

כימיה אנליטית



$$\{\sqrt{x}\}^2$$



תוכן העניינים

1	חישובים סטויכיומטריים
11	חומצות ובסיסים
17	חמצון-חיזור
29	שיווי משקל בתגובת שיקוע של חומר יוני

כימיה אנליטית

פרק 1 - חישובים סטויכיומטריים

תוכן העניינים

1. מעברים בין שיטות שונות של הבעת כמות החומר..... 1
2. קביעת נוסחה אמפירית ומולקולרית של החומר..... 3
3. חישובים סטויכיומטריים לפי משוואה כימית..... 5
4. חישובים סטויכיומטריים בתמיסות..... 7

מעברים בין שיטות שונות של הבעת כמות החומר

שאלות

- 1) א. מסה של 0.00227 מול, XOF_3 , היא 0.236 גרם.
 מהי מסה אטומית יחסית של X?
 ב. חשבו את אחוז החמצן ב- $UO_2(NO_3)_2$.
 ג. כמה מולקולות של גופרית דו חמצנית (SO_2) יש ב-1.5 ק"ג של תרכובת זו?
- 2) א. כמה אטומי זרחן נמצאים במיליגרם אחד של $Ni_3(PO_4)_2$?
 ב. כמה אטומים בסך הכל (מימן וחמצן) ישנם ב-10 גרם מים H_2O ?
 ג. כמה אטומי חמצן ישנם בקילוגרם אוזון O_3 ?
- 3) א. חשבו את מספר אטומי החמצן (O) בגרם אחד של H_2SO_4 .
 ב. חשבו את מספר היונים ב-1.5 מול של $Al_2(SO_4)_3$.
- 4) מה מכיל יותר חלקיקים?
 א. 5 גרם של H_2 או 5 גרם של O_2 .
 ב. 20 גרם H_2 או 20 גרם של Mg.
 ג. מול CO_2 או מול CO.
- 5) אילו קביעות נכונות:
 א. מספר האטומים ב-18 גרם מים גדול מזה שב-44 גרם CO_2 .
 ב. מסה של 200 מולקולות O_2 שווה למסה של 200 מולקולות N_2 .
 ג. מסה של שני מול O_2 קטנה מזו של שני מולי פחמן.
 ד. מספר האטומים ב-36 גרם של מים קטן מזה שב-36 גרם של CO_2 .
 ה. מספר המולקולות ב-44 גרם של CO_2 קטן ממספר המולקולות ב-44 גרם של מים.
- 6) כמה גרם אטומי חנקן (N) נמצאים ב-:
 א. 5 גרם NH_3 .
 ב. 5 גרם NH_4NO_3 .

7) באיזו כמות של H_2SO_4 (ב-g) נמצאת אותה כמות של אטומי חמצן, כמו ב-41 גרם של H_2SO_3 ?

תשובות סופיות

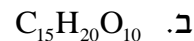
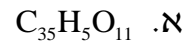
- 1) א. 31 גרם/מול. ב. 32.48% ג. $141.09 \cdot 10^{23}$ מולקולות.
 2) א. $3.28 \cdot 10^{18}$ אטומי זרחן. ב. $10.03 \cdot 10^{23}$ אטומים.
 ג. $376.25 \cdot 10^{23}$ אטומי חמצן.
 3) א. $0.246 \cdot 10^{23}$ אטומי חמצן. ב. $45.15 \cdot 10^{23}$ יונים.
 4) א. 5 גרם של H_2 . ב. 20 גרם של H_2 . ג. מספר החלקיקים שווה.
 5) ה
 6) א. 4.118 גרם. ב. 1.75 גרם.
 7) 36.75 גרם.

קביעת נוסחה אמפירית ומולקולרית של החומר

שאלות

1) קבעו את הנוסחה האמפירית של תרכובת בעלת ההרכב (באחוזים משקליים):
אשלגן (K): 39.7%, מנגן (Mn): 27.9% וחמצן (O): 32.5%.

2) נתון הרכב משקלי של תרכובת אורגנית קורטיזון:
69.69% של פחמן (C), 7.83% של מימן (H), 22.21% של חמצן (O).
ידוע שמסתה המולרית של התרכובת היא 360 גרם למול.
מהי נוסחתה המולקולרית של קורטיזון?



3) דוגמת תרכובת במשקל 1.66 גרם, המכילה פחמן, מימן וחנקן, נשרפה בחמצן והתקבלו 4.63 גרם CO_2 , 0.928 גרם H_2O ועוד תוצר שמכיל חנקן בלבד.
מצאו את הנוסחה האמפירית של החומר.

4) אחרי תגובת 1 מול של תרכובת אורגנית עם 3 מול $NaOBr$ התקבלו 3 מול $NaBr$, שני מול מים, 1 מול N_2 ו-1 מול CO_2 .
קבעו את הנוסחה המולקולרית של התרכובת האורגנית.

5) בשריפה מלאה של תרכובת שמורכבת מפחמן וגופרית התקבלו 1.042 גרם של פחמן דו חמצני (CO_2), 0.1705 גרם של מים ו-0.3031 גרם של גופרית דו-חמצנית (SO_2).

א. מצאו את הנוסחה האמפירית של התרכובת.

ב. חשבו את האחוז המשקלי של גופרית בתרכובת.

ג. חשבו את המסה של החמצן שדרוש לתגובת השריפה שהתרחשה.

ד. בתגובה זו הגיבו 2.37×10^{-3} מולים של התרכובת.

1. חשבו את המסה המולרית שלה.

2. מהי הנוסחה המולקולרית של התרכובת?

- 6) דוגמה של 0.206 גרם תרכובת אורגנית נתנה, בשריפה מלאה, 0.494 גרם CO_2 ו-0.1011 ג' מים.
 קבעו את הנוסחה האמפירית והמולקולרית של התרכובת, אם המשקל המולקולרי הוא 110 י.מ.א (יחידת מסה אטומית).

תשובות סופיות

- | | |
|---|--------------------------------------|
| | (1) K_2MnO_4 |
| | (2) ד |
| | (3) $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ |
| | (4) CH_4ON_2 |
| ב. 34.78% ג. 1.06 גרם. ד. 192.2 גרם/מול. ה. C_{10}S_2 | (5) א. C_5S |
| | (6) $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$ |

חישובים סטויכיומטריים לפי משוואה כימית

שאלות

1) ניתן לפרק N_2O_5 גזי ל- NO_2 וחמצן גזי. כמה מולים של חמצן מתקבלים בפירוק מלא של 54 גרם של N_2O_5 :

א. 0.125

ב. 0.250

ג. 0.500

ד. 0.750

2) נתונה התגובה $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 6H_2O(l) + 4NO(g)$.
לכלי התגובה הוכנסו 12 מול של NH_3 ו-14 מולים של חמצן.
בחרו את התשובה הלא נכונה :

א. מספר המולים של חנקן חמצני (NO) שמתקבלים שווה למספר המולים של אמוניה (NH_3) שהגיבה.

ב. בתום התהליך נשארים בעודף 0.8 מולים של NH_3 .

ג. בתום התגובה ישנם סך הכל 26 מולים של המרכיבים (תוצרים, ואחד מהמגיבים שנשאר בעודף).

ד. בתום התהליך מתקבלים 16.8 מולים של מים.

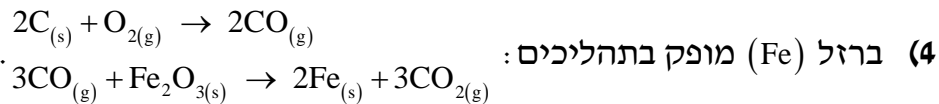
3) נתונה התגובה הבאה: $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightarrow 2Fe(g) + 3CO_2(g)$.
בחרו את התשובה שבה פחמן חמצני (CO) יישאר בעודף :

א. אם לכלי התגובה נכניס 16 גרם של $Fe_2O_3(s)$ ו-8.4 גרם פחמן חמצני.

ב. אם לכלי התגובה נכניס 16 גרם של $Fe_2O_3(s)$, ובסוף התגובה נקבל 5.6 גרם ברזל מוצק.

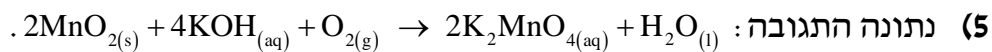
ג. אם לכלי התגובה נכניס 8.4 גרם של פחמן חמצני, ונקבל 11.2 גרם ברזל מוצק.

ד. אם לכלי התגובה נכניס 16 גרם של $Fe_2O_3(s)$ ו-11.2 גרם פחמן חמצני.



4 ברזל (Fe) מופק בתהליכים:

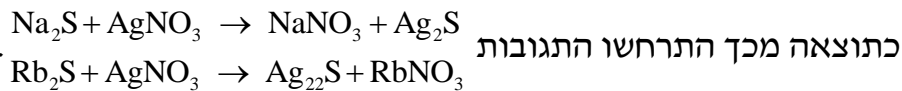
- מהי המסה המרבית של ברזל שניתן להפיק מתגובה בין 36 ק"ג פחמן לבין 180 ק"ג של Fe_2O_3 , וכמות מספקת של חמצן?
- א. 168 ק"ג.
 ב. 112 ק"ג.
 ג. 126 ק"ג.
 ד. 42 ק"ג.



- 5 נתונה התגובה: לתוך כלי התגובה הוכנסו 20 גרם של מנגן חמצני, $2MnO_{2(s)}$, 40 גרם של אשלגן הידרוקסידי, KOH, ו-10 גרם של חמצן.
- א. כמה גרם של K_2MnO_4 ושל מים מתקבלים בתגובה זו?
 ב. אלו חומרים נשארו בעודף ובאיזו כמות?

6 נתונה תערובת של Rb_2S ו- Na_2S מסתה שווה ל-0.2380 גרם.

לתערובת נוספה כמות מספקת של כסף חנקתי ($AgNO_3$).



כתוצאה מכך התרחשו התגובות

המסה הכוללת של Ag_2S שהתקבלה היתה 0.4302 גרם.

חשבו את מסתם של Rb_2S ו- Na_2S בתערובת.

תשובות סופיות

- 1) ב
 2) ג
 3) ד
 4) ב
 5) א. H_2O 4.14 גרם; K_2MnO_4 45.31 גרם. ב. KOH, O_2
 6) Na_2S : 0.068 גרם; Rb_2S : 0.17 גרם.

חישובים סטויכיומטריים בתמיסות

שאלות

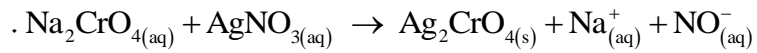
- 1** נתונות שלוש תמיסות: (1) 0.5 ליטר של NaCl, 0.45 M (ריכוז מולרי).
 (2) 1.5 ליטר של NaOH, 0.15 M, (3) 2 ליטר של NaCl, 0.45 M.
 מהו המשפט הלא נכון:
- תמיסות (1) ו-(2) מכילות אותו מספר המולים של המומס.
 - תמיסה (2) היא המהולה ביותר.
 - תמיסה (3) היא המרוכזת ביותר.
 - תמיסה (3) מכילה את המספר הגדול ביותר של מולי המומס.
 - בערבוב כל נפח שהוא של תמיסה (3) עם תמיסה (1), ריכוזה של התמיסה הסופית יהיה 0.45 M.
- 2** ערבבו 2.0 מ"ל של אתנול נוזלי (C_2H_5OH), בעל צפיפות 0.70 גרם למ"ל, עם 8.0 מ"ל מים. ריכוז האתנול בתמיסה שהתקבלה הוא:
- 30 M
 - 20 M
 - 15 M
 - 3.0 M
- 3** נתונה תמיסת NaBr בעלת ריכוז 0.120 מולר. ב-200 מ"ל של תמיסה זו יש (בחרו את התשובה הנכונה):
- אותה מסה של המומס, כמו ב-400 מ"ל תמיסת NaBr בריכוז 0.240 M.
 - אותו מספר המולים, כמו ב-400 מ"ל תמיסת NaCl בריכוז 0.0600 M.
 - אותה מסה של המומס, כמו ב-400 מ"ל תמיסת NaBr בריכוז 0.0600 M.
 - אותה מסה כמו ב-400 מ"ל תמיסת NaCl בריכוז 0.0600 M.
 - תשובות ב ו-ג נכונות.
 - תשובות ב ו-א נכונות.

- 4) חשבו את הריכוז המוללי (m) של תמיסת חומצה אצטית, CH_3COOH , בעלת ריכוז 2.03 M. צפיפות התמיסה שווה ל-1.017 g/ml.
- א. 2.03 m
ב. 2.52 m
ג. 2.27 m
ד. 1.82 m
- 5) תמיסה של מים ואתנול ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) מכילה 80 גרם של אתנול ל-300 גרם תמיסה. השבר המולי של אתנול בתמיסה שווה ל:
- א. 0.143
ב. 0.124
ג. 0.104
ד. 0.364
ה. 0.267
- 6) ל-50 מ"ל של תמיסת מלח בריכוז משקלי 25% וצפיפות 1.30 גרם לסמ"ק הוסיפו 20 מ"ל תמיסת מלח בריכוז משקלי 34% וצפיפות 1.40 גרם לסמ"ק. חשבו את האחוז המשקלי של המלח בתמיסה שמתקבלת.
- 7) נתונה תמיסה של HNO_3 בריכוז 16M, שצפיפותה שווה ל-1.42 גרם למ"ל. האחוז המשקלי של תמיסה זו שווה ל:
- א. ~ 70%
ב. ~ 48%
ג. ~ 41.5%
ד. ~ 36%
- 8) ל-50 מ"ל תמיסה מימית של $\text{Ca}(\text{OH})_2$ בריכוז 0.3M הוסיפו 25 מ"ל מים. מהתמיסה שהתקבלה נלקחה דגימה בנפח 10 מ"ל. מהו הריכוז המולרי של כל היונים בדגימה?
- א. 0.6 M
ב. 0.4 M
ג. 0.006 M
ד. 0.2 M

- 9) א. חשבו את נפח תמיסת HNO_3 בריכוז 6 M, שדרוש עבור הכנת 50 מ"ל תמיסת HNO_3 , בריכוז 0.5 M.
 ב. כמה מ"ל מים יש להוסיף ל-150.0 מ"ל תמיסת סוכר בריכוז 1.2 M, כדי שריכוזה יגיע ל-0.80 M?
- 10) ל-25.0 מ"ל תמיסת $\text{Na}_2\text{S}_{(\text{aq})}$, בעלת ריכוז 0.120 M, הוסיפו 100.0 מ"ל מים. ריכוז יוני נתרן לאחר ההוספה יהיה שווה ל:
- א. 0.03 M
 ב. 0.06 M
 ג. 0.02 M
 ד. 0.048 M
- 11) נתונה תמיסת HClO_4 בעלת אחוז משקלי 35% וצפיפות 1.251 גרם/מ"ל.
 א. חשבו את מולריות התמיסה.
 ב. כמה מול HClO_4 מומסים ב-250 מ"ל של תמיסה זו?
 ג. כמה מ"ל של תמיסה זו דרושים להכנת 150 מ"ל תמיסה בריכוז 2 M?
 ד. איזה נפח של תמיסה שהוכנה בסעיף ג מכיל 0.75 מול HClO_4 ?
- 12) לתוך 100 מ"ל תמיסה מימית, בה ריכוז יוני $\text{Fe}_{(\text{aq})}^{+3}$ שווה ל-0.1 M, הכניסו אבקת ברזל מוצק במסה של 0.40 גרם. כתוצאה מכך, חלה תגובה

$$\text{Fe}_{(\text{s})} + 2\text{Fe}_{(\text{aq})}^{+3} \rightarrow 3\text{Fe}_{(\text{aq})}^{+2}$$
 ריכוז יוני $\text{Fe}_{(\text{aq})}^{+2}$ בתום התגובה שווה ל:
- א. 0.1 M
 ב. 0.15 M
 ג. 0.3 M
 ד. 0.0667 M
- 13) כמה גרם של כסף מתכתי, Ag, דרושים על מנת להגיב עד הסוף עם 35.5 מ"ל תמיסה של יוני In^{3+} בריכוז 0.205 M
 משוואת התהליך היא: $3\text{Ag}_{(\text{s})} + \text{In}_{(\text{aq})}^{3+} \rightarrow 3\text{Ag}_{(\text{aq})}^+ + \text{In}_{(\text{s})}$
- א. 1.03 g
 ב. $2.35 \cdot 10^3$ g
 ג. 2.35 g
 ד. 0.262 g

14) כאשר מערבבים תמיסה מימית של Na_2CrO_4 עם תמיסה מימית של AgNO_3 , נוצר משקע לפי הניסוח



20.0 מ"ל תמיסת Na_2CrO_4 בריכוז לא ידוע הגיבו בשלמות עם 30.0 מ"ל תמיסת AgNO_3 בריכוז 0.0080 M. ריכוזה של תמיסת Na_2CrO_4 שווה ל:

א. 0.0240 M

ב. 0.0120 M

ג. 0.0060 M

ד. 0.0080 M

תשובות סופיות

1) ג

2) ד

3) ה

4) ג

5) ב

6) 27.7%

7) א

8) א

9) א. 4.17 מ"ל. ב. 75 מ"ל.

10) ד

11) א. 4.35 M. ב. 109.38 גרם. ג. 69 מ"ל. ד. 0.375 ליטר.

12) ב

13) ג

14) ג

כימיה אנליטית

פרק 2 - חומצות ובסיסים

תוכן העניינים

11 1. חומצות ובסיסים

חומצות ובסיסים

שאלות

- חשבו את ה- pH וה- pOH של התמיסות המימיות בשאלה 1 (חומצה חזקה) ושאלה 2 (בסיס חזק):
- 5 מ"ל של תמיסת $\text{HClO}_{4(aq)}$ בריכוז $3.5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ לאחר מיהול ל- 25 ml.
 - 10.9 מ"ג של $\text{Ba}(\text{OH})_2$ הומסו ב- 10 מ"ל תמיסת KOH, בריכוז של $3.46 \cdot 10^{-2} \text{ M}$.
 - חשבו את ה- pH ואת אחוז הפרוטונציה של תמיסת $(\text{CH}_3)_3 \text{N}_{(aq)}$ בריכוז של 0.35 M, כאשר נתון $\text{pK}_b((\text{CH}_3)_3 \text{N}) = 4.19$.
 - ערך ה- pH של תמיסת $\text{HClO}_{2(aq)}$ בריכוז של 0.1 M הוא 1.2. מהו ערך ה- pK_a של החומצה?
 - מצאו את הריכוז ההתחלתי של תמיסת הידרזין (NH_2NH_2) בעלת $\text{pH} = 10.2$, כאשר נתון $\text{K}_b(\text{NH}_2\text{NH}_2) = 1.7 \cdot 10^{-6}$.
 - שיעור הדה-פרוטונציה של חומצה בנוזאית $(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH})$ הוא 2.4%, בעלת ריכוז של 0.11 M. חשבו את ה- pH ואת ה- K_a שלה.
 - דגימה של 150 מ"ל תמיסת $\text{NaCH}_3\text{CO}_{2(aq)}$, בריכוז של 0.02 M, נמהלת עד לנפח של 500 מ"ל. מהו ה- pH של התמיסה, ומהו ריכוז החומצה האצטית (CH_3COOH) בתמיסה, כאשר נתון $\text{K}_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.8 \cdot 10^{-5}$?
 - התרופה אמפטמין $(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{NH}_2)$, שקבוע הבסיסיות שלה הוא $\text{K}_b = 7.8 \cdot 10^{-4}$, משווקת בד"כ כמלח מימן ברומי $(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{NH}_3^+\text{Br}^-)$. קבעו את ה- pH של התמיסה, שהוכנה על ידי המסת 6.48 גרם מלח ב- 200 מ"ל מים (יש להניח שנפח התמיסה המתקבלת הוא 200 מ"ל).

- 9** חשבו את ה-pH של תמיסת H_2SO_4 בריכוז 0.15 M , כאשר נתון כי $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1.2 \cdot 10^{-2}$.
- 10** חשבו את ה-pH של תמיסת H_2TeO_4 בריכוז $1.1 \cdot 10^{-3}\text{ M}$, כאשר נתון כי $K_{a1} = 2.1 \cdot 10^{-8}$, $K_{a2} = 6.5 \cdot 10^{-12}$.
- 11** חשבו את הריכוזים של הצורנים OH^- , H_3O^+ , CO_3^{2-} , HCO_3^- , H_2CO_3 שנמצאים בתמיסה של $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ בריכוז של 0.0456 M , כאשר נתון כי $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.3 \cdot 10^{-7}$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 5.6 \cdot 10^{-11}$.
- 12** חשבו את ה-pH של התמיסה שמתקבלת מערבוב של 30 מ"ל תמיסת $\text{HCN}(\text{aq})$, בריכוז של 0.05 M , עם 70 מ"ל תמיסת NaCN בריכוז של 0.03 M , כאשר נתון $K_a(\text{HCN}) = 4.9 \cdot 10^{-10}$.
- 13** נתונה תמיסה שמכילה $\text{Na}_2\text{HPO}_4(\text{aq})$ בריכוז של 0.15 M , ו- $\text{KH}_2\text{PO}_4(\text{aq})$ בריכוז של 0.1 M , כאשר נפח התמיסה הוא 100 מ"ל.
 א. מהו ה-pH של התמיסה?
 ב. מהו השינוי ב-pH, הנובע מהוספת 80 מ"ל של $\text{NaOH}(\text{aq})$ בריכוז של 0.01 M , לתמיסה שבסעיף א, כאשר נתון כי $K_{a3}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2.1 \cdot 10^{-13}$, $K_{a1}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 7.6 \cdot 10^{-3}$, $K_{a2}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 6.2 \cdot 10^{-8}$.
- 14** 4.25 גרם חומצה חלשה חד-פרוטית (HA) הומסו במים.
 בטיטור של התמיסה עם $\text{NaOH}(\text{aq})$ בריכוז של 0.35 M , נדרשו 52 מ"ל כדי להגיע לנקודה האקוויולנטית. לאחר הוספת 26 מ"ל של הבסיס, נמצא שה-pH של התמיסה שווה ל- 3.82 .
 א. מהי המסה המולרית של החומצה?
 ב. מהו ערך ה- pK_a של החומצה?
- 15** בוצע טיטור של 25 מ"ל $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ בריכוז של 0.1 M , עם KOH ב- 0.1 M .
 א. מה יהיה ה-pH לאחר הוספת 10 מ"ל של תמיסת KOH ?
 ב. מהו הנפח של תמיסת KOH , הדרוש כדי להגיע לסתירה המלאה?
 ג. חשבו את ה-pH בנקודה הסטויכיומטרית, כש- $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.8 \cdot 10^{-5}$.

16 אילו חומרים יש לערבב על מנת לקבל תמיסת בופר?

- א. 0.15 מול של KOH עם 0.08 מול של HCl בכלי שנפחו 1 ליטר.
- ב. 0.15 מול של KOH עם 0.15 מול של HCOOH בכלי שנפחו 1 ליטר.
- ג. 0.08 מול של KOH עם 0.15 מול של HCOOK בכלי שנפחו 1 ליטר.
- ד. 0.08 מול של KOH עם 0.15 מול של HCOOH בכלי שנפחו 1 ליטר.

17 תמיסה A, שנפחה 1.2 ליטר, היא תמיסת NaOH בעלת $\text{pH} = 12.0$.

תמיסה B, שנפחה 0.6 ליטר, היא תמיסת HCl בעלת $\text{pH} = 1.00$.

מהו המשפט הנכון:

- א. שתי התמיסות מכילות את אותו מספר מולים של מומס.
- ב. ריכוז יוני ה- Cl^- בתמיסה B גדול פי 10 מריכוז יוני ה- Na^+ בתמיסה A.
- ג. כתוצאה מערבוב של שתי התמיסות תתקבל תמיסה בעלת $\text{pH} > 7$.
- ד. בערבוב נפחים שווים של שתי התמיסות, תתקבל תמיסה בעלת $\text{pH} = 7$.

18 לתמיסה של CH_3COOK , בריכוז 0.1M, ה- pH נמוך יותר מזה של תמיסת

KCN בריכוז 0.1M. מכאן נובע כי:

- א. יון CH_3COO^- עובר דיסוציאציה חלקית לייצור H_3O^+ .
- ב. יון CN^- הוא בסיס חלש יותר מיון CH_3COO^- .
- ג. מסיסות של חומצת CH_3COOH במים, קטנה מזו של HCN.
- ד. חומצת HCN חלשה יותר מחומצת CH_3COOH .

19 ל-0.025 ליטר של תמיסת $\text{Ba}(\text{OH})_2$, שריכוזה 0.01M, הוסיפו 0.01 ליטר של

תמיסת HNO_3 , שריכוזה 0.025M. ה- pH של התמיסה הסופית יהיה:

- א. קטן מ-7.
- ב. גדול מ-7.
- ג. שווה 7.
- ד. לא ניתן לקבוע.

20) להלן שלוש קביעות לגבי תגובה בין 50 מ"ל של HA, בריכוז 0.1M, לבין 50 מ"ל של KOH, בריכוז 0.1M.

1. ה-pH הסופי הוא ניטרלי, במידה ש-HA היא חומצה חזקה.
 2. ה-pH הסופי הוא בסיסי, במידה ש-HA היא חומצה חלשה.
 3. ה-pH הסופי הוא ניטרלי, במידה ש-HA היא חומצה חלשה.
- איזו קביעה נכונה?
- א. קביעה 1 בלבד.
 - ב. קביעה 2 בלבד.
 - ג. קביעה 3 בלבד.
 - ד. קביעות 1 ו-2.

21) נתון כי $K_a(\text{HOCl}) = 2.9 \cdot 10^{-8}$, $K_a(\text{HOBr}) = 2.4 \cdot 10^{-9}$.

- א. איזו חומצה חזקה יותר?
- ב. האם HOI חלשה או חזקה יותר מהחומצה בתשובה לסעיף א?
- ג. עבור תמיסת NaOCl, בריכוז 1.2M, חשבו את:
 1. קבוע ההידרוליזה.
 2. דרגת ההידרוליזה.
 3. ה-pH של התמיסה.

22) נתונות 3 תמיסות של חומצות חד-פרוטיות שסומנו באופן שרירותי ב-X, Y, Z.

חומצה	ריכוז מולרי, M	pH
X	0.012	3.84
Y	0.024	3.84
Z	0.012	1.92

מהו הסדר הנכון של חוזק החומצות:

- א. $X < Y < Z$
- ב. $Y < X < Z$
- ג. $Z < X < Y$
- ד. $X = Y < Z$

23 לסתירה מלאה של 68 גרם של בסיס מסוג $X(OH)_3$, נדרשו 600 מ"ל של תמיסת HNO_3 , בריכוז 2 M. המסה המולרית של הבסיס היא:

א. $170 \frac{g}{mol}$

ב. $56.67 \frac{g}{mol}$

ג. $18.88 \frac{g}{mol}$

ד. $27.2 \frac{g}{mol}$

24 נתונות שתי תמיסות שוות ריכוז, $KX_{(aq)}$ ו- $KY_{(aq)}$, כאשר X ו-Y נבחרו בשרירותיות, ונתון כי $K_a(HX) = 1.2 \cdot 10^{-4}$ וכי $K_a(HY) = 1.4 \cdot 10^{-6}$. בחרו את המשפט הנכון:

- א. ה-pH של תמיסת KX גבוה מזה של KY , כי הבסיס Y^- חזק יותר.
 ב. ה-pH של KX שווה ל-pH של KY , כי הן שוות ריכוז.
 ג. ה-pH של KX גדול מה-pH של KY , כי חומצת HX היא חזקה יותר.
 ד. ה-pH של KX נמוך מה-pH של KY , כי הבסיס Y^- חזק יותר.

תשובות סופיות

$$\text{pH} = 4.15, \text{pOH} = 9.85 \quad (1)$$

$$\text{pH} = 12.68, \text{pOH} = 1.32 \quad (2)$$

$$\text{pH} = 11.68, \alpha = 1.36\% \quad (3)$$

$$0.97 \quad (4)$$

$$0.015 \text{ M} \quad (5)$$

$$\text{pH} = 2.58, K_a = 6.49 \cdot 10^{-5} \quad (6)$$

$$\text{pH} = 8.26, 1.8 \cdot 10^{-6} \quad (7)$$

$$5.86 \quad (8)$$

$$0.8 \quad (9)$$

$$5.32 \quad (10)$$

$$\begin{aligned} [\text{H}_2\text{CO}_3] &= 2.3 \cdot 10^{-8} \text{ M}, & [\text{OH}^-] &= [\text{HCO}_3^-] = 0.0028 \text{ M} \\ [\text{CO}_3^{2-}] &= 0.0427 \text{ M}, & [\text{H}_3\text{O}^+] &= 3.6 \cdot 10^{-12} \text{ M} \end{aligned} \quad (11)$$

$$9.46 \quad (12)$$

$$7.44 \text{ ב.} \quad 7.386 \text{ א.} \quad (13)$$

$$3.82 \text{ ב.} \quad 233 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \text{ א.} \quad (14)$$

$$8.72 \text{ ג.} \quad 25 \text{ מ"ל.} \quad 4.56 \text{ א.} \quad (15)$$

$$\text{ד} \quad (16)$$

$$\text{ג} \quad (17)$$

$$\text{ד} \quad (18)$$

$$\text{ב} \quad (19)$$

$$\text{ד} \quad (20)$$

$$K_h = 0.345 \cdot 10^{-6}, \text{pH} = 10.81, \alpha = 5.36 \cdot 10^{-4} \text{ ג.} \quad \text{ב. חלשה.} \quad \text{א. HOCl} \quad (21)$$

$$\text{ב} \quad (22)$$

$$\text{א} \quad (23)$$

$$\text{ד} \quad (24)$$

כימיה אנליטית

פרק 3 - חמצון-חיזור

תוכן העניינים

1. תגובת חמצון-חיזור - מושגי יסוד 17
2. יישום של תהליכי תמזור - תאים חשמליים 21

תגובת חמצון-חיזור – מושגי יסוד

שאלות

1) נתונה שרשרת תגובות: $\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{A} \text{H}_2\text{SO}_3 \xrightarrow{B} \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3 \xrightarrow{C} \text{H}_2\text{S}$
 מהי הקביעה הנכונה:

- א. A , B ו- C הם חומרים מחמצנים.
- ב. A , B ו- C הם חומרים מחזרים.
- ג. A ו- B הם חומרים מחזרים, אך C חומר מחמצן.
- ד. A ו- B הם חומרים מחמצנים, אך C חומר מחזר.

2) נתונים ההיגדים שמתייחסים לתגובה $3\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5 + 4\text{NO}$

1. 0.2 מול מחזר מסרו 0.4 מול אלקטרונים.
2. 0.2 מול מחזר מגיבים עם 0.2 מולי מחמצן.
3. בתהליך זה N_2O_3 הוא מחמצן ומחזר.
4. 0.1 מול מחמצן קיבלו 0.2 מול אלקטרונים.
5. אף אחד מההיגדים הוא לא נכון.

אילו מההיגדים נכונים:

- א. 1 ו-4.
- ב. 2 ו-3.
- ג. 5 בלבד.
- ד. 3 ו-4.
- ה. 3 בלבד.

3) נתונה תגובת חמצון-חיזור: $2\text{NO}_{(g)} + 2\text{H}_2_{(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(g)} + \text{N}_{2(g)}$

מספר האלקטרונים שעוברים ממחזר למחמצן בתגובה זו הוא:

- א. 1
- ב. 2
- ג. 3
- ד. 4

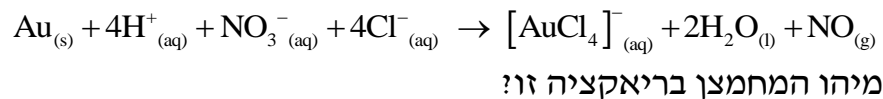
4) מספר החמצון של היסוד vanadium במינרל $\text{Rb}_4\text{Na}[\text{HV}_{10}\text{O}_{28}]$ הוא:

- א. -6
- ב. +8
- ג. +3
- ד. +5

5) בריאקציה מסוימת היון SO_3^{2-} משתנה והופך ליון $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$. לפיכך, ניתן לומר ש:

- אטומי הגופרית עוברים חמצון.
- אטומי הגופרית הם המחמצנים.
- אטומי החמצן עוברים חיזור.
- שינוי זה איננו חלק מתהליך חמצון חיזור.

6) זהב מגיב עם תערובת של חומצה כלורית וחומצה חנקתית בהתאם למשוואה:



- Au
- H^+
- NO_3^-
- Cl^-

7) סמנו את התשובה שבה מספר החמצון של היסוד המסומן בקו ב אינו נכון:

- MnO_2 , 4+
- SO_3^{2-} , 4+
- ClO_3^- , 7+
- Cr_2O_3 , 3+

8) איזו מבין התגובות הבאות איננה תגובת חמצון-חיזור?

- $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \rightarrow 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Au} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- + 4\text{Cl}^- \rightarrow [\text{AuCl}_4]^- + 2\text{H}_2\text{O} + \text{NO}$
- $6\text{HF} + \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3\text{AlF}_6 + 6\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

9) ל-50 מ"ל תמיסת CuBr_2 , בריכוז 0.4 M, הזרימו 2.5 ליטר כלור גזי בתנאי החדר.

- א. רשמו ניסוח התהליך.
- ב. חשבו את מס' מולי האלקטרונים שהשתתפו בתהליך.
- ג. 1. לתמיסה שהתקבלה נוספה תמיסת AgNO_3 . מהו המשקע שיתקבל?
רשמו ניסוח התהליך.
2. איזה נפח תמיסת AgNO_3 0.1 M יידרש לשיקוע מלא? פרטו.
ד. לאחר סינון המשקע, הוסף מגנזיום לתמיסה.
1. רשמו ניסוח לתהליך שהתרחש.
2. מהו מספר מולי האלקטרונים שהשתתפו בתהליך הנ"ל?
(הניחו שכל החומרים הגיבו עד הסוף)

10) להלן שני ניסויים:

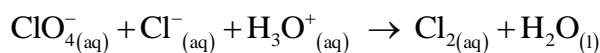
- בניסוי 1 הוסיפו גז כלור לתמיסת נחושת ברומית (CuBr_2) בריכוז 1M, וכתוצאה מכך התרחשה תגובה.
- בניסוי 2 הוסיפו אלומיניום ($\text{Al}_{(s)}$) לתמיסת נחושת ברומית (CuBr_2) בריכוז 1M, וכתוצאה מכך והתרחשה תגובה.
- א. עבור כל ניסוי:
1. ציינו מהו המחמצן ומהו המחזור.
2. נסחו ואזנו את תגובת חמצון-חיזור.
להלן שני ניסויים נוספים:

- בניסוי 3 הוסיפו נחושת ($\text{Cu}_{(s)}$) לתמיסת AgNO_3 בריכוז 1M והתרחשה התגובה $\text{Cu}_{(s)} + \text{Ag}^+_{(aq)} \rightarrow \text{Cu}^{+2}_{(aq)} + \text{Ag}_{(s)}$.

- בניסוי 4 הוסיפו אלומיניום ($\text{Al}_{(s)}$) לתמיסת KCl בריכוז 1M, ולא התרחשה תגובה.

- ב. 1. דרגו את היסודות Cu, Al, K, Ag על פי נטייתם לחזור.
2. האם תתרחש תגובה בין תמיסת AgNO_3 ובין $\text{Al}_{(s)}$? נמקו.

11) נתון הניסוח הבלתי-מאוזן הבא:



- א. רשמו ניסוח מאוזן וקבע את המחמצן ואת המחזור.
- ב. כמה אלקטרונים עוברים בתהליך שבו נוצרים 5 ליטר כלור בתנאי STP?

12) אזנו את המשוואה הבאה, ציינו את המחמצן והמחזור, וקבעו ואת מספר מולי האלקטרונים שמתתפס בתגובה



תשובות סופיות

(1) ב

(2) ד

(3) ד

(4) ד

(5) ב

(6) ג

(7) ג

(8) ג

(9) א. $2\text{Br}^-_{(\text{aq})} + \text{Cl}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{Br}_{2(\text{l})} + 2\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$. ב. 0.04 מול.ג. 1. AgCl . 2. 0.4 ליטר.ד. 1. $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Mg}_{(\text{s})} \rightarrow \text{Cu}_{(\text{s})} + \text{Mg}^{2+}_{(\text{aq})}$. 2. 0.04 מול.(10) א. 1. Br^- מחזור, Cl_2 מחמצן, Al מחזור, Cu^{2+} מחמצן.ב. 1. $\text{K} > \text{Al} > \text{Cu} > \text{Ag}$. 2. כן.

(11) 0.39 מול.

(12) 2 מול.

יישום של תהליכי חִמְזוֹר – תאים חשמליים

שאלות

1) כמה זמן יש להפעיל תא אלקטרוליטי, בכדי לקבל ציפוי כסף מתכתי, שמסתו 0.8 גרם, אם מועבר זרם של 2.5 אמפר בתוך תמיסה מימית של AgNO_3 ?

א. פחות משתי דקות.

ב. 9.54 דקות.

ג. 4.76 דקות.

ד. 4.76 שעות.

2) נתונים: $E^0(\text{I}_2/\text{I}^-) = 0.54 \text{ V}$, $E^0(\text{Br}_2/\text{Br}^-) = 1.09 \text{ V}$

$E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0.8 \text{ V}$, $E^0(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0.13 \text{ V}$, $E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.76 \text{ V}$

בהתבסס על טבלת פוטנציאלי החיזור הסטנדרטיים, מי מהחומרים המופיעים

להלן יכולים לחזור $\text{I}_{2(s)}$ ל- $\text{I}^-_{(aq)}$?

א. $\text{Br}^-_{(aq)}$

ב. $\text{Ag}_{(s)}$

ג. $\text{Pb}_{(s)}$

ד. $\text{Zn}^{2+}_{(aq)}$

3) חשבו את הפרש הפוטנציאליים $\Delta \varepsilon$ ב- 25°C של תא אלקטרוכימי, המורכב

מחצי תא אבץ, שבו יוני אבץ בריכוז 0.01M, וחצי תא נוסף, שבו Br_2 נוזלי

ובתוכו יוני Br^- בריכוז 10^{-4} M .

נתון כי $E^0(\text{Br}_2/\text{Br}^-) = 1.09 \text{ V}$, $E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.76 \text{ V}$

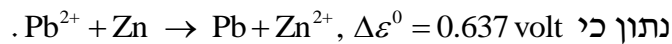
א. 1.78V

ב. 0.13V

ג. 2.145V

ד. 1.72V

4) תא אלקטרוכימי מורכב מאלקטרודת אבץ ואלקטרודת עופרת. סמנו את המשפט שאינו נכון.



א. הקתודה היא אלקטרודת האבץ.

ב. הריאקציה הספונטאנית מתרחשת בכיוון הרשום.

ג. אלקטרודת העופרת טעונה במטען חיובי.

ד. האבץ עובר חמצון בתהליך הזה.

5) בהתבסס על פוטנציאלי החיזור הסטנדרטיים שלהלן, סמנו את המשפט הנכון.

$$\text{נתונים: } E^0(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = -2.36 \text{ V}, E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.34 \text{ V}$$

$$E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0.8 \text{ V}, E^0(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.44 \text{ V}, E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.76 \text{ V}$$

א. מגנזיום מתכתי (Mg) לא מגיב עם יוני אבץ (Zn^{2+}) בתמיסה מימית.

ב. נחושת מתכתית (Cu) מגיבה עם יוני אבץ (Zn^{2+}) בתמיסה מימית.

ג. ברזל מתכתי (Fe) מגיב עם יוני אבץ (Zn^{2+}) בתמיסה מימית.

ד. ברזל מתכתי (Fe) מגיב עם יוני מימן (H^+) בתמיסה מימית.

6) חשבו את הפוטנציאל הסטנדרטי ε^0 עבור חצי התא $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}_{(\text{s})}$.

השתמשו בפוטנציאלי החיזור הסטנדרטיים של Fe^{2+}/Fe ושל $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$.

$$\text{נתון כי } E^0(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.44 \text{ V}, E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.77 \text{ V}$$

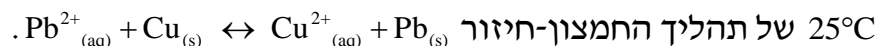
א. 0.33 volt

ב. -0.33 volt

ג. -0.037 volt

ד. 1.21 volt

7) בהתבסס על פוטנציאלי החיזור הסטנדרטיים, מהו קבוע שיווי המשקל ב-



$$\text{נתון כי } E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.34 \text{ V}, E^0(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0.13 \text{ V}$$

א. $1.17 \cdot 10^{-16}$

ב. 0.343

ג. $1.31 \cdot 10^{-8}$

ד. $1.43 \cdot 10^{-7}$

8) תא ריכוזי של מימן משמש ככלי למדידת pH. מה יהיה ה-pH באנודה בתא המפורט להלן? מתח התא שווה ל-0.122 Volt ב-25°C, ונתון כי

$$\text{Pt, H}_2(1 \text{ atm}) / \text{H}^+(\text{pH}=?)\parallel \text{H}^+(1\text{M}) / \text{H}_2(1 \text{ atm}), \text{Pt}$$

א. pH = 1.03

ב. pH = 4.75

ג. pH = 2.068

ד. pH = 4.12

9) נתון התא האלקטרוכימי $\text{Fe}^{2+}(1\text{M})/\text{Fe}^{3+}(1\text{M})\parallel \text{Cu}^{2+}(1\text{M})/\text{Cu}$ איזו מבין הפעולות הבאות תגרום לעלייה הגדולה ביותר במתח התא?

א. הורדת ריכוז יוני הנחושת פי 2.

ב. הורדת ריכוז יוני Fe^{2+} פי 2.

ג. הכפלת ריכוז יוני הנחושת (פי 2).

ד. הכפלת ריכוז יוני Fe^{2+} (פי 2).

10) נתון תא אלקטרוכימי שבו האנודה היא $\text{Zn}/\text{Zn}^{+2}(1.0\text{M})$ ($\mathcal{E}_{\text{Zn}^{+2}(1.0\text{M})/\text{Zn}}^0 = -0.76\text{V}$). מהו צריך להיות חצי התא של הקטודה, כדי שהפוטנציאל של התא כולו יהיה הגבוה ביותר?

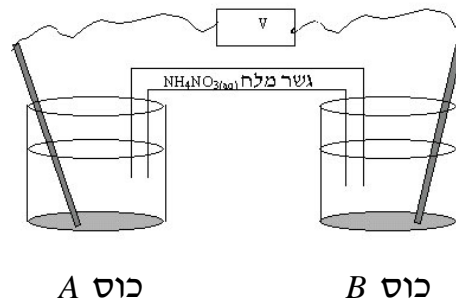
א. $\mathcal{E}_{\text{Mg}^{+2}(1.0\text{M})/\text{Mg}}^0 = -2.36\text{V}$

ב. $\mathcal{E}_{\text{Cd}^{+2}(1.0\text{M})/\text{Cd}}^0 = -0.40\text{V}$

ג. $\mathcal{E}_{\text{Cu}^{+2}(1.0\text{M})/\text{Cu}}^0 = -0.34\text{V}$

ד. $\mathcal{E}_{\text{Pt}^{+2}(1.0\text{M})/\text{Pt}}^0 = -1.20\text{V}$

11) נתון תא אלקטרוכימי :



כוס A (האנודה) מכילה תמיסת $Mg(NO_3)_2$ (קל תמס) ואלקטרודת מגנזיום במשקל 12.30 גרם. כוס B (הקטודה) מכילה תמיסת $Cu(NO_3)_2$ (קל תמס) ואלקטרודת נחושת במשקל 12.30 גרם. התא פעל במשך 15 דקות ולאחר מכן נשקלו האלקטרודות. מהו המשפט **נכון** :

- המסה של שתי האלקטרודות יחד שווה ל- 24.60 גרם.
- המסה של שתי האלקטרודות יחד קטנה מ- 24.60 גרם.
- המסה של שתי האלקטרודות יחד גדולה מ- 24.60 גרם.
- אי אפשר לקבוע כי חסרים נתונים.

12) עבור תגובת חמצון-חיזור $Ni_{(s)} + Sn^{+2}_{(aq)} \rightleftharpoons Ni^{+2}_{(aq)} + Sn_{(s)}$, ערכו של קבוע שיווי

המשקל (לפי הריכוזים) בטמפרטורת החדר שווה ל- $5.00 \cdot 10^3$.

נתון כי $\epsilon^0 = -0.140 V$ $Sn^{+2} + 2e \rightleftharpoons Sn$

א. חשבו את פוטנציאל החיזור הסטנדרטי עבור יוני ניקל.

נתון התא $Ni_{(s)} / Ni^{+2}_{(aq)} (1.00 \cdot 10^{-3} M) // Sn^{+2} (9.00 \cdot 10^{-2} M) / Sn$

- חשבו את המתח שנמדד ברגע חיבור התא.
- חצי תא סטנדרטי של ניקל (Ni) חובר לחצי תא סטנדרטי של מימן. עקב חיבור התא נמדד מתח חיובי.

(חצי תא מימן: $2H^+_{(aq)} + 2e \rightleftharpoons H_{2(g)}$ $\epsilon^0 = 0.00 V$)

- איזה מתח נמדד ברגע חיבור התא?
- האם ה-pH בתא המימן עלה, ירד או נשאר קבוע? נמקו.
- רשמו את התגובה המאוזנת שמתרחשת עקב חיבור שני חצאי-התאים.
- איזה יון עבר חיזור ומהו המחזור בתגובה זו?

13) נתונות שתי מחציות התגובה ופוטנציאלי החיזור התקניים שלהן:

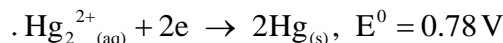
חצי תגובה	E^0 (V)
$\text{Fe}^{3+}_{(aq)} + e \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(aq)}$	0.77
$\text{MnO}_4^-_{(aq)} + 8\text{H}^+_{(aq)} + 5e \rightarrow \text{Mn}^{2+}_{(aq)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	1.49

- א. כתבו את התגובה המאוזנת שמתרחשת.
 ב. מהו מספר מולי האלקטרונים העוברים בתגובה, כאשר 2.5 מול של $\text{MnO}_4^-_{(aq)}$ מגיב?
 ג. כתבו תיאור סכמתי של התא האלקטרוכימי, שניתן לבנות על פי התגובה הזאת.
 ד. חשבו את מתח התא בתנאים תקינים.
 ה. חשבו את K_c .
 ו. מה יהיה מתח התא כאשר הריכוזים של מרכיבי התא הם:

$$[\text{Fe}^{2+}_{(aq)}] = [\text{Fe}^{3+}_{(aq)}] = 0.6 \text{ M}, [\text{Mn}^{2+}_{(aq)}] = 0.2 \text{ M},$$

$$[\text{MnO}_4^-_{(aq)}] = 0.1 \text{ M}, [\text{H}^+_{(aq)}] = 1 \text{ M}$$

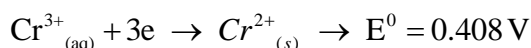
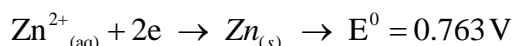
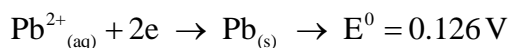
14) נתונים שני חצאי תאים $\text{Co}^{2+}_{(aq)} + 2e \rightarrow \text{Co}_{(s)}$ $E^0 = 0.28 \text{ V}$,



כאשר יוצרים מהם תא אלקטרוכימי:

- א. כיוון זרימת האלקטרונים הוא מחצי התא של הקובלט לחצי התא של הכספית.
 ב. כיוון זרימת האלקטרונים הוא מחצי התא של הכספית לחצי התא של הקובלט.
 ג. כספית היא אנודה.
 ד. כיוון זרימת האניונים בגשר המלח הוא לכיוון חצי התא של הכספית.

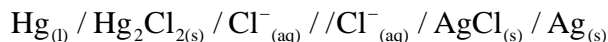
15) נתונות משוואות מחציות התא הבאות:



החומר המחזר הטוב ביותר הוא:

- א. Zn
 ב. Pb
 ג. Cr^{2+}
 ד. Cr^{3+}

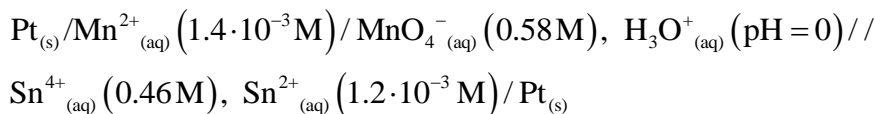
16) כתבו את מחציות התגובה ואת המשוואה המאוזנת לתגובת התא הבא :



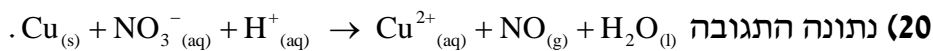
17) סטודנטית קיבלה מחצית-תא תקני Fe^{2+}/Fe ומחצית-תא נוספת המכילה מתכת לא ידועה M טבולה בתמיסת MNO_3 בריכוז $1M$. כאשר חיברו את שתי מחציות התא בטמפי' החדר, התא השלם פעל כתא גלווני בעל מתח תא של $1.24V$. הניחו לתגובה להימשך כל הלילה ואז שקלו את האלקטרודות. נמצא שאלקטרודת הברזל קלה יותר ואלקטרודת המתכת הלא ידועה כבדה יותר. מהו הפוטנציאל התקני של הצמד הלא ידוע M^+/M , אם נתון כי $E^0(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.44V$.

18) זרם של 350mA , שהועבר בתמיסה מימית של מנגן חנקתי במשך 13.7 שעות, גרם לשיקוע של 4.9 גרם של מנגן. מהו מספר החמצון של מנגן במנגן חנקתי?

19) לתא הבא פוטנציאל של $1.45V$:



חשבו את קבוע שיווי המשקל עבור התגובה שמתרחשת בתא.

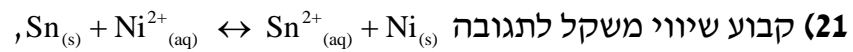


א. אזנו את המשוואה בעזרת חצאי התגובות.

התגובה הנ"ל מתרחשת בתא. המתח שנמדד הוא: $E^0 = 0.62V$.

ב. היעזרו בנתוני הטבלה הבאה וחשבו את פוטנציאל החיזור התקני עבור מחצית התגובה של NO_3^- .

חצי תגובה	$E^0 (V)$
$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e \leftrightarrow \text{Cu}_{(s)}$	0.34
$\text{NO}_3^-_{(aq)} + 4\text{H}^+_{(aq)} + 3e \leftrightarrow \text{NO}_{(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$?



הוא $2 \cdot 10^{-4}$ (ב- 298 K).

א. האם פוטנציאל החיזור התקני של $\text{Ni}^{2+}_{(aq)}$ גבוה או נמוך מזה של יוני

$\text{Sn}^{2+}_{(aq)}$? נמקו ללא חישובים.

ב. בְּנו את התא מהחומרים המופיעים בניסוח התגובה, והתא סיפק אנרגיה. רשמו בצורה סכמתית את המבנה של תא זה.

ג. כאשר התא הגיע לשיווי משקל נלקח מדגם מתמיסת $\text{Sn}^{2+}_{(aq)}$, והוכנסה

לתוכה אלקטרודת בדיל. פוטנציאל האלקטרודה נמדד לעומת

אלקטרודה תקנית של מימן, ונמצא שהוא -0.26 V .

מהו ריכוז יוני הבדיל בתום פעולת התא? נתון: $E^0(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0.14 \text{ V}$.

תשובות סופיות

(1) ג

(2) ג

(3) ג

(4) א

(5) ד

(6) ג

(7) א

(8) ג

(9) ד

(10) ד

(11) ג

(12) א. -0.249 V ב. 0.167 V ג. 0.249 V ד. עלה.

3. $2\text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{Ni}_{(\text{s})} \rightarrow \text{H}_{2(\text{g})} + \text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})}$ 4. Ni מחזור, H^+ עובר חיזור.

(13) א. $5\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{MnO}_4^-_{(\text{aq})} + 8\text{H}^+_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Mn}^{2+}_{(\text{aq})} + 4\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + 5\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$

ב. 12.5 מול. ג. $\text{Pt}_{(\text{s})} / \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}, \text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} // \text{MnO}_4^-_{(\text{aq})}, \text{Mn}^{2+}_{(\text{aq})}, \text{H}^+_{(\text{aq})}$

ד. 0.72 V ה. $1.04 \cdot 10^{61}$ ו. 0.71 V

(14) א

(15) ב

(16) $2\text{Hg}_{(\text{l})} + 2\text{AgCl}_{(\text{s})} \rightarrow 2\text{Ag}_{(\text{s})} + \text{Hg}_2\text{Cl}_{2(\text{s})}$ (17) 0.8 V (18) $+2$ (19) $1.97 \cdot 10^{34}$ (20) א. $\text{NO}_3^-_{(\text{aq})} + 1.5\text{Cu}_{(\text{s})} + 4\text{H}^+_{(\text{aq})} \rightarrow \text{NO}_{(\text{aq})} + 1.5\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ ב. 0.96 V (21) א. נמוך. ב. $8.55 \cdot 10^{-5}\text{ M}$

כימיה אנליטית

פרק 4 - שיווי משקל בתגובת שיקוע של חומר יוני

תוכן העניינים

1. שיווי משקל בתגובת שיקוע של חומר יוני..... 29

שינוי משקל בתגובת שיקוע של חומר יוני

שאלות

- 1) ענו על הסעיפים הבאים:
- א. המסיסות של המלח $Pb_3(PO_4)_2$ היא $1.1 \cdot 10^{-5}$ גרם ב-100 גרם מים, בטמפרטורה של $20^\circ C$.
 חשבו את ה- K_{sp} של $Pb_3(PO_4)_2$.
- ב. להלן שתי תמיסות רוויות, האחת ב- CuS והשנייה ב- Fe_2S_3 .
 באיזו מהן ריכוז ה- S^{2-} נמוך יותר?
 נתון כי $K_{sp}(Fe_2S_3) = 1.0 \cdot 10^{-88}$; $K_{sp}(CuS) = 8.0 \cdot 10^{-36}$.
- 2) כמה גרם של $La(IO_3)_3$ ניתן להמיס ב:
- א. 250 מ"ל מים?
 ב. 250 מ"ל תמיסת $LiIO_3$ בריכוז של 0.05 M?
 נתון כי $K_{sp}(La(IO_3)_3) = 1.0 \cdot 10^{-11}$.
- 3) הוסיפו תמיסה מרוכזת של KIO_3 , במנות קטנות, לתמיסה של Ba^{2+} בריכוז 0.05 M, ו- Ag^+ ב-0.04 M.
 א. איזה יון ישקע קודם?
 נתון כי $K_{sp}(Ba(IO_3)_2) = 10^{-9}$; $K_{sp}(AgIO_3) = 10^{-11}$.
 ב. מה יהיה ריכוז יון זה בתמיסה, כאשר היום השני עומד לשקוע?
- 4) נתונה תמיסת מלח קשה-תמס $Ba(IO_3)_2$, כאשר ריכוז היום השלילי בתמיסה הוא $1.26 \cdot 10^{-3} M$.
 א. חשבו את ה- K_{sp} עבור $Ba(IO_3)_2$.
 ב. חשבו את מסיסותו של $Ba(IO_3)_2$ בתמיסה של $NaIO_3$ בריכוז 0.01 M.

- 5) להלן תמיסה המכילה יוני Cl^- , Br^- , I^- ו- CrO_4^{2-} , כאשר ריכוז כל יון הוא $0.1M$, שהוסיפו לה בהדרגה תמיסת $AgNO_3$. איזה משקע יופיע ראשון, ובאיזה סדר יופיעו שאר המשקעים?
 נתון כי $K_{sp}(AgI) = 8.3 \cdot 10^{-17}$; $K_{sp}(AgBr) = 5 \cdot 10^{-13}$
 $K_{sp}(AgCl) = 1.8 \cdot 10^{-10}$; $K_{sp}(Ag_2CrO_4) = 1.2 \cdot 10^{-12}$
- 6) הוסיפו 0.5 ליטר של תמיסת $TiNO_3$, בריכוז $2.8 \cdot 10^{-4} M$, ל- 0.5 ליטר תמיסת KI בריכוז זהה. נתון כי $K_{sp}(TiI) = 4 \cdot 10^{-8}$. האם יופיע משקע?
- 7) ריכוז יוני Ag^+ בתמיסה מסוימת הוא $4 \cdot 10^{-3}$. נתון כי $K_{sp}(AgCl) = 1.8 \cdot 10^{-10}$. חשבו את הריכוז המקסימלי של יוני כלור שניתן להוסיף, עד ש- $AgCl_{(s)}$ יחל לשקוע.
- 8) נתון חומר יוני קשה-תמס CH_3COOAg ($K_{sp} = 5.2 \cdot 10^{-3}$).
 א. חשבו את מסיסותו במים. פרטו את החישובים.
 ב. נתונים החומרים $AgNO_{3(s)}$, $CH_3COONa_{(s)}$, $K_2S_{(2)}$, $KNO_{3(s)}$. התייחסו לכל אחד מהחומרים הללו, וציינו את החומר שיגרום להגדלת המסיסות של $CH_3COONa_{(s)}$. נמקו.
 נתון כי $K_{sp}(Ag_2S) = 5.7 \cdot 10^{-51}$.
- 9) תנאי לאי-היווצרות משקע הוא:
 א. להשתמש במומס שהוא חומר יוני קל-תמס.
 ב. כשמנת הריכוזים של היונים (Q) שווה ל- K_{sp} .
 ג. כשמנת הריכוזים של היונים (Q) נמוכה מ- K_{sp} .
 ד. כשמנת הריכוזים של היונים (Q) גבוהה מ- K_{sp} .
- 10) נוכחות של יון משותף בתמיסה,
 א. מגדילה את מסיסות המשקע.
 ב. לא משפיעה על מסיסות המשקע.
 ג. מקטינה את מסיסות המשקע.
 ד. גורמת להיווצרות שני משקעים.

11 ל- $\text{AgOH}_{(s)}$ ($K_{sp} = 2.50 \cdot 10^{-16}$) הוכנסה תמיסה רוויה של $\text{AgOH}_{(aq)}$.
מהו ערך ה- pH של התמיסה שנוצרה בתנאי החדר?
(יש להתחשב ביוני OH^- , שמקורם במסיסות החלקית של המשקע)

12 ניתן להשפיע על מסיסות המשקע על ידי

- א. הוספת מים.
- ב. הגדלת הטמפרטורה.
- ג. הקטנת הטמפרטורה.
- ד. כל התשובות נכונות.

תשובות סופיות

- (1) א. $K_{sp} = 502.48 \cdot 10^{-35}$ ב. CuS
- (2) א. 0.13 g ב. $1.328 \cdot 10^{-5} \text{ g}$
- (3) א. Ag^+ ב. $0.71 \cdot 10^{-6} \text{ M}$
- (4) א. 10^{-9} ב. 10^{-5} M
- (5) AgI, ואחריו AgBr, AgCl, ואז Ag_2CrO_4 .
- (6) לא.
- (7) $> 0.45 \cdot 10^{-7} \text{ M}$
- (8) א. 0.0072 M ב. $\text{K}_2\text{S}_{(2)}$
- (9) ג
- (10) ג
- (11) 7.01
- (12) ד