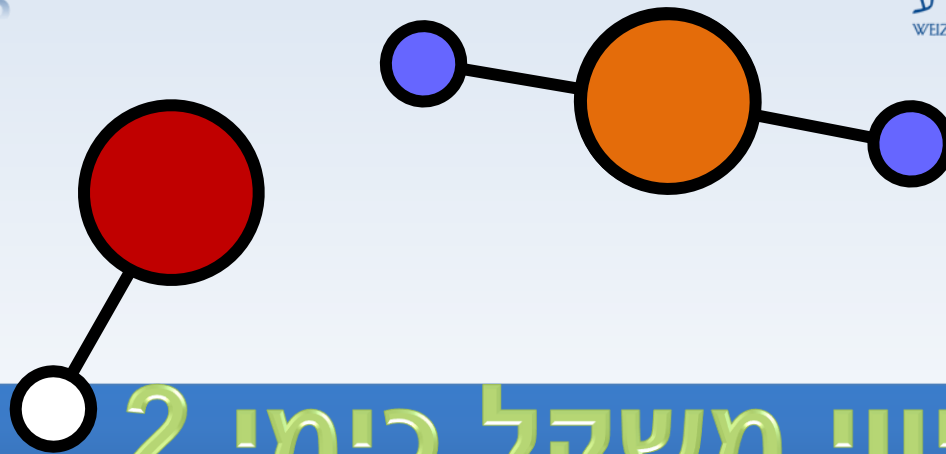
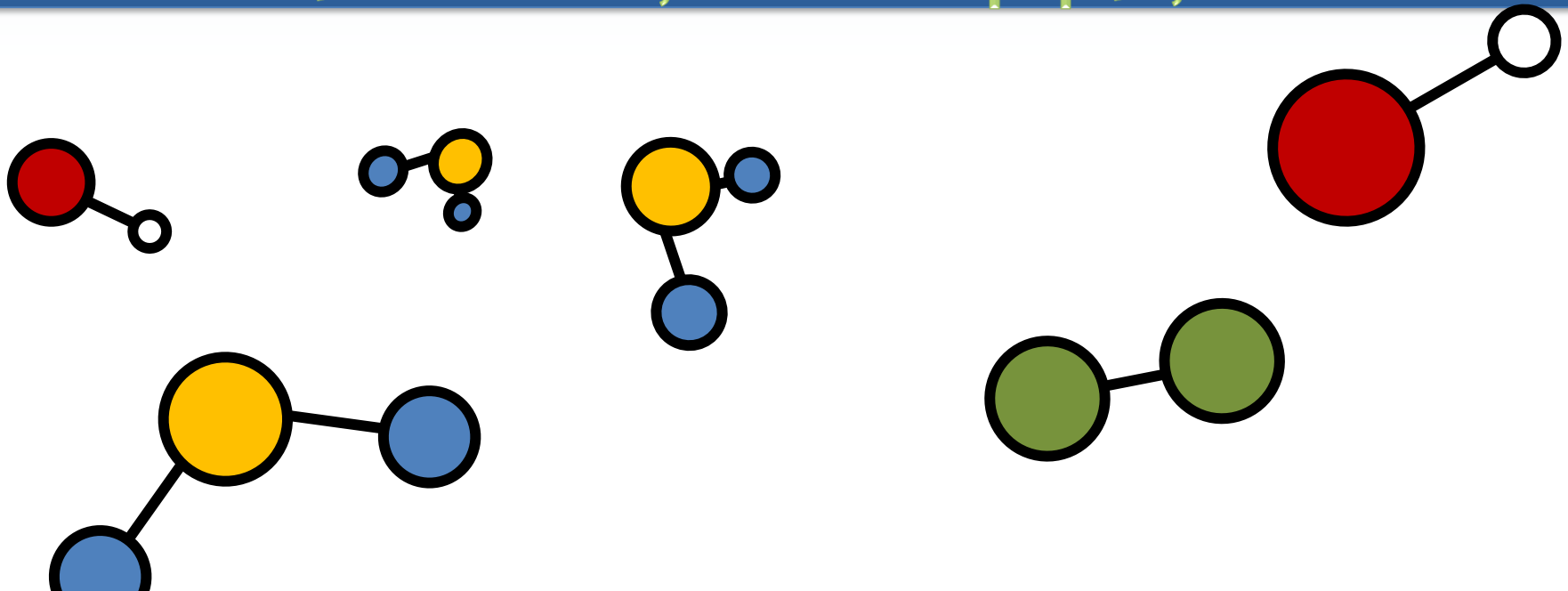




תרגול שיווי משקל כימי 2

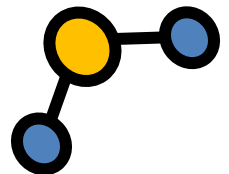
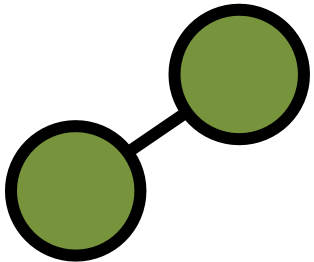
מנת הריכוזים, עיקרון לה שטלייה, שינויים במערכת ש.מ.





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

❑ 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

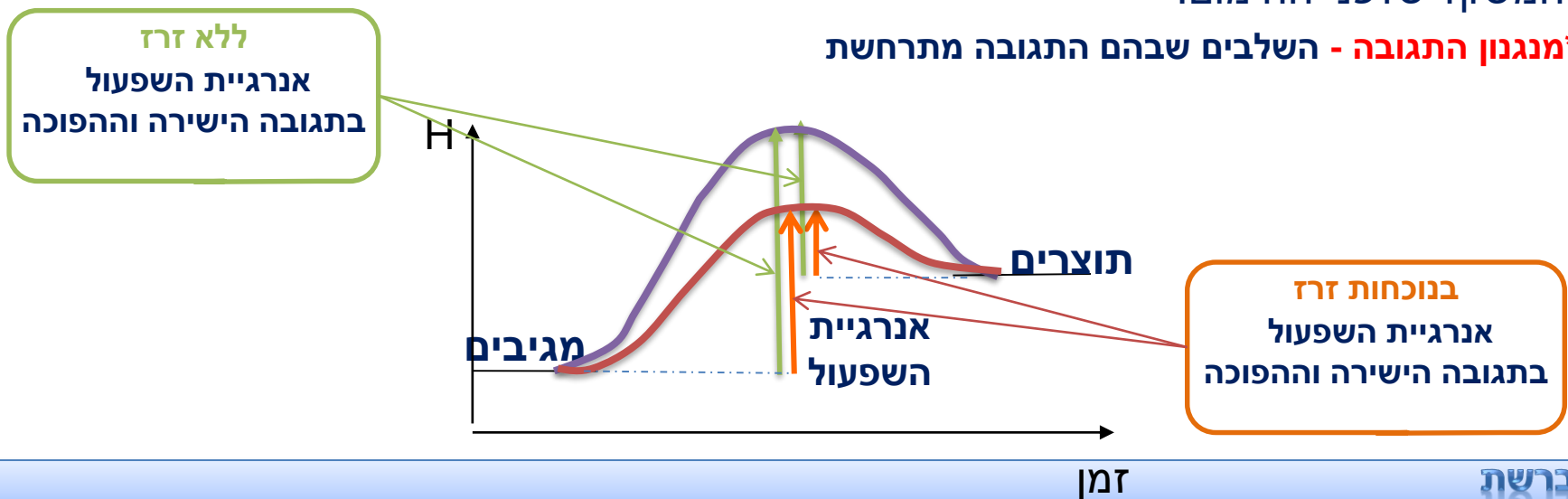
ההגעה לשיווי משקל יתארך.

השפעת זרז וחימום על מערכת שיווי משקל

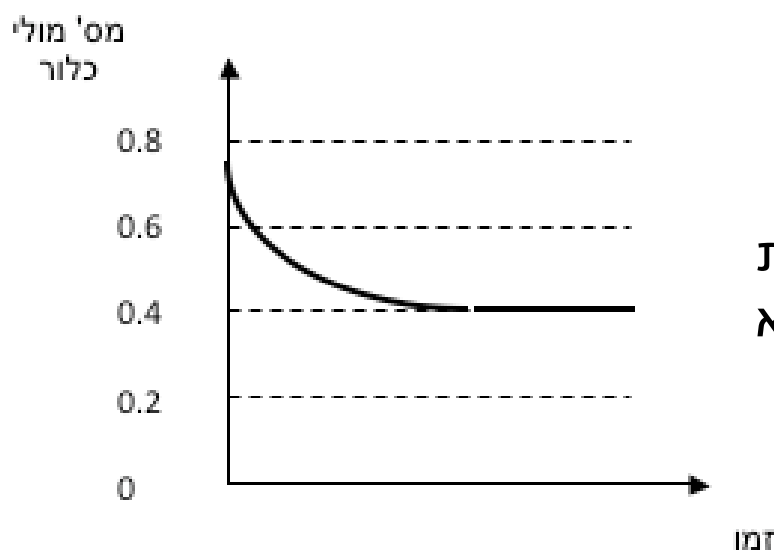
זרז – גורם לתגובה להתרחש דרך מנגנון* אחר, בעל אנרגיית שפעול נמוכה יותר. בנוכחותו, חלקיקים שהיו (ללא נוכחות הזרז) בעלי אנרגיה נמוכה מדי לעבור את המחסום האנרגטי, יהיו כעת בעלי אנרגיה מספיקה כדי לעבור את מחסום אנרגיית השפעול. התגובה תגיע מהר יותר למצב שיווי משקל. שיווי המשקל שאליו תגיע המערכת זהה לשיווי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



לכלי A שנפחו 500 מ"ל הכניסו 0.9 מול מימן, $H_{2(g)}$, 0.7 מול כלור, $Cl_{2(g)}$, ו- 0.6 מול מימן כלורי, $HCl_{(g)}$.
לפניך גרף המתאר את שינוי מספר מולי הכלור בכלי A עם הזמן:



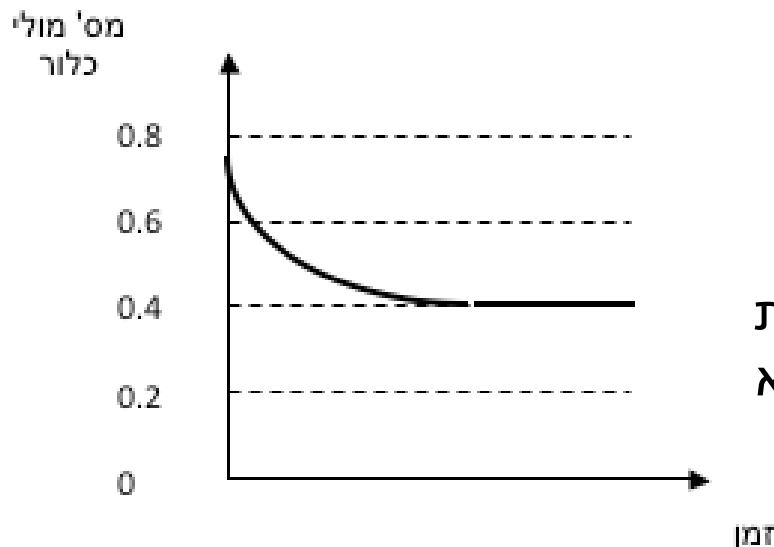
א. i. נסח תהליך מאוזן לתגובה שהתרחשה.

ii. מהזמן בו הכניסו את החומרים לכלי ועד הגעת המערכת לש.מ., האם הלחץ בכלי עלה/ירד/לא השתנה? נמק.

שאלה 1א- פתרון

לכלי A שנפחו 500 מ"ל הכניסו 0.9 מול מימן, $H_{2(g)}$, 0.7 מול כלור, $Cl_{2(g)}$, ו- 0.6 מול מימן כלורי, $HCl_{(g)}$.

לפניך גרף המתאר את שינוי מספר מולי הכלור בכלי A עם הזמן:

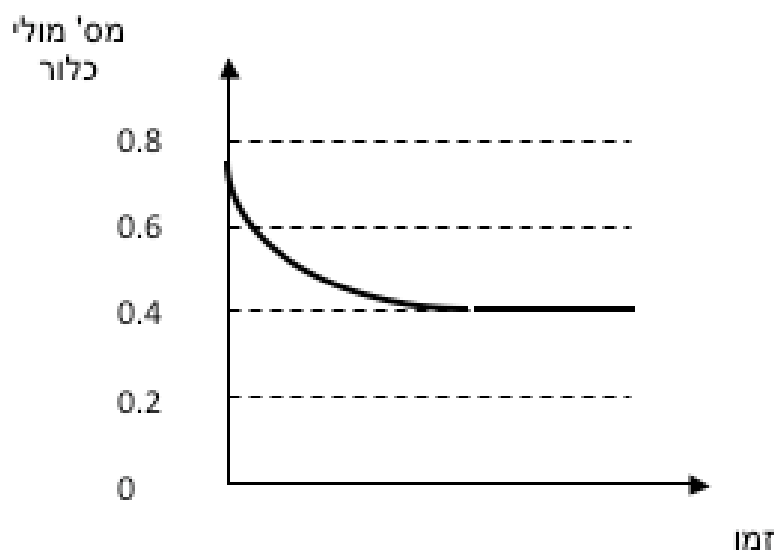


א. i) נסח תהליך מאוזן לתגובה שהתרחשה.

ii) מהזמן בו הכניסו את החומרים לכלי ועד הגעת המערכת לש.מ., האם הלחץ בכלי עלה/ירד/לא השתנה? נמק.

כיוון שמספרי המולים של הגז במגיבים ובתוצרים זהה הלחץ לא השתנה במהלך להגעה לש.מ.

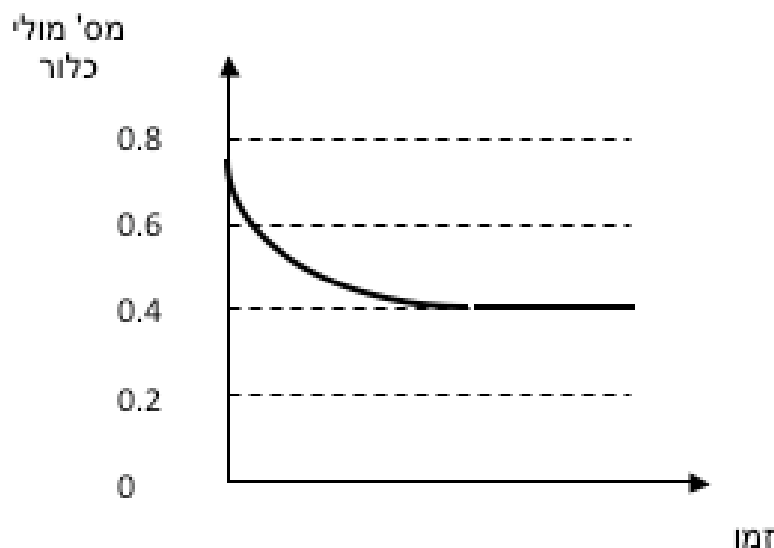
לכלי A שנפחו 500 מ"ל הכניסו 0.9 מול מימן, $H_{2(g)}$, 0.7 מול כלור, $Cl_{2(g)}$, ו- 0.6 מול מימן כלורי, $HCl_{(g)}$.
לפניך גרף המתאר את שינוי מספר מולי הכלור בכלי A עם הזמן:



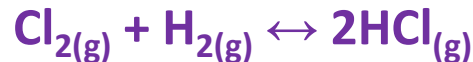
ב. רשום ביטוי לקבוע הריכוזים (ק.ש.מ) וחשב את ערכו עבור מערכת A.

שאלה 1ב- פתרון

לכלי A שנפחו 500 מ"ל הכניסו 0.9 מול מימן, $H_{2(g)}$, 0.7 מול כלור, $Cl_{2(g)}$, ו- 0.6 מול מימן כלורי, $HCl_{(g)}$.
לפניך גרף המתאר את שינוי מספר מולי הכלור בכלי A עם הזמן:



ב. רשום ביטוי לקבוע הריכוזים (ק.ש.מ) וחשב את ערכו עבור מערכת A.



0.7	0.9	0.6	בתחילת התגובה (מול)
0.4	0.6	1.2	מולים בש.מ. (מול)
0.8	1.2	2.4	ריכוזים בש.מ. (מולר)

$$K = \frac{[HCl]^2}{[H_2] \times [Cl_2]} = \frac{[2.4]^2}{[1.2] \times [0.8]} = 6$$

לכלי A שנפחו 500 מ"ל הכניסו 0.9 מול מימן, $H_{2(g)}$, 0.7 מול כלור, $Cl_{2(g)}$, ו- 0.6 מול מימן כלורי, $HCl_{(g)}$.
לפניך גרף המתאר את שינוי מספר מולי הכלור בכלי A עם הזמן:
נתון כלי B בעל נפח זהה לכלי A. לכלי הוזרמו חומרים בהרכב הזהה לכלי A.
בשווי-משקל נמצאו בכלי B 0.2 מולי $Cl_{2(g)}$. הטמפרטורה בכלי A **נמוכה** מזו שבכלי B.
ג. האם התהליך הוא אקסותרמי או אנדותרמי. הסבר.

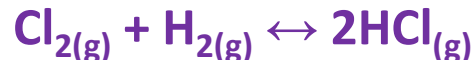
לכלי A שנפחו 500 מ"ל הכניסו 0.9 מול מימן, $H_{2(g)}$, 0.7 מול כלור, $Cl_{2(g)}$, ו- 0.6 מול מימן כלורי, $HCl_{(g)}$.

לפניך גרף המתאר את שינוי מספר מולי הכלור בכלי A עם הזמן:

נתון כלי B בעל נפח זהה לכלי A. לכלי הוזרמו חומרים בהרכב הזהה לכלי A.

בשווי- משקל נמצאו בכלי B 0.2 מולי $Cl_{2(g)}$. הטמפרטורה בכלי A **נמוכה** מזו שבכלי B.

ג. האם התהליך הוא אקסותרמי או אנדותרמי. הסבר.



קבוע הריכוזים (ק.ש.מ) עולה עם עליית הטמפ', כלומר נוצרים יותר תוצרים. חימום מגביר את התגובה האנדותרמית ומכאן שהתהליך ליצירת HCl הוא **אנדותרמי**.

בתחילת התגובה (מול)	0.6	0.9	0.7
בש.מ. (מול)	1.6	0.4	0.2
בש.מ. (מולר)	3.2	0.8	0.4

$$K = \frac{[HCl]^2}{[H_2] \times [Cl_2]} = \frac{[3.2]^2}{[0.8] \times [0.4]} = 32$$

לכלי A שנפחו 500 מ"ל הכניסו 0.9 מול מימן, $H_{2(g)}$, 0.7 מול כלור, $Cl_{2(g)}$, ו- 0.6 מול מימן כלורי, $HCl_{(g)}$.
למערכת הנתונה בכלי A והמצויה בשווי משקל, הזרימו מעט גז כלור $Cl_{2(g)}$.

- ד. i. האם **ברגע** הוספת הכלור הלחץ בכלי יגדל / יקטן / לא ישתנה? נמק.
- ii. האם ריכוז HCl בכלי יקטן / יגדל / לא ישתנה עד להשגת שווי-משקל? הסבר.
- iii. האם K_c גדל / קטן / לא ישתנה בעקבות הוספת הגז כלור? נמק.

לכלי A שנפחו 500 מ"ל הכניסו 0.9 מול מימן, $H_{2(g)}$, 0.7 מול כלור, $Cl_{2(g)}$, ו- 0.6 מול מימן כלורי, $HCl_{(g)}$. למערכת הנתונה בכלי A והמצויה בשווי משקל, הזרימו מעט גז כלור $Cl_{2(g)}$.

i. ד. האם **ברגע** הוספת הכלור הלחץ בכלי יגדל / יקטן / לא ישתנה? נמק. הוספת גז ללא שנוי הנפח יביא לעליית הלחץ בכלי, כי ישנם יותר חלקיקים גזיים בנפח נתון.

ii. האם ריכוז HCl בכלי יקטן / יגדל / לא ישתנה עד להשגת שווי-משקל? הסבר. הוספת כלור מעלה את ריכוזו ומפרה את שיווי המשקל. כתוצאה מכך תגבר התגובה הישירה לפירוק גז הכלור וליצירת HCl. כתוצאה מכך ריכוז HCl יגדל עד הגעת המערכת לשיווי משקל

iii. האם K גדל / קטן / לא ישתנה בעקבות הוספת הגז כלור? נמק. ק.ש.מ. לא ישתנה. קבוע הריכוזים תלוי בטמפרטורה ואם הטמפרטורה לא משתנה היחס בין ריכוזי המגיבים לתוצרים ישאר קבוע.

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).

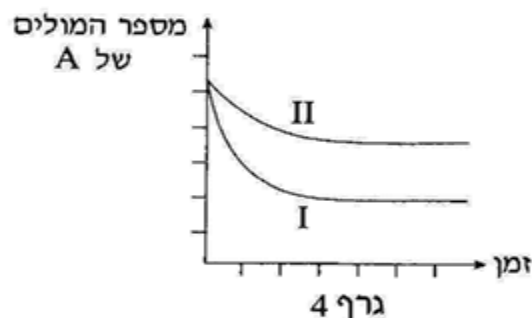
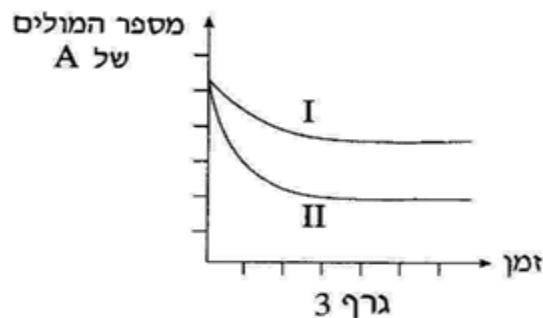
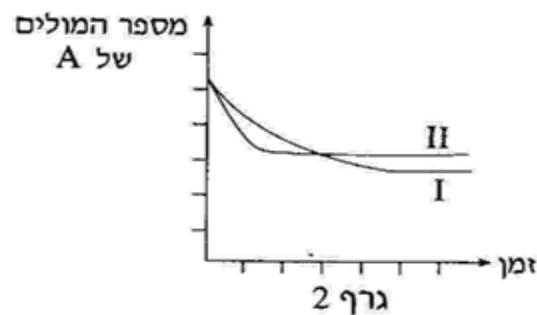
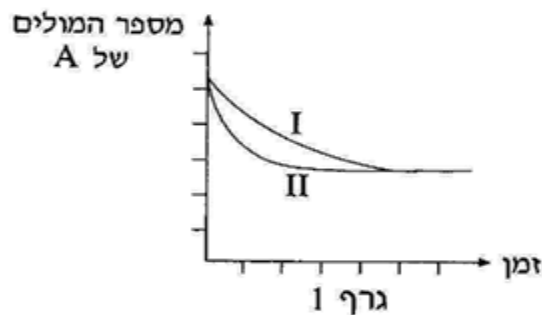
איזה גרף מתאר נכון את השינוי במספר המולים של חומר A עם הזמן?

א. גרף 1

ב. גרף 2

ג. גרף 3

ד. גרף 4



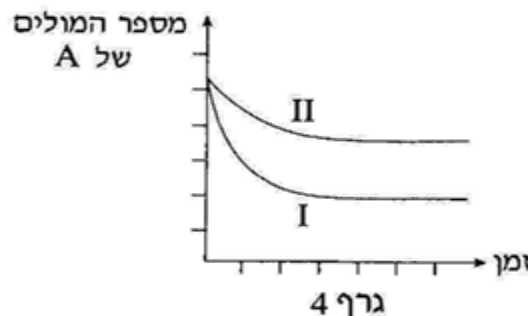
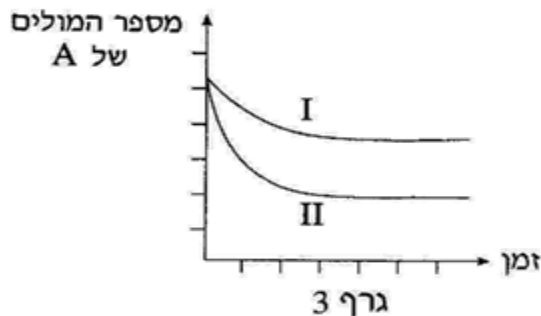
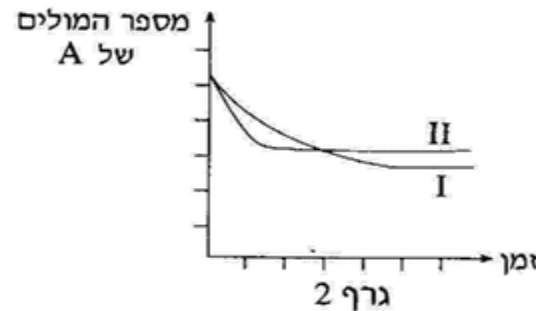
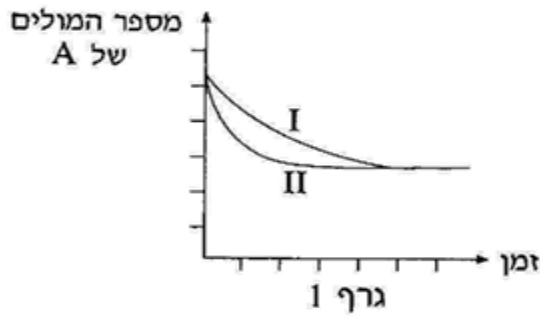
שאלה 2- פתרון

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?

א. גרף 1



גרף 1 מתאר את פעולת הזרז: הריכוז ההתחלתי של המגיב שווה עם זרז וללא זרז, וכך גם ריכוז המגיב במצב שיווי-משקל. זרז אינו משפיע על הריכוזים של מרכיבי המערכת. בתהליך II המערכת מגיעה מהר יותר למצב שיווי-משקל כי בנוכחות זרז, אנרגיית השפעול נמוכה יותר וכך מזורז התהליך.

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 הריכוזים זהה בשני הכלים.

מה אפשר להסיק בוודאות מנתונים אלה?

- א. הריכוז ההתחלתי של המגיבים בשני הכלים זהה.
- ב. ריכוז התוצרים במצב שיווי-משקל בשני הכלים זהה.
- ג. הלחץ בשני הכלים במצב שיווי-משקל זהה.
- ד. הטמפרטורה בשני הכלים זהה.

שאלה 3- פתרון

לכל אחד משני כלים נפרדים הכניסו תערובת של הגזים $\text{SO}_{2(g)}$ ו- $\text{O}_{2(g)}$. לאחר זמן מה נמצא כי בכל אחד מהכלים הגיעה המערכת למצב של שיווי-משקל, והערך של קבוע הריכוזים זהה בשני הכלים.

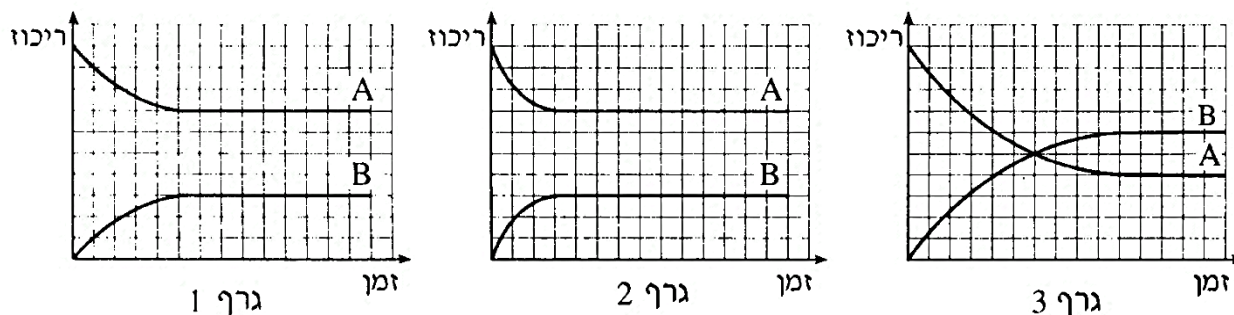
מה אפשר להסיק בוודאות מנתונים אלה?

- א. הריכוז ההתחלתי של המגיבים בשני הכלים זהה.
- ב. ריכוז התוצרים במצב שיווי-משקל בשני הכלים זהה.
- ג. הלחץ בשני הכלים במצב שיווי-משקל זהה.
- ד. הטמפרטורה בשני הכלים זהה.

הטמפרטורה היא הגורם היחיד מכל הגורמים המוזכרים (ריכוז, לחץ) המשפיע על ערכו של קבוע הריכוזים בתגובה נתונה.

נתונה התגובה: $A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)}$.

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



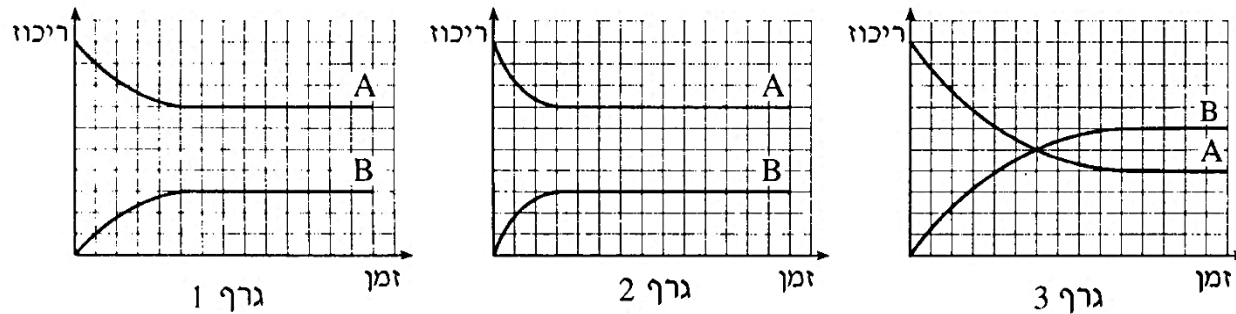
מהו המשפט הנכון?

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

שאלה 4- פתרון

נתונה התגובה: $A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)}$

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



מהו המשפט הנכון?

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

בגרף 2 הריכוזים בש.מ. שווים לאלה של המערכת בגרף 1, אך זמן ההגעה לש.מ. הוא קצר יותר. בגרף 3, התגובה התרחשה בזמן ארוך יותר והריכוזים שונים. אי לכך, מדובר בזרז אלא בקיום טמפרטורה נמוכה יותר בכלי התגובה. התגובה היא אקסותרמית כי בטמפרטורה נמוכה מעודדת התגובה הישירה.

המערכת הבאה: $A + B \leftrightarrow C$ $\Delta H < 0$ מצויה במצב שיווי משקל.

לאחר שהמערכת הגיעה לשיווי משקל, העלו את הטמפרטורה.

א. הסבירו מה יקרה במערכת בעקבות כך. הסתמכו בהסבר על עיקרון לה-שטלייה.

המערכת הבאה: $A + B \leftrightarrow C$ $\Delta H < 0$ מצויה במצב שיווי משקל.

לאחר שהמערכת הגיעה לשיווי משקל, העלו את הטמפרטורה.

א. הסבירו מה יקרה במערכת בעקבות כך. הסתמכו בהסבר על עיקרון לה-שטלייה.

א. כאשר מעלים את הטמפרטורה, מחממים. לפי עיקרון לה-שטלייה, המערכת תטה לכיוון שיקטין את השפעת השינוי ולכן היא תטה לכיוון האנדותרמי. במקרה שלנו, **המערכת תטה** למגיבים, התגובה ההפוכה תגבר, כי היא התגובה האנדותרמית.

המערכת הבאה: $A + B \leftrightarrow C$ $\Delta H < 0$ מצויה במצב שיווי משקל.

לאחר שהמערכת הגיעה לשיווי משקל, העלו את הטמפרטורה.

א. הסבירו מה יקרה במערכת בעקבות כך. הסתמכו בהסבר על עיקרון לה-שטלייה.

ב. מדוע אי אפשר להשתמש במקרה זה בהסבר המבוסס על מנת הריכוזים?

שאלה 5ב- פתרון

המערכת הבאה: $A + B \leftrightarrow C$ $\Delta H < 0$ מצויה במצב שיווי משקל.

לאחר שהמערכת הגיעה לשיווי משקל, העלו את הטמפרטורה.

א. הסבירו מה יקרה במערכת בעקבות כך. הסתמכו בהסבר על עיקרון לה-שטלייה.

ב. מדוע אי אפשר להשתמש במקרה זה בהסבר המבוסס על מנת הריכוזים?

- א. כאשר מעלים את הטמפרטורה, מחממים. לפי עיקרון לה-שטלייה, המערכת תטה לכיוון שיקטין את השפעת השינוי ולכן היא תטה לכיוון האנדותרמי. במקרה שלנו, **המערכת תטה** למגיבים, התגובה ההפוכה תגבר, כי היא התגובה האנדותרמית.
- ב. מאחר שבעקבות שינוי הטמפרטורה, K_c משתנה.

המערכת הבאה: $A + B \leftrightarrow C$ $\Delta H < 0$ מצויה במצב שיווי משקל.

לאחר שהמערכת הגיעה לשיווי משקל, העלו את הטמפרטורה.

א. הסבירו מה יקרה במערכת בעקבות כך. הסתמכו בהסבר על עיקרון לה-שטלייה.

ב. מדוע אי אפשר להשתמש במקרה זה בהסבר המבוסס על מנת הריכוזים?

ג. כיצד ישתנה K_c ?

המערכת הבאה: $A + B \leftrightarrow C$ $\Delta H < 0$ מצויה במצב שיווי משקל.

לאחר שהמערכת הגיעה לשיווי משקל, העלו את הטמפרטורה.

א. הסבירו מה יקרה במערכת בעקבות כך. הסתמכו בהסבר על עיקרון לה-שטלייה.

ב. מדוע אי אפשר להשתמש במקרה זה בהסבר המבוסס על מנת הריכוזים?

ג. כיצד ישתנה K_c ?

א. כאשר מעלים את הטמפרטורה, מחממים. לפי עיקרון לה-שטלייה, המערכת תטה לכיוון שיקטין את השפעת השינוי ולכן היא תטה לכיוון האנדותרמי.

במקרה שלנו, **המערכת תטה** למגיבים, התגובה ההפוכה תגבר, כי היא התגובה האנדותרמית.

ב. מאחר שבעקבות שינוי הטמפרטורה, K_c משתנה.

ג. המערכת נוטה למגיבים, לכן המונה בביטוי ל- K_c קטן, המכנה גדל, ולפיכך **K_c קטן**.

המערכת הבאה: $A + B \leftrightarrow C$ $\Delta H < 0$ מצויה במצב שיווי משקל.

לאחר שהמערכת הגיעה לשיווי משקל, העלו את הטמפרטורה.

א. הסבירו מה יקרה במערכת בעקבות כך. הסתמכו בהסבר על עיקרון לה-שטלייה.

ב. מדוע אי אפשר להשתמש במקרה זה בהסבר המבוסס על מנת הריכוזים?

ג. כיצד ישתנה K_c ?

ד. ציירו גרף אנרגיה מתאים (שינוי ריכוז כפונקציה של הזמן).

שאלה 5ד- פתרון

המערכת הבאה: $A + B \leftrightarrow C$ $\Delta H < 0$ מצויה במצב שיווי משקל.

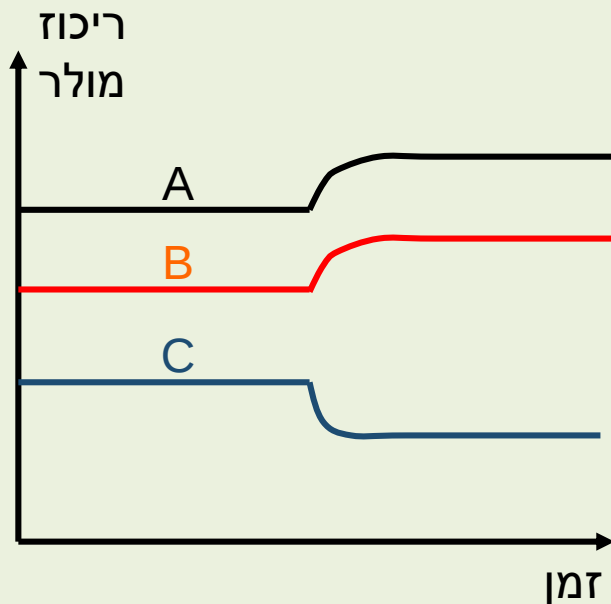
לאחר שהמערכת הגיעה לשיווי משקל, העלו את הטמפרטורה.

ד. ציירו גרף אנרגיה מתאים (שינוי ריכוז כפונקציה של הזמן).

ד. שימו! ♥

- בגרף רואים רק את שינוי הריכוזים הנובע כתוצאה משינויי הטמפרטורה

- הגרף מתחיל כשהמערכת בש.מ.

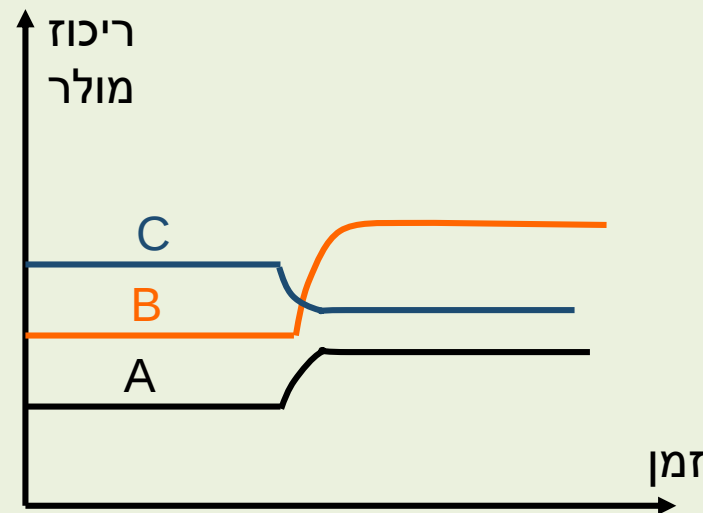


נתונה התגובה האנדותרמית הבאה: $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$.
לאחר שהמערכת הגיעה לשיווי משקל, הורידו את הטמפרטורה בסביבה.
א. הסבירו את השינויים שחלו במערכת בעזרת עיקרון לה-שטלייה.
ב. ציירו גרף מתאים.

שאלה 6- פתרון

נתונה התגובה האנדותרמית הבאה: $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$.
לאחר שהמערכת הגיעה לשיווי משקל, הורידו את הטמפרטורה בסביבה.
א. הסבירו את השינויים שחלו במערכת בעזרת עיקרון לה-שטלייה.
ב. ציירו גרף מתאים.

א. לפי עיקרון לה-שטלייה, הורדת הטמפרטורה תגרום למערכת לסטות לכיוון האקסותרמי ותפלוט אנרגיה לסביבה. במקרה זה, התגובה הישירה היא אנדותרמית, לכן התגובה תסטה לכיוון "המגיבים". כלומר, ריכוז C יקטן וריכוז B ו-A יגדלו, כאשר B גדל פי 2 יחסית ל-A. K_c יקטן.



לפניכם נתונים על ערכו של K_c בטמפרטורות שונות עבור תגובה כלשהי:

K_c	טמפרטורה במעלות צלזיוס
0.002	-20
0.03	10
0.21	35
5	110

האם התגובה הישירה היא אקסותרמית או אנדותרמית? נמקו.

א. אקזותרמית ב. אנדותרמית ג. לא ניתן לדעת

לפניכם נתונים על ערכו של K_c בטמפרטורות שונות עבור תגובה כלשהי:

K_c	טמפרטורה במעלות צלזיוס
0.002	-20
0.03	10
0.21	35
5	110

האם התגובה הישירה היא אקסותרמית או אנדותרמית? נמקו.

ג. לא ניתן לדעת

ב. אנדותרמית

א. אקזותרמית

התגובה הישירה היא אנדותרמית.

הסבר: בטבלה אפשר לראות שעם עליית הטמפרטורה, גדל קבוע הריכוזים. כלומר, ריכוז התוצרים עלה (התוצרים במונה), והתגובה הישירה התגברה. לפי עקרון לה-שטלייה, בחימום, התגובה האנדותרמית מתגברת, לכן התגובה הישירה היא אנדותרמית.

תהליך הבר: $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \leftrightarrow 2\text{NH}_{3(g)} \quad \Delta H = -92\text{kJ}$

לתהליך זה אנרגיית שיפעול גבוהה מאוד (בשל הצורך לשבור קשר קוולנטי משולש בין שני אטומי חנקן וקשרים קוולנטיים בין אטומי מימן).
כדי שנקבל אמוניה בניצולת גבוהה ובזמן קצר יחסית, נמצא שיש לבצע את התגובה:

א. בנוכחות זרז ב. תוך הוצאה מתמדת של התוצר ג. בטמפרטורה גבוהה (אך לא מדי)

הסבירו כיצד כל גורם משפיע על התגובה

שאלה 8- פתרון



לתהליך זה אנרגיית שיפעול גבוהה מאוד (בשל הצורך לשבור קשר קוולנטי משולש בין שני אטומי חנקן וקשרים קוולנטיים בין אטומי מימן).
כדי שנקבל אמוניה בניצולת גבוהה ובזמן קצר יחסית, נמצא שיש לבצע את התגובה:

א. בנוכחות זרז ב. תוך הוצאה מתמדת של התוצר ג. בטמפרטורה גבוהה (אך לא מדי)

הסבירו כיצד כל גורם משפיע על התגובה

א. זרז מקצר את זמן ההגעה לשיווי משקל אך אינו משנה את ריכוז האמוניה המתקבל. בנוכחות הזרז, התגובה מתרחשת במנגנון אחר בעל אנרגיית שפעול קטנה יותר, לכן יהיו יותר חלקיקים בעלי אנרגיה קינטית מתאימה שיוכלו לעבור את מחסום אנרגיית השפעול.

שאלה 8- פתרון



לתהליך זה אנרגיית שיפעול גבוהה מאוד (בשל הצורך לשבור קשר קוולנטי משולש בין שני אטומי חנקן וקשרים קוולנטיים בין אטומי מימן).

כדי שנקבל אמוניה בניצולת גבוהה ובזמן קצר יחסית, נמצא שיש לבצע את התגובה:

א. בנוכחות זרז ב. תוך הוצאה מתמדת של התוצר ג. בטמפרטורה גבוהה (אך לא מדי)

הסבירו כיצד כל גורם משפיע על התגובה

א. זרז מקצר את זמן ההגעה לשיווי משקל אך אינו משנה את ריכוז האמוניה המתקבל. בנוכחות הזרז, התגובה מתרחשת במנגנון אחר בעל אנרגיית שפעול קטנה יותר, לכן יהיו יותר חלקיקים בעלי אנרגיה קינטית מתאימה שיוכלו לעבור את מחסום אנרגיית השפעול.

ב. על פי עיקרון לה-שטלייה, ירידה מתמדת בריכוז התוצר (האמוניה) תגרום להתגברות התגובה הישירה, ולכן תיווצר אמוניה בלא הפסקה. המערכת כלל לא תגיע למצב שיווי משקל.

שאלה 8- פתרון



לתהליך זה אנרגיית שיפעול גבוהה מאוד (בשל הצורך לשבור קשר קוולנטי משולש בין שני אטומי חנקן וקשרים קוולנטיים בין אטומי מימן).
כדי שנקבל אמוניה בניצולת גבוהה ובזמן קצר יחסית, נמצא שיש לבצע את התגובה:

א. בנוכחות זרז ב. תוך הוצאה מתמדת של התוצר ג. בטמפרטורה גבוהה (אך לא מדי)

הסבירו כיצד כל גורם משפיע על התגובה

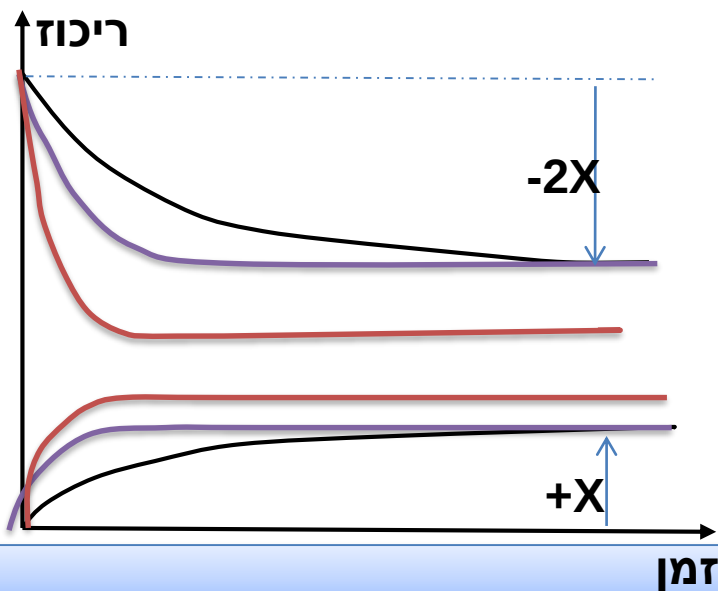
א. זרז מקצר את זמן ההגעה לשיווי משקל אך אינו משנה את ריכוז האמוניה המתקבל. בנוכחות הזרז, התגובה מתרחשת במנגנון אחר בעל אנרגיית שפעול קטנה יותר, לכן יהיו יותר חלקיקים בעלי אנרגיה קינטית מתאימה שיוכלו לעבור את מחסום אנרגיית השפעול.

ב. על פי עיקרון לה-שטלייה, ירידה מתמדת בריכוז התוצר (האמוניה) תגרום להתגברות התגובה הישירה, ולכן תיווצר אמוניה בלא הפסקה. המערכת כלל לא תגיע למצב שיווי משקל.

ג. נתון שהתגובה אקסותרמית. לפיכך, על פי עקרון לה-שטלייה, בחימום תגבר התגובה ההפוכה, לכן לא רצוי לחמם לטמפרטורות גבוהות. לעומת זאת, החימום מעלה את האנרגיה הקינטית של החלקיקים, ולכן מבחינה זו עדיף לחמם, כי מהירות התגובה תגבר. לכן: יש לחמם, אך לא לטמפרטורות גבוהות מדי.

סיכום - השפעת זרז וחימום על מערכת שיווי משקל

זרז	חימום	
מגדיל את קצב התגובה הישירה וההפוכה כאחד	מגדיל את קצב התגובה הישירה וההפוכה כאחד	קצב תגובה
אנרגיית השפעול קטנה גם לתגובה הישירה וגם לתגובה ההפוכה	אנרגיית השפעול אינה משתנה	אנרגיית שפעול
האנרגיה הקינטית אינה משתנה	האנרגיה הקינטית גדלה	אנרגיה קינטית של החלקיקים
א. שיווי המשקל יושג מהר יותר. ב. יושג מצב שיווי משקל זהה עם ריכוז חומרים שווה	א. שיווי המשקל יושג מהר יותר ב. יושג מצב שיווי משקל אחר ובו ריכוז חומרים שונה	מצב שיווי משקל



גרף שינוי ריכוז כפונקציה של הזמן בתגובה:



בטמפרטורת החדר

עם זרז

בטמפרטורה גבוהה

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