GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 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 - ארבע שאלות (שאלות 1-4). חלק ב': גרפיקה הנדסית - שתי שאלות (שאלות 5-6). חלק ג': תורת החומרים - שתי שאלות (שאלות 7-8). 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. נוסחאון מצורף לבחינה. 5. 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 C פועלים ארבעה כוחות: כוח הקפיץ F_S אנכית למעלה (אל D), מתיחות הכבל $T = m \cdot g = 196.2\,\text{N}$ אופקית ימינה (אל E), הכוח במוט AC לאורך המוט (29.54° מהאנך), והכוח במוט BC אנכית. מניחים ששני המוטות מתוחים: F_{AC} מושך את C אל A (שמאלה ולמעלה), ו-F_{BC} מושך את C אל B (למטה).

ב.
$$\sum F_x = 0:\ T - F_{AC}\cdot\sin 29.54^\circ = 0$$
$$\sum F_y = 0:\ F_S + F_{AC}\cdot\cos 29.54^\circ - F_{BC} = 0$$

ג. $F_S = 60\,\text{N}$ (מתיחה)

ד. $F_{AC} \approx 398\,\text{N}$, מתיחה; $F_{BC} \approx 406\,\text{N}$, מתיחה. שני המוטות נמתחים.

שאלה 2

א. על המדף פועלים: $F_D = 100\,\text{N}$, $F_E = 250\,\text{N}$, $F_H = 100\,\text{N}$, $F_K = 100\,\text{N}$ ומשקל המדף $W = 98.1\,\text{N}$ באמצע המדף, כולם למטה; תגובות A_x, A_y ב-A ו-B_y ב-B.

$$\sum F_x = 0:\ A_x = 0$$
$$\sum F_y = 0:\ A_y + B_y - 100 - 250 - 100 - 100 - 98.1 = 0$$
$$\sum M_A = 0:\ 100\cdot 150 - 250\cdot 300 - 100\cdot 600 - 100\cdot 1000 - 98.1\cdot 450 + B_y\cdot 900 = 0$$

(מ"מ)

ב. $R = 550\,\text{N}$ כלפי מטה, $400\,\text{mm}$ מימין ל-A (700 מ"מ מהקצה השמאלי של המדף, 100 מ"מ מימין ל-E).

ג. $B_y \approx 293.5\,\text{N}$ למעלה; $A_y \approx 354.6\,\text{N}$ למעלה ($A_x = 0$).

שאלה 3

$$X_C \approx 97.8\,\text{mm}\ ,\ Y_C \approx 55.7\,\text{mm}$$

שאלה 4

א. $\sin 2\alpha = 0.2616$, ולכן יש שתי זוויות אפשריות: $\alpha \approx 7.6^\circ$ או $\alpha \approx 82.4^\circ$. המסלול הגבוה שבאיור מתאים ל-$\alpha \approx 82.4^\circ$.

ב. $H \approx 11.27\,\text{m}$ (במסלול שבאיור, $\alpha \approx 82.4^\circ$). הערה: בזווית 7.6° הגובה המרבי רק כ-$0.20\,\text{m}$.

ג. $v \approx 1.98\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$, אופקית (במסלול שבאיור, $\alpha \approx 82.4^\circ$). הערה: בזווית 7.6° המהירות בשיא כ-$14.87\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

שאלה 5

א. היטל פנים (מבט על הפאה הארוכה): מתאר באורך 60 עם קיטומים בקצוות (אנכי עד 12.5, משופע עד 25, אורך עליון 50), אוזן ברוחב 30 עם קשת R15 שמרכזה בגובה 35 וקדח Ø15 מסורטט כמעגל, קו מלא בגובה 20 (המדרגה הקדמית), ובתחתית שתי תעלות 10×10 (ב-10 עד 20 וב-40 עד 50) ושקע בגובה 5 ביניהן. היטל על: מלבן 60×30, קווים מלאים של הקיטומים (ב-5 וב-55 לעומק 25, ב-3 וב-57 ברצועת המדרגה), קו מלא לאורך בעומק 25, קווי האוזן ב-15 וב-45, וקווים מקווקווים של הקדח (22.5 ו-37.5) ושל התעלות (10, 20, 40, 50). היטל צד (מבט משמאל): מתאר עם מדרגה 5×5 בפינה הקדמית העליונה ואוזן בעובי 25 עד גובה 50, קווים מלאים בגובה 12.5 ו-25, וקווים מקווקווים של הקדח (27.5 ו-42.5) ושל התעלות (גובה 10 וגובה 5).

ב. בהיטל הפנים: 60, 50, 25, 12.5, 15, R15, Ø15 (ממרכז הקדח עד קו המדף), רוחב התעלות 10 ו-10, המרחק ביניהן 20, המרחק מהקצה 10, גובה התעלה 10 וגובה השקע 5. בהיטל הצד: 30, 5 (רוחב המדרגה) ו-20 (גובה המדף).

שאלה 6

א. חתך A-A במישור הסימטריה שמקביל לחזית (באמצע העומק). מוסיפים קווים אנכיים מלאים באורך 5 ובאורך 55 (מהתחתית עד הקו המשופע, גובה 42.5) ובאורך 15 ובאורך 45 (מהתחתית עד גובה 55), ומקווקווים את שני השטחים שבין 5 ל-15 ובין 45 ל-55. החלל המרכזי (15 עד 45) והחריצים בקצוות (0 עד 5 ו-55 עד 60) נשארים בלי קווקוו. מעל ההיטל כותבים A-A.

ב. מוסיפים להיטל העל ארבעה קווים מלאים: קו לכל האורך (60) בעומק 10 ובעומק 40 (הפאות האחורית והקדמית של המגדל), וקו באורך 10 ובאורך 50 בין עומק 10 לעומק 40 (המקצועות של ראש המגדל), וכן את קו החיתוך A-A.

ג. מבט משמאל. מוסיפים בקו מלא: שני קווים אנכיים של החריץ ב-5 מכל צד של הציר, מהתחתית עד גובה 42.5, וקו אופקי ביניהם בגובה 42.5; וקו אופקי בגובה 30 משני צדי החריץ (מ-5 עד 15 מהציר). בקו מקווקו: שני קווים אנכיים של החלל, 10 מכל צד של הציר, מהתחתית עד גובה 55.

ד. בהיטל הפנים (בחתך): 60, 40, 55, 30 (גובה הבסיס), 30 (אורך החלל) ו-5 (עומק החריץ). בהיטל העל: 20 (רוחב החלל) ו-10 (רוחב החריץ). בהיטל הצד: 50 ו-30 (עובי המגדל).

שאלה 7

א. לפי העקומה, קשיות של HRC 40 מתקבלת במרחק ג'ומיני של כ-11 מ"מ מהקצה המקורר. כדי להפוך את המרחק הזה לקוטר מוט חסרים בשאלה שני נתונים: באיזה נוזל מחסמים את המוט, ודיאגרמה שמקשרת בין קוטר המוט לבין מרחק הג'ומיני השקול של מרכזו בנוזל הזה. התשובה מהנתונים: הקוטר המרבי הוא הקוטר שמרכזו מתקרר כמו נקודה במרחק 11 מ"מ בדגם ג'ומיני; מוט עבה יותר יקבל במרכזו פחות מ-HRC 40.

ב. כושר חיסום הוא היכולת של פלדה להתקשות בחיסום לעומק, כלומר ליצור מרטנזיט גם במקומות שמתקררים לאט, הרחק מפני השטח. הוא נמדד בבדיקת ג'ומיני. משפיעים עליו: יסודות הסגסוגת (מנגן, כרום, מוליבדן, ניקל, בור), אחוז הפחמן, גודל גרעיני האוסטניט ואחידות האוסטניט (טמפרטורת האוסטניטיזציה וזמן ההשהיה).

ג. קוטר קריטי הוא הקוטר הגדול ביותר של מוט מפלדה מסוימת, שבחיסום בנוזל מסוים מתקבל במרכזו מבנה של 50% מרטנזיט לפחות. קוטר קריטי אידיאלי הוא אותו קוטר בחיסום אידיאלי (פני השטח מתקררים מיד לטמפרטורת הנוזל). ככל שהקוטר הקריטי גדול יותר, כושר החיסום של הפלדה גבוה יותר.

ד. בגרוסמן מחסמים כמה מוטות בקטרים שונים, חותכים כל אחד לרוחב ומודדים קשיות לאורך הקוטר; מקבלים את הקוטר הקריטי ישירות, אבל הבדיקה ארוכה, דורשת דגמים רבים ותלויה בנוזל החיסום. בג'ומיני מחסמים דגם תקני אחד מקצהו בסילון מים ומודדים קשיות לאורכו; הבדיקה מהירה, זולה ותקנית, ומתקבלת עקומה אחת שמתורגמת לקטרים בעזרת דיאגרמות.

שאלה 8

א. דגם 1: חיסום (חוזק גבוה מאוד, כ-1230 MPa, והתארכות של כ-2.5% בלבד: מרטנזיט קשה ופריך). דגם 2: חיסום + הרפיה (כניעה כ-800 MPa, חוזק כ-890 MPa והתארכות של כ-25%: חוזק גבוה עם משיכות טובה). דגם 3: ריפוי (כניעה כ-320 MPa, חוזק כ-600 MPa והתארכות של כ-35%: מבנה רך של פריט ופרליט). תפקיד החיסום: הקשיה; תפקיד ההרפיה: שחרור מאמצים והקטנת פריכות; תפקיד הריפוי: ריכוך, שחרור מאמצים ועידון המבנה.

ב. דגם 1: כניעה כ-1200 MPa, מאמץ מרבי כ-1230 MPa. דגם 2: כניעה כ-800 MPa, מאמץ מרבי כ-890 MPa. דגם 3: כניעה כ-320 MPa, מאמץ מרבי כ-600 MPa.

ג. לשלושת הדגמים אותו קו אלסטי: $E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1200}{0.016} = 75000\,\text{MPa} = 75\,\text{GPa}$ (בדגם 2: $\frac{800}{0.0105} \approx 76000\,\text{MPa}$, בדגם 3: $\frac{320}{0.0042} \approx 76000\,\text{MPa}$ - אותו ערך בגבול דיוק הקריאה). לפי הגרף, $E \approx 75\,\text{GPa}$.

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