

מבחן השלמה למגמת הנדסת תחבורה על-תיכונית

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: שלוש שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים ובהם חמש-עשרה שאלות.

עליכם לענות על כל השאלות מהפרק הראשון ועל שלוש שאלות נוספות מהפרק השני, לפי בחירתכם. בסך-הכול יש לענות על שלוש-עשרה שאלות.

בפרק הראשון לכל שאלה – 4 נקודות, בפרק השני לכל שאלה 20 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 לשאלון מובא נוסחאון בהנדסת תחבורה. 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 8 עמודים ו-12 עמודי נספחים.

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

בהצלחה!

השאלות

עליכם לענות על כל השאלות מהפרק הראשון ועל שלוש שאלות נוספות מהפרק השני, לפי בחירתכם. בסך-הכול יש לענות על שלוש-עשרה שאלות. בשאלות 1–10 נתונות ארבע תשובות, אך רק אחת מהן נכונה. העתיקו למחברת הבחינה את מספר השאלה, את האות המציינת את התשובה הנכונה, ואת התשובה עצמה.

פרק ראשון (40 נקודות)

ענו על כל השאלות 1–10 (לכל שאלה – 4 נקודות).

שאלה 1

מה קורה בזמן מהלך הדחיסה בצילינדר המנוע?

- א. הנפח גדל.
- ב. הטמפרטורה קטנה.
- ג. הלחץ והטמפרטורה גדלים.
- ד. הלחץ גדל והטמפרטורה קטנה.

שאלה 2

מהם מהלכי הסרק במנוע?

- א. יניקה, דחיסה, עבודה
- ב. יניקה, דחיסה, פליטה
- ג. יניקה, דחיסה, עבודה, פליטה
- ד. יניקה, עבודה, פליטה

שאלה 3

מה תפקיד הסינכרון בתיבת ההילוכים?

- א. למנוע שילוב שני הילוכים בו זמנית.
- ב. למנוע קפיצת הילוך ולשמור על מהירות קבועה.
- ג. לאפשר שילוב הילוך אחורי תוך כדי נסיעה קדימה.
- ד. להשוות את המהירויות הזוויתיות של גלגלי השיניים המשתלבים.

שאלה 4

מהי אחת הסיבות האפשריות לעלייה בטמפרטורת המנוע?

- א. מתח מצבר גבוה מידי.
- ב. יחס דחיסה גבוה מידי.
- ג. תערובת ענייה מידי.
- ד. חור במפלט (אגוז).

שאלה 5

מהו יחס הדחיסה המקובל במנועי בנזין?

- א. 1:8 עד 1:11
- ב. 1:15 עד 1:22
- ג. 15 ק"ג לסמ"ר
- ד. 30 ק"ג לסמ"ר

שאלה 6

נתון: צרכן מחובר למקור מתח דרך מגע רגיל פתוח (N.O. – Normally Open) של הממסר. מה ניתן לומר על הצרכן והממסר המתוארים במשפט הנתון?

- א. הפעלת הממסר גורמת להפסקת הצרכן.
- ב. הפעלת הממסר גורמת להפעלת הצרכן.
- ג. הפעלת הצרכן גורמת להפעלת הממסר.
- ד. הפעלת הצרכן גורמת להפסקת הממסר.

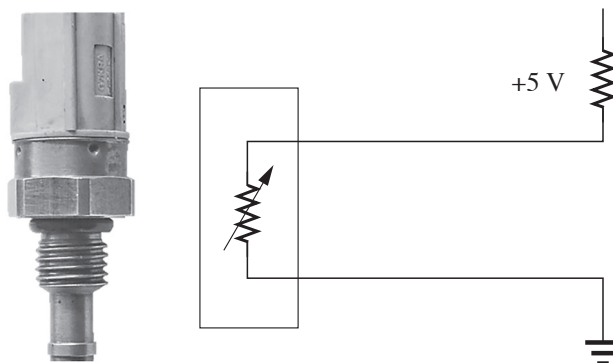
שאלה 7

איפה מותקן המצמד ברכב?

- א. בין גל ההינע ובין הדיפרנציאל.
- ב. בין תיבת ההילוכים ובין גל ההינע.
- ג. בין המנוע ובין תיבת ההילוכים.
- ד. בין המנוע ובין גל ההינע.

שאלה 8

באיור לשאלה 8 מתואר חיישן המחובר למערכת נוזל הקירור ברכב.



איור לשאלה 8

מה נכון לומר לגבי פעולת החיישן?

- א. הקלט של החיישן הוא הטמפרטורה של נוזל הקירור.
- ב. הקלט של החיישן הוא החום של נוזל הקירור.
- ג. הפלט של החיישן הוא הטמפרטורה של נוזל הקירור.
- ד. הפלט של החיישן הוא החום של נוזל הקירור.

שאלה 9

מהו תפקיד מערכת ASR (הידועה גם כמערכת TCS)?

- א. למנוע נעילת גלגלים בעת עצירת חירום של הרכב.
- ב. למנוע היגוי־יתר ותת־היגוי שיכולים להיווצר בעת סיבוב של הרכב.
- ג. למנוע החלקה של הגלגלים המניעים בעת האצה.
- ד. למנוע ירידת לחץ במערכת הבלמים בעת בלימת חירום.

שאלה 10

מערכת בקרת שיוט, השומרת על מהירות הרכב קבועה בכל מצב, פועלת בחוג סגור. מדוע?

- א. כיוון שהיא כוללת חיישן המודד את מהירות הרכב ובקר.
- ב. כיוון שהיא כוללת חיישן סל"ד מנוע המודד את מהירות הסיבוב של המנוע ובקר.
- ג. כיוון שהיא מאפשרת לנהג לקבוע את מהירות הרכב בלחיצת כפתור.
- ד. כיוון שהיא מבצעת פעולות של מדידת מהירות, השוואה ותיקון.

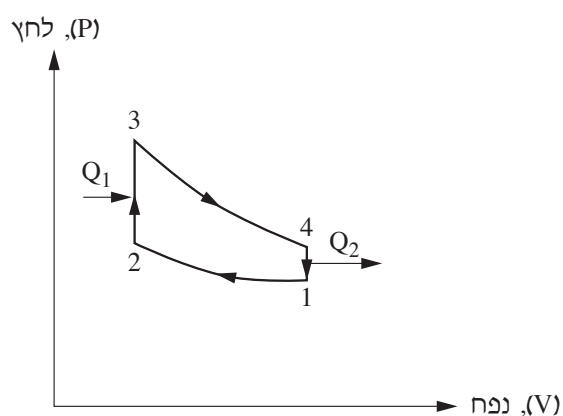
פרק שני (60 נקודות)

ענו על שלוש מבין השאלות 11–15 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 11

באיור לשאלה 11 מתואר "מחזור אוטו" באמצעות גרף של לחץ כתלות בנפח (P-V).

(10 נק') א. המחזור בנוי מארבעה תהליכים. ציינו איזה תהליך מתואר בין כל שתי נקודות המחזור: $1 \rightarrow 2$, $2 \rightarrow 3$, $3 \rightarrow 4$, $4 \rightarrow 1$, והסבירו מה מציינים Q_1 ו- Q_2 בתהליך המתואר בגרף.

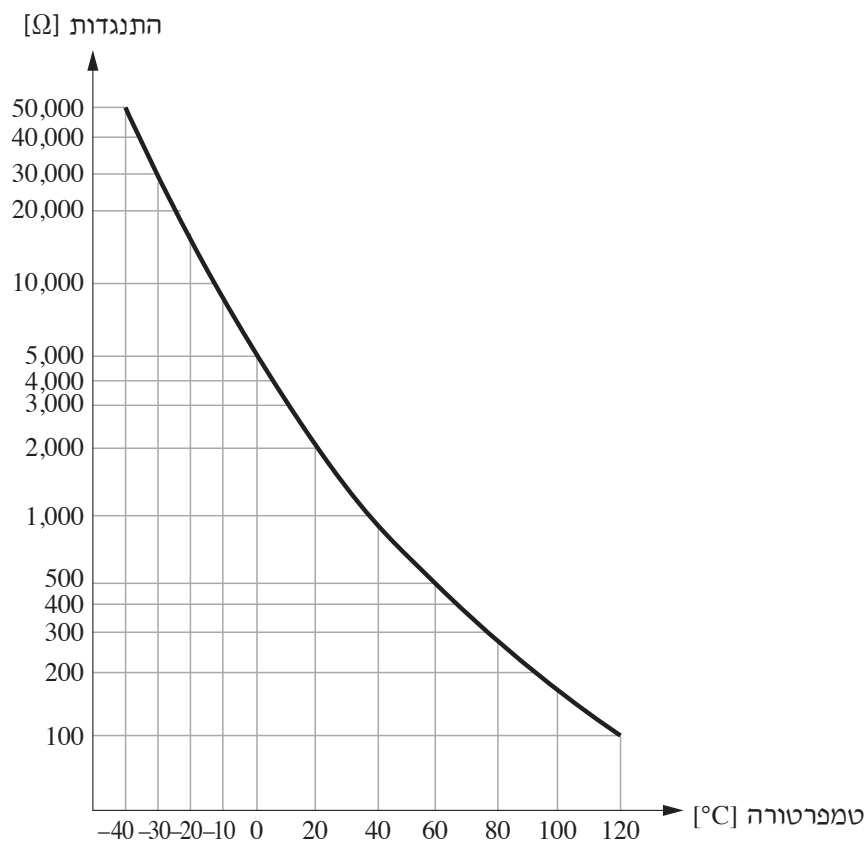


איור לשאלה 11

(10 נק') ב. הנפח של גז בצילינדר הוא 2 מ"ק והלחץ הוא 3 בר. מגדילים את הלחץ ל-14 בר. מה יהיה נפח הגז אם נגדיל את הלחץ ל-14 בר? הניחו שהתהליך מתבצע בטמפרטורה קבועה.

שאלה 12

באיור לשאלה 12 נתון גרף המתאר את תגובתו של חיישן טמפרטורת נוזל קירור.



איור לשאלה 12

א. (10 נק') קבעו האם כאשר הטמפרטורה של נוזל הקירור עולה, התנגדות החיישן יורדת או עולה. נמקו את הקביעה.

ב. (10 נק')

1. בכמה משתנה התנגדות החיישן כאשר הטמפרטורה של נוזל הקירור עולה מ-40°C ל-60°C ?

2. בכמה היא משתנה כאשר הטמפרטורה עולה מ-60°C ל-80°C ?

3. האם יחס השינוי של התנגדות החיישן קבוע?

שאלה 13

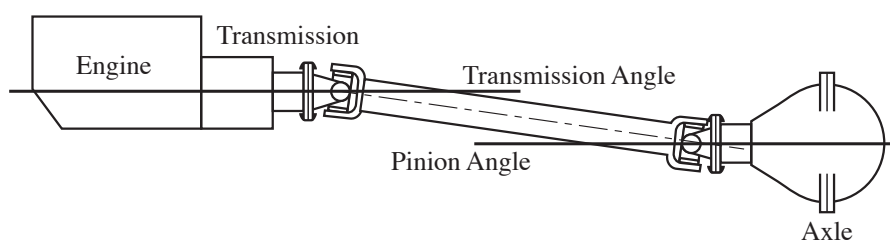
(10 נק') א. הסבירו את המושגים הבאים:

1. חפיפת שסתומים
2. מספר סטן (cetane)
3. צמיגות שמן
4. מקדם עודף אוויר
5. ערך קלורי של דלק

(10 נק') ב. נתון מנוע בעל 6 צילינדרים. קוטר הצילינדר $d = 86.5 \text{ mm}$, מהלך הבוכנה $S = 79.7 \text{ mm}$. חשבו את נפח המנוע הכולל ביחידות סמ"ק ובליטרים.

שאלה 14

באיור לשאלה 14 מתוארת מערכת העברת כוח ברכב.



Transmission Angle - vs - Pinion Angle

איור לשאלה 14

(10 נק') א. הסבירו את תפקידו העיקרי של גל ההינע ואת תפקידם של המפרקים המותקנים בקצותיו. בתשובה התייחסו להרכבת שני מפרקים.

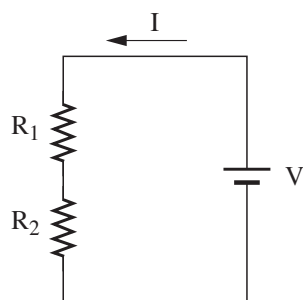
(10 נק') ב. כתבו את שמות הרכיבים/מונחים הבאים **בעברית**, והסבירו את תפקידו של רכיב/מונח מספר 3.

1. Engine
2. Transmission
3. Axle
4. Drive Shaft
5. Transmission Angle
6. Axle Angle

שאלה 15

א. (10 נק') באיור א' לשאלה 15 מתואר מעגל חשמלי.

נתון: $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 4 \Omega$, $I = 2 \text{ A}$



איור א' לשאלה 15

חשבו את המתח הכללי, V , במעגל.

ב. (10 נק') באיורים ב' ו-ג' לשאלה 15 מתוארים שני סוגי דיודות: דיודה רגילה ודיודת זנר.



איור ג' לשאלה 15



איור ב' לשאלה 15

1. כתבו על פי הסימון החשמלי איזה סוג דיודה מתואר באיור ב' ואיזה סוג דיודה מתואר באיור ג'.

2. הסבירו מהו ההבדל העיקרי בעקרון הפעולה בין דיודת זנר ובין דיודה רגילה.

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 בویل-מריוט)

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

תהליך אדיאבטי (תיאורטי)

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

תהליך פוליטרופי (מעשי)

חשמל

חוק אוהם

$$V = I \cdot R$$

R - התנגדות אוהם

I - זרם אמפר

V - מתח וולט

הספק חשמלי

הספק בזרם ישר

$$P = U \cdot I$$

P - הספק [W, וואט]

U - מתח [V, וולט]

I - זרם [A, אמפר]

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

R - התנגדות [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

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

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

$$F = P \cdot A$$

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)

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