מדינת ישראל
משרד החינוך

סוג הבחינה: גמר לבתי־ספר לטכנאים ולהנדסאים
מועד הבחינה: אביב תשפ"ג, 2023
סמל השאלון: 710001
נספחים: א. (לשאלה 9) – תכונות של פלדות
ב. (לשאלה 10) – קטע קריאה
ג. מילון מונחים

מכניקה הנדסית ט'

(לטכנאי מכונות)

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה חמישה פרקים ובהם עשר שאלות.
עליכם לענות על **חמש** שאלות לפי בחירתכם, **מן השאלון כולו**.
לכל שאלה – 20 נקודות. סך־הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: כל חומר עזר כתוב בכתב יד או מודפס, כלי סרטוט, מחשבון בעל תצוגה של אותיות וספרות בלבד.

ד. הוראות מיוחדות:

1. בטרם תתחילו לענות על השאלות, קראו בעיון את השאלון כולו וודאו שההנחיות בדף השער מובנות לכם היטב.
2. ענו על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברת, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
3. בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתכם חסר נתון, הוסיפו אותו על־פי שיקול דעתכם ופתרו בעזרתו את השאלה. ציינו בתשובה את הנתון שהוספתם.
4. בתשובה על שאלת חישוב, עליכם להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
5. בנספח ג' לשאלון זה מובא מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכלו להיעזר בו בעת הצורך.

כתבו **במחברת הבחינה בלבד**, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונכם לכתוב **כטיוטה** (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
כתבו "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. כתיבת טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 14 עמודים ו־5 עמודי נספחים.

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

בהצלחה!

המשך מעבר לדף

השאלות

בשאלון זה חמישה פרקים ובהם עשר שאלות.

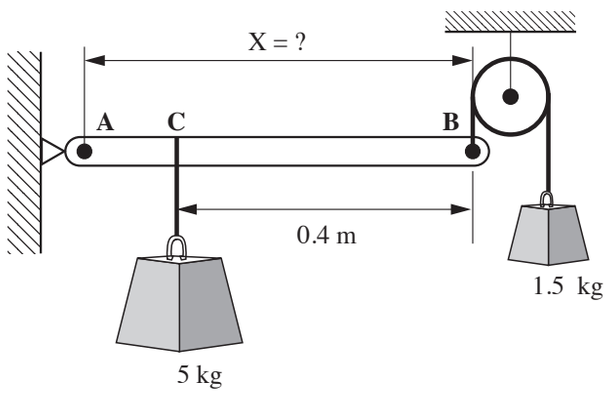
עליכם לענות על חמש שאלות, על־פי בחירתכם, מן השאלון כולו (לכל שאלה – 20 נקודות. סך־הכול – 100 נקודות)

פרק ראשון: סטטיקה וחוזק חומרים במכונות

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מתואר מוט אופקי אחיד AB שמסתו 1 kg המוחזק באמצעות פרק A.

קצה B של המוט נמשך על־ידי כבל העובר דרך גלגלת חסרת חיכוך. על הכבל תלויה משקולת שמסתה 1.5 kg .
בנקודה C, שמרחקה 0.4 m מנקודה B, תלויה משקולת נוספת שמסתה 5 kg .



איור לשאלה 1

(6 נק') **א.** סרטטו את הדג"ח של המוט.

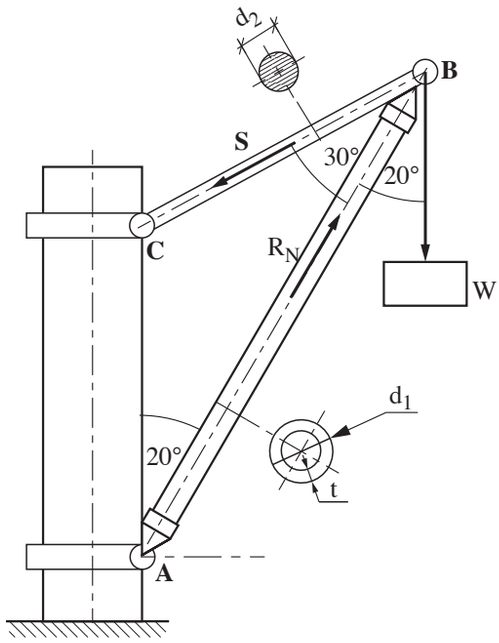
(8 נק') **ב.** מצאו את האורך, X, של המוט שעבורו המערכת נמצאת בשיווי משקל.

(6 נק') **ג.** חשבו את רכיבי התגובה בפרק A.

המשך בעמוד 3

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מתואר עגורן המורכב ממוט AB ומוט BC.



איור לשאלה 2

נתונים:

על נקודה B תלויה משקולת, W, שמשקלה 2,800 N .

המוט AB עשוי מצינור שקוטרו החיצוני $d_1 = 12.5$ mm והדופן שלו בעובי $t = 2$ mm .

קוטר המוט BC הוא $d_2 = 8$ mm .

המאמץ המותר של חומר הצינור והכבל הוא 160 MPa .

(5 נק') **א.** סרטטו דיאגרמת כוחות הפועלים על נקודה B.

(8 נק') **ב.** חשבו את ערכי הכוחות שסימנתם בסעיף א'.

(5 נק') **ג.** חשבו את המאמץ במוט AB, וציינו אם המאמץ הוא מאמץ מתיחה או מאמץ לחיצה.

(2 נק') **ד.** קבעו אם המוט BC עומד בתנאי החוזק.

המשך בעמוד 4

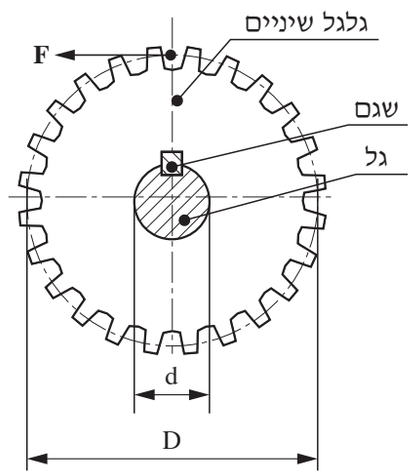
פרק שני: פרקי מכונות

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מתואר גלגל שיניים המחובר לגל בשגם פריזמטי.
על הגלגל פועל כוח משיקי F.

נתונים:

- כוח משיקי שפועל על הגלגל: $F = 1{,}500\ N$
- קוטר הגלגל: $D = 200\ mm$
- קוטר הגל: $d = 50\ mm$
- מאמץ המעיכה המותר לחומר השגם: $[\sigma_{\ell c}] = 80\ MPa$
- מאמץ הגזירה המותר לחומר השגם: $[\tau_s] = 60\ MPa$
- רוחב השגם: $b = 16\ mm$
- גובה השגם: $h = 10\ mm$



איור לשאלה 3

(8 נק') **א.** חשבו את המומנט, M_t, שמעביר הגלגל, ואת כוח הגזירה, F_t, הפועל על השגם.

(12 נק') **ב.** ללא קשר לתוצאות של סעיף א', הניחו כי כוח הגזירה הפועל על השגם: $F_t = 6{,}000\ N$.
חשבו את האורך המזערי של השגם משיקולי גזירה ומעיכה.

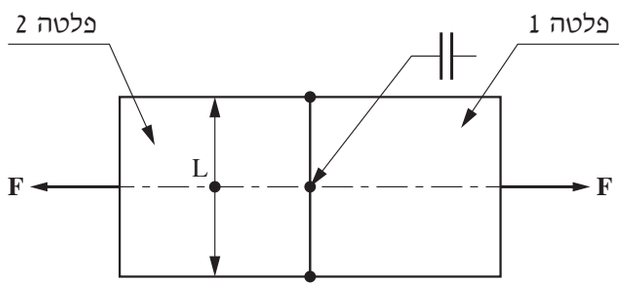
המשך בעמוד 5

שאלה 4

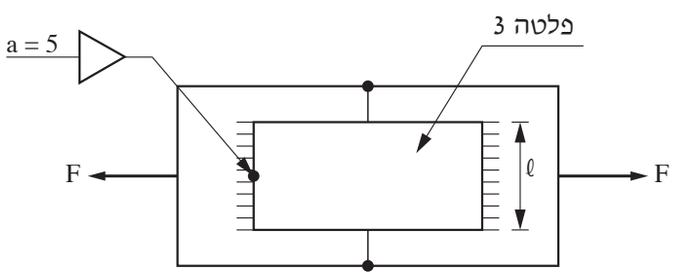
באיור א' לשאלה 4 מתוארות שתי פלטות שרותכו זו לזו בתפר ריתוך **חזיתי** בעובי a.
הפלטות עמוסות בכוח מתיחה סימטרי F.

נתונים:

- רוחב הפלטות: $L = 300\ mm$
- עובי התפר: $a = 5\ mm$
- מאמץ הכניעה של חומר התפר: $\sigma_y = 340\ MPa$
- מקדם הבטיחות הדרוש: $[S] = 2$
- המאמץ המותר לריתוך: $[\tau_w] = \alpha \cdot [\sigma_t]$
- המאמץ המותר למתיחה של חומר התפר: $[\sigma_t]$
  - לתפר חזיתי – $\alpha = 0.75$
  - לתפר פינתי (מילאת) – $\alpha = 0.65$



איור א' לשאלה 4



איור ב' לשאלה 4

(8 נק') א.

(4 נק') 1. חשבו את המאמץ המותר למתיחה של חומר התפר $[\sigma_t]$ לתפר חזיתי ואת המאמץ המותר לריתוך זה $[\tau_w]$.

(4 נק') 2. חשבו את הכוח F שניתן להפעיל על הפלטות.

(12 נק') ב. הוחלט להחליף את ביצוע התפר החזיתי שבאיור א' בתפר חפייה, באמצעות ריתוך פלטה שלישית שתרותך לשתי הפלטות הקיימות בשני ריתוכים בעלי אורך ℓ, כמתואר באיור ב' לשאלה 4.
עובי כל תפר: $a = 5\ mm$.

ללא קשר לתוצאות של סעיף א', הניחו: $F = 150{,}000\ N$.

(4 נק') 1. חשבו את המאמץ המותר לריתוך בתפר פינתי $[\tau_w]$.

(8 נק') 2. חשבו את האורך המזערי של תפרי הריתוך ℓ.

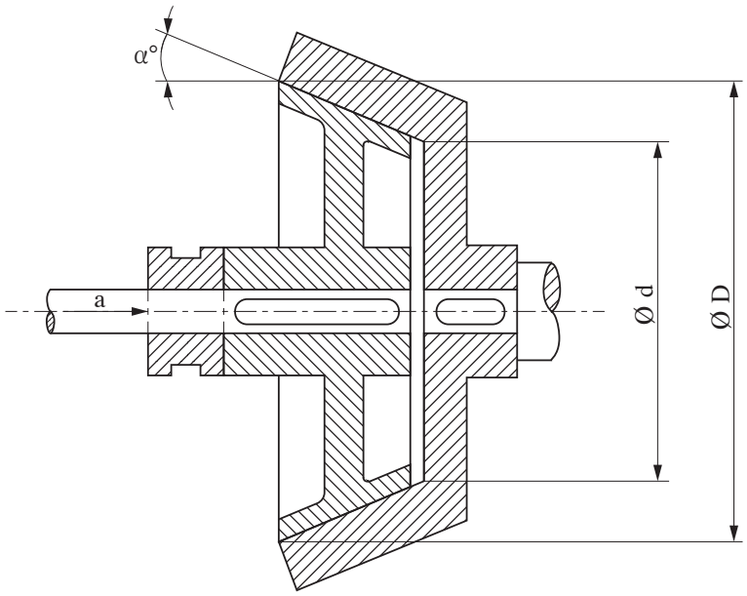
המשך בעמוד 6

שאלה 5

באיור לשאלה 5 מתואר מצמד קוני, המשמש להצמדה ולהפרדה של תנועה סיבובית בין המנוע לצרכן.

נתונים:

- קוטר המצמד: $D = 240$ mm , $d = 200$ mm
- זווית הקונוס: $\alpha = 20°$
- לחץ השטח המותר: $[p] = 0.4$ MPa
- מקדם החיכוך בין שטחי המצמד: $\mu = 0.3$
- מקדם תנאי העבודה: $f = 1.5$
- מהירות הסיבוב של המצמד: 1,500 RPM
- המצמד יחושב לפי בלאי אחיד: (p.v. = const)



איור לשאלה 5

(6 נק') **א.** חשבו את המומנט המרבי שהמצמד יכול להעביר.

(4 נק') **ב.** חשבו את ההספק המרבי שהמצמד יכול להעביר.

(6 נק') **ג.** חשבו את הכוח לעבודה רציפה, Fa, הדרוש להעברת ההספק שחישבתם בסעיף ב'.

(4 נק') **ד.** מה יקרה למצמד אם ינסו להעביר דרכו, באותה מהירות סיבוב 1,500 RPM :

1. הספק הגדול ב־25% מן ההספק שחושב.
2. הספק הגדול פי 2 מן ההספק שחושב.

המשך בעמוד 7

פרק שלישי: מערכות הידראוליות

שאלה 6

באיור לשאלה 6 מוצג חתך של מכל המכיל מים ואוויר. המכל מורכב מתאים מופרדים על־ידי מחיצות.

גובה המים בכל אחד מהתאים מצוין באיור (h_1 לא ידוע).

למכל מחוברים שני מדי לחץ, P_1 ו־P_2, כמתואר באיור.

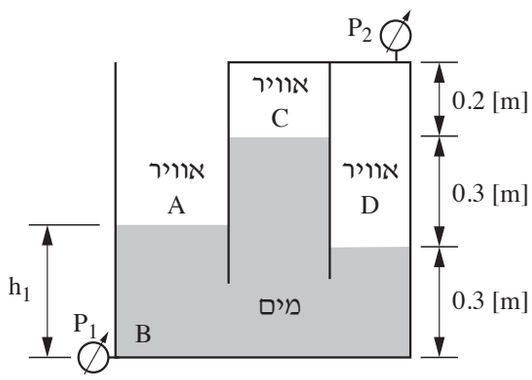
נתונים:

בנקודה A המכל פתוח לאטמוספרה: $(P_A)_g = 0$ [Pa]

קריאת מד הלחץ P_1: $P_1 = 4{,}000$ [Pa]

המשקל הסגולי של המים: $\gamma_{\text{מים}} = 10^4 \left[\frac{N}{m^3}\right]$

המשקל הסגולי של האוויר זניח.



איור לשאלה 6

(7 נק') **א.** חשבו את הגובה, h_1.

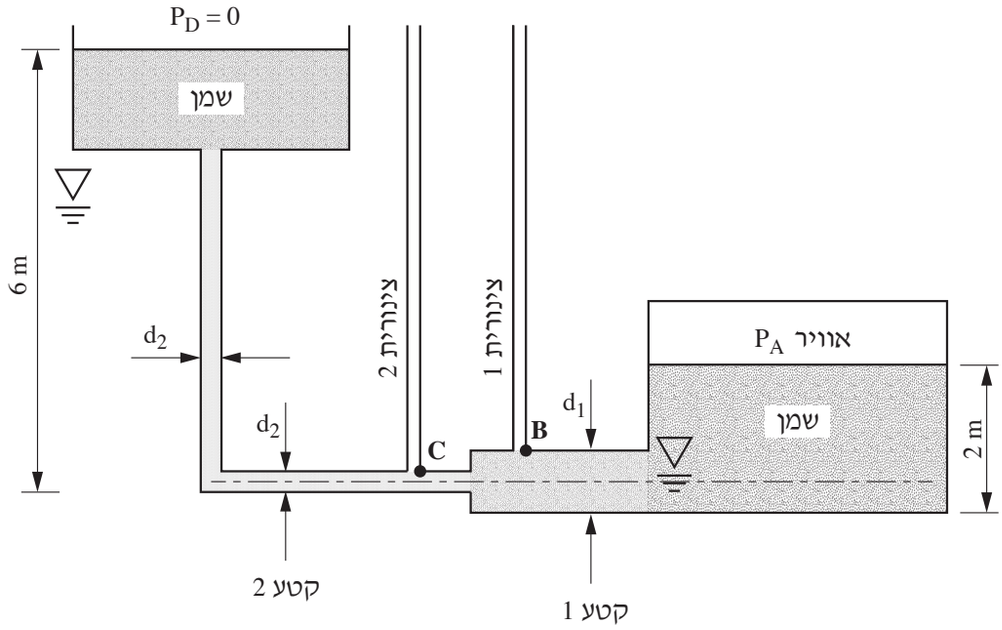
(7 נק') **ב.** חשבו את הלחץ בנקודה C, והסבירו את משמעות הסימן המתקבל.

(6 נק') **ג.** חשבו את הלחץ בנקודה D ואת הערך שמראה מד הלחץ P_2.

המשך בעמוד 8

שאלה 7

באיור לשאלה 7 מתואר צינור מדורג שמחבר בין שני מכלים גדולים המכילים שמן.
הצינור המדורג מחולק לשני קטעים: קטע 1 שקוטרו 60 mm וקטע 2 שקוטרו 30 mm .
המכל התחתון סגור ומכיל אוויר דחוס בלחץ מנומטרי P_A, ואילו המכל העליון פתוח לאטמוספרה.
לצינור מחוברות שתי צינוריות דקות בנקודות B ו־C, כמתואר באיור.



איור לשאלה 7

נתונים:

קוטר הצינור בקטע 1: $d_1 = 60$ [mm]

קוטר הצינור בקטע 2: $d_2 = 30$ [mm]

המשקל הסגולי של שמן: $\gamma_{\text{שמן}} = 8{,}000\left[\frac{N}{m^3}\right]$

תאוצת הכובד: $g = 10\left[\frac{m}{sec^2}\right]$

מקדם החיכוך בין השמן לקטע 2 של הצינור: $f = 0.2$

הפסדי העומד בקטע 1 של הצינור והפסדי **העומד המקומיים בשני קטעי הצינור** זניחים.

אורך קטע 2 של הצינור (בעל הקוטר d_2): $L_2 = 8$ [m]

המשך בעמוד 9

(7 נק') **א.** קבעו את כיוון זרימת השמן (מהמכל התחתון למכל העליון או מהמכל העליון למכל התחתון) עבור כל אחד מהמצבים שלהלן. נמקו את הקביעה באמצעות חישוב מתאים:

1. לחץ האוויר במכל התחתון: $P_A = 52{,}000$ [Pa]
2. לחץ האוויר במכל התחתון: $P_A = 32{,}000$ [Pa]
3. לחץ האוויר במכל התחתון: $P_A = 20{,}000$ [Pa]

(7 נק') **ב.** עבור מצב 1 – חשבו את הספיקה העוברת בין שני המכלים, ביחידות ליטר לשנייה.

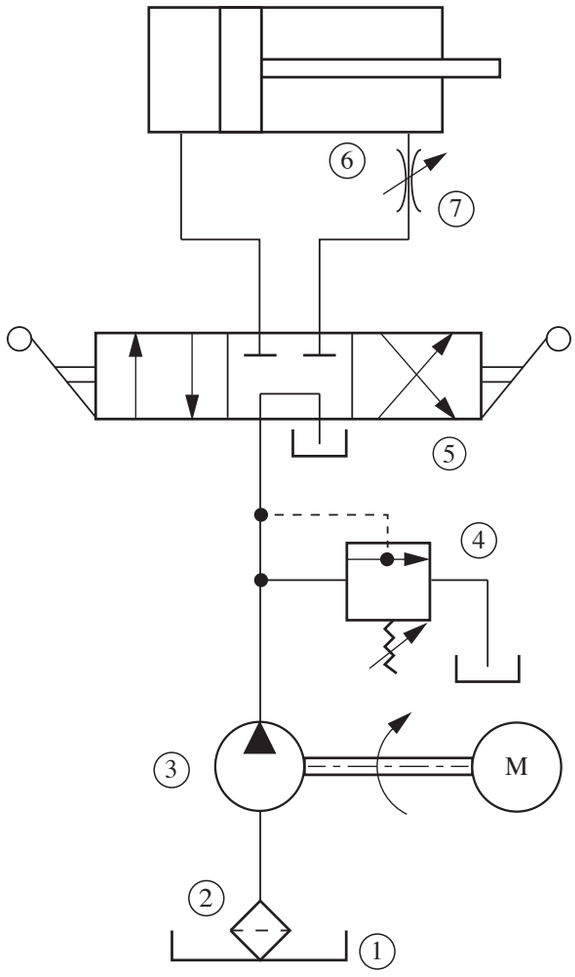
(3 נק') **ג.** עבור מצב 1 – חשבו את מהירויות הזרימה בנקודות B ו־C.

(3 נק') **ד.** קבעו באיזו מן הצינוריות – 1 או 2 – מפלס השמן יהיה גבוה יותר. נמקו את הקביעה.

המשך בעמוד 10

שאלה 8

באיור לשאלה 8 מתוארת מערכת הידראולית המשמשת לדחיפת עוּבָּד.



איור לשאלה 8

המשך בעמוד 11

נתונים:

הכוח הפועל על מוט הבוכנה בעת יציאת הבוכנה: $F_1 = 5\ kN$

מהירות יציאת הבוכנה: $v_1 = 0.1\frac{m}{s}$

קוטר הבוכנה: $D = 0.1\ m$

קוטר מוט הבוכנה: $d = 0.06\ m$

מהלך הבוכנה: $X = 0.15\ m$

מפל הלחץ ברכיב 7: $\Delta P_7 = 8\ bar$

(6 נק') **א.** ציינו את שמות הרכיבים 1–7 , והסבירו את תפקידם של הרכיבים 4 ו־7 בלבד.

(4 נק') **ב.** כאשר רכיב 5 נמצא במצב ביניים (אמצעי) – קבעו ונמקו:

1. האם מוט הבוכנה יהיה במצב נעול או משוחרר?
2. מה יהיה הלחץ ביציאה מן המשאבה?

(5 נק') **ג.** חשבו את הלחץ ביציאה מן המשאבה כאשר הבוכנה נמצאת במצב הלוך (יציאה).

(5 נק') **ד.** לאחר שהבוכנה מגיעה לקצה המהלך שלה היא משתהה 5 שניות לפני שהיא מתחילה לחזור. בהנחה שספיקת המשאבה קבועה, חשבו את הזמן הדרוש לבוכנה לביצוע מחזור שלם (הלוך + שהייה + חזור).

המשך בעמוד 12

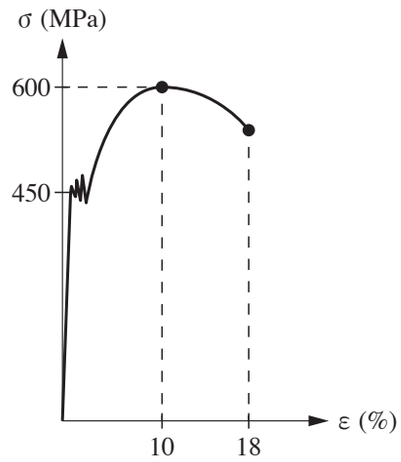
פרק רביעי: חומרים ועיבודם

שאלה 9

באיור לשאלה 9 מוצג גרף מאמץ–מעוות ($\sigma - \varepsilon$) לדגם פלדה SAE 1040 לאחר נורמליזציה (נרמול).

נתונים:

- האורך ההתחלתי של הדגם: $\ell_0 = 50\ \text{mm}$
- שטח החתך ההתחלתי של הדגם: $A_0 = 60\ \text{mm}^2$



איור לשאלה 9

(4 נק') **א.** 1. היעזרו בגרף וכתבו במחברת את הערכים האלה:
σ_{uts} , σ_y , מעוות בשבר, ε_f .

2. חשבו את אורך הדגם בעת שבירתו.

(4 נק') **ב.** במהלך ניסוי מתיחה הנעשה על הדגם הזה נמדד כוח מתיחה $F = 12{,}000\ \text{N}$ כאשר המעוות הנמדד היה: $\varepsilon = 0.1\%$.

1. חשבו את המאמץ בדגם ברגע זה.
2. האם המאמץ נמצא בתחום האלסטי של חומר הדגם?
3. אם המאמץ שחישבתם בסעיף ב'(1) נמצא בתחום האלסטי, חשבו את מודול האלסטיות של החומר (E). אם לא – חשבו את הכוח המרבי שניתן להפעיל על הדגם בתחום האלסטי.

המשך בעמוד 13

(4 נק') **ג.** מוצע לעשות חיסום במים לפלדה הנתונה כדי להגיע לערכים האלה:

$\sigma_{uts} = 723$ MPa , HB = 300

היעזרו בטבלה "תכונות של פלדות" שבנספח א' לשאלה 9, והסבירו אם יש לקבל את ההצעה.

(2 נק') **ד.** איזו משיטות הקשיית פני השטח – אינדוקציה, שימוש באלקטרוליט, פחמון – יכולה **להעלות את אחוז הפחמן** בפני השטח?

(6 נק') **ה.** 1. תארו בקצרה את תהליך החיסום במים.

2. לפניכם רשימת תכונות מכניות ופיזיקליות. העתיקו אותן למחברת וקבעו עבור כל אחת מהן כיצד היא מושפעת מן החיסום. השתמשו במילים: "עולה", "יורד" ו־"לא משתנה".

התכונות:

- צפיפות
- σ_{uts}
- ε_f (מעוות בשבר)
- מודול אלסטיות (E)
- מוליכות חשמלית

המשך בעמוד 14

פרק חמישי: אנגלית טכנית

שאלה 10

קראו את הקטע בנספח ב' לשאלון זה, וענו במחברת על **כל** הסעיפים (לכל סעיף – 2 נק').

מותר לענות בעברית על כל הסעיפים.

Questions.

a. (Paragraph A) What is the purpose of using bolts and screws?

b. (Paragraph A) Why is the quality of the material which screws and bolts are made from so important?

c. (Paragraph B1) In which form do bolts start their manufacturing process?

d. (Paragraph B2) Why is the head-forming process called "cold-heading"?

e. (Paragraph B3) Which cold-forging method is implemented in the thread-forming machine?

f. (Paragraph B4) Which of the two parts of heat treatment does not include heating above the critical point?

g. (Paragraph B4) State **TWO** points in favor of, and **ONE** point against performing threading **after** heat-treatment.

h. (Paragraph B5) Is the coating process purely mechanical? Explain your answer.

i. (Paragraph B6) What is the purpose of a locking patch?

j. (Paragraph B7) Wirte three tests which check **only the mechanical** properties of screws.

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך.

נספח א' (לשאלה 9) – תכונות של פלדה

לשאלון 710001, אביב תשפ"ג

כינוי לפי תקן אמריקאי SAE	קבוצות	הרכב כימי[1]										תכונות מכניות						תכונות טכנולוגיות				
		C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	V	W	יסודות אחרים	מצב בזמן הבדיקה	מאמץ כניעה σ_y (Yield Stress) N/mm² [MPa]	מאמץ מתיחה מקסימלי σ_{uts} (Ultimate Tensile Stress) N/mm² [MPa]	התארכות יחסית ב־%	קשיות HB	קשיות HRc	עבידות ב־%[2]	כושר חישול	כושר ריתוך	כושר חיסום	ניתן לצמנוט
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
SAE 1010	פלדות פחמן	0.10	0.4	–	–	–	–	–	–	–	HOT	245	410	28	129	–	43	⊠	○	–	עד H_{Rc} = 56 ÷ 58
SAE 1020		0.20	0.4	–	–	–	–	–	–	–	HOT	335	520	25	156	–	65	⊠	○	–	עד H_{Rc} = 56 ÷ 58
SAE 1035		0.35	0.7	–	–	–	–	–	–	–	HOT	365	565	22	172	–	70	○	◆	–	–
SAE 1040		0.40	0.7	–	–	–	–	–	–	–		430 ÷ 590	620 ÷ 775	18	183 ÷ 262	עד 26	60	○	◆	◔	–
SAE 1050		0.50	0.7	–	–	–	–	–	–	–		420 ÷ 745	655 ÷ 980	15	192 ÷ 321	עד 33	52	○	◆	◔	–
SAE 1070	פלדות עשירות פחמן (קפיציות)	0.70	0.7	–	–	–	–	–	–	–		430 ÷ 815	685 ÷ 1120	14	212 ÷ 321	עד 36	45	○	◆	⊠	–
SAE 1075		0.75	0.6	–	–	–	–	–	–	–		450 ÷ 910	705 ÷ 1215	12	223 ÷ 388	עד 41	44	○	◆	⊠	–
SAE 1090		0.90	0.7	–	–	–	–	–	–	–		–	2160 ÷ 2405	–	–	–	–	–	–	⊠	–
SAE 111 3	פלדות נוחות שיבוב	0.13	0.8	–	–	–	–	–	–	S=0.3	COLD	490 ÷ 655	520 ÷ 685	10 ÷ 20	163 ÷ 229	–	125	⊠	–	–	עד H_{Rc} = 60 ÷ 62
SAE 1 137		0.37	1.5	–	–	–	–	–	–	S=0.1	COLD	550 ÷ 685	620 ÷ 795	12	187 ÷ 229	–	73	◔	–	–	–
SAE 1340	פלדות מנגן	0.40	1.7	0.3	–	–	–	–	–	–		520 ÷ 1620	685 ÷ 1940	9 ÷ 25	235 ÷ 578	עד 21 ÷ 58	45	◔	●	⊠	
SAE 3120	פלדות נתך	0.20	0.7	0.3	1.3	0.7	–	–	–	–		735 ÷ 1030	970 ÷ 1060	16	300	31	63	◔	–	⊠	עד H_{Rc} = 60 ÷ 62
SAE 3310		0.10	0.5	0.3	3.5	1.6	–	–	–	–		1030	1245	15	363	39	45	◔	–	○	עד H_{Rc} = 60 ÷ 62
SAE 4130		0.30	0.5	0.3	–	1.0	0.2	–	–	–		620 ÷ 1355	675 ÷ 1620	12 ÷ 28	202 ÷ 461	עד 48	60	◔	⊠	○	–
SAE 4140		0.40	0.9	0.3	–	1.0	0.2	–	–	–		685 ÷ 1725	805 ÷ 2000	11 ÷ 23	235 ÷ 578	21 ÷ 58	62	◔	◔	○	–
SAE 4340		0.40	0.7	0.3	1.8	0.8	0.2	–	–	–		895 ÷ 1570	980 ÷ 1960	11 ÷ 21	293 ÷ 555	30 ÷ 56	51	◔	–	○	–
SAE 52100		1.00	0.3	0.3	–	1.5	–	–	–	–		–	–	–	–	60 ÷ 62	45	⊠	–	⊠	–
SAE 6150		0.50	0.8	0.3	–	1.0	–	0.2	–	–		745 ÷ 1865	815 ÷ 2170	7 ÷ 227	241 ÷ 601	23 ÷ 60	40	⊠	–	⊠	–
SAE 30301	פלדות בלתי מחלידות	0.12	2.0	1.0	7.0	17.0	–	–	–	–	COLD	275	725	55	165	–	55	◔	◔	–	–
SAE 30303 F		0.12	2.0	1.0	9.0	18.0	–	–	–	S=0.1	COLD	245	620	50	160	–	65	◔	●	–	–
SAE 30304		0.06	2.0	1.0	10.0	19.0	–	–	–	–	COLD	285	580	55	149	–	50	⊠	◔	–	–
SAE 51416 F		0.15	1.2	1.0	–	13.0	–	–	–	S=0.1		410 ÷ 1000	620 ÷ 1305	12 ÷ 25	180 ÷ 390	עד 41	80	◔	–	⊠	–
SAE 51420		0.35	1.0	1.0	–	13.0	–	–	–	–		1345	1590	8	500	50	45	◔	●	⊠	–
W1 (1.0c)	פלדות כלים	1.00	0.3	0.3	–	–	–	–	–	–		–	–	–	–	50 ÷ 64	50	⊠	◆	⊠	–
O1		1.00	1.2	0.3	–	0.5	–	0.2	0.5	–		–	–	–	–	57 ÷ 62	45	◔	◆	⊠	–
D2		1.50	0.3	0.3	–	12.0	0.8	0.6	–	–		–	–	–	–	54 ÷ 61	25	●	–	⊠	–
D3		2.20	0.3	0.3	0.5	12.0	–	0.6	–	–		–	–	–	–	54 ÷ 61	25	●	–	⊠	–
S1		0.50	0.3	0.3	–	1.4	0.3	0.2	2.3	–		–	–	–	–	40 ÷ 58	42	●	–	⊠	–
H13		0.40	0.4	1.0	–	5.0	1.4	1.0	–	–		–	–	–	–	40 ÷ 47	37	◔	–	⊠	–
H21		0.30	0.3	0.3	–	3.0	–	0.4	9.5	–		–	–	–	–	36 ÷ 54	37	●	–	⊠	–
M2	פלדות מהירות	0.80	0.3	0.3	–	4.0	5.0	1.9	6.2	–		–	–	–	–	60 ÷ 65	25	●	–	○	–
T4		0.70	0.3	0.3	–	4.0	0.7	1.1	18.5	Co=5.0		–	–	–	–	60 ÷ 65	25	●	–	○	–

[1] ערכים ממוצעים
[2] חישוב האחוזרים מבוסס על פלדת SAE 1112 בעלת 100% עבידות

HRc ← מחושב לפי HB

◆ ריתוך בשיטות מיוחדות

◔ בינוני
● רע

○ טוב מאוד
⊠ טוב

לאחר חיסום
קפיצי

מעובד בחם HOT
מעובד בקר COLD

נספח ב': קטע קריאה לשאלה 10 (2 עמודים)

לשאלון 710001, אביב תשפ"ג

The Making of Bolts and Screws

Paragraph A: Manufacturing Processes of Bolts and Screws

Screws and bolts are generally made from low to medium carbon steel wire, however, this material can be substituted for other inexpensive metals, such as brass, nickel alloys, and aluminium alloys. The quality of the metal, must be high in order to avoid cracking and breaking of the screws and bolts. Bolts and screws are simple, inexpensive machine parts; they are widely used to create non-permanent joints.

Paragraph B: 7 Steps of Manufacturing Bolts and Screws

B1. Since bolts are formed from a coiled wire, the first step is to straight the wire and cut it to the predefined length. The grade of steel is standardized worldwide. The straightening-cutting machine can produce up to 550 screw blanks per minute.

B2. Head-Forming. The blanks are fed into a series of dies which gradually form the heads by applying high pressure at room-temperature. This process is called "cold-heading". There are different die forms which create various head forms.

After head-forming, bolts (but not screws) are passed into a chamfer machine which forms the conical form of the bolt's butt. The purpose of this is to support the nut assembly.

B3. After the head-forming, the blanks are correctly ordered and fed into a cold-forging machine. The blanks are rolled by it, simultaneously forming a thread. This kind of machines can produce up to 300 pieces per minute. For more complex bolt designs, which cannot be contoured through cold-forging alone, some additional turning or drilling may be needed. Turning involves spinning the bolt at high speed, while steel is cut away to achieve the desired shape and design. Drilling can be used to make holes through the bolt if required, some bolts may also have washers attached to them at this stage of the process.

B4. Heat Treatment – This process is performed in order to increase the overall durability of the screw or bolt. There are two stages that make up the heat treatment:

- Hardening: Here the bolts are heated to high temperatures (above 850°C, which is higher than the critical point), held for an hour, and then dipped into a cooling media (usually water or oil, according to the carboon percentage in the steel).
- Tempering: This operation is performed in order to reduce some of the excess hardness/brittleness of the bolts. The metal is heated to a temperature level below its critical point after which the bolts are left to cool by air.

Since heat treatment changes the properties of the steel and makes it harder, it is easier and more cost-effective to apply threading beforehand. However, threading after heat treatment will mean better fatigue performance. The heat treatment can cause heat marks and minor damage to the bolt. For this reason, some customers demand threading after heat treatment, especially for applications such as engine and cylinder head bolts. This process is more expensive since you need to form hardened steel, but the threads will maintain their shape better.

המשך בעמוד 2

B5. Surface Finishing – This process includes operations that are performed when needed, to alter the surface of the bolt or screw. It is done to enhance the function and aesthetic appeal. The choice of surface treatment is determined by the bolt's application and the requirements of the customer.

- Steel can be coated in zinc, cadmium, nickel, or chromium for extra strength and corrosion resistance. Coating is a process whereby the bolt is submerged in a liquid containing zinc. An electric current is then applied so that the zinc forms a coating over the bolt. However, electrolytic treatment does come with an increased risk of hydrogen embrittlement. Another option is zinc flakes, which offer an even higher corrosion resistance, albeit at a higher price.
- When corrosion resistance is not an issue – such as inside an engine or an application that is regularly exposed to oil-using phosphate is a more cost-effective option.

B6. Once the surface treatment has been applied, standard bolts are typically ready to be packaged. However, more advanced designs may require some additional assembly, such as brackets. Other bolts will also require some form of patching, either a locking patch or a liquid patch. A locking patch consists of a thick nylon layer over the threads, which helps improve grip. A liquid patch will help improve the thread-forming torque.

B7. Quality Control – After completing the previous steps, bolts and screws are sent for testing and inspection. They are checked for their hardness levels, threading accuracy, impact and tension strength, torque levels, coating thickness, and mating fit. If they pass all these tests, they are then packaged and shipped for delivery.

נספח ג': מילון מונחים (2 עמודים)

לשאלון 710001, אביב תשפ"ג

המונח	תרגום המונח		
	ערבית	רוסית	אנגלית
הספק נומינלי	القدرة الاسميّة / الاعتباريّة	Номинальная мощность	nominal power
התנגשות פלסטית	اصطدام غير مرن	Абсолютно неупругий удар	inelastic/plastic collision
התעייפות	إجهاد / إعياء	Усталость (материалов)	fatigue
זחלן	زلّاقة	Ползунок	slider
חוזק גבולי להתעייפות	قوّة الإجهاد / الإعياء الحدّيّة	Максимально допустимое напряжение для усталостных деформаций	fatigue strength limit
חום סגולי	الحرارة النوعيّة	Удельная теплоемкость	specific heat
כריכה/כריכות	رَبْط / غِلاف	Витки	windings
לחץ מגע	ضغط مساحة	Напряжение смятия	contact pressure
מאמץ כניעה	إجهاد الخضوع	Предел текучести	yield stress
מאמץ מחזורי סימטרי	دورة الجهد التناظريّ	Переменные напряжения (часто циклические)	periodical symmetric stress
מַגְבֵּהַ	مِرْفاع	Домкрат	jack
מדחס	ضاغط	Компрессор	compressor
מהירות זוויתית	السرعة الزاوِيّة	Угловая скорость	angular velocity
מהירות יחסית	السرعة النسبيّة	Относительная скорость	relative velocity
מהירות מוחלטת	السرعة المُطلقَة	Абсолютная скорость	absolute velocity
מהירות מועתקת	سرعة الإزاحة	Цикличная скорость	translational velocity
מודול אלסטיות	مُعامِل المرونة	Модуль Юнга (модуль упругости)	modulus of elasticity
מחזור קירור	دورة التبريد	Холодильный цикл	cooling cycle
מצמד גבולי	قابض حدّيّ	Предохранительная муфта	disengaging clutch/coupling
מצמד חיכוך	قابض احتكاك	Фрикционная муфта	friction clutch/coupling
מקדם בטיחות	مُعامِل الأمان	Коэффициент безопасности	coefficient of safety

המשך בעמוד 2

המונח	תרגום המונח		
	ערבית	רוסית	אנגלית
מקדם ביצוע	مُعامِل الأداء	Коэффициент проводимости	coefficient of performance
מקדם הולכה	مُعامِل الانتقال	Коэффициент теплопроводности	conduction coefficient
מקדם הסעה	مُعامِل الحمل	Коэффициент конвекции	convection coefficient
מקדם חיכוך	مُعامِل الاحتكاك	Коэффициент трения	friction coefficient
נצילות תרמית	الكفاءة الحراريّة	Тепловая эффективность	thermal efficiency
קבוע קפיץ	ثابت الزنبرك / ثابت الرفّاص	Жесткость пружины	spring constant
קוליסה	كَوَالِيس	Кулиса	coulisse
קריסה	انهيار	Потеря устойчивости	buckling
שטף חום	دفق / تدفّق حراريّ	Тепловой поток	heat flow
תיל	سلك	Провод	wire