GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2025 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: 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. (אין צורך להעתיק את השאלה.) 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. נספחים: תפרי ריתוך; תנאי שיבוב בחריטה; נתוני שיבוב בקידוח; תבריגים ריבועיים; 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.

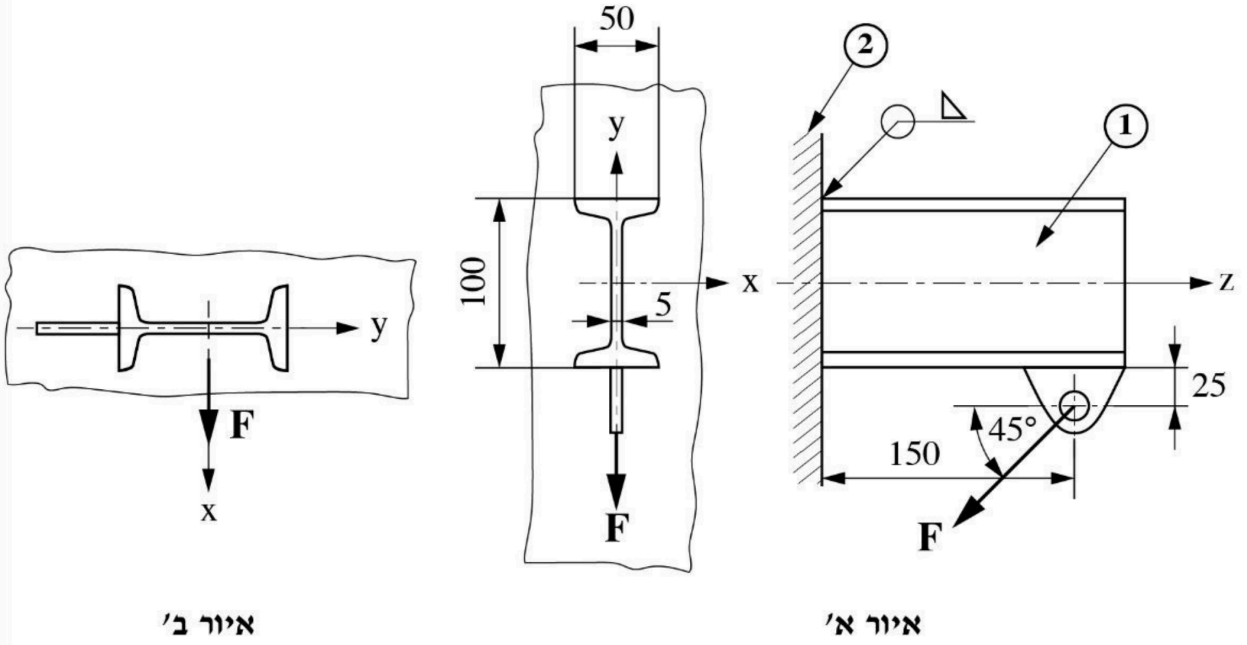
בהצלחה!

השאלות

1. קורת פלדה (1), בעלת חתך של פרופיל I 100, מרותכת לבסיס פלדה רתום (2), בריתוך מילאת (פינתי) היקפי, כמתואר באיור א' לשאלה. על זיז בקצה הקורה פועל כוח של $F = 35\,\mathrm{kN}$. הכוח נטוי בזווית של 45° ביחס לציר Z.

המאמץ המותר בתפר הריתוך הוא $120\,\mathrm{MPa}$.

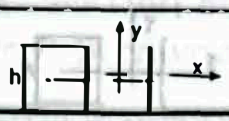
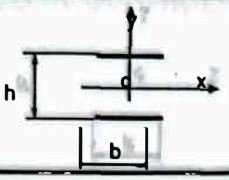
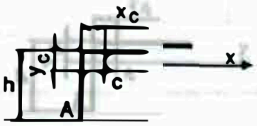
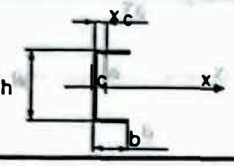
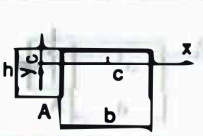
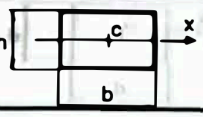
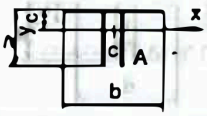
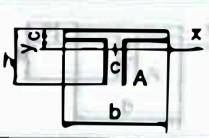
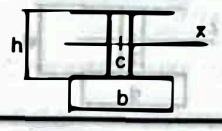
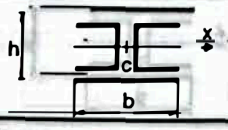
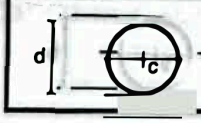
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il



איור ב'

איור א'

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. חשב את המאמצים הקיימים בתפר הריתוך. היעזר בנספח תפרי הריתוך המצורף.

(8 נקודות)

ב. סרטט תרשים של המאמצים הקיימים בתפר הריתוך וציין באיזו נקודה או באילו נקודות בתפר קיים המאמץ המרבי.

(4 נקודות)

ג. חשב את המאמץ המרבי ואת עובי תפר הריתוך הנדרש.

(5 נקודות)

ד. כיצד ישתנו התשובות לסעיפים א' ו־ג' אם נסובב את הפרופיל ב- 90° סביב ציר Z, ללא שינוי בכיוון פעולת הכוח F, כמוצג באיור ב'. הסבר ללא חישוב.

(3 נקודות)

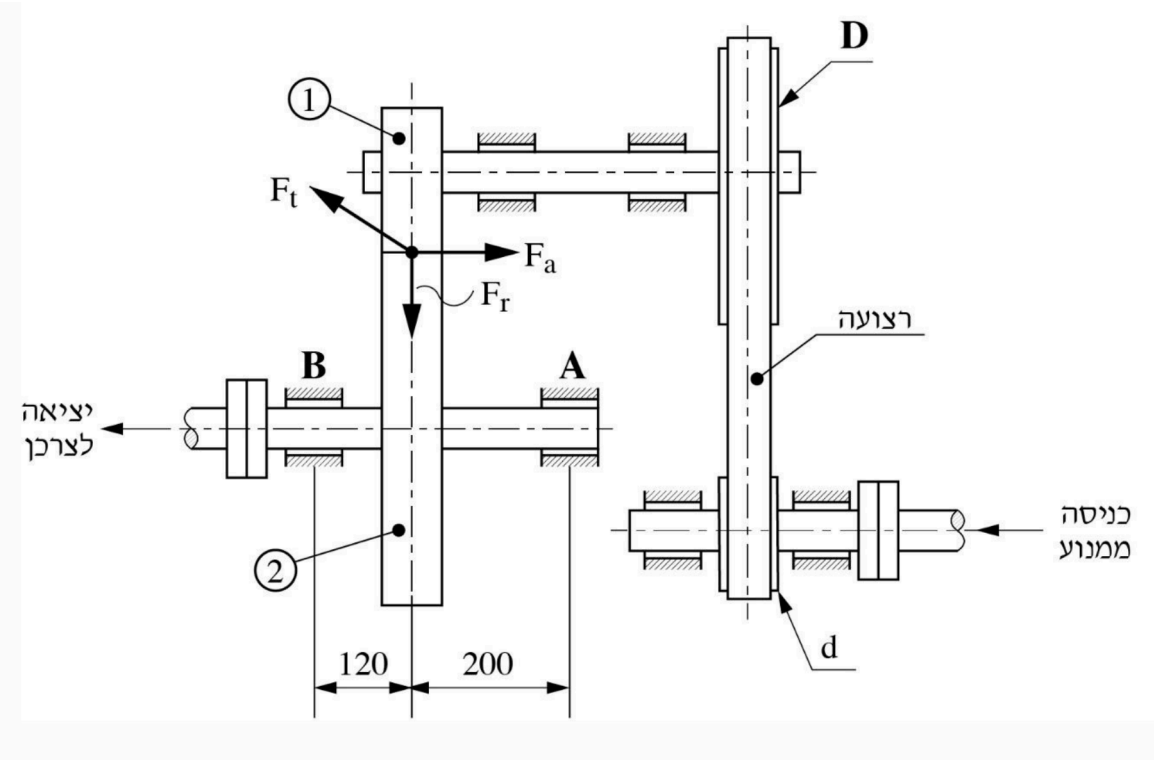
2. ממסרת ההפחתה שבאיור מורכבת מתמסורת רצועה-גלגלים (d) (D) ומתמסורת גלגלי שיניים משופעות (גלגלים 1 ו־2).

גל AB נתמך על ידי סמכים (מסבים) A, AB סמך קבוע, B סמך נייד.

כוחות השילוב בין גלגלי השיניים הם: $F_t = 6{,}000\,\text{N}$, $F_r = 2{,}400\,\text{N}$, $F_a = 2{,}800\,\text{N}$.

נתונים:

- קוטר גלגל שיניים 2 - $D_2 = 300\,\text{mm}$
- מאמץ הכניעה של חומר הגל $\sigma_y = 600\,\text{MPa}$



א. חשבו את התגובות בסמכים A, B

(5 נקודות)

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

ב. חשבו וסרטטו במחברת הבחינה את מהלכי מומנטי הכפיפה והפיתול לאורך גל AB.

(9 נקודות)

ג. חשבו את מקדם הביטחון הקיים בתכנון גל AB, אם קוטר הגל הוא $40\,\text{mm}$, והוא אחיד לכל אורכו.

(6 נקודות)

3. באיור לשאלה מתוארת ממסרת הפחתת מהירות, המורכבת משתי תמסורות: תמסורת רצועה - גלגלים (d) (D) ותמסורת גלגלי שיניים - גלגלים 1 ו-2. המנוע מסתובב במהירות $1500\,\text{RPM}$, והספקו $10\,\text{kW}$.

יחס התמסורת בכל תמסורת הוא $i = 1:2$.

המתכנן שוקל באיזה תמסורת רצועה לבחור - שטוחה או טריזית (ראו סעיף ג').

נתוני תמסורת הרצועה:

- קוטרי הגלגלים: $d = 150\,\text{mm}$, $D = 300\,\text{mm}$
- מרחק בין מרכזי הגלגלים: $A = 580\,\text{mm}$

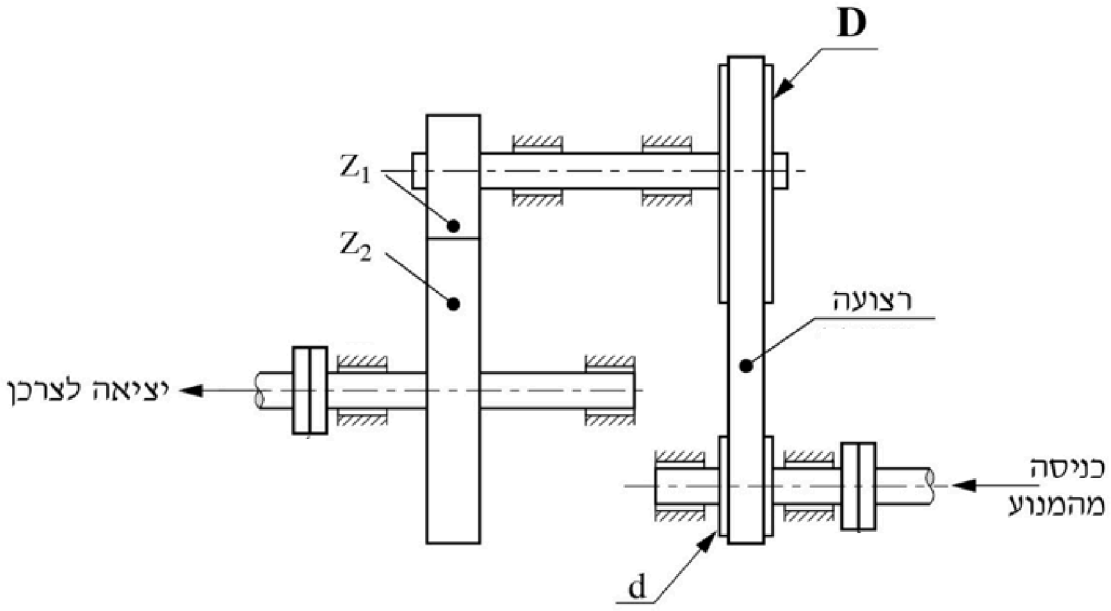
נתוני הרצועה השטוחה:

עובי - $h = 6\,\text{mm}$, רוחב - $b = 50\,\text{mm}$, המאמץ המותר - $[\sigma] = 8\,\text{MPa}$, מודול האלסטיות - $E = 60\,\text{MPa}$, מקדם החיכוך - $\mu = 0.35$.

נתוני הרצועה הטריזית:

עובי - $h = 10\,\text{mm}$, שטח חתך - $A = 100\,\text{mm}^2$. זווית הטריז - $2\gamma = 36^\circ$

מספר הרצועות - 4. שאר הנתונים הם כמו ברצועה השטוחה.



א. חשבו את המאמצים המרביים שייווצרו בכל אחת מתמסורות הרצועה הנתונות.

(8 נקודות)

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

ב. **חשבו את כוח המתיחה המוקדמת שיידרש מכל אחת מתמסורות הרצועה הנתונות.**

(4 נקודות)

ג. **על פי המחושב בסעיפים א ו־ב, באיזה תמסורת רצועה (שטוחה או טריזית) יש לבחור? הסבירו ללא חישוב.**

(4 נקודות)

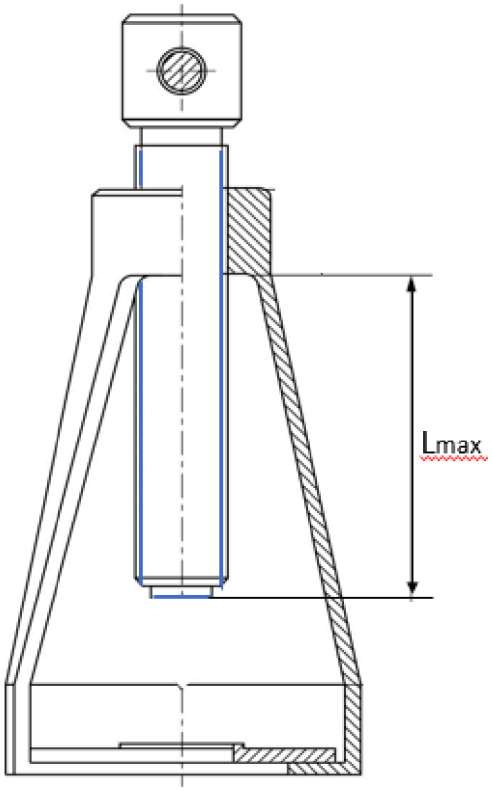
ד. **חשבו את המומנט המרבי שאפשר להעביר לצרכן, אם נצילויות תמסורת הרצועה ותמסורת גלגלי השיניים הן 0.9 ו־0.97, בהתאמה.**

הערה: בסעיפים א–ג הזניחו הפסדים במערכת.

(4 נקודות)

4. באיור לשאלה מוצג מכבש כבישה בורגי. בורג המכבש הוא בעל תבריג ריבועי $\varnothing 32 \times 6$.
האורך המרבי בפעולת המכבש הוא $L_{max} = 350\,\text{mm}$, כמוצג באיור.
דרוש להפעיל את המכבש בכוח כבישה של $80\,\text{kN}$. היעזרו בנספח תבריגים ריבועיים המצורף.
נתונים:

- המאמץ המותר בבורג המכבש הוא $200\,\text{MPa}$
- מקדם החיכוך בתבריג הוא 0.12
- מקדם היציבות בקריסה הוא $S = 4$
- מקדם התמירות הגבולי לחומר הוא $\lambda_0 = 80$
- מודול האלסטיות של חומר הבורג הוא $E = 2 \times 10^5\,\text{MPa}$



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

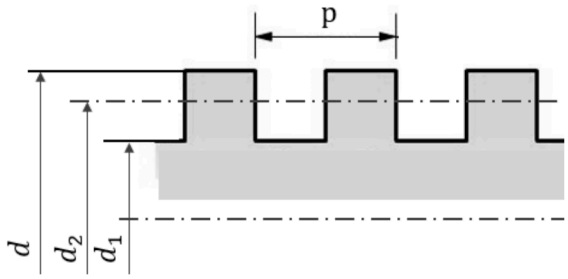
קוטר פנימי $d_1 = d - \mathrm{p}$

קוטר ממוצע $\mathrm{d_2} = \frac{\mathrm{d} + \mathrm{d_1}}{2}$

שטח קנה הבורג $A = \frac{\pi}{4} \cdot {d_1}^2$

חצי זווית פרופיל שן $\alpha = 0°$

מקדם עובי בסיס השן $k = 0.5$



קוטר חיצוני – d [mm]	פסיעה – p [mm]		
	עדינה	רגילה	גדולה
10; 12; 14	2	3	---
16; 18; (19); 20	2	4	---
22; 24; 26; 28	2	5	8
30; 32; (34); 36; (38); 40; (42)	3	6	10
44; (46); 48; 50; 52; 55; (58); 60	3	8	12
(62); 65; (68); 70; (72); 75; (78); 80; (82)	4	10	16

המידות שבסוגריים קיימות, אך הן בעדיפות שנייה. ניתן להשתמש בהם לפתרון השאלה

א. חשבו האם בורג המכבש יעמוד בדרישות החוזק למאמץ מורכב?

(6 נקודות)

ב. חשבו האם הבורג יעמוד בתנאי היציבות בקריסה?

(5 נקודות)

ג. לאור התשובות שקיבלתם בסעיפים א ו־ב, מהו כוח הכבישה המרבי שניתן להפעיל בנתונים הקיימים?

(3 נקודות)

ד. חשבו ובחרו תבריג ריבועי שיתאים לכוח הכבישה הנדרש. הניחו פסיעת בורג זהה לפסיעת הבורג הנתון.

(6 נקודות)

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

5. באיור לשאלה 5 מוצג החלק ציר מרכזי, העשוי מפלדה SAE 1030. מידות המוצא של חומר הגלם הן: $\varnothing 38 \times 127$.

החלק מיוצר בחריטה וקידוח. תהליך החריטה מבוצע בשני שלבים: עיבוד מוקדם ועיבוד גמר.

לעיבוד הגמר בחריטה יש להשאיר $1\,\text{mm}$ בקוטר ובאורך בכל מידות החלק.

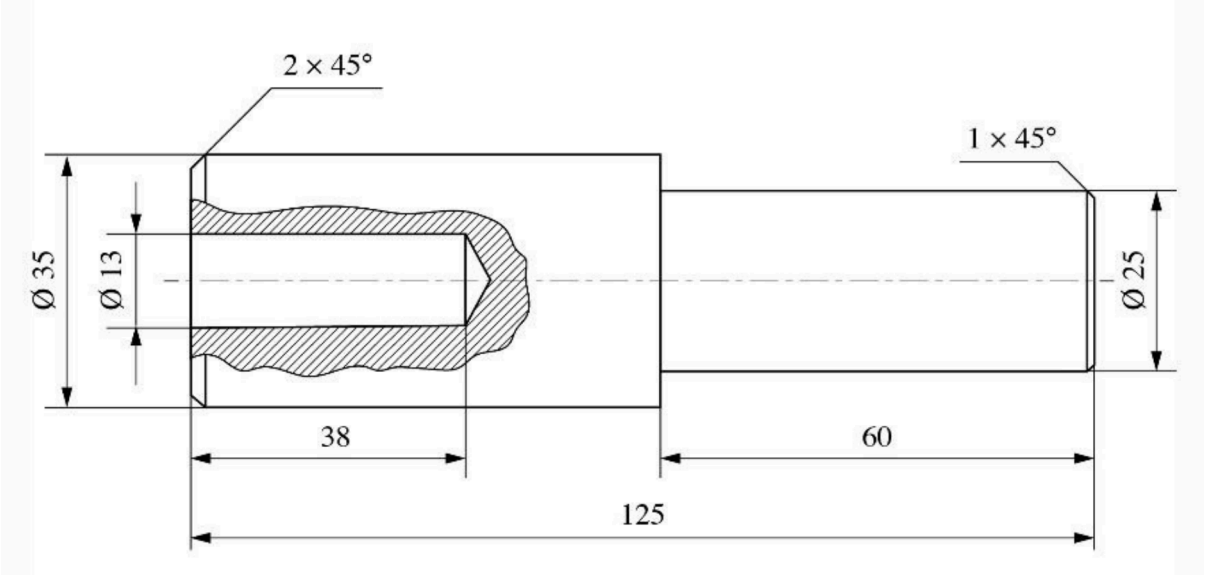
הקדח $\varnothing 13$ מבוצע במהלך קידוח אחד למידה סופית. הזניחו את זמני המעבר בין שלבי העיבוד השונים.

היעזרו בנספחים המצורפים: תנאי שיבוב כלליים בחריטה, נתוני שיבוב לקידוח.

נתונים:

- נצילות המחרטה 80%.
- התנגדות סגולית בחריטה ובקידוח - $2700\,\text{N/mm}^2$.
- קדמה בשלב העיבוד המוקדם בחריטה - $0.2\,\text{mm/rev}$.
- קדמה בשלב העיבוד הסופי בחריטה - $0.1\,\text{mm/rev}$.
- הגש מרבי בשלב העיבוד המוקדם - $3\,\text{mm}$.
- תוספת מהלך בכניסה וביציאה של כלי העיבוד - $3\,\text{mm}$
- כלי העיבוד - סכין חריטה HSS ומקדח HSS בעל 2 להבים.

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



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

נתוני שיבוב לקידוח במקדחים מפלדה מהירה HSS

מס	סוג חומר העובד	קשיות HB	מהירות חיתוך במטר לדקה Vc	קידמה במ"מ לסיבוב Vf mm/rev לפי קוטר מקדח				
				עד Ø3 מ"מ	עד Ø6 מ"מ	עד Ø13 מ"מ	עד Ø19 מ"מ	עד Ø25 מ"מ
	פלדות פחמניות							
1	**SAE1005 - 1025**	110	30	0.08	0.15	0.25	0.33	0.4
2	**SAE1027 - 1050**	175	23	0.08	0.13	0.23	0.33	0.35
3	**SAE1055 - 1090**	200	21	0.08	0.13	0.23	0.30	0.35
	פלדות מסג: SAE							
4	**4340, 4140, 8640 5160**	225	17	0.08	0.1	0.18	0.25	0.3
	פלדות אל-חלד (פלב"ם, נירוסטה)							
5	**SAE - 302**	210	17	0.05	0.1	0.18	0.25	0.3
6	**SAE - 414**	325	15	0.08	0.1	0.18	0.23	0.23
	יציקות ברזל							
7	**יציקת ברזל רכה ASTM class 20**	135	50	0.08	0.15	0.25	0.38	0.48
8	**יציקת ברזל בינונית ASTM class 30-40**	200	29	0.08	0.13	0.25	0.38	0.48
9	**יציקת ברזל קשה ASTM class 55-60**	280	15	0.05	0.1	0.18	0.25	0.3
	פלדות כלים							
10	**SAE W1**	175	29	0.05	0.1	0.18	0.25	0.3
11	**SAE 01**	200	14	0.025	0.08	0.13	0.18	0.2
	מסגי אלומיניום (חמרן)							
12	**כוח חדירה 500 ק"ג***	*75	75	0.08	0.18	0.3	0.4	0.48
	מסגי נחושת							
13	**אלקטרוליט 110**	50 RB	21	0.08	0.15	0.25	0.33	0.4
14	**פליז 210**							
15	**ארד (ברונזה) 614**							
16	**חומרים פלסטיים**		100	0.08	0.18	0.3	0.4	0.48

א. חשבו את מספר הסיבובים הנדרש בשלב העיבוד המוקדם בחריטה ובשלב הקידוח.

(4 נקודות)

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

ב. **חשבו את זמן העיבוד הישיר הנדרש לשלב העיבוד המוקדם בחריטה ולשלב הקידוח.**

(7 נקודות)

ג. **חשבו את ההספקים הנדרשים לשלב העיבוד המוקדם בחריטה ולשלב הקידוח.**

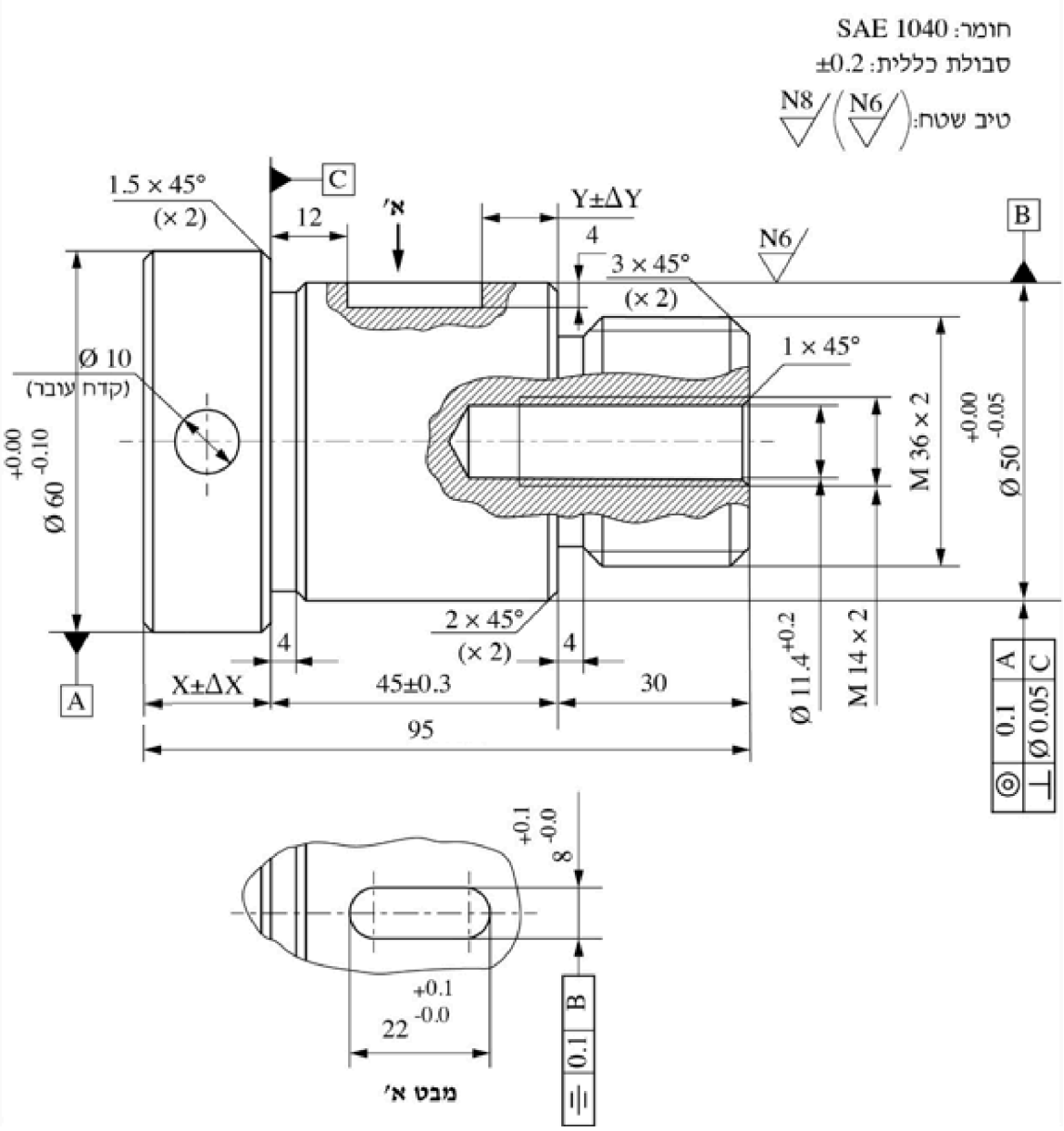
(5 נקודות)

ד. **כיצד ישתנו התשובות לסעיפים ב' ו- ג' אם כלי העיבוד (בחריטה ובקידוח) יהיו ממתק"ש. הסבירו ללא חישוב.**

(4 נקודות)

6. באיור לשאלה מוצג החלק ציר מרכזי. רק חלק מהמידות והמבטים מוצגים.

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



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	2	1	2	1		1	1	2	1	1	2					
	קדח	גלים					קדח	גלים					קדח	גלים												קדח	גלים				
מידות נומינליות מ- ... עד מ"מ	H11	a 11	c 11	d 9	h 11	h 9	H8	d 9	e 8	h 9	u 8	x 8	H7	f 7	g 6	h 6	j 6	k 6	m 6	n 6	r 6	s 6	H6	h 5	j 6	k 6	n 5	p 5	
1...3	+ 60	– 270	– 60	– 20	0	0	+ 14	– 6	– 16	– 2	0	– 8	+ 10	– 6	– 16	0	– 8	– 6	+ 2	+ 4	+ 6	+ 10	+ 6	0	– 4	+ 6	+ 8	+ 10		
	0	– 330	– 120	– 45	– 60	– 25	0	– 16	– 28	– 45	–	+ 20	0	– 16	– 8	– 6	– 2	– 11	+ 2	+ 4	+ 10	+ 14	0	– 2	+ 4	0	+ 4	+ 6		
3...6	+ 75	– 270	– 70	– 30	0	0	+ 18	– 10	– 22	– 4	0	+ 28	+ 12	– 10	– 22	– 8	– 2	+ 1	+ 4	+ 8	+ 15	+ 19	0	– 5	+ 1	+ 6	+ 8	+ 12		
	0	– 345	– 145	– 60	– 75	– 30	0	– 22	– 38	– 60	–	+ 46	0	– 12	– 12	– 8	– 2	+ 1	+ 4	+ 8	+ 15	+ 19	+ 6	– 2	+ 1	+ 4	+ 8	+ 12		
6...10	+ 90	– 280	– 80	– 40	0	0	+ 22	– 13	– 28	– 5	0	+ 34	+ 15	– 13	– 28	– 9	– 2	+ 1	+ 6	+ 10	+ 19	+ 23	+ 9	– 6	– 2	+ 7	+ 10	+ 15		
	0	– 370	– 170	– 76	– 90	– 36	0	– 28	– 47	– 76	–	+ 56	0	– 14	– 34	– 9	– 2	+ 1	+ 7	+ 10	+ 19	+ 23	+ 9	– 6	– 2	+ 7	+ 10	+ 16	+ 21		
10...14	+ 110	– 290	– 95	– 50	0	0	+ 27	– 16	– 34	– 6	0	+ 40	+ 18	– 16	– 34	– 11	– 3	+ 1	+ 7	+ 12	+ 23	+ 28	+ 12	– 6	– 3	+ 8	+ 12	+ 18	+ 26	+ 11
14...18	0	– 400	– 205	– 93	– 110	– 43	0	– 34	– 59	– 93	–	+ 67	0	– 17	– 41	– 11	– 3	+ 1	+ 7	+ 12	+ 23	+ 28	+ 8	– 8	– 3	+ 1	+ 4	+ 8	+ 18	0
18...24	+ 130	– 300	– 110	– 65	0	0	+ 33	– 20	– 41	– 7	0	+ 54	+ 21	– 20	– 41	– 13	– 4	+ 2	+ 8	+ 13	+ 28	+ 35	+ 15	– 9	– 4	+ 2	+ 6	+ 15	+ 24	+ 13
24...30	0	– 430	– 240	– 117	– 130	– 52	0	– 41	– 73	– 117	–	+ 87	0	– 20	– 48	– 13	– 4	+ 2	+ 8	+ 13	+ 28	+ 35	+ 15	– 9	– 4	+ 2	+ 6	+ 15	+ 22	0
30...40	+ 160	– 310	– 120	– 80	0	0	+ 39	– 25	– 50	– 9	0	+ 80	+ 25	– 25	– 50	– 16	– 5	+ 2	+ 9	+ 17	+ 33	+ 43	+ 17	– 11	– 5	+ 2	+ 7	+ 17	+ 26	+ 16
40...50	0	– 480	– 290	– 142	– 160	– 62	0	– 50	– 89	– 142	–	+ 97	0	– 25	– 59	– 16	– 5	+ 2	+ 9	+ 17	+ 34	+ 43	+ 17	– 11	– 5	+ 2	+ 7	+ 17	+ 26	0
50...65	+ 190	– 340	– 140	– 100	0	0	+ 46	– 30	– 60	– 10	0	+ 119	+ 30	– 30	– 60	– 19	– 7	+ 2	+ 11	+ 20	+ 39	+ 59	+ 20	– 13	– 7	+ 2	+ 8	+ 20	+ 32	+ 19
65...80	0	– 530	– 330	– 174	– 190	– 74	0	– 60	– 108	– 174	–	+ 122	0	– 30	– 78	– 19	– 7	+ 2	+ 11	+ 20	+ 39	+ 53	+ 20	– 13	– 7	+ 2	+ 8	+ 20	+ 32	0
80...100	+ 220	– 380	– 170	– 120	0	0	+ 54	– 36	– 71	– 12	0	+ 146	+ 35	– 36	– 71	– 22	– 9	+ 3	+ 13	+ 23	+ 45	+ 59	+ 23	– 15	– 9	+ 3	+ 8	+ 23	+ 37	+ 22
100...120	0	– 630	– 400	– 207	– 220	– 87	0	– 71	– 126	– 207	–	+ 178	0	– 37	– 101	– 22	– 9	+ 3	+ 13	+ 23	+ 45	+ 62	+ 23	– 15	– 9	+ 3	+ 8	+ 23	+ 37	0
120...140	+ 250	– 460	– 200	– 145	0	0	+ 63	– 43	– 83	– 14	0	+ 210	+ 40	– 43	– 117	– 25	– 11	+ 3	+ 14	+ 28	+ 52	+ 76	+ 28	– 18	– 11	+ 3	+ 8	+ 28	+ 43	+ 25
140...160	0	– 770	– 460	– 245	– 250	– 100	0	– 83	– 173	– 25	–	+ 248	0	– 43	– 125	– 25	– 11	+ 3	+ 14	+ 28	+ 52	+ 76	+ 28	– 18	– 11	+ 3	+ 8	+ 28	+ 43	0
160...180	+ 290	– 580	– 230	– 170	0	0	+ 72	– 50	– 96	– 16	0	+ 280	+ 46	– 50	– 133	– 29	– 13	+ 4	+ 16	+ 33	+ 60	+ 93	+ 33	– 20	– 13	+ 4	+ 8	+ 33	+ 50	+ 29
180...200	0	– 830	– 480	– 285	– 290	– 115	0	– 96	– 196	– 29	–	+ 310	0	– 50	– 108	– 29	– 13	+ 4	+ 16	+ 33	+ 60	+ 93	+ 33	– 20	– 13	+ 4	+ 8	+ 33	+ 50	0
200...225	+ 320	– 920	– 300	– 190	0	0	+ 81	– 56	– 108	– 17	0	+ 373	+ 52	– 56	– 140	– 32	– 16	+ 4	+ 16	+ 36	+ 66	+ 94	+ 36	– 23	– 16	+ 4	+ 8	+ 36	+ 56	+ 32
225...250	0	– 1110	– 570	– 285	– 320	– 130	0	– 108	– 212	– 32	–	+ 422	0	– 56	– 158	– 32	– 16	+ 4	+ 16	+ 36	+ 66	+ 94	+ 36	– 23	– 16	+ 4	+ 8	+ 36	+ 56	0
250...280	+ 360	– 1200	– 360	– 210	0	0	+ 89	– 62	– 119	– 18	0	+ 480	+ 57	– 62	– 151	– 36	– 18	+ 4	+ 18	+ 40	+ 73	+ 108	+ 40	– 25	– 18	+ 4	+ 8	+ 40	+ 62	+ 36
280...315	0	– 1560	– 720	– 350	– 360	– 140	0	– 119	– 232	– 36	–	+ 525	0	– 62	– 170	– 36	– 18	+ 4	+ 18	+ 40	+ 73	+ 114	+ 40	– 25	– 18	+ 4	+ 8	+ 40	+ 62	0
315...355	+ 400	– 1350	– 400	– 230	0	0	+ 97	– 68	– 131	– 20	0	+ 590	+ 63	– 68	– 165	– 40	– 20	+ 5	+ 20	+ 45	+ 80	+ 126	+ 45	– 27	– 20	+ 5	+ 8	+ 45	+ 67	+ 40
355...400	0	– 1710	– 760	– 385	– 400	– 155	0	– 131	– 252	– 40	–	+ 637	0	– 68	– 172	– 40	– 20	+ 5	+ 20	+ 45	+ 80	+ 126	+ 45	– 27	– 20	+ 5	+ 8	+ 45	+ 67	0
400...450	+ 440	– 1500	– 480	– 270	0	0	+ 108	– 76	– 146	– 23	0	+ 677	+ 70	– 76	– 189	– 45	– 23	+ 5	+ 23	+ 50	+ 86	+ 132	+ 50	– 31	– 23	+ 5	+ 9	+ 50	+ 77	+ 45
450...500	0	– 1900	– 840	– 480	– 440	– 175	0	– 146	– 285	– 45	–	+ 740	0	– 76	– 195	– 45	– 23	+ 5	+ 23	+ 50	+ 86	+ 132	+ 50	– 31	– 23	+ 5	+ 9	+ 50	+ 77	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	+530 +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.

(7 נקודות)

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

(7 נקודות)

ג. לקדח $\varnothing 10$ נכנס פין $\varnothing 10$ באפיצות $\frac{H7}{m6}$ (העזרו בנספח סבולות בשיטת הקדח והגל האחיד)

(1) מהו סוג האפיצות הנתונה (מרווח, מעבר או מדחק)? האם היא בשיטת הגל האחיד או הקדח האחיד?

(2) רשמו את האפיצות בשיטה "ההפוכה" לזו שקבעתם בסעיף 1.

כלומר, אם קבעתם שהאפיצות הרשומה היא בשיטת הקדח האחיד, רשמו אותה בשיטת הגל האחיד, ולהפך.

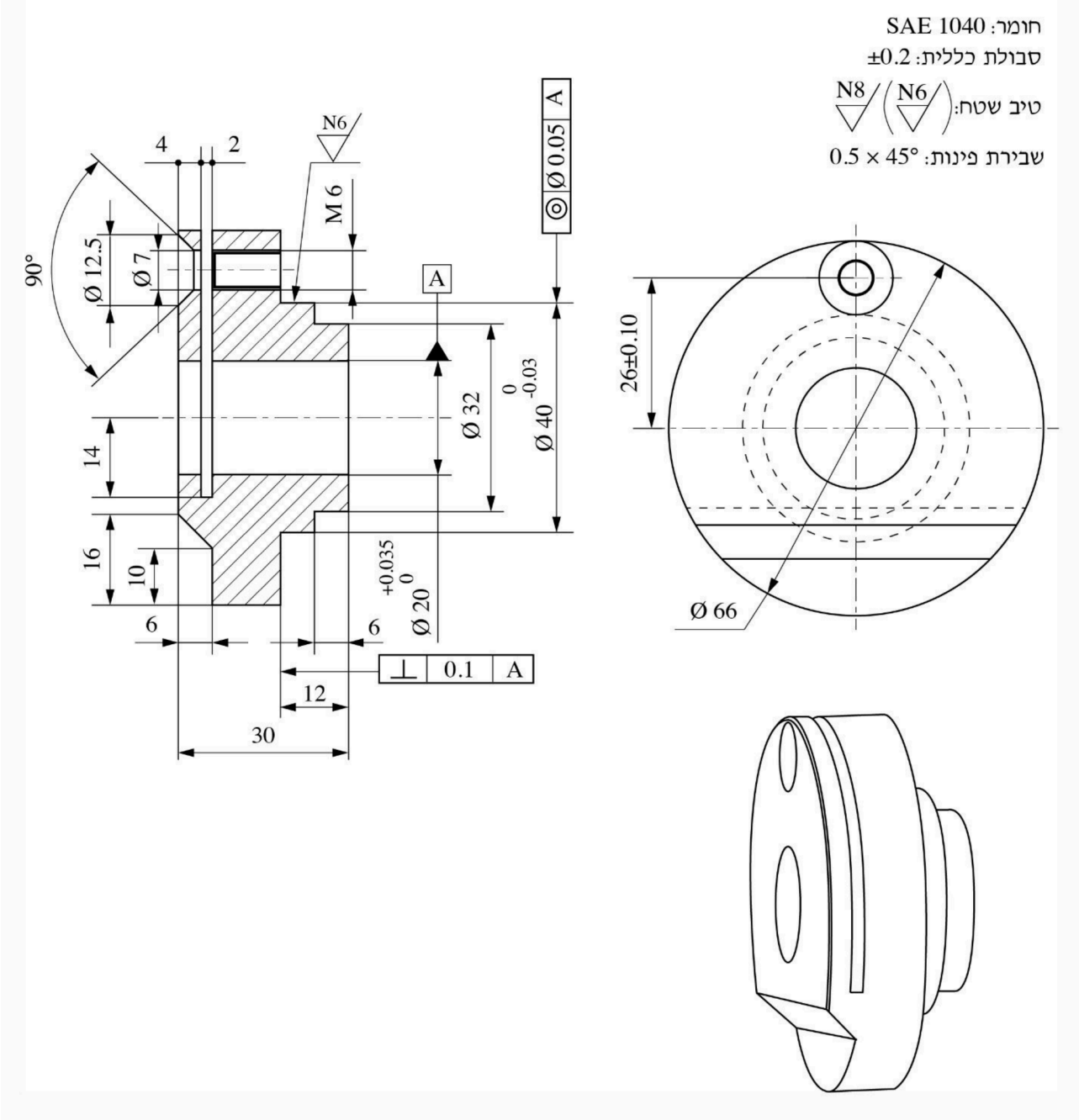
(3) באילו מקרים נשתמש באפיצות בשיטת הקדח האחיד, ובאילו מקרים נשתמש בשיטת הגל האחיד?

(6 נקודות)

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

7. **באיור לשאלה 7 מוצג החלק "דיסקה מחורצת", העשוי מפלדה SAE1040.**

החלק מיוצר בכמויות קטנות.



א. **מהן מידות המוצא של חומר הגלם?**

(2 נקודות)

ב. **כיצד מבצעים את החריץ ברוחב 2? באמצעות איזה כלי עיבוד? מה מידות כלי העיבוד?**

(3 נקודות)

ג. **פרטו במחברת הבחינה את סדר הפעולות הנדרש לייצור החלק. יש לציין את כל פעולות העיבוד הנדרשות.**

אין צורך בתיאור מפורט של כל פעולה בנפרד.

(9 נקודות)

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

ד. הסבירו את שתי דרישות הצורה/תנוחה הקיימות בסרטוט החלק.

לגבי כל דרישה בנפרד, הסבירו את הדברים הבאים:

1) מה משמעות הדרישה? מה משמעות הרשום בכל ריבוע בדרישה?

2) כיצד מבטיחים את ביצוע הדרישה בתהליך הייצור?

3) כיצד נבדקת הדרישה בביקורת איכות?

(6 נקודות)

8. מפעל קיבל הזמנה לייצור 3,000 יחידות של "ברזי אספקה". במפרט הדרישות לייצור החלק קיימת דרישה לביקורת איכות בתהליך וביקורת סופית של 100% (כל חלק נבדק בנפרד).

המפעל שוקל לייצר את ההזמנה בשני קווי ייצור נפרדים, כמפורט להלן:

1) קו ייצור עיבוד שבבי מלא

2) קו ייצור יציקה מדויקת ועיבוד שבבי סופי.

להלן נתוני הייצור:

קו ייצור	זמן ייצור ליחידה (דקות)	עלות חומר הגלם לק"ג (₪ לק"ג)	משקל חומר הגלם ליחידה (ק"ג)	אחוזי פסילה (%)	זמן ביקורת איכות ליחידה (דקות)	שכר עבודה (₪ לשעה)	הוצאות הכנה ומתקנים (ש"ח)
עיבוד שבבי מלא	40	12	0.5	6	7	200	20,000
יציקה מדויקת	20	10	0.45	4	5	150	160,000

א. חשבו את עלות הייצור הכוללת של הזמנת 3000 יחידות בכל אחד מקווי הייצור בנפרד.

(8 נקודות)

ב. (1) סרטטו במערכת צירים משותפת את עלויות הייצור מול כמות היחידות ליצור עבור כל אחד מקווי הייצור.

(2) חשבו את נקודת האיזון בין קווי הייצור. באילו כמויות מומלץ לייצר בכל אחד מקווי הייצור?

(8 נקודות)

ג. התקבלה הזמנה דחופה ל־1000 יחידות. המפעל מחליט להפעיל את שני קווי הייצור במקביל למשך 300 שעות.

חשבו, האם המפעל יעמוד בדרישת ההזמנה הדחופה.

(4 נקודות)

9. מהו המשפט הנכון לגבי מאמץ כניעה בחלק העשוי מפלדה?

א. אם המאמץ הקיים בחלק יהיה גבוה ממאמץ הכניעה, החלק יהיה בתחום הפלסטי של עקומת מאמץ מעוות

ב. אם המאמץ בחלק יהיה גבוה ממאמץ הכניעה, החלק יישבר

ג. מאמץ הכניעה זהה למאמץ המותר בחלק

ד. מותר להפעיל על חלק מאמץ שאינו גבוה יותר ממאמץ הכניעה.

(2 נקודות)

10. מהו המשפט הנכון לגבי בורג (1) עם תבריג של שתי התחלות, ולגבי בורג (2) עם התחלה אחת? קוטרי הברגים והפסיעות זהים.

א. בבורג (1) זווית מעלה התבריג גדולה יותר מאשר בבורג (2), לכן יש סיכוי גבוה יותר לפתיחה עצמית.

ב. בבורג (1) זווית מעלה התבריג קטנה יותר מאשר בבורג (2), לכן יש סיכוי גבוה יותר לפתיחה עצמית.

ג. בבורג (1) זווית החיכוך גדולה יותר מאשר בבורג (2).

ד. בורג (2) יהיה בעל חוזק גבוה יותר למתיחה מאשר בורג (1).

(2 נקודות)

11. מהו המשפט הנכון לגבי מאמצים בשגם המחבר בין גל לגלגל שיניים?

א. בהספק נתון, ככל שמהירות הסיבוב של הגל תגדל, יגדלו גם המאמצים בשגם

ב. בהספק ובסל"ד נתונים, ככל שקוטר הגל יקטן, יגדלו המאמצים בשגם

ג. בהספק ובסל"ד נתונים, ככל שקוטר הגל יגדל, יגדלו המאמצים בשגם

ד. בסל"ד נתון, ככל שההספק המועבר על ידי הגל יקטן, יגדלו המאמצים בשגם.

(2 נקודות)

12. באיזה מהגורמים הבאים תלוי קבוע (קשיחות) הקפיץ?

א. הכוח הפועל על הקפיץ

ב. חוזק הכניעה של חומר הקפיץ

ג. מספר הכריכות בקפיץ

ד. מבנה קצוות הקפיץ

(2 נקודות)

13. מהו המשפט הנכון לגבי תמסורות רצועה שטוחה וטריזית, אם הספק המועבר, הסל"ד והגיאומטריה זהים?

א. כוח המתיחה המוקדמת הנדרש בתמסורת השטוחה יהיה גדול יותר מאשר בתמסורת הטריזית

ב. המתיחות בענף הפעיל בתמסורת השטוחה תהיה גבוהה מהמתיחות בענף הפעיל בתמסורת הטריזית

ג. המתיחות בענף הסביל בתמסורת השטוחה תהיה גבוהה מהמתיחות בענף הסביל בתמסורת הטריזית

ד. כל התשובות נכונות.

(2 נקודות)

14. איזו מהתכונות הבאות נדרשת מפלדה המשמשת לייצור כלי מדידה?

א. עמידות מפני שיתוך

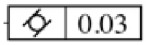
ב. עמידות מפני שחיקה

ג. מקדם התפשטות נמוך

ד. כל התשובות נכונות.

(2 נקודות)

15. מה משמעות הדרישה הבאה?



א. זו דרישת מקבילות בין שני מישורים מקבילים

ב. זו דרישת עיגוליות של חתך של מוט עגול

ג. זו דרישת גליליות של משטח גלילי

ד. זו דרישת זריקה מותרת של משטח גלילי.

(2 נקודות)

16. במה תלוי כוח החיתוך P_Z הנוצר בקידוח?

א. במהירות סיבוב המקדח.

ב. בהספק מנוע המקדחה ומהירות הסיבוב.

ג. בהתנגדות הסגולית של החומר, בהיגש ובקדמה.

ד. בקוטר המקדח.

(2 נקודות)

17. באמצעות איזה כלי מדידה נמדוד קוטר חיצוני $\varnothing 20^{+0.1}_{0}$?

א. באמצעות קליבר (זחון)

ב. באמצעות שעון אינדיקטור

ג. באמצעות מיקרומטר

ד. באמצעות מד קוטר

(2 נקודות)

18. מה משמעות דרישת איכות פני השטח?



א. עיבוד באמצעות השחזה

ב. יש להשאיר את השטח במצב המקורי ללא עיבוד

ג. עיבוד באמצעות קידוח

ד. אפשר לעבד את השטח בכל כלי עיבוד.

(2 נקודות)

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