

מכניקה הנדסית להנדסאים

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם תשע 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 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 ד' 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 10 עמודים ו-7 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 חמש שאלות, לפי בחירתכם, מן השאלון כולו.
לכל שאלה – 20 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.

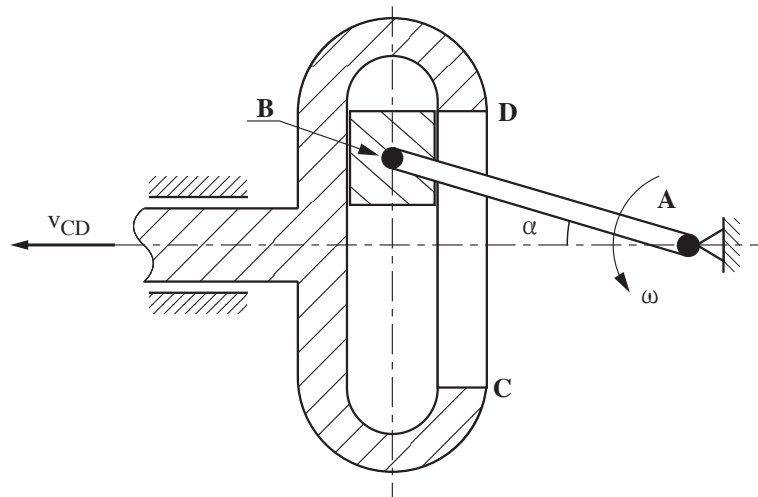
פרק ראשון: קינמטיקה ודינמיקה

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מתואר מנגנון מכני.
הארכובה AB מסתובבת סביב ציר A במהירות זוויתית ω (לא ידועה).
הפרק B של הארכובה מניע זחלן שנע לאורך החרוץ האנכי בקוליסה CD. הקוליסה CD נעה בקו ישר אופקי.

נתונים:

- אורך הארכובה AB הוא 0.5 m.
- הארכובה נמצאת בזווית $\alpha = 30^\circ$.
- מהירות הקוליסה CD היא $0.2 \frac{m}{s}$ שמאלה.

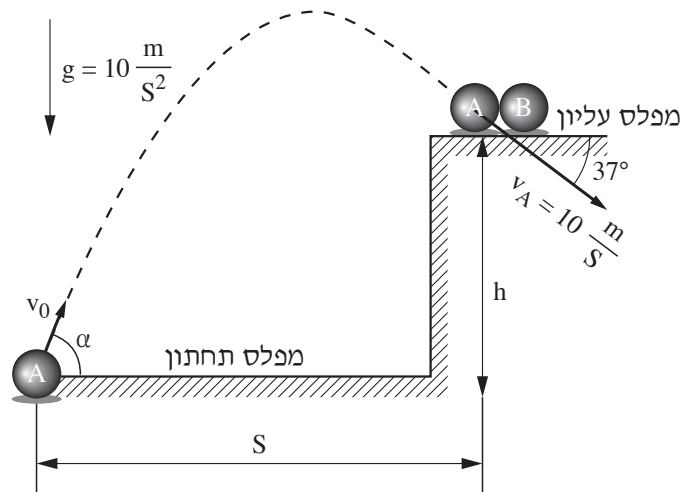


איור לשאלה 1

- 7 נק' (א) סרטטו דיאגרמת מהירויות של הזחלן.
תארו בה את המהירות המוחלטת, את המהירות היחסית ואת המהירות המועתקת של הזחלן.
- 6 נק' (ב) חשבו את המהירות המוחלטת של הזחלן ואת המהירות היחסית שלו.
- 3 נק' (ג) חשבו את המהירות הזוויתית (ω) של הארכובה.
- 4 נק' (ד) מהו טווח התנועה של הקוליסה אם אורך החרץ CD הוא 0.8 m ?

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מתואר כדור פלסטלינה A שנורק מן המפלס התחתון בזווית לא ידועה α ובמהירות לא ידועה v_0 . כעבור $t = 1.5 \text{ sec}$ הוא מגיע אל המפלס העליון במהירות $v_A = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ ובזווית 37° מתחת לאופק.



איור לשאלה 2

- 5 נק' (א) מצאו את v_0 ואת הזווית α .
- 5 נק' (ב) מצאו את המרחק האופקי S ואת גובה המפלס העליון h ביחס למפלס התחתון. היעזרו באיור לשאלה 2.
- 10 נק' (ג) בהגיעו למפלס העליון נדבק הכדור A אל הכדור B שהיה במנוחה לפני ההתנגשות, ושני הכדורים ממשיכים לנוע יחד על המפלס העליון.
- נתון: $m_a = m_b = 0.2 \text{ kg}$
1. מצאו את מהירות הכדורים מיד לאחר ההתנגשות.
 2. מצאו את אחוז האנרגייה שאבד בהתנגשות.

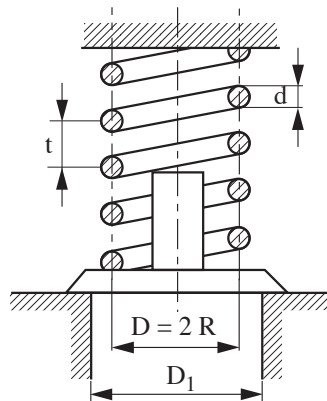
פרק שני: חלקי מכונות

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מתואר שסתום שחרור אוויר, שנפתח בלחץ של 0.8 MPa . לאחר פתיחתו, ועם המשך העלייה בלחץ, מבצע השסתום מהלך נוסף של 35 mm עד הגיעו לפתיחה מלאה (כיווץ מרבי של הקפיץ).

נתונים:

- הקוטר של חוט הקפיץ: 14 mm
- הקוטר הממוצע: 65 mm
- פסיעת הקפיץ במצב משוחרר: $t = 22 \text{ mm}$
- מודול האלסטיות: $E = 80,000 \text{ MPa}$
- קוטר השסתום: $D_1 = 75 \text{ mm}$



איור לשאלה 3

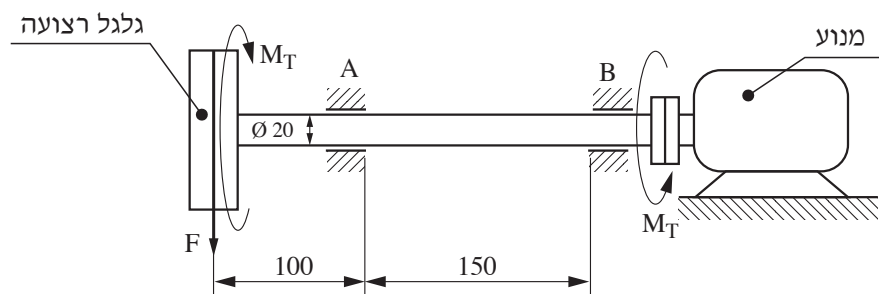
- (3 נק') א. סרטטו ביד חופשית דיאגרמה של מהלך הקפיץ.
- (4 נק') ב. חשבו את מספר הכריכות הדרושות לקפיץ.
- (3 נק') ג. חשבו את ההתכווצות ההתחלתית בקפיץ, f_1 .
- (5 נק') ד. חשבו את המאמץ המרבי שנוצר בקפיץ.
- (5 נק') ה. חשבו את שיעור העבודה המושקעת לפתיחה מלאה של השסתום.

שאלה 4

באיור לשאלה 4 מתואר גל AB, בעל קוטר אחיד של $d = 20 \text{ mm}$. מצד אחד – על הגל מותקן גלגל רצועה. גלגל הרצועה מפעיל כוח (כלפי מטה), F , על הגל. מן הצד השני – המנוע מפעיל מומנט M_T על הגל. המידות באיור נתונות במ"מ.

נתונים:

- קוטר הגל: $d = 20 \text{ mm}$
- הספק המנוע: $P = 3 \text{ kW}$
- מהירות הסיבוב של המנוע: $n = 1,500 \text{ rpm}$
- הכוח שמופעל על הגל (כלפי מטה): $F = 400 \text{ N}$
- מאמץ הכניעה של חומר הגל: $\sigma_y = 345 \text{ MPa}$
- מקדם הבטיחות הדרוש (סטטי): $[S] = 4$



איור לשאלה 4

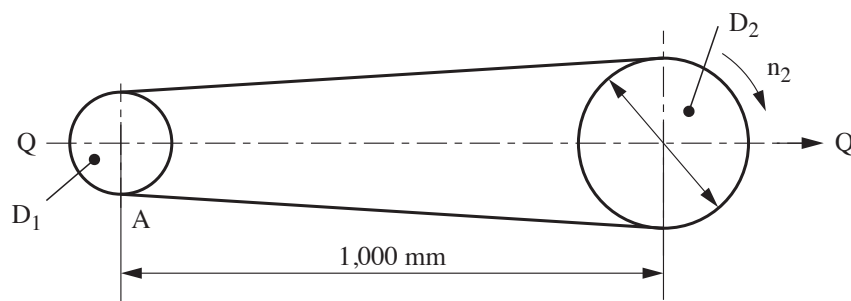
- (3 נק') א. חשבו את M_T .
- (4 נק') ב. מצאו את התגובות האנכיות בסמכים A ו-B.
- (8 נק') ג. סרטטו את מהלך מומנטי הכפיפה ואת מהלך מומנטי הפיתול לאורך הגל, ומצאו את החתך המסוכן.
- (5 נק') ד. ללא קשר לתוצאות של הסעיפים הקודמים, הניחו שבחתך A פועלים מומנטי הפיתול ומומנטי הכפיפה הבאים:
 $M_b = 40 \text{ N}\cdot\text{m}$, $M_T = 20 \text{ N}\cdot\text{m}$.
חשבו את המאמץ המורכב בגל, ובדקו אם הגל יעמוד במאמץ המותר.

שאלה 5

באיור לשאלה 5 מתוארת ממסרת רצועה שטוחה המעבירה הספק של 12 kW .
הגלגל הגדול, D_2 , מסתובב במהירות של $n_2 = 600 \text{ rpm}$.

נתונים:

- קוטר הגלגל הגדול: $\varnothing D_2 = 700 \text{ mm}$
- יחס התמסורת: $i = 1:2.5$
- מקדם החיכוך בין הרצועה לגלגלים: $\mu = 0.6$
- המאמץ המותר של הרצועה: $[\sigma] = 5 \text{ MPa}$
- מודול האלסטיות של הרצועה: $E = 50 \text{ MPa}$
- היחס בין קוטר הגלגל לעובי הרצועה: $C = 1:25$



איור לשאלה 5

- (8 נק') א. חשבו את ממדי הרצועה.
- (6 נק') ב. חשבו את כוח המתיחה, Q , הדרוש.
- (6 נק') ג. מגדילים את כוח המתיחה, Q , ב-50%. חשבו את נתוני הממסרה במצב החדש; חשבו את רוחב הרצועה הדרוש ואת ההספק שניתן להעביר באמצעותה.

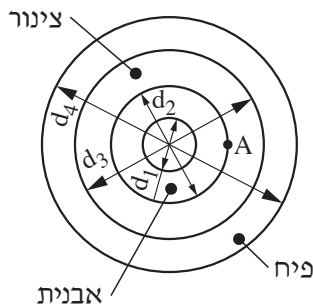
פרק שלישי: תרמודינמיקה ומעבר חום

שאלה 6

אחת הבעיות הנפוצות בדודי קיטור היא הצטברות שכבת אבנית על הדופן הפנימית של הצינורות והצטברות שכבת פיח על הדופן החיצונית שלהם. באיור לשאלה 6 מוצג חתך אופייני של צינור השייך לדודי קיטור. בתוך הצינורות זורמים מים רותחים (מים רוויים) בטמפרטורה $T_{in} = 212^{\circ}\text{C}$. מחוץ לצינורות זורמים גזי שריפה בטמפרטורה $T_{out} = 420^{\circ}\text{C}$.

נתונים:

$d_1 = 73.6 \text{ mm}$	- הקוטר הפנימי של דופן הצינור עם שכבת האבנית:
$d_2 = 76 \text{ mm}$	- הקוטר הפנימי של דופן הצינור:
$d_3 = 86 \text{ mm}$	- הקוטר החיצוני של דופן הצינור:
$d_4 = 88.2 \text{ mm}$	- הקוטר החיצוני של דופן הצינור עם שכבת הפיח:
$k_{\text{אבנית}} = k_1 = 1.31 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$	- מקדם ההולכה של האבנית:
$k_{\text{צינור}} = k_2 = 48 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$	- מקדם ההולכה של הצינור:
$k_{\text{פיח}} = k_3 = 0.105 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$	- מקדם ההולכה של הפיח:
$h_{\text{out}} = 710 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$	- מקדם ההסעה החיצוני (בין גזי השריפה לשכבת הפיח):



איור לשאלה 6

הערה: מקדם ההסעה בתוך הצינור גדול מאוד כך שניתן להזניח את ההתנגדות התרמית של ההסעה בתוך הצינור.

1. **א. (6 נק')** חשבו את ההתנגדויות התרמיות ליחידת אורך של הצינור.
2. חשבו את ההתנגדות התרמית הכוללת ליחידת אורך של הצינור.
3. **ב. (4 נק')** חשבו את שטף החום ליחידת אורך של הצינור העובר מגזי השריפה אל המים בתוך הצינור.
4. **ג. (4 נק')** חשבו את הטמפרטורה בנקודה A, הנמצאת במעבר בין שכבת האבנית ובין הדופן הפנימית של הצינור.
4. **ד. (4 נק')** נתון שבתוך הדוד יש 150 צינורות, ואורך כל צינור 10 מטר. חשבו את מסת המים העוברת לקיטור בכל שנייה, אם נתון שכמות האנרגייה הדרושה על מנת להעביר 1 kg מים רותחים לקיטור היא: 1890 [kJ/kg] .
2. **ה. (2 נק')** במהלך החישובים הציע אחד המתכננים להזניח את ההתנגדות התרמית של דופן הצינור כדי לפשט את החישובים, ואילו המתכנן השני התנגד לכך בטענה שעובי הדופן של הצינור גדול מעובי שכבת האבנית והפיח יחד, ולכן לא ניתן להזניח אותו. מי צודק? נמקו את הקביעה.

שאלה 7

מנוע שריפה פנימית פועל על פי מחזור דיזל אידיאלי. באיור לשאלה 7 מתואר המחזור בדיאגרמת P-V.

נתונים:

- יחס הדחיסה: $C = 20$

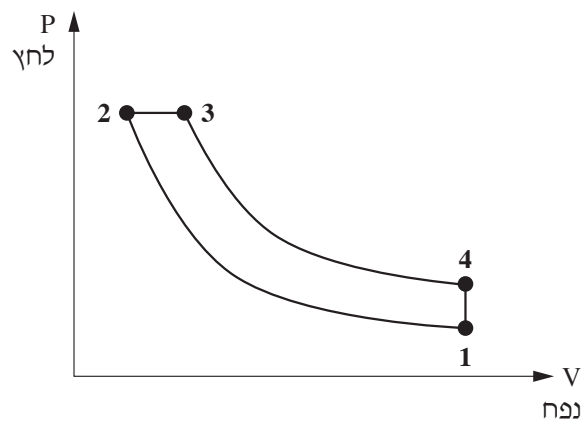
- טמפרטורת האוויר ולחצו בנקודה 1: $t_1 = 27^\circ\text{C}$; $P_1 = 100 \text{ kPa}$

- החום המושקע במחזור לכל 1 kg אוויר: $q_{in} = 1,600 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

- ניתן להניח שהגז הוא אוויר בעל תכונות קבועות:

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

• יחס החומים הסגוליים של אוויר: $k = 1.4$



איור לשאלה 7

- א. (8 נק') חשבו את הטמפרטורה (במעלות קלווין) בכל נקודות המחזור.
- ב. (3 נק') חשבו את יחס ההספקה, r_c .
- ג. (3 נק') חשבו את העבודה הסגולית נטו (העבודה נטו לכל 1 kg אוויר) של המחזור.
- ד. (3 נק') חשבו את הנצילות התרמית של המחזור.
- ה. (3 נק') מה יקרה לנצילות המנוע (תגדל, תקטן או לא תשתנה) ביום חם שבו טמפרטורת האוויר בסביבה תהיה 45°C ? נמקו את התשובה.

שאלה 8

תחנת כוח עובדת לפי מחזור רנקין אידיאלי.

נתונים:

הקיטור נכנס לטורבינה בלחץ $P_1 = 8 \text{ MPa}$ ובמצב אד רווי ($x = 1$).

הקיטור יוצא מן הטורבינה בלחץ $P_2 = 0.008 \text{ MPa}$.

ביציאה מן המעבה הקיטור במצב נוזל רווי.

ההספק המופק מהטורבינה הוא: 100 [MW] .

הערה: היעזרו בטבלת קיטור רווי שבנספח א' (לשאלה 8).

- (3 נק')** א. סרטטו באופן סכמתי תרשים המתאר את תחנת הכוח, וציינו על התרשים את שמות הרכיבים ואת מספר הנקודות האופייניות של המערכת.
- (3 נק')** ב. סרטטו את המחזור בדיאגרמת T-S.
- (6 נק')** ג. חשבו את הספיקה המסית של הקיטור העוברת במחזור.
- (4 נק')** ד. חשבו את הספק החום המושקע בדוד.
- (4 נק')** ה. חשבו את הנצילות התרמית של המחזור. ניתן להזניח את ההספק של המשאבה.

פרק רביעי: אנגלית טכנית

שאלה 9

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

- a. **(Paragraph A)** Name **TWO** main types of welding processes.
- b. **(Paragraph A, B)** Which word in paragraph B means the same as the word "join" in paragraph A?
- c. **(Paragraph B)** What is a filler?
- d. **(Paragraph B)** What is the way the welding processes are sorted in the table?
- e. **(Paragraph C)** Why is electric arc so effective in producing heat?
- f. **(Paragraph C)** Which types of welding **do not** use fillers?
- g. **(Paragraphs C)** What is the difference between Stick welding and Flux Cored Arc welding?
- h. **(Paragraphs C)** Why is the flux used in Flux Cored Arc welding process?
- i. **(Paragraph C)** Gas welding is performed without a non-flammable gas shield. Why?
- j. **(Paragraph D, E)** State **ONE** point of difference and **ONE** point of likeness of the welding types mentioned in these two paragraphs.

בהצלחה!

נספח א' (לשאלה 8): טבלת קיטור רווי

לשאלון 710003, אביב תשפ"ג

טבלאות קיטור רווי

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

Pressure Conversions:
1 bar = 0.1 MPa
= 10⁵ 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.

Welding Processes and Types

Paragraph A

Welding is a process by which two pieces of metal are permanently joined together in order to form one piece. There are two types of welding, with or without melting. The process without melting can be divided into two categories, with softening and without softening.

Paragraph B

The process with melting consists of heating metals (or just one metal) to their melting point. In most of these processes, additional metal (also called filler metal) is added during the heating process in order to help bond the two pieces together. No matter what is happening to the joined pieces, this filler will always be melted. According to this, there are two kinds of welding with melting: one, in which all metals are melted on the welding spot (also named weld bath or pool), and another, in which only the filler is melted (this process is called soldering). In soldering, fillers made of tin or copper, are usually employed due to their relatively low melting points to those of the joined pieces. Soldering is used in electronics. The processes including melting of all metals can be performed with or without application of pressure; and with or without fillers. The list below contains the most common types of processes, according to source of heat which is needed to melt the metals.

Type of Heat Source	Names of Processes	Purpose
Electric arc (in air)	MIG, TIG, Flux cord	Creating long seams
Electric current	Spot Welding	Creating points of connection
Gas burning	Gas Welding	Creating long seams
Chemical reaction	Thermite Welding	Creating casts

Paragraph C

Electric arc is a strong electric current formed by a spark in the air when two electrodes are held close together but are not touching. Due to the high electric resistance of air, a large quantity of heat is emitted. This heat is strong enough to melt the metals in the welding area. However, molten metals tend to react to oxygen, so the weld bath must be shielded from it by a non-flammable gas (such as argon or CO₂). MIG welding: the electrode is a thin wire which is fed from a spool that is attached to a gun through a flexible tube and comes out of the nozzle on the welding gun or torch. The wire is fed continuously when the trigger on the welding gun is pulled. Adding a non-flammable gas is needed in this process. This is the reason for using a variant of MIG welding called Stick Welding (meant, Shielded Metal Arc Welding, also identified as a hand-operated metal arc welding, flux shielded arc welding, or stick welding). In this type of welding process where the arc is struck between the metal rod or electrode (flux coated) and the workpiece, the surface of both the rod and the workpiece melt, creating a weld bath. The simultaneous melting of the flux coating on the rod will produce gas and slag, which shield the weld joint from the environment. TIG welding stands for Tungsten Inert Gas Arc Welding (also identified as GTAW by the American society). Weld electrodes get hot, but do not melt. they are non-consumable electrodes. The term "non-consumable" does not mean that it lasts forever, but that it does not melt and become part of the weld. This welding type uses an outer source of shielding gas.

Flux Cored Arc Welding: This type of welding is similar to MIG welding. In fact, MIG welders can often perform flux-cored arc welding. In this welding process, the wire has a core of flux that forms a gas shield around the weld. This reduces the demand for external gas supply.

Spot welding: It is known that electric current chooses a path with minimal resistance. therefore, when two electrodes are connected close to a welding point, due to low resistance of metal, a very strong current passes through the point of contact, melting the metals which would connect the pieces at this spot only, as the method is named.

Gas welding is performed by melting the sides or surfaces that are to be connected by gas flame, thus providing the molten metal the ability to flow together, creating a solid continuous joint upon cooling.

Oxygen-acetylene (or propane) mixtures are used at greater extent. The temperature of the oxy-acetylene flame in its hottest area is about 3200°C, while the temperature reached in the oxy-propane flame is about 1900°C.

Thermite welding. This is a process in which a mix of iron oxide and aluminium in a box is ignited by a spark. Through the chemical reaction, iron frees up aluminium oxidizes, temperature rises and iron melts. Melted iron flows out of the box into the cast. This is a popular method for connecting rails.

Paragraph D

Welding without melting but including softening of connected areas employs friction as the source of heat. This type is used for creating (almost) "seamless" tubes and rods and for connecting aluminium profiles.

Paragraph E

A stand out method of connecting large plates made of different metals is called Explosion Welding. This method does not use heat, so the plates are not melted or softened. A stack of connected plates is formed, then covered with special explosives. They are ignited on one corner and burn evenly, creating large pressure on the plates, forcing them together.

נספח ג': נוסחאות בתרמודינמיקה (2 עמודים)

לשאלון 710003, אביב תשפ"ג

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
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:

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

נצילות מחזור דיזל:

$$\eta_{\text{Diesel}} = 1 - \frac{(r_c^\gamma - 1)}{\gamma r_v^{\gamma-1} (r_c - 1)}$$

לחץ אפקטיבי ממוצע:

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

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:

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': מילון מונחים (2 עמודים)

לשאלון 710003, אביב תשפ"ג

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
nominal power	Номинальная мощность	القدرة الاسمية / الاعتبارية	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	قوة الإجهاد / الإعياء الحدّية	חוזק גבולי להתעייפות
specific heat	Удельная теплоемкость	الحرارة النوعية	חום סגולי
windings	Витки	رَبْط / غلاف	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 التناظري	מאמץ מחזורי סימטרי
jack	Домкрат	مِرْفَاع	מגבה
compressor	Компрессор	ضاغط	מדחס
angular velocity	Угловая скорость	السرعة الزاوية	מהירות זוויתית
relative velocity	Относительная скорость	السرعة النسبية	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 حدّي	מצמד גבולי
friction clutch/coupling	Фрикционная муфта	قابض احتكاك	מצמד חיכוך

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
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 الحرارية	נצילות תרמית
spring constant	Жесткость пружины	ثابت الزنبرك / ثابت الرفاص	קבוע קפיץ
coulisse	Кулиса	كَوَالِيس	קוליסה
buckling	Потеря устойчивости	انهيار	קריסה
heat flow	Тепловой поток	دفق / تدفق حراري	שטף חום
wire	Провод	سلك	תיל