

הוראות לדף הנוסחאות



הוראות הדפסה!

את הדף יש להדפיס עם שוליים מותאמים
אישית ברוחב 0.5 בכל צד.

ב WORD, יש לבחור בלשונית הדפסה את
חלון השוליים, לבחור שוליים מותאמים אישית
ולשנות ל 0.5 בכל הכיוונים

עריכה:

בדף הכנסנו כמה שיותר הסברים, נוסחאות ותמונות. אם מספר העמודים חורג ממספר
העמודים המותר בבחינה ניתן לערוך את קובץ ה WORD ולהוריד הסברים מורחבים,
תמונות או נוסחאות טריוויאליות. ניתן גם כמובן להוסיף הסברים שלכם או נוסחאות.

בכל מקרה מומלץ מאוד לעבור על הדף לפני המבחן!! הוא גם סיכום של החומר.

אין להוריד את הסמל של GOOL או כל סימן מסחרי אחר!!

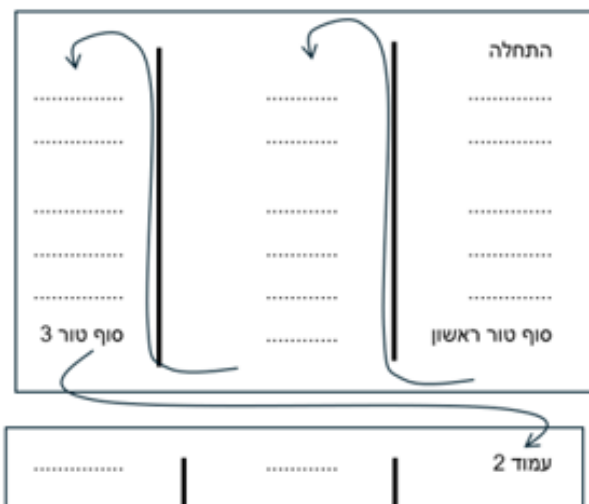
מבנה הדף:

הדף בנוי משלושה טורים.

ההתחלה היא בפינה הימנית העליונה.

בסוף הטור הראשון עוברים לטור השני באותו
עמוד (ולא לעמוד הבא). בסוף הטור האחרון
עוברים לטור הראשון (הימני) בעמוד הבא.

ניתן לשנות את כיוון הפריסה לרוחב, זה יוצר
מראה יותר מרווח על חשבון מספר עמודים.

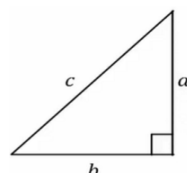


כל הזכויות שמורות למני גבאי ולאתר GOOL

הדף מיועד לכל שימוש שאינו מסחרי ובפרט לשימוש מרצים, מורים, סטודנטים ותלמידים
בקורסים שונים, ניתן לערוך את הדף אך יש להשאיר סימונים של אתר גול.

פונקציות טריגונומטריות

GOOL



$$\sin \alpha = \frac{a}{c} = \frac{\text{ניצב שמול}}{\text{יתר}}$$

$$\cos \alpha = \frac{b}{c} = \frac{\text{ניצב ליד}}{\text{יתר}}$$

$$\tan \alpha = \frac{a}{b} = \frac{\text{ניצב שמול}}{\text{ליד ניצב}}$$

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}; \cot \alpha = \frac{b}{a} = \frac{\text{ניצב שמול}}{\text{ליד ניצב}} = \frac{1}{\tan \alpha}$$

$$a^2 + b^2 = c^2$$

$\sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha$	$\cos(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha$	$90^\circ - \alpha$
$\tan(90^\circ - \alpha) = \cot \alpha$	$\cot(90^\circ - \alpha) = \tan \alpha$	
$\sin(90^\circ + \alpha) = \cos \alpha$	$\cos(90^\circ + \alpha) = -\sin \alpha$	$90^\circ + \alpha$
$\tan(90^\circ + \alpha) = -\cot \alpha$	$\cot(90^\circ + \alpha) = -\tan \alpha$	
$\sin(180^\circ - \alpha) = \sin \alpha$	$\cos(180^\circ - \alpha) = -\cos \alpha$	180°
$\tan(180^\circ - \alpha) = -\tan \alpha$	$\cot(180^\circ - \alpha) = -\cot \alpha$	$-\alpha$
$\sin(-\alpha) = -\sin \alpha$	$\cos(-\alpha) = \cos \alpha$	$-\alpha$
$\tan(-\alpha) = -\tan \alpha$	$\cot(-\alpha) = -\cot \alpha$	
$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$		2α
$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 1 - 2 \sin^2 \alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1$		
$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \sin \beta \cos \alpha$		$\alpha \pm \beta$
$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$		

GOOL

משוואת הקו הישר

משוואת הקו הישר: $y = mx + n$

הישר עם ציר ה- x הוא $m = \frac{dy}{dx} = \tan \alpha$ כאשר α היא הזווית של הישר עם ציר ה- x . n היא נקודת חיתוך עם ציר ה- y .

מרחק בין שתי נקודות: $d^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2$

GOOL

משוואת הפרבולה

משוואת הפרבולה: $y = ax^2 + bx + c$

a חיוב הפרבולה מחייכת, שלילי בוכה.

קודקוד הפרבולה: $x_{\text{קודקוד}} = -\frac{b}{2a}$

נוסחת השורשים: $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

GOOL

מבוא פיזיקלי

חוקי חזקות: $(ab)^c = a^c b^c$; $a^b a^c = a^{b+c}$

מעברים בין יחידות: $(a^b)^c = a^{bc}$; $\frac{1}{a^b} = a^{-b}$

קילו (k) זה 1000: $1km = 1000m$; $1kg = 1000gr$

מילי (m) זה $\frac{1}{1000}$ לדוגמה: $1mm = \frac{1}{1000}m$

ומיליגרם $1mg = \frac{1}{1000}gr$

ליטר: $1liter = 1000cm^3$

קוב: $1000m^3 = 1000liter$

שנת אור היא המרחק שהאור עושה בשנה: $1lightyear = 9.4608 \cdot 10^{15}m$

GOOL

צפיפות

צפיפות נפחית: $\rho = \frac{M}{V}$; צפיפות משטחית: $\sigma = \frac{M}{S}$

צפיפות אורכית: $\lambda = \frac{M}{l}$

V, S, l הם נפח שטח ואורך הגוף בהתאמה

GOOL

תנועה בקו ישר

העתק- השינוי במיקום הגוף: $\Delta x = x_2 - x_1$

דבר- אורך כל המסלול שעשה הגוף, סימון באות S

מהירות ממוצעת או קבועה: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$

המיקום כתלות בזמן במהירות קבועה: $x(t) = x_0 + v(t - t_0)$

גרפים: גרף המיקום במקרה של תנועה במהירות קבועה יהיה קו ישר. שיפוע הגרף הוא המהירות.

גרף המהירות במקרה של מהירות קבועה הוא קו ישר אופקי.

השטח מתת לגרף המהירות הוא ההעתק, עובדה זו נכונה גם עבור מהירות לא קבועה.

השטח החיובי מתחת לגרף המהירות הוא הדרך

תאוצה קבועה או ממוצעת: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$

מהירות כתלות בזמן בתנועה בתאוצה קבועה: $v(t) = v_0 + a(t - t_0)$

כאשר v_0 היא המהירות בזמן t_0 (בדרי"כ רגע תחילת התנועה)

מיקום כתלות בזמן בתנועה בתאוצה קבועה: $x(t) = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2$

כאשר x_0 ו v_0 הן המיקום והמהירות בזמן t_0 (בדרי"כ רגע התחלת התנועה)

נוסחה נוספת המקשרת בין המהירות למיקום (ללא תלות בזמן) בתאוצה קבועה: $v_f^2 = v_i^2 + 2a(x_f - x_i)$

גרפים: התאוצה היא השיפוע בגרף של המהירות כתלות בזמן. השטח מתחת לגרף של התאוצה כתלות בזמן שווה לשינוי המהירות. הגרף של המיקום כתלות בזמן בתאוצה קבועה הוא פרבולה. תאוצה חיובית פרבולה מחייכת, תאוצה שלילית פרבולה עצובה.

דינמיקה - חוק I ו II של ניוטון

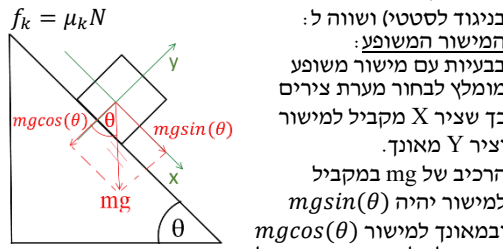
החוק הראשון של ניוטון: אם גוף נע במהירות קבועה בקו ישר (או במנוחה) אז סכום הכוחות עליו מתאפס ולהפך. החוק השלישי של ניוטון: לכל כוח שגוף אחד מפעיל על גוף שני (כוח פעולה) הגוף השני חייב להפעיל כוח בחזרה (כוח תגובה) השווה בגודלו והפוך בכיוונו.

שימו לב!! הכוחות פועלים על שני גופים שונים ולכן לא יהיו באותו תרשים כוחות.

חיכוך סטטי: פועל כאשר הגוף במנוחה (ביחס למשטח המגע). כיוונו מנוגד לכיוון שקול הכוחות. גודלו משתנה בהתאם לכוחות הפועלים.

ערך מקסימלי: $f_s \leq \mu_s N$ או $f_{s,max} = \mu_s N$

חיכוך קינטי: פועל כאשר הגוף בתנועה (ביחס למשטח המגע). גודלו קבוע (אינו תלוי במהירות או בכוחות האחרים)



דינמיקה - חוק II של ניוטון

חוק II של ניוטון: $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$

בגלל שהשוויון וקטורי צריך שיהיה שוויון בכל ציר בנפרד. כלומר: $\Sigma F_y = ma_y$, $\Sigma F_x = ma_x$

בבעיות עם מספר גופים נעשה תרשים כוחות וחוק שני לכל גוף בנפרד. אח"כ נוסיף את הקשר בין התאוצות של הגופים.

קפיצים

חוק הוק - הכוח שמפעיל קפיץ: $F = -k\Delta x$

Δx התארכות ממצב הרפוי של הקפיץ (מסומן גם ב Δl)

k הוא קבוע הקפיץ ותלוי בחומר ממנו עשוי הקפיץ

חיבור בטור	חיבור במקביל
$\frac{1}{k_{eff}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$	$k_{eff} = k_1 + k_2$

אלסטיות

חוק הוק: $F = k\Delta l$

F הכוח שפועל על הגוף. Δl התארכות ממצב רפוי

k קבוע פורפורציה

מודול יאנג: $\Delta l = \frac{1}{Y} \frac{F}{A} \Delta l$

או $Y = \frac{F/A}{\Delta l/l_0}$

Y מודול יאנג, קבוע שתלוי בסוג החומר

Δl התארכות l_0 אורך במצב רפוי

A שטח חתך. $\frac{F}{A}$ מאמץ מתחה. $\frac{\Delta l}{l_0}$ מעוות

מודול יאנג / מודול האלסטיות בגיגה פסקל ($10^9 Pa$): נילון 2-4. אלומיניום 69. ברונזה 103-124. ברזל ופלדה 210-190. יהלום 1050-1200. $(Pa = N/m^2)$

מאמץ גזירה Shear: $\Delta l = \frac{1}{S} \frac{F}{A} \Delta l$

או $S = \frac{F/A}{\Delta l/l_0}$

S מודול גזירה

מאמץ גזירה Shear: $S = \frac{F/A}{\Delta l/l_0}$

או $S = \frac{F/A}{\Delta l/l_0}$

S מודול גזירה

F/A - מאמץ גזירה. $\Delta l/l_0$ - מעוות גזירה.

מאמץ גזירה Shear בגיגה פסקל ($10^9 Pa$): אלומיניום 25. ברזל ופלדה 80. עצם אדם 80.

מודול הנפח Bulk Modulus: $B = -\frac{\Delta P}{\Delta V/V_0}$

V_0 - נפח במצב שיווי משקל. ΔV שינוי הנפח. ΔP שינוי בלחץ, לחץ הוא כוח ליחידת שטח $P = \frac{F}{A}$

מודול הנפח Bulk Modulus בגיגה פסקל ($10^9 Pa$): אלומיניום 70. ברזל ופלדה 140. גרניט 45. מים 2.

אלכוהול 1. כספית 2.5. אוויר 10^{-4} .

שביחה

מאמץ מקסימאלי של (מתחת, כיווץ, גזירה) במגה פסקל ($10^6 Pa$): פלדה (250,500,500). אלומיניום (200,200,250). בטון (2,20,2). עץ (5,35,40). נילון (00,00,500). עצם (00,170,130).

עבודה ואנרגיה

העבודה שמבצע כוח קבוע או כוח ממוצע: $W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{x} = F \Delta x \cos \alpha$

כאשר α היא הזווית בין הכוח להעתק

כוח שפועל במאונך לתנועה (למהירות) אינו מבצע עבודה.

אם הגוף לא נע העבודה אפס (לכן חיכוך סטטי אינו מבצע עבודה).

אנרגיה קינטית: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

העבודה הכללית (כולל הכוחות המשמרים) שווה לשינוי באנרגיה קינטית: $W_{\Sigma F} = \Delta E_k$

האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית: $U_g = mgh$

h זה הגובה של הגוף. ניתן לבחור גובה אפס שרוצים.

העבודה שמבצע כוח הכובד שווה לשינוי באנרגיה הפוטנציאלית הכובדית: $W_g = -\Delta U_g$

האנרגיה הפוטנציאלית האלסטית (האנרגיה של קפיץ): $U_{el} = \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$

k הוא קבוע הקפיץ

Δx היא התארכות מהמצב הרפוי (לפעמים מסומן ב Δl)

האנרגיה הכללית היא האנרגיה הקינטית של הגוף ועוד סך כל האנרגיות הפוטנציאליות: $E = E_k + U = \frac{1}{2}mv^2 + mgh + \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$

*בשוויון השני רשמנו את האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית והאלסטית. תיאורטית יכולות להיות עוד אנרגיות פוטנציאליות אבל זה מאוד נדיר בקורס הזה.

משפט עבודה אנרגיה: $E_i + W_{NC} = E_f$ או $W_{NC} = \Delta E$

E_i ו- E_f הם האנרגיות הכלליות בהתחלה ובסוף.

W_{NC} היא העבודה שנעשתה על ידי הכוחות הלא משמרים בתהליך שבין נקודת ההתחלה לסוף.

נוסחה לשינוי בגובה של מטוטלת: $h = l(1 - \cos \theta)$



h - הגובה מהתחתית

l - אורך החוט

θ - זווית ביחס לאנך מהתקרה.

חום (Q): האנרגיה הנוצרת מחיכוך קינטי.

כמות החום שנוצרת בתהליך שווה לעבודה של כוח החיכוך הקינטי (והפוכה בסימן, כי העבודה שמבצע החיכוך הקינטי על הגוף שלילית)

$Q = -W_{f_k}$

ניתן לחשב את החום שנוצר גם מהשינוי באנרגיה הכללית של הגוף.

הספק (P): העבודה שנעשית ביחידת זמן.

ההספק של כוח קבוע או הספק ממוצע: $P = \frac{W}{\Delta t}$

היחידה הסטנדרטית של הספק היא Watt (W) והיא שווה לגאול חלקי שניה.

יחידת נוספת היא כוח סוס (Hp): $1Hp = 746Watt$

נוסחה נוספת להספק: $P = \vec{F} \cdot \vec{v}$

בנוסחה יש מכפלה סקלרית של הכוח במהירות הגוף.

הנוסחה נכונה גם להספק רגעי (ולא רק להספק ממוצע או קבוע)

טמ' והתפשטות תרמית

יחידת מסה אטומית: $1u = 1.6605 \cdot 10^{-27}kg \approx m_p$

מסת האטום ביחידת מסה אטומית: $m_a \approx A \cdot 1u$

A - מספר המסה (מסר הפרוטונים והנויטרונים בגרעין)

מעבר מפרנהייט לצלזיוס: $T(^{\circ}C) = \frac{5}{9}[T(^{\circ}F) - 32]$

חוק הגז האידיאלי

לחץ: $P = \frac{F}{A}$

F - כוח. A - שטח עליו פועל הכוח.

הלחץ שמפעיל נוזל בנקודה מסוימת: $P = \rho_l gh$

h - גובה הנוזל מעל אותה הנקודה. ρ_l - צפיפות הנוזל.

- הלחץ של נוזל תלוי רק בגובה הנוזל (ובסוג הנוזל) ולא בכמות הנוזל.

לחץ אטמוספרי:
 $1 \text{ atm} = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
לחץ שלילי (תת לחץ): הוא לחץ יחסי (נמדד ביחס ללחץ אטמוספרי) ונמוך מהלחץ האטמוספרי.
לחץ אבסולוטי: הוא הלחץ שנמדד ביחס ללחץ אפס מוחלט (כאשר הכוח הוא אפס).

מעבר מצלזיוס לקלווין:
 $T(K) = T(^{\circ}C) + 273.15$
מספר אבוגדרו:
 $N_A = 6.02 \cdot 10^{23}$

כמות של N_A חלקיקים (אטומים או מולקולות) נקראת **מול** (mol) של החומר

מסה מולרית (המסה של מול אחד, או מספר אבוגדרו של חלקיקים):
 $M_{\text{mol}} = N_A \cdot m_a$

m_a - מסה אטומית. N_A - מספר אבוגדרו.
המסה המולרית שווה למסה האטומית רק בגרם במקום ביחידת מסה אטומית

הקשר למסת כל החומר:
 $m = N \cdot m_a = n \cdot M_{\text{mol}}$
 n - מספר המולים בחומר. N - מספר החלקיקים הכולל
 m - מסת כל החומר. M_{mol} - המסה המולרית.
מסה מולקולרית: לפעמים הכוונה למסה של מולקולה אחת בחומר. ולפעמים למסה של מול אחד של מולקולות בחומר (כמו המסה המולרית רק של מולקולות).
משוואת המצב של גז האידיאלי:

$PV = nRT$ (או $PV = NkT$)
לחץ אבסולוטי. V - נפח. T - טמפרטורה בקלווין.

n - מספר המולים בחומר.
 N - מספר החלקיקים הכולל בגז (אטומים או מולקולות)
 $R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} = 0.0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} = 1.99 \frac{\text{cal}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$
קבוע בולצמן $k = \frac{R}{N_A} = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$

- הנוסחה תקפה כל עוד הלחץ בסדר גודל של לחץ אטמוספרי או פחות והטמפרטורה רחוקה מהטמפרטורה בה הגז הופך לנוזל (טמפרטורת הרתיחה)

Standard Temperature and Pressure - STP:
 $T = 0^{\circ}C = 273 \text{ K}$, $P = 1 \text{ atm} = 101,325 \text{ Pa}$

חום וחוק הראשון של התרמודינמיקה
 $1 \text{ cal} / 1 \text{ kcal}$ היא כמות החום הדרושה בשביל להעלות גרם /קילוגרם של מים במעלה אחת (צלזיוס):

$1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$
 $1 \text{ kcal} = 4.186 \text{ kJ}$ (או Cal עם C גדולה)
אנרגיה פנימית - סך האנרגיות של כל המולקולות בחומר.

אנרגיה פנימית של גז אידיאלי מונואטומי:
 $E_{\text{int}} = \frac{3}{2} nRT$

אנרגיה פנימית של גז אידיאלי דו-אטומי:
 $E_{\text{int}} = \frac{5}{2} nRT$

n - מספר המולים של החומר. T - טמפרטורה.

חישוב חום:
 $Q = mc\Delta T$

m - מסת הגוף. c (קטנה) קיבול החום **הסגולי** (קיבול חום של יחידת מסה) תלוי רק בסוג החומר. ΔT - שינוי בטמפרטורה.

C (גדולה) קיבול החום הכולל של הגוף: $C = mc$

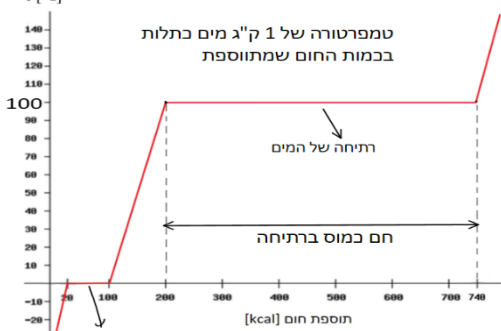
קיבול חום סגולי c בטמפרטורה $20^{\circ}C$ ובלחץ 1 atm

חומר	$c \text{ [J/(kg} \cdot ^{\circ}C)]$	$c \text{ [cal/(g} \cdot ^{\circ}C)]$
אלומיניום	900	0.22
אלכוהול (אתילי)	2400	0.58
נחושת	390	0.093
זכוכית	840	0.20
ברזל / פלדה	450	0.11
עופרת	130	0.031
שיש	860	0.21
כספית	140	0.033
כסף	230	0.056
עץ	1700	0.40
קרח ($-5^{\circ}C$)	2100	0.50
מים נוזליים ($15^{\circ}C$)	4186	1.00
קיסור ($110^{\circ}C$)	2010	0.48
גוף האדם (מוצק)	3470	0.83

חום כמס: חום שהולך לשינוי מצב הצבירה של החומר ואינו משנה את הטמפרטורה:
 $Q = m \cdot L$

Q - החום הכמס בחומר. m - מסת הגוף.

L - חום כמס ליחידת מסה (תלוי בחומר ונמצא בטבלה).



חומר	נק' היתוך ($^{\circ}C$)	L_f היתוך (kJ/kg)	נק' רתיחה ($^{\circ}C$)	L_v אידוי (kJ/kg)
חמצן	-219	14	-183	210
חנקן	-210	26	-195.8	200
אתנול	-114	104	78	850
אמוניה	-117	33	-33.4	137
מים	0	333	100	2260
עופרת	327	25	1750	870
כסף	961	88	2193	2300
ברזל	1808	289	3023	6340
טונגסטן	3410	184	5900	4800

החוק הראשון של התרמודינמיקה:
 $\Delta E_{\text{int}} = Q - W$
או בצורה רחבה יותר: $\Delta U + \Delta E_k + \Delta E_{\text{int}} = Q - W$

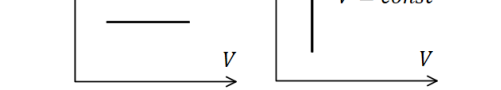
ΔE_{int} - שינוי באנרגיה פנימית.
 Q - חום. אם חום נכנס למערכת אז Q חיובי ואם חום יוצא מהמערכת אז Q שלילי.
 W - עבודה שנעשית מכל סיבה אחרת. אם המערכת מבצעת עבודה אז W יהיה חיובי ואם מתבצעת עבודה על המערכת אז W יהיה שלילי.
תהליך איזותרמי (טמפרטורה קבועה):
מתרחש כאשר המערכת צמודה למאגר חום גדול והתהליך הוא קוויזיסטטי (מאוד איטי)

$T = \text{const} \Rightarrow \Delta E_{\text{int}} = 0 \Rightarrow Q = W$

תהליך אדיאבטי (אין מעבר חום $Q = 0$):
מתרחש אם המערכת מבודדת מאוד או אם התהליך מהיר ואז חום (שזורם לאט בדר"כ) לא מספיק לעבור.

$Q = 0 \Rightarrow \Delta E_{\text{int}} = W$

תהליך איזוברי (לחץ קבוע) ותהליך איזוכורי (נפח קבוע):



חישובי העבודה שנעשית בשינוי נפח:
 $W = \int P dV$

- הנוסחה נכונה לגזים, נוזלים ומוצקים.

- העבודה היא גם השטח מתחת לגרף $P(V)$

- בתהליך איזוכורי העבודה מתאפסת (כי אין שינוי נפח).

- בתהליך איזוברי העבודה שווה $P\Delta V$ כי הלחץ קבוע ולא צריך אינטגרל.

- גז בתהליך איזותרמי נעשה אינטגרל ונציב $P = \frac{nRT}{V}$

קיבול חום לגזים:
גזים קיבול החום משתנה בהתאם לתהליך

$Q_V = nC_V\Delta T$
 $Q_P = nC_P\Delta T$

n - מספר המולים של החומר.

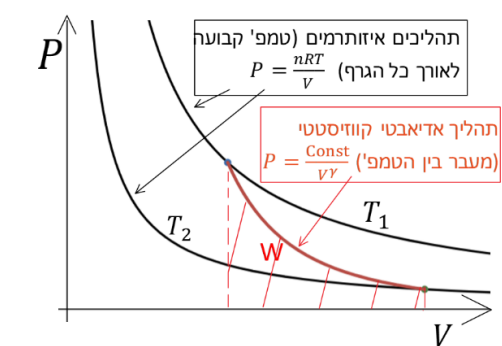
C_P/C_V (גדולה) - קיבול חום בנפח/לחץ קבוע **למול** (בניגוד ל C גדולה במוצקים ונוזלים, שם קיבול כל המסה)

$C_V = m_{\text{mol}}c_V$; $C_P = m_{\text{mol}}c_P$

c_P/c_V - קיבול חום בנפח/לחץ קבוע (ליחידת מסה)

$M_T = nm_{\text{mol}}$ - מסה מולרית

הפרש קיבולי החום תמיד קבוע:
 $C_P - C_V = R$
גז בתהליך אדיאבטי קוויזיסטטי (מאוד איטי) נעשה אינטגרל ונציב $P = \frac{\text{const}}{V^\gamma}$



התפשטות חופשית: תהליך שבו גז מתפשט במרחב בצורה **אדיאבטית ומבלי לעשות עבודה**.

אי אפשר לצייר התפשטות חופשית בדיאגרמת $P-V$ מכיוון שמשני המצב לא מוגדרים במהלך ההתפשטות (הגז עדיין לא תופס את כל הנפח של הכלי והלחץ לא אחיד)

הולכה הסעה וקרירה
GOOL

הולכה - מעבר אנרגיה על ידי התנגשויות בין המולקולות

קצב הולכת חום:
 $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = kA \frac{(T_1 - T_2)}{l}$

k - מוליכות תרמית - תלוי בסוג החומר
 A - שטח חתך. l - אורך

R-value:
 $R = \frac{l}{k}$

- תלוי גם בגודל החומר ולא רק בסוג.
- ערכים גבוהים מסמלים מבודד טוב.

הסעה - מעבר חום באמצעות תנועה של המולקולות בחומר.

קרירה: מועברת דרך גלים אלקטרומגנטיים, אינו דורש תווך.

משוואת סטפן בולצמן (קצב החום הנפלט מגוף ע"י קרינה):
 $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \epsilon \sigma A T^4$

$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4}$ קבוע סטפן-בולצמן

A שטח הפנים של הגוף הפולט. T - הטמפרטורה של הגוף הפולט. ϵ - קירון (אמיסיביות) $0 < \epsilon < 1$, תכונה של פני הגוף שקורן. גופים שחורים, לדוגמה פחם, $\epsilon \approx 1$

מתכות מבריקות $\epsilon \approx 0$. האמיסיביות זהה לקליטה ופליטה.

הנטו של קצב פליטת הקרינה (פליטה פחות קליטה) הוא:
 $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \epsilon \sigma A (T_1^4 - T_2^4)$

T_1 - הטמפרטורה של הגוף הפולט.
 T_2 - הטמפרטורה של הסביבה.
קרינת שמש:

הקבועה סולרי הוא $1350 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$. האטמוספירה יכולה לספוג עד 70% מהקרינה. ביום בהיר נעריך את הקבוע כ 1000 וכמות החום שגוף סופג מקרינת השמש:

$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \left(1000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}\right) \epsilon A \cos \theta$

θ - הזווית בין האנך למשטח של הגוף ובין קרני השמש.

החוק השני של התרמודינמיקה
GOOL

החוק השני לפי קלאוזיוס: חום זורם בצורה ספונטנית מהגוף החם לגוף הקר, חום לא זורם ספונטנית מהגוף הקר לגוף החם.

מנועי חום: $Q_H = W + Q_L$

Q_H - כמות החום שיוצאת מהמאגר החם.

Q_L - כמות החום שנכנסת אל המאגר הקר.

W - העבודה שהמנוע מבצע על הסביבה.

- שימו לב: כל הסימנים חיוביים!
 T_H ו- T_L נקראות טמפרטורות העבודה

נצילות:
 $\eta = \frac{W}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$

- לא קיים מכשיר שיש לו נצילות 100% (גם ניסוח לחוק) **תהליך הפך** תהליך שמתבצע באיטיות אינפיניטסימלית (או בצורה קוויזיסטטית) כך שניתן לתארו כסדרה של מצבי שינוי משקל, וניתן לבצעו בכיוון ההפוך כאשר העבודה והחום שנעשים בכיוון ההפוך שווים לעבודה והחום שנעשו בכיוון המקורי.

מאגר חם - T_H
מאגר קר - T_L
מנוע

חוק הראשון של התרמודינמיקה
GOOL

מנוע קרנו:

השטח שסגור בתוך הלולאה שווה לעבודה נטו שנעשית על ידי המנוע.

נצילות:

$$\eta_{קרנו} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

הטמפי בקלווין!

השטח שסגור בתוך הלולאה שווה לעבודה נטו שנעשית על ידי המנוע.

מורכב מתהליכים הפיכים ולכן לא קיים במציאות, ניתן רק לשאוף אליו.

משפט קרנו: לכל המנועים ההפיכים שפועלים באותן

טמפרטורות עבודה T_H ו- T_L קבועות יש אותה הנצילות. לכל מנוע בלתי הפיך שפועל תחת אותן טמפרטורות עבודה קבועות, תהיה נצילות נמוכה מזו.

מנוע בעירה: דלק נכנס ב-

A. כיוון אדיאבטי עד ל B.

הצתה ושריפה של הדלק לפני שהבוכנה עולה. תהליך מהיר שנוצר חום אבל הנפח לא

משתנה עדיין. CD הגז

החם מתפשט אדיאבטי ומרחיב את הנפח ועושה עבודה. DA נפתח שסתום וחום נפלט לסביבה.

מקדם יעילות מקרר/ מזגן:

$$COP = \frac{Q_L}{W} = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L}$$

$$COP_{ideal} = \frac{T_H}{T_H - T_L}$$

מקדם יעילות משאבת חום:

$$COP = \frac{Q_H}{W}$$

תמיד גדול מאחד

אנטרופיה

GOOL

אנטרופיה - מדד לאי סדר

של המערכת

שינוי באנטרופיה בתהליך הפיך ובטמפרטורה קבועה:

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

$$\Delta S = \int \frac{dq}{T}$$

אם הטמפרטורה לא קבועה אז:

האנטרופיה היא משתנה מצב, השינוי באנטרופיה במעבר של המערכת ממצב אחד לאחר אינו תלוי בתהליך.

אם התהליך לא הפיך אפשר לחשב את השינוי באנטרופיה בתהליך אחר, הפיך, שמתחיל ומסתיים באותם מצבים.

החוק השני במונחים של אנטרופיה:

האנטרופיה של מערכת מבודדת תמיד עולה (תהליך בלתי הפיך) או נשארת קבועה (תהליך הפיך).

אם האנטרופיה הכוללת של מערכת והסביבה שלה כתוצאה מתהליך טבעי:

$$\Delta S_T = \Delta S_{sys} + \Delta S_{env} > 0$$

פרשנות סטטיסטית לאנטרופיה והחוק השני מצב מיקרוסקופי: מה המיקום והמהירות של כל מולקולה בחומר.

מצב מקרוסקופי: מתואר על ידי משתנה מצב כלליים לכל המערכת כמו - לחץ, נפח, טמפרטורה ומספר המולים.

$$S = k \ln \Omega$$

האנטרופיה כתלות מספר המצבים: k - קבוע בולצמן

Ω - פונקציה המתארת את מספר המצבים המיקרוסקופיים המתאימים לאותו מצב מקרוסקופי.

הידרוסטטיקה

GOOL

זורמים: נוזלים וגזים (כל חומר שיכול לזרום)

צפיפות (מסה חלקי נפח):

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

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

מוצקים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

צפיפות נוזלים

צפיפות גזים

$$P = \frac{F}{A}$$

לחץ:

F - גודל הכוח הממוצע למשטח. A - שטח.

הלחץ הוא סקלר. יחידות ב SI: $1Pa = 1N/m^2$

- זורמים מפעילים לחץ בכל הכיוונים.

- עבור גוף במנוחה, הלחץ זהה מכל הכיוונים.

- אם אין זרימה אז הלחץ מאונך לדופן,

- רכיב מקביל לדופן יגרום לזרימה.

הלחץ בעומק h בתוך נוזל(בעל צפיפות אחידה): $P = \rho gh$

*הנוסחה היא ללחץ שפועל מהנוזל בלבד, לחישוב הלחץ

המוחלט יש להוסיף את הלחץ בפני הנוזל.

לחץ בזורם בעל צפיפות משתנה:

$$P(y_2) - P(y_1) = - \int_{y_1}^{y_2} \rho g dy$$

לחץ אטמוספרי:

$$P_0 = 1.013 \cdot 10^5 Pa = 101.3 kPa = 1atm$$

$$1bar = 10^5 Pa$$

לחץ יחסי (הלחץ ביחס ללחץ האטמוספרי): $P = P_0 + P_G$

P - לחץ אבסולוטי. P_0 - לחץ אטמוספרי. P_G - לחץ יחסי.

עקרון פסקל: אם לחץ חיצוני מופעל על זורם תחום אז

הלחץ בכל נקודה בזורם גדל באותה ערך.

מערכת הידראולית:

$$F_{out} = \frac{A_{out}}{A_{in}} F_{in}$$

כוח ציפה:

$$F_b = \rho_l V g$$

ρ_l - צפיפות הזורם. V - נפח הגוף.

GOOL

הידרודינמיקה

זרימה למינרית (שכבתית): זורם הנע בשכבות מקבילות ללא הפרעה בין השכבות.

זרימה טורבולנטית (עירבולית): זרימה באופן לא מסודר ואקראי. בדרכ מכילה מערבולות שנקראות זרמי אדי.

איבוד אנרגיה גבוה.

ספיקה מסית Q_m (המסה של הזורם שעוברת דרך שטח חתך ביחידת זמן):

$$Q_m = \frac{\Delta m}{\Delta t} = \rho A v$$

ρ - צפיפות הזורם, A - שטח חתך, v - מהירות הזורם.

ספיקה נפחית Q_V (נפח הזורם העובר דרך שטח חתך ביחידת זמן):

$$Q_V = \frac{\Delta V}{\Delta t} = A v$$

במצב יציב הספיקה לא משתנה לאורך הזרימה:

$$Q_{m_1} = Q_{m_2}$$

$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

עבור זורם לא דחיס $\rho_1 = \rho_2$ ואז המשוואה $A_1 v_1 = A_2 v_2$ עקרון ברנולי: הלחץ הפוך למהירות הזורם

משוואת ברנולי:

$$\frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 + P_1 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2 + P_2$$

$$\frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h + P = const$$

או הנחות למשוואת ברנולי: 1. הזרימה למינרית ובמצב יציב.

2. הנוזל אינו דחיס. 3. אין חיכוך (אין צמיגות)

חוק טוריצייל: מהירות הזרימה של נוזל דרך חור בתחתית של מיכל מלא בגובה h, זהה למהירות שצובר גוף בנפילה

חופשית מאותו הגובה h : $v = \sqrt{2gh}$

צינור ונטורי:

