

תשובות לשאלות בספר פרק ג

עמוד 83

1. ההפרש בריכוזים הוא: $-0.41 = 1.00 - 0.59$ קצב התגובה הוא: $0.041 = (-0.41)/10$
2. קצב הפירוק של מימן על חמצני, $H_2O_{2(aq)}$, שהינו המגיב, קטן במהלך התגובה. הסבר מוצע: בהתחלת התגובה, כאשר ריכוז המגיב הוא הגבוה ביותר, הסיכויים להתנגשויות הם הגבוהים ביותר ולכן קצב התגובה הוא הגדול ביותר. במהלך התגובה יורד ריכוז המגיב, ובהתאם קטן קצב התגובה.

עמודים 84-85

- קצב העלמות המגיב נימדד על ידי הירידה שחלה בריכוזו במשך פרק זמן מסוים (רצוי קצר). בגרף הנתון, קצב התגובה הוא מידת הירידה שאנו רואים (באיזו מידה הקו תלול). לדוגמה: ב 4 דקות ראשונות $-0.05 = (0.8 - 1.0)/4$, בין דקות 10-20: $-0.022 = (0.38 - 0.6)/10$
- קצב הופעתו של התוצר $O_{2(g)}$ שונה מקצב העלמות המגיב (קטן פי 2). הסבר: על כל מולקולת O_2 שנוצרת, הגיבו 2 מולקולות מגיב, לכן כל שינוי בריכוז החמצן יהיה קטן פי 2 מהשינוי בריכוז המגיב.

עמוד 86 ניסוי 3 שאלה ה:

כאשר הריכוז ההתחלתי של המגיב גדול יותר, קצב התגובה גדול יותר ולכן הזמן הדרוש להיווצרות אותה כמות תוצר הינו קצר יותר.

עמוד 90 פעילות 1 השיטה הפוטודינמית:

1. הקרנת תאים מגבירה את היווצרות Pp9, הגורם להרס התאים האלה.

2. $ALA \rightarrow Pp9$

3. תגובה מסדר שני ב ALA, קצב $k[ALA]^2 =$

4. הרס תאי הסרטן תלוי בכמות החומר Pp9 הנמצא בהם. לכן, ידיעת סדר התגובה שבה נוצר Pp9 מ ALA מאפשרת לדעת את השפעת ריכוזו של החומר ALA בתא, על כמות החומר Pp9.

כיצד מסיקים מהנתונים הניסויים המופיעים בטבלה בעמוד 91 שהתגובה הנדונה היא מסדר ראשון? בוחנים את השפעת הריכוז על קצב התגובה: משווים את היחס בין שני ריכוזים של מימן על חמצני לבין היחס בין הקצבים המתאימים לאותם הריכוזים. רואים שכאשר הריכוז קטן פי 1.60 (אחרי 20 דקות לעומת אחרי 10 דקות), קצב התגובה קטן פי 1.46, והיחס בין המספרים האלה (1.60: 1.46) קרוב מאוד ל 1.

כאשר הריכוז קטן פי 2.68 (אחרי 30 דקות לעומת אחרי 10 דקות) קצב התגובה קטן פי 2.44, וגם היחס בין המספרים האלה קרוב מאוד ל 1. כלומר, הריכוז משנה את הקצב פי אותו שיעור או ב"מילים" אחרות: קצב התגובה $k[H_2O_2]^1 = k$, או זוהי תגובה מסדר ראשון במימן העל-חמצני (שהוא מגיב יחיד בתגובה זו).

שאלות בנושא קצב תגובה עמוד 92:

1. א. חוק הקצב: קצב = k

נתון כי קצב התגובה קבוע וזהו חוק הקצב של התגובה, כלומר אין תלות בריכוז המגיב, והתגובה הינה מסדר אפס.

ב. i. ריכוז המגיב יורד בקצב קבוע, עד שמגיע לאפס, במהלך זמן התרחשות התגובה.

ii. יש לרשום על הציר האנכי "קצב התגובה", על הציר האופקי "זמן התגובה", לצייר קו

אופקי ישר, עד לאותו הזמן בו הריכוז בגרף א הגיע לאפס, ואז קו אנכי, היורד לקצב אפס. הסבר: התגובה מתרחשת בקצב קבוע, עד שהתגובה אינה מתרחשת יותר. ההבדלים בין שני הגרפים: 1. הציר האנכי מייצג ערך שונה (ריכוז מולרי לעומת קצב תגובה) 2. בגרף א יש קו ישר, שיורד לאפס, כלומר ככל שהזמן ארוך יותר הריכוז נמוך יותר, עד כלות החומר; ואילו בגרף ב יש קו אופקי, כלומר קצב התגובה כלל אינו משתנה במשך הזמן.

2. תשובות: א. ראשון

ב. ראשון בכל אחד מהמגיבים, וסך הכל התגובה מסדר שני.

3. קצב $k[NO_2]^2 =$

דרך ראשונה

מחשבים תחילה את ערכו של קבוע הקצב k לפי הקצב ההתחלתי הנתון:

$$k = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 10^{-4}} = 4 \cdot 10^{-2}$$

כאשר ידוע k, מחשבים את הקצב המתאים לריכוזים ההנתונים:

ניסוי	ריכוז התחלתי של NO ₂	קצב התחלתי
2	$2.0 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2} \cdot (2 \cdot 10^{-2})^2 = 1.6 \cdot 10^{-5}$
3	$3.0 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2} \cdot (3 \cdot 10^{-2})^2 = 3.6 \cdot 10^{-5}$

דרך שנייה

היות וחוק הקצב ידוע ניתן לחשב את קצב התגובה על פי היחס בין הריכוזים. בניסוי 2 גדל ריכוז ההתחלתי של NO₂ פי 2 ולכן קצב התגובה בניסוי ה יגדל פי ארבע לעומת קצב התגובה בניסוי 1.

כניל בניסוי 3. ריכוזו ההתחלתי של NO_2 גדל פי 3 ולכן קצב התגובה יגדל פי 9 לעומת קצב התגובה בניסוי 1.

4. קצב ההיווצרות של O_2 קטן פי 2 מקצב פירוק NO_2 : $0.5 \cdot 6.5 \cdot 10^{-3} = 0.325 \text{ mole/L}\cdot\text{s}$

5. א. כאשר הריכוז של ClO_2 גדול פי 2 (0.1 לעומת 0.05), הקצב גדול פי 4

$$k [\text{ClO}_2]^2 = 23 \cdot 10^{-2} / 5.75 \cdot 10^{-2} = 4 \text{ קצב}$$

ב. כאשר הריכוז של OH^- גדול פי 2 (0.1 לעומת 0.05), הקצב גדול פי 2

$$k [\text{OH}^-]^1 = 2.3 \cdot 10^{-1} / 1.15 \cdot 10^{-2} = 2 \text{ קצב}$$

$$k [\text{ClO}_2]^2 [\text{OH}^-] = \text{קצב הכל, סך}$$

6. הצעה: למדוד את השינוי באורך הזיקוק שנשרף בפרק זמן מסוים.

עמוד 95 בניסוי 4:

1. על פי התוצאות ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר קצב התגובה גדול יותר.
2. ככל שעולה הטמפרטורה, עולה האנרגיה הקינטית הממוצעת של החלקיקים, מהירות התנועה הממוצעת עולה, לכן יש סיכוי ליותר התנגשויות באותו פרק זמן ולכן עולה קצב התרחשות התגובה. הערה: בהמשך הפרק יתברר היבט נוסף של השפעת טמפרטורה על קצב התרחשותה של תגובה.

פסק זמן לחשיבה עמוד 96

1. - במזון העומד זמן ממושך במטבח חם עלולות להתרחש תגובות (לא רצויות לנו): המזון עלול לשנות את הרכבו, טעמו, מרקמו – להתקלקל. לא כך במקרר.
- על פלטת שבת האוכל מתבשל לאחר זמן רב יותר מאשר בבישול רגיל, על להבה.
- ייבוש כביסה (איודוי המים), בחוץ, ביום קיץ חם מהיר יותר מאשר ביום חורף.
2. בטמפרטורה גבוהה קצב התגובות מהיר יותר מאשר בטמפרטורה נמוכה, לכן: קלקול המזון איטי יותר במקרר, בישול המזון איטי יותר על פלטת שבת מאשר על להבה ופחות מים מתאדים באותו פרק זמן בחורף לעומת הקיץ.

שאלות עמוד 105

1. א. כן, מתרחש אותו סוג תגובה: שיקוע
ב. לא, קצב התגובות מהיר וקשה למדידה. (עשוי להיות שונה בתגובות שונות)
ג. לא, אי אפשר לקבוע סדר תגובה ללא ביצוע מדידות.
ד. לא, אנרגיות השפעול של תגובות שונות עשויות להיות שונות, אך צריך לבצע מדידות מתאימות כדי לקבוע מהי אנרגיית השפעול של כל תגובה. שתי התגובות מתרחשות בטמפרטורת החדר, ולכן ניתן להניח כי אנרגיות השפעול לא גבוהות במיוחד.
2. א. קטן פי 3
ב. גדול פי 2

3. קצב $\Delta [\text{NH}_3]/\Delta t =$

4. קצב היווצרות חומר הינה בסימן חיובי – עבור תוצר
קצב היעלמות של חומר הוא ערך שלילי תמיד. הוספת סימן שלילי לפני קצב היעלמות הופכת אותו
לקצב תגובה. (ראו הרחבת המושגים בנספח מושגי יסוד).

5. א. $k[\text{N}_2] = 0.01 \cdot 1000 = 10$ ק"ג

B – 60 ק"ג;

C – 120 ק"ג

ב. קרקע טרופית נמצאת באקלים בעל טמפרטורה ממוצעת גבוהה. הטמפרטורה הגבוהה יותר
גורמת להגברת התגובה של קליטת חנקן.

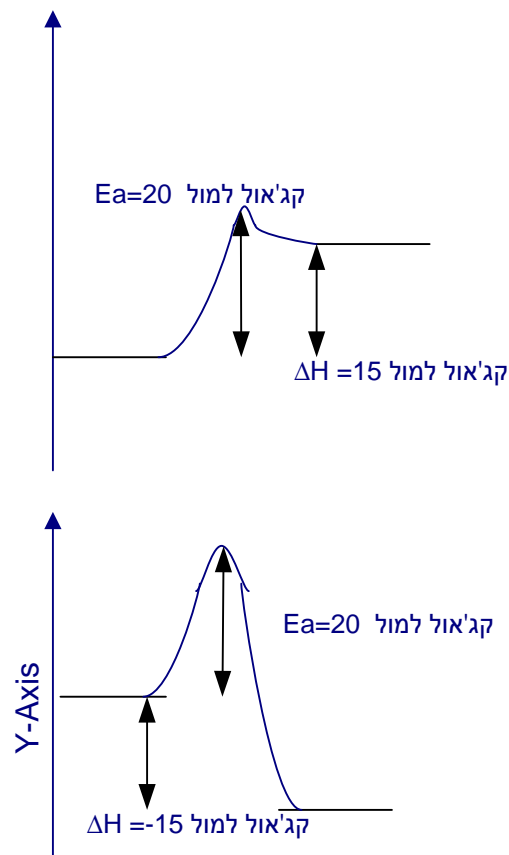
6. א. קצב $k [\text{A}]^1 [\text{B}]^2 =$

ב. 1. הקצב יגדל פי $2 \cdot 4 = 8$

2. הקצב יגדל פי 4. (שינוי הריכוז של C כלל לא משפיע)

7. שינוי בריכוז החמצן אינו משנה את קצב התגובה.

8.



9. א. עבור ההפוכה של 1 : $\Delta H_1^* = -15 \text{ kJ}$

עבור ההפוכה של 2 : $\Delta H_2^* = +15 \text{ kJ}$

ב. עבור ההפוכה של 1 : $E_{a1}^* = 5 \text{ kJ}$

עבור ההפוכה של 2 : $E_{a1}^* = 35 \text{ kJ}$

10. א. בטמפרטורה גבוהה יותר, קבוע הקצב (k) של התגובה גדול יותר, כי יש יותר מולקולות בעלות אנרגיה קינטית גבוהה יותר ולכן גם מספר ההתנגשויות בין המולקולות עולה, וגם גדל מספר התצמידים המשופעלים שנוצרים.
- ב. כנ"ל, אבל לתגובה עם אנרגיית שפעול גדולה יותר, יש תלות חזקה יותר בטמפרטורה.

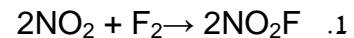
פסק זמן לחשיבה עמוד 112 :

1. חיבור השלבים השונים ו"מחיקת" החלקיקים הנוצרים ומתפרקים יביא לניסוח המלא של התגובה הנתונה. זהו מענה לדרישה בשלבי המנגנון יתאימו ליחסים הסטויכיומטריים בניסוח הכולל.
2. מספר סוגי החלקיקים המגיבים הם אחד - בשלב ראשון ושנים - בשלבים שני ושלישי. השלב הראשון הוא תד מולקולרי, הוא השלב האיטי מבין כל השלבים, לכן הוא נותן את חוק הקצב לתגובה כולה, שהיא מסדר ראשון כמו השלב הראשון במנגנון התגובה. בשלבים השני והשלישי מופיעים סוגי חלקיקים שנוצרו בשלבים הקודמים, לכן הם אינם מופיעים בחוק הקצב הכולל של התגובה.
3. OH, HO_2 חלקיקים אלו נוצרים ומתפרקים במהלך התגובה.
4. קצב $k[H_2O_2] =$ במנגנון המוצע, בשלב קובע מהירות (השלב האיטי) מגיב סוג אחד של חלקיקים.

עמוד 113 קטע כימיה בהקשר אחר

1. בגפנים: הרסוורטרול מעכב אנזים המופרש על ידי פטרייה שתוקפת את הגפן ובכך מצמצם תגובה בפטרייה ומגן על הגפן.
2. בבעלי חיים ובבני אדם: הרסוורטרול מעכב יצירת חומרים שמעודדים גידולים סרטניים ומעכב תגובה לא רצויה של שומנים בדם על ידי יצירת קישור דומה עם מולקולות בענבים ומולקולות שומנים אצל בני האדם.

שאלות עמוד 114



$$k [NO_2]^1 [F_2]^1 = \text{קצב}$$

2. א. תפקיד זרז
- ב. שרטוט דומה לזה המופיע בעמוד 107

עמוד 117

מאקרו: דרך החלון הפתוח יש חילוף של האוויר מתוך חדר האמבטיה ומחוצה לו, הלחות שנוצרת בחדר אינה נשארת בו, ולכן יש פחות אדי מים שמתעבים בתוך החדר.
מיקרו: חלק ממולקולות המים שמצטרפות לאוויר החדר נעות החוצה, צפיפותן בחדר קטנה יותר, ולכן קטן הסיכוי ליצירת אינטראקציות ביניהן כך שיופיעו טיפות זעירות של נוזל.

עמוד 117 פעילות 2

1. כמות המים שמעבירים מכלי א לכלי ב גדולה יותר.
2. כמות המים שמעבירים מכלי א לכלי ב פוחתת במהלך הפעילות.
3. כמות המים שמעבירים מכלי א לכלי ב גדלה במהלך הפעילות.
4. בהתחלה, גובה המים בכלי א יורד, אחר כך נשאר קבוע. בכלי ב: הגובה עולה, אחר כך קבוע.

5. כן, לאחר הרבה העברות, מפלס המים בכל אחד מהכלים א ו-ב אינו משתנה יותר.

עמוד 121

היחס המופיע בניסוח הוא יחס בין מספר המולים שהגיבו/נוצרו עד להשגת מצב שווי המשקל ואילו המספרים בטבלה הם של ריכוזים שקיימים במצב ש"מ, אשר נובעים מהריכוזים ההתחלתיים ומהשינויים – לפי יחס המולים שבניסוח, שחלו בהם עד להשגת מצב ש"מ.

עמוד 123

כלי	1		2		3	
	ריכוז של	במצב שווי משקל M	במצב שווי משקל M	במצב שווי משקל M	במצב שווי משקל M	במצב שווי משקל M
$N_{2(g)}$	1.00	0.921	0	0.399	2.00	2.59
$H_{2(g)}$	1.00	0.763	0	0.197	1.00	2.77
$NH_{3(g)}$	0	0.157	1.000	0.203	3.00	1.82

2. דומה בשלושת הניסויים: אותם חומרים; כעבור זמן מושג מצב של קביעות בריכוזי כל המרכיבים (מצב של שווי משקל כימי)

שונה: הריכוז ההתחלתי שונה: בניסוי 1 יש מגיבים בלבד (1M), בניסוי 2 תוצרים בלבד, בניסוי 3 יש גם מגיבים וגם תוצרים; כאשר מושג מצב שווי משקל, ריכוזי החומרים שונים בשלושת הניסויים.

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} \quad 3.$$

$$K_{c1} = 0.157^2 / 0.921 \cdot 0.763^3 = 0.06025 \quad 4.$$

$$K_{c2} = \quad = 0.06022$$

$$K_{c3} = \quad = 0.0602$$

בשלושת הניסויים הנ"ל נמצא קבוע ריכוזים שווה.

שאלות סיכום עמוד 125

1. בתגובות בהן מקדמי המגיבים והתוצרים שונים מהמעריכים בחוק הקצב של התגובה, אין קשר ביניהם.

$$K_c = [CO_2] \quad 2. א.$$

ב. לא, בטמפרטורת החדר הקבוע נמוך מאד, כלומר ריכוז הגז CO_2 קטן מאד

3. א. כלי סגור, קיום שתי תגובות הפוכות זו לזו.
ב. שינוי במספר המולים של כל אחד מהם נובע מהתרחשות התרכבות ביניהם (מקיום של התגובה הישירה) וזו מתרחשת לפי היחסים המופיעים בניסוח התגובה.
ג. השינוי בריכוז החנקן הוא קטן פי 3 מהשינוי בריכוז המימן, כי על כל 3 מולקולות מימן שמגיבות דרושה רק מולקולה אחת של חנקן.

4. א. נכון.

ב. לא נכון, אלא: בטמפרטורה גבוהה יותר, יש ליותר מולקולות אנרגיה קינטית ממוצעת גבוהה יותר מאנרגיית השפעול, לכן מתרחשת תגובה בקצב גדול יותר ועל כן ניכרים יותר תוצריה.
ג. לא, הפסקת השתנות הריכוזים (היבט מאקרוסקופי) אינה מעידה בהכרח על הפסקת התרחשות התגובה, כי יתכן מצב שבו חלקיקים ממשיכים להיווצר בקצב זהה לקצב שבו הם מתפרקים (זהו היבט מיקרוסקופי) ומצב זה מכונה מצב שיווי משקל כימי.

5. א. התגובה הישירה היא אנדותרמית, כי אנרגיית השפעול שלה גדולה מזו של התגובה ההפוכה.

ב. הורדת טמפרטורה מקטינה את קצב התגובות, גם ישירה וגם הפוכה.

ג. **לא, מצב שיווי המשקל לא יישמר. הורדת טמפרטורה מקטינה יותר את קצב התגובה

האנדותרמית (בעלת אנרגיית שפעול גדולה יותר) מאשר את קצב התגובה האקסותרמית. כלומר

בטמפרטורה נמוכה יותר, התגובה האנדותרמית, הישירה, תתרחש לאט יותר מן האקסותרמית

והתרחשותה של האנדותרמית תתבטא פחות, עד שיושג שיווי משקל חדש, בו הקבוע

$$K_c = \frac{[B] \cdot [C]}{[A]^2}$$

קטן יותר מהקבוע שהיה בטמפרטורה הגבוהה יותר)

ד. נוכחות זרז מתאים מאפשרת קבלת תוצרים בתגובה בעלת אנרגיית שפעול נמוכה יותר, ולכן קצב

התגובה הישירה וההפוכה יהיה גדול יותר.

6. ב-ו-ג