

כימיה כללית ואורגנית



תוכן העניינים

1. מבוא ומושגי יסוד..... 1
2. אלקאנים..... 2
3. תגובות של אלקאנים..... 3
4. אלקנים, תכונות ותגובות..... 4
5. כהלים ואתרים, תיאולים וסולפידים..... 6
6. אלדהידים וקטונים..... 8
7. חומצות קרבוקסיליות ונגזרותיהן..... (ללא ספר)
8. אמינים..... (ללא ספר)
9. תרמודינמיקה..... 9

כימיה כללית ואורגנית

פרק 1 - מבוא ומושגי יסוד

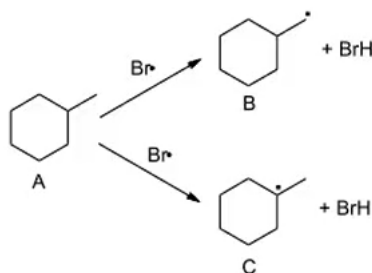
תוכן העניינים

1. כללי 1

מבוא ומושגי יסוד:

שאלות:

- (1) צייר עבור המולקולות הבאות את סוג ההכלאה של כל אטום פחמן.
האם למולקולות מומנט דיפול?
 HCCCCCH , $\text{H}_2\text{CC}(\text{CH}_3)\text{CCH}$
- (2) צייר עבור המולקולות הבאות את סוג ההכלאה של כל אטום פחמן.
האם למולקולות מומנט דיפול?
 FCHCHF
- (3) תגובה של חומר A עם $\text{Br}\cdot$ (רדיקאל) נותנת את התוצרים B ו-C.
נתון כי תוצר B הוא תוצר קינטי ותוצר C הוא תוצר תרמודינמי.
צייר/י באופן סכמתי דיאגרמת ריאקציה.



כימיה כללית ואורגנית

פרק 2 - אלקאנים

תוכן העניינים

1. כללי 2

אלקאנים:

שאלות:

- (1) ציירו את השלכת ניומן לקשר C_1-C_2 של methylcyclohexane.
 א. כאשר המתיל בעמדה אקוואטוריאלית.
 ב. כאשר המתיל בעמדה אקסיאלית.
 ג. מהי האינטראקציה בין המתיל ל- C_3 בסעיפים א' ו-ב'.
 ד. איזו קונפורמציה יציבה יותר לדעתך? נמק.

- (2) העבירו לקונפורמצית כיסא את תרכובת הציקלוהקסאן הבאה:



- (3) תנו שם לפי IUPAC לתרכובות הבאות (כולל ציס/טרנס):



כימיה כללית ואורגנית

פרק 3 - תגובות של אלקאנים

תוכן העניינים

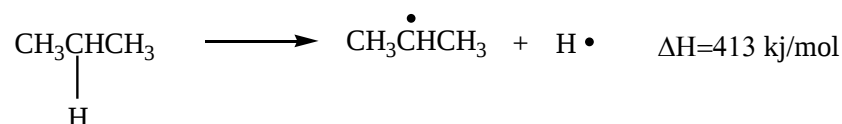
1. כללי 3

תגובות של אלקאנים:

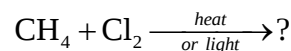
שאלות:

(1) חום השריפה של פנטאן הוא 782 kcal/mole - בעוד זה של 2,2 - דימתילפרופאן הוא 777 kcal/mole - מי מהחומרים יציב יותר?

(2) נתונות אנתלפיות עבור תגובות דיסוציאציה הומוליטית של קשר C-H. הסבירו ממה נובעים ההבדלים באנתלפיות תגובה.



(3) כלורינציה של מתאן מתרחשת בטמפרטורת החדר בנוכחות אור או בחושך בחימום.



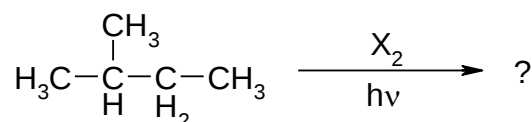
א. ציינו את שלבי תגובה רדיקלית (initiation, propagation, termination) המובילים לתוצרי מונוכלורינציה בלבד.

צייר/י את המנגנון (מעברי אלקטרונים, מבני לואיס רלוונטיים)

ב. בתגובה זו מתקבלות עקבות של כלורואתאן ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$).

הראה/י את שלבי הראקציה המובילים לחומר זה.

(4) עבור מונוהלוגנציה של 2 - מתילבוטאן, פרט מהם התוצרים האפשריים ובאלה יחסים יתקבלו עבור כלורינציה וברומינציה.



כימיה כללית ואורגנית

פרק 4 - אלקנים, תכונות ותגובות

תוכן העניינים

1. כללי 4

אלקנים, תכונות ותגובות:

שאלות:

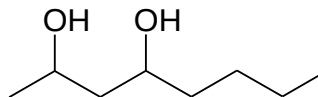
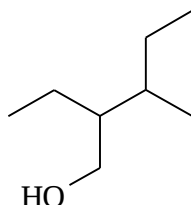
(1) ציירו את המבנים הבאים:

א. tert-butyl alcohol

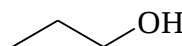
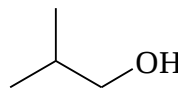
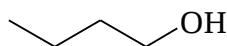
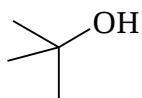
ב. 4-methyl-3-hexanol

ג. (1S, 3R)-3-methylcyclohexanol

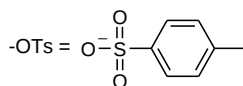
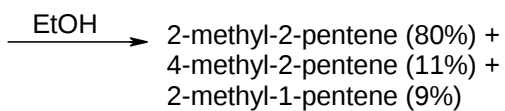
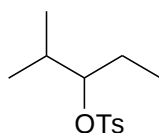
(2) תנו שמות לפי IUPAC לחומרים הבאים:



(3) סדר תרכובות לפי טמפרטורת רתיחה.

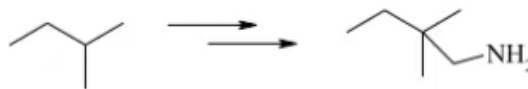


(4) תאר את השלבים בסינטזה הבאה:

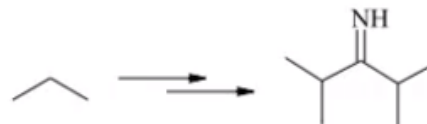


5) הצע דרך לקבל את החומרים הבאים :

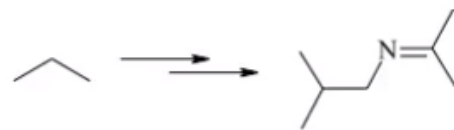
א.



ב.



ג.



6) כאשר cis-1-t-butyl-4-chlorocyclohexane באתנול מחומם עד לרתיחה למשך מספר שעות מתקבל תוצר עיקרי trans-t-butyl-4-ethoxycyclohexane, אולם כאשר מוסף לתמיסה אשלגן טרטבוטוקסיד ($t\text{-buO}^-\text{K}^+$) בריכוז 2M, התוצר העיקרי הינו האלקן 1-t-butylcyclohexene. רשום/י מנגנון מלא לכל אחת מן התגובות והסבר את התוצאות.

כימיה כללית ואורגנית

פרק 5 - כהלים ואתרים, תיאולים וסולפידים

תוכן העניינים

1. כללי 6

כהלים ואתרים, תיאולים וסולפידים:

שאלות:

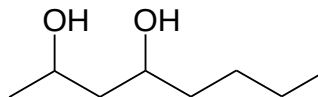
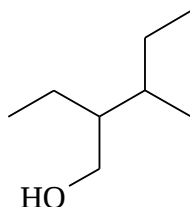
(1) ציירו את המבנים הבאים:

א. tert-butyl alcohol

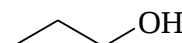
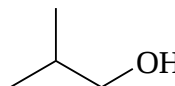
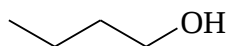
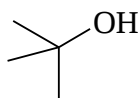
ב. 4-methyl-3-hexanol

ג. (1S, 3R)-3-methylcyclohexanol

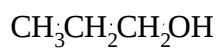
(2) תנו שמות לפי IUPAC לחומרים הבאים:



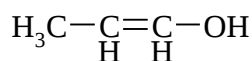
(3) סדר תרכובות לפי טמפרטורת רתיחה.



(4) איזו משתי התרכובות הבאות תהייה חומצית יותר? נמק את תשובתך ע"י שימוש בתיאוריית הרזוננס.

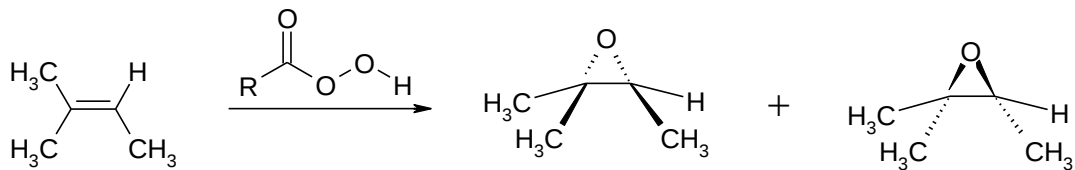
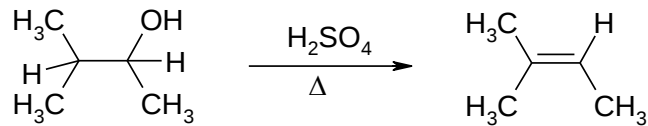


A



B

7) רשמו ליד כל אחת מהתגובות הבאות האם התרכובת עברה חימצון, חיזור אם בכלל. נמקו.



8) דיאול $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_2$ הופך כתוצאה מתגובת אתריפיקציה אינטראמולקולרית לאתר טבעתי. מהם המבנה/ים של חומר המוצא אם ידוע:

- בטבעת ישנם 5 אטומים.
- חומר המוצא והאתר הנוצר הם תרכובות כיראליות.
- חימצון הדיאול גורם להיווצרות די-קטון.

כימיה כללית ואורגנית

פרק 6 - אלדהידים וקטונים

תוכן העניינים

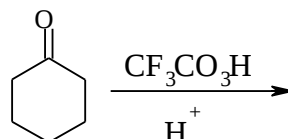
1. כללי 8

אלדהידים וקטונים:

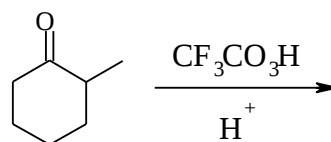
שאלות:

1) מה יהיו תוצרי התגובות הבאות:

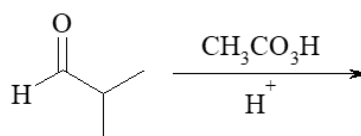
א.



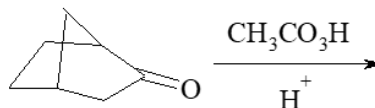
ב.



ג.



ד.



כימיה כללית ואורגנית

פרק 7 - חומצות קרבוקסיליות ונגזרותיהן

תוכן העניינים

1. כללי (ללא ספר)

כימיה כללית ואורגנית

פרק 8 - אמינים

תוכן העניינים

1. כללי (ללא ספר)

כימיה כללית ואורגנית

פרק 9 - תרמודינמיקה

תוכן העניינים

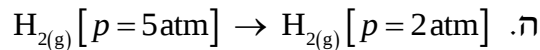
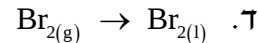
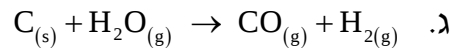
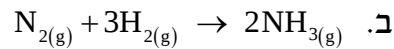
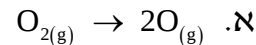
1. תרמודינמיקה 9

תרמודינמיקה

שאלות

- 1) 2.5 מול של מים מתאדים בנקודת הרתיחה שלהם בלחץ של 1.000 atm. המים נמצאים בגליל עם בוכנה, והאידוי מתרחש עקב חימום המערכת. הבוכנה נעה ללא חיכוך, כך שהלחץ הפנימי נשאר קבוע. מהי העבודה שנעשתה?
- 2) גז אידיאלי, בלחץ 1 atm וטמפרטורה של 30°C, מתפשט נגד לחץ חיצוני של 0.3 atm לתוך כלי שנפחו 2.5 ליטר. כמה עבודה מבצע הגז?
- 3) גז חומם בכלי עם בוכנה על ידי קבלת חום של 7000 J. הגז התפשט כנגד לחץ חיצוני של 750 torr, ונפח הכלי גדל מ-700 ml ל-1450 ml. מהו השינוי באנרגיה הפנימית של הגז?
- 4) 1.00 mol של גז אידיאלי נמצא בכלי שנפחו 8 ליטר. הלחץ בכלי הוא 3 atm והטמפרטורה היא 298 K. הגז מתפשט לנפח של 20.00 ליטר ולחץ 1.20 atm, בשני מסלולים שונים:
מסלול 1 – התפשטות איזותרמית הפיכה.
מסלול 2 – בשני שלבים:
שלב א – הגז מקורר בנפח קבוע עד שהלחץ יורד ל-1.20 atm.
שלב ב – הגז מחומם ומושאר להתפשט כנגד לחץ קבוע של 1.20 atm, עד שנפחו מגיע ל-20.00 ליטר.
חשבו את w , q , Δ , U בכל אחד מהמסלולים.
- 5) מול אחד של גז אידיאלי מתפשט, תוך שמירה על טמפרטורת החדר, מנפח התחלתי של 1 ליטר לנפח סופי של 4 ליטר. מצאו את העבודה שנעשתה
א. כנגד ואקום.
ב. כנגד לחץ חיצוני של 0.5 atm.

6) ביחס לתגובות הבאות, קבעו האם האנטרופיה גדלה, קטנה או לא השתנתה:



7) חשבו את שינוי האנטרופיה במערכת, בסביבה וביקום, כאשר 14 גרם של חנקן מכפילים את הנפח בתהליך:

א. התפשטות איזותרמית הפיכה.

ב. התפשטות איזותרמית לא-הפיכה (הלחץ החיצוני הוא 0).

8) חשבו את כמות החום ואת שינוי האנטרופיה במעבר של 2 מול אמוניה נוזלית (NH_3) בטמפרטורה של $-40^\circ C$ עד לאמוניה גזית ב- $200^\circ C$, כאשר התהליך נעשה בלחץ קבוע.

$$\Delta H_v^0(NH_3) = 5.56 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}, \quad c_p(NH_{3(l)}) = 17.9 \frac{\text{cal}}{\text{mol}},$$

נתונים:

$$c_p(NH_{3(g)}) = 8.92 \frac{\text{cal}}{\text{mol}}, \quad t_b(NH_{3(l)}) = -33.46^\circ C$$

9) האנטרופיה של בדיל לבן ואפור בטמפרטורת החדר היא $S^0 = 6.3 \frac{\text{cal}}{\text{mol}} ^\circ K$,

$S^0 = 6.16 \frac{\text{cal}}{\text{mol}} ^\circ K$. שינוי האנטלפיה במעבר מבדיל לבן לאפור הוא $0.53 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$. איזו צורה של בדיל יציבה יותר?

10) נתונים:

	$\Delta H_f^0 \left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right)$	$\Delta G_f^0 \left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right)$
$SO_{2(g)}$	-289.41	-301.43
$SO_{3(g)}$	-396.9	-3171.74

א. נסחו תגובה בין SO_2 גזי לבין חמצן גזי, לקבלת SO_3 גזי.

ב. איזו תחמוצת יציבה יותר בנוכחות חמצן, בתנאים תקינים?

ג. חשבו את שינוי האנטרופיה עבור התגובה הנתונה.

ד. מהו תחום הטמפרטורות שבו התהליך הוא ספונטני?

11 נתונה תגובה $H_{2(g)} + CO_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)} + CO_{(g)}$, ונתונים :

$$\Delta G_f^0(CO_{2(g)}) = -397.4 \text{ kJ}, \Delta G_f^0(CO_{(g)}) = -137.15 \text{ kJ}, \Delta G_f^0(H_2O_{(g)}) = -228.58 \text{ kJ}$$

א. האם התגובה ספונטנית בטמפרטורת החדר?

ב. חשבו את קבוע שיווי המשקל של התגובה הנתונה.

12 כמות בלתי-ידועה של PCl_5 חוממה בכלי שנפחו 12 ליטר, ונתונה תגובה אפשרית, $PCl_{5(g)} \rightarrow PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$. נמצא שבשיווי משקל הכלי מכיל 0.21 מול PCl_5 , 0.32 מול PCl_3 ו-0.32 מול של Cl_2 .

א. חשבו את קבוע שיווי המשקל (K_p, K_c) עבור המערכת הנתונה,

בטמפרטורת החדר.

ב. חשבו את ΔG^0 עבור תגובה זו.

13 מול 1 של CO גזי ומול אחד של מים גזיים עורבבו במיכל בנפח 10 ליטר, שחומם עד 1000°C , והתרחשה התגובה $CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_{2(g)}$.

בשיווי משקל נמצאו 0.57 מול של CO.

א. חשבו את קבוע שיווי המשקל (K_p, K_c) בטמפרטורה הנתונה.

ב. חשבו את ΔG^0 עבור תגובה זו בטמפרטורת החדר.

ג. חשבו את ΔG^0 עבור תגובה זו בטמפרטורת החדר, כאשר נתונים

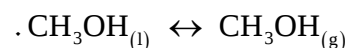
$$P(H_2) = 0.25 \text{ atm}, P(CO) = 1.20 \text{ atm},$$

הלחצים החלקיים :

$$P(H_2O) = 0.66 \text{ atm}, P(CO_2) = 0.78 \text{ atm}$$

14 נתונים שני גדלים $\Delta G_f^0(CH_3OH_{(l)}) = -39.73 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$, ונתון שיווי המשקל הבא :

$$\Delta G_f^0(CH_3OH_{(g)}) = -38.69 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$



א. חשבו את ΔG^0 עבור תהליך זה בטמפרטורת החדר.

ב. מהו ΔG בשיווי משקל?

ג. האם הטמפרטורה שבה תהליך הרתיחה של CH_3OH ספונטני נמוכה,

גבוהה או שווה לטמפרטורת החדר? נמקו.

(15) נתונים :

$$\Delta H_f^0(\text{CH}_{4(g)}) = -74.8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}, \Delta H_f^0(\text{CO}_{2(g)}) = -393.5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}, \Delta H_f^0(\text{H}_2\text{O}_{(l)}) = -285.9 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$S^0(\text{CH}_{4(g)}) = 186.2 \text{ J/K mol}, S^0(\text{CO}_{2(g)}) = 213.6 \text{ J/K mol}$$

$$S^0(\text{O}_{2(g)}) = 205 \text{ J/K mol}, S^0(\text{H}_2\text{O}_{(l)}) = 70 \text{ J/K mol}$$

- א. חשבו את ΔG^0 לתגובת השריפה של מתאן ב- 800°K .
- ב. האם התהליך ספונטני?
- ג. איך תשפיע הקטנת הטמפרטורה על מידת הספונטניות של התהליך? נמקו.

- (16)** 100 גרם של בנזן מתאדים בנקודת הרתיחה שלו, 80.2°C , ב- 760 mm Hg , כאשר חום האידוי הוא $94.4 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$. נתון שמסה מולרית של בנזן היא $78 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$.
- מה ערכם של הגדלים הבאים:
- א. עבודה שמתבצעת בתהליך הפיך, W .
- ב. כמות החום, Q .
- ג. שינוי האנרגיה הפנימית, ΔU .

- (17)** מול אחד של גז אידיאלי מונו-אטומי עובר תהליך הפיך, שבו מוכפל נפחו. שינוי האנתלפיה בתהליך הוא $\Delta H^0 = 500 \text{ cal}$, והחום שעובר בו הוא $Q = 400 \text{ cal}$. נתון גם כי $c_p = 5 \frac{\text{cal}}{\text{mol}} \cdot \text{deg}$.
- א. חשבו את הטמפרטורה והלחץ הסופיים, אם הטמפרטורה ההתחלתית היא 20°C , והלחץ ההתחלתי הוא 1 atm .
- ב. חשבו את העבודה שבוצעה, ואת השינוי באנרגיה הפנימית של הגז.

- (18)** מול של גז אידיאלי מתפשט מנפח של 10 ליטר ומטמפרטורה של 25°C , לנפח של 50 ליטר ומטמפרטורה של 100°C . נתון $c_p = 6.5 \frac{\text{cal}}{\text{mol}} \cdot \text{deg}$.
- התהליך מתרחש בשני מסלולים:
- מסלול א – הגז חומם בנפח קבוע ל- 100°C ואז התפשט באופן הפיך איזותרמי לנפח של 50 ליטר.
- מסלול ב – הגז התפשט באופן הפיך איזותרמי לנפח של 50 ליטר ואז חומם בנפח קבוע ל- 100°C .
- חשבו עבור שני המסלולים את ΔU , W , q .

תשובות סופיות

$$W = -7747.31 \text{ J} \quad (1)$$

$$W = -53195.6 \text{ J} \quad (2)$$

$$\Delta U = 6925 \text{ J} \quad (3)$$

$$(4) \text{ מסלול ראשון: } W = -2224.47 \text{ J}, q = 2224.47 \text{ J}, \Delta U = 0$$

$$\text{מסלול שני: } W = -1459.08 \text{ J}, q = 1459.08 \text{ J}, \Delta U = 0$$

$$(5) \text{ א. } W = 0 \quad \text{ב. } W = -151.987 \text{ J}$$

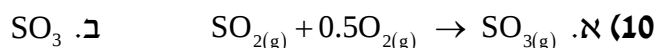
$$(6) \text{ א. גדלה. ב. קטנה. ג. גדלה. ד. קטנה. ה. גדלה.}$$

$$(7) \text{ א. } \Delta S_{\text{universe}} = 0, \Delta S_{\text{environment}} = -2.88 \text{ J/K}, \Delta S_{\text{system}} = 2.88 \text{ J/K}$$

$$\text{ב. } \Delta S_{\text{universe}} = 2.88 \text{ J/K}, \Delta S_{\text{environment}} = 0, \Delta S_{\text{system}} = 2.88 \text{ J/K}$$

$$(8) Q = 15519.03 \text{ cal}, \Delta S = 71.77 \text{ cal/K}$$

$$(9) \text{ בדיל לבן.}$$



$$\Delta S^0 = -0.094 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \quad \text{ג.}$$

$$\text{ד. } T < 1047.76 \text{ K}$$

$$(11) \text{ א. לא. ב. } K = 2.8 \cdot 10^{-5}$$

$$(12) \text{ א. } K_p = 0.98, K_c = 0.04 \quad \text{ב. } \Delta G^0 = -50.03 \text{ J/mol}$$

$$(13) \text{ א. } K_p = K_c = 0.57 \quad \text{ב. } \Delta G^0 = 1392 \text{ J/mol} \quad \text{ג. } \Delta G^0 = -2078.8 \text{ J/mol}$$

$$(14) \text{ א. } \Delta G^0 = 1.04 \text{ kJ/mol} \quad \text{ב. } \Delta G = 0 \quad \text{ג. גבוהה.}$$

$$(15) \text{ א. } \Delta G_{800}^0 = -696.4 \text{ kJ} \quad \text{ב. כן. ג. ראו בסרטון.}$$

$$(16) \text{ א. } W = -3756.12 \text{ J} \quad \text{ב. } Q = 9440 \text{ cal} \quad \text{ג. } \Delta U = 8541.7 \text{ cal}$$

$$(17) \text{ א. } T = 373 \text{ K}, P_2 = 0.64 \text{ atm} \quad \text{ב. } W = -63.1 \text{ cal}, \Delta U = 336.92 \text{ cal}$$

$$(18) \text{ מסלול ראשון: } W = -1193.4 \text{ cal}, q = 1532.4 \text{ cal}, \Delta U = 339 \text{ cal}$$

$$\text{מסלול שני: } W = -953.49 \text{ cal}, q = 1292.5 \text{ cal}, \Delta U = 339 \text{ cal}$$