

מכניקה הנדסית יישומית ה'

(להנדסאי מכונות)

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם שמונה שאלות.

עליכם לענות על ארבע שאלות, מן השאלון כולו, לפי בחירתכם.

לכל שאלה – 25 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש:

כל חומר עזר כתוב בכתב-יד או מודפס על נייר, מילונית המאושרת על ידי אגף הבחינות, כלי סרטוט ומחשבון מדעי 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. כתבו 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 ו' 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 כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).

כתבו "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. כתיבת טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 9 עמודים ו-10 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

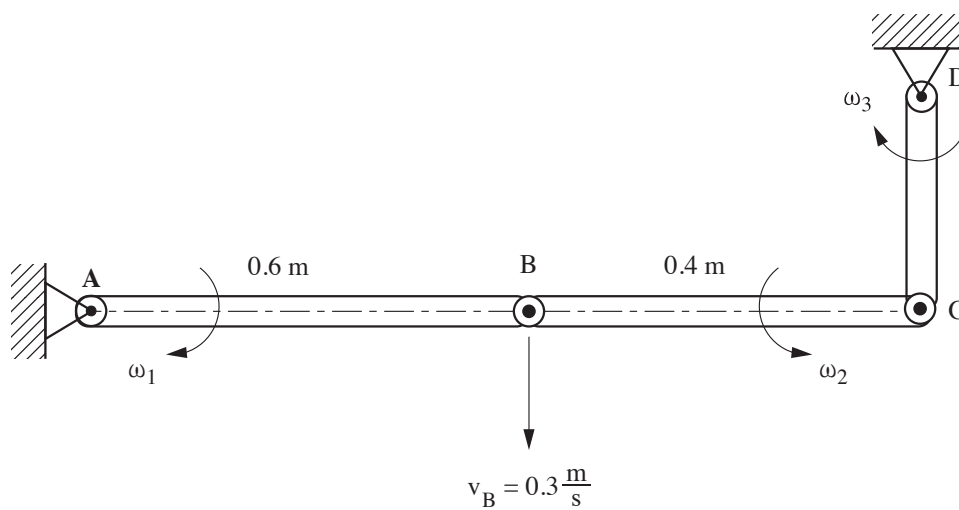
השאלות

בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם שמונה שאלות.
עליכם לענות על ארבע שאלות, לפי בחירתכם, מן השאלון כולו.
לכל שאלה – 25 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.

פרק ראשון: קינמטיקה ודינמיקה

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מתואר מנגנון המורכב משלוש זרועות (AB, BC, CD) המחוברות ביניהן באמצעות פרקים. ברגע הנתון הנקודות A, B, C נמצאות על קו ישר אופקי, והזרוע CD אנכית. מהירות הנקודה B היא $v_B = 0.3 \frac{m}{s}$, וכיוונה אנכי כלפי מטה. שאר הנתונים מצוינים באיור.



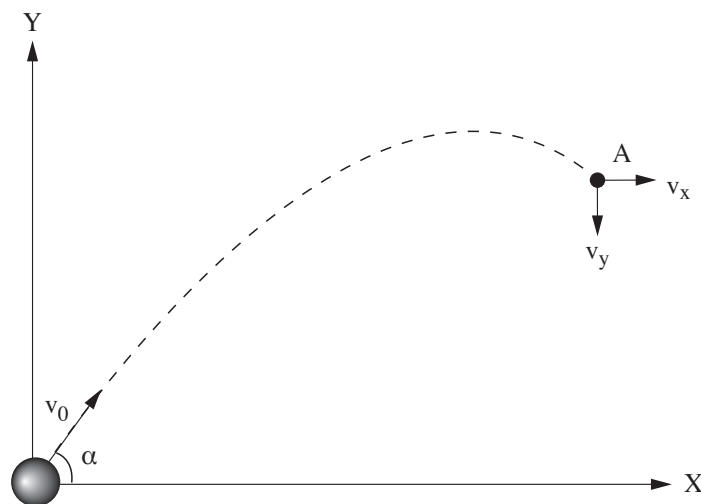
איור לשאלה 1

12 נק' א. סרטטו במחברתכם את המנגנון, ומצאו את מרכז הסיבוב הרגעי של הזרוע BC.

13 נק' ב. חשבו את המהירויות הזוויתיות ω_1 , ω_2 , ω_3 .

שאלה 2

כדור נזרק לאוויר במהירות ההתחלתית $v_0 = 10 \frac{m}{s}$ בזווית של $\alpha = 53.13^\circ$ מעל האופק, כפי שמתואר באיור לשאלה 2. כעבור זמן מסוים מגיע הכדור לנקודה A, וממשיך את תנועתו כלפי מטה. הרכיב **האנכי** של מהירות הכדור בנקודה זו שווה ל- $2 \frac{m}{s}$.



איור לשאלה 2

(13 נק') א. מצאו את זמן ההגעה לנקודה A.

(12 נק') ב. מצאו את מיקומה של הנקודה A.

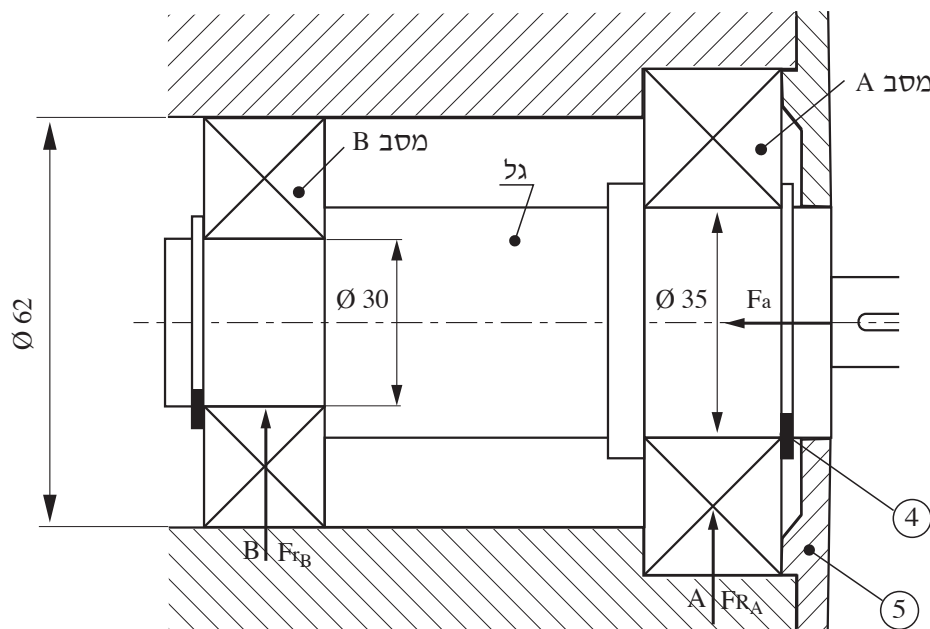
פרק שני: חלקי מכונות

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מתואר גל הנסמך על ידי שני סמכים A ו-B. על כל סמך מרכיבים מסב גלילה.

נתונים:

- מהירות הסיבוב של הגל: $n = 1,000 \text{ rpm}$
- הכוח הרדיאלי בסמך B: $F_{rB} = 3,300 \text{ N}$
- אורך החיים הנדרש למסבים: $L_h = 10,000 \text{ hours}$
- מקדם תנאי העבודה של המסב: $f_w = 1$



איור לשאלה 3

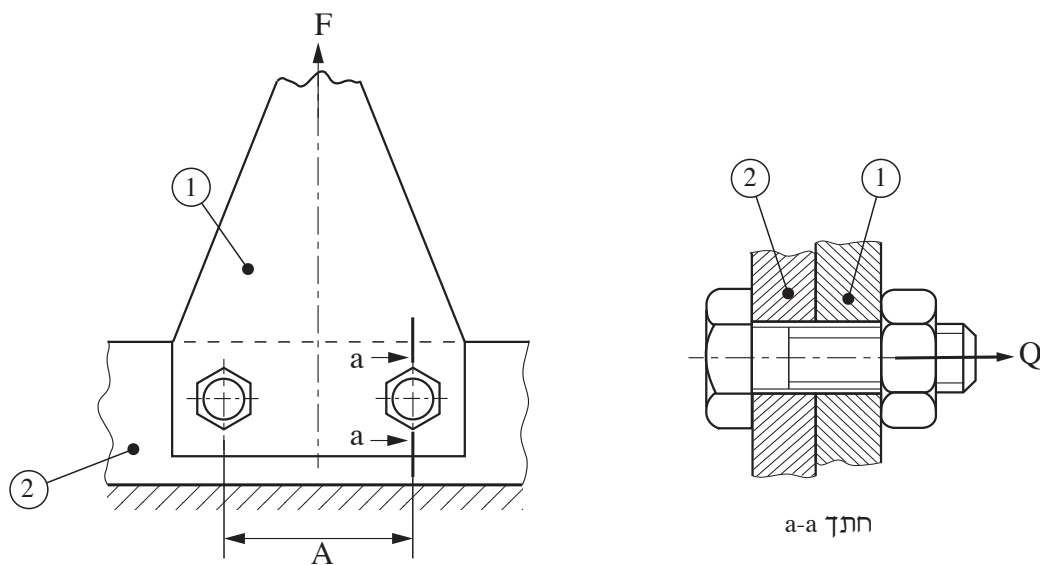
- א. (10 נק') הוחלט להרכיב את המסב 6307 עבור סמך A. העתיקו מנספח א' את מידות המסב (D, d, B) ואת הכושר הדינמי שלו (C).
- ב. (10 נק') האם אפשר להחליף את המסב 6307 במסב גלילי? נמקו.
- ג. (5 נק') הוחלט לבחון את התאמתו של המסב 6306 עבור סמך B. בדקו האם סמך זה יכול להתאים מבחינת כושרו הדינמי ומבחינת המידות שלו, ונמקו את התשובה.

שאלה 4

באיור לשאלה 4 מתואר מחבר שבו החלקים 1 ו-2 מהודקים באמצעות שני בורגי הידוק תקניים M14 בעלי דרגת חוזק 10.9. בעת סגירת האומים, נוצר בכל אחד מהברגים כוח הידוק צירי Q . על המחבר פועל כוח F .

נתונים:

- כוח ההידוק הצירי בבורג: $Q = 20 \text{ kN}$
- מקדם הבטיחות הנדרש בעת הידוק הבורג: $[S] = 3$
- מקדם החיכוך בין התבריגים והאום לבין החלק המהודק: $\mu = 0.1$
- מקדם החיכוך בין החלקים המהודקים 1 ו-2: $\mu_o = 0.2$
- מקדם הבטיחות מפני החלקה: $f_k = 1.2$



איור לשאלה 4

- א. (8 נק') חשבו את המאמץ הכולל הנוצר בבורג בעת סגירת האום.
- ב. (9 נק') הניחו שהמאמץ השקול בבורג הוא 250 MPa . ללא קשר לתוצאת החישוב שקיבלתם בסעיף א', האם הברגים עשויים להיכשל בעת סגירתם?
- ג. (8 נק') מה צריך לעשות כדי להגדיל את הערך של F ? העתיקו למחברת את התשובה הנכונה (או התשובות הנכונות). שימו לב, יכולה להיות יותר מתשובה נכונה אחת.
1. להוסיף עוד בורג.
 2. להוסיף שמן בין חלקי המחבר.
 3. להחליף לבורג בעל קוטר גדול יותר.
 4. להגדיל את המידה A .
 5. להחליף לבורג בדרגת חוזק גדולה יותר.

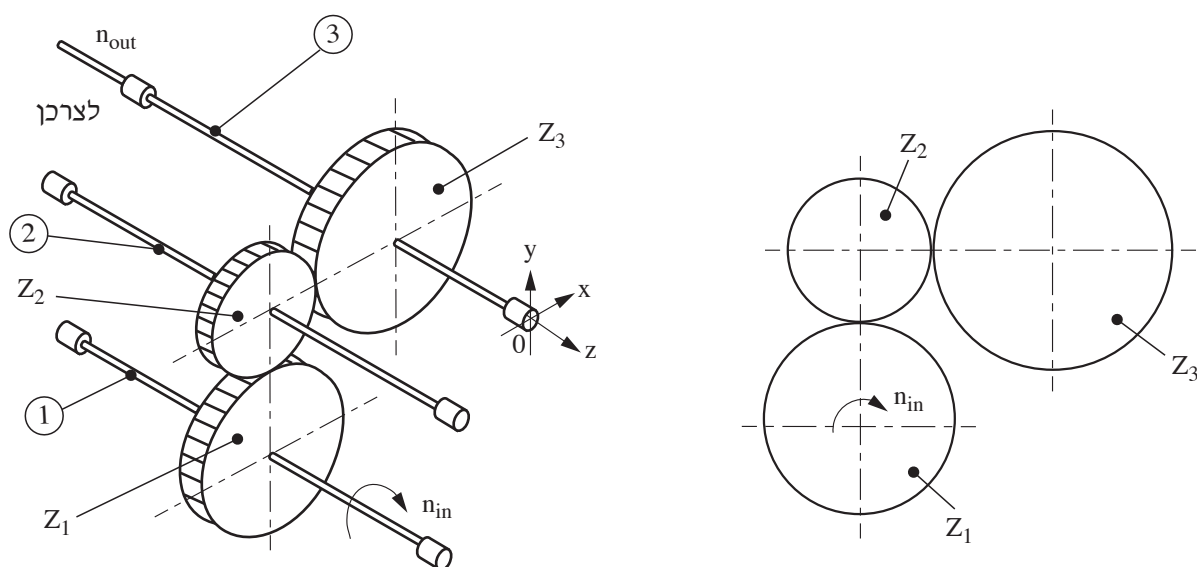
שאלה 5

באיור לשאלה 5 מתוארת ממסרת בעלת שלושה גלגלי שיניים ישרות: Z_1 ; Z_2 ; Z_3 . הגלגלים מורכבים על הגלים 1, 2, 3, בהתאמה.

נתונים:

- ההספק בכניסה לממסרת: $H_{in} = 6 \text{ kW}$
- מהירות הסיבוב בכניסה לממסרת: $n_{in} = 1,000 \text{ rpm}$
- קוטר החלוקה של גלגל Z_1 : $D_1 = 125 \text{ mm}$
- זווית השילוב: $\alpha = 20^\circ$

מספרי השיניים של כל אחד מהגלגלים נתונים בטבלה המופיעה בסעיף א'.



איור לשאלה 5

15 נק') א. העתיקו את הטבלה שלפניכם למחברת. חשבו את הנתונים החסרים בטבלה, ומלאו אותם בתאים הריקים.

גלגל Z_3	גלגל Z_2	גלגל Z_1	
60	17	25	מספר השיניים
			מודול השיניים [mm]
		125	קוטר החלוקה D [mm]
		1,000	מהירות הסיבוב rpm

5 נק') ב. מה התפקיד של הגלגל Z_2 ?

5 נק') ג. האם אפשר לשלב בין גלגל שיניים בעל מודול 4 mm לבין גלגל שיניים בעל מודול 6 mm? נמקו את התשובה.

פרק שלישי: תרמודינמיקה ומעבר חום

שאלה 6

נתון מֶחֶם בצורת גליל. הקוטר הפנימי של המֶחֶם $d_1 = 30 \text{ cm}$, הקוטר החיצוני $d_2 = 34 \text{ cm}$, וגובהו $L = 40 \text{ cm}$. כל מעטפת המֶחֶם עשויה מחומר בידוד שמקדם ההולכה שלו $k_{\text{בידוד}} = 0.06 \frac{\text{J}}{\text{m} \cdot \text{C}}$. עובי הדופן המתכתית ניתן להזנחה. תחתית המֶחֶם והמכסה שלו מבודדים לחלוטין. מחממים את המים במֶחֶם לטמפרטורה של 80°C . טמפרטורת האוויר בסביבה: $T_{\text{out}} = 25^\circ\text{C}$.

נתונים:

- מקדם ההסעה הפנימי (בין המים לדופן הפנימית של המֶחֶם): $h_1 = 1,500 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$
- מקדם ההסעה החיצוני (בין האוויר לדופן המֶחֶם): $h_2 = 15 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

(16 נק') א. חשבו את ההתנגדות התרמית של ההסעה הפנימית של דופן מֶכֶל הבידוד, ואת ההתנגדות התרמית של ההסעה החיצונית.

הערה: ההתנגדות התרמית של ההסעה מחושבת לפי הנוסחה: $R_{\text{th}} = \frac{1}{\pi d L \cdot h}$

ההתנגדות התרמית של הבידוד מחושבת לפי הנוסחה: $R_{\text{th בידוד}} = \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi k L}$

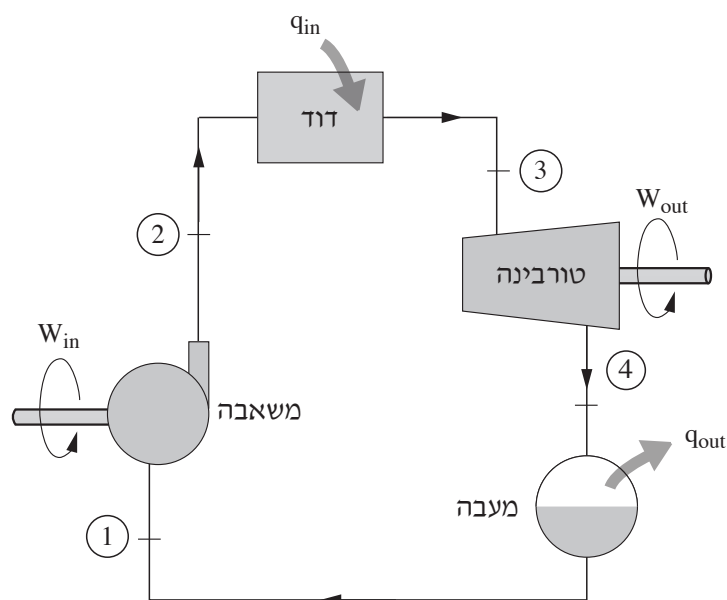
(9 נק') ב. חשבו את שטף החום היוצא מהמֶחֶם לסביבה.

שאלה 7

במחזור רנקין סטנדרטי, כפי שמתואר באיור לשאלה 7, הקיטור נכנס לטורבינה בלחץ $P_3 = 10 \text{ MPa}$ ובטמפרטורה $T_3 = 360^\circ\text{C}$. לחץ הקיטור בכניסה למעבה הוא $P_4 = 8 \text{ kPa}$.

- הקיטור יוצא מהמעבה במצב נוזל רווי: $X_1 = 1$

- אנטלפית הקיטור בכניסה לדוד: $h_2 = 201.9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$



איור לשאלה 7

א. (6 נק') סרטטו במחברתכם בצורה איכותית את המחזור על מערכת צירים T-S, וציינו על גבי הסרטוט את הנקודות (1) עד (4) של המחזור.

ב. (10 נק') חשבו את איכות הקיטור ביציאה מהטורבינה X_4 .

ג. (9 נק') חשבו את העבודה הסגולית של הטורבינה, W_T .

פרק רביעי: אנגלית טכנית

שאלה 8

קראו את הקטע בנספח ה' לשאלון זה, וענו במחברת על **כל** הסעיפים (לכל סעיף – 2.5 נק').
מותר לענות בעברית על כל הסעיפים.

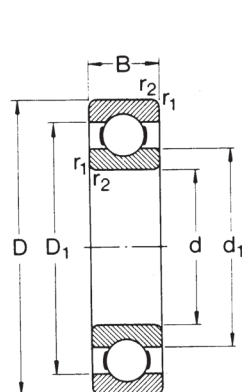
Questions

- a. (Paragraph A) Which restriction exists in color glass recycling?
- b. (Paragraph B) Which color is due to a natural source?
- c. (Paragraph B) Name **TWO** colors which can protect food from oxidizing.
- d. (Paragraphs B, C) Why are blue and green glass in the same color group?
- e. (Paragraph C) At which stage of recycling are colors separated?
- f. (Paragraph D) What are "glass fines"?
- g. (Paragraph D) What is the problem of color defining of glass fines?
- h. (Paragraph E) State **THREE** traditional uses of glass fines.
- i. (Paragraph E) Write **TRUE** or **FALSE** for the following statement:
The new approach to the problem of glass fines treats metal additions in colored glass as impurities.
- j. (Paragraph E) In which form must glass be to become purified from metal additions?
Refer to **TWO** kinds of cleaning in your answer.

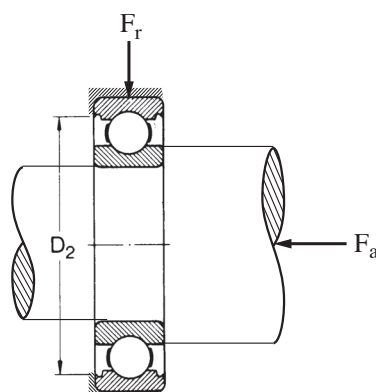
בהצלחה!

נספח א' (לשאלה 3) – מסבים רזיאליים כדוריים

לשאלון 710004, אביב תשפ"ה



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	C	C_0		Lubrication grease	oil		
mm			N		N	r/min		kg	–
20	32	7	2 700	1 500	63	19 000	24 000	0,018	61804
	37	9	6 370	3 650	156	18 000	22 000	0,038	61904
	42	8	6 890	4 050	173	17 000	20 000	0,050	16004
	42	12	9 360	5 000	212	17 000	20 000	0,069	6004
	47	14	12 700	6 550	280	15 000	18 000	0,11	6204
	52	15	15 900	7 800	335	13 000	16 000	0,14	6304
	72	19	30 700	15 000	640	10 000	13 000	0,40	6404
25	37	7	4 360	2 600	125	17 000	20 000	0,022	61805
	42	9	6 630	4 000	176	16 000	19 000	0,045	61905
	47	8	7 610	4 750	212	14 000	17 000	0,060	16005
	47	12	11 200	6 550	275	15 000	18 000	0,080	6005
	52	15	14 000	7 800	335	12 000	15 000	0,13	6205
	62	17	22 500	11 600	490	11 000	14 000	0,23	6305
	80	21	35 800	19 300	815	9 000	11 000	0,53	6405
30	42	7	4 490	2 900	146	15 000	18 000	0,027	61806
	47	9	7 280	4 550	212	14 000	17 000	0,051	61906
	55	9	11 200	7 350	310	12 000	15 000	0,085	16006
	55	13	13 300	8 300	355	12 000	15 000	0,12	6006
	62	16	19 500	11 200	475	10 000	13 000	0,20	6206
	72	19	28 100	16 000	670	9 000	11 000	0,35	6306
	90	23	43 600	23 600	1 000	8 500	10 000	0,74	6406
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

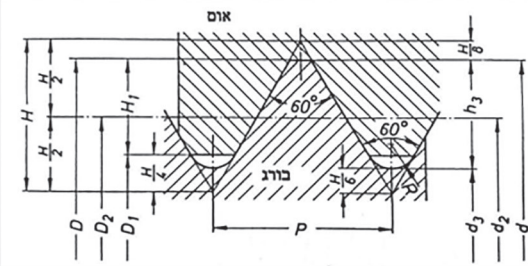
Calculation factors for single row deep groove ball bearings
Single bearings and bearing pairs in tandem

F_A/C_0	Normal clearance			C3 clearance			C4 clearance			Calculation factors for single row deep groove ball bearings arranged back-to-back or face-to-face			
	e	X	Y	e	X	Y	e	X	Y	F_A/C_0	e	Y_1	Y_2
0,025	0,22	0,56	2	0,31	0,46	1,75	0,4	0,44	1,42	0,03	0,32	2	2,8
0,04	0,24	0,56	1,8	0,33	0,46	1,62	0,42	0,44	1,36	0,10	0,4	1,55	2,2
0,07	0,27	0,56	1,6	0,36	0,46	1,46	0,44	0,44	1,27	0,25	0,47	1,3	1,85
0,13	0,31	0,56	1,4	0,41	0,46	1,3	0,48	0,44	1,16				
0,25	0,37	0,56	1,2	0,46	0,46	1,14	0,53	0,44	1,05				
0,5	0,44	0,56	1	0,54	0,46	1	0,56	0,44	1				

נספח ב' (לשאלה 4) – טבלאות תקן לתבריג מטרי ותכונות חוזק של פלדות לבורגי הידוק (2 עמודים)

לשאלון 710004, איב תשפ"ה

מקדם החיכוך μ	$\cos \alpha = 30$	$\frac{\mu}{\cos \alpha}$	זווית החיכוך המתוקנת φ'
0.1	0.866	0.115	6.62
0.11	0.866	0.127	7.28
0.12	0.866	0.139	7.94
0.13	0.866	0.150	8.60
0.14	0.866	0.162	9.26
0.15	0.866	0.173	9.92
0.16	0.866	0.185	10.59
0.17	0.866	0.196	11.25
0.18	0.866	0.208	11.91
0.19	0.866	0.219	12.57
0.2	0.866	0.231	13.23

קוטר חיצוני של הבורג $d = M$ [mm]	תברייגים רגילים						תברייגים עדינים						
	פסיעה p [mm]	שטח חתך מתיחה A [mm ²]	קוטר פנימי d_1 [mm]	קוטר אפקטיבי d_2 [mm]	$\tan \gamma$	זווית המעלה γ	פסיעה p [mm]	שטח חתך מתיחה A [mm ²]	קוטר פנימי d_1 [mm]	קוטר אפקטיבי d_2 [mm]	$\tan \gamma$	זווית המעלה γ	
2	0.4	1.79	1.509	1.74	0.073	4.19							
2.5	0.45	2.98	1.949	2.2	0.065	3.73							
3	0.5	4.47	2.348	2.675	0.060	3.41							
3.5	0.6	6	2.764	3.11	0.061	3.52							
4	0.7	7.75	3.141	3.545	0.063	3.60							
5	0.8	12.7	4.079	4.42	0.058	3.30							
6	1	17.9	4.773	5.35	0.060	3.41							
8	1.25	32.8	6.466	7.188	0.055	3.17	1	36	6.773	7.35	0.43	2.4	
10	1.5	52.3	8.16	9.026	0.053	3.03	1.25	56.3	8.466	9.188	0.43	2.4	
12	1.75	76.3	9.853	10.863	0.051	2.94	1.25	86	10.466	10.647	0.037	2.1	
14	2	104	11.546	12.701	0.050	2.87	1.5	116	12.16	13.026	0.037	2.1	
16	2	144	13.546	14.701	0.043	2.48	1.5	157	14.16	15.026	0.032	1.8	
20	2.5	225	16.933	18.376	0.043	2.48	1.5	259	18.76	19.026	0.025	1.4	
24	3	324	20.319	22.051	0.043	2.48	2	365	21.546	22.701	0.028	1.6	
30	3.5	519	25.706	27.727	0.040	2.30	2	596	57.546	28.701	0.022	1.2	
36	4	759	31.092	33.402	0.038	2.19	2	884	33.546	34.701	0.018	1.0	
42	4	1050	36.779	39.077	0.033	1.87	2	1230	39.546	40.701	0.016	0.9	
48	5	1380	41.866	44.752	0.036	2.04	2	1630	45.456	46.701	0.014	0.7	
56	5.5	1910	49.252	52.428	0.033	1.91	2	2250	53.516	54.701	0.012	0.6	
64	6	2520	56.639	60.639	0.032	1.81	2	2980	61.546	62.701	0.010	0.5	

דרגת חוזק, בורג	תחום השימוש	גבול אלסטיות σ_E (MPa)	חוזק גבולי למתיחה σ_B (MPa)	גבול כניעה σ_y (MPa)	חומר בורג	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 ג' (לשאלות 6-7) – נוסחאות בתרמודינמיקה (2 עמודים)

לשאלון 710004, אביב תשפ"ה

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		$c_v \Delta T$

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

מחזור אוטו ומחזור דיזל:

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

$$\eta_{\text{Diesel}} = 1 - \frac{(r_c^\gamma - 1)}{\gamma r_v^{\gamma-1} (r_c - 1)} \quad \text{נצילות מחזור דיזל:}$$

$$P_{\text{av}} = \frac{W_{\text{net}}}{V_1 - V_2} \quad \text{לחץ אפקטיבי ממוצע:}$$

תהליך אדיאבטי הפיך (איזנטרופי):

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

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

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

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 – מקדם ההולכה ב- $\frac{W}{m \cdot K}$

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- $\left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$

הספק החום העובר בתווך:

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

הולכה והסעת חום מצינור

$$R_t = \frac{\ln(r_2/r_1)}{2\pi \cdot K \cdot L} \quad \left[\frac{^{\circ}C \cdot m}{W} \right]$$

התנגדות תרמית של דופן צינור:

$$R_t = \frac{1}{2\pi \cdot r \cdot h \cdot L} \quad \left[\frac{^{\circ}C \cdot m}{W} \right]$$

התנגדות הסעה חיצונית בצינור:

$$q = \frac{T_{out} - T_{in}}{\sum R_t} \quad \left[\frac{W}{m} \right]$$

נספח ד' (לשאלה 7) – טבלאות קיטור (2 עמודים)

לשאלון 710004, איב תשפ"ה

טבלאות קיטור רווי

Properties of Saturated Water (Liquid-Vapor): Pressure Table

Pressure Conversions:
1 bar = 0.1 MPa
= 10² kPa

Press. bar	Temp. °C	Specific Volume m ³ /kg		Internal Energy kJ/kg		Enthalpy kJ/kg			Entropy kJ/kg · K		Press. bar
		Sat. Liquid $v_f \times 10^3$	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid u_f	Sat. Vapor u_g	Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Sat. Vapor s_g	
0.04	28.96	1.0040	34.800	121.45	2415.2	121.46	2432.9	2554.4	0.4226	8.4746	0.04
0.06	36.16	1.0064	23.739	151.53	2425.0	151.53	2415.9	2567.4	0.5210	8.3304	0.06
0.08	41.51	1.0084	18.103	173.87	2432.2	173.88	2403.1	2577.0	0.5926	8.2287	0.08
0.10	45.81	1.0102	14.674	191.82	2437.9	191.83	2392.8	2584.7	0.6493	8.1502	0.10
0.20	60.06	1.0172	7.649	251.38	2456.7	251.40	2358.3	2609.7	0.8320	7.9085	0.20
0.30	69.10	1.0223	5.229	289.20	2468.4	289.23	2336.1	2625.3	0.9439	7.7686	0.30
0.40	75.87	1.0265	3.993	317.53	2477.0	317.58	2319.2	2636.8	1.0259	7.6700	0.40
0.50	81.33	1.0300	3.240	340.44	2483.9	340.49	2305.4	2645.9	1.0910	7.5939	0.50
0.60	85.94	1.0331	2.732	359.79	2489.6	359.86	2293.6	2653.5	1.1453	7.5320	0.60
0.70	89.95	1.0360	2.365	376.63	2494.5	376.70	2283.3	2660.0	1.1919	7.4797	0.70
0.80	93.50	1.0380	2.087	391.58	2498.8	391.66	2274.1	2665.8	1.2329	7.4346	0.80
0.90	96.71	1.0410	1.869	405.06	2502.6	405.15	2265.7	2670.9	1.2695	7.3949	0.90
1.00	99.63	1.0432	1.694	417.36	2506.1	417.46	2258.0	2675.5	1.3026	7.3594	1.00
1.50	111.4	1.0528	1.159	466.94	2519.7	467.11	2226.5	2693.6	1.4336	7.2233	1.50
2.00	120.2	1.0605	0.8857	504.49	2529.5	504.70	2201.9	2706.7	1.5301	7.1271	2.00
2.50	127.4	1.0672	0.7187	535.10	2537.2	535.37	2181.5	2716.9	1.6072	7.0527	2.50
3.00	133.6	1.0732	0.6058	561.15	2543.6	561.47	2163.8	2725.3	1.6718	6.9919	3.00
3.50	138.9	1.0786	0.5243	583.95	2546.9	584.33	2148.1	2732.4	1.7275	6.9405	3.50
4.00	143.6	1.0836	0.4625	604.31	2553.6	604.74	2133.8	2738.6	1.7766	6.8959	4.00
4.50	147.9	1.0882	0.4140	622.25	2557.6	623.25	2120.7	2743.9	1.8207	6.8565	4.50
5.00	151.9	1.0926	0.3749	639.68	2561.2	640.23	2108.5	2748.7	1.8607	6.8212	5.00
6.00	158.9	1.1006	0.3157	669.90	2567.4	670.56	2086.3	2756.8	1.9312	6.7600	6.00
7.00	165.0	1.1080	0.2729	696.44	2572.5	697.22	2066.3	2763.5	1.9922	6.7080	7.00
8.00	170.4	1.1148	0.2404	720.22	2576.8	721.11	2048.0	2769.1	2.0462	6.6628	8.00
9.00	175.4	1.1212	0.2150	741.83	2580.5	742.83	2031.1	2773.9	2.0946	6.6226	9.00
10.0	179.9	1.1273	0.1944	761.68	2583.6	762.81	2015.3	2778.1	2.1387	6.5863	10.0
15.0	198.3	1.1539	0.1318	843.16	2594.5	844.84	1947.3	2792.2	2.3150	6.4448	15.0
20.0	212.4	1.1767	0.09963	906.44	2600.3	908.79	1890.7	2799.5	2.4474	6.3409	20.0
25.0	224.0	1.1973	0.07998	959.11	2603.1	962.11	1841.0	2803.1	2.5547	6.2575	25.0
30.0	233.9	1.2165	0.06668	1004.8	2604.1	1008.4	1795.7	2804.2	2.6457	6.1869	30.0
35.0	242.6	1.2347	0.05707	1045.4	2603.7	1049.8	1753.7	2803.4	2.7253	6.1253	35.0
40.0	250.4	1.2522	0.04978	1082.3	2602.3	1087.3	1714.1	2801.4	2.7964	6.0701	40.0
45.0	257.5	1.2692	0.04406	1116.2	2600.1	1121.9	1676.4	2798.3	2.8610	6.0199	45.0
50.0	264.0	1.2859	0.03944	1147.8	2597.1	1154.2	1640.1	2794.3	2.9202	5.9734	50.0
60.0	275.6	1.3187	0.03244	1205.4	2589.7	1213.4	1571.0	2784.3	3.0267	5.8892	60.0
70.0	285.9	1.3513	0.02737	1257.6	2580.5	1267.0	1505.1	2772.1	3.1211	5.8133	70.0
80.0	295.1	1.3842	0.02352	1305.6	2569.8	1316.6	1441.3	2758.0	3.2068	5.7432	80.0
90.0	303.4	1.4178	0.02048	1350.5	2557.8	1363.3	1378.9	2742.1	3.2858	5.6772	90.0
100.	311.1	1.4524	0.01803	1393.0	2544.4	1407.6	1317.1	2724.7	3.3596	5.6141	100.
110.	318.2	1.4886	0.01599	1433.7	2529.8	1450.1	1255.5	2705.6	3.4295	5.5527	110.

טבלאות קיטור שחון

$p = 8.0 \text{ bar} = 8.0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 295.06^\circ\text{C}$)					$p = 10.0 \text{ bar} = 10.0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 311.06^\circ\text{C}$)			
Sat.	0.02352	2569.8	2758.0	5.7432	0.01803	2544.4	2724.7	5.6141
320	0.02682	2662.7	2877.2	5.9489	0.01925	2588.8	2781.3	5.7103
360	0.03089	2772.7	3019.8	6.1819	0.02331	2729.1	2962.1	6.0060
400	0.03432	2863.8	3138.3	6.3634	0.02641	2832.4	3096.5	6.2120
440	0.03742	2946.7	3246.1	6.5190	0.02911	2922.1	3213.2	6.3805
480	0.04034	3025.7	3348.4	6.6586	0.03160	3005.4	3321.4	6.5282
520	0.04313	3102.7	3447.7	6.7871	0.03394	3085.6	3425.1	6.6622
560	0.04582	3178.7	3545.3	6.9072	0.03619	3164.1	3526.0	6.7864
600	0.04845	3254.4	3642.0	7.0206	0.03837	3241.7	3625.3	6.9029
640	0.05102	3330.1	3738.3	7.1283	0.04048	3318.9	3723.7	7.0131
700	0.05481	3443.9	3882.4	7.2812	0.04358	3434.7	3870.5	7.1687
740	0.05729	3520.4	3978.7	7.3782	0.04560	3512.1	3968.1	7.2670

Recycling colored glass

- A. Colored glass is part of our everyday life. It is manufactured like clear glass, but with a small amount of additional ingredients. These ingredients affect color, reflectivity, and mechanical properties of the final product. Colored glass can be recycled, but not with clear glass, as it will diminish its quality.
- B. There are three main colors: blue, brown (amber), green. Blue glass is used for food and beverage containers as well as for home design. This color is due to iron atoms which are naturally presented in sand. Brown glass is the result of carbon, nickel and sulfur purposely added to molten glass. This color is the best defense for foods and drinks which would easily oxidize in the presence of sunlight. Green glass is created by adding copper, iron and chromium to molten glass. It can preserve foods and drinks not only from exposure to sunlight but from extremes of temperature.
- C. The recycling of colored glass is performed like of any other glass product, namely by breaking glass into pieces, purifying, separating colors (blue and green are in the same group), washing, crushing, melting and then forming. New wine and beer bottles are made from green and brown recycled glass.
- D. But is the picture really this bright and simple? Unfortunately, it is not. Colored glass presents an additional challenge to the recycling process. At the very start of recycling, when glass is broken into pieces, some of the pieces, called glass fines, become too small. Because glass fines are so small, they may still be marked non-clear by the optical color-sorting process, but their actual color will remain undefined. If so, glass fines can not be processed into a new bottle or jar. However, colored glass is too important and too expensive to be thrown away or used like non-recyclable glass waste.
- E. Traditionally, glass fines have been used for thermal insulation for prefabricated pipes and panels, concrete aggregate, glass foam, decorative objects, porcelain, glazes, and artisanal purposes. In the last few years, environmental engineers have suggested a new approach to the problem of glass fines: to not sort but rather to clean from all impurities, including not only organic contaminants, but the metal additions which form the color itself. The resulting product is the best quality clear glass.

Their suggestions include: 1. Thermal based cleaning at 550°C for 15 minutes inside a furnace. The glass becomes malleable but not liquid, and all organic material is removed. 2. Chemical cleaning which removes metal when the glass is heated to liquid.

The merit of this research is clear, helping divert waste from landfills and reducing reliance on virgin materials.

נספח ו': מילון מונחים (2 עמודים)

לשאלון 710004, אביב תשפ"ה

המונח	תרגום המונח		
	ערבית	רוסית	אנגלית
אום	عزقة / صمولة	Гайка	Nut
בוכנה	كَبَّاس	Поршень	piston
גל יציאה	محور خروج	Выходной вал	Output shaft
גל כניסה	محور دخول	Входной вал	Input shaft
גלגל שיניים	دولاب مسنن	Зубчатое колесо	Gear
גלגלת	بَكْرَة	Шкив	Pulley
דיאגרמת גוף חופשי (דג"ח)	مخطط جسم حرّ	Диаграмма Максвелла-Кремоны	Free body diagram
דפינה	مَسْك القطعة	Зажим/крепеж	mounting
הספק	قدرة	Мощность	power
חוזק	مثانة	Сопративление	strength
יחס תמסורת	نسبة النقل	Передаточное число	Transmission rate
יניקה	امتصاص	Всасывание	Suction
כוח מתיחה	قوّة الشدّ	Сила растяжения	Tension Force
כוח תגובה	قوّة ردّ الفعل	Реакция	Reaction Force
כרסום	تفريز	Фрезерование	Milling
לחץ	ضغط	Пресс	pressure
מאמץ גזירה	جهد القصّ	Напряжение сдвига	Shear stress
מאמץ מותר	جهد مسموح	Разрешенное напряжение	Allowable stress
מאמץ מעיכה	جهد المعس	Напряжение давления	Compressional stress
מאמץ מתיחה	جهد الشدّ	Напряжение растягивания	Tensional stress
מהירות סיבוב	وتيرة الدوران	Скорость вращения	rotation rate
ממסרת רצועה	ناقل حزام	Ременная передача	belt transmission
מסמרה	مسمار / تبشيفية	Заклепка	Rivet
מרווח	فراغ	Промежуток	Gap
משאבה	مضخة	Носос	Pump
מתקן הרמה	آليّة رفع	Подъемное устройство	Lifting device

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
efficiency	Коэффициент полезного действия	كفاءة	נצילות
isometric view	Изометрическая проекция	رَسْمٌ مَجَسَّمٌ (ثلاثي الأبعاد)	סרטוט איזומטרי
work piece	Заготовка	قطعة للتشكيل	עובד
Joint	Шарнир	قضيبي	פין
Steel	Сталь	فولاذ	פלדה
Plasticity	Пластичность	لدونة	פלסטיות
Brittle	Хрупкий	هشّ	פריך
welding	Сварка	لحام	ריתוך
static equilibrium	Равновесие	توازن	שיווי משקל
Circular motion	Круговое движение	حركة دائرية	תנועה סיבובית
Linear motion	Линейное движение	حركة خطية	תנועה קווית