

מכניקה הנדסית ט'

(לטכנאי מכונות)

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה חמישה פרקים ובהם עשר 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.
- ג. חומר עזר מותר לשימוש: כל חומר עזר כתוב בכתב יד או מודפס, כלי סרטוט, מחשבון בעל תצוגה של אותיות וספרות בלבד.
- 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 15 עמודים ו-2 עמודי נספח.

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

בהצלחה!

◀ המשך מעבר לדף

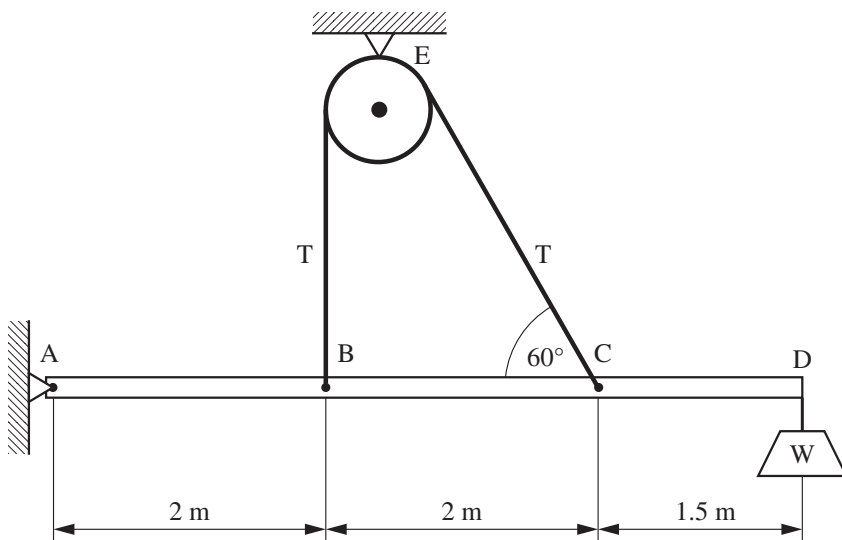
השאלות

בשאלון זה חמישה פרקים ובהם עשר 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).

פרק ראשון: סטטיקה וחוזק חומרים במכונות

שאלה 1

באיור לשאלה זו מתוארת קורה ABCD, הנתמכת על-ידי פרק A, וקשורה לתקרה באמצעות כבל BEC. הכבל מורכב ממספר לא ידוע של חוטי פלדה. בנקודה D של הקורה תלויה משקולת W. כל המידות נתונות באיור.



איור לשאלה 1

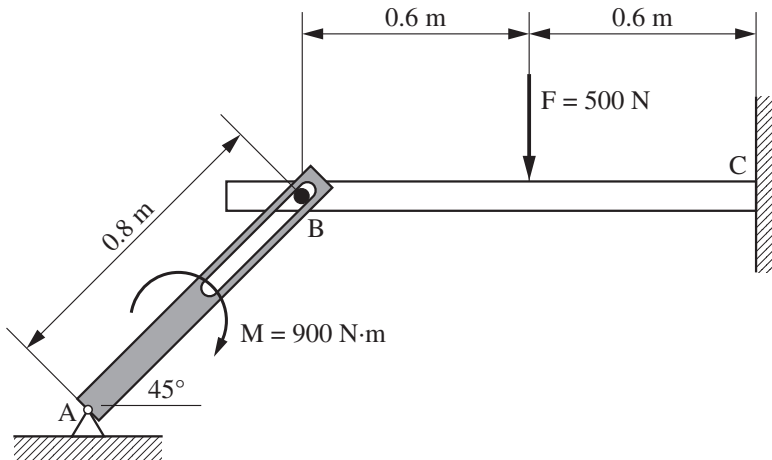
נתוני הכבל BEC :

- הקוטר של כל חוט פלדה בכבל: $d = 1 \text{ mm}$
- מאמץ המתיחה המותר של כל חוט פלדה: $[\sigma] = 120 \text{ MPa}$
- כוח המתיחה בכבל: $T = 6 \text{ kN}$

- א. חשב את המספר המזערי (המינימלי) של חוטי פלדה הדרוש לכבל BEC.
- ב. סרטט דג"ח (דיאגרמת גוף חופשי) לקורה ABCD. סמן בסרטוט את הכוחות הפועלים על הקורה.
- ג. חשב את ערכו של המשקל W ואת ערכו של כוח התגובה השקול בפרק A, אם ידוע שהקורה נמצאת בשיווי-משקל.

שאלה 2

- באיור לשאלה זו מתוארת קורה BC המחוברת למוט AB באמצעות פין B. הפין יכול להחליק ללא חיכוך בחריץ של מוט AB.
- הקורה BC רתומה לקיר בנקודה C, והמוט AB נתמך על-ידי פרק A.
- כמתואר באיור, מוט AB מונח בזווית של 45° יחסית לקורה BC, על המוט פועל מומנט $M = 900 \text{ N} \cdot \text{m}$ ועל הקורה פועל כוח $F = 500 \text{ N}$.
- מסת הקורה BC ומסת המוט AB זניחות. הנח שהמערכת נמצאת בשיווי-משקל.

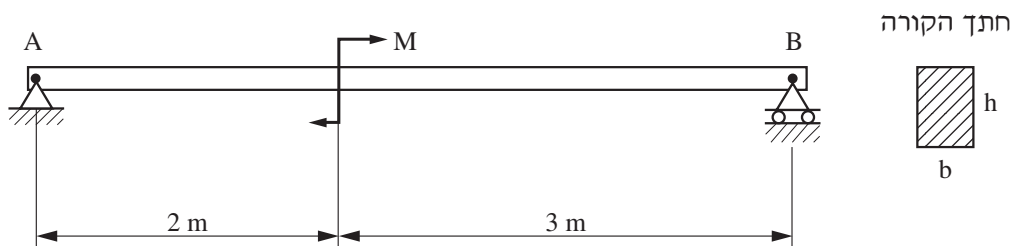


איור לשאלה 2

- א. סרטט דג"ח (דיאגרמת גוף חופשי) לקורה BC ודג"ח למוט AB. סמן בכל אחד מהסרטוטים את הכוחות, המומנטים, וכוחות התגובה המתאימים.
- ב. חשב את הכוח שהפין B מפעיל על מוט AB.
- ג. חשב את הערכים של כל התגובות בריתום C.

שאלה 3

באיור א' לשאלה זו מתוארת קורה בעלת חתך מלבני מלא, הנתמכת על-ידי שני הסמכים A ו-B. על הקורה פועל מומנט M.

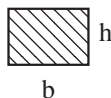


איור א' לשאלה 3

נתונים:

- המומנט הפועל על הקורה: $M = 2 \text{ kN} \cdot \text{m}$
- רוחב החתך של הקורה: $b = 30 \text{ mm}$
- גובה החתך של הקורה: $h = 40 \text{ mm}$
- המאמץ המותר של חומר הקורה: $[\sigma] = 160 \text{ MPa}$

- א. חשב את כוחות התגובה בסמכים A ו-B.
- ב. סרטט במחברתך את מהלך כוחות הגזירה ואת מהלך מומנטי הכפיפה לאורך הקורה, ומצא את החתך המסוכן בקורה.
- ג. קבע באמצעות חישוב אם הקורה עומדת בחוזק לכפיפה.
- ד. מסובבים את הקורה ב- 90° , כמתואר באיור ב' לשאלה. קבע באמצעות חישוב אם במצב זה הקורה תעמוד בחוזק לכפיפה.

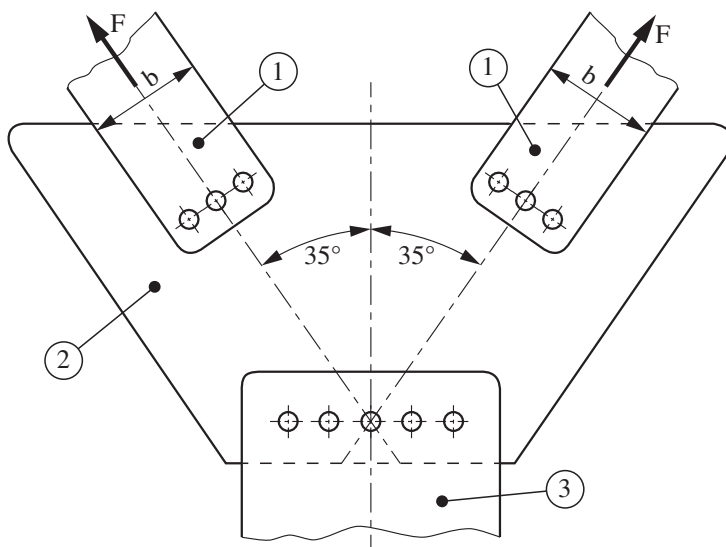


איור ב' לשאלה 3

פרק שני: חלקי מכונות

שאלה 4

באיור לשאלה זו מתואר מבנה מסומר שבו מחוברים שני לוחות (1) ללוח (3) באמצעות לוח (2). כל המסמרות בעלות קוטר זהה, d , וכל הלוחות בעלי עובי זהה, t .



איור לשאלה 4

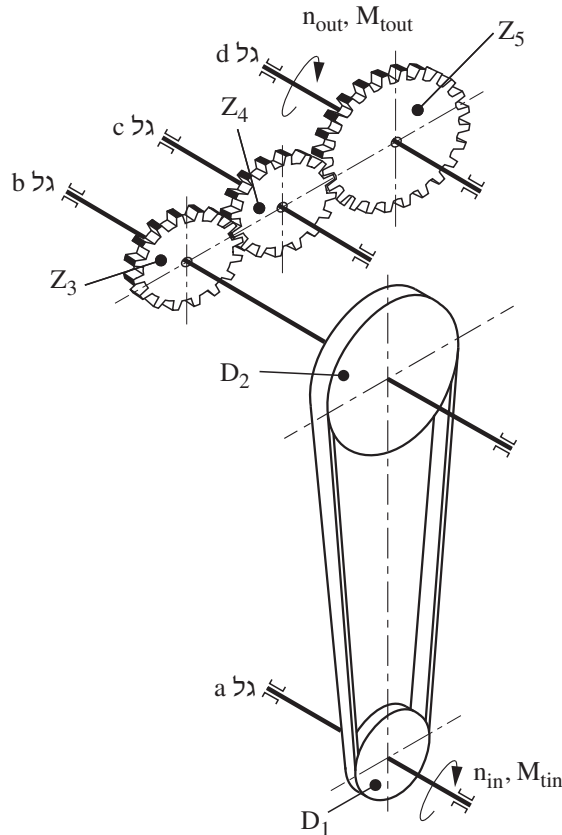
נתונים:

- ערכו של כל אחד מהכוחות הפועלים על המבנה: $F = 33 \text{ kN}$
- מאמץ הגזירה המותר לחומר המסמרות: $[\tau] = 100 \text{ MPa}$
- מאמץ המתיחה המותר לחומר הלוחות: $[\sigma_t] = 125 \text{ MPa}$
- מאמץ המעיכה המותר לחומר הלוחות ולחומר המסמרות: $[\sigma_{lc}] = 200 \text{ MPa}$
- עובי הלוחות: $t = 6 \text{ mm}$

- א. לרשותך מסמרות בקטרים: 16 mm, 12 mm, 10 mm, 8 mm. מהו הקוטר המזערי (המינימלי) הדרוש למסמרות כדי לחבר את הלוחות (1) ללוח (2), בהתאם לתנאי החוזק לגזירה ולמעיכה? נמק את תשובתך באמצעות חישוב.
- ב. חשב את הרוחב המזערי (המינימלי), b , של הלוחות (1) בהתאם לתנאי החוזק למתיחה.
- ג. קבע באמצעות חישוב אם המסמרות שמחברות את הלוח (3) ללוח (2) יכולות לעמוד בעומס המופעל עליהן.

שאלה 5

באיור א' לשאלה זו מתוארת מערכת העברת הספק המורכבת משתי ממסרות: ממסרת רצועה בעלת גלגלים D_1 ו- D_2 , וממסרת גלגלי שיניים בעלת שלושה גלגלים משולבים Z_3, Z_4, Z_5 . מסובבים את גל הכניסה a בהכניסה a במהירות סיבוב n_{in} , וכתוצאה מכך מסתובב גל היציאה d במהירות סיבוב n_{out} , ומעביר את ההספק לצרכן.



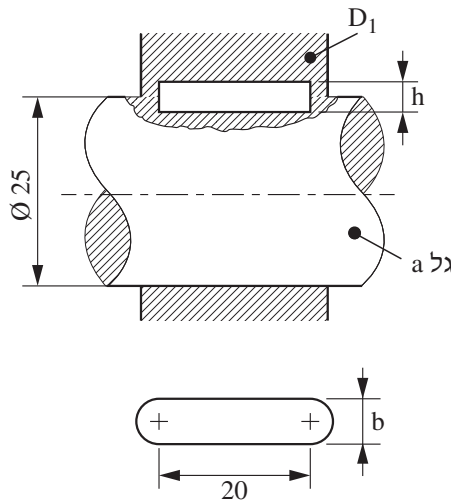
איור א' לשאלה 5

נתונים:

- מהירות הסיבוב של גל הכניסה a : $n_{in} = 1,500 \text{ RPM}$
- מומנט הסיבוב בגל a : $M_{tin} = 100 \text{ N} \cdot \text{m}$
- הקטרים של גלגלי הרצועה: $D_1 = 160 \text{ mm}$, $D_2 = 320 \text{ mm}$
- מספר השיניים בגלגלי השיניים: $Z_3 = Z_4 = 19$; $Z_5 = 57$
- הנצילות הכוללת של המערכת: $\eta = 0.8$

- א. 1. חשב את ההספק, P_{out} , שמעביר גל היציאה d לצרכן.
2. חשב את מהירות הסיבוב, n_{out} , של גל היציאה.
- ב. חשב את מומנט הסיבוב, M_{tout} , של גל היציאה.
- ג. הסבר מהו תפקידו של גלגל השיניים Z_4 .

הגלגל D_1 מחובר לגל הכניסה a באמצעות שגם פריזמטי, כמתואר באיור ב' לשאלה. קוטר הגל ואורך השגם נתונים באיור.



איור ב' לשאלה 5

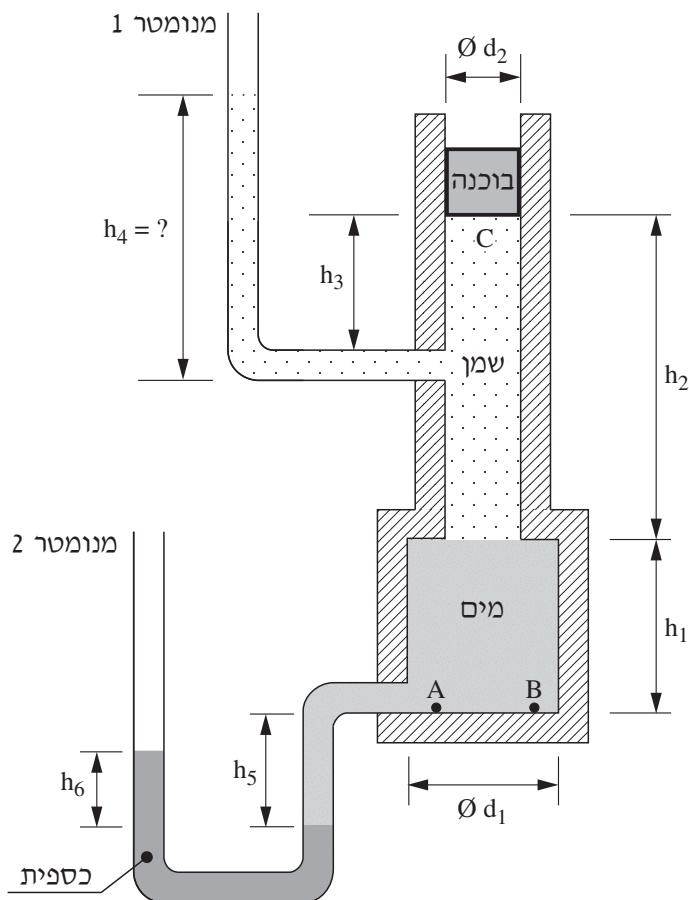
נתוני השגם:

- מידות השגם: $b \times h = 8 \times 7 \text{ mm}$
- המאמץ המותר לגזירה בשגם: $[\tau] = 90 \text{ MPa}$
- המאמץ המותר למעיכה בשגם: $[\sigma_{ec}] = 180 \text{ MPa}$
- ד. קבע באמצעות חישובים לגזירה ולמעיכה, אם השגם יוכל להעביר את העומס מהגל a לגלגל D_1 .

פרק שלישי: הידרוליקה

שאלה 6

באיור לשאלה זו מתואר חתך של צילינדר מדורג. את הצילינדר מכסה בוכנה שמסוגלת לנוע ללא חיכוך. החלק התחתון של הצילינדר, שקוטרו d_1 , מלא במים. החלק העליון של הצילינדר, שקוטרו d_2 , מלא בשמן. לצילינדר מחוברים שני מנומטרים.



איור לשאלה 6

נתונים:

$h_1 = 30 \text{ cm}$ –

$h_2 = 50 \text{ cm}$ –

$h_3 = 25 \text{ cm}$ –

$h_5 = 15 \text{ cm}$ –

$h_6 = 10 \text{ cm}$ –

$d_1 = 20 \text{ cm}$ –

$d_2 = 10 \text{ cm}$ –

– המשקל הסגולי של המים: $\gamma_w = 10^4 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$

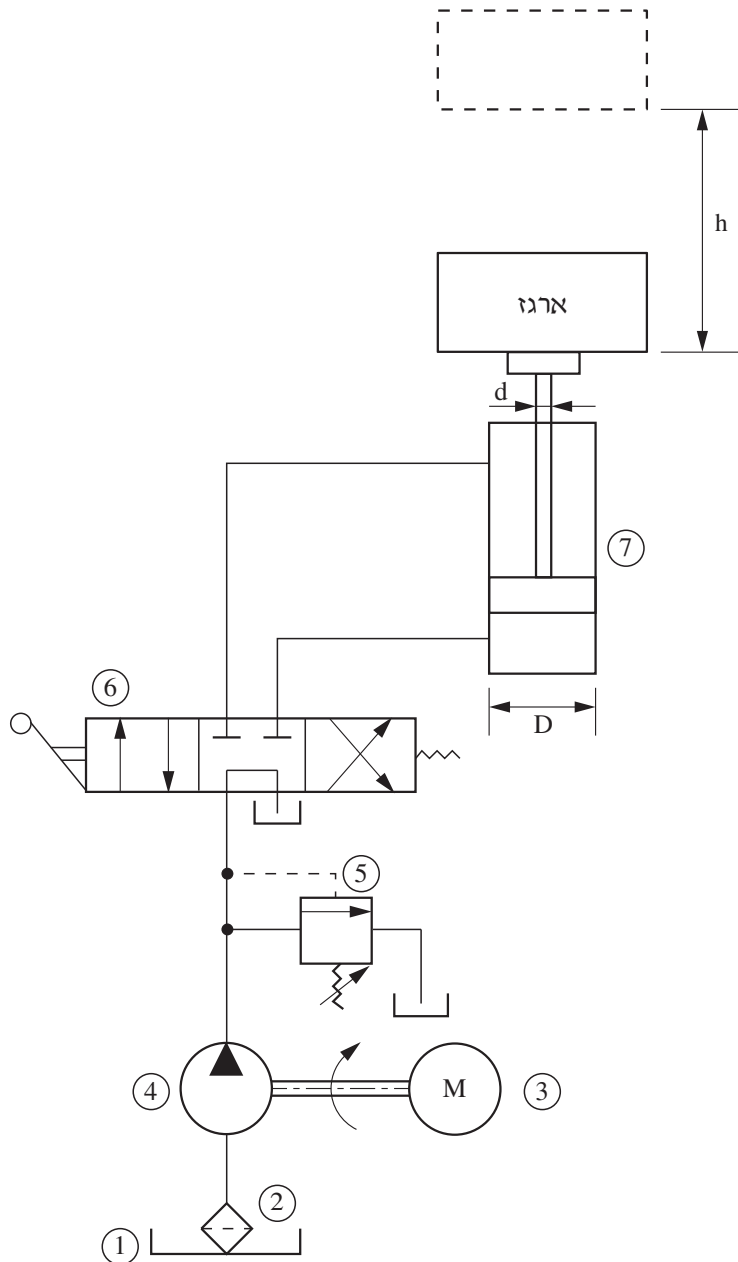
– המשקל הסגולי של השמן: $\gamma_o = 0.8 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$

– המשקל הסגולי של הכספית: $\gamma_{\text{Hg}} = 13.6 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$

- א. חשב את הלחץ המנומטרי בנקודה A, הנמצאת בתחתית הצילינדר.
- ב. האם הלחץ המנומטרי בנקודה B, הנמצאת אף היא בתחתית הצילינדר, גדול מהלחץ בנקודה A, קטן ממנו או שווה לו? נמק את תשובתך.
- ג. חשב את הכוח הפועל על תחתית הצילינדר.
- ד. חשב את הלחץ המנומטרי על תחתית הבוכנה (נקודה C באיור).
- ה. חשב את משקל הבוכנה.
- ו. חשב את הגובה של עמוד השמן, h_4 , במנומטר 1.

שאלה 7

באיור לשאלה זו מתוארת מערכת הידרולית המשמשת להרמת ארגזים לגובה h , באמצעות הבוכנה (7). הנח שהבוכנה נעה ללא חיכוך במהירות קבועה.



איור לשאלה 7

נתונים:

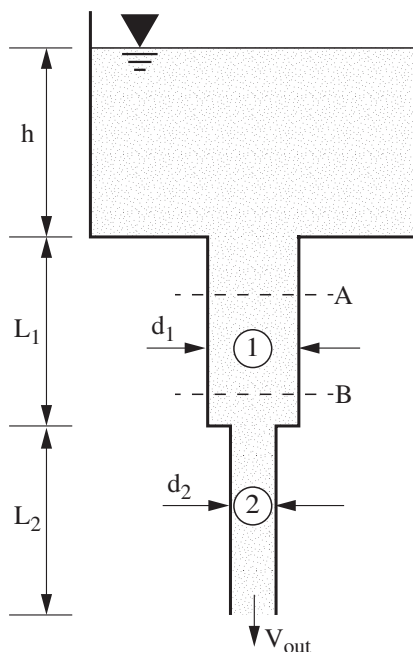
- קוטר הבוכנה: $D = 50 \text{ mm}$
- קוטר המוט של הבוכנה: $d = 20 \text{ mm}$
- גובה הרמת הארגז: $h = 300 \text{ mm}$
- הזמן הדרוש להרמת הארגז: $t_1 = 2 \text{ sec}$
- משקל הארגז: $W = 10 \text{ kN}$

הערה: הנח שהפסדי הלחץ במערכת זניחים.

- א. ציין את שמות הרכיבים (2) ו-(6) המצוינים באיור, והסבר מהו התפקיד של כל אחד מהם במערכת.
- ב. חשב את מהירות היציאה של הבוכנה בזמן הרמת הארגז.
- ג. חשב את הספיקה של הנוזל במערכת.
- ד. חשב את מהירות החזרה של הבוכנה. הנח שספיקת הנוזל במערכת אינה משתנה.
- ה. חשב את הלחץ המזערי (המינימלי) שיש לכוון אליו את רכיב (5) כדי שהמערכת תוכל להרים את הארגז.

שאלה 8

באיור לשאלה זו מתואר מכל גדול מלא בשמן. לתחתית המכל מחובר צינור מדורג בעל קוטר משתנה: קוטר החלק העליון שלו (צינור ①) הוא d_1 , וקוטר החלק התחתון שלו (צינור ②) הוא d_2 .



איור לשאלה 8

נתונים:

- הקוטר של צינור ① : $d_1 = 50 \text{ mm}$
- הקוטר של צינור ② : $d_2 = 25 \text{ mm}$
- גובה מפלס השמן במכל: $h = 0.5 \text{ m}$
- אורך קטעי הצינורות: $L_1 = L_2 = 1 \text{ m}$
- הצמיגות הקינמטית של השמן: $\nu_{\text{oil}} = 5 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{sec}}$
- הצמיגות הקינמטית של המים: $\nu_{\text{water}} = 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{sec}}$

הערה: ניתן להזניח את ההפסדים במערכת.

- א. 1. חשב את מהירות יציאת השמן, V_{out} , מצינור ②.
2. חשב את הספיקה הנפחית של השמן, Q , ביציאה מצינור ②.
- ב. חשב את מהירות זרימת השמן בחתך A , המסומן בצינור ①.
- ג. האם המהירות בחתך A גדולה מהמהירות בחתך B , שווה לה או קטנה ממנה? נמק את תשובתך.
- ד. קבע אם הזרימה בכל אחד מהצינורות ① ו-② היא טורבולנטית או למינרית. נמק את תשובתך באמצעות חישוב.
- ה. ממלאים את המכל במים במקום בשמן. האם מהירות היציאה של המים מצינור ②, V_{out} , תגדל יחסית למהירות היציאה של השמן, תקטן או תישאר ללא שינוי? נמק את תשובתך.

פרק רביעי: חומרים ועיבודם

שאלה 9

עליך לתכנן חלק של מכונה בצורת מוט העשוי מברונזה. להלן נתוני התכונות המכניות של הברונזה:

- מאמץ הכניעה: $\sigma_y = 280 \text{ MPa}$
- מאמץ המתיחה המרבי: $\sigma_{UTS} = 385 \text{ MPa}$
- העיבור (המעוות) בשבר: $\epsilon_F = 5\%$
- מודול יאנג: $E = 115 \text{ GPa}$

- א. שטח החתך של מוט הברונזה הוא 325 mm^2 . חשב את הכוח המרבי (המקסימלי) שניתן להפעיל על המוט בלי לקבל עיוות (דפורמציה) פלסטי.
- ב. אורכו של מוט הברונזה הוא 120 mm . חשב את האורך המרבי (המקסימלי) של המוט במתיחה בתחום האלסטי.
- ג. מוט הברונזה עבר עיבוד בקור, וקשיותו עלתה. ציין לגבי כל אחת מהתכונות המכניות של הברונזה (σ_y ; σ_{UTS} ; ϵ_F ; E) אם היא תגדל, תקטן או תישאר ללא שינוי. נמק את תשובתך.

פרק חמישי: אנגלית טכנית

שאלה 10

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

From the Industrial Revolution to the Green Economy

- A. The Industrial Revolution began in the late 1700's as a period of innovation and growth, when manual labor, domesticated animals, and water power began to be replaced through the use of machines. Rapid changes across the world shifted largely agricultural societies in Europe and North America into manufacturing communities, making them increasingly dependent upon energy and power. Society started tapping into vast amounts of stored energy contained within fossil fuels (oil, natural gas, coal), beginning a sustained period of economic growth and inventiveness.
- B. Toward the end of the 1800's, the improvement of the internal combustion engine created a major shift in the transportation of goods and people. The development of the modern industrial assembly line enabled the general public to purchase automobiles at an affordable price. These manufacturing technologies made the automobile inexpensive enough for working-class individuals to own. Cities, shops and suburbs sprang up along roads and highways designed for the automobile.
- C. Increasing demand upon fossil fuels sources inevitably led to their exhaustion. As fossil fuel sources decline, its prices increase. In recent years, prices have fluctuated dramatically in response to political and economic events. In July 2008, oil exceeded \$147 a barrel, up from \$27 a barrel just six years earlier (nearly a six-fold increase). Wholesale prices then plunged to around \$30 a barrel before once again rapidly increasing to around \$70 a barrel. Rapid price shifts in recent years have combined to make fossil fuels both expensive and unpredictable.
- D. In addition, the global climate has been damaged by the burning of fossil fuels, due to large quantities of greenhouse gases accumulating in the atmosphere and disrupting its balance. The accumulation of the greenhouse gases in the atmosphere speeds up by the accelerated loss of green areas (forests and prairies) around the globe, upon which the world's carbon dioxide exchange process depends: trees and plants remove carbon dioxide (CO₂) from the atmosphere and produce oxygen (O₂) through photosynthesis.

- E. Dramatically increasing population place a strain on limited or diminishing resources such as oil. With half the world's oil reserves already having been consumed, the impact of another doubling of the world's population will place demands on existing oil production that cannot be met. In order to maintain the quality of life that populations have grown accustomed to, green technology must be developed and embraced.
- F. Green technologies are a collection of ideas meant to achieve a sustainable green world. This entails the necessity of moving modern society away from a fossil-fuel based economy into a green economy. Ideas include the possibility of generating power from sources that do not produce greenhouse gas by-products, limiting energy usage and conserving resources through personal behavior modification, fostering sustainable energy conservation with improved building techniques, materials, and technologies, and developing transportation systems that do not rely on carbon-based products.
- G. Alternative energy sources have recently experienced improvements in technology and processes that make them increasingly cost competitive with fossil fuel technologies, leading to price convergence. It is anticipated that lower solar generation costs combined with increased costs for fossil fuels will soon make solar power an attractive alternative. Around the globe, the role of green energy is still negligible (about 2% of the overall energy creation), but in the developed western countries, like Germany, the solar, wind and other green energy sources already provide up to 35% of the required, without additional costs; as by-product, the ecological situation in these countries improves significantly.

Questions:

- (paragraph A) What were the **three** main sources of energy before the Industrial Revolution?
- (paragraph B) State **two** causes that made automobiles affordable for general public.
- (paragraph C) What are the **two** causes of oil prices rising?
- (paragraph D) What is the role of plants in preventing greenhouse gas accumulation?
- (paragraph E) Which part of fossil fuel sources is already consumed?
- (paragraph F) State **three** ways of developing green economy.
- (paragraph G) What is the country that produces significant amount of green energy?

בהצלחה!

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

לשאלון 710001, אביב תשע"ח

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
piston	Поршень	كَبَّاس	בוכנה
shear	Срез	قَصّ	גזירה
power	Мощность	قدرة	הספק
transfer ratio	Передаточное отношение	نسبة النقل	יחס תמסורת
reaction force	Реакция	قوة ردّ الفعل	כוח תגובה
manometric pressure	Манометрическое давление	ضغط مانومتر	לחץ מנומטרי
yield stress	Предел текучести	إجهاد الخضوع	מאמץ כניעה
allowable stress	Допустимое напряжение	الجهد المسموح	מאמץ מותר
torque	Крутящий момент	عزم الدوران	מומנט פיתול
rivet	Заклепка	دسار / لقمة	מסמרה
local compression	Смятие	هَرَس / تحطّم	מעיקה מקומית
factor of safety	Коэффициент безопасности	مُعَامِل الأمان	מקדם בטיחות
static coefficient of friction	Коэффициент Трения покоя	مُعَامِل الاحتكاك الإستاتي	מקדם חיכוך סטטי
specific weight	Удельный вес	الوزن النوعي	משקל סגולי
tension	Растяжение	شدّ	מתיחה
efficiency	Эффективность	الكفاءة	נצילות
free jet	Свободная струя	الدفق النفاث الحرّ	סילון חופשי
volume flow	Объем жидкости в единицу времени	الضخّ الحجمي	ספיקה נפחית
relative strain	Относительная деформация	إقحام	עיבור יחסי

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
dynamic viscosity	Динамическая вязкость	لزوجة ديناميكية	צמיגות דינמית
density	Плотность	كثافة	צפיפות