

מבחן השלמה למגמת הנדסת תחבורה על-תיכונית

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: שלוש שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים.

בפרק הראשון שתיים-עשרה שאלות, ולכל שאלה – 4 נקודות. באפשרותכם לענות על מספר שאלות כרצונכם, אך סך הנקודות שתוכלו לצבור לא יעלה על 40 נקודות. בפרק השני שש שאלות. עליכם לענות על שלוש מהן לפי בחירתכם. לכל שאלה – 20 נקודות.

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

ד. הוראות מיוחדות:

- בפרק הראשון יש לסמן את התשובות שבחרתם בתשובון שבסוף מחברת הבחינה.
- בטרם תתחילו לענות על השאלות, קראו בעיון את השאלון כולו וודאו שההנחיות בדף השער מובנות לכם.
- ענו על השאלות על-פי הסדר הנראה לכם.
- בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתכם חסר נתון, הוסיפו אותו על-פי שיקול דעתכם ופתרו בעזרתו את השאלה. כתבו בתשובה את הנתון שהוספתם.
- בתשובה על שאלת חישוב, עליכם להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
- בנספח לשאלון מובא נוסחאון בהנדסת תחבורה. תוכלו להיעזר בו בעת הצורך.

כתבו במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונכם לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
כתבו "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. כתיבת טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 10 עמודים ו-12 עמודי נספח.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים,
אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

המשך מעבר לדף

השאלות

פרק ראשון (40 נקודות)

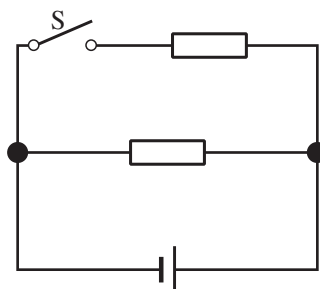
בפרק זה שתיים-עשרה שאלות (לכל שאלה – 4 נקודות).

באפשרותכם לענות על מספר שאלות כרצונכם, אך סך הנקודות שתוכלו לצבור לא יעלה על 40 נקודות.

לכל שאלה ארבע תשובות שרק אחת מהן נכונה. סמנו X בתוך משבצת האות המסמנת את התשובה שבחרתם בתשובון שבסוף מחברת הבחינה. אם תרצו לשנות את תשובתכם, השחירו את משבצת האות שסימנתם וסמנו X במשבצת האות המסמנת את התשובה הנכונה.

שאלה 1

באיור לשאלה מתואר מעגל חשמלי.



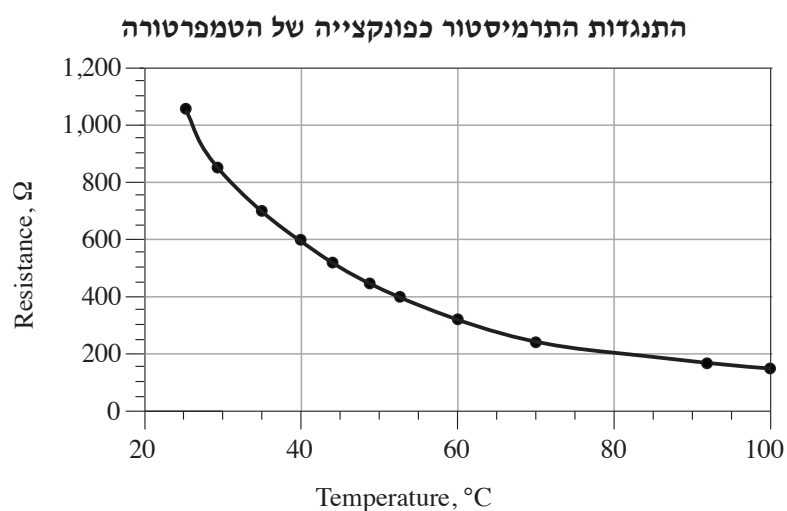
איור לשאלה 1

מה יקרה אם יסגרו את המתג במעגל?

- א. המתח על כל נגד יקטן.
- ב. הזרם שמספק מקור המתח יקטן.
- ג. המתח על כל נגד יגדל.
- ד. הזרם שמספק מקור המתח יגדל.

שאלה 2

באיור לשאלה מתואר גרף תגובה של תרמיסטור.



איור לשאלה 2

לפי הגרף, מה ניתן לומר על הקשר בין ההתנגדות לטמפרטורה?

- א. הקשר ביניהם אינו ליניארי, וכאשר הטמפרטורה עולה ההתנגדות יורדת.
- ב. הקשר ביניהם אינו ליניארי, וכאשר הטמפרטורה עולה ההתנגדות עולה.
- ג. הקשר ביניהם ליניארי, וכאשר הטמפרטורה עולה ההתנגדות יורדת.
- ד. הקשר ביניהם ליניארי, וכאשר הטמפרטורה עולה ההתנגדות עולה.

שאלה 3

למה תגרום הפעלה של ממסר?

- א. **לסגירה** של המגע הרגיל פתוח (NO) ו**לסגירה** של המגע הרגיל סגור (NC).
- ב. **לפתיחה** של המגע הרגיל פתוח (NO) ו**לפתיחה** של המגע הרגיל סגור (NC).
- ג. **לסגירה** של המגע הרגיל פתוח (NO) ו**לפתיחה** של המגע הרגיל סגור (NC).
- ד. **לפתיחה** של המגע הרגיל פתוח (NO) ו**לסגירה** של המגע הרגיל סגור (NC).

שאלה 4

ברכב המצויד במערכת לבקרת שיוט **מסתגלת** נקבע ערך מהירות רצוי של 80 קמ"ש. בעת נסיעה במהירות זו, חיישן הרדאר מזהה רכב הנוסע מלפנים. כיצד תגיב המערכת?

- א. המערכת **תאיץ** את הרכב אם מהירות הרכב שלפניו **גבוהה** מ-80 קמ"ש.
- ב. המערכת **תאט** את הרכב אם מהירות הרכב שלפניו **נמוכה** מ-80 קמ"ש.
- ג. המערכת **תאט** את הרכב, ללא קשר למהירות הרכב שלפניו.
- ד. המערכת **תשמור** על מהירות הרכב (80 קמ"ש) ללא קשר למהירות הרכב שלפניו.

שאלה 5

מהו תפקידו של האינטרוטר במערך ההנעה ההיברידי?

- א. להמיר מתח גבוה למתח נמוך כדי לטעון את סוללת המתח הגבוה
- ב. להמיר מתח נמוך למתח גבוה כדי לטעון את סוללת השירות
- ג. להמיר מתח ישר גבוה למתח חילופין גבוה, וההיפך
- ד. להמיר מתח חילופין נמוך למתח ישר גבוה עבור טעינה רגנרטיבית

שאלה 6

מהן הפעולות שיש לנקוט, מטעמי בטיחות, בעת טיפול ברכב שמותקנות בו כריות אוויר וחגורה עם קדם מותחן?

- א. כיבוי המנוע; ניתוק הדקי המצבר ובידודם; המתנה של 30 דקות או בהתאם להוראות היצרן; ניתוק המחברים ביחידת הבקרה השולטת בכריות האוויר ובקדם מותחן
- ב. כיבוי המנוע וניתוק מתג ההצתה; ניתוק המחברים ביחידת הבקרה השולטת בכריות האוויר ובקדם מותחן
- ג. כיבוי המנוע; לבישת כפפות אשר מבודדות מפני מתח גבוה; ניתוק מחברי החשמל מן הרכיב המטופל
- ד. כיבוי המנוע; חיבור סורק תקלות לשקע ברכב וניתוק מתח על-ידי הסורק; לבישת כפפות אשר מבודדות מפני מתח גבוה הוצאת הנתיק החשמלי מן הרכיב המטופל

שאלה 7

מהו תפקידה של מערכת ABS ברכב?

- א. למנוע סבסוב של כל אחד מגלגלי הרכב במהלך בלימת חירום
- ב. לאפשר נעילה של גלגלי הרכב במהלך בלימת חירום
- ג. למנוע נעילה של גלגלי ההיגוי הקדמיים ברכב בזמן בלימה
- ד. למנוע נעילה של כל אחד מגלגלי הרכב בזמן בלימה

שאלה 8

מגבר הבלם מאפשר:

- א. להקטין את החיכוך הנוצר בין רפידות הבלם לגלגלים בזמן בלימה.
- ב. לחלק את כוח הבלימה בצורה שונה בין גלגלי הרכב.
- ג. להגדיל את כוח הבלימה המופעל על המשאבה המרכזית של מערכת הבלמים.
- ד. לדווח למחשב של מערכת ה־ABS מהו כוח הבלימה שהופעל על כל אחד מן הגלגלים.

שאלה 9

ככל שמקדם החיכוך בין רפידות המצמד לטס הלחץ גדול יותר:

- א. כך הרכב ייסע מהר יותר.
- ב. כך תקטן הנצילות של העברת המומנט.
- ג. כך הרכב ייסע לאט יותר.
- ד. כך תגדל הנצילות של העברת המומנט.

שאלה 10

מהו תפקידו של התרמוסטט במערכת הקירור של המנוע?

- א. לזרז את עליית הטמפרטורה של נוזל קירור המנוע ולהבטיח טמפרטורת עבודה תקינה
- ב. לספק התראה לנהג כאשר הטמפרטורה של נוזל קירור המנוע עולה מעבר למותר
- ג. למנוע התחממות מוקדמת מדי של המנוע ולאפשר קירור מהיר שלו
- ד. להקל את התנעת המנוע בימים קרים

שאלה 11

מהו תפקידה העיקרי של ממסרת ההילוכים ברכב?

- א. לאפשר שינוי בכיוון הסיבוב של גל הארכובה כדי להסיע את הרכב לאחור
- ב. לאפשר שינוי ביחס המסירה בין המנוע לגלגלי הרכב
- ג. לאפשר שינוי בכיוון הסיבוב של המצמד ברכב
- ד. לאפשר שינוי ביחס המסירה בין המצמד למנוע

שאלה 12

במנוע ארבע פעימות (מהלכים) מתקבלת פעימת עבודה:

- א. פעם אחת בכל שני סיבובים של גל הארכובה.
- ב. בכל סיבוב של גל הארכובה.
- ג. פעם אחת בכל ארבעה סיבובים של גל הארכובה.
- ד. פעמיים בכל סיבוב של גל הארכובה.

פרק שני (60 נקודות)

ענו על שלוש מן השאלות 13–18 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 13

במנוע בעירה פנימית פועלת מערכת בקרה בחוג סגור, שתפקידה הוא לבקר את הטמפרטורה של נוזל הקירור. מערכת הבקרה כוללת את הרכיבים האלה:

– מקרן (רדיאטור) שבו עובר נוזל הקירור

– מאוורר חשמלי הצמוד למקרן

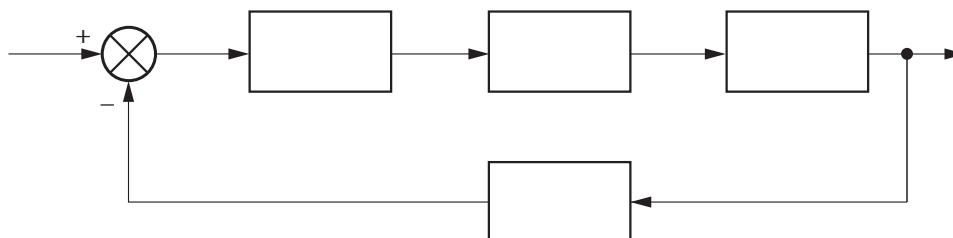
– חיישן טמפרטורה המודד את טמפרטורת נוזל הקירור במקרן

– בקר שנמצא בתוך מערכת ניהול המנוע

חיישן הטמפרטורה מודד את הטמפרטורה של נוזל הקירור ומעביר את המידע לבקר. כאשר הבקר מזהה שהטמפרטורה של נוזל הקירור עברה ערך מסוים, הוא מפעיל את המאוורר החשמלי. המאוורר מזרים אוויר לעבר המקרן וכך גורם להורדת הטמפרטורה של נוזל הקירור.

(10 נק') א. העתיקו למחברתכם את תרשימים המלבנים הנתון באיור לשאלה. כתבו בתוך כל מלבן את שם הרכיב שהוא מייצג במערכת הבקרה.

(10 נק') ב. כתבו במחברתכם מעל כל אחד מששת החצים של התהליך המתואר בתרשימים שהעתקתם, את שם המשתנה שהוא מייצג.



איור לשאלה 13

שאלה 14

לפניכם כמה נתונים של מתנע במנוע בנזין המותקן ברכב פרטי.

– מתח המצבר: 12 וולט

– זרם המתנע הנצרך מהמצבר: 150 אמפר

– קצב הסיבוב של ציר המוצא של המתנע: 4,000 סל"ד

– מספר השיניים בשינן המתנע (בנדיקס / פיניון): 10

– מספר השיניים בגלגל התנופה: 120

(10 נק') א. חשבו את ההספק החשמלי שצורך המתנע.

(10 נק') ב. חשבו את קצב הסיבוב של מנוע הבנזין בזמן ההתנעה.

שאלה 15

בכלי רכב מותקנות מערכות בטיחות שונות המשמשות לשיפור הבלימה של הרכב ולשליטה על יציבותו.

(10 נק') א. מהו תפקידה של מערכת ה־EBD?

(10 נק') ב. מהו תפקידה של מערכת ה־ESP?

שאלה 16

באיור לשאלה מופיע מדחס במערכת מיזוג אוויר ברכב.



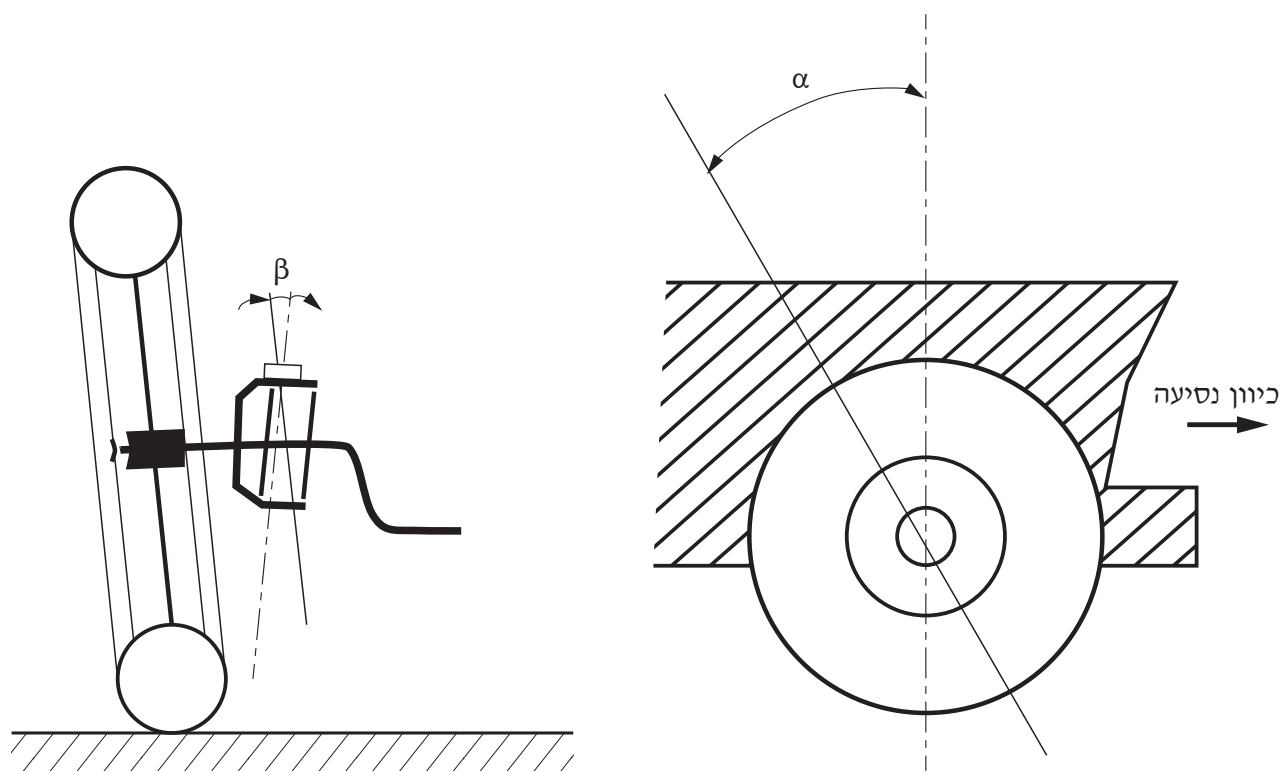
איור לשאלה 16

(10 נק') א. ציינו באילו סוגי כלי רכב (בעירה פנימי / חשמלי / היברידי) מותקן מדחס מהסוג המתואר באיור.

(10 נק') ב. הסבירו מהו תפקידו של ה־Converter ברכב היברידי / חשמלי.

שאלה 17

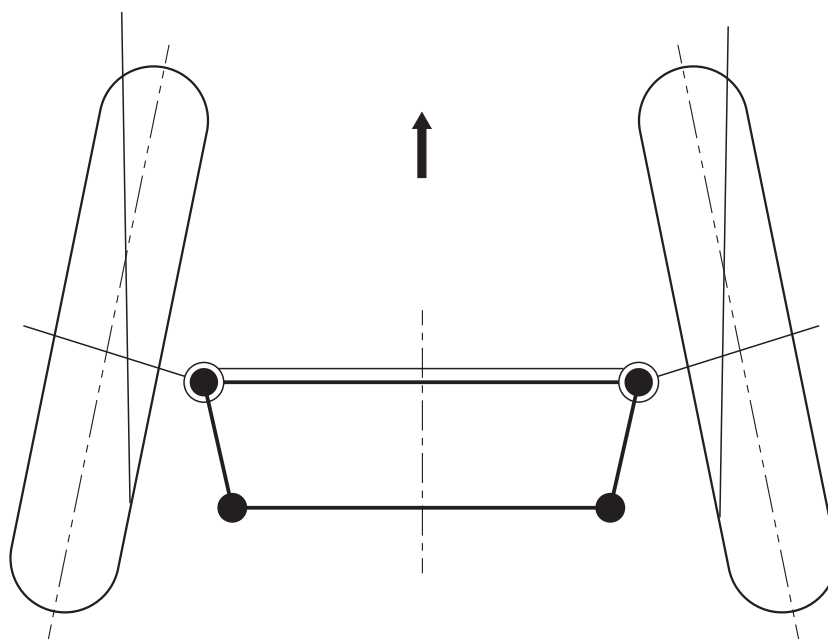
(10 נק') א. באיורים א' ו-ב' לשאלה מוצגות שתי זוויות היגוי. כתבו את שמה של כל אחת מן הזוויות, (α ו- β).



איור ב' לשאלה 17

איור א' לשאלה 17

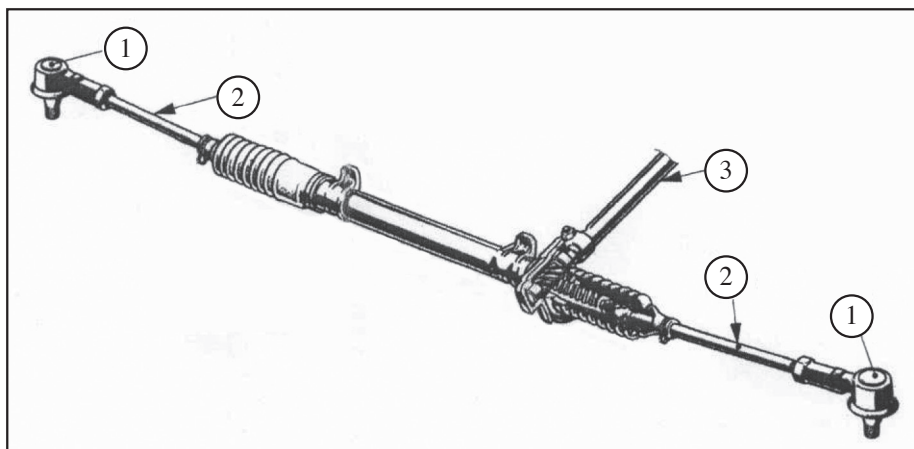
(10 נק') ב. מהו תפקידו של "טרפז ההיגוי" המתואר באיור ג' לשאלה.



איור ג' לשאלה 17

שאלה 18

באיור לשאלה 18 מתואר הגה מסוג מסרק.



איור לשאלה 18

- 10 נק' א. 1. ציינו את שמות החלקים הממוספרים באיור בספרות: 1, 2, 3.
2. לאיזה מן החלקים, 1 עד 3, מתחבר גלגל ההגה?
- 10 נק' ב. כתבו את שמה של זווית ההיגוי שאפשר לכוון באמצעות החלקים 1 ו-2 שבאיור.

בהצלחה!

תרמודינמיקה

מושגים פיזיקליים	יחסי המרה בין יחידות (גורמי הפיכה)
T (°C, °F, K) – טמפרטורה (במעלות צלזיוס, פרנהייט וקלווין)	1 HP = 735.5 Watt
P – לחץ	1 lb = 0.4536 kg
V – נפח	1 bar = 10 ⁵ N/m ² = 10 ⁵ Pa
W – עבודה	1 BTU = 252.2 cal
Q – כמות חום	1 cal = 4.184 J
C – חום סגולי	T [K] = T [°C] + 273
c _v – חום סגולי בנפח קבוע	
c _p – חום סגולי בלחץ קבוע	
γ, k – היחס בין ערכי החום הסגוליים	
m – מסה	
ρ – צפיפות	
η – נצילות	
t – זמן	
P – הספק	
F – כוח	
n – מקדם התהליך	
	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

$$PV = mRT$$

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]

$$\omega = 2\pi f$$

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

X_L	-	היגב השראותי	[Ω]
X_C	-	היגב קיבולי	[Ω]

$$X_L = \omega L$$

חיבור נגדים במקביל

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

חיבור נגדים בטור

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

חישובי מנוע

מושגים פיזיקליים: ממדי מנוע		הספקים	
r	- רדיוס	P (Power)	- הספק
R	- רדיוס הארכובה	P_e	- הספק יעיל
R_d	- רדיוס גלגל (דינמי)	P_i	- הספק אינדיקטורי
R_m	- רדיוס ממוצע בדיסקת החיכוך	P_m	- הספק מכני
d	- קוטר הצילינדר	מושגים תרמיים	
A	- שטח חתך הצילינדר / שטח הבוכנה	T	- טמפרטורה
A_v	- שטח מעבר הגזים	H_u	- ערך קלורי
z	- מספר הצילינדרים	C	- חום סגולי
S	- מהלך הבוכנה	Q	- כמות חום
X	- דרך הבוכנה	נצילות	
ι	- אורך הטלטל	η	- נצילות
H	- המרחק בין פין הבוכנה למרכז גל הארכובה	η_t	- נצילות תרמית
λ	- מקדם הנדסי של מנגנון הארכובה	η_m	- נצילות מכנית
ε	- יחס דחיסה	η_e	- נצילות כללית / יעילה
E	- גמישות	נפחים	
E_d	- גמישות דינמית	V	- נפח
E_k	- גמישות קינטית	V_b	- נפח חלל השריפה
E_e	- גמישות המנוע	V_c	- נפח חלל הדחיסה
כוחות		V_h	- נפח צילינדר אחד
F_r	- כוח התנגדות	V_H	- נפח כלל הצילינדרים
F_a	- כוח התנגדות אוויר		
F_N	- כוח נורמלי		
F_b	- כוח בלימה		

<u>עבודה</u>	
W	- עבודה
B	- תצרוכת דלק כללית
$\dot{V}$	- תצרוכת דלק בליטרים לשעה
<u>מושגים נוספים</u>	
P%	- שיפוע העלייה באחוזים
α	- זווית שיפוע
C_W	- מקדם גרר אווירודינמי
ρ	- צפיפות אוויר
μ	- מקדם חיכוך

<u>מהירויות</u>	
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
ω	- מהירות זוויתית

<u>מומנטים</u>	
M	- מומנט סיבוב/מומנט יעיל
M_{max}	- מומנט מקסימלי
M_e	- מומנט מנוע
M_B	- מומנט בלימה
M_H	- מומנט התהפכות

<u>לחצים</u>	
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 ורכב

$$r_{\text{dyn}} = \frac{D}{2}$$

r_{dyn} – רדיוס דנמי של הגלגל

$$r_{\text{dyn}} = \frac{d}{2} + h$$

D – קוטר הצמיג

h – גובה דופן הצמיג

$$D = 2 \cdot h + d$$

d – קוטר החישוק של הגלגל

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

כמות החום

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

תצרוכת דלק כללית

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

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

תצרוכת דלק סגולית

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

מהירות מקסימלית להחלקה

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

מהירות מקסימלית להתהפכות

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

מהירות זוויתית

$$a_{\text{max}} = \omega^2 R (1 + \lambda)$$

תאוצה מקסימלית

$$a_{\text{min}} = \omega^2 R (1 - \lambda)$$

תאוצה מינימלית

הספקים ונצילות:

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

הספק יעיל

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

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

הספק אינדיקטורי

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

$$F = P \cdot A$$

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)

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

סל"ד מקסימלי

$$n_{\max} = 0.8 \cdot n_c$$

החלקת ממיר

$$S\% = \frac{n_p - n_T}{n_p} \cdot 100$$

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

- סטטי

$$f_k = \mu_k N$$

- קינטי

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

החוק השני של ניוטון

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

צפיפות חומר

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

עבודה של כוח הקבוע בגודלו ובכיוונו כאשר

$$W_{\text{כוללת}} = \Delta E_k$$

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 הכוח שמופעל על הקפיץ
- k קבוע הקפיץ
- x מתיחה או דחיסה של הקפיץ

$$F_s = -kx$$

יחס תמסורת

- i יחס התמסורת
- Z_1, n_1, D_1 שייכים לגלגל המניע
- Z_2, n_2, D_2 שייכים לגלגל המונע

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{r_1}{r_2}$$

$$n = \frac{v}{\lambda} = \frac{f}{\lambda}$$

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