# קורס הכנה לבגרות בכימיה 5 יחידות

## פרק 12

# אנרגיה

שינויי אנתלפיה ..... 1

# שינויי אנתלפיה

## שאלות

**1)** ענו על הסעיפים הבאים:

א. קיבול החום של מים נוזליים הוא $4.2\ J/g°C$ וקיבול החום של ברזל הוא $0.45\ J/g°C$. במי מבין שני החומרים יש להשקיע יותר אנרגיה על מנת להעלות גרם אחד של חומר במעלה אחת?

ב. האם לדפנות של תרמוס יש קיבול חום גבוה או נמוך?

ג. קבעו לאיזה סוג של חומרים יש קיבול חום יותר גבוה והסבירו:

i. לחומרים מבודדי חום או לחומרים מוליכי חום.

ii. למתכות או אל-מתכות.

**2)** קיבול חום של נחושת שווה $24.4\frac{J}{\text{Kmole}}$.

כמה חום יש לספק על מנת לעלות את הטמפרטורה של 120 גרם של נחושת מ-$300K$ ל-$340K$?

א. $\sim 1844J$

ב. $\sim 117.1kJ$

ג. $\sim 976J$

ד. $\sim 2929J$

**3)** בשריפת 1 גרם של $C_2H_{4(g)}$ נפלטה אנרגיה שגרמה לחימום של 300 גרם של מים מ-$19°C$ ל-$60°C$.

מהי אנתלפיית השריפה של $C_2H_{4(g)}$?

(הערה: קיבול חום של מים הוא $4.2\ J/g\ x\ degree$)

**4)** בערבוב 100 מ"ל תמיסת $0.2\ M\ Pb(NO_3)_2$ עם 100 מ"ל תמיסת $0.8\ M\ Kl$, נוצר משקע והטמפרטורה של המים עלתה ב-$1.5°C$.

חשבו $\Delta H°$ לתגובת השיקוע.

(הערה: קיבול חום של מים הוא $4.2\ J/g\ x\ degree$)

**5)** נתונה התגובה הבאה: $H_{2(g)} + I_{2(s)} \rightarrow 2HI_{(g)} \quad \Delta H° = 53kJ$.

א. קבעו האם מדובר בתגובה אנדותרמית או אקסותרמית.
האם הטמפרטורה של הסביבה תעלה או תרד בהתרחשות תגובה זו?

ב. שרטטו גרף המתאר את שינוי האנתלפיה עבור התגובה הנתונה.

ג. כמה גרם של תוצר $HI_{(g)}$ נוצרים כשהמערכת קולטת 159 kJ?

ד. בתגובה השתתפו 0.23 מול של יוד $I_{2(s)}$.
מהי כמות האנרגיה שנקלטה במהלך התגובה על ידי המערכת?

**6)** נתונה התגובה הבאה: $S_{8(s)} + 4O_{2(g)} + 4Cl_{2(g)} \rightarrow 8SOCl_{2(l)} \quad \Delta H° = -1964.8kJ$.

א. למי אנרגיה פנימית גבוהה יותר, למגיבים או לתוצרים?

ב. שרטטו גרף המתאר את שינוי האנתלפיה עבור התגובה הנתונה.

ג. כמה מול של גז כלור יש להגיב על מנת שישתחררו במהלך התגובה 654.9 KJ?

ד. כמה גרם $SOCl_2$ יתקבלו בתגובה בה משתחררים 392.96 kJ?

ה. מגיבים 4.8 ליטר חמצן בתגובה הנ"ל בתנאי STP.
מהי כמות האנרגיה שמשתחררת?

**7)** רק אחד מן התהליכים הבאים הוא אנדותרמי. התהליך הוא:

א. $H_{2(g)} + S_{(s)} \rightarrow H_2S_{(g)}$

ב. $H_{2(g)} + S_{(g)} \rightarrow H_2S_{(g)}$

ג. $H_{2(g)} + S_{(s)} \rightarrow H_2S_{(l)}$

ד. $2H_{(g)} + S_{(g)} \rightarrow H_2S_{(g)}$

**8)** הסתמכו על הנתונים הבאים:

$$CH_{4(g)} \rightarrow C_{(g)} + 4H_{(g)}, \Delta H°=1648\ kJ$$

$$C_2H_{6(g)} \rightarrow 2C_{(g)} + 6H_{(g)}, \Delta H°=2810\ kJ$$

אנתלפיית הקשר $C-C$ במולקולת $C_2H_6$ היא:

א. 338 kJ

ב. 412 kJ

ג. 468 kJ

ד. 1162 kJ

**9)** נתונה התגובה הבאה: $CO_{(g)} + H_{2(g)} \rightarrow CH_2O_{(l)}, \Delta H° = -5.4\ kJ$,

$C \equiv O \quad \Delta H° = 1076\ kJ$

ונתונות אנתלפיות הקשר הבאות: $\Delta H° = 436\ kJ$ . H-H

$\Delta H° = 413\ kJ$ C-H

א. ענו על הסעיפים הבאים:

i. תארו את התגובה ברמה המאקרוסקופית וברמה המיקרוסקופית.

ii. חשבו את אנתלפיית הקשר C=O בתרכובת $CH_2O_{(g)}$. פרטו.

אנתלפיית הרתיחה של $CH_2O_{(l)}$ היא 44.8 kJ/mole.

ב. נתון: $C_{(s)} + 0.5O_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow CH_2O_{(g)}, \Delta H° = -115.9\ kJ$.

חשבו את ה-$\Delta H°$ לתהליך הבא: $C_{(s)} + 0.5O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)}$.

ג. נתונה התגובה הבאה: $CO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow COCl_{2(g)} \quad \Delta H° = ?$.

אנתלפיית הקשר Cl-Cl 242 kJ. אנתלפיית הקשר C-Cl 369.95 kJ.

חשבו את ה-$\Delta H°$ של התהליך הנ"ל. פרטו.

**10)** בתהליך שריפה של גז $C_3H_8$ נוצרים $CO_2$ גזי ומים נוזלים.

התהליך מתרחש בכלי סגור שאינו מבודד.

הכלי נמצא בתוך מיכל מבודד המכיל מים נוזליים.

א. ענו על הסעיפים הבאים:

i. האם האנרגיה הפנימית של המים בכלי עלתה/ירדה/לא השתנתה?

ii. תארו באופן גרפי את השתנות טמפרטורת המים במיכל במשך הזמן.

ב. נתונים שינוי אנתלפיות של התהליכים הבאים:

1) $H_{2(g)} + 0.5O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}, \Delta H°_1 = -241.8\ kJ$

2) $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}, \Delta H°_2 = -393.5\ kJ$

3) $3C_{(s)} + 4H_{2(g)} \rightarrow C_3H_{8(g)}, \Delta H°_3 = -103.8\ kJ$

חשבו את שינוי האנתלפיה עבור תהליך שריפת $C_3H_8$ גזי.

ג. נתונה אנתלפיה של התהליך הבא:

$H_{2(g)} + 0.5O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}, \Delta H°_4 = -211.7\ kJ$.

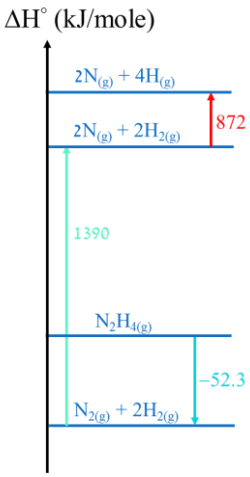
חשבו את אנתלפיית האידוי של מים.

ד. תהליך קבלת $C_3H_7OH_{(g)}$ מ-$C_3H_8$ גזי על ידי תגובה עם חמצן גזי הוא תהליך אקזותרמי.

i. נסחו תהליך שריפת $C_3H_7OH$ גזי.

ii. איזה תהליך שריפה הוא אקזותרמי יותר: $C_3H_8$ או $C_3H_7OH$? נמקו.

**11)** להלן דיאגרמה של שינוי אנתלפיה,
ונתונים ההיגדים הבאים:




1. אנתלפיית הקשר במולקולת חנקן היא 1442.3 kJ/mol.
2. אנתלפיית הקשר במולקולת מימן היא 436 kJ/mol.
3. אנתלפיית הקשר H-N ב- $N_2H_4$ היא 552.4 kJ/mol.
4. אנתלפיית הקשר N-N ב- $N_2H_{4(g)}$ היא 1337.7 kJ/mol.

ההיגדים הנכונים הם:

א. 1 ו-3.
ב. 3 ו-2.
ג. 2 ו-4.
ד. 4 בלבד.
ה. 2 בלבד.
ו. 3 ו-4 בלבד.

**12)** מצאו למה שווה אנרגיית הקשר <u>הממוצעת</u> של $C-H$ במולקולת $C_2H_6$:

א. $\Delta H$ של התהליך $C_2H_6 \rightarrow 2C+6H$ / 6 1.
ב. $\Delta H$ של התהליך $C_2H_2 \rightarrow C_2H_5+H$.
ג. $\Delta H$ של התהליך $C_2H_6 \rightarrow C\text{-}C+3H_2$ / 6 1.
ד. $\Delta H$ של התהליך $C_2H_6 \rightarrow C\text{-}C+6H$ / 6 1.
ה. $\Delta H$ של התהליך $C_2H_6 \rightarrow C\text{-}C+6H$.

**13)** נתון:

$$1)\ N_{2(g)}+3H_{2(g)}\rightarrow 2NH_{3(g)}\ ,\Delta H^\circ=-92.2\ kJ$$

$$2)\ N_{2(g)}+2H_{2(g)}\rightarrow N_2H_{4(g)}\ ,\Delta H^\circ=50.6\ kJ$$

$$3)\ N_{2(g)}+H_{2(g)}\rightarrow N_2H_{2(g)}\ ,\Delta H^\circ=226\ kJ$$

כמו כן נתון: $\Delta H^\circ(H-H)=436kJ$; $\Delta H^\circ(N\equiv N)=944kJ$.

א. ענו על תת הסעיפים הבאים:

i. חשבו את אנרגיית הקשר N-H במולקולה $NH_3$.

ii. בהנחה ואנרגיית הקשר N-H ב- $N_2H_4$ שווה לזו שב- $NH_3$, חשבו את אנרגיית הקשר N-N במולקולה $N_2H_4$.

iii. בהנחה ואנרגיית הקשר N-H ב- $N_2H_2$ שווה לזו שב- $NH_3$, חשבו את אנרגיית הקשר בין אטומי החנקן במולקולה $N_2H_2$.

הסבירו מדוע התוצאה הזו שונה מזו שקיבלנו בתת הסעיף הקודם.

ב. נתונה התגובה הבאה שמתרחשת בכלי סגור ולא מבודד:

$N_2H_{4(g)}\rightarrow N_2H_{2(g)}+H_{2(g)}$.

i. חשבו את אנתלפיית התגובה הנ"ל.

ii. תארו באופן גרפי את ההשתנות של אנרגיית המערכת ואת ההשתנות של הטמפרטורה בכלי במשך הזמן. נמקו.

iii. איך תשתנה תשובתנו לתת הסעיף הקודם, אם בתגובה ישתתף $N_2H_{4(l)}$?

**14)** נתון: $\Delta H^\circ(C\text{-}H)=412\ kJ/mol$, $\Delta H^\circ(C\text{-}Cl)=338\ kJ/mol$.

אנתלפיית התגובה: $CH_{4(g)}+CCl_{4(g)}\rightarrow CH_3Cl_{(g)}+CCl_3H_{(g)}$

שווה ל:

א. 0

ב. +74

ג. –74

ד. +850

**15)** נתון:

$$CH_{4(g)} \rightarrow C_{(g)} + 4H_{(g)}\,,\Delta H^\circ = +H_1$$
$$C_2H_{6(g)} \rightarrow 2C_{(g)} + 6H_{(g)}\,,\Delta H^\circ = +H_2$$

הניחו שאנתלפיית הקשר C-H במולקולת מתאן ($CH_{4(g)}$) שווה לזו שבמולקולת אתאן ($C_2H_{6(g)}$).

לפי הנתונים, אנתלפיית הקשר C-C במולקולת $C_2H_6$ שווה (ביחידות kJ/mol):

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. $H_2-\frac{3H_1}{2}$

**16)** תהליך שריפה של די מתיל אתר <u>גזי</u> $(CH_3OCH_3)$ אקזותרמי יותר מתהליך השריפה של אתאנול <u>גזי</u> $(CH_3CH_2OH)$ 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.

**17)** אתאן גזי $(C_2H_6)$ עובר תהליך שריפה בכלי סגור שטבול במיכל מבודד שמכיל אוויר.

א. ענו על תת הסעיפים הבאים:

i. מהי המערכת ומהי הסביבה בתהליך הזה?

ii. האם טמפרטורה של אוויר בתום התגובה גבוהה/נמוכה/שווה לזו שבתחילת התגובה? נמקו.

iii. האם במהלך התגובה האנרגיה הפנימית הכוללת עולה, יורדת או נשארת ללא שינוי? נמקו.

ב. אנתלפיית השריפה של $C_2H_6$ גזי היא $-1557.9$ kJ/mol.

האם תהליך שריפה של $C_2H_6$ נוזלי שינוי האנרגיה הפנימית של המערכת גדול/קטן/שווה לזה שבתהליך שריפה של $C_2H_6$ גזי?
נמקו ברמה מיקרוסקופית.

**18)** שינוי האנתלפיה בתהליך: $0.5Cl_{2(l)} \rightarrow Cl_{(g)}$ הוא 112 kJ/mol.

שינוי האנתלפיה באידוי של כלור הוא 30 kJ/mol.

א. ענו על תת הסעיפים הבאים:

i. רשמו ניסוח לתהליך האידוי של מול אחד של כלור.

ii. חשבו את אנתלפיית הקשר Cl-Cl. פרטו.

| הקשר | אנתלפיית הקשר (kJ/mol) |
|---|---|
| H-C | 438 |
| C-CI | 293 |
| H-CI | 366 |

ב. נתונות אנתלפיות של שלושת הקשרים:

i. חשבו את שינוי האנתלפיה עבור התהליך הבא:

$CH_{4(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow CH_3Cl_{(g)} + HCl_{(g)}$.

ii. האם במהלך התהליך: $CH_{4(g)} + Cl_{2(l)} \rightarrow CH_3Cl_{(g)} + HCl_{(g)}$

האנרגיה הפנימית של המערכת תגדל או תקטן? נמקו.

## תשובות סופיות

**1)** א. מים נוזליים. ב. גבוה. ג.i. חומרים מבודדי חום. ii. אל-מתכות.

**2)** א

**3)** $\Delta H = 1447.058 \frac{kJ}{mol}$

**4)** $\Delta H = -63000 J/mole$

**5)** א. אנדותרמית. ב. ראו בסרטון. ג. 797.7g ד. 12.19kJ

**6)** א. למגיבים. ב. ראו בסרטון. ג. 1.33mole ד. 74.3g

ה. $-105.26kJ$

**7)** א

**8)** א

**9)** א. i. ראו סרטון. ii. $\Delta H°_{(C=O)} = 646.6k \frac{J}{mol}$ ב. $\Delta H° = -155.3kJ$

ג. $\Delta H^0 = -113.3kJ$

**10)** א. i. עלתה. ii. ראו בסרטון. ב. $\Delta H^0 = -2043.9kJ$

ג. $\Delta H^0_v = 30.1 \frac{kJ}{mol}$ ד. i. $C_3H_7OH_{(g)} + 4.5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$

ii. $C_3H_{8(g)} + 0.5O_{2(g)} \rightarrow C_3H_7OH_{(g)}$

**11)** ה

**12)** ד

**13)** א. i. $\Delta H^0_{N-H} = 390.7k \frac{J}{mol}$ ii. $\Delta H^0_{N-N} = 202.6k \frac{J}{mol}$

iii. $\Delta H^0_{N=N} = 372.6k \frac{J}{mol}$ ב. i. $\Delta H^0 = 175.4kJ$ iii+ii. ראו בסרטון.

**14)** א

**15)** ד

**16)** ג

**17)** א. i. המערכת: מגיבים ותוצרים, הסביבה: כל מה שאינו במערכת.

ii. גבוהה. iii. נשארת ללא שינוי. ב. קטן.

ג. i. ראו סרטון. ii. לא.

**18)** א. i. $\Delta H_v = 30kJ/mole$ $Cl_{2(l)} \rightarrow Cl_{2(l)}$ ii. 194kJ/mole

ב. i. $\Delta H^0 = 27kJ$ ii. תגדל.