

מדעי ההנדסה

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: שלוש שעות.

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

עליכם לענות על שאלה אחת מבין השאלות שבפרק הראשון, על שתי שאלות מבין השאלות של הפרק השני, על שאלה אחת מבין השאלות של הפרק השלישי ועל שאלת החובה בפרק הרביעי. בסך הכול, עליכם לענות על חמש שאלות. לכל שאלה – 20 נקודות, ובסך הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון, כל חומר עזר כתוב על נייר.

ד. הוראות מיוחדות:

- ענו על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא את מספר התשובות הנדרש בלבד, על-פי סדר כתיבתן במחברת, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
- בטרם תתחילו לענות על השאלות, קראו אותן בעיון וודאו שההנחיות בדף זה מובנות לכם היטב.
- אם לדעתכם חסר נתון בשאלה או בסרטוט, הוסיפו אותו על-פי שיקול דעתכם. ציינו בתשובה את הנתון שהוספתם.
- אין להעביר את חומר העזר בין הנבחנים.
- ענו על השאלות על-פי הסדר הנראה לכם.
- בתשובה על שאלה חישובית, עליכם להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסביר בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

הוראות למשגיחים:

בתום הבחינה על הנבחנים להדביק את מדבקת הנבחן שלהם על-גבי נספחים א' ו-ב', ולצרף אותם למחברת הבחינה.

כתבו במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונכם לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).

כתבו "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. כתיבת טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 10 עמודים ו-2 עמודים של נספחים.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

פרק ראשון (20 נקודות)

ענו על אחת מבין השאלות 1-2 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מתוארת מערכת צירופים. למערכת יש שלוש כניסות A, B, C ושלושה מוצאים F_1, F_2, F_3 .



איור לשאלה 1

הכניסות והמוצאים מתוארים בטבלה שלהלן.

A	B	C	F_1	F_2	F_3
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	0	1
0	1	1	1	1	0
1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	0	1
1	1	0	0	1	1
1	1	1	0	1	0

- (5 נק') א. פשטו את המוצא F_1 באמצעות מפת קרנו.
- (5 נק') ב. פשטו את המוצא F_2 באמצעות אלגברה בוליאית.
- (5 נק') ג. ממשו את המוצא F_2 באמצעות שערים לוגיים.
- (5 נק') ד. ממשו את המוצא F_3 באמצעות מינימום שערים לוגיים.

שאלה 2

(10 נק') א.

כתבו פעולה שהכותרת שלה היא: `def allSame (arr, i, j)`

הפעולה מקבלת שלושה פרמטרים: רשימה של מספרים שלמים (`arr`), ושני מספרים (`i, j`).

אם הרשימה אינה ריקה (יש לה איבר אחד לפחות), ושני הערכים `i, j` אינם שליליים, והם יכולים גם לשמש בתור מציינים (אינדקסים) לרשימה, אז הפעולה תבדוק את כל איברי הרשימה במיקומים שבניהם, מהקטן לגדול (כלומר ממיקום `i` עד `j` כולל, או ממיקום `j` עד `i` כולל), אם כולם זהים, יוחזר `True`, ובכל מקרה אחר יוחזר `False`.

לדוגמה:

```
allSame ([7,7,7,3,7], 0,1) → True
allSame ([7,7,7,3,7], 0,2) → True
allSame ([7,7,7,3,7], 2,0) → True
allSame ([7,7,7,3,7], 1,1) → True
allSame ([7,7,7,3,7], 2,3) → False
allSame ([7,7,7,3,7], -1,0) → False
allSame ([7,7,7,3,7], 0,99) → False
allSame ([ ], 0,0) → False
```

(10 נק') ב.

נתון כי "משפחה טובה" של חייזרים כוללת n ילדים. כל הילדים נולדו תאומים, או כל הילדים נולדו בשלישיות, או שכל הילדים נולדו ברביעיות, וכולי, כלומר K קבוצות בגודל G חיובי כלשהו: $n=K*G, G>1$.

כתבו פעולה שהכותרת שלה היא: `def isGoodFamily (arr, G)`

הפעולה מקבלת שני פרמטרים: רשימת מספרים שלמים כמספר הילדים במשפחה, ומספר שלם G .

כמו כן, הרשימה מפרטת את שנת הלידה של כל ילד.

נתונים:

בכל שנה יכולה להתקיים רק לידה אחת (כלומר ילדים עם אותה שנת לידה בהכרח נולדו יחד), הפרמטר G חיובי, כל הערכים ברשימה חיוביים, הרשימה אינה ריקה, והיא ממוינת בסדר עולה או בסדר יורד. ניתן להיעזר בפעולה שכתבתם בתשובה לסעיף א'.

הפעולה תבדוק אם זו "משפחה טובה" של קבוצות בגודל G , ותחזיר בהתאם `True` או `False`.

לדוגמה:

```
isGoodFamily ([2015,2016], 1) → False
isGoodFamily ([2015,2015,2016,2016], 2) → True
isGoodFamily ([2015,2015,2015], 3) → True
isGoodFamily ([2015,2015,2015], 2) → False
isGoodFamily ([2015,2015,2018], 2) → False
isGoodFamily ([2015,2015,2015,2015], 2) → False
```

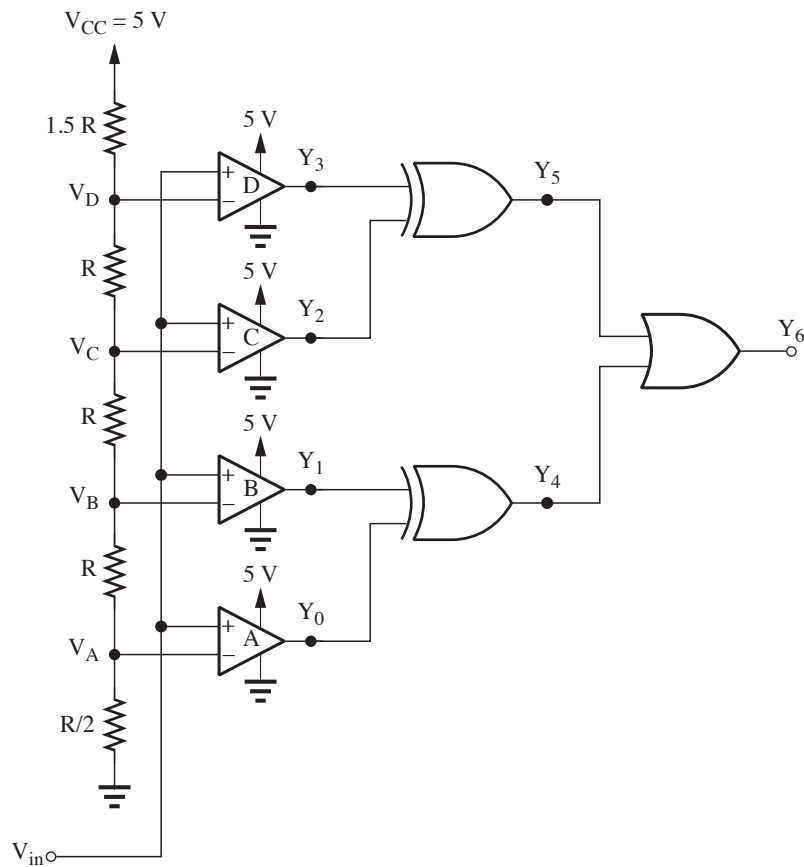
פרק שני (40 נקודות)

ענו על שתי שאלות מבין השאלות 3-5 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 3

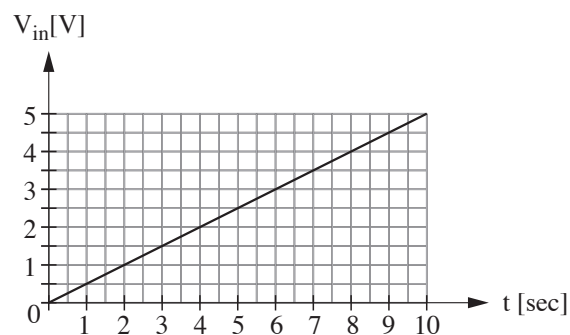
באיור א' לשאלה 3 מתואר מעגל חשמלי המורכב ממשוויים אידיאליים משערים לוגיים.

מתחי המוצא של השערים הלוגיים ושל המשוויים הם: $V_{OH} = 5\text{ V}$, $V_{OL} = 0\text{ V}$



איור א' לשאלה 3

באיור ב' לשאלה 3 מתואר אות המבואר V_{in} המסופק למעגל החשמלי.



איור ב' לשאלה 3

- א. (5 נק') חשבו את המתחים V_D, V_C, V_B, V_A .
- ב. (5 נק') כתבו את הפונקציות הלוגיות של Y_6, Y_5, Y_4 כפונקצייה של המבואות Y_3, Y_2, Y_1, Y_0 .
- ג. (5 נק') סרטטו את צורות המתח $Y_6, Y_5, Y_4, Y_3, Y_2, Y_1, Y_0$ על-גבי נספח א'.

- 5 נק' ז. כתבו פעולה המקבלת רשימה (list) של ארבעה מספרים שלמים. המספרים מייצגים בהתאמה את המתחים במוצאים $[Y_3, Y_2, Y_1, Y_0]$
- הפעולה תחזיר ערך בוליאני, המשקף את התוצאה הצפויה במוצא Y_6 , באופן הבא: $\text{False} = 0V, \text{True} = 5V$.

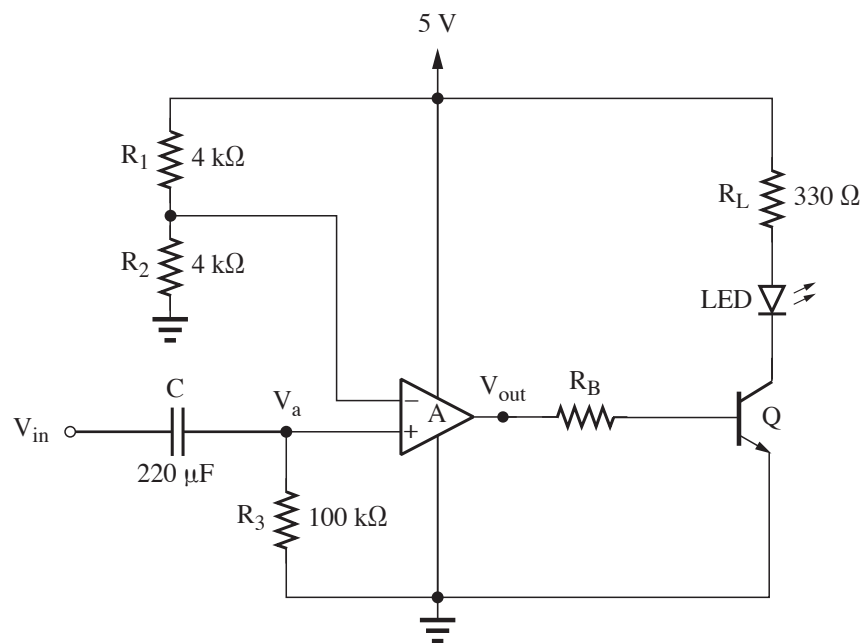
הערה: הדביקו את מדבקת הנבחן שלכם במקום המיועד לכך בנספח, והדקו אותו למחברת הבחינה.

שאלה 4

באיור א' לשאלה 4 מתואר מעגל חשמלי המורכב ממשווא אידיאלי, טרנזיסטור המשמש כמתג, נגדים, דיודת LED וקבל.

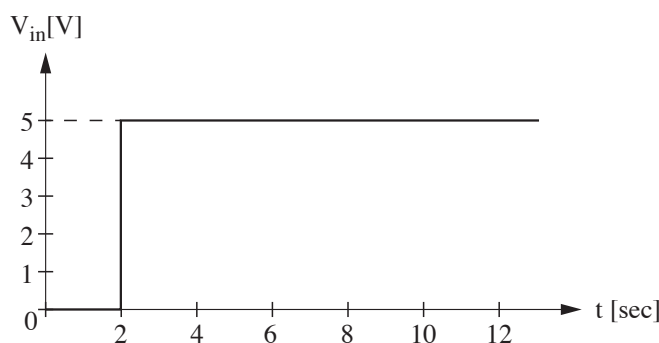
נתוני ה-LED הם: $V_{LED} = 1.5 V$

נתוני הטרנזיסטור הם: $V_{CEsat} = 0.2 V$



איור א' לשאלה 4

אל כניסת המעגל, V_{in} , מספקים מתח מדרגה, כמתואר באיור ב' לשאלה 4.

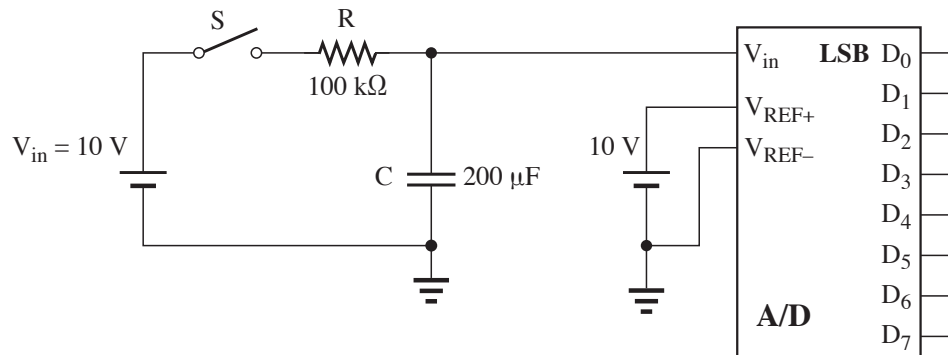


איור ב' לשאלה 4

- 8 נק' א. העתיקו את אות הכניסה למחברת הבחינה וסרטטו זו מתחת לזו, בהתאמה, את צורות המתחים של V_a ו- V_{out} כפונקצייה של הזמן.
- 8 נק' ב. חשבו את משך הזמן שבו דיודת ה-LED תדלק, החל מהרגע שמספקים את המתח V_{in} בכניסה למעגל.
- 4 נק' ג. כתבו פעולה המקבלת שני פרמטרים בתור מספרים ממשיים: ערך הקבל C, וערך הנגד R_3 . הפעולה מחשבת ומחזירה את משך הזמן (בשניות) שבו דיודת ה-LED תדלק.

שאלה 5

באיור לשאלה 5 מתואר מעגל חשמלי המורכב ממעגל טעינת קבל וממיר A/D.



איור לשאלה 5

בזמן $t = 0 \text{ sec}$ סוגרים את המפסק S, וכעבור זמן־מה מתקבלת המילה הבינארית:

D0 (MSB)	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7 (LSB)
1	0	0	0	0	0	0	0

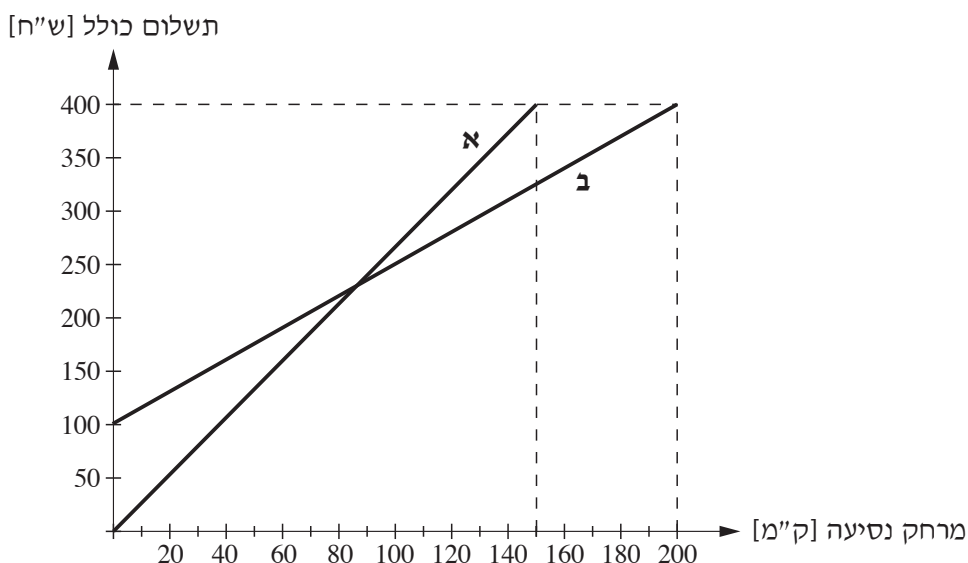
- א. (6 נק') לאחר כמה זמן מרגע סגירת המפסק תופיע המילה הבינארית?
- ב. (7 נק') מה תהיה המילה הבינארית במוצא הממיר לאחר 30 שניות מרגע סגירת המפסק?
- ג. (7 נק') כתבו פעולה המקבלת את ערך הזמן בשניות מרגע סגירת המפסק (מספר ממשי). הפעולה תחשב את הערך הצפוי במוצא הממיר A/D, ותדפיס אותו למסך בתור 8 ספרות בינאריות, כפי שמודגם בסעיף א (תדפיס רק את הספרות הבינאריות).

פרק שלישי (20 נקודות)

ענו על שאלה אחת מבין השאלות 6–7 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 6

דני בדק שתי חברות להשכרת רכב – חברה א' וחברה ב'.
בחברה א' העלות הסופית כוללת תשלום עבור נסיעה בפועל (לפי ק"מ) ללא תשלום קבוע.
בחברה ב' העלות הסופית כוללת תשלום קבוע בתוספת תשלום עבור הנסיעה בפועל (לפי ק"מ).
הקשר בין עלות התשלום הכוללת לבין מרחק הנסיעה מתואר בגרף באיור לשאלה 6.



איור לשאלה 6

- 6 נק' א. מהו ערכו של שיפוע גרף א' ומהו ערכו של שיפוע גרף ב'?
- 3 נק' ב. את מה מייצגים שני השיפועים?
- 5 נק' ג. דני מבקש לנסוע 85.7 ק"מ בעלות הנמוכה ביותר. הסבירו באמצעות חישוב באיזו חברה כדאי לו לבחור.

דני בחר רכב מסוים ונסע איתו ליעד מסוים.
צריכת הדלק השתנתה על-פי הנהיגה ותנאי הדרך בשלבים השונים של הנסיעה, כפי שמפורט בטבלה שלהלן:

שלב	טווח זמן בשעות [hr]	קצב צריכת הדלק $\left[\frac{\text{liter}}{\text{hr}} \right]$
שלב א'	$0 \leq t < 2.5$	10
שלב ב'	$2.5 \leq t < 4$	20
שלב ג'	$4 \leq t < 5$	5
שלב ד'	$5 \leq t < 8$	0

- 6 נק' ד. בתחילת הנסיעה היו במכל הדלק 100 ליטר דלק בדיוק.
סרטטו במחברת גרף של כמות הדלק שנותרה במכל כפונקצייה של הזמן בתחום הזמנים $0 \leq t < 8$.
הניחו כי קצב צריכת הדלק קבוע בכל שלב של הנסיעה.

שאלה 7

המשתנה המדעי-הנדסי C מוגדר כמנה $C = \frac{B}{A}$ כאשר B ו- A הם סקלריים. במקרים מסוימים מופיע במכנה משתנה הזמן t , כלומר $C = \frac{B}{t}$. במקרים המתוארים בשאלה שלהלן המשתנה C הוא קבוע, כלומר המנה $\frac{B}{t}$ היא קבועה.

- (5 נק') א. עבור הביטוי $C = \frac{B}{t}$, כיצד מוגדר המשתנה ההנדסי C ?
- (5 נק') ב. מהו פירושו של ביטוי זה?
- (10 נק') ג. קראו בעיון את הסעיפים הבאים, ומלאו את הנתונים הנדרשים בטבלה שבנספח ב'.

- פרה ממוצעת במשק מודרני מייצרת כ-10,000 ליטר חלב במשך 365 ימים. מהי התפוקה היומית של פרה ממוצעת?
 - רוחב פס תקשורת (BW) מוגדר כמספר המרבי של סיביות (bits) שיכולות לעבור בפס תקשורת במשך זמן של שנייה אחת. במהלך שיחה של דקה אחת באמצעי תקשורת עוברות עד 3.36 מיליון סיביות. מהו רוחב הפס?
 - כאשר הגודל המדעי B הוא נפח V נהוג לקרוא למנה $Q_V = \frac{V}{t}$ ספיקה נפחית. ברז מטבח ממלא במים סיר שנפחו 16 ליטר במשך 4 דקות. כמה מים מתמלאים בסיר בכל דקה?
 - כאשר הגודל המדעי B הוא מטען q נהוג לקרוא למנה $I = \frac{q}{t}$ זרם חשמלי. במוליך מסוים עוברים 337.5C במשך 45 שניות. מהו המטען העובר במוליך בכל שנייה?
- היעזרו בדוגמה:
- כאשר הגודל המדעי B הוא דרך (S) נהוג לקרוא למנה $\frac{S}{t}$, מהירות, V . נתון: מכונית עוברת דרך של 100 ק"מ במשך שתיים.

	המשתנה t ויחידותיו	המשתנה B			
		יחידותיו	ערכו	B	
דוגמה	שעה (hr)	ק"מ [km]	100	דרך	
					$C = \frac{100}{2} = 50 \left[\frac{\text{km}}{\text{hr}} \right]$

הערה: הדביקו את מדבקת הנבחן שלכם במקום המיועד לכך בנספח, והדקו אותו למחברת הבחינה.

פרק רביעי (20 נקודות)

ענו על שאלה 8 – שאלת חובה (20 נקודות).

שאלה 8

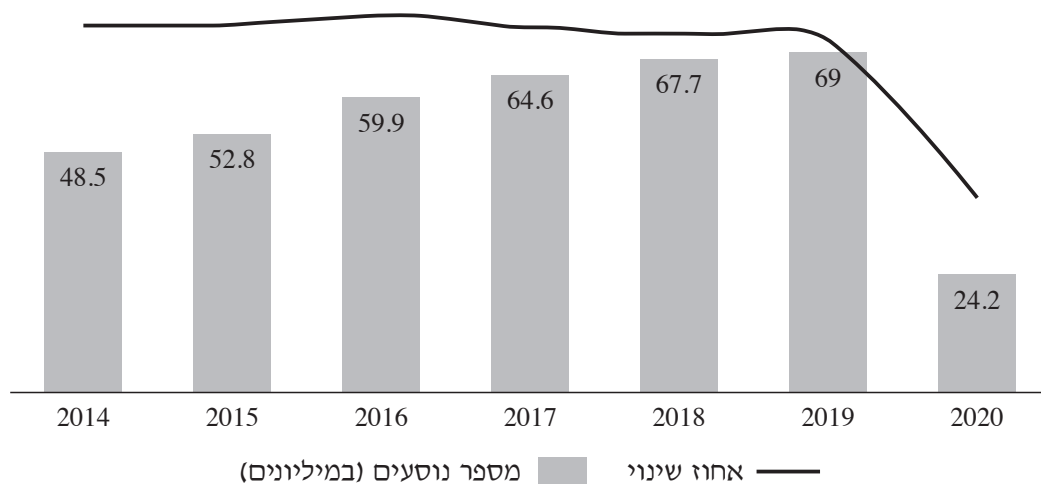
תחום הסעת נוסעים

הפעילות העיקרית של רכבת ישראל היא הסעת נוסעים ברכבת, באמצעות רכבות הנוסעות בקווי שירות סדירים ועוצרות ב־69 תחנות.

השירות בקווי הרכבת כולל רכבות מאספות העוצרות במספר רב של תחנות, ורכבות ישירות הנוסעות מתחנה לתחנה ללא עצירות ביניים. לרוב התחנות ממוקמות באזורים בעלי נגישות לאמצעי תחבורה נוספים, ובכלל זאת תחבורה ציבורית. כמו כן, במסגרת תוכנית קו רציף, מקדמת רכבת ישראל אינטגרציה עם מפעילי תחבורה ציבורית, במטרה לאפשר מתן פתרון תחבורתי "מדלת לדלת" תוך התבססות על מכלול התשתיות הקיימות.

מספרי הנוסעים ברכבת ישראל

במהלך שנת 2020 הסתכם מספר הנוסעים ברכבת בכ־24.2 מיליון נסיעות, קיטון לעומת מספר הנוסעים בשנת 2019, וזאת בשל מגפת הקורונה. באיור לשאלה 8 מתואר גרף המתאר את אחוז השינוי של מספר הנוסעים.



איור לשאלה 8

המשך השאלה בעמוד הבא.

- (5 נק') א. ציינו **שלוש** סיבות לגידול במספר הנוסעים לאורך השנים.
- (5 נק') ב. העתיקו את הטבלה שלהלן למחברת, ומלאו (בעמודה השלישית) את אחוז השינוי במספר הנוסעים ברכבת בכל אחת מהשנים 2018 ל-2020.

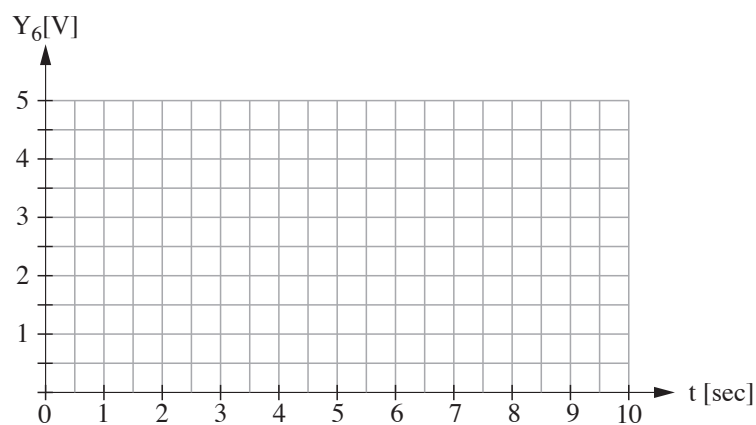
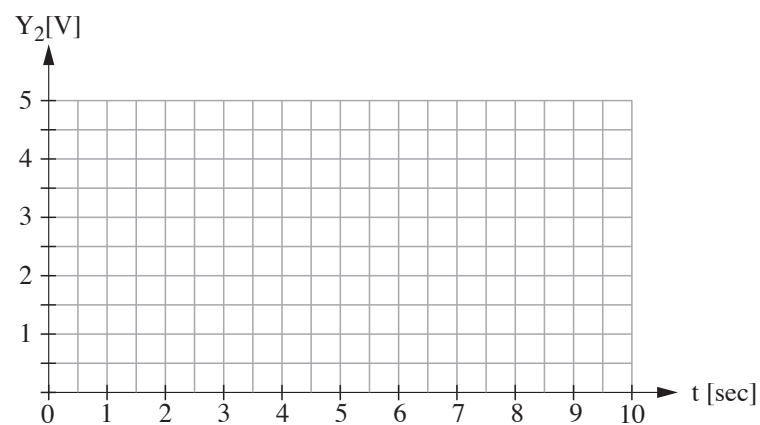
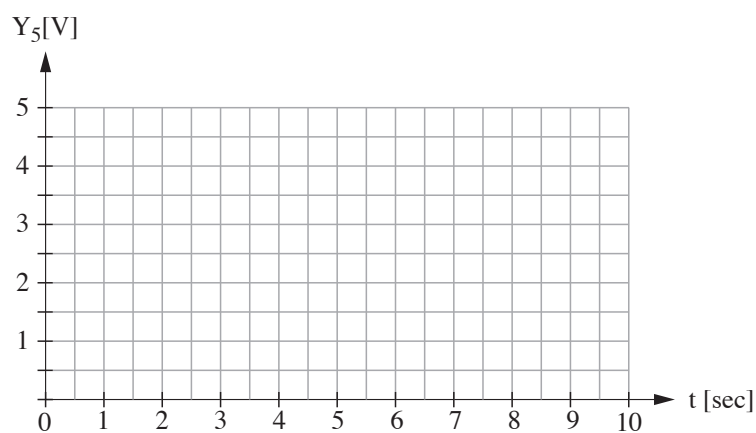
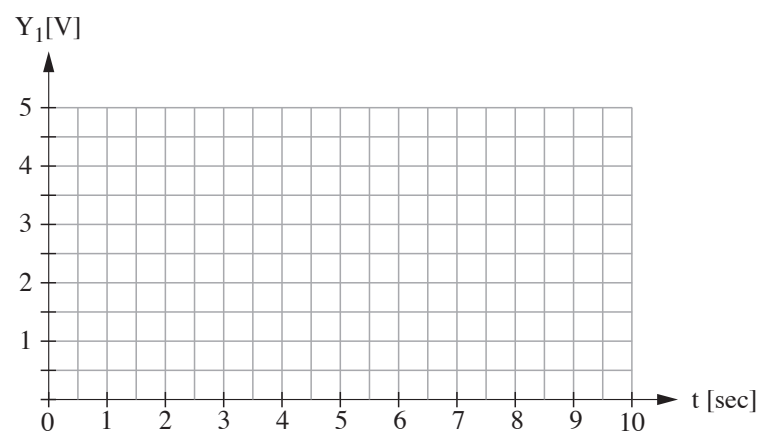
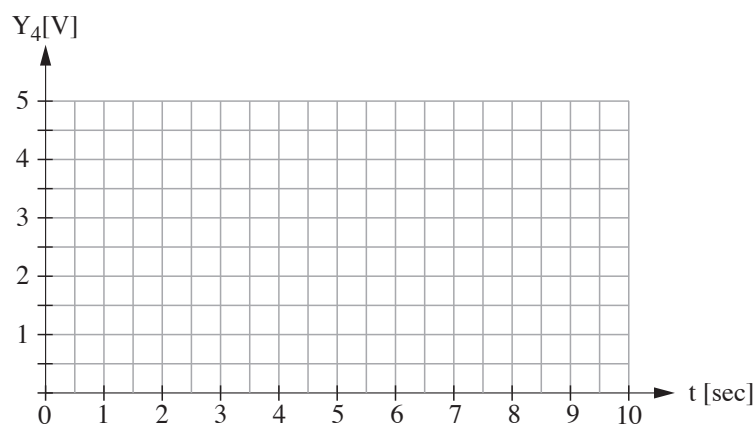
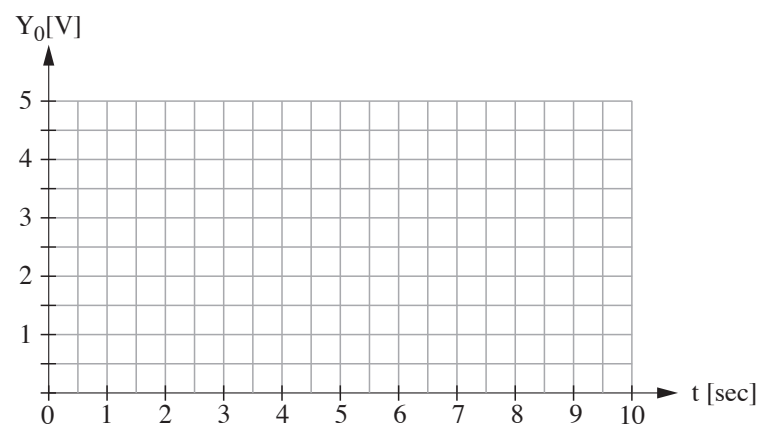
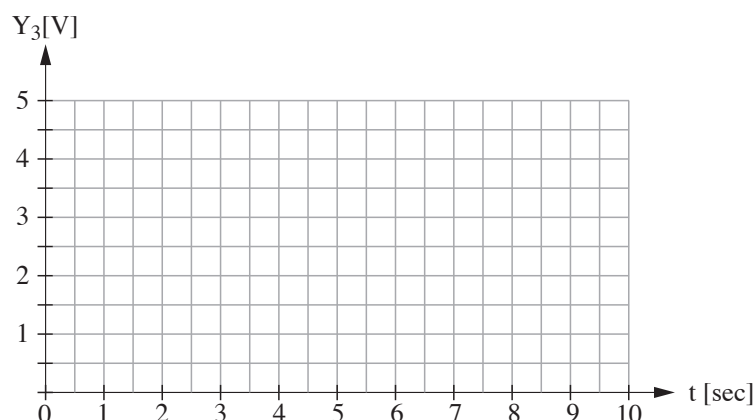
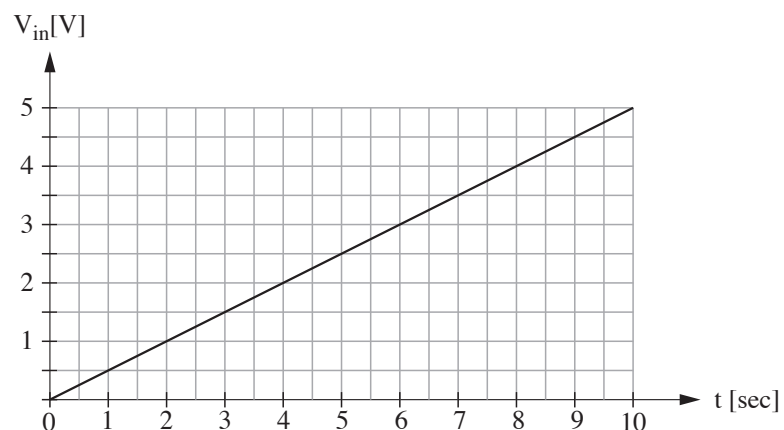
שנה	מספר נוסעים (במיליונים)	אחוז השינוי מהשנה הקודמת
2020	24.2	
2019	69	
2018	67.7	
2017	64.6	

פרויקט החשמול (הפעלת רכבות חשמליות)

נוכח מגמות הפיתוח של רכבת ישראל, הביקוש ההולך וגובר לתחבורה מסילתית והדרישה להעלאת רמת השירות, במסגרת תוכנית "נתיבי ישראל" הוחלט לפעול להוצאתה לפועל של תוכנית החשמול. במסגרת תוכנית זו תוחלף שיטת ההנעה הקיימת כיום ברכבות החברה, מהנעה בדיזל להנעה חשמלית, שהיא שיטה מודרנית, אמינה וכלכלית יותר מהשיטה הנוכחית. החברה החלה במהלך שנת 2016 בפרויקט חשמול קווי הרכבת לאורך כ-420 ק"מ של מסילות קווי נוסעים. רכבות המטען אינן כלולות בתוכנית, וצפויות להמשיך ולפעול בדיזל. התוכנית תנוהל על-ידי ועדת היגוי מטעם החברה וועדת היגוי בין-משרדית של משרדי הממשלה, בראשות מנכ"ל משרד התחבורה.

- (6 נק') ג. כיצד יביא פרויקט החשמול להעלאת רמת השירות לנוסעים?
- (4 נק') ד. ציינו **אחד** של פרויקט החשמול.

בהצלחה!



המשתנה t ויחידותיו	ערכו של המשתנה C ויחידותיו	המשתנה B			
		יחידותיו	ערכו	B	
שעה (hr)	$C = \frac{100}{2} = 50 \left[\frac{\text{km}}{\text{hr}} \right]$	ק"מ [km]	100	דרך	דוגמה
				חלב	סעיף 1.ג
				רוחב פס תקשורת	סעיף 2.ג
				מים	סעיף 3.ג
				מטען	סעיף 4.ג

הערה: הדביקו את מדבקת הנבחן שלכם במקום המיועד לכך בנספח, והדקו אותו למחברת הבחינה.