GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 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 - 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 בשאלון זה. 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 המכל פועלים שלושה כוחות שעוברים דרך מרכזו C: המשקל G אנכית למטה; כוח הקפיץ F_K לאורך הקפיץ, במעלה המדרון, 30° מעל האופק; וכוח התגובה של המישור N_A, ניצב למישור, שמאלה ולמעלה, 60° מעל האופק.

ב.
$$\sum F_x = 0: \ -N_A\cos 60^\circ + F_K\cos 30^\circ = 0$$
$$\sum F_y = 0: \ N_A\sin 60^\circ + F_K\sin 30^\circ - G = 0$$

ג. $F_K = 490.5\,\mathrm{N}$ (מתיחה)

ד. $k = 4.905\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}}$ (אורך הקפיץ $350\,\mathrm{mm}$, התארכות $100\,\mathrm{mm}$)

ה. $N_A \approx 849.6\,\mathrm{N}$, ניצב למישור

שאלה 2

א. על הקורה פועלים: רכיבי התגובה בסמך הנייח A_x (ימינה) ו-A_y (למעלה); המשקל G באמצע הקורה, 500 מ"מ מ-A; משקל המשקולת W בנקודה D, 200 מ"מ מ-A; וכוח התגובה N_E בפינת הקיר, ניצב לקורה, 60° מעל האופק (שמאלה ולמעלה), 800 מ"מ מ-A.

ב.
$$\sum M_A = 0: \ N_E\cdot 800 - G\cos 30^\circ\cdot 500 - W\cos 30^\circ\cdot 200 = 0$$
$$\sum F_x = 0: \ A_x - N_E\cos 60^\circ = 0$$
$$\sum F_y = 0: \ A_y + N_E\sin 60^\circ - W - G = 0$$

ג. $N_E \approx 89.2\,\mathrm{N}$, ניצב לקורה

ד. $A_x \approx 44.6\,\mathrm{N}$, $A_y \approx 217.05\,\mathrm{N}$; $R_A \approx 221.6\,\mathrm{N}$ בזווית $\alpha \approx 78.4^\circ$ מעל האופק (ימינה ולמעלה)

שאלה 3

$$X_C \approx 34.58\,\mathrm{mm}\ ,\ Y_C \approx 38.23\,\mathrm{mm}$$

שאלה 4

א. $V_0 \approx 6.73\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

ב. $H_{max} \approx 2.577\,\mathrm{m}$ (כ-$0.577\,\mathrm{m}$ מעל נקודת הזריקה)

ג. $v \approx 5.83\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, אופקית

ד. $V_0 \approx 8.94\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

שאלה 5

א. ציר הסימטריה האנכי מחלק את ההיטל: חצי שמאלי במבט, חצי ימני בחתך במישור האמצע. במבט מוסיפים את קו המדרגה האנכי בין הבסיס לאוזן (25 משמאל לציר). בחתך מוסיפים: רצפת התעלה בגובה 30 (20 מעל הבסיס) מהציר עד קצה הגוש, קו הקדח $\varnothing 20$ (10 מהציר) מרצפת התעלה עד תחתית הבסיס, ושני קווי הקדח $\varnothing 10$ (20 ו-30 מהציר) לכל עובי הבסיס. מקווקווים את החומר החתוך: הרצועה שבין 10 ל-15 מהציר מרצפת התעלה עד התחתית, הבסיס שבין 15 ל-20, והאוזן שבין 30 ל-40.

ב. מוסיפים להיטל העל שני קווים מלאים לכל העומק (40), 15 מכל צד של הציר האנכי (קצות הגוש), ובין שני הקווים האלה שני קווים מלאים אופקיים, 15 מעל ציר האורך ו-15 מתחתיו (הפנים של שני הקירות, שעוביים 5). המעגל $\varnothing 20$, האוזניים, הקדחים $\varnothing 10$ וקווי הציר כבר מסורטטים.

ג. בהיטל הפנים: REF 40 (גובה כולל), 10 (עובי הבסיס), 30 (גובה הגוש מעל הבסיס), 20 (גובה רצפת התעלה מעל הבסיס), 30 (אורך הגוש), $\varnothing 20$ (קו מידה עם חץ אחד, מהציר אל קו הקדח בחצי החתך), $\varnothing 10$. בהיטל העל: REF 80 (אורך כולל), 50 (בין מרכזי האוזניים / אורך הבסיס), 40 (רוחב הבסיס), 30 (רוחב האוזן), 5 (עובי הקיר).

שאלה 6

א. מוסיפים לבסיס שבהיטל הפנים, בכל צד, שני קווים מקווקווים אנכיים לכל עובי הבסיס: 25 מהציר (קצה החריץ) ו-30 מהציר (המקום שבו החלק המעוגל של החריץ פוגש את הדפנות הישרות שלו). האוזן, הקדח וקווי הציר כבר מסורטטים.

ב. מוסיפים שני מלבנים מלאים 30 על 10 (האוזניים): באורך 15 מכל צד של הציר האנכי, האחד בין 10 ל-20 מעל ציר האורך והשני בין 10 ל-20 מתחתיו. בתוך כל מלבן שני קווים מקווקווים, 10 מכל צד של הציר האנכי (דפנות הקדח $\varnothing 20$).

ג. חתך במישור הסימטריה הניצב לאורך הגוף, דרך צירי הקדחים. מוסיפים בכל אוזן שני קווים אופקיים מלאים בגובה 25 ו-45 (הקדח $\varnothing 20$, צירו בגובה 35) וקו ציר בגובה 35. מקווקווים: כל הבסיס (50 על 10), האוזניים מהבסיס עד גובה 25, והרצועות שבין גובה 45 ל-50. הקדחים והרווח שבין האוזניים בלי קווקוו.

ד. בהיטל הפנים: 30 (רוחב האוזן), (R15) כמידה לידיעה, 50 (גובה כולל), 10 (עובי הבסיס). בהיטל הצד: 40 (בין הפנים החיצוניים של האוזניים), 10 (עובי אוזן), $\varnothing 20$. בהיטל העל: 80 (אורך), 50 (רוחב), 60 (בין מרכזי החריצים), 10 (רוחב החריץ), (R5) כמידה לידיעה.

שאלה 7

א. (1) גבול הפרופורציונליות $\sigma_P \approx 1370\,\text{MPa}$ (סוף הקטע הישר); מאמץ הכניעה המוסכם $\sigma_{0.2} \approx 1550\,\text{MPa}$ (חיתוך העקומה עם קו מקביל לקטע הישר שיוצא מ- $\varepsilon = 0.002$).

(2) $E \approx 218000\,\text{MPa} \approx 218\,\text{GPa}$; המודול לפני החיסום כמעט זהה, כי חיסום אינו משנה את מודול האלסטיות.

(3) $d \approx 5.9\,\text{mm}$

ב. (1) C45: פלדת פחמן לא מסוגסגת (תקן DIN), 0.45% פחמן. SAE 4340: פלדת סגסוגת אמריקאית; 4 – משפחת פלדות המוליבדן, 3 – תת-הקבוצה ניקל-כרום-מוליבדן, 40 – 0.40% פחמן.
X12CrNi17 7: X – פלדה מסוגסגת גבוה (פלדת אל-חלד), 12 – 0.12% פחמן, 17% כרום ו-7% ניקל.

(2) C45 ו-SAE 4340 מתאימות (כ-0.4% פחמן, מעל 0.35%); X12CrNi17 7 אינה מתאימה (0.12% פחמן בלבד, ומבנה אוסטניטי שאינו הופך למרטנזיט בקירור).

שאלה 8

א. צמנוט: מחדירים פחמן לשכבה החיצונית של פלדה דלת פחמן בטמפרטורה גבוהה, ואז מחסמים ומרפים; שכבה של כ-1 מ"מ. חיסום בהשראה: אין שינוי בהרכב; מחממים במהירות רק את פני השטח של פלדה שניתנת לחיסום (מעל 0.35% פחמן) בשדה אלקטרומגנטי, מקררים מהר ומרפים; עומק נשלט. חנקון: מחדירים חנקן ב-500-600°C במשך 24 שעות ויותר, בלי חיסום ובקירור איטי; שכבה דקה (0.2-0.5 מ"מ) וקשה מאוד, כמעט בלי עיוותים.

ב. צמנוט: חלקים שצריכים לב גמיש במיוחד ופני שטח קשים (כ-60 HRC), כמו גלגלי שיניים, פינים וגלי זיזים, כשהעיוותים פחות חשובים. חיסום בהשראה: הקשיה מקומית ומהירה בייצור סדרתי עם שליטה בעומק, כמו צירים, מסבי גל ארכובה ושיני גלגלים. חנקון: חלקים שצריכים עמידות בשחיקה, בהתעייפות, בקורוזיה ובחום בלי עיוותים, כמו חלקי מנועי שריפה ותבניות; חסרונו – תהליך ארוך ויקר.

ג. צמנוט – פלדות דלות פחמן (0.1-0.2%), למשל SAE 1020. חיסום בהשראה – פלדות שניתנות לחיסום רגיל (מעל 0.35% פחמן), למשל SAE 1040. חנקון – מתאים למרבית הפלדות, והטובות ביותר הן פלדות סגסוגת עם כרום, מוליבדן או אלומיניום, למשל SAE 4140.

ד. (1) חיסום בהשראה

(2) צמנוט

(3) חנקון (ובמידה חלקית גם חיסום בהשראה)

(4) חנקון

ה. גרף בצורת U עם קירות תלולים: בשני קצות הקוטר (פני השטח) קשיות גבוהה וכמעט קבועה, כ-60 HRC, לאורך עומק השכבה המוקשית; אחריה ירידה חדה בשכבת המעבר; ובכל הלב קשיות נמוכה וכמעט קבועה, כ-200 HB, כמו לפני הטיפול.

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