

מועד הבחינה :
אביב תשפ"ה – 2025 – מועד א'
מספר שאלון : 97155

מספר ת"ז	_____
מספר מחברת	_____

חישוב סטטי וחוזק חומרים

הנדסאים – הנדסה אזרחית – ניהול הבנייה

הנחיות לבחינה

א. משך הבחינה :

ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון

בשאלון זה ארבע שאלות.

ומפתח ההערכה :

יש לענות על **שלוש** שאלות בלבד.

כל השאלות שוות בערך. נקודה אחת תינתן על בסיס הערכה.

סך הכול: 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר לשימוש :

1. מחשבון מדעי (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית).

2. קלסר **אחד בלבד** עם חומר ההרצאות. אין להוציא דפים מהקלסר.

3. "סטטיקה חוזק חומרים ובטון מזוין". טבלאות עזר למגמת בנייה ואדריכלות-המרכז לחינוך טכנולוגי חולון.

4. סרגל מדידה, סרגל קנ"מ ומשולש.

ד. הוראות מיוחדות :

1. יש לכתוב, בתחילת המבחן, את מספרי השאלות לבדיקה.

2. יש לציין, בתחילת המבחן, בכמה מחברות השתמשתם.

3. כל המידות בשאלות הן במטרים (אלא אם כן צוין אחרת).

4. להבהרת דרך הפתרון יש לרשום את הנוסחאות בהן משתמשים.

ה. הוראות כלליות :

1. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה, ולוודא שהן מובנות.

2. את התשובות יש לכתוב במחברת **בעט בלבד**, בכתב יד ברור ונקי (גם בכך תלויה הערכת הבחינה).

3. יש להתחיל כל תשובה **בעמוד חדש** ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה.

4. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לכתוב את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר עליו קו כדי שלא ייבדק.

5. יש להציג פתרון מלא ומנומק, כולל חישובים לפי הצורך. הצגת תשובה סופית ללא שלבי הפתרון לא תזכה בניקוד.

6. אם לדעתכם חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת ולהוסיף נתון מתאים שיאפשר לכם להמשיך בפתרון השאלה. נמקו את בחירתכם.

חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!

בהצלחה!

הנחיות כלליות לכל השאלות

הנחיות לשימוש ביחידות/תקנים

1. מותר להשתמש באחת משתי שיטות היחידות, אך השימוש חייב להיות עקבי לאורך כל הבחינה.
2. יש לרשום בעמוד הראשון של הבחינה.

"אני משתמש/ת ביחידות החדשות"

או

"אני משתמש/ת ביחידות הישנות"

3. נבחנים שישתמשו לסירוגין בשתי השיטות של היחידות שהוזכרו לעיל, באותה השאלה או בשאלות שונות, **בחינתם תיפסל**.
4. נבחנים שלא יציינו אף אחת מהצהרות לעיל, ייחשב הדבר בעת בדיקת הבחינה כאילו השתמשו ביחידות החדשות.

יחידות ישנות/חדשות

תיאור	יחידות ישנות	יחידות חדשות
מודל אלסטיות של הפלדה	2,100,000 ק"ג/סמ"ר	210,000 מגפ"ס
כוח מרוכז ב:	1 טון	10 ק"נ
כוח מפורס ליחידת אורך ב: מ"א = מטר אורך	1 טון/מ"א	10 ק"נ/מ"א
כוח מפורס ליחידת שטח ב: מ"ר = מטר ריבוע	1 טון/מ"ר	10 ק"נ/מ"ר
מומנט ב: מ' = מטר	1 טון*מ'	10 ק"נ*מ'

שאלה 1 (33 נקודות)

בתרשים מספר 1 מסורטטת קורת פלדה העשויה מפרופיל IPB(I) רחב אוגנים (המידות בתרשים הן במטרים).

בנקודות C, D, H יש כוח מרוכז.

בנקודות G, F, H יש מומנט מרוכז.

המאמץ המותר בפלדה, ללחיצה ולמתיחה, הוא 160 מגפ"ס (1600 ק"ג לסמ"ר).

חובה לציין את היחידות של כל חישוב!!! אי-ציון היחידות יוריד נקודות.

דרוש:

(6 נק') א. חשבו את התגובה בסמכים A,B.

(8 נק') ב. חשבו וסרטטו את מהלך כוחות הגזירה לאורך הקורה.

(8 נק') ג. חשבו וסרטטו את מהלך המומנטים לאורך הקורה.

עבור סעיף ד', נתון שהמומנט החיובי המקסימלי בשדה, הוא $M=650 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ($65 \text{ t}\cdot\text{m}$).

(8 נק') ד. חשבו את W_x – מומנט ההתנגדות הדרוש לכך שהמאמץ הקיים לא יעלה על המאמץ המותר.

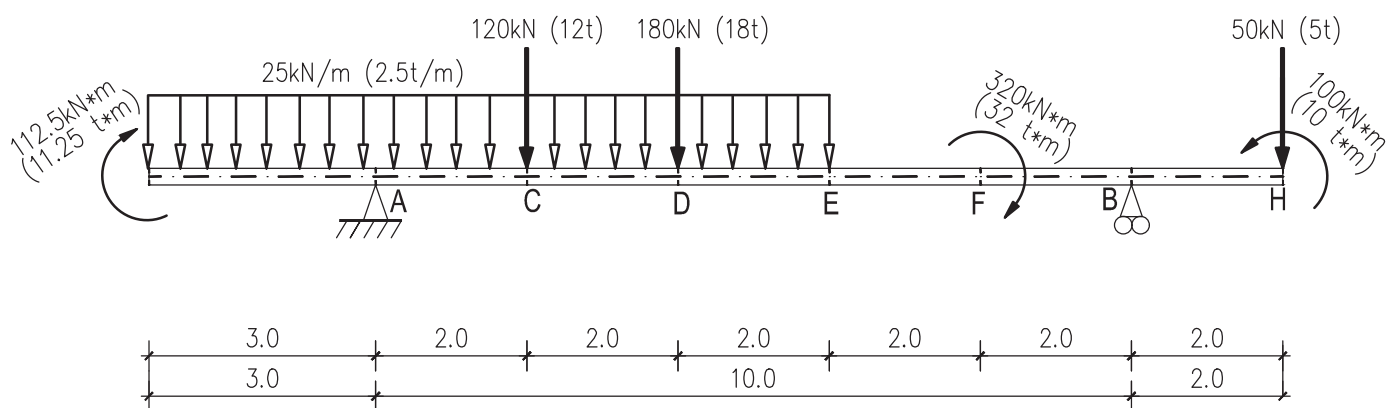
בחרו פרופיל IPB(I) רחב אוגנים המתאים למומנט ההתנגדות שחשבתם.

חשבו את מאמצי הכפיפה הקיימים עבור הפרופיל שבחרתם

וציינו איפה יש מאמצי לחיצה ואיפה יש מאמצי מתיחה.

(3 נק') ה. עבור הפרופיל שבחרתם: חשבו את המומנט המקסימלי שיכול החתך לקבל.

מה גודל מאמצי הכפיפה הקיימים עבור המומנט המקסימלי שחשבתם בסעיף זה.



תרשים מספר ו':

שאלה 2 (33 נקודות)

בתרשים מספר 2 מסורטט חתך הקורה אשר מורכב משלושה אלמנטים מלאים מפלדה (המידות בתרשים הן במ"מ).

המאמץ המותר בפלדה, ללחיצה ולמתיחה, הוא 160 מגפ"ס (1600 ק"ג לסמ"ר).

חובה לציין את היחידות של כל חישוב!!! אי-ציון היחידות יוריד נקודות.

דרוש:

(10 נק') א. סרטטו במחברתכם את החתך המופיע בתרשים מספר 2.

חשבו את **מרכז הכובד** של החתך והשלימו בסרטוט את המידות שחישבתם – Y_b, Y_t .

(10 נק') ב. חשבו את מומנט האינרציה I_x ואת מומנט האינרציה I_y .

(5 נק') ג. נתון: $I_x = 100,000 \text{ cm}^4$.

על סמך מרכז הכובד שחישבתם בסעיף א', חשבו את W_{xt} – מומנט ההתנגדות בסיב העליון

ואת W_{xb} – מומנט ההתנגדות בסיב התחתון.

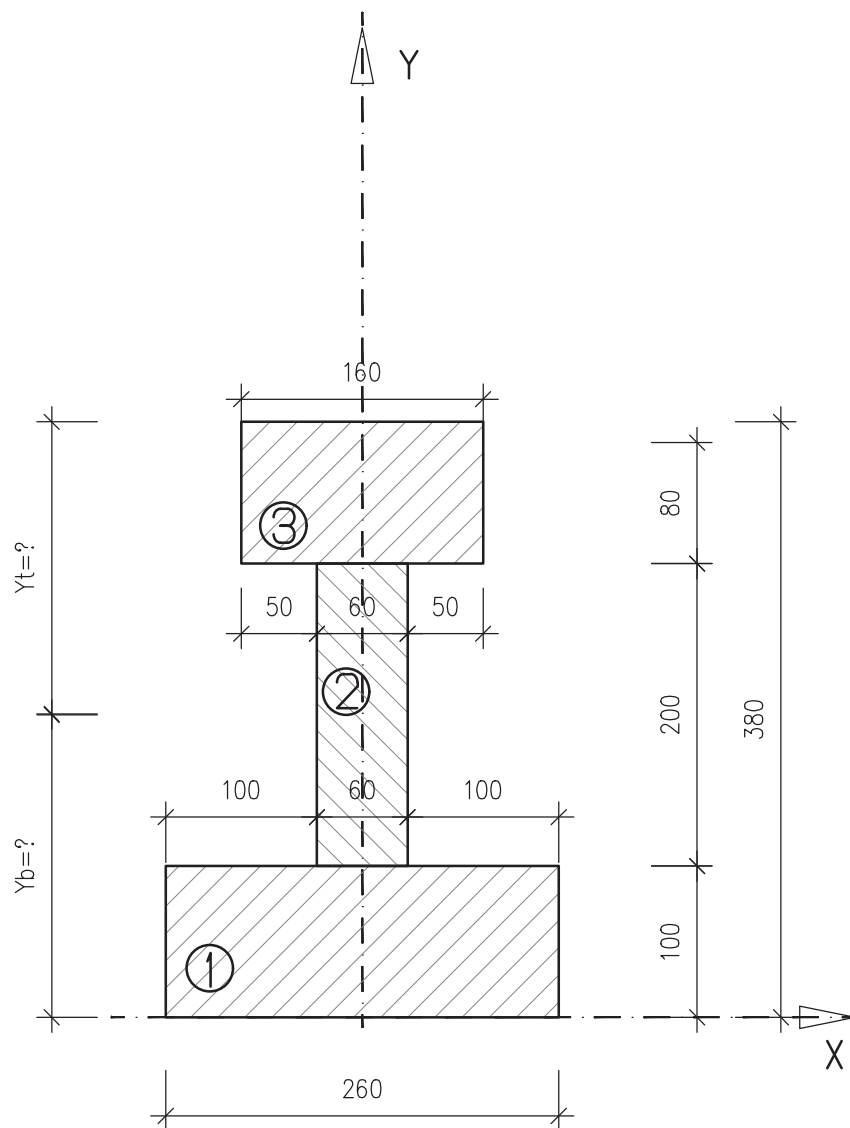
(4 נק') ה. נתון שהחתך שייך לקורת פלדה ושהמומנט החיובי המקסימלי הוא: $M = 500 \text{ Kn} \cdot \text{m} (50 \text{ t} \cdot \text{m})$.

חשבו את מאמץ הכפיפה בסיב העליון ואת מאמץ הכפיפה בסיב התחתון

וציינו איפה יש מתיחה ואיפה יש לחיצה.

(4 נק') ו. חשבו את **המומנט המקסימלי** שהחתך יכול לקבל,

כך שהמאמץ הקיים לא יעלה על המאמץ המותר.



תרשים מספר 2:

שאלה 3 (33 נקודות)

בתרשים מספר 3 מסורטטת קורת פלדה המועמסת כמוצג בתרשים (המידות הן במטרים).

בתרשים מספר 3א' מופיע חתך בקורה (הנתונים בתרשים הם במ"מ).

בנקודות C, D יש כוח מרוכז.

בנקודות A, B יש מומנט מרוכז.

המאמץ המותר בפלדה ללחיצה ולמתיחה הוא 1600 ק"ג לסמ"ר (160 מגפ"ס).

חובה לציין את היחידות של כל חישוב!!! אי ציון היחידות יוריד נקודות!!!

דרוש:

(6 נק') א. חשבו את התגובות בסמכים A, B.

(4 נק') ב. חשבו וסרטטו את מהלך הכוחות הציריים לאורך הקורה.

(6 נק') ג. חשבו וסרטטו את מהלך כוחות הגזירה לאורך הקורה.

(6 נק') ד. חשבו וסרטטו את מהלך המומנטים לאורך הקורה.

(4 נק') ה. עבור החתך המופיע בתרשים מספר 3א':

חשבו את מומנט האינרציה I_x של החתך.

חשבו את מומנט ההתנגדות W_x של החתך.

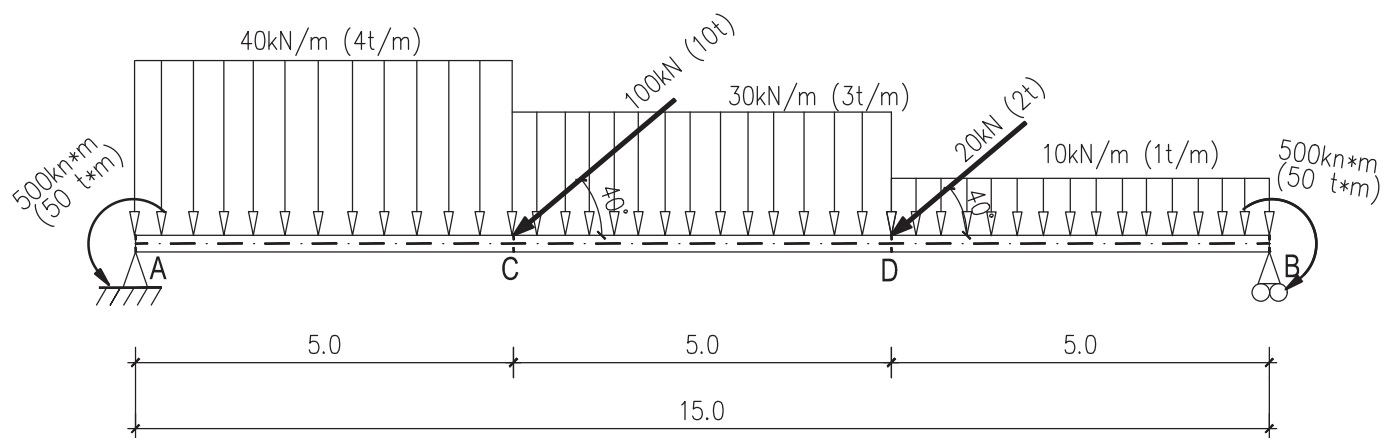
(7 נק') ו. נתון שהמומנט המקסימלי בקורה הוא מומנט חיובי וגודלו הוא $M = 800 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ($80 \text{ t}\cdot\text{m}$).

המומנט המקסימלי נמצא בין הנקודות C, D.

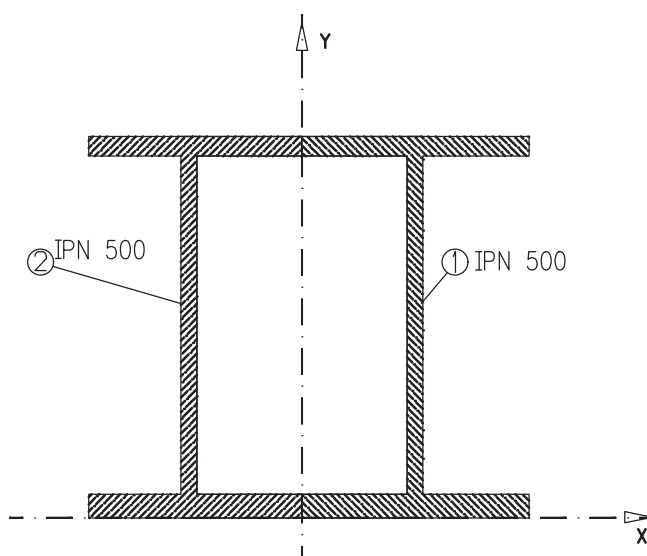
חשבו את מאמצי הכפיפה וציינו איפה המתיחה ואיפה הלחיצה.

חשבו את המאמץ הצירי עבור הכוח הצירי הנמצא בין הנקודות C, D.

חשבו את המאמץ המשולב של כפיפה וכוח צירי בסיב העליון של החתך בין הנקודות C, D.



תרשים מספר 3:



תרשים מספר 3א:

שאלה 4 (33 נקודות)

בתרשים מספר 4 מסורטט מסבך מישורי המוחזק בניצב למישורו.

מוטות המסבך עשויים מפרופיל RHS 100/100 ($t=4$) (סוג הפלדה הוא ST 37).

המאמץ המותר בפלדה, ללחיצה ולמתחה, הוא 160 מגפ"ס (1600 ק"ג לסמ"ר).

יש להתחשב בקריסה באלמנטים לחוצים.

חובה לציין את היחידות של כל חישוב!!! אי-ציון היחידות יוריד נקודות.

דרוש:

(5 נק'). א. חשבו את התגובות בסמכים.

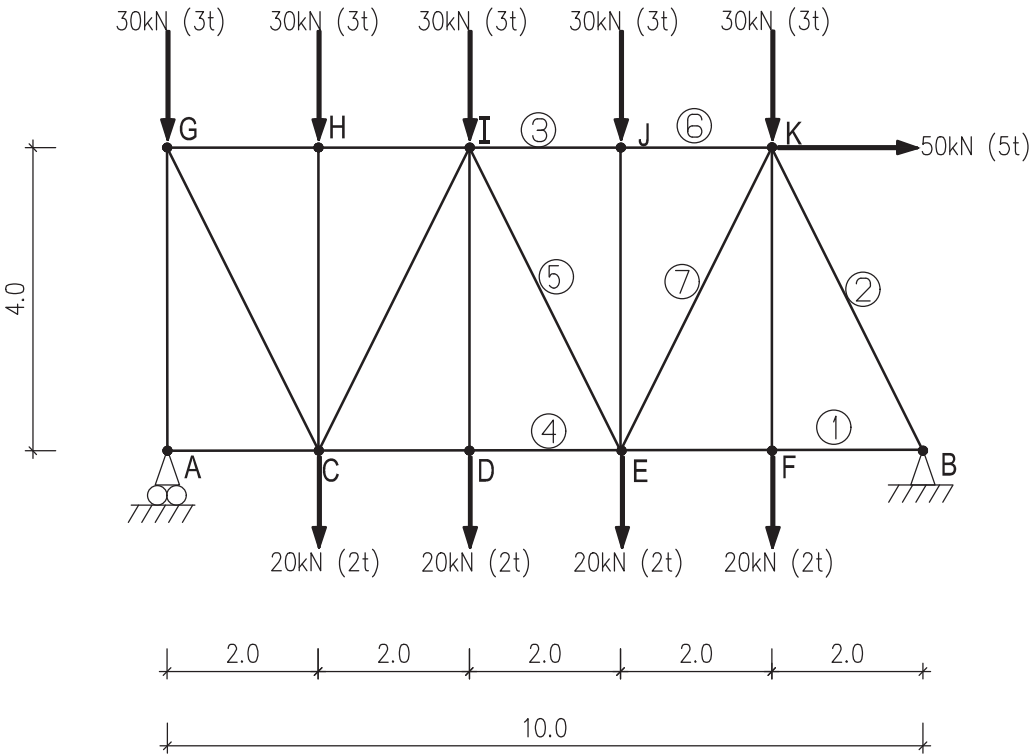
(21 נק') ב. חשבו את הכוחות במוטות: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

רכזו את התשובות בטבלה.

(4 נק') ג. נתון שהכוח במוט מספר 2 הוא כוח לחיצה וגודלו הוא $P_5 = -120 \text{ kN}$ (-12 t).

חשבו את המאמץ הקיים במוט מספר 2 וציינו אם הוא עונה לדרישת המאמץ המותר.

(3 נק') ד. חשבו את הכוח המקסימלי שיכול מוט מספר 2 לקבל.



תרשים מספר 4: