

בקרה במכונות – מוגבר

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעותיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים ובהם חמש שאלות.

עליך להשיב על שאלה אחת מן הפרק הראשון, על שאלה אחת מן הפרק השני ועל שאלה נוספת על-פי בחירתך. בסך-הכול עליך לענות על שלוש שאלות.

ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות נוספות.

ג. חומר עזר מותר לשימוש: כלי סרטוט ומחשבון.

ד. הוראות מיוחדות:

1. עיין בשאלון, הכר את חלקיו, ורק אז ענה על השאלות בסדר הנראה לך.

2. בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתך חסר נתון, הוסף אותו על-פי שיקול דעתך, ופתור בעזרתו את השאלה. רשום במחברתך את הנתון שהוספת.

3. בתשובה על שאלה חישובית, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

4. לנוחיותך, בנספח מובאות חלק מן הנוסחאות הדרושות לפתרון השאלות.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).

רשום "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. רישום טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 7 עמודים ו-7 עמודי נספח.

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

בהצלחה!

המשך מעבר לדף

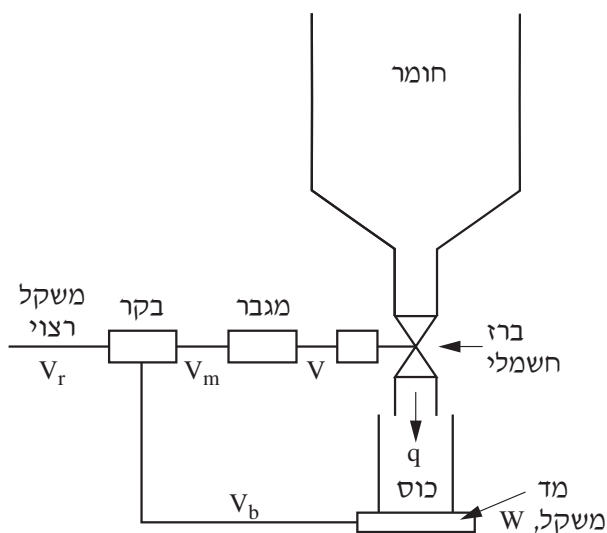
השאלות

ענה על שאלה אחת מן הפרק הראשון, על שאלה אחת מן הפרק השני ועל שאלה נוספת על-פי בחירתך. בסך-הכול עליך לענות על שלוש שאלות (לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות).

פרק ראשון: מבוא למערכות מבוקרות

שאלה 1

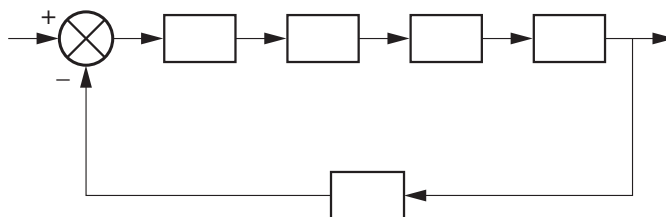
באיור א' לשאלה זו מתוארת מערכת לבקרת משקל (W) של חומר בכוס. באיור ב' מוצגת דיאגרמת מלבנים של המערכת.



איור א' לשאלה 1

א. (8 $\frac{1}{3}$ נק') קבע אם המערכת המתוארת באיור פועלת בחוג סגור או פתוח. נמק את קביעתך.

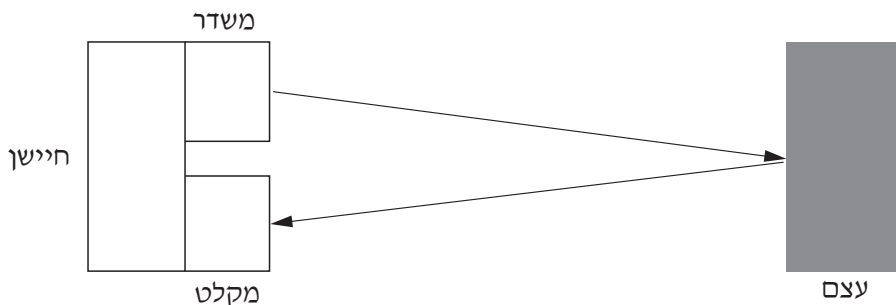
ב. (25 נק') העתק למחברתך את דיאגרמת המלבנים המוצגת באיור ב', וציין בכל מלבן את שם הרכיב שהוא מייצג. רשום מעל כל חץ את המשתנה הפיזיקלי שהוא מייצג.



איור ב' לשאלה 1

שאלה 2

באיור לשאלה זו מתואר **חיישן מרחק** על-קולי (אולטרה-סוני). החיישן כולל משדר השולח גלי קול אשר פוגעים בעצם וחוזרים ממנו אל מקלט החיישן. אות המוצא של החיישן נמצא ביחס ישר למרחק הנמדד.



איור לשאלה 2

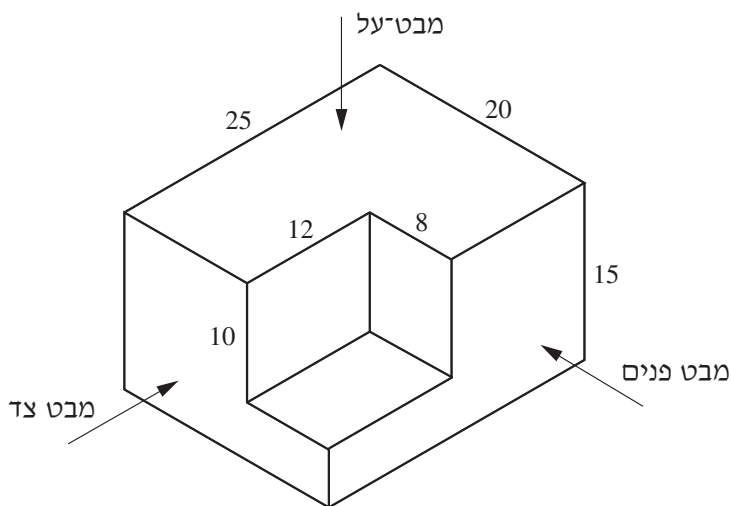
קבע לגבי כל אחד מההיגדים שלהלן אם הוא **נכון** או **לא נכון**. נמק בקצרה את קביעתך.

- (8 נק') א. אות המוצא של חיישן זה הוא אות רציף.
- (9 $\frac{1}{3}$ נק') ב. ככל שמרחק העצם מהחיישן קטן יותר, הזמן שחולף מרגע שיגור גל הקול ועד לקליטתו ארוך יותר.
- (8 נק') ג. ככל שמידות העצם גדולות יותר, אות המוצא של החיישן יהיה חזק יותר.
- (8 נק') ד. כאשר אין עצם לפני החיישן אות המוצא נמצא ברוויה.

פרק שני: פרקי הנדסה ומדע

שאלה 3 ($33\frac{1}{3}$ נק')

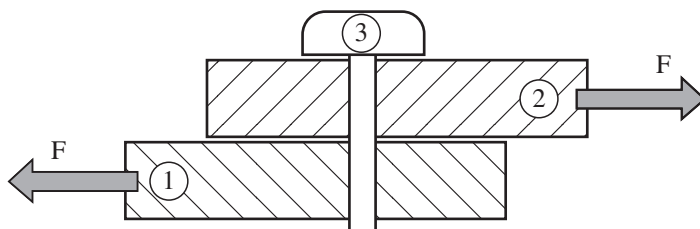
באיור לשאלה זו נתון גוף במבט איזומטרי.
מידות הצלעות של הגוף נתונות בסרטוט במילימטרים.
סרטוט ביד חופשית את שלושת המבטים של הגוף (מבט-על, מבט פנים ומבט צד),
והוסף את המידות של הצלעות הרלוונטיות בכל מבט.
הערה: הסרטוט אינו בקנה-מידה.



איור לשאלה 3

שאלה 4

באיור לשאלה זו מתואר חיבור של שני חלקים (חלק 1 וחלק 2) באמצעות פין חיבור (חלק 3).
על החלקים פועל כוח $F = 15 \text{ kN}$, כמתואר באיור.
קוטר פין החיבור הוא: $d = 15 \text{ mm}$.



איור לשאלה 4

- א. (16 נק') חשב את מאמץ הגזירה בפין החיבור.
ב. (17 $\frac{1}{3}$ נק') מאמץ הגזירה המותר בפין הוא $[\tau] = 60 \text{ MPa}$. חשב את הקוטר המינימלי של פין החיבור, שימנע מאמץ גדול מן המאמץ המותר.

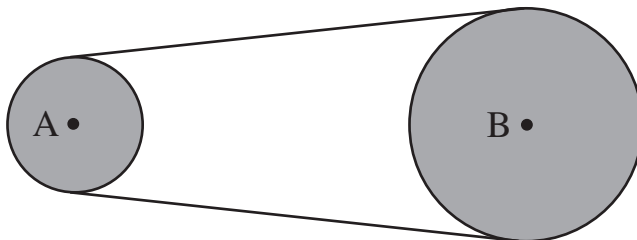
שאלה 5

באיור לשאלה זו מתוארת תמסורת רצועה.

הקוטר של הגלגל **המניע** A הוא 150 mm

הקוטר של הגלגל **המונע** B הוא 300 mm

הנצילות הכוללת של התמסורת היא 90%



איור לשאלה 5

- קבע לגבי כל אחד מההיגדים שלהלן אם הוא **נכון** או **לא נכון**. נמק בקצרה את קביעתך.
- (8 נק') **א.** קצב הסיבוב של גלגל B גדול מקצב הסיבוב של גלגל A .
- (9 $\frac{1}{3}$ נק') **ב.** המומנט הפועל על ציר גלגל B גדול מהמומנט הפועל על ציר גלגל A .
- (8 נק') **ג.** ההספק שמועבר דרך ציר גלגל B שווה להספק שמועבר דרך ציר גלגל A .
- (8 נק') **ד.** זווית החביקה בגלגל A קטנה מ- 180° .

בהצלחה!

נוסחאון לבקרה במכונות (7 עמודים)

לשאון 819282, קיץ תשע"ט

ورقة قوانين في المراقبة في الماكينات (7 صفحات)

للمودج 819282, صيف 2019

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:

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

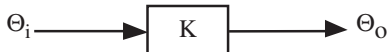
$$\frac{\Theta_o}{\Theta_i} = K$$

4. התמסורת של המלבן הבודד:

Θ_o - אות המוצא (התגובה)

Θ_i - אות המבוא (האילוץ)

G - פונקציית התמסורת



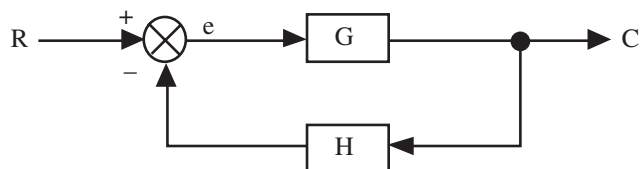
$$\frac{\Theta_o}{\Theta_i} = G_1 G_2$$

5. התמסורת של שני מלבנים בטור:



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

6. התמסורת, T, בחוג סגור (עם משוב H):



R – הערך הרצוי

C – הערך המצוי

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

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:

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

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

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

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

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

– η נצילות המשאבה

$$Q = n \cdot C$$

19. ספיקת משאבה:

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

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

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

20. הספק מכני:

– P_{mech} [Watt] ההספק המכני

– F [N] הכוח הפועל על גוף נע

– $v \left[\frac{m}{sec} \right]$ 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:

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

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

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

מאמץ σ_t [MPa] –

כוח F [N] –

שטח A [m²] –

24. מקדם בטיחות:

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

S – מקדם בטיחות

σ_y [MPa] – מאמץ גבול הכניעה

$[\sigma_t]$ [MPa] – מאמץ מותר

25. כוח ההתנגדות של קפיץ:

$$F_s = K_s \cdot \Delta X$$

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

ΔX [m] – תזוזה

F_s [N] – כוח ההתנגדות של הקפיץ

26. שינוי אורך:

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

- 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:

$$\tau_t = \frac{M_t}{Z_o} \leq [\tau_t]$$

- τ_t [MPa] – מאמץ הפיתול
- M_t [N · m] – מומנט הפיתול
- Z_o [m³] – מומנט ההתנגדות לפיתול של החתך
- $[\tau_t] = 0.7 [\sigma_t]$

28. הספק המועבר על-ידי גל:

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

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

29. מאמץ כפיפה מקסימלי:

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

$$\sigma_b \left[\frac{N}{m^2} \right] - \text{מאמץ הכפיפה המקסימלי בחתך}$$

- M_b [N · m] – מומנט הכפיפה בחתך
- Z_x [m³] – מודול החתך
- $[\sigma_b] = 1.2 [\sigma_t]$

30. שגמים

- F [N] – הכוח היוצר את מומנט הפיתול
- h [mm] – גובה השגם
- L [mm] – אורך יעיל של השגם
- b [mm] – רוחב השגם
- σ_{lc} [MPa] – מאמץ מעיכה מותר

מאמץ מעיכה:

$$\sigma_{lc} = \frac{F}{0.5 h \times L} \leq [\sigma_{lc}]$$

$$[\sigma_{lc}] = 2[\sigma_t]$$

מאמץ גזירה:

$$\tau_s = \frac{F}{b \times L} \leq [\tau_s]$$

$$[\tau_s] = 0.6[\sigma_t]$$

31. פינים

- $[\tau_s]$ MPa – מאמץ גזירה מותר
- d [mm] – קוטר הפין
- n – מספר שטחי גזירה

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