

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 ולהסביר בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
- לנוחיותך, 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 13 עמודים ו-8 עמודי נספחים.

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

בהצלחה!

המשך מעבר לדף

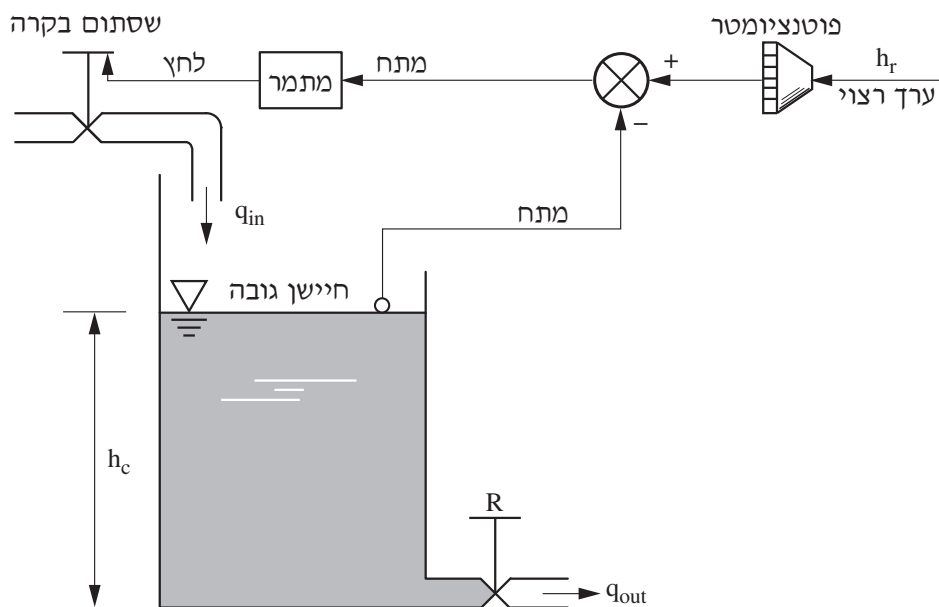
השאלות

ענה על שאלה אחת מן הפרק הראשון, על שאלה אחת מן הפרק השני ועל 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 זו מתוארת מערכת לבקרת מפלס של מים במכל. המים נכנסים למכל דרך שסתום בקרה ויוצאים ממנו דרך שסתום R, שנמצא בתחתית המכל. תפקידו של שסתום הבקרה הוא לווסת את ספיקת המים, q_{in} , הנכנסים למכל. השסתום R פתוח חלקית.

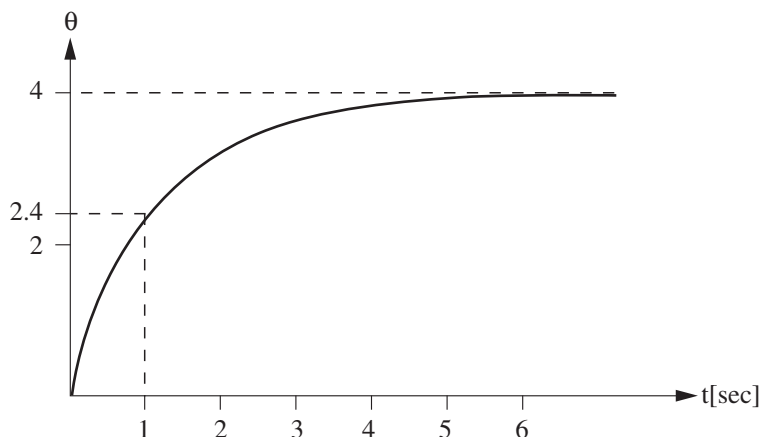


איור לשאלה 1

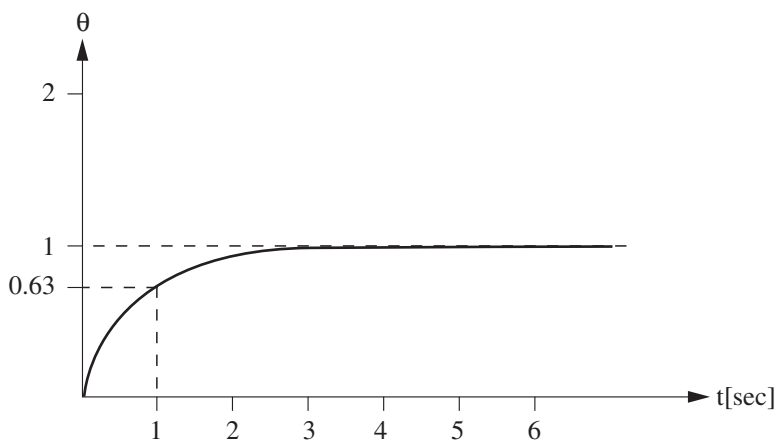
- א.** סרטט תרשים מלבנים של מערכת הבקרה. ציין מעל כל מלבן את שם הרכיב שהוא מייצג. רשום מעל כל חץ את שם המשתנה שהוא מייצג.
- ב.** כאשר המפלס המצוי, h_c , שווה לערכו של המפלס הרצוי, h_r , מגדילים את ערך המפלס הרצוי וממתינים עד שהמערכת חוזרת למצב סטטי.
1. האם במצב הסטטי החדש קיימת במערכת שגיאה במצב המתמיד? נמק את תשובתך.
 2. סרטט גרף איכותי המתאר את עליית המפלס, h_c , כפונקציה של הזמן בעקבות הגדלת ערך המפלס הרצוי, h_r .
 3. תאר במילים את תגובת השינוי במפלס, h_c , להגדלת הערך הרצוי, h_r , כאשר השסתום R סגור. הנח שלפני השינוי, המפלס המצוי, h_c , שווה לערך המפלס הרצוי, h_r .

שאלה 2

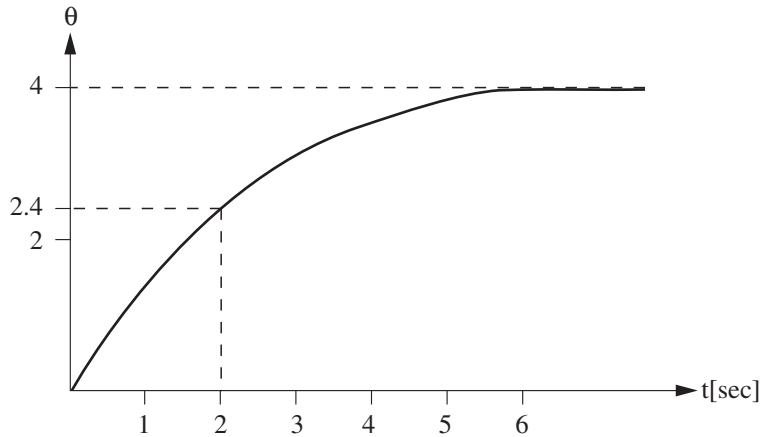
באיורים א' – ג' נתונים שלושה גרפים שכל אחד מהם מייצג תגובה של מערכת שונה לאילוץ מדרגה שגודלה שתי יחידות. תגובת כל מערכת מאופיינת כהליך עם פיגור מסדר ראשון.



איור א' לשאלה 2



איור ב' לשאלה 2

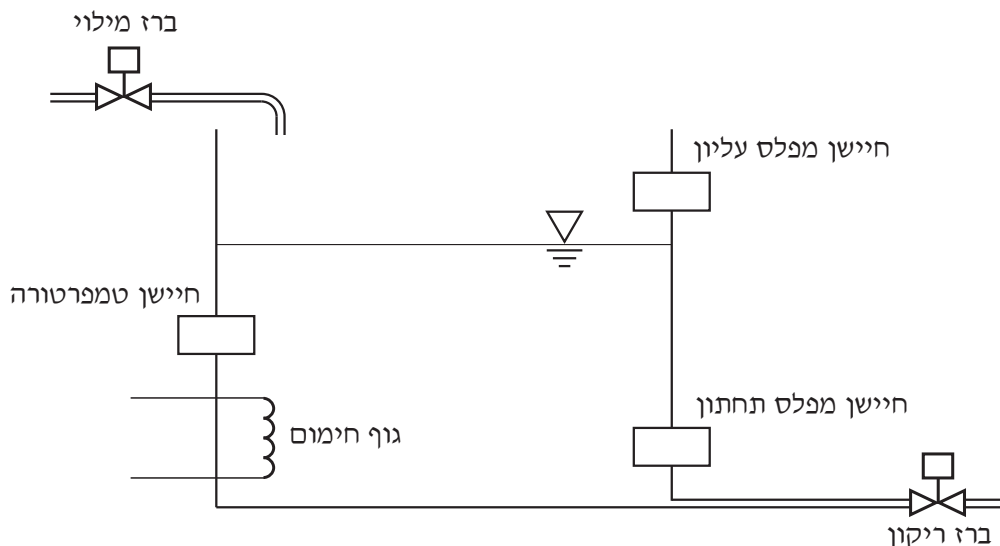


איור ג' לשאלה 2

- קבע לגבי כל אחד מההיגדים שלהלן אם הוא **נכון** או **לא נכון**. נמק בקצרה את קביעתך.
- א. הגבר המערכת בתהליך המתואר באיור א' גדול מהגבר המערכת בתהליך המתואר באיור ב'.
 - ב. כל שלושת התהליכים המתוארים בגרפים א' – ג' מתייצבים במצב המתמיד על אותו ערך.
 - ג. קבועי הזמן של התהליכים המתוארים באיורים ב' ו-ג' זהים.
 - ד. תגובת המערכת המתוארת באיור א' הגיעה לערכה הסופי בזמן קצר יותר מתגובת המערכת המתוארת באיור ג'.

שאלה 3

באיור לשאלה זו מתוארת מערכת לחימום כמות קבועה של נוזל עד לטמפרטורה מסוימת.



איור לשאלה 3

רכיבי המערכת:

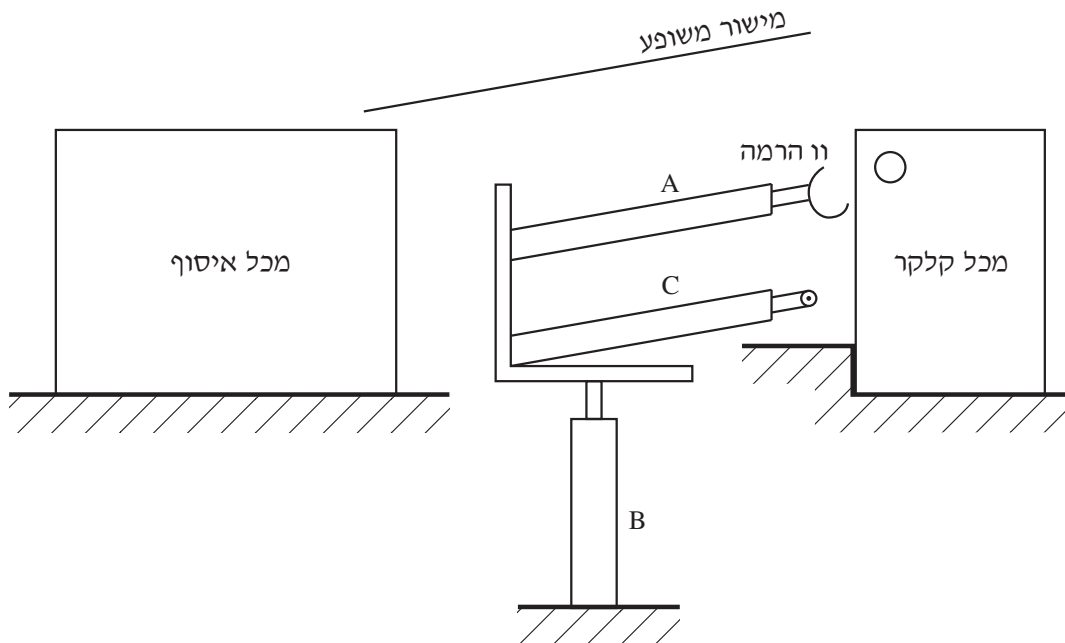
- לחצן הפעלה מסוג P.B. (אינו מופיע באיור)
- ברז פנימטי למילוי נוזל במכל. הברז מופעל על-ידי שסתום 5/2 חשמל-חשמל
- ברז פנימטי לריקון המכל. הברז מופעל על-ידי שסתום 5/2 חשמל-חשמל
- גוף חימום
- חיישן טמפרטורה הסוגר מגע חשמלי כאשר הטמפרטורה של הנוזל מגיעה לערכה הרצוי
- חיישן מפלס עליון מסוג N.O.
- חיישן מפלס תחתון מסוג N.O.

תיאור פעולת המערכת:

- לפני הפעלת המערכת ברז המילוי וברז הריקון סגורים והמכל ריק.
 - לחיצה על לחצן P.B. פותחת את ברז המילוי.
 - כאשר המפלס מגיע לחיישן המפלס העליון, ברז המילוי נסגר.
 - גוף החימום מופעל עד שהטמפרטורה במכל מגיעה לטמפרטורה הרצויה.
 - ברז הריקון נפתח ונשאר פתוח עד שהמפלס מגיע אל חיישן המפלס התחתון.
- א.** בחר בקר מתוכנת שיבקר את פעולת המערכת. רשום את שם הבקר שבחרת ואת מספרי הייחוס של כתובות הכניסה ושל כתובות היציאה המתאימים לבקר הזה.
- ב.** כתוב תכנית או סרטט דיאגרמת סולם שתבצע את הפעולות הנדרשות. שפת התכנות נתונה לבחירתך.
- ג.** באחד ממחזורי הפעולה של המערכת, לאחר שהבקר הורה לפתוח את ברז הריקון, חיישן המפלס העליון נשאר סגור, כלומר הוא המשיך להורות שהמכל מלא. בהנחה שהחיישן תקין, ציין תקלה אפשרית במערכת שגרמה למצב הזה.

שאלה 4

באיור לשאלה זו מתוארת מערכת לריקון מכלי קלקר.
תפקיד הבוכנה A הוא לדחוף את וו ההרמה לכיוון המכל.
תפקיד הבוכנה B הוא להרים את המכל אל המישור המשופע.
תפקיד הבוכנה C הוא לסובב את המכל, כך שתוכנו יישפך על המישור המשופע.



איור לשאלה 4

- א. סרטט במחברתך דיאגרמת חצים המתארת את מחזור הפעולות של המערכת.
 - ב. סרטט בנספח ב' את מערך הפיקוד של המחזור בשיטת הקסקדה.
- שים לב: הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך בנספח וצרף אותו למחברתך.

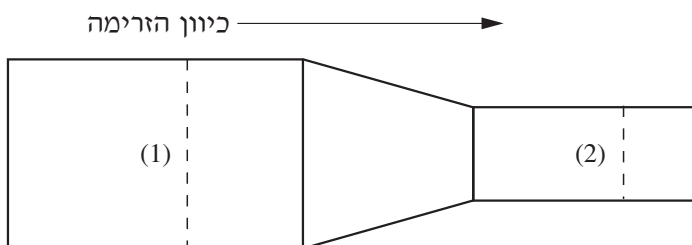
פרק שני: פרקי הנדסה ומדע

שאלה 5

באיור לשאלה זו מתואר צינור.

נתונים:

- בצינור זורמים מים בכיוון החץ שבאיור.
- קוטר הצינור בחתך 1 הוא 40 mm .
- קוטר הצינור בחתך 2 הוא 20 mm .
- הפסדי העומד המקומיים והאורכיים זניחים.



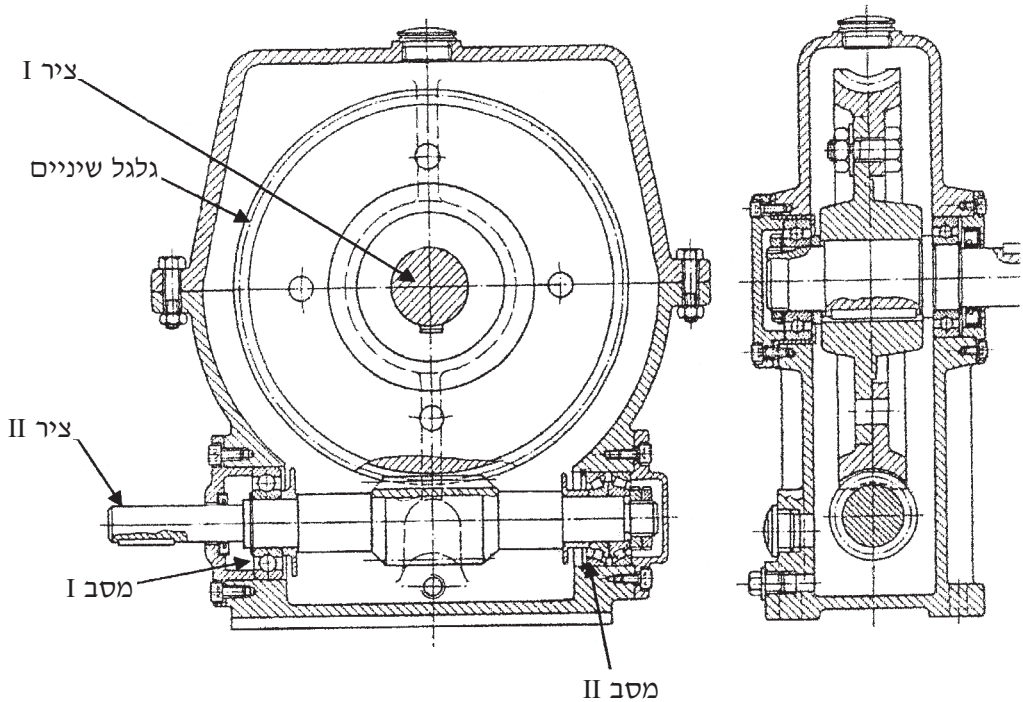
איור לשאלה 5

קבע לגבי כל אחד מן ההיגדים שלהלן אם הוא **נכון** או **לא נכון**. נמק בקצרה את קביעתך במילים או באמצעות חישוב מתאים.

- א. ספיקת המים בחתך (1) שווה לספיקת המים בחתך (2).
- ב. מהירות המים בחתך (2) כפולה ממהירות המים בחתך (1).
- ג. לחץ המים בחתך (2) גבוה מלחץ המים בחתך (1).
- ד. אם יהפכו את כיוון זרימת המים, תשובותיך לגבי ההיגדים א', ב' ו-ג' לא ישתנו.

שאלה 6

באיור לשאלה זו מתוארת תמסורת.



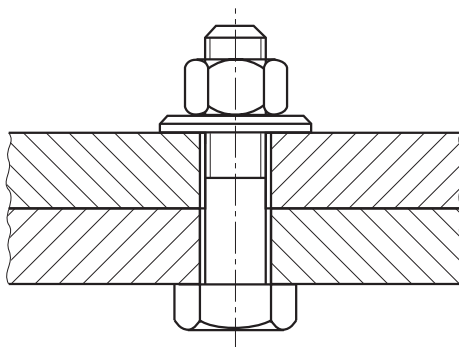
איור לשאלה 6

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

- א. התמסורת המתוארת באיור היא תמסורת חלזונית.
- ב. בתמסורת המתוארת באיור מחברים את המנוע המניע את התמסורת לציר I.
- ג. הזווית בין ציר I לציר II היא 90° .
- ד. מסב II עומד בעומסים ציריים בלבד.

שאלה 7

באיור לשאלה זו מתוארים שני לוחות המחוברים זה לזה באמצעות בורג הידוק.



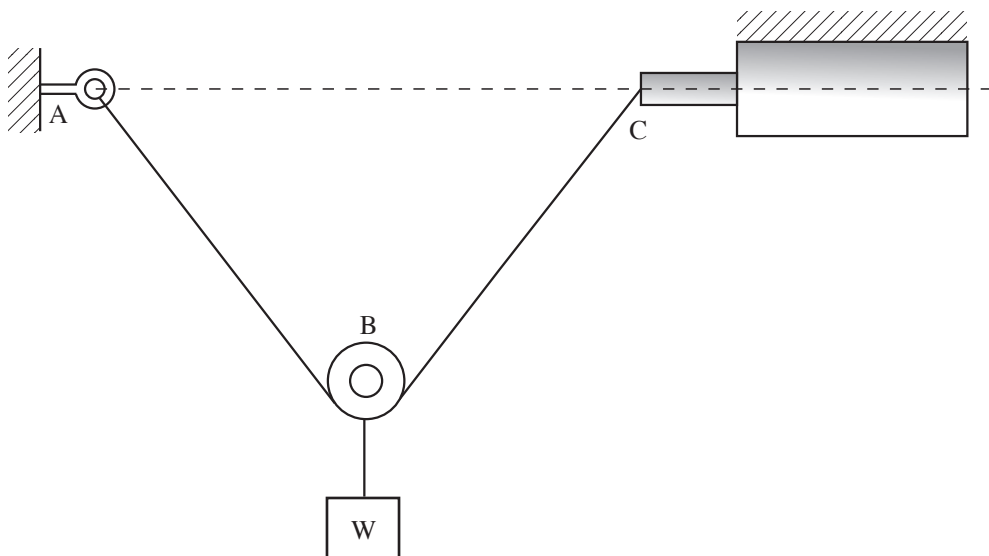
איור לשאלה 7

נתונים:

- הבורג בעל תבריג M12
- קוטר לב הבורג הוא 10.8 mm
- מאמץ הכניעה של חומר הבורג הוא $\sigma_y = 400 \text{ MPa}$
- מקדם הבטיחות הוא $S = 3$
- א. חשב את המאמץ המותר בבורג.
- ב. חשב את שטח החתך של הבורג.
- ג. חשב את כוח המתיחה המרבי שיכול לפעול בבורג.

שאלה 8

באיור לשאלה זו מתוארת מערכת הנמצאת במנוחה. המערכת כוללת משקולת W המחוברת לגלגלת B . הגלגלת B מונחת על כבל המחובר לקיר בנקודה A , ולקצה של מוט בוכנה הידרולית בנקודה C . הנח שאין כוחות חיכוך במערכת.

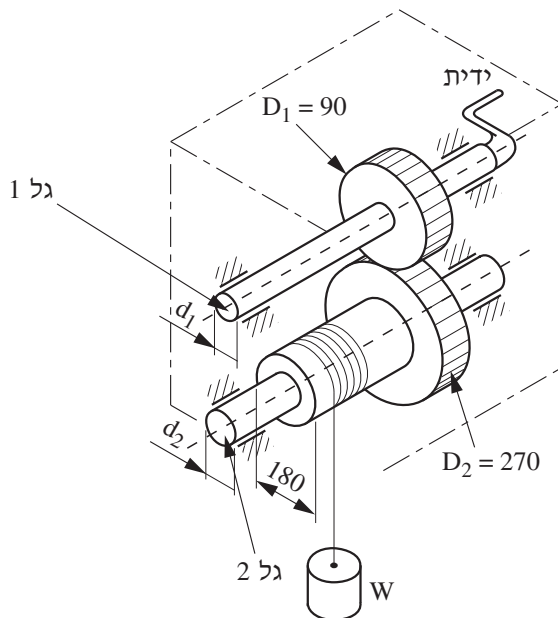


איור לשאלה 8

- קבע לגבי כל אחד מההיגדים שלהלן אם הוא **נכון** או **לא נכון**. נמק בקצרה את קביעתך.
- א. המתיחות בענף AB של הכבל שווה למתיחות בענף BC שלו.
- ב. כאשר הבוכנה ההידרולית נכנסת פנימה (נעה ימינה), המשקולת W יורדת למטה.
- ג. המשולש שנוצר בין קצה הבוכנה, הגלגלת והקיר תמיד יהיה משולש שווה-שוקיים שבו מתקיים $AB = BC$.
- ד. כאשר הבוכנה יוצאת, המתיחות בכבל עולה.

שאלה 9

באיור לשאלה זו מתוארת כננת שנועדה להרמת העומס W על-ידי סיבוב ידני של הידית המחוברת לקצה של גל 1. מסובבים את הידית כך שהעומס W עולה במהירות **קבועה**.



איור לשאלה 9

- קבע לגבי כל אחד מן ההיגדים שלהלן אם הוא **נכון** או **לא נכון**. נמק בקצרה את קביעתך.
- המומנט הפועל על הגל המניע (גל 1) גדול מהמומנט הפועל על הגל המונע (גל 2).
 - מומנט הפיתול הפועל על הגל המניע (גל 1) פועל רק בקטע שבין הידית ובין גלגל השיניים D_1 .
 - מומנט הפיתול הפועל על הגל המונע (גל 2) נקבע על-פי קוטר גלגל השיניים D_2 .
 - ככל שמומנט הסיבוב של הידית קטן יותר, כך מהירות עליית העומס W כלפי מעלה תהיה נמוכה יותר.

בהצלחה!

נספח א': נוסחאון לבקרה במכונות (7 עמודים)

לשאלון 819203, קיץ תשע"ז

المُلحق "أ": ورقة قوانين للمراقبة في الماكينات (7 صفحات)

لنموذج 819203، صيف 2017

לנוחותך, תמצא בנספח זה חלק מהנוסחאות הדרושות לפתרון השאלות.
من أجل التسهيل عليك، أوردنا في هذا المُلحق 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:

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

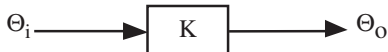
$$\frac{\Theta_o}{\Theta_i} = K$$

4. התמסורת של המלבן הבודד:

Θ_o – אות המוצא (התגובה)

Θ_i – אות המבוא (האילוץ)

G – פונקציית התמסורת



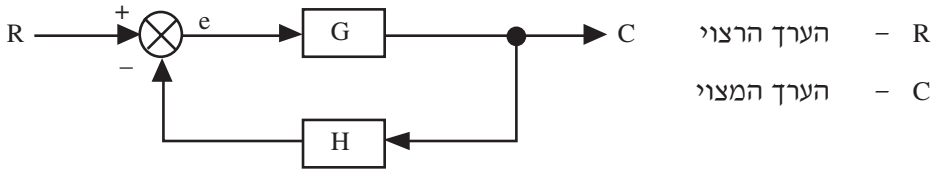
$$\frac{\Theta_o}{\Theta_i} = G_1 G_2$$

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

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

31. פינים

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

נספח ב' לשאלה 4

לשאלון 819203, קיץ תשע"ז

المُلحق "ب" للسؤال 4

للنموذج رقم 819203، صيف 2017

מקור נלקח מהמבחן
مكان للاصقة الممتحن

