

סטטיקה וחוזק חומרים

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

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

פרק ראשון 34 נקודות

פרק שני 66 נקודות

סך-הכל 100 נקודות

יש לענות על שאלה 1 שבפרק הראשון ועל שתי שאלות מהפרק השני. בסך-הכול יש לענות על שלוש שאלות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש:

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. עיינו היטב בכל השאלות, לפני שתתחילו 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 לדעתכם חסר נתון בשאלה, השלימו אותו על-פי ראות עיניכם, ופתרו בעזרתו את השאלה. ציינו בתשובה את הנתון שהוספתם.

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

5. בנספח לשאלון זה מובא מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכלו להיעזר בו בעת הצורך.

בשאלון זה 8 עמודים ועמוד אחד של נספח.

בהצלחה!

בשאלון זה משתמשים בתקן הבינלאומי (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)

ענו על שאלה 1 – שאלת חובה

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מתוארים, ללא קנ"מ, קורת פלדה הנשענת על סמך קבוע בנקודה A ועל סמך נייד בנקודה B, וחתך א'-א'. הקורה בנויה מחתך מורכב של חמישה פרופילים: פרופילי RHS 200/100/10 ופרופילים זוויתניים 60/40/5, כמתואר בחתך א'-א', שבאיור לשאלה.

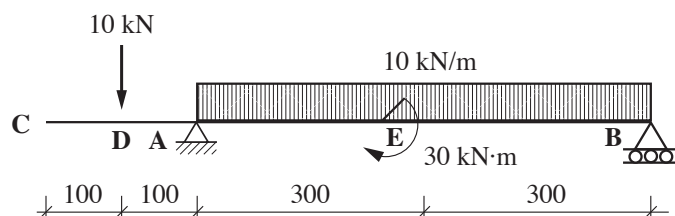
על הקורה פועלים עומס מרוכז בנקודה D, עומס מפורס בין הנקודות A ו-B ומומנט מרוכז בנקודה E.

ענו על כל הסעיפים א'-ו'.

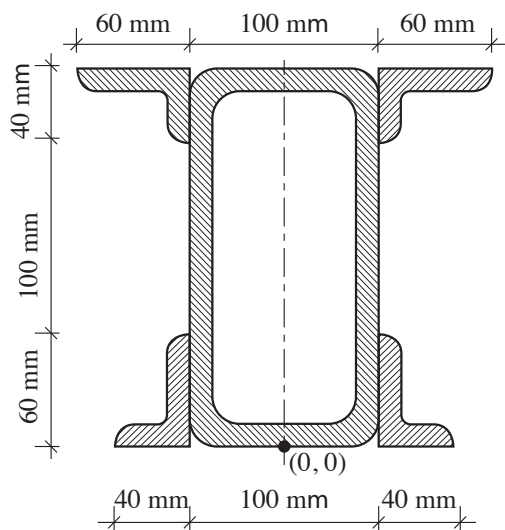
- 5 נק' א. חשבו והציגו את התגובות (הריאקציות) בסמכים A ו-B.
- 5 נק' ב. חשבו והציגו את הערכים של כוחות הגזירה לאורך הקורה (3 נק'), וסרטטו את מהלכם (2 נק').
- 5 נק' ג. חשבו והציגו את הערכים של מומנטי הכפיפה לאורך הקורה (3 נק'), וסרטטו את מהלכם (2 נק').
- 4 נק' ד. חשבו והציגו את מקום מרכז הכובד של החתך המורכב (X_c, Y_c) ביחס לנקודה (0,0).
- 5 נק' ה. חשבו את מומנט האינרציה I_{xx} סביב ציר X_c של החתך המורכב.
- 5 נק' ו. חשבו והציגו את הערכים של מאמצי הכפיפה בחתך הקורה עבור המומנט המרבי (3 נק'), וסרטטו את פירוס המאמצים בחתך (2 נק').

ענו על אחד הסעיפים – ז' או ח'.

- 5 נק' ז. סרטטו סכמה המתארת את קו האלסטיות (דפורמציות) של הקורה.
- 5 נק' ח. בחרו פרופיל מסוג IPE, במקום החתך המורכב, עבור המומנט המרבי בקורה.



קורת פלדה, ללא קנ"מ



חתך א'-א', ללא קנ"מ

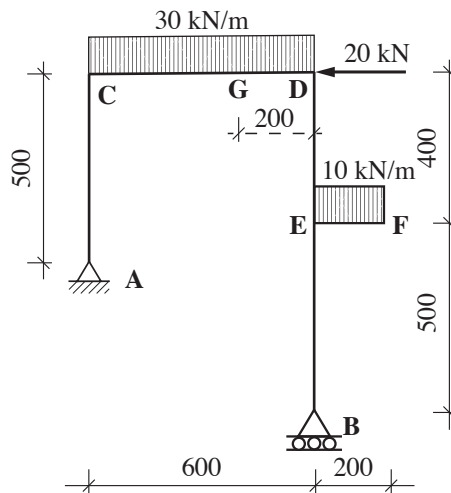
איור לשאלה 1

פרק שני (66 נקודות)

ענו 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 D, עומס מפורס בין הנקודות C ו-D ועומס מפורס בין הנקודות E ו-F.



מסגרת מסוימת סטטית, ללא קנ"מ
איור לשאלה 2

ענו על כל הסעיפים א'-ד'.

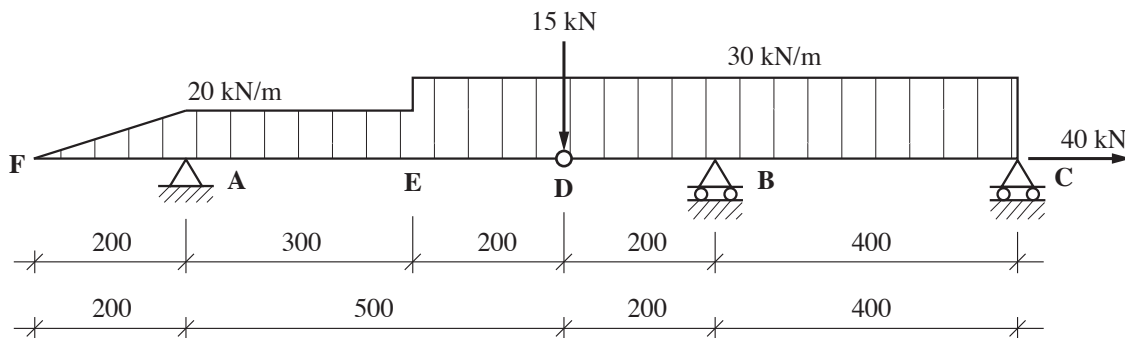
- 8 נק') א. חשבו והציגו את התגובות (הריאקציות) בסמכים A ו-B.
- 6 נק') ב. חשבו את הערכים של הכוחות הציריים (3 נק'), וסרטטו את מהלכם (3 נק').
- 6 נק') ג. חשבו את הערכים של כוחות הגזירה (3 נק'), וסרטטו את מהלכם (3 נק').
- 6 נק') ד. חשבו את הערכים של המומנטים (3 נק'), וסרטטו את מהלכם (3 נק').

ענו על אחד הסעיפים – ה' או ו'.

- 7 נק') ה. סרטטו את קו האלסטיות (דפורמציות) של המסגרת כתוצאה של העומסים הפועלים עליה.
- 7 נק') ו. חשבו את ערך המומנט בנקודה G.

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מתוארת קורת פלדה הנשענת על שלושה סמכים A, B ו-C. הקורה מורכבת משני חלקים, המחוברים עם פרק בנקודה D. בנקודות C ו-D קיימים כוחות מרוכזים, ולאורך כל הקורה פועלים עומסים מפורסים, כמתואר באיור.



קורת פלדה, ללא קנ"מ
איור לשאלה 3

ענו על כל הסעיפים א' - ה'.

- א. (8 נק') חשבו והציגו את התגובות (הריקאציות) בסמכים A, B ו-C.
- ב. (4 נק') חשבו והציגו את הערכים של הכוחות הציריים (2 נק'), וסרטטו את מהלכם לאורך הקורה (2 נק').
- ג. (6 נק') חשבו והציגו את הערכים של כוחות הגזירה (3 נק'), וסרטטו את מהלכם לאורך הקורה (3 נק').
- ד. (6 נק') חשבו והציגו את הערכים של המומנטים (3 נק'), וסרטטו את מהלכם לאורך הקורה (3 נק').
- ה. (5 נק') בחרו, באמצעות חישוב, פרופיל מסוג INP עבור הקורה. בחירת הפרופיל תיעשה בהתחשב בכוחות הכפיפה ובכוחות הציריים.

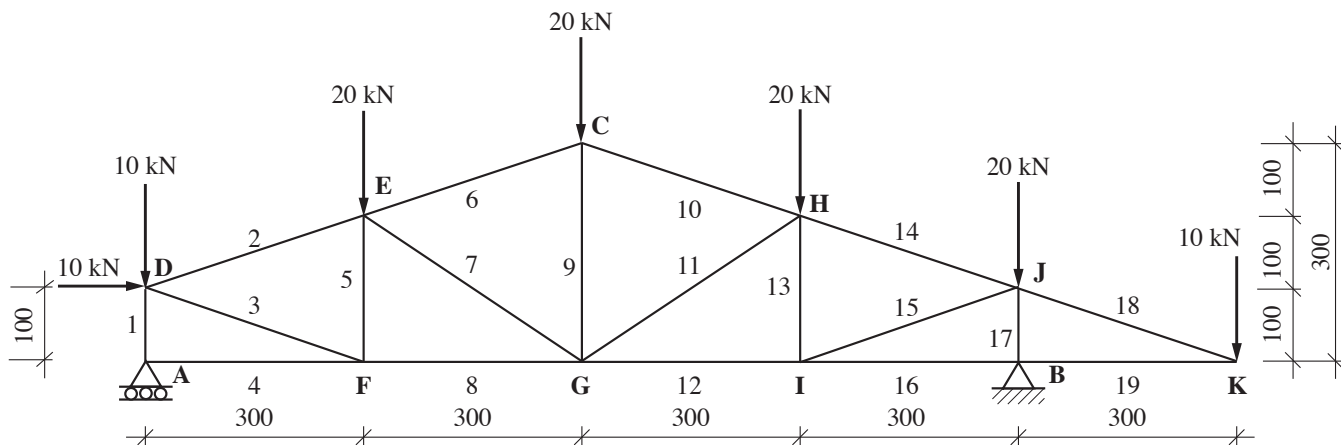
ענו על אחד הסעיפים - ו' או ז'.

- ו. (4 נק') חשבו, הציגו וסרטטו את פירוס המאמצים בחתך הקורה בנקודה B, לפי הפרופיל שבחרתם בסעיף ה'.
- ז. (4 נק') חשבו את שינוי האורך, בס"מ, של כל הקורה, וצינו אם היא מתארכת או מתקצרת.

באיור לשאלה 4 נתון מסבך פלדה המורכב ממוטות פלדה ונשען על הסמכים A ו-B. סמך A הוא סמך נייד, וסמך B הוא סמך קבוע. על המסבך פועלים שישה כוחות אנכיים וכוח אופקי, כמתואר באיור לשאלה.

1. המסבך מוחזק, בכל הצמתים, בניצב למישורו.

2. יש להזניח את המשקל העצמי של המסבך.



מסבך פלדה, ללא קנ"מ
איור לשאלה 4

ענו על כל הסעיפים א'-ד'.

- (6 נק')** א. חשבו והציגו את התגובות (הריאקציות) בסמכים A ו-B.
- (7 נק')** ב. חשבו את ערכי הכוחות במוטות 1, 2, 3, 4 בשיטת הצמתים (חתך מקומי), וציינו לכל כוח אם הוא התקבל בלחיצה או במתיחה (5 נק'). רכזו את התוצאות בטבלה (2 נק').
- (9 נק')** ג. חשבו את ערכי הכוחות במוטות 10, 11, 12 לפי שיטת ריטר, וציינו לכל כוח אם הוא התקבל בלחיצה או במתיחה. הוסיפו את התוצאות לטבלה.
- (8 נק')** ד. להלן ערכי הכוחות במוטות 15 ו-16:

$$\text{מתיחה} - N15 = 68.5 \text{ kN}$$

N16 = 40 kN - לחיצה

בחרו, באמצעות חישוב, פרופילי פלדה RHS עבור שני מוטות אלה.

ענו על אחד הסעיפים – ה' או ו'.

- (3 נק')** ה. הוחלט לבטל את סמך H, הניצב למישור המסבך. הסבירו מהן ההשלכות של ביטולו על מוטות המסבך

1. (3 נק') הוחלט לבטל את מוט 11. הסבירו מהן ההשלכות של ביטולו על סכמת המסבך.

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.

אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך.

נספח: מילון מונחים

לשאלון 712931, אביב תשפ"ב

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