

# כימיה אנליטית



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



## תוכן העניינים

1	מבנה האטום	1
18	חישובים סטויכיומטריים	18
(ללא ספר)	תכונות הגזים	3
(ללא ספר)	חומצות ובסיסים	4
(ללא ספר)	תהליכי חמצון-חיזור	5
(ללא ספר)	שיווי משקל כימי	6
28	שיווי משקל בתהליכי שיקוע	28

# כימיה אנליטית

פרק 1 - מבנה האטום

תוכן העניינים

1. המודל הגרעיני של האטום ..... 1
2. ספקטרום אטומי בחלקיקים חד-אלקטרוניים ..... 5
3. מבנה של אטומים מרובי אלקטרוניים ..... 8
4. תכונות מחזוריות של אטומים ..... 13

## המודל הגרעיני של האטום

### שאלות

1) ליון  ${}_{52}^{127}\text{Te}^{2-}$  :

- א. מספר מסה 50.  
 ב. 127 פרוטונים בגרעין.  
 ג. 127 חלקיקים בגרעין.  
 ד. 50 פרוטונים.

2) מי מהזוגות הבאים מהווים איזוטופים?



- א. b בלבד.  
 ב. a ו-d.  
 ג. a ו-c.  
 ד. a ו-b.

3) בחר את הסעיף שבו מופיעים צורונים בעלי אותו מספר האלקטרונים כמו של

אטום קריפטון  ${}_{36}\text{Kr}$  :



4) מהי השורה הנכונה מבין הבאות?

מספר אלקטרונים	מספר נייטרונים	מספר פרוטונים	סמל	
34	45	34	${}_{34}\text{Se}$	א.
38	50	40	${}_{38}^{88}\text{Sr}^{2+}$	ב.
18	16	15	${}_{18}\text{Ar}$	ג.
86	210	85	${}_{85}^{210}\text{At}^-$	ד.

5) לאטום מיונן של יסוד מסוים,  $X^{2+}$ , יש 24 אלקטרונים ו-30 נויטרונים. איזו טענה נכונה:

- מספרו האטומי 24 ומספר המסה 54.
- מספרו האטומי 54 ומספר המסה 24.
- מספרו האטומי 56 ומספר המסה 26.
- מספרו האטומי 26 ומספר המסה 56.

6) להלן שלושה חלקיקים:  ${}_{12}^{24}Z^+$ ,  ${}_{11}^{24}Y^+$ ,  ${}_{11}^{23}X^+$ . אילו טענות נכונות:

- $Z^+$  ו- $Y^+$  הם איזוטופים של אותו יסוד.
- ל- $Z^+$  ו- $Y^+$  אותו מספר אלקטרונים.
- ל- $Z^+$  ו- $Y^+$  אותו מספר נייטרונים.
- ל- $Z^+$  ו- $X^+$  אותו מספר נייטרונים.
- ל- $X^+$  ו- $Y^+$  הם איזוטופים של אותו יסוד.

7) נתונים חמישה צורנים שסומנו באופן שרירותי באותיות הבאות:



- אילו מבין הצורנים הנתונים הם איזוטופים?
- לאיזה צורן מספר האלקטרונים הוא הגדול ביותר?
- לאיזה צורן מספר הנייטרונים הוא הגדול ביותר?

8) בטבלה הבאה נתונים חמישה חלקיקים של יסודות:

מספר אלקטרונים	מספר נייטרונים	מספר פרוטונים	חלקיק
10	12	10	A
10	12	12	B
16	16	16	C
18	18	17	D
18	18	16	E

- מהו המטען החשמלי של כל חלקיק?
- האם ישנם איזוטופים בטבלה?

- 9) לפחמן (C) ישנם שלושה איזוטופים יחסית יציבים. מהי הקביעה הלא נכונה:
- כל האיזוטופים של פחמן בעלי מטען גרעיני שווה.
  - באיזוטופים של פחמן מספר האלקטרונים יכול להיות שונה ממספר הפרוטונים.
  - לכל האיזוטופים של פחמן אותו מספר מסה.
  - לכל האיזוטופים של פחמן אותו מספר אטומי.

10) בטבלה הבאה נתון ההרכב הגרעיני של החלקיקים הבאים:

החלקיק	$A^{-2}$	$B^{-}$	C	$D^{+}$	E
מספר פרוטונים	13	12	10	13	11
מספר נייטרונים	11	12	11	12	14

התייחסו לכל אחד מהמשפטים הבאים וציינו האם הוא נכון או לא. נמקו.

- ל-E ו- $A^{-2}$  אותו מספר האלקטרונים.
- ל- $B^{-}$  ו- $D^{+}$  אותו מספר האלקטרונים.
- ל-E מספר המסה הגדול ביותר.
- ד. ו- $A^{-2}$  הם איזוטופים.
- ה. ו- $A^{-2}$  הם איזוטופים.

11) נתונים החלקיקים הבאים:

החלקיק	מספר האלקטרונים	מספר המסה
$A^{-2}$	9	19
$B^{+}$	6	16
$C^{3+}$	9	22
$D^{3+}$	10	22

ציינו את ההיגד(ים) הנכון(ים):

- $A^{-2}$  ו- $C^{3+}$  הם איזוטופים.
- מטען הגרעין של  $C^{3+}$  זהה לזה של  $D^{3+}$ .
- $C^{3+}$  ו- $D^{3+}$  הם איזוטופים.
- $A^{-2}$  ו- $B^{+}$  הם איזוטופים.

## תשובות סופיות

- (1) ג
- (2) ד
- (3) ג
- (4) א
- (5) ד
- (6) ד, ה.
- (7) א.  $T^-$ , Z,  $X^{+2}$     ב.  $Y^-$     ג. Z
- (8) א.  $A:0$ ,  $B:+2$ ,  $C:0$ ,  $D:-1$ ,  $E:-2$     ב. כן, C ו-E.    ג. A
- (9) ג
- (10) ה
- (11) ד

## ספקטרום אטומי בחלקיקים חד-אלקטרוניים

### שאלות

- 1) חשבו את האנרגיה הדרושה לעירור האלקטרון באטום מימן מרמת היסוד לרמת האנרגיה  $n = 8$ .
- 2) מהו אורך הגל של הפוטון, שייפלט כשאלקטרון יורד מרמה  $n = 4$  לרמת היסוד ביון גזי  $C^{+5}$ ?
- 3) חשבו את אנרגיית היינון (ביחידות J/mol) ממצב היסוד, עבור היונים  $Li^{2+}$  ו-  $He^+$ .
- 4) ענו על הסעיפים הבאים:
  - א. ביון  $He^+$  מעורר האלקטרון יורד מרמת האנרגיה  $n = 6$  לרמת היסוד. חשבו את אורך הגל של הפוטון באנגסטרם.
  - ב. פוטון באורך גל של  $218.1 \text{ \AA}$  נקלט על ידי היון  $He^+$ . כתוצאה מכך  $He^+$  הופך ל-  $He^{2+}$ , והאלקטרון הנפלט ממשיך לנוע. מהי האנרגיה הקינטית של האלקטרון הנפלט?
- 5) סדרת הקווים הראשונה בתחום האינפרא-אדום, בספקטרום אטומי מימן, נקראת סדרת פֶּשֶׁן. אחד הקווים של סדרה זו מופיע באורך גל של  $1094 \text{ nm}$ . מאיזו רמת אנרגיה בוצע המעבר?  
\* סדרת פֶּשֶׁן (Paschen Series) מראה את המעברים לרמת האנרגיה השלישית מרמות גבוהות יותר.
- 6) ענו על הסעיפים הבאים:
  - א. מהם ערכי האנרגיה עבור ארבע רמות האנרגיה הראשונות בחלקיק  $Li^{+2}$ ?
  - ב. מצאו את אורך הגל המתאים לעירור של יוני  $Li^{+2}$ , מרמת היסוד לרמה  $n = 4$ .
  - ג. יוני  $Li^{+2}$ , המעוררים ל-  $n = 4$ , דועכים לרמות האנרגיה נמוכות יותר, תוך פליטת פוטונים.
    1. כמה קווים ספקטראליים מתקבלים בדעיכה?
    2. איזה קו ספקטראלי, מאלו שנמצאו ב-1, בעל אורך הגל הקצר ביותר? האם העין תוכל להבחין באור שנפלט, אם נתון שאורכי גל הנמצאים בתחום של האור הנראה הם בטווח של  $300\text{nm} - 700\text{nm}$ .

- (7) אטום מימן ברמת היסוד בולע פוטון בעל אורך הגל של  $97.2 \text{ nm}$ , ואחר כך פולט פוטון בעל אורך הגל  $486 \text{ nm}$ .  
מה מספר רמת האנרגיה הסופית בה נמצא האלקטרון?
- (8) חלקיק דמוי מימן במצב היסוד בולע פוטונים באורכי-גל (nm): 4.8, 2.54, 1.8.  
נתון שרק פוטון אחד מבין פוטונים אלה גרם לעירורו, ואילו שאר הפוטונים גרמו לפליטת האלקטרון מהיון הזה. אחד מן הפוטונים שגרם לפליטת האלקטרון הקנה לו מהירות מסוימת, ואילו הפוטון השני הביא לעקירת האלקטרון בלבד.  
א. איזה פוטון גרם לעירור האלקטרון? נמקו.  
ב. 1. איזה פוטון גרם לעקירת האלקטרון? נמקו.  
2. מהו מטען היון שהתקבל, כתוצאה מעקירת האלקטרון?  
ג. חשבו את מהירות תנועת האלקטרון עקב בליעת הפוטון המתאים.
- (9) נתון יון דמוי מימן שהאלקטרון שלו מצוי ברמה מעוררת  $n$ .  
אנרגיית היינון של היון מן הרמה המעוררת היא  $7.65 \text{ eV}$ .  
הקרנה באור עם תדירות של  $6.65 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$  גורמת למעבר לרמה המעוררת  $n+1$ .  
חשבו את הרמה  $n$ . האם היון הוא  $\text{Li}^{2+}$  או  $\text{He}^+$ ?
- (10) פוטונים שנפלטו מאדי כספית הם בעלי אורך גל של  $3130 \text{ \AA}$ .  
הפוטונים פוגעים בשופרת המכילה גז של יוני  $\text{Li}_{(g)}^{+2}$  במצב היסוד.  
האם תיתכן פליטת האלקטרונים מיוני  $\text{Li}_{(g)}^{+2}$ ? במידה וכן, הסבירו.  
במידה ולא, חשבו באיזו רמה מעוררת חייבים יוני  $\text{Li}_{(g)}^{+2}$  להימצא, כדי לקבל את פליטת האלקטרונים מהם.

## תשובות סופיות

- (1) 13.388 eV
- (2) 2.7nm
- (3)  $\text{He}^+ : 523.98 \cdot 10^4 \text{J/mol}$ ;  $\text{Li}^{2+} : 1178.96 \cdot 10^4 \text{J/mol}$
- (4) א.  $234 \text{ A}^0$  ב.  $4.02 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- (5)  $n = 6$
- (6) א.  $-7.65, -122.4, -30.6, -13.6 \text{ eV}$  ב.  $10.81 \text{ nm}$  ג. שישה קווים.  
2. אינו נראה לעין.
- (7)  $n = 2$
- (8) א.  $4.8 \text{ nm}$  ב.  $2.54 \text{ nm}$  ג.  $8.405 \cdot 10^6 \text{ m/s}$  ד.  $+5$
- (9)  $\text{Li}^{2+}, n = 4$
- (10) לא תיתכן פליטת אלקטרונים. רמת האנרגיה מספר 6.

## מבנה של אטומים מרובי אלקטרונים

### שאלות

1) מהן הקביעות הנכונות לגבי שלושת המספרים הקוונטיים בסעיפים הבאים? תקנו את הקביעות הלא נכונות.

א.  $n = 2, \ell = 1, m_\ell = +1$

ב.  $n = 3, \ell = 3, m_\ell = -3$

ג.  $n = 3, \ell = 2, m_\ell = -3$

ד.  $n = 0, \ell = 0, m_\ell = 0$

2) רשמו את הערכים החסרים עבור ארבעת המספרים הקוונטיים הבאים:

א.  $n = ?, \ell = 2, m_\ell = 0, m_s = ?$

ב.  $n = 2, \ell = ?, m_\ell = -1, m_s = -\frac{1}{2}$

ג.  $n = 4, \ell = 1, m_\ell = 2, m_s = ?$

3) כמה אלקטרונים של אטום אחד יכולים להיות בעלי המספרים הקוונטיים הבאים:

א.  $n = 2, \ell = 1$

ב.  $n = 4, \ell = 2, m_\ell = -2$

ג.  $n = 2$

ד.  $n = 3, \ell = 2, m_\ell = +1, m_s = -\frac{1}{2}$

4) איזו מתת-הרמות שלהלן יכולה להתקיים באטום:

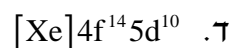
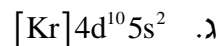
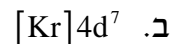
א. 2d

ב. 3f

ג. 6g

ד. 6i

5) נתונות היערכויות אלקטרוניים עבור יון  $X^{+2}$  במצב היסוד. רשמו את היערכות האלקטרוניים עבור יסוד X.

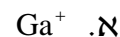


6) איזה צירוף של מספרים קוונטים מתאים לאלקטרון ערכיות (ברמה האחרונה) של אטום Br?

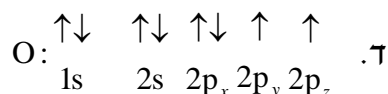
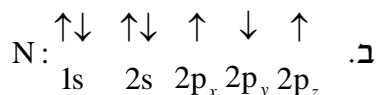
$m_s$	$m_l$	$l$	$n$	
$+\frac{1}{2}$	0	0	4	א.
$+\frac{1}{2}$	-1	1	4	ב.
$-\frac{1}{2}$	0	1	4	ג.

ד. כל התשובות נכונות.

7) כתבו את היערכות האלקטרוניים במצב היסוד וציינו את מספר האלקטרוניים הלא-מזווגים עבור החלקיקים:



8) קבעו אם היערכויות האלקטרוניים הבאות מייצגות את מצב היסוד או את המצב המעורר של האטום:



9) להלן מספר היערכויות אפשריות של רמת הערכיות של אטום ניטרלי מסוים. מהו היסוד ואיזו היערכות מייצגת את מצב היסוד שלו?



10) נתונים ארבעה יונים בעלי הקונפיגורציות:



לאילו יונים יש אותו מספר אלקטרונים בלתי מזווגים:

- א. ל-  $Z^{+2}$  ו-  $A^{+5}$ .
- ב. ל-  $X^{+4}$  ו-  $Y^+$ .
- ג. ל-  $A^{+5}$  ו-  $Y^+$ .
- ד. ל-  $Z^{+2}$  ו-  $X^{+4}$ .

11) נתונות היערכויות האלקטרוניות עבור מס' חלקיקים. קבעו אילו מהם נמצאים במצב מעורר, ורשמו עבורם את ההערכות האלקטרונית שמתאימה למצב היסוד.

- א.  $1s^2 2s^1 2p^3$
- ב.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$
- ג.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 3d^1$
- ד.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^3$

12) רשמו את הערכות האלקטרוניים עבור:

- א.  $Ge^{2+}$
- ב.  $Mn^+$
- ג.  $Ba^{2+}$
- ד.  $Au^+$

13) אילו מהקונפיגורציות הבאות לא יכולות להתקיים על פי חוק פאולי?

- א.  $1s^2 2s^3 2p^3$   
 ב.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$   
 ג.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^6$   
 ד.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$   
 ה.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1 4s^2 3d^{14}$

14) איזה היגד נכון, לאלקטרון שיש לו את המספרים הקוונטיים  $l = 2, m_l = 0$ :

- א. האלקטרון חייב להימצא באורביטל  $3d$ .  
 ב. האלקטרון יכול להימצא באורביטל  $3p$ .  
 ג. האלקטרון יכול להימצא באחד מחמישה אורביטלי  $d$  (בעלי אנרגיה שווה) ה"פזורים" במרחב שמסביב לאטום.  
 ד. האלקטרון יכול להיות שייך לאטום סידן,  $Ca$ .

15) ליסוד מסוים  $X$  יש את המערך האלקטרוני הבא:



מה ניתן ללמוד מכך על היסוד  $X$ ?

- א. ל- $X$  יש אורביטלי  $d$  ו- $f$  ריקים.  
 ב. ביכולתו של  $X$  ליצור תרכובות יוניות עם מתכות.  
 ג.  $X$  שייך לגוש  $d$ , מכיוון שאורביטל  $d$  מאוכלס באלקטרונים.  
 ד. הרמה הרביעית של  $X$  **מלאה**.  
 ה. ל- $X$  מערך אלקטרוני דומה למערך האלקטרוני של  $Kr$ , ולכן שניהם שייכים לאותה "משפחה".

16) איזה מהמשפטים הבאים אינו נכון:

- א. מספר ערכי  $l$  האפשריים עבור  $n=3$  שווה ל-3.  
 ב. מספר האורביטלים בעלי המספרים הקוואנטים  $n=3, l=1$ , הוא 3.  
 ג. מספר האלקטרונים המקסימלי הניתנים לאכלוס באורביטלים המאופיינים במספרים הקוואנטים  $n=2, l=1$ , שווה ל-3.  
 ד. מספר ערכי  $m_l$  עבור  $l=1$ , שווה ל-3.

## תשובות סופיות

- (1) א
- (2) א.  $m_s = \pm \frac{1}{2}; n \geq 3$     ב.  $\ell = 1$     ג.  $m_\ell = -1, 0, 1; m_s = \pm \frac{1}{2}$
- (3) א. 6    ב. 2    ג. 8    ד. 1
- (4) ג
- (5) א.  $[\text{Ar}]3d^7 4s^2$     ב.  $[\text{Kr}]4d^7 5s^2$     ג.  $[\text{Kr}]4d^{10} 5s^2 5p^2$     ד.  $[\text{Xe}]4f^{14} 5d^{10} 6s^2$
- (6) ד
- (7)  $\text{Ga}^+$  : אין אלקטרונים בלתי מזווגים ;  $\text{Cu}^{2+}$  : אלקטרון אחד בלתי מזווג ;  
 $\text{Pb}^{2+}$  : אין אלקטרונים בלתי מזווגים ;  $\text{Se}^{2-}$  : אין אלקטרונים בלתי מזווגים.
- (8) א-ג. מצב מעורר.    ד. מצב היסוד.
- (9) ד ; יסוד Ge.
- (10) ב
- (11) א, ג, ד.
- (12) א.  $[\text{Ar}]4s^2 3d^{10}$     ב.  $[\text{Ar}]4s^1 3d^5$     ג.  $[\text{Kr}]5s^2 4d^{10} 5p^6$     ד.  $[\text{Xe}]5d^{10}$
- (13) א, ג, ה.
- (14) ג
- (15) א, ג.
- (16) ג

## תכונות מחזוריות של אטומים

### שאלות

- 1) מה לא נכון לגבי אטומי כלור וזרחן?  
 א. רדיוס אטומי של כלור גדול מזה של זרחן.  
 ב. אנרגיית היינון הראשונה של זרחן נמוכה מזו של כלור.  
 ג. האטומים האלה שייכים לגוש p בטבלה המחזורית.  
 ד. אלקטרושליליות של אטומי כלור גבוהה מזו של אטומי זרחן.
- 2) מהי הקביעה הלא נכונה לגבי גודל הצורון:  
 א.  $R(S^{-2}) > R(Ar)$   
 ב.  $R(Si^{+4}) < R(Ar)$   
 ג.  $R(Se^{-2}) < R(S^{-2})$   
 ד.  $R(Se^{-2}) > R(Ar)$
- 3) אנרגיית היינון הראשונה של רובידיום (Rb) שווה ל- $403 \text{ kJ/mol}$ , ושל סידן (Ca)  $590 \text{ kJ/mol}$ . לכן, אנרגיית היינון הראשונה של אשלגן (K) תהיה:  
 א. גבוהה מ- $590 \text{ kJ/mol}$ .  
 ב. נמוכה מ- $403 \text{ kJ/mol}$ .  
 ג. גבוהה מ- $403 \text{ kJ/mol}$ , אך נמוכה מ- $590 \text{ kJ/mol}$ .  
 ד. לא ניתן לקבוע לפי נתוני השאלה.
- 4) הסיבות להבדל בין אנרגיית היינון של  $Al^+$  לאנרגיית היינון של  $Mg^+$ , היא:  
 א. מספר הנייטרונים בגרעין של  $Al^+$  גדול יותר ממספר הנייטרונים בגרעין של  $Mg^+$ .  
 ב. מטען הגרעין של  $Al^+$  גדול ממטען הגרעין של  $Mg^+$ .  
 ג. יון  $Mg^+$  מכיל אלקטרון s אחד, בעוד ש- $Al^+$  מכיל שני אלקטרונים s.  
 ד. מספר האלקטרונים שמכיל  $Al^+$  גדול ממספר האלקטרונים שמכיל  $Mg^+$ .

- 5) איזו קביעה מבין הבאות מדגישה ביותר את יציבות אלקטרוני ה-p :
- א. הזיקה האלקטרונית של אטומי פלואור (F) גבוהה מזו של אטומי חמצן (O).
- ב. אנרגיית היינון הראשונה של חנקן (N) גבוהה מזו של אטומי זרחן (P).
- ג. אנרגיית היינון השנייה של חמצן (O) גבוהה מזו של אטומי פלואור (F).
- ד. הזיקה האלקטרונית של אטומי בריליום (Be) גבוהה מזו של אטומי בור (B).

6) סדרו את החלקיקים הבאים לפי סדר עולה של נפחם, ונמקו :

א. S, P, O, Se, As

ב.  $N^{-3}$ ,  $F^-$ ,  $O^{-2}$ , Ne

ג.  $K^+$ ,  $S^{-2}$ ,  $Cl^-$ ,  $P^{-3}$

7) נתונים ארבעה יסודות מהשורה השלישית במערכת המחזורית : A, B, C, D. בטבלה שלהלן רשומות אנרגיות היינון העוקבות של אטומים אלו :

A	B	C	D	יסודות
				אנרגיית היינון
578	496	789	738	$E_1$
1817	4563	1573	1451	$E_2$
2745	6913	3232	7733	$E_3$
11578	9594	4356	10541	$E_4$
14831	13352	16091	13629	$E_5$

- א. באיזה טור נמצא כל יסוד?
- ב. רשמו את המערך האלקטרוני עבור היסודות A, B, C, D.
- ג. הסבירו מדוע  $E_1(D) > E_1(B)$ ;  $E_1(D) > E_1(A)$ ;  $E_2(D) > E_1(D)$ ;  $E_2(B) > E_2(D)$ .



10) שישה יסודות בעלי מספרים אטומיים עוקבים, סומנו באופן שרירותי באותיות U, V, W, X, Y, Z. ליסוד U המספר האטומי הקטן ביותר, וליסוד Z הגדול ביותר. בטבלה להלן מובאים אנרגיות היינון הראשונות של היסודות X, W ו-Y:

יסוד	אנרגיית היינון הראשונה, בערכי $\frac{\text{kJ}}{\text{mole}}$
W	1251
X	1521
Y	419

- א. קבעו לאיזה טור במערכה המחזורית שייך כל אחד מהיסודות מ-U עד Z.
- ב. 1. האם אנרגיית היינון של Z תהיה גבוהה מזו של Y או נמוכה ממנה? נמקו.
2. האם אנרגיית היינון הראשונה של U תהיה גבוהה מזו של V או נמוכה ממנה? נמקו.
- ג. סדרו את היסודות U, V, W, X, Y, Z, לפי אנרגיית יינון שנייה.
- ד. סדרו את היסודות U, V, W, X, Y, Z, לפי נפח אטומי עולה.

## תשובות סופיות

- (1) א
- (2) ג
- (3) ג
- (4) א, ב, ג.
- (5) ג
- (6) א.  $Ne < F^- < O^{2-} < N^{3-}$  .ב.  $O < S < P < Se < As$  .ג.  $K^+ < Cl^- < S^{2-} < P^{3-}$
- (7) א. A – טור 3 ; B – טור 1 ; C – טור 4 ; D – טור 2.  
 ב.  $A: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ ,  $B: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$   
 $C: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ ,  $D: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
- (8) א.1.  $L^{2+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$ ,  $X: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$ .  
 א.2.  $s - 4$ ;  $p - 8$ ;  $d - 5$
- ב.1.  $X^{5+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ ,  $X^{3+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$   
 $X^{3-}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$
- א.2.  $X^{5+} < X^{3+} < X^{3-}$
- (9) א. X – Mg; Y – P; Z – Ba; M – C; L – N; W – O; R – S  
 ב.  $Ba < Mg < P < S < C < N < O$  .ג.1. S .2. C
- (10) א. U – טור 5 ; V – טור 6 ; W – טור 7 ; X – טור 8 ; Y – טור 1 ; Z – טור 2.  
 ב.1. Z .2. גבוהה.  
 ג.  $Z < U < W < V < X < Y$   
 ד.  $X < W < V < U < Z < Y$

# כימיה אנליטית

## פרק 2 - חישובים סטויכיומטריים

### תוכן העניינים

- 18 ..... 1. מעברים בין שיטות שונות של הבעת כמות החומר.
- 20 ..... 2. קביעת נוסחה אמפירית ומולקולרית של החומר.
- 22 ..... 3. חישובים סטויכיומטריים לפי משוואה כימית.
- 24 ..... 4. חישובים סטויכיומטריים בתמיסות.

## 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

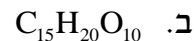
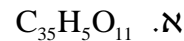
- 1) א. 31 גרם/מול. ב. 32.48% ג.  $141.09 \cdot 10^{23}$  מולקולות.
- 2) א.  $3.28 \cdot 10^{18}$  אטומי זרחן. ב.  $10.03 \cdot 10^{23}$  אטומים. ג.  $376.25 \cdot 10^{23}$  אטומי חמצן.
- 3) א.  $0.246 \cdot 10^{23}$  אטומי חמצן. ב.  $45.15 \cdot 10^{23}$  יונים.
- 4) א. 5 גרם של  $H_2$ . ב. 20 גרם של  $H_2$ . 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  $2.37 \times 10^{-3}$  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  $\text{CO}_2$  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) $\text{K}_2\text{MnO}_4$         |
|   | (2) ד                                |
|   | (3) $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$   |
|   | (4) $\text{CH}_4\text{ON}_2$         |
| ב. 34.78% ג. 1.06 גרם. ד. 192.2 גרם/מול. ה. $\text{C}_{10}\text{S}_2$ | (5) א. $\text{C}_5\text{S}$          |
|   | (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.

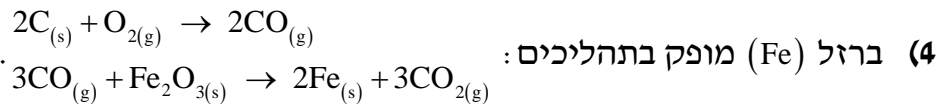
3) נתונה התגובה הבאה:  $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightarrow 2Fe(g) + 3CO_2(g)$ .  
בחרו את התשובה שבה פחמן חמצני ( $CO$ ) יישאר בעודף :

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.



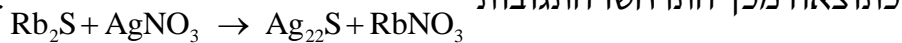
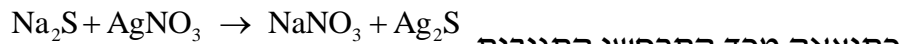
5 נתונה התגובה: לתוך כלי התגובה הוכנסו 20 גרם של מנגן חמצני,  $2MnO_2$ , 40 גרם של אשלגן הידרוקסידי, KOH, ו-10 גרם של חמצן.

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

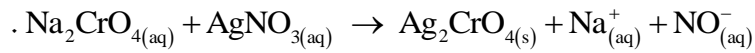
- 1** נתונות שלוש תמיסות: (1) 0.5 ליטר של NaCl, 0.45 M (ריכוז מולרי).  
 (2) 1.5 ליטר של NaOH, 0.15 M, (3) 2 ליטר של NaCl, 0.45 M.  
 מהו המשפט הלא נכון:
- א. תמיסות (1) ו-(2) מכילות אותו מספר המולים של המומס.  
 ב. תמיסה (2) היא המהולה ביותר.  
 ג. תמיסה (3) היא המרוכזת ביותר.  
 ד. תמיסה (3) מכילה את המספר הגדול ביותר של מולי המומס.  
 ה. 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:
- א. 30 M  
 ב. 20 M  
 ג. 15 M  
 ד. 3.0 M
- 3** נתונה תמיסת NaBr בעלת ריכוז 0.120 מולר. ב-200 מ"ל של תמיסה זו יש (בחרו את התשובה הנכונה):
- א. אותה מסה של המומס, כמו ב-400 מ"ל תמיסת NaBr בריכוז 0.240 M.  
 ב. אותו מספר המולים, כמו ב-400 מ"ל תמיסת NaCl בריכוז 0.0600 M.  
 ג. אותה מסה של המומס, כמו ב-400 מ"ל תמיסת NaBr בריכוז 0.0600 M.  
 ד. אותה מסה כמו ב-400 מ"ל תמיסת NaCl בריכוז 0.0600 M.  
 ה. תשובות ב ו-ג נכונות.  
 ו. תשובות ב ו-א נכונות.

- 4) חשבו את הריכוז המוללי (m) של תמיסת חומצה אצטית,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 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  $\text{HNO}_3$  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  $\text{HNO}_3$  בריכוז 6 M, שדרוש עבור הכנת 50 מ"ל תמיסת  $\text{HNO}_3$ , 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  $\text{HClO}_4$  בעלת אחוז משקלי 35% וצפיפות 1.251 גרם/מ"ל.  
 א. חשבו את מולריות התמיסה.  
 ב. כמה מול  $\text{HClO}_4$  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  $\text{HClO}_4$ ?
- 12 לתוך 100 מ"ל תמיסה מימית, בה ריכוז יוני  $\text{Fe}^{+3}_{(\text{aq})}$  שווה ל-0.1 M, הכניסו אבקת ברזל מוצק במסה של 0.40 גרם. כתוצאה מכך, חלה תגובה:  

$$\text{Fe}_{(\text{s})} + 2\text{Fe}^{+3}_{(\text{aq})} \rightarrow 3\text{Fe}^{+2}_{(\text{aq})}$$
 ריכוז יוני  $\text{Fe}^{+2}_{(\text{aq})}$  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  $\text{In}^{3+}$  בריכוז 0.205 M?  
 משוואת התהליך היא:  $3\text{Ag}_{(\text{s})} + \text{In}^{3+}_{(\text{aq})} \rightarrow 3\text{Ag}^{+}_{(\text{aq})} + \text{In}_{(\text{s})}$
- 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  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  עם תמיסה מימית של  $\text{AgNO}_3$ , נוצר משקע לפי הניסוח



20.0 מ"ל תמיסת  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  בריכוז לא ידוע הגיבו בשלמות עם 30.0 מ"ל תמיסת  $\text{AgNO}_3$  בריכוז 0.0080 M. ריכוזה של תמיסת  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  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 3 - תכונות הגזים

תוכן העניינים

1. כללי ..... (ללא ספר)

# כימיה אנליטית

פרק 4 - חומצות ובסיסים

תוכן העניינים

1. כללי ..... (ללא ספר)

# כימיה אנליטית

פרק 5 - תהליכי חמצון-חיזור

תוכן העניינים

1. כללי ..... (ללא ספר)

# כימיה אנליטית

פרק 6 - שיווי משקל כימי

תוכן העניינים

1. כללי ..... (ללא ספר)

# כימיה אנליטית

פרק 7 - שיווי משקל בתהליכי שיקוע

תוכן העניינים

1. שיווי משקל בתגובת שיקוע של חומר יוני..... 28

## שיווי 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 היון השני עומד לשקוע?

4) נתונה תמיסת מלח קשה-תמס  $Ba(IO_3)_2$ , כאשר ריכוז היון 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  $\text{OH}^-$ , 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.  $\text{Ag}^+$  ב.  $0.71 \cdot 10^{-6} \text{ M}$
- (4) א.  $10^{-9}$  ב.  $10^{-5} \text{ M}$
- (5) AgI, ואחריו AgBr, AgCl, ואז  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ .
- (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