GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2026 מועד א'
סמל השאלון: 97001
קובץ: תשובות סופיות

יסודות המכניקה

הנדסת מכונות · הנדסאים

הוראות

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון שמונה שאלות פתוחות: חלק א': מכניקה טכנית - יש לענות על שתי שאלות מתוך ארבע (שאלות 1-4). חלק ב': גרפיקה הנדסית - יש לענות על שאלה אחת מתוך שתיים (שאלות 5-6). שימו לב: יש לסרטט את ההיטלים על גבי דף ההיטלים המצורף. אין לסרטט היטלים במחברת הבחינה! חלק ג': תורת החומרים - יש לענות על שאלה אחת מתוך שתיים (שאלות 7-8). סך הכול: 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. מחשבון מדעי (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית). 2. שלושה ספרי לימוד. 3. קלסר אחד עם חומר לימודי. 4. כלי סרטוט.

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. בחלק ב' יש לסרטט על דף ההיטלים בשאלון בלבד. אפשר לסרטט בעיפרון או בעט. 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 קו כדי שלא תיבדק. 8. יש להציג פתרון מלא ומנומק הכולל חישובים לפי הצורך. הצגת תשובה סופית ללא שלבי הפתרון לא תזכה בניקוד. 9. אם לדעתכם חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת ולהוסיף נתון מתאים שיאפשר להמשיך בפתרון השאלה. נמקו את בחירתכם.

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

בהצלחה!

תשובות סופיות

שאלה 1

א. על הלוח פועלים שלושה כוחות שנפגשים ב- C : המשקל $W = 150\,\mathrm{N}$ אנכית למטה; הכוח במוט AE , F_{AE} , לאורך הקו CA בכיוון אל E (שמאלה ולמעלה, 14° מעל האופק); הכוח במוט BH , F_{BH} , לאורך הקו CB בכיוון אל H (ימינה ולמעלה, 26.57° מעל האופק). שני המוטות מתוחים.

ב. $$\sum F_x = 0:\ -F_{AE}\cos 14^\circ + F_{BH}\cos 26.57^\circ = 0$$
$$\sum F_y = 0:\ F_{AE}\sin 14^\circ + F_{BH}\sin 26.57^\circ - 150 = 0$$

ג. $F_{AE} \approx 206.3\,\mathrm{N}$, $F_{BH} \approx 223.8\,\mathrm{N}$, שני המוטות מתוחים.

שאלה 2

א. על המוט פועלים: הכוח $F = 180\,\mathrm{N}$ בקצה B , בניצב למוט, ימינה ולמטה; כוח התגובה של הגלגל N_D ב- D , אנכית למעלה (ניצב למסילה האופקית); ושני רכיבי התגובה בסמך הנייח, A_x ו- A_y .

ב. $$\sum M_A = 0:\ N_D \cdot 300 - F \cdot 560.56 = 0$$
$$\sum F_x = 0:\ A_x + F\sin 33.69^\circ = 0$$
$$\sum F_y = 0:\ A_y + N_D - F\cos 33.69^\circ = 0$$

ג. $N_D \approx 336.3\,\mathrm{N}$, אנכי (המסילה דוחפת את הגלגל למעלה).

ד. $R_A \approx 211.6\,\mathrm{N}$, פונה שמאלה ולמטה, בזווית 61.8° מתחת לאופק ($A_x = -99.85\,\mathrm{N}$, $A_y = -186.6\,\mathrm{N}$).

שאלה 3

$X_C \approx 66.4\,\mathrm{mm}$, $Y_C \approx 71.0\,\mathrm{mm}$ (שטח הצורה $11{,}412\,\mathrm{mm}^2$).

שאלה 4

א. $$S = 60 + 375 = 435\,\mathrm{m}$$

ב. $$t = 2 + 25 = 27\,\mathrm{s}$$

ג. $$S_m = 9 \cdot 27 = 243\,\mathrm{m}$$

ד. כן, הרכבות יתנגשו (כ-10.8 שניות אחרי שהנהג רואה את רכבת המשא). התאוטה הנדרשת: $a \approx 1.6\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$.

שאלה 5

א. חתך A-A במישור הסימטריה. מוסיפים להיטל הפנים: שני קווים אנכיים של הקדח $\varnothing 10$ במרחק 10 ו-20 מהקצה השמאלי (לכל עובי הכנף התחתונה), שני קווים אנכיים של הקדח $\varnothing 20$ במרחק 65 ו-85 (לכל עובי הכנף העליונה), קווי ציר לשני הקדחים, וקווקוו ב- 45° על הכנף התחתונה, הדופן והכנף העליונה, חוץ מהקדחים. הצלע המשולשת נשארת בלי קווקוו.

ב. מוסיפים להיטל העל קו מקווקו לרוחב הכנף העליונה, באורך 55 (הפנים הימני של הדופן, מתחת לכנף העליונה), ומשלימים את ציר הסימטריה לכל האורך ואת צלבי הציר של שני הקדחים. על ציר הסימטריה מסמנים את מישור החיתוך A-A.

ג. בתוך המלבן 50×30 : קו מלא בגובה 10 לכל הרוחב; מלבן הצלע בקו מלא (רוחב 10 במרכז, מגובה 10 עד 40); קווים נסתרים של הקדח $\varnothing 10$ (רוחב 10 ו-20, גובה 0 עד 10), של הקדח $\varnothing 20$ (רוחב 5 ו-25, גובה 40 עד 50) ושל הצד התחתון של הכנף העליונה (גובה 40, מרוחב 0 עד 10 ומ-20 עד 30); ציר סימטריה אנכי.

ד. בהיטל הפנים (בחתך): 50, 10 (כנף עליונה), 10 (כנף תחתונה), 10 (דופן), 30 (גובה הצלע), 20 (אורך הצלע), 30 (מרכז הקדח $\varnothing 10$ עד הדופן), 30 (הדופן עד מרכז הקדח $\varnothing 20$). בהיטל העל: $\varnothing 10$, $\varnothing 20$, (R15). בהיטל הצד: 30 (רוחב) ו-10 (עובי הצלע).

שאלה 6

א. בתוך המסגרת 45×75 : בסיס בגובה 10 לכל האורך עם קו אנכי באורך 15 (קצה המשטח המלוכסן); קיר מאורך 20 עד 60 ועמוד מאורך 60 עד 75, שניהם עד גובה 45; קו משופע נראה מ-(0, 10) עד (20, 21.7), והמשכו כקו נסתר עד (60, 45). הפינה השמאלית העליונה, מעל הקו המשופע, ריקה.

ב. בתוך המסגרת 30×75 (החזית למטה): קו האלכסון בפינה השמאלית התחתונה, מ-(0, 15) עד (15, 30) מהגב; קו לכל אורך 0 עד 60 בעומק 10; קו מאורך 20 עד 60 בעומק 20; קו באורך 20 מעומק 10 עד 20; קו באורך 60 מעומק 0 עד 10 ומעומק 20 עד 30. אין קווים נסתרים.

ג. בתוך המסגרת 45×30 (הגב משמאל): קו אופקי בגובה 10 לכל הרוחב; קו אנכי בעומק 15 מגובה 0 עד 10; שני קווים אנכיים בעומק 10 ובעומק 20 מגובה 10 עד 45. אין קווים נסתרים.

ד. 10 מידות, כל אחת פעם אחת. בהיטל הפנים: 75, 45, 10 (עובי הבסיס), 55, 15 (העמוד). בהיטל העל: 60, 15 (הצד השמאלי של הבסיס), 10 (עובי הקיר), 10 (המדף). בהיטל הצד: 30.

שאלה 7

א. דגם 1 עבר חיסום (חימום לאוסטניט וקירור מהיר במים או בשמן, מבנה מרטנזיטי): חוזק מרבי כ-1220 MPa, כמעט בלי שלב פלסטי, התארכות כ-2%, קשה ופריך. דגם 2 עבר ריכוך (חימום לאוסטניט וקירור איטי מאוד בתנור, מבנה פריט-פרליט גס): נקודת כניעה ברורה כ-310 עד 325 MPa, חוזק מרבי כ-600 MPa ב-20% התארכות, התארכות בשבר כ-34%, רך ומשיך.

ב. לא באף אחד מהם כפי שהוא. הריכוך (דגם 2) נותן רק כ-600 MPa, פחות מהנדרש. החיסום (דגם 1) נותן כ-1220 MPa, אבל הפלדה פריכה (כ-2% התארכות). ממליצים על חיסום ואחריו הרפיה (השבחה), שתיתן חוזק מעל 700 MPa יחד עם משיכות סבירה.

ג. בנקודת σ_{UTS} (כ-600 MPa) ההתארכות היחסית 20%, ולכן $L = 80 \cdot 1.20 = 96\,\text{mm}$.

ד. $\sigma_y \approx 310\,\text{MPa}$, $\sigma_{allow} = 155\,\text{MPa}$, $F_{max} \approx 12{,}170\,\text{N} \approx 12.2\,\text{kN}$.

שאלה 8

א. הסולמות נבדלים בחודר ובעומס: A ו-C (וגם D) בחרוט יהלום (120°), בעומס כולל של 60 ק"ג-כוח (A) או 150 ק"ג-כוח (C); B בכדור פלדה בקוטר 1/16 אינץ' ובעומס 100 ק"ג-כוח (ויש עוד סולמות עם כדורים גדולים יותר לחומרים רכים מאוד). צריך כמה סולמות כי תחום הקשיות של החומרים רחב מאוד: חומר רך שייבדק ביהלום ובעומס גדול יחדור עמוק מדי, וחומר קשה ייבדק בכדור יעוות את הכדור ולא יבחין בין קשיויות.

ב. רוקוול: בקרת איכות בייצור סדרתי, למשל חלקי פלדה אחרי חיסום והרפיה (גלגלי שיניים, צירים, כלים, ב-HRC) ופחים ומוטות רכים (ב-HRB): מהיר, קריאה ישירה, טביעה קטנה. ברינל: חומרים רכים עד בינוניים ולא אחידים, למשל יציקות ברזל יציקה, חלקים מחושלים ומוטות גולמיים, סגסוגות אלומיניום ונחושת: הכדור הגדול יוצר טביעה גדולה שממצעת את המבנה. וויקרס: שכבות דקות ומוקשות (צמנטציה, חנקון, ציפויים), פחים דקים וחלקים קטנים, ומדידת מיקרו-קשיות של פאזות: עומס קטן, טביעה קטנה, וסולם אחד לכל תחום הקשיות.

ג. טמפרטורה (ירידה בטמפרטורה מורידה את העמידות, ובמתכות BCC יש מעבר חד ממשיך לפריך); חריץ וריכוזי מאמצים (חריץ חד מוריד מאוד את העמידות); מהירות העמסה (עומס מהיר מוריד אותה); גודל גרגר (גרגר עדין משפר אותה); הרכב כימי (פחמן, זרחן וגופרית מורידים, ניקל משפר); טיפול תרמי ומבנה (מרטנזיט לא מורפה פריך, השבחה משפרת); עובי החלק (חלק עבה פריך יותר).

ד. כן. במתכות BCC (פלדות פחמן ופלדות פריטיות, ברזל אלפא, כרום, מוליבדן, טונגסטן) יש טמפרטורת מעבר ממשיך לפריך: מתחתיה העמידות בנגיפה צונחת. במתכות FCC (אלומיניום, נחושת, ניקל, עופרת, פלדות אל-חלד אוסטניטיות) אין מעבר כזה: הן נשארות משיכות ועמידות בנגיפה גם בטמפרטורות נמוכות מאוד.

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