

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

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

בראשות: זיוה בר-דב

צוות הכתיבה: אורית וינשטוק

חולוד חלף

ריס סאבא

אלה פרוטקין-זילברמן

רחל קלנר

עדינה שינפלד

נאוה תמם

יעוץ מדעי ופדגוגי

מכון ויצמן למדע:

פרופ' רון בלונדר

פרופ' גלעד הרן

ד"ר רחל ממלוק-נעמן

ד"ר דבורה מרצ'ק

ד"ר דבורה קצביץ

משרד החינוך:

ד"ר דורית טייטלבוים, מפמ"ר כימיה

מדריכות כימיה:

לימור באום ניהאל נאסר

יסמין ג'נאח חמוד רונית פיס דוד

ד"ר אורית ויצמן ד"ר חגית שפק

ד"ר ורדה כספי

פברואר 2024

תוכן עניינים

עמ'

3.....	ניתוח התוצאות של בחינת הבגרות בכימיה_שאלונים 037381 ו- 037387 תשפ"ג
	קישורים לחומרים המומלצים בניתוח השאלות מבחינת הבגרות תשפ"ג
5.....	באתרים העוסקים בהוראת הכימיה.....
9.....	ניתוח התוצאות של השאלות רבות הברירה - שאלות 1-8 בבחינת הבגרות תשפ"ג.....
10.....	ניתוח התוצאות של שאלה 1.....
13.....	ניתוח התוצאות של שאלה 2.....
16.....	ניתוח התוצאות של שאלה 3.....
21.....	ניתוח התוצאות של שאלה 4.....
25.....	ניתוח התוצאות של שאלה 5.....
28.....	ניתוח התוצאות של שאלה 6.....
29.....	ניתוח התוצאות של שאלה 7.....
33.....	ניתוח התוצאות של שאלה 8.....
35.....	ניתוח התוצאות של השאלות הפתוחות בבחינת הבגרות תשפ"ג.....
36.....	ניתוח התוצאות של שאלה 9 ניתוח קטע ממאמר מדעי.....
56.....	ניתוח שאלה 10 מבנה האטום, מבנה וקישור, חישובים.....
71.....	ניתוח שאלה 11 חומצות שומן, מבנה וקישור, חישובים.....
96.....	ניתוח שאלה 12 חומצות ובסיסים.....
117.....	ניתוח שאלה 13 חמצון-חיזור, מבנה וקישור, חישובים.....
133.....	ניתוח שאלה 14 מבנה וקישור, חמצון-חיזור, חומצות ובסיסים.....
	קישורים לחומרים מומלצים נוספים שאינם קשורים לניתוח השאלות
154.....	מבחינת הבגרות, באתרים העוסקים בהוראת הכימיה.....

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

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](#) וב- [אתר המפמ"ר](#).

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 9-14 מתבסס על הממצאים הסטטיסטיים של מכון סאלד - ציוני שאלות וציוני סעיפים, על ציוני המדגם הנעשה על ידי המעריכים הבכירים - ציוני תת-סעיפים, ועל טעויות אופייניות שאותרו על-ידי מעריכי בחינת הבגרות.

השנה ניגשו לבחינה **10,674** תלמידים, על-פי הממצאים של מכון סאלד:

10,135 תלמידים ניגשו לשאלון הבחינה 037381

539 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"ג
באתרים העוסקים בהוראת הכימיה

מס'	שאלה וסעיף	קישור	פירוט
א. אתר מפמ"ר כימיה, משרד החינוך			
1 א	10ב, 12	דוגמאות לתגובות לפרקים חומצות ובסיסים וחמצון-חיזור	דוגמאות לתגובות שהתלמיד צריך להכיר, שיינתנו לתלמידים לפי הצורך כנתון בשאלות הבגרות - נספח 4 לסילבוס "דוגמאות לתגובות לפרקים חומצות ובסיסים וחמצון-חיזור".
2 א	10ג	המונחון לנוסחאות של חומרים	מונחון לנוסחאות של חומרים - נספח 1 לסילבוס, שפורסם על ידי הפיקוח על הוראת הכימיה.
3 א	10א	דוגמאות לתיאור חומרים ברמות הבנה שונות (מאקרוסקופי, מיקרוסקופי וסמל)	נספח 3 לסילבוס: דוגמאות לתיאור חומרים ברמות הבנה שונות (מאקרוסקופי, מיקרוסקופי וסמל).
4 א	12	שימוש באינדיקטורים ותכונות חומצה בסיס	ניסוי חקר כמו "שימוש באינדיקטורים ותכונות חומצה בסיס", מעבדות חקר - מאגר ניסויים ברמות שונות.
5 א	4, 10-ii	דף נוסחאות	דף נוסחאות לשאלון 55% מתוך 70% הכולל נוסחאות לחישובים, קבוצות פונקציונליות לתרכובות פחמן.
6 א	10א	תובנות מבחינות הבגרות	תובנות מבחינות הבגרות (בעברית ובערבית)
7 א	9ב	קביעת נוסחת הידראט	ניסוי: קביעת נוסחת הידראט, המופיע בלשונית מעבדות החקר.
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.			
1 ב	2	קוטביות או לא להיות	ערכה להוראה מותאמת אישית: תרגול נושא הקוטביות. המשימה: מבנה מרחבי וקוטביות של מולקולות.
2 ב	3, 12	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.
3 ב	4	המסה של חומרים מולקולריים	ערכה להוראה מותאמת אישית: המסה של חומרים מולקולריים. מטרת המשימה: תיאור המסה של חומר מולקולרי במים, ברמת הסמל וברמת המיקרו.
4 ב	12	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.
5 ב	12	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.
6 ב	7, 13א, ב	מי מחזר כאן?	ערכה להוראה מותאמת אישית: מי מחזר כאן?. מטרת המשימה: בדיקת תפיסות שגויות מגוונות אצל התלמידים בנושא חמצון-חיזור.
7 ב	10ה, 14ב-ii	מי גבוהה יותר?	ערכה להוראה מותאמת אישית: מי גבוהה יותר?. מטרת המשימה: לחדד את הבנת הגורמים המשפיעים על חוזק של אינטראקציות ון-דר-ולס ועל טמפרטורת הרתיחה.
8 ב	12	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.
9 ב	11ח	קפה בארבע שכבות	ניסוי חקר: קפה בארבע שכבות, ניסוי 13 בתוכנית "כימיה בגישה חוקרת".
10 ב	9ה	מצבי צבירה - חומרים מולקולריים	המשימה מקיפה את התפיסות השגויות הנפוצות בקרב תלמידים בנושא מצבי צבירה והמעבר ביניהם.
ג. קבוצת הכימיה בפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון			
1 ג	9ג, ה, ח	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.
2 ג	11א, ג, ה	פעילות מתוקשבת בנושא חומצות שומן	פעילות מתוקשבת בנושא חומצות שומן, ד"ר אורית הרשקוביץ.

מס'	שאלה וסעיף	קישור	פירוט
ג 3	12	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.
ג 4	11א, ג, ה	שומנים ושמינים - עובדות מפתיעות	מצגת: שומנים ושמינים - עובדות מפתיעות, ד"ר אורית הרשקוביץ וד"ר צבייה קברמן.
ג 5	11א, ג, ה	טעם של כימיה	ספר לימוד הדיגיטאלי "טעם של כימיה", ד"ר אורית הרשקוביץ, ד"ר צביה קברמן, ראש פרויקט פרופ' יהודית דורי.
ג 6	11ב, ד	כימיה של מזון	הפעילויות פותחו בטכניון על ידי קבוצת מורים: אורטל צרור, מרצ' אדרי, מורן פרלשטיין ואבישי כהן, בהנחיית ד"ר אורית הרשקוביץ, ראש פרויקט פרופ' יהודית דורי.
ג 7	9כללי	אורינות כימית	משימות אורינות ל"מבוא לכימיה" בדגש על ידע אפיסטימולוגי - חומרי עזר למורה, 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, 4, 9ח, 10ה, ו, י, 13ד	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.	12	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.	9, 11ט, 13ג	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.	3, 10ז, 11ז	חוברת ניתוח בגרות	חוברת של ניתוח בגרות תשע"ט-תשפ"ב.
ד 6.	7, 13ז, 14ב-ii	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.	5, 6, 9ח	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.	10ו-י	תמיסה מימית של אשלגן יודי	שלוש אנימציות בנושא תמיסות של חומרים.
ד 8.	10ו-י	תמיסה של יוד בהקסאן - אנימציה	
ד 8.	10ו-י	תמיסה מימית של מתאנול - אנימציה	
ד 9.	12	חומצות, בסיסים ושלל צבעים	ניסוי: חומצות, בסיסים ושלל צבעים - ניסוי חקר רמה I, עיבוד ע"י נורית דקלו ושרה אקונס לניסוי TEMI "תעלומת קנקן התה הסיני", פנינה יקירביץ.
ד 10.	12	סולם pH	משימות בנושא סולם pH - יישומון ודפי עבודה.
ד 11.	12	מעבדה וירטואלית בנושא חומצות ובסיסים	יישומון "מעבדה וירטואלית בנושא חומצות ובסיסים". המעבדה כוללת מיהול תמיסות חומציות ובסיסיות והשפעת המיהול על pH.
ד 12.	10א	דוגמאות נוספות לתיאור חומרים ברמות הבנה שונות	מצגת שערכה גליה גויכברג: דוגמאות לתיאור חומרים ברמות הבנה שונות.
ד 13.	11ט	"היבטים כמותיים בכימיה"	לומדה: "היבטים כמותיים בכימיה" שהוכנה ע"י ד"ר שלי ליבנה. הלומדה מכילה מספר רב של תרגילי חישוב, בנושאי הלימוד השונים.
ד 14.	1	שיר על מבנה האטום	סרטון באנגלית: שיר על מבנה האטום. ההיסטוריה של מבנה האטום בחרוזים.
ד 15.	14א	מודלים של מתכת נתרן במצב נוזל ובמצב מוצק	אנימציות בנושא מבנה של חומרים.
ד 16.	10ה, 14א	מודלים של מצבי הצבירה של ברם	
ד 17.	12	סרט אינטראקטיבי העוסק בתגובות חומצה בסיס	סרט אינטראקטיבי העוסק בתגובות חומצה בסיס, שאליו מצורפות משימות מתוקשבות.
ד 18.	9ח	ניתוח בחינת הבגרות 2009	ניתוח בחינת הבגרות תשס"ט 2009.

מס'	שאלה וסעיף	קישור	פירוט
ד. 19	11ב,ד	מי הזיז את הגבינה מהפיצה שלי?	פעילות חקר: מי הזיז את הגבינה שלי? במסגרת התוכנית "מנה במבחנה".
ד. 20	11ו	קשיים בנושא "טעם של כימיה" והצעות התמודדות	דף עבודה: רישום נוסחאות מבנה של טריגליצרידים, מתוך המסמך: קשיים בנושא "טעם של כימיה" והצעות התמודדות, שפותחה במסגרת "קהילות לומדות" ע"י נורית דקלו.
ד. 21	11ח	ערבוב נוזלים מורחב	ערבוב נוזלים מורחב - ניסוי ברמה I. פותח בקהילת השרון תשע"ח.
ד. 22	11ח	השאלה בנושא חומצות שומן	השאלה בנושא חומצות שומן שחיברה ד"ר מלכה יאיון, מתוך פעילות פתיחה בנושא טעם של כימיה.
ד. 23	11ט	שייק ספורטיבי	הפעילות שייק ספורטיבי במסגרת התוכנית "מנה למבחנה" שפיתחו ורד אדלר וחגית לוי.
ד. 24	6	מאגרי שאלות תרגול בנושאי הלימוד	חוברת: שאלות תרגול בנושאים "אנרגיה" ו-"קצב תגובה", מן החוברות המכילות מאגרי שאלות תרגול בנושאי הלימוד. השאלות נלקחו מחוברות ניתוח התוצאות של בחינות הבגרות בכימיה, שאלונים 037381 ו-037387 תשע"ח - תשפ"ב
ד. 25	8	המצגת "קינטיקה"	המצגת "קינטיקה" בעריכה של שרה אקונס
ד. 26	8	הצעות לניסויים	ניסויי חקר והדגמות מתוך התוכנית מנה במבחנה, מתוך פרויקט ד"ר איתן קריין, מתוך השתלמות מעבדות חקר בשנת הלימודים תשע"ז 2017 במרכז הארצי מורי הכימיה בהנחיית: שרה אקונס ורן פלג, מבנית מעבדת החקר כמקדמת למידה משמעותית ניסויים הקשורים לקינטיקה.
ד. 27	7	חמצון-חיזור - מה באמת קורה שם?	משימה דיאגנוסטית: חמצון-חיזור - מה באמת קורה שם? קהילות מורים תשע"ז
ה. מכון דוידסון, הזרוע החינוכית של מכון ויצמן למדע			
ה. 1	11א-ה	שמנים ושומנים, חומצות שומן	מצגת: שמנים ושומנים, חומצות שומן, "כימיה ברשת".
ה. 2	11ב,ד	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 המתייחס להיבטים שונים של הנושא, כולל הידרוגנציה.
ה. 3	8	מיומנות מעבדה	מצגת: מיומנות מעבדה מתוכנית "כימיה ברשת".
ה. 4	11ט	תמיסות וריכוזים	מצגת תמיסות וריכוזים מתוכנית "כימיה ברשת".
ה. 5	12	תגובות חומצה בסיס	יישומון "תגובות חומצה בסיס" שהוא סרט אינטראקטיבי, ד"ר אבי סאייג.
ה. 6	12	סרטונים המציגים את התגובות בחומצות ובסיסים	סרטונים המציגים את התגובות ב"חומצות ובסיסים", בהתאם לדף התגובות שפורסם ע"י הפיקוח על הוראת הכימיה.
ה. 7	1	"שעשועון כימי על מבנה האטום"	ניתן לסכם את החומר בעזרת שעשועון כימי על מבנה האטום.
ה. 8	1	"הסוד של האטום"	מצגת: הסוד של האטום, "כימיה ברשת".
ה. 9	1	"אלקטרונים באטום"	מצגת: אלקטרונים באטום, "כימיה ברשת".
ה. 10	10ה	מצבי צבירה.	כתבה: מצבי צבירה, מאת ד"ר ארז גרטי, הכולל קישורים ליישומנים מתאימים.
ה. 11	9א	סריג יוני	מומלץ לתרגל כתיבת נוסחאות אמפיריות ממצגת בנושא: סריג יוני, "כימיה ברשת".
ו. אתרים שונים			
ו. 1	14ג	דרגות חמצון	שיעור 2 בנושא חמצון-חיזור: "דרגות חמצון". מורה: מירה תמיר, מערכת השידורים הלאומית.
ו. 2	10ה	שינוי מצבי צבירה	סרטון: שינוי מצבי צבירה YouTube
ו. 3	6	חישוב השינוי באנתלפיה לפי חוק הס	שיעור של איריס שנער בנושא: חישוב השינוי באנתלפיה לפי חוק הס, במסגרת מערכת השידור הלאומית.
ו. 4	10ב	תגובות מתכות אלקליות עם מים	סרטון: תגובות מתכות אלקליות עם מים YouTube
ו. 5	12	pH scale	סימולציות של PhET Colorado
ו. 6	13ו	איזון תגובות	
ו. 7	13ו	משחק איזון תגובות	
ו. 8	1	בנה אטום	
ו. 9	4	קשרי מימן	סרטון: קשרי מימן, ערן שמואל, YouTube

מס'	שאלה וסעיף	קישור	פירוט
10.	5, 7, 12	Campus IL	קורס "כימיה לעניין" באתר של קמפוס IL (השימוש בקורס מחייב הרשמה לקמפוס IL - הרישום חינם): פרק 5 - חמצון-חיזור, פרק 6 - חומצות ובסיסים, פרק 7 - אנרגייה וקצב תגובה.
11.	1	"היערכות אלקטרונים באטום"	היערכות אלקטרונים באטום, שיעור 4, יגאל לינקובסקי, יונים ונוסחת ייצוג אלקטרונים באטומים ויונים חד-אטומיים, במסגרת מערכת שידור לאומית.
12.	1	"מבנה האטום"	מבנה אטום, שירן צפירי, Related Worksheet
13.	1, 9א	ממה מורכב העולם חלק ב	הקורס: ממה מורכב העולם חלק ב, של אוניברסיטת תל-אביב המופיע בקמפוס IL.
14.	iב14	קשרים כימיים: קשרים קוולנטיים	סרטון "קשרים כימיים: קשרים קוולנטיים" באתר YouTube.
15.	iiד14	המסת מלח והולכת זרם בתמיסה מימית של מלח	סרטון "המסת מלח והולכת זרם בתמיסה מימית של מלח", כימיה בקלות, אתר YouTube.
16.	ו13	גזים אצילים	גזים אצילים, ספרייה של מט"ח.
17.	ו13	ארגון	ארגון, ספרייה של מט"ח.
18.	ד,ב11	משחק Quizizz	משחק לתרגול משחק Quizizz
19.	ד,ב11	טמפרטורת התכה של חומצות שומן	סיכום של הנושא מאת הדס אהרוני: טמפרטורת התכה של חומצות שומן
20.	ד,ב11	נושא השיעור: חומצות שומן	סרטון "נושא השיעור: חומצות שומן". מערכת שידורים לאומית, המורה: ערן שמואל.
21.	ד,ב11	הכנה לבגרות - שומנים	סרטון בערבית "נושא השיעור: הכנה לבגרות - שומנים". מערכת שידורים לאומית, המורה: נאדיה גנאים.
22.	ב10	Reaction of Lithium and Water	סרטון YouTube Reaction of Lithium and Water
23.	ב10	Reaction of Potassium and Water	סרטון YouTube Reaction of Potassium and Water
24.	ב10	Reaction of Sodium and Water	סרטון YouTube Reaction of Sodium and Water
25.	ד14	How Water Dissolves Salt	סרטון YouTube How Water Dissolves Salt

ניתוח התוצאות של שאלות רבות ברירה - שאלות 8-1 בבחינת הבגרות תשפ"ג

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 המסוימים.

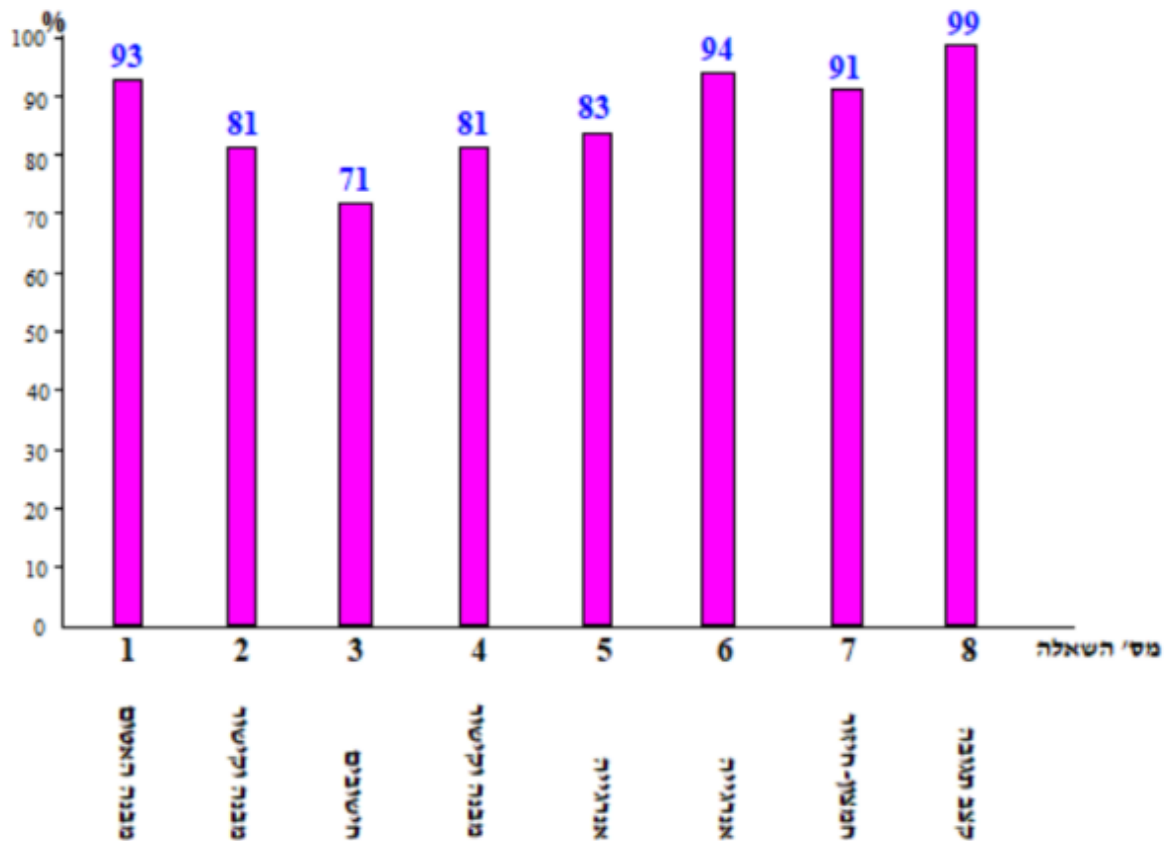
הנחיות למענה על שאלות רבות ברירה - קיץ תשפ"ג:

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

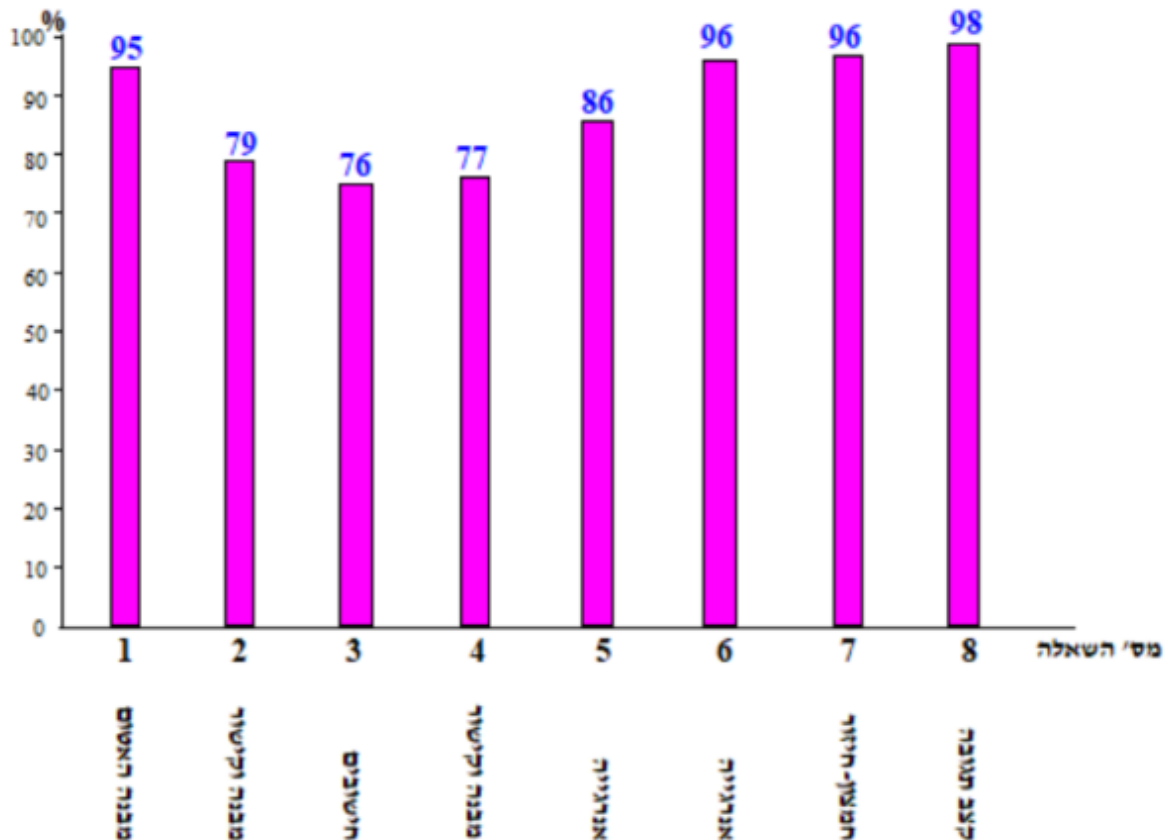
ציונים ממוצעים ורמות החשיבה של שאלות 8-1:

נושא	מבנה האטום	מבנה וקישור	חישובים	מבנה וקישור	אנרגייה	אנרגייה	חמצון-חיזור	קצב תגובה
שאלה	1	2	3	4	5	6	7	8
ציון	93	81	71	81	83	94	91	99
	95	79	76	77	86	96	96	98
רמת חשיבה	הבנה	יישום	יישום	אנליזה	יישום	יישום	יישום	יישום

ציונים ממוצעים של שאלות 8-1 בשאלון 037381:



ציונים ממוצעים של שאלות 1-8 בשאלון 037387:



ניתוח התוצאות של שאלה 1

1 מבנה האטום

בטבלה שלפניכם מוצגים נתונים על ההרכב של שלושה חלקיקים שמסומנים באופן שרירותי באותיות X, Y, Z.

החלקיק	מספר פרוטונים	מספר נויטרונים	ההיערכות אלקטרוניים
X	18	18	2,8,8
Y	17	18	2,8,8
Z	18	20	2,8,8

מהי הקביעה הנכונה?

שאלון 037381
שאלון 037387

- א. 4% המטען של הגרעין בחלקיקים X ו-Y הוא זהה.
- ב. 1% לכל אחד משלושת החלקיקים X, Y ו-Z אין מטען חשמלי.
- ג. 93% 95% החלקיקים X ו-Z הם איזוטופים של אותו יסוד.
- ד. 2% שלושת החלקיקים X, Y ו-Z הם אטומים של יסודות שונים.

הנימוק

התשובה הנכונה היא ג'.

איזוטופים הם חלקיקים בעלי אותו מספר פרוטונים בגרעין ומספר שונה של נייטרונים. לפי נתוני הטבלה לחלקיקים X ו-Z מספר פרוטונים שווה ומספר נייטרונים שונה.

מסיח א' אינו נכון. המטען הגרעיני של האטום נקבע על פי מספר הפרוטונים בגרעין. לשני החלקיקים X ו-Y מספר פרוטונים שונה - המטען הגרעיני שונה.

מסיח ב' אינו נכון. חלקיקים Z ו-X הינם אטומים נייטרליים ואילו החלקיק Y הוא יון שלילי.

(בחלקיק X מספר הפרוטונים בגרעין 18 ומספר האלקטרונים 18 - אטום,

בחלקיק Y מספר הפרוטונים בגרעין 17 ומספר האלקטרונים 18 - יון שלילי,

בחלקיק Z מספר הפרוטונים בגרעין 18 ומספר האלקטרונים 18 - אטום).

מסיח ד' אינו נכון. חלקיקים X ו-Z (איזוטופים) בעלי מספר פרוטונים זהה ולכן הם אטומים של אותו יסוד.

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

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ← לקשר בין מספר הפרוטונים בגרעין לבין המטען הגרעיני של אטום.
- ← ליישם את המושג "איזוטופים".
- ← לקבוע אם החלקיקים הנתונים הם איזוטופים.
- ← לקבוע את מטען החלקיק בעזרת השוואה בין מספר פרוטונים בגרעין ומספר אלקטרונים באטום.
- ← לקבוע אם אטומים שונים הם אטומים של אותו יסוד על פי מספר הפרוטונים בגרעין אטומים אלה.

סיבות אפשריות לטעויות

הציון גבוה בשני השאלונים. רוב התלמידים ידעו ליישם את הגדרת המושג "איזוטופ". הם קבעו שחלקיקים X ו-Z הם איזוטופים כי מספר הפרוטונים שלהם שווה ומספר הנייטרונים שונה.

4% מהתלמידים בחרו במסיח א'. תלמידים אלה לא הצליחו לקשר בין מספר הפרוטונים בגרעין לבין המטען הגרעיני.

2% מהתלמידים בחרו במסיח ד'. הם לא הפנימו כי זהות האטום נקבעת על פי מספר הפרוטונים בגרעין.

1% מהתלמידים בחרו במסיח ב'. תלמידים אלה התקשו לקבוע מטען חשמלי של חלקיק. יתכן והתבלבלו בין המושג "מטען גרעיני" לבין המושג "מטען חשמלי".

המלצות

- מאחר ונושא מבנה האטום נלמד בכיתה י', מומלץ לכלול את המושגים בנושא זה בנושאי חזרה לקראת בחינת הבגרות, כדי לעזור לתלמידים להיזכר בנושא ולענות לשאלות מסוג זה.
- מומלץ להבהיר לתלמידים כיצד אפשר לקבוע על פי הרכב החלקיק: זהות של אטום, מיקום של אטום היסוד בטבלה המחזורית, אם החלקיקים הנתונים הם איזוטופים, מטען חלקיק ומטען גרעין.
- מומלץ להשתמש במושג "מטען גרעיני" בנוסף למושגים המוכרים יותר: "מספר פרוטונים בגרעין" ו"מספר אטומי".

- מומלץ לתרגל עם התלמידים שאלות דומות, כגון שאלות המופיעות בבחינות הבגרות, לדוגמה: תשע"ז - שאלה 3 א', תשע"ו שאלה 1, תשע"ה - שאלה 1 ב', תשע"ד - שאלה 3 ב', תש"ע שאלה 1 א'.
 - ניתן למצוא שאלות מסוג זה עם תשובות מפורטות בחוברת: [מאגר שאלות בנושא "מבנה האטום"](#).
 - מומלץ לתת לתלמידים שיעורי בית: לראות את הסרטון [היערכות אלקטרונים באטום](#) ולבצע את התרגילים ולהקשיב להסבר.
 - מומלץ להשתמש בסיכום הנושא: [מבנה האטום](#).
 - מומלץ להציג לתלמידים סרטון: [שיר על מבנה האטום](#).
 - ניתן להיעזר במצגות [הסוד של האטום](#) ו- [אלקטרונים באטום](#).
 - מומלץ לבקש מהתלמידים לבצע את הסימולציה [בנה אטום](#).
 - ניתן לסכם את החומר בעזרת [שעשועון כימי על מבנה האטום](#).
- ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 1.ד, 14.ה, 7.ה, 8.ה, 9.ו, 8.ו, 11.ו, 12.ו בטבלה בעמ' 5-7.**

שאלה לתרגול

בטבלה שלפניכם מובאים נתונים אודות שישה חלקיקים של יסודות שונים המסומנים באותיות שרירותיות מ-a עד f. השלימו את הטבלה.

החלקיק	מספר פרוטונים	מספר נויטרונים	מספר אלקטרונים	מספר אטומי	מספר מסה	מטען הגרעין	מטען חשמלי	היערכות אלקטרונים	זהות החלקיק
a	9	11	10						
b	12	14	10						
c	15	16	18						
d	17	20	18						
e	18	22	18						
f	12	12	12						

התשובה

החלקיק	מספר פרוטונים	מספר נויטרונים	מספר אלקטרונים	מספר אטומי	מספר מסה	מטען הגרעין	מטען חשמלי	היערכות אלקטרונים	זהות החלקיק
a	9	11	10	9	20	9	-1	2,8	F
b	12	14	10	12	26	12	+2	2,8	Mg ²⁺
c	15	16	18	15	31	15	-3	2,8,8	P ³⁻
d	17	20	18	17	37	17	-1	2,8,8	Cl ⁻
e	18	22	18	18	40	18	0	2,8,8	Ar
f	12	12	12	12	24	12	0	2,8,2	Mg

ניתוח התוצאות של שאלה 2

2 מבנה וקישור

לפניכם הנוסחאות המולקולריות של ארבע מולקולות: $CICN$, CO_2 , C_2Cl_2 , CS_2 .
 המבנה של כל אחת מן המולקולות הוא קווי.
 לפניכם ארבעה היגדים, א-ד, בעניין הקשרים הקוולנטיים במולקולות וקוטביות המולקולות.
 מהו ההיגד הנכון?

שאלון 037381
 שאלון 037387

- 5% א. בכל המולקולות, כל הקשרים הקוולנטיים הם קוטביים.
 9% ב. המולקולות CO_2 ו- C_2Cl_2 הן קוטביות.
 5% ג. במולקולות CS_2 ו- CO_2 יש קשרים קוולנטיים יחידים.
81% 79% ד. במולקולות $CICN$ ו- C_2Cl_2 יש קשר קוולנטי משולש.

הנימוק

התשובה הנכונה היא ד'.

CICN	CO_2	C_2Cl_2	CS_2	נוסחה מולקולרית
קווי	קווי	קווי	קווי	המבנה המרחבי של המולקולה
$:\ddot{Cl}-C\equiv N:$	$:\ddot{O}=C=O:$	$:\ddot{Cl}-C\equiv C-\ddot{Cl}:$	$:\ddot{S}=C=S:$	נוסחת ייצוג אלקטרוני של המולקולה
$C\equiv N$ קשר קוולנטי משולש $C-Cl$ קשר קוולנטי יחיד	$C=O$ קשר קוולנטי כפול	$C\equiv C$ קשר קוולנטי משולש $C-Cl$ קשר קוולנטי יחיד	$C=S$ קשר קוולנטי כפול	סוגי הקשרים הקיימים בתוך המולקולה
שני הקשרים קוטביים. יש הפרש באלקטרושליליות בכל אחד מן הקשרים, בין שני אטומים המרכיבים את הקשר.	הקשר קוטבי. יש הפרש באלקטרושליליות בין שני האטומים המרכיבים את הקשר.	$C\equiv C$ הקשר אינו קוטבי. אין הפרש באלקטרושליליות בין שני האטומים המרכיבים את הקשר. $C-Cl$ הקשר קוטבי. יש הפרש באלקטרושליליות בין אטום C ואטום S המרכיבים את הקשר.	הקשרים אינם קוטביים. אין הפרש באלקטרושליליות בין אטום C ואטום S המרכיבים את הקשר.	קוטביות הקשרים
מולקולה לא סימטרית, פיזור מטען אינו אחיד.	מולקולה סימטרית, פיזור מטען אחיד.	מולקולה סימטרית, פיזור מטען אחיד.	מולקולה סימטרית, פיזור מטען אחיד.	פיזור מטען במולקולה
מולקולה קוטבית	מולקולה לא קוטבית	מולקולה לא קוטבית	מולקולה לא קוטבית	קוטביות המולקולה

תשובה ד' נכונה כי רק היא מתאימה לנתונים המוצגים בטבלה.
 כל היגד מתייחס להיבטים שונים: סוגי הקשרים הקוולנטיים, קוטביות הקשרים הקוולנטיים וקוטביות המולקולה.
 הזיהוי של סוגי הקשרים הקוולנטיים נעשה ע"י הכתיבה של נוסחת ייצוג האלקטרונים של המולקולה.
 קשר קוולנטי לא קוטבי הוא קשר בין אטומים זהים או בין אטומים בעלי אלקטרושליליות זהה.
 קשר קוולנטי קוטבי הוא קשר בין אטומים בעלי אלקטרושליליות שונה.
 לכל המולקולות הנתונות מבנה מרחבי קווי. מולקולה במבנה קווי אינה קוטבית אם היא סימטרית, ז.א. אם כל
 הקשרים הקוולנטיים בין האטום המרכזי לבין האטומים שסביבו זהים, או אם הפרשי האלקטרושליליות זהים בכל
 הקשרים.
 מולקולה במבנה קווי קוטבית אם היא לא סימטרית, ז.א. אם האטום המרכזי קשור בקשרים קוולנטיים לאטומים
 משני סוגים או יותר. במקרה זה הפרשי האלקטרושליליות שונים.
 היגד א' אינו נכון כיוון שהקשר $S=C$ אינו קוטבי.
 היגד ב' אינו נכון כיוון ששתי המולקולות C_2Cl_2 ו- CO_2 אינן קוטביות. ישנו פיזור אחיד של המטען עליהן.
 היגד ג' אינו נכון כיוון שבשתי המולקולות CS_2 ו- CO_2 ישנם קשרים קוולנטיים כפולים.

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

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ◀ לרשום נוסחת ייצוג אלקטרונים של מולקולה.
- ◀ לזהות אילו סוגי קשרים יש בכל מולקולה.
- ◀ לזהות אילו קשרים במולקולה קוטביים ואילו אינם קוטביים.
- ◀ לקשר בין המבנה המרחבי של המולקולה לבין הקוטביות שלה.

סיבות אפשריות לטעויות

הציון גבוה בשני השאלונים. רוב התלמידים ענו נכון על השאלה.
 9% מהתלמידים בחרו במסיח ב'. תלמידים אלה לא הצליחו לקשר בין המבנה המרחבי של המולקולה לבין
 הקוטביות שלה.
 5% מהתלמידים בחרו בסעיף א'. תלמידים אלו כנראה לא עשו שימוש בטבלת האלקטרושליליות או לא
 שמו לב שאלקטרושליליות של אטון פחמן, C, ושל אטום גופרית, S, זהה, ולכן חשבו שכל הקשרים
 הקוולנטיים הם קוטביים.
 5% מהתלמידים בחרו בסעיף ג'. הם לא רשמו, או לא רשמו נכון את נוסחאות ייצוג האלקטרונים של
 המולקולות, לכן לא קבעו נכון את סדר הקשרים בין האטומים במולקולות השונות.

המלצות

- מומלץ לבנות עם התלמידים מודלים של מולקולות בעזרת מודל כדור מקל. לאחר בניית המודל של כל
 מולקולה, יש לקבוע את סדר הקשרים בין האטומים במולקולה, את קוטביות הקשרים ואת קוטביות
 המולקולה.

- מומלץ לפתור עם התלמידים שאלות מתאימות: בגרות תשפ"א שאלה 3, בגרות תש"ף שאלה 3, בגרות תשע"ו שאלה 3, בגרות תשע"ב שאלה 1 ב' מהחוברת: **סיכום ניתוח השאלות בנושא "מבנה וקישור"** ומחוברת המשך.
 - מומלץ לבצע עם התלמידים משימה דיאגנוסטית בעזרת ערכה מותאמת אישית ולטפל בתפיסות השגויות של התלמידים: **קוטביות או לא להיות**.
 - מומלץ להזכיר לתלמידים שדרך נוספת לציין שקשר קוטבי היא לציין שלקשר יש דו-קוטב קבוע.
- ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ב.1, 2.4 בטבלה בעמ' 5-7.**

שאלה לתרגול

הטבלה שלפניכם מציגה את הנוסחאות המולקולריות של חמש מולקולות והמבנה המרחבי שלהן.

נוסחה מולקולרית	COCl_2	CCl_4	HCN	CO_2	PCl_3
המבנה המרחבי של המולקולה	משולש מישורי	טטראדר	קווי	קווי	פירמידה משולשת

- א. רשמו נוסחת ייצוג אלקטרוניים לכל אחת מן המולקולות הנתונות.
- ב. קבעו עבור כל אחת מן המולקולות הנתונות אם הקשרים הקולונטיים במולקולה קוטביים או לא קוטביים.
- ג. קבעו עבור כל אחת מן המולקולות הנתונות אם היא קוטבית או לא קוטבית.

התשובה

נוסחה מולקולרית	COCl_2	CCl_4	HCN	CO_2	PCl_3
המבנה המרחבי של המולקולה	משולש מישורי	טטראדר	קווי	קווי	פירמידה משולשת
נוסחת ייצוג אלקטרוניים של המולקולה					
סוגי הקשרים הקיימים בתוך המולקולה	C=O קשר כפול C-Cl קשר יחיד	C-Cl קשר יחיד	C-H קשר יחיד C≡N קשר משולש	C=O קשר כפול	P-Cl קשר יחיד
קוטביות הקשרים	שני הקשרים קוטביים. בכל קשר יש הפרש באלקטרושליליות בין אטומים	הקשר קוטבי. יש בו הפרש באלקטרושליליות בין אטומים	שני הקשרים קוטביים. בכל קשר יש הפרש באלקטרושליליות בין אטומים	הקשר קוטבי. יש בו הפרש באלקטרושליליות בין אטומים	הקשר קוטבי. יש בו הפרש באלקטרושליליות בין אטומים
פיזור מטען במולקולה	פיזור מטען אינו אחיד, כי מולקולה לא סימטרית	פיזור מטען אינו אחיד, כי מולקולה סימטרית	פיזור מטען אינו אחיד, כי מולקולה לא סימטרית	פיזור מטען אחיד, כי מולקולה סימטרית	פיזור מטען אינו אחיד, כי מולקולה לא סימטרית
קוטביות המולקולה	מולקולה קוטבית	מולקולה לא קוטבית	מולקולה קוטבית	מולקולה לא קוטבית	מולקולה קוטבית

ניתוח התוצאות של שאלה 3

3 חישובים

ערבבו בכוס כימית 200 מ"ל תמיסת נתרן כלורי, $\text{NaCl}_{(aq)}$, בריכוז 0.4M, עם 200 מ"ל תמיסת אלומיניום כלורי, $\text{AlCl}_{3(aq)}$, בריכוז 0.4M. מהו הריכוז המולרי של כל אחד מן היונים בתמיסה שהתקבלה בתום הערבוב?

שאלון 037381
שאלון 037387

$\text{Na}^+_{(aq)}$	$\text{Al}^{3+}_{(aq)}$	$\text{Cl}^-_{(aq)}$			
0.2M	0.2M	0.8M	א.	76%	71%
0.4M	0.4M	0.8M	ב.		18%
0.4M	0.4M	0.4M	ג.		6%
0.2M	0.2M	0.2M	ד.		5%

הנימוק

התשובה הנכונה היא א'.

$\text{NaCl}_{(s)}$ ו- $\text{AlCl}_{3(s)}$ הם חומרים יוניים.

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



$$0.4 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.2 \text{ liter} = 0.08 \text{ mol}$$

מספר המולים של נתרן כלורי ב- 200 מ"ל תמיסה:

בהמסה במים של 1 mol $\text{NaCl}_{(s)}$ מתקבל 1 מול יוני $\text{Na}^+_{(aq)}$ ו- 1 מול יוני $\text{Cl}^-_{(aq)}$.

בהמסה במים של 0.08 mol $\text{NaCl}_{(s)}$ מתקבל 0.08 מול יוני $\text{Na}^+_{(aq)}$ ו- 0.08 מול יוני $\text{Cl}^-_{(aq)}$.

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



$$0.4 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.2 \text{ liter} = 0.08 \text{ mol}$$

מספר המולים של אלומיניום כלורי ב- 200 מ"ל תמיסה:

בהמסה במים של 1 mol $\text{AlCl}_{3(s)}$ מתקבל 1 מול יוני $\text{Al}^{3+}_{(aq)}$ ו- 3 מול יוני $\text{Cl}^-_{(aq)}$.

בהמסה במים של 0.08 mol $\text{AlCl}_{3(s)}$ מתקבל 0.08 מול יוני $\text{Al}^{3+}_{(aq)}$ ו- 0.24 מול יוני $\text{Cl}^-_{(aq)}$.

$$0.2 \text{ liter} + 0.2 \text{ liter} = 0.4 \text{ liter}$$

נפח התמיסה שהתקבלה לאחר הערבוב:

$$0.08 \text{ mol} + 0.24 \text{ mol} = 0.32 \text{ mol}$$

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

$$\frac{0.32 \text{ mol}}{0.4 \text{ liter}} = 0.8 \text{ M}$$

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

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

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

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

הריכוז של יוני $\text{Al}^{3+}_{(aq)}$ בתמיסה שהתקבלה:

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

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ↖ לזהות את החומרים הנתונים כחומרים יוניים.
- ↖ לקבוע מהם סוגי היונים הממוימים הנמצאים בתמיסות מימיות של החומרים היוניים הנתונים.
- ↖ לקבוע שלאחר הערבוב של שתי תמיסות מימיות של חומרים יוניים, בתמיסה הסופית נמצאים כל סוגי היונים שהיו בתמיסות לפני הערבוב.
- ↖ לנסח את תגובת ההמסה של כל אחד מן החומרים היוניים הנתונים.
- ↖ לחשב את מספר המולים של כל אחד מסוגי היונים שהיו בכל תמיסה לפני הערבוב.
- ↖ לחשב את מספר המולים של כל אחד מסוגי היונים הנמצאים בתמיסה הסופית (כולל מספר המולים של יון משותף).
- ↖ לחשב את נפח התמיסה הסופית ולציין שנפח התמיסה הסופית הוא סכום נפחים של התמיסות המקוריות.
- ↖ לחשב את הריכוז המולרי של כל אחד מסוגי היונים הנמצאים בתמיסה הסופית.

סיבות אפשריות לטעויות

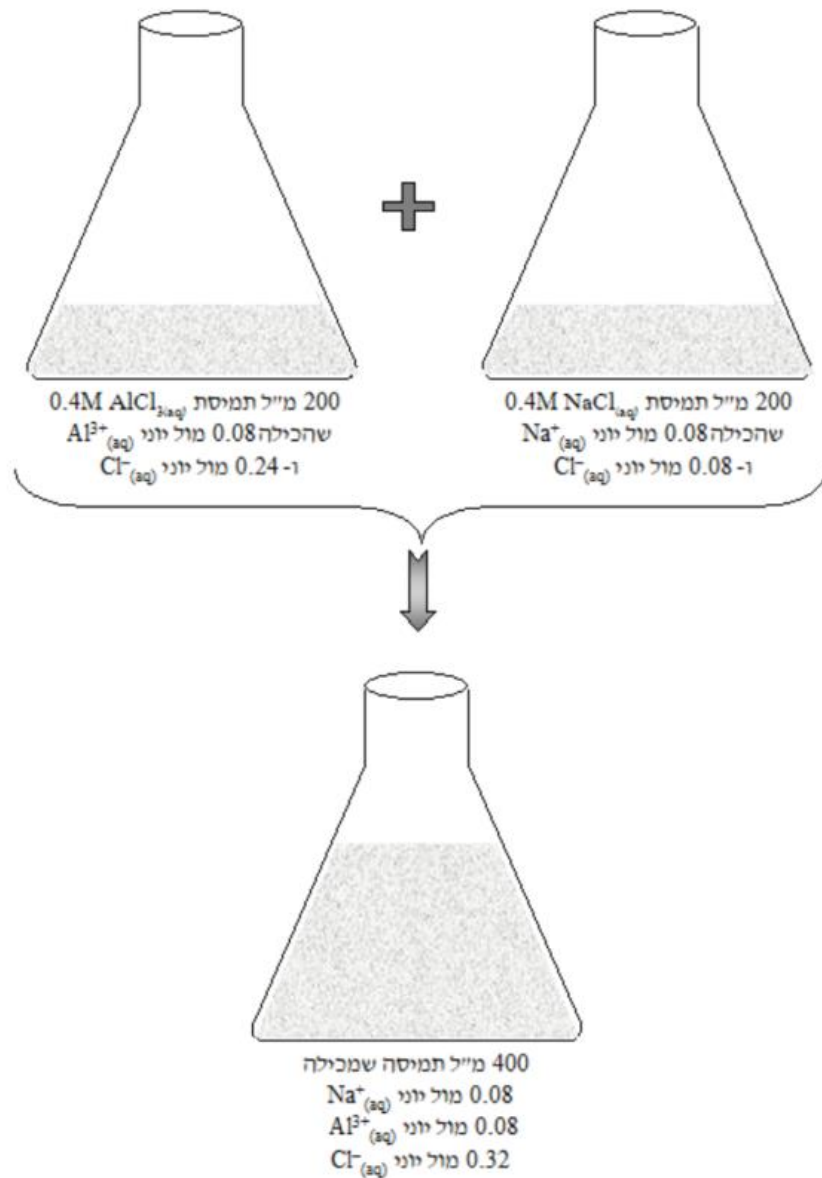
- הציון בינוני בשני השאלונים. רוב התלמידים הצליחו לבצע את החישובים המורכבים ולהגיע לתשובה הנכונה.
- 24% מהתלמידים בחרו במסיחים ב' ו-ג'. הם לא התייחסו לכך שנפח התמיסה הסופית הוא סכום הנפחים של שתי התמיסות ההתחלתיות.
- 5% מהתלמידים בחרו במסיח ד'. תלמידים אלה לא התייחסו לנוכחות יוני כלור בשתי התמיסות ההתחלתיות.

המלצות

— מומלץ לסכם, יחד עם התלמידים, את נתוני השאלה ואת תוצאות החישובים בטבלה:

0.2 liter	נפח התמיסה		תמיסת $\text{NaCl}_{(aq)}$
0.4 M	ריכוז $\text{NaCl}_{(aq)}$		
0.08 mol	יוני $\text{Na}^+_{(aq)}$	מספר מולים	
0.08 mol	יוני $\text{Cl}^-_{(aq)}$		
0.2 liter	נפח התמיסה		תמיסת $\text{AlCl}_3_{(aq)}$
0.4 M	ריכוז $\text{AlCl}_3_{(aq)}$		
0.08 mol	יוני $\text{Al}^{3+}_{(aq)}$	מספר מולים	
0.24 mol	יוני $\text{Cl}^-_{(aq)}$		
0.4 liter	נפח התמיסה = סכום הנפחים של שתי התמיסות		
0.08 mol	יוני $\text{Na}^+_{(aq)}$	מספר מולים מחושב על פי סכום המולים מאותו סוג מכל אחת מהתמיסות	התמיסה הסופית
0.08 mol	יוני $\text{Al}^{3+}_{(aq)}$		
0.32 mol	יוני $\text{Cl}^-_{(aq)}$		
0.2 M	יוני $\text{Na}^+_{(aq)}$	ריכוז	
0.2 M	יוני $\text{Al}^{3+}_{(aq)}$		
0.8 M	יוני $\text{Cl}^-_{(aq)}$		

אפשר גם לסכם את נתוני השאלה ואת תוצאות החישובים באיור:



- ניתן למצוא שאלות מתאימות והתשובות עליהן ב- [חברות ניתוח בגרות](#): תשפ"ב שאלה 6, תשע"ב שאלה 1 ו', תשע"ז שאלה 1 ה', תש"ף שאלה 5.
 - 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.
 - מומלץ להזכיר לתלמידים שריכוז תמיסה הוא לא גודל אדיטיבי. ערבוב תמיסה בריכוז 0.4 M עם תמיסה נוספת בריכוז 0.4 M אינו יותר תמיסה בריכוז 0.8 M. לעומת זאת מספר מולים ונפח תמיסות הם גדלים אדיטיביים.
- ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 2, 5. בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

שאלה זו מומלצת לעבודה בכיתה (לא למבחן)

ארבע קבוצות תלמידים, IV-I, ערבבו תמיסת אשלגן חנקתי, $\text{KNO}_3(\text{aq})$, עם תמיסת סידן חנקתי, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$, במטרה לקבל תמיסה המכילה את שלושת סוגי היונים בריכוזים הבאים:

יוני $\text{K}^+(\text{aq})$ בריכוז 0.2 Mיוני $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ בריכוז 0.2 Mיוני $\text{NO}_3^-(\text{aq})$ בריכוז 0.6 M

בטבלה שלפניכם נתונים נפחים וריכוזים של התמיסות שערבבה כל קבוצה:

תמיסת $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$		תמיסת $\text{KNO}_3(\text{aq})$		מספר קבוצה
ריכוז התמיסה	נפח התמיסה	ריכוז התמיסה	נפח התמיסה	
0.2 M	100 ml	0.2 M	100 ml	I
0.4 M	100 ml	0.4 M	100 ml	II
0.2 M	100 ml	0.4 M	100 ml	III
0.4 M	200 ml	0.4 M	200 ml	IV

ציינו את הקבוצות שקיבלו תמיסות המכילות ריכוזי היונים הרצויים:

א. קבוצות I ו-II

ב. קבוצות I ו-III

ג. קבוצות II ו-III

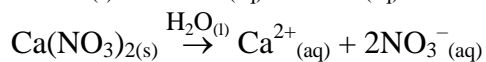
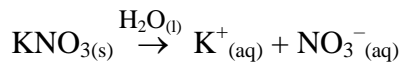
ד. קבוצות II ו-IV

הנימוק

התשובה הנכונה היא ד'.

בכל הניסויים נפח התמיסה שהתקבלה לאחר הערבוב הוא סכום הנפחים של התמיסות ההתחלתיות שעורבבו.

בניסוי הנתון נפח זה גדול פי 2 מנפח של כל אחת מן התמיסות שעורבבו.

תהליכי ההמסה במים של $\text{KNO}_3(\text{s})$ ו- $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$:ריכוז יוני $\text{K}^+(\text{aq})$ בתמיסה שווה לריכוז $\text{KNO}_3(\text{aq})$. ריכוז יוני $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ בתמיסה שווה לריכוז $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$.לאחר הערבוב ריכוז יוני $\text{K}^+(\text{aq})$ וריכוז יוני $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ יהיו קטנים פי 2 בתמיסה הסופית מאשר בתמיסה ההתחלתית.ריכוז יוני $\text{NO}_3^-(\text{aq})$ בתמיסה שווה לריכוז $\text{KNO}_3(\text{aq})$ (יחס מולי היונים 1:1).ריכוז יוני $\text{NO}_3^-(\text{aq})$ בתמיסת $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$ גדול פי 2 מריכוז סידן חנקתי (יחס מולי היונים 1:2).

דוגמה לחישוב מפורט: חישוב עבור קבוצה II:

$$0.4 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.1 \text{ liter} = 0.04 \text{ mol}$$

מספר המולים של אשלגן חנקתי ב- 100 מ"ל תמיסת $\text{KNO}_3(\text{aq})$:

$$0.04 \text{ mol}$$

מספר מולים של יוני NO_3^- (aq) בתמיסת $\text{KNO}_3(\text{aq})$:

$$0.4 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.1 \text{ liter} = 0.04 \text{ mol}$$

מספר המולים של סידן חנקתי ב- 100 מ"ל בתמיסת $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$:

$$0.08 \text{ mol}$$

מספר מולים של יוני NO_3^- (aq) בתמיסת $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$:

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

נפח התמיסה שהתקבלה לאחר הערבוב:

$$0.04 \text{ mol} + 0.08 \text{ mol} = 0.12 \text{ mol}$$

מספר המולים של יוני NO_3^- (aq) בתמיסה שהתקבלה:

$$\frac{0.12 \text{ mol}}{0.2 \text{ liter}} = 0.6 \text{ M}$$

הריכוז של יוני NO_3^- (aq) בתמיסה שהתקבלה:

חישובים בצורת טבלה:

קבוצה IV	קבוצה III	קבוצה II	קבוצה I	גדלים
0.2 liter	0.1 liter	0.1 liter	0.1 liter	הנפח של תמיסת $\text{KNO}_3(\text{aq})$
0.4 M	0.4 M	0.4 M	0.2 M	הריכוז של תמיסת $\text{KNO}_3(\text{aq})$
0.08 mol	0.04 mol	0.04 mol	0.02 mol	מספר המולים של אשלגן חנקתי בתמיסת $\text{KNO}_3(\text{aq})$
0.08 mol	0.04 mol	0.04 mol	0.02 mol	מספר המולים של יוני NO_3^- (aq) בתמיסת $\text{KNO}_3(\text{aq})$
0.2 liter	0.1 liter	0.1 liter	0.1 liter	הנפח של תמיסת $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
0.4 M	0.2 M	0.4 M	0.2 M	הריכוז של תמיסת $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
0.08 mol	0.02 mol	0.04 mol	0.02 mol	מספר המולים של סידן חנקתי בתמיסת $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
0.016 mol	0.04 mol	0.08 mol	0.04 mol	מספר המולים של יוני NO_3^- (aq) בתמיסת $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
0.4 liter	0.2 liter	0.2 liter	0.2 liter	נפח התמיסה שהתקבלה לאחר הערבוב
0.2 M	0.2 M	0.2 M	0.1 M	ריכוז יוני K^+ (aq) בתמיסה שהתקבלה לאחר הערבוב
0.2 M	0.1 M	0.2 M	0.1 M	ריכוז יוני Ca^{2+} (aq) בתמיסה שהתקבלה לאחר הערבוב
0.24 mol	0.08 mol	0.12 mol	0.06 mol	מספר המולים של יוני NO_3^- (aq) בתמיסה שהתקבלה
0.6 M	0.4 M	0.6 M	0.3 M	הריכוז של יוני NO_3^- (aq) בתמיסה שהתקבלה

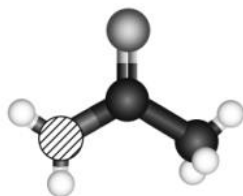
סיכום תוצאות החישובים:

ריכוזי היונים בתמיסה הסופית			מספר קבוצה
NO_3^- (aq) ריכוז יוני	Ca^{2+} (aq) ריכוז יוני	K^+ (aq) ריכוז יוני	
0.3 M	0.1 M	0.1 M	I
0.6 M	0.2 M	0.2 M	II
0.4 M	0.1 M	0.2 M	III
0.6 M	0.2 M	0.2 M	IV

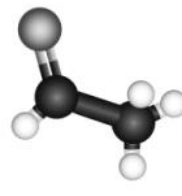
ניתוח התוצאות של שאלה 4

4 מבנה וקישור

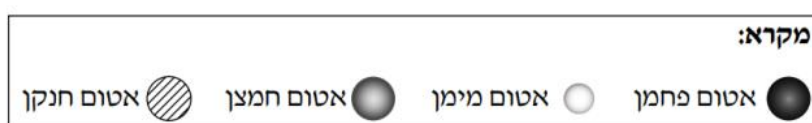
המודלים שלפניכם מייצגים את נוסחאות המבנה של שתי מולקולות המסומנות באופן שרירותי a ו-b.



מולקולה b



מולקולה a



לפניכם ארבעה היגדים I - IV.

- I. במולקולה a הקבוצה הפונקציונלית היא קטון.
- II. במולקולה b הקבוצה הפונקציונלית היא אמיד.
- III. בין מולקולות a עשויים להיווצר גם קשרי מימן.
- IV. בין מולקולות b עשויים להיווצר גם קשרי מימן.

מה הם ההיגדים הנכונים?

	שאלון 037387	שאלון 037381
א. I ו-II	8%	
ב. II ו-III	5%	
ג. I ו-IV	6%	
ד. II ו-IV	77%	81%

הנימוק

התשובה הנכונה היא ד'.

היגד II נכון: במולקולה b הקבוצה הפונקציונלית היא אמיד.

היגד IV נכון: בחומר המורכב ממולקולות b, בין מולקולות עשויים להיווצר קשרי מימן (וגם אינטראקציות ון-דר-ולס). (קשרי מימן עשויים להיווצר בין אטום מימן "החשוף" מאלקטרונים בקבוצת אמיד לבין זוג אלקטרונים לא קושר על אטום חמצן או על אטום חנקן מקבוצת אמיד במולקולה סמוכה).

מסיחים א' ו-ג' לא נכונים כי היגד I אינו נכון: במולקולה a הקבוצה הפונקציונלית היא אלדהיד.

מסיח ב' לא נכון כי היגד III אינו נכון: בין מולקולות a לא יכולים להיווצר קשרי מימן (כי במולקולה a אין אטום מימן "חשוף" מאלקטרונים כי הוא אינו קשור ישירות לאטום אלקטרושלילי מאוד).

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

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ◀ לזהות קבוצות פונקציונליות במולקולה של תרכובת בנוסחאות ובמודלים מסוגים שונים.
- ◀ להתאים קבוצות פונקציונליות במולקולה לקבוצות מתאימות בדף הנוסחאות.
- ◀ לקבוע אם יש קשרי מימן בין מולקולות החומר הנתון - על פי התנאים לקיום קשרי מימן.

סיבות אפשריות לטעויות

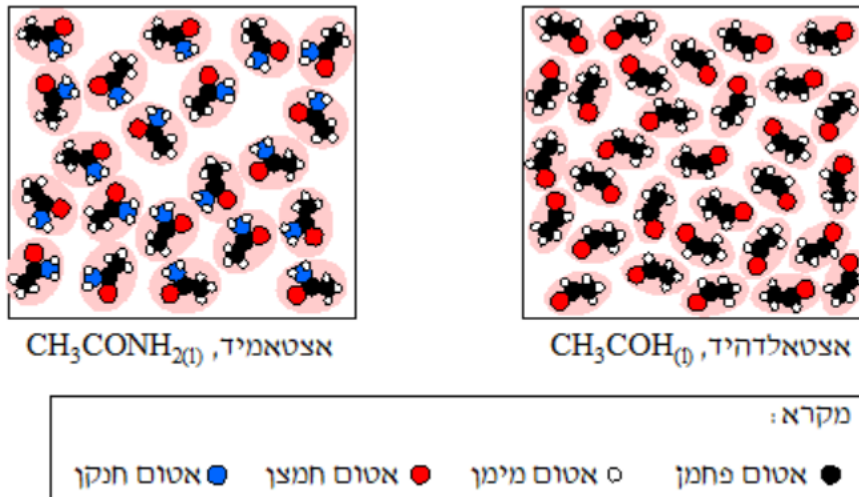
הציון בינוני בשני השאלונים. רוב התלמידים זיהו נכון את הקבוצות הפונקציונליות במולקולות וקבעו נכון בין אלו מולקולות נוצרים קשרי מימן.

14% מהתלמידים בחרו במסיחים א' ו-ג'. תלמידים אלה טעו בזיהוי קבוצה פונקציונלית במולקולה - זיהו קטון במקום אלדהיד.

5% מהתלמידים בחרו במסיח ב'. הם התקשו ליישם תנאים לקיום קשרי מימן ולכן לא הבחינו בכך שבמולקולת אלדהיד אין אטום מימן "חשוף" מאלקטרונים. יתכן שהתקשו להבחין בין אלדהיד כחומר טהור לבין תמיסת אלדהיד במים שבה נוצרים קשרי מימן בין מולקולות אלדהיד לבין מולקולות המים.

המלצות

— מומלץ להציג לתלמידים תיאורים חלקיים של המבנה המיקרוסקופי של חומר שמורכב ממולקולות a ושל חומר שמורכב ממולקולות b. לדוגמה:

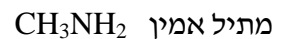
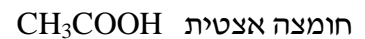
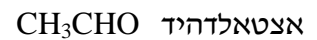


- מומלץ לעבור עם התלמידים על נספח: קבוצות פונקציונליות לתרכובות פחמן ב- [דף נוסחאות](#) בחינת הבגרות. חלק מהקבוצות מופיעות בדף נוסחאות וחלק יש לזכור בעל פה.
- מומלץ לתרגל רישום נוסחאות של תרכובות פחמן המכילות קבוצות פונקציונליות שונות, וגם זיהוי קבוצות פונקציונליות בנוסחאות ובמודלים מסוגים שונים.

- מומלץ לפתור עם התלמידים שאלות שבהן צריך לקבוע אם יש אפשרות להיווצרות קשרי מימן בתרכובות שונות ובתמיסות של תרכובות אלה בממסים שונים. מומלץ לבקש מתלמידים הסברים מפורטים לקביעות שלהם.
 - מומלץ להיעזר בחוברת **סיכום ניתוח השאלות בנושא "מבנה וקישור"** - בחומר תיאורטי ובשאלות מתאימות בחוברת זו ובחוברת המשך.
 - מומלץ לבצע עם התלמידים משימה דיאגנוסטית בעזרת ערכה להוראה מותאמת אישית: **המסה של חומרים מולקולריים** ולבצע פעילויות לטיפול בתפיסות שגויות בערכה.
 - מומלץ להראות לתלמידים סרטון **קשרי מימן** ולדון בו.
- ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' א.5, ב.3, ד.2, ו.9 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

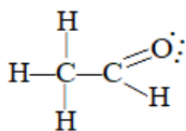
נתונות נוסחאות מולקולריות של חמש תרכובות:



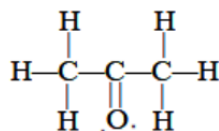
- א. עבור כל אחת מן המולקולות הנתונות, רשמו נוסחאות ייצוג אלקטרוניים.
- ב. עבור כל אחד מן החומרים, הבנויים מהמולקולות הנתונות, קבעו אם בין המולקולות שלו במצב נוזל נוצרים קשרי מימן. הסבירו את קביעותכם.
- ג. כל אחד מן החומרים, הבנויים מהמולקולות הנתונות, מתמוסס היטב במים.
 - i. עבור כל אחד מן החומרים האלה נסחו את תהליך ההמסה במים.
 - ii. עבור כל אחת מן התמיסות המתקבלות, קבעו אם נוצרים בה קשרי מימן. הסבירו את קביעותכם. ציירו באופן סכמתי דוגמאות ליצירת קשרי מימן בתמיסות המתקבלות

התשובה

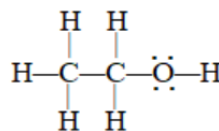
סעיף א'



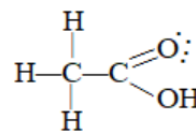
אצטאלדהיד



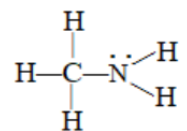
אצטון



אתאנול



חומצה אצטית



מתילאמין

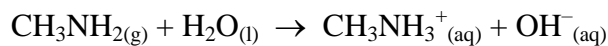
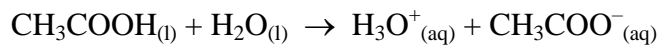
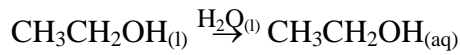
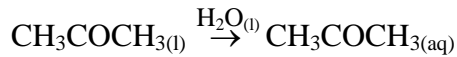
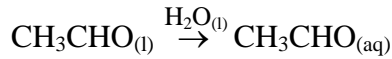
סעיף ב'

בין המולקולות שלכל אחד מן החומרים: מתילאמין, חומצה אצטית ואתאנול יש קשרי מימן במצב נוזל. (קשרי מימן נוצרים בין אטום מימן "החשוף" מאלקטרוניים בקבוצת פונקציונלית (קבוצת אמין של מתילאמין, בקבוצת קרבוקסילית בחומצה אצטית, בקבוצת כוהל באתאנול לבין זוג אלקטרוניים לא קושר על אטום חנקן מקבוצת אמין, על אטום חמצן בקבוצת קרבוקסילית ובקבוצת כוהל, במולקולה סמוכה).

בין המולקולות של אצטון ושל אצטאלדהיד לא נוצרים קשרי מימן כי במולקולות של תרכובות אלה אין אטום מימן "החשוף" מאלקטרוניים.

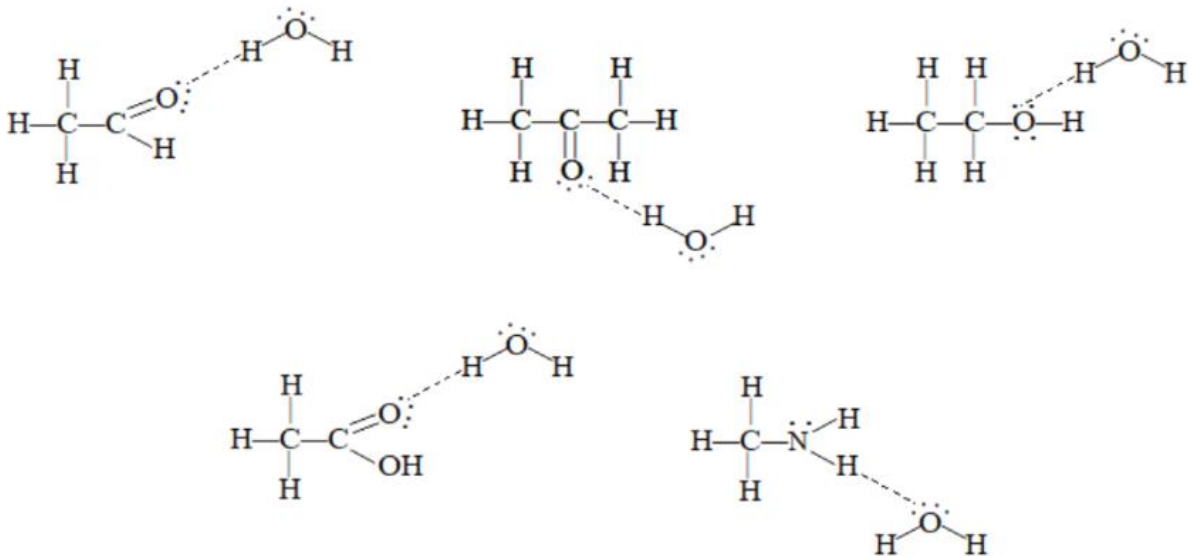
סעיף ג'

תת-סעיף i



תת-סעיף ii

בכל אחת מן התמיסות המתקבלות, נוצרים קשרי מימן בין מולקולות המומס לבין מולקולות המים. בתמיסות של מתילאמין, של חומצה אצטית ושל אתאנול עשויים להיווצר קשרי מימן (בין אטום מימן "החשוף" מאלקטרוניים בקבוצת פונקציונלית של מולקולת המומס לבין זוג אלקטרוניים לא קושר על אטום חמצן במולקולת המים, או בין אטום מימן "החשוף" במולקולת המים לבין זוג אלקטרוניים לא קושר על אטום חנקן מקבוצת מתילאמין, על אטום חמצן בקבוצה קרבוקסילית ובקבוצת כוהל, במולקולת מומס סמוכה).

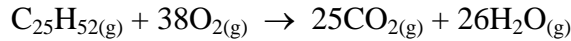


5 ניתוח התוצאות של שאלה 5

5 אנרגייה

שעוות נרות עשויה בעיקר מפחמימן שנוסחתו המולקולרית היא $C_{25}H_{52}$ (מסה מולרית: $352 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$).

לפניכם תגובת השרפה המלאה של אדי הפחמימן בעת בעירת הנר:



נמצא שכמות האנרגייה שנפלטת בתגובת השרפה של 1.76 גרם $C_{25}H_{52(g)}$ שווה ל-77.825 kJ.

מהו שינוי האנתלפיה התקנית, ΔH° , בתגובת השרפה של 1 מול $C_{25}H_{52(g)}$?

		שאלון 037387	שאלון 037381		
+15,565 kJ	.א.			8%	
-15,565 kJ	.ב.	86%	83%		
+77,825 kJ	.ג.			4%	
-77,825 kJ	.ד.			5%	

הנימוק

התשובה הנכונה היא ב'.

$$\frac{1.76 \text{ gr}}{352 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.005 \text{ mol}$$

מספר המולים של $C_{25}H_{52(g)}$ שהגיבו:

כמות האנרגייה שנפלטת בתגובת השרפה של 0.005 מול $C_{25}H_{52(g)}$ היא 77.825 kJ,

כמות האנרגייה שנפלטת בתגובת השרפה של 1 מול $C_{25}H_{52(g)}$:

$$\frac{1 \text{ mol} \times 77.825 \text{ kJ}}{0.005 \text{ mol}} = 15,565 \text{ kJ}$$

שינוי האנתלפיה התקנית בתגובת השרפה של 1 מול $C_{25}H_{52(g)}$: $\Delta H^\circ = -15,565 \text{ kJ}$

מסיח א' אינו נכון כי תגובת השרפה היא אקסותרמית (שבה נפלטת אנרגייה).

מסיח ג' אינו נכון כי תגובת השרפה היא אקסותרמית, וזאת כמות האנרגייה שנפלטת בשרפה של 1.76 גרם $C_{25}H_{52(g)}$.

מסיח ד' אינו נכון כי זאת כמות האנרגייה שנפלטת בשרפה של 1.76 גרם $C_{25}H_{52(g)}$ עם סימן שלילי. אין התייחסות

ל-1 מול $C_{25}H_{52(g)}$.

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

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

← לבצע חישובים סטויכיומטריים בשילוב עם חישובים של כמות האנרגייה שנפלטת בתגובת השרפה:

– חישוב מספר המולים של מגיב על פי המסה המולרית שלו והמסה שלו שהגיבה.

– חישוב כמות האנרגייה שנפלטת בתגובת השרפה של 1 מול מגיב על פי כמות האנרגייה הנפלטת בתגובת השרפה של המסה הנתונה של המגיב (בעזרת ערך משולש).

◀ לקבוע את שינוי האנתלפיה התקנית, ΔH° , של תגובת השרפה.

סיבות אפשריות לטעויות

הציון גבוה בשני השאלונים. רוב התלמידים ביצעו נכון את החישובים הסטויכיומטריים בשילוב עם חישוב של כמות האנרגייה שנפלטת בתגובת השרפה, וגם קבעו נכון את שינוי האנתלפיה התקנית, ΔH° , של תגובת השרפה. יחד עם זאת חלק מן התלמידים טעו.

8% מהתלמידים בחרו במסיוח א'. הסיבה לטעות היא חוסר הבנה שהסימן של שינוי האנתלפיה התקנית, ΔH° , בתגובה אקסותרמית הוא שלילי.

4% מהתלמידים בחרו במסיוח ג'. תלמידים אלה טעו גם בסימן של שינוי האנתלפיה התקנית, וזאת כמות האנרגייה שנפלטת בשרפה של 1.76 גרם $C_{25}H_{52(g)}$.

5% מהתלמידים בחרו במסיוח ד'. הם כתבו את כמות האנרגייה שנפלטת בשרפה של 1.76 גרם $C_{25}H_{52(g)}$ עם סימן שלילי. תלמידים אלה אינם שולטים בהגדרה של אנתלפיה תקנית.

המלצות

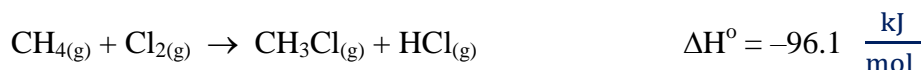
– מומלץ לתרגל עם התלמידים את הקשר בין כמות האנרגייה הנפלטת או נקלטת בניסוי, שבו מגיבה כמות מסוימת של מגיב, לבין שינוי האנתלפיה של תגובה תוך הקפדה על סימן של ΔH° . ניתן למצוא תרגילים מתאימים בחוברת [סיכום ניתוח השאלות בנושא "אנרגייה"](#) וחוברת המשך. שאלות מומלצות: בגרות תשע"ח שאלה 14 סעיף ג', בגרות תשע"ז שאלה 2 סעיף א'.

– מומלץ להיעזר בקורס "כימיה לעניין" [Campus II](#) (השימוש בקורס מחייב הרשמה לקמפוס IL - הרישום חינם): פרק "אנרגייה וקצב תגובה", שיעור 7.6: שינוי האנתלפיה בתגובה לעומת שינוי האנרגייה בניסוי מסוים, אסטרטגיה לפתרון שאלות.

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

שאלה לתרגול

כאשר מזרימים למִכְל התגובה גז מתאן, $CH_4(g)$ וגז כלור, $Cl_2(g)$, מחממים או מקרינים באור אולטרה סגול, מתרחשת תגובה הנקראת תגובת התמרה שבה אטום מימן מוחלף באטום כלור. נתון ניסוח התגובה:



בוצעו שני ניסויים. בכל אחד מן הניסויים ביצעו את התגובה הנתונה.

א. בניסוי הראשון הכניסו לכלי התגובה 7.1 גרם $Cl_2(g)$. בהנחה שכל הכלור הגיב, מהי כמות האנרגייה הנפלטת בניסוי הראשון? פרטו את חישוביכם.

ב. בניסוי השני נפלטו 152 kJ. חשבו את מספר המולים של $HCl(g)$ שהתקבלו בניסוי השני. פרטו את חישוביכם.

התשובה**סעיף א'**

$$71 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של $\text{Cl}_{2(\text{g})}$:

$$\frac{7.1 \text{ gr}}{71 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.1 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{Cl}_{2(\text{g})}$ שהגיבו בניסוי הראשון:

כמות האנרגייה הנפלטת בתגובה של 1 מול $\text{Cl}_{2(\text{g})}$, היא 96.1 kJ.

$$\frac{0.1 \text{ mol} \times 96.1 \text{ kJ}}{1 \text{ mol}} = 9.61 \text{ kJ}$$

בניסוי הראשון הגיבו 0.1 מול $\text{Cl}_{2(\text{g})}$, כמות האנרגייה הנפלטת בניסוי הראשון: 9.61 kJ

סעיף ב'

כאשר בתגובה הנתונה מתקבל 1 מול $\text{HCl}_{(\text{g})}$, כמות האנרגייה הנפלטת היא 96.1 kJ.

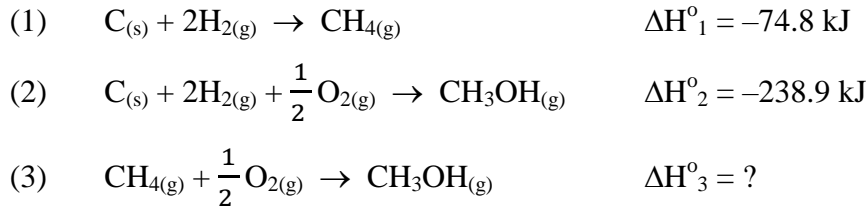
בניסוי השני כמות האנרגייה הנפלטת היא 1441.5 kJ. מספר המולים של $\text{HCl}_{(\text{g})}$ שהתקבלו בניסוי השני:

$$\frac{1 \text{ mol} \times 1441.5 \text{ kJ}}{96.1 \text{ kJ}} = 15 \text{ mol}$$

ניתוח התוצאות של שאלה 6

6 אנרגייה

לפניכם התגובות (1) - (3):



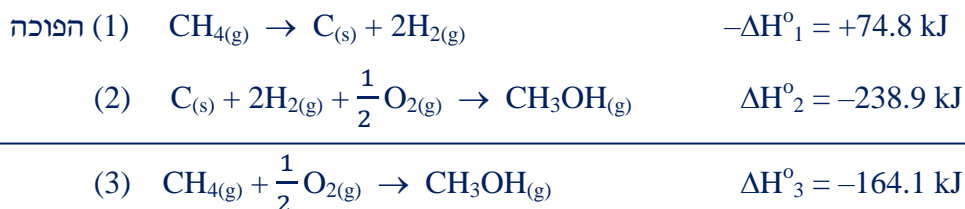
מהו ערכו של ΔH°_3 עבור תגובה (3)?

		שאלון 037387	שאלון 037381		
-313.7 kJ	.א.			3%	
+313.7 kJ	.ב.			2%	
-164.1 kJ	.ג.		96%	94%	
+164.1 kJ	.ד.			1%	

הנימוק

התשובה הנכונה היא ג'.

על פי חוק הס:



$$\Delta H^\circ_3 = \Delta H^\circ_2 + (-\Delta H^\circ_1) = -164.1 \text{ kJ}$$

מסיחים א' ו ב' אינם נכונים כי בהם מוצגת תוצאה של חיבור שתי תגובות כפי שהן רשומות, פעם עם סימן פלוס ופעם עם סימן מינוס.

מסיח ד' אינו נכון התלמידים כי הסימן של ΔH°_3 שגוי.

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

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ⚡ להגדיר את המושג "שינוי האנתלפייה התקנית של התגובה".
- ⚡ להגדיר את חוק הס.
- ⚡ לחשב את שינוי האנתלפייה התקנית של התגובה על פי חוק הס.

סיבות אפשריות לטעויות

הציון מצוין בשני השאלונים. התלמידים חישובו נכון את שינוי האנתלפייה התקנית של התגובה על פי חוק הס. 5% מהתלמידים בחרו במסיחים א' ו-ב'. הם לא הפנימו את חוק הס וחיברו שתי תגובות כפי שהן רשומות, ורשמו תוצאה פעם עם סימן פלוס ופעם עם סימן מינוס. 1% מהתלמידים בחרו במסיח ד'. הם טעו בסימן של ΔH°_3 .

המלצות

- בתשובות לשאלות, העוסקות בחישוב אנתלפיית תגובה באמצעות חוק הס, מומלץ להיעזר בתהליך המפורט בעמוד 9 בחוברת: [סיכום ניתוח השאלות בנושא "אנרגיה"](#) מומלץ לפתור שאלות מתאימות מחוברת זו ומחוברת המשך.
 - בנוסף לסימון בתגובות הנתונות את המגיבים ואת התוצרים הרשומים בתגובה המבוקשת, מומלץ לבדוק עבור כל חומר מסומן אם הוא נמצא במגיבים או בתוצרים ואיפה הוא צריך להיות בתגובה המבוקשת. ורק לאחר מכן לבצע פעילויות חשבוניות.
 - מומלץ להפנות את התלמידים לשיעור בנושא: [חישוב השינוי באנתלפייה לפי חוק הס](#).
 - מומלץ להיעזר בשאלת תרגול לשאלה 7 מניתוח בגרות תשפ"ב בחוברת: מאגר שאלות תרגול בנושאים "אנרגייה" ו-"קצב תגובה" מחוברות [מאגרי שאלות תרגול בנושאי הלימוד](#).
- ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 7.ד, 7.ז, 24, 3.ו, בטבלה בעמ' 5-7.

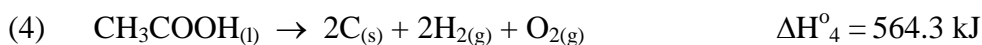
שאלה לתרגול

חומץ ביתי הוא תמיסה של חומצה אצטית.

לפניכם תגובה (1) ליצירת חומצה אצטית, $\text{CH}_3\text{COOH}_{(l)}$:



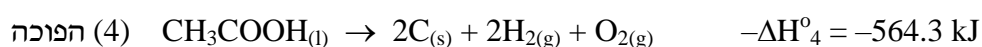
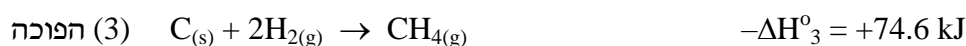
נתונות תגובות (2)-(4):



חשבו את האנתלפייה של תגובה (1). פרטו את חישוביכם.

התשובה

על פי חוק הס:



$$\Delta H^{\circ}_1 = \Delta H^{\circ}_2 - \Delta H^{\circ}_3 - \Delta H^{\circ}_4 = -96.2 \text{ kJ}$$

ניתוח התוצאות של שאלה 7

7 חמצון-חיזור

תלמידים ערכו כמה ניסויים, ובהם הם טבלו פסים של 3 מתכות שונות בתמיסות המכילות יוני מתכות. בכל ניסוי הם טבלו פס של מתכת אחת בתמיסה מימית שהכילה יונים של מתכת אחרת (וגם יונים שליליים). בטבלה שלפניכם מצוין בנוגע לכל אחד מן הניסויים אם התרחשה בו תגובה (+) או שלא התרחשה בו תגובה (-).

$Pb^{2+}_{(aq)}$	$Zn^{2+}_{(aq)}$	$Ba^{2+}_{(aq)}$	יוני מתכות / מתכות
+	+		בריום $Ba_{(s)}$
+		-	אבץ $Zn_{(s)}$
	-	-	עופרת $Pb_{(s)}$

מהו הסדר הנכון של יוני המתכות על פי כושרם לחמצן?

		שאלון 037387	שאלון 037381
$Zn^{2+}_{(aq)} > Pb^{2+}_{(aq)} > Ba^{2+}_{(aq)}$ א.	1%		
$Ba^{2+}_{(aq)} > Zn^{2+}_{(aq)} > Pb^{2+}_{(aq)}$ ב.	8%		
$Pb^{2+}_{(aq)} > Zn^{2+}_{(aq)} > Ba^{2+}_{(aq)}$ ג.	96%	91%	
$Pb^{2+}_{(aq)} > Ba^{2+}_{(aq)} > Zn^{2+}_{(aq)}$ ד.	0%		

הנימוק

התשובה הנכונה היא ג'

על פי הטבלה הנתונה, יוני עופרת, $Pb^{2+}_{(aq)}$, הגיבו גם עם מתכת בריום, $Ba_{(s)}$, וגם עם מתכת אבץ, $Zn_{(s)}$.

המסקנה: הכושר לחמצן של יוני $Pb^{2+}_{(aq)}$ גבוה מהכושר לחמצן של יוני $Ba^{2+}_{(aq)}$ ושל יוני $Zn^{2+}_{(aq)}$.

יוני אבץ, $Zn^{2+}_{(aq)}$, הגיבו עם מתכת בריום, $Ba_{(s)}$, בלבד.

המסקנה: הכושר לחמצן של יוני $Zn^{2+}_{(aq)}$ גבוה מהכושר לחמצן של יוני $Ba^{2+}_{(aq)}$ ונמוך מכושר לחמצן של יוני $Pb^{2+}_{(aq)}$.

יוני $Ba^{2+}_{(aq)}$ לא הגיבו עם אף מתכת שבטבלה. המסקנה: הכושר לחמצן של יוני $Ba^{2+}_{(aq)}$ הוא הנמוך ביותר מהכושר לחמצן של היונים שבטבלה.

הסדר הנכון של יוני המתכות על פי כושרם לחמצן: $Pb^{2+}_{(aq)} > Zn^{2+}_{(aq)} > Ba^{2+}_{(aq)}$

שאר המסיחים אינם נכונים כי לא מתאימים לנתונים המוצגים בטבלה.

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

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ◀ לקרוא את הנתונים המוצגים בטבלה ולהשתמש בהם.
- ◀ לקבוע עבור המגיבים בתגובת חמצון-חיזור איזה מהם עובר חמצון ואיזה עובר חיזור.
- ◀ לקבוע את הסדר הנכון של יוני המתכות הנתונים על פי כושרם לחמצן.

סיבות אפשריות לטעויות

הציון גבוה מאוד בשני השאלונים. רוב התלמידים ידעו ליישם את המושגים בנושא חמצון-חיזור, וקבעו את הסדר הנכון של יוני המתכות הנתונים על פי כושרם לחמצן.
8% מהתלמידים בחרו במסית ב'. הם קבעו סדר הפוך. יתכן והתבלבלו עם הכושר של המתכות לחזור.

המלצות

- מומלץ להיעזר בקורס "כימיה לעניין" [Campus IL](#) (השימוש בקורס מחייב הרשמה לקמפוס IL - הרישום חינם): פרק "חמצון-חיזור, שיעור 5.2: מתכות ויוני מתכות - השורה האלקטרוכימית, כולל שאלות.
 - מומלץ לפתור עם התלמידים שאלות מתאימות מבחינות הבגרות מחוברת [תרגול ושאלות בנושא חמצון-חיזור](#) ומחוברת המשך.
 - מומלץ לבצע עם התלמידים משימה דיאגנוסטית בעזרת ערכה להוראה מותאמת אישית: [מי מחזר כאן?](#)
 - מטרת המשימה היא בדיקת תפיסות שגויות מגוונות אצל התלמידים בנושא חמצון-חיזור.
 - מומלץ לבצע עם התלמידים משימה דיאגנוסטית: [חמצון-חיזור - מה באמת קורה שם?](#)
- ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 6.ב, 6.ד, 27.ד, ו.10 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

בטבלה שלפניכם מוצגות תוצאות של מספר ניסויים, שבהם טבלו פסים של 3 מתכות שונות בתמיסות המכילות יוני מתכות. בכל ניסוי טבלו פס של מתכת אחת בתמיסה מימית שהכילה יונים של מתכת אחרת (וגם יונים שליליים). בטבלה מצוין בנוגע לכל אחד מן הניסויים אם התרחשה בו תגובה (+) או שלא התרחשה בו תגובה (-).

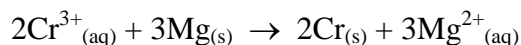
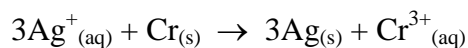
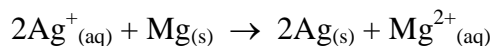
$\text{Ag}^+(\text{aq})$	$\text{Cr}^{3+}(\text{aq})$	$\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$	יוני מתכות / מתכות
+	+		מגנזיום $\text{Mg}(\text{s})$
+		-	כרום $\text{Cr}(\text{s})$
	-	-	כסף $\text{Ag}(\text{s})$

- א. נסחו ואזנו את התגובות שהתרחשו בניסויים.
- ב. מהו הסדר הנכון של יוני המתכות על פי כושרם לחמצן? נמקו.
- ג. איזה סוג יונים הם המחמצן הטוב ביותר משלושת סוגי היונים הנתונים?
- ד. מהו הסדר הנכון של המתכות על פי כושרם לחזור? נמקו.

ה. איזו מתכת היא המחזור הטוב ביותר משלוש המתכות הנתונות?

התשובה

סעיף א'



סעיף ב'

על פי הטבלה הנתונה, יוני כסף, $\text{Ag}^+(\text{aq})$, הגיבו גם עם מתכת מגנזיום, $\text{Mg}(\text{s})$, וגם עם מתכת כרום, $\text{Cr}(\text{s})$.

המסקנה: הכושר לחמצן של יוני $\text{Ag}^+(\text{aq})$ גבוה מהכושר לחמצן של יוני $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ ושל יוני $\text{Cr}^{3+}(\text{aq})$.

יוני כרום, $\text{Cr}^{3+}(\text{aq})$, הגיבו עם מתכת מגנזיום, $\text{Mg}(\text{s})$ בלבד.

המסקנה: הכושר לחמצן של יוני $\text{Cr}^{3+}(\text{aq})$ גבוה מהכושר לחמצן של יוני $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ ונמוך מהכושר לחמצן של יוני $\text{Ag}^+(\text{aq})$.

יוני $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ לא הגיבו עם אף מתכת שבטבלה. המסקנה: הכושר לחמצן של יוני $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ הוא הנמוך ביותר מהכושר

לחמצן של היונים שבטבלה.

הסדר הנכון של יוני המתכות על פי כושרם לחמצן: $\text{Ag}^+(\text{aq}) > \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) > \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$

סעיף ג'

המחמצן הטוב ביותר - יוני כסף, $\text{Ag}^+(\text{aq})$.

סעיף ד'

ככל שהכושר לחמצן של יוני מתכת גבוה יותר, כך הכושר לחזר של מתכת זו נמוך יותר.

לכן הסדר הנכון של המתכות על פי כושרם לחזר: $\text{Mg}(\text{s}) > \text{Cr}(\text{s}) > \text{Ag}(\text{s})$

סעיף ה'

המתכת שהיא המחזור הטובה ביותר - מתכת מגנזיום, $\text{Mg}(\text{s})$.

ניתוח התוצאות של שאלה 8

8 קצב תגובה

לכלי פתוח המכיל תמיסה של חומצה גופרתית, $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$, מכניסים מגנזיום, $\text{Mg}(\text{s})$. כל המתכת טבולה בתמיסה. לפניכם ניסוח נטו של התגובה המתרחשת.



לפניכם רשימת משתנים הקשורים לניסוי:

- I. מסת גז המימן.
 - II. שטח הפנים של המגנזיום.
 - III. ריכוז תמיסת החומצה הגופרתית.
 - IV. נפח הכלי שבו מתרחשת התגובה.
- אילו מן המשתנים ברשימה עשויים להשפיע על קצב התגובה?

	שאלון 037387	שאלון 037381
א. I - II	0%	
ב. II - III	98%	99%
ג. III - IV	1%	
ד. I - IV	0%	

הנימוק

התשובה הנכונה היא ב'

הגורמים המשפיעים על קצב תגובה: סוג התגובה, ריכוז המגיבים, טמפרטורה, שטח פנים וזרז. לכן שטח הפנים של המגנזיום משפיע על קצב התגובה. ככל ששטח הפנים של מגנזיום גדול יותר, מספר ההתנגשויות בינו לבין יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ בכל יחידת זמן יהיה גדול יותר, גם מספר ההתנגשויות הפוריות בכל יחידת זמן גדול יותר. ריכוז תמיסת החומצה הגופרתית משפיע על קצב התגובה. המקור של יוני ההידרוניום בתמיסה שמגיבים עם המגנזיום הוא החומצה הגופרתית. ככל שריכוזם של יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ גדול יותר, מספר ההתנגשויות של היונים האלה עם המגנזיום בכל יחידת זמן גדול יותר, ומספר ההתנגשויות הפוריות בכל יחידת זמן גדול יותר, כך קצב התגובה יהיה גדול יותר. השינויים במסת גז המימן ובנפח הכלי שבו מתרחשת התגובה אינם משפיעים על קצב התגובה.

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

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ↩ לקבוע שתמיסת החומצה הגופרתית היא המקור ליוני ההידרוניום שבתגובה.
- ↩ לקבוע מה הם כל הגורמים המשפיעים על קצב התגובה בניסוי מסוים.

סיבות אפשריות לטעויות

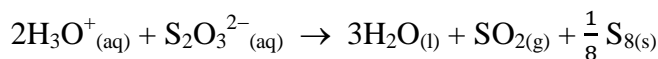
הציון מצוין בשני השאלונים. התלמידים הפנימו את המושג "קצב תגובה" וקבעו נכון את הגורמים המשפיעים על קצב התגובה.

המלצות

- מומלץ להדגיש לתלמידים את המושג "קצב תגובה" והגורמים המשפיעים עליו. מומלץ לבקש מהתלמידים לחזור על נושא קינטיקה בלמידה עצמית על פי [המצגת "קינטיקה"](#).
 - מומלץ להיעזר במצגת [מיומנות מעבדה](#).
 - מומלץ לבצע עם התלמידים ניסויים שבהם התלמידים ימדדו מדדים מאקרוסקופיים. ממדדים אלה ניתן להסיק על השפעתם על קצב תגובה: [הצעות לניסויים](#).
- ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 25.ד, 26.ד, 3.ה בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

בניסוי האיקס הנעלם, כאשר מערבבים תמיסה של חומצת מימן כלורי, $\text{HCl}_{(\text{aq})}$, עם תמיסת נתרן תיאוסולפאט, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3_{(\text{aq})}$, מתרחשת התגובה:



התלמידים התבקשו לנסח שאלות חקר לבדיקת הגורמים המשפיעים על קצב תגובה. להלן חלק מהמשתנים שהתלמידים הציעו לחקור.

- I. נפח הגז גופרית דו-חמצנית, $\text{SO}_{2(\text{g})}$.
 - II. ריכוז התמיסה של נתרן תיאוסולפאט, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3_{(\text{aq})}$.
 - III. נפח הכלי בו מבצעים את הניסוי.
 - IV. טמפרטורת התמיסה של נתרן תיאוסולפאט.
 - V. pH התמיסה של חומצת מימן כלורי.
- אילו מן המשתנים שברשימה עשויים להשפיע על קצב התגובה? נמקו.

- א. כל המשתנים
- ב. V, IV, II
- ג. IV, III, II
- ד. IV, II

התשובה

התשובה הנכונה היא ב'.

הגורמים המשפיעים על קצב תגובה הם: סוג התגובה, ריכוז המגיבים, טמפרטורה, שטח פנים וזרז.

ריכוז התמיסה של נתרן תיאוסולפאט, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3_{(\text{aq})}$, טמפרטורת התמיסה של $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3_{(\text{aq})}$ משפיעים על קצב התגובה לפי מודל ההתנגשויות.

התמיסה של חומצת מימן כלורי מהווה מקור של יוני ההידרוניום בתמיסה. ה-pH של תמיסת החומצה הוא מדד לריכוז יוני ההידרוניום. ככל ש-pH נמוך יותר ריכוז יוני ההידרוניום גבוה יותר. ככל שריכוזם של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ גדול יותר,

מספר ההתנגשויות שלהם עם יוני $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})}$ גדול יותר וכך קצב התגובה גדל.

השינוי בנפח הגז שנפלט (מופיע בתוצרים) והשינוי בנפח הכלי לא משפיעים על קצב התגובה.

ניתוח התוצאות של השאלות הפתוחות בבחינת הבגרות תשפ"ג

כפי שנאמר, ניתוח השאלות הפתוחות 9-14 מתבסס על ממצאים סטטיסטיים של מכון סאלד: ציוני שאלות וציוני סעיפים, על ציוני המדגם הנעשה על ידי המעריכים הבכירים - ציוני תת-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 **10,674** נבחנים:

10,135 תלמידים ניגשו לשאלון 037381

539 תלמידים ניגשו לשאלון 037387 - בחינה מתוקשבת.

37381 (10,135 נבחנים)

14	13	12	11	10	9	מס' שאלה	
מבנה וקישור, חמצון-חמצון, חיזור, חומצות ובסיסים	חמצון-חיזור, מבנה וקישור וחישובים	חומצות ובסיסים	חומצות שומן, מבנה וקישור, חישובים	מבנה האטום, מבנה וקישור, חישובים	ניתוח קטע ממאמר מדעי	נושא	
63	61	65	69	61	65	ציון ממוצע	
53%	38%	68%	84%	52%	100%	% תלמידים שבחרו בשאלה	
28	24	32	28	20	22	85-100	% תלמידים שציונם
34	39	36	49	44	48	55-84	
38 (23)	37 (24)	32 (22)	23 (11)	36 (21)	30 (17)	0-54 (0-40)	

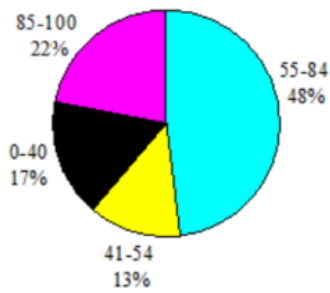
37387 (539 נבחנים)

14	13	12	11	10	9	מס' שאלה	
מבנה וקישור, חמצון-חמצון, חיזור, חומצות ובסיסים	חמצון-חיזור, מבנה וקישור וחישובים	חומצות ובסיסים	חומצות שומן, מבנה וקישור, חישובים	מבנה האטום, מבנה וקישור, חישובים	ניתוח קטע ממאמר מדעי	נושא	
64	66	57	67	66	69	ציון ממוצע	
41%	49%	75%	77%	57%	100%	% תלמידים שבחרו בשאלה	
27	28	19	23	25	27	85-100	% תלמידים שציונם
39	43	38	50	44	48	55-84	
34 (22)	29 (19)	43 (30)	27 (13)	31 (16)	25 (11)	0-54 (0-40)	

ניתוח התוצאות של שאלה 9 ניתוח קטע ממאמר מדעי

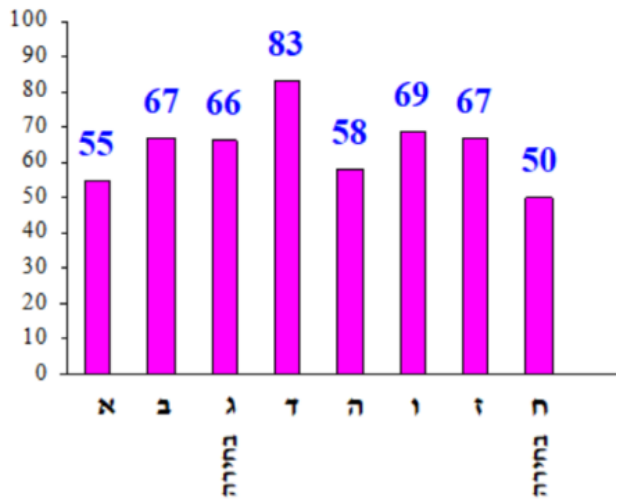
שאלון 037381

פיזור ציונים



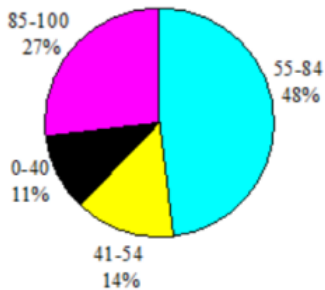
ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 65

ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:



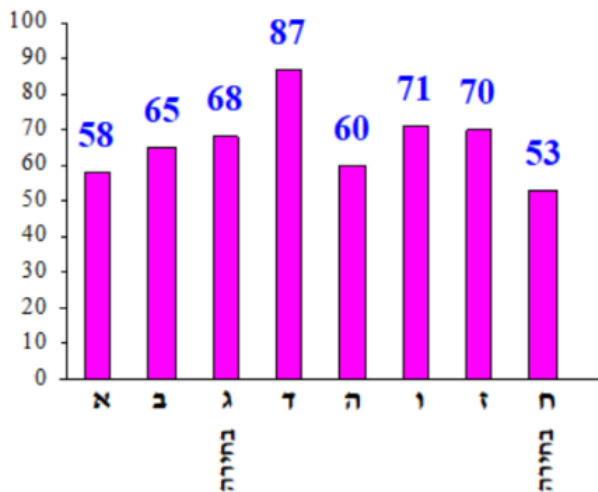
שאלון 037387

פיזור ציונים



ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 69

ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:



רמות החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום

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

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ← לעבוד עם קטע ממאמר מדעי לא מוכר, ולהסיק מסקנות מן הכתוב בטקסט.
- ← ליישם ידע מדעי שנלמד כדי לנתח טקסט מדעי לא מוכר.
- ← לרשום נוסחאות אמפיריות של חומרים יוניים מתוך מידע על היונים המרכיבים את החומרים.
- ← לבצע חישובים סטויכיומטריים.
- ← להתאים יחידות מידה ולבצע מעבר נכון בין יחידות.
- ← לחשב מסה של יונים על פי נתונים של ריכוז התמיסה.
- ← לחשב מספר מולקולות על פי נתונים של מסת החומר ומסה מולרית.
- ← לרשום ניסוח לתהליך היתוך של חומר יוני.
- ← לזהות נוכחות של קשרי מימן בין מולקולות החומר על פי מודל.
- ← לקבוע אילו קשרים קיימים בין אטומים במולקולות החומר על פי מודל.
- ← לקבוע אופני תנועה של החלקיקים בחומרים מסוגים שונים.
- ← לקבוע את סוג התגובה - אנדותרמית או אקסותרמית, על פי התיאור של התרחשות התגובה, לדוגמה השקעת אנרגייה או פליטת אנרגייה.
- ← להסביר את קביעת סוג התגובה - אנדותרמית, תוך התייחסות לסוג הקשרים הניתקים בתהליך.
- ← לזהות מתצוגה גרפית מצבי צבירה של חומר ומעברים ביניהם.
- ← ליישם ידע על הקשרים הקיימים בחומר במצבי הצבירה השונים כדי להשוות בין כמות האנרגייה הנדרשת במעברים שונים.

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

התחממות גלובלית - השינוי מתחיל בקטבים

ההתחממות של אזורי הקטבים בכדור הארץ מתרחשת מהר מכפי שחזו מדענים, והיא מעידה על שינוי האקלים בעולם. אחת התוצאות של התחממות זו היא הפשרה מהירה של קרחונים יבשתיים בגרינלנד, אי הקרוב לקוטב הצפוני, ובאנטרקטיקה, בקוטב הדרומי. הפשרת הקרחונים היבשתיים גורמת, נוסף על עליית פני הים, גם לשינוי מסלולי סופות באזורים של אמריקה הצפונית.

קרחון יבשתי (glacier) הוא מצבור גדול וקדום של קרח שנוצר במשך אלפי שנים משכבות השלג שירדו והתגבשו זו על גבי זו. הקרחון שנוצר על פני היבשה גדל לאורך השנים ונע באיטיות לכיוון הים. הקרחונים היבשתיים מהווים מקור חשוב ועיקרי למי שתייה במקומות רבים בכדור הארץ.

קרחון יבשתי מכיל כ- 99% קרח, $H_2O(s)$, וכ- 1% זיהומים שונים מן הים ומן האוויר הכוללים יונים כגון: נתרן, Na^+ , מגנזיום, Mg^{2+} , סידן, Ca^{2+} , כלור, Cl^- , ויונים גופרתיים, SO_4^{2-} . מקורם של היונים בתרכובות יוניות שונות שהתמוססו במים. מסת יוני הנתרן ב- 1 ק"ג קרחון היא 0.4×10^{-6} גרם. בעקבות התחממות האטמוספירה בעת האחרונה, מתחממים גם מי האוקיינוסים בקצב עולה. לפיכך מותך בסיס הקרחון היבשתי הנמצא קרוב לים המתחמם, וחלקים גדולים ממנו נופלים למים. חלקי הקרחון היבשתי שנופלים למים הופכים לקרחונים ימיים צפים (icebergs), שניתכים ובמשך הזמן גורמים לעליית פני הים.

שלג וקרח הם חומרים לבנים, שמחזירים את רוב קרינת השמש אל החלל. מי האוקיינוסים הכהים יותר קולטים את קרינת השמש ומתחממים. לכן להפשרת חלק מן הקרחונים השפעה כפולה:

- מסת המים, היכולים לקלוט קרינה ולהתחמם, גדלה.
 - מסת הקרח, המחזיר את קרינת השמש אל החלל ומונע התחממות, קטנה.
- בעקבות עליית טמפרטורת האוויר והפשרת הקרחונים, האוויר בקטבים מכיל אדי מים רבים יותר, יש יותר ענני גשם ולכן נפוצות יותר סערות גשם המלוות בברקים. ענני גשם מכילים מספר עצום של מולקולות מים. עקב תנועתן של מולקולות המים, עובר זרם אלקטרוני באוויר בין העננים, או בין הענן לקרקע, והוא הופך את המולקולות שבאוויר לחלקיקים טעונים ולאטומים בודדים. מעבר אלקטרוני זה כרוך בפליטת אנרגייה רבה הגורמת לטמפרטורת האוויר בסביבה הקרובה לעלות ל- $30,000^\circ C$.

עקב מעבר האנרגייה רואים ברק, הבזק לבן ובוהק, ושומעים רעם שנגרם מהתפשטות מהירה של האוויר המתחמם.

כימאים גילו כי במהלך היווצרות הברקים אפשר לגלות באוויר אטומי חמצן ואטומי מימן בודדים, שמקורם במולקולות המים שבעננים. יש ברקים שפוגעים בחומרים דליקים הנמצאים על פני האדמה וגורמים לעיתים קרובות לשרפות.

הידע על השינויים המתחוללים בעולמנו והבנתם, מאפשר למדענים לחזות את השפעות האקלים ולהיערך מבעוד מועד כדי למנוע פגיעה בחיים ולצמצם נזקים.

מקור:

<https://ckimate.nasa.gov/news/3062/warming-seas-are-accelerating-greenlands-glacier-retreat/>

סעיף א' (הציון בשאלון 037381 55)

(הציון בשאלון 037387 58)

רשמו נוסחאות של 4 תרכובות יוניות העשויות להיות מקור ליונים שיש בקרחונים.

התשובה

ארבע תרכובות מבין הבאות:



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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך בשני השאלונים. כמעט מחצית מהתלמידים טעו ברישום נוסחה אמפירית של חומר יוני. הופיעו טעויות רבות מסוגים שונים. הטעויות האופייניות:

♦ טעויות ביחסים בין יונים שבנוסחה אמפירית:

- $\text{NaCl}_2 , \text{NaSO}_4 , \text{Mg}_2\text{Cl}_2 , \text{Ca}_2\text{SO}_4$
חלק מטעויות מסוג זה נובע מהתייחסות לחומר יוני כאלל "חיבור" שני יסודות.
♦ העתקה של נוסחאות היונים הנתונים בלי לרשום נוסחה של חומר יוני:
- $\text{Na}^+ , \text{Mg}^{2+} , \text{Ca}^{2+} , \text{Cl}^- , \text{SO}_4^{2-}$
רישום מטענים של יונים כמו דרגות חמצון - מתחת לנוסחת החומר ומוקפים בעיגול.
♦ רישום נוסחאות אמפיריות נכונות המכילות יונים שאינם מופיעים בשאלה:
- $\text{Ca}(\text{OH})_2 , \text{MgO} , \text{KOH}$
רישום מטעני היונים מעל נוסחאות החומרים היוניים: ♦
- $\text{Na}^+\text{Cl}^-_{(s)} , \text{Li}^+\text{Cl}^-_{(s)} , \text{Mg}^{2+}\text{Cl}_2^-_{(s)}$
רישום אקראי של נוסחאות, חלקן נכונות חלקן שגויות, לא לפי המידע שבקטע ולא של חומרים יוניים: ♦
- $\text{H}_2\text{SO}_4 , \text{HCl} , \text{MgO}_2$
רישום נוסחאות יוניות בצורה לא מקובלת, כך שהיון החיובי מופיע מימין ליון השלילי: ♦
- $\text{SO}_4\text{Ca} , \text{ClNa}$
רישום נוסחאות שגויות שמכילות יונים חיוביים בלבד: ♦
- $\text{CaMg} , \text{Na}_2\text{Mg}$
רישום נוסחאות ייצוג אלקטרוניים (חלקן באופן שגוי) של היונים המרכיבים את החומרים: ♦
- $[\text{Ca}]^{+2}[:\ddot{\text{O}}_4:]^{-2} , [\text{Mg}]^{+2}[:\ddot{\text{O}}_4:]^{-2} , [\text{Na}]^+[:\ddot{\text{Cl}}:]^-$
רישום ניסוחי תגובה, כגון ניסוח (לרוב לא מתאים או שגוי) תהליך המסה במים או ניסוח תהליך יצירה של חומר יוני: ♦

- $\text{CaCl}_{2(s)} \rightarrow \text{Ca}^{2+}_{(aq)} + 2\text{Cl}^-_{(aq)}$
- $\text{NaBr}_{(s)} \rightarrow \text{Na}^+_{(aq)} + \text{Br}^-_{(aq)}$
- $\text{CaO}_{(s)} \rightarrow \text{Ca}^{2+}_{(aq)} + \text{O}^{2-}_{(aq)}$
- $\text{MgS}_{(s)} \rightarrow \text{Mg}^{2+}_{(aq)} + \text{S}^{2-}_{(aq)}$
- $\text{Na}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)} \rightarrow \text{NaCl}_{(s)}$

המלצות

- מומלץ להרגיל את התלמידים לעבוד עם קטע ממאמר מדעי לא מוכר, ולהסיק מסקנות מן הכתוב בטקסט.
- מומלץ לכוון את התלמידים לקרוא את סעיפי השאלות ולוודא לפני מתן תשובה שברור להם מה נדרש מהם כתשובה.
- רצוי לתרגל כתיבה של ייצוגים שונים שרלוונטיים לחומרים יוניים כגון: נוסחאות אמפיריות, נוסחאות ייצוג אלקטרוניים ליונים המרכיבים את החומר, ניסוח תהליך היתוך וניסוח תהליך המסה במים.
- בעת תרגול רישום של נוסחאות אמפיריות מומלץ לחדד לתלמידים את הכללים לכתיבת נוסחאות אלו.
- מומלץ להציג לתלמידים סרטון: [ממה מורכב העולם - מבוא לכימיה כללית](#).
- מומלץ לתרגל כתיבת נוסחאות אמפיריות ממצגת בנושא: [סריג יוני](#).
- ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 11, 13, בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

השלימו את הטבלה הנתונה: רשמו את הנוסחאות האמפיריות של התרכובות היוניות אשר מתקבלות מהיונים הנתונים.

Ba^{2+}	Li^+	Al^{3+}	Mg^{2+}	K^+	
					F^-
					O^{2-}
					Cl^-
					N^{3-}
					S^{2-}
					OH^-
					SO_4^{2-}
					NO_3^-
					PO_4^{3-}
					CO_3^{2-}

התשובה

Ba^{2+}	Li^+	Al^{3+}	Mg^{2+}	K^+	
BaF_2	LiF	AlF_3	MgF_2	KF	F^-
BaO	Li_2O	Al_2O_3	MgO	K_2O	O^{2-}
$BaCl_2$	$LiCl$	$AlCl_3$	$MgCl_2$	KCl	Cl^-
Ba_3N_2	Li_3N	AlN	Mg_3N_2	K_3N	N^{3-}
BaS	Li_2S	Al_2S_3	MgS	K_2S	S^{2-}
$Ba(OH)_2$	$LiOH$	$Al(OH)_3$	$Mg(OH)_2$	KOH	OH^-
$BaSO_4$	Li_2SO_4	$Al_2(SO_4)_3$	$MgSO_4$	K_2SO_4	SO_4^{2-}
$Mg(NO_3)_2$	$LiNO_3$	$Al(NO_3)_3$	$Mg(NO_3)_2$	KNO_3	NO_3^-
$Ba_3(PO_4)_2$	Li_3PO_4	$AlPO_4$	$Mg_3(PO_4)_2$	K_3PO_4	PO_4^{3-}
$BaCO_3$	Li_2CO_3	$Al_2(CO_3)_3$	$MgCO_3$	K_2CO_3	CO_3^{2-}

סעיף ב' (הציון בשאלון 037381 67)

(הציון בשאלון 037387 65)

בצפון כדור הארץ ריכוז יוני הנתרן במי ים הוא $\frac{\text{מול}}{\text{ליטר}} 0.46$.

פי כמה גדולה המסה של יוני הנתרן ב- 1 ליטר מי ים לעומת המסה של יוני הנתרן ב- 1 ק"ג קרחון?
פרטו את חישוביכם.

התשובה

$$23 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

מסה מולרית של $\text{Na}_{(s)}$:

מסת יוני הנתרן ב- 1 ליטר מי ים:

$$m = 0.46 \text{ mol} \times 23 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 10.58 \text{ gr}$$

נתון: מסת יוני הנתרן ב- 1 ק"ג קרחון היא 0.4×10^{-6} גרם.

חישוב פי כמה גדולה מסת יוני הנתרן במי ים:

$$\frac{10.58 \text{ gr}}{0.4 \times 10^{-6} \text{ gr}} = 26.45 \times 10^6 = 2.645 \times 10^7$$

מסת יוני הנתרן ב- 1 ליטר מי ים גדולה פי 2.645×10^7 ממסת יוני הנתרן ב- 1 ק"ג קרחון.

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני בשני השאלונים. תלמידים רגילים לבצע חישובים על פי ניסוח תגובה אך פחות מתנסים בחישובים של יחס בין נתונים שונים. לפיכך, חלק מהתלמידים ביצעו חישובים שאינם תואמים לדרישות השאלה. הטעויות האופייניות:

♦ קביעת יחידות לתוצאה והמרה של התוצאה מגרם לקילוגרם:

$$\bullet \frac{10.58 \text{ gr}}{0.4 \times 10^{-6} \text{ gr}} = 26.45 \times 10^6 \text{ gr} = 2.645 \times 10^3 \text{ kg}$$

♦ חישוב יחס הפוך:

$$\bullet \frac{0.4 \times 10^{-6} \text{ gr}}{10.58 \text{ gr}} = 3.78 \times 10^{-8}$$

♦ טעויות חישוב:

– טעות נפוצה של הקלדת המספרים במחשבון ללא התייחסות לסדר פעולות חשבון, דבר הגורם לכך שכופלים ב- 10^{-6} במקום לחלק:

$$\bullet \frac{10.58 \text{ gr}}{0.4 \times 10^{-6} \text{ gr}} = 2.645 \times 10^{-5}$$

– טעות בהצבת המסה המולרית: הצבת מסה מולרית של חנקן במקום מסה מולרית של נתרן.

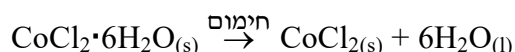
– בלבול מושגים: חישוב גודל ענן אלקטרוניים במקום מסה מולרית.

המלצות

- מומלץ לתרגל עם התלמידים חישובים של יחסים בין גדלים שונים ולבחור את היחידות המתקבלות בחישוב היחס המבוקש.
 - מומלץ להבהיר לתלמידים כללים לחישוב מסה מולרית של חומר.
 - מומלץ לתרגל עם התלמידים חישוב באמצעות מחשבון כדי למנוע טעויות של הקלדת הנתונים במחשבון ושגיאות הנובעות מסדר לא נכון של פעולות חשבון או של הקלדת החזקות.
 - מומלץ לבצע עם התלמידים ניסוי: [קביעת נוסחת הידראט](#).
- ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' א.7 בטבלה בעמ' 5-7.**

שאלה לתרגול

*מעובד על-פי הניסוי "חימום הידראט", מתוך הכימיה-אתגר, על ידי צוות המדריכים. הידראטים הם מוצקים יוניים שמכילים מולקולות מים בתוך הסריג שלהם. מים אלה מכונים בשם "מי גבש". בכל הידראט קיים יחס מולים קבוע ואופייני, בין התרכובת היונית (האלמימה) לבין המים. יחס זה בא לידי ביטוי בנוסחת ההידראט. לדוגמה: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}_{(s)}$, $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}_{(s)}$. ההידראט הופך לאלמימה על-ידי חימום מבוקר:



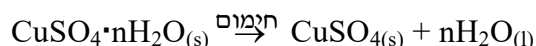
תלמידים ביצעו ניסוי לקביעת נוסחת ההידראט של נחושת גופרתית, $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}_{(s)}$, מוצק בצבע כחול. לשם כך התלמידים שקלו 24.95 גרם של התרכובת לתוך כורית. הם חיממו את הכורית עד שהחומר שינה צבעו לאפור לבנבן. לאחר מכן המתינו עד לקירור ושקלו שוב את החומר. מסת התוצר הייתה 15.95 גרם.

- א. רשמו ניסוח לתהליך הפיכת ההידראט של נחושת גופרתית לאלמימה.
- ב. חשבו את מסת המים שהשתחררו מהתרכובת. פרטו את חישוביכם.
- ג. מהו היחס בין מספר המולים של מים למספר המולים של האלמימה? פרטו את חישוביכם.
- ד. קבעו, מהו n ורשמו מהי נוסחת ההידראט.

התשובה

סעיף א'

על-ידי חימום מבוקר הופך ההידראט לאלמימה:



סעיף ב'

מסת המים שהשתחררו מהתרכובת: $m = 24.95\text{gr} - 15.95\text{gr} = 9\text{gr}$

סעיף ג'

CuSO ₄ ·nH ₂ O _(s)	CuSO ₄ (s)	nH ₂ O _(l)	יחידות	גדלים
1	1	n		יחס מולים
24.95	15.95	9	gr	מסה
	159.5	18	$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	מסה מולרית
	0.1	0.5	mol	מספר מולים

$$\frac{\text{מולי המים}}{\text{מולי האלמימה}} = \frac{0.5}{0.1} = 5$$

יחס המולים בין אלמימה למים:

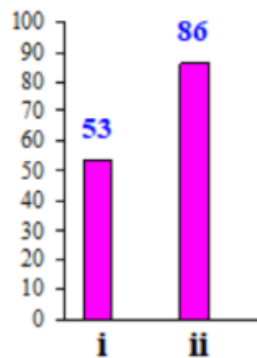
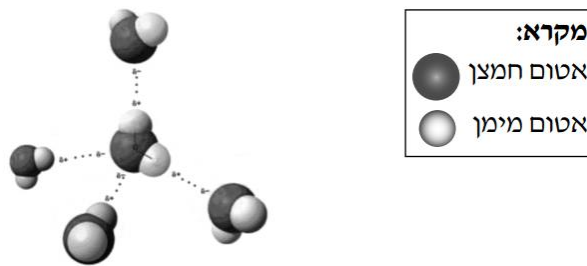
סעיף ד'

יחס המולים בין אלמימה למים $n=5$, לכן נוסחת ההידראט היא: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(s)}$.

סעיף ג' בחירה (הציון בשאלון 037381 66)

(הציון בשאלון 037387 68)

המודל בתרשים שלפניכם מייצג קטע של סידור מולקולות המים בקרח.



תת-סעיף i (הציון בשאלון 037381 53)

התבוננו במודל, וקבעו לכמה אטומי מימן קשור כל אטום חמצן ובאילו סוגי קשרים.

התשובה

בקרח כל אטום חמצן קשור לארבעה אטומי מימן.

2 אטומי מימן קשורים בקשרים קוולנטיים ו- 2 אטומי מימן קשורים בקשרי מימן.

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך. חלק ניכר מהתלמידים התקשו לקבוע אילו קשרים קיימים בין אטומים במולקולות על פי מודל. הדבר

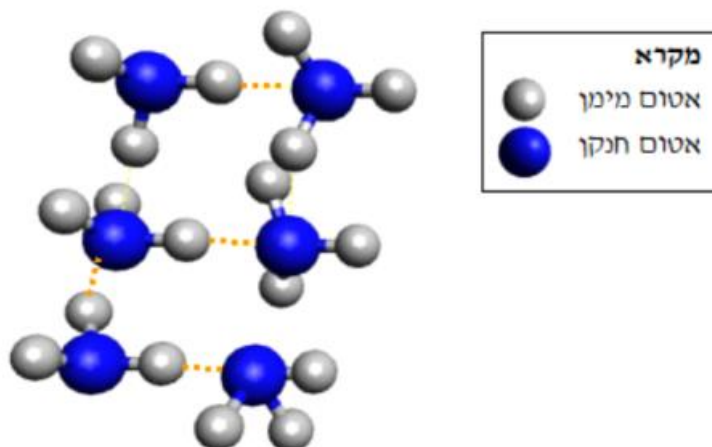
נובע מחוסר הבחנה בין קשרים קוולנטיים תוך מולקולריים לבין כוחות בין מולקולריים. הטעויות האופייניות:

- ציון חלק מן הקשרים הקיימים. יש כאן התייחסות לאחת ממולקולות צדדיות, ז.א. חוסר הבנה שהאיור הנתון מייצג רק קטע של סידור מולקולות המים בקרח ולא מבנה החומר בשלמותו:

- "כל אטום חמצן קשור לשני אטומי מימן בקשרים קוולנטיים ולאטום מימן אחד בקשרי מימן."
- ◆ התייחסות רק לסוג אחד של הקשרים :
- "כל אטום חמצן קשור לשני אטומי מימן בקשרי מימן."
- "כל אטום חמצן קשור לשני אטומי מימן בקשר קוולנטי."
- ◆ אי ציון מספר הקשרים אלא רק סוגי הקשרים - קשרים קוולנטיים או קשרי מימן.
- ◆ שגיאות בקביעת סוג הקשרים :
- "כל אטום חמצן קשור לשני אטומי מימן בקשרי מימן ולשני אטומי מימן נוספים בכוחות ון-דר-ולס."
- "כל אטום חמצן קשור לשני אטומי מימן בקשר מולקולרי."
- "כל אטום חמצן קשור לשני אטומי מימן בקשר יוני."

שאלה לתרגול

המודל בתרשים שלפניכם מייצג קטע של סידור מולקולות של החומר אמוניה, $\text{NH}_3(\text{s})$.



התבוננו במודל וקבעו :

- א. לכמה אטומי מימן קשור כל אטום חנקן בתוך מולקולה?
- ב. מהו סוג הקשרים בין אטומי המימן לאטומי החנקן בתוך המולקולה?
- ג. קבעו אם קיימים קשרים נוספים המוצגים באיור, מלבד הקשרים שציינתם בסעיף ב'! אם כן, ציינו מהם ובין אילו אטומים הם קיימים.

התשובה

סעיף א'

כל אטום חנקן קשור לשלושה אטומי מימן בתוך מולקולה.

סעיף ב'

בין כל אטום חנקן לאטום מימן קיים קשר קוולנטי בתוך מולקולה.

סעיף ג'

באיור מוצגים גם קשרי מימן המסומנים בקווים כתומים מקווקוים. קשרי המימן נוצרים בין אטום חנקן לבין אטום מימן במולקולה סמוכה.

תת-סעיף ii (הציון בשאלון 037381 86)

נסחו את תהליך ההיתוך של קרח.

התשובה

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

ניתוח טעויות אופייניות

- הציון גבוה. רוב התלמידים רשמו נכון את תהליך ההיתוך של קרח. יחד עם זאת אותרו טעויות אחדות:
- ♦ חוסר הבנה שתהליך היתוך מוגדר למול אחד של חומר שעובר הי, וכתוצאה מכך, הוספת מקדמים שגויים לניסוח התהליך:
 - $5\text{H}_2\text{O}_{(s)} \rightarrow 5\text{H}_2\text{O}_{(l)}$
רישום 5 מול במקום מול אחד נובע מחוסר הבנה שהאיור הנתון הינו מודל מייצג ולא ייצוג מלא של החומר, והתעלמות מכללי ניסוח תגובה - יחס בין מולים ולא מספר מולים של חומר, וגם לא מספר מולקולות המופיעות במודל.
 - ♦ חוסר הבחנה בין תהליך היתוך לבין תהליך המראה:
 - $\text{H}_2\text{O}_{(s)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(g)}$
נוסחאות המכילות 10 אטומי מימן ו-5 אטומי חמצן:
 - $\text{H}_{10}\text{O}_5(s) \rightarrow \text{H}_{10}\text{O}_5(l)$
אי רישום מצבי צבירה.
 - ♦ רישום על החץ "המסה" או "מים".

המלצות בנושא מודל החומר ובנושא תהליך היתוך יינתנו במרוכז בסוף סעיף ה'.

שאלה לתרגול

לפניכם רשימת נוסחאות של מספר חומרים: $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$, Mg , S_8 , MgCl_2 .

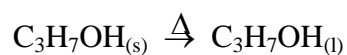
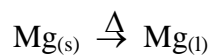
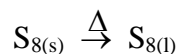
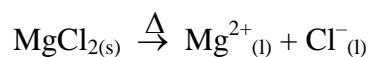
- א. עבור כל אחד מן החומרים ציינו את סוג החומר.
- ב. עבור החומרים המולקולריים:
 - i. ציינו את סוג הקשרים בין אטומים במולקולות החומר.
 - ii. ציינו את סוג הכוחות בין מולקולות החומר.
- ג. ציינו את סוג הקשרים בין חלקיקי החומרים שאינם מולקולריים.
- ד. רשמו ניסוח לתהליך ההיתוך של כל אחד מן החומרים.
- ה. שניים מבין החומרים הנתונים מסיסים במים. רשמו ניסוח לתהליך המסה במים לכל אחד משני החומרים המסיסים במים.

התשובה

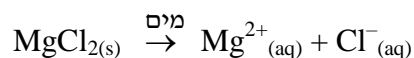
סעיפים א'-ג'

נוסחת החומר	סוג החומר	סוג הקשרים בין אטומים בתרכובות מולקולריות	סוג הקשרים בין מולקולות התרכובות המולקולריות	סוג הקשרים בין חלקיקים בחומרים שאינם מולקולריים
MgCl ₂	יוני			יוני
S ₈	מולקולרי	קוולנטיים	אינטראקציות ון-דר-ולס	
Mg	מתכתי			מתכתי
C ₃ H ₇ OH	מולקולרי	קוולנטיים	קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ולס	

סעיף ד'



סעיף ה'



סעיף ד' (הציון בשאלון 037381 83)

סעיף ה' (הציון בשאלון 037387 87)

- לפניכם שני היגדים: I ו-II. קבעו עבור כל היגד אם הוא נכון או לא נכון.
- I. לאטומים של מולקולות המים בקרח יש אופני תנועה מסוג תנודה בלבד.
 - II. למולקולות המים בקרח יש אופני תנועה מסוג מעתק בלבד.

התשובה

- I. נכון
- II. לא נכון

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון גבוה בשני השאלונים. יחד עם זאת הופיעו טעויות אחדות בקביעת נכונות ההיגדים. רוב הקביעות השגויות היו עבור היגד I. חלק מן התלמידים סבורים שבמוצק יש לאטומים אופני תנועה נוספים לתנודה של אטומים בתוך מולקולות. תלמידים מעטים שטעו בקביעה עבור היגד II סבורים שהסוג היחיד של תנועת

מולקולות במוצק הוא מעתק. הסיבה לטעויות בסעיף זה היא חוסר הבנה שלחלקיקי המוצק יש אופן תנועה מסוג התנועה בלבד.

המלצות

- מומלץ להרגיל את התלמידים לעבוד עם שאלות של ניתוח קטע ממאמר מדעי, ולענות על השאלות על פי הקטע תוך יישום החומר הנלמד.
- מומלץ להתייחס בהוראה לאופני התנועה של האטומים בתוך המולקולות ואופני התנועה של המולקולות עצמן בכל אחד ממצבי הצבירה.
- מומלץ להסביר אופני תנועה של חלקיקים במצבי צבירה שונים.

שאלה לתרגול

התאימו בין התיאורים בעמודה I לבין המושגים בעמודה II:

עמודה II		עמודה I	
תהליך עיבוי	.1	תהליך שבו מושקעת אנרגיה כדי להעביר חומר ממצב צבירה נוזל למצב צבירה גז.	A
מצב צבירה גז	.2	המולקולות והאטומים שמרכיבים אותן מבצעים תנודות בלבד.	B
מצב צבירה נוזל	.3	החלקיקים מבצעים תנודות, סיבוב ומעתק.	C
מצב צבירה מוצק	.4	תהליך שבמהלכו נפלטת אנרגייה ונוצרים קשרים בין מולקולות החומר.	D
תהליך אידוי	.5	תנועת החלקיקים מוגבלת והם מבצעים תנועות של תנודות וסיבוב.	E

התשובה

עמודה II		עמודה I	
תהליך אידוי	.5	תהליך שבו מושקעת אנרגיה כדי להעביר חומר ממצב צבירה נוזל למצב צבירה גז.	A
מצב צבירה מוצק	.4	המולקולות והאטומים שמרכיבים אותן מבצעים תנודות בלבד.	B
מצב צבירה גז	.2	החלקיקים מבצעים תנודות, סיבוב ומעתק.	C
תהליך עיבוי	.1	תהליך שבמהלכו נפלטת אנרגייה ונוצרים קשרים בין מולקולות החומר.	D
מצב צבירה נוזל	.3	תנועת החלקיקים מוגבלת והם מבצעים תנועות של תנודות וסיבוב.	E

סעיף ה' (הציון בשאלון 037381 58)

(הציון בשאלון 037387 60)

קבעו אם תהליך ההיתוך של הקרח בקרחון יבשתי הוא תהליך אנדותרמי או אקסותרמי. הסבירו ובססו את תשובתכם על סוגי הנוחות הפועלים בין המולקולות.

התשובה

קביעה: תהליך אנדותרמי.

הסבר: היתוך הקרח הוא תהליך אנדותרמי, כיוון שבמהלך ההיתוך יש להשקיע אנרגייה כדי לפרק

(או: להחליש) חלק מקשרי המימן בין המולקולות על מנת להפריד ביניהן, ולכן נקלטת אנרגייה מהסביבה. (האנרגייה הנקלטת גורמת להגדלת מספר אופני התנועה של המולקולות.)

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך בשני השאלונים. הסיבה העיקרית לטעויות של חלק ניכר מהתלמידים היא חוסר הבנה של המידע המופיע בקטע מהמאמר. ניתן למיין את הטעויות האופייניות לשני סוגים עיקריים:

1. קביעה שגויה וניסיון לנמקה:
 - "התהליך הוא אקסותרמי כי עוברת אנרגייה מהמערכת - הקרח, אל הסביבה - המים."
 - "אקסותרמי כי בעקבות התחממות האטמוספירה הסביבה מתחממת."
 - "התהליך אקסותרמי כי בין מולקולות הקרחון יש אינטראקציות ון-דר-ולס שכדי לפרק אותם דרושה אנרגייה שנפלטת לסביבה."
2. קביעה נכונה המלווה בנימוק שגוי:
 - ◆ חוסר התייחסות לקשרי מימן שניתקים או נחלשים בתהליך ההיתוך - אי ציון כוחות בין מולקולריים או בחירה שגויה בסוג כוחות בין מולקולריים:
 - "תהליך אנדותרמי כי אנרגיית השמש מחממת את המים ומצב הצבירה משתנה ממוצק לנוזל."
 - "תהליך אנדותרמי מכיוון שכדי להתיך את הקרחון צריך לפרק קשרים קוולנטיים בין אטומים."
 - "תהליך אנדותרמי כי אנרגיית השמש מושקעת בפירוק אינטראקציות ון-דר-ולס."
 - ◆ ניסיון להסביר את הקביעה בעזרת תופעות לא רלוונטיות:
 - "תהליך אנדותרמי. אנרגייה פנימית של נוזל גבוהה מאשר אנרגייה פנימית של מוצק. בנוזל חלקיקים פחות צפופים לעומת מוצק."
 - "אנדותרמי כי אנרגייה נכנסת למערכת ואז מספר התנגשויות בין החלקיקים עולה ויש סוגי תנועה נוספים."
 - אנדותרמי כי טמפרטורת המערכת - קרחון, עולה בזמן שטמפרטורת הסביבה יורדת - נפלט קור מהקרחון."

המלצות לסעיפים ג' ו- ה'

- מומלץ לתרגל עם התלמידים התבוננות במודלים מסוגים שונים, התייחסות ליתרונות ולחסרונות שיש להצגה באמצעות מודל.
- מומלץ להבהיר לתלמידים כיצד לנתח את מבנה החומר על פי המודל הנתון.
- מומלץ להבהיר לתלמידים כיצד להבחין בין קשרים קוולנטיים תוך מולקולריים לבין כוחות בין מולקולריים.
- מומלץ לבצע עם התלמידים ניסוי של היתוך שעווה שבו התלמידים מודדים את הטמפרטורה במהלך חימום של שעווה עד שהשעווה הופכת לנוזל.
- מומלץ לבצע עם התלמידים משימה דיאגנוסטית שהיא חלק מערכה מותאמת אישית [מצבי צבירה](#). הערכה כוללת משחק, עבודה עם מודלים, דף עבודה, דיון, חקר רשת.
- מומלץ לחדד לתלמידים כיצד להבחין בין תהליכים שונים וכיצד לנסח אותם: היתוך, רתיחה, המראה, המסה במים וכדומה, עבור סוגים שונים של חומרים.
- מומלץ להסביר לתלמידים שתהליך היתוך הוא אנדותרמי.

– מומלץ לעבור עם התלמידים על ההסברים ולפתור השאלות בעמודים 14-15, 77-78 בספר לימוד

"אנרגייה בקצב הכימיה"

– **הצעה לשלבי חשיבה שיש לבצע כאשר נדרש ניסוח של תהליך היתוך:**

1. קביעת סוג החומר שעבורו נדרש ניסוח תהליך ההיתוך - מתכתי, יוני, מולקולרי או אטומרי.
2. קביעת סוג הקשרים בין החלקיקים בחומר.
3. ניסוח התהליך:

- אם מדובר בחומר יוני, אז בתהליך היתוך החומר גם ישנה מצב צבירה ממוצק לנוזל וגם יתפרק ליונים שמהם הוא מורכב.

- אם מדובר בחומר שאינו יוני, אז החומר רק ישנה מצב צבירה ממוצק לנוזל.

– **הצעה לשלבי חשיבה שיש לבצע כאשר נדרש ניסוח של תהליך המסה במים:**

1. קביעת סוג החומר שעבורו נדרש ניסוח תהליך ההמסה במים - יוני או מולקולרי.
2. ניסוח התהליך:

- אם מדובר בחומר יוני, אז בתהליך ההמסה במים יש לרשום מים על החץ והחומר יתפרק ליונים שמהם הוא מורכב. מצב ההופעה של היונים בתוצר יהיה ממוים (aq).

- אם מדובר בחומר מולקולרי שאינו מגיב עם מים כחומצה או כבסיס, יש לרשום מים על החץ ומצב ההופעה של התוצר יהיה ממוים (aq).

- אם מדובר בחומר מולקולרי שמגיב עם מים כחומצה או כבסיס, יש לנסח תגובת חומצה בסיס בהתאם. במקרה זה יש לרשום את המים כמגיב.

ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ג.1, ב.10 בטבלה בעמ' 5-7.

סעיף ו' (הציון בשאלון 037381 69)

(הציון בשאלון 037387 71)

קרחון שמסתו 2 טון נפל למים והותך כולו. כמה מולקולות מים נוספו לים? **פרטו את חישוביכם.**

נתון: 1 טון = 1×10^6 גרם.

התשובה

חישוב מספר מול מים בקרחון:

$$\frac{2 \times 10^6 \text{ gr}}{18 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.11 \times 10^6 \text{ mol}$$

חישוב מספר מולקולות שנוספו לים:

$$0.11 \times 10^6 \text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23} \frac{\text{molecules}}{\text{mol}} = 6.68 \times 10^{28} \text{ molecules}$$



או פתרון בצורת טבלה על בסיס ניסוח

$\text{H}_2\text{O}_{(s)}$	$\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	יחידות	גדלים
1	1		יחס מולים
2×10^6		gr	מסה נתונה / נדרשת
18		$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	מסה מולרית
0.11×10^6	0.11×10^6	mol	מספר מולים
	6.68×10^{28}	molecules	מספר מולקולות

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

ניתוח טעויות אופייניות

- הציון בינוני בשני השאלונים. חלק מהתלמידים ויתרו על סעיף זה ולא ניסו לענות עליו. הטעויות האופייניות:
- ♦ רישום התשובה הסופית ללא פירוט החישובים.
 - ♦ טעויות בחישוב מסה מולרית.
 - ♦ הצבת 1 טון מים במקום בנתון של 2 טון מים.
 - ♦ חישוב מספר המולים של המים ללא המשך לחישוב מספר המולקולות.
 - ♦ ביצוע חישוב נכון ולאחר מכן המשך של חישוב נוסף - שגוי: התלמידים כפלו או חילקו את התוצאה שהתקבלה ב-3, כנראה מכיוון שבכל מולקולת מים יש 3 אטומים.
 - ♦ הכפלה של המסה הנתונה במספר אבוגדרו מבלי לחשב מספר מולים.

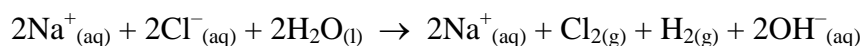
המלצות

- מומלץ להרגיל את התלמידים להתחיל לפתור שאלות דומות מרישום יחסי מולים על פי ניסוח תגובה מאוזן, ולאחר מכן לבצע את כל החישובים הנדרשים.
 - מומלץ למבנהיר לתלמידים כללים לחישוב מסה מולרית.
 - מומלץ לחדד את ההבדל בין מספר מולים לבין מספר מולקולות.
 - מומלץ לבקש מהתלמידים לפתור שאלות מתאימות מהחוברות [תרגול ושאלות בנושא סטויכיומטריה](#) בבחינות הבגרות ומחוברת המשך.
 - מומלץ לתרגל מהקורס: [ממה מורכב העולם חלק ב](#).
- ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 4.ז, ו.13 בטבלה בעמ' 5-7.**

שאלה לתרגול

לכלור, $\text{Cl}_{2(g)}$, שימושים רבים בתעשייה הכימית. כמו כן הוא משמש לטיהור מי שתייה וברכות שחייה. אחת הדרכים להפקת כלור היא אלקטרוליזה של תמיסה מרוכזת של נתרן כלורי. בתהליך זה מופק הכלור יחד עם שני תוצרי לוואי: גז מימן ונתרן הידרוקסידי:

את הכלור אפשר לקרר או לדחוס וכך לעבות אותו, דבר שמקל על האחסון והשינוע שלו לאחר ההפקה. ניסוח התגובה המתרחשת בתהליך אלקטרוליזה:

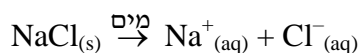


במפעל מסוים הפיקו כלור על ידי הזרמת זרם חשמלי דרך תמיסת $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$ בריכוז 5M ובנפח 500 ליטר.

- מהי מסת הכלור, $\text{Cl}_{2(\text{g})}$, שהתקבל בתהליך? פרטו את חישוביכם.
- כמה מולקולות מימן, $\text{H}_{2(\text{g})}$, התקבלו בתהליך? פרטו את חישוביכם.
- מהו הריכוז של יוני ההידרוקסיד בתמיסה שהתקבלה? פרטו את חישוביכם.

התשובה

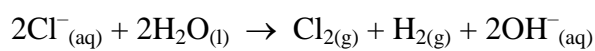
ניסוח תהליך ההמסה במים של נתרן כלורי:



NaCl _(s)	Na ⁺ _(aq)	Cl ⁻ _(aq)	יחידות	גדלים
1	1	1		יחס מולים
2500	2500	2500	mol	מספר מולים
	500		liter	נפח התמיסה
	5	5	M	ריכוז התמיסה

סעיפים א'-ג'

ניסוח נטו של התגובה הנתונה:



Cl ⁻ _(aq)	H ₂ O _(l)	Cl _{2(g)}	H _{2(g)}	OH ⁻ _(aq)	יחידות	גדלים
2	2	1	1	2		יחס מולים
		88,750			gr	מסה נתונה / נדרשת
		71			$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	מסה מולרית
2500	2500	1250	1250	2500	mol	מספר מולים
			6.02×10^{23}		$\frac{\text{molecules}}{\text{mol}}$	מספר אבוגדרו
			7.525×10^{26}		molecules	מספר מולקולות
				500	liter	נפח התמיסה
				5	M	ריכוז התמיסה

סעיף ז' (הציון בשאלון 037381 67)

(הציון בשאלון 037387 70)

לפניכם שלושה היגדים: I, II ו-III. התבססו על המאמר המדעי וקבעו עבור כל אחד מן ההיגדים אם הוא נכון או לא נכון.

- I. בעת התרחשות ברק נשברים קשרים קוולנטיים בין האטומים במולקולות המים הנמצאות בעננים.
 II. בעת התרחשות ברק נשברים קשרים קוולנטיים בין האטומים במולקולות הנמצאות באוויר.
 III. ברק משפיע על הטמפרטורה של הסביבה רק כאשר הוא פוגע באדמה.

התשובה

- I. נכון
 II. נכון
 III. לא נכון

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

ניתוח טעויות אופייניות

- הציון בינוני בשני השאלונים. חלק מהתלמידים מתקשים בהבנת הנקרא ובעיבוד המידע המופיע בקטע.
- ♦ כמעט ולא היו טעויות בקביעה לגבי היגד I.
 - ♦ רוב הטעויות אותרו בקביעה לגבי היגד II. הקביעה השגויה נובעת מחוסר הבחנה בין כוחות בין מולקולריים, כגון קשרי מימן, לבין קשרים קוולנטיים תוך מולקולריים.
 - ♦ הקביעה השגויה לגבי היגד III נובעת כנראה מחוסר הבנה של המשפט שמופיע בקטע: "יש ברקים שפוגעים בחומרים דליקים הנמצאים על פני האדמה וגורמים לעיתים קרובות לשרפות". יתכן והתלמידים שטעו לא שמו לב שבהיגד III מופיעה מילה "רק".

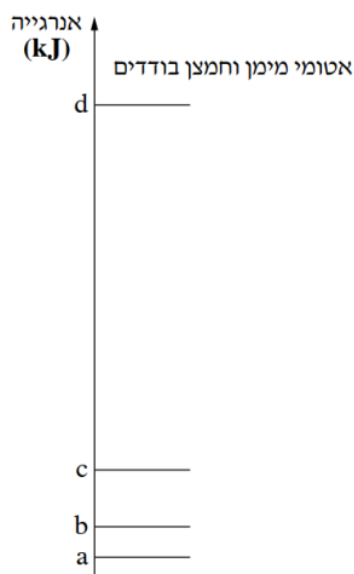
המלצות

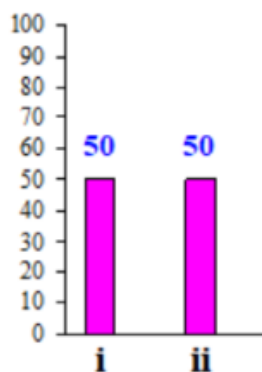
- מומלץ להרגיל את התלמידים לעבוד עם שאלות של ניתוח קטע ממאמר מדעי, לקרוא היטב את המידע המופיע בקטע, ולענות על השאלות על פי הקטע ולא רק על פי החומר הנלמד.

סעיף ח' בחירה (הציון בשאלון 037381 50)

(הציון בשאלון 037387 53)

לפניכם גרף אנרגייה סכמתי עבור 1 מול מים.





תת-סעיף i (הציון בשאלון 037381 50)

מהו מצב הצבירה של מים בכל אחד מן המצבים: a, b, c ?

התשובה

- a. מוצק
b. נוזל
c. גז

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

תת-סעיף ii (הציון בשאלון 037381 50)

הסבירו מדוע מעבר האנרגייה d-c גדול ממעבר האנרגייה b-a.

התשובה

מעבר האנרגייה d-c מתאר פירוק מולקולות מים לאטומים בודדים, כלומר שבירת קשרים קוולנטיים בין האטומים במולקולות. במים שבירת קשרי H-O.

מעבר האנרגייה b-a מתאר תהליך היתוך של קרח בו נדרשת השקעת אנרגייה נמוכה יותר לשבירת חלק מקשרי המימן שבין מולקולות המים. הקשרים הקוולנטיים חזקים מקשרי מימן.

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

ניתוח טעויות אופייניות בסעיף ח'

תלמידים מעטים בחרו לענות על סעיף ח'. הציון לסעיף זה נמוך בשני השאלונים. הטעויות האופייניות בתת-סעיף i:

- ◆ קביעת מצבי הצבירה של מים בסדר הפוך:
 - c - מוצק, b - נוזל, a - גז.
 - ◆ חלק מהתלמידים לא הבינו שאות b מייצגת תהליך היתוך, ולפיכך קבעו כי אות c מייצגת מצב צבירה נוזל.
- הטעויות האופייניות בתת-סעיף ii:

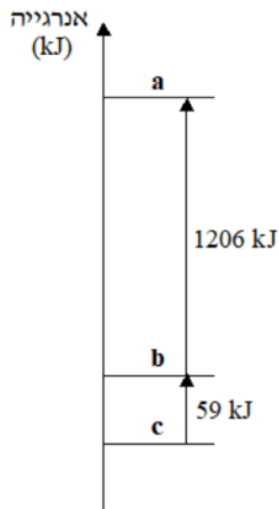
- ◆ אי ציון קשרים קוולנטיים :
- "מעבר האנרגייה גדול יותר כי מתפרקים יותר קשרים."
- " מעבר האנרגייה גדול יותר כי מתפרקים קשרים בין אטומים."
- ◆ אי ציון קשרי מימן :
- " מתפרקים קשרים בין מולקולריים."
- ◆ תשובות חלקיות : הסבר נכון של מעבר אנרגייה אחד בלבד, מעבר d-c או מעבר b-a .
- ◆ אי הבנה של ההבדל באנרגייה המושקעת בפירוק קשרים בין המולקולות, לבין אנרגייה המושקעת בפירוק קשרים קוולנטיים בתוך המולקולות.
- ◆ הסבר המתייחס לצורת הגרף ללא התייחסות לקשרים הניתקים בכל אחד מהמעברים :
- "לפי הגרף, ניתן לראות שיש להשקיע יותר אנרגייה במעבר האנרגייה מ-c ל-d מאשר מ-a ל-b , מכיוון שעל פי הגרף, החץ המסמל את מעבר האנרגייה מ-c ל-d גדול יותר מאשר החץ של מעבר האנרגייה מ-a ל-b ."
- ◆ נימוק המתייחס לגורמים המשפיעים על קצב תגובות ואינם רלוונטיים לתשובה :
- "מכיוון שאנרגיית השפעול במעבר d-c גבוהה מאנרגיית השפעול במעבר מ a-b."

המלצות לסעיף ח'

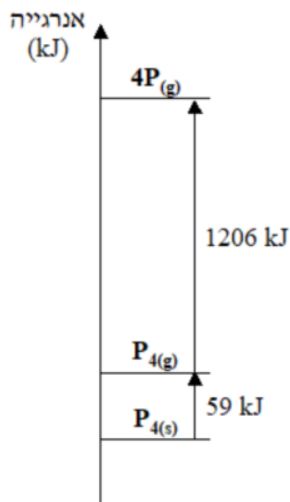
- מומלץ לתרגל עם התלמידים את מעברי אנרגייה בתגובות כימיות. החומר מופיע בספר לימוד "[אנרגייה בקצב הכימיה](#)", מהדורה שנייה, בעמודים 32-38 .
 - מומלץ בכל הזדמנות להזכיר לתלמידים את ההבדל בין אנרגייה המושקעת בפירוק קשרים בין המולקולות, לבין אנרגייה המושקעת בפירוק קשרים קוולנטיים בתוך המולקולות.
 - מומלץ להיעזר בחוברת לניתוח שאלות [מבחינות בגרות בנושא אנרגייה](#). בייחוד שאלות תרגול 1-3 בעמודים 18-19 .
 - בהוראת פרק מבנה וקישור מומלץ להתייחס להבדל בין חוזק כוחות בין מולקולריים לעומת חוזק קשרים תוך מולקולריים.
 - מומלץ לפתור עם התלמידים שאלת תרגול מתוך [ניתוח בחינת הברות 2009](#) עמודים 38-39 .
 - מומלץ להיעזר [בחוברת ניתוח בגרויות בנושא מבנה וקישור](#) ובייחוד, עמוד 105 ניתוח שאלה 1ב, בגרות תשס"ח 2008 שאלון 037303 .
- ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' ג.1, ד.2, ד.7, ד.18 בטבלה בעמ' 5-7.**

שאלה לתרגול

- לפניכם גרף אנרגייה סכמתי עבור 1 מול זרחן, P_4 .
- א. התאימו את הנוסחאות $P_{4(g)}$, $4P_{(g)}$, $P_{4(s)}$ לאותיות a, b ו-c .
 - ב. הסבירו מדוע הפרש האנרגייה בין מצב c למצב b קטן מהפרש
 - ג. האנרגייה בין מצב b למצב a .



התשובה
סעיף א'
התשובה בגרף.



סעיף ב'

מעבר האנרגייה ממצב c למצב b מתאר תהליך המראה של זרחן בו נדרשת השקעת אנרגייה קטנה יותר לפירוק אינטראקציות ון-דר-ולס שבין מולקולות הזרחן.

מעבר האנרגייה ממצב b למצב a מתאר תהליך שבירה של קשרים קוולנטיים בין אטומי הזרחן בתוך המולקולות. קשרים קוולנטיים חזקים מאינטראקציות ון-דר-ולס שבין המולקולות.

הערות והמלצות כלליות לשאלה 9

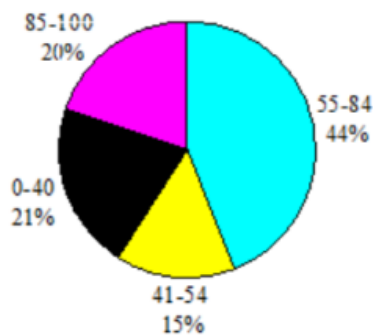
- בתשובות תלמידים למספר סעיפים של השאלה נתגלו קשיים בניתוח קטע ממאמר מדעי:
 - כתיבת תשובות לשאלות מבלי לקרוא את הקטע.
 - טעויות בניתוח המידע המופיע בקטע.
 - תשובות לשאלות ללא קשר לחלק מתאים של המאמר.
 - מומלץ להנחות את התלמידים כיצד לנתח מידע על פי קטע ממאמר מדעי ולהדגיש שיש לענות על השאלות על פי מה שכתוב במאמר.
 - מומלץ להרגיל את התלמידים לעבודה עם שאלה של ניתוח קטע ממאמר מדעי: לקרוא קטע ממאמר מדעי פעמיים, ובפעם השנייה לסמן במרקר את המידע שנראה לו חשוב כולל מילים משמעותיות. לאחר מכן לקרוא את השאלות ולענות עליהן.
 - מומלץ לעבוד עם התלמידים על משימות להקניית אוריינות: [אוריינות כימית](#). משימות אלה עשויות לעזור לתלמידים בעבודה עם קטעים ממאמרים מדעיים.
- ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ג.7 בטבלה בעמ' 5-7.**

ניתוח שאלה 10

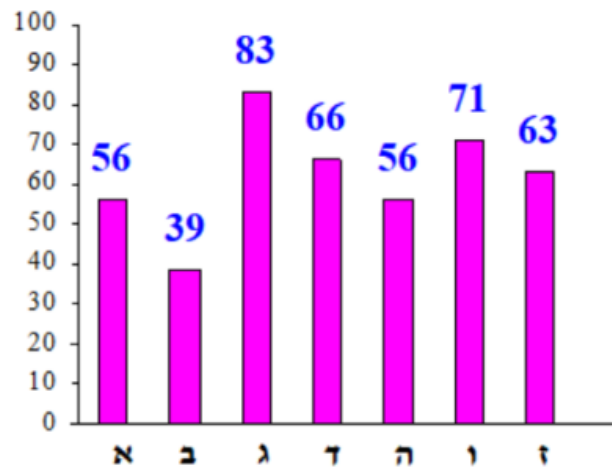
מבנה האטום, מבנה וקישור, חישובים

שאלון 037381

פיזור ציונים
בחרו בשאלה 52% מהתלמידים

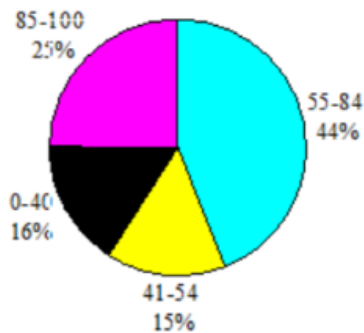


ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 61
ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:

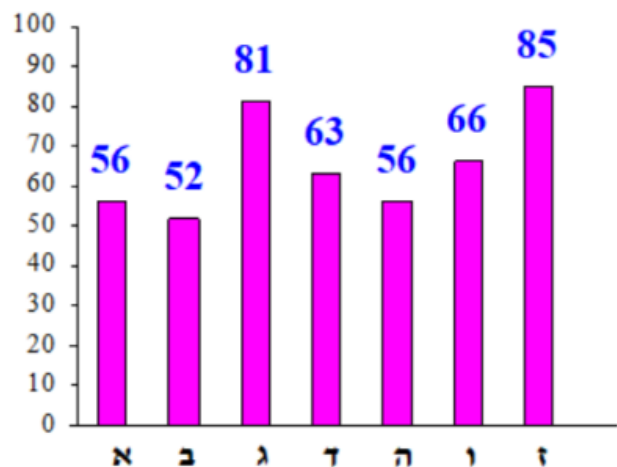


שאלון 037387

פיזור ציונים
בחרו בשאלה 57% מהתלמידים



ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 66
ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:



רמות החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום

רמת חשיבה לפי בלום	תת-סעיף	סעיף
יישום		א
אנליזה		ב
הבנה		ג
יישום		ד
יישום		ה
יישום	i	ו
יישום	ii	
הבנה		ז

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ⚡ לתאר את מבנה המתכת ברמה מיקרוסקופית.
- ⚡ להבחין בין תיאור של מבנה החומר ברמה מיקרוסקופית לבין תיאור ברמה מאקרוסקופית.
- ⚡ לזהות את התגובה של מתכת אלקלית עם מים ולהסביר את משמעות התגובה מבחינת האנרגיה ומבחינת התוצרים.
- ⚡ לרשום נוסחה מולקולרית כאשר נתון ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של מולקולה.
- ⚡ לזהות מולקולות של איזומרים מבין המולקולות הנתונות.
- ⚡ לקבוע את סוגי הכוחות הבין מולקולריים הפועלים בחומרים הנתונים.
- ⚡ לקשר בין חוזק הכוחות הבין מולקולריים לבין תכונות החומרים, כגון טמפרטורת הרתיחה.
- ⚡ ליישם את כללי המסיסות של חומרים מולקולריים במים ובממסים אל מימיים.
- ⚡ לבצע חישובים סטויכיומטריים: חישוב ריכוז מולרי של חומר על פי מסתו הנתונה והמסה המולרית שלו.
- ⚡ לרשום נוסחאות ייצוג אלקטרוניים של היונים המרכיבים את התרכובת היונית הנתונה.

פתיח לשאלה

סוללות מספקות אנרגיה למכשירים רבים. הן מכילות תרכובות יוניות, תמיסות שמכילות יונים ניידים וחומרים נוספים. ליתיום $Li_{(s)}$, היה מרכיב חיוני בסוללות הליתיום הראשונות.

סעיף א' (הציון בשאלון 037381 56)

(הציון בשאלון 037387 56)

תארו את מבנה הליתיום, $Li_{(s)}$, והסבירו מדוע החומר מוליך חשמל בטמפרטורת החדר.

התשובה

(ליתיום, $\text{Li}_{(s)}$, הוא מתכת). מבנה הליתיום הוא יונים חיוביים ב"ים אלקטרוניים".
האלקטרוניים ב"ים האלקטרוניים" ניידים (אלקטרוניים לא מאותרים). (לכן ליתיום מוליך חשמל).

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך בשני השאלונים. הבעיה העיקרית בסעיף זה היא קושי לתאר את מבנה המתכת ברמה מיקרוסקופית ובלבול בין תיאור מבנה המתכת ברמה מיקרוסקופית לתיאור ברמה מאקרוסקופית. הטעויות האופייניות:

- ♦ אי התייחסות למבנה הליתיום. ציון סוג החומר במקום הסבר המבנה שלו:
- "יש הולכה חשמלית בגלל שזאת מתכת."
- ♦ תיאור מבנה הליתיום כמבנה של חומר יוני:
- "ליתיום מוליך חשמל כי הוא חומר יוני. יונים טעונים מוליכים חשמל."
- ♦ ציון חלקיקים לא מתאימים למבנה המתכת:
- "במתכת יש מטענים" - ללא ציון אילו מטענים.
- "בליתיום יש אלקטרוניים חופשיים" - במקום אלקטרוניים ניידים.
- "מתכת מכילה יונים ניידים" - במקום אלקטרוניים ניידים.

המלצות

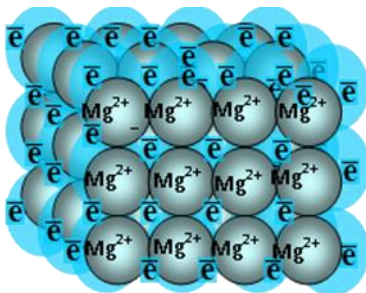
- מומלץ לחדד לתלמידים את ההבדלים בין רמה מאקרוסקופית לרמה מיקרוסקופית.
- מומלץ להקפיד ללמד את כל המרכיבים של המבנה המיקרוסקופי של חומר: סוג החלקיקים, סוג הקשרים בין החלקיקים, סוג הסריג וסידור החלקיקים, אופני תנועה של החלקיקים.
- מומלץ לתרגל תיאור של חומרים שונים, כולל מתכות, ברמה מאקרוסקופית וברמה מיקרוסקופית.
- מומלץ להיעזר בנספח לסילבוס: [דוגמאות לתיאור חומרים ברמות הבנה שונות](#) (מאקרוסקופי, מיקרוסקופי וסמל) וב-[דוגמאות נוספות לתיאור חומרים ברמות הבנה שונות](#) - דוגמאות לתיאור חומרים ברמות הבנה שונות.
- מומלץ להיעזר ב-[תובנות מבחינות הברנות](#) (בעברית ובערבית).

ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' א.2, א.6, ז.12 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

נתון תיאור מתכת מגנזיום ברמת סמל:

- א. תארו את מבנה המגנזיום ברמה מיקרוסקופית.
- ב. הסבירו מדוע מגנזיום מוליך חשמל.



התשובה**סעיף א'**

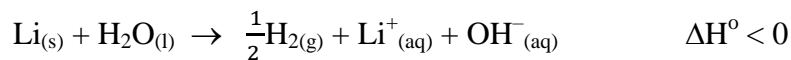
סוג החלקיקים: החומר מורכב מיוני מגנזיום Mg^{2+} ואלקטרונים בלתי מאותרים - "ים אלקטרונים".
 סוג הקשרים בין החלקיקים, סוג הסריג וסידור החלקיקים: סוג הסריג הוא מתכתי - מבנה בו יוני מגנזיום חיוביים, Mg^{2+} , קרובים וצפופים, מאורגנים במבנה ענק תלת ממדי. אלקטרונים בלתי מאותרים חופשיים לנוע.
 סוג הקשרים הוא קשר מתכתי - המשיכה החשמלית בין היונים החיוביים לבין "ים אלקטרונים".
 אופני תנועה של החלקיקים: יונים חיוביים נעים בתנודות. אלקטרונים חופשיים לנוע, הם נעים בתנועה חופשית ואקראית.

סעיף ב'

האלקטרונים ב"ים האלקטרונים" ניידים (אלקטרונים לא מאותרים). לכן מגנזיום מוליך חשמל.

סעיף ב' (הציון בשאלון 037381 39)**סעיף ב' (הציון בשאלון 037387 52)**

בסוללות שאינן מבוססות על ליתיום, הממס הוא מים. אולם, בסוללות ליתיום הממסים אינם מימיים. לפניכם התגובה הבאה:



הסבירו מדוע לא משתמשים במים כממס בסוללות ליתיום.

התשובה

על פי התגובה הנתונה, ליתיום, $Li_{(s)}$, מגיב עם מים. (לכן הליתיום לא יהיה מרכיב בסוללה).
 או: במהלך התגובה עם מים משתחררת אנרגייה הגורמת להעלאת הטמפרטורה של הסביבה ($\Delta H^\circ < 0$).
 או: במהלך התגובה עם מים הסוללה עלולה להתפוצץ בגלל פליטת גז.
 או: במהלך התגובה עם מים, גז המימן הנפלט עלול להגיב עם החמצן מהסביבה.

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בשאלון 037381 נמוך במיוחד והציון בשאלון 037387 טוב יותר, אך עדיין נמוך. תלמידים רבים לא הפנימו את משמעות התגובה של מתכת אלקלית עם מים מבחינת האנרגייה ומבחינת התוצרים, וגם לא התייחסו לפתיח של השאלה.

הטעויות האופייניות:

- ♦ ניסיון כושל לקשר בין ניסוח התגובה הנתון לבין משמעות התגובה מבחינת האנרגייה ומבחינת התוצרים:
- "כי בתגובה עם מים נוצרים תוצרים לא רצויים כמו מולקולות מימן ויוני הידרוקסיד".
- "כי ליתיום לא מתמוסס במים ולא יוצר קשרי מימן עם המים".
- ♦ התייחסות לא מתאימה לאנרגייה:
- "כי התגובה אקסותרמית, וצריך שתהיה אנדותרמית".

- ◆ חזרה על הנתון בשאלה במקום הסבר :
- "כי הממס צריך להיות לא מימי."

המלצות

- מומלץ להרגיל את התלמידים לקרוא את נתוני השאלה, לנתח את המידע ולהסיק מסקנות מן הנתונים האלה.
 - מומלץ לכוון את התלמידים לוודא לפני מתן תשובה שברור להם מה נדרש מהם כתשובה.
 - מומלץ להסביר לתלמידים את משמעות התגובה מכל ההיבטים כמו : תגובה אקסותרמית הגורמת להעלאת הטמפרטורה של הסביבה, פליטת גז מימן שיכולה לגרום לפיצוץ הסוללה וגם יכול להגיב עם חמצן שבאוויר.
 - מומלץ להיעזר בדף התגובות שפורסם על ידי הפיקוח על הוראת הכימיה : [דוגמאות לתגובות לפרקים חומצות ובסיסים וחמצון-חיזור](#) שיינתנו לתלמידים, לפי הצורך, כנתון בשאלות הבגרות.
 - מומלץ להקרין לתלמידים סרטונים על מתכות אלקליות במים ולקיים דיון ובו לקשר בין מבנה סוללה לתגובה שמתרחשת בה. סרטונים לדוגמה : [Reaction of Lithium and Water](#) , [Reaction of Potassium and Water](#) , [Reaction of Sodium and Water](#) , [תגובות מתכות אלקליות עם מים](#) .
 - מומלץ לקשר את הנושאים הנלמדים לחיי יום יום.
- ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' א.1, ו.4, ו.22, ו.23, ו.24 בטבלה בעמ' 5-7.

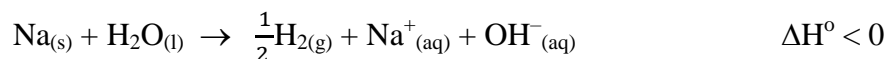
שאלות לתרגול

שאלה 1

- צפו בסרטון : [תגובות מתכות אלקליות עם מים](#) ותארו את המתרחש בסרטון ורשמו תצפיות. נסחו את כל התגובות שהוצגו בסרטון.

שאלה 2

נתונה התגובה



- א. קבעו את סוג התגובה : חומצה בסיס, חמצון-חיזור או גם חומצה בסיס וגם חמצון-חיזור.
- ב. קבעו אם במהלך התגובה נפלטת אנרגייה או נקלטת אנרגייה? נמקו את קביעתכם.
- ג. במהלך התגובה עלולות להתרחש תופעות מסוכנות. ציינו את התופעות האלה.

התשובה

סעיף א'

התגובה היא תגובת חמצון-חיזור.

סעיף ב'

במהלך התגובה נפלטת אנרגייה. זוהי תגובה אקסותרמית - על פי הנתון $\Delta H^\circ < 0$.

סעיף ג'

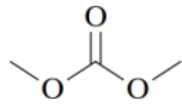
התופעות שעלולות להתרחש במהלך התגובה :

במהלך התגובה של נתרן עם מים משתחררת אנרגייה הגורמת להעלאת הטמפרטורה של הסביבה ($\Delta H^\circ < 0$),

יכול להתרחש פיצוץ בגלל פליטת גז מימן, גז המימן הנפלט עלול להגיב עם החמצן מהסביבה.

פתיח לסעיפים ג-ו

אחד הממסים בסוללות ליתיום הוא די-מתיל קרבונט (DMC).
לפניכם ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולת DMC:



סעיף ג' (הציון בשאלון 037381 83)

(הציון בשאלון 037387 81)

רשמו נוסחה מולקולרית של DMC.

התשובה



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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון גבוה בשני השאלונים. רוב התלמידים רשמו נכון נוסחה מולקולרית של DMC. יחד עם זאת אותרו גם טעויות. הטעויות האופייניות:

♦ רישום ייצוג מלא של נוסחת מבנה במקום נוסחה מולקולרית.

♦ אי התייחסות לאטומי פחמן במולקולה, רישום אטומי מימן במקום קבוצות $-CH_3$: H_3O_3

המלצות

- מומלץ לתרגל עם התלמידים צורות ייצוג שונות של מולקולות, מעברים בין צורות והבדלים ביניהן.
- מומלץ להיעזר ב- [מונחון לנוסחאות של חומרים](#). מומלץ לבנות יחד עם התלמידים את הטבלה הבאה כדוגמה לתרגול בכיתה על פי המונחון:

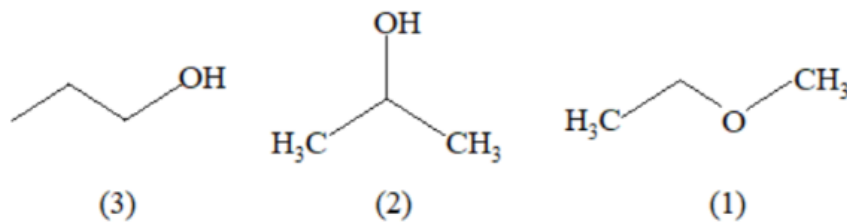
החומר	נוסחה מולקולרית	ייצוג מקוצר של נוסחת מבנה	יימוג מלא של נוסחת מבנה	נוסחת ייצוג אלקטרוני
חמצן	O_2	$O=O$	$O=O$	$\ddot{O}::\ddot{O}:$ או $\ddot{O}=\ddot{O}:$ או $\ddot{O}=\ddot{O}:$
1-פרופאנול	C_3H_8O או C_3H_7OH			
אצטון	C_3H_6O			
פחמן ארבע כלורי	CCl_4			

– מומלץ לשלב עבודה עם מודלים מסוגים שונים - בניית מודל של ייצוג מקוצר לנוסחאות מבנה ומודל של ייצוג מלא לנוסחאות מבנה.

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

שאלה לתרגול

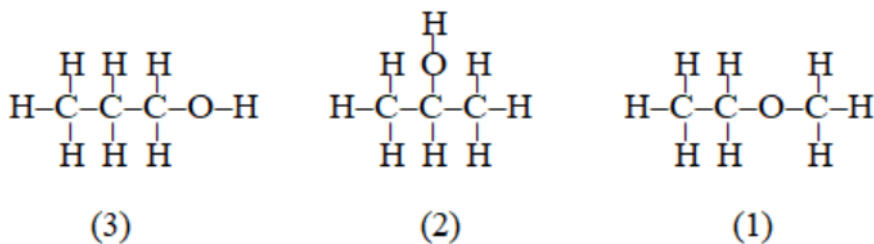
נתון ייצוג מקוצר לנוסחאות מבנה של שלוש מולקולות:



- א. רשמו ייצוג מלא לנוסחת המבנה של כל אחת מן המולקולות הנתונות.
 ב. רשמו נוסחה מולקולרית של כל אחת מן המולקולות הנתונות.

התשובה

סעיף א'



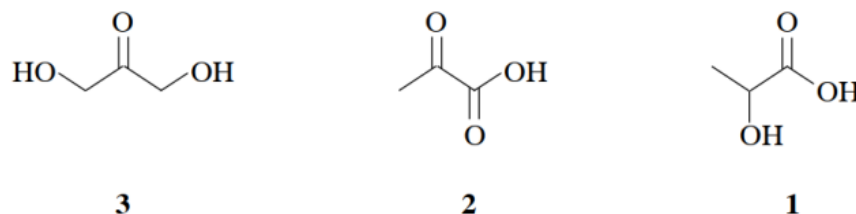
סעיף ב'



סעיף ד' (הציון בשאלון 037381 66)

(הציון בשאלון 037387 63)

לפניכם ייצוגים מקוצרים לנוסחאות מבנה של שלוש מולקולות נוספות:



איזו מולקולה או אילו מולקולות הן איזומרים של DMC? הסבירו את בחירתכם.

התשובה

קביעה: מולקולה (1) ומולקולה (3) הן איזומרים של DMC.

הסבר: (איזומרים הם מולקולות בעלות נוסחה מולקולרית זהה ונוסחאות מבנה שונות). לכל אחת מהמולקולות (1) ו-(3) נוסחה מולקולרית (C_3H_8O) זהה לנוסחה המולקולרית של DMC, אך נוסחת מבנה שונה.

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני בשני השאלונים. חלק מהתלמידים התקשו לזהות את האיזומרים, כי לא הפנימו את ההגדרה של איזומרים. חלק מהתלמידים קבעו נכון אך התקשו להסביר את הקביעה. הטעויות האופייניות:

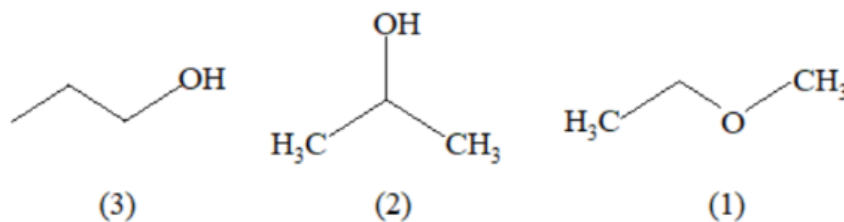
1. קביעה שגויה וניסיון לנמקה:
 - "מולקולות (2) ו-(3) הן איזומרים, כי במולקולה (1) יש יותר אטומי מימן."
 - "מולקולות (1) ו-(2) הן איזומרים, כי במולקולה (3) יש סימטריה ובאחרות לא."
2. קביעה נכונה המלווה בהסבר שגוי:
 - "מולקולות (1) ו-(3) הן איזומרים, כי בשניהן יש קשר כפול."
 - "מולקולות (1) ו-(3) הן איזומרים, כי יש בהן אותו מספר אטומי פחמן."
 - "חומרים אלה איזומרים כי יש בהם אותם אטומים."

המלצות

- מומלץ להבהיר לתלמידים מה המשמעות של איזומרים, איך לזהות אותם ואיך להסביר את הזיהוי, מומלץ לתת דוגמאות כמו אלדהיד וקטון, חומצה קרבוקסילית ואסטר.
- מומלץ לתרגל זיהוי איזומרים מייצוג מקוצר של נוסחאות מבנה ומייצוג מלא של נוסחאות מבנה.
- מומלץ לשלב נושא זה בלימוד קבוצות פונקציונליות ולתת דוגמאות לאיזומרים עם קבוצות פונקציונליות שונות.

שאלה לתרגול

נתון ייצוג מקוצר לנוסחאות מבנה של שלוש מולקולות. קבעו אם המולקולות הנתונות הן איזומרים. נמקו את קביעתכם.



התשובה

כן, המולקולות הנתונות הן איזומרים, כי יש להן אותה נוסחה מולקולרית C_3H_8O ונוסחאות המבנה שונות.

סעיף ה' (הציון בשאלון 037381 56)

(הציון בשאלון 037387 56)

טמפרטורת הרתיחה של DMC נמוכה מטמפרטורת הרתיחה של מים באותם תנאים. הסבירו עובדה זו.

התשובה

בין מולקולות DMC לבין עצמן מתקיימות אינטראקציות ון-דר-ולס בלבד, ואילו בין מולקולות המים מתקיימים קשרי מימן.

קשרי מימן חזקים מאינטראקציות ון-דר-ולס.

האנרגייה הדרושה לניתוק (או: לפירוק) קשרי המימן בין מולקולות המים גדולה יותר מהאנרגייה הנדרשת לניתוק

(או: לפירוק) אינטראקציות ון-דר-ולס הקיימות בין מולקולות DMC.

לכן טמפרטורת הרתיחה של מים גבוהה מזו של DMC.

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


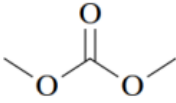
ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך בשני השאלונים. חלק ניכר מהתלמידים התקשו להסביר את ההבדל בין טמפרטורות הרתיחה של מים ו-DMC. הטעויות האופייניות:

- ◆ קושי לזהות אפשרות ליצירת קשרי מימן על פי ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של החומר. קביעה שגויה של סוג הכוחות בין מולקולות ה-DMC:
- "בין המולקולות של שני החומרים יש קשרי מימן."
- "בין מולקולות DMC קיימים קשרי מימן, והסיבה להבדל בטמפרטורות הרתיחה היא שבמולקולות המים יש יותר מוקדים ליצירת קשרי מימן."
- ◆ חוסר הבחנה בין קשרים קוולנטיים תוך מולקולריים לבין כוחות בין מולקולריים:
- "הסיבה להבדל בטמפרטורות הרתיחה של שני החומרים היא שב-DMC יש קשרים כפולים."
- "הקשרים במולקולות המים חזקים יותר."
- ◆ הסברים חלקיים: חוסר התייחסות אנרגייה הדרושה לפירוק הכוחות הבין מולקולריים, חסרה השוואה בין חוזק הכוחות הבין מולקולריים בשני החומרים.

המלצות

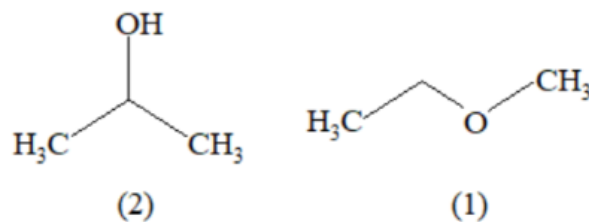
- מומלץ להבהיר לתלמידים כיצד לקבוע את הגורמים המשפיעים על טמפרטורת הרתיחה של חומרים מולקולריים וכיצד להסביר את מידת ההשפעה שלהם.
- מומלץ לחדד את ההבדלים בין כוחות בין מולקולריים לבין קשרים קוולנטיים תוך מולקולריים, לתת דוגמאות מתאימות ותרגילים מתאימים.
- מומלץ לתרגל עם התלמידים קביעת סוג הכוחות הבין מולקולריים בחומרים מולקולריים שונים.
- מומלץ בכל שאלה על קשרי מימן להדגיש את תנאי הקיום של קשרים אלה.
- מומלץ להראות לתלמידים תיאורים של מעברים בין מצבי צבירה עבור החומרים המולקולריים:
- סרטון: [שינוי מצבי צבירה](#), אנימציה: [מודלים של מצבי הצבירה של ברום](#), כתבה: [מצבי צבירה](#) הכוללת קישורים ליישומונים.
- מומלץ להציג לתלמידים תבנית לניסוח תשובה לשאלות של השוואת טמפרטורות רתיחה של שני חומרים 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:

מים	DMC	החומרים
H ₂ O	C ₃ H ₆ O ₃	נוסחאות מולקולריות
		ייצוג מקוצר לנוסחאות המבנה של החומרים
10 אלקטרוניים במולקולה	48 אלקטרוניים במולקולה	המספר הכולל של האלקטרוניים במולקולות החומרים
מולקולות קוטביות	מולקולות קוטביות	קוטביות מולקולות של החומרים
קשרי מימן	אינטראקציות ון-דר-ואלס	סוגי הכוחות הבין מולקולריים בחומרים במצב נוזל
קשרי מימן בין מולקולות המים חזקים מאינטראקציות ון-דר-ואלס בין מולקולות ה-DMC במקרה הנתון השפעת גורם זה חזקה יותר מהשפעת הגורם של גודל ענני אלקטרוניים של מולקולות.		ניתוח החוזק היחסי של הכוחות הבין מולקולריים בחומרים במצב נוזל
נדרשת אנרגייה רבה יותר לניתוק קשרי מימן בין מולקולות המים בעת השינוי ממצב צבירה נוזל למצב צבירה גז. לכן טמפרטורת הרתיחה של מים גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של DMC.		טמפרטורות הרתיחה של החומרים (ההבדל נתון)

– מומלץ לבצע עם התלמידים משימה דיאגנוסטית כחלק מהערכה להוראה מותאמת אישית: [מי גבוהה יותר?](#) ולבצע עם התלמידים את הפעילויות המומלצות בערכה כדרך לטיפול בקשיים המתעוררים. המשימה: הבנת הגורמים המשפיעים על חוזק אינטראקציות ון-דר-ואלס ועל טמפרטורת הרתיחה.
ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 7. ב, 2. ד, 16. ז, 10. ה, 2. ו, בטבלה בעמ' 5-7.

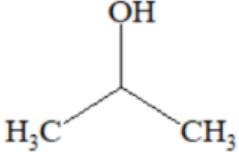
שאלה לתרגול

נתון ייצוג מקוצר לנוסחאות מבנה של מולקולות של שני חומרים: (1) מתיל-אתיל אתר ו- (2) 2-פרופאנול.



טמפרטורת הרתיחה של חומר (2) גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של חומר (1).
הסבירו עובדה זו בעזרת טבלה מתאימה.

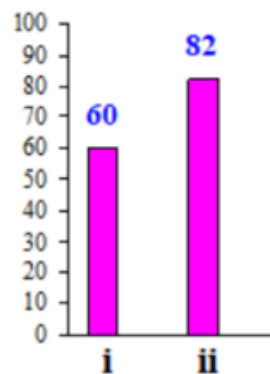
התשובה

החומרים	(1) מתיל-אתיל אתר	(2) 2-פרופאנול
נוסחאות מולקולריות	C_3H_8O	C_3H_8O
ייצוג מקוצר לנוסחאות המבנה של החומרים		
המספר הכולל של אלקטרוניים במולקולות החומרים	34 אלקטרוניים במולקולה	34 אלקטרוניים במולקולה
קוטביות מולקולות של החומרים	מולקולות קוטביות	מולקולות קוטביות
סוגי הכוחות הבין מולקולריים בחומרים במצב נוזל	אינטראקציות ון-דר-ואלס	קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ואלס
ניתוח החוזק היחסי של הכוחות הבין מולקולריים בחומרים במצב נוזל	קשרי מימן בין מולקולות החומר (2) חזקים מאינטראקציות ון-דר-ואלס בין מולקולות החומר (1). גודל ענני אלקטרוניים של מולקולות שני החומרים שווה - הם איזומרים.	
טמפרטורות הרתיחה של החומרים (ההבדל נתון)	נדרשת אנרגייה רבה יותר לניתוק קשרי מימן בין המולקולות החומר (2) בעת השינוי ממצב צבירה נוזל למצב צבירה גז. לכן טמפרטורת הרתיחה של החומר (2) גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של החומר (1).	

סעיף ו' (הציון בשאלון 037381 71)

(הציון בשאלון 037387 66)

הקסו 139 גרם DMC במים והכינו 1 ליטר תמיסה.



תת-סעיף i (הציון בשאלון 037381 60)

הסבירו מדוע DMC מתמוסס במים.

התשובה

(למולקולות של DMC יש מוקדים ליצירת קשרי מימן עם מולקולות במים.)

(או: מולקולות של DMC קיימים זוגות אלקטרוניים לא קושרים על אטום החמצן, היכולים ליצור קשרי מימן עם

אטומי המימן בעלי המטען החיובי החלקי של מולקולות המים.)
בין מולקולות DMC לבין מולקולות המים נוצרים קשרי מימן.

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני בשני השאלונים. חלק מהתלמידים התקשו ליישם את כללי המסיסות של חומרים מולקולריים במים. הטעויות האופייניות:

- ◆ שימוש בסיסמאות במקום הסבר:
- "דומה מתמוסס בדומה."
- ◆ התייחסות ל-DMC כאל חומר יוני:
- "DMC הוא חומר יוני קל תמס. הוא מתמוסס במים תוך התפרקות ליונים."
- ◆ הסבר שגוי של היווצרות קשרי מימן בין מולקולות המומס למולקולות הממס:
- "גם במים וגם ב-DMC יש קשרי מימן, לכן יש מסיסות."
- ◆ התייחסות לאינטראקציות ון-דר-ולס:
- "בין שני החומרים נוצרות אינטראקציות ון-דר-ולס."
- ◆ הסברים שגויים הנובעים מחוסר הבנה של כללי מסיסות החומרים:
- "קשרים מתמוססים בתוך קשרים."

המלצות

- מומלץ להבהיר לתלמידים את כללי המסיסות של חומרים מולקולריים. אפשר להיעזר בעמודים 13-17 בחוברת, כולל טבלאות [סיכום ניתוח השאלות בנושא "מבנה וקישור"](#) ובסכמה בעמוד 26. אפשר לבנות סכמה דומה עם התלמידים.
- מומלץ להבהיר לתלמידים שבהסבר מסיסות של חומר מולקולרי אחד בחומר מולקולרי אחר, יש להתייחס לכוחות הנוצרים בין מולקולות הממס לבין מולקולות המומס.
- מומלץ לבנות עם התלמידים טבלה המציגה מסיסות של DMC במים.

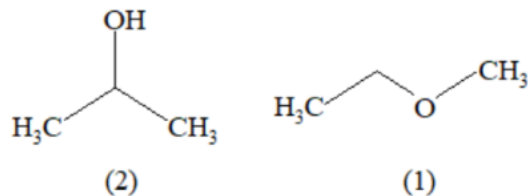
טבלה 1: קביעת המסיסות של DMC במים

הממס: מים $H_2O_{(l)}$	המומס: DMC $CH_3CH_2OCH_3$	
מולקולות	מולקולות	סוג החלקיקים שמהם מורכבים החומרים
קשרי מימן רבים ואינטראקציות ון-דר-ולס זניחות	אינטראקציות ון-דר-ולס	סוגי הכוחות בין מולקולות של כל אחד מן החומרים
נוצרים קשרי מימן בין מולקולות DMC למולקולות המים, כי במולקולות DMC יש זוגות אלקטרונים לא קושרים על אטומי חמצן היכולים ליצור קשרי מימן עם אטומי מימן בעלי מטען חיובי חלקי במולקולות המים.		סוגי הכוחות הנוצרים בין מולקולות הממס למולקולות המומס במהלך ההמסה
המסיסות של DMC במים טובה.		המסקנה (נתונה)

- מומלץ לחדד את ההבדל בין מסיסות חומרים מולקולריים למסיסות חומרים יוניים.
 - מומלץ להראות לתלמידים שלוש אנימציות של תמיסות שונות: [תמיסה מימית של מתאנול - אנימציה](#), [תמיסה של יוד בהקסאן - אנימציה](#), [תמיסה מימית של אשלגן יודי - אנימציה](#).
- ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 2.ד, 18.ד, 28.ד, 38.ד, בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

לפניכם ייצוג מקוצר לנוסחאות המבנה של חומרים (1) ו-(2):



חומר (1) מתמוסס בחומר (2). הסבר מדוע.

התשובה

המהלך המסיסות נוצרים קשרי מימן בין מולקולות המומס לבין מולקולות הממס. (חמצן במולקולה של חומר (1) מתאים ליצירת קשרי מימן עם אטום מימן מקבוצת OH- במולקולה סמוכה של חומר (2). **או:** במולקולות של חומר (1) יש זוגות אלקטרוניים לא קושרים על אטומי חמצן, היכולים ליצור קשרי מימן עם אטומי מימן מקבוצת OH-, בעלי מטען חיובי חלקי, במולקולות של חומר (2).

תת-סעיף ii (הציון בשאלון 037381 82)

חשבו את הריכוז המולרי של התמיסה שהוכנה.

התשובה

$$\begin{aligned} & 90 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} && \text{המסה המולרית של } \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{3(l)} \\ \frac{139 \text{ gr}}{90 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 1.54 \text{ mol} && \text{מספר המולים של } \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{3(l)} \\ \frac{1,54 \text{ mol}}{1 \text{ liter}} = 1.54 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} && \text{ריכוז התמיסה של } \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{3(aq)} \end{aligned}$$

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון גבוה. רוב התלמידים חישבו נכון את הריכוז המולרי של החומר על פי מסתו הנתונה ומסה מולרית. יחד עם זאת הופיעו הטעויות האופייניות:

- ♦ טעויות בחישוב המסה המולרית של DMC.
- ♦ שימוש שגוי בנוסחה לחישוב הריכוז המולרי של DMC: הכפלת מספר המולים בנפח התמיסה (הדר גרם ליחידות שגויות):
- $1.54 \text{ mol} \times 1 \text{ liter} = 1.54 \cdot \text{mol} \times \text{liter}$

המלצות

מומלץ לתרגל שאלות עם חישובים, ולהרגיל את התלמידים לשימוש ב- [דף נוסחאות](#) - נספח לבחינת בגרות. מומלץ להרגיל את התלמידים לכתוב בתחילה של פתרון השאלה מה נתון ומה דרוש, ורק לאחר מכן לפתור את השאלה.

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

שאלה לתרגול

במעבדה הכינו 2 ליטר של תמיסה על ידי המסה של 79.2 גרם גלוקוז, $C_6H_{12}O_{6(s)}$, במים. חשבו את הריכוז המולרי של התמיסה שהוכנה. פרטו את חישוביכם.

התשובה

$$180 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

$$\frac{79.2 \text{ gr}}{180 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.44 \text{ mol}$$

$$\frac{0.44 \text{ mol}}{2 \text{ liter}} = 0.22 \frac{\text{mol}}{\text{liter}}$$

המסה המולרית של $C_6H_{12}O_{6(s)}$:

מספר המולים של גלוקוז ב- 2 ליטר תמיסה:

ריכוז התמיסה של גלוקוז:

סעיף ז' (הציון בשאלון 037381 63)

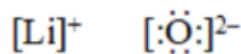
(הציון בשאלון 037387 85)

סוללות ליתיום **נטענות** נקראות סוללות ליתיום-יון והן משמשות, בין השאר, להפעלת מכונות חשמליות.

יש סוללות ליתיום-יון שמבוססות על תרכובות של ליתיום, כגון ליתיום קובלט חמצני, $LiCoO_{2(s)}$.

התרכובת היונית $LiCoO_{2(s)}$ מורכבת מיוני ליתיום, יוני קובלט, Co^{3+} , ויוני חמצן, O^{2-} .

רשמו נוסחאות ייצוג אלקטרוניים של יוני ליתיום ושל יוני חמצן.

התשובה

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני בשאלון 037381 וגבוה בשאלון 037387. חלק מהתלמידים התקשו לרשום נוסחאות ייצוג אלקטרוניים של יונים. יתכן שהיו תלמידים לא הבינו שיש לרשום נוסחאות ייצוג אלקטרוניים של שני יונים פשוטים. היו תלמידים שניסו לרשום נוסחת ייצוג אלקטרוניים של קובלט. הטעויות האופייניות:

- ♦ אי רישום של מטען היון.
- ♦ רישום מטען היון בתוך הסוגריים המרובעים.
- ♦ רישום מטען שגוי של היון.

- ◆ מספר אלקטרונים שגוי מסביב לסמל היון.
- ◆ אי רישום סוגריים מרובעים סביב נוסחת היון.
- ◆ רישום מצב צבירה ליון.

המלצות

- מומלץ להבהיר לתלמידים את כללי הרישום של נוסחאות ייצוג אלקטרונים של חלקיקים שונים, כולל יונים חד-אטומיים.
 - מומלץ לחדד את ההבדל בין נוסחאות ייצוג אלקטרונים של אטומים לבין נוסחאות ייצוג אלקטרונים של יונים.
 - מומלץ להרגיל את התלמידים לרישום נוסחת ייצוג אלקטרונים של יון בשני שלבים: לקבוע את מטען היון ורק לאחר מכן לרישום נוסחת ייצוג אלקטרונים.
 - מומלץ לבקש מהתלמידים לפתור שאלה 10 מבחינת הבגרות תשע"ט ולדון בפתרונות המופיעים בחוברת ניתוח בגרות תשע"ט: [חוברות ניתוח בגרות](#).
- ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ד.5 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

- נתונות נוסחאות של חמישה חומרים במצב מוצק: $\text{MgO}_{(s)}$, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)}$, $\text{Na}_2\text{S}_{(s)}$, $\text{H}_2\text{O}_{(s)}$, $\text{AlCl}_3_{(s)}$.
- א. עבור כל אחד מן החומרים הנתונים ציינו אם הוא חומר יוני או חומר מולקולרי.
 - ב. רשמו נוסחאות היונים שמהם מורכב כל אחד מן החומרים היוניים.
 - ג. רשמו נוסחת ייצוג אלקטרונים של כל אחד מן היונים שאת נוסחאותיהם רשמתם בסעיף ב'.

התשובה

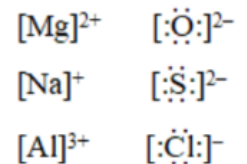
סעיף א'

- חומרים יוניים: $\text{MgO}_{(s)}$, $\text{Na}_2\text{S}_{(s)}$, $\text{AlCl}_3_{(s)}$.
- חומרים מולקולריים: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)}$, $\text{H}_2\text{O}_{(s)}$.

סעיף ב'



סעיף ג'



(ברישום נוסחת ייצוג אלקטרונים של יון חד אטומי חיובי רושמים את סמל היסוד בסוגריים מרובעים, ולידם רושמים למעלה את מטען היון.)

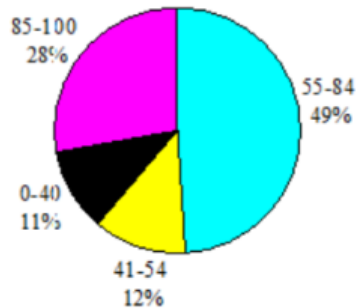
ברישום נוסחת ייצוג אלקטרונים של יון חד אטומי שלילי רושמים את סמל היסוד וסביבו 8 נקודות המייצגות אלקטרונים - בסוגריים מרובעים, ולידם רושמים למעלה את מטען היון.)

ניתוח שאלה 11

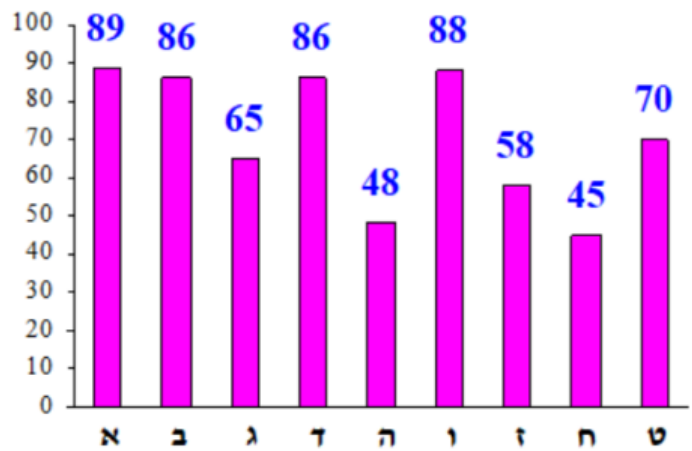
חומצות שומן, מבנה וקישור, חישובים

שאלון 037381

פיזור ציונים
בחרו בשאלה 84% מהתלמידים

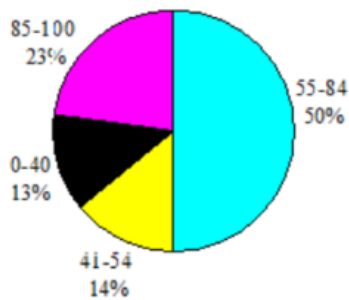


ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 69
ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:

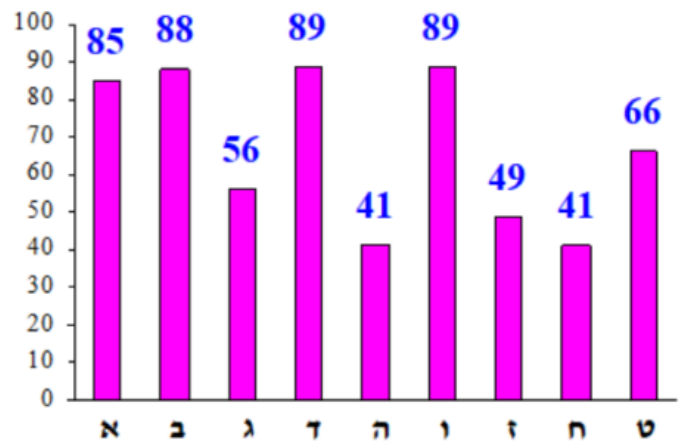


שאלון 037387

פיזור ציונים
בחרו בשאלה 77% מהתלמידים



ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 67
ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:



רמות החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום

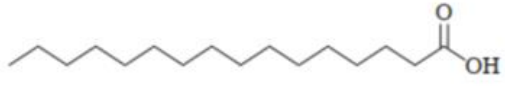
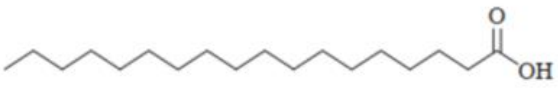
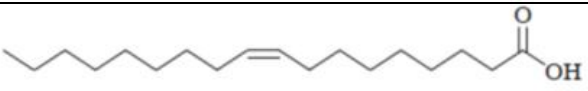
רמת חשיבה לפי בלום	תת-סעיף	סעיף
יישום		א
יישום		ב
יישום		ג
יישום		ד
יישום		ה
הבנה		ו
הבנה		ז
יישום		ח
יישום	i	ט
הבנה	ii	

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.
- להבחין בין ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של חומצת שומן לבין ייצוג מלא לנוסחת מבנה של אותה חומצה.
- להסביר מושגים "רווי", "חד לא-רווי" ו"רב לא-רווי" וההבדלים ביניהם.
- לזהות סוגים שונים של חומצות שומן ולהבחין בין סוגי חומצות שומן.
- לזהות ייצוג מקוצר נכון לנוסחת מבנה נתונה של טריגליצריד.
- לרשום ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של גליצרול.
- להשוות בין טמפרטורות היתוך של חומצות שומן שונות על פי הגורמים המשפיעים על טמפרטורת היתוך. השוואה בין חומצות שומן על פי הגורמים העיקריים במקרים הנתונים:
- השוואה בין חומצות שומן רוויות - אורך השרשרת הפחמימנית במולקולה 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, וסוג האיזומרים: ציס או טרנס.
- לציין את סוגי הכוחות הבין מולקולריים בחומצות שומן והגורמים המשפיעים על חוזק הכוחות האלה.
- ליישם את כללי המסיסות של חומרים מולקולריים ולקבוע אם חומר מולקולרי מסוים עשוי להתמוסס במים או בממס אל מימי, כגון תערובת חומצות שומן.
- לקרוא נתונים מהגרף וליישם מידע מהגרף.
- להמיר יחידות משקל וריכוז.
- חישובים סטויכיומטריים: חישוב מסה של חומר כאשר נתון ריכוז של החומר בתמיסה ונפח התמיסה.

פתיח לשאלה

בפולי קקאו יש חמאת קקאו ומוצקי קקאו. חמאת קקאו מכילה שומן. מוצקי קקאו מכילים חומרים שאינם שומן. לאחר טיפול מתאים בפולי הקקאו מייצרים מהם שוקולד. שוקולד הוא תערובת של חמאת קקאו ומוצקי קקאו ומרכיבים אחרים כמו סוכר וחומרי טעם במינונים שונים. בחמאת קקאו יש טריגליצרידים שמורכבים בעיקר משלוש חומצות השומן שמוצגות בטבלה 1:

חומצות שומן	סמל	ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה
חומצה פלמיטית	P	
חומצה סטארית	S	
חומצה אולאית	O	

טבלה 1

סעיף א' (הציון בשאלון 037381 89)

(הציון בשאלון 037387 85)

כתבו רישום מקוצר של כל אחת מחומצות השומן שמוצגות בטבלה 1.

התשובה

C16:0

C18:0

C18:1 ω 9 cis

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון גבוה בשני השאלונים. רוב התלמידים רשמו נכון רישום מקוצר של שלוש חומצות שומן על פי ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה הנתון. יחד עם זאת הופיעו נוסחאות שגויות. הסיבה לכך היא חוסר הבנה של כללי רישום מקוצר. טעויות אופייניות:

- ♦ כתיבת נוסחה מולקולרית במקום רישום מקוצר.
- ♦ רישום מספר אטומי פחמן בכתב תחתי: C_{18:0}, C_{18:1 ω 9}.
- ♦ טעויות בכתיבת רישום מקוצר של חומצת שומן רוויה, כולל רישום ω בנוסחת חומצת שומן רוויה: C18:00, ω 0.
- ♦ טעויות במספר אטומי פחמן במולקולה.
- ♦ אי ציון של מבנה הקשר הכפול: C18:1 ω 9.

המלצות ושאלות לתרגול בנושא נוסחאות שונות של חומצות שומן יינתנו במרוכז בסוף סעיף ה'.

סעיף ב' (הציון בשאלון 037381 86)

(הציון בשאלון 037387 88)

טמפרטורת ההיתוך של חומצה פלמיטית נמוכה מטמפרטורת ההיתוך של חומצה סטארית. מהו הגורם לכך?

התשובה

הגורם: אורך שרשרות אטומי הפחמן (במולקולת החומצה),

או: מספר אטומי הפחמן,

או: גודל ענן האלקטרונים,

(שרשרת אטומי הפחמן במולקולת חומצה פלמיטית קצרה יותר משרשרת אטומי הפחמן במולקולת חומצה סטארית).

(שתי החומצות רוויות, ולכן צורת המולקולות שלהן ישרה).

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון גבוה בשני השאלונים. רוב התלמידים קבעו נכון את הגורם לכך שטמפרטורת ההיתוך של חומצה פלמיטית

(P) נמוכה מטמפרטורת ההיתוך של חומצה סטארית (S). יחד עם זאת אותרו טעויות - ציון גורמים שגויים, דבר

המצביע על בלבול בין סוגים שונים של חומצות שומן:

- "נוצרים פחות קשרי מימן כי יש פחות אטומי מימן במולקולה."
- "יש פחות אטומי מימן"
- "ענן אלקטרונים" במקום גודל ענן אלקטרונים.
- "חוזק הכוחות הבין מולקולריים" ללא ציון מהו הגורם לכך.

המלצות ושאלות לתרגול בנושא טמפרטורת ההיתוך של חומצות שומן יינתנו במרוכז בסוף סעיף ד'.

פתיח לסעיפים ג-ד

חמאת קקאו מכילה חומצות שומן נוספות בכמויות קטנות, ובהן חומצות השומן שרשומות בטבלה 2:

חומצה שומן	רישום מקוצר של חומצה השומן
חומצה מיריסטית	C14:0
חומצה לינולאית	C18:2 ω 6 cis, cis
חומצה לינולנית	C18:3 ω 3 cis, cis, cis
חומצה אראכידית	C20:0

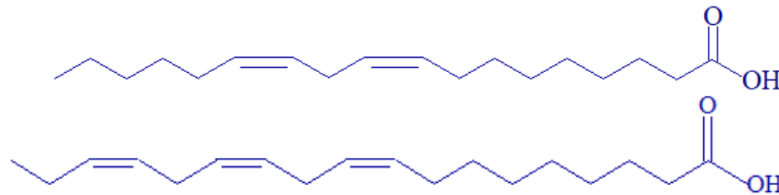
טבלה 2

סעיף ג' (הציון בשאלון 037381 65)

(הציון בשאלון 037387 56)

רשמו ייצוג מקוצר של נוסחאות מבנה של חומצות השומן הלא-רוויות שרשומות בטבלה 2.

התשובה



חומצה לינולאית

חומצה לינולנית

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בשאלון 037381 בינוני והציון בשאלון 037387 נמוך. חלק ניכר מהתלמידים התקשו להבחין בין חומצות שומן רוויות לבין חומצות שומן לא רוויות. בעיה נוספת היא רישום שגוי של ייצוג מקוצר לנוסחאות מבנה: הטעויות האופייניות:

- ♦ רישום ייצוג מקוצר לנוסחאות המבנה של חומצות השומן הרוויות במקום חומצות השומן הלא-רוויות.
- ♦ רישום ייצוג מקוצר גם לנוסחאות המבנה של חומצות השומן הרוויה בנוסף לנוסחאות של חומצות השומן הלא רוויות, ז.א כל חומצות השומן המוצגות בטבלה 2.
- ♦ טעויות במספר אטומי פחמן במולקולה.
- ♦ אי ציון קשרים כפולים בשרשרת.
- ♦ רישום מבנה דומה למבנה ציס, אך ללא קו נוסף, לכן הקשר מופיע כקשר יחיד.
- ♦ רישום מבנה טרנס במקום מבנה ציס.
- ♦ מיקום שגוי של קשרים כפולים.
- ♦ הוספת אטומי מימן בקשר הכפול בייצוג מקוצר של נוסחת מבנה.
- ♦ רישום נוסחה מולקולרית במקום ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה.
- ♦ רישום שרשרת בלבד ללא קבוצת -COOH .
- ♦ רישום קבוצת -COO במקום קבוצה קרבוקסילית.

המלצות ושאלות לתרגול בנושא נוסחאות שונות של חומצות שומן יינתנו במרוכז בסוף סעיף ה'.

סעיף ד' (הציון בשאלון 037381 86)

(הציון בשאלון 037387 89)

טמפרטורת ההיתוך של חומצה אולאית גבוהה מטמפרטורת ההיתוך של חומצה לינולאית. מהו הגורם לכך?

התשובה

הגורם : מספר הקשרים הכפולים (או : דרגת הרוויון).

(שתי החומצות הן חומצות לא-רוויות. במולקולה של חומצה אולאית יש קשר כפול ציס אחד, ובמולקולה של חומצה לינולאית יש שני קשרים כפולים ציס.)

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון גבוה בשני השאלונים. רוב התלמידים קבעו נכון את הגורם לכך שטמפרטורת ההיתוך של חומצה לינולאית (L) נמוכה מטמפרטורת ההיתוך של חומצה אולאית (O). יחד עם זאת, אותרו טעויות בקביעת הגורם המשמעותי המשפיע על טמפרטורת ההיתוך :

- "גודל שטח פנים של מולקולה."
- "גודל ענן אלקטרונים."
- "נוצרים פחות קשרי מימן כי יש פחות אטומי מימן במולקולות."
- ♦ ציון מספר קשרים, ללא התייחסות שאלה קשרים כפולים.
- ♦ ציון נוכחות קשרים כפולים מבלי להתייחס למספרם.

המלצות לסעיפים ב', ד'

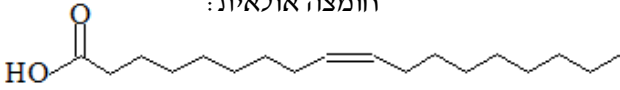
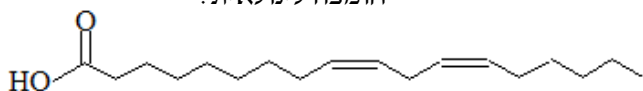
רוב הגורמים, שמשפיעים על טמפרטורות ההיתוך של חומצות שומן, מוכרים לתלמידים. כדי להשוות את טמפרטורות ההיתוך של חומצות שומן, תלמידים צריכים להכיר מספר גורמים נוספים, כגון השפעת קשרים כפולים במולקולות, מבנה של קשרים כפולים - במבנה ציס ובמבנה טרנס, צפיפות האריזה.

- מומלץ לתת לתלמידים לעבוד עם מודלים - לבקש לבנות מודלים של חומצות שומן רוויות ובלתי רוויות, איזומרים ציס וטרנס. כך יוכלו התלמידים להבין טוב יותר את ההבדלים בין חומצות השומן השונות. חשוב מאוד שבדוגמאות של המורה יוצגו מספר מולקולות של אותה חומצת שומן כדי שתלמידים יוכלו להבין את משמעות האריזה של מולקולות. הדבר יעזור לתלמידים לקבוע לאיזו חומצת שומן צפויה להיות טמפרטורת ההיתוך גבוהה יותר.
- מומלץ להבהיר לתלמידים שהגורמים המשפיעים על טמפרטורת ההיתוך הם הגורמים המעלים את חוזק **אינטראקציות ון-דר-ולס בין שרשרות חומצות השומן**, והם :
- **מספר אטומי פחמן במולקולה** - כאשר מספר אטומי פחמן במולקולה גדול יותר, ענן האלקטרונים גדול יותר. המספר הכולל של אלקטרונים במולקולות גדול יותר, לכן יש סיכוי גדול יותר להיווצרות דו-קוטב זמני בכל מולקולה, ולכן אינטראקציות ון-דר-ולס בין המולקולות של חומצת השומן חזקות יותר, נדרשת יותר אנרגיה להחלשת אינטראקציות בין המולקולות, ולכן טמפרטורת ההיתוך גבוהה יותר.
- **מספר קשרים כפולים** - קשרים כפולים במולקולות של חומצות השומן לא רוויות גורמים למרחקים גדולים יותר בין מולקולות מאשר בחומצות רוויות. ככל שיש יותר קשרים כפולים במולקולות כך הפרעה להתקרבות המולקולות גדולה יותר והן לא יכולות להסתדר באריזה צפופה.
- **קשרים כפולים במבנה טרנס לעומת קשרים כפולים במבנה ציס** - קשר כפול במבנה ציס גורם לכיפוף גדול במולקולות ומרחק בין מולקולות עם קשרים כפולים במבנה ציס גדול יותר מאשר מרחק בין מולקולות במבנה טרנס, אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות במבנה ציס חלשות יותר. לכן צפיפות האריזה של

מולקולות בחומצות שומן במבנה ציס קטנה מצפיפות האריזה של מולקולות בחומצות שומן במבנה טרנס. נדרשת אנרגייה קטנה יותר להחלשת הכוחות בין המולקולות, ולכן טמפרטורת ההיתוך של חומצת שומן במבנה ציס נמוכה יותר. מומלץ לבנות עם התלמידים את שלבי הפתרון להשוואה בין טמפרטורות ההיתוך של חומצות שומן בצורת טבלה:

חומצת שומן	חומצה שומן 1 (שם החומצה)	חומצה שומן 2 (שם החומצה)
נוסחה מולקולרית		
רישום מקוצר		
ייצוג מקוצר של נוסחת המבנה		
גודל יחסי של ענני האלקטרונים במולקולות		
מספר הקשרים הכפולים במולקולה		
מבנה הקשרים הכפולים		
סוגי הכוחות הבין מולקולריים		
החוזק היחסי של כוחות בין מולקולריים		
השפעת מספר הקשרים הכפולים במולקולות על צפיפות האריזה		
התייחסות לאנרגיה המושקעת בפירוק הכוחות הבין מולקולריים		
השוואת טמפרטורת ההיתוך של חומצות שומן		

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. מומלץ לענות על שאלון גוגל - [כימיה של מזון](#). מומלץ להיעזר במצגת: [שמנים ושומנים, חומצות שומן](#) מומלץ לבצע פעילות חקר: [מי הזיז את הגבינה מהפיצה שלי?](#) במסגרת התוכנית "מנה במבחנה". ניתן לשלב משחק לתרגול: [משחק Quizizz](#). מומלץ להציג לתלמידים סיכום של הנושא: [טמפרטורת התכה של חומצות שומן](#) מומלץ להיעזר בסרטון [נושא השיעור: חומצות שומן](#) מומלץ להיעזר בסרטון בשפה ערבית [הכנה לבגרות - שומנים](#) מומלץ לבקש מהתלמידים לפרט את שלבי הפתרון להשוואה בין טמפרטורות ההיתוך של חומצות השומן המופיעות בסעיף ד': חומצה אולאית חומצה לינולאית. זוהי דוגמה להשוואה בין טמפרטורות ההיתוך של חומצות שומן במבנה ציס עם מספר שונה של קשרים כפולים.

חומצת שומן	אולאית	לינולאית
נוסחה מולקולרית	$C_{18}H_{34}O_2$	$C_{18}H_{32}O_2$
רישום מקוצר	C18:1 ω 9, cis	C18:2 ω 6, cis, cis
ייצוג מקוצר של נוסחת מבנה	<p>חומצה אולאית:</p>  <p>חומצה לינולאית:</p> 	
גודל יחסי של ענני האלקטרונים במולקולות	הגודל של ענני האלקטרונים במולקולות של שתי החומצות דומה כי אורך השרשרות הפחמימניות דומה.	
מספר הקשרים הכפולים במולקולה	1	2
מבנה הקשרים הכפולים	מבנה ציס	
סוגי הכוחות הבין מולקולריים	אינטראקציות ון-דר-ולס ומעט קשרי מימן	
החוזק היחסי של כוחות בין מולקולריים	בין המולקולות של חומצה לינולאית יש אינטראקציות ון-דר-ולס חלשות יותר.	
השפעת מספר הקשרים הכפולים במולקולות על צפיפות האריזה	קשר כפול במבנה ציס יוצר כיפוף במולקולה של חומצת השומן. הכיפוף מפריע להתקרבות המולקולות, המולקולות לא יכולות להסתדר באריזה צפופה. ככל שיש יותר קשרים כפולים במבנה ציס יש יותר אזורים כפופים במולקולה.	
התייחסות לאנרגיה המושקעת בפירוק הכוחות הבין מולקולריים	נדרשת פחות אנרגיה להחלשת הקשרים הבין מולקולריים של חומצה לינולאית	
השוואת טמפרטורת ההיתוך של חומצות שומן	לכן טמפרטורת ההיתוך של חומצה לינולאית נמוכה יותר.	

ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' ג.6, ד.19, ה.1, ה.2, ו.18, ו.19, ו.20, ו.21 טבלה בעמ' 5-7.

שאלות לתרגול

שאלה 1

- נתונות 3 חומצות שומן A, B, C, בנויות ממולקולות שבכל אחת מהן יש 16 אטומי פחמן בשרשרת. במולקולה של חומצת שומן A יש קשר כפול אחד במבנה trans, באטום פחמן מספר 9. במולקולה של חומצת שומן B יש 3 קשרים כפולים, כולם במבנה cis. הקשר הכפול הראשון הוא באטום פחמן מספר 3. במולקולה של חומצת שומן C יש קשר כפול אחד במבנה cis, באטום פחמן מספר 6. דרגו את טמפרטורות ההיתוך של חומצות השומן A, B, C בסדר עולה. נמקו את קביעותיכם.

התשובה

סדר טמפרטורות ההיתוך של חומצות השומן הנתונות: $A > C > B$. הגורמים המשפיעים על טמפרטורת ההיתוך הם הגורמים המעלים את חוזק אינטראקציות ון-דר-ולס בין שרשרות חומצות השומן, והם:

- מספר אטומי פחמן במולקולה - כל חומצות השומן הנתונות בעלות שלד של 16 אטומי פחמן, ולכן גורם זה לא משפיע במקרה הנתון.

- מספר קשרים כפולים - חומצות שומן A ו-C בעלות קשר כפול אחד במולקולה, בעוד חומצת שומן B בעלת 3 קשרים כפולים. לכן חומצת שומן B בעלת טמפרטורת ההיתוך הנמוכה ביותר.
- קשרים כפולים מסוג טרנס לעומת קשרים כפולים מסוג ציס - חומצת שומן A בעלת קשר כפול במבנה טרנס ואילו חומצת שומן C בעלת קשר כפול במבנה ציס. לכן לחומצת שומן A יש טמפרטורת ההיתוך גבוהה יותר.

שאלה 2

- נתונות שתי חומצות שומן, I ו-II שאורך השרשרות הפחמימניות שלהן זהה.
- אינטראקציות ון-דר-ולס בין המולקולות של חומצת שומן I חזקות יותר מאינטראקציות ון-דר-ולס בין המולקולות של חומצת שומן II. מה עשויה להיות הסיבה לכך?
- א. חומצת שומן I לא רוויה וחומצת שומן II רוויה.
 - ב. במולקולות של חומצת שומן I יש יותר מוקדים ליצירת קשרי מימן בין מולקולריים מאשר במולקולות של חומצת שומן II.
 - ג. במולקולות של חומצת שומן I אטומי המימן סביב הקשר הכפול מסודרים במבנה טרנס, ואילו במולקולות של חומצת שומן II הם מסודרים במבנה ציס.
 - ד. מספר הקשרים הכפולים במולקולות של חומצת שומן I גדול יותר ממספר הקשרים הכפולים במולקולות של חומצת שומן II.

התשובה

התשובה הנכונה היא ג'. קשר כפול במבנה ציס גורם לכיפוף גדול במולקולות ומרחק בין מולקולות עם קשרים כפולים במבנה ציס גדול יותר מאשר מרחק בין מולקולות במבנה טרנס, אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות במבנה ציס חלשות יותר.

מסיח א' אינו נכון. חומצה I רוויה - כאשר חומצת השומן רוויה, חוזק אינטראקציות ון-דר-ולס בין המולקולות שלה גדול יותר מאשר חוזק אינטראקציות ון-דר-ולס בין המולקולות של חומצת שומן לא רוויה.

מסיח ב' אינו נכון. מספר המוקדים ליצירת קשרי מימן בין מולקולריים של שתי חומצות השומן זהה.

מסיח ד' אינו נכון. ככל שיש יותר קשרים כפולים במולקולות חומצת השומן, המרחקים בין המולקולות גדולים יותר, לכן אינטראקציות ון-דר-ולס בין המולקולות חלשות יותר.

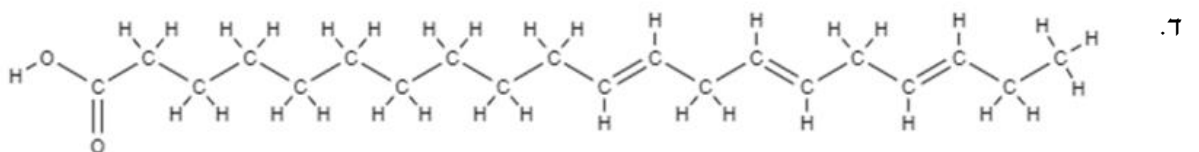
שאלה 3

לאיזו מחומצות השומן הבאות טמפרטורת ההיתוך הגבוהה ביותר?

א. $C_{22:6\omega 3cis}$

ב. $C_{22:3\omega 6trans}$

ג. $C_{21}H_{43}COOH$



התשובה

התשובה הנכונה היא ג'.

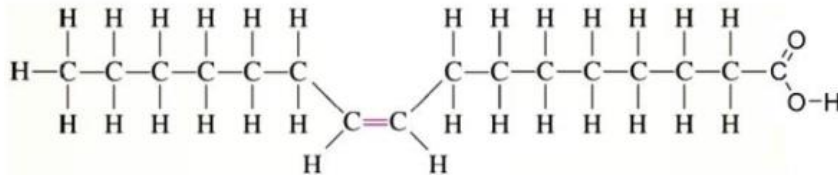
מסיחים א' ו- ב' אינם נכונים. אומנם בהם מופיעות חומצות שומן הבנויות ממולקולות בעלות 22 אטומי פחמן, כמו חומצת השומן שבתשובה ג', אולם ישנם גם קשרים כפולים המורידים את טמפרטורת ההיתוך של חומצות השומן. מסיח ד' אינו נכון. נתונה חומצת שומן הבנויה ממולקולות בעלות 20 אטומי פחמן, ובכל מולקולה יש 3 קשרים כפולים. לכן טמפרטורת ההיתוך של חומצת השומן שבתשובה ג'.

סעיף ה' (הציון בשאלון 037381 48)

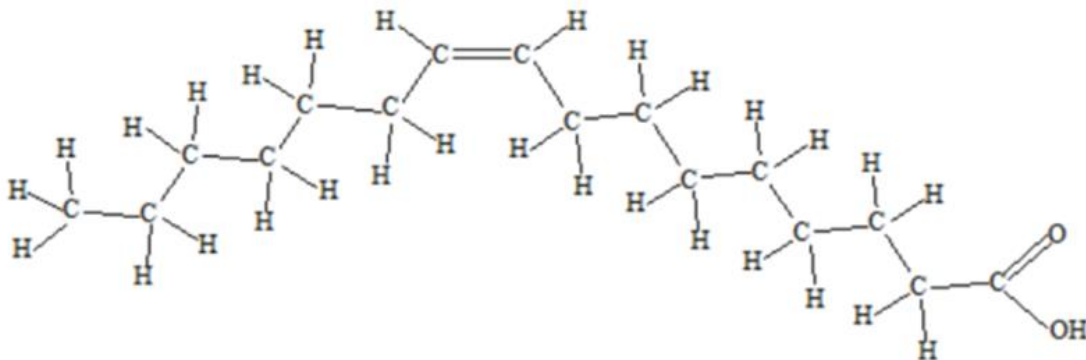
(הציון בשאלון 037387 41)

חומצת שומן נוספת בחמאת קקאו היא חומצה פלמיטולאית. הרישום המקוצר של חומצה זו הוא C16:1 ω 7 cis. רשמו ייצוג מלא של נוסחת המבנה של מולקולת חומצה פלמיטולאית.

התשובה



או



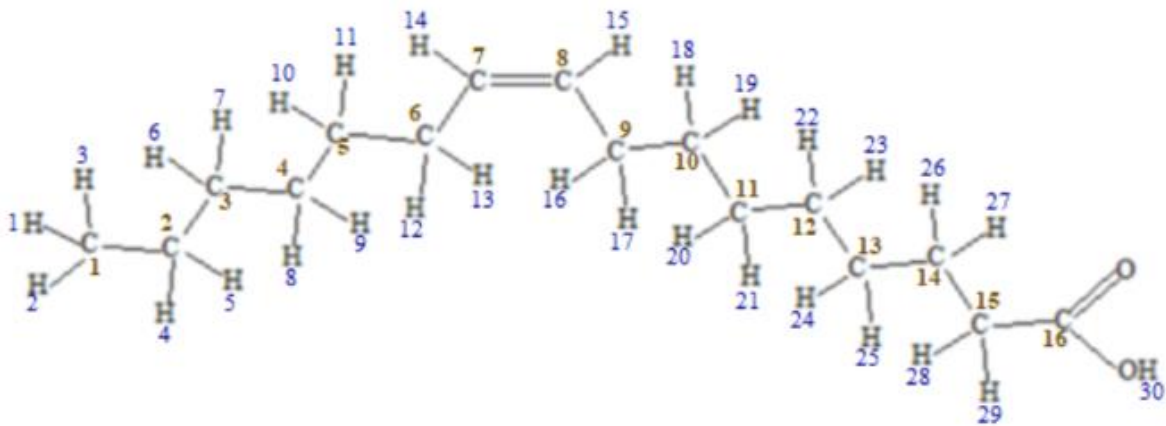
לדעתנו, רמת החשיבה על פי הטקסונומיה של בלוס היא יישום.

ניתוח טעויות אופייניות

הציונים נמוכים מאוד. תלמידים רבים מתקשים לרשום ייצוג מלא לנוסחת המבנה של חומצת שומן. קושי נוסף היה לתלמידי הברגות המתקשבת – גרירה של הקשרים המתאימים. הטעויות האופייניות:

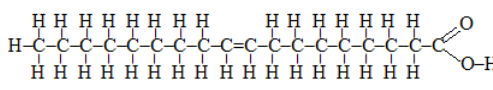
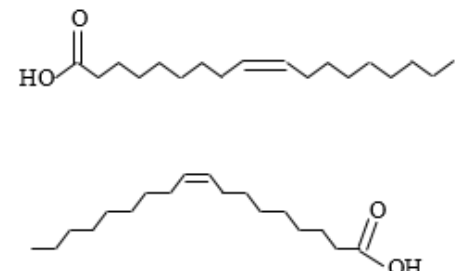
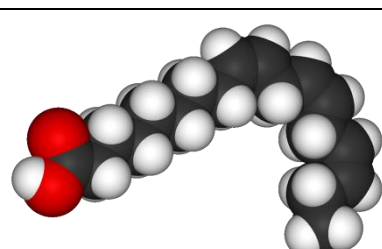
- ◆ טעויות במספר אטומי פחמן במולקולה.
- ◆ אי-רישום קשר כפול בשרשרת.
- ◆ רישום קשר כפול במבנה טרנס עקב בלבול בין מבנה ציס למבנה טרנס.
- ◆ טעויות במיקום הקשר הכפול בשרשרת.
- ◆ אי-רישום אטומי מימן בייצוג מלא של נוסחת המבנה

- ◆ רישום ייצוג מקוצר של נוסחת המבנה - קושי לעבור מייצוג מקוצר של נוסחת המבנה לייצוג מלא של נוסחת המבנה
- ◆ בלבול בין ייצוג מקוצר של נוסחת המבנה לבין ייצוג מלא של נוסחת המבנה, וכתוצאה מכך רישום נוסחאות "מעורבות".
- ◆ רישום נוסחה מולקולרית במקום ייצוג מלא של נוסחת המבנה.
- ◆ רישום שרשרת בלבד ללא קבוצת -COOH .
- ◆ רישום קבוצת -COO במקום קבוצה קרבוקסילית.
- ◆ השארת קבוצת -OH יחד ואינה מופרדת על ידי ייצוג הקשר בקו: -O-H .
- ◆ הוספה לייצוג מלא לנוסחת המבנה אלקטרונים לא קושרים על חלק מן האטומים.
- ◆ השארת קווים של ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה והוספה עליהם אותיות בלי להשאיר רווחים בין הקווים לאותיות שהוספו.
- ◆ הוספה לייצוג מלא לנוסחת המבנה המספרים הסידוריים של אטומי פחמן ואטומי מימן:



המלצות לסעיפים א', ג', ה'

- במהלך לימוד הנושא "חומצות שומן" חוזרים להיבטים רבים של הנושא "מבנה וקישור". כדי למנוע בלבול בין צורות הייצוג השונות של מולקולות, מומלץ לתרגל עם התלמידים מעבר בין צורות ייצוג שונות בפרק מבנה וקישור ולאחר מכן לחזור על התרגול ולהוסיף את צורות הייצוג הייחודיות למבנית "טעם של כימיה".
- 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 לחדד לתלמידים את ההבדלים בין ייצוג מקוצר של נוסחת מבנה לבין ייצוג מלא של נוסחת מבנה, בין נוסחת ייצוג אלקטרוניים לבין ייצוג מלא של נוסחת מבנה.
- מומלץ לתרגל עם התלמידים הבחנה בין מבנה ציס למבנה טרנס בחומצות שומן.
- מומלץ לבנות יחד עם התלמידים טבלה, המציגה והמסכמת צורות ייצוג שונות ותפקידן.
- ניתן להשתמש בטבלה זו כאשר חלק מהמידע לא כתוב ולבקש מהתלמידים להשלים את החסר.

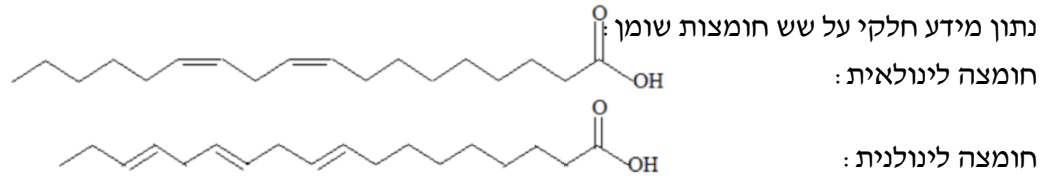
צורת ייצוג	ניתן לראות בנוסחה	לא ניתן לראות בנוסחה	דוגמה
נוסחה מולקולרית	סוגי אטומים ומספרם במולקולה	סדר קשרים, מבנה הקשרים הכפולים: ציס או טרנס, איזומרים, מבנה מרחבי של מולקולה	$C_{18}H_{34}O_2$
רישום מקוצר	מספר אטומי הפחמן במולקולה, מיקום הקשרים הכפולים, מבנה הקשרים הכפולים: ציס או טרנס, איזומרים	מבנה מרחבי של מולקולה מספר אטומי הפחמן במולקולה	C18:1 ω 9,cis
ייצוג מלא לנוסחת מבנה	סוגי אטומים ומספרם במולקולה, סדר קשרים, מבנה הקשרים הכפולים: ציס או טרנס, איזומרים	מבנה מרחבי של מולקולה	
ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה	סדר קשרים, מבנה הקשרים הכפולים: ציס או טרנס, איזומרים	מבנה מרחבי של מולקולה, רישום אטומי C ואטומי H שקשורים אליהם	
מודלים מרחביים	סוגי אטומים ומספרם במולקולה, סדר קשרים, מבנה הקשרים הכפולים: ציס או טרנס, איזומרים, מבנה מרחבי של מולקולה	-	

*התלמידים לא נדרשים לזהות את חומצת שומן על פי מודל מרחבי.

- מומלץ לתרגל מעבר בין נוסחאות שונות של חומצות שומן: נוסחה מולקולרית, רישום מקוצר, ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה, ייצוג מלא לנוסחת מבנה. מומלץ לתת לתלמידים אחת מהנוסחאות ולבקש לרשום את שאר הנוסחאות.
 - מומלץ להדגיש לתלמידים שבמספור אטומי פחמן במולקולה של חומצת שומן יש לכלול גם את אטום הפחמן שבקבוצה הקרבוקסילית.
 - מומלץ לעבור עם התלמידים על המצגת: [שומנים ושומנים - עובדות מפתיעות](#)
 - ניתן לתרגל בעזרת המצגת של כימיה ברשת: [שומנים ושומנים, חומצות שומן](#).
 - מומלץ לפתור תרגיל 1 בעמוד 32 - ניתוח מידע בצורות ייצוג שונות בחומצות שומן, בספר לימוד הדיגיטאלי [טעם של כימיה](#)
 - מומלץ לבצע [פעילות מתוקשבת בנושא חומצות שומן](#)
- ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 2.ג, 4.ג, 5.ה, 1 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלות לתרגול

שאלה 1



- חומצה אלאידית: במולקולה אחת מסוג אומגה 9 יש 18 אטומי פחמן וקשר כפול אחד במבנה טרנס
- חומצה פלמיטית: C16:0
- חומצה ואקסנית: C18:1 ω 7trans
- חומצה ארכידונית: C20:4 ω 6 all cis

- א. רשמו נוסחה מולקולרית ורישום מקוצר של חומצה לינולאית וחומצה לינולנית.
- ב. רשמו רישום מקוצר וייצוג לנוסחת מבנה של חומצה אלאידית.
- ג. רשמו נוסחה מולקולרית וייצוג מלא לנוסחת מבנה של חומצה פלמיטית וחומצה ואקסנית.
- ד. קיימת חומצת שומן שהיא איזומר לחומצה ארכידונית. רשמו ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של איזומר זה.

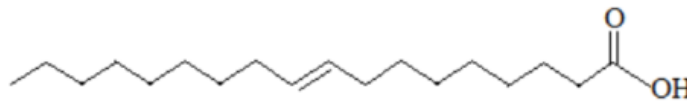
התשובה

סעיף א'

- חומצה לינולאית: נתון ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה.
- נוסחה מולקולרית: C₁₇H₃₁COOH רישום מקוצר: C18:2 ω 6 all cis
- חומצה לינולנית: נתון ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה.
- נוסחה מולקולרית: C₁₇H₂₉COOH רישום מקוצר: C18:3 ω 3 all trans

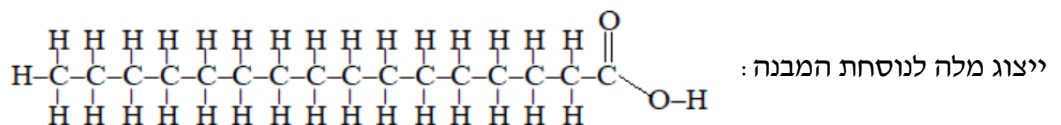
סעיף ב'

- חומצה אלאידית: נתון שבמולקולה אחת מסוג אומגה 9 יש 18 אטומי פחמן וקשר כפול אחד מסוג טרנס.
- רישום מקוצר: C18:1 ω 9 trans
- ייצוג מקוצר של נוסחת המבנה:



סעיף ג'

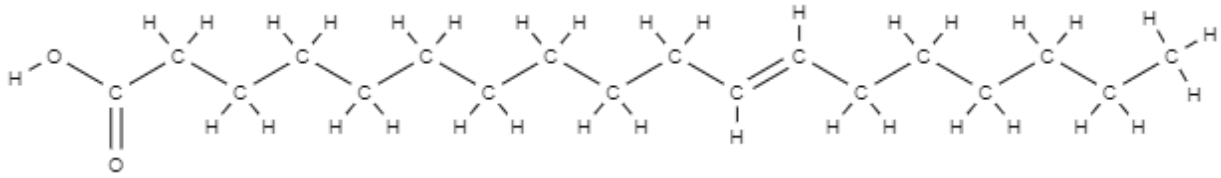
- חומצה פלמיטית: נתון רישום מקוצר.
- נוסחה מולקולרית: C₁₅H₃₁COOH



חומצה ואקסנית: נתון רישום מקוצר.

נוסחה מולקולרית: $C_{17}H_{33}COOH$

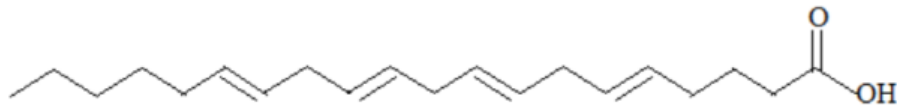
ייצוג מלא של נוסחת המבנה:



סעיף ד'

חומצה ארכידונית: נתון רישום מקוצר:

איזומר יהיה עם קשרי טרנס במקום ציס. ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה:



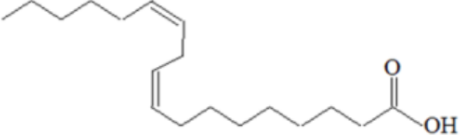
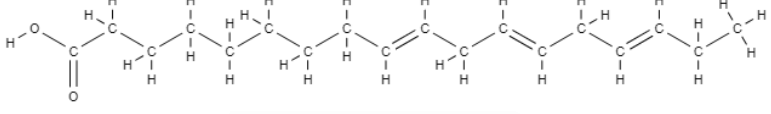

שאלה 2

לפניכם טבלה עם חמש נוסחאות של חומצות שומן שונות.

- ציינו את סוג הנוסחה של כל אחת מן חומצות השומן (מולקולרית, רישום מקוצר, ייצוג מלא של נוסחת המבנה, ייצוג מקוצר של נוסחת המבנה).
- עבור כל אחת מחומצות השומן, קבעו אם חומצת השומן היא חד לא רוויה, רב לא רוויה או לא רוויה כלל.
- לכל נוסחה נתונה השלימו את שאר הנוסחאות של כל אחת מחמש חומצות השומן.

דרגת הרוויון של חומצת השומן	סוג הנוסחה	נוסחת חומצת השומן	מס'
			1
		$C_{18}:2\omega_6$ cis, cis	2
		$C_{13}H_{27}COOH$	3
			4
			5

התשובה
סעיפים א'-ב'

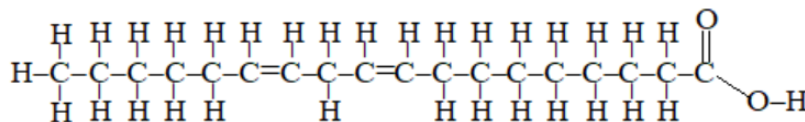
דרגת הרוויון של חומצת השומן	סוג הנוסחה	נוסחת חומצת השומן	מס'
רב לא רוויה	ייצוג מקוצר של נוסחת מבנה		1
רב לא רוויה	רישום מקוצר	C18:2 ω 6 trans, trans	2
רוויה	נוסחה מולקולרית	C ₁₃ H ₂₇ COOH	3
רב לא רוויה	ייצוג מלא של נוסחת מבנה		4
חד לא רוויה	ייצוג מקוצר של נוסחת מבנה		5

סעיף ג'

חומצת שומן 1: נתון ייצוג מקוצר של נוסחת המבנה.

C18:2 ω 6 all cis : רישום מקוצר

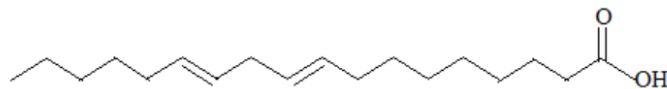
C₁₇H₃₁COOH : נוסחה מולקולרית



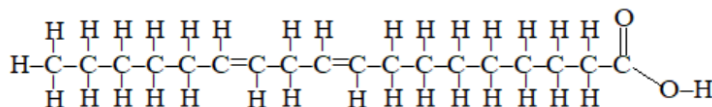
ייצוג מלא של נוסחת המבנה :

חומצת שומן 2: נתון רישום מקוצר.

C₁₇H₃₁COOH : נוסחה מולקולרית



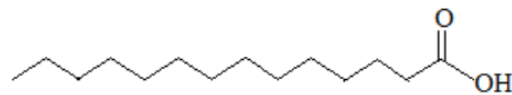
ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה :



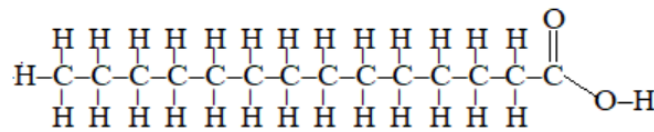
ייצוג מלא של נוסחת המבנה :

חומצת שומן 3: נתונה נוסחה מולקולרית.

C14:0 : רישום מקוצר



ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה:

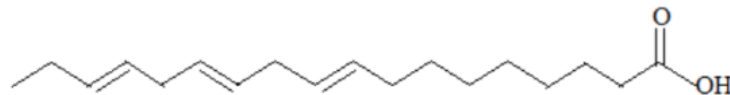


ייצוג מלא של נוסחת המבנה:

חומצת שומן 4: נתון ייצוג מלא של נוסחת המבנה.

רישום מקוצר: C18:3 ω 3 all trans

נוסחה מולקולרית: C₁₇H₂₉COOH

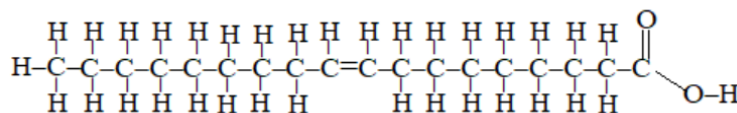


ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה:

חומצת שומן 5: נתון ייצוג מקוצר של נוסחת המבנה.

רישום מקוצר: C18:1 ω 9 cis

נוסחה מולקולרית: C₁₇H₃₃COOH

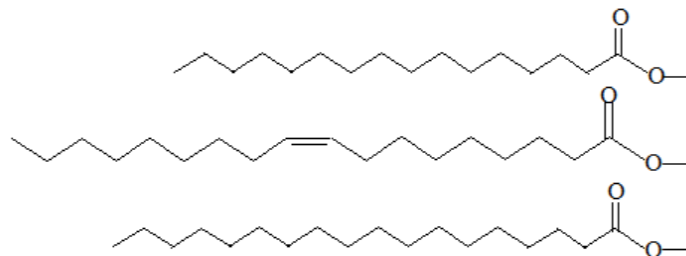


ייצוג מלא של נוסחת המבנה:

פתיח לסעיפים ו-ז

הסמלים של הטריגליצרידים בחמאת קקאו הם: POP, SOS, POS.

לפניהם ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולת טריגליצריד:



סעיף ו' (הציון בשאלון 037381 88)

(הציון בשאלון 037387 89)

בחרו את הסמל המתאים לייצוג המקוצר של נוסחת המבנה הנתונה.

התשובה

POS

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון גבוה בשני השאלונים. התלמידים קבעו נכון את הסמל המתאים. תלמידים מעטים התקשו לזהות חומצות שומן המרכיבות את הטריגליצריד.

המלצות

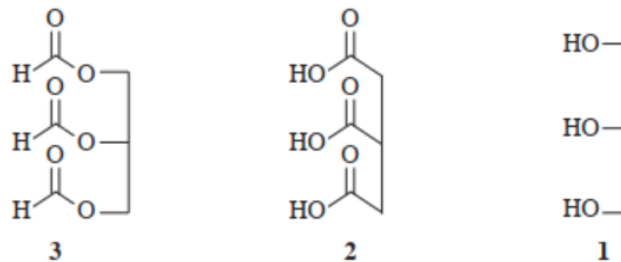
- מומלץ לבקש מהתלמידים לענות על דף עבודה: רישום נוסחאות מבנה של טריגליצרידים, מתוך המסמך [קשיים בנושא "טעם של כימיה" והצעות התמודדות](#)
 - מומלץ לתת לתלמידים לעבוד עם מודלים - לבקש לבנות מודלים של טריגליצרידים שונים כדי להמחיש את יצירת הקשרים האסטריים מקבוצות כוהל של גליצרול ומקבוצות קרבוקסיליות של חומצות השומן.
 - לאחר מכן לבקש מהתלמידים לרשום נוסחאות של טריגליצרידים: ייצוג מקוצר לנוסחאות מבנה וייצוג מלא לנוסחאות מבנה. כמו כן מומלץ לחזור על קבוצות פונקציונליות במולקולות שונות.
 - מומלץ לתרגל עם התלמידים זיהוי חומצות שומן שמהן מורכב את הטריגליצריד הנתון.
- ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ד.20 בטבלה בעמ' 5-7.**

שאלות לתרגול יופיעו בסוף סעיף ז'.

סעיף ז' (הציון בשאלון 037381 58)

(הציון בשאלון 037387 49)

לפניכם ייצוג מקוצר של נוסחת המבנה של שלוש מולקולות:



איזה ייצוג מקוצר משלושת הייצוגים האלה מתאים לייצוג המקוצר של נוסחת המבנה של מולקולת הגליצרול?

התשובה

ייצוג מקוצר 1.

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך בשני השאלונים. חלק ניכר מהתלמידים לא הצליחו להסיק על פי מבנה טריגליצריד מהו המבנה של גליצרול. הם התקשו לבחור בנוסחה הנכונה של גליצרול ובחרו בנוסחה 2 או בנוסחה 3. תלמידים אלה לא הפנימו שבתהליך קבלת טריגליצריד מחומצת שומן (או מחומצות שומן שונות) וגליצרול, ליצירת קבוצת אסטר שלוש מולקולות של חומצות שומן תורמות קבוצות -OH וגליצרול תורם שלושה אטומי מימן.

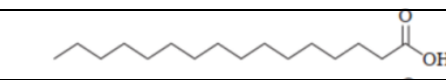
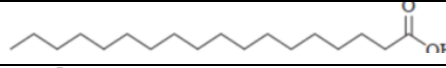
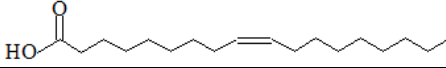
המלצות

- מומלץ לתרגל יצירת טריגליצריד וגם פירוקו בעזרת מודלים: מולקולת טריגליצריד מתפרקת לשלוש מולקולות של חומצות שומן ומולקולת גליצרול. בדרך זו התלמידים יצליחו לזהות גם את חומצות השומן שמהן מורכב הטריגליצריד הנתון וגם את הגליצרול.

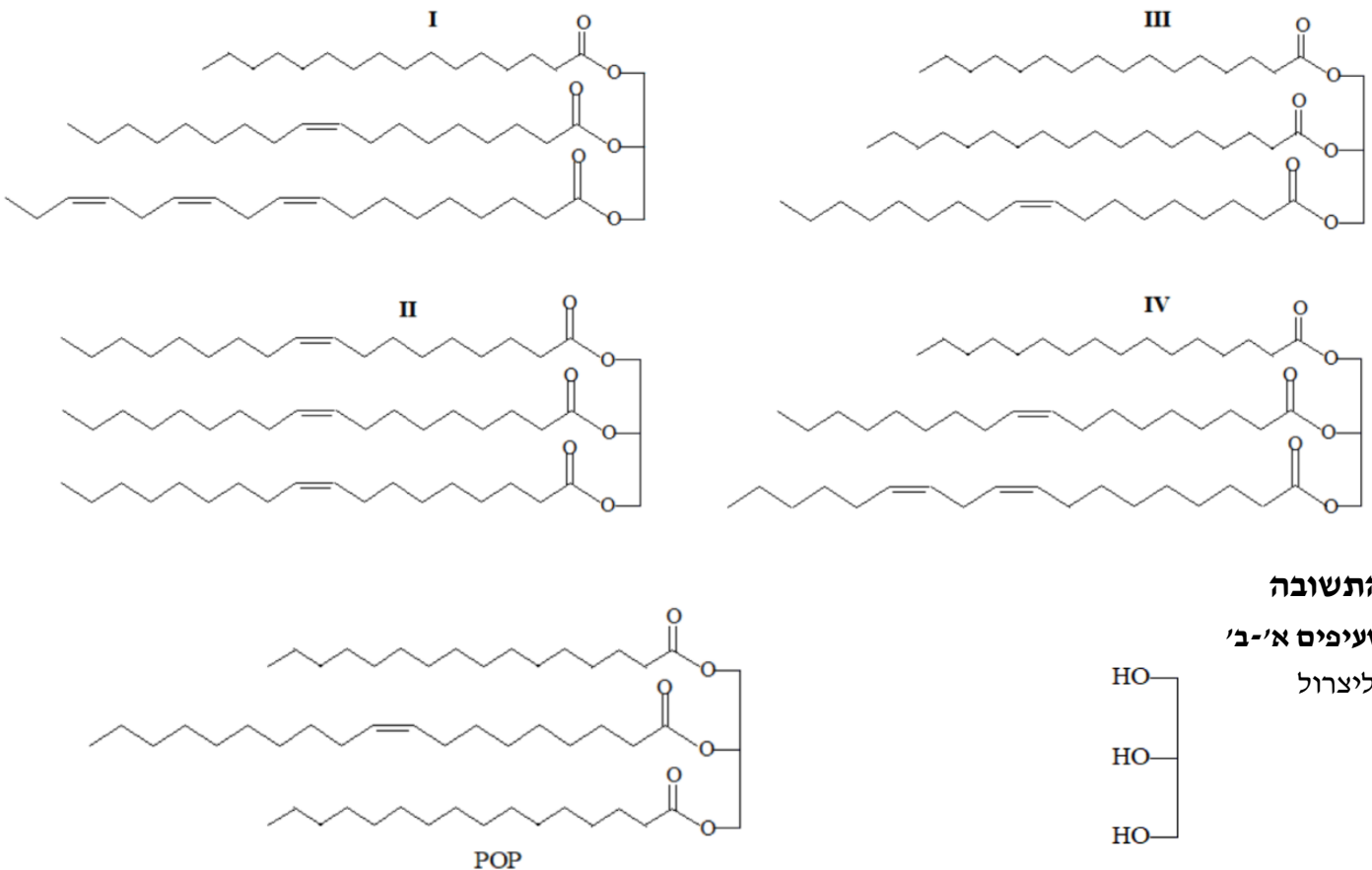
- מומלץ לפתור עם התלמידים שאלות מחוברות ניתוח בגרות העוסקות ביצירה או בפירוק של טריגליצרידים:
 תשפ"ב- שאלה 12 ו', תשע"ט - שאלה 11 ג', בגרות תשע"ח - שאלה 11 ג', תשע"ו - שאלה 11 ב', תשע"ה -
 שאלה 8 ה', תשע"ד - שאלה 8 ב', תשע"א - שאלה 8 ג', תשס"ט - שאלה 8 ב'.
 ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' 5. ד בטבלה בעמ' 5-7.

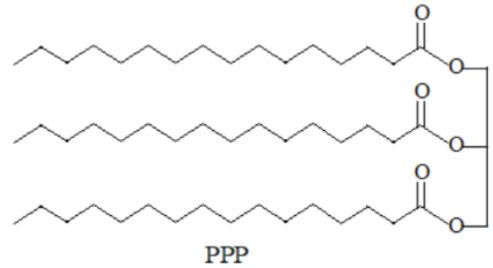
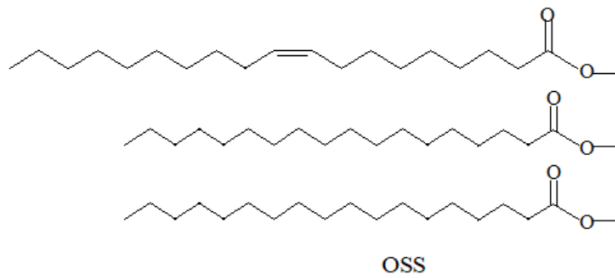
שאלה לתרגול

לפניכם טבלה המציגה מספר חומצות שומן:

חומצות שומן	סמל	ייצוג מקוצר של נוסחת מבנה או רישום מקוצר
חומצה פלמיטית	P	
חומצה סטארית	S	
חומצה אולאית	O	
חומצה לינולאית	L	C18:2 ω 6 all cis
חומצה אלפא לינולאית	La	C18:3 ω 3 all cis

- א. רשמו ייצוג מקוצר של נוסחת המבנה עבור החומר הנוסף הנצרך ליצירת הטריגליצרידים, נוסף לחומצות השומן.
 ב. נתונים מספר סמלים של שלושה טריגליצרידים: OSS, POP, PPP.
 רשמו ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של כל אחד מטריגליצרידים האלה.
 ג. נתונות נוסחאות של ארבעה טריגליצרידים, IV-I. רשמו מהם הסמלים המתאימים לכל טריגליצריד.





סעיף ג'

לטריגליצריד I מתאים סמל POLa

לטריגליצריד II מתאים סמל OOO

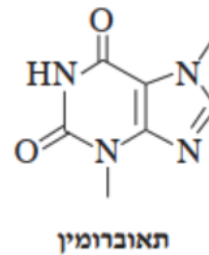
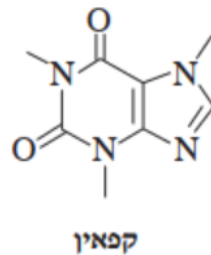
לטריגליצריד III מתאים סמל PSO

לטריגליצריד IV מתאים סמל POL

סעיף ח' (הציון בשאלון 037381 45)

(הציון בשאלון 037387 41)

מוצקי הקקאו שבשוקולד מכילים, בין השאר, את החומרים הממריצים תאבורומין וקפאין. לפניכם ייצוג מקוצר של נוסחאות המבנה של מולקולת תאבורומין, $C_7H_8N_4O_2$, ומולקולת קפאין, $C_8H_{10}N_4O_2$.



הסבירו מדוע החומרים תאבורומין וקפאין מתמוססים בחמאת קקאו.

התשובה

למולקולות התאבורומין ולמולקולות הקפאין יש קוטביות נמוכה מאוד (או: מולקולות אינן קוטביות). בין המולקולות של תאבורומין, וגם בין המולקולות של הקפאין מתקיימות אינטראקציות ון-דר-ולס. בין מולקולות חומצות השומן והטריגליצרידים המרכיבים את חמאת הקקאו מתקיימות אינטראקציות ון-דר-ולס. בין מולקולות התאבורומין והקפאין לבין מולקולות חומצות השומן והטריגליצרידים המרכיבים את חמאת הקקאו מתקיימות אינטראקציות ון-דר-ולס. (לכן התאבורומין והקפאין מתמוססים בחמאת קקאו).

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך מאד בשני השאלונים. גם בחומצות שומן וגם בתאבורומין ובקפאין ישנם חלקים הידרופוביים וגם הידרופיליים, לכן תלמידים רבים התקשו להחליט מה משפיע יותר. הטעויות האופייניות:

- ◆ התייחסות לסוגי הכוחות הבין מולקולריים בממס ובמומס, אך לאחר מכן חוסר התייחסות לאינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות התאבורומין והקפאין המומסים לבין מולקולות חומצות השומן והטריגליצרידים המרכיבים את חמאת הקקאו. התייחסות לכך שבחומצות שומן יש חלק הידרופילי קטן והנחה שזה מספיק ליצירת קשרי מימן בין מולקולות התאבורומין והקפאין המומסים לבין מולקולות הממס:
- **"התאבורומין והקפאין מתמוססים בחמאת הקקאו כי נוצרים קשרי מימן בין המולקולות."**
- **"קשרי ון-דר-ולס חלשים כי יש קשרים כפולים ולכן קל לנתק אותם כדי שהחומרים יתמוססו בחמאת הקקאו."**
- ◆ תיאור סוגי הכוחות הבין מולקולריים בתאבורומין ובקפאין ובחומצות השומן, וקביעה שמכיוון שהכוחות דומים החומרים נמסים זה בזה:
- **"דומה מתמוסס בדומה."**
- ◆ 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 להסביר לתלמידים שלמרות מספר מוקדים של אטומים אלקטרושליליים שיש במולקולות, החומרים הנתונים מתמוססים בחמאת קקאו. מכאן ניתן להבין שהם בעלי פוטנציאל גבוה ליצירת אינטראקציות ון-דר-ולס עם חמאת קקאו שבנויה מטריגליצרידים שגם הם יוצרים אינטראקציות ון-דר-ולס. לכן בין הממס למומס יכולים להיווצר אינטראקציות ון-דר-ולס
- מומלץ לבצע עם התלמידים ניסויים במעבדה בנושא המסיסות: המסת חומרים שונים במים ובממסים אחרים כגון שמן. מעבדה לדוגמא: [ערבוב נוזלים מורחב](#)
- דוגמא נוספת - ניסוי חקר: [קפה בארבע שכבות](#)
- מומלץ לבנות עם התלמידים טבלאות המציגות את שלבי הקביעה של מסיסות חומצות שומן בממסים הנתונים:

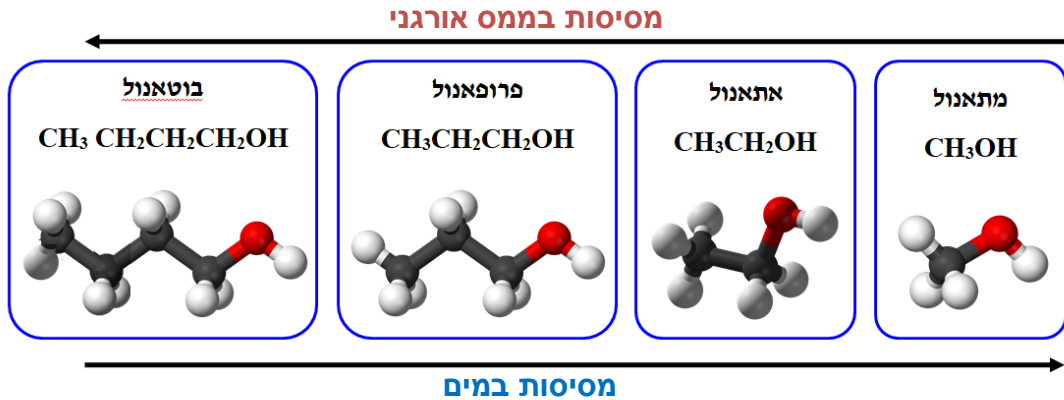
טבלה 1: קביעת המסיסות של חומצות שומן במים

הממס: מים	המומס: חומצות שומן	
מולקולות	מולקולות	סוג החלקיקים שמהם מורכב החומר
קשרי מימן רבים ואינטראקציות ון-דר-ולס	מעט קשרי מימן אינטראקציות ון-דר-ולס	הכוחות בין חלקיקי החומר
אפשרות ליצירת קשרי מימן זניחה, כי במולקולות חומצות שומן יש מעט מוקדים ליצירת קשרי מימן.		סוגי הכוחות הנוצרים בין חלקיקי ממס לחלקיקי מומס במהלך ההמסה
המסיסות של חומצות שומן במים זניחה.		המסקנה

טבלה 2: קביעת המסיסות של חומצות שומן בהקסאן

הממס: הקסאן, $C_6H_{14(l)}$	המומס: חומצות שומן	
מולקולות	מולקולות	סוג החלקיקים שמהם מורכב החומר
אינטראקציות ון-דר-ולס	מעט קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ולס	הכוחות בין חלקיקי החומר
אינטראקציות ון-דר-ולס		סוגי הכוחות הנוצרים בין חלקיקי ממס לחלקיקי מומס במהלך ההמסה
המסיסות של חומצות שומן בהקסאן טובה.		המסקנה

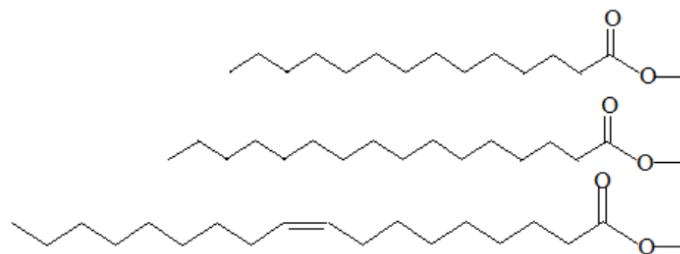
- אחד הקשיים בקביעת ממש מתאים לתרכובות פחמן - גם בסעיף זה וגם באופן כללי, הוא הימנעות מהשוואה בין גודל החלק ההידרופילי במולקולות המומס, "האחראי" להיווצרות קשרי מימן עם מולקולות הממס, לבין גודל החלק ההידרופובי, "האחראי" להיווצרות אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות המומס למולקולות הממס. כדי להדגיש נקודה זו אפשר להשתמש בתרשים המציג מסיכות כהלים:



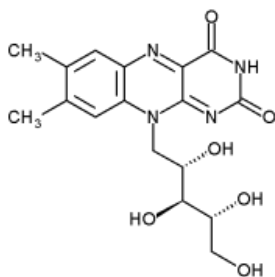
- מומלץ לפתור עם התלמידים את [השאלה בנושא חומצות שומן](#) מתוך פעילות פתיחה בנושא טעם של כימיה. ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 9, 21.4, 22.4 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

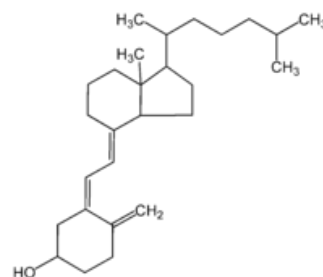
- אחוז שומן בחלב טבעי מעטין הפרה הוא כ- 3.8%-4.3%. נתון ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של טריגליצריד הנפוץ בחלב, שהסמל שלו MPO. המסומן באותיות MPO:



- א. טריגליצריד MPO עשוי לעבור הידרוליזה חומצית. רשמו ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של כל אחד מן תוצרי ההידרוליזה החומצית של טריגליצריד זה.
- ב. כתבו רישום מקוצר עבור חומצת השומן הבלתי רוויה שבין תוצרי ההידרוליזה החומצית של טריגליצריד MPO.
- ג. נתון ייצוג מקוצר לנוסחאות המבנה של שני ויטמינים: ויטמין D וויטמין B₂:



ויטמין B₂



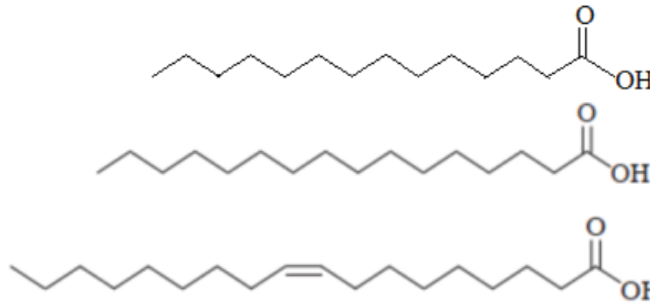
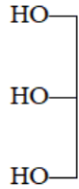
ויטמין D

איזה מן הוויטמינים הנתונים מסיס טוב יותר בשומן של החלב, ואיזה מסיס טוב יותר במים?

התשובה

סעיף א'

גליצרול:



חומצת שומן מיריסטית:

חומצת שומן פלמיטית:

חומצת שומן אולאית:

סעיף ב'

חומצה אולאית - C18:1 ω 9cis

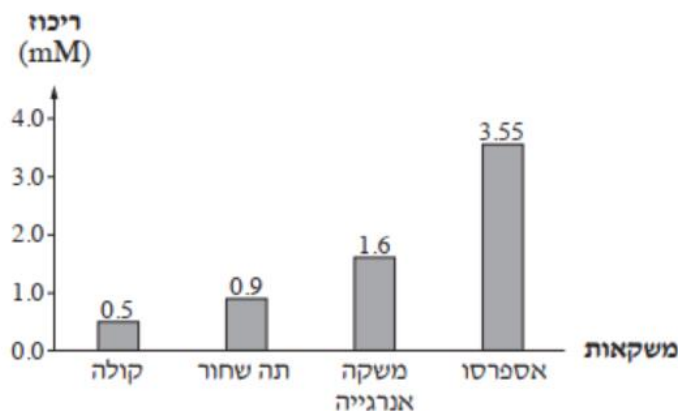
סעיף ג'

ויטמין D נמס טוב בשומן של החלב. היות ובין מולקולות הוויטמין ובין מולקולות חומצות השומן והטריגליצרידים, המצויים בשומן של החלב, נוצרים אינטראקציות ון-דר-ולס. ויטמין B₂ נמס טוב יותר במים. היות ובין מולקולות הוויטמין ובין מולקולות המים נוצרים קשרי המימן.

סעיף ט' (הציון בשאלון 037381 70)

(הציון בשאלון 037387 66)

לפניכם נתונים על ריכוז קפאין במשקאות שונים.



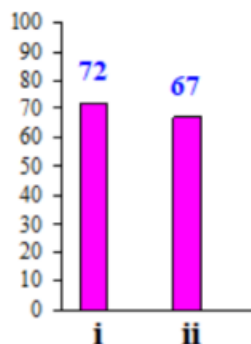
רצוי לצרוך לא יותר מ- 400 מיליגרם קפאין ביום. תלמיד שתה 4 פחיות משקה אנרגייה ביום אחד.

$$1 \times 10^{-3} \text{ M} = 1 \text{ mM} \quad \text{נתונים:}$$

$$1 \text{ מיליגרם} = 1 \times 10^{-3} \text{ גרם}$$

$$M_{\text{קפאין}} = 194 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$$

$$\text{נפח פחית} = 330 \text{ מ"ל}$$



תת-סעיף i (הציון בשאלון 037381 72)

מהי מסת הקפאין בפחית אחת של משקה אנרגייה? פרטו את חישוביכם.

התשובה

חישוב מספר המולים של קפאין בפחית משקה אנרגייה:

$$1.6 \times 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.33 \text{ liter} = 0.528 \times 10^{-3} \text{ mol} = 5.28 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

חישוב המסה של קפאין בפחית משקה אנרגייה:

$$0.528 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 194 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 102.4 \times 10^{-3} \text{ gr} (= 102.4 \text{ miligram})$$

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני. רוב התלמידים הצליחו להוציא נתונים מהגרף ולחשב את מסת הקפאין בפחית אחת של משקה אנרגייה, אך חלק מהתלמידים טעו. הטעויות האופייניות:

- ♦ טעות בהמרה של יחידות הריכוז: רישום $1.6 \frac{\text{mol}}{\text{liter}}$ במקום $1.6 \times 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{liter}}$.
- ♦ חוסר הבחנה בין מיליגרם לגרם.
- ♦ חוסר הבחנה בין mM ל-M.
- ♦ רישום תשובה סופית בלבד, ללא פירוט החישובים.

תת-סעיף ii (הציון בשאלון 037381 67)

קבעו אם התלמיד עבר את צריכת הקפאין היומית המומלצת (בהנחה שמשקה היה מקור הקפאין היחיד). פרטו את חישוביכם.

התשובה

קביעה: התלמיד עבר על צריכת הקפאין המקסימלית המומלצת.

חישוב: מסת הקפאין ב-4 פחיות משקה אנרגייה: $4 \times 102.4 \text{ miligram} = 409.6 \text{ miligram}$

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני. רוב התלמידים חישבו נכון, אך חלק מן התלמידים טעו. הטעויות האופייניות:

- רישום תשובה סופית בלבד, ללא פירוט החישוב.
- טעות ביחידות שמובילה לתוצאה שגויה.
- חוסר הבחנה בין mM לבין M.

המלצות

- מומלץ לתרגל עם התלמידים מעברי יחידות.
 - מומלץ לבצע את הפעילות [שייק ספורטיבי](#) במסגרת התוכנית "מנה למבחנה".
 - מומלץ להשתמש בלומדה: "[היבטים כמותיים בכימיה](#)" אשר מכילה מספר רב של תרגילי חישוב, בנושאי הלימוד השונים, בין היתר בנושא ריכוזים.
 - מומלץ להיעזר במצגת תמיסות וריכוזים מתוכנית "כימיה ברשת". [תמיסות וריכוזים](#).
 - מומלץ לפתור עם התלמידים שאלות מתאימות מבחינות הברות. לשם כך מומלץ להיעזר בחוברת: [תרגול ושאלות בנושא סטויכיומטריה](#) בניתוח הברות בכימיה תשנ"ט-תשע"ח ובחוברת ההמשך תשע"ח-תשפ"א.
- ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 4.ד, 13.ד, 23.ד, ה.4, בטבלה בעמ' 5-7.

שאלות לתרגול

שאלה 1

השלימו את הטבלה הבאה:

ריכוז (mM)	ריכוז (M)	נפח (ml)	נפח (liter)	מול (mol)	מסה (mg)	מסה (gr)	מסה (Kg)	מסה מולרית (gr/mol)	החומר
		100			3.6				C ₆ H ₁₂ O ₆
16						2.84			Na ₂ SO ₄
	0.5			0.3					I ₂
			0.5				0.5		Mg(OH) ₂

התשובה

ריכוז (mM)	ריכוז (M)	נפח (ml)	נפח (liter)	מול (mol)	מסה (mg)	מסה (gr)	מסה (Kg)	מסה מולרית (gr/mol)	החומר
0.2	2×10^{-4}	100	0.1	2×10^{-5}	3.6	3.6×10^{-3}	3.6×10^{-6}	180	C ₆ H ₁₂ O ₆
16	0.016	1250	1.25	0.02	2840	2.84	2.84×10^{-3}	142	Na ₂ SO ₄
500	0.5	600	0.6	0.3	76200	76.2	0.0762	254	I ₂
17,240	17.24	500	0.5	8.62	5×10^5	500	0.5	58	Mg(OH) ₂

שאלה 2

קפאין, $C_8H_{10}N_4O_2(s)$, הוא חומר מעורר. קפאין מצוי בעלי תה, בפולי קפה ובצמחים נוספים. רופאים ממליצים לא לצרוך יותר מ-0.00155 מול קפאין ביום. במסיבה הכינו קפה נמס שהריכוז המולרי של הקפאין בו היה 2.5 mM. כל כוס הכילה 200 מ"ל של קפה נמס. אחד האורחים שתה הרבה קפה ועבר בשעה אחת על הכמות הימית המומלצת של קפאין. כמה כוסות קפה נמס שתה אורח זה במסיבה?

- א. כוס אחת
- ב. שתי כוסות
- ג. שלוש כוסות
- ד. ארבע כוסות

התשובה

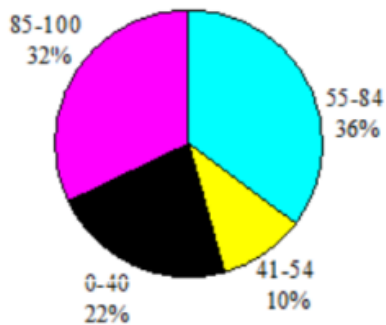
התשובה הנכונה היא ד'.

1.55 × 10⁻³ mol : הכמות היומית המומלצת של קפאין :
 200 מ"ל = 0.2 ליטר : נפח של כוס אחת :
 2.5 × 10⁻³ M = 2.5 mM : הריכוז המולרי של קפאין בקפה נמס :
 2.5 × 10⁻³ $\frac{\text{mol}}{\text{liter}}$ × 0.2 liter = 5 × 10⁻⁴ mol : מספר המולים של קפאין בכוס אחת :
 $\frac{1.55 \times 10^{-3} \text{ mol}}{5 \times 10^{-4} \text{ mol}} = 3.1$ כוסות : כדי לעבור את הכמות היומית המומלצת של קפאין צריך לשתות :
 לכן האורח שתה 4 כוסות קפה נמס ועבר את המכסה המותרת.

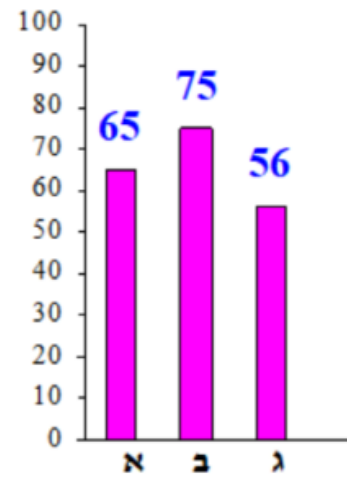
ניתוח שאלה 12 חומצות ובסיסים

שאלון 037381

פיזור ציונים
בחרו בשאלה 68% מהתלמידים

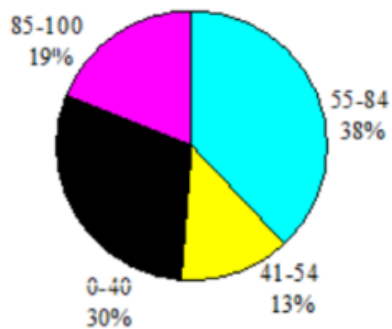


ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 65
ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:

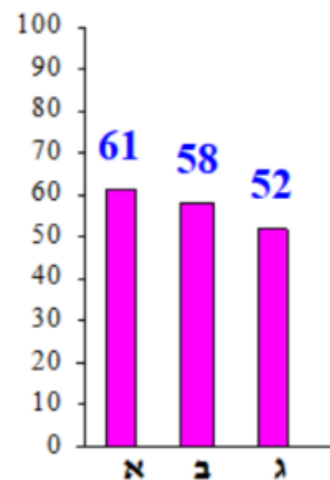


שאלון 037387

פיזור ציונים
בחרו בשאלה 75% מהתלמידים



ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 57
ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:



רמות החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום

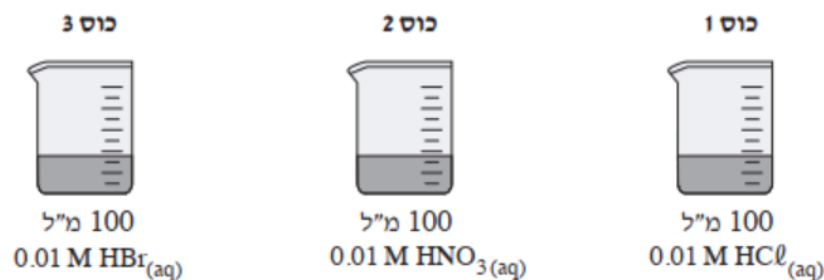
סעיף	תת-סעיף	רמת חשיבה לפי בלום
א	i	יישום
	ii	הבנה
	iii	הבנה
ב	i	הבנה
	ii	אנליזה
	iii	יישום
ג	i	יישום
	ii	יישום

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ↪ לקבוע את סוגי החלקיקים הנמצאים בתמיסה חומצית, כאשר נתונה נוסחה מולקולרית של חומצה.
- ↪ לקבוע שיונים ניידים אחראים למוליכות חשמלית בתמיסה.
- ↪ לקבוע ריכוז של יוני הידרוניום בתמיסה חומצית על פי ריכוז התמיסה.
- ↪ לקבוע תחום ה-pH של תמיסה חומצית על פי ריכוז יוני הידרוניום בתמיסה זו.
- ↪ לקבוע בין אילו תמיסות יכולה להתרחש תגובת סתירה.
- ↪ לרשום ניסוח נטו של תגובת סתירה המתרחשת בהוספת תמיסה בסיסית לתמיסה חומצית.
- ↪ להבחין בין ניסוח נטו של תגובת סתירה לבין ניסוח יוני כולל של תגובה זו.
- ↪ להסביר את התפקיד של כל אחד מן האינדיקטורים: נייר לקמוס ורוד ונייר לקמוס כחול שמזהים תמיסות חומציות, בסיסיות וניטרליות.
- ↪ להבחין בין תגובת סתירה מלאה לבין תגובת סתירה עם עודפים של יונים על ידי חישובים מפורטים.
- ↪ להסביר שינוי ב-pH של תמיסה כתוצאה מהתרחשות תגובה.
- ↪ להסביר שינוי ב-pH של תמיסה כתוצאה מתהליך ערבוב תמיסות ללא התרחשות תגובה.

פתיח לשאלה

לפניכם 3 כוסות כימיות שכל אחת מהן מכילה תמיסה אחרת.



בכל אחת מן התמיסות טבלו נייר לקמוס ורוד וגם נייר לקמוס כחול. כמו כן, בדקו בכל אחת מן התמיסות את ערך

ה- pH ואת המוליכות החשמלית.

בכל אחת מן הכוסות נמצא כי :

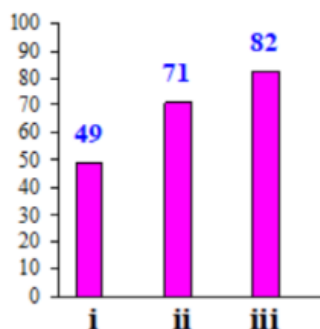
- הצבע של שתי ניירות הלקמוס בתמיסה הוא ורוד.
- ערך ה- pH של התמיסה הוא 2.
- התמיסה מוליכה חשמל.

נתון : בטבלה שלפניכם מצוין הצבע של ניירות לקמוס שנטבלו בתמיסות שונות.

בתמיסה בסיסית	בתמיסה ניטרלית	בתמיסה חומצית	
משנה גוון לכחול	אין שינוי	אין שינוי	נייר לקמוס ורוד
אין שינוי	אין שינוי	משנה גוון לוורוד	נייר לקמוס כחול

סעיף א' (הציון בשאלון 037381 65)

(הציון בשאלון 037387 61)



תת-סעיף i (הציון בשאלון 037381 49)

צינו את כל סוגי החלקיקים שנמצאים בכל אחת מן התמיסות בכוסות 1-3.

התשובה

סוגי החלקיקים בכל כוס	
$H_2O(l)$, $H_3O^+(aq)$, $Cl^-(aq)$ או: מולקולות מים, יוני הידרוניום ויוני כלור.	כוס 1
$H_2O(l)$, $H_3O^+(aq)$, $NO_3^-(aq)$ או: מולקולות מים, יוני הידרוניום ויונים חנקתיים.	כוס 2
$H_2O(l)$, $H_3O^+(aq)$, $Br^-(aq)$ או: מולקולות מים, יוני הידרוניום ויוני ברום.	כוס 3

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך. תלמידים רבים מתקשים לקבוע את סוגי החלקיקים הנמצאים בתמיסה חומצית, כאשר נתונה נוסחה מולקולרית של חומצה.

- ◆ רישום באופן מרוכז של כל החלקיקים ללא פירוט אילו חלקיקים יש בכל כוס.
- "יוני H_2O , H_3O^+ , NO_3^- , Br^- , Cl^- ".
- ◆ התייחסות לסוגי החלקיקים ללא פירוט:
- "בכל הכוסות יש יונים חיוביים ויונים שליליים".
- ◆ הוספת נוסחאות של חומצות לרשימות החלקיקים: נוסחאות $HBr_{(aq)}$, $HNO_{3(aq)}$, $HCl_{(aq)}$.
- תלמידים שהוסיפו מולקולות של החומצות חושבים שבתמיסות קיימות מולקולות החומצות שלא הגיבו עם מים, למרות שכל החומצות הנתונות הן חומצות חזקות.
- ◆ אי-רישום של מולקולות המים ברשימות החלקיקים.
- ◆ רישום H^+ כאחד מסוגי החלקיקים.
- ◆ רישום אטומים במקום יונים: H , N , O , Br , Cl .
- ◆ רישום מטעני יונים כמו דרגות חמצון - מתחת ליון ומוקף בעיגול.

תת-סעיף ii (הציון בשאלון 037381 71)

מדוע כל אחת מן התמיסות מוליכה חשמל?

התשובה

התמיסות מוליכות חשמל כיוון שיש בהן יונים ניידים (חיוביים ושליליים).

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני. רוב התלמידים קבעו והסבירו שיונים ניידים הם האחראים למוליכות התמיסה. התלמידים שטעו לא הפנימו מה הם החלקיקים האחראים למוליכות של תמיסה מימית. הטעויות האופייניות:

- ◆ חוסר התייחסות לניידות היונים:
- "בכל התמיסות יש יונים חיוביים ויונים שליליים, ולכן התמיסות מוליכות חשמל".
- ◆ בלבול בין מוליכות בתמיסה ומוליכות במתכת:
- "בשל נוכחות היונים בתמיסה יש תנועה של אלקטרונים המאפשרת מוליכות חשמלית".
- ◆ קביעה שמוליכות חשמלית בתמיסה נגרמת על ידי תנועה של יונים שליליים בלבד:
- "בתמיסה נוכחים יונים שליליים ניידים המאפשרת מוליכות חשמלית".

תת-סעיף iii (הציון בשאלון 037381 82)

מדוע ערך ה-pH זהה בכל הכוסות?

התשובה

(ערך ה-pH הוא מדד לריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה).
בכל התמיסות ריכוז יוני ההידרוניום זהה, לכן ערך ה-pH זהה.

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון גבוה. רוב התלמידים הסבירו נכון שהערך של pH התמיסה הוא מדד לריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה זו. יחד עם זאת אותרו טעויות שנובעות מהתעלמות מריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה:

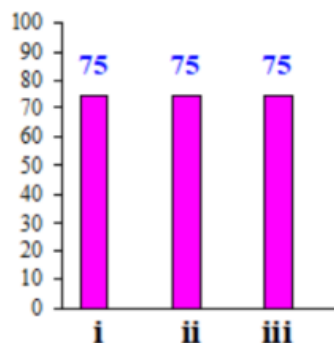
- ♦ התייחסות למספר המולים של יוני ההידרוניום:
- "ערך ה-pH זהה בכל הכוסות כי יש אותו מספר מולים של יוני ההידרוניום בכל כוס."
- ♦ התייחסות לריכוז של חומצה:
- "ערך ה-pH זהה מפני ששלוש התמיסות בן שוות ריכוז."
- ♦ התייחסות לנפח של התמיסות:
- "כל התמיסות חומציות ובעלות אותו נפח, לכן ה-pH בתמיסות אלה זהה."

המלצות ושאלות לתרגול בנושא חומצות ובסיסים יינתנו במרוכז בסוף ניתוח השאלה.

סעיף ב' (הציון בשאלון 037381 75)

(הציון בשאלון 037387 58)

לכל אחת מן הכוסות הוסיפו תמיסת נתרן הידרוקסידי, $\text{NaOH}_{(aq)}$, בנפחים ובריכוזים שונים, כמפורט לפניהם.
לכוס 1 - הוסיפו 50 מ"ל תמיסת $\text{NaOH}_{(aq)}$ בריכוז 0.02 M.
לכוס 2 - הוסיפו 50 מ"ל תמיסת $\text{NaOH}_{(aq)}$ בריכוז 0.01 M.
לכוס 3 - הוסיפו 100 מ"ל תמיסת $\text{NaOH}_{(aq)}$ בריכוז 0.02 M.
לאחר ההוספה, התקבלה תמיסה צלולה בכל אחת מן הכוסות.
בכל אחת מן הכוסות טבלו נייר לקמוס ורוד.



תת-סעיף i (הציון בשאלון 037381 75)

רשמו ניסוח נטו של התגובה שהתרחשה בכל אחת מן הכוסות.

התשובה

בכל אחת מהכוסות תתרחש תגובת סתירה:



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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני. חלק מהתלמידים התקשו לנסח ניסוח נטו של תגובת סתירה בין תמיסה חומצית לתמיסה בסיסית. הטעויות האופייניות:

- ◆ ניסוחים שגויים הכוללים יוני הידרוניום או יוני הידרוקסיד גם במגיבים וגם בתוצרים:
- $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$
- $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$
- ◆ חוסר הבחנה בין ניסוח נטו של תגובת סתירה לבין ניסוח כולל של תגובת סתירה:
- $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})} + \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$
- ◆ ניסוחים "מולקולריים":
- $\text{HCl}_{(\text{aq})} + \text{NaOH}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{NaCl}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$
- ◆ רישום $\text{H}_2\text{O}_{(\text{aq})}$.

תת-סעיף ii (הציון בשאלון 037381 75)

באיזו מן הכוסות נראה שינוי בצבע של נייר הלקמוס. פרטו את חישוביכם.

התשובה

חישוב:

כוס 1

מספר המולים של יוני הידרוניום בכוס 1:

$$0.1\text{liter} \times 0.01 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.001 \text{ mol H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$$

מספר המולים של יוני הידרוקסיד שהוסיפו לכוס 1:

$$0.05\text{liter} \times 0.02 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.001 \text{ mol OH}^-_{(\text{aq})}$$

בכוס 1 מספר המולים של יוני ההידרוקסיד שהוסיפו שווה למספר המולים של יוני ההידרוניום שהיו בכוס, לכן התרחשה תגובת סתירה מלאה. לכן צבעו של נייר הלקמוס הורוד לא השתנה.

בוס 2

מספר המולים של יוני הידרוניום בכוס 2:

$$0.1 \text{ liter} \times 0.01 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.001 \text{ mol H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$$

מספר המולים של יוני הידרוקסיד שהוסיפו לכוס 2:

$$0.05 \text{ liter} \times 0.01 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.0005 \text{ mol OH}^-_{(\text{aq})}$$

בוס 2 מספר המולים של יוני ההידרוקסיד שהוסיפו **קטן** ממספר המולים של יוני ההידרוניום שהיו בכוס, לכן (לאחר שהתרחשה תגובת סתירה) יש עודף של יוני הידרוניום. צבעו של נייר הלקמוס הוורוד לא השתנה.

בוס 3

מספר המולים של יוני הידרוניום בכוס 3:

$$0.1 \text{ liter} \times 0.01 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.001 \text{ mol H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$$

מספר המולים של יוני הידרוקסיד שהוסיפו לכוס 3:

$$0.1 \text{ liter} \times 0.02 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.002 \text{ mol OH}^-_{(\text{aq})}$$

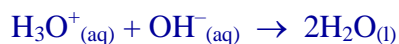
בוס 3 מספר המולים של יוני ההידרוקסיד שהוסיפו **גדול** ממספר המולים של יוני ההידרוניום שהיו בכוס, לכן (לאחר שהתרחשה תגובת סתירה) יש עודף של יוני הידרוקסיד. צבעו של נייר הלקמוס הוורוד הפך לכחול.

או: פתרון בטבלאות

בוס 1:

תגובת סתירה

גדלים	יחידות	$\text{OH}^-_{(\text{aq})}$	$\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$
יחס המולים בניסוח התגובה		1	1
מספר מולים	mol	0.001	0.001
נפח התמיסה	liter	0.05	0.1
ריכוז מולרי	$\frac{\text{mol}}{\text{liter}}$ (M)	0.02	0.01

בוס 2:

תגובת סתירה

גדלים	יחידות	$\text{OH}^-_{(\text{aq})}$	$\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$
יחס המולים בניסוח התגובה		1	1
מספר מולים	mol	0.0005	0.001
נפח התמיסה	liter	0.05	0.1
ריכוז מולרי	$\frac{\text{mol}}{\text{liter}}$ (M)	0.01	0.01

בכוס 3:

תגובת סתירה



גדלים	יחידות	$\text{OH}^-(\text{aq})$	$\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
יחס המולים בניסוח התגובה		1	1
מספר מולים	mol	0.002	0.001
נפח התמיסה	liter	0.1	0.1
ריכוז מולרי	$\frac{\text{mol}}{\text{liter}}$ (M)	0.02	0.01

קביעה:

המסקנה היא שבכוס 3 מספר המולים של יוני ההידרוקסיד שהוסיפו גדול ממספר המולים של יוני ההידרוניום שהיו בכוס, לכן (לאחר שהתרחשה תגובת סתירה) יש עודף של יוני ההידרוקסיד. צבעו של נייר הלקמוס הוורוד הפך לכחול.

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני. רוב התלמידים הצליחו לנתח את הנתונים והתוצאות, להבחין בין תגובת סתירה מלאה לבין תגובת סתירה עם עודפים של יונים על ידי חישובים מפורטים. יחד עם זאת אותרו טעויות בקביעת שינוי הצבע של נייר לקמוס בתמיסות שונות. טעויות אלה מעידות על קושי בביצוע חישובים רב שלביים, ובהבחנה בין מספר המולים של יונים בתמיסה לבין ריכוז היונים האלה:

- ♦ חוסר התייחסות ליחס המולים של היונים בתגובה.
- ♦ התייחסות ליחס בין ריכוזי המולים של היונים במקום ליחס המולים.
- ♦ "בכוס 2 ריכוז יוני ההידרוקסיד קטן מריכוז יוני ההידרוניום, לכן יש ריכוז עודף של יוני ההידרוניום."
- ♦ ציון מספר המולים של יונים ללא פירוט החישוב.
- ♦ התייחסות לקשר בין מספר המולים של יוני ההידרוניום או יוני ההידרוקסיד ל-pH התמיסה, במקום התייחסות לריכוז יוני ההידרוניום או יוני ההידרוקסיד.
- ♦ השוואת ריכוזים של תמיסה חומצית ותמיסה בסיסית במקום השוואה של מספרי המולים של יוני ההידרוניום או יוני ההידרוקסיד.
- ♦ השוואת מספר המולים של החומר החומצי או מספר המולים של החומר הבסיסי במקום השוואת מספר המולים של יוני ההידרוניום למספר המולים של יוני ההידרוקסיד.

תת-סעיף iii (הציון בשאלון 037381 75)

קבעו אם ה-pH היה קטן מ-7, שווה ל-7 או גדול מ-7 בכל אחת מן הכוסות לאחר ההוספה של תמיסת נתרן ההידרוקסיד.

התשובה

בכוס 1 ה-pH היה 7.

בכוס 2 ה-pH היה קטן מ-7 .

בכוס 3 ה-pH היה גדול מ-7 .

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני. רוב התלמידים קבעו נכון את תחום ה-pH לאחר ההוספה של תמיסת נתרן הידרוקסידי, אך חלק מן התלמידים טעו. הטעויות האופייניות:

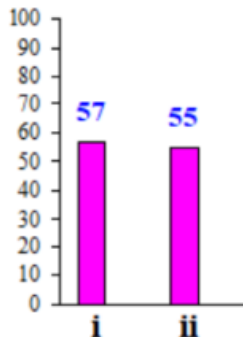
- ◆ קביעה שגויה:
- "בכל הכוסות pH התמיסות היה גדול מ-7."
- יתכן שמתלמידים שענו כך לא ביצעו חישובים בתת-סעיף ii .
- ◆ קביעה: חומצי, בסיסי, ניטרלי, במקום לענות על פי נוסח השאלה - תחום ה-pH של התמיסה: גדול מ-7 , קטן מ-7 או שווה ל-7 .
- ◆ קביעת תחום ה-pH ללא התייחסות לנתוני השאלה.

המלצות ושאלות לתרגול בנושא חומצות ובסיסים יינתנו במרוכז בסוף ניתוח השאלה.

סעיף ג' (הציון בשאלון 037381 56)

(הציון בשאלון 037387 52)

נערכו שני ניסויים.



תת-סעיף i (הציון בשאלון 037381 57)

ניסוי 1

מדדו את ה-pH של 100 מ"ל תמיסת $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ בריכוז 0.2 M .

לתמיסה זו הוסיפו 100 מ"ל תמיסת $\text{HCl}(\text{aq})$ בריכוז 0.2 M וערבבו את שתי התמיסות.

בתום הערבוב בדקו שוב את ה-pH .

קבעו אם בתום הערבוב ה-pH גבוה מן ה-pH ההתחלתי, נמוך ממנו או שווה לו? נמקו או פרטו את חישוביכם.

התשובה

קביעה:

בתום הערבוב של שתי התמיסות ערך ה-pH הסופי היה גבוה מהערך ההתחלתי.

נימוק:

נפח התמיסה הסופית גדל פי שתיים לעומת נפח התמיסה ההתחלתית, אך מספר המולים של יוני ההידרוניום לא גדל פי שתיים כיוון שהוסיפו תמיסה של חומצה חד פרוטית (ולא תמיסה של חומצה דו פרוטית). לכן ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה הסופית נמוך מהריכוז ההתחלתי וערך ה-pH עלה.

או:

לתמיסה של חומצה דו פרוטית שבה ריכוז יוני ההידרוניום 0.4 M הוסיפו תמיסה של חומצה חד פרוטית שבה ריכוז יוני ההידרוניום 0.2 M, כלומר פחות מרוכזת. לכן ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה הסופית נמוך מהריכוז ההתחלתי וערך ה-pH עלה.

פירוט חישובים:

ריכוז יוני ההידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$, בתמיסה ההתחלתית:

$$[\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}] = 0.2 \frac{\text{mol}}{\text{liter}}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}] = 0.4 \frac{\text{mol}}{\text{liter}}$$

מספר המולים ההתחלתי של יוני ההידרוניום בתמיסת $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$:

$$0.1 \text{ liter} \times 0.4 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.04 \text{ mol } \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$$

מספר המולים של יוני ההידרוניום שנוספו באמצעות תמיסת $\text{HCl}_{(\text{aq})}$:

$$0.1 \text{ liter} \times 0.2 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.02 \text{ mol } \text{HCl}_{(\text{aq})} = 0.02 \text{ mol } \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$$

ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה הסופית לאחר הערבוב:

$$[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}] = \frac{0.04 \text{ mol} + 0.02 \text{ mol}}{0.2 \text{ liter}} = 0.3 \frac{\text{mol}}{\text{liter}}$$

(ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה הסופית נמוך מריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה ההתחלתית, לכן ערך ה-pH עלה.)

(ריכוז סופי 0.3 M לעומת ריכוז התחלתי 0.4 M.)

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך. חלק ניכר מהתלמידים התקשו לקבוע מהי השתנות ה-pH לאחר ערבוב שתי תמיסות חומציות באותו נפח, כאשר ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסות אלה שונה. הטעות האופיינית העיקרית היא קביעה שגויה וניסיונות לנמקה:

- ♦ התייחסות ל-pH כאל מדד למספר המולים של יוני ההידרוניום במקום לריכוז יוני ההידרוניום:
- ♦ "ה-pH שהתקבל לאחר הערבוב נמוך מה-pH ההתחלתי, מאחר ונוספו עוד יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ לתמיסה המקורית."
- ♦ חוסר התייחסות להבדל בין נפח התמיסה הסופית לבין נפח התמיסה המקורית:
- ♦ "בניסוי הוסיפו תמיסה חומצית אחת לתמיסה חומצית אחרת, ריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ גדל, לכן ה-pH ירד."

- ◆ התייחסות לריכוזי התמיסות במקום לריכוז יוני ההידרוניום :
- "ה-pH לא השתנה כי ריכוז התמיסות לא השתנה."

תת-סעיף ii (הציון בשאלון 037381 55)

ניסוי 2

מדדו את ה-pH של 100 מ"ל תמיסת $\text{HCl}_{(aq)}$ בריכוז 0.1 M .
לתמיסה זו הוסיפו 100 מ"ל תמיסת $\text{NaCl}_{(aq)}$ בריכוז 0.1 M וערבבו את שתי התמיסות.
בתום הערבוב בדקו שוב את ה-pH .
קבעו אם בתום הערבוב ה-pH גבוה מן ה-pH ההתחלתי, נמוך ממנו או שווה לו. **נמקו או פרטו את חישוביכם.**

התשובה

קביעה:

בתום הערבוב של שתי התמיסות ערך ה-pH הסופי היה גבוה מהערך ההתחלתי.

נימוק:

נפח התמיסה הסופית גדל (פי שתיים) לעומת נפח התמיסה ההתחלתית, אך מספר המולים של יוני ההידרוניום לא השתנה. לכן ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה הסופית נמוך מהריכוז ההתחלתי וערך ה-pH עלה.

או: פירוט חישובים:

בתמיסה ההתחלתית:

$$[\text{HCl}_{(aq)}] = [\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}] = 0.1 \frac{\text{mol}}{\text{liter}}$$

מספר המולים ההתחלתי של יוני ההידרוניום:

$$0.1 \text{ liter} \times 0.1 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.01 \text{ mol H}_3\text{O}^+_{(aq)}$$

לא הוסיפו יוני ההידרוניום אך נפח התמיסה גדל.

ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה הסופית:

$$[\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}] = \frac{0.01 \text{ mol}}{0.1 \text{ liter} + 0.1 \text{ liter}} = 0.05 \frac{\text{mol}}{\text{liter}}$$

(ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה הסופית נמוך מריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה ההתחלתית, לכן ערך ה-pH עלה.)

(ריכוז סופי 0.05 M לעומת ריכוז התחלתי 0.1 M.)

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך. חלק ניכר מהתלמידים התקשו לקבוע מהו שינוי ה-pH של תמיסה חומצית לאחר ההוספה של תמיסת מלח שלא מכילה יוני ההידרוניום, ז.א. מדובר במיהול התמיסה ביחס ליוני ההידרוניום, שהוביל לעליה ב-pH התמיסה. הטעות האופיינית העיקרית היא הקביעה ש-pH התמיסה לא השתנה. קביעה זו מלווה בשני נימוקים:

- ◆ התייחסות לערך ה-pH כאל מדד למספר המולים של יוני הידרוניום בתמיסה :
- "ה-pH לא השתנה כי מספר המולים של יוני הידרוניום לא השתנה. בתמיסת $\text{NaCl}_{(aq)}$ אין יוני הידרוניום או יוני הידרוקסיד."
- ◆ התייחסות לאופי התמיסות שעורבבו במקום לריכוז יוני הידרוניום :
- "ה-pH נשאר כמו שהיה מפני שלתמיסה חומצית הוסיפו תמיסה ניטרלית."

המלצות לשאלה 12

- מומלץ לבצע עם התלמידים משימות דיאגנוסטיות בעזרת ערכות 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.
- [משימה דורשת ריכוז](#) - בדיקת תפיסות שגויות אצל תלמידים בנושא ריכוזים של תמיסת אם ותמיסות שנגזרות מתמיסת אם.
- [סתירה - מה היא מסתירה?](#) - ערבוב נפחים שונים של תמיסת חומצה עם תמיסת בסיס. לתמיסות ריכוז זהה.
- 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.
- מומלץ לעבוד עם התלמידים על [סרטונים המציגים את התגובות בחומצות ובסיסים](#) בהתאם לדף התגובות שפורסם על ידי הפיקוח על הוראת הכימיה : [דוגמאות לתגובות לפרקים חומצות ובסיסים וחמצון-חיזור](#) שיינתנו לתלמידים, לפי הצורך, כנתון בשאלות הבגרות.
- מומלץ להיעזר בחוברת [סיכום ניתוח השאלות בנושא "חומצות ובסיסים"](#) ובחוברת המשך בהוראת הנושא ולתרגול.
- מומלץ לבצע עם התלמידים ניסוי חקר : [שימוש באינדיקטורים ותכונות חומצה בסיס](#).
- מומלץ להסביר לתלמידים שיש להבחין בין תגובות שבהן המים הם חלק מן המגיבים לבין התגובות שבהן במים משמשים כממס.
- מומלץ להבהיר לתלמידים שבתמיסה מימית לא קיים חלקיק H^+ אלא הוא קשור למולקולת מים ומופיע כ- H_3O^+ .
- מומלץ לתרגל רישום של ניסוח תגובת סתירה, כולל התייחסות לעודפים של חומצה או בסיס בניסויים. מומלץ להבהיר לתלמידים שבמקרה ונשאר עודף של אחד מן המגיבים אין לרשום אותו בניסוח התגובה גם כמגיב וגם כתוצר.
- מומלץ ללמד את התלמידים כיצד לקבוע מוליכות חשמלית של חומרים ולהסביר מוליכות חשמלית של חומרים יוניים בתמיסה מימית.
- מומלץ להיכנס לקורס "כימיה לעניין" באתר [Campus IL](#) (השימוש בקורס מחייב הרשמה קמפוס IL - הרישום חינם), לפרק חומצות ובסיסים.
- מומלץ לבצע עם התלמידים ניסוי בדיקת pH, באמצעות נייר pH אוניברסלי, של תמיסות שונות עם ריכוזים שונים. יש לשים לב שכדי להבחין בשינוי ערך ה-pH יש לשנות את ריכוז התמיסה פי 10 או פי 100.
- מומלץ לחדד לתלמידים את ההגדרה של מושג ריכוז והגורמים המשפיעים על ריכוז התמיסה.
- מומלץ להבהיר לתלמידים שבהסבר על תהליך מיהול יש להתייחס לשינוי נפח התמיסה ולהדגיש שאין שינוי במספר מולים של מומס במהלך מיהול.

- מומלץ להדגיש לתלמידים את חשיבות השימוש בשפה המדעית והדיוק במונחים.
 - מומלץ להציג לתלמידים סימולציה [pH scale](#).
 - מומלץ להיעזר בפעילות: [סקלת pH - מדד לחומציות חומרים](#), הכוללת סימולציה של הוספת מים לתמיסות חומציות ובסיסיות ומדידת ערכי pH של התמיסות.
 - מומלץ להיעזר ביישומונים: [תגובות חומצה בסיס](#), [מעבדה וירטואלית בנושא חומצות ובסיסים](#), [סולם pH](#).
 - מומלץ לבצע עם התלמידים ניסוי חקר רמה I: [חומצות, בסיסים ושלב צבעים](#).
 - מומלץ לבצע עם התלמידים ניסוי טיטרציה חומצה בסיס, ולבקש מהתלמידים במהלך הניסוי לכתוב תצפיות, למדוד pH התמיסה, לנסח תגובת סתירה, להסביר ברמה מיקרוסקופית מה קורה בתמיסה בכל שלב התהליך ולציין את היונים הנמצאים בתמיסה.
 - 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 ההידרוניום או יוני ההידרוקסיד.
 - מומלץ להציג לתלמידים יישומון שהוא [סרט אינטראקטיבי העוסק בתגובות חומצה בסיס](#), שאליו מצורפות משימות מתוקשבות.
 - מומלץ לתרגל עם התלמידים שאלות ולדון בפתרונות על פי החוברות של ניתוח בגרות: בגרות תשפ"ב שאלות 8 ו-14, בגרות תשפ"א שאלות 7 ו-11: [חברות ניתוח בגרות](#).
- ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 1.א, 2.ב, 4.א, 4.ב, 5.ב, 8.ב, 3.ג, 3.ד, 5.ד, 9.ד, 10.ד, 11.ד, 17.ד, ה. 5, ה. 6, ו. 5, ו. 10 בטבלה בעמ' 5-7.**

שאלות לתרגול לשאלה 12

שאלה 1

בוצע ניסוי שבמהלכו לכל אחת מארבע כוסות עם מים הוסיפו חומר שונה.
 החומרים הם: $\text{NaOH}_{(s)}$, $\text{H}_2\text{SO}_{4(l)}$, $\text{HNO}_{3(l)}$, $\text{HBr}_{(g)}$. בתום הניסוי בכל כוס נמצאת תמיסה צלולה.
 השלימו את הטבלה שלפניכם:

$\text{NaOH}_{(s)}$	$\text{H}_2\text{SO}_{4(l)}$	$\text{HNO}_{3(l)}$	$\text{HBr}_{(g)}$	נוסחת החומר המוסף
				חלקיקים שמרכיבים את החומר המוסף לפני ההוספה
				ניסוח התגובה שהתרחשה בכוס
				סוגי החלקיקים הנמצאים בתמיסה שנוצרה בכוס

התשובה

NaOH _(s)	H ₂ SO _{4(l)}	HNO _{3(l)}	HBr _(g)	ניסחת החומר המוסף
יוני Na ⁺ ויוני OH ⁻	מולקולות H ₂ SO ₄	מולקולות HNO ₃	מולקולות HBr	חלקיקים שמרכיבים את החומר המוסף לפני ההוספה
$\text{NaOH}_{(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{Na}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$	$\text{H}_2\text{SO}_{4(l)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$	$\text{HNO}_{3(l)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{NO}_3^-_{(aq)}$	$\text{HBr}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Br}^-_{(aq)}$	ניסוח התגובה שהתרחשה בכוס
Na ⁺ _(aq) , OH ⁻ _(aq) H ₂ O _(l)	H ₃ O ⁺ _(aq) , SO ₄ ²⁻ _(aq) H ₂ O _(l)	H ₃ O ⁺ _(aq) , NO ₃ ⁻ _(aq) H ₂ O _(l)	H ₃ O ⁺ _(aq) , Br ⁻ _(aq) H ₂ O _(l)	סוגי החלקיקים הנמצאים בתמיסה שנוצרה בכוס

שאלה 2

קבוצת תלמידים ביצעה ניסוי במעבדה.

התלמידים קיבלו:

חומרים מוצקים: פס נחושת, Cu_(s), גביש גופרית, S_{8(s)}, גביש אשלגן כלורי, KCl_(s).

תמיסות מימיות: תמיסת מימן כלורי, HCl_(aq), בריכוז 1 M, תמיסת אתאנול, C₂H₅OH_(aq).

מטרת הניסוי: לבדוק מוליכות חשמלית של כל אחד מן החומרים המוצקים ושל כל אחת מן התמיסות.

התלמידים התבקשו:

1. לתכנן ניסוי לבדיקת המוליכות: לכתוב את רשימת הציוד לניסוי ואת מהלך הניסוי.
2. במהלך הניסוי: לכתוב תצפיות במשך ביצוע הניסוי.
3. בתום הניסוי לכתוב הסבר לתצפיות ולתוצאות הניסוי.

פעולות ותשובות אפשריות של תלמידים:

בדיקת מוליכות חשמלית על ידי מכשיר לבדיקת מוליכות או על ידי אמפרמטר.

התייחסות להדלקת נורה או לסקלה של אמפרמטר.

הסבר מילולי של התוצאות המלווה באיורים מתאימים.

שאלה 3

לבורנטית הכינה תמיסות לבדיקת ערך ה-pH שלהן בעזרת pH-מטר.

היא מזוגה מאותו בקבוק, בנוכחות התלמידים, נפחים שונים של תמיסת חומצה חנקתית, HNO_{3(aq)}, ל-12 כוסות.

הכוסות חולקו לארבע קבוצות כפי שמוצג בטבלה שלפניכם:

נפח תמיסת HNO _{3(aq)}			מספר קבוצה
כוס 3	כוס 2	כוס 1	
40 ml	70 ml	100 ml	I
20 ml	30 ml	60 ml	II
50 ml	80 ml	120 ml	III
45 ml	75 ml	90 ml	IV

כל הקבוצות ביצעו מדידת ערך ה-pH של התמיסות שקיבלו, קבוצה אחרי קבוצה, באותו pH-מטר. בכל אחת מ-12 תמיסות התקבל אותו ערך ה-pH. נערך דיון כיתתי שבו כל קבוצה הציגה הסבר משלה לתוצאות שהתקבלו. תלמידי קבוצה I טענו שהמכשיר אינו תקין, כי התקבלה אותה תוצאה עבור תמיסות בנפחים שונים. תלמידי קבוצה II טענו שהמכשיר אינו תקין, כי התקבלה אותה תוצאה עבור התמיסות שהכילו מספר מולים שונה של $\text{HNO}_3(\text{aq})$ בכל תמיסה. תלמידי קבוצה III טענו שהמכשיר אינו תקין, כי התקבלה אותה תוצאה עבור התמיסות שהכילו מספר מולים שונה של יוני הידרוניום בכל תמיסה. תלמידי קבוצה IV טענו שהמכשיר תקין, כי התקבלה אותה תוצאה עבור תמיסות בעלות אותו ריכוז של יוני הידרוניום. התייחסו לטענות של כל הקבוצות: אם הטענה נכונה, הסבירו מדוע. אם טענה אינה נכונה, הסבירו מדוע.

התשובה

רק טענה של קבוצה IV נכונה. אותה תמיסה חולקה לכל הכוסות, ז.א. בכל התמיסות היה אותו ריכוז של יוני הידרוניום. ערך ה-pH שווה בכל התמיסות כי הוא מדד לריכוז יוני הידרוניום בתמיסה. שאר קבוצות טעו: ערך ה-pH אינו תלוי בנפח התמיסה, אינו תלוי במספר המולים של $\text{HNO}_3(\text{aq})$ ובמספר המולים של יוני הידרוניום בתמיסה.

שאלה 4

שלוש קבוצות תלמידים ביצעו ניסויים במעבדה. כל אחת מן הקבוצות קבלה 4 כוסות כימיות שכל אחת מהן מכילה תמיסה אחרת.

- כוס 1 מכילה 100 מ"ל תמיסת $\text{HNO}_3(\text{aq})$ בריכוז 2 M.
- כוס 2 מכילה 100 מ"ל תמיסת $\text{NaOH}(\text{aq})$ בריכוז 2 M.
- כוס 3 מכילה 100 מ"ל תמיסת $\text{HNO}_3(\text{aq})$ בריכוז 1 M.
- כוס 4 מכילה 100 מ"ל תמיסת $\text{NaOH}(\text{aq})$ בריכוז 1 M.

הטבלה שלפניכם מציגה מטלה של כל קבוצה.

מס' קבוצה	הוספת תמיסה
I	מכוס 2 לכוס 1
	מכוס 4 לכוס 3
II	מכוס 3 לכוס 1
	מכוס 4 לכוס 2
III	מכוס 4 לכוס 1
	מכוס 3 לכוס 2

עבור כל אחד מן הצירופים בכל קבוצה :

- א. קבעו אם התרחשה תגובה בזמן ערבוב התמיסות. אם התרחשה תגובה, רשמו ניסוח נטו שלה.
 ב. קבעו מהו תחום ה-pH של כל תמיסה לאחר הערבוב: גדול מ-7, קטן מ-7 או שווה ל-7.
 פרטו את חישוביכם ונמקו.

התשובה

תוצאות הניסויים - סעיף א' + סעיף ב'

מס' קבוצה	הוספת תמיסה	התרחשות התגובה	ניסוח נטו של תגובת סתירה	תחום ה-pH של התמיסה הסופית
I	מכוס 2 לכוס 1	כן	$H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$	pH = 7
	מכוס 4 לכוס 3	כן		pH = 7
II	מכוס 3 לכוס 1	לא		pH < 7
	מכוס 4 לכוס 2	לא		pH > 7
III	מכוס 4 לכוס 1	כן	$H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$	pH < 7
	מכוס 3 לכוס 2	כן		pH > 7

חישובים ונימוק לסעיף ב'

נפח התמיסה הסופי בכל ניסוי היא 200 מ"ל.

קבוצה I

הוספת התמיסה מכוס 2 לכוס 1:

מספר המולים של יוני הידרוניום בתמיסה שבכוס 1:

$$0.1 \text{ liter} \times 2 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.2 \text{ mol } H_3O^+_{(aq)}$$

מספר המולים של יוני הידרוקסיד בתמיסה שבכוס 2:

$$0.1 \text{ liter} \times 2 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.2 \text{ mol } OH^-_{(aq)}$$

בתגובה שהתרחשה במהלך הערבוב, יחס המולים בין יוני $H_3O^+_{(aq)}$ לבין יוני $OH^-_{(aq)}$ הוא 1:1, לכן התגובה התרחשה בשלמות ו-pH התמיסה הסופית שווה ל-7.

הוספת התמיסה מכוס 4 לכוס 3:

מספר המולים של יוני הידרוניום בתמיסה שבכוס 3:

$$0.1 \text{ liter} \times 1 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.1 \text{ mol } H_3O^+_{(aq)}$$

מספר המולים של יוני הידרוקסיד בתמיסה שבכוס 4:

$$0.1 \text{ liter} \times 1 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.1 \text{ mol } OH^-_{(aq)}$$

בתגובה שהתרחשה במהלך הערבוב, יחס המולים בין יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ לבין יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ הוא 1:1, לכן התגובה התרחשה בשלמות ו-pH התמיסה הסופית שווה ל-7.

קבוצה II

בהוספת התמיסה מכוס 3 לתמיסה שבכוס 1 לא תתרחש תגובה, כי שתי הכוסות מכילות תמיסות של $\text{HNO}_3_{(\text{aq})}$. לכן pH התמיסה הסופית קטן מ-7.

בהוספת התמיסה מכוס 4 לתמיסה שבכוס 2 לא תתרחש תגובה, כי שתי הכוסות מכילות תמיסות של $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$. לכן pH התמיסה הסופית גדול מ-7.

קבוצה III

הוספת התמיסה מכוס 4 לכוס 1:

מספר המולים של יוני הידרוניום בתמיסה שבכוס 1:

$$0.1 \text{ liter} \times 2 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.2 \text{ mol } \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$$

מספר המולים של יוני הידרוקסיד בתמיסה שבכוס 4:

$$0.1 \text{ liter} \times 1 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.1 \text{ mol } \text{OH}^-_{(\text{aq})}$$

בתגובה שהתרחשה במהלך הערבוב, יחס המולים בין יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ לבין יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ הוא 1:1, לאחר התגובה יישאר עודף של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$. לכן התגובה התרחשה בשלמות ו-pH התמיסה הסופית קטן מ-7.

הוספת התמיסה מכוס 4 לכוס 1:

מספר המולים של יוני הידרוקסיד בתמיסה שבכוס 2:

$$0.1 \text{ liter} \times 2 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.2 \text{ mol } \text{OH}^-_{(\text{aq})}$$

מספר המולים של יוני הידרוניום בתמיסה שבכוס 3:

$$0.1 \text{ liter} \times 1 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.1 \text{ mol } \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$$

בתגובה שהתרחשה במהלך הערבוב, יחס המולים בין יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ לבין יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ הוא 1:1, לאחר התגובה יישאר עודף של יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$. לכן התגובה התרחשה בשלמות ו-pH התמיסה הסופית גדול מ-7.

שאלה 5

נתון: בטבלה שלפניכם מצוין הצבע של ניירות לקמוס שנטבלו בתמיסות שונות.

בתמיסה חומצית	בתמיסה ניטרלית	בתמיסה בסיסית
נייר לקמוס ורוד	אין שינוי	משנה גוון לכחול
נייר לקמוס כחול	אין שינוי	אין שינוי

במעבדה קבוצת תלמידים קיבלה 3 כוסות כימיות ללא מדבקות. כל אחת מן הכוסות מכילה תמיסה אחרת.



pH התמיסה הנמצאת בכוס 1 שווה ל- 7.

pH התמיסה הנמצאת בכוס 2 גבוה מ- 7.

pH התמיסה הנמצאת בכוס 3 נמוך מ- 7.

התמיסות הן:

תמיסת בריום הידרוקסידי, $\text{Ba(OH)}_{2(aq)}$, בריכוז 1 M

תמיסת מימן כלורי, $\text{HCl}_{(aq)}$, בריכוז 1 M

תמיסת בריום כלורי, $\text{BaCl}_{2(aq)}$, בריכוז 1 M

א. כיצד תלמידים יכולים לזהות כל אחת מן התמיסות על ידי טבילת נייר לקמוס ורוד וגם נייר לקמוס כחול? נמקו את קביעתכם.

ב. לאחר זיהוי התמיסות, התלמידים קיבלו שני מגשים. בכל מגש היו 3 כוסות. כל כוס הכילה 50 מ"ל של אחת מן התמיסות שזוהו בסעיף א'.

i. לכל כוס שבמגש הראשון הוסיפו 50 מ"ל תמיסת $\text{Ba(OH)}_{2(aq)}$ בריכוז 1 M. לאחר ערבוב התמיסות, בכל אחת מן התמיסות טבלו נייר לקמוס ורוד וגם נייר לקמוס כחול. השלימו את הטבלה שלפניכם. נמקו את קביעותיכם.

תמיסות מקוריות			
$\text{BaCl}_{(aq)}$ 50 ml 1 M	$\text{HCl}_{(aq)}$ 50 ml 1 M	$\text{Ba(OH)}_{2(aq)}$ 50 ml 1 M	
$\text{Ba(OH)}_{2(aq)}$ 50 ml 1 M	$\text{Ba(OH)}_{2(aq)}$ 50 ml 1 M	$\text{Ba(OH)}_{2(aq)}$ 50 ml 1 M	התמיסה שהוספה
			הצבע של נייר לקמוס ורוד
			הצבע של נייר לקמוס כחול
			תמיסה לאחר הערבוב

ii. לכל כוס שבמגש השני הוסיפו 50 מ"ל תמיסת $\text{HCl}_{(aq)}$ בריכוז 1 M. לאחר ערבוב התמיסות, בכל אחת מן התמיסות טבלו נייר לקמוס ורוד וגם נייר לקמוס כחול. השלימו את הטבלה שלפניכם. נמקו את קביעותיכם. השלימו את הטבלה שלפניכם. נמקו את קביעותיכם.

תמיסות מקוריות			
$\text{BaCl}_{(aq)}$ 50 ml 1 M	$\text{HCl}_{(aq)}$ 50 ml 1 M	$\text{Ba(OH)}_{2(aq)}$ 50 ml 1 M	
$\text{HCl}_{(aq)}$ 50 ml 1 M	$\text{HCl}_{(aq)}$ 50 ml 1 M	$\text{HCl}_{(aq)}$ 50 ml 1 M	התמיסה שהוספה
			הצבע של נייר לקמוס ורוד
			הצבע של נייר לקמוס כחול
			תמיסה לאחר הערבוב

התשובה**סעיף א'**

לזהות כל אחת מן התמיסות טובלים לכל אחת מן הכוסות נייר לקמוס ורוד וגם נייר לקמוס כחול. מזהים את התמיסות בעזרת הטבלה שבתחילת השאלה. בטבלה הבאה מוצגות תוצאות הניסוי:

תמיסות מקוריות			
BaCl _{2(aq)} 50 ml 1 M	HCl _(aq) 50 ml 1 M	Ba(OH) _{2(aq)} 50 ml 1 M	
ורוד (ללא שינוי)	ורוד (ללא שינוי)	כחול (שינוי מוורוד לכחול)	הצבע של נייר לקמוס ורוד
כחול (ללא שינוי)	ורוד (שינוי מכחול לוורוד)	כחול (ללא שינוי)	הצבע של נייר לקמוס כחול

סעיף ב'**תת-סעיף i**

בטבלה הבאה מוצגות תוצאות הניסוי.

תמיסות מקוריות			
BaCl _{2(aq)} 50 ml 1 M	HCl _(aq) 50 ml 1 M	Ba(OH) _{2(aq)} 50 ml 1 M	
Ba(OH) _{2(aq)} 50 ml 1 M	Ba(OH) _{2(aq)} 50 ml 1 M	Ba(OH) _{2(aq)} 50 ml 1 M	התמיסה שהוספה
כחול (שינוי מוורוד לכחול)	כחול (שינוי מוורוד לכחול)	כחול (שינוי מוורוד לכחול)	הצבע של נייר לקמוס ורוד
כחול (ללא שינוי)	כחול (ללא שינוי)	כחול (ללא שינוי)	הצבע של נייר לקמוס כחול

נימוק:

בכל שלוש הכוסות נפח התמיסה גדל פי 2.

הוספת תמיסת Ba(OH)_{2(aq)} לתמיסת Ba(OH)_{2(aq)}:

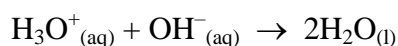
ערבוב תמיסות של אותו חומר באותו ריכוז. לכן pH התמיסה לא השתנה, התמיסה הסופית בסיסית.

הוספת תמיסת Ba(OH)_{2(aq)} לתמיסת BaCl_{2(aq)}:

זוהי הוספת תמיסה בסיסית לתמיסה ניטרלית. לכן pH התמיסה עולה ונעשה בסיסי.

הוספת תמיסת Ba(OH)_{2(aq)} לתמיסת HCl_(aq):

זוהי הוספת תמיסה בסיסית לתמיסה חומצית. מתרחשת תגובת סתירה:

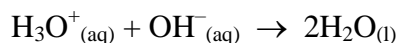


ריכוז יוני הידרוקסיד בתמיסת בריום הידרוקסיד הוא 2 M.

ריכוז יוני הידרוניום בתמיסת מימן כלורי הוא 1 M.

יחס המולים בניסוח התגובה הוא 1:1, לכן בתום התגובה נשאר עודף של יוני הידרוקסיד.

pH ירד, אך נשאר בסיסי.



תגובת סתירה

$\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$	$\text{OH}^-_{(\text{aq})}$	יחידות	גדלים
1	1		יחס המולים בניסוח התגובה
0.1	→ 0.1	mol	מספר מולים שהגיבו
0.1	0.2	mol	מספר המולים הכולל
0.1	0.1	liter	נפח התמיסה הסופית
1	2	$\frac{\text{mol}}{\text{liter}}$ (M)	ריכוז מולרי

תת-סעיף ii

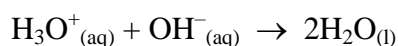
בטבלה הבאה מוצגות תוצאות הניסוי.

תמיסות מקוריות			
BaCl _{2(aq)} 50 ml 1 M	HCl _(aq) 50 ml 1 M	Ba(OH) _{2(aq)} 50 ml 1 M	
HCl _(aq) 50 ml 1 M	HCl _(aq) 50 ml 1 M	HCl _(aq) 50 ml 1 M	התמיסה שהוספה
ורוד (ללא שינוי)	ורוד (ללא שינוי)	כחול (שינוי מורוד לכחול)	תמיסה לאחר הערבוב
ורוד (שינוי מכחול לוורוד)	ורוד (שינוי מכחול לוורוד)	כחול (ללא שינוי)	

בכל שלוש הכוסות נפח התמיסה גדל פי 2.

הוספת תמיסת HCl_(aq) לתמיסת Ba(OH)_{2(aq)}:

זוהי הוספת תמיסה חומצית לתמיסה בסיסית. מתרחשת תגובת סתירה:



ריכוז יוני הידרוקסיד בתמיסת בריום הידרוקסידי הוא 2 M.

ריכוז יוני הידרוניום בתמיסת מימן כלורי הוא 1 M.

יחס המולים בניסוח התגובה הוא 1:1, לכן בתום התגובה נשאר עודף של יוני הידרוקסיד.

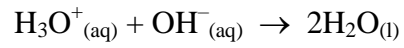
pH התמיסה עלה ונעשה בסיסי.

הוספת תמיסת HCl_(aq) לתמיסת HCl_(aq):

ערבוב תמיסות של אותו חומר באותו ריכוז. לכן pH התמיסה לא השתנה, התמיסה הסופית חומצית.

הוספת תמיסת HCl_(aq) לתמיסת BaCl_{2(aq)}:

זוהי הוספת תמיסה חומצית לתמיסה ניטרלית. לכן pH התמיסה ירד ונעשה חומצי.



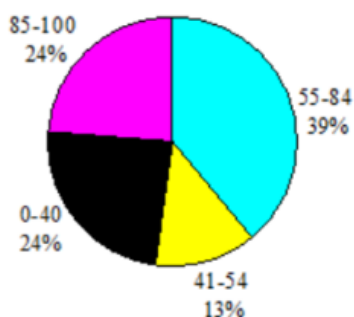
תגובת סתירה

$\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$	$\text{OH}^-_{(\text{aq})}$	יחידות	גדלים
1	1		יחס המולים בניסוח התגובה
0.1	→ 0.1	mol	מספר מולים שהגיבו
0.1	0.2	mol	מספר המולים הכולל
0.1	0.1	liter	נפח התמיסה הסופית
1	2	$\frac{\text{mol}}{\text{liter}}$ (M)	(ריכוז מולרי

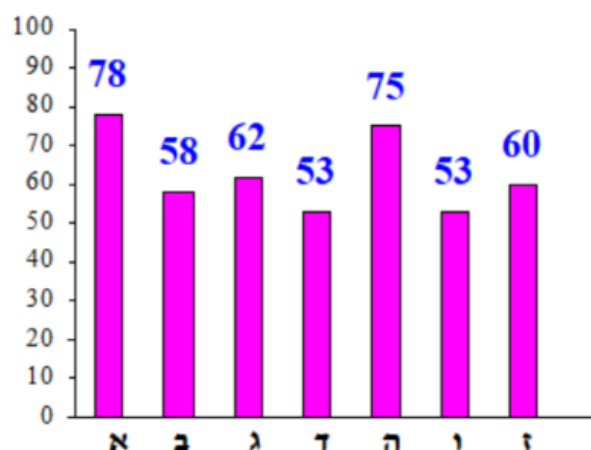
ניתוח שאלה 13 חמצון-חיזור, מבנה וקישור וחישובים

שאלון 037381

פיזור ציונים
בחרו בשאלה 38% מהתלמידים

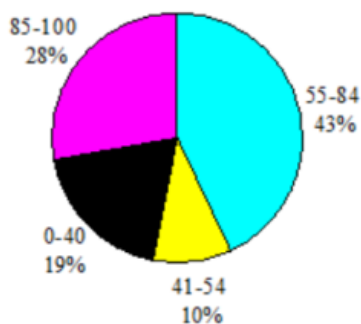


ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 61
ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:

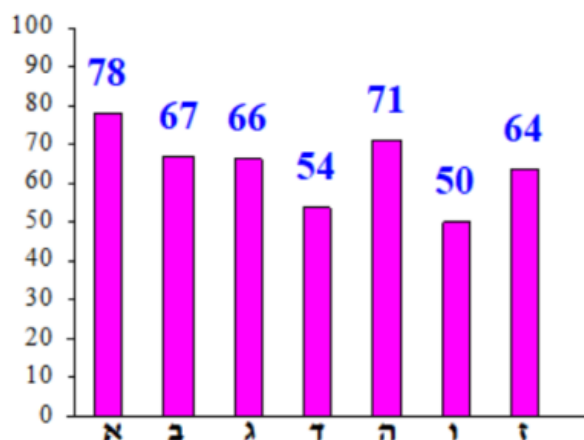


שאלון 037387

פיזור ציונים
בחרו בשאלה 49% מהתלמידים



ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 66
ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:



רמות החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום

סעיף	תת-סעיף	רמת חשיבה לפי בלום
א		יישום
ב		יישום
ג		יישום
ד	i	הבנה
	ii	יישום
ה		יישום
ו		יישום
ז		אנליזה

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ◀ להבחין בין המושגים: מחמצן - מחזור, חמצון - חיזור, תוצר חמצון - תוצר חיזור.
- ◀ לקבוע, על פי שינויים בדרגות החמצון במהלך תגובה, אם כל מגיב בתגובת חמצון-חיזור הוא מחמצן, מחזור או גם מחמצן וגם מחזור.
- ◀ לקבוע איזה חומר מחזור טוב יותר, בהסתמך על תגובה נתונה, ולנמק את הקביעה.
- ◀ לבצע חישובים סטויכיומטריים על פי ניסוח נתון של תגובה:
 - חישוב מספר המולים של חומר על פי המסה שלו בניסוי והמסה המולרית שלו.
 - חישוב המסה של חומר על פי מספר המולים והמסה המולרית שלו.
 - העברת מספר המולים בצורה נכונה מתגובה אחת לאחרת עבור אותו המגיב/תוצר.
 - להמיר את יחידת המידה טון לגרם.
- ◀ לציין את סוגי החלקיקים שמהם מורכבת סגסוגת.
- ◀ להסביר את משמעות המושג "סגסוגת".
- ◀ לחשב את מספר המולים של מרכיב מתוך מסת הסגסוגת.
- ◀ לנסח ולאזן תגובה כאשר נתונים המגיבים והתוצרים.
- ◀ לקשר בין סוג החומר לבין שימושיו.
- ◀ לנתח את נתוני השאלה ולהסיק מסקנות: חומר שיכול לשמש רק כמחזור הוא חומר שיש בו חלקיק שנמצא בדרגת החמצון המינימלית שלו.

פתיח לשאלה

השאלה עוסקת במתכת טיטניום, $Ti_{(s)}$, ובסגסוגות שלה. למתכת זו ולסגסוגות שלה יש שימושים רבים בתעשייה, בין היתר, בתעשיית התעופה והחלל.

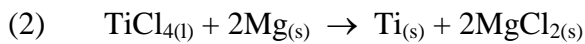
להפקת טיטניום משתמשים במחצבים שמכילים טיטניום חמצני, $TiO_{2(s)}$. הפקת המתכת טיטניום מתבצעת בשני שלבים:

שלב ראשון:

בשלב זה טיטניום חמצני, $TiO_{2(s)}$, מגיב עם פחמן, $C_{(s)}$, ועם גז כלור, $Cl_{2(g)}$. אחד התוצרים הוא הנוזל, $TiCl_{4(l)}$, על פי תגובה (1).

**שלב שני:**

התרכובת הנוזלית טיטניום ארבע כלורי, $TiCl_{4(l)}$, שנוצרת בתגובה (1), מגיבה עם מגנזיום מתכתי, $Mg_{(s)}$, על פי תגובה (2).



נתון: אלקטרושליליות של טיטניום, Ti - 1.54.

סעיף א' (הציון בשאלון 037381 78)**(הציון בשאלון 037387 78)**

קבעו מי החומר המחמצן ומי החומר המחוזר בכל אחת מן התגובות (1) ו-(2). נמקו את קביעתכם.

התשובה

קביעה: בתגובה (1) (החומר) המחוזר הוא $C_{(s)}$, (החומר) המחמצן הוא $Cl_{2(g)}$.
נימוק: דרגת החמצון של הפחמן עלתה מ- 0 ל- $+4$, ואילו דרגת החמצון של הכלור ירדה מ- 0 ל- -1 .
קביעה: בתגובה (2) (החומר) המחוזר הוא $Mg_{(s)}$, (החומר) המחמצן הוא (חלקיקי הטיטניום ב- $TiCl_{4(l)}$).
נימוק: דרגת החמצון של המגנזיום עלתה מ- 0 ל- $+2$, ואילו דרגת החמצון של הטיטניום ירדה מ- $+4$ ל- 0 .

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

ניתוח טעויות אופייניות

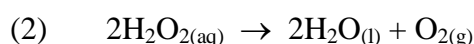
- הציון בינוני בשני השאלונים. רוב התלמידים קבעו נכון מי החומר המחמצן ומי החומר המחוזר בכל אחת מן התגובות. הטעויות הופיעו בעיקר בנימוקים:
- ♦ חוסר התייחסות לשינוי בדרגות חמצון:
 - " $C_{(s)}$ הוא מחוזר כי הוא מסר אלקטרונים, $Cl_{2(g)}$ הוא מחמצן כי הוא קיבל אלקטרונים."
 - ♦ התייחסות למקדם באיזון כאל חלק מנוסחת החומר:
 - " $2Cl_{2(g)}$ הוא המחמצן בתגובה."

- ◆ התייחסות לחלקיק ולא לחומר - ציון שאטום מסוים מחמצן או מחוזר ללא התייחסות לחומר שבו נמצא אטום זה.
- "Cl הוא המחמצן."
- "אטום C הוא המחוזר."
- ◆ רישום שגוי של דרגות חמצון: רישום דרגת חמצון כמו מטען - רישום מספר לא בתוך עיגול, רישום מעל החומר.

המלצות בנושא של סעיף זה יינתנו במרוכז בסעיף ב'.

שאלה לתרגול

נתונות שתי תגובות:



קבעו את המחמצן ואת המחוזר בכל אחת מהתגובות (1) ו-(2). נמקו את קביעתכם.

התשובה

קביעה: בתגובה (1) המחוזר הוא אטומי יוד בחומר HI(g), המחמצן הוא אטומי חמצן בחומר H₂O₂(l).
 נימוק: דרגת החמצון של היוד עלתה מ-(-1) ל-0, ואילו דרגת החמצון של החמצן ירדה מ-(-1) ל-(-2).
 קביעה: בתגובה (2) גם המחוזר וגם המחמצן הוא אטומי חמצן בחומר H₂O₂(l).
 נימוק: דרגת החמצון של חלק מאטומי חמצן עלתה מ-(-1) ל-0, ושל חלק מאטומי חמצן ירדה מ-(-1) ל-(-2).

סעיף ב' (הציון בשאלון 037381 58)

(הציון בשאלון 037387 67)

איזו מתכת מחזרת טובה יותר - מגנזיום או טיטניום? נמקו את תשובתכם.

התשובה

קביעה: מתכת מגנזיום מחזרת טובה יותר מטיטניום.

נימוק: מתכת מגנזיום מחזרת את TiCl₄(l) בו הטיטניום עובר מדרגת חמצון (+4) לדרגת חמצון (0) ב-Ti(s).

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בשאלון 037381 נמוך והציון בשאלון 037387 בינוני. רוב התלמידים קבעו נכון שמגנזיום מחזר טוב יותר מטיטניום, על פי התשובה לסעיף הקודם, אך היו תלמידים שטעו בקביעה עקב חוסר הבנה בנושא חמצון-חיזור. ניתן למיין את הטעויות האופייניות לשני סוגים עיקריים:

1. קביעה שגויה וניסיון לנמקה:

- "טיטניום מחזר טוב יותר כי הוא יותר אלקטרושלילי."

- "טיטניום מחזר טוב יותר כי הוא יכול למסור 4 אלקטרונים ומגנזיום רק 2 אלקטרונים."
- 2. קביעה נכונה המלווה בנימוק שגוי:
- "מגנזיום מחזר טוב יותר כי הוא פחות אלקטרושלילי."
- "מגנזיום מחזר טוב יותר מאחר ויש לו פחות פרוטונים בגרעין, כך שמשיכה של אלקטרונים לגרעין קטנה יותר."

המלצות לסעיפים א'-ב'

- מומלץ להרבות בתרגילים העוסקים בזיהוי תפקידים של כל החומרים המשתתפים בתגובת חמצון-חיזור: מחמצן, מחזר, תוצר חמצון, תוצר חיזור, חומר שלא עבר חמצון או חיזור. מומלץ להבהיר לתלמידים כיצד יש לנמק את קביעת התפקיד של כל חומר:
 - לחשב את דרגות החמצון של חלקיקים במגיבים ובתוצרים.
 - לקבוע עבור כל חלקיק בחומר אם דרגת החמצון שלו עלתה, ירדה או לא השתנתה במהלך התגובה.
 - לציין את השינויים בדרגות החמצון במהלך התגובה.
 - לקבוע את המחמצן ואת המחזר.
 - מומלץ להבהיר לתלמידים כיצד יש לציין דרגת חמצון: בעיגול, מתחת לחלקיקים בניסוח תגובה.
 - מומלץ להבהיר לתלמידים שיש להסביר יכולת של חומר לחמצן או לחזור על פי התרחשות התגובה הנתונה.
 - מומלץ לבצע עם התלמידים משימה דיאגנוסטית ופעילויות נלוות בעזרת ערכה להוראה מותאמת אישית: [מי מחזר כאן?](#) מטרת המשימה היא בדיקת תפיסות שגויות מגוונות אצל התלמידים בנושא חמצון-חיזור.
- ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ב.6 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

נתון ניסוח נטו של התגובה בין אלומיניום, $Al_{(s)}$, לבין תמיסת נחושת חנקתית, $Cu(NO_3)_2_{(aq)}$:

$$2Al_{(s)} + 3Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow 3Cu_{(s)} + 2Al^{3+}_{(aq)}$$

איזה חומר מחזר טוב יותר, נחושת או אלומיניום? נמקו את קביעתכם.

התשובה

קביעה: אלומיניום מחזר טוב יותר מנחושת.
 נימוק: אלומיניום מחזר טוב יותר מנחושת: דרגת החמצון של אלומיניום עולה מ-0 ל-+3.
 יוני נחושת עוברים מדרגת חמצון +2 לדרגת חמצון 0. יוני נחושת הם המחמצן בתגובה.

סעיף ג' (הציון בשאלון 037381 62)

(הציון בשאלון 037387 66)

כמה טון טיטניום חמצני, $TiO_{2(s)}$, דרושים כדי להפיק טון אחד של המתכת טיטניום, $Ti_{(s)}$? **פרטו את הישוביכם.**
 נתון: 1 טון = 1×10^6 גרם

התשובה

$$47.9 \frac{gr}{mol}$$

המסה המולרית של טיטניום:

מספר המולים של טיטניום, $Ti_{(s)}$, שמפיקים :

$$\frac{1 \times 10^6 \text{ gr}}{47.9 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} \cong 0.021 \times 10^6 \text{ mol } Ti_{(s)}$$

יחס המולים בין $Ti_{(s)}$ לבין $TiCl_{4(l)}$ הוא 1:1 (על פי תגובה 2).

יחס המולים בין $TiCl_{4(l)}$ לבין $TiO_{2(s)}$ הוא 1:1 (על פי תגובה 1).

על כל 1 מול של $Ti_{(s)}$ שמפיקים נדרש 1 מול $TiO_{2(s)}$.

מספר המולים של טיטניום חמצני, $TiO_{2(s)}$, שנדרש שווה למספר המולים של $Ti_{(s)}$ שמפיקים וערכו הוא :

$$0.021 \times 10^6 \text{ mol}$$

$$79.9 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של טיטניום חמצני, $TiO_{2(s)}$:

מסת הטיטניום החמצני הנדרש :

$$0.021 \times 10^6 \text{ mol} \times 79.9 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \cong 1.678 \times 10^6 \text{ gr} = 1.678 \text{ ton}$$

פתרון בעזרת טבלאות



$TiCl_{4(l)}$	$Ti_{(s)}$	יחידות	גדלים
1	1		יחס מולים
	1×10^6	gr	מסה נתונה / נדרשת
	47.9	$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	מסה מולרית
0.021×10^6	0.021×10^6	mol	מספר מולים



$TiO_{2(s)}$	$TiCl_{4(l)}$	יחידות	גדלים
1	1		יחס מולים
1.678×10^6		gr	מסה נתונה / נדרשת
79.9		$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	מסה מולרית
0.021×10^6	0.021×10^6	mol	מספר מולים

מסת הטיטניום החמצני הנדרש :

$$0.021 \times 10^6 \text{ mol} \times 79.9 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \cong 1.678 \times 10^6 \text{ gr} = 1.678 \text{ ton}$$

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני בשני השאלונים. חלק ניכר מהתלמידים התקשו בביצוע חישובים סטויכיומטריים בשלבי החישוב השונים. הטעויות האופייניות:

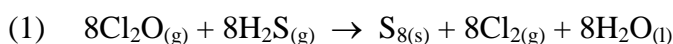
- ♦ חוסר התייחסות ליחסי מולים בתגובה בהעברה של מספר המולים של $Ti_{(s)}$ למספר המולים של $TiO_{2(s)}$.
- ♦ התייחסות למסה של 1 טון כמסה של $TiO_{2(s)}$ ולא של $Ti_{(s)}$.
- ♦ טעויות בהמרת יחידות טון לגרם - תלמידים מחלקים ב- 10^6 במקום להכפיל או כופלים ב- 100.
- ♦ קביעה של מסת החומר המבוקש על ידי יחס מסות.

המלצות

- מומלץ לתרגל חישובים עבור תגובות בעלות שני שלבים: לתת נתון בשלב אחד ולבקש למצוא נתון חסר בשלב השני.
 - מומלץ לתרגל מעבר של יחידות מסה: מיליגרם, גרם, קילוגרם, טון.
 - מומלץ לתרגל עם התלמידים חישוב מסה מולרית ולהרגיל אותם לחשב מסה מולרית של החומר ששואלים עליו ולא של חומר אחר.
 - מומלץ להרגיל את התלמידים להקפיד על רישום יחידות בחישובים, ובכל שלב לבדוק אם עובדים עם יחידות נכונות.
 - מומלץ להיעזר בחוברת [תרגול ושאלות בנושא סטויכיומטריה](#) ובחוברת המשך.
- ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ד.4 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

דיכלורו מונואוקסיד, $Cl_2O_{(g)}$, הוא אחד החומרים הפעילים בתמיסות המשמשות כמי פה. $Cl_2O_{(g)}$ מגיב עם מימן גופרי, $H_2S_{(g)}$, על פי תגובה (1):

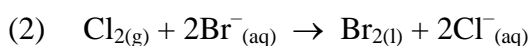


בניסוי הגיבו 34 מיליגרם $H_2S_{(g)}$.

נתון: 1 גרם = 1000 מיליגרם

א. חשבו את מספר המולים של כלור, $Cl_{2(g)}$, שהתקבלו בתגובה (1). פרטו את חישוביכם.

ב. בהמשך הניסוי אספו את כל הכלור שהתקבל בתגובה (1), והגיבו אותו עם תמיסת נתרן ברומי, $NaBr_{(aq)}$, על פי תגובה (2):



חשבו את מסת הברום שהתקבל בתגובה (2). פרטו את חישוביכם.

התשובה

סעיף א'

$$34 \text{ mg} \times 10^{-3} = 0.034 \text{ gr}$$

המרה של יחידות מיליגרם לגרם:

$$34 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של $H_2S_{(g)}$:

$$\frac{0.034 \text{ gr}}{34 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.001 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$ שהגיבו בתגובה (1):

יחס המולים בניסוח תגובה (1) בין $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$ לבין $\text{Cl}_{2(g)}$ הוא 1:1,

0.001 mol

לכן מספר המולים של $\text{Cl}_{2(g)}$ שהתקבלו בתגובה (1):

סעיף ב'

0.001 מול כלור, שהתקבלו בתגובה (1), הגיבו בתגובה (2).

יחס המולים בניסוח תגובה (2) בין $\text{Cl}_{2(g)}$ לבין $\text{Br}_{2(l)}$ הוא 1:1,

0.001 mol

לכן מספר המולים של $\text{Br}_{2(l)}$ שהתקבלו בתגובה (1):

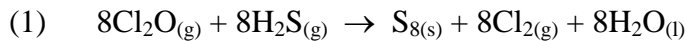
$$160 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של $\text{Br}_{2(l)}$:

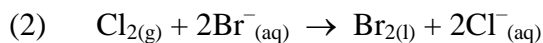
$$0.001 \text{ mol} \times 160 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 0.16 \text{ gr}$$

מסת הברום שהתקבל בתגובה (2):

פתרון בעזרת טבלאות



$\text{H}_2\text{S}_{(g)}$	$\text{Cl}_{2(g)}$	יחידות	גדלים
1	1		יחס מולים
0.034		gr	מסה נתונה / נדרשת
34		$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	מסה מולרית
0.001	0.001	mol	מספר מולים



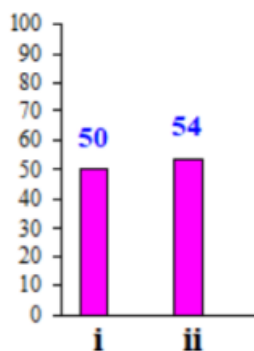
$\text{Cl}_{2(g)}$	$\text{Br}_{2(g)}$	יחידות	גדלים
1	1		יחס מולים
	0.16	gr	מסה נתונה / נדרשת
	160	$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	מסה מולרית
0.001	0.001	mol	מספר מולים

סעיף ד' (הציון בשאלון 037381 53)

(הציון בשאלון 037387 54)

אחת הסגסוגות השימושיות בתעשיית החלל והתעופה נוצרת מעיבוד של המתכות טיטניום, $\text{Ti}_{(s)}$, ונדיום, $\text{V}_{(s)}$, ואלומיניום, $\text{Al}_{(s)}$.

בכל 100 גרם סגסוגת כזאת, יש 90 גרם טיטניום, 4 גרם ונדיום והשאר אלומיניום.



תת-סעיף i (הציון בשאלון 037381 50)

לפניכם רשימה של סוגי חלקיקים: אטומים, מולקולות, יונים, יונים ניידים, אלקטרונים ניידים. אילו סוגי חלקיקים מרשימה זו מרכיבים את הסגסוגת?

התשובה

החלקיקים: יונים (חיוביים) ואלקטרונים ניידים.

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך. חצי מהתלמידים התקשו לציין את סוגי החלקיקים מרכיבים את הסגסוגת, ובחרו בחלקיקים לא נכונים:

- "אטומים ויונים ניידים."
- "אטומים ניידים ואלקטרונים."
- "יונים ניידים ואלקטרונים."
- "יונים חיוביים ויונים שליליים."
- "כל סוגי החלקיקים הנתונים בשאלה: אטומים, מולקולות, יונים, יונים ניידים, אלקטרונים ניידים."

שאלה לתרגול

השלימו את הטבלה הבאה:

נוסחת החומר	סוג החומר (מתכתי, יוני, מולקולרי, אטומרי)	סוג החלקיקים בחומר (אטומים, מולקולות, יונים, יונים ניידים, אלקטרונים ניידים)
$\text{Br}_{2(l)}$		
$\text{CuBr}_{2(s)}$		
$\text{CH}_3\text{Br}_{(g)}$		
$\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$		
$\text{Cu}_{(s)}$		
יהלום $\text{C}_{(s)}$		
גרפיט $\text{C}_{(s)}$		
$\text{CO}_{2(g)}$		

התשובה

נוסחת החומר	סוג החומר (מתכתי, יוני, מולקולרי, אטומרי)	סוג החלקיקים בחומר (אטומים, מולקולות, יונים, יונים ניידים, אלקטרונים ניידים)
$\text{Br}_{2(l)}$	מולקולרי	מולקולות
$\text{CuBr}_{2(s)}$	יוני	יונים (חיוביים ושלייליים)
$\text{CH}_3\text{Br}_{(g)}$	מולקולרי	מולקולות
$\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$	מולקולרי	מולקולות
$\text{Cu}_{(s)}$	מתכתי	יונים (חיוביים) ואלקטרונים ניידים
הלום $\text{C}_{(s)}$	אטומרי	אטומים
גרפיט $\text{C}_{(s)}$	אטומרי	אטומים ואלקטרונים ניידים
$\text{CO}_{2(g)}$	מולקולרי	מולקולות

תת-סעיף ii (הציון בשאלון 037381 54)

כמה מול אלומיניום יש ב-1 ק"ג סגסוגת זו? פרטו את חישוביכם.

התשובה

ב-100 גרם סגסוגת יש 6 גרם אלומיניום.

ב-1 ק"ג סגסוגת יש 60 גרם אלומיניום.

מספר המולים של אלומיניום ב-1 ק"ג סגסוגת:

$$\frac{60 \text{ gr}}{27 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 2.22 \text{ mol}$$

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך. רוב הטעויות נבעו מהצבה לא נכונה של המסה המולרית של האלומיניום. התלמידים ידעו להשתמש בנוסחה המקשרת בין המסה למספר המולים, אך בשל הצבה שגויה של המסה המולרית, התוצאה שקיבלו הייתה לא נכונה. חלק מהטעויות נבעו מהמרה לא נכונה של יחידות: גרם לקילוגרם ולהפך. דוגמאות לטעויות:

- ♦ הצבת מסה מולרית של כל מרכיבי הסגסוגת: אלומיניום, ונדיום וטיטניום.
- ♦ המרת יחידות לא נכונה: "ב-1 קילוגרם סגסוגת יש 600 גרם אלומיניום."

המלצות לסעיף ד'

- מומלץ לשלב את הנושא "מבנה וקישור" בכל הנושאים הנלמדים. לדוגמה, כאשר מבקשים מהתלמידים לרשום נוסחה של חומר, מומלץ לשאול גם מהו מבנה החומר, מאילו חלקיקים החומר מורכב. כך תלמידים יתרגלו את סוגי מבנה החומר והחלקיקים שמהם מורכב החומר.
- מומלץ להבהיר לתלמידים את המבנה של מתכת, כולל סגסוגת, ברמה מיקרוסקופית.

- מומלץ לשים דגש על מרכיבי הסגסוגת ולחשב עם התלמידים מסות של מרכיבי הסגסוגת.
 - מומלץ לתרגל מעבר של יחידות מסה.
 - מומלץ להיעזר בחוברת [סיכום ניתוח השאלות בנושא "מבנה וקישור"](#) ובחוברת המשך.
- ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ד.2 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

פליז היא סגסוגת המכילה אבץ, $Zn_{(s)}$, ונחושת, $Cu_{(s)}$. ניתן לשנות את אחוזי המתכות בסגסוגת כדי שתתאים לשימוש מסוים.

נתון מדגם פליז שמסתו 50 גרם. נמצא שבמדגם זה מסתו של אבץ היא 20 גרם.

- א. חשבו את מסת הנחושת במדגם פליז.
- ב. חשבו את אחוז הנחושת בפליז.
- ג. חשבו את מספר המולים של הנחושת במדגם פליז.

התשובה

סעיף א'

$$50 \text{ gr} - 20 \text{ gr} = 30 \text{ gr}$$

מסת הנחושת במדגם פליז :

סעיף ב'

$$\frac{30 \text{ gr}}{50 \text{ gr}} \times 100\% = 60\%$$

אחוז הנחושת בפליז :

סעיף ג'

$$63.5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של נחושת :

$$\frac{30 \text{ gr}}{63.5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.472 \text{ mol}$$

מספר המולים של הנחושת במדגם פליז :

פתיח לסעיפים ה-ו

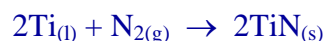
כאשר מכינים סגסוגות של טיטניום צריך להתיך אותו. טיטניום מותך יכול להגיב עם גזים שבאוויר.

סעיף ה' (הציון בשאלון 037381 75)

(הציון בשאלון 037387 71)

בתגובה בין טיטניום מותך ובין גז חנקן, $N_{2(g)}$, שבאוויר נוצרת תרכובת טיטניום חנקני, $TiN_{(s)}$. נסחו ואזנו את התגובה.

התשובה



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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני בשני השאלונים. רוב התלמידים ניסחו נכון את התגובה. יחד עם זאת אותרו טעויות אופייניות:

- ◆ רישום ניסוח תגובה לא מאוזן או עם איזון שגוי.
 - ◆ אי-רישום מצבי צבירה.
 - ◆ טעות במצב צבירה של טיטניום: רישום $Ti_{(s)}$.
 - ◆ רישום יסודות כמו יונים:
- $2Ti^{3+}_{(aq)} + N_2^{3-}_{(aq)} \rightarrow 2TiN_{(s)}$

המלצות

מומלץ לתרגל עם התלמידים רישום ואיזון של ניסוח תגובה כאשר נתונות נוסחאות של מגיבים ותוצרים, וגם איזון תגובות לא מאוזנות.

מומלץ לבצע עם התלמידים סימולציות: **איזון תגובות** ו- **משחק איזון תגובות**

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

שאלה לתרגול

נסחו ואזנו את התגובות הנתונות:

תגובה (1): יצירת מגנזיום חמצני, $MgO_{(s)}$, מהיסודות שמרכיבים אותו, מגנזיום, $Mg_{(s)}$, וחמצן, $O_{2(g)}$.

תגובה (2): מימן, $H_{2(g)}$, מגיב עם ברום, $Br_{2(l)}$, ליצירת מימן ברומי, $HBr_{(g)}$.

תגובה (3): שריפה של אוקטאן, $C_8H_{18(l)}$, בחמצן, $O_{2(g)}$. תוצרי התגובה הם פחמן דו-חמצני, $CO_{2(g)}$, ואדי מים.

התשובה

- (1) $2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2MgO_{(s)}$
- (2) $H_{2(g)} + Br_{2(l)} \rightarrow 2HBr_{(g)}$
- (3) $2C_8H_{18(l)} + 25O_{2(g)} \rightarrow 16CO_{2(g)} + 18H_2O_{(g)}$

סעיף ו' (הציון בשאלון 037381 53)

(הציון בשאלון 037387 50)

מעבדים את הטיטניום המותך בסביבה של גז ארגון, $Ar_{(g)}$. הסבירו מדוע.

התשובה

גז הארגון נבחר כיוון שהוא גז אציל (בטור 8) ולא יגיב עם טיטניום (וימנע מהטיטניום תגובה עם הגזים שבאוויר). (ברמת האנרגייה האחרונה של אטום הארגון יש שמונה אלקטרונים - רמה מלאה, ולכן הוא לא נוטה ליצור קשרים.)

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך בשני השאלונים. מחצית מהתלמידים התקשו להסביר את הבחירה בארגון כסביבה לעיבוד טיטניום. הטעויות האופייניות:

- ◆ הסבר תוך התייחסות שגויה לכושר החמצון או חיזור של ארגון :
- "טיטניום מחזר טוב יותר מארגון, לכן לא תתרחש תגובה."
- "טיטניום מחמצן טוב יותר מארגון, ולא תהיה תגובה."
- ◆ התייחסות לארגון כאל חומר פעיל :
- "ארגון יכול להגיב עם גזים שבאוויר במקום טיטניום. כך טיטניום יישאר ללא פגע."
- ◆ התייחסו לארגון כאל זרז :
- "ארגון משמש כזרז ומאיץ עיבוד טיטניום."

המלצות

כאשר מלמדים את הפרקים : מערכה מחזורית ותכונות חומרים, מומלץ להדגיש את התכונות של גזים אצילים כחומרים אדישים שלא משתתפים בתגובות (חוץ מתגובות מיוחדות) ולהסביר מדוע אינם מגיבים. מומלץ לתת לתלמידים שיעורי בית : לקרוא על [גזים אצילים](#) ועל [ארגון](#) **ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 16, 17, 17.1 בטבלה בעמ' 5-7.**

שאלה לתרגול

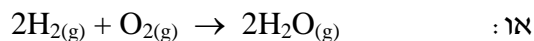
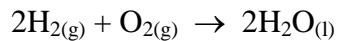
גז הליום, $\text{He}_{(g)}$, החליף את מימן, $\text{H}_{2(g)}$, בספינות אוויר מסוג צפלין, בגלל דליקות של מימן.

א. נסחו את תגובת השרפה של מימן.

ב. הסבירו מדוע הליום לא דליק.

התשובה

סעיף א'



סעיף ב'

הליום לא דליק כיוון שהוא גז אציל (בטור 8) ולא יגיב עם חמצן שבאוויר. ברמת האנרגייה האחרונה של אטום ההליום יש שני אלקטרונים - רמה מלאה, ולכן הוא לא נוטה ליצור קשרים.

סעיף ז' (הציון בשאלון 037381 60)

(הציון בשאלון 037387 64)

בסעיפי השאלה הוזכרו החומרים : $\text{Ti}_{(s)}$, $\text{TiO}_{2(s)}$, $\text{TiCl}_{4(l)}$, $\text{TiN}_{(s)}$. קבעו באיזה מן החומרים האלה הטיטניום יכול להגיב רק כמחזר.

התשובה

קביעה: $\text{Ti}_{(s)}$

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון די נמוך בשני השאלונים. חלק ניכר מהתלמידים התקשו לנתח את תפקידי החומרים, שהוזכרו בשאלה, בתגובות חמצון-חיזור, הם סבורים שמחזור זה חומר שעובר חיזור או חומר שיכול לעבור גם חיזור וגם חמצון. הטעויות האופייניות:

- $\text{TiN}_{(s)}$
- $\text{TiCl}_{4(l)}$, $\text{TiO}_{(s)}$
- "אף אחד מן החומרים הנתונים".

המלצות

- מומלץ לנתח עם התלמידים חומרים שונים - לבדוק עבור כל חומר אם הוא יכול להגיב רק כחמצן, רק כמחזור או גם כחמצן וגם כמחזור. מומלץ לבצע עם התלמידים את כל השלבים של קביעה של תפקיד החומר הנתון החל מקביעה של טווח דרגות החמצון של אטומים בחומר הנתון: דרגת חמצון מקסימלית, דרגת חמצון מינימלית ודרגות ביניים.
- מומלץ לבקש מהתלמידים לנמק את הקביעה בסעיף זה (על פי החומרים הנתונים). דוגמה לנימוק:

החומר	$\text{Ti}_{(s)}$	$\text{TiO}_{2(s)}$	$\text{TiCl}_{4(l)}$	$\text{TiN}_{(s)}$
דרגות חמצון של טיטניום	0	+4	+4	+3
הטיטניום בחומר יכול להגיב רק כחמצן, רק כמחזור או גם כחמצן וגם כמחזור	רק כמחזור	רק כחמצן	רק כחמצן	גם כחמצן וגם כמחזור

טווח דרגות החמצון של טיטניום בחומרים הנתונים הוא $0 \rightarrow +4$, כאשר לטיטניום דרגת חמצון 0 , הוא יכול רק לאבד אלקטרונים - לעבור חמצון. לכן $\text{Ti}_{(s)}$ יכול להגיב רק כמחזור.

כאשר לטיטניום דרגת חמצון $+4$, הוא יכול רק לקבל אלקטרונים - לעבור חיזור. לכן $\text{TiO}_{2(s)}$ ו- $\text{TiCl}_{4(l)}$ יכולים להגיב רק כחמצן.

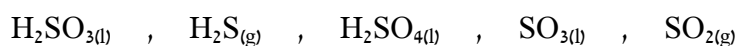
כאשר לטיטניום דרגת חמצון $+3$, הוא יכול גם לאבד אלקטרונים וגם לקבל אלקטרונים, ז.א. גם לעבור חמצון וגם לעבור חיזור. לכן $\text{TiN}_{(s)}$ יכול להגיב גם כחמצן וגם כמחזור.

- מומלץ לפתור עם התלמידים שאלות מתאימות מבחינות הברורות, לדוגמה: תשפ"א שאלה 8, תש"ף שאלה 11 א' ושאלות נוספות מחוברת [תרגול ושאלות בנושא חמצון-חיזור](#) ומחוברת המשך. ראה את הפרטים בקישור לחומר מס' 6. ד בטבלה בעמ' 5-7.

שאלות לתרגול

שאלה 1

נתונות חמש תרכובות של גופרית:

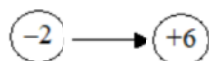


באילו מבין התרכובות הנתונות עשויים אטומי גופרית גם לחמצן וגם לחזור? נמקו את בחירתכם

- א. $\text{SO}_2(\text{g})$ ו- $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$ בלבד.
 ב. $\text{SO}_2(\text{g})$ ו- $\text{H}_2\text{SO}_3(\text{l})$ בלבד.
 ג. $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ ו- $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$, $\text{SO}_2(\text{g})$ בלבד.
 ד. $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$ ו- $\text{SO}_3(\text{g})$, $\text{SO}_2(\text{g})$ בלבד.

התשובה

התשובה הנכונה היא ב'.



טווח דרגות החמצון של אטומי גופרית הוא

החומר	דרגת חמצון של גופרית	מצב גופרית בטווח דרגות החמצון	הגופרית בחומר יכולה להגיב רק כחמצן, רק כמחזור או גם כחמצן וגם כמחזור
$\text{H}_2\text{SO}_3(\text{l})$	$\textcircled{+4}$	ביניים	גם כחמצן וגם כמחזור
$\text{H}_2\text{S}(\text{g})$	$\textcircled{-2}$	מינימלי	רק כמחזור
$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$	$\textcircled{+6}$	מקסימלי	רק כחמצן
$\text{SO}_3(\text{l})$	$\textcircled{+6}$	מקסימלי	רק כחמצן
$\text{SO}_2(\text{g})$	$\textcircled{+4}$	ביניים	גם כחמצן וגם כמחזור

כאשר דרגת חמצון של אטומי גופרית $\textcircled{-2}$, הם יכולים רק לאבד אלקטרונים - לעבור חמצון. לכן אטומי גופרית בחומר $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ יכולים להגיב רק כמחזור. כאשר דרגת חמצון של אטומי גופרית $\textcircled{+6}$, הם יכולים רק לקבל אלקטרונים - לעבור חיזור. לכן אטומי גופרית בחומרים $\text{SO}_3(\text{g})$ ו- $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$ יכולים להגיב רק כחמצן. כאשר דרגת חמצון של אטומי גופרית $\textcircled{+4}$, הם יכולים גם לאבד אלקטרונים - לעבור חמצון, וגם לקבל אלקטרונים - לעבור חיזור. לכן אטומי גופרית בחומרים $\text{SO}_2(\text{g})$ ו- $\text{H}_2\text{SO}_3(\text{l})$ יכולים להגיב גם כחמצן וגם כמחזור.

שאלה 2

בניסוי ביצעו תגובת חמצון-חיזור בין תמיסת נתרן גופרי, $\text{Na}_2\text{S}(\text{aq})$ ודו-יודין פנטוקסיד, $\text{I}_2\text{O}_5(\text{s})$. במהלך התגובה השתנו דרגות החמצון של אטומי יוד ואטומי גופרית.

- א. אחד מהתוצרים בתגובה מכיל אטומי גופרית. קבעו אם דרגת החמצון של אטומי גופרית בתוצר זה גבוהה מדרגת החמצון של אטומי גופרית במגיב נתרן גופרי, נמוכה ממנה או שווה לה. נמקו את קביעתכם.
- ב. תוצר אחר בתגובה מכיל אטומי יוד. קבעו אם דרגת החמצון של אטומי יוד בתוצר זה גבוהה מדרגת החמצון של אטומי יוד במגיב $\text{I}_2\text{O}_5(\text{s})$, נמוכה ממנה או שווה לה. נמקו את קביעתכם.

התשובה

סעיף א'

קביעה: טווח דרגות החמצון של אטומי גופרית הוא $(-2) \rightarrow (+6)$
 נימוק:

דרגת החמצון של גופרית בנתרן גופרי היא (-2) .
 כאשר דרגת חמצון של גופרית (-2) , הם יכולים רק לאבד אלקטרונים - לעבור חמצון.
 גופרית בחומר נתרן גופרי יכולה להגיב רק כמחזור.
 לכן דרגת החמצון של גופרית בתוצר התגובה גבוהה מדרגת החמצון של גופרית במגיב נתרן גופרי.

סעיף ב'

קביעה: דרגת החמצון של אטומי יוד בתוצר זה נמוכה מדרגת החמצון של אטומי יוד במגיב $I_2O_5(s)$.

נימוק: דרגת החמצון של אטומי יוד במגיב $I_2O_5(s)$ היא $(+5)$

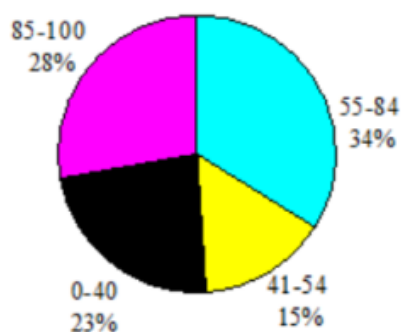
טווח דרגות החמצון של אטומי יוד הוא $(-1) \rightarrow (+7)$
 כאשר דרגת חמצון של אטומי יוד $(+5)$, הם יכולים גם לאבד אלקטרונים - לעבור חמצון, וגם לקבל אלקטרונים - לעבור חיזור. לכן אטומי יוד בחומר $I_2O_5(s)$ יכולים להגיב גם כמחמצן וגם כמחזור.
 מאחר וגופרית עברה חמצון - הגיבו כמחזור, אטומי יוד עברו חיזור - הגיבו כמחמצן.
 לכן דרגת החמצון של אטומי יוד בתוצר התגובה נמוכה מדרגת החמצון של אטומי יוד במגיב $I_2O_5(s)$.

ניתוח שאלה 14 מבנה וקישור, חמצון-חיזור, חומצות ובסיסים

שאלון 037381

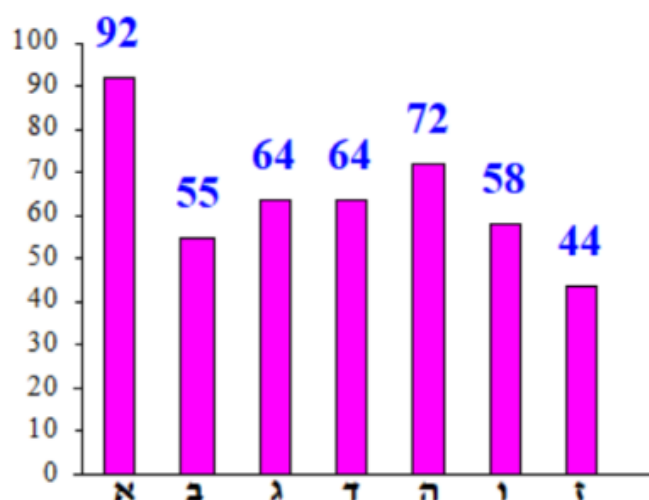
פיזור ציונים

בחרו בשאלה 53% מהתלמידים



ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 63

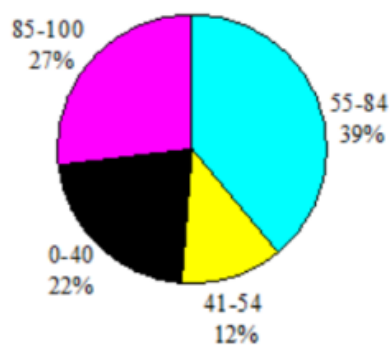
ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:



שאלון 037387

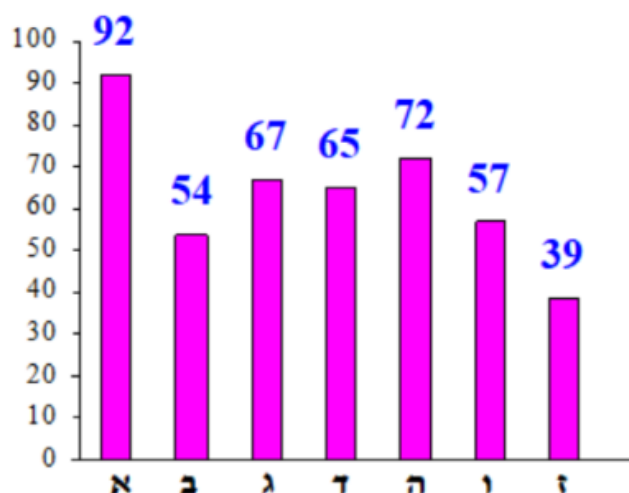
פיזור ציונים

בחרו בשאלה 41% מהתלמידים



ציון ממוצע על פי מכון סאלד: 64

ציונים ממוצעים של סעיפי השאלה:



רמות החשיבה על פי הטקסונומיה של בלום

רמת חשיבה לפי בלום	תת-סעיף	סעיף
יישום		א
הבנה	i	ב
יישום	ii	
יישום		ג
יישום	i	ד
הבנה	ii	
יישום	i	ה
הבנה	ii	
הבנה	iii	
יישום	i	ו
הבנה	ii	
הבנה		ז

כדי לענות לשאלה זו על התלמיד:

- ☞ לקבוע מצב צבירה של חומר על פי טמפרטורות היתוך ורתיחה שלו.
- ☞ להבחין בין סוגים שונים של חומרים: מתכתי, יוני, מולקולרי, אטומרי, ולזהות את החומרים על פי תכונותיהם.
- ☞ להבחין בין קשרים קוולנטיים תוך מולקולריים לבין כוחות בין מולקולריים: אינטראקציות ון-דר-ולס וקשרי מימן (עבור חומרים מולקולריים).
- ☞ להשוות בין טמפרטורות רתיחה של שני יסודות שהם חומרים מולקולריים, המתבססת על השוואת החוזק של כוחות בין מולקולריים בשני החומרים.
- ☞ לרשום נוסחה של תוצר התגובה בין מתכת ואל-מתכת.
- ☞ לנסח תגובה בין מתכת לאל-מתכת.
- ☞ לקבוע דרגות חמצון של יונים בחומר יוני.
- ☞ לנסח את תהליך ההמסה במים של חומר יוני.
- ☞ לקבוע שתמיסה מימית של חומר יוני מוליכה חשמל כי יש בה יונים ניידים.
- ☞ לזהות את סוג התמיסה: חומצית, בסיסית או ניטרלית, על פי ניסוח תגובה נתון.
- ☞ לרשום נוסחה של תוצר התגובה בין שתי אל-מתכות.
- ☞ לנסח תגובה בין שתי אל-מתכות לקבלת תרכובת מולקולרית.

פתיח לשאלה

בטבלה שלפניכם מצוינים נתונים על שלושה יסודות המסומנים באופן שרירותי באותיות a, b, c.

הולכה חשמלית של היסוד בטמפרטורת החדר	טמפרטורת הרתיחה של היסוד (°C)	טמפרטורת ההיתוך של היסוד (°C)	סמל שרירותי של היסוד
מוליך	883	98	a
לא מוליך	-253	-259	b
לא מוליך	59	-7	c

סעיף א' (הציון בשאלון 037381 92)

(הציון בשאלון 037387 92)

התאימו בין היסודות: מימן, $H_2(g)$, ברום, $Br_2(l)$, נתרן, $Na(s)$, ובין האותיות a, b, c.

התשובה

היסוד המסומן באות a הוא נתרן, $Na(s)$.

היסוד המסומן באות b הוא מימן, $H_2(g)$.

היסוד המסומן באות c הוא ברום, $Br_2(l)$.

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון גבוה מאוד בשני השאלונים. התלמידים הצליחו להתאים בין היסודות ובין האותיות. הטעויות המעטות שאותרו נובעות מחוסר ידע והבנה מהן התכונות של החומרים הנתונים וכיצד לזהות את החומרים על פי תכונותיהם:

- "a - מימן", "a - ברום".
- "b - נתרן", "b - ברום".
- "c - נתרן".

המלצות

- מומלץ להראות לתלמידים את החומרים השונים, לדון בתכונותיהם ולשייך אותם לסוגים שונים.
- מומלץ לבקש מהתלמידים לנמק את התשובה לסעיף זה.
- מומלץ להציג לתלמידים את האנימציות:

[מודלים של מתכת נתרן במצב נוזל ובמצב מוצק](#), [מודלים של מצבי הצבירה של ברום](#)

ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' ד. 15, ד. 16 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלות לתרגול

בטבלה שלפניכם מצוינים נתונים על שלושה יסודות המסומנים באופן שרירותי באותיות a, b, c.

טמפרטורת הרתיחה של החומר (°C)	טמפרטורת ההיתוך של החומר (°C)	סמל שרירותי של החומר
720	614	a
-88	-183	b
65	-98	c

התאימו בין החומרים: אתאן, C_2H_6 , מתאנול, CH_3OH , ליתיום כלורי, $LiCl$, ובין האותיות a, b, c. נמקו את קביעתכם.

התשובה

קביעה:

החומר המסומן באות a הוא ליתיום כלורי, $LiCl$.

החומר המסומן באות b הוא אתאן, C_2H_6 .

החומר המסומן באות c הוא מתאנול, CH_3OH .

נימוק:

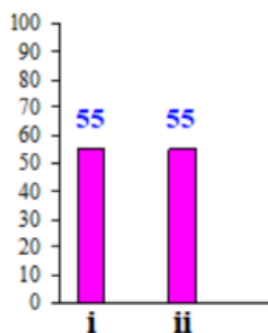
ליתיום כלורי הוא חומר יוני. טמפרטורות היתוך ורתיחה של חומרים יוניים גבוהות, כי בין יונים חיוביים לבין יונים שליליים פועלים כוחות משיכה חזקים - קשרים יוניים. חומרים יוניים הם מוצקים בטמפרטורת החדר, מה שמתאים לטמפרטורות היתוך ורתיחה של חומר המסומן באות a.

מתאנול הוא חומר מולקולרי שבין המולקולות שלו במצב נוזל ובמצב מוצק יש קשרי מימן, בנוסף לאינטראקציות ון-דר-ולס. (קשרי מימן נוצרים בין אטום מימן "החשוף" מאלקטרוניים של מולקולה לבין זוג אלקטרוניים לא קושר על אטום חמצן במולקולה סמוכה. מתאנול נמצא במצב נוזל בתנאי החדר, מה שמתאים לטמפרטורות היתוך ורתיחה של חומר המסומן באות c.

אתאן הוא חומר מולקולרי שבין המולקולות שלו במצב נוזל ובמצב מוצק פועלות אינטראקציות ון-דר-ולס. אינטראקציות ון-דר-ולס חלשות מקשרי מימן, לכן טמפרטורות היתוך ורתיחה של אתאן נמוכות מאלה של מתאנול (גודל ענני האלקטרוניים של מולקולות שני החומרים דומה). אתאן נמצא במצב גז בתנאי החדר, מה שמתאים לטמפרטורות היתוך ורתיחה של חומר המסומן באות b.

סעיף ב' (הציון בשאלון 037381 55)

(הציון בשאלון 037387 54)



תת-סעיף i (הציון בשאלון 037381 55)

קבעו מהו סוג הקשרים בין אטומי היסוד המסומן באות b .

התשובה

בין אטומי היסוד המסומן באות b (שהוא מימן, $H_{2(g)}$) מתקיימים קשרים קוולנטיים (שיתופיים). (אלו הקשרים בתוך המולקולות).

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך. תלמידים רבים לא הצליחו לקבוע שהקשרים בין אטומי מימן במולקולת מימן הם קשרים קוולנטיים. הבעיה העיקרית של התלמידים שטעו היא חוסר הבחנה בין קשרים קוולנטיים תוך מולקולריים לבין כוחות בין מולקולריים: אינטראקציות ון-דר-ולס וקשרי מימן. טעויות אופייניות:

- "בין אטומי היסוד מימן יש אינטראקציות ון-דר-ולס."
- "בין אטומים של מולקולת מימן מתקיימות אינטראקציות ון-דר-ולס."
- "בין אטומי היסוד b יש קשרים מולקולריים."
- "בין אטומים של מולקולת מימן יש קשרים קוולנטיים ואינטראקציות ון-דר-ולס."

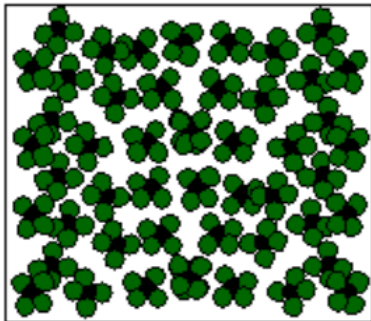
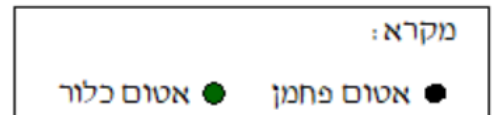
המלצות

- מומלץ להבהיר לתלמידים את ההבדל בין קשרים קוולנטיים תוך מולקולריים לבין כוחות בין מולקולריים: אינטראקציות ון-דר-ולס וקשרי מימן.
- מומלץ להציג לתלמידים מודלים מסוגים שונים ולבקש מהתלמידים לבנות מודלים של מולקולות.
- מומלץ להראות לתלמידים את הסרטון [קשרים כימיים: קשרים קוולנטיים](#) ולדון בו.
- מומלץ להרגיל את התלמידים לרשום נוסחת מבנה למולקולה כשנתונה נוסחה מולקולרית. כך יהיה לתלמידים קל יותר לקבוע שבין אטומים יש קשרים קוולנטיים, ומכאן לעבור לקביעה של קוטביות המולקולה.

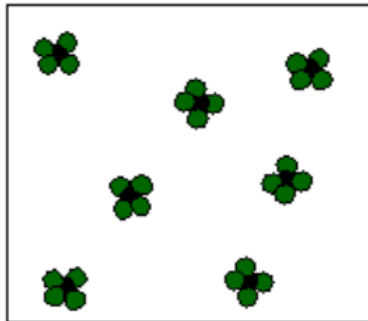
ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ו. 14 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

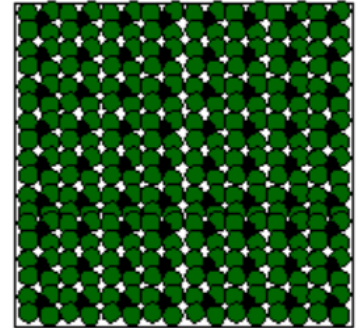
- נתונה תרכובת פחמן ארבע כלורי, $CCl_{4(l)}$.
- א. רשמו ייצוג מלא למולקולה CCl_4 .
 - ב. ציינו את סוג הקשרים בין האטומים במולקולה CCl_4 .
 - ג. ציינו את סוג הכוחות הפועלים בין המולקולות של $CCl_{4(l)}$ במצב נוזל.
 - ד. נתונים שלושה אירים (1)-(3). קבעו איזה מן האירים הנתונים הוא התיאור החלקי של המבנה המיקרוסקופי של פחמן ארבע כלורי במצב נוזל.



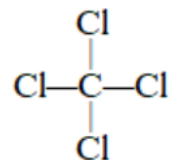
(3)



(2)



(1)



התשובה

סעיף א'

סעיף ב'

בין האטומים במולקולה CCl_4 יש קשרים קוולנטיים.

סעיף ג'

בין המולקולות של $\text{CCl}_4(l)$ במצב נוזל פועלות אינטראקציות ון-דר-ולס.

סעיף ד'

איור (3) הוא התיאור החלקי של המבנה המיקרוסקופי של פחמן ארבע כלורי במצב נוזל.

תת-סעיף ii (הציון בשאלון 037381 55)

הסבירו מדוע טמפרטורת הרתיחה של היסוד המסומן באות c גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של היסוד המסומן באות b. טמפרטורת הרתיחה של היסוד המסומן באות b.

התשובה

בין מולקולות היסוד המסומן באות c (שהוא $\text{Br}_2(l)$), וגם בין מולקולות היסוד המסומן באות b (שהוא $\text{H}_2(g)$), מתקיימות אינטראקציות ון-דר-ולס במצב נוזל. ענן האלקטרונים של מולקולת ברום גדול יותר מענן האלקטרונים של מולקולת מימן. לכן, אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות הברום חזקות יותר מאשר אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות המימן בנוזל. נדרשת אנרגייה רבה יותר לניתוק אינטראקציות ון-דר-ולס שבין מולקולות הברום, ולכן טמפרטורת הרתיחה של הברום גבוהה יותר.

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך. תלמידים רבים התקשו להסביר את ההבדל בין טמפרטורות הרתיחה של שני היסודות. הטעויות האופייניות:

- ♦ חוסר הבחנה בין קשרים קוולנטיים תוך מולקולריים לבין כוחות בין מולקולריים:
- "טמפרטורת הרתיחה של ברום גבוהה יותר כי הקשרים הקוולנטיים במולקולות שלו חזקים יותר."
- ♦ אי-התייחסות להבדל בגודל ענני האלקטרוניים במולקולות של שני היסודות ולחוזק אינטראקציות ון-דר-ולס.
- ♦ בלבול בין סיבה לתוצאה:
- "טמפרטורת הרתיחה של ברום גבוהה יותר כי הוא נוזל ומימן הוא גז."
- ♦ סיבות לא מתאימות
- "אלקטרושליליות של ברום גדולה יותר, לכן טמפרטורת הרתיחה שלו גבוהה יותר."
- "טמפרטורת הרתיחה של ברום גבוהה יותר כי אנרגיית היינון שלו גבוהה יותר."
- ♦ תשובות חלקיות כגון:
- "טמפרטורת הרתיחה של ברום גבוהה יותר בגלל שענן האלקטרוניים של מולקולה שלו גדול יותר."
- ללא המשך ההסבר שכתוצאה מכך אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות הברום חזקים יותר.

המלצות

- מומלץ להבהיר לתלמידים את ההבדל בין קשרים קוולנטיים תוך מולקולריים לבין כוחות בין מולקולריים.
- מומלץ ללמד את התלמידים לקבוע ולהסביר את הגורמים המשפיעים על טמפרטורת הרתיחה של חומרים מולקולריים ולנתח את מידת ההשפעה של גורמים אלה.
- מומלץ להציג לתלמידים תבנית לניסוח תשובה לשאלות של השוואת טמפרטורות רתיחה של שני חומרים 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:

החומרים	ברום	מימן
נוסחאות מולקולריות	Br_2	H_2
נוסחאות ייצוג אלקטרוניים של החומרים	$\text{:}\ddot{\text{Br}}-\ddot{\text{Br}}\text{:}$	$\text{H}-\text{H}$
המספר הכולל של אלקטרוניים במולקולות החומרים	70 אלקטרוניים במולקולה	2 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	ענני האלקטרוניים של מולקולות $\text{Br}_{2(l)}$ גדולים בהרבה מענני האלקטרוניים של מולקולות $\text{H}_{2(l)}$. לכן, אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות $\text{Br}_{2(l)}$ חזקות מאינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות $\text{H}_{2(l)}$.	
טמפרטורות הרתיחה של החומרים (נתונות)	טמפרטורת הרתיחה של $\text{Br}_{2(l)}$ גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של $\text{H}_{2(l)}$	נדרשת אנרגייה רבה יותר לניתוק הכוחות בין המולקולות של $\text{Br}_{2(l)}$ בעת השינוי ממצב צבירה נוזל למצב צבירה גז.

– מומלץ לבצע עם התלמידים את המשימה הדיאגנוסטית: [מי גבוה יותר?](#) ולבצע פעילויות עם תלמידים מתוך הערכה להוראה מותאמת אישית. המשימה: הבנת הגורמים המשפיעים על חוזק אינטראקציות ון-דר-ולס ועל טמפרטורת הרתיחה.

ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 7, 7.2, 2.4 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלות לתרגול

שאלה 1

הסבירו מדוע טמפרטורת הרתיחה של 1-פרופאנול, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$, גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של אתאנול, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$.

התשובה

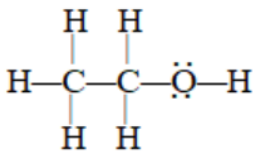
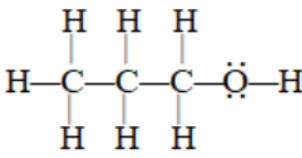
בין המולקולות של שני החומרים יש קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ולס. מספר המוקדים להיווצרות קשרי מימן בשני החומרים דומה.

ענן האלקטרוניים של מולקולת 1-פרופאנול גדול יותר מענן האלקטרוניים של מולקולת אתאנול. ככל שענן אלקטרוניים במולקולת החומר גדול יותר יש סיכוי גדול יותר להיווצרות דו-קוטב זמני במולקולות החומר, ואינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות החומר חזקות יותר.

לכן במצב נוזל, אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות 1-פרופאנול חזקות יותר מאשר אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות אתאנול.

נדרשת אנרגייה רבה יותר לניתוק אינטראקציות ון-דר-ולס שבין מולקולות 1-פרופאנול, ולכן טמפרטורת הרתיחה של 1-פרופאנול גבוהה יותר.

או פתרון בצורת טבלה:

אתאנול	1-פרופאנול	החומרים
$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$	נוסחאות מולקולריות
		נוסחאות ייצוג אלקטרוניים של החומרים
26 אלקטרוניים במולקולה	34 אלקטרוניים במולקולה	המספר הכולל של אלקטרוניים במולקולות החומרים
מולקולות קוטביות	מולקולות קוטביות	קוטביות מולקולות של החומרים
קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ולס	קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ולס	סוגי הכוחות הבין מולקולריים בחומרים במצב נוזל
ענני האלקטרוניים של מולקולות 1-פרופאנול גדולים מענני האלקטרוניים של מולקולות אתאנול. לכן אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות 1-פרופאנול חזקות מאינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות אתאנול. (מספר המוקדים להיווצרות קשרי מימן בשני החומרים דומה.)		ניתוח החוזק היחסי של הכוחות הבין מולקולריים בחומרים במצב נוזל
נדרשת אנרגייה רבה יותר לניתוק הכוחות בין המולקולות של 1-פרופאנול בעת השינוי ממצב צבירה נוזל למצב צבירה גז. לכן טמפרטורת הרתיחה של 1-פרופאנול גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של אתאנול.		טמפרטורת הרתיחה של החומרים

שאלה 2

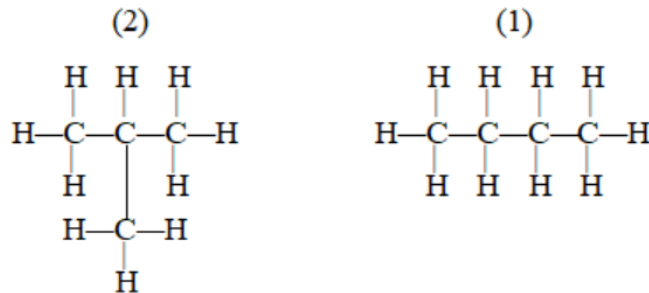
קיימים שני איזומרים שהנוסחה המולקולרית שלהם C_4H_{10} .

א. רשמו ייצוג מלא לנוסחת מבנה של כל אחד משני האיזומרים.

ב. קבעו לאיזה משני האיזומרים טמפרטורת הרתיחה גבוהה יותר. נמקו את קביעתכם.

התשובה

סעיף א'



סעיף ב'

מספר האלקטרונים במולקולות של האיזומרים שווה.

ענני האלקטרונים של שני האיזומרים שווים בגודלם.

המולקולות של שני האיזומרים אינן קוטביות.

בין המולקולות של שני האיזומרים פועלות אינטראקציות ון-דר-ולס.

שטח פנים של מולקולות איזומר (1) גדול משטח פנים של מולקולות איזומר (2). אפשרויות מגע בין המולקולות

במצב נוזל רבות יותר באיזומר (1). לכן אינטראקציות ון-דר-ולס הפועלות בין המולקולות של איזומר (1) חזקות

יותר מאינטראקציות ון-דר-ולס הפועלות בין המולקולות של איזומר (2).

נדרשת אנרגייה רבה יותר לניתוק אינטראקציות ון-דר-ולס הפועלות בין המולקולות של איזומר (1) בעת השינוי

ממצב צבירה נוזל למצב צבירה גז.

לכן טמפרטורת הרתיחה של איזומר (1) גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של איזומר (2).

פתיח לסעיפים ג-ד

בתנאים מתאימים היסודות מגיבים ביניהם.

סעיף ג' (הציון בשאלון 037381 64)

סעיף ד' (הציון בשאלון 037387 67)

בתגובה בין היסוד שסומן באות a ובין היסוד שסומן באות b מתקבל תוצר יחיד שהוא מוצק בטמפרטורת החדר.

מהי דרגת החמצון של כל אחד מן החלקיקים בתוצר שהתקבל?

התשובה

(נוסחת התוצר: $NaH(s)$)

(+1) לנתרן דרגת החמצון

(-1) למימן דרגת החמצון

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני בשני השאלונים. מספר ניכר של תלמידים התקשו ברישום של נוסחת התרכובת, המתקבלת בתגובה בין נתרן למימן, ובקביעת דרגות חמצון של יוני נתרן ויוני מימן. טעויות אופייניות:

♦ רישום נוסחה נכונה ובלבול בדרגות חמצון של היונים:



♦ רישום נוסחה שגויה ודרגות חמצון שגויות:



♦ רישום לא מקובל של דרגת חמצון - ללא עיגול: +1, -1, (+1), (-1).

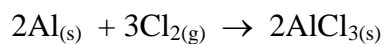
המלצות

- מומלץ לתרגל רישום נוסחאות אמפיריות של חומרים יוניים, רישום של ניסוח תגובה בין מתכת לאל-מתכת, וקביעת דרגות חמצון של תוצר התגובה.
 - מומלץ לחדד לתלמידים כיצד קובעים את דרגת החמצון של מימן בתרכובות עם מתכות.
- ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' 1.1 בטבלה בעמ' 5-7.

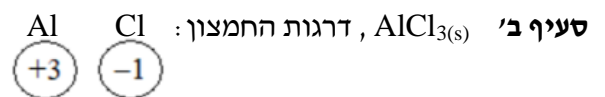
שאלה לתרגול

- אלומיניום, Al_(s), מגיב עם כלור, Cl_{2(g)}. נסחו ואזנו את התגובה.
- קבעו את דרגת החמצון של כל אחד מן החלקיקים בתוצר שהתקבל בתגובה.

התשובה



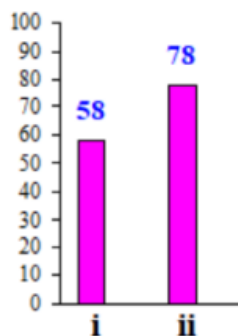
סעיף א'



סעיף ד' (הציון בשאלון 037381 64)

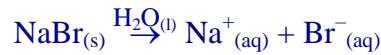
(הציון בשאלון 037387 65)

בתגובה בין היסוד שסומן באות a ובין היסוד שסומן באות c מתקבל תוצר יחיד שהוא מוצק בטמפרטורת החדר. תוצר זה מסיס במים.



תת-סעיף i (הציון בשאלון 037381 58)

נסחו את תגובת ההמסה במים של התוצר.

התשובה

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

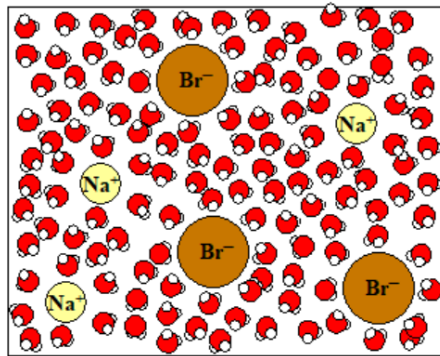
ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך. תלמידים רבים טעו בניסוח תגובת ההמסה של חומר יוני. תלמידים אלה לא הפנימו את מבנה החומרים היוניים ותכונותיהם, התקשו בהבנה של תהליך ההמסה שלהם. הטעויות האופייניות:

- ♦ $\text{NaBr}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Na}^+_{(aq)} + \text{Br}^-_{(aq)} + \text{H}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$ רישום מים במגיבים:
 - ♦ אי רישום $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ מעל החץ.
 - ♦ אי-רישום מצב צבירה או מצבי הופעה.
 - ♦ רישום שגוי של נוסחת המגיב ו/או נוסחאות התוצרים, ומטעני יונים שגויים:
- $\text{NaBr}_{2(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{Na}^+_{(aq)} + 2\text{Br}^-_{(aq)}$
- $\text{NaBr}_{2(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{Na}^-_{(aq)} + \text{Br}^+_{(aq)}$
- ♦ רישום יסודות מומסים במים בתוצרים במקום יונים ממוימים:
- $\text{NaCl}_{(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{Na}_{(aq)} + \text{Cl}_{2(aq)}$
- ♦ רישום ניסוח מולקולרי:
- $\text{NaCl}_{(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{NaCl}_{(aq)}$

המלצות

- מומלץ לתרגל עם התלמידים רישום נוסחאות אמפיריות של חומרים יוניים
- מומלץ לתרגל עם התלמידים את רישום תגובות ההמסה במים (ובממסים קוטביים נוספים) של חומרים יוניים קלי תמס ולהקפיד לרשום את הממס מעל החץ.
- מומלץ להסביר לתלמידים שיש חומרים יוניים קשי תמס וחומרים יוניים קלי תמס.
- מומלץ להבהיר לתלמידים מהם ההבדלים בין תמיסה מימית של חומר יוני לבין תמיסה מימית של חומר מולקולרי.
- מומלץ להיעזר בהסברים ומודלים המופיעים בעמוד 18 בחוברת: [סיכום ניתוח השאלות בנושא "מבנה וקישור"](#)
- מומלץ להיעזר באנימציות של המסת חומר יוני במים, לדוגמה: [תמיסה מימית של אשלגן יודי](#)
- או: [How Water Dissolves Salt](#)
- מומלץ להציג לתלמידים תיאור חלקי של המבנה המיקרוסקופי של תמיסה מימית של נתרן ברומי, לדוגמה:



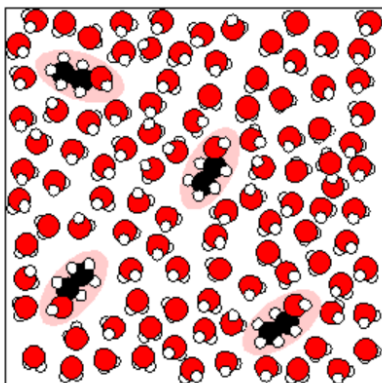
מקרא:

●	אטום חמצן	●	יון נתרן (Na ⁺)
○	אטום מימן	●	יון ברום (Br ⁻)

– מומלץ לבקש מהתלמידים להציג תיאורים חלקיים תיאורים חלקיים של המבנה המיקרוסקופי עבור תמיסות מימיות של חומרים יוניים, ולרשום את הניסוחים של תהליכי ההמסה של חומרים אלה.
 ראו את הפרטים בקישורים לחומרים מס' 2.ד, 8.ד, ו.5 בטבלה בעמ' 7-5.

שאלה לתרגול

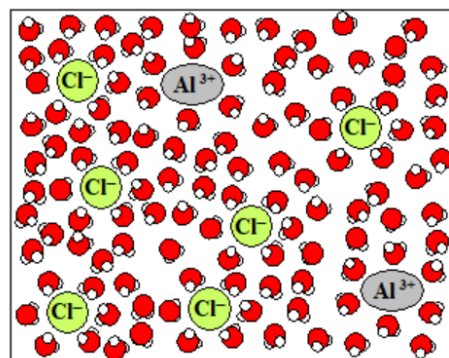
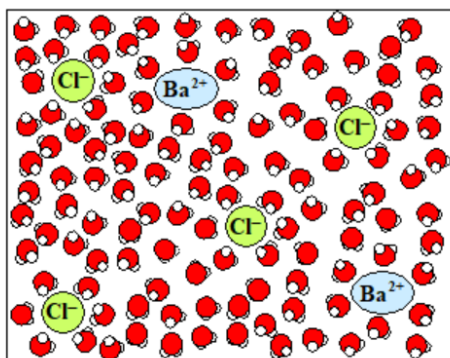
- א. הציגו תיאורים חלקיים של המבנה המיקרוסקופי עבור תמיסות מימיות של החומרים הנתונים:
 בריום כלורי, BaCl_{2(s)}, אלומיניום כלורי, AlCl_{3(s)}, אתאנול, CH₃CH₂OH_(l).
 ב. רשמו את תגובות ההמסה במים של התרכובות הנתונות.



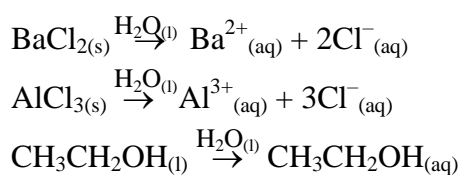
מקרא:

●	אטום חמצן	●	יון בריום (Ba ²⁺)
○	אטום מימן	●	יון אלומיניום (Al ³⁺)
●	אטום פחמן	●	יון כלור (Cl ⁻)

התשובה
 סעיף א'



סעיף ב'



תת-סעיף ii (הציון בשאלון 037381 78)

האם התמיסה הנוצרת מוליכה חשמל? נמקו את תשובתכם.

התשובה

קביעה: התמיסה הנוצרת מוליכה חשמל.

נימוק: בתמיסה הנוצרת יש יונים ניידים.

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון די גבוה. רוב התלמידים קבעו נכון שהתמיסה המימית של נתרן ברומי מוליכה חשמל כי יש בה יונים ניידים. הטעויות הופיעו בעיקר בנימוקים. הטעויות האופייניות נובעות מחוסר ידע והבנה מה הם התנאים למוליכות חשמלית בתמיסה, ולעיתים חוסר הבנה של המבנה המיקרוסקופי של התמיסה המימית של חומר יוני:

- ◆ התמיסה מוליכה חשמל:
- "...כי יש בה חלקיקים טעונים ניידים."
- "...כי יש בה יונים."
- "...כי זאת תמיסת חומר יוני קל תמס."
- "...כי חומר a הוא חלק מהתמיסה והוא מוליך."
- "... כי יונים מכילים אלקטרונים ניידים."

המלצות

- מומלץ ללמד את התלמידים כיצד לקבוע ולהסביר מוליכות חשמלית של חומרים יוניים בתמיסה מימית.
 - מומלץ להקרין לתלמידים סרטון [המסת מלח והולכת זרם בתמיסה מימית של מלח](#) בסרטון יש התייחסות מאקרוסקופית ומיקרוסקופית להמסת מלח במים וכן למוליכות חשמלית של מלח.
- ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' ו.15 בטבלה בעמ' 5-7.

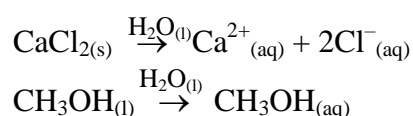
שאלה לתרגול

נתונים שני חומרים: סידן כלורי, $\text{CaCl}_{2(s)}$, ומתאנול, $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$.

- א. עבור כל אחד מן החומרים הנתונים, נסחו את תהליך ההמסה במים.
- ב. קבעו עבור כל אחת מן התמיסות, שהתקבלו בתגובות שניסחתם, אם היא מוליכה זרם חשמלי. נמקו את קביעותיכם.

התשובה

סעיף א'

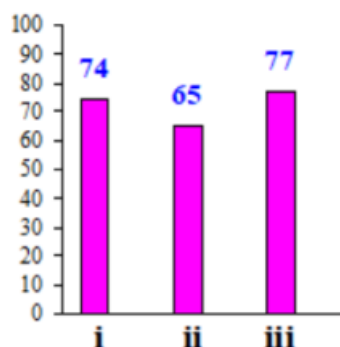


סעיף ב'

רק תמיסת סידן כלורי מוליכה חשמל כי יש בה יונים ניידים.
תמיסת מתאנול אינה מוליכה חשמל כי אין בה יונים ניידים, היא מכילה מולקולות.

סעיף ה' (הציון בשאלון 037381 72)**(הציון בשאלון 037387 72)**

בתגובה בין היסוד שסומן באות b ובין היסוד שסומן באות c מתקבל תוצר יחיד, שהוא גז בטמפרטורת החדר.
תוצר זה מגיב עם מים ונוצרת תמיסה.

**תת-סעיף i (הציון בשאלון 037381 74)**

מהי נוסחת התוצר?

התשובה

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

ניתוח טעויות אופייניות

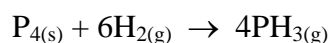
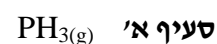
הציון בינוני. רוב התלמידים רשמו נוסחה נכונה, אך היו תלמידים שרשמו נוסחת התוצר שגויה עקב חוסר ידע והבנה של כללי רישום נוסחאות של חומרים מולקולריים:



טעות נוספת היא אי-רישום של מצב הצבירה של התוצר.

שאלה לתרגול

- א. בתגובה בין היסודות: זרחן, $\text{P}_{4(s)}$, ומימן, $\text{H}_{2(g)}$, מתקבל תוצר שהוא גז בתנאי החדר. רשמו את נוסחת התוצר.
ב. נסחו ואזנו את התגובה בין זרחן למימן.

התשובה**סעיף ב'**

תת-סעיף ii (הציון בשאלון 037381 65)

נסחו את תגובת התוצר עם מים.

התשובה

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

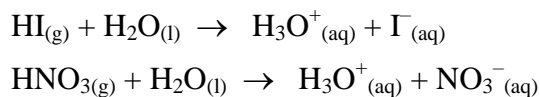
ניתוח טעויות אופייניות

הציון בינוני. חלק ניכר מהתלמידים התקשו לנסח את התגובה לקבלת התמיסה המימית המכילה יוני הידרוניום ויוני ברום, הם לא זיהו תמיסה חומצית. הטעויות האופייניות:

- ♦ רישום ניסוח מולקולרי עם $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ מעל החץ, שמצביע על חוסר ידע והבנה בנושא חומצות ובסיסים:
 - $\text{HBr}_{(g)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} \text{HBr}_{(aq)}$
- ♦ אי-רישום יוני הידרוניום ורישום שגוי של יוני ברום, ניסוחים לא מאוזנים:
 - $\text{HBr}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_2^+_{(aq)} + \text{Br}_2^-_{(aq)}$
 - $\text{HBr}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}^+_{(aq)} + \text{Br}^-_{(aq)}$
- ♦ אי-רישום מצבי צבירה ומצבי הופעה.

שאלה לתרגול

נתונים שני חומרים: מימן יודי, $\text{HI}_{(g)}$, חומצה חנקתית, $\text{HNO}_3_{(l)}$.
נסחו תגובה של כל אחד מן החומרים הנתונים עם המים.

התשובה**תת-סעיף iii (הציון בשאלון 037381 77)**

האם התמיסה הנוצרת חומצית, בסיסית או ניטרלית? נמקו את תשובתכם.

התשובה

התמיסה חומצית כיוון שיש בה יוני הידרוניום.

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון די גבוה. רוב התלמידים קבעו נכון שהתמיסה היא חומצית וקשרו זאת לנוכחות של יוני הידרוניום. חלק מהתלמידים התקשו בקביעה של סוג התמיסה או קבעו נכון אך לא התייחסו בנימוק ליוני הידרוניום.

הטעויות האופייניות :

- ◆ טעויות בקביעה של סוג התמיסה :
- "התמיסה ניטרלית כי אין בה יונים אופייניים לחומצה או לבסיס."
- ◆ אי-ציון של יוני הידרוניום :
- "התמיסה חומצית כי ה-pH שלה חומצי."
- "התמיסה חומצית כי החומר המומס הוא חומצי."

המלצות לסעיף ה'

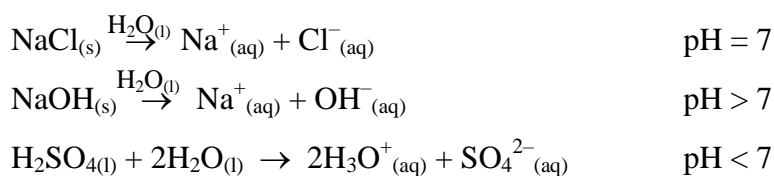
- מומלץ לתרגל עם התלמידים רישום נוסחאות של חומרים מולקולריים שמתקבלים בתגובות בין יסודות שונים.
 - מומלץ לתרגל עם התלמידים רישום ניסוחי התגובות של מימן הלוגנים עם מים ליצירת תמיסות חומציות.
 - מומלץ לתרגל עם התלמידים זיהוי של סוג התמיסה : חומצית, בסיסית או ניטרלית, על פי ניסוח תגובה נתון.
 - מומלץ לעבוד עם התלמידים על הנספח [דוגמאות לתגובות לפרקים חומצות ובסיסים וחמצון-חיזור](#).
- ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' א.1 בטבלה בעמ' 5-7.

שאלה לתרגול

- נתונים שלושה חומרים : נתרן כלורי, $\text{NaCl}_{(s)}$, נתרן הידרוקסיד, $\text{NaOH}_{(s)}$, חומצה גופרתית, $\text{H}_2\text{SO}_{4(l)}$.
- הכינו שלוש תמיסות שוות על ידי הוספת מים לכל אחד מן החומרים.
- א. נסחו את התגובות שהתרחשו.
 - ב. קבעו עבור כל אחת מן התמיסות שהתקבלו את תחום ה-pH : גדול מ-7, קטן מ-7 או שווה ל-7.

התשובה

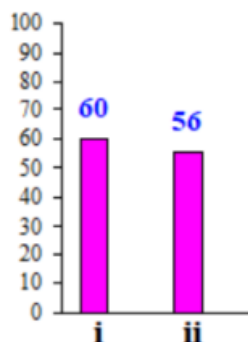
סעיפים א' + ב'



סעיף ו' (הציון בשאלון 037381 58)

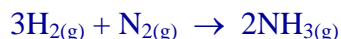
(הציון בשאלון 037387 57)

היסוד חנקן, $\text{N}_{2(g)}$, מגיב עם יסוד המסומן באות b, ומתקבל תוצר יחיד שהוא גז. תוצר זה מגיב עם מים ויוצר תמיסה בסיסית.



תת-סעיף i (הציון בשאלון 037381 60)

נסחו את התגובה לקבלת התוצר.

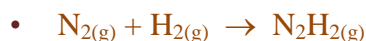
התשובה

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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך. חלק מהתלמידים התקשו לנסח תגובה של קבלת התרכובת המולקולרית מהיסודות. הבעיה העיקרית היא רישום נוסחה שגויה של התוצר. הטעויות האופייניות:

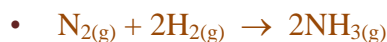
◆ נוסחאות שגויות של התוצר:



◆ טעויות בנוסחת החומר שנתונה בשאלה:



◆ ניסוח התגובה לא מאוזן:



◆ איזון שגוי של הניסוח.

◆ אי-רישום מצבי צבירה.

המלצות

- מומלץ להסביר לתלמידים כיצד לרשום נוסחה של תוצר התגובה בין שתי אל-מתכות, שהוא חומר מולקולרי, וכיצד לנסח תגובה מסוג זה.
- מומלץ להבהיר לתלמידים שיש להקפיד על איזון של ניסוח תגובה ועל ציון נכון של מצבי צבירה ומצבי הופעה.

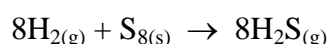
שאלה לתרגול

א. גופרית, $\text{S}_{8(s)}$, מגיבה עם מימן, $\text{H}_{2(g)}$. נסחו את התגובה לקבלת מימן גופרי.

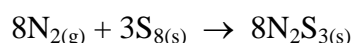
ב. גופרית, $\text{S}_{8(s)}$, מגיבה עם חנקן, $\text{N}_{2(g)}$, לקבלת התוצר $\text{N}_2\text{S}_{3(s)}$. נסחו את התגובה לקבלת חנקן גופרי.

התשובה

סעיף א'

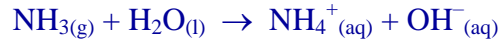


סעיף ב'



תת-סעיף ii (הציון בשאלון 037381 56)

נסחו את התגובה בין התוצר המתקבל ובין מים.

התשובה

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

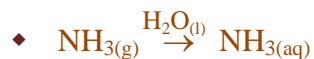
ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך. כמעט מחצית מהתלמידים טעו ברישום של ניסוח התגובה. הטעויות נובעות בעיקר מחוסר ידע והבנה כיצד חומרים מולקולריים, שתכונותיהם בסיסיות, מגיבים עם מים לקבלת יוני הידרוקסיד ממוימים. הטעויות האופייניות:

♦ רישום יוני הידרוקסיד, אך רישום שגוי של מרכיבים נוספים:

- $\text{NH}_3(\text{g}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}(\text{l})} \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- $\text{NH}_3(\text{g}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}(\text{l})} \text{NH}_2^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$

♦ ניסוח מולקולרי עקב התייחסות לאמוניה כאל חומר מולקולרי שלא מגיב עם מים אלא רק מתמוסס בהם:



♦ איזון שגוי של הניסוח.

♦ אי-רישום של מצבי צבירה ומצבי הופעה.

המלצות

- מומלץ לתרגל עם התלמידים רישום ניסוחי התגובות עם מים של חומרים מולקולריים ליצירת תמיסות בסיסיות.
- מומלץ לחדד לתלמידים את ההבדלים:
 - בין חומרים מולקולריים שרק מתמוססים במים לבין חומרים מולקולריים שמגיבים עם מים.
 - בין חומרים מולקולריים שמגיבים עם מים ליצירת תמיסה בסיסית לבין חומרים מולקולריים שמגיבים עם מים ליצירת תמיסה חומצית
- מומלץ לעבוד עם התלמידים על הנספח [דוגמאות לתגובות לפרקים חומצות ובסיסים וחמצון-חיזור](#). מומלץ להבהיר לתלמידים אילו תגובות יש לדעת לנסח על פי הדוגמאות האלה.

ראו את הפרטים בקישור לחומר מס' א.1 בטבלה בעמ' 5-7.

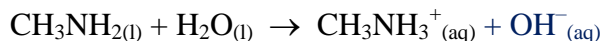
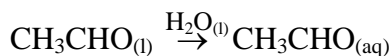
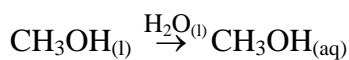
שאלה לתרגול

נתונים שלושה חומרים מולקולריים בשלושה כלים שונים: מתאנול, $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$, מתילאמין, $\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{g})$,

אתאנאל, $\text{CH}_2\text{CHO}(\text{l})$.

לכל אחד מן החומרים הנתונים הוסיפו מים. נסחו כל אחד מן התהליכים שהתרחשו.

התשובה



סעיף ז' (הציון בשאלון 037381 44)

(הציון בשאלון 037387 39)

היסוד חנקן, $\text{N}_{2(g)}$, מגיב עם יסוד המסומן באות a ומתקבל תוצר יחיד. רשמו את נוסחת התוצר בטמפרטורת החדר.

התשובה



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

ניתוח טעויות אופייניות

הציון נמוך מאוד. תלמידים רבים התקשו לרשום נוסחה של חומר יוני - תוצר התגובה בין יסוד מתכתי ליסוד מולקולרי. רוב הטעויות נובעות מחוסר ידע והבנה של כללי הרישום של נוסחאות אמפיריות של חומרים יוניים. הטעויות האופייניות:

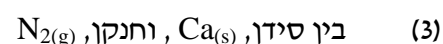
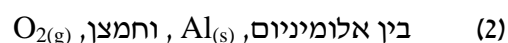
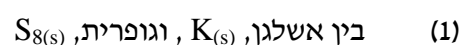
- ♦ רישום נוסחאות שגויות:
- ♦ אי-רישום או רישום שגוי של מצב צבירה:
- ♦ רישום יון שלילי לפני יון חיובי:
- ♦ $\text{Na}_3\text{N}_{2(s)}$, $\text{NaN}_{(s)}$, $\text{NaN}_{2(s)}$, $\text{NaN}_{3(s)}$, $\text{Na}_2\text{N}_{(s)}$
- ♦ $\text{Na}_3\text{N}_{(l)}$, $\text{Na}_3\text{N}_{(g)}$
- ♦ $\text{NNa}_{3(s)}$

המלצות

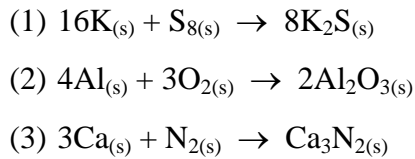
- מומלץ להבהיר לתלמידים את כללי הרישום של נוסחאות אמפיריות של חומרים יוניים - על פי היחס הפשוט בין היונים שמרכיבים את התרכובת.
- מומלץ לתרגל עם התלמידים רישום נוסחאות של תרכובות יוניות המורכבות מיונים חד-אטומיים, ולהקפיד לרשום קודם יון חיובי ואחריו יון שלילי.
- מומלץ לתרגל ניסוח תגובות בין יסודות - מתכת ואל-מתכת לקבלת תרכובות יוניות.

שאלה לתרגול

נסחו את התגובות בין היסודות:



התשובה



שאלה נוספת לתרגול

בטבלה שלפניכם מצוינים נתונים על שישה חומרים המסומנים באופן שרירותי באותיות: f, e, d, c, b, a.

הולכה חשמלית של חומר בטמפרטורת החדר	מצב הצבירה של החומר בטמפרטורת החדר	טמפרטורת ההיתוך של החומר (°C)	סמל שרירותי של החומר
לא מוליך	מוצק	184	a
לא מוליך	גז	20	b
לא מוליך	גז	-85	c
מוליך	מוצק	3700	d
לא מוליך	נוזל	97	f
לא מוליך	מוצק	993	e

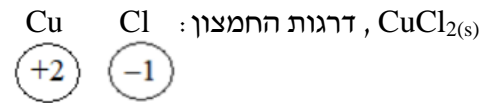
- נתונה רשימת חומרים: I_2 , $CuCl_2$, C_3H_7OH , HCl , $C_{גרפיט}$, $HF_{(g)}$.
- א. התאימו בין החומרים הנתונים לבין האותיות a, b, c, d, e, f.
- ב. קבעו את דרגת החמצון של כל אחד מן החלקיקים בתרכובת $CuCl_{2(s)}$.
- ג. הסבירו מדוע חומר a מוצק בטמפרטורת החדר ואילו חומר c הוא גז.
- ד. הסבירו מדוע טמפרטורת ההיתוך של חומר d היא הגבוהה ביותר בין החומרים הנתונים.
- ה. החומרים c, e ו-f מתמוססים היטב במים.
- i. נסחו כל אחת מן התגובות שמתרחשת בעת ההמסה במים של החומרים c, e ו-f.
- ii. הסבירו מדוע כל אחד מן החומרים c, e ו-f מתמוסס היטב במים.

התשובה

סעיף א'

I_2	a
HF	b
HCl	c
$C_{גרפיט}$	d
C_3H_7OH	e
$CuCl_2$	f

סעיף ב'



סעיף ג'

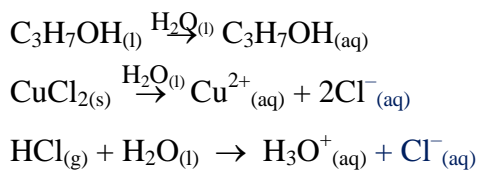
בין מולקולות החומר המסומן באות a שהוא I_2 , וגם בין מולקולות החומר המסומן באות c, שהוא HCl, מתקיימות אינטראקציות ון-דר-ולס במצב נוזל ובמצב מוצק. ענן האלקטרונים של מולקולת יוד גדול יותר מענן האלקטרונים של מולקולת מימן כלורי. לכן, אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות יוד חזקות יותר מאשר אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות מימן כלורי במצב נוזל ובמצב מוצק (למרות שאינטראקציות ון-דר-ולס מתקיימות בין מולקולות מימן כלורי קוטביות). נדרשת אנרגייה רבה יותר לניתוק אינטראקציות ון-דר-ולס שבין מולקולות היוד, ולכן טמפרטורות הרתיחה וההיתוך של היוד גבוהות יותר. בתנאי החדר יוד נמצא במצב מוצק, כי טמפרטורת ההיתוך שלו גבוהה מטמפרטורת החדר. בתנאי החדר מימן כלורי נמצא במצב גז, כי טמפרטורת הרתיחה שלו נמוכה מטמפרטורת החדר.

סעיף ד'

טמפרטורת ההיתוך של חומר d שהוא גרפיט, היא הגבוהה ביותר מזו של שאר החומרים הנתונים, כי בגרפיט מתקיימים קשרים קוולנטיים יחידים ואינטראקציות ון-דר-ולס. סוג הסריג הוא אטומרי, הבנוי משכבות רבות, המבנה מסודר. בכל שכבה, כל אטום פחמן קשור בקשרים קוולנטיים יחידים לשלושה אטומי פחמן אחרים, ליצירת משטח דו-ממדי. בין המשטחים פועלות אינטראקציות ון-דר-ולס. משטחים רבים יוצרים מבנה ענק תלת ממדי, הבנוי שכבה על גבי שכבה. נדרשת אנרגייה רבה יותר לניתוק קשרים קוולנטיים.

סעיף ה'

תת-סעיף i



תת-סעיף ii

חומר c שהוא מימן כלורי, מגיב עם מים לקבלת יונים ממוימים: יוני הידרוניום ויוני כלור. נוצרת תמיסה חומצית. חומר e שהוא נחושת כלורית, בעת המסה במים מתפרק ליונים ממוימים: יוני נחושת חיוביים ויוני כלור שליליים. חומר f שהוא כוהל - חומר מולקולרי, מתמוסס במים תוך יצירת קשרי מימן בין מולקולות הכוהל לבין מולקולות המים.

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 בעקבות תהליך הערכה	תובנות בעקבות תהליך ההערכה של בחינת הבגרות תשפ"ג - המסמך נכתב על ידי צוות המעריכים הבכירים במרב"ד: קבצים בעברית ובערבית
2	למידה בחירום - מלחמת חרבות ברזל	למידה בחירום - מלחמת חרבות ברזל.
3	מיומנויות חשיבה	אגף מדעים - הקניית מיומנויות חשיבה ולמידה, שהן הבסיס לרכישת ידע מדעי
4	צפיין	דוגמאות לבחינות עתירות מדיה בכימיה: ניתן לראות בצפיין הבחינות דוגמאות לבחינות מתוקשבות עתירות מדיה שהתקיימו בעבר.
5	שידורי כימיה מוקלטים	שידורי 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 אנרגיה 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, סטויכיומטריה, אנרגיה.
8	פטל כימיה	פטל כימיה היא סביבה שפותחה במטרה להנגיש למורי הכימיה בתיכון כלים ליישום הוראה ולמידה מותאמת אישית (השימוש בפטל מחייב הרשמה - הרישום חינם).
קבוצת הכימיה בפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון		
9	בריחת המוחות - חדרי בריחה	שיעורי כימיה בסגנון חדרי בריחה: בריחת המוחות - חדרי בריחה. חדר בריחה מקורי המכניס את התלמידים לעולם הכימיה בדרך חווייתית.
10	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.
11	משימות אוריינות ל"מבוא לכימיה"	חוברת "חומרי עזר למורה - משימות אוריינות ל"מבוא לכימיה" בדגש על ידע אפיסטימולוגי, ד"ר אורית הרשקוביץ, ד"ר גבי שוורץ, ראש פרויקט - פרופ' יהודית דורי
המרכז הארצי למורי הכימיה		
12	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 איתורן של שגיאות אופייניות וקשיי למידה של תלמידים, ומציאת דרכים להתגבר עליהן.
13	חוברות סיכום ניתוח שאלות מבחינות הבגרות לפי נושאים	נושאי החוברות: מבנה וקישור, חמצון-חיזור, סטויכיומטריה, חומצות ובסיסים, אנרגיה. חוברות המשך בנושאים אלה.
14	שאלות תרגול בנושאי הלימוד	חוברות מאגרי שאלות תרגול בנושאי הלימוד
15	הרצאות בכנסים ארציים למורי הכימיה	הרצאות בנושאים שונים - מומלץ להיעזר בהרצאות של מומחים ומורים, שניתנו בכנסים ארציים למורי הכימיה.
16	פעילויות שפותחו בקהילות מורים	פעילויות בנושאי שונים בהוראת הכימיה שפותחו בקהילות מורי הכימיה.
17	הרצאות מתוקשבות	הרצאות מתוקשבות בכימיה ובתחומי מדע נוספים הניתנים על ידי מומחים בתחומים אלה.
18	פעילויות מתוקשבות בנושא מבנה וקישור	פעילויות מתוקשבות בנושא מבנה וקישור: מודלים ממוחשבים ולומדות.
19	על-כימיה	כתב העת למורי הכימיה, 40 גיליונות של כתב עת.
20	70 שנות כימיה	גיליון חגיגי לכבוד שנת ה-70 למדינה, גיליון מיוחד של "על-כימיה".
אתרים שונים		
21	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. 27.09.22
22	Campus IL	קורס "כימיה לעניין" באתר של קמפוס IL (השימוש בקורס מחייב הרשמה לקמפוס IL - הרישום חינם)
23	מצגות כימיה ברשת	מצגות כימיה ברשת בנושאי הוראת הכימיה, מכון דוידסון, הזרוע החינוכית של מכון ויצמן למדע