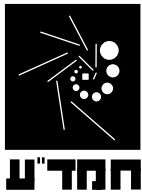


ב ח י נ ה ב כ י מ י ה
ב מ ת כ ו נ ת ב ג ר ו ת

פתרון

3 יחידות לימוד

תשס"ה – 2005



תשובות

שאלות רבות ברירה:

- א. – 2
- ב. – 3
- ג. – 4
- ד. – 4
- ה. – 1
- ו. – 4
- ז. – 4
- ח. – 1

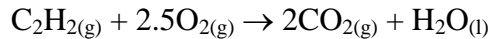
תשובה לשאלה 2 – מאמר מדעי

- א. 1 – זרחן לבן וזרחן אדום הם אלוטרופים
2 – תערובת, כי החימום גרם להפרדה בין מרכיביה: התאדות של חלק מהתערובת, והחלק השני מוצק.
- ב. 1 – כי שפשוף התערובת, שהיא פעולה נוחה, גורם לשחרור חום רב שמשמש כאנרגיית שפעול לתגובה.
2 – בתהליך הראשון הזרחן הוא המחזור והחמצן הוא המחמצן
בתהליך השני אטומי הגפרית בחומר Sb_2S_3 הם המחזור (היו במספר חמצון 2- ועלו למספר חמצון +4 בתוצר SO_2) ואטומי הכלור בחומר $KClO_3$ (מספר חמצון +5) הם המחמצן (ירדו למספר חמצון 1- בתומר KCl).
- ד. 1 – התגובה של הזרחן הלבן עם החמצן שבאוויר דורשת אנרגיית שפעול נמוכה ומעניקה לתגובה השנייה את אנרגיית השפעול וכך מקלה על תחילת התגובה. כמו כן, ככתוב בטקסט היא הקטינה את הרעש.
2 – הגפרורים נדלקו מעצמם עם כל מכה או אם נחשפו לשמש – למעשה אנרגיית השפעול של התגובה עם החמצן כה נמוכה עד שהיא מתרחשת כמעט מעצמה.
ה. 1 – קו א' מתאים לזרחן לבן שנדלק בקלות רבה יותר.
2- החיכוך מספק את אנרגיית השפעול.
3- כדי למנוע מגע עם האוויר.

תשובה לשאלה 3

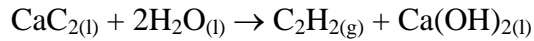
א. קו ישר: $H-C=C-H$

ב.



ג. מוצק כי זה חומר יוני (מתכת + אלמתכת).

ד. 1.



2. תגובת השריפה היא כמובן חמצון-חיזור החמצן הוא המחמצן (מספר חמצון ירד מ-0 ל-2), האצטילן הוא המחזור (מספר החמצון של הפחמן עלה מ-2 ל-4).

התגובה עם המים אינה חמצון-חיזור כי אין שינוי במספרי החמצון.

3. תשובה: 25 ליטר.

הסבר: 36 מ"ל מים הם גם 36 גרם מים, שהם 2 מול מים ($36/18=2$). יחס המולים בין המים לבין האצטילן הוא 2:1 ולכן יפלט רק מול אצטילן שנפחו 25 ליטר.

תשובה לשאלה 4

א.

I CH_3COOH – א. אפשר להכין אותה מחמצון של תרכובת אחרת ברשימה. (הסבר: חומצה קרבוקסילית אפשר להכין מחמצון האלדהיד IV).

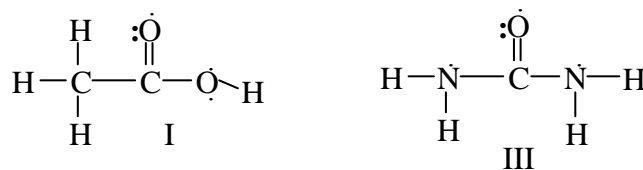
II CH_3COCH_3 – ה. נוזל שמשמש להסרת לכה של ציפורניים. (הסבר: חומר קוטבי שאינו יוצר קשרי מימן. אפשר להגיע לתשובה גם על דרך השלילה).

III NH_2CONH_2 – ג. מוצק שתמיסתו במים אינה מוליכה חשמל. (הסבר: חומר מולקולרי שמסוגל ליצור קשרי מימן רבים מאוד).

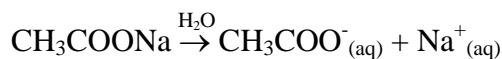
IV CH_3HCO – ד. בעלת נקודת הרתיחה הנמוכה ביותר ברשימה. (הסבר: המולקולה הכי קטנה שאינה מסוגלת לקשרי מימן בחומר הטהור)

V CH_3COONa – ב. מוצק שתמיסתו במים מוליכה חשמל. (הסבר: חומר יוני, ולכן מוצק שבהמסה שלו במים משתחררים יונים)

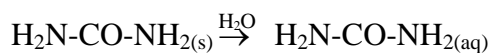
ב.



ג. ההסבר ניתן למעלה (חומר יוני, ולכן מוצק שבהמסה שלו במים משתחררים יונים) ניסוח:



ד. הסבר: החומר מולקולרי ולכן בהמסה לא מתפרק ליונים, מסוגל ליצור קשרי מימן רבים מאוד עם מולקולות המים. ניסוח:



ה. את חומר I אפשר להכין מחמצון חריף של אתאנול (CH_3CH_2OH) על ידי $KMnO_4$. את חומר II אפשר להכין מחמצון עדין או חריף של 2-פרופנול ($CH_3CH(OH)CH_3$).

את חומר IV אפשר להכין מחמצון עדין של אתאנול על ידי CuO.

ו. חומר II אינו מכיל אטומי מימן הקשורים ל-NOF ולכן אין קשרי מימן בחומר הטהור. לכה לציפורניים אינה מסיסה במים, כלומר גם בה אין קשרי מימן. שני החומרים האורגניים-מולקולריים מסוגלים אפוא ליצור קשרי ון דר ולס ביניהם, ולכן חומר II הנוזל ממיס את הלכה. לעומת זאת החומר כולל אטום חמצן בעל מטען שלילי חלקי שמסוגל ליצור קשרי מימן עם מימנים במולקולות המים.

תשובה לשאלה 5

- א. 1. צורן הוא חומר אטומרי. בין האטומים המרכיבים אותו יש קשרים קוולנטיים. התכה של צורן דורשת אם כך שבירה של קשרים קוולנטיים חזקים. אלומיניום הוא מתכת בעלת קשרים מתכתיים חלשים יותר.
2. גפרית מופיעה במולקולה S_8 , זרחן במולקולה P_4 וכלור במולקולה Cl_2 . שלוש המולקולות אינם קוטביות (כל האטומים שבהן זהים) ולכן הקשרים הם קשרי ון דר ולס. הגופרית היא המולקולה הגדולה ביותר (מספר האטומים הגדול ביותר) ולכן ענן האלקטרונים הוא הגדול ביותר, קשרי ון דר ולס החזקים ביותר ולכן נקודת ההתכה הגבוהה ביותר מבין שלושת היסודות.
- ב. 1. $NaCl$, $MgCl_2$, $AlCl_3$ – כולם חומרים יוניים ולכן מוצקים בטמפרטורת החדר.
2. חומרים גזים בטמפרטורת החדר חייבים להיות מולקולריים – כלומר תרכובת של מימן עם אל-מתכת: HCl , H_2S , PH_3 ואפשר גם SiH_4 .
3. ל- HF טמפרטורת רתיחה גבוהה מ- HCl מפני שמימן פלואורי מקיים קשרי מימן.
- ג. 1. נתרן: 2,8,1 כלור: 2,8,7
2. בנתרן כלורי מדובר ביונים Na^+ שהערכות האלקטרוניים בו היא 2,8. ו- Cl^- שהערכות האלקטרוניים בו היא 2,8,8
3. ליון Cl^- הערכות אלקטרוניים זהה לזה של הגז האציל הסמוך ארגון, Ar .
- ד. 1. אנרגיית היינון הגבוהה ביותר בארגון, Ar , זהו היסוד הימני ביותר בשורה, הרמה האלקטרונית העליונה קרובה לגרעין יותר מהיסודות האחרים כי יש יותר פרוטונים בגרעין.
2. האלקטרושליליות הגבוהה ביותר לכלור, Cl , זהו היסוד הימני ביותר בשורה שמקיים קשרים קוולנטיים. אלקטרושליליות מוגדרת כמידת המשיכה של האטום את האלקטרוניים בקשר הקוולנטי.

תשובה לשאלה 6

השאלה בודקת בקיאות בקביעת מספרי חמצון

- א. המחמצן – אטומי המנגן Mn בתרכובת MnO_2 שמספר החמצון שלהם יורד מ-4 ל-2+ (בתוצר MnCl_2).
- המחזור – אטומי הכלור, Cl, בתרכובת HCl שמספר החמצון שלהם עולה מ-1 ל-0 (בתוצר Cl_2).
- ב. ראשית יש צורך לקבוע מי המחזור. החומר שמספר החמצון שלו עולה הוא הכלור, Cl, בתרכובת HCl שמספר החמצון שלהם עולה מ-1 ל-0 (בתוצר Cl_2). חצי התגובה הוא אפוא:
- $$\text{Cl}^- \rightarrow 1/2\text{Cl}_2 + e^-$$
- כל מול מחזור מוסר אפוא מול אחד של אלקטרונים.
- ג. בתגובה הראשונה יחס המולים בין HCl ל- Cl_2 הוא 4 ל-1. בתגובה השנייה יחס המולים בין HCl ל- Cl_2 הוא 16 ל-5 או 4 ל-1.25 כלומר כאן יתקבל יותר כלור.
- ד. מתרחש כאן חמצון-חיזור עצמי, K_2MnO_4 הוא גם המחמצן וגם המחזור. (הסבר: מספר החמצון של אטומי המנגן בתרכובת הוא +6. בתוצרים אחד מאטומי המנגן יורד ל-4+ בתרכובת MnO_2 , ושניים אחרים עולים ל-7+ בתרכובת KMnO_4).
- ה. כלור הוא מחמצן יעיל. כדי לקבל Br_2 הוא מחמצן יש צורך ביוני Br^- אלה קיימים רק בתרכובת NaBr. בשלוש התרכובות האחרות מספר החמצון של ברום חיובי, וכדי לקבל Br_2 יש צורך במחזור.
- ו. 1. כדי לקבל מנגן מיוני מנגן יש צורך במחזור חזק, כלומר Al.
2. $2\text{Al}_{(s)} + 3\text{Mn}^{2+} \rightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{Mn}_{(s)}$

תשובה לשאלה 7 - סטויכומטריה

השאלה מתמקדת בחישובי מולים של תמיסות ומוצקים.

א. מספר מולי המלח הדרושים להכנת 5 ליטר בריכוז 0.2 מולר הם:

$$5 * 0.2 = 1 \text{ mole}$$

המסה המולרית של NaCl היא 58.5 (23+35.5) ולכן יש צורך להזמין 58.5 גרם (מול אחד).

ב. מספר מולי המלח הדרושים להכנת 5 ליטר בריכוז 0.01 מולר הם:

$$5 * 0.01 = 0.05 \text{ mole}$$

נפח התמיסה שיש לקחת הוא:

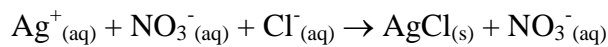
ריכוז מולרי * נפח תמיסה = מספר מולים

$$0.05 = X * 0.2$$

$$X = 0.25 \text{ liter}$$

צריך אם כך לקחת 0.25 ליטר של תמיסה א' ולהוסיף לה 4.75 ליטר (להשלים ל-5 ליטר).

ג.



ד. יחס המולים בין יוני הכסף ליוני הכלור בתגובה הוא 1:1

מספר מולי יוני הכסף שהגיבו הוא:

ריכוז מולרי * נפח תמיסה = מספר מולים

$$n = 0.022 \text{ lit} * 0.010 \text{ M} = 2.2 * 10^{-4} \text{ mole}$$

זהו גם מספר יוני הכלור בתמיסה.

נלקחה דגימה של 20 מ"ל או 0.02 ליטר. נציב שוב:

ריכוז מולרי * נפח תמיסה = מספר מולים

$$2.2 * 10^{-4} = 0.02 * X$$

$$X = 0.011 \text{ M}$$

ריכוז התמיסה החדשה 0.011 מולר

הערה: אפשר לחשב בשלב אחד כי מספר המולים של המטטר שווה למספר המולים של המטטר כלומר:

$$\text{ריכוז מטטר} * \text{נפח מטטר} = \text{ריכוז מטטר} * \text{נפח מטטר}$$

$$0.02 * X = 0.022 * 0.01$$

$$X = (0.022 * 0.01) / 0.02 = 0.011 \text{ M}$$

ה.

מספר מולי כלור בתמיסה ב' המקורית (כפי שחישבנו בסעיף ב') הוא 0.05 מול בעזרת הריכוז שמצאנו נחשב את מספר מולי הכלור בתמיסה ב' עם החופן:

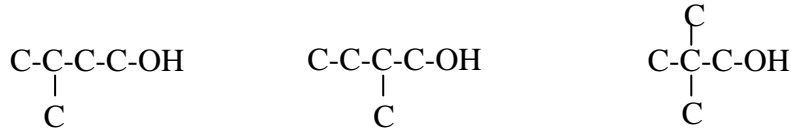
$$0.011 * 5 = 0.055$$

הפרש: (0.055-0.05) הוא 0.005 מול שהם החופן.

מסה מולרית של KCl היא 74.5 כלומר הוסיפו 0.37 גרם KCl (חופן קטן מאוד).

תשובה לשאלה 8 – תרכובות פחמן

א. העובדה שמתקבל תוצר חמצון **שונה** בחמצון עם מחמצן עדין, CuO , ועם מחמצן חריף, KMnO_4 מצביע על כוהל ראשוני. שלושת האיזומרים המסועפים היחידים של כוהל ראשוני המכיל 5 פחמנים (בהשמטה של אטומי המימן) הם:



ב. נבחר את האיזומר השמאלי. תוצר החמצון העדין הוא אלדהיד, ותוצר החמצון החריף הוא חומצה קרבוקסילית:



אלדהיד

חומצה קרבוקסילית

- ג. לא, כולם ראשוניים ולכן יגיבו עם מגיב לוקאס באותה מהירות (כלומר לאט מאוד).
 ד. אפשר להבדיל.
 האיזומר מימין לא יגיב כי אין אטומי מימן בפחמן השכן לפחמן הראשוני.
 שני האיזומרים האחרים יגיבו וייתנו תוצרים שונים.
 (תתקבל גם תשובה שתגיד שאפשר להבדיל בין הימני לבין שני האחרים.)
 ה. אי אפשר לקבל כהל ראשוני בסיפוח מים בגלל כלל מרקובניקוב.

$$K = \frac{[\text{NH}_3(\text{g})]^2}{[\text{H}_2(\text{g})]^3 [\text{N}_2(\text{g})]}$$

ב. נבנה טבלה הנתונים המקוריים מסומנים בקו תחתון:

המגיבים	H ₂	N ₂	NH ₃
יחס מולים	3	1	2
ריכוז התחלתי (M)	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>0</u>
הפרש (M)	-0.9	-0.3	+0.6
ריכוז בש"מ (M)	0.1	0.7	<u>0.6</u>

נציב בביטוי של K ונחשב:

$$K = (0.6)^2 / (0.1)^3 * (0.7) = 0.36 / 0.001 * 0.7 = 514.3$$

ג. מכיוון שלא הוכנסה אמוניה התגובה המועדפת עד לקבלת שיווי משקל הייתה התגובה הישירה. בצד שמאל של המשוואה (צד "המגיבים") יש 4 מול גז לעומת 2 מול גז בצד "התוצרים" ולכן כשמועדפת התגובה הישירה קטן מספר המולים והלחץ בכלי יורד.

ד. השינוי שחל הוא הוספת מימן.

הסבר: בדקה ה-20 חל שיבוש בשיווי המשקל. המערכת חזרה לשיווי משקל 10 דקות אחר כך – בדיוק הזמן שנדרש להגיע לשיווי משקל מלכתחילה כלומר לא חל שינוי בטמפרטורה.

כמו כן לא חל שינוי פתאומי בנפח הכלי כי אין עלייה או ירידה חדה בריכוז האמוניה.

כדי להגיע לשיווי משקל חדש הועדפה התגובה הישירה. ומכיוון שלא הוציאו אמוניה (שכן איננו רואים ירידה בריכוזה), הדרך היחידה לגרום לתופעה היא הוספת מגיב. – תשובה זו קיבלה את כל הניקוד.

אבל – התבוננות קפדנית מראה שריכוז האמוניה עלה ב-0.2 מולר. על פי יחס המולים כדי שתתקיים עלייה כזאת מהוספת חנקן בלבד אז ריכוז המימן צריך לרדת ב-0.3 מולר – זה בלתי אפשרי כי ריכוזו בדקה ה-20 רק 0.1 מולר (ראו טבלה). הדרך היחידה עם כך להעלות את האמוניה באופן המתואר בגרף זה להוסיף מימן.

ה. א. הורדת טמפרטורה – התגובה הישירה אקזותרמית, וכדי להעדיף אותה יש להוריד טמפרטורה.

ב. העלאת לחץ – כמוסבר בסעיף ג'.

אלו שתי השיטות שלמדנו בפרק של הפקת אמוניה בתעשייה.

ו.

הוספת ארגון – לא משפיעה על הריכוזים ולכן לא מטה את שיווי המשקל.

הוספת זרז – לא משפיעה על ריכוזים.

הוספת חנקן – כן. חנקן הוא אחד המגיבים ולכן על פי עקרון לה-שטלייה תועדף התגובה הישירה.

הוספת מימן – כן. מימן הוא אחד המגיבים ולכן על פי עקרון לה-שטלייה תועדף התגובה הישירה.

הוספת אמוניה – לא. אמוניה היא התוצר ולכן על פי עקרון לה-שטלייה תועדף התגובה ההפוכה.

הערה: התקבלה תשובה של הוספת אמוניה כי עצם ההוספה תעלה את הכמות, אבל זו לא תשובה כימית.

כמו כן, הוספת אמוניה תגרום לתגובה ההפוכה, ובסופו של דבר ריכוז האמוניה יהיה גבוה מאשר בשיווי המשקל הראשון – אבל זה במחיר **איבוד** חלק מהאמוניה שהוספנו. אף מפעל כימי לא יעשה זאת...