

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 הפרקים. 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 הנוספות.
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. בתשובה לשאלה חישובית, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
5. לנוחותך, לשאלון זה מצורף מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.

הוראות למשגיח:

בתום הבחינה, יש לצרף אל מחברת הבחינה את נספח א'.

בשאלון זה 16 עמודים ו-4 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, בכל סדרה 500 יחידות. בתשובתיך לשאלות שלהלן התייחס לעיבוד החריץ המסומן באיור בקו עבה. עיבוד זה הוא השלב האחרון בעיבוד החלק.

א. בנספח א' לשאלה זו נתונים שלושה סרטטים של החלק: א'1, א'2 וא'3.

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

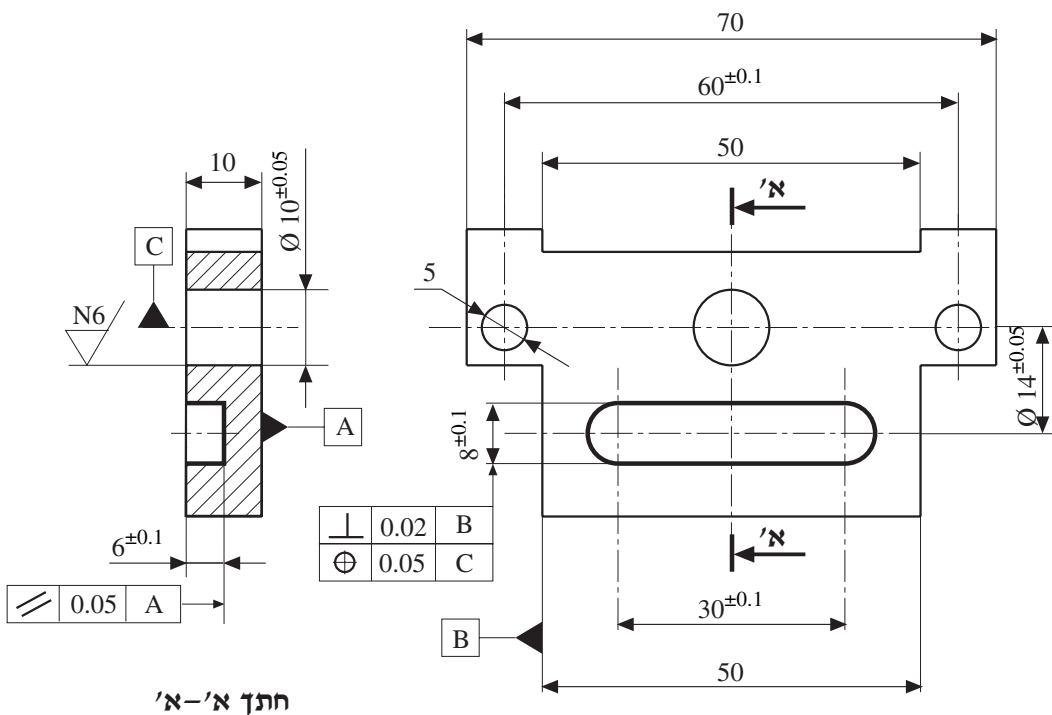
2. סמן בסרטוט א'2, בשני ההיטלים, בעזרת סימני **קיבוע**, כיצד תקבע את החלק כדי שיעמוד בדרישות של סבולת המידה ושל הסבולת הגיאומטרית המצוינות בסרטוט.

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

ב. תכנן מתקן לעיבוד החריץ, וסרטט אותו במחברתך. התבסס בתכנוןך על תשובתיך לסעיף א'.

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

סבולת כללית ± 0.15



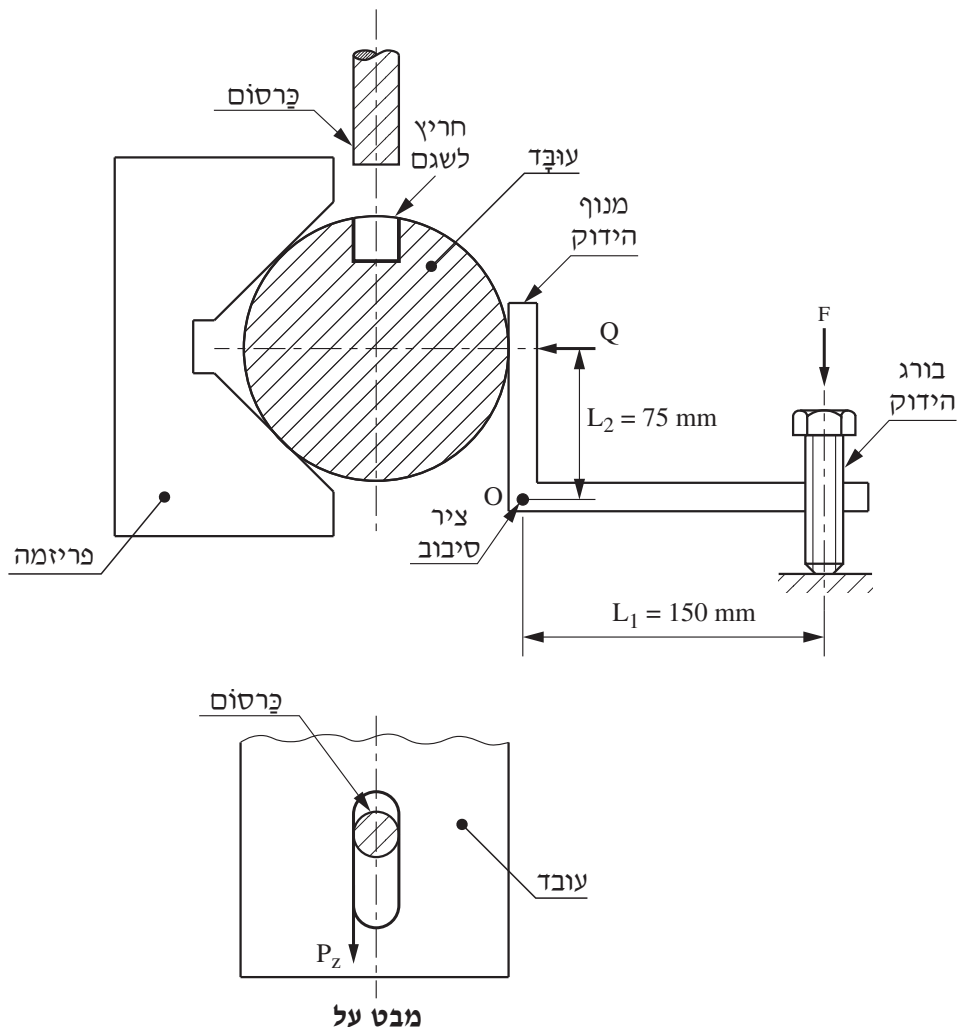
איור לשאלה 1

פרק שני: תכנון של תהליכי עיבוד שבבי ושל מתקני ייצור

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

שאלה 2

באיור לשאלה זו מתואר עוגד עגול המקובע בפריזמה ומהודק באמצעות מנוף הידוק. העובד עשוי מפלדה SAE 1040 בעלת קשיות של 200 HB. החרץ לשגם מעובד באמצעות פֶּרְסוֹם אצבע בקוטר 8 מ"מ, העשוי מתק"ש. לכרסום יש 3 שיניים.



איור לשאלה 2

נתוני העיבוד:

- הקידמה לשן: $f_z = 0.05 \frac{\text{mm}}{\text{tooth}}$
- ההתנגדות הסגולית של החומר לשיבוב: $k_s = 9,700 \text{ MPa}$
- מקדם החיכוך בין העובד למתקן: $\mu = 0.2$
- ההיגש: $a = 4 \text{ mm}$
- מקדם הבטיחות: $S = 1.3$

- א.** חשב את כוח החיתוך, P_z , שהכרסוס מפעיל על העובד.
- ב.** חשב את כוח ההידוק המזערי (המינימלי), F , הדרוש לסגירת בורג ההידוק לצורך הידוק העובד.
- ג.** בהנחה שאי אפשר להזיז את ציר הסיבוב של המנוף, O , הצע שינוי במנוף שיאפשר את הקטנת כוח ההידוק, F_m .

שאלה 3

באיור לשאלה זו מתואר מתקן הידוק ובו מנגנון הידוק אל-מרכזי (אקסצנטרי). המנגנון כולל מהדק מתנדנד המסתובב סביב הציר O. המהדק דופן עובד לצורך קידוח קדח בקוטר 16 mm בעובד. הקידוח מתבצע דרך תותב באמצעות מקדח העשוי מפלדה מהירה (H.S.S). בקצה הידית של המתקן מותקנת בוכנה המפעילה כוח F על הידית, כמתואר באיור.

א. חשב את כוח ההידוק, Q, שצריך להפעיל בתחתית האקסצנטר, כדי שערכו של הכוח F' , הפועל על העובד, יהיה 9,000 N. הזנח את כוח הקפיץ הפועל כנגד הכוח Q.

ב. נתונים:

- קשיחות מנגנון ההידוק: $K = 10,000 \frac{N}{mm}$

- זווית הסיבוב של האקסצנטר: $\alpha = 58^\circ$

- המרווח להכנסת העובד באופן חופשי: $S_1 = 0.6 \text{ mm}$

- סבולת המידה של העובד: $\Delta = 0.3 \text{ mm}$

חשב את מידת האקסצנטריות, e.

ג. נתונים:

- מודול האלסטיות של חומר האקסצנטר: $E = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$

- המאמץ המותר למגע בין משטחי ההידוק: $[\sigma] = 900 \text{ MPa}$

- רדיוס האקסצנטר גדול פי 4 ממידת האקסצנטריות שחישבת בתשובתך לסעיף ב'.

חשב את רוחב האקסצנטר, b.

ד. נתון:

- מקדם החיכוך של הבוכנה: $\mu = 0.4$.

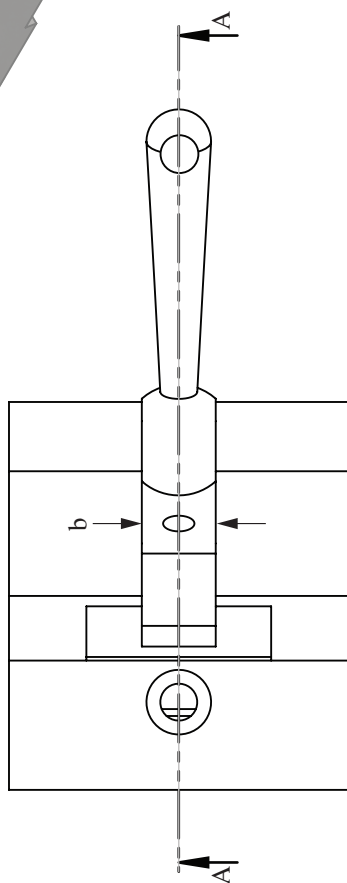
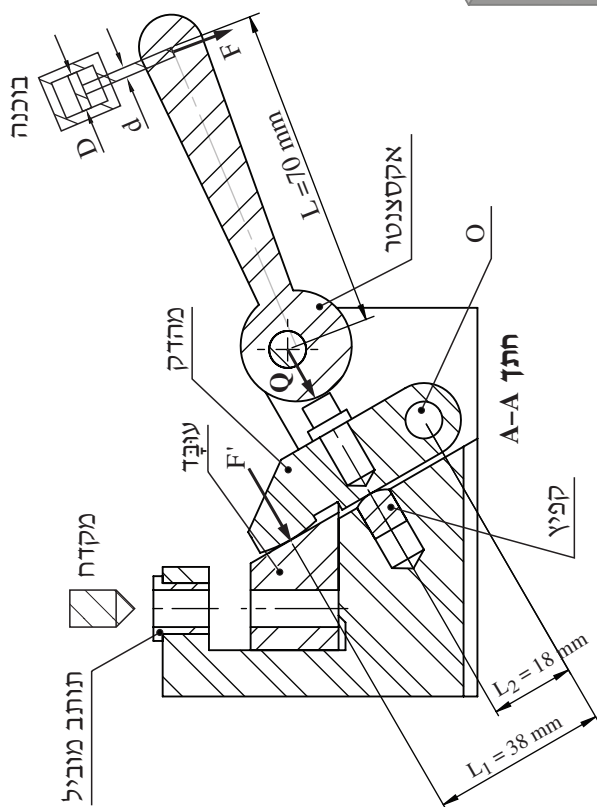
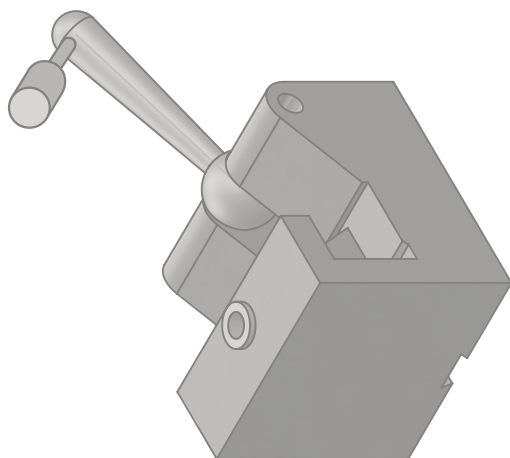
חשב את הכוח F שמפעילה הבוכנה בקצה של ידית האקסצנטר.

ה. נתונים:

- הלחץ הפועל על הבוכנה: $P = 1.5 \text{ MPa}$

- היחס בין הקטרים: $a = \frac{d}{D} = 0.8$

חשב את הקטרים של הבוכנה - d ו-D.



איור לשאלה 3

שאלה 4

באיור לשאלה זו מתואר קביע המהודק באמצעות קפיץ, ונתונה רשימת החלקים שלו. הקביע משמש לדפינת עובד בעת קידוח קדח בקוטר 6 mm במשטח העליון של העובד (חלק ⑥).

נתוני העיבוד:

– קידמת הקידוח: $f = 0.1 \frac{\text{mm}}{\text{rev}}$

– ההתנגדות הסגולית לשיבוב: $k_s = 1,000 \text{ MPa}$

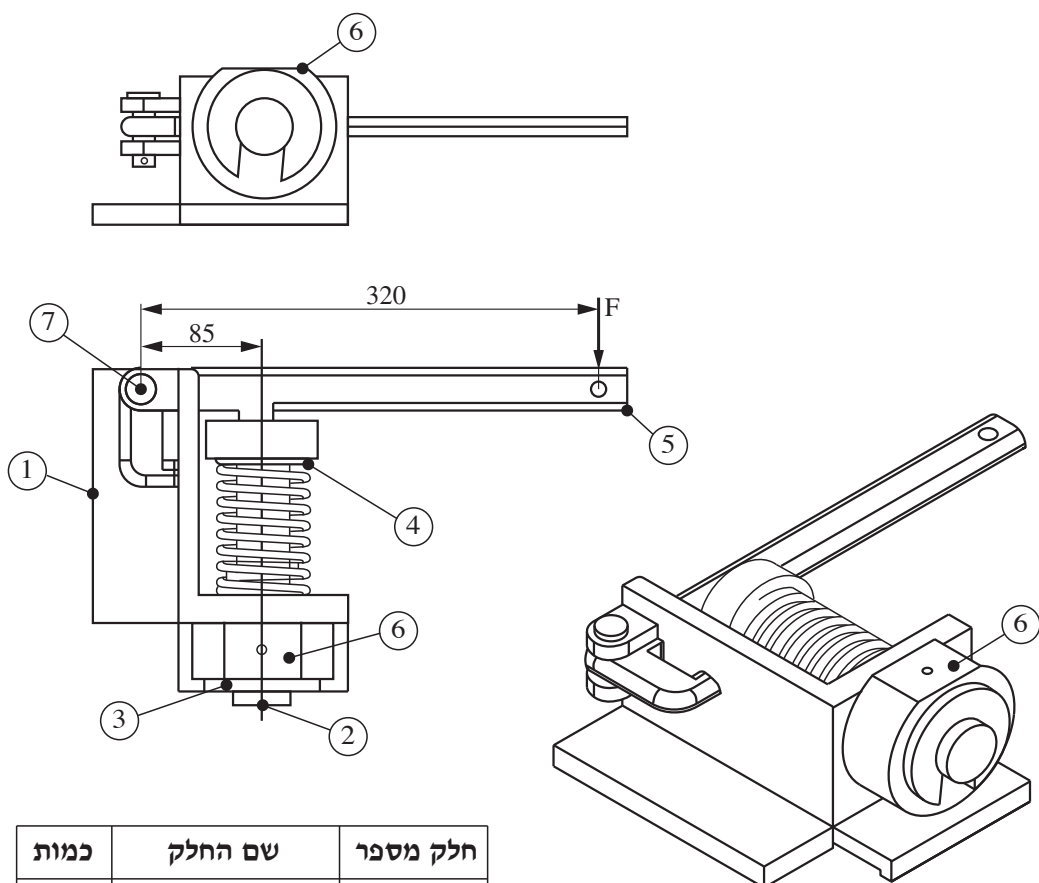
– מקדם החיכוך בין החלקים ① ו-③: $\mu = 0.2$

– מקדם הבטיחות הנדרש: $S = 1.2$

א. חשב את כוח השיבוב, P_z .

ב. חשב את כוח ההידוק הנדרש על-ידי הקפיץ כדי שהעובד לא ישתחרר.

ג. בהנחה שכוח ההידוק הנדרש על-ידי הקפיץ הוא 640 N, חשב את הכוח F שיש להפעיל על ידית השחרור.



חלק מספר	שם החלק	כמות
1	בסיס	1
2	מוט היגוי	1
3	מזלג הידוק	1
4	קפיץ הידוק	1
5	זרוע שחרור הידוק	1
6	עובד	1
7	ציר	1

איור לשאלה 4

פרק שלישי: עיבוד בלתי-שבבי

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

שאלה 5

א. לפניך מספר שיטות ליציקת חומרים:

יציקה צנטריפוגלית ; יציקה בהזרקה ; יציקת חול ; יציקת קליפה ; יציקת שעווה נעלמת.

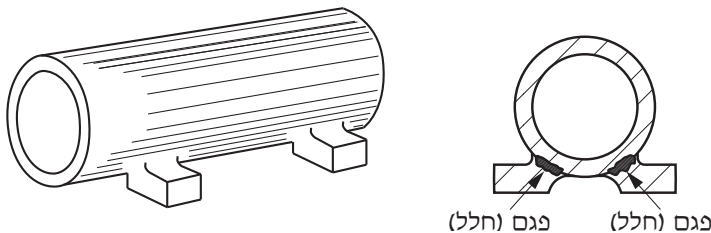
באילו משיטות היציקה האלה נעשה שימוש בדפוס קבוע?

ב. האם היחס V/A של התבנית של $(V - \text{נפח}, A - \text{שטח הפנים})$ צריך להיות גדול, קטן או שווה ליחס V/A של היציקה? נמק את תשובתך.

ג. באיור לשאלה זו מוצג צינור בעל ארבע תושבות אשר יוצר ביציקה. בבדיקה שנערכה לאחר היציקה התברר שיש פגמים (חללים) באזור שבין התושבות לצינור.

1. הסבר מהו הגורם להיווצרות פגמים אלו.

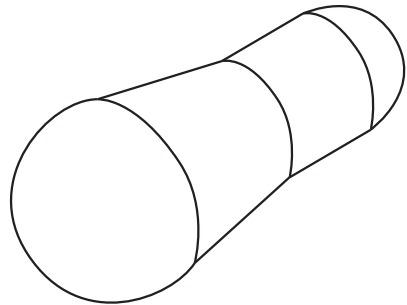
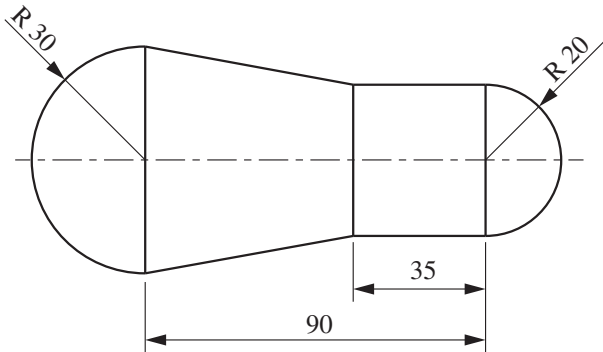
2. הצג פתרון גיאומטרי למניעת פגמים אלו.



איור לשאלה 5

שאלה 6

באיור לשאלה זו מתואר חלק שיש לייצרו באמצעות מכש חיטול מפלדה SAE 1010 . החיטול ייעשה בטמפרטורה של 800°C , בטבעים פתוחים, בכמות של 8,000 יחידות.



איור לשאלה 6

א. חומר הגלם הוא מוט בעל חתך עגול שקוטרו 40 mm . חשב את אורכו של חומר הגלם הדרוש לייצור החלק. היעזר בנוסחאות האלה:

נפח כדור:

$$V = \frac{4\pi R^3}{3}$$

נפח חרוט (קונוס) קטום:

$$V = \frac{\pi h}{3} (r^2 + rR + R^2)$$

ב. נתונים:

– מאמץ הכניעה של פלדה SAE 1010 בטמפרטורה של 800°C : $\sigma_y = 70 \text{ MPa}$

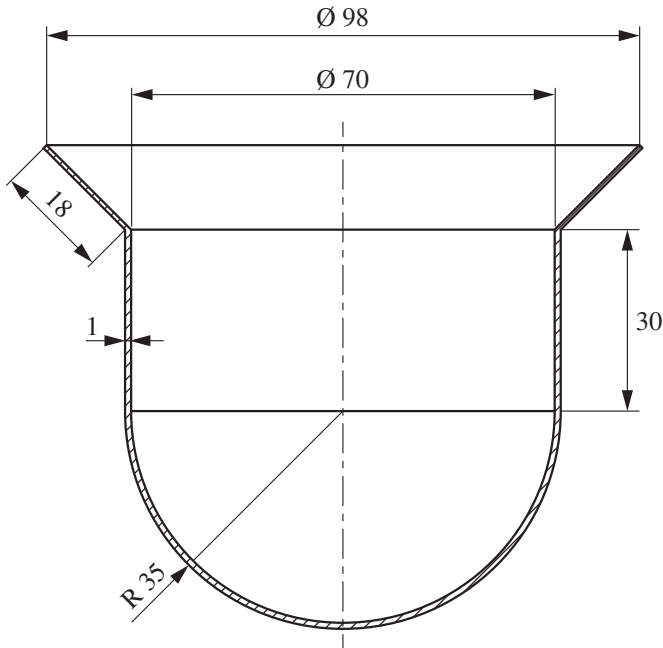
– מקדם הגברת הכוח של המכש: $k = 1.5$

חשב את הכוח שיש להפעיל על חומר הגלם באמצעות המכש.

ג. הצג תרשים של מערכת הטבעים הדרושה לייצור החלק.

שאלה 7

באיור לשאלה זו מתוארת כוסית. יש לייצר במתיחה עמוקה 10,000 כוסיות מפח שעוביו 1 mm, על-פי המידות שבאיור. הנח שמקדם המתיחה, α , שווה 1.



איור לשאלה 7

א. חשב את קוטר המוצא, D , של דיסקת הפח ההתחלתית. היעזר בנספח ב' לשאלה.

ב. בדוק באמצעות חישוב אם יש צורך בהצמדה של הפח בעת המתיחה.

ג. חשב את מספר פעולות המתיחה הדרושות לייצור הכוסית, אם נתון:

$$m_1 = 0.55 \quad \text{מקדמי מתיחה:}$$

$$m_n = 0.78$$

$$d_n = 70 \text{ mm} \quad \text{קוטר פנימי סופי של הכוסית:}$$

ד. חשב את הכוח הדרוש לפעולת המתיחה הראשונה, אם נתון שהחוזק הגבולי למשיכה בחומר הפח הוא: $\sigma_n = 240 \text{ MPa}$.

פרק רביעי: חשמל, אלקטרוניקה ובקרה

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

שאלה 8

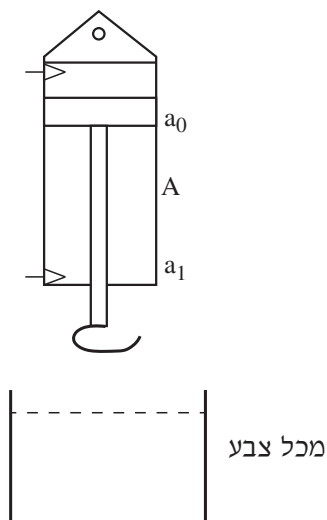
נתונה מפת קרנו של הפונקצייה $F(A, B, C, D)$.

AB \ CD	00	01	11	10
00	1 0	0 4	0 12	0 8
01	1 1	0 5	0 13	0 9
11	1 3	0 7	0 15	0 11
10	1 2	ϕ 6	1 14	1 10

- א.** רשום במחברתך את הביטוי המפושט ביותר של הפונקצייה F , על-פי מפת קרנו הנתונה.
- ב.** ממש את הפונקצייה F המפושטת באמצעות שערים לוגיים.
- ג.** משנים במפת קרנו הנתונה את הערך של תא 6 מ- ϕ ל-1. רשום את הביטוי של הפונקצייה לאחר השינוי.

שאלה 9

באיור לשאלה זו מתוארת מערכת לצביעה אוטומטית למחצה.



איור לשאלה 9

רכיבי המערכת:

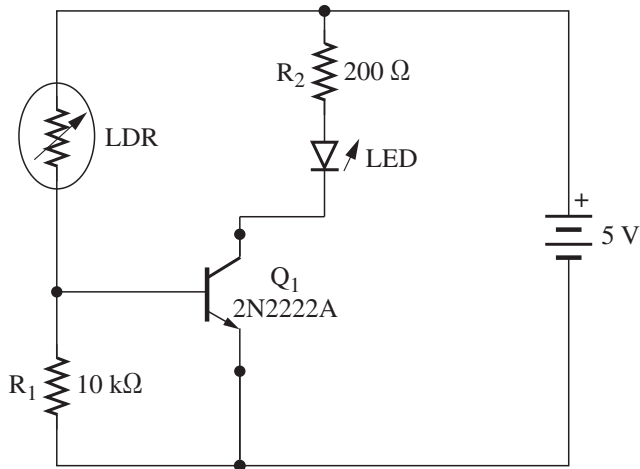
- מִכָּל צֶבֶע
- בוכנה בעלת שני חיישני גבול מגנטיים (N.O.)
- שסתום הפעלה 5/2 חשמל-חשמל, המבקר את פעולת הבוכנה
- לחצן הפעלה S_1 - on (N.O.)
- לחצן עצירת חירום S_2 - off (N.O.)

תיאור פעולת המערכת:

- תולים חלק לצביעה על וו התלייה ולוחצים על לחצן הפעלה S_1 .
 - בוכנה A דוחפת את החלק וטובלת אותו במכל הצבע למשך 3 שניות.
 - לאחר 3 שניות, החלק יוצא ממכל הצבע ומושהה למשך 2 שניות מעל המכל.
 - לאחר ההשהיה החלק חוזר לנקודת ההתחלה.
 - התהליך חוזר על עצמו שלוש פעמים. לאחר שלושה מחזורים החלק מושהה למשך 10 שניות, ולאחר ההשהיה המערכת נעצרת.
 - הפעלת לחצן העצירה S_2 גורמת לעצירה של פעולת המערכת באופן מיידי.
- א.** רשום את מחזור הפעולות (דיאגרמת חיצים) המתאר את פעולת המערכת.
- ב.** בחר בקר המתאים למערכת, וכתוב את שמו ואת מספרי הייחוס של כתובות הכניסה ושל כתובות היציאה המתאימים לו.
- ג.** סרטט דיאגרמת סולם שתבקר את פעולת המערכת, או כתוב תוכנית לבקרה של פעולת המערכת בכל שפת תכנות שלמדת.

שאלה 10

באיור לשאלה זו נתון מעגל חשמלי להפעלת LED על-ידי חיישן LDR. במצב המתואר באיור הטרנזיסטור אינו בתחום הפעיל.

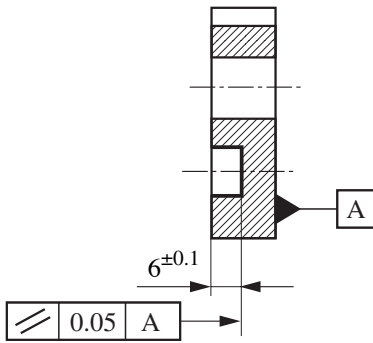
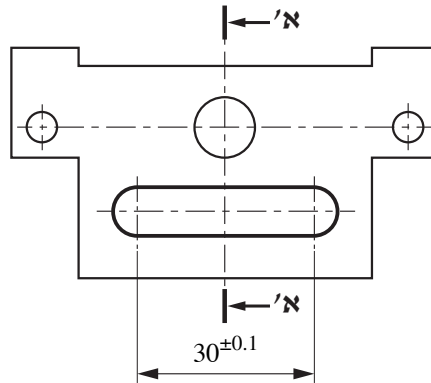
**איור לשאלה 10**

- התנגדותו של החיישן LDR באור: $R_{LDR} = 500 \Omega$
- התנגדותו של החיישן LDR בחושך: $R_{LDR} = 500 k\Omega$
- $I_B = 0A$
- א. חשב את המתח על החיישן LDR ואת הזרם העובר דרכו באור.
- ב. חשב את המתח על החיישן LDR ואת הזרם העובר דרכו בחושך.
- ג. האם ה-LED פועל באור או בחושך? נמק את תשובתך באמצעות חישוב.

בהצלחה!

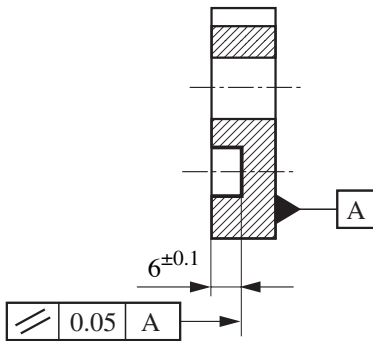
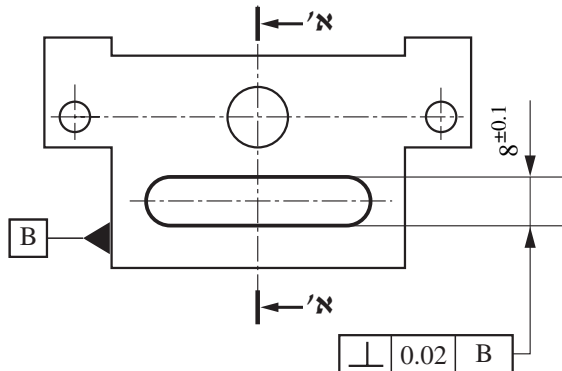
זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך.

סרטוט א'1



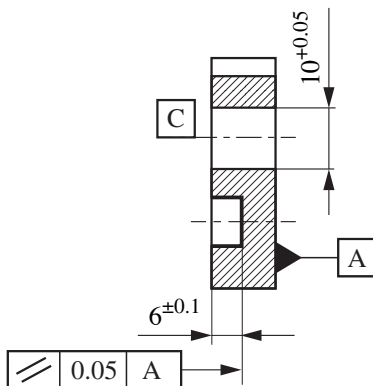
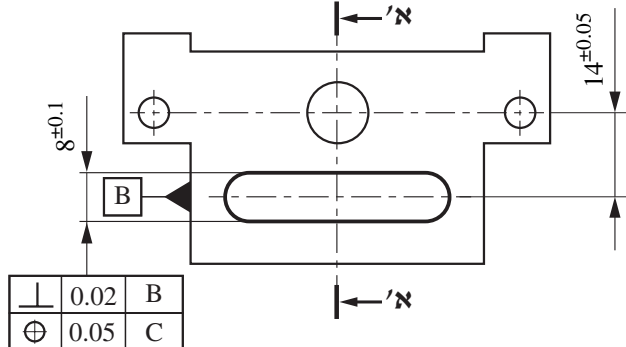
חתך א'-א'

סרטוט א'2



חתך א'-א'

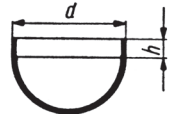
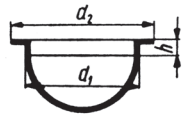
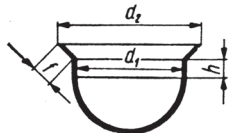
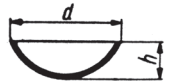
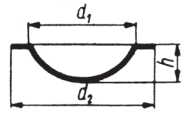
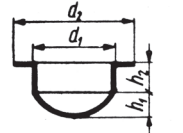
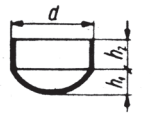
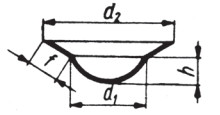
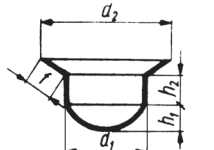
סרטוט א'3



חתך א'-א'

נספח ב' לשאלה 7:
לשאלון 710913, אביב תשע"ח

נוסחאות לחישוב הקוטר (D) של דיסקת חומר גלם לגופים סיבוביים המיוצרים במתיחה

מספר סידורי	תרשים החתך של הגוף	הנוסחה לחישוב הקוטר D
1		$1,414 \cdot \sqrt{d^2 + 2d \cdot h}$
2		$\sqrt{d_1^2 + d_2^2 + 4 \cdot d_1 \cdot h}$
3		$1,414 \cdot \sqrt{d_1^2 + 2 \cdot d_1 \cdot h + f \cdot (d_1 + d_2)}$
4		$\sqrt{d^2 + 4 \cdot h^2}$
5		$\sqrt{d_2^2 + 4 \cdot h^2}$
6		$\sqrt{d_2^2 + 4 \cdot (h_1^2 + d_1 \cdot h_2)}$
7		$\sqrt{d^2 + 4 \cdot (h_1^2 + dh_2)}$
8		$\sqrt{d_1^2 + 4h^2 + 2f \cdot (d_1 + d_2)}$
9		$\sqrt{d_1^2 + 4 \left[h_1^2 + d_1 h_2 + \frac{f}{2} (d_1 + d_2) \right]}$

נספח ג': מילון מונחים (2 עמודים)

לשאלון 710913, אביב תשע"ח

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

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
rolling machine	Гибочная машина	מאכנת الدَّلْفَنَة / الدَّرْفَلَة	מְעַרְגֶּלֶת
roller	Прокатный валок	מְדַלְפֵן / מְדַרְפֵל	מערוך
coefficient of friction	Коэффициент трения	מְעַמֵל الاحتكاك	מקדם חיכוך
deep stretch	Глубокая вытяжка	اتساع بالمطّ	מתיחה עמוקה
jig	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
sprue	Чаша	فتحة التعبئة	פתח מילוי
fixture (drilling)	Кондуктор	تثبيتة (تثقيب)	קביע (קידוח)
feed rate	Подача	تَقْدُم السكّين أثناء الخراطة	קידמה
stiffness	Жесткость	قساوة	קשיחות
key	Шпонка	إسفین / خابور	שגם