

סוג הבחינה: גמר לבתי-ספר לטכנאים ולהנדסאים

מועד הבחינה: אביב תשפ"ב, 2022

סמל השאלון: 737001

נספחים: א. נוסחאון בהנדסת תחבורה

ב. מילון מונחים

## תחבורה מתקדמת ט'

(לטכנאי "הנדסת תחבורה")

### הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם שש-עשרה שאלות.

עליכם לענות על שאלה אחת מכל פרק ועל שש שאלות נוספות,

לפי בחירתכם, מהשאלון כולו.

בסך-הכול יש לענות על עשר שאלות.

לכל שאלה – 10 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: כל חומר עזר כתוב בכתב יד או מודפס על נייר, מחשבון.

ד. הוראות מיוחדות:

1. בטרם תתחילו לענות על השאלות, קראו בעיון את השאלון כולו וודאו שההנחיות בדף השער מובנות לכם.

2. ענו על השאלות על-פי הסדר הנראה לכם.

3. ענו על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברת, ולא יתייחס לתשובות הנוספות.

4. בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתכם חסר נתון, הוסיפו אותו על-פי שיקול דעתכם ופתרו בעזרתו את השאלה. כתבו בתשובה את הנתון שהוספתם.

5. בתשובה לשאלת חישוב, עליכם להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

6. בנספח ב' לשאלון זה מובא מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכלו להיעזר בו בעת הצורך.

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

כתבו "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. כתיבת טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 11 עמודים ו-16 עמודי נספחים.

בהצלחה!

## השאלות

בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם שש-עשרה שאלות.  
עליכם לענות על שאלה אחת מכל פרק ועל שש שאלות נוספות לפי בחירתכם. בסך-הכול עליכם לענות על עשר שאלות מן השאלון כולו.  
לכל שאלה – 10 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.

### פרק ראשון: תשתיות תחבורה וניהול מרכז שירות

#### שאלה 1

מנועי הבנזין המניעים את כלי הרכב התפתחו מאוד ב־40 השנים האחרונות.

5 נק') א. ציינו שני שינויים שבוצעו במערכות הדלק וההצתה ברכב בנזין ב־40 השנים האחרונות.

5 נק') ב. הסבירו כיצד שיפרו השינויים האלה את ביצועי המנוע וכיצד הם צמצמו את זיהום האוויר. התייחסו בתשובתכם לשלוש השפעות של שינויים.

#### שאלה 2

5 נק') א. הסבירו מהי מערכת V2V המותקנת ברכבים אוטונומיים.

5 נק') ב. הסבירו מדוע מערכת V2V נחוצה ברכב אוטונומי, ומדוע הכרחי שהיא תהיה מבוססת על תקן עולמי אחיד.

#### שאלה 3

5 נק') א. פרטו את השלבים בתהליך קבלת רישיון לפתיחת מרכז שירות/מוסך. כתבו בתשובה לאילו גורמים יש לפנות, לפי הסדר, ומה צריך לבקש מכל גורם.

5 נק') ב. פרטו מה מאפיין כל אחת משלוש צורות ההתאגדות המשפטית האלה: חברה בע"מ, אגודה שיתופית, עמותה.

#### שאלה 4

5 נק') א. לפניכם שלושה מושגים הקשורים לניהול פיננסי. הסבירו אותם.

- עוסק מורשה
- עוסק פטור
- מס ערך מוסף

5 נק') ב. פחת הוא הירידה בשווי של נכס (או ציוד) על פני תקופת הבעלות עליו והשימוש בו. הפחת על פני תקופה נאמדת הוא פונקצייה יורדת של אורך החיים הכלכלי של הנכס. קראו את ההיגד שלהלן וקבעו אם הוא נכון או לא נכון. הסבירו את קביעתכם. ההיגד: ככל שחיי הנכס/הציוד ארוכים יותר, כך שווי הפחת שלו בשנה נתונה גדול יותר.

#### פרק שני: עקרונות מדעיים בתחבורה מתקדמת

#### שאלה 5

נתון מנגנון הכולל בוכנה, פין בוכנה, טלטל וארכובה.

5 נק') א. נתון שבפין הבוכנה נוצר מאמץ **גזירה**. הסבירו מהו מאמץ **גזירה**, היכן הוא נוצר בפין הבוכנה ובאילו אמצעים ניתן לנקוט כדי להקטין אותו.

5 נק') ב. נתון שבגל הארכובה נוצר מאמץ **פיתול**. הסבירו מהו מאמץ **פיתול**, היכן הוא נוצר בגל הארכובה ובאילו אמצעים ניתן לנקוט כדי להקטין אותו.

#### שאלה 6

להלן כמה נתונים של מנוע דיזל בעל 6 צילנדרים הפועל ב-4 מהלכים.

- הנצילות היעילה של המנוע:  $\eta_e = 29\%$
- הערך הקלורי של הדלק:  $H_u = 42,000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$
- תצרוכת הדלק הכללית של המנוע:  $B = 13.5 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$
- מהירות הסיבוב של המנוע:  $n = 3,200 \text{ RPM}$

5 נק') א. חשבו את ההספק היעיל של המנוע,  $P_e$ .

5 נק') ב. חשבו את המומנט היעיל של המנוע,  $M_e$ .

## שאלה 7

נתון צילינדר.

**(5 נק')** א. נפח הגז,  $V$ , בצילינדר הוא 0.07 מטר מעוקב, ולחץ הגז המוחלט,  $P$ , הוא 7.2 בר.

חשבו את נפח הגז אחרי הגדלת הלחץ שלו עד לחץ מוחלט של 13.2 בר.

ידוע שהטמפרטורה נשארת קבועה ( $T = \text{const}$ ).

**(5 נק')** ב. חשבו את טמפרטורת האוויר במעלות קלווין אם ידועים הנתונים הבאים:

– לחץ הגז:  $P = 45 \text{ bar}$

– נפח הגז:  $V = 7 \text{ L}$

– מסת הגז:  $m = 0.06 \text{ kg}$

– קבוע הגז:  $R = 287 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

## שאלה 8

בבדיקת מנוע **ריבועי** בעל ארבעה צילינדרים הפועל במחזור של שתי פעימות התקבלו הנתונים האלה:

– הלחץ האינדיקטורי:  $P_i = 7.2 \text{ bar}$

– מהלך הבוכנה:  $S = 78 \text{ mm}$

– מהירות הסיבוב של המנוע:  $n = 3,850 \text{ RPM}$

– תצרוכת הדלק הסגולית:  $b = 0.28 \frac{\text{kg}}{\text{kW} \cdot \text{h}}$

– ההספק היעיל:  $P_e = 65 \text{ kW}$

**(5 נק')** א. חשבו את ההספק האינדיקטורי של המנוע.

**(5 נק')** ב. חשבו את תצרוכת הדלק הכללית של המנוע.

## שאלה 9

כל החומרים שמסביבנו מורכבים מיסודות כימיים שאותם אנו מכירים מהטבלה המחזורית.

היסוד הכימי מורכב מאטומים. כל אטום מורכב משלושה חלקיקים שונים הנבדלים זה מזה במטען החשמלי שלהם.

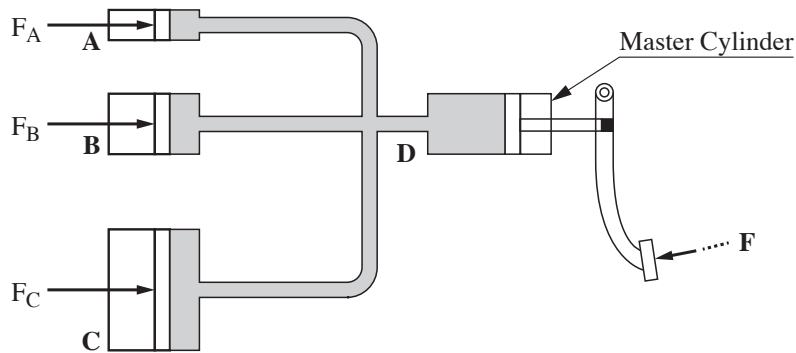
**(5 נק')** א. ציינו את שמם של **שלושת** החלקיקים המרכיבים את האטום. עבור כל חלקיק, ציינו מהו מטענו החשמלי.

**(5 נק')** ב. נתונה המולקולה  $\text{O}_2$ . הסבירו מה משמעות האות O ומה משמעות הספרה 2.

## פרק שלישי: מערכות הנדסיות ואלקטרוניקה

### שאלה 10

באיור לשאלה 10 מתוארת מערכת בלמים. המערכת כוללת משאבת בלם מרכזית (בוכנה D שקוטרה 20 מ"מ) ושלוש בוכנות בלם משניות: בוכנה A שקוטרה 10 מ"מ, בוכנה B שקוטרה 20 מ"מ ובוכנה C שקוטרה 30 מ"מ. הנהג לוחץ על דוושת הבלם, ובחלל הצילינדר D נוצר לחץ של 20 בר. בתשובות, הניחו שהבוכנות אינן נעות.

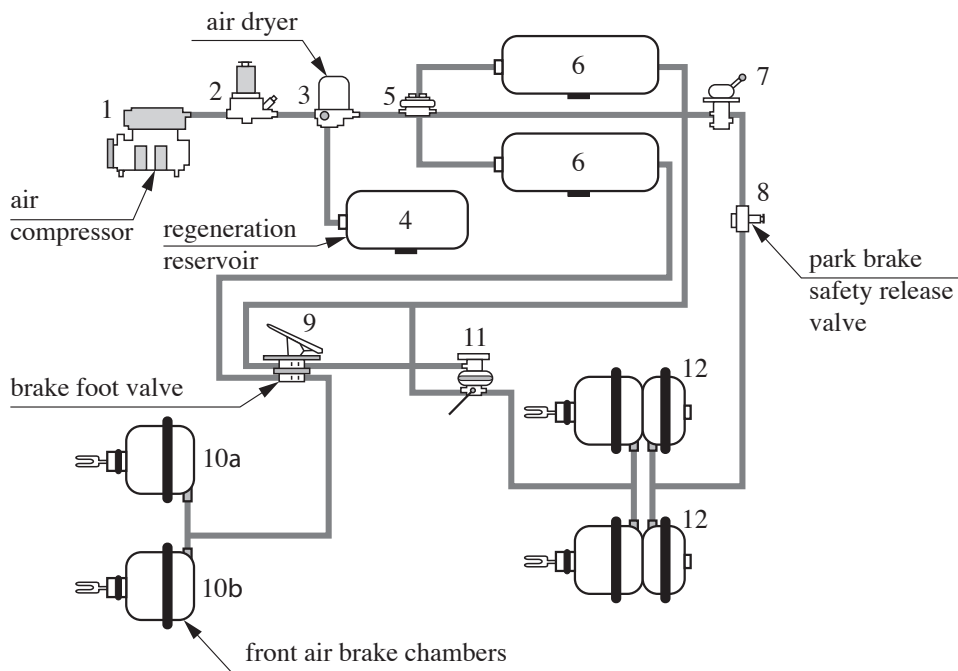


### איור לשאלה 10

- (5 נק') א. מהו הלחץ הנוצר בכל אחד מחללי הצילינדרים A, B ו-C, שבהם שורר לחץ בלימה?
- (5 נק') ב. קבעו איזה מבין הכוחות:  $F_A$ ,  $F_B$  או  $F_C$  הוא הגדול ביותר. נמקו את הקביעה.

## שאלה 11

ברכב כבד נהוג להשתמש במערכת בלמי אוויר. באיור לשאלה 11 מתואר מעגל (חלקי) של מערכת בלמי אוויר במשאית כלשהי.

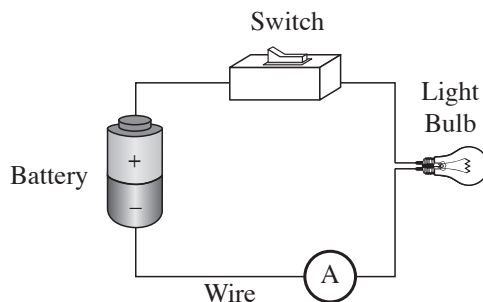


## איור לשאלה 11

- 5 נק' ) א. ציינו איזו ספרה באיור מציינת את המייבש, והסבירו מה תפקידו של המייבש במערכת.
- 5 נק' ) ב. נהג לוחץ על שסתום דריכה 9. קבעו אם הלחץ בחלל התא 10a קטן, גדול או שווה ללחץ בחלל התא 10b. נמקו את התשובה. הניחו שהמערכת תקינה.

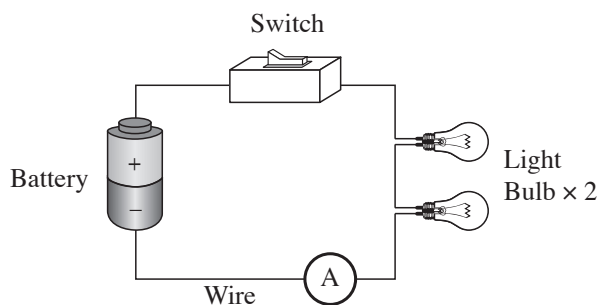
## שאלה 12

באיור א' לשאלה 12 מתואר מעגל חשמלי הכולל מקור מתח, מפסק, מוליכי נחושת ונורה חשמלית. במצב תקין של המעגל נמדדה עוצמת הזרם בנורה החשמלית, והתקבלה התוצאה  $2\text{ A}$ .



איור א' לשאלה 12

א. (5 נק') מוסיפים למעגל נורה חשמלית זהה לנורה הקיימת בו, כמתואר באיור ב'. מה תהיה עוצמת הזרם במעגל? נמקו את התשובה.

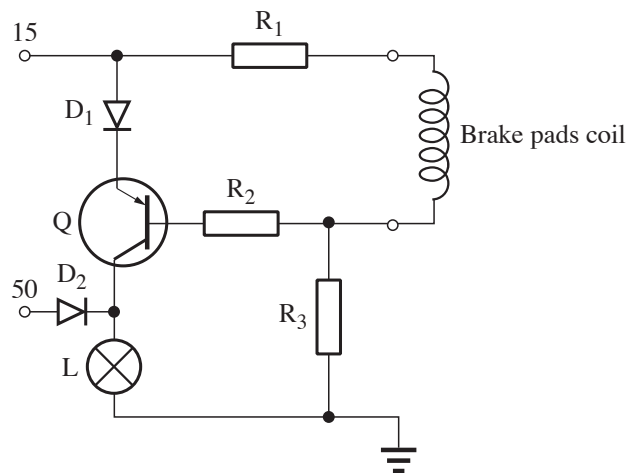


איור ב' לשאלה 12

ב. (5 נק') לאחר חדירת לחות אל המפסק, עלתה התנגדותו החשמלית. קבעו אם עוצמת הזרם במעגל תגדל, תקטן, או תישאר ללא שינוי. נמקו את התשובה.

### שאלה 13

באיור לשאלה 13 מתואר מעגל בקרה להתראה מפני שחיקה של רפידות הבלם.



איור לשאלה 13

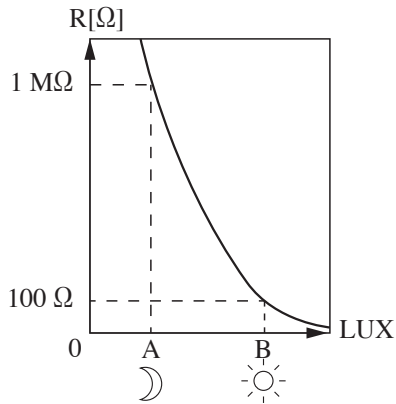
א. (5 נק') ציינו את השם והתפקיד של שלושת הרכיבים האלה המופיעים באיור:  $Q$ ,  $D_2$  ו- Brake pads coil.

ב. (5 נק') הסבירו כיצד שחיקת הרפידות גורמת להפעלת נורת ההתראה L.

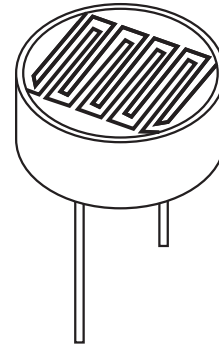


## שאלה 14

באיור א' לשאלה 14 מתואר רכיב אלקטרוני LDR.

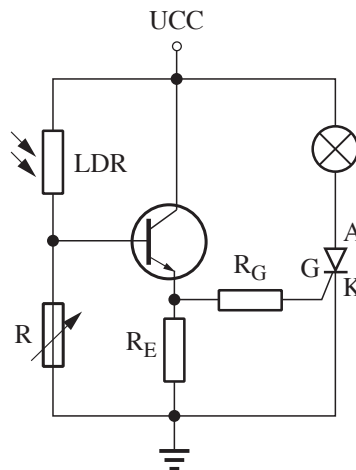


איור ב' לשאלה 14



איור א' לשאלה 14

- א. (5 נק') בהתייחס לגרף המופיע באיור ב', תארו את תגובת הרכיב LDR. הסבירו אילו משתנים מתוארים במערכת הצירים.
- ב. (5 נק') בהתייחס למעגל האלקטרוני המתואר באיור ג', כאשר עוצמת האור על ה-LDR נמוכה, מה יהיה מצבו של הטרנזיסטור – קיטעון או הולכה? הסבירו את התשובה.



איור ג' לשאלה 14

## פרק רביעי: אנגלית אוטומטיבית

### שאלה 15

לפניכם קטע באנגלית המציג הוראות בטיחות שיש לנהוג לפיהן בעת טעינת מצבר של רכב.

קראו את הקטע.

#### Charging a car battery – Safety instructions

1. Disconnect the two cables connecting the car systems to the battery terminals.
2. Ensure the charger charging voltage matches the battery voltage.
3. Switch off the charger.
4. Connect the charger's red cable to the positive pole of the battery (+).
5. Connect the charger's black cable to the negative pole of the battery (-).
6. On the charger, select the suitable charging current for the battery.
7. Switch on the charger.

בסעיפי השאלה כתובים שני משפטים המתייחסים להוראות הבטיחות שהופיעו בקטע.  
קבעו לגבי כל משפט אם הוא **נכון** או **לא נכון**. נמקו את התשובה **בעברית בלבד**. ציינו את מספר ההוראה, 1-7, שעליה הסתמכתם בנימוק.

(5 נק') **א.** אם פועלים לפי ההוראות האלה, זרם מהמטען עלול להגיע למכלולי הרכב.

(5 נק') **ב.** ההוראות האלה מיועדות למנוע היווצרות קצר במטען בזמן חיבורו למצבר הרכב.

## שאלה 16

לפניכם קטע באנגלית המתאר את מרכב הרכב – מערכת המתלה. קראו את הקטע.

Dependent and Independent Front Suspensions

Earle S. MacPherson, who worked for General Motors, developed the

**independent** suspension – the MacPherson strut – in the 1940's. Prior to his invention, cars and trucks, were fitted with **dependent** front suspensions systems.

In a dependent system, a front rigid axle connects the two front wheels.

Leaf springs and shock absorbers hold the axle and connect it to the car.

In an Independent suspension setting, the front wheels can move independently, thus improving stability and comfort.

בסעיפי השאלה כתובים שני משפטים העוסקים במתלה מקפרסון. קבעו לגבי כל משפט אם הוא **נכון** או **לא נכון**, על-פי הקטע. נמקו את התשובה **בעברית בלבד**.

(5 נק') **א.** מתלה מקפרסון מאפשר לשני גלגלים מקבילים לנוע מעלה ומטה ללא תלות של האחד באחר.

(5 נק') **ב.** במכוניות שבהן קיים מתלה מקפרסון יש גם סרן קדמי.

**בהצלחה!**

## תרמודינמיקה

### יחסי המרה בין יחידות (גורמי הפיכה)

$$1 \text{ HP} = 735.5 \text{ Watt}$$

$$1 \text{ lb} = 0.4536 \text{ kg}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ BTU} = 252.2 \text{ cal}$$

$$1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J}$$

$$T [\text{K}] = T [^{\circ}\text{C}] + 273$$

### קבוע הגזים האוניברסלי

$$R_0 = 8314.5 \left[ \frac{\text{J}}{\text{kmol}_e \cdot \text{K}} \right]$$

### קבועי גז

$$c_p = 1004.5 \left[ \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$$

חום סגולי בלחץ קבוע

$$R = 287 \left[ \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$$

קבוע האוויר

$$c_v = 717.5 \left[ \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$$

חום סגולי בנפח קבוע

### מושגים פיזיקליים

$T$  °C, °F, K – טמפרטורה במעלות צלזיוס, פרנהייט וקלווין

P – לחץ

V – נפח

W – עבודה

Q – כמות חום

C – חום סגולי

$c_v$  – חום סגולי בנפח קבוע

$c_p$  – חום סגולי בלחץ קבוע

$\gamma, k$  – יחס בין חומים סגוליים

m – מסה

$\rho$  – צפיפות

$\eta$  – נצילות

t – זמן

P – הספק

F – כוח

$$PV = mRT$$

משוואת המצב של הגזים האידיאליים

$$\rho = \frac{m}{V}$$

צפיפות

$$W = F \cdot x$$

עבודה

$$P = \frac{W}{t}$$

הספק

$$Q = m \cdot C (T_2 - T_1)$$

כמות חום

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

לחץ

$$\Delta U = mc_v \cdot \Delta T$$

שינוי האנרגייה הפנימית בגז אידיאלי

$$c_p = c_v + R$$

חום סגולי בלחץ קבוע (נוסחת מאייר)

$$k, \gamma = \frac{c_p}{c_v}$$

היחס בין ערכי החום הסגולים

### תהליכים תרמודינמיים

$$(P = \text{const}) \rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}, \quad n = 0$$

תהליך איזוברי (חוק גה-ליסאק)

$$(V = \text{const}) \rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}, \quad n = \pm \infty$$

תהליך איזוכורי (חוק שארל)

$$(T = \text{const}) \rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2, \quad n = 1$$

תהליך איזותרמי (חוק בویل-מריוט)

$$PV^k = \text{const}, \quad n = \gamma, \quad k = \gamma$$

תהליך אדיאבטי (תיאורטי)

$$PV^n = \text{const}$$

תהליך פוליטרופי (מעשי)

## חשמל

### חוק אוהם

$$V = I \cdot R$$

R - התנגדות אוהם

I - זרם אמפר

V - מתח וולט

### הספק חשמלי

#### הספק בזרם ישר

$$P = U \cdot I$$

P - הספק [W, וואט]

U - מתח [V, וולט]

I - זרם [A, אמפר]

$$P = I^2 \cdot R$$

R - התנגדות [ $\Omega$ , אוהם]

W - אנרגייה [Wsec או J; וואט שנייה או ג'אול]

$$W = P \cdot t$$

t - זמן [sec, שנייה]

$$P = \frac{U^2}{R}$$

### עכבה של סליל ועכבה של קבל

$$T = \frac{1}{f}$$

T - זמן המחזור [sec]

$\omega$  - מהירות זוויתית [rad/sec]

f - תדירות [Hz]

$$\omega = 2\pi f$$

$X_L$  - היגב השראותי [ $\Omega$ ]

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$X_C$  - היגב קיבולי [ $\Omega$ ]

$$X_L = \omega L$$

## חישובי מנוע

### הספקים

|           |   |                 |
|-----------|---|-----------------|
| P (Power) | - | הספק            |
| $P_e$     | - | הספק יעיל       |
| $P_i$     | - | הספק אינדיקטורי |
| $P_m$     | - | הספק מכני       |

### מושגים תרמיים

|       |   |           |
|-------|---|-----------|
| T     | - | טמפרטורה  |
| $H_u$ | - | ערך קלורי |
| C     | - | חום סגולי |
| Q     | - | כמות חום  |

### נצילות

|          |   |                      |
|----------|---|----------------------|
| $\eta$   | - | נצילות               |
| $\eta_t$ | - | נצילות תרמית         |
| $\eta_m$ | - | נצילות מכנית         |
| $\eta_e$ | - | נצילות כללית / יעילה |

### נפחים

|       |   |                    |
|-------|---|--------------------|
| V     | - | נפח                |
| $V_b$ | - | נפח חלל השריפה     |
| $V_c$ | - | נפח חלל הדחיסה     |
| $V_h$ | - | נפח צילינדר אחד    |
| $V_H$ | - | נפח כלל הצילינדרים |

### מושגים פיזיקליים: ממדי מנוע

|               |   |                                       |
|---------------|---|---------------------------------------|
| r             | - | רדיוס                                 |
| R             | - | רדיוס הארכובה                         |
| $R_d$         | - | רדיוס גלגל (דינמי)                    |
| $R_m$         | - | רדיוס ממוצע בדיסקת החיכוך             |
| d             | - | קוטר הצילינדר                         |
| A             | - | שטח חתך הצילינדר                      |
| $A_v$         | - | שטח מעבר הגזים                        |
| z             | - | מספר הצילינדרים                       |
| A             | - | שטח הבוכנה                            |
| S             | - | מהלך הבוכנה                           |
| X             | - | דרך הבוכנה                            |
| $\iota$       | - | אורך הטלטל                            |
| H             | - | המרחק בין פין הבוכנה למרכז גל הארכובה |
| $\lambda$     | - | מקדם הנדסי של מנגנון הארכובה          |
| $\varepsilon$ | - | יחס דחיסה                             |
| E             | - | גמישות                                |
| $E_d$         | - | גמישות דינמית                         |
| $E_k$         | - | גמישות קינטית                         |
| $E_e$         | - | גמישות המנוע                          |

### כוחות

|       |   |                   |
|-------|---|-------------------|
| m     | - | מסה               |
| F     | - | כוח               |
| $F_r$ | - | כוח התנגדות       |
| $F_a$ | - | כוח התנגדות אוויר |
| $F_N$ | - | כוח נורמלי        |
| $F_b$ | - | כוח בלימה         |

### עבודה

- W - עבודה
- B - תצרוכת דלק כללית
- $\dot{V}$  - תצרוכת דלק בליטרים לשעה

### מושגים נוספים

- P% - שיפוע העלייה באחוזים
- $\alpha$  - זווית שיפוע
- $C_W$  - מקדם גרר אווירודינמי
- $\rho$  - צפיפות אוויר
- $\mu$  - מקדם חיכוך

### מהירויות

- V - מהירות
- $V_{max}$  - מהירות מקסימלית
- $V_m$  - מהירות ממוצעת
- $V_g$  - מהירות גז
- $a_b$  - תאוצת בלימה
- n - מספר סיבובים לדקה (סל"ד)
- g - תאוצת הכובד
- $\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$  -  $\omega$

### מומנטים

- M - מומנט סיבוב/מומנט יעיל
- $M_{max}$  - מומנט מקסימלי
- $M_e$  - מומנט מנוע
- $M_B$  - מומנט בלימה
- $M_H$  - מומנט התהפכות

### לחצים

- P (Pressure) - לחץ
- $P_{max}$  - לחץ מקסימלי
- $P_i$  - לחץ אינדיקטורי
- $P_a$  - לחץ יניקה
- $P_e$  - לחץ יעיל
- $P_c$  - לחץ דחיסה



## נוסחאות בחישובי מנוע

$$Q = m \cdot C (T_2 - T_1)$$

כמות החום

$$B = \frac{Q}{H_u}$$

תצרוכת דלק כללית

$$B = \rho \cdot \dot{V}$$

$$b = \frac{B}{P_e}$$

תצרוכת דלק סגולית

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

מהירות זוויתית

$$P_e = \frac{\eta_e \cdot B \cdot H_u}{3600}$$

הספק יעיל

$$P_i = \frac{P \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot S \cdot n \cdot z}{3000 \cdot X}$$

הספק אינדיקטורי

$$F_c = m \cdot \omega^2 \cdot R$$

כוח צנטריפוגלי

$$F = \frac{mV^2}{r}$$

$$F_N = \frac{M_H}{H}$$

כוח נורמלי

$$F_r = m \cdot g \cdot \frac{P\%}{100}$$

כוח התנגדות עקב שיפוע עלייה

$$F_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot C_w \cdot V^2$$

כוח התנגדות האוויר

$$F_b = m \cdot a_b$$

כוח בלימה

## סרנים

### כוחות בלימה:

סרן קדמי

$$F_{1b} = F_1 + F_b \cdot \frac{H}{\ell}$$

סרן אחורי

$$F_{2b} = F_2 - F_b \cdot \frac{H}{\ell}$$

### עומסים:

כוח על סרן קדמי

$$F_1 = \frac{\ell_2 \cdot m \cdot g}{\ell}$$

כוח על סרן אחורי

$$F_2 = \frac{\ell_1 \cdot m \cdot g}{\ell}$$

$$G = m \cdot g$$

גמישות מנוע

$$E_E = E_d \cdot E_K$$

מומנט התהפכות

$$M_H = F_N \cdot H$$

מומנט מנוע

$$M_e = \frac{P_e \cdot 9550}{n}$$

מומנט בלימה

$$M_B = F_B \cdot R_d$$

מומנט מצמד מרבי

$$M = F_N \cdot 2 \cdot \mu \cdot R_m$$

### הספקים ונצילות:

מומנט

$$M_t = 9,550 \frac{P}{n}$$

נצילות

$$\mu = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

רדיוס ממוצע בדיסקית החיכוך

$$R_m = \frac{D+d}{4}$$

רדיוס הארכובה

$$R = \frac{S}{2}$$

$$\lambda = \frac{R}{\ell}$$

מקדם הנדסי של מנגנון הארכובה

$$X = R \left[ (1 - \cos \alpha) + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2\alpha) \right]$$

דרך הבוכנה

$$S = \frac{V_H \cdot 4}{z \cdot \pi \cdot d^2}$$

מהלך הבוכנה

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

שטח הבוכנה

$$A_u = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

שטח מעבר חופשי של גזים

$$V_m = \frac{2 \cdot S \cdot n}{60}$$

מהירות ממוצעת

$$V_g = \frac{V_m \cdot A_p}{A_u}$$

מהירות זרימת הגזים

$$n = \frac{1.22 \cdot 10^7 \cdot \sqrt{D^2 + d^2}}{\ell^2}$$

סל"ד קריטי של גל הינע (יחידות בס"מ)

$$\eta_t = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

נצילות תרמית

$$\eta_e = \frac{3600 \cdot P_e}{B \cdot H_u}$$

נצילות יעילה

$$\eta_m = \frac{P_e}{P_i}$$

נצילות מכנית

## פיזיקה

$$v = \frac{dx}{dt} \quad \text{מהירות רגעית}$$

$$a = \frac{dv}{dt} \quad \text{תאוצה רגעית}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{מהירות ממוצעת}$$

$$v = v_0 + at \quad \text{תנועה שוות-תאוצה}$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$x = x_0 + \frac{v_0 + v}{2} t$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

$$a = \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0}$$

$$v_1 = v_0 + a \cdot t$$

$$v_1^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot s$$

$$a = \frac{v^2}{2 \cdot s}$$

$$F = mg \quad \text{כוח הכבידה}$$

$$F = k\Delta\ell \quad \text{חוק הרוק (גודל כוח אלסטי)}$$

$$\text{גודל כוח חיכוך}$$

$$f_s \leq \mu_s N \quad \text{- סטטי}$$

$$f_k = \mu_k N \quad \text{- קינטי}$$

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \quad \text{החוק השני של ניוטון}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{צפיפות חומר}$$

$$W = F_x \Delta x = F \cos \theta \Delta s, \quad \Delta s = |\Delta x|$$

עבודה של כוח הקבוע בגודלו ובכיוונו כאשר  $\Delta s = |\Delta x|$ ,

$$W_{\text{כוללת}} = \Delta E_k$$

משפט עבודה-אנרגיה

### מתקף ותנע

$$\vec{J} = \vec{F} \Delta t$$

מתקף של כוח קבוע

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

תנע

$$\vec{J}_{\text{כולל}} = \Delta \vec{p}$$

נוסחת מתקף-תנע

$$m_A \vec{v}_A + m_B \vec{v}_B = m_A \vec{u}_A + m_B \vec{u}_B$$

שימור תנע

### חוק הוק

$$F_s = -kx$$

$F_s$  - הכוח שמופעל על הקפיץ

$k$  - קבוע הקפיץ

$x$  - מתיחה או דחיסה של הקפיץ

### יחס תמסורת

$$i = \frac{z_1}{z_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_1}{D_2}$$

$i$  - יחס התמסורת

$n, n_1, n_2$  - מהירות סיבוב של גלגל [RPM]

$z, z_1, z_2$  - מספר השיניים בגלגל

דיפרנציאל  $i$  · הילוך ראשון  $i$  = כללי  $i$

$$\text{סל"ד גלגל} = \frac{\text{סל"ד מנוע}}{\text{כללי } i}$$

## הידרוליקה

ספיקת זורם דרך שטח A:

$$Q = v \cdot A$$

|                                  |                |   |
|----------------------------------|----------------|---|
| $\left[ \frac{m}{sec} \right]$   | - מהירות הזורם | v |
| $[m^2]$                          | - שטח          | A |
| $\left[ \frac{m^3}{sec} \right]$ | - ספיקה        | Q |

לחץ

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

|                                                                                               |       |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|
| [N]                                                                                           | - כוח | F |
| [Pa]                                                                                          | - לחץ | P |
| $[Pa] = \left[ \frac{N}{m^2} \right] = 10^{-5} \text{ bar} = 9.869 \cdot 10^{-6} \text{ atm}$ |       |   |

הספק הידרולי

$$N = Q \cdot P$$

## משוואת ברנולי

$$P + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{constant}$$

|                                                             |        |
|-------------------------------------------------------------|--------|
| - הלחץ בנקודה                                               | P      |
| - צפיפות הזורם בנקודה                                       | $\rho$ |
| - תאוצת הכובד, ערכו בכדור הארץ הוא כ-9.81 מטר לשנייה בריבוע | g      |
| - מהירות הזורם בנקודה                                       | v      |
| - גובה הזורם בנקודה (ביחס למישור ייחוס שנקבע מראש)          | h      |

| המונח                       | תרגום המונח                     |                                           |                                               |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                             | ערבית                           | רוסית                                     | אנגלית                                        |
| אופייין                     | مُمَيِّز / ميزة                 | Характеристика                            | characteristic graph                          |
| אורות ראשיים                | إضاءة رئيسية                    | Фары основного света                      | headlights                                    |
| איזון דינמי                 | التوازن الديناميكي              | Динамический баланс                       | dynamic balance                               |
| ארבעה מהלכים (של המנוע)     | الأشواط الأربعة (للمحرك)        | Четыре такта (двигателя)                  | four stroke (of engine)                       |
| בוכנה                       | كَبَّاس                         | Поршень                                   | piston                                        |
| בוכנת הפעלה                 | بستون التشغيل                   | Рабочий поршень                           | operating piston                              |
| בלמי שירות                  | فرامل الخدمة                    | Тормозная система                         | service brakes                                |
| גל ארכובה                   | عمود المزفق                     | Коленчатый вал                            | crankshaft                                    |
| גל הינע                     | عمود إدارة                      | карданный вал                             | drive shaft                                   |
| גל סרן הינע "צף-למחצה"      | عمود محور الحركة "نصف عائم"     | Разгруженная полуось                      | semi floating axle shaft                      |
| גל סרן הינע "צף-מלא"        | عمود محور الحركة "عائم بالكامل" | Полузагруженная полуось                   | full floating axle shaft                      |
| גלגל תנופה                  | عجلة الحذافة                    | маховик                                   | flywheel                                      |
| גרף                         | رسم بياني                       | График                                    | graph                                         |
| דיאגרמה אינדיקטורית         | مخطط بياني (إندكتوري)           | Индикаторная диаграмма                    | indicative diagram                            |
| דינמומטר                    | دينامومتر                       | динамометр                                | dynamometer                                   |
| הספק אינדיקטורי             | قُدرة بيانية (إندكتورية)        | Индикаторная мощность                     | indicated (overall) power                     |
| הספק יעיל                   | القُدرة الفعالة                 | Эффективная мощность                      | effective power                               |
| התכנסות אופנים              | تقارب العجلات الأمامية          | угол схождения колес                      | Toe-In                                        |
| התנגדות האוויר              | مقاومة الهواء                   | Сопротивление воздуха                     | air resistance                                |
| התנגדות השיפוע              | مقاومة الانحدار                 | Гравитационное сопротивление              | climbing resistance                           |
| התנגדות כוללת (לתנועת הרכב) | المقاومة الكلية (لحركة السيارة) | Общее сопротивление (движению автомобиля) | total resistance (to movement of the vehicle) |

| תרגום המונח                   |                               |                                | המונח                       |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| אנגלית                        | רוסית                         | ערבית                          |                             |
| rolling resistance (of tires) | Сопротивление качению (шин)   | المُقاوَمَة لتدحرج الإطارات    | התנגדות לגלגול (של הצמיגים) |
| pressure regulator            | регулятор давления            | مُنظَّم الضغط                  | וסת לחץ                     |
| wheel alignment               | Рулевые углы                  | زوايا التوجيه                  | זוויות היגוי                |
| exhaust emissions             | Загрязнение воздуха           | تلوث الهواء                    | זיהום אוויר                 |
| spring spirals tightening     | Система спиральных пружин     | زنبرك شدّ لولبي                | זר קפיצי הידוק לולייניים    |
| cranck arm                    | кривошипный рычаг             | ذراع المرفق                    | זרוע הארכובה                |
| track rod arm                 | Рулевой рычаг                 | ذراع عمود التوصيل              | זרוע מוט הקישור             |
| compression chamber           | Камера сжатия                 | غرفة الانضغاط                  | חלל הדחיסה                  |
| turbo charger                 | Компрессор                    | الشاحن التوربيني               | טורבו (מגדש)                |
| connecting rod                | шатун                         | الذراع                         | טלטל                        |
| stub axle                     | Поворотные цапфы              | مِخْوَ ر توجيه مفصلي (أَبْتَر) | יד הסרן                     |
| control unit                  | блок управления               | وَحْدَة التَحْكُم (السيطرة)    | יחידת בקרה                  |
| compression ratio             | Степень сжатия                | نسبة الانضغاط                  | יחס דחיסה                   |
| force                         | сила тяги                     | القوَّة الدافعة                | כוח דחף                     |
| The amount of heat            | количество тепла              | كَميَّة الحرارة                | כמות חום                    |
| brake booster                 | Тормозной усилитель           | مُضخِّم فرملة (بُوسْتِر)       | מגבר בלם                    |
| radiator closing mechanism    | патрубок радиатора            | سدادة الردياتور                | מגופת רדיאטור               |
| rotation rate                 | Скорость вращения             | وتيرة الدوران                  | מהירות סיבוב                |
| critical rotational speed     | Критическая скорость вращения | سرعة دوران حرجة                | מהירות סיבוב קריטית         |
| track rod                     | Поперечная рулевая тяга       | عمود التوصيل                   | מוט קישור                   |
| reaction torque               | Переворачивающей момент       | عزم الدوران العكسي             | מומנט התהפכות               |
| effective torque              | Эффективный момент            | العزم الفعّال                  | מומנט יעיל                  |
| torque                        | Крутящий момент               | عزم الدوران                    | מומנט סיבוב                 |



| תרגום המונח                      |                                      |                                                  | המונח                              |
|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------|
| אנגלית                           | רוסית                                | ערבית                                            |                                    |
| fuel injector                    | Топливный инжектор                   | حاقن الوقود (بَخاخ)                              | מזרק דלק                           |
| hybrid car                       | Гибридный автомобиль                 | سيارة هجينة                                      | מכונית היברידית                    |
| catalytic converter              | Каталитический конвертор             | المُحوّل الكتليتيّ                               | ממיר קטליטי                        |
| steering transmission            | Рулевой привод                       | المقود (التوجيه)                                 | ממסרת היגוי                        |
| rack and pinion                  | Реечная передача                     | نظام التوجيه (المقود) من نوع "مشط مُسنّن وبنیون" | ממסרת היגוי מסוג "סבבת ומוט משונן" |
| transmission                     | Коробка передач                      | ناقل الحركة (الغيارات)                           | ממסרת הילוכים                      |
| continuous variable transmission | Непрерывная коробка передач          | ناقل الحركة المتوالية                            | ממסרת הילוכים רציפה                |
| powertrain transmission          | Силовая передача                     | مجموعة نُقل القدرة                               | ממסרת הינע                         |
| cranck mechanism                 | кривошипный механизм                 | منظومة المرفق                                    | מנגנון ארכובה                      |
| valves mechanism                 | клапанный механизм                   | آلية الصّمامات                                   | מנגנון שסתומים                     |
| injector                         | инжектор                             | بَخاخ وقود (إنجكتور)                             | מרסס דלק (מזרק)                    |
| mass                             | масса                                | كتلة                                             | מסה                                |
| mass density                     | Удельный вес                         | الوزن النوعي                                     | מסה סגולית                         |
| common rail                      | общая магистраль                     | المساق المُشترك للديزل                           | מסילה משותפת                       |
| octane number                    | Октановое число                      | رقم الأوكتان                                     | מספר אוקטן                         |
| air brakes                       | Пневматические тормоза               | كوابح هوائية / بريكات هواء                       | מעצורי אוויר                       |
| disc brakes                      | Дисковые тормоза                     | كوابح دسك                                        | מעצורי דסקה                        |
| drum brakes                      | Барабанные тормоза                   | الفرامل الأسطوانية                               | מעצורי תוף                         |
| single plate friction clutch     | Однодисковое фрикционное сцепления   | كلاش احتكاكيّ وحيد القرص (الديسك)                | מצמד חיכוך חד-דסקתי                |
| aerodynamic drag coefficient     | Аэродинамический коэффициент прицепа | مُعامل الجرّ الهوائي                             | מקדם גר אווירודינמי                |
| elasticity factor                | Коэффициент гибкости                 | مُعامل المرونة                                   | מקדם הגמישות                       |
| the theoretical rotation center  | Теоретический центр вращения         | مركز الدوران النظريّ (الوهمي)                    | מרכז הסיבוב התיאורטי               |

| תרגום המונח              |                                   |                                    | המונח                |
|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| אנגלית                   | רוסית                             | ערבית                              |                      |
| center of mass           | Центр тяжести                     | מרכז הכתלה                         | מרכז מסה             |
| ignition switch          | Замок зажигания                   | מפתח התשליל                        | מתג התנעה            |
| engine diagnostic light  | лампочка диагностики двигателя    | ضوء فحص المحرك                     | נורית אבחון מנוע     |
| efficiency               | КПД                               | כפאה                               | נצילות               |
| effective efficiency     | Эффективный КПД                   | الكفاءة الفعالة                    | נצילות יעילה         |
| mechanical efficiency    | Механический КПД                  | الكفاءة الميكانيكية                | נצילות מכנית         |
| volumetric efficiency    | Объемный КПД                      | الكفاءة الحجمية                    | נצילות נפחית         |
| scanner troubleshooting  | Поиск неисправностей              | ماسح تشخيص الأعطال                 | סורק תקלות           |
| rear axle                | Задняя ось                        | محور خلفي                          | סרן אחורי            |
| front axle               | передняя ось                      | محور أمامي                         | סרן קדמי             |
| axle beam                | Балка передней оси                | المحور الصلب                       | סרן קשיח             |
| calorific value          | Теплотворная способность          | القيمة الحرارية                    | ערך קלורי            |
| king pin                 | Ось поворота управляемого колеса  | المسمار الرئيسي لمحور دوران العجلة | ציר-יד-הסרן          |
| exhaust                  | выхлопная труба                   | أنبوب العادم                       | צינור פליטה          |
| oil viscosity            | Вязкость масла                    | لزوجة الزيت                        | צמיגות שמן           |
| air density              | Плотность воздуха                 | كثافة الهواء                       | צפיפות אוויר         |
| overall fuel consumption | Общее потребление топлива         | الاستهلاك الكلي للوقود             | צריכת דלק כללית      |
| clutch spring plate      | Диафрагменная пружина (сцепления) | زنبرك قرصي (للقابض)                | קפיץ דסקתי (של מצמד) |
| wheel base               | Колесная база                     | أبعاد المحاور                      | רוחק סרנים           |
| front axle load          | Передняя реакция                  | رد فعل أمامي                       | ריאקציה קדמית        |
| network communication    | Сеть связи                        | شبكة اتصال                         | רשת תקשורת           |
| one-way valve            | Односторонний клапан              | صمام أحادي الاتجاه                 | שסתום חד-כיווני      |

| תרגום המונח               |                              |                                | המונח             |
|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| אנגלית                    | רוסית                        | ערבית                          |                   |
| camber                    |                              | زاوية الانفراج ( كامبر )       | שפיעת אופן        |
| ideal burning             | Идеальное сгорание           | احتراق كامل                    | שריפה מושלמת      |
| combustion chamber        | камера згорания              | غرفة الاحتراق                  | תא שריפה          |
| deceleration              | Торможение                   | تباطؤ                          | תאווטה            |
| track rod end joints      | Шаровое сочленение           | الوصلات الكروية ( التَّفاحَة ) | תפוחי הגה         |
| specific fuel consumption | Удельное потребление топлива | استهلاك الوقود النوعي          | תצרוכת דלק סגולית |
| controller area network   | Компьютерная связь           | الاتصالات بين الحواسيب         | תקשורת מחשבים     |