

# 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  $6 \text{ kcal/g}$ . 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  $\Delta H$ , 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

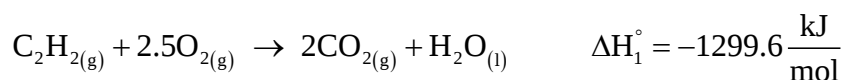
#### תשובות סופיות

- (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

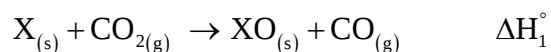
1) נתונות התגובות הבאות :



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  $\Delta H$  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 :

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

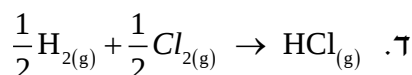
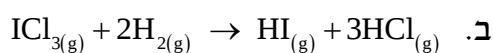
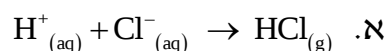
$$\Delta H_f^\circ (\text{MgO}_{(s)}) = -182.22 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

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

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

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

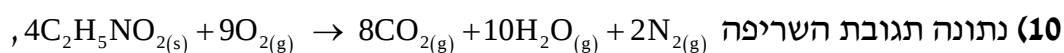
שינוי האנתלפייה ( $\Delta H_c^\circ$ ) עבור התהליך  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COH}_{(l)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COCH}_{3(l)}$ , שווה ל:

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



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  $\Delta H^0$  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  $\text{C}_2\text{H}_6$

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 ( $\text{CH}_3\text{OCH}_3$ ) 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.  $33.79 \text{ kJ}$  ב.  $140.67 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

(9) ג

(10) ג

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

(12) א

(13) ד

(14) ג