GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2026 מועד א'
סמל השאלון: 90419
קובץ: תשובות סופיות

לימודי מבנים

אדריכלות ועיצוב פנים · הנדסאים

הוראות

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה חמש שאלות: שאלה 1 חובה - 40 נקודות שאלה 2 חובה - 30 נקודות משאלות 3-5 יש לענות על שתי שאלות בלבד, ערך כל שאלה - 15 נקודות. סך הכול: 100 נקודות. אם חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת בתשובה ולהוסיף נתון מתאים שיאפשר להמשיך בפתרון השאלה. יש לנמק את הבחירה.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. כל חומר עזר למעט מחשב מכל סוג. 2. מחשבון עם אחוזים (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית). 3. ת"י 466

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

ד. <u>הוראות מיוחדות</u>: 1. כל המידות בשאלות נתונות בס"מ. 2. רשמו את הנוסחאות שבהן נעזרתם להבהרת דרך הפתרון. 3. יש להקפיד לרשום ליד כל מספר את הכינוי שלו. 4. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה, ולוודא שהן מובנות. 5. יש למלא את הפרטים הנדרשים בראש עמוד זה. יש לצרף את השאלון למחברת הבחינה. 6. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בסיום המבחן יש לרשום בעמוד זה את מספרי התשובות לבדיקה. התשובות ייבדקו לפי סדר כתיבתן בעמוד זה. לא ייבדקו תשובות עודפות. 7. יש לכתוב את התשובות במחברת הבחינה בעט בלבד, ובכתב יד ברור. 8. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה. 9. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר עליו קו כדי שלא ייבדק. 10. יש להציג פתרון מלא ומנומק, הכולל חישובים לפי הצורך. הצגת תשובה סופית ללא שלבי הפתרון, לא תזכה בניקוד. הנחיות לשימוש ביחידות ובתקנים: 1. מותר להשתמש באחת משתי שיטות היחידות, אך השימוש חייב להיות עקבי לאורך כל הבחינה. 2. יש לרשום בעמוד הראשון של הבחינה: "אני משתמש ביחידות החדשות" או "אני משתמש ביחידות הישנות". 3. אם נבחן משתמש לסירוגין בשתי השיטות של היחידות שהוזכרו לעיל, באותה השאלה או בשאלות שונות, בחינתו תיפסל. 4. אם הנבחן לא ימלא אף אחת מההנחיות לעיל, ייחשב הדבר בעת בדיקת הבחינה כאילו השתמש ביחידות החדשות. יחידות ישנות/חדשות: מודל אלסטיות של הפלדה: 2,100,000 ק"ג/סמ"ר = 210,000 מגפ"ס. המשקל המרחבי של הבטון: 2.5 טון/מ"ק = 25 ק"נ/מ"ק. כוח מרוכז: 1 טון = 10 ק"נ. כוח מפורס ליחידת אורך (מ"א = מטר אורך): 1 טון/מ"א = 10 ק"נ/מ"א. כוח מפורס ליחידת שטח (מ"ר = מטר ריבוע): 1 טון/מ"ר = 10 ק"נ/מ"ר. מומנט (מ' = מטר): 1 טון מ' = 10 ק"נ מ'.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

תשובות סופיות

שאלה 1

א. 17 עמודים 20/40 ס"מ בתוך קירות של 20 ס"מ: בפינות הבית, במפגשי הקירות, בשלוש פינות החצר ובקטעי הקיר שבין החלונות. קירות הבטון של הממ"ד הם סמכים בעצמם, ובחלל הפתוח (מגורים, מטבח, פינת אוכל) אין עמודים.

ב. מקשית, מתיחה צפון-דרום: שני חדרי השינה, חדרי הרחצה והמבואה, המסדרון והגגון הצפוני (זיז). מקשית, מתיחה מזרח-מערב: גגון הכניסה (זיז מהקיר המזרחי של המטבח). צלעות, מתיחה מזרח-מערב: המגורים, המטבח ופינת האוכל.

ג. 14 קורות: עליונות (עד $+3.50$) בקירות ההיקף ובקירות החצר - ק-1, ק-2, ק-3, ק-6, ק-7, ק-8, ק-9, ק-12; תחתונות בקירות פנימיים ובקירות שליד גגון הכניסה - ק-4, ק-5, ק-13, ק-14; סמויות מעל המחיצה ובחלל הפתוח - ק-10, ק-11. סכמות התקרה: M1, M2 (מקשית, צפון-דרום) ו-R1 עד R4 (צלעות, מזרח-מערב).

ד. תקרה: M1 - זיז 190, שדות 410 ו-440, רתומה בקיר הממ"ד; M2 - שדות 410 ו-140; R1 - שדה 650 רתום במקשית; R2 - שדה 650 פשוט; R3 - שדות 350 ו-650; R4 - שדות 350 ו-400 וזיז 260. קורות (מפתחים בס"מ): ק-1: 420, 350, 340, 310; ק-2: 390, 290, 260; ק-3: 410, 440; ק-4: 420, 350; ק-5: 410, 140; ק-6: 300; ק-7: 350; ק-8: 300; ק-9: 350; ק-10: 410, 140; ק-11: 505; ק-12: 350, 400; ק-13: 415; ק-14: 250.

ה. מקשית: $L_0 = 2.2 \cdot 260 = 572$ ס"מ (גגון הכניסה), $h \approx 572/25 \approx 23$ ס"מ. צלעות: $L_0 = 650$ ס"מ (המגורים מול החצר), $h \approx 650/18 \approx 36$ ס"מ - בלוק $h_1 = 30$ ס"מ וטבלה 6 ס"מ, צלעות 16 ס"מ כל 66 ס"מ.

ו. מהמבואה אל החצר: תקרה מקשית 23 ס"מ (פן עליון $+3.20$, פן תחתון $+2.97$), קורה עליונה ק-6 במידות 20/53 מעל קיר החצר (פן עליון $+3.50$, 30 ס"מ מעל התקרה), ומעבר לה פתח החצר. זיון ראשי: מוטות התקרה נראים כנקודות בתחתית הלוח (מתיחה צפון-דרום); בקורה מוטות אורכיים למטה ולמעלה וחישוק.

שאלה 2

א. א - מקשית (זיז), מתיחה צפון-דרום; ב - מקשית (זיז), מזרח-מערב; ג - מקשית (זיז מ-F), צפון-דרום; ד - צלעות בכיוון הקצר, צפון-דרום, בהמשך לצלעות הקיימות; ה - מקשית (זיז), מזרח-מערב.

ב. צלעות: $L_{0,max} = 0.8 \cdot 720 = 576$ ס"מ (הרצועה S2, זיז בשני הקצוות). מקשית: $L_{0,max} = 2.2 \cdot 215 = 473$ ס"מ (אזור ג). $F_{ser} = 9.34\,\mathrm{kN/m^2}$, $k_{12} = 24.96$, $k_{11} = 0.728$, הגובה הדרוש $576/(0.728 \cdot 24.96) = 31.7$ ס"מ. נבחר $h = 35$ ס"מ: בלוק $h_1 = 30$ ס"מ וטבלה 5 ס"מ.

ג. מקצה הזיז מזרחה: לוח מקשי בעובי 35 ס"מ ובאורך 200 ס"מ (אזור ב), קורה ק-20/60 B הבולטת 25 ס"מ מתחת לתקרה, רצועת בטון של 8 ס"מ, ואחריה בלוק 60, צלע 17, בלוק 60, צלע 17, בלוק 60; גובה הבלוק 30 ס"מ, טבלה עליונה 5 ס"מ, גובה כולל 35 ס"מ.

ד. אזור ה צלעות ואזור ד מקשית - לא מתאים: מקשית בעובי האחיד (35 ס"מ) בשדה הגדול שוקלת $8.75\,\mathrm{kN/m^2}$ במקום $3.84\,\mathrm{kN/m^2}$, ובזיז של 100 ס"מ הלחיצה למטה, שם לצלעות יש רק צלע צרה. המצב ההפוך תקין: אזור ד צלעות, מתיחה צפון-דרום (535 ס"מ בין ק-F ל-ק-D); אזור ה זיז מקשי, מתיחה מזרח-מערב, עם זיון עליון שמעוגן מעבר ל-ק-C.

שאלה 3

א. עמודים בשלוש הפינות החופשיות (ס"מ מהפינה הפנימית של הקירות, מזרחה ודרומה): ע1 $(300, 300)$, ע2 $(600, 300)$, ע3 $(200, 750)$. שני עמודים: אפשר. למשל ע2 ו-ע3 בלבד, כשהקורה הראשית שלאורך המדרגות ממשיכה באותו קו עד הקיר הצפוני (בערך ב- $x = 367$) וכל המשניות מזרח-מערב; או ע1 ו-ע3 עם זיז של 3.0 מטר ב-ק.ר.1 - יציבה אך גרועה.

ב. ראשיות: ק.ר.1 לאורך $y = 300$ - קיר מערבי, ע1, ע2 (שני שדות של 3.0 מ'); ק.ר.2 לאורך השפה האלכסונית - ע1, ע3 (4.61 מ'). משניות כל 50 ס"מ בכיוון הקצר: בחלק הצפוני צפון-דרום מהקיר הצפוני אל ק.ר.1 (3.0 מ'); בחלק הדרומי מזרח-מערב מהקיר המערבי אל ק.ר.2 (2.0 עד 2.9 מ').

ג. ק.מ.1 (משנית בחלק הצפוני): קורה פשוטה על שני סמכים - A על קיר הבטון הצפוני, B על ק.ר.1; מפתח $L = 3.0\,\mathrm{m}$; עומס מפורס אחיד $q = 10.5 \cdot 0.5 = 5.25\,\mathrm{kN/m}$ ($525\,\mathrm{kg/m}$).

ד. ק.ר.1: קורה נמשכת על שלושה סמכים - A (קיר הבטון המערבי), B (ע1), C (ע2); שני שדות של $3.0\,\mathrm{m}$. העומס: תגובות המשניות, $P = 5.50 \cdot 3.0/2 = 8.25\,\mathrm{kN}$ ($825\,\mathrm{kg}$) כל 0.5 מ', חמישה כוחות בכל שדה; שקול לעומס מפורס של $16.5\,\mathrm{kN/m}$.

ה. הבעיה: כדי שהמפלס העליון יהיה אחיד, ה-IPN120 נכנס מהצד אל דופן ה-IPN220, והאגף העליון שלו נתקל באגף העליון של ה-IPN220, שבולט כ-45 מ"מ מכל צד של הדופן. הפתרון בפרט: מגרעת בקצה המשנית - חיתוך האגף העליון ורצועה מהדופן, באורך כ-50 מ"מ ובעומק כ-25 עד 30 מ"מ - וחיבור דופן אל דופן. האגף התחתון של המשנית נגמר באמצע גובה הדופן של הראשית, ושם אין התנגשות.

שאלה 4

א. $R_A = 254.22\,\text{kN}$ ($25.42\,\text{t}$) כלפי מעלה, $R_B = 90.78\,\text{kN}$ ($9.08\,\text{t}$) כלפי מעלה; אין תגובה אופקית.

ב. גזירה (kN): -80 ב- C ; -140 משמאל ל- A ו- $+114.22$ מימין לו; עד $+114.22$ ב- D ו- $+54.22$ אחריו; $+14.22$ ב- E ; אפס במרחק $0.474\,\text{m}$ מימין ל- E ; -90.78 משמאל ל- B . מומנטים ($\text{kN}\cdot\text{m}$): $M_C = 0$, $M_A = -220$, $M_D = 65.55$, $M_E = 133.98$, $M_{max} = 137.35$, $M_B = 0$.

ג. P : הרכיב האנכי $160 \cdot \sin 30^\circ = 80\,\text{kN}$ ($8\,\text{t}$) - הקטן ביותר. F : $10 \cdot 3.0 \cdot 3.0 = 90\,\text{kN}$ ($9\,\text{t}$). F_1 : $15 \cdot 6.0 = 90\,\text{kN}$ ($9\,\text{t}$). הדירוג: $P < F = F_1$.

ד. קורה A: אין מאמצים בקורה - הכוח פועל על הפרק הקבוע ועובר ישר לסמך. קורה B: מאמצי כפיפה ($M_{max} = P_1 L/4$) ומאמצי גזירה ($V = P_1/2$), בלי כוח צירי. קורה C: לחיצה צירית בלבד, $N = P_2 \cos 45^\circ = 0.707 P_2$ לכל אורך הקורה; הרכיב האנכי נכנס ישר לסמך הנייד, ואין כפיפה או גזירה.

שאלה 5

א. (1) $N_6 = -P_1$ (לחיצה) ו- $N_{10} = +P_1$ (מתיחה): הכוחות שווים בגודלם והחתך זהה, ולכן המאמץ P_1/A שווה בגודלו בשני המוטות. בבדיקת החוזק המאמץ הקובע גדול יותר במוט 6, הלחוץ, בגלל מקדם הקריסה $\omega > 1$.

(2) $X = \dfrac{4a \cdot P_1}{h}$, אופקי, פונה שמאלה - מהצומת F לכיוון הצד של הסמך A (ככיוון הכוח P_1 שפועל ב- B).

(3) $X = 4P_1$, פונה שמאלה (כמו בסעיף הקודם).

ב. (1) $V_A = 30\,\text{kN}$ ($3.0\,\text{t}$) כלפי מעלה; $V_B = 0$; $H_B = 10\,\text{kN}$ ($1.0\,\text{t}$) אופקי, שמאלה.

(2) מוט 4: $N_4 = -40\,\text{kN}$ ($4.0\,\text{t}$), לחיצה. מוט 11: $N_{11} = 0$, מוט אפס.

ג. (1) במסבך 5א, בסמך הקבוע D : הריאקציה האנכית $V_D = 0$ (נשארות $V_C = P$ כלפי מטה ו- $H_D = P$ אופקית). במסבך 5ב אין ריאקציה שמתאפסת: $V_A = 2P$, $V_B = P$ כלפי מטה, $H_B = P$.

(2) מוט 3 (האלכסון): הוא המוט המתוח היחיד, $N_3 = P/\cos 45^\circ = 1.41P$. המוטות 1 ו-5 לחוצים (P כל אחד), והמוטות 2 ו-4 הם מוטות אפס.

כל מבחני מה"ט עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/mahat