

כיתה ח - יחידה - פיזיקה תרמו-דינמיקה

תרמו דינמיקה

נושא מתוך הפיזיקה הקלאסית המתאר את האנרגיה של חומר מסוים או מערכת, וכיצד הוא עובר או מתקבלת.

התרמו דינמיקה חוקרת את הקשר שבין טמפרטורה, לחץ ונפח של חומרים.

חשוב לציין שחום עובר רק ממקום למקום קר יותר

הגדרות

מערכת - חלק מהמרחב התחום במעטפת מוגדרת היטב.

מערכת פתוחה - מערכת שבה חומר יכול לעבור בין הסביבה למערכת.

מערכת סגורה - מערכת שבה חומר אינו יכול לעבור בין הסביבה למערכת, אך אנרגיה יכולה לעבור ביניהן.

מערכת מבודדת - מערכת שבה לא מתאפשר מעבר הן של חומר והן של אנרגיה בין הסביבה למערכת.

אינטראקציה - סוג ההשפעה של המערכת על הסביבה ולהפך.

שיווי משקל - מצב שאינו ניתן לשינוי בלי אינטראקציה עם הסביבה. במצב שיווי משקל אין שינוי בתכונות המקרוסקופיות של המערכת.

טמפרטורה - מדד לאנרגיה הקינטית שיש במערכת או בחומר, הטמפרטורה הנמוכה האפשרית היא -273°C

אנרגיה - יכולת של מערכת לבצע פעולה, ביצוע פעולה נקראת עבודה

נמדדת על ידי גאול או קלוריה

קלוריה (סימן מקוצר: Cal) היא יחידת מידה לחום ואנרגיה.

כמות האנרגיה הדרושה לחמם 1 גרם מים במעלת צלזיוס אחת, בלחץ של אטמוספירה אחת (בטמפרטורה של $15^{\circ}\text{C} - 14^{\circ}\text{C}$)

נהוג להשתמש בימנו במילה קלוריה אך הכוונה היא לקילו קלוריה Cal שהיא 1000 קלוריות cal

חשוב לציין ש-1 קילו קלוריה = 4.2 ג'אול

© כל הזכויות שמורות לגיא קורן, אין להפיץ או להעתיק תרגילים או חלק מהם ללא אישור מגיא קורן

אנרגיה פנימית - היא סך האנרגיה הקינטית ופוטנציאלית של מערכת (חומר), הנובעת מתנועת החלקיקים יחסית למרכז המסה ואינטראקציה של בניהם, כמו כן כוללת גם את האנרגיה החשמלית וקשרים הכימיים שבין החלקיקים.

את האנרגיה הפנימית לא ניתן לחשב בכל מצב ומצב של המערכת, אך ניתן לחשב את השינוי באנרגיה המושפע מהשינוי בחום של המערכת ובעבודה שנעשתה על המערכת, לפי החוק הראשון של התרמו-דינמיקה.

את האנרגיה הפנימית מודדים ביחידות של קלוריה או ג'ול.

האנומליה של המים - בשונה מרוב החומרים, כאשר מים (נוזל) קופאים לקרח (מוצק) נפחם גדל, כלומר צפיפות המולקולות קטן משקלם הסגולי קטן.

למעשה נפח המים גדל בכ-10% כאשר הופך לקרח וזאת הסיבה לכך שקרח צף על פני מים.

שינוי זה קורה עקב סידור ייחודי של מולקולות המימן והחמצן של המים. חומרים נוספים המתרחבים במעבר מנוזל למוצק הם עופרת, ניאון ועוד.

דוגמה

- צפיפות קרח ב- 0° - 0.917 גרם לסמ"ק
- צפיפות מים ב- 0° - 0.998 גרם לסמ"ק
- ב- 4° צפיפות המים מרבית: 1 גרם לסמ"ק

קיבול חום סגולי c

קיבול חום של גוף הוא כמות החום (האנרגיה) הדרושה כדי להעלות את הגוף במעלת צלזיוס אחת.

את קיבול חום הסגולי של חומרים שונים אנו מודדים בטמפרטורת החדר ובלחץ אטמוספירי

חום כמוס (באנגלית: Latent heat) מתאר את כמות האנרגיה בצורה של חום הדרושה לחומר מסוים כדי לעבור מעבר פאזה.

בדרך כלל מתארים שני סוגי חום כמוס: זה הנחוץ לשם התכה וזה הדרוש לשם אידוי.

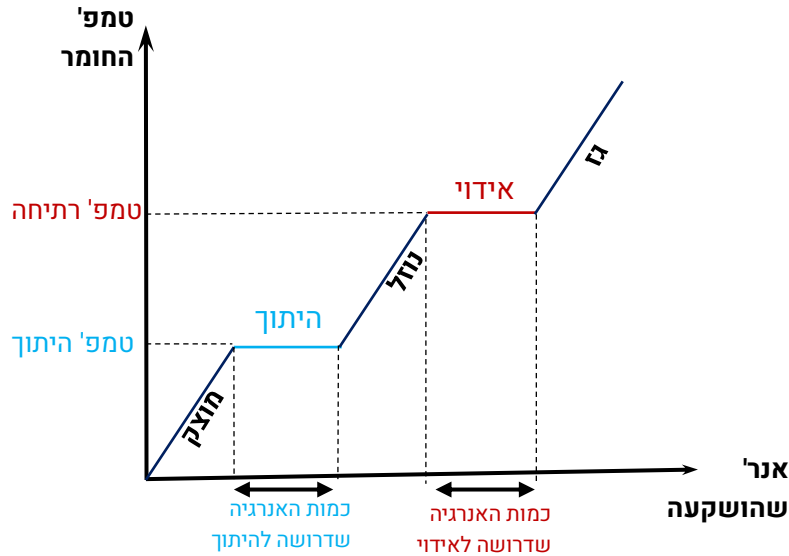
$$L = \frac{Q}{m}$$

מחושב על ידי

לכן לדוגמה כאשר מחממים מים עד לטמפרטורה של $c100$ ולאחר מכן ממשיכים לחמם, עד שלא נעמיק למים את החום הכמוס הדרוש, מים לא יהפכו לאדים והטמפרטורה שלהם תישאר על 100

החום הכמוס תלוי בקשר שבין חלקיקי החומר, ככך שהקשר יותר חזק, כך גדל גם החום הכמוס של חומר.

כמו כן גם טמפרטורת הריתוך והאידיוי משתנות לפי תנאי הסביבה



האפס המוחלט - $c273$ או $-F459.6$, או 0 בקלווין.

זאת הטמפרטורה הכי נמוכה האפשרית על פי החוק 3 של התרמו דינמיקה, בטמפרטורה זה האנטרופיה שואפת לאפס.

כאשר מקררים חומרים מסוים עד קרוב מאוד לאפס המוחלט מתגלות תופעות פיזיקליות (קוונטיות), לדוגמה מוליכות על.

לימוד מתמטיקה ופיזיקה לחטיבה, תיכון והכנה לבגרות - **התמחות ביח"ל**
 "תמציתה של מתמטיקה היא לא לסבך דברים פשוטים, כי אם לפשט דברים מסובכים" - ס. גאורד

תרמו דינמיקה - העשרה - כיתה ט'

אנתלפיה (Enthalpy)

סך האנרגיה הפנימית של החומר ומכפלה של הלחץ בנפח.

$$H=U+PV$$

למעשה משינוי באנתלפיה של החומר ניתן להסיק על כמות החום שנכנסה למערכת.

אם האנתלפיה חיובית, אז למעשה המערכת קלטה חום ואז הסביבה של המערכת תתקרר.

אנטרופיה (Entropy)

הערכה לגבי האפשרות לאי סדר (אקראיות) של מערכות מיקרוסקופיות.

לדוגמה חומר במצב מוצק בדרך יהיה בעל אנטרופיה נמוכה מזה של נוזל.

חישוב השינוי באנטרופיה הוא ביחס ישר לכמות החום שנכנסה וביחס הפוך לטמפרטורה של המערכת.

4 חוקי התרמו-דינמיקה - (נלקח מויקיפדיה)

חוק האפס של התרמו דינמיקה - חוק השקילות (טרנזיטיביות) של שיווי המשקל התרמי - אם מערכות A ו-B בשיווי משקל תרמי זו עם זו וגם מערכות B ו-C בשיווי משקל תרמי זו עם זו, אזי גם מערכות A ו-C בשיווי משקל תרמי זו עם זו.

החוק הראשון של התרמו דינמיקה - הרחבה של חוק שימור האנרגיה, אנרגיה אינה נעלמת ואינה נוצרת יש מאין, כשהחוק מוסיף עוד צורה של מעבר אנרגיה אל המערכת (או ממנה), וזהו החום. הניסוח המתמטי של החוק הוא:

$$W-Q=\Delta U$$

כאשר U היא האנרגיה הפנימית, W העבודה שנעשתה על ידי המערכת ו-Q החום שזרם אליה.

החוק השני של התרמו דינמיקה - מערכת תשאף תמיד לרמת האנטרופיה (אֵהסדר) הגבוהה ביותר, וכן לרמת האנרגיה הנמוכה ביותר. חוק זה בא לידי ביטוי בעיקר בתגובות כימיות. ניסוחו היותר מדויק הוא: במערכת מבודדת, בתהליך ספונטני, האנטרופיה יכולה רק לגדול.

© כל הזכויות שמורות לגיא קורן, אין להפיץ או להעתיק תרגילים או חלק מהם ללא אישור מגיא קורן

לימוד מתמטיקה ופיזיקה לחטיבה, תיכון והכנה לבגרות - התמחות ב"ח"ל
 "תמציתה של מתמטיקה היא לא לסבך דברים פשוטים, כי אם לפשט דברים מסובכים" - גאורג

החוק השלישי של התרמו דינמיקה - בטמפרטורה של האפס המוחלט (273.15 - מעלות צלזיוס), האנטרופיה שווה לאפס או ליתר דיוק ללוגריתם של ניוון רמת היסוד.

תרמו-דינמיקה - דף נוסחאות

חישוב שינוי באנרגית החום : $Q = m \cdot c \cdot \Delta T = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)$

שינוי באנר' חום - Q , מסת החומר - m , קיבול חום סגולי - C ,

שינוי בטמפ' - ΔT , טמפ' סופית - T_2 , טמפ' התחלתית - T_1

© כל הזכויות שמורות לגיא קורן, אין להפיץ או להעתיק תרגילים או חלק מהם ללא אישור מגיא קורן

לימוד מתמטיקה ופיזיקה לחטיבה, תיכון והכנה לבגרות - התמחות ב"ח"ל
"תמציתה של מתמטיקה היא לא לסבך דברים פשוטים, כי אם לפשט דברים מסובכים" - גאורג

משוואה לתערובת של שני חומרים: $Q_1 + Q_2 = 0$

כמות האנרגיה שנלקחה מחומר 2 - Q_2 , כמות האנרגיה שקיבל - Q_1

קיבול חום סגולי חומרים שונים (יחידות של ג'ול לקילוגרם):

חלב	נחושת	כוהל	ברזל	אדים	קרח	מים
3900	380	2400	460	1850	2100	4200

חום כמוס:

מים לאדים	קרח למים
$L = 2,256,000 \text{ j/kg}$	$L = 336,000 \text{ j/kg}$

חישוב האנרגיה הדרושה לעבור מצב צבירה: $Q = L \cdot m$

מעבר בין יחידות טמפרטורה:

צלסיוס $^{\circ}C$ << קלווין $^{\circ}K$	לפריינט $^{\circ}F$ << צלסיוס $^{\circ}C$	צלסיוס $^{\circ}C$ << לפריינט $^{\circ}F$
$T_K = T_C + 273$	$T_C = \frac{T_F - 32}{1.8}$	$T_F = 1.8 \cdot T_C + 32$

כיתה ט - יחידה 5 - תרמו דינמיקה - מעברי חום - תרגילים

1. מהי כמות החום הדרושה לעלות 300 גרם מים מטמפרטורה של $10^{\circ}C$ לטמפרטורה של $25^{\circ}C$?

2. לקחו כמות של מים וחיממו אותה ב- $14^{\circ}C$, ידוע שהעניקו למים 6500 גאול.

© כל הזכויות שמורות לגיא קורן, אין להפיץ או להעתיק תרגילים או חלק מהם ללא אישור מגיא קורן

מהי כמות המים שחימומו?

3. מוט נחושת שמשקלו 3 ק"ג היה בטמפרטורת החדר - 25°C , העניקו לו כמות חום של 4000 גאול.

מהי טמפרטורת המוט עכשיו?

4. השאירו כוס מים ודלי מלאים במים בשמש, מי מהם יהיה יותר חם, בהינתן שקלטו אותה כמות אנרגיה? נמקו

5. על ידי 120 גאול, חימומו 20 גרם של זהב, כך שהטמפרטורה שלו עלתה ב- 60°C מה החום הסגולי של זהב?

6. השאירו בשמש מוט ברזל ומוט נחושת זהים. לאחר זמן מה, בדקו את הטמפרטורה של כל אחד מהמוטות, איזה מוט היה חם יותר?

7. חימומו 200 גרם חלב שהיה בטמפרטורה של 276°K עד לטמפרטורה של 104°F . כמה אנרגיה השקיעו לחימומו זה?

8. חימומו 200 גרם נחושת ו-200 גרם ברזל ב- 70°C . למי מהחומרים הייתה דרושה יותר אנרגיה לחימומו? נמקו

9. חימומו חצי ליטר מים (1 ליטר מים שוקל 1 קילוגרם) מטמפרטורה של 25°C לטמפרטורה של 120°C . כמה אנרגיית חום השתמשו?

10. חימומו קרח שהיה בטמפרטורה של 10°C עד לטמפרטורה של 125°C . א. חשבו את האנרגיה הנדרשת לחימומו זה.

© כל הזכויות שמורות לגיא קורן, אין להפיץ או להעתיק תרגילים או חלק מהם ללא אישור מגיא קורן

ב. שרטטו גרף המתאר את הטמפרטורה של הקרח (מים ואדים) כתלות בכמות האנרגיה שניתנה.

11. לתוך דלי של מים שהיו בטמפרטורה של 25°C הכניסו 300 גרם של שמן שהיה בטמפרטורה 80°C .
בינתן שלא היו איבודי אנרגיה מה הטמפרטורה שנמדדה לאחר זמן ממושך בדלי?

12. לכוס זכוכית שמשקלה היה 250 גרם בטמפרטורה של 20°C שפכו 200 מיליליטר של מים חמים.

ידוע שלאחר זמן מה הטמפרטורה של הכוס והמים היו 60°C
מה הייתה הטמפרטורה של המים, לפני שנשפכו?

13. הכניסו לתוך סיר לוחט של נחושת שמשקלו 1.5 קילוגרם שהיה בטמפרטורה של 180°C , 0.5 קילו מים שהיו בטמפרטורה של 20°C
קבעו האם המים התאדו? נמקו

14. לתוך חדר סגור הכניסו סיר ברזל לוחט שמשקלו היה 2 ק"ג והיה בטמפרטורה של 250°C .
ידוע שמשקל האויר בחדר היה 35 קילוגרם וידוע שהטמפרטורה בחדר הייתה 20°C .
לאחר זמן ממושך, מה הייתה הטמפרטורה בחדר?

15. השלימו את הטבלה הבאה:

טמפרטורה בקלווין	טמפרטורה בצלזיוס	טמפרטורה בפריינט
50°K		
	-273°C	

© כל הזכויות שמורות לגיא קורן, אין להפיץ או להעתיק תרגילים או חלק מהם ללא אישור מגיא קורן

250 °F		
	24 °C	
		450 °K
	-40 °C	
-80 °F		