

בחינת הבגרות בכימיה
3 יחידות לימוד - שאלון 918651
תשס"ב - 2002

הוכן על-ידי: חברי הסדנא להכשרת מומחי תוכן בכימיה

בהנחיית: זיוה בר-דב

חברי הסדנא: שרה אקר
אסתר ברקוביץ
רינה זסלבסקי
טובה סלומון
אורנה פרידמן
נאוה תמם

נורית אריאל
מרים גלרמן
רים סאבא
אלה פרוטקין-זילברמן
ברכה צויליך

יעוץ מדעי: פרופ' אבי הופשטיין
ד"ר רות בן-צבי
ד"ר רחל ממלוק-נעמן
ד"ר מיכל צלטנר

דצמבר 2002



משרד החינוך

האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



המרכז הישראלי לחינוך מדעי טכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



המרכז הארצי
למורי הכימיה



המחלקה להוראת המדעים

שאלה 1

א. מהו המשפט הנכון?

1. אנרגיית היינון הראשונה של ^{55}Cs גבוהה מזו של ^{87}Fr .
2. אנרגיית היינון הראשונה של ^{55}Cs נמוכה מזו של ^{87}Fr .
3. אנרגיית היינון הראשונה של ^{55}Cs שווה לזו של ^{87}Fr .
4. אי-אפשר לדעת מראש לאיזה מבין שני היסודות יש אנרגיית יינון ראשונה גבוהה יותר, כי ^{87}Fr הוא רדיואקטיבי.

הנימוק:

כוחות המשיכה בין האלקטרון ובין הגרעין נקבעים לפי חוק קולון: $F \propto \frac{Q_1 \cdot Q_2}{R^2}$

מכיוון שהמרחק משתנה בחזקה שנייה, השפעתו גדול יותר מהשפעת גודל המטען הגרעיני. לכן בהשוואה בין Cs ל- Fr , אנרגיית היינון הראשונה של Cs גבוהה יותר, כי האלקטרון מוצא מרמה קרובה יותר לגרעין.

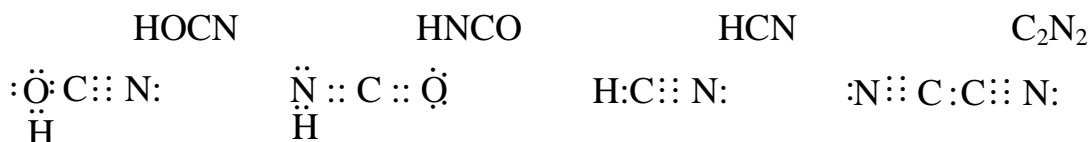
ב. לפיך נוסחאות של ארבע מולקולות:



מהו המשפט הנכון?

1. במולקולה של HOCN יש רק זוג אחד של אלקטרונים בלתי קושרים על אטום N , ורק זוג אחד של אלקטרונים בלתי קושרים על אטום O .
2. במולקולה של HNCO יש רק זוג אחד של אלקטרונים בלתי קושרים על אטום N , ושני זוגות אלקטרונים בלתי קושרים על אטום O .
3. במולקולה של HCN יש שני זוגות אלקטרונים בלתי קושרים על אטום N , ורק זוג אחד של אלקטרונים בלתי קושרים על אטום C .
4. במולקולה של C_2N_2 יש רק זוג אחד של אלקטרונים בלתי קושרים על כל אטום N , ורק זוג אחד של אלקטרונים בלתי קושרים על כל אטום O .

הנימוק:



על-פי נוסחאות ייצוג אלקטרוניות רק משפט 2 נכון.

ג. מהי הקביעה הנכונה לגבי טמפרטורת הרתיחה של $\text{HF}_{(l)}$ בהשוואה לטמפרטורת הרתיחה של $\text{HCl}_{(l)}$?

1. נמוכה מזו של $\text{HCl}_{(l)}$.
2. שווה לזו של $\text{HCl}_{(l)}$.
3. גבוהה מזו של $\text{HCl}_{(l)}$.
4. אי-אפשר לקבוע בלי נתונים נוספים.

הנימוק:

בין מולקולות $\text{HF}_{(l)}$ קיימים קשרי מימן שהם חזקים מכוחות ון-דר-ואלס הפועלים בין מולקולות $\text{HCl}_{(l)}$. לכן נקודת הרתיחה של $\text{HF}_{(l)}$ גבוהה יותר (למרות שמולקולות HF קטנות יותר).

ד. נתונה הנוסחה של התרכובת נתרן תת-כלוריתי: NaClO . מהי הנוסחה הנכונה של התרכובת סידן תת-כלוריתי? (המספר האטומי של סידן, Ca, הוא 20).

1. CaClO
2. Ca_2ClO
3. CaCl_2O_2
4. $\text{Ca}(\text{ClO})_2$

הנימוק:

על סמך הנתון NaClO ובעזרת המערכה המחזורית נקבע את מטעני היונים. נתרן נמצא בטור I ולכן יוצר יון שמטענו (+1). היום השלילי ClO יהיה בעל מטען שלילי שמטענו (-1). סה"כ המטען בתרכובת יונית הוא אפס ולכן סכום המטען החיובי והמטען השלילי צריך להיות אפס. סידן נמצא בטור II ולכן יוצר יון שמטענו (+2). על מנת שהמטען בתרכובת יונית יהיה אפס על כל יון Ca^{2+} יש שני יוני ClO^- .

ה. האותיות Z, Y, X, W הן סימולים שרירותיים, המייצגים ארבעה יסודות בעלי מספרים אטומיים עוקבים (המספר האטומי של W הוא הנמוך ביותר). לאטום שסימולו Y יש 8 אלקטרוני ערכיות. הנוסחאות של הכלורידים של שלושה מיסודות אלה הן: WCl_2 , XCl , ZCl . מהו המשפט הנכון?

1. כל הכלורידים שנוסחאותיהם נתונות הם חומרים יוניים.
2. רק הכלוריד WCl_2 הוא חומר יוני.
3. רק הכלוריד XCl הוא חומר יוני.
4. רק הכלוריד ZCl הוא חומר יוני.

הנימוק:

על סמך הנתון של Y יש 8 אלקטרוני ערכיות, נסיק שהוא נמצא בטור 8 במערכה המחזורית.

אופי הכלוריד	מס' טור במערכה המחזורית	יסוד
מולקולרי	6	W
מולקולרי	7	X
-	8	Y
יוני	1	Z

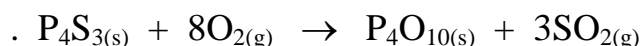
1. נמס היטב ב- $\text{CCl}_4(l)$. מהו ההסבר המתאים ביותר לעובדה זו?

1. קשרי המימן שבין מולקולות $\text{CH}_2\text{O}(l)$ משתלבים בכוחות ון-דר-ואלס שבין מולקולות $\text{CCl}_4(l)$.
2. נוצרים כוחות ון-דר-ואלס בין מולקולות $\text{CH}_2\text{O}(l)$ לבין מולקולות $\text{CCl}_4(l)$.
3. נוצרים קשרי מימן בין מולקולות $\text{CH}_2\text{O}(l)$ לבין מולקולות $\text{CCl}_4(l)$.
4. לכל אחת מהמולקולות CH_2O ו- CCl_4 יש דו-קוטב קבוע.

הנימוק:

הממס, $\text{CCl}_4(l)$, הוא חומר מולקולרי, בין המולקולות שלו פועלים כוחות ון-דר-ואלס. המומס $\text{CH}_2\text{O}(l)$ גם הוא חומר מולקולרי, בין המולקולות שלו פועלים כוחות ון-דר-ואלס. בעת הערבוב בין המולקולות של שני החומרים נוצרים כוחות ון-דר-ואלס ולכן מתרחשת המסיסות.

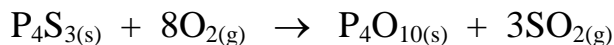
1. לכלי המכיל חמצן, $\text{O}_2(g)$, הכניסו קצה של גפרור המכיל 6.6 גרם $\text{P}_4\text{S}_3(s)$. קצה הגפרור נדלק. לפניך ניסוח התגובה שהתרחשה:



המגיבים הגיבו בשלמות. נפח מול גז בתנאי החדר הוא 25 ליטר. מהו הנפח של $\text{SO}_2(g)$ בתום התגובה בתנאי החדר?

1. 8.25 ליטר
2. 6.0 ליטר
3. 2.25 ליטר
4. 0.75 ליטר

הנימוק:



$$M_{\text{P}_4\text{S}_3(s)} = 220 \text{ gr/mol}$$

$$n_{\text{P}_4\text{S}_3(s)} = \frac{m}{M} = \frac{6.6 \text{ gr}}{220 \text{ gr/mol}} = 0.03 \text{ mol}$$

$$n_{\text{SO}_2(g)} = 0.03 \text{ mol} \times 3 = 0.09 \text{ mol}$$

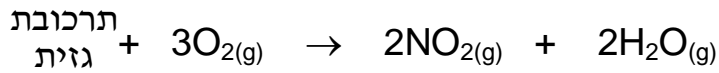
$$V_{\text{SO}_2(g)} = n \times V_{\text{מולרי}} = 25 \text{ l/mol} \times 0.09 \text{ mol} = 2.25 \text{ l}$$

לפי יחסי מולים בניסוח תגובה:

ח. תרכובת גזית בנפח 1 ליטר הגיבה בשלמות עם 3 ליטר חמצן, $O_{2(g)}$. התקבלו 2 ליטר $NO_{2(g)}$ ו- 2 ליטר $H_2O_{(g)}$. כל הנפחים נמדדו באותם תנאי טמפרטורה ולחץ. מהי נוסחת התרכובת הגזית?

- 1. NH_3
- 2. N_2H_4
- 3. N_2H_2
- 4. HNO_3

הנימוק:



הנפחים של הגזים (ליטר): 1 : 3 : 2 : 2
 יחסי הנפחים של הגזים: 1 : 3 : 2 : 2
 יחסי המולים של הגזים: 1 : 3 : 2 : 2

מקדמים בניסוח התגובה

נוסחת התרכובת הגזית:



מספר מולים של אטומי				
N	H	O		
2	4	6	בתוצרים	
-	-	6	בחמצן	במגיבים
2	4	-	בתרכובת גזית	

ט. תמיסה מימית של $MgCl_2$ מכילה 4.75 גרם מומס. מהי הכמות הכוללת של היונים בתמיסה?

- 1. 1.5 מול
- 2. 0.5 מול
- 3. 0.15 מול
- 4. 0.05 מול

הנימוק:



$$n_{MgCl_{2(s)}} = \frac{m}{M} = \frac{4.75 \text{ gr}}{95 \text{ gr/mol}} = 0.05 \text{ mol}$$

מ- 1 מול $MgCl_{2(s)}$ מקבלים 3 מול יונים ממוימים.
 לכן מ- 0.05 מול $MgCl_{2(s)}$ נקבל 0.15 יונים ממוימים.

מהו התוצר העשוי להתקבל בתהליך חיזור של גופרית, $S_{8(g)}$?

- 1. $HS^-_{(aq)}$
- 2. $HSO_4^-_{(aq)}$
- 3. $HSO_3^-_{(aq)}$
- 4. $S_2O_3^{2-}_{(aq)}$

הנימוק:

דרגת חמצון של אטומי גופרית ב- $S_{8(g)}$ היא אפס. קביעת דרגות חמצון של אטומי גופרית בכל אחד מהתוצרים - יונים מורכבים :



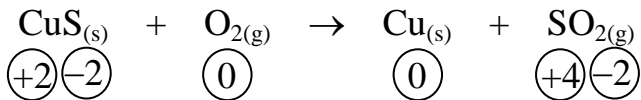
תוצר חיזור של גופרית הוא $HS^-_{(aq)}$. בתהליך זה יש ירידה בדרגת חמצון של אטומי גופרית. במסיחים האחרים מתוארים תהליכים בהם יש עליה בדרגת חמצון של אטומי גופרית, מה שמעיד על חמצון ולא חיזור.

יא. לפניך ניסוח של תהליך להפקת נחושת: $CuS_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow Cu_{(s)} + SO_{2(g)}$. מהו המשפט הנכון

- 1. בתהליך זה רק החמצן עובר חמצון.
- 2. בתהליך זה רק הנחושת עוברת חיזור.
- 3. בתהליך זה רק החמצן עובר חיזור.
- 4. בתהליך זה רק הגופרית עוברת חמצון.

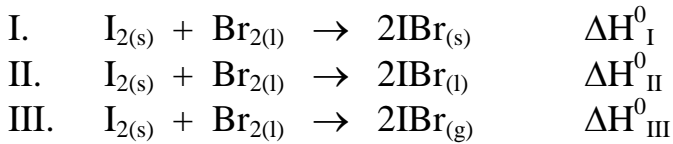
הנימוק:

קביעת דרגות חמצון במגיבים ובתוצרים :



שינוי בדרגות חמצון במהלך התגובה : החמצן עבר חיזור כי דרגת החמצון שלו ירדה. הנחושת עברה חיזור כי דרגת החמצון שלה ירדה. הגופרית עברה חמצון כי דרגת החמצון שלה עלתה.

י.ב. לפניך ניסוחים של שלוש תגובות אנדותרמיות:

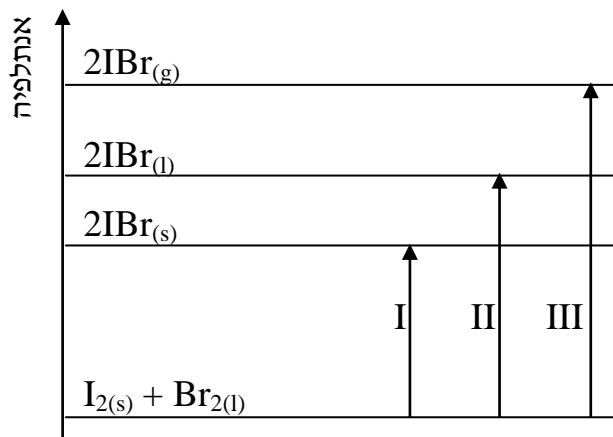


מהו הסדר הנכון של ערכי ΔH^0 על-פי גודלם?

1. $\Delta H^0_{III} > \Delta H^0_{II} > \Delta H^0_I$ **(1)**
 2. $\Delta H^0_{II} > \Delta H^0_I > \Delta H^0_{III}$
 3. $\Delta H^0_I > \Delta H^0_{III} > \Delta H^0_{II}$
 4. $\Delta H^0_I > \Delta H^0_{II} > \Delta H^0_{III}$

הנימוק:

השוני בין שלושת התהליכים הוא שהתוצר בכל אחד מהם נמצא במצב צבירה שונה. בתהליך III התוצר במצב צבירה גזי. לעומתו בתגובה II התוצר במצב צבירה נוזל ולכן תכולת האנרגיה שלו נמוכה יותר לעומת התוצר של התגובה III. לכן התהליך II כולו יהיה פחות אנדותרמי מתהליך I. בתגובה I מצב הצבירה של התוצר הוא מוצק ולכן תכולת האנרגיה שלו נמוכה מזו של תוצר התגובה II. לכן התהליך I כולו יהיה פחות אנדותרמי לעומת שתי התגובות האחרות.



קל יותר לתלמידים להבין זאת בדיאגרמה בה רואים את האנתלפיה של כל תהליך והשוואה ביניהם. יש להתייחס לדיאגרמה איכותית בלבד.

יג. נתון התהליך: $\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NF}_3(\text{g}) + 3\text{HF}(\text{g})$.
 לפניך סימולים של אנתלפיות קשר:

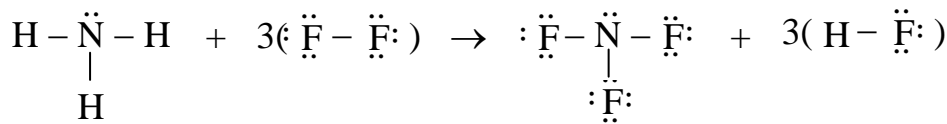
N-H	F-F	N-F	H-F	הקשר
$\Delta H_{\text{N-H}}^0$	$\Delta H_{\text{F-F}}^0$	$\Delta H_{\text{N-F}}^0$	$\Delta H_{\text{H-F}}^0$	אנתלפיית הקשר

מהו ΔH^0 לתהליך הנתון?

$$\begin{aligned} \Delta H^0 &= \Delta H_{\text{N-H}}^0 + 3\Delta H_{\text{F-F}}^0 - \Delta H_{\text{N-F}}^0 - 3\Delta H_{\text{H-F}}^0 & .1 \\ \Delta H^0 &= 3\Delta H_{\text{N-F}}^0 + \Delta H_{\text{H-F}}^0 - 3\Delta H_{\text{N-H}}^0 - \Delta H_{\text{F-F}}^0 & .2 \\ \Delta H^0 &= 3\Delta H_{\text{N-H}}^0 + 3\Delta H_{\text{F-F}}^0 - 3\Delta H_{\text{N-F}}^0 - 3\Delta H_{\text{H-F}}^0 & \textcircled{.3} \\ \Delta H^0 &= 3\Delta H_{\text{N-F}}^0 + 3\Delta H_{\text{H-F}}^0 - 3\Delta H_{\text{N-H}}^0 - 3\Delta H_{\text{F-F}}^0 & .4 \end{aligned}$$

הנימוק:

מומלץ לפתור שאלה מסוג זה במספר שלבים:
 רישום נוסחות מבנה של החומרים:



קביעה: מהם הקשרים שניתקים והקשרים הנוצרים.
 קביעה: מהי האנרגיה המושקעת בפירוק קשרים ומהי האנרגיה הנפלטת ביצירת קשרים.
 חישוב ΔH^0 לתהליך הנתון:

$$\Delta H^0 = \underbrace{(3\Delta H_{\text{N-H}}^0 + 3\Delta H_{\text{F-F}}^0)}_{\text{סכום הערכים של אנתלפיות קשר של המגיבים - הקשרים שמתפרקים}} - \underbrace{(3\Delta H_{\text{N-F}}^0 + 3\Delta H_{\text{H-F}}^0)}_{\text{סכום הערכים של אנתלפיות קשר של התוצרים - הקשרים שנוצרים}}$$

$$\Delta H^0 = 3\Delta H_{\text{N-H}}^0 + 3\Delta H_{\text{F-F}}^0 - 3\Delta H_{\text{N-F}}^0 - 3\Delta H_{\text{H-F}}^0 \quad \text{לכן:}$$

יד. לכל אחד משני כלים נפרדים הכניסו תערובת של הגזים $\text{SO}_2(\text{g})$ ו- $\text{O}_2(\text{g})$.
 לאחר זמן מה נמצא כי בכל אחד מהכלים הגיעה המערכת למצב של שיווי-משקל, והערך של קבוע שיווי-המשקל זהה בשני הכלים.
 מה אפשר להסיק בוודאות מנתונים אלה?

1. הריכוז ההתחלתי של המגיבים בשני הכלים זהה.
2. ריכוז התוצרים במצב שיווי-משקל בשני הכלים זהה.
3. הלחץ בשני הכלים במצב שיווי-משקל זהה.
4. הטמפרטורה בשני הכלים זהה. $\textcircled{.4}$

הנימוק:

הגורם היחיד מהגורמים המוזכרים בשאלה המשפיע על ערכו של קבוע שיווי-משקל הוא גורם הטמפרטורה. אם נתון שקבוע שיווי-משקל זהה בשני הכלים אז הטמפרטורה בכלים אלה זהה.

טו. נתונה התגובה: $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$

לכלי שנפחו 1 ליטר הכניסו: 1 מול $\text{PCl}_5(\text{g})$, 1 מול $\text{PCl}_3(\text{g})$, 1 מול $\text{Cl}_2(\text{g})$.
 הערך של קבוע שיווי-המשקל בתנאי התגובה גדול מאחד ($K > 1$).
 על סמך נתונים אלה, מה עשוי להיות הריכוז של $\text{PCl}_5(\text{g})$ במצב של שיווי-משקל?

- 1. 1.5 M
- 2. 1.0 M
- 3. 0.5 M
- 4. אפס

הנימוק:

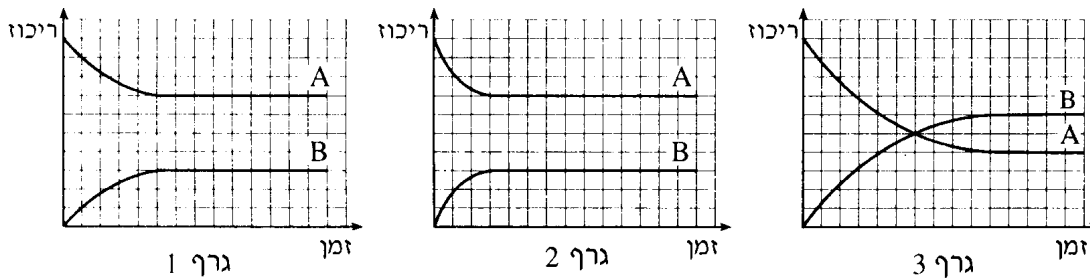
חישוב מנת הריכוזים במצב התחלתי:

$$Q = \frac{[\text{PCl}_3(\text{g})][\text{Cl}_2(\text{g})]}{[\text{PCl}_5(\text{g})]} = \frac{1 \times 1}{1} = 1$$

מכך שמנת הריכוזים נמוכה מקבוע שיווי-משקל מסיקים שעד להשגת מצב שיווי-משקל תתרחש תגובה ישירה בה קטן ריכוז המגיב $\text{PCl}_5(\text{g})$.

טז. נתונה התגובה: $\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{B}(\text{g})$

לפניך שלושה גרפים, 1, 2 ו-3, המתארים את השתנות ריכוזי החומרים בתגובה הנתונה, בתנאים שונים.



מהו המשפט הנכון?

- 1. גרף 2 מתאר תגובה בטמפרטורה גבוהה מזו של גרף 1.
- 2. גרף 2 מתאר תגובה בנוכחות זרז, וגרף 1 מתאר תגובה בלי זרז.
- 3. גרפים 2 ו-3 מתארים תגובה בנוכחות זרז.
- 4. התגובה הנתונה היא אנדותרמית.

הנימוק:

התשובה הנכונה היא 2. גרף 2 מתאר את המערכת המגיעה מהר יותר למצב שיווי-משקל והריכוזים של מרכיבי המערכת בשיווי-משקל זהים לאלו שבמערכת המתוארת בגרף 1. המסקנה: גרף 2 מתאר תגובה עם זרז. הטמפרטורה בשתי המערכות זהה כי הריכוזים של מרכיבי המערכת בשיווי-משקל זהים. גרף 3 מתאר את המערכת המגיעה למצב שיווי-משקל לאט יותר מהמערכות שבגרפים 1 ו-2, והריכוזים של מרכיבי המערכת שונים מאלו שבגרפים 1 ו-2. המסקנה: המערכת שבגרף 3 נמצאת בטמפרטורה נמוכה יותר מזו בה נמצאות המערכות המתוארות בגרפים 1 ו-2. במערכת 3, במצב שיווי-משקל, ריכוז המגיב נמוך יותר וריכוז התוצר גבוה יותר בהשוואה למערכות שהגרפים 1 ו-2. המסקנה: התגובה הנתונה היא אקסותרמית.

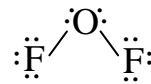
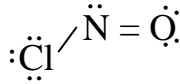
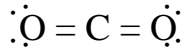
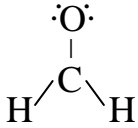
שאלה 2

מבנה וקישור

סעיף א'

לפניך נוסחאות של ארבע מולקולות: CH_2O , CO_2 , ClNO , OF_2 .
רשום נוסחת ייצוג אלקטרונית לכל אחת מהמולקולות.

התשובה:



סעיף ב'

המבנה הגאומטרי של מולקולת CO_2 הוא קווי.
המבנה הגאומטרי של מולקולות OF_2 ו- ClNO הוא זוויתי (צורה כפופה, צורת V).
המבנה הגאומטרי של מולקולת CH_2O הוא מישורי (משולש).
ציין לגבי כל אחת מהמולקולות אם יש בה דו-קוטב קבוע.

התשובה:

OF_2 - יש דו-קוטב קבוע. ClNO - יש דו-קוטב קבוע.
 CO_2 - אין דו-קוטב קבוע. CH_2O - יש דו-קוטב קבוע.

סעיף ג'

בטמפרטורת החדר CO_2 הוא גז, ואילו SiO_2 הוא מוצק בעל נקודת היתוך גבוהה ביותר. הסבר עובדות אלה.

התשובה:

CO_2 הוא חומר מולקולרי, הבנוי ממולקולות קטנות וביניהן כוחות ון-דר-ואלס חלשים מאוד. לכן החומר הוא גז בטמפרטורת החדר.
 SiO_2 הוא חומר אטומרי (קוולנטי). בין האטומים יש קשרים קוולנטיים חזקים. לכן הוא מוצק בעל נקודת היתוך גבוהה ביותר.

סעיף ד'

טמפרטורת הרתיחה של Cl_2O גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של OF_2 , אך נמוכה מטמפרטורת הרתיחה של H_2O_2 . הסבר עובדות אלה.

התשובה:

שלושת החומרים הם חומרים מולקולריים. מולקולות Cl_2O גדולות יותר (מסה מולרית גדולה יותר, ענן אלקטרוני גדול יותר) ממולקולות OF_2 . לכן כוחות ון-דר-ואלס בין מולקולות Cl_2O חזקים יותר מכוחות ון-דר-ואלס שבין מולקולות OF_2 .
בין מולקולות H_2O_2 יש קשרי מימן החזקים יותר מכוחות ון-דר-ואלס שבין מולקולות Cl_2O (אף-על-פי שמולקולות H_2O_2 קטנות יותר ממולקולות Cl_2O).

סעיף ה'

טמפרטורת הרתיחה של CH_2O גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של C_2H_6 . הסבר עובדה זו.

התשובה:

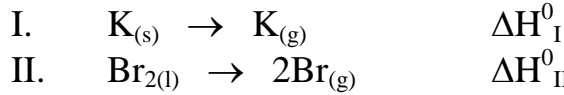
CH_2O ו- C_2H_6 הם חומרים מולקולריים בעלי מולקולות בגודל דומה. כוחות ון-דר-ואלס בין מולקולות CH_2O חזקים יותר מכוחות ון-דר-ואלס שבין מולקולות C_2H_6 , כי במולקולות CH_2O יש דו-קוטב קבוע.

שאלה 3

מבנה, קישור ואנרגיה

סעיף א'

לפניך ניסוחים של שני תהליכים:



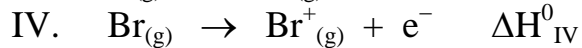
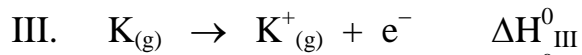
ציין לגבי כל אחד משני התהליכים אם הוא אקסותרמי או אנדותרמי. נמק במושגים של מבנה וקישור. (פרט את סוגי הקשרים).

התשובה:

שני התהליכים הם אנדותרמיים. בכל אחד מהם יש ניתוק קשרים: קשר מתכתי באשלגן, קשרים בין-מולקולריים בברום נוזלי וקשרים קוולנטיים בתוך מולקולות Br_2 .

סעיף ב'

נתונים התהליכים:



תת-סעיף i

ציין לגבי כל אחד מהתהליכים III ו-IV אם הוא אקסותרמי או אנדותרמי. נמק.

התשובה:

שני התהליכים הם אנדותרמיים. בכל אחד מהם מתרחש ניתוק אלקטרון מהאטום (אנתלפיית יינון ראשונה).

תת-סעיף ii

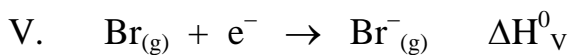
האם הערך של ΔH_{III}^0 גדול מהערך של ΔH_{IV}^0 , קטן ממנו או שווה לו? . נמק.

התשובה:

ΔH_{III}^0 קטן מ- ΔH_{IV}^0 . בשני המקרים מוציאים אלקטרון מאותה רמת אנרגיה. המטען הגרעיני של ברום גדול מהמטען הגרעיני של אשלגן, לכן דרושה יותר אנרגיה להוצאת האלקטרון מאטום של ברום.

סעיף ג'

נתון התהליך:



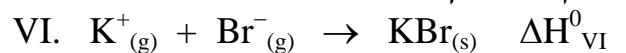
האם בתהליך V נפלטת אנרגיה או נקלטת אנרגיה? נמק.

התשובה:

בתהליך V נפלטת אנרגיה. אלקטרון נקשר אל אטום הברום (נמשך אל הגרעין החיובי של הברום).

סעיף ד'

נתון התהליך:



האם הערך של ΔH_{VI}^0 הוא חיובי או שלילי? נמק במושגים של מבנה וקישור.

התשובה:

הסימן של ΔH_{VI}^0 הוא שלילי. בתהליך נוצר קשר חשמלי (קשר יוני).

שאלה 4

חמצון-חיזור וסטויכיומטריה

הכניסו גוש כרום, $\text{Cr}_{(s)}$, שמסתו 7.8 גרם, ל- 300 מיליליטר תמיסת יוני קדמיום, $\text{Cd}^{2+}_{(aq)}$, שריכוזה 0.05 M. התרחשה תגובה. בתום התגובה נמצא שכל יוני $\text{Cd}^{2+}_{(aq)}$ הגיבו, ומסת גוש הכרום הייתה 7.02 גרם.

סעיף א'

חשב את מספר המולים:

תת-סעיף i

של $\text{Cd}^{2+}_{(aq)}$ שהגיבו בתגובה. פרט את חישוביך.
התשובה:

$$n_{\text{Cd}^{2+}_{(aq)}} = \frac{0.05 \text{ mol} \times 300 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} = 0.015 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של יוני } \text{Cd}^{2+}_{(aq)} \text{ שהגיבו:}$$

תת-סעיף ii

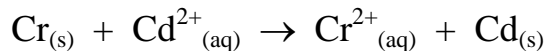
של $\text{Cr}_{(s)}$ שהגיבו בתגובה. פרט את חישוביך.
התשובה:

$$n_{\text{Cr}_{(s)}} = \frac{7.8 \text{ gr} - 7.02 \text{ gr}}{52 \text{ gr/mol}} = 0.015 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של } \text{Cr}_{(s)} \text{ שהגיבו:}$$

סעיף ב'

נסח את התגובה שהתרחשה.

התשובה:



סעיף ג'

מה צריך להיות ריכוז התמיסה של יוני $\text{Cd}^{2+}_{(aq)}$ שנפחה 300 מיליליטר, כדי שכל גוש הכרום שמסתו 7.8 גרם יגיב? פרט את חישוביך.

התשובה:

$$n_{\text{Cr}_{(s)}} = \frac{7.8 \text{ gr}}{52 \text{ gr/mol}} = 0.15 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של } \text{Cr}_{(s)} \text{ שצריכים להגיב:}$$

יחס המולים בין המגיבים הוא 1:1, לכן

$$n_{\text{Cd}^{2+}_{(aq)}} = 0.15 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של } \text{Cd}^{2+}_{(aq)} \text{ שצריכים להגיב:}$$

$$[\text{Cd}^{2+}_{(aq)}] = \frac{0.15 \times 1000}{300} = 0.5 \text{ M} \quad \text{ריכוז תמיסת יוני } \text{Cd}^{2+}_{(aq)} \text{ צריך להיות:}$$

סעיף ד'

ידוע כי המתכת $\text{Cr}_{(s)}$ אינה מגיבה עם יוני סידן, $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$. דַּרְג את המתכות $\text{Cr}_{(s)}$, $\text{Cd}_{(s)}$ ו- $\text{Ca}_{(s)}$ על-פי כושרן לחזור (מהמחזור החזק ביותר לחלש ביותר). נמק.

התשובה:

$\text{Ca} > \text{Cr} > \text{Cd}$. לפי הנתונים $\text{Cr}_{(s)}$ מחזור יוני $\text{Cd}^{2+}_{(aq)}$, אך אינו מחזור יוני $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$.

סעיף ה'

ידוע כי המתכת $\text{Cr}_{(s)}$ מגיבה עם יוני נחושת, $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$. על סמך נתוני השאלה בלבד, האם ניתן לדרג את ארבע המתכות $\text{Ca}_{(s)}$, $\text{Cd}_{(s)}$, $\text{Cr}_{(s)}$ ו- $\text{Cu}_{(s)}$ על-פי כושרן לחזור? אם כן - דרג ונמק. אם לא - הצע תהליך שבעזרתו תוכל לדרג את המתכות.

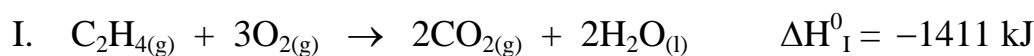
התשובה:

לא ניתן לדרג את ארבע המתכות על-פי הנתונים. יש לבדוק אם $\text{Cu}_{(s)}$ מגיב עם יוני $\text{Cd}^{2+}_{(aq)}$, או לבדוק אם $\text{Cd}_{(s)}$ מגיב עם יוני $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$.
(לפי הנתון כושר החיזור של $\text{Cr}_{(s)}$ גדול מכושר החיזור של $\text{Cu}_{(s)}$, אך לא ידוע אם כושר החיזור של $\text{Cu}_{(s)}$ גדול מכושר החיזור של $\text{Cd}_{(s)}$ או קטן ממנו.)

שאלה 5 אנרגיה

סעיף א'

אָתָּן, $C_2H_4(g)$, מגיב עם חמצן, $O_2(g)$, בתגובת שרפה שניסוחה:



כמה גרם אָתָּן צריכים להגיב עם חמצן, $O_2(g)$, כדי לחמם 500 גרם מים מ- 20°C עד 80°C ? פרט את חישוביך.

קיבול האנתלפיה הסגולי, c , של המים הוא: $c = 4.2 \text{ J/gr}\cdot^\circ\text{C}$.

התשובה:

כמות האנרגיה הדרושה לחימום המים:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T = 500 \text{ gr} \times 4.2 \text{ J/gr}\cdot^\circ\text{C} \times (80^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 126 \text{ kJ}$$

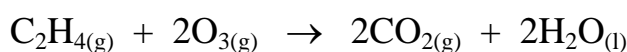
$$n_{\text{אתָּן}} = \frac{126 \text{ kJ}}{1411 \text{ kJ/mol}} = 0.0893 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של אָתָּן הדרושים לחימום:}$$

$$m_{\text{אתָּן}} = 28 \text{ gr/mol} \times 0.0893 \text{ mol} = 2.5 \text{ gr} \quad \text{מסת אָתָּן הדרושה לחימום:}$$

סעיף ב'

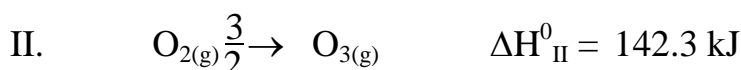
אפשר לבצע את תגובת השרפה של אָתָּן עם אוזון, $O_3(g)$, ולקבל אותם תוצרים. נסח את תגובת השרפה של אָתָּן עם אוזון.

התשובה:



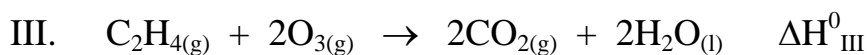
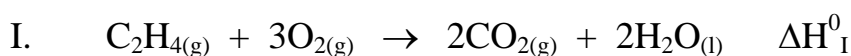
סעיף ג'

אוזון נוצר מחמצן בתגובה:



חשב את השינוי באנתלפיה בתגובה של 1 מול אָתָּן עם אוזון. פרט את חישוביך.

התשובה:



$$\Delta H^0_{III} = \Delta H^0_I - 2\Delta H^0_{II} = -1411 \text{ kJ} - 2 \times 142.3 \text{ kJ} = -1695.6 \text{ kJ}$$

סעיף ד'

האם כמות האָתָּן שיש לשרוף עם אוזון, $O_3(g)$, כדי לחמם 500 גרם מים מ- 20°C עד 80°C , גדולה מהכמות שנדרשה בתגובה עם חמצן, קטנה ממנה או שווה לה? נמק בלי חישובים.

התשובה:

כמות האָתָּן שיש לשרוף קטנה יותר. השינוי באנתלפיה בתהליך עם אוזון גדול יותר, נפלטת יותר אנרגיה. לכן דרושים פחות מולים של אָתָּן כדי לספק את האנרגיה הדרושה לחימום אותה כמות מים לאותה טמפרטורה.

שאלה 6

שיווי-משקל



שלושה כלים ריקים A, B, ו-C, שנפח כל אחד מהם הוא 1 ליטר, נמצאים באותה טמפרטורה. לכלי A הכניסו 2 מול $NO_{2(g)}$. לכלי B הכניסו 1 מול $N_2O_{4(g)}$. לכלי C הכניסו 1 מול $N_2O_{4(g)}$ ו-2 מול $NO_{2(g)}$. הלחץ נמדד בכל אחד משלושת הכלים. כעבור זמן מה נמצא שהלחץ אינו משתנה יותר.

סעיף א'

במצב שבו הלחץ נשאר ללא שינוי, ציין מה הם החומרים הנמצאים בכלים A, B ו-C. נמק.

התשובה:

בכל אחד מהכלים A, B ו-C נמצאים החומרים: $N_2O_{4(g)}$ ו- $NO_{2(g)}$ (תוצרים ומגיבים), כי המערכת מגיעה לשיווי-משקל.

סעיף ב'

במצב שבו הלחץ נשאר ללא שינוי, נמצאו בכלי A 1.8 מול $NO_{2(g)}$. חשב את קבוע שיווי-המשקל לתגובה הנתונה. פרט את חישוביך.

התשובה:

$N_2O_{4(g)}$	\rightleftharpoons	$2NO_{2(g)}$	
0		2	ריכוז התחלתי (M)
+0.1		-0.2	שינוי בריכוז
0.1		1.8	ריכוז בשיווי-משקל (M): 1.8

$$\frac{[NO_{2(g)}]^2}{[N_2O_{4(g)}]} K = \frac{1.8^2}{0.1} = 32.4$$

סעיף ג'

האם הלחץ בכל אחד מהכלים A, B ו-C עלה, ירד או נשאר ללא שינוי מרגע הכנסת החומרים לכלי ועד להשגת שיווי-משקל? הסבר.

התשובה:

כלי A: הלחץ ירד. התרחשה התגובה ההפוכה, שבה נוצרות פחות מולקולות גז.
כלי B: הלחץ עלה. התרחשה התגובה הישירה, שבה נוצרות יותר מולקולות גז.

כלי C: הלחץ עלה. $Q < K \Leftrightarrow \frac{2^2}{1} = 4$

לכן התרחשה התגובה הישירה שבה נוצרות יותר מולקולות גז.

סעיף ד'

לאחר שהושג שיווי-משקל בכלי A, הגדילו את נפח הכלי פי 2 (תוך שמירה על טמפרטורה קבועה).

תת-סעיף i

מהו הריכוז של כל אחד מהחומרים בכלי A ברגע שהנפח גדל? נמק.

התשובה:

לפני הגדלת הנפח: $[\text{NO}_{2(g)}] = 1.8 \text{ mol/l}$ $[\text{N}_2\text{O}_{4(g)}] = 0.1 \text{ mol/l}$
אחרי הגדלת הנפח פי 2 הריכוז קטן פי 2, לכן:

$$[\text{NO}_{2(g)}] = 0.9 \text{ mol/l} \quad [\text{N}_2\text{O}_{4(g)}] = 0.05 \text{ mol/l}$$

תת-סעיף ii

איזו תגובה - התגובה הישירה או התגובה ההפוכה - תתגבר לאחר השינוי בנפח ועד להשגת שיווי-משקל חדש? נמק.

התשובה:

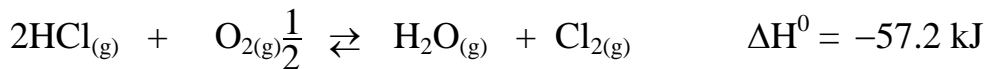
תתגבר התגובה הישירה. הגדלת נפח הכלי בטמפרטורה קבועה מביאה לירידה בלחץ בתוך הכלי, לכן על-פי עקרון לה-שטליה מתגברת התגובה שבה נוצרות יותר מולקולות גז.

$$Q < K \quad \Leftarrow \quad Q \frac{0.9^2}{0.05} = 16.2 \quad \text{נימוק אחר:}$$

שאלה 7

שיווי-משקל ותעשייה

מפיקים כלור, $\text{Cl}_{2(g)}$, בתהליך שניסוחו:



התהליך מתבצע בכלי סגור בטמפרטורה של 200°C .

סעיף א' תת-סעיף i

מדוע לא רצוי להוריד את הטמפרטורה בכלי מתחת ל- 200°C ? הסבר.

התשובה:

לא רצוי להוריד את הטמפרטורה, כי בטמפרטורה נמוכה התגובה היא איטית.

תת-סעיף ii

מדוע לא רצוי להעלות את הטמפרטורה בכלי מעל ל- 200°C ? הסבר.

התשובה:

לא רצוי להעלות את הטמפרטורה, כי התגובה הישירה היא **אקסותרמית**. לכן התגובה מועדפת בטמפרטורות נמוכות (בטמפרטורות גבוהות נקבל פחות תוצרים).

סעיף ב'

כיצד תושפע מהירות התגובה לקבלת $\text{Cl}_{2(g)}$ (תגדל, תקטן או לא תשתנה) אם:

תת-סעיף i

יגדילו את כמות ה- $\text{HCl}_{(g)}$ בכלי בטמפרטורה קבועה ובנפח קבוע? הסבר.

התשובה:

מהירות התגובה תגדל. העלאת ריכוז המגיב תגרום להעלאת מהירות התגובה, כי מספר ההתנגשויות בין המולקולות גדל.

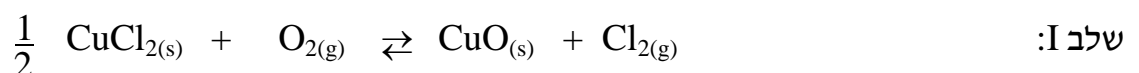
תת-סעיף ii

יגדילו את הלחץ בכלי על-ידי הקטנת הנפח בטמפרטורה קבועה? הסבר.

התשובה:

מהירות התגובה תגדל. הגדלת הלחץ גורמת לעלייה במספר ההתנגשויות בין המולקולות.

כדי לבצע את תהליך ההפקה של $\text{Cl}_{2(g)}$ בטמפרטורה של 150°C , הכניסו לכלי נחושת כלורית, $\text{CuCl}_{2(s)}$. התהליך מתרחש אז בשני שלבים:



סעיף ג'

נתון כי התגובה בשלב I איטית, והתגובה בשלב II מהירה. לאיזו מבין שתי התגובות עשויה להיות אנרגיית שפעול גדולה יותר? הסבר.

התשובה:

לתגובה בשלב I יש אנרגיית שפעול גדולה יותר. התגובה היא איטית, כלומר יש מחסום אנרגטי גדול יותר.

סעיף ד'

איזה חומר מבין החומרים $\text{CuO}_{(s)}$, $\text{HCl}_{(g)}$, $\text{CuCl}_{2(s)}$ משמש זרז בתהליך ההפקה של כלור ב- 150°C ?
הסבר.

התשובה:

$\text{CuCl}_{2(s)}$ הוא הזרז. זהו חומר שמגיב בשלב I של התגובה, ונוצר מחדש בשלב II. (סה"כ $\text{CuCl}_{2(s)}$ אינו עובר שינוי).

נימוק אחר: הכנסת $\text{CuCl}_{2(s)}$ אפשרה להוריד את הטמפרטורה בתהליך ההפקה, כלומר הוא הוריד את אנרגיית השפעול.