είναι ίσο με.

- (α)  $10 \text{ kN/m}$
- (β)  $20 \text{ kN/m}$
- (γ)  $30 \text{ kN/m}$
- (δ)  $60 \text{ kN/m}$



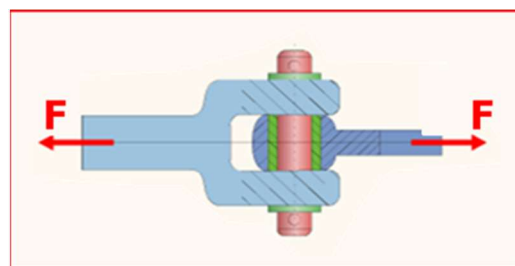
Σχήμα 2

5. Στο Σχήμα 3, πείρος σύνδεσης διαμέτρου  $d = 10 \text{ mm}$ , καταπονείται σε διάτμηση. Αν η επιτρεπόμενη διατμητική τάση που μπορεί να αναπτυχθεί στον πύρο είναι  $\tau_{\text{επ}} = 60 \text{ N/mm}^2$ , να υπολογίσετε τη μέγιστη διατμητική δύναμη  $F$  που μπορεί να ασκηθεί ώστε να έχουμε ασφαλή λειτουργία της συναρμολόγησης.

$$\tau_{\text{επ}} = \frac{F}{2 \cdot A} \Rightarrow F = \tau_{\text{επ}} \cdot 2 \cdot A \Rightarrow \dots\dots\dots$$

$$F = 60 \cdot 2 \cdot 78,5 \Rightarrow F = 9,42 \text{ kN} \dots\dots\dots$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} \Rightarrow A = 78,5 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots$$



Σχήμα 3

6. Στο Σχήμα 4, σε αμφιέρειστη δοκό ασκούνται το συγκεντρωμένο φορτίο  $F = 60 \text{ kN}$  και ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο  $q = 20 \text{ kN/m}$ . Να υπολογίσετε τις αντιδράσεις, στα σημεία στήριξης A και B της δοκού.

$$Q = q \cdot L = 20 \cdot 4 \Rightarrow Q = 80 \text{ kN}$$

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow Q \cdot 4 + F \cdot 7 - R_B \cdot 8 = 0 \Rightarrow$$

$$R_B = \frac{Q \cdot 4 + F \cdot 7}{8} = \frac{80 \cdot 4 + 60 \cdot 7}{8} \Rightarrow$$

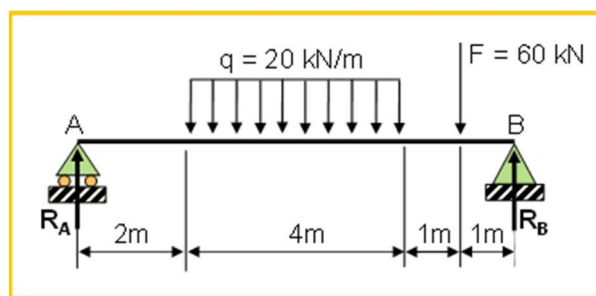
$$R_B = 92,5 \text{ kN}$$

$$\sum M_B = 0 \Rightarrow R_A \cdot 8 - Q \cdot 4 - F \cdot 1 = 0 \Rightarrow$$

$$R_A = \frac{Q \cdot 4 + F \cdot 1}{8} = \frac{80 \cdot 4 + 60 \cdot 1}{8} \Rightarrow$$

$$R_A = 47,5 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow R_A + R_B - F - Q = 0 \Rightarrow 47,5 + 92,5 - 80 - 60 = 0$$



Σχήμα 4

7. Στο Σχήμα 5, δίνεται το διάγραμμα τεμνουσών δυνάμεων δοκού μήκους 10 m. Να υπολογίσετε τη μέγιστη ροπή κάμψης  $M_{b\text{max}}$  της δοκού.

$$M_{bA} = 0 \dots\dots\dots$$

$$M_{bB} = -E_1 = -100 \text{ kNm} \dots\dots\dots$$

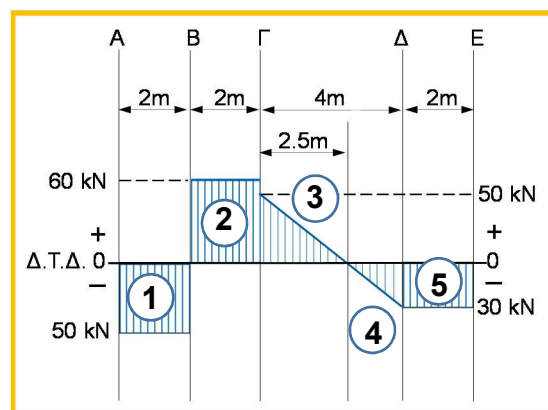
$$M_{b\Gamma} = -E_1 + E_2 = 20 \text{ kNm} \dots\dots\dots$$

$$M_{b(\Gamma-\Delta)} = -E_1 + E_2 + E_3 = 82,5 \text{ kNm} \dots\dots\dots$$

$$M_{b\Delta} = -E_1 + E_2 + E_3 - E_4 = 60 \dots\dots\dots$$

$$M_{bE} = -E_1 + E_2 + E_3 - E_4 - E_5 = 0 \dots\dots\dots$$

$$M_{b\text{max}} = M_{bB} = 100 \text{ kNm} \dots\dots\dots$$



Σχήμα 5

- .....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....
8. Από το Σχήμα 6, χρησιμοποιώντας το διάγραμμα τεμνουσών δυνάμεων (ΔΤΔ), να υπολογίσετε τα δύο συγκεντρωμένα φορτία  $F_1$  και  $F_2$  τα οποία ασκούνται στην αμφιέρειστη δοκό.

$$T.\Delta_{A-\Gamma} = R_A = 280 \text{ N}$$

$$T.\Delta_{\Gamma-\Delta} = R_A - F_1 = -320 \text{ N} \Rightarrow$$

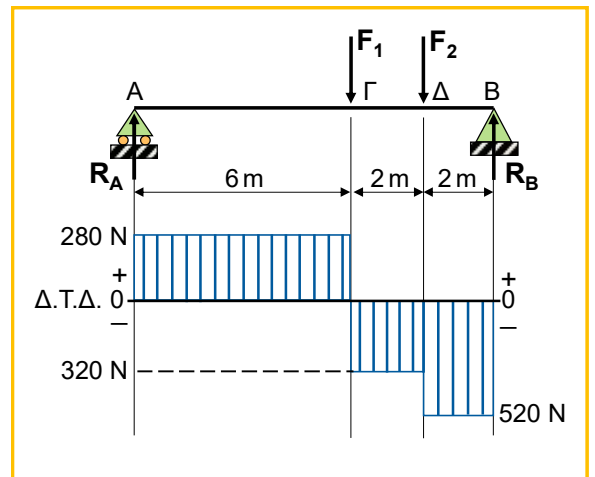
$$F_1 = R_A + 320 = 280 + 320 \Rightarrow$$

$$F_1 = 600 \text{ N}$$

$$T.\Delta_{\Delta-B} = R_A - F_1 - F_2 = -520 \text{ N} \Rightarrow$$

$$F_2 = R_A - F_1 + 520 = 280 - 600 + 520 \Rightarrow$$

$$F_2 = 200 \text{ N}$$



Σχήμα 6

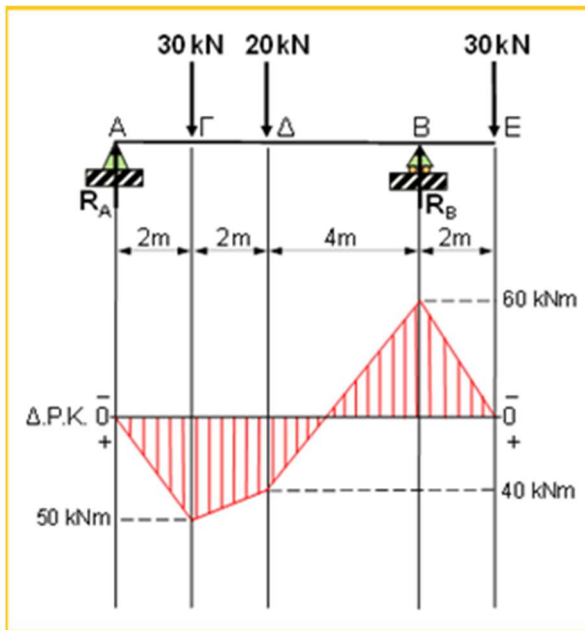
.....  
.....  
.....  
.....

**ΤΕΛΟΣ ΜΕΡΟΥΣ Α΄**  
**ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΟ ΜΕΡΟΣ Β΄**

**ΜΕΡΟΣ Β:** Αποτελείται από δύο (2) ερωτήσεις. Η κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με είκοσι (20) μονάδες.

9. Στο Σχήμα 7, σε προέχουσα δοκό δρουν τα συγκεντρωμένα φορτία 30 kN, 20 kN και 30 kN αντίστοιχα. Ζητούνται να:

- α) υπολογίσετε, εφαρμόζοντας τους κατάλληλους υπολογισμούς, τις αντιδράσεις  $R_A$  και  $R_B$  στα στηρίγματα της δοκού, (μονάδες 4)
- β) υπολογίσετε, εφαρμόζοντας τους κατάλληλους υπολογισμούς, τις Ροπές Κάμψης που αναπτύσσονται στη δοκό, (μονάδες 10)
- γ) κατασκευάσετε το διάγραμμα Ροπών Κάμψης (Δ.Ρ.Κ.) και (μονάδες 4)
- δ) υπολογίσετε τη μέγιστη ροπής κάμψης που αναπτύσσεται στη δοκό (μονάδες 2)



Σχήμα 7

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow 30 \cdot 2 + 20 \cdot 4 - R_B \cdot 8 + 30 \cdot 10 = 0 \Rightarrow$$

$$R_B = \frac{30 \cdot 2 + 20 \cdot 4 + 30 \cdot 10}{8} \Rightarrow R_B = 55 \text{ kN}$$

$$\sum M_B = 0 \Rightarrow R_A \cdot 8 - 30 \cdot 6 - 20 \cdot 4 + 30 \cdot 2 = 0$$

$$R_A = \frac{30 \cdot 6 + 20 \cdot 4 - 30 \cdot 2}{8} \Rightarrow R_A = 25 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow R_A + R_B - 30 - 20 - 30 \Rightarrow \sum F_y = 25 + 55 - 30 - 20 - 30 = 0$$

$$M_{b(A)} = R_A \cdot 0 = 0$$

$$M_{b(\Gamma)} = R_A \cdot 2 = 50 \text{ kNm}$$

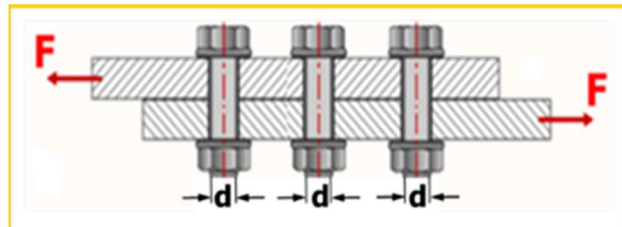
$$M_{b(\Delta)} = R_A \cdot 4 - 30 \cdot 2 = 100 - 60 = 40 \text{ kNm}$$

$$M_{b(B)} = R_A \cdot 8 - 30 \cdot 6 - 20 \cdot 4 = 200 - 180 - 80 = -60 \text{ kNm}$$

$$M_{b(E)} = R_A \cdot 10 - 30 \cdot 8 - 20 \cdot 6 + R_B \cdot 2 = 250 - 240 - 120 + 110 = 0$$

$$M_{b_{\max(B)}} = 60 \text{ kNm}$$

10. Στο Σχήμα 8, για τη σύνδεση δύο χαλύβδινων ελασμάτων χρησιμοποιούνται τρεις χαλύβδινοι κοχλίες. Το υλικό των κοχλίων έχει τάση θραύσης στον εφελκυσμό, ίση με  $\sigma_{\theta\rho} = 240 \text{ N/mm}^2$  και ο συντελεστή ασφάλειας της συναρμολόγησης είναι  $\nu = 3$ . Αν η διατμητική δύναμη που θα ασκηθεί στην κατασκευή είναι  $F = 15 \text{ kN}$ , να υπολογίσετε την ελάχιστη διάμετρο που πρέπει να έχουν οι κοχλίες, για ασφαλή λειτουργία της συναρμολόγησης.



Σχήμα 8

$$\nu = \frac{\sigma_{\theta\rho}}{\sigma_{\varepsilon\pi}} \Rightarrow \sigma_{\varepsilon\pi} = \frac{\sigma_{\theta\rho}}{\nu} = \frac{240}{3} \Rightarrow$$

$$\sigma_{\varepsilon\pi} = 80 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\varepsilon\pi} = \sigma_{\varepsilon\pi} \cdot 0,85 = 80 \cdot 0,85 \Rightarrow$$

$$\tau_{\varepsilon\pi} = 68 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\varepsilon\pi} = \frac{F}{3 \cdot A} \Rightarrow A = \frac{F}{3 \cdot \tau_{\varepsilon\pi}} \Rightarrow$$

$$A = \frac{15000}{3 \cdot 68} \Rightarrow A = 73,5 \text{ mm}^2$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 73,5}{3,14}} \Rightarrow d = 9,68 \text{ mm}$$

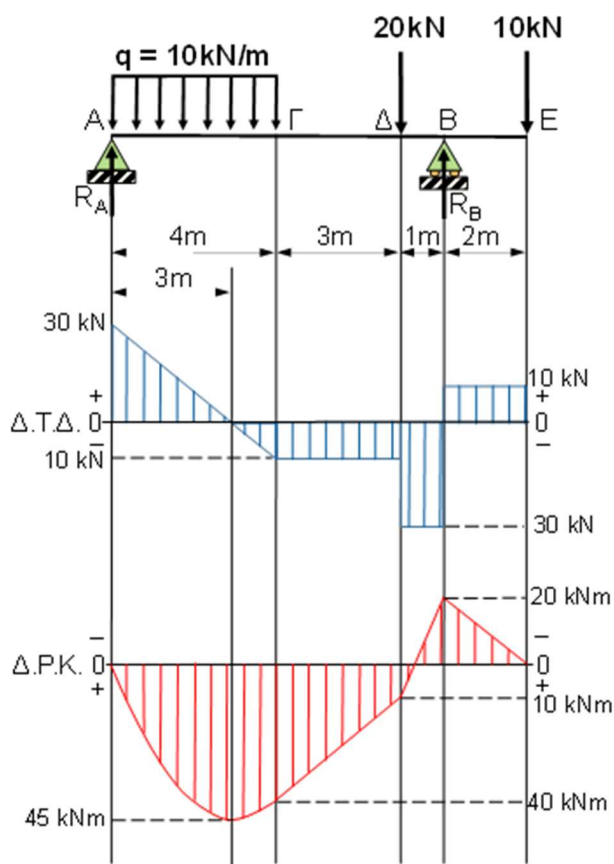
ΤΕΛΟΣ ΜΕΡΟΥΣ Β΄

ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΟ ΜΕΡΟΣ Γ΄

**ΜΕΡΟΣ Γ΄:** Αποτελείται από μία (1) ερώτηση. Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με είκοσι (20) μονάδες.

11. Στο Σχήμα 9 σε προέχουσα δοκό, δρουν το ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο  $q = 10 \text{ kN/m}$  και τα συγκεντρωμένα φορτία  $20 \text{ kN}$  και  $10 \text{ kN}$  αντίστοιχα. Οι αντιδράσεις στα σημεία στήριξης της δοκού είναι  $R_A = 30 \text{ kN}$  και  $R_B = 40 \text{ kN}$ . Ζητούνται να υπολογίσετε:

- α) εφαρμόζοντας τους κατάλληλους υπολογισμούς, τις Τέμνουσες Δυνάμεις και να κατασκευάσετε το διάγραμμα Τεμνουσών Δυνάμεων ( $\Delta.T.\Delta.$ ), (μονάδες 7+2)  
 β) εφαρμόζοντας τους κατάλληλους υπολογισμούς, τις Ροπές Κάμψης και να κατασκευάσετε το διάγραμμα Ροπών Κάμψης ( $\Delta.P.K.$ ) και (μονάδες 7+2)  
 γ) τη μέγιστη ροπή κάμψης  $M_{b_{\max}}$  που αναπτύσσεται στη δοκό. (μονάδες 2)



Σχήμα 9

$$T.\Delta._{(A-\Gamma)} = R_A - q \cdot x$$

$$(x = 0) \Rightarrow R_A - q \cdot 0 = 30 \text{ kN}$$

$$(x = 2) \Rightarrow R_A - q \cdot 2 = 30 - 10 \cdot 2 = 10 \text{ kN}$$

$$(x = 4) \Rightarrow R_A - q \cdot 4 = 30 - 10 \cdot 4 = -10 \text{ kN}$$

$$T.\Delta._{(A-\Gamma)} = 0 \Rightarrow R_A - q \cdot x = 0 \Rightarrow$$

$$x = \frac{R_A}{q} = \frac{30}{10} \Rightarrow x = 3 \text{ m}$$

$$T.\Delta._{(\Gamma-\Delta)} = R_A - q \cdot 4 = -10 \text{ kN}$$

$$T.\Delta._{(\Delta-B)} = R_A - q \cdot 4 - 20 \Rightarrow$$

$$T.\Delta._{(\Delta-B)} = 30 - 10 \cdot 4 - 20 = -30 \text{ kN}$$

$$T.\Delta._{(B-E)} = R_A - q \cdot 4 - 20 + R_B \Rightarrow$$

$$T.\Delta._{(B-E)} = 30 - 10 \cdot 4 - 20 + 40 = 10 \text{ kN}$$

$$M_{b(A-\Gamma)} = R_A \cdot x - q \cdot x \cdot \frac{x}{2}$$

$$(x = 0) \Rightarrow R_A \cdot x - q \cdot \frac{x^2}{2} = 0$$

$$(x = 2) \Rightarrow R_A \cdot 2 - q \cdot \frac{2^2}{2} = 60 - 20 = 40 \text{ kNm}$$

$$(x = 3) \Rightarrow R_A \cdot 3 - q \cdot \frac{3^2}{2} = 90 - 45 = 45 \text{ kNm}$$

$$(x = 4) \Rightarrow R_A \cdot 4 - q \cdot \frac{4^2}{2} = 120 - 80 = 40 \text{ kNm}$$

$$M_{b(\Delta)} = R_A \cdot 7 - Q \cdot 5 = 210 - 200 = 10 \text{ kNm}$$

$$M_{b(B)} = R_A \cdot 8 - Q \cdot 6 - 20 \cdot 1 = 240 - 240 - 20 = -20 \text{ kNm}$$

$$M_{b(E)} = R_A \cdot 10 - Q \cdot 8 - 20 \cdot 3 + R_B \cdot 2 = 300 - 320 - 60 + 80 = 0$$

$$M_{b_{\max(A-\Gamma)(x=3)}} = 45 \text{ kNm}$$





**ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ**  
**ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΙΙ, Β' ΕΤΟΣ**

<b>Συνθήκες ισορροπίας στερεού σώματος</b>	$\sum M = 0, \quad \sum F_x = 0, \quad \sum F_y = 0$
<b>Αντοχή υλικών</b>	$\sigma = \frac{F}{A}, \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l}, \quad \sigma = \varepsilon \cdot E, \quad \Delta l = \frac{F \cdot l}{A \cdot E}$ $\sigma_{\varepsilon\pi} = \frac{\sigma_{\theta\rho}}{\nu}, \quad \tau = \frac{F}{A}, \quad \tau_{\varepsilon\pi} = 0,85 \cdot \sigma_{\varepsilon\pi}, \quad \tau = \gamma \cdot G$
<b>Δοκοί</b>	$Q = q \cdot L$

**ΤΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ**