

תשובות לשאלות בפרק ד

עמוד 129 : (היבט מיקרוסקופי)

בהתחלה היו בכלי מולקולות של מגיבים בלבד, אשר התנגשו וכך נוצרו מולקולות מסוג חדש, מולקולות תוצר. קיום של מולקולות תוצר מאפשר התרחשות של תגובה הפוכה, בה מתפרקים התוצרים למגיבים. כלומר בכלי הסגור מתרחשות בו זמנית, שתי תגובות הפוכות זו לזו. בהתחלה, ריכוזי המגיבים היו גבוהים, לכן התגובה הישירה מהירה. עם התקדמות התגובה, קצב התגובה הישירה קטן והקצב של התגובה ההפוכה גדל עד למצב בו קצב שתי התגובות שווה. במצב זה, ריכוזי כל המרכיבים של המערכת: $\text{CO}_2(\text{g})$, $\text{H}_2(\text{g})$ ו $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ אינם משתנים יותר, למרות שממשיכות להתרחש שתי התגובות ההפוכות זו לזו.

עמוד 134 שאלות נוספות :

- 1.א. מדידת הלחץ בכלי מלמדת על ריכוז המרכיבים בכלי. אם מדידת הלחץ נשארת קבועה לאחר פרק זמן ניתן להסיק כי יש קביעות בריכוזי החומרים בכלי התגובה, דבר המלמד על מצב שיווי משקל.
- ב. מבחינה מיקרוסקופית מצויים בכלי התגובה גם מולקולות של מגיבים וגם מולקולות של תוצרים. היות והחומרים הם במצב גזי אין ביניהם אינטראקציות אך הם נעים באופני תנועה רבים.



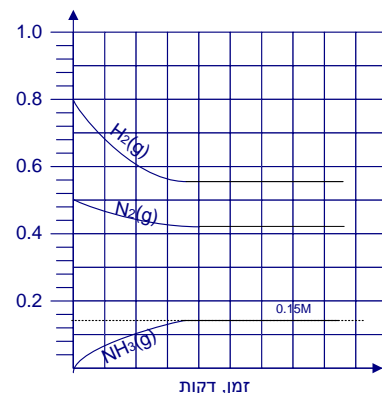
$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] [\text{H}_2]^3} = 1 \quad \text{ד.}$$

ה.

חומר	N_2	H_2	NH_3
ריכוז התחלתי	0.5M	0.8M	0
השינוי שחל בריכוז, עד מצב ש"מ	-1/2(0.15)M	-3/2(0.15)M	+0.15M
ריכוז בשווי משקל	0.425	0.575M	0.15M

$$0.15^2 / 0.425 \cdot 0.575^3 = 0.278 = K_c \quad \text{ו.}$$

ריכוז
מול/ליטר



ז.

2.

החומר	HI	I ₂	H ₂
ריכוז התחלתי	0	0.02M	0.02M
השינוי שחל בריכוז, עד מצב ש"מ	+0.02M	-0.01M	-0.01M
ריכוז בשווי משקל	0.02M	0.01M	0.01M

א. $K_c = \frac{[HI]^2}{[I_2][H_2]}$

ב. $0.02^2 / 0.01 \cdot 0.01 = 4 = K_c$

3. קבוע שווי משקל של התגובה הנתונה, בטמפרטורה 210°C, ידוע מדוגמה 3 אשר הופיעה קודם: $K_c = 14.5$. נתונים ריכוזי שווי משקל של שנים מבין שלושה חומרים במערכת ונסמן $x = [H_2]$.

$$K_c = \frac{[CH_3OH]}{[CO][H_2]^2}$$

$$14.5 = 1.56 / 1.03 \cdot x^2$$

$$x = [H_2] = 0.323 \text{ M}$$

4. לא, המערכת לא תגיע למצב של שווי משקל, בעצם לא תתרחש כל תגובה, כי בנוסף ל CO דרוש או H₂, או CH₃OH כדי שיהיו כל שלושת החומרים במערכת.
5. גרף ב

6. ש צורך לתקן את כמות המולים ההתחלתית. "כאשר מדגם של 0.5 מול PCl₅ הוכנס לכלי בנפח 500 מ"ל.....". השאלה היא ברמה מתקדמת כי היא דורשת פיתרון של משוואה ריבועית.

המשוואה המתקבלת בהצבת הביטוי של K_c היא:

$$\frac{X^2}{1-X} = 1.8 \quad \text{הפתרון החיובי עבור X הוא } 0.715M$$

התשובה: מרכיבי המערכת הם: ריכוז PCl_{3(g)} הוא 0.715M, ריכוז Cl_{2(g)} הוא זהה, 0.715M, וריכוז המגיב PCl_{5(g)} הוא 0.285M.

עמוד 138: שאלות בנושא מנת ריכוזים Q

$$K_c = \frac{[NO]^2[O_2]}{[NO_2]^2} \quad 1.$$

$$Q = 0.4^2 \cdot 0.4 / 0.05^2 = 25.6 \quad Q > K \quad A$$

תתרחש תגובה הפוכה, לכן ריכוז ה NO₂ יגדל, עד להשגת מצב ש"מ.

$$Q = 0.8^2 \cdot 0.2 / 0.08^2 = 20 \quad Q=K : B$$

לא מתרחשים שינויים, המערכת נמצאת במצב שיווי משקל.

$$K_c = [A] / [B] : \text{א. הביטוי הוא}$$

$$Q = 0.05 / 0.8 = 0.0625 \quad Q < K$$

תתרחש התגובה הישירה בקצב גדול יותר מקצב התגובה ההפוכה, עד למצב שיווי משקל.

ב. התרחשות התגובה הישירה אינה משפיעה על הלחץ בכלי, כי מכל מולקולה של A מתקבלת

מולקולה אחת של B.

עמוד 123 : 140

$$K_c = [\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2] / [\text{SO}_3]^2 \cdot 1$$

$$K_c = 0.032^2 \cdot 0.017 / 0.068^2 = 0.003765$$

2. התרחשה הגדלה של ריכוז ה- $\text{SO}_3(\text{g})$, על ידי הוספה של חומר זה לתוך הכלי.

3. עקב הגדלת הריכוז של $\text{SO}_3(\text{g})$ מתרחשת תגובה ישירה בקצב גדול יותר משל קצב התגובה

ההפוכה, כלומר הריכוז החדש של SO_3 קטן וריכוזי SO_2 ו- O_2 גדלים, עד להשגת מצב שיווי משקל

חדש. במצב שיווי המשקל החדש, כל הריכוזים גבוהים יותר מאשר בקודם.

$$4. \text{ ערכו של } K_c \text{ בשווי המשקל החדש הוא: } K_c = 0.054^2 \cdot 0.027 / 0.146^2 = 0.003694$$

כלומר K_c ללא שינוי.

עמוד 142: 124

1. גרף דומה למתואר בשאלה 1 סעיף ז עמוד 134 בגרף:

ריכוזי המגיבים, $\text{N}_2(\text{g})$ ו- $\text{H}_2(\text{g})$ קטנים, אילו ריכוזו של $\text{NH}_3(\text{g})$ גדל, החל מאפס עד לערך 0.15M .

2.

$$K_c = [\text{NH}_3]^2 / [\text{N}_2] [\text{H}_2]^3$$

חומר	NH_3	H_2	N_2
מס' מול התחלתי	0	0.8	0.5
השינוי במולים	+0.15	-3/2(0.15)	-1/2(0.15)
מספר המולים בש"מ	0.15	0.575	0.425
ריכוז בשווי משקל	0.15M	0.575M	0.425

$$K_c = 0.278$$

3. אמונייה נמסה במים (נוצרים קשרי מימן), כלומר ריכוז גז האמונייה בכלי יורד.

הדבר יגרום להאטת התגובה ההפוכה, כלומר ליציאת המערכת ממצב שיווי המשקל שהיה בה.

4. עקב המסת אמוניה במים, מופר מצב השווי משקל כיון שהאיזון שהיה קיים בין קצב התגובה הישירה וקצב התגובה ההפוכה, הופר.
5. היות וקצב התגובה הישירה גדול יותר מקצב התגובה ההפוכה, כלומר ריכוזי המימן והחנקן קטנים, וריכוז האמוניה גדל בהשוואה למה שהיה מיד עם הוספת המים.
7. אכן תואם: התגברה התגובה הישירה אשר מקטינה את השינוי בריכוזים שהתרחש עקב הוספת המים למערכת.
8. K_c נשאר ללא שינוי.

עמוד 126 : 143

1. הקטנת נפח הכלי מהווה הפרעה לשיווי משקל כיון שהשתנו ריכוזי כל המרכיבים.
2. הקטנת נפח הלכי גרמה להעלאת הלחץ בכלי התגובה ולכן תתרחש התגובה בה נוצרות פחות מולקולות על מנת להקטין את הלחץ בכלי (על פי עיקרון לה שטליה). התגובה המתרחשת היא התגובה ההפוכה ולכן ריכוז הגזים גופרית דו חמצנית SO_2 ו-חמצן O_2 ירדו ואילו ריכוז הגופרית התלת חמצנית SO_3 יגדל.

עמוד 128 : 145

1. ריכוזי כל החומרים גדלים פי אותו שיעור.
2. הריכוזים גדלו פי 10 (בערך), כלומר הנפח הוקטן פי 10.
3. כל הריכוזים היו גדלים פי 2.

עמוד 151 : 132

- א. העלאת ריכוז חנקן דו חמצני יגרם על ידי חימום המערכת הגורמת להעדפת התגובה האנדותרמית הישירה.
- ב. חימום יגרום להעדפת התגובה האנדו תרמית, הישירה ולכן ריכוז התוצרים יגדל וערכו של קבוע שיווי משקל K_c יגדל.
2. מהנתונים ניתן ללמוד כי כאשר התגובה התרחשה בטמפרטורה גבוהה יותר ערכו של קבוע שיווי משקל עלה, כלומר הועדפה התגובה הישירה הגורמת להגדלת ריכוז התוצרים. מכאן ניתן להסיק כי התגובה הישירה היא תגובה אנדו תרמית.

3.



$$K_c = [A]^3/[B]^2 \quad \text{ב.}$$

$$K_c = 1.35$$

ג. הקטנת נפח הכלי פי 2 תגרום **ברגע השינוי**, להגדלת ריכוזו של A ו של B פי 2 כל אחד. לאחר השינוי, תועדף התגובה ההפוכה הגורמת להקטנת מספר החלקיקים בכלי ובכך מקטינה את הלחץ בכלי שעלה לאחר הקטנת הנפח. עקב כך, ריכוזו של A יקטן וריכוזו של B יגדל.

4. א. ברמה מאקרוסקופית- לכלי התגובה הוכנס מימן יודי ולאחר פרק זמן מסוים ריכוזו ירד ונשאר קבוע. במהלך אותו זמן עלה ריכוזם של שני תוצרים מימן ויוד ונשאר קבוע.

ברמה מיקרוסקופית- מולקולות של מימן יודי התפרקו למימן וליוד ולאחר פרק זמן מסוים נמצאים בכלי גם מולקולות של מימן יודי וגם מולקולות של מימן ויוד.

ב. ערכו של קבוע שיווי משקל הוא:

$$K_c = 0.0059$$

ג. ברמה מאקרוסקופית- התרחש חימום. אנו מסיקים זאת מהגרף בו רואים כי משך הזמן שלקח למערכת להגיע לשיווי משקל לאחר זמן t הוא קצר יותר מאשר בניסוי הראשון. בנוסף, ריכוז המגיב HI ירד נשאר קבוע, וריכוז התוצרים מימן ויוד עלה ונשאר קבוע.

מבחינה מיקרוסקופית ניתן לומר בהתבסס על הגרף כי התרחשה התגובה הישירה בו מולקולות של מימן יודי הגיבו ונוצרו מולקולות חדשות של מימן ויוד.

ג. חימום גורם להעדפת התגובה האנדו תרמית וזו התגובה הישירה. סימנו של ΔH חיובי.

5. ב. כל ההיגדים שגויים

שאלה 1 עמוד 153

א. קצב התגובה:

$$\text{קצב התגובה} = -\frac{\Delta[N_2O_4]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t}$$

א. 2. ניתן למדוד את מהירות התגובה על פי צבע התוצר. התוצר הוא גז בעל צבע חום. ככל שריכוזו יגדל הצבע החום יהפוך כהה יותר. זהו מעקב איכותי. אם נוכל להיעזר במכשיר הבוחן את עצמת הצבע נוכל לקבוע שינוי כמותי.

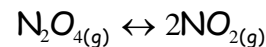
אפשרות שנייה היא מעקב אחר הלחץ בכלי. היות ומכל מולקולת מגיב מתקבלות שתי מולקולות תוצר הרי שהלחץ בכלי יגדל. קצב השינוי בלחץ יהווה מדד לשינוי קצב התגובה.

ב. 1. ערך קבוע לאורך זמן (לא יורד ולא עולה) של ריכוז, מייצג מצב של שיווי משקל.

ב. 2. ברמת מאקרו: הצבע בכלי הולך ומתכהה מחסר צבע לצהוב-חום. אם יש מד לחץ בכלי, הוא יראה עלייה בלחץ ולאחר מיכן ערך קבוע.

ברמת מיקרו: מספר המולקולות של המגיב קטן ומספר המולקולות של התוצר גדל. המולקולות ממשיכות לנוע באופנים שונים ולהתנגש.

ברמת סמל:



ב. 4. הביטוי לערכו של הקבוע הוא:

$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$$

חישוב ערכו של הקבוע:

המרכיב במערכת	$\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$	$\text{NO}_{2(g)}$
מס' מול התחלתי – על פי הנתונים	1	
השינוי במולים – על פי נתונים ועל פי היחסים בניסוח	- 0.04	+ 0.08
מס' מול בש"מ – על פי הנתונים או על פי סכום הכמות ההתחלתית והשינוי.	0.96	+ 0.08
ריכוז בש"מ = מס' המולים / נפח הכלי	0.96	+ 0.08

$$K = \frac{(0.08)^2}{0.96} = 6.66 \times 10^{-3}$$

- ג. 1 קצב הפירוק תלוי בריכוז ההתחלתי של המגיב, לכן היא גדלה.
 ג. 2 מיד אחרי ההוספה: ריכוז המגיב גדול יותר, חלה עלייה בקצב התגובה הישירה, לכן אין יותר איזון בין קצב התגובה הישירה לקצב התגובה ההפוכה, ואין מצב של ש"מ.
 ג. 3 ריכוזו של התוצר הולך וגדל, כיון שהתגברה יותר התרחשות התגובה הישירה.
 ג. 4 ערכו של הקבוע נשאר ללא שינוי.
 ד. 1 על פי עיקרון לה שטליה הקטנת נפח הכלי גורמת להגברת הלחץ ולכן תתגבר התגובה הגורמת ליצירת מספר חלקיקים קטן יותר וזוהי התגובה ההפוכה.
 ד. 2 . היות ואין לנו מידע על שינויי אנתלפיה במהלך התרחשות התגובה הישירה או ההפוכה לא נוכל לחזות את תוצאות השינוי. (על פי פרק ד וללא פרק ה, אנטרופיה).

שאלה 2 עמוד 154 השלמת הטבלה
 שורה 1 מציינת את רגע השינוי
 שורה 2 מצב שיווי משקל לאחר השינוי

השינוי במערכת		הגודל הנבחן	ההשפעה		
			גדל	קטן	לא השתנה
1	הקטנת הנפח	ריכוז החמצן *	+		
			+		
2	הקטנת הנפח	קבוע שיווי משקל			מנת הריכוזים גדלה
					+
3	הגדלת נפח	NO* ריכוז	הקטנת הריכוז		
			+		
4	חימום הכלי	Kc	+		
5	הוספת חמצן	Kc			מנת הריכוזים קטנה
					+
6	NO הוספת	ריכוז החמצן*	+		
					+
7	HCl הוספת	ריכוז החמצן*	+		
					+
8	קירור הכלי	ריכוז האמוניה	+		
				+	
9	הוספת זרז	Kc			+
10	הוספת גז Ne אציל	ריכוז החמצן			+