

תהליכי ייצור ה'

(להנדסאי מכונות)

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם עשר שאלות.

עליכם לענות על חמש שאלות לפי בחירתכם מן השאלון כולו. לכל שאלה – 20 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: כל חומר עזר, כתוב בכתב-יד או מודפס על נייר, כלי סרטוט, מחשבון.

ד. הוראות מיוחדות:

1. בטרם תתחילו לענות על השאלות, קראו בעיון את השאלון כולו וודאו שההנחיות בדף זה מובנות לכם היטב.

2. ענו על מספר השאלות הנדרש בשאלון.

המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, ולא יתייחס לתשובות הנוספות.

3. בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתכם חסר נתון, הוסיפו אותו על-פי שיקול דעתכם, ופתרו בעזרתו את

השאלה. ציינו בתשובה את הנתון שהוספתם.

4. בכל האירורים בשאלון המידות נתונות במילימטרים (מ"מ).

5. בתשובה על שאלת חישוב, עליכם להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות

מותנית במילוי דרישה זו.

6. בנספח ד' לשאלון זה מובא מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכלו להיעזר בו בעת הצורך.

הוראות למשגיחים:

בתום הבחינה, ודאו שהנבחנים הדביקו את מדבקת הנבחן שלהם על נספח א',
וצירפו 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 11 עמודים ו-6 עמודי נספחים.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים,

אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

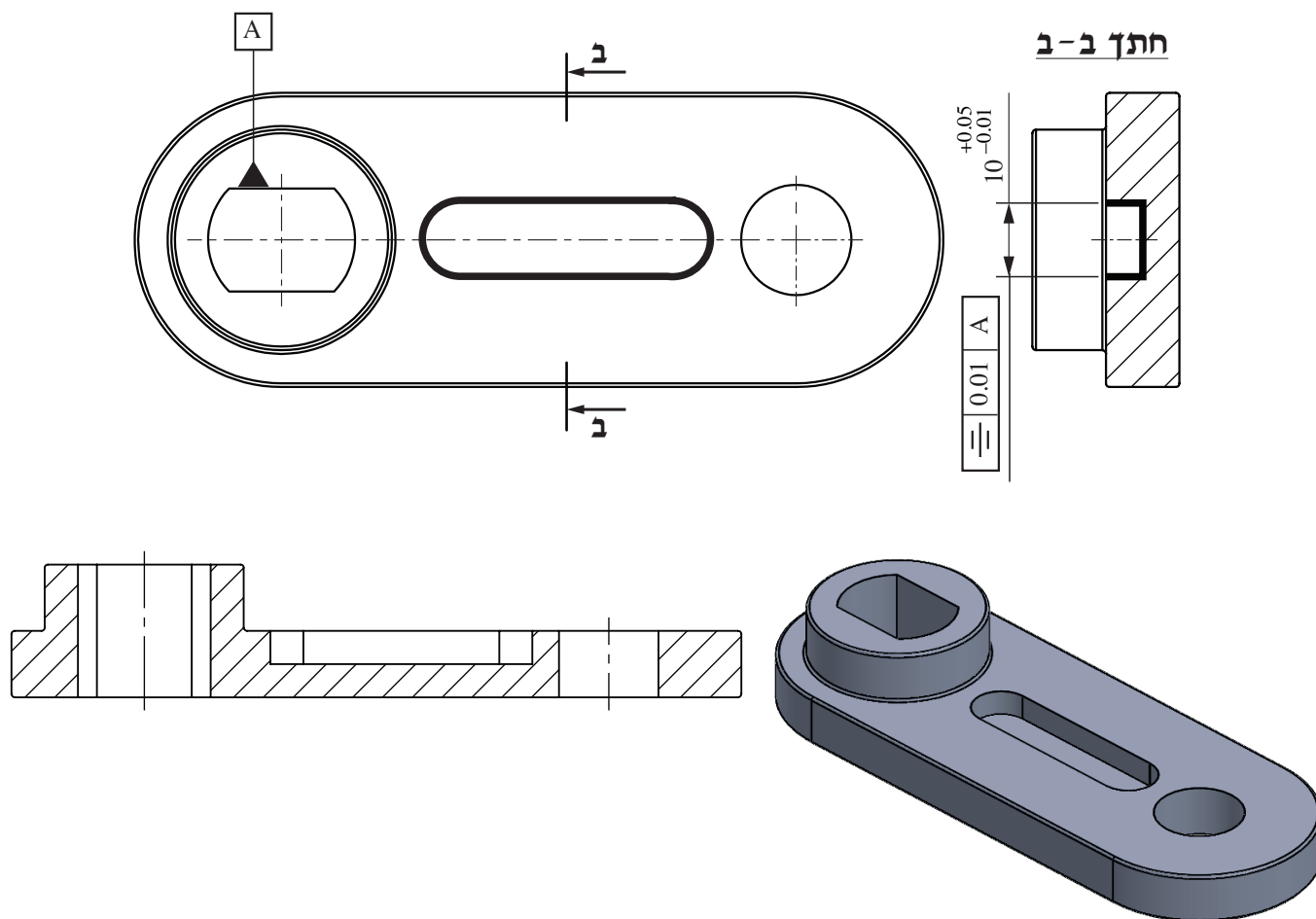
בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם עשר שאלות.

ענו על חמש מבין השאלות 1-10 (לכל שאלה - 20 נקודות).

פרק ראשון: תכנון של קביע או מתקן

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מוצג חלק המיוצר בסדרות של 800 יחידות בכל סדרה.
באיור מסומן בקו עבה חריץ לעיבוד. עיבוד החריץ יעשה כשלב אחרון בעיבוד החלק. בתשובה התייחסו לעיבוד החריץ.



איור לשאלה 1

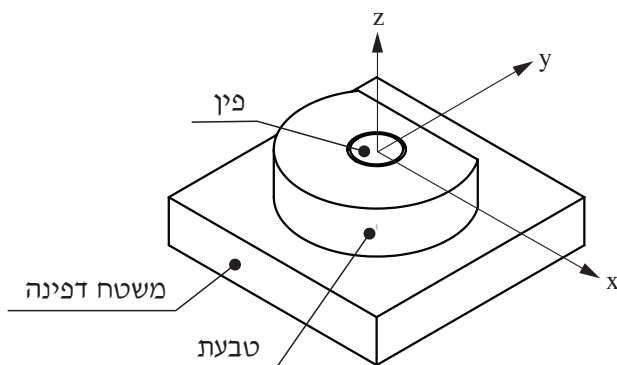
- 8 נק') א. בנספח א' לשאלה 1 נתון סרטוט של החלק **בשלושה היטלים**. סמנו בעזרת סימני **קיבוע** היכן יש לקבע את החלק כדי שיעמוד בדרישות של סיבולת המידה והסיבולת הגאומטרית המצוינות בסרטוט.
- 12 נק') ב. תכננו קביע לעיבוד חריץ שרוחבו 10 mm, וסרטוטו אותו במחברת. בתשובה התייחסו לסיבולות המצוינות באיור.

הדביקו את מדבקת הנבחן שלכם במקום המיועד לכך בנספח א', והדקו אותו למחברת.

פרק שני: תכנון של תהליכי עיבוד שבבי ושל מתקני ייצור

שאלה 2

באיור א' לשאלה 2 מתוארת טבעת בעלת פאה קטומה אשר מונחת על משטח דפינה ופין.



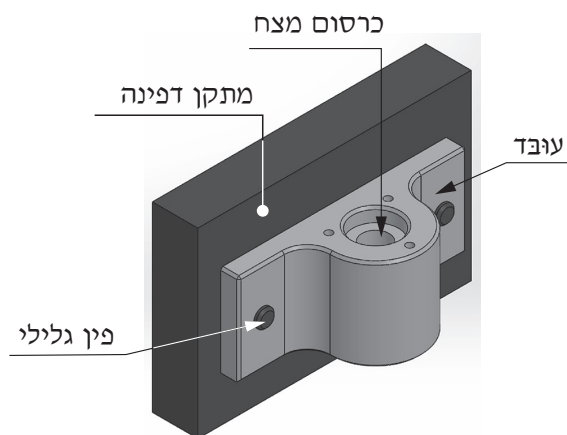
איור א' לשאלה 2

(4 נק') א. ציינו את דרגות החופש של הטבעת.

(6 נק') ב. כיצד ניתן לבטל את דרגות החופש האלה? הציעו פתרון אחד וסרטטו אותו ביד חופשית.

באיור ב' לשאלה 2 מתואר עוגד אשר אמור לעבור עיבוד אחרון מסוג כרסום מצח.

העוגד מחובר למתקן דפינה באמצעות שני פינים גליליים.



איור ב' לשאלה 2

(6 נק') ג. בזמן העיבוד, העוגד התנתק ממקומו. ציינו מה הכוח שגרם לעוגד להתנתק ממקומו, והסבירו מה קרה בזמן העיבוד שגרם להתנתקות.

(4 נק') ד. הציעו פתרון מכני שיגרום לעוגד להישאר במקומו בזמן העיבוד.

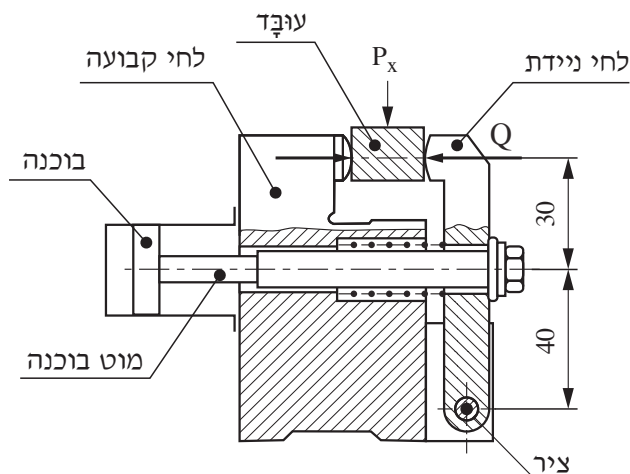
שאלה 3

באיור לשאלה 3 מתואר קביע קידוח.

הקביע משמש לדפינת עוֹבֵד בצורת קובייה, באמצעות בוכנה פנאומטית, לצורך קידוח קדח בקוטר $\varnothing 8$.

העוֹבֵד עשוי מנתך אלומיניום, שהתנגדותו הסגולית לקידוח היא $K_s = 1,100 \text{ MPa}$.

מקדם הבטיחות הנדרש הוא $S = 1.2$.



איור לשאלה 3

- א. (5 נק') הסבירו את אופן הדפינה של העוֹבֵד בקביע.
- ב. (9 נק') נתון שהקידמה בעת הקידוח היא $f = 0.25 \frac{\text{mm}}{\text{rev}}$, ומקדם החיכוך בין משטחי הלחיים לעוֹבֵד הוא $\mu = 0.1$. חשבו את כוח ההידוק המזערי, Q , הדרוש להידוק העוֹבֵד כדי שלא ישתחרר בעת הקידוח.

ג. (6 נק') נתונים:

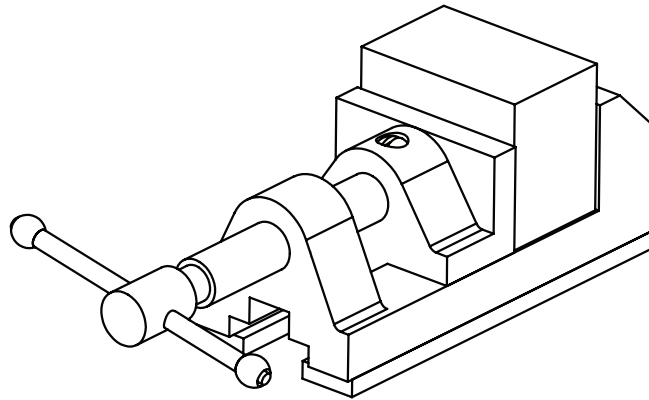
- קוטר הבוכנה: $D = 22 \text{ mm}$

- קוטר מוט הבוכנה: $d = 10 \text{ mm}$

חשבו את הלחץ, P , הדרוש בבוכנה הפנאומטית כדי לקבל את כוח ההידוק, Q , שחישבתם בסעיף ב'.

שאלה 4

באיור לשאלה 4 מתואר קביע המשמש לדפינת עוֹבֵד לצורך כרסום המשטח העליון. מידותיו של המשטח העליון הן $20 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$. המשטח יכורסם באמצעות כרסום מצח בעל 6 שיניים שקוטרו $D = 30 \text{ mm}$.



איור לשאלה 4

נתונים:

- רוחב הכרסום: $B = 20 \text{ mm}$
- קידמה: $f_z = 0.10 \frac{\text{mm}}{\text{tooth}}$
- היגש (עומק השבב): $a = 3 \text{ mm}$
- התנגדות סגולית לכרסום: $K_s = 3,500 \text{ MPa}$
- מקדם הבטיחות הנדרש: $S = 1.2$

- (11 נק') א. חשבו את הכוח, Q , המזערי הדרוש להידוק העוֹבֵד, כדי שלא ישתחרר בעת כרסום המשטח, אם ידוע שמקדם החיכוך בין המשטחים שמהדקים את העוֹבֵד לבין העוֹבֵד הוא: $\mu = 0.15$.
- (9 נק') ג. באיזה תנאי יש להעדיף הידוק ישיר באמצעות בורג על-פני הידוק באמצעות המנוף, גם אם בקצה המנוף יש בורג הידוק?

פרק שלישי: עיבוד בלתי-שבבי

שאלה 5

שימות (לוחיות חיתוך) בתעשייה, לרוב מיוצרות ממתק"ש בתהליך ייצור בלתי שבבי.

(5 נק') א. ציינו את שם תהליך הייצור של לוחיות חיתוך, ותארו אותו באמצעות תרשים זרימה עקרוני. היעזרו במחסן המילים שלפניכם.

מחסן מילים

- טחינת קרבידים לאבקה
- הוספת חומר מלכד מתכתי
- ערבוב האבקות
- חימום לטמפרטורה של $800-1000^{\circ}\text{C}$
- בחירת תבנית בצורה הרצויה
- קבלת המוצר הסופי
- כבישה לצורה הרצויה
- חימום לטמפרטורה של $1500-1400^{\circ}\text{C}$
- השחזה

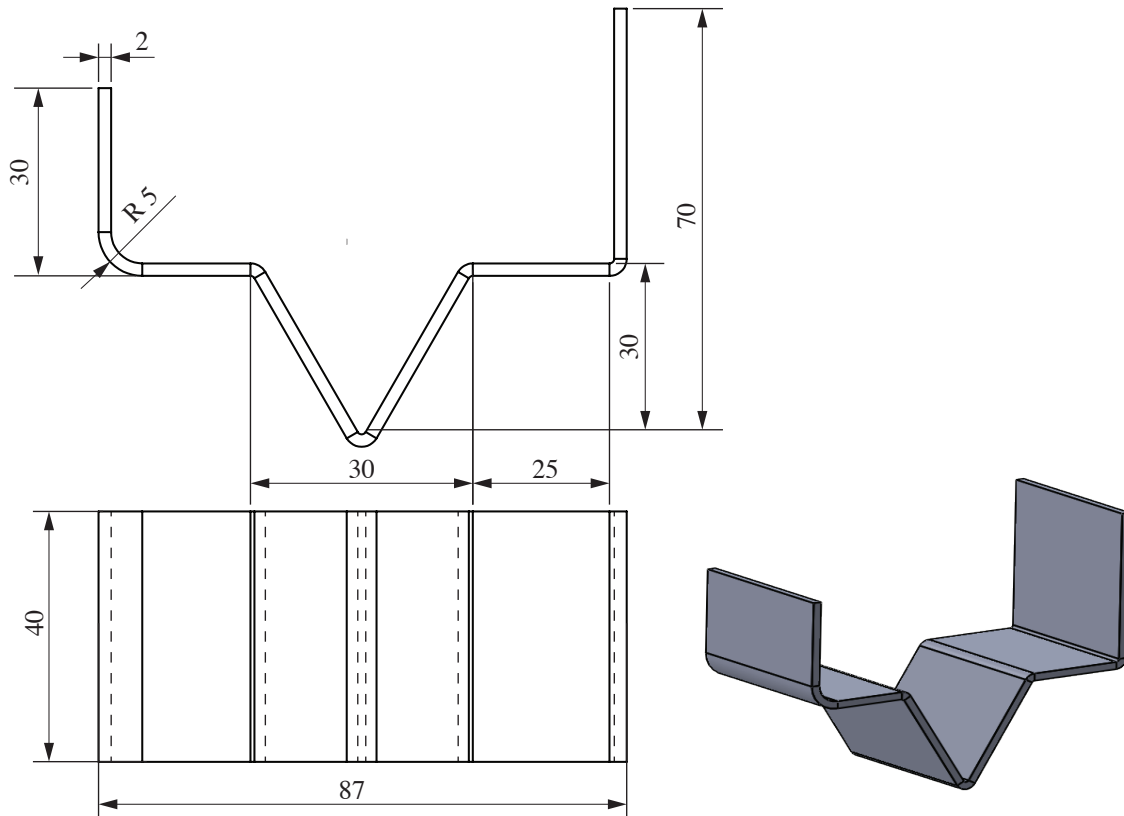
(5 נק') ב. כתבו **שלושה** חומרים המשמשים בתעשייה כקרבידים לייצור מתק"ש, וציינו את שמו של החומר המלכד המתכתי.

(5 נק') ג.

1. ציינו **ארבעה** מאפיינים של לוחיות חיתוך ממתק"ש. (3 נק')
2. כיצד ניתן להאריך את משך החיים של לוחיות החיתוך? (2 נק')
- (5 נק') ד. האם ניתן לייצר מתק"ש בתהליך יציקה? נמקו את התשובה.

שאלה 6

באיור לשאלה 6 מתואר חלק העשוי מסרט מתכתי שרוחבו 40 mm ועוביו 2 mm. החלק מיוצר בתהליך כיפוף. המידות נתונות באיור.



איור לשאלה 6

נתונים:

מאמץ הכניעה הגבולי של חומר הגלם: $\sigma_y = 450 \text{ MPa}$

מקדם הכפיפה: $C = 1.24$

זווית הכיפוף: $\alpha = 90^\circ$

היעזרו בטבלה שלהלן למציאת מקדם המיקום לשכבה הניטרלית K_0 .

K_0	$\frac{r}{\delta}$
0.38	0.5
0.42	1
0.55	2
0.47	3
0.475	4

6 נק' א. חשבו את אורך הפריסה של החלק. היעזרו במידות הנתונות באיור.

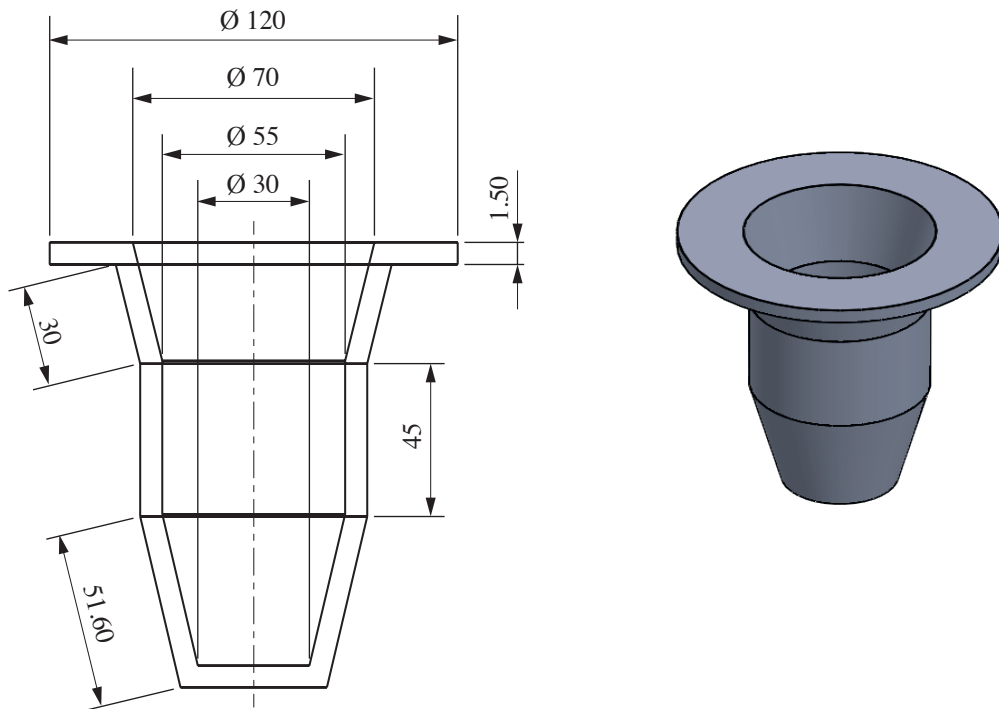
4 נק' ב. חשבו את הכוח הדרוש לכיפוף החלק בצורת V.

4 נק' ג. חשבו את הכוח הדרוש לכיפוף החלק בצורת U.

6 נק' ד. סרטטו את המקב והמטריצה הדרושים לכיפוף החלק לצורתו הסופית.

שאלה 7

באיור לשאלה 7 מתוארת כוסית מפח המיוצרת בתהליך עיבוד בלתי שבבי - מתיחה. המידות נתונות באיור.



איור לשאלה 7

נתונים:

- חוזק גבולי של חומר הגלם: $\sigma_n = 300 \text{ MPa}$
- עובי חומר הגלם (הפח): $\delta = 1.5 \text{ mm}$
- מקדמים:
 - $m_1 = 0.42$
 - $m_2 = 0.78$
 - $m_n = 0.9$

- א. (5 נק') חשבו את הקוטר, D , של חומר הגלם לייצור הכוסית (קוטר המוצא).
- ב. (5 נק') בדקו האם דרושה הצמדה של חומר הגלם בזמן ביצוע המתיחה.
- ג. (5 נק') חשבו את מספר השלבים הדרושים לקבלת הכוסית.
- ד. (5 נק') חשבו את הכוח הדרוש למתיחה הראשונה ולמתיחה השנייה.

פרק רביעי: חשמל, אלקטרוניקה ובקרה

שאלה 8

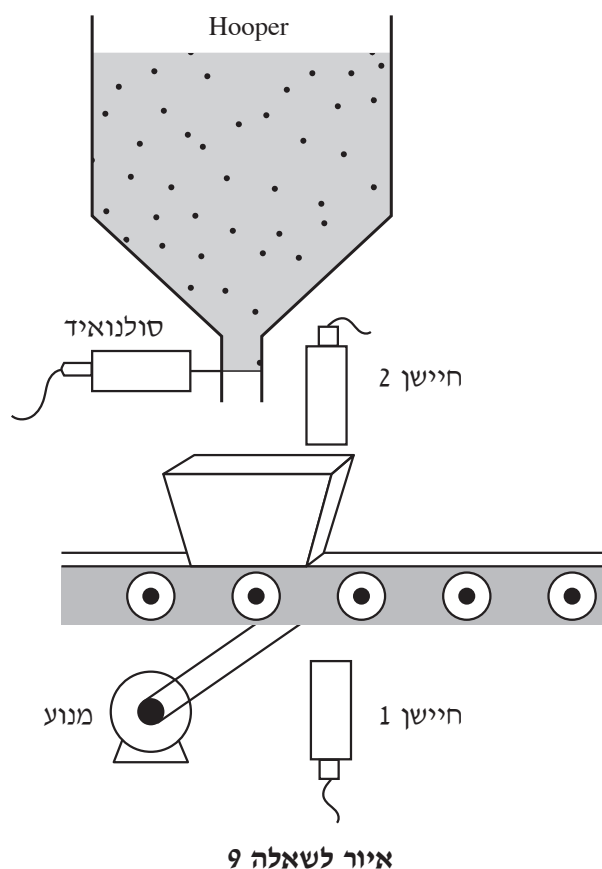
באיור לשאלה 8 נתונה מפת קרנו של הפונקצייה $F(A, B, C, D)$.

AB \ CD	00	01	11	10
00	1	1	0	1
01	0	0	0	0
11	0	0	0	0
10	1	1	0	1

- א. (8 נק') כתבו את הביטוי המפושט ביותר של הפונקצייה F , על-פי מפת קרנו הנתונה.
- ב. (4 נק') ממשו את הפונקצייה F המפושטת באמצעות שערים לוגיים.
- ג. (8 נק') משנים במפת קרנו הנתונה את התוכן של תא 5 ושל תא 7 מ-0 ל-1.
1. (3 נק') סרטטו את מפת הקרנו החדשה המתקבלת.
2. (5 נק') כתבו את הפונקצייה המתקבלת כתוצאה מביצוע השינוי.

שאלה 9

באיור לשאלה 9 מתוארת מערכת למילוי חומר במכל הופר (Hooper).



נתון מסוע המסיע קופסאות לעבר תחנת המילוי בחומר.

חיישן 1 – משמש לזיהוי הקופסה.

חיישן 2 – מזהה מתי הקופסה מתמלאת בכמות הרצויה של החומר.

לחצן START – מפעיל את המערכת.

לחצן STOP – מפסיק את פעולת המערכת בכל שלב.

עקרונות הפעולה:

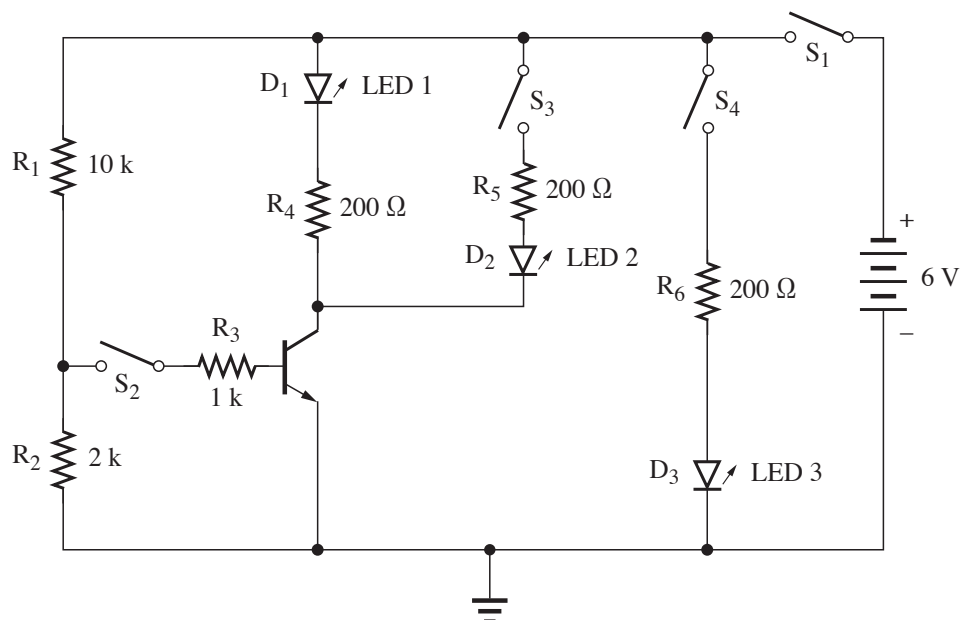
1. לחיצה על לחצן START מפעילה את המנוע של המסוע.
2. כאשר חיישן 2 מזהה קופסה, פעולת המנוע נפסקת, והקופסה נעצרת מול פתח המילוי.
3. פתח המילוי נפתח על-ידי הפעלת סולנואיד.
4. כאשר חיישן 2 מזהה קופסה מלאה, הסולנואיד מופסק והמסוע ממשיך לעבוד.
5. לחיצה על לחצן STOP מפסיקה את פעולת המערכת בכל שלב.

- 6 (נק') א. האם מילוי המכל מתבצע בחוג סגור או פתוח? נמקו את התשובה.
- 4 (נק') ב. כתבו את שם הבקר המתאים למערכת. סרטטו טבלה וציינו בה את מספרי הייחוס של כתובות הכניסה ושל כתובות היציאה המתאימים לבקר זה.
- 10 (נק') ג. סרטטו דיאגרמת סולם לבקר. אפשר לכתוב את התוכנית בכל שפת תכנות שלמדתם.

שאלה 10

באיור לשאלה 10 מתואר מעגל חשמלי להפעלת נורת LED.

הערה: כאשר לד דולק מתפתח עליו מתח של 2 V.

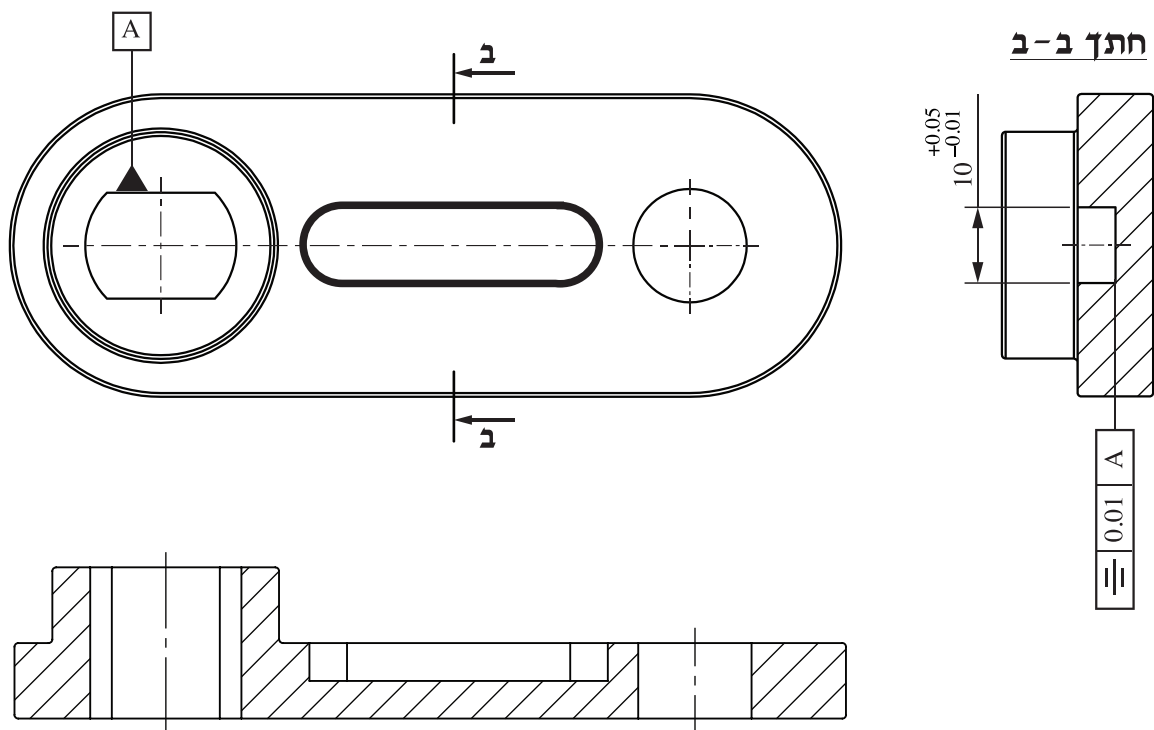


איור לשאלה 10

- א. (5 נק') חשבו את הזרם העובר דרך הנגד R_2 כאשר המפסק S_1 סגור ושאר המפסקים פתוחים.
- ב. (5 נק') חשבו את המתח המתפתח על הנגד R_1 כאשר המפסק S_1 סגור ושאר המפסקים פתוחים.
- ג. (5 נק') חשבו את ההספק על הנגד R_1 כאשר המפסק S_1 סגור ושאר המפסקים פתוחים.
- ד. (5 נק') הטבלה שלהלן מציגה את מצבן של שתי נורות ה-LED בהתאם למצבם של שלושת המפסקים S_1 , S_2 ו- S_3 . העתיקו את הטבלה למחברת הבחינה ומלאו את העמודות המתארות את מצבם של שני הלדים LED_1 , LED_2 . מצב שבו הלד דלוק - 1, מצב שבו הלד כבוי - 0.

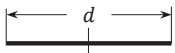
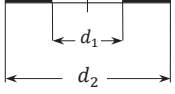
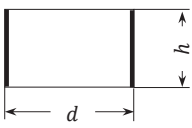
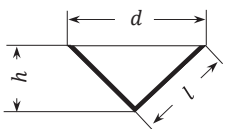
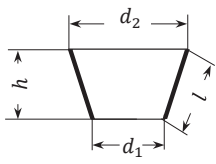
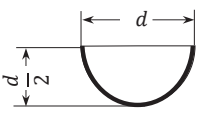
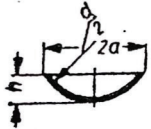
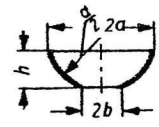
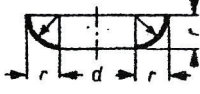
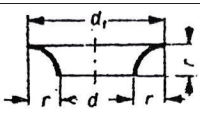
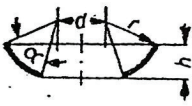
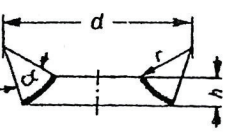
S_1	S_2	S_3	LED_2	LED_1
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

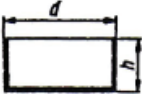
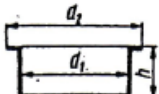
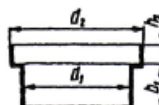
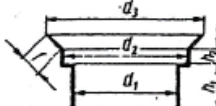
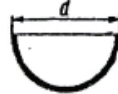
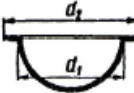
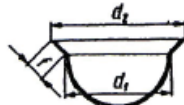
בהצלחה!

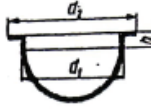
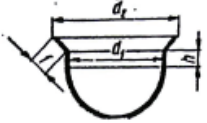
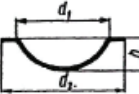
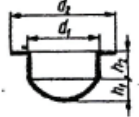
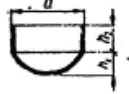
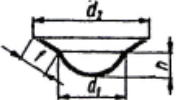
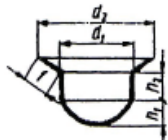


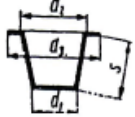
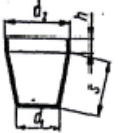
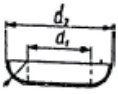
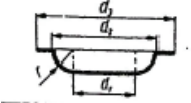
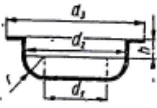
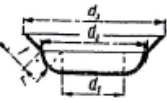
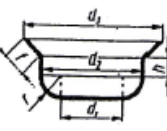
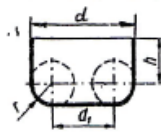
נספח ב' (לשאלה 7): דפי נוסחאות (4 עמודים)

לשאלון 710913, אביב תשפ"ג

טבלה מספר 26 שטחים של גופים גיאומטריים פשוטים (גופי סיבוב)		
מספר סידורי	המוצר	השטח
1		$\frac{\pi d^2}{4}$
2		$\frac{\pi}{4}(d_2^2 - d_1^2)$
3		πdh
4		$\frac{\pi dl}{2}$
5		$\frac{\pi l}{2}(d_2 + d_1)$
6		$\frac{\pi d^2}{2}$
7		πdh
8		πdh
9		$\frac{\pi}{4}(2\pi dr - 8r^2)$
10		$\frac{\pi}{2}(\pi dr - 2.28r^2)$ או $\frac{\pi}{4}(2\pi d_1 r - 8r^2)$
11		$\pi(dL + 2rh)$ כאשר $L = \frac{\pi r \alpha}{180} = 0.017 r \alpha$
12		$\pi(dL + 2rh)$ כאשר $L = \frac{\pi r \alpha}{180} = 0.017 r \alpha$

טבלה מספר 27 נוסחאות לחישוב הקוטר של דיסקת ההכנה לגופים סיבוביים		
מספר סידורי	תרשים	נוסחה לחישוב הקוטר D
1		$\sqrt{d^2 + 4 \cdot dh}$
2		$\sqrt{d_2^2 + 4 \cdot d_1 \cdot h}$
3		$\sqrt{d_2^2 + 4 \cdot (d_1 \cdot h_1 + d_2 \cdot h_2)}$
4		$\sqrt{d_3^2 + 4 \cdot (d_1 \cdot h_1 + d_2 \cdot h_2)}$
5		$\sqrt{d_1^2 + 4 \cdot d_1 \cdot h + 2f \cdot (d_1 + d_2)}$
6		$\sqrt{d_2^2 + 4 \cdot (d_1 \cdot h_1 + d_2 \cdot h_2) + 2f \cdot (d_2 + d_3)}$
7		$\sqrt{2 \cdot d^2} = 1,414 \cdot d$
8		$\sqrt{d_1^2 + d_2^2}$
9		$1,414 \cdot \sqrt{d_1^2 + f \cdot (d_1 + d_2)}$

טבלה מספר 27 נוסחאות לחישוב הקוטר של דיסקת ההכנה לגופים סיבוביים		
מספר סידורי	תרשים	נוסחה לחישוב הקוטר D
10		$1,414 \cdot \sqrt{d^2 + 2d \cdot h}$
11		$\sqrt{d_1^2 + d_2^2 + 4 \cdot d_1 \cdot h}$
12		$1,414 \cdot \sqrt{d_1^2 + 2 \cdot d_1 \cdot h + f \cdot (d_1 + d_2)}$
13		$\sqrt{d^2 + 4 \cdot h^2}$
14		$\sqrt{d_2^2 + 4 \cdot h^2}$
15		$\sqrt{d_2^2 + 4 \cdot (h_1^2 + d_1 \cdot h_2)}$
16		$\sqrt{d^2 + 4 \cdot (h_1^2 + dh_2)}$
17		$\sqrt{d_1^2 + 4h^2 + 2f \cdot (d_1 + d_2)}$
18		$\sqrt{d_1^2 + 4 \left[h_1^2 + d_1 \cdot h_2 + \frac{f}{2} \cdot (d_1 + d_2) \right]}$

טבלה מספר 27 נוסחאות לחישוב הקוטר של דיסקת ההכנה לגופים סיבוביים		
מספר סידורי	תרשים	נוסחה לחישוב הקוטר D
19		$\sqrt{d_1^2 + 2s(d_1 + d_2)}$
20		$\sqrt{d_1^2 + 2s(d_1 + d_2) + d_3^2 - d_2^2}$
21		$\sqrt{d_1^2 + 2s(d_1 + d_2) + 2d_2h}$
22		או $\sqrt{d_1^2 + 6.28rd_1 + 8r^2}$ $\sqrt{d_2^2 + 2.28rd_2 - 0.56r^2}$
23		או $\sqrt{d_1^2 + 6.28rd_1 + 8r^2 + d_3^2 - d_2^2}$ $\sqrt{d_3^2 + 2.28rd_2 - 0.56r^2}$
24		או $\sqrt{d_1^2 + 6.28rd_1 + 8r^2 + 4d_2h + d_3^2 - d_2^2}$ $\sqrt{d_3^2 + 4d_2(0.57r + h) - 0.56r^2}$
25		או $\sqrt{d_1^2 + 6.28rd_3 + 8r^2 + 2f(d_3^2 - d_2^2)}$ $\sqrt{d_2^2 + 2.28rd_2 + 2f(d_3^2 - d_2^2) - 0.56r^2}$
26		או $\sqrt{d_1^2 + 6.28rd_1 + 8r^2 + 4d_2h + 2f(d_3^2 - d_2^2)}$ $\sqrt{d_2^2 + 4d_2\left(0.57r + h + \frac{f}{2}\right) + 2d_3f - 0.56r^2}$
27		$\sqrt{4dh + 6.28rd_1 + d_1^2 + 8r^2}$

נספח ג': מילון מונחים

לשאלון 710913, אביב תשפ"ג

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
controller	Контроллер	مُتَحَكِّم	בקר
core	Стержень	نواة	גלעין
casting pattern	Литейная модель	قالب سبك	דפוס יציקה
drilling specific resistivity	Удельное сопротивление при сверлении	المقاومة النوعية للثقب	התנגדות סגולית לקידוח
insulating material	Изоляционный материал	مادة عازلة	חומר מבודד
forging	Ковка	طرق	חישול
immersion	Погружение	تغطيس	טבילה
connecting rod	Шатун	ذراع	טלטל
roller hand	Шейка прокатного валка	مِقْبَضُ المَدْرِفِل / المَدْرِفِل	יד המערוך
sand casting	Литье в земляные формы	الصب في قوالب رملية	יציקת חול
spherical cap	Полусфера	قطعة كروية	כיפה כדורית
output address	Адрес выходных сигналов	عنوان المخرج	כתובת יציאה
input address	Адрес входных сигналов	عنوان المدخل	כתובת כניסה
to mount	Зажимать	يُمسك القطعة	לְדַפֵּן
contact stress	Контактное напряжение	جهد الاتصال	מאמץ מגע
modulus of elasticity	Модуль упругости	مُعَامِل المرونة	מודול אלסטיות
delayed	Задержанный	مُعَوَّق	מושהה
reference number	Номер для ссылок	الرقم المرجعي	מספר ייחוס
rolling machine	Гибочная машина	ماكينة الدَّفْلَنَة / الدَّرْفَلَة	מְעַרְפֶּלֶת
roller	Прокатный валок	مَدْرِفِل / مُدْرِفِل	מערוך
coefficient of friction	Коэффициент трения	مُعَامِل الاحتكاك	מקדם חיכוך
deep stretch	Глубокая вытяжка	اتِّسَاع بالمطّ	מתיחה עמוקה
device	Приспособление	جهاز	מתקן
tightening mark	Знак зажима	علامة الشدّ	סימן הידוק
fixation mark	Знак установки	علامة التثبيت	סימן קיבוע
rolling	Прокатка	دَفْلَنَة؛ دَرْفَلَة	ערגול
open riser	Выпор	فتحة للفائض	פתח לעודפים
fixture (drilling)	Кондуктор	تثبيتة (تثقيب)	קביע (קידוח)
feed rate	Подача	تَقْدُم السكّين أثناء الخراطة	קידמה
stiffness	Жесткость	قساوة	קשיחות
key	Шпонка	إسفين / خابور	שגם