

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 ומילוניות.

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 ב' 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!

בשאלון זה 11 עמודים ו-14 עמודי נספחים.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים,

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

בהצלחה!

השאלות

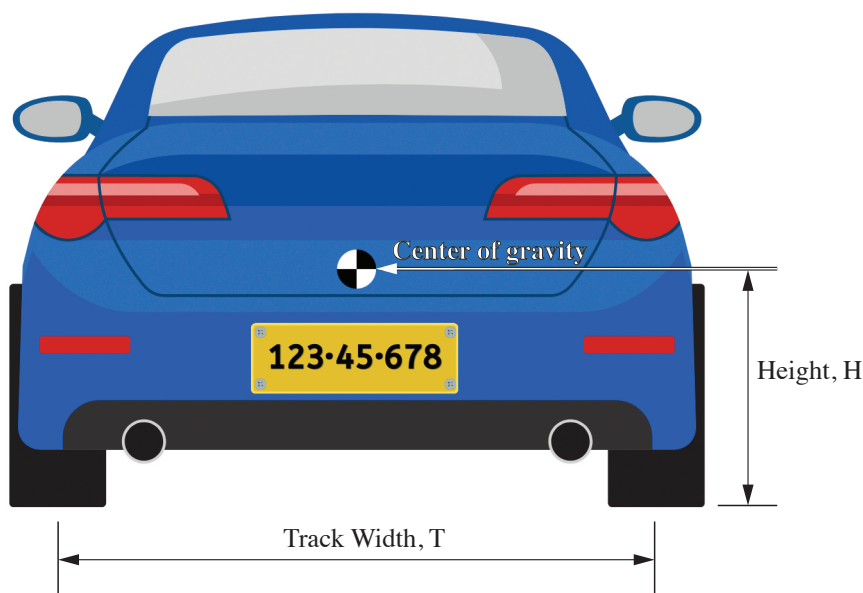
בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם שש-עשרה שאלות.
יש לענות על שאלה אחת מכל פרק ועל שש שאלות נוספות לפי בחירתכם, מהשאלון כולו.
בסך-הכול יש לענות על עשר שאלות.
לכל שאלה – 10 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.

פרק ראשון: הנדסת מערכות רכב ומערכות סיוע לנהג, ADAS

שאלה 1

דירוג חמשת כוכבי הבטיחות של מינהל הבטיחות התחבורה בכבישים המהירים של ארה"ב (NHTSA) מסייע לצרכנים בקבלת החלטות בנוגע לבטיחותם של כלי רכב בעת רכישתם.

אחד המדדים החשובים שמהווה את הבסיס לדירוג הכוכבים נקרא "מקדם יציבות סטטית" (SSF-Static Stability Factor).
הוא מתקבל בבדיקת התנגדות לגלגול (התהפכות) במנוחה, וניתן לחשב אותו על-פי הביטוי המתמטי $SSF = \frac{T}{2H}$.
באיור לשאלה 1 מתוארים שני משתנים המשפיעים על מקדם היציבות הסטטית (SSF) של כלי הרכב.



איור לשאלה 1

- (5 נק')** **א.** הסבירו מהו המשתנה **T** המתואר באיור, ותארו כיצד הוא משפיע על מקדם היציבות הסטטית (SSF) של כלי הרכב ועל יציבותו כאשר הוא בתנועה בכביש מהיר בעקומה חדה.
- (5 נק')** **ב.** הסבירו מהו המשתנה **H** המתואר באיור, ותארו כיצד הוא משפיע על מקדם היציבות הסטטית (SSF) של כלי הרכב ועל יציבותו כאשר הוא בתנועה בכביש מהיר בעקומה חדה.

שאלה 2

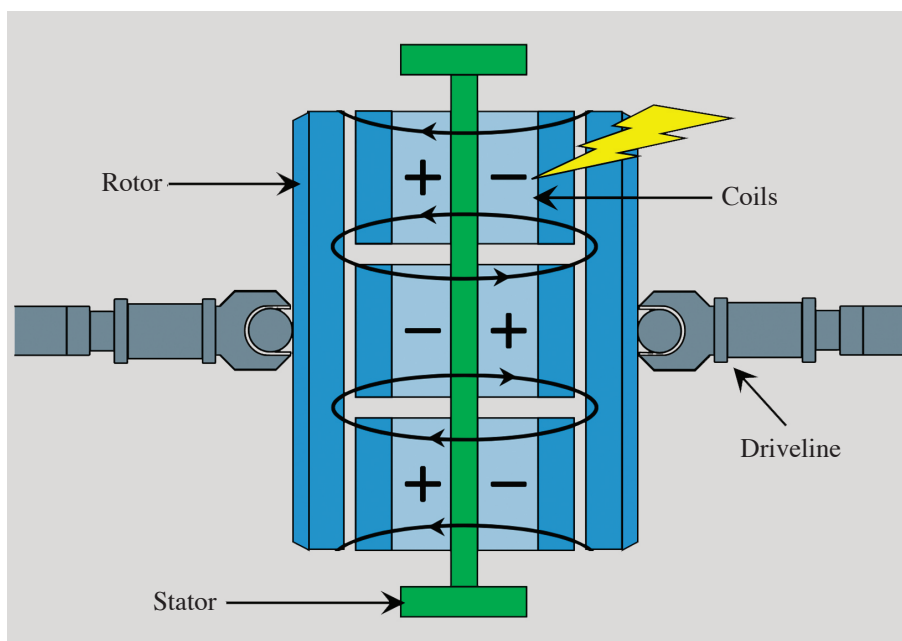
להלן טבלת השוואה בין מערכות מתלים שונות לכלי רכב:

Parameters	Passive Suspensions	Semi-active suspensions	Hydraulic/pneumatic	Electromagnetic active
Structure	Simplest	Complex	Most Complex	Simple
Weight/Volume	Lowest	Low	High	Highest
Cost	Lowest	Low	Highest	High
Ride comfort	Bad	Medium	Good	Best
Handling	Bad	Medium	Good	Best
Reliability	Highest	High	Medium	High
Dynamic	Passive	Passive	Medium	Good

- (5 נק')** **א.** השוו בין מערכת מתלה פסיבית ובין מערכת מתלה אקטיבית **על-פי הפרמטרים הנתונים בטבלה**.
- (5 נק')** **ב.** ציינו **שלושה** יתרונות נוספים, שאינם מצוינים בטבלה, למערכת מתלה אקטיבית, ו**שלושה** סוגי חיישנים שימושיים במערכת מתלה אלקטרו־מגנטית אקטיבית.

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מתואר בלם האטה חשמלי מסוג תלמה.



איור לשאלה 3

- א. (5 נק') ציינו את מיקום יחידת הבלם (מאיט "תלמה") ברכב כבד, ותארו את מבנה יחידת הבלם.
- ב. (5 נק') הסבירו את הצורך בבלם האטה חשמלי מסוג תלמה ואת אופן הפעולה שלו.

שאלה 4

ברכב קיימות מערכות בטיחות פסיביות ואקטיביות.

- א. (5 נק') ציינו שלוש מערכות פסיביות ושלוש מערכות אקטיביות.
- ב. (5 נק') בחזית הרכב מותקנות קורות קריסה. הסבירו בקצרה מה תפקידן ברכב.

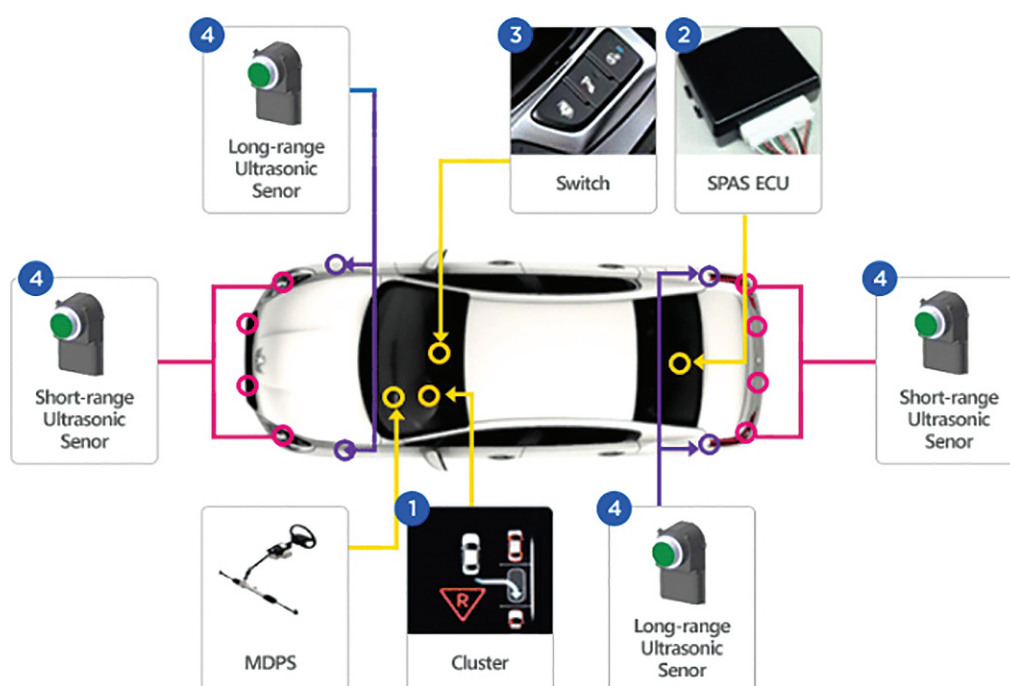
פרק שני: מנועים ומערכות להעברת כוח

שאלה 5

- א. ציינו שלושה רכיבים הכרחיים לצורך פעולתה של מערכת ACC – בקרת שיוט אדפטיבית. (5 נק')
- ב. מה ההבדל בין מערכת בקרת שיוט אדפטיבית ובין מערכת בקרת שיוט פסיבית? (5 נק')

שאלה 6

באיור לשאלה 6 מוצגת במבט על פריסה של מערכת עזר לחניה אוטומטית.



© Komachine. [https://www.komachine.com/en/companies/hyundai-mobis/products/43402-spas-\(smart-parking-assist-system\)-automobile-parts-das-mechatronics](https://www.komachine.com/en/companies/hyundai-mobis/products/43402-spas-(smart-parking-assist-system)-automobile-parts-das-mechatronics)

איור לשאלה 6

- א. ציינו מהם סוגי החיישנים לזיהוי הסביבה המשמשים במערכת המתוארת והיכן הם ממוקמים ברכב. (5 נק')
- הסבירו כיצד מחושב המרחק של החיישן מהגוף הנמדד.
- ב. הסבירו את עקרונות הפעולה של המערכת בזמן חניה אוטומטית, וציינו את תפקידו של הנהג בזמן הפעולה של המערכת. (5 נק')

שאלה 7

במכונת נוסעים מותקן מצמד חיכוך חד־דסקי.

נתונים:

- הקוטר החיצוני של דסקת החיכוך: $D = 18 \text{ cm}$
- הקוטר הפנימי של דסקת החיכוך: $d = 13 \text{ cm}$
- מקדם החיכוך בין הדסקה לחלקי המצמד: $\mu = 0.42$
- מומנט מרבי שהמצמד יכול להעביר בלי שיחליק: $M_{\max} = 120 \text{ Nm}$

(5 נק') א. חשבו את כוח ההידוק הכולל של הקפיץ/הקפיצים במצמד.

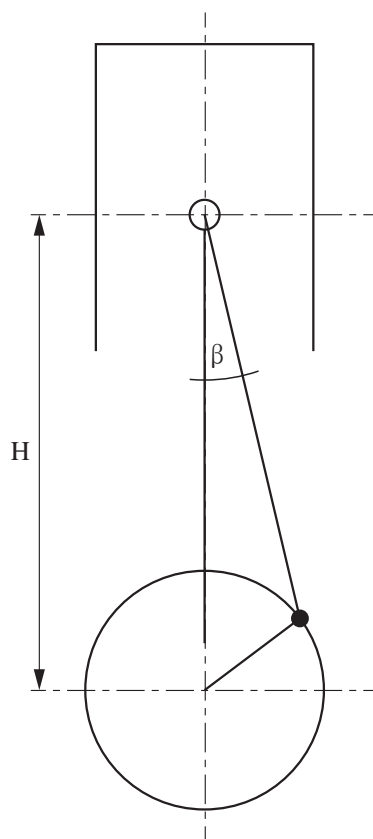
(5 נק') ב. כתבו **שתי** סיבות אפשריות לכל אחת מהתקלות הבאות:

1. מצמד הרכב רועד בזמן שחרור דוושת המצמד וקיים ריתוק בלתי קצוב של הרכב.

2. מצמד הרכב מחליק.

שאלה 8

באיור לשאלה 8 נתון תרשים של מכלול מנגנון הארכובה.



איור לשאלה 8

להלן כמה נתונים של המנוע:

- המרחק בין פין הבוכנה ובין ציר גל הארכובה: $H = 168 \text{ mm}$

- הכוח הפועל על הבוכנה: $F = 7,250 \text{ N}$

- ההספק היעיל של המנוע: $P_e = 170 \text{ kW}$

- זווית הטלטל ביחס לאנך: $\beta = 14^\circ$

(5 נק') א. חשבו את קצב הסיבוב של המנוע ביחידות rpm (סל"ד) כאשר פעולת המנוע יציבה.

(5 נק') ב. 1. הסבירו מהי אי-קציבות של גל ארכובה.

2. ציינו שני גורמים המשפיעים על אי-קציבות של גל הארכובה.

שאלה 9

- (5 נק')** א. 1. מה חסרונו של ממיר מומנט בסיס לעומת המצמד ההידראולי מבחינת הנצילות? בתשובה התייחסו למהירות שיוט.
2. בממיר מומנט מותקן מצמד גישור, שמגשר בין הטורבינה ובין המשאבה (המאיץ). הסבירו מדוע עדיף לגשר בין הטורבינה ובין המשאבה כאשר הרכב מגיע למהירות שיוט.
- (5 נק')** ב. במכונית בעלת ממסרת אוטומטית מותקן ממיר מומנט. כאשר המנוע מסתובב בקצב של 1,900 rpm, המנוע מספק מומנט של 175 Nm. במצב זה נכנס לממסרת ההילוכים מומנט של 240 Nm בקצב של 1,270 rpm.
1. חשבו את החלקת הממיר. כתבו את התשובה באחוזים.
2. חשבו את נצילות הממיר.

שאלה 10

- (5 נק')** א. 1. הסבירו מהי סיכה הידרודינמית של גל ארכובה.
2. ציינו **שלושה** תנאים ליצירת רפד סיכה (טריז סיכה).
- (5 נק')** ב. 1. תארו את תהליך הבדיקה של לחץ השמן במנוע בזמן פעולתו. ציינו בתשובה מהו לחץ השמן הרצוי (בקירוב) במנוע תקין במצב סיבובי סרק ($1,000 \text{ rpm}^{-1}$), ובקצב סיבובים גבוה ($3,000 \text{ rpm}^{-1}$).
2. הגדירו מהי צמיגות של שמן.

פרק שלישי: רכב היברידי ורכב חשמלי

שאלה 11

בהתבסס על הוראת נוהל 146 של משרד התחבורה – טיפול ברכב חשמלי או היברידי והכשרת עובדים.

(5 נק') א. ציינו שני סוגי ציוד ייעודים שמכונאי מוסמך רמה 03 חייב להשתמש בהם על מנת לסמן רכב היברידי/חשמלי בזמן ביצוע תיקונים במערכת מתח גבוה.

(5 נק') ב. אם יש סתירה בין ההנחיות הכתובות בנוהל 146 ובין אלו הכתובות בנתוני יצרן הרכב, על-פי אילו הוראות חייב לפעול מכונאי מוסמך רמה 03? נמקו את התשובה.

שאלה 12

ברכב היברידי משולבים בדרך כלל מנוע בעירה פנימית (תרמי) ומנוע חשמלי. החיבור בין שני המנועים נעשה בשיטות שונות, ובהן חיבור טורי וחיבור מקבילי.

(5 נק') א. הסבירו בקצרה את ההבדל בין רכב היברידי שמנועיו מחוברים בחיבור טורי ובין רכב היברידי שמנועיו מחוברים בחיבור מקבילי.

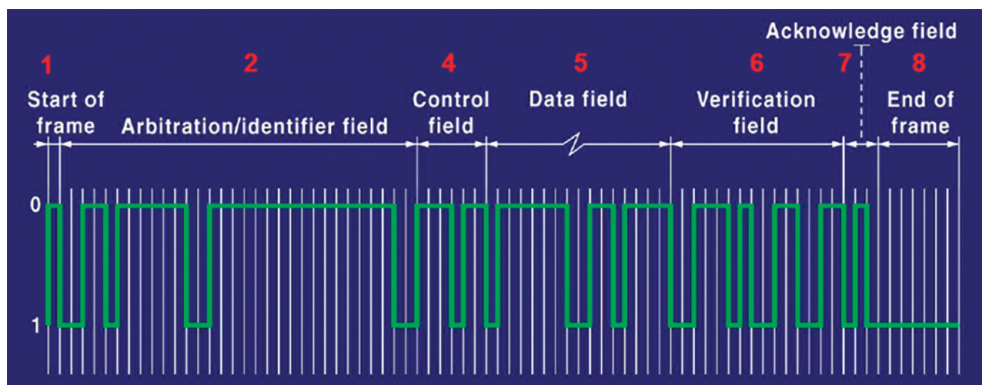
(5 נק') ב. הסבירו בקצרה מהו רכב היברידי plug-in.

פרק רביעי: מערכות תקשורת וסייבר

שאלה 13

רשת תקשורת CAN-bus משמשת להעברת מידע בין יחידות הבקרה השונות ברכב.

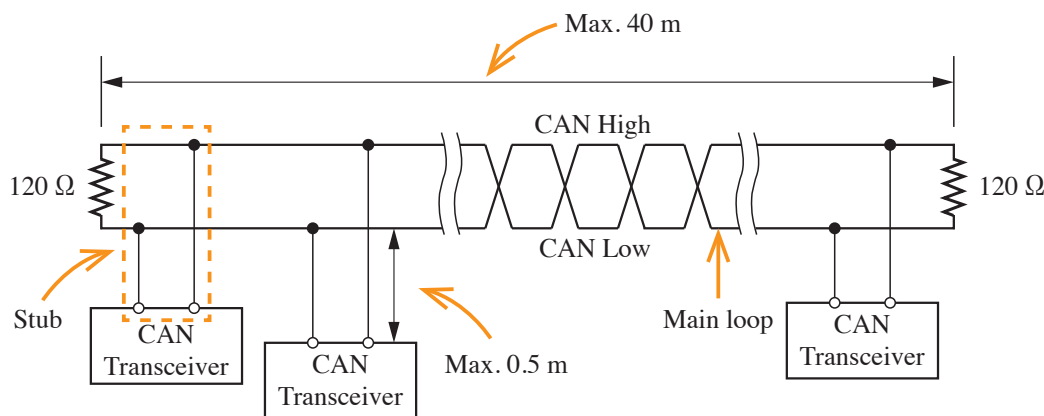
- א. (5 נק') מהו קצב העברת הנתונים המקובל של רשת תקשורת CAN-bus HS (High Speed)?
- ב. (5 נק') באיור לשאלה 13 מוצגת הודעה ברשת תקשורת CAN-bus. מה תפקידם של שדה הודעה מספר 1 ושדה הודעה מספר 5?



איור לשאלה 13

שאלה 14

באיור לשאלה 14 נתון תרשים של מערכת תקשורת CAN-bus.



איור לשאלה 14

- א. (5 נק') מכמה חוטים בנויה מערכת התקשורת CAN-bus, ומה הסיבה לכמות החוטים?
- ב. (5 נק') לפי המתואר באיור לשאלה 14, מהו תחום המתחים בקווי התקשורת CAN Low ו-CAN High ברשת התקשורת CAN-bus?

שאלה 15

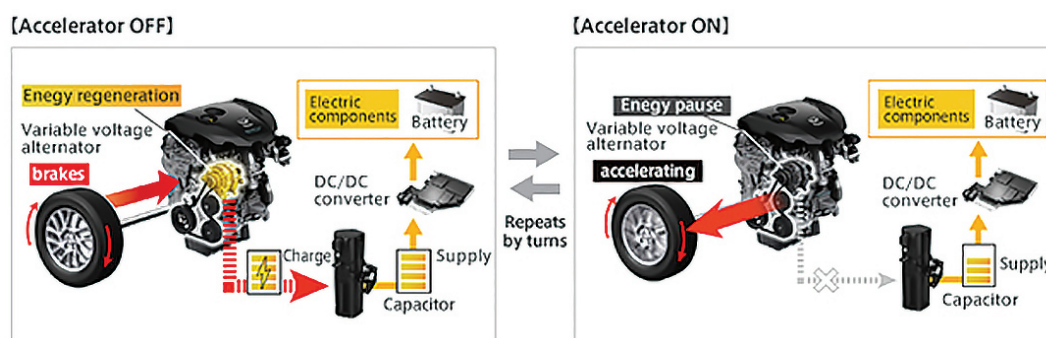
נתונים שני מצברים זהים ותקינים שכתובים עליהם הנתונים הבאים: 12 V , 60 Ah .

א. (5 נק') הסבירו כיצד ישתנה כל אחד משני הנתונים: כאשר מחברים את המצברים בחיבור טורי, וכאשר מחברים אותם בחיבור מקבילי.

ב. (5 נק') על המצבר מצוין נתון נוסף: 600 A . הסבירו מה מציין נתון זה.

שאלה 16

מערכת הטעינה ברכב נהפכה בשנים האחרונות למערכת מבוקרת מחשב כדי לאפשר ניהול אנרגייה חכם וחסכון בדלק. באיור לשאלה 16 מתוארת מערכת טעינה חכמה בשני מצבים: בצד שמאל – בזמן האטת הרכב (בלימת המנוע), ובצד ימין – בזמן האצת הרכב.



<https://www.mazdaoflodi.com/blog/mazda-i-loop-technology/>

איור לשאלה 16

- א. (5 נק') היעזרו באיור והסבירו כיצד מתנהגת מערכת טעינה חכמה בזמן האטת הרכב, ובזמן האצת הרכב.
- ב. (5 נק') הסבירו כיצד מערכת טעינה חכמה ממחזרת אנרגייה בזמן האטת הרכב. בתשובה התייחסו לעיקרון הפיזיקלי.

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

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

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]

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

R - התנגדות [Ω, 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]

ω - מהירות זוויתית [rad/sec]

f - תדירות [Hz]

$$\omega = 2\pi f$$

X_L - היגב השראותי [Ω]

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

X_C - היגב קיבולי [Ω]

$$X_L = \omega L$$

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

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

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

$$F = P \cdot A$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$F = mg \quad \text{כוח הכבידה}$$

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

גודל כוח חיכוך

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

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

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

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

$$W = F_x \Delta x = F \cos \theta \Delta s, \quad \Delta s = |\Delta x|, \quad \Delta s = |\Delta x| \text{ כאשר ובכיוונו}$$

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

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

$$F_s = -kx$$

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
z, z_1, z_2	-	מספר השיניים בגלגל

[RPM]

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

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

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 الحذافة	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 иньекция	initial injection
היגוי הידרולי	نظام التوجيه الهيدرولي	гидравлическое управление руля	hydraulic steering
היגוי כוח	نظام التوجيه المعزز (الباور ستيرنج)	усилитель руля	power steering
הידרומטר	مقياس كثافة السوائل (هيدرومتر)	ареометр	hydrometer
הספק אינדיקטורי	القدرة البيانية (الإندكتورية)	индикаторная мощность	indicated power
הספק יעיל	القدرة الفعالة	эффektivная мощность	efficiency power
התנגדות האוויר	مقاومة الهواء	сопротивление воздуха	air resistance
זרוע הארכובה	ذراع المرفق	кривошипный рычаг	cranck arm
חיישן	مجس	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	كمية الحرارة المنتجة	количество произведенного тепла	amount of produced heat
כמות חום מסולקת	كمية الحرارة المخرجة	количество удаленного тепла	amount of removed heat
לחץ אינדיקטורי ממוצע	متوسط الانضغاط البياني (الإندكتوري)	среднее индикаторное давление	mean indicated pressure
מדחס	ضاغط	компрессор	compressor
ממיר מומנט	محول العزم	гидротрансформатор	torque converter

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
catalytic converter	каталитический конвертер	المُحفِّز الكتليتي (المحوّل الحفزيّ)	ממיר קטליטי
common rail	общая магистраль	المساق المُشترك للديزل	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 البيانيّة (الإنْدِكْتوريّة)	נצילות אינדיקטורית
mechanical efficiency	механический КПД	مُعَامِل الكفاءة الميكانيكيّة	נצילות מכנית
fuse	плавкий предохранитель	مُصْهَر (فيوز)	נתיך
rigid axle	жесткая ось	المِحوَر الصلب	סרן קשיח
calorific value	теплотворная способность	القيمة الحراريّة	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 التَحكُّم	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