

מכניקה הנדסית להנדסאים

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: ארבע שעות ו-45 דקות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם תשע 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, מילוני המאפשרת על ידי אגף הבחינות, כלי סרטוט ומחשבון בעל תצוגה של אותיות וספרות בלבד.

ד. הוראות מיוחדות:

- בטרם תתחילו לענות על השאלות, קראו בעיון את השאלון כולו וודאו שההנחיות בדף השער מובנות לכם היטב.
- ענו על מספר השאלות הנדרש בשאלון.
- המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברת, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
- בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתכם חסר נתון, הוסיפו אותו על-פי שיקול דעתכם ופתרו בעזרתו את השאלה. ציינו בתשובה את הנתון שהוספתם.
- בתשובה על שאלת חישוב, עליכם להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
- 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 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 11 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!

השאלות

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

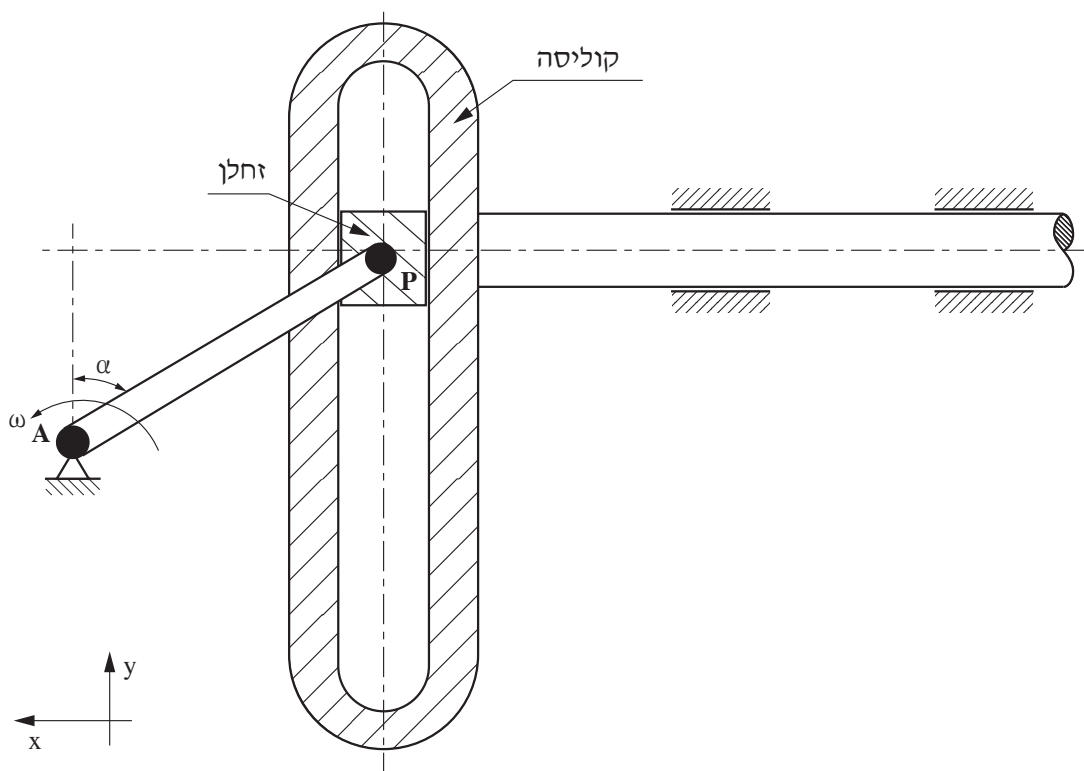
פרק ראשון: קינמטיקה ודינמיקה

שאלה 1

באיור לשאלה מתואר מנגנון המורכב מארכובה AP, זחלן וקוליסה.
הארכובה AP סובבת סביב ציר A במהירות זוויתית קבועה ω , ומניעה זחלן המחובר אליה בפרק P. הזחלן נע לאורך חריץ אנכי בקוליסה, וגורם לקוליסה לנוע בקו ישר אופקי.

נתונים:

$$AP = 0.25 \text{ m} ; \quad \alpha = 36.8^\circ ; \quad \omega = 1 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$



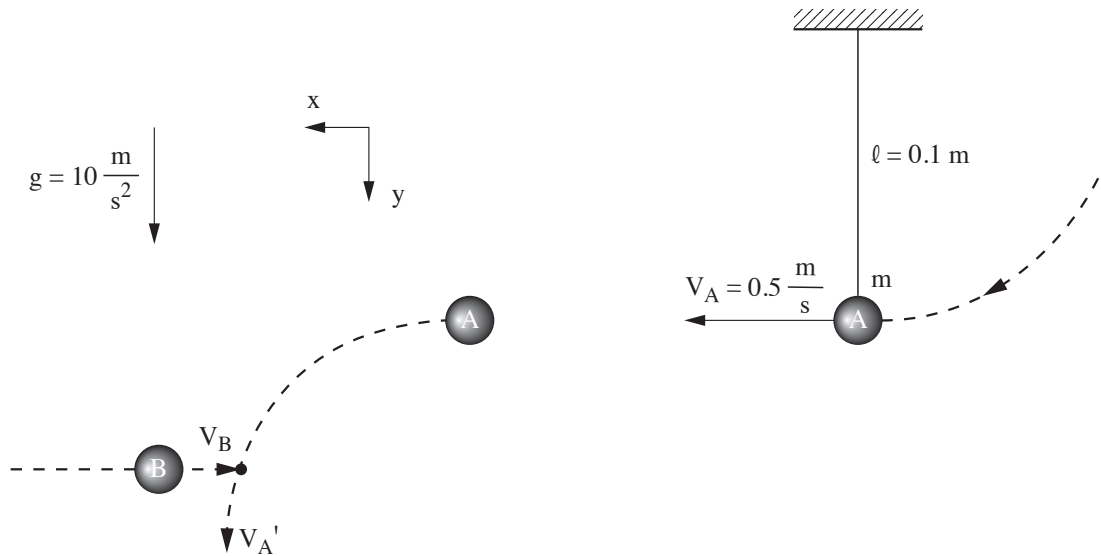
איור לשאלה 1

- 7) (7 נק') א. סרטטו את דיאגרמת המהירויות של הזחלן (מיוצגת על ידי הנקודה P). על סמך האיור לשאלה, סמנו בדיאגרמה את המהירות המוחלטת של הזחלן (V_a), את המהירות היחסית שלו (V_r) ואת המהירות המועתקת שלו (V_e).
- 12) (12 נק') ב. חשבו את שלוש המהירויות של הזחלן – המוחלטת (V_a), היחסית (V_r) והמועתקת (V_e) – וכתבו איזו מהן שווה למהירות הקוליסה.
- 6) (6 נק') ג. במצב $\alpha = 0^\circ$, האם המהירות של הקוליסה תהיה גדולה מן המהירות שחישבתם בסעיף ב', קטנה ממנה או שווה לה? נמקו בעזרת חישוב.

שאלה 2

באיור א' לשאלה מתואר כדור A המחובר באמצעות חוט לתקרה.

כדור A נע בתנועה מעגלית כמו מוטטלת. בנקודת הזמן המתוארת באיור א', החוט אנכי וכוח המתיחה שלו הוא: $T = 1.25 \text{ N}$.



איור ב' לשאלה 2

איור א' לשאלה 2

- א. (6 נק') חשבו את המסה (m) של כדור A.
- ב. (7 נק') החוט נקרע וכדור A ממשיך לנוע חופשי באוויר. כעבור $t = 0.1 \text{ s}$ הוא מתנגש בכדור B, כפי שמתואר באיור ב' לשאלה. היעזרו במערכת הצירים הנתונה באיור ב', ומצאו את רכיבי המהירות של כדור A רגע לפני התנגשותו בכדור B.
- ג. (12 נק') נתון כי מסת כדור A שווה למסת כדור B. רגע לפני ההתנגשות, כדור B נע אופקית במהירות לא ידועה V_B . בעקבות ההתנגשות, כדור B נעצר וכדור A ממשיך לנוע למטה במהירות V_A' . מצאו את המהירויות של שני הכדורים: V_B ו- V_A' .

פרק שני: חלקי מכונות

שאלה 3

באיור לשאלה מתואר גל הנסמך על ידי הסמכים A ו-D. בנוסף, מוצגים מהלכים של מומנטי כפיפה ושל מומנטי פיתול לאורך הגל בעת פעולתו, ומצוינים ערכיהם.

הערות: אין להתחשב בריכוז המאמצים.

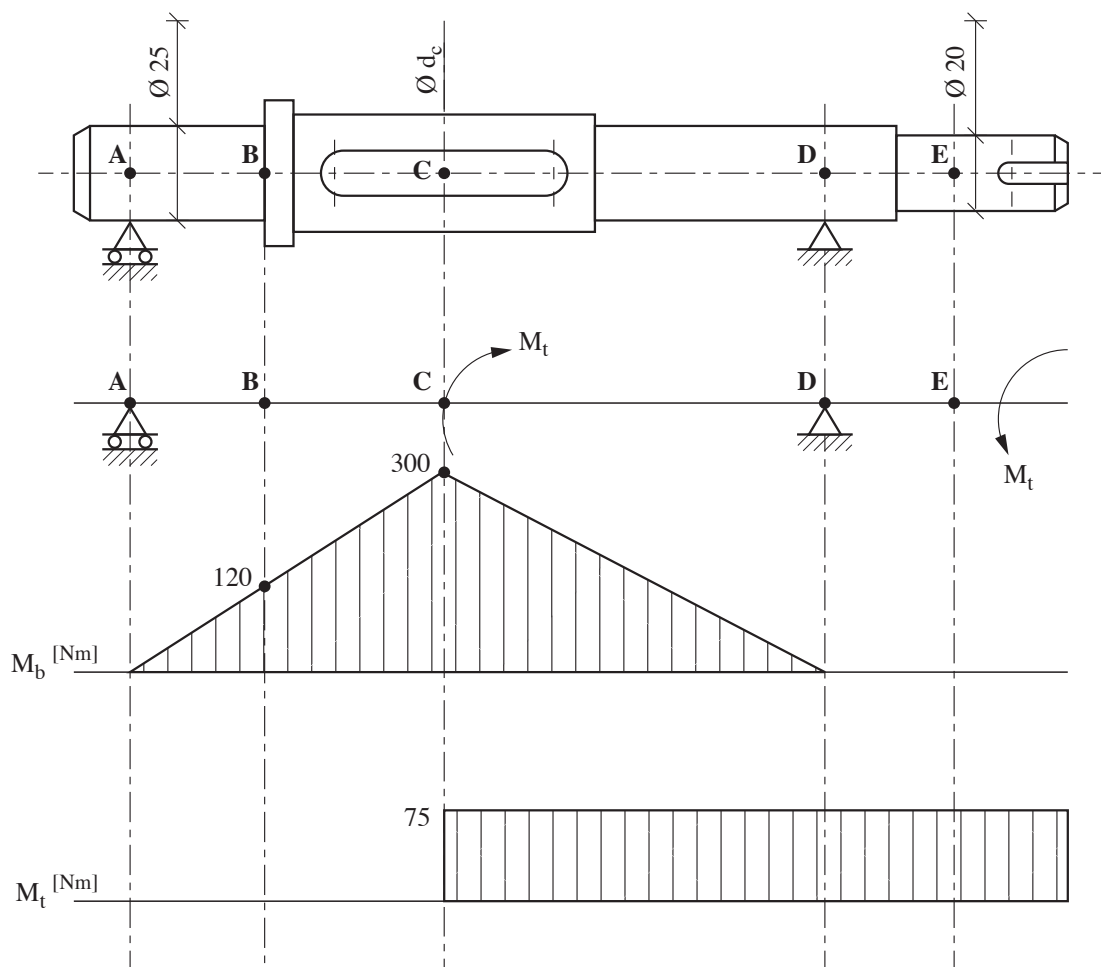
בחישובי המאמצים יש להתעלם מחריצי השגמים.

נתונים:

מאמץ הכניעה של חומר הגל למתיחה: $\sigma_y = 420 \text{ MPa}$

מאמץ הכניעה של חומר הגל לפיתול: $\tau_y = 250 \text{ MPa}$

מקדם הבטיחות הנדרש עבור הגל: $S = 5$



איור לשאלה 3

- 9 נק' א. חשבו את הקוטר המזערי של הגל בחתך העמוס ביותר.
- 6 נק' ב. חשבו את מקדם הבטיחות בעבודת הגל בחתך B. האם יש סכנה של כשל בחתך זה?
- 6 נק' ג. חשבו את מקדם הבטיחות בעבודת הגל בחתך E. האם יש סכנה של כשל בחתך זה?
- 4 נק' ד. באיזה חתך או באילו חתכים, מבין החתכים A, B, C, D, יש סכנה לכשל עקב התעייפות? נמקו את תשובתכם.

שאלה 4

באיור לשאלה מתואר מחבר שבו החלקים 1 ו-2 מהודקים באמצעות שלושה בורגי הידוק תקניים M16 בעלי דרגת חוזק 8.8. בעת סגירת האומים, נוצר בכל אחד מהברגים כוח הידוק צירי Q. על חלק 1 פועלים שני כוחות שווים מנוגדים זה לזה בגודל F.

הערות: הזניחו את עובי הלוחות.

היעזרו בטבלאות שבנספח א' לצורך חישוביכם.

נתונים:

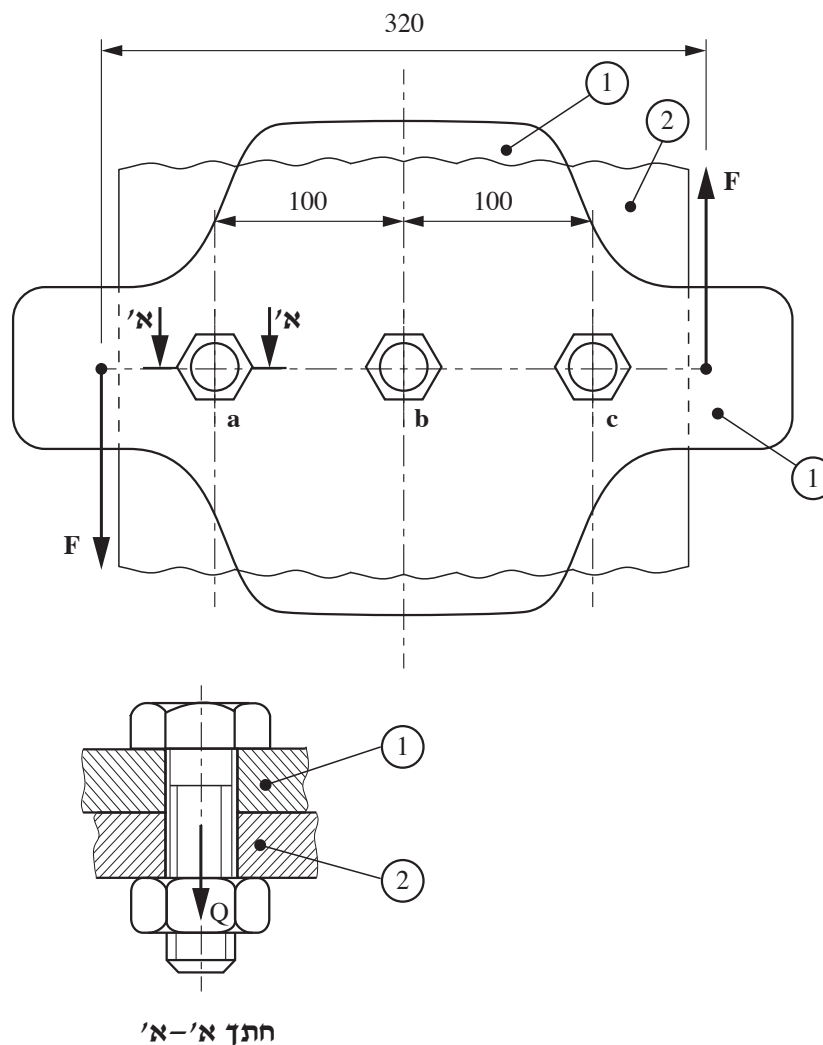
כוח ההידוק בברגים: $Q = 25 \text{ kN}$

מקדם הבטיחות הנדרש עבור הברגים: $S = 2$

מקדם החיכוך בין התבריגים והאום לבין החלק המהודק: $\mu_1 = 0.1$

מקדם החיכוך בין החלקים המהודקים 1 ו-2: $\mu_0 = 0.25$

מקדם הבטיחות מפני החלקה: $f_k = 1.25$



איור לשאלה 4

א. (10 נק') חשבו את המומנט הכולל הנדרש לסגירת כל אחד מהברגים כדי לקבל את כוח ההידוק Q.

ב. (6 נק') חשבו את המאמץ הכולל הנוצר בבורג בעת סגירתו. האם הבורג ייכשל?

ג. (5 נק') חשבו את הערך המרבי של כוח F שניתן להפעיל על חלק 1.

ד. (4 נק') שכחו לסגור את האום של הבורג האמצעי b. הסבירו כיצד יושפע מכך המחבר. נמקו.

שאלה 5

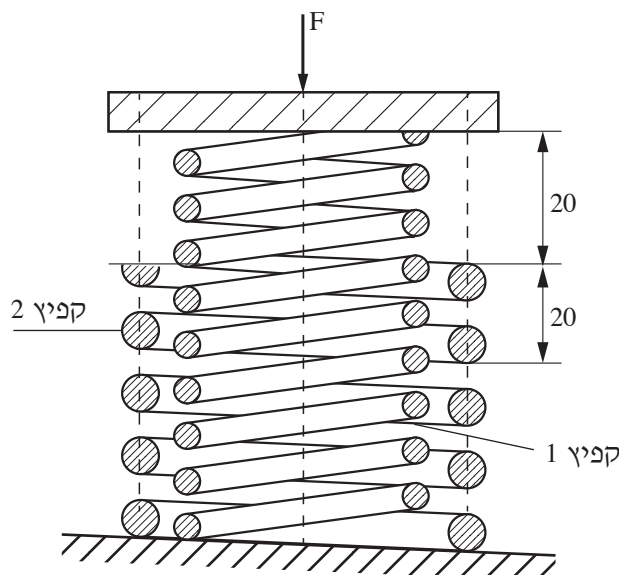
באיור א' לשאלה מתואר מערך של שני קפיצי לחיצה גליליים שהמרכזים שלהם נמצאים על אותו קו ציר. הקפיץ הפנימי (קפיץ 1) ארוך ב־ 20 mm מהקפיץ החיצוני (קפיץ 2). על הציר המרכזי של הקפיצים מופעל הכוח F , הגורם להתכווצות ראשונה של הקפיץ הפנימי (1) ב־ 20 mm, ובהמשך להתכווצות שנייה של שני הקפיצים (1 ו־ 2) ב־ 20 mm נוספים.

הערות: לפני הפעלת הכוח הקפיצים משוחררים.

מודול הגזירה של חומר התיל: $G = 8.1 \cdot 10^4 \text{ MPa}$.

נתונים:

הקפיץ הפנימי (1)		הקפיץ החיצוני (2)	
הקוטר הממוצע	$D_1 = 50 \text{ mm}$	הקוטר הממוצע	$D_2 = 65 \text{ mm}$
קוטר התיל	$d_1 = 5 \text{ mm}$	קוטר התיל	$d_2 = 7 \text{ mm}$
מספר הכריכות הפעילות	$n_1 = 10$	קבוע הקפיץ	$C_2 = 25 \text{ N/mm}$



איור א' לשאלה 5

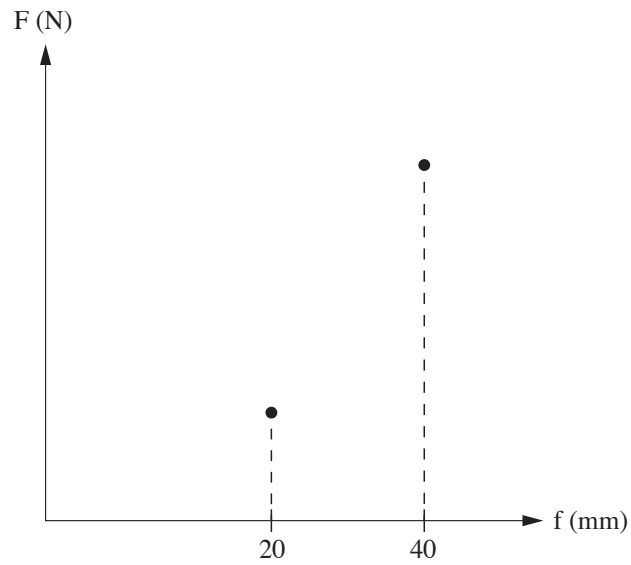
5 נק' א. חשבו את קבוע הקפיץ הפנימי (1).

6 נק' ב. ענו על הסעיף בלי להתייחס לתוצאות בסעיף א':

הניחו שהקבוע של הקפיץ הפנימי (1) הוא 5 N/mm . לאחר ההתכווצות השנייה, חשבו את הכוח הכולל שיש להפעיל על מערך הקפיצים כדי שיתכווץ ב־ 20 mm נוספים.

7 נק' ג. נתון כי המאמץ המותר בחומר הקפיץ הוא 600 MPa . אם הקפיץ החיצוני (2) יתכווץ בהתכווצות השנייה ב־ 20 mm, האם הוא יעמוד במאמץ המתפתח בו?

באיור ב' לשאלה נתונה מערכת הצירים "כוח (F) – התכווצות (f)".



איור ב' לשאלה 5

ד. (7 נק') העתיקו למחברת את מערכת הצירים, ותארו את האופיין של מערך הקפיצים באמצעות גרף המציג את מידת ההתכווצות של מערך הקפיצים כתלות בכוח המופעל עליו.

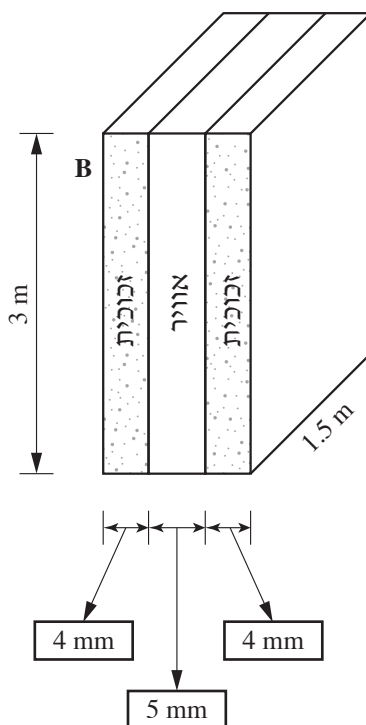
פרק שלישי: תרמודינמיקה ומעבר חום

שאלה 6

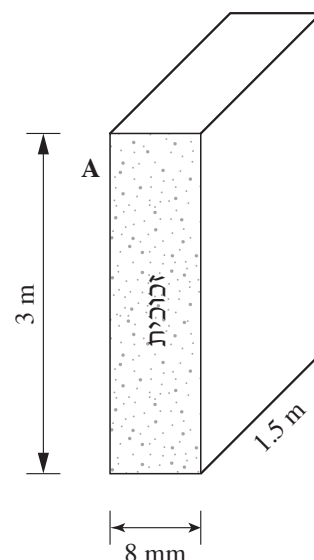
בבניין משרדים מתכננים להתקין חלון זכוכית שגובהו 3 מטרים ורוחבו 1.5 מטרים. מתכנני המבנה בוחנים שתי אפשרויות: **אפשרות ראשונה** – התקנת חלון זכוכית בעובי 8 מ"מ, כפי שמתואר באיור א'. **אפשרות שנייה** – התקנת חלון זכוכית בידודית המורכבת משלוש שכבות: שכבת זכוכית בעובי 4 מ"מ, שכבת אוויר הכלוא בין שני לוחות הזכוכית שהמרחק ביניהם 5 מ"מ, ושכבת זכוכית בעובי 4 מ"מ, כפי שמתואר באיור ב'.

נתונים:

- טמפרטורת הסביבה (מחוץ לחדר): $T_{out} = 38^\circ\text{C}$
- טמפרטורת החדר: $T_{in} = 22^\circ\text{C}$
- מקדם ההסעה החיצוני: $h_{out} = 12 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$
- מקדם ההסעה הפנימי: $h_{in} = 7 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$
- מקדם ההולכה התרמי של זכוכית: $K_{glass} = 1.8 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$
- מקדם ההולכה התרמי של אוויר: $K_{air} = 0.015 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$



איור ב' לשאלה 6



איור א' לשאלה 6

7. (נק') א. חשבו את שטף החום הנכנס לחדר דרך החלון, לפי האפשרות הראשונה.
9. (נק') ב. חשבו את שטף החום הנכנס לחדר דרך החלון, לפי האפשרות השנייה.
6. (נק') ג. חשבו את טמפרטורת הדופן החיצונית של החלון בכל אחת משתי האפשרויות.
3. (נק') ד. ביום מסוים נושבת רוח בחוץ (הטמפרטורות הפנימיות והחיצוניות לא משתנות). האם, לדעתכם, שטף החום הנכנס לחדר דרך החלון גדל, קטן או לא משתנה? נמקו את תשובתכם.

שאלה 7

מנוע פועל לפי מחזור אוטו אידיאלי:

בתהליך הדחיסה, לחץ האוויר ההתחלתי הוא $P_1 = 1 \text{ bar}$, והטמפרטורה ההתחלתית היא $T_1 = 300^\circ\text{K}$.

הטמפרטורה המרבית במחזור היא $T_3 = 2,800^\circ\text{K}$.

הנצילות התרמית של המנוע היא $\eta_t = 55.6\%$.

יש להתייחס לגזי השריפה כאל גזים אידיאליים בעלי תכונות זהות לתכונות של האוויר.

נתוני האוויר וגזי השריפה:

- החום הסגולי של האוויר בלחץ קבוע: $C_p = 1006 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

- החום הסגולי של האוויר בנפח קבוע: $C_v = 717 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

- קבוע הגז של האוויר: $R = 287 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

(8 נק') א. סרטטו דיאגרמת T-S ודיאגרמת P-V המתארות את המחזור. ציינו על גבי הדיאגרמות היכן במחזור החום מושקע והיכן הוא נפלט, והיכן במחזור העבודה מושקעת והיכן היא מתקבלת.

(7 נק') ב. חשבו את יחס הדחיסה, את לחץ האוויר ואת טמפרטורת האוויר בסוף תהליך הדחיסה.

(7 נק') ג. חשבו את כמות החום המושקעת ואת כמות החום הנפלטת ליחידת מסה בתהליך השריפה.

(3 נק') ד. מהו ההבדל העיקרי בהוספת האנרגייה בין מחזור אוטו אידיאלי למחזור דיזל אידיאלי?

שאלה 8

באיור לשאלה מתואר מתקן כוח המופעל על ידי קיטור לפי מחזור רנקין אידיאלי. הקיטור נכנס לטורבינה בלחץ של $P_2 = 100 \text{ bar}$ ובטמפרטורה של $T_2 = 400^\circ\text{C}$, והקיטור יוצא מהטורבינה בלחץ של $P_3 = 0.08 \text{ bar}$.

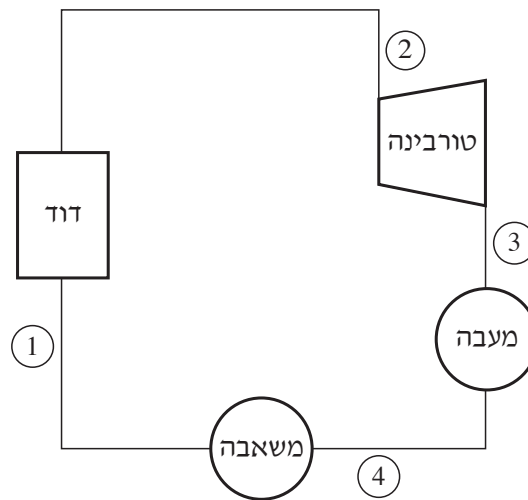
אנתלפיית הקיטור בכניסה לדוד הקיטור היא: $h_1 = 183.9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.

הקיטור יוצא מהמעבה בצורת נוזל רווי ($x_4 = 0$).

ההספק המופק מהטורבינה הוא: $N_T = 50 \text{ MW}$.

ניתן להניח שהטורבינה איזוטרופית (אידיאלית).

היעזרו בטבלאות הקיטור המצורפות בנספח ד'.



איור לשאלה 8

- 10 נק')** א. חשבו את איכות הקיטור ואת אנתלפיית הקיטור ביציאה מהטורבינה (x_3, h_3), ואת אנתלפיית הקיטור ביציאה מהמעבה (h_4).
- 5 נק')** ב. חשבו את הספיקה המסית של הקיטור במחזור.
- 6 נק')** ג. חשבו את הנצילות התרמית של המחזור.
- 4 נק')** ד. מהנדסים מציעים שהקיטור ביציאה מהטורבינה יהיה במצב אד רווי ($x_3 = 1$). ביתר הפרמטרים לא יחול שינוי. כתבו יתרון אחד וחיסרון אחד בהצעת המהנדסים.

פרק רביעי: אנגלית טכנית

שאלה 9

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

Questions

- a. (Paragraph A) What is fresh water?
- b. (Paragraph B) State **THREE** causes for fresh water deficit.
- c. (Paragraph C) Write **TRUE** or **FALSE** for the following statement: The term Desalination means removing salt from seawater only.
- d. (Paragraph D) In Israel, what is the percentage of household tap water that comes from natural freshwater sources?
- e. (Paragraph E) (1) State **THREE** characteristics of osmosis.
- f. (Paragraph E) (2) What does Semipermeable membrane mean?
- g. (Paragraph E) (2) Why must pressure be applied in the reverse osmosis membrane?
- h. (Paragraph E) (3) Which word describes the condition of water immediately after the desalination process?
- i. (Paragraph F) Explain the difference between one-stage and two-stage plants.
- j. (Paragraph F) Why is sea water filtered before desalination?

בהצלחה!

נספח א' (לשאלה 4): תכונות חוזק של פלדות לבורגי הידוק ומידות תברגי הידוק מטריים חיצוניים (2 עמודים)

לשאלון 710003, אביב תשפ"ד

תכונות חוזק של פלדות לבורגי הידוק

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

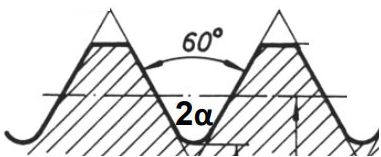
* לאחר טיפול תרמי (חיסום והרפיה).

מידות תבריגי הידוק מטריים חיצוניים

תקן ISO לתבריג מטרי

מידות תבריגי הידוק מטריים חיצוניים לפי ISO (ת"י 665)

תבריגים רגילים					תבריגים עדינים			
קוטר חיצוני	פסיעה	שטח חתך מתיחה	קוטר פנימי	קוטר אפקטיבי	פסיעה	שטח חתך מתיחה	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



נספח ב' (לשאלה 5): טבלה לבחירת מקדם תיקון של המאמץ בקפיצים בורגיים
לשאלון 710003, אביב תשפ"ד

K	e	K	e	K	e	K	e	K	e	K	e	K	e
1.07	18	1.12	12	1.17	8.5	1.25	6.0	1.31	5.0	1.40	4.0	1.58	3.0
1.07	20	1.11	13	1.16	9.0	1.23	6.5	1.30	5.2	1.38	4.2	1.53	3.2
1.05	25	1.10	14	1.15	9.5	1.21	7.0	1.28	5.4	1.36	4.4	1.49	3.4
1.04	30	1.09	15	1.14	10	1.19	7.5	1.27	5.6	1.34	4.6	1.46	3.6
		1.08	16	1.13	11	1.18	8.0	1.26	5.8	1.32	4.8	1.43	3.8

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		$c_v \Delta T$

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

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:

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

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

לחץ אפקטיבי ממוצע:

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

מערכת קירור ומכונת חום אידיאליות:

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

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

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

$$\text{C.O.P.}_H = \text{C.O.P.}_R + 1$$

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:

b – עובי ב- m

A – שטח ב- m^2

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

הספק החום העובר דרך שכבה אחת:

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

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

הסעה

התנגדות תרמית:

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

הספק החום העובר בתווך:

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

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

נספח ד' (לשאלה 8): טבלאות קיטור (2 עמודים)

לשאלון 710003, אביב תשפ"ד

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

Making Fresh Water

- A.** Everybody knows why we need fresh water. (i.e., not salted, and unpolluted). In addition to individual consumption such as drinking, cooking and washing; fresh water is used in agriculture and industry as well. In fact, there are very few usages for salted water.
- B.** Along with the growth of the earth's population and the rapid development of technology, water consumption grows as well. These processes and the earth's climate change threaten the natural freshwater sources. Approximately 97% of the water on our planet is salted and unsuitable for our needs. The remaining 3% in rivers, lakes, groundwater, and artesian wells are becoming polluted and sometimes dry out completely. Natural fresh water becomes scarce, so we need a reliable way to produce it artificially.
- C.** The process of removing salt and other dissolved solids from water is called desalination. It primarily uses seawater as an inexhaustive source but can also purify polluted groundwater and other natural freshwater sources.
- D.** In Israel, we have 5 major desalination plants that supply more than 35% of the overall needs of our country. More than 75% of the tap water in our homes comes from these plants. The quality of this desalinated water meets all the standards of the Ministry of Health, this water can be consumed without any additional treatment. The government regulations rule construction, location, and everyday functioning of the plants themselves. There must be accessibility of a water source, availability of the required energy, minimization of environment impact, enough means for waste disposal and big amount of produced water.
- E.** The desalination technology applied in our country is called Reverse Osmosis.
1. What is osmosis? It is a natural process that occurs without an external energy supply. In this process when dealing with liquid or gas, a flow from a higher concentration area is formed towards a lower concentration area to reach the overall final concentration.
 2. To reverse this process, special equipment and an energy source are needed. A reverse osmosis membrane is a semipermeable membrane that allows the passage of water molecules but not the passage of dissolved salts, organics, and bacteria. However, the water must be 'pushed' through the reverse osmosis membrane by applying pressure. The pressure overcomes the naturally occurring osmotic backflow allowing pure water through while holding back most of contaminants.
 3. Following the process which removes 95-99% of the salts, the water is almost distilled. However, before supplying the water to consumers, certain exact amounts of minerals must be added.
- F.** The desalination process requires large amounts of energy in order to create a high pressure flow, thus forming a turbulent output crossflow. This process helps to keep the membranes clean. The crossflow consists of a high concentrated salt solution called brine.

There are two kinds of plants, one-stage, and two-stage. In a one-stage plant, the brine (up to 50% of water supply!) can be simply returned to the sea. In a two-stage plant, in order to save water, the brine must go to another reverse membrane. Input flow is pretreated by adding some chemicals, filtering, and micro filtering. The purpose is to remove pollution, particles and germs that are present in all water sources. The buildup waste forms sediment on the filters and must be removed. The membranes must be cleaned several times a year as well.

נספח ו': מילון מונחים (2 עמודים)

לשאלון 710003, אביב תשפ"ד

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

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
spring constant	Жесткость пружины	ثابت الزنبرك / ثابت الرِّفَاص	קבוע קפיץ
coulisse	Кулиса	كُوَالِيس	קוליסה
buckling	Потеря устойчивости	انهيار	קריסה
heat flow	Тепловой поток	دفق / تدفق حراريّ	שטף חום
wire	Провод	سلك	תיל