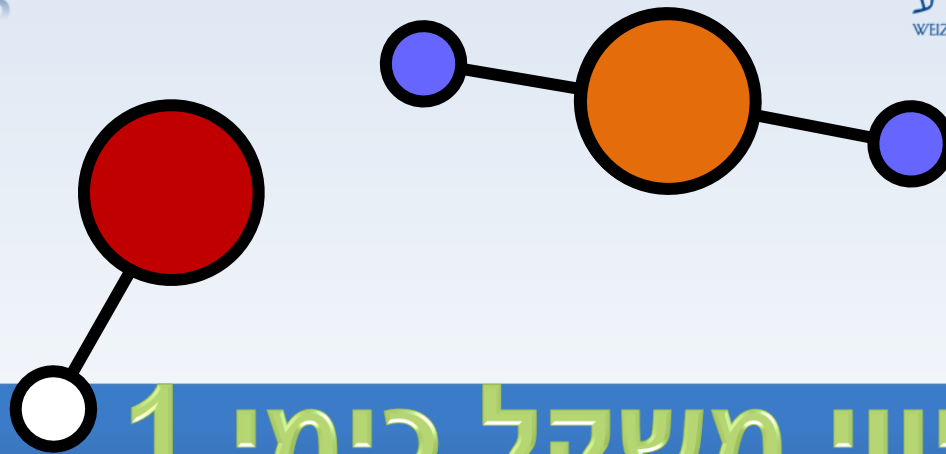
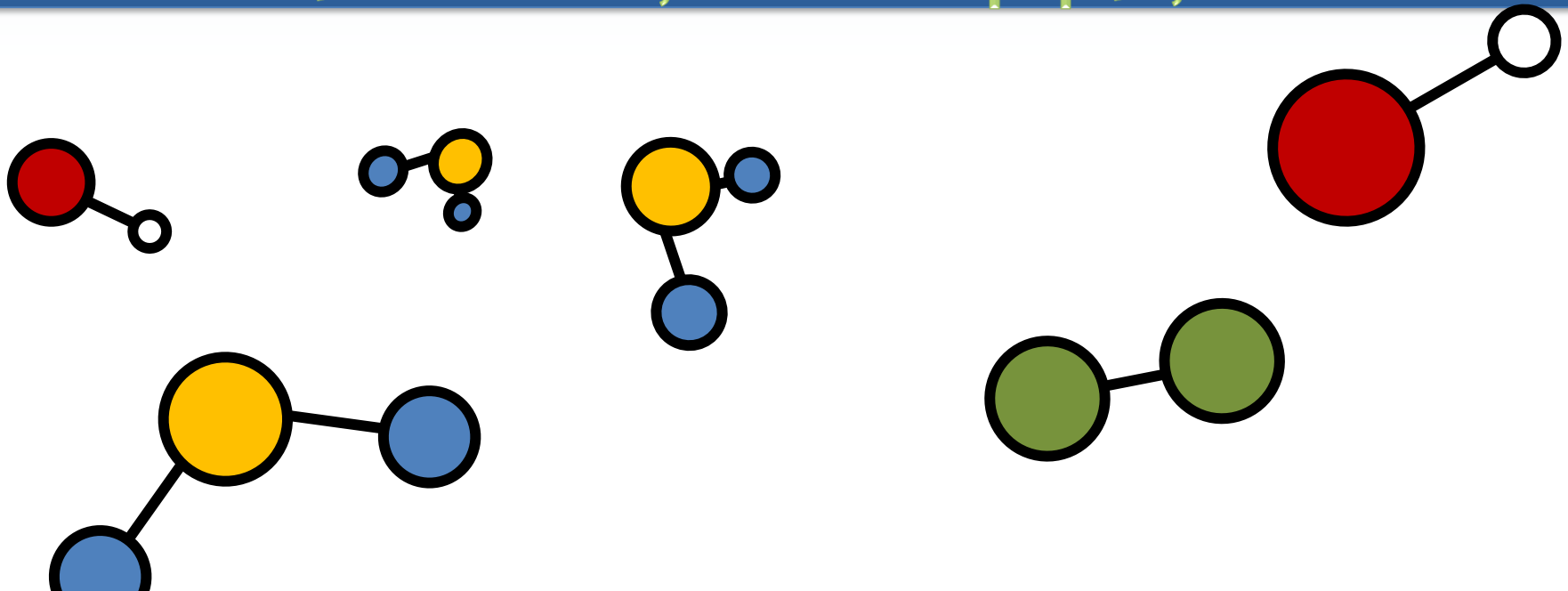




תרגול שיווי משקל כימי 1

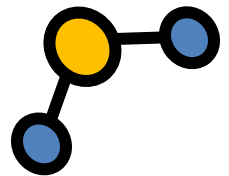
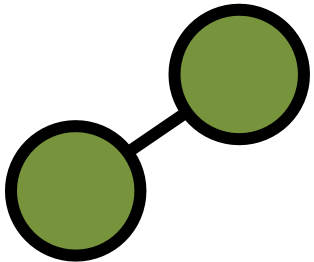
מנת הריכוזים, עיקרון לה שטלייה, שינויים במערכת ש.מ.





נחזור על הגורמים היוצרים שינויים במערכות הנמצאות
בשיווי משקל ובקבוע הריכוזים.

- נתרגל קביעה של סוג השינוי והשפעתו על המערכת:
- שינוי הריכוז של אחד ממרכיבי המערכת במצב ש.מ.
 - עיקרון לה שטלייה
 - השפעת זרז וחימום על מערכת במצב שיווי משקל



מה אנחנו צריכים כבר לדעת?

מושגים באנרגיה: תגובה אנדותרמית ואקסותרמית. 

מערכת וסביבה: מערכת פתוחה, סגורה ומבודדת 

אנתלפיה: אנתלפיה תקנית, דיאגרמת אנרגיה 

סטויכיומטריה: חישובים: ריכוזים והתנהגות גזים 

מצבי צבירה: שינויים במצבי הצבירה 

שיווי משקל: מהות קבוע הריכוזים ומנת הריכוזים
וחישובים, שינויים במערכת בשיווי משקל והשפעתם על
התנהגות המערכת 

תזכורת: שיווי משקל כימי: נקודות חשובות

- **שני תהליכים מנוגדים מתרחשים בו זמנית** כך שאין שינוי בכמות המגיבים והתוצרים כתלות בזמן.
- שיווי משקל זאת נקודה **בה אין העדפה אנרגטית לתגובה להתקדם לאחד הכיוונים**, וריכוזי המגיבים והתוצרים נשארים קבועים, אם כי יש תנועה בשני כיווני התגובה.
- התגובות ההפיכות תתרחשנה **כל הזמן, במהירות שווה** כך שמהירותיהן שוות.
- רק גזים ותמיסות משפיעים על שיווי משקל כימי. מוצקים ונוזלים הם בעלי ריכוז קבוע.

קבוע הריכוזים, או בשמו האחר, **קבוע שיווי משקל**, הינו מדד

להרכב המערכת במצב של שיווי משקל.

בטמפרטורה קבועה מדד זה לא ישתנה ויישאר קבוע, גם אם

נשנה את ריכוזי החומרים המוכנסים אל תוך כלי התגובה.

קבוע ריכוזים (ק.ש.מ) נותן מידע לגבי מצב החומרים בכלי

ועד כמה הם נוטים להגיב זה עם זה.

בהינתן תגובה בשיווי משקל



ניתן למצוא את קבוע שיווי המשקל על ידי הנוסחה הבאה:

$$\frac{[C]^c \times [D]^d}{[A]^a \times [B]^b} = K_c$$

לכל תגובת שיווי משקל קבוע משלה.

קבוע שיווי המשקל משתנה בהתאם **לטמפרטורה** בלבד -

בחום גבוה או נמוך יותר המערכת תתנהג באופן שונה.

בכל רגע נתון בזמן התקדמות התגובה, ניתן לבדוק את הרכב המערכת. אין הדבר אומר בהכרח שהמערכת נמצאת בשיווי משקל. בכדי לוודא זאת, יש לקבל תוצאות זהות במספר בדיקות עוקבות.

בזמן t , נוציא מדגם מתוך כלי התגובה ונבדוק את הרכב המערכת. מכיוון שאין אנו יודעים אם המערכת בשיווי משקל- איננו יכולים לקרוא לתוצאת הבדיקה קבוע שיווי משקל.

תוצאת בדיקה זו תכונה **מנת הריכוזים**.

מנת הריכוזים מחושבת באופן זהה לזה של קבוע הריכוזים.

$$Q = \frac{\text{מכפלת ריכוזי התוצרים בחזקת המקדמים שלהם}}{\text{מכפלת ריכוזי המגיבים בחזקת המקדמים שלהם}}$$

תזכורת: מנת הריכוזים

השינוי נטו	מצב התחלתי	
(יוצרים תוצרים) →	רק מגיבים	$Q = \frac{\text{מגיבים}}{\text{מגיבים}} = 0$
(יוצרים תוצרים) →	בעיקר מגיבים	$Q = \frac{\text{תוצרים}}{\text{מגיבים}} < K$
(אין) ⇌	בזמן שיווי משקל	$Q = \frac{\text{תוצרים}}{\text{מגיבים}} = K$
← (יוצרים מגיבים)	בעיקר תוצרים	$Q = \frac{\text{תוצרים}}{\text{מגיבים}} > K$
← (יוצרים מגיבים)	רק תוצרים	$Q = \frac{\text{תוצרים}}{\text{מגיבים}} = \infty$

תזכורת: תנאים במערכת שיווי משקל (טבלה מתוך: ש.מ. כימי / איטה כהן)

שינוי ב...	הגורם	התגובה שתרחש עד להשגת שיווי משקל חדש	השפעה על קבוע הריכוזים	הערות
1. ריכוזים	א. הגדלת ריכוז מגיב ב. הגדלת ריכוז תוצר ג. הקטנת ריכוז מגיב ד. הקטנת ריכוז תוצר	התגובה הישירה התגובה ההפוכה התגובה ההפוכה התגובה הישירה	אין השפעה	
2. בנפח הכלי	א. הגדלת הלחץ ב. הקטנת הלחץ	התגובה שתיצור פחות מולי גז התגובה שתיצור יותר מולי גז	אין השפעה	הלחץ לא ישפיע על ש.מ. כאשר א. אין הבדל במולי גז מגיבים - תוצרים. ב. בתגובות ללא גזים ג. בהוספת גז אציל לכלי בנפח קבוע
3. טמפרטורה	א. חימום ב. קירור	התגובה אנדותרמית התגובה אקסותרמית	K ישתנה K ישתנה	ש.מ. חדש יתקבל בזמן קצר יותר ש.מ. חדש יתקבל בזמן ארוך יותר
4. הוספת זרז	א. לפני הגעה לש.מ. ב. במצב שיווי משקל	אין השפעה	אין השפעה	יתקבל ש.מ. בזמן קצר יותר הרכב מערכת לא יושפע



לכלי בנפח 1 ליטר הכניסו 5 מול C ו- 2 מול B. במצב שיווי משקל, נמצאו במערכת 0.25 מול A.

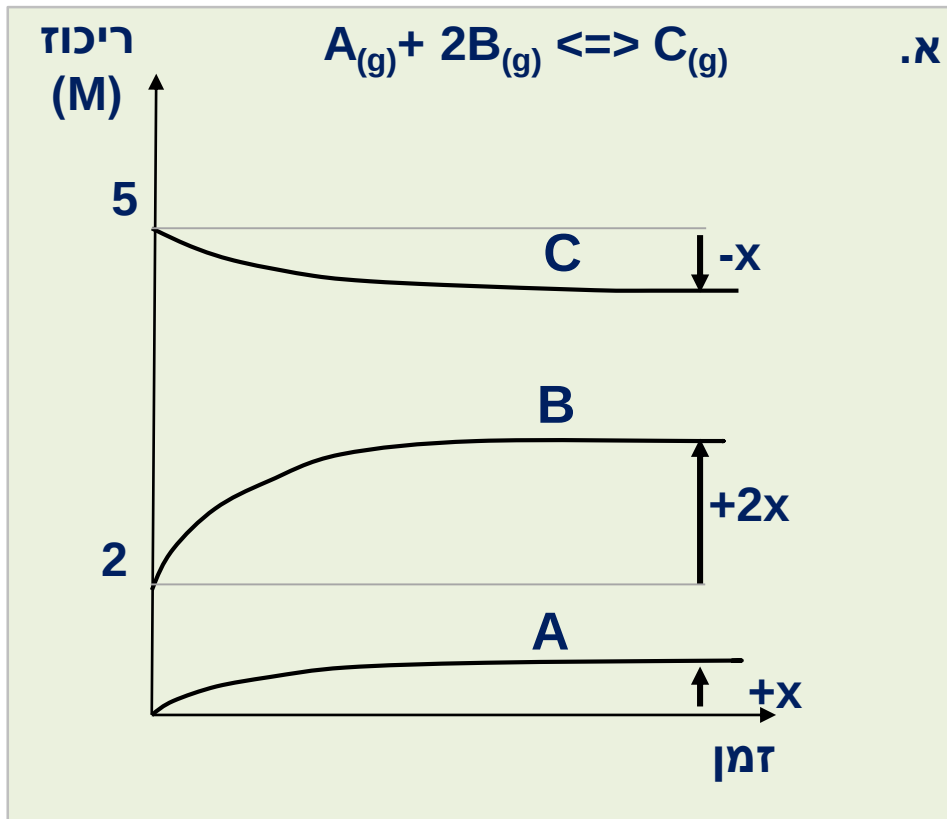
א. שרטטו גרף שיתאר את השינוי בריכוזים של מרכיבי המערכת עד הגעתה למצב שיווי משקל.

שאלה 1א- פתרון



לכלי בנפח 1 ליטר הכניסו 5 מול C ו- 2 מול B. במצב שיווי משקל, נמצאו במערכת 0.25 מול A.

א. שרטטו גרף שיתאר את השינוי בריכוזים של מרכיבי המערכת עד הגעתה למצב שיווי משקל.

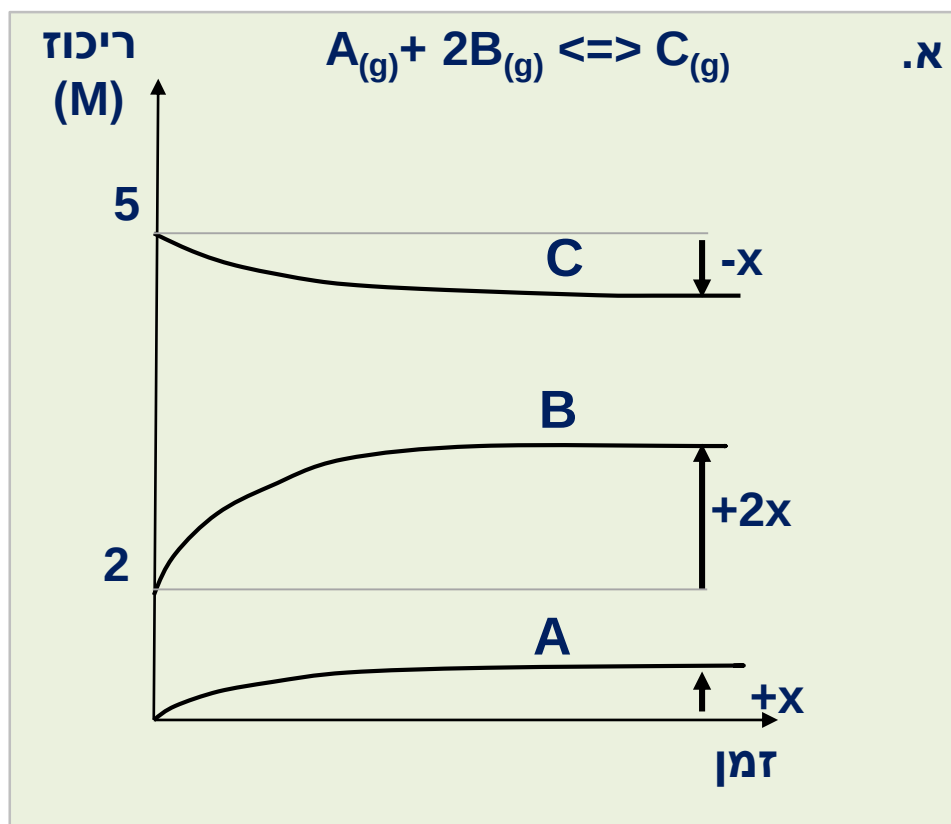




לכלי בנפח 1 ליטר הכניסו 5 מול C ו- 2 מול B. במצב שיווי משקל, נמצאו במערכת 0.25 מול A.

א. שרטטו גרף שיתאר את השינוי בריכוזים של מרכיבי המערכת עד הגעתה למצב שיווי משקל.

ב. חשבו את K_c קבוע הריכוזים



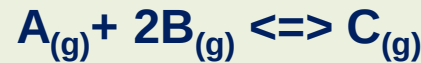
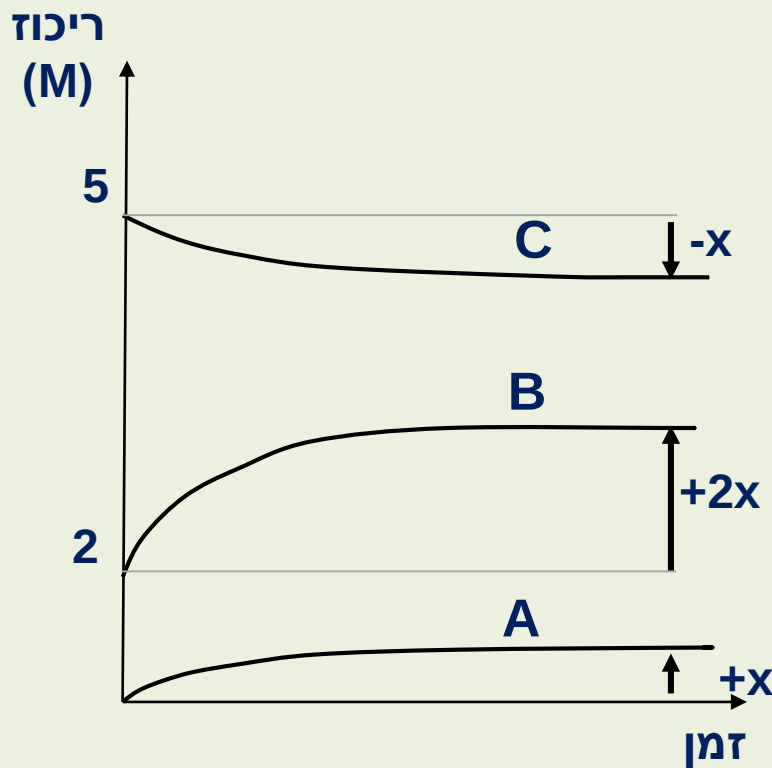
שאלה 1ב- פתרון



לכלי בנפח 1 ליטר הכניסו 5 מול C ו- 2 מול B. במצב שיווי משקל, נמצאו במערכת 0.25 מול A.

א. שרטטו גרף שיתאר את השינוי בריכוזים של מרכיבי המערכת עד הגעתה למצב שיווי משקל.

ב. חשבו את K_c קבוע הריכוזים



החומרים			
[A]	[B]	[C]	ריכוז התחלתי (M)
0	2	5	ריכוז התחלתי (M)
+X	+2X	-X	הגיבו/נוצרו לפי יחסי המולים בתגובה
X	2+2X	5-X	ריכוז בשיווי משקל (M)
0.25	2.5	4.75	

$$X = 0.25$$

$$K = \frac{4.75}{0.25 \cdot 2.5^2} = 3.04$$

שינויים במערכת שיווי משקל



כאשר המערכת נמצאת במצב שיווי משקל, אפשר לבצע בה שינויים שונים.

שינוי במערכת הנמצאת במצב שיווי משקל יגרום למערכת לצאת ממצב שיווי משקל.



ב- 1889 ניסח הנרי לואיס לה-שטלייה
עקרון הנקרא על שמו, הקובע כי **כאשר**
מערכת יוצאת משווי-משקל על ידי שינוי
התנאים, היא תפעל להקטנת השינוי
כלומר, להשגת שווי-משקל **חדש**, שיתאים
לתנאים החדשים.

כל מערכת הנמצאת בשיווי משקל יכולה
לצאת משיווי משקל אם התנאים ישתנו.

כאשר גורם חיצוני מפר מצב שיווי משקל דינמי, תתגבר התגובה אשר תקטין את השינוי עד להשגת מצב שיווי משקל חדש.

עיקרון לה-שטלייה הוא **הכללה** שהתקבלה בעקבות תצפיות בשינויים במצב שיווי משקל. הוא מאפשר לנו לנבא את התנהגות המערכת בעקבות השינוי, אך הוא אינו מהווה הסבר להתנהגות זו.

האם תוספת CO לתגובה $\text{CO}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{COCl}_{2(g)}$ הנמצאת בשיווי משקל מהווה שינוי במערכת, הנמצאת במצב שיווי המשקל? הסבירו בעזרת מנת הריכוזים Q.

שאלה 2- פתרון

האם תוספת CO לתגובה $\text{CO}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{COCl}_{2(g)}$ הנמצאת בשיווי משקל מהווה שינוי במערכת, הנמצאת במצב שיווי המשקל? הסבירו בעזרת מנת הריכוזים Q.

הסבר המבוסס על מנת הריכוזים:
מנת הריכוזים בתגובה זו היא:

$$Q = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]}$$

הוספת CO גורמת להגדלת המכנה של הביטוי ולכן Q קטן.
לכן הוספת CO מהווה הפרעה למצב שיווי המשקל.

עקב כך התגובה תִּטָּה לתוצרים, דבר שיגדיל את המונה ויקטין חזרה את המכנה, וכל זאת עד ש Q יחזור וישתווה ל- K.

נתונה התגובה $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$. לאחר שהמערכת הגיעה למצב שיווי משקל, הוכנס למערכת חומר שהגיב עם חלק מן הכמות של A ליצירת מוצק (הניחו שהמוצק שנוצר הוא בעל נפח זניח).

הסבירו את השינויים שחלו במערכת:
א. בעזרת שינויים במהירות התגובה

נתונה התגובה $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$. לאחר שהמערכת הגיעה למצב שיווי משקל, הוכנס למערכת חומר שהגיב עם חלק מן הכמות של A ליצירת מוצק (הניחו שהמוצק שנוצר הוא בעל נפח זניח).

הסבירו את השינויים שחלו במערכת:
א. בעזרת שינויים במהירות התגובה

א. בשלב ראשון, קטן ריכוז A . הקטנת ריכוז A מוציאה את המערכת ממצב שיווי משקל, ולכן, על מנת ל"נטרל" את השינוי – תהיה ירידה במהירות התגובה הישירה ועליה במהירות התגובה ההפוכה – עד שהמערכת תחזור למצב ש.מ.

נתונה התגובה $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$. לאחר שהמערכת הגיעה למצב שיווי משקל, הוכנס למערכת חומר שהגיב עם חלק מן הכמות של A ליצירת מוצק (הניחו שהמוצק שנוצר הוא בעל נפח זניח).

הסבירו את השינויים שחלו במערכת:

א. בעזרת שינויים במהירות התגובה

ב. בעזרת מנת הריכוזים, Q

א. בשלב ראשון, קטן ריכוז A . הקטנת ריכוז A מוציאה את המערכת ממצב שיווי משקל, ולכן, על מנת ל"נטרל" את השינוי – תהיה ירידה במהירות התגובה הישירה ועליה במהירות התגובה ההפוכה – עד שהמערכת תחזור למצב ש.מ.

שאלה 3ב- פתרון

נתונה התגובה $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$. לאחר שהמערכת הגיעה למצב שיווי משקל, הוכנס למערכת חומר שהגיב עם חלק מן הכמות של A ליצירת מוצק (הניחו שהמוצק שנוצר הוא בעל נפח זניח).

הסבירו את השינויים שחלו במערכת:

א. בעזרת שינויים במהירות התגובה

ב. בעזרת מנת הריכוזים, Q

א. בשלב ראשון, קטן ריכוז A . הקטנת ריכוז A מוציאה את המערכת ממצב שיווי משקל, ולכן, על מנת ל'נטרל' את השינוי – תהיה ירידה במהירות התגובה הישירה ועליה במהירות התגובה ההפוכה – עד שהמערכת תחזור למצב ש.מ.

$$Q = \frac{[C]}{[A] \cdot [B]^2} \quad \text{ב.}$$

הורדת ריכוז A גורמת להקטנת המכנה בביטוי של מנת הריכוזים, ולכן להגדלת ערכו של Q, כך שבמצב החדש $Q > K$ מאחר ולא היה שינוי טמפ', לא יהיה שינוי בקבוע ש.מ., ולכן על מנת לחזור למצב ש.מ., שבו $K=Q$, יגדל מהירות התגובה ההפוכה – שמוריד את ריכוז התוצרים ומעלה את ריכוז

המגיבים

נתונה התגובה $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$. לאחר שהמערכת הגיעה למצב שיווי משקל, הוכנס למערכת חומר שהגיב עם חלק מן הכמות של A ליצירת מוצק (הניחו שהמוצק שנוצר הוא בעל נפח זניח).

הסבירו את השינויים שחלו במערכת:

א. בעזרת שינויים במהירות התגובה

ב. בעזרת מנת הריכוזים, Q

ג. ציירו גרף מתאים

א. בשלב ראשון, קטן ריכוז A . הקטנת ריכוז A מוציאה את המערכת ממצב שיווי משקל, ולכן, על מנת ל"נטרל" את השינוי – תהיה ירידה במהירות התגובה הישירה ועליה במהירות התגובה ההפוכה – עד שהמערכת תחזור למצב ש.מ.

$$Q = \frac{[C]}{[A] \cdot [B]^2} \quad \text{ב.}$$

הורדת ריכוז A גורמת להקטנת המכנה בביטוי של מנת הריכוזים, ולכן להגדלת ערכו של Q, כך שבמצב החדש $Q > K$

מאחר ולא היה שינוי טמפ', לא יהיה שינוי בקבוע ש.מ., ולכן על מנת לחזור למצב ש.מ., שבו $K=Q$, יגדל מהירות התגובה ההפוכה – שמוריד את ריכוז התוצרים ומעלה את ריכוז

המגיבים

שאלה 3ג- פתרון

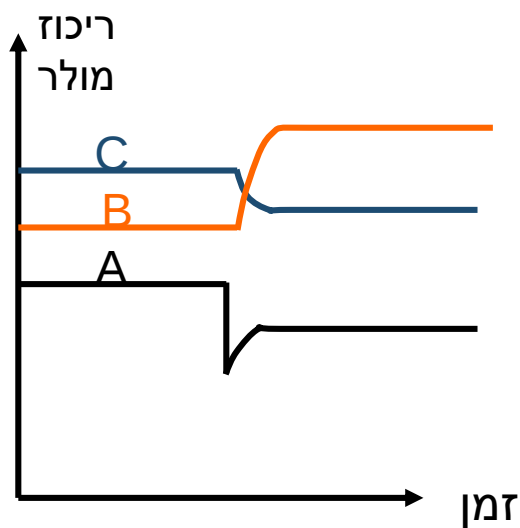
נתונה התגובה $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$. לאחר שהמערכת הגיעה למצב שיווי משקל, הוכנס למערכת חומר שהגיב עם חלק מן הכמות של A ליצירת מוצק (הניחו שהמוצק שנוצר הוא בעל נפח זניח).

הסבירו את השינויים שחלו במערכת:

א. בעזרת שינויים במהירות התגובה

ב. בעזרת מנת הריכוזים, Q

ג. ציירו גרף מתאים



ג. שימו! ❤️ שינוי הריכוזים לאחר השינוי – משמר

את היחסים הסטויכיומטרים 1:2:1

כך שריכוזו של B גדל פי 2 מאשר ריכוזו של A

נתונה התגובה $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$.
לאחר שהמערכת הגיעה לשיווי משקל, הוסיפו עוד חומר C למערכת.
הסבירו את השינויים שחלו במערכת:
א. בעזרת שינויים במהירות התגובה.

נתונה התגובה $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$.
לאחר שהמערכת הגיעה לשיווי משקל, הוסיפו עוד חומר C למערכת.
הסבירו את השינויים שחלו במערכת:
א. בעזרת שינויים במהירות התגובה.

א. בשלב הראשון גדל ריכוז $C_{(g)}$. הגדלת ריכוז $C_{(g)}$ גורמת להגדלת מהירות התגובה ההפוכה.
מאחר שמהירות התגובה הישירה לא השתנתה ברגע השינוי, יש הטייה של התגובה לכיוון
המגיבים. כאשר מהירות התגובה הישירה משתווה למהירות התגובה ההפוכה, מושג מצב שיווי
משקל חדש.

נתונה התגובה $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$.

לאחר שהמערכת הגיעה לשיווי משקל, הוסיפו עוד חומר C למערכת.

הסבירו את השינויים שחלו במערכת:

א. בעזרת שינויים במהירות התגובה.

ב. בעזרת מנת הריכוזים, Q.

א. בשלב הראשון גדל ריכוז $C_{(g)}$. הגדלת ריכוז $C_{(g)}$ גורמת להגדלת מהירות התגובה ההפוכה. מאחר שמהירות התגובה הישירה לא השתנתה ברגע השינוי, יש הטייה של התגובה לכיוון המגיבים. כאשר מהירות התגובה הישירה משתווה למהירות התגובה ההפוכה, מושג מצב שיווי משקל חדש.

שאלה 4ב- פתרון

נתונה התגובה $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$.
לאחר שהמערכת הגיעה לשיווי משקל, הוסיפו עוד חומר C למערכת.
הסבירו את השינויים שחלו במערכת:
א. בעזרת שינויים במהירות התגובה.
ב. בעזרת מנת הריכוזים, Q.

א. בשלב הראשון גדל ריכוז $C_{(g)}$. הגדלת ריכוז $C_{(g)}$ גורמת להגדלת מהירות התגובה ההפוכה. מאחר שמהירות התגובה הישירה לא השתנתה ברגע השינוי, יש הטייה של התגובה לכיוון המגיבים. כאשר מהירות התגובה הישירה משתווה למהירות התגובה ההפוכה, מושג מצב שיווי משקל חדש.

ב. הגדלת ריכוז $C_{(g)}$ גורמת להגדלת המונה בביטוי במשוואת מנת הריכוזים:
$$Q = \frac{[C]}{[B]^2[A]}$$

לא היה שינוי בטמפ' ולכן התגובה תטה לכיוון אשר בו $Q = K_c$ (לכיוון המגיבים) במטרה להשיב את התגובה לשיווי משקל.
בכיוון זה, במשוואה, המונה יקטן מעט, המכנה יגדל מעט, ומנת הריכוזים תשתווה ל- K_c תוך כדי השגת מצב שיווי משקל חדש.

- נתונה התגובה $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$.
- לאחר שהמערכת הגיעה לשיווי משקל, הוסיפו עוד חומר C למערכת. הסבירו את השינויים שחלו במערכת:
- בעזרת שינויים במהירות התגובה.
 - בעזרת מנת הריכוזים, Q.
 - בעזרת עקרון לה שטלייה.

א. בשלב הראשון גדל ריכוז $C_{(g)}$. הגדלת ריכוז $C_{(g)}$ גורמת להגדלת מהירות התגובה ההפוכה. מאחר שמהירות התגובה הישירה לא השתנתה ברגע השינוי, יש הטייה של התגובה לכיוון המגיבים. כאשר מהירות התגובה הישירה משתווה למהירות התגובה ההפוכה, מושג מצב שיווי משקל חדש.

ב. הגדלת ריכוז $C_{(g)}$ גורמת להגדלת המונה בביטוי במשוואת מנת הריכוזים: $Q = \frac{[C]}{[B]^2[A]}$. לא היה שינוי בטמפ' ולכן התגובה תטה לכיוון אשר בו $Q = K_c$ (לכיוון המגיבים) במטרה להשיב את התגובה לשיווי משקל. בכיוון זה, במשוואה, המונה יקטן מעט, המכנה יגדל מעט, ומנת הריכוזים תשתווה ל- K_c תוך כדי השגת מצב שיווי משקל חדש.

- נתונה התגובה $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$.
- לאחר שהמערכת הגיעה לשיווי משקל, הוסיפו עוד חומר C למערכת. הסבירו את השינויים שחלו במערכת:
- בעזרת שינויים במהירות התגובה.
 - בעזרת מנת הריכוזים, Q .
 - בעזרת עקרון לה שטלייה.

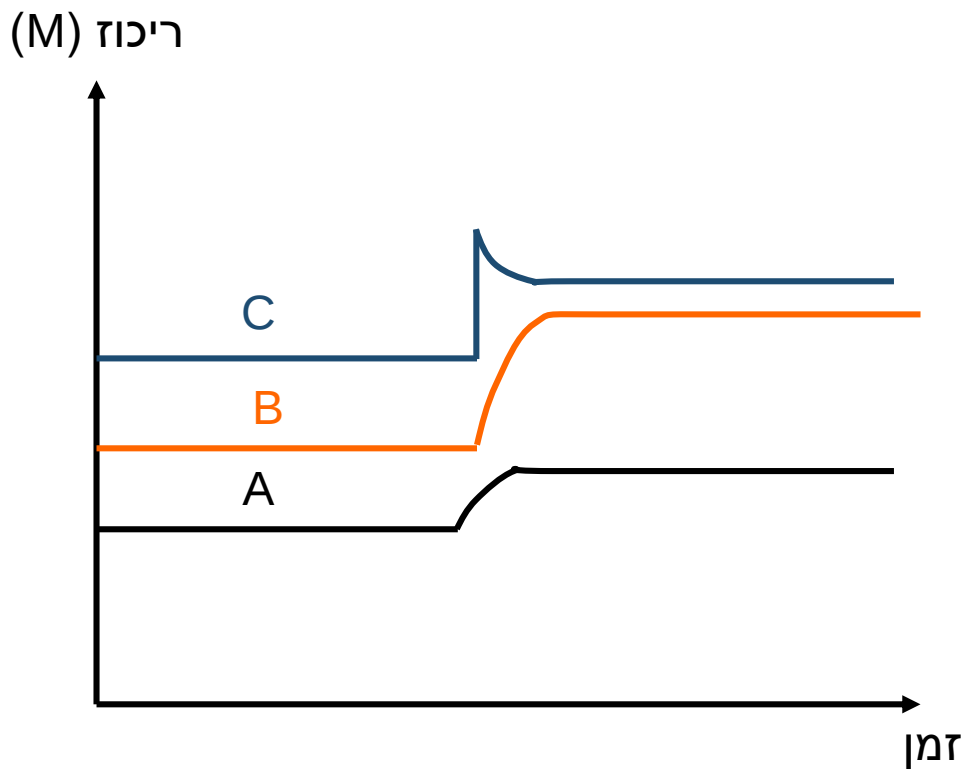
א. בשלב הראשון גדל ריכוז $C_{(g)}$. הגדלת ריכוז $C_{(g)}$ גורמת להגדלת מהירות התגובה ההפוכה. מאחר שמהירות התגובה הישירה לא השתנתה ברגע השינוי, יש הטייה של התגובה לכיוון המגיבים. כאשר מהירות התגובה הישירה משתווה למהירות התגובה ההפוכה, מושג מצב שיווי משקל חדש.

ב. הגדלת ריכוז $C_{(g)}$ גורמת להגדלת המונה בביטוי במשוואת מנת הריכוזים: $Q = \frac{[C]}{[B]^2[A]}$ לא היה שינוי בטמפ' ולכן התגובה תטה לכיוון אשר בו $Q = K_c$ (לכיוון המגיבים) במטרה להשיב את התגובה לשיווי משקל. בכיוון זה, במשוואה, המונה יקטן מעט, המכנה יגדל מעט, ומנת הריכוזים תשתווה ל- K_c תוך כדי השגת מצב שיווי משקל חדש.

ג. השינוי הוא העלאת הריכוז $C_{(g)}$. על פי עקרון לה שטלייה תגבר התגובה שתקטין את השינוי, כלומר התגובה ההפוכה, שתקטין את ריכוז $C_{(g)}$.

שאלה 4ג- פתרון

- נתונה התגובה $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$.
- לאחר שהמערכת הגיעה לשיווי משקל, הוסיפו עוד חומר C למערכת. הסבירו את השינויים שחלו במערכת:
- בעזרת שינויים במהירות התגובה.
 - בעזרת מנת הריכוזים, Q .
 - בעזרת עקרון לה שטלייה.
 - ציירו גרף מתאים.



❑ שינוי טמפרטורה במערכת הנמצאת במצב שיווי משקל מהווה תמיד הפרעה לשיווי

המשקל.

❑ K_c , קבוע הריכוזים, משתנה תמיד!

❑ לצורך ניבוי השינוי שיתרחש במערכת בעקבות שינוי הטמפרטורה יש להשתמש

בעיקרון לה-שטלייה תוך התחשבות ב- ΔH של התגובה.

❑ כאשר מעלים את הטמפרטורה, התגובה תטה לכיוון האנדותרמי. כמו כן, זמן ההגעה

לשיווי משקל יתקצר.

❑ כאשר מורידים את הטמפרטורה, התגובה תטה לכיוון האקסותרמי. כמו כן, זמן

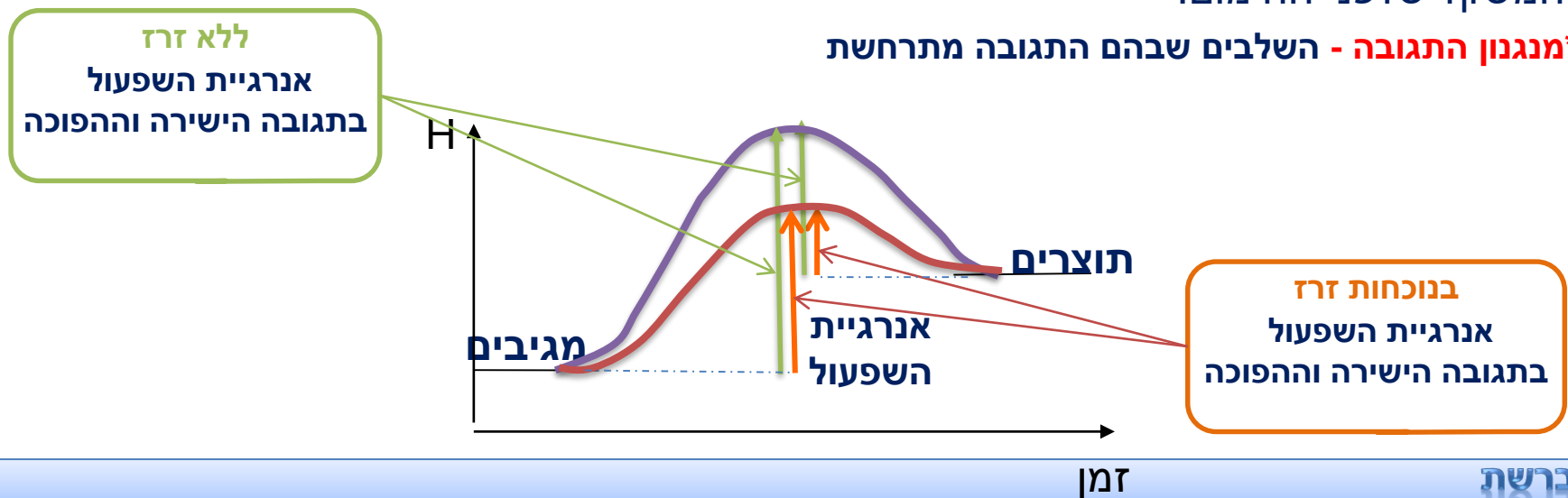
ההגעה לשיווי משקל יתארך.

השפעת זרז וחימום על מערכת שיווי משקל

זרז – גורם לתגובה להתרחש דרך מנגנון* אחר, בעל אנרגיית שפעול נמוכה יותר. בנוכחותו, חלקיקים שהיו (ללא נוכחות הזרז) בעלי אנרגיה נמוכה מדי לעבור את המחסום האנרגטי, יהיו כעת בעלי אנרגיה מספיקה כדי לעבור את מחסום אנרגיית השפעול. התגובה תגיע מהר יותר למצב שיווי משקל. שיווי המשקל שאליו תגיע המערכת זהה לשיווי המשקל בלא זרז, מבחינת ריכוז מרכיבי המערכת.

חימום – בחימום, האנרגיה הקינטית הממוצעת של החלקיקים עולה, יהיו יותר התנגשויות פוריות, יותר חלקיקים יעברו את מחסום אנרגיית השפעול, יוצרו יותר תצמידים משופעלים, אף שאין שינוי בגודל אנרגיית השפעול. התגובה תגיע מהר יותר לשיווי משקל, אך ריכוז מרכיבי המערכת יהיה שונה מריכוזם בשיווי המשקל שלפני החימום.

***מנגנון התגובה - השלבים שבהם התגובה מתרחשת**



נתונה התגובה: $2 A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 3 C_{(g)} + D_{(g)} \quad \Delta H > 0$ בטמפרטורה קבועה.
מכניסים לכלי בנפח של 1 ליטר, 1 מול A, ו-1 מול B. כאשר מושג שיווי משקל לאחר
5 דקות, נמצא שריכוז D הינו 0.25M.

א. רשום ביטוי לקבוע ריכוזים (ק.ש.מ) וחשב את ערכו.

שאלה 5א- פתרון

נתונה התגובה: $2 A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 3 C_{(g)} + D_{(g)} \quad \Delta H > 0$ בטמפרטורה קבועה.
מכניסים לכלי בנפח של 1 ליטר, 1 מול A, ו-1 מול B. כאשר מושג שיווי משקל לאחר 5 דקות, נמצא שריכוז D הינו 0.25M.

א. רשום ביטוי לקבוע ריכוזים (ק.ש.מ) וחשב את ערכו.



ריכוזים התחלתיים (M) 1 1 0 0

ריכוזים בש.מ. (M) 0.5 0.75 0.75 0.25

$$K = \frac{[C]^3 \times [D]}{[A]^2 \times [B]} = \frac{[0.75]^3 \times [0.25]}{[0.5]^2 \times [0.75]} = 0.5625$$

נתונה התגובה: $2 A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 3 C_{(g)} + D_{(g)} \quad \Delta H > 0$ בטמפרטורה קבועה.
מכניסים לכלי בנפח של 1 ליטר, 1 מול A, ו-1 מול B. כאשר מושג שיווי משקל לאחר
5 דקות, נמצא שריכוז D הינו 0.25M.

- ב.** הוסיפו זרז לכלי התגובה.
i. כיצד תגיב המערכת? הסבר תשובתך.
ii. האם פעולה זו מהווה שינוי במערכת התגובה? הסבר תשובתך.
iii. האם ק.ש.מ. השתנה? הסבר תשובתך.

שאלה 5ב- פתרון

נתונה התגובה: $2 A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 3 C_{(g)} + D_{(g)} \quad \Delta H > 0$ בטמפרטורה קבועה.
מכניסים לכלי בנפח של 1 ליטר, 1 מול A, ו-1 מול B. כאשר מושג שיווי משקל לאחר
5 דקות, נמצא שריכוז D הינו 0.25M.

ב. הוסיפו זרז לכלי התגובה.

i. כיצד תגיב המערכת? הסבר תשובתך.

הזרז מאפשר לתגובה להתקיים במנגנון חלופי בעל אנרגיית שפעול יותר נמוכה,
לכן התגובה תתרחש יותר מהר. לאחר הגעה לשיווי משקל הזרז לא ישפיע על
המתרחש בכלי.

ii. האם פעולה זו מהווה שינוי במערכת התגובה? הסבר תשובתך.

הזרז מזרז את שתי התגובות (הישירה וההפוכה) באותה מידה ולכן הוספה של
זרז אינה מהווה שינוי במערכת. כיוון שהמערכת נמצאת בש.מ. והזרז לא השפיע
על התגובה, זרז אינו יוצר שינוי במערכת בשיווי משקל.

iii. האם ק.ש.מ. השתנה? הסבר תשובתך.

אין שינוי בטמפ', היחס בין ריכוזי החומרים השונים לא השתנה. אין שינוי בק.ש.מ.

נתונה התגובה: $2 A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 3 C_{(g)} + D_{(g)} \quad \Delta H > 0$ בטמפרטורה קבועה.
 מכניסים לכלי בנפח של 1 ליטר, 1 מול A, ו-1 מול B. כאשר מושג שיווי משקל לאחר
 5 דקות, נמצא שריכוז D הינו 0.25M.

- ג. הזרימו גז ניאון $Ne_{(g)}$ לכלי התגובה.
- i. כיצד תגיב המערכת? הסבר תשובתך.
- ii. האם פעולה זו מהווה שינוי במערכת התגובה? הסבר תשובתך.
- iii. האם ק.ש.מ. השתנה? הסבר תשובתך.

נתונה התגובה: $2 A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 3 C_{(g)} + D_{(g)} \quad \Delta H > 0$ בטמפרטורה קבועה.
מכניסים לכלי בנפח של 1 ליטר, 1 מול A, ו-1 מול B. כאשר מושג שיווי משקל לאחר 5 דקות, נמצא שריכוז D הינו 0.25M.

ג. הזרימו גז ניאון $Ne_{(g)}$ לכלי התגובה.

i. כיצד תגיב המערכת? הסבר תשובתך.

ניאון הוא גז אציל שאינו משתתף בתגובה, לכן המערכת לא תגיב להוספתו.

ii. האם פעולה זו מהווה שינוי במערכת התגובה? הסבר תשובתך.

כיוון שהמערכת לא מגיבה אין זה שינוי במערכת התגובה.

iii. האם ק.ש.מ. השתנה? הסבר תשובתך.

אין שינוי בטמפ', היחס בין ריכוזי החומרים השונים לא השתנה. אין שינוי בק.ש.מ.

נתונה התגובה: $2 A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 3 C_{(g)} + D_{(g)} \quad \Delta H > 0$ בטמפרטורה קבועה.
 מכניסים לכלי בנפח של 1 ליטר, 1 מול A, ו-1 מול B. כאשר מושג שיווי משקל לאחר
 5 דקות, נמצא שריכוז D הינו 0.25M.

- ד.** חיברו לכלי התגובה כלי נוסף בנפח 1 ליטר ובו 1 מול חומר C.
- i.** כיצד תגיב המערכת? הסבר תשובתך.
 - ii.** האם פעולה זו מהווה שינוי במערכת התגובה? הסבר תשובתך.
 - iii.** האם ק.ש.מ. השתנה? הסבר תשובתך.

שאלה 5ד- פתרון

נתונה התגובה: $2 A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 3 C_{(g)} + D_{(g)} \quad \Delta H > 0$ בטמפרטורה קבועה. מכניסים לכלי בנפח של 1 ליטר, 1 מול A, ו-1 מול B. כאשר מושג שיווי משקל לאחר 5 דקות, נמצא שריכוז D הינו 0.25M.

ד. חיברו לכלי התגובה כלי נוסף בנפח 1 ליטר ובו 1 מול חומר C.

i. כיצד תגיב המערכת? הסבר תשובתך.

נחשב את מנת הריכוזים בנפח החדש

$$Q = \frac{[C]^3 \times [D]}{[A]^2 \times [B]} = \frac{[0.875]^3 \times [0.125]}{[0.25]^2 \times [0.385]} = 3.48 > k = 0.5625$$

כיוון ש-Q גדול מ-K המערכת תגיב על ידי הגברת התגובה ההפוכה

ii. האם פעולה זו מהווה שינוי במערכת התגובה? הסבר תשובתך.

כיוון שהמערכת מגיבה בכדי לחזור לשיווי משקל הפעולה מהווה שינוי במערכת.

iii. האם ק.ש.מ. השתנה? הסבר תשובתך.

אין שינוי בטמפ', **היחס** בין ריכוזי החומרים השונים לא השתנה. אין שינוי בק.ש.מ.

נתונה התגובה: $2 A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 3 C_{(g)} + D_{(g)} \quad \Delta H > 0$ בטמפרטורה קבועה.
מכניסים לכלי בנפח של 1 ליטר, 1 מול A, ו-1 מול B. כאשר מושג שיווי משקל לאחר
5 דקות, נמצא שריכוז D הינו 0.25M.

ה. חיממו את כלי התגובה.

i. כיצד תגיב המערכת? הסבר תשובתך.

ii. האם פעולה זו מהווה שינוי במערכת התגובה? הסבר תשובתך.

iii. האם ק.ש.מ. השתנה? הסבר תשובתך.

שאלה 5- פתרון

נתונה התגובה: $2 A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 3 C_{(g)} + D_{(g)} \quad \Delta H > 0$ בטמפרטורה קבועה.
מכניסים לכלי בנפח של 1 ליטר, 1 מול A, ו-1 מול B. כאשר מושג שיווי משקל לאחר
5 דקות, נמצא שריכוז D הינו 0.25M.

ה. חיממו את כלי התגובה.

i. כיצד תגיב המערכת? הסבר תשובתך.

התגובה הישירה היא אנדותרמית. חימום מגביר את התגובה האנדותרמית ולכן
התגובה הישירה תתגבר.

ii. האם פעולה זו מהווה שינוי במערכת התגובה? הסבר תשובתך.

החימום משנה את קבוע הריכוזים (ק.ש.מ). בעקבות כך על המערכת להגיב
בכדי לחזור לשיווי משקל. כלומר, שינוי הטמפ' מהווה שינוי במערכת התגובה.

iii. האם ק.ש.מ. השתנה? הסבר תשובתך.

יש שינוי בטמפ', יוצרו יותר תוצרים, היחס בין התוצרים למגיבים ישתנה וק.ש.מ.
ישתנה בהתאם (יגדל).

נזכרנו בגורמים היוצרים שינויים במערכות הנמצאות

בשיווי משקל, בקבוע הריכוזים ובמנת הריכוזים.

תרגלנו קביעה של סוג השינוי והשפעתו על המערכת:

- שינוי הריכוז של אחד ממרכיבי המערכת במצב ש.מ.

- עיקרון לה שטלייה

- השפעת זרז וחימום על מערכת במצב שיווי משקל