

סוג הבחינה: גמר לבתי-ספר לטכנאים ולהנדסאים

מועד הבחינה: אביב תש"ף, 2020

סמל השאלון: 710913

נספחים: א. נספח א' לשאלה 1

ב. נספח ב': מילון מונחים

תהליכי ייצור ה'

(להנדסאי מכונות)

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם עשר שאלות. עליך לענות על שאלה 1 – שאלת חובה, על שאלה אחת מכל אחד מהפרקים שני עד רביעי, ועל שתי שאלות נוספות מכל פרק שתבחר. בסך-הכול עליך לענות על שש שאלות.

פרק ראשון: תכנון של קביע או מתקן

פרק שני: תכנון של תהליכי עיבוד שבבי ושל מתקני ייצור

פרק שלישי: עיבוד בלתי-שבבי

פרק רביעי: חשמל, אלקטרוניקה ובקרה

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

ד. הוראות מיוחדות:

1. בטרם תתחיל לענות על השאלות, קרא בעיון את כל השאלון וודא שההנחיות בדף זה מובנות לך היטב.

2. ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון.

המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות נוספות.

3. בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתך חסר נתון, הוסף אותו על-פי שיקול דעתך, ופתור בעזרתו את השאלה. ציין בתשובתך את הנתון שהוספת.

4. המידות בכל האיורים בשאלון נתונות במ"מ.

5. בתשובה על שאלת חישוב, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

6. לנוחותך, לשאלון זה מצורף מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.

הוראות למשגיח:

בתום הבחינה, יש לצרף את נספח א' למחברת הבחינה.

בשאלון זה 14 עמודים ו-3 עמודי נספחים.

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

בהצלחה!

המשך מעבר לדף

השאלות

פרק ראשון: תכנון של קביע או מתקן

ענה על שאלה 1 – שאלת חובה (20 נקודות).

שאלה 1

באיור לשאלה זו מסורטט חלק שיש לייצרו בסדרות של 500 יחידות כל אחת. בתשובתיך לסעיפים שלהלן התייחס לעיבוד הקדח שקוטרו $\varnothing 7 \text{ mm}$ המסומן באיור בקו עבה. עיבוד זה הוא השלב האחרון של עיבוד החלק.

(6 נק') א. בנספח א' לשאלה זו נתונים שלושה סרטוטים של החלק: א'1, א'2 וא'3.

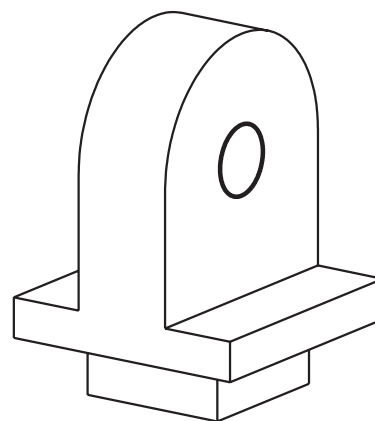
1. סמן בסרטוט א'1, בשני ההיטלים, בעזרת סימני **קיבוע**, כיצד תִּקְבֹּעַ את החלק כדי שיעמוד בדרישות של סבולת המידה ושל הסבולת הגיאומטרית המצוינות בסרטוט.

2. סמן בסרטוט א'2, בשני ההיטלים, בעזרת סימני **קיבוע**, כיצד תקבע את החלק כדי שיעמוד בדרישות של סבולת המידה ושל הסבולת הגיאומטרית המצוינות בסרטוט.

3. סמן בסרטוט א'3, בשני ההיטלים, בעזרת סימני **קיבוע** וסימני **הידוק**, כיצד תדפון את החלק כדי שיעמוד בדרישות של סבולות המידות ושל הסבולת הגיאומטרית המצוינות בסרטוט.

(14 נק') ב. תכנן מתקן לעיבוד הקדח, שקוטרו $\varnothing 7 \text{ mm}$, וסרטט אותו במחברתך.

הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך בנספח א', וצרף אותו למחברתך.



◀ המשך בעמוד 4

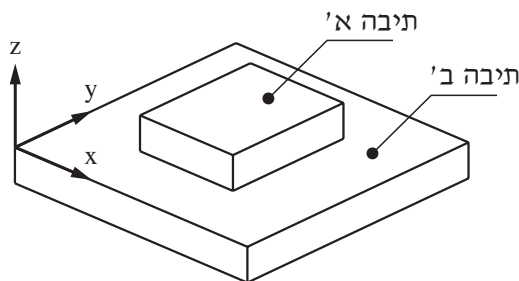
בפרקים שני עד רביעי, עליך לענות על שאלה אחת מכל פרק, ועל שתי שאלות נוספות, על-פי בחירתך, משלושת הפרקים האלה. סה"כ עליך לענות על חמש שאלות בחלק זה (לכל שאלה – 16 נקודות).

פרק שני: תכנון של תהליכי עיבוד שבבי ושל מתקני ייצור

ענה על שאלה אחת לפחות מפרק זה (לכל שאלה – 16 נקודות).

שאלה 2

(4 נק') א. באיור א' לשאלה זו מתוארת תיבה א' המונחת על תיבה ב'.

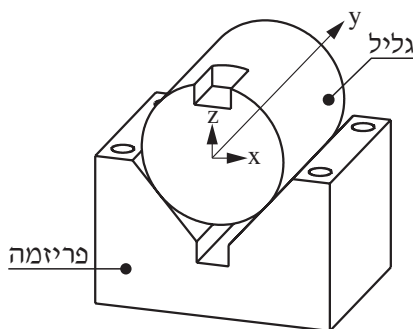


איור א' לשאלה 2

2 (נק') 1. מהן דרגות החופש שתיבה ב' שוללת מתיבה א'?

2 (נק') 2. נדרש מתיבה א' לבצע תנועה קווית לאורך ציר y בלבד. הצע פתרון הנדסי שיענה על הדרישה.

(4 נק') ב. באיור ב' לשאלה זו מתואר גליל הליל המונח על פריזמה (מנסרת תמיכה) רחבה.

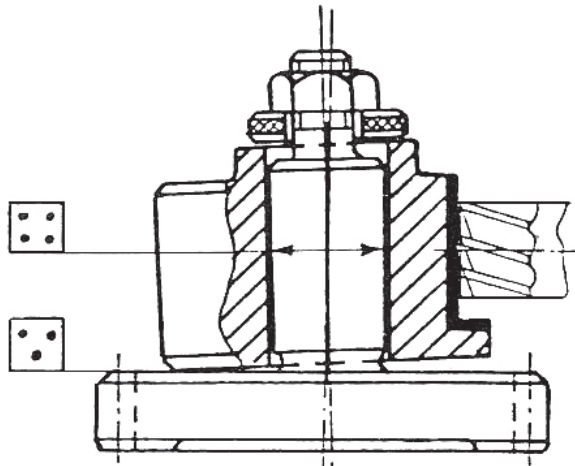


איור ב' לשאלה 2

2 (נק') 1. מהן ארבע דרגות החופש שהפריזמה שוללת מהגליל?

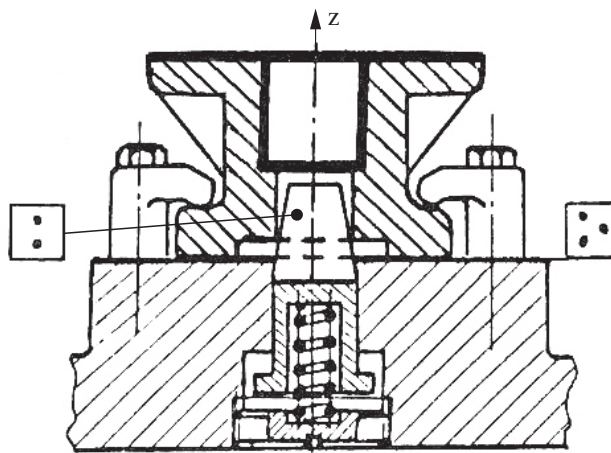
2 (נק') 2. הצע פתרון הנדסי לשלילת דרגות החופש שנתרו.

ג. (5 נק') באיור ג' לשאלה זו מתוארת דפינה לא נכונה של העוֹבֵד למתקן הכירסום, הגורמת למיקום-יתר של העוֹבֵד.



איור ג' לשאלה 2

2. (נק') 1. הסבר בקצרה מהו מיקום-יתר.
3. (נק') 2. הצע פתרון הנדסי לתיקון המצב המתואר באיור ג' לשאלה זו.
- ד. (3 נק') באיור ד' לשאלה זו מתואר עוֹבֵד ריבועי הדפון למתקן כירסום.



איור ד' לשאלה 2

העוֹבֵד מסתובב סביב ציר z תוך כדי הכירסום. הצע פתרון הנדסי לתיקון המצב (כך שהעוֹבֵד לא יסתובב).

שאלה 3

באיור לשאלה זו מתואר עיבוד, המהודק באמצעות אקסצנטר, ומוצגת רשימת החלקים שלו. יש להגדיל את הקדח שבמרכז העיבוד, מקוטר $\varnothing 16 \text{ mm}$ לקוטר $\varnothing 24 \text{ mm}$. הגדלת הקדח מתבצעת באמצעות מקדח בקוטר $\varnothing 24 \text{ mm}$ בעל **שתי** שיניים.

נתונים:

- קידמת המקדח: $f_z = 0.2 \frac{\text{mm}}{\text{rev}}$
- ההתנגדות הסגולית לשיבוב: $K_s = 3,000 \text{ MPa}$
- מקדם החיכוך בין כל החלקים: $\mu = 0.2$
- מקדם הבטיחות הנדרש: $S = 1.2$

(3 נק') א. חשב את כוח השיבוב, P_z .

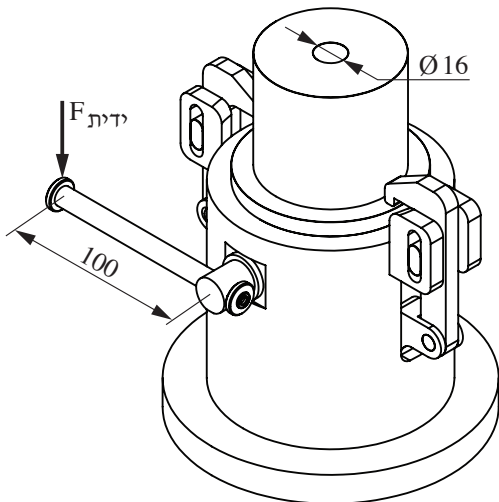
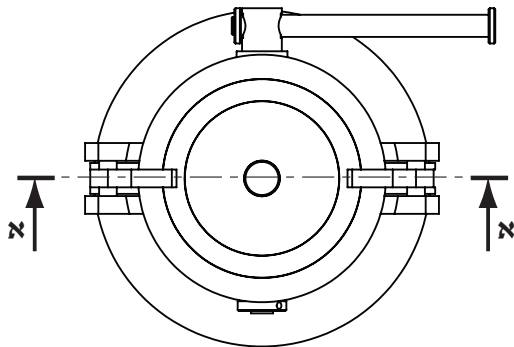
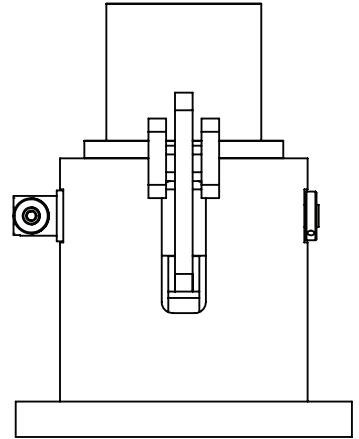
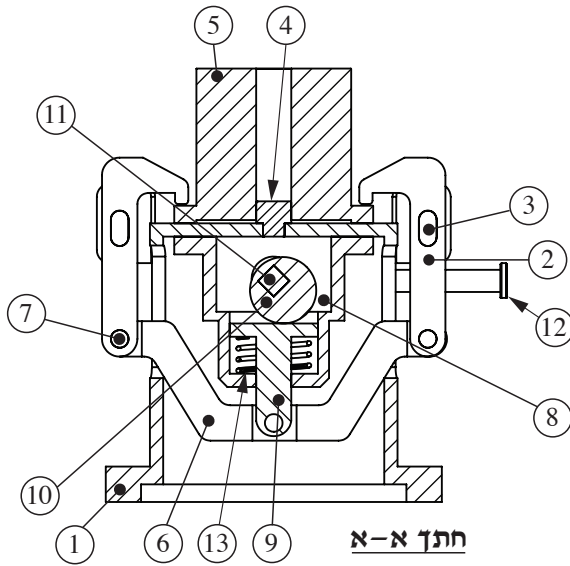
(5 נק') ב. רדיוס פעולת כוח החיכוך בין העיבוד לאקסצנטר הוא 40 mm . חשב את כוח ההידוק, Q , שהאקסצנטר נדרש להפעיל כדי שהעיבוד לא ישתחרר.

(4 נק') ג. נתונים:

- הכוח שמפעיל האקסצנטר: $F_{\text{אקסצנטר}} = 4,000 \text{ N}$
- זווית הסיבוב של האקסצנטר: $\alpha = 70^\circ$
- מידת האקסצנטריות: $e = 5 \text{ mm}$

חשב את הכוח $F_{\text{ידית}}$ שיש להפעיל על ידית הפעלת האקסצנטר.

(4 נק') ד. ציין **שני** יתרונות שיש להידוק באמצעות אקסצנטר על-פני הידוק באמצעות בוכנה הידראולית.



מספר חלק	שם החלק	כמות
1	גוף המתקן	1
2	זרוע הידוק	2
3	לוחית הובלה	2
4	פין מרכזי	1
5	עוגד	1
6	גשר הידוק	1
7	פין חיבור	2
8	מוביל דחפן	1
9	דחפן	1
10	אקסצנטר	1
11	ציר הפעלת האקסצנטר	1
12	ידית הפעלת האקסצנטר	1
13	קפיץ מנגנון ההידוק	1

שאלה 4

- א. (8 נק') יש לקדוח קדח אחד בקוטר $\varnothing 10 \text{ mm}$, בעיבוד עדין, בפלטה העשויה מפלדת SAE 1020. החוזק הסופי של הפלדה הוא $\sigma_B = 750 \text{ MPa}$. ההתנגדות הסגולית לקידוח היא: $K_s = 3,600 \text{ MPa}$. המקדח עשוי ממתק"ש, והוא בעל שתי שיניים. להלן נתוני השיבוב למקדחי מתק"ש:

		קידמה צירית - f_z			
חומר העובד	מהירות V_c	$\varnothing 3-5$	$\varnothing 5-8$	$\varnothing 8-11$	$\varnothing 11-14$
פלדות שעבורן $700 < \sigma_B < 1,000$	70–100	0.06–0.10	0.08–0.15	0.12–0.20	0.16–0.25
פלדות שעבורן $\sigma_B > 1,000$	60–90	0.04–0.08	0.06–0.10	0.10–0.15	0.12–0.16
פלדות מטופלות, $40 < \text{HRc} < 45$	35–50	0.02–0.04	0.03–0.07	0.05–0.08	0.06–0.09
פלדות מנגן	25–40	0.02–0.04	0.03–0.07	0.05–0.08	0.06–0.09

$f_z \left[\frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right]$ – קידמה צירית

$V_c \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$ – מהירות חיתוך

- 3 נק' 1. חשב את הכוח המשיקי, P_z , המופעל על-ידי המקדח בעת הקידוח.
- 3 נק' 2. חשב את מומנט הסיבוב של המקדח.
- 3 נק' 3. נתון: נצילות המכונה היא $\eta = 0.75$. חשב את ההספק הנדרש ממכונת הקידוח לקידוח של קדח אחד.
- 3 נק' ב. בסעיף זה – קודחים קדחים שקוטרם $\varnothing 5 \text{ mm}$, בפלטה העשויה מפלדת SAE 1020, בקצב של 60 קדחים לדקה, באמצעות מקדחת שולחן חד-כושית. הסבר מדוע יש להשתמש במקדח העשוי ממתק"ש ולא במקדח העשוי מ-H.S.S.
- 3 נק' ג. בסעיף זה – קודחים בייצור סדרתי 10,000 לוחיות. בכל אחת מהן ארבעה קדחים בשורה בקוטר $\varnothing 10 \text{ mm}$, כך שהמרחק בין כל שני קדחים סמוכים הוא 20 cm . בכל לוחית קודחים את ארבעת הקדחים בו-זמנית. באיזו מכונת קידוח יש להשתמש: רבת-כושים או רבת-ראשים? נמק את תשובתך.
- 2 נק' ד. מכונת קידוח א' היא מקדחת שולחן חד-כושית שההספק שלה N_A . מכונת קידוח ב' היא מכונת קידוח בעלת ארבע כושים שההספק שלה N_B . בשני המקרים מהירות הסיבוב ומומנט הקידוח של כל מקדח זהים, העובד זהה, וקוטר כל חמשת הקדחים זהה. הנח שהנצילות של כל אחת משתי מכונות הקידוח קטנה מ-100%. מה ניתן לומר על יחס ההספקים בין שתי המכונות? העתק למחברתך את התשובה הנכונה:

$$N_A > N_B \quad 1. \quad N_A = N_B \quad 2.$$

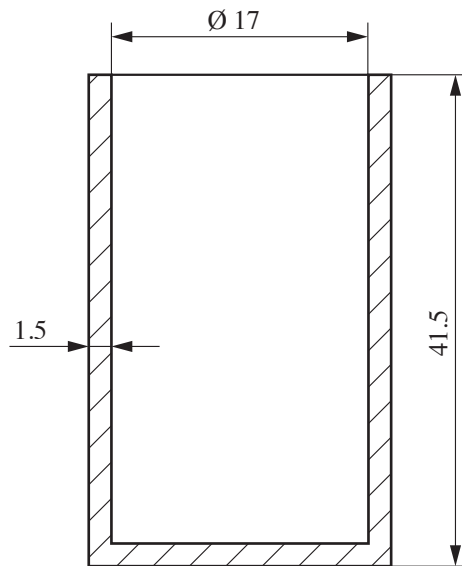
$$N_A < N_B < 4 \cdot N_A \quad 3. \quad 4 \cdot N_A < N_B \quad 4.$$

פרק שלישי: עיבוד בלתי-שבבי

ענה על שאלה אחת לפחות מפרק זה (לכל שאלה – 16 נקודות).

שאלה 5

באיור לשאלה זו מתואר חלק. יש לייצר במתיחה עמוקה 10,000 חלקים כאלה, מפח שעוביו 1.5 mm, על-פי המידות שבאיור. הנח שמקדם המתיחה, α , הוא 1.

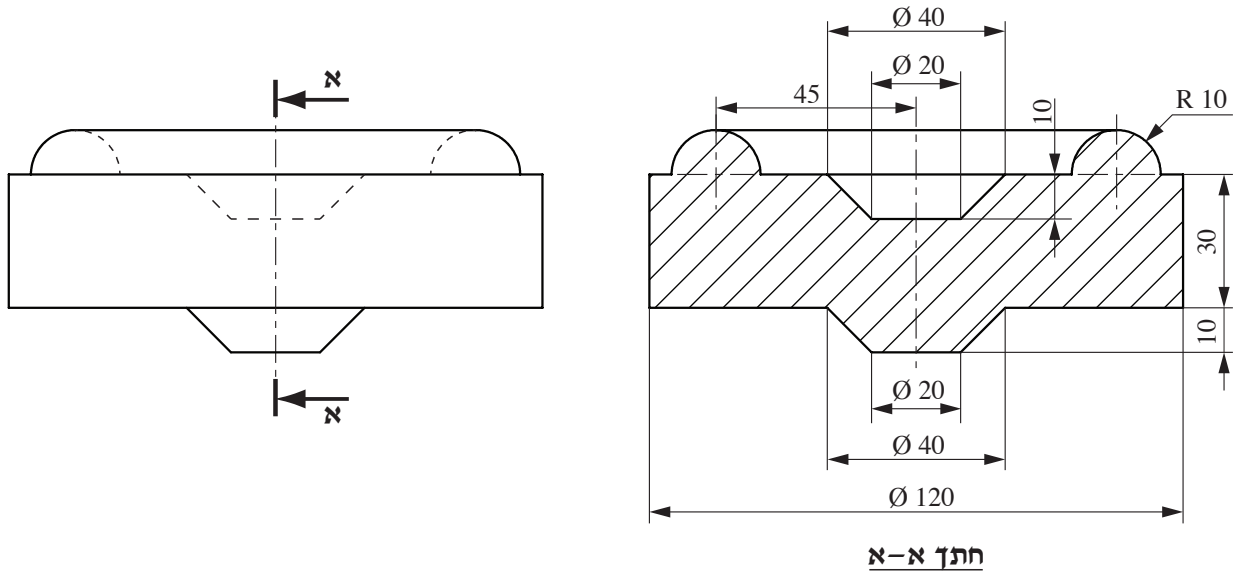


איור לשאלה 5

- א. (4 נק') חשב את קוטר המוצא, D , של דיסקת הפח ההתחלתית. הזנח תוספת גובה במתיחה לצורכי יישור וגזירה.
- ב. (3 נק') בדוק באמצעות חישוב אם יש צורך בהצמדה של הפח בעת המתיחה.
- ג. (3 נק') חשב את מספר פעולות המתיחה הדרושות לייצור החלק אם נתונים מקדמי המתיחה: $m_1 = 0.55$, $m_n = 0.75$.
- ד. (3 נק') חשב את הכוח הדרוש לפעולת המתיחה הראשונה, אם נתון שהחוזק הגבולי למשיכה בחומר הפח הוא $\sigma_B = 200 \text{ MPa}$.
- ה. (3 נק') לרשותך דיסקת פח בעובי 3 mm. האם ניתן לייצר במתיחה עמוקה את החלק לפי המידות הנתונות באיור? אם כן – תאר בקצרה את הפעולות שיש לבצע לשם כך. אם לא – נמק מדוע.

שאלה 6

באיור לשאלה זו מתואר חלק שיש לייצרו בתהליך חישול בטבעים סגורים, בכמות של 10,000 יחידות. החלק מיוצר מפלדה SAE 4140.



איור לשאלה 6

- א. (6 נק') שרטט במחברתך את החלק המתקבל לאחר פעולת החישול, כולל עודף החומר לאחר החישול, וכתוב את כל המידות המגדירות את החלק. בקביעת המידות של החלק יש להתחשב בתוספת חומר של 1.5 mm לכל צד, לצורך ביצוע העיבוד השבבי. הדגש בסרטוטך את השיפועים המתקבלים לאחר החישול.
- ב. (4 נק') חשב את הנפח של חומר הגלם הדרוש לחישול של חלק אחד. כלול בחישובך תוספת של 10% לנפח חומר הגלם שיש להוסיף בגלל שיפועים, עודפי חומר והתחמצנות.
- ג. (6 נק') בהנחה שהחישול מתבצע בפעולה אחת:
1. (4 נק') סרטט במחברתך את מערכת הטבעים הדרושה לחישול החלק. הראה בסרטוטך את חומר הגלם שמונח בין הטבעים (לפני תחילת החישול).
 2. (2 נק') האם יש לבצע את החישול בחום או בקור? נמק את תשובתך.

שאלה 7

- (3 נק')** א. הסבר את המושג "חוזק סגולי" בהקשר של חומרים מרוכבים.
- (4 נק')** ב. בשנים האחרונות חלק מיצרני המטוסים מייצרים את מעטפת המטוס מחומרים מרוכבים במקום מסגסוגות אלומיניום.
- (3 נק') 1. ציין **שלושה** יתרונות שיש לחומרים מרוכבים על-פני סגסוגות אלומיניום עבור מעטפת המטוס.
- (1 נק') 2. ציין יתרון **אחד** שיש לסגסוגות אלומיניום על-פני חומרים מרוכבים עבור מעטפת המטוס.
- (5 נק')** ג. הסיבים בחומר מרוכב כלשהו פונים בכיוון ה**ניצב** לפעולת כוח מתיחה. האם החוזק בכיוון זה **יגדל/יקטן/לא ישתנה**? נמק את תשובתך.
- (4 נק')** ד. לפניך שני חומרים מרוכבים:
- חומר א' – מכיל אלומיניום אבקתי כחומר-אם; 20% מנפח החומר – סיבי טונגסטן.
- חומר ב' – מכיל אלומיניום אבקתי כחומר-אם; 40% מנפח החומר – סיבי טונגסטן.
- (2 נק') 1. באיזה מבין שני החומרים יש להשתמש בסביבה של יותר מ- $1,000^{\circ}\text{C}$?
- (2 נק') 2. איזה מבין שני החומרים פריך יותר?

פרק רביעי: חשמל, אלקטרוניקה ובקרה

ענה על שאלה אחת לפחות מפרק זה (לכל שאלה – 16 נקודות).

שאלה 8

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

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

6 נק') א. כתוב במחברתך את הביטוי המפושט ביותר של הפונקצייה F , על-פי מפת קרנו הנתונה.

5 נק') ב. ממש את הפונקצייה F המפושטת באמצעות שערים לוגיים.

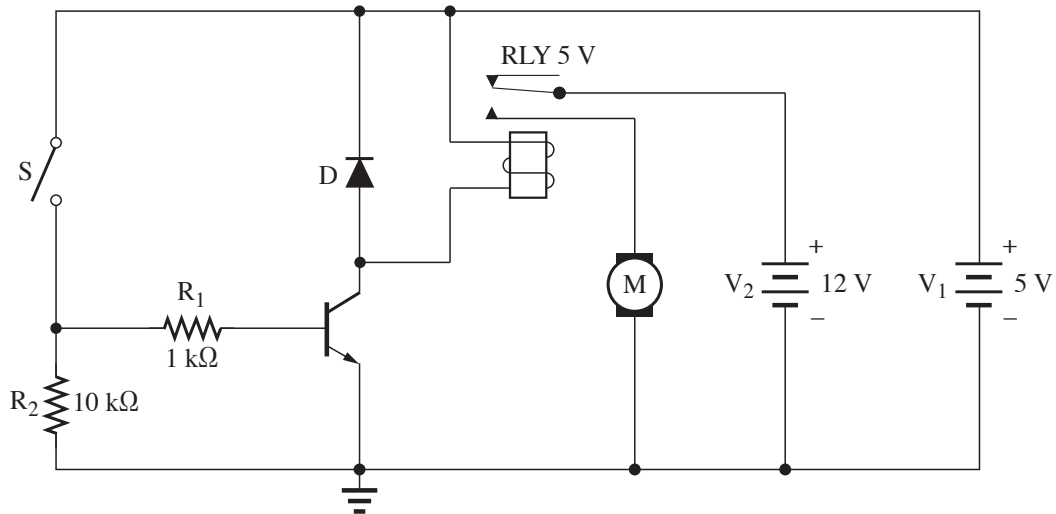
5 נק') ג. משנים במפת קרנו הנתונה את הערך של תא 12 מ-1 ל-0.

2 נק') 1. סרטט את מפת קרנו החדשה שמתקבלת.

3 נק') 2. כתוב את הביטוי של הפונקצייה החדשה שמתקבלת.

שאלה 9

באיור לשאלה זו נתון מעגל חשמלי להפעלת מנוע M על-ידי מפסק S.



איור לשאלה 9

סוגרים את המפסק S.

א. (6 נק') חשב את הזרם העובר דרך הנגד R_2 כאשר המפסק S סגור.

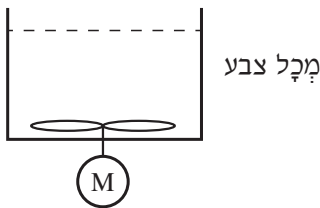
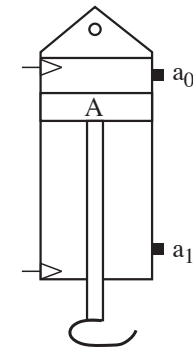
ב. (5 נק') מהו תפקידו של הממסר במעגל זה?

ג. (5 נק') מהו תפקידה של הדיודה D במעגל זה?

שאלה 10

באיור לשאלה זו מתוארת מערכת לצביעה אוטומטית-למחצה.

רכיבי המערכת:



איור לשאלה 9

- מכל צבע
- בוכנה A בעלת שני חיישני גבול מגנטיים (N.O.), a_0 ו- a_1
- שסתום הפעלה 5/2 חשמל-חשמל, המבקר את פעולת הבוכנה
- לחצן הפעלה S_1 - on (N.O.)
- לחצן עצירת חירום S_2 - off (N.O.)
- מנוע M להפעלת המערבל לערבוב הצבע

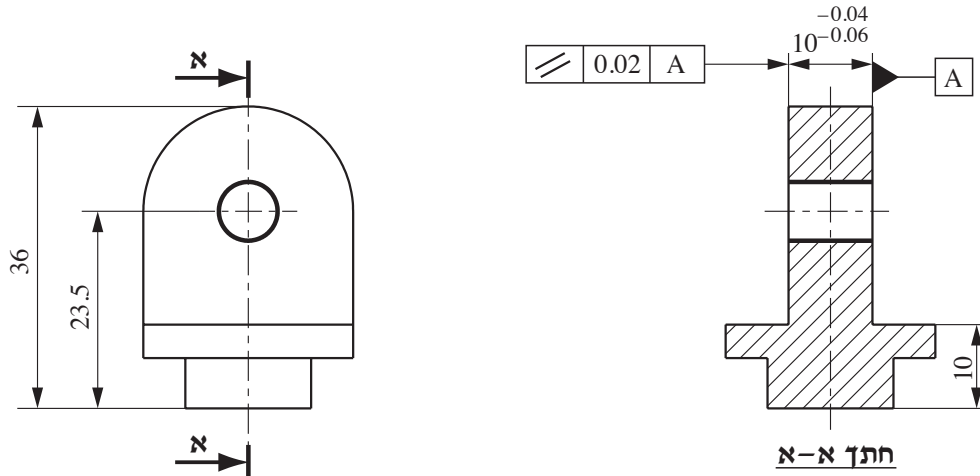
תיאור פעולת המערכת:

- שלב 1: תולים חלק לצביעה על וו התלייה ולוחצים על לחצן ההפעלה S_1 .
 - שלב 2: בוכנה A דוחפת את החלק וטובלת אותו במכל הצבע למשך 2 שניות. במקביל מופעל גם מנוע המערבל M. הפעלת לחצן העצירה S_2 גורמת לעצירה של פעולת המערכת באופן מיידי.
 - שלב 3: לאחר 2 שניות, הבוכנה A מוציאה את החלק ממכל הצבע. החלק מושהה למשך 2 שניות נוספות מעל המכל.
 - שלב 4: לאחר ההשהיה החלק חוזר לנקודת ההתחלה.
- התהליך חוזר על עצמו שלוש פעמים. לאחר שלושה מחזורים, מנוע המערבל M מפסיק לעבוד והמערכת נעצרת.

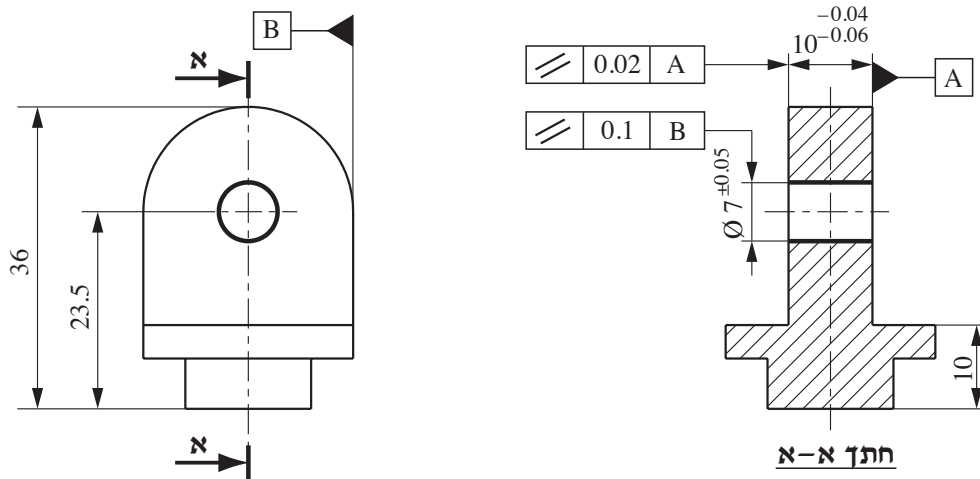
- 5 נק' א. סרטט את מחזור פעולת הבוכנה (דיאגרמת חיצים) המתאר את פעולת המערכת.
- 4 נק' ב. בחר בקר המתאים למערכת, וכתוב את שמו ואת מספרי הייחוס של כתובות הכניסה ושל כתובות היציאה המתאימים לו.
- 7 נק' ג. סרטט דיאגרמת סולם שתבקר את פעולת המערכת במשך מחזור אחד (שלב 1 עד 4), או כתוב תוכנית בכל שפת תכנות שלמדת לבקרת פעולת המערכת במשך מחזור אחד.

בהצלחה!

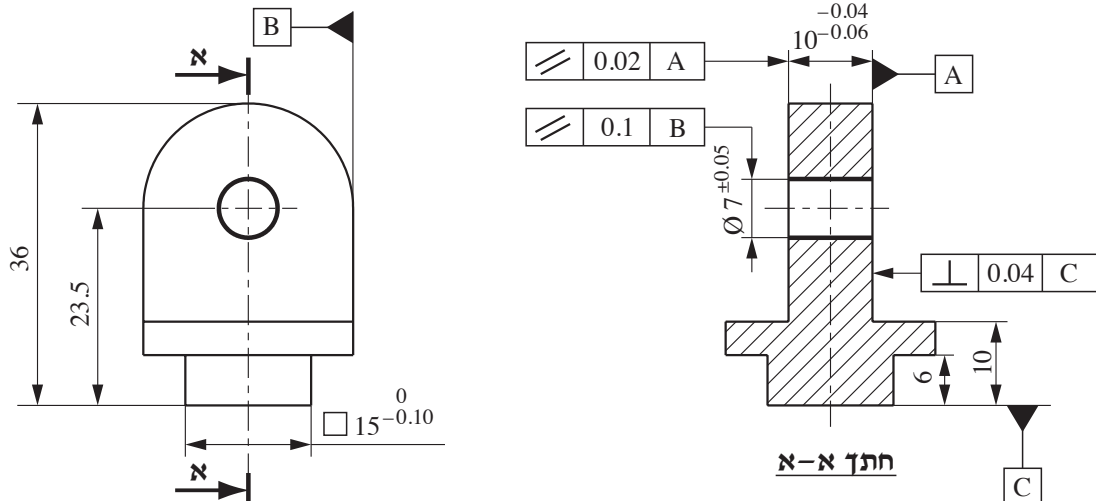
סרטוט א'1



סרטוט א'2



סרטוט א'3



נספח ב': מילון מונחים (2 עמודים)

לשאלון 710913, אביב תש"ף

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 المَدْلِفِن / 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 الدَّفْنَة / الدَّرْفَلَة	מְעַרְפֶּלֶת
roller	Прокатный валок	مَدْلِفِن / مَدْرِفِل	מערוך
coefficient of friction	Коэффициент трения	مُعَامِل الاحتكاك	מקדם חיכוך
deep stretch	Глубокая вытяжка	اتِّسَاع بالمط	מתיחה עמוקה

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
device	Приспособление	جهاز	מתקן
tightening mark	Знак зажима	علامة الشدّ	סימן הידוק
fixation mark	Знак установки	علامة التثبيت	סימן קיבוע
rolling	Прокатка	دَلْفَنَة؛ 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