

מכניקה הנדסית להנדסאים

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: ארבע שעות.
 - ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם תשע שאלות. עליך לענות על שאלה אחת מכל אחד משלושת הפרקים הראשונים, ועל שתי שאלות נוספות, על-פי 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, כלי סרטוט ומחשבון.
 - 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 בעזרתו 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.
 6. לנוחותך, לשאלון זה מצורף מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.
- בשאלון זה 16 עמודים ו-6 עמודי נספחים.

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

בהצלחה!

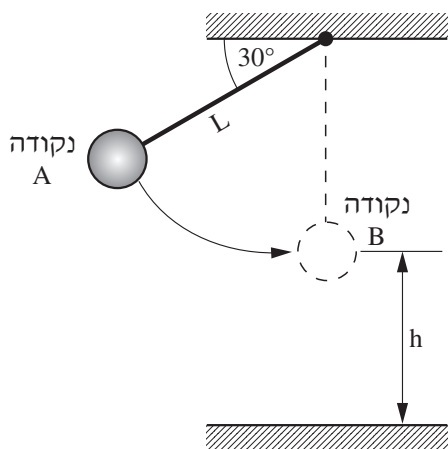
השאלות

בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם תשע שאלות.
עליך לענות על שאלה אחת מכל אחד משלושת הפרקים הראשונים, ועל שתי שאלות נוספות, לפי בחירתך, מכל השאלון. בסך-הכול עליך לענות על חמש שאלות.
לכל שאלה – 20 נקודות, ובסך-הכול – 100 נקודות.

פרק ראשון: קינמטיקה ודינמיקה

שאלה 1

באיור לשאלה זו מתואר כדור המחובר באמצעות חוט לתקרה. הכדור משוחרר ממנוחה בנקודה A ומגיע לנקודה B.



איור לשאלה 1

נתונים:

- מסת הכדור: $m = 0.5 \text{ kg}$
- מהירות הכדור בנקודה B: $V_B = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- גובה הנקודה B מהקרקע: $h = 2 \text{ m}$
- תאוצת הכובד: $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

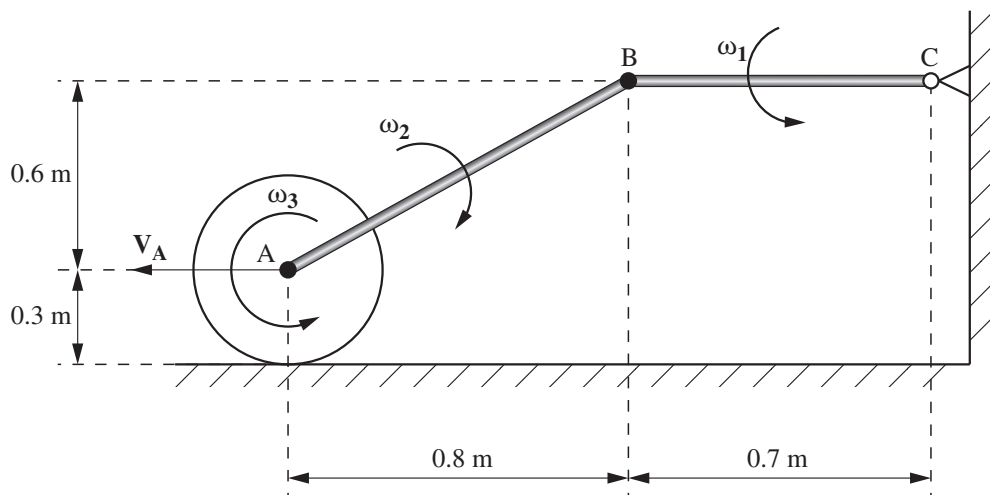
א. חשב את אורך החוט, L.

ב. חשב את כוח המתיחה בחוט כאשר הכדור נמצא בנקודה B.

ג. מיד לאחר שהכדור הגיע לנקודה B, החוט נקרע והכדור המשיך בתנועתו ולאחר מכן נפל לקרקע. חשב את המרחק האופקי שהכדור עבר מהרגע שהחוט נקרע ועד לנחיתתו על הקרקע.

שאלה 2

באיור לשאלה זו מתואר גלגל אשר נע על משטח אופקי ללא החלקה במהירות זוויתית ω_3 . הגלגל מחובר לקיר באמצעות הזרוע AB והארכובה BC. הארכובה BC מסתובבת סביב נקודה C במהירות זוויתית ω_1 , ומניעה את זרוע AB, המסתובבת במהירות זוויתית ω_2 . קצה A של הזרוע AB מחובר באמצעות פרק אל מרכז הגלגל. ברגע הנתון באיור מהירותה של נקודה A היא: $V_A = 0.6 \frac{m}{s}$, והארכובה BC נמצאת במצב אופקי. כל המידות נתונות באיור.



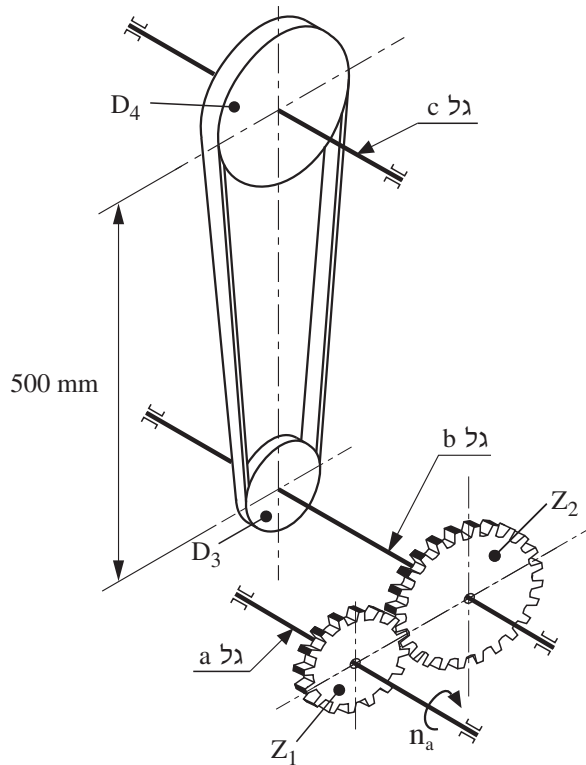
איור לשאלה 2

- א. העתק למחברתך את האיור לשאלה, וסמן בו את המהירות של נקודה B, ואת מיקומו של מרכז הסיבוב הרגעי של הזרוע (נקודה O).
- ב. חשב את המהירות הזוויתית, ω_3 , של הגלגל.
- ג. 1. חשב את המהירות הזוויתית, ω_2 , של הזרוע AB.
2. חשב את המהירות של נקודה B.
- ד. חשב את המהירות הזוויתית, ω_1 , של הארכובה BC.

פרק שני: חלקי מכונות

שאלה 3

באיור א' לשאלה זו מתוארת מערכת להעברת הספק, הכוללת ממסרה מכנית בעלת שני גלגלי שיניים משולבים, Z_1 ו- Z_2 , וממסרת רצועה שטוחה בעלת שני גלגלים D_3 ו- D_4 . מסובבים את גל הכניסה a במהירות סיבוב n_a , וכתוצאה מכך מסתובב גל היציאה c ומעביר את ההספק לצרכן.



איור א' לשאלה 3

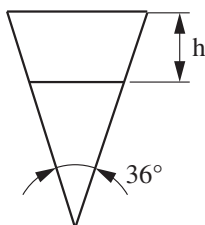
נתוני הממסרות:

- יחס התמסרות של כל אחת מהממסרות: $i = 1:2$
- מהירות הסיבוב של גל הכניסה: $n_a = 1,500 \text{ RPM}$
- ההספק המועבר לצרכן: $P = 6 \text{ kW}$
- קוטרי הגלגלים: $D_3 = 120 \text{ mm}$, $D_4 = 240 \text{ mm}$

נתוני הרצועה השטוחה:

- המאמץ המותר של הרצועה: $[\sigma] = 7 \text{ MPa}$
- מודול האלסטיות של הרצועה: $E = 50 \text{ MPa}$
- מקדם החיכוך ברצועה: $\mu = 0.3$
- עובי הרצועה: $h = 8 \text{ mm}$

- א. חשב את כוח המתיחה, S_1 , בענף הפעיל של הרצועה.
- ב. חשב את רוחב הרצועה, b . הזנח את המאמצים הצנטריפוגליים הפועלים על הרצועה.
- ג. מחליפים את הרצועה השטוחה ברצועה טריזית. מבנה הרצועה מתואר באיור ב' לשאלה.



איור ב' לשאלה 3

נתוני הרצועה הטרזית:

- שטח החתך: $A = 100 \text{ mm}^2$
- עובי הרצועה: $h = 10 \text{ mm}$
- זווית הטרזי: $2\gamma = 36^\circ$
- זווית החביקה: $\alpha = 3 \text{ rad}$

שאר הנתונים זהים לנתוני הרצועה השטוחה.

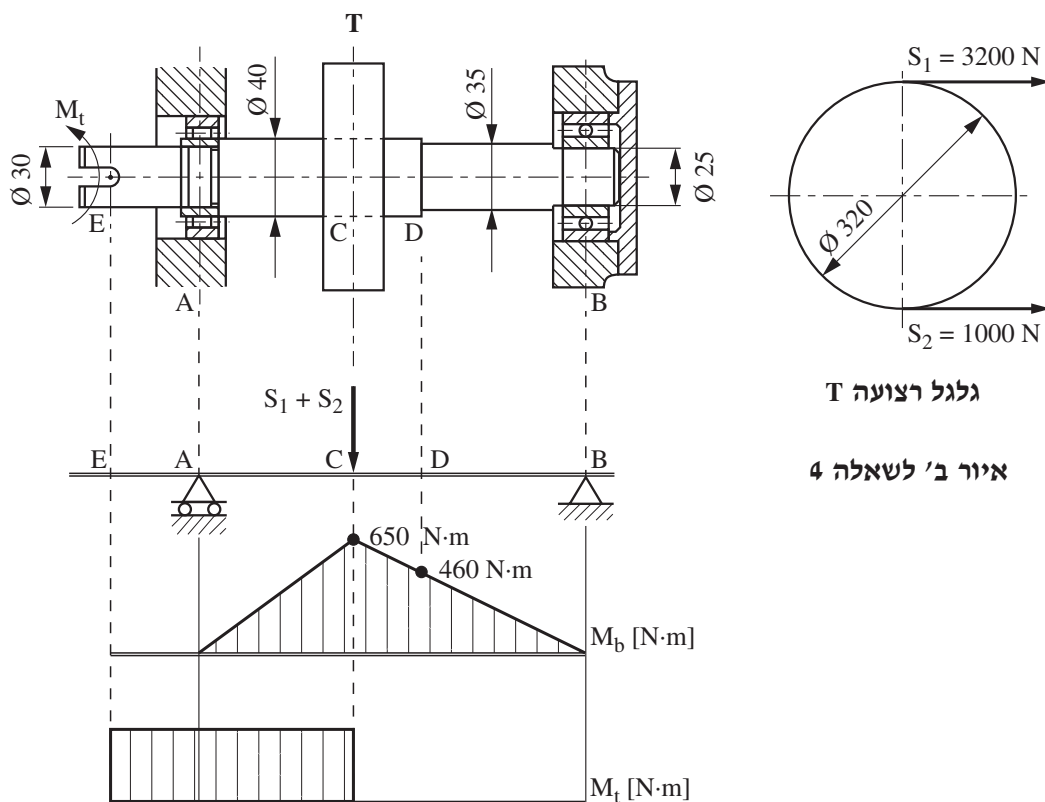
חשב את מספר הרצועות הטרזיות הדרושות להעברת ההספק הנתון בשאלה.

- ד. איזו רצועה יעילה יותר, רצועה שטוחה או רצועה טריזית? נמק את תשובתך.

שאלה 4

באיור א' לשאלה זו מתואר גל מסתובב הממוסב במישורים A ו-B. גלגל רצועה מורכב על הגל, ומסובב אותו (איור ב' לשאלה). על הגל פועלים כוחות מתיחה S_1 ו- S_2 , כמתואר באיורים א' ו-ב'.

מתחת לתיאור הסכמתי של הגל נתונים המהלכים של מומנטי הכפיפה ושל מומנטי הפיתול לאורך הגל. הגל מיוצר בעיבוד שבבי מפלדה פחמנית בעלת מאמץ כניעה: $\sigma_y = 380 \text{ MPa}$. מקדמי הבטיחות הנדרשים לעבודת הגל: לעומס סטטי - $[S] = 2.5$, להתעייפות - $[S_f] = 1.5$.



גלגל רצועה T

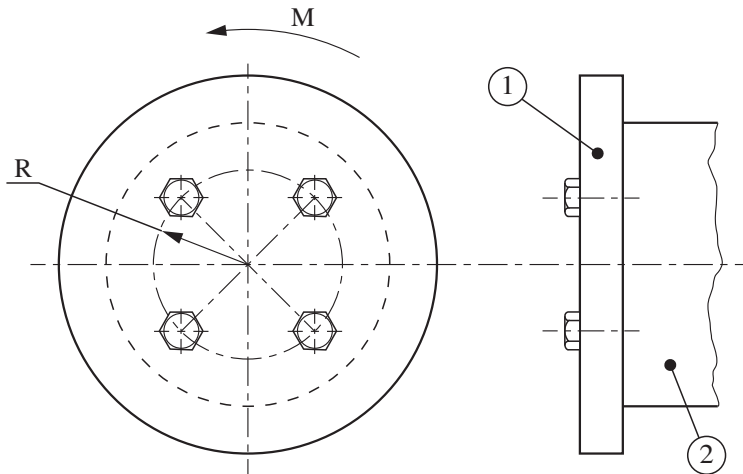
איור ב' לשאלה 4

איור א' לשאלה 4

- א. חשב את מומנט הפיתול, M_t , הפועל על הגל.
- ב. חשב את מקדם הבטיחות לעומס סטטי של הגל בחתך E.
- ג. חשב את מקדם הבטיחות לעומס סטטי של הגל בחתך C, וקבע אם הגל יעמוד בתנאי החוזק.
- ד. החוזק הגבולי להתעייפות בחתך D הוא: $\sigma_e = 125 \text{ MPa}$. הנח שמאמץ הכפיפה בחתך זה הוא מאמץ מחזורי סימטרי. חשב את מקדם הבטיחות להתעייפות בחתך זה, וקבע אם הגל יעמוד בתנאי החוזק.
- ה. אם אחד החתכים **אינו** עומד בתנאי החוזק, כיצד ניתן להגדיל את מקדם הבטיחות שלו ללא שינוי בקוטר? ציין **שלוש** דרכים אפשריות.

שאלה 5

באיור לשאלה זו מתוארת דסקה (1) המחוברת למוט (2) באמצעות ארבעה ברגים תקניים M12. הברגים ממוקמים בחלוקה שווה על מעגל חלוקה שהרדיוס שלו $R = 80 \text{ mm}$. על הדסקה פועל מומנט סיבוב חיצוני $M = 800 \text{ N} \cdot \text{m}$, בכיוון המסומן באיור.



איור לשאלה 5

נתונים נוספים:

- דרגת החוזק של הברגים: 9.8
- מקדם החיכוך בין הדסקה ובין המוט: $\mu_0 = 0.25$
- מקדם החיכוך בהברגות (בורג-דסקה, בורג-מוט): $\mu = 0.1$
- מקדם האבטחה מפני החלקה: $f_k = 1$
- מקדם הבטיחות הנדרש לברגים: $S = 3$

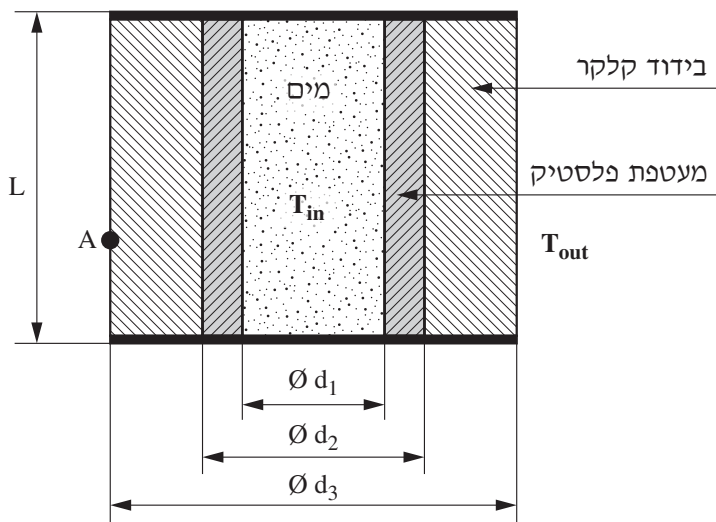
הנח שכוח החיכוך בין הדסקה ובין המוט (הנוצר על-ידי הידוק הברגים) פועל לאורך מעגל החלוקה של הברגים.

- א. חשב את כוח ההידוק הצירי, Q , הדרוש בכל אחד מהברגים כדי למנוע את סיבוב הדסקה ביחס למוט.
- ב. הנח שכוח ההידוק הצירי בבורג הוא: $Q = 12,500 \text{ N}$, וקבע באמצעות חישוב אם הבורג יעמוד בתנאי החוזק.
- ג. חשב את המומנט הכולל שבו יש לסגור כל אחד מהברגים כדי ליצור בהם כוח הידוק צירי של $Q = 12,500 \text{ N}$.
- ד. משנים את רדיוס החלוקה של הברגים לרדיוס $R = 120 \text{ mm}$, בלי לשנות את המומנט החיצוני המופעל על הדסקה. האם יש להגדיל את כוח ההידוק של הברגים או להקטין אותו? נמק את תשובתך.

פרק שלישי: תרמודינמיקה ומעבר חום

שאלה 6

באיור א' לשאלה זו מתואר חתך של מכל גלילי, המיועד לאחסון מים קרים בטמפרטורה T_{in} . המכל עשוי מפלסטיק בעל מקדם הולכה k_1 . שכבת בידוד, העשויה מקלקר בעל מקדם הולכה k_2 , עוטפת את המכל. המכסה העליון של המכל והתחתית שלו מבודדים לחלוטין.



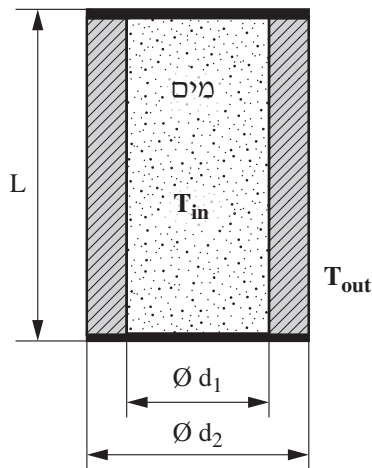
איור א' לשאלה 6

נתונים:

- טמפרטורת הסביבה: $T_{out} = 35^{\circ}\text{C}$
- טמפרטורת המים בתוך המכל: $T_{in} = 4^{\circ}\text{C}$
- הקוטר הפנימי של המכל: $d_1 = 25\text{ cm}$
- הקוטר החיצוני של המכל (ללא בידוד הקלקר): $d_2 = 26\text{ cm}$
- הקוטר החיצוני של המכל (כולל בידוד הקלקר): $d_3 = 30\text{ cm}$
- גובה המכל: $L = 40\text{ cm}$
- מקדם ההסעה של המים בתוך המכל: $h_1 = 400 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

- מקדם ההסעה של האוויר מחוץ למכל: $h_2 = 15 \frac{W}{m^2 \cdot K}$
- מקדם הולכת החום של הפלסטיק: $k_1 = 0.4 \frac{W}{m \cdot K}$
- מקדם הולכת החום של הקלקר: $k_2 = 0.03 \frac{W}{m \cdot K}$

- א. חשב את ההתנגדות התרמית הכוללת של מעטפת המכל.
- ב. חשב את שטף החום העובר דרך מעטפת המכל.
- ג. חשב את הטמפרטורה בנקודה A, הנמצאת על המעטפת החיצונית של המכל.
- ד. באיור ב' לשאלה זו מתואר חתך המכל לאחר שהסירו ממנו את בידוד הקלקר. חשב פי כמה יגדל שטף החום דרך מעטפת המכל.



איור ב' לשאלה 6

שאלה 7

תחנת כוח פועלת באמצעות קיטור לפי מחזור רנקין סטנדרטי. הקיטור נכנס לטורבינה בלחץ $P_3 = 8 \text{ MPa}$ ובטמפרטורה $T_3 = 400^\circ\text{C}$. הקיטור מתפשט התפשטות איזנטרופית בטורבינה, ויוצא ממנה בלחץ $P_4 = 0.7 \text{ bar}$. לאחר מכן הקיטור עובר תהליך עיבוי במעבה, ויוצא ממנו בצורת נוזל רווי $X_1 = 0$. ההספק המופק מהטורבינה הוא $W = 5 \text{ MW}$. לפתרון השאלה, ניתן להיעזר בנספח ג' לשאלה 7.

- א. 1. ציין מהן תכונות הקיטור (s, h) בכניסה לטורבינה.
2. קבע את מצבו של הקיטור בכניסה לטורבינה (רווי או שחון).
- ב. חשב את איכות הקיטור, X_4 , ואת האנטלפיה שלו, h_4 , ביציאה מהטורבינה.
- ג. חשב את העבודה הסגולית של הטורבינה.
- ד. חשב את הספיקה המסית של הקיטור.
- ה. חשב את שטף החום הנפלט מהקיטור בתוך המעבה.

שאלה 8

אוויר בטמפרטורה $T_1 = 298 \text{ K}$ ובלחץ $P_1 = 1 \text{ bar}$ כלוא בתוך מכל סגור. את המכל מכסה בוכנה המסוגלת לנוע ללא חיכוך ולדחוס את האוויר. האוויר עובר שלושה תהליכים:

- 1 → 2 - דחיסה אדיאבטית עד ללחץ $P_2 = 3 \text{ bar}$
- 2 → 3 - הוספת חום בנפח קבוע עד לטמפרטורה $T_3 = 600^\circ\text{C}$
- 3 → 4 - הוספת חום בלחץ קבוע עד שהאוויר חוזר לנפחו ההתחלתי ($V_4 = V_1$)

נתוני האוויר:

- מסת האוויר: $m = 10 \text{ g}$
- החום הסגולי בלחץ קבוע: $c_p = 1004.5 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$
- החום הסגולי בנפח קבוע: $c_v = 717.5 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$
- קבוע הגז של האוויר: $R = 287 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

א. סרטט במחברתך דיאגרמת $P - V$, והראה בה את התהליכים שעובר האוויר. ציין על הדיאגרמה את הנקודות 1 עד 4.

ב. האם שלושת התהליכים שעובר האוויר מהווים מחזור? נמק את תשובתך.

ג. העתק למחברתך את הטבלה שלהלן. חשב את ערכי הלחץ P , הנפח V , והטמפרטורה T , בארבע הנקודות (1-4), והשלם את הטבלה. יש להראות את החישובים במחברתך.

הנקודות	$T[\text{K}]$	$V[\text{m}^3]$	$P[\text{bar}]$
1	298		1
2			3
3	873		
4			

ד. חשב את העבודה בכל אחד משלושת התהליכים, וקבע אם העבודה מושקעת במערכת או שהמערכת מבצעת את העבודה.

ה. חשב את כמות החום המושקעת בכל אחד משלושת התהליכים.

פרק רביעי: אנגלית טכנית

שאלה 9

קרא את הקטע שלהלן וענה במחברתך על כל השאלות.
אין להעתיק את השאלות, אך יש למספר את התשובות בהתאם למספרי השאלות.
מותר לענות על כל השאלות בעברית.

Belts

A. Introduction

All mechanical elements used in transmission can be divided into two categories: rigid elements, like gears, and flexible elements, like belts and chains. Rigid elements require constant and exact contact, cannot absorb shock and are limited in their ability to transmit power over long distances. Flexible elements can be used as a replacement for gears. In many cases their use simplifies the design of a machine and substantially reduces the cost. In addition, since these elements are elastic and usually quite long, they play an important part in absorbing shock loads and in damping out and isolating the effects of vibration.

B. Common characteristics of belts

- All belts are using some kind of driving and driven pulleys.
- The pulley axes must be separated by a certain minimum distance.
- Belts may be used for long center distances.
- Except for timing belts, all other belts employ friction for transmitting power, so there is some slip; hence the angular-velocity ratio between the driving and driven shafts is neither constant nor exactly equal to the ratio of the pulley diameters.
- In some cases an idler or tension pulley can be used to avoid adjustments in center distance that are ordinarily necessitated by age or the installation of new belts.

There are many different types of belts. This article deals with the three main types: flat belts, V-belts, and timing belts.

C. Flat belts

Flat belts are made of urethane and also of rubber-impregnated fabric reinforced with steel wire or nylon cords to take the tension load. One or both surfaces may have a friction surface coating. Flat belts are quiet, they are efficient at high speeds, and they can transmit large amounts of power over long center distances. Usually, flat belting is purchased by the roll and cut; the ends are joined by using special kits furnished by the manufacturer. They are often used to form a conveying system. Flat belts are able to transmit power between non-parallel (and even perpendicular) pulley's shafts. When both sides of a belt are made identical, the belt can be twisted in order to reverse direction of rotation. Their pulleys have flat or slightly elliptical surface (so called "crown pulley"). The flat belts and their pulleys are the cheapest among the belts.

D. V-belts

V-belts are made of fabric and cord, usually cotton, rayon, or nylon, and impregnated with rubber. In contrast with flat belts, V-belts are used with similar sheaves (a sheave is a pulley with grooved surface) and at shorter center distances. Those belts are slightly less efficient than flat belts, but a number of them can be used on a single sheave, thus making a multiple drive. V-belts are made only in certain lengths and have no joints. They can transmit larger amount of power than the flat belts since their wedge shape increases friction. Because of this, they are better suited for shock and vibration absorption, than flat belts. There are applications of V-belts in variable transmissions.

E. Timing belts

Timing belts are made of rubberized fabric and steel wire, and have teeth that fit into grooves cut on the periphery of the sprockets (a sprocket is a toothed pulley, resembles a gear). Timing belts do not stretch or slip and consequently transmit power at a constant angular-velocity ratio, like gears. The fact that the belts are toothed provides additional advantages over ordinary belting. One of these is that no initial tension is necessary, so that fixed-center drives may be used. Another is the elimination of the restriction on speeds; the teeth make it possible to run at nearly any speed, slow or fast. Disadvantages are the cost of the belts and sprockets manufacturing, and the attendant dynamic fluctuations caused at the belt-tooth meshing frequency. As V-belts, timing belts are made in limited range of lengths and cannot be joined. They are the best replacement for gears and chains. Due to modern developments in material science, they are capable of transmitting large amounts of power being much lighter and simpler in manufacturing than gears.

Questions:

- a. (Paragraph A). State **three** advantages of flexible machine elements over rigid machine elements.
- b. (Paragraph B). Which force is used by most belts in order to transmit power?
- c. (Paragraph B). State **two** related disadvantages of non-timing belts.
- d. (Paragraph C). What is the purpose of inserting steel wire into rubbery fabric of flat belts?
- e. (Paragraph C). How flat belts can be used to reverse directions of rotation?
- f. (Paragraph D). State **two** advantages of V-belts over flat belts.
- g. (Paragraph E). What do timing belts and V-belts have in common?
- h. (Paragraph E). State **two** advantages of timing belts over gears.

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך.

נספח א': נוסחאות בתרמודינמיקה (2 עמודים)

לשאלון 710003, אביב תשע"ח

תהליכים הפיכים בגז משוכלל, $pv = RT$

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	$T = \text{const.}$	$RT \ln\left(\frac{v_2}{v_1}\right) = RT \ln\left(\frac{p_1}{p_2}\right)$	0	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		$c_v \Delta T$

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:

$$mep = \frac{W_{\text{net}}}{v_1 - v_2}$$

תהליך אדיאבטי הפיך (איזנטרופי):

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

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

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

מערכות קירור:

$$\dot{V}_{tc} = \frac{\pi d^2}{4} L \cdot z \cdot n \quad \text{ספיקה נפחית של מדחס:}$$

$$\dot{V}_{ac} = \dot{V}_{tc} \cdot \eta_v$$

$$N_{ac} = \frac{\dot{m}_{ac} \Delta h}{\eta_{oc}} \quad \text{הספק של מדחס:}$$

$$\dot{Q}_{\text{קירור}} = \dot{m}_{ac} \Delta h \quad \text{תפוקת קירור:}$$

$$COP = \frac{\dot{Q}_{\text{קירור}}}{N_{ac}} \quad \text{מקדם ביצוע:}$$

מעבר חום:

הולכה

התנגדות תרמית:

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

b – עובי ב-m

A – שטח ב-m²

k – מוליכות תרמית ב- $\frac{W}{mK}$

כמות החום, ליחידת זמן, העוברת דרך שכבה אחת:

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

קרינה

כמות החום, ליחידת זמן, העוברת בין משטחים מקבילים:

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

T – טמפרטורה

ε – מקדם בליעה (אמיסיביות)

σ – מקדם סטפן-בולצמן

הסעה

התנגדות תרמית:

$$R_c = \frac{1}{A \cdot h}$$

h – מקדם הסעה ב- $\frac{W}{m^2K}$

כמות החום, ליחידת זמן, העוברת בתווך:

$$\dot{Q} = hA(T_1 - T_2)$$

נספח ב': מילון מונחים (2 עמודים)

לשאלון 710003, אביב תשע"ח

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
winding/s	Витки	رَبْط / غِلاف	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	מִרְבֵּה
compressor	Компрессор	ضاغط	מדחס
angular velocity	Угловая скорость	السرعة الزاوية	מהירות זוויתית
relative velocity	Относительная скорость	السرعة النسبية	מהירות יחסית

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
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 حدّی	מצמד גבולי
friction clutch/coupling	Фрикционная муфта	قابض احتكاك	מצמד חיכוך
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 الرقاص	קבוע קפיץ
coulisse	Кулиса	كَوَالِيس	קוליסה
buckling	Потеря устойчивости	انهيار	קריסה
heat flow	Тепловой поток	دفق / تدفق حراري	שטף חום
wire	Провод	سلك	תיל

נספח ג' (לשאלה 7): טבלאות ודיאגרמת T-S (2 עמודים)

לשאלון 710003, אביב תשע"ח

טבלאות קיטור רווי

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

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

טבלאות קיטור שחן

$p = 80 \text{ bar} = 8.0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 295.06^\circ\text{C}$)					$p = 100 \text{ bar} = 10.0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 311.06^\circ\text{C}$)			
Sat.	0.02352	2569.8	2758.0	5.7432	0.01803	2544.4	2724.7	5.6141
320	0.02682	2662.7	2877.2	5.9489	0.01925	2588.8	2781.3	5.7103
360	0.03089	2772.7	3019.8	6.1819	0.02331	2729.1	2962.1	6.0060
400	0.03432	2863.8	3138.3	6.3634	0.02641	2832.4	3096.5	6.2120
440	0.03742	2946.7	3246.1	6.5190	0.02911	2922.1	3213.2	6.3805
480	0.04034	3025.7	3348.4	6.6586	0.03160	3005.4	3321.4	6.5282
520	0.04313	3102.7	3447.7	6.7871	0.03394	3085.6	3425.1	6.6622
560	0.04582	3178.7	3545.3	6.9072	0.03619	3164.1	3526.0	6.7864
600	0.04845	3254.4	3642.0	7.0206	0.03837	3241.7	3625.3	6.9029
640	0.05102	3330.1	3738.3	7.1283	0.04048	3318.9	3723.7	7.0131
700	0.05481	3443.9	3882.4	7.2812	0.04358	3434.7	3870.5	7.1687
740	0.05729	3520.4	3978.7	7.3782	0.04560	3512.1	3968.1	7.2670

