



מכון ויצמן למדע
המחלקה להוראת המדעים
קבוצת הכימיה

בחינת הבגרות - 3 יחידות לימוד
שאלון 918651
תש"ס - 2000

הוכן על-ידי:
חברי הסדנא לאיתור קשיי למידה
בכימיה ודרכים להתגבר עליהם

בהדרכת:
זיוה בר-דב

חברי הסדנא:
רונית אגוזי
ציונה גולדנר
דורית טייטלבוים
דניאלה ליבמן
יהודית פלדמן
יוסף שוורץ
יעל שוורץ
נאוה תמם

יעוץ מדעי:
דר' רות בן-צבי
פרופ' אבי הופשטיין
ורדה אקשטיין

דצמבר 2000

שאלה 1

א. באיזה תהליך ניתן לקבל $^{210}_{81}\text{Tl}$ מ- $^{214}_{83}\text{Bi}$?

1. קליטת חלקיק α (אלפא).
2. פליטת חלקיק α (אלפא).
3. פליטת שני פרוטונים.
4. פליטת ארבעה פרוטונים.

הנימוק:

נרכז מידע לגבי כל אחד מהחלקיקים:

נויטרונים	מספר המסה	פרוטונים	
$214 - 83 = 131$	214	83	אטום Bi
$210 - 81 = 129$	210	81	אטום Tl
2	4	2	בעת המעבר אטום Bi מאבד:

מכיוון שבמקרה הנתון בעת המעבר מאטום אחד לאחר יש שינוי במבנה הגרעין, נפלט חלקיק שבו 2 פרוטונים ו-2 נויטרונים, זוהי פליטת חלקיק α [He^{2+}].

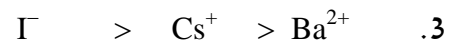
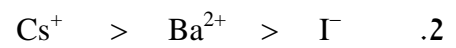
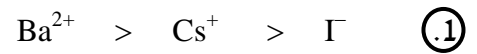
ב. נתון החלקיק ^{197}Au . מהי הקביעה הנכונה לגבי החלקיק Au^{3+} ?

1. יש בו 76 פרוטונים, ו-115 נויטרונים.
2. יש בו 76 פרוטונים, ו-79 אלקטרונים.
3. יש בו 79 פרוטונים, ו-118 נויטרונים.
4. יש בו 79 פרוטונים, ו-82 אלקטרונים.

הנימוק:

השימוש בסימון זהה "Au" גם ליון וגם לאטום מבהיר כי מספר הפרוטונים ביון Au^{3+} הוא 79 כמו באטום Au הנתון. מכיוון שמספר המסה הנתון (סכום פרוטונים ונויטרונים) הוא 197, ניתן לחשב את כמות הנויטרונים: $118 - 79$.

ג. מדרגים חלקיקים הנמצאים במצב גזי, על-פי כמות האנרגיה הדרושה כדי להוציא אלקטרון מן החלקיק. מהו הדירוג הנכון?



הנימוק:

Ba^{2+}	Cs^+	I^-	החלקיק
56	55	53	מספר פרוטונים בגרעין
54	54	54	מספר אלקטרונים

מכיוון שהוצאת אלקטרון מכל אחד מהחלקיקים הני"ל מחייבת השקעת אנרגיה הגדולה מכוח המשיכה החשמלי שמפעיל הגרעין החיובי על האלקטרון, ברור כי מטען גרעיני גדול יותר יחייב השקעת אנרגיה רבה יותר.

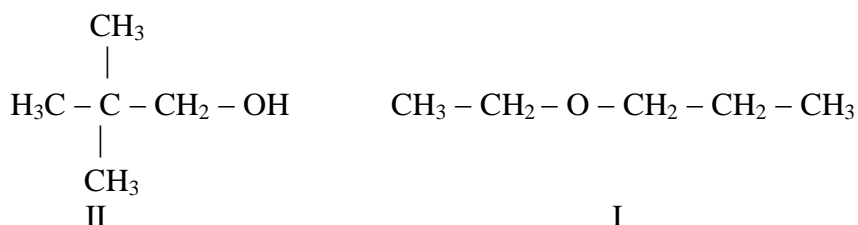
4. לפניך ארבעה חלקיקים: CH_3^+ , CH_3^- , H_3O^+ , NF_3 . לאילו מהם יש צורה של פירמידה משולשת?
1. ל- NF_3 ול- H_3O^+ בלבד.
 2. ל- NF_3 ול- CH_3^+ בלבד.
 3. ל- NF_3 , ל- H_3O^+ ול- CH_3^- בלבד.
 4. לכולם.

הנימוק:

יש לבדוק לגבי כל חומר:

CH_3^+	CH_3^-	H_3O^+	NF_3	החלקיק
C 4 אלקטרונים	C 4 אלקטרונים	O 6 אלקטרונים	N 5 אלקטרונים	מספר אלקטרוני הערכיות של האטום המרכזי
H אלקטרון אחד	H אלקטרון אחד	H אלקטרון אחד	F אלקטרון אחד	מספר האלקטרונים אשר תורם לקשר האטום הנוסף
1+	1-	1+	0	מטען החלקיק
6	8	8	8	מספר האלקטרונים הכולל סביב האטום המרכזי
3	3	3	3	מספר הקשרים שיוצר האטום המרכזי (מספר זוגות אלקטרונים קושרים)
0	1	1	1	מספר זוגות אלקטרונים לא קושרים
				נוסחת ייצוג אלקטרונית של החלקיק
משולש מישורי	פירמידה משולשת	פירמידה משולשת	פירמידה משולשת	צורת החלקיק

ה. לפניך נוסחאות מבנה של שני חומרים I ו-II .



מהי הקביעה הנכונה בדבר נקודות הרתיחה של שני החומרים האלה?

1. נקודת הרתיחה של חומר I גבוהה יותר, כי המולקולות של חומר I אינן מסועפות.
2. נקודת הרתיחה של חומר I גבוהה יותר, כי המולקולות של חומר I גדולות יותר.
3. נקודת הרתיחה של חומר II גבוהה יותר, כי במולקולות של חומר II יש קשרי O - H חזקים.
4. נקודת הרתיחה של חומר II גבוהה יותר, כי בין המולקולות של חומר II יש קשרים חזקים יותר. 4

הנימוק:

ראשית נסכם את המידע אודות החומרים הנתונים:

II	I	החומר
מולקולרי	מולקולרי	סוג החומר
קשרי מימן	כוחות ון-דר-ולס	סוג הכוחות הבין מולקולריים
88	88	מסה מולרית

שני החומרים הם איזומרים. במולקולות החומר II יש קבוצת OH אשר מאפשרת קיום קשרי מימן בין מולקולריים (בנוסף לכוחות ון-דר-ולס), שהם חזקים יותר מכוחות ון-דר-ולס הפועלים בין מולקולות החומר I. לכן טמפרטורת הרתיחה של החומר II גבוהה יותר.

1. מהי המסה בגרמים של אטום אחד של הליום, He ?

1. גרם $\frac{6 \times 10^{23}}{4}$
2. גרם $4 \times 6 \times 10^{23}$
3. גרם $\frac{4}{6 \times 10^{23}}$ 3
4. גרם $\frac{2}{6 \times 10^{23}}$

הנימוק:

$$\text{מסה של אטום אחד של הליום} = \frac{\text{מסה של מול אטומי הליום}}{\text{מספר אטומי הליום במול הליום}} = \text{גרם} \frac{4}{6 \times 10^{23}}$$

ז. מהי דרגת החמצון של אטום החמצן במולקולה של HOF ?

1. -2

2. 0

3. +1

4. +2

הנימוק:

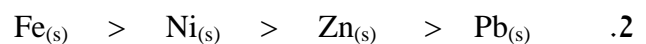
סכום דרגות החמצון של כל האטומים במולקולה שווה לאפס: $\overset{+1}{\text{H}} \overset{0}{\text{O}} \overset{-1}{\text{F}}$

כדי לחשב דרגת חמצון של אטום במולקולה תלת-אטומית, יש לרשום בראש וראשונה את דרגות החמצון הידועות (המופיעות בכללים) של שני אטומים ולחשב את דרגת החמצון של האטום השלישי. (ברוב המקרים יש לחשב את דרגת החמצון של האטום האמצעי).

$$+1 + X + (-1) = 0$$

$$X = 0$$

ח. ניתן לאחסן תמיסה המכילה יוני $\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})}$ בכלי עשוי עופרת, $\text{Pb}_{(\text{s})}$, אך לא בכלי עשוי אבץ, $\text{Zn}_{(\text{s})}$. ניתן לאחסן תמיסה המכילה יוני $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$ בכלי עשוי ניקל, $\text{Ni}_{(\text{s})}$, אך לא בכלי עשוי אבץ, $\text{Zn}_{(\text{s})}$. מהו הדירוג הנכון של המתכת לפי הכושר היחסי שלהן לחזור?



הנימוק:

כדי לדרג את המתכות, יש לקבוע על פי כל נתון, איזו מתכת מצמד המתכות היא מחזור טוב יותר.

נתון: ניתן לאחסן תמיסה המכילה יוני $\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})}$ בכלי עשוי עופרת, $\text{Pb}_{(\text{s})}$, אך לא בכלי עשוי אבץ, $\text{Zn}_{(\text{s})}$. המסקנה: $\text{Ni}_{(\text{s})} > \text{Pb}_{(\text{s})}$ כמחזור, $\text{Zn}_{(\text{s})} > \text{Ni}_{(\text{s})}$ כמחזור, ז.א. $\text{Zn}_{(\text{s})} > \text{Ni}_{(\text{s})} > \text{Pb}_{(\text{s})}$

נתון: ניתן לאחסן תמיסה המכילה יוני $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$ בכלי עשוי עופרת, $\text{Ni}_{(\text{s})}$, אך לא בכלי עשוי אבץ, $\text{Zn}_{(\text{s})}$. המסקנה: $\text{Fe}_{(\text{s})} > \text{Ni}_{(\text{s})}$ כמחזור, $\text{Zn}_{(\text{s})} > \text{Fe}_{(\text{s})}$ כמחזור, ז.א. $\text{Zn}_{(\text{s})} > \text{Fe}_{(\text{s})} > \text{Ni}_{(\text{s})}$

הדירוג לגבי ארבעת המתכות הנתונות: $\text{Zn}_{(\text{s})} > \text{Fe}_{(\text{s})} > \text{Ni}_{(\text{s})} > \text{Pb}_{(\text{s})}$

ט. באמצעות האנרגיה הנפלטת בתגובת הסיפוח של מימן ל- 0.2 מול אתן, $C_2H_4(g)$, ניתן להעלות את הטמפרטורה של 250 גרם מים ב- $26^{\circ}C$. קיבול האנרגיה הסגולית של מים (החום הסגולי) הוא $4.2 \frac{J}{gr^{\circ}C}$. מהו הערך של ΔH^0 לתגובת הסיפוח של מימן למול אתן?

1. $+27.3 \frac{kJ}{mol}$
2. $-27.3 \frac{kJ}{mol}$
3. $-136.5 \frac{kJ}{mol}$
4. $-611.5 \frac{kJ}{mol}$

הנימוק:

האנרגיה שנקלטה ע"י המים:

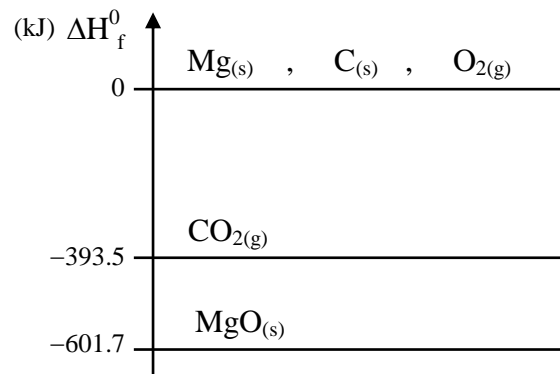
$$q = m \cdot c \cdot \Delta T = 250 \text{ gr.} \cdot 4.2 \text{ J/gr.}^{\circ}C \cdot 26^{\circ}C = 27300 \text{ J} = 27.3 \text{ kJ}$$

ז.א. כשהגיבו 0.2 מול אתן, $C_2H_4(g)$, השתחררו 27.3 kJ. המים התחממו, לכן התגובה הנ"ל היא תגובה אקסותרמית.



כשיגיב 1 מול אתן, $C_2H_4(g)$, תשתחרר האנרגיה:

$$\Delta H^0 = - \frac{27.3 \text{ kJ}}{0.2 \text{ mol}} - 136.5 \text{ kJ/mol}$$



סרט בוער של מגנזיום, $Mg(s)$, הוכנס לכלי המכיל $CO_2(g)$. הסרט המשיך לבעור, ונוצרו $C(s)$ ו- $MgO(s)$. מהו הערך של ΔH^0 לתגובה זו?

.1 -208.2 kJ

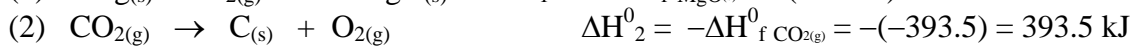
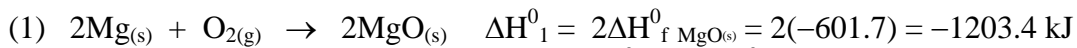
.2 -809.9 kJ

.3 -995.2 kJ

.4 -1596.9 kJ

הנימוק:

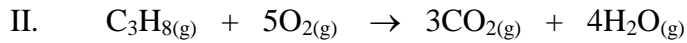
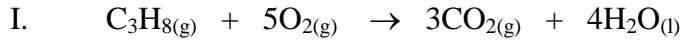
התרחשו שתי תגובות. ניתן לחשב ΔH^0 של כל אחת מהתגובות בעזרת הנתונים שבדיאגרמה :



התגובה הכוללת היא :



יא. לפניך ניסוחים של שתי תגובות שריפה:

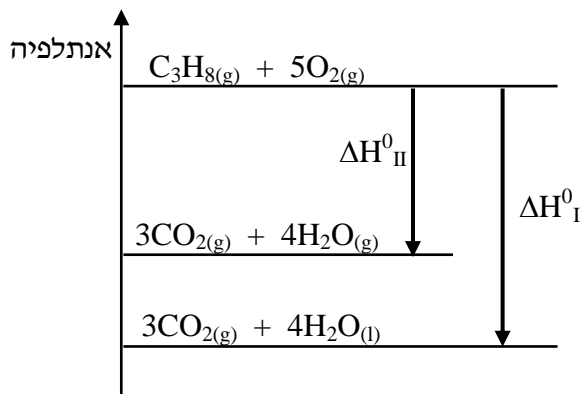


מהי הקביעה הנכונה?

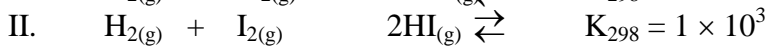
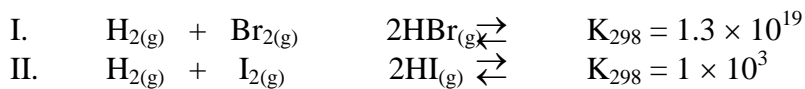
1. תגובה I היא אנדותרמית, ותגובה II היא אקסותרמית.
2. בתגובה I נפלטת אנרגיה רבה יותר מהאנרגיה שנפלטת בתגובה II.
3. בתגובה I נקלטת אנרגיה רבה יותר מהאנרגיה שנקלטת בתגובה II.
4. בשתי התגובות נפלטת אנרגיה, אך לא ניתן לקבוע באיזו מהן נפלטת אנרגיה רבה יותר.

הנימוק:

מדובר בתגובות שריפה של פחמימן, לכן שתי התגובות הן אקסותרמיות. המגיבים בשתי התגובות זהים. התוצרים נבדלים במצב צבירה של המים. תכולת האנרגיה של תוצרי התגובה II נמוכה יותר מזו של תוצרי התגובה I כי תכולת האנרגיה של המים במצב נוזלי נמוכה מזו של אדי המים, לכן בתגובה I נפלטת אנרגיה רבה יותר מהאנרגיה שנפלטת בתגובה II.



יב. כל אחת משתי תגובות I ו-II שלפניך מתבצעת בטמפרטורה של 298 K ובלי זרז.

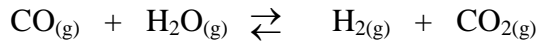


מהי הקביעה הנכונה?

1. לתגובה I ולתגובה II יש מהירויות שוות, כי הן מתבצעות באותה טמפרטורה.
2. לתגובה I ולתגובה II יש מהירויות שוות, כי יחסי המולים בשתי התגובות זהים.
3. לתגובה I יש מהירות גדולה יותר מהמהירות שיש לתגובה II, כי קבוע שיווי-המשקל של תגובה I גדול יותר.
4. לא ניתן לקבוע לאיזו תגובה יש מהירות גדולה יותר בלי נתונים על אנרגיות שפעול.

הנימוק:

מאחר ומדובר בתגובות המתרחשות באותה טמפרטורה, הרי זו שיש לה אנרגיית שפעול נמוכה יותר תתרחש במהירות גדולה יותר. ערכו של קבוע שיווי-משקל אינו משפיע על מהירות תגובה.



השאלה דנה במערכת:

בטמפרטורה T, K = 9.

לכל אחד משלושה כלים, III-I, הוכנסו חומרים לפי הפירוט בטבלה שלפניך.

מספר מולים				נפח הכלי (ליטר)	טמפרטורה	כלי
CO _(g)	H ₂ O _(g)	H _{2(g)}	CO _{2(g)}			
0.02	0.02	0.1	0.1	1	T	I
0.03	0.03	0.05	0.05	1	T	II
0.05	0.05	0.15	0.15	2	T	III

מהי הקביעה הנכונה?

- עד להשגת שיווי-משקל הלחץ בכלי I ירד.
- עד להשגת שיווי-משקל מספר המולים של התוצרים בכלי II ירד.
- מיד עם הכנסת החומרים קיים מצב של שיווי-משקל בכלי I ובכלי II בלבד.
- מיד עם הכנסת החומרים קיים מצב של שיווי-משקל בכלי III בלבד.

הנימוק:

חישוב Q - מנת הריכוזים לגבי מערכת בכל אחד מהכלים: במצב ההתחלתי - מיד עם הכנסת החומרים.

כלים I ו-II הם בעלי נפח 1 ליטר, לכן מספר מולים של חומר הוא גם ריכוזו המולרי.

$$Q_{II} = \frac{0.05 \cdot 0.05}{0.03 \cdot 0.03} = 2.8 \quad \text{בכלי II} \quad \quad Q_I = \frac{0.1 \cdot 0.1}{0.02 \cdot 0.02} = 25 \quad \text{בכלי I}$$

בכלים אלה $Q \neq K$, לכן המערכות אינן נמצאות במצב שיווי-משקל.

$$Q_{III} = \frac{0.075 \cdot 0.075}{0.025 \cdot 0.025} = 9$$

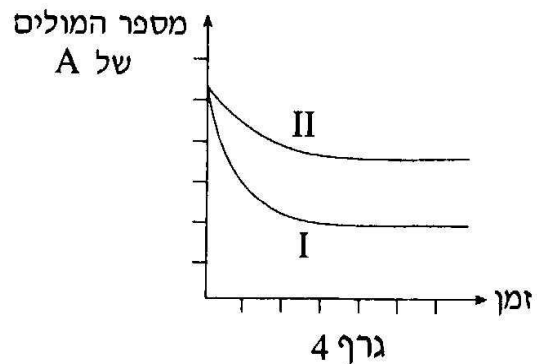
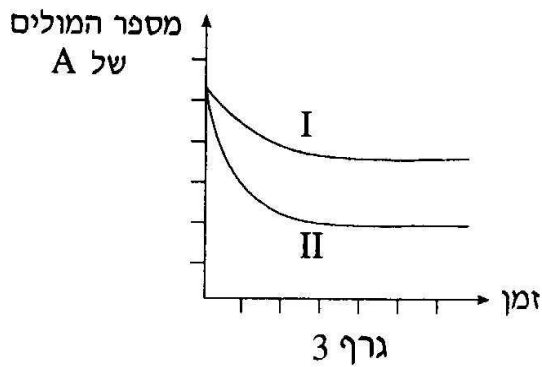
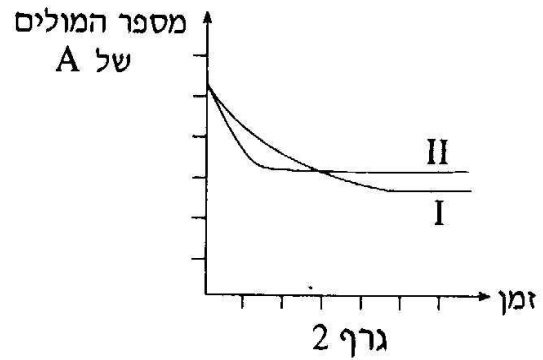
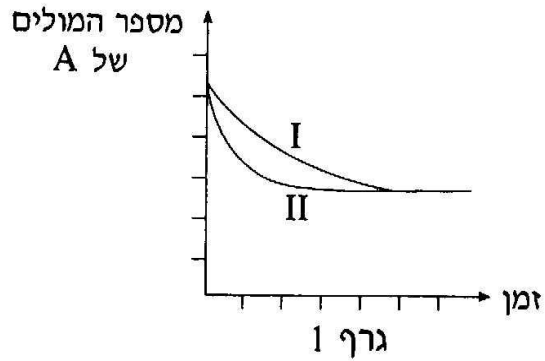
נפחו של כלי III הוא 2 ליטר, לכן ריכוזי החומרים הם:

$$[\text{CO}_{(g)}] = 0.025 \text{ mol/liter} \quad [\text{H}_2\text{O}_{(g)}] = 0.025 \text{ mol/liter}$$

$$[\text{H}_2_{(g)}] = 0.075 \text{ mol/liter} \quad [\text{CO}_{2(g)}] = 0.075 \text{ mol/liter}$$

המסקנה: מיד עם הכנסת החומרים קיים מצב של שיווי-משקל בכלי III בלבד.

4. השאלה מתייחסת לתגובה $A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)}$ המתרחשת בכלי סגור שנפחו 1 ליטר בטמפרטורה קבועה T. לפניך ארבעה גרפים 1-4. בכל אחד מהגרפים מתואר השינוי במספר המולים של חומר A עם הזמן, פעם בלי זרז (I) ופעם בנוכחות זרז (II).



איזה גרף מתאר נכון את השינוי במספר המולים של חומר A עם הזמן?

1. גרף 1
 2. גרף 2
 3. גרף 3
 4. גרף 4

הנימוק:

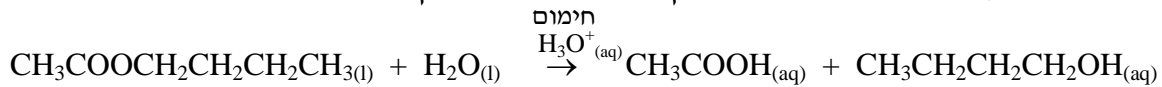
גרף 1 מתאר את פעולת הזרז: הריכוז ההתחלתי של המגיב שווה בשני התהליכים (עם זרז וללא זרז), וכך גם ריכוז המגיב במצב שיווי-משקל, הרי זרז אינו משפיע על הריכוזים של מרכיבי המערכת. בתהליך II המערכת מגיעה מהר יותר למצב שיווי-משקל כי זרז מוריד את אנרגיית השפעול של התגובה ובכך מזרז את התהליך.

טו. באיזו תגובה אפשר לקבל את הכוהל $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$?

1. בסיפוח מים, בתמיסה חומצית, ל- $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)_2$.
2. בהידרוליזה (פירוק על-ידי מים) של האסטר $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ בתמיסה חומצית.
3. בהידרוליזה (פירוק על-ידי מים) של האסטר $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ בתמיסה חומצית.
4. בתגובה בין $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHBrCH}_3$ לתמיסה מימית מהולה של KOH .

הנימוק:

בהידרוליזה חומצית מתפרק האסטר לכוהל וחומצה אורגנית המתאימים לרדיקלים של האסטר. האסטר שנוסחתו מופיעה בתשובה 2 מתאים לקבלת הכוהל המבוקש:



טז. בטבלה שלפניך מופיעים כמה נתונים על שתי תרכובות שסומנו באותיות A ו-B.

תרכובת B	תרכובת A	נוסחה מולקולרית
$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	תגובה עם $\text{KMnO}_4(aq)$
מגיבה	אינה מגיבה	תגובה עם מגיב לוקס ($\text{HCl}(aq) / \text{ZnCl}_2(aq)$)
מגיבה לאחר חימום של כ- 10 דקות באמבט מים רותחים	מגיבה במהירות בטמפרטורת החדר	

מהי הנוסחה המתאימה לכל אחת מהתרכובות A ו-B ?

1. לתרכובת A $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ ולתרכובת B $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$
2. לתרכובת A $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$ ולתרכובת B $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
3. לתרכובת A $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ולתרכובת B $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$
4. לתרכובת A $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ ולתרכובת B $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$

הנימוק:

חומרים A ו-B הם איזומרים.

מאחר ותרכובת A מגיבה במהירות עם מגיב לוקס בטמפרטורת החדר ואינה מגיבה עם המחמצן $\text{KMnO}_4(aq)$, ניתן להסיק שמדובר בכוהל שלישוני, שנוסחתו האפשרית היחידה היא: $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$. מאחר ותרכובת B מגיבה עם מגיב לוקס לאחר חימום של כ- 10 דקות ומגיבה עם המחמצן $\text{KMnO}_4(aq)$, ניתן להסיק שמדובר בכוהל שניוני, שנוסחתו: $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$.

שאלה 2

מבנה, קישור ותכונות של תרכובות פחמן

בטבלה שלפניך מוצגות כמה תכונות של שש תרכובות פחמן, המסומנות סימון שרירותי באותיות A עד F.

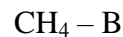
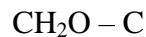
תגובות	מסיסות במים	דו-קוטב קבוע במולקולות	מצב צבירה בטמפרטורת החדר	התרכובת
עובר חמצון לתרכובת C.	טובה	יש	נוזל	A
מגיב עם ברום באור. התרכובת E היא אחד התוצרים בתגובה זו.	זניחה	אין	גז	B
	טובה	יש	גז	C
	זניחה	אין	גז	D
מגיב עם NH_3 . התרכובת F היא תוצר בתגובה זו.	זניחה	יש	גז	E
	טובה	יש	גז	F

סעיף א'

זהה את התרכובות A עד F מתוך הרשימה שלפניך:



התשובה:



סעיף ב'

תת-סעיף i

הסבר מדוע מסיסותה של תרכובת C במים טובה, ואילו מסיסותה של תרכובת E במים זניחה.

התשובה:

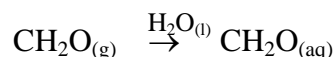
המולקולות של תרכובת C יוצרות קשרי מימן עם מולקולות המים, ולכן מסיסותה במים טובה. (אטומי המימן שבמולקולות המים, הטעונים מטען חלקי חיובי, נמשכים אל זוגות האלקטרונים הלא קושרים שעל אטום החמצן, הטעון מטען חלקי שלילי, במולקולות של CH_2O).

מולקולות של תרכובת E אינן מסוגלות ליצור קשרי מימן עם מולקולות המים ולכן מסיסותה במים זניחה.

תת-סעיף ii

נסח את תהליך ההמסה במים של תרכובת C.

התשובה:



סעיף ג'

הסבר את שתי העובדות שלפניך :

תת-סעיף i

נקודת הרתיחה של $\text{CH}_2\text{O}_{(l)}$ גבוהה מנקודת הרתיחה של $\text{C}_2\text{H}_6_{(l)}$.

התשובה:

כוחות ון-דר-ולס בין המולקולות של $\text{CH}_2\text{O}_{(l)}$ חזקים מכוחות ון-דר-ולס בין המולקולות של $\text{C}_2\text{H}_6_{(l)}$ כי למולקולות של CH_2O יש דו-קוטב קבוע ואילו למולקולות של C_2H_6 יש דו-קוטב רגעי בלבד. לכן נקודת הרתיחה של $\text{CH}_2\text{O}_{(l)}$ גבוהה יותר מזו של $\text{C}_2\text{H}_6_{(l)}$ (למולקולות של שתי התרכובות אותו גודל).

תת-סעיף ii

נקודת הרתיחה של $\text{CH}_2\text{O}_{(l)}$ נמוכה מזו של $\text{CH}_3\text{Br}_{(l)}$.

התשובה:

כוחות ון-דר-ולס שבין המולקולות של $\text{CH}_2\text{O}_{(l)}$ חלשים מאלה שבין המולקולות של $\text{CH}_3\text{Br}_{(l)}$, כי המולקולות של CH_2O קטנות יותר (ענן אלקטרוני קטן יותר, מסה מולרית קטנה יותר) מהמולקולות של CH_3Br . לכן נקודת הרתיחה של $\text{CH}_2\text{O}_{(l)}$ נמוכה מזו של $\text{CH}_3\text{Br}_{(l)}$.

סעיף ד'

הסבר את שתי העובדות שלפניך :

תת-סעיף i

נקודת הרתיחה של $\text{CH}_3\text{NH}_2_{(l)}$ גבוהה מזו של $\text{CH}_2\text{O}_{(l)}$.

התשובה:

בין המולקולות של $\text{CH}_3\text{NH}_2_{(l)}$ יש קשרי מימן ואילו בין המולקולות של $\text{CH}_2\text{O}_{(l)}$ יש כוחות ון-דר-ולס. קשרי מימן שבין המולקולות של $\text{CH}_3\text{NH}_2_{(l)}$ חזקים מכוחות ון-דר-ולס שבין המולקולות של $\text{CH}_2\text{O}_{(l)}$ ולכן נקודת הרתיחה של $\text{CH}_3\text{NH}_2_{(l)}$ גבוהה מזו של $\text{CH}_2\text{O}_{(l)}$ (הגודל של שתי המולקולות זהה).

תת-סעיף ii

נקודת הרתיחה של $\text{CH}_3\text{NH}_2_{(l)}$ נמוכה מזו של $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$.

התשובה:

קשרי המימן שבין המולקולות של $\text{CH}_3\text{NH}_2_{(l)}$ חלשים מאלה שבין המולקולות של $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$, בגלל המטען השלילי החלקי הקטן יותר על אטום החנקן לעומת זה שעל אטום החמצן (האלקטרושליליות של אטום החנקן נמוכה מזו של אטום החמצן).

שאלה 3

חמצון-חיזור

סעיף א'

תת-סעיף i

הסבר מדוע הפלואור, $F_{2(g)}$, מגיב אך ורק כחמצן.

התשובה:

הפלואור מגיב אך ורק כחמצן כי:

- אין חלקיק שיכול למשוך ממנו אלקטרונים.
- דרגת החמצון המרבית של אטומי הפלואור היא 0 ובתרכובותיו היא תמיד -1.
- האלקטרושליליות של הפלואור היא הגבוהה ביותר.
- הסבר המבוסס על מבנה האטום ומיקום במערכת המחזורית.

תת-סעיף ii

הסבר מדוע הכלור, $Cl_{2(g)}$, מגיב גם כחמצן וגם כמחזור.

התשובה:

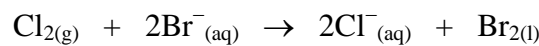
האלקטרושליליות של הכלור נמוכה מזו של פלואור (ושל החמצן) וגבוהה מזו של יסודות אחרים. אטומי הכלור עשויים לאבד אלקטרונים (לאטומים של יסודות בעלי אלקטרושליליות גבוהה יותר) כלומר לחזור או למשוך אלקטרונים (מאטומים של יסודות בעלי אלקטרושליליות נמוכה יותר), כלומר לחמצן.

סעיף ב'

תת-סעיף i

בתעשייה מפיקים ברום, $Br_{2(l)}$, על-ידי הזרמת גז כלור, $Cl_{2(g)}$, לתוך תמיסה מימית המכילה יוני ברום, $Br^-_{(aq)}$. רשום ניסוח מאוזן לתגובה.

התשובה:



תת-סעיף ii

כאשר מזרימים אדי יוד, $I_{2(g)}$, לתוך תמיסה מימית המכילה יוני $Br^-_{(aq)}$, לא מתקבל ברום, $Br_{2(l)}$. הסבר מדוע.

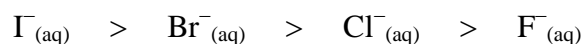
התשובה:

היוד מחמצן חלש יותר מהברום ולכן אטומי היוד אינם מסוגלים לחמצן את יוני הברום $Br^-_{(aq)}$ (למשוך מהם אלקטרונים).

תת-סעיף iii

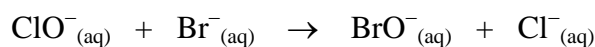
דרג את היונים הממוימים של ההלוגנים לפי הכושר היחסי שלהם לחזור.

התשובה:



סעיף ג'

יוני $Br^-_{(aq)}$ מגיבים עם יוני $ClO^-_{(aq)}$ בתגובה שניסוחה:



תת-סעיף i

ציין מהו המחמצן ומהו המחזור בתגובה זו. נמק.

התשובה:

המחמצן: יוני $ClO^-_{(aq)}$, כי דרגת החמצון של אטומי הכלור יורדת (מ-1+ ל-1-). המחזור: יוני $Br^-_{(aq)}$, כי דרגת החמצון שלהם עולה (מ-1- ל-1+).

תת-סעיף ii

האם גם יוני $\Gamma_{(aq)}$ עשויים להגיב בצורה דומה עם יוני $\text{ClO}^-_{(aq)}$? נמק.

התשובה:

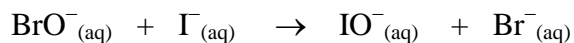
יוני $\Gamma_{(aq)}$ עשויים להגיב בצורה דומה עם יוני $\text{ClO}^-_{(aq)}$, כי יוני $\Gamma_{(aq)}$ הם מחזרים טובים יותר מיוני $\text{Br}^-_{(aq)}$.

סעיף ד'

תת-סעיף i

יוני $\Gamma_{(aq)}$ מגיבים עם יוני $\text{BrO}^-_{(aq)}$. רשום ניסוח מאוזן לתגובה.

התשובה:



תת-סעיף ii

האם גם יוני $\text{Cl}^-_{(aq)}$ עשויים להגיב בצורה דומה עם יוני $\text{BrO}^-_{(aq)}$? נמק.

התשובה:

יוני $\text{Cl}^-_{(aq)}$ לא יכולים להגיב עם יוני $\text{BrO}^-_{(aq)}$, כפי שיוני $\Gamma_{(aq)}$ מגיבים עם יוני $\text{BrO}^-_{(aq)}$, כי יוני $\text{Cl}^-_{(aq)}$ הם מחזרים חלשים יותר מיוני $\text{Br}^-_{(aq)}$.

שאלה 4

סטויכיומטריה וחמצון-חיזור

השאלה עוסקת בשלושה תהליכים, III-I, שבהם ניתן לקבל ברזל מתכתי, $Fe_{(s)}$. בתהליך I, הגיבו 0.2 מול של אחת מתחמוצות הברזל עם פחם, $C_{(s)}$, בטמפרטורה מתאימה. בתגובה עברו 1.2 מול אלקטרונים, ונוצרו 0.4 מול ברזל מתכתי, $Fe_{(s)}$, וכן הגז פחמן חד-חמצני, $CO_{(g)}$.

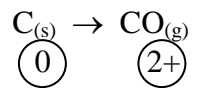
סעיף א'

תת-סעיף i

כמה מול פחם, $C_{(s)}$, הגיבו? פרט את חישוביך.

התשובה:

הגיבו 0.6 מול $C_{(s)}$



כאשר מגיב 1 מול $C_{(s)}$ עוברים 2 מול אלקטרונים, לכן אם עברו 1.2 מול אלקטרונים, הגיבו:

$$n = \frac{1.2}{2} = 0.6 \text{ מול}$$

תת-סעיף ii

כמה מול אלקטרונים היו עוברים, אילו היה נוצר 1 מול ברזל מתכתי, $Fe_{(s)}$? פרט את חישוביך.

התשובה:

אילו היה נוצר 1 מול ברזל, $Fe_{(s)}$, היו עוברים 3 מול אלקטרונים. כשנוצרו 0.4 מול ברזל, $Fe_{(s)}$, עברו 1.2 מול אלקטרונים, לכן אילו נוצר 1 מול ברזל, $Fe_{(s)}$,

$$\text{היו עוברים } 3 = \frac{1.2}{0.4} \text{ מול אלקטרונים.}$$

תת-סעיף iii

מהי דרגת החמצון של הברזל בתחמוצת הברזל שהשתתפה בתהליך I? נמק.

התשובה:

דרגת החמצון של הברזל בתחמוצת הברזל היא $+3$, כי בתגובה בה נוצר 1 מול ברזל, $Fe_{(s)}$, עוברים 3 מול אלקטרונים

סעיף ב'

בתהליך II הגיבה אחת מתחמוצות הברזל עם פחם, $C_{(s)}$, בטמפרטורה מתאימה. נוצרו 44.8 גרם ברזל מתכתי, $Fe_{(s)}$, ו-0.4 מול של הגז פחמן דו-חמצני, $CO_{2(g)}$. מהי נוסחת תחמוצת הברזל שהשתתפה בתהליך II? נמק.

התשובה:

נוסחת התחמוצת היא $FeO_{(s)}$.

	$Fe_{(s)}$:	$CO_{2(g)}$
מספר מולים	$\frac{44.8}{56} = 0.8$		0.4
	Fe	:	O
מספר מולים	0.8		$0.4 \times 2 = 0.8$
יחס מולים	1	:	1
נוסחת התחמוצת	FeO		

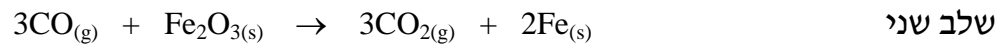
סעיף ג'

בתעשייה מפיקים ברזל מתכתי, $\text{Fe}_{(s)}$, בתהליך III, שבו שני שלבים עיקריים:
בשלב הראשון שורפים פחם, $\text{C}_{(s)}$, ל- $\text{CO}_{(g)}$.
בשלב שני $\text{CO}_{(g)}$ מחזר את $\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)}$.

תת-סעיף i

רשום ניסוח מאוזן לכל אחד משני השלבים.

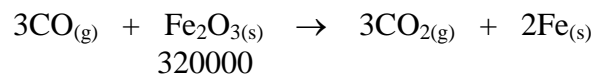
התשובה:



תת-סעיף ii

הסתמך על הניסוחים שרשמת לכל אחד משני השלבים וחשב כמה ק"ג פחם, $\text{C}_{(s)}$, דרושים כדי להגיב עם 320 ק"ג $\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)}$. פרט את חישוביך.

התשובה:



מסה (גר')

$$\text{מספר מולים} \quad 6000 \leftarrow \frac{320000}{160} = 2000$$

↓

$\text{C}_{(s)}$ מול 6000

$$6000 \cdot 12 = 72000 \text{ גר'} = 72 \text{ ק"ג}$$

שאלה 5 אנרגיה

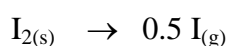
שינוי האנתלפיה בתהליך $I_{2(s)} \rightarrow I_{2(g)}$ הוא $\Delta H^0 = 62.2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.
 אנתלפיית הקשר I-I היא $\Delta H_{I-I}^0 = 151 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.

סעיף א'

תת-סעיף i

נסח את תהליך האטומיזציה של יוד.

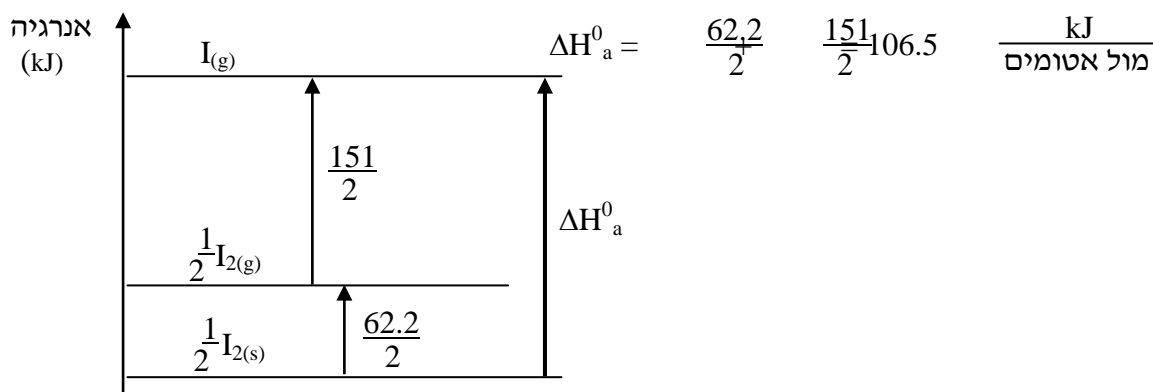
התשובה:



תת-סעיף ii

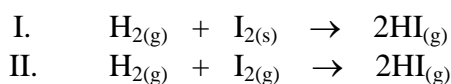
חשב את אנתלפיית האטומיזציה של יוד. פרט את חישוביך.

התשובה:



סעיף ב'

לפניך ניסוחים של שני תהליכים, I ו-II. רק אחד משני התהליכים הוא אקסותרמי.

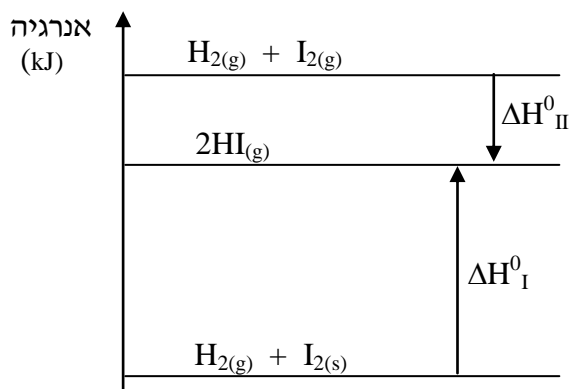


תת-סעיף i

איזה מבין שני תהליכים, I ו-II הוא התהליך האקסותרמי? נמק.

התשובה:

תהליך II הוא התהליך האקסותרמי



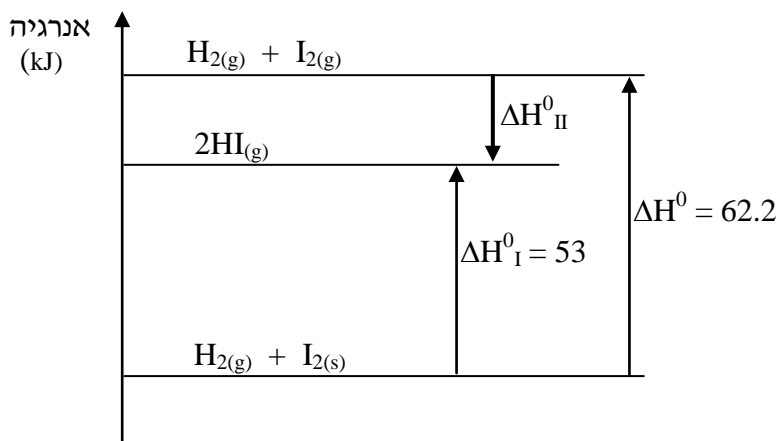
תת-סעיף ii

שינוי האנתלפיה, ΔH^0 , בתהליך האנדותרמי הוא $\Delta H^0 = 53 \text{ kJ}$.
 חשב את שינוי האנתלפיה, ΔH^0 , בתהליך האקסותרמי. פרט את חישוביך.

התשובה:

$$\Delta H^0_{\text{II}} = -9.2 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^0_{\text{II}} = 53 - 62.2 = -9.2 \text{ kJ}$$

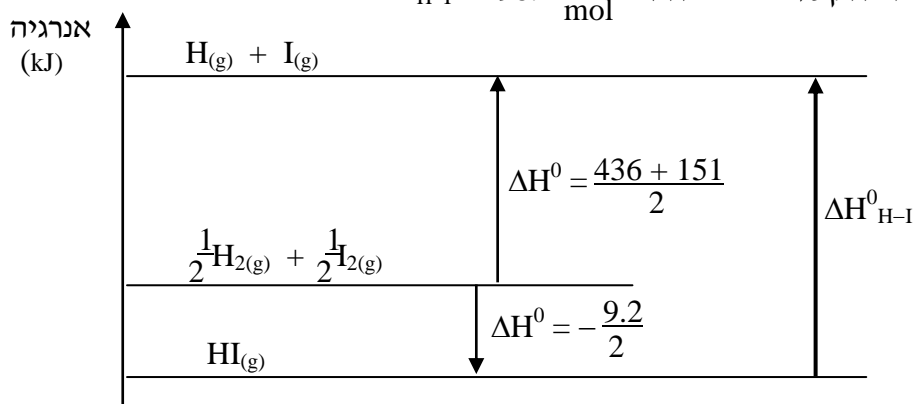


סעיף ג'

חשב את אנתלפיית הקשר H-I. הסתמך על הסעיפים הקודמים ועל אנתלפיית הקשר H-H שהיא $\Delta H^0_{\text{H-H}} = 436 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$. פרט את חישוביך.

התשובה:

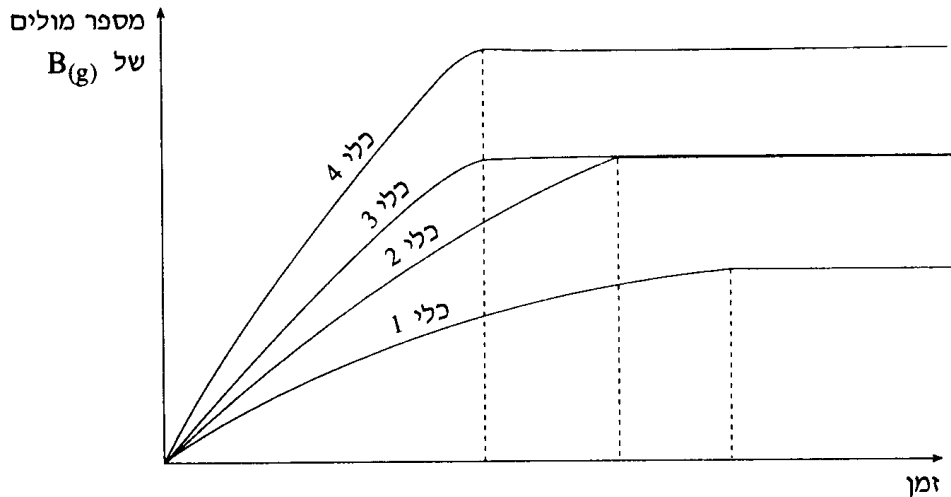
אנתלפיית הקשר H-I היא $\Delta H^0_{\text{H-I}} = 298.1 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$



שאלה 7

שיווי-משקל

השאלה דנה בתגובה ההפוכה: $A_{(g)} \rightleftharpoons 2B_{(g)}$.
 בארבעה כלים, שסומנו בספרות 1 עד 4, בוצעו ארבעה ניסויים שונים.
 נפח כל כלי היה 1 ליטר. לכל אחד מהכלים הכניסו אותו מספר מולים של $A_{(g)}$.
 הגרף שלפניך מתאר את השינוי במספר המולים של התוצר $B_{(g)}$ עם הזמן בכל אחד מארבעת הכלים.



סעיף א'

תת-סעיף i

הסבר מדוע בכלי 2 הושג מצב של שיווי-משקל בפרק זמן קצר יותר משהושג בכלי 1.

התשובה:

בכלי 2 הושג מצב של שיווי-משקל בפרק זמן קצר יותר משהושג בכלי 1, כי הטמפרטורה בכלי 2 גבוהה מזו שבכלי 1.

לכל אחד משני הכלים הכניסו אותו מספר מולים של $A_{(g)}$.

במצב שיווי-משקל מספר המולים של $B_{(g)}$ בכלי 2 שונה מזה שבכלי 1. לכן ניתן להסיק ששני הכלים מצויים בטמפרטורות שונות.

בכלי 2 הושג מצב של שיווי-משקל בפרק זמן קצר יותר ולכן כלי 2 מצוי בטמפרטורה גבוהה יותר מכלי 1.

תת-סעיף ii

הסבר מדוע בכלי 3 הושג מצב של שיווי-משקל בפרק זמן קצר יותר משהושג בכלי 2.

התשובה:

בכלי 3 הושג מצב של שיווי-משקל בפרק זמן קצר יותר משהושג בכלי 2, כי בתחילת התגובה הוסיפו זרז לכלי 3. הרכב המערכת במצב של שיווי-משקל שווה בשני הכלים, 2 ו-3 (מכאן ניתן להסיק ששני הכלים מצויים באותה טמפרטורה). הגורם היחיד להשגת מצב של שיווי-משקל בזמן קצר יותר הוא הוספת זרז.

תת-סעיף iii

מדוע בכלי 3 ובכלי 4 הושג מצב של שיווי-משקל באותו פרק זמן?

התשובה:

לכלי 3 הוסיפו זרז בתחילת התגובה.

כלי 4 מצוי בטמפרטורה גבוהה יותר מזו שבה מצוי כלי 3.

סעיף ב'

תת-סעיף i

האם קבוע שיווי-המשקל של המערכת בכלי 1, K_1 , גדול מהקבוע שיווי-המשקל של המערכת בכלי 2, K_2 , קטן ממנו או שווה לו? נמק.

התשובה:

$K_2 > K_1$, כי במצב של שיווי-משקל ריכוז התוצר $B_{(g)}$ בכלי 2 גבוה מזה שבכלי 1. (בשני הכלים הריכוזים ההתחלתיים של $A_{(g)}$ היו שווים.)

תת-סעיף ii

האם קבוע שיווי-המשקל של המערכת בכלי 2, K_2 , גדול מהקבוע שיווי-המשקל של המערכת בכלי 3, K_3 , קטן ממנו או שווה לו? נמק.

התשובה:

$K_2 = K_3$, כי במצב של שיווי-משקל הרכב המערכת בשני הכלים 2 ו-3, שווה. (שני הכלים מצויים באותה טמפרטורה.)

סעיף ג'

האם התגובה הישירה היא אנדותרמית או אקסותרמית? נמק.

התשובה:

התגובה הישירה היא אנדותרמית, כי ערכו של K עולה (ריכוז התוצר עולה) עם העלאת הטמפרטורה.

סעיף ד'

לאחר שהושג מצב של שיווי-משקל בכלי 1 הוסיפו חומר המגיב עם חומר A בלבד, בלי לשנות את נפח הכלי ואת הטמפרטורה. לאחר זמן-מה הושג מחדש מצב של שיווי-משקל. האם במצב החדש של שיווי-משקל מספר המולים של $B_{(g)}$ גדול מזה שבמצב שיווי-המשקל המקורי, קטן ממנו או שווה לו? נמק.

התשובה:

במצב החדש של שיווי-משקל מספר המולים של $B_{(g)}$ קטן מזה שבמצב שיווי-המשקל המקורי. כתוצאה מהתגובה מספר מולים של $A_{(g)}$ קטן וזאת הפרה של מצב שיווי-משקל ($Q > K$). לפי עיקרון לה-שטליה תועדף התגובה ההפוכה עד שיושג מחדש מצב של שיווי-משקל (בו ערכו של K זהה לערכו המקורי, כי לא חל שינוי בטמפרטורה).

סעיף ה'

לאחר שהושג מצב של שיווי-משקל בכלי 4 הקטינו את נפחו פי שניים, בלי לשנות את הטמפרטורה. לאחר זמן-מה הושג מחדש מצב של שיווי-משקל. האם במצב החדש של שיווי-משקל מספר המולים של $B_{(g)}$ גדול מזה שבמצב שיווי-המשקל המקורי, קטן ממנו או שווה לו? נמק.

התשובה:

במצב החדש של שיווי-משקל מספר המולים של $B_{(g)}$ קטן מזה שבמצב שיווי-המשקל המקורי. כתוצאה מהקטנת נפח הכלי הופר המצב של שיווי-משקל ($Q > K$). לפי עיקרון לה-שטליה תועדף התגובה ההפוכה (שבה נוצר מספר קטן יותר של מולי גז). על מנת לענות נכון על השאלה על התלמיד להבין את עיקרון לה-שטליה וליישמו במקרה של שינוי נפח הכלי והשפעתו על המערכת.

שאלה 9

תרכובות פחמן

סעיף א'

תרכובת A מכילה פחמן ומימן בלבד. בשרפת 0.1 מול של תרכובת A התקבלו 22 גרם $\text{CO}_2(\text{g})$ ו-10.8 גרם $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$. חשב את הנוסחה המולקולרית של תרכובת A. פרט את חישוביך.

התשובה:

הנוסחה המולקולרית של תרכובת A היא C_5H_{12} .

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{22 \frac{\text{גרם}}{\text{מול}}}{44 \frac{\text{גרם}}{\text{מול}}} = 0.5 \text{ מול} \quad n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{10.8 \frac{\text{גרם}}{\text{מול}}}{18 \frac{\text{גרם}}{\text{מול}}} = 0.6 \text{ מול}$$

ב-0.1 מול A יש 0.5 מול אטומי C ו-0.6 מול אטומי H. לכן ב-1 מול A יש 5 מול אטומי C ו-12 מול אטומי H.

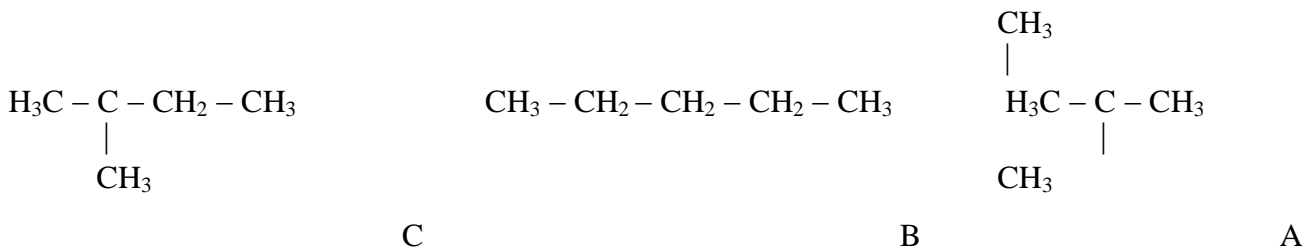
סעיף ב'

תרכובת A היא גז בטמפרטורת החדר. ל-A יש שני איזומרים נוספים: התרכובות B ו-C. כל אחת מהתרכובות B ו-C היא נוזל בטמפרטורת החדר. טמפרטורת הרתיחה של B גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של C.

תת-סעיף i

רשום נוסחת מבנה לכל אחת מהתרכובות A, B, C.

התשובה:



תת-סעיף ii

הסבר כיצד קבעת מהי נוסחת המבנה המתאימה לכל אחת מהתרכובות A, B ו-C.

התשובה:

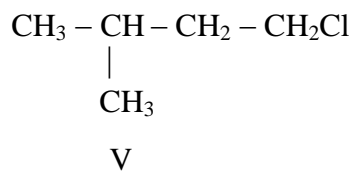
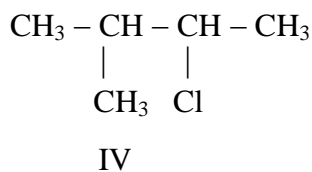
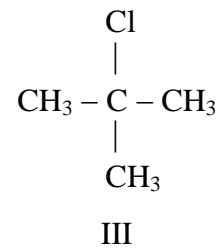
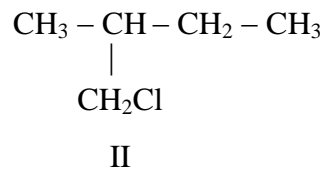
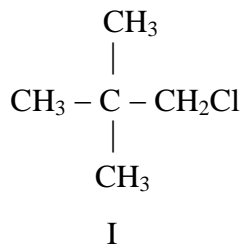
מכיוון ש-A הוא גז בטמפרטורת החדר, כוחות ון-דר-ולס בין מולקולות A במצב נוזל הם החלשים ביותר כי שטח המגע בין המולקולות של A חייב להיות הקטן ביותר. (למולקולות של A המבנה המסועף ביותר). טמפרטורת הרתיחה של B היא הגבוהה ביותר, כלומר כוחות ון-דר-ולס בין המולקולות של B במצב נוזל הם החזקים ביותר. שטח המגע בין המולקולות של B בנוזל הוא הגדול ביותר, מה שמתאים למולקולות בעלות מבנה לא מסועף.

טמפרטורת הרתיחה של C נמוכה מזו של B כלומר כוחות ון-דר-ולס בין המולקולות של C במצב נוזל חלשים יותר מאילו שבין המולקולות של B. שטח המגע בין המולקולות של C במצב נוזל הוא קטן יותר, דבר שמתאים למולקולות בעלות מבנה יותר מסועף.

סעיף ג'

יצרו נגזרות חד-כלוריות מכל אחת מהתרכובות A ו-C .
רשום נוסחת מבנה לכל אחת מהנגזרות החד-כלוריות של התרכובות A ו-C .

התשובה:



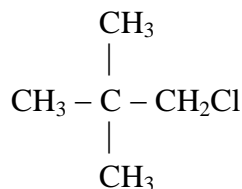
סעיף ד'

הוסיפו תמיסה כוהלית של KOH לתערובת של הנגזרות החד-כלוריות של התרכובות A ו-C . בתנאים המתאימים התרחשה תגובה.

תת-סעיף i

ציין אילו מהנגזרות החד-כלוריות, שאת נוסחאות המבנה שלהן רשמתי בסעיף ג', הגיבו עם התמיסה הכוהלית של KOH .

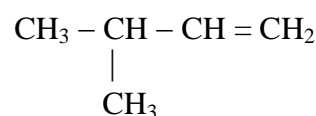
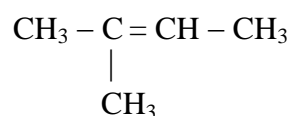
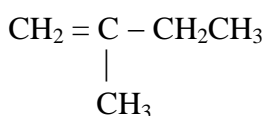
התשובה:



תת-סעיף ii

רשום נוסחת מבנה לכל אחד מהתוצרים שהתקבלו בתגובה עם $\text{KOH}_{(\text{כוהל})}$.

התשובה:



תת-סעיף iii

כמה תרכובות פחמן שונות התקבלו בתגובה עם $\text{KOH}_{(\text{כוהל})}$?

התשובה:

התקבלו 3 תרכובות פחמן שונות.