GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2025 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; מסבים; תפרי ריתוך; סבולות קדח אחיד. בשאלון זה 12 עמודים ו-4 עמודי נספח.

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

בהצלחה!

השאלות

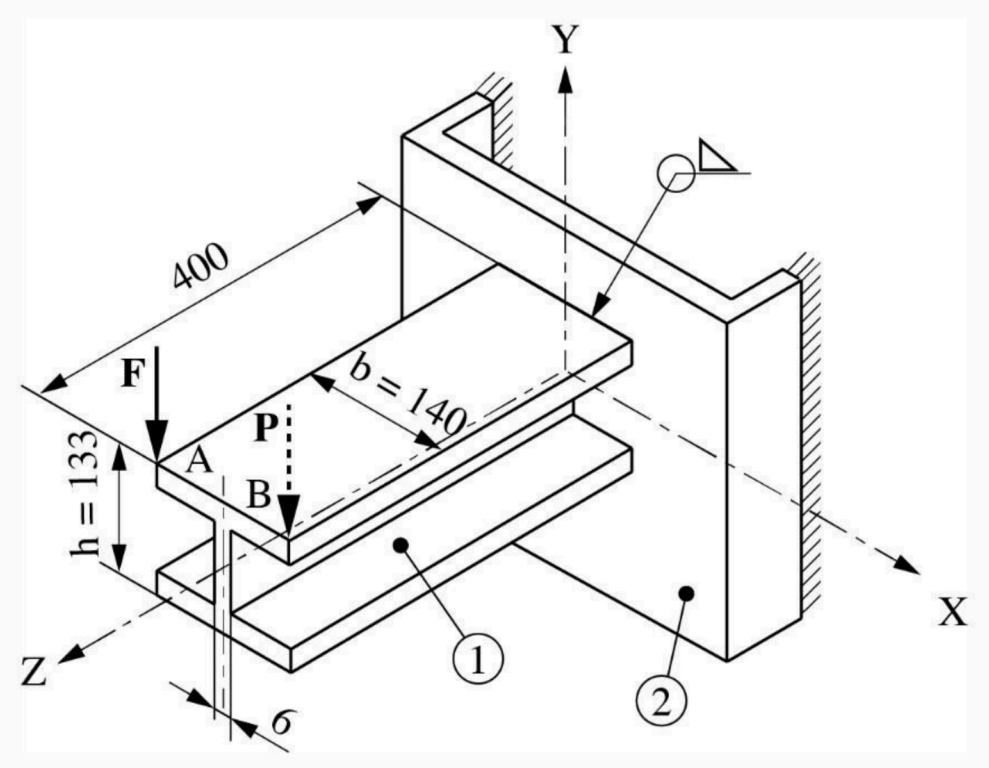
1. פרופיל פלדה (1) I 140 רחב אוגנים, מרותך לפרופיל (2) U פלדה רתום, בריתוך מילאת (פינתי) היקפי מכל צדדיו.

בקצה הפרופיל בנקודה A פועל כוח אנכי של $F = 30\,\mathrm{kN}$, כמתואר באיור. (כוח F פועל בסעיפים א', ב', ג').

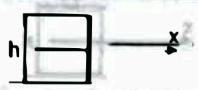
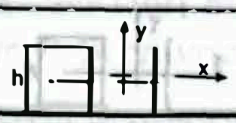
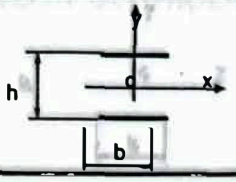
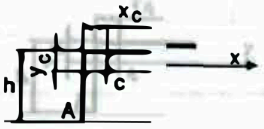
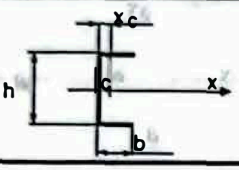
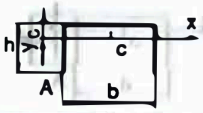
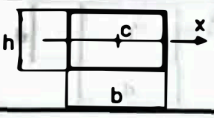
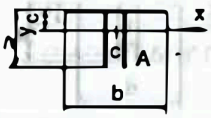
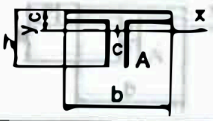
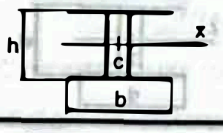
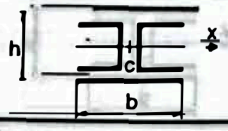
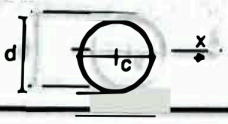
המאמץ המותר בתפר הריתוך הוא $90\,\mathrm{MPa}$. היעזרו בנספח/טבלת נתוני תפרי ריתוך, הרצ"ב.

הערה: הזנח את משקל הפרופיל.

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.**

(7 נקודות)

ב. **סרטטו תרשים של המאמצים הקיימים בתפר הריתוך.**

(4 נקודות)

ג. **חשבו את המאמץ המרבי ואת עובי תפר הריתוך הנדרש. באילו נקודות קיים המאמץ המרבי? הסבר.**

(5 נקודות)

ד. **מוסיפים כוח P זהה ($F = P$) בנקודה B. חשבו את המאמץ המרבי בתפר אם שני הכוחות פועלים ביחד. היכן קיים המאמץ המרבי שחושב?**

(4 נקודות)

2. באיור לשאלה מתוארת ממסרת הפחתת מהירות, המורכבת משתי תמסורות: תמסורת גלגלי שיניים (גלגלים 1 ו-2) ותמסורת רצועה (גלגלים 3 ו-4). המנוע מסתובב במהירות של 1500 RPM ומעביר הספק של $15\,\mathrm{kW}$. יחס ההפחתה בכל ממסרה הוא 1:2.5.

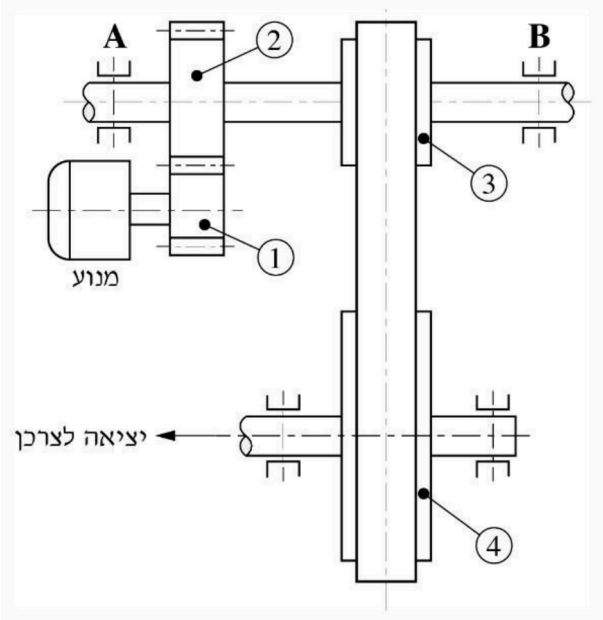
גל AB נתמך באמצעות מסבים (סמכים) בנקודות A ו-B, סמך A קבוע וסמך B נייד.

נתונים:

- מודול השן: $m = 5\,\mathrm{mm}$, $Z_1 = 20$.
- רוחב הגלגלים: $b = 50\,\mathrm{mm}$.
- מאמץ הכפיפה המותר בשיניים: $[\sigma_b] = 90\,\mathrm{MPa}$
- מקדם תנאי עבודה בעבודת הממסרה הוא 2.
- הגלגלים מיוצרים בעיבוד שבבי.
- מקדם תנאי עבודה בעבודת המסבים הוא 1.8.

הערה: הזניחו הפסדים במערכת.

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



Principal dimensions			Basic load ratings dynamic	static	Fatigue load limit	Speed ratings Lubrication grease	oil	Mass	Designation
d	D	B	C	C_0	P_u				
mm			N		N	r/min		kg	–
20	32	7	2 700	1 500	63	19 000	24 000	0,018	**61804**
	37	9	6 370	3 650	156	18 000	22 000	0,038	**61904**
	42	8	6 890	4 050	173	17 000	20 000	0,050	**16004**
	42	12	9 360	5 000	212	17 000	20 000	0,069	**6004**
	47	14	12 700	6 550	280	15 000	18 000	0,11	**6204**
	52	15	15 900	7 800	335	13 000	16 000	0,14	**6304**
	72	19	30 700	15 000	640	10 000	13 000	0,40	**6404**
25	37	7	4 360	2 600	125	17 000	20 000	0,022	**61805**
	42	9	6 630	4 000	176	16 000	19 000	0,045	**61905**
	47	8	7 610	4 750	212	14 000	17 000	0,060	**16005**
	47	12	11 200	6 550	275	15 000	18 000	0,080	**6005**
	52	15	14 000	7 800	335	12 000	15 000	0,13	**6205**
	62	17	22 500	11 600	490	11 000	14 000	0,23	**6305**
	80	21	35 800	19 300	815	9 000	11 000	0,53	**6405**
30	42	7	4 490	2 900	146	15 000	18 000	0,027	**61806**
	47	9	7 280	4 550	212	14 000	17 000	0,051	**61906**
	55	9	11 200	7 350	310	12 000	15 000	0,085	**16006**
	55	13	13 300	8 300	355	12 000	15 000	0,12	**6006**
	62	16	19 500	11 200	475	10 000	13 000	0,20	**6206**
	72	19	28 100	16 000	670	9 000	11 000	0,35	**6306**
	90	23	43 600	23 600	1 000	8 500	10 000	0,74	**6406**
35	47	7	4 750	3 200	166	13 000	16 000	0,030	**61807**
	55	10	9 560	6 200	290	11 000	14 000	0,080	**61907**
	62	9	12 400	8 150	375	10 000	13 000	0,11	**16007**
	62	14	15 900	10 200	440	10 000	13 000	0,16	**6007**
	72	17	25 500	15 300	655	9 000	11 000	0,29	**6207**
	80	21	33 200	19 000	815	8 500	10 000	0,46	**6307**
	100	25	55 300	31 000	1 290	7 000	8 500	0,95	**6407**
40	52	7	4 940	3 450	186	11 000	14 000	0,034	**61808**
	62	12	13 800	9 300	425	10 000	13 000	0,12	**61908**
	68	9	13 300	9 150	440	9 500	12 000	0,13	**16008**
	68	15	16 800	11 600	490	9 500	12 000	0,19	**6008**
	80	18	30 700	19 000	800	8 500	10 000	0,37	**6208**
	90	23	41 000	24 000	1 020	7 500	9 000	0,63	**6308**
	110	27	63 700	36 500	1 530	6 700	8 000	1,25	**6408**

Calculation factors for single row deep groove ball bearings
Single bearings and bearing pairs in tandem

	Normal clearance			C3 clearance			C4 clearance			Calculation factors for single row deep groove bal Bearing pairs arranged back-to-back or face-to-face			
F_a/C_0	e	X	Y	e	X	Y	e	X	Y	F_a/C_0	e	Y_1	Y_2
0,025	0,22	0,56	2	0,31	0,46	1,75	0,4	0,44	1,42	**0,03**	0,32	2	2,8
0,04	0,24	0,56	1,8	0,33	0,46	1,62	0,42	0,44	1,36	**0,10**	0,4	1,55	2,2
0,07	0,27	0,56	1,6	0,36	0,46	1,46	0,44	0,44	1,27	**0,25**	0,47	1,3	1,85
0,13	0,31	0,56	1,4	0,41	0,46	1,3	0,48	0,44	1,16				
0,25	0,37	0,56	1,2	0,46	0,46	1,14	0,53	0,44	1,05				
0,5	0,44	56	1	0,54	0,46	1	0,56	0,44	1				

א. האם תמסורת גלגלי השיניים עומדת בתנאי החוזק לכפיפה בשיניים? חשבו והסבירו.

(7 נקודות)

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

ב. האם מאמצי הכפיפה בשני הגלגלים זהים או שונים? אם זהים, נמקו מדוע, אם שונים, באיזה גלגל שיניים יהיו מאמצים גדולים יותר? הסבירו בעזרת חישוב קצר.

(6 נקודות)

ג. בחרו מסב רדיאלי כדורי A לקוטר גל $40\,\text{mm}$, לאורך חיים של 20,000 שעות.
הניחו שהכוחות במסב A - הרדיאלי והצירי - הם: $1700\,\text{N}$ ו- $500\,\text{N}$ בהתאמה.
היעזרו בנספח המסבים המצורף.

(7 נקודות)

3. באיור לשאלה מתוארת ממסרת הפחתת מהירות, המורכבת משתי תמסורות: תמסורת גלגלי שיניים (גלגלים 1 ו-2) ותמסורת רצועה (גלגלים 3 ו-4). המתכנן שוקל שימוש בתמסורת רצועה שטוחה או בתמסורת עם 4 רצועות טריזיות, במטרה להעביר מומנט מרבי לצרכן. המנוע מסתובב במהירות 1500 RPM.

יחס התמסורת בכל תמסורת הוא $i = 1:2$.

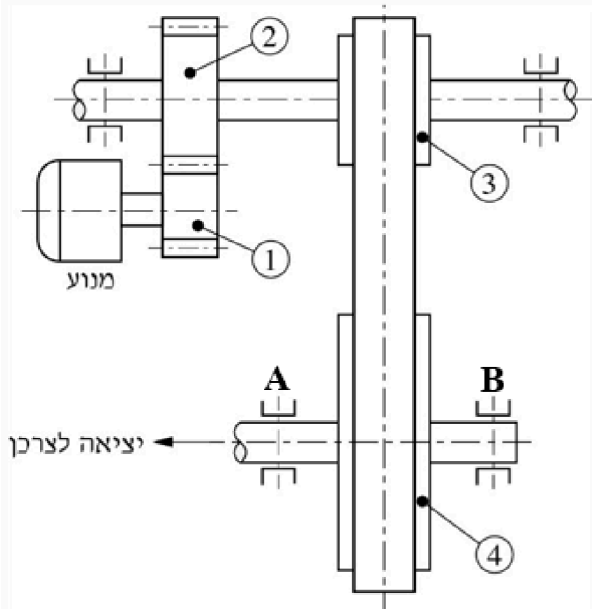
נתונים:

- קוטר גלגל הרצועה - $D_3 = 150\,\text{mm}$,
- זוויות החביקה של הרצועות בגלגל D_3 היא 160°

נתוני הרצועה השטוחה: עובי - $h = 5\,\text{mm}$, רוחב - $b = 60\,\text{mm}$, מקדם החיכוך - $\mu = 0.30$, המאמץ המותר - $[\sigma] = 6\,\text{MPa}$, מודול האלסטיות - $E = 60\,\text{MPa}$

נתוני הרצועה הטריזית: שטח החתך - $A = 100\,\text{mm}^2$, עובי - $h = 10\,\text{mm}$, זווית הטריז - $2\gamma = 36^\circ$, כמות הרצועות - 4. שאר הנתונים זהים לנתוני הרצועה השטוחה.

הערה: הזנח את ההפסדים בתמסורות.



א. חשב את המומנטים שאפשר להעביר לצרכן עם כל אחת מתמסורות הרצועה ובחר את התמסורת המתאימה מבין השתיים.

(10 נקודות)

ב. בהנחה שמשתמשים בתמסורת הרצועה השטוחה, חשבו את רוחב הרצועה השטוחה הנדרש אם המומנט המועבר לצרכן הוא $120\,\mathrm{Nm}$.

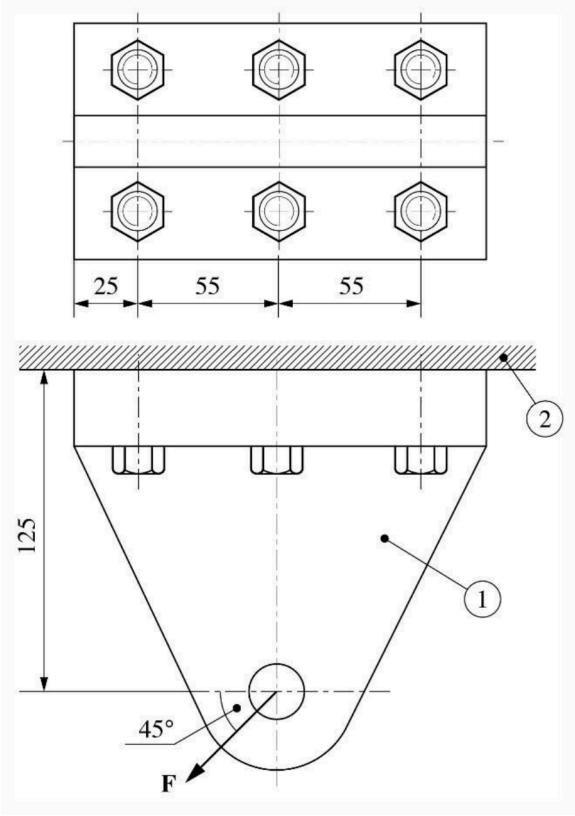
(6 נקודות)

ג. באיזו משתי התמסורות הנתונות ייווצרו בגל AB מאמצים גבוהים יותר (בהנחה שקוטר הגל זהה)? מדוע? הסבירו ללא חישוב.

(4 נקודות)

4. מתלה פלדה 1 מחובר אל בסיס פלדה רתום 2 באמצעות שישה ברגי הידוק.
על מתלה 1 מופעל כוח של $F = 10\,\mathrm{kN}$. הכוח נטוי בזווית של 45° לאופק, כמוצג באיור.
נתונים:

- מקדם הביטחון הנדרש בחישוב הברגים - $S = 3$.
- דרגת החוזק של הברגים - 5.8
- מקדם החיכוך בתבריג - 0.12.
- מקדם החיכוך בין חלקי המבנה - 0.30
- מקדם מניעת החלקה בין הלוחות - $f_k = 1.2$.



א. חשבו את כוח המתיחה (ההידוק) המרבי הנדרש בברגים. באיזה בורג או באילו ברגים נדרש כוח הידוק זה?

(8 נקודות)

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

ב. בהנחה שכוח המתיחה המרבי הנדרש הוא $10\,\text{kN}$ - בחרו בורג מתאים. חשבו למאמץ מורכב.

(8 נקודות)

ג. חשבו את מקדם הביטחון הקיים בברגים שנבחרו.

(4 נקודות)

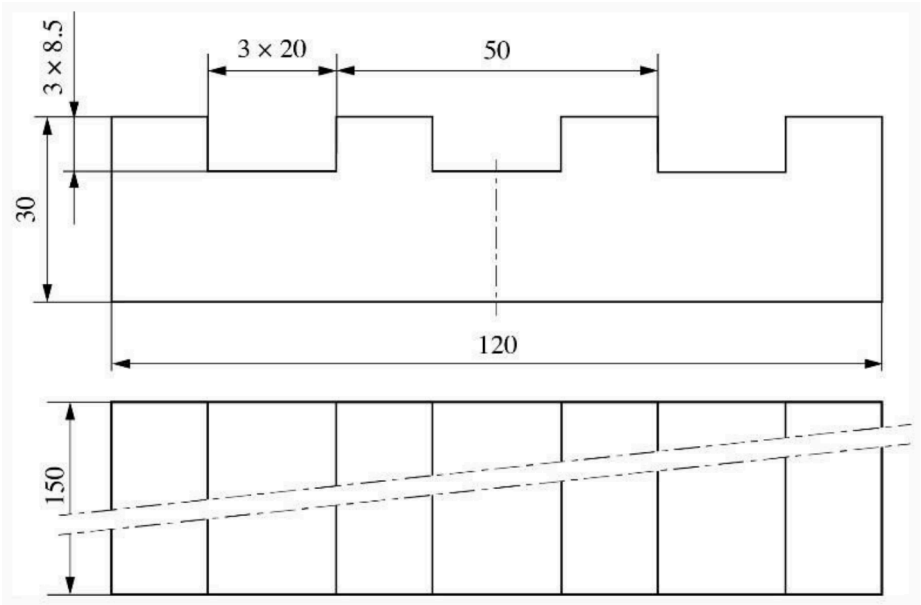
5. בחלק שבאיור 5 נדרש לכרסם שלושה חריצים ברוחב $20\,\text{mm}$ ובעומק $8.5\,\text{mm}$. החלק עשוי מפלדה SAE4130 בקשיות HB 217, ויש לבצע עיבוד מוקדם ועיבוד גמר.

המידות החיצוניות של החלק - $30 \times 120 \times 150\,\text{mm}$.

העיבוד מבוצע באמצעות כרסום אצבע מתק"ש בקוטר $20\,\text{mm}$ עם ארבע שיניים.

נתוני היגש מרבי לעיבוד: עיבוד מוקדם $4\,\text{mm}$, עיבוד גמר $0.5\,\text{mm}$

ההתנגדות הסגולית של החומר לכרסום היא $3{,}500\ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$. היעזר בנספח תנאי שיבוב בכרסום, המצורף.



נתוני שיבוב בכרסום אצבע, מתק"ש

חומר עובד	קשיות	כירסום גס		כירסום עדין	
		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

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

א. תארו את תהליך העיבוד, את שלבי העיבוד ואת עומק השבב בכל שלב באופן שכמות מהלכי העיבוד תהיה הנמוכה ביותר. בכל מהלך מתבצע עיבוד של שלושת החריצים ברצף.

(3 נקודות)

ב. חשבו את זמן העיבוד הישיר (עיבוד מוקדם ועיבוד גמר), בהנחה שיש לתת לכלי תוספת מהלך של 2 מ"מ מכל צד של העובד. הזניחו את זמני המעבר של הכרסום בין החריצים.

(8 נקודות)

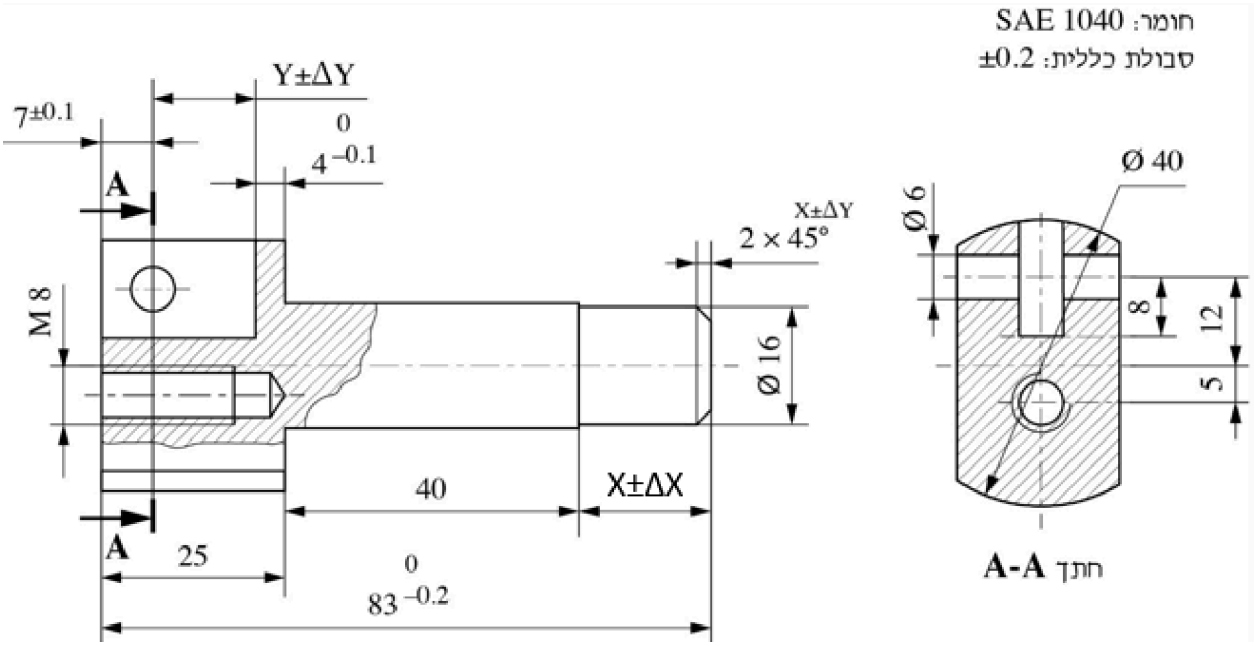
ג. חשבו את הספק הכרסומת הנדרש, אם נצילות הכרסומת היא 80%.

(5 נקודות)

ד. כיצד ישתנו התשובות לסעיפים ב' ו-ג' אם החלק יהיה עשוי מפלדה בקשיות גבוהה יותר? הסבירו ללא חישוב.

(4 נקודות)

6. באיור לשאלה מוצג החלק ציר מחורץ העשוי מפלדה SAE 1040. רק חלק מהמידות מוצגות.



	התאמה בעיבוד גס						התאמה בעיבוד בינוני						התאמה בעיבוד עדין										התאמה בעיבוד עדין מאוד					
עדיפות	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1		2	1	1	2	1						
	קדח	גלים					קדח	גלים					קדח	גלים									קדח	גלים				
מידות נומי' מ ... עד ... מ"מ	H11	h 9	h 11	d 9	c 11	a 11	H8	x 8	u 8	h 9	e 8	d 9	H7	s 6	r 6	n 6	m 6	k 6	j 6	h 6	g 6	f 7	H6	p 5	n 5	k 6	j 6	h 5
1...3	+ 60 0	0 − 25	0 − 60	− 20 − 45	− 60 − 120	− 270 − 330	+ 14 0	+ 34 + 20	– –	0 − 25	− 14 − 28	− 20 − 45	+ 10 0	+ 20 + 14	+ 16 + 10	+ 10 + 4	+ 9 + 2	+ 6 − 11	+ 4 − 2	0 − 6	− 2 − 8	− 6 − 16	+ 6 0	+ 10 + 6	+ 8 + 4	+ 6 0	+ 4 − 2	0 − 4
3...6	+ 75 0	0 − 30	0 − 75	− 30 − 60	− 70 − 145	− 270 − 345	+ 18 0	+ 46 + 28	– –	0 − 30	− 20 − 38	− 30 − 60	+ 12 0	+ 27 + 19	+ 23 + 15	+ 16 + 8	+ 12 + 4	+ 9 + 1	+ 6 − 2	0 − 8	− 4 − 12	− 10 − 22	+ 8 0	+ 17 + 12	+ 13 + 8	+ 9 + 1	+ 6 − 2	0 − 5
6...10	+ 90 0	0 − 36	0 − 90	− 40 − 76	− 80 − 170	−280 − 370	+ 22 0	+ 56 + 34	– –	0 − 36	− 25 − 47	− 40 − 76	+ 15 0	+ 32 + 23	+ 28 + 19	+ 19 + 10	+ 15 + 6	+ 10 + 1	+ 7 − 2	0 − 9	− 5 − 14	− 13 − 28	+ 9 0	+ 21 + 15	+ 16 + 10	+ 10 + 1	+ 7 − 2	0 − 6
10...14	+ 110	0	0	− 50	− 95	− 290	+ 27	+ 67 + 40	– –	0	− 32	− 50	+ 18	+ 39	+ 34	+ 23	+ 18	+ 12	+ 8	0	− 6	− 16	+ 11	+ 26	+ 20	+ 12	+ 8	0
14...18	0	− 43	− 110	− 93	− 205	− 400	0	+ 72 + 45	– –	− 43	− 59	− 93	0	+ 28	+ 23	+ 12	+ 7	+ 1	− 3	− 11	− 17	− 34	0	+ 18	+ 12	+ 1	− 3	− 8
18...24	+ 130	0	0	− 65	− 110	− 300	+ 33	+ 87 + 54	– –	0	− 40	− 65	+ 21	+ 48	+ 41	+ 28	+ 21	+ 13	+ 9	0	− 7	− 20	+ 13	+ 31	+ 24	+ 15	+ 9	0
24...30	0	− 52	− 130	− 117	− 240	− 430	0	+ 97 + 64	+ 81 + 48	− 52	− 73	− 117	0	+ 35	+ 28	+ 15	+ 8	+ 2	− 4	− 13	− 20	− 41	0	+ 22	+ 15	+ 2	− 4	− 9
30...40	+ 160	0	0	− 80	− 120 − 280	− 310 − 470	+ 39	+ 119 + 80	+ 99 + 60	0	− 50	− 80	+ 25	+ 59	+ 50	+ 33	+ 25	+ 18	+ 11	0	− 9	− 25	+ 16	+ 37	+ 28	+ 18	+ 11	0
40...50	0	− 62	− 160	− 142	− 130 − 290	− 320 − 480	0	+ 136 + 97	+ 109 + 70	− 62	− 89	− 142	0	+ 43	+ 34	+ 17	+ 9	+ 2	− 5	− 16	− 25	− 50	0	+ 26	+ 17	+ 2	− 5	− 11
50...65	+ 190	0	0	− 100	− 140 − 330	− 340 − 530	+ 46	+ 168 + 122	+ 133 + 87	0	− 60	− 100	+ 30	+ 72 + 53	+ 60 + 41	+ 39	+ 30	+ 21	+ 12	0	− 10	− 30	+ 19	+ 45	+ 33	+ 21	+ 12	0
65...80	0	− 74	− 190	− 174	− 150 − 340	− 360 − 550	0	+ 192 + 146	+ 148 + 102	− 74	− 106	− 174	0	+ 78 + 59	+ 62 + 43	+ 20	+ 11	+ 2	− 7	− 19	− 29	− 60	0	+ 32	+ 20	+ 2	− 7	− 13
80...100	+ 220	0	0	− 120	− 170 − 390	− 380 − 600	+ 54	+ 232 + 178	+ 178 + 124	0	− 72	− 120	+ 35	+ 93 + 71	+ 73 + 51	+ 45	+ 35	+ 25	+ 13	0	− 12	− 36	+ 22	+ 52	+ 38	+ 25	+ 13	0
100...120	0	− 87	− 220	− 207	− 180 − 400	− 410 − 630	0	+ 264 + 210	+ 198 + 144	− 87	− 126	− 207	0	+ 101 + 79	+ 76 + 54	+ 23	+ 13	+ 3	− 9	− 22	− 34	− 71	0	+ 37	+ 23	+ 3	− 9	− 15
120...140	+ 250	0	0	− 145	− 200 − 450	− 460 − 710	+ 63	+ 311 + 248	+ 233 + 170	0	− 85	− 145	+ 40	+ 117 + 92	+ 88 + 63	+ 52	+ 40	+ 28	+ 14	0	− 14	− 43	+ 25	+ 61	+ 45	+ 28	+ 14	0
140...160	0	− 100	− 250	− 245	− 210 − 460	− 520 − 770	0	+ 343 + 280	+ 253 + 190	− 100	− 148	− 245	0	+ 125 + 100	+ 90 + 65	+ 27	+ 15	+ 3	− 11	− 25	− 39	− 83	0	+ 43	+ 27	+ 3	− 11	− 18
160...180					− 230 − 480	− 580 − 830		+ 373 + 310	+ 273 + 210					+ 133 + 108	+ 93 + 68													
180...200	+ 290	0	0	− 170	− 240 − 530	− 660 − 950	+ 72	+ 422 + 350	+ 308 + 236	0	− 100	− 170	+ 46	+ 151 + 122	+ 106 + 77	+ 60	+ 46	+ 33	+ 16	0	− 15	− 50	+ 29	+ 70	+ 51	+ 33	+ 16	0
200...225	0	− 115	− 290	− 285	− 260 − 550	− 740 − 1030	0	+ 457 + 385	+ 330 + 258	− 115	− 172	− 285	0	+ 159 + 130	+ 109 + 80	+ 31	+ 17	+ 4	− 13	− 29	− 44	− 96	0	+ 50	+ 31	+ 4	− 13	− 20
225...250					− 280 − 570	− 820 − 1110		+ 497 + 425	+ 356 + 284					+ 169 + 140	+ 113 + 84													
250...280	+ 320	0	0	− 190	− 300 − 620	− 920 − 1240	+ 81	+ 556 + 475	+ 396 + 315	0	− 110	− 190	+ 52	+ 190 + 158	+ 126 + 94	+ 66	+ 52	+ 36	+ 16	0	− 17	− 56	+ 32	+ 79	+ 57	+ 36	+ 16	0
280...315	0	− 130	− 320	− 320	− 330 − 650	− 1050 − 1370	0	+ 606 + 525	+ 431 + 350	− 130	191	− 320	0	+ 202 + 170	+ 130 + 98	+ 34	+ 20	+ 4	− 16	− 32	− 49	− 108	0	+ 56	+ 34	+ 4	− 16	− 23
315...355	+ 360	0	0	− 210	− 360 − 720	− 1200 − 1560	+ 89	+ 679 + 590	+ 479 + 390	0	− 125	− 210	+ 57	+ 226 + 190	+ 144 + 108	+ 73	+ 57	+ 40	+ 18	0	− 18	− 62	+ 36	+ 87	+ 62	+ 40	+ 18	0
355...400	0	− 140	− 360	− 350	− 400 − 760	− 1350 − 1710	0	– –	+ 524 + 435	− 140	− 214	− 350	0	+ 244 + 208	+ 150 + 114	+ 37	+ 21	+ 4	− 18	− 36	− 54	− 119	0	+ 62	+ 37	+ 4	− 18	− 25
400...450	+ 400	0	0	− 230	− 440 − 840	− 1500 − 1900	+ 97	– –	+ 567 + 490	0	− 135	− 230	+ 63	+ 272 + 232	+ 166 + 126	+ 80	+ 63	+ 45	+ 20	0	− 20	− 68	+ 40	+ 95	+ 67	+ 45	+ 20	0
450...500	0	− 155	− 400	− 385	− 480 − 880	− 1650 − 2050	0	– –	+ 637 + 540	− 155	− 232	− 385	0	+ 292 + 252	+ 172 + 132	+ 40	+ 23	+ 5	− 20	− 40	− 60	− 131	0	+ 67	+ 40	+ 5	− 20	− 27

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

(6 נקודות)

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

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

(6 נקודות)

ג. לקדח $\varnothing 6$ בחתך A-A נכנס פין $\varnothing 6$ בהתאמת מדחק.

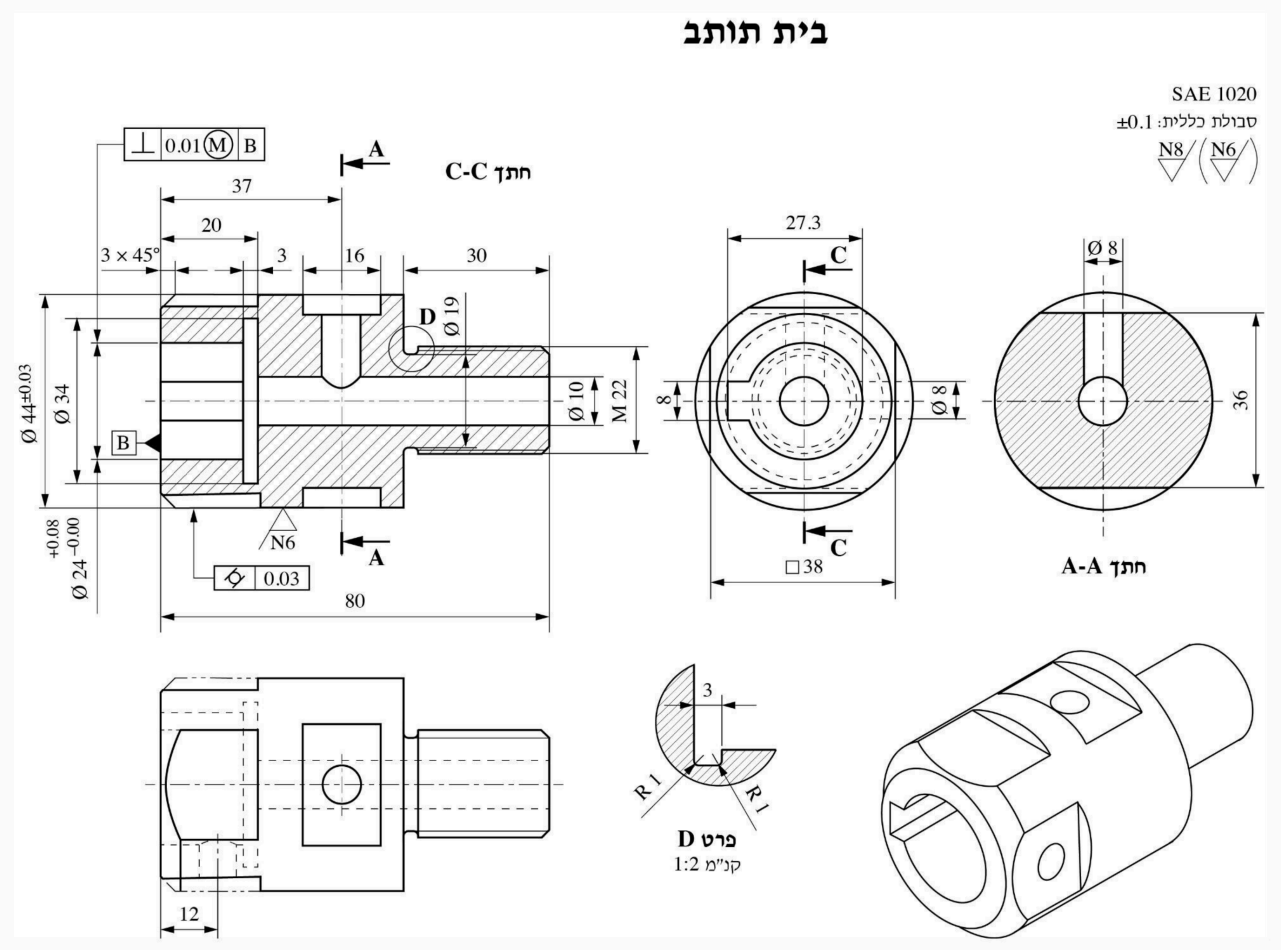
(1) בחרו מהנספח המצורף סבולות מתאימות לקוטרי הפין והקדח בשיטת הקדח האחיד, סוג התאמה עיבוד עדין, באופן שיובטח מדחק מינימלי בין הקדח לפין. רשמו את האפיצות שבחרתם ואת הסבולות שנבחרו?

(2) חשבו את המדחקים, המינימלי והמקסימלי, באפיצות שנבחרה?

(8 נקודות)

7. באיור לשאלה 7 מוצג החלק "ציר תותב" העשוי מפלדה SAE4140.

החלק מיוצר בכמויות קטנות.



א. ציינו את השיקולים לבחירת הצורה הגאומטרית של חומר הגלם. מהן מידות המוצא של חומר הגלם?

(3 נקודות)

ב. 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



ג. הסבירו את דרישות הצורה/תנוחה הבאות:

(1) $\boxed{\perp \mid 0.01\,(\mathrm{M}) \mid B}$ לקוטר $\varnothing 24$ - מה משמעות הדרישה? מה משמעות ה-M המצוין בדרישה? כיצד מבטיחים את ביצוע הדרישה בתהליך הייצור?

(2) דרישת הגליליות 0.03 לקוטר $\varnothing 44$ - מה משמעות הדרישה? כיצד נבדקת הדרישה בביקורת איכות? כיצד מבטיחים את ביצוע הדרישה בתהליך הייצור?

(8 נקודות)

8. מפעל קיבל הזמנה לייצור 2,000 יחידות של "בתי מפעיל".

המפעל שוקל לייצר את בתי המפעיל בשלושה תהליכי ייצור, כמפורט להלן:

1) עיבוד שבבי מחומר מלא

2) יציקה מדויקת ועיבוד שבבי

3) חישול ועיבוד שבבי.

להלן נתוני הייצור:

תהליך מס	תהליך ייצור	זמן יצור ליחידה (דקות)	עלות חומר הגלם לק"ג (₪ לק"ג)	משקל חומר הגלם ליחידה (ק"ג)	אחוזי פסילה (%)	שכר עבודה (₪ לשעה)	הוצאות הכנה ומתקנים (ש"ח)
1	עיבוד שבבי	50	13	0.8	5	240	10,000
2	יציקה מדויקת	15	11	0.65	4	140	110,000
3	חישול ועיבוד שבבי	40	10	0.55	3	130	60,000

א. חשבו את עלות הייצור הכוללת של הזמנת 2,000 יחידות בכל אחת משיטות ייצור.

(8 נקודות)

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

(6 נקודות)

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

(6 נקודות)

9. במחבר מסמרות נוצרים המאמצים הבאים:

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

א. מאמצי גזירה, מעיכה ומתיחה במסמרות. מאמצי מתיחה בלוחות

ב. מאמצי גזירה ומעיכה במסמרות. מאמצי מעיכה גזירה ומתיחה בלוחות

ג. מאמצי גזירה ומעיכה במסמרות. מאמצי מעיכה גזירה וכפיפה בלוחות

ד. מאמצי גזירה מעיכה במסמרות. מאמצי מעיכה גזירה ופיתול בלוחות.

(2 נקודות)

10. לגבי דרגת חוזק בבורג הידוק - מהו המשפט הנכון?

א. לפי נתוני דרגת החוזק אפשר לקבוע את מאמץ הכניעה של הבורג

ב. לפי נתוני דרגת החוזק אפשר לקבוע את מאמץ המינימלי של הבורג

ג. לבורג בעל קוטר גדול נבחר דרגת חוזק גדולה יותר

ד. כל התשובות נכונות.

(2 נקודות)

11. מהו המשפט הנכון לגבי תמסורת הפחתה של גלגלי שיניים?

א. המומנט המועבר לצרכן יהיה זהה למומנט של המנוע

ב. המומנט המועבר לצרכן יהיה גדול מהמומנט של המנוע

ג. המומנט המועבר לצרכן יהיה קטן מהמומנט של המנוע

ד. ההספק המועבר לצרכן יהיה גדול מהספק המנוע.

(2 נקודות)

12. לגבי מצמדי חיכוך במצב עבודה - מהו המשפט הנכון?

נתונים מצמד חיכוך שטוח ומצמד חיכוך קוני בעלי קטרים זהים (פנימי וחיצוני) ובסל"ד זהה:

א. בכוח הצמדה זהה, במצמד השטוח אפשר יהיה להעביר מומנט גבוה יותר מאשר במצמד הקוני

ב. להעברת מומנט זהה, יידרש במצמד השטוח כוח הצמדה קטן יותר מזה שבמצמד הקוני

ג. בכוח הצמדה זהה, המומנט שיועבר על ידי המצמדים יהיה זהה

ד. בכוח הצמדה זהה, במצמד הקוני יועבר מומנט גבוה יותר מאשר במצמד השטוח.

(2 נקודות)

13. לגבי תמסורת חלזונית - מהו המשפט הנכון?

א. יחס התמסורת הוא בין 1:2 ל-1:8

ב. לתמסורת חלזונית נצילות גבוהה יותר מאשר לתמסורת של זוג גלגלי שיניים ישרות

ג. התמסורת היא בעלת עצירה עצמית

ד. כל התשובות נכונות.

(2 נקודות)

14. לגבי התנגדות סגולית בשיבוב - מהו המשפט הנכון?

א. התנגדות סגולית בשיבוב תלויה בחומר המעובד, בקדמה ובהיגש

ב. ככל שהקדמה גדולה יותר, תקטן ההתנגדות הסגולית בשיבוב

ג. ככל שהקדמה גדולה יותר, תגדל ההתנגדות הסגולית בשיבוב

ד. ככל שההיגש גדול יותר, תקטן ההתנגדות הסגולית בשיבוב.

(2 נקודות)

15. למדידת קוטר קדח $\varnothing 60 \pm 0.1$ באמצעות מדיד go/not go - עובר/לא עובר, נדרש כי:

א. הקטרים בשני צידי המדיד יהיו $\varnothing 59.9$

ב. הקטרים בשני צידי המדיד יהיו $\varnothing 60.1$

ג. הקטרים בשני צידי המדיד יהיו $\varnothing 59.9$ בצד אחד ו- $\varnothing 60.1$ בצידו השני

ד. הקטרים בשני צידי המדיד יהיו $\varnothing 59.95$ בצד אחד ו- $\varnothing 60.05$ בצידו השני.

(2 נקודות)

16. מה נכון בנוגע למידת האפיצות $\varnothing 60 \frac{M7}{h6}$?

א. סיבולת הקדח היא h6, סיבולת הגל - M7

ב. אי אפשר לרשום אפיצות כזו לקדח $\varnothing 60$

ג. האפיצות היא מסוג אפיצות מרווח

ד. האפיצות רשומה בשיטת הגל האחיד.

(2 נקודות)

17. בנוגע למושגים היגש וקדמה במכונת שיבוב - מה נכון?

א. ההיגש תמיד גדול מהקדמה

ב. ככל שההיגש גדול יותר, תידרש כמות גדולה יותר של מעברים להשלמת דרישות השיבוב

ג. ככל שהקדמה קטנה יותר, איכות טיב השטח תהיה נמוכה יותר

ד. ככל שהקדמה קטנה יותר, איכות טיב השטח תהיה גבוהה יותר.

(2 נקודות)

18. בנקודת איזון, בכמויות Q, שחושבה בהשוואה בין שתי שיטות ייצור, נבחר לייצר באופן הבא:

א. ייצור בכמות האיזון Q אפשרית בכל אחת בשיטות הייצור

ב. לייצור של כמות הקטנה מכמות האיזון Q נבחר לייצר בשיטה שבה עלות הייצור גבוהה יותר

ג. לייצור כמות הגדולה מכמות האיזון Q נבחר לייצר בשיטה שבה עלות הייצור גבוהה יותר

ד. כל התשובות נכונות.

(2 נקודות)

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