סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2025 מועד א'
סמל השאלון: 97153
קובץ: תשובות סופיות

תכנון הנדסי

הנדסת בניין · הנדסאים וטכנאים

הוראות

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: יש לענות על 3 שאלות בלבד: שאלה אחת משאלות 1 ו־2; שתי שאלות משאלות 3, 4, 5, 6 ערך כל שאלה: 33 נקודות. נקודה אחת תינתן על התרשמות כללית. בסך הכול: 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. מחשבון מדעי (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית). 2. קלסר אחד בלבד עם חומר הרצאות. אין להוציא דפים מהקלסר. 3. "סטטיקה, חוזק חומרים ובטון מזוין", טבלאות עזר למגמת בנייה ואדריכלות, בהוצאת המרכז לחינוך טכנולוגי חולון. 4. ת"י 413, ת"י 414, ת"י 412, ת"י 466 ות"י 1225. 5. סרגל מידה, סרגל קנ"מ ומשולש.

ד. הוראות מיוחדות: 1. יש להקפיד למלא מספר ת"ז ומספר מחברת בראש עמוד זה. 2. את כל התרשימים הנדרשים יש לערוך בקנ"מ מתאים. 3. רשמו את הנוסחאות שבהן אתם משתמשים כדי להסביר את דרך הפתרון. 4. יש להקפיד ולרשום ליד כל מספר את הכינוי שלו. הוראות כלליות: 1. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה ולוודא שהן מובנות. 2. 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. 3. יש לכתוב את התשובות במחברת הבחינה בעט כחול או שחור בלבד בכתב יד ברור. 4. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה. 5. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לכתוב את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר עליו קו כדי שלא ייבדק. 6. יש להציג פתרון מלא ומנומק, כולל 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 שיטות של היחידות שהוזכרו לעיל בתוך אותה 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: 1 טון = 10 ק"נ; 1 טון/מ"א = 10 ק"נ/מ"א; 1 טון/מ"ר = 10 ק"נ/מ"ר; 1 טון מ' = 10 ק"נ מ'; מודול האלסטיות של הפלדה 2,100,000 ק"ג/סמ"ר = 210,000 מגפ"ס.)

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. $e_d = 2.33\,\text{cm}$, $e_i = 1.05\,\text{cm}$, $e_2 = 0.384\,\text{cm}$

ב. $A'_s = 28.95\,\text{cm}^2$ (החתך כולו בלחיצה, A_s מינימלי) - $8\Phi22$ ($30.41\,\text{cm}^2$) בכל צד

ג. $L = 6.22\,\text{m}$

ד. $X = 2.58\,\text{m}$ (בליטות: 0.53 מ' משמאל לעמוד 1, 1.44 מ' מימין לעמוד 2)

ה. קורה באורך 6.22 מ' (לרוחב 1 מ'): עומסים מרוכזים כלפי מטה $104\,\text{t/m}$ (עמוד 1) ו־ $161.3\,\text{t/m}$ (עמוד 2), ועומס קרקע אחיד כלפי מעלה $42.66\,\text{t/m}$.

ו. גזירה: -81.4 / 22.6 בעמוד 1, $-61.4\,\text{t/m}$ / 99.9 בעמוד 2; מומנטים: $5.99\,\text{tm/m}$ בעמוד 1, $-71.7\,\text{tm/m}$ בשדה (1.91 מ' מעמוד 1), $44.2\,\text{tm/m}$ בעמוד 2.

שאלה 2

א. $h = 25\,\text{cm}$

ב. $f_d = 2.3\,\text{t/m}^2$; שדות קצה $+4.23\,\text{tm/m}$, שדה פנימי $+3.11\,\text{tm/m}$, סמכים פנימיים $-5.17\,\text{tm/m}$

ג. סמכים: $\Phi12@19$; שדות קצה: $\Phi12@24$; שדה פנימי: $\Phi12@25$ (מינימום)

ד. $R_7 = 7.45\,\text{t}$, $R_5 = 56.36\,\text{t}$

ה. $R_d = 11.2\,\text{t} < V_{Rdc} = 14.58\,\text{t}$ - אין בעיית חדירה, לא נדרש זיון חדירה

ו. $m^- = 7.76\,\text{tm/m}$, $A_s = 8.68\,\text{cm}^2/\text{m}$ - $\Phi16@20$ בכל אחד מהכיוונים X ו־ Y

שאלה 3

א. המבנה אינו סדיר במתווה האנכי: אין קומה גמישה ואין קומה חלשה, יש רציפות אנכית, אבל ההיצרות בקומה ה היא $14.3\% > 10\%$.

ב. $(x_c, y_c) = (8.0,\ 10.5)\,\text{m}$

ג. $(x_{ck}, y_{ck}) = (8.0,\ 6.74)\,\text{m}$

ד. $A = 336\,\text{m}^2$ (תקרת קומה ה: $288\,\text{m}^2$)

ה. $F_H = 360.96\,\text{t}$; F_i : 18.0, 36.0, 54.1, 72.1, 90.1, 90.7 טון (מתקרת קומת קרקע עד תקרת קומה ה)

ו. M_T : 67.8, 135.5, 203.3, 271.1, 338.8, 389.2 טון·מ' (מקרקע עד ה)

שאלה 4

א. $k_a = 0.27$; מהעומס: $0.405\,\mathrm{t/m^2}$ קבוע; מהקרקע: מ־0 בראש עד $3.02\,\mathrm{t/m^2}$ בתחתית ($H = 5.6\,\mathrm{m}$)

ב. $Q_1 = 2.27\,\mathrm{t/m}$ בגובה $2.80\,\mathrm{m}$, $Q_2 = 8.47\,\mathrm{t/m}$ בגובה $1.87\,\mathrm{m}$ מתחתית היסוד

ג. $S_s = 1.08 < 1.5$ - הקיר אינו עומד בדרישת ההחלקה

ד. $S_f = 3.66 > 2.0$ - תקין

ה. זיון עיקרי אנכי בפאה האחורית של הגזע (צד הקרקע), זיון עליון בעקב, זיון תחתון בבוהן; זיון מחלק אופקי ורשת בנייה בפאות האחרות.

ו. $a = 1.52\,\mathrm{m}$ מקצה הבוהן, $e = 0.28\,\mathrm{m} < \frac{B}{6} = 0.60\,\mathrm{m}$ - השקול בשליש התיכון

שאלה 5

א. קורות משניות b-2 בכיוון Y כל 4 מ' (בצירים $x = 0, 4, 8, 12, 16$); קורות ראשיות b-1 בכיוון X על ציר A ועל קו העמודים 1-2; קורת קצה בחזית.

ב. b-2: סמכים A ($y = 0$) ו־B ($y = 5.25$), זיז 5.25 מ', עומס $0.38\,\mathrm{t/m}$ כלפי מעלה (קצה: 0.19). b-1: סמכים עמוד 1 ועמוד 2, מפתח 8 מ' וזיזים 4 מ', כוחות 2.0 טון בקצוות ו־ 3.99 טון באמצע.

ג. b-2: IPN 260 ($\sigma = 1185\,\mathrm{kg/cm^2}$; בשוליים מספיק IPN 300); b-1: IPN 200 ($\sigma = 1222\,\mathrm{kg/cm^2}$) - קטן מ־ $1400\,\mathrm{kg/cm^2}$

ד. RHS 300/300/8 ($A \approx 93\,\mathrm{cm^2}$); כוח בעמוד $7.98\,\mathrm{t}$, מאמץ קטן בהרבה מ־ $1400\,\mathrm{kg/cm^2}$

ה. הקורה המשנית b-2 עוברת מעל הקורה הראשית b-1 ומחוברת אליה בפלטה ו־4 ברגים דרך שתי הפלנג'ים; הברגים עובדים במתיחה ביניקה.

שאלה 6

א. מפלס $+7.50$: מקשית מצולבת על קורות, $h_{req} = 16.4 < 22\,\mathrm{cm}$ - עומדת; מפלס $+6.00$: מקשית חד־כיוונית על קורות, $h_{req} = 19.6 < 20\,\mathrm{cm}$ - עומדת.

ב. עומס מרוכז מעמוד 5: $P = 23.53\,\mathrm{t}$ בקצה הזיז; עומס מפורס מהתקרה: $f = 7.02\,\mathrm{t/m}$

ג. $h_{req} = 73.4\,\mathrm{cm}$ (נקבע בזיז) - חתך $60/75$

ד. $P_d = 33.68\,\mathrm{t}$, $f_d = 10.06\,\mathrm{t/m}$; $R_{14} = 97.5\,\mathrm{t}$, $R_{17} = 7.12\,\mathrm{t}$; $M_{14} = -90.2\,\mathrm{tm}$, $M^{+}_{max} = 2.52\,\mathrm{tm}$

ה. עליון מעל עמוד 14: $A_s = 34.31\,\mathrm{cm^2}$ - $7\Phi25$ ($34.36\,\mathrm{cm^2}$); תחתון בשדה: זיון מינימלי

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