

הוראות לדף הנוסחאות



הוראות הדפסה!

את הדף יש להדפיס עם שוליים מותאמות 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.

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

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 בטמפ'.

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

קיבול חום סגולי c בטמפרטורה $20^\circ C$ ובחץ $1 atm$

חומר	$c [J/(kg \cdot ^\circ C)]$	$c [cal/(g \cdot ^\circ C)]$
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 (ממוצע)	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: $\Delta E_{int} = Q - W$

או בצורה רחבה יותר: $\Delta U + \Delta E_k + \Delta E_{int} = Q - W$

ΔE_{int} - שינוי באנרגיה פנימית.

Q - חום. אם חום נכנס למערכת אז Q חיובי ואם חום יוצא מהמערכת אז Q שלילי.

W - עבודה שנעשת 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)

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

תהליך אדיאבטי (אין מעבר חום 0): $Q = 0$

מתרחש אם המערכת מבודדת מאד או אם התהליך מהיר ואז חום (שזורם לאט בדרכו) לא מספיק לעבור.

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

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

איזוברי
 $P = const$

איזוכורי
 $V = const$

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

הנוסחה כנונה 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:

בגזים 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)

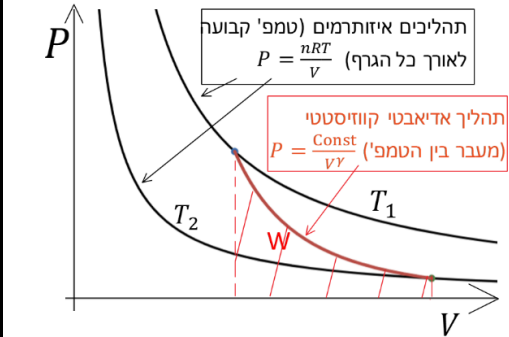
$C_V = m_{mol}c_V$; $C_P = m_{mol}c_P$

C_P/C_V - קיבול חום בנפח/לחץ קבוע (ליחידת מסה)

$M_T = nm_{mol}$ - מסה מולרית

הפרש קיבולי החום ממיד קבוע: $C_P - C_V = R$

גז בתהליך אדיאבטי קוויזיסטטי (מאוד איטי) נעשה אינטגרל ונציב $P = \frac{const}{V^\gamma}$



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

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

הולכה הסעה וקרינה

הולכה - מעבר אנרגיה על ידי התנגשויות בין המולקולות

קצב הולכת חום:

k - מוליכות תרמית - תלוי בסוג החומר

A - שטח חתך. l - אורך

R-value:

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

הסעה - מעבר חום באמצעות תנועה של המולקולות בחומר.

קרינה - מועברת דרך גלים אלקטרומגנטיים, אינו דורש תווך.

משוואת סטפן בולצמן (קצב החום הנפלט מגוף ע"י קרינה):

$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \epsilon \sigma A T^4$

ϵ - הפולט. $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$

A שטח הפנים של הגוף הפולט. T - הטמפרטורה של הגוף הפולט. ϵ - קירור (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 $\frac{1350}{m^2 \cdot s}$. האטמוספירה יכולה לספוג עד 70% מהקרינה. ביום בהיר נעריך את הקבוע כ 1000 וכמות החום שגוף סופג מקרינת השמש:

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

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

החוק השני של התרמודינמיקה

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

לגוף החם: $Q_H = W + Q_L$

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 שיווי משקל, וניתן לבצעו בכיוון ההפוך כאשר העבודה והחום שנעשים בכיוון ההפוך שווים לעבודה והחום שנעשו בכיוון המקורי.

מנוע קרנו:

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

נצילות:

$\eta_{קרנו} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$

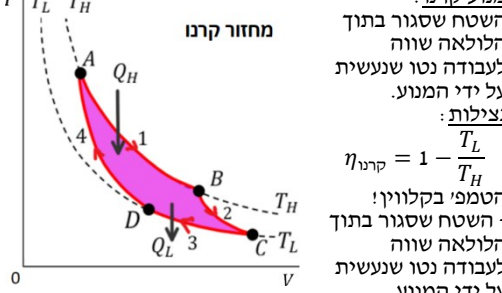
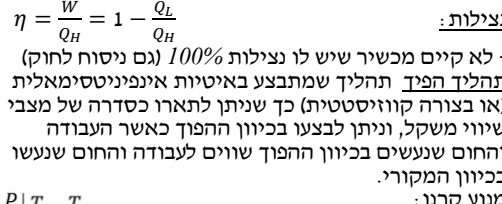
הטמפ' בקלווין! השטח שסגור בתוך הלולאה שווה לעבודה נטו שנעשית על ידי המנוע.

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:

A - כיוון אדיאבטי עד ל B . BC הצתה ושריפה של הדלק לפני שהבוכנה עולה. תהליך מהיר שנוצר חום אבל הנפח לא משתנה עדיין. CD הגז החם מתפשט אדיאבטית ומרחיב את הנפח ועושה עבודה. DA נפתח שסתום וחום נפלט לסביבה.



מקדם יעילות מקרר/מזגן:

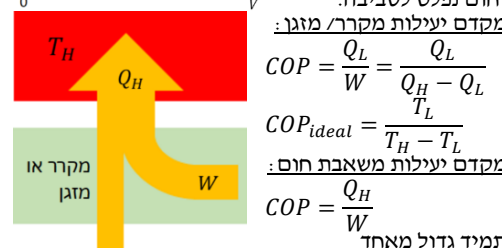
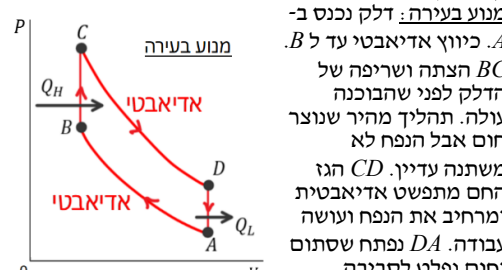
$COP = \frac{Q_L}{W} = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L}$

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

מקדם יעילות משאבת חום:

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

תמיד גדול מאחד



אנטרופיה

אנטרופיה - מדד לאי סדר של המערכת

שינוי באנטרופיה בתהליך הפיך ובטמפרטורה קבועה:

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

אם הטמפרטורה לא קבועה אז:

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

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).

או, 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.

האנטרופיה כתלות מספר המצבים:

$S = k \ln \Omega$

k - קבוע בולצמן

