

סטטיקה וחוזק חומרים

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים:

פרק ראשון	34 נקודות
פרק שני	66 נקודות
סה"כ	100 נקודות

עליך לענות על שאלה 1 שבפרק הראשון ועל שתי שאלות מהפרק השני, ובסך-הכול עליך לענות על **שלוש** שאלות.

ג. חומר עזר מותר לשימוש:

1. כל חומר עזר כתוב בכתב-יד או מודפס על נייר מאוגד בקלסר/ים, חוברת טבלאות.

2. כלי סרטוט וסרגל קנ"מ.

3. מחשבון. אין להשתמש במחשב כף-יד או מחשבון עם תקשורת חיצונית.

ד. הוראות מיוחדות:

1. עיין היטב בכל השאלות, לפני שתתחיל לענות עליהן.

2. את התרשימים (הסקיצות) יש לסרטט במחברת הבחינה בלבד, בעיפרון, ובהקפדה על פרופורציות נכונות.
את החישובים יש לכתוב בעט, במחברת הבחינה בלבד.

3. אם לדעתך חסר נתון בשאלה, השלם אותו על-פי ראות עיניך, ופתור בעזרתו את השאלה. ציין בתשובתך את הנתון שהוספת.

4. בתשובה על שאלת חישוב, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. כל תוצאת חישוב יש להציג ביחידות המידה המתאימות, כמפורט בתחילת הבחינה (עמוד 3).

5. לנוחותך, לשאלון זה מצורף מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.

בשאלון זה 8 עמודים ונספח.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,
אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

בשאלון זה משתמשים בתקן הבין-לאומי (SI) ליחידות מידה, הנקראות **היחידות החדשות**.
בתקן זה משתמשים בניוטון (N) כיחידת המידה של כוח, ובפסקל (Pa) כיחידת המידה של לחץ.

הנחיות לשימוש ביחידות והנתונים הנוספים

היחידות החדשות	הגדרת היחידה
$kN = \text{קילו ניוטון}$	כוח מרוכז
$kN/m = \text{קילו ניוטון/מטר}$	כוח מפורס ליחידת אורך
$kN/m^2 = \text{קילו ניוטון/מ"ר}$	כוח מפורס ליחידת שטח
$kN \times m = \text{קילו ניוטון} \times \text{מטר}$	מומנט
$MPa = \text{מגה פסקל}$	מאמץ

הערות:

1. המידות באיורים נתונות ב**סנטימטרים (cm)**, אלא אם מצוין אחרת.

2. נתונים כלליים **לפלדות**:

מאמץ מותר לכפיפה, ללחיצה ולמתיחה: $\sigma_y = 140 \text{ MPa}$

מודול האלסטיות: $E = 2.1 \times 10^5 \text{ MPa}$

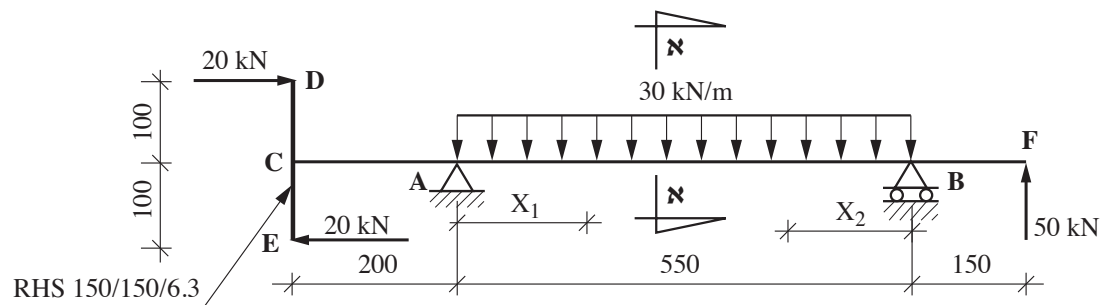
השאלות

פרק ראשון (34 נקודות)

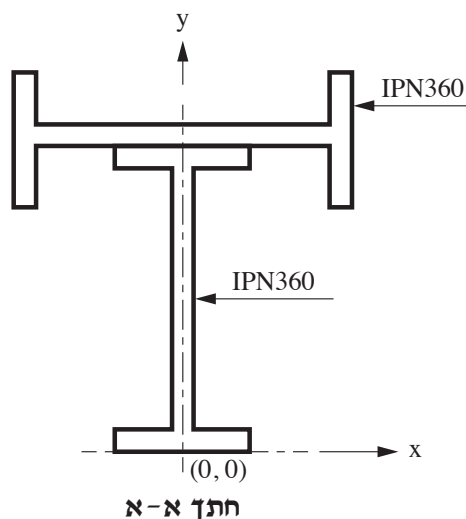
ענה על שאלה 1 – שאלת חובה.

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מתוארת קורת פלדה הנשענת על סמך קבוע בנקודה A ועל סמך נייד בנקודה B. הקורה בנויה מחתך מורכב של שני פרופילי IPN360, כמתואר בחתך א-א שבאיור. לפרופיל של הקורה מחובר באופן קשיח עמודון בנקודה C. העמודון עשוי מפרופיל RHS. על הקורה פועלים עומס מפורס אנכי, כוח מרוכז אנכי בנקודה F, ושני כוחות מרוכזים אופקיים בנקודות D ו-E שבקצוות של העמודון.



קורת פלדה



איור לשאלה 1, ללא קנ"מ

ענה על כל הסעיפים א-ו.

- (5 נק') א. חשב והצג את התגובות (הריאקציות) בסמכים A ו- B .
- (5 נק') ב. חשב והצג את הערכים של כוחות הגזירה לאורך הקורה והעמודון (3 נק'), וסרטט את מהלכם (2 נק').
- (5 נק') ג. חשב והצג את הערכים של מומנטי הכפיפה לאורך הקורה ולאורך העמודון (3 נק'), וסרטט את מהלכם (2 נק').
- (5 נק') ד. חשב והצג את מקום מרכז הכובד של החתך המחוזק $-X_c; Y_c$ ביחס לנקודה $[0; 0]$.
- (5 נק') ה. חשב את מומנט האינרציה I_x סביב ציר X_c של החתך המחוזק.
- (5 נק') ו. חשב והצג את הערכים של מאמצי הכפיפה (3 נק') בחתך הקורה עבור מומנט מרבי, וסרטט את פירוס המאמצים בחתך (2 נק').

ענה על אחד הסעיפים - ז או ח:

- (4 נק') ז. סרטט סקיצה המתארת קו אלסטי (סכמת דפורמציות) של הקורה, כולל העמודון DCE.
- (4 נק') ח. חשב את מאמצי הכפיפה בחתך של העמודון ליד הנקודה C.

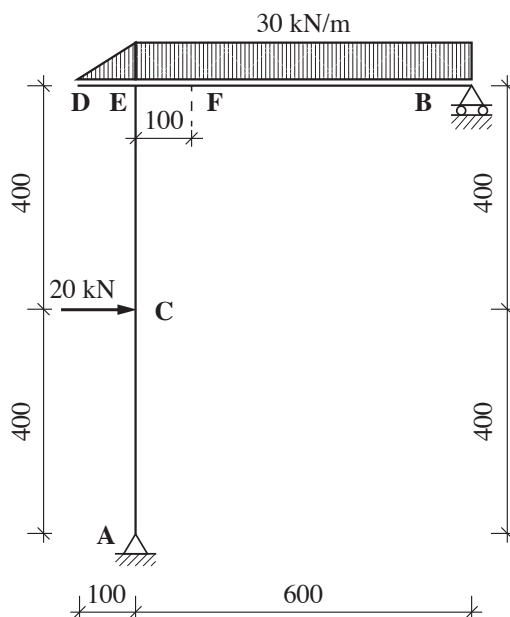
פרק שני (66 נקודות)

ענה על שתיים מבין השאלות 2-4 (לכל שאלה – 33 נקודות).

שאלה 2

באיור לשאלה 2 נתונה מסגרת מסוימת סטטית הנשענת על סמך קבוע בנקודה A ועל סמך נייד בנקודה B. על המסגרת פועלים עומס מרוכז אופקי בנקודה C, עומס משולש בין הנקודות D ו-E, ועומס מפורס אחיד בין הנקודות B ו-E.

הערה: הזנח את המשקל העצמי של המסגרת.



איור לשאלה 2, ללא קני"מ

ענה על כל הסעיפים א-ד.

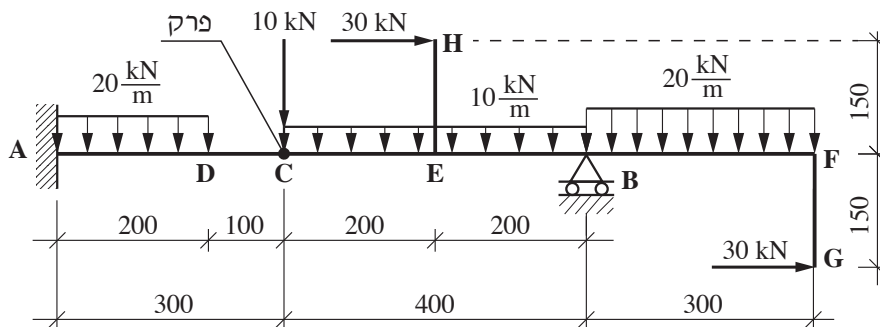
- 9 נק') א. חשב והצג את התגובות (ריאקציות) בסמכים A ו-B.
- 6 נק') ב. חשב את הערכים של הכוחות הציריים (3 נק'), וסרטט את מהלכם (3 נק').
- 6 נק') ג. חשב את הערכים של כוחות הגזירה (3 נק'), וסרטט את מהלכם (3 נק').
- 6 נק') ד. חשב את הערכים של המומנטים (3 נק'), וסרטט את מהלכם (3 נק').

ענה על אחד הסעיפים – ה או ו:

- 6 נק') ה. סרטט את קו האלסטיות (דפורמציות) של המסגרת כתוצאה מהעומסים הפועלים עליה.
- 6 נק') ו. חשב את ערך המומנט בנקודה F.

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מתוארת קורת פלדה הרתומה בנקודה A והנשענת על סמך נייד בנקודה B. הקורה מורכבת משני חלקים המחוברים עם פרק בנקודה C. בנקודות E ו-F מותכים לפרופיל של הקורה שני עמודונים אנכיים E-H ו-F-G הבנויים מפרופיל RHS150/150/16. בנקודות H ו-G פועלים כוחות אופקיים מרוכזים. לאורך הקורה פועלים עומסים מפורסים, ובנקודה C פועל עומס מרוכז אנכי.



איור לשאלה 3, ללא קנ"מ

ענה על כל הסעיפים א-ה.

- א. (6 נק') חשב והצג את התגובות (הריאקציות) בנקודת הרתימה A ובסמך B.
- ב. (5 נק') חשב והצג את הערכים של הכוחות הציריים (3 נק'), וסרטט את מהלכם על הקורה וגם על העמודונים (2 נק').
- ג. (6 נק') חשב והצג את הערכים של כוחות הגזירה (3 נק'), וסרטט את מהלכם על הקורה וגם על העמודונים (3 נק').
- ד. (6 נק') חשב והצג את הערכים של המומנטים (3 נק'), וסרטט את מהלכם על הקורה וגם על העמודונים (3 נק').
- ה. (5 נק') בחר, באמצעות חישוב, פרופיל IPE עבור הקורה. בחירת הפרופיל תיעשה בנקודה שבה הצירוף של המומנט ושל הכוח הצירי הוא מרבי.

ענה על אחד הסעיפים – ו או ז:

- ו. (5 נק') חשב, הצג וסרטט את פירוס המאמצים בחתך הקורה, בנקודה A.
- ז. (5 נק') חשב את מאמץ הכפיפה בחתך של העמודון F-G ליד הנקודה F.

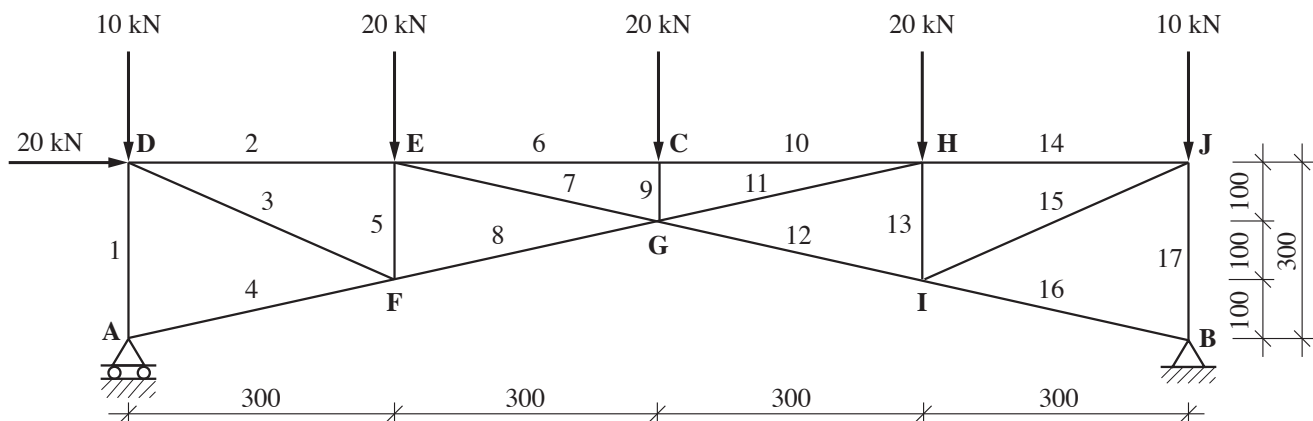
שאלה 4

באיור לשאלה 4 נתון מסבך פלדה המורכב ממוטות פלדה ונשען על הסמכים A ו-B. סמך A הוא סמך ניד, וסמך B הוא סמך קבוע.

על המסבך פועלים חמישה כוחות מרוכזים אנכיים וכוח אופקי אחד, כמתואר באיור לשאלה.

הערות: 1. המסבך מוחזק בכל הצמתים בניצב למישורו.

2. הזנה את המשקל העצמי של המסבך.



איור לשאלה 4, ללא קנ"מ

ענה על כל הסעיפים א-ד.

- א. (6 נק') חשב והצג את התגובות (הריאקציות) בסמכים A ו-B.
- ב. (8 נק') חשב את ערכי הכוחות במוטות 1, 2, 3, 4 בשיטת הצמתים (חתך מקומי), וציין לכל כוח אם הוא התקבל בלחיצה או במתיחה. רכז את התוצאות בטבלה.
- ג. (8 נק') חשב את ערכי הכוחות במוטות 10, 11, 12 לפי שיטת ריטר, וציין לכל כוח אם הוא התקבל בלחיצה או במתיחה. הוסף את התוצאות לטבלה.
- ד. (6 נק') בחר, באמצעות חישוב, פרופילי פלדה RHS עבור המוטות 15, 17. הכוחות במוטות הם:

$$N_{15} = 51 \text{ kN} \text{ מתיחה}$$

$$N_{17} = 38 \text{ kN} \text{ לחיצה}$$

ענה על אחד הסעיפים - ה או ו:

- ה. (5 נק') מבטלים את סמך C הניצב למישור המסבך. מהן ההשלכות של ביטולו על מוטות המסבך 6 ו-10?
- ו. (5 נק') הוחלט לבטל את מוט 15. הסבר מהן ההשלכות על סכמת המסבך.

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך.

נספח: מילון מונחים
לשאלון 712931, אביב תשפ"א

המונח	תרגום המונח		
	ערבית	רוסית	אנגלית
זיז	نتوء / بروز	консоль	console
יציבות	ثبات	устойчивость	stability
כפף	ثني / تقوُّس	прогиб	deflection
מאמץ כפיפה	جهد الثني	изгибающее усилие	bending stress
מחבר	رابط	шов, соединение	joint
מערכת הקשחה	شبكة الصلابة	система обеспечения жесткости	stiffening system
משקל מרחבי	وزن وحدة الحجم	объемный вес	bulk weight
משקל עצמי	الوزن الذاتي	собственный вес	self weight
סמך קבוע	مِسند ثابت	неподвижная опора	fixed support
עומס קבוע	وزن ثابت	постоянная нагрузка	fixed load
עומס שימושי	وزن مُتغيِّر	временная (полезная нагрузка)	operational load
קורה	عَرَقَة / جِسَر	балка	beam
ריתוך	لحام	сварка	welding