**שאלון 37381 תשע"ו 2016**

 שאלה 12 - מבנה וקישור וחמצון-חיזור


## 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**

תלמידים ערכו במעבדה ניסויים עם תמיסה מימית של נחושת כלורית, CuCl2(aq) .

יוני הנחושת, Cu2+(aq) , בתמיסה מקנים לה גוון כחול.

**סעיף א'**

התלמידים התבקשו לתאר ברמה מיקרוסקופית את התמיסה המימית של נחושת כלורית.

לפניך התיאור שכתב אחד התלמידים.

"התמיסה המימית של נחושת כלורית היא נוזל בצבע כחול. בתמיסה זו יש יונים חיוביים של נחושת, Cu2+(aq) , ויונים שליליים של כלור, Cl2−(aq) . היונים מוקפים במולקולות של מים. היונים החיוביים יוצרים קשרי מימן עם מולקולות המים. קשרי מימן נוצרים גם בין מולקולות המים לבין עצמן."

**תת-סעיף i**

בתיאור כתב התלמיד פרט אחד, שאינו מתאים לתיאור של תמיסה ברמה מיקרוסקופית.

ציין פרט זה, והסבר מדוע הוא אינו מתאים.

**התשובה:**

"התמיסה המימית של נחושת כלורית היא נוזל בצבע כחול."

זהו פרט שמתאים לתיאור מאקרוסקופי של התמיסה (או: פרט זה נקלט באמצעות חוש הראיה; או: בפרט זה אין התייחסות לחלקיקים).

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

**ניתוח טעויות אופייניות**

רוב התלמידים ציינו נכון את הפרט שאינו מתאים לתיאור מיקרוסקופי.

הטעויות העיקריות שאותרו נובעות מאי הבחנה בין תיאור ברמה מאקרוסקופית לתיאור ברמה מיקרוסקופית. חלק מהתלמידים ציינו תיאורים ברמה מיקרוסקופית כטעויות:

* "קשרי מימן נוצרים בין מולקולות המים לבין עצמן."
* "היונים מוקפים במולקולות של מים."

היו תלמידים שכנראה לא הבינו את השאלה, ולכן ציינו תיאורים שגויים כתיאורים שאינם מתאימים לרמה מיקרוסקופית:

* "היונים החיוביים יוצרים קשרי מימן עם המים."

**תת-סעיף ii**

ציין שתי טעויות בתיאור המיקרוסקופי שכתב התלמיד, והסבר מדוע כל אחת מהן היא טעות.

**התשובה:**

* הנוסחה של יוני כלור אינה נכונה.

 יוני כלור הם יונים חד אטומיים. במקום Cl2−(aq) צריך לרשום Cl−(aq) .

* "היונים החיוביים יוצרים קשרי מימן עם מולקולות המים."

 בין היונים החיוביים לבין הקטבים השליליים של מולקולות המים פועלים כוחות משיכה חשמליים ולא קשרי מימן (או: היונים החיוביים נמשכים אל הקטבים השליליים של מולקולות המים).

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

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון די נמוך. רוב התלמידים ציינו נכון את הטעות הראשונה - שהנוסחה של יוני כלור אינה נכונה, אבל טעו באיתור הטעות השנייה. הסיבה העיקרית לטעויות היא חוסר הבחנה בין רמה מאקרוסקופית לרמה מיקרוסקופית.

ניתן לחלק את הטעויות האופייניות בתת-סעיף זה לשני סוגים עיקריים:

1. טעויות בציון הטעות השנייה:
* "קשרי מימן נוצרים גם בין מולקולות המים לבין עצמן. זוהי טעות, כי מים הם הממס."
* "קשרי מימן נוצרים גם בין מולקולות המים לבין עצמן. זאת טעות, כי קשרי מימן לא נוצרו אלא כבר היו."
* "היונים מוקפים במולקולות מים. זה תיאור מאקרוסקופי ולכן אינו נכון."
1. ציון נכון של הטעות השנייה המלווה בהסבר שגוי:
* "אין קשרי מימן כי אין מימן חשוף מאלקטרונים."
* "אין קשרי מימן כי אין אחד מיסודות N O F ."
* "היונים החיוביים מושכים את היונים השליליים של המים."

**תת-סעיף iii**

כתוב פרט אחד שהיה צריך לכתוב בתיאור המיקרוסקופי של תמיסת CuCl2(aq) , והתלמיד

לא כתב.

**התשובה:**

אחד מהפרטים:

* היונים השליליים נמשכים אל הקטבים החיוביים של מולקולות המים.
* קשרי המימן נוצרים בין אטום מימן חשוף מאלקטרונים במולקולה אחת של מים לזוג אלקטרונים בלתי קושר על אטום חמצן במולקולת מים סמוכה.
* החלקיקים אינם מסודרים.
* אופני התנועה של החלקיקים שבתמיסה (יונים ומולקולות המים): תנודה וסיבוב.

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

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון נמוך מאוד. רוב התלמידים לא הצליחו לכתוב תיאור נוסף ברמה מיקרוסקופית.

הטעויות האופייניות נחלקות לשני סוגים עיקריים:

1. חוסר הבחנה בין תיאור מאקרוסקופי לתיאור מיקרוסקופי:
* "התמיסה מוליכה חשמל."
1. טעויות בתיאור מיקרוסקופי של הכוחות הפועלים בין החלקיקים שבתמיסה:
* "בין היונים החיוביים ליונים השליליים פועלים כוחות משיכה חזקים."

היו תלמידים שדילגו על תת-סעיף זה.

**המלצות לסעיף א'**

מומלץ לאחר כל ניסוי לבקש מהתלמידים לתאר את המגיבים ואת התוצרים ברמה מאקרוסקופית וברמה מיקרוסקופית - על פי ההנחיות בנספח לסילבוס "דוגמאות לתיאור חומרים ברמות הבנה שונות (מאקרוסקופית, מיקרוסקופית וסמל)", הנמצא באתר המפמ"ר:

<http://meyda.education.gov.il/files/Mazkirut_Pedagogit/chimya/ramot2015.pdf>

שאלות לתרגול מבחינות בגרות, שאלון 37303: תשע"ה שאלה 6; תשע"ד שאלות 3, 4; תשע"ג שאלה 5; תשע"ב שאלות 3, 4; תשע"א שאלות 2, 4; תש"ע שאלה 3; תשס"ט שאלה 3. שאלות אלה עוסקות בחומרים מסוגים שונים, במצבי צבירה שונים ובתמיסות.

**סעיף ב'**

באחד הניסויים טבלו התלמידים לוחית אלומיניום, Al(s) , בתמיסת CuCl2(aq) .

התרחשה תגובת חמצון-חיזור בין Al(s) ובין יוני Cu2+(aq) .

**תת-סעיף i**

נסח ואזן את התגובה שהתרחשה.

**התשובה:**

3Cu2+(aq) + 2Al(s) → 3Cu(s) + 2Al3+(aq)

3Cu2+(aq) + 6Cl−(aq) + 2Al(s) → 3Cu(s) + 6Cl−(aq) + 2Al3+(aq)

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

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון נמוך מאוד. תלמידים רבים לא הצליחו לנסח תגובת חמצון-חיזור בין מתכת לבין יוני מתכת אחרת. הטעויות האופייניות שאותרו:

* רישום ניסוח לא מאוזן.
* קביעה שגויה של מטען יוני האלומיניום המתקבלים:
1. Cu2+(aq) + Al(s) → Cu(s) + Al2+(aq)
* רישום ניסוח "מולקולרי":
1. 3CuCl2(aq) + 2Al(s) → 3Cu(s) + 2AlCl3(aq)
* רישום תוצרים שגויים, מעין "סגסוגת" של אלומיניום ונחושת ויונים המכילים אלומיניום ונחושת:
1. Cu2+(aq) + Al(s) → AlCu(s)
2. CuCl2(aq) + Al(s) → 2Cl−(aq) + CuAl3+(aq)

**המלצות**

מומלץ לתרגל ניסוח ואיזון של תגובות חמצון-חיזור בין מתכות ויוני מתכות, גם כאשר המטענים לא "מסתדרים" בקלות.

מומלץ לתרגל תוך ביצוע ניסויים כאלה בפועל - טבילת מתכות שונות בתמיסות המכילות יוני מתכות שונות ובכל פעם שמתרחשת תגובה לנסח אותה. מומלץ לעבוד בניסויים אלו על רמת המיקרו, רמת המאקרו ורמת הסמל.

מומלץ לבצע עם התלמידים פעילות מתוקשבת "מתכות ויוני מתכות", אתר המרכז הארצי למורי הכימיה:

<http://chemcenter.weizmann.ac.il/?CategoryID=513&ArticleID=4809>

עמוד הבית ← חומרי למידה ← פעילויות מתוקשבות ← חמצון-חיזור

**תת-סעיף ii**

ציין שני שינויים הנראים לעין במהלך הניסוי (שתי תצפיות).

**התשובה:**

שניים מבין השינויים:

- לוחית האלומיניום מתפוררת

- שוקע מוצק (בצבע חום אדמדם)

- הצבע הכחול של התמיסה נעלם (או: הצבע נעשה בהיר יותר; או: הצבע של התמיסה משתנה; או: התמיסה הופכת לחסרת צבע).

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

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון די נמוך. חלק ניכר מהתלמידים מתקשים לתאר את התצפיות.

הטעויות העיקריות שאותרו נובעות מחוסר הבחנה בין תצפיות לפרשנות:

* "האלומיניום הגיב."
* "התרחשה תגובה בין לוחית האלומיניום לבין יוני הנחושת."
* "נעלמו יוני הנחושת ונוצרה המתכת נחושת."

טעויות נוספות:

אי דיוק במונחים:

* "מתכת הופכת לנוזל ונוזל הופך למתכת."

קביעות כלליות:

* "התרחשה תגובה. השינויים המעידים על התרחשות תגובה הם בועות."

**המלצות**

מומלץ לבצע ניסויים, הדומים לניסוי המתואר בשאלה, ולתרגל מיומנויות החקר הנדרשות: רישום תצפיות והבחנה בין תצפית לפירוש.

**תת-סעיף iii**

קבע אם הכיוון של מעבר האלקטרונים בתגובה הוא מאטומי אלומיניום ליוני הנחושת או מיוני הנחושת לאטומי אלומיניום.

**התשובה:**

כיוון מעבר האלקטרונים הוא מאטומי אלומיניום ליוני הנחושת.

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

**ניתוח טעויות אופייניות**

הציון בינוני. הטעויות האופייניות שאותרו:

קביעה שגויה: "מיוני הנחושת לאטומי האלומיניום."

מינוח שגוי: "מהאלומיניום לנחושת" - ללא התייחסות לאטומים וליונים.

**המלצות**

תרגול של תיאור מילולי למתרחש, בנוסף לניסוח התגובות.

**סעיף ג' תת-סעיף i**

התלמידים טבלו לוחית של כסף, Ag(s) , בתמיסת CuCl2(aq) .

לא נצפו שינויים המעידים על התרחשות תגובה.

סדר את המתכות , Al(s) , Ag(s) , Cu(s) על פי הכושר שלהן לחזר, מהגבוה לנמוך. נמק.

**התשובה:**

Al(s) > Cu(s) > Ag(s)

המתכת Al(s) מגיבה עם יוני Cu2+(aq) , כי Al(s) מחזר חזק מ- Cu(s) .

המתכת Ag(s) אינה מגיבה עם יוני Cu2+(aq) , כי Ag(s) מחזר חלש מ- Cu(s) .

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

**ניתוח טעויות אופייניות**

רוב התלמידים דירגו נכון את המתכות.

תלמידים מעטים דירגו הפוך: Ag(s) > Cu(s) > Al(s)

הטעויות האופייניות אותרו בעיקר בנימוקים:

* + חזרה על נתוני השאלה:
* "כי אלומיניום הגיב עם יוני נחושת וכסף לא הגיב עם יוני נחושת."
	+ אי הבחנה בין אטומים ליונים:
* "Cu לא הגיב עם Ag , לכן הוא מחזר יותר טוב."
	+ בלבול בין מחזר ומחמצן, בין מתכת מחזרת ליונים שלה היכולים לחמצן:
* "Cu2+ מחזרת יותר טובה מ- Ag+ ומחמצנת פחות טובה, לכן לא תתרחש תגובה."

**המלצות**

ביצוע ניסויים מסוג זה במעבדה ובאופן תיאורטי וליווי הניסויים בניסוחי תגובות ובהסבר מילולי.

מומלץ לעבוד עם התלמידים על המשמעות של הסימן "<" כדי להבדיל מהמשמעות המתמטית שלו.

**תת-סעיף ii**

התלמידים טבלו לוחית Al(s) בתמיסה המכילה יוני Ag+(aq) . קבע אם נצפו שינויים המעידים על התרחשות תגובה. נמק.

**התשובה:**

כן, נצפו שינויים המעידים על התרחשות של תגובה.

Al(s) מחזר טוב מ- Ag(s) , ולכן הוא מגיב עם יוני Ag+(aq) שבתמיסה.

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

**ניתוח טעויות אופייניות**

רוב התלמידים קבעו נכון שתתרחש תגובה ונצפו שינויים. הטעויות האופייניות שאותרו:

* + קביעה ללא נימוק.
	+ חוסר הבחנה בין אטומים ויונים:
* "אלומיניום מוסר אלקטרונים לכסף."
* "Al מחזר יותר טוב מ-Ag+ , ולכן מתרחשת תגובה ביניהם."
	+ ניסיון לנמק על סמך מבנה האטומים:
* "מתרחשת תגובה כיוון שלאלומיניום יש 3 אלקטרונים ברמה האחרונה והוא מוסר אותם לכסף."

**המלצות**

מומלץ לבקש מהתלמידים לתאר את השינויים הצפויים (הרשומים בתשובה לתת-סעיף ב ii ). לאחר מכן לבצע עם התלמידים את הניסוי המתואר בשאלה ולבדוק אם השינויים שהם ציינו בתשובה לשאלה מתרחשים בפועל.