מדינת ישראל
משרד החינוך

סוג הבחינה: גמר לבתי־ספר לטכנאים ולהנדסאים
מועד הבחינה: אביב תשפ"א, 2021
סמל השאלון: 710913
נספחים: א. נספח לשאלה 1
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 **חמש** שאלות לפי בחירתך, **מכל השאלון.** לכל שאלה – 20 נקודות, סך הכול – 100 נקודות.

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 השאלון כולו וודא שההנחיות בדף זה מובנות לך היטב.
2. ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון.
המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, 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. בכל האיורים בשאלון המידות נתונות במילימטרים (מ"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־5 עמודי נספח.

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

בהצלחה!

המשך מעבר לדף ◀

השאלות

ענה על <u>חמש</u> מבין השאלות 1–10 (לכל שאלה – 20 נקודות).

<u>פרק ראשון: תכנון של קביע או מתקן</u>

שאלה 1

באיור לשאלה זו מסורטט חלק שיש לייצרו בסדרות של 750 יחידות כל אחת. בתשובותיך לסעיפים שלהלן התייחס לעיבוד החריץ שרוחבו 16 mm , המסומן באיור בקו עבה. עיבוד זה הוא השלב האחרון של עיבוד החלק.

(6 נק') א. בנספח א' נתונים שלושה סרטוטים של החלק: א'1, א'2 ו־א'3.

(2 נק') 1. סמן בסרטוט א'1, בשלושת ההיטלים, בעזרת סימני **קיבוע**, כיצד יש לקבע את החלק כדי שיעמוד בדרישות של סבולת המידה ושל הסבולת הגיאומטרית המצוינות בסרטוט.

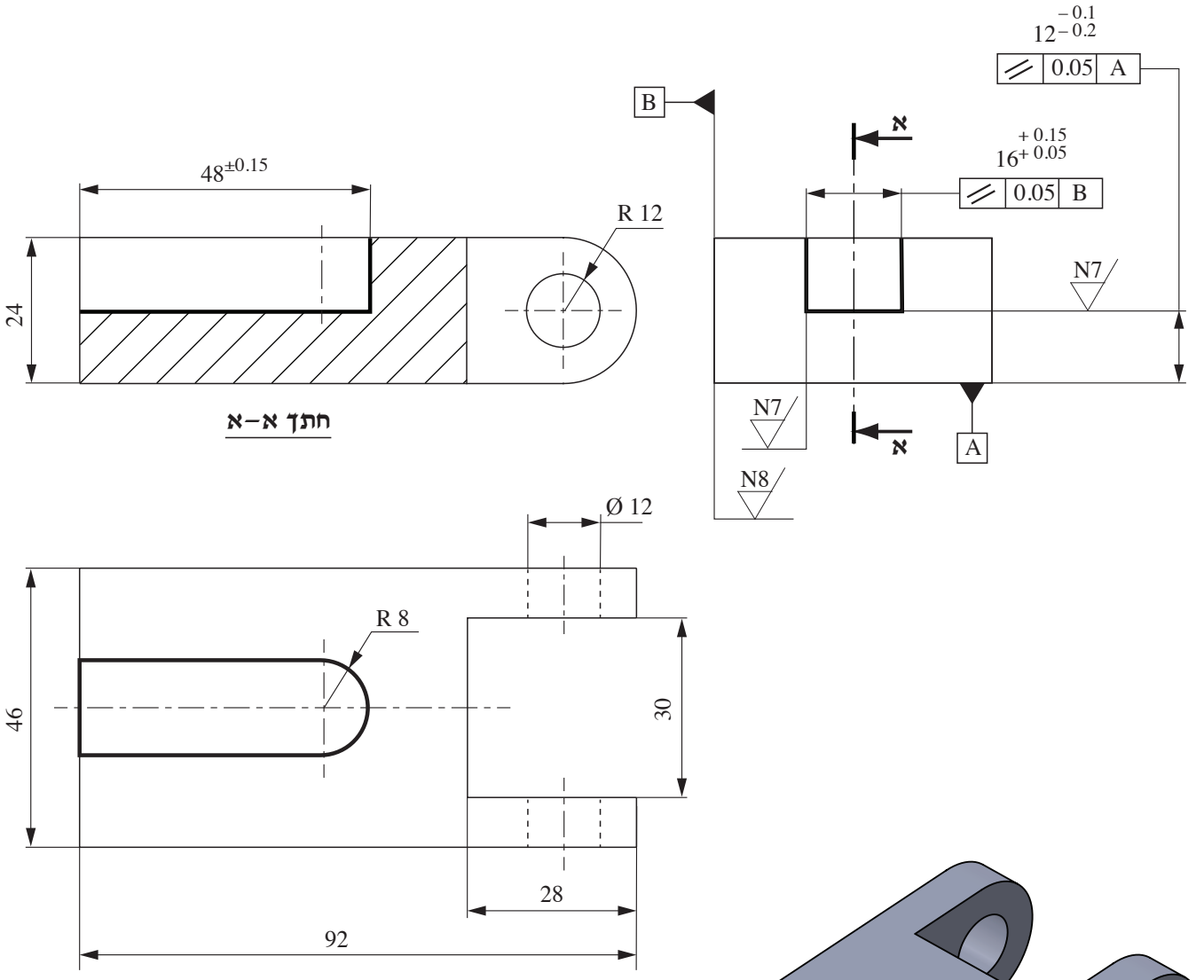
(2 נק') 2. סמן בסרטוט א'2, בשלושת ההיטלים, בעזרת סימני **קיבוע**, כיצד יש לקבע את החלק כדי שיעמוד בדרישות של סבולת המידה ושל הסבולת הגיאומטרית המצוינות בסרטוט.

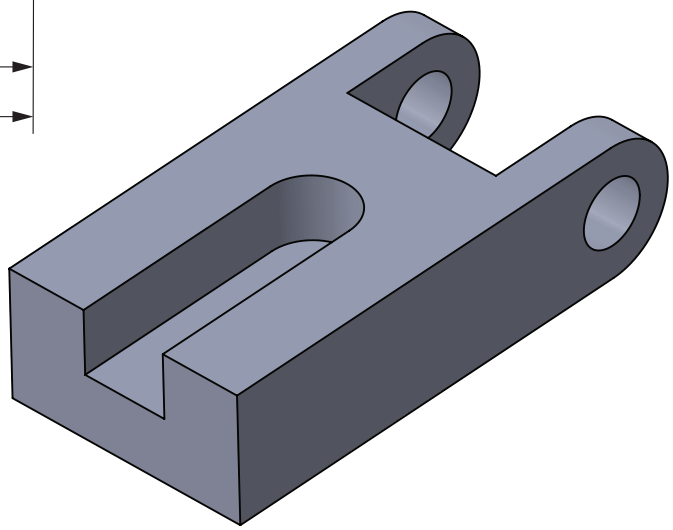
(2 נק') 3. סמן בסרטוט א'3, בשלושת ההיטלים, בעזרת סימני **קיבוע** וסימני **הידוק**, כיצד יש לקבע את החלק כדי שיעמוד בדרישות של סבולת המידה ושל הסבולת הגיאומטרית המצוינות בסרטוט.

(14 נק') ב. תכנן קביע לעיבוד החריץ, שרוחבו 16 mm , וסרטט אותו במחברתך.

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

המשך בעמוד 3





N8 (N7)

סבולת כללית: ±0.2

SAE 1040

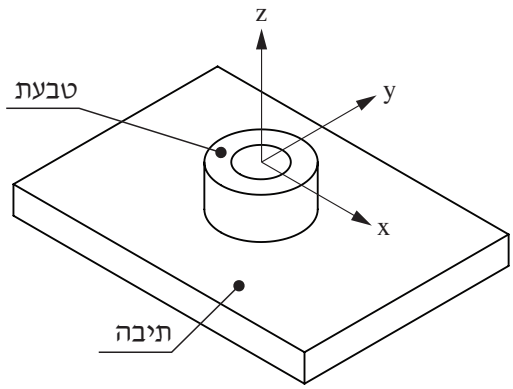
איור לשאלה 1

המשך בעמוד 4

פרק שני: תכנון של תהליכי עיבוד שבבי ושל מתקני ייצור

שאלה 2

(5 נק') **א.** באיור א' לשאלה זו מתוארת טבעת המונחת על תיבה.

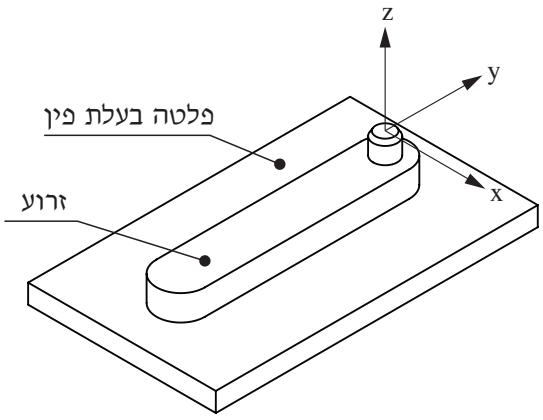


איור א' לשאלה 2

(2 נק') 1. מהן דרגות החופש שהתיבה שוללת מהטבעת?

(3 נק') 2. נדרש מהטבעת לבצע תנועה סיבובית סביב ציר z בלבד. הצע פתרון הנדסי שיענה על הדרישה.

(5 נק') **ב.** באיור ב' לשאלה זו מתוארת זרוע המונחת על פלטה בעלת פין.



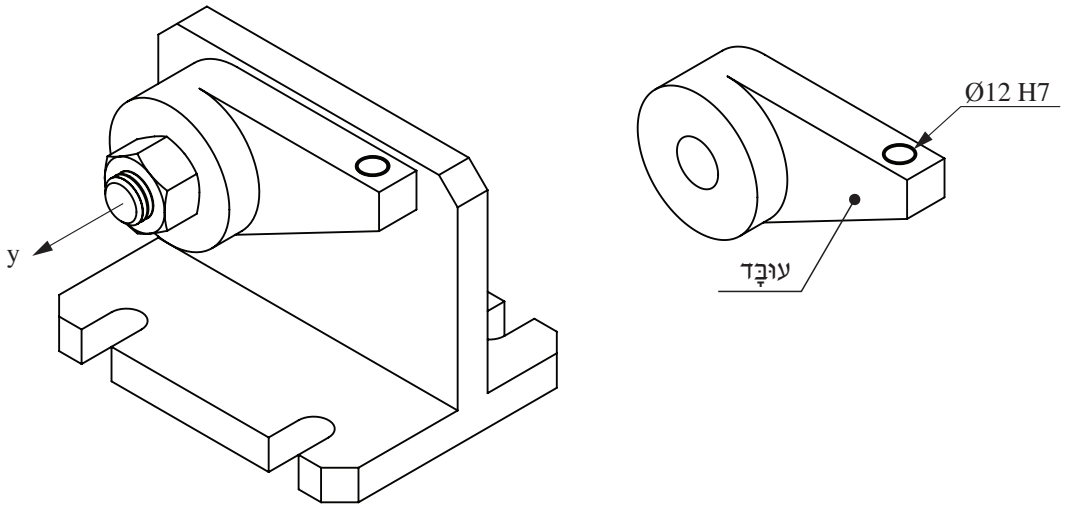
איור ב' לשאלה 2

(2 נק') 1. מהן **חמש** דרגות החופש שהפלטה בעלת הציר שוללת מהזרוע?

(3 נק') 2. הצע פתרון הנדסי לשלילת דרגת החופש שנותרה.

המשך בעמוד 5

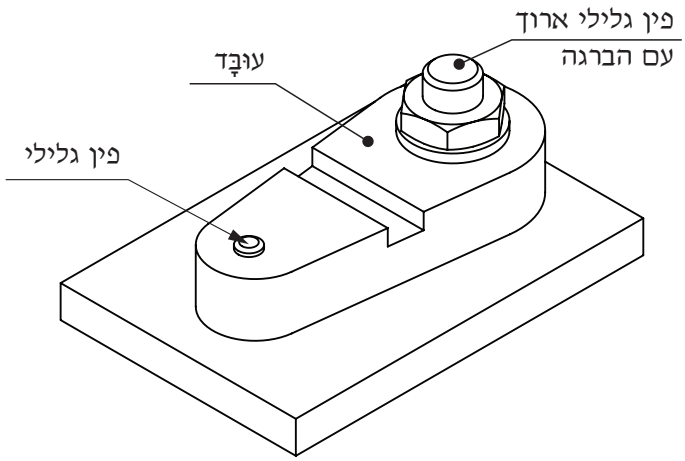
(5 נק') **ג.** באיור ג' לשאלה זו מתואר עוּבָּד, הדפון למתקן קידוח, לצורך קדיחת קדח בקוטר Ø12 H7 .
העוּבָּד יכול להסתובב סביב ציר y תוך כדי הקדיחה.



איור ג' לשאלה 2

הצע פתרון הנדסי לתיקון המצב, כך שהעוּבָּד לא יסתובב בזמן הקידוח.

(5 נק') **ד.** באיור ד' לשאלה זו מתוארת הצבה לא נכונה של העוּבָּד על מתקן כרסום, שיוצרת מיקום־יתר.



איור ד' לשאלה 2

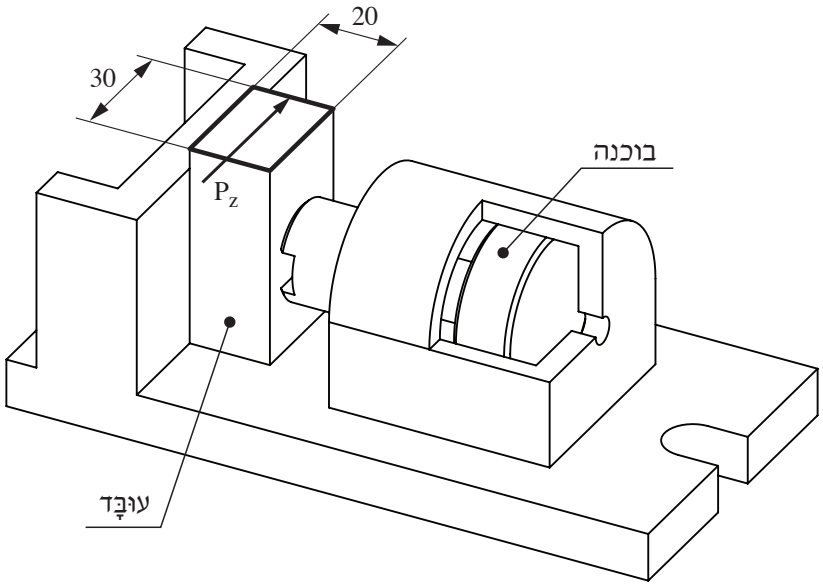
(2 נק') 1. הסבר מהו מיקום יתר.

(3 נק') 2. הצע פתרון הנדסי לתיקון מיקום־היתר המתואר באיור.

המשך בעמוד 6

שאלה 3

באיור לשאלה זו מתואר קביע המשמש לדפינת עוּבָּד לצורך כרסום כל המשטח העליון, שמידותיו הן $20\,mm \times 30\,mm$.
יש לכרסם את המשטח באמצעות כרסום מצח בעל **שש** שיניים, שקוטרו $D = 40\,mm$.



איור לשאלה 3

נתונים:

- קידמת השן: $f_z = 0.04\frac{mm}{teeth}$
- היגש (עומק השבב): $a = 3\,mm$
- ההתנגדות הסגולית לשיבוב: $K_s = 3{,}000\,MPa$
- מקדם החיכוך בין המשטחים המהדקים את העוּבָּד ובין העוּבָּד: $\mu = 0.15$
- מקדם הבטיחות הנדרש: $S = 1.2$
- קוטר הבוכנה: $d = 50\,mm$

הזנח את המומנט הנוצר מהפרשי הגובה.

(6 נק') א. חשב את כוח השיבוב, P_z .

(6 נק') ב. חשב את כוח ההידוק שהבוכנה נדרשת להפעיל כדי שהעוּבָּד לא ישתחרר. הנח שאין חיכוך בין הבוכנה לצילינדר.

(6 נק') ג. חשב את הלחץ בבוכנה.

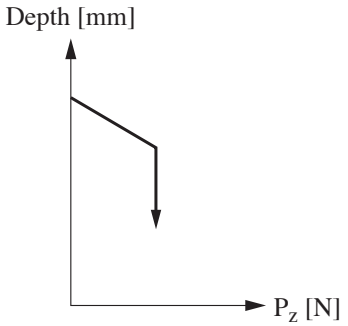
(2 נק') ד. האם הבוכנה המתוארת בשאלה היא הידראולית או פנאומטית? נמק את תשובתך.

המשך בעמוד 7

שאלה 4

(5 נק') **א.** מדוע שחיקת המקדח מצריכה את הגדלת מומנט הסיבוב על המקדח לשם יצירת קדח?

(5 נק') **ב.** באיור א' לשאלה זו מוצג גרף חלקי של כוח השיבוב הצירי של מקדח (P_z) כתלות בעומק הקידוח ברגע נתון (Depth).

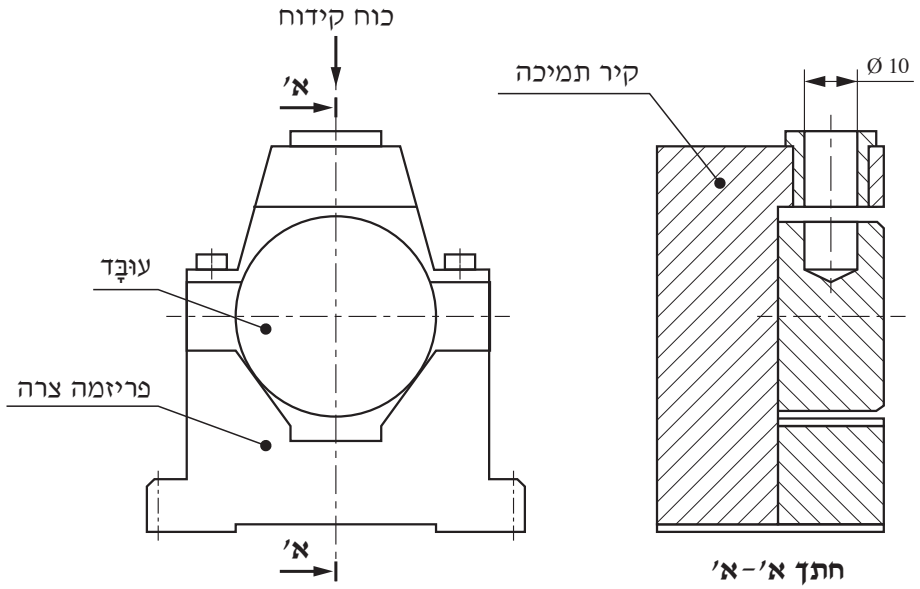


איור א' לשאלה 4

העתק את הגרף למחברתך, והשלם אותו עד לרגע שבו המקדח "פולש" מעבר לעובֵּד.

(5 נק') **ג.** תעלות הלוליין של המקדח אינן מנקזות את השבבים המתקבלים בקידוח עומק.
כתוצאה מכך, האם כוח השיבוב **יגדל/יקטן/לא ישתנה**? נמק את תשובתך.

(5 נק') **ד.** באיור ב' לשאלה זו מתואר תהליך קידוח בעובֵּד. יש לשפר את הידוק העובֵּד למתקן הקידוח.
העתק למחברתך את חתך א'-א' ביד חופשית. הוסף על החתך שהעתקת אמצעי הידוק שיצמיד היטב את העובֵּד לקיר התמיכה בזמן הקידוח.



איור ב' לשאלה 4

המשך בעמוד 8

פרק שלישי: עיבוד בלתי־שבבי

שאלה 5

(5 נק') א.

(3 נק') 1. הסבר את תפקידה של תבנית־האב ביציקת שעווה נעלמת.

(2 נק') 2. מאיזה חומר יש לייצר תבנית־אב של מוצר המיועד לייצור מוצר יחיד?

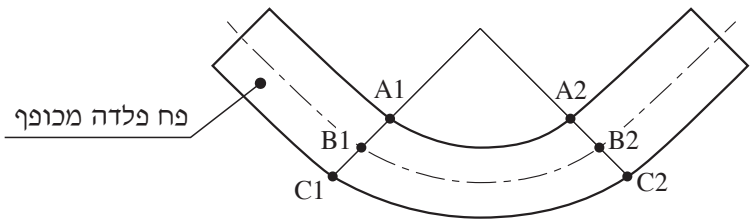
(5 נק') ב. לאחר מילוי היציקה לתבנית הקרמית, יש לתת ליציקה להתקרר. מדוע לא מומלץ לקרר את היציקה בקצב מהיר מידי?

(5 נק') ג. ציין **שלושה** יתרונות שיש לתהליך יציקת שעווה נעלמת לעומת שאר תהליכי היציקה.

(5 נק') ד. ציין **שתי** סיבות שבגללן לא ניתן לייצר סיר בישול בתהליך של יציקת שעווה נעלמת.

שאלה 6

באיור א' לשאלה זו מתואר פח פלדה לאחר שעבר כיפוף.



איור א' לשאלה 6

(4 נק') א. העתק למחברתך את המשפט שלהלן והשלם אותו:

לאורך קשת A1–A2 פועל מאמץ _____ **(מתיחה/לחיצה)**, וסוג העיוות המתפתח לאורכה הוא_____ **(פלסטי/אלסטי)**.

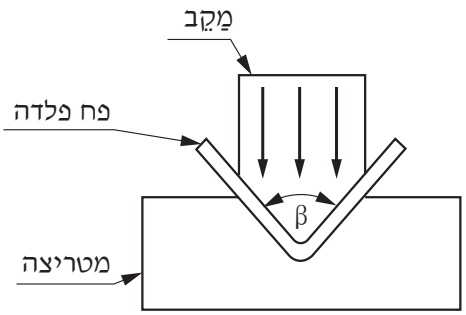
(4 נק') ב. העתק למחברתך את המשפט שלהלן והשלם אותו:

לאורך קשת C1–C2 פועל מאמץ _____ **(מתיחה/לחיצה)**, וסוג העיוות המתפתח לאורכה הוא _____ **(פלסטי/אלסטי)**.

(4 נק') ג. האם פועל מאמץ לאורך קשת B1–B2 ? נמק את תשובתך.

המשך בעמוד 9

באיור ב' לשאלה זו מתואר מבלט לכיפוף פחים בצורת V .



איור ב' לשאלה 6

ד. (8 נק')

1. (4 נק') בסיום תהליך הכיפוף הפח נוטה להגדיל את זווית β . הסבר את הסיבה לכך.

2. (4 נק') מהי התכונה המכנית המרכזית הנדרשת מעוּבֵּד פלדה כדי שיתאים לתהליך הכיפוף?

המשך בעמוד 10

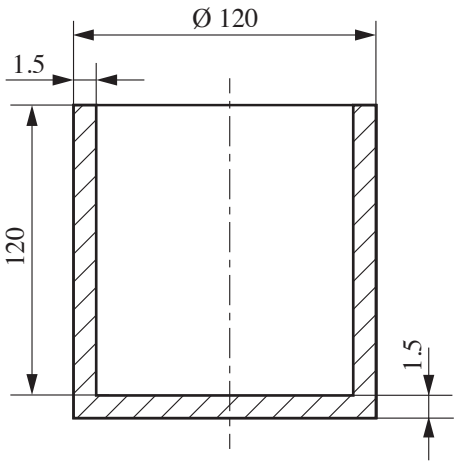
שאלה 7

באיור א' ובאיור ב' לשאלה זו מתואר חלק שמיוצר במתיחה באמצעות מבלט מתיחה.

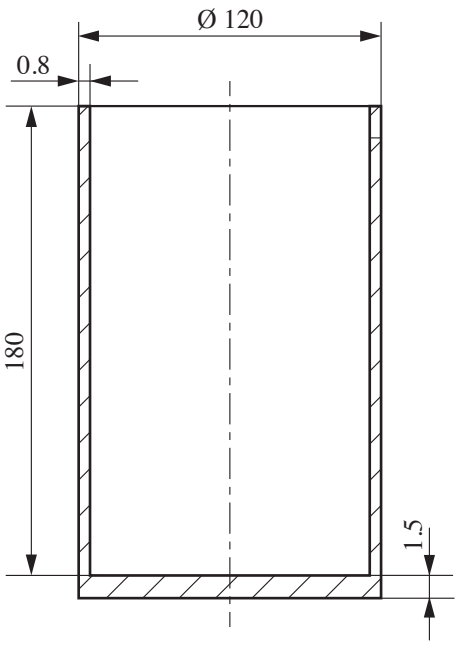
החלק עשוי מפלדה שחוזקה המרבי הוא $\sigma_B = 420\ MPa$.

באיור א' מתואר שלב ביניים בתהליך המתיחה.

באיור ב' מתואר החלק הסופי לאחר מתיחת הארכה.



איור א' לשאלה 7



איור ב' לשאלה 7

המשך בעמוד 11

א. **(5 נק')** חשב את קוטר המוצא, D , של דיסקת הפלדה ההתחלתית. הזנח תוספת גובה במתיחה לצורכי יישור וגזירה.

ב. **(5 נק')** נתון שמקדם המתיחה (יחס שטחי החתך) הוא $K_n = 0.68$. חשב את מספר השלבים הדרושים למתיחת הארכה של החלק שבאיור א' עד לקבלת החלק הסופי המתואר באיור ב'.

ג. **(5 נק')** הצג תרשים המתאר את המערכת "מקב–מטריצה", הדרושה לביצוע השלב הסופי של המתיחה.

ד. **(5 נק')** חשב את הכוח שהמכבש צריך להפעיל להקטנת עובי הדופן בשלב הסופי של המתיחה.
נתון המקדם הניסיוני על־פי סוג החומר: $K = 2.4$.

המשך בעמוד 12

פרק רביעי: חשמל, אלקטרוניקה ובקרה

שאלה 8

נתונה מפת קרנו של הפונקצייה $F(A, B, C, D)$. שים לב: בתא 8 יש Don't care .

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

(8 נק') **א.** כתוב במחברתך את הביטוי המפושט ביותר של הפונקצייה F , על־פי מפת קרנו הנתונה.

(4 נק') **ב.** ממש את הפונקצייה F המפושטת באמצעות שערים לוגיים.

(8 נק') **ג.** משנים במפת קרנו הנתונה את הערך של תא 12 מ־0 ל־1 .

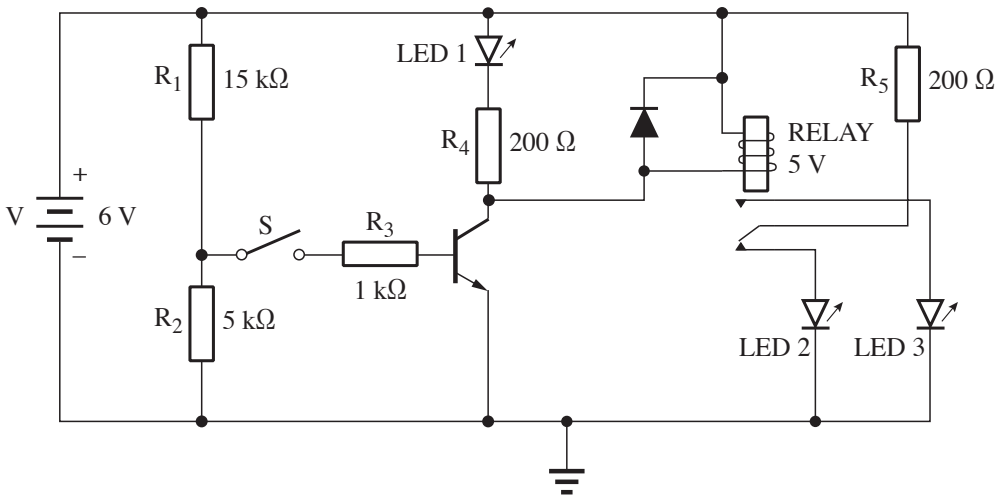
(2 נק') א. סרטט את מפת קרנו החדשה שמתקבלת.

(6 נק') ב. כתוב את הביטוי של הפונקצייה החדשה שמתקבלת.

המשך בעמוד 13

שאלה 9

באיור לשאלה זו נתון מעגל חשמלי להפעלת נורות LED .



איור לשאלה 9

המפסק S במצב פתוח.

(5 נק') **א.** חשב את הזרם הזורם דרך הנגד R_2 .

(5 נק') **ב.** חשב את המתח המתפתח על פני הנגד R_2 .

(5 נק') **ג.** חשב את ההספק המתפתח בנגד R_1 .

לפניך טבלה המתארת את מצבן של שלוש נורות ה־LED בהתאם למצב המפסק S (פתוח/סגור).

(5 נק') **ד.** העתק את הטבלה למחברתך והשלם אותה:

אם נורת ה־LED דולקת: כתוב '1' .

אם נורת ה־LED אינה דולקת: כתוב '0' .

מצב המפסק S	LED 1	LED 2	LED 3
פתוח			
סגור			

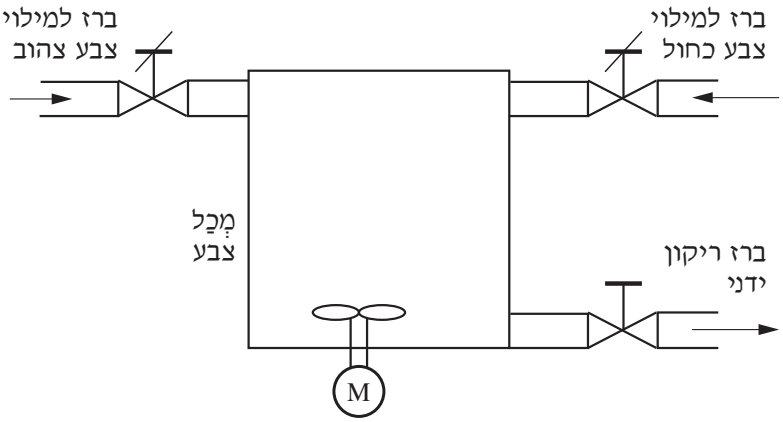
המשך בעמוד 14

שאלה 10

באיור לשאלה זו מתוארת מערכת לערבוב צבעים במָכָל.

רכיבי המערכת:

- מכל צבע
- ברז חשמלי למילוי צבע צהוב
- ברז חשמלי למילוי צבע כחול
- מנוע M להפעלת המערבל לערבוב הצבעים
- ברז ריקון ידני
- לחצן הפעלה (N.O) S_1 – on
- לחצן עצירת חירום (N.O) S_2 – off



איור לשאלה 10

תיאור פעולת המערכת:

שלב 1: לחיצה על לחצן הפעלה on גורמת להפעלת המערכת ולפתיחה של שני ברזי הצבע.

שלב 2: ברז הצבע הכחול נסגר לאחר 15 שניות, וברז הצבע הצהוב נסגר לאחר 30 שניות.

שלב 3: לאחר סגירת שני הברזים מופעל מנוע המערבל, M , למשך 20 שניות. הפעלת לחצן העצירה S_2 גורמת לעצירה של פעולת המערכת באופן מיידי. לאחר הפסקת הערבול המערכת נעצרת.

שלב 4: הצבע החדש שנוצר מרוקן באופן ידני מהמכל לפי הצורך.

(6 נק') **א.** בחר בקר המתאים למערכת, וכתוב את שמו ואת מספרי הייחוס של כתובות הכניסה ושל כתובות היציאה המתאימים לו.

(3 נק') **ב.** האם מילוי המכל מתבצע בחוג בקרה פתוח או סגור? נמק את תשובתך.

(3 נק') **ג.** הסבר בקצרה כיצד ניתן לשנות את הגוון של הצבע החדש שמתקבל.

(8 נק') **ד.** סרטט דיאגרמת סולם שתבקר את פעולת המערכת, או כתוב תוכנית לבקרת פעולת המערכת, בכל שפת תכנות שלמדת.

בהצלחה!

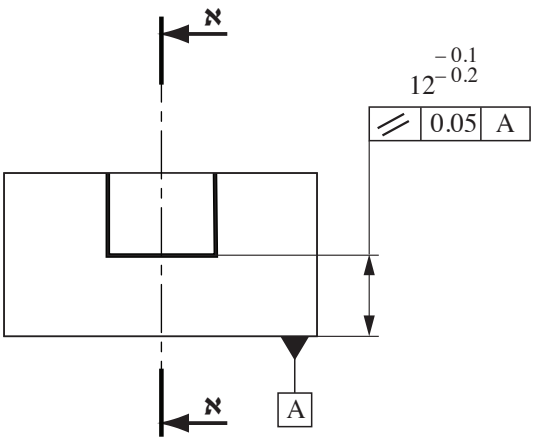
זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך.

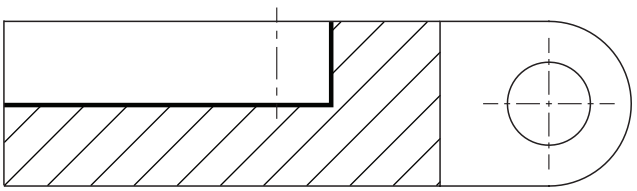
מקום למדבקת נבחן

נספח א' לשאלה 1 (3 עמודים)

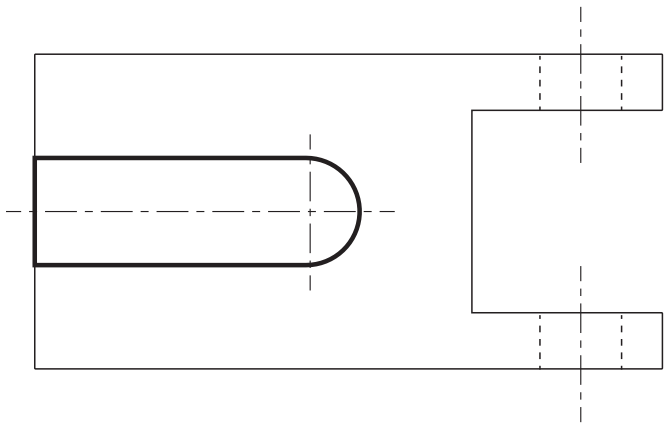
לשאלון 710913, אביב תשפ"א

סרטוט א' 1



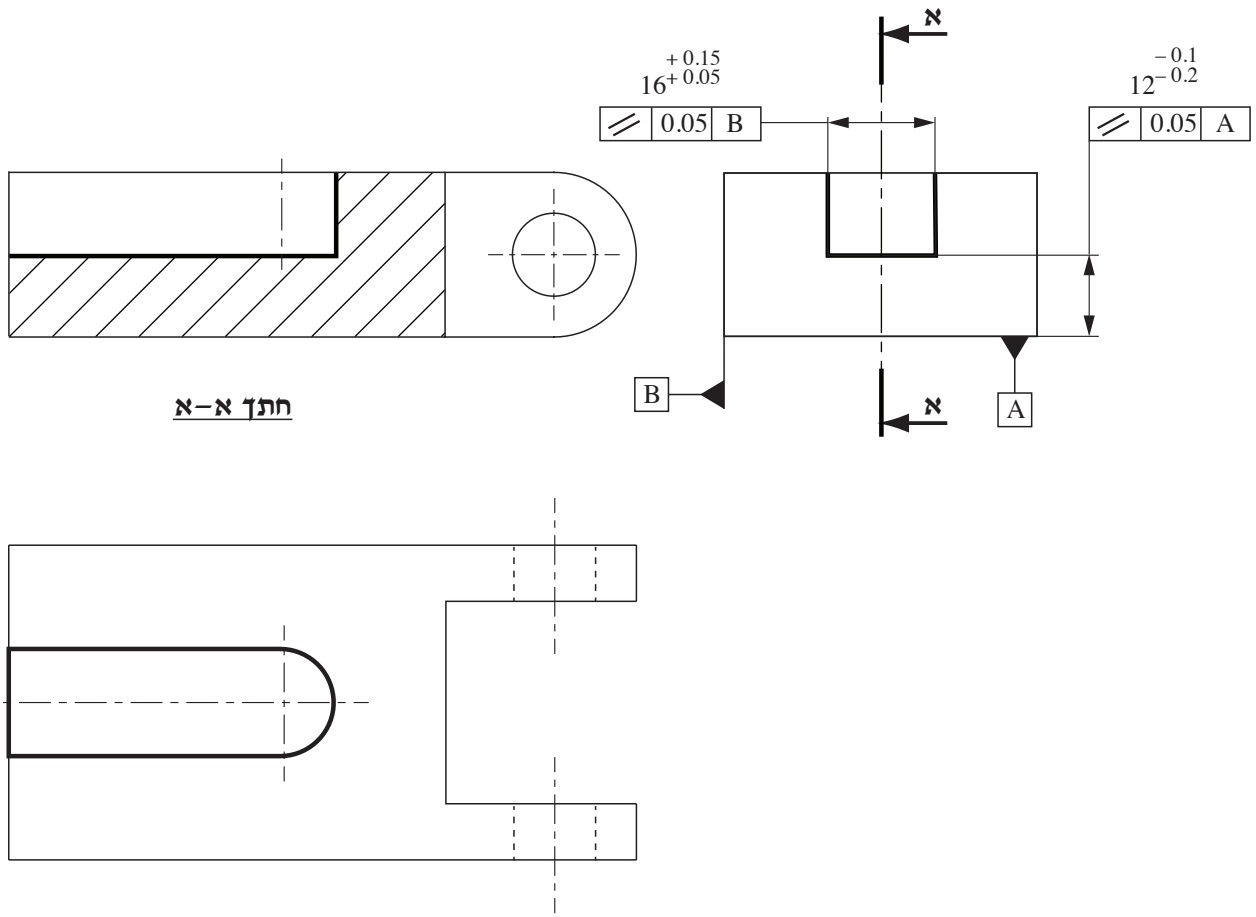


חתך א–א



המשך בעמוד 2

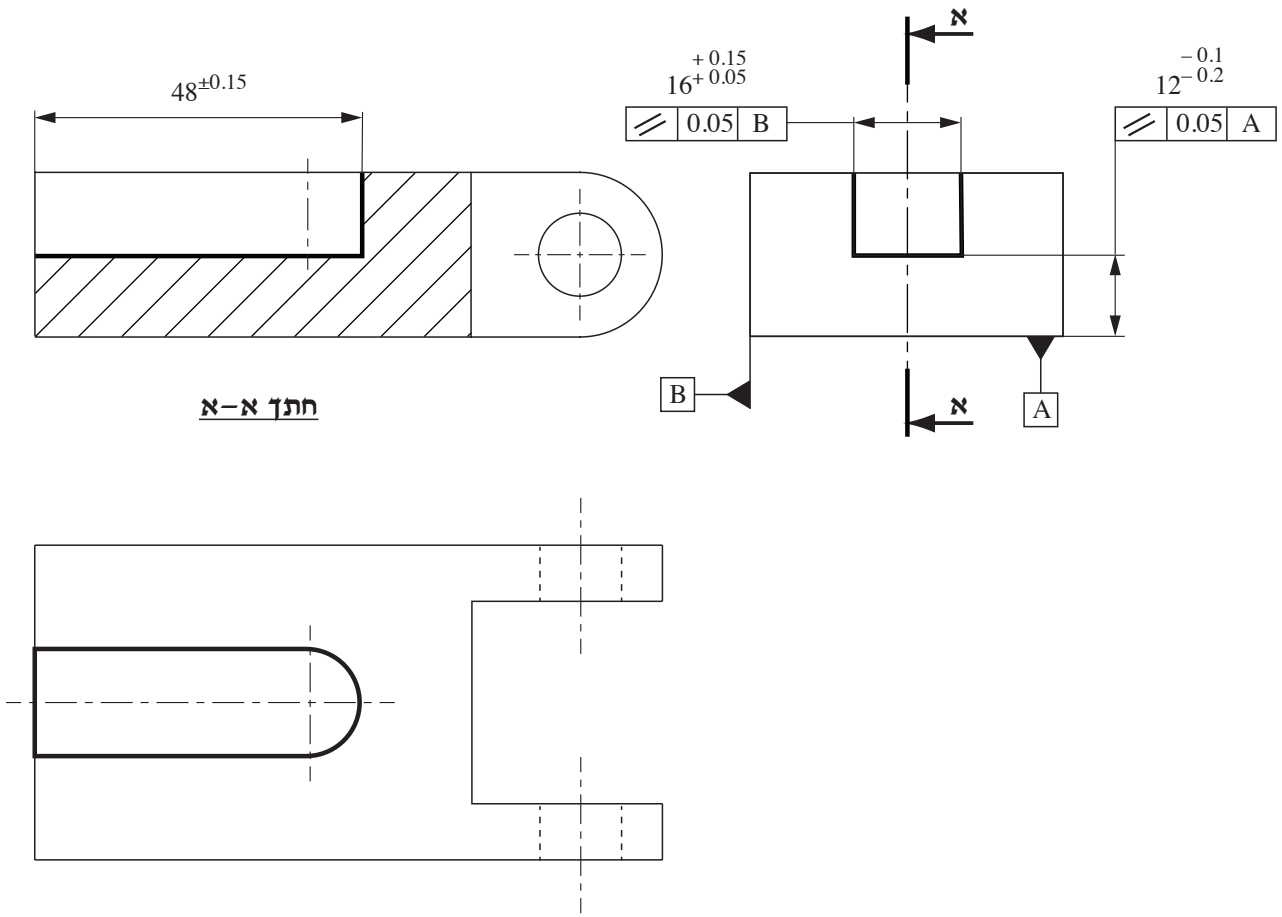
סרטוט א' 2



המשך בעמוד 3

נספח א' לשאלון תהליכי ייצור ה',
סמל 710913, אביב תשפ"א

סרטוט א' 3



נספח ב': מילון מונחים (2 עמודים)

לשאלון 710913, אביב תשפ"א

המונח	תרגום המונח		
	ערבית	רוסית	אנגלית
בקר	مُتَحَكِّم	Контроллер	controller
גלעין	نواة	Стержень	core
דפוס יציקה	قالب سبك	Литейная модель	casting pattern
התנגדות סגולית לקידוח	المقاومة النوعيّة للثقب	Удельное сопротивление при сверлении	drilling specific resistivity
חומר מבודד	مادّة عازلة	Изоляционный материал	insulating material
חישול	طَرْق	Ковка	forging
טבילה	تغطيس	Погружение	immersion
טלטל	ذراع	Шатун	connecting rod
יד המערוך	مِقْبَض المُدَلْفِن / المُدَرْفِل	Шейка прокатного валка	roller hand
יציקת חול	الصبّ فى قوالب رمليّة	Литье в земляные формы	sand casting
כיפה כדורית	قطعة كرويّة	Полусфера	spherical cap
כתובת יציאה	عنوان المخرج	Адрес выходных сигналов	output address
כתובת כניסה	عنوان المدخل	Адрес входных сигналов	input address
לִדְפּוֹן	يُمسك القطعة	Зажимать	to mount
מאמץ מגע	جهد الاتّصال	Контактное напряжение	contact stress
מודול אלסטיות	مُعامِل المرونة	Модуль упругости	modulus of elasticity
מושהה	مُعوَّق	Задержанный	delayed
מספר ייחוס	الرقم المرجعيّ	Номер для ссылок	reference number
מְעַרְגֶּלֶת	ماكنة الدَّلْفَنَة / الدَّرْفَلَة	Гибочная машина	rolling machine
מערוך	مُدَلْفِن / مُدَرْفِل	Прокатный валок	roller
מקדם חיכוך	مُعَامِل الاحتكاك	Коэффициент трения	coefficient of friction
מתיחה עמוקה	اتّساع بالمطّ	Глубокая вытяжка	deep stretch

המשך בעמוד 2

המונח	תרגום המונח		
	ערבית	רוסית	אנגלית
מתקן	جهاز	Приспособление	device
סימן הידוק	علامة الشدّ	Знак зажима	tightening mark
סימן קיבוע	علامة التثبيت	Знак установки	fixation mark
ערגול	دَلْفَنَة؛ دَرْفَلَة	Прокатка	rolling
פתח לעודפים	فتحة للفائض	Выпор	open riser
קביע (קידוח)	تثبيتة (تثقيب)	Кондуктор	fixture (drilling)
קידמה	تَقدُّم السكّين أثناء الخراطة	Подача	feed rate
קשיחות	قساوة	Жесткость	stiffness
שגם	إسفين/ خابور	Шпонка	key