

סוג הבחינה: גמר לבתי-ספר לטכנאים ולהנדסאים

מועד הבחינה: אביב תשפ"א, 2021

סמל השאלון: 710004

נספחים: א. תכונות חוזק של פלדות לבורגי

הידוק

ב. מידות תברגי הידוק מטריים

חיצוניים

ג. טבלאות מצמדים

ד. טבלת מסבים רדיאליים

כדוריים

ה. נוסחאות בתרמודינמיקה

ו. קטע קריאה לשאלה 9

ז. מילון מונחים

מכניקה הנדסית יישומית ה'

(להנדסאי מכונות)

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם תשע שאלות. עליך לענות על חמש שאלות לפי בחירתך מהשאלון כולו.
לכל שאלה – 20 נקודות, סך-הכול – 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר לשימוש: כל חומר עזר כתוב בכתב יד או מודפס, כלי סרטוט, מחשבון בעל תצוגה של אותיות וספרות בלבד.
- ד. הוראות מיוחדות:
 1. בטרם תתחיל לענות על השאלות, קרא בעיון את השאלון כולו וודא שההנחיות בדף השער מובנות לך היטב.
 2. ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
 3. בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתך חסר נתון, הוסף אותו על-פי שיקול דעתך ופתור בעזרתו את השאלה. ציין בתשובתך את הנתון שהוספת.
 4. בתשובה על שאלת חישוב, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
 5. לנוחותך, לשאלון זה מצורף מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.

בשאלון זה 13 עמודים ו-10 עמודי נספחים.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,
אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

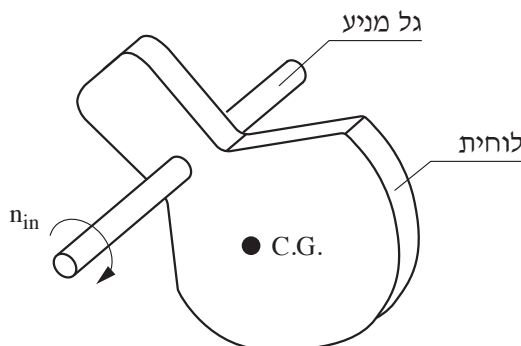
השאלות

בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם תשע שאלות.
עליך לענות על חמש שאלות, לפי בחירתך, מהשאלון כולו.
לכל שאלה - 20 נקודות, סך-הכול - 100 נקודות.

פרק ראשון: קינמטיקה ודינמיקה

שאלה 1

באיור לשאלה זו מתוארת לוחית מתכת. הלוחית היא חלק ממתקן הרעדה. ההרעדה נועדה לשחרר את האבקה במִקָּל שבו היא נמצאת.



איור לשאלה 1

- א. (5 נק') הפועל שמפעיל את מערכת ההרעדה, גילה שחלק מהאבקה נשאר דבוק למכל. כיצד יש להגדיל את עוצמת ההרעדה?
- ב. (5 נק') איזה כוח משתנה בעקבות הגדלת מהירות הסיבוב של הלוחית?
- ג. (5 נק') הוחלט להחליף את הלוחית המתוארת באיור. בלוחית החדשה המרחק בין מרכז הכובד (C.G.) של הלוחית ובין הגל המניע גדול יותר. המסה והנפח של הלוחית החדשה זהים למסה ולנפח של הלוחית הקודמת. עבור הלוחית החדשה, האם הסכנה לכשל בגל המניע **תגדל**/ **תקטן**/ **לא תשתנה**? נמק את תשובתך.
- ד. (5 נק') כיצד ניתן להקטין סכנת כשל בגל? בתשובתך התעלם מהייעוד של המתקן.

שאלה 2

באיור לשאלה זו מתואר קרון. הקרון מגיע ריק למקום ההעמסה כשהוא נע במהירות V_1 . תוך כדי התנועה ממלאים אותו בחצץ, ובעקבות זאת מהירותו משתנה ל- V_2 .



איור לשאלה 2

- א. (4 נק') האם המהירות V_2 גדולה מהמהירות V_1 או קטנה ממנה?
- ב. (4 נק') האם לגובה שממנו נופל החצץ יש השפעה על V_2 ?
- ג. (4 נק') קבע אם ההתנגשות של החצץ בקרון הייתה אלסטית או פלסטית. נמק את תשובתך.
- ד. (8 נק') נתונים:

- מסת הקרון: $m_{\text{קרון}} = 1,000 \text{ kg}$

- מסת החצץ: $m_{\text{חצץ}} = 300 \text{ kg}$

- מהירות הקרון כשהוא ריק: $v_1 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

חשב את V_2 .

פרק שני: חלקי מכונות

שאלה 3

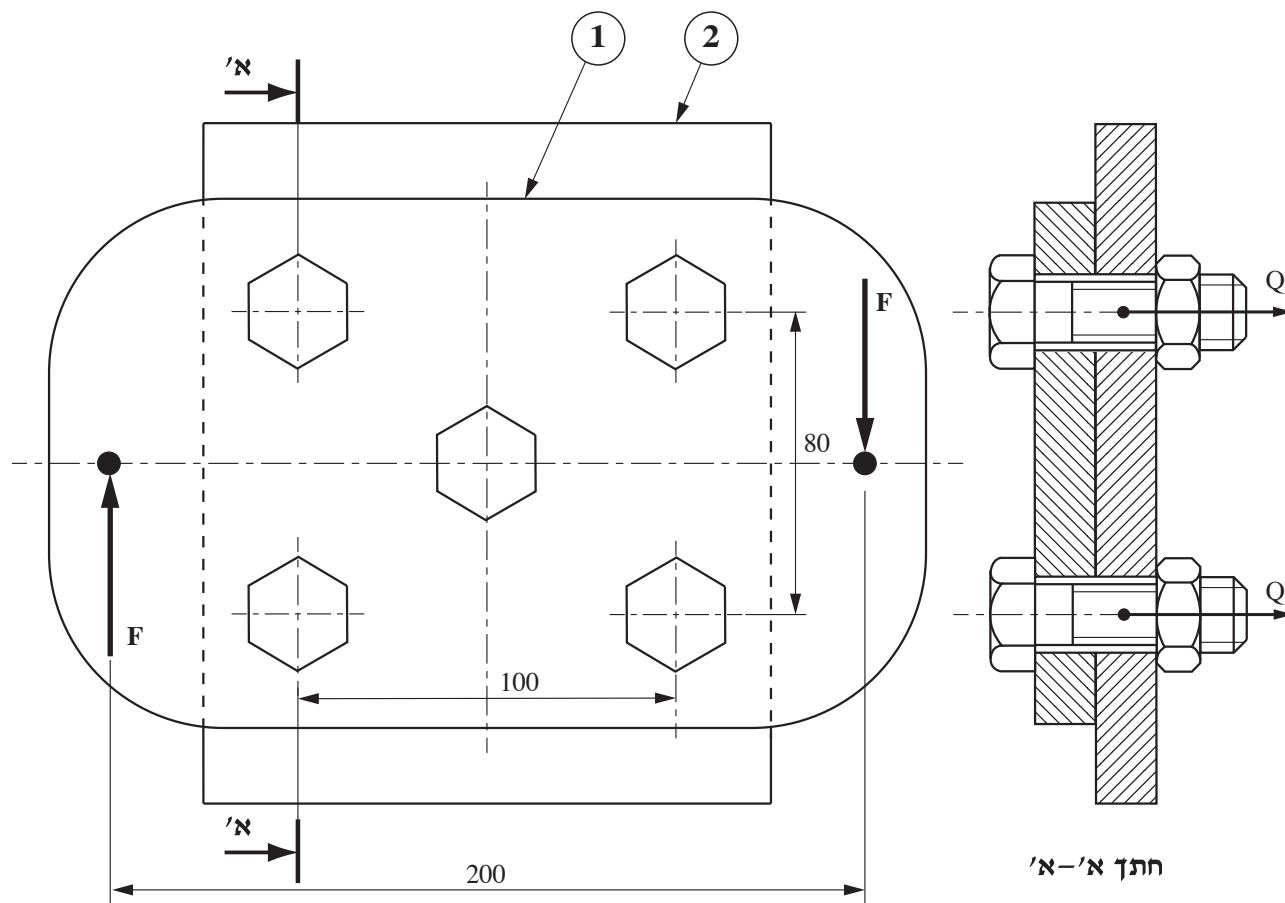
להלן כמה נתונים של בורג מסוג M10 בעל הברגה רגילה:

- דרגת החוזק של הבורג: 8.8

- מקדם הבטיחות הנדרש בעת הידוק הבורג: $S = 2.5$

(5 נק') א. חשב, לפי נוסחת החישוב המקורב $\left[\sigma_{\text{מותר}} \right] \leq \frac{Q \cdot 1.25}{A}$, את ערכו המרבי המותר של כוח ההידוק הצירי, Q , הדרוש להידוק של הבורג, בהתחשב בתכונות החוזק שלו. היעזר בנספחים א' ו-ב'.

באזור לשאלה זו מתוארים שני לוחות פלדה ① ו-②, המחוברים באמצעות חמישה בורגי הידוק מן הסוג שתואר בסעיף א'. על לוח ① פועלים שני כוחות בגודל F , השווים זה לזה. כל המידות באיור נתונות במילימטרים.



איור לשאלה 3

נתונים:

- מקדם החיכוך בין שני הלוחות: $\mu_0 = 0.30$

- מקדם האבטחה מפני החלקה: $f_k = 1.4$

כוח ההידוק בכל אחד מהברגים הוא $Q = 11,000 \text{ kN}$.

(6 נק') ב. חשב את גודלו המרבי של הכוח F שניתן להפעיל על לוח ① מבלי שייגרם כשל בברגים.

(3 נק') ג. שכחו להדק את הבורג המרכזי.

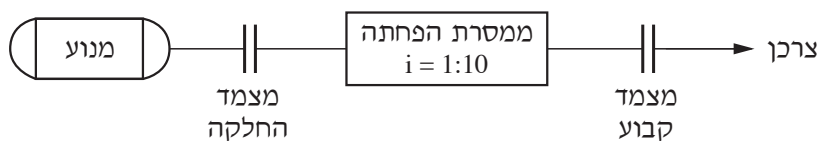
האם יהיה כשל של המבנה, אם ידוע שהופעל הכוח F המרבי? הסבר ללא חישוב.

(6 נק') ד. נתון: מקדם החיכוך בתבריג ובין האומים ללוחות הוא $\mu_1 = 0.12$.

חשב את המומנט הכולל הדרוש להידוק של כל אחת מהאומים.

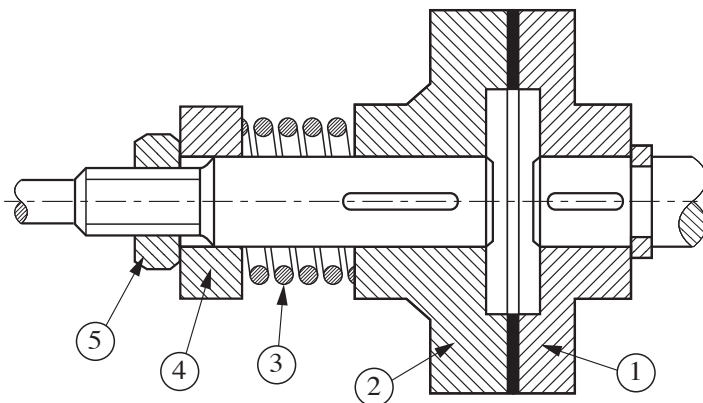
שאלה 4

באיור א' לשאלה זו מוצג תרשים סכמתי של מערכת להעברת מומנט מהמנוע לצרכן. המערכת כוללת שני מצמדים – מצמד החלקה ומצמד קבוע, וממסרת הפחתה.

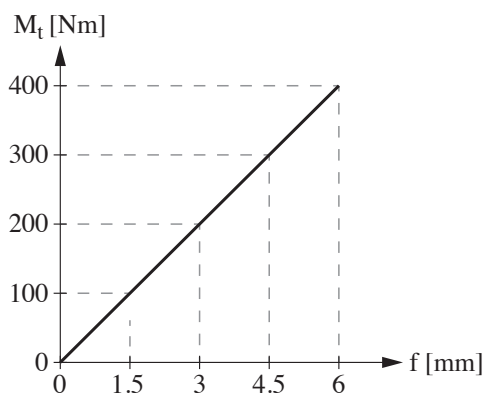


איור א' לשאלה 4

באיור ב' לשאלה זו מתוארים מצמד ההחלקה וגרף של המומנט המועבר לממסרת (Mt) כתלות בשקיעת הקפיץ (f). (f).



מספר החלק	שם החלק
1	דיסקה קבועה
2	דיסקה ניידת
3	קפיץ
4	תותב
5	אוס



איור ב' לשאלה 4

(6 נק') א. נתון שהקפיץ במצמד ההחלקה (רכיב 3) מכווץ ב-3 mm.

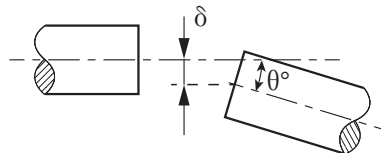
(3 נק') 1. מה המומנט שמצמד ההחלקה מעביר?

(3 נק') 2. כיצד יתנהג מצמד ההחלקה אם המומנט בכניסה לממסרת ההפחתה יהיה 350 Nm ?

(4 נק') ב. האום במצמד ההחלקה (רכיב 5) היא בעלת תברג $M20 \times 1.5$.

בכמה סיבובים יש לסובב את האום כדי שמצמד ההחלקה יעביר מומנט של 300 Nm ?

בין צירי הסיבוב של גל היציאה של ממסרת ההפחתה ושל גל הצרכן קיימות סטיות רדיאליות וזוויתיות קטנות, כמתואר באיור ג'.



איור ג' לשאלה 4

נתונים:

- יחס התמסורת של ממסרת ההפחתה: $i = 1:10$

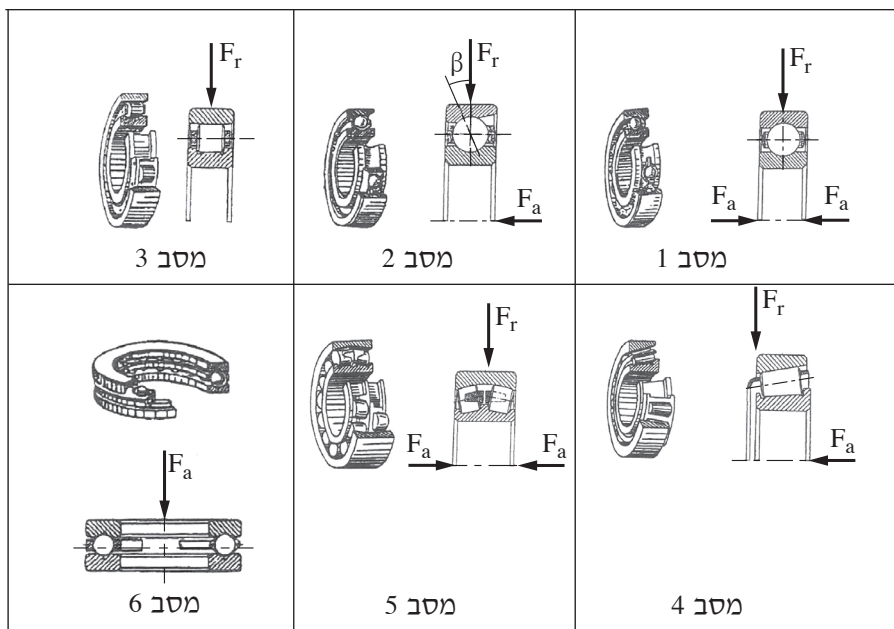
- המומנט בגל הכניסה לממסרת ההפחתה: $M_{in} = 300 \text{ Nm}$

- מקדם האבטחה מפני החלקה של המצמד הקבוע: $f_k = 1.4$

(10 נק') ג. היעזר בנספח ג', ובחר את המצמד הקבוע המתאים למערכת. נמק את בחירתך באמצעות חישוב.

שאלה 5

באיור לשאלה זו מתוארים שישה מסבי גלילה.



איור לשאלה 5

(5 נק') א. העתק את הטבלה למחברתך, והשלם אותה לפי הדוגמה:

מספר המסב	סוג המסב	צורת הגוף של הגלילה	האם עומד בכוח רדיאלי? (כן/לא)	האם עומד בכוח צירי? (כן/לא)
1	רדיאלי כדורי	כדור	כן	כן
2				
3				
4				
5				
6				

סעיפים ב', ג' ו-ד' מתייחסים למסב רדיאלי כדורי 6307:

(5 נק') ב. היעזר בנספח ד', וכתוב במחברתך את מידות הקוטר הפנימי, הקוטר החיצוני והרוחב של המסב.

נתונים עבור המסב:

– מהירות הסיבוב: $n = 1,000 \text{ RPM}$

– מקדם תנאי העבודה: $f_w = 1.5$

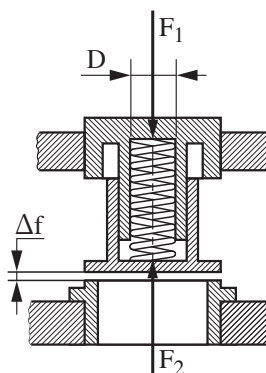
– מקדם הטמפרטורה: $f_t = 1$

(6 נק') ג. על המסב פועל כוח רדיאלי בלבד שגודלו: $F_R = 2,000 \text{ N}$. קבע באמצעות חישוב אם המסב יכול לעמוד בכמות של 15,000 שעות עבודה.

(4 נק') ד. על המסב פועלים שני כוחות: רדיאלי – $F_R = 2,000 \text{ N}$ וצירי – $F_A = 400 \text{ N}$. קבע באמצעות חישוב אם המסב יכול לעמוד בכמות של 15,000 שעות עבודה.

שאלה 6

באיור לשאלה זו מתואר שסתום מעבר של משאבה. השסתום מופעל על-ידי קפיץ גלילי בעל תיל עגול. כדי להבטיח את אטימות השסתום במצב סגור, השסתום נלחץ על תושבתו בכוח המוקדם של הקפיץ, שגודלו: $F_1 = 500 \text{ N}$. כאשר פועל על השסתום כוח שגודלו: $F_2 = 717 \text{ N}$, נפתח השסתום ב- $\Delta f = 13.5 \text{ mm}$. הקפיץ עשוי מפלדת כרום SAE 5150 בעלת מאמץ כניעה בגודל: $\sigma_y = 1,725 \text{ MPa}$ ומודול גזירה בגודל: $G = 80,000 \text{ MPa}$. מקדם הבטיחות הנדרש בעבודת הקפיץ הוא 1.5.



איור לשאלה 6

- א. (6 נק') חשב את קוטר התיל של הקפיץ, d . עגל את חישובך למספר שלם. זכור: $[\tau] = \frac{0.6 \cdot \sigma_y}{S}$.
- ב. (2 נק') נתון שיחס הקטרים בקפיץ הוא: $e = \frac{D}{d} = 8$. חשב את הקוטר הממוצע של הקפיץ, D .
- ג. (6 נק') חשב את מספר הכריכות הפעילות של הקפיץ.
- ד. (6 נק') סרטט במחברתך, על סמך חישוב, אופיין של הקפיץ המתאר את התכונות הקפיץ f [mm] כתלות בכוח הלחיצה שלו F [N].

פרק שלישי: תרמודינמיקה ומעבר חום

שאלה 7

תנור אפייה שמידותיו $1.5 \text{ m} \times 0.9 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}$ מתוכנן לשמור על טמפרטורה פנימית של $T_{\text{in}} = 250^\circ\text{C}$, כאשר טמפרטורת הסביבה היא $T_{\text{out}} = 25^\circ\text{C}$. הדפנות הפנימיות והחיצוניות של התנור עשויות מפלדה בעובי 0.003 m . בין הדפנות יש שכבת בידוד העשויה מצמר סלעים, שעובייה הוא 0.04 m .

$$h_{\text{in}} = 25 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \quad \text{— מקדם ההסעה בתוך התנור:}$$

$$k_{\text{פלדה}} = 45 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \quad \text{— מקדם ההולכה של פלדת התנור:}$$

$$k_{\text{צמר סלעים}} = 0.052 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \quad \text{— מקדם ההולכה של שכבת הבידוד:}$$

$$h_{\text{out}} = 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \quad \text{— מקדם ההסעה מחוץ לתנור:}$$

הערה: התייחס לשכבות הפלדה והבידוד כשוות בשטחן זו לזו.

(8 נק') א. חשב את שטף החום העובר מהתנור לסביבה.

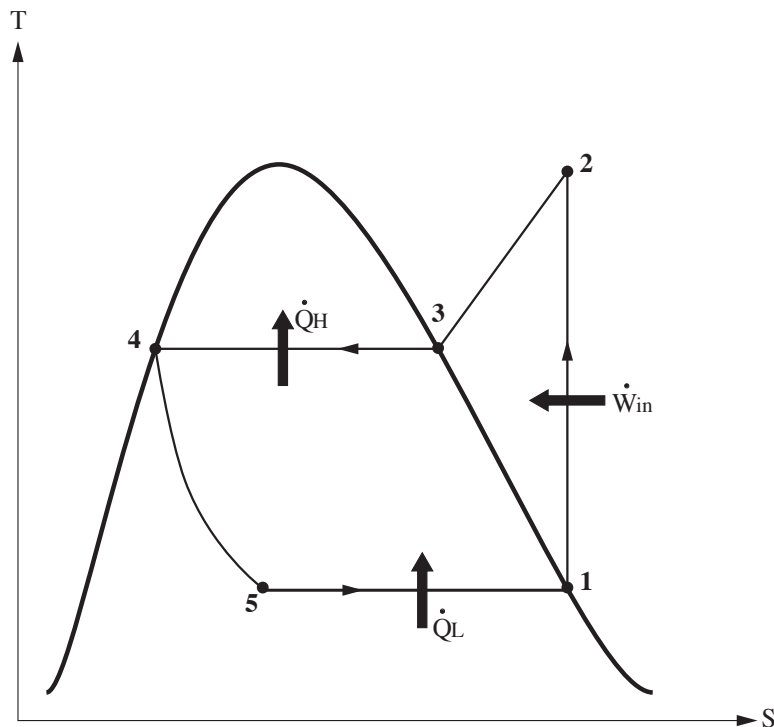
(8 נק') ב. חשב את הטמפרטורה על החלק החיצוני של הדופן החיצונית של התנור.

(4 נק') ג. טמפרטורת הסביבה ירדה פתאום.

כדי לשמור על טמפרטורה פנימית של 250°C בתנור, האם יש להגדיל/להקטין את ההספק של גוף החימום? הסבר את תשובתך.

שאלה 8

באיור לשאלה זו מתואר גרף במישור T-S של מחזור קירור אידיאלי מסוג דחיסת אדים במקרה.



איור לשאלה 8

5 נק') א. הסבר את חמשת תהליכי המחזור.

להלן כמה נתונים על מחזור זה:

- הספק החום המסולק מן המעבה של המקרה: $\dot{Q}_H = 2.8 \text{ kW}$
- הטמפרטורה בחלל המקרה: $T_{in} = -20^\circ\text{C}$
- טמפרטורת האוויר מחוץ למקרה: $T_{out} = 35^\circ\text{C}$

5 נק') ב. חשב את מקדם הביצוע (C.O.P.) של המקרה.

5 נק') ג. חשב את הספק החום הנקלט במאייד של המקרה.

5 נק') ד. חשב את ההספק הנצרך עלידי המדחס.

פרק רביעי: אנגלית טכנית

שאלה 9

קרא את הקטע הנתון בנספח ו' לשאלון זה, וענה במחברתך על כל הסעיפים. לכל סעיף – 2.5 נקודות.

מותר לענות על הסעיפים בעברית.

Questions:

- a. **(Paragraph A)** Name two ways of planned maintenance that will reduce downtime.
- b. Name **one** similarity and **one** difference between scheduled and unscheduled types of maintenance.
- c. Name **one** similarity and **one** difference between time trigger and usage trigger.
- d. A bearing was replaced after 10,000 hours of work according to manufacturer's instructions.
According to which trigger was the maintenance crew alerted?
- e. The bearing was replaced after 10,000 hours of work according to maker's instructions. A few days later, ahears a strange noise from the bearing and reports it to the maintenance staff.
Which trigger did the worker use when alerting the maintenance staff?
- f. **(Paragraph B)** What is the rule for scheduling a maintenance routine?
- g. How does planned maintenance affect allocation of resources to the job?
- h. **(Paragraph C)** Name **three** points that can help the maintenance staff's efficiency.

בהצלחה!

נספח א' לשאלה 3: תכונות חוזק של פלדות לבורגי הידוק

לשאלון 710004, אביב תשפ"א

דרגת החוזק של הבורג	תחום השימוש	גבול אלסטיות σ_E (MPa)	חוזק גבולי למתיחה σ_B (MPa)	גבול כניעה σ_y (MPa)	חומר הבורג	סימן הראש	דרגת חוזק, אום	חוזק גבולי מזערי-אום (MPa)
4.6	M5-M36	225	400	240	פלדה דלת-פחמן או פלדה בינונית	4.6	4	400
4.8	M1.6-M16	310	420	340	פלדה דלת-פחמן או פלדה בינונית	4.8	4	400
5.8	M5-M24	380	530	420	פלדה דלת-פחמן או פלדה בינונית	5.8	5	500
8.8	M1.6-M36	600	830	660	פלדת פחמן בינונית	8.8	8	800
9.8	M1.6-M16	650	900	720	פלדת פחמן בינונית	9.8	9	900
10.9	M5-M36	830	1040	940	פלדת פחמן בינונית	10.9	10	1000
12.9	M1.6-M36	970	1220	1100	פלדת מסג *	12.9	12	1200

* לאחר טיפול תרמי (חיסום והרפיה)

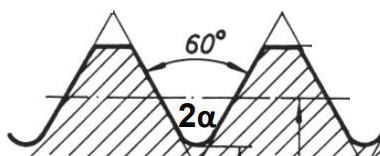
נספח ב' לשאלה 3: מידות תבריגי הידוק מטריים חיצוניים

לפי תקן ISO לתבריג מטרי (ת"י 665)

לשאלון 710004, אביב תשפ"א

תבריגים רגילים					תבריגים עדינים			
קוטר חיצוני	פסיעה	שטח חתך המתיחה	קוטר פנימי	קוטר אפקטיבי	פסיעה	שטח חתך המתיחה	קוטר פנימי	קוטר אפקטיבי
d (mm)	p (mm)	A (mm ²)	d ₁ (mm)	d ₂ (mm)	p (mm)	A (mm ²)	d ₁ (mm)	d ₂ (mm)
2	0.4	1.79	1.509	1.740				
2.5	0.45	2.98	1.948	2.200				
3	0.5	4.47	2.387	2.675				
3.5	0.6	6	2.764	3.1 10				
4	0.7	7.75	3.141	3.545				
5	0.8	12.70	4.079	4.420				
6	1	17.9	4.773	5.350				
8	1.25	32.8	6.466	7.188	1	36.0	6.773	7.350
10	1.5	52.3	8.16	9.062	1.25	56.3	8.466	9.188
12	1.75	76.3	9.853	10.863	1.25	86.0	10.466	10.647
14	2	104	11.546	12.701	1.5	116	12.160	13.026
16	2	144	13.546	14.701	1.5	157	14.160	15.026
20	2.5	225	16.933	18.376	1.5	259	18.760	19.026
24	3	324	20.319	22.051	2	365	21.546	22.701
30	3.5	519	25.706	27.727	2	596	27.546	28.701
36	4	759	31.092	33.402	2	884	33.546	34.701
42	4	1,050	36.779	39.077	2	1,230	39.546	40.701
48	5	1,380	41.866	44.752	2	1,630	45.456	46.701
56	5.5	1,910	49.252	52.428	2	2,250	53.516	54.701
64	6	2,520	56.639	60.639	2	2,980	61.546	62.701

חתך התבריג



נספח ג' לשאלה 4: טבלאות מצמדים

לשאלון 710004, אביב תשפ"א

טבלה א': נתונים טכניים של מצמדי אוגנים

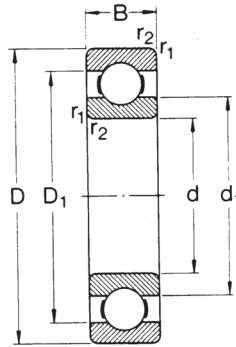
מומנט M_e [Nm]	הקוטר המרבי של הגל d_{max} [mm]	מצמד (Size)
550	16	F-1
1000	20	F-1 $\frac{1}{2}$
2750	25	F-2
4000	40	F-2 $\frac{1}{2}$
6400	45	F-3
10000	60	F-3 $\frac{1}{2}$
14200	75	F-4
22800	90	F-4 $\frac{1}{2}$
38800	100	F-5

טבלה ב': נתונים טכניים של מצמדי שיניים

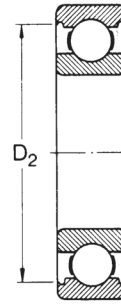
מומנט מרבי M_e [Nm]	מצמד (Size)	סטייה מותרת		
		זוויתית θ° [mm]	רדיאלית δ [mm]	צירית λ [mm]
180	GA 70	$\pm 1^\circ$	± 3	± 1
290	GA 85	$\pm 1^\circ$	± 3	± 1
720	GA 100	$\pm 1^\circ$	± 3	± 1
1790	GA 120	$\pm 1^\circ$	± 4	± 1
2870	GA 140	$\pm 1^\circ$	± 4	± 1
5100	GA 175	$\pm 1^\circ$	± 4	± 1
8600	GA 195	$\pm 1^\circ$	± 5	± 1
18500	GA 250	$\pm 1^\circ$	± 5	± 1
36000	GA 300	$\pm 1^\circ$	± 5	± 1
55000	GA 350	$\pm 1^\circ$	± 5	± 1

נספח ד' לשאלה 5: טבלת מסבים רדיאליים כדוריים

לשאלון 710004, קיץ תשפ"א



With full outer ring shoulders



With recessed outer ring shoulders

Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit P_u	Speed ratings		Mass	Designation
d	D	B	dynamic C	static C_0		Lubrication grease	oil		
mm			N		N	r/min		kg	
35	47	7	4 750	3 200	166	13 000	16 000	0,030	61807
	55	10	9 560	6 200	290	11 000	14 000	0,080	61907
	62	9	12 400	8 150	375	10 000	13 000	0,11	16007
	62	14	15 900	10 200	440	10 000	13 000	0,16	6007
	72	17	25 500	15 300	655	9 000	11 000	0,29	6207
	80	21	33 200	19 000	815	8 500	10 000	0,46	6307
	100	25	55 300	31 000	1 290	7 000	8 500	0,95	6407
40	52	7	4 940	3 450	186	11 000	14 000	0,034	61808
	62	12	13 800	9 300	425	10 000	13 000	0,12	61908
	68	9	13 300	9 150	440	9 500	12 000	0,13	16008
	68	15	16 800	11 600	490	9 500	12 000	0,19	6008
	80	18	30 700	19 000	800	8 500	10 000	0,37	6208
	90	23	41 000	24 000	1 020	7 500	9 000	0,63	6308
	110	27	63 700	36 500	1 530	6 700	8 000	1,25	6408
45	58	7	6 050	4 300	228	9 500	12 000	0,040	61809
	68	12	14 000	9 800	465	9 000	11 000	0,14	61909
	75	10	15 600	10 800	520	9 000	11 000	0,17	16009
	75	16	20 800	14 600	640	9 000	11 000	0,25	6009
	85	19	33 200	21 600	915	7 500	9 000	0,41	6209
	100	25	52 700	31 500	1 340	6 700	8 000	0,83	6309
	120	29	76 100	45 000	1 900	6 000	7 000	1,55	6409

$\frac{F_A}{C_0}$	e	$\frac{F_A}{F_R} \leq e$		$\frac{F_A}{F_R} > e$	
		X	Y	X	Y
0.025	0.22	1	0	0.56	2
0.04	0.24	1	0	0.56	1.8
0.07	0.27	1	0	0.56	1.6
0.13	0.31	1	0	0.56	1.4
0.25	0.37	1	0	0.56	1.2
0.5	0.44	1	0	0.56	1

נספח ה': נוסחאות בתרמודינמיקה (2 עמודים)

לשאלון 710004, אביב תשפ"א

תהליכים הפיכים בגז משוכלל, $PV = nRT$

תהליך	אפיון	עבודה, W	חום, q	שינוי באנרגייה פנימית, Δu
איזוברי	$P = \text{const.}$	$P \Delta V = R \Delta T$	$c_p \Delta T$	$c_v \Delta T$
איזותרמי	$T = \text{const.}$	$RT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = RT \ln \left(\frac{P_1}{P_2} \right)$	0	0
אדיאבטי	$q = 0$	$\frac{(P_1 V_1 - P_2 V_2)}{(\gamma - 1)}$	0	$c_v \Delta T = -W$
איזוכורי	$V = \text{const.}$	0	$c_v \Delta T$	$c_v \Delta T$

$$\gamma = k = \frac{c_p}{c_v}$$

תהליך אדיאבטי הפיך (איזנטרופי):

$$P V^\gamma = \text{const.} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^\gamma$$

$$P T^{-\frac{\gamma}{\gamma-1}} = \text{const.} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$$

$$T V^{\gamma-1} = \text{const.} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1}$$

מחזור אוטו ומחזור דיזל:

$$\eta_{\text{Otto}} = 1 - \frac{1}{r_v^{\gamma-1}} \quad \text{נצילות מחזור אוטו:}$$

נצילות מחזור דיזל:

$$\eta_{\text{Diesel}} = 1 - \frac{(r_c^\gamma - 1)}{\gamma r_v^{\gamma-1} (r_c - 1)} \quad \text{לחץ אפקטיבי ממוצע:}$$

$$P_{\text{av}} = \frac{W_{\text{net}}}{V_1 - V_2}$$

מערכת קירור ומכונת חום אידיאליות:

$$C.O.P._R = \frac{Q_{\text{in}}}{Q_{\text{out}} - Q_{\text{in}}} = \frac{\dot{Q}_{\text{in}}}{\dot{Q}_{\text{out}} - \dot{Q}_{\text{in}}} = \frac{T_{\text{in}}}{T_{\text{out}} - T_{\text{in}}}$$

$$C.O.P._H = \frac{Q_{\text{out}}}{Q_{\text{out}} - Q_{\text{in}}} = \frac{\dot{Q}_{\text{out}}}{\dot{Q}_{\text{out}} - \dot{Q}_{\text{in}}} = \frac{T_{\text{out}}}{T_{\text{out}} - T_{\text{in}}}$$

$$\dot{W}_{\text{net}} = \dot{Q}_{\text{out}} - \dot{Q}_{\text{in}}$$

$$C.O.P._H = C.O.P._R + 1$$

מקרא:

C.O.P._R - מקדם הביצוע של מחזור קירור

C.O.P._H - מקדם הביצוע של מחזור חימום

$(\dot{Q}_L) \dot{Q}_{\text{in}}$ - הספק החום הנכנס למערכת

$(\dot{Q}_H) \dot{Q}_{\text{out}}$ - הספק החום הנפלט מהמערכת

$\dot{W}_{\text{net}}$ - ההספק נטו המושקע במערכת במהלך המחזור

מעבר חום:

הולכה

התנגדות תרמית:

$$R = \frac{1}{A} \frac{b}{k}$$

b – עובי ב־m

A – שטח ב־m²

k – מוליכות תרמית ב־ $\frac{W}{m \cdot ^\circ K}$

הספק החום העובר דרך שכבה אחת:

$$\dot{Q} = \frac{\Delta T}{R}$$

הסעה

התנגדות תרמית:

$$R_c = \frac{1}{A \cdot h}$$

h – מקדם הסעה ב־ $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K}$

הספק החום העובר בתווך:

$$\dot{Q} = hA(T_1 - T_2)$$

Introduction to Maintenance

Paragraph A

What is Planned Maintenance?

Planned maintenance refers to any maintenance activity that is planned, documented, and scheduled. The aim of planned maintenance is to reduce the actual amount of time the machine is not working due to a malfunction. In order to achieve this reduction in the time, it is important to have all the necessary resources available, such as labor and parts as well as the strategy for using them. It is a known fact that downtime such as described above, is the cause of 5% in the decrease of productivity.

There are two main types of planned maintenance:

- The first is planned preventive maintenance, which is a scheduled maintenance aimed at repairing parts before they fail, keeping them in good working order. An example would be conducting maintenance on a forklift after every 150 hours of operation.
- The second is a planned but unscheduled maintenance, which is based on having a strategy in place to repair or replace a part as quickly as possible when it fails. An example would be making sure there is a sufficient number of easily accessible power drills on hand so that replacing a broken one will be quick and easy for the technician.

Paragraph B

Scheduled Maintenance

Scheduled maintenance activities are tasks that are set up ahead of time. This is important so that the parts of the machines stay in good functioning mode for as long as possible without causing any planned downtime. Scheduled maintenance is determined by maintenance triggers such as time, usage, event, and condition.

- Time is one of the most frequently used maintenance triggers. A part is scheduled for maintenance by a predetermined schedule, such as on the first of every month or every 14 days. When that time arrives, a maintenance work order is filled, a technician is alerted and the maintenance task is completed. Time triggers come in many different shapes and sizes, from an hourly indicator to a seasonal one. They are best used for simple tasks, such as oil changes, and for parts that have an established best-before date, such as air conditioning filters that need to be changed every spring.
- Usage-based maintenance triggers occur when a part requires maintenance after operating at a certain output. A belt may need to be inspected after 100 hours of production, tires could be checked after 10,000 km and so on.
- Event trigger is a scenario of operations for when a malfunction occurs, For example, if the basement of a facility floods, the electrical systems must be checked.

- Condition trigger is when a certain element of a part is not working the way it is supposed to. This could mean that something bad is about to happen. For example, an engine may be overheating or a bearing on a conveyor belt may be vibrating too much, which could lead to the entire piece of equipment breaking down. When these conditions are discovered, maintenance tasks are triggered, so the engine can be cooled down or the bearing can be tightened before the engine breaks down.

SCHEDULED MAINTENANCE SHOULD BE CARRIED OUT FOLLOWING THE MACHINERY MAKER
RECOMMENDED RUNNING HOURS.

Paragraph C

Advantages of Scheduled Maintenance:

- Know what to expect - Planning maintenance in advance allows you to properly locate resources to the job, so that you have the time, personnel, and tools you need, when you need them.
- Manage your calendar - Some scheduled maintenances can be planned years in advance, like changing the tires on an industrial transport vehicle every winter. Other tasks require shorter lead times, such as swapping out air compressors after 100 hours of use. Planning maintenance in advance allows you to look ahead at your calendar and see what is coming up. This way you are rarely caught reacting to unpredictable breakdowns.
- Get the work done faster – Planned maintenance allows the maintenance team to focus on efficiency. Technicians can gather all the parts they need, review all best practices and procedures, and shut down the entire machine safely before starting to work. Because all this work has been done beforehand, the actual maintenance can be completed in a quicker, easier, safer, and more effective way than if certain parts break down unexpectedly.

המונח	תרגום המונח		
	ערבית	רוסית	אנגלית
אום	عزقة / صمولة	Гайка	Nut
בוכנה	كَباس	Поршень	Piston
גל יציאה	محور خروج	Выходной вал	Output shaft
גל כניסה	محور دخول	Входной вал	Input shaft
גלגל שיניים	دولاب مستن	Зубчатое колесо	Gear
גלגלת	بكرة	Шкив	Pulley
דיאגרמת גוף חופשי (דג"ח)	مخطط جسم حر	Диаграмма Максвелла-Кремоны	Free body diagram
דפינה	مَسك القطعة	Зажим/крепеж	Mounting
הספק	قدرة	Мощность	Power
חוזק	مثانة	Сопротивление	Strength
יחס תמסורת	نسبة النقل	Передаточное число	Transmission rate
יניקה	امتصاص	Всасывание	Suction
כוח מתיחה	قوة الشد	Сила растяжения	Tension Force
כוח תגובה	قوة رد الفعل	Реакция	Reaction Force
כרסום	تفريز	Фрезерование	Milling
לחץ	ضغط	Пресс	Pressure
מאמץ גזירה	جهد القص	Напряжение сдвига	Shear stress
מאמץ מותר	جهد مسموح	Разрешенное напряжение	Allowable stress
מאמץ מעיכה	جهد المعس	Напряжение давления	Compressional stress
מאמץ מתיחה	جهد الشد	Напряжение растягивания	Tensional stress
מהירות סיבוב	وتيرة الدوران	Скорость вращения	Rotation rate
ממסרת רצועה	ناقل حزام	Ременная передача	Belt transmission
מסמרה	مسمار / تبشيمية	Заклепка	Rivet

המונח	תרגום המונח		
	ערבית	רוסית	אנגלית
מרווח	فراغ	Промежуток	Gap
משאבה	مضخة	Носос	Pump
מתקן הרמה	آلية رفع	Подъемное устройство	Lifting device
נצילות	كفاءة	Коэффициент полезного действия	Efficiency
סרטוט איזומטרי	رَسْمٌ مَجَسَّمٌ (ثلاثي الأبعاد)	Изометрическая проекция	Isometric view
עוֹבֵד	قطعة للتشكيل	Заготовка	Work piece
פין	قضيب	Шарнир	Joint
פלדה	فولاذ	Сталь	Steel
פלסטיות	لدونة	Пластичность	Plasticity
פריך	هش	Хрупкий	Brittle
ריתוך	لحام	Сварка	Welding
שיווי משקל	توازن	Равновесие	Static equilibrium
תנועה סיבובית	حركة دائرية	Круговое движение	Circular motion
תנועה קווית	حركة خطية	Линейное движение	Linear motion