

מכניקה הנדסית ט'

(לטכנאי מכונות)

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שישה פרקים ובהם עשר שאלות. עליך לענות על שאלה אחת מכל אחד מארבעת הפרקים הראשונים ועל שאלה נוספת אחת, לפי בחירתך, מכל השאלון. בסך-הכול עליך לענות על חמש שאלות. לכל שאלה – 20 נקודות ובסך-הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר לשימוש: כל חומר עזר כתוב בכתב יד או מודפס על נייר, כולל כלי סרטוט ומחשבון בעל תצוגה של שורה אחת.

ד. הוראות מיוחדות:

1. בטרם תתחיל לענות על השאלות, קרא בעיון את כל השאלון 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 בעזרתך את השאלה. ציין בתשובתך את הנתון שהוספת.
4. בתשובה על שאלה חישובית, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
5. המידות בסרטוטים נתונות במ"מ, אלא אם כן צוין אחרת.

הוראות למשגיח:

יש לוודא שתלמידים שענו על שאלה 10 צירפו את נספח ו' למחברת הבחינה שלהם.

בשאלון זה 16 עמודים ו-7 עמודי נספחים.

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

בהצלחה!

השאלות

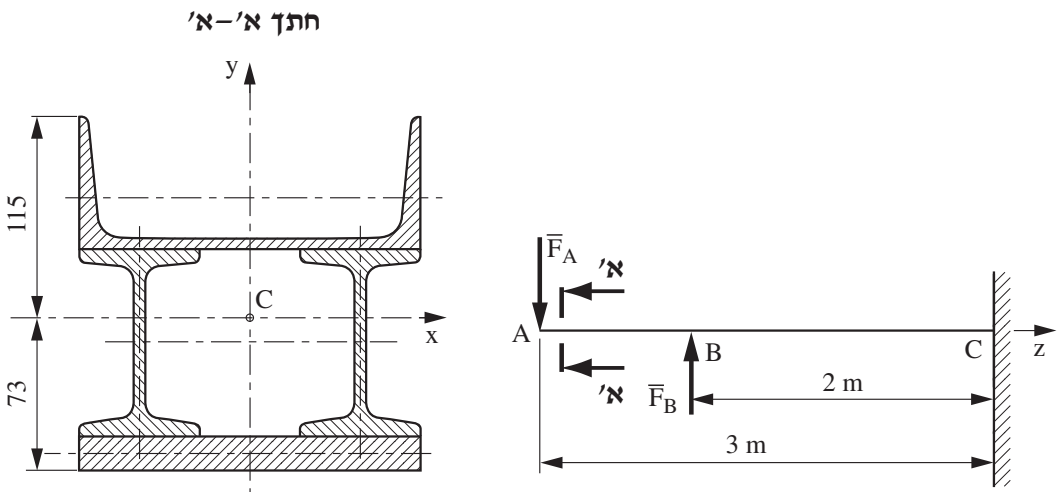
בשאלון זה שישה פרקים ובהם עשר שאלות.
עליך לענות על שאלה אחת מכל אחד מארבעת הפרקים הראשונים, ועל שאלה אחת נוספת, לפי בחירתך, מכל השאלון.
בסך-הכול עליך לענות על חמש שאלות (לכל שאלה – 20 נקודות).

פרק ראשון: סטטיקה וחוזק חומרים

שאלה 1

הקורה המתוארת באיור לשאלה 1 רתומה בקיר בקצה C ועמוסה בשני כוחות המאונכים לה בנקודות A ו-B. $\bar{F}_A = 5 \text{ kN}$; $\bar{F}_B = 15 \text{ kN}$.

הקורה אחידה לכל אורכה וחתך א'-א' שלה נתון אף הוא באיור. (שים לב: המידות בחתך הן במ"מ). מומנט ההתמד של החתך ביחס לציר הניטרלי x הוא: $I_x = 2,190 \text{ cm}^4$.



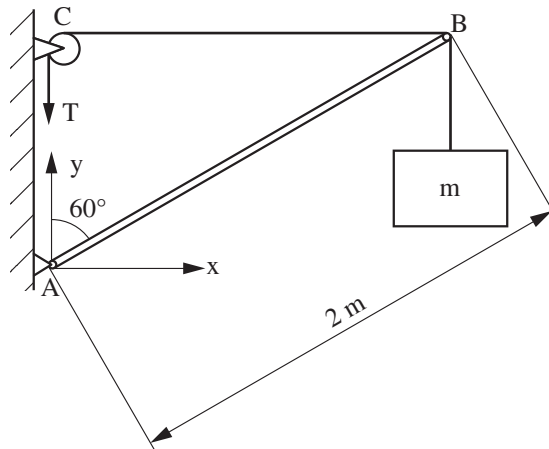
- א. בנה את המהלכים של כוחות הגזירה ואת המהלכים של מומנטי הכפיפה, לאורך הקורה.
- ב. בנה את מהלך המאמצים הנורמליים המרביים בחתכים שלאורך הקורה.
- ג. בדוק אם הקורה תעמוד בתנאי החוזק, אם נתון שהמאמץ המותר לחומר הקורה הוא: $[\sigma] = 150 \text{ MPa}$

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מתוארת זרוע AB הנתמכת בקיר באמצעות סמך ניח A (ציר ללא חיכוך) ומוחזקת באמצעות הכבל האופקי BC בנקודה B. הכבל עובר על-פני הגלגלת C ומוחזק בקצהו האנכי שאחרי הגלגלת.

בנקודה B תלויה מסה: $m = 200 \text{ kg}$.
במצב המתואר, הזרוע AB נמצאת בשיווי משקל.

הנח שתאוצת הכובד היא: $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

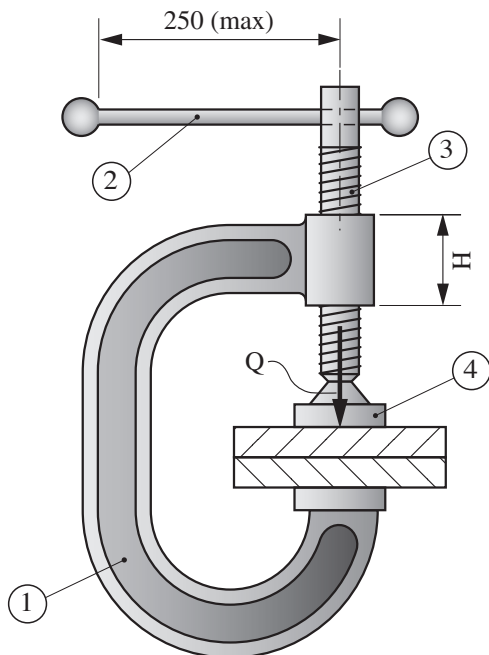


איור לשאלה 2

- א. חשב את כוח המתיחה T הדרוש בכבל BC.
- ב. חשב את כוח התגובה (גודל וכיוון) שמפעיל הסמך A על הזרוע AB.
- ג. חשב את ערכו של הכוח הפועל על הגלגלת.

פרק שני: חלקי מכונות**שאלה 3**

באיור לשאלה 3 מתוארת קליבה המהדקת שני לוחות באמצעות הבורג (3). לבורג זה תבריג M 20.



איור לשאלה 3

נתונים:

- מאמץ הכניעה של חומר הבורג: $\sigma_y = 420 \text{ MPa}$
- מקדם הבטיחות הנדרש עבור הבורג: $S = 3$
- מקדם החיכוך בכל צמד משטחים בכליבה: $\mu = 0.12$
- לחץ המגע המותר למעיכה בתבריג: $[p] = 25 \text{ MPa}$

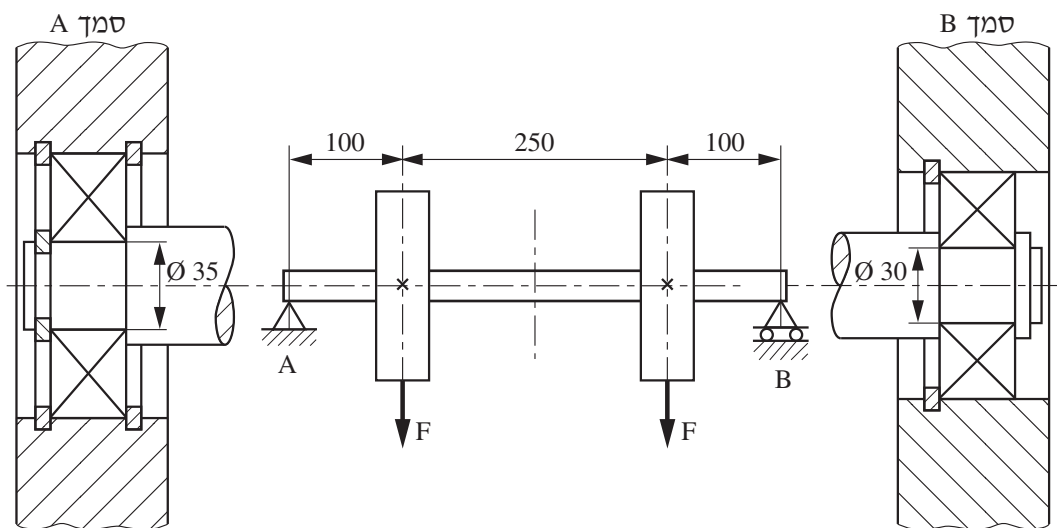
היעזר בנספח א' ופתור:

- א.** חשב את ערכו המרבי המותר של כוח ההידוק, Q , בהתאם לתכונות החוזק של הבורג. בלי קשר לתוצאה שהתקבלה בסעיף א', הנח שהכוח המזערי הנדרש להידוק הלוחות הוא: $Q = 20 \text{ kN}$, ופתור את הסעיפים שלהלן:
- ב.** חשב את הערך המזערי הנדרש של המידה H , בהתאם לתנאי החוזק למעיכה.
- ג.** חשב את הכוח המזערי שצריך להפעיל על קצה הזרוע (2) של הכליבה כדי ליצור את כוח ההידוק, Q . החיכוך בין קצה הבורג לדסקה המתכווננת (4), זניח.

שאלה 4

על הגל AB המתואר באיור לשאלה 4 מורכבים שני גלגלים זהים. על כל אחד מהגלגלים פועל כוח רדיאלי: $F = 3,000 \text{ N}$. הגל ממוסב בסמכים A ו-B ומסתובב ב- $1,500 \text{ rpm}$. הסמך A הוא סמך ניח, והסמך B הוא סמך נייד.

מקדם השירות (תנאי העבודה) הנדרש עבור המסבים הוא: $f_w = 1.3$.
אורך החיים הנדרש מן המסבים הוא 20,000 שעות.



איור לשאלה 4

- א. בחר מתוך נספח ב' מסב כדורים רדיאלי, המתאים לסמך A של הגל, ורשום את המידות העיקריות שלו – קוטר חיצוני, D , קוטר פנימי, d , ורוחב, B .
- ב. בחר מתוך נספח ג' מסב גלילים מתאים עבור סמך B של הגל, ורשום את המידות העיקריות שלו (B ; d ; D).
- ג. מדוע אחד מהסמכים של הגל הוא סמך נייד?
- ד. 1. האם מסב כדורים מתאים לשמש גם כסמך נייד וגם כסמך ניח? נמק את תשובתך.
2. לאיזה סוג סמך מתאים מסב גלילים? נמק את תשובתך.

פרק שלישי: תרמודינמיקה ומעבר חום

שאלה 5

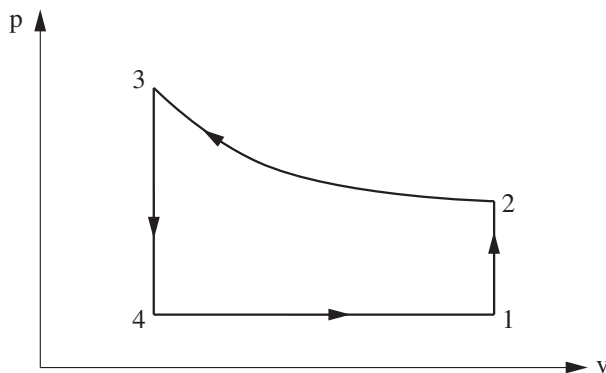
מחזור קירור של גז משוכלל מתואר באופן סכמתי באיור לשאלה 5. המחזור מורכב מן התהליכים ההפכים האלה:

1 ← 2 : דחיסה איזוכורית

2 ← 3 : דחיסה אדיאבטית

3 ← 4 : התפשטות איזוכורית

4 ← 1 : חימום איזוברי



איור לשאלה 5

הטמפרטורה המרבית במחזור: $T_3 = 800 \text{ K}$

הטמפרטורה המזערית במחזור: $T_4 = 320 \text{ K}$

הלחץ בתחילת הדחיסה האיזוכורית: $p_1 = 1 \text{ bar}$

העבודה המושקעת בתהליך הדחיסה האדיאבטית: $w_{23} = -108 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

נתוני הגז:

$$c_p = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \quad \text{חום סגולי בלחץ קבוע:}$$

$$c_v = 0.714 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \quad \text{חום סגולי בנפח קבוע:}$$

$$R = 0.286 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \quad \text{קבוע הגז:}$$

$$\gamma = 1.4 \quad \text{יחס קיבולי החום הסגוליים:}$$

- א.** חשב את הלחץ והטמפרטורה בכל אחד מן המצבים 1, 2, 3 ו-4.
- ב.** חשב בכל אחד מהתהליכים שבמחזור את העבודה ליחידת מסה, w , את החום ליחידת מסה, q , ואת השינוי באנרגיה הפנימית ליחידת מסה, Δu .
העתק למחברתך את הטבלה שלהלן, והשלם בה את הערכים החסרים.
סכם את הערכים בכל טור, ורשום את התוצאה במקום המתאים בשורת הסיכום.

	$w \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$	$q \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$	$\Delta u \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$
1 → 2	0		
2 → 3	-108	0	
3 → 4	0		
4 → 1			
סיכום			

- ג.** המחזור המתואר הוא מחזור קירור משום שתפקידו לסלק חום באמצעות השקעת עבודה, כך שהערך הכולל של העבודה הוא שלילי (עבודה מבוצעת על המערכת) והערך הכולל של החום גם כן שלילי.
- מהי המטרה של מחזור המתבצע בכיוון ההפוך, דהיינו 1 ← 4, 4 ← 3, 3 ← 2, 2 ← 1 ואיך נקרא מחזור כזה?

שאלה 6

באיור לשאלה 6 מתואר חתך בקולט של דוד שמש. קרני השמש חודרות דרך פני הקולט ומחממות זורם חימום. על מנת למזער איבודי חום, פני הקולט מורכבים משתי שכבות של זכוכית שקופה המופרדות באמצעות שכבת אוויר.

נתונים:

עובי כל אחת משכבות הזכוכית: 4 mm

עובי שכבת האוויר: 3 mm

שטח הפנים של הקולט: $A = 2.22 \text{ m}^2$

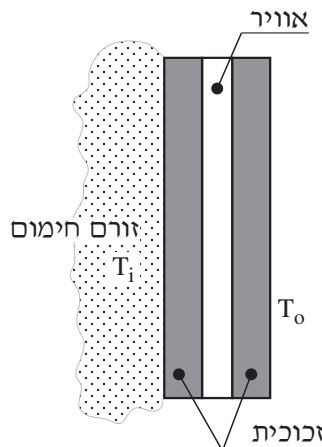
הטמפרטורה של זורם החימום: $T_i = 77^\circ \text{C}$

טמפרטורת הסביבה מחוץ לקולט: $T_o = 25^\circ \text{C}$

המוליכות התרמית של הזכוכית: $k_g = 7.8 \frac{\text{W}}{\text{m K}}$

המוליכות התרמית של האוויר: $k_a = 0.0262 \frac{\text{W}}{\text{m K}}$

- א. חשב את ההתנגדות התרמית של פני הקולט.
- ב. חשב את כמות החום ליחידת זמן (kW) הנפלטת דרך פני הקולט.
- ג. מחליפים את הזכוכיות שבפני הקולט בזכוכית אחת בלבד בעלת עובי של 10 mm (ללא אוויר).
- ד. חשב בכמה אחוזים תשתנה פליטת החום דרך פני הקולט.
- ה. בהתאם לתוצאות שקיבלת בסעיפים הקודמים, האם הקולט החדש של דוד השמש יהיה יעיל יותר או יעיל פחות מן הקולט המקורי? נמק את תשובתך.



איור לשאלה 6

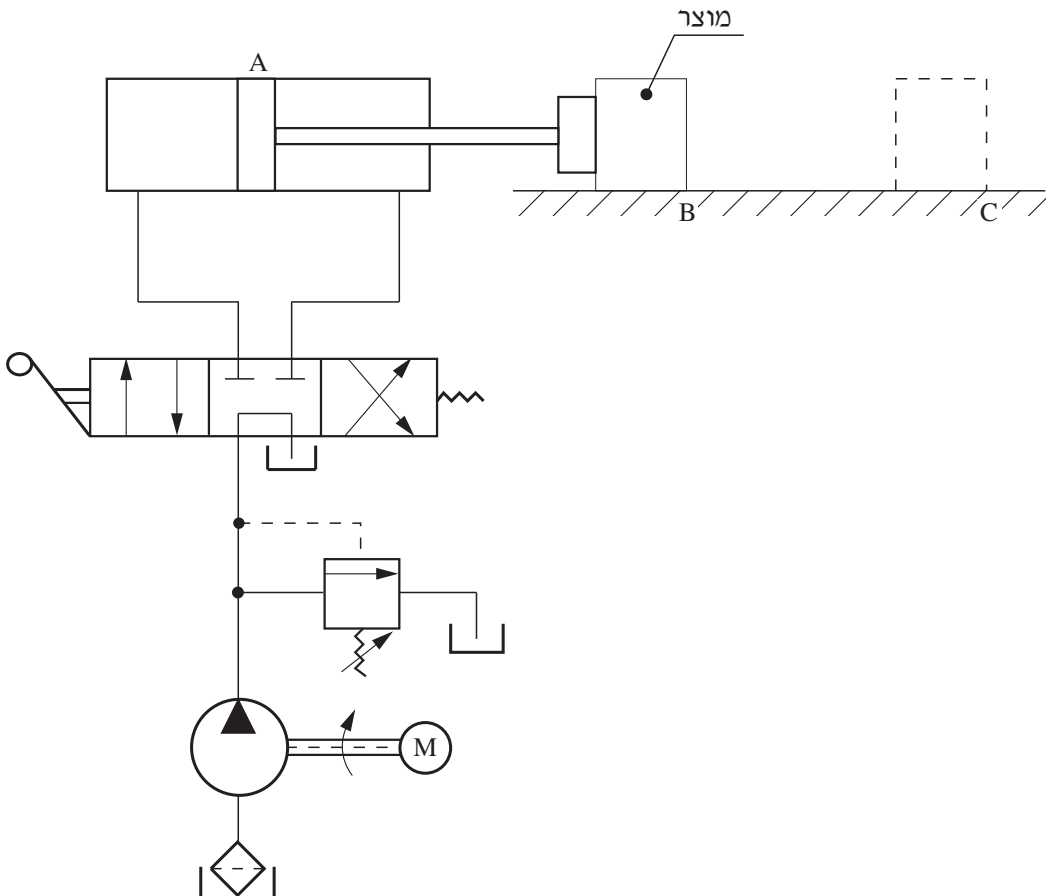
פרק רביעי: הידרוליקה

שאלה 7

באיור לשאלה 7 מתוארת מערכת הידרולית שתפקידה לדחוף מוצר לאורך 350 mm על-פני משטח אופקי ממקום B למקום C, באמצעות הבוכנה A. הכוח הנדרש לדחיפת המוצר על-פני המשטח הוא 1,500 N. הנח שהבוכנה A נעה ללא חיכוך פנימי במהירות קבועה.

נתונים:

- קוטר הבוכנה: $D = 120 \text{ mm}$
- הלחץ הנגדי בצד המוט של הבוכנה: 0.2 MPa
- קוטר המוט של הבוכנה: $d = 60 \text{ mm}$
- מהירות הבוכנה: $v = 0.08 \frac{\text{m}}{\text{s}}$



איור לשאלה 7

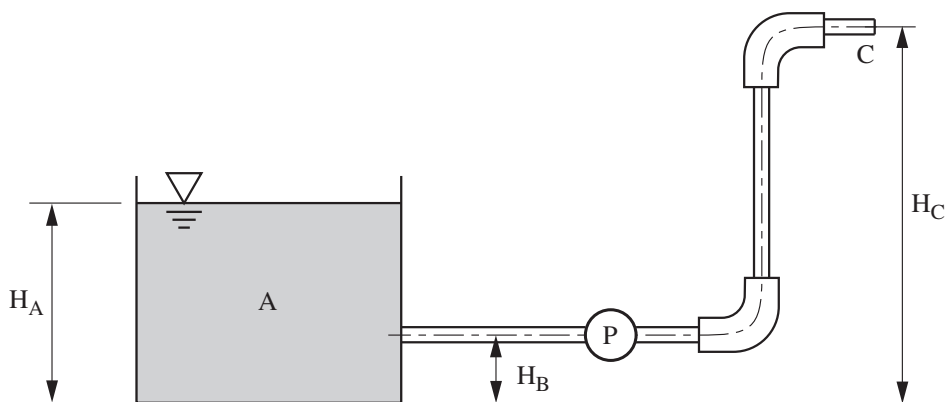
- א. חשב את הלחץ המרבי, p_1 , במערכת.
- ב. חשב את הזמן, t , שבו נעה הבוכנה A ממקום B למקום C.
- ג. חשב את הספיקה, Q , של הנוזל ההידרולי במערכת.
- ד. מחליפים את הבוכנה במערכת בבוכנה זהה שקוטר המוט שלה גדול יותר. כל שאר הנתונים במערכת אינם משתנים. האם כוח הדחיפה של הבוכנה יגדל או יקטן? נמק את תשובתך.
- ה. עתה מחליפים את הבוכנה של המערכת המקורית בבוכנה שקוטרה גדול יותר. קוטר מוט הבוכנה ויתר הנתונים אינם משתנים. האם כוח הדחיפה של הבוכנה יגדל או יקטן? נמק את תשובתך.

שאלה 8

במערכת המתוארת באיור לשאלה 8, המשאבה מזרימה מים ממכל גדול מאוד A אל פתח הצינור C. המים יוצאים מהמערכת דרך פתח הצינור C במהירות v_c . הנח שמהירות השינוי של מפלס המים במכל A שווה ל-0, ושאינן הפסדי חיכוך או הפסדי זרימה במערכת.

נתונים:

- גובה מפלס המים במכל A, מתחתית המכל: $H_A = 3.5 \text{ m}$
- גובה המשאבה מתחתית המכל A: $H_B = 1.5 \text{ m}$
- גובה הפתח C מתחתית מכל A: $H_C = 6.5 \text{ m}$
- מהירות המים ביציאה מפתח C: $v_c = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- קוטר כל הצינורות אחיד וערכו: $d = 40 \text{ mm}$
- צפיפות המים: $\rho = 1,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- תאוצת הכובד: $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

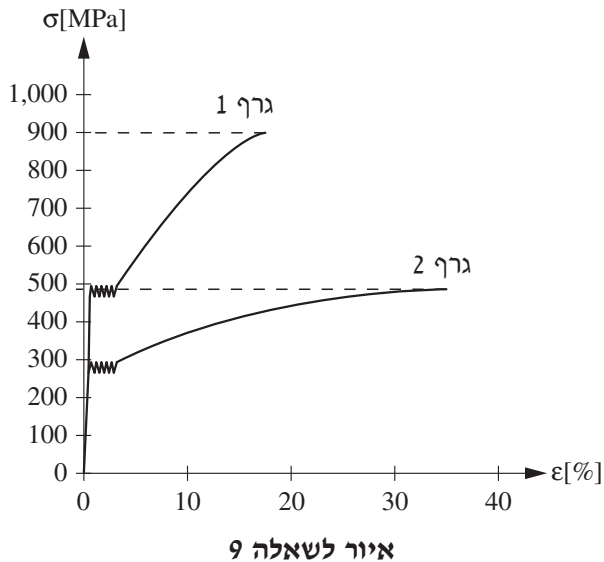
**איור לשאלה 8**

- א. חשב את הספיקה הנפחית, Q , של המים במערכת.
- ב. חשב את לחץ היתר (המנומטרי), p_{in} , בכניסה למשאבה.
- ג. חשב את לחץ היתר (המנומטרי), p_{out} , ביציאה מהמשאבה.
- ד. חשב את ההספק, P , אשר מעבירה המשאבה למים.

פרק חמישי: חומרים ועיבודם

שאלה 9

באיור לשאלה 9 מוצגים שני גרפים של מאמץ כתלות במעוות (גרף 1 וגרף 2).
הגרפים התקבלו מניסוי מתיחה שבוצע על שני דגמי פלדה SAE 1030, אחרי שכל דגם עבר סדרת תהליכים תרמו-מכניים (תהליכים תרמיים ומכניים).



סדרות התהליכים מתוארות בטבלה שלהלן כסדרת תהליכים א' וכסדרת תהליכים ב' (בסדרה ב' הדגם עבר גם תהליך פחמון):

הרפיה	חיסום במים	פחמון	חימום לטמפרטורה גבוהה	ערגול בחום	
✓	✓		✓	✓	סדרת תהליכים א'
✓	✓	✓	✓	✓	סדרת תהליכים ב'

- א.** קבע מהו הגרף (גרף 1 או גרף 2) המתאים לסדרת התהליכים א' ומהו הגרף המתאים לסדרת התהליכים ב'. הסבר את בחירתך.
- ב.** לאחר ביצוע התהליכים התרמו-מכניים, נמדדו ערכי הקשיות של שני דגמי הפלדה, והתקבלו התוצאות האלה: $HV = 269$ ו- $HV = 170$.
קבע מהו ערך הקשיות של הדגם שעבר את סדרת התהליכים א' ומהו ערך הקשיות של הדגם שעבר את סדרת התהליכים ב'. הסבר את בחירתך.
- ג.** הסבר מהי הסיבה לִמְשִׁיכוֹת נמוכה יותר בדגם המתואר בגרף 1 לעומת המשיכות של הדגם המתואר בגרף 2.
- ד.** מבין שתי הפלדות, רוצים לבחור את הפלדה המתאימה יותר לדרישות האלה:
1. מאמץ כניעה בטווח: 200 – 500 MPa
 2. מאמץ מתיחה מרבי בטווח: 420 – 950 MPa
 3. התארכות יחסית עד לשבר בטווח: 10 – 40%
 4. קשיות בטווח: 260 – 285 HV
- בחר את הגרף המייצג את הפלדה המתאימה יותר והצג את תהליך הבחירה.

פרק שישי: אנגלית טכנית

שאלה 10

קרא את הקטע שלהלן וענה על השאלות שבנספח ו' (Appendix F).

Rage for the Machine

① By the end of the 1950s, Japan had started a campaign to introduce the population to what became known as the “three holy durables”: washing machines, refrigerators and vacuum cleaners. It worked. Japan’s factories had kicked into high gear, and its consumers, made richer by new assembly–line jobs. Japan had found a way to increase its production and its consumption at the same time, a guarantee of economic growth. For better or worse, machines were now linked to Japan’s future.

② Today, Japanese live in an increasingly automated world. Use a pay phone – and an image of a uniformed woman appears, bowing. There is a train line that runs without human operators. Vending machines sell an amazing array of goods: beer, 10–kg bags of rice, video games etc. There are robots that run factories by themselves, robots that make parts for other robots, even robots that make sushi.

③ Cell phones are also very popular in Japan. Already, 51% of senior high school students in Japan carry mobile phones to school, compared with 32% in the U.S.

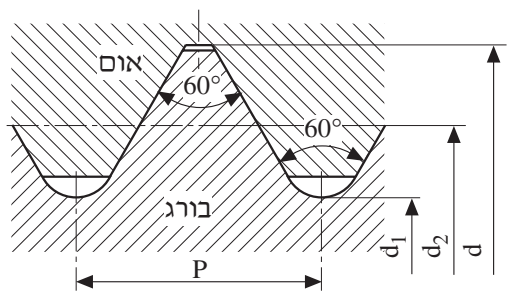
How cell phones are tested:

④ The first thing we note about a device is how good it looks and how well it appears to be made. We attempt to determine what materials the casing and other components are made out of, how sturdy (and reflective or fingerprint resistant) the screen is, how heavy the entire phone is, how easy it is to access the battery, and the key buttons, ports, and other physical attributes. If, for example, the rear speaker is in a bad location, it may be muffled every time you set your phone down. We also look at common problems like poorly placed power and volume buttons or a physical frame that's difficult to hold or uncomfortable.

בהצלחה!

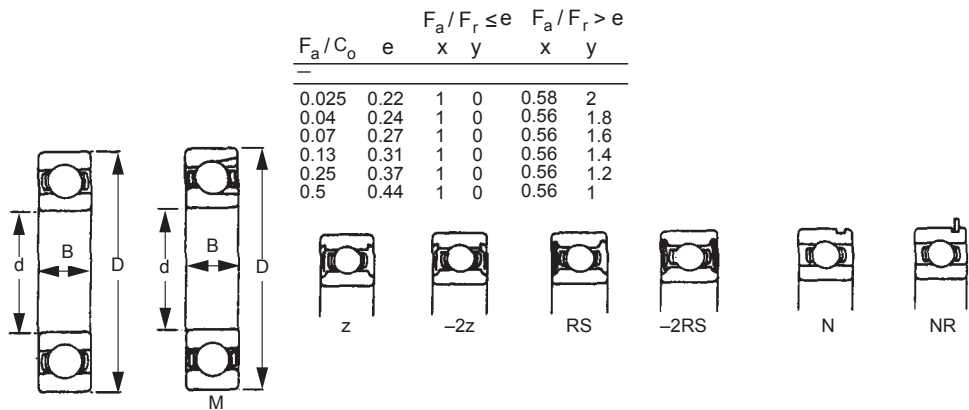
מידות לתבריגי הידוק מטריים חיצוניים (ת"י 665)

תבריגים רגילים					תבריגים עדינים			
קוטר חיצוני	פסיעה	שטח חתך למתיחה	קוטר פנימי	קוטר אפקטיבי	פסיעה	שטח חתך למתיחה	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	3.110				
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	1050	36.779	39.077	2	1230	39.546	40.701
48	5	1380	41.866	44.752	2	1630	45.456	46.701
56	5.5	1910	49.252	52.428	2	2250	53.516	54.701
64	6	2520	56.639	60.639	2	2980	61.546	62.701



Single row radial ball bearings

מסבי כדורים, רדיאליים

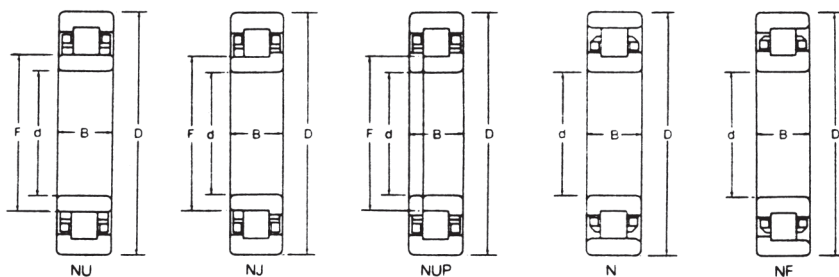


primary dimensions	Basic bearing			Variants						Basic load ratings		Limiting speeds		Mass
d	D	B		z	-2z	RS	-2RS	N	NR	C	static C_0	grease	oil	RS/-2RS
mm										N		rev/min		kg
20	42	8	16004							7 200	3 370	18 000	22 000	0.050
	42	12	6004							9 750	4 450	16 500	22 500	0.069
	47	14	6204	•	•	•	•	•	•	13 300	6 200	15 500	21 000	0.099
	47	14	M 204							18 000	9 350	15 000	18 000	0.116
	52	15	6304	•	•	•	•	•	•	16 500	7 800	14 700	20 000	0.144
	52	15	M 304							19 600	10 000	7 400	14 700	0.174
	72	19	6404							30 700	15 600	10 600	14 300	0.390
25	47	8	16005							7 500	3 690	14 000	18 000	0.060
	47	12	6005	•	•	•	•	•	•	10 500	4 950	14 600	19 500	0.080
	52	15	6205	•	•	•	•	•	•	14 500	6 950	14 000	19 000	0.123
	52	15	M 205							20 800	11 200	13 000	16 000	0.141
	62	17	6305	•	•	•	•	•	•	22 100	10 600	12 200	16 500	0.220
	62	17	M 305							31 200	17 400	11 000	14 000	0.257
	80	21	6405							34 700	17 900	9 400	12 700	0.526
30	55	9	16006							11 700	5 950	12 000	15 000	0.085
	55	13	6006	•	•	•	•	•	•	15 700	7 750	12 600	17 000	0.116
	62	16	6206	•	•	•	•	•	•	20 200	10 000	11 700	15 500	0.198
	62	16	M 206							28 200	15 700	11 000	14 000	0.218
	72	19	6306	•	•	•	•	•	•	30 800	15 800	10 600	14 300	0.331
	72	19	M 306							35 700	22 400	9 500	12 000	0.378
	90	23	6406							42 200	21 700	8 400	11 300	0.689
35	62	9	16007							12 700	6 950	10 500	13 000	0.110
	62	14	6007	•	•	•	•	•	•	16 600	8 500	11 200	15 000	0.156
	72	17	6207	•	•	•	•	•	•	26 700	13 600	10 100	13 600	0.276
	72	17	M 207							36 400	20 900	7 500	10 100	0.304
	80	21	6307	•	•	•	•	•	•	34 600	17 900	9 400	12 700	0.446
	80	21	M 307							42 800	24 600	8 500	10 000	0.511
	100	25	6407	•	•					55 000	29 900	7 500	10 200	0.916

Single row cylindrical roller bearings

d 20–30 mm

מסבי גלילים



	Primary dimensions				Basic bearing	Basic load ratings		Limiting speeds		Mass
	d	D	B	F		dynamic C	static C ₀	grease	oil	
	mm					N		rev/min		kg
20	42	12			N 1004	13 600	11 300	10 000	16 500	0.067
	47	14	27.0		NU 204	22 800	19 400	15 500	20 500	0.113
	47	14	26.5		NU 204 ETN	28 000	24 500	15 500	20 500	0.11
	47	14	27.0		NJ 204	22 800	19 400	15 500	20 500	0.116
	47	14	26.5		NJ 204 ETN	28 000	24 500	15 500	20 500	0.11
	47	14	27.0		NUP 204	22 800	19 400	15 500	20 500	0.118
	47	14	26.5		NUP 204 ETN	28 000	24 500	15 500	20 500	0.11
	47	14			N 204	22 800	19 400	15 500	20 500	0.112
	47	14			N 204 ETN	28 000	24 500	15 500	20 500	0.11
	47	14			NF 204	22 800	19 400	15 500	20 500	0.114
	47	14			NF 204 ETN	28 000	24 500	15 500	20 500	0.11
	52	15	28.5		NU 304	26 600	22 100	14 400	19 500	0.158
	52	15	27.5		NU 304 ETN	33 900	28 600	14 400	19 500	0.17
	52	15	28.5		NJ 304	26 600	22 100	14 400	19 500	0.161
	52	15	27.5		NJ 304 ETN	33 900	28 600	14 400	19 500	0.17
25	47	12			N 1005	15 200	13 600	8 800	14 600	0.080
	52	15			N 205	24 500	22 100	13 600	18 500	0.135
	52	15	32.0		NU 205	24 500	22 100	13 600	18 500	0.137
	52	18	32		NU 2205	24 800	23 400	11 500	14 000	0.163
	52	15	31.5		NU 205 ETN	31 700	29 600	13 600	18 500	0.14
	52	15	32.0		NJ 205	24 500	22 100	13 600	18 500	0.141
	52	15	31.5		NJ 205 ETN	31 700	29 600	13 600	18 500	0.14
	52	15	32.0		NUP 205	24 500	22 100	13 600	18 500	0.144
	52	15	31.5		NUP 205 ETN	31 700	29 600	13 600	18 500	0.14
	52	15			N 205 ETN	31 700	29 600	13 600	18 500	0.14
	52	15			NF 205	24 500	22 100	13 600	18 500	0.140
	52	15			NF 205 ETN	31 700	29 600	13 600	18 500	0.14
	62	17	35.0		NU 305	35 000	30 600	12 200	16 500	0.250
	62	24	35		NU 2305	43 800	41 000	9 500	11 500	0.340
	62	17	34.0		NU 305 ETN	44 600	39 700	12 200	16 500	0.26
30	55	13			N 1006	24 800	24 300	12 500	17 000	0.113
	62	16	38.5		NU 206	33 100	31 300	11 600	15 500	0.215
	62	16	37.5		NU 206 ETN	41 400	39 000	11 600	15 500	0.22
	62	16	38.5		NJ 206	33 100	31 300	11 600	15 500	0.220
	62	16	37.5		NJ 206 ETN	41 400	39 000	11 600	15 500	0.22
	62	16	38.5		NUP 206	33 100	31 300	11 600	15 500	0.225
	62	16	37.5		NUP 206 ETN	41 400	39 000	11 600	15 500	0.22
	62	16			N 206	33 100	31 300	11 600	15 500	0.212
	62	16			N 206 ETN	41 400	39 000	11 600	15 500	0.22

נספח ד': נוסחאות בתרמודינמיקה (2 עמודים)

לשאלון 710001, אביב תשע"ג

תהליכים הפיכים בגז משוכלל, $p v = R T$

תהליך	אפיון	עבודה, W	חום, q	שינוי באנרגיה פנימית, Δu
איזוברי	$p = \text{const.}$	$p \Delta v = R \Delta T$	$c_p \Delta T$	$c_v \Delta T$
איזותרמי	$T = \text{const.}$	$R T \ln \left(\frac{v_2}{v_1} \right) = R T \ln \left(\frac{p_1}{p_2} \right)$		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		$c_v \Delta T$

תהליך אדיאבטי הפיך (איזנטרופי):

$$p v^\gamma = \text{const.} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^\gamma$$

$$p T^{-\frac{\gamma}{\gamma-1}} = \text{const.} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$$

$$T v^{\gamma-1} = \text{const.} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^{\gamma-1}$$

מחזורי אוטו ודיזל:

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

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

$$mep = \frac{W_{\text{net}}}{v_1 - v_2} \quad \text{לחץ אפקטיבי ממוצע:}$$

r_v - יחס הדחיסה

r_c - יחס הקיטעון

מעבר חום:

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

התנגדות תרמית בהולכה:

b – עובי ב"מ

A – שטח ב-m²

k – מוליכות תרמית ב- $\frac{W}{mK}$

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

כמות החום, ליחידת זמן, העוברת דרך שכבה אחת:

כמות החום, ליחידת זמן, העוברת בין משטחים מקבילים בקרינה:

$$\dot{Q}_R = \varepsilon \sigma (T_1^4 - T_2^4) A$$

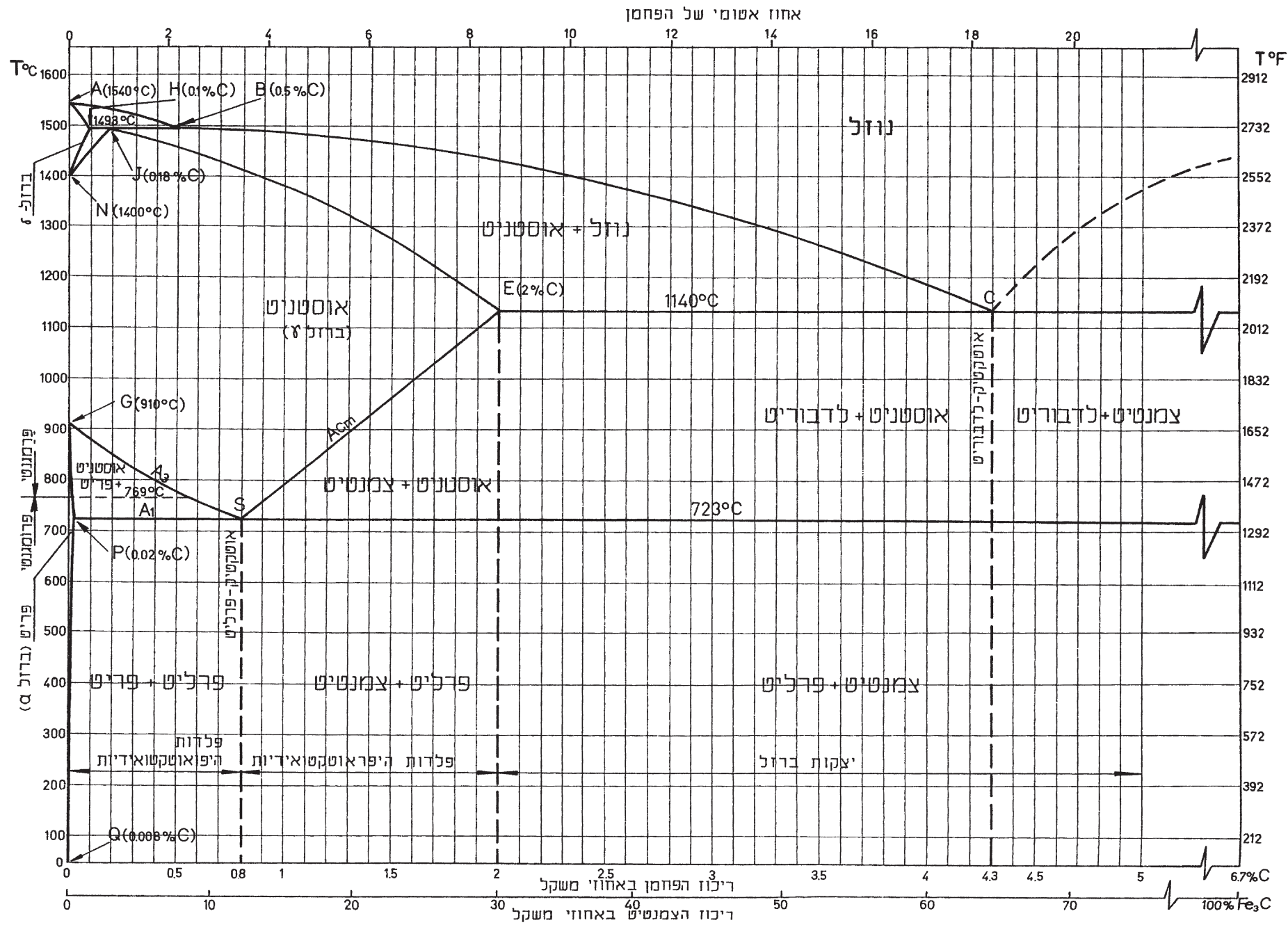
T – טמפרטורה

ε – מקדם בליעה (אמיסיביות)

σ – מקדם סטפן-בולצמן

נספח ה': דיאגרמת ברזל-פחמן

לשאלון 710001, אביב תשע"ג



Answer all five questions:

Question a

indicate the right answer:

The word "campaign" as used in paragraph ① means:

(a) marketing, (b) advertisement, (c) operation, (d) company

Question b

Name **two** products that you can buy from vending machines in Japan:

Question c

Answer with **yes** or **no** to the following sentences, as described by the text:

Robots in Japan can:

1) make sushi _____

2) make video games _____

3) run factories _____

Question d

Below are words from paragraph ④. Write for each word a synonym or a different word(s) which can be used instead:

tested _____

to determine _____

attributes _____

muffled _____

Question e

Answer in your own words the following question:

How did Japan guarantee its economic growth?
