

בקרה במכונות ד'

שתי יחידות לימוד

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שלוש שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים ובהם תשע שאלות. עליך להשיב על שאלה אחת מן הפרק הראשון, על שאלה אחת מן הפרק השני ועל שלוש שאלות נוספות על-פי בחירתך. בסך-הכול עליך לענות על חמש שאלות (לכל שאלה – 20 נקודות).

ג. חומר עזר מותר לשימוש: כלי סרטוט, מחשבון ונוסחאון בית-ספרי.

ד. הוראות מיוחדות:

- ענה על מספר השאלות הדרוש בשאלון. אם מספר השאלות שהספקת לפתור עולה על הנדרש, אינך צריך לבחור את התשובות שייבדקו. המעריך יבדוק את כל המבחן ויבחר את התשובות הטובות ביותר.
- עיין בשאלון, הכר את חלקיו, ורק אז ענה על השאלות בסדר הנראה לך.
- בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתך חסר נתון, הוסף אותו על-פי שיקול דעתך, ופתור בעזרתו את השאלה. רשום במחברתך את הנתון שהוספת.
- בתשובה על שאלה חישובית, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
- לנוחותך, בנספח א' מובאות חלק מן הנוסחאות הדרושות לפתרון השאלות.

הוראות למשגיח: בתום הבחינה יש לצרף את נספח ב' למחברות הבחינה של התלמידים שענו על שאלה 4.

בשאלון זה 11 עמודים ו-9 עמודי נספחים.

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

המשך מעבר לדף

בהצלחה!

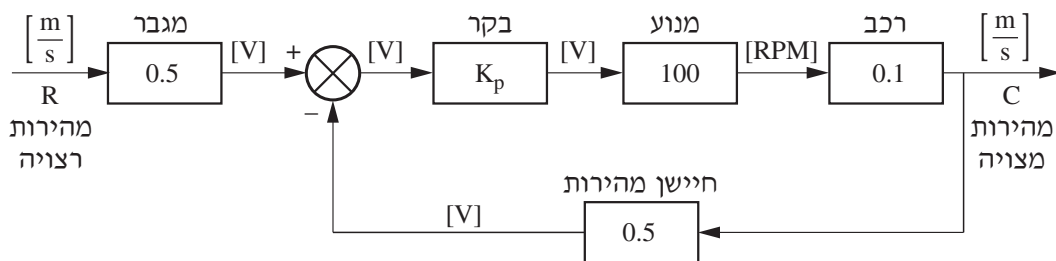
השאלות

ענה על שאלה אחת מן הפרק הראשון, על שאלה אחת מן הפרק השני ועל שלוש שאלות נוספות על-פי בחירתך. בסך-הכול עליך לענות על חמש שאלות (לכל שאלה – 20 נקודות).

פרק ראשון: בקרה ומערכות מיכון

שאלה 1

באיור לשאלה מתוארת דיאגרמת מלבנים של מערכת בקרת שיט המותקנת ברכב.



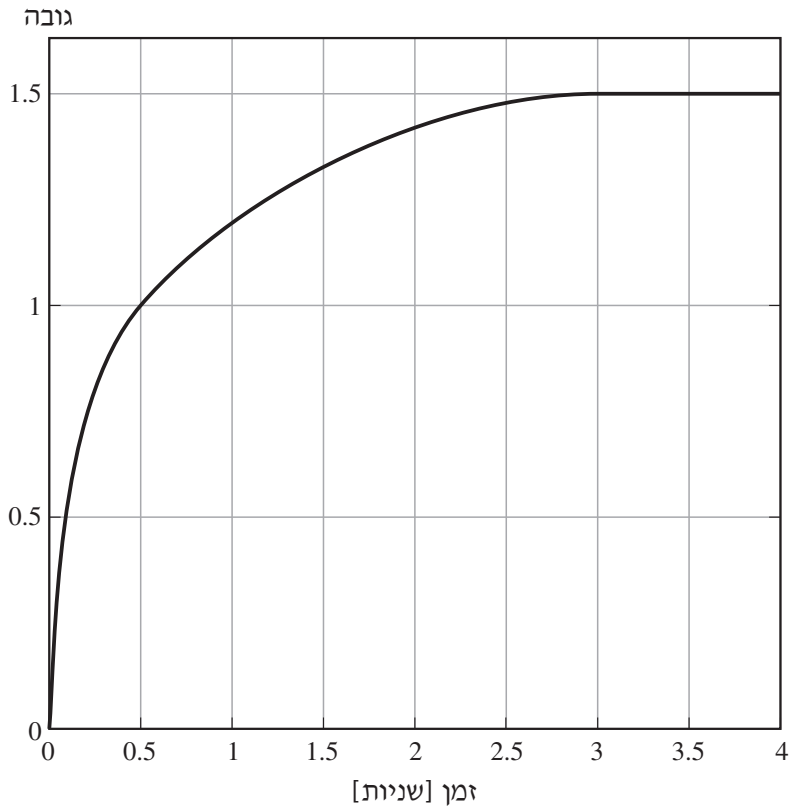
איור לשאלה 1

א. רשום ביטוי לפונקציית התמסורת $\frac{C}{R}$ כתלות ב- K_p .

ב. מה צריך להיות ערכו של K_p כדי ש- $\frac{C}{R} = 0.95$?

שאלה 2

באיור לשאלה זו נתון גרף המתאר תגובה של מערכת בעלת פיגור מסדר ראשון לאילוף מדרגה, $D = 1$.

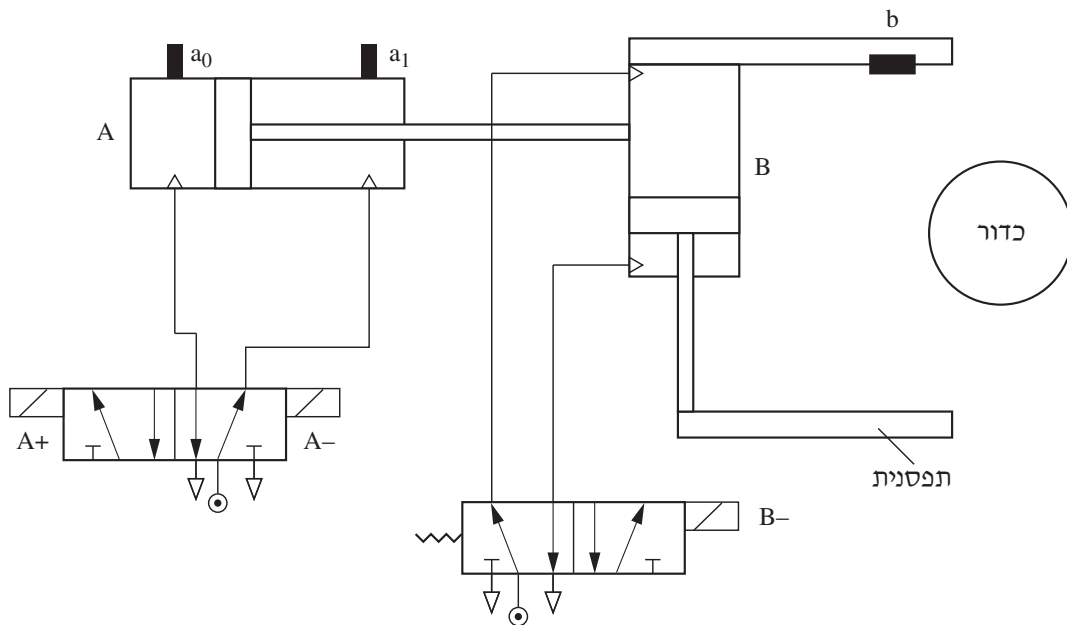


איור לשאלה 2

- א. חשב את הגבר המערכת.
 - ב. מצא את קבוע הזמן של המערכת.
 - ג. על המערכת הופעל אילוף מדרגה בגודל $D = 2$.
1. מהו ערכה של תגובת המערכת במצב המתמיד?
 2. מהו ערכה של תגובת המערכת כעבור 0.5 שנייה מרגע שהופעל אילוף המדרגה?

שאלה 3

באיור לשאלה זו מתוארת מערכת לתפיסת כדור והעברתו ממקום למקום.



איור לשאלה 3

רכיבי המערכת:

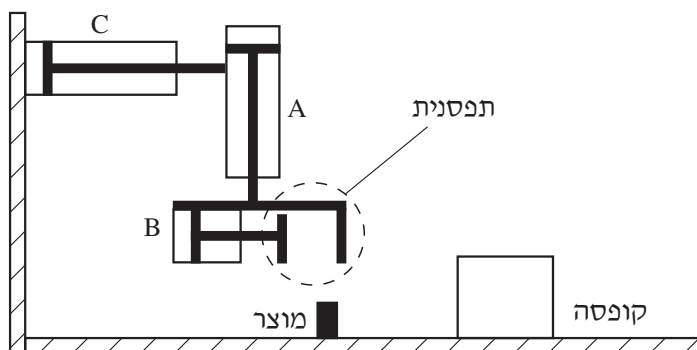
- בוכנה A, שתפקידה להזיז את התפסנית. הבוכנה מופעלת על-ידי שסתום 5/2 חשמל-חשמל, ועליה מותקנים שני מפסקי גבול (חיישני גבול).
- מפסק גבול a_0 , שתפקידו לציין שהבוכנה בפנים.
- מפסק גבול a_1 , שתפקידו לציין שהבוכנה בחוץ.
- בוכנה B, שתפקידה לסגור את התפסנית ולתפוס את הכדור. הבוכנה מופעלת על-ידי שסתום 5/2 חשמל-קפיץ.
- חיישן b, המותקן על אחת מזרועות התפסנית. החיישן נלחץ כאשר הכדור נתפס בין לחיי התפסנית.
- לחצן הפעלה מסוג P.B. (אינו מופיע באיור).

תיאור פעולת המערכת:

- כאשר לוחצים על הלחצן P.B. הבוכנה A יוצאת.
 - מפסק הגבול a_1 נלחץ, הבוכנה B נכנסת, סוגרת את התפסנית ותופסת את הכדור.
 - חיישן b נלחץ והבוכנה A נכנסת.
 - מפסק הגבול a_0 נלחץ, הבוכנה B יוצאת, התפסנית נפתחת והכדור משוחרר למקומו החדש.
- א.** בחר בקר מתוכנת שיבקר את פעולת המערכת. רשום את שם הבקר שבחרת ואת מספרי הייחוס של כתובות הכניסה ושל כתובות היציאה המתאימים לבקר שבחרת.
- ב.** כתוב תכנית או סרטט דיאגרמת סולם שתבצע את הפעולות הדרושות. שפת התכנות נתונה לבחירתך.

שאלה 4

באיור לשאלה זו מתוארת מערכת פנימטית הכוללת שלושה צילינדרים. תפקיד המערכת הוא להכניס מוצר לתוך קופסה.



איור לשאלה 4

סדר הפעולות של המערכת:

1. הבוכנה A יוצאת כדי שהתפסנית תוכל לתפוס את המוצר.
 2. הבוכנה B, שהיא חלק מתפסנית פנימטית, יוצאת והתפסנית תופסת את המוצר.
 3. הבוכנה A נכנסת ומעלה את התפסנית ואת המוצר שהיא תופסת.
 4. הבוכנה C יוצאת ומעבירה את התפסנית ואת המוצר אל מעל לקופסה.
 5. הבוכנה B נכנסת, משחררת את התפסנית והמוצר נופל לתוך הקופסה.
 6. הבוכנה C נכנסת ומחזירה את המערכת למצב ההתחלתי.
- א. רשום במחברתך את מחזור הפעולות (דיאגרמת חיצים) של שלוש הבוכנות הפנימטיות.
- ב. סרטט על-גבי נספח ב' את מערך הפיקוד הדרוש בשיטת הקסקדה.

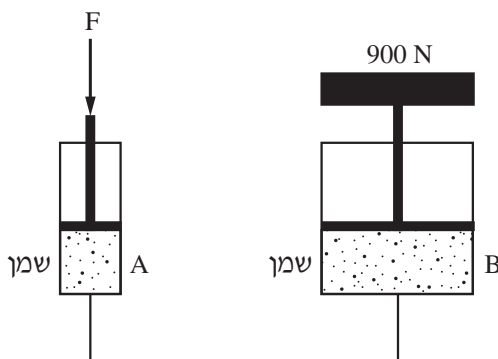
שים לב: הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך בנספח וצרף אותו למחברת הבחינה שלך.

שאלה 5

באיור לשאלה זו מתוארת מערכת הידרולית הכוללת שתי בוכנות, A ו-B, המחוברות זו לזו באמצעות צינור.

נתונים:

- שטח החתך של בוכנה A הוא 300 mm^2 , ועליה פועל הכוח F .
- שטח החתך של בוכנה B הוא 900 mm^2 , ועליה מונח גוף שמשקלו 900 N .
- המערכת נמצאת בשיווי משקל.



איור לשאלה 5

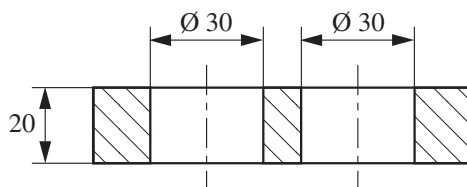
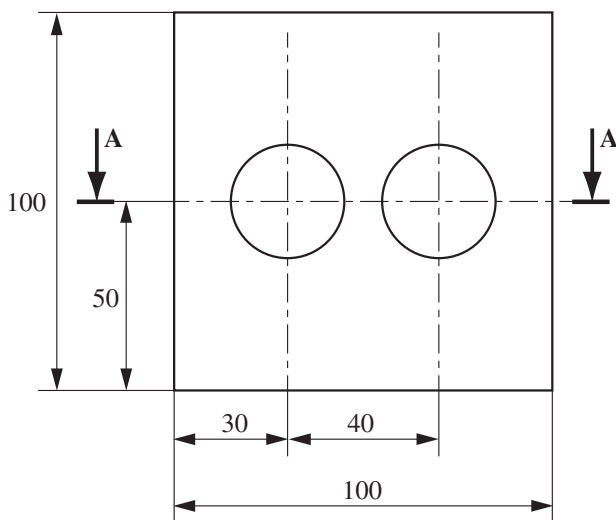
קבע לגבי כל אחד מההיגדים שלהלן אם הוא **נכון** או **לא נכון**. נמק בקצרה את קביעתך.

- א. הלחץ בצילינדר B הוא 10 bar .
- ב. כאשר בוכנה A נעה כלפי מטה למרחק 30 mm , בוכנה B נעה כלפי מעלה למרחק 90 mm .
- ג. כאשר המערכת נמצאת בשיווי משקל, $F = 300 \text{ N}$.
- ד. כאשר מפעילים על בוכנה A כוח $F = 250 \text{ N}$ כלפי מטה, הבוכנה A נעה כלפי מעלה.

פרק שני: פרקי הנדסה ומדע

שאלה 6

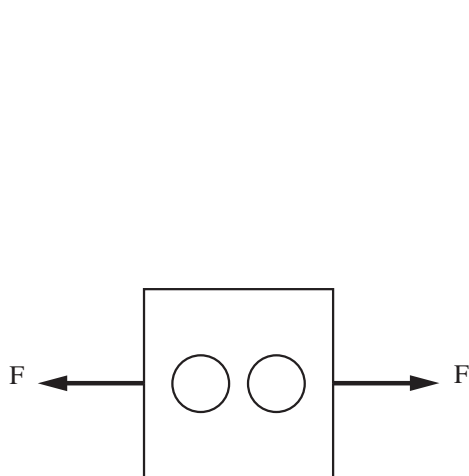
באיור א' לשאלה זו מתואר לוח (פלטת) ובו שני קדחים.



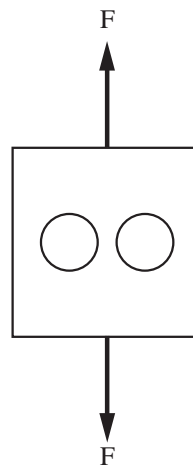
חתך A-A

איור א' לשאלה 6

- א. מותחים את הלוח בכוח $F = 120 \text{ kN}$ כמתואר באיור ב' לשאלה זו. חשב את מאמץ המתיחה המרבי בלוח.
- ב. מותחים את הלוח בכוח $F = 120 \text{ kN}$ כמתואר באיור ג' לשאלה זו. חשב את מאמץ המתיחה המרבי בלוח.



איור ג' לשאלה 6



איור ב' לשאלה 6

ג. נתון שמאמץ המתיחה המרבי המותר בחומר הלוח הוא $[\sigma_t] = 200 \text{ MPa}$. מהו הקוטר המרבי המותר של הקדח אם הכוח הפועל במקרה המתואר באיור ב' הוא $F = 120 \text{ kN}$?

שאלה 7

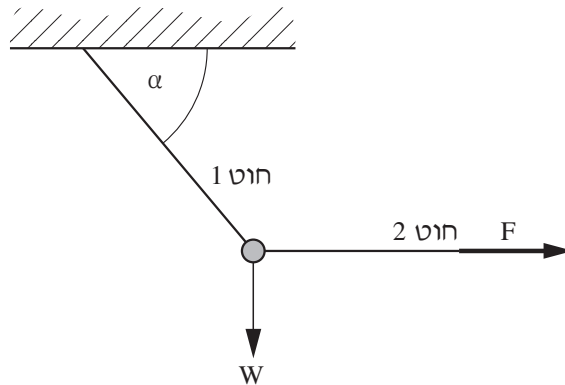
נתון גל פלדה המעביר הספק $P = 100 \text{ kW}$ במהירות סיבוב $n = 300 \text{ RPM}$. מומנט ההתנגדות של חתך הגל לפיתול הוא $Z_0 = 15 \times 10^{-5} \text{ m}^3$.

א. חשב את מומנט הפיתול שפועל בגל.

ב. חשב את מאמץ הפיתול המרבי בגל.

שאלה 8

באיור לשאלה זו מתוארת משקולת שמשקלה $W = 60 \text{ N}$, התלויה על חוט 1 ומחוברת לחוט 2. מושכים את חוט 2 בכיוון אופקי בכוח $F = 40 \text{ N}$ כמתואר באיור.



איור לשאלה 8

- א. חשב את הזווית α .
- ב. חשב את המתיחות בחוט 1.
- ג. משנים את ערכו של הכוח F אך לא את כיוונו, כך שהזווית המתקבלת היא $\alpha = 60^\circ$.
חשב את ערכו החדש של הכוח F .

שאלה 9

בנספח ג' לשאלה זו מתואר חולץ שתפקידו לשחרר חלק המחובר בלחץ לגוף גלילי.
כדי לחלץ את החלק הזה מחברים לו את הברגים (2), ומסובבים את הידית (4) עד שנוצר מגע בין הגוף הגלילי ובין העקב (6). המשך סיבוב הידית מושך את החלק המחולץ כלפי מעלה, תוך כדי דחיפת הגוף הגלילי כלפי מטה.
להלן רשימת מאמצים שיכולים להיווצר בחלק של מכונה:
מתיחה, לחיצה, גזירה, כפיפה, פיתול ומעיכה.
קבע מהו המאמץ העיקרי שנוצר בכל אחד מהחלקים שלהלן כאשר החולץ בפעולה.
נמק את קביעותיך.

- א. קורה (חלק 1)
- ב. ברגים (חלק 2)
- ג. בורג (חלק 3)
- ד. ידית (חלק 4)
- ה. עקב (חלק 6)

בהצלחה!

נספח א': נוסחאון לבקרה במכונות (7 עמודים)

לשאלון 819203, קיץ תשע"ו

الملحق "أ": ورقة قوانين في المراقبة في الماكينات (7 صفحات)

للمودج 819203، صيف 2016

לנוחותך, תמצא בנספח זה חלק מהנוסחאות הדרושות לפתרון השאלות.
من أجل التسهيل عليك، أوردنا في هذا الملحق قسمًا من المعادلات المطلوبة لحل الأسئلة.

נוסחאות בבקרה

1. $\Theta(t)$, התגובה בזמן t לאילוץ מדרגה D של תהליך בעל פיגור מסדר ראשון:

$$\Theta_o(t) = K \cdot D \left[1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right]$$

τ - קבוע הזמן

K - הגבר סטטי

D - גודל המדרגה

2. הזמן, t , הדרוש למערכת כדי להגיע לתגובה, $Y(t)$, בתהליך בעל קבוע זמן τ :

$$t = \tau \cdot \ln \left(\frac{Y(\infty) - Y(0)}{Y(\infty) - Y(t)} \right)$$

3. ההגבר הסטטי:

$$K = \frac{\Delta \Theta_o}{\Delta \Theta_i} = \left(\frac{\text{שינוי בתגובה}}{\text{שינוי באילוץ}} \right)$$

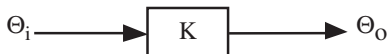
$$\frac{\Theta_o}{\Theta_i} = K$$

4. התמסורת של המלבן הבודד:

Θ_o - אות המוצא (התגובה)

Θ_i - אות המבוא (האילוץ)

G - פונקציית התמסורת



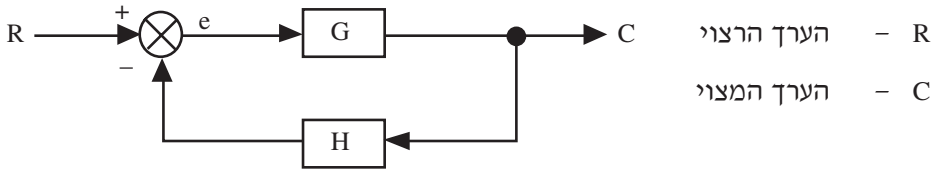
$$\frac{\Theta_o}{\Theta_i} = G_1 G_2$$

5. התמסורת של שני מלבנים בטור:



$$T = \frac{C}{R} = \frac{G}{1+GH}$$

6. התמסורת, T, בחוג סגור (עם משוב H):



$$\frac{e}{R} = \frac{1}{1+GH}$$

7. השגיאה, e, בחוג סגור (עם מערכת משוב):

נוסחאות בהידרוליקה

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

8. שטח של חתך עגול:

D [m] – קוטר העיגול

$$Q = v \cdot A$$

9. ספיקת הזורם דרך השטח A:

v $\left[\frac{m}{sec} \right]$ – מהירות הזורם

A [m²] – השטח

Q $\left[\frac{m^3}{sec} \right]$ – ספיקה

$$P = \frac{F}{A}$$

10. הגדרת הלחץ:

$$1 \text{ bar} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$F = P \cdot A$$

11. הכוח F, הפועל על השטח A, בשל לחץ:

P $\left[\frac{N}{m^2} \right]$ – הלחץ על השטח

$$F = \mu \cdot \frac{\Delta u}{\Delta h} \cdot A$$

12. הכוח F, הפועל על השטח A, בשל הצמיגות:

$$\mu \left[\frac{\text{N} \cdot \text{sec}}{\text{m}^2} \right] - \text{הצמיגות הדינמית של הזורם}$$

$$\Delta h [\text{m}] - \text{עובי שכבת הזורם}$$

$$\Delta u \left[\frac{\text{m}}{\text{sec}} \right] - \text{ההפרש שבין מהירות הזורם מעל השכבה ובין מהירות הזורם מתחת לשכבה}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

13. הגדרת הצמיגות הקינמטית:

$$\rho \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] - \text{צפיפות הזורם (המסה הסגולית שלו)}$$

$$\mu = \frac{F}{A} \cdot \frac{\Delta h}{\Delta u}$$

14. הגדרת הצמיגות הדינמית:

$$\text{Re} = \frac{v \cdot D}{\nu} = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

15. מספר ריינולדס:

$$v \left[\frac{\text{m}^2}{\text{sec}} \right] - \text{הצמיגות הקינמטית של הזורם}$$

$$Z + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} = \text{const.}$$

16. לפי חוק ברנולי, כשהצמיגות זניחה מתקיים:

$$Z [\text{m}] - \text{עומד הגובה}$$

$$\gamma \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^3} \right] - \text{משקל סגולי}$$

$$g \left[\frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \right] - \text{תאוצת הכובד, ערכה הוא כ-} 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$$

$$p \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right] - \text{לחץ}$$

$$N = Q \cdot P$$

17. הספק הידרולי:

$$N = \frac{Q \cdot \Delta P}{\eta}$$

18. הספק של משאבה:

– N [Watt] ההספק המכני המסופק למשאבה

– $Q \left[\frac{\text{m}^3}{\text{sec}} \right]$ הספיקה דרך המשאבה

– $\Delta P \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]$ הפרש הלחץ על פני המשאבה

– η נצילות המשאבה

$$Q = n \cdot C$$

19. ספיקת משאבה:

– $n \left[\frac{\text{rev}}{\text{sec}} \right]$ קצב הסיבוב בשנייה

– $C \left[\frac{\text{m}^3}{\text{rev}} \right]$ הדחק המשאבה

$$P_{\text{mech}} = F \cdot v$$

20. הספק מכני:

– P_{mech} [Watt] ההספק המכני

– F [N] הכוח הפועל על גוף נע

– $v \left[\frac{\text{m}}{\text{sec}} \right]$ מהירות הגוף הנע

נוסחאות בחשמל

$$V = R \cdot I$$

21. חוק אוהם:

– V [Volt] מתח

– R [Ω] התנגדות

– I [A] זרם

$$P = VI = I^2 R = \frac{V^2}{R}$$

22. הספק:

– P [Watt] הספק

נוסחאות במכניקה הנדסית

23. מאמץ:

$$1[\text{Pa}] = 1\left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2}\right]$$

$$1[\text{MPa}] = 10^6\left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2}\right]$$

$$\sigma_t = \frac{F}{A} \leq [\sigma_t]$$

$$\sigma_t [\text{MPa}] - \text{מאמץ}$$

$$F [\text{N}] - \text{כוח}$$

$$A [\text{m}^2] - \text{שטח}$$

24. מקדם בטיחות:

$$[\sigma_t] = \frac{\sigma_y}{S}$$

$$S - \text{מקדם בטיחות}$$

$$\sigma_y [\text{MPa}] - \text{מאמץ גבול הכניעה}$$

$$[\sigma_t] [\text{MPa}] - \text{מאמץ מותר}$$

25. כוח ההתנגדות של קפיץ:

$$F_s = K_s \cdot \Delta X [\text{N}]$$

$$K_s \left[\frac{\text{N}}{\text{m}}\right] - \text{קבוע הקפיץ}$$

$$\Delta X [\text{m}] - \text{תזוזה}$$

$$F_s [\text{N}] - \text{כוח ההתנגדות של הקפיץ}$$

$$\Delta l = \frac{F \cdot l}{E \cdot A}$$

26. שינוי אורך:

- L [m] – אורך התחלתי
- F [N] – כוח
- E [Pa] – מודול אלסטיות
- A [m²] – שטח חתך
- ΔL [m] – שינוי האורך כתוצאה מפעולת הכוח

27. מומנט פיתול:

- $\tau_t = \frac{M_t}{Z_o} \leq [\tau_t]$ – מאמץ הפיתול
- M_t [N · m] – מומנט הפיתול
- Z_o [m³] – מומנט ההתנגדות לפיתול של החתך
- $[\tau_t] = 0.7 [\sigma_t]$

$$P = \frac{M \cdot n}{9550}$$

28. הספק המועבר על-ידי גל:

- P [kW] – ההספק המועבר
- M [N · m] – המומנט
- n [RPM] – מהירות סיבוב הגל

$$\sigma_b = \frac{M_b}{Z_x} \leq [\sigma]$$

29. מאמץ כפיפה מקסימלי:

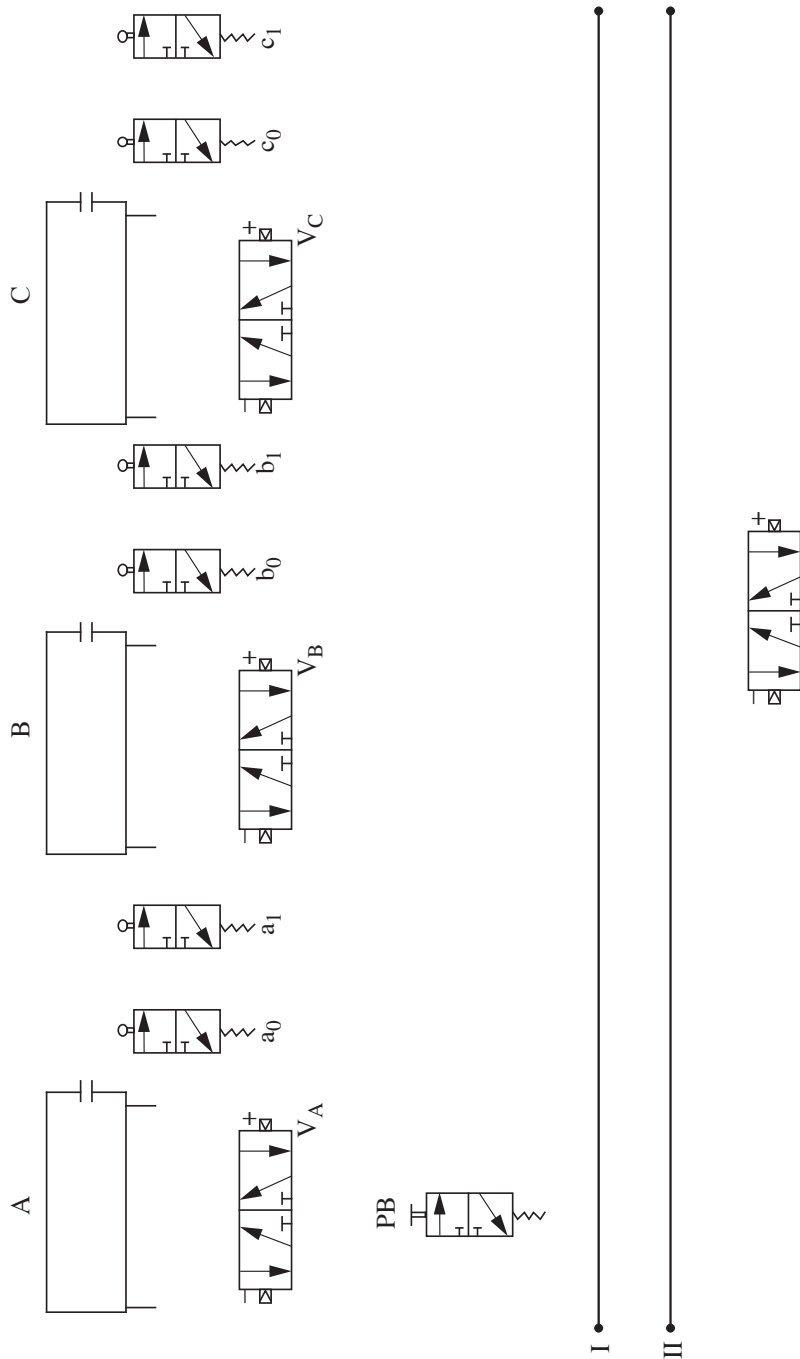
- $\sigma_b \left[\frac{N}{m^2} \right]$ – מאמץ הכפיפה המקסימלי בחתך
- M_b [N · m] – מומנט הכפיפה בחתך
- Z_x [m³] – מודול החתך
- $[\sigma_b] = 1.2 [\sigma_t]$

30. שגמים

מאמץ מעיכה:	F [N]	–	הכוח היוצר את מומנט הפיתול
$\sigma_{\ell c \max.} = \frac{F}{0.5 h \times l_1} \leq [\sigma_{\ell c}]$	h [mm]	–	גובה השגם
$[\sigma_{\ell c}] = 2[\sigma_t]$	ℓ_1 [mm]	–	אורך יעיל של השגם
	b [mm]	–	רוחב השגם
מאמץ גזירה:	$\sigma_{\ell c}$ [MPa]	–	מאמץ מעיכה מותר
$\tau_s = \frac{F}{b \times l_1} \leq [\tau_s]$	$[\tau_s]$ MPa	–	מאמץ גזירה מותר
	d [mm]	–	קוטר הפין
$[\tau_s] = 0.6[\sigma_t]$	n	–	מספר שטחי גזירה

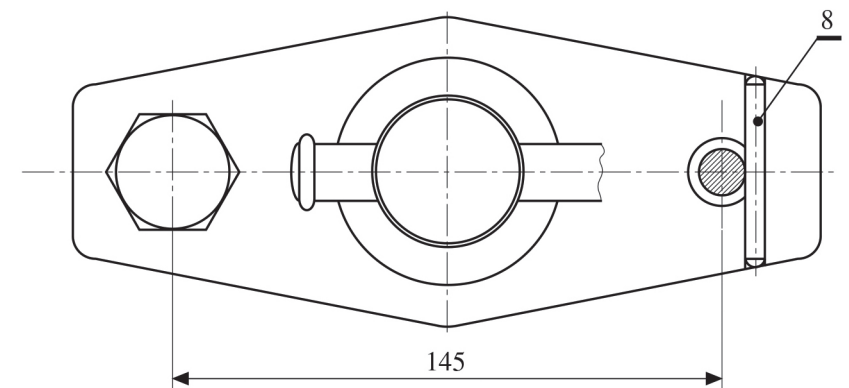
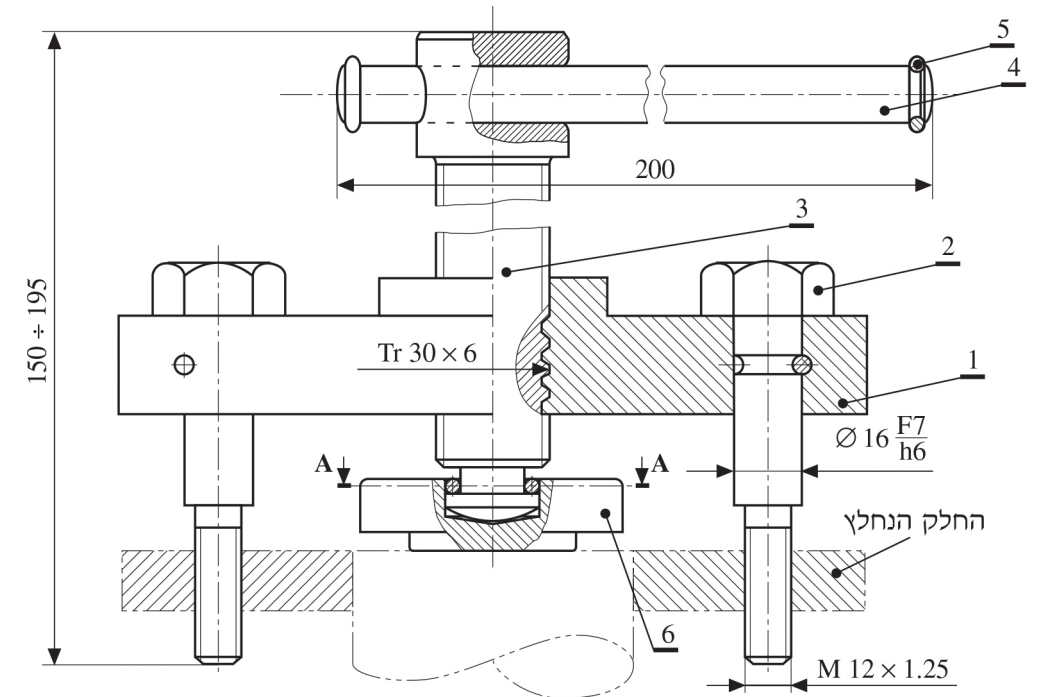
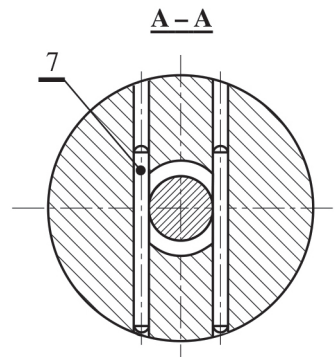
31. פינים

$$\tau_s = \frac{F}{n \cdot \frac{\pi d^2}{4}} \leq [\tau_s] \quad \tau_s = \frac{F}{A_s} \quad \text{– מאמץ גזירה}$$



נספח ג' לשאלה 9

לשאלון 819203, קיץ תשע"ו



	Ø5 × 45	SAE 1040	2	פין	8
	Ø4 × 45	SAE 1040	2	פין	7
		SAE 1040	1	עקב	6
		SAE 1040	2	טבעת	5
		SAE 1040	1	ידית	4
	Tr 30 × 6	SAE 1040	1	בורג הנעה	3
	M 12 × 1.25	SAE 1040	2	בורג אפוף	2
		SAE 1040	1	קורה	1
חלק	שם החלק	כמות	חומר	מידות	הערות
סרטט	שם	תאריך	מגמה-מכונות מקצוע-מכניקה הנדסית		
	ר.פ.	2.02			
	י.ל.	3.02			
	ח.ס.	3.02			
חולץ					קנה מידה 1:2
					גיליון מס' 1 מתוך 1