

# כימיה אנליטית

פרק 4 - חומצות ובסיסים

תוכן העניינים

1. חומצות ובסיסים.....1

## חומצות ובסיסים

## שאלות

חשבו את ה- pH וה- pOH של התמיסות המימיות בשאלה 1 (חומצה חזקה) ושאלה 2 (בסיס חזק):

1) 5 מ"ל של תמיסת  $\text{HClO}_{4(aq)}$  בריכוז  $3.5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$  לאחר מיהול ל- 25 ml.

2) 10.9 מ"ג של  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  הומסו ב- 10 מ"ל תמיסת KOH, בריכוז של  $3.46 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ .

3) חשבו את ה- pH ואת אחוז הפרוטונציה של תמיסת  $(\text{CH}_3)_3 \text{N}_{(aq)}$  בריכוז של 0.35 M, כאשר נתון  $\text{pK}_b((\text{CH}_3)_3 \text{N}) = 4.19$ .

4) ערך ה- pH של תמיסת  $\text{HClO}_{2(aq)}$  בריכוז של 0.1 M הוא 1.2. מהו ערך ה-  $\text{pK}_a$  של החומצה?

5) מצאו את הריכוז ההתחלתי של תמיסת הידרזין  $(\text{NH}_2\text{NH}_2)$  בעלת  $\text{pH} = 10.2$ , כאשר נתון  $\text{K}_b(\text{NH}_2\text{NH}_2) = 1.7 \cdot 10^{-6}$ .

6) שיעור הדה-פרוטונציה של חומצה בנוואית  $(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH})$  הוא 2.4%, בעלת ריכוז של 0.11 M. חשבו את ה- pH ואת ה-  $\text{K}_a$  שלה.

7) 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  $(\text{CH}_3\text{COOH})$  בתמיסה, כאשר נתון  $\text{K}_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.8 \cdot 10^{-5}$ ?

8) 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  $\text{H}_2\text{SO}_4$  בריכוז  $0.15\text{ M}$ , כאשר נתון כי  $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1.2 \cdot 10^{-2}$ .

10) חשבו את ה- pH של תמיסת  $\text{H}_2\text{TeO}_4$  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  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$  שנמצאים בתמיסה של  $\text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$  בריכוז של  $0.0456\text{ M}$ , 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  $0.05\text{ M}$ , עם 70 מ"ל תמיסת  $\text{NaCN}$  בריכוז של  $0.03\text{ M}$ , 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  $0.15\text{ M}$ , ו-  $\text{KH}_2\text{PO}_{4(\text{aq})}$  בריכוז של  $0.1\text{ M}$ , 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  $0.01\text{ M}$ , 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  $0.35\text{ M}$ , 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-  $\text{pK}_a$  של החומצה?

15) בוצע טיטור של 25 מ"ל  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$  בריכוז של  $0.1\text{ M}$ , עם  $\text{KOH}$  ב-  $0.1\text{ M}$ .  
א. מה יהיה ה- pH לאחר הוספת 10 מ"ל של תמיסת  $\text{KOH}$ ?  
ב. מהו הנפח של תמיסת  $\text{KOH}$ , 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-  $\text{Cl}^-$  בתמיסה B גדול פי 10 מריכוז יוני ה-  $\text{Na}^+$  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  $\text{CH}_3\text{COOK}$ , בריכוז 0.1M, ה- $\text{pH}$  נמוך יותר מזה של תמיסת

KCN בריכוז 0.1M. מכאן נובע כי:

- א. יון  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  עובר דיסוציאציה חלקית לייצור  $\text{H}_3\text{O}^+$ .
- ב. יון  $\text{CN}^-$  הוא בסיס חלש יותר מיון  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ .
- ג. מסיסות של חומצת  $\text{CH}_3\text{COOH}$  במים, קטנה מזו של HCN.
- ד. חומצת HCN חלשה יותר מחומצת  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

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

תמיסת  $\text{HNO}_3$ , שריכוזה 0.025M. ה- $\text{pH}$  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  $K_a(\text{HOBr}) = 2.4 \cdot 10^{-9}$ ,  $K_a(\text{HOCl}) = 2.9 \cdot 10^{-8}$ .

- 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

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

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

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

$$0.97 \quad (4)$$

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

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

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

$$5.86 \quad (8)$$

$$0.8 \quad (9)$$

$$5.32 \quad (10)$$

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

$$9.46 \quad (12)$$

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

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

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

$$\text{ד} \quad (16)$$

$$\text{ג} \quad (17)$$

$$\text{ד} \quad (18)$$

$$\text{ב} \quad (19)$$

$$\text{ד} \quad (20)$$

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

$$\text{ב} \quad (22)$$

$$\text{א} \quad (23)$$

$$\text{ד} \quad (24)$$