

## מדעי ההנדסה

## הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: שלוש שעות וחצי.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שמונה שאלות. עליכם לענות על חמש שאלות בלבד. 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.
- בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. 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 נספח ב', ולצרף אותו למחברת הבחינה.

כתבו במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונכם לכתוב כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה). כתבו "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. כתיבת טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 12 עמודים ו-2 עמודי נספחים.

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

בהצלחה!

## השאלות

בשאלון זה שמונה שאלות. יש לענות על חמש שאלות בלבד. לכל שאלה – 20 נקודות.

### שאלה 1

יש לענות על השאלה בשפת פייתון.

(6 נק') א. כתבו פונקצייה המקבלת את שלושת הפרמטרים האלו: רשימה (list) הכוללת מספרים שלמים, ושני מספרים שלמים.

להלן כותרת/חתימת הפעולה:

```
def myAverage( arr, i, j )
```

אם הרשימה אינה ריקה (כלומר יש לה איבר אחד לפחות), וגם שני הערכים  $i, j$  אינם שליליים, והם גם יכולים לשמש כמציניים (אינדקסים) לרשימה, הפונקצייה תחזיר את הממוצע של איברי הרשימה במיקומים שבין  $i$  ל- $j$ , כולל.  
בכל מקרה אחר יוחזר הערך השלילי -1.

לדוגמה:

```
myAverage ([1,2,3,4], 3,0) → 2.5
```

```
myAverage ([1,2,3,4], 2,3) → 3.5
```

```
myAverage ([8,2,4 ], 1,1) → 2.0
```

```
myAverage ([8,2,4,3], 1,4) → -1.0
```

```
myAverage ([1,2,3,4], -3,3) → -1.0
```

```
myAverage ([ ], 0,0) → -1.0
```

(8 נק') ב. בסעיף זה הניחו שהפונקצייה `myAverage` תקינה, ושניתן לזמן אותה (אפשר להשתמש בה).

נגדיר "תלמיד טוב" כמי ש –

1. ממוצע ציוניו במחצית ב' גבוה מממוצע ציוניו במחצית א'.

וגם

2. קיבל ציון 100 במקצוע כלשהו לפחות פעם אחת לאורך השנה.

וגם

3. לא קיבל ציון נכשל (54 ומטה) פעמיים ברצף (באירועי הערכה עוקבים).

כתבו פונקצייה בשם `isGoodStudent` המקבלת כפרמטר רשימת מספרים שלמים, המייצגת את

הציונים של התלמיד לפי הסדר שהתקבלו לאורך השנה: מחצית א' – בחצי הראשון של הרשימה, ומחצית ב' – בחצי השני.

נתון: כמות הציונים זהה בכל מחצית, ולכן אורך הרשימה זוגי, הרשימה מכילה לפחות 2 ערכים, וכל המספרים הם ציון תקין בתחום 0 עד 100.

הפונקצייה תחזיר אמת אם התלמיד עונה להגדרה "תלמיד טוב", או שקר – אחרת.

ג. (6 נק') סעיף זה אינו קשר לסעיפים קודמים.

כתבו מה יהיה הפלט של קטע הקוד הבא:

```
class Circle:
    pi = 3.14
    def __init__(self, r):
        self.radius = r
        print("cr:", r)
    def area(self):
        print("Circ:", self.pi * self.radius * self.radius)
    def add(self):
        self.area()
        self.radius = self.radius * 10

class Square:
    def __init__(self, width):
        self.width = width
    def area(self):
        print("Sqr:", self.width * self.width)

# print("Start")
c1 = Circle(1)
r1 = Square(3)
c1.add()
r1.area()
r1 = c1
r1.area()
```

## שאלה 2

באיור לשאלה 2 נתונה מערכת צירופים.

המערכת מקבלת במבואותיה את המילה A, B, C כאשר (C-LSB, A-MSB).

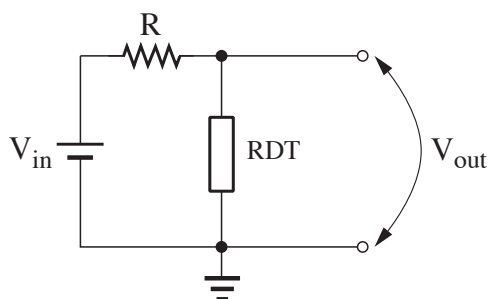


איור לשאלה 2

- א. (4 נק')** כתבו את טבלת האמת של המערכת אם ידועים הנתונים הבאים:
1. רק המוצא  $F_1$  יהיה '1' אם ערך מילת המבוא הוא 111.
  2. רק המוצא  $F_2$  יהיה '1' אם ערך מילת המבוא הוא 000.
  3. רק המוצא  $F_3$  יהיה '1' אם ערך מילת המבוא שונה מ-000 ושונה מ-111.
- ב. (6 נק')** בהסתמך על סעיף א', כתבו את פונקציית המוצא של  $F_1$  ו- $F_2$  בתלות במבואות A, B, C.
- ג. (6 נק')** בהסתמך על סעיף א', כתבו את פונקציית המוצא  $F_3$  בתלות במבואות A, B, C. פשטו את הפונקצייה באמצעות מינימום ליטרלים וממשו אותה באמצעות שערים לוגיים.
- ד. (4 נק')** בהסתמך על סעיף א', כתבו את פונקציית המוצא  $F_3$  בתלות בפונקציות המוצא  $F_1$  ו- $F_2$ .

### שאלה 3

חיישן טמפרטורה התנגדותי (RDT – Resistance Temperature Detector) הוא חיישן שהתנגדותו גדלה עם עליית הטמפרטורה. בנספח א' תואר אופיין מקורב של התנגדות החיישן כתלות בטמפרטורה. באיור לשאלה מתואר מעגל בסיסי לשימוש בחיישן טמפרטורה.



איור לשאלה 3

א. (3 נק') כתבו משוואה למתח המוצא  $V_{out}$  בתלות ברכיבי המעגל והטמפרטורה  $T$ .

ב. (4 נק') כתבו תנאי לכך שהמשוואה תהיה ליניארית בקירוב.

משתמשים בחיישן למדידת טמפרטורה משתנה בטווח שבין  $0^\circ\text{C}$  ל- $200^\circ\text{C}$ . החיישן מחובר במעגל כמתואר באיור לשאלה.

נתון:  $V_i = 12\text{ V}$ ,  $R = 10\text{ k}\Omega$

ג. (6 נק') 1. מהו השינוי במתח המוצא של המעגל בעת שינוי הטמפרטורה מ- $100^\circ\text{C}$  ל- $170^\circ\text{C}$ ?

2. מהי רגישות מתח המוצא של המעגל לשינוי הטמפרטורה בין  $100^\circ\text{C}$  ל- $170^\circ\text{C}$ ?

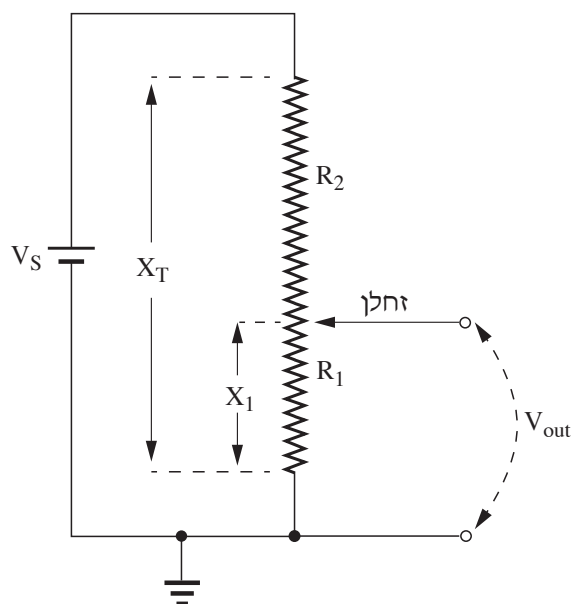
ד. (7 נק') כתבו פונקציית המקבלת שלושה פרמטרים:  $R$  – ערך הנגד;  $V_{in}$  – מתח הכניסה;  $T$  – הטמפרטורה במעלות צלזיוס.

הפונקצייה תחשב ותחזיר (return) את המתח הצפוי במוצא  $V_{out}$ .

הפונקצייה מותאמת עבור טמפרטורה בטווח  $200^\circ\text{C}$  עד  $500^\circ\text{C}$  בלבד, ובכל מקרה אחר תודפס ההודעה "out of range".

#### שאלה 4

באיור לשאלה 4 מתואר מעגל עקרוני למדידת מרחק באמצעות פוטנציומטר קווי.



איור לשאלה 4

במעגל זה, ככל שהמרחק  $X_1$  משתנה, המתח  $V_{out}$  משתנה. כמו כן,  $R_T = R_1 + R_2$ . נתון שיחס המרחקים שווה ליחס ההתנגדויות.

2 נק' א. האם מתח המוצא  $V_{out}$  תלוי בהתנגדות  $R_T$ ? נמקו את התשובה.

2 נק' ב. כתבו ביטוי למתח המוצא  $V_{out}$  כפונקצייה של ההתנגדויות.

3 נק' ג. כתבו ביטוי למתח המוצא  $V_{out}$  כפונקצייה של המרחקים.

נתון:  $V_S = 10 \text{ V}$ ,  $R_T = 1000 \Omega$ ,  $X_1 = 3 \text{ cm}$ ,  $X_T = 5 \text{ cm}$

3 נק' ד. חשבו את התנגדות הנגד  $R_1$ .

3 נק' ה. חשבו את מתח המוצא של החיישן.

7 נק' ו. כתבו פונקצייה המקבלת את הערכים הבאים  $V_S$ ,  $X_T$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ . הפונקצייה תחשב ותדפיס את מתח המוצא  $V_{out}$  ואת  $X_1$ .

הערה: הניחו שהקלט תקין.

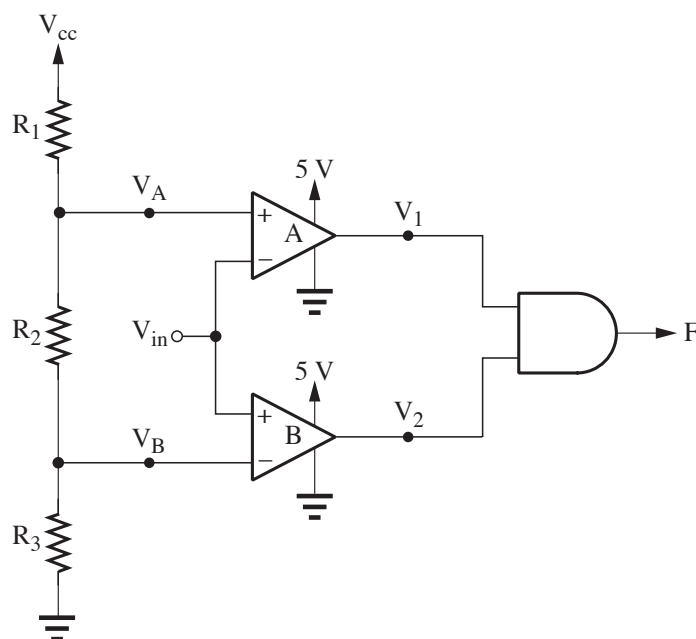
## שאלה 5

באיור א' לשאלה 5 מתואר מעגל הכולל משוויים, שלושה נגדים ושער לוגי.

מוצאי המשוויים ומוצא השער הלוגי תלויים בתחום מתח המבוא  $V_{in}$ .

$$\begin{cases} V_+ \geq V_- \rightarrow V_1, V_2 = 5V = '1' \\ V_+ < V_- \rightarrow V_1, V_2 = 0V = '0' \end{cases}$$

$$\begin{cases} F = '1' = 5V \\ F = '0' = 0V \end{cases}$$



### איור א' לשאלה 5

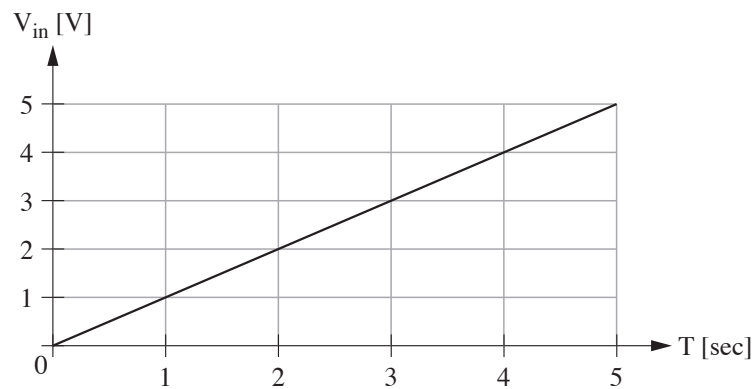
א. (3 נק') כתבו ביטוי כללי למתחים  $V_A$  ו- $V_B$  כפונקצייה של  $V_{cc}$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ .

ב. (5 נק') העתיקו את טבלת האפשרויות למחברת הבחינה והשלימו אותה.

| התחום שבו נמצא $V_{in}$ | $V_1$ ('0' / '1') | $V_2$ ('0' / '1') | $F$ ('0' / '1') |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
|                         |                   |                   |                 |
|                         |                   |                   |                 |
|                         |                   |                   |                 |

## המשך השאלה בעמוד הבא.

ג. (6 נק') באיור ב' לשאלה מתואר מתח הכניסה המסופק למעגל. כמו כן נתונים:  $V_{cc} = 5V$ ,  $R_3 = 1k\Omega$ ,  $R_1 = R_2 = 2k\Omega$ .



איור ב' לשאלה 5

השלימו בנספח ב' את האותות:  $V_1, V_2, F$ .

ד. (6 נק') כתבו פונקציית המקבלת כפרמטרים את הערכים הבאים:  $V_{cc}, V_{in}, R_1, R_2, R_3$ . הפונקצייה תחשב ותדפיס את המצב הלוגי 1 או 0 במוצא  $F$ .

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



## שאלה 6

X ו-Y הם משתנים מדעיים הנדסיים. מתקיים ביניהם הקשר  $C = Y \cdot X$ , כאשר C הוא גודל קבוע.  
(5 נק') א. הסבירו מדוע X קטן כאשר Y גדל, ומדוע X גדל כאשר Y קטן.

הסעיפים ב-ד שלפניכם מתייחסים לגז אידיאלי.  
גז אידיאלי מתקיים קשר בין הנפח, V, הלחץ, P, והטמפרטורה, T, של הגז. קשר זה נתון על ידי "משוואת המצב של הגזים האידיאליים":  
 $PV = kT$

כאשר:

- $P \left( \frac{N}{m^2} \right)$  הוא לחץ הגז
- $V (m^3)$  הוא נפח הגז
- T הוא טמפרטורת הגז במעלות קלווין
- k הוא קבוע התלוי בכמות הגז

בלון מלא בגז הליום (שהוא גז אידיאלי) השתחרר מידי של ילד והחל להתרומם בניצב לקרקע. כמות הגז בבלון הייתה כזו ש- $k = 80$  (ביחידות מתאימות) והטמפרטורה (ביחידות קלווין)  $T = 293$ .

(5 נק') ב. איזו אות (או אותיות) במשוואה  $PV = kT$  מייצגת את C (מתוך המשוואה הנתונה בסעיף א')? מהו ערכה? מהי יחידת המידה של C?

(5 נק') ג. חשבו את נפח הבלון בזמן שהשתחרר מידי של הילד (נפח הבלון בגובה פני-הקרקע). נתון שלחץ ההליום בבלון היה  $108,000 \frac{N}{m^2}$ .

ככל שעולים לגובה ומתרחקים מפני כדור הארץ, לחץ האוויר באטמוספירה יורד. הניחו ש-

- כשהגובה  $h < 7 \text{ km}$ , לחץ האוויר באטמוספירה בגובה  $h \text{ [km]}$  נתון בביטוי  $P(h) = 101,300 - 11,100 h$ .
- אין שינוי בטמפרטורה עם העלייה בגובה.

(5 נק') ד. הבלון יתפוצץ כאשר נפחו יהיה פי שלושה מנפחו על פני הקרקע. חשבו את הגובה שבו יתפוצץ הבלון.

## שאלה 7

במעבדה לביולוגיה ערכו ניסוי שבו גידלו חיידקי E.coli.

כאשר התנאים מיטביים, כל חיידק מכפיל את עצמו בכל 20 דקות; כלומר, מכל חיידק מקבלים שני חיידקים כל עשרים דקות. בניסוי בדקו את כמות החיידקים בכלי לאורך זמן.

(4 נק') א. מהו המשתנה התלוי בניסוי זה, ומהו המשתנה הבלתי תלוי?

הניחו שהתנאים בכלי מיטביים, ושבתחילת היום ( $t = 0$ ) היו במבחנה  $2 \times 10^3$  חיידקים.

(4 נק') ב. הציגו בטבלה את כמות החיידקים הצפויה בכלי בסיום כל שעה, במשך שלוש השעות הראשונות של הניסוי.

(4 נק') ג. סרטטו את צורת הגרף (ללא ערכים על ציר ה-Y) של כמות החיידקים הצפויה בכלי כתלות בזמן מתחילת הניסוי, בשעות. הציגו על גבי הסרטוט יחידות מידה וכתבו כותרת מתאימה לגרף הניסוי.

(4 נק') ד. כתבו פונקצייה,  $f(t)$ , המתארת את כמות החיידקים הצפויה בכלי כתלות בזמן שעבר מתחילת הניסוי, בדקות.

(4 נק') ה. מהי משמעות השיפוע של הגרף שסרטטתם בתשובה לסעיף ג? חשבו את השיפוע בזמן  $t = 3h$  וכתבו מהן יחידותיו.

## שאלה 8

לנפט יש תפקיד מרכזי בכלכלה, אבל הובלתו והשימוש בו גורמים לזיהום סביבתי חמור.

למרבה הצער, משאבי הדלק אינם מתחלקים שווה בשווה ברחבי כדור הארץ. לפעמים יש צורך לנייד את הדלק למרחקים ארוכים.

עם פרוץ המלחמה, המשרד להגנת הסביבה אישר לחברה ישראלית לפרוק בנמל אילת נפט בכמות גדולה מהרגיל, כחלופה לפריקת הנפט בנמל אשקלון שסמוך לאזור הלחימה. החברה תורשה לפרוק אוניות נפט בכמות גדולה מהרגיל עד כשבועיים מתום הלחימה, ורק אם הוא מיועד לשימוש המשק הישראלי. המשרד להגנת הסביבה הגביל את האישור לפריקת כמות מסוימת בלבד של נפט בנמל אילת, כדי לצמצם את הסיכון לאירוע של זיהום ים, להרס המערכת האקולוגית ולהרס שונית האלמוגים הייחודית במפרץ.

מעובד על פי: 12.10.2023, [https://infospot.co.il/n/Exceptional\\_approval\\_for\\_eape](https://infospot.co.il/n/Exceptional_approval_for_eape)

זיהום נפט בים פוגע בדגים, אצות, אלמוגים, יונקים ימיים, צבי ים וציפורי מים. חשבו, למשל, על הפגיעה בדיג ובתיירות באילת במצב של דליפת נפט בקנה מידה גדול.

(4 נק') א. הסבירו, מנקודת מבט סביבתית, מדוע המשרד להגנת הסביבה הגביל את פריקת הנפט בנמל אילת בזמן המלחמה רק לשימוש המשק הישראלי.

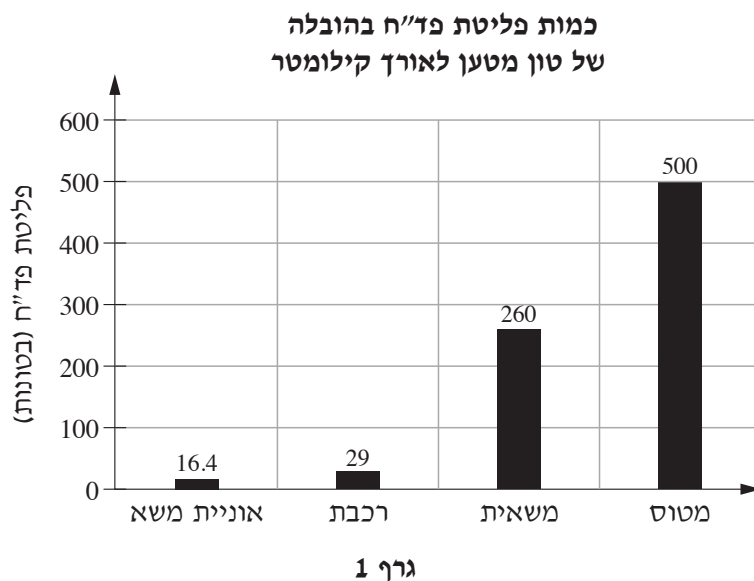
התקפות החות'ים על אילת מנעו עגינת מכליות נפט בנמל בין התאריכים 8.11.23 ועד 16.12.23.

השאלות שעומדות בפני מקבלי ההחלטות הן: האם אפשר להשתמש באמצעים אחרים לצורך הובלת דלק למרחקים ארוכים? ומה המחיר הסביבתי של השימוש באמצעים אלה?

כדי לענות על שאלות אלו, יש לקחת בחשבון גם את פליטת הפחמן הדו-חמצני ( $\text{CO}_2$ , פד"ח), ממטוסים ואוניות בתנועה, משום

שפד"ח הוא גז חממה הגורם להתחממות כדור הארץ, שהוא אחד הנוזקים הסביבתיים הקיצוניים ביותר.

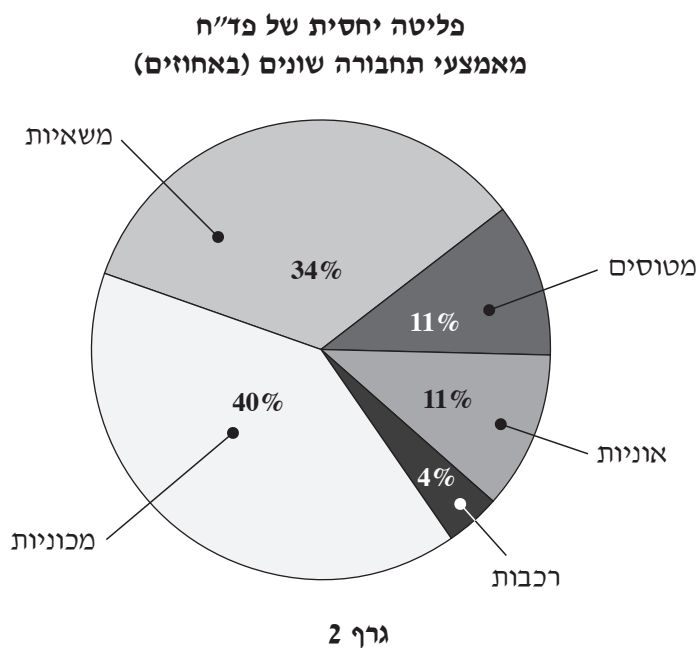
עיינו בגרף 1 המתאר את כמות פליטת הפד"ח בהובלה של טון אחד של מטען לאורך קילומטר אחד, וענו על השאלה שלאחריו.



Courtesy of <https://ourworldindata.org/troval-carbon-footprint>.

**(4 נק')** ב. לפי הגרף, באיזה אמצעי תחבורה, מנקודת מבט סביבתית, עדיף להוביל מטענים? נמקו את התשובה.

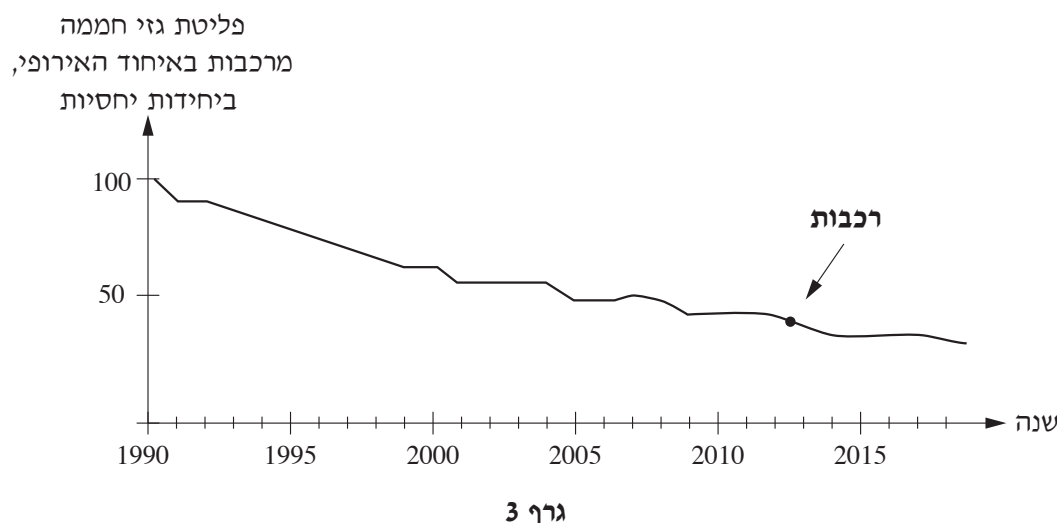
עיינו בגרף 2 המתאר את שיעור הפליטה היחסי (באחוזים) הנגרם מאמצעי תחבורה שונים, וענו על השאלה שלאחריו.



**(4 נק')** ג. הסבירו את הממצאים בגרף 2 לגבי משאיות ומטוסים, תוך התייחסות לנתונים בגרף 1 לגבי אמצעי הובלה אלה. נמקו את התשובה.

## המשך השאלה בעמוד הבא.

השימוש ברכבות משא באירופה עלה ב-17% מ-2003 ועד 2019. השימוש ברכבות נוסעים באירופה עלה אף הוא בתקופה זו. עיינו בגרף 3 המתאר את הפליטה של גזי חממה מרכבות (הן רכבות נוסעים והן רכבות משא) באיחוד האירופי, בין השנים 1990 ל-2018, וענו על השאלה שלאחריו.



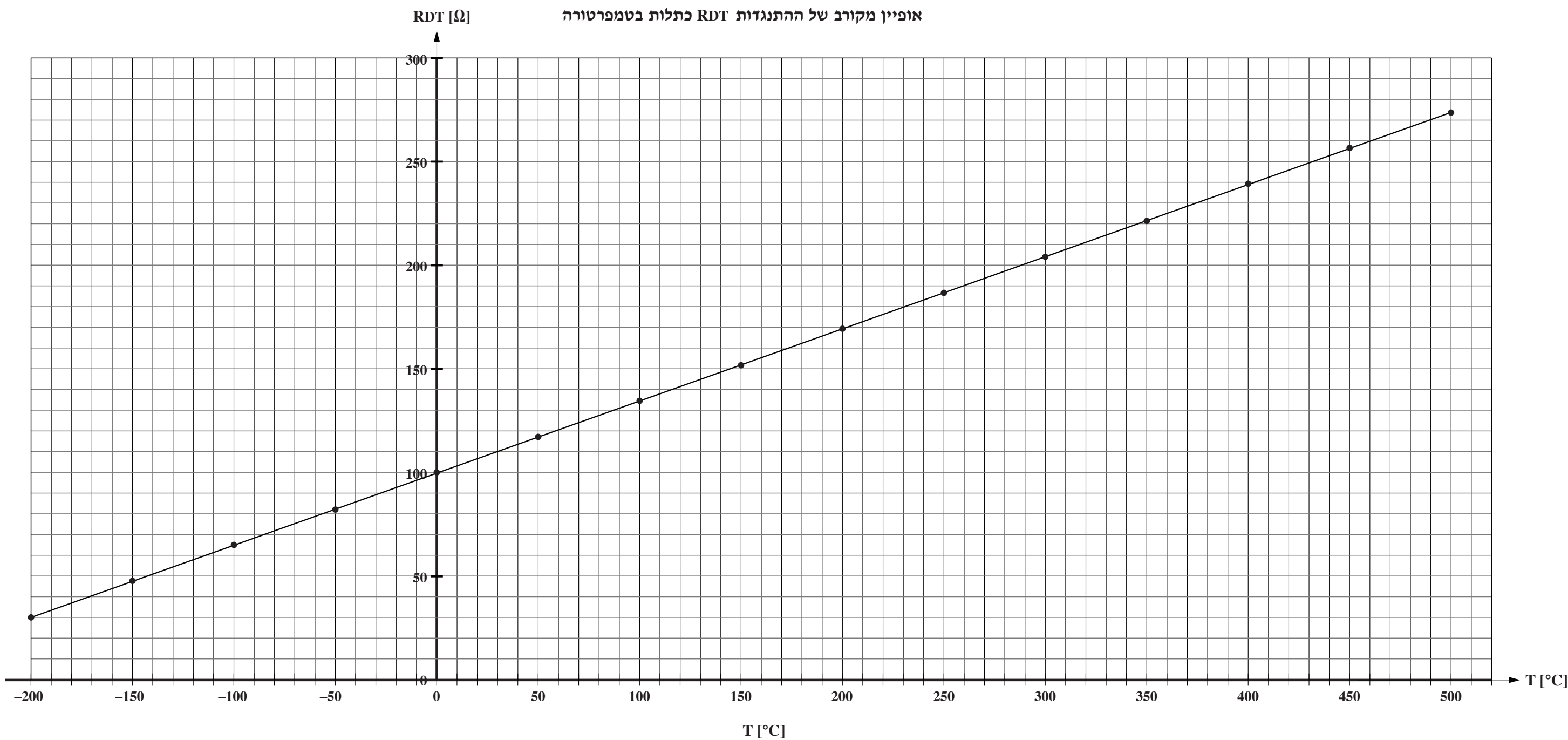
Translated and edited from the original English version published by the European Union on the following website <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20191129STO67756/emissions-from-planes-and-ships-facts-and-figures-infographic> : © European Union, 2022 - Source: European Parliament"; CET assumes full responsibility for the translation into Hebrew

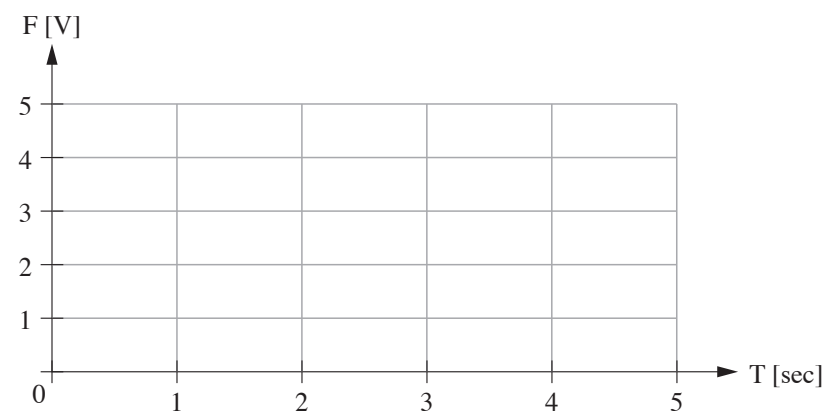
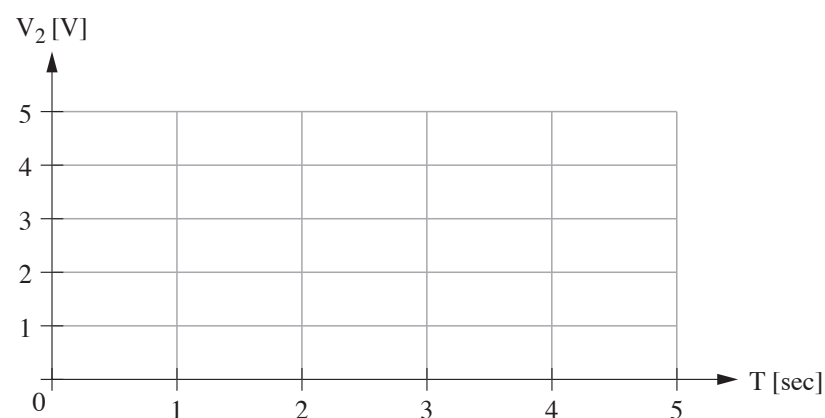
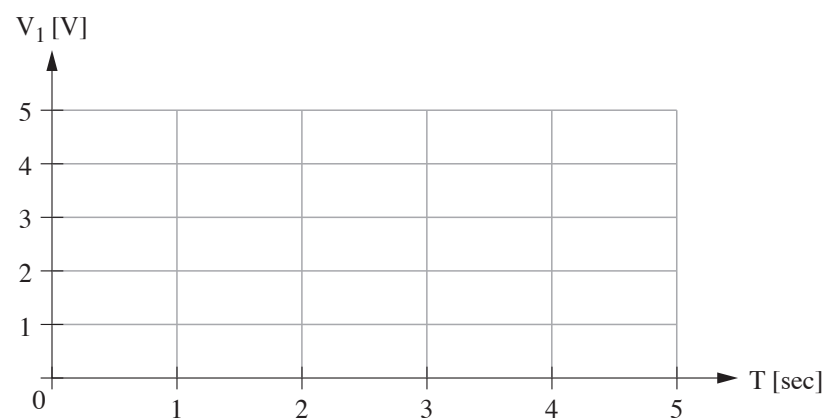
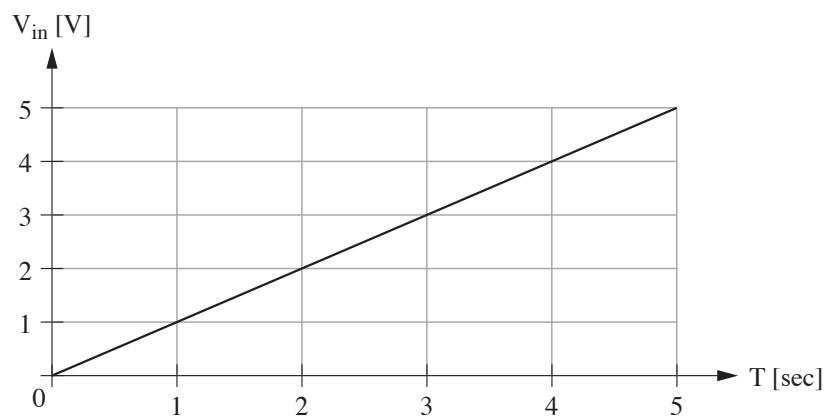
- (4 נק')** ד. בהתייחס לגרף, ציינו מהי מגמת השינוי בכמות הפליטה של גזי חממה, ובכלל זה של פד"ח מרכבות בשנים 2003 עד 2019. הציעו השערה שמסבירה מגמה זו לאור העלייה בשימוש ברכבות בתקופה זו.
- (4 נק')** ה. מומחי איכות סביבה רבים מתריעים כנגד הובלה של סחורות למרחקים ארוכים, ומעודדים אותנו לקנות תוצרת מקומית. מהי עמדתכם בנושא? הסתמכו על הטקסטים והגרפים בשאלה כדי לנמק אותה. בתשובתכם, התייחסו למגוון סחורות בכלל ולנפט בפרט. פרטו כיצד, אם בכלל, יש לנייד סחורות למרחקים ארוכים, ונמקו את התשובה.

**בהצלחה!**

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

אופיין מקורב של ההתנגדות RDT כתלות בטמפרטורה





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