**שאלון 37303 תשע"ו 2016**


## 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**

שאלה 15 - חמצון-חיזור וסטויכיומטריה

**פתיח לשאלה**

השאלה עוסקת בתגובות שבהן נוצרים או מגיבים יוני תיוסולפט, S2O32–(aq) .

יונים אלה מצויים בטבע במי מעיינות חמים ובגייזרים.

**סעיף א'**

יוני S2O32–(aq) נוצרים בתגובה בין יונים גפריתיים, SO32–(aq) , לבין גפרית, S8(s) , על פי תגובה (1):

1. 8SO32–(aq) + S8(s) → 8S2O32–(aq)

**תת-סעיף i**

ציין את דרגת החמצון של אטומי S בכל אחד משלושה סוגי החלקיקים שבהם הוא מופיע בתגובה (1).

**התשובה:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| החלקיק | S2O32– | S8 | SO32– |
| דרגת חמצון של אטום S |  |  | 0+2+4 |

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

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון גבוה יחסית. רוב התלמידים קבעו נכון את דרגות החמצון, אך חלק מהתלמידים טעו.

הטעויות האופייניות שאותרו:

* + קביעות שגויות בגלל חוסר התייחסות למטעני היונים S2O32– ו- SO32– .
	+ קביעה שגויה בגלל הכפלת דרגת החמצון של אטום S ביון S2O32– :

+4

* "דרגת החמצון של אטום S ביון S2O32– היא ."

**תת-סעיף ii**

כמה מול אלקטרונים עוברים בתגובה (1), שבה מגיב 1 מול S8(s) ? פרט את חישוביך.

**התשובה:**

16 מול אלקטרונים.

0

+2

דרגת החמצון של אטומי S ב- S8(s) עולה מ- ל- .

בתגובה זו 1 מול אטומי S ב- S8(s) מאבד (או: מוסר) 2 מול אלקטרונים.

ב- 1 מול S8(s) יש 8 מול אטומי S .

מספר האלקטרונים שעוברים בתגובה שבה מגיב 1 מול S8(s): 8 mol × 2 = 16 mol

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

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון נמוך מאוד. תלמידים רבים לא ענו לתת-סעיף זה. הטעויות האופייניות הן:

1. "עברו 2 מול אלקטרונים" - חוסר התייחסות לכך שישנם 8 מול אטומי S .
2. "עברו 4 מול אלקטרונים" - התייחסות לשני אטומי S ביון S2O32– .

**המלצות**

מומלץ ללמד את הנושא של מולי אלקטרונים העוברים בתגובת חמצון-חיזור בשלבים, כמובא במסמך שהוכן בקהילות מורים ומכיל המלצות ודפי עבודה:

 <http://chemcenter.weizmann.ac.il/?CategoryID=314&ArticleID=4609>

**תת-סעיף iii**

חשב את המסה של S8(s) הדרושה לקבלת 100 מ"ל תמיסה המכילה יוני S2O32–(aq) בריכוז 0.16 M .

פרט את חישוביך.

**התשובה:**

0.16 × 0.1 liter = 0.016 mol

mol

liter

0.016 mol

8

= 0.002 mol

gr

mol

256

0.002 mol × 256 = 0.512 gr

gr

mol

מספר המולים של יוני S2O32–(aq) שהתקבלו:

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, מ- 1 מול S8(s) נוצרים 8 מול יוני S2O32–(aq) .

מספר המולים של S8(s) שהגיבו:

המסה המולרית של גופרית:

מסת הגופרית הדרושה לתגובה:

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

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון בינוני. חלק מהתלמידים מתקשים בפעולות סטויכיומטריות הכוללות מסת החומר, ריכוז החומר בתמיסה, מספר מולים של חומר. הטעויות האופייניות שאותרו:

* המרת יחידות שגויה: הכפלה ב- 1000 במעבר ממ"ל לליטר, במקום חלוקה ב- 1000 .
* חוסר התייחסות לנפח: חישוב עבור ליטר תמיסה.
* חישוב של מספר מולי אטומים במקום מספר מולים כולל: הכפלה ב- 8 אטומי גופרית.
* חוסר התייחסות ליחס המולים.

**המלצות**

מומלץ לפתור עם התלמידים תרגילים מסוג זה. שאלות מתאימות: שאלה 4 בבגרות תש"ע, שאלה 6 בבגרות תשע"ב.

**סעיף ב'**

יוני S2O32–(aq) מגיבים עם יוני הידרוניום, H3O+(aq) , על פי תגובה (2):

1. S2O32–(aq) + 2H3O+(aq) → S8(s) + SO2(g) + 3H2O(l)

1

8

בתגובה זו חלק מיוני S2O32–(aq) עוברים חמצון, וחלק מהם עוברים חיזור.

קבע מהו תוצר החמצון של יוני S2O32–(aq) . נמק.

**התשובה:**

תוצר החמצון הוא SO2(g) .

0

+2

+4

דרגת החמצון של אטומי S ביוני S2O32–(aq) (או: במגיב) היא .

בתוצרים דרגת החמצון של אטומי S היא ב- SO2(g) ו- ב- S8(s) .

בתהליך של חמצון יש עלייה בדרגת החמצון של האטום.

לכן תוצר החמצון הוא SO2(g) .

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

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון נמוך. תלמידים רבים התקשו לקבוע את תוצר החמצון של יוני S2O32–(aq) .

הטעויות האופייניות שאותרו בסעיף זה:

* טעויות בקביעת דרגות חמצון של אטומים ביונים מורכבים:
1. "תוצר החמצון הוא מולקולות המים שבהן החמצן של S2O32–(aq) מסר 4 אלקטרונים

ועלה מ- (–6) ל- (–2).

* בלבול במושגים: תוצר חמצון ותוצר חיזור, מחזר ומחמצן:
1. "תוצר חמצון הוא התוצר שבו ירדה דרגת החמצון."
2. "הגופרית ב- S2O32–(aq) קיבלה אלקטרונים, לכן יון זה מחמצן ותוצר החמצון הוא . S8(s)"
* הסברים חלקיים:
1. "דרגת חמצון של S ירדה."
* חוסר התייחסות ליחס המולים.

**המלצות**

ישנו בלבול במושגים מחזר ומחמצן, תוצר חיזור ותוצר חמצון, ולכן מומלץ להרבות בעבודה עם תגובות, שבהן יש למצוא לא רק מחזר ומחמצן אלא גם תוצר חיזור ותוצר חמצון.

שאלות לדוגמא:

שאלה 1

נתון ניסוח מאוזן של התגובה:

 N2H4(g) + 5F2(g) → 2NF3(g) + 4HF(g)

לפניך ארבעה ההיגדים:

1. מול אחד של החומר המחזר בתגובה מוסר 5 מול אלקטרונים.
2. NF3(g) הוא גם תוצר חמצון וגם תוצר חיזור.
3. מול אחד של החומר המחמצן בתגובה מקבל 2 מול אלקטרונים.
4. HF(g) הוא תוצר של חמצון.

ההיגדים הנכונים הם:

1. I ו- II בלבד
2. **II ו- III בלבד**
3. I ו- IV בלבד
4. II ו- IV בלבד

שאלה 2

נתון ניסוח מאוזן של התגובה:

 2IO3–(aq) → 2I–(aq) + 3O 2(g)

במהלך התגובה יוניIO3–(aq) עברו:

1. **חמצון וחיזור**
2. חיזור בלבד
3. חמצון בלבד
4. פירוק ללא חמצון ו/או חיזור

**סעיף ג'**

1 מול יוני S2O32–(aq) מגיב עם 4 מול יוני ClO–(aq) .

תמיסות המכילות יוני ClO–(aq) משמשות לחיטוי והלבנה.

10 מ"ל תמיסה המכילה יוני ClO–(aq) הגיבו בשלמות עם 22.3 מ"ל תמיסה המכילה יוני S2O32–(aq)

בריכוז 0.18 M .

חשב את הריכוז של יוני ClO–(aq) בתמיסה. פרט את חישוביך.

**התשובה:**

0.18 × 0.0223 liter = 0.004 mol

mol

liter

= 1.6

mol

liter

0.016 mol

0.01 liter

מספר המולים של יוני S2O32–(aq) שהגיבו:

1 מול יוני S2O32–(aq) מגיב עם 4 מול יוני ClO–(aq) .

מספר המולים של יוני ClO–(aq) שהגיבו: 0.04 mol × 4 = 0.016 mol

הריכוז המולרי של יוני ClO–(aq):

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

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון נמוך. חלק ניכר מהתלמידים מתקשים בחישובים עבור תמיסות מימיות.

הטעויות האופייניות שאותרו:

* חישוב שגוי של ריכוז מולרי של המומס.
* הכפלת ריכוז המומס במקדם שבניסוח התגובה.
* טעויות ביחידות.

**המלצות**

מומלץ להקפיד על רישום יחידות בחישובים סטויכיומטריים ולבקש מהתלמידים להמיר יחידות.

**סעיף ד'**

תמיסות המכילות יוני ClO–(aq) בריכוז 0.4 M משווקות בישראל בשם "אקונומיקה", והן מיועדות לשימוש ביתי.

**תת-סעיף i**

התמיסה שאת ריכוזה קבעת בסעיף ג אינה מתאימה לשימוש ביתי.

איזו פעולה צריך לבצע במעבדה כדי להכין ממנה תמיסה לשימוש ביתי?

**התשובה:**

מיהול התמיסה (או: הוספת מים עד לקבלת הריכוז הנדרש).

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

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון נמוך. תלמידים רבים לא הבינו שמדובר במיהול של התמיסה הנתונה.

הטעויות האופייניות שאותרו:

1. "להעלות את הריכוז של יוני S2O32–(aq) ."
2. "להעלות את הריכוז של יוני ClO–(aq) עד שיגיע ל- 4 M ."
3. "הפחתה של הנפח."
4. "הקטנת הריכוז."

**תת-סעיף ii**

מהו הנפח של תמיסת "אקונומיקה" שריכוזה 0.4 M שאפשר להכין מ- 1 ליטר תמיסה שאת ריכוזה חישבת בסעיף ג? נמק.

**התשובה:**

4 ליטר תמיסת "אקונומיקה".

מספר המולים של יוני ClO–(aq) ב- 1 ליטר תמיסה: 1.6 mol

הנפח של תמיסת "אקונומיקה" המכיל 1.6 מול יוני ClO–(aq):

או:

הריכוז של יוני ClO–(aq) בתמיסה שבסעיף ג' גדול פי 4 מהריכוז של יוני ClO–(aq) בתמיסת "אקונומיקה". לכן יש למהול את התמיסה פי 4 .

= 4 liter

1.6 mol

mol

liter

0.4

יתקבלו 4 ליטר של תמיסת "אקונומיקה".

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

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון נמוך מאוד. תלמידים רבים לא ענו לתת-סעיף זה. הטעויות האופייניות שאותרו:

* טעויות חישוב.
* טעויות ביחידות.
* הכפלת הריכוז של התמיסה מסעיף ג' פי 4 .

טעויות אלה נובעות מחוסר ידע והבנה כיצד לבצע את החישוב המבוקש.

**המלצות לסעיף ד i ו- ii**

מומלץ לפתור עם התלמידים תרגילים בנושא ריכוז התמיסות, שבהם מתוארים שינויים כמותיים המבוצעים בתמיסות.

שאלה לדוגמה:

לתמיסת אשלגן על מנגנטי KMnO4(aq) צבע ורוד-סגול. צבע זה אופייני ליוני MnO4–(aq) שבתמיסה. הכינו שמונה כלים. בכל אחד מהכלים נמצאים 100 מ"ל תמיסת KMnO4(aq) 0.5 M.
בטבלה שלפניך מתוארים הניסויים שנעשו בכל אחד משמונת הכלים.

השלם את הטבלה.

נתון: המלח AgMnO4(s) הוא קשה תמס.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| הכלי | הניסוי | היבטמאקרוסקופי | היבט מיקרוסקופי | מספר המולים שלMnO4–(aq) | ריכוזMnO4–(aq) | מספר המולים של K+(aq) | ריכוז K+(aq) |
| 1 | אידוי מים כך שתתקבל תמיסה בנפח 50 מ"ל  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | הוספת 0.1 מול KMnO4(s) |  |  |  |  |  |  |
| 3 | הוספת100 מ"ל מים  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | הוספת74.5 גרם KCl(s) |  |  |  |  |  |  |
| 5 | הוספת 50 מ"ל NaMnO4(aq) 0.5 M |  |  |  |  |  |  |
| 6 | הוצאת 25 מ"ל מהתמיסה  |  |  |  |  |  |  |
| 7 | הוספת 1.7 גרם AgNO3(s) |  |  |  |  |  |  |
| 8 | הוספת 100 מ"ל תמיסת AgNO3(aq)0.5 M |  |  |  |  |  |  |

כמו כן מומלצת הפעילות (שכוללת גם סרטון מתאים) שנמצאת באתר המרכז הארצי למורי הכימיה:

 <http://chemcenter.weizmann.ac.il/?CategoryID=508&ArticleID=4415>