

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: סרגל וכן 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 14 עמודים.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,

אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

השאלות

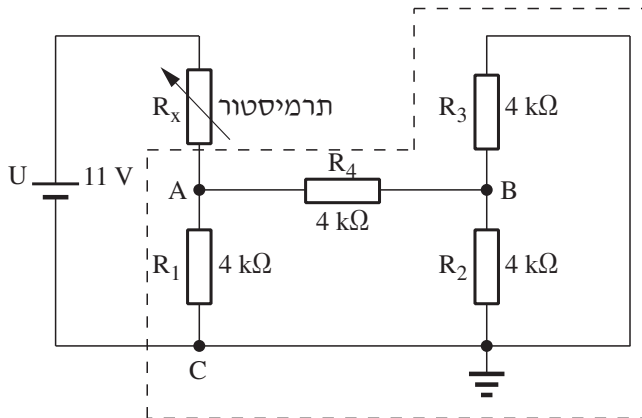
בשאלון הזה שני פרקים. עליך לענות על שתי שאלות לפחות מן הפרק הראשון ועל שאלה אחת לפחות מן הפרק השני. בסך-הכול עליך לענות על ארבע שאלות. לכל שאלה – 25 נקודות, ובסה"כ 100 נקודות.

פרק ראשון

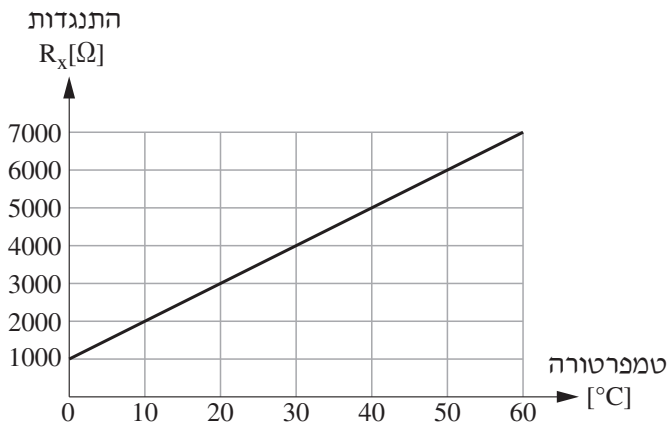
עליך לענות על שתי שאלות לפחות מבין השאלות 1–4 (לכל שאלה – 25 נקודות).

שאלה 1

באיור א' לשאלה 1 מוצג מעגל חשמלי שמטרתו להתריע על עליית הטמפרטורה מעל לערך מסוים. המעגל החשמלי כולל תרמיסטור (חיישן טמפרטורה) לינארי שאופיין הפעולה שלו מתואר באיור ב' לשאלה. במצב מסוים נמדדה על-ידי התרמיסטור עוצמת זרם של 1.2 מיליאמפר.



איור א' לשאלה 1



איור ב' לשאלה 1

- א. חשב את ההתנגדות השקולה של המעגל המקווקו שבאיור א'.
- ב. חשב את המתח שנמדד בין הנקודות A ו-C המסומנות באיור א'.
- ג. חשב את הטמפרטורה שנמדדה על-ידי התרמיסטור.
- ד. חשב את הזרם הזורם דרך הנגד R_4 .
- ה. עקב תקלה נותק הנגד R_4 מן הנגדים R_3 ו- R_2 . מה יהיה המתח בנקודה B ?

שאלה 2

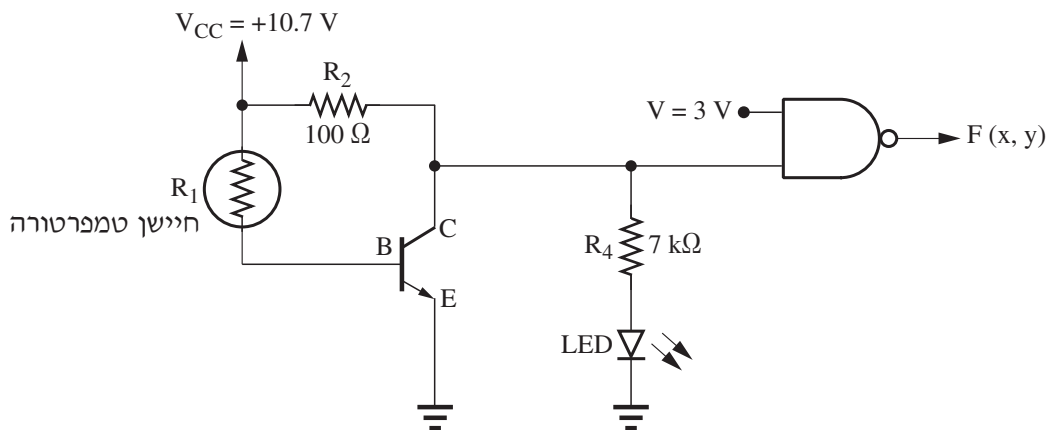
באיור א' לשאלה 2 מוצג מעגל אלקטרוני הכולל טרנזיסטור, חיישן טמפרטורה R_1 , שער לוגי מסוג NAND ודיודה פולטת אור (LED). באיור ב' לשאלה מוצג גרף של התנגדות החיישן R_1 כפונקצייה של הטמפרטורה.

השער הלוגי מקבל בכניסה אחת מתח קבוע של 3 V.

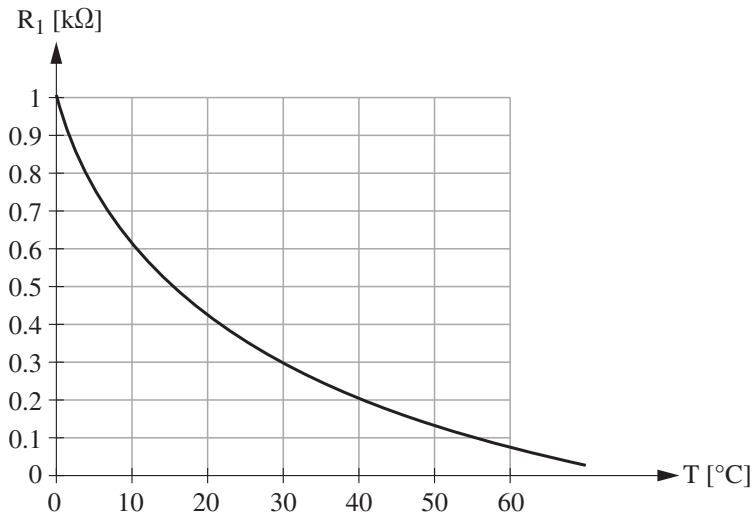
בכניסה השנייה, עבור מתח של 3 V ומעלה מתקבל הערך הלוגי "1", עבור מתח הקטן מ- 3 V מתקבל הערך הלוגי "0".

נתונים:

$$V_{ceSAT} = 0.2 \text{ V} , \quad V_{be} = 0.7 \text{ V} , \quad V_{led} = 1.7 \text{ V}$$



איור א' לשאלה 2



איור ב' לשאלה 2

- א. חשב את הטמפרטורה של החיישן כאשר הטרנזיסטור שבאיור א' נמצא במצב רוויה ובקו הבסיס שלו זורם זרם בעוצמה של 20 mA .
- ב. חשב את עוצמת הזרם בקו הפולט (האמיטר) כאשר טמפרטורת הסביבה היא 40°C , והטרנזיסטור נמצא עדיין במצב רוויה.
- ג. מה יהיה ערך הפונקצייה במוצא השער הלוגי כאשר הטרנזיסטור נמצא:
1. ברוויה
 2. בקיטעון
- נמק את תשובתך.
- ד. האם ייתכן מצב שבו דיודת ה־ LED לא תדלוק? נמק את תשובתך על־ידי הסבר מילולי.

שאלה 3

מערכת הנדסית מסוימת כוללת חיישן מרחק. במהלך פעולת המערכת, נשמרות מדידות החיישן במערך חד-ממדי בשם Distance. אם כתוצאה מתנאי סביבה לקויים או מגבלות אחרות, אין ביכולתו של החיישן לבצע מדידה, אזי במערך החד-ממדי נשמר הערך 0 (אפס).

דוגמה למערך מדידת מרחקים:

Distance

100.5	21.1	1	5	0	60	15	0	30.7	50
-------	------	---	---	---	----	----	---	------	----

- א. כתוב שגרה Zero_Count(), אשר מקבלת את המערך Distance ואת אורכו n. השגרה תחשב ותדפיס את מספר הפעמים שבהם חיישן המרחק לא היה יכול לבצע מדידה.
- ב. כחלק מתהליך עיבוד המידע נדרש לעתים לערוך שינוי בסדר המדידות אשר נשמרו במערך. כתוב שגרה Swap_d(), אשר מקבלת את המערך Distance ושני מיקומים i, j. במערך Distance, תבצע השגרה החלפה בין האיבר Distance[i] לבין האיבר Distance[j].
- i, j הם משתנים אשר מייצגים מספרי תאים במערך Distance.
- ג. כתוב שגרה zero_right(), אשר מקבלת את המערך Distance ואת אורכו n. השגרה תשנה את סדר המדידות במערך בתצורה הבאה:
- כל האיברים השווים לאפס יועברו לסוף המערך; שאר המדידות ישמרו על הסדר היחסי שלהם.
- הערה: חל איסור להגדיר מערך-עזר בסעיף זה.

שאלה 4

אלגוריתם אוקלידס הוא אלגוריתם אריתמטי המאפשר למצוא את המחלק המשותף הגדול ביותר של שני מספרים טבעיים.

לדוגמה: המספר 10 הוא המחלק המשותף הגדול ביותר של שני המספרים 230, 100.

להלן תיאור התהליך למציאת המחלק המשותף הגדול ביותר של שני המספרים 100 ו-230:

- מחלקים את המספר הגדול במספר הקטן. השארית מחלוקת שני המספרים 100 ו-230 היא 30.
- מחלקים את המספר הקטן מבין שני המספרים (230, 100) בשארית שהתקבלה בסעיף א' – 100/30. כעת השארית היא 10.
- ממשיכים לחלק את המספר הקטן מבין שני המספרים (30, 100) בשארית שהתקבלה בסעיף ב' – 30/10. כעת השארית היא 0 (אפס), ולכן התהליך הסתיים.
- המחלק הגדול ביותר האפשרי של שני המספרים 100 ו-230 הוא המספר 10, שהיה השארית האחרונה לפני שהסתיים התהליך.

הערה: שים לב, תמיד מחלקים את המספר הגדול במספר הקטן מבין שני המספרים שקלטת; במקרה של שני מספרים שאין להם מחלק משותף, יתקבל המספר 1 בסוף התהליך (כלומר המחלק המשותף לשני המספרים הוא "1"), כך שלמעשה תמיד תהיה תוצאה לאלגוריתם.

- כתוב שגרה `GetNumbers()`, הקולטת מן המשתמש 100 זוגות מספרים שלמים למערך בשם `Oclides` הכולל 3 עמודות ו-100 שורות.
- כתוב שגרה `SortArray()`, העוברת על המערך `Oclides` אחרי שהופעלה עליו השגרה שבסעיף א'; השגרה מוצאת בכל שורה את המספר הגדול, מציבה אותו בעמודה הראשונה ומציבה את המספר השני בעמודה השנייה.
- כתוב שגרה `FindingTheBiggestNumber()`, המוצאת את המחלק הגדול ביותר בכל שורה ושומרת אותו באותה שורה, בעמודה השלישית.
- כתוב תכנית המשלבת את כל השגרות לכדי תכנית שלמה אחת ומדפיסה את ערכי המערך.

להלן דוגמה לפעולת התכנית:

פלט התכנית

מספר 1	מספר 2	המחלק הגדול ביותר
100	30	10
186	56	2
875	25	25
125	5	5

הקלט הראשוני למערך

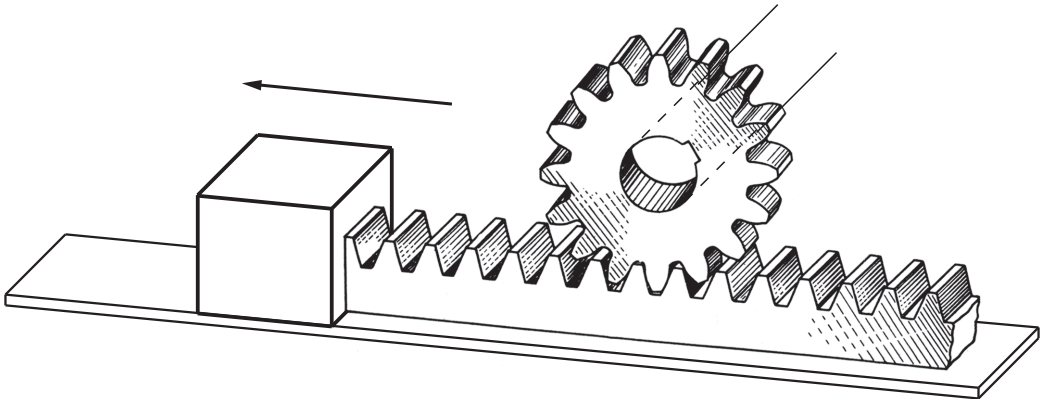
מספר 1	מספר 2	המחלק הגדול ביותר
30	100	
56	186	
875	25	
125	5	

פרק שני

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

שאלה 5

באיור לשאלה 5 נתון גלגל שיניים המניע פס שיניים. פס השיניים מפעיל כוח ודוחף קובייה. המומנט המרבי על ציר הגלגל המניע הוא $2 \text{ N}\cdot\text{m}$.

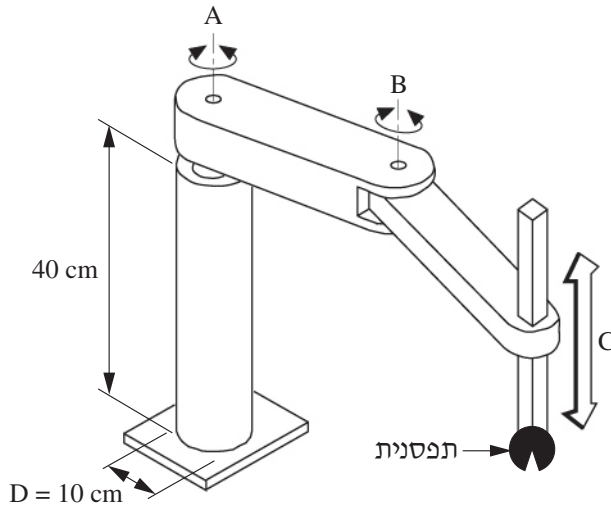


איור לשאלה 5

- קוטר גלגל השיניים הוא 5 ס"מ וגלגל השיניים מסתובב במהירות של 100 RPM. חשב את מהירות התנועה הקווית של פס השיניים.
- חשב את הכוח המרבי שפס השיניים יכול להפעיל במצב המתואר בסעיף א'.
- רוצים לגרום לכך שפס השיניים יפעיל כוח כפול מן הכוח שחישבת בתשובתך לסעיף ב'. איזה שינוי צריך לעשות במערכת לשם כך? חשב את הגודל ששונה במערכת.
- האם ניתן, באמצעות השינוי שהצעת בסעיף ג', להגדיל ללא הגבלה את הכוח שמפעיל פס השיניים? נמק את תשובתך.
- רוצים להשתמש במערכת זו כדי להניע מערכת רובוטית על-גבי פס השיניים שקבוע במקום. חשב את מהירות ההתקדמות של הרובוט אם גלגל השיניים מסתובב במהירות של 100 RPM, קוטר גלגל השיניים הוא 10 ס"מ והמומנט הנו המומנט המרבי.

שאלה 6

באיור לשאלה 6 נתונה זרוע רובוטית שגובהה 40 ס"מ. בחלקה התחתון של הזרוע הותקנה תפסנית.



איור לשאלה 6

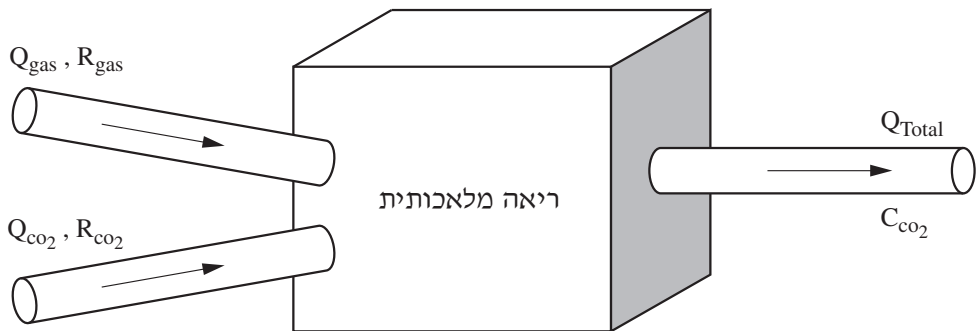
- א. הסבר איזה סוג רובוט מתואר באיור. ציין מהו מספר דרגות החופש של הרובוט והסבר כל דרגה.
- ב. מהי צורת מעטפת העבודה? חשב את נפח מעטפת העבודה של הרובוט אם אורך כל זרוע אופקית של הרובוט הוא 30 ס"מ וטווח התנועה של הזרוע האנכית הוא 40 ס"מ.
- ג. רוצים להגיע עם התפסנית לנקודה המרוחקת מציר הבסיס 30 ס"מ ולגובה של 20 ס"מ מן הבסיס. כמה תצורות אפשריות קיימות כדי להגיע לנקודה הרצויה? סרטט אותן במבט-על.
- ד. מתקינים תפסנית נוספת בחלק העליון של הזרוע האנכית. כיצד תשתנה מעטפת העבודה של הזרוע?
- ה. לאיזה סוג של רובוט ישנה מעטפת עבודה דומה לזו של הרובוט הנתון? ציין יתרון אחד של הרובוט הנתון.

שאלה 7

בזמן טיפול בחולי טראומה אשר איבדו את הכרתם ואינם נושמים יש לעתים לעשות פעולה הנקראת צָנְרוֹר (אינטובציה) לצורך ההחייאה. אחת הבעיות המרכזיות המתוארות בעת ביצוע הליך זה היא ההחדרה של הטובוס לושט במקום לקנה הנשימה. אחת הדרכים הנפוצות כדי לוודא שהטובוס הונח כהלכה היא לבדוק את ריכוז הפחמן הדו־חמצני (CO_2) בזמן נשיפת האוויר. לשם כך פותח חיישן כימי המהווה אינדיקטור לנוכחות של CO_2 בריכוז המתאים. חיישן לבדיקת הריכוז של CO_2 הוא חיישן כימי מיוחד המבוסס על ריאקציות כימיות ורצף של תגובות, כך שבמגע עם CO_2 בריכוז מסוים ישֶׁנָה החיישן את צבעו מסגול לצהוב.

א. התגובה הכימית שעליה מבוסס החיישן זהה לתגובה המתרחשת עבור CO_2 בדם. ציין את ההבדלים בין דרכי הובלת החמצן בדם לבין דרכי הובלת הפחמן הדו־חמצני בדם.

בחברת הזנק ביורפואית פותחה מערכת חדשנית לבדיקת חיישני ריכוז ה- CO_2 הללו. המערכת מבוססת על ריאה מלאכותית המדמה את פעולת חילוף הגזים המתרחשת בזמן הנשימה (Breathing), כך שבכניסה למערכת ייכנס אוויר אטמוספרי, וייצא ממנה אוויר המכיל פחמן דו־חמצני נשיפתי בריכוז של כ-4%. לשם יצירת "אוויר נשוף" השתמשו בבלון המכיל גז CO_2 וכן בבלון גז המכיל אוויר רגיל. המערכת מוצגת בצורה סכמתית באיור לשאלה 7:



איור לשאלה 7

נגדיר את הפרמטרים העיקריים:

- V_{Total} – סה"כ נפח הגז המצוי בריאה המלאכותית, תלוי בקיבולת הריאה.
- Q_{CO_2} – ספיקת הפחמן הדו-חמצני היוצא מן הריאה המלאכותית והנשלט באמצעות וסת.
- Q_{gas} – ספיקת האוויר מן הבלון.
- R_{CO_2} – ריכוז הפחמן הדו-חמצני (יחס השבר הנפחי, כאשר יש רק פחמן דו-חמצני, הוא $R_{CO_2} = 1$).
- R_{gas} – ריכוז האוויר (יחס השבר הנפחי, בהיעדר פחמן דו-חמצני, הוא $R_{gas} = 1$).
- C_{CO_2} – הריכוז הנפחי הסופי של הפחמן הדו-חמצני בגז המעורבב שיצרנו (יחס השבר הנפחי הוא מספר בין 0 ל-1).
- t – משך הזמן שבו מזרימים את הגז בספיקה קבועה.

ב. הגדר את יחידות המידה עבור כל אחד מן הפרמטרים שהוצגו.

ג. פתח ביטוי עבור הריכוז הנפחי הסופי של הפחמן הדו-חמצני ביציאה מן הריאה המלאכותית C_{CO_2} כתלות בפרמטרים שהוצגו, על-פי השלבים האלה:

1. רשום ביטוי לספיקה היוצאת מן הריאה המלאכותית כפונקצייה של הספיקות הנכנסות לריאה.

2. רשום ביטוי לספיקת ה- CO_2 ביציאה מן הריאה המלאכותית כפונקצייה של הספיקות הנכנסות לריאה וריכוזיהן.

3. חשב את ריכוז ה- C_{CO_2} ביציאה מן הריאה.

ד. בהנחה שהשתמשו בפחמן דו-חמצני בריכוז של 100% וכן באוויר שאינו מכיל פחמן דו-חמצני:

1. כיצד תיראה הנוסחה שפיתחת בסעיף ג'?

2. הצב בנוסחה את ריכוז ה- C_{CO_2} הפיזיולוגי בנשיפה, ומצא את יחס הספיקות: $\frac{Q_{gas}}{Q_{CO_2}}$.

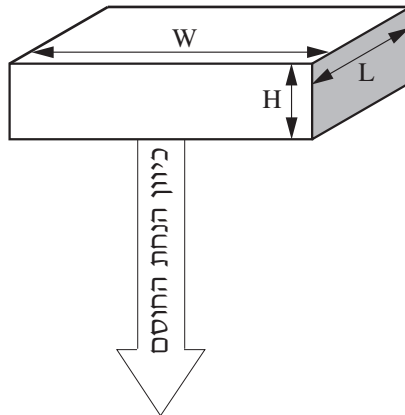
שאלה 8

בחברת הזנק ביורופואית מפתח צוות של מהנדסות חוסם עורקים מיוחד לאזורים כמו המפשעה, בית השחי והצוואר, שעבורם חוסם העורקים הרגיל אינו יעיל.

המוצר מתבסס מבחינה רעיונית על העיקרון של נקודת לחיצה. הפעלה של לחץ בעזרת האגרופ או האצבעות חוסמת את העורקים המרכזיים המובילים את הדם לאזור הפגוע, ומונעת זרימה של הדם החוצה מאזור הפציעה.

החוסם בנוי מטבלה העשויה מחומר קשיח, המדמה את פעולת הלחיצה של האגרופ, ודומה לו מבחינת שטח המגע עם רקמת הגוף. לטבלה מחובר סט של רצועות המאפשרות למקם את חוסם העורקים במקום המתאים.

להלן איור הממחיש את הטבלה שבאה במגע עם הרקמה:

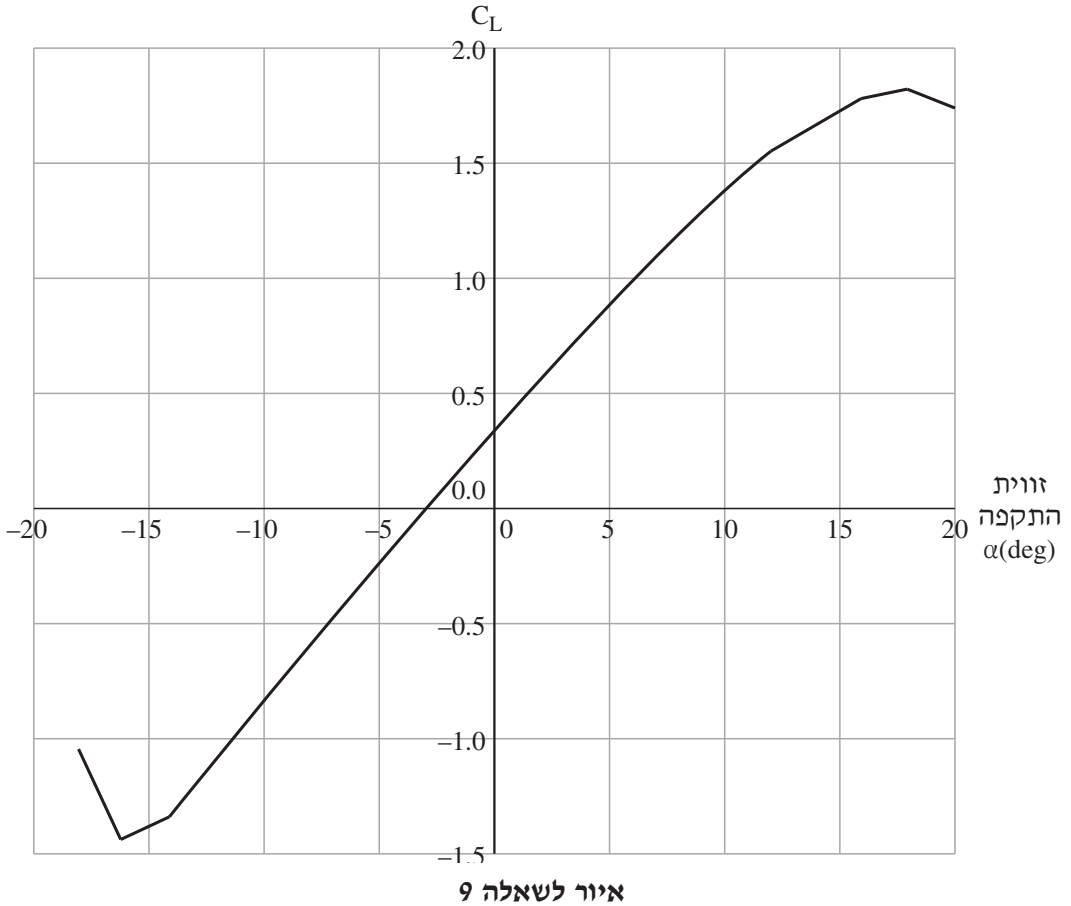


איור לשאלה 8

- א. מה צריך להיות הלחץ המינימלי על כלי הדם (העורק) כדי לחסום את זרימת הדם בתוכו בעת הנחת חוסם העורקים? הסבר מדוע.
- ב. נתונים ממדי הטבלה: W, L, H . מצא ביטוי ללחץ P הפועל על הרקמה כתוצאה מהפעלת כוח F של אדם המניח את חוסם העורקים.
- ג. היעזר בסרגל ומדוד את ממדי האגרופ שלך (ניתן להעריכם). היעזר בביטוי שפיתחת בסעיף ב', וחשב מה צריך להיות הכוח שתפעיל כדי לקבל את הלחץ שציינת בסעיף א'.
- היעזר במעבר היחידות הזה: $1 \text{ [atm]} = 760 \text{ [mmHg]} = 101,325 \left[\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]$
- ד. הסבר איזה נזק עלול להיגרם לרקמה כתוצאה מהנחת חוסם העורקים לזמן ממושך, ומדוע. פרט את התהליך המתרחש בגוף כתוצאה מהנחת החוסם.

שאלה 9

באיור לשאלה 9 נתון גרף של מקדם העילוי C_L כתלות בזווית ההתקפה עבור פרופיל של כנף מטוס.



- א. קבע אם הגרף מתאר פרופיל אווירודינמי או פרופיל סימטרי, ונמק את תשובתך.
- ב. מהו המנגנון הפיזיקלי ליצירת עילוי על פרופיל של כנף מטוס? בתשובתך השתמש במונחים לחץ גבוה, לחץ נמוך, מהירות גבוהה, מהירות נמוכה.
- ג. כיצד ניתן להפיק את הגרף המתואר באיור לפרופיל כלשהו?
- ד. 1. מהי זווית ההזדקרות של הפרופיל המתואר? נמק את תשובתך.
2. להלן נתוניו של מטוס הטס בטיסה ישרה ואופקית:

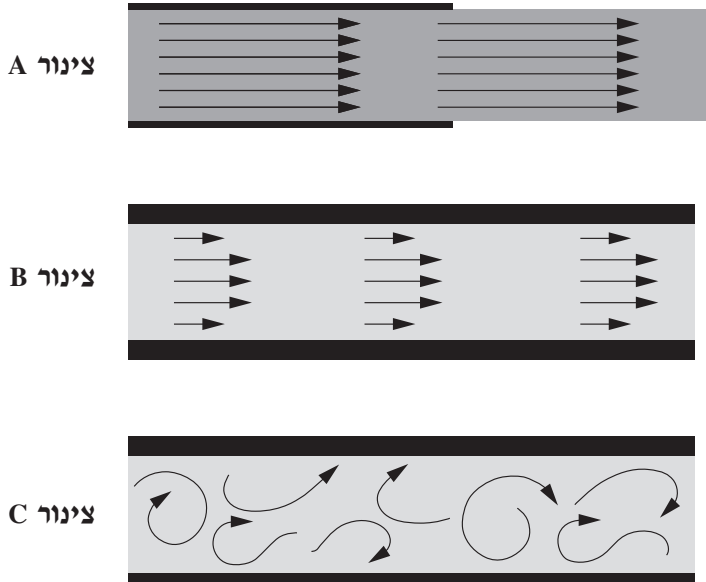
משקל המטוס: $m = 1100[\text{kg}]$, שטח הכנף של המטוס: $S = 17[\text{m}^2]$,

צפיפות האוויר: $\rho_{\text{air}} = 1.2 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$

חשב את מהירות ההזדקרות של הפרופיל המתואר באיור והסבר את משמעותה.

שאלה 10

באיור לשאלה 10 מתוארים פרופילי מהירות של נוזל בשלושה צינורות. אורך החץ מייצג את גודל המהירות.



איור לשאלה 10

- א. קבע באילו מבין הצינורות מתרחשת זרימה למינרית ובאילו צינורות מתרחשת זרימה טורבולנטית. נמק את תשובתך.
- ב. איזו תופעה פיזיקלית גורמת למהירות להתאפס על הדפנות של צינור B ?
- ג. נתון כי מהירות זרימת הנוזל בכניסה לצינור A היא $5 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$, קוטר הצינור הוא $d = 5 [\text{cm}]$ וצפיפות הנוזל היא $800 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$. חשב את ספיקת הנוזל בצינור. הצג את תשובתך ביחידות $\left[\frac{\text{kg}}{\text{sec}} \right]$.
- ד. האם התוצאה שקיבלת בסעיף ג' תקפה לצינורות A ו-B ? נמק את תשובתך.
- ה. כתוצאה משימוש רב בצינור A, הצטברה פסולת על הדפנות במרכז הצינור, כך שקוטרו במרכז קטן ל- $d = 4.2 [\text{cm}]$. חשב את מהירות הנוזל במקום ההיצרות של הצינור.

בהצלחה!