**מדינת ישראל**

**משרד החינוך**

המזכירות הפדגוגית

###### אגף מדעים

**הפיקוח על הוראת הכימיה**

שאלון 37303 תשע"ג 2013

שאלה 4

תכונות של חומרים וסטויכיומטריה

ליניט היא סגסוגת של אלומיניום, Al(s) , ונחושת, Cu(s) .

על סגסוגת זו נוצרת שכבה של אלומיניום חמצני, Al2O3(s) , המגדילה את עמידות הסגסוגת בפני קורוזיה.

סעיף א'

במה שונה המבנה של Al2O3(s) מהמבנה של סגסוגת ליניט? בתשובתך התייחס לסוג החלקיקים ולכוחות הפועלים ביניהם.

**תשובה:**

Al2O3(s) מורכב מיוני Al3+ ויוני O2− , שביניהם פועלים כוחות משיכה חשמליים (או: קשר יוני).

הסגסוגת ליניט מורכבת מיוני Al3+ , יוני Cu2+ , ו-"ים של אלקטרונים". בין היונים החיוביים ובין האלקטרונים שב"ים האלקטרונים" יש משיכה חשמלית (או: קשר מתכתי).

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

הציון נמוך. תלמידים רבים לא הצליחו להסביר את ההבדלים בין המבנה היוני של תחמוצת Al2O3(s) לבין המבנה המתכתי של סגסוגת ליניט. ניתן למיין את הטעויות האופייניות שהופיעו בסעיף זה לשני סוגים עיקריים:

1. טעויות בתיאור המבנה המתכתי של סגסוגת ליניט:

⬩ התייחסות לסגסוגת כאל חומר מולקולרי ותיאור קשרים קוולנטיים תוך מולקולריים במקום קשר מתכתי:

• "סגסוגת ליניט היא חומר מולקולרי שבו פועלים כוחות ון-דר-ואלס."

⬩ קביעה נכונה של סוג החומר - מתכתי, אך תיאור שגוי של המבנה:

• "סגסוגת ליניט היא מתכת שיש לה הרבה חלקיקים חיוביים ללא חלקיקים שליליים. לכן ישנם כוחות דחייה בין החלקיקים."

• "ליניט הוא חומר מתכתי שלא מתמוסס במים ובין האלקטרונים יש קשרים חזקים."

2. טעויות בתיאור המבנה היוני של תחמוצת Al2O3(s) :

⬩ ציון סוג החומר - חומר יוני, המלווה בהתייחסות אליו כאל חומר מולקולרי:

• "התחמוצת היא חומר יוני. במולקולות החומר יש קטבים חיוביים ושליליים."

 חוסר ידע והבנה מהו המבנה של חומר יוני, וכתוצאה מכך תיאורים מבולבלים של המבנה היוני:

• " ***Al2O3(s)***הוא חומר יוני, כלומר מולקולה גדולה ויש בה יון חיובי ויון שלילי."

• " ***Al2O3(s)-*** חומר יוני. הקשרים הפועלים בין מולקולות הם קשרים יוניים."

• "מולקולת ***Al2O3(s)***היא מולקולה יונית, לכן החומר הוא יוני. המולקולה היא קוטבית, ישנה משיכה בין קטבים מנוגדים במולקולה."

הטעויות משני הסוגים נובעות מחוסר הבחנה:

⬩ בין סוגי חומרים

⬩ בין סוגי חלקיקים

⬩ בין חלקיק בודד לצבר חלקיקים

⬩ בין סוגי הכוחות הפועלים בין חלקיקים בחומרים מסוגים שונים

⬩ בין מטען חשמלי של יון לבין מטען חשמלי חלקי על אטום במולקולה.

חלק מהתלמידים מתקשים בתיאור החומר ברמה מיקרוסקופית.

מומלץ לבקש מהתלמידים לתאר את שני החומרים ברמה מאקרוסקופית וברמה מיקרוסקופית

 ולצייר באופן סכמתי את המבנה שלהם, לדוגמה:

**3+**

**3+**

**3+**

**2+**

**2+**

**3+**

**3+**

**3+**

**3+**

**3+**

**3+**

**3+**

**3+**

**3+**

**3+**

**3+**

**3+**

**3+**

**3+**

**2**

 **−**

**2**

 **−**

**2**

 **−**

**3+**

**3+**

**3+**

**3+**

**2**

 **−**

**2**

 **−**

**2**

 **−**

**3+**

**3+**

**2**

 **−**

**2**

 **−**

**2**

 **−**

**3+**

**3+**

**2**

 **−**

**2**

 **−**

**2**

 **−**

**3+**

**3+**

**2**

 **−**

**2**

 **−**

**2**

 **−**

**2**

 **−**

**2**

 **−**

**2**

 **−**

**3+**

**3+**

**3+**

**3+**

**3+**

**3+**

**2**

 **−**

איור סכמתי של המבנה המתכתי

של סגסוגת ליניט

איור סכמתי של המבנה היוני

של תחמוצת אלומיניום

מומלץ לעבור עם התלמידים על המצגות בנושא "יחסים וקשרים בעולם החומרים", שהוכנו על ידי

ד"ר דורית בר וירדן קדמי. המצגות נמצאות באתר המפמ"ר בדף:

 <http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagogit/Chimya/Mivnyot/AzareyHoraa.htm>

ביצעו ניסוי כדי לקבוע את ההרכב של סגסוגת ליניט.

לקחו דגימה של 6 גרם ליניט, הכניסו אותה לתמיסה של חומצת מימן כלורי, HCl(aq) .

התרחשו שתי התגובות (1) ו- (2) בלבד.

(1) Al2O3(s) + 6H3O+(aq) → 9H2O(l) + 2Al3+(aq)

 (2) 2Al(s) + 6H3O+(aq) → 3H2(g) + 2Al3+(aq) + 6H2O(l)

סעיף ב' תת-סעיף i

קבע עבור כל אחת מן התגובות (1) ו- (2) מהו סוג התגובה - חמצון-חיזור או חומצה-בסיס. נמק.

**תשובה:**

תגובה (1) היא תגובת חומצה-בסיס.

במהלך התגובה עוברים פרוטונים (יוני H+) מיוני H3O+(aq) שבתמיסה ליוני O2− ב- Al2O3(s) .

(לא חלים שינויים בדרגות החמצון של אטומים במהלך התגובה, לכן התגובה היא לא תגובת חמצון-חיזור.)

תגובה (2) היא תגובת חמצון-חיזור.

במהלך התגובה עוברים אלקטרונים מאטומי Al לאטומי H שביוני H3O+(aq)

(או: חלים שינויים בדרגות החמצון של אטומי Al ושל אטומי H).

(לא עוברים פרוטונים במהלך התגובה, לכן התגובה היא לא תגובת חומצה-בסיס.)

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

רוב התלמידים קבעו נכון את סוגי התגובות הנתונות, אך חלק מהתלמידים טעה.

הטעויות האופייניות שאותרו הן:

⬩ קביעה שגויה של סוג התגובה וניסיון לנמקה:

• "תגובה ***(1)*** היא תגובת חמצון-חיזור, כי יש בה יוני מתכת שהיא חומר מחזר."

• "תגובה ***(2)*** היא תגובת חומצה-בסיס, כי בתגובה משתתפים יוני ***H3O+(aq)*** שהם יוני חומצה."

⬩ קביעה נכונה של סוג התגובה המלווה בנימוק שאינו מתאים או חלקי:

• "תגובה ***(1)*** היא תגובת חומצה-בסיס, כי מגיבים בה יוני הידרוניום."

• "תגובה ***(2)*** היא תגובת חמצון-חיזור, כי במגיבים יש אלומיניום שהוא מתכת מחזרת."

**תת-סעיף ii**

מהו התפקיד של יוני הידרוניום, H3O+(aq) , בכל אחת מן התגובות (1) ו- (2)? נמק.

**תשובה:**

בתגובה (1) יוני H3O+(aq) מגיבים כחומצה, מכיוון שהם מוסרים פרוטונים (H+) ליוני O2− ב- Al2O3(s) .

בתגובה (2) יוני H3O+(aq) מגיבים כמחמצן. אטומי מימן שביוני H3O+(aq) מקבלים אלקטרונים מאטומי אלומיניום ונוצרות מולקולות של יסוד מימן.

+1

0

(או: דרגת החמצון של אטומי H ביוני H3O+(aq) יורדת מ- ל- ).

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

תת-סעיף זה היה קשה לחלק מהתלמידים. הטעויות האופייניות הן:

⬩ טעויות המשגה בנושא חומצות ובסיסים:

• "בתגובה ***(1)*** יוני ***H3O+(aq)*** פועלים כבסיס משום שהם מוסרים פרוטונים."

• "בכל אחת מהתגובות התפקיד של יוני ***H3O+(aq)*** הוא להיות אינדיקטור לרמת ה- ***pH*** בתמיסה."

• "התפקיד של יוני ***H3O+(aq****)* בתגובה ***(2)***: לשמור על מתכת בפני קורוזיה."

⬩ אי הבנה של השאלה - פירוש לא מתאים של המילה "תפקיד":

• "התפקיד של יוני ***H3O+(aq****)* בתגובה ***(1)*** הוא להגיב עם***Al2O3(s)*** ."

• "התפקיד של יוני ***H3O+(aq****)* בתגובה ***(1)*** הוא לפרק את***Al2O3(s)*** ליוני אלומיניום, כדי להכניס אותם לתמיסה."

• "התפקיד של יוני ***H3O+(aq****)* בתגובה ***(2)*** הוא לפרק את הסגסוגת ליונים ובכך להוסיף לתמיסה יוני אלומיניום."

מומלץ להציג לתלמידים תגובות שונות שבהן לאותם חלקיקים יכולים להיות תפקידים שונים, תלוי בתגובה.

סעיף ג'

נמצא כי בתגובה של 6 גרם סגסוגת ליניט עם תמיסת HCl(aq) בכמות מספקת נפלטו 7.875 ליטר H2(g) , ונותרו 0.3 גרם מוצק שלא הגיב.

הנפח של 1 מול גז בתנאי התגובה הוא 25 ליטר.

**תת-סעיף i**

כמה מולים של גז נפלטו? פרט את חישוביך.

**תשובה:**

25

liter

mol

7.875 liter

= 0.315 mol

מספר המולים של גז שנפלטו בתגובה:

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

חלק מהתלמידים לא ידעו לחשב את מספר המולים של גז על פי הנתונים. הם הכפילו את נפח הגז שנפלט בנפח מולרי של גז.

**תת-סעיף ii (הציון 55)**

כמה מולים של Al(s) הגיבו? נמק.

**התשובה:**

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, מ- 2 מול של Al(s) מתקבלים 3 מול H2(g) .

0.315 × 2

3

= 0.21 mol

מספר המולים של Al(s) שהגיבו:

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

הציון נמוך. הטעויות האופייניות שאותרו בתת-סעיף זה הן:

⬩ התעלמות מיחס המולים בניסוח התגובה וחישוב על פי יחס 1:1 .

⬩ המצאה של "נוסחת הסגסוגת" ושל "התפרקותה במים" וחישוב על פי יחס המסה:

AlCu(s) → Al3+(aq) + Cu2+(aq)

 1 : 1 : 1

 גרם 6 → גרם 3 גרם 3

**תת-סעיף iii**

חשב את אחוז ה- Al(s) בדגימה. פרט את חישוביך.

**תשובה:**

27 × 0.21 mol = 5.67 gr

gr

mol

6 gr

5.67 gr

× 100% = 94.5%

המסה של Al(s) שהתקבלה:

אחוז Al(s) בדגימה:

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

הציון נמוך מאוד. רוב התלמידים לא הצליחו לחשב את אחוז האלומיניום בדגימה, כי לא הכירו חישוב אחוזים. טעות נוספת שאותרה היא חישוב שגוי של מסת האלומיניום.

**תת-סעיף iv (הציון 19)**

חשב את המסה של Al2O3(s) בדגימה. פרט את חישוביך.

**תשובה:**

ב- 6 גרם סגסוגת יש 5.67 גרם Al(s) , 0.3 גרם Cu(s) .

המסה של Al2O3(s) בדגימה: 6 gr − (5.67 gr + 0.3 gr) = 0.03 gr

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

הציון נמוך במיוחד. הטעויות האופייניות הן:

⬩ קושי להבין שאם לאחר התגובה נותר מוצק, המשמעות היא שלא כל החומר הגיב.

⬩ אי הבנה שהסגסוגת מכילה שלושה סוגי חומרים: אלומיניום, נחושת ואלומיניום חמצני.

⬩ אי הבנה של התהליך הכולל תגובות של חומצה HCl(aq) עם אלומיניום ועם אלומיניום חמצני. המוצק שנותר הוא נחושת מתוך הסגסוגת, שלא הגיבה עם חומצה.

מומלץ לבצע עם התלמידים פעילויות שונות - לעבוד עם מאמרים, סרטים, שאלות ברמה גבוהה - בעבודות, לאו דווקא במבחנים.

פעילויות ושאלות לדוגמה אפשר למצוא במדריך למורה לפרק 3 של ספר הלימוד "יחסים וקשרים בעולם החומרים", הנמצא באתר הספר:

 <http://stwww.weizmann.ac.il/g-chem/materials/>

כולל פעילויות נוספות שלא מופיעות בספר: ניסויים, סרטים, מאמרים, שאלות מסוג "ניתוח קטע ממאמר מדעי" ודפי עבודה.

סעיף ד' (הציון 59)

איזה חומר מוליך חשמל טוב יותר, Al(s) או Al2O3(s) ? נמק.

**תשובה:**

Al(s) .

Al(s) הוא מתכת ואילו Al2O3(s) הוא תרכובת יונית.

ב- Al(s) יש "ים אלקטרונים" ניידים (או: אלקטרונים בלתי מאותרים).

יוני Al3+ ויוני O2− שבסריג של Al2O3(s) אינם ניידים, ולכן Al2O3(s) אינו מוליך זרם חשמלי.

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

חלק ניכר מהתלמידים אינם יודעים את התנאים למוליכות חשמלית של החומר: נוכחות חלקיקים טעונים ויכולתם לנוע. הטעויות האופייניות שאותרו בסעיף זה הן:

⬩ חוסר ידע - הנחה שהתנאי היחיד למוליכות החומר הוא חלקיקים טעונים:

• "חומר יוני בנוי מיונים טעונים - חיוביים ושליליים, לכן הוא מוליך היטב חשמל."

⬩ קביעה נכונה המלווה בנימוק חלקי ברמה המאקרוסקופית או שאינו מתאים:

• "ידוע שמתכות מוליכות חשמל. ***Al(s)*** הוא מתכת ולכן מוליך."

• "***Al2O3(s)*** הוא חומר מולקולרי, ולכן לא מוליך חשמל."

⬩ קביעה שגויה ונימוק המתבסס על תיאורים שגויים של מבנה החומרים:

• "חומר יוני מוליך חשמל, כי הוא בנוי ממולקולות, שבכל מולקולה יון חיובי ויון שלילי."

• " ***Al2O3(s)***מוליך חשמל טוב יותר מ- ***Al(s)*** , כי הוא קוטבי יותר מ- ***Al(s)*** ."

מומלץ לבצע ניסויים - לבדוק מוליכות חשמלית של חומרים שונים, ולהסביר את התוצאות ברמה

מיקרוסקופית.