

מועד הבחינה :
קיץ תשפ"ג – 2023 – מועד א'
מספר השאלון : 90322

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 הכל : 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 נעשה שימוש.

3. כל המידות בשאלות הן במטר (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 לרשום 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 לא 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 (המידות בתרשים הן במטרים).
הקורה מורכבת משני פרופילים : $RHS\ 200/200(t=16)$.
בתרשים מספר 11 מסורטט חתך הקורה (המידות בתרשים הן במילימטרים).
בנקודות F, E יש מומנט מרוכז.
המאמץ המותר בפלדה, ללחיצה ולמתחה, הוא 160 מגפ"ס (1600 ק"ג לסמ"ר).
חובה לציין את היחידות של כל חישוב!!! אי ציון היחידות יוריד נקודות!!!

דרוש:

4 נק' א. חשבו את התגובה בסמכים A, B .

7 נק' ב. חשבו וסרטטו את מהלך כוחות הגזירה לאורך הקורה.

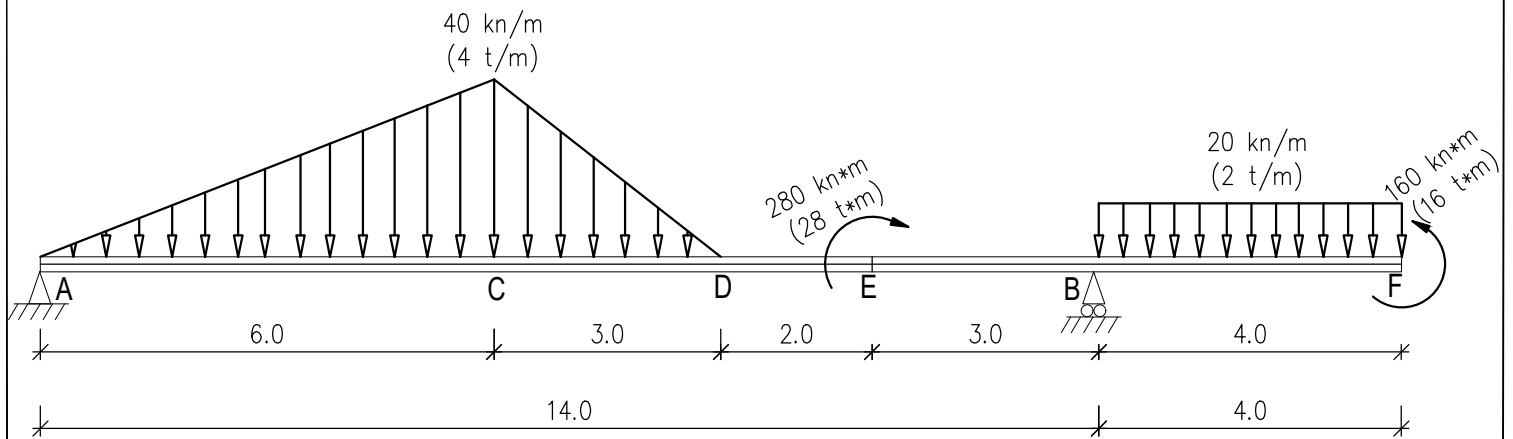
7 נק' ג. חשבו וסרטטו את מהלך המומנטים לאורך הקורה.

5 נק' ד. חשבו את מומנט האינרציה I_x ואת מומנט ההתנגדות W_x .

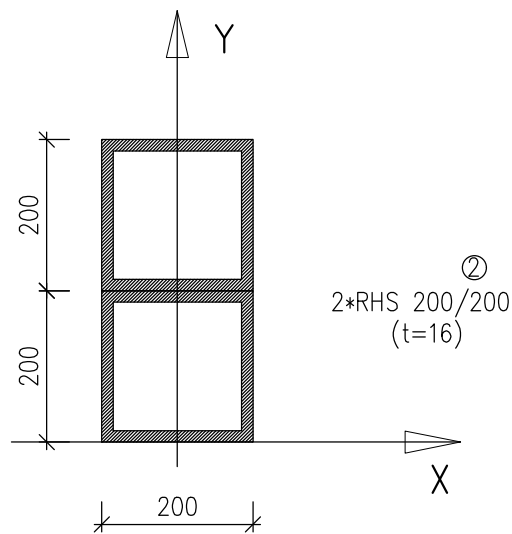
עבור הסעיפים ה', ו' נתון שהמומנט, החיובי המקסימלי בשדה, הוא $M=380\text{ kn}\cdot\text{m}$ ($38\text{ t}\cdot\text{m}$).

5 נק' ה. חשבו את מאמצי הכפיפה בסיב העליון ובסיב התחתון, עבור מומנט זה, וסרטטו את פילוג המאמצים.

5 נק' ו. חשבו את מומנט ההתנגדות הדרוש (W_x) כך שהמאמץ הקיים לא יעלה על המאמץ המותר.
סרטטו את פילוג המאמצים במצב זה.



תרשים מספר 1



תרשים מספר 11

שאלה 2 (33 נקודות)

בתרשים מספר 2 מסורטט חתך הקורה אשר מורכב מארבעה אלמנטים (המידות בתרשים הן במ"מ).
בתרשים מספר 22 מסורטטת קורת פלדה המורכבת מארבעה פרופילי פלדה (המידות בתרשים הן במטרים).
סוג הפלדה הוא ST 37.
המאמץ המותר בפלדה, ללחיצה ולמתחה, 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. סרטטו במחברתכם את החתך המופיע בתרשים מספר 2.
חשבו את **מרכז הכובד** של החתך והשלימו בסרטוט את המידות שחישבתם – Y_b, Y_t .
8 (נק') ב. חשבו את מומנט האינרציה I_x ואת מומנט האינרציה I_y .
8 (נק') ג. חשבו את התגובות בקורה המופיעה בתרשים מספר 22.
חשבו וסרטטו את מהלך הכוחות **הציריים**, את מהלכי **הגזירה** ואת מהלכי **המומנטים** לאורך הקורה.

בסעיפים הבאים השתמשו בנתונים הבאים:

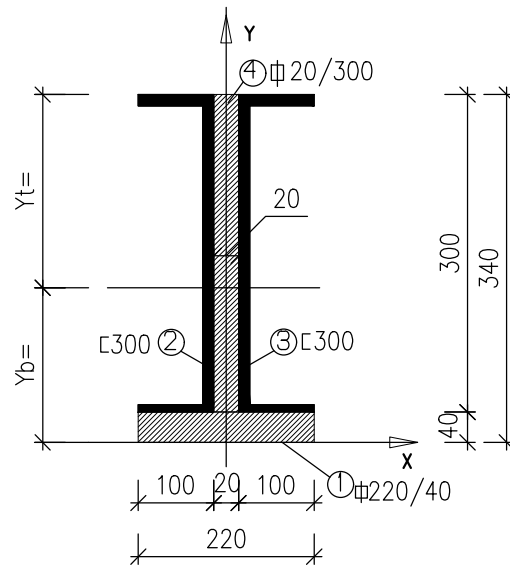
$$I_x = 40,000 \text{ cm}^4, W_x(b) = 3000 \text{ cm}^3, W_x(t) = 2000 \text{ cm}^3$$

- 4 (נק') ד. חשבו את **המאמץ הצירי** בקורה בהתחשב בקריסה. אורך קריסה הוא 6.0 מטר (חשבו את i_x).

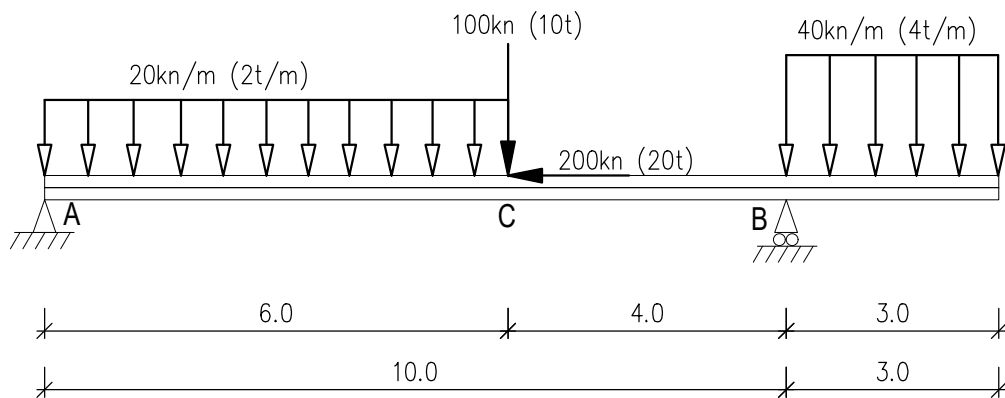
- 3 (נק') ה. **עבור המומנט בנקודה B** (שחושב בסעיף ג').

חשבו את מאמץ הכפיפה בסיב העליון ואת מאמץ הכפיפה בסיב התחתון.
סרטטו את פילוג המאמצים.

- 4 (נק') ו. נתון שהמומנט החיובי המקסימלי בשדה **A-B** הוא: $M = 300 \text{ kn}\cdot\text{m}$ ($30 \text{ t}\cdot\text{m}$).
חשבו את מאמץ הכפיפה בסיב העליון ואת מאמץ הכפיפה בסיב התחתון.
חשבו את המאמצים המשולבים בסיב העליון ואת המאמצים המשולבים בסיב התחתון.
סרטטו את פילוג המאמצים המשולבים.



תרשים מספר 2



תרשים מספר 22

שאלה 3 (33 נקודות)

בתרשים מספר 3 מסורטטת קורת פלדה המועמסת כמוצג בתרשים (המידות הן במטרים).
בתרשים מספר 33 ובתרשים מספר 333 מופיעים חתכים בקורה (הנתונים בתרשים הם במ"מ).

בנקודות E, F יש פרק.

בנקודות H, G יש מומנט מרוכז.

המאמץ המותר בפלדה ללחיצה ולמתחה 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 התגובה בפרקים E, F.

חשבו את התגובות בסמכים A, B, C, D.

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

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

(3 נק') ד. נתון שהמומנט המקסימלי בשדה A-B הוא מומנט חיובי וגודלו הוא $M=51 \text{ KN}\cdot\text{M}$ ($5.1 \text{ T}\cdot\text{M}$).

עבור פרופיל IPN300 (תרשים מספר 33):

חשבו את מאמצי הכפיפה בחתך ובדקו אם הם עונים על דרישת המאמץ המותר.

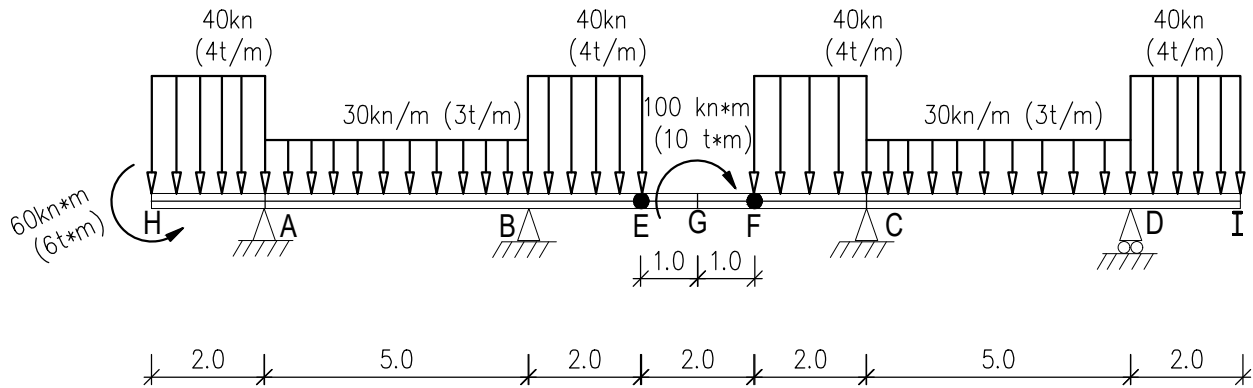
סרטטו את פרוס המאמצים.

(4 נק') ה. נתון שהמומנט המקסימלי בנקודה C הוא מומנט שלילי וגודלו הוא $M=180 \text{ KN}\cdot\text{M}$ ($18 \text{ T}\cdot\text{M}$).

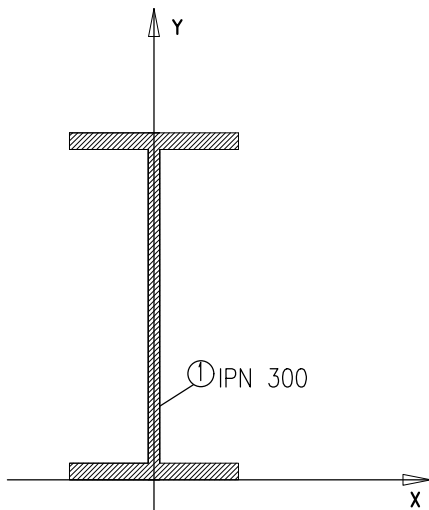
עבור IPN300 2: (אין רווח בין שני הפרופילים) (תרשים מספר 333):

חשבו את מאמצי הכפיפה בחתך ובדקו אם הם עונים על דרישת המאמץ המותר.

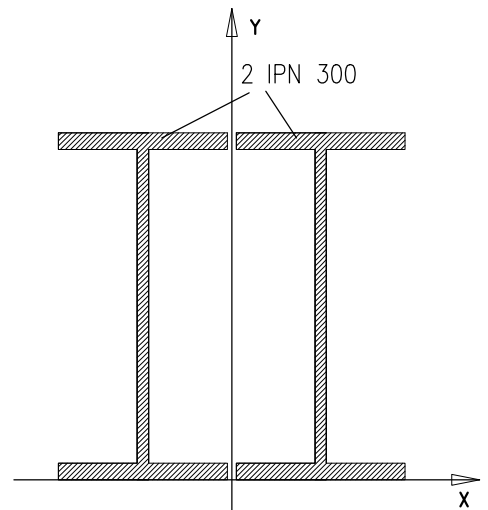
סרטטו את פרוס המאמצים.



תרשים מספר 3



תרשים מספר 33



תרשים מספר 333

שאלה 4 (33 נקודות)

בתרשים מספר 4 מסורטט מסבך מישורי המוחזק בניצב למישורו.
מוטות המסבך עשויים מצינורות ($t=2.2$) $\varnothing 4$ (סוג הפלדה הוא ST 37).
המאמץ המותר בפלדה, ללחיצה ולמתיחה, 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:

(6 נק') א. חשבו את התגובות בסמכים.

(2 נק') ב. חשבו את הזוויות a, b המסומנות בסרטוט המסבך.

(15 נק') ג. חשבו את הכוחות במוטות 1,2,3,4,5.

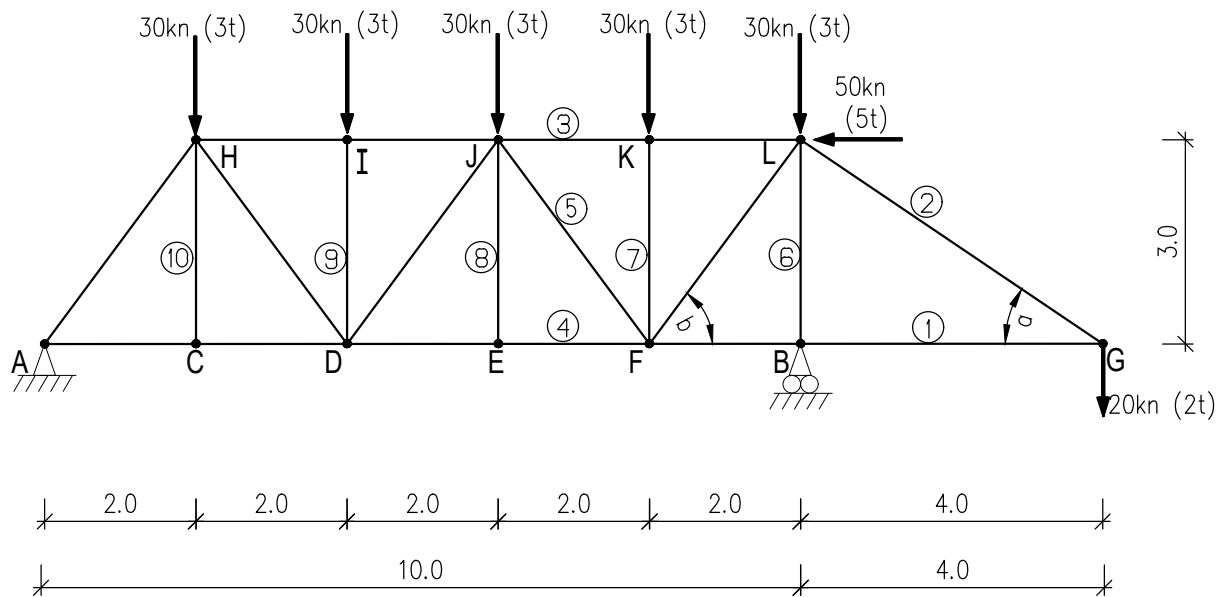
עליכם לרשום את התשובות בטבלה, ולציין אם המוט מתוח או לחוץ

(5 נק') ד. חשבו את הכוחות במוטות 6,7,8,9,10.

עליכם לרשום את התשובות בטבלה, ולציין אם המוט מתוח או לחוץ.

(5 נק') ה. נתון שהכוח במוט מספר 3 הוא כוח לחיצה וגודלו הוא $P_3=60 \text{ kN}$ (6 t).

חשבו את המאמץ הקיים במוט מספר 3 וציינו אם הוא עונה על המאמץ המותר.



תרשים מספר 4

בהצלחה!
 © כל הזכויות שמורות למה"ט