GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2025 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. בחלק ב' יש לסרטט על דף ההיטלים בשאלון בלבד. אפשר לסרטט בעיפרון או בעט. 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 הכדור פועלים שלושה כוחות שעוברים דרך מרכזו B: המשקל $W = 100\,\text{N}$ אנכית למטה; כוח הקפיץ F_k לאורך AB, ימינה ולמעלה בזווית $\alpha = 51.34^\circ$ מעל האופק (הקפיץ לחוץ ודוחף את הכדור); והתגובה הנורמלית N_B של המישור, ניצבת למישור, שמאלה ולמטה בזווית 20° מתחת לאופק.

ב.
$$\sum F_x = 0:\ F_k\cos 51.34^\circ - N_B\cos 20^\circ = 0$$
$$\sum F_y = 0:\ F_k\sin 51.34^\circ - N_B\sin 20^\circ - W = 0$$

ג. $N_B \approx 120.11\,\text{N}$, בניצב למישור, שמאלה ולמטה ב- 20° מתחת לאופק.

ד. $F_k \approx 180.67\,\text{N}$, $\Delta L \approx 10.04\,\text{mm}$

שאלה 2

א. על הזרוע פועלים: העומס $F = 20\,\text{kN}$ אנכית למטה ב- B; המשקל $W = 3\,\text{kN}$ אנכית למטה ב- C; מתיחות הכבל T ב- D, לכיוון E, ימינה ולמטה ב- 15° מתחת לאופק; ושני רכיבי תגובה A_x, A_y בסמך הנייח A.

ב.
$$\sum M_A = 0:\ F\cdot 5\cos 45^\circ + W\cdot 2.5\cos 45^\circ - T\cdot 3.75\sin 30^\circ = 0$$
$$\sum F_x = 0:\ A_x + T\cos 15^\circ = 0$$
$$\sum F_y = 0:\ A_y - T\sin 15^\circ - W - F = 0$$

ג. $T \approx 40.54\,\text{kN}$ (מתיחה)

ד. $R_A \approx 51.53\,\text{kN}$, שמאלה ולמעלה בזווית $\beta \approx 40.54^\circ$ מעל האופק ($A_x \approx -39.16\,\text{kN}$, כלומר שמאלה; $A_y \approx 33.49\,\text{kN}$ למעלה).

שאלה 3

$$X_C \approx 73.76\,\text{mm},\quad Y_C \approx 65.88\,\text{mm}$$

שאלה 4

א. $t \approx 4.71\,\text{s}$

ב. $S_1 \approx 37.06\,\text{m}$, $S_2 \approx 92.94\,\text{m}$

ג. $v_1 \approx 7.39\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (כ- $26.6\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$), $v_2 \approx 24.43\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (כ- $87.9\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$)

שאלה 5

א. חתך במישור הסימטריה. מוסיפים: קו אופקי בגובה 10 לכל האורך (תקרת התעלה התחתונה); שני קווים אנכיים של החריץ, באורך 5 ו-35, בין גובה 10 ל-20, עם קווי ציר ב-10 וב-30; קו אנכי באורך 60 מגובה 20 עד 40 (חזית הקיר האחורי) וקו אופקי בגובה 35 מאורך 60 עד 70 (תחתית השקע). מקווקווים: הבסיס בין גובה 10 ל-20 (מאורך 0 עד 5 ומאורך 35 עד 70) והקיר האחורי עד גובה 35, ברצף אחד. התעלה, החריץ, השקע והחלל שבין הצלעות לא מקווקווים.

ב. מוסיפים בקו מלא: את מתאר החריץ (שני קווים ישרים ברוחב 10 בין אורך 10 ל-30 ושתי קשתות R5), עם קווי ציר; קו רוחבי באורך 50 על כל צלע (סוף הקו המשופע); שני קווים של השקע, 5 מכל צד של הציר, מאורך 60 עד 70. בקו מקווקו: שני קווים לכל האורך, 10 מכל צד של הגוף (דופנות התעלה התחתונה).

ג. מוסיפים בקו מלא: קו אופקי בגובה 10 בין שתי הרגליים (תקרת התעלה, ברוחב 40), ושני קווים אנכיים מגובה 20 עד 40, 15 מכל צד של הציר (הפאות הפנימיות של הצלעות). בקו מקווקו: שני קווים אנכיים בין גובה 10 ל-20, 5 מכל צד של הציר (החריץ).

ד. בהיטל הפנים: 25, 20, 10 (הקיר), 20 (גובה הבסיס), 10 (גובה התעלה). בהיטל הצד: 50, 10 (השקע), 10 (הצלע), 20 (גובה החלק העליון), 40 (רוחב התעלה) ו-REF 40 (הגובה הכולל). בהיטל העל: 70, 60, 10 (רוחב החריץ), 10 ו-20 (מיקום מרכזי הקשתות), R5.

שאלה 6

א. מוסיפים בקו מקווקו: שני קווים אנכיים לכל הגובה, 10 מכל צד של הגוף (דופנות התעלה האחורית), ושני מלבנים 20×5, במרכז הקצה העליון ובמרכז הקצה התחתון (השקעים המשופעים). מסמנים על קו הציר האנכי את קו החיתוך A-A, עם חצים שפונים ימינה.

ב. מוסיפים בקו מלא שני קווים קצרים לכל עובי הקיר, 10 מכל צד של הציר (השקע המשופע), ובקו מקווקו שני קווים לכל עומק התותב, באותו מרחק מהציר (הקדח Ø20).

ג. חתך A-A במישור הסימטריה. מוסיפים: קו אנכי בעומק 20 לכל הגובה (גב הקיר), שני קווי הקדח בגובה 35 ו-55 מעומק 20 עד 45, ושני קווים משופעים: מ-(עומק 20, גובה 85) ל-(עומק 30, גובה 90) ובתמונת ראי למטה. מוחקים את קו החזית של הקיר בין גובה 30 ל-60. מקווקווים את הקיר ואת דופן התותב, ברצף; התעלה, הקדח ושני המשולשים של השקעים לא מקווקווים. מעל ההיטל כותבים A-A.

ד. בהיטל הפנים: 70, 90. בהיטל הצד (החתך): 30, 20 (עומק התעלה), 15 (בליטת התותב), 5 (עומק השקע), Ø30, Ø20. בהיטל העל: 50 (רוחב התעלה), 20 (רוחב השקע) ו-REF 45 (המידה הכוללת של הגוף בעומק: 15+30).

שאלה 7

א. (1) עקומה a: פלדת מים; עקומה b: פלדת שמן; עקומה c: פלדת אוויר.

(2) עקומת קירור 1 - לפלדת המים (a); עקומת קירור 2 - לפלדת השמן (b); עקומת קירור 3 - לפלדת האוויר (c). כל עקומה עוברת משמאל לברך של עקומת ה-TTT של הפלדה שלה, ולכן האוסטניט הופך למרטנזיט ומתקבל חיסום.

ב. A - אוסטניט (מקורר-יתר, עוד לפני M_S); B - מרטנזיט ואוסטניט (בין M_S ל- M_F , חלק מהאוסטניט כבר הפך למרטנזיט); C - מרטנזיט (מתחת ל- M_F , כל האוסטניט הפך למרטנזיט).

ג. עקומת הקירור הקריטית של פלדה a יוצאת מנקודת ההתחלה של עקומות הקירור (טמפרטורת האוסטניט), משיקה לברך של עקומה a משמאל, וממשיכה למטה עד מתחת ל- M_F . היא מתארת את קצב הקירור האיטי ביותר שעדיין נותן מרטנזיט בלבד.

ד. בתהליך מרטמפרינג: מקררים מהר, כמו בעקומה 1 (משמאל לברך), עד טמפרטורה מעט מעל M_S ; משהים שם (באמבט מלח או שמן חם) עד שהטמפרטורה משתווה בין פני השטח ללב, ולפני שמתחילה התפרקות האוסטניט; ואז מקררים לאט (באוויר) דרך התחום M_S - M_F . המרטנזיט נוצר כמעט בו-זמנית בכל החתך, והמאמצים והסדקים קטנים. אחר כך מבצעים הרפיה (טמפרור).

ה. דיאגרמת הפאזות היא דיאגרמת שיווי משקל: היא מראה רק את הפאזות שנוצרות בחימום ובקירור איטיים מאוד, כשיש זמן לדיפוזיה. מרטנזיט אינו פאזת שיווי משקל: הוא נוצר רק בקירור מהיר, בהתמרה בלי דיפוזיה, ולכן הוא מופיע בעקומות TTT ולא בדיאגרמת הפאזות.

שאלה 8

א. (1) זיקון (הקשיית שיקוע) הוא טיפול תרמי שמעלה את החוזק והקשיות של נתך אלומיניום על ידי היווצרות מתבדלים זעירים וקשים מתוך תמיסה מוצקה רוויית-יתר. השלבים: המסה (חימום לכ-500 עד 550 מעלות, עד שיסודות הסגסוג מתמוססים), קירור מהיר במים (תמיסה רוויית-יתר) וזיקון. זיקון טבעי - שהייה בטמפרטורת החדר במשך ימים; זיקון מלאכותי - חימום לכ-100 עד 200 מעלות במשך שעות. המלאכותי מהיר, מבוקר ונותן חוזק גבוה יותר, אבל יש בו סכנת זיקון-יתר.

(2) בזיקון מלאכותי משתמשים כשרוצים את החוזק והקשיות הגבוהים ביותר, מהר ובאופן מבוקר, לחלק שנכנס לשימוש מיד. בזיקון טבעי משתמשים כשצריך לעבד או להרכיב את החלק במצב רך אחרי הקירור, והחוזק נדרש רק בשלב מאוחר יותר, למשל מסמרות בתעשיית התעופה, או כשאי אפשר לחמם את החלק.

(3) מיד אחרי הקירור החוזק והקשיות נמוכים יחסית, והמשיכות (הפלסטיות) גבוהה, כי יסודות הסגסוג עדיין מומסים בתמיסה ועוד לא נוצרו מתבדלים שמעכבים נקעים. המצב אינו יציב, והתכונות משתנות עם הזמן (מתחיל זיקון טבעי).

ב. זיקון מבצעים בנתכים המתקשים בטיפול תרמי: סדרה 2xxx (נחושת, למשל 2024), סדרה 6xxx (מגנזיום וצורן, למשל 6061) וסדרה 7xxx (אבץ, למשל 7075), וגם בחלק מנתכי היציקה. בלי זיקון מעלים את החוזק בהקשיית מעוותים - עיבוד פלסטי בקר (ערגול, משיכה, חישול וכדומה), וגם בסגסוג שיוצר תמיסה מוצקה (מגנזיום בסדרה 5xxx) ובעידון גרעינים.

ג. AA - תקן איגוד האלומיניום האמריקאי. 7 - סדרת הנתכים שיסוד הסגסוג העיקרי בהם אבץ (ב-7075 כ-5.6%), עם מגנזיום ונחושת); 0 - הנתך המקורי, בלי שינוי; 75 - מספר הנתך בסדרה. האות אחרי המקף היא מצב הטיפול: O - מרופה (רך), T6 - המסה וזיקון מלאכותי. להרכב זהה, אבל O-7075 רך ופלסטי (מאמץ כניעה כ-105 MPa), ו-T6-7075 חזק וקשה בהרבה (מאמץ כניעה כ-500 MPa, חוזק מתיחה כ-570 MPa) ופחות משיך.

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