

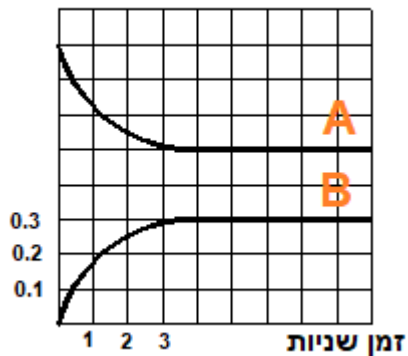


שיווי משקל כימי

מצב שווי משקל מתקבל כתוצאה מקיום שתי תגובות הפוכות באותה מהירות:
 האחת: מגיבים $\longrightarrow$ תוצרים. והשנייה: תוצרים $\longrightarrow$ מגיבים.
 • בזמן שו"מ אין שינוי בריכוזי החומרים.
 • שו"מ אפשרי רק במערכת סגורה

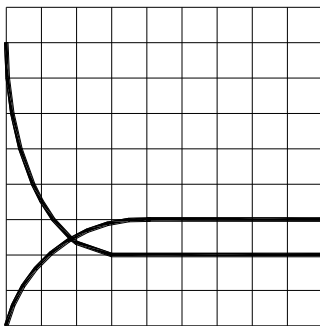
1. לפניך תיאור גרפי של השתנות החומרים $A_{(g)}, B_{(g)}$:

ריכוז M



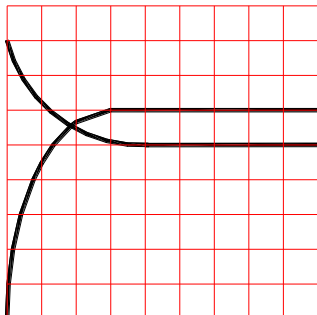
- א. מיהו המגיב בתגובה?
 - ב. מיהו התוצר בתגובה?
 - ג. מהו הרכב המערכת במצב ההתחלתי?
 - ד. מתי הושג שו"מ במערכת?
 - ה. מהו הרכב המערכת במצב שו"מ?
- ו. בכמה השתנה ריכוזו של כל אחד מהחומרים במשך התגובה?
 - ז. רשמו ניסוח מאוזן לתגובה.

2. לפניך תיאור גרפי של השתנות החומרים $A_{(g)}, B_{(g)}$:



- א. מיהו המגיב בתגובה?
 - ב. מיהו התוצר בתגובה?
 - ג. מהו הרכב המערכת במצב ההתחלתי?
 - ד. מתי הושג שו"מ במערכת?
 - ה. מהו הרכב המערכת במצב שו"מ?
- ו. בכמה השתנה ריכוזו של כל אחד מהחומרים במשך התגובה?
 - ז. רשמו ניסוח מאוזן לתגובה.

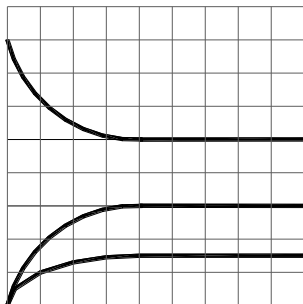
3. לפניך תיאור גרפי של השתנות החומרים $A_{(g)}, B_{(g)}$:



- א. מיהו המגיב בתגובה?
- ב. מיהו התוצר בתגובה?
- ג. מהו הרכב המערכת במצב ההתחלתי?
- ד. מתי הושג שו"מ במערכת?

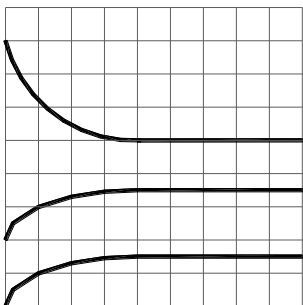
- ה. מהו הרכב המערכת במצב שו"מ?
 ו. בכמה השתנה ריכוזו של כל אחד מהחומרים במשך התגובה?
 ז. רשמו ניסוח מאוזן לתגובה.

4. לפניך תיאור גרפי של השתנות החומרים $A_{(g)}, B_{(g)}, C_{(g)}$:



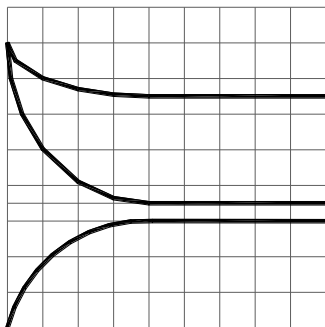
- א. מיהו המגיב בתגובה?
 ב. מיהו התוצר בתגובה?
 ג. מהו הרכב המערכת במצב ההתחלתי?
 ד. מתי הושג שו"מ במערכת?
 ה. מהו הרכב המערכת במצב שו"מ?
 ו. בכמה השתנה ריכוזו של כל אחד מהחומרים במשך התגובה?
 ז. רשמו ניסוח מאוזן לתגובה.

5. לפניך תיאור גרפי של השתנות החומרים $A_{(g)}, B_{(g)}, C_{(g)}$:

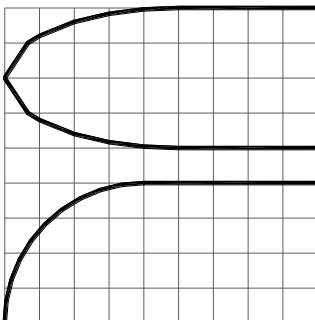


- א. מיהו המגיב בתגובה?
 ב. מיהו התוצר בתגובה?
 ג. מהו הרכב המערכת במצב ההתחלתי?
 ד. מתי הושג שו"מ במערכת?
 ה. מהו הרכב המערכת במצב שו"מ?
 ו. בכמה השתנה ריכוזו של כל אחד מהחומרים במשך התגובה?
 ז. רשמו ניסוח מאוזן לתגובה.

6. לפניך תיאור גרפי של השתנות החומרים $A_{(g)}, B_{(g)}, C_{(g)}$:

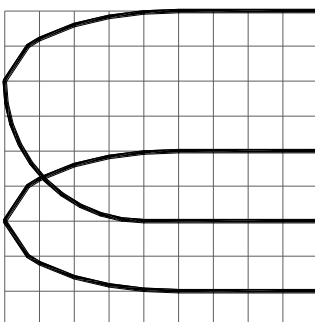


- א. מיהם המגיבים והתוצרים התגובה?
 ב. מהו הרכב המערכת במצב ההתחלתי?
 ג. מתי הושג שו"מ במערכת?
 ד. מהו הרכב המערכת במצב שו"מ?
 ה. בכמה השתנה ריכוזו של כל אחד מהחומרים במשך התגובה?
 ו. רשמו ניסוח מאוזן לתגובה.



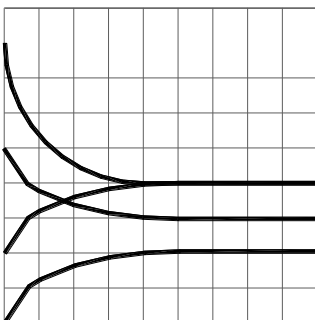
7. לפניך תיאור גרפי של השתנות החומרים : $A_{(g)}, B_{(g)}, C_{(g)}$

- מיהם המגיבים והתוצרים התגובה?
- מהו הרכב המערכת במצב ההתחלתי?
- מתי הושג שו"מ במערכת?
- מהו הרכב המערכת במצב שו"מ?
- בכמה השתנה ריכוזו של כל אחד מהחומרים במשך התגובה?
- רשמו ניסוח מאוזן לתגובה.



8. לפניך תיאור גרפי של השתנות החומרים : $A_{(g)}, B_{(g)}, C_{(g)}, D_{(g)}$

- מיהם המגיבים והתוצרים התגובה?
- מהו הרכב המערכת במצב ההתחלתי?
- מתי הושג שו"מ במערכת?
- מהו הרכב המערכת במצב שו"מ?
- בכמה השתנה ריכוזו של כל אחד מהחומרים במשך התגובה?
- רשמו ניסוח מאוזן לתגובה.



9. לפניך תיאור גרפי של השתנות החומרים : $A_{(g)}, B_{(g)}, C_{(g)}, D_{(g)}$

- מיהם המגיבים והתוצרים התגובה?
- מתי הושג שו"מ במערכת, ומהו הרכב המערכת במצב שו"מ?
- בכמה השתנה ריכוזו של כל אחד מהחומרים במשך התגובה?
- רשמו ניסוח מאוזן לתגובה.

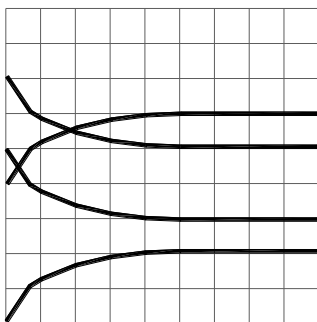
שיווי משקל כימי – מציאת ערכו המספרי של קבוע שו"מ

אם נתונה מערכת ש"מ הבאה: $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ נוסחת קבוע שו"מ היא:

$$K = \frac{C^c \cdot D^d}{A^a \cdot B^b}$$

1. ההצגה הגרפית הבאה מתארת מעקב אחר תגובה מסוימת:

- מהם המגיבים ומהם התוצרים בתגובה?



- ב. רשמו את הרכב המערכת במצב ההתחלתי.
- ג. רשמו מה היה השינוי בריכוז עד לשו"מ.
- ד. רשמו את הרכב המערכת במצב שו"מ.
- ה. רשמו ניסוח מאוזן לתגובה.
- ו. חשבו את ערכו של קבוע שו"מ.

2. התגובה בין מימן ויוד גזי מגיעה לשו"מ תוך זמן מסוים. הכניסו לכלי מימן (0.06 מולר) ו-יוד גזי (0.05 מולר). בשו"מ נמצאו 0.01 מולר יוד גזי.
 - א. רשמו ניסוח מאוזן לתגובה.
 - ב. רשמו את הריכוזים ההתחלתיים.
 - ג. רשמו את השינוי בריכוזים עד להשגת שו"מ ואת ריכוזי שו"מ.
 - ד. חשבו את קבוע שו"מ.

3. מערבבים את המגיבים A ו-B, כל אחד בריכוז של 0.8 מולר. A ו-B מגיבים ויוצרים את C ו-D. $A + B \rightleftharpoons C + D$. כאשר הושג שו"מ נמדד הריכוז של C ונמצא 0.60 מולר. חשבו את ערכו של קבוע שו"מ.

4. מערבבים את המגיבים A ו-B, כל אחד בריכוז של 1.2 מולר. A ו-B מגיבים ויוצרים את C ו-D. $2A + B \rightleftharpoons C + 2D$. כאשר הושג שו"מ נמדד הריכוז של C ונמצא 0.5 מולר. חשבו את ערכו של קבוע שו"מ.

5. מערבבים את המגיבים A ו-B, הריכוז של A הוא 1.4 מולר ואילו B 0.6 מולר. A ו-B מגיבים ויוצרים את C ו-D. $A + 3B \rightleftharpoons 2C + D$. כאשר הושג שו"מ נמדד הריכוז של C ונמצא 0.3 מולר. חשבו את ערכו של קבוע שו"מ.

6. מכניסים לכלי, שנפחו ליטר, 0.9 מול חומר A ו-1.5 מול חומר B. A ו-B מגיבים ויוצרים את C ו-D. $2A + 3B \rightleftharpoons 4C + 5D$. כאשר הושג שו"מ נמדד הריכוז של C ונמצא 1.60 מולר. חשבו את ערכו של קבוע שו"מ.



7. לכלי בנפח 0.5 ליטר מכניסים 2 מול חומר A, 2 מול חומר B ו-2 מול חומר C. A ו-B מגיבים ויוצרים את C ו-D. $A + B \rightleftharpoons C + D$. כאשר הושג שו"מ נמדד הריכוז של D ונמצא 1.20 מולר. חשבו את ערכו של קבוע שו"מ.

8. מערבבים בכלי 1.5 מולר חומר A עם 2.4 מולר חומר B ו-2.4 מולר חומר C. A ו-B מגיבים ויוצרים את C ו-D. $2A + B \rightleftharpoons C + 3D$. כאשר הושג שו"מ נמדד הריכוז של D ונמצא 1.2 מולר. חשבו את ערכו של קבוע שו"מ.

9. לכלי שנפחו ליטר הוכנסו 3 מול חנקן ו-2 מול מימן. בטמפרטורת הניסוי מגיבים חנקן ומימן ליצירת אמוניה. $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ כשהמערכת הגיעה לשו"מ מצאו בכלי 0.3 מול אמוניה. מהו קבוע שו"מ של המערכת בטמפרטורת הניסוי?

10. לכלי בנפח ליטר מכניסים 2 מול חומר A ו-2 מול חומר B. A ו-B מגיבים ויוצרים את C ו-D. $A + B \rightleftharpoons C + D$. קבוע שו"מ של התגובה, בטמפרטורת הניסוי, הוא 1. מצאו את הרכב המערכת בזמן שו"מ.

11. מערבבים את המגיבים A ו-B, כל אחד בריכוז של 1.0 מולר. A ו-B מגיבים ויוצרים את C. $A + B \rightleftharpoons 2C$. קבוע שו"מ של התגובה בטמפרטורת הניסוי הוא 4. מצאו את הרכב המערכת בזמן שו"מ.

12. ערכו של קבוע שו"מ של התגובה $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ בטמפרטורה מסוימת הוא 49. בטמפרטורה זו הכניסו לכלי שנפחו 0.1 ליטר 0.5 מול מימן ו-0.5 מול יוד גזי. מהו הרכב המערכת בזמן שו"מ?

13. נתון התהליך: $2NO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2NOCl_{(g)}$. לכלי מסוים הכניסו 0.5 מול גז NO ו-0.5 מול גז כלור. סגרו את הכלי. המערכת הגיעה לשו"מ לאחר שהגיבו 0.01 מול NO. מה יהיה היחס בין ריכוזי החומרים בשו"מ בכלי:

- א. $[NO_{(g)}] = [NOCl_{(g)}]$ ב. $[NO_{(g)}] = [Cl_{2(g)}]$
ג. $[NO_{(g)}] > [Cl_{2(g)}]$ ד. $[NO_{(g)}] < [Cl_{2(g)}]$



מציאת כיוון התגובה עפ"י יחס הריכוזים.

$$.k = \frac{C^c \cdot D^d}{A^a \cdot B^b}, \quad aA + bB \rightleftharpoons cC + dD \quad \text{אם נתונה מערכת ש"מ הבאה:}$$

$$.Q = \frac{C^c \cdot D^d}{A^a \cdot B^b} \quad \text{עבור אותה מערכת, בכל רגע ניתן להגדיר את מנת הריכוזים:}$$

אם $Q = K$, המערכת בשו"מ.

אם $Q < K$, המערכת אינה בשו"מ. כדי להגיע לשו"מ תועדף התגובה הישירה.

אם $Q > K$, המערכת אינה בשו"מ. כדי להגיע לשו"מ תועדף התגובה ההפוכה.

1. נתון כי בטמפרטורה של 100°C , ערכו של K במערכת $\text{SO}_2\text{Cl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{SO}_{2(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$ הוא

$K=0.082$. הכניסו לכלי סגור בטמפרטורה של 100°C את החומרים $\text{SO}_2\text{Cl}_{2(g)}$, $\text{SO}_{2(g)}$, $\text{Cl}_{2(g)}$

כל חומר בריכוז של 0.01 מולר. הלחץ שנבדק במערכת זו לאחר שעה:

א. עלה. ב. ירד ג. נשאר קבוע ד. לא ניתן לקביעה ללא נתונים נוספים.

2. השאלה דנה בתהליך: $\text{COCl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$. נתון כי בטמפרטורה של 100°C , ערכו של

קבוע שו"מ במערכת הוא $K = 0.08$. לפניכם נתונים על שתי מערכות תגובה שנשמרות בנפח וטמפרטורה קבועים (טמפרטורה של 100°C):

מערכת 2	מערכת 1	
0.08	0.05	$[\text{COCl}_2] \text{ M}$
0.16	0.10	CO M
0.16	0.04	$[\text{Cl}_2] \text{ M}$

א. איזו משתי המערכות 1 או 2 טרם הגיעה לשו"מ? נמקו.

ב. האם במערכת שטרם הגיעה לשו"מ ריכוז התוצרים יגדל או יקטן במשך הזמן? נמקו.

ג. האם במערכת שטרם הגיעה לשו"מ הלחץ הכללי במערכת יגדל או לא ישתנה עם הזמן? נמקו.

3. השאלה דנה במערכת: $\text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(g)} + \text{CO}_{2(g)}$. בטמפרטורה מסוימת, קבוע שו"מ הוא

9. לכל אחד משלושת הכלים I – III, הנמצאים בטמפרטורה הנתונה, הוכנסו חומרים לפי הפירוט

בטבלה הבאה:

מספר המולים				נפח הכלי	כלי
$\text{CO}_{(g)}$	$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$	$\text{H}_{2(g)}$	$\text{CO}_{2(g)}$		
0.02	0.02	0.1	0.1	1 ליטר	I
0.03	0.03	0.05	0.05	1 ליטר	II
0.05	0.05	0.15	0.15	2 ליטר	III

מהי הקביעה הנכונה:

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

הקשר בין קבוע שו"מ וניסוח התגובה

אם לתגובה $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ קבוע שיווי המשקל הינו $k = x$.

אז לתגובה $cC + dD \rightleftharpoons aA + bB$ קבוע שו"מ הוא $k = \frac{1}{x}$.

אם לתגובה $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ קבוע שיווי המשקל הינו $k = x$.

אז לתגובה $maA + mbB \rightleftharpoons mcC + mdD$ קבוע שו"מ הוא $k = x^m$.

1. נתון כי קבוע שו"מ בתגובה $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$ ב- 298 K הוא $3.6 \cdot 10^8$.

א. מצאו את קבוע שו"מ לתגובה $2\text{NH}_{3(g)} \rightleftharpoons \text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)}$.

ב. מצאו את קבוע שו"מ לתגובה $\text{NH}_{3(g)} \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{N}_{2(g)} + \frac{3}{2}\text{H}_{2(g)}$.

2. נתון כי קבוע שו"מ בתגובה $\text{CO}_{(g)} + 2\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$ ב- 483 K הוא 14.5.

א. מצאו את קבוע שו"מ לתגובה $\text{CH}_3\text{OH}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(g)} + 2\text{H}_{2(g)}$.

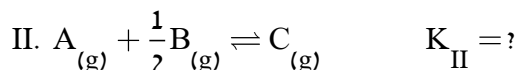
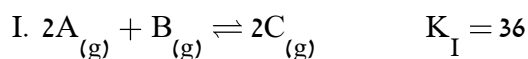
ב. מהו קבוע שו"מ לתגובה $2\text{CO}_{(g)} + 4\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$.

3. נתון כי קבוע שו"מ בתגובה $\text{NO}_{(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{NO}_{2(g)}$ ב- 184°C הוא $7.5 \cdot 10^2$.

א. מצאו את קבוע שו"מ לתגובה $2\text{NO}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)}$.

ב. האם ניתן לדעת, מנתוני השאלה, מהו קבוע שו"מ של התגובה לעיל בטמפרטורה של 200°C ? אם כן, מהו. אם לא, נמקו.

4. לפניכם שני ניסוחים של תגובה:



$K_{(I)}$ ו- $K_{(II)}$ נקבעו באותה טמפרטורה. מהי הקביעה הנכונה?

א. $K_{(II)} = 36$ ב. $K_{(II)} = 18$ ג. $K_{(II)} = 6$

ד. עפ"י נתוני השאלה אי אפשר לקבוע את ערכו של $K_{(II)}$.

שיווי משקל כימי – הפרעות לשיווי משקל

עקרון לה שטלייה: אם מערכת המצוייה בשו"מ נתונה להפרעה חיצונית, כמו שינוי בטמפרטורה או שינוי בריכוז, מתרחשים במערכת תהליכים הנוטים לבטל השפעה זו.

השפעה על קבוע שו"מ	התגובה שתתרחש עד לקבלת שו"מ חדש	הגורם
אין השפעה	התגובה הישירה	שינוי ריכוזים:
אין השפעה	התגובה ההפוכה	הגדלת ריכוז מגיב
אין השפעה	התגובה ההפוכה	הגדלת ריכוז תוצר
אין השפעה	התגובה הישירה	הקטנת ריכוז מגיב
		הקטנת ריכוז תוצר
אין השפעה	התגובה שתיצור פחות מולי גז	שינוי בנפח הכללי: *
אין השפעה	התגובה שתיצור יותר מולי גז	הגדלת לחץ
		הקטנת לחץ
ישתנה	התגובה האנדותרמית	שינוי טמפרטורה:
ישתנה	התגובה האקזותרמית	חימום
		קירור
אין השפעה	אין השפעה	הוספת זרז: **
** אם הזרז הוסף לפני קבלת שו"מ, יתקבל מצב שו"מ תוך זמן קצר יותר. אם הזרז הוסף במצב שו"מ, הרכב המערכת לא יושפע.		



1. נתונה התגובה: $A + B \rightleftharpoons C$. כיצד ישתנה ריכוז שו"מ של A אם:

- א. נגדיל את ריכוז B. ג. נקטין את ריכוז B.
- ב. נגדיל את ריכוז C. ד. נקטין את ריכוז C.

2. נתונה התגובה: $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$. כיצד ישתנה ריכוז שו"מ של A אם:

- א. נגדיל את הלחץ בכלי.
- ב. נגדיל את נפח הכלי.
- ג. נקטין את הלחץ בכלי.
- ד. נקטין את נפח הכלי.

3. נתונה התגובה: $A + B + \text{heat} \rightleftharpoons C$. כיצד ישתנה ריכוז שו"מ של A אם:

- א. נחמם את הכלי.
- ב. נקרר את הכלי.

4. נתונה התגובה: $A + B \rightleftharpoons C + \text{heat}$. כיצד ישתנה ריכוז שו"מ של A אם:

- א. נקטין את הטמפרטורה. ב. נעלה את הטמפרטורה.

5. כיצד ישתנה קבוע שו"מ בכל אחד מהמקרים בשאלות 1-4?

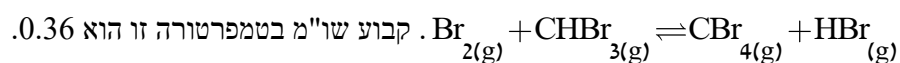
6. נתונה התגובה הבאה: $4\text{HCl}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{Cl}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)} + \text{heat}$

מה תהיה השפעתם של השינויים הבאים על ריכוז שו"מ של כלור? הסבר.

- א. הגדלת ריכוז החמצן.
- ב. הגדלת הטמפרטורה בתא התגובה.
- ג. הקטנת הלחץ הכללי.
- ד. הגדלת נפח תא התגובה.

7. מיכל סגור שנפחו 1 ליטר רוקן מאויר, והוכנסו לתוכו 0.5 מול $\text{Br}_{2(g)}$ ו-0.5 מול של $\text{CHBr}_{3(g)}$. המיכל

נשמר בטמפרטורה של 250°C , ולאחר זמן מה נוצר בו מצב של שו"מ הבא:



- א. מהו הרכב המערכת לאחר שהושג בה שו"מ?
- לאחר שהושג מצב שו"מ הקטינו את נפח המערכת לחצי, תוך שמירה על טמפרטורה קבועה.

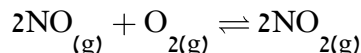
ב. האם השתנה הרכב המערכת? (ריכוזי החומרים).

התגובה לעיל היא אקזותרמית. כאשר נערך הניסוי בתנאים שונים נמצא כי קבוע שו"מ הוא 0.1.

ג. הסבר מה הסיבה לשינוי זה.

8. לכל שנפחו 1 ליטר, בטמפרטורה של 250°C , הוכנסו 0.0088 מול $\text{NO}_{(g)}$ ו-0.0045 מול $\text{O}_{2(g)}$.

במצב שו"מ נמצא בכלי התגובה 0.008 מול $\text{NO}_{2(g)}$.



א. חשבו את ערכו של קבוע שו"מ עבור התהליך.

ב. כיצד יושפעו, אם בכלל, ריכוזי מרכיבי המערכת בשו"מ וקבוע שו"מ ע"י הקטנת נפח הכלי ל-0.5 ליטר.

ג. כיצד יושפעו, אם בכלל, ריכוזי מרכיבי המערכת בשו"מ וקבוע שו"מ ע"י הוספת זרז.

ד. כאשר חזרו על הניסוי ב- 100°C תוך שמירת לחץ קבוע, נמצא שריכוזו של $\text{NO}_{2(g)}$ קטן מ-0.008 מול. האם התגובה משמאל לימין היא אקזותרמית או אנדותרמית? הסבר.

9. נתונה התגובה: $\text{A}_{(g)} \rightleftharpoons \text{C}_{(g)} + \text{D}_{(g)} \quad \Delta H = 30\text{KJ/mol}$. כמות חומר C במערכת תגדל ע"י:

ד. הורדת טמפרטורה.

א. הוספת זרז.

ה. העלאת טמפרטורה.

ב. הגדלת הלחץ.

ג. הוספת D.

10. נערכו שני ניסויים לבדיקת התגובה: $\text{COCl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$. בניסוי הראשון הוכנסו למיכל

שנפחו 200 מ"ל $\text{COCl}_{2(g)}$ 0.34 מול, ו-0.02 מול $\text{Cl}_{2(g)}$. אחרי 25 דקות המערכת הגיעה לשו"מ,

ורכוז הכלור היה 0.3 מולר.

א. חשבו את קבוע שו"מ.

ב. האם משתנה הלחץ במהלך התגובה, כאשר הטמפרטורה נשארת קבועה? נמק.

ניסוי אחר נערך באותו מיכל עם אותן כמויות התחלתיות כמו בניסוי הקודם. הפעם המערכת

הגיעה לשו"מ כבר אחרי 15 דקות, וריכוז הכלור במקרה זה היה 0.6 מולר.

ג. מהו הגורם לקיצור הזמן להשגת שו"מ?

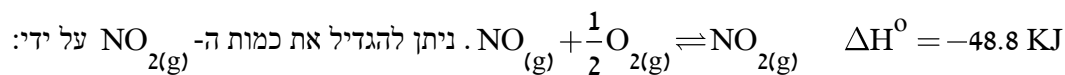
ד. עפ"י תוצאות הניסויים ותשובה ג', האם התגובה משמאל לימין היא אנדותרמית או

אקזותרמית?

11. בהמסת הגז HF במים, מתקבל שו"מ הבא: $\text{HF}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{F}^-_{(aq)}$. כאשר מוסיפים לתמיסה, במצב שו"מ, את המלח המסיס $\text{NaF}_{(s)}$:

- K יגדל כי ריכוז $\text{F}^-_{(aq)}$ גדל.
- K יקטן כי כדי להקטין את ההפרעה תתרחש התגובה ההפוכה וריכוז התוצרים יקטן.
- ריכוז $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ יגדל, כי בשו"מ ריכוזו שווה לריכוז $\text{F}^-_{(aq)}$, וריכוזו של $\text{F}^-_{(aq)}$ גדל.
- ריכוז $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ יקטן, כי תתרחש תגובה לקבלת המגיבים.

12. הפקת $\text{NO}_{2(g)}$ בתעשייה נעשית על פי התהליך:



- הוספת זרז.
- קירור.
- הגדלת נפח הכלי.
- חימום.

13. השאלה דנה בתהליך: $\text{COCl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$. נתון כי בטמפרטורה של 100°C , ערכו של K

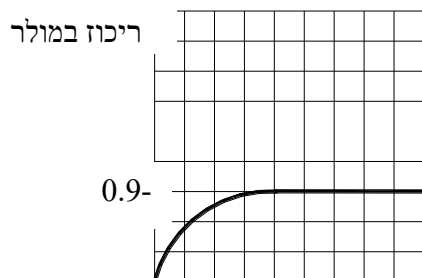
במערכת הוא $K = 0.08$. לפניכם נתונים על שתי מערכות תגובה שנשמרות בנפח וטמפרטורה קבועים:

מערכת 2	מערכת 1	טמפרטורה	
200°C	100°C		
0.07	0.05		$[\text{COCl}_2] \text{ M}$
0.10	0.10		$[\text{CO}] \text{ M}$
0.10	0.04		$[\text{Cl}_2] \text{ M}$

גם במערכת 2 קיים מצב של שו"מ. קבעו את סימנו של ΔH עבור התגובה הישירה. נמקו.

14. השאלה דנה בתגובה: $\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$. לכלי שנפחו 1 ליטר הוכנסו 0.5 מול מהגז $\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$.

התיאור הגרפי הבא מציג את השתנות ריכוז $\text{NO}_{2(g)}$ כנגד הזמן בטמפרטורה של 370 K . חשבו את



קבוע שו"מ לתגובה.

15. שאלה זו עוסקת במערכת $2\text{N}_2\text{O}_{4(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{N}_2\text{O}_{5(g)}$. הכניסו 0.15 מול $\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$ ו-0.225

מול $\text{O}_{2(g)}$ לתוך כלי שנפחו 1 ליטר. המערכת נשמרה בטמפרטורה קבועה עד שהושג שו"מ. בשו"מ

נמצא שהכלי מכיל 0.05 מול $\text{N}_2\text{O}_{5(g)}$.

א. חשבו את קבוע שו"מ בתנאים אלו.

ב. בצעו את התגובה בשתי מערכות שונות, I ו-II. בכל מערכת חושב ערכו של הקבוע.

קבוע שו"מ	ריכוזים התחלתיים (M)	טמפרטורה ($^{\circ}\text{C}$)	המערכת
	$\text{O}_{2(g)}$ $\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$		
k_1	0.001 0.001	t_1	I
k_2	0.1 0.1	t_2	II

נמצא כי $k_1 > k_2$.

האם t_1 גדול מ- t_2 , קטן ממנו, או שווה לו? נמקו.

ג. באיזו מערכת הושג שו"מ תוך זמן קצר יותר? נמקו.

ד. האם כדאי להשתמש בזרז כדי לקבל כמות גדולה יותר של תוצר בתהליך זה? נמקו.

16. המערכת $\text{Ag}^+_{(aq)} + \text{Fe}^{2+}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{Ag}_{(s)} + \text{Fe}^{3+}_{(aq)}$ נמצאת בשו"מ ב- 25°C .

במערכת זו, ממיסים גבישים של המלח $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$, תוך שמירה על הטמפרטורה. האם עקב פעולה זו

יגדל יקטן או לא ישתנה:

- ריכוז יוני $\text{Fe}^{3+}_{(aq)}$.
- ריכוז יוני $\text{Ag}^+_{(aq)}$.
- כמות המוצק.
- ערכו של קבוע שו"מ.

בניסוי שני ממיסים במערכת המקורית מלח בישול (NaCl). האם עקב פעולה זו יגדל יקטן או לא

ישתנה:

- ריכוז יוני $\text{Fe}^{3+}_{(aq)}$.
 - ריכוז יוני $\text{Ag}^+_{(aq)}$.
 - משקל המוצקים במערכת.
- נמק תשובותיך.

17. שאלה זו עוסקת במערכת $\text{N}_2\text{O}_{3(g)} \rightleftharpoons \text{NO}_{(g)} + \text{NO}_{2(g)} \quad \Delta H > 0$. הכניסו 1 מול $\text{N}_2\text{O}_{3(g)}$

לכלי סגור שנפחו 2 ליטר. בשווי משקל בטמפרטורה מסוימת נמצאו בכלי 0.8 מול $\text{NO}_{2(g)}$.

א. רשמו את הביטוי לקבוע שו"מ, וחשבו את ערכו.

ב. קבעו אם בשו"מ החדש, שיתקבל לאחר כל אחד מהשינויים הבאים, ערכו של הקבוע

גדול/קטן/שווה לערך שחישבת בסעיף א.

a. הקטנת נפח הכלי ל-1 ליטר. נמקו.

b. העלאת הטמפרטורה, נמקו.

c. הכנסת זרז לכלי. נמקו.

ג. קבעו אם בשו"מ החדש, שיתקבל לאחר כל אחד מהשינויים הבאים, ריכוז $\text{N}_2\text{O}_{3(g)}$ גדול

/קטן/שווה לריכוזו לפני השינוי.

a. העלאת הלחץ ע"י הקטנת נפח הכלי. נמקו.

b. העלאת הלחץ ע"י הוספת הגז $\text{NO}_{(g)}$, בלי שינוי בנפח הכלי. נמקו.

18. המערכת $\text{N}_2\text{(g)} + 2\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_{4(g)} \quad \Delta H > 0, k = 0.1$. נתון: נמצאת בשו"מ. מהו המשפט

הנכון:

א. כאשר מוסיפים $\text{N}_2\text{H}_{4(g)}$ למערכת, $k < 0.1$.

ב. כאשר מקטינים נפח המערכת, $k > 0.1$.

ג. כאשר מעלים את הטמפרטורה, $k < 0.1$.

ד. כאשר מקטינים את הלחץ, $k = 0.1$.

20. נתונה התגובה: $\text{A}_{(g)} \rightleftharpoons \text{C}_{(g)} + \text{D}_{(g)} \quad \Delta H = 30\text{KJ/mol}$. כמות חומר C במערכת תגדל ע"י:

א. הוספת זרז. ד. הורדת טמפרטורה.

ב. הגדלת הלחץ. ה. העלאת טמפרטורה.

ג. הוספת D.

21. לכל אחד משני כלים נפרדים הכניסו תערובת של הגזים $\text{SO}_{2(g)}, \text{O}_{2(g)}$. לאחר זמן מה נמצא כי בכל

אחד מהכלים הגיעה המערכת למצב של שו"מ, והערך של קבוע שו"מ בשני הכלים זהה. מה אפשר

להסיק בוודאות מנתונים אלו:

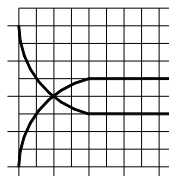
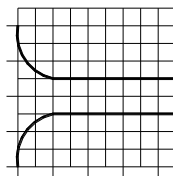
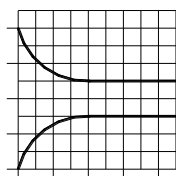
א. הריכוז ההתחלתי של המגיבים בשני הכלים זהה.

ב. ריכוז התוצרים במצב שו"מ בשני הכלים זהה.

ג. הלחץ בשני הכלים במצב שו"מ זהה.

ד. הטמפרטורה בשני הכלים זהה.

22. נתונה התגובה: $A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)}$. לפניכם שלושה גרפים המתארים את השתנות ריכוזי החומרים בתגובה הנתונה בתנאים שונים.



מהו המשפט הנכון:

א. גרף 2 מתאר תגובה בטמפרטורה גבוהה מזו של גרף 1.

ב. גרף 2 מתאר תגובה בנוכחות זרז, וגרף 1 מתאר תגובה ללא זרז.

ג. גרפים 2 ו-3 מתארים תגובה בנוכחות זרז.

ד. התגובה הנתונה היא אנדותרמית.



תשובות

מעמוד 1 – שו"מ

שאלה	מגיב	תוצרים	ריכוז התחלתי	זמן שו"מ בדקות	ריכוזי שו"מ	שינוי
			A B C D		A B C D	A B C D
1	A	B	0.8 0	4	0.5 0.3	-0.3 +0.3
2	A	B	0.8 0	3	0.2 0.3	-0.6 +0.3
3	B	A	0 0.8	3	0.6 0.5	+0.6 -0.3
4	A	C,B	0.8 0 0	5	0.5 0.3 0.15	-0.3 +0.3 +0.15
5	A	C,B	0.8 0.2 0	3	0.5 0.35 0.15	-0.3 +0.15 +0.15

6	A,B	C	0	0.8	0.8	4	0.35	0.65	0.	3	-	-0.45	+0.	3
7	C	A,B	0.7	0	0.7	4	0.4	0.9	0.	5	+0.	+0.4	-0.2	2
8	D,C	A,B	0.3	0.7	0.3	0.7	0.5	0.9	0.	1	+0.	+0.2	-0.4	2
9	A,B	C,D	0	0.2	0.5	0.8	0.3	0.4	0.	4	-0.4	-0.2	+0.	2

ניסוחי התהליכים בשאלות 9 – 1:

1. $A \rightleftharpoons B$
2. $2A \rightleftharpoons B$
3. $B \rightleftharpoons 2A$
4. $2A \rightleftharpoons 2B + C$
5. $2A \rightleftharpoons B + C$
6. $A + 3B \rightleftharpoons 2C$
7. $C \rightleftharpoons A + 2B$
8. $D + 2C \rightleftharpoons A + B$
9. $2A + B \rightleftharpoons C + D$

מעמוד 3 – מציאת ערך קבוע שו"מ

1. 0.8
2. 32
3. 9
4. 17.86
5. 3.2
6. $7.76 \cdot 10^5$
7. 0.79
8. 4.94
9. 0.00848
10. $[A]=[B]=[C]=[D]=1M$
11. $[A]=[B]=0.5M, [C]=1M$
12. $[H_2]=[I_2]=1.1M, [HI]=7.7M$
13. ד

מעמוד 6 – מציאת כיוון תגובה

1. א
2. א. מערכת 2 ב. יקטן ג. יקטן ד. 3

מעמוד 7 – קשר בין קבוע שו"מ וניסוח התגובה

1. א. $2.8 \cdot 10^{-9}$ ב. $5.3 \cdot 10^{-5}$
2. א. 0.069 ב. 210
3. א. $1.7 \cdot 10^{-6}$ ב. לא

מעמוד 9 – הפרעות לשו"מ

1. א. יקטן ב. יגדל ג. יגדל ד. יקטן 3. א. יקטן ב.
2. א. יקטן ב. יגדל ג. יגדל ד. יקטן 4. א. יקטן ב. יגדל
3. א. יקטן ב. יגדל ג. יגדל ד. יקטן 4. א. יקטן ב. יגדל
5. לא ישתנה: 1,2 יגדל: 3,4 יקטן: 3,4 ב.
6. א. יעלה ב. ג. ד. ירד 7. א. $[HBr]=[CBr_4]=0/1875, [CHBr_3]=[Br_2]=0.3125$ ב.
8. א. $2 \cdot 10^5$ ב. קבוע לא משתנה. ריכוז התוצרים יגדל. ג. אין שינוי בריכוזים ובקבוע. ד. אנדותרמית
9. א. 0.04 ב. לחץ משתנה ג. חימום ד. אנדותרמי
10. א. 0.04 ב. לחץ משתנה ג. חימום ד. אנדותרמי
11. ד
12. ב
13. אנדותרמי – סימן חיובי 14. 16.2 15. א. 1.25 ב. אי אפשר לדעת ג.
16. א. 1.25 ב. אי אפשר לדעת ג.
17. א. 1.25 ב. אי אפשר לדעת ג.
18. ד
19. א. 1.25 ב. אי אפשר לדעת ג.
20. ה

22. ב

21. ג

