

סוג הבחינה: גמר לבתי-ספר לטכנאים ולהנדסאים

מועד הבחינה: אביב תשפ"ב, 2022

סמל השאלון: 737911

נספחים: א. (לשאלה 16) – מבנה של הודעת

הודעת CAN BUS

ב. נוסחאון בהנדסת תחבורה

ג. מילון מונחים

## מערכות אוטוטק ט'

(לטכנאי הנדסת תחבורה)

### הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

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

יש 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 יקרא ויעריך 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 על שאלת חישוב, עליכם להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

6. בנספח ג' לשאלון 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!

#### הוראות למשגיחים:

בתום הבחינה, ודאו שהנבחנים הדביקו את מדבקת הנבחן שלהם על נספח א', וצירפו אותו למחברת הבחינה.

בשאלון זה 15 עמודים ו-15 עמודי נספחים.

בהצלחה!

המשך מעבר לדף

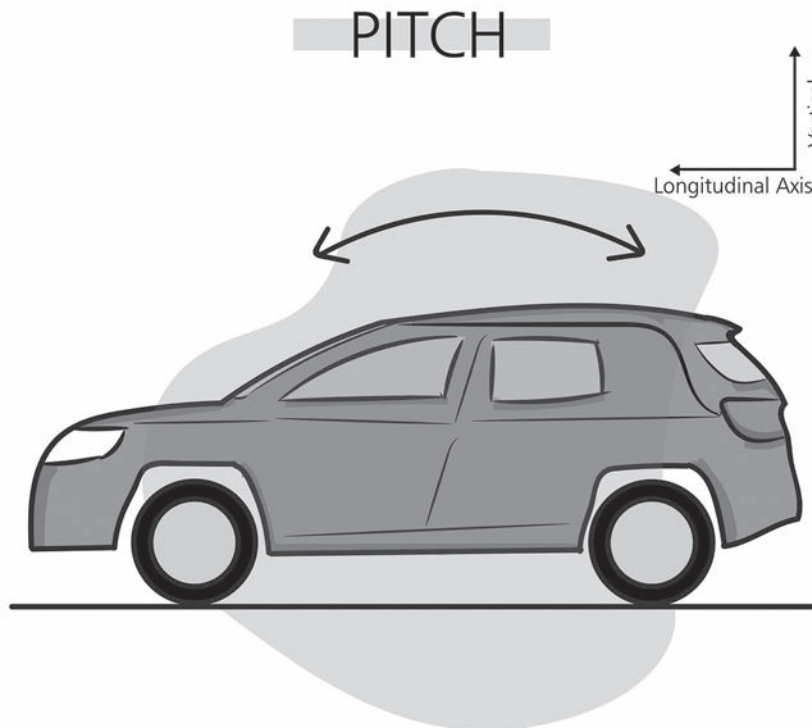
## השאלות

בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם שש-עשרה שאלות.  
יש 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.

### פרק ראשון: הנדסת מערכות רכב ומערכות סיוע לנהג, ADAS

#### שאלה 1

תנועת כלי רכב מוגדרת על-ידי מערכת של שלושה צירים (רוחבי, אורכי, אנכי) שבה הוא יכול לנוע.  
באיור לשאלה זו מתוארת אחת התנועות האפשריות – סיבוב של כלי הרכב **סביב הציר הרוחבי (עלרוד, PITCH)** שלו.



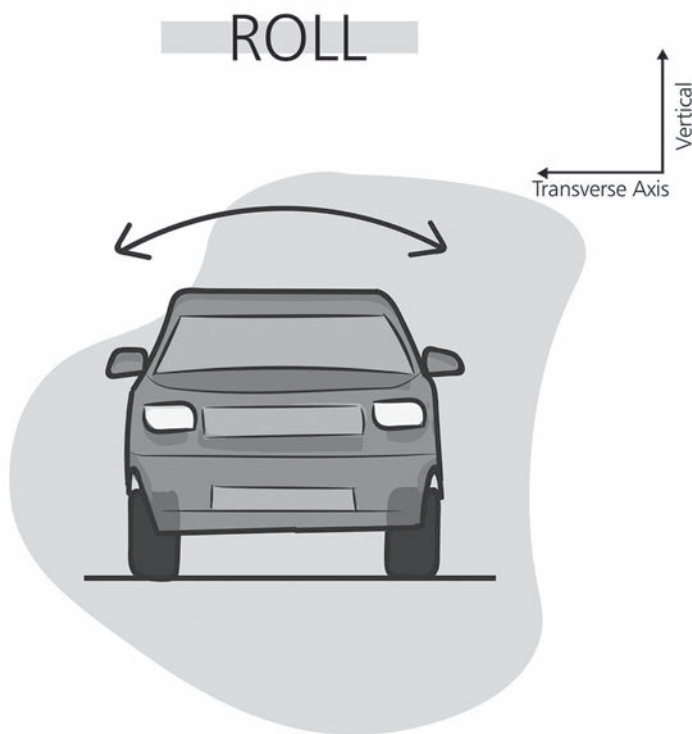
carstold. <https://carstold.in>

איור לשאלה 1

- א. (5 נק') תארו את תנועתו הסיבובית של **כלי הרכב** סביב הציר הרוחבי שלו במצב תאוטה.
- ב. (5 נק') תארו את תנועתו הסיבובית של **כלי הרכב** סביב הציר הרוחבי שלו במצב האצה, וציינו באיזה כיוון פועל כוח ההתמדה.

## שאלה 2

תנועת כלי רכב מוגדרת על-ידי מערכת של שלושה צירים (רוחבי, אורכי, אנכי) שבה הוא יכול לנוע. באיור לשאלה זו מתוארת אחת התנועות האפשריות – סיבוב של כלי הרכב **סביב הציר האורכי (גלגול, ROLL)** שלו.



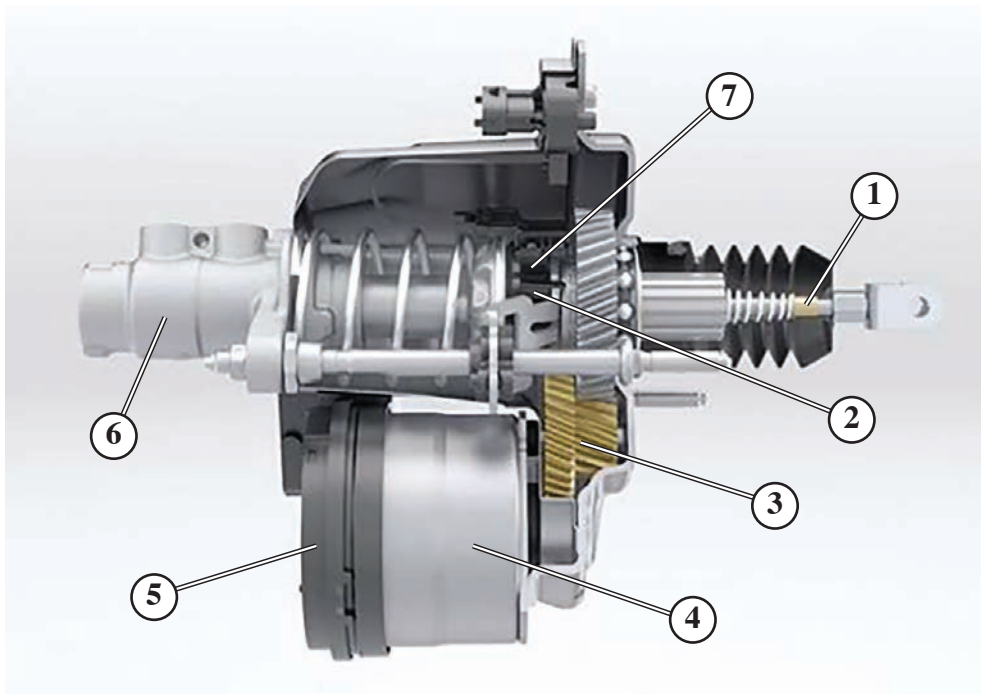
carstold. <https://carstold.in>

## איור לשאלה 2

- א. (5 נק') תארו כיצד מוט מייצב (anti-roll bar) במערכת מתלה הרכב מסייע להפחית את הגלגול של גוף הרכב סביב הציר האורכי של הרכב בזמן נסיעה בסיבוב.
- ב. (5 נק') כתבו **שלוש** תקלות אפשריות שיגרמו להגדלת הגלגול (rolling) בזמן נסיעה בסיבוב.

### שאלה 3

באיור לשאלה זו מתואר מגבר אלקטרו-מכני (iBooster) המהווה חלק ממערכת הבלימה בכלי רכב חשמלי.



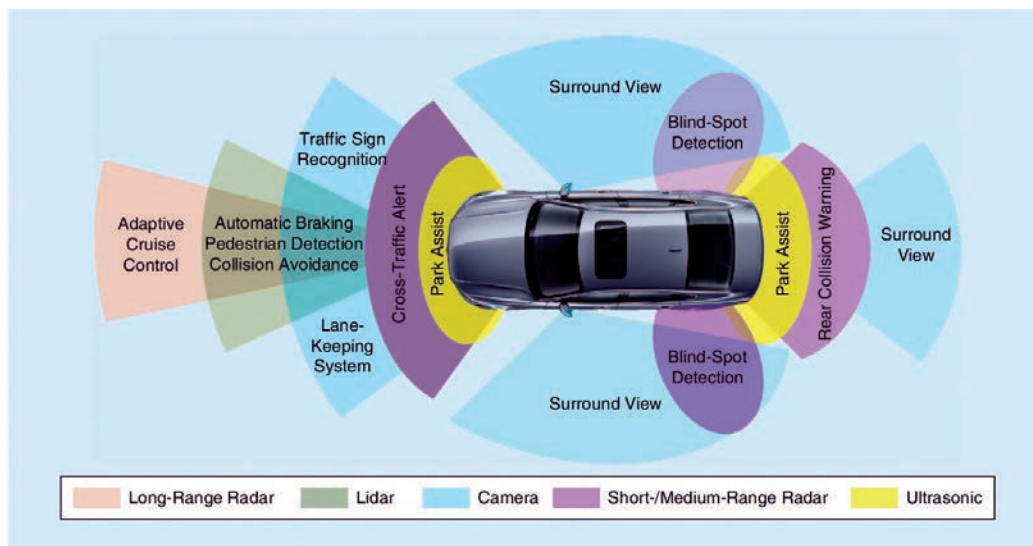
© 2022 Robert Bosch GmbH. All rights reserved

### איור לשאלה 3

- א. (5 נק') כתבו את שמות חלקי המגבר האלקטרו-מכני המסומנים באיור בספרות (1)–(7), ותארו את אופן הפעולה של המגבר.
- ב. (5 נק') חשבו את התאוצה של כלי רכב שנע במהירות של 90 קמ"ש ובולם לפני רמזור, כאשר נתון שמרחק הבלימה עד לעצירה מוחלטת לפני הרמזור הוא 50 מטר.

## שאלה 4

באיור לשאלה זו מוצגת במבט-על פריסה של מערכות עזר לנהג, ADAS, לפי חלוקה לסוגי חיישנים לזיהוי סביבה ב-360°, השימושיים במערכות האלה.



Advanced Driver-Assistance Systems: A Path Toward Autonomous Vehicles  
 V.K. Kukkala, J. Tunnell, Thomas H. Bradley  
 Published 8 August 2018, computer  
 2018, computer Science, IEEE consumer Electronics Magazine

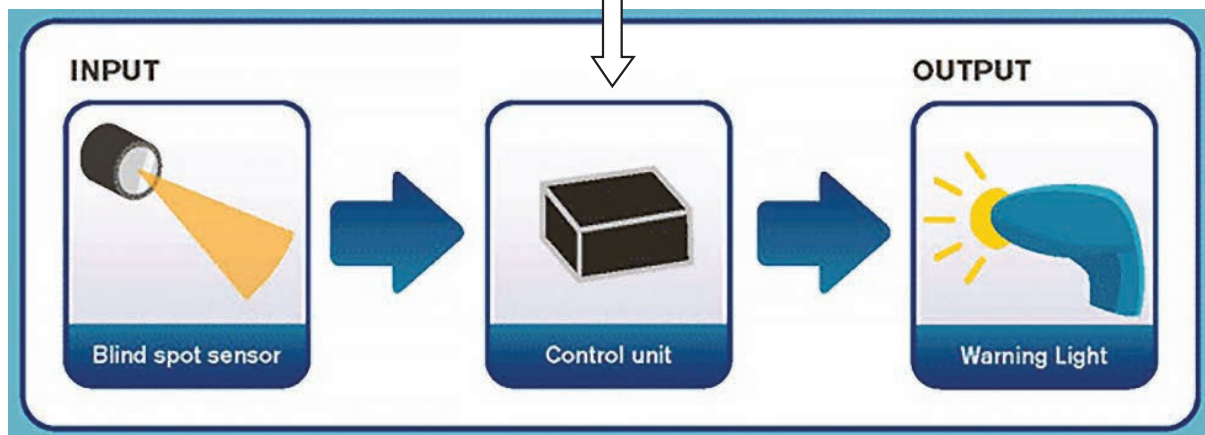
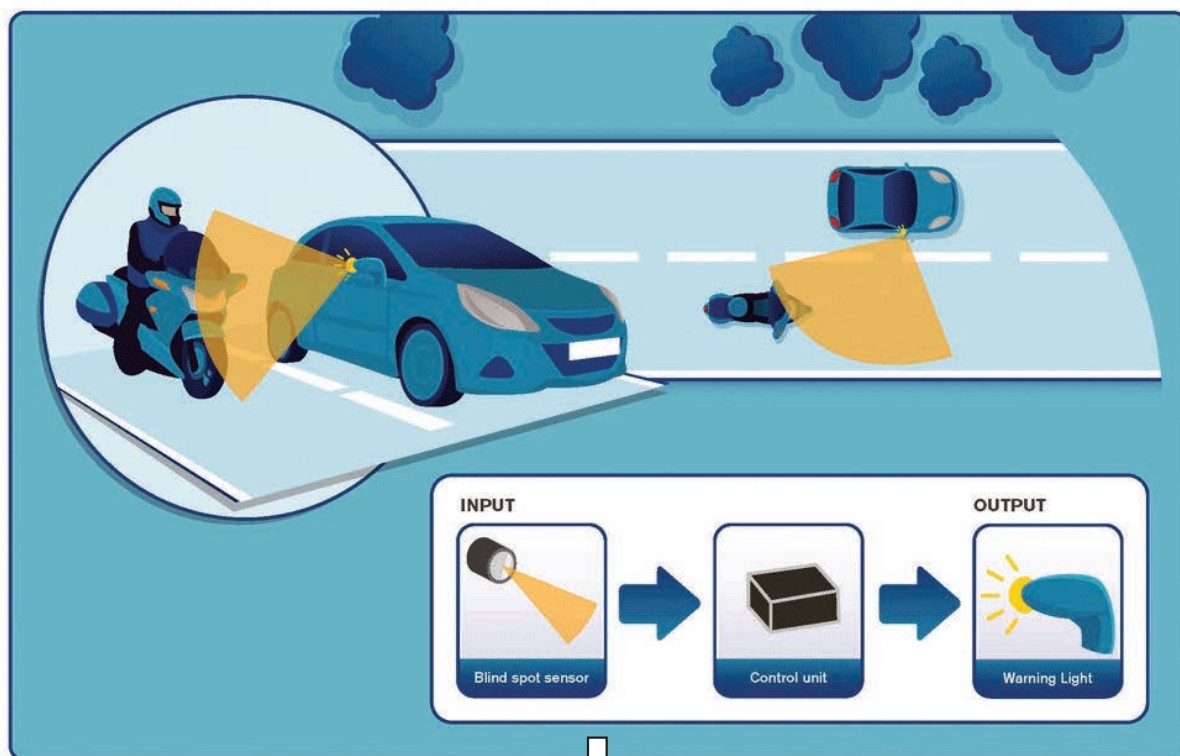
## איור לשאלה 4

- א. (5 נק') ציינו איזה סוג של חיישן לזיהוי סביבה שימושי במערכת שמירה על נתיב הנסיעה (LKS-Lane Keeping System), וכתבו **שלושה** תתי-סוגים של חיישנים מהסוג שציינתם.
- ב. (5 נק') מהם **שלושת** הגורמים הפוגעים בתפקודו התקין של החיישן שציינתם בסעיף א', וכיצד ישפיע חוסר תפקוד של החיישן על פעולת המערכת LKS?

## שאלה 5

באיור לשאלה זו מתוארת מערכת לזיהוי רכב בשטח מת (Blind Spot Detection). בעמוד הבא נתון הסבר באנגלית על אופן הפעולה של המערכת.

### Blis Blind Spot Information System



copyright euroFOT consortium

איור לשאלה 5

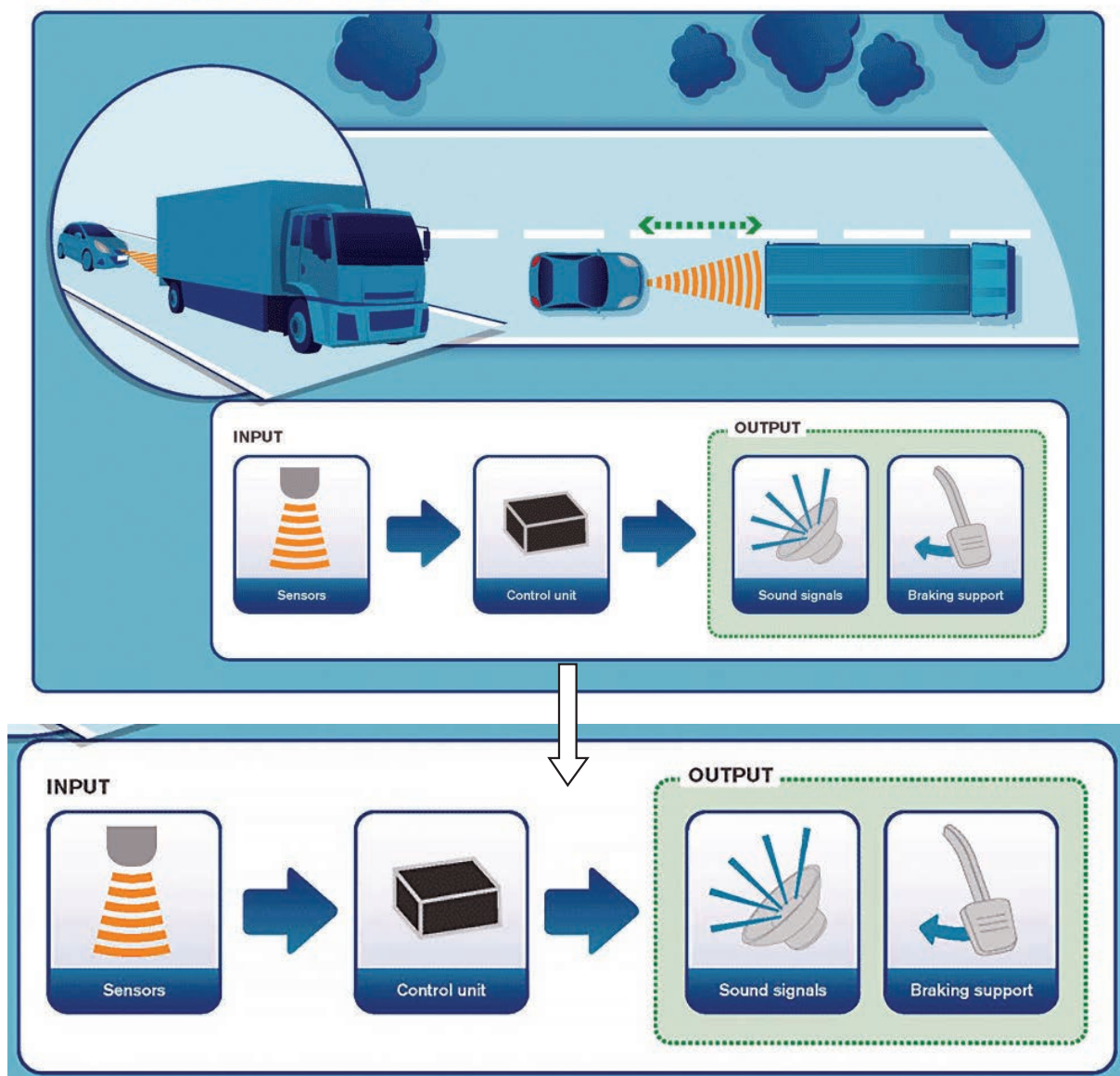
Blind Spot Information System uses small cameras in each side mirror to detect when a car or motorcycle has entered the driver's blind spot. A warning light then indicates that another vehicle is in that position.

- (5 נק') א. על-פי דיאגרמת המלבנים שבאיור, ציינו מהם הקלט והפלט של המערכת הזו.
- (5 נק') ב. הסבירו בקצרה את עקרון הפעולה של המערכת. היעזרו בטקסט באנגלית הנתון למעלה.

## שאלה 6

באיור לשאלה זו מתוארת מערכת עזר לבלימת חירום המתריעה מפני התנגשות חזיתית (Forward Collision Warning). בעמוד הבא נתון הסבר באנגלית על אופן הפעולה של המערכת.

### FCW Forward Collision Warning



copyright euroFOT consortium

## איור לשאלה 6

The system can help avoid rear-end impacts or minimise the effects of these type of collisions. A radar installation continuously scans the area in front of a vehicle. If it then approaches too close to another vehicle, then the driver is alerted via sound and light signals.

If the risk of a collision increases despite the warnings, the brakes are pre-charged to prepare for efficient braking by the driver.

When a collision is imminent and the driver does not react, the car automatically brakes to reduce the impact of the accident.

There are variations in the level of implementation of brake support in different models.

**(5 נק')** א. על-פי דיאגרמת המלבנים שבאיור, ציינו מהן **שתי** התגובות (פלט) של המערכת בעת זיהוי מרחק קטן מדי בין הרכב הנוסע ובין הרכב שלפניו.

**(5 נק')** ב. הסבירו בקצרה את עקרון הפעולה של המערכת. היעזרו בטקסט באנגלית הנתון למעלה.

## פרק שני: מנועים ומערכות להעברת כוח

### שאלה 7

א. (5 נק') פרטו מהם הכוחות הפועלים על הבוכנה ומנגנון הארכובה בזמן פעולת המנוע, הסבירו מהו מומנט ההתהפכות, והציגו ביטוי מתמטי לחישוב המומנט הזה.

ב. (5 נק') נתון:

– מומנט ההתהפכות:  $M_H = 272 \text{ Nm}$

– ההספק היעיל של המנוע:  $P_e = 130 \text{ kW}$

חשבו את מהירות הסיבוב של המנוע (סל"ד).

### שאלה 8

א. (5 נק') סרטטו דיאגרמה אינדיקטורית מעשית של מנוע בנזין 4 מהלכים במצב פעולה תקין, וציינו את **ארבעת** המהלכים בהתאם לדיאגרמה.

ב. (5 נק') סרטטו **שתי** דיאגרמות אינדיקטוריות: אחת במצב פעולה של שריפה דטונטיבית, והשנייה במצב עבודה של הצתה מוקדמת.

### שאלה 9

א. (5 נק') הסבירו למה משמשות שיני ההזחה בשני חצאי גל ההינע, ומדוע בשיני ההזחה יש בדרך כלל שן אחת רחבה יותר משאר השיניים.

ב. (5 נק') להלן כמה נתונים של רכב בעל הנעה אחורית שהמנוע שלו מלפנים:

– הסל"ד הקריטי של גל ההינע:  $n = 7493.68 \text{ rpm}$  קריטי

– הקוטר החיצוני של גל ההינע:  $D = 6.5 \text{ cm}$

– הקוטר הפנימי של גל ההינע:  $d = 6 \text{ cm}$

חשבו את אורכו של גל ההינע. כתבו את התוצאה הסופית **במטרים**.

## שאלה 10

- (5 נק') א. ציינו **שלוש** סיבות אפשריות להחלקת מצמד מכני.
- (5 נק') ב. חשבו את כוח ההידוק הכולל הפועל על טס הלחץ במצמד, כאשר ידועים הנתונים הבאים:
- מקדם החיכוך בין חלקי המצמד:  $\mu = 0.36$
  - הקוטר החיצוני של דיסקת המצמד:  $D = 21 \text{ cm}$
  - הקוטר הפנימי של דיסקת המצמד:  $d = 14 \text{ cm}$
  - המומנט המקסימלי הפועל על המצמד:  $M_{\max} = 284 \text{ Nm}$

## פרק שלישי: רכב היברידי ורכב חשמלי

## שאלה 11

- רכב היברידי הפועל במתח גבוה הוכנס למוסך לצורך ביצוע טיפול שגרתי (החלפת שמן, מסננים ובלמים). ענו על הסעיפים א' ו-ב' בהסתמך על **הוראת נוהל 146** של משרד התחבורה לטיפול ברכב חשמלי/היברידי והכשרת עובדים.
- (5 נק') א. בהתאם לנוהל, מהי רמת ההכשרה המינימלית הנדרשת מה**מכונאי** ומה**מנהל המקצועי** לשם ביצוע טיפול שגרתי זה?
- (5 נק') ב. ציינו **חמישה** אמצעים (כלים/ציוד בטיחות) שמרכז השירות/המוסך מחויב להחזיק בהם במסגרת "ציוד בטיחות חובה" לצורך טיפול ברכב חשמלי/היברידי.

## שאלה 12

- בכל רכב היברידי/חשמלי הפועל במתח גבוה מותקנת מערכת הגנה שנקראת מעגל Interlock.
- (5 נק') א. הסבירו בקצרה מה תפקידו של מעגל Interlock ברכב בעל מתח גבוה.
- (5 נק') ב. ציינו באיזה מתח פועל מעגל ה-Interlock, וכיצד מפסקי ה-Interlock מחוברים במעגל החשמלי (בחיבור טורי או מקבילי).

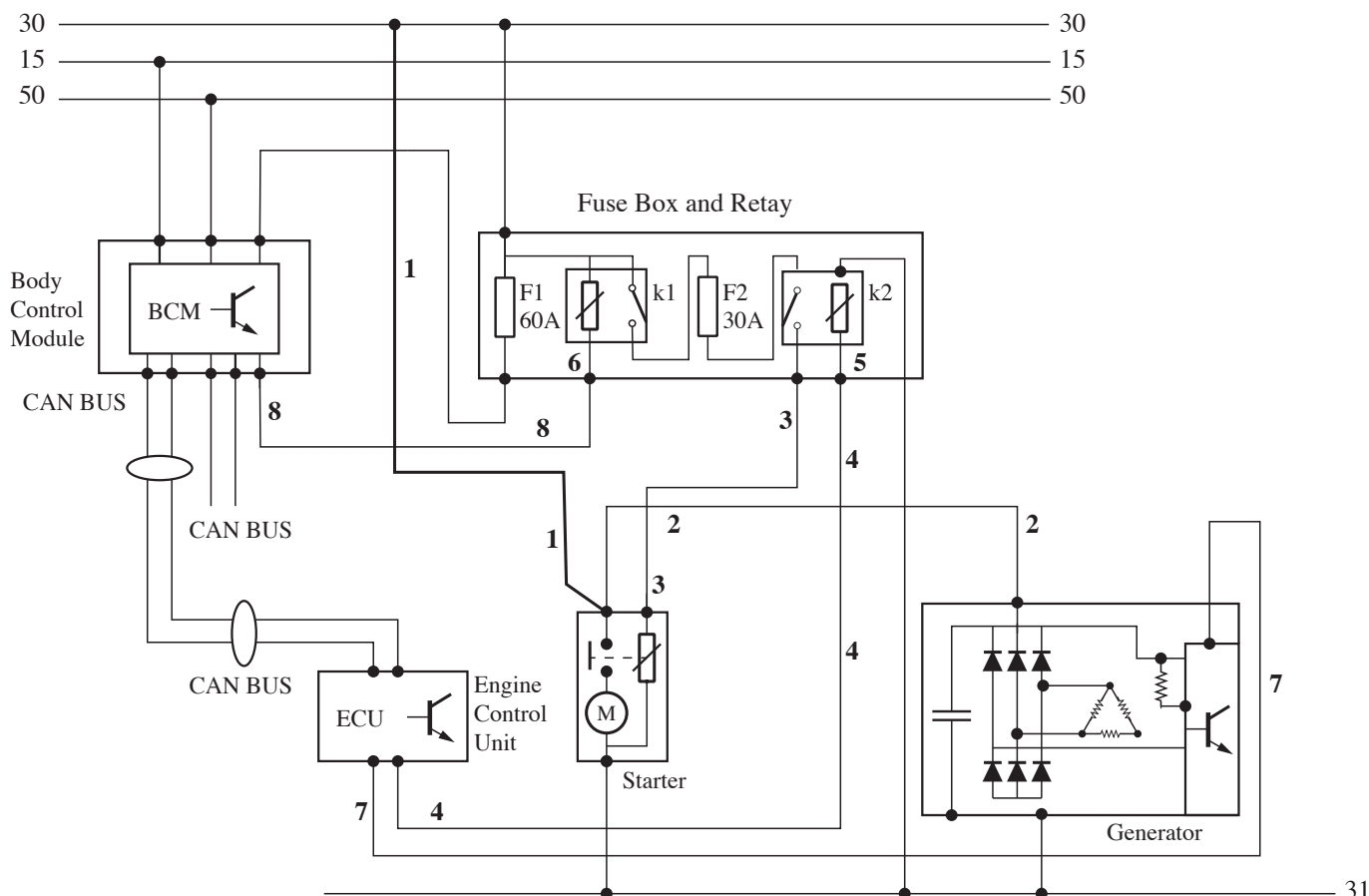
### שאלה 13

באיור לשאלה זו מתוארת סכמה של מערכות חשמליות ברכב.

א. (5 נק') מה יקרה במערכות הרכב בכל אחד מהמצבים שלהלן:

- כאשר החיבור המסומן באיור בספרה 2 יגרום לקצר בחיבור 31.
- כאשר החיבור המסומן באיור בספרה 2 יגרום לקצר בחיבור 31.

ב. (5 נק') בסכמה החשמלית שבאיור נתון גנרטור. פרטו אילו בדיקות יש לבצע כדי לוודא את תקינות הגנרטור כאשר הוא מותקן ברכב. תארו בתשובתכם כיצד מתבצעות הבדיקות, וציינו באילו מכשירי מדידה יש להשתמש ומהן התוצאות המעידות על מצב תקין.



איור לשאלה 13

## שאלה 14

א. (5 נק') בטבלה שלפניכם נתונים שלושה סוגי מצברים ושלושה סוגי מנועים לרכב. העתיקו את הטבלה למחברת, וסמנו ב-✓ איזה מצבר יכול לשמש כל אחד משלושת סוגי המנועים, **על-פי הוראות היצרן**.

| סוג המנוע / סוג המצבר          | מנוע בנזין עם מערכת stop-start ועם בלימה רגנרטיבית | מנוע בנזין עם מערכת stop start | מנוע בנזין ללא מערכת stop-start |
|--------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| עופרת חומצה רגיל (קונבנציונלי) |                                                    |                                |                                 |
| AGM                            |                                                    |                                |                                 |
| EFB                            |                                                    |                                |                                 |

ב. (5 נק') בכלי רכב היברידיים או חשמליים משתמשים בדרך כלל בשלושה סוגים של סוללות בעלות תאים:

Nickel-metal hydride (NiMH)

Lithium-ion (Li-ion)

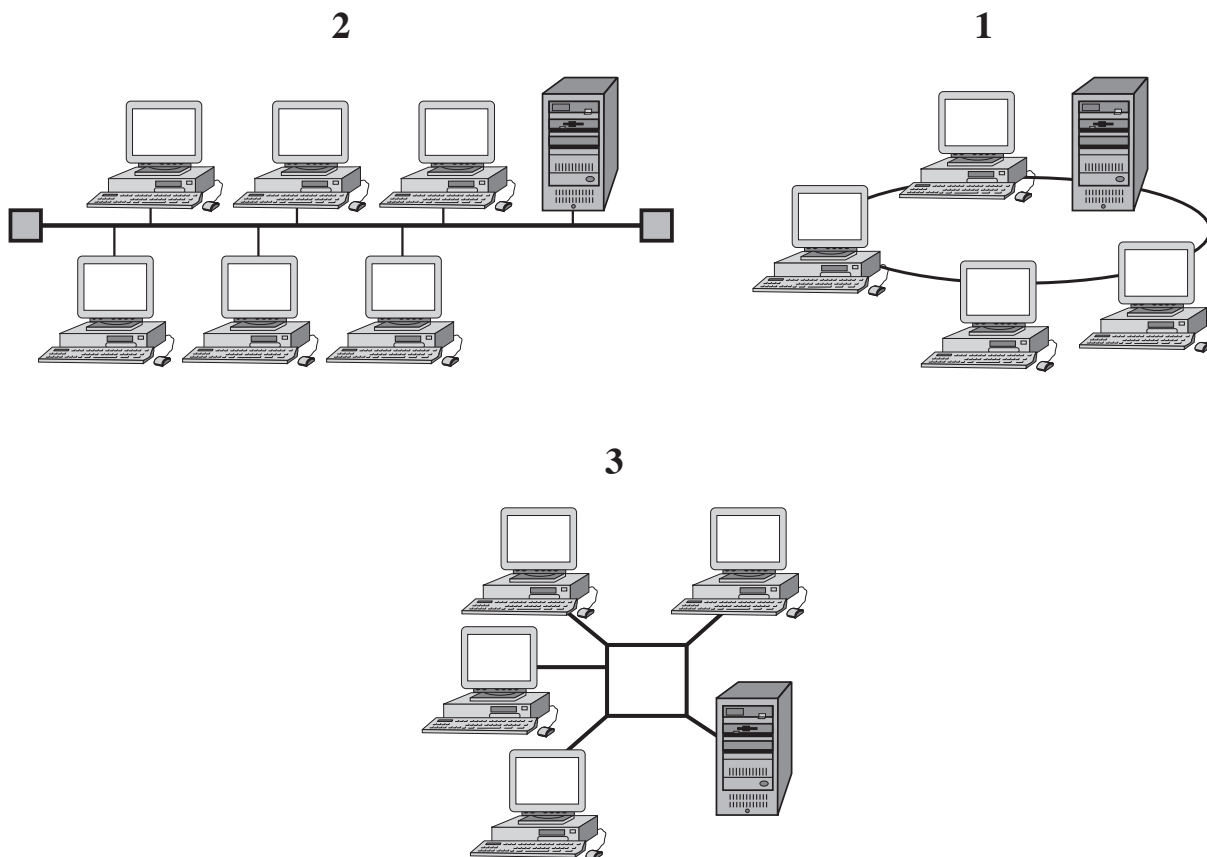
Lithium polymer (LiPo)

פרטו מהו המתח של תא טעון בכל אחד מסוגי הסוללות, וציינו מה המטרה של חיבור טורי של סוללות ומה המטרה של חיבור מקבילי של סוללות.

## פרק רביעי: מערכות תקשורת וסייבר

### שאלה 15

באיור לשאלה זו מתוארות שלוש שיטות חיבור (טופולוגיה) בתקשורת בין מחשבים.



איור לשאלה 15

- א. (5 נק') ציינו מה שמה של כל אחת מהשיטות 1, 2, 3 המתוארות באיור, והסבירו מהו אופן העברת המידע בין המחשבים בכל אחת מהשיטות.
- ב. (5 נק') מבין שלוש השיטות, מהי שיטת התקשורת הנפוצה ביותר בכלי רכב? כתבו מהם החסרונות של **שתי** השיטות הנוספות (חיסרון **אחד** לכל שיטה).

## שאלה 16

(5 נק') א. הסבירו את המושגים האלה:

1. bit

2. Byte

3. תקשורת LIN

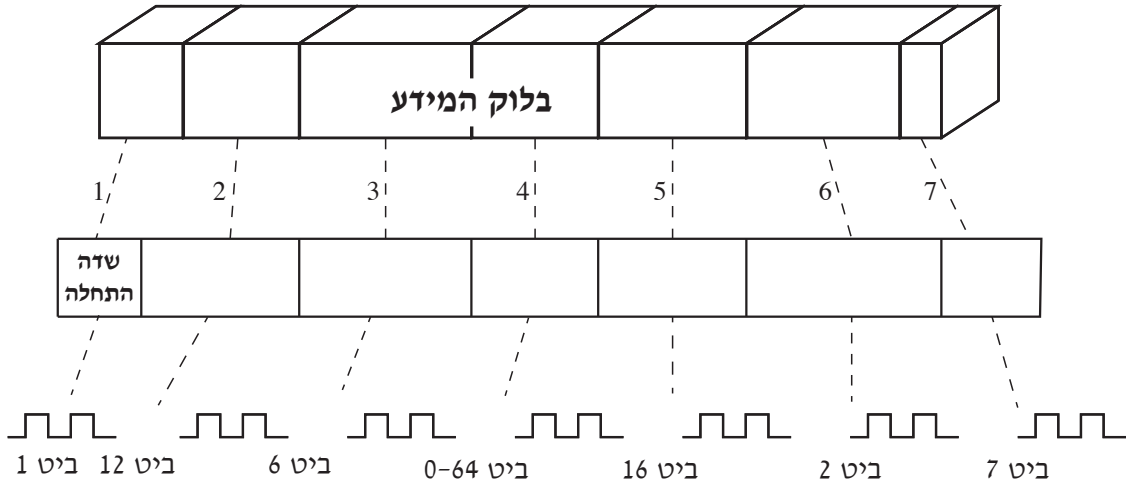
4. תקשורת CAN

(5 נק') ב. בנספח א' לשאלה זו מוצג מבנה של הודעת CAN BUS. השלימו על-גבי הנספח את שמות השדות החסרים בו.

**הזביקו את מדבקת הנבחן במקום המיועד לכך בנספח וצרפו אותו למחברת הבחינה.**

**בהצלחה!**

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



## 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 בוייל-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

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

מקדם הנדסי של מנגנון הארכובה

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

דרך הבוכנה

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

מהלך הבוכנה

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

שטח הבוכנה

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

שטח מעבר חופשי של גזים

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

מהירות ממוצעת

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

מהירות זרימת הגזים

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

סל"ד קריטי של גל הינע (יחידות בס"מ)

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

נצילות תרמית

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

נצילות יעילה

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

נצילות מכנית

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

## 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  $i$

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

## 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      |

| תרגום המונח                |                                 |                                        | המונח                 |
|----------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|
| אנגלית                     | רוסית                           | ערבית                                  |                       |
| flywheel                   | маховик                         | عجلة الحذافة                           | גלגל תנופה            |
| refrigerant leak           | утечка хладагента               | تسرب سائل التبريد                      | דליפת קרר             |
| filling degree of cylinder | степень заполнения цилиндра     | درجة ملء الأسطوانة                     | דרגת מילוי של צילינדר |
| hydraulic steering         | гидравлическое управление руля  | نظام التوجيه الهيدرولي                 | היגוי הידרולי         |
| power steering             | усилитель руля                  | نظام التوجيه المعزز<br>(الباور ستירنج) | היגוי כוח             |
| late injection             | поздний впрыск                  | الحقن المتأخر                          | הזרקה מאוחרת          |
| main injection             | основной впрыск                 | الحقن الرئيسي                          | הזרקה עיקרית          |
| initial injection          | начальная инъекция              | الحقن المبكر                           | הזרקה ראשונית         |
| hydrometer                 | ареометр                        | مقياس كثافة السوائل<br>(هيدرومتر)      | הידרומטר              |
| indicated power            | индикаторная мощность           | القدرة البيانية (الإندكتورية)          | הספק אינדיקטורי       |
| efficiency power           | эффе́ктивная мощность           | القدرة الفعّالة                        | הספק יעיל             |
| air resistance             | сопротивление воздуха           | مقاومة الهواء                          | התנגדות האוויר        |
| cranck arm                 | кривошипный рычаг               | ذراع المرفق                            | זרוע הארכובה          |
| sensor                     | датчик                          | مَجَسّ                                 | חיישן                 |
| connecting rod             | шатун                           | الذراع                                 | טלטל                  |
| compression ratio          | коэффициент сжатия              | نسبة الانضغاط                          | יחס דחיסה             |
| inertial force             | сила инерции                    | قوة القصور الذاتي                      | כוח התמדה             |
| centrifugal force          | центробежная сила               | قوة الطرد عن المركز                    | כוח צנטריפוגלי        |
| safety rules               | правила безопасности            | قواعد السلامة والأمان                  | כללי בטיחות           |
| amount of produced heat    | количество произведенного тепла | كمية الحرارة المنتجة                   | כמות חום מופקת        |

| תרגום המונח                     |                                      |                                                             | המונח                  |
|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------|
| אנגלית                          | רוסית                                | ערבית                                                       |                        |
| amount of removed heat          | количество удаленного тепла          | כְּמִיַּה הַחֲרָא הַמֻּחְרָגָה                              | כמות חום מסולקת        |
| mean indicated pressure         | среднее индикаторное давление        | مَتَوَسِّطُ الْاِنْضِغَاطِ الْبَيَانِيِّ<br>(الإنْدِكْتوري) | לחץ אינדיקטורי ממוצע   |
| compressor                      | компрессор                           | ضَاغِط                                                      | מדחס                   |
| torque converter                | гидротрансформатор                   | مُحوِّلُ العزم                                              | ממיר מומנט             |
| catalytic converter             | каталитический конвертер             | المُحفِّز الكتلتي<br>(المحوِّل الحفزي)                      | ממיר קטליטי            |
| common rail                     | общая магистраль                     | المساق المُشترك للديزل                                      | מסילה משותפת           |
| injection system                | система впрыска топлива              | نظام حَقْن                                                  | מערכת הזרקה            |
| vehicle air conditioning system | система кондиционирования автомобиля | نظام تكييف الهواء في السيارة                                | מערכת מיזוג אוויר ברכב |
| defroster                       | дефростер                            | مُزيل البخار                                                | מפשיר אדים             |
| independent suspension          | независимая подвеска                 | نظام التعليق المنفرد                                        | מתלה נפרד              |
| indicated efficiency            | индикаторный КПД                     | مُعَامِلُ الكفاءة البيانيّة<br>(الإنْدِكْتوريّة)            | נצילות אינדיקטורית     |
| mechanical efficiency           | механический КПД                     | مُعَامِلُ الكفاءة الميكانيكيّة                              | נצילות מכנית           |
| fuse                            | плавкий предохранитель               | مُصهِّر (فيوز)                                              | נתיך                   |
| rigid axle                      | жесткая ось                          | المِحوَر الصلب                                              | סרן קשיח               |
| calorific value                 | теплотворная способность             | القيمة الحرارية                                             | ערך קלורי              |
| air density                     | плотность воздуха                    | كثافة الهواء                                                | צפיפות אוויר           |
| fuel density                    | плотность топлива                    | كثافة الوقود                                                | צפיפות דלק             |
| rate of heat transfer           | скорость теплопередачи               | وتيرة تمرير الحرارة                                         | קצב העברת החום         |
| smoothing rate of converter     | уровень скольжения конвертера        | قيمة انزلاق المُحوِّل                                       | שיעור החלקת ממיר       |
| improvement                     | улучшение                            | تحسين                                                       | שיפור                  |

| תרגום המונח               |                              |                       | המונח             |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------|
| אנגלית                    | רוסית                        | ערבית                 |                   |
| control valve             | управляющий клапан           | صمام التحكم           | שסתום פיקוד       |
| ideal combustion          | идеальное сгорание           | احتراق مثالي          | שריפה אידיאלית    |
| practical combustion      | номинальное сгорание         | احتراق عملي           | שריפה מעשית       |
| deceleration              | торможение                   | تباطؤ                 | תאווטה            |
| specific fuel consumption | удельное потребление топлива | استهلاك الوقود النوعي | תצרוכת דלק סגולית |