GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2026 מועד א'
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. 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 למלא את הפרטים בראש עמוד זה, ולצרף את השאלון כולל את הנספחים למחברת הבחינה. 2. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה ולוודא שהן מובנות. 3. 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. 4. יש לכתוב את התשובות במחברת הבחינה בעט בלבד ובכתב יד ברור. 5. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת מספר הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה. 6. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר עליה קו כדי שלא תיבדק. 7. יש להציג פתרון מלא ומנומק הכולל חישובים לפי הצורך. הצגת תשובה סופית ללא שלבי הפתרון לא תזכה בניקוד. 8. אם לדעתכם חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת ולהוסיף נתון מתאים, שיאפשר להמשיך בפתרון השאלה. נמקו את בחירתכם. נספחים: תנאי שיבוב בכרסום אצבע; תנאי שיבוב בכרסום פנים; סבולות קדח וגל אחיד. בשאלון זה 12 עמודים.

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

בהצלחה!

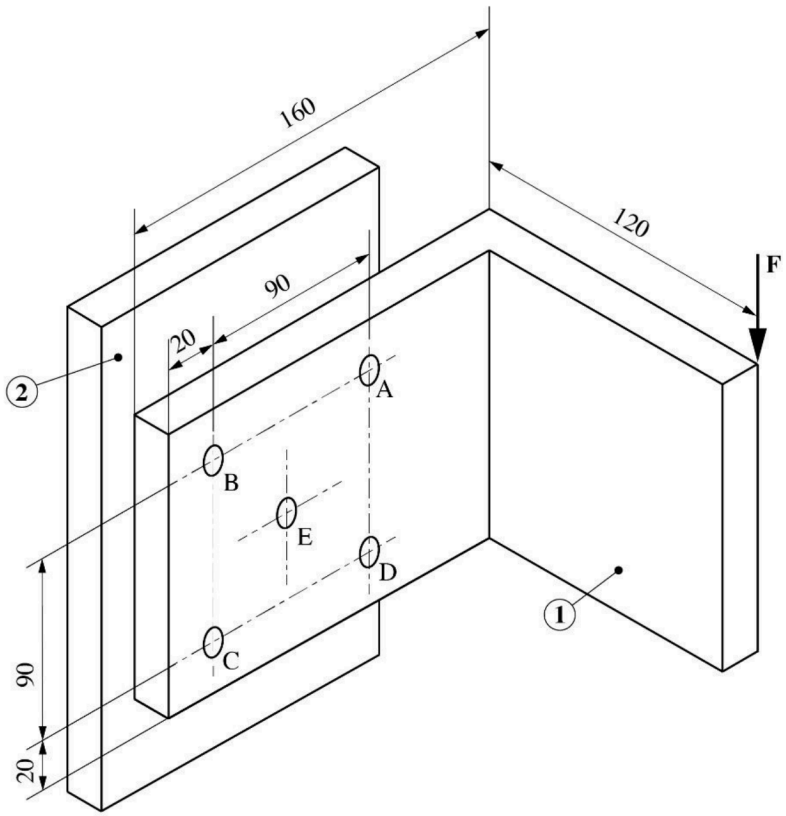
השאלות

1. זוויתן פלדה 1 מהודק לבסיס פלדה 2 רתום באמצעות חמישה בורגי הידוק, A, B, C, D, E, כמוצג באיור לשאלה.

בקצה העליון של הזוויתן פועל כוח אנכי $F = 5\,\mathrm{kN}$.

נתונים:

- מקדם הביטחון בחישוב הברגים: $S = 3$
- דרגת החוזק של הברגים: 8.8
- מקדם החיכוך בתבריג: 0.12
- מקדם החיכוך בין המשטחים המהודקים: 0.3
- מקדם החלקה: $f_k = 1.2$



א. חשבו את כוח ההידוק המרבי הנדרש בברגים. באילו ברגים נדרש כוח הדוק זה? הסבירו.

(7 נקודות)

ב. חשבו את כוח ההידוק הנדרש בבורג E.

(4 נקודות)

ג. חשבו ובחרו בורג מתאים. חשבו למאמצים מורכבים בברגים.

(9 נקודות)

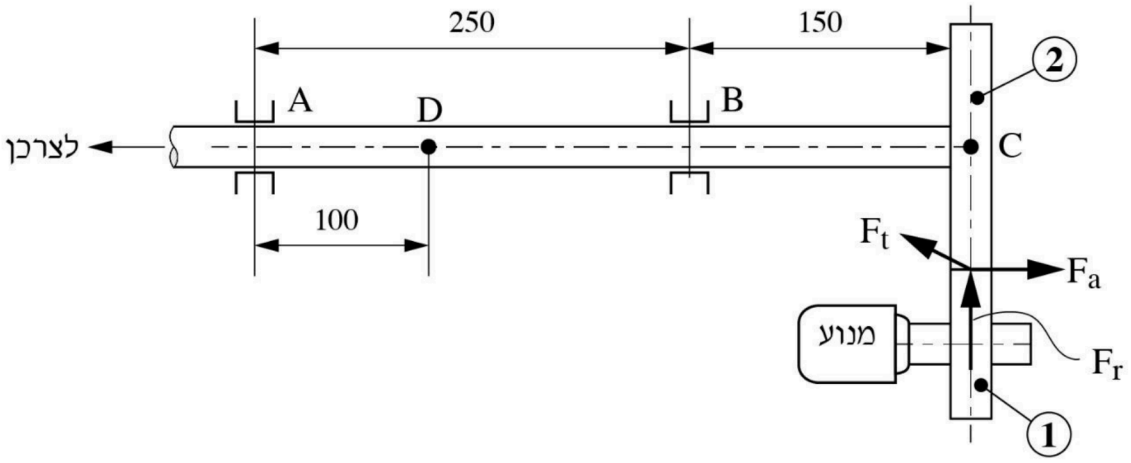
2. תמסורת של זוג גלגלי שיניים משופעות 1 ו-2 מניעה את גל ABC, שמעביר מומנט לצרכן.

גלגל שיניים 2 שקוטרו $250\,\text{mm}$, מחובר בנקודה C לגל ABC. בין הגלגלים פועלים כוחות שילוב F_t , F_r , F_a .

הגל נתמך באמצעות סמכים (מסבים) בנקודות A ו-B (סמך B קבוע, סמך A נייד). קוטר הגל אחיד - $40\,\text{mm}$

נתונים:

- $F_t = 5\,\text{kN}$, $F_r = 2\,\text{kN}$, $F_a = 2.3\,\text{kN}$
- מאמץ הכניעה בחומר הגל: $\sigma_y = 450\,\text{MPa}$.
- מקדם הביטחון הנדרש בתכנון הגל הוא: $S = 2$



א. חשבו וסרטטו את מהלך מומנטי הכפיפה והפיתול לאורך הגל.

(10 נקודות)

ב. האם הגל עומד בדרישות החוזק? חשבו והסבירו את תשובתכם.

(6 נקודות)

ג. חשבו את המאמץ הקיים בגל בנקודה D.

(4 נקודות)

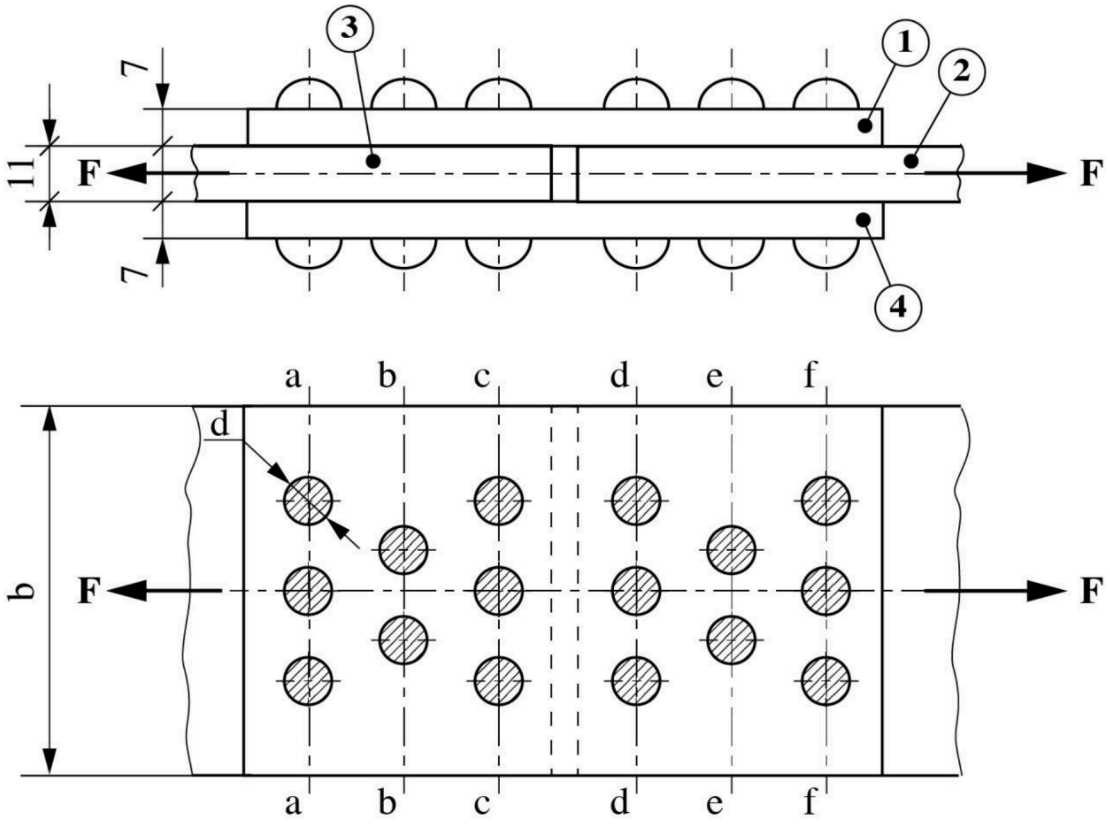
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

3. במחבר סמרור מסוג חפייה מחוברים לוחות 2 ו-3 באמצעות לוחות 1 ו-4 על ידי 16 מסמרות, כמוצג באיור.

על המחבר פועל כוח חיצוני $F = 140\,\text{kN}$

נתונים:

- המאמץ המותר לגזירה במסמרות ובלוחות הוא $55\,\text{MPa}$
- המאמץ המותר למעיכה בלוחות ובמסמרות הוא $130\,\text{MPa}$
- המאמץ המותר למתיחה בלוחות הוא $100\,\text{MPa}$



א. חשב את קוטר המסמרות הנדרש משיקולי חוזק לגזירה ולמעיכה.

(5 נקודות)

ב. חשב ותאר באופן גרפי את מהלך כוחות המתיחה בלוחות 1, 2 ו-3 בחתכים a-f המתוארים באיור.

(8 נקודות)

בסעיפים ג', ד' קוטר המסמרות הוא $12\,\text{mm}$.

ג. חשב את רוחב הלוחות הנדרש b.

(3 נקודות)

ד. מה יהיה רוחב הלוחות הנדרש b, אם עובי לוחות 1 ו-4 יהיה $5\,\text{mm}$ כל אחד? (לוחות 2, 3 ללא שינוי)

(4 נקודות)

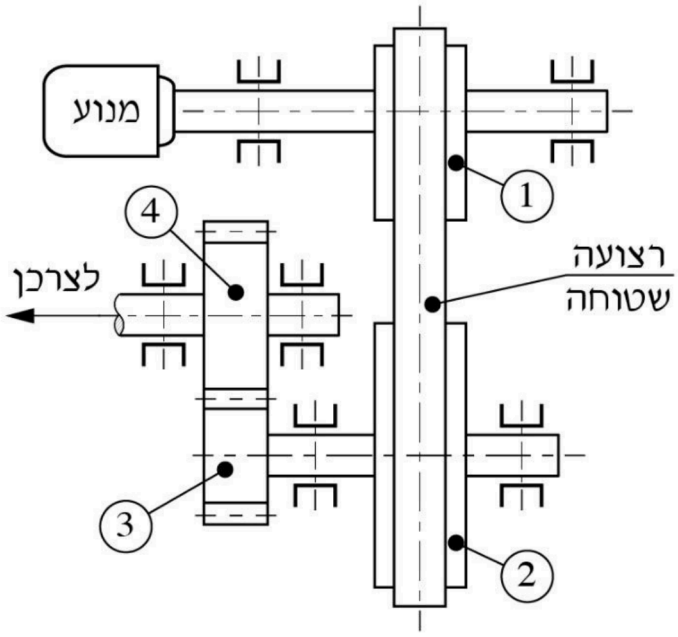
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

4. ממסרת ההפחתה, המוצגת באיור לשאלה, מורכבת מתמסורת רצועה שטוחה - גלגלים 1, 2, ותמסורת גלגלי שיניים ישרות 3, 4. המנוע מסתובב במהירות 1500 סל"ד.
יחס התמסורת בכל אחת מהתמסורת 1:2.5. הזנח הפסדים בממסרה.
נתוני תמסורת גלגלי השיניים:

- נתוני גלגלי השיניים: $Z_3 = 20$.
- מודול השיניים: $m = 5\,\text{mm}$, מקדם רוחב השן: $b/m = 10$.
- מקדם תנאי עבודה בעבודת גלגלי השיניים: 1.8
- מאמץ הכפיפה המותר בשיניים: $110\,\text{MPa}$.
- גלגלי השיניים מיוצרים בעיבוד שבבי

נתוני תמסורת הרצועה:

- קוטר הגלגל המניע - $D_1 = 150\,\text{mm}$.
- נתוני הרצועה: עובי - $h = 6\,\text{mm}$, זווית החביקה בגלגל המניע - 160° , מקדם החיכוך - $\mu = 0.35$, המאמץ המותר - $[\sigma] = 7\,\text{MPa}$, מודול האלסטיות - $E = 60\,\text{MPa}$



א. חשבו את המומנט המרבי המועבר לצרכן על ידי תמסורת גלגלי השיניים. (חשבו לחוזק לכפיפה בשיניים)

(12 נקודות)

ב. חשבו את רוחב הרצועה השטוחה הנדרש.

(8 נקודות)

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

5. באיור לשאלה מוצג חלק העשוי מפלדה בעלת קשיות 250 HB. נדרש לעבד את שטח A ולכרסם חריץ ברוחב 20 לכל אורכו, כמוצג באיור לשאלה. חומר המוצא הוא מוט ריבועי במידות $90 \times 90\,\text{mm}^2$. שטח A מעובד באמצעות כרסומת אנכית עם כרסום פנים (מצח). קוטר הכרסום $150\,\text{mm}$, והוא בעל 10 שיני מתק"ש מסוג IC50M(P25).

כרסום החריץ מתבצע באמצעות כרסום אצבע בעל ארבע שיניים העשוי ממתק"ש.

יש לבצע עיבוד מוקדם וגמר.

נתוני היגש: עד שלושה מ"מ לעיבוד מוקדם, ועד מ"מ אחד לעיבוד גמר.

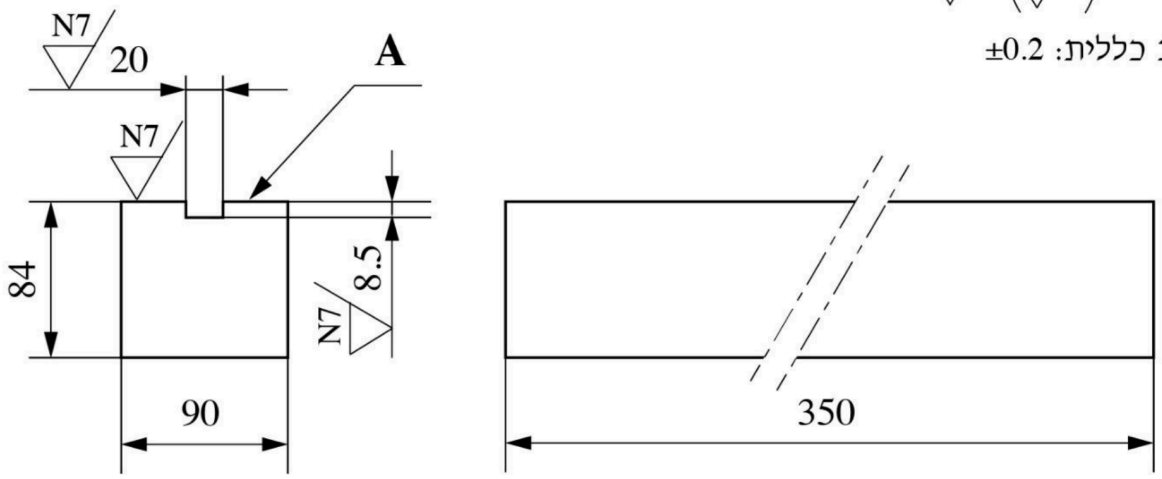
ההתנגדות הסגולית לשיבוב בכרסום של החומר היא $2{,}500\ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

היעזרו בנספחים המצורפים של תנאי השיבוב לכרסום אצבע וכרסום פנים.

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

טיב שטח: N7

סבולת כללית: ±0.2



תנאי שיבוב בכירסום - כרסום פנים, מתק"ש

חומר עובד	קשיות	סוג מתק"ש: IC50M (P25) קידמה לשן f_z 0.1	0.2	0.3	0.4	IC520M (K10-K30) קידמה לשן f_z 0.1	0.2	0.3	0.4
פלדות פחמן	HB 150	260	200	170	140	300	240	220	170
	HB 190	200	140	115	100	240	170	140	120
	HB 250	170	115	90	80	200	180	110	100
פלדות מסג	HB < 200	180	140	120	110	220	170	140	130
	200<HB<250	160	120	100	90	190	140	120	110
	275<HB<325	130	95	80	70	160	115	100	85
	325<HB<375	110	80	70	60	130	100	85	75
	375<HB<425	95	70	55	50	115	85	70	60
פלב"ם	135<HB<175	250	200	175	160	270	220	190	170
	175<HB<225	200	160	135	120	230	180	150	130
	225<HB<325	150	115	100	90	170	130	110	100
יציקות פלדה	HB < 150	160	115	90	80	190	140	110	90
	150<HB<200	130	90	75	65	150	110	90	75
	200<HB<250	100	70	60	50	120	85	70	60
ברזל יציקה אפור	HB < 200					200	150	130	110
	HB > 200					140	120	110	90

v_c - מהירות חיתוך $\left[\frac{m}{min}\right]$

f_z - קידמה לשן $\left[\frac{mm}{tooth}\right]$

לאורך חיים: T - 15[min]

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

נתוני שיבוב בכרסום אצבע, מתק"ש

		כירסום גס		כירסום עדין	
חומר עובד	קשיות	v_c	f_z	v_c	f_z
פלדה	HB 85–150	120–160	0.06–0.10	150–220	0.04–0.09
	HB 150–200	100–150	0.06–0.10	140–190	0.03–0.08
	HB 200–250	90–130	0.05–0.10	130–170	0.02–0.07
	HB 250–325	75–100	0.05–0.10	100–125	0.02–0.05
	HB 325–400	45–70	0.02–0.07	50–85	0.02–0.04
	Rc 45–48	30–40	0.01–0.015	40–50	0.01–0.015
	Rc 45–50	20–30	0.01–0.015	30–40	0.01–0.015
פלב"ם (פלדה בלתי מחלידה)	HB 135–185	90-130	0.02-0.08	100-160	0.01-0.05
	HB 185–250	70–100	0.02–0.08	90–140	0.01–0.05
	HB 250–325	50–75	0.02–0.08	70–100	0.01–0.05
	HB 385–400	25–35	0.02–0.08	35–40	0.01–0.05
יצקת ברזל אפורה	HB 150–200	100–120	0.05–0.10	140–160	0.02–0.07
	HB 200–250	70–90	0.04–0.10	90–110	0.02–0.05
	HB 250–300	35–60	0.03–0.09	70–100	0.01–0.05
	HB > 300	30–40	0.02–0.07	40–50	0.01–0.04
טיטניום	< 99.2 %	25–60	0.02–0.10	30–60	0.02–0.05
	> 99.2 %	90–120	0.05–0.08	100–120	0.02–0.07
ארד (ברונזה)		150–250	0.10–0.30	200–300	0.04–0.15
נתך אלומיניום		300–600	0.08–0.20	400–1100	0.05–0.12
חומרים פלסטיים		100–250	0.10–0.20	100–400	0.05–4.00

א. תארו את תהליך השיבוב כך שמספר המהלכים יהיה הנמוך ביותר. פרטו את המהלכים בכל שלב.

(5 נקודות)

ב. חשבו את זמן העיבוד המוקדם הנדרש, בהנחה שיש לתת לכרסום הפנים תוספת מהלך של 10 מ"מ מכל צד, ולכרסום האצבע 2 מ"מ מכל צד.

(8 נקודות)

ג. חשבו את ההספק הנדרש ממנוע הכרסומת בעיבוד המוקדם אם הנצילות היא 80%.

(4 נקודות)

ד. האם הספק הכרסומת הנדרש לעיבוד הגמר יהיה גדול או קטן יותר מהמחושב בסעיף ג'? הסבירו ללא חישוב.

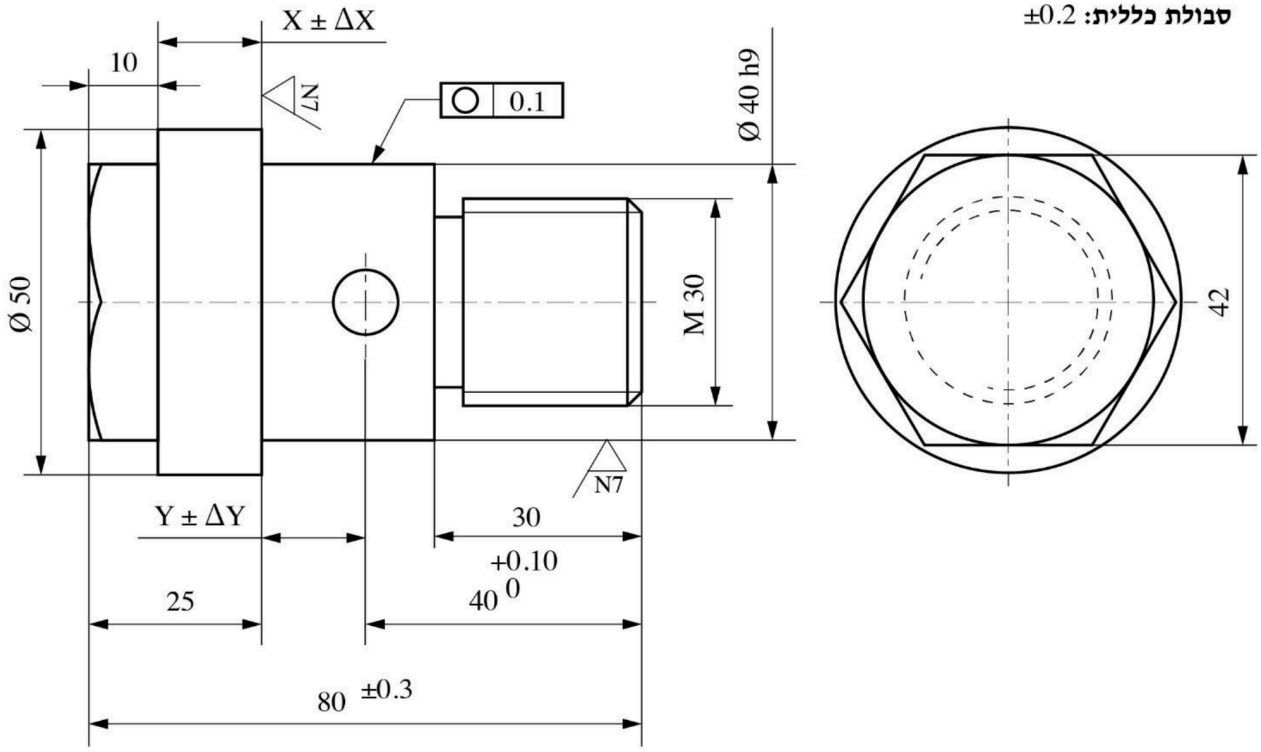
(3 נקודות)

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

6. **באיור לשאלה מוצג החלק תותב מדויק, העשוי מפלדה SAE 1040. רק חלק מהמידות מוצגות.**

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

סבולת כללית: ±0.2



	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	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	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	−18	−61	−45	−33	−7	0	−25	−85 −125	−50 −90	−52	−40	−28	−14	0	+14	+43	−100	0	0	+43	+85	+145	+460 +210	−250	0	+145	+460 +210	+770 +520
160...180								−93 −133	−53 −93														+480 +230				+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

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	2	1	1		2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2
	קדח	גלים					קדח	גלים									קדח	גלים					קדח	גלים				
מידת נומי' מ ..... עד מ"מ	H6	p 5	n 5	k 6	j 6	h 5	H7	s 6	r 6	n 6	m 6	k 6	j 6	h 6	g 6	f 7	H8	x 8	u 8	h 9	e 8	d 9	H11	h 9	h 11	d 9	c 11	a 11
1...3	+6 0	+10 +6	+8 +4	+6 0	+4 −2	0 −4	+10 0	+20 +14	+16 +10	+10 +4	+9 +2	+6 −11	+4 −2	0 −6	−2 −8	−6 −16	+14 0	+34 +20	– –	0 −25	−14 −28	−20 −45	+60 0	0 −25	0 −60	−20 −45	−60 −120	−270 −330
3...6	+8 0	+17 +12	+13 +8	+9 +1	+6 −2	0 −5	+12 0	+27 +19	+23 +15	+16 +8	+12 +4	+9 +1	+6 −2	0 −8	−4 −12	−10 −22	+18 0	+46 +28	– –	0 −30	−20 −38	−30 −60	+75 0	0 −30	0 −75	−30 −60	−70 −145	−270 −345
6...10	+9 0	+21 +15	+16 +10	+10 +1	+7 −2	0 −6	+15 0	+32 +23	+28 +19	+19 +10	+15 +6	+10 +1	+7 −2	0 −9	−5 −14	−13 −28	+22 0	+56 +34	– –	0 −36	−25 −47	−40 −76	+90 0	0 −36	0 −90	−40 −76	−80 −170	−280 −370
10...14	+11 0	+26 +18	+20 +12	+12 +1	+8 −3	0 −8	+18 0	+39 +28	+34 +23	+23 +12	+18 +7	+12 +1	+8 −3	0 −11	−6 −17	−16 −34	+27 0	+67 +40 +72 +45	– – – –	0 −43	−32 −59	−50 −93	+110 0	0 −43	0 −110	−50 −93	−95 −205	−290 −400
14...18																												
18...24	+13 0	+31 +22	+24 +15	+15 +2	+9 −4	0 −9	+21 0	+48 +35	+41 +28	+28 +15	+21 +8	+13 +2	+9 −4	0 −13	−7 −20	−20 −41	+33 0	+87 +54 +97 +64	– – +81 +48	0 −52	−40 −73	−65 −117	+130 0	0 −52	0 −130	−65 −117	−110 −240	−300 −430
24...30																												
30...40	+16 0	+37 +26	+28 +17	+18 +2	+11 −5	0 −11	+25 0	+59 +43	+50 +34	+33 +17	+25 +9	+18 +2	+11 −5	0 −16	−9 −25	−25 −50	+39 0	+119 +80 +136 +97	+99 +60 +109 +70	0 −62	−50 −89	−80 −142	+160 0	0 −62	0 −160	−80 −142	−120 −280 −130 −290	−310 −470 −320 −480
40...50																												
50...65	+19 0	+45 +32	+33 +20	+21 +2	+12 −7	0 −13	+30 0	+72 +53 +78 +59	+60 +41 +62 +43	+39 +20	+30 +11	+21 +2	+12 −7	0 −19	−10 −29	−30 −60	+46 0	+168 +122 +192 +146	+133 +87 +148 +102	0 −74	−60 −108	−100 −174	+190 0	0 −74	0 −190	−100 −174	−140 −330 −150 −340	−340 −530 −360 −550
65...80																												
80...100	+22 0	+52 +37	+38 +23	+25 +3	+13 −9	0 −15	+35 0	+93 +71 +101 +79	+73 +51 +76 +54	+45 +23	+35 +13	+25 +3	+13 −9	0 −22	−12 −34	−36 −71	+54 0	+232 +178 +264 +210	+176 +124 +198 +144	0 −87	−72 −126	−120 −207	+220 0	0 −87	0 −220	−120 −207	−170 −390 −180 −400	−380 −600 −410 −630
100...120																												
120...140	+25 0	+61 +43	+45 +27	+28 +3	+14 −11	0 −18	+40 0	+117 +92 +125 +100 +133 +108	+88 +63 +90 +65 +93 +68	+52 +27	+40 +15	+28 +3	+14 −11	0 −25	−14 −39	−43 −83	+63 0	+311 +248 +343 +280 +373 +310	+233 +170 +253 +190 +273 +210	0 −100	−85 −148	−145 −245	+250 0	0 −100	0 −250	−145 −245	−200 −450 −210 −460 −230 −480	−460 −710 −520 −770 −580 −830
140...160																												
160...180																												
180...200	+29 0	+70 +50	+51 +31	+33 +4	+16 −13	0 −20	+46 0	+151 +122 +159 +130 +169 +140	+106 +77 +109 +80 +113 +84	+60 +31	+46 +17	+33 +4	+16 −13	0 −29	−15 −44	−50 −96	+72 0	+422 +350 +457 +385 +497 +425	+308 +236 +330 +258 +356 +284	0 −115	−100 −172	−170 −285	+290 0	0 −115	0 −290	−170 −285	−240 −530 −260 −550 −280 −570	−660 −950 −740 −1030 −820 −1110
200...225																												
225...250																												
250...280	+32 0	+79 +56	+57 +34	+36 +4	+16 −16	0 −23	+52 0	+190 +158 +202 +170	+126 +94 +130 +98	+66 +34	+52 +20	+36 +4	+16 −16	0 −32	−17 −49	−56 −108	+81 0	+556 +475 +606 +525	+396 +315 +431 +350	0 −130	−110 191	−190 −320	+320 0	0 −130	0 −320	−190 −320	−300 −620 −330 −650	−920 −1240 −1050 −1370
280...315																												
315...355	+36 0	+87 +62	+62 +37	+40 +4	+18 −18	0 −25	+57 0	+226 +190 +244 +208	+144 +108 +150 +114	+73 +37	+57 +21	+40 +4	+18 −18	0 −36	−18 −54	−62 −119	+89 0	+679 +590 – –	+479 +390 +524 +435	0 −140	−125 −214	−210 −350	+360 0	0 −140	0 −360	−210 −350	−360 −720 −400 −760	−1200 −1560 −1350 −1710
355...400																												
400...450	+40 0	+95 +67	+67 +40	+45 +5	+20 −20	0 −27	+63 0	+272 +232 +292 +252	+166 +126 +172 +132	+80 +40	+63 +23	+45 +5	+20 −20	0 −40	−20 −60	−68 −131	+97 0	– – – –	+587 +490 +637 +540	0 −155	−135 −232	−230 −385	+400 0	0 −155	0 −400	−230 −385	−440 −840 −480 −880	−1500 −1900 −1650 −2050
450...500																												

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.

(7 נקודות)

ג. הקוטר במידה $\varnothing 40\,\mathrm{h9}$ מורכב לתוך קדח בקוטר 40 בהתאמת מרווח, עם מרווח מובטח מינימלי.

(1) באיזו שיטה רשומה הסיבולת של מידה זו בסרטוט - שיטת הקדח האחיד או שיטת הגל האחיד? הסבר.

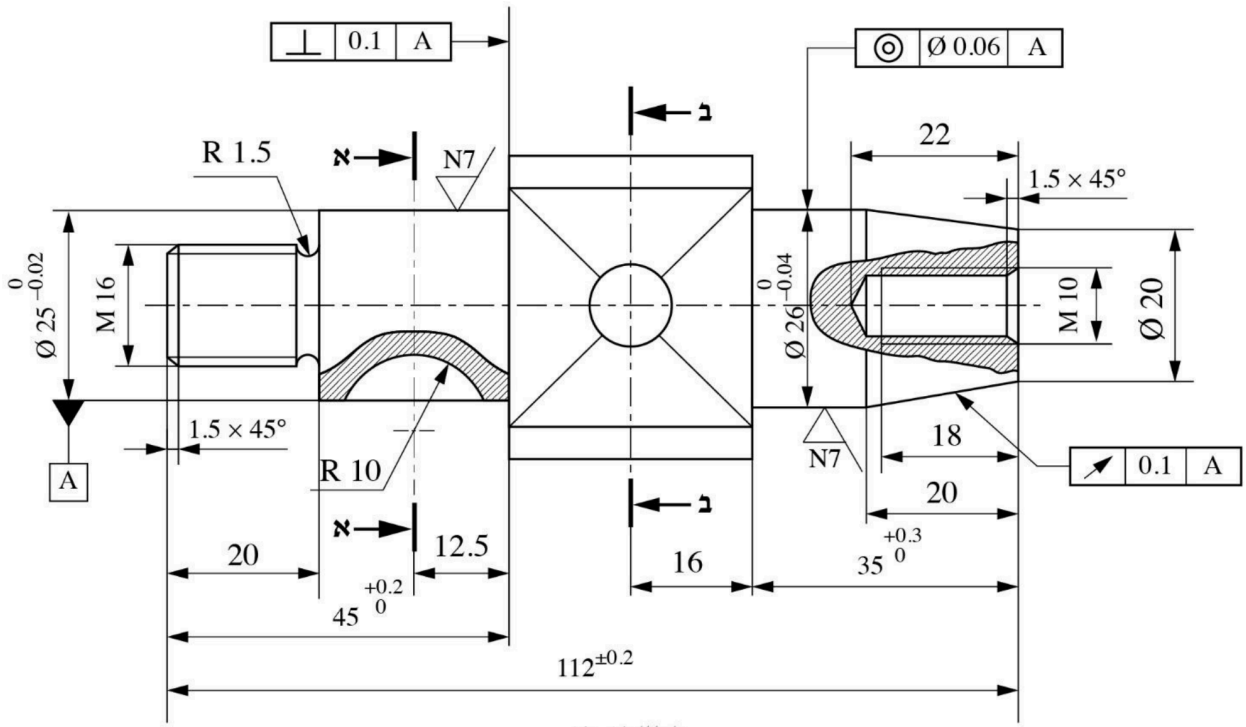
(2) בחרו מהנספח המצורף סיבולת מתאימה למידת הקדח, ברמת התאמה בינונית ובמרווח המינימלי הקיים בנספח, ורשמו אותה. רשמו את האפיצות המתקבלת.

(3) חשבו את המרווחים, המינימלי והמקסימלי, בין הקדח לגל.

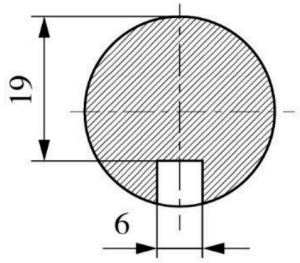
(7 נקודות)

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

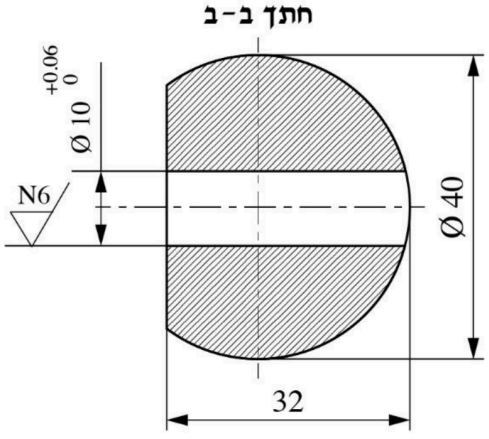
7. **באיור לשאלה 7 מוצג החלק "ציר", העשוי מפלדה SAE 1040**
החלק מיוצר בכמויות קטנות.



חתך א-א



חתך ב-ב



חומר: פלדה SAE 1040
סבולת כללית: ±0.2
טיב שטח: N8 / (N6 / N7)

א. (1) **מהן מידות המוצא של חומר הגלם?**

(2) **כיצד מבצעים את החריץ שבחתך א-א?**

(4 נקודות)

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

ב. פרטו במחברת הבחינה את סדר הפעולות הנדרש לייצור החלק. יש לציין את כל פעולות העיבוד הנדרשות, אין צורך בתיאור מפורט של הפעולות בתרשימים בנפרד.

(10 נקודות)

ג. הסבירו את שתי דרישות הצורה/תנוחה הבאות שבסרטוט: $\boxed{\nearrow \mid 0.1 \mid A}$ לקונוס באורך 20, ו- $\boxed{\circ \mid \varnothing 0.06 \mid A}$ לקוטר $\varnothing 26$.

לגבי כל אחת מהדרישות, ענו על השאלות והסבירו:

מה משמעות הדרישה? כיצד מבטיחים את ביצוע הדרישה בתהליך הייצור?

כיצד נבדקת הדרישה בביקורת איכות?

(6 נקודות)

8. מפעל "המעבד" נערך לביצוע ייצור סדרתי של החלק "בית ממסרה מיוחד".

המפעל בוחן שלושה תהליכי ייצור:

1) עיבוד שבבי מלא:

בשיטה זו נדרשת החלפת כלי שיבוב לכל מנת ייצור של 300 יחידות, בעלות של 5000 ₪

2) חישול ועיבוד שבבי.

3) יציקה מדויקת ועיבוד שבבי.

בכל התהליכים נדרשת ביקורת איכות לכל מנת ייצור של 100 יח', בעלות של 200 ₪.

להלן נתוני הייצור:

תהליך מס	תהליך ייצור	עלות חומר הגלם לק"ג (ש"ח)	משקל חומר הגלם ליחידה (ק"ג)	% פסולים	שכר עבודה (שקלים לשעה)	זמן ייצור ליחידה (דקות)	הוצאות הכנה ומתקנים (ש"ח)
1	עיבוד שבבי מלא	14	0.9	5	250	50	20,000
2	חישול	10	0.6	3	160	15	150,000
3	יציקה מדויקת	11	0.7	4	130	35	70,000

א. חשבו את עלות הייצור הכוללת של 2400 יחידות בכל אחת משיטות הייצור, כולל עלויות הפסילה והוצאות הכנה ומתקנים.

(7 נקודות)

ב. סרטטו במחברת הבחינה במערכת צירים משותפת, גרפים המציגים עבור כל אחת משיטות הייצור את עלויות הייצור מול כמות היחידות ליצור. הסבירו את משמעות הגרפים שהתקבלו.

(7 נקודות)

ג. היעזרו בגרפים שסורטטו בסעיף ב' וחשבו את נקודות/כמויות האיזון בין השיטות השונות. הציגו את נקודות האיזון על גבי הגרפים. באילו כמויות מומלץ לייצר בכל אחת משיטות הייצור?

(6 נקודות)

9. נתונים שני בורגי הידוק: בורג A בדרגת חוזק 8.8, ובורג B בדרגת חוזק 5.8. איזה משפט נכון?

א. לשני הברגים מאמץ כניעה זהה.

ב. לבורג A מאמץ כניעה גבוה יותר מאשר לבורג B.

ג. לבורג B מאמץ כניעה גבוה יותר מאשר לבורג A.

ד. חסר נתון של קוטר הבורג כדי לענות על השאלה.

(2 נקודות)

10. המאמצים הקיימים במחבר סמרור הם:

א. מאמצי גזירה במסמרות

ב. מאמצי מתיחה בלוחות

ג. מאמצי מתיחה, מעיכה וגזירה בלוחות

ד. מאמצי מעיכה במסמרות

(2 נקודות)

11. מהו המשפט הנכון לגבי תמסורת גלגלי שיניים עם שתי שלבי הפחתה ויחס תמסורת 1:3 בכל שלב?

א. המומנט המועבר לצרכן יהיה זהה למומנט של המנוע.

ב. המומנט המועבר לצרכן יהיה גדול מהמומנט של המנוע פי 6.

ג. המומנט המועבר לצרכן יהיה קטן מהמומנט של המנוע פי 9.

ד. המומנט המועבר לצרכן יהיה גדול מהמומנט של המנוע פי 9.

(2 נקודות)

12. בחישוב קוטר גל, מקדם הביטחון הקיים בחישוב המאמצים בגל יהיה:

א. המאמץ המותר בגל חלקי המאמץ המחושב (הקיים) בגל

ב. המאמץ המחושב (הקיים) בגל חלקי המאמץ המותר בגל

ג. מאמץ הכניעה של חומר הגל חלקי המאמץ המותר בגל

ד. מאמץ הכניעה של חומר הגל חלקי המאמץ המחושב (הקיים) בגל

(2 נקודות)

13. בתמסורת רצועה שטוחה ותמסורת רצועות טריזיות אשר להן גיאומטריה זהה והן מעבירות הספק זהה יתקיים:

א. כוח המתיחה המוקדמת הנדרש ברצועות הטריזיות יהיה גבוה מזה שנדרש ברצועה השטוחה.

ב. מאמץ המתיחה ברצועות הטריזיות יהיה גבוה מזה שברצועה השטוחה

ג. לקבלת מתיחות מוקדמת ברצועות, יידרש להפעיל כוח גבוה יותר על הגלגלון המותח ברצועה השטוחה

ד. כל התשובות נכונות.

(2 נקודות)

14. מה נכון ביחס לסימון טיב שטח בסרטוט באופן הבא?



א. החלק יעובד בטיב שטח N6 או N7, למעט המשטחים המסומנים ב-N9.

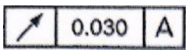
ב. הסימן מחוץ לסוגריים N9 מגדיר את המשטחים עם רמת טיב השטח הגבוהה ביותר.

ג. סימני טיב השטח שבתוך הסוגריים הם המלצה בלבד.

ד. החלק יעובד בטיב שטח N9, למעט המשטחים המסומנים ב-N6 או N7.

(2 נקודות)

15. מה משמעות דרישת הצורה הבאה?



א. זו דרישת חריגות (זריקה), שמגדירה את הסטייה המותרת בסיבוב החלק ביחס לגליל ייחוס A.

ב. זו דרישת עיגוליות, שמגדירה את הסטייה המותרת של קו ההיקף של גליל.

ג. זו דרישת ישרות, שמגדירה את הסטייה המותרת של מישור.

ד. זו דרישת זוויתיות, שמגדירה את הסטייה המותרת בין שני מישורים מקבילים.

(2 נקודות)

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

16. המרווח המרבי בין גל וקדח באפיצות $\varnothing 45\ \frac{H7}{h6}$ יהיה:

	התאמה בעיבוד עדין מאוד						התאמה בעיבוד עדין										התאמה בעיבוד בינוני						התאמה בעיבוד גס					
עדיפות							1	2	1	1		2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2
	קדח	גלים					קדח	גלים									קדח	גלים					קדח	גלים				
מידות נומי' מ ..... עד מ"מ	H6	p 5	n 5	k 6	j 6	h 5	H7	s 6	r 6	n 6	m 6	k 6	j 6	h 6	g 6	f 7	H8	x 8	u 8	h 9	e 8	d 9	H11	h 9	h 11	d 9	c 11	a 11
1...3	+6 0	+10 +6	+8 +4	+6 0	+4 −2	0 −4	+10 0	+20 +14	+16 +10	+10 +4	+9 +2	+6 −11	+4 −2	0 −6	−2 −8	−6 −16	+14 0	+34 +20	– –	0 −25	−14 −28	−20 −45	+60 0	0 −25	0 −60	−20 −45	−60 −120	−270 −330
3...6	+8 0	+17 +12	+13 +8	+9 +1	+6 −2	0 −5	+12 0	+27 +19	+23 +15	+16 +8	+12 +4	+9 +1	+6 −2	0 −8	−4 −12	−10 −22	+18 0	+46 +28	– –	0 −30	−20 −38	−30 −60	+75 0	0 −30	0 −75	−30 −60	−70 −145	−270 −345
6...10	+9 0	+21 +15	+16 +10	+10 +1	+7 −2	0 −6	+15 0	+32 +23	+28 +19	+19 +10	+15 +6	+10 +1	+7 −2	0 −9	−5 −14	−13 −28	+22 0	+56 +34	– –	0 −36	−25 −47	−40 −76	+90 0	0 −36	0 −90	−40 −76	−80 −170	−280 −370
10...14	+11 0	+26 +18	+20 +12	+12 +1	+8 −3	0 −8	+18 0	+39 +28	+34 +23	+23 +12	+18 +7	+12 +1	+8 −3	0 −11	−6 −17	−16 −34	+27 0	+67 +40	– –	0 −43	−32 −59	−50 −93	+110 0	0 −43	0 −110	−50 −93	−95 −205	−290 −400
14...18																		+72 +45	– –									
18...24	+13 0	+31 +22	+24 +15	+15 +2	+9 −4	0 −9	+21 0	+48 +35	+41 +28	+28 +15	+21 +8	+13 +2	+9 −4	0 −13	−7 −20	−20 −41	+33 0	+87 +54	– –	0 −52	−40 −73	−65 −117	+130 0	0 −52	0 −130	−65 −117	−110 −240	−300 −430
24...30																		+97 +64	+81 +48									
30...40	+16 0	+37 +26	+28 +17	+18 +2	+11 −5	0 −11	+25 0	+59 +43	+50 +34	+33 +17	+25 +9	+18 +2	+11 −5	0 −16	−9 −25	−25 −50	+39 0	+119 +80	+99 +60	0 −62	−50 −89	−80 −142	+160 0	0 −62	0 −160	−80 −142	−120 −280 −130	−310 −470 −320
40...50																		+136 +97	+109 +70								−290	−480
50...65	+19 0	+45 +32	+33 +20	+21 +2	+12 −7	0 −13	+30 0	+72 +53 +78	+60 +41 +62	+39 +20	+30 +11	+21 +2	+12 −7	0 −19	−10 −29	−30 −60	+46 0	+168 +122 +192	+133 +87 +148	0 −74	−60 −106	−100 −174	+190 0	0 −74	0 −190	−100 −174	−140 −330 −150	−340 −530 −360
65...80								+59	+43									+146	+102								−340	−550
80...100	+22 0	+52 +37	+38 +23	+25 +3	+13 −9	0 −15	+35 0	+93 +71 +101	+73 +51 +76	+45 +23	+35 +13	+25 +3	+13 −9	0 −22	−12 −34	−36 −71	+54 0	+232 +178 +264	+178 +124 +198	0 −87	−72 −126	−120 −207	+220 0	0 −87	0 −220	−120 −207	−170 −390 −180	−380 −600 −410
100...120								+79	+54									+210	+144								−400	−630
120...140	+25 0	+61 +43	+45 +27	+28 +3	+14 −11	0 −18	+40 0	+117 +92 +125	+88 +63 +90	+52 +27	+40 +15	+28 +3	+14 −11	0 −25	−14 −39	−43 −83	+63 0	+311 +248 +343	+233 +170 +253	0 −100	−85 −148	−145 −245	+250 0	0 −100	0 −250	−145 −245	−200 −450 −210	−460 −710 −520
140...160								+100	+65									+280	+190								−460	−770
160...180								+133 +108	+93 +68									+373 +310	+273 +210								−230 −480	−580 −830
180...200	+29 0	+70 +50	+51 +31	+33 +4	+16 −13	0 −20	+46 0	+151 +122 +159	+106 +77 +109	+60 +31	+46 +17	+33 +4	+16 −13	0 −29	−15 −44	−50 −96	+72 0	+422 +350 +457	+308 +236 +330	0 −115	−100 −172	−170 −285	+290 0	0 −115	0 −290	−170 −285	−240 −530 −260	−660 −950 −740
200...225								+130 +169	+80 +113									+385 +497	+258 +356								−550 −280	−1030 −820
225...250								+140	+84									+425	+284								−570	−1110
250...280	+32 0	+79 +56	+57 +34	+36 +4	+16 −16	0 −23	+52 0	+190 +158 +202	+126 +94 +130	+66 +34	+52 +20	+36 +4	+16 −16	0 −32	−17 −49	−56 −108	+81 0	+556 +475 +606	+396 +315 +431	0 −130	−110 191	−190 −320	+320 0	0 −130	0 −320	−190 −320	−300 −620 −330	−920 −1240 −1050
280...315								+170	+98									+525	+350								−650	−1370
315...355	+36 0	+87 +62	+62 +37	+40 +4	+18 −18	0 −25	+57 0	+226 +190 +244	+144 +108 +150	+73 +37	+57 +21	+40 +4	+18 −18	0 −36	−18 −54	−62 −119	+89 0	+679 +590 –	+479 +390 +524	0 −140	−125 −214	−210 −350	+360 0	0 −140	0 −360	−210 −350	−360 −720 −400	−1200 −1560 −1350
355...400								+208	+114									–	+435								−760	−1710
400...450	+40 0	+95 +67	+67 +40	+45 +5	+20 −20	0 −27	+63 0	+272 +232 +292	+166 +126 +172	+80 +40	+63 +23	+45 +5	+20 −20	0 −40	−20 −60	−68 −131	+97 0	– – –	+587 +490 +637	0 −155	−135 −232	−230 −385	+400 0	0 −155	0 −400	−230 −385	−440 −840 −480	−1500 −1900 −1650
450...500								+252	+132									–	+540								−880	−2050

א. 0.025 mm

ב. 0.041 mm

ג. 0.0 mm

ד. 0.016 mm

(2 נקודות)

17. מה נכון לגבי כוח החיתוך (השיבוב) בחריטה?

א. ככל שההיגש גדול יותר, כוח החיתוך קטן יותר.

ב. ככל שהקדמה גדולה יותר, כוח החיתוך קטן יותר.

ג. ככל שההיגש גדול יותר, כוח החיתוך גדול יותר.

ד. ככל שההתנגדות הסגולית לשיבוב גדולה יותר, כוח החיתוך קטן יותר.

(2 נקודות)

18. מה מודדים במיקרומטר המיועד למדידת תבריגים (מיקרומטר תבריגים)?

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

א. את הקוטר החיצוני של התבריג.

ב. את הקוטר הפנימי של התבריג.

ג. את הקוטר היעיל (האפקטיבי) של התבריג.

ד. את פסיעת התבריג.

(2 נקודות)

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