**שאלון 37381 תשע"ו 2016**

 שאלה 13 - חומצות ובסיסים וסטוכיומטריה


## מדינת ישראל

## משרד החינוך

## המזכירות הפדגוגית

## אגף מדעים

## הפיקוח על הוראת הכימיה


# מינהלת מל"מ

המרכז הישראלי לחינוך מדעי-טכנולוגי

ע"ש עמוס דה-שליט

**המרכז הארצי למורי הכימיה**

**פתיח לשאלה**

במעבדה הכינו 4 תמיסות מימיות (4)-(1) בנפחים שווים.

בטבלה שלפניך מוצגים נתונים על התמיסות.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **התמיסה המימית** | החומר שהוכנס למים | **ריכוז התמיסה**(M) |
| (1) | KOH(s) | 0.01 |
| (2) | Ba(OH)2(s) | 0.01 |
| (3) | HNO3(l) | 0.02 |
| (4) | C5H12O6(s) | 0.02 |

**סעיף א' תת-סעיף i**

נסח את התהליך המתרחש כאשר מכניסים בנפרד למים את כל אחד מארבעת החומרים.

**התשובה:**

מים

מים

מים

(1) KOH(s) → K+(aq) + OH–(aq)

(2) Ba(OH)2(s) → Ba2+(aq) + 2OH–(aq)

(3) HNO3(l) + H2O(l) → H3O+(aq) + NO3–(aq)

(4) C6H12O6(s) → C6H12O6(aq)

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא הבנה.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון גבוה. רוב התלמידים ניסחו נכון את התהליכים המתרחשים כאשר מכניסים למים את החומרים הנתונים. הטעויות המעטות שאותרו הן מטעני יונים שגויים, אי ציון של מטעני היונים,

חוסר הבנה של תהליך ההמסה במים של בסיס שהוא חומר יוני, התייחסות לגלוקוז כאל בסיס או כאל חומצה:

1. KOH(s) + H2O(l) → KO+(aq) + OH–(aq)
2. Ba(OH)2(s) → Ba+(aq) + 2OH−(aq)
3. HNO3(l) + H2O(l) → H3O(aq) + NO3(aq)
4. C6H12O6(s) → C6H11O5(aq) + H3O+(aq)
5. C6H12O6(s) + H2O(l) → C6O6(aq) + 12OH–(aq)

**תת-סעיף ii**

דרג את התמיסות (4)-(1) לפי ה- pH , מהנמוך לגבוה.

**התשובה:**

(3) < (4) < (1) < (2)

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון גבוה. רוב התלמידים דרגו נכון את התמיסות (4)-(1) לפי ה- pH . הטעויות המעטות שאותרו הופיעו בדירוג של תמיסות (2)-(1) כתוצאה מהתייחסות לריכוז החומר במקום אל ריכוז יוני OH−(aq) :

1. (3) < (4) < (1) < (2)

**סעיף ב'**

כאשר מכניסים חומצה אצטית, CH3COOH(l) , למים מתרחשת התגובה:

 CH3COOH(l) + H2O(l) → H3O+(aq) + CH3COO−(aq)

**תת-סעיף i**

הוסיפו תמיסה מימית של חומצה אצטית, לתמיסה (1) ולתמיסה (4).

קבע באיזו מן התמיסות, (1) או (4), התרחשה תגובה. נמק את קביעתך.

**התשובה:**

תמיסת CH3COOH(aq) הגיבה עם תמיסה (1).

תמיסת CH3COOH(aq) היא תמיסה חומצית (או: בתמיסת CH3COOH(aq) יש יוני H3O+(aq) ).

לכן היא הגיבה בתגובת סתירה עם תמיסה (1), שהיא תמיסה בסיסית (או: מכילה יוני OH–(aq)).

(תמיסה (4) היא תמיסה ניטרלית, ולכן היא אינה מגיבה עם תמיסה חומצית.)

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון די גבוה. רוב התלמידים קבעו נכון שהתגובה תתרחש בתמיסה (1). היו תלמידים שטעו ובחרו בתמיסה (4), כי זיהו את תמיסת הגלוקוז כתמיסה בסיסית:

* ”התמיסה החומצית תגיב עם חומר מספר 4 , כי הוא מכיל יוני OH−(aq) ."

**תת-סעיף ii**

כתוב ניסוח נטו לתגובה שהתרחשה.

**התשובה:**

H3O+(aq) + OH–(aq) → 2H2O(l)

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא הבנה.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון גבוה. התלמידים רשמו נכון ניסוח נטו של תגובת סתירה. היו תלמידים שרשמו ניסוח יוני כולל במקום ניסוח נטו.

**המלצות**

מומלץ לתרגל עם התלמידים רישום של שני סוגים של ניסוחי תגובות: ניסוח יוני כולל וניסוח נטו, ולבקש להסביר את ההבדלים בין הניסוחים האלה.

מומלץ לבקש מהתלמידים לתאר ברמה המיקרוסקופית את המגיבים ואת התוצרים בכל אחת מהתגובות המופיעות בנספח לסילבוס הנמצא באתר המפמ"ר: דוגמאות לפרקים חומצות ובסיסים וחמצון-חיזור - גם תגובות שהתלמיד צריך להכיר ולנסח וגם תגובות שהתלמיד צריך רק להכיר.

פתיח לסעיפים ג-ד

תלמידים ערכו שני ניסויים. בכל אחד מהניסויים הוסיפו שלושה מוצקים שונים (A , B ו- C)

ל- 100 מ"ל תמיסה של חומצה חנקתית, HNO3(aq) 0.1 M .

ההבדל בין הניסויים היה בסדר של הוספת המוצקים.

במהלך הניסויים מדדו את ה- pH של התמיסה, לאחר הוספת כל אחד מן המוצקים.

המוצקים שהוסיפו בשני הניסויים:

מוצק A - 0.56 גרם KOH(s)

מוצק B - 1.71 גרם Ba(OH)2(s)

מוצק C - 1.8 גרם C6H12O6(s)

**סעיף ג'**

בגרף I שלפניך מוצגים באופן סכמתי השינויים ב- pH במהלך הניסוי הראשון.

הזמנים שבהם הוסיפו את שלושת המוצקים בניסוי הראשון מסומנים t1 , t2 , t3 .

**תת-סעיף i**

קבע מהו המוצק שהוסיפו בזמן t1 . פרט את חישוביך ונמק.

**הזמן**

(דקות)

**pH**

t1 t2 t3

**גרף I**

7

**התשובה**

בזמן t1 הוסיפו את המוצקA (או: 0.56 גרם KOH(s)).

על פי הגרף אפשר לראות שבזמן t1 , לאחר הוספת המוצק, ה- pH של התמיסה שווה ל- 7 , כלומר התרחשה תגובת סתירה מלאה. (לכן בזמן t1 הוסיפו אחד מהמוצקים KOH(s) או Ba(OH)2(s) .)

מספר המולים של יוני H3O+(aq) ב- 100 מ"ל תמיסת HNO3(aq):

0.1 liter × 0.1 = 0.01 mol

mol

liter

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, מספר המולים של יוני OH–(aq) שדרוש לסתירה מלאה של

תמיסת HNO3(aq): 0.01 mol

56

gr

mol

= 0.01 mol

0.56 gr

56

gr

mol

171

gr

mol

= 0.01 mol

1.71 gr

171

gr

mol

המסה המולרית של KOH(s):

ב- 1 מול KOH(s) יש 1 מול יוני OH– .

מספר המולים של יוני OH– במוצק A:

או:

המסה המולרית של Ba(OH)2(s):

מספר המולים של Ba(OH)2(s) שהוסיפו:

ב- 1 מול Ba(OH)2(s) יש 2 מול יוני OH– , ולכן מספר המולים של יוני OH– במוצק B הוא:

0.01 mol × 2 = 0.02 mol

לכן המוצק שהוסיפו בזמן t1 היה המוצקA .

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא אנליזה.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון בינוני. רוב התלמידים קבעו נכון שבזמן t1 הוסיפו מוצק A ונימקו את קביעתם.

אך חלק ניכר מהתלמידים טעו. ניתן לחלק את הטעויות האופייניות לשני סוגים עיקריים:

1. אי הבנה של הגרף, וכתוצאה מכך, קביעה שגויה וניסיון לנמקה:
* "בזמן t1 הוסיפו את המוצקC , כי ה- pH<7 - חומצי."
* " המוצק שהוסיפו בזמןt1 הוא B - Ba(OH)2(s) , מכיוון שכאשר pH=7 זה אומר שה-pH יעלה עד הכנסת המוצק השני."
* "בזמן t1 הוסיפו את המוצקB , כי Ba(OH)2(s) הוא חומר היחיד שמספר יוני OH– בו גדול."
1. קביעה נכונה המלווה בנימוק שגוי:
* "בזמן t1 הוסיפו את המוצקA , כי בזמן t1 ה- pH עולה וזה לוקח זמן."
* "בזמן t1 הוסיפו את KOH(s) , מכיוון שהוא בסיסי."

**תת-סעיף ii**

מהו המוצק שהוסיפו בזמן t2 ? נמק.

**התשובה**

בזמן t2 הוסיפו את המוצק C (או: 1.8 גרם C6H12O6(s) ).

גלוקוז,C6H12O6(s) , אינו מגיב כחומצה או כבסיס.

הוספת גלוקוז אינה גורמת לשינוי בריכוז וני H3O+(aq) (או: יוני OH–(aq)) בתמיסה,

ולכן אינה משנה את ה- pH של התמיסה.

לכן המוצק שהוסיפו בזמן t2 היה המוצקC - C6H12O6(s) .

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא אנליזה.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

רוב התלמידים קבעו נכון שבזמן t2 הוסיפו מוצק C . הטעויות הופיעו בעיקר בנימוקים:

* "המוצק הוא C , כי C6H12O6(s) הוא חומר ללא יוני OH– או H3O+ ."
* "מוצק C , כי הוא לא משפיע על הגרף."

**סעיף ד'**

בניסוי השני הוסיפו את שלושת המוצקים בסדר אחר.

בגרף II שלפניך מוצגים באופן סכמתי השינויים ב- pH במהלך הניסוי השני.

קבע מהו סדר הוספת המוצקים בניסוי השני.

**הזמן**

(דקות)

**pH**

t1 t2 t3

**גרף II**

7

**התשובה:**

בזמן t1 הוסיפו את המוצק A .

בזמן t2 הוסיפו את המוצק B .

בזמן t3 הוסיפו את המוצק C .

**לדעתנו, רמת חשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא אנליזה.**

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון בינוני. חלק ניכר מהתלמידים לא הצליחו לקבוע נכון את סדר הוספת המוצקים בניסוי השני.

הטעויות האופייניות שאותרו:

* בזמן t1 הוסיפו את המוצק C .

בזמן t2 הוסיפו את המוצק A .

בזמן t3 הוסיפו את המוצק B .

* בזמן t1 הוסיפו את המוצק A .

בזמן t2 הוסיפו את המוצק C .

בזמן t3 הוסיפו את המוצק B .

טעויות אלה נובעות מאי הבנה של הגרף וחוסר מיומנות לקשר בין המידע בגרף לבין המסקנות.

**המלצות לסעיפים ג-ד**

השאלות בסעיפים ג-ד הן ברמה גבוהה. התלמיד נדרש לנתח את הנתונים המוצגים בגרפים ולהסיק מסקנות על סמך נתונים אלה. לכן חלק מהתלמידים התקשו בסעיפים אלה.

מומלץ לתרגל עם התלמידים שאלות מסוג זה ולבקש נימוק גם בסעיף ד'.

דוגמאות לשאלות:

בחינות בגרות לפי שאלון 37303: תשע"ב שאלה 1 סעיפים ו', ז', שאלה 7; תשע"א שאלה 1 ג', ז'.

בחינת בגרות לפי שאלון 37202: תשע"ב שאלה 17.

שאלה נוספת:

הכינו 1 ליטר תמיסה על ידי המסה של 0.04 מול HCl(g) במים. את התמיסה חילקו לשלושה כלים

(3)-(1). לכל כלי הכניסו 250 מ"ל מהתמיסה.

הוסיפו חומרים שונים לכל אחת מהתמיסות ומדדו pH התמיסה בתום ההוספה.

בטבלה שלפניך מוצגים נתונים על החומרים שהוספו.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| מספרהכלי | החומר שהוסף | כמות החומר שהוסף |
| (1) | NaOH(s) | 0.4 גרם |
| (2) | Ca(OH)2(aq) | 80 מ''ל תמיסה מימית בריכוז0.125 M  |
| (3) | מים מזוקקים | 250 מ"ל |

בשלושה גרפים III-I שלפניך מוצגים באופן סכמתי את השינויים ב- pH התמיסה במהלך ההוספה בכל אחד מהכלים. התאם כל אחד מהגרפים לכלי. פרט את חישוביך ונמק.

**גרף II**

זמן

pH

7

זמן

pH

7

זמן

pH

7

**גרף III**

**גרף I**

התשובה:

התשובה:

גרף I מתאים לכלי (3).

גרף II מתאים לכלי (1).

גרף III מתאים לכלי (2).

הכנה של תמיסת HCl(aq):

 HCl(g) + H2O(l) → H3O+(aq) + Cl−(aq)

הריכוז המולרי של תמיסת HCl(aq) ושל יוני H3O+(aq): 0.04 M

לפני הוספת החומרים, ה- pH בתמיסות בשלושת הכלים היה חומצי - נמוך מ- 7.

0.04 × 0.25 liter = 0.01 mol

mol

liter

מספר המולים של יוני H3O+(aq) ב- 250 מ"ל תמיסה:

בכלי (1):

NaOH(s) התמוסס במים של התמיסה שהייתה בכלי, והתרחשה התגובה:

 H3O+(aq) + OH−(aq) → 2H2O(l)

0.125 × 0.08 liter = 0.01 mol

mol

liter

40

gr

mol

0.4 gr

40

gr

mol

= 0.01 mol

המסה המולרית של NaOH(s):

מספר המולים של NaOH(s) שהכניסו לכלי (1):

יחס המולים בניסות תגובת הסתירה בין יוני H3O+(aq) ויוני OH−(aq)  הוא 1:1 ,

לכן יונים אלה הגיבו בשלמות, וה- pH בתום התגובה היה 7.

לכן גרף II מתאים לכלי (1).

בכלי (2):

מספר המולים של Ca(OH)2 ב- 80 מ"ל תמיסה בריכוז 0.125 M:

מ- 1 מול Ca(OH)2 מתקבלים 2 מול יוניOH−(aq)  , לכן בתמיסה היו 0.02 מול יוני OH−(aq) .

(0.02 מול יוני OH−(aq)  נשארו ב- 330 מ"ל תמיסה.)

בכלי התרחשה התגובה:

 H3O+(aq) + OH−(aq) → 2H2O(l)

יחס המולים בניסות תגובת הסתירה בין יוני H3O+(aq) ויוניOH−(aq)  הוא 1:1 ,

לכן הגיבו 0.01 מול יוני H3O+(aq) עם 0.01 מול יוניOH−(aq) , ונשאר עודף יוניOH−(aq) .

לכן ה- pH בתום התגובה היה בתחום הבסיסי - גבוה מ- 7.

לכן גרף III מתאים לכלי (2).

בכלי (3):

בוצע מיהול פי 2 של תמיסת HCl(aq) . הריכוז של H3O+(aq) ירד פי 2.

לכן ה- pH בתום המיהול היה גבוה מה- pH של התמיסה המקורית, אך נשאר בתחום החומצי - נמוך מ- 7.

לכן גרף I מתאים לכלי (3).