GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 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: שאלות 1-4 בנושא חלקי מכונות. שאלות 5-8 בנושא תהליכי עיבוד שבבי. ערך כל שאלה 20 נקודות. חלק ב' (20 נקודות) - עשר שאלות ברירה, יש לענות על שמונה שאלות: 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.

**ד.** הוראות מיוחדות: 1. יש למלא את הפרטים בראש עמוד זה ולצרף את השאלון כולל 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 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 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: נספח תנאי שיבוב בחריטה; נספח סבולות קדח וגל אחיד. בשאלון זה 12 עמודים.

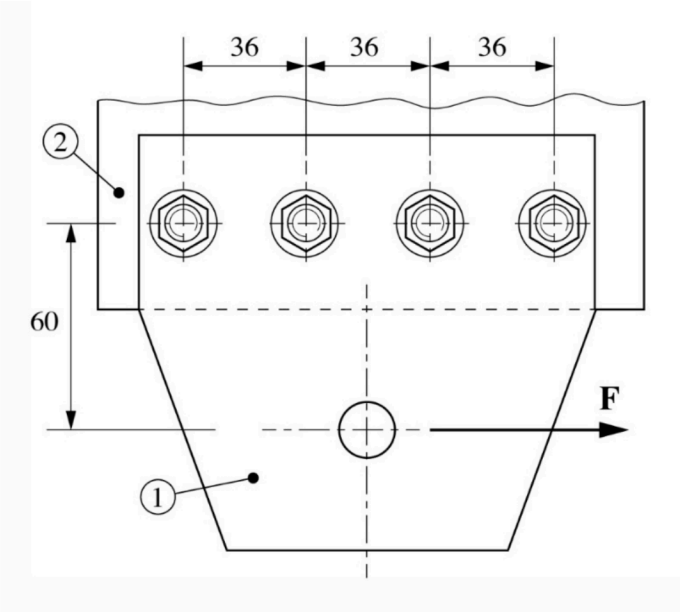
השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

### בהצלחה!

# השאלות

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

- מקדם החיכוך בתבריג: 0.12.
- מקדם החיכוך בין חלקי המבנה: 0.3.
- מקדם מניעת החלקה בין הלוחות: $f_k = 1.2$ .
- דרגת החוזק של הבורג היא 5.8
- מקדם הביטחון הנדרש בתכנון הבורג הוא $S = 2$




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

**ב.** בהנחה שכוח המתיחה, הנדרש בברגים, הוא $10\,\mathrm{kN}$ :
חשבו את מקדם הביטחון S הקיים בברגים (חשבו למאמץ מורכב בבורג).
(10 נקודות)

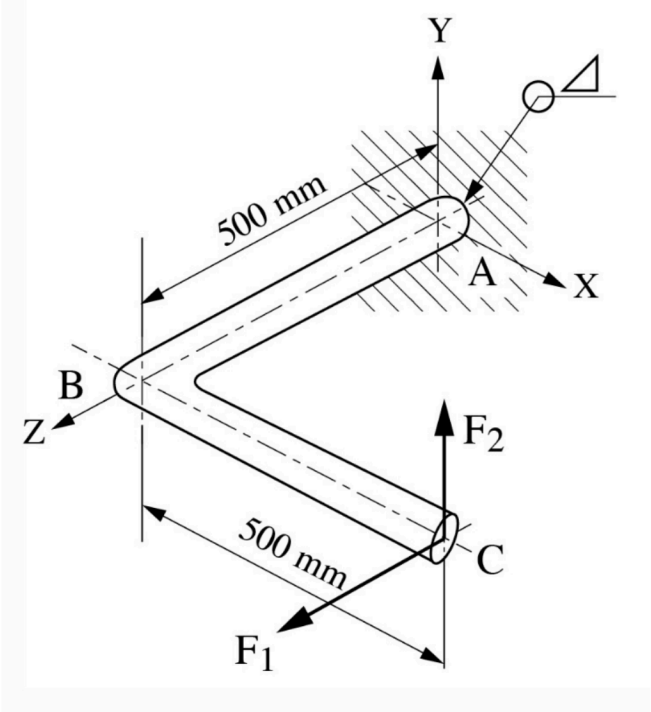
**ג.** מרכיבים ברגים עם דרגת חוזק 4.6. חשבו האם הברגים יעמדו בדרישות החוזק?
(4 נקודות)

**2.** מוט פלדה ABC, שקוטרו $60\,\text{mm}$ , מכופף בזווית ישרה ומרותך לבסיס פלדה הרתום בנקודה A בריתוך פינתי (מילאת) היקפי.

בקצה המוט פועלים שני כוחות בניצב זה לזה: כוח אופקי $F_1 = 1000\,\text{N}$ , הפועל במקביל לציר Z, וכוח אנכי $F_2 = 1500\,\text{N}$ , הפועל במקביל לציר Y, כמוצג באיור לשאלה.

יש להזניח את משקל המוט.

המאמץ המותר בתפר הריתוך הוא $90\,\text{MPa}$ .




**א.** חשבו את המאמצים הקיימים בתפר הריתוך. יש להשתמש במערכת הצירים שבאיור.

(10 נקודות)

**ב.** סרטטו במחברת הבחינה תרשים של המאמצים בתפר הריתוך,

וציינו באיזו נקודה בתפר קיים המאמץ המרבי. יש להשתמש במערכת הצירים שבאיור.

(5 נקודות)

**ג.** חשבו את המאמץ המרבי בתפר ואת עובי תפר הריתוך הנדרש.

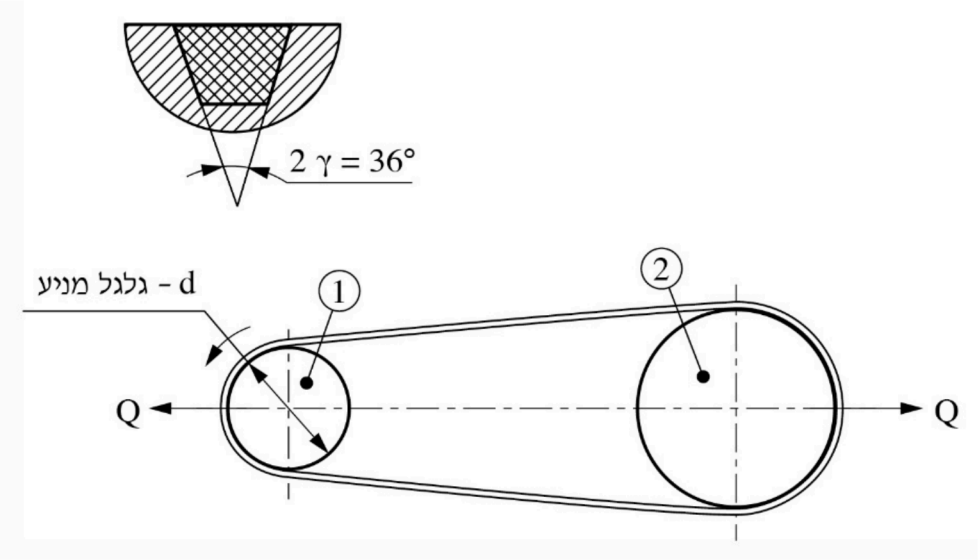
(5 נקודות)


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

**3.** בממסרת של 4 רצועות טריזיות מסתובב הגלגל המניע 1 במהירות של $1500\,\text{rpm}$ .
קוטר הגלגל המניע הוא $d = 150\,\text{mm}$ . זווית החביקה בגלגל המניע 1 היא $155^\circ$ .
הזניחו הפסדים במערכת.

**נתונים:**

**נתוני הרצועה השטוחה:** עובי הרצועה - $h = 6\,\text{mm}$ ; המאמץ המותר - $[\sigma] = 7\,\text{MPa}$
מקדם החיכוך ברצועה $\mu = 0.35$ ; מודול האלסטיות - $E = 50\,\text{MPa}$ .
**נתוני הרצועות הטריזיות:** $h = 10\,\text{mm}$ ; שטח חתך - $A = 100\,\text{mm}^2$ ; זווית הטריז - $2\gamma = 36^\circ$
שאר הנתונים כמו ברצועה השטוחה.




**א.** חשבו את ההספק הנדרש מהמנוע.

(8 נקודות)

**ב.** מחליפים את הרצועות הטריזיות ברצועה שטוחה:
חשבו את רוחב הרצועה השטוחה הנדרשת. הניחו כי ההספק המועבר הוא $15\,\text{kW}$ .

(8 נקודות)

**ג.** חשבו את כוח המתיחה המוקדמת הנדרש בממסרת הרצועות הטריזיות.

(4 נקודות)


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

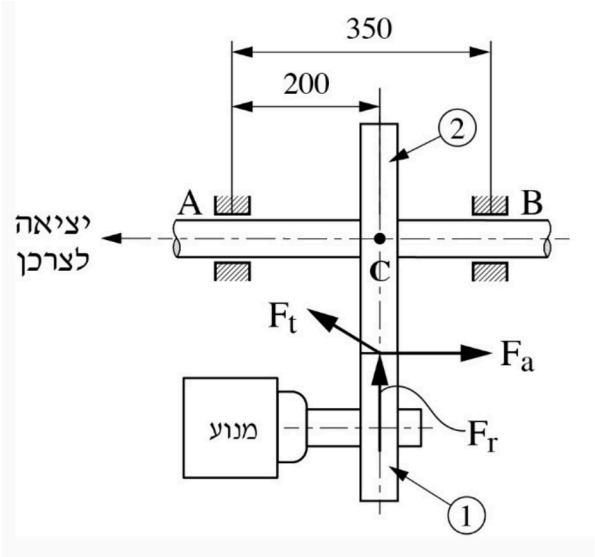
**4.** באיור לשאלה מוצגים כוחות השילוב הפועלים בתמסורת של גלגלי שיניים (1) ו-(2).

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

הזניחו הפסדים במערכת.

נתונים:

- כוחות השילוב בין הגלגלים: $F_t = 5000\,\mathrm{N}$ , $F_r = 1800\,\mathrm{N}$ , $F_a = 3000\,\mathrm{N}$
- מאמץ הכניעה בחומר הגל הוא: $\sigma_y = 400\,\mathrm{MPa}$ .
- מקדם הביטחון הנדרש בתכנון הגל הוא: $S = 2.5$ .
- קוטרי הגלגלים הם: $D_1 = 140\,\mathrm{mm}$ , $D_2 = 280\,\mathrm{mm}$




**א.** חשבו את התגובות בסמכים A, B.

(4 נקודות)

**ב.** חשבו את מומנטי הכפיפה והפיתול לאורך הגל וסרטטו במחברת הבחינה את מהלכם.

(10 נקודות)

**ג.** חשבו את קוטר הגל הנדרש. היכן נמצא המאמץ המרבי בגל?

(6 נקודות)


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

**5.** באיור לשאלה מוצג החלק ציר לגלגל, העשוי מפלדה SAE 1030. הציר מיוצר בחריטה.

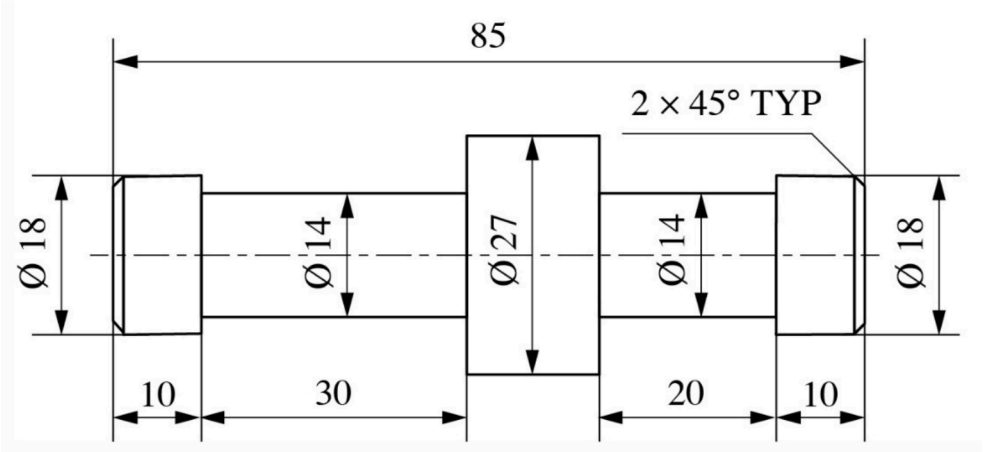
מידות המוצא של חומר הגלם הם: $\varnothing 30 \times 88$ . העיבוד מבוצע בשני שלבים: עיבוד מוקדם ועיבוד גמר.

לביצוע עיבוד הגמר יש להשאיר $1\,\text{mm}$ בקוטר בכל מידות החלק.

היעזרו בנספח תנאי שיבוב בחריטה, המצורף.

נתונים:

- נצילות המחרטה 85%.
- התנגדות סגולית - $2{,}500\ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ .
- קדמה: בשלב העיבוד המוקדם - $0.2\ \frac{\text{mm}}{\text{rev}}$ . בשלב עיבוד הגמר - $0.1\ \frac{\text{mm}}{\text{rev}}$ .
- הגש מרבי: בשלב העיבוד המוקדם - $3\,\text{mm}$ , בשלב עיבוד הגמר $0.5\,\text{mm}$ .
- כלי העיבוד - סכין מתק"ש.




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

(5 נקודות)

**ב.** חשבו את הזמן הנדרש לשלב עיבוד הגמר של החלק.

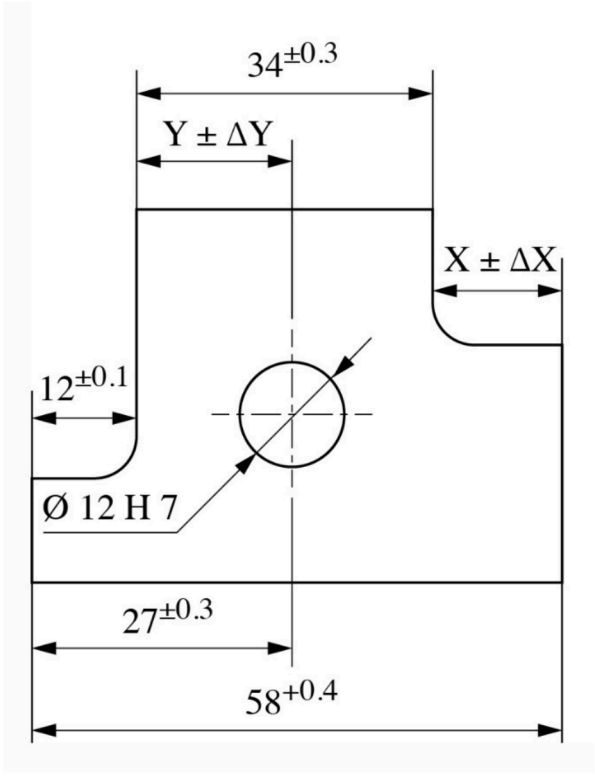
(9 נקודות)

**ג.** חשבו את ההספק הנדרש לשלב עיבוד הגמר של החלק.

(6 נקודות)


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

**6.** **באיור לשאלה מוצג החלק לוח ציר העשוי מפלדה. רק חלק מהמידות מוצגות.**




**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.

(6 נקודות)

**ג.** לקדח $\varnothing 12\,\mathrm{H7}$ נכנס ציר $\varnothing 12$ בהתאמת מדחק.

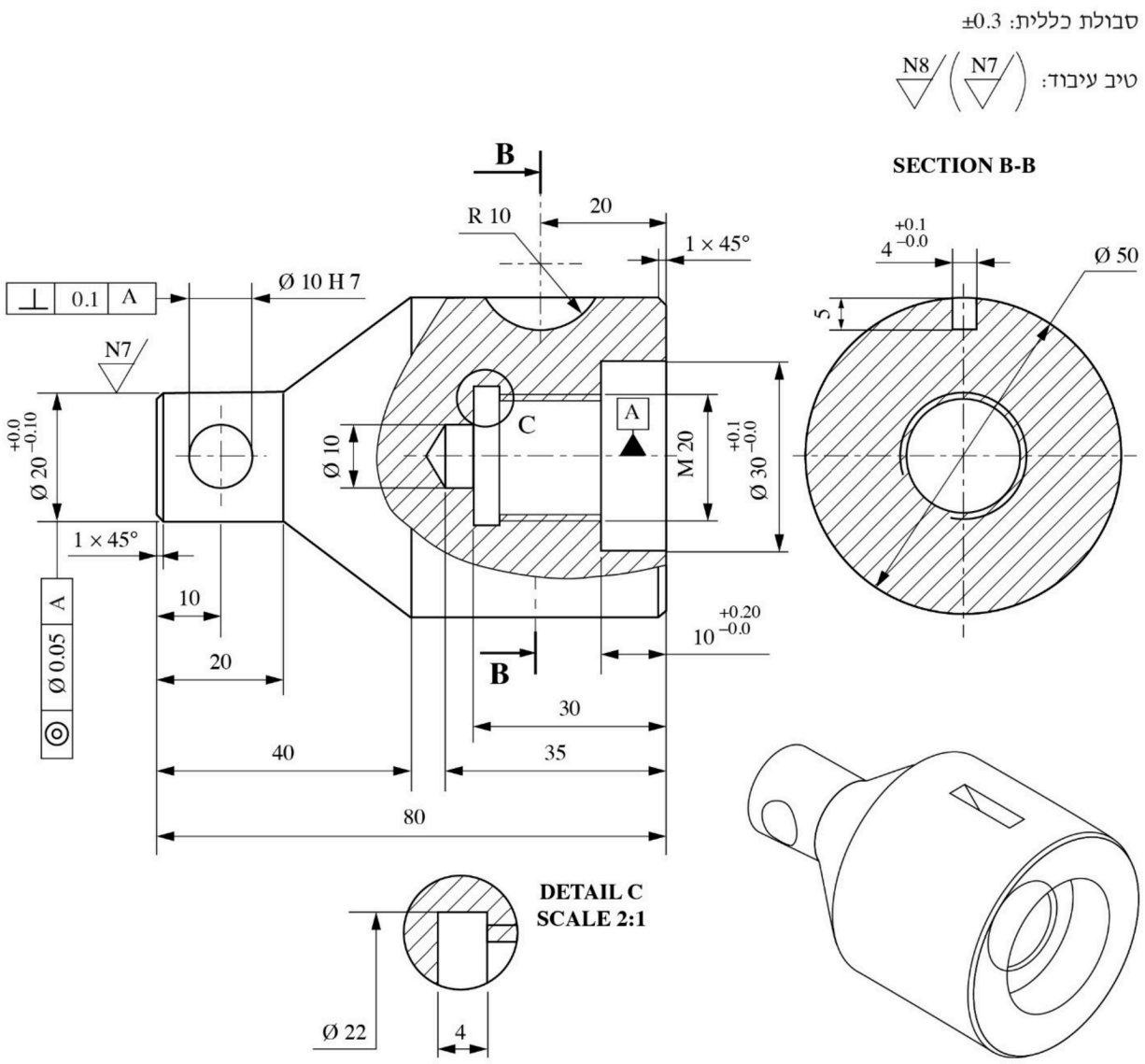
(1) בחרו מתוך נספח הסיבולות המצורף סיבולת מתאימה לקוטר הציר, אשר תבטיח מדחק מינימלי בין הקדח לציר ותהייה ברמת דיוק 6. רשמו את הסיבולת, ואת האפיצות המתקבלת. האם האפיצות בשיטת הקדח האחיד או הגל האחיד?

(2) חשבו את המדחקים, המינימלי והמקסימלי, בין הציר לקדח בסיבולת שנבחרה?

(8 נקודות)


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

**7.** **באיור לשאלה 7 מסורטט החלק פין מייצב, העשוי פלדה. החלק מיוצר בכמויות קטנות באמצעות מכונות חריטה וכרסום בלבד.**



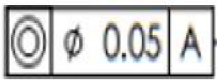

**א.** **מה יהיו מידות המוצא ומשקלו של חומר הגלם?**

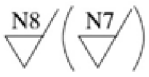
(4 נקודות)

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

(8 נקודות)


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




**ג.** (1) הסבירו את משמעות הדרישה N8 (N7) (סימן טיב העיבוד שבסרטוט).

(2) הסבירו כיצד נבדקת בשלב ביקורת האיכות הדרישה $\boxed{\odot \mid \varnothing 0.05 \mid A}$ ?

(3) כיצד מיוצר החריץ המעוגל ברוחב 4 מ"מ ובעומק 5 מ"מ? באמצעות איזה כלי עיבוד הוא מיוצר?

(8 נקודות)

**8.** במפעל התקבלה הזמנה לייצור של סעפת בריכה. ניתן לייצר את הסעפת בעיבוד שבבי או בחישול. להלן נתונים על כל אחת משיטות הייצור:

| שיטת ייצור | עלות חומר גלם ליחידה (ש"ח/יחידה) | עלות שעת עבודה (ש"ח/שעה) | זמן ייצור ליחידה (דקות/יח') | עלות שינוע ליחידה (ש"ח/יח') | עלות הכנות לייצור (ש"ח) | אחוזי פסילה בייצור |
|---|---|---|---|---|---|---|
| עיבוד שבבי | 40 | 130 | 40 | 15 | 15,000 | 5% |
| חישול | 30 | 90 | 20 | 15 | 130,000 | 3% |

**א.** חשבו את עלות הייצור הכוללת של הזמנת 3000 סעפות יניקה בכל אחת משיטות ייצור.

(10 נקודות)

**ב.** חשבו את נקודת האיזון בין שיטות הייצור.

(4 נקודות)

**ג.** שרטטו גרף של עלויות ייצור לעומת כמות היחידות.

הסבירו במילים את משמעות הגרף. מהי שיטת הייצור העדיפה?

(6 נקודות)

**9.** על גל הנתמך על ידי שני מסבים פועלים כוחות במישורים הניצבים לציר הגל. אם נתון שהכוח הצירי נמוך יחסית לכוחות האחרים, איזה מסב מתאים למצב המתואר?

א. מיסב כדורי רדיאלי.

ב. מיסב קוני.

ג. מיסב גלילי רדיאלי.

ד. מיסב כדורי צירי.

(2⅓ נקודות)

**10.** אילו מאמצים נוצרים בשגם בעת העברת תנועה מגל לגלגל שיניים המחובר באמצעות השגם?

א. מאמצי גזירה וכפיפה.

ב. מאמצי גזירה ומתיחה.

ג. מאמצי מעיכה וכפיפה.

ד. מאמצי גזירה ומעיכה.

(2⅓ נקודות)

**11.** בממסרת הפחתת מהירות דו-שלבית של שני זוגות גלגלי שיניים, יחס התמסורת בכל זוג גלגלי שיניים הוא $i = 1 : 2$ . איזה מהמשפטים הבאים נכון?

א. מהירות הסיבוב ביציאה לצרכן תהיה קטנה פי 2 ממהירות היציאה מהמנוע.

ב. המומנט המועבר לצרכן יגדל פי ארבעה ממומנט היציאה מהמנוע.

ג. המומנט המועבר לצרכן יגדל פי שניים ממומנט היציאה מהמנוע.

ד. המומנט המועבר לצרכן יקטן פי ארבעה ממומנט היציאה מהמנוע.

(2⅓ נקודות)

**12.** איזה משפט נכון לגבי מאמצים הקיימים בחומר או בחלק מועמס?

א. אם המאמץ הקיים בחלק יהיה גבוה מהמאמץ המותר - החלק יישבר.

ב. המאמץ הקיים בחומר צריך להיות נמוך מהמאמץ הכניעה או השווה לו.

ג. המאמץ הקיים בחומר צריך להיות נמוך מהמאמץ המותר או שווה לו.

ד. המאמץ הקיים בחומר צריך להיות נמוך ככל האפשר.

(2⅓ נקודות)

**13.** דרגת החוזק של בורג היא 5.8. איזה משפט נכון?

א. המאמץ המותר בבורג הוא $500\ \mathrm{MPa}$ .

ב. מאמץ הכניעה בבורג הוא $500\ \mathrm{MPa}$ .

ג. המאמץ המרבי של הבורג הוא $500\ \mathrm{MPa}$ .

ד. המאמץ המרבי של הבורג הוא $800\ \mathrm{MPa}$ .

(2⅓ נקודות)

**14.** באילו אמצעי תמיכה משתמשים בחריטת גלים ארוכים בעלי קוטר קטן?

א. בעוקצים.

ב. בעוקצים ובמשענות.

ג. במחזיק הסכין.

ד. במערכת הגררות.

(2⅓ נקודות)

**15.** בשרטוט הרכבה, משמעות המידה $\varnothing 15\ \frac{H7}{g6}$ היא:

א. סבולת לגל H7 לקדח g6.

ב. סבולת לקדח g6 ולגל H7.

ג. סבולת לגל g6 וסבולת לקדח H7.

ד. אפיצות לקדח g6 ולגל H7.

(2⅓ נקודות)

**16.** מהי אפיצות?

א. דרישת דיוק בייצור החלק.

ב. התאמת החלק לתפקידו בהרכבה.

ג. התאמת כלי העיבוד הנדרש לייצור.

ד. מצב ההרכבה היחסי בין שני חלקים מורכבים.

(2⅓ נקודות)

**17.** לאיזו תופעה יגרום בלאי מעל המותר בכלי שיבוב?

א. ירידה באיכות טיב פני השטח.

ב. עלייה בכוחות השיבוב שנוצרים.

ג. עלייה בהספק הנדרש ממכונת השיבוב.

ד. כל התשובות נכונות.

(2⅓ נקודות)

**18.** איזה משפט נכון לגבי דרישות דיוק עיבוד במכונת שיבוב?

א. דרישות דיוק עיבוד גבוהות יגרמו לעלייה בעלויות הייצור.

ב. דרישות דיוק עיבוד גבוהות יגרמו לירידה בעלויות הייצור.

ג. אין כל קשר בין דרישות הדיוק בעיבוד לבין עלויות הייצור.

ד. דרישות דיוק גבוהות יבטיחו את איכות המוצר.

(2⅓ נקודות)

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