

מדעי ההנדסה

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: שלוש שעות וחצי.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם שמונה שאלות. עליכם לענות על חמש שאלות, מהן שתי שאלות מהפרק השני ושלוש שאלות משאר הפרקים. לכל שאלה – 20 נקודות, בסך 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 ויעריך 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 ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

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 16 עמודים.

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

בהצלחה!

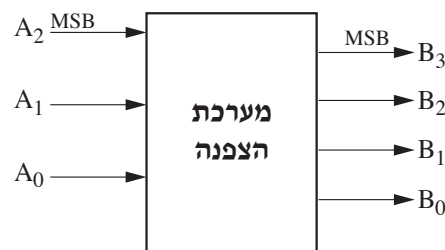
בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם שמונה שאלות. ענו על שתי שאלות מהפרק השני ועל שלוש שאלות משאר הפרקים.
לכל שאלה 20 – נקודות. סך הכול – 100 נקודות.

השאלות

פרק ראשון

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מתוארת מערכת הצפנה להעברת מידע בצורה מקבילית. במערכת משתמשים במספרים בינאריים בעלי שלוש סיביות (A_2, A_1, A_0). מטעמי סודיות מצפינים את המידע על ידי הוספת ערך $3_{(10)}$ לכל מספר שמועבר באותו הרגע.



איור לשאלה 1

- א. (7 נק') כתבו את טבלת האמת עבור המוצאים B_3, B_2, B_1, B_0 כתלות במבואות A_2, A_1, A_0 .
- ב. (6 נק') בעזרת כללי האלגברה הבוליאנית **בלבד**, כתבו וצמצמו את הפונקצייה הלוגית עבור המוצא B_3 . ציינו ליד כל שלב את הכלל שבו השתמשתם בתהליך הצמצום.
- ג. (7 נק')
1. (5 נק') ממשו את הפונקצייה של המוצא B_1 באמצעות שערים לוגיים.
2. (2 נק') ממשו את הפונקצייה של המוצא B_1 באמצעות שערי NAND בלבד.

שאלה 2

- בחניון חכם מותקנים חיישנים בכל מקום חניה. נתוני החניון נשמרים ברשימה דו־ממדית בשם parking. הרשימה parking בנויה מרשימות, באופן הבא:
- כל רשימה פנימית מייצגת שורת חניה
 - כל איבר ברשימה מייצג מקום חניה בעמודה מסוימת
 - ערכי הרשימה: 0 - מקום חניה פנוי, 1 - מקום חניה תפוס
 - גישה למקום חניה מתבצעת כך: parking[row][col], כאשר: row מייצג את מספר השורה, col מייצג את מספר העמודה

דוגמה לרשימת חניון:

	Col 0	Col 1	Col 2	Col 3
Row 0	0	0	1	1
Row 1	1	0	0	0
Row 2	0	1	1	0

```
parking = [  
    [0,0,1,1],  
    [1,0,0,0],  
    [0,1,1,0]  
]
```

דוגמאות למיקומים על־פי רשימת החניון בדוגמה:

- parking[0][1] = 0 מקום פנוי בשורה 0 עמודה 1
- parking[1][0] = 1 מקום תפוס בשורה 1 עמודה 0
- parking[1][1], parking[1][2], parking[1][3] הם שלושה מקומות פנויים בצופים באותה שורה.

המשך השאלה בעמוד הבא.

(6 נק') א.

1. כתבו פונקצייה בשם `count_free` אשר מקבלת כפרמטר רשימה דו־ממדית בשם `parking`. הפונקצייה תחזיר את מספר מקומות החניה הפנויים בחניון.
2. כתבו פונקצייה בשם `is_busy` אשר מקבלת כפרמטר רשימה דו־ממדית בשם `parking`. הפונקצייה תחזיר `True` אם יותר מ־70% מהמקומות תפוסים, ו־`False` בכל מקרה אחר.

(6 נק') ב.

- לעיתים נדרש להכניס רכב גדול לחניון.
- כתבו פונקצייה בשם `has_three_consecutive` אשר מקבלת כפרמטר רשימה דו־ממדית בשם `parking`. על הפונקצייה לבדוק אם קיימים שלושה מקומות חניה פנויים הצמודים זה לזה באותה השורה. אם כן, על הפונקצייה להחזיר רשימה בעלת שלושה איברים המציינים את המיקומים של שלוש החניות הפנויות והצמודות. אם לא קיימים שלושה מקומות חניה פנויים וצמודים באותה השורה, על הפונקצייה להחזיר `False`.

(8 נק') ג.

כתבו תוכנית ראשית אשר:

1. קולטת מהמשתמש שני קלטים `Col`, ו־`Row`, כאשר `Row` מייצג את מספר השורות ו־`Col` מייצג את מספר העמודות.
 2. בונה רשימה בגודל `Row x Col` בהתאם לערכים שנקלטו בתת־סעיף ג' 1, וקולטת מהמשתמש עבור כל איבר ואיבר ברשימה את הערכים 0 או 1.
 3. בודקת אם קיים רצף של שלושה מקומות חניה פנויים באותה השורה ומדפיסה הודעה בהתאם.
- כלומר אם נמצאו מקומות כאלה, תודפס ההודעה:

"Three_consecutive free parking spots found at:"

ואם לא – תודפס ההודעה:

"No three_consecutive free parking spots found"

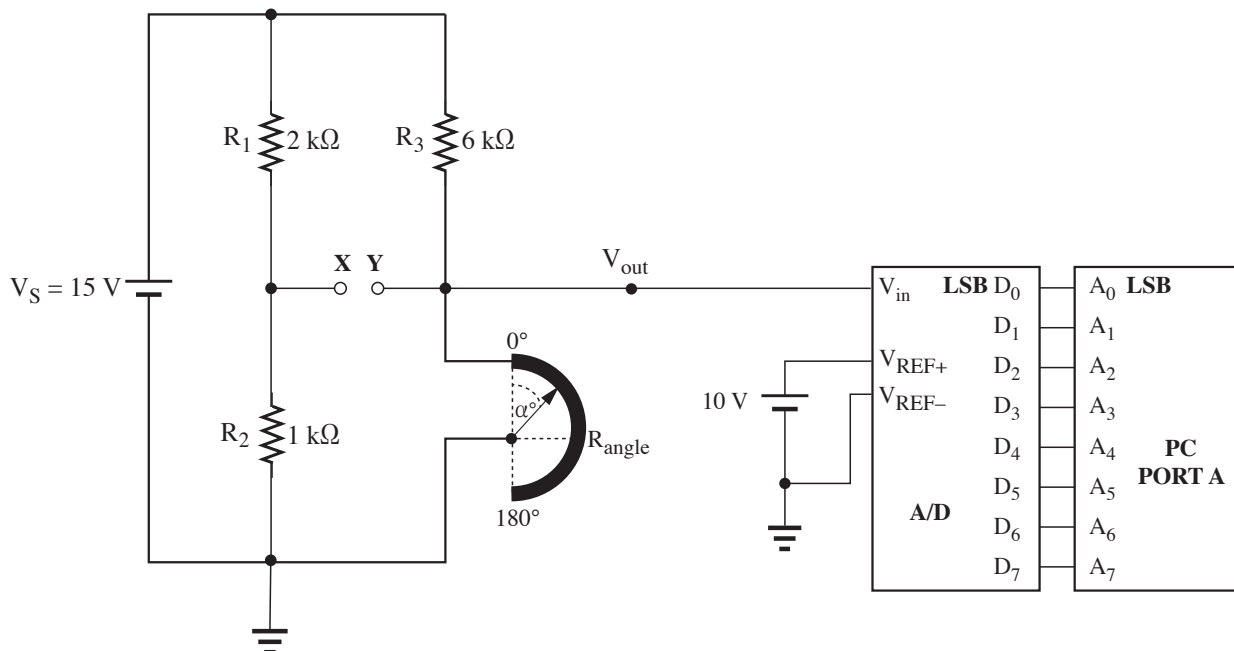
חובה להשתמש בפונקצייה שכתבתם בסעיף ב'.

פרק שני (40 נקודות)

ענו על שתיים מבין השאלות 3–5 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מתואר מעגל חישה חשמלי. המעגל מורכב מחיישן התנגדותי (זחלן) המודד זווית (במעלות) המשולב בגשר ויטסטון. הזחלן נע בזווית מ- 0° עד 180° ובצורה זו משנה את ערכו של הנגד המשתנה R_{angle} . נתון שהיחס בין התנגדות הנגד R_{angle} לזווית α° הוא: $R_{\text{angle}} = 30 \cdot \alpha^\circ$.



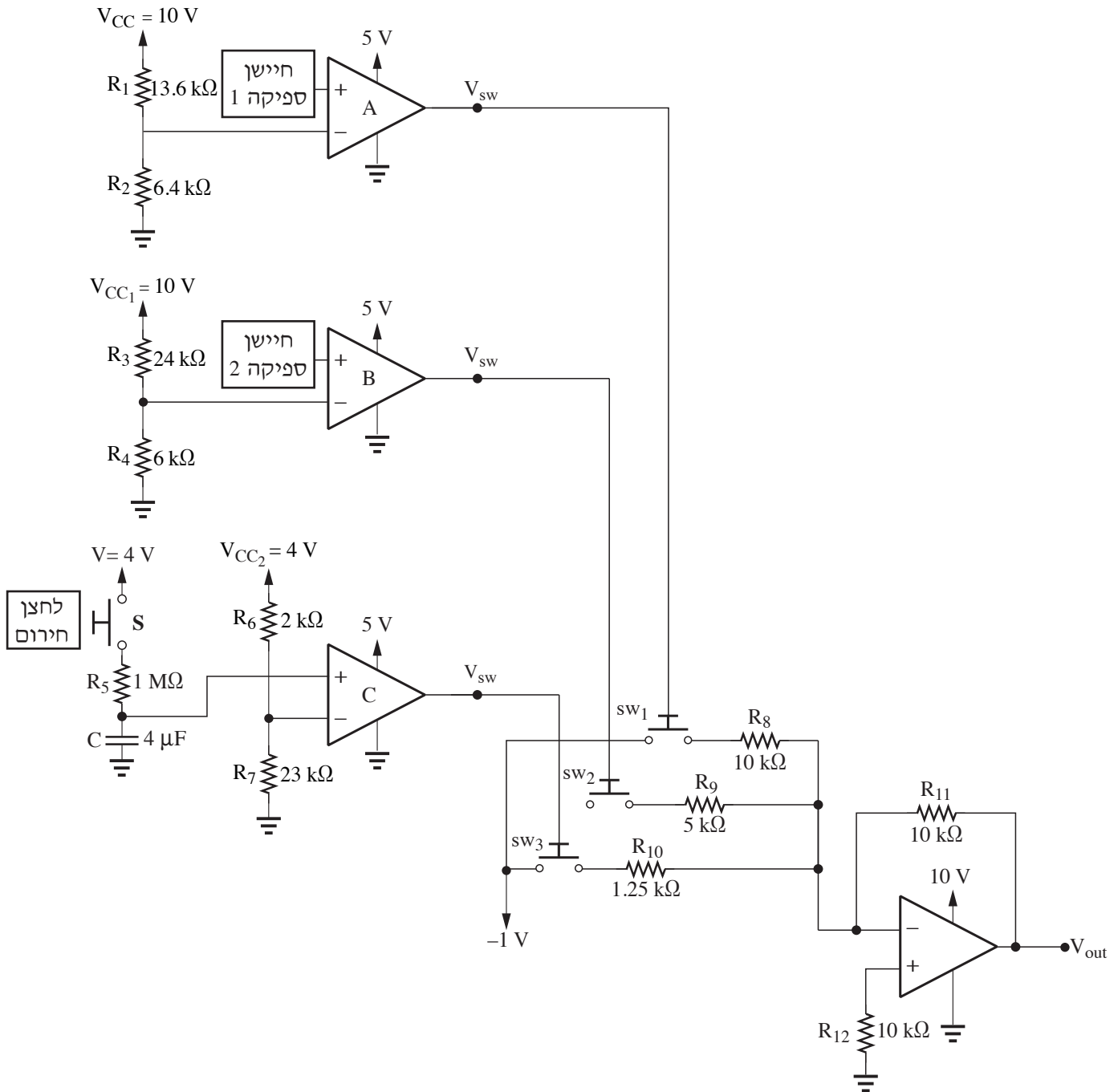
איור לשאלה 3

- א. (4 נק') מהו טווח מתח המוצא V_{out} של המעגל בין $0^\circ \leq \alpha^\circ \leq 180^\circ$?
- ב. (4 נק') מהי הזווית שבה הגשר מאוזן?
- ג. (4 נק') במוצא הממיר התקבלה המילה הבינארית 01010111. מהי הזווית שנמדדה?
- ד. (8 נק') נתונה הפונקצייה: $\text{Int}(\text{binaryString}, 2)$: הפונקצייה מקבלת מחרוזת של 8 ספרות בינאריות (כל ספרה היא 0 או 1 בלבד), ומחזירה את הערך של המחרוזת כמספר שלם בבסיס עשרוני. לדוגמה: $\text{Int}("11111111", 2) \rightarrow 255$
- הפונקצייה קיבלה מחרוזת "11111111" והחזירה מספר עשרוני 255 מכיוון שערכו הדצימלי (העשרוני) של הערך הבינארי 11111111 הוא 255. ניתן להשתמש בפונקצייה זו מבלי לממש אותה.
- כתבו פונקצייה בשם `adcToAngles` אשר מקבלת כפרמטר רשימה בשם `adcSamples`, שכל איבר בה הוא דגימה של מוצא ה-ADC (מחרוזת של רצף בינארי בן 8 ספרות). על הפונקצייה לחשב ולהחזיר רשימה בעלת שלושת האיברים האלו:

- ממוצע כל הזוויות שנמדדו `[avgAngle]`
 - ערך הזווית הגדולה ביותר שנמדדה `[maxAngle]`
 - ערך הזווית הקטנה ביותר שנמדדה `[minAngle]`
- על הרשימה המוחזרת להיות בסדר הבא: `[avgAngle, maxAngle, minAngle]`

שאלה 4

באיור א' לשאלה 4 נתונה מערכת לבקרת זרימה בנחל המתריעה על שיטפונות. המערכת כוללת שני חיישני ספיקה (ספיקה – נפח מים ליחידת זמן), לחצן חירום ומגברי שרת בתצורות שונות.



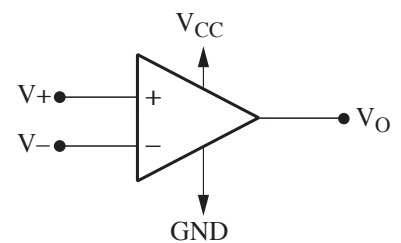
איור א' לשאלה 4

מגבר שרת בתצורת המשווה פועל על פי החוקיות הבאה:

$$\begin{cases} V_+ \leq V_- \\ V_+ > V_- \end{cases}$$

$$V_O = \text{GND}$$

$$V_O = V_{CC}$$

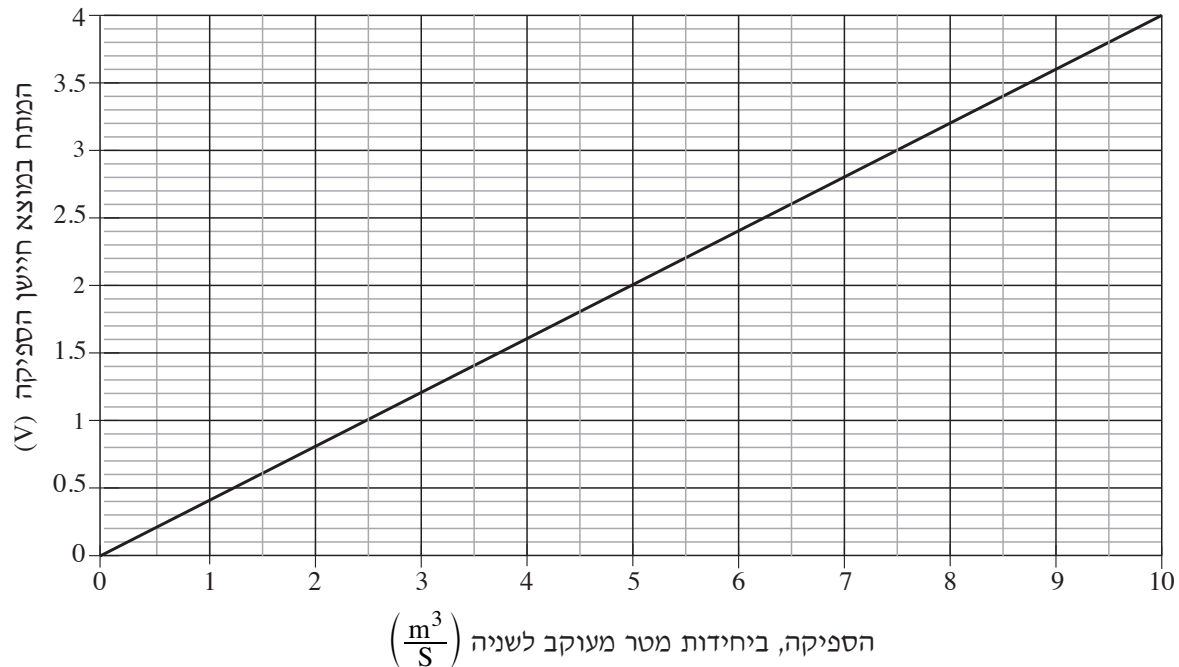


למערכת מחוברים מספר מגברי שרת בתצורת משווה, כאשר מוצאי המשווים מחוברים למפסקים (SW_3, SW_2, SW_1) הפועלים בצורה הבאה:

$$V_{sw} = 0v \rightarrow \text{Open switch}$$

$$V_{sw} = 5v \rightarrow \text{Closed switch}$$

במעלה הנחל מותקן חיישן ספיקה 1, באמצע הנחל מותקן חיישן ספיקה 2, ובנוסף קיים לחצן חירום (S) להתרעה מיידיית על סכנה לשיטפון קרב. באיור ב' לשאלה נתון אופיין חיישן הספיקה.

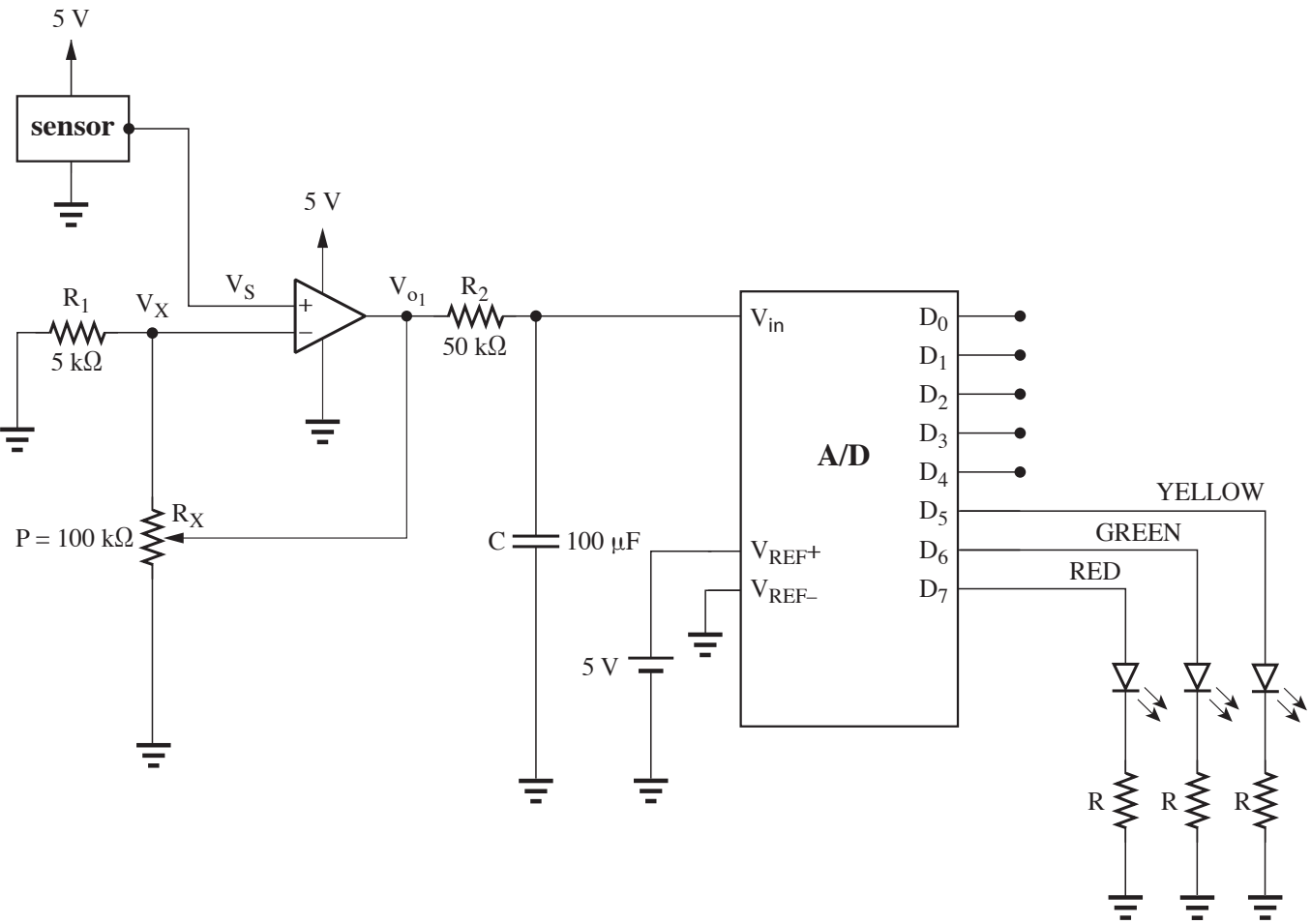


איור ב' לשאלה 4

- (3 נק')** א. כתבו את טבלת המתחים האפשריים של V_{out} כתלות במצב המפסקים SW_3, SW_2, SW_1 .
- (3 נק')** ב. במוצא המערכת V_{out} נמדד מתח של 3 V. באילו חיישנים נמדדו ספיקות ומה היו ערכיהן? הראו חישובים מדויקים.
- (6 נק')** ג. על מנת למנוע לחיצה מקרית על לחצן החירום, לחצן S, הותקנה מערכת קבל נגד (בכניסה למגבר C) המשהה את ההתרעה על שיטפון קרב. היעזרו במשוואת הדפקים וחשבו כמה זמן צריך להחזיק את הלחצן S במצב סגור על מנת שתתקבל התרעה על שיטפון קרב.
- (8 נק')** ד. כתבו פונקצייה בשם `buttonState` אשר מקבלת כפרמטר את ערך המתח V_{out} שקיבלתם בתשובה לסעיף א'. על הפונקצייה לחשב ולהחזיר רשימה מטיפוס מחרוזת אשר תכלול את מצב שלושת החיישנים:
1. מצב חיישן ספיקה 1 `[button1State]`
 2. נמב חיישן ספיקה 2 `[button2State]`
 3. מצב חיישן לחצן החירום `[emergencyButtonState]`
- אם באחד מהחיישנים הלחצן במצב לחוץ, האיבר שלו יהיה "closed". אחרת, האיבר שלו ברשימה יהיה "open". על הרשימה להיות מוחזרת בצורה הבאה: `[button1State, button2State, emergencyButtonState]`

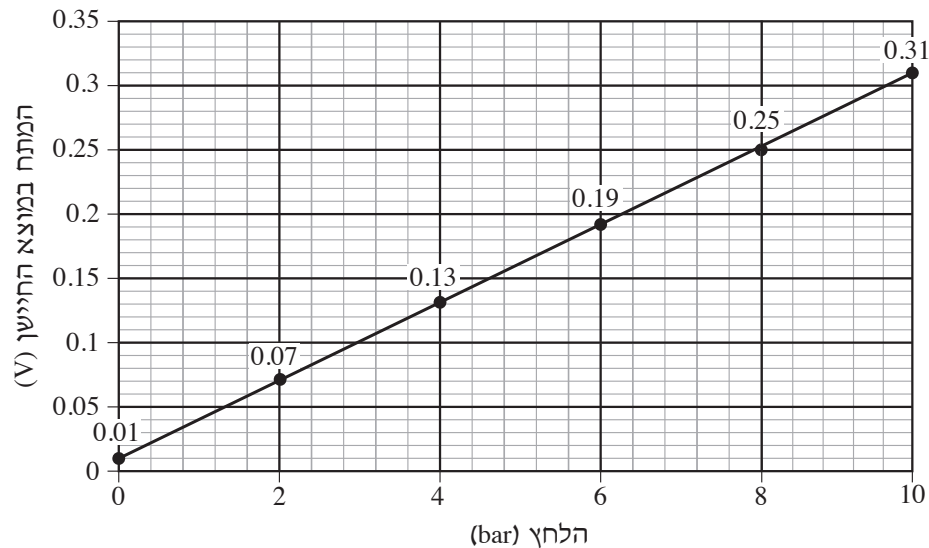
שאלה 5

במפעל כימי מסוים מנטרים לחץ בצנרת שבה זורמים גזים.
באיור א' לשאלה 5 מתואר מעגל חשמלי חיישן לחץ, מגבר שרת אידיאלי ופוטנציומטר P.
הערה: חיישן הלחץ מותקן על צינור מרכזי בצנרת.



איור א' לשאלה 5

באיור ב' לשאלה נתון אופיין של חיישן הלחץ.



איור ב' לשאלה 5

חיישן הלחץ ממיר את הלחץ P (bar) למתח V .

תחום עבודת החיישן הוא: $0_{\text{bar}} \leq P \leq 10_{\text{bar}}$

המתח נמדד על ידי מערכת בקרה כדי לפקח ולבקר את הלחץ בצנרת.

- 5 נק' (א).** כתבו את מתח מוצא המגבר Vo1 כפונקצייה של הלחץ P ושל ההתנגדות R_x (חלקו העליון של הפוטנציומטר). הראו את שלבי פיתוח המשוואה.
- 5 נק' (ב).** הניחו שהקבל אינו טעון בתחילה. חיישן הלחץ מראה $P = 8 \text{ Bar}$, ההתנגדות $R_x = 45 \text{ k}\Omega$, והמספר הבינארי במוצא הממיר מראה 01110000. חשבו את זמן טעינת הקבל.
- 5 נק' (ג).** הניחו שהקבל אינו טעון בתחילה וערך ההתנגדות $R_x = 45 \text{ k}\Omega$. נתון: $P = 8 \text{ Bar}$, וזמן טעינת הקבל $t = 2 \text{ sec}$. מצאו, בעזרת חישוב, אילו לדים (LED's) יידלקו.
- 5 נק' (ד).** נתונה המילה הבינארית הבאה (8 סיביות) ביציאת ממיר ה-A/D המיוצגת על-ידי מצב הלדים הבא:

- Yellow LED כבוי

- Green LED כבוי

- Red LED דולק

סיביות D_0 עד D_4 (כולל) הינם 0.

כתבו פונקצייה בשם calc_pressure אשר מחשבת ומחזירה את המתח בכניסת ממיר ה-A/D עבור המצב הנתון לעיל.

ניתן להשתמש בפונקציית העזר Int()

פונקצייה זו מקבלת מחרוזת של 8 ספרות בינאריות (כל ספרה היא 0 או 1 בלבד) ואת בסיס הספרה, ומחזירה את ערכו כמספר שלם בבסיס עשרוני.

לדוגמה:

$\text{Int}("1111111", 2) \rightarrow 255$ – המילה הבינארית "1111111" בבסיס 2 הינה 255 בבסיס עשרוני.

פרק שלישי

שאלה 6

מודל לזיהוי תמונות המבוסס על בינה מלאכותית הוא תוכנה הלומדת לזהות את העצמים ואת הפריטים המופיעים בתמונה ולפענח את התוכן שלה. במהלך האימון, שגיאת המודל בזיהוי התמונות פוחתת בהדרגה ככל שמשך האימון מתארך. השגיאה בזמן האימון מתוארת על-ידי הנוסחה שלהלן:

$$E(t) = \frac{E_0}{1 + a \cdot t}$$

כאשר:

- $E(t)$ – השגיאה בזמן t (גודל חסר יחידות)

- E_0 – השגיאה ההתחלתית (חסר יחידות)

- a – קבוע קצב הלמידה $\left[\frac{1}{\text{min}}\right]$

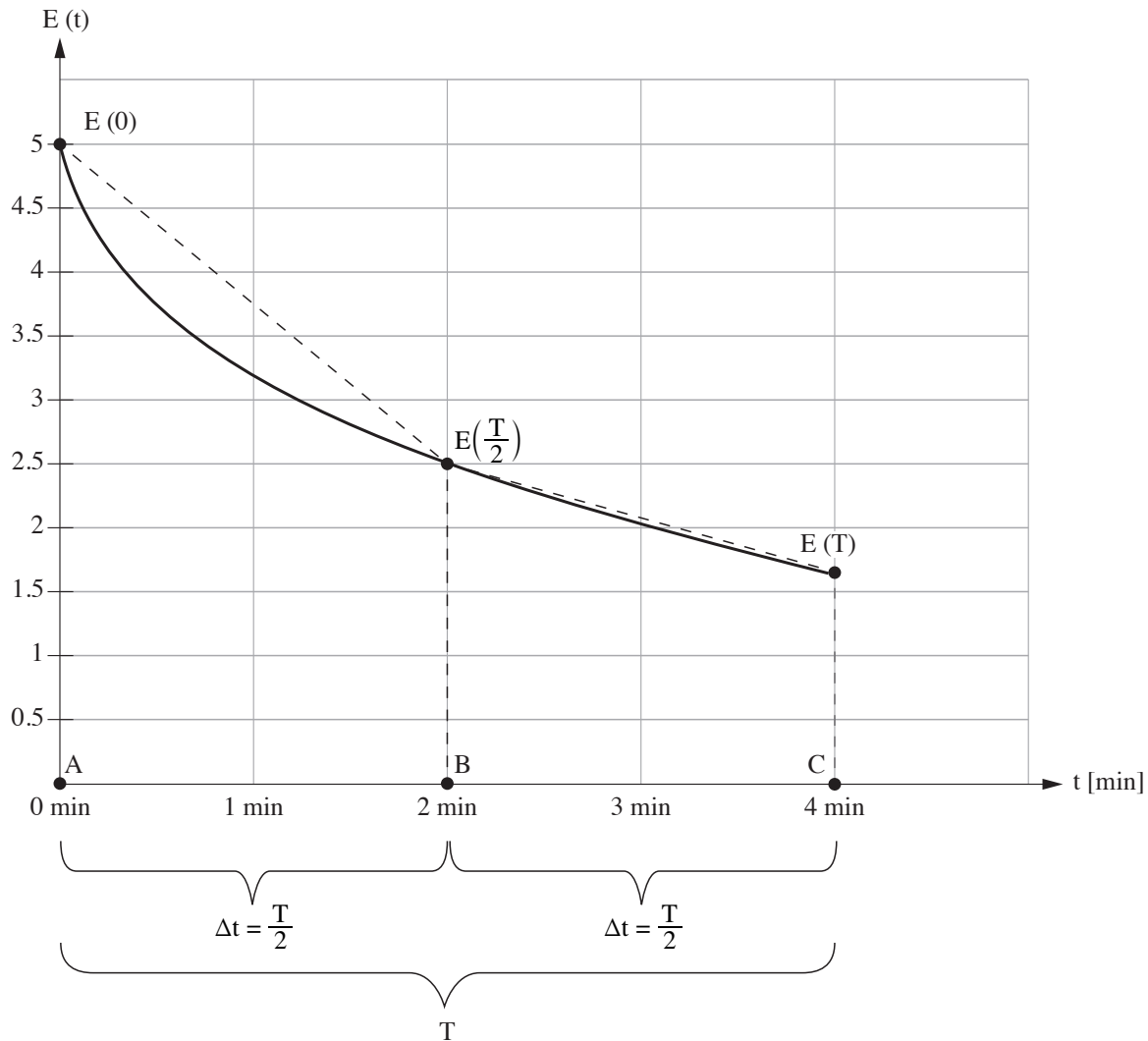
- t – זמן משתנה במהלך האימון [min]

מערכות הנדסיות רבות מודדות את גודל המשתנה בזמן ולאחר מכן מחשבות את הגודל המצטבר. לעיתים, לא הערך הרגעי הוא החשוב אלא הסכום הכולל לאורך זמן – כלומר **השטח שמתחת לגרף**. השגיאה המצטברת לאורך האימון משקפת את איכות תהליך הלמידה כולו, מיוצגת על ידי השטח שמתחת לגרף השגיאה $E(t)$, ונתונה על ידי הביטוי:

$$S_{AI}(T) = \int_0^T E(t) dt$$

T – זמן האימון הכולל (קבוע במהלך החישוב), המייצג את סוף תחום הזמן הנבדק [min]

באיור לשאלה 6 מתואר גרף השגיאה כתלות בזמן האימון. השטח שמתחת לגרף השגיאה $E(t)$ מייצג את השגיאה המצטברת. הקטע $0 \leq t \leq T$ מחולק לשני מקטעי זמן שווים Δt .



איור לשאלה 6

הערה לנבחן: יש להבחין בין t – זמן משתנה לאורך האימון, לבין T – זמן האימון הכולל ($T = 4 \text{ min}$), הנחשב קבוע במהלך החישובים. שני הגדלים נמדדים בדקות [min].

(4 נק') א. שיטת הטרפז משמשת להערכת אינטגרל מסוים של פונקציית רציפה בתחום סגור על ידי חישוב שטחי

טרפזים. באמצעות חישוב סכום שטח שני הטרפזים $\left[ABE\left(\frac{T}{2}\right)E(0) \right]$, $\left[BCE(T)E\left(\frac{T}{2}\right) \right]$

הראו כי הביטוי המתקבל המייצג את השגיאה המצטברת בקירוב הוא $S_{AI}(T) \approx \frac{T}{4} \left(E(0) + 2E\left(\frac{T}{2}\right) + E(T) \right)$

תזכורת, נוסחת שטח טרפז:

$S = \frac{(a+b) \cdot h}{2}$ (a, b – בסיסי הטרפז, h – גובה)	שטח טרפז:
---	-----------

המשך השאלה בעמוד הבא.

(4 נק') **ב.** נתון: $E_0 = 5$, $a = 0.5$ [1/min], $T = 4$ min. באמצעות נוסחת השגיאה $E(t) = \frac{E_0}{1 + a \cdot t}$, חשבו את $E(4)$, $E(3)$, $E(2)$, $E(1)$, $E(0)$.

(4 נק') **ג.** כעת מחלקים את הזמן לארבעה חלקים שווים: $\Delta t = 1$ min. חשבו את קירוב השגיאה המצטברת באמצעות חישוב שטח של ארבעה טרפזים.

מהנדסי המערכת חישובו באופן אנליטי את השגיאה המצטברת, וקיבלו את הנוסחה:

$$S_{AI}(T) = \int_0^T \frac{E_0}{1 + at} dt = \frac{E_0}{a} \ln(1 + aT)$$

הערה: שימו לב לשוני בין $E(0)$ לבין E_0 .

(4 נק') **ד.** נתון: $\ln(3) \approx 1.10$. חשבו את הערך המדויק של $S_{AI}(4)$.

(4 נק') **ה.** חשבו את **הסטייה היחסית** באחוזים (%) בין החישוב האנליטי של השגיאה המצטברת לבין חישוב שטח כלל הטרפז בשני מצבים:

- קירוב שני טרפזים.

- קירוב ארבעה טרפזים.

היעזרו בקשר הבא לחישוב הסטייה היחסית:

$$\text{סטייה יחסית} = \frac{|S_{\text{approx}} - S_{AI}|}{S_{AI}} \times 100$$

S_{approx} - קירוב שטח באמצעות טרפזים

S_{AI} - חישוב שטח אנליטי

שאלה 7

במערכות הנדסיות רבות קיימת מגבלה של **משאב כולל קבוע**, כגון ההספק החשמלי הכולל הזמין למערכת. בחללית זעירה פועלות מערכות רבות הצורכות הספק חשמלי בפרק זמן קצר ומוגדר. ניתן להניח כי ההספק החשמלי של מרבית המערכות כמעט קבוע, להוציא שתי מערכות דומיננטיות: (1) **מערכת ייצוב ובקרת כיוון**, האחראית לייצוב החללית ולהכוונתה, ו-(2) **מערכת התקשורת**, שמשדרת נתונים לכדור הארץ.

נסמן:

$P_T(t)$ [W] – ההספק למערכת הייצוב ובקרת הכיוון

$P_C(t)$ [W] – ההספק למערכת התקשורת

P_0 [W] – ההספק הכולל הזמין לשתי המערכות

הנחה: ההספק החשמלי הכולל הזמין לשתי המערכות לעיל נשאר **קבוע בכל רגע בזמן**.

נתונים:

- תחום הזמן: $0 \leq t \leq 4$ s
- צריכת ההספק הכולל בחללית קבועה: $P_T(t) + P_C(t) = P_0$
- מודל צריכת הספק מערכת הייצוב כתלות בזמן מתואר על-ידי הנוסחה: $P_T(t) = t^2 - 4t + 9$ [W]
- $P_0 = 20$ W

(5 נק') א. סרטטו את הגרף המייצג את הקשר הליניארי בין P_T ל- P_C , והסבירו במשפט אחד מדוע מתקבל קשר ליניארי כזה.

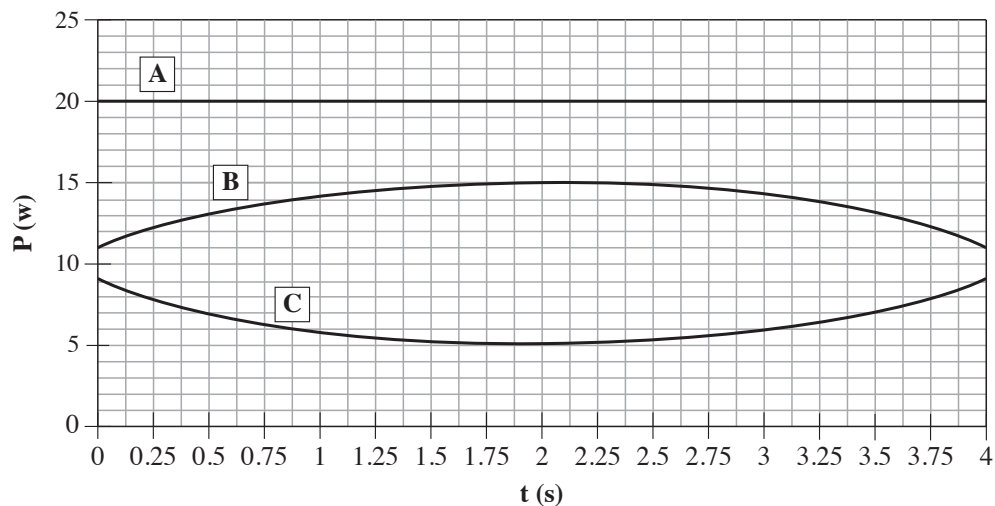
(2 נק') ב. העתיקו למחברת הבחינה את הטבלה שלהלן, חשבו והשלימו את הגדלים הבאים:

$P_T(t)$ [W]	$P_C(t)$ [W]	זמן t [s]
		0
		2
		4

הציגו דרך חישוב מלאה עבור לפחות אחד מהזמנים.

המשך השאלה בעמוד הבא.

באיור לשאלה 7 נתון גרף הספק כפונקצייה של הזמן. בגרף מסורטטות שלוש פונקציות: A, B, C



איור לשאלה 7

ג. (6 נק')

1. איזה גרף מייצג את $P_T(t)$? (2 נק')
2. איזה גרף מייצג את $P_C(t)$? (2 נק')
3. איזה גרף מייצג את P_0 ? (2 נק')

בהסתמך על הגרף או על חישובים:

ד. (7 נק')

1. איזה סוג נקודת קיצון (מינימום/מקסימום) מתקבל ל- $P_T(t)$ ובאיזה זמן? (2 נק')
2. איזה סוג נקודת קיצון (מינימום/מקסימום) מתקבל ל- $P_C(t)$ ובאיזה זמן? (2 נק')
3. הסבירו מדוע בהכרח קיימים קטעי זמן שבהם ההספק של מערכת אחת עולה ושל השנייה יורד. (3 נק')

פרק רביעי – דילמה

שאלה 8

קראו את המאמר שלפניכם וענו על השאלות שלאחריו.

ים נקי – משמעות הפסולת בחופים

הצטברות פסולת בים ובחופים מהווה בעיה גלובלית, ופוגעת בחופי העולם כולו. פסולת פלסטית בים (כגון חוטים, חבלים, שקים ושקיות) הינו הגורם השני בגודלו לפגיעה בצבי הים שלחופי ישראל.

17/07/2017

מתוך אתר רשות שמורות הטבע והגנים

הפסולת בחופים – כמה, למה ומה עושים?

הצטברות פסולת בים ובחופים מהווה בעיה גלובלית, ופוגעת בחופי העולם כולו. על-פי הערכות שונות, מדי שנה מגיעים לימים ולאוקיינוסים כ-8 מיליון טונות של פסולת. נתון זה שווה ערך לריקון של משאית זבל שלמה לים בכל דקה!

מרבית הפסולת (בין 60% ל-90%) המצויה בימים ובחופים היא פלסטיק, שכמעט ואינו מתכלה. באוקיינוסים כולם, צפים כיום למעלה מ-5 טריליון חלקי פלסטיק שונים, ועוד כ-15 טריליון חלקיקי מיקרופלסטיק (חלקיקי פלסטיק שגודלם פחות מ-5 מ"מ).

פסולת ימית הוכרה כבעיה עולמית חמורה בעלת השפעה כלכלית ובריאותית משמעותית על בריאות הציבור ובריאות הסביבה הימית. אפיון הפסולת הימית באזורים שונים בעולם הראתה שמרבית הפסולת מורכבת מסוגי פלסטיק שונים. חלק גדול מפסולת הפלסטיק הינה חלקיקי פלסטיק הקטנים מ-5 מ"מ ומכונים 'מיקרופלסטיק'. מיקרופלסטיק עשוי להידמות לפלנקטון ולכן עשוי להיות אטרקטיבי כמזון למגוון רחב של יצורים ימיים. בנוסף, כתוצאה מהתכונות הפיזיקליות והכימיות של המיקרופלסטיק, החלקיקים סופחים מגוון מזהמים ומעלים חשש שמזהמים אלו יצטברו בגוף היצורים ובמארג המזון הימי. מחקרים שונים מצאו כי רוב (60% ויותר) הפסולת המצויה בחופים מקורה במקורות יבשתיים, בין השאר (בעיקר) ציבור לא אחראי המבלה בחופים, ומשאיר אחריו לכלוך: עטיפות מזון וכלים חד פעמיים, שקיות ניילון, בקבוקי שתייה, קשיות שתייה, וגם בדלי סיגריות, שאריות מזון ועוד...

פסולת נוספת מצטברת בחופים משפכי נחלים או מפלט ים, שכולל במקרים רבים פסולות שנשטפו מחופים אחרים ונסחפו בזרמי הים, לעיתים למרחקים ארוכים.

בארץ, הפסולת החופית מורכבת ברובה מפלסטיק ובה אחוז גבוה במיוחד של שקיות ניילון, כלים חד פעמיים ואריזות מזון. מקור הפסולת החופית הינו בעיקר פסולת המושארת על החוף על ידי נופשים, נחלים ומערכות ניקוז. בחלק מהחופים ובעיקר בחופי הדרום ניכר אחוז גבוה יחסית של פסולת שמקורה מהים וממדינות אחרות.

בנוסף, בארץ כמות הפסולת הצפה בים גבוהה יחסית למוצע העולמי. צפיפות חלקיקי המיקרופלסטיק נמצאה גבוהה באופן מדאיג – פי 10 עד 20 מהצפיפות שנמצאה במערב הים התיכון ובערכים הדומים לצפיפות החלקיקים בצפון האוקיינוס השקט. בנוסף, בחלקיקי הפלסטיק נמצאה כמות גדולה של מזהמים אורגניים, בייחוד בחלקיקים מאזור החלק הצפוני של מישור החוף.

מעבר להיותה מפגע אסתטי, לפסולת בים ובחופים השפעות שליליות על הכלכלה, הבריאות והסביבה.

הפסולת בחופים עלולה להביא לפגיעה בתיירות ובכלכלה המקומית. בנוסף, הרשויות והממשלה משקיעות סכומים גבוהים של כסף בניקיון החופים.

המשך השאלה בעמוד הבא

בים, הפסולת גורמת לנזקים למתקני תשתית כגון מתקני התפלה ותחנות כוח, השואבים מי ים. הפסולת שבמים עלולה לסתום את צנרת היניקה ולגרום לנזקים כלכליים ותפעוליים. גם למתקני חקלאות ימית, כלי שיט וציוד דיג עלולים להיגרם נזקים כתוצאה מהפסולת הימית.

בנוסף, בעלי חיים ועופות ימיים עלולים להסתבך בפרטי פסולת שונים, או להיפגע כתוצאה מאכילה שלהם. בעלי חיים צמודי קרקעית עלולים "להתכסות" בפסולת ולהיפגע מכך.

חלקיקי המיקרופלסטיק נבלעים על ידי בעלי החיים הימיים, ולאורך זמן מצטברים בגופם ופוגעים בהם. כשבעלי החיים הקטנים נטרפים, אותם חלקיקים מועברים הלאה במעלה מארג המזון, וכאשר אנו ניזונים מדגה שניזונה בעצמה מחומרים אלו גם בריאותנו עלולה להיפגע.

בנוסף לכל אלה, הפסולת הימית מהווה גורם שעלול להביא לשינוי משמעותי של בתי גידול ימיים, כיוון שבאמצעות מינים שונים יכולים להיסחף למרחקים ארוכים, ולפלוש לבתי גידול חדשים. מינים פולשים מהווים גורם עיקרי לפגיעה במגוון הביולוגי הטבעי ובשירותים שאנו מקבלים מהמערכת האקולוגית.

<https://www.parks.org.il/new/%D7%99%D7%9D-%D7%A0%D7%A7%D7%99/>

(3 נק') א. חשבו את תחום הכמויות (בטונות) של פלסטיק המגיע לים מדי שנה.

(3 נק') ב. הסבירו מדוע הפלסטיק מזיק יותר מפסולת אורגנית.

מהנדסי סביבה נדרשים לבחור בין:

- פיתוח טכנולוגיות מתקדמות לאיסוף פסולת מהים

- השקעה במניעה רגולטורית וחינוכית

(8 נק') ג.

4 נק' 1. נתחו יתרון אחד וחסרון אחד של כל גישה.

4 נק' 2. הציעו פתרון משולב והסבירו מדוע הוא עדיף לטווח ארוך.

(6 נק') ד. הציעו פתרון הנדסי לבעיה הסביבתית המתוארת במאמר, ותארו את המערכת ההנדסית בעזרת תרשים מלבנים הכולל את מרכיביה השונים של המערכת והממשקים בין מרכיבי המערכת.

בהצלחה!