

מבוא להנדסת חומרים

פרק 5 - תרמוכימיה

תוכן העניינים

1. קביעת ערך השינוי באנתלפיה בעזרת השינויים בסביבה.....1
2. קביעת ערך השינוי באנתלפיה בעזרת חוק הס.....3

קביעת ערך שינוי האנתלפיה בעזרת השינויים בסביבה

שאלות

- (1) בשריפת 1 גרם של $C_2H_{4(g)}$ נפלטה אנרגיה שגרמה לחימום 300 גרם של מים מ- $19^{\circ}C$ ל- $60^{\circ}C$. מהי האנתלפיה של שריפת $C_2H_{4(g)}$?

$$C_p = 4.2 \frac{J}{g \cdot ^{\circ}C}$$

החום הסגולי של מים נתון על ידי

- (2) חום השריפה של פחם הוא 6 kcal/g . מהי מסת הפחם, שיוכל לספק בזמן שריפתו כמות חום שתספיק כדי להפוך 20 ק"ג קרח מוצק ב- $0^{\circ}C$ למים במצב גזי בטמפרטורה של $100^{\circ}C$?
- נתון עבור המים כי $\Delta H_b^{\circ} = 40.7 \frac{kJ}{mol}$; $\Delta H_m^{\circ} = 6.06 \frac{kJ}{mol}$; $c = 4.2 \frac{J}{g \cdot ^{\circ}C}$.

- (3) בערבוב 100 מ"ל תמיסת $Pb(NO_3)_2$ בריכוז 0.2 M עם 100 מ"ל תמיסת KI בריכוז 0.8 M, נוצר משקע והטמפרטורה עלתה ב- $1.5^{\circ}C$. חשבו את שינוי האנתלפיה ΔH , לתגובת השיקוע. זכרו כי קיבול החום של מים הוא $c = 4.2 \frac{J}{g \cdot ^{\circ}C}$.

- (4) כמות של 25.23 גרם מתנול (CH_3OH) קפאו, ו-4.1 kJ חום נפלטו לסביבה. מהי אנתלפיית ההיתוך של מתנול?

- (5) קיבול החום של נחושת הוא $24.4 \frac{J}{Kmol}$.

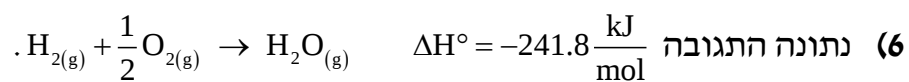
כמה חום נדרש, על מנת להעלות את הטמפרטורה של 120 גרם נחושת מ-300 K ל-340 K?

א. $\sim 1844 \text{ J}$

ב. $\sim 117.1 \text{ kJ}$

ג. $\sim 976 \text{ J}$

ד. $\sim 2929 \text{ J}$



מהי כמות החום שנפלטת, ב-kJ, כאשר 36 גרם של גז מימן מגיבים עם 36 גרם של גז חמצן?

- א. 544 kJ
- ב. -8630 kJ
- ג. 272 kJ
- ד. -1088 kJ

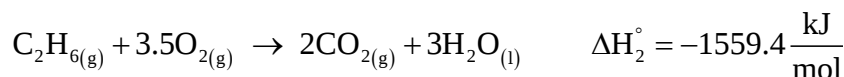
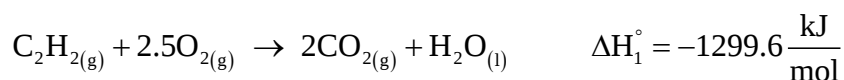
תשובות סופיות

- (1) $-1446.48 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$
- (2) 2395.06 גרם.
- (3) $-63 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$
- (4) $5.2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$
- (5) א
- (6) א

קביעת ערך שינוי האנתלפיה בעזרת חוק הס

שאלות

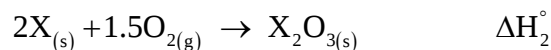
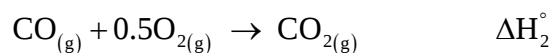
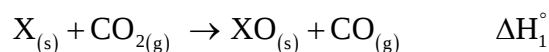
1) נתונות התגובות הבאות :



חשבו את חום התגובה $\text{C}_2\text{H}_{2(g)} + 2\text{H}_{2(g)} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_{6(g)}$.

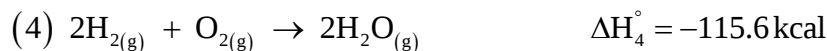
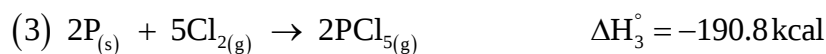
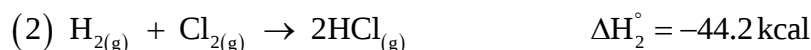
2) פתחו ביטוי עבור ΔH לתגובה $2\text{XO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)} \rightarrow \text{X}_2\text{O}_{3(s)} + \text{CO}_{(g)}$

כאשר נתונים התהליכים הבאים :



3) חשבו את אנתלפיית התגובה $\text{PCl}_{5(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightarrow \text{POCl}_{3(g)} + 2\text{HCl}_{(g)}$

כאשר נתונים התהליכים הבאים :



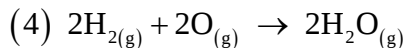
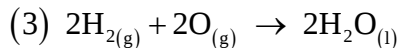
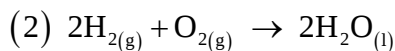
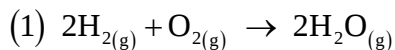
4) חשבו את האנתלפיה של התגובה $2\text{MgO}_{(s)} + \text{Si}_{(s)} \rightarrow \text{SiO}_{2(s)} + \text{Mg}_{(s)}$

כאשר נתון :

$$\Delta H_f^\circ (\text{SiO}_{2(s)}) = -20.33 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

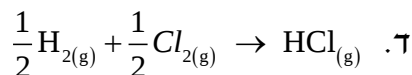
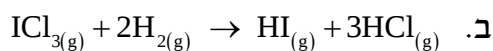
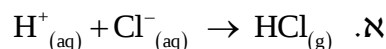
$$\Delta H_f^\circ (\text{MgO}_{(s)}) = -182.22 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

5) נתונים התהליכים האקסותרמיים הבאים :



איזה תהליך הוא האקסותרמי ביותר? נמקו.

6) איזו משוואה מבין המשוואות הבאות מתארת את תהליך היווצרות הגז HCl ?



7) במהלך מטבוליזם (תגובה עם חמצן) של גלוקוז ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)}$) נוצרים $\text{CO}_{2(g)}$

ו- $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$, ונפלט חום שניתן לנצלו לביצוע עבודה בשיעור של 70%.

חשבו את מסת הגלוקוז שיש לשרוף, כשאישה מטפסת על הר ומשקיעה לשם כך עבודה בשיעור של 3300 kJ, כאשר נתון :

$$\Delta H_f^\circ (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)}) = -1273.3 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\Delta H_f^\circ (\text{CO}_{2(g)}) = -393.5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}_{(l)}) = -285.8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

א. 212 גרם.

ב. 510 גרם.

ג. 302.4 גרם.

ד. 728 גרם.



- א. מהי כמות האנרגיה המשתחררת, כאשר 0.256 מול של $\text{NF}_{3(g)}$ נוצרים מהיסודות הנ"ל בלחץ של אטמוספירה אחת ובטמפרטורה של 289 K?
- ב. היעזרו בטבלה הבאה וחשבו את אנתלפיית הקשר $F-F$.

הקשר	אנתלפיית הקשר $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$
$N \equiv N$	946
$F-N$	272

9 נתון כי

$$\Delta H_c^\circ (\text{CH}_3\text{COCH}_{3(l)}) = -1821.4 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\Delta H_c^\circ (\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}_{(l)}) = -1816.7 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

שינוי האנתלפייה (ΔH_c°) עבור התהליך $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COH}_{(l)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COCH}_{3(l)}$, שווה ל:

א. $-4.7 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

ב. $-3638.1 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

ג. $4.7 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

ד. $3638.1 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

10) נתונה תגובת השריפה $4\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_{2(s)} + 9\text{O}_{2(g)} \rightarrow 8\text{CO}_{2(g)} + 10\text{H}_2\text{O}_{(g)} + 2\text{N}_{2(g)}$

וידוע כי חום השריפה של גליצין ($\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$) הוא $\Delta H_c^0 = -973.49 \frac{\text{kJ}}{\text{mole}}$.
חשבו את אנתלפיית ההיווצרות של גליצין, כאשר נתון:

Substance	$\Delta H_f^0, \text{kJ mol}^{-1}$
$\text{CO}_{2(g)}$	-393.5
$\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	-285.8

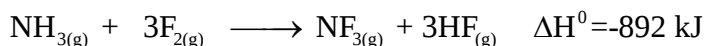
א. $-9900 \frac{\text{kJ}}{\text{mole}}$

ב. $-1258 \frac{\text{kJ}}{\text{mole}}$

ג. $-528 \frac{\text{kJ}}{\text{mole}}$

ד. אף תשובה אינה נכונה.

11) נתונות שתי תגובות:



א. 1. חשבו את ΔH^0 עבור התגובה $2\text{NH}_{3(g)} + 3\text{F}_{2(g)} \rightarrow \text{N}_{2(g)} + 6\text{HF}_{(g)}$

2. מהו $\Delta H_f^0(\text{NF}_{3(g)})$?

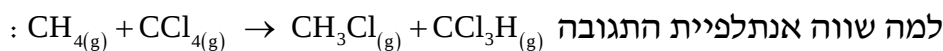
3. נתון כי $\Delta H_f^0(\text{HF}_{(g)}) = -271 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$, חשבו את $\Delta H_f^0(\text{NH}_{3(g)})$.

ב. נתונות אנתלפיות הקשר:

קשר	$H-F$	$F-F$	$N-H$
$\Delta H_D^0 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right]$	565	158	391

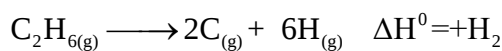
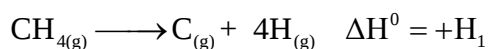
חשבו את אנתלפיית הקשר הממוצעת בין חנקן לפלואור ב- $\text{NF}_{3(g)}$.

(12) נתון כי $\Delta H_D^0(C-H) = 412 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ ו- $\Delta H_D^0(C-Cl) = 338 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.



- א. 0
- ב. +74
- ג. -74
- ד. +850

(13) נתון :



והניחו שאנתלפיית הקשר $C-H$ במולקולת מתאן ($\text{CH}_{4(g)}$) שווה לזו שבמולקולת אתאן ($\text{C}_2\text{H}_{6(g)}$).

לפי נתוני השאלה, אנתלפיית הקשר $C-C$ במולקולת C_2H_6

שווה (ביחידות $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$) ל :

- א. $\frac{H_1}{4} + \frac{H_2}{6}$
- ב. $\frac{H_2}{6} - \frac{H_1}{4}$
- ג. $H_2 - \frac{H_1}{6}$
- ד. $H_2 - \frac{3H_1}{2}$

(14) תהליך שריפה של די מתיל אתר גזי (CH_3OCH_3) אקסותרמי יותר מתהליך

השריפה של אתנול גזי ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$), כי :

- א. בין מולקולות הכוהל קיימים קשרי מימן.
- ב. נקודת הרתיחה של כוהל גבוהה מזו של אתר.
- ג. יש להשקיע יותר אנרגיה לניתוק קשרים בכוהל.
- ד. יש להשקיע יותר אנרגיה לניתוק קשרים באתר.

תשובות סופיות

(1) $-312 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

(2) $\Delta H_3 - 2\Delta H_1 - 3\Delta H_2$

(3) $-32.5 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$

(4) $344.11 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$

(5) ג

(6) ד

(7) ג

(8) א. 33.79 kJ ב. $140.67 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

(9) ג

(10) ג

(11) א. -1659.4 kJ 2. -62.35 kJ 3. $16.65.4 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ ב. $281.33 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

(12) א

(13) ד

(14) ג