

## ערכה מותאמת אישית למשימה דיאגנוסטית יון "משותף" בערבוב תמיסות



במעבדה הכינו שתי תמיסות על ידי המסת שני חומרים יוניים קלי תמס במים.  
תמיסה I הוכנה על ידי המסה במים של אשלגן כלורי,  $KCl_{(s)}$ .  
תמיסה II הוכנה על ידי המסה במים של סידן כלורי,  $CaCl_{2(s)}$ .  
כל אחת משתי התמיסות הייתה בנפח 300 מ"ל ובריכוז 0.6M.

1. נסח כל אחד משני התהליכים המתרחש כאשר מכינים תמיסה מימית של כל אחד מהחומרים.

תמיסה I

---

תמיסה II

---

הכינו תמיסה חדשה על ידי ערבוב של שתי התמיסות I ו-II.

2. מהו הריכוז המולרי של יוני  $Cl^-_{(aq)}$  בתמיסה שהתקבלה? **פרט את חישוביך ונמק.**

---



---



---

3. ציין ב-√ כיצד התמודדת עם המשימה:

	1	2	3	4	5	
היה לי קשה						היה לי קל

### עבודה נעימה!

הערכה פותחה בקבוצת הכימיה בראשותה של פרופ' רון בלונדר במחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן, במסגרת מענק 246 של קרן טראמפ. מנהלת הפרויקט: שרה אקונס. צוות הפיתוח: נורית דקלו, ד"ר רות ולדמן, אסתי זמלר, ד"ר מרים כרמי, ד"ר רחל ממלוק-נעמן, אינאס עיסא, ד"ר דבורה קצביץ וד"ר שלי רפ.

© כל הזכויות שמורות לקבוצת הכימיה, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע



## תיאור המשימה

משימה זו מתייחסת להכנת תמיסות מימיות של תרכובות כלור, שהן חומרים יוניים. התלמידים נדרשים לנסח את התהליכים המתרחשים בהוספת כל אחת מתרכובות הכלוריד למים. כמו כן, התלמידים יחשבו את הריכוז הסופי של יוני  $\text{Cl}^-_{(aq)}$  אחרי ערבוב שתי התמיסות. התלמידים מתבקשים לפרט את החישובים ולנמק בקצרה. המשימה בודקת תפיסות שגויות אצל תלמידים בנושא חישובים בתמיסות עם יון "משותף" (יון זהה).

## מטרות המשימה

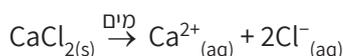
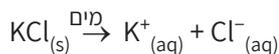
1. לחדד את נושא יחס היונים בנוסחה האמפירית של החומר בסריג היוני שנשמר בעת המסה.
2. לחדד את האבחנה בין נפח התמיסות המקוריות לנפח הכולל אחרי ערבוב נפחים של תמיסות.

## שילוב במהלך ההוראה

אפשר לשלב את המשימה בתום הוראת הנושא "סטויכומטריה", לאחר הוראת ריכוזים בתמיסות.

## הצעה לתשובות לשאלות המשימה הדיאגנוסטית

.א.



ב. מספר המולים של כל אחד מהחומרים הנמצאים ב-300 מ"ל של תמיסתו המימית:

$$0.6 \text{ mol/liter} \times 0.3 \text{ liter} = 0.18 \text{ mol}$$

אשלגן כלורי הוא חומר יוני.

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

בהמסה במים של 0.18 מול  $\text{KCl}_{(s)}$  מתקבלים 0.18 מול יוני  $\text{Cl}^-_{(aq)}$ .

סידן כלורי הוא חומר יוני.

בהמסה במים של 1 מול  $\text{CaCl}_{2(s)}$  מתקבלים 1 מול יוני  $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$  ו-2 מול יוני  $\text{Cl}^-_{(aq)}$ .

$$0.18 \text{ mol} \times 2 = 0.36 \text{ mol}$$

מספר המולים של יוני  $\text{Cl}^-_{(aq)}$  המתקבלים בהמסה במים של 0.18 מול  $\text{CaCl}_{2(s)}$ :

$$0.3 \text{ liter} + 0.3 \text{ liter} = 0.6 \text{ liter}$$

נפח התמיסה שהתקבלה לאחר הערבוב:

$$0.18 \text{ mol} + 0.36 \text{ mol} = 0.54 \text{ mol}$$

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

$$\frac{0.54 \text{ mol}}{0.6 \text{ liter}} = 0.9\text{M}$$

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

## תפיסות שגויות שעלולות להתגלות תוך כדי ביצוע המשימה

1. ריכוז היונים בתמיסה הוא לפי יחס 1:1 (ללא התחשבות ביחסים בין היונים בנוסחה האמפירית).
2. נפח התמיסה לאחר הערבוב שווה לנפח תמיסה מקורית (במקום סכום הנפחים של שתי התמיסות המקוריות).

ייתכן שאצל תלמידים מסוימים תתגלה תפיסה שגויה נוספת: המסה של חומרים יוניים זהה להמסה של חומרים מולקולריים. במקרה זה השתמשו בערכה "המסה מולקולרית" על מנת לטפל בתפיסה זו. הפעילות המתאימה היא "כימיה תיאטרלית - משחק תפקידים להמחשה של המסת חומר יוני ומולקולרי".

## התפיסות והביטוי שלהן בתשובת התלמיד

הביטוי של התפיסה השגויה בתשובת התלמיד	התפיסות השגויות
$(0.18 + 0.18) \text{ mol} / 0.6 \text{ liter} = 0.4\text{M}$	ריכוז היונים בתמיסה הוא לפי יחס 1:1 (ללא התחשבות ביחסים בין היונים בנוסחה האמפירית). <b>תפיסה שגויה 1</b>
$(0.18 + 0.36) \text{ mol} / 0.3 \text{ liter} = 1.8\text{M}$	נפח התמיסה לאחר הערבוב שווה לנפח התמיסה המקורית (במקום סכום הנפחים של שתי התמיסות המקוריות). <b>תפיסה שגויה 2</b>

**סוג פעילות:** פתרון שאלה בדף מודפס.

**אופן ביצוע פעילות:** אפשר לבצע את המשימה בכיתה או כתרגיל בית ובדיקה בכיתה.

**זמן משוער:** 10-15 דקות לביצוע המשימה הדיאגנוסטית; 2 שיעורים לכל היותר להפעלת הערכה.



## טיפול בתפיסה שגויה 1: ריכוז היונים בתמיסה הוא לפי יחס 1:1 (ללא התחשבות ביחסים בין היונים בנוסחה האמפירית)

בפעילות הבאה התלמידים יתייחסו לנוסחאות אמפיריות של חומרים יוניים ולתיאורים סכמתיים של תמיסות מימיות של החומרים המופיעים במשימה הדיאגנוסטית. הנוסחאות האמפיריות והתיאורים הסכמתיים יכוונו את התלמידים להתייחס ליחסים בין היונים בנוסחה האמפירית של החומר היוני ויקנו להם את ההבנה שכאשר החומר מתמוסס במים, יחסים אלו בין היונים מתקיימים גם בתמיסה.



פעילות לתלמידים

### דף עבודה

1. לפניכם נוסחאות החומרים היוניים:  $\text{KCl}_{(s)}$ ,  $\text{CaCl}_{2(s)}$ .

א. מהו היחס בין יוני  $\text{K}^+$  ו-  $\text{Cl}^-$  בחומר היוני  $\text{KCl}_{(s)}$ ? \_\_\_\_\_

ב. מהו היחס בין יוני  $\text{Ca}^{2+}$  ו-  $\text{Cl}^-$  בחומר היוני  $\text{CaCl}_{2(s)}$ ? \_\_\_\_\_

2. נסחו כל אחד משני התהליכים המתרחשים בהמסת החומר היוני במים.

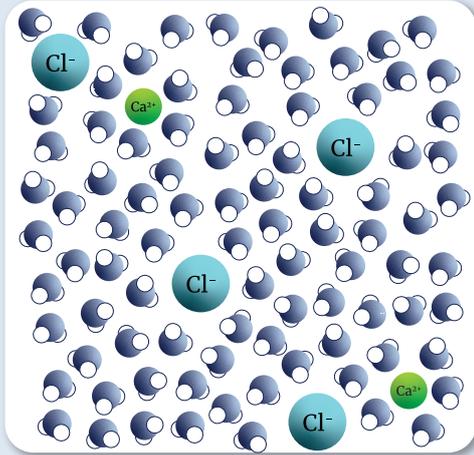
המסת  $KCl_{(s)}$  \_\_\_\_\_

המסת  $CaCl_{2(s)}$  \_\_\_\_\_

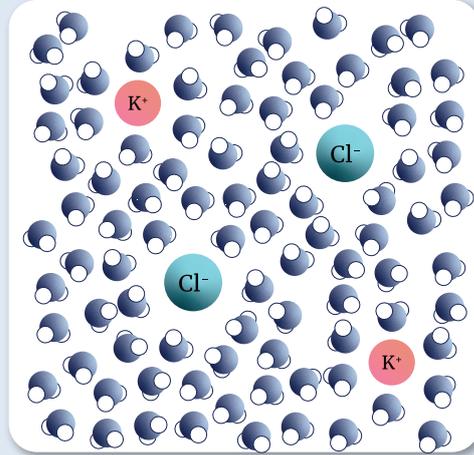
3. לפניכם תיאורים סכמתיים של שתי התמיסות המימיות של החומרים:  $KCl_{(s)}$ ,  $CaCl_{2(s)}$ . השלימו את המשפטים הבאים:

בתמיסת אשלגן כלורי - על כל יון  $K^+$  יש \_\_\_\_\_ יוני  $Cl^-$ .

בתמיסת סידן כלורי - על כל יון  $Ca^{2+}$  יש \_\_\_\_\_ יוני  $Cl^-$ .



תמיסה מימית של סידן כלורי



תמיסה מימית של אשלגן כלורי

4. השוו את תשובתכם בשאלה 3 לתשובותיכם בשאלות 1 ו-2. מה תוכלו להסיק בעבור אותו החומר לגבי היחס בין היונים בחומר המוצק לעומת היחס בין היונים בתמיסה? \_\_\_\_\_

5. נתונות התמיסות הבאות:

בעבור כל אחת מהתמיסות קבעו את מספר מול יוני  $Cl^-$  בתמיסה: 0.015 מול או 0.030 מול.

א. 50 מ"ל תמיסת  $NaCl$  בריכוז 0.3M \_\_\_\_\_

ב. 50 מ"ל תמיסת  $MgCl_2$  בריכוז 0.3M \_\_\_\_\_

ג. 30 מ"ל תמיסת  $BaCl_2$  בריכוז 0.5M \_\_\_\_\_

ד. 30 מ"ל תמיסת  $KCl$  בריכוז 0.5M \_\_\_\_\_

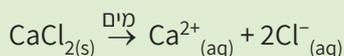
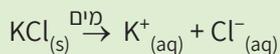


כרטיסיית המורה

### תשובות לשאלות 1-5:

1. ב-  $KCl_{(s)}$ , היחס בין היונים בחומר הוא 1:1. על כל יון  $K^+$  יון  $Cl^-$ .  
ב-  $CaCl_{2(s)}$ , היחס בין היונים בחומר הוא 2:1. על כל יון  $Ca^{2+}$  שני יוני  $Cl^-$ .

2. ניסוחים של תהליכי המסה במים:



3. בתמיסת אשלגן כלורי - על כל יון  $K^+_{(aq)}$  יש יון  $Cl^-_{(aq)}$ .

בתמיסת סידן כלורי - על כל יון  $Ca^{2+}_{(aq)}$  יש 2 יוני  $Cl^-_{(aq)}$ .

4. מסקנה: היחס בין היונים בחומר במצב מוצק **שווה** ליחס בין היונים בתמיסת החומר המומס במים.

5. מספר מול יוני  $Cl^-_{(aq)}$  בתמיסה:

א. 0.015

ב. 0.030

ג. 0.030

ד. 0.015

## טיפול בתפיסה שגויה 2: נפח התמיסה לאחר הערבוב שווה לנפח התמיסה המקורית (במקום סכום הנפחים של שתי התמיסות המקוריות)

הפעילות הבאה מורכבת משלושה חלקים.

בחלק הראשון תלמידים יערכו ניסוי לצורך הדגמת ערבוב תמיסות.

מטרת הניסוי היא לאפשר התנסות אישית של התלמידים בערבוב שתי תמיסות מימיות בעלות נפח שווה, האחת צבעונית והשנייה חסרת צבע. התלמידים ימדדו את הנפח הסופי וכן יתבוננו בצבע הסופי של התמיסה. המורה יכול לבחור בין ביצוע הניסוי על ידי התלמידים או התבוננות בניסוי מצולם כ"סיפור בתמונת".

בחלק השני של הפעילות התלמידים יקבלו תיאורים סכמתיים של כלים המכילים תמיסות מימיות של החומרים המופיעים במשימה הדיאגנוסטית. כמו כן, הם יקבלו תיאור סכמתי של כלי הקיבול לאחר הערבוב. התיאורים הסכמתיים ימחישו לתלמידים את ההבדל בין נפח כל אחת מהתמיסות המקוריות לבין הנפח הסופי המתקבל לאחר ערבוב שתי התמיסות. תיאורים אלה יבהירו לתלמידים שלאחר הערבוב, כל החלקיקים מהתמיסות המקוריות מפוזרים בנפח הכולל. אחרי שהתלמידים ייחשפו לתיאורים הסכמתיים של התמיסות בנפרד ואחרי הערבוב הם יפתרו שאלת חישוב מונחית.

בחלק השלישי של הפעילות התלמידים ישחקו את המשחק "3 ו-5 בסדרה חשבונית". מטרת המשחק לבסס את ההבנה שלאחר ערבוב התמיסות חלקיקי החומר מפוזרים בנפח הכולל.



### פעילות לתלמידים

#### חלק ראשון: ניסוי

#### הצעה 1 - ביצוע ניסוי

**חומרים וציוד:** 3 משורות בנפח 100 מ"ל; חצי כפית נחושת כלורית,  $CuCl_{2(s)}$ ; חצי כפית נתרן כלורי,  $NaCl_{(s)}$ ; מים מזוקקים; מקל ערבוב; טוש.

#### הנחיות לפעילות

#### חלק א

1. מזגו לכל אחת מ-2 המשורות 50 מ"ל מים.

2. ערבבו את נפח המים משתי המשורות לתוך משורה שלישית.

3. ענו: מהו הנפח הסופי של המים במשורה השלישית?

4. רוקנו את המשורות.

## חלק ב

### סמנו שלוש משורות של 100 מ"ל באותיות א-ג.

1. לתוך משורה א מזגו 50 מ"ל מים.
2. למים במשורה א הוסיפו חצי כפית של נחושת כלורית,  $\text{CuCl}_{2(s)}$ .
3. ערבבו במקל זכוכית.
4. ענו: מהם החלקיקים בתמיסה שבמשורה א? \_\_\_\_\_
5. לתוך משורה ב מזגו 50 מ"ל מים.
6. הוסיפו חצי כפית נתרן כלורי,  $\text{NaCl}_{(s)}$ .
7. ענו: מהם החלקיקים בתמיסה שבמשורה ב? \_\_\_\_\_
8. ערבבו במקל הזכוכית.
9. לתוך משורה ג מזגו את התמיסה ממשורה א ואת התמיסה ממשורה ב. ערבבו.
10. תארו את תצפיותיכם. \_\_\_\_\_
11. ענו: מהם החלקיקים בתמיסה שבמשורה ג? \_\_\_\_\_

### הצעה 2 - סיפור בתמונות (ללא ביצוע)

לפניכם תמונות המתארות ניסוי שבוצע במעבדה.

תמונה 1 התקבלה לאחר שמזגו 50 מ"ל מים למשורה א והמיסו חצי כפית נחושת כלורית,  $\text{CuCl}_{2(s)}$ . מזגו 50 מ"ל מים למשורה ב והמיסו חצי כפית נתרן כלורי,  $\text{NaCl}_{(s)}$ .

תמונה 2 התקבלה לאחר שמזגו את שתי התמיסות הנ"ל למשורה ג וערבבו.



תמונה 2



תמונה 1

מזגו 50 מ"ל מים למשורה א והמיסו 2 גרם נחושת כלורית,  $\text{CuCl}_{2(s)}$ . מזגו 50 מ"ל מים למשורה ב והמיסו 1 גרם נתרן כלורי,  $\text{NaCl}_{(s)}$ . התייחסו לתמונה 1 וענו:

1. מהם החלקיקים בתמיסה שבמשורה א? \_\_\_\_\_

2. מהם החלקיקים בתמיסה שבמשורה ב? \_\_\_\_\_

מזגו את שתי התמיסות הנ"ל למשורה ג וערבבו. התייחסו לתמונה 2 וענו:

3. תארו את תצפיותיכם. \_\_\_\_\_

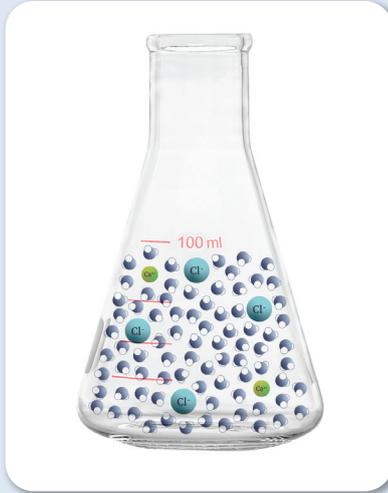
4. מהו הנפח הסופי של התמיסה במשורה ג? \_\_\_\_\_

5. מהם החלקיקים בתמיסה שבמשורה ג? \_\_\_\_\_

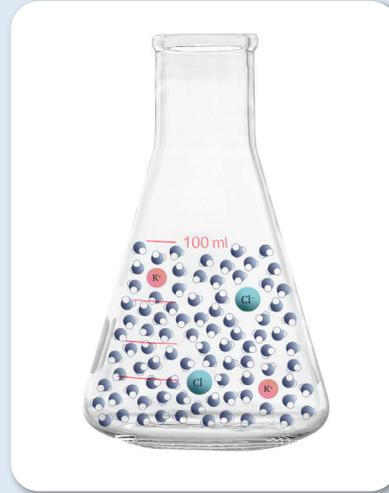
## חלק שני: דף עבודה

### ערבוב תמיסות מימיות של חומרים יוניים

לפניכם תיאורים סכמטיים של התמיסות המימיות של החומרים:  $\text{CaCl}_{2(aq)}$ ,  $\text{KCl}_{(aq)}$ .  
**שימו לב:** מספר החלקיקים בתיאורים הסכמטיים קטן בהרבה ממספר החלקיקים שיש בתמיסה בפועל.



איור 2: תמיסה מימית של  $\text{CaCl}_{2(aq)}$

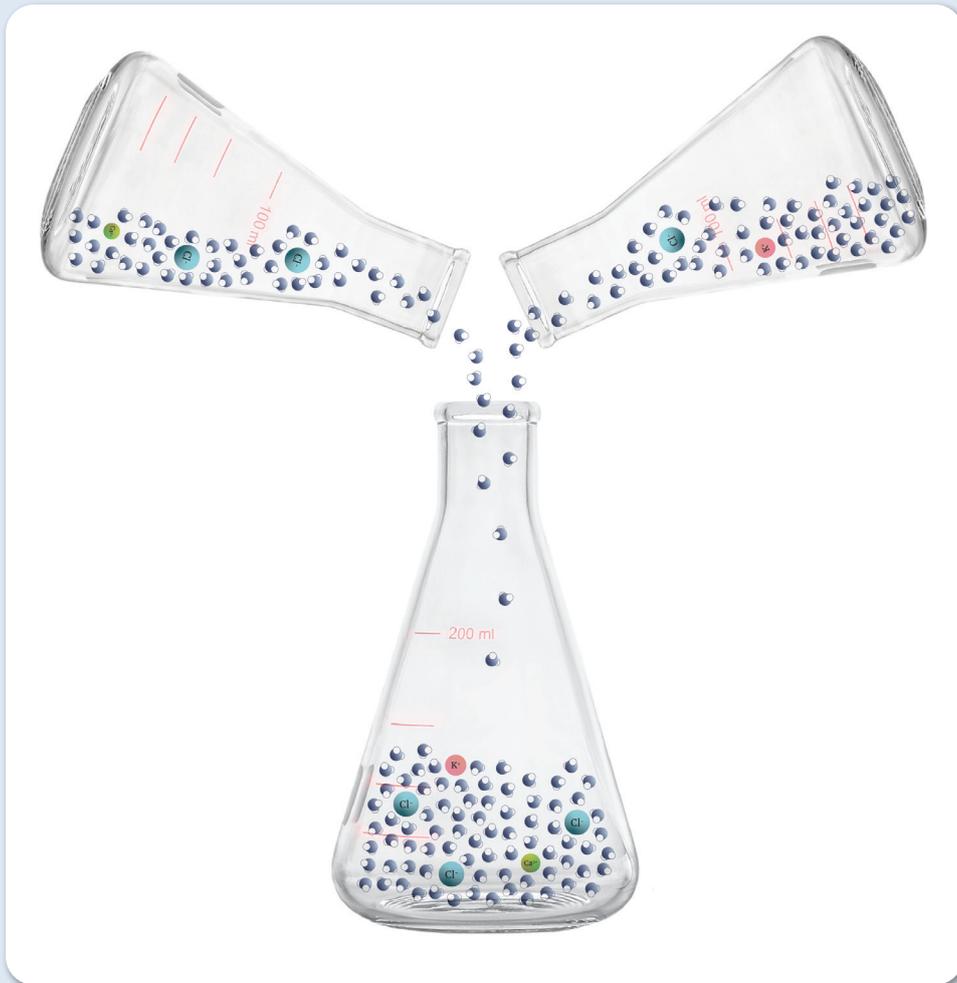


איור 1: תמיסה מימית של  $\text{KCl}_{(aq)}$

מערבבים את 2 התמיסות.  
איורים 3 ו-4 מתארים את המתרחש בעת ערבוב התמיסות.



איור 3



איור 4



איור 5: הכלי לאחר הערבוב

א. התייחסו לאיורים 1-5 וענו על השאלות הבאות:

1. מהו נפח כל אחת מהתמיסות המימיות המתוארות באיורים 1 ו-2?

2. פרטו כמה יונים מכל סוג מפוזרים בין מולקולות המים בכל אחת מהתמיסות.

ב. באיורים 3, 4 ו-5 מתואר המתרחש בעת ערבוב שתי התמיסות ובסיום הערבוב.

3. מהו נפח התמיסה המימית לאחר הערבוב (כמתואר באיור 5)?

4. פרטו כמה יונים מכל סוג מפוזרים בין מולקולות המים לאחר הערבוב בנפח הכולל?

5. הסיקו מסקנות ביחס ל:

נפח הכולל של התמיסה לאחר הערבוב.

מספר היונים בתמיסה לאחר הערבוב המפוזרים בנפח הכולל.

ג. נתונות התמיסות המימיות הבאות:

I. 100 מ"ל תמיסה מימית של  $\text{KCl}_{(aq)}$  בריכוז 1M

II. 100 מ"ל תמיסה מימית של  $\text{CaCl}_{2(aq)}$  בריכוז 1M

1. חשבו את מספר מול יוני  $\text{Cl}^-_{(aq)}$  בתמיסה I.

2. חשבו את מספר מול יוני  $\text{Cl}^-_{(aq)}$  בתמיסה II.

ערבבו את תמיסה I עם תמיסה II.

3. מהו הנפח הכולל של התמיסה לאחר הערבוב?

4. מהו מספר המולים הכולל של יוני  $\text{Cl}^-_{(aq)}$  בתמיסה לאחר הערבוב?

5. חשבו את ריכוז יוני  $\text{Cl}^-_{(aq)}$  בתמיסה לאחר הערבוב.

אפשר לסכם ולרשום תבנית לחישוב ריכוז יון "משותף" לאחר ערבוב שתי תמיסות:

$$C = \frac{n_1 + n_2}{V_1 + V_2}$$

C – ריכוז היון ה"משותף" לאחר הערבוב

$n_1, n_2$  – מספר מול יונים "משותפים" בכל אחת משתי התמיסות

$V_1, V_2$  – נפח כל אחת משתי התמיסות

אחרי שהתלמידים נחשפו לתיאורים הסכמתיים של התמיסות בנפרד ואחרי הערבוב, וכן פתרו את שאלת החישוב המונחית, הם ישחקו את המשחק "3 ו-5 בסדרה חשבונית". מטרת המשחק לתרגל ולבסס את ההבנה שלאחר ערבוב התמיסות חלקיקי החומר מפוזרים בנפח הכולל.

## חלק שלישי: משחק 3 ו-5 בסדרה חשבונית

### ערבוב תמיסות מימיות של חומרים יוניים

התחלקו לזוגות. המשחק מתחיל בזוגות וממשיך בקבוצה.

משחק זוגות:

לפניכם טבלה ובה "לוח תמיסות". "ערבבו" כל זוג תמיסות על פי המספור הרשום בטבלה (כמו בלוח הכפל).

חשבו את ריכוז ה"יין המשותף"  $\text{Cl}^-_{(aq)}$  לאחר הערבוב ורשמו בטבלה.

השלב הראשון של המשחק יסתיים כאשר תקבלו שורה, טור או אלכסון שבו ריכוזי ה"יין המשותף"  $\text{Cl}^-_{(aq)}$  בתמיסות אחרי הערבוב הם חלק מסדרה חשבונית (יש מספר אפשרויות). סדרה חשבונית היא סדרת מספרים שההפרש בין שני איברים עוקבים הוא קבוע.

משחק קבוצתי:

המשחק יסתיים כאשר אחד מהזוגות יקבל סדרה חשבונית בעלת 5 איברים (ריכוזים של ה"יין המשותף"  $\text{Cl}^-_{(aq)}$  בתמיסות) והוא הזוג המנצח (יש מספר אפשרויות). הסדרה בנויה מטורים ושורות ביחד.

הציגו לפני המורה את הטבלה שבה רשמתם את ריכוזי ה"יין המשותף"  $\text{Cl}^-_{(aq)}$  בתמיסות לאחר הערבוב.

נפח כל אחת מהתמיסות 100 מ"ל וריכוז כל אחת מהן 1M.

התמיסות	$\text{NaCl}_{(aq)}$	$\text{MgCl}_{2(aq)}$	$\text{AlCl}_{3(aq)}$
$\text{KCl}_{(aq)}$	1	2	3
$\text{CaCl}_{2(aq)}$	4	5	6
$\text{AlCl}_{3(aq)}$	7	8	9



### כרטיסיית המורה

סדרות אפשריות כפתרון למשחק (יש עוד אפשרויות):

התמיסות	$\text{NaCl}_{(aq)}$	$\text{MgCl}_{2(aq)}$	$\text{AlCl}_{3(aq)}$
$\text{KCl}_{(aq)}$	1 1.0M	2 1.5M	3 2.0M
$\text{CaCl}_{2(aq)}$	4 1.5M	5 2.0M	6 2.5M
$\text{AlCl}_{3(aq)}$	7 2.0M	8 2.5M	9 3.0M

9, 6, 3, 2, 1

9, 8, 7, 4, 1

9, 8, 5, 2, 1

בחלק זה יוצגו המלצות לפעילות אחת או יותר בעבור תלמידים שענו נכון על המשימה, במטרה לקדם ולהעצים אותם. לעיתים יתבקשו תלמידים אלו להציג את סיכום הפעילות שלהם בפני תלמידי הכיתה.



**פעילות לתלמידים**

**הצעה 1**

**משחק - חומרים יוניים ברמות**

במשחק 16 קלפים שבצד הקדמי שלהם מוצגות שאלות ברמות הבנה שונות בכימיה: מאקרו (כולל חישובים), מיקרו וסמל. בצד האחורי מוצגים התשובה והנימוק. מספר משתתפים: 2-3 תלמידים.

בכל סבב כל תלמיד מקבל קלף מהקופה, קורא בקול את השאלה ועונה (לעיתים יש לחשב, מה שמצריך זמן...). אחרי שהתלמיד ענה את התשובה ונימק או הציג את החישוב, על פי התור, בודקים (בצד האחורי) אם התשובה נכונה. השחקן קורא בקול את התשובה, כולל הנימוק או החישוב. אם התשובה נכונה, הקלף נשאר אצלו. אם התשובה שגויה, השחקן מחזיר את הקלף לתחתית הקלפים בקופה. המשחק מסתיים כאשר לאחד מהשחקנים יש שלושה קלפים העוסקים בחומרים שונים או ארבעה קלפים (לא משנה בכמה חומרים הם עוסקים).

**יש להצטייד בדף נייר, במחשבון ובכלי כתיבה לחישובים.**

דוגמאות לקלפי משחק "חומרים יוניים ברמות". כל הקלפים נמצאים בקובץ נלווה בגודל המתאים להדפסה.

**אחורי**

**קדמי**

**מאקרו** 

**כמה מנות אפשר?**

התשובה הנכונה היא 3 מנות

**חישוב**

מסה מולרית של נתרן כלורי:

$$M_{\text{NaCl}} = 23 + 35.5 = 58.5 \text{ g/mol}$$

מספר מול נתרן כלורי במנת מרק:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{3\text{g}}{58.5\text{g/mol}} \approx 0.05$$

מספר מול נתרן כלורי ב-2 ליטר מרק:

$$n = [\text{NaCl}] \cdot V = 0.1 \text{ mol/liter} \cdot 2 \text{ liter} = 0.2 \text{ mol}$$

מספר מנות:

$$\frac{0.2\text{mol}}{0.05\text{mol/מנה}} = 4 \text{ מנות}$$

**מאקרו** 

**כמה מנות אפשר?**

רופאים ממליצים על צריכה יומית מוגבלת של מלח בישול,  $\text{NaCl}_{(s)}$ .

קבוצת תלמידים הכינה בטיוול 2 ליטר מרק. ריכוז  $\text{NaCl}_{(aq)}$  במרק היה 0.1 M.

לכמה מנות יש לחלק את המרק כדי שכל מנה תכיל כ-3 גרם מלח (כמחצית מכמות המלח המרבית המומלצת ביום)?

1. 8 מנות
2. 6 מנות
3. 4 מנות
4. 2 מנות



## אחורי

סמל  $H_2O_{(l)}$

### ניסוח המסה של סידן כלורי במים

התשובה הנכונה היא 4

$$CaCl_{2(s)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} Ca^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)}$$

**נימוק**

סידן כלורי הוא חומר יוני. החומר מורכב מיוני  $Ca^{2+}$  ויוני  $Cl^{-}$  ביחס של 1:2. בעת ההמסה במים מולקולות המים מפרידות בין הקטיונים והאניונים שבסריג היוני ומקיפות את היונים כך שמתקבלים יונים ממוימים. היונים הממוימים נמצאים ביחס של 1:2.

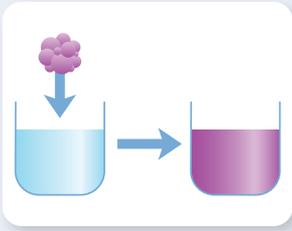
## קדמי

סמל  $H_2O_{(l)}$

### ניסוח המסה של סידן כלורי במים

איזה מבין הניסוחים הבאים מתאר את תהליך ההמסה של סידן כלורי,  $CaCl_{2(s)}$ , במים?

- $CaCl_{2(s)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} CaCl_{2(aq)}$
- $CaCl_{2(s)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} CaCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)}$
- $CaCl_{2(s)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} 2Ca^{2+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$
- $CaCl_{2(s)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} Ca^{2+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)}$



## הצעה 2

בפעילות הבאה התלמידים יתנסו בקריאת אנסין ומתן תשובות לשאלות העוסקות בחישובים. שאלות האנסין הן מתוך חוברת בנושא "סטוכיומטריה", מהאתר של המרכז הארצי למורי הכימיה. התלמידים יענו על השאלות מתוך שני האנסינים הבאים:



## פעילות לתלמידים

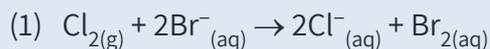
**שאלה 2, בגרות תש"ע 2010, שאלון 037303**

קרא את הקטע שלפניך, וענה על הסעיפים שאחריו.

### כדורים שחורים מגינים על מי השתייה

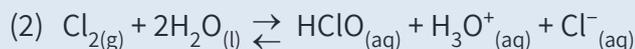
ביוני 2008 פוזרו 400,000 כדורי פלסטיק שחורים על פני מאגר מי השתייה איווהו (Ivanhoe) בלוס אנג'לס. התושבים חשבו שזאת פרסומת או מתיחה, אך התברר שפיזור הכדורים נועד למנוע היווצרות של יוני ברומט,  $BrO_{3(aq)}^{-}$ , המסוכנים לבריאות. בקיץ 2007 נמצאו במי המאגר יוני  $BrO_{3(aq)}^{-}$ , ולכן החליטה עיריית לוס אנג'לס לפעול למניעת היווצרות יונים אלה.

מי המאגר מכילים יוני ברום,  $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$ , שאינם מסוכנים לאדם. במטרה לחטא את מי השתייה, מוסיפים למאגר כלור,  $\text{Cl}_{2(\text{g})}$ . הכלור מגיב עם יוני ברום על פי תגובה (1):



בתגובה נוצר ברום,  $\text{Br}_{2(\text{aq})}$ . בריכוזים נמוכים הברום אינו מסוכן לבריאות, ואף יש בו תועלת – הוא מחטא את המים ביעילות גבוהה מזו של כלור.

כלור וברום מגיבים עם המים על פי תגובות (2) ו-(3):



התרכובות  $\text{HClO}_{(\text{aq})}$  ו- $\text{HBrO}_{(\text{aq})}$  שנוצרות בתגובות הן החומרים הפעילים בחיטוי המים. בהשפעת קרינת השמש מתרחשות תגובות נוספות במי המאגר. בתגובות אלה נוצרים היונים המסוכנים  $\text{BrO}^-_{3(\text{aq})}$ . המדענים הציעו להגן על מי המאגר מפני קרינת השמש בעזרת כדורי פלסטיק שחורים. כך נמצא פתרון פשוט וזול להגנה על מי השתייה. מעובד על פי:

Francisco Vara-Orta, "DWP drops 400,000 balls onto Ivanhoe Reservoir",

Los Angeles Times, June 10, 2008, <http://articles.latimes.com/2008/jun/10/local/me-balls10>

ענה על הסעיפים הבאים:

נפח מי השתייה במאגר איווהו (Ivanhoe) הוא 220,000,000 ליטר.

החוקרים מעריכים שאם לא היו מוסיפים כלור, היו מי המאגר מכילים 220 מול יוני  $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$ .

א. מה היה הריכוז המולרי של יוני  $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$  שבמי המאגר אם לא היו מוסיפים כלור? פרט את חישוביך.

ב. מהי המסה של כלור,  $\text{Cl}_{2(\text{g})}$ , הדרושה לתגובה עם כל יוני הברום,  $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$ , שבמי המאגר? פרט את חישוביך.



### כרטיסיית המורה

#### תשובה לשאלה 2 מתוך שאלת בגרות תש"ע

א. הריכוז המולרי של יוני הברום:

$$\frac{220 \text{ מול}}{220,000,000} = 0.000001 = 10^{-6} \text{ M}$$

ב. המסה של כלור הדרושה לתגובה היא 7810 גרם.

החישוב:

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

ומכאן שמספר המולים של  $\text{Cl}_{2(\text{g})}$  הדרוש לתגובה:

המסה המולרית של  $\text{Cl}_{2(\text{g})}$  היא 71 גרם למול.

לכן, המסה של  $\text{Cl}_{2(\text{g})}$  הדרושה לתגובה:

$$\frac{220 \text{ מול}}{2} = 110 \text{ מול}$$

$$110 \times 71 = 7810 \text{ גרם}$$

## שאלה 2, בגרות תשע"א 2011, שאלון 037303

קרא את הקטע שלפניך, וענה על הסעיפים שאחריו.

### חלבונים בכותרות



שנת 2011 הוכרזה כשנת הכימיה הבין-לאומית. לכבוד שנה זו הוחלט להנפיק שני בולים חדשים המנציחים הישגים של שלושה מדענים ישראלים שזכו בעשור האחרון בפרס נובל בכימיה.

הפרופסורים אברהם הרשקו ואהרון צ'חנובר מהטכניון זכו בפרס נובל ב-2004 על גילוי המנגנון האחראי לפירוק חלבונים פגומים בתא חי.

הפירוק נעשה בעזרת החלבון אוביקוויטין (Ubiquitin) הנקשר לחלבון הפגום. החלבון הפגום עובר הידרוליזה ומתפרק לפפטידים שהמולקולות שלהם קטנות יחסית. הפפטידים מופרשים מהתא.



פרופסור עדה יונת ממכון ויצמן זכתה בפרס נובל בשנת 2009 על חקר המבנה והתפקוד של הריבוזום - גופיף מיוחד שבו נוצרים החלבונים בתא החי.

פענוח המבנה התאפשר לאחר שפרופסור יונת פיתחה שיטה לגיבוש הריבוזום.

יש שיטות שונות לגיבוש חומרים. אחת מהן היא גיבוש מתוך תמיסה.

לשיטה זו שני שלבים:

בשלב הראשון ממסים את החומר בממס מתאים. בשלב השני מאדים את הממס באיטיות והממס מתגבש.

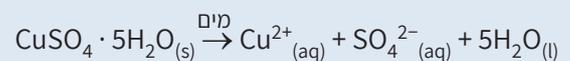
מעובד על פי:

<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2004/press-release/>

<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2009/press-release/>

ענה על הסעיפים הבאים:

א. החומר נחושט גופרתית חמש הידרט,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ , מכיל יונים ומולקולות מים. במעבדה נערך ניסוי שבו גיבשו  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(s)}$  מתמיסה מימית. בשלב ראשון המיסו 90 גרם אבקת  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(s)}$  במים. נפח התמיסה שהתקבלה היה 200 מיליליטר. לפניך ניסוח תהליך ההמסה של המוצק:

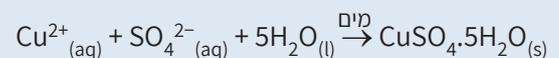


מהו הריכוז הכולל של כל היונים בתמיסה שהתקבלה? פרט את חישוביך.

נתון: המסה המולרית של המוצק היא 249.5 גרם למול.

ב. לאחר שבוע התאדה חלק מהמים ונוצר גביש גדול.

לפניך ניסוח התהליך המתאר את קבלת הגביש של  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ :



הגביש הוצא מהתמיסה, ובתמיסה נותרו, בין היתר, 0.06 מול יוני  $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ .

קבע בעבור ההיגד שלפניך אם הוא נכון או לא נכון, ונמק: מסת הגביש שהוצא היא 15 גרם.



## תשובה לשאלה 2 מתוך בגרות תשע"א

התשובה:

א. הריכוז הכולל של היונים בתמיסה הוא 3.6M.

החישוב:

$$\frac{90 \text{ gr}}{249.5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.36 \text{ mol}$$

מספר המולים של המוצק שהוכנס למים:

יחס בין מספר המולים של המוצק  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(s)}$  ובין מספר המולים של יוני  $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$

ולבין מספר המולים של יוני  $\text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$  הוא 1:1:1.

לכן מספר המולים של יוני  $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$  בתמיסה הוא 0.36 mol, ומספר המולים של יוני  $\text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$  בתמיסה הוא 0.36 mol.

מספר המולים הכולל של כל היונים ב-200 מיליטר תמיסה:

$$0.36 \text{ mol} + 0.36 \text{ mol} = 0.72 \text{ mol}$$

הריכוז הכולל של כל היונים בתמיסה:

$$\frac{0.72 \text{ mol}}{0.2 \text{ liter}} = 3.6 \text{ M}$$

ב. ההיגד אינו נכון.

החישוב:

מספר המולים של יוני  $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$  בתמיסה, לפני אידוי המים, היה 0.36 mol.

מספר המולים של יוני  $\text{Cu}^{2+}$  הגביש שהוצא:

$$0.36 \text{ mol} - 0.06 \text{ mol} = 0.3 \text{ mol}$$

יחס המולים בין מספר המולים של יוני  $\text{Cu}^{2+}$  ובין מספר המולים של החומר  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(s)}$  הוא 1:1,

לכן מספר המולים של החומר שהתגבש הוא 0.3 mol.

מסת הגביש שהוצא:

$$249.5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 0.3 \text{ mol} = 74.85 \text{ gr}$$

לאחר שכל התלמידים פעלו על פי הנחיות המורה וביצעו את הפעילות המומלצת, המורה יעביר את פעילות ההערכה כעבודה עצמית. מומלץ להעבירה 4-7 ימים אחרי הפעלת הערכה. מטרת הפעילות לבדוק ולהעריך את מידת הצלחת הטיפול בתפיסות השגויות של התלמידים.

1. במעבדה הכינו שתי תמיסות מימיות, I ו-II, בנפח שווה של 200 מ"ל. הריכוז המולרי של כל תמיסה היה 0.3M.

תמיסה I הוכנה על ידי המסה במים של נתרן ברומי,  $\text{NaBr}_{(s)}$ .

תמיסה II הוכנה על ידי המסה במים של אלומיניום ברומי,  $\text{AlBr}_{3(s)}$ .

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

א. נסח כל אחד משני התהליכים המתרחשים כאשר מכינים תמיסה מימית של כל אחד מהחומרים.

---



---

הכינו תמיסה חדשה על ידי ערבוב של שתי התמיסות I ו-II.

ב. מהו הריכוז המולרי של יוני  $\text{Br}^-_{(aq)}$  בתמיסה שהתקבלה? פרט את חישוביך ונמק.

---



---

2. ציין ב-√ כיצד התמודדת עם המשימה:

	1	2	3	4	5	
היה לי קשה						היה לי קל

### עבודה נעימה!