GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2024 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) – 8 שאלות פתוחות, יש לענות על 4 שאלות: שאלות 1-4 בנושא חלקי מכונות. שאלות 5-8 בנושא תהליכי עיבוד שבבי. ערך כל שאלה 20 נקודות. חלק ב' (20 נקודות) – 10 שאלות ברירה – יש לבחור 8 שאלות מתוך 10. שאלות 9-13 בנושא חלקי מכונות. שאלות 14-18 בנושא תהליכי עיבוד שבבי. ערך כל שאלה 2.5 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. 4. נוסחאון מצורף לבחינה.

ד. הוראות מיוחדות: 1. יש למלא את הפרטים בראש עמוד זה, ולצרף את השאלון כולל את נספח 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 תבדקנה 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 קו כדי שלא תבדק. 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: נוסחאון; תנאי שיבוב חריטה. בשאלון זה 13 עמודים, נוסחאון ונספח.

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

בהצלחה!

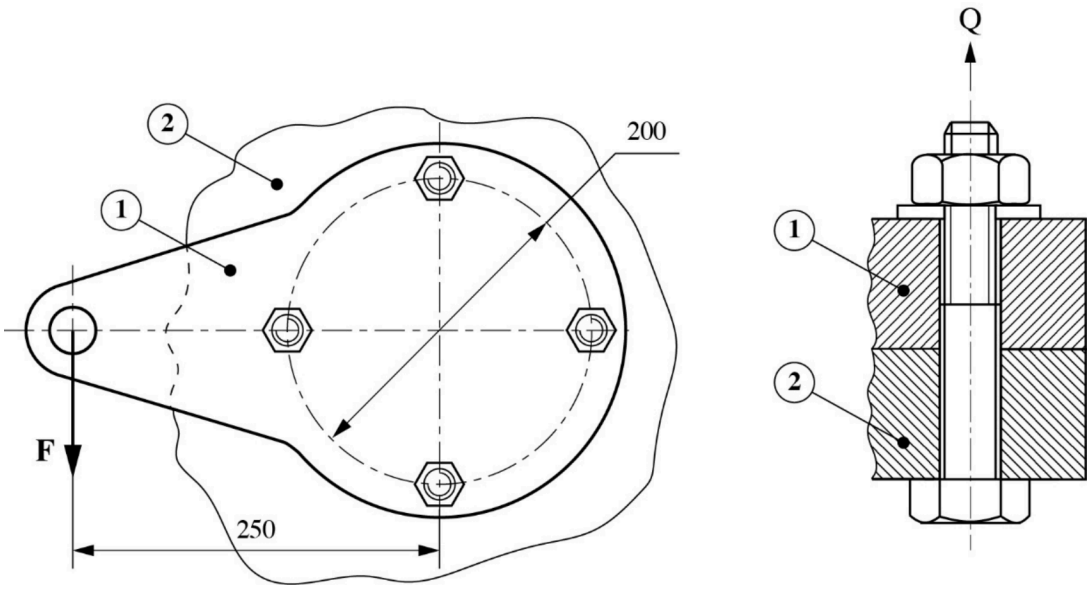
השאלות

1. לוח פלדה (1) מחובר לבסיס פלדה רתום (2) באמצעות ארבעה בורגי הידוק M12x1.75 כמוצג באיור לשאלה 1.

על לוח (1) מופעל כוח אנכי $F = 3\,\mathrm{kN}$.

נתונים:

- מקדם הביטחון בחישוב הבורג: $S = 3$.
- 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 בכל אחד מהברגים.

(8 נקודות)

ב. בהנחה שכוח המתיחה הקיים בברגים הוא $12\,\mathrm{kN}$:

(1) (7 נק') חשבו את המאמץ השקול הקיים בברגים.

(2) (5 נק') חשבו ובחרו דרגת חוזק מתאימה לברגים.

(12 נקודות)

2. **באיור לשאלה 2 מוצגת ממסרה המורכבת מזוג גלגלי שיניים ישרות (1) ו-(2) ותמסורת רצועה-גלגלים (3) ו-(4). המנוע מסתובב במהירות של 1,450.**

יחס ההפחתה בכל תמסורת הוא 1:2.5.

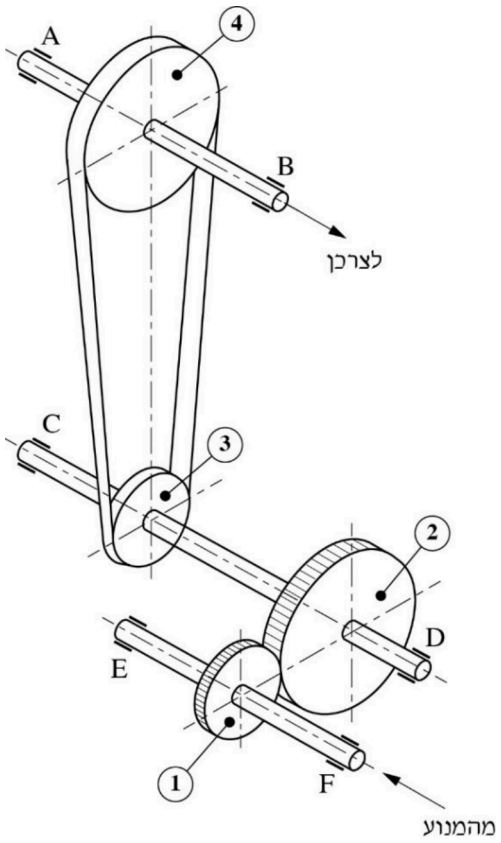
נתונים:

קוטר הגלגל המניע - $d_1 = 100\,\text{mm}$, מודול השן - $m = 5\,\text{mm}$, כמות השיניים - $Z_1 = 20$.

מקדם רוחב השן - $b/m = 10$.

- מאמץ הכפיפה המותר בשיניים - $120\,\text{MPa}$.
- מקדם תנאי העבודה בעבודת גלגלי השיניים – 1.8.
- גלגלי השיניים מיוצרים בעיבוד שבבי.

הערה: בסעיפים א' ב' ג' הזניחו הפסדים בממסרה.



א. **חשבו את ההספק שניתן להעביר בתמסורת גלגלי השיניים (חשבו לחוזק לכפיפה בלבד).**

(8 נקודות)

ב. **חשבו את כוחות השילוב הפועלים בין גלגלי השיניים.**

(4 נקודות)

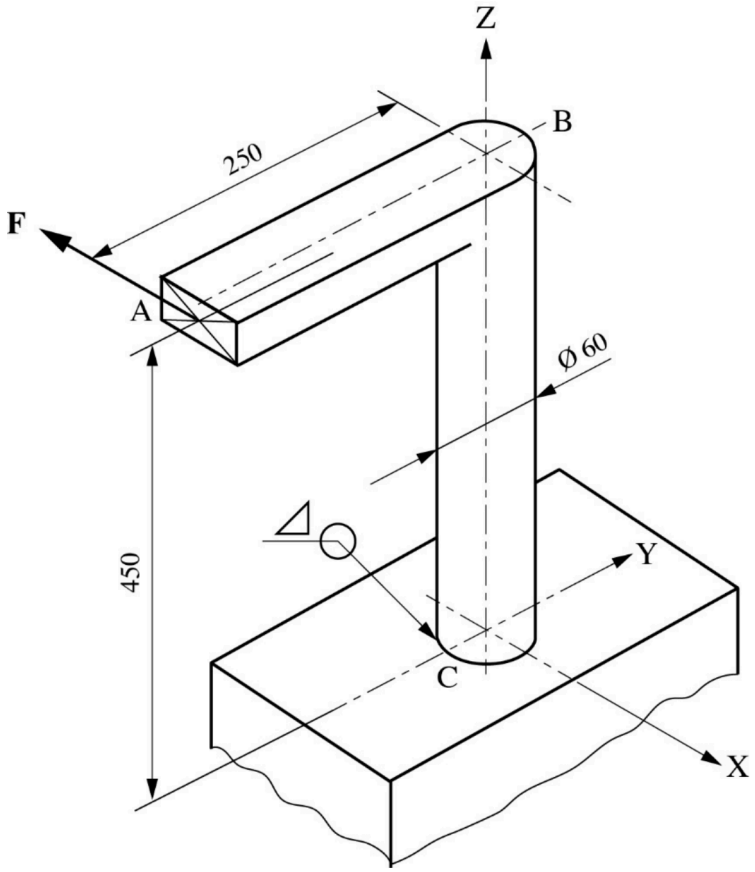
ג. **כיצד תשפיע הגדלת מאמץ הכפיפה המותר על כוחות השילוב, ועל המומנט המועבר בתמסורת? הסבירו ללא חישוב.**

(4 נקודות)

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

ד. חשבו מהו המומנט המרבי המועבר לצרכן אם נתונים (בסעיף זה בלבד):
הספק המנוע הוא $25\,\mathrm{kW}$, הנצילות של תמסורת גלגלי השיניים היא 0.96, נצילות תמסורת הרצועות היא 0.92?
(4 נקודות)

3. באיור לשאלה 3 מוצג מבנה פלדה ABC, המורכב ממוט מלבני AB ומוט עגול מלא BC המחוברים ביניהם.
המבנה מרותך לבסיס C בריתוך מילאת (פינתי) היקפי, קוטר מוט BC הוא $60\,\mathrm{mm}$.
בקצה A של המוט פועל כוח $F = 2\,\mathrm{kN}$. הכוח F פועל במקביל לציר X כמוצג באיור.
המאמץ המותר בתפר הריתוך הוא $120\,\mathrm{MPa}$.
הערה: הזניחו את משקל המוט.



א. חשבו את המאמצים הקיימים בתפר הריתוך.
(7 נקודות)

ב. סרטטו את תרשים המאמצים הקיימים בתפר הריתוך.
(4 נקודות)

ג. חשבו את המאמץ המרבי בתפר ואת עובי תפר הריתוך הנדרש.
באיזו נקודה או באילו נקודות בתפר נמצא המאמץ המרבי?
(6 נקודות)

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

ד. האם ישפיע שינוי החתך של מוט BC, מחתך מלא לחלול, על התשובות בסעיפים א' ו-ג'? הסבירו.

(3 נקודות)

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

4. **באיור לשאלה 4 מוצגת ממסרה המורכבת מזוג גלגלי שיניים ישרות (1) ו-(2) ותמסורת רצועות טריזיות גלגלים (3) ו-(4), הכוללת ארבע רצועות. המנוע מסתובב במהירות של 1,000 RPM.**
יחס ההפחתה בכל תמסורת הוא 1:2.

נתונים:

קוטר גלגל רצועה (3) - $d_3 = 140\,\text{mm}$, זווית החביקה בגלגל (3) - 160° .

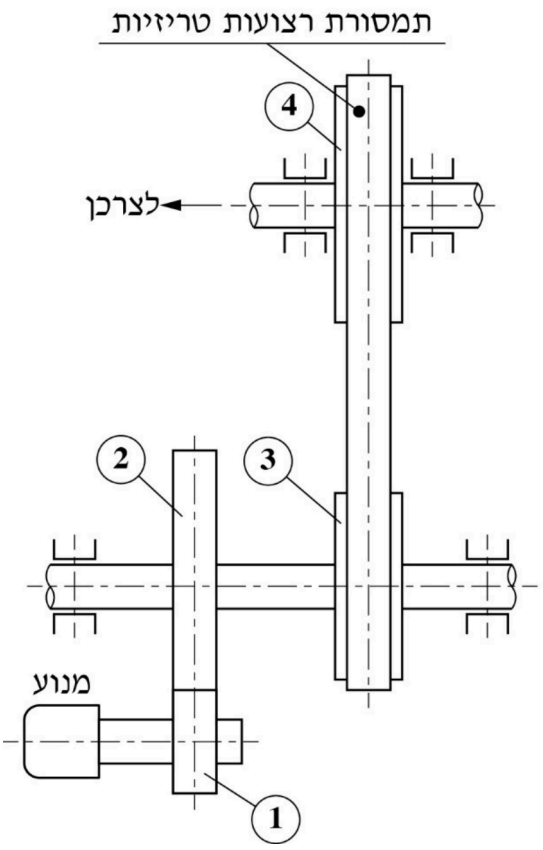
נתוני הרצועה השטוחה:

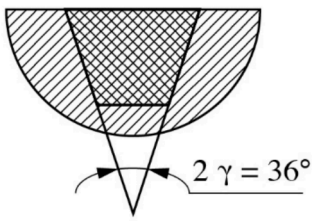
- עובי הרצועה - $h = 6\,\text{mm}$.
- רוחב הרצועה - $b = 60\,\text{mm}$.
- המאמץ המותר - $[\sigma] = 7\,\text{MPa}$.
- מקדם החיכוך ברצועה - $\mu = 0.30$.
- מודול האלסטיות - $E = 60\,\text{MPa}$.

נתוני הרצועות הטריזיות:

- גובה - $h = 10\,\text{mm}$.
- שטח החתך - $A = 100\,\text{mm}^2$.
- זווית הטריז - $2\gamma = 36^\circ$.
- כמות הרצועות - 4.
- שאר הנתונים כמו ברצועה השטוחה.

הערה: הזניחו הפסדים בממסרה.





א. חשבו את ההספק שאפשר להעביר לצרכן בתמסורת הרצועות הטריזיות.

(9 נקודות)

ב. מחליפים את הרצועות הטריזיות ברצועה שטוחה.

חשבו את המאמץ המרבי ברצועה השטוחה.

האם הרצועה השטוחה תעמוד בדרישות החוזק? הניחו כי ההספק המועבר הוא $3\,\mathrm{kW}$?

(8 נקודות)

ג. האם המתיחות המוקדמת הנדרשת בתמסורת הרצועה השטוחה תהיה קטנה, גדולה, או שווה לזו שבתמסורת הרצועות הטריזיות, בהנחה שההספק המועבר זהה?

הסבירו ללא חישוב מדוע.

(3 נקודות)

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

5. באיור לשאלה 5 מוצג ציר העשוי מפלדת SAE 1040.

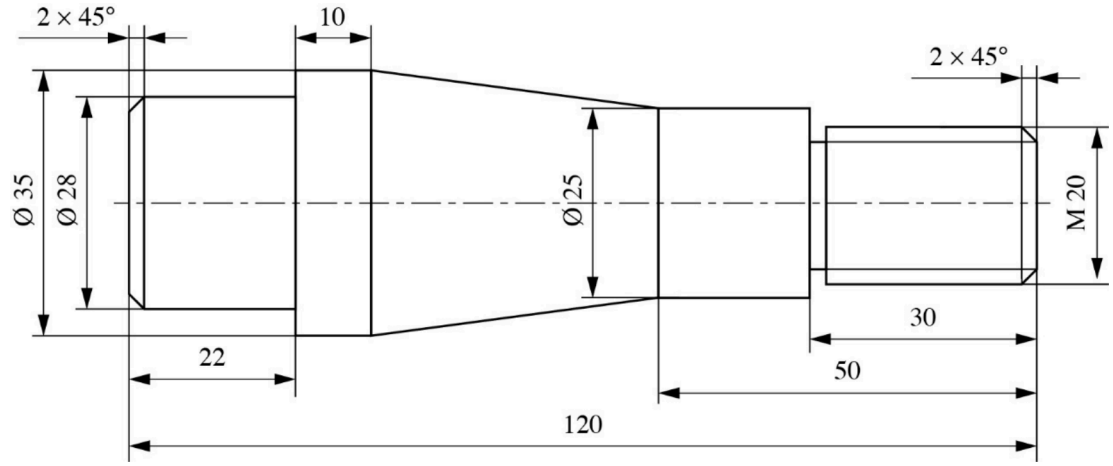
הציר מיוצר בעיבוד שבבי מתוך מוט. מידות חומר הגלם $\varnothing 38 \times 123$.

העיבוד מבוצע בשני שלבים - עיבוד מוקדם ועיבוד גמר. חומר כלי העיבוד - מתק"ש.

היעזרו בנספח תנאי שיבוב כלליים בחריטה.

נתונים:

- נצילות המחרטה - 80%.
- התנגדות סגולית - $3{,}200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.
- קדמה: בשלב העיבוד המוקדם - $0.2 \frac{\text{mm}}{\text{rev}}$, בשלב העיבוד הסופי - $0.1 \frac{\text{mm}}{\text{rev}}$.
- הגש מרבי: בשלב העיבוד המוקדם - $3\,\text{mm}$, בשלב העיבוד הסופי - $0.5\,\text{mm}$.



תנאי שיבוב כלליים בחריטה

חומר עובד	חומר כלי	קידמה f = 0.1	f = 0.2	f = 0.4	f = 0.8	מהירות חיתוך v_c
פלדות פחמניות קלות חיתוך	H.S.S מתק"ש	65-55 350-250	60-50 320-260	45-35 280-220	35-25 250-160	
פלדות פחמניות	H.S.S מתק"ש	40-30 220-200	30-20 180-160	20-15 140-120	15-10 120-100	
פלדות כלים	H.S.S מתק"ש	15 65-55	15-10 55-45	10-5 45-35	15-10 40-30	
נחושת	מתק"ש	450-350	350-250	300-200	250-200	
ברזל יציקה	H.S.S מתק"ש	50-40 160-140	40-30 130-110	25-15 90-80	15-10 80-70	
אלומיניום ונתכי - אלומיניום	H.S.S מתק"ש	60-50 280	50-40 200	40-30 150	30-20 100	

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

א. תארו והסבירו את תהליך העיבוד ואת מספר המעברים בכל שלב.

(4 נקודות)

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

ב. חשבו את מהירות החיתוך, ואת הזמן הנדרש לשלב עיבוד הגמר של החלק, לפני ביצוע התבריג. הזניחו את השחרור הנדרש לתבריג.

(7 נקודות)

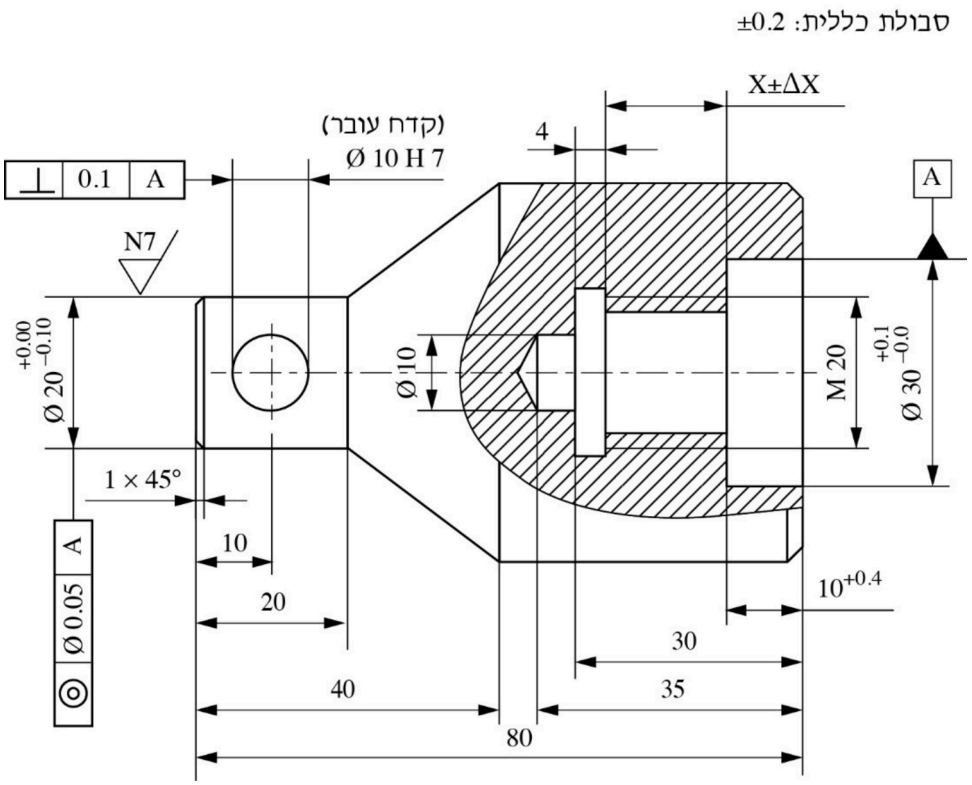
ג. חשבו את ההספק המרבי הנדרש מהמחרטה בשלב העיבוד המוקדם.

(5 נקודות)

ד. האם ההספק הנדרש בשלב עיבוד הגמר יהיה גדול, קטן או שווה לזה המחושב בסעיף ג'? הסבירו מדוע.

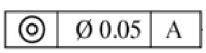
(4 נקודות)

6. באיור לשאלה 6 מוצג החלק טובלן לשסתום (רק חלק מהמידות מוצגות).



א. חשבו את המידה המתקבלת $X \pm \Delta X$.

(8 נקודות)



ב. ביחס לדרישה (מסגרת הסבולת: סמל מרכזיות, $\varnothing 0.05$, A), הסבירו את הדברים הבאים:

(1) מהי משמעות הדרישה?

(2) כיצד מבטיחים את ביצועה במהלך הייצור?

(3) כיצד בודקים בביקורת איכות את ביצוע הדרישה? ואילו אמצעי בדיקה נדרשים לשם כך?

(6 נקודות)

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

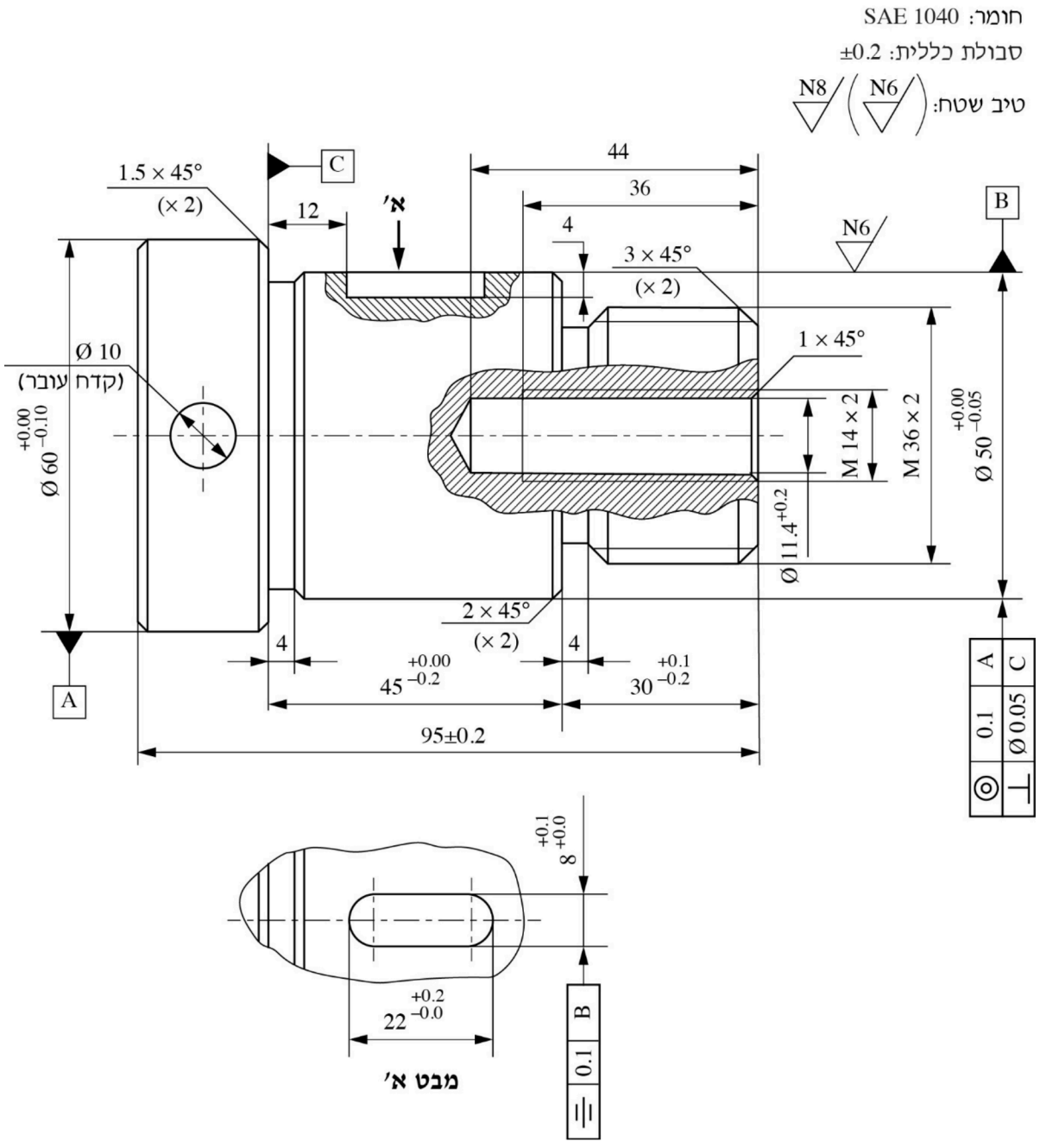
ג. באיזה כלי מדידה נשתמש לבדיקת כל אחת מהמידות הבאות? הסבירו מדוע.

$10^{+0.4}$, $\varnothing 10\,H7$, $\varnothing 20^{+0.0}_{-0.10}$

(6 נקודות)

7. באיור לשאלה 7, הנמצא בעמוד הבא, מסורטט החלק ציר מרכזי, העשוי מפלדה SAE1030.

החלק מיוצר בכמויות קטנות, באמצעות מכונות חריטה וכרסום.



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

(3 נקודות)

ב. פרטו במחברת את סדר הפעולות הנדרש לייצור החלק. אין צורך בתיאור מפורט של כל פעולה.

(10 נקודות)

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

ג. מהי שיטת הייצור המומלצת בייצור המוני? הסבירו.

(3 נקודות)

ד. הסבירו את משמעות הדרישה שבסרטוט: (טיב שטח: N8 ובסוגריים N6).

טיב שטח: $\sqrt{N8}$ $(\sqrt{N6})$

(4 נקודות)

8. מפעל קיבל הזמנה לייצור ולאספקה של 1,000 צינורות פלדה. המפעל שוקל שתי שיטות ייצור למוצר, לביצוע ב-2 קווי ייצור נפרדים: קו ייצור בריתוך וקו ייצור בערגול.
להלן טבלה המפרטת את העלויות בכל אחת משיטות הייצור:

שיטת ייצור	עלות חומר גלם ליחידה (₪)	זמן ייצור ליחידה (דקות)	עלות שעת עבודה (₪)	אחוזי פסילה (%)	הוצאות חד פעמיות: הכנה ומתקנים (₪)
ייצור בריתוך	45	80	180	6	20,000
ייצור בערגול	40	15	160	2	160,000

א. חשבו את עלות הייצור הכוללת של הזמנת 1,000 צינורות בכל אחת משיטות ייצור.

(9 נקודות)

ב. חשבו את נקודת האיזון בין שתי שיטות הייצור.

(5 נקודות)

ג. סרטטו גרפים של עלויות הייצור לעומת כמות הפריטים, והסבירו באמצעותם מתי מומלץ לייצר בכל אחת משיטות הייצור.

(6 נקודות)

9. מהו המשפט הנכון ביחס לפסיעה של תבריג מטרי?

א. ככל שנגדיל את פסיעת התבריג, תגדל גם זווית החיכוך.

ב. ככל שנגדיל את פסיעת התבריג, נשפר את העצירה העצמית של הבורג.

ג. בסיבוב של 360 מעלות של בורג עם התחלה אחת, הבורג יתקדם כגודל הפסיעה.

ד. הפסיעה תגדל ככל שזווית השן תגדל.

(2⅓ נקודות)

10. איזה משפט נכון לגבי קפיץ בעל קשיחות (קבוע) של $c = 5\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}}$?

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

א. הקפיץ יתארך ב- $5\,\text{mm}$ בכוח של $1\,\text{N}$.

ב. הקפיץ יתארך ב- $1\,\text{mm}$ בכוח של $5\,\text{N}$.

ג. הקפיץ יתארך ב- $5\,\text{mm}$ בכוח של $5\,\text{N}$.

ד. הקפיץ יתארך ב- $10\,\text{mm}$ בכוח של $2\,\text{N}$.

(2⅓ נקודות)

11. מהו המשפט הנכון ביחס למסב גלילה לעומת מסב החלקה בקוטר גל זהה?

א. מסב גלילה מתאים למהירויות סיבוב גבוהות יותר ממסב החלקה.

ב. למסב החלקה יכולת עמידה טובה יותר בעומסים דינמיים גבוהים ורעידות.

ג. למסב גלילה יכולת עמידה טובה יותר בעומסים דינמיים גבוהים ורעידות.

ד. מסב גלילה מתאים יותר ממסב החלקה כאשר נדרשים ממדים רדיאליים קטנים.

(2⅓ נקודות)

12. בתמסורת של זוג גלגלי שיניים, כאשר הגלגל הקטן הוא המניע והגלגל הגדול הוא המונע, מהו יחס התמסורת?

א. היחס בין מהירות הסיבוב של הגלגל המניע למהירות הסיבוב של הגלגל המונע.

ב. היחס בין מספר השיניים של הגלגל המניע למספר השיניים של הגלגל המונע.

ג. היחס בין מספר השיניים של הגלגל המונע למספר השיניים של הגלגל המניע.

ד. היחס בין המומנט של הגלגל המונע למומנט של הגלגל המניע.

(2⅓ נקודות)

13. אילו מאמצים נוצרים ברצועה של תמסורת רצועה?

א. מאמצים צנטריפוגליים, מאמצי מתיחה ומאמצי כפיפה.

ב. מאמצים צנטריפוגליים ומאמצי מתיחה.

ג. מאמצים צנטריפוגליים ומאמצי כפיפה.

ד. מאמצים צנטריפוגליים, מאמצי מתיחה ומאמצי לחיצה.

(2⅓ נקודות)

14. מהו המשפט הנכון ביחס לכוח החיתוך בעיבוד שבבי (P_Z)?

א. ככל שקשיות החומר המעובד תקטן, כוח החיתוך הנדרש יגדל.

ב. ככל שהקדמה בעיבוד השבבי גדולה יותר כוח החיתוך הנדרש יגדל.

ג. ככל שההגש בעיבוד השבבי גדול יותר כוח החיתוך הנדרש יקטן.

ד. ככל שקוטר כרסום האצבע גדול יותר כוח החיתוך הנדרש יגדל.

(2⅓ נקודות)

15. מהו המשפט הנכון ביחס לאפיצות מדחק (לחץ) בין פין וקדח?

א. המידה המקסימלית של הקדח תהיה קטנה מהמידה המינימלית של הגל.

ב. המידה המקסימלית של הקדח תהיה גדולה מהמידה המינימלית של הגל.

ג. המידה המקסימלית של הקדח תהיה קטנה מהמידה המקסימלית של הגל.

ד. המידה המינימלית של הקדח תהיה שווה למידה המינימלית של הגל.

(2⅓ נקודות)

16. מהו המשפט הנכון ביחס להספק הנדרש מכרסומת?

א. ככל שנצילות הכרסומת גבוהה יותר ההספק הנדרש יגדל.

ב. ככל שההגש קטן יותר יידרש הספק גדול יותר.

ג. ככל שהקדמה גדולה יותר יידרש הספק קטן יותר.

ד. לביצוע עיבוד מוקדם יידרש הספק גבוה יותר מאשר לביצוע עיבוד גמר.

(2⅓ נקודות)

17. מהו שקען?

א. כלי לקידוח קדח מדורג.

ב. כלי להכנת קדחי מרכוז לדפינה בין עוקצים.

ג. כלי להכנת שקעים עבור ברגי ראש קוני.

ד. כלי לקידוח קדחים בקוטר גדול במיוחד.

(2⅓ נקודות)

18. במה משתמשים לבדיקת דרישת ניצבות בין שני שטחים?

א. מיקרומטר.

ב. מד זחיח (זחון, קליבר).

ג. חוגן (אינדיקטור).

ד. מד זווית.

(2⅓ נקודות)

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