יסודות הפיזיקה א 20113

פרק 11 - חום והחוק הראשון של התרמודינמיקה

תוכן העניינים

1. חום טמפרטורה ואנרגיה פנימית 1
2. קיבול חום ושיטת הקלורימטריה 2
3. חום כמוס 5

חום טמפרטורה ואנרגיה פנימית:

סיכום כללי:

הנוסחה	תיאור	הערות
$E_{int} = \frac{3}{2}nRT$	אנרגיה פנימית של גז אידיאלי מונואטומי n - מספר המולים $R = 8.314 \frac{J}{mol \cdot k}$ T - טמפרטורה בקלווין	האנרגיה הפנימית של הגז תלויה רק בטמפרטורה
$E_{int} = \frac{5}{2}nRT$	עבור גז אידיאלי דו-אטומי	תלויה רק בטמפרטורה

שאלות:

1) דוגמה - שורפים קלוריות

לאיזה גובה צריך לטפס אדם שמסתו 60 ק"ג בשביל לשרוף 100Cal (100kilocal)?

תשובות סופיות:

1) 700m

קיבול חום ושיטת הקלורימטריה:

סיכום כללי:

הנוסחה	תיאור	הערות
$Q = mc\Delta T$	c - קיבול חום סגולי ליחידת מסה	

קיבול חום סגולי בטמפרטורה 20° ובלחץ 1 atm		
חומר	$c\ [J/kg \cdot °C]$	$c\ [cal/g \cdot °C]$
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°C)	2100	0.50
מים נוזליים (15°C)	4186	1.00
קיטור (110°C)	2010	0.48
גוף האדם (ממוצע)	3470	0.83
חלבון	1700	0.40

שאלות:

1) **דוגמה - מחממים ספל מים**
ספל מים שוקל 200 גרם ועשוי מזכוכית.
כמה חום דרוש בשביל לחמם את הספל מטמפרטורת החדר (20^0C) ל- 80^0C אם:
א. הספל ריק ממים.
ב. הספל מכיל 200 גרם מים (הנמצאים גם בטמפרטורת החדר בהתחלה).

2) **דוגמה - הקפה מתקרר**
מוזגים 200 סמ"ק קפה בטמפרטורה של 90^0C לכוס זכוכית בעלת מסה של 150 גרם הנמצאת בטמפרטורה של 20^0C.
מה תהיה טמפרטורת הקפה בכוס במצב שיווי משקל?
הנח כי המערכת מבודדת בקירוב.

3) **דוגמה - מציאת קיבול חום באמצעות קלורימטר**
נרצה למצא את קיבול החום של תרכובת מתכות חדשה.
מחממים 100 גרם מהתרכובת ל-$500°C$ ומעבירים אותה במהירות לתוך קלורימטר.
הקלורימטר מורכב ממיכל אלומיניום בעל מסה של 0.200kg המכיל 0.500kg מים בטמפרטורה של $22.4°C$. הטמפרטורה הסופית הנמדדת על ידי המדחום היא $40.8°C$.
מהו קיבול החום הסגולי של התרכובת?
ניתן להזניח את החום שהולך למדחום והחום שיוצא מהבידוד.

4) **תרגיל וניסוי - קומקום מחמם מים**
קומקום חשמלי פועל בהספק של 1850 וואט.
כמה זמן ייקח לקומקום לחמם חצי ליטר של מים מטמפרטורה של $22.2°C$ ל-$100°C$?

5) **תרגיל וניסוי - קומקום מחמם מים - הפעם עם הקומקום**
המשך של התרגיל הראשון, גם הפעם נחמם חצי ליטר מים באותו הקומקום (1850W) אבל הפעם לא נחמם את הקומקום לפני הניסוי ונחשב שוב, כמה זמן ייקח לחמם את המים?
טמפרטורת החדר היא $21.9°C$ מסת הקומקום היא 754 גרם ונניח כי הוא עשוי נירוסטה וקיבול החום של נירוסטה הוא: $500\frac{J}{kg\cdot K}$.

תשובות סופיות:

1) א. $10^4 J$ ב. $6\cdot10^4 J$

2) $81°C$

3) $911\frac{J}{kg\cdot C}$

4) $90\,sec$

5) $100\,sec$

חום כמוס:

סיכום כללי:

הנוסחה	תיאור	הערות
$Q = m \cdot L$	L - החום הכמוס	L_F - חום כמוס להתכה (מעבר ממוצק לנוזל או להיפך) L_V - חום כמוס לרתיחה (מעבר מנוזל לגז או להיפך)

חומר	נק' היתוך (°C)	היתוך L_f (kJ/kg)	נק' רתיחה (°C)	אידוי L_v (kJ/kg)
חמצן	-218.8	14	-183	**210**
חנקן	-210.0	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**

שאלות:

1) דוגמה - קרח במים

מכניסים קוביית קרח בטמפרטורה של $-15°C$ ומסה של 300 גרם לתוך מיכל מים המכיל $1.5kg$ מים בטמפרטורה של $20°C$.
מה תהיה הטמפרטורה הסופית של התערובת?

2) דוגמה - מציאת חום כמוס של כספית

לוקחים $1kg$ כספית הנמצאת במצב מוצק ובטמפרטורת ההתכה שלה, $-39°C$.
מניחים את הכספית בתוך קלורימטר המורכב ממיכל אלומיניום במסה של $0.40kg$ ומכיל $0.47kg$ מים בטמפרטורה של $20°C$.
הכספית מותכת והטמפרטורה הסופית של התערובת היא $12°C$.
מהו החום הכמוס הסגולי הדרוש להתכת כספית?
קיבול החום הסגולי של כספית במצב הנוזלי הוא: $c = 140\frac{J}{kg\cdot C°}$.

3) תרגיל וניסוי - מתי יגמרו המים בסיר

מחממים $400ml$ מים על הגז בסיר נירוסטה שמשקלו 177 גרם.
מודדים את טמפרטורת המים פעם אחת ורואים שהיא $60.0°C$.
16.68 שניות לאחר מכן הטמפרטורה היא $63.3°C$.

א. מהו קצב מעבר החום למים?

מחממים את המים עד לנקודת הרתיחה $100°C$.

ב. כמה זמן ייקח לכל המים בסיר להפוך לאדים?

4) רוכב אופניים

רוכב אופניים שותה 7 ליטר מים במהלך רכיבה של 3 שעות.
נניח כי בקירוב כל האנרגיה של הרוכב הולכת לאידוי המים דרך זיעה.
כמה אנרגיה בקילו-קלוריות השתמש הרוכב בנסיעה?
(מכיוון שהיעילות של הגוף היא בערך 20% ההערכה שכל האנרגיה הולכת לחום היא לא רחוקה).

5) ברזל בקלורימטר

מחממים חתיכה של 300 גרם ברזל ל-180 מעלות צלזיוס ושמים אותה בקלורימטר העשוי ממיכל אלומיניום בעל מסה של 90 גרם שמכיל 285 גרם גליצרין ב-12 מעלות צלזיוס. הטמפרטורה הסופית של התערובת היא 38 מעלות צלזיוס.
הערך מהו קיבול החום הסגולי של גליצרין.

תשובות סופיות:

1) $2°C$

2) $11\frac{kJ}{kg}$

3) א. $300\frac{J}{sec}$ ב. בערך 40 דקות.

4) $4500kcal$

5) $2.3\cdot10^3\frac{J}{kg\cdot C°}$