GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2026 מועד ב'
סמל השאלון: 97002
שם התלמיד/ה: _____

חלקי מכונות ותהליכי עיבוד שבבי

הנדסת מכונות · הנדסאים

הוראות

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: חלק א' (80 נקודות) - שמונה שאלות פתוחות, יש לענות על ארבע שאלות כמפורט להלן: שאלות 1-4 בנושא חלקי מכונות - יש לענות על שתי שאלות. שאלות 5-8 בנושא תהליכי עיבוד שבבי - יש לענות על שתי שאלות. ערך כל שאלה 20 נקודות. חלק ב' (20 נקודות) - עשר שאלות ברירה (יש לענות על כולן): שאלות 9-13 בנושא חלקי מכונות. שאלות 14-18 בנושא תהליכי עיבוד שבבי. יש לרשום את תשובות חלק ב' במחברת הבחינה. ערך כל שאלה שתי נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. מחשבון מדעי (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית). 2. קלסר אחד בלבד עם חומר ההרצאות. אין להוציא דפים מהקלסר. 3. שלושה ספרי לימוד.

ד. הוראות מיוחדות: 1. יש לענות על כל השאלות במחברת הבחינה בלבד. 2. יש למלא את הפרטים בראש עמוד זה ולצרף את השאלון, כולל הנספחים, למחברת הבחינה. 3. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה ולוודא שהן מובנות. 4. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בסיום הבחינה יש לרשום בעמוד זה את מספרי התשובות לבדיקה. התשובות תיבדקנה לפי סדר כתיבתן בעמוד זה. 5. יש לכתוב את התשובות במחברת הבחינה בעט בלבד ובכתב יד ברור. 6. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת מספר הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה. 7. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר עליה קו כדי שלא תיבדק. 8. יש להציג פתרון מלא ומנומק הכולל חישובים לפי הצורך. הצגת תשובה סופית ללא שלבי הפתרון לא תזכה בניקוד. 9. אם לדעתכם חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת ולהוסיף נתון מתאים שיאפשר להמשיך בפתרון השאלה. נמקו את בחירתכם. נספחים: תפרי ריתוך; קפיצים; תנאי שיבוב בחריטה; תנאי שיבוב בקידוח; סבולות קדח וגל אחיד. בשאלון זה 12 עמודי בחינה ו-5 עמודי נספחים.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

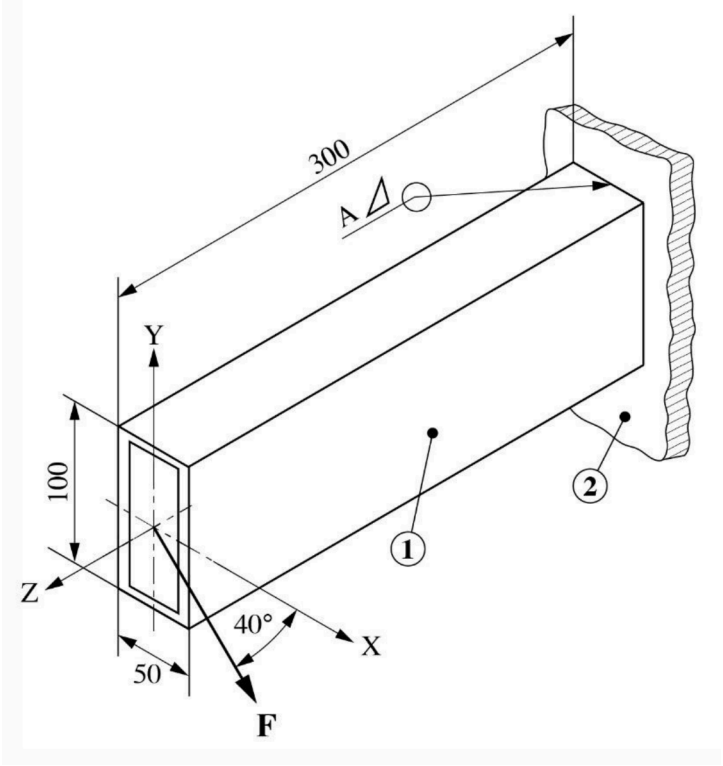
1. פרופיל פלדה חלול (1) מרותך לבסיס פלדה רתום (2) בריתוך מילאת (פינתי) היקפי A, כמוצג באיור לשאלה.

בקצה הפרופיל פועל כוח $F = 8\,\mathrm{kN}$. הכוח פועל במישור XY והוא נטוי בזווית 40° ביחס לציר X.

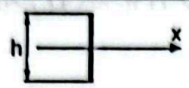
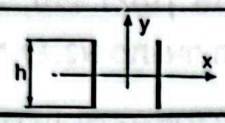
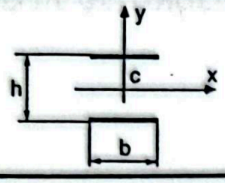
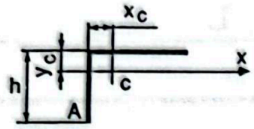
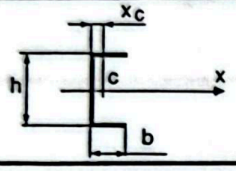
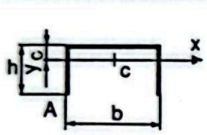
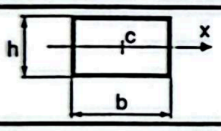
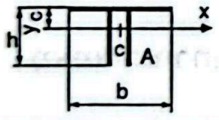
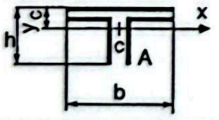
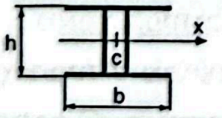
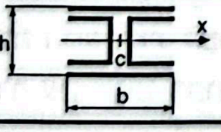
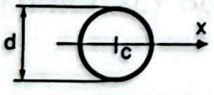
המאמץ המותר בתפר הריתוך הוא $100\,\mathrm{MPa}$. יש להשתמש במערכת הצירים שבאיור לשאלה.

הזניחו את משקל הפרופיל. היעזרו בנספח תפרי ריתוך המצורף.

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il



נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

צורת הריתוך	מומנט התנגדות קווי Z_b	מומנט התמד קוטבי קווי - I_o	מרכז הכובד
	$\frac{h^2}{6}$	$\frac{h^3}{12}$	$X_c = 0$ $Y_c = 0$
	$\frac{h^2}{3}$	$\frac{h(3b^2+h^2)}{6}$	$X_c = 0$ $Y_c = 0$
	bh	$\frac{b^3+3bh^2}{6}$	$X_c = 0$ $Y_c = 0$
	$\frac{h^2(4b+h)}{6(2b+h)}$ ביחס לנקודה A	$\frac{(b+h)^4-6b^2h^2}{12(b+h)}$	$X_c = \frac{b^2}{2(b+h)}$ $Y_c = \frac{h^2}{2(b+h)}$
	$bh+\frac{h^2}{6}$	$\frac{(2b+h)^3}{12}-\frac{b^2(b+h)^2}{2b+h}$	$X_c = \frac{b^2}{2b+h}$ $Y_c = 0$
	$\frac{h^2(2b+h)}{3(b+h)}$ ביחס לנקודה A	$\frac{(b+2h)^3}{12}-\frac{h^2(b+h)^2}{b+2h}$	$X_c = 0$ $Y_c = \frac{h^2}{b+2h}$
	$bh+\frac{h^2}{3}$	$\frac{(b+h)^3}{6}$	$X_c = 0$ $Y_c = 0$
	$\frac{h^2(2b+h)}{3(b+h)}$ ביחס לנקודה A	$\frac{(b+2h)^3}{12}-\frac{h^2(b+h)^2}{b+2h}$	$X_c = 0$ $Y_c = \frac{h^2}{b+2h}$
	$\frac{4bh^2+h^3}{6b+3h}$ ביחס לנקודה A	$\frac{h^3(4b+h)}{6(b+h)}+\frac{b^3}{6}$	$X_c = 0$ $Y_c = \frac{h^2}{2(b+h)}$
	$bh+\frac{h^2}{3}$	$\frac{b^3+3bh^2+h^3}{6}$	$X_c = 0$ $Y_c = 0$
	$2bh+\frac{h^2}{3}$	$\frac{2b^3+6bh^2+h^3}{6}$	$X_c = 0$ $Y_c = 0$
	$\frac{\pi d^2}{4}$	$\frac{\pi d^3}{4}$	$X_c = 0$ $Y_c = 0$

טבלה 2.2 - נתוני תפרי ריתוך (שיטת המאמץ הקווי)

C - מרכז הכובד של הריתוך

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

א. **חשבו את המאמצים הקיימים בתפר הריתוך A.**

(8 נקודות)

ב. **סרטטו במחברת תרשים של המאמצים הפועלים בתפר הריתוך.**

(4 נקודות)

ג. **חשבו את המאמץ המרבי ואת עובי תפר הריתוך. היכן פועל המאמץ המרבי בתפר?**

(6 נקודות)

ד. **מחליפים את הפרופיל שבאיור במוט פלדה בעל חתך מלא בממדים זהים. האם המאמצים בתפר יגדלו, יקטנו, או יישארו ללא שינוי? הסבירו ללא חישוב.**

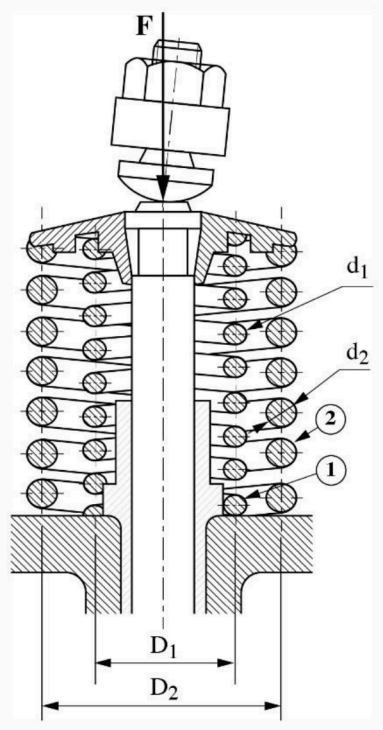
(2 נקודות)

2. באיור לשאלה מוצג החלק הפנימי של שסתום. השסתום בנוי משני קפיצים בורגיים גליליים: פנימי (1), וחיצוני (2), המורכבים זה בתוך זה. במצב עבודה, לצורך פתיחת השסתום, מופעל כוח מרבי $F = 1600\,\mathrm{N}$. האורך ההתחלתי של הקפיצים במצב חופשי זהה. לקפיצים יש קצוות רגילים. היעזרו בנספח הקפיצים המצורף.

נתוני הקפיצים:

- קפיץ פנימי: $d_1 = 6\,\mathrm{mm}$, $D_1 = 50\,\mathrm{mm}$, $n_1 = 12$
- קפיץ חיצוני: $d_2 = 9\,\mathrm{mm}$, $D_2 = 70\,\mathrm{mm}$, $n_2 = 8$
- מאמץ הכניעה של חומר הקפיצים: $\sigma_y = 1400\,\mathrm{MPa}$
- מקדם הביטחון: $S = 2$
- מודול הגזירה: $80{,}000\,\mathrm{MPa}$

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il



נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

K	e	K	e	K	e	K	e	K	e	K	e	K	e
1.07	18	1.12	12	1.17	8.5	1.25	6.0	1.31	5.0	1.40	4.0	1.58	3.0
1.07	20	1.11	13	1.16	9.0	1.23	6.5	1.30	5.2	1.38	4.2	1.53	3.2
1.05	25	1.10	14	1.15	9.5	1.21	7.0	1.28	5.4	1.36	4.4	1.49	3.4
1.04	30	1.09	15	1.14	10	1.19	7.5	1.27	5.6	1.34	4.6	1.46	3.6
		1.08	16	1.13	11	1.18	8.0	1.26	5.8	1.32	4.8	1.43	3.8

מידות קוטר תיל מומלצות

d [mm]	מידה מועדפת	1.8	2	2.25	2.5	2.8	3.2	3.6	4	4.5	5
	מידה שאינה מועדפת	1.9	2.1	2.4	2.6	3	3.4	3.8	4.25	4.75	5.3
	מידה מועדפת	5.6	6.3	7	8	9	10	11	12.5	14	16
	מידה שאינה מועדפת	6	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	13	15	17

נתוני גובה קפיץ במצב נעול

צורת קצה הקפיץ (איור 4.18)	המספר הכולל של הכריכות n_{tot}	גובה הקפיץ במצב נעול H_s
א. קצה רגיל	n	$(n+1)d$
ב. קצה רגיל מושחז	n	$n \cdot d$
ג. קצה מכופף	$n+2$	$(n+3)d$
ד. קצה מכופף ומושחז	$n+1.5$	$(n+1)d$
	$n+2.0$	$(n+1.5)d$
	$n+2.5$	$(n+2)d$

א. חשבו את קבוע הקפיץ של מערכת הקפיצים.

(5 נקודות)

ב. חשבו את כוחות העבודה המרביים הפועלים על כל אחד מהקפיצים.

(5 נקודות)

ג. חשבו ובדקו האם הקפיצים עומדים בדרישות החוזק.

(5 נקודות)

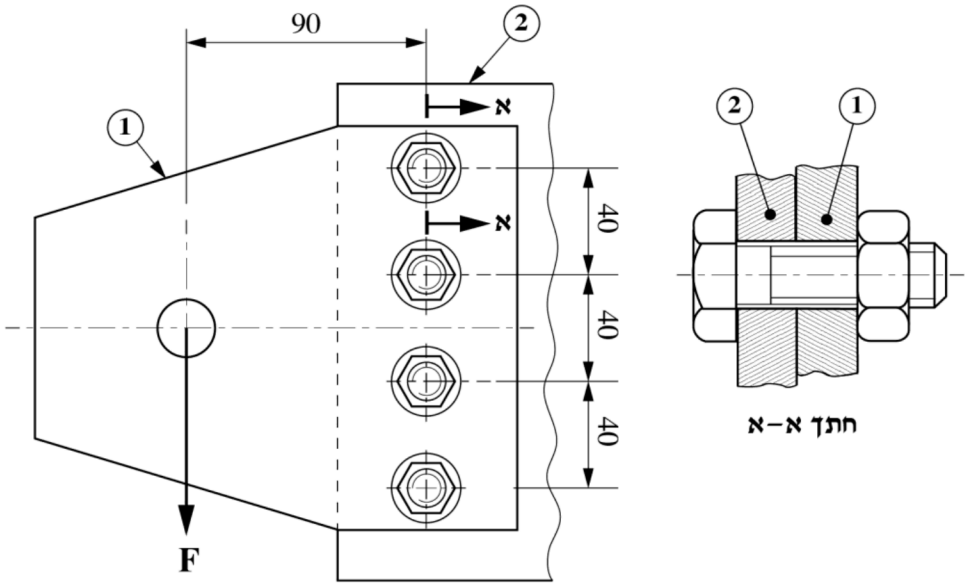
ד. חשבו את אורך הקפיצים במצב חופשי, אם נתון שאורכו של הקפיץ הפנימי במצב עבודה גדול ב-25% מאורכו במצב נעול (כריכות נוגעות זו בזו).

(5 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

3. לוח פלדה (1) מחובר לבסיס פלדה רתום (2) באמצעות ארבעה ברגי הידוק M12x1.75.
על לוח (1) מופעל כוח אנכי $F = 4\,\mathrm{kN}$, כמתואר באיור.
נתונים:

- מקדם הביטחון הנדרש בחישוב הברג: $S = 2.5$.
- דרגת החוזק של הברגים: 8.8
- מקדם החיכוך בתבריג: 0.12.
- מקדם החיכוך בין חלקי המבנה: 0.3.
- מקדם מניעת החלקה בין הלוחות: $f_k = 1.2$.



א. חשבו את כוח המתיחה (ההידוק) המרבי, הנדרש בברגים. באיזה ברג או באילו ברגים נדרש כוח הידוק מרבי זה?
(6 נקודות)

ב. הניחו שכוח המתיחה הקיים בברגים הוא $12\,\mathrm{kN}$ וחשבו את מקדם הביטחון הקיים בתכנון הברג. האם הברגים עומדים בדרישות החוזק? הסבירו. חשבו למאמץ מורכב (שקול) בברגים.
(10 נקודות)

ג. כיצד ישתנו התשובות לסעיפים א', ב' אם נשנה את מידות הברגים ל-M14x2? הסבירו ללא חישוב.
(4 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

4. באיור לשאלה מתוארת מערכת המורכבת מתמסורת רצועות טריזיות A ותמסורת רצועה שטוחה B, המונעות על ידי גלגל מניע משותף (1). התמסורות מעבירות מומנט לצרכנים באמצעות גלגלים 2 ו-3. תמסורת A מעבירה לצרכן 3 הספק של $8\,\mathrm{kW}$. המנוע מסתובב במהירות $1450\,\mathrm{RPM}$. יחס התמסורת ב-A וב-B הוא $1:2$.

נתונים:

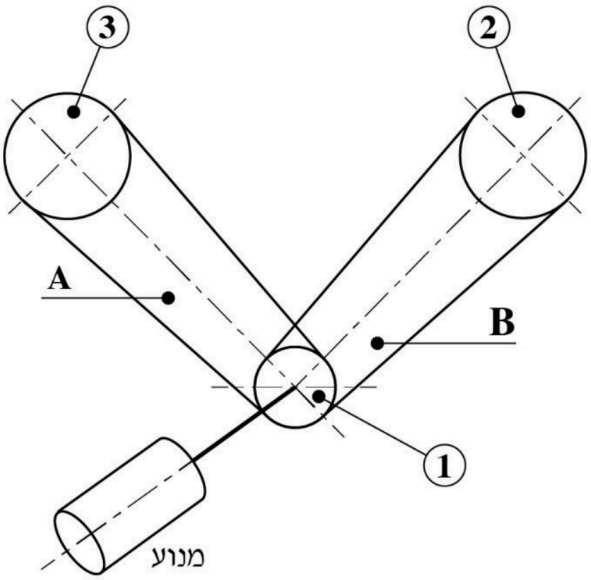
- קוטר הגלגל המניע - $D_1 = 120\,\mathrm{mm}$
- זוויות החביקה של הרצועות בגלגל המניע הן 160°.

נתוני הרצועה השטוחה:

עובי: $h = 5\,\mathrm{mm}$, רוחב: $b = 80\,\mathrm{mm}$, מקדם החיכוך: $\mu = 0.3$, המאמץ המותר: $[\sigma] = 7\,\mathrm{MPa}$, מודול האלסטיות: $E = 50\,\mathrm{MPa}$

נתוני הרצועה הטריזית:

גובה הרצועה: $10\,\mathrm{mm}$, שטח חתך הרצועה: $100\,\mathrm{mm}^2$, זווית הטריז: $2\gamma = 36^\circ$. שאר הנתונים זהים לנתוני הרצועה השטוחה.



א. חשב את המתיחויות בענפי תמסורת A.

(8 נקודות)

ב. חשב את כמות הרצועות הנדרשת בתמסורת A.

(8 נקודות)

ג. חשב את המומנט המרבי שאפשר להעביר לצרכן 2 באמצעות תמסורת הרצועה השטוחה B. הזנח הפסדים בתמסורות.

(4 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

5. נדרש לעבד תותב מפצל המוצג באיור לשאלה. החלק עשוי מפלדה SAE 1030 ($\sigma_{uts} = 550\,\mathrm{MPa}$).

מידות המוצא של חומר הגלם הן: $\varnothing 59 \times 78$.

שני הקדחים $\varnothing 10$ מבוצעים כל אחד בשני מהלכים: קדח מכין $\varnothing 5$, וקדח למידה סופית.

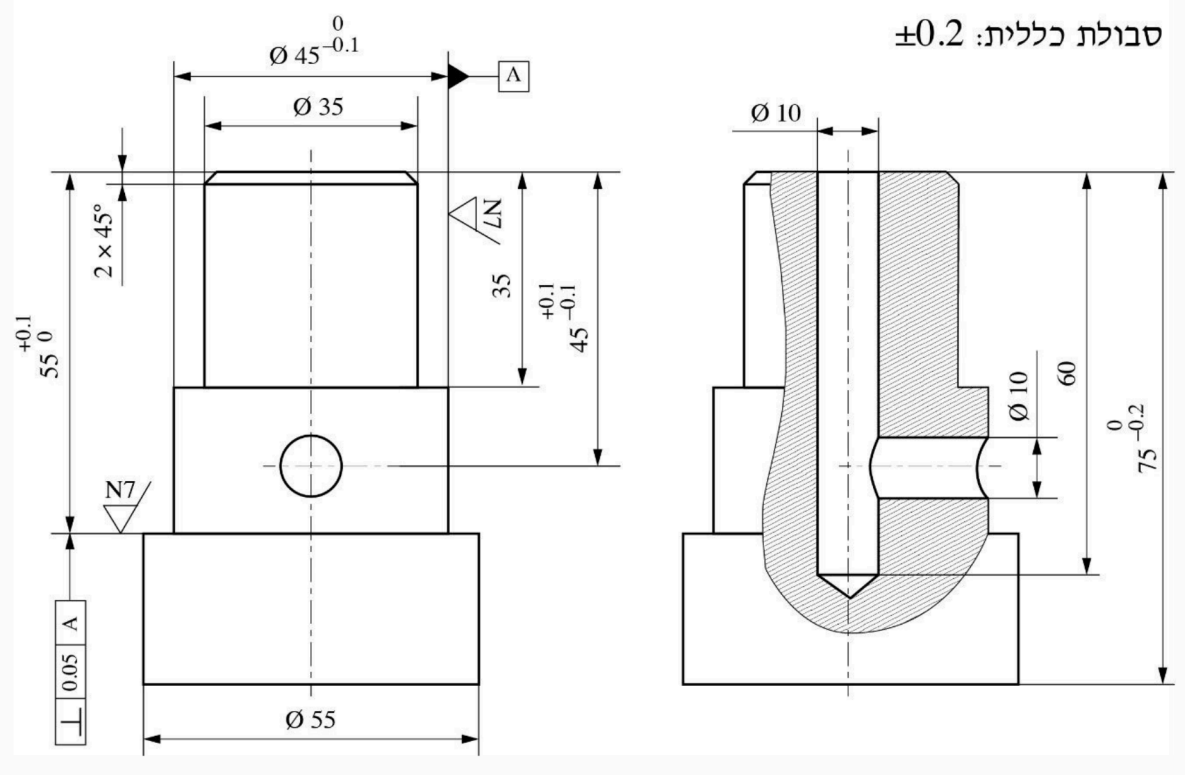
החריטה מבוצעת בשני שלבים: עיבוד מוקדם וגמר. לעיבוד הגמר יש להשאיר $1\,\mathrm{mm}$ בקוטר ובאורך.

הזניחו את זמני המעבר בין שלבי העיבוד השונים.

היעזרו בנספחים המצורפים: תנאי שיבוב בחריטה, נתוני שיבוב בקידוח.

נתונים:

- התנגדות סגולית בחריטה ובקידוח - $2500\,\mathrm{N/mm^2}$.
- קדמה בשלב עיבוד הגמר בחריטה - $0.1\,\mathrm{mm/rev}$.
- היגש מרבי בשלב העיבוד המוקדם - $2\,\mathrm{mm}$.
- תוספת מהלך בכניסה וביציאה של כלי העיבוד - $2\,\mathrm{mm}$
- כלי העיבוד - סכין חריטה מתק"ש ומקדח HSS בעל 2 להבים.
- נצילות המחרטה 80%.



תנאי שיבוב כלליים בחריטה

חומר העובד	מהירויות חיתוך מומלצות לקידמות נפוצות				
	חומר כלי	f = 0.1	f = 0.2	f = 0.4	f = 0.8
פלדות פחמניות קלות חיתוך	H.S.S.	55 – 65	50 – 60	35 – 45	25 – 35
	מתק"ש	250 – 350	260 – 320	220 – 280	160 – 250
פלדות פחמניות	H.S.S.	30 – 40	20 – 30	15 – 20	10 – 15
	מתק"ש	200 – 220	160 – 180	120 – 140	100 – 120
פלדות כלים	H.S.S.	15	10 – 15	5 – 10	5
	מתק"ש	55 – 65	45 – 55	35 – 45	30 – 40
ברזל יציקה	H.S.S.	40 – 50	30 – 40	15 – 25	10 – 15
	מתק"ש	140 – 160	110 – 130	80 – 90	70 – 80
אלומיניום ונתכי אלומיניום	H.S.S.	50 – 60	40 – 50	30 – 40	20 – 30
	מתק"ש	55 – 65	50 – 60	35 – 45	25 – 35
נחושת	מתק"ש	280	200	150	100

מהירות חיתוך $v_c \left[\frac{m}{min}\right]$ קידמה $f_r \left[\frac{mm}{rev}\right]$

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

תנאי שיבוב בק דיחה מקדחי H.S.S.

חומר העובד	תכונות מכניות	מהירות חיתוך v_c	קידמה צירית – f בהתאם לקוטר המקדח						
			Ø 3–5	Ø 5–8	Ø 8–11	Ø 11–14	Ø 14–17	Ø 17–20	Ø 20–25
פלדות פחמניות	$\sigma_B < 500$	40–30	0.14–0.05	0.20–0.10	0.25–0.16	0.28–0.20	0.30–0.22	0.32–0.24	0.35–0.26
	$500 < \sigma_B < 700$	34–25	0.10–0.04	0.16–0.09	0.22–0.14	0.24–0.16	0.26–0.20	0.28–0.22	0.30–0.24
פלדות מסג	$750 < \sigma_B < 900$	22–15	0.08–0.02	0.12–0.06	0.16–0.10	0.18–0.14	0.20–0.16	0.22–0.18	0.25–0.20
	$\sigma_B > 900$	16–10	0.06–0.01	0.10–0.04	0.14–0.08	0.16–0.12	0.18–0.13	0.20–0.14	0.22–0.16
פלב"ם		12–8	0.07–0.02	0.12–0.06	0.15–0.10	0.18–0.14	0.20–0.16	0.22–0.18	0.24–0.20
ברזל יציקה	HB < 200	35–25	0.16–0.05	0.22–0.12	0.30–0.20	0.34–0.24	0.35–0.30	0.40–0.32	0.45–0.35
	HB > 200	25–15	0.12–0.03	0.20–0.09	0.28–0.14	0.32–0.18	0.35–0.20	0.38–0.23	0.40–0.25
נחושת ונתכים		70–40	0.14–0.04	0.20–0.10	0.26–0.16	0.28–0.20	0.30–0.20	0.34–0.22	0.35–0.25
אלומיניום		150–80	0.14–0.06	0.20–0.14	0.26–0.20	0.30–0.26	0.33–0.30	0.40–0.33	0.35–0.25

א. תארו את תהליך העיבוד בשלבי החריטה והקידוח, תוך פרוט המעברים וההגשים בכל שלב.

(6 נקודות)

ב. חשבו את זמני העיבוד הנדרשים בחריטת הגמר ובפעולות הקידוח.

(10 נקודות)

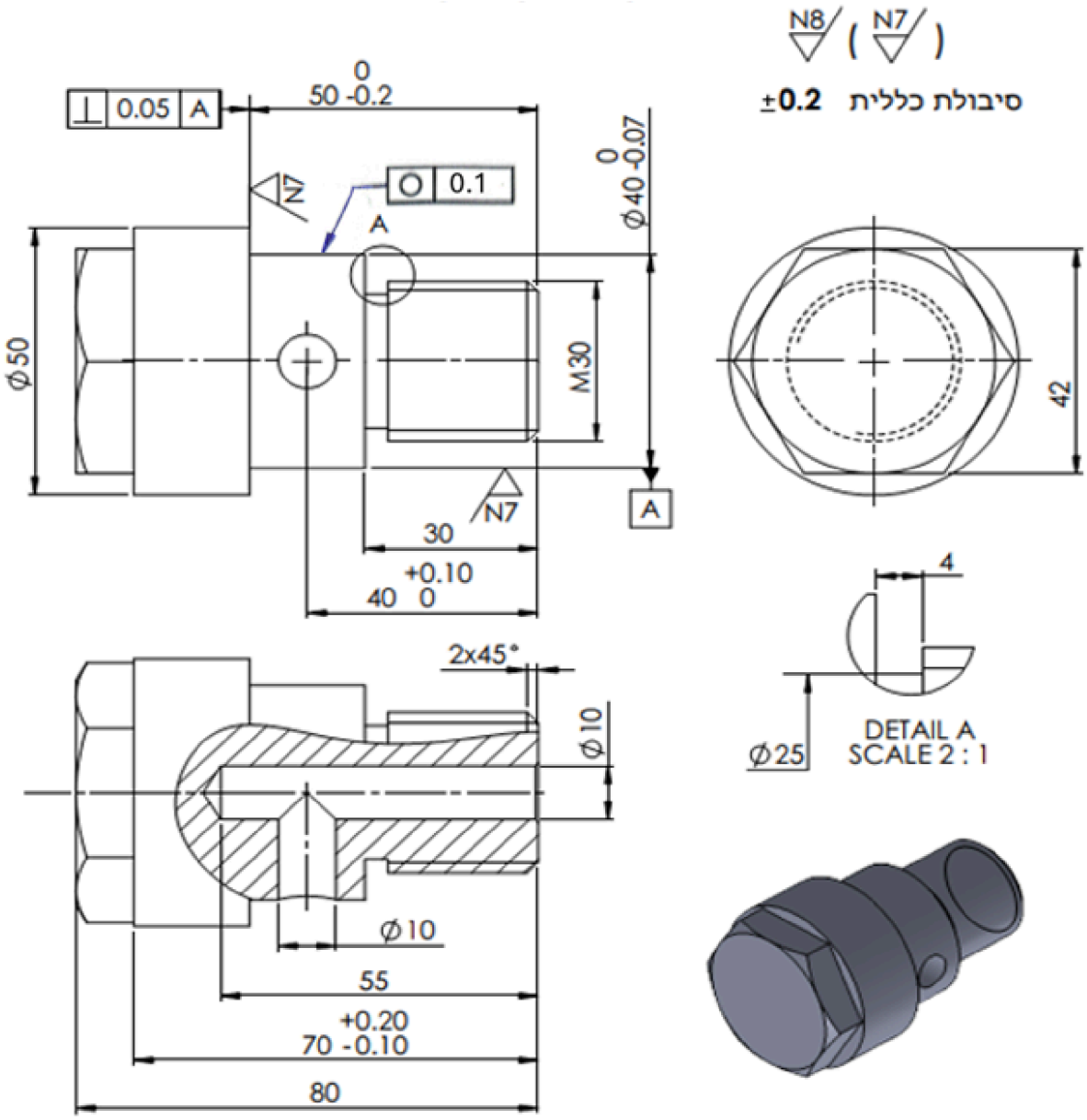
ג. חשבו את ההספק הנדרש בשלב חריטת הגמר.

(4 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

6. באיור לשאלה 6, החלק תותב סעפת יניקה, העשוי מפלדה SAE1030.

החלק מיוצר בכמויות קטנות.



הערה: לשבור פינות חדות **0.5X45°**

א. (1) כיצד ישפיע גודל סדרת הייצור (כמות קטנה לעומת סדרת ייצור גדולה) על הדברים הבאים: מכונות ואמצעי העיבוד, סדר פעולות העיבוד?

(2) מה תפקידו של החריץ $\varnothing 25$ ברוחב 4 (פרט A)?

(5 נקודות)

ב. פרטו במחברת את סדר הפעולות הנדרש לייצור החלק.

אין צורך בתיאור מפורט של כל פעולה בנפרד. הניחו מידות מוצא חומר גלם $\varnothing 54 \times 83$.

(9 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

ג. הסבירו ביחס לדרישות הבאות: | 0.1 | ◯ | - הקיימת בסרטוט ו- | 0.1 | /◯/ | - שאינה בסרטוט.

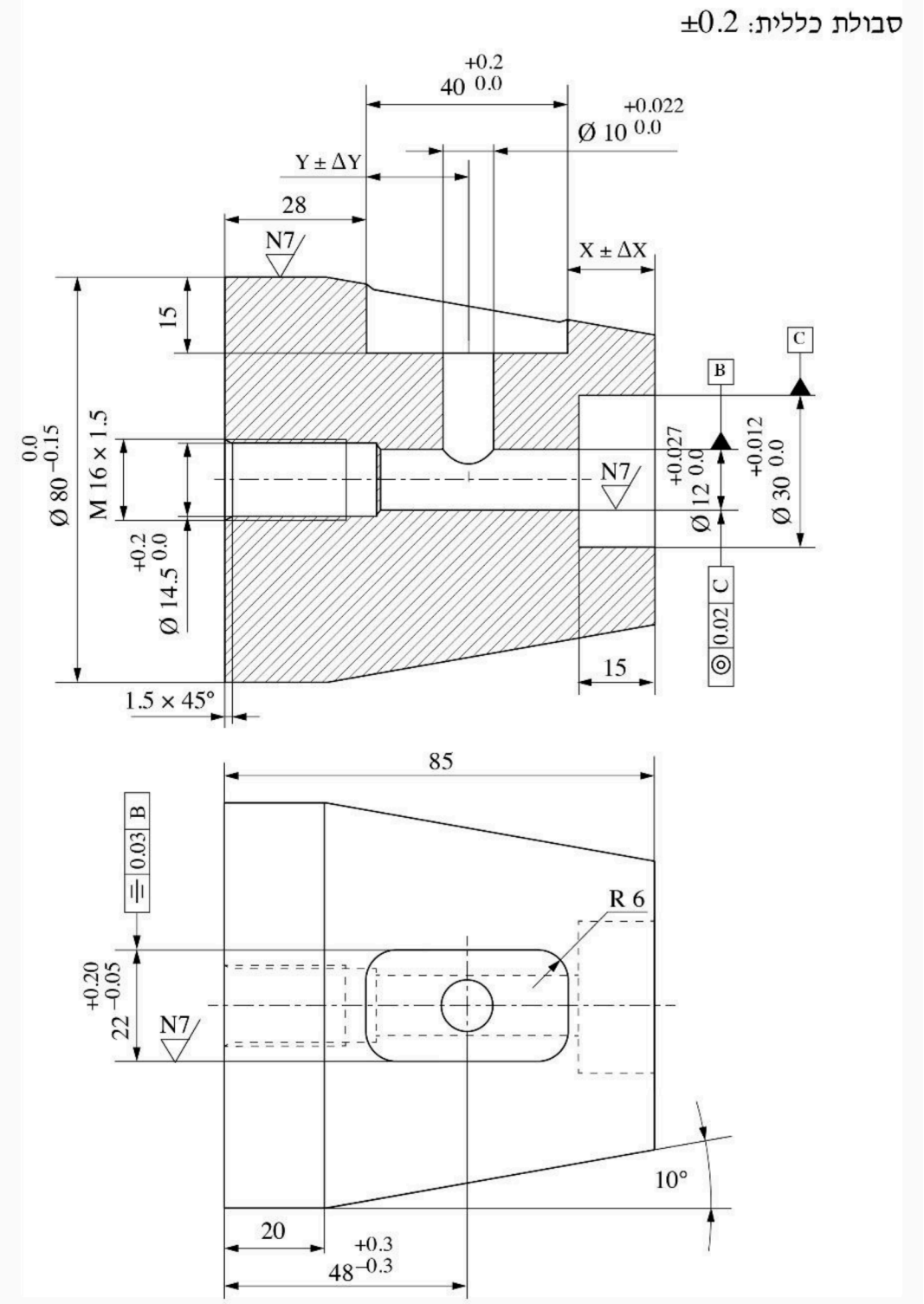
(1) מה משמעות כל דרישה? מהם ההבדלים בין הדרישות?

(2) כיצד בודקים את הביצוע של כל דרישה בביקורת איכות?

(6 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

7. **באיור לשאלה, החלק תותב קוני, העשוי מפלדה. רק חלק מהמידות מוצגות. היעזרו בנספח הסבולות המצורף.**



נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

	התאמה בעיבוד גס						התאמה בעיבוד בינוני						התאמה בעיבוד עדין													התאמה בעיבוד עדין מאוד					
עדיפות	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1		2	1	2	1	1					
	קדח	גלים						גלים					קדח	גלים												קדח	גלים				
מידת נומינלי מ ..... עד מ"מ	H11	a 11	c 11	d 9	h 11	h 9	d 9	e 8	h 9	u 8	x 8	H8	f 7	g 6	h 6	j 6	k 6	m 6	n 6	r 6	s 6	H7	h 5	j 6	k 6	n 5	p 5	H6	
1...3	+ 60 0	– 270 – 330	– 60 – 120	– 20 – 45	0 – 60	0 – 25	– 20 – 45	– 14 – 28	0 – 25	– –	+ 34 + 20	+ 14 0	– 6 – 16	– 2 – 8	0 – 6	+ 4 – 2	+ 6 – 11	+ 9 + 2	+ 10 + 4	+ 16 + 10	+ 20 + 14	+ 10 0	0 – 4	+ 4 – 2	+ 6 0	+ 8 + 4	+ 10 + 6	+ 6 0	
3...6	+ 75 0	– 270 – 345	– 70 – 145	– 30 – 60	0 – 75	0 – 30	– 30 – 60	– 20 – 38	0 – 30	– –	+ 46 + 28	+ 18 0	– 10 – 22	– 4 – 12	0 – 8	+ 6 – 2	+ 9 + 1	+ 12 + 4	+ 16 + 8	+ 23 + 15	+ 27 + 19	+ 12 0	0 – 5	+ 6 – 2	+ 9 + 1	+ 13 + 8	+ 17 + 12	+ 8 0	
6...10	+ 90 0	–280 – 370	– 80 – 170	– 40 – 76	0 – 90	0 – 36	– 40 – 76	– 25 – 47	0 – 36	– –	+ 56 + 34	+ 22 0	– 13 – 28	– 5 – 14	0 – 9	+ 7 – 2	+ 10 + 1	+ 15 + 6	+ 19 + 10	+ 28 + 19	+ 32 + 23	+ 15 0	0 – 6	+ 7 – 2	+ 10 + 1	+ 16 + 10	+ 21 + 15	+ 9 0	
10...14	+ 110	– 290	– 95	– 50	0	0	– 50	– 32	0	– –	+ 67 + 40	+ 27	– 16	– 6	0	+ 8	+ 12	+ 18	+ 23	+ 34	+ 39	+ 18	0	+ 8	+ 12	+ 20	+ 26	+ 11	
14...18	0	– 400	– 205	– 93	– 110	– 43	– 93	– 59	– 43	–	+ 72 + 45	0	– 34	– 17	– 11	+ 1	+ 1	+ 7	+ 12	+ 23	+ 28	0	– 8	– 3	+ 1	+ 12	+ 18	0	
18...24	+ 130	– 300	– 110	– 65	0	0	– 65	– 40	0	– –	+ 87 + 54	+ 33	– 20	– 7	0	+ 9	+ 13	+ 21	+ 28	+ 41	+ 48	+ 21	0	+ 9	+ 15	+ 24	+ 31	+ 13	
24...30	0	– 430	– 240	– 117	– 130	– 52	– 117	– 73	– 52	+ 81 + 48	+ 97 + 64	0	– 41	– 20	– 13	– 4	+ 2	+ 8	+ 15	+ 28	+ 35	0	– 9	– 4	+ 2	+ 15	+ 22	0	
30...40	+ 160	– 310 – 470	– 120 – 280	– 80	0	0	– 80	– 50	0	+ 99 + 60	+ 119 + 80	+ 39	– 25	– 9	0	+ 11	+ 18	+ 25	+ 33	+ 50	+ 59	+ 25	0	+ 11	+ 18	+ 28	+ 37	+ 16	
40...50	0	– 320 – 480	– 130 – 290	– 142	– 160	– 62	– 142	– 89	– 62	+ 109 + 70	+ 136 + 97	0	– 50	– 25	– 16	– 5	+ 2	+ 9	+ 17	+ 34	+ 43	0	– 11	– 5	+ 2	+ 17	+ 26	0	
50...65	+ 190	– 340 – 530	– 140 – 330	– 100	0	0	– 100	– 60	0	+ 133 + 87	+ 168 + 122	+ 46	– 30	– 10	0	+ 12	+ 21	+ 30	+ 39	+ 41	+ 53	+ 30	0	+ 12	+ 21	+ 33	+ 45	+ 19	
65...80	0	– 360 – 550	– 150 – 340	– 174	– 190	– 74	– 174	– 106	– 74	+ 148 + 102	+ 192 + 146	0	– 60	– 29	– 19	– 7	+ 2	+ 11	+ 20	+ 62 + 43	+ 78 + 59	+ 20	– 13	– 7	+ 2	+ 20	+ 32	0	
80...100	+ 220	– 380 – 600	– 170 – 390	– 120	0	0	– 120	– 72	0	+ 178 + 124	+ 232 + 178	+ 54	– 36	– 12	0	+ 13	+ 25	+ 35	+ 45	+ 51 + 76	+ 71 + 101	+ 35	0	+ 13	+ 25	+ 38	+ 52	+ 22	
100...120	0	– 410 – 630	– 180 – 400	– 207	– 220	– 87	– 207	– 126	– 87	+ 198 + 144	+ 264 + 210	0	– 71	– 34	– 22	– 9	+ 3	+ 13	+ 23	+ 54	+ 79	0	– 15	– 9	+ 3	+ 23	+ 37	0	
120...140	+ 250	– 460 – 710	– 200 – 450	– 145	0	0	– 145	– 85	0	+ 233 + 170	+ 311 + 248	+ 63	– 43	– 14	0	+ 14	+ 28	+ 40	+ 52	+ 63 + 90	+ 92 + 125	+ 40	0	+ 14	+ 28	+ 45	+ 61	+ 25	
140...160	0	– 520 – 770	– 210 – 460	– 245	– 250	– 100	– 245	– 148	– 100	+ 253 + 190	+ 343 + 280	0	– 83	– 39	– 25	– 11	+ 3	+ 15	+ 27	+ 65 + 93	+ 100 + 133	0	– 18	– 11	+ 3	+ 27	+ 43	0	
160...180			– 230 – 480							+ 273 + 210	+ 373 + 310									+ 68	+ 108								
180...200	+ 290	– 660 – 950	– 240 – 530	– 170	0	0	– 170	– 100	0	+ 308 + 236	+ 422 + 350	+ 72	– 50	– 15	0	+ 16	+ 33	+ 46	+ 60	+ 106 + 77	+ 122 + 159	+ 46	0	+ 16	+ 33	+ 51	+ 70	+ 29	
200...225	0	– 740 – 1030	– 260 – 550	– 285	– 290	– 115	– 285	– 172	– 115	+ 330 + 258	+ 457 + 385	0	– 96	– 44	– 29	– 13	+ 4	+ 17	+ 31	+ 109 + 80	+ 130 + 169	+ 60	– 20	– 13	+ 4	+ 31	+ 50	0	
225...250			– 280 – 570							+ 356 + 284	+ 497 + 425									+ 113 + 84	+ 140								
250...280	+ 320	– 920 – 1240	– 300 – 620	– 190	0	0	– 190	– 110	0	+ 396 + 315	+ 556 + 475	+ 81	– 56	– 17	0	+ 16	+ 36	+ 52	+ 66	+ 126 + 94	+ 190 + 158	+ 52	0	+ 16	+ 36	+ 57	+ 79	+ 32	
280...315	0	– 1050 – 1370	– 330 – 650	– 320	– 320	– 130	191	– 320	– 130	+ 431 + 350	+ 606 + 525	0	– 108	– 49	– 32	– 16	+ 4	+ 20	+ 34	+ 130 + 98	+ 202 + 170	+ 20	– 23	– 16	+ 4	+ 34	+ 56	0	
315...355	+ 360	– 1200 – 1560	– 360 – 720	– 210	0	0	– 210	– 125	0	+ 479 + 390	+ 679 + 590	+ 89	– 119	– 54	– 36	– 18	+ 4	+ 21	+ 37	+ 144 + 108	+ 226 + 190	+ 57	0	+ 18	+ 40	+ 62	+ 87	+ 36	
355...400	0	– 1350 – 1710	– 400 – 760	– 350	– 360	– 140	– 350	– 214	– 140	+ 524 + 435	– –	0	– 119	– 54	– 36	– 18	+ 4	+ 21	+ 37	+ 114 + 150	+ 208 + 244	+ 73	– 25	– 18	+ 4	+ 37	+ 62	0	
400...450	+ 400	– 1500 – 1900	– 440 – 840	– 230	0	0	– 230	– 135	0	+ 587 + 490	– –	+ 97	– 68	– 20	0	+ 20	+ 45	+ 63	+ 80	+ 166 + 126	+ 272 + 232	+ 63	0	+ 20	+ 45	+ 67	+ 95	+ 40	
450...500	0	– 1650 – 2050	– 480 – 880	– 385	– 400	– 155	– 385	– 232	– 155	+ 637 + 540	– –	0	– 131	– 60	– 40	– 20	+ 5	+ 23	+ 40	+ 172 + 132	+ 292 + 252	+ 40	– 27	– 20	+ 5	+ 40	+ 67	0	

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

	התאמה בעיבוד עדין מאוד						התאמה בעיבוד עדין										התאמה בעיבוד בינוני							התאמה בעיבוד גס				
עדיפות							1							1	2		1	1	2	1	1	1	1	2	2		1	2
	גל	קדחים					גל	קדחים									גל	קדחים						גל	קדחים			
מידה נומי' מ ... עד מ"מ	h5	P 6	N 6	M 6	J 6	H 6	h6	S 7	R 7	N 7	M 7	K 7	J 7	H 7	G 7	F 7	h9	H 8	H 11	F 8	E 9	D 10	C 11	h11	H 11	D 11	C 11	A 11
1...3	0 −4	−6 −12	−4 −10	−2 −8	+2 −4	+6 0	0 −6	−14 −24	−10 20	−4 −14	0 −9	0 −10	+4 −6	+10 0	+12 +2	+16 +6	0 −25	+14 0	+60 0	+20 +6	+39 +14	+60 +20	+120 +60	0 −60	+60 0	+80 +20	+120 +60	+330 +270
3...6	0 −5	−9 −17	−5 −13	−1 −9	+5 −3	+8 0	0 −8	−15 −27	−11 −23	−4 −16	0 −12	+3 −9	+6 −6	+12 0	+16 +4	+22 +10	0 −30	+18 0	+75 0	+28 +10	+50 +20	+78 +30	+145 +70	0 −75	+75 0	+105 +30	+145 +70	+345 +270
6...10	0 −6	−12 −21	−7 −16	−3 −12	+5 −4	+9 0	0 −9	−17 −32	13 −28	−4 −19	0 −15	+5 −10	+8 −7	+15 0	+20 +5	+28 +13	0 −36	+22 0	+90 0	+35 +13	+61 +25	+98 +40	+170 +80	0 −90	+90 0	+130 +40	+170 +80	+370 +280
10...18	0 −8	−15 −26	−9 −20	−4 −15	+6 −5	+11 0	0 −11	−21 −39	16 −34	−5 −23	0 −18	+6 −12	+10 −8	+18 0	+24 +6	+34 +16	0 −43	+27 0	+110 0	+43 +16	+75 +32	+120 +50	+205 +95	0 −110	+110 0	+160 +50	+205 +95	+400 +290
18...30	0 −9	−18 −31	−11 −24	−4 −17	+8 −5	+13 0	0 −13	−27 −48	−20 −41	−7 −28	0 −21	+6 −15	+12 −9	+21 0	+28 +7	+41 +20	0 −52	+33 0	+130 0	+53 +20	+92 +40	+149 +65	+240 +110	0 −130	+130 0	+195 +65	+240 +110	+430 +300
30...40	0	−21	−12	−4	+10	+16	0	−34	−25	−8	0	+7	+14	+25	+34	+50	0	+39	+160	+64	+112	+180	+280 +120	0	+160	+240	+280 +120	+470 +310
40...50	−11	−37	−28	−20	−6	0	−16	−59	−50	−33	−25	−18	−11	0	+9	+25	−62	0	0	+25	+50	+80	+290 +130	−160	0	+80	+290 +130	+480 +320
50...65	0	−26	−14	−5	+13	+19	0	−42 −72	−30 −60	−9	0	+9	+18	+30	+40	+60	0	+46	+190	+76	+134	+220	+330 +140	0	+190	+290	+330 +140	+530 +340
65...80	−13	−45	−33	−24	−6	0	−19	−48 −78	−32 −62	−39	−30	−21	−12	0	+10	+30	−74	0	0	+30	+60	+100	+340 +150	−190	0	+100	+340 +150	+550 +360
80...100	0	−30	−16	−6	+16	+22	0	−58 −93	−38 −73	−10	0	+10	+22	+35	+47	+71	0	+54	+220	+90	+159	+260	+390 +170	0	+220	+340	+390 +170	+600 +380
100...120	−15	−52	−38	−28	−6	0	−22	−66 −101	−41 −76	−45	−35	−25	−13	0	+12	+36	−87	0	0	+36	+72	+120	+400 +180	−220	0	+120	+400 +180	+630 +410
120...140	0	−36	−20	−8	+18	+25	0	−77 −117	−48 −88	−12	0	+12	+26	+40	+54	+83	0	+63	+250	+106	+185	+305	+450 +200	0	+250	+395	+450 +200	+710 +460
140...160								−85 −125	−50 −90														+460 +210				+460 +210	+770 +520
160...180	−18	−61	−45	−33	−7	0	−25	−93 −133	−53 −93	−52	−40	−28	−14	0	+14	+43	−100	0	0	+43	+85	+145	+480 +230	−250	0	+145	+480 +230	+830 +580
180...200	0	−41	−22	−8	+22	+29	0	−105 −151	−60 −106	−14	0	+13	+30	+46	+61	+96	0	+72	+290	+122	+215	+355	+530 +240	0	+290	+460	+530 +240	+950 +660
200...225								−113 −159	−63 −109														+550 +260				+550 +260	+1030 +740
225...250	−20	−70	−51	−37	−7	0	−29	−123 −169	−67 −113	−60	−46	−33	−16	0	+15	+50	−115	0	0	+50	+100	+170	+570 +280	−290	0	+170	+570 +280	+1110 +820
250...280	0	−47	−25	−9	+25	+32	0	−138 −190	−74 −126	−14	0	+16	+36	+52	+69	+108	0	+81	+320	+137	+240	+400	+620 +300	0	+320	+510	+620 +300	+1240 +920
280...315	−23	−79	−57	−41	−7	0	−32	−150 −202	−78 −130	−66	−52	−36	−16	0	+17	+56	−130	0	0	+56	+110	+190	+650 +330	−320	0	+190	+650 +330	+1370 +1050
315...355	0	−51	−26	−10	+29	+36	0	−169 −226	−87 −144	−16	0	+17	+39	+57	+75	+119	0	+89	+360	+151	+265	+440	+720 +360	0	+360	+570	+720 +360	+1560 +1200
355...400	−25	−87	−62	−46	−7	0	−36	−187 −244	−93 −150	−73	−57	−40	−18	0	+18	+62	−140	0	0	+62	+125	+210	+760 +400	−360	0	+210	+760 +400	+1710 +1350
400...450	0	−55	−27	−10	+33	+40	0	−209 −272	−103 −166	−17	0	+18	+43	+63	+83	+131	0	+97	+400	+165	+290	+480	+840 +440	0	+400	+630	+840 +440	+1900 +1500
450...500	−27	−95	−67	−50	−7	0	−40	−229 −292	−109 −172	−80	−63	−45	−20	0	+20	+68	−155	0	0	+68	+135	+230	+880 +480	−400	0	+230	+880 +480	+2050 +1650

א. חשבו את המידה המתקבלת, $X \pm \Delta X$, הנתונה בסרטוט.

(6 נקודות)

ב. חשבו את המידה הטכנולוגית (החליפית), $Y \pm \Delta Y$, הנתונה בסרטוט.

(5 נקודות)

ג. לקדח $\varnothing 10^{+0.022}_{0}$ שבאיור לשאלה, נכנס פין $\varnothing 10$ באפיצות מדחק.

(1) בחר סיבולת מתאימה לפין, ורשום את האפיצות המתקבלת. האם האפיצות שרשמת היא בשיטת הגל האחיד או הקדח האחיד?

(2) הסבר מהי אפיצות בשיטת הגל האחיד ומהי בשיטת הקדח האחיד? מתי משתמשים בכל אחת מהן?

(3) חשב את המדחקים, המינימלי והמקסימלי, באפיצות שציינת בסעיף (1).

(9 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

8. מפעל קיבל הזמנה לאספקת 3,000 יחידות של מפצל זרימה. המפעל שוקל שתי שיטות ייצור לביצוע בשני תהליכי ייצור: תהליך א' ללא אוטומציה, תהליך ב' עם אוטומציה.

בשני התהליכים משולבת ביקורת איכות בתהליך. בנוסף, נדרשת החלפת כלי עיבוד לאחר עיבוד של כל 100 יחידות בכל תהליך.

להלן טבלה המפרטת את העלויות בכל תהליך:

תהליך ייצור	עלות חומר גלם לק"ג (₪)	משקל יחידה בק"ג	אחוזי פסילה (%)	עלות שעת עבודה (₪)	זמן ייצור ליחידה (דקות)	זמן ביקורת איכות ליחידה (דקות)	עלות החלפת כלי עיבוד (₪)	הוצאות הכנה ומתקנים (₪)
תהליך א' ייצור ללא אוטומציה	20	0.8	4	240	50	4	1500	50,000
תהליך ב' ייצור עם אוטומציה	20	0.7	2	170	30	2	1000	250000

א. חשבו את עלות הייצור הכוללת של הזמנת 3,000 פריטים בכל אחד מתהליכי הייצור.

(7 נקודות)

ב. חשבו את נקודת האיזון בין שני תהליכי הייצור.

(4 נקודות)

ג. סרטטו עבור שני התהליכים גרפים המציגים את עלויות הייצור מול כמות היחידות לייצור.

הסבירו באיזו שיטת ייצור עדיף לייצר.

(5 נקודות)

ד. התקבלה הזמנה לייצור 2000 יחידות. איזה קו מן השניים על המפעל להפעיל?

בכמה חודשים תושלם ההזמנה? הניחו שהקו עובד 200 שעות בחודש.

(4 נקודות)

9. בתמסורת זוג גלגלי שיניים. בהספק נתון מגדילים את מהירות המנוע פי 2. איזה משפט נכון?

א. המומנט המועבר לצרכן לא ישתנה.

ב. המומנט המועבר לצרכן יגדל פי 2.

ג. המומנט המועבר לצרכן יקטן פי 4.

ד. המומנט המועבר לצרכן יקטן פי 2.

(2 נקודות)

10. מה נכון לגבי תמסורת רצועות טריזיות ותמסורת רצועה שטוחה, בעלות גאומטריה זהה, המעבירות הספק זהה, בסל"ד זהה, והן בעלות רצועות מחומר זהה?

א. כוח המתיחה המוקדם הנדרש בתמסורת הרצועות הטריזיות קטן מזה שבתמסורת הרצועה השטוחה.

ב. כוח המתיחה המוקדם הנדרש בתמסורת הרצועות הטריזיות גדול מזה שבתמסורת הרצועה השטוחה.

ג. כוח המתיחה המוקדם הנדרש בתמסורת הרצועות הטריזיות זהה לזה שבתמסורת הרצועה השטוחה.

ד. המומנט שניתן להעביר לצרכן בתמסורת הרצועה השטוחה יהיה גבוה מזה שבתמסורת הטריזית.

(2 נקודות)

11. על גל הנתמך בשני מיסבים פועלים שני כוחות: כוח צירי לאורך ציר הגל, כוח רדיאלי בניצב לציר הגל. אם הכוח הצירי גבוה יחסית לכוח הרדיאלי, איזה מסב מתאים למצב המתואר?

א. מסב כדורי רדיאלי.

ב. מסב קוני.

ג. מסב גלילי.

ד. מסב מחטים.

(2 נקודות)

12. מה נכון ביחס למצמד חיכוך קוני ומצמד חיכוך שטוח שנתוניהם הבאים זהים: קוטר פנימי, קוטר חיצוני, מקדם חיכוך וכוח הצמדה?

א. המומנט המרבי של המצמד הקוני יהיה גדול יותר מזה של המצמד השטוח.

ב. המומנט המרבי של המצמד הקוני יהיה קטן יותר מזה של המצמד השטוח.

ג. המומנט המרבי של המצמד הקוני יהיה זהה לזה של המצמד השטוח.

ד. להעברת מומנט זהה נדרש במצמד השטוח כוח הצמדה קטן יותר מזה שבמצמד הקוני.

(2 נקודות)

13. אילו מאמצים נוצרים בכריכות (שיניים) של התבריג בבורג הידוק?

א. מאמצי מתיחה ופיתול

ב. מאמצי גזירה ומתיחה

ג. מאמצי גזירה וכפיפה

ד. מאמצי גזירה, כפיפה ומעיכה

(2 נקודות)

14. באיזו אפיצות נשתמש להרכבת מסב החלקה בתוך בית מסב?

א. באפיצות מעבר.

ב. באפיצות מדחק.

ג. באפיצות מרווח.

ד. באפיצות מגע.

(2 נקודות)

15. מה נכון לגבי האפיצות $\frac{S7}{h6}$?

א. זו אפיצות בשיטת הקדח האחיד.

ב. זו אפיצות בשיטת הגל האחיד.

ג. זו אפיצות מרווח.

ד. זו אפיצות מעבר.

(2 נקודות)

16. במה תלוי ההספק הנדרש בפעולת קידוח?

א. בהתנגדות הסגולית של החומר.

ב. בקוטר המקדח

ג. בהיגש ובקדמה.

ד. כל התשובות נכונות.

(2 נקודות)

17. במה משתמשים לבדיקת דרישת מרכזיות בין שני משטחים גליליים?

א. מיקרומטר

ב. מד זחיח (זחון, קליבר)

ג. חוגן (אינדיקטור)

ד. מד זווית מדויק

(2 נקודות)

18. מהם הגורמים המשפיעים על העלייה בשיעור הבלאי של כלי שיבוב?

א. עיבוד במהירויות שיבוב נמוכות מדי

ב. עיבוד במהירויות שיבוב גבוהות מדי

ג. עיבוד בערכי קדמה נמוכים מדי

ד. שימוש בכמות גדולה מדי של חומר קירור

(2 נקודות)

כל מבחני מה"ט עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/mahat