

מדעי ההנדסה א'

יחידת לימוד אחת

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעותיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון הזה שני פרקים. עליך לענות על שתי שאלות לפחות מן הפרק הראשון ועל שאלה אחת לפחות מן הפרק השני. בסך-הכול עליך לענות על ארבע שאלות.
לכל שאלה – 25 נקודות, ובסה"כ – 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר לשימוש: כל חומר עזר כתוב על נייר, ובלבד שאינו מועבר בין הנבחנים ו/או כל אדם אחר.
- ד. הוראות מיוחדות:
 1. ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא את מספר התשובות הנדרש בלבד, על-פי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
 2. אם לדעתך חסר נתון בשאלה או בסרטוט, הוסף אותו על-פי שיקול דעתך. ציין בתשובתך את הנתון שהוספת.
 3. ענה על השאלות על-פי הסדר הנראה לך.
 4. בתשובה על שאלה חישובית, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

בשאלון זה 17 עמודים.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,
אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

השאלות

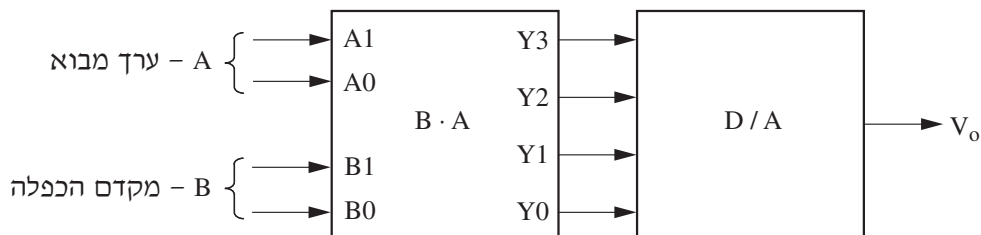
בשאלון הזה שני פרקים. עליך לענות על שתי שאלות לפחות מן הפרק הראשון ועל שאלה אחת לפחות מן הפרק השני. בסך-הכול עליך לענות על ארבע שאלות. לכל שאלה – 25 נקודות, ובסה"כ – 100 נקודות.

פרק ראשון

עליך לענות על שתי שאלות לפחות מבין השאלות 1–4 (לכל שאלה – 25 נקודות).

שאלה 1

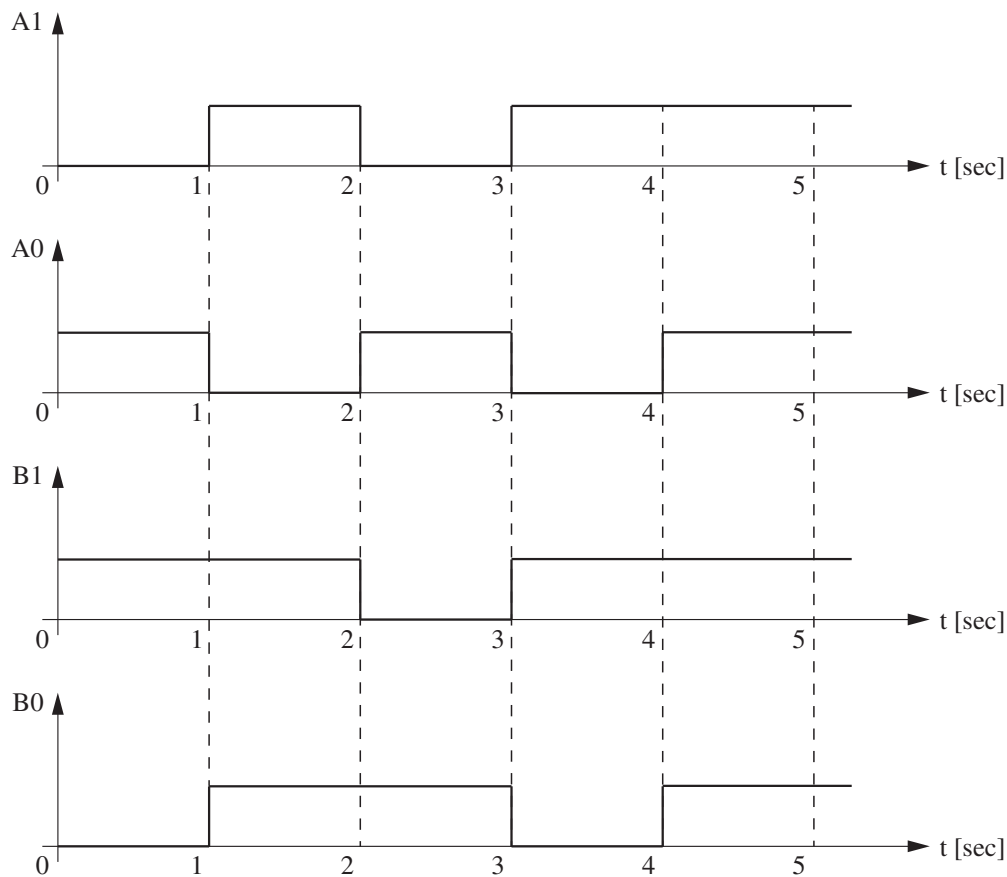
באיור לשאלה זו מתוארת מערכת צירופית המבצעת הכפלה של ערך מבוא, A , בעל שתי סיביות, $A_1 A_0$, במקדם הכפלה (פקטור), B , בעל שתי סיביות, $B_1 B_0$. מוצא המכפל מוכנס למערכת D/A הממירה את הערך המספרי לאות חשמלי אנלוגי בתחום המתחים שבין 0 V ל- 6 V .



איור א' לשאלה 1

- רשום את טבלת האמת המתאימה למערכת הנתונה, עבור כל אחד מן המוצאים Y_0 , Y_1 , Y_2 ו- Y_3 .
- כתוב ביטוי בוליאני מצומצם, עבור המוצאים Y_0 ו- Y_2 בלבד, באמצעות מספר מינימלי של משתנים.
- מערכת D/A ממירה את האות הספרתי לאות אנלוגי באופן הזה: עבור אות מבוא ספרתי 0000 מתקבל מתח מוצא של 0 V , ועבור אות מבוא ספרתי 1001 מתקבל מתח מוצא של 6 V . חשב את הרזולוציה של הממיר.

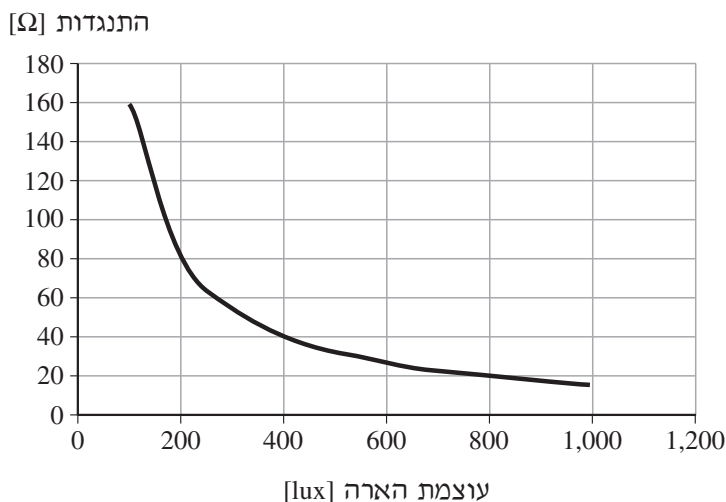
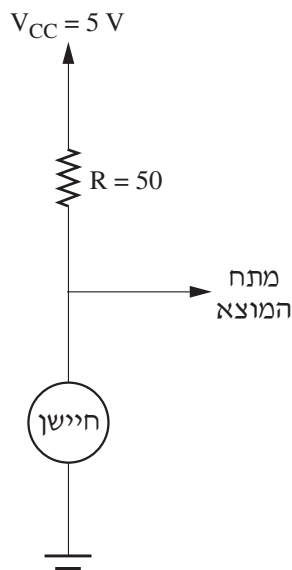
ד. באיור ב' לשאלה זו נתונות ארבע דיאגרמות זמנים של אותות המבוא A (A1 A0) ו-B (B1 B0). העתק למחברתך את דיאגרמות הזמנים, וסרטט מתחתן, בהתאמה, את מתח המוצא האנלוגי, V_o .



איור ב' לשאלה 1

שאלה 2

באיור א' לשאלה 2 נתון אופייין ההתנגדות החשמלית של חיישן אור, כאשר טמפרטורת הסביבה היא 20°C . החיישן מותקן במעגל החשמלי, המתואר באיור ב'.

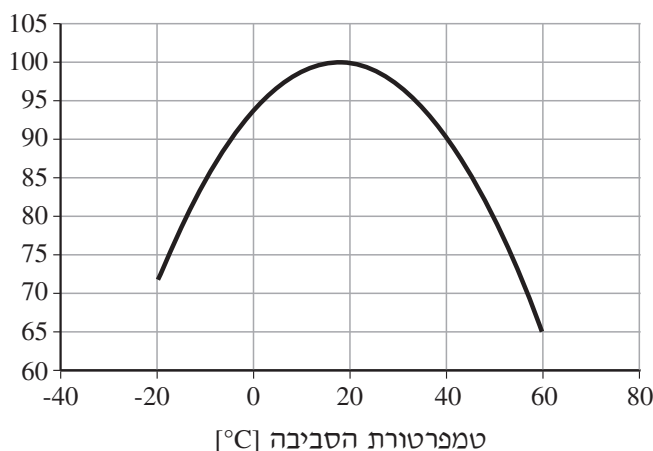


איור ב' לשאלה 2

איור א' לשאלה 2

- חשב את מתח המוצא של המעגל החשמלי בעוצמת הארה של 400 lux ובטמפרטורת סביבה של 20°C .
- ידוע כי טמפרטורת הסביבה משפיעה על התנגדות החיישן, כך שהתנגדותו עשויה לקטון ביחס לאופייין הנתון באיור א'. השינוי היחסי, באחוזים, של התנגדות החיישן כפונקציה של טמפרטורת הסביבה מתואר באופייין שבאיור ג' לשאלה זו. למשל, בטמפרטורה של 60°C התנגדות החיישן קטנה לערך שהוא 65% מהתנגדותו בטמפרטורה של 20°C .

שינוי יחסי [%]

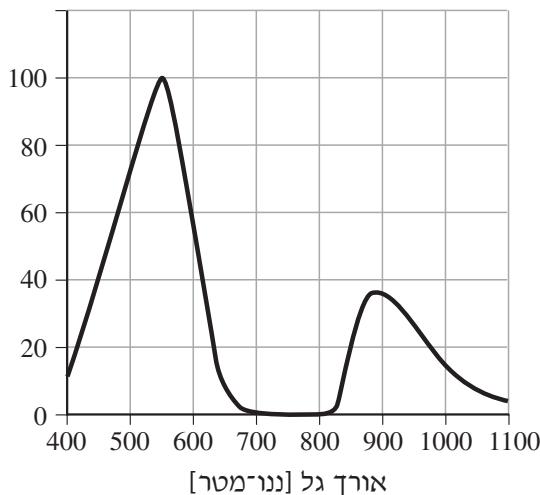


איור ג' לשאלה 2

חשב את מתח המוצא של המעגל בעוצמת הארה של 200 lux ובטמפרטורה של 40°C .

- ג. ידוע כי מוצא החיישן מושפע גם מצבעי אור שונים. צבע האור מאופיין על-ידי אורך גל הנמדד ביחידות של ננו-מטר. איורים א' ו-ב' לשאלה זו נכונים בעבור אור באורך גל של 550 ננו-מטר (10^{-9}m). האופיין הנתון באיור ד' מתאר את השינוי היחסי באחוזים של התנגדות החיישן כפונקציה של אורך הגל בטמפרטורה של 40°C .

שינוי יחסי [%]



איור ד' לשאלה 2

1. ציין את תחום אורכי הגל של האור בטמפרטורה של 40°C , שבעבורו מתח המוצא יהיה 0 V. נמק את תשובתך.
2. חשב את מתח המוצא של המעגל בעוצמת הארה של 200 lux, בטמפרטורה של 40°C ובאורך גל של 520 ננו-מטר.

שאלה 3

במפעל לייצור רכב מתקינים בחלק מכלי הרכב מערכת לזיהוי הימצאות של אדם ברכב. להלן ארבעת המשתנים שהוגדרו במערכת.

שם משתנה	טיפוס המשתנה	תפקיד המשתנה
X	שלם	שומר את מספרו הקטלוגי של החיישן שהותקן ברכב
R	ממשי (רציונאלי / עשרוני)	שומר את מספר האנשים שנמצאים ברכב
T	בוליאני	שומר TRUE אם יש אדם ברכב, ו־ FALSE – אחרת (1 או 0 בהתאמה למשתמשי שפת C)
L	בוליאני	משתנה עזר

א. ברכב שבו מורכבת מערכת לזיהוי הימצאות של אדם ברכב, צריכים להתקיים התנאים האלה: X מתחלק ב־12 ללא שארית, R מכיל ערך שלם ו־T הוא בעל ערך TRUE. כתוב פונקציה בשם Logic() שמבצעת את הפעולות הבאות:

- מגדירה את המשתנים X, R, T ו־L על־פי הטבלה המופיעה לעיל.
- קולטת ערכים למשתנים X, R ו־T.
- מציבה במשתנה L את תוצאת החישוב הלוגי:

X מתחלק ב־12 ללא שארית, R מכיל ערך שלם ו־T ערכו TRUE.

לצורך הפתרון של סעיף זה אין להשתמש בהוראה IF.

ב. מפעל מייצר 100 כלי רכב ביום, ותהליך הייצור נפסק כאשר מתקיים אחד מבין המקרים האלה:

1. יוצרו 100 כלי רכב אשר מותקנת בהם מערכת תקינה לזיהוי הימצאות של אדם ברכב.
2. יוצר כלי רכב אחד שמותקנת בו מערכת פגומה.

השגרה Logic() מממשת את הביטוי שכתבת בסעיף א', כלומר מחזירה TRUE או FALSE.

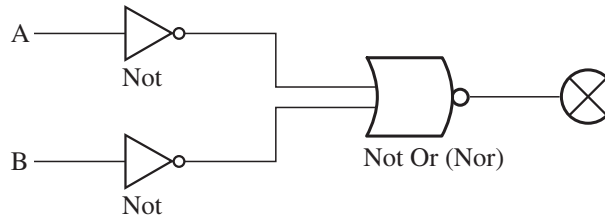
כתוב קטע תכנית המזמן את השגרה Logic(). זימון השגרה יסתיים כאשר יתקיים אחד מבין המקרים האלה:

- השגרה Logic() זומנה 100 פעמים
- השגרה Logic() החזירה FALSE

הצג כפלט את הסיבה לסיום התהליך: "יוצרו 100 כלי רכב בעלי מערכת תקינה" או "נמצא כלי רכב אחד בעל מערכת פגומה – FALSE".

שאלה 4

א. באיור לשאלה זו מתואר מעגל לוגי המתאר משפט בוליאני. המשפט הבוליאני נכתב בתוכנה המפעילה מכונה לבדיקת תקינותם של מוצרים.



איור לשאלה 4

- A ו-B הם משתנים בוליאניים, המייצגים קריטריונים לבדיקת המוצר.
- אם המוצר הנבדק **תקין**, יהיה ערך מוצא המעגל 1, ואם המוצר **פגום**, יהיה ערך מוצא המעגל 0.
- רשום משפט בוליאני המממש את המעגל הלוגי המתואר באיור, ללא שימוש בתנאי הסיעוף if.
- המשפט הבוליאני שתשרשום יציב במשתנה Fn את תוצאת החישוב הלוגי.
- ב. כתוב תכנית המדמה את עבודת מכונת הבדיקה, על-פי הפירוט שלהלן:
- המכונה בודקת מוצרים זה אחר זה. עבור כל מוצר התכנית קולטת את המשתנים A ו-B (הנח שהקלט תקין), ומציבה אותם במשפט הבוליאני שרשמת בתשובתך לסעיף א'.
 - כאשר מתגלים ברצף שלושה מוצרים פגומים, המכונה מסיימת את פעולתה. במקרה כזה יודפסו פלטים הכוללים את הנתונים האלה:
 - מספר המוצרים התקינים ומספר המוצרים הפגומים, כפי שנצברו מתחילת עבודת המכונה ועד להפסקת פעולתה.
 - הנח שכל עשרה מוצרים נארזים בחבילה, וכל חבילה ממוספרת בסדר עוקב (החל מ-1 עבור החבילה הראשונה). בפלט יודפס מספר החבילה האחרונה שנארזה.

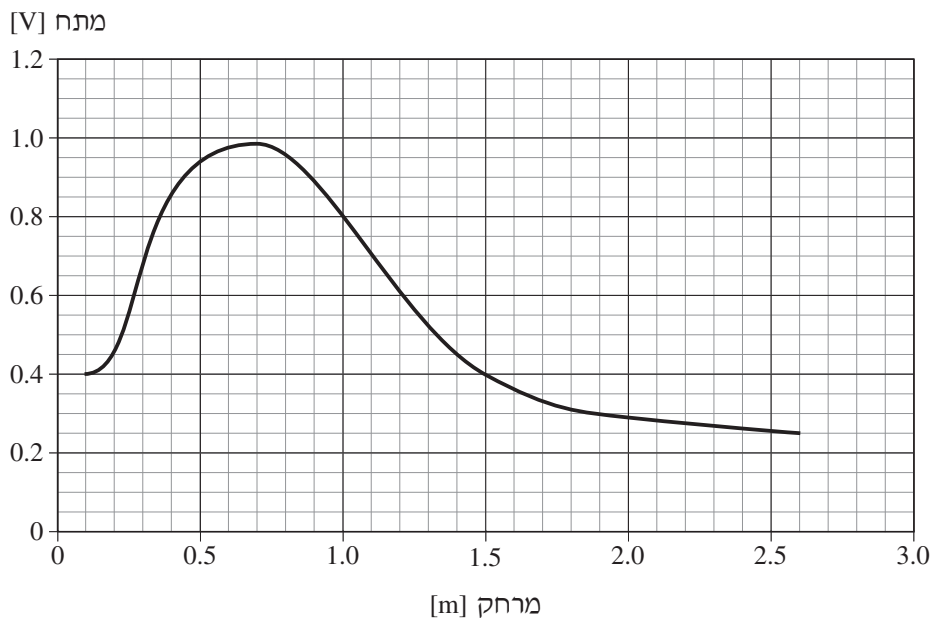
פרק שני

עליך לענות על שאלה אחת לפחות מבין השאלות 5–10 (לכל שאלה – 25 נקודות).

שאלה 5

רובוט המונע על-ידי מנוע D.C. עוקב אחרי רכב הנע על-גבי מסילה ישרה. המעקב מתבסס על שמירת מרחק קבוע של הרובוט מן הרכב. חיישן מרחק נמצא על הרובוט ומודד את המרחק בינו ובין הרכב הנוסע לפניו.

באיור א' לשאלה זו נתון גרף האופייני של חיישן המרחק של הרובוט. הגרף מתאר את מתח המוצא מן החיישן כתלות במרחק ממנו.



איור א' לשאלה 5

א. ציין שתי סיבות שבגללן עדיף להשתמש בחיישן המרחק בתחום שבין 0.8 m ל-1.4 m.

מערכת הבקרה של הרובוט מתוכננת לשמור על מרחק קבוע מן הרכב על-ידי שינוי מהירות הרובוט, V_r . שינוי המתח, V , למנוע שמניע את הרובוט גורם לשינוי מהירות הרובוט.

פונקציית הבקרה של המנוע היא: $V = V_0 + k \cdot E_r$, כאשר:

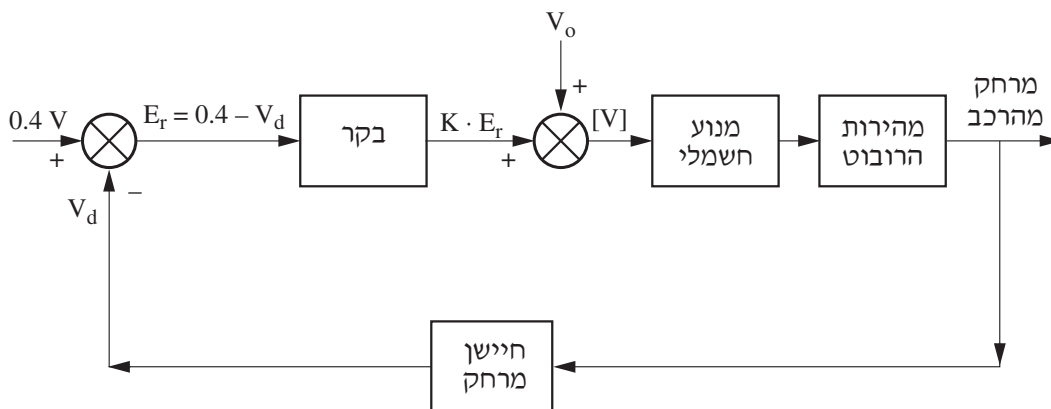
V [Volt] – מתח ההפעלה של המנוע

V_0 [Volt] – המתח שבו מהירות הרובוט היא $2.5 \frac{m}{sec}$

k – הגבר הבקר

E_r – השגיאה שהיא ההפרש בין הערך הרצוי של המרחק לערך המצוי שלו.

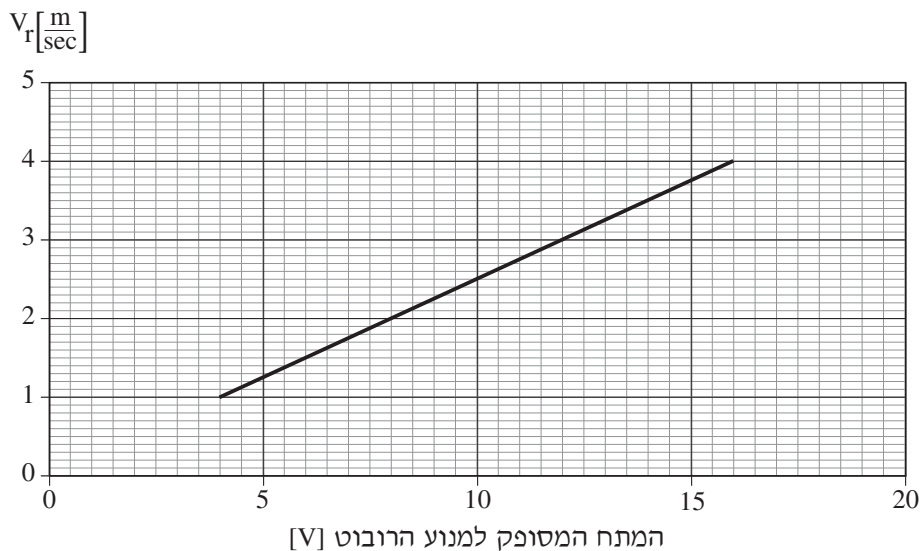
דיאגרמת המלבנים של מערכת הבקרה מתוארת באיור ב' לשאלה.



איור ב' לשאלה 5

באיור ג' לשאלה זו נתון גרף המתאר את מהירות הרובוט, V_r , כתלות במתח, V , המסופק למנוע.

מהירות הרובוט

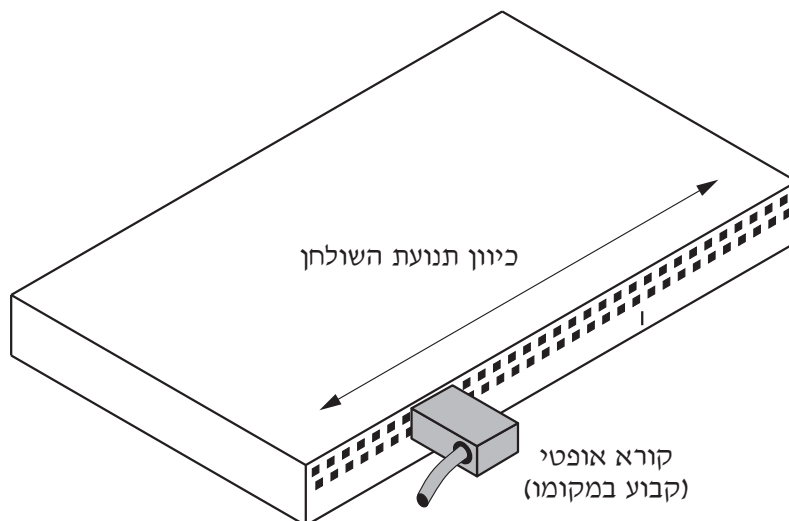


איור ג' לשאלה 5

- ב. הסבר את פעולת מערכת הבקרה. פרט בהסברך כיצד הרובוט שומר על מרחק רצוי מהרכב.
- ג. נתון: $k = 40$. השתמש בנתונים ובגרפים וחשב את הגדלים שלהלן:
 1. מהירות הרובוט כאשר המרחק בינו ובין הרכב הוא 1.7 m.
 2. מהירות הרובוט כאשר המרחק בינו ובין הרכב הוא 1.3 m.
- ד. הרכב נע במהירות של $2.5 \frac{m}{sec}$ כאשר הרובוט עוקב אחריו. ברגע מסוים מהירות הרכב גדלה ל- $3.5 \frac{m}{sec}$.
 1. הסבר כיצד פועלת מערכת הבקרה לתיקון השגיאה.
 2. האם הרובוט מצליח לשמור על מרחק רצוי מהרכב? אם לא – חשב את המרחק המצוי.

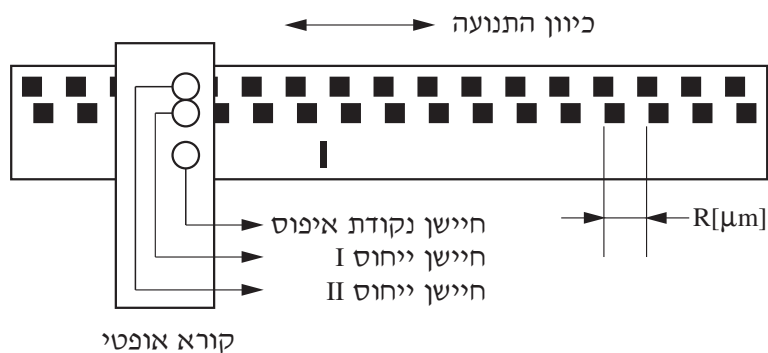
שאלה 6

מתקן רובוטי כולל שולחן שנע על גבי מסילה קווית. על דופן השולחן מודבק אנקודר קווי (לינארי), כמתואר באיור א' לשאלה.



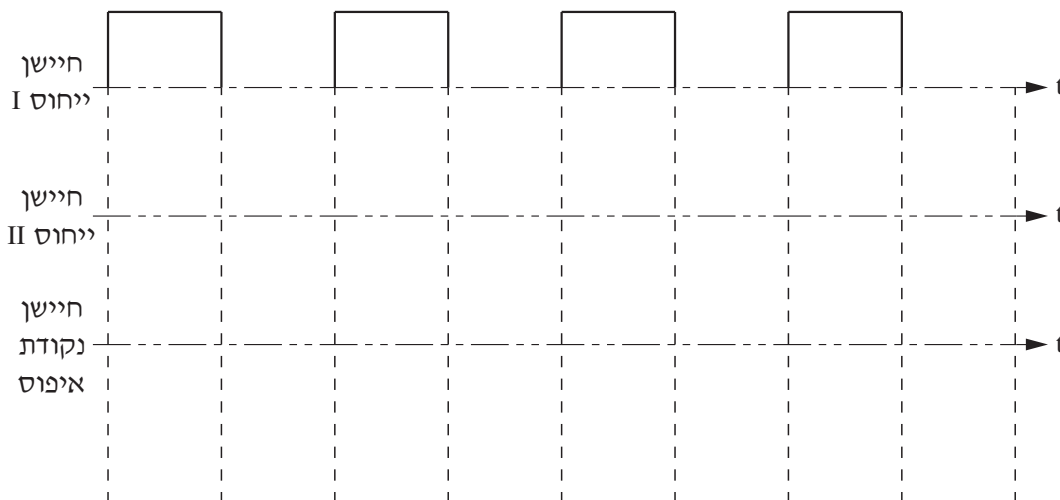
איור א' לשאלה 6

האנקודר הקווי הוא בעל שלוש רמות, כמתואר באיור ב' לשאלה.



איור ב' לשאלה 6

באיור ג' לשאלה נתון גרף המתאר את האות החשמלי המתקבל מחיישן הייחוס I כפונקציה של הזמן.



איור ג' לשאלה 6

העתק למחברתך את הגרף שבאיור ואת שתי מערכות הצירים שמתחתיו.

- א. 1. הוסף על-גבי האיור שהעתקת את הגרף של האות החשמלי המתקבל מחיישן הייחוס II .
2. הוסף על-גבי האיור שהעתקת את הגרף של האות החשמלי המתקבל מחיישן נקודת האיפוס.
- ב. חיישן ייחוס II משמש לאיתור כיוון התנועה של השולחן. הסבר כיצד הוא עושה זאת.
- ג. הסבר מהו תפקידה של נקודת האיפוס.
- ד. נתונים:

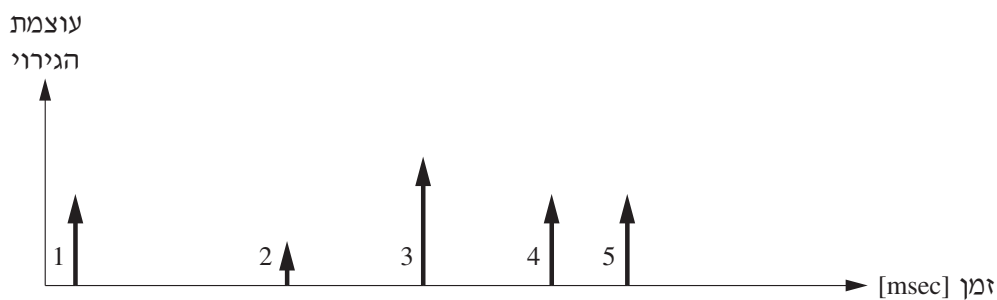
– המרחק בין שני ריבועים באנקודר הוא $R = 20 \mu\text{m}$

– בזמן תנועת השולחן נספרו 900 ריבועים במשך שתי שניות.

חשב את מהירות התנועה של השולחן ביחידות $\frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

שאלה 7

הוחלט לגרות סיב עצב מבודד של דיונון על-ידי זרמים חשמליים בעוצמות שונות ובהפרשי זמן שונים. באיור לשאלה זו נתון גרף המתאר את המתח במיליוולט הנוצר בעצב, כפונקציה של הזמן. מתחת לגרף מסורטטים חמישה חיצים המתארים את עוצמת הגירוי במספר נקודות זמן. אורך החץ יחסי לעוצמת הגירוי.



איור לשאלה 7

א. 1. הולכת הגירוי בעצב היא פעולה של "הכול או לא כלום". הבא שתי דוגמאות מהגרף המצביעות על תופעה זו והסבר אותן.

2. איזה מידע ניתן ללמוד מהתגובה לגירוי מס' 4 ?

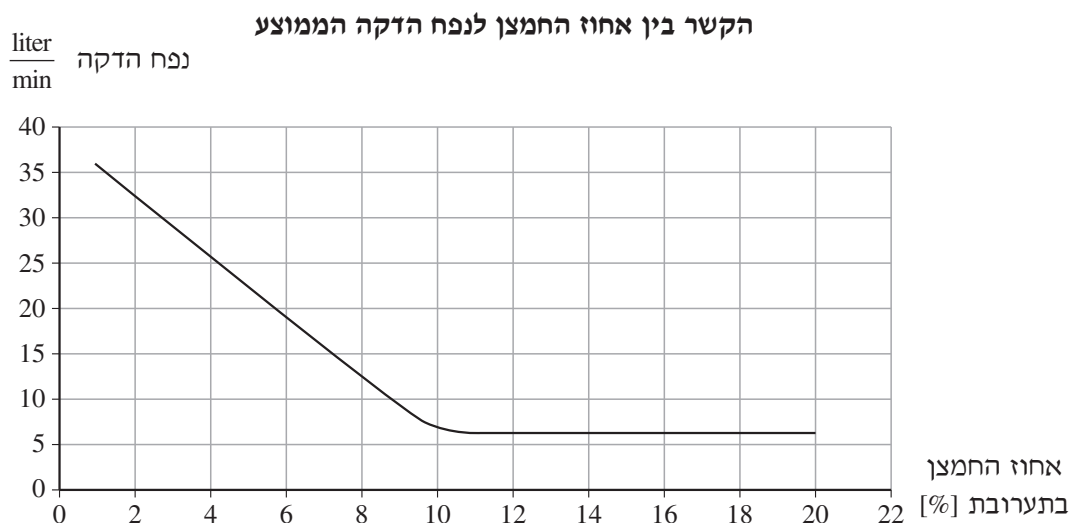
ב. בבדיקת אלקטרוקרדיוגרם (אק"ג), שנערכה בעת מאמץ גופני ובעת מנוחה, נמדדו הנתונים האלה:

משיך הסיסטולה (בשניות)	בעת מנוחה	בעת מאמץ גופני
0.27		0.16
0.53		0.14
משיך הדיאסטולה (בשניות)		

הסבר כיצד נתוני המדידות מצביעים על התאמה בין פעולת הלב לבין הפעילות הגופנית.

שאלה 8

בניסוי שנערך חשפו קבוצת אנשים בריאים, במצב מנוחה, לתערובת המכילה הרכבים שונים של חמצן וחנקן ללא פחמן דו-חמצני. באיור לשאלה זו נתון גרף המתאר את "נפח הדקה" הממוצע כפונקציה של אחוז החמצן בתערובת. "נפח הדקה" מוגדר כמכפלה של הנפח המתחלף במספר הנשימות במשך דקה אחת, והוא מחושב ביחידות $\frac{\text{liter}}{\text{min}}$.

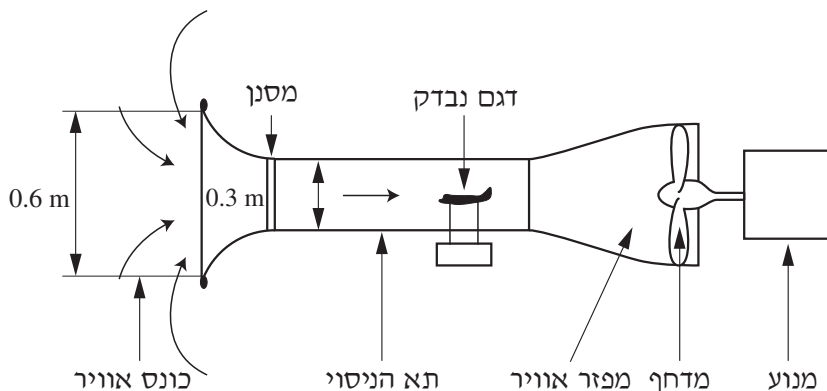


איור לשאלה 8

- א. חשב את נפח החמצן הנכנס לריאות במשך דקה אחת, כאשר אחוז החמצן בתערובת הוא 2% וכאשר אחוז החמצן בתערובת הוא 18%.
- ב. ציין שני מנגנונים התורמים להגדלת "נפח הדקה" בעת הצורך.
- ג. בניסוי נוסף, דומה לזה שתואר בשאלה, חשפו אנשים בריאים לשני הרכבים שונים של תערובת כמתואר בטבלה הבאה:
- | הרכב | אחוז החמצן בתערובת | אחוז החנקן בתערובת | אחוז הפחמן הדו-חמצני בתערובת | נפח הדקה (ליטר לדקה) |
|------|--------------------|--------------------|------------------------------|----------------------|
| I | 6 | 92 | 2 | 30 |
| II | 6 | 94 | 0 | 16 |
- הסבר מדוע "נפח הדקה" בשני המצבים הוא שונה, אף-על-פי שאחוז החמצן בתערובות היה זהה.
- ד. תאר את רצף האירועים הגורמים לעלייה באוורור הריאתי בתגובה למאמץ גופני. בתשובתך, התייחס גם לשינויים בלחץ החלקי של הגזים בדם.

שאלה 9

באיור א' לשאלה זו מתואר חתך של מנהרת רוח. האוויר זורם במנהרה בכיוון החיצים שבאיור משמאל לימין. חתך כונס האוויר וחתך תא הניסוי הם **חתכים ריבועיים**. כל המידות שבאיור נתונות במטרים.

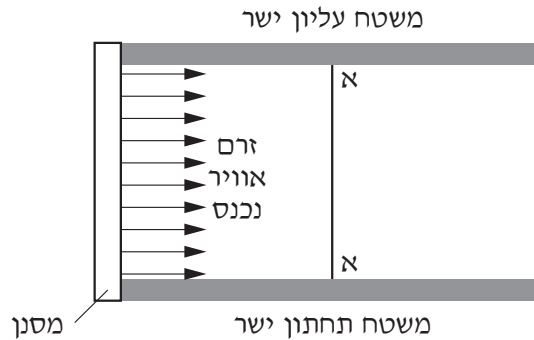


איור א' לשאלה 9

- א. הסבר את תפקידו של כל חלק מהחלקים הבאים: מנוע, מדחף, מסנן, כונס אוויר.
- ב. נתון שמהירות האוויר מיד לאחר המסנן אחידה בכל חלקי החתך ושווה ל- $V = 30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. חשב את מהירות האוויר בפתח כונס האוויר.
- ג. חשב את הספיקה המסית של האוויר בתא הניסוי. צפיפות האוויר היא: $\rho_{\text{air}} = 1.29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.
- ד. **נתונים:**

- כוח הגרר הכולל במנהרת הרוח הוא 15 N.
- נצילות המדחף היא 0.75.
- צפיפות האוויר היא $1.29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.
- חשב את הספק המנוע הדרוש למנהרת הרוח.

ה. באיור ב' מוצג תרשים איכותי ובו וקטורים המתארים את מהירות זרימת האוויר בחתך הכניסה לתא הניסוי. העתק את התרשים למחברתך וסרטט עליו את וקטורי מהירות האוויר בחתך א-א בחלל תא הניסוי. הסבר במילים את התרשים שסרטטת.



איור ב' לשאלה 9

שאלה 10

כדור פורח המלא בגז הליום והקשור בכבל לקרקע משמש לצילום מגבוה. מעטפת הכדור עשויה מבד שלא נמתח. בחלקו התחתון של הכדור מותקן סל שבו מונח ציוד הצילום. לא נושבת רוח.

א. סרטט במחברתך כדור פורח וסמן בו את הכוחות הפועלים עליו על-פי נתוני השאלה.

ב. נדרש להעלות את הכדור הפורח לגובה 300 m .

נתונים:

- המסה של מעטפת הכדור היא 20 kg
- מסת הכבל ליחידת אורך היא $0.1 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
- מסת הסל המותקן בתחתית הכדור היא 5 kg
- המסה של ציוד הצילום המותקן בסל היא 30 kg
- צפיפות האוויר בשעות הבוקר היא $1.1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- צפיפות ההליום היא $0.18 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

מהו הנפח המינימלי של הכדור הפורח הדרוש למשימה המתוארת בשאלה?

ג. האם ישתנה מיקום הכדור בשעת הצהריים, כאשר טמפרטורת הסביבה עולה? נמק את תשובתך.

ד. בשעת הצהריים צפיפות האוויר היא $1.05 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. בשאר הנתונים לא חל שינוי. חשב את הגובה שבו יימצא הכדור הפורח בשעת הצהריים.

הבא בחשבון את משקל הכבל שנמצא באוויר.

בהצלחה!