

מערכות אוטוטק ה'

(להנדסאי 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 ומילונית.

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.

הוראות למשגיחים:

בתום הבחינה יש לוודא שהנבחנים הדביקו את מדבקת הנבחן שלהם במקום המיועד לכך בנספח א' וצירפו אותו למחברת הבחינה.

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 14 עמודים ו-15 עמודי נספחים.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים,

אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

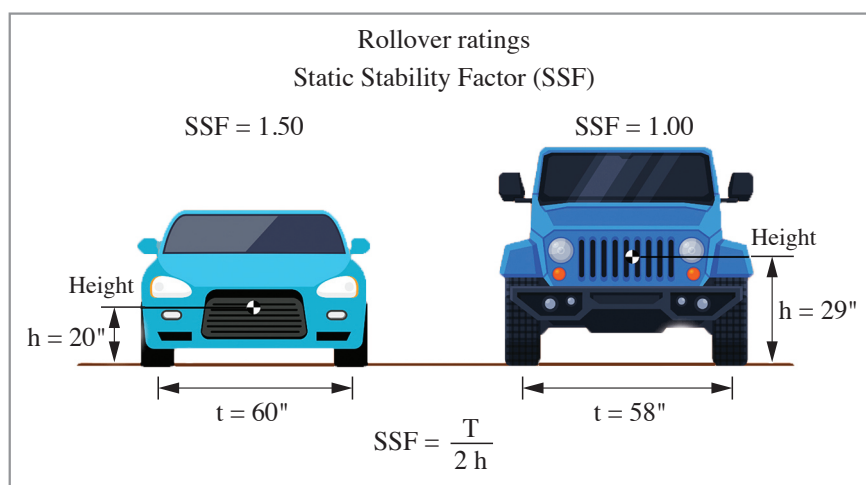
בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם שש-עשרה שאלות.
יש לענות על שאלה אחת מכל פרק ועל שש שאלות נוספות לפי בחירתכם, מהשאלון כולו.
בסך-הכול יש לענות על עשר שאלות.

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

פרק ראשון: הנדסת מערכות רכב ומערכות סיוע לנהג, ADAS

שאלה 1

דירוג חמשת כוכבי הבטיחות של מינהל הבטיחות התחבורה האמריקאי, NHTSA, מסייע לצרכנים בקבלת החלטות בנוגע לבטיחותם של כלי רכב מסוג פנאי-שטח (SUV) בעת רכישתם. אחד המדדים שנבדק הוא ההתנגדות להתהפכות. זוהי בדיקה דינמית שנעשית בעת נסיעה בכביש מהיר במהירות של 55 קמ"ש, כאשר הנהג נתקל פתאום בעקומה חדה ומנסה לנווט בעקומה, אלא שהמהירות גבוהה מדי לביצוע פנייה חדה, וההסתברות לאיבוד שליטה ולהתהפכות עולה. באיור לשאלה 1 מתוארים שני כלי רכב בעלי תצורה שונה. התצורה משפיעה על ההתנגדות להתהפכות, שמיוצגת על ידי מקדם היציבות הסטטית (SSF) שניתן לכל אחד מהם.

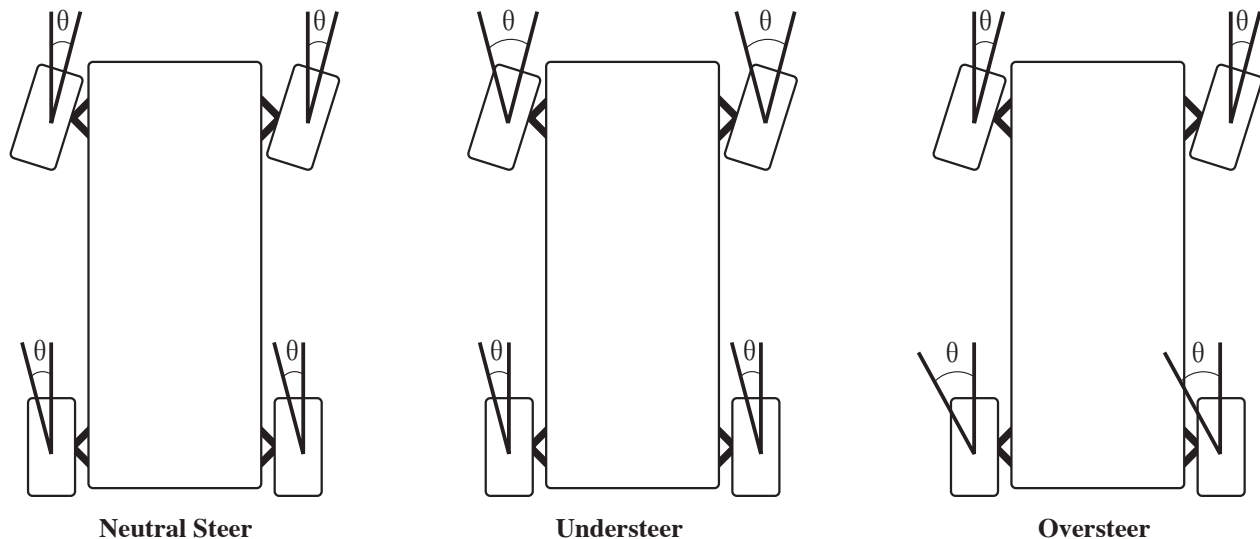


איור לשאלה 1

- (5 נק') א. הסבירו מהם ההבדלים בין שתי תצורות כלי הרכב שבאיור לשאלה 1. קבעו, על-פי הנתונים באיור, באיזו תצורה הסיכון להתהפכות גבוה יותר בזמן בדיקת התנגדות להתהפכות (בדיקה דינמית) לפי דרישות NHTSA.
- (5 נק') ב. בבדיקת נתוני הדירוג של השנים האחרונות, נמצא שכלי רכב חשמליים הם בעלי דירוג בטיחות **גבוה יותר** והסתברות להתהפכותם **נמוכה יותר**. הסבירו מדוע.

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מתוארים שלושה מצבי היגוי שונים של כלי רכב.



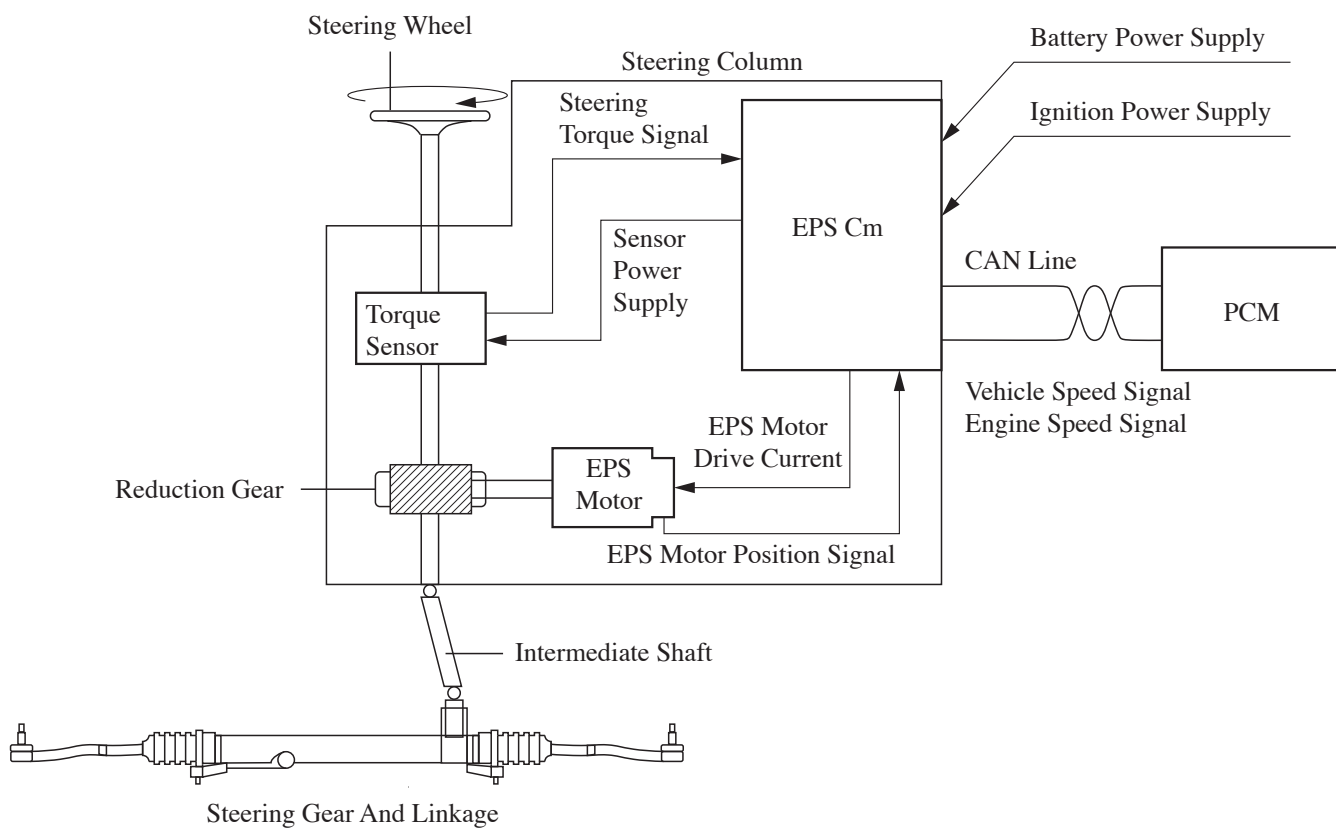
איור לשאלה 2

- (5 נק') א. הסבירו מהי **זווית היגוי** (Steering Angle) ומה **זווית החלקה** (Slip Angle), וצינו כיצד ניתן להקטין את ההשפעה של זווית ההחלקה.
- (5 נק') ב. הסבירו את שלושת מצבי ההיגוי המתוארים באיור. הקיפו בעיגול על **גבי התרשים שבנספח א'** את מיקום מרכז הכובד הנכון בכל אחד ממצבי ההיגוי, ותארו כיצד המיקום של מרכז הכובד של הרכב משפיע על זווית ההחלקה במצבי ההיגוי השונים.

הדביקו את מדבקת הנבחן במקום המיועד לכך בנספח, וצרפו אותו למחברת הבחינה.

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מתוארת מערכת היגוי חשמלית.



איור לשאלה 3

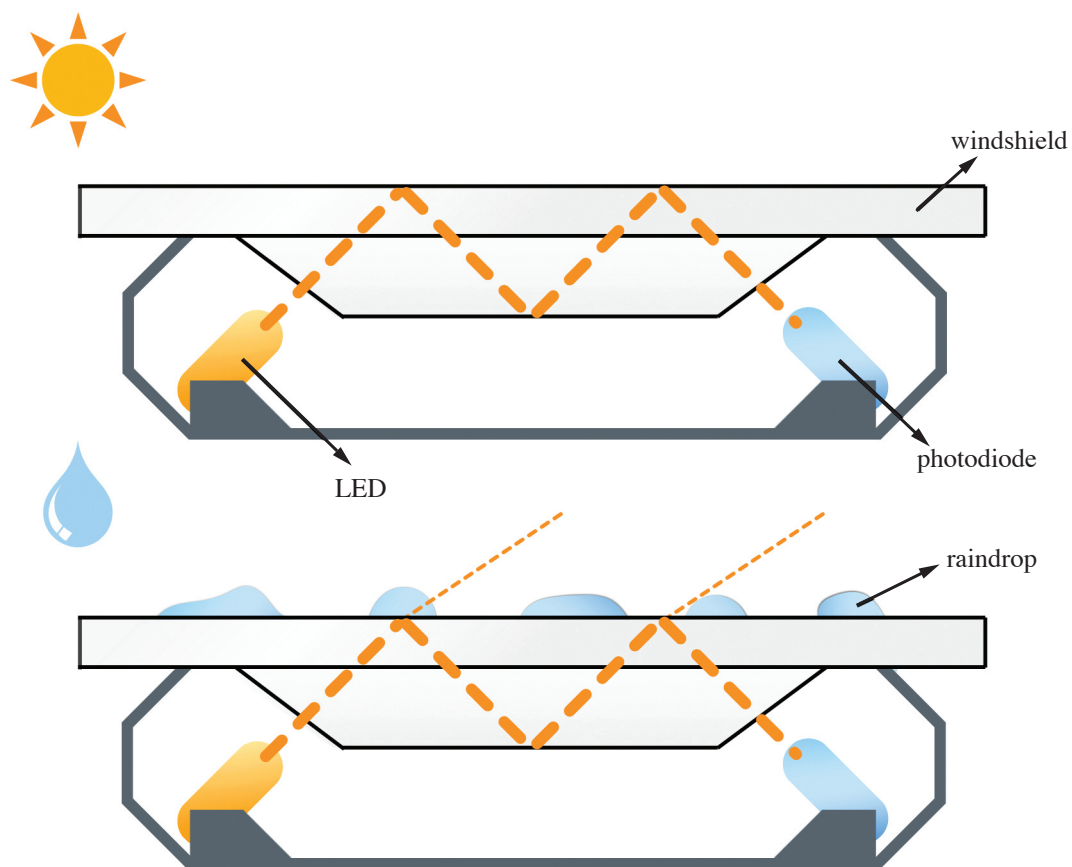
- א. (5 נק') הסבירו את עקרון הפעולה של המערכת.
- ב. (5 נק') רכב הגיע למרכז השירות כאשר נורת EPS דולקת בלוח השעונים. לאחר סריקת תקלות בעזרת סורק תקלות התגלה קוד התקלה הבא:

C1290 Torque sensor main signal fail

הסבירו את המשמעות של קוד התקלה, וציינו מהי ההשפעה של התקלה על כלי הרכב.

שאלה 4

באיור לשאלה 4 מתואר חיישן גשם המוצמד לשמשת הרכב בשני מצבים שונים: מצב יבש ומצב גשום.

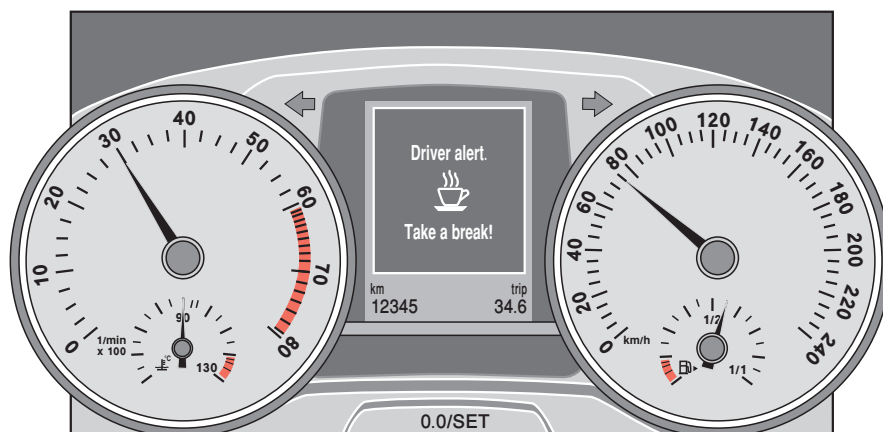


איור לשאלה 4

- א. (5 נק') הסבירו מה תפקידו של חיישן הגשם, ולאילו מערכת ברכב הוא קשור.
- ב. (5 נק') הסבירו בקצרה, על-פי האיור, את עקרון פעולתו של החיישן, וציינו את שמות החלקים שמרכיבים אותו.

שאלה 5

בזמן הנסיעה הופיעה בלוח המחוונים של הרכב ההתראה שמוצגת באיור לשאלה 5 (תמונה של כוס קפה).



איור לשאלה 5

- א. (5 נק') הסבירו מהו תוכן ההתראה.
- ב. (5 נק') הסבירו בקצרה את הסיבה שבגללה הופיעה התראה זו.

פרק שני: מנועים ומערכות להעברת כוח

שאלה 6

(5 נק') א. הסבירו מדוע הנצילות של מנוע דיזל **גבוהה** מהנצילות של מנוע בנזין, בהנחה שהמנועים בעלי נפח וממדים זהים.

(5 נק') ב. להלן נתונים של מנוע בנזין ריבועי בעל ארבעה מהלכים:

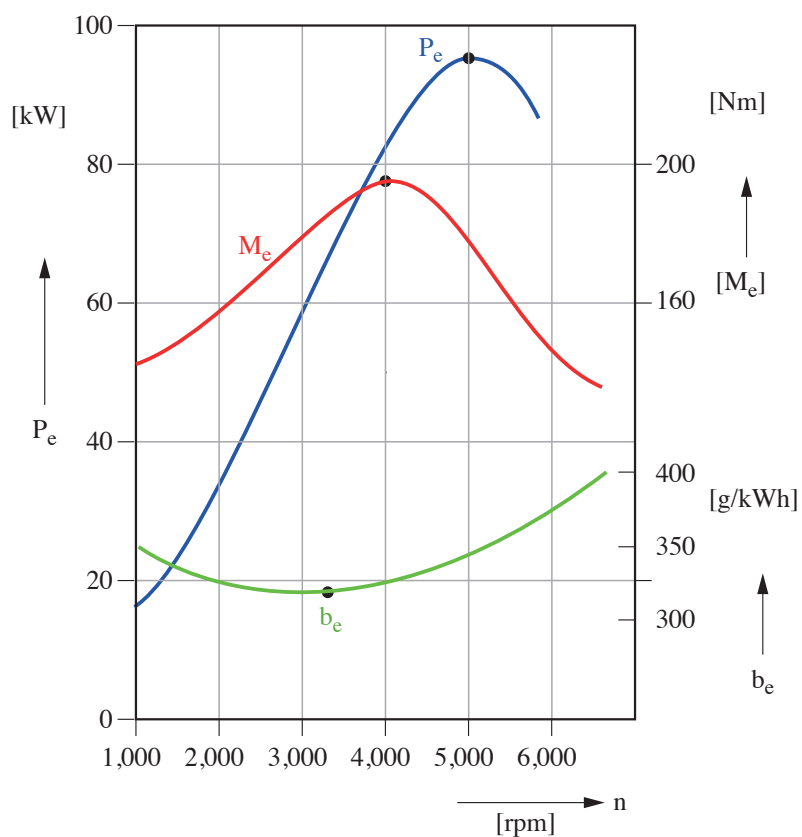
– יחס הדחיסה במנוע: $\varepsilon = 9.2:1$

– קוטר הצילינדר: $d = 95 \text{ mm}$

חשבו את השינוי הנדרש בעובי של אטם ראש המנוע, על מנת לקבל יחס דחיסה במנוע של 10:1.

שאלה 7

באיור לשאלה 7 מוצגים שלושה אופייניים של מנוע בנוי: M_e , P_e , b_e .



איור לשאלה 7

- (5 נק') א. הסבירו מה מייצג כל אופיין.
- (5 נק') ב. הסבירו מדוע גרף P_e מתחיל לרדת כשמספר הסיבובים לדקה הוא 5,000 ואינו ממשיך לעלות.

שאלה 8

להלן נתונים של מנוע בעל ארבעה צילינדרים הפועל במחזור של ארבעה מהלכים.

– מומנט המנוע: $M = 500 \text{ Nm}$

– הנצילות המכנית של המנוע: $\eta_m = 85\%$

– מהלך הבוכנה: $S = 92 \text{ mm}$

– קצב הסיבוב של גל הארכובה: $n = 4,700 \text{ rpm}$

(5 נק') א. חשבו את הכוח המשיקי, F_T , הגורם למומנט הסיבוב של גל הארכובה.

(5 נק') ב. חשבו את ההספק היעיל, P_e , של המנוע.

שאלה 9

להלן נתונים של מנוע בנזין ארבעה מהלכים:

– אורך הטלטל: $\ell = 102 \text{ mm}$

– מסת הטלטל: $m = 816 \text{ gr}$

– מהלך הבוכנה: $S = 94 \text{ mm}$

– קוטר הבוכנה: $D = 82 \text{ mm}$

– תאוצת הבוכנה המרבית: $a_{\max} = 9,800 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$

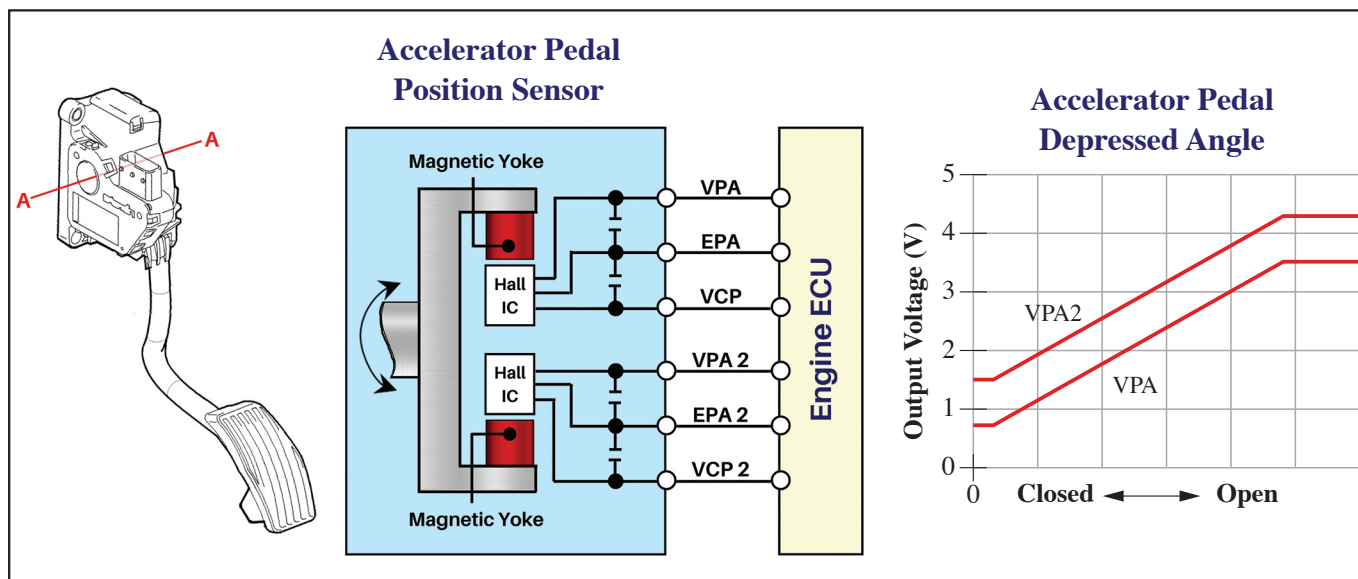
– כוח ההתמדה המרבי שהבוכנה והטלטל מפעילים על המנוע: $F_i = 4,900 \text{ N}$

(5 נק') א. חשבו את המסה הכוללת המשפיעה על כוח ההתמדה.

(5 נק') ב. חשבו את מסת הבוכנה.

שאלה 10

באיור לשאלה 10 מתואר חיישן דוושת תאוצה מגנטי המחובר ליחידת הבקרה באמצעות שישה חוטים. במערכת הצירים מתוארות שתי עקומות המייצגות את המתח בחוטי הסיגנל: VPA ו-VPA2.

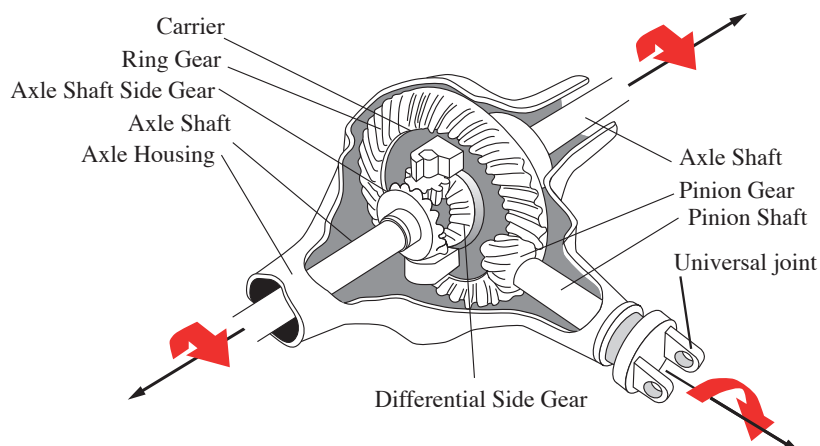


איור לשאלה 10

- א. (5 נק') מהו מתח הסיגנל המרבי שניתן למדוד בכל אחד מחוטי הסיגנל VPA ו-VPA2?
- ב. (5 נק') הסבירו מדוע ברכב עם מצערת חשמלית חייבים להשתמש בחיישן דוושת תאוצה כפול.

שאלה 11

באיור לשאלה 11 נתון דיפרנציאל פתוח השייך לרכב בעל הנעה אחורית וללא מערכת ESP.



איור לשאלה 11

- א. (5 נק') נהג הרכב מהסוג המתואר בפתיח לוחץ על דוושת ההאצה (ידית ההילוכים משולבת במצב D). הסבירו כיצד יתנהגו **הגלגלים המניעים** של הרכב, וכיצד יתנהג ה**רכב** עצמו אם הגלגל האחורי הימני שקוע עמוק בבוץ, והגלגל האחורי השמאלי אוחז בכביש אספלט.
- ב. (5 נק') הסבירו כיצד לחץ אוויר שאינו שווה בגלגלים המניעים יכול להשפיע על אורך חיי הדיפרנציאל.

פרק שלישי: רכב היברידי ורכב חשמלי

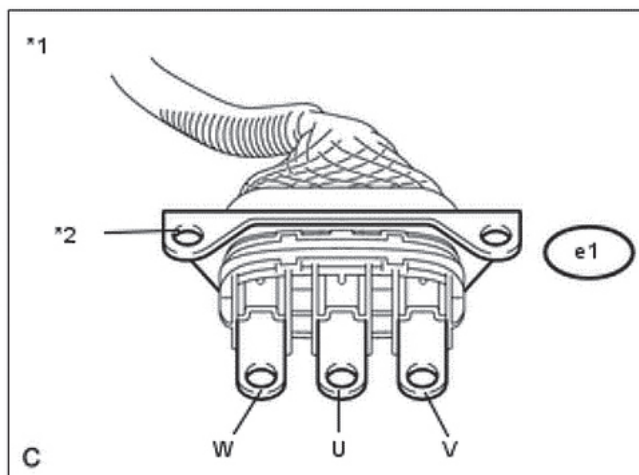
שאלה 12

- א. ציינו **שלושה** מאפיינים של מנועי הנעה חשמליים תלת-מופעיים, והסבירו תפקיד אחד של חיישן מיקום העוגן (Reslove Sensor) במנוע סינכרוני.
- ב. ציינו **שלוש** סיבות עיקריות לשימוש במצבר 12 V ברכב חשמלי בעל סוללת מתח גבוה, ותארו כיצד מתבצעת הטעינה של המצבר.

שאלה 13

- א. הסבירו את אופן בדיקת הבידוד בין רכיבי מערכת מתח גבוה ובין גוף הרכב, וציינו בעזרת איזה מכשיר מתבצעת הבדיקה.
- ב. באיור לשאלה 13 נתונות תמונה של כבל מתח גבוה וטבלת הוראות היצרן לבדיקת בידוד הכבל. כאשר בודקים את הבידוד בין הכבל של המערכת ההיברידית ובין גוף הרכב, מהו הערך המזערי שצריך להתקבל ומהן יחידות המידה הנדרשות לפי הוראות היצרן?

Tester Connection	Condition	Specified Condition
el-3 (V) - Body ground and shield ground	Power switch on	100 MΩ or higher
el-2 (U) - Body ground and shield ground	Power switch on	100 MΩ or higher
el-1 (W) - Body ground and shield ground	Power switch on	100 MΩ or higher



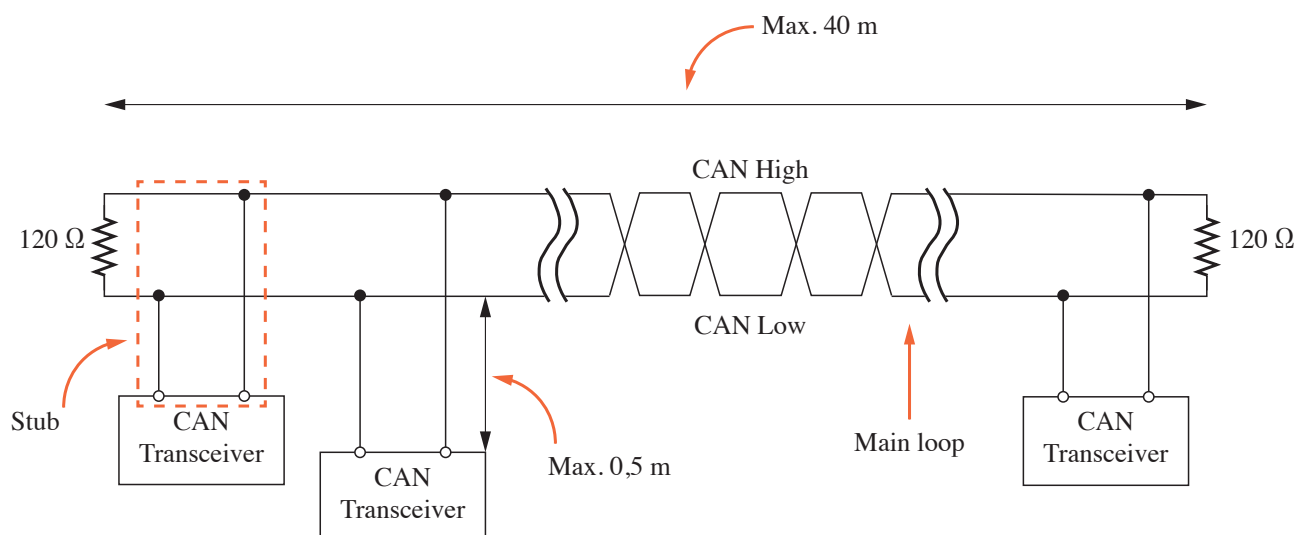
איור לשאלה 13

שאלה 14

- א. הסבירו את אופן הפעולה של מערכת הטעינה ברכב היברידי plug-in, בהשוואה לרכב היברידי ללא plug-in.
- ב. מה היתרון של רכב היברידי plug-in לעומת רכב היברידי ללא plug-in מבחינת צריכת הדלק?

פרק רביעי: מערכות תקשורת וסייבר**שאלה 15**

באיור לשאלה 15 נתון תרשים של מערכת תקשורת CAN-bus ברכב.

**איור לשאלה 15**

א. (5 נק') רשת התקשורת מורכבת משני חוטים CAN High ו-CAN Low, ושני החוטים מלופפים זה בזה.

מה הסיבה לכך? ומה הסיבה לשימוש בשני חוטים ולא בחוט אחד?

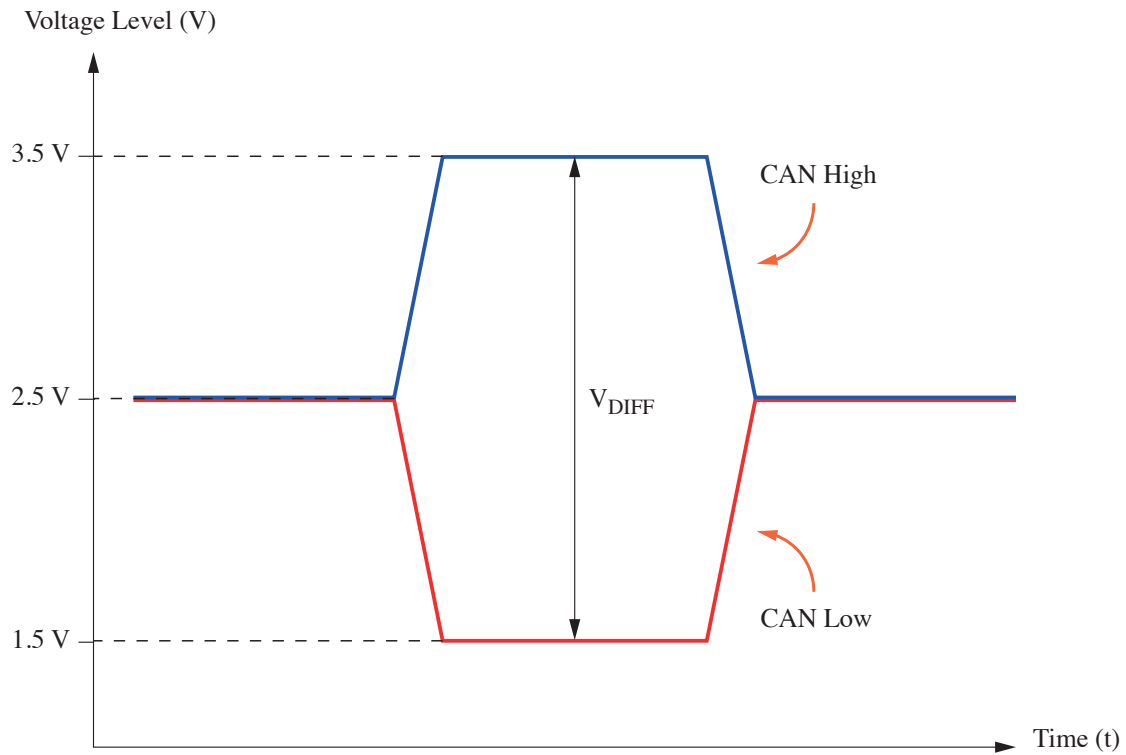
ב. (5 נק') בשני הקצוות של רשת התקשורת מחוברים שני נגדים שערכם 120Ω כל אחד.

ציינו מה תהיה ההתנגדות השקולה במערכת כאשר:

1. המערכת תקינה.
2. קיים נתק בחוט אחד או בנגד אחד.
3. קיים קצר בשני החוטים.

שאלה 16

באיור לשאלה 16 נתון גרף מתחים של מערכת התקשורת CAN-bus.



איור לשאלה 16

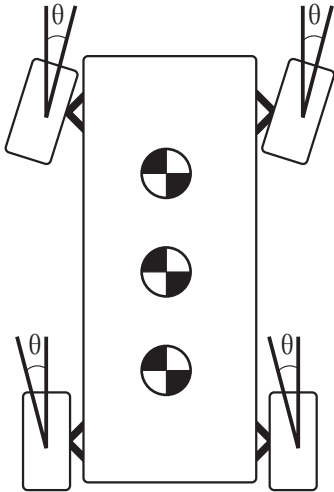
- (5 נק') א. מהו הפרש המתח בין קווי התקשורת במצב שבו המערכת משדרת את הספרה 0 ?
- (5 נק') ב. במצב של קצר בין שני קווי התקשורת, מה יהיה הפרש המתח בין שני הקווים?

בהצלחה!

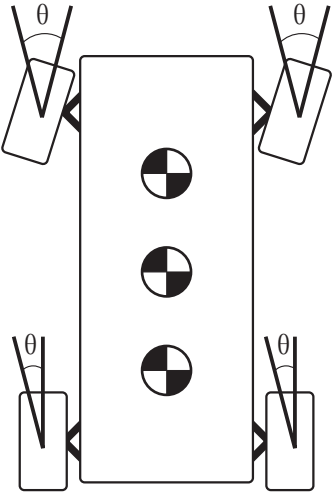
נספח א' לשאלה 2: מיקום מרכז הכובד

לשאלון 737913, אביב תשפ"ג

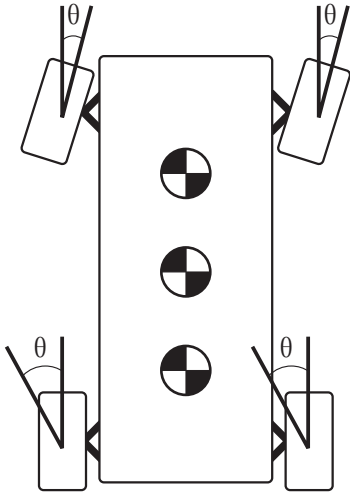
מקום נבחרת נבחן



Neutral Steer



Understeer



Oversteer

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

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

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

γ, k – יחס בין חומים סגוליים

m – מסה

ρ – צפיפות

η – 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 הסגוליים

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]

R - התנגדות [Ω, אוהם]

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

t - זמן [sec, שנייה]

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

$$W = P \cdot t$$

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

עכבה של סליל ועכבה של קבל

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

T - זמן המחזור [sec]

ω - מהירות זוויתית [rad/sec]

f - תדירות [Hz]

$$\omega = 2\pi f$$

X_L - היגב השראותי [Ω]

X_C - היגב קיבולי [Ω]

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

$$X_L = \omega L$$

חיבור נגדים

$$R_{\text{total}} = R/1_1 + R/1_2 + \dots + 1/R_n$$

$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

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

η	-	נצילות
η_t	-	נצילות תרמית
η_m	-	נצילות מכנית
η_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
ι	-	אורך הטלטל
H	-	המרחק בין פין הבוכנה למרכז גל הארכובה
λ	-	מקדם הנדסי של מנגנון הארכובה
ε	-	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
- α - זווית שיפוע
- C_W - מקדם גרר אווירודינמי
- ρ - צפיפות אוויר
- μ - 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
- $\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$

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

כמות החום

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

תצרוכת דלק כללית

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

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

תצרוכת דלק סגולית

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

מהירות מקסימלית להחלקה

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot g \cdot R \cdot \frac{b}{h}}$$

מהירות מקסימלית להתהפכות

$$V_{\max} = \sqrt{\mu \cdot g \cdot R}$$

מהירות זוויתית

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

הספקים ונצילות:

הספק יעיל

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

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

הספק אינדיקטורי

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

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

$$F = P \cdot A$$

כוח

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

כוח צנטריפוגלי

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

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

כוח נורמלי

$$F_N = F \cdot \tan \beta$$

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

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

$$F_b = \frac{\Sigma F \cdot \mu}{2}$$

כוח בלימה מקסימלי

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)

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

סל"ד מקסימלי

$$\eta_m = 0.8 \cdot \eta_k$$

החלקת ממיר

$$S\% = \frac{\eta_p - \eta_T}{\eta_p} \cdot 100$$

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

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

נצילות הממיר

$$\eta\% = \frac{M_T \cdot \eta_T}{M_P \cdot \eta_P} \cdot 100$$

שינוי בעובי אטם ראש מנוע

$$\Delta h = \frac{S}{x_1 - 1} - \frac{S}{x_2 - 1}$$

פיזיקה

$$v = \frac{dx}{dt}$$

מהירות רגעית

$$a = \frac{dv}{dt}$$

תאוצה רגעית

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

מהירות ממוצעת

$$v = v_0 + at$$

תנועה שוות-תאוצה

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

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

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

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

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

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

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

$$F = mg$$

כוח הכבידה

$$F = k\Delta\ell$$

חוק הוק (גודל כוח אלסטי)

$$f_s \leq \mu_s N$$

גודל כוח חיכוך

$$f_s \leq \mu_s N$$

- סטטי

$$f_k = \mu_k N$$

- קינטי

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$$

החוק השני של ניוטון

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

צפיפות חומר

$$W = F_x \Delta x = F \cos \theta \Delta s, \quad \Delta s = |\Delta x|, \quad \text{עבודה של כוח הקבוע בגודלו ובכיוונו כאשר } \Delta s = |\Delta x|$$

$$W_{\text{כוללת}} = \Delta E_k \quad \text{משפט עבודה-אנרגיה}$$

מתקף ותנע

$$\vec{J} = \vec{F} \Delta t \quad \text{מתקף של כוח קבוע}$$

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad \text{תנע}$$

$$\vec{J}_{\text{כולל}} = \Delta \vec{p} \quad \text{נוסחת מתקף-תנע}$$

$$m_A \vec{v}_A + m_B \vec{v}_B = m_A \vec{u}_A + m_B \vec{u}_B \quad \text{שימור תנע}$$

חוק הוק

$$F_s = -kx \quad \begin{array}{ll} \text{הכוח שמופעל על הקפיץ} & - F_s \\ \text{קבוע הקפיץ} & - k \\ \text{מתיחה או דחיסה של הקפיץ} & - x \end{array}$$

יחס תמסורת

$$i = \frac{z_1}{z_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_1}{D_2} \quad \begin{array}{ll} \text{יחס התמסורת} & - i \\ \text{מהירות סיבוב של גלגל} & - n, n_1, n_2 \\ \text{מספר השיניים בגלגל} & - z, z_1, z_2 \end{array}$$

$$i = \frac{D_1}{D_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_1}{z_2} \quad \text{דיפרנציאל } i \cdot \text{הילוך ראשון } i = \text{כללי}$$

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

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	ρ
- 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
גלגל תנופה	عجلة الحذّافة	маховик	flywheel
דליפת קרר	تسرب سائل التبريد	утечка хладагента	refrigerant leak
דרגת מילוי של צילינדר	درجة ملء الأسطوانة	степень заполнения цилиндра	filling degree of cylinder
הזרקה מאוחרת	الحقن المتأخر	поздний впрыск	late injection
הזרקה עיקרית	الحقن الرئيسي	основной впрыск	main injection
הזרקה ראשונית	الحقن المبكر	начальная инъекция	initial injection
היגוי הידראולי	نظام التوجيه الهيدروليّ	гидравлическое управление руля	hydraulic steering
היגוי כוח	نظام التوجيه المعزّز (الباور ستيرنج)	усилитель руля	power steering
הידרומטר	مقياس كثافة السوائل (هيدرومتر)	ареометр	hydrometer
הספק אינדיקטורי	القُدرة البيانيّة (الإندكتوريّة)	индикаторная мощность	indicated power
הספק יעיל	القُدرة الفعّالة	эффе́ктивная мощность	efficiency power
התנגדות האוויר	مُقاومة الهواء	сопротивление воздуха	air resistance
זרוע הארכובה	ذراع المرفق	кривошипный рычаг	cranck arm
חיישן	مَجَسّ	датчик	sensor
טלטל	الذراع	шатун	connecting rod
יחס דחיסה	نسبة الانضغاط	коэффициент сжатия	compression ratio
כוח התמדה	قوة القصور الذاتي	сила инерции	inertial force
כוח צנטריפוגלי	قوة الطرد عن المركز	центробежная сила	centrifugal force
כללי בטיחות	قواعد السلامة والأمان	правила безопасности	safety rules
כמות חום מופקת	كميّة الحرارة المُنتجة	количество произведенного тепла	amount of produced heat
כמות חום מסולקת	كميّة الحرارة المُخرجة	количество удаленного тепла	amount of removed heat
לחץ אינדיקטורי ממוצע	متوسط الانضغاط البيانيّ (الإندكتوريّ)	среднее индикаторное давление	mean indicated pressure
מדחס	ضاغط	компрессор	compressor
ממיר מומנט	مُحوّل العزم	гидротрансформатор	torque converter

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
catalytic converter	каталитический конвертер	المُحفِّز الكتليتيّ (المحوّل الحفزيّ)	ממיר קטליטי
common rail	общая магистраль	المساق المُشترك للدیزل	מסילה משותפת
injection system	система впрыска топлива	نظام حقن	מערכת הזרקת
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	مُعَامِل الكفاءة הביאנית (الإنْدِكْتوريّة)	נצילות אינדיקטורית
mechanical efficiency	механический КПД	مُعَامِل الكفاءة الميكانيكيّة	נצילות מכנית
fuse	плавкий предохранитель	مُصهّر (فيوز)	נתיך
rigid axle	жесткая ось	المِحوّر 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 المُحوّل	שיעור החלקת ממיר
improvement	улучшение	تحسين	שיפור
control valve	управляющий клапан	صَمَام التحكم	שסתום פיקוד
ideal combustion	идеальное сгорание	احتراق مثاليّ	שריפה אידיאלית
practical combustion	номинальное сгорание	احتراق عمليّ	שריפה מעשית
deceleration	торможение	تباطؤ	תאווטה
specific fuel consumption	удельное потребление топлива	استهلاك الوقود النوعي	תצרוכת דלק סגולית