GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2025 מועד ב'
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 - ארבע שאלות. חלק ב': גרפיקה הנדסית - שתי שאלות. חלק ג': תורת החומרים - שתי שאלות. יש לבחור באופן חופשי ולענות על ארבע שאלות מבין שאלות 1-8, ערך כל שאלה 25 נקודות. 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. 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.

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 הנקודה B פועלים שלושה כוחות: כוח הקפיץ F_{AB} אופקית שמאלה (אל A), מתיחות הכבל $T = m \cdot g = 49.05\,\text{N}$ לכיוון D, ימינה ולמעלה ב- 30° מעל האופק (ניצב למוט), וכוח המוט F_{BC} לאורך המוט, בקו BC (60° מהאופק).

ב. $\sum F_x = 0:\ T\cos 30^\circ - F_{AB} - F_{BC}\cos 60^\circ = 0$

$\sum F_y = 0:\ T\sin 30^\circ + F_{BC}\sin 60^\circ = 0$, כאשר $T = m \cdot g = 49.05\,\text{N}$.

ג. $F_{BC} \approx 28.3\,\text{N}$, המוט נלחץ.

ד. $F_{AB} \approx 56.6\,\text{N}$, הקפיץ נמתח.

ה. $L \approx 168.9\,\text{mm}$ (התארכות של כ- $18.9\,\text{mm}$).

שאלה 2

א. על המוט פועלים: מתיחות הכבל T_A אנכית למעלה ב- A, מתיחות הכבל T_B אנכית למעלה ב- B, וארבעה משקלים אנכית למטה: $W_F = 10\,\text{N}$ ב- $1\,\text{m}$ מ- A, $W_G = 50\,\text{N}$ ב- $2\,\text{m}$, $W_H = 100\,\text{N}$ ב- $3\,\text{m}$ ו- $W_K = 200\,\text{N}$ ב- $4\,\text{m}$. אורך המוט $5\,\text{m}$.

ב. $R = 360\,\text{N}$ כלפי מטה, במרחק $x_R \approx 3.36\,\text{m}$ מ- A.

ג. $\sum F_y = 0:\ T_A + T_B - 10 - 50 - 100 - 200 = 0$

$\sum M_A = 0:\ T_B \cdot 5 - 10 \cdot 1 - 50 \cdot 2 - 100 \cdot 3 - 200 \cdot 4 = 0$

ד. הפועל שמושך את הכבל של A (דרך הגלגלת C) מפעיל $118\,\text{N}$, והפועל שמושך את הכבל של B (דרך הגלגלת D) מפעיל $242\,\text{N}$.

שאלה 3

$X_C \approx 115.1\,\text{mm}$, $Y_C \approx 96.7\,\text{mm}$

שאלה 4

א. רוכב 1: $t_1 = 20\,\text{s}$; רוכב 2: $t_2 = 10\,\text{s}$.

ב. רוכב 1 יצא ראשון, $8\,\text{s}$ לפני רוכב 2.

ג. $X = 100\,\text{m}$

שאלה 5

א. חתך A-A במישור הסימטריה האורכי. מוסיפים: קווי הקדח Ø20 באורך 10 ו-30 (מגובה 0 עד 30), קווי הקדח Ø10 באורך 60 ו-70 (מגובה 0 עד 40), קו אופקי בגובה 40 מאורך 50 עד 80 (קרקעית החריץ), ומוחקים את הקו בגובה 10 בתוך התותב. מקווקווים את הבסיס, דופנות התותב והדופן עד גובה 40, בלי רצועות הקדחים. מעל הדופן נשאר בלי קווקוו המלבן שבין גובה 40 ל-50 (קיר החריץ שמאחורי המישור). מעל ההיטל כותבים A-A.

ב. מוסיפים קו מלא לכל רוחב הגוף באורך 50 (הפאה השמאלית של הדופן), ושני קווים מלאים מאורך 50 עד 80 במרחק 15 מכל צד של ציר הסימטריה (דפנות החריץ). שאר הקווים כבר מודפסים.

ג. מוסיפים בקו מלא: קו אופקי בגובה 10 לכל הרוחב (ראש הבסיס), שני קווים אנכיים קצרים 10 מכל קצה ברצועת הבסיס (הקיטומים), ומלבן התותב: קווים אנכיים 15 מכל צד של הציר מגובה 10 עד 30 וקו אופקי בגובה 30. בקו מקווקו: קדח Ø20 (10 מכל צד של הציר, מגובה 0 עד 30) וקדח Ø10 (5 מכל צד של הציר, מגובה 0 עד 40).

ד. 15 מידות, כל אחת פעם אחת. בהיטל הפנים: 80, 50, 10 (עובי הבסיס), 20 (גובה התותב), 30 (עובי הדופן), 10 (עומק החריץ), Ø20. בהיטל העל: 60, קיטום 10×10, 20, Ø30 (מיקום התותב), 15, Ø10 (מיקום הקדח). בהיטל הצד: 30 (רוחב החריץ).

שאלה 6

א. מוסיפים בקו מלא: קו אופקי בגובה 10 לכל הרוחב, קו אופקי בגובה 20 לכל הרוחב, שני קווים אנכיים 10 מכל צד של הגוף מגובה 20 עד 55 (הצלעות), ושני קווים אנכיים 10 מכל צד של הציר מגובה 10 עד 20 (דפנות החלל). בקו מקווקו: המשך שני קווי החלל מגובה 0 עד 10.

ב. מוסיפים בקו מלא: קו אופקי לכל הרוחב בעומק 10 (חזית הקיר והעמודים), שני קווים אנכיים ברוחב 15 וב-45 מעומק 0 עד 10 (גבולות השקע), ושני קווים אנכיים ברוחב 10 וב-50 מעומק 10 עד 30 (הגבול הפנימי של הצלעות המשופעות).

ג. חתך A-A במישור הסימטריה (רוחב 30). מקווקווים צורת L: עומק 0 עד 10 מגובה 0 עד 35, ועומק 10 עד 20 מגובה 0 עד 20; ומלבן בעומק 40 עד 50 מגובה 0 עד 10. ביניהם (עומק 20 עד 40) החלל, בלי קווקוו. מוסיפים קווים: גובה 35 מעומק 0 עד 10, אנכי בעומק 10 מגובה 20 עד 55, גובה 20 מעומק 10 עד 30, ואנכיים בעומק 20 (גובה 0 עד 20) ובעומק 40 (גובה 0 עד 10). מעל ההיטל כותבים A-A.

ד. 12 מידות, כל אחת פעם אחת. בהיטל הפנים: 60, 55, 30 (רוחב השקע), 20 (עומק השקע), 10 (עובי הצלע). בהיטל הצד: 50, 10 (עובי הקיר), 20 (אורך הבסיס הקדמי), 10 (עובי הבסיס), 10 (גובה המדרגה), 10 (מקצה המדרגה עד החלל). בהיטל העל: □20.

שאלה 7

א. $\sigma_y \approx 370\,\text{MPa}$ (גבול הכניעה העליון כ- $380\,\text{MPa}$), $\sigma_{uts} \approx 475\,\text{MPa}$, $\varepsilon_{uts} \approx 18\%$.

ב. $E \approx \frac{300}{0.0115} \approx 26{,}000\,\text{MPa} = 26\,\text{GPa}$ (כפי שמתקבל מהעקומה).

ג. (1) $\sigma \approx 176.8\,\text{MPa}$, והמאמץ המותר הוא $\frac{370}{2} = 185\,\text{MPa}$. המאמץ קטן מהמותר, ולכן המוט עומד בדרישות החוזק.

(2) $\sigma \approx 442\,\text{MPa}$; לפי העקומה $\varepsilon \approx 8\%$, ולכן $\Delta L \approx 5.6\,\text{mm}$.

שאלה 8

א. (1) מהירות הקירור הקריטית היא מהירות הקירור הקטנה ביותר שבה כל האוסטניט הופך למרטנזיט, בלי שייווצרו פרליט או בייניט. בקירור מהיר ממנה מתקבל חיסום מלא; בקירור איטי ממנה חלק מהאוסטניט מתפרק למבנים רכים.

(2) פלדות מים הן פלדות פחמן (בלי יסודות סגסוגת או עם מעט מהם), שמהירות הקירור הקריטית שלהן גבוהה, ולכן מחסמים אותן במים. פלדות שמן הן פלדות מסוגסגות (כרום, ניקל, מוליבדן, מנגן), שמהירות הקירור הקריטית שלהן נמוכה, ולכן אפשר לחסם אותן בשמן. תכונות טובות יותר מתקבלות בפלדות שמן: הן מתחסמות לעומק רב יותר (גם בליבה), עם פחות מאמצים פנימיים, עיוותים וסדקים, והמבנה אחרי ההרפיה אחיד ועדין יותר.

ב. (1) SAE 1015 (כ-0.15% פחמן): צימנוט (פחמון), ואחריו חיסום והרפיה נמוכה, כי אין בה מספיק פחמן כדי להתקשות בחיסום, וצריך קודם להעשיר את השכבה החיצונית בפחמן. SAE 1050 (כ-0.5% פחמן): הקשיה באינדוקציה (או בלהבה) ואחריה הרפיה נמוכה, כי יש בה מספיק פחמן לקבל מרטנזיט קשה, ומספיק לחמם ולקרר רק את השכבה החיצונית.

(2) צימנוט הוא תהליך תרמו-כימי: משנים את ההרכב של השכבה החיצונית (מוסיפים פחמן), מחממים את כל החלק שעות ארוכות, ואחר כך מחסמים את כולו; מתאים לפלדות דלות פחמן, ועלול לגרום לעיוותים. הקשיה באינדוקציה או בלהבה היא טיפול תרמי בלבד: ההרכב לא משתנה, מחממים בשניות רק את השכבה החיצונית ומחסמים מיד; מתאימה לפלדות עם 0.35% עד 0.6% פחמן, מהירה, עם עיוותים קטנים וקלה לבקרה בייצור סדרתי.

ג. ככל שטמפרטורת ההרפיה גבוהה יותר, החוזק והקשיות יורדים וההתארכות (המשיכות) עולה. הארכת זמן ההרפיה פועלת באותו כיוון, אבל ההשפעה שלה חלשה בהרבה מזו של הטמפרטורה.

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