

קונסטרוקציות בטון

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון:

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:

- כל חומר עזר כתוב בכתב-יד או מודפס על נייר מאוגד בקלסר/ים, חוברת טבלאות.
- כלי סרטוט
- מחשבון. אין להשתמש במחשב כף יד או מחשבון עם תקשורת חיצונית.

ד. הוראות מיוחדות:

- עיין היטב בכל השאלות, לפני שתתחיל לענות עליהן.
- את התרשימים (הסקיצות) יש לסרטט במחברת הבחינה בלבד, בעיפרון, ובהקפדה על פרופורציות נכונות. את החישובים יש לכתוב בעט, במחברת הבחינה בלבד.
- השאלון מתבסס על ת"י 466 : חלק I ("חוקת הבטון"), יוני 2003, גיליון תיקון 3, מאי 2012 ; חלק II – דצמבר 2015.
- אם לדעתך חסר נתון בשאלה, השלם אותו על-פי ראות עיניך, ופתור בעזרתו את השאלה. ציין בתשובתך את הנתון שהוספת.
- 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).
- לנוחותך, לשאלון זה מצורף מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.

בשאלון זה 12 עמודים ו-2 עמודי נספחים.

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

היחידות החדשות	הגדרת היחידה
$kN = \text{קילו ניוטון}$	כוח מרוכז
$kN/m = \text{קילו ניוטון/מטר}$	כוח מפורס ליחידת אורך
$kN/m^2 = \text{קילו ניוטון/מטר מרובע}$	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

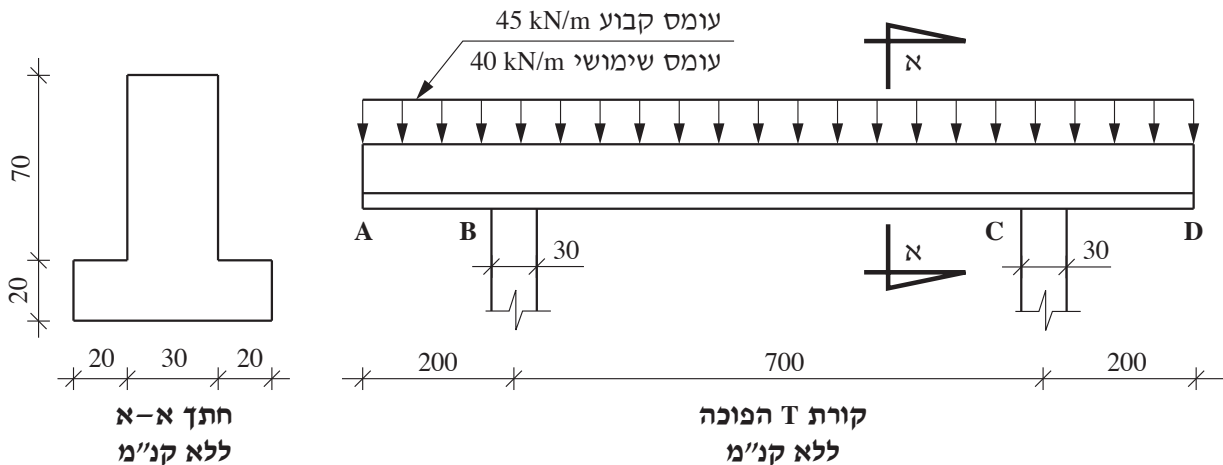
פרק ראשון (34 נקודות)

ענה על שאלה 1 – שאלת חובה.

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מסורטטים קורת T הפוכה מבטון וחתך א-א של הקורה, ללא קנ"מ. הקורה בעלת שני זיזים, והיא נסמכת בנקודות B ו-C. סמך B הוא סמך קבוע וסמך C הוא סמך נייד. על הקורה פועלים עומס מפורס קבוע ועומס שימושי, כמתואר באיור. העומסים כוללים את המשקל העצמי של הקורה. אין להתחשב במצבי העמסה מסוכנים.

- סוג הבטון: ב-30 עם אגרגט גירי.
- הפלדה מצולעת
- עובי שכבת כיסוי הבטון (ds): $ds = d's = 4 \text{ cm}$



איור לשאלה 1

ענה על כל הסעיפים א-ו.

- (5 נק') א. בדוק, באמצעות חישוב, אם גובה הקורה עומד בדרישות הכפף לפי ת"י 466 .
הנח שבין נקודות B ו-C מתקיים $Lo_{BC} = 0.7 LBC$.
- (3 נק') ב. חשב את עומס התכן בקורה למצב גבולי של הרס.
- (4 נק') ג. חשב את התגובות בסמכים B ו-C .
- (5 נק') ד. חשב את הערכים של כוחות הגזירה (3 נק'), וסרטט את מהלכיהם לאורך הקורה (2 נק').
- (5 נק') ה. חשב את הערכים של מומנטי הכפיפה (3 נק'), וסרטט את מהלכיהם לאורך הקורה (2 נק').
- (6 נק') ו. חשב את שטחי הזיון הדרושים לכיסוי המומנטים המרביים (שלילי וחיובי) לאורך הקורה עבור כל אחד מהם. בחר מוטות זיון שקוטרם 18 מ"מ.

ענה על אחד הסעיפים ז או ח.

- (6 נק') ז. סרטט את מוטות הזיון באופן סכמתי (ללא אורכים), במבט אל חזית הקורה.
הצג בסרטוט:
- זיון חיובי (לפי חישוביך בסעיף ו')
 - זיון שלילי (לפי חישוביך בסעיף ו')
 - זיון מונטאז' (לפי הערכה)
 - חישוקים (לפי הערכה)
- עבור כל סוג זיון שסרטטת, הוסף את כמות המוטות ואת הקוטר שלהם.
- (6 נק') ח. הסבר מה תפקיד החישוקים בקורה, והאם המרווח בין החישוקים זהה לאורך כל הקורה.

את התרשימים (הסקיצות), החישובים והתשובות יש לסרטט ולכתוב במחברת הבחינה בלבד.

פרק שני (66 נקודות)

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

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מסורטטת תקרה מקשית מצולבת הנשענת על קורות בולטות ועל קיר ממ"ד. כמו כן, התקרה מחוברת לתקרת הממ"ד, שעוביה 25 ס"מ.

נתונים:

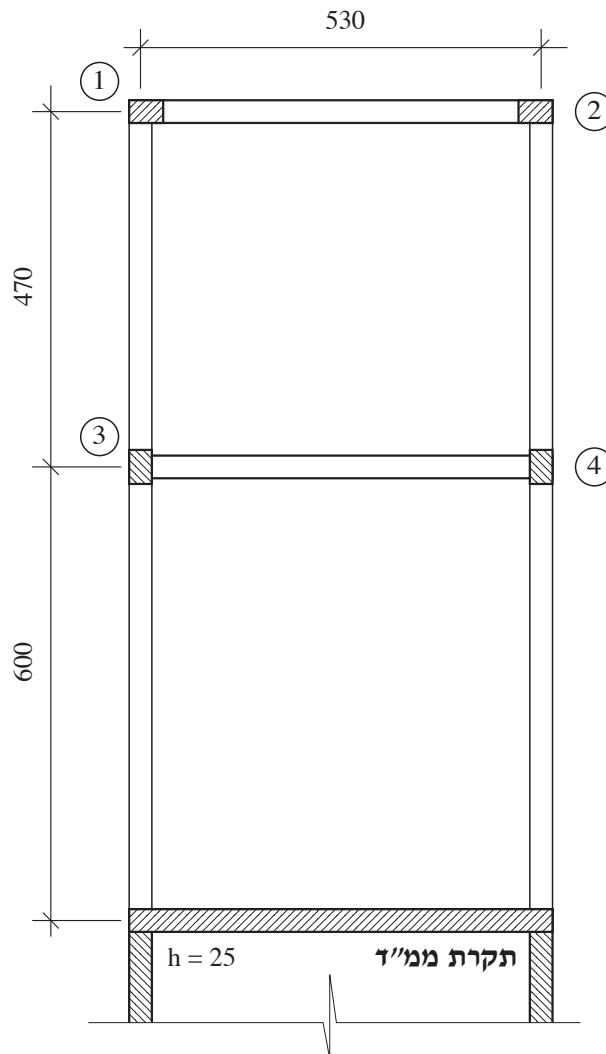
- העומס הקבוע הנוסף על התקרה: 4 kN/m^2
- העומס השימושי: 1.5 kN/m^2
- המשקל המרחבי של הבטון: 25 kN/m^3
- סוגי הבטון: $30^{\text{ב}}$
- עובי שכבת הכיסוי: $ds = 3 \text{ cm}$

ענה על כל הסעיפים א-ד.

- (8 נק') א. חשב מהו העובי המינימלי של התקרה המצולבת לפי דרישות הכפף של ת"י 466 .
- (6 נק') ב. חשב את המומנטים החיוביים בתקרה לפי מצבי העמסה מסוכנים בשני הכיוונים X ו-Y .
- (6 נק') ג. חשב את המומנטים השליליים בתקרה.
- (8 נק') ד. חשב את שטחי הזיון הנדרשים למומנטים השליליים ולמומנטים החיוביים, ובחר במוטות הזיון המתאימים.

ענה על אחד הסעיפים ה או ו.

- (5 נק') ה. סרטט סקיצה למיקומם וצורתם של מוטות הזיון שבחרת בסעיף ד'.
- (5 נק') ו. סרטט סכמה סטטית של קורה 3 – 4 . הסכמה תכלול סמכים, מיפתח ואת הערך והצורה של עומס F_{ser} שעובר מהתקרה לקורה.



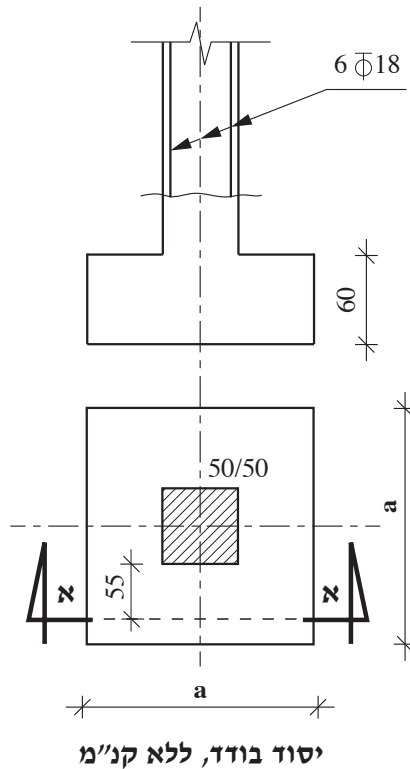
איור לשאלה 2, ללא קנ"מ

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מסורטטים, ללא קנ"מ, תוכנית וחתך של עמוד יסוד הנשען על יסוד בודד ריבועי. העמוד והיסוד יצוקים מבטון ב-30 עם אגרגט גירי ופלדה מצולעת. באיור מוצג גם הזיון האורכי של העמוד.

- עובי שכבת הבטון: $ds = 5 \text{ cm}$
- מאמץ המגע המותר בקרקע: 0.16 MPa
- משקל הבטון: 25 kN/m^3
- במרכז עמוד היסוד פועלים העומסים האופייניים הבאים:
 - עומס מרוכז קבוע: $G_K = 900 \text{ kN}$
 - עומס מרוכז שימושי: $Q_K = 220 \text{ kN}$

הערה: יש להזניח את המשקל העצמי של היסוד וגם את תוספת העומס הנובעת ממשקל הקרקע שמעל ליסוד.



איור לשאלה 3

ענה על כל הסעיפים א-ה.

(5 נק') א. קבע את מידת היסוד a.

הערה: בסעיפים ב'-ז' יש להתחשב במידות הפלטה 270/270 ס"מ. גובה הפלטה ללא שינוי.

(5 נק') ב. חשב את מאמץ התכן של היסוד על הקרקע.

(5 נק') ג. חשב את מומנטי הכפיפה המקסימליים ביסוד.

(5 נק') ד. חשב את זיון הכפיפה הנדרש ביסוד, כולל ציון קטרים ופסיעות.

(8 נק') ה. בדוק אם קיימת בעיית חדירה.

ענה על אחד הסעיפים ו או ז.

(5 נק') ו. חשב את מאמץ הגזירה בחתך א-א של היסוד.

(5 נק') ז. העתק למחברתך את תוכנית היסוד והחתך שבאיור לשאלה (עמ' 8), ללא קנ"מ, וסמן על-גבי האיור את מוטות הזיון שחישבת בסעיף ד'.

הערה: בהעתקת האיור יש להגדילו כדי שהפתרון יהיה ברור וקריא.

את התרשימים (הסקיצות), החישובים והתשובות יש לסרטט ולכתוב במחברת הבחינה בלבד.

שאלה 4

באיור א' לשאלה 4 (עמוד 11) מסורטטים תקרת צלעות מבטון מזוין עם מילוי בלוקי איטונג, וחתך בצלע ראשית. באיור ב' לשאלה 4 (עמוד 12) מסורטט מהלך המומנטים של הצלע הראשית בתקרה. התקרה נשענת על קורות יורדות, קורה סמויה וקירות בטון.

נתונים:

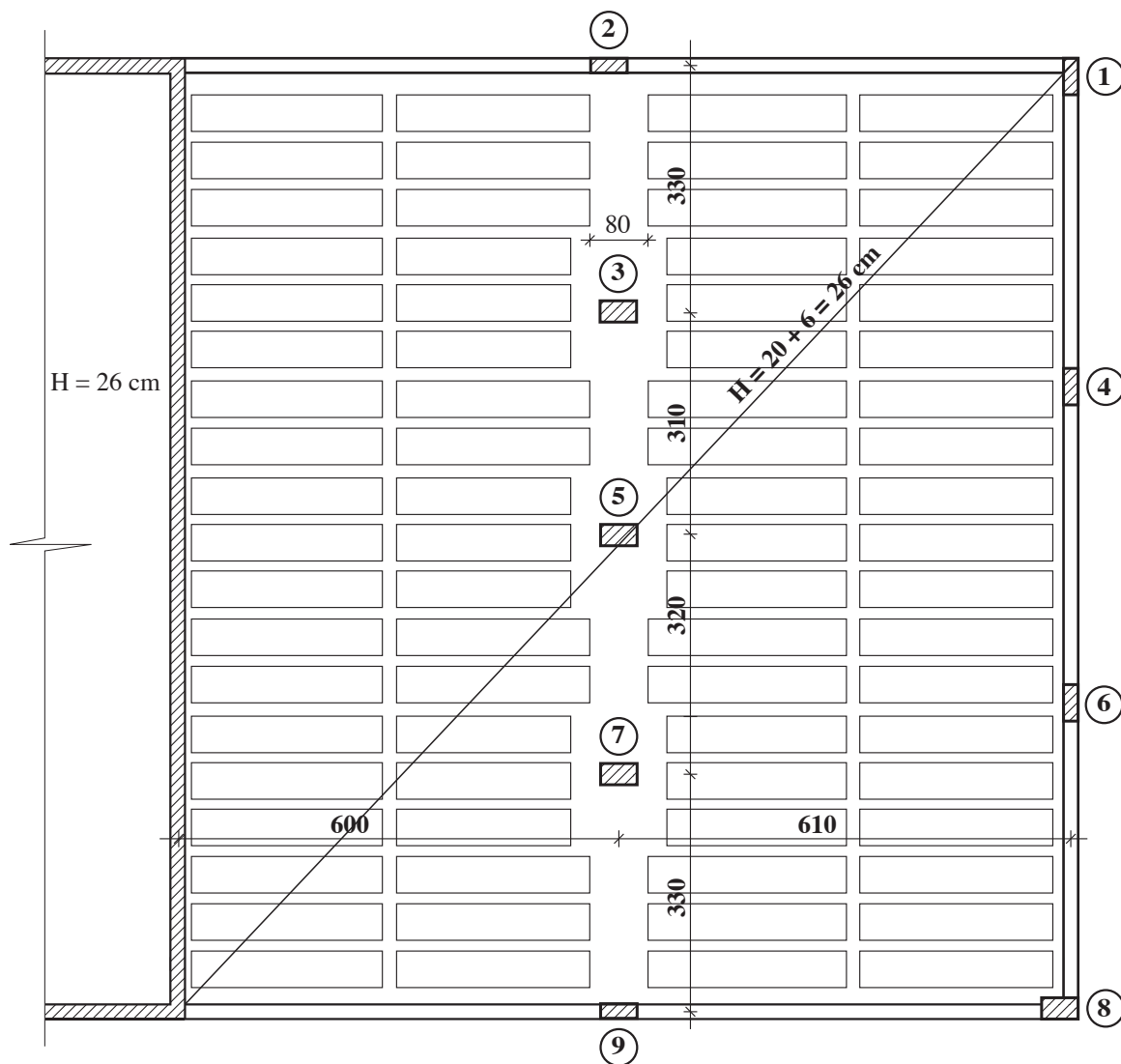
- עובי התקרה: $20 + 6 = 26 \text{ cm}$
- מידות בלוקי איטונג: $20/30/50 \text{ cm}$
- רוחב הצלעות: 15 cm
- סוג הבטון: 30 עם אגרגט גירי
- עובי שכבת כיסוי הבטון (ds): 3 cm
- העומס הקבוע הנוסף: 4 kN/m^2
- העומס השימושי: 1.5 kN/m^2
- המשקל המרחבי של הבטון המזוין: 25 kN/m^3
- המשקל המרחבי של בלוקי איטונג: 5 kN/m^3

ענה על כל הסעיפים א-ד.

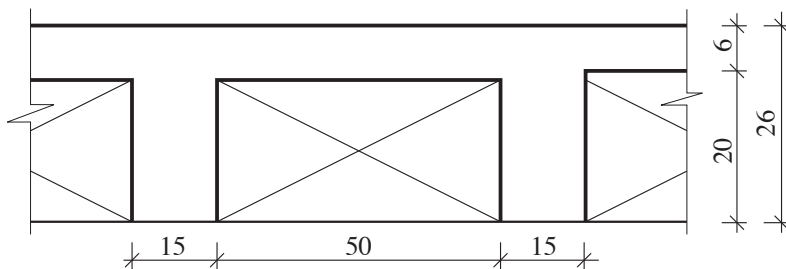
- 9 נק' (א) בדוק, באמצעות חישוב, אם גובה התקרה עומד בדרישות הכפף לפי ת"י 466 .
- 3 נק' (ב) חשב את עומס התכן (F_{dmax}) בתקרה ובצלע הראשית למצב גבולי של הרס.
- 9 נק' (ג) חשב את שטחי הזיון (A_s) הדרושים לכיסוי המומנטים החיוביים והשליליים בצלע הראשית, ובחר במוטות פלדה מתאימים לפי מהלך המומנטים הנתון באיור ב' לשאלה.
- 9 נק' (ד) בדוק, באמצעות חישוב, אם רוחב הקורה הסמויה עומד בדרישות התקן ת"י 466 .
עומס השירות על הקורה מהתקרה (לא כולל משקל עצמי) $= 41 \text{ kN/m}$.

ענה על אחד הסעיפים ה או ו.

- 3 נק' (ה) סרטט סכמה סטטית של הצלע הראשית, ומתחתיה את סידור הזיון של הצלע שחישבת בסעיף ג'.
- 3 נק' (ו) סרטט סכמה סטטית של הקורה הסמויה, ומתחתיה באופן עקרוני בלבד (ללא חישוב) את סידור הזיון של הקורה, כולל זיון הרכבה (מונטאז') .

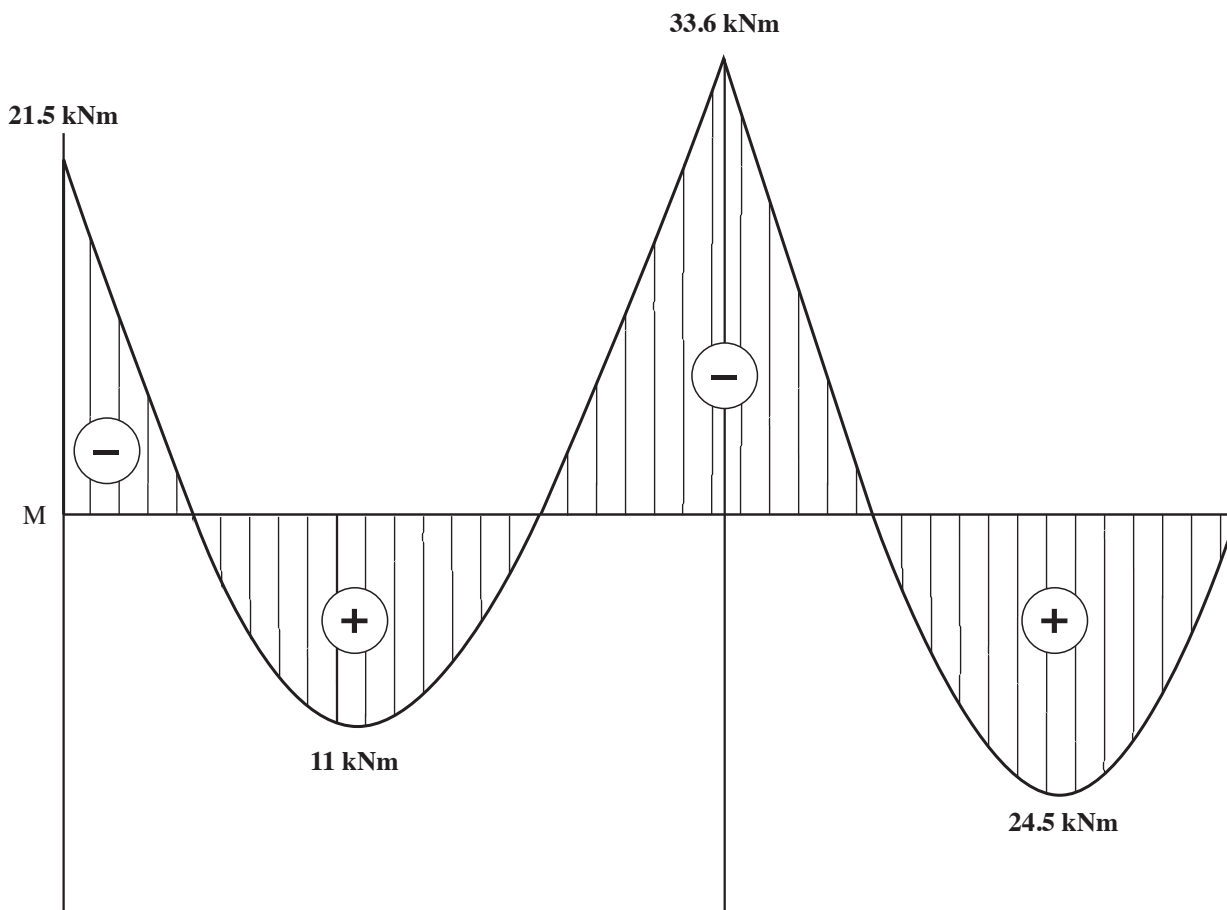


תוכנית



חיתך בצלע ראשית

איור א' לשאלה 4, ללא קנ"מ



מהלך מומנטים

איור ב' לשאלה 4, ללא קנ"מ

את התרשימים (הסקיצות), החישובים והתשובות יש לסרטט ולכתוב במחברת הבחינה בלבד.

בהצלחה!

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

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
calcite aggregate	меловой агрегат	رُكَام (حَصَى) جَبْرِي / كِلْسِي	אגרגט גירי
buckling length	длина продольного изгиба	الطول لحساب الانهيار	אורך קריסה
shear force	поперечная (перерезывающая) сила	قوة القص	כוח גזירה
distributed force	равномерно распределенная нагрузка	قوة موزعة	כוח מפורס
concentrated force	сосредоточенная нагрузка	قوة مُركزة	כוח מרוכז
axial force	продольная нагрузка	قوة محورية	כוח צירי
reaction force	(ответная) реакция	رد فعل / قوة دافعة	כוח תגובה
design axial force	расчетная продольная нагрузка	قوة محورية للتخطيط	כוח תכן צירי
deflection	изгиб	ثني / تقوُّس	כפף
compression	сжатие	ضَغْط	לחיצה
combined stress	совместное усилие	جُهد مُركَّب	מאמץ משולב
diagram	лестничные марши	مُجَرِّيات / مَحْطَّطات	מהלכים
moment of inertia	момент инерции	عزم الاستمرارية	מומנט התמד
bending moment	изгибающий момент	عزم الثني	מומנט כפיפה
concentrated moment	сосредоточенный момент	عزم مُركز	מומנט מרוכז
center of gravity	центр тяжести	مركز ثقل	מרכז כובד
self weight	собственный вес	وزن ذاتي	משקל עצמי
tension	растяжение	شد	מתיחה
mobile support	подвижная опора	مِسْنَد مُتَحَرِّك	סמך נייד
fixed support	неподвижная опора	مِسْنَد ثابت	סמך קבוע
pinned support	приваренная опора	مِسْنَد / مُرْتَكِز مُثَبَّت (مشدود)	סמך רתום
ribbed reinforced bars	профилированная арматура	حديد مُضْلَع	פלדה מצולעת

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
compound profile	составной профиль	לִמְחַת מְרֻכֶּבֶת	פרופיל מורכב
joint	деталь, шарнир	مِفْصَل	פרק
by a joint	шарнирное соединение	بشكل مِفْصَلِيّ	פרקית (באופן פרקי)
dividing rib	разделительное ребро (второстепенная балка)	ضلع مُقَسَّم	צלע מחלקת
main rib	основное ребро (главная балка)	ضلع رئيسي	צלע עיקרית
latent beam	скрытая балка (в толщине перекрытия)	عَرَقَة / جِسْر مَخْفِيّ	קורה סמויה
welding	сварка	لِحَام	ריתוך
wear	истирание, износ	تآكل	שחיקה
slenderness ratio	высокий элемент малого поперечного сечения	نُحُول	תמירות
slab floor	массивное перекрытие	سقف باطون مُسَلَّح	תקרה מקשית
two way slab floor	перекрытие сплошное ребристое	سقف باطون بِاتِّجَاهَيْن	תקרה מקשית מצולבת
two way ribbed floor	ребристое перекрытие	سقف أضلاع بِاتِّجَاهَيْن	תקרת ערוגות
ribbed floor	ребристое перекрытие	سقف أضلاع	תקרת צלעות