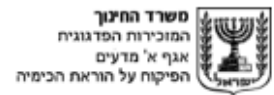




סינהלת סל"ס
המרכז הישראלי לחינוך מדעי-טכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



ניתוח התוצאות של בחינת הבגרות בכימיה שאלונים 037381 ו-037387 תשפ"ב

הוכן על-ידי: **בוגרי הקורסים למורים מובילים**
במסגרת המרכז הארצי למורי הכימיה

בראשות: **זיוה בר-דב**
צוות הכתיבה: **אורית וינשטוק**

חלוד חלף
רים סאבא
אלה פרוטקין-זילברמן
רחל קלנר
עדינה שינפלד
נאוה תמם

יעוץ מדעי ופדגוגי

מכון ויצמן למדע:	משרד החינוך:
פרופ' רון בלונדר	ד"ר דורית טייטלבוים, מפמ"ר כימיה
פרופ' גלעד הרן	מדריכות כימיה:
ד"ר רחל ממלוק-נעמן	לימור באום
ד"ר דבורה מרצ'ק	יסמין ג'נאח חמוד
ד"ר דבורה קצביץ	ורדה כספי
	אורית לוין

פברואר 2023

תוכן עניינים

עמ'

3	..... ניתוח התוצאות של בחינת הבגרות בכימיה_שאלונים 037381 ו-037387 תשפ"ב
	קישורים לחומרים המומלצים בניתוח השאלות מבחינת הבגרות תשפ"ב
5	..... באתרים העוסקים בהוראת הכימיה
8	..... ניתוח התוצאות של השאלות רבות הברירה - שאלות 1-8 בבחינת הבגרות תשפ"ב
9	..... ניתוח התוצאות של שאלה 1
12	..... ניתוח התוצאות של שאלה 2
15	..... ניתוח התוצאות של שאלה 3
18	..... ניתוח התוצאות של שאלה 4
21	..... ניתוח התוצאות של שאלה 5
25	..... ניתוח התוצאות של שאלה 6
28	..... ניתוח התוצאות של שאלה 7
31	..... ניתוח התוצאות של שאלה 8
34	..... ניתוח התוצאות של השאלות הפתוחות בבחינת הבגרות תשפ"ב
35	..... ניתוח התוצאות של שאלה 9 ניתוח קטע ממאמר מדעי
51	..... ניתוח שאלה 10 מבנה וקישור, חישובים, אנרגייה
67	..... ניתוח שאלה 11 מבנה וקישור, אנרגייה
88	..... ניתוח שאלה 12 חומצות שומן
102	..... ניתוח שאלה 13 חמצון-חיזור, חישובים
119	..... ניתוח שאלה 14 חומצות ובסיסים
	קישורים לחומרים מומלצים נוספים שאינם קשורים לניתוח השאלות
137	..... מבחינת הבגרות, באתרים העוסקים בהוראת הכימיה

ניתוח התוצאות של בחינת הבגרות בכימיה **שאלונים 037381 ו-037387 תשפ"ב**

ניתוח התוצאות של בחינת הבגרות נעשה על ידי מדריכות לכימיה ומורות מובילות, בעלות ניסיון רב בהכנה ובהגשה לבגרות.

ניתוח התוצאות של בחינת הבגרות הנוכחית מופיע [באתר המרכז הארצי למורי הכימיה, מכון ויצמן למדע](#).

בחינת הבגרות בכימיה שאלונים 037381 ו-037387

הפרק הראשון של הבחינה הוא פרק חובה המכיל:

- שמונה שאלות סגורות (שאלות 1-8).
- שאלה 9 - ניתוח קטע ממאמר מדעי.

הפרק השני מכיל חמש שאלות פתוחות, מתוכן התלמיד חייב לענות על שלוש שאלות.

ניתוח שאלות 1-8 מתבסס על הממצאים הסטטיסטיים של מכון סאלד: ציוני שאלות 1-8 וציוני המסיחים. ניתוח השאלות הפתוחות מתבסס על הממצאים הסטטיסטיים של מכון סאלד - ציוני שאלות וציוני סעיפים בשאלות 9-14, ועל טעויות אופייניות שאותרו על-ידי מעריכי בחינת הבגרות.

השנה ניגשו לבחינה **10,943** תלמידים, על-פי הממצאים של מכון סאלד:

10,577 תלמידים ניגשו לשאלון הבחינה 037381

366 תלמידים ניגשו לשאלון הבחינה 037387 - בחינה מתוקשבת.

תוכנית הלימודים בכימיה דורשת לימוד מעמיק של טעויות אופייניות של תלמידים שמופיעות בבחינות הבגרות ומציאת דרכים להתגבר על טעויות אלה ואף למנוע אותן בעזרת חומרי הוראה מתאימים ודרכי הוראה מגוונות. ארגון של ניתוח התוצאות של בחינות הבגרות נעשה בהתאם לתוכנית הלימודים הנוכחית בהיקף של 55% (מתוך 70%), עם דגש על היערכות לטיפול בקשיי למידה.

ניתוח בחינות הבגרות משמש כלי עבודה יעיל ומהימן להתמקצעות מורים, והוא בעל המאפיינים הבאים:

- הניתוח מאפשר הבנת קשיי למידה הנובעים ממודלים מנטליים מוטעים, שימוש מושכל בחומרי הלמידה ועוד.
- הניתוח מאפשר פיתוח אסטרטגיות הוראה שונות ודרכים יעילות להבנת מושגים מדעיים.
- עבור פרחי הוראה, מורים בתחילת דרכם ומורים אשר עדיין לא הגישו תלמידים לבחינת הבגרות בכימיה, הניתוח משמש תמיכה מיוחדת משום שהוא חושף אותם לבחינת הבגרות כתוצר למידה שמסכם את כל תכנית הלימודים (כולל ידע ומיומנויות).
- הניתוח כולל עיבוד טעויות אופייניות של תלמידים המאותרות במהלך ההערכה של בחינת הבגרות. כל הטעויות של התלמידים נאספו ממחברות הבחינה על ידי מעריכי בחינת הבגרות על פי בקשתנו. המעריכים רשמו ציטטות מתשובות שגויות. כל חברות הצוות של כתיבת החוברת של ניתוח בחינת הבגרות הן

מעריכות ומחציתן מעריכות בכירות. כל חברות הצוות רשמו ציטטות רבות ככל האפשר ממחברות הבחינה.

- הניתוח כולל את ניתוח הסיבות לטעויות והסבר למקורות אפשריים שלהן.
- הניתוח כולל המלצות למורים: הדגשים בהוראה (תרגול, ניסויים, דפי עבודה, מצגות, אנימציות) אשר עשויים לסייע למורה להתגבר על הקשיים שבהם נתקלים התלמידים.

איתור ואיסוף טעויות אופייניות של תלמידים כרוך במאמצים רבים מצד המעריכים,

ועל כך תודתנו הרבה.

קישורים לחומרים המומלצים בניתוח השאלות מבחינת הבגרות תשפ"ב באתרים העוסקים בהוראת הכימיה

מס'	שאלה וסעיף	קישור	פירוט
א. אתר מפמ"ר כימיה, משרד החינוך			
א 1	8, 13, 14, א1	דוגמאות לתגובות לפרקים חומצות ובסיסים וחמצון-חיזור	דוגמאות לתגובות שהתלמיד צריך להכיר, שיינתנו לתלמידים לפי הצורך כנתון בשאלות הבגרות - מתוך נספח 4 "דוגמאות לתגובות לפרקים חומצות ובסיסים וחמצון-חיזור".
א 2	א10	המונחון לנוסחאות של חומרים	מונחון לנוסחאות של חומרים שפורסם על ידי הפיקוח על הוראת הכימיה.
א 3	11 כללי, א14	דוגמאות לתיאור חומרים ברמות הבנה שונות (מאקרוסקופי, מיקרוסקופי וסמל)	נספח לסילבוס: דוגמאות לתיאור חומרים ברמות הבנה שונות (מאקרוסקופי, מיקרוסקופי וסמל).
א 4	ד14	שימוש באינדיקטורים ותכונות חומצה בסיס	ניסוי חקר כמו "שימוש באינדיקטורים ותכונות חומצה בסיס", מעבדות חקר - מאגר ניסויים ברמות שונות.
ב. קבוצת הכימיה במחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע			
ערכות להוראה מותאמת אישית המבוססת על אבחון תפיסות שגויות של התלמידים. אבחון התפיסות נעשה באמצעות משימות דיאגנוסטיות בנושאים שונים. הערכות כוללות, בין השאר, ערכות למורה			
ב 1	ב10	קוטביות או לא להיות	ערכה להוראה מותאמת אישית: תרגול נושא הקוטביות. המשימה: מבנה מרחבי וקוטביות של מולקולות.
ב 2	6	יון "משותף"	משימה דיאגנוסטית: יון "משותף" בערבוב תמיסות. מטרת המשימה: לחדד את נושא יחס היונים בנוסחה האמפירית של חומר יוני שנשמר בעת ההמסה, והאבחנה בין נפח התמיסות המקוריות לנפח הכולל של התמיסה המתקבלת לאחר הערבוב.
ב 3	ג11	המסה של חומרים מולקולריים	ערכה להוראה מותאמת אישית: המסה של חומרים מולקולריים. מטרת המשימה: תיאור המסה של חומר מולקולרי במים, ברמת הסמל וברמת המיקרו.
ב 4	א14	מה יש בתמיסה	ערכה להוראה מותאמת אישית: מה יש בתמיסה. מטרת המשימה: בדיקה לעומק תפיסות שגויות אצל תלמידים בנושאים: חומצות ובסיסים ומבנה וקישור, בהקשר של תמיסות מימיות של חומצה חזקה.
ב 5	ה14	סתירה - מה היא מסתירה?	ערכה להוראה מותאמת אישית: סתירה - מה היא מסתירה? מטרת המשימה: ערבוב נפחים שונים של תמיסת חומצה עם תמיסת בסיס. לתמיסות ריכוז זהה.
ב 6	ז13	מי מחזר כאן?	ערכה להוראה מותאמת אישית: מי מחזר כאן? מטרת המשימה: בדיקת תפיסות שגויות מגוונות אצל התלמידים בנושא חמצון-חיזור.
ב 7	ג10	מי גבוהה יותר?	ערכה להוראה מותאמת אישית: מי גבוהה יותר? מטרת המשימה: לחדד את בהבנת הגורמים המשפיעים על חוזק על אינטראקציות ון-דר-ולס ועל טמפרטורת הרתיחה.
ב 8	ג14	משימה דורשת ריכוז	ערכה להוראה מותאמת אישית: משימה דורשת ריכוז. מטרת המשימה: בדיקת תפיסות שגויות אצל תלמידים בנושא ריכוזים של תמיסת אם ותמיסות שנגזרות מתמיסת אם.

מס'	שאלה וסעיף	קישור	פירוט
ג. קבוצת הכימיה בפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון			
ג. 1	n10	אנרגייה בקצב הכימיה	ספר לימוד "אנרגייה בקצב הכימיה", מהדורה שניה ומעודכנת, עדינה שינפלד, ד"ר צביה קברמן, ירדן קדמי, ריכוז: ד"ר אורית הרשקוביץ ראש הפרויקט: פרופ' יהודית דורי, הוצאה: משרד החינוך.
ג. 2	א9	משימות אוריינות ל"מבוא לכימיה"	חוברת "חומרי עזר למורה - משימות אוריינות ל"מבוא לכימיה" בדגש על ידע אפיסטימולוגי, מאת ד"ר אורית הרשקוביץ, ד"ר גבי שוורץ, ראש פרויקט - פרופ' יהודית דורי, הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון.
ג. 3	ד14	סקלת - pH מדד לחומציות חומרים	המשימה: סקלת - pH מדד לחומציות חומרים. המשימה מכילה פעילות בעזרת סימולציה של הוספת מים לתמיסות חומציות ובסיסיות ומדידת ערכי pH של תמיסות, אינה בלנק, אורטל ריינהרץ, ניר דהן. יעוץ ד"ר אורית הרשקוביץ, ראש פרויקט - פרופ' יהודית דורי.
ד. אתר המרכז הארצי למורי הכימיה			
ד. 1	1	מאגר שאלות בנושא "מבנה האטום"	חוברת שהוכנה על ידי מיכאל קויפמן: מאגר שאלות בנושא "מבנה האטום" - שאלות ותשובות מבחינות הבגרות בכימיה תשנ"ח-תשע"ז ושאלות ותשובות נוספות בנושא.
ד. 2	2, 3, 9, ח, ג, 10 כללי, 11 כללי, ה 13	סיכום ניתוח השאלות בנושא "מבנה וקישור"	חוברת: סיכום ניתוח שאלות הבגרות בנושא "מבנה וקישור" בבחינות הבגרות בכימיה תשנ"ח-תשע"ו: קשיי למידה, דרכי הוראה ומאגר שאלות ותשובות מעובדות ומותאמות לתוכנית הרפורמה, וחוברת המשך - שאלות מבחינות הבגרות תשע"ז-תשפ"א.
ד. 3	8, 14 א	סיכום ניתוח השאלות בנושא "חומצות ובסיסים	חוברת: סיכום ניתוח שאלות הבגרות בנושא "חומצות ובסיסים" בבחינות הבגרות בכימיה תשנ"ט-תשע"ז: קשיי למידה, דרכי הוראה המותאמות לתוכנית הלימודים 30-70, וחוברת המשך.
ד. 4	4, 9, 10, ח, ה 13	תרגול ושאלות בנושא סטוכיומטריה	חוברת: תרגול ושאלות בנושא "סטוכיומטריה" בבחינות הבגרות בכימיה תשנ"ט-תשע"ח לתוכנית הלימודים 30-70, וחוברת המשך - שאלות מבחינות הבגרות תשע"ט-תשפ"א.
ד. 5	6, 12 א, ג, ה, ז, 13, 14 ז	חוברות ניתוח בגרות	חוברות של ניתוח בגרות תשע"ט-תשפ"א.
ד. 6	ד9	תרגול ושאלות בנושא חמצון-חיזור	חוברת תרגול ושאלות בנושא "חמצון חיזור בבחינות הבגרות בכימיה תשנ"ט-תשע"ח לתוכנית הלימודים 30-70, וחוברת המשך.
ד. 7	7	סיכום ניתוח השאלות בנושא "אנרגיה"	חוברת: סיכום ניתוח השאלות בנושא "אנרגיה" בבחינות הבגרות בכימיה תשנ"ח-תשע"ו: קשיי למידה, דרכי הוראה ומאגר שאלות ותשובות מעובדות ומותאמות לתוכנית הרפורמה וחוברת המשך.
ד. 8	ו11	תמיסה מימית של אשלגן יודי - אנימציה תמיסה של יוד בהקסאן - אנימציה תמיסה מימית של מתאנול - אנימציה	שלוש אנימציות בנושא תמיסות של חומרים.
ד. 9	ב14	חומצות, בסיסים ושלל צבעים	ניסוי: חומצות, בסיסים ושלל צבעים - ניסוי חקר רמה I, עיבוד ע"י נורית דקלו ושרה אקונס לניסוי TEMI "תעלומת קנקן

מס'	שאלה וסעיף	קישור	פירוט
			התה הסיני", פנינה יקירביץ.
ד. 10	ג14	סולם pH	משימות בנושא סולם pH - יישומון ודפי עבודה.
ד. 11	ג14	מעבדה וירטואלית בנושא חומצות ובסיסים	יישומון "מעבדה וירטואלית בנושא חומצות ובסיסים". המעבדה כוללת מיהול תמיסות חומציות ובסיסיות והשפעת המיהול על pH.
ד. 12	11 כללי, א13	דוגמאות נוספות לתיאור חומרים ברמות הבנה שונות	מצגת שערכה גליה גויכברג : דוגמאות לתיאור חומרים ברמות הבנה שונות.
ד. 13	10, 13 ח	"היבטים כמותיים בכימיה"	לומדה : "היבטים כמותיים בכימיה" שהוכנה ע"י ד"ר שלי ליבנה. הלומדה מכילה מספר רב של תרגילי חישוב, בנושאי הלימוד השונים.
ה. מכון דוידסון, הזרוע החינוכית של מכון ויצמן למדע			
ה. 1	5	בודקים ומסבירים : חוק שימור החומר	פעילות שפותחה ע"י רותי שטנגר : בודקים ומסבירים : חוק שימור החומר.
ה. 2	ה12	מה ההבדל בין שומן רווי, שומן לא רווי ושומן טרנס?	כתבה מאת ד"ר אבי סאייג : מה ההבדל בין שומן רווי, שומן לא רווי ושומן טרנס? בכתבה מוצגות דוגמאות לארזות המולקולות של חומצות שומן שונות. לכתבה מצורף סרטון המתיחס להיבטים שונים של הנושא, כולל הידרוגנציה.
ה. 3	א13	מיומנות מעבדה	מצגת : מיומנות מעבדה מתוכנית "כימיה ברשת".
ה. 4		תמיסות וריכוזים	מצגת תמיסות וריכוזים מתוכנית "כימיה ברשת".
ה. 5	ד14	תגובות חומצה בסיס	יישומון "תגובות חומצה בסיס" שהוא סרט אינטראקטיבי, ד"ר אבי סאייג.
ו. אתרים שונים			
ו. 1		דרגות חמצון	שיעור 2 בנושא חמצון-חיזור : "דרגות חמצון". מורה : מירה תמיר, מערכת השידורים הלאומית.
ו. 2	ח10	"מושגי יסוד"	שיעור "מושגי יסוד", מערכת השידורים הלאומית.
ו. 3	7	חישוב השינוי באנתלפיה לפי חוק הס	שיעור של איריס שנער בנושא : חישוב השינוי באנתלפיה לפי חוק הס, במסגרת מערכת השידור הלאומית.
ו. 4	א13	כפית הקסמים נעלמת	סרטון "כפית הקסמים נעלמת" באתר YouTube.
ו. 5	ג14	pH scale	סימולציות של PhET Colorado
ו. 6	ה-ד10	איזון תגובות	
ו. 7	ה-ד10	משחק איזון תגובות	
ו. 8	1	בנה אטום	
ו. 9	1	הרכב האטום	
ו. 10	5	Chemistry Concepts: Conservation of Mass	סרטון המתאר את הקשר בין תגובה כימית למסת החומרים המשתתפים בה.

ניתוח התוצאות של השאלות רבות הברירה - שאלות 8-1 בבחינת הבגרות תשפ"ב

כפי שנאמר, החלק הרב-ברירתי של הבחינה הוא שאלות 8-1. ניתוח שאלות 8-1 מתבסס על הממצאים הסטטיסטיים של מכון סאלד: ציוני שאלות 8-1 ושכיחות המסיחים.

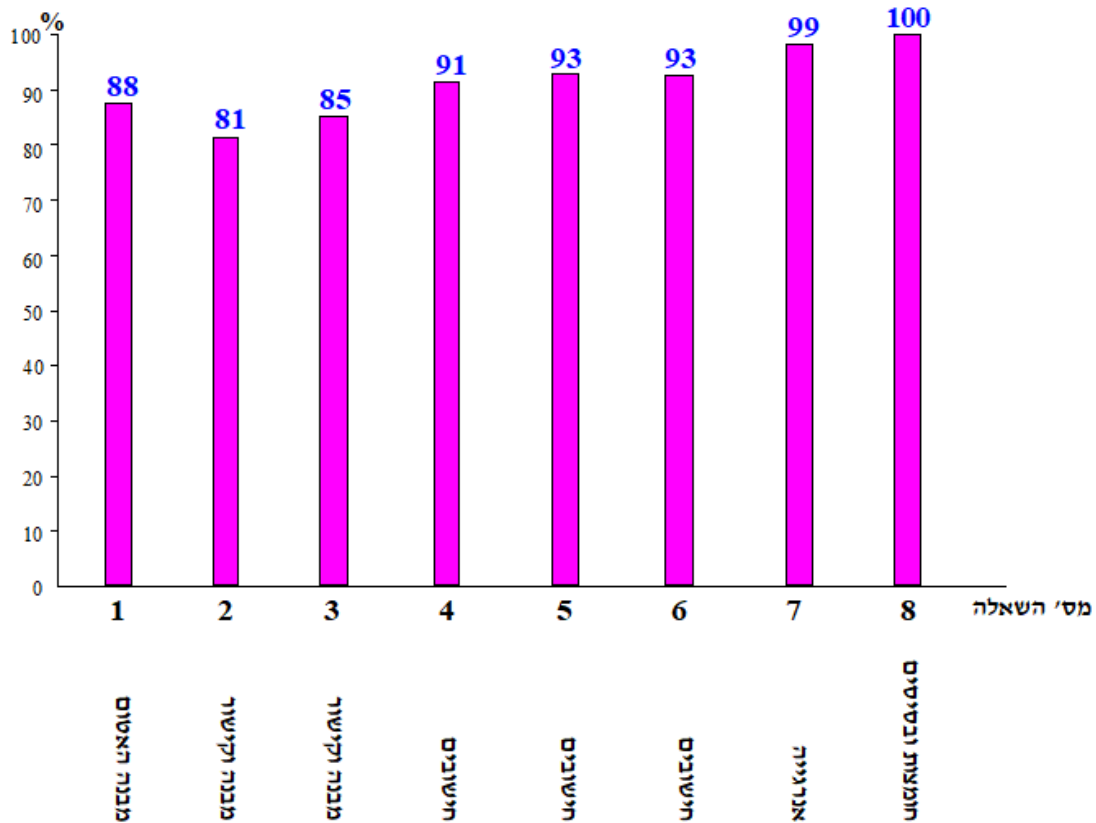
הנחיות למענה על שאלות רבות ברירה - קיץ תשפ"ב:

ענו על כל השאלות 1 - 8. אם תענו נכון על שש שאלות לפחות, תקבלו את מלוא 20 הנקודות.

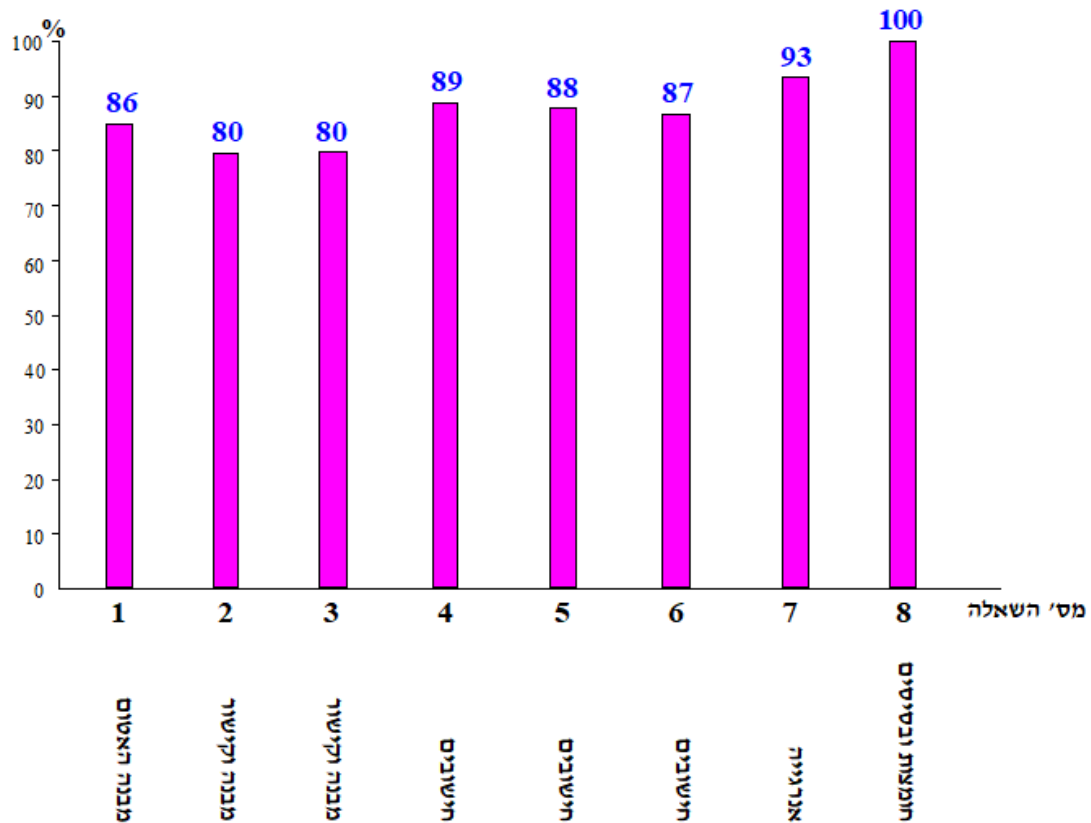
ציונים ממוצעים ורמות החשיבה של שאלות 8-1:

נושא	מבנה האטום	מבנה וקישור	מבנה וקישור	חישובים	חישובים	חישובים	אנרגייה	חומצות ובסיסים
שאלה	1	2	3	4	5	6	7	8
ציון	88	81	85	91	93	93	99	100
	86	80	80	89	88	87	93	100
רמת חשיבה	הבנה	הבנה	אנליזה	יישום	הבנה	הבנה	יישום	הבנה

ציונים ממוצעים של שאלות 8-1 בשאלון 037381:



ציונים ממוצעים של שאלות 1-8 בשאלון 037387:



ניתוח התוצאות של שאלה 1

1 מבנה האטום

נתונים שניים מן האיזוטופים של נתרן: ^{22}Na ו- ^{23}Na .
מהו ההיגד הנכון?

	שאלון 037387	שאלון 037381
א. המטען הגרעיני של האיזוטופ ^{23}Na גדול מן המטען הגרעיני של האיזוטופ ^{22}Na .		3.7%
ב. מספר הנויטרונים באיזוטופ ^{22}Na קטן ממספר הנויטרונים באיזוטופ ^{23}Na.	86%	88%
ג. מספר האלקטרונים באיזוטופ ^{23}Na גדול ממספר האלקטרונים באיזוטופ ^{22}Na .		4.1%
ד. מספר הפרוטונים באיזוטופ ^{22}Na קטן ממספר הפרוטונים באיזוטופ ^{23}Na .		4.2%

הנימוק

התשובה הנכונה היא ב'.

בגרעיני האיזוטופים של אותו יסוד יש אותו מספר פרוטונים (המספר פרוטונים זהה למספר האטומי של היסוד במערכה המחזורית) ומספר שונה של נויטרונים. מספר המסה של היסוד שווה לסכום של מספר הפרוטונים ומספר הנויטרונים בגרעין האטום.

המספר האטומי של נתרן במערכה המחזורית הוא 11. מספר הנויטרונים באיזוטופ ^{22}Na הוא: $22 - 11 = 11$. מספר הנויטרונים באיזוטופ ^{23}Na הוא: $23 - 11 = 12$.

מסיחים א' ו-ד' אינם נכונים. מספר הפרוטונים בגרעין של כל אחד מן האיזוטופים של נתרן הוא 11, זאת אומרת המטען הגרעיני של כל אחד מן האיזוטופים של נתרן הוא +11. מסיח ג' אינו נכון. מספר האלקטרונים בכל אחד מן האטומים של כל האיזוטופים של נתרן שווה למספר הפרוטונים בגרעין, זאת אומרת שווה ל-11.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא הבנה.

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ⚡ להסביר את המושג "איזוטופים".
- ⚡ לקבוע את מספר הפרוטונים בגרעין האטום של היסוד על פי המספר האטומי של אטום זה הנתון במערכה המחזורית.
- ⚡ לקבוע את מספר הנויטרונים בגרעין האטום של היסוד על פי מספר המסה של אטום זה והמספר האטומי הנתון במערכה המחזורית.
- ⚡ לקבוע את מספר האלקטרונים באטום של היסוד על פי מספר הפרוטונים בגרעין של אטום זה.

סיבות אפשריות לטעויות

הציון גבוה. רוב התלמידים ידעו ליישם את הגדרת המושג "איזוטופ" וקבעו נכון את מספר הפרוטונים, מספר הנויטרונים ומספר האלקטרונים באיזוטופים של נתרן. 12% מהתלמידים בחרו במסיחים א', ב', ד'. הסיבה לטעויות היא חוסר הבנה מהם איזוטופים - מה שווה ומה שונה בכל אחד מן האיזוטופים של אותו יסוד.

המלצות

מומלץ לחזור עם התלמידים על צורת הכתיבה של סמל האטום עם המספר האטומי ומספר המסה, ולהדגיש שמיקום היסוד במערכה המחזורית תלוי רק במספר הפרוטונים בגרעין האטום. מומלץ לחדד שמספר הפרוטונים בגרעינים של כל האיזוטופים של אותו יסוד שווה.

מומלץ לבקש מהתלמידים לבצע את הסימולציות [בנה אטום](#) ו- [הרכב האטום](#) מומלץ לפתור עם התלמידים את השאלות מהחוברת: [מאגר שאלות בנושא "מבנה האטום"](#)

ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 1, 8, ו-9 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלות לתרגול

שאלה 1

השלימו את הטבלה שלהלן:

מספר האלקטרונים באטום	מספר המסה של האטום	מספר הנויטרונים בגרעין האטום	מספר הפרוטונים בגרעין האטום	סמל האטום
				^{39}K
	25		12	
	35	18		
6	13			
6	14			

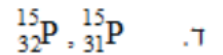
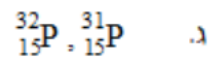
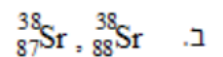
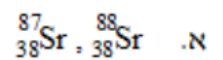
התשובה

מספר האלקטרונים באטום	מספר המסה של האטום	מספר הנויטרונים בגרעין האטום	מספר הפרוטונים בגרעין האטום	סמל האטום
19	39	20	19	^{39}K
12	25	13	12	^{25}Mg
17	35	18	17	^{35}Cl
6	13	7	6	^{14}C
6	14	8	6	^{14}C

שאלה 2

האות X מייצגת יסוד שנמצא בשורה השלישית ובטור החמישי במערכת המחזורית.

הסמלים של שני האיזוטופים של יסוד X הם:



התשובה

התשובה הנכונה היא ג'. היסוד שנמצא בשורה השלישית ובטור החמישי במערכת המחזורית הוא זרחן, P.

המספר האטומי של זרחן הוא 15.

שאלה 3

השאלה עוסקת בשני אטומים שונים שמספר הנויטרונים בגרעינים שלהם שווה. מהו ההיגד הנכון?

- א. שני האטומים הם איזוטופים של אותו יסוד.
 ב. מספר המסה של שני האטומים שווה.
 ג. שני האטומים עשויים להיות $^{39}_{18}\text{Ar}$, $^{40}_{19}\text{K}$
 ד. שני האטומים עשויים להיות $^{40}_{18}\text{Ar}$, $^{40}_{19}\text{K}$

הנימוק

התשובה הנכונה היא ג'. מספר הנויטרונים בשני האטומים הוא 21. מסיח א' אינו נכון, כי אטומים אלה הם אטומים של יסודות שונים. מסיחים ב' ו-ד' אינם נכונים. מספר המסה של אטומים אלה שונה כי מספר הפרוטונים בגרעיני האטומים שונה.

ניתוח התוצאות של שאלה 2

2 מבנה וקישור

לפניכם נוסחאות ייצוג אלקטרוניים V-I:

V	IV	III	II	I
$[\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^{2-}$	$[\text{:}\ddot{\text{F}}\text{:}]^{-}$	$[\text{Mg}\text{:}]^{2+}$	$[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^{-}$	$[\text{Ca}]^{2+}$

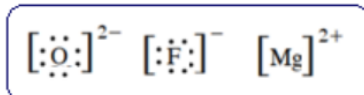
אילו מן הנוסחאות V-I מייצגות באופן נכון יונים חד-אטומיים?

שאלון	שאלון		
037387	037381		
II - I	א.	80%	81%
IV - III	ב.		4.8%
V - III	ג.		6.1%
V - IV	ד.		8.1%

הנימוק

התשובה הנכונה היא א'.

ביון חיובי Ca^{2+} רמת האנרגייה האחרונה ריקה מאלקטרונים, לכן מטען היון הוא $+2$.
 ביון שלילי Cl^{-} ברמת האנרגייה האחרונה יש שמונה אלקטרונים, ז.א. יש אלקטרון נוסף, לכן מטען היון הוא -1 .
 מסיחים ב', ג', ד' אינם נכונים כי הנוסחאות הרשומות בהם לא מתאימות לכללי הרישום של נוסחאות ייצוג אלקטרוניים. הנוסחאות הנכונות הן:



דעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא הבנה.

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ◀ לקבוע את מספר האלקטרונים ברמת האנרגייה האחרונה בכל אחד מן היונים הנתונים:
- על פי המיקום במערכה המחזורית של כל אחד מאטומי היסודות, שמהם נוצרו היונים האלה.
- על פי המטען של כל אחד מן היונים הנתונים.
- ◀ לזהות נוסחאות ייצוג אלקטרוניים נכונות של יונים.
- ◀ להסביר שכדי שיון יהיה יציב, בדרך כלל רמת האנרגייה הגבוהה המאוכלסת שלו צריכה להיות מלאה.

סיבות אפשריות לטעויות

הציון בינוני. רוב התלמידים בחרו נכון בנוסחאות ייצוג אלקטרוניים של יונים על פי המיקום במערכה המחזורית של כל אחד מאטומי היסודות, שמהם נוצרו היונים ועל פי המטען של כל אחד מן היונים.

19% מהתלמידים בחרו במסויחים א', ב', ג'. הם לא הצליחו לזהות שבכל אחת מן הנוסחאות III, IV ו-V מספר האלקטרונים ברמת האנרגייה האחרונה אינו נכון - הוא לא מתאים למטען של היונים אלא למטען של אטומים.

המלצות

מומלץ להבהיר לתלמידים את ההבדל בין נוסחת ייצוג אלקטרוניים של אטום לבין נוסחת ייצוג אלקטרוניים של יון חד-אטומי שנוצר מאטום זה.

מומלץ בעת הוראת הכללים לרישום נוסחאות ייצוג אלקטרוניים של אטומים ויונים, לבקש מהתלמידים למלא טבלאות כגון:

נוסחת ייצוג אלקטרוניים	מטען היון חד-אטומי שנוצר מאטום הנתון	מספר האלקטרונים ברמת האנרגייה האחרונה של יון חד-אטומי שנוצר מאטום הנתון	מספר האלקטרונים ברמת האנרגייה האחרונה של האטום	סמל האטום	של היון	
					של האטום	של היון

מומלץ לתרגל עם התלמידים את הכללים לרישום נוסחאות ייצוג אלקטרוניים של אטומים ויונים גם בעת הוראת הנושא "חומרים יוניים". מומלץ לפתור עם התלמידים את השאלות המתאימות מהחוברת: [סיכום ניתוח השאלות בנושא "מבנה וקישור"](#) ומחוברת המשך.

ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ד.2 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלות לתרגול

שאלה 1

השלימו את הטבלה הנתונה.

נוסחת ייצוג אלקטרוניים		מטען היון חד-אטומי שנוצר מאטום הנתון	מספר האלקטרונים ברמת האנרגייה האחרונה של יון חד-אטומי שנוצר מאטום הנתון	מספר האלקטרונים ברמת האנרגייה האחרונה של האטום	סמל האטום
של היון	של האטום				
					Li
					Ca
					Br
					S

התשובה

נוסחת ייצוג אלקטרוניים		מטען היון חד-אטומי שנוצר מאטום הנתון	מספר האלקטרונים ברמת האנרגייה האחרונה של יון חד-אטומי שנוצר מאטום הנתון	מספר האלקטרונים ברמת האנרגייה האחרונה של האטום	סמל האטום
של היון	של האטום				
$[\text{Li}]^+$	Li·	1+	0	1	Li
$[\text{Ca}]^{2+}$	Ca:	2+	0	2	Ca
$[\text{I}]^-$	$\cdot\ddot{\text{I}}\cdot$	1-	8	7	I
$[\text{S}]^{2-}$	$\cdot\ddot{\text{S}}\cdot$	2-	8	6	S

שאלה 2

נתונות מספר נוסחאות של חומרים יוניים: BeO , K_2S , BaBr_2 , NaCl .נתונות נוסחאות ייצוג אלקטרוניים של יונים בעלי מטען $1+$ ו- $2-$: $[\text{Y}]^+$ $[\text{X}]^{2-}$

אותיות שרירותיות X ו-Y מייצגות אטומים.

א. אילו מן היונים המרכיבים את החומרים היוניים הנתונים מתאימים ליון X^{2-} ואילו ליון Y^+ ?

ב. רשמו את נוסחאות ייצוג האלקטרוניים של היונים המרכיבים את החומרים היוניים הנתונים שלא התאימו

ליון X^{2-} ואילו ליון Y^+ .

התשובה

סעיף א'

יונים המתאימים ליון X^{2-} : O^{2-} ו- S^{2-} .יונים המתאימים ליון Y^+ : Na^+ ו- K^+ .

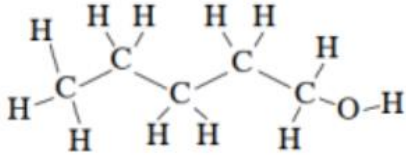
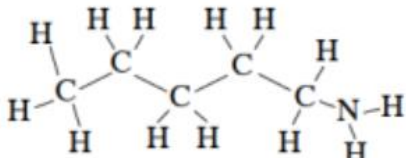
סעיף ב'



ניתוח התוצאות של שאלה 3

3 מבנה וקישור

לפניכם טבלה שבה נתונים על שני חומרים :

שם החומר	טמפרטורת רתיחה (°C)	ייצוג מלא של נוסחת מבנה של מולקולת החומר
1-פנטאנול	138	
1-אמינו פנטאן	104	

טמפרטורת הרתיחה של 1-אמינו פנטאן נמוכה מטמפרטורת הרתיחה של 1-פנטאנול. מהי הסיבה לכך?

	שאלון 037387	שאלון 037381
א. שטח הפנים של מולקולת 1-אמינו פנטאן קטן משטח הפנים של מולקולת 1-פנטאנול.	2.2%	
ב. ענן האלקטרונים במולקולת 1-אמינו פנטאן קטן ענן האלקטרונים במולקולת 1-פנטאנול.	6.3%	
ג. קשרי המימן הנוצרים בין המולקולות של 1-אמינו פנטאן חלשים יותר מקשרי המימן הנוצרים בין מולקולות 1-פנטאנול.	85%	80%
ד. במולקולת 1-אמינו פנטאן יש פחות מוקדים אפשריים ליצירת קשרי מימן מאשר מולקולת 1-פנטאנול.	6.5%	

הנימוק

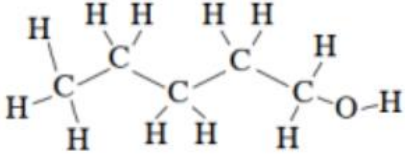
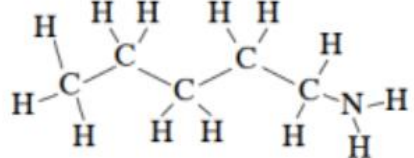
התשובה הנכונה היא ג'.

נתון : טמפרטורת הרתיחה של 1-אמינו פנטאן נמוכה מטמפרטורת הרתיחה של 1-פנטאנול.

(בנוזל) הכוחות הפועלים בין מולקולות 1-אמינו פנטאן וגם בין מולקולות 1-פנטאנול הם אינטראקציות ון-דר-ולס ומעט קשרי מימן.

המספר הכולל של אלקטרונים במולקולת 1-אמינו פנטאן (50 אלקטרונים) שווה למספר הכולל של אלקטרונים במולקולת 1-פנטאנול. גודל ענן האלקטרונים במולקולת 1-אמינו פנטאן שווה לגודל ענן האלקטרונים במולקולת

1-פנטאנול (יש סיכוי דומה ליצירת דו-קוטב רגעי, ואז חוזק המשיכה בין דו-קטבים דומה בשני החומרים. זאת אומרת שאינטראקציות ון-דר-ולס בין המולקולות של שני החומרים הן בעלות חוזק דומה). מספר המוקדים ליצירת קשרי מימן במולקולות של שני החומרים דומה.

החומרים	1-פנטאנול	1-אמינו פנטאן
נוסחאות מולקולריות	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$
ייצוג מלא לנוסחאות מבנה של החומרים		
המספר הכולל של אלקטרוניים במולקולות החומרים	50 אלקטרוניים במולקולה	50 אלקטרוניים במולקולה
קוטביות מולקולות של החומרים	מולקולות קוטביות	מולקולות קוטביות
סוגי הכוחות הבין מולקולריים בחומרים במצב נוזל	אינטראקציות ון-דר-ואלס וקשרי מימן	אינטראקציות ון-דר-ואלס וקשרי מימן
ניתוח החוזק היחסי של הכוחות הבין מולקולריים בחומרים במצב נוזל	<p>נתון: טמפרטורת הרתיחה של 1-אמינו פנטאן נמוכה מטמפרטורת הרתיחה של 1-פנטאנול. קשרי המימן בין מולקולות 1-פנטאנול חזקים מקשרי המימן בין מולקולות 1-אמינו פנטאן כיוון שקוטביות הקשר H-O גדולה מקוטביות הקשר H-N. גודל ענן האלקטרוניים במולקולת 1-אמינו פנטאן שווה לגודל ענן האלקטרוניים במולקולת 1-פנטאנול (יש סיכוי דומה ליצירת דו-קוטב רגעי, ואז חוזק המשיכה בין דו-קטבים דומה בשני החומרים).</p> <p>כיוון שסה"כ הכוחות הפועלים בין מולקולות 1-אמינו פנטאן חלשים יותר מהכוחות הפועלים בין מולקולות 1-פנטאנול, דרושה אנרגייה קטנה יותר על מנת להתגבר על כוחות המשיכה בין מולקולות 1-אמינו פנטאן מאשר לפירוק כוחות המשיכה בין מולקולות 1-פנטאנול.</p>	
טמפרטורות הרתיחה של החומרים (נתון)	טמפרטורת הרתיחה של 1-אמינו פנטאן נמוכה מטמפרטורת הרתיחה של 1-פנטאנול, כי טמפרטורת הרתיחה היא מדד לחוזק הכוחות הבין מולקולריים.	

טמפרטורת הרתיחה של 1-אמינו פנטאן נמוכה מטמפרטורת הרתיחה של 1-פנטאנול, כי קשרי המימן הנוצרים בין המולקולות של 1-אמינו פנטאן חלשים יותר מקשרי המימן הנוצרים בין מולקולות 1-פנטאנול.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא אנליזה.

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ◀ לקבוע את סוג הכוחות הבין מולקולריים בחומר מולקולרי במצב נוזל.
- ◀ לקשר בין חוזק הכוחות (האינטראקציות) הבין מולקולריים לבין תכונות החומר, כגון טמפרטורת הרתיחה.
- ◀ להסביר את תנאי ההיווצרות של קשרי מימן בחומרים מולקולריים.
- ◀ להשוות חוזק קשרי מימן בחומרים מולקולריים שונים.

- ◀ לקבוע את גודל ענני האלקטרוניים במולקולות החומר על פי נוסחת החומר.
- ◀ לקשר בין גודל ענני האלקטרוניים במולקולות החומר לבין חוזק אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות החומר.
- ◀ לקשר בין נוסחת המבנה של מולקולת החומר לבין שטח הפנים שלה.

סיבות אפשריות לטעויות

הציון גבוה. רוב התלמידים הצליחו לקשר בין נוסחאות החומרים לבין החוזק היחסי של קשרי המימן בין מולקולות החומרים הנתונים ולבין טמפרטורות הרתיחה של חומרים אלה.

6.5% מהתלמידים בחרו במסיח ד'. תלמידים אלה טעו בקביעה של מספר מוקדים ליצירת קשרי מימן במולקולות החומרים הנתונים.

6.3% מהתלמידים, שבחרו במסיח ב', טעו בקביעת מספר האלקטרוניים במולקולות של שני החומרים.

2.2% מהתלמידים בחרו במסיח א'. תלמידים אלה לא הצליחו לקשר בין נוסחת המבנה של מולקולת החומר לבין שטח הפנים שלה. יתכן שחלק מהם מתקשים בהבנת המושג "שטח פנים של מולקולה".

המלצות

מומלץ לבנות יחד עם התלמידים טבלאות על פי התבנית המופיעה בעמוד 10 בחוברת: [סיכום ניתוח השאלות בנושא "מבנה וקישור"](#). דוגמה לטבלה מסוג זה עבור שאלה 3 מופיעה בנימוק.

מומלץ לתרגל עם התלמידים את קביעת הגודל של ענן האלקטרוניים במולקולת החומר על פי נוסחת החומר, ואת הקשר בין גודל ענני האלקטרוניים במולקולות החומר לבין חוזק אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות החומר. מומלץ להבהיר לתלמידים את המושג "שטח פנים של מולקולה" בעזרת מודלים.

מומלץ לתרגל עם התלמידים את קביעת המוקדים ליצירת קשרי מימן במולקולות שונות.

ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ד.2 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

- טמפרטורת הרתיחה של אמינו מתאן, $\text{CH}_3\text{NH}_2(l)$, שווה לטמפרטורת הרתיחה של 1-בוטן, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2(l)$. מה יכולה להיות הסיבה לכך?
- א. ענן האלקטרוניים במולקולת אמינו מתאן קטן מענן האלקטרוניים במולקולת 1-בוטן.
 - ב. שטח הפנים של מולקולת אמינו מתאן קטן משטח הפנים של מולקולת 1-בוטן.
 - ג. קשרי מימן הנוצרים בין מולקולות אמינו מתאן נוזלי חזקים מאינטראקציות ון-דר-ולס הנוצרים בין מולקולות 1-בוטן נוזלי.
 - ד. חוזק כוחות המשיכה, הנוצרים בין מולקולות אמינו מתאן נוזלי, שווה לחוזק אינטראקציות ון-דר-ולס הנוצרים בין מולקולות 1-בוטן נוזלי.

הנימוק

התשובה הנכונה היא ד'.
 בין המולקולות של אמינו מתאן נוזלי נוצרים קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ולס.
 בין המולקולות של 1-בוטן נוזלי נוצרות אינטראקציות ון-דר-ולס בלבד.

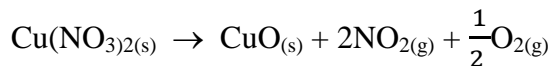
נתון שטמפרטורת הרתיחה של אמינו מתאן שווה לטמפרטורת הרתיחה של 1-בוטן. טמפרטורת הרתיחה היא מדד לחוזק כלל הכוחות הבין מולקולריים. לכן סה"כ כוחות המשיכה הפועלים בין מולקולות של שני החומרים שווים בחוזקם. דרושה אנרגייה שווה לפירוק כוחות המשיכה בין המולקולות של שני החומרים. מסיח א' אינו נכון. כוחות המשיכה הפועלים בין המולקולות של שני החומרים שווים למרות שענן האלקטרונים במולקולות אמינו מתאן קטן מענן האלקטרונים במולקולות 1-בוטן. בין המולקולות של אמינו מתאן נוזלי נוצרים קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ולס. מסיח ב' אינו נכון. כוחות המשיכה הפועלים בין המולקולות של שני החומרים שווים בחוזקם למרות ששטח הפנים של מולקולות אמינו מתאן קטן משטח הפנים של מולקולות 1-בוטן. בין המולקולות של אמינו מתאן נוזלי נוצרים קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ולס. מסיח ג' אינו נכון כי סה"כ כוחות המשיכה הפועלים בין מולקולות של שני החומרים שווים בחוזקם.

ניתוח התוצאות של שאלה 4

4 חישובים

חיממו 1.125 גרם של מוצק נחושת חנקתית, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_{2(s)}$ ($M_w = 187.5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$).

במהלך החימום מתרחשת התגובה:



כל הנחושת החנקתית הגיבה.

מהו ההיגד הנכון המתייחס לתוצר התגובה?

	שאלון 037387	שאלון 037381
א. נוצר 0.38 גרם של המוצק $\text{CuO}_{(s)}$ ($M_w = 79.5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$).	2.5%	
ב. נוצר 0.006 מול של $\text{NO}_2(g)$.	4.7%	
ג. נוצר 0.048 מול של מולקולות חמצן.	1.8%	
ד. בתגובה נוצר 0.015 מול של גזים סך הכול.	89%	91%

הנימוק

התשובה הנכונה היא ד'.

$$\frac{1.125 \text{ gr}}{187.5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.006 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{Cu}(\text{NO}_3)_{2(s)}$ שהגיבו:

יחס המולים בניסוח התגובה בין $\text{Cu}(\text{NO}_3)_{2(s)} : \text{CuO}_{(s)} : \text{NO}_2(g) : \text{O}_2(g)$ הוא 1 : 1 : 2 : 0.5
 מ- 1 מול $\text{Cu}(\text{NO}_3)_{2(s)}$ נוצרים 1 מול $\text{CuO}_{(s)}$, 2 מול $\text{NO}_2(g)$, 0.5 מול $\text{O}_2(g)$,
 מ- 0.006 מול $\text{Cu}(\text{NO}_3)_{2(s)}$ נוצרו 0.006 מול $\text{CuO}_{(s)}$, 0.012 מול $\text{NO}_2(g)$, 0.003 מול $\text{O}_2(g)$.

או פתרון בצורת טבלה :

$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{s}) \rightarrow \text{CuO}(\text{s}) + 2\text{NO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$				יחידות	
1	1	2	0.5		יחס המולים בניסוח התגובה
1.125	0.477			gr	מסה נתונה/נדרשת
187.5	79.5			$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	מסה מולרית
0.006	0.006	0.012	0.003	mol	מספר מולים

מספר המולים של גזים סך הכול שנוצרו בתגובה : $0.012 \text{ mol} + 0.003 \text{ mol} = \mathbf{0.125 \text{ mol}}$
מסיחים א', ב', ג' אינם נכונים כי לא מתאימים לתוצאות החישוב.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

למצע חישובים סטויכיומטריים: <

- לחשב את מספר המולים של החומר על פי מסת המדגם והמסה המולרית של החומר.
- לחשב את מסת החומר המשתתף בתגובה על פי מספר המולים והמסה המולרית שלו.
- לקבוע את יחס המולים בין המגיבים והתוצרים לפי ניסוח תגובה מאוזן.
- לחשב את מספר המולים של המגיבים והתוצרים על פי מספר המולים של אחד מן החומרים בעזרת יחס המולים בניסוח התגובה.
- לחשב את מספר המולים הכולל של הגזים שהתקבלו בתגובה.

סיבות אפשריות לטעויות

הציון גבוה. רוב התלמידים ביצעו נכון את החישובים הסטויכיומטריים הדרושים.
9% מהתלמידים שבחרו במסיחים א', ב', ג' התקשו לבצע את החישובים. הם טעו באחד או יותר שלבים של החישוב.

המלצות

מומלץ להרגיל את התלמידים להתחיל לפתור שאלות דומות מרישום יחסי מולים על פי ניסוח תגובה מאוזן, ולאחר מכן לבצע את כל החישובים הנדרשים. מומלץ לבקש מהתלמידים לפתור שאלות מתאימות מהחוברות [תרגול ושאלות בנושא סטויכיומטריה](#) בבחינות הברורות ומחוברת המשך.

ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ד.4 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלות לתרגול

שאלה 1

אפשר להפיק גז חמצן, $\text{O}_2(\text{g})$, בחימום אשלגן פרמנגנט, $\text{KMnO}_4(\text{s})$, על פי התגובה:



בפירוק מלא של $\text{KMnO}_{4(s)}$ נוצרו 2 מול $\text{O}_{2(g)}$.

מהו ההיגד הנכון ?

א. המסה של $\text{KMnO}_{4(s)}$ שהתפרק בתגובה היא 316 גרם.

ב. המסה של $\text{K}_2\text{MnO}_{4(s)}$ שנוצר בתגובה היא 197 גרם.

ג. המסה של $\text{MnO}_{2(s)}$ שנוצר בתגובה היא 87 גרם.

ד. המסה של כל המוצקים שנוצרו בתגובה היא בסך הכול 568 גרם.

הנימוק

התשובה הנכונה היא ד'.

יחס המולים בניסוח התגובה בין $\text{KMnO}_{4(s)} : \text{K}_2\text{MnO}_{4(s)} : \text{MnO}_{2(s)} : \text{O}_{2(g)}$ הוא 2 : 1 : 1 : 1.

אם בתגובה נוצרו 2 מול $\text{O}_{2(g)}$, נוצרו גם 2 מול $\text{MnO}_{2(s)}$ ו-2 מול $\text{K}_2\text{MnO}_{4(s)}$, והתפרקו 4 מול $\text{KMnO}_{4(s)}$.

$M_w = 158 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$ המסה המולרית של $\text{KMnO}_{4(s)}$:

$158 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 4 \text{ mol} = 632 \text{ gr}$ המסה של $\text{KMnO}_{4(s)}$ שהגיב היא :

$M_w = 197 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$ המסה המולרית של $\text{K}_2\text{MnO}_{4(s)}$:

$197 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 2 \text{ mol} = 394 \text{ gr}$ המסה של $\text{K}_2\text{MnO}_{4(s)}$ שנוצר בתגובה היא :

$M_w = 87 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$ המסה המולרית של $\text{MnO}_{2(s)}$:

$87 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 2 \text{ mol} = 174 \text{ gr}$ המסה של $\text{MnO}_{2(s)}$ שנוצר בתגובה היא :

או פתרון בצורת טבלה :

$2\text{KMnO}_{4(s)} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_{4(s)} + \text{MnO}_{2(s)} + \text{O}_{2(g)}$				יחידות	
2	1	1	1		יחס המולים בניסוח התגובה
632	394	174		gr	מסה נתונה/נדרשת
158	197	87		$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	מסה מולרית
4	2	2	2	mol	מספר מולים

$$394 \text{ gr} + 174 \text{ gr} = 568 \text{ gr}$$

המסה של כל המוצקים שנוצרו בתגובה היא בסך הכול :

שאלה 2

כמויות קטנות של פחמן דו-גופרי נפלטות בהתפרצויות וולקניות.

בתנאי החדר מצב הצבירה של פחמן דו-גופרי הוא נוזל, $\text{CS}_{2(l)}$.

$\text{CS}_{2(l)}$ הוא חומר דליק. תוצרי השריפה שלו הם גזים : פחמן דו-חמצני, $\text{CO}_{2(g)}$, וגופרית דו-חמצנית, $\text{SO}_{2(g)}$.

מהו ההיגד הנכון?

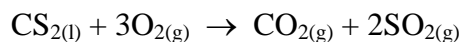
- בשריפה מלאה של 15.2 גרם $\text{CS}_2(\text{l})$ נוצרים 0.2 מול $\text{SO}_2(\text{g})$.
- בשריפה מלאה של 15.2 גרם $\text{CS}_2(\text{l})$ דרושים 0.2 מול $\text{O}_2(\text{g})$.
- בשריפה מלאה של 15.2 גרם $\text{CS}_2(\text{l})$ נוצרים 0.4 מול גזים.
- בשריפה מלאה של 15.2 גרם $\text{CS}_2(\text{l})$ נוצרים 0.6 מול גזים.

הנימוק

קביעה: התשובה הנכונה היא ד'.

נימוק:

ניסוח התגובה:



$$M_w = 76 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של $\text{CS}_2(\text{l})$:

$$\frac{15.2 \text{ gr}}{76 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.2 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{CS}_2(\text{l})$ שהגיבו:

יחס המולים בניסוח התגובה בין: $\text{CS}_2(\text{l}) : \text{O}_2(\text{g}) : \text{CO}_2(\text{g}) : \text{SO}_2(\text{g})$ הוא 1 : 3 : 1 : 2.

הגיבו 0.2 מול $\text{CS}_2(\text{l})$ עם 0.6 מול $\text{O}_2(\text{g})$ ונוצרו 0.2 מול $\text{CO}_2(\text{l})$ ו-0.4 מול $\text{SO}_2(\text{l})$.

מספר המולים של גזים הכולל שנוצר בתגובה: $0.2 \text{ mol CO}_2(\text{g}) + 0.4 \text{ mol SO}_2(\text{g}) = 0.6 \text{ mol}$

ניתוח התוצאות של שאלה 5

5 חישובים

נערך ניסוי שבו הונחו על מאזניים שני כלים: כלי A וכלי B.

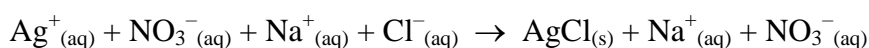
כלי A הייתה תמיסה של כסף חנקתי, $\text{AgNO}_3(\text{aq})$, ו**כלי B** הייתה תמיסה של נתרן כלורי, $\text{NaCl}(\text{aq})$.

המסה הכוללת של החומרים והכלים שנמדדה במאזניים הייתה 16.0 גרם (ראו איור I).

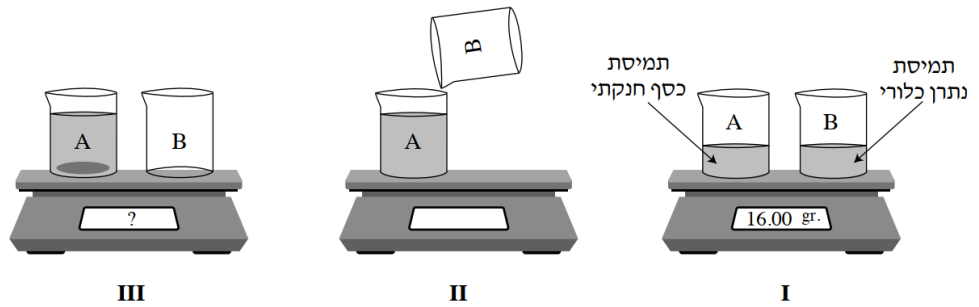
שפכו את כל התמיסה שהייתה בכלי B לתמיסה שבכלי A,

והניחו על המאזניים את כלי B הריק ואת כלי A שבו התרחשה תגובה (ראו איורים II ו-III).

ניסוח התגובה הוא:



לפניכם איורים I-III, המתארים את שלושת השלבים בניסוי.



מהי המסה הכוללת שנמדדה במאזניים בתום התגובה (איור III)?

	שאלון 037387	שאלון 037381
א. מסה גדולה מ- 16.0 גרם.	3.2%	
ב. מסה קטנה מ- 16.0 גרם.	1.5%	
ג. מסה שווה ל- 16.0 גרם.	88%	93%
ד. אי אפשר לקבוע את המסה הכוללת ללא נתונים על ריכוז התמיסות והנפח שלהן.	2.3%	

הנימוק

התשובה הנכונה היא ג'.

נתון: בכלי A הייתה תמיסה של כסף חנקתי, $\text{AgNO}_3(\text{aq})$, ובכלי B הייתה תמיסה של נתרן כלורי, $\text{NaCl}(\text{aq})$. המסה הכוללת של החומרים והכלים שנמדדה במאזניים הייתה 16.0 גרם. לאחר ההוספה של כל התמיסה שהייתה בכלי B לתמיסה שבכלי A, התרחשה תגובה שבה התקבל משקע - כסף כלורי, $\text{AgCl}(\text{s})$, ותמיסת נתרן כלורי, $\text{NaNO}_3(\text{aq})$, (יונים משקיפים: $\text{Na}^+(\text{aq})$ ו- $\text{NO}_3^-(\text{aq})$). על פי חוק שימור החומר (המסה), בתגובה שמתרחשת בשלמות, מסת המגיבים שווה למסת התוצרים. המסה הכוללת שנמדדה במאזניים בתום התגובה שווה ל- 16 גרם. מסיח א' אינו נכון - על פי חוק שימור החומר. לא התווספו חומרים נוספים למערכת במהלך התגובה, לכן המסה נשמרה. מסיח ב' אינו נכון - על פי חוק שימור החומר. לא יצאו חומרים מן המערכת במהלך התגובה (היות ותוצרים אינם גזים), לכן המסה נשמרת. מסיח ד' אינו נכון - על פי חוק שימור החומר. לא התווספו חומרים למערכת ולא יצאו חומרים מן המערכת במהלך התגובה, לכן המסה נשמרת. לכן לא נדרשו נתונים נוספים.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא הבנה.

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ⚡ ליישם את חוק שימור החומר.
- ⚡ לקרוא נתונים שבאיורים ולהשתמש בהם.
- ⚡ לזהות שלא נוצרו גזים שיצאו מן המערכת.

לקשר בין סוג הכלי שבו מתרחשת התגובה (כלי פתוח / סגור) לבין חוק שימור החומר.

סיבות אפשריות לטעויות

הציון גבוה בשני השאלונים. רוב התלמידים הצליחו ליישם את חוק שימור החומר ולקבוע שהמסה הכוללת לא השתנתה ונשמרה.

3.2% מהתלמידים בחרו במסיח א'. הסיבה לטעות זו היא חוסר הבנה של חוק שימור החומר - שאם אין הוספה של חומר המסה נשמרת.

2.3% מהתלמידים, שבחרו במסיח ד', לא הבינו שהשאלה מכילה את כל הנתונים הדרושים. הם לא הצליחו ליישם את חוק שימור החומר. יתכן והתרגלו לחשב את מסת החומרים בעזרת חישוב מולים.

1.5% מהתלמידים בחרו במסיח ב'. הסיבה לטעות זו יכולה להיות התפיסה השגויה שאם תגובה מתרחשת בכלי פתוח, אז יש איבוד חומר ולכן המסה הכוללת של חומרים יורדת.

המלצות

מומלץ, בעת הוראת הנושא "חוק שימור המסה" להראות לתלמידים סרטון המתאר את הקשר בין תגובה כימית למסת

החומרים המשתתפים בה: [Chemistry Concepts: Conservation of Mass](#)

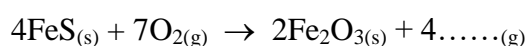
מומלץ לתרגל עם התלמידים את הפעילות: [בודקים ומסבירים: חוק שימור החומר](#)

ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' ה.1, ו.10 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלות לתרגול

שאלה 1

נתון ניסוח התגובה המאוזן בין ברזל גופרי, $\text{FeS}_{(s)}$, לחמצן, $\text{O}_{2(g)}$. התגובה מתרחשת במערכת סגורה.



קבעו מהו התוצר הנוסף של התגובה הנתונה. נמקו.

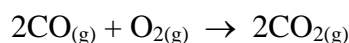
התשובה

התוצר הנוסף הוא $\text{SO}_{2(g)}$.

על פי חוק שימור החומר (המסה), מספר האטומים של אותו יסוד אינו משתנה במהלך התגובה. במערכת סגורה מסת המגיבים שוו למסת התוצרים.

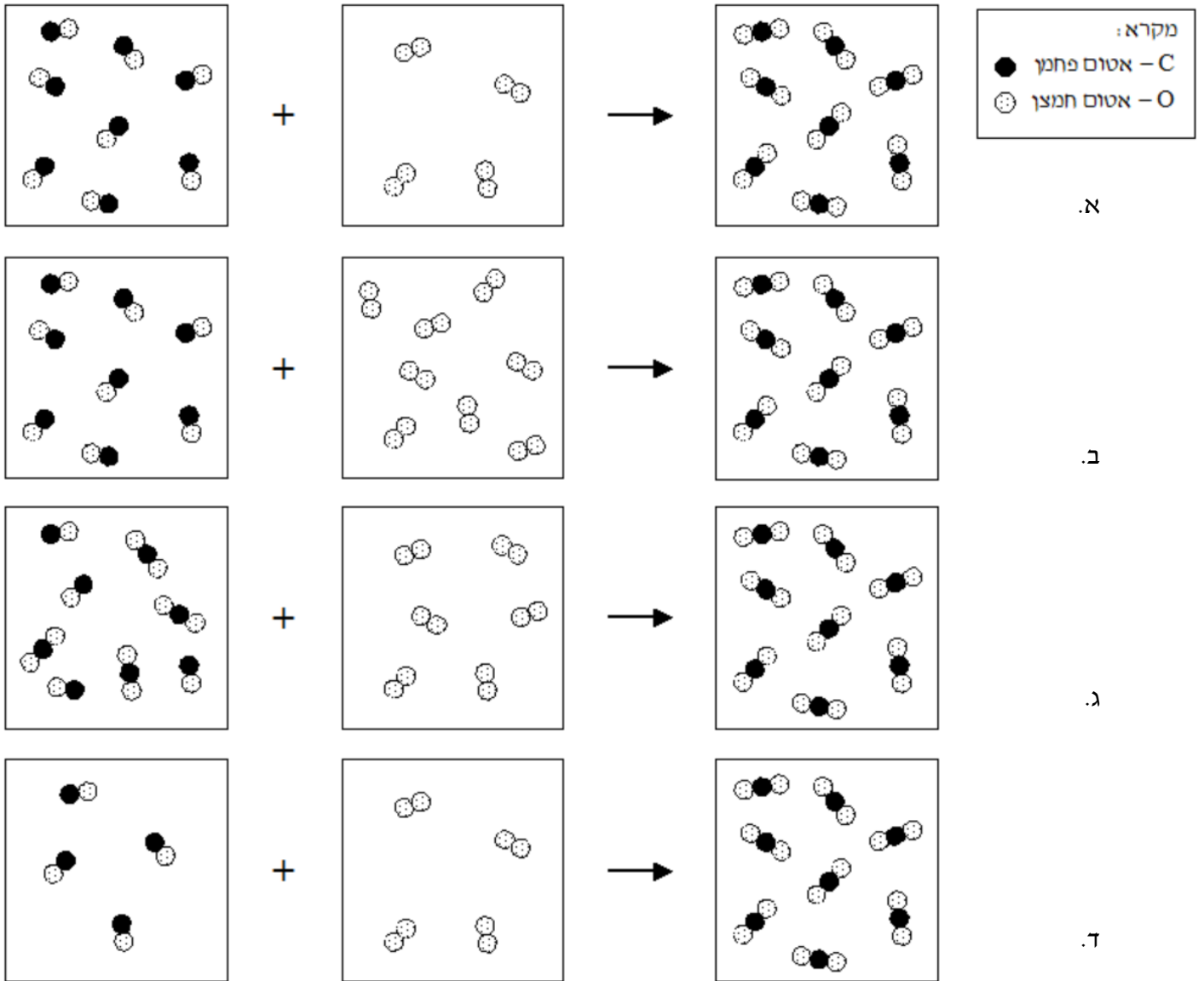
שאלה 2

ביצעו את התגובה בין פחמן חד-חמצני, $\text{CO}_{(g)}$, לחמצן, $\text{O}_{2(g)}$. התקבל פחמן דו-חמצני, $\text{CO}_{2(g)}$:



התגובה התרחשה בשלמות.

קבעו איזה מן ארבעת האיורים הסכמתיים הנתונים מתאר נכון את המגיבים ואת התוצר של התגובה.



הנימוק

התשובה הנכונה היא א'.

על פי חוק שימור החומר, מספר האטומים של אותו יסוד אינו משתנה במהלך התגובה.

יחס המולים בניסוח התגובה בין $\text{CO}_2(\text{g})$: $\text{O}_2(\text{g})$: $\text{CO}_2(\text{g})$ הוא 2 : 1 : 2.

יחס זה מופיע רק באיור א'. כמו כן באיור זה מספר אטומים של אותו יסוד לא משתנה במהלך התגובה.

שאלה 3

בתנאים מתאימים אפשר לקבל תחמוצת $\text{Mg}_2\text{O}_3(\text{s})$ בתגובה בין מגנזיום וחמצן.

הגיבו 4.8 גרם מגנזיום, $\text{Mg}(\text{s})$, עם 4.8 גרם חמצן, $\text{O}_2(\text{g})$. התגובה התרחשה בשלמות, במערכת סגורה,

והתקבל $\text{Mg}_2\text{O}_3(\text{s})$.

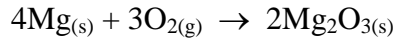
א. רשמו ואזנו את ניסוח התגובה.

ב. חשבו את מסת התחמוצת $\text{Mg}_2\text{O}_3(\text{s})$ שהתקבלה בתגובה. פרטו את החישוב.

ג. ביצעו שוב את התגובה, אך הפעם הגיבו בשלמות 9.6 גרם $O_{2(g)}$. מהי המסה של $Mg_{(s)}$ שהגיבו ומהי המסה של התחמוצת $Mg_2O_{3(s)}$ שהתקבלה? פרטו את חישוביכם.

התשובה

סעיף א'



סעיף ב'

על פי חוק שימור החומר (המסה) מסת התחמוצת $Mg_2O_{3(s)}$ שהתקבלה בתגובה: $4.8 \text{ gr} + 4.8 \text{ gr} = 9.6 \text{ gr}$
סעיף ג'

$$M_w = 32 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \quad \text{המסה המולרית של } O_{2(g)}$$

$$\frac{9.6 \text{ gr}}{32 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.3 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של } O_{2(l)} \text{ שהגיבו:}$$

יחס המולים בניסוח התגובה בין: $Mg_{(s)} : O_{2(g)} : Mg_2O_{3(s)}$ הוא 4 : 3 : 2.
הגיבו 0.4 מול $Mg_{(s)}$ עם 0.3 מול $O_{2(g)}$ ונוצרו 0.2 מול $Mg_2O_{3(s)}$.

$$M_w = 24 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \quad \text{המסה המולרית של } Mg_{(s)}$$

$$24 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 0.4 \text{ mol} = 9.6 \text{ gr} \quad \text{המסה של } Mg_{(s)} \text{ שהגיבו:}$$

$$M_w = 96 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \quad \text{המסה המולרית של } Mg_2O_{3(s)}$$

$$96 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 0.2 \text{ mol} = 19.2 \text{ gr} \quad \text{המסה של } Mg_{(s)} \text{ שהגיבו:}$$

נבדוק אם התוצאה שהתקבלה מתאימה לחוק שימור החומר:

$$9.6 \text{ gr } Mg_{(s)} + 9.6 \text{ gr } 3O_{2(g)} = 19.2 \text{ gr } Mg_2O_{3(s)}$$

ניתוח התוצאות של שאלה 6

6 חישובים

המיסו 2.96 גרם של מגנזיום חנקתי, $Mg(NO_3)_{2(s)}$, בתוך 100 מ"ל תמיסת נתרן חנקתי, $NaNO_{3(aq)}$,

$$\text{שריכוזה } 0.1 \text{ M}. \quad \text{נתונה המסה המולרית של מגנזיום חנקתי: } M_w Mg(NO_3)_2 = 148 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

מהו ריכוז יוני NO_3^- (aq) בתמיסה לאחר ההמסה?

שאלון	שאלון	037387	037381
0.5 M	א.	87%	93%
0.4 M	ב.		2.1%
0.3 M	ג.		2.6%
0.2 M	ד.		2.3%

הנימוק

התשובה הנכונה היא א'.

ניסוח תהליך ההמסה של מגנזיום חנקתי, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_{2(s)}$:



$$148 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של $\text{Mg}(\text{NO}_3)_{2(s)}$:

$$\frac{2.96 \text{ gr}}{148 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.02 \text{ mol}$$

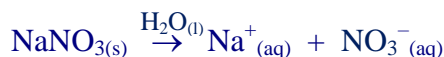
מספר המולים של $\text{Mg}(\text{NO}_3)_{2(s)}$ ב- 2.96 גרם:

מגנזיום חנקתי הוא חומר יוני.

בהמסה במים של 1 מול $\text{Mg}(\text{NO}_3)_{2(s)}$ מתקבלים 1 מול יוני $\text{Mg}^{2+}_{(aq)}$ ו- 2 מול יוני $\text{NO}_3^{-}_{(aq)}$.

בהמסת במים 0.02 מול $\text{Mg}(\text{NO}_3)_{2(s)}$ מתקבלים 0.02 מול יוני $\text{Mg}^{2+}_{(aq)}$ ו- 0.04 מול יוני $\text{NO}_3^{-}_{(aq)}$.

ניסוח תהליך ההמסה של נתרן חנקתי, $\text{NaNO}_3(s)$:



מספר המולים של נתרן חנקתי ב- 100 מ"ל תמיסת $\text{NaNO}_3(aq)$ בריכוז 0.1M:

$$0.1 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.1 \text{ liter} = 0.01 \text{ mol}$$

נתרן חנקתי הוא חומר יוני.

בהמסה במים של 1 מול $\text{NaNO}_3(s)$ מתקבלים 1 מול יוני $\text{Na}^{+}_{(aq)}$ ו- 1 מול יוני $\text{NO}_3^{-}_{(aq)}$.

בהמסה במים של 0.01 מול $\text{NaNO}_3(s)$ מתקבלים 0.01 מול יוני $\text{Na}^{+}_{(aq)}$ ו- 0.01 מול יוני $\text{NO}_3^{-}_{(aq)}$.

מספר המולים הכולל של יוני $\text{NO}_3^{-}_{(aq)}$ בתמיסה שהתקבלה: $0.04 \text{ mol} + 0.01 \text{ mol} = 0.05 \text{ mol}$

$$\frac{0.05 \text{ mol}}{0.1 \text{ liter}} = 0.5 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} (0.5 \text{ M})$$

הריכוז של יוני $\text{NO}_3^{-}_{(aq)}$ בתמיסה שהתקבלה:

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא הבנה.

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

לבצע חישובים סטויכיומטריים עבור ערבוב תמיסות של חומרים יוניים, המכילות יונים מאותו סוג ("יין משותף"):

- לנסח את תהליכי ההמסה של תרכובות יוניות.
- לחשב את מספר המולים של החומר על פי מסת החומר הנתונה והמסה המולרית שלו.

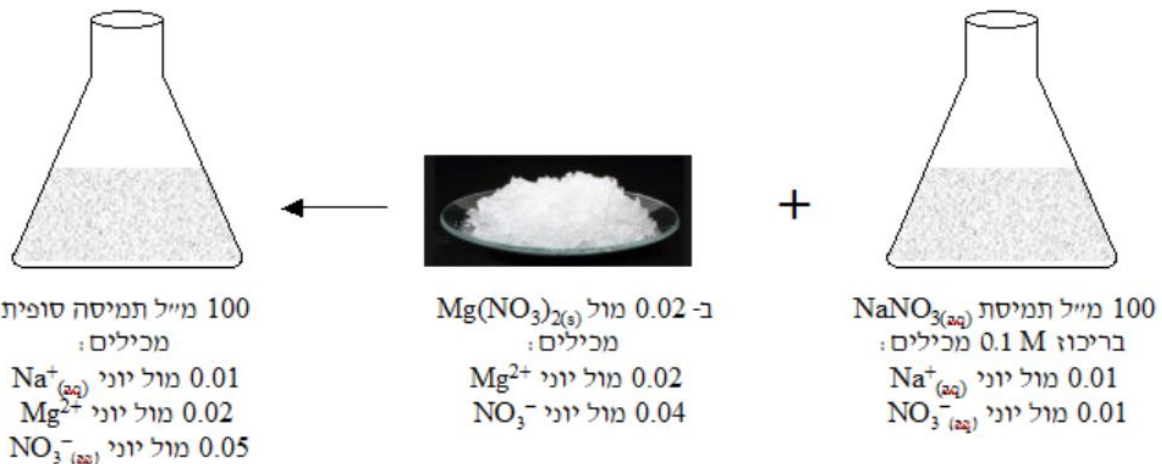
- לקבוע את יחס המולים בתהליך ההמסה בין החומר המומס לבין היונים בתמיסה, ולחשב על פי יחס זה את מספר המולים של כל אחד מן היונים.
- לחשב את מספר המולים של היונים בתמיסה על פי הריכוז המולרי של התמיסה ונפח התמיסה.
- לחשב את ריכוז היונים מסוג מסוים על פי מספר המולים של יונים אלה ונפח התמיסה.
- במקרה של ערבוב התמיסות, לבצע חישובים סטויכיומטריים עבור סוג היונים המשותף.

סיבות אפשריות לטעויות

- הציונים בשני השאלונים גבוהים מאוד.
- 7% מהתלמידים שבחרו במסיחים ב', ג', ד' טעו באחד משלבי החישוב.
- 2.1% מהתלמידים בחרו במסיח ב'. הם התעלמו ממספר המולים של יוני NO_3^- (aq) שהיו בתמיסת NaNO_3 (aq), וחישבו את הריכוז על פי 0.4 מול שהתקבלו בהמסה של $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ (s).
- 2.6% מהתלמידים בחרו במסיח ג'. הם חישבו את מספר המולים של יוני NO_3^- (aq) שהתקבלו בהמסה של $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ (s) על פי יחס שגוי (1:1:1) בניסוח תהליך ההמסה. אפשרות אחרת היא התייחסות למספר המולים של מגנזיום חנקתי במקום למספר המולים של יוני NO_3^- (aq).
- 2.3% מהתלמידים בחרו במסיח ד'. גם הם חישבו את מספר המולים של יוני NO_3^- (aq) שהתקבלו בהמסה של $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ (s) על פי יחס שגוי (1:1:1) בניסוח תהליך ההמסה, ובנוסף התעלמו ממספר המולים של יוני NO_3^- (aq) שהיו בתמיסת NaNO_3 (aq).

המלצות

- מומלץ להרגיל את התלמידים לבצע את החישובים בשלבים המופיעים בנימוק לשאלה.
- מומלץ לבנות עם התלמידים את האיור המסכם עבור חישוב מספר המולים של היונים בתמיסת NaNO_3 (aq), במוצק $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ (s) ובתמיסה הסופית:



- ניתן למצוא שאלות מתאימות ב- [חוברות ניתוח בגרות](#): תשע"ב שאלה 1 ו', תשע"ז שאלה 1 ה', תש"ף שאלה 5.
- שאלות אלה והתשובות עליהן מופיעות בחוברות ניתוח בגרות.
- מומלץ לבצע עם התלמידים משימה דיאגנוסטית בעזרת ערכה מותאמת אישית: [יון "משותף"](#) בערבוב תמיסות.
- המשימה: לחדד את נושא יחס היונים בנוסחה האמפירית של חומר יוני, שנשמר בעת ההמסה, והאבחנה בין נפח התמיסות המקוריות לנפח הכולל של התמיסה המתקבלת לאחר הערבוב.
- ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' ב.2, 4.4 בטבלה בעמ' 5-7.**

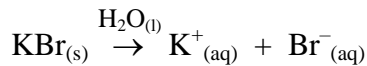
שאלה לתרגול

ערבבו 100 מ"ל תמיסת אשלגן ברומי, $\text{KBr}_{(\text{aq})}$, בריכוז 0.2 M עם 100 מ"ל תמיסת אלומיניום ברומי, $\text{AlBr}_{3(\text{aq})}$, בריכוז 0.2 M.

חשבו את ריכוז יוני הברום, $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסה שהתקבלה לאחר הערבוב. פרטו את החישובים.

התשובה

ניסוח תהליך ההמסה במים של $\text{KBr}_{(\text{s})}$:



מספר המולים של אשלגן ברומי ב- 100 מ"ל תמיסת $\text{KBr}_{(\text{aq})}$ בריכוז 0.2M:

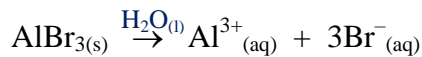
$$0.2 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.1 \text{ liter} = 0.02 \text{ mol}$$

אשלגן ברומי הוא חומר יוני.

בהמסה במים של 1 מול $\text{KBr}_{(\text{s})}$ מתקבלים 1 מול יוני $\text{K}^+_{(\text{aq})}$ ו-1 מול יוני $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$.

בהמסת במים 0.02 מול $\text{KBr}_{(\text{s})}$ מתקבלים 0.02 מול יוני $\text{K}^+_{(\text{aq})}$ ו-0.02 מול יוני $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$.

ניסוח תהליך ההמסה במים של $\text{AlBr}_{3(\text{s})}$:



מספר המולים של אשלגן ברומי ב- 100 מ"ל תמיסת $\text{AlBr}_{3(\text{aq})}$ בריכוז 0.2M:

$$0.2 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.1 \text{ liter} = 0.02 \text{ mol}$$

אלומיניום ברומי הוא חומר יוני.

בהמסה במים של 1 מול $\text{AlBr}_{3(\text{s})}$ מתקבלים 1 מול יוני $\text{Al}^{3+}_{(\text{aq})}$ ו-3 מול יוני $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$.

בהמסה במים 0.02 מול $\text{AlBr}_{3(\text{s})}$ מתקבלים 0.02 מול יוני $\text{Al}^{3+}_{(\text{aq})}$ ו-0.06 מול יוני $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$.

$$0.1 \text{ liter} + 0.1 \text{ liter} = 0.2 \text{ liter}$$

נפח התמיסה שהתקבלה לאחר הערבוב:

$$0.02 \text{ mol} + 0.06 \text{ mol} = 0.08 \text{ mol}$$

מספר המולים הכולל של יוני $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסה שהתקבלה:

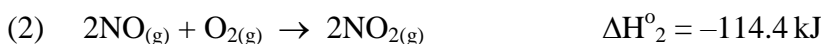
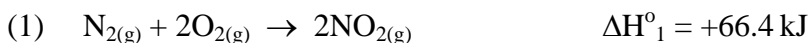
$$\frac{0.08 \text{ mol}}{0.2 \text{ liter}} = 0.4 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} (0.4 \text{ M})$$

הריכוז של יוני $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסה שהתקבלה:

ניתוח התוצאות של שאלה 7

7 אנרגייה

לפניכם ערכי ΔH° עבור תגובות השרפה (1)-(2):



לפניכם תגובה (3):

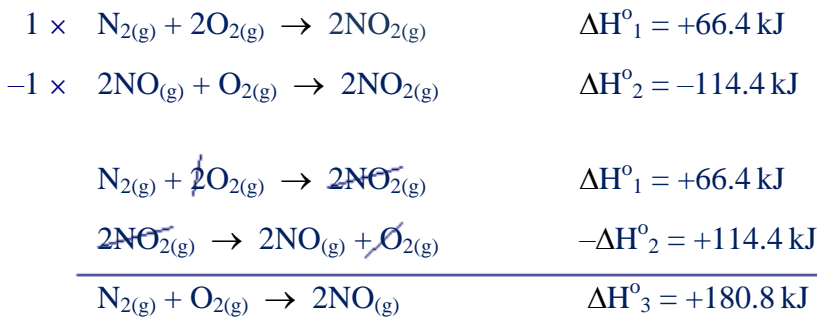


מהו ערכו של ΔH°_3 עבור תגובה (3)?

שאלון	שאלון		
037387	037381		
-180.8 kJ	.א.	0.2%	
+180.8 kJ	.ב.	93%	99%
-48.0 kJ	.ג.	0.6%	
+48.0 kJ	.ד.	0.2%	

הנימוק

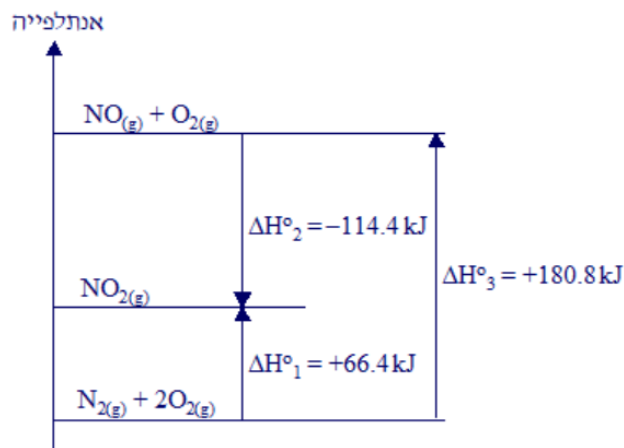
התשובה הנכונה היא ב'. על פי חוק הס:



$$\Delta H^\circ_3 = \Delta H^\circ_1 - \Delta H^\circ_2 \quad \text{או:}$$

$$\Delta H^\circ_3 = 66.4 \text{ kJ} - (-114.4 \text{ kJ}) = 180.8 \text{ kJ}$$

הצגה גרפית:



לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ☞ להגדיר את שינוי האנתלפייה של התגובה.
- ☞ לחשב את שינוי האנתלפייה של התגובה על פי חוק הס.
- ☞ לשרטט את דיאגרמת האנרגייה הכוללת את שלושת התגובות הנתונות.

סיבות אפשריות לטעויות

הציון מצוין. התלמידים חישובו נכון את שינוי האנתלפייה של התגובה על פי חוק הס. התלמידים המעטים שטעו לא הפנימו את חוק הס וטעו בסימן של שינוי האנתלפייה של התגובה או בסדר הפעולות בחישוב.

המלצות

מומלץ לעבור עם התלמידים על שלבי הפתרון של השאלות העוסקות בחישוב שינוי אנתלפיית התגובה בעזרת חוק הס. שלבים אלה מפורטים בעמוד 9 בחוברת [סיכום ניתוח השאלות בנושא "אנרגייה"](#). מומלץ לפתור שאלות מתאימות מחוברת זו ומחוברת המשך.

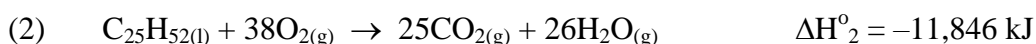
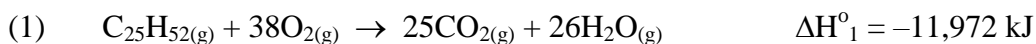
מומלץ להפנות את התלמידים לשיעור בנושא: [חישוב השינוי באנתלפייה לפי חוק הס](#).

ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 7, ו. 3 בטבלה בעמ' 7-5.

שאלה לתרגול

התרכובת העיקרית המרכיבה את שעוות הנר היא פחמימן $C_{25}H_{52(s)}$.

נתונים ניסוחים של שתי תגובות שריפה של הפחמימן:



מהו ערכו של שינוי האנתלפייה של תהליך האיזוי של $C_{25}H_{52(l)}$?

א. -126 kJ

ב. $+126 \text{ kJ}$

ג. $+252 \text{ kJ}$

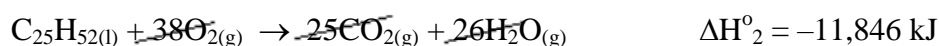
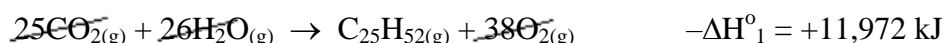
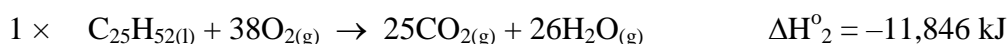
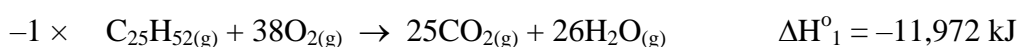
ד. $-23,818 \text{ kJ}$

התשובה

התשובה הנכונה היא ב'.

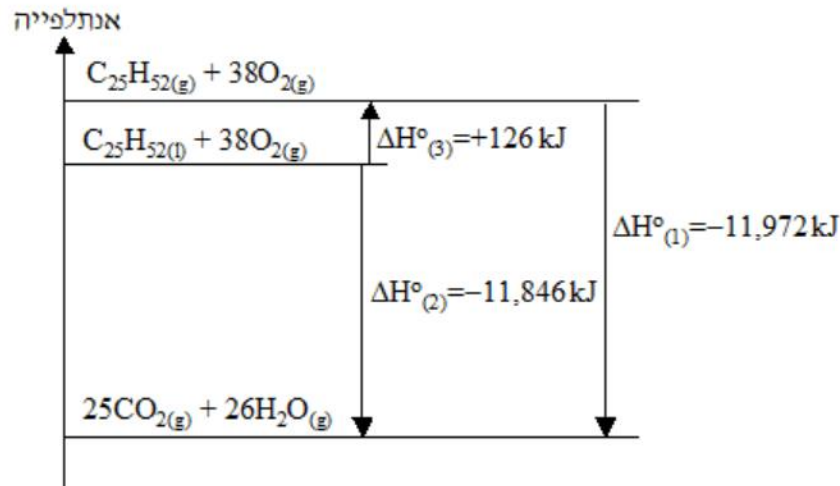
נימוק:

על פי חוק הס:



$$\Delta H^{\circ}_3 = \Delta H^{\circ}_2 - \Delta H^{\circ}_1 \quad \text{או:}$$

$$\Delta H^{\circ}_3 = (-11,846 \text{ kJ}) + 11,972 \text{ kJ} = +126 \text{ kJ}$$



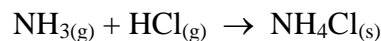
8 ניתוח התוצאות של שאלה 8

8 חומצות ובסיסים

בניסוי ערבבו שני גזים : אמוניה, $\text{NH}_3(\text{g})$, ומימן כלורי, $\text{HCl}(\text{g})$. התרחשה תגובה.

התוצר שהתקבל הוא המוצק היוני אמון כלורי, $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$.

ניסוח התגובה שהתרחשה הוא :



מהי הקביעה הנכונה?

שאלון	שאלון
037387	037381

- | | | |
|----|--|-----------|
| א. | בתגובה זו אמוניה, $\text{NH}_3(\text{g})$, הוא המחמצן. | - |
| ב. | בתגובה זו אמוניה, $\text{NH}_3(\text{g})$, הוא הבסיס. | 100% 100% |
| ג. | בתגובה זו מימן כלורי, $\text{HCl}(\text{g})$, הוא המחמצן. | - |
| ד. | בתגובה זו מימן כלורי, $\text{HCl}(\text{g})$, הוא הבסיס. | - |

הנימוק

התשובה הנכונה היא ב'.

כל מולקולה של אמוניה, NH_3 , קולטת פרוטון, H^+ , והופכת ליון NH_4^+ . לכן $\text{NH}_3(\text{g})$ מגיב כבסיס.

התגובה הנתונה היא תגובת חומצה בסיס, שבה הפרוטונים עוברים ממולקולות מימן כלורי, $\text{HCl}(\text{g})$, למולקולות אמוניה, $\text{NH}_3(\text{g})$.

מסיחים א' ו-ג' אינם נכונים כי התגובה הנתונה היא לא תגובת חמצון-חיזור - אין שינוי בדרגות חמצון של אטומי החומרים המשתתפים בתגובה.

מסיח ד' אינו נכון כי הפרוטונים עוברים ממולקולות מימן כלורי, $\text{HCl}(\text{g})$, למולקולות אמוניה, $\text{NH}_3(\text{g})$. לכן מימן כלורי הוא חומצה ולא בסיס.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא הבנה.

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ◀ להבחין בין תגובת חומצה בסיס לבין תגובת חמצון-חיזור.
- ◀ להגדיר מהי חומצה ומהו בסיס ולהבחין ביניהם.
- ◀ לזהות את החלקיקים הפועלים בתגובה כחומצה.
- ◀ לזהות את החלקיקים הפועלים בתגובה כבסיס.

סיבות אפשריות לטעויות

הציון מצוין. כל התלמידים בחרו בתשובה הנכונה. הם זיהו את התגובה הנתונה כתגובת חומצה בסיס שבה אמוניה, $\text{NH}_3(\text{g})$, מגיבה כבסיס ומימן כלורי, $\text{HCl}(\text{g})$, מגיב כחומצה.

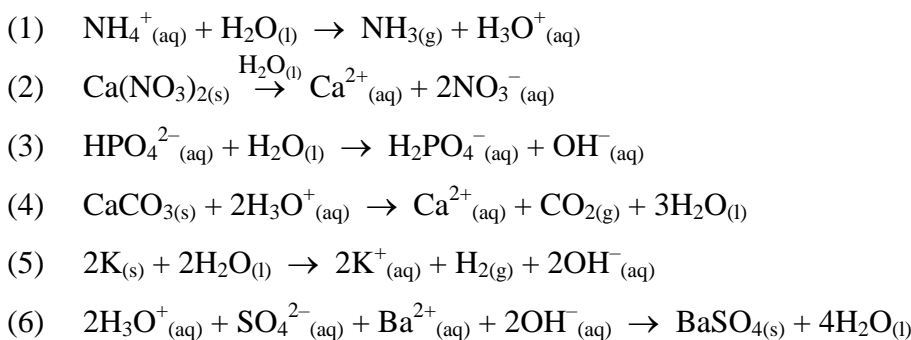
המלצות

מומלץ בעת התרגול בנושא חומצות ובסיסים לבקש מהתלמידים הסברים ולא להסתפק בקביעת התשובה הנכונה - גם בשאלות סגורות. מומלץ לתת לתלמידים תרגילים שבהם נדרשת הבחנה בין תגובת חומצה בסיס לבין תגובת חמצון-חיזור.

מומלץ לתרגל מתוך החוברת [סיכום ניתוח השאלות בנושא "חומצות ובסיסים"](#), עמודים 16-17 העוסקים ב**דוגמאות לתגובות לפרקים חומצות ובסיסים וחמצון-חיזור** ויינתנו לתלמידים, לפי הצורך, כנתון בשאלות הבגרות. **ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' א.1, ד.3 בטבלה בעמ' 5-7.**

שאלה לתרגול

נתונות שישה ניסוחי תגובות:



- א. עבור כל אחת מן התגובות הנתונות ציינו את סוג התגובה: חומצה בסיס, חמצון-חיזור, המסה במים, שיקוע.
- ב. עבור כל אחת מן התגובות מסוג חומצה בסיס ציינו את החומצה ואת הבסיס.
- ג. עבור כל אחת מן התגובות מסוג חמצון-חיזור ציינו את המחמצן ואת המחזור.
- ד. עבור כל אחת מן התגובות הנתונות קבעו אם pH התמיסה בתום התגובה גדול מ-7, קטן מ-7 או שווה ל-7. הניחו שכל התגובות התרחשו בשלמות, ללא עודפים.

התשובה

בתגובות חמצון-חיזור		בתגובות חומצה בסיס		pH התמיסה בתום התגובה	מספר התגובה	סוג התגובה
מחזור	מחמצן	בסיס	חומצה			
		$\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	$\text{NH}_4^+_{(aq)}$	$\text{pH} < 7$	(1)	תגובות חומצה בסיס
		$\text{HPO}_4^{2-}_{(aq)}$	$\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	$\text{pH} > 7$	(3)	
		$\text{CaCO}_{3(s)}$	$\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$	$\text{pH} = 7$	(4)	
		$\text{OH}^-_{(aq)}$	$\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$	$\text{pH} = 7$	(6)	
$\text{K}_{(s)}$	$\text{H}_2\text{O}_{(l)}$			$\text{pH} > 7$	(5)	תגובת חמצון-חיזור
				$\text{pH} = 7$	(2)	המסה במים

ניתוח התוצאות של השאלות הפתוחות בבחינת הבגרות תשפ"ב

כפי שנאמר, ניתוח השאלות הפתוחות 9-14 מתבסס על ממצאים סטטיסטיים של מכון סאלד: ציוני שאלות וציוני סעיפים ועל טעויות אופייניות שאותרו על ידי מעריכי בחינת הבגרות. בטבלה הבאה מופיעים ממצאים סטטיסטיים שדווחו על ידי מכון סאלד לגבי הבחינה לפי שאלוני מועד קיץ. ממצאים אלה מתבססים על **10,943** נבחנים: **10,577** תלמידים ניגשו לשאלון 037381 **366** תלמידים ניגשו לשאלון 037387 - בחינה מתוקשבת.

37381 (10,577 נבחנים)

14	13	12	11	10	9	מס' שאלה	
חומצות ובסיסים	חמצון- חיזור, חישובים	חומצות שומן	מבנה וקישור, אנרגייה	מבנה וקישור, חישובים, אנרגייה	ניתוח קטע ממאמר מדעי	נושא	
77	68	77	74	78	75	ציון ממוצע	
60%	37%	81%	70%	49%	100%	% תלמידים שבחרו בשאלה	
51	33	47	40	54	43	85-100	% תלמידים שציונם
33	39	39	41	30	40	55-84	
16 (9)	28 (16)	14 (7)	19 (10)	16 (10)	17 (9)	0-54 (0-40)	

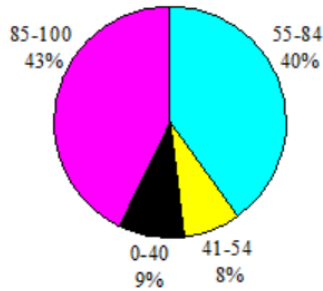
37387 (366 נבחנים)

14	13	12	11	10	9	מס' שאלה	
חומצות ובסיסים	חמצון- חיזור, חישובים	חומצות שומן	מבנה וקישור, אנרגייה	מבנה וקישור, חישובים, אנרגייה	ניתוח קטע ממאמר מדעי	נושא	
85	77	83	77	80	80	ציון ממוצע	
66%	40%	80%	65%	47%	100%	% תלמידים שבחרו בשאלה	
64	47	58	47	64	54	85-100	% תלמידים שציונם
30	37	34	39	22	35	55-84	
6 (3)	16 (7)	8 (4)	14 (7)	14 (10)	11 (6)	0-54 (0-40)	

ניתוח התוצאות של שאלה 9 ניתוח קטע ממאמר מדעי

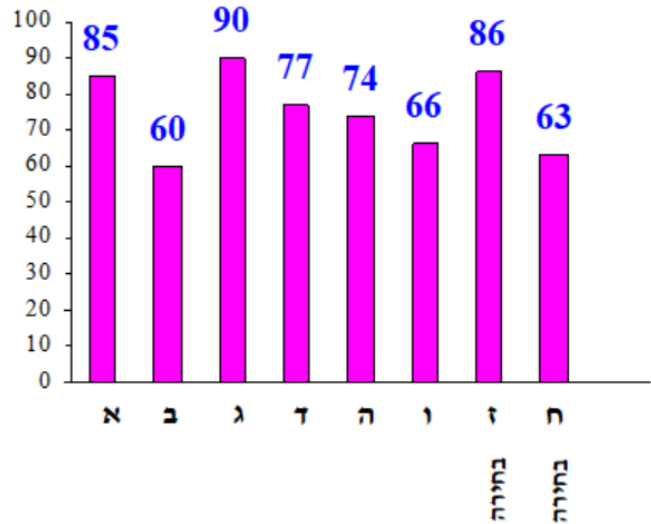
שאלון 037381

פיזור ציונים



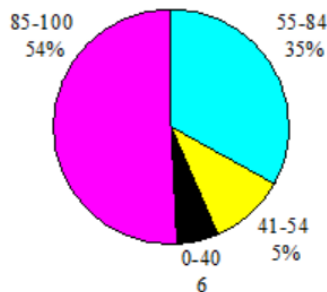
ציון ממוצע על פי מכון סאלד: **75**

ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:



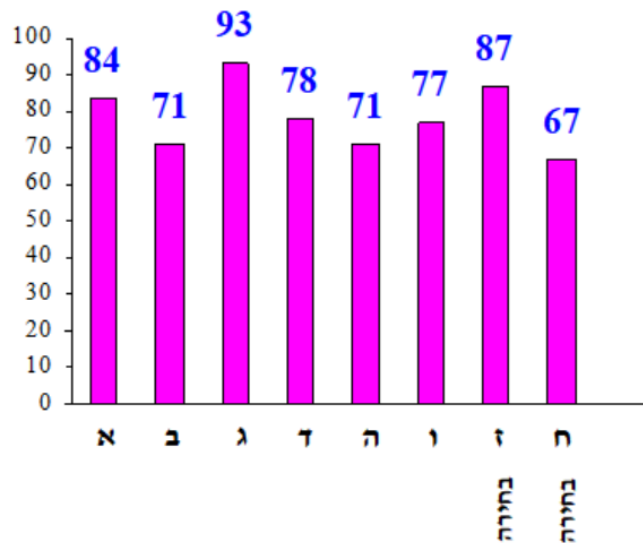
שאלון 037387

פיזור ציונים



ציון ממוצע על פי מכון סאלד: **80**

ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:



רמות החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום

סעיף	רמת חשיבה לפי בלום
א	הבנה
ב	יישום
ג	הבנה
ד	יישום
ה	הבנה
ו	אנליזה
ז בחירה	יישום
ח בחירה	אנליזה

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ◀ לעבוד עם קטע ממאמר מדעי לא מוכר, להסיק מסקנות מן הכתוב בטקסט.
- ◀ ליישם ידע מדעי שנלמד כדי לנתח טקסט מדעי לא מוכר.
- ◀ לנסח תגובה על פי תיאור מילולי של מגיבים ותוצרים, כולל מצבי צבירה ומצבי הופעה.
- ◀ לחזות מהם התוצרים האפשריים של התגובה הנתונה על פי חוק שימור החומר.
- ◀ ליישם את חוק שימור החומר - אותם אטומים שמופיעים במגיבים צריכים להופיע בתוצרים.
- ◀ לקבוע דרגות חמצון של אטומים בתרכובות וביונים מורכבים, על פי הכללים.
- ◀ לסמן דרגות חמצון של אטומים בעיגול מתחת לסימול האטום.
- ◀ לקבוע את המחמצן ואת המחזור בתגובה נתונה, על פי שינויים בדרגות החמצון במהלך התגובה.
- ◀ להבחין בין חומר או אטום מחמצן בין חומר או אטום מחזור בתגובה נתונה.
- ◀ לקבוע אם התגובה הנתונה היא תגובת חמצון-חיזור.
- ◀ לקבוע את סוג התגובה - אנדותרמית או אקסותרמית, על פי התיאור של התרחשות התגובה, לדוגמה השקעת אנרגייה או פליטת אנרגייה.
- ◀ לקשר בין אנרגיית השפעול של התגובה לבין נוכחות הזרז בכלי התגובה.
- ◀ להסביר את השפעת הזרז על קצב התגובה.
- ◀ לתאר את השפעת הזרז על התגובה המתרחשת בעזרת הגרף המתאים.
- ◀ לבצע חישובים סטויכיומטריים.
- ◀ להתאים יחידות מידה ולבצע מעבר נכון בין יחידות.
- ◀ לקבוע את סוגי הכוחות הבין מולקולריים הפועלים בחומרים הנתונים.
- ◀ להשוות בין טמפרטורות הרתיחה של חומרים מולקולריים תוך התייחסות לגורמים המשפיעים על טמפרטורת הרתיחה.
- ◀ לקבוע את הגורמים המשפיעים על חוזק הכוחות הבין מולקולריים ולהסביר את השפעתם.
- ◀ לזהות נוכחות של קשרי מימן בין מולקולות החומר.

קראו את הקטע שלפניכם, וענו על כל הסעיפים שאחריו לפי ההנחיות.

מימן - אחד הפתרונות לדלק עתידי

רוב המדענים סבורים כי יש קשר בין העלייה בטמפרטורת האטמוספירה במאה הנוכחית, ההתחממות הגלובלית, ובין שרפה של כמויות גדולות של דלקים המכילים בעיקר תרכובות פחמן (דלקים מאובנים). שרפת דלקים אלה גורמת לשחרור אנרגייה זמינה לשימוש. בתהליך השרפה נפלט לאטמוספירה פחמן דו-חמצני, $\text{CO}_2(\text{g})$, שהוא גז חממה. גזי חממה לוכדים קרינה שמוחזרת מפני כדור הארץ וכך גורמים להתחממותו.

בוועידות האקלים שהאו"ם מכנס, נציגי המדינות דנים באפשרות לצמצם את פליטת הפחמן הדו-חמצני עד שנת 2050, כדי להאט את ההתחממות הגלובלית. אחת האפשרויות שנדונו היא להפיק אנרגייה באמצעות שרפה (תגובה עם חמצן, $\text{O}_2(\text{g})$) של גז מימן, $\text{H}_2(\text{g})$, במקום שרפה של דלקים המכילים תרכובות פחמן.

המימן אינו מופיע כיסוד על פני כדור הארץ, לכן יש צורך להפיקו מתרכובות שונות באמצעות תהליכים כימיים הדורשים השקעת אנרגייה.

נהוג לכנות את המימן המופק על פי שיטת ההפקה, למשל:

"מימן אפור": המימן הזול ביותר, ומופק בין השאר מגז טבעי. המרכיב העיקרי של גז טבעי הוא

מתאן, $\text{CH}_4(\text{g})$. כאשר מתאן מגיב עם קיטור, $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, בלחץ גבוה, נוצרים הגזים פחמן

דו-חמצני, $\text{CO}_2(\text{g})$, שנפלט לאטמוספירה, ומימן, $\text{H}_2(\text{g})$, שנאסף למכלי אחסון.

"מימן כחול": מימן המופק בתהליך זהה לתהליך הפקת "מימן אפור", אולם גז $\text{CO}_2(\text{g})$ שנוצר

בתהליך, אינו משתחרר לאטמוספירה, אלא נאסף אף הוא במהלך ההפקה. טכנולוגיות שונות

לאיסוף וניצול של $\text{CO}_2(\text{g})$ נמצאות בפיתוח.

אחת הבעיות בתהליך ההפקה של "מימן אפור" ושל "מימן כחול" היא שמתאן, $\text{CH}_4(\text{g})$, שגם הוא גז

חממה, עלול להשתחרר לאטמוספירה.

"מימן ירוק": מימן המופק בתהליך של פירוק מים בעזרת חשמל בתנאים מתאימים. תוצרי הפירוק

הם מימן וחמצן בלבד. לתהליך זה נדרשת השקעת אנרגייה המתקבלת מניצול מקורות אנרגייה

מתחדשים כגון השמש והרוח.

אפשר להשתמש במימן כדלק כך ששרפת המימן תהיה מקור לאנרגייה בתעשייה ולהנעת כלי רכב

גדולים. השימוש במימן כדלק עתידי יוצר כמה בעיות:

– את המימן המופק במצב צבירה גזי צריך לאחסן במכלים גדולים שעמידים בלחץ גבוה.

– אחסון המימן במצב צבירה נוזלי מחייב את קירורו לטמפרטורה נמוכה מאוד (20.3 K) שבה

הוא הופך לנוזל.

– במהלך שרפת המימן באוויר מתרחשת תגובה נוספת בין החמצן, $\text{O}_2(\text{g})$, ובין החנקן, $\text{N}_2(\text{g})$,

שבאוויר. בתגובה זו נוצר חנקן דו-חמצני, $\text{NO}_2(\text{s})$, שגם הוא גז חממה לא רצוי.

אפשר להשתמש במימן כדלק במכוניות שבהן מותקן רכיב מיוחד. ברכיב זה מתרחשת תגובת חמצון-חיזור בין גז מימן ובין גז חמצן שמקורו באוויר. תגובה זו מתרחשת על שטח הפנים של זרז מוצק.

תעשיית המכוניות המונעות במימן מתפתחת ברחבי העולם, ומוקמות תחנות לתדלוק מהיר בגז מימן. מכוניות המונעות במימן עשויות להתחרות במכוניות חשמליות הפועלות על סוללות נטענות ודורשות זמן רב לטעינה. כיום רק חלק קטן מאוד מצריכת האנרגייה העולמית מבוסס על מימן. ייתכן שבשנים הקרובות עוד מדינות ישלבו את המימן כמקור אנרגייה.

מקור

Dewan Angela (2021). Green hydrogen could be the fuel of the future. Here's why it's not a silver bullet. CNN, August 31.

סעיף א' (הציון בשאלון 037381 85)

(הציון בשאלון 037387 84)

האם שרפת דלקים המכילים תרכובות פחמן היא תגובה אנדותרמית? נמקו על פי הקטע.

התשובה

קביעה: לא

נימוק: שרפת הדלקים גורמת לשחרור אנרגייה. מכאן ששרפת הדלקים היא תגובה אקסותרמית.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא הבנה.

ניתוח טעויות אופייניות

הציון גבוה בשני השאלונים. רוב התלמידים הבינו את הטקסט, יישמו את הידע הנלמד והסיקו את המסקנה הנכונה. כמעט ולא היו טעויות בקביעה. הטעויות שאותרו הופיעו בנימוקים:

- ◆ אי-התייחסות לקטע:
- "כל תהליך שרפה הוא אקסותרמי."
- ◆ נימוקים שגויים הנובעים מחוסר הבחנה בין פליטת אנרגייה לפליטת חומר:
- "תהליך השרפה הוא אקסותרמי מכיוון שבמהלך התגובה נפלט לסביבה פחמן דו-חמצני."
- התגובה אקסותרמית כי נפלטים חומרים מן המערכת אל הסביבה."
- ◆ בלבול בין מעברי אנרגייה בין המערכת לסביבה לבין שינוי הטמפרטורה של הסביבה.

המלצות

מומלץ להרגיל את התלמידים לעבודה עם שאלות של ניתוח קטע ממאמר מדעי: לקרוא קטע ממאמר מדעי פעמיים, ובפעם השנייה לסמן במרקר את המידע שנראה להם חשוב, כולל מילים משמעותיות. לאחר מכן לקרוא את השאלות ולענות עליהן.

מומלץ להיעזר בחוברת "חומר עזר למורה" - [משימות אוריינות "מבוא לכימיה"](#) בדגש על ידע אפיסטימולוגי. מומלץ להדגיש לתלמידים שסוג התגובה - אנדותרמית או אקסותרמית מתייחס לקליטה או פליטה של אנרגיה ולא לקליטה או פליטה של חומרים כלשהם. ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ג.2 בטבלה בעמ' 5-7.

סעיף ב' (הציון בשאלון 037381 60)

(הציון בשאלון 037387 71)

מהו התוצר האפשרי בשרפת מימן: פחמן דו-חמצני, פחמן חד-חמצני או מים? נמקו את בחירתכם.

התשובה

קביעה: מים

נימוק: בתגובה בין היסודות מימן וחמצן נוצרת תרכובת של מימן וחמצן (על פי חוק שימור החומר).

או:

אטומי פחמן אינם בין המגיבים, לכן אטומי פחמן לא יהיו בין התוצרים.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בשאלון 037381 נמוך וציון בשאלון 037387 בינוני. חלק מהתלמידים לא ידעו ליישם את חוק שימור החומר, התעלמו מנתוני השאלה ולא התייחסו לכך שמדובר בשרפת מימן - לא הבינו שאם מימן מגיב עם חמצן לא יכול להופיע אטום פחמן בתוצר. ניתן למיין את הטעויות האופייניות לשני סוגים עיקריים:

- קביעה שגוייה וניסיון לנמקה:
 - "התוצר הוא $\text{CO}_2(\text{g})$ כי בתגובת שרפה נפלט גז $\text{CO}_2(\text{g})$ ".
- קביעה נכונה המלווה בנימוק שגוי:
 - "התוצר האפשרי הוא מים כי מים לא מזהמים את האוויר."
 - "התוצר הוא מים כי המטרה היא צמצום פליטת פחמן דו-חמצני."

המלצות

מומלץ לתרגל עם התלמידים גם תגובות שרפה של חומרים שלא מכילים אטומי פחמן. מומלץ לחזור עם התלמידים על חוק שימור החומר.

שאלה לתרגול

נתונים שישה חומרים: $\text{Mg}_{(s)}$, $\text{Al}_{(s)}$, $\text{S}_{8(s)}$, $\text{Cl}_{2(g)}$, $\text{C}_{(s)}$, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)}$.

עבור כל אחד מן החומרים הנתונים נסחו את תגובת השרפה המלאה (תגובה עם חמצן, $\text{O}_{2(g)}$).

התשובה

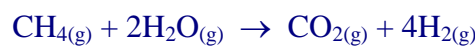
- (1) $2\text{Mg}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{MgO}_{(s)}$
- (2) $4\text{Al}_{(s)} + 3\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_{3(s)}$
- (3) $\text{S}_{8(s)} + 12\text{O}_{2(g)} \rightarrow 8\text{SO}_{3(l)}$
- (4) $2\text{Cl}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{Cl}_2\text{O}_{(g)}$
- (5) $\text{C}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)}$
- (6) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)} + 6\text{O}_{2(g)} \rightarrow 6\text{CO}_{2(g)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(l)}$

סעיף ג' (הציון בשאלון 037381 90)

(הציון בשאלון 037387 93)

נסחו ואזנו את תהליך הפקת הגז "מימן אפור".

התשובה



לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא הבנה.

ניתוח טעויות אופייניות

הציון גבוה בשני השאלונים. התלמידים ידעו לנסח את התגובה מתוך הנתונים שבטקסט, ולאזן אותה.

הטעויות המעטות שאותרו:

♦ רישום ניסוח לא מאוזן:



♦ רישום ניסוח עם מקדמים כפולים:



♦ אי-רישום מצבי צבירה מתאימים לחומרים בניסוח התגובה.

המלצות

מומלץ לתרגל עם התלמידים שאלות שבהן נתון תיאור מילולי של התגובה ויש לנסח אותה, כולל ציון מצבי צבירה ומצבי הופעה.

שאלה לתרגול

נתונים תיאורים מילוליים של חמש תגובות:

- (1) תגובה : מגיבים אמוניה, $\text{NH}_3(\text{g})$, עם גז כלור לקבלת גז מימן כלורי וגז חנקן.
 (2) תגובה : מגיבים אבקת נחושת חד-חמצנית עם גרפיט לקבלת מתכת נחושת וגז פחמן דו-חמצני.
 (3) תגובה : מגיבים גופרית, $\text{S}_8(\text{s})$, עם גז חמצן לקבלת גופרית תלת חמצנית במצב נוזל.
 (4) תגובה : מבצעים שרפה מלאה של 1-פרופאנול, $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}(\text{l})$.
 (5) תגובה : מבצעים שרפה חלקית של גלוקוז, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$.
 נסחו ואזנו כל אחת מן התגובות (1)-(5).

התשובה

- (1) $2\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 6\text{HCl}(\text{g})$
 (2) $2\text{CuO}(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{Cu}(\text{s})$
 (3) $\text{S}_8(\text{s}) + 12\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 8\text{SO}_3(\text{l})$
 (4) $2\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}(\text{l}) + 9\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{CO}_2(\text{g}) + 8\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 (5) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{CO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

סעיף ד' (הציון בשאלון 037381 77)

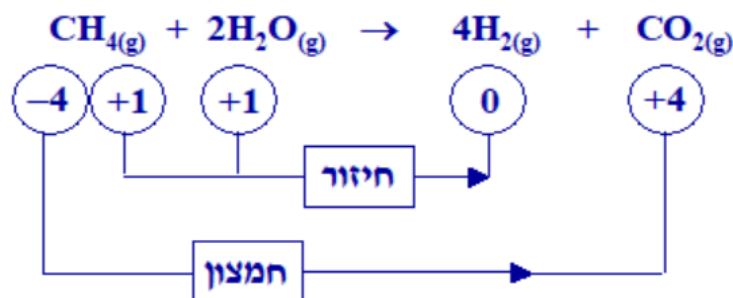
(הציון בשאלון 037387 78)

קבעו את המחמצן ואת המחזור בתגובה שניסחתם בסעיף ג. נמקו את קביעתכם.

התשובה

קביעה: אטום הפחמן במולקולת CH_4 הוא מחזור ואטום המימן במולקולת H_2O ובמולקולת CH_4 הוא מחמצן. התקבלה גם הקביעה: $\text{CH}_4(\text{g})$ הוא מחזור (וגם מחמצן) ו- $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ הוא מחמצן.
נימוק:

דרגת החמצון של אטומי פחמן עולה מ- -4 במולקולת CH_4 ל- $+4$ במולקולת CO_2 , לכן אטום הפחמן במולקולת CH_4 הוא המחזור.
 דרגת החמצון של אטום מימן במולקולת H_2O וגם במולקולת CH_4 יורדת מ- $+1$ לדרגת חמצון 0 של אטום מימן במולקולת H_2 . לכן אטום המימן במולקולת H_2O הוא המחמצן.
אז: ייצוג השינויים בדרגות חמצון בצורה הבאה:



לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני בשני השאלונים. חלק מהתלמידים התקשו לקבוע את המחמצן ואת המחזור בתגובה. היו תלמידים שקבעו נכון את דרגות החמצון אך טעו בקביעת המחמצן והמחזור. הופיעו טעויות אופייניות משני סוגים עיקריים:

- ◆ קביעה שגויה וניסיון לנמקה:
- "H₂O מחזור ו- CH₄ מחמצן, על פי השינויים בדרגות החמצון."
- "C הוא מחזור, H הוא מחמצן - לפי דרגות חמצון."
- ◆ קביעה נכונה המלווה בנימוק שגוי:
- "המחזור הוא CH₄ מכיוון שאטום C מסר אלקטרונים ל- C ב- CO₂."
- נימוק באמצעות ניסוח חצאי תגובה ללא ציון אלקטרונים.
- "מחמצן מוסר אלקטרונים ומחזור מקבל אלקטרונים."
- ◆ טעות אופיינית נוספת היא ציון אטום פחמן כמחזור בלי להתייחס לחומר שבו אטום הפחמן משמש כמחזור.

המלצות

מומלץ להיכנס לקורס "כימיה לעניין באתר של קמפוס IL (השימוש בקורס מחייב הרשמה ל קמפוס IL - הרישום חינם), לפרק חמצון-חיזור:

תת-פרק	שם תת-פרק	יחידה
5.4	דרגות חמצון	לימוד הנושא + תרגול
5.5	תגובות של חמצון-חיזור	קביעת מחמצן ומחזור בתגובה על פי שינוי בדרגות חמצון

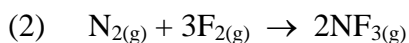
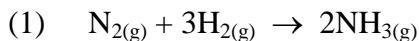
מומלץ לתרגל שאלות מסוג זה - להציג לתלמידים דוגמאות של תגובות שבהן שני מגיבים מכילים אטומים המשמשים מחמצן או מחזור, ומיקרים מורכבים נוספים.

מומלץ להיעזר בחוברת: [תרגול ושאלות בנושא חמצון-חיזור](#) ובחוברת המשך.

ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ד.6 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

נתונות שתי תגובות:



מהי הקביעה הנכונה?

א. בתגובה (1) החנקן מגיב כמחזור ובתגובה (2) החנקן מגיב כמחמצן.

ב. בשתי התגובות החנקן מגיב כמחמצן.

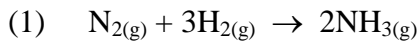
ג. בשתי התגובות החנקן מגיב כמחזור.

ד. בתגובה (1) החנקן מגיב כמחמצן ובתגובה (2) החנקן מגיב כמחזור.

התשובה

התשובה הנכונה היא ד'.

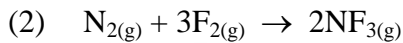
דרגות החמצון של אטומים בתגובה (1):



דרגת החמצון של אטומי חנקן יורדת מ- $\textcircled{0}$ ל- $\textcircled{-3}$ לכן אטום החנקן במולקולת N_2 הוא המחמצן.

דרגת החמצון של אטומי מימן עולה מ- $\textcircled{0}$ ל- $\textcircled{+1}$ לכן אטום המימן במולקולת H_2 הוא המחזור.

דרגות החמצון של אטומים בתגובה (2):



דרגת החמצון של אטומי חנקן עולה מ- $\textcircled{0}$ ל- $\textcircled{+3}$ לכן אטום החנקן במולקולת N_2 הוא המחזור.

דרגת החמצון של אטומי פלואור יורדת מ- $\textcircled{0}$ ל- $\textcircled{-1}$ לכן אטום הפלואור במולקולת F_2 הוא המחמצן.

סעיף ה' (הציון בשאלון 037381 74)

(הציון בשאלון 037387 71)

קבעו את סימנו של ΔH° עבור התגובה המתרחשת בעת הפקת "מימן ירוק". נמקו על פי הקטע.

התשובה

קביעה: ΔH° חיובי או: $\Delta H^\circ > 0$.

נימוק: על פי הקטע, לתהליך הפקת המימן נדרשת השקעת אנרגייה שמקורה במקורות אנרגייה מתחדשים, לכן סימנו של ΔH° הוא חיובי. התגובה היא תגובה אנדותרמית.

או:

מימן מופק בתהליך פירוק מים בעזרת חשמל בתנאים מתאימים. לכן סימנו של ΔH° הוא חיובי.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא הבנה.

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני בשני השאלונים. רוב התלמידים קבעו נכון שהתגובה היא אנדותרמית, אך חלק מהן טעו בנימוקים. הופיעו טעויות אופייניות משני סוגים עיקריים:

- ◆ נימוק שלא מתבסס על הקטע.
- ◆ התייחסות לשינוי מצב צבירה בתגובה:
- ◆ "המגיבים בתגובה במצב צבירה גז והתוצרים במצב נוזל, לכן התגובה היא אנדותרמית."

- ♦ בלבול בין מושגים "טמפרטורה" ו"אנרגייה". התייחסות לשינוי בטמפרטורת המערכת כאל ΔH^0 (בטקסט נתונה טמפרטורת האחסון של המימן, 20.3 K):
- " $\Delta H^0 = 20.3 \text{ K}$, לכן התגובה אנדותרמית."
- ♦ אי-התייחסות למקורות אנרגייה מתחדשים.

המלצות

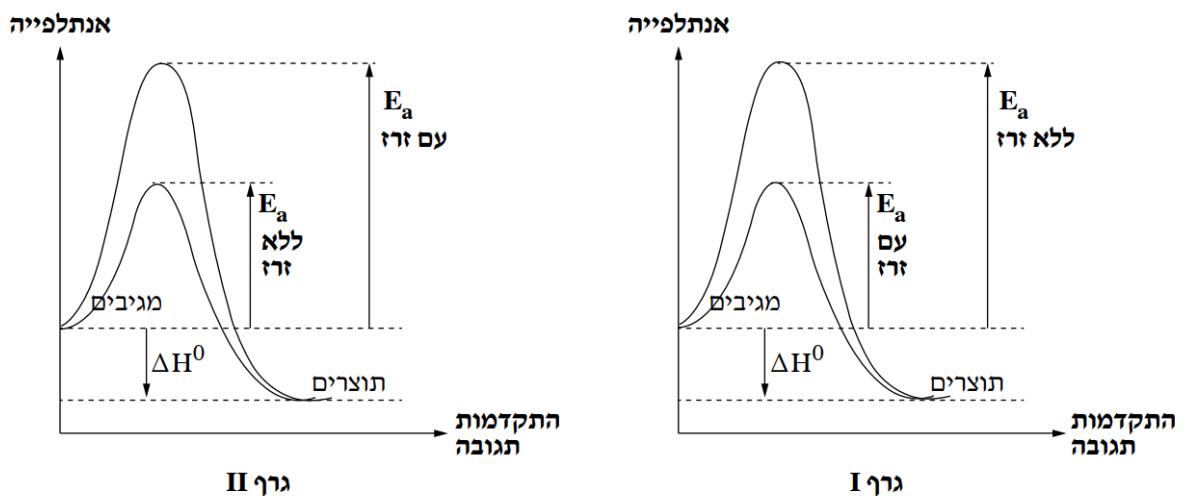
מומלץ להרגיל את התלמידים לעבוד עם שאלות של ניתוח קטע ממאמר מדעי, ולענות על השאלות על פי הקטע ולא רק על פי החומר הנלמד.

מומלץ לתרגל עם התלמידים את קביעת סוג התגובה - אנדותרמית או אקסותרמית על פי התיאור של התרחשות התגובה, לדוגמה השקעת אנרגייה או פליטת אנרגייה.

סעיף ו' (הציון בשאלון 037381 66)

(הציון בשאלון 037387 77)

לפניכם שני גרפים: I ו-II. קבעו מהו הגרף שמתאר באופן נכון את השפעת הזרז על התגובה המתרחשת ברכיב שמותקן במכונות המונעות במימן. נמקו את קביעתכם.



E_a - אנרגיית שפעול

התשובה

קביעה: גרף I

נימוק: בנוכחות זרז, התגובה מתקיימת במסלול חלופי (שבו נוצר תצמיד משופעל אחר) בעל אנרגיית שפעול (E_a) נמוכה יותר מאשר אנרגיית השפעול של התגובה המתרחשת ללא זרז.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא אנליזה.

ניתוח טעויות אופייניות

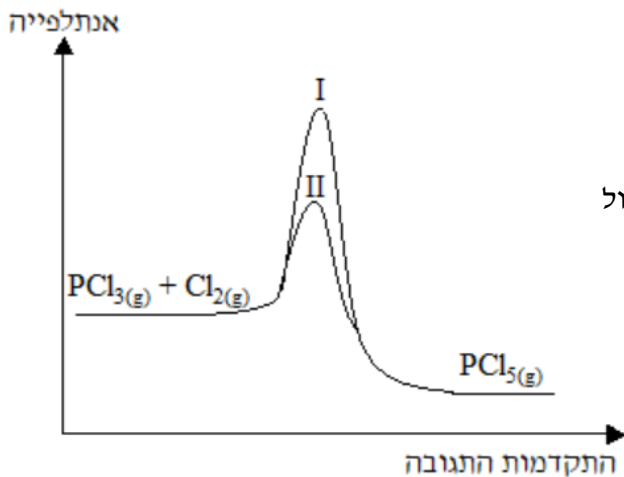
הציונים בינוניים, אך בשאלון 037387 הציון גבוה יותר. רוב התלמידים בחרו בגרף הנכון, אך התקשו להסביר את השפעת הזרז על קצב התגובה ולקשר בין נוכחות הזרז לבין גודל אנרגיית השפעול ולבין מנגנון התגובה. חלק מהתלמידים מציינים שבנוכחות הזרז התגובה מתרחשת מהר יותר, אך לא יודעים להסביר מדוע. הטעויות האופייניות:

- "גרף 1, כי זרז מוריד את אנרגיית השפעול של התגובה."
- "גרף 1, כי תפקיד הזרז הוא לזרז את התגובה."
- "גרף 1, כי הזרז מקטין את שינוי האנתלפייה של התגובה."

המלצות

מומלץ להרבות בתרגילים עם ייצוגים גרפיים שונים, וגם לבקש מהתלמידים לשרטט גרפים. מומלץ להבהיר לתלמידים את תפקיד הזרז ולהסביר להם מדוע הביטוי "זרז מוריד את אנרגיית השפעול" אינו מתאים לתיאור תפקיד הזרז.

שאלה לתרגול



נתון גרף המציג התרחשות של שתי תגובות, I (מתוארת

על ידי עקומה I) ו-II (מתוארת על ידי עקומה II).

מהי הקביעה הנכונה?

א. אנרגיית השפעול של תגובה I גדולה יותר מאנרגיית השפעול

של תגובה II.

ב. תגובה I מתרחשת בנוכחות זרז.

ג. שינוי האנתלפייה, ΔH° , של תגובה I גדול מ- ΔH°

של תגובה II.

ד. תגובה I מתרחשת מהר יותר מתגובה II.

התשובה

התשובה הנכונה היא א'. בנוכחות זרז, התגובה מתרחשת במסלול חלופי (שבו נוצר תצמיד משופעל אחר) בעל

אנרגיית שפעול (E_a) נמוכה יותר מאשר אנרגיית השפעול של התגובה המתרחשת ללא זרז.

ניתן לראות בגרף שאנרגיית השפעול של תגובה I גדולה יותר מזו של תגובה II.

לכן תגובה I מתרחשת ללא זרז ותגובה II מתרחשת בנוכחות הזרז.

ערכו של ΔH° אינו מושפע מנוכחות זרז.

סעיף ז' בחירה (הציון בשאלון 037381 86)

(הציון בשאלון 037387 87)

בתהליך הפקה של "מימן כחול", הגיב 1 טון מתאן, $CH_4(g)$. בתהליך אספו את הפחמן הדו-חמצני, $CO_2(g)$, שנוצר.

האם מסת הפחמן הדו-חמצני שהתקבל בתגובה גדולה מ- 1 טון או קטנה מ- 1 טון?
פרטו את חישוביכם או נמקו באופן מילולי. נתון: 1 טון = 1×10^6 גרם

התשובה

על פי התשובה בסעיף ג', תהליך ההפקה של "מימן כחול":



קביעה ונימוק מילולי:

מספר המולים של פחמן דו-חמצני המתקבל בתגובה שווה למספר המולים של מתאן במגיבים.
המסה המולרית של פחמן דו-חמצני גדולה מהמסה המולרית של מתאן.

לכן, המסה של פחמן דו-חמצני שהתקבל בתגובה בה הגיבו 1 טון מתאן, הייתה גדולה יותר.

או:

קביעה: גדולה מ- 1 טון.

חישוב:

נתון בשאלה: הגיבו 1 טון מתאן.

המסה המולרית של $\text{CH}_4(\text{g})$:

$$16 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

$$\frac{1 \times 10^6 \text{ gr}}{16 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.0625 \times 10^6 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{CH}_4(\text{g})$ שהגיבו:

יחס המולים בין $\text{CH}_4(\text{g})$ ל- $\text{CO}_2(\text{g})$ הוא 1:1.

מספר המולים של $\text{CO}_2(\text{g})$ שהתקבל בתגובה:

$$0.0625 \times 10^6 \text{ mol}$$

המסה המולרית של $\text{CO}_2(\text{g})$:

$$44 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה של $\text{CO}_2(\text{g})$ שהתקבל בתגובה:

$$0.0625 \times 10^6 \text{ mol} \times 44 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 2.75 \times 10^6 \text{ gr} = 2.75 \text{ ton}$$

התקבלו 2.75 טון פחמן דו-חמצני.

או: פתרון בצורת טבלה:



גדלים	יחידות	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{CH}_4(\text{g})$
יחס מולים		1	1
מסה נתונה/נדרשת	gr	2.75×10^6	1×10^6
מסה מולרית	$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	44	16
מספר מולים	mol	0.0625×10^6	0.0625×10^6

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציון גבוה בשני השאלונים. רוב התלמידים קבעו נכון שמסת הפחמן הדו-חמצני שהתקבל בתגובה גדולה מ- 1 טון. יחד עם זאת הופיעו טעויות בחישובים:

- ♦ חישוב יחס בין מסות החומרים במקום יחס המולים:
- "הושקע 1 טון של $\text{CH}_4(\text{g})$. על פי היחסים המולריים נוצרה אותה מסה של $\text{CO}_2(\text{g})$ ".
- ♦ אי-התאמת יחידות: חישוב מספר המולים של חומר על ידי חלוקת המסה בקילוגרמים במסה מולרית ביחידות גרם למול; טעויות בהתאמת יחידות מטון לגרם ולהפך.

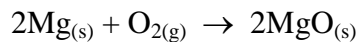
המלצות

מומלץ לחדד לתלמידים את העובדה, שיחסים סטויכיומטריים בניסוח התגובה הם במולים ולא ביחידות מסה. מומלץ לתרגל עם התלמידים את התאמת יחידות המסה. מומלץ לבקש מהתלמידים לפתור שאלות מתאימות מהחוברת [תרגול ושאלות בנושא סטויכיומטריה](#) בבחינות הבגרות ומחוברת המשך.

ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ד.4 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

מגנזיום חמצני, $\text{MgO}(\text{s})$, משמש, בין היתר, לייצור פלדה. במפעל לייצור פלדה מפיקים $\text{MgO}(\text{s})$, על פי התגובה בין היסודות מגנזיום, $\text{Mg}(\text{s})$, וחמצן, $\text{O}_2(\text{g})$:



מהי המסה של $\text{Mg}(\text{s})$ הדרושה להפקת 4 טון $\text{MgO}(\text{s})$? פרטו את חישוביכם.

התשובה

המסה המולרית של $\text{MgO}(\text{s})$:

$$40 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

מספר המולים של $\text{MgO}(\text{s})$ שהגיבו:

$$\frac{4 \times 10^6 \text{ gr}}{40 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.1 \times 10^6 \text{ mol}$$

יחס המולים על פי ניסוח התגובה בין $\text{MgO}(\text{s})$ ל- $\text{Mg}(\text{s})$ הוא 1:1.

$$0.1 \times 10^6 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{Mg}(\text{s})$ שגיב בתגובה:

$$24 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של $\text{Mg}(\text{s})$:

$$0.1 \times 10^6 \text{ mol} \times 24 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 2.4 \times 10^6 \text{ gr} = 2.4 \text{ ton}$$

המסה של $\text{Mg}(\text{s})$ שדרושה לתגובה:

אפשרות נוספת לחישוב - חישוב בצורת טבלה :

$2\text{Mg}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{MgO}_{(s)}$			יחידות	
2	1	2		יחס המולים בניסוח התגובה
2.4×10^6		4×10^6	gr	מסה נתונה/נדרשת
24		40	$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	מסה מולרית
0.1×10^6		0.1×10^6	mol	מספר מולים

סעיף ח' בחירה (הציון בשאלון 037381 63)**(הציון בשאלון 037387 67)**

על פי הקטע, מימן משנה מצב צבירה מגז לנוזל בטמפרטורה של 20.3 K בלחץ אטמוספרי. האם טמפרטורת הרתיחה של חמצן באותם תנאים גבוהה מ- 20.3 K או נמוכה מ- 20.3 K? נמקו את תשובתכם. התייחסו לכוחות הפועלים בין המולקולות של כל אחד מן היסודות במצב צבירה נוזלי.

התשובה

קביעה: גבוהה יותר

נימוק: (לפי הכתוב בקטע מימן גז הופך לנוזל ב- 20.3 K. מכאן שמימן נוזלי הופך למימן גז בטמפרטורה של 20.3 K). ענן האלקטרונים (או: מספר אלקטרונים) במולקולת חמצן גדול מענן האלקטרונים (או: ממספר אלקטרונים) במולקולת מימן.

לכן אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות החמצן בנוזל חזקות יותר מאשר אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות המימן בנוזל.

(המולקולות של שני החומרים אינן קוטביות, לכן גורם הקוטביות לא משפיע במקרה הנתון). נדרשת אנרגייה רבה יותר לניתוק הכוחות בין המולקולות בעת השינוי ממצב צבירה נוזל למצב צבירה גז. לכן טמפרטורת הרתיחה של חמצן גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של מימן.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא אנליזה.

ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך יחסית בשני השאלונים. חלק ניכר מהתלמידים התקשו לכתוב את ההסבר המורכב - להתייחס לכל הגורמים המשפיעים על טמפרטורת רתיחה של חומרים מולקולריים: קביעת סוגי הכוחות הבין מולקולריים הפועלים בחומרים הנתונים, קישור בין חוזק הכוחות הבין מולקולריים לבין טמפרטורת הרתיחה, קביעת הגורמים המשפיעים על טמפרטורת הרתיחה של חומרים מולקולריים, הסבר הגורמים המשפיעים על טמפרטורת הרתיחה של חומרים מולקולריים. הופיעו טעויות אופייניות משלושה סוגים עיקריים:

- ◆ קביעה שגויה וניסיון לנמקה :
- יש תלמידים הסבורים שנוכחות אטומי מימן במולקולות מצביעה על קיום קשרי מימן בין מולקולות :
- "נמוכה מ- 20.3 K . בין המולקולות של מימן קיימים קשרי מימן שהם חזקים מאינטראקציות ון-דר-ולס הפועלים בין מולקולות החמצן."
- התבססות על גורמים לא רלוונטיים ובלבול בין יחידות קלווין ליחידות צלזיוס :
- "נמוכה מ- 20.3 K כי בטמפרטורה זו החמצן כבר גז."
- ◆ קביעה נכונה המלווה בנימוק שגוי - טעויות בבחירת גורמים המשפיעים על חוזק הכוחות הבין מולקולריים, ציון גורמים המשפיעים על חוזק קשרים קוולנטיים תוך מולקולריים :
- "גבוהה מ- 20.3 K מפני שבמולקולות החמצן יש קשרים כפולים שהם חזקים יותר מקשרים יחידים."
- "גבוהה מ- 20.3 K מכיוון שאטום חמצן יותר אלקטרושלילי מאטום מימן."
- ◆ קביעה נכונה המלווה בנימוק חלקי שלא כולל את כל השלבים הדרושים.
- ◆ התייחסות לגורמים לא משמעותיים כגון שטח פנים במקום הגורמים העיקריים.
- ◆ ציון גורמים המגבירים חוזק אינטראקציות ון-דר-ולס, ללא הסבר שכתוצאה מכך אינטראקציות ון-דר-ולס נעשות חזקות יותר.

המלצות

מומלץ לבנות יחד עם התלמידים טבלאות על פי התבנית המופיעה בעמוד 10 בחוברת : [סיכום ניתוח השאלות בנושא](#) "מבנה וקישור" . דוגמה לטבלה מסוג זה עבור הסעיף הנוכחי :

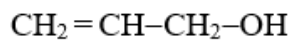
חומרים	מימן	חמצן
נוסחאות מולקולריות	H_2	O_2
נוסחאות ייצוג אלקטרוניים של החומרים	$H-H$	$\text{:}\ddot{O}=\ddot{O}\text{:}$
המספר הכולל של אלקטרוניים במולקולות החומרים	2 אלקטרוניים במולקולה	16 אלקטרוניים במולקולה
קוטביות מולקולות של החומרים	מולקולות לא קוטביות	מולקולות לא קוטביות
סוגי הכוחות הבין מולקולריים בחומרים במצב נוזל	אינטראקציות ון-דר-ואלס	אינטראקציות ון-דר-ואלס
ניתוח החוזק היחסי של הכוחות הבין מולקולריים בחומרים במצב נוזל	ענן האלקטרוניים במולקולת חמצן גדול מענן האלקטרוניים במולקולת מימן. לכן אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות החמצן בנוזל חזקות יותר מאשר אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות המימן בנוזל.	
טמפרטורות הרתיחה של החומרים	נדרשת אנרגייה רבה יותר לניתוק הכוחות בין מולקולות החמצן בעת השינוי ממצב צבירה נוזל למצב צבירה גז. לכן טמפרטורת הרתיחה של חמצן גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של מימן.	

ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ד.2 בטבלה בעמ' 5-7 .

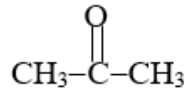
שאלה לתרגול

בטבלה שלהלן מוצגים נתונים על 1-פרופאנול ואצטון.

החומר	נוסחה מולקולרית	ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה	טמפרטורת הרתיחה (°C)
1-פרופאנול	C_3H_8O	$CH_3-CH_2-CH_2OH$	97
אצטון	C_3H_6O	?	56



B



A

נתונות שתי נוסחאות, A ו-B:

איזו נוסחה, A או B, היא ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של אצטון? הסבירו מדוע ביטלתם את הנוסחה האחרת.

התשובה

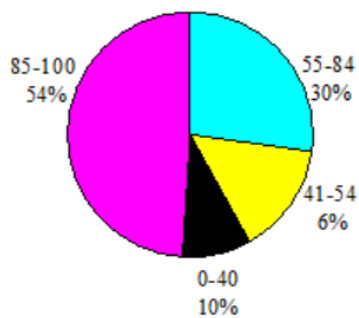
קביעה: נוסחה A.

הסבר: נוסחה B מתאימה לתרכובת שבין המולקולות שלה קיימים קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ולס, בדומה ל-1-פרופאנול. אין כמעט הבדל בין גודל ענני האלקטרונים במולקולות של תרכובת B (32 אלקטרונים במולקולה) לבין גודל ענני האלקטרונים במולקולות של 1-פרופאנול (34 אלקטרונים במולקולה). טמפרטורת הרתיחה של תרכובת B צריכה להיות קרובה לטמפרטורת הרתיחה של 1-פרופאנול. על פי נתוני השאלה, טמפרטורת הרתיחה של אצטון נמוכה באופן משמעותי מטמפרטורת הרתיחה של 1-פרופאנול. לכן נוסחה B אינה מתאימה.

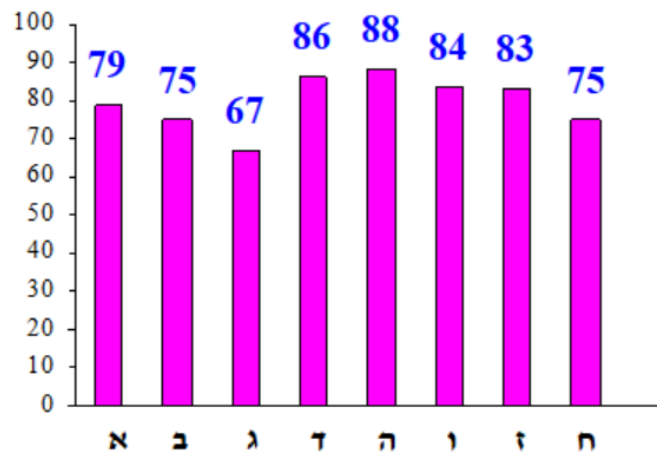
ניתוח שאלה 10 מבנה וקישור, חישובים, אנרגייה

שאלון 037381

פיזור ציונים
בחרו בשאלה 49% מהתלמידים

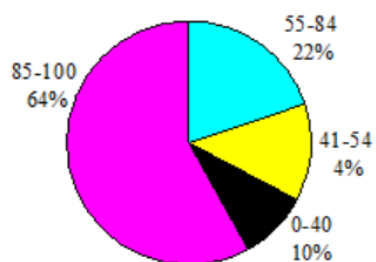


ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 78
ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:

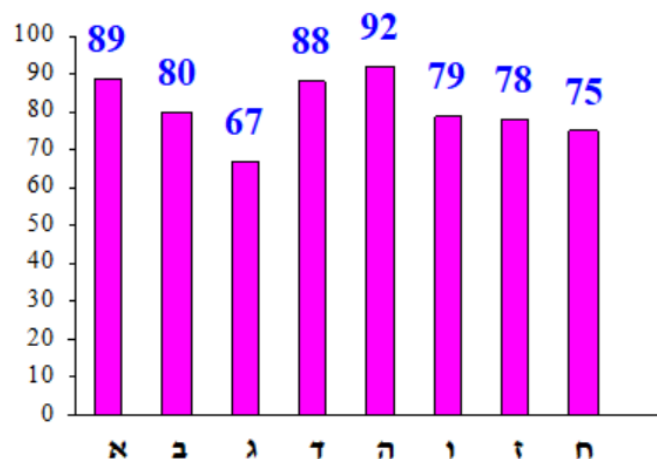


שאלון 037387

פיזור ציונים
בחרו בשאלה 47% מהתלמידים



ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 80
ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:



רמות החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום

סעיף	רמת חשיבה לפי בלום
א	יישום
ב	הבנה
ג	יישום
ד	הבנה
ה	הבנה
ו	יישום
ז	אנליזה
ח	יישום

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- לרשום נוסחת ייצוג אלקטרוני של מולקולה על פי נוסחה מולקולרית.
- להבחין בין נוסחה מולקולרית לבין נוסחת ייצוג אלקטרוני של מולקולה.
- לקבוע את הגורמים המשפיעים על טמפרטורת רתיחה של חומרים מולקולריים.
- להסביר את השפעת הגורמים האלה על חוזק הכוחות הבין מולקולריים (ובכך על טמפרטורת הרתיחה).
- לנסח ולאזן תגובה כאשר נתונים המגיבים והתוצרים.
- לבצע חישובים סטויכיומטריים.
- להשוות בין נתונים כמותיים של שתי תגובות שונות.
- לקבוע את סוג התגובה - אנדותרמית או אקסותרמית, על פי מידע נתון, ולהסביר את הקביעה.

פתיח לשאלה

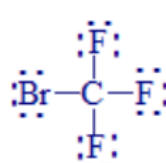
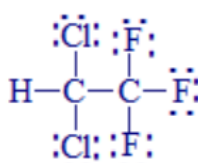
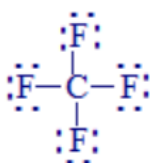
- השאלה עוסקת בחומרים הנקראים מעכבי בעירה.
- מטפים לשימוש ביתי מכילים גזים, אבקות או קצף שמעכבים בעירה.
- בעבר השתמשו בגז שנוסחתו $\text{CBrF}_3(\text{g})$.
- היום מחליפה אותו תערובת של שלושה גזים: $\text{Ar}(\text{g})$, $\text{CF}_4(\text{g})$, $\text{CHCl}_2\text{CF}_3(\text{g})$.

סעיף א' (הציון בשאלון 037381 79)

(הציון בשאלון 037387 89)

- רשמו נוסחאות ייצוג אלקטרוני של המולקולות: CF_4 ו- CHCl_2CF_3 , CBrF_3 .

התשובה

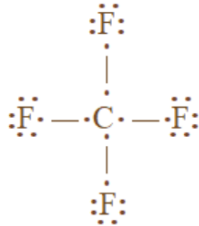


לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.

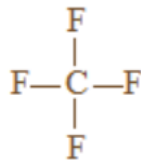
ניתוח טעויות אופייניות

הציון בשאלון 037381 בינוני, וציון בשאלון 037387 גבוה. הסיבה להבדל היא שבשאלון 037381 התלמידים נדרשו לרשום נוסחאות ייצוג אלקטרוניים לשלוש מולקולות, ואילו בשאלון המתוקשב 037387 התלמידים נדרשו לגרור סמלים מתאימים לנוסחאות ייצוג אלקטרוניים לשתי מולקולות בלבד. הטעויות האופייניות שאותרו:

- סימון כפול, הכולל נקודות וקווים, לייצוג קשר קוולנטי:



- סימון מספר שגוי של אלקטרוניים במולקולה.
- אי-רישום זוגות אלקטרוניים בלתי קושרים:



- הוספת אלקטרוניים בלתי קושרים לאטום מימן.
- טעויות במעבר מנוסחה מולקולרית לנוסחת ייצוג אלקטרוניים - רישום נוסחת ייצוג אלקטרוניים של איזומר החומר הנתון CHCl_2CF_3 .

המלצות

מומלץ לתרגל עם התלמידים מעבר בין צורות ייצוג שונות של מולקולות: נוסחה מולקולרית, נוסחת ייצוג אלקטרוניים, ייצוג מקוצר של נוסחת מבנה, ייצוג מלא של נוסחת מבנה. בפרק שומנים ניתן להתייחס גם לרישום מקוצר. כדי להבהיר את ההבדלים בין צורות ייצוג שונות של מולקולות מומלץ להתבסס על [המונחון לנוסחאות של חומרים](#).

ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' א.2 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

נתונות נוסחאות מולקולריות של שלושה חומרים וצורות המולקולות:

SBr_2 - צורת המולקולה זוויתית.

CH_2F_2 - צורת המולקולה טטראדר.

NBr_3 - צורת המולקולה פירמידה משולשת.

איזה מבין ההיגדים שלפניכם שגוי?

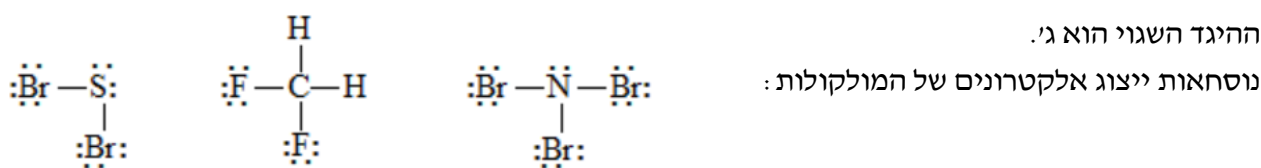
א. כל המולקולות הנתונות הן קוטביות.

- ב. אטום הברום במולקולה SBr_2 טעון במטען חלקי שלילי, ואילו אטום הברום במולקולה NBr_3 טעון במטען חלקי חיובי.
- ג. המספר הגדול ביותר של זוגות האלקטרונים הבלתי קושרים יש במולקולה SBr_2 .
- ד. הקשר $N-Br$ פחות קוטבי מאשר הקשר $S-Br$.

כדי לענות על שאלה זו התלמידים נדרשים: לרשום נוסחאות ייצוג אלקטרוניים של המולקולות הנתונות, לקבוע קוטביות קשר קוולנטי, לקבוע קוטביות מולקולות על פי מבנה גאומטרי נתון. נתונה טבלת אלקטרושליליות.

התשובה

ההיגד השגוי הוא ג'.



SBr_2 - 8 זוגות האלקטרוניים הבלתי קושרים במולקולה.

CH_2F_2 - 6 זוגות האלקטרוניים הבלתי קושרים במולקולה.

NBr_3 - 10 זוגות האלקטרוניים הבלתי קושרים במולקולה.

המספר הגדול ביותר של זוגות האלקטרוניים הבלתי קושרים יש במולקולה NBr_3 .

היגד א' נכון: בכל המולקולות הנתונות יש הפרש באלקטרושליליות בין האטומים ומבנה המולקולה אינו סימטרי.

היגד ב' נכון: אטום הברום במולקולה SBr_2 טעון במטען חלקי שלילי קבוע כי אטום ברום יותר אלקטרושלילי

מאטום גופרית. אטום הברום במולקולה NBr_3 טעון במטען חלקי חיובי קבוע כי אטום ברום פחות אלקטרושלילי מאטום חנקן.

היגד ד' נכון: הקשר $N-Br$ פחות קוטבי מאשר הקשר $S-Br$ כי הפרש האלקטרושליליות $N-Br$ הוא 0.2 והפרש האלקטרושליליות $S-Br$ הוא 0.3 (אלקטרושליליות של N היא 3.0, של Br 2.8, של S 2.5).

פתיח לסעיפים ב-ג

לפניכם טבלה שבה מוצגות טמפרטורות הרתיחה של שני חומרים וצורת המולקולה של כל אחד מהם:

צורת המולקולה של החומר	טמפרטורת רתיחה (°C)	החומר (בטמפרטורת החדר)
טראדר	-58	$CBrF_3(g)$
טראדר	-128	$CF_4(g)$

סעיף ב' (הציון בשאלון 037381 75)

(הציון בשאלון 037387 80)

ציינו שני גורמים להבדל בין טמפרטורות הרתיחה של שני החומרים.

התשובה

הגורמים:

1. קוטביות המולקולות
2. גודל ענן האלקטרונים של המולקולות

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא הבנה.

ניתוח טעויות אופייניות

הציונים בינוניים, אך בשאלון 037387 הציון גבוה יותר. חלק מהתלמידים התקשו לציין גורמים להבדל בין טמפרטורות הרתיחה של שני החומרים. הטעויות האופייניות:

- ◆ ציון גורמים המשפיעים על חוזק קשר קוולנטי תוך מולקולרי וגורמים לא רלוונטיים נוספים: "אלקטרושליליות", "מספר פרוטונים כולל במולקולה", "סוג החומר", "שטח פנים", "מסת המולקולה", "צורת המולקולה", "מידת סיעוף המולקולה", "סוג הקשרים בין מולקולות", קוטביות קשר קוולנטי בתוך מולקולה".
- ◆ ציון גורם אחד בלבד.

המלצות

מומלץ לבצע עם התלמידים משימה דיאגנוסטית בעזרת ערכת הוראה מותאמת אישית: קוטביות או לא להיות. מטרת המשימה: לתרגל מבנה מרחבי וקוטביות של מולקולות, לחדד לתלמידים שגורמים המשפיעים על טמפרטורת הרתיחה של חומרים הם הגורמים המשפיעים על חוזק הכוחות בין מולקולריים. **ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ב.1 בטבלה בעמ' 5-7.**

סעיף ג' (הציון בשאלון 037381 67)

(הציון בשאלון 037387 67)

הסבירו כיצד כל אחד משני הגורמים שצינתם בסעיף ב משפיע על חוזק הכוחות הפועלים בין המולקולות.

התשובה

בין המולקולות של כל אחת מהתרכובות $CF_4(l)$ ו- $CBrF_3(l)$ מתקיימות אינטראקציות ון-דר-ולס. המולקולה $CBrF_3$ קוטבית ואילו המולקולה CF_4 אינה קוטבית. המספר הכולל של אלקטרונים במולקולה $CBrF_3$ ($68e^-$) גדול מהמספר הכולל של אלקטרונים במולקולה CF_4 ($42e^-$), **או:** ענן האלקטרונים של מולקולת $CBrF_3$ גדול מענן האלקטרונים של מולקולת CF_4 .

לכן, אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות $CBrF_3$ חזקות מאינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות CF_4 במצב נוזל.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

- הציון נמוך יחסית בשני השאלונים. חלק ניכר מהתלמידים התקשו להסביר את השפעת הגורמים שצוינו בסעיף ב' על חוזק הכוחות הפועלים בין המולקולות. הטעויות האופייניות:
- ◆ הסברים לגבי הגורם של קוטביות המולקולות:
 - "בין מולקולות לא קוטביות אין משיכה חשמלית."
 - בלבול בין כוחות בין מולקולריים לבין קשרים קוולנטיים תוך מולקולריים:
 - "לחומר $CBrF_3(l)$ יש דו-קוטב קבוע, לכן למרות צורתו קשרים קוולנטיים שבו חזקים מאלה שבחומר $CF_4(l)$."
 - "ככל שמולקולה יותר קוטבית היא חזקה יותר וקשה לפרק אותה, לכן טמפרטורת הרתיחה גבוהה יותר."
 - הסברים חלקיים:
 - "אם קוטביות המולקולות גדולה יותר טמפרטורת הרתיחה גבוהה יותר."
 - בלבול בין קוטביות קשר תוך מולקולרי לבין קוטביות המולקולה:
 - "אם קוטביות הקשרים במולקולה גדולה יותר טמפרטורת הרתיחה גבוהה יותר."
 - ◆ הסברים לגבי הגורם של גודל ענן האלקטרוניים של המולקולות:
 - "אם ענן האלקטרוניים גדול יותר המולקולות חזקות יותר."
 - "כאשר ענן האלקטרוניים גדול יותר יש אפשרות ליצירת אינטראקציות ון-דר-ולס וקשרי מימן."
 - בלבול בין כוחות בין מולקולריים לבין קשרים קוולנטיים תוך מולקולריים:
 - "אם ענן האלקטרוניים גדול יותר צריך יותר אנרגייה כדי לפרק את המולקולה."
 - הרדיוס האטומי של ברום גדול מזה של פלואור, לכן הקשר הקוולנטי בחומר $CBrF_3(l)$ חזק יותר."
 - הסברים חלקיים: מתייחסים להבדל בגודל ענן האלקטרוניים של המולקולות, אך לא מסבירים שכתוצאה מכך אינטראקציות ון-דר-ולס חזקות יותר:
 - "אם ענן האלקטרוניים של המולקולות גדול יותר טמפרטורת הרתיחה גבוהה יותר."

המלצות

מומלץ להציג לתלמידים תבנית לניסוח תשובה מילולית בשאלות של השוואת טמפרטורות רתיחה של שני חומרים מולקולריים:

קביעה: לאיזה חומר טמפרטורת רתיחה גבוהה יותר.

הסבר:

– התייחסות לקריטריונים הדומים בשני החומרים.

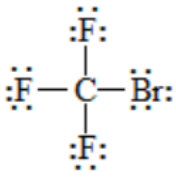
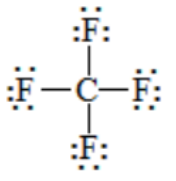
– התייחסות לקריטריונים השונים בשני החומרים.

– השפעת הקריטריונים השונים על חוזק הכוחות הבין מולקולריים.

– התייחסות לאנרגייה הנדרשת לניתוק הכוחות הבין מולקולריים בשני החומרים.

– סיכום.

חשוב לשים לב בהסבר המילולי להבדל בין מושגים המתייחסים לחומרים, כגון טמפרטורת רתיחה או מצב צבירה, לבין מושגים המתייחסים לחלקיקים - מולקולות ולכוחות בין מולקולריים.
 מומלץ לבנות יחד עם התלמידים טבלאות על פי התבנית המופיעה בעמוד 10 בחוברת: [סיכום ניתוח השאלות בנושא "מבנה וקישור"](#). דוגמה לטבלה מסוג זה עבור הסעיף הנוכחי:

חומרים	ברומו תלת פלואורו מתאן	פחמן ארבע פלואורי
נוסחאות מולקולריות	$\text{CBrF}_3(\text{g})$	$\text{CF}_4(\text{g})$
נוסחאות ייצוג אלקטרוניים של החומרים		
המספר הכולל של אלקטרוניים במולקולות החומרים	68 אלקטרוניים במולקולה	42 אלקטרוניים במולקולה
קוטביות מולקולות של החומרים	מולקולות קוטביות	מולקולות לא קוטביות
סוגי הכוחות הבין מולקולריים בחומרים במצב נוזל	אינטראקציות ון-דר-ואלס	אינטראקציות ון-דר-ואלס
ניתוח החוזק היחסי של הכוחות הבין מולקולריים בחומרים במצב נוזל	ענני האלקטרוניים של מולקולות $\text{CBrF}_3(\text{l})$ גדולים מענני האלקטרוניים של מולקולות $\text{CF}_4(\text{l})$. בנוסף, מולקולות $\text{CBrF}_3(\text{l})$ קוטביות ו מולקולות $\text{CF}_4(\text{l})$ אינן קוטביות. לכן, אינטראקציות ון-דר-ואלס בין מולקולות $\text{CBrF}_3(\text{l})$ חזקות מאינטראקציות ון-דר-ואלס בין מולקולות $\text{CF}_4(\text{l})$.	
טמפרטורות הרתיחה של החומרים (נתונות)	נדרשת אנרגייה רבה יותר לניתוק הכוחות בין המולקולות של $\text{CBrF}_3(\text{l})$ בעת השינוי ממצב צבירה נוזל למצב צבירה גז. לכן טמפרטורת הרתיחה של $\text{CBrF}_3(\text{l})$ גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של $\text{CF}_4(\text{l})$.	

מומלץ לבצע עם התלמידים משימה דיאגנוסטית בעזרת ערכה להוראה מותאמת אישית: [מי גבוהה יותר?](#)
 המשימה: הבנת הגורמים המשפיעים על חוזק על אינטראקציות ון-דר-ואלס ועל טמפרטורת הרתיחה.
ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 7, 7.2, 7.5 בעמ' 7-5.

שאלה לתרגול

בטבלה שלפניכם נתונות נוסחאות מולקולריות של ארבעה חומרים וצורות גיאומטריות של מולקולות החומרים.

נוסחה מולקולרית	CH_2Cl_2	BH_2Cl	SCl_2	NF_3
מבנה מרחבי של המולקולה	טטראדר	משולש מישורי	צורה זוויתית	פירמידה משולשת

- רשמו נוסחאות ייצוג אלקטרוניים למולקולות הנתונות.
- קבעו עבור כל אחת מן המולקולות הנתונות אם היא בעלת קוטביות קבועה או רגעית.
- ציינו מהם הכוחות הנוצרים בין מולקולות של כל אחד מהחומרים במצב נוזל.

ד. קבעו לאיזה מן החומרים: $\text{NF}_3(\text{g})$ או $\text{SCl}_2(\text{l})$, טמפרטורת הרתיחה גבוהה יותר. נמקו.

התשובה

NF_3	SCl_2	BH_2Cl	CH_2Cl_2	נוסחה מולקולרית
פירמידה משולשת	צורה זוויתית	משולש מישורי	טטראדר	מבנה מרחבי של המולקולה
				סעיף א': נוסחת ייצוג אלקטרוניים
קבועה	קבועה	קבועה	קבועה	סעיף ב': קוטביות המולקולה
אינטראקציות ון-דר-וולס	אינטראקציות ון-דר-וולס	אינטראקציות ון-דר-וולס	אינטראקציות ון-דר-וולס	סעיף ג': כוחות בין מולקולריים

סעיף ד':

חנקן תלת פלואורי	גופרית דו-כלורית	החומרים
NF_3	SCl_2	נוסחאות מולקולריות
		נוסחאות ייצוג אלקטרוניים של החומרים
34 אלקטרוניים במולקולה	50 אלקטרוניים במולקולה	המספר הכולל של אלקטרוניים במולקולות החומרים
מולקולות קוטביות	מולקולות קוטביות	קוטביות מולקולות של החומרים
אינטראקציות ון-דר-וולס	אינטראקציות ון-דר-וולס	סוגי הכוחות הבין מולקולריים בחומרים במצב נוזל
ענני האלקטרוניים של מולקולות $\text{SCl}_2(\text{l})$ גדולים מענני האלקטרוניים של מולקולות $\text{NF}_3(\text{g})$. השפעת גורם זה גדולה יותר מהשפעת ההבדל בקוטביות המולקולות של שני החומרים (מולקולות $\text{NF}_3(\text{g})$ קוטביות יותר). לכן, אינטראקציות ון-דר-וולס בין מולקולות $\text{SCl}_2(\text{l})$ חזקות מאינטראקציות ון-דר-וולס בין מולקולות $\text{NF}_3(\text{g})$.		ניתוח החוזק היחסי של הכוחות הבין מולקולריים בחומרים במצב נוזל
נדרשת אנרגייה רבה יותר לניתוק הכוחות בין המולקולות של $\text{SCl}_2(\text{l})$ בעת השינוי ממצב צבירה נוזל למצב צבירה גז. לכן טמפרטורת הרתיחה של $\text{SCl}_2(\text{l})$ גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של $\text{NF}_3(\text{g})$.		טמפרטורת הרתיחה של החומרים (נתונות)

או תשובה מילולית:

קביעה: טמפרטורת הרתיחה של $\text{SCl}_2(\text{l})$ גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של $\text{NF}_3(\text{g})$.

התייחסות לקריטריונים הדומים בשני החומרים:

שניהם חומרים מולקולריים. למולקולות של שני החומרים קוטביות קבועה. בין המולקולות של שני החומרים יש אינטראקציות ון-דר-ולס.

התייחסות לקריטריונים השונים בשני החומרים:

הגורם העיקרי להבדל - ענן האלקטרונים של מולקולות $\text{SCl}_2(l)$ גדול מענן האלקטרונים של מולקולות $\text{NF}_3(l)$.

הסבר השפעת הקריטריונים השונים על חוזק הכוחות הבין מולקולריים:

ככל שענן האלקטרונים של מולקולות החומר גדול יותר יש סיכוי גדול ליצירת דו-קטבים רגעיים על המולקולות והמטענים החלקיים גדולים יותר. לכן אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות החומר יהיו חזקות יותר.

התייחסות לאנרגייה הנדרשת לניתוק הכוחות הבין מולקולריים:

נדרשת אנרגייה גדולה יותר לניתוק הכוחות שבין המולקולות של $\text{SCl}_2(l)$.

לכן טמפרטורת הרתיחה של $\text{SCl}_2(l)$ גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של $\text{NF}_3(l)$.

הערה למורה: החומר $\text{NF}_3(l)$ נבחר כדי להסב את תשומת הלב של התלמידים לאפשרות לשגיאה נפוצה של תלמידים - לקבוע שבין המולקולות של חומר זה יש קשרי מימן.

פתיח לסעיפים הבאים

אבקות שמשמשות לכיבוי שרפות גדולות הן אלומיניום הידרוקסיד, $\text{Al}(\text{OH})_3(s)$, ומגנזיום הידרוקסיד,

$\text{Mg}(\text{OH})_2(s)$. מטוסים מפזרים אבקות אלה מן האוויר על מקום השרפה יחד עם חומר שצבעו אדום.

התרכובת $\text{Al}(\text{OH})_3(s)$ מתפרקת בטמפרטורות גבוהות למוצק אלומיניום חמצני, $\text{Al}_2\text{O}_3(s)$, ואדי מים.

התרכובת $\text{Mg}(\text{OH})_2(s)$ מתפרקת בטמפרטורות גבוהות למוצק מגנזיום חמצני, $\text{MgO}(s)$, ואדי מים.

סעיף ד' (הציון בשאלון 037381 86)

(הציון בשאלון 037387 88)

רשמו ניסוח מאוזן לתגובת הפירוק של $\text{Al}(\text{OH})_3(s)$.

התשובה



לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא הבנה.

ניתוח טעויות אופייניות

הציונים גבוהים בשני השאלונים. רוב התלמידים ניסחו ואיזנו את התגובה על פי נתוני השאלה.

הטעויות המעטות שאותרו:

♦ רישום ניסוח לא מאוזן:



♦ רישום ניסוח עם מקדמים כפולים :



- ♦ אי-רישום מצבי צבירה מתאימים לחומרים בניסוח התגובה.
- ♦ רישום שגוי של מצב צבירה של מים : רישום $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ במקום $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$.
- ♦ התעלמות מנתוני השאלה - רישום ניסוח תגובה שאינו תואם לנתוני השאלה.

סעיף ה' (הציון בשאלון 037381 88)

(הציון בשאלון 037387 92)

רשמו ניסוח מאוזן לתגובת הפירוק של $\text{Mg}(\text{OH})_{2(s)}$.

התשובה



לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא הבנה.

ניתוח טעויות אופייניות

הציונים גבוהים בשני השאלונים. רוב התלמידים ניסחו ואיזנו את התגובה על פי נתוני השאלה. הטעויות המעטות שאותרו דומות לטעויות בסעיף ד' :

♦ רישום ניסוח עם מקדמים כפולים :



- ♦ אי-רישום מצבי צבירה מתאימים לחומרים בניסוח התגובה.
- ♦ רישום שגוי של מצב צבירה של מים : רישום $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ במקום $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$.
- ♦ התעלמות מנתוני השאלה - רישום ניסוח תגובה שאינו תואם לנתוני השאלה.

המלצות לסעיפים ד-ה

בעת הוראה ותרגול של מושגי יסוד ושפה כימית מומלץ לתרגל עם התלמידים כתיבת ניסוח התגובה על פי תיאור המגיבים והתוצרים, ואיזון תגובה זו. מדובר בבעיה שאובחנה גם בשאלות נוספות - במעבר בין ייצוגים - בין תיאור ברמה מיקרוסקופית לבין כתיבה ברמת הסמל.

מומלץ לתת לתלמידים לכתוב תגובה מתוך טקסט ולאזן אותה. בהמשך הלמידה ובאופן ספירלי, בעת ההוראה של חומרים יוניים, לחזור על סוגים שונים של ניסוחי תגובות שהן אופייניות לחומרים יוניים, כגון ניסוח תהליכי היתוך והמסה במים ולהבחין בינם לבין ניסוחים של תגובות אחרות.

אפשר להיעזר בסימולציות: [איזון תגובות](#), [משחק איזון תגובות](#).

ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 6, ו.7 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

נסחו ואזנו את התגובות (1)-(4). הקפידו לרשום מצבי צבירה של החומרים.

תגובה (1): בתגובה בין אמוניה, $\text{NH}_3(\text{g})$, לכלור, $\text{Cl}_2(\text{g})$, התקבלו חנקן, $\text{N}_2(\text{g})$, ומימן כלורי, $\text{HCl}(\text{g})$.

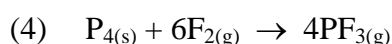
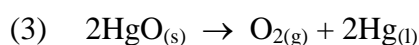
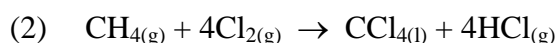
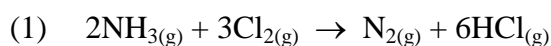
תגובה (2): בתגובה בין גז מתאן, CH_4 , לגז כלור, Cl_2 , התקבלו נוזל פחמן ארבע כלורי, CCl_4 ,

וגז מימן כלורי, HCl .

תגובה (3): המוצק כספית חמצנית, HgO , מתפרק בחימום לגז חמצן, O_2 , ולנוזל כספית, Hg .

תגובה (4): המוצק זרחן, P_4 , הגיב עם גז פלואור, F_2 , לקבלת גז זרחן תלת פלואורי, PF_3 .

התשובה



סעיף ו' (הציון בשאלון 037381 84)

(הציון בשאלון 037387 79)

בניסוי 1 חיממו 3.9 גרם של $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$. כל החומר התפרק.

מהו מספר המולים של אדי מים שהתקבלו בתגובה? פרטו את חישוביכם.

התשובה

$$78 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$:

$$\frac{3.9 \text{ gr}}{78 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.05 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$:

יחס המולים בין $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ל- $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$ הוא 2:3.

$$\frac{0.05 \times 3}{2} = 0.075 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ שהתקבל בתגובה:

או:

פתרון בעזרת טבלה:



Al(OH) ₃ (s)	H ₂ O(g)	יחידות	גדלים
2	3		יחס מולים
3.9		gr	מסה נתונה/נדרשת
78		$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	מסה מולרית
↓ 0.05	→ 0.075	mol	מספר מולים

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציון די גבוה. רוב התלמידים ביצעו נכון חישובים סטויכיומטריים על פי נתוני השאלה. הטעויות האופייניות:

- ◆ טעויות בחישוב מסה מולרית - הכפלה במקדם:
- המסה המולרית של $\text{Al(OH)}_{3(s)}$: $156 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$
- ◆ חישוב מספר אלקטרונים במולקולות במקום חישוב מסה מולרית של חומר.
- ◆ טעויות ביחס המולים בניסוח התגובה:
- "יחס המולים בין $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ לבין $\text{Al(OH)}_{3(s)}$ הוא 1:3".

המלצות

בתרגול של חישובים סטויכיומטריים מומלץ לתת לתלמידים תגובות שבהן יחס מולים בניסוח תגובה יהיה מורכב יחסית ולא רק 1:2 ו-1:3. מומלץ להיעזר בלומדה "היבטים כמותיים בכימיה" שמכילה מספר רב של תרגילי חישוב, בנושאי לימוד שונים, כאשר בכל נושא מוצגת דוגמה פתורה ותרגילים נוספים. מומלץ לבקש מהתלמידים לפתור שאלות מתאימות מהחוברת תרגול ושאלות בנושא סטויכיומטריה בבחינות הבגרות ומחוברת המשך. ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' ד.4, ד.13 בטבלה בעמ' 5-7.

סעיף ז' (הציון בשאלון 037381 83)

(הציון בשאלון 037387 78)

בניסוי 2 חיממו מסה נתונה של $\text{Mg(OH)}_{2(s)}$. כל החומר התפרק. מספר המולים של אדי מים התקבלו בתגובה היה זהה למספר המולים של אדי מים שחישבתם בסעיף ו. האם מספר המולים של $\text{Mg(OH)}_{2(s)}$ שהתפרק בניסוי 2 זהה למספר המולים של $\text{Al(OH)}_{3(s)}$ שהתפרק בניסוי 1? פרטו את חישוביכם או נמקו באופן מילולי.

התשובה

קביעה:

מספר המולים שחיממו בשני הניסויים היה שונה.

חישוב:

(מספר המולים של $\text{Al(OH)}_{3(s)}$ (על פי סעיף ו) הוא 0.05 mol)

מספר המולים של $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ שהתקבלו בתגובת הפירוק של $\text{Mg(OH)}_{2(s)}$ (זהה לזה שהתקבל בתגובת הפירוק

של $\text{Al(OH)}_{3(s)}$ (על פי סעיף ו): 0.075 mol.

יחס המולים בין $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ ל- $\text{Mg(OH)}_{2(s)}$ הוא 1:1.

לכן, מספר המולים של $\text{Mg(OH)}_{2(s)}$ שהתפרקו בניסוי 2 : 0.075 mol .

או: פתרון בעזרת טבלה:



גדלים	יחידות	$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$	$\text{Mg(OH)}_{2(s)}$
יחס מולים		1	1
מספר מולים	mol	0.075 (מסעיף ו')	0.075 ←

או: קביעה והסבר מילולי:

מספר מולי המים שהתקבלו בשני הניסויים זהה, אבל היחס בין מספר המולים של אדי המים, $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$, לבין מספר המולים של המגיב בכל אחת מהתגובות שונה.

לכן מספר המולים של $\text{Mg(OH)}_{2(s)}$ שנלקחו לניסוי 2 שונה ממספר המולים של $\text{Al(OH)}_{3(s)}$ שנלקחו בניסוי 1 .

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא אנליזה.

ניתוח טעויות אופייניות

בשאלון 037381 הציון גבוה ובשאלון 037387 הציון בינוני. רוב התלמידים הצליחו לנתח את נתוני השאלה ולהשוות את התוצאות לתוצאות בסעיף הקודם. התלמידים שטעו התקשו לנתח נתונים המתייחסים לשתי תגובות שונות. הטעויות האופייניות:

- ◆ קביעה שגויה עקב התייחסות ליחס המולים בניסוחים של שתי התגובות כאל יחס המולים שווה:
- "מספר המולים שחיממו בשתי התגובות שווה כי יחס המולים שווה בשתי התגובות."
- ◆ קביעה נכונה המלווה בנימוק לא מתאים:
- "מספר המולים שונה כי כך מראים החישובים."

המלצות

מומלץ לפתור עם התלמידים שאלות חישוביות שבהן נדרש הסבר מילולי בנוסף לחישוב או במקומו. לעיתים תלמידים מבצעים חישובים מורכבים אשר דורשים זמן רב, בעוד שפתרון יכול להיות קצר ופשוט אם מתייחסים לנתוני השאלה ולקשר בין נתונים מספריים הנובע מן הנוסחאות המתאימות, במקום לבצע את החישובים בפועל. לפעמים ניתן לפתור על ידי חשיבה במקום חישוב.

שאלה לתרגול

- התרכובת כסף הידרוקסידי, $\text{AgOH}_{(s)}$, מתפרקת בחימום למוצק כסף חמצני, $\text{Ag}_2\text{O}_{(s)}$, ואדי מים.
- התרכובת סידן הידרוקסידי, $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$, מתפרקת בחימום למוצק סידן חמצני, $\text{CaO}_{(s)}$, ואדי מים.
- א. רשמו ניסוח מאוזן לתגובת הפירוק בחימום של $\text{AgOH}_{(s)}$.
 - ב. רשמו ניסוח מאוזן לתגובת הפירוק בחימום של $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$.

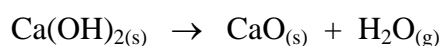
- ג. בניסוי 1 חיממו 1.25 גרם של $\text{AgOH}_{(s)}$. כל החומר התפרק. מהו מספר המולים של אדי מים שהתקבלו בתגובה? פרטו את חישוביכם.
- ד. בניסוי 2 חיממו מסה נתונה של $\text{Ca}(\text{OH})_{2(s)}$. כל החומר התפרק. מספר המולים של אדי מים שהתקבלו בתגובה היה זהה למספר המולים של אדי מים שחיבתם בסעיף ג.
- האם מספר המולים של $\text{Ca}(\text{OH})_{2(s)}$ שהתפרק בניסוי 2 זהה למספר המולים של $\text{AgOH}_{(s)}$ שהתפרק בניסוי 1? במידה וקבעתם שמספר המולים של $\text{Ca}(\text{OH})_{2(s)}$ שונה, קבעו אם הוא גדול יותר או קטן יותר ממספר המולים של $\text{AgOH}_{(s)}$. פרטו את חישוביכם או נמקו באופן מילולי.

התשובה

סעיף א'



סעיף ב'



סעיף ג'

$$125 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של $\text{AgOH}_{(s)}$:

$$\frac{1.25 \text{ gr}}{125 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.01 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{AgOH}_{(s)}$:יחס המולים בין $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ ל- $\text{AgOH}_{(s)}$ הוא 2:1.

$$\frac{0.01}{2} = 0.005 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ שהתקבל בתגובה:

סעיף ד'

קביעה: מספר המולים שחיממו בשני הניסויים היה שונה. מספר המולים של $\text{Ca}(\text{OH})_{2(s)}$ קטן יותר ממספר המולים של $\text{AgOH}_{(s)}$.

חישוב: (מספר המולים של $\text{AgOH}_{(s)}$ (על פי סעיף ג') הוא 0.01 mol)מספר המולים של $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ שהתקבלו בתגובת הפירוק של $\text{Ca}(\text{OH})_{2(s)}$ (זהה לזה שהתקבל בתגובת הפירוקשל $\text{AgOH}_{(s)}$ - על פי סעיף ג'): 0.005 mol.יחס המולים בין $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ ל- $\text{Ca}(\text{OH})_{2(s)}$ הוא 1:1.לכן, מספר המולים של $\text{Ca}(\text{OH})_{2(s)}$ שהתפרקו בניסוי 2: 0.005 mol.**או קביעה והסבר מילולי:**

מספר מולי המים שהתקבלו בשני הניסויים זהה, אבל היחס בין מספר המולים של אדי המים, $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$, לבין מספר המולים של המגיב בכל אחת מהתגובות שונה.

ולכן מספר המולים של $\text{Ca}(\text{OH})_{2(s)}$ שנלקחו לניסוי 2 קטן יותר ממספר המולים של $\text{AgOH}_{(s)}$ שנלקחו בניסוי 1.

סעיף ח' (הציון בשאלון 037381 75)

(הציון בשאלון 037387 75)

שתי תגובות הפירוק של $\text{Al(OH)}_{3(s)}$ ושל $\text{Mg(OH)}_{2(s)}$ תורמות להורדת הטמפרטורה של הסביבה באזור הבעירה. האם תגובות הפירוק הן אנדותרמיות או אקסותרמיות? הסבירו את תשובתכם.

התשובה

קביעה: אנדותרמיות

הסבר: ניתן להסיק מירידת הטמפרטורה של הסביבה בה מתרחשת השרפה, כי אנרגייה עוברת מהסביבה בה מתרחשת השרפה, אל המערכת.

(המערכת כוללת בהתחלה את המוצקים המגיבים, אלומיניום הידרוקסידי, $\text{Al(OH)}_{3(s)}$, ומגנזיום הידרוקסידי, $\text{Mg(OH)}_{2(s)}$, שהם מעכבי הבעירה שמתפרקים, ובהמשך את תוצרי הפירוק, שהם $\text{Al}_2\text{O}_{3(s)}$, $\text{MgO}_{(s)}$ ואדי מים.) במהלך התרחשות תגובות הפירוק של המוצקים אלומיניום הידרוקסידי, $\text{Al(OH)}_{3(s)}$, ומגנזיום הידרוקסידי, $\text{Mg(OH)}_{2(s)}$, נקלטת אנרגייה מהסביבה, כלומר התגובות הן אנדותרמיות.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני. חלק מהתלמידים התקשו לקבוע את סוג התגובה - אנדותרמית או אקסותרמית על פי מידע נתון, ולהסביר את הקביעה. ניתן למיין את הטעויות האופייניות שאותרו לשני סוגים עיקריים:

1. קביעה שגויה והסבר שגוי המצביעים על בלבול בין חומר לאנרגייה או בין מערכת לסביבה:

- "אקסותרמיות כיוון שמשחררות אל הסביבה אנרגייה וחומרים שהופרדו."
- "אקסותרמיות כי הן פולטות אדי מים ובכך מאבדות אנרגייה לסביבה."
- "אקסותרמיות כי בתגובות אלה האנרגייה הפנימית יורדת והמגיבים יהיו בגרף מעל התוצרים."

2. קביעה נכונה המלווה בהסבר שגוי המצביע על חוסר הבנה מהי תגובה כימית:

- "אנדותרמית כי נלקחה אנרגייה מהסביבה והושקעה בתוצרים."
 - "אנדותרמית מכיוון שאנרגייה עברה מהתוצרים למגיבים."
 - "טמפרטורת הסביבה יורדת ומכאן שטמפרטורת המערכת עולה."
- הסברים שגויים אלה נובעים מחוסר הבנה שברוב התגובות קיים שלב של פירוק קשרים במגיבים ושלב של יצירת קשרים לקבלת התוצרים ומבלבול בין המושגים "טמפרטורה" ו"אנרגייה".
- יתכן שקיים קושי הנובע מבלבול בין המונחים הלועזיים בתרגום לערבית. בערבית משתמשים במונחים מהשפה הערבית לאפיון שני התהליכים:

ماص للحرارة، שמשמעו בעברית "סופג חום" עבור התהליך האנדותרמי,

مُشع للحرارة، שמשמעו בעברית "מקרין חום" עבור התהליך האקסותרמי.

לדוגמה תרגום לציטוט של ההסבר שכתב תלמיד כתשובה לסעיף ח':

"שני התהליכים הם אקסותרמיים כי הם תורמים להורדת הטמפרטורה של הסביבה, כלומר סופגים את האנרגיה שנמצאת בסביבה, והתגובה האקסותרמית היא תגובה שסופגת אנרגייה".

המלצות

מומלץ לתרגל עם התלמידים את ההבדל בין אנרגיה לטמפרטורה ומשמעות המושגים. השוואה בין מושגים אלה מופיעה בספר לימוד "[אנרגייה בקצב הכימיה](#)", מהדורה שנייה, בעמוד 23. מומלץ לצפות בשיעורים המוקלטים בנושא אנרגייה הקיימים במאגר ההקלטות של מערכת השידורים הלאומית. ביחוד בשיעור בנושא "[מושגי יסוד](#)".
ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' ג.1, ו.2 בטבלה בעמ' 5-7.

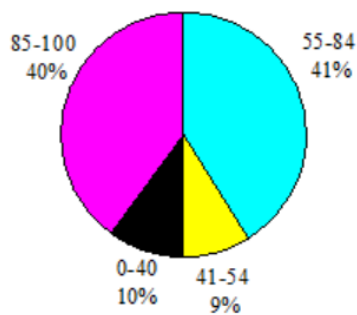
המלצות כלליות לשאלה 10

בהוראת נושא "[מבנה וקישור](#)" מומלץ להיעזר בחוברת [סיכום ניתוח השאלות בנושא "מבנה וקישור"](#) ובוברת המשך.
בנושא "[אנרגייה](#)" ניתן גם לתרגל שאלות נוספות מבחינות בגרות קודמות ולהיעזר בפתרונות שרוכזו בחוברת: [סיכום ניתוח השאלות בנושא "אנרגייה"](#) ובוברת המשך.
ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' ד.2, ז.7 בטבלה בעמ' 5-7.

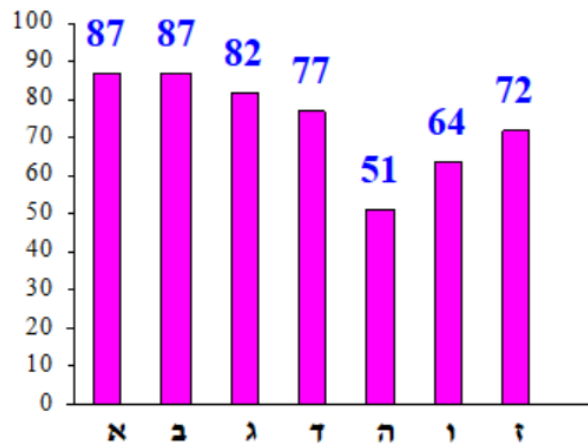
ניתוח שאלה 11 מבנה וקישור, אנרגייה

שאלון 037381

פיזור ציונים
בחרו בשאלה 70% מהתלמידים

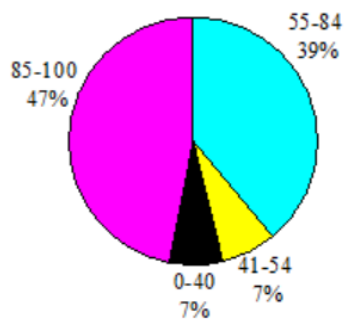


ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 74
ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:

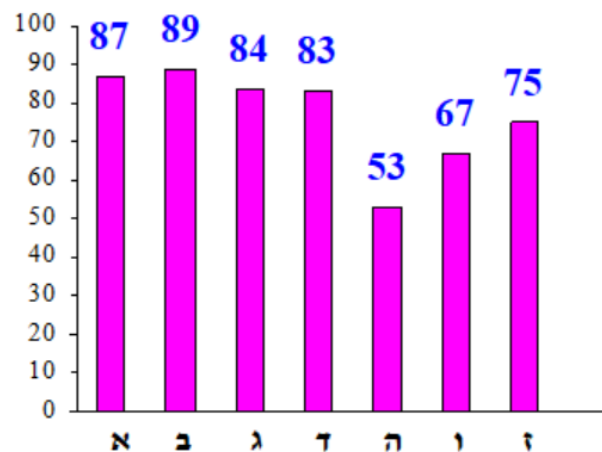


שאלון 037387

פיזור ציונים
בחרו בשאלה 65% מהתלמידים



ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 77
ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:



רמות החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום

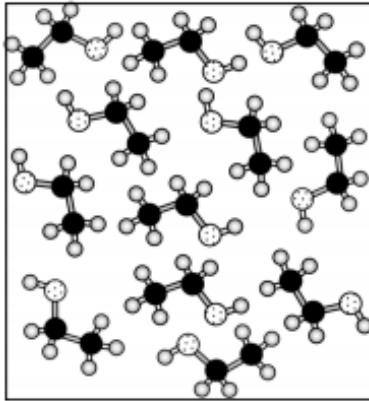
סעיף	רמת חשיבה לפי בלום
א	יישום
ב	הבנה
ג	הבנה
ד	יישום
ה	אנליזה
ו	יישום
ז	הבנה

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

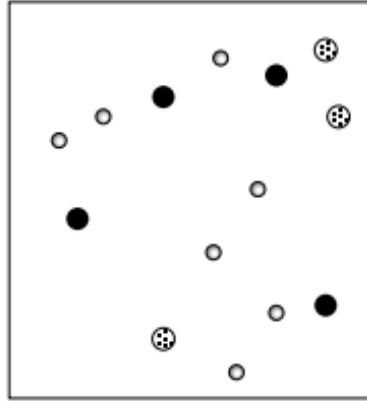
- לזהות איור המתאר את המבנה המיקרוסקופי של חומר יוני במצב מוצק שבנוי מיונים חיוביים בעלי מטען $1+$ ומיונים שליליים בעלי מטען -1 .
- לזהות איור המתאר את המבנה המיקרוסקופי של חומר מולקולרי במצב נוזל.
- לנסח את תהליך ההמסה במים של חומר יוני קל תמס, להקפיד לרשום את המים מעל החץ.
- לנסח את תהליך ההמסה במים של חומר מולקולרי (שלא מגיב עם מים).
- לקבוע שתמיסה מימית של חומר יוני מסוים מוליכה חשמל ולהסביר מדוע היא מוליכה חשמל.
- לקבוע שתמיסה מימית של חומר מולקולרי לא מוליכה חשמל ולהסביר מדוע היא לא מוליכה חשמל.
- לנתח את הגרף הנתון ולקבוע את סוג התגובה - אנדותרמית או אקסותרמית.
- להבחין בין דיאגרמת אנרגייה של תגובה אנדותרמית לבין דיאגרמת אנרגייה של תגובה אקסותרמית.
- ליישם את כללי המסיסות ולקבוע באיזה ממש מתמוסס חומר יוני ובאיזה ממש יתמוסס חומר מולקולרי.
- להסביר מסיסות של חומר מולקולרי אחד בחומר מולקולרי אחר, על פי הכוחות הנוצרים בין מולקולות הממס למולקולות המומס.

פתיח לשאלה

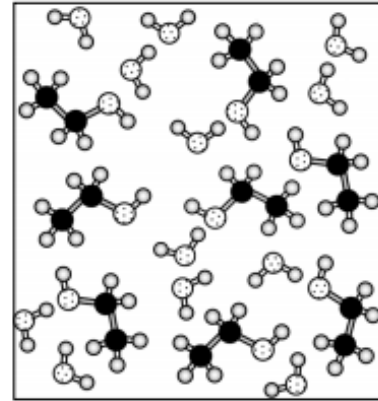
השאלה עוסקת בשני חומרים: אתאנול, $C_2H_5OH_{(l)}$, ואשלגן כלורי, $KCl_{(s)}$.
לפניכם שישה איורים, 1-6, המתארים באופן חלקי מבנים מיקרוסקופיים שונים:



איור 3



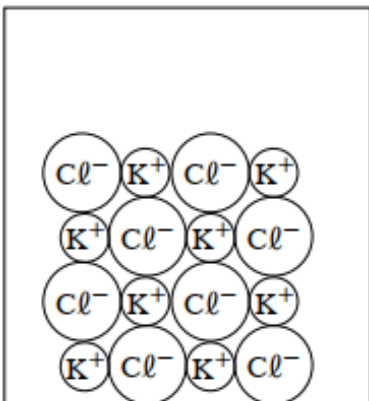
איור 2



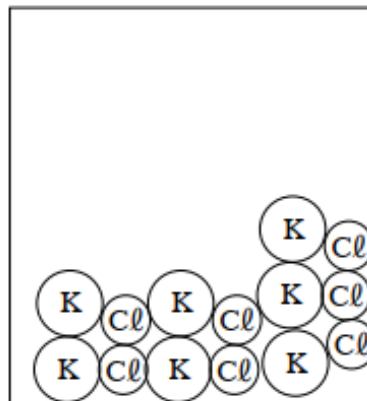
איור 1

מקרא לאיורים 1-3:

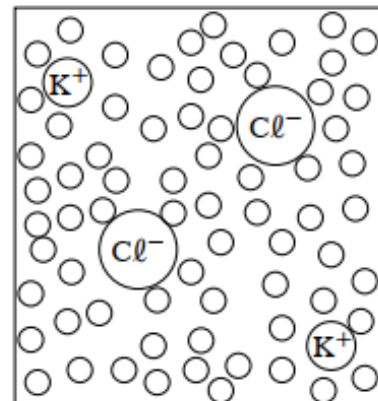
- C – אטום פחמן
- ⊗ O – אטום חמצן
- H – אטום מימן



איור 6



איור 5



איור 4

מקרא לאיורים 4-6:

- H₂O – מולקולת מים

סעיף א' (הציון בשאלון 037381 87)

(הציון בשאלון 037387 87)

קבעו מהו האיור המתאר את המבנה המיקרוסקופי של $C_2H_5OH_{(l)}$ בטמפרטורת החדר, וקבעו מהו האיור המתאר את המבנה המיקרוסקופי של $KCl_{(s)}$ בטמפרטורת החדר.

התשובה

האיור המתאים לחומר $C_2H_5OH_{(l)}$ הוא: איור 3.

האיור המתאים לחומר $KCl_{(s)}$ הוא: איור 6.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציון גבוה. רוב התלמידים קבעו נכון שאיור 3 מתאים לחומר $C_2H_5OH_{(l)}$ ואיור 6 מתאים לחומר $KCl_{(s)}$. הטעויות שאותרו:

- ◆ חוסר הבחנה בין חומר טהור במצב נוזל לבין תמיסה מימית של חומר זה. תלמידים אלה קבעו שאיור 1 מתאים לחומר $C_2H_5OH_{(l)}$. הם לא הבחינו בין אתאנול במצב נוזל לבין תמיסה מימית של אתאנול. הם זיהו מולקולות אתאנול המוצגות באיור 1 אך לא הבחינו במולקולות המים שגם הן מוצגות באיור זה.
- ◆ חוסר הבחנה בין אטומים ליונים. תלמידים אלה קבעו שאיור 5 מתאים לחומר $KCl_{(s)}$. הם לא הבחינו בין אטומי אשלגן, K, ליוני אשלגן, K^+ , ובין אטומי כלור, Cl, ליוני כלור, Cl^- .

המלצות

מומלץ להרגיל את התלמידים לשים לב למצבי צבירה ומצבי הופעה של החומרים הנתונים. לדוגמה, אם רשום מצב צבירה (l) - זהו חומר טהור במצב נוזל, ואם רשום מצב הופעה (aq) - זאת תמיסה מימית של החומר. מומלץ להבהיר לתלמידים שלפני בחירה באיור מתאים מבין איורים המתארים מבנים מיקרוסקופיים שונים יש לשים לב לסוג החומר ולמצב הצבירה שלו.

שאלה לתרגול

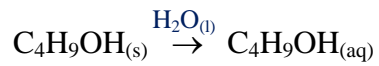
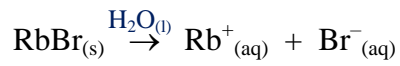
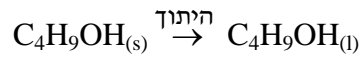
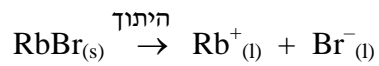
נתונים שני חומרים במצב מוצק: רובידיום ברומי, $RbBr_{(s)}$, ו-1 בוטאנול, $C_4H_9OH_{(s)}$.

- א. רשמו את תהליכי ההיתוך של שני החומרים הנתונים.
- ב. רשמו את תהליכי ההמסה של שני החומרים הנתונים.
- ג. ציירו את האיורים המתארים באופן חלקי מבנים מיקרוסקופיים של:

- רובידיום ברומי במצב מוצק
- תמיסה מימית של רובידיום ברומי
- 1- בוטאנול במצב נוזל
- תמיסה מימית של 1- בוטאנול.

התשובה

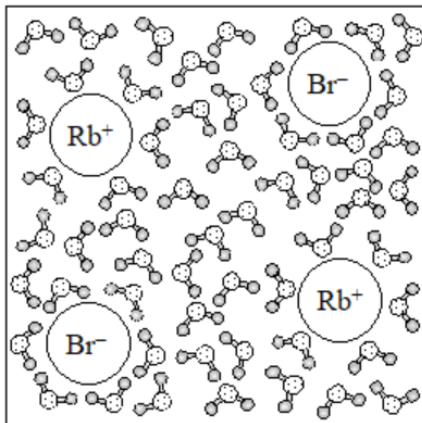
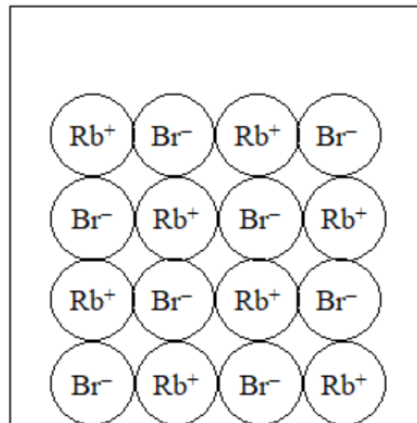
סעיף א'



סעיף ב'

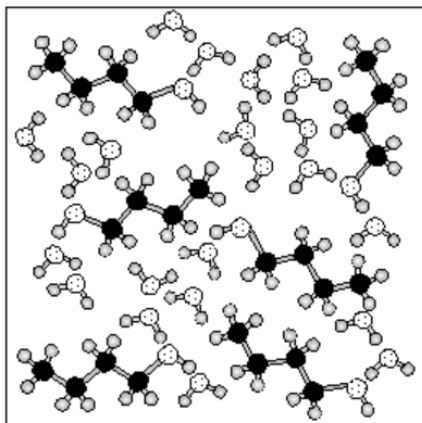
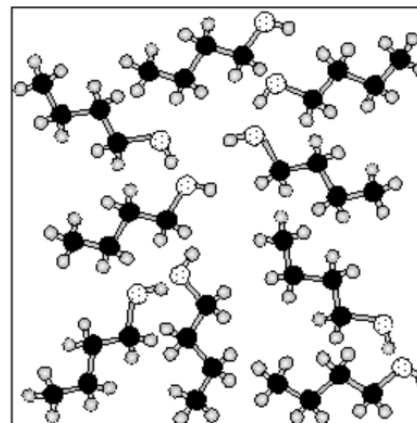
סעיף ג'

האיורים המתארים באופן חלקי מבנים מיקרוסקופיים:

 $\text{RbBr}_{(aq)}$  $\text{RbBr}_{(s)}$

מקרא:

- אטום פחמן - C
- ⊙ אטום חמצן - O
- אטום מימן - H

 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}_{(aq)}$  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$

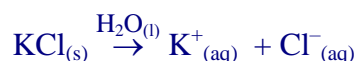
פתיח לסעיפים ב-ז

לכלי אחד שבתוכו מים הוסיפו אשלגן כלורי, ולכלי אחר שבתוכו מים הוסיפו אתאנול. שני החומרים מתמוססים היטב במים. מהמסת $KCl_{(s)}$ התקבלה תמיסה 1 ומהמסת $C_2H_5OH_{(l)}$ התקבלה תמיסה 2.

סעיף ב' (הציון בשאלון 037381 87)

(הציון בשאלון 037387 89)

נסחו את תהליך ההמסה במים של $KCl_{(s)}$.

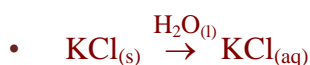
התשובה

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא הבנה.

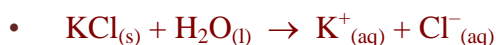
ניתוח טעויות אופייניות

הציון גבוה. רוב התלמידים זיהו אשלגן כלורי כחומר יוני וניסחו נכון את תהליך ההמסה במים של $KCl_{(s)}$. תלמידים מעטים טעו. הניסוחים השגויים שאותרו:

♦ רישום ניסוח מולקולרי לתהליך ההמסה של חומר יוני:



♦ רישום $H_2O_{(l)}$ במגיבים. בנוסף לחוסר הבנה של תהליך ההמסה במים של חומר יוני, יש כאן התעלמות מכך שהניסוח הרשום אינו מאוזן:



♦ רישום שגוי של יוני כלור:



♦ אי-רישום מים על החץ.

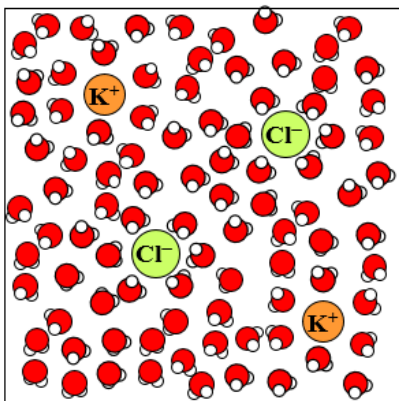
♦ אי-רישום מצבי צבירה/מצבי הופעה, כולל אי-רישום מצב הצבירה של מים שעל החץ.

המלצות

מומלץ לתרגל עם התלמידים את כללי הרישום של ניסוח ההמסה במים של חומר יוני - יונים ממוימים בתמיסה, ורישום המים מעל לחץ.

מומלץ להבהיר לתלמידים כיצד לזהות תמיסה של חומר יוני במים: תמיסת חומר יוני מוליכה חשמל.

מומלץ לבקש מהתלמידים לצייר באופן סכמתי את התמיסות המימיות של חומרים יוניים ברמה מיקרוסקופית. לדוגמה איור המתאר את התמיסה של אשלגן כלורי במים:

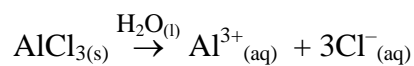
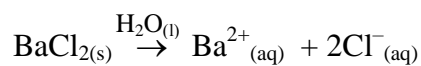


שאלה לתרגול

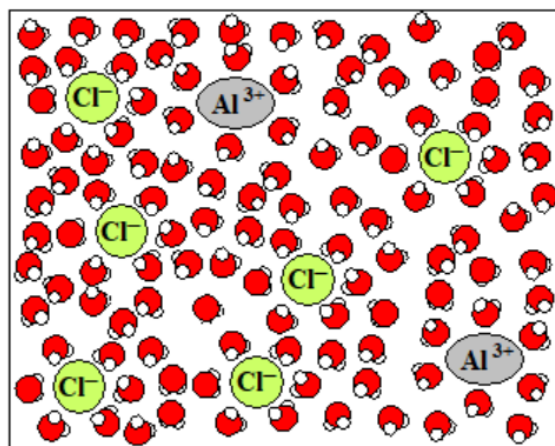
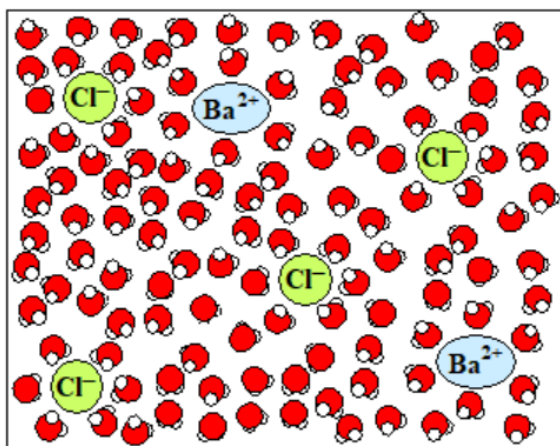
- א. נסחו את תהליכי ההמסה במים של בריום כלורי, $\text{BaCl}_2(\text{s})$, ואלומיניום כלורי, $\text{AlCl}_3(\text{s})$.
- ב. ציירו את האיורים המתארים מבנים מיקרוסקופיים של התמיסות המימיות של בריום כלורי ואלומיניום כלורי.

התשובה

סעיף א'



סעיף ב'

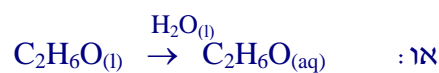
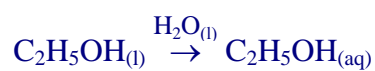


סעיף ג' (הציון בשאלון 037381 82)

(הציון בשאלון 037387 84)

נסחו את תהליך ההמסה במים של $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$.

התשובה



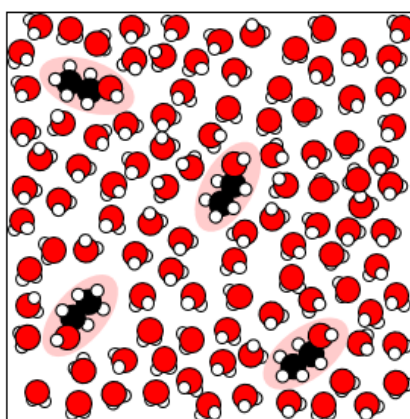
לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא הבנה.

ניתוח טעויות אופייניות

- הציון די גבוה. רוב התלמידים זיהו אתאנול כחומר מולקולרי וניסחו נכון את תהליך ההמסה במים של $C_2H_5OH_{(l)}$. הטעויות האופייניות שאותרו נובעות בעיקר מחוסר הבנה של מבנה אתאנול כחומר מולקולרי. הניסוחים השגויים שאותרו:
- ♦ התייחסות לאתאנול כאל בסיס - חומר יוני, עקב הימצאות קבוצת -OH:
 - $C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} C_2H_5^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$
 - ♦ רישום ניסוח ההמסה במים של אתאנול כהתפרקות ליונים שאינם קיימים:
 - $C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} 2C^{4+}_{(aq)} + 5H^+_{(aq)} + O^{2-}_{(aq)}$
 - ♦ רישום $H_2O_{(l)}$ במגיבים. בנוסף לחוסר הבנה של תהליך ההמסה במים של חומר מולקולרי, יש כאן התעלמות מכך שהניסוח הרשום אינו מאוזן:
 - $C_2H_5OH_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightarrow C_2H_5OH_{(aq)}$
 - ♦ אי-רישום מים על החץ.
 - ♦ אי-רישום מצבי צבירה/מצבי הופע, כולל אי-רישום מצב הצבירה של מים שעל החץ.

המלצות

- מומלץ לתרגל עם התלמידים את כללי הרישום של ניסוחי המסה במים ובממסים נוספים של חומרים מולקולריים - מולקולות בתמיסה ורישום הממס מעל לחץ.
- מומלץ להבהיר לתלמידים כיצד לזהות תמיסה של חומר מולקולרי במים: תמיסת חומר מולקולרי, שלא מגיב עם המים, לא מוליכה חשמל. מומלץ לבקש מהתלמידים לצייר באופן סכמתי את התמיסות המימיות של חומרים מולקולריים במים ברמה מיקרוסקופית. לדוגמה איור המתאר את התמיסה של אתאנול, $CH_3CH_2OH_{(l)}$, במים:



מומלץ לבצע עם התלמידים משימה דיאגנוסטית בעזרת ערכה להוראה מותאמת אישית: [המסה של חומרים מולקולריים](#). המשימה: תיאור המסה של חומר מולקולרי במים, ברמת הסמל וברמת המיקרו.

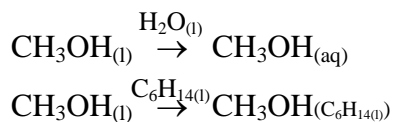
ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ב.3 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

- א. נסחו את תהליכי ההמסה של מתאנול, $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$, במים ובהקסאן, $\text{C}_6\text{H}_{14(l)}$.
- ב. המסיסות במים של 1-פנטאנול, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$ נמוכה ומסיסותו בהקסאן, $\text{C}_6\text{H}_{14(l)}$, גבוהה. הסבירו עובדה זו.

התשובה

סעיף א'



סעיף ב'

בין המולקולות של 1-פנטאנול יש מעט קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ולס. במולקולות של 1-פנטאנול יש חלק הידרופובי גדול יחסית (או: שייר פחמימני גדול או: שרשרת אטומי פחמן ארוכה) וחלק הידרופילי קטן. בין השיירים הפחמימניים של 1-פנטאנול נוצרות אינטראקציות ון-דר-ולס. השייר הפחמימני מפריע ליצירת קשרי מימן עם מולקולות המים. בהקסאן שכולו הידרופובי האינטראקציות הן מסוג ון-דר-ולס. בין מולקולות הפנטאנול למולקולות ההקסאן נוצרות אינטראקציות ון-דר-ולס. לכן המסיסות של 1-פנטאנול במים נמוכה ומסיסותו בהקסאן גבוהה.

או:

טבלה 1: קביעת המסיסות של 1-פנטאנול במים

הממס: מים $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	המומס: 1-פנטאנול $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$	
מולקולות	מולקולות	סוג החלקיקים שמהם מורכבים החומרים
קשרי מימן רבים ואינטראקציות ון-דר-ולס זניחים	אינטראקציות ון-דר-ולס ומעט קשרי מימן	סוגי הכוחות בין מולקולות של כל אחד מן החומרים
אפשרות ליצירת קשרי מימן בין מולקולות 1-פנטאנול למולקולות מים נמוכה, כי במולקולות של 1-פנטאנול יש מעט מוקדים ליצירת קשרי מימן.		סוגי הכוחות הנוצרים בין מולקולות הממס למולקולות המומס במהלך ההמסה
המסיסות של 1-פנטאנול במים נמוכה כי נוצרים מעט קשרי מימן בין מולקולות 1-פנטאנול לבין מולקולות מים.		המסקנה

טבלה 2: קביעת המסיסות של 1-פנטאנול בהקסאן

הממס: הקסאן $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3_{(l)}$	המומס: 1-פנטאנול $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$	
מולקולות	מולקולות	סוג החלקיקים שמהם מורכבים החומרים
אינטראקציות ון-דר-ולס	אינטראקציות ון-דר-ולס ומעט קשרי מימן	סוגי הכוחות בין מולקולות של כל אחד מן החומרים
נוצרות אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות 1-פנטאנול לבין מולקולות הקסאן.		סוגי הכוחות הנוצרים בין מולקולות הממס למולקולות המומס במהלך ההמסה
המסיסות של 1-פנטאנול בהקסאן טובה כי נוצרות אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות 1-פנטאנול לבין מולקולות הקסאן.		המסקנה

סעיף ד' (הציון בשאלון 037381 77)

(הציון בשאלון 037387 83)

איזו מן התמיסות, תמיסה 1 או תמיסה 2, מוליכה חשמל? הסבירו מדוע התמיסה שבחרתם מוליכה חשמל.

התשובה

קביעה: תמיסה 1 מוליכה חשמל.

הסבר: בתמיסה יש יונים (ממוימים) (חלקיקים נושאי מטען) ניידים.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני בשאלון 037381 ודי גבוה בשאלון 037387. חלק מהתלמידים התקשו לקבוע איזו תמיסה מוליכה חשמל ואיזו לא מוליכה. טעויות אלה נובעות מחוסר הבנה של מהות ההולכה החשמלית. הם מתקשים לקבוע אם תמיסה של חומר מסוים מוליכה חשמל על פי הכללים לקביעת תכונה זו. הטעויות האופייניות:

◆ קביעה שגויה וניסיון לנמקה.

רוב הנימוקים התייחסו אל כוהל כאל חומר יוני. כנראה חלק מהנימוקים הם המשך הניסוחים השגויים שהופיעו בסעיף ג' וכללו פירוק המולקולות ליונים.

◆ קביעה נכונה המלווה בנימוק שגוי או לא מדויק:

• "ביונים ניידים יש אלקטרונים ניידים האחראיים להולכה חשמלית."

• "כאשר ממסים חומר יוני, יוני מתכת משחררים אלקטרונים ניידים."

• "בתמיסה יש יונים חופשיים."

מולכות חשמלית בתמיסות של חומרים יוניים קלי תמס נגרמת כתוצאה מנוכחות יונים ניידים ולא של יונים חופשיים.

המלצות

טעויות אופייניות בנושא מוליכות חשמלית נובעות מחוסר הבנה של המושגים "חשמל" "זרם חשמלי", "הולכה חשמלית". תלמידים מכירים את המושג "חשמל" ברמה מאקרוסקופית ולחלק מהם קשה לעבור להכרת מושג זה ברמה מיקרוסקופית ולקשר בין שתי הרמות. מומלץ להגדיר מושגים אלה ולהמחיש אותם לתלמידים באמצעות ניסויים מתאימים ואנימציות ממוחשבות.

מומלץ להרגיל את התלמידים להתחיל לענות לשאלות מסוג זה מקביעת המבנה של החומר המומס, לנסח את תהליך ההמסה, ורק לאחר מכן לקבוע אם התמיסה מוליכה חשמל.

שאלה לתרגול

נתונים ארבעה חומרים:

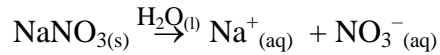
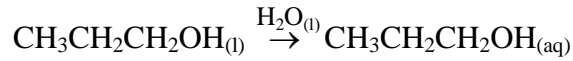
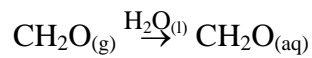
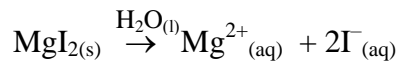
מגנזיום יודי, $MgI_2(s)$, מתאנאל, $CH_2O(g)$, 1-פרופאנול, $CH_3CH_2CH_2OH(l)$, נתרן חנקתי, $NaNO_3(s)$. המיסו כל אחד מארבעת החומרים במים.

א. נסחו את תהליך ההמסה במים של כל אחד מארבעת החומרים.

ב. קבעו אילו מן התמיסות שהתקבלו מוליכות חשמל. הסבירו מדוע התמיסות שבחרתם מוליכות חשמל.

התשובה

סעיף א'



סעיף ב'

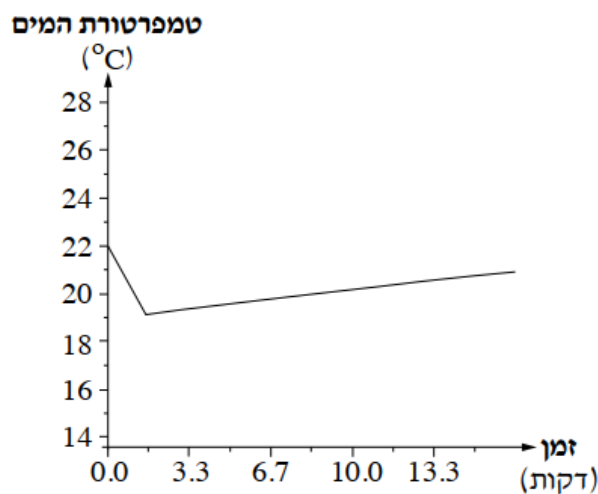
תמיסת מגנזיום יודי ותמיסת נתרן חנקתי מוליכות חשמל, כי בתמיסות אלה יש יונים ניידים (יונים ניידים היכולים לנוע בצורה מכוונת במעגל חשמלי).

סעיף ה' (הציון בשאלון 037381 51)

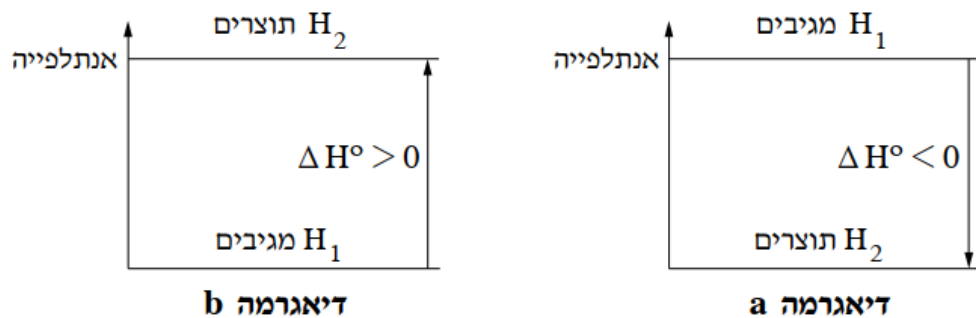
(הציון בשאלון 037387 53)

נערך ניסוי שבו המיסו 0.2 מול $\text{KCl}(\text{s})$ ב-200 מ"ל מים בכלי לא מבודד. לפני ההמסה נמדדה טמפרטורת מים התחלתית של 22°C . לפניכם גרף 1, המתאר את שינוי טמפרטורת המים בזמן ההמסה ואחריה.

גרף 1: טמפרטורת המים בזמן המסת $\text{KCl}(\text{s})$ ואחריה



לפניכם שתי דיאגרמות אנרגייה, a ו- b.



איזו מבין הדיאגרמות, a או b, מתארת נכון את שינוי האנרגייה בתהליך ההמסה של $\text{KCl}(\text{s})$?

נמקו את בחירתכם ובססו אותה על גרף 1.

התשובה

קביעה: דיאגרמה b

נימוק: (המערכת היא תהליך ההמסה במים של אשלגן כלורי).
המים בכוס מהווים סביבה למערכת.

טמפרטורת המים במהלך ההמסה יורדת (על פי הגרף הנתון), כלומר היה איבוד אנרגייה של המים. היה מעבר אנרגייה מהסביבה למערכת, **או:** המערכת קלטה אנרגייה מהסביבה. לכן התגובה שהתרחשה היא תגובה אנדותרמית (בגרף אנרגיית התוצרים מעל אנרגיית המגיבים).

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא אנליזה.

ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך בשני השאלונים. חלק ניכר מהתלמידים לא הצליחו לנתח את הגרף הנתון (היו שהתבלבלו בין גרף עולה לגרף יורד או בין הכותרות של הגרף) ולקבוע את סוג התגובה. היו תלמידים שקבעו נכון את סוג התגובה: אנדותרמית או אקסותרמית, אך התקשו לנמק את קביעתם. ניתן למיין את הטעויות האופייניות לשני סוגים עיקריים:

1. קביעה שגויה וניסיון לנמקה, משמע - קושי לקבוע את סוג התגובה - אנדותרמית או אקסותרמית:
 - "דיאגרמה a. טמפרטורת המערכת ירדה, כלומר השתחררה אנרגייה אל הסביבה ולכן התגובה אקסותרמית, $\Delta H < 0$."
 - "דיאגרמה a. המים הם חלק מהמערכת והטמפרטורה יורדת, כלומר הסביבה מתחממת."
 - "דיאגרמה a. טמפרטורת המערכת עולה, כלומר התגובה
2. קביעה נכונה המלווה בנימוק שגוי או בחזרה על הקביעה במקום נימוק:
 - "דיאגרמה b. טמפרטורת המערכת עולה, לכן התגובה אנדותרמית."
 - "דיאגרמה b, מפני שהתגובה היא אנדותרמית."

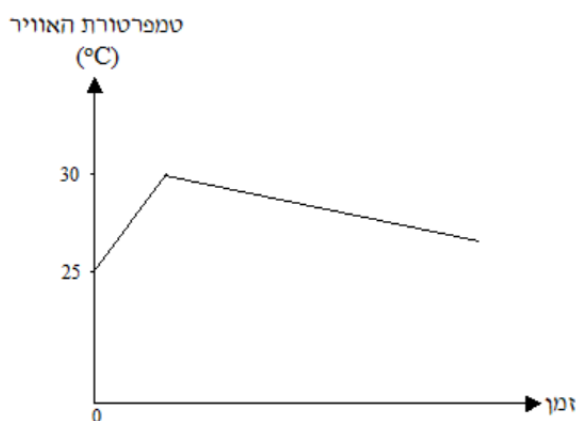
המלצות

מומלץ להבהיר לתלמידים ששינוי האנתלפייה במערכת נקבע על פי שינוי הטמפרטורה של הסביבה. אם (כמו במקרה הנתון - על פי הגרף) טמפרטורת המים במהלך ההמסה יורדת, אז היה איבוד אנרגייה של המים. היה מעבר אנרגייה מהסביבה למערכת, לכן התגובה היא אנדותרמית. אם בניסוי אחר טמפרטורת המים במהלך ההמסה עולה, כלומר המים קלטו אנרגייה, אפשר להסיק שהיה מעבר אנרגייה מהמערכת אל הסביבה, לכן התגובה היא אקסותרמית. במקרה הנתון ניתן לראות בגרף שלאחר סיום התגובה טמפרטורת הסביבה עלתה, מכך אפשר להסיק שהמערכת אינה מבודדת. מומלץ להסביר לתלמידים מדוע בשלב מסוים חלה עליית טמפרטורה.

שאלות לתרגול

שאלה 1

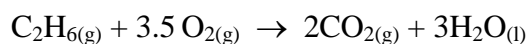
נערך ניסוי שבו שרפו בחדר 0.1 מול אתאן, $C_2H_6(g)$, בכלי לא מבודד. לפני השריפה נמדדה טמפרטורת האוויר ההתחלתית של $25^{\circ}C$. לפניכם גרף המתאר את שינוי טמפרטורת האוויר בסביבה הקרובה לתהליך השריפה. בזמן השריפה של $C_2H_6(g)$ ואחריה.



- א. נסחו ואזנו את תגובת השריפה של $C_2H_6(g)$.
 ב. קבעו אם תגובת השריפה של $C_2H_6(g)$ היא אנדותרמית או אקסותרמית. נמקו.
 ג. שרטטו את דיאגרמת האנרגייה של תגובת השריפה של $C_2H_6(g)$.

התשובה

סעיף א'

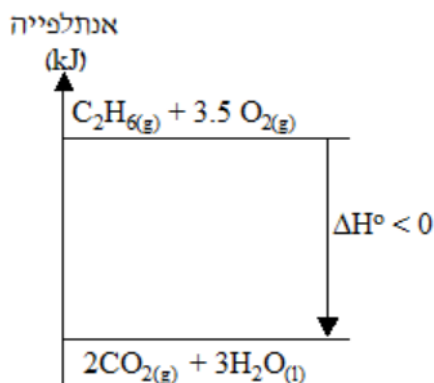


סעיף ב'

קביעה: תגובת השריפה של $C_2H_6(g)$ היא אקסותרמית.

נימוק: המערכת היא תגובת השריפה של $C_2H_6(g)$. האוויר מהווה סביבה למערכת. טמפרטורת האוויר במהלך השריפה עולה (על פי הגרף הנתון), כלומר הייתה קליטת אנרגייה על ידי האוויר. היה מעבר אנרגייה מהמערכת אל הסביבה (הסביבה קלטה אנרגייה מהמערכת). ולכן התגובה שהתרחשה היא תגובה אקסותרמית.

סעיף ג'



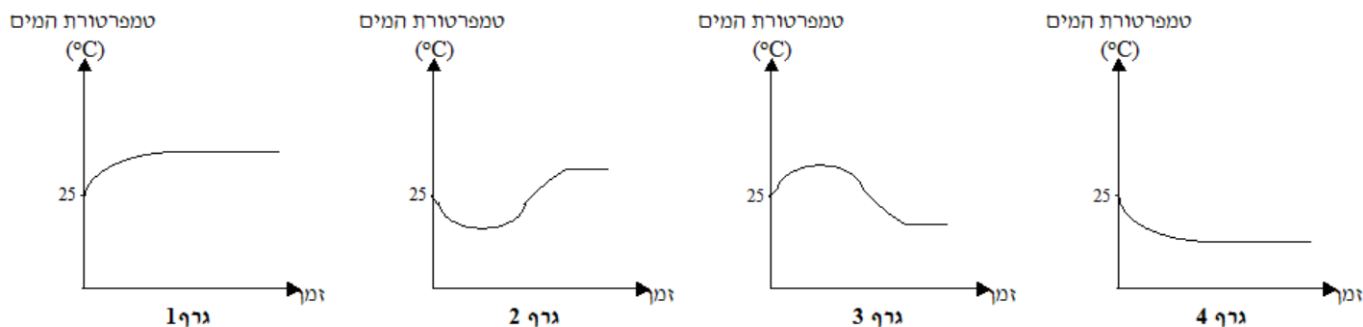
שאלה 2

המתכת ברזל, $\text{Fe}_{(s)}$ מגיבה עם גז חמצן, $\text{O}_{2(g)}$, לקבלת תחמוצת ברזל, $\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)}$, על פי תגובה (1):



בניסוי הראשון ביצעו תגובה (1) במכל סגור שנמצא באמבט מים מבודד, בטמפרטורת החדר (25°C).

א. איזה מארבעת הגרפים הנתונים מתאר נכון את שינוי הטמפרטורה של המים באמבט במהלך הניסוי? נמקו.



ב. בניסוי השני ביצעו את התגובה הנתונה כמו בניסוי הראשון, אך בטמפרטורת נמוכה מ- 25°C .

קבעו אם בניסוי השני קצב התגובה היה גבוה מזה שבניסוי הראשון, נמוך ממנו או שווה לו. נמקו.

ג. אפשר לקבל $\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)}$ על פי תגובה (2) שבה $\text{Fe}_{(s)}$ מגיב עם חמצן במצב נוזל, $\text{O}_{2(l)}$.

קבעו איזה ערך עשוי להתאים ל- $\Delta H^\circ_{(2)}$: -1651 kJ או -1637 kJ . נמקו.

ד. קבעו עבור כל אחד מהחומרים: ברזל ותחמוצת ברזל, אם הוא מוליך חשמל:

- במצב מוצק. נמקו.

- במצב נוזל. נמקו.

התשובה

סעיף א'

קביעה: גרף 1.

נימוק: המערכת היא תגובה (1). המים באמבט מהווים סביבה למערכת.

טמפרטורת המים במהלך התגובה עולה, על פי הגרף הנתון, ונשמרת קבועה כי אמבט המים הוא כלי מבודד, כלומר

המים (הסביבה) קלטו אנרגייה. היה מעבר אנרגייה מהמערכת אל הסביבה. על פי הנתון בתגובה (1) תגובה היא

אקסותרמית. (אנרגיית המגיבים גבוהה מאנרגיית התוצרים).

סעיף ב'

קביעה: קצב התגובה בניסוי השני יהיה נמוך מזה שבניסוח הראשון.

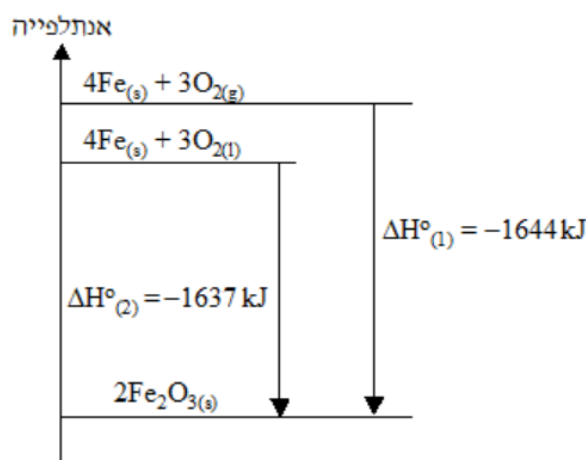
נימוק: בטמפרטורה נמוכה יותר תנועת החלקיקים איטית יותר, לכן יש פחות התנגשויות ולפיכך פחות התנגשויות

פוריות. לכן קצב התגובה נמוך יותר.

סעיף ג'

קביעה: הערך שעשוי להתאים ל- $\Delta H^\circ_{(2)}$ הוא -1637 kJ .

נימוק: אנתלפיית החמצן במצב נוזל נמוכה מאנתלפיית החמצן במצב גז. לכן אנתלפיית המגיבים של תגובה (2) נמוכה מאנתלפיית המגיבים של תגובה (1). לכן בתגובה (2) נפלטת פחות אנרגיה.
או:



סעיף ד'

קביעה: ברזל מוליך חשמל גם במצב מוצק וגם במצב נוזל.

נימוק: בשני המצבים יש במתכת ברזל אלקטרונים ניידיים.

קביעה: תחמוצת ברזל במצב מוצק אינה מוליכה חשמל.

נימוק: תחמוצת ברזל היא חומר יוני. במצב מוצק בין יוני Fe^{3+} חיוביים ויוני O^{2-} שליליים פועלים כוחות משיכה

אלקטרוסטטיים חזקים - קשרים יוניים. לכן היונים אינם ניידיים, ותחמוצת ברזל $Fe_2O_3(s)$ אינה מוליכה חשמל.

קביעה: תחמוצת ברזל במצב נוזל מוליכה חשמל.

נימוק: תחמוצת ברזל היא חומר יוני. במצב נוזל היונים ניידיים, ולכן התחמוצת מוליכה חשמל.

פתיח לסעיפים ו-ז

מזוג את החומר ציקלוקסאן, $C_6H_{12(l)}$, לשני כלים: לכלי אחד הוסיפו $KCl(s)$ ולכלי השני הוסיפו $C_2H_5OH(l)$.

ערבבו את החומרים בכל אחד מן הכלים.

רק אחד מן החומרים התמוסס בציקלוקסאן. התקבלה תמיסה שאינה מוליכה חשמל.

סעיף ו' (הציון בשאלון 037381 64)

(הציון בשאלון 037387 67)

איזה חומר מבין שני החומרים התמוסס? נמקו מדוע.

התשובה

קביעה: התמוסס אתאנול (או: $C_2H_5OH(l)$).

נימוק: (בין מולקולות אתאנול מתקיימות אינטראקציות ון-דר-ולס וקשרי מימן. בין מולקולות ציקלוקסאן

מתקיימות אינטראקציות ון-דר-ולס.)

בין מולקולות אתאנול לבין מולקולות ציקלוקסאן מתקיימות אינטראקציות ון-דר-ולס.

בין יוני אשלגן ויוני כלור לבין מולקולות ציקלוקסאן לא ייווצרו אינטראקציות ון-דר-ולס.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציונים די נמוכים. חלק ניכר מהתלמידים התקשו ליישם את כללי המסיסות של חומרים בממסים שונים. היו תלמידים שטעו בקביעה של סוגי החומרים. ניתן למיין את הטעויות האופייניות לשני סוגים עיקריים:

- קביעה שגויה וניסיון לנמקה:
 - " $KCl_{(s)}$ מתמוסס בציקלוהקסאן כי חומר מולקולרי מתמוסס בחומר מולקולרי."
 - "חומר יוני $KCl_{(s)}$ מתמוסס בציקלוהקסאן כי חומר יוני מתמוסס בנוזל."
- קביעה נכונה המלווה בנימוק שגוי או באמירה כללית. יש נימוקים המתייחסים ליצירת כוחות בין חומרים במקום בין חלקיקים:
 - "אתאנול מתמוסס בציקלוהקסאן כי דומה מתמוסס בדומה."
 - "אתאנול מתמוסס בציקלוהקסאן כי במולקולת ציקלוהקסאן יש 12 אטומי מימן, לכן חומר זה יכול ליצור קשרי מימן עם מולקולות אתאנול."
 - "חומר מתמוסס בחומר אם בשני החומרים יש קשרים מאותו סוג."
 - "אתאנול מתמוסס בציקלוהקסאן כי בין חומרים אלה נוצרות אינטראקציות ון-דר-ולס."
 - "המסיסות נקבעת לפי מוליכות חשמלית."

המלצות

מומלץ להבהיר לתלמידים את כללי המסיסות של חומרים בממסים שונים תוך ניתוח דוגמאות מתאימות. אפשר לנתח את השאלה הנתונה בעזרת טבלאות:

טבלה 1: קביעת המסיסות של אשלגן כלורי בציקלוהקסאן

הממס: ציקלוהקסאן $C_6H_{12(l)}$	המומס: אשלגן כלורי $KCl_{(s)}$	
מולקולות	יונים חיוביים ויונים שליליים	סוג החלקיקים שמהם מורכבים החומרים
אינטראקציות ון-דר-ולס	קשרים יוניים	סוגי הכוחות בין חלקיקים של כל אחד מן החומרים
אין אפשרות ליצירת אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות ציקלוהקסאן לבין יונים חיוביים ושליליים של אשלגן כלורי.		סוגי הכוחות הנוצרים בין מולקולות הממס לחלקיקי המומס במהלך ההמסה
אשלגן כלורי לא מתמוסס בציקלוהקסאן.		המסקנה

טבלה 2: קביעת המסיסות של אתאנול בציקלוהקסאן

הממס: ציקלוהקסאן $C_6H_{12(l)}$	המומס: אתאנול $CH_3CH_2OH_{(l)}$	
מולקולות	מולקולות	סוג החלקיקים שמהם מורכבים החומרים
אינטראקציות ון-דר-ולס	קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ולס	סוגי הכוחות בין מולקולות של כל אחד מן החומרים
נוצרות אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות אתאנול לבין מולקולות ציקלוהקסאן.		סוגי הכוחות הנוצרים בין מולקולות הממס למולקולות המומס במהלך ההמסה
המסיסות של אתאנול בציקלוהקסאן טובה כי נוצרות אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות אתאנול לבין מולקולות ציקלוהקסאן.		המסקנה

מומלץ להדגיש לתלמידים שמסילות חומר בממס מתרחשת תוך יצירת כוחות בין חלקיקי המומס לבין מולקולות הממס. אפשר להביא דוגמה של מסילות חומר בממס גם תוך יצירת כוחות שלא קיימים בחומר המומס. למשל, אצטון, $\text{CH}_3\text{COCH}_3(\text{l})$, שבין המולקולות שלו יש רק אינטראקציות ון-דר-ולס, מתמוסס במים תוך יצירת קשרי מימן בין מולקולות האצטון לבין מולקולות המים (בין אטום מימן "החשוף" מאלקטרונים של מולקולת המים לבין זוג אלקטרונים לא קושר על אטום חמצן במולקולת האצטון).

מומלץ להראות לתלמידים את האנימציות:

[תמיסה מימית של אשלגן יודי - אנימציה](#), [תמיסה של יוד בהקסאן - אנימציה](#),

[תמיסה מימית של מתאנול - אנימציה](#)

ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ד.8 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

החומרים: מגנזיום ברומי, $\text{MgBr}_2(\text{s})$, ודו-מתיל אתר, $\text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g})$, מתמוססים במים.

א. הסבירו מדוע כל אחד מן החומרים הנתונים מתמוסס במים.

ב. אם החומר מתמוסס במים, נסחו את תהליך ההמסה.

התשובה

סעיף א'

$\text{MgBr}_2(\text{s})$ הוא חומר יוני קל תמס. במהלך ההמסה במים נוצרים כוחות משיכה בין יוני Mg^{2+} חיוביים לבין

הקטבים השלילי של מולקולות המים, ובין יוני Br^- שליליים לבין הקטבים החיוביים של מולקולות המים.

$\text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g})$ הוא חומר מולקולרי שבין המולקולות שלו יש רק אינטראקציות ון-דר-ולס. אך במהלך ההמסה נוצרים קשרי מימן בין מולקולות הדו-מתיל אתר לבין מולקולות המים (בין אטום מימן "החשוף" מאלקטרונים של מולקולת המים לבין זוג אלקטרונים לא קושר על אטום חמצן במולקולת הדו-מתיל אתר).

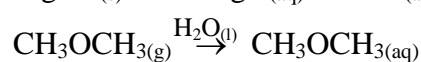
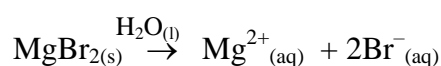
טבלה 1: קביעת המסילות של מגנזיום ברומי במים

הממס : מים $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	המומס : מגנזיום ברומי $\text{MgBr}_2(\text{s})$	
מולקולות	יונים חיוביים ויונים שליליים	סוג החלקיקים שמהם מורכבים החומרים
קשרי מימן רבים ואינטראקציות ון-דר-ולס מעטים	קשרים יוניים	סוגי הכוחות בין חלקיקים של כל אחד מן החומרים
נוצרים כוחות משיכה בין יוני Mg^{2+} חיוביים לבין הקטבים השליליים של מולקולות המים, ובין יוני Br^- שליליים לבין הקטבים החיוביים של מולקולות המים.	נוצרים כוחות משיכה בין יוני Mg^{2+} חיוביים לבין הקטבים השליליים של מולקולות המים, ובין יוני Br^- שליליים לבין הקטבים החיוביים של מולקולות המים.	סוגי הכוחות הנוצרים בין מולקולות הממס לחלקיקי המומס במהלך ההמסה
	מגנזיום ברומי מתמוסס במים.	המסקנה

טבלה 2: קביעת המסיסות של דו-מתיל אתר במים

הממס : מים $H_2O_{(l)}$	המומס : דו-מתיל אתר $CH_3OCH_3_{(g)}$	
מולקולות	מולקולות	סוג החלקיקים שמהם מורכבים החומרים
קשרי מימן רבים ואינטראקציות ון-דר-ולס	אינטראקציות ון-דר-ולס	סוגי הכוחות בין מולקולות של כל אחד מן החומרים
במהלך ההמסה נוצרים קשרי מימן בין מולקולות הדו-מתיל אתר לבין מולקולות המים (בין אטום מימן "החשוף" מאלקטרוניים של מולקולת המים לבין זוג אלקטרוניים לא קושר על אטום חמצן במולקולת הדו-מתיל אתר).		סוגי הכוחות הנוצרים בין מולקולות הממס למולקולות ההמסה
	דו-מתיל אתר מתמוסס במים.	המסקנה

סעיף ב'

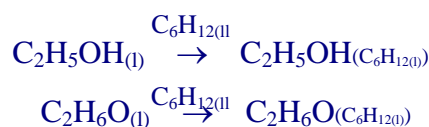


סעיף ז' (הציון בשאלון 037381 72)

(הציון בשאלון 037387 75)

נסחו את תהליך ההמסה בציקלוהקסאן.

התשובה

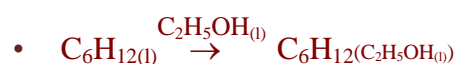


לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא הבנה.

ניתוח טעויות אופייניות

הציונים בינוניים. חלק ניכר מהתלמידים התקשו לנסח את תהליך ההמסה של אתאנול בציקלוהקסאן. רוב הטעויות האופייניות שאותרו נובעות מחוסר הבנה של תהליך המסיסות של חומר מולקולרי אחד בחומר מולקולרי אחר. הניסוחים השגויים שאותרו:

♦ אי-הבחנה בין ממס למומס:



♦ רישום ציקלוהקסאן במגיבים. בנוסף לחוסר הבנה של תהליך ההמסה של חומר מולקולרי בחומר מולקולרי אחר, יש כאן התעלמות מכך שהניסוח הרשום אינו מאוזן:



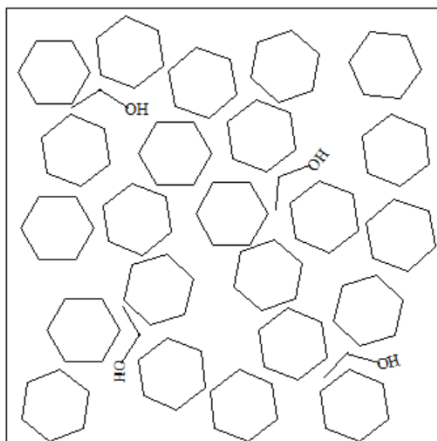
♦ אי-רישום ציקלוהקסאן על החץ.

♦ אי-רישום מצבי צבירה/מצבי הופעה או בתוצר רושמים (aq).

המלצות

מומלץ לתרגל עם התלמידים את כללי הרישום של ניסוחי המסה של חומר מולקולרי בחומר מולקולרי, כולל רישום הממס מעל לחץ.

מומלץ להבהיר לתלמידים את ההבדל בין ממס למומס - מספר המולים של ממס גדול בהרבה ממספר המולים של מומס. אפשר לזהות איזה מן החומרים הוא המומס ואיזה הממס על פי ניסוח תהליך ההמסה - הממס רשום מעל לחץ. מומלץ לבקש מהתלמידים לצייר באופן סכמתי את התמיסות של חומרים מולקולריים ברמה מיקרוסקופית. לדוגמה איור המתאר את התמיסה של אתאנול בציקלוקסאן:



שאלה לתרגול

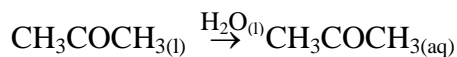
אצטון, $\text{CH}_3\text{COCH}_3(l)$, מתמוסס גם במים וגם בציקלוקסאן, $\text{C}_6\text{H}_{12}(l)$.

- א. i נסחו את תהליך ההמסה של אצטון במים.
 ii מהו סוג הכוחות הנוצרים בין מולקולות האצטון לבין מולקולות המים?
 iii ציירו איור המתאר באופן סכמתי, ברמה מיקרוסקופית, את התמיסה של אצטון במים.
- ב. i נסחו את תהליך ההמסה של אצטון בציקלוקסאן.
 ii מהו סוג הקשרים הנוצרים בין מולקולות האצטון לבין מולקולות הציקלוקסאן?
 iii ציירו איור המתאר באופן סכמתי, ברמה מיקרוסקופית, את התמיסה של אצטון בציקלוקסאן.

התשובה

סעיף א'

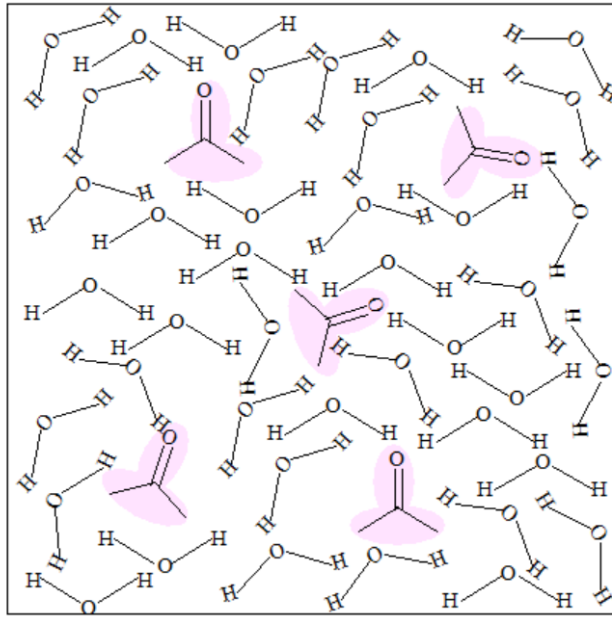
תת-סעיף i



תת-סעיף ii

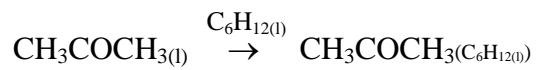
קשרי מימן. במהלך ההמסה נוצרים קשרי מימן בין מולקולות האצטון לבין מולקולות המים (בין אטום מימן "החשוף" מאלקטרוניים של מולקולת המים לבין זוג אלקטרוניים לא קושר על אטום חמצן במולקולת האצטון).

תת-סעיף iii



סעיף ב'

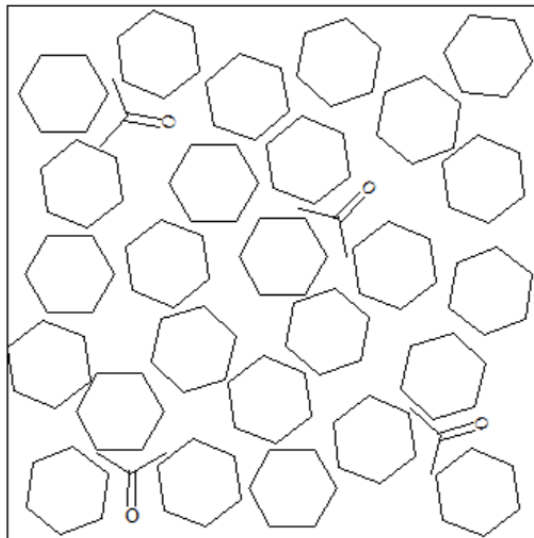
תת-סעיף i



תת-סעיף ii

אינטראקציות ון-דר-ולס.

תת-סעיף iii



המלצות כלליות לשאלה 11

מומלץ להבהיר לתלמידים כיצד להבחין בין המסת חומר יוני במים לבין המסת חומר מולקולרי במים (כמו כוהל, סוכר), להדגיש שתמיסת חומר יוני מוליכה חשמל ותמיסת חומר מולקולרי לא מוליכה. מומלץ לבצע ניסוי פשוט: להמיס במים מספר חומרים מולקולריים ומספר חומרים יוניים, ולבדוק מוליכות חשמלית של התמיסות שהתקבלו.

מומלץ לאחר כל ניסוי לבקש מהתלמידים לתאר את המגיבים ואת התוצרים ברמה מאקרוסקופית, ברמה מיקרוסקופית וברמת הסמל - על פי ההנחיות בנספח לסילבוס : [דוגמאות לתיאור חומרים ברמות הבנה שונות \(מאקרוסקופי, מיקרוסקופי וסמל\)](#).

מומלץ בכל תרגיל, שבו מוזכר חומר כלשהו, לבקש מהתלמידים לתאר אותו ברמה מאקרוסקופית, ברמה מיקרוסקופית וברמת הסמל.

כמו כן, מומלץ לעבור עם התלמידים על המצגת : [דוגמאות נוספות לתיאור חומרים ברמות הבנה שונות](#), ולאחר מכן לנתח דוגמאות נוספות.

מומלץ לתרגל את מפת מושגים המתארת את התהליכים המתרחשים בהוספת מים לחומרים שונים המופיעה בחוברת :

[סיכום ניתוח השאלות בנושא "מבנה וקישור"](#) בבחינות הבגרות בכימיה, עמוד 26 .

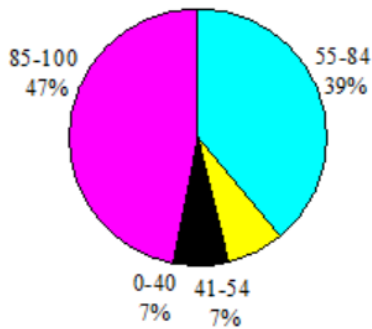
ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' א.3 , 2.ז , 12.ז בטבלה בעמ' 5-7 .

ניתוח שאלה 12 חומצות שומן

שאלון 037381

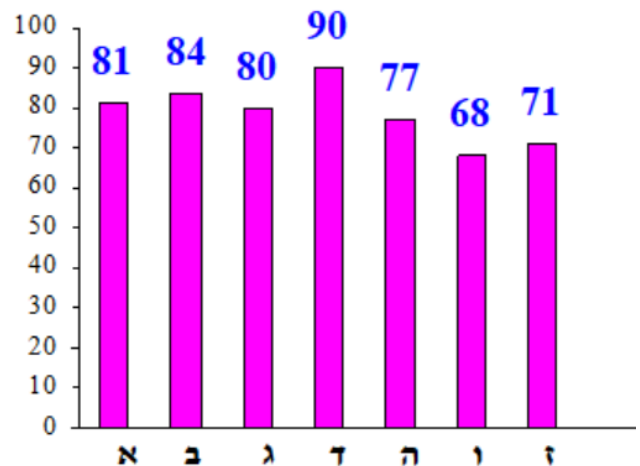
פיזור ציונים

בחרו בשאלה 81% מהתלמידים



ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 77

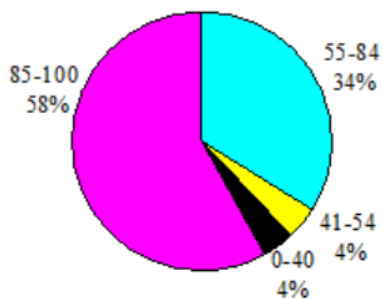
ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:



שאלון 037387

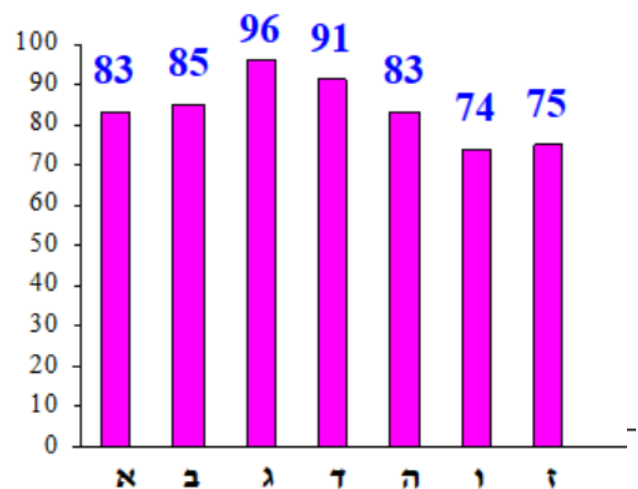
פיזור ציונים

בחרו בשאלה 80% מהתלמידים



ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 83

ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:



רמות החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום

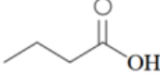
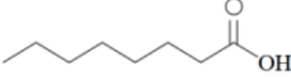
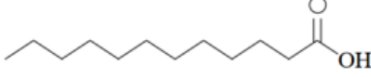
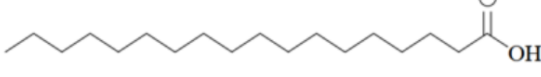

רמת חשיבה לפי בלום	סעיף
יישום	א
יישום	ב
הבנה	ג
אנליזה	ד
יישום	ה
יישום	ו
יישום	ז

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ⏪
 לרשום צורות ייצוג שונות של חומצות שומן: רישום מקוצר, נוסחה מולקולרית, ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה, ייצוג מלא לנוסחת מבנה.
- ⏪
 להשוות בין טמפרטורות היתוך של חומצות שומן שונות על פי הגורמים המשפיעים על טמפרטורת היתוך. הגורמים העיקריים במקרים הנתונים:
- השוואה בין חומצות שומן רוויות - אורך השרשרת הפחמימנית של חומצת השומן, או מספר אטומי הפחמן במולקולה של חומצת השומן, או גודל ענן האלקטרונים של מולקולת חומצת השומן.
 - השוואה בין חומצת שומן רוויה לחומצת שומן לא רוויה - דרגת ריוויון של חומצת שומן, או מספר הקשרים הכפולים במולקולה של חומצת השומן.
- ⏪
 ליישם את כללי המסיסות של חומרים מולקולריים ולקבוע אם חומר מולקולרי מסוים עשוי להתמוסס במים או בממס אל מימי, כגון תערובת חומצות שומן.
- ⏪
 לנסח תגובת הידרוגנציה, ולחשב את מספר המולים של מימן, $H_{2(g)}$, הנדרשים לתגובת הידרוגנציה מלאה עם 1 מול של חומצה נתונה.
- ⏪
 לזהות ייצוג מקוצר נכון לנוסחת מבנה של טריגליציריד, ולרשום ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של טריגליציריד מסוים.

פתיח לשאלה

לפניכם טבלה שבה מוצגות כמה חומצות שומן:

טמפרטורת היתוך (°C)	ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולת החומר	סמל	חומצות השומן
-5.7		B	חומצה בוטירית
16.3		Oc	חומצה קפרילית
43.8		La	חומצה לאורית
69.3		S	חומצה סטארית
-5.7		L	חומצה לינולאית

סעיף א' (הציון בשאלון 037381 81)

(הציון בשאלון 037387 83)

כתבו רישום מקוצר של כל אחת מחומצות השומן שמוצגות בטבלה.

התשובה

- C4:0 - חומצה בוטירית
- C8:0 - חומצה קפרילית
- C12:0 - חומצה לאורית
- C18:0 - חומצה סטארית
- C18:2 ω 6 all cis או C18:2 ω 6 cis,cis - חומצה לינולאית

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציונים די גבוהים. רוב התלמידים כתבו נכון רישום מקוצר של כל אחת מחומצות השומן שמוצגות בטבלה. יחד עם זאת אותרו טעויות הנובעות מחוסר הבנה של כללי הרישום המקוצר:

- ♦ כתיבת נוסחה מולקולרית במקום רישום מקוצר.
 - ♦ כתיבת נוסחה שכוללת חלק מרישום מקוצר וחלק מנוסחה מולקולרית:
- C17: ω 6COOHcis,cis
 - C₄H₈:0
- ♦ טעויות במספר אטומי פחמן במולקולה.

- ◆ טעויות ברישום מקוצר של חומצה לינולאית: כתיבת trans במקום cis, cis מופיע פעם אחת בלבד או אינו מופיע.
- ◆ רישום 0 פעמיים:

- C18:0

המלצות

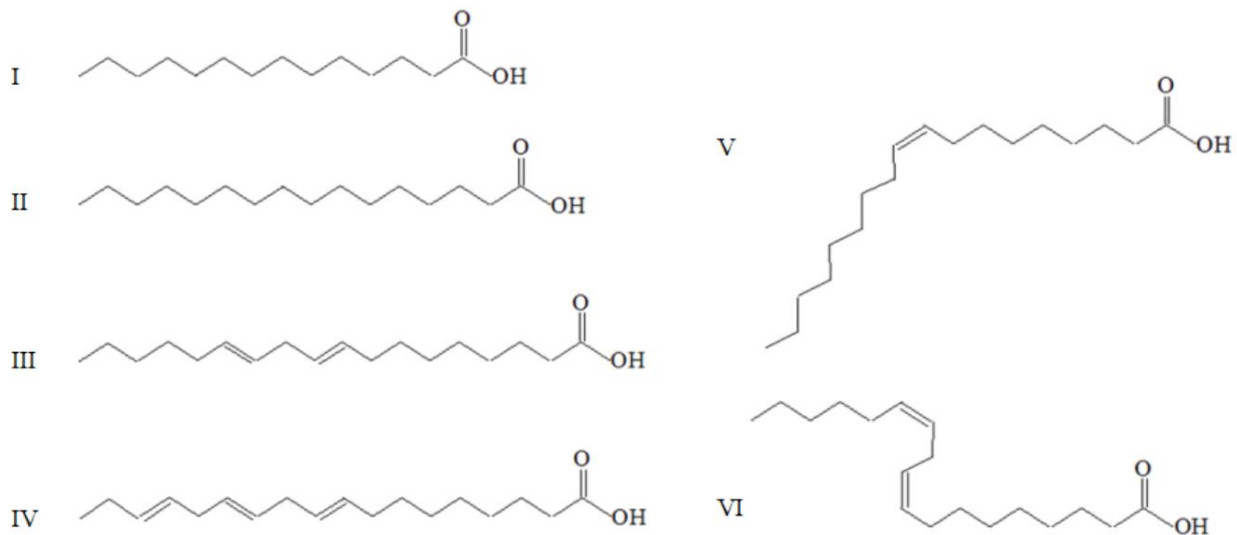
מומלץ להבהיר לתלמידים את ההבדלים בין צורות שונות של ייצוג חומצות שומן: רישום מקוצר, נוסחה מולקולרית, ייצוג מקוצר של נוסחת מבנה, ייצוג מלא של נוסחת מבנה. מומלץ לתרגל מעברים בין צורות אלה. מומלץ להכין משחק כרטיסיות הכוללות שאלות ותשובות כאשר התלמידים מתבקשים להתאים שאלה לתשובה. מומלץ לבנות יחד עם התלמידים טבלה, המציגה והמסכמת צורות ייצוג שונות ותפקידן. הטבלה מופיעה בחוברת ניתוח בגרות תשפ"א, בעמוד 73: [חוברות ניתוח בגרות](#). ניתן להשתמש בטבלה זו כאשר חלק מהמידע לא כתוב ולבקש מהתלמידים להשלים את החסר.

ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' 5. ד בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

נתון ייצוג מקוצר של נוסחת המבנה למולקולה של כל אחת משש חומצות שומן, VI-I. רשמו עבור כל אחת מהחומצות VI-I:

- סוג החומצה: רוויה, חד לא רוויה, רב לא רוויה,
- נוסחה מולקולרית,
- רישום מקוצר.



התשובה

- חומצת שומן I: רוויה, $C_{14}H_{28}O_2$ או $C_{13}H_{27}COOH$, $C_{14}:0$
- חומצת שומן II: רוויה, $C_{16}H_{32}O_2$ או $C_{15}H_{31}COOH$, $C_{16}:0$
- חומצת שומן III: רב לא רוויה, $C_{18}H_{32}O_2$ או $C_{17}H_{31}COOH$, $C_{18}:2\omega_6\text{trans,trans}$
- חומצת שומן IV: רב לא רוויה, $C_{18}H_{30}O_2$ או $C_{17}H_{29}COOH$, $C_{18}:3\omega_3\text{trans,trans,trans}$

חומצת שומן V: חד לא רוויה, $C_{18}H_{34}O_2$ או $C_{17}H_{33}COOH$, $C_{18:1\omega 9cis}$
 חומצת שומן VI: רב לא רוויה, $C_{18}H_{32}O_2$ או $C_{17}H_{31}COOH$, $C_{18:2\omega 6cis,cis}$

סעיף ב' (הציון בשאלון 037381 84)

(הציון בשאלון 037387 85)

מהו הגורם לכך שטמפרטורת ההיתוך של חומצה לינולאית (L) נמוכה מטמפרטורת ההיתוך של חומצה סטארית (S)?

התשובה

דרגת ריוויין של חומצת שומן.

או: מספר הקשרים הכפולים במולקולה של חומצת השומן.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציונים גבוהים. רוב התלמידים קבעו נכון את הגורם לכך שטמפרטורת ההיתוך של חומצה לינולאית (L) נמוכה מטמפרטורת ההיתוך של חומצה סטארית (S). הבעיה הייתה בהוספת גורמים נוספים שגויים, דבר המצביע על בלבול בין סוגים שונים של חומצות שומן:

- "גודל שטח פנים של מולקולה."
- "גודל ענף אלקטרוני של מולקולות."
- "נוצרים פחות קשרי מימן כי יש פחות אטומי מימן במולקולות."
- "חומצה לינולאית ציס וחומצה סטארית טרנס."

בעיה נוספת היא ציון גורם נכון והוספת גורמים נוספים שגויים.

המלצות

מומלץ להבהיר לתלמידים שבמקרה הנתון (שתי חומצות שומן שבמולקולות שלהן יש מספר זהה של אטומי פחמן) הגורם להבדל בטמפרטורות ההיתוך הוא מספר הקשרים הכפולים במולקולה של חומצת השומן, ז.א. דרגת ריוויין של חומצת שומן. מומלץ לתת לתלמידים שאלות שבהן נדרשת השוואה בין טמפרטורות היתוך של חומצות שומן שונות וקביעת הגורם המשפיע ולבקש הסברים.

שאלה לתרגול

נתון רישום מקוצר של ארבע חומצות שומן:

חומצה אולאית: $C_{18:1\omega 9 cis}$

חומצה אלאידית: $C_{18:1\omega 9 trans}$

חומצה לינולאית: $C_{18:2\omega 6 cis, cis}$

חומצה סטארית: $C_{18:0}$

קבעו לאיזו משתי חומצת שומן טמפרטורת היתוך גבוהה יותר ומהו הגורם לכך :

- א. לחומצה סטארית או לחומצה אולאית.
- ב. לחומצה אולאית או לחומצה אלאידית.
- ג. לחומצה אולאית או לחומצה לינולאית.

התשובה

סעיף א'

טמפרטורת ההיתוך של חומצה סטארית גבוהה יותר. הגורם לכך הוא דרגת ריוויין של חומצת שומן, או : מספר הקשרים הכפולים במולקולה של חומצת השומן.

סעיף ב'

טמפרטורת ההיתוך של חומצה אלאידית גבוהה יותר. הגורם לכך הוא מבנה של הקשרים הכפולים - ציס וטרנס.

סעיף ג'

טמפרטורת ההיתוך של חומצה אולאית גבוהה יותר. הגורם לכך הוא דרגת ריוויין של חומצת שומן או : מספר הקשרים הכפולים במולקולה של חומצת השומן).

פתיח לסעיפים הבאים

חומצה קפריית שסמלה D, היא חומצת שומן רוויה שמכילה 10 אטומי פחמן.

סעיף ג' (הציון בשאלון 037381 80)

(הציון בשאלון 037387 96)

רשמו ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולת חומצה קפריית.

התשובה



לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא הבנה.

ניתוח טעויות אופייניות

הציון די גבוה בשאלון 037381 וציון מצוין בשאלון 037387. רוב התלמידים רשמו נכון ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולת חומצה קפריית. הטעויות האופייניות שאותרו במחברות לפי שאלון 037381 :

- ♦ טעויות במספר אטומי פחמן במולקולה.
- ♦ רישום קשרים כפולים בשרשרת.
- ♦ רישום נוסחה מולקולרית במקום ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה.
- ♦ רישום שרשרת בלבד ללא קבוצת -COOH .
- ♦ רישום קבוצת -COO במקום קבוצת קרבוקסילית.

המלצות

מומלץ לתת לתלמידים לעבוד עם מודלים - לבקש מהם לבנות מודלים של חומצות שומן שונות: רוויות, בלתי רוויות, איזומרים ציס וטרנס. עבודה זו תעזור לתלמידים להבין טוב יותר את מבנה חומצות השומן השונות. מומלץ לתרגל מעבר בין נוסחאות שונות של חומצות שומן: נוסחה מולקולרית, רישום מקוצר, ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה, ייצוג מלא לנוסחת מבנה. מומלץ להדגיש לתלמידים שבמספור אטומי פחמן במולקולה של חומצת שומן יש לכלול גם את אטום הפחמן שבקבוצה הקרבוקסילית. מומלץ לבנות יחד עם התלמידים טבלה, המציגה והמסכמת צורות ייצוג שונות ותפקידן. הטבלה מופיעה בחוברת ניתוח בגרות תשפ"א בעמוד 73: [חוברות ניתוח בגרות](#). ניתן להשתמש בטבלה זו כאשר חלק מהמידע לא כתוב ולבקש מהתלמידים להשלים את החסר. **ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ד.5 בטבלה בעמ' 5-7.**

שאלה לתרגול

נתונים רישומים מקוצרים של שתי חומצות שומן: $C_{16}:1\omega 7cis$ (1) $C_{20}:3\omega 3trans,trans,trans$ (2). רשמו סוג החומצה רוויה/לא רוויה, נוסחה מולקולרית, ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולה עבור כל אחת משתי חומצות השומן הנתונות.

התשובה

חומצת שומן (1):

סוג החומצה: חד לא רוויה

נוסחה מולקולרית: $C_{16}H_{30}O_2$

או $C_{15}H_{29}COOH$

ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה:

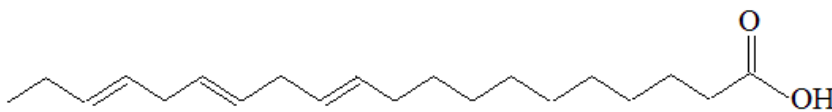
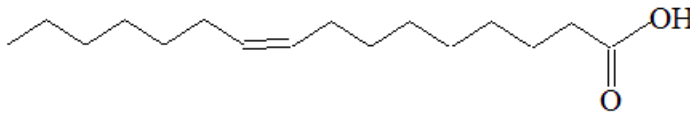
חומצת שומן (2):

סוג החומצה: רב לא רוויה

נוסחה מולקולרית: $C_{20}H_{34}O_2$

או $C_{19}H_{33}COOH$

ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה:



סעיף ד' (הציון בשאלון 037381 90)

(הציון בשאלון 037387 91)

היעזרו בנתונים שבטבלה וקבעו אם טמפרטורת ההיתוך של חומצה קפריית היא 4°C או 31.6°C .
ציינו את הגורם שהתבססתם עליו בתשובתכם.

התשובה

קביעה:

טמפרטורת ההיתוך של חומצת השומן היא 31.5°C .

הגורם:

אורך השרשרת הפחמימנית של חומצת השומן. **או:** מספר אטומי הפחמן במולקולה של חומצת השומן.

או: גודל ענן האלקטרונים של מולקולת חומצת השומן.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא אנליזה.

ניתוח טעויות אופייניות

הציונים גבוהים. רוב התלמידים קבעו נכון את טמפרטורת ההיתוך של חומצה קפריית על פי השוואת אורך השרשרת הפחמימנית של חומצות השומן הרוויות שבטבלה הנתונה. תלמידים מעטים התקשו לקבוע מהו הגורם המשפיע במקרה הנתון. הטעויות שאותרו:

- ◆ התייחסות לקשרים כפולים:
- ◆ "מספר קשרים כפולים במולקולה."
- ◆ התייחסות לקשרי מימן:
- "מספר קשרי מימן הנקבעים ע"י מספר אטומי מימן במולקולה."

המלצות

מומלץ להבהיר לתלמידים שבמקרה הנתון יש להתייחס לחומצות שומן רוויות מתאימות, ולהתבסס על אורך השרשרת הפחמימנית (מספר אטומי הפחמן במולקולה) של חומצות השומן האלה.
מומלץ לתת לתלמידים שאלות שבהן נדרשת השוואה בין טמפרטורות היתוך של חומצות שומן שונות וקביעת הגורם המשפיע, ולבקש הסברים.
מומלץ לבקש מהתלמידים לבנות מודלים של מולקולות רוויות עם מספר שונה של אטומי פחמן ולראות אורך שרשרת שונה. מומלץ להכין משחק שבו התלמידים צריכים להתאים ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של מולקולות חומצות שומן לטמפרטורות היתוך של חומצות אלה.

שאלה לתרגול

נתונים רישומים מקוצרים של שלוש חומצות שומן: $\text{C}_{22}:0$ (3) $\text{C}_{20}:0$ (2) $\text{C}_{22}:2\omega 6\text{cis,cis}$ (1).
דרגו את חומצות השומן הנתונות על פי טמפרטורות היתוך שלהן, מהנמוכה לגבוהה, וציינו את הגורם שהתבססתם עליו.



סעיף ה' (הציון בשאלון 037381 77)

(הציון בשאלון 037387 83)

כאשר מוסיפים מימן, $H_2(g)$, לחומצה לינולאית בנוכחות זרז מתאים, מקבלים חומצה סטארית. כמה מולים מימן, $H_2(g)$, נדרשים לתגובה מלאה עם 1 מול חומצה לינולאית? הסבירו את תשובתכם.

התשובה

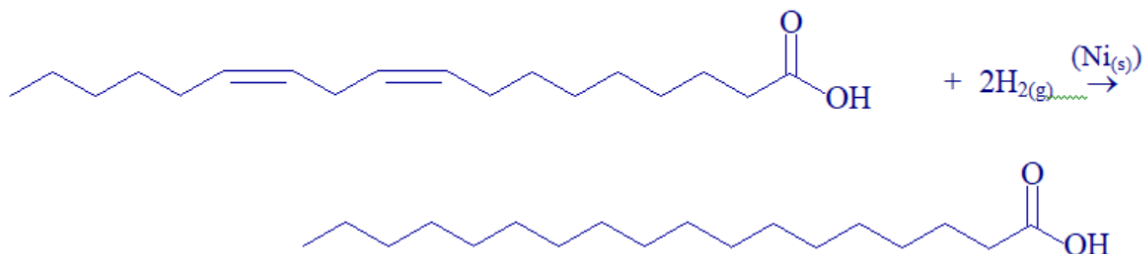
קביעה:

2 מול מימן גזי, $H_2(g)$.

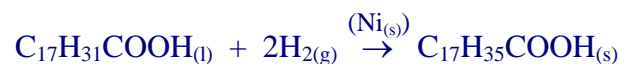
נימוק:

לכל מול קשרים כפולים נדרש מול מולקולות מימן (2 מול אטומי מימן) לתגובה (תגובת סיפוח). מול מולקולות חומצה לינולאית מכיל 2 מול קשרים כפולים. לכן נדרשים 2 מול מימן גזי לתגובה מלאה.

אז:



אז:



לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

- הציון בינוני בשאלון 037381 וציון גבוה בשאלון 037387. הבעיה העיקרית בסעיף זה היא חוסר הבנה של מהות תגובת הידרוגנציה. חלק מהתלמידים התקשו לקשר בין מספר קשרים כפולים במולקולת חומצת שומן לבין מספר מולי מימן הדרושים לסיפוח בתגובת הידרוגנציה מלאה. הטעויות האופייניות:
- ◆ התעלמות מכך שבתהליך הידרוגנציה מספר אטומי פחמן במולקולת המגיב שווה למספר אטומי פחמן במולקולת התוצר:
 - ◆ "אפשר לקבל חומצה סטארית מחומצה לינולאית. בתהליך הידרוגנציה על קשר כפול נוספים שני אטומי מימן. הרישום המקוצר של מחומצה לינולאית הוא $C_{18}:2\omega 6cis,cis$, והרישום המקוצר של חומצה סטארית הוא $C_{20}:0$ ". יש כאן גם בלבול בין אטומי מימן ואטומי פחמן.
 - ◆ בלבול בין מספר מולים לבין מספר מולקולות:
 - ◆ "במול מולקולות של חומצה לינולאית יש שני קשרים כפולים. עבור כל קשר נדרש 1 מול מימן."
 - ◆ נימוק חלקי ללא קביעה: ציון תגובת הידרוגנציה ללא ציון מספר המולים של מימן.
 - ◆ ניסוח תגובת הידרוגנציה באמצעות רישום מקוצר.

המלצות

- מומלץ להבהיר לתלמידים שתגובת הידרוגנציה היא תגובת סיפוח מימן לקשרים כפולים בין אטומי פחמן במולקולות חומצות שומן לא רוויות.
- כדי למנוע טעויות הנובעות מחוסר הבנה של מהות תהליך הידרוגנציה, מומלץ לפתור עם התלמידים תרגילים סטויכיומטריים עם יחסי מולים שונים ועם תרכובות פחמן (לא רק חומצות שומן) שבמולקולות שלהן יש מספר קשרים כפולים. בתרגילים אפשר להראות כיצד יחס מולים בין חומצות שומן עם מספר שונה של קשרים כפולים במולקולות לבין מימן קובעים את התוצר העיקרי שמתקבל. ראו דוגמה לתרגיל מסוג זה בחוברת ניתוח בגרות תשפ"א בעמוד 79: [חוברת ניתוח בגרות](#).
- מומלץ לתרגל ניסוחים של שני תהליכים: הידרוגנציה והידרוליזה תוך הדגשת ההבדלים ביניהם.
- מומלץ להציג לתלמידים את הכתבה: [מה ההבדל בין שומן רווי, שומן לא רווי ושומן טרנס?](#) בכתבה מוצגות דוגמאות לאריזת המולקולות של חומצות שומן שונות. לכתבה מצורף סרטון המתייחס להיבטים שונים של הנושא, כולל הידרוגנציה.
- ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 5, ד. ה. 2. בטבלה בעמ' 5-7.**

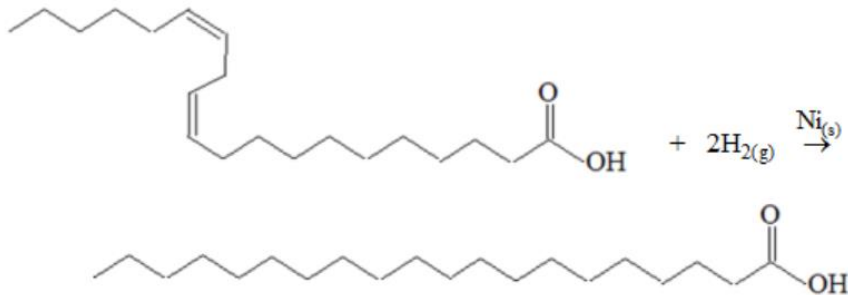
שאלה לתרגול

- כאשר מוסיפים מימן, $H_{2(g)}$, לחומצה שומן, שהרישום המקוצר שלה הוא $C_{20}:2\omega 6cis,cis$, בנוכחות זרז מתאים, מתרחשת תגובת הידרוגנציה.
- א. כמה מולים של מימן, $H_{2(g)}$, נדרשים לתגובה מלאה עם 1 מול של החומצה הנתונה? הסבירו את תשובתכם.
 - ב. נסחו ואזנו את תגובת ההידרוגנציה המלאה. השתמשו בייצוג מקוצר לנוסחאות מבנה.

התשובה

קביעה: 2 מול מימן, $H_2(g)$.

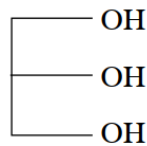
נימוק: לכל מול קשרים כפולים נדרש מול מולקולות מימן (2 מול אטומי מימן) לתגובה (תגובת סיפוח).
 מול מולקולות של החומצה הנתונה מכיל 2 מול קשרים כפולים. לכן נדרשים 2 מול מימן לתגובה מלאה.
 או:



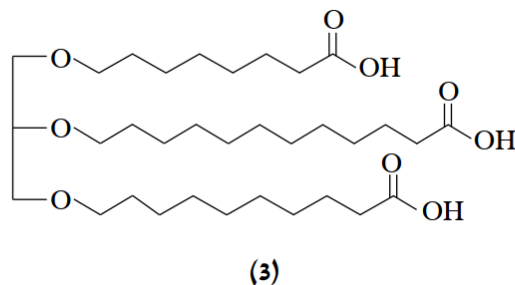
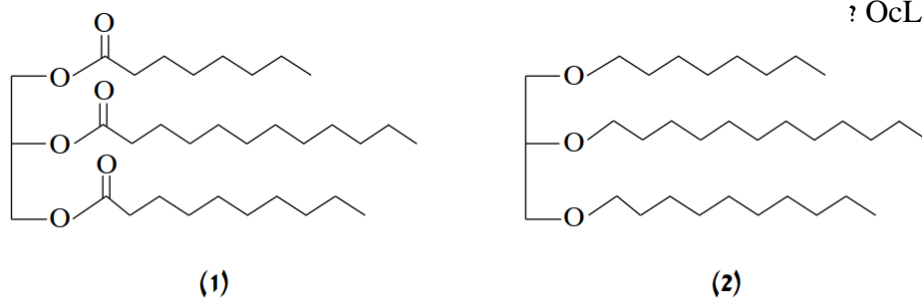
סעיף ו' (הציון בשאלון 037381 68)

(הציון בשאלון 037387 74)

שמן קוקוס עשיר בטריגליצרידים שמורכבים מחומצות שומן רוויות, שלהן שרשרות אטומי פחמן באורך בינוני. לדוגמה, הטריגליצריד OcLaD, שנוצר מגליצרול, חומצה קפרילית, חומצה לאורית וחומצה קפריט. לפניכם ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולת גליצרול:



איזה ייצוג מקוצר מבין שלוש המולקולות (1)-(3) שלפניכם מתאר באופן נכון את נוסחת המבנה של מולקולת הטריגליצריד OcLaD?



התשובה

ייצוג מקוצר (1)

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציונים בינוניים, הציון בשאלון 037737 קצת יותר גבוה. חלק ניכר מהתלמידים התקשו לבחור בייצוג מקוצר נכון לנוסחת המבנה של הטריגליצריד - התקשו לזהות את מבנה הטריגליצריד כאשר נתונות חומצות השומן המרכיבות אותו. רוב התלמידים שטעו בחרו בנוסחה (3). תלמידים אלה התעלמו מקבוצות אסטר בתוך מולקולת טריגליצריד וחשבו שקבוצות קרבוקסיליות נשארות בקצה של כל שרשרת.

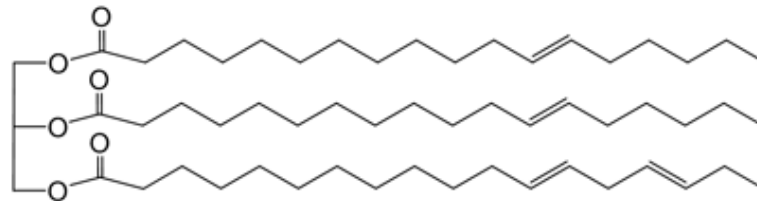
המלצות

מומלץ לתרגל עם התלמידים שאלות שבהן יש לרשום ייצוג מקוצר לנוסחאות מבנה של טריגליצרידים שונים, ושאלות שבהן יש לבחור בנוסחה נכונה של טריגליצריד מבין מספר נוסחאות, ולהסביר מדוע שאר הנוסחאות לא נכונות. מומלץ לבנות עם התלמידים מודלים של טריגליצרידים.

שאלה לתרגול

נתונים רישומים מקוצרים של שתי חומצות שומן: $C_{18}:1\omega 6trans$ (1) $C_{18}:2\omega 3trans, trans$ (2)
רשמו ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולת הטריגליצריד הנוצרת ממולקולת גליצרול, שתי מולקולות חומצות שומן (1) ומולקולת חומצת שומן (2).

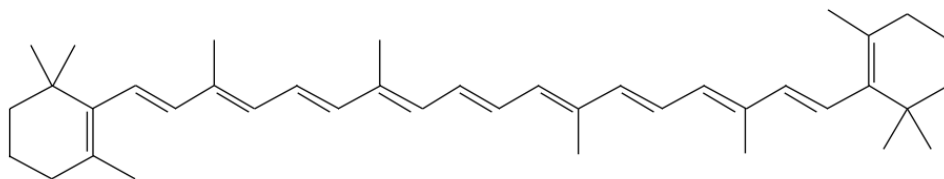
התשובה



סעיף ז' (הציון בשאלון 037381 71)

(הציון בשאלון 037387 75)

עשב טרי מכיל, בין השאר, בטא-קרוטן, שצבעו צהוב-כתום.
לפניכם ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולת בטא-קרוטן:



חמאה, שמיוצרת מחלב פרות שניזונות מעשב טרי, צבעה צהוב בגלל החומר בטא-קרוטן שנמצא בחלב של פרות אלה. חמאה מכילה כ- 81% שומנים, כ- 18% מים ועוד חומרים. קבעו אם בטא-קרוטן מתמוסס בשומנים או במים שבחמאה. הסבירו את קביעתכם. בתשובתכם התייחסו לכוחות הפועלים בין המולקולות.

התשובה

קביעה: בטא-קרוטן מומס בשומנים שבחמאה.

נימוק: (האינטראקציות בין המולקולות של בטא-קרוטן הן מסוג ון-דר-ולס. האינטראקציות בין המולקולות של חומצות השומן בחמאה הן בעיקר אינטראקציות ון-דר-ולס.) המולקולות של בטא-קרוטן יכולות ליצור אינטראקציות ון-דר-ולס עם מולקולות של חומצות השומן. לכן בטא-קרוטן מתמוסס בשומנים שבחמאה. **או:** (האינטראקציות בין המולקולות של בטא-קרוטן הן מסוג ון-דר-ולס. האינטראקציות בין מולקולות המים הן קשרי מימן.) המולקולות של בטא-קרוטן אינן מסוגלות ליצור קשרי מימן עם מולקולות המים. לכן בטא-קרוטן אינו מסיס במים.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציונים בינוניים. חלק ניכר מהתלמידים התקשו לקבוע אם בטא-קרוטן מתמוסס בשומנים או במים שבחמאה. היו תלמידים שקבעו נכון שבטא-קרוטן מתמוסס בשומנים שבחמאה אך התקשו להסביר את קביעתם. הטעויות האופייניות:

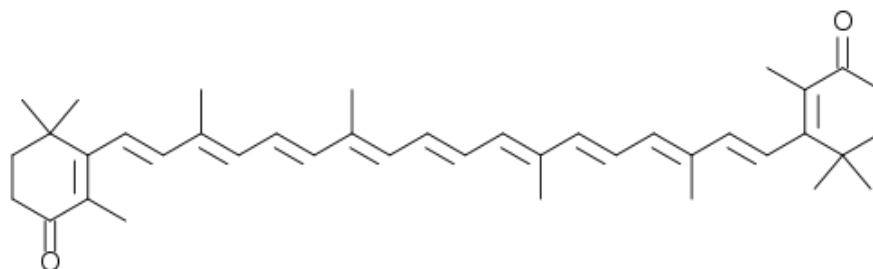
- ◆ קביעה שגויה וניסיון להסבירה:
 - "בטא-קרוטן מתמוסס במים כי נוצרים קשרי מימן בין המולקולות בטא-קרוטן לבין מולקולות המים."
 - ◆ קביעה נכונה המלווה בהסבר שגוי:
 - "בטא-קרוטן מתמוסס בשומנים כי יש קשרי מימן בין המולקולות בטא-קרוטן לבין מולקולות השומנים."
 - "בטא-קרוטן מתמוסס בשומנים כי שני חומרים אלה מתאימים זה לזה."
 - "בטא-קרוטן מתמוסס בשומנים בגלל שיש בחמאה יותר שומנים מאשר מים."
 - "בטא-קרוטן מתמוסס בשומנים כי הקשרים במולקולות שלהם חזקים יותר."
- התייחסות לקשרים תוך מולקולריים במקום לכוחות בין מולקולריים.

המלצות

מומלץ להבהיר לתלמידים שבהסבר מסיסות של חומר מולקולרי אחד בחומר מולקולרי אחר יש להתייחס לכוחות הנוצרים בין מולקולות הממס לבין מולקולות המומס. מומלץ לבצע עם התלמידים ניסויים במעבדה בנושא המסיסות: המסת חומרים שונים במים ובממסים אחרים כגון שמן.

שאלה לתרגול

נתון ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של קנתקסנתין:



נתון: קנתקסנתין נמס בשומנים אך מסיסותו במים נמוכה מאד. הסבירו עובדה זו.

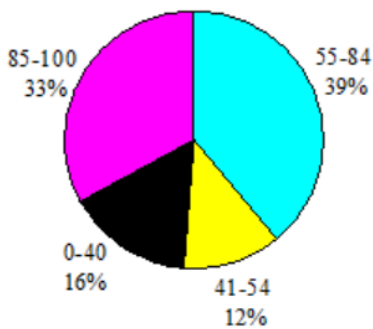
התשובה:

בין מולקולות הקנתקסנתין יש אינטראקציות ון-דר-ולס. בין מולקולות המים יש קשרי מימן. בין מולקולות הקנתקסנתין לבין מולקולות המים לא יכולים להיווצר קשרי מימן משמעותיים. לכן קנתקסנתין אינו מסיס במים. קנתקסנתין נמס בשומנים כי בין מולקולות הקנתקסנתין לבין מולקולות השומן נוצרות אינטראקציות ון-דר-ולס.

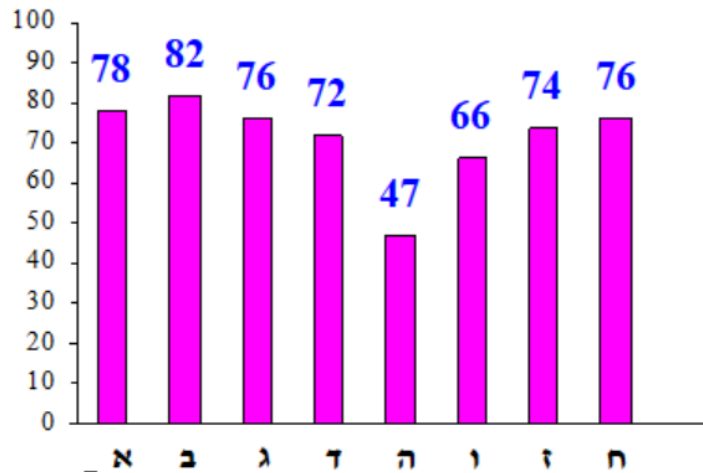
ניתוח שאלה 13 חמצון-חיזור, חישובים

שאלון 037381

פיזור ציונים
בחרו בשאלה 37% מהתלמידים

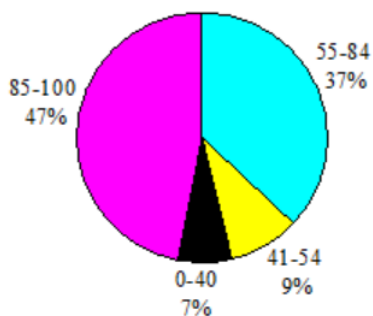


ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 68
ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:

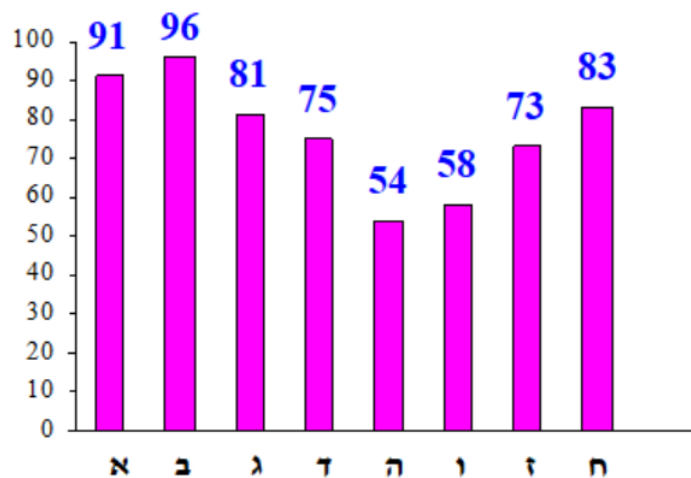


שאלון 037387

פיזור ציונים
בחרו בשאלה 40% מהתלמידים



ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 77
ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:



רמות החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום

סעיף	רמת חשיבה לפי בלום
א	הבנה
ב	הבנה
ג	יישום
ד	יישום
ה	יישום
ו	יישום
ז	יישום
ח	יישום

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- לרשום תצפיות במהלך הניסוי.
- להבחין בין תצפית לפירוש.
- להבחין בין תיאור חומרים ברמה מאקרוסקופית לבין תיאור חומרים ברמה מיקרוסקופית.
- להסביר תכונות חומרים ברמה מיקרוסקופית.
- לקבוע דרגות חמצון של אטומים ויונים חד-אטומיים.
- לרשום דרגות חמצון על פי הכללים: לסמן בעיגול מתחת לניסוח תגובה, ז.א. מתחת למגיבים ותוצרים.
- לקבוע אם התגובה הנתונה היא תגובת חמצון-חיזור.
- להבחין בין המושגים: מחמצן - מחזור, תהליך חמצון - תהליך חיזור, תוצר חמצון - תוצר חיזור, מחמצן - תוצר חמצון, מחמצן - תוצר חיזור, מחזור - תוצר חיזור, מחזור - תוצר חמצון.
- לקבוע עבור מגיב בתגובת חמצון-חיזור אם הוא מחמצן, מחזור או גם מחמצן וגם מחזור - על פי שינוי בדרגות חמצון במהלך התגובה.
- לבצע חישובים סטויכיומטריים:
 - חישוב מספר מולים של חומר על פי מסת החומר ומסה מולרית שלו.
 - חישוב מספר מולים של חומר על פי יחס מולים בניסוח תגובה מאוזן.
 - חישוב מספר חלקיקים של חומר: מולקולות, אטומים, יונים, על פי מספר מולים של חומר ומספר אבוגדרו.
 - חישוב מסת התוצר על פי מסת אחד המגיבים ויחס המולים בניסוח התגובה.
 - חישוב מספר מולים של חומר מומס על פי הריכוז המולרי שלו ונפח התמיסה.
- לקבוע נוסחה אמפירית של תרכובות יוניות.
- לנסח ולאזן תגובה של קבלת תרכובת יונית מיסודות.

פתיח לשאלה

השאלה עוסקת בשני ניסויים.

ניסוי 1:

נתונות שלוש מבחנות, 1-3:

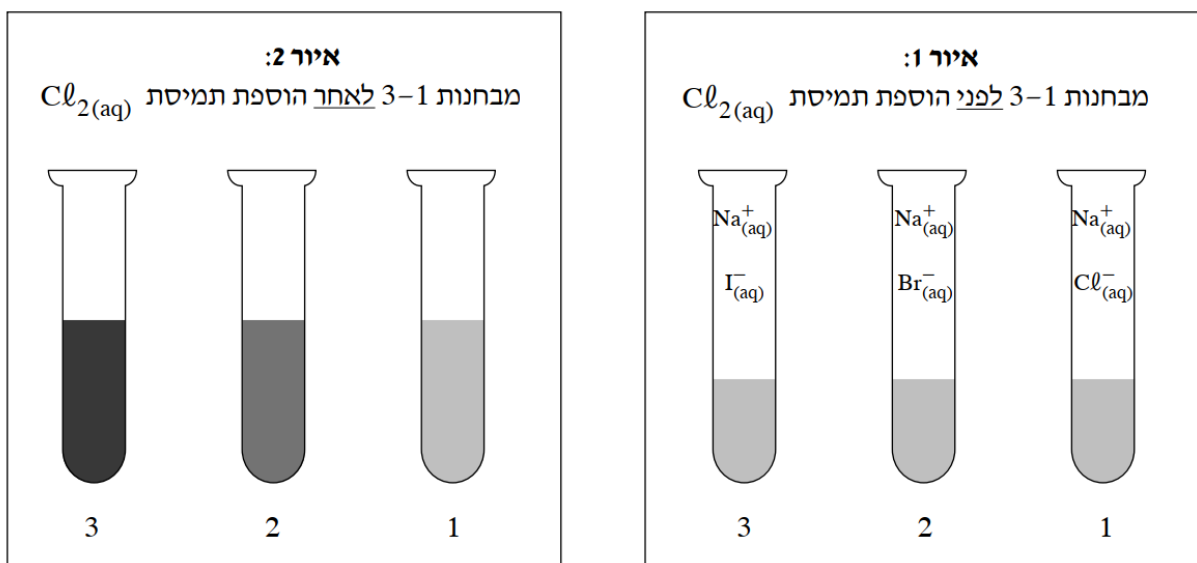
מבחנה 1 מכילה תמיסה של יוני כלור $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ ויוני נתרן $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$.

מבחנה 2 מכילה תמיסה של יוני ברום $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$ ויוני נתרן $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$.

מבחנה 3 מכילה תמיסה של יוני יוד $\text{I}^-_{(\text{aq})}$ ויוני נתרן $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$.

לכל אחת מן המבחנות הוסיפו תמיסת $\text{Cl}_{2(\text{aq})}$.

לפניכם איורים המתארים את המבחנות 1-3 לפני הוספת תמיסת $\text{Cl}_{2(\text{aq})}$ ואחריה:



סעיף א' (הציון בשאלון 037381 78)

(הציון בשאלון 037387 91)

על פי איור 2, תארו תצפית אחת לכל אחת מן המבחנות לאחר הוספת תמיסת $\text{Cl}_{2(\text{aq})}$.

התשובה

מבחנה 1 - נפח הנוזל במבחנה עלה **או:** אין שינוי בצבע הנוזל במבחנה.

מבחנה 2 - נפח הנוזל במבחנה עלה **או:** יש שינוי בצבע הנוזל במבחנה.

מבחנה 3 - נפח הנוזל במבחנה עלה **או:** יש שינוי בצבע הנוזל במבחנה.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא הבנה.

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני בשאלון 037381 וציון גבוה בשאלון 037387. הסיבה להבדל היא כנראה בכך שעיצוב השאלון המתקשב עתיר מדיה עזר לתלמידים לרשום תצפיות מדויקות. הטעויות האופייניות:

- ◆ חוסר הבחנה בין תצפית לפרשנות - כתיבת פרשנות במקום תצפית או הוספת פרשנות לתצפית, וחוסר הבחנה בין תיאור חומרים ברמה מאקרוסקופית לתיאור חומרים ברמה מיקרוסקופית, רישום נוסחאות חומרים ותוספות שלא נתונות בשאלה:
- "התרחשה תגובה במבחנה 2 ובמבחנה 3."
- "במבחנה 1 נוצרה תערובת אחידה של Cl_2 , Na^+ ו- Cl^- ."
- "במבחנה 2 כלור יגיב עם Br^- וייווצרו Br_2 ו- Cl^- ."
- "הצבע השתנה, התרחשה תגובה."
- "במבחנה 1 לא התרחשה תגובה, רק הנפח השתנה."
- "מולקולות כלור הגיבו עם נתרן ברומי."
- ◆ אי דיוק בשפה המדעית:
- "השתנו כמויות החומרים."
- "במבחנה 2 כלור יגיב עם ברום."

המלצות

מומלץ לחדד לתלמידים את רמות ההבנה: רמה מאקרוסקופית, רמה מיקרוסקופית, רמת סמל, על פי הנספח לסילבוס: [דוגמאות לתיאור חומרים ברמות הבנה שונות](#) וגם המסמך המבוסס על נספח זה: [דוגמאות נוספות לתיאור חומרים ברמות הבנה שונות](#).

מומלץ לנצל ביצוע ניסויים וצפייה בסרטונים שבהם מוצגים ניסויים להקניית מיומנות של כתיבת תצפיות. לדוגמה צפייה בסרטון "[כפית הקסמים נעלמת](#)".

מומלץ להשתמש במצגת של "כימיה ברשת": [מיומנות מעבדה](#).

ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' א.3, ד.12, ה.3, ו.4 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

ביצעו ניסו:

נתונים שני כלים, 1-2:

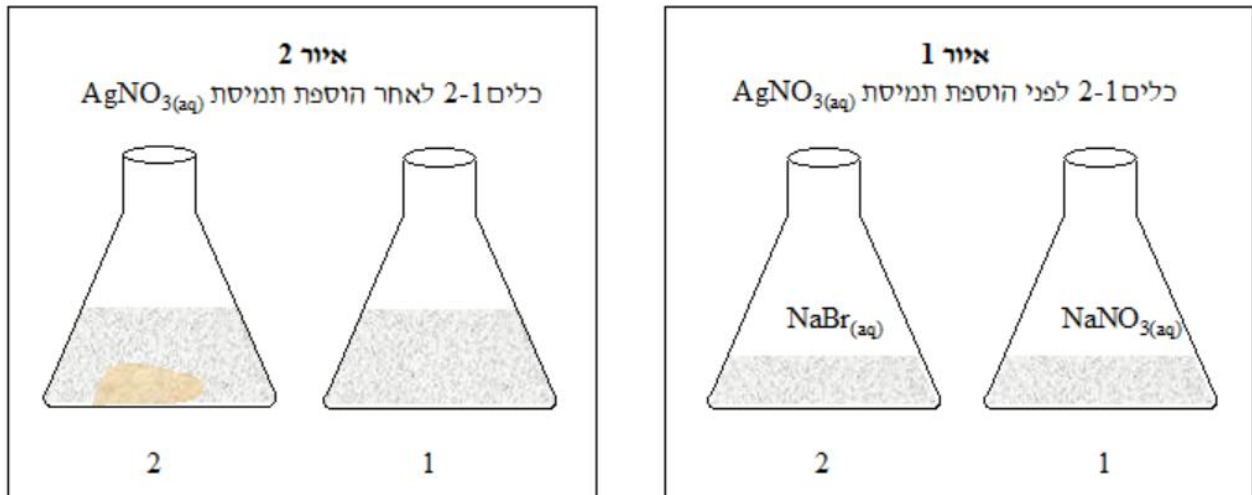
כלי 1 מכיל תמיסת נתרן חנקתי, $\text{NaNO}_3(\text{aq})$.

כלי 2 מכיל תמיסת נתרן ברומיד, $\text{NaBr}(\text{aq})$.

לכל אחד מן הכלים הוסיפו תמיסת כסף חנקתי, $\text{AgNO}_3(\text{aq})$.

לפניכם איורים המתארים את הכלים 1-2 לפני הוספה של תמיסת $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ ואחריה:

על פי איור 2, תארו תצפיות לכל אחד מן הכלים לאחר הוספה של תמיסת $\text{AgNO}_3(\text{aq})$.

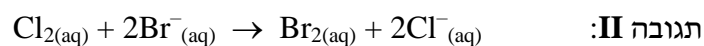


התשובה

כלי 1 - נפח הנוזל במבחנה עלה. אין שינוי נראה לעין בצבע הנוזל בכלי.
 כלי 2 - נפח הנוזל במבחנה עלה. הופיע מוצק בצבע צהוב. אין שינוי בצבע הנוזל בכלי (עד שכל המוצק ישקע לנוזל יהיה גוון צהבהב).

פתיח לסעיפים ב-ד

בניסוי התרחשו תגובות רק בשתיים משלוש המבחנות.
 לפניכם ניסוח נטו של התגובות שהתרחשו במהלך הניסוי:

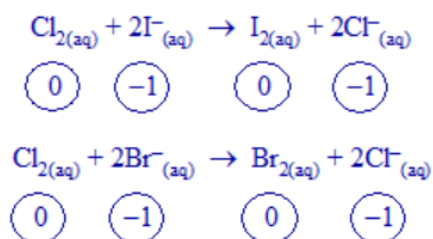


סעיף ב' (הציון בשאלון 037381 82)

(הציון בשאלון 037387 96)

קבעו את דרגות החמצון של כל אחד מן החלקיקים המשתתפים בשתי התגובות.

התשובה

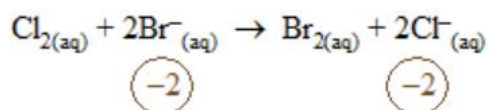
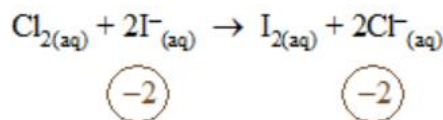


לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא הבנה.

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בשאלון 037381 גבוה ובשאלון 037387 גבוה מאוד. רוב התלמידים קבעו נכון את דרגות החמצון, אך במחברות לפי שאלון 037381 אותרו טעויות:

- קביעה שגויה של דרגות החמצון של יוני יוד ברום וכלור - מכפילים דרגת חמצון במקדם בניסוח התגובה:



- רישום לא מקובל של דרגות חמצון: רישום כמו מטען - מספר ללא הקפה בעיגול, רישום דרגות חמצון מעל לחלקיק כפי שנהוג לרשום מטען יון, רישום דרגות חמצון בסוגריים במקום להקיף בעיגול.

המלצות

מומלץ לתרגל עם התלמידים קביעה ורישום דרגות חמצון של אטומים, מולקולות, אטומים בתרכובות וביונים מורכבים, על פי הכללים.

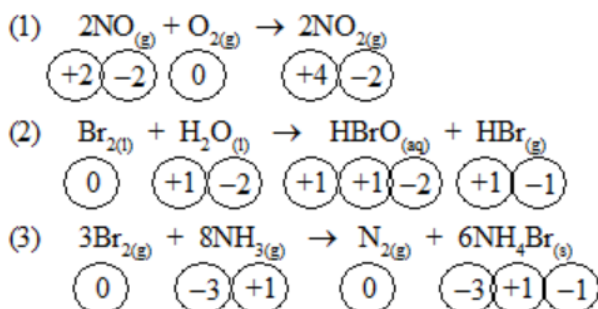
שאלות לתרגול

שאלה 1

קבעו דרגות חמצון של כל אחד מן החלקיקים המשתתפים בשלוש התגובות הנתונות:

- $2\text{NO}_{(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow 2\text{NO}_{2(\text{g})}$
- $\text{Br}_{2(\text{l})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{HBrO}_{(\text{aq})} + \text{HBr}_{(\text{g})}$
- $3\text{Br}_{2(\text{g})} + 8\text{NH}_{3(\text{g})} \rightarrow \text{N}_{2(\text{g})} + 6\text{NH}_4\text{Br}_{(\text{s})}$

התשובה



שאלה 2

קבעו את דרגות החמצון עבור כל אחד מן האטומים ביסודות, בתרכובות וביונים מורכבים:
 אטום Mg - ב-Mg_(s), H ו-N - ב-NH_{3(g)}, F ו-O - ב-F_{2O(g)}, Cl ו-F - ב-ClF_(g), H ו-S - ב-H_{2S(g)}, F - ב-F_{2(g)},
 Mn ו-O - ב-MnO₄⁻_(aq), C ו-O - ב-C₂O₄²⁻_(aq), S ו-O - ב-SO₄²⁻_(aq).

דרגת החמצון של האטום	נוסחת האטום	נוסחת החומר או היון
0	Mg	Mg _(s)
+1	H	NH _{3(g)}
-3	N	
-1	F	F _{2O(g)}
+2	O	
+1	Cl	ClF _(g)
-1	F	
+1	H	H _{2S(g)}
-2	S	
0	F	F _{2(g)}
+7	Mn	MnO ₄ ⁻ _(aq)
-2	O	
+3	C	C ₂ O ₄ ²⁻ _(aq)
-2	O	
+6	S	SO ₄ ²⁻ _(aq)
-2	O	

סעיף ג' (הציון בשאלון 037381 76)

(הציון בשאלון 037387 81)

לפניכם שני היגדים, (1) ו-(2), המתייחסים לתגובות שהתרחשו. קבעו עבור כל היגד אם הוא נכון או לא נכון. נמקו כל אחת מן הקביעות.

(1) בשתי התגובות I ו-II המחמצן הוא Cl_{2(aq)}.

(2) בשתי התגובות I ו-II המחזור הוא Cl⁻_(aq).

התשובה

קביעה ראשונה: היגד (1) נכון.

נימוק: במהלך התגובה דרגת החמצון של אטומי הכלור ירדה מ-0 במולקולה של $\text{Cl}_{2(\text{aq})}$ ל-1- ביון $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ (אטומי הכלור קיבלו אלקטרונים). לכן $\text{Cl}_{2(\text{aq})}$ הוא המחמצן.

קביעה שנייה: היגד (2) לא נכון.

נימוק: $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ הוא תוצר בתגובה ואינו מגיב. לכן הוא לא עבר שינוי בדרגות החמצון שלו. הוא לא מחמצן ולא מחוזר. **אז:** $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ הוא תוצר של תהליך החיזור. **אז:** בתגובה I יוני $\text{I}^-_{(\text{aq})}$ הם המחוזר כי דרגת החמצון שלהם עלתה. בתגובה II יוני $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$ הם המחוזר כי דרגת החמצון שלהם עלתה.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני בשאלון 037381, הציון גבוה בשאלון 037387. רוב התלמידים קבעו שהיגד (1) נכון. חלק מהתלמידים התקשו לקבוע שהיגד (2) אינו נכון. רוב הטעויות שאותרו מצביעות על קושי להבחין בין מחוזר לבין תוצר חמצון, בין מחוזר לבין תוצר חיזור. קושי זה נובע מחוסר הבנה שמחמצן ומחוזר עוברים שינויים במהלך התגובה, הם מופיעים במגיבים ולא בתוצרים. טעויות אופייניות:

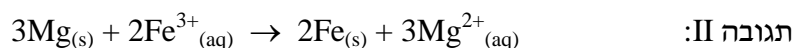
- ◆ קביעה שגויה עבור היגד (2) וניסיון לנמקה:
- "היגד (2) נכון. בשתי התגובות $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ הוא מחוזר כי הוא ירד בדרגת החמצון."
- ◆ קביעה נכונה עבור היגד (2) המלווה בנימוק שגוי:
- "היגד (2) אינו נכון. בשתי התגובות $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ לא מחוזר אלא מחמצן כי הוא ירד בדרגת חמצון."

המלצות

מומלץ להרבות בתרגול עם תלמידים העוסקים בזיהוי תפקידים של כל החומרים המשתתפים בתגובת חמצון-חיזור: מחמצן, מחוזר, תוצר חמצון, תוצר חיזור, חומר שלא עבר חמצון או חיזור.

שאלה לתרגול

שני היגדים, (1) ו-(2), המתייחסים לתגובות I ו-II שהתרחשו במעבדה:



קבעו עבור כל היגד אם הוא נכון או לא נכון. נמקו כל אחת מן הקביעות.

1. בשתי התגובות I ו-II המחוזר הוא $\text{Mg}_{(\text{s})}$.

2. בשתי התגובות I ו-II המחמצן הוא $\text{Mg}^{2+}_{(\text{aq})}$.

התשובה

קביעה ראשונה: היגד (1) נכון.

נימוק: במהלך התגובה דרגת החמצון של אטומי המגנזיום עלתה מ- (0) במתכת $Mg(s)$ ל- (+2) ביון $Mg^{2+}_{(aq)}$ (אטומי המגנזיום איבדו אלקטרונים). לכן $Mg(s)$ הוא המחזור.

קביעה שנייה: היגד (2) לא נכון.

נימוק: $Mg^{2+}_{(aq)}$ הוא תוצר בתגובה ואינו מגיב. לכן הוא לא עבר שינוי בדרגות החמצון שלו. הוא לא מחמצן ולא מחזור. או: $Mg^{2+}_{(aq)}$ הוא תוצר של תהליך החמצון. או: בתגובה I יוני $Ag^+_{(aq)}$ הם המחמצן כי דרגת החמצון שלהם ירדה. בתגובה II יוני $Fe^{3+}_{(aq)}$ הם המחמצן כי דרגת החמצון שלהם ירדה.

סעיף ד' (הציון בשאלון 037381 72)

(הציון בשאלון 037387 75)

בתום הניסוי היה נפח התמיסה במבחנה שבה התרחשה תגובה II 5 מ"ל.

ריכוז יוני הכלור, $Cl^-_{(aq)}$, בתום התגובה היה 0.1 M.

מהו מספר מולקולות הברום, $Br_{2(aq)}$, שהתקבלו בתגובה? פרטו את חישוביכם.

נתון: ב- 1 מול יש 6.02×10^{23} חלקיקים.

התשובה



$$0.005 \text{ liter} \times 0.1 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.0005 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של יוני } Cl^-_{(aq)}$$

יחס המולים בין יוני $Cl^-_{(aq)}$ ל- $Br_{2(aq)}$ הוא 1:2.

$$\frac{0.0005 \text{ mol}}{2} = 0.00025 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של } Br_{2(aq)}$$

מספר המולקולות של $Br_{2(aq)}$:

$$0.00025 \text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23} \frac{\text{molecules}}{\text{mol}} = 1.505 \times 10^{20} \text{ molecules}$$

או: פתרון בעזרת טבלה:

גדלים	יחידות	$Cl^-_{(aq)}$	$Br_{2(aq)}$
יחס המולים בניסוח התגובה		2	1
מספר מולים	mol	0.0005	0.00025
מספר אבוגדרו	$\frac{\text{molecules}}{\text{mol}}$		6.02×10^{23}
מספר מולקולות	molecules		1.505×10^{20}
נפח התמיסה	liter	0.005	
ריכוז מולרי	$\frac{\text{mol}}{\text{liter}} (M)$	0.1	

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציונים בינוניים. חלק מהתלמידים התקשו בחישובים סטויכיומטריים בשלבי חישוב שונים. הטעויות האופייניות:

- ♦ טעויות בחישוב מספר המולים של יוני כלור: מחלקים נפח התמיסה בריכוז מולרי של יוני כלור.
- ♦ טעויות ביחס המולים בין יוני $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ ל- $\text{Br}_{2(\text{aq})}$. מתייחסים ליחס המולים 1:1.
- ♦ חוסר הבחנה בין מספר מולים למספר מולקולות.
- ♦ טעויות בהתאמת יחידות במעבר ממיליטר לליטר.

המלצות

מומלץ לתרגל עם התלמידים שאלות המשלבות חישובים סטויכיומטריים מסוגים שונים: חישוב מספר מולים של חומרים, חישוב מספר חלקיקים, חישוב מסה של חומרים, חישוב בעזרת יחס המולים בניסוח תגובה, חישובים עבור תמיסות. מומלץ לחדד לתלמידים את חשיבות ההתאמה של יחידות בחישובים סטויכיומטריים.

שאלה לתרגול

לאלומיניום כלורי, $\text{AlCl}_{3(\text{s})}$, מסיסות טובה במים.

הכינו 80 מ"ל תמיסה מימית של אלומיניום כלורי. הריכוז של יוני $\text{Al}^{3+}_{(\text{aq})}$ בתמיסה היה $1.9 \cdot 10^{-3} \text{ M}$.

א. נסחו את תהליך ההמסה של $\text{AlCl}_{3(\text{s})}$ במים.

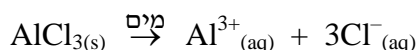
ב. חשבו את הריכוז של יוני $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסה הנתונה. פרטו את חישוביכם.

ג. חשבו את מספר יוני $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסה הנתונה. פרטו את חישוביכם.

ד. חשבו את המסה של $\text{AlCl}_{3(\text{s})}$ שהמיסו במים להכנת התמיסה. פרטו את חישוביכם.

התשובה

סעיף א'



סעיף ב'

על פי ניסוח תהליך ההמסה, יחס המולים בין היונים $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$: $\text{Al}^{3+}_{(\text{aq})}$ הוא 1:3,

לכן הריכוז של יוני $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסה:

$$1.9 \cdot 10^{-3} \text{ M} \times 3 = 5.7 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

סעיף ג'

מספר המולים של יוני $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסה:

$$5.7 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.08 \text{ liter} = 4.56 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

מספר יוני $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסה:

$$4.56 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23} \frac{\text{ions}}{\text{mol}} = 2.745 \times 10^{20} \text{ ions}$$

סעיף ד'

$$M_w = 133.5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של $\text{AlCl}_3(\text{s})$:

$$1.9 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.08 \text{ liter} = 1.52 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של יוני } \text{Al}^{3+} \text{ ב- } 80 \text{ מ"ל תמיסה:}$$

1 מול $\text{AlCl}_3(\text{s})$ מכיל 1 מול יוני Al^{3+} . מספר המולים של $\text{AlCl}_3(\text{s})$ ב- 80 מ"ל תמיסה: $1.52 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$$133.5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 1.52 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 0.02 \text{ gr} \quad \text{המסה של } \text{AlCl}_3(\text{s}) \text{ שהמיסו במים להכנת התמיסה:}$$

או:

1 מול $\text{AlCl}_3(\text{s})$ מכיל 3 מול יוני Cl^- . מספר המולים של $\text{AlCl}_3(\text{s})$ ב- 80 מ"ל תמיסה: $1.52 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$$4.56 \cdot 10^{-4} \text{ mol} : 3 = 1.52 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$133.5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 1.52 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 0.02 \text{ gr} \quad \text{המסה של } \text{AlCl}_3(\text{s}) \text{ שהמיסו במים להכנת התמיסה:}$$

או פתרון בעזרת טבלה:

גדלים	יחידות	$\text{AlCl}_3(\text{s}) \xrightarrow{\text{מים}} \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{Cl}^-(\text{aq})$
יחס המולים בניסוח התגובה		1 1 3
מספר מולים	mol	$1.52 \cdot 10^{-4}$ $1.52 \cdot 10^{-4}$ $4.56 \cdot 10^{-4}$
מספר אבוגדרו	$\frac{\text{ions}}{\text{mol}}$	$6.02 \cdot 10^{23}$
מספר יונים	ions	$2.745 \cdot 10^{20}$
נפח התמיסה	liter	0.08 0.08
ריכוז מולרי	$\frac{\text{mol}}{\text{liter}} (\text{M})$	$1.9 \cdot 10^{-3}$ $5.7 \cdot 10^{-3}$
מסה מולרית	$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	133.5
מסה נתונה/נדרשת	gr	0.02

פתיח לסעיפים ה-ה

ניסוי 2:

הדליקו צמר ברזל, המורכב בעיקר מברזל מוצק, $\text{Fe}(\text{s})$.

בתגובה $\text{Fe}(\text{s})$ מגיב עם החמצן שבאוויר, $\text{O}_2(\text{g})$, ומתקבלת התרכובת היונית המוצקה ברזל חמצני.

אטומי ברזל יוצרים שני סוגי יונים: Fe^{2+} ו- Fe^{3+} . לכן קיימות שתי תרכובות אפשריות של ברזל חמצני, שכל אחת מהן מתאימה לאחד מן היונים האלה.

סעיף ה' (הציון בשאלון 037381 47)

(הציון בשאלון 037387 54)

רשמו את הנוסחאות של שתי התרכובות האפשריות של ברזל חמצני בטמפרטורת החדר.

התשובה



לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציונים נמוכים בשני השאלונים. כמחצית מהתלמידים לא הצליחו לרשום את הנוסחאות של שתי התרכובות האפשריות של ברזל חמצני. תלמידים אלה מתקשים לקבוע נוסחה אמפירית של תרכובת יונית. הטעויות האופייניות:

- ♦ טעויות ביחסים בין יונים בנוסחה אמפירית ורישום נוסחאות שגויות: $\text{FeO}_{3(s)}$, $\text{FeO}_{2(s)}$, $\text{Fe}_2\text{O}_{2(s)}$, $\text{Fe}_2\text{O}_{6(s)}$, $\text{Fe}_4\text{O}_{6(s)}$.
- ♦ רישום נוסחאות נכונות אך ללא ציון מצבי צבירה.
- ♦ רישום נוסחאות נכונות עם ציון מטענים בתוך נוסחאות: $\text{Fe}_2^{+3}\text{O}_3^{-2}(s)$, $\text{Fe}^{+2}\text{O}^{-2}(s)$.
- ♦ רישום בנוסחה האמפירית את היון החיובי מצד ימין ואת היון השלילי בצד שמאל: $\text{OFe}_{(s)}$, $\text{O}_3\text{Fe}_{2(s)}$.

המלצות

מומלץ לתרגל עם התלמידים כתיבת נוסחאות אמפיריות של תרכובות יוניות, המכילות יונים חד-אטומיים ויונים מורכבים.

מומלץ לפתור עם התלמידים שאלות מתאימות מבחינות הברורות. לדוגמה: תשפ"א 2021, שאלון 037381, שאלה 14, סעיף ה', תת-סעיפים ii-i; תשע"ז 2017, שאלון 037381, שאלה 1א; תשע"ב 2012, שאלון 037303, שאלה 1א'. השאלות נמצאות בחוברת [סיכום ניתוח השאלות בנושא "מבנה וקישור"](#) ובחוברת המשך. ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ז.2 בטבלה בעמ' 7-5.

שאלה לתרגול

השלימו את הטבלה - רשמו את הנוסחאות האמפיריות של התרכובות היוניות שמורכבות מהיונים הנתונים.

NH_4^+	Al^{3+}	Mg^{2+}	K^+	
				Br^-
				O^{2-}
				NO_3^-
				SO_4^{2-}
				PO_4^{3-}

התשובה

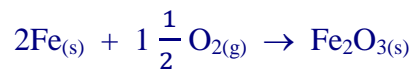
NH_4^+	Al^{3+}	Mg^{2+}	K^+	
$\text{NH}_4\text{Br}_{(s)}$	$\text{AlBr}_{3(s)}$	$\text{MgBr}_{2(s)}$	$\text{KBr}_{(s)}$	Br^-
$(\text{NH}_4)_2\text{O}_{(s)}$	$\text{Al}_2\text{O}_{3(s)}$	$\text{MgO}_{(s)}$	$\text{K}_2\text{O}_{(s)}$	O^{2-}
$\text{NH}_4\text{NO}_{3(s)}$	$\text{Al}(\text{NO}_3)_{3(s)}$	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_{2(s)}$	$\text{KNO}_{3(s)}$	NO_3^-
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_{4(s)}$	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_{3(s)}$	$\text{MgSO}_{4(s)}$	$\text{K}_2\text{SO}_{4(s)}$	SO_4^{2-}
$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_{4(s)}$	$\text{AlPO}_{4(s)}$	$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_{2(s)}$	$\text{K}_3\text{PO}_{4(s)}$	PO_4^{3-}

סעיף ו' (הציון בשאלון 037381 66)

(הציון בשאלון 037387 58)

בניסוי המתואר התקבל המוצק היוני שבו יון הברזל הוא Fe^{3+} .
נסחו ואזנו את התגובה שהתרחשה בניסוי.

התשובה



לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך בשאלון 037387 והציון בינוני בשאלון 037381. חלק ניכר מהתלמידים התעלמו מנתוני השאלה "הדליקו צמר ברזל, מתקבל המוצק היוני שבו יון הברזל הוא Fe^{3+} ". הטעויות האופייניות:

♦ רישום יונים במגיבים ו/או בתוצרים:

- $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{O}^{2-} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3^{3+}$
- $2\text{Fe}^{3+} + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_{3(s)}$
- $2\text{Fe}^{3+} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3^{3+}$

♦ רישום ניסוחים לא מאוזנים וללא ציון מצבי צבירה:

- $\text{Fe}_{(s)} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$
- $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$
- $2\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$

♦ התעלמות מנתוני השאלה עבור המגיבים והתוצרים, ורישום ניסוח תגובה שלא תואם לנתוני השאלה:

- $2\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} \rightarrow 4\text{Fe}^{3+} + 6\text{O}^{2-}$
- $2\text{FeO}_{(s)} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$

המלצות

מומלץ לחזור עם התלמידים על רישום נוסחאות אמפיריות של תרכובות יוניות, הנוצרות בתגובות בין שני יסודות, על פי מיקום היסודות במערכת המחזורית. מומלץ לפתור עם התלמידים שאלות שבהן יש לנסח ולאזן תגובות כשאר המגיבים והתוצרים נתונים בשאלה. לדוגמה שאלה 14 תת-סעיפים ה' ii-i מבחינת הבגרות תשפ"א 2021, מומלץ לפתור את השאלות לתרגול המופיעות בתת-סעיפים אלה בניתוח בגרות תשפ"א: [חוברות ניתוח בגרות](#). ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ד.5 בטבלה בעמ' 5-7.

סעיף ז' (הציון בשאלון 037381 74)

(הציון בשאלון 037387 73)

האם התגובה שניסחתם היא תגובת חמצון-חיזור?
אם כן, קבעו מהו המחמצן ומהו המחזור. אם לא, נמקו את תשובתכם.

התשובה

קביעה: התגובה היא תגובת חמצון-חיזור. $Fe_{(s)}$ הוא המחזור. $O_{2(g)}$ הוא המחמצן.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציונים בינוניים. חלק מהתלמידים התקשו ליישם את הכללים לקביעת דרגות חמצון בחומרים מולקולריים, וכתוצאה מכך טעו בקביעת מחמצן ומחזור בתגובות חמצון-חיזור. הטעויות האופייניות:

- ◆ קביעה שגויה של סוג התגובה וניסיון לנמקה:
- "התגובה היא לא תגובת חמצון-חיזור כי דרגות חמצון של התוצרים זהות לדרגות חמצון של המגיבים."
- "התגובה אינה חמצון-חיזור כי אין מעבר אלקטרונים."
- ◆ קביעה נכונה אך זיהוי שגוי של המחמצן והמחזור:
- "זוהי תגובת חמצון-חיזור. המחמצן $Fe_{(s)}$, המחזור $O_{2(g)}$."

המלצות

מומלץ לחדד לתלמידים את הכללים לקביעת דרגות חמצון בחומרים מולקולריים, ולתרגל את קביעת דרגות חמצון גם לאטומים שאינם מופיעים בכללים אלה.

מומלץ לבצע עם התלמידים משימה דיאגנוסטית בעזרת ערכה להוראה מותאמת אישית: [מי מתזר כאן?](#) מטרת המשימה היא בדיקת תפיסות שגויות מגוונות אצל התלמידים בנושא חמצון-חיזור.

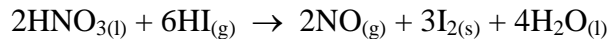
מומלץ לפתור את השאלה לתרגול שמופיעה בניתוח בחינת הבגרות תשפ"א 2021, שאלה 9 סעיף ד':

[חוברות ניתוח בגרות](#).

ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' ב.6, ד.5 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

חומצה חנקתית, $\text{HNO}_3(\text{l})$, מגיבה עם מימן יודי, $\text{HI}(\text{g})$, על פי התגובה:



א. קבעו את המחמצן ואת המחזור בתגובה הנתונה. נמקו.

ב. ציינו את תוצר החמצון ואת תוצר החיזור.

התשובה

סעיף א'

אטומי N במולקולות $\text{HNO}_3(\text{l})$ משמשים מחמצן כי דרגת החמצון שלהם ירדה מ- (+5) ל- (+2) במהלך התגובה. החומר המחמצן הוא $\text{HNO}_3(\text{l})$.

אטומי I במולקולות $\text{HI}(\text{g})$ משמשים מחזור כי דרגת החמצון שלהם עלתה מ- (-1) ל- (0) במהלך התגובה. סעיף ב'

תוצר החמצון $\text{I}_2(\text{s})$. תוצר החיזור $\text{NO}(\text{g})$.

סעיף ח' (הציון בשאלון 037381 76)

(הציון בשאלון 037387 83)

בניסוי הגיבו 9.8 גרם צמר ברזל, $\text{Fe}(\text{s})$, עם חמצן, $\text{O}_2(\text{g})$, לפי התגובה שניסחתם בסעיף ו. מהי מסת הברזל החמצני שהתקבל בתגובה? פרטו את חישוביכם.

התשובה

$$56 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של $\text{Fe}(\text{s})$:

$$\frac{9.8 \text{ gr}}{56 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.175 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{Fe}(\text{s})$ שהגיבו:

יחס המולים בין $\text{Fe}(\text{s})$ ל- $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ הוא 1:2.

$$\frac{0.175 \text{ mol}}{2} = 0.0875 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$:

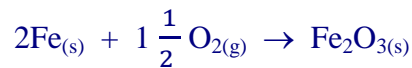
$$160 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$:

$$0.0875 \text{ mol} \times 160 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 14 \text{ gr}$$

המסה של $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ שהתקבלה:

או: פתרון בעזרת טבלה:



גדלים	יחידות	$\text{Fe}_{(s)}$	$\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)}$
יחס מולים		2	1
מסה נתונה/נדרשת	gr	9.8	14
מסה מולרית	$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	56	160
מספר מולים	mol	0.175	0.0875

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני בשאלון 037381 וציון גבוה בשאלון 037387. חלק מהתלמידים התקשו בשלבים שונים של חישוב סטויכיומטרי. הטעויות האופייניות:

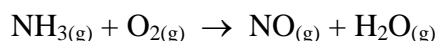
- חישוב של גודל ענן אלקטרוניים של מולקולה במקום חישוב מסה מולרית.
- הכנסה לחישוב מסה מולרית את המקדם המופיע בניסוח המאוזן של התגובה.
- טעויות ברישום יחס המולים על פי ניסוח התגובה. היו תלמידים שרשמו נכון את יחס המולים אך לא התייחסו אליו בחישובים.

המלצות

בתרגילים עם חישובים סטויכיומטריים מומלץ לתת מסה לא רק בגרמים אלא גם בקילוגרמים, בטונות, במיליגרמים. מומלץ להיעזר בלומדה: "[היבטים כמותיים בכימיה](#)". הלומדה מכילה מספר רב של תרגילי חישוב, בנושאי לימוד שונים, כאשר בכל נושא מוצגת דוגמה פתורה לביצוע התרגיל ותרגילים נוספים עבור התלמידים. מומלץ להיעזר בחוברת: "[תרגול ושאלות בנושא סטויכיומטריה](#)" תשנ"ט-תשע"ח ובחוברת המשך. ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' ד.4, ד.13 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

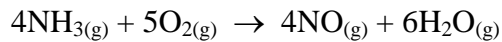
נתונה תגובה המתרחשת באחד השלבים של הפקת חומצה חנקתית בתעשייה:



- אזנו את ניסוח התגובה.
- ציינו את המחמצן ואת המחזור בתגובה הנתונה. נמקו.
- חשבו את מסת החמצן, $\text{O}_{2(g)}$, הדרושה לקבלת 0.2 מול $\text{NO}_{(g)}$. פרטו את חישוביכם.
- חשבו את מספר מולקולות המים שמתקבלות בתגובה. פרטו את חישוביכם.

התשובה

סעיף א'



סעיף ב'

המחמצן: $\text{O}_2(\text{g})$: דרגת החמצון של אטומי החמצן ירדה מ-0 ל-(-2).

המחזור: $\text{NH}_3(\text{g})$: דרגת החמצון של אטומי החנקן עלתה מ-(-3) ל-(+2).

סעיף ג'

יחס המולים בניסוח התגובה המאוזן בין החומרים $\text{NO}(\text{g})$: $\text{O}_2(\text{g})$ הוא 5:4.

$$\frac{0.2 \times 5}{4} = 0.25 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{O}_2(\text{g})$:

$$32 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של $\text{O}_2(\text{g})$:

$$0.25 \text{ mol} \times 32 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 8 \text{ gr}$$

מסת החמצן, $\text{O}_2(\text{g})$:

סעיף ד'

יחס המולים בניסוח התגובה המאוזן בין החומרים $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$: $\text{NO}(\text{g})$ הוא 6:4.

$$\frac{0.2 \times 6}{4} = 0.3 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$:

$$0.3 \text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23} \frac{\text{molecules}}{\text{mol}} = 1.806 \times 10^{23} \text{ molecules}$$

מספר המולקולות של $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$:

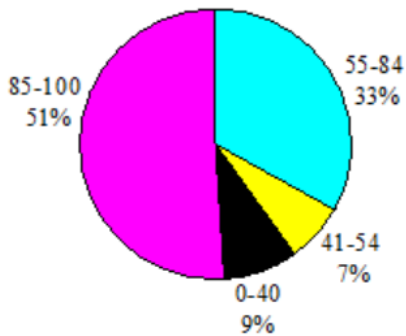
או פתרון בעזרת טבלה:

$4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$				יחידות	גדלים
4	5	4	6		יחס המולים בניסוח התגובה
	0.25	← 0.2	→ 0.3	mol	מספר מולים
			$6.02 \cdot 10^{23}$	$\frac{\text{molecules}}{\text{mol}}$	מספר אבוגדרו
			$1.806 \cdot 10^{23}$	molecules	מספר מולקולות
	32			$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	מסה מולרית
	8			gr	מסה נתונה/נדרשת

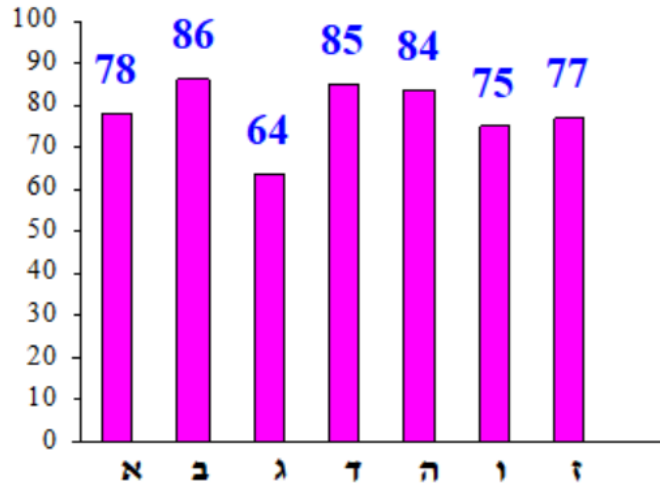
ניתוח שאלה 14 חומצות ובסיסים

שאלון 037381

פיזור ציונים
בחרו בשאלה 60% מהתלמידים

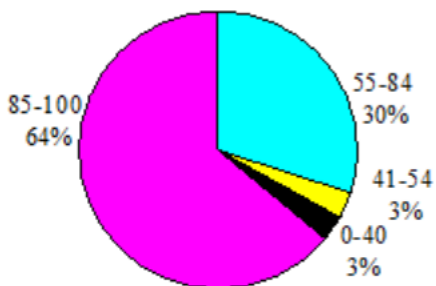


77 ציון ממוצע על פי מכון סאלד: **77**
ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:

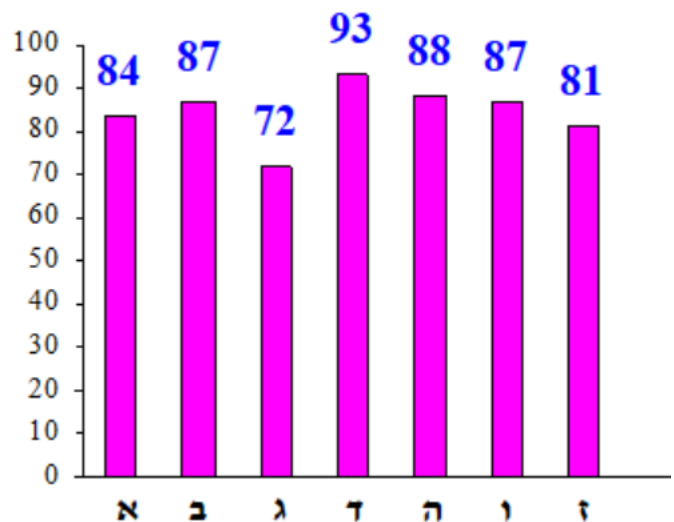


שאלון 037387

פיזור ציונים
בחרו בשאלה 66% מהתלמידים



85 ציון ממוצע על פי מכון סאלד: **85**
ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:



רמות החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום

סעיף	רמת חשיבה לפי בלום
א	הבנה
ב	יישום
ג	יישום
ד	יישום
ה	אנליזה
ו	הבנה
ז	יישום

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ↖ לנסח תהליך המסה במים של בסיס שהוא חומר יוני.
- ↖ לנסח תגובה עם מים של בסיס שהוא חומר מולקולרי שמגיב עם מים.
- ↖ לנסח תגובה עם מים של חומצה שהיא חומר מולקולרי שמגיב עם מים.
- ↖ להבחין בין המסה במים של חומר יוני לבין תגובה עם מים של חומר מולקולרי ולבין המסה במים של חומר מולקולרי שמתמוסס במים אך לא מגיב עימם.
- ↖ לזהות את תחום ה-pH על פי נוכחות יוני הידרוניום או יוני הידרוקסיד בתמיסות המתקבלות בתהליכי ההמסה של חומרים שונים במים.
- ↖ להשוות את ערכי ה-pH של תמיסות חומציות שריכוז יוני ההידרוניום בהן שונה.
- ↖ להשוות את ערכי ה-pH של תמיסות בסיסיות שריכוז יוני ההידרוקסיד בהן שונה.
- ↖ להסביר את משמעות המיהול של תמיסה מימית.
- ↖ להסביר שינוי ב-pH של תמיסה כתוצאה מתהליך מיהול או התרחשות תגובה.
- ↖ לקשר בין מיהול התמיסה לבין שינוי הריכוז של יוני $H_3O^+_{(aq)}$ ושל יוני $OH^-_{(aq)}$ בתמיסה.
- ↖ לקשר בין שינוי הריכוז של יוני $H_3O^+_{(aq)}$ ושל יוני $OH^-_{(aq)}$ בתמיסה מימית לבין שינוי ה-pH של התמיסה.
- ↖ להסביר את התפקיד של כל אחד מן האינדיקטורים: מי כרוב, פנול פתלאין ומתיל אורנג' שמזהים תמיסות חומציות, בסיסיות וניטרליות.
- ↖ להבחין בין תגובת סתירה מלאה לבין תגובת סתירה עם עודפים של יונים ניידים.
- ↖ להסביר את השתנות ה-pH של התמיסה במהלך תגובה בין חומצה לבסיס.
- ↖ לקבוע בין אילו חומרים יכולה להתרחש תגובת סתירה ולנסח אותה.
- ↖ להבחין בין ניסוח נטו של תגובת סתירה לבין ניסוח יוני כולל של תגובת סתירה.

פתיח לשאלה

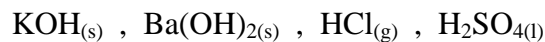
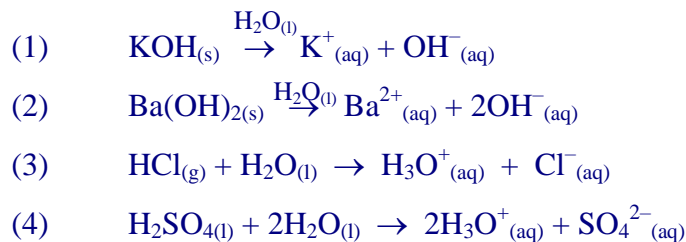
בטבלה שלפניכם מוצגים נתונים על ארבע תמיסות מימיות (1)-(4). כל התמיסות הן חסרות צבע.

התמיסה	נוסחת החומר שהוכנס למים	נפח התמיסה (מ"ל)	ריכוז התמיסה (M)
(1)	$\text{KOH}_{(s)}$	100	1
(2)	$\text{Ba}(\text{OH})_{2(s)}$	100	1
(3)	$\text{HCl}_{(g)}$	100	1
(4)	$\text{H}_2\text{SO}_{4(l)}$	100	1

סעיף א' (הציון בשאלון 037381 78)

(הציון בשאלון 037387 84)

נסחו את התהליך שמתרחש כאשר מכניסים למים כל אחד מן החומרים המוצגים בטבלה:

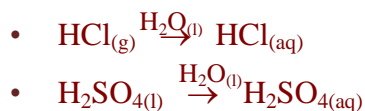
**התשובה**

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא הבנה.

ניתוח טעויות אופייניות

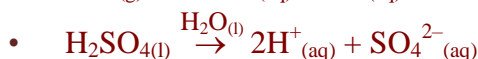
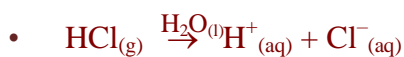
בשאלון 037381 הציון בינוני ובשאלון 037387 הציון גבוה. חלק מהתלמידים מתקשים להבחין בין המסה במים של חומר יוני לבין תגובה עם מים של חומר מולקולרי ולבין המסה במים של חומר מולקולרי שמתמוסס במים אך לא מגיב עימם. הטעויות האופייניות:

♦ רישום ניסוחי התהליכים המתרחשים כאשר מכניסים למים מימן כלורי וחומצה גופרתית כניסוחי התהליכים שבהם המים משמשים ממס בלבד:

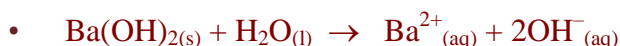
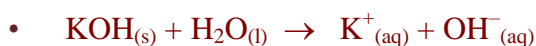


♦ רישום ניסוחי התהליכים המתרחשים כאשר מכניסים למים מימן כלורי וחומצה גופרתית כניסוחים של תהליכי

המסה במים של חומרים יוניים. בנוסף, בניסוחים אלה מופיע H^+ (aq) במקום יוני הידרוניום, H_3O^+ (aq):



♦ רישום מים כמגיב בתהליכי ההמסה של $\text{KOH}_{(s)}$ ו- $\text{Ba}(\text{OH})_{2(s)}$. בנוסף, ניסוחים אלה אינם מאוזנים:



♦ אי רישום מים על החץ בניסוחי ההמסה.

♦ רישום מטענים שגויים של יונים.

♦ אי רישום מצבי צבירה ו/או מצבי הופעה לחומרים בניסוח התגובה.

המלצות

מומלץ להיכנס לקורס "כימיה לעניין" באתר של קמפוס IL (השימוש בקורס מחייב הרשמה לקמפוס IL - הרישום חינם), לפרק חומצות ובסיסים:

תת-פרק	שם תת-פרק	יחידה	נושא
6.3	חומצות במים	יחידה שנייה - חומצה עם מים	הסבר מה קורה לחומצה הנכנסת למים
		יחידה שלישית - חומרים המגיבים כחומצה במים	
		יחידה חמישית - תרגול תגובות חומצות במים	
6.4	בסיסים במים	יחידה שנייה - בסיס עם מים	הסבר מה קורה לבסיס הנכנס למים
		יחידה שלישית - חומרים המגיבים כבסיס במים	
		יחידה חמישית - תרגול תגובות בסיסים במים	

מומלץ להקריין לתלמידים את הסרטון [הגדרה של חומצות ובסיסים על פי לאורי-ברונסטד](#) מתוך הקורס "ממה מורכב העולם" בקמפוס IL.

מומלץ לפתור שאלות מהחוברת [סיכום ניתוח השאלות בנושא "חומצות ובסיסים"](#) - עמודים 12-15 ושאלות מתאימות מבחינות הברורות המופיעות בחוברת זו ובחוברת המשך.

מומלץ לעבוד עם התלמידים על [דוגמאות לתגובות לפרקים חומצות ובסיסים וחמצון-חיזור](#) - נספח 4 לתוכנית הלימודים.

מומלץ להבהיר לתלמידים כיצד להבחין בין המסה במים של חומר יוני לבין תגובה עם מים של חומר מולקולרי ולבין המסה במים של חומר מולקולרי שמתמוסס במים אך לא מגיב עימם, ולחדד באילו תהליכים יש לרשום מים על החץ כממס ובאילו לרשום מים כמגיב.

מומלץ לבצע עם התלמידים משימה דיאגנוסטית בעזרת ערכה להוראה מותאמת אישית: [מה יש בתמיסה](#) מטרת המשימה לבדוק לעומק תפיסות שגויות אצל תלמידים בנושאים: חומצות ובסיסים ומבנה וקישור, בהקשר של תמיסות מימיות של חומצה חזקה.

ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 1, ב, 3, ד, 3 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

נתונים מספר חומרים: $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$, $\text{NH}_3_{(g)}$, $\text{H}_2\text{SO}_{4(l)}$, $\text{Ba}(\text{OH})_{2(s)}$, $\text{HBr}_{(g)}$, $\text{CH}_3\text{COCH}_3_{(l)}$.

א. מיינו את החומרים הנתונים לפי סוג התמיסה הנוצרת לאחר ההכנסה של כל אחד מהחומרים למים - חומצית, בסיסית או ניטרלית.

ב. עבור כל אחד מן החומרים הנתונים נסחו את התהליך המתרחש כאשר מכניסים את החומר למים, בכל תהליך חומצה בסיס ציינו את החלקיקים הפועלים כחומצה והחלקיקים הפועלים כבסיס.

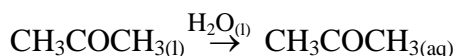
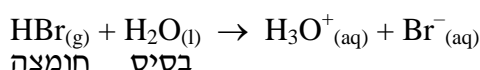
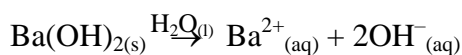
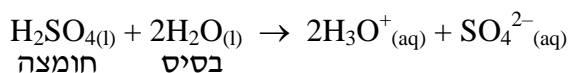
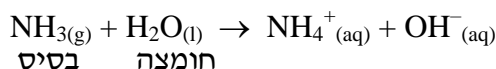
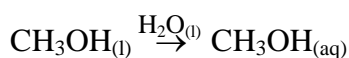
ג. תארו ברמה מיקרוסקופית את התמיסה המתקבלת לאחר ההכנסה למים של כל אחד מהחומרים $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$ ו- $\text{Ba}(\text{OH})_{2(s)}$. התייחסו לסוג החלקיקים, סוג הכוחות הפועלים בין החלקיקים, סידור חלקיקים, אופני תנועה של החלקיקים.

התשובה

סעיף א'

נוסחת החומר המוכנס למים	סוג התמיסה המתקבלת
$\text{H}_2\text{SO}_{4(l)}$, $\text{HBr}_{(g)}$	חומצית
$\text{Ba}(\text{OH})_{2(aq)}$, $\text{NH}_3_{(aq)}$	בסיסית
$\text{CH}_3\text{COCH}_3_{(aq)}$, $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$	ניטרלית

סעיף ב'



סעיף ג'

תיאור ברמה מיקרוסקופית של תמיסת $\text{CH}_3\text{OH}_{(aq)}$:

סוג החלקיקים: בתמיסה יש מולקולות מתאנול, CH_3OH , ומולקולות מים, H_2O . כל מולקולה של CH_3OH מוקפת במולקולות מים.

בין מולקולות המים לבין עצמן קיימים קשרי מימן..

מולקולות המתאנול ומולקולות המים קרובות ואינן מסודרות.

אופני תנועה של החלקיקים: המולקולות נעות בתנועה וסיבוב בעיקר.

תיאור ברמה מיקרוסקופית של תמיסת $\text{Ba}(\text{OH})_{2(aq)}$:

סוג החלקיקים: בתמיסה יש יונים חיוביים Ba^{2+} , יונים שליליים OH^- ומולקולות מים, H_2O . כל היונים ממוימים, כלומר כל יון מוקף במולקולות מים.
 סוג הכוחות הפועלים בין החלקיקים וסידור חלקיקים: היונים החיוביים נמשכים במשיכה חשמלית לקטבים השליליים של מולקולות המים, היונים השליליים נמשכים במשיכה חשמלית לקטבים החיוביים של מולקולות המים.
 החלקיקים: היונים ומולקולות המים קרובים ואינם מסודרים.
 אופני תנועה של החלקיקים: היונים ומולקולות המים נעים בתנועה וסיבוב בעיקר.

סעיף ב' (הציון בשאלון 037381 86)

(הציון בשאלון 037387 87)

דרגו את התמיסות (1)-(4) לפי ה-pH מן הנמוך לגבוה.

התשובה

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

או: תמיסת $Ba(OH)_2(aq)$ < תמיסת $KOH(aq)$ < תמיסת $HCl(aq)$ < תמיסת $H_2SO_4(aq)$

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציונים גבוהים. רוב התלמידים דירגו נכון את התמיסות על פי ה-pH מן הנמוך לגבוה. חלק מהתלמידים התקשו לזהות את תחום ה-pH על פי נוכחות יוני הידרוניום או יוני הידרוקסיד בתמיסות המתקבלות בתהליכי ההמסה של חומרים במים. הטעויות האופייניות:

- ♦ סדר הפוך של דירוג התמיסות כתוצאה מחוסר הבנה של משמעות ערך ה-pH:
- $Ba(OH)_2(aq) < KOH(aq) < HCl(aq) < H_2SO_4(aq)$
- ♦ החלפת הסדר בין התמיסות של שתי חומצות:
- $HCl(aq) < H_2SO_4(aq) < KOH(aq) < Ba(OH)_2(aq)$
- ♦ החלפת הסדר בין התמיסות של שני בסיסים:
- $H_2SO_4(aq) < HCl(aq) < Ba(OH)_2(aq) < KOH(aq)$

המלצות

מומלץ להיכנס לקורס "כימיה לעניין באתר של קמפוס IL (השימוש בקורס מחייב הרשמה ל קמפוס IL - הרישום חינם), לפרק חומצות ובסיסים:

יחידה	שם תת-פרק	תת-פרק
יחידה שלישית - קביעת pH בתמיסות מימיות	סקלת pH	6.5
יחידה רביעית - תרגול		

מומלץ לבצע עם התלמידים ניסוי בדיקת pH, באמצעות נייר pH אוניברסלי, של תמיסות שונות עם ריכוזים שונים של יוני ההידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, ושל יוני ההידרוקסיד, $\text{OH}^-(\text{aq})$, על פי ניסוי חקר רמה I: חומצות, בסיסים ושלל צבעים. ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ד.9 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלות לתרגול

שאלה 1

איזה מערכי ה-pH א-ד מתאים לתמיסה עם ריכוז יוני ההידרוניום הגבוה ביותר?

א. 2

ב. 5

ג. 7

ד. 12

התשובה

קביעה: התשובה הנכונה היא א'.

נימוק: ככל שריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה גבוה יותר כך pH התמיסה נמוך יותר.

לכן ריכוז יוני ההידרוניום הגבוה ביותר יהיה בתמיסה שה-pH שלה הוא 2.

שאלה 2

איזו מהתמיסות א-ד היא בעלת ה-pH הגבוה ביותר?

א. 100 מ"ל תמיסת $\text{NaOH}(\text{aq})$ בריכוז 1 M.

ב. 200 מ"ל תמיסת $\text{NaOH}(\text{aq})$ בריכוז 0.5 M.

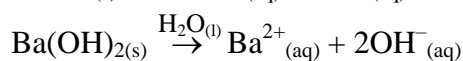
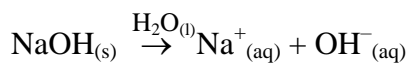
ג. 10 מ"ל תמיסת $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq})$ בריכוז 1 M.

ד. 100 מ"ל תמיסת $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq})$ בריכוז 0.01 M.

התשובה

קביעה: התשובה הנכונה היא ג'.

נימוק: הניסוחים של תהליכי ההמסה של $\text{NaOH}(\text{s})$ ו- $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{s})$:



pH התמיסה הבסיסית תלוי בריכוז יוני ההידרוקסיד, ואינו תלוי בנפח התמיסה. ריכוז יוני ההידרוקסיד בתמיסות א-ד:

סעיף	א	ב	ג	ד
תמיסה	$\text{NaOH}(\text{aq})$	$\text{NaOH}(\text{aq})$	$\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq})$	$\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq})$
ריכוז התמיסה	1 M	0.5 M	1 M	0.01 M
ריכוז יוני $\text{OH}^-(\text{aq})$ בתמיסה	1 M	0.5 M	2 M	0.02 M

ריכוז יוני הידרוקסיד בתמיסה ג' הוא הגדול ביותר. לכן ה-pH של תמיסה ג' הוא הגבוה ביותר. נפח התמיסה לא קובע את ה-pH שלה אלא ריכוז יוני ההידרוניום או יוני הידרוקסיד.

שאלה 3

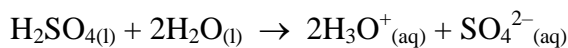
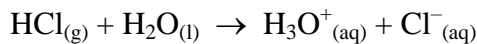
איזו מהתמיסות א-ד היא בעלת ה-pH הנמוך ביותר?

- א. 50 מ"ל תמיסת $\text{HCl}_{(aq)}$ בריכוז 0.8 M .
 ב. 150 מ"ל תמיסת $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$ בריכוז 0.8 M .
 ג. 100 מ"ל תמיסת $\text{HCl}_{(aq)}$ בריכוז 1.8 M .
 ד. 50 מ"ל תמיסת $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$ בריכוז 1 M .

התשובה

קביעה: התשובה הנכונה היא ד'.

נימוק: ניסוחי התהליכים המתרחשים אחרי ההכנסה למים של $\text{HCl}_{(g)}$ ו- $\text{H}_2\text{SO}_{4(l)}$:



pH התמיסה החומצית תלוי בריכוז יוני הידרוניום, ואינו תלוי בנפח התמיסה.

ריכוז יוני הידרוניום בתמיסות א-ד:

סעיף	א	ב	ג	ד
תמיסה	$\text{HCl}_{(aq)}$	$\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$	$\text{HCl}_{(aq)}$	$\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$
ריכוז התמיסה	0.8 M	0.8 M	1.8 M	1 M
ריכוז יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ בתמיסה	0.8 M	1.6 M	1.8 M	2 M

ככל שריכוז יוני הידרוניום גדול יותר ה-pH של התמיסה נמוך יותר. ריכוז יוני הידרוניום בתמיסה ד' הוא הגבוה ביותר. לכן ה-pH של תמיסה ד' הוא הנמוך ביותר.

סעיף ג' (הציון בשאלון 037381 64)

(הציון בשאלון 037387 72)

הוסיפו 100 מ"ל מים מזוקקים לכל אחת מן התמיסות.

קבעו עבור כל אחד מן ההיגדים II-I אם הוא נכון או לא נכון. נמקו כל קביעה.

I. ריכוז התמיסות השתנה.

II. דירוג התמיסות לפי ה-pH השתנה.

התשובה

קביעה ראשונה: היגד I נכון.

נימוק: ריכוז התמיסה השתנה כיוון שמספר המולים לא השתנה, אולם נפח התמיסה גדל פי 2 (ריכוז כל התמיסות קטן פי 2).

קביעה שנייה: היגד II לא נכון.

נימוק: היות שריכוז כל אחת מהתמיסות השתנה באותו אופן (הריכוז ירד), היחס בין ריכוז יוני ההידרוניום (או: ריכוז יוני ההידרוקסיד) בכל אחת מן התמיסות לא השתנה. לכן דירוג ה-pH של התמיסות לא השתנה.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציונים בינוניים. הציון בשאלון 037387 גבוה מהציון בשאלון 037381.

קביעה עבור היגד I: חלק ניכר מהתלמידים התייחסו רק להשפעת שינוי נפח התמיסה על הריכוז מבלי להתייחס לעובדה שמספר המולים לא השתנה. ניתן למיין את הטעויות האופייניות בקביעה ובנימוק עבור היגד I לשני סוגים עיקריים:

- ◆ קביעה שגויה וניסיון לנמקה:
- "הריכוז לא השתנה כי לא הוסיפו חומר מומס, הוסיפו רק מים."
- ◆ קביעה נכונה המלווה בהסבר חלקי או לא מתאים:
 - חזרה על ההיגד במקום הסבר:
 - "היגד I נכון. הריכוז השתנה כי היה שינוי."
 - חוסר התייחסות למספר המולים שלא השתנה.
 - חוסר התייחסות לשינוי בנפח תמיסה.
 - חוסר התייחסות לריכוז יוני ההידרוניום ויוני ההידרוקסיד.

קביעה עבור היגד II: ניתן למיין את הטעויות האופייניות בקביעה ובנימוק עבור היגד II לשני סוגים עיקריים:

- ◆ קביעה שגויה וניסיון לנמקה:
- "ההיגד נכון כי הוספת מים תשפיע על pH והדירוג ישתנה."
- ◆ קביעה נכונה המלווה בהסבר שגוי או חלקי:
 - "ההיגד לא נכון כי מים הם בעלי pH נייטרלי ולכן הוספת מים לא תשפיע על pH."
 - חוסר התייחסות לריכוז יוני ההידרוניום או יוני ההידרוקסיד, אלא רק למספר המולים.
 - חוסר התייחסות לדירוג התמיסות על פי ה-pH אלא רק לשינוי pH:
 - "ההיגד לא נכון כי מיהול גורם ל-pH להתקרב ל-7."

המלצות

מומלץ להבהיר לתלמידים שבשאלות על תהליך של מיהול תמיסות הם נדרשים להתייחס לשינוי בנפח התמיסה ללא שינוי במספר המולים של המומס.

מומלץ לחדד לתלמידים שבהסבר של שינוי pH במיהול תמיסה יש להתייחס לריכוז יוני הידרוניום או יוני הידרוקסיד.

מומלץ לבצע עם התלמידים ניסוי הדומה לזה שמתואר בשאלה, לבדוק את ה-pH של התמיסות, ולאחר מכן לבצע מיהול התמיסות (מומלץ למהול התמיסות פי 10 כדי ששינוי ה-pH יהיה משמעותי) ולבדוק שוב את ה-pH, ז.א. להדגים שדירוג התמיסות לפי ה-pH לא השתנה.

מומלץ להיכנס לקורס "כימיה לעניין באתר של קמפוס IL (השימוש בקורס מחייב הרשמה ל קמפוס IL - הרישום חינם), לפרק חומצות ובסיסים:

תת-פרק	שם תת-פרק	יחידה	נושא
6.6	חומצה בחומצה	יחידה שנייה - מיהול תמיסות	הסבר מהו מיהול תמיסות ותרגול נושא זה
		יחידה רביעית - שיעורי בית	תרגול נוסף
6.7	ערבוב תמיסות בסיסיות	יחידה שנייה - מיהול תמיסות	הסבר מהו מיהול תמיסות ותרגול נושא זה
		יחידה רביעית - שיעורי בית	תרגול נוסף

מומלץ לבצע עם התלמידים משימות בנושא [סולם pH](#) - יישומון ודפי עבודה.

מומלץ לעבוד עם התלמידים על יישומון [מעבדה וירטואלית בנושא חומצות ובסיסים](#).

מומלץ להראות לתלמידים ביישומון [pH scale](#) כיצד מיהול או אידוי תמיסה משנה את ה-pH שלה.

מומלץ לבצע עם התלמידים משימה דיאגנוסטית בעזרת ערכה להוראה מותאמת אישית: [משימה דורשת ריכוז המשימה](#): בדיקת תפיסות שגויות אצל תלמידים בנושא ריכוזים של תמיסת אם ותמיסות שנגזרות מתמיסת אם.

ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 5, 8, 10, 11 בטבלה בעמ' 5-7.

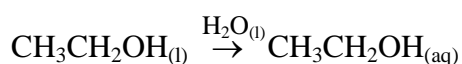
שאלה לתרגול

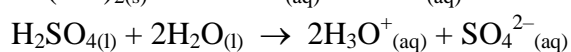
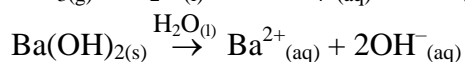
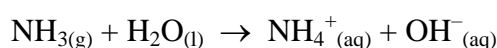
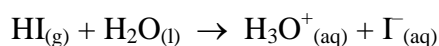
השאלה עוסקת בתמיסות מימיות של חמישה חומרים: $C_2H_5OH_{(l)}$, $HI_{(g)}$, $NH_3_{(g)}$, $Ba(OH)_{2(s)}$, $H_2SO_{4(l)}$. הריכוז של כל אחת מן התמיסות הוא 0.5 M.

- נסחו ואזנו את התהליך המתרחש כאשר מכניסים למים כל אחד מן החומרים הנתונים.
- דרגו את חמשת התמיסות לפי ה-pH מן הנמוך לגבוה. נמקו.
- הוסיפו 100 מ"ל מים מזוקקים לכל אחת מהתמיסות. קבעו אם ריכוז התמיסות השתנה. נמקו קביעתכם.
- כיצד תשפיע הוספת המים על ה-pH של התמיסות? נמקו לגבי כל אחת מהתמיסות.
- קבעו אם דירוג התמיסות לפי ה-pH השתנה כתוצאה מהוספת מים לתמיסות. נמקו קביעתכם.

התשובה

סעיף א'





סעיף ב'

תמיסת $\text{Ba}(\text{OH})_{2(aq)}$ < תמיסת $\text{NH}_3(aq)$ < תמיסת $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(aq)$ < תמיסת $\text{HI}(aq)$ < תמיסת $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$

pH התמיסה תלוי בריכוז יוני ההידרוניום או יוני ההידרוקסיד בתמיסה.

בטבלה שלהלן מוצגים הריכוזים של יוני ההידרוניום ויוני ההידרוקסיד בתמיסות הנתונות.

תמיסה	$\text{Ba}(\text{OH})_{2(aq)}$	$\text{NH}_3(aq)$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(aq)$	$\text{HI}(aq)$	$\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$
ריכוז התמיסה	0.5 M	0.5 M	0.5 M	0.5 M	0.5 M
ריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ בתמיסה			0	0.5 M	1 M
ריכוז יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ בתמיסה	1 M	0.5 M	0		
תחום ה-pH	גדול מ-7	גדול מ-7	7	קטן מ-7	קטן מ-7

ה-pH בתמיסות בסיסיות תלוי בריכוז יוני ההידרוקסיד. ככל שריכוז יוני ההידרוקסיד גבוה יותר pH התמיסה

גבוה יותר. ריכוז יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ בתמיסת $\text{Ba}(\text{OH})_{2(aq)}$ גדול מריכוז יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ בתמיסת $\text{NH}_3(aq)$, לכן ה-pH של

תמיסת $\text{Ba}(\text{OH})_{2(aq)}$ גבוה יותר.

ה-pH של תמיסת $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(aq)$ שווה ל-7, לכן בדירוג התמיסות היא נמצאת בין תמיסות בסיסיות לבין תמיסות חומציות.

ה-pH בתמיסות חומציות תלוי בריכוז יוני ההידרוניום. ככל שריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה גדול יותר

ה-pH של התמיסה יהיה נמוך יותר. ריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ בתמיסת $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$ גדול מריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ בתמיסת

$\text{HI}(aq)$, לכן ה-pH של תמיסת $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$ נמוך יותר.

סעיף ג'

ריכוז התמיסות השתנה (הריכוז ירד) כי הנפח של כל אחת מן התמיסות גדל ומספר המולים של המומס לא

השתנה.

סעיף ד'

כתוצאה מהוספת מים, ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסות החומציות ירד וריכוז יוני ההידרוקסיד בתמיסות הבסיסיות

ירד. לכן ה-pH בתמיסות $\text{HI}(aq)$ ו- $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$ עלה, וה-pH בתמיסות $\text{NH}_3(aq)$ ו- $\text{Ba}(\text{OH})_{2(aq)}$ ירד.

ה-pH בתמיסת $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(aq)$ לא השתנה - נשאר שווה ל-7.

סעיף ה'

היות שריכוז כל אחת מהתמיסות השתנה באותו אופן (הריכוז ירד), היחס בין ריכוז יוני ההידרוניום (או: ריכוז יוני

ההידרוקסיד) בכל אחת מן התמיסות לא השתנה. לכן דירוג ה-pH של התמיסות לא השתנה.

פתיח לסעיפים הבאים

לפניכם טבלה שבה מוצגים נתונים על הצבע של שלושה אינדיקטורים בערכי pH שונים.

צבעים של אינדיקטורים בערכי pH שונים

pH 0	pH 2	pH 4	pH 7	pH 10	pH 12	pH 14	אינדיקטור
אדום	אדום	ורוד	כחול	ירוק	ירוק	צהוב	מי כרוב
חסר צבע	חסר צבע	חסר צבע	חסר צבע	ורוד	ורוד	ורוד	פנול פתלאין
אדום	אדום	כתום	צהוב	צהוב	צהוב	צהוב	מתיל אורנג'

סעיף ד' (הציון בשאלון 037381 85)

(הציון בשאלון 037387 93)

- התבססו על הנתונים, וקבעו עבור כל אחד מן ההיגדים III-I אם הוא נכון או לא נכון. נמקו כל קביעה.
- I. פנול פתלאין הוא אינדיקטור המאפשר את זיהוי התמיסות הבסיסיות מבין התמיסות (1)-(4).
 - II. אפשר להבחין בין תמיסה (2) ובין תמיסה (3) בעזרת האינדיקטור מי כרוב.
 - III. אפשר להבחין בין תמיסה (1) ובין תמיסה (2) בעזרת אינדיקטור מתיל אורנג'.

התשובה

I - נכון קביעה:

II - נכון

III - לא נכון

נימוק:

- I - פנול פתלאין משנה את צבעו מחסר צבע לצהוב ורוד.
- II - מי כרוב משנים את צבעם מורוד (או: מאדום) בתחום החומצי לצהוב (או: לירוק) בתחום הבסיסי.
- III - התמיסות (1) ו-(2) הן תמיסות בסיסיות. האינדיקטור מתיל אורנג' מזהה את כל התמיסות הבסיסיות על ידי צבע צהוב, ולכן אינו מתאים להבחנה בין תמיסות בסיסיות שונות.

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

- הציונים גבוהים. רוב התלמידים ניתחו נכון את הנתונים על האינדיקטורים וקבעו נכון אם ההיגדים נכונים או לא נכונים. הטעויות המעטות שאותרו נובעות מקושי לנתח את נתוני השאלה:
- ◆ קביעה שגויה עבור היגד I וניסיון לנמקה:
 - "ההיגד לא נכון כי פנול פתלאין מאפשר זיהוי של כל התמיסות (1)-(4) על ידי שינוי צבע."
 - ◆ קביעה שגויה עבור היגד III וניסיון לנמקה:
 - "ההיגד נכון. אינדיקטור מתיל אורנג' מאפשר להבחין בין תמיסות (1)-(2) כי צבעו משתנה."

המלצות

מומלץ להיכנס לקורס "כימיה לעניין באתר של קמפוס IL (השימוש בקורס מחייב הרשמה ל קמפוס IL - הרישום חינם), לפרק חומצות ובסיסים :

שם תת-פרק	תת-פרק
מעבדת היכרות עם אינדיקטורים לחומצות ולבסיסים	6.2

מומלץ לעבוד עם התלמידים על יישומון [תגובות חומצה בסיס](#) שהוא סרט אינטראקטיבי. מומלץ לבצע עם התלמידים ניסוי חקר : [שימוש באינדיקטורים ותכונות חומצה בסיס](#). מומלץ לבצע עם התלמידים את המשימה : [סקלת - pH מדד לחומציות חומרים](#) . המשימה מכילה פעילות בעזרת סימולציה של הוספת מים לתמיסות חומציות ובסיסיות ומדידת ערכי pH של תמיסות. **ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 4, ג.3, ה.5 בטבלה בעמ' 5-7 .**

שאלה לתרגול

נתונים חמישה חומרים : $\text{NaOH}_{(s)}$, $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}_{(l)}$, $\text{HNO}_3_{(g)}$, $\text{Ba}(\text{OH})_{2(s)}$, $\text{H}_2\text{SO}_4_{(l)}$. הכינו חמש תמיסות מימיות על ידי המסה במים של 0.02 מול מכל אחד מן החומרים בכלי נפרד לקבלת 100 מ"ל תמיסה. התקבלו חמש תמיסות (1)-(5). נמדד ערך pH של כל אחת מן התמיסות :

התמיסה	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ערך pH	12.7	11.8	7.0	4.2	1.8
צבע פנול פתלאין					
צבע מתיל אורנג'י					
החומר שהומס במים					

היעזרו בטבלה שבפתיח לסעיף והשלימו את הטבלה.

התשובה

התמיסה	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ערך pH	12.7	11.8	7.0	4.2	1.8
צבע פנול פתלאין	ורוד	ורוד	חסר צבע	חסר צבע	חסר צבע
צבע מתיל אורנג'י	צהוב	צהוב	צהוב	כתום	אדום
החומר שהומס במים	$\text{Ba}(\text{OH})_{2(s)}$	$\text{NaOH}_{(s)}$	$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}_{(l)}$	$\text{HNO}_3_{(l)}$	$\text{H}_2\text{SO}_4_{(l)}$

סעיף ה' (הציון בשאלון 037381 84)

(הציון בשאלון 037387 88)

ערבבו את התמיסות זו עם זו על פי המתואר בטבלה שלפניכם. התרחשה תגובה בכל ערבוב. נתון : כל תרכובות האשלגן (K) הן חומרים קלי תמס, ואילו בריום גופרתי, $\text{BaSO}_4_{(s)}$, הוא חומר לבן קשה תמס. ענו בנוגע לכל אחד מן הניסויים **IV-I** שלפניכם :

- מהו תחום ה-pH של התמיסה לאחר הערבוב?
- האם התמיסה לאחר הערבוב מוליכה חשמל?

מספר ניסוי	התמיסות שעורבבו	תצפית על התמיסה לאחר הערבוב	תחום ה-pH של התמיסה לאחר הערבוב (חומצי או בסיסי או ניטרלי)	הולכה חשמלית של התמיסה לאחר הערבוב (מוליכה חשמל או לא מוליכה חשמל)
I	(1) ו-(3)	התמיסה צלולה		
II	(1) ו-(4)	התמיסה צלולה		
III	(2) ו-(3)	התמיסה צלולה		
IV	(2) ו-(4)	נוצר משקע לבן		

התשובה

מספר ניסוי	התמיסות שעורבבו	תצפית על התמיסה לאחר הערבוב	תחום ה-pH של התמיסה לאחר הערבוב (חומצי או בסיסי או ניטרלי)	הולכה חשמלית של התמיסה לאחר הערבוב (מוליכה חשמל או לא מוליכה חשמל)
I	(1) ו-(3)	התמיסה צלולה	ניטרלי (או: $pH = 7$)	מוליכה
II	(1) ו-(4)	התמיסה צלולה	חומצי (או: $pH < 7$)	מוליכה
III	(2) ו-(3)	התמיסה צלולה	בסיסי (או: $pH > 7$)	מוליכה
IV	(2) ו-(4)	נוצר משקע לבן	ניטרלי (או: $pH = 7$)	לא מוליכה

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום היא אנליזה.

ניתוח טעויות אופייניות

הציונים גבוהים. רוב התלמידים קבעו נכון את תחום ה-pH והולכה חשמלית של התמיסות שהתקבלו לאחר הערבוב. הטעות האופיינית היא קביעה שגויה שאין הולכה חשמלית של התמיסה לאחר הערבוב בניסוי I. התלמידים שטעו סבורים שאם התרחשה תגובת סתירה מלאה, התמיסה לאחר התגובה לא מוליכה חשמל, הם לא מתייחסים ליונים של המלחים קלי תמס הקיימים בתמיסה.

המלצות

מומלץ לבצע עם התלמידים את המשימה הדיאגנוסטית: [סתירה - מה היא מסתירה?](#) על פי ערכה להוראה מותאמת אישית. המשימה: ערבוב נפחים שונים של תמיסה חומצית עם תמיסה בסיסית. ריכוזי התמיסות זהים. מומלץ לבקש מהתלמידים לנמק את קביעת תחום ה-pH ואת ההולכה החשמלית בתמיסה לאחר הערבוב בכל אחד מן הניסויים. מומלץ לדון עם התלמידים בתגובה שהתרחשה בכל אחד מן הניסויים ובתוצרים שלה.

אפשר להציג את הנימוק בטבלה :

הניסוי	התמיסות המגיבות	יוני OH^- (aq) בתמיסת הבסיס		יוני H_3O^+ (aq) בתמיסת החומצה		התגובה התרחשה בשלמות או יש עודף	יונים ומולקולות בתמיסה לאחר התגובה	תחום ה-pH של התמיסה לאחר הערבוב	חשמלית של התמיסה לאחר הערבוב
		ריכוז (M)	מספר מולים (mol)	ריכוז (M)	מספר מולים (mol)				
I	$\text{KOH}_{(aq)}$ $\text{HCl}_{(aq)}$	1	0.1	1 M	0.1	בשלמות	K^+ Cl^- H_2O	ניטרלי	מוליכה
II	$\text{KOH}_{(aq)}$ $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$	1	0.1	2 M	0.2	עודף יוני H_3O^+ (aq)	H_3O^+ K^+ SO_4^{2-} H_2O	חומצי	מוליכה
III	$\text{Ba(OH)}_{2(aq)}$ $\text{HCl}_{(aq)}$	2	0.2	1	0.1	עודף יוני OH^- (aq)	OH^- Ba^{2+} Cl^- H_2O	בסיסי	מוליכה
IV	$\text{Ba(OH)}_{2(aq)}$ $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$	2	0.2	2	0.2	בשלמות	H_2O	ניטרלי	לא מוליכה

מומלץ להיכנס לקורס "כימיה לעניין באתר של קמפוס IL (השימוש בקורס מחייב הרשמה ל קמפוס IL - הרישום חנים), לפרק חומצות ובסיסים :

תת-פרק	שם תת-פרק	יחידה
6.6	חומצה בחומצה ומיהול תמיסות חומציות	יחידה שלישית - חומצה בחומצה
6.9	תגובות של חומצות ובסיסים	יחידה שלישית - ערבוב תמיסות חומציות ותמיסות בסיסיות
		יחידה רביעית - שיעורי בית
6.10	מים ותגובות סתירה	
6.11	pH ותגובות סתירה	

ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ב.5 בטבלה בעמ' 5-7 .

סעיף ו' (הציון בשאלון 037381 75)

(הציון בשאלון 037387 87)

בניסויים III-I התרחשו תגובות שיש להן אותו ניסוח נטו. כתבו ניסוח זה.

התשובה



לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא הבנה.

ניתוח טעויות אופייניות

בשאלון 037381 הציון בינוני ובשאלון 037387 הציון גבוה. חלק מהתלמידים התקשו לרשום ניסוח נטו המשותף לשלוש תגובות סתירה. יש תלמידים שלא מבחינים בין ניסוח נטו לתגובות סתירה לבין ניסוח יוני כולל של תגובות סתירה. הטעויות האופייניות:

♦ רישום ניסוחים שגויים:



♦ חוסר הבחנה בין ניסוח נטו לתגובות סתירה לבין ניסוח יוני כולל של תגובות סתירה:



♦ אי רישום מצבי צבירה ומצבי הופעה.

♦ רישום שגוי של מצב הצבירה של המים: $\text{H}_2\text{O}_{(\text{aq})}$.

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 4 לתוכנית הלימודים: [דוגמאות לתגובות לפרקים חומצות ובסיסים וחמצון-חיזור](#).

ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' א.1 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול לסעיפים ה-ו

נערכו חמישה ניסויים שבכל אחד מהם הוסיפו תמיסה אחרת ל-100 מ"ל תמיסת $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ בריכוז 0.5 M.

מספר ניסוי	התמיסה שהוספה ל-100 מ"ל תמיסת $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ בריכוז 0.5 M
(1)	100 מ"ל תמיסת $\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$ בריכוז 0.5 M
(2)	100 מ"ל תמיסת $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ בריכוז 1 M
(3)	150 מ"ל תמיסת $\text{KI}_{(\text{aq})}$ בריכוז 0.5 M
(4)	100 מ"ל תמיסת $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$ בריכוז 0.25 M
(5)	50 מ"ל תמיסת $\text{LiOH}_{(\text{aq})}$ בריכוז 0.5 M

א. באילו מן הניסויים התרחשה תגובה? רשמו ניסוח נטו לכל אחת מהתגובות שהתרחשו.

ב. קבעו עבור כל אחד מן הניסויים אם:

– בתום הניסוי pH התמיסה היה קטן מ-7, שווה ל-7 או גדול מ-7.

– pH התמיסה עלה, ירד או לא השתנה במהלך הניסוי.

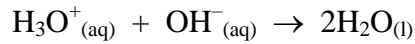
– התמיסה שהתקבלה בתום הניסוי מוליכה חשמל.

התשובה

סעיף א'

בשני ניסויים: (1) ו-(5), התרחשה תגובת סתירה.

ניסוח נטו לשתי התגובות:



סעיף ב'

מספר ניסוי	תחום של pH התמיסה בתום הניסוי	שינוי ה- pH של התמיסה במהלך הניסוי	הולכה חשמלית של התמיסה בתום הניסוי
(1)	pH > 7	עלה	מוליכה
(2)	pH < 7	עלה	מוליכה
(3)	pH < 7	עלה	מוליכה
(4)	pH < 7	לא השתנה	מוליכה
(5)	pH = 7	עלה	מוליכה

סעיף ז' (הציון בשאלון 037381 77)

(הציון בשאלון 037387 81)

בחרו מבין הניסוחים (1)-(3), מהו הניסוח המתאים לתגובה שהתרחשה בניסוי IV.

- (1) $\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) + 2\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- (2) $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- (3) $\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) + 2\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

התשובה

ניסוח (3).

לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציונים בינוניים. חלק מהתלמידים בחרו בניסוח (2). הטעות נובעת מחוסר התייחסות למצב צבירה נוזל של חומצה גופרתית כי בניסוי IV מתוארות תמיסות. טעות נוספת היא הבחירה בניסוח (1) כתוצאה מחוסר התייחסות לנתון שבניסוי זה התרחשה תגובת שיקוע.

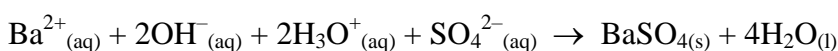
המלצות

מומלץ לתרגל עם התלמידים רישום ניסוחים של תגובות סתירה בין תמיסות שונות, ניסוח יוני כולל וניסוח נטו. מומלץ לעבור עם התלמידים על ניתוח שאלה 13 בניתוח בגרות תשע"ח: [חוברות ניתוח בגרות](#).

ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ד.5 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

ביצעו ניסוי שבו הגיבו 50 מ"ל תמיסת חומצה גופרתית, $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$, בריכוז 0.5 M, עם 100 מ"ל תמיסת בריום הידרוקסיד, $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq})$. התגובה התרחשה בשלמות. נוצר משקע:



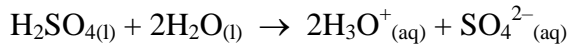
א. נסחו את התהליך המתרחש כאשר מכניסים למים חומצה גופרתית, $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$.

ב. נסחו את תהליך המתרחש כאשר מכניסים למים בריום הידרוקסיד, $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{s})$.

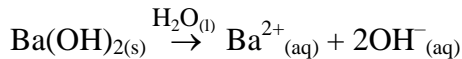
- ג. חשבו את הריכוז של תמיסת $\text{Ba(OH)}_{2(\text{aq})}$ שהגיבה בניסוי. פרטו את חישוביכם.
- ד. חשבו את מסת המשקע שנוצר בתגובה. פרטו את חישוביכם.
- ה. המוליכות החשמלית של התמיסה שהתקבלה בתום התגובה זניחה. הסבירו עובדה זו.

התשובה

סעיף א'



סעיף ב'



סעיף ג'

מספר המולים של חומצה גופרתית שהגיבו :

$$0.1 \text{ liter} \times 0.5 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.05 \text{ mol}$$

- בתהליך ההמסה, מ- 1 מול $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{l})}$ מתקבלים 2 מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ ו- 1 מול יוני $\text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$.
- לכן מ- 0.05 מול $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{l})}$ מתקבלים 0.1 מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ ו- 0.05 מול יוני $\text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$.
- על פי יחס המולים בניסוח התגובה : 0.1 מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ ו- 0.05 מול יוני $\text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$,
- הגיבו עם 0.1 מול יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ ו- 0.05 מול יוני $\text{Ba}^{2+}_{(\text{aq})}$.
- לכן מספר המולים של $\text{Ba(OH)}_{2(\text{aq})}$ שהגיבו הוא 0.05 מול.

$$\frac{0.05 \text{ mol}}{0.1 \text{ liter}} = 0.5 \text{ M}$$

הריכוז של תמיסת $\text{Ba(OH)}_{2(\text{aq})}$ שהגיבה :

סעיף ד'

- על פי ניסוח התגובה יחס המולים בין יוני $\text{Ba}^{2+}_{(\text{aq})}$ למוצק $\text{BaSO}_{4(\text{s})}$ הוא 1:1,
- אם מגיבים 0.05 מול יוני $\text{Ba}^{2+}_{(\text{aq})}$, מתקבלים 0.05 מול $\text{BaSO}_{4(\text{s})}$.

$$233 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של $\text{BaSO}_{4(\text{s})}$

$$0.05 \text{ mol} \times 233 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 11.65 \text{ gr}$$

מסת המשקע שנוצר בתגובה :

סעיף ה'

המוליכות החשמלית של התמיסה שהתקבלה בתום התגובה זניחה, כי בתמיסה אין יונים ניידים.

קישורים לחומרים מומלצים נוספים שאינם קשורים לניתוח השאלות מבחינת הבגרות, באתרים העוסקים בהוראת הכימיה

מס'	קישור	פירוט
אתר מפמ"ר כימיה, משרד החינוך		
1	תובנות מבחינות הבגרות	תובנות בעקבות תהליך ההערכה של בחינת הבגרות תשפ"ב - המסמך נכתב על ידי צוות המעריכים הבכירים במר"ב"ד: קבצים בעברית ובערבית משימות אוריינות
2	מאמרים מעובדים	
3	מיומנויות חשיבה	דוגמאות לפעילויות המעודדות ביטוי של מיומנויות חשיבה
4	צפיין	דוגמאות לבחינות עתירות מדיה בכימיה: ניתן לראות בצפיין הבחינות דוגמאות לבחינות מתוקשבות עתירות מדיה שהתקיימו בעבר.
5	שידורי כימיה מוקלטים	שיעורי כימיה מוקלטים במסגרת תכנית השידורים הלאומית.
קבוצת הכימיה במחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע		
6	חדרי בריחה כימיים	שיעורי כימיה בסגנון חדרי בריחה. הנושאים: הטבלה המחזורית, חומצות ובסיסים, כימיה בסיסית, מקורות אנרגייה וגז טבעי.
7	משימות דיאגנוסטיות	ערכות להוראה מותאמת אישית המבוססת על אבחון תפיסות שגויות של התלמידים. אבחון התפיסות נעשה באמצעות משימות דיאגנוסטיות בנושאים: מושגי יסוד, מבנה וקישור, חמצון-חיזור, חומצות ובסיסים, סטויכימטריה, אנרגייה.
קבוצת הכימיה בפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון		
8	בריחת המוחות - חדרי בריחה	שיעורי כימיה בסגנון חדרי בריחה: בריחת המוחות - חדרי בריחה. חדר בריחה מקורי המכניס את התלמידים לעולם הכימיה בדרך חווייתית.
9	הגורמים המשפיעים על בחירת קריירה בכימיה	הרצאה מאת ד"ר שירלי אברגיל בכנס מורי הכימיה: הגורמים המשפיעים על בחירת קריירה בכימיה מנקודת מבטם של סטודנטים לכימיה בשנה השלישית לתואר
המרכז הארצי למורי הכימיה		
10	ניתוח בחינות הבגרות שהתקיימו בשנים תשס"ט-תשפ"א	ניתוח סטטיסטי ואנליטי של בחינת הבגרות בהיקף 55% - שאלונים 037381 ו-037387 (בחינה מתוקשבת). הניתוח מאפשר איתור של שגיאות אופייניות וקשיי למידה של תלמידים, ומציאת דרכים להתגבר עליהן.
11	חוברות סיכום ניתוח שאלות מבחינות הבגרות לפי נושאים	נושאי החוברות: מבנה וקישור, חמצון-חיזור, סטויכימטריה, חומצות ובסיסים, אנרגייה. חוברות המשך בנושאים אלה.
12	הרצאות בכנסים ארציים למורי הכימיה	הרצאות בנושאים שונים - מומלץ להיעזר בהרצאות של מומחים ומורים, שניתנו בכנסים ארציים למורי הכימיה.
13	פעילויות שפותחו בקהילות מורים	פעילויות בנושאים שונים בהוראת הכימיה שפותחו בקהילות מורי הכימיה.
14	הרצאות מתוקשבות	הרצאות מתוקשבות בכימיה ובתחומי מדע נוספים הניתנים על ידי מומחים בתחומים אלה.
15	פעילויות מתוקשבות בנושא מבנה וקישור	פעילויות מתוקשבות בנושא מבנה וקישור: מודלים ממוחשבים ולומדות.
16	על-כימיה	כתב העת למורי הכימיה, 38 גיליונות של כתב עת.
17	70 שנות כימיה	גיליון חגיגי לכבוד שנת ה-70 למדינה, גיליון מיוחד של "על-כימיה".
אתרים שונים		
18	How to support students' graphical reasoning chemistry	הרצאה ב- YouTube בנושא מעניין בהוראת הכימיה: כיצד לתמוך בהבנת התלמידים של גרפים בכימיה: Build me an argument about: How to support students' graphical reasoning chemistry/Jon-Marc G. Rodriguez, Ph.D. University of Wisconsin - Milwaukee. 27.09.2022
19	על שיטות הוראה ועל היומרה ללמד תלמידים לחשוב	על שיטות הוראה ועל היומרה ללמד תלמידים לחשוב חשיבה יישומית, ד"ר משה גרנות, לשעבר מפקח כולל על בתי ספר על-יסודיים במחוז תל אביב, ארגון המורים, קשר עין, גיליון 309, מאי-יוני תשפ"ב 2022