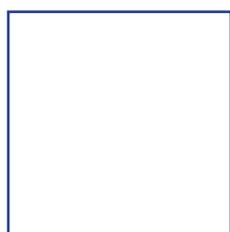


## ערכה מותאמת אישית למשימה דיאגנוסטית מבנה וקישור - שינויים במצב צבירה של חומר מולקולרי



1. השאלה עוסקת בחומר יוד, הבנוי ממולקולות דו-אטומיות I<sub>2</sub>.  
הצג כל אטום ו ככדור

ומודל של יוד במצב גז



ומודל של יוד במצב מוצק

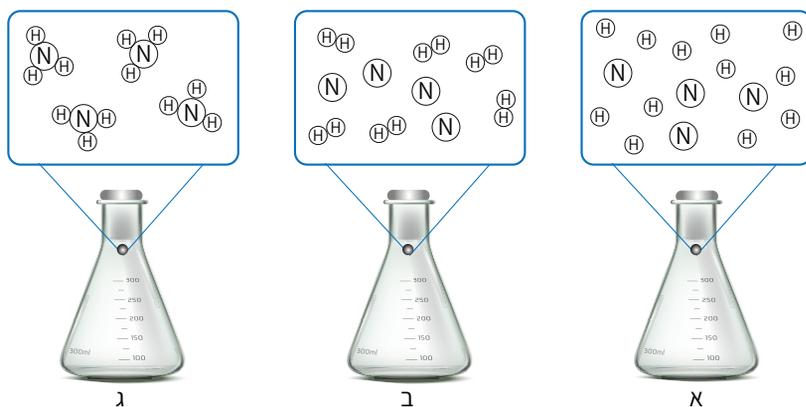


ציור:

2. כאשר החומר פורמלין נוזלי, CH<sub>2</sub>O<sub>(l)</sub>, רותח, נוצרות בועות. מהו הרכב הבועות?

- א. אטומים של פחמן, C; מולקולות מימן, H<sub>2</sub>; ואטומי חמצן, O.  
ב. אטומים של פחמן, C; מימן, H; וחמצן, O.  
ג. מולקולות פורמלין, CH<sub>2</sub>O.  
ד. אוויר.  
ה. אין כלום בבועות.

3. איזה מבין המודלים הבאים מייצג את החומר NH<sub>3(g)</sub> ברמת המיקרו?



4. ציין ב-√ כיצד התמודדת עם המשימה:

	1	2	3	4	5	
היה לי קשה						היה לי קל

### עבודה נעימה!

הערכה פותחה במסגרת קורס עבודת הגמר לתואר שני בתוכנית רוטשילד-ויצמן על ידי: אבו חליפה איסלאם, בטר שרון, זועבי מייסא, עודאני איילת, ריינין אירנה, תקרורי נאדיה, בהנחיית פרופ' רון בלונדר.

הערכה עובדה 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.

## תיאור המשימה

משימה זו מורכבת מכמה שאלות. על התלמיד לענות על השאלות תוך כדי בחירת התשובה הנכונה בשאלות הסגורות. כמו כן, בשאלה הראשונה על התלמיד לצייר את תשובתו. המשימה קצרה, אך מקיפה את התפיסות השגויות הנפוצות בקרב תלמידים בנושא מצבי צבירה והמעבר ביניהם.

## שילוב במהלך ההוראה

אפשר לשלב את המשימה במהלך הפרק "מבנה וקישור - סוגי קשרים וחומרים", בנושא "חומרים מולקולריים".

## תפיסות שגויות העולות להתגלות תוך כדי ביצוע המשימה

1. חומר שמצב הצבירה שלו משתנה מנוזל לגז, המולקולות שלו מתפרקות לאטומים בודדים.
2. חומר שמצב הצבירה שלו משתנה מנוזל לגז נעלם (אינו קיים עוד).
3. הגז הוא אוויר.
4. במצב צבירה גזי החומר הופך להיות יסוד.

## מיפוי התשובות למשימה הדיאגנוסטית לפי התפיסות השגויות

מס' שאלה	שאלה	התפיסות השגויות
1	השאלה עוסקת בחומר יוד, הבנוי ממולקולות דו-אטומיות $I_2$ . הציגו כל אטום I ככדור.	חומר שמצב הצבירה שלו משתנה מנוזל לגז, המולקולות שלו מתפרקות לאטומים בודדים. <b>תפיסה שגויה 1</b> חומר שמצב הצבירה שלו משתנה מנוזל לגז נעלם. <b>תפיסה שגויה 2</b>
2	כאשר החומר פורמלין נוזלי, $CH_2O_{(l)}$ , רותח, נוצרות בועות. מהו הרכב הבועות?	חומר שמצב הצבירה שלו משתנה מנוזל לגז, המולקולות שלו מתפרקות לאטומים בודדים. <b>תפיסה שגויה 1</b> חומר שמצב הצבירה שלו משתנה מנוזל לגז נעלם (אינו קיים עוד). <b>תפיסה שגויה 2</b> הגז הנוצר בתהליך הרתיחה הוא אוויר. <b>תפיסה שגויה 3</b> במצב צבירה גזי החומר הופך להיות יסוד. <b>תפיסה שגויה 4</b>
3	איזה מבין המודלים הבאים מייצג את החומר $NH_3$ במצב גזי, $NH_{3(g)}$ , ברמת המיקרו?	חומר שמצב הצבירה שלו משתנה מנוזל לגז, המולקולות שלו מתפרקות לאטומים בודדים. <b>תפיסה שגויה 1</b> במצב צבירה גזי החומר הופך להיות יסוד. <b>תפיסה שגויה 4</b>

**סוג הפעילות:** פתרון שאלה בדף מודפס או בטופס גוגל.

**אופן ביצוע הפעילות:** אפשר לבצע את המשימה בכיתה או כתרגיל בית שייבדק בכיתה.

**זמן משוער:** הזמן הנדרש לביצוע המשימה הדיאגנוסטית הוא כעשרים דקות. לטיפול בתפיסות השגויות באמצעות הפעלת הערכה המותאמת אישית נדרשים כשני שיעורים.



**טיפול בתפיסה שגויה 1:** חומר שמצב הצבירה שלו משתנה מנוזל לגז, המולקולות שלו מתפרקות לאטומים בודדים.



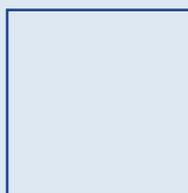
פעילות לתלמידים

דף עבודה ודין

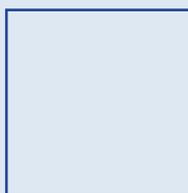
**אילו קשרים נשברים בחומר מולקולרי כאשר אנו עוברים בין מצבי הצבירה השונים?**

1. לפניכם 3 ריבועים ריקים. ציירו מודל מיקרוסקופי עבור שלושת מצבי הצבירה של החומר  $Br_2$ , כאשר כל אטום ברום מיוצג על ידי כדור  $\circ$ :

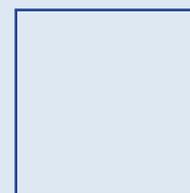
גז



נוזל



מוצק



2. סרקו את הקוד הבא או היכנסו לקישור אנימציה של מצבי הצבירה השונים של ברום. התבוננו במודל המוצג באנימציה. האם הוא תואם את מה שציירתם? אם לא, נסו להבין את השגיאה וציירו מחדש.



3. בעקבות מה שראיתם במודל, לפניכם שלוש תגובות, אך רק אחת מהן מתארת נכונה את של מתאנול,  $CH_3OH_{(l)}$ :



א. מהי התגובה הנכונה?

ב. הסבירו את התהליך ברמה מיקרוסקופית (ההסבר המיקרוסקופי צריך להתייחס לסוג החלקיקים, לסוג הקשרים ולסוג התנועה).

ג. הסבירו מה הטעות בכל אחת מהתגובות השגויות.

4. לפניכם הסבר שגוי להיגד נכון. ההיגד הנכון: בטמפרטורת החדר יוד ברומי הוא מוצק ואילו מימן ברומי הוא גז. ההסבר השגוי: זאת בשל ההבדל בחוזק הקשרים הקוולנטיים. הסבירו מדוע ההסבר שניתן שגוי ורשמו את ההסבר הנכון.

### לסיכום

5. דונו בקבוצה על מה שלמדתם והסקתם מהפעילות.
- מהו קשר קוולנטי?
  - מהם קשרי ואן דר ואלס?
  - מהו תהליך רתיחה?
  - אילו קשרים נשברים בתהליך הרתיחה, הקשרים התוך-מולקולריים או הקשרים הבין-מולקולריים?
  - רשמו בשפה כימית תהליך רתיחה לחומר מולקולרי שאתם מכירים מחיי היום-יום והסבירו את התהליך ברמה המיקרוסקופית.

## טיפול בתפיסה שגויה 2: חומר שמצב הצבירה שלו משתנה מנוזל לגז נעלם (אינו קיים עוד).



### פעילות לתלמידים

#### חלק א

1. בניית מודל של מולקולת אצטון

#### חומרים לתלמיד

פיסות של דבק דו-צדדי (1 ס"מ \* 1 ס"מ)

כדורי קלקר (4 גדולים, 6 קטנים)

טוש אדום וטוש שחור

#### משימה

**כל תלמיד** יבנה מולקולת אצטון באמצעות החומרים שקיבלתם מהמורה, על פי נוסחת המבנה שלפניכם:



2. ענו על השאלות הבאות

- איזה אטום מייצג כדור לבן קטן?
- איזה אטום מייצג כדור אדום בינוני?
- איזה אטום מייצג כדור שחור גדול?
- מהם ההבדלים בין המולקולה למודל (מגבלות המודל)?
- איזה רכיב במודל מייצג קשר קוולנטי?

## חלק ב

כלים וחומרים לקבוצה

כוס כימית גדולה

10-5 מודלים (מקל כדור) המתארים את מולקולת היוד ( $I_2$ )

### פעלו על פי ההנחיות וענו על השאלות הבאות

- שבו סביב השולחן כאשר כל תלמיד מחזיק ביד אחת את המודל שבנה [ובמרכז השולחן כוס כימית גדולה].
  - הכניסו את המודלים שנבנו לתוך הכוס הכימית והוציאו מתוכה את היד.
  - צלמו את התהליך שבו כל התלמידים מחזיקים בידיהם את המודלים שבנו ולאחר מכן מכניסים אותם לכוס הכימית.
3. מהו מצב הצבירה של החומר כשכל נציג מחזיק את המודל ביד אחת? \_\_\_\_\_
4. מהו מצב הצבירה של החומר כשהמודלים נמצאים בתוך הכוס? \_\_\_\_\_
5. איזה תהליך התרחש עם העברת המודלים מידי התלמידים לכוס (הקיפו את התשובה הנכונה): המראה / התכה / התאדות / רתיחה / התעבות / התמצקות.
- הוציאו מהכוס את המודלים של מולקולות האצטון וצלמו את הפעילות.
6. האם התהליך הפיך? נמקו. \_\_\_\_\_
7. האם החומר קיים במצב צבירה גזי? \_\_\_\_\_
- בכוס שלפניכם מודלים (מקל כדור) המתארים את מולקולת היוד ( $I_2$ ).
- סדרו את המודלים בשלושת מצבי הצבירה (גז, נוזל ומוצק). צלמו את המבנים שיצרתם ושלחו את התמונה למורה.

### טיפול בתפיסות שגויות 2 ו-3:

#### 2. חומר שמצב הצבירה שלו משתנה מנוזל לגז נעלם (אינו קיים עוד).

#### 3. הגז הוא אוויר.

בפעילות הבאה נעשה שימוש ביוז ולכן אנו ממליצים שהניסוי יתבצע בהדגמת מורה. במהלך ההדגמה ואחריה התלמידים יענו על השאלות המופיעות להלן.

הערות דידיקטית למורים:

1. בניסוי ההדגמה עם היוד במבחנה סגורה מתקבלת מערכת בשיווי משקל הכוללת מוצק וגז. שינוי הטמפרטורה מהווה הפרעה למערכת בשיווי משקל וגורם לשינוי ריכוז הגז במבחנה.
2. בפעילות משולב סרטון.
  - א. מטרת הצפייה בסרטון היא הבנה שאוויר הוא תערובת חומרים ולא חומר טהור, וכי התערובת מכילה חומרים שונים, כגון: חנקן,  $N_2(g)$ ; חמצן,  $O_2(g)$ ; פחמן דו-חמצני,  $CO_2(g)$  ועוד. בסרטון יש התייחסות למודלים של מולקולות בודדות כאל חומרים. יש להסב את תשומת ליבם של התלמידים לכך שההתייחסות בפועל היא לצבר של מולקולות.
  - ב. צבעי המולקולות של רכיבי האוויר בסרטון נועדו להבחין בין הרכיבים השונים באוויר. אין לצבעים אלו קשר לצבע הגז.

## הדגמת מורה

### ניסוי

כלים וחומרים:

מבחנה ריקה

מבחנה סגורה הרמטית ובה גרגירי יוד מוצקים

כוס כימית בנפח 500 מ"ל

מים רותחים

מים עם קרח



### פעילות לתלמידים

#### שאלות מלוות לניסוי

1. תארו ברמה המאקרוסקופית את תכולת המבחנה הריקה ואת תכולת המבחנה עם היוד.

המורה מכניס את המבחנה עם היוד לתוך ביקר עם מים רותחים.

2. התבוננו במתרחש ורשמו תצפיות (ערכו השוואה בין המבחנה עם היוד למבחנה הריקה).

3. תארו במילים וציירו את התהליך המתרחש במבחנה ברמה המיקרוסקופית.

4. נסחו בשפה כימית את התהליך המתרחש.

המורה מוציא את המבחנה מהמים ומעביר את המבחנה לכוס עם מי קרח.

5. התבוננו במתרחש ורשמו תצפיות.

6. תארו במילים וציירו את התהליך המתרחש במבחנה ברמה המיקרוסקופית.

7. נסחו בשפה כימית את התהליך המתרחש.

8. מה אפשר להסיק משני התהליכים שניסחתם?

9. התבוננו ב**בסרטון** והשלימו את הטבלה הבאה (היעזרו בחיפוש ברשת):

אוויר	הגז יוד	
		הרכב כימי (מאילו מולקולות הוא מורכב?)
		צבע
		רעילות
		מגע עם עמילן
		אילו קשרים כימיים קיימים?

10. בעקבות הניסוי והטבלה שמילאתם דונו בקבוצה על ההבדל שבין אוויר לגז יוד.

11. מים הופכים מנוזל לגז בטמפרטורה של 100 מעלות צלזיוס. האם במצב גזי מולקולות המים הופכות לאוויר? הסבירו את תשובתכם.

### טיפול בתפיסה שגויה 4: במצב צבירה גזי החומר הופך להיות יסוד.

בפעילות הבאה התלמידים ישחקו משחק רביעיית. הם יוכלו לראות בצורה ויזואלית כאשר תתקבל רביעייה.

36 קלפי המשחק שבעמוד הבא מצורפים בקובץ נילוה בגודל המומלץ להדפסה למטרת משחק. כמו כן יש קלף נוסף, עליו רשום שם המשחק: רביעיית מצבי צבירה ומצוינת הסיפורה 4. הוא משמש כגב הקלף. במידה ואתם מעוניינים בגב לקלפים הדפיסו אותו 36 עותקים.



פעילות לתלמידים

### משחק רביעות

כל רביעייה במשחק מכילה את הקלפים הבאים עבור כל חומר:

1. שם החומר
2. מצב צבירה נוזל של החומר
3. מצב צבירה גז של החומר
4. שימוש בחיי היום-יום

מטרת המשחק היא להשלים רביעיית.

כהכנה למשחק מחלקים לכל שחקן ארבעה קלפים וקובעים את סדר השחקנים.

מותר לדרוש רק קלף השייך לרביעייה שלשחקן עצמו יש לפחות נציג אחד שלה. כל שחקן בתורו דורש קלף אחד, ומותר לו לדרוש קלפים בזה אחר זה כל עוד לא נענה בשלילה (כתלות בגרסת המשחק המקורי). לשחקן אסור לשקר – אם דרשו ממנו קלף שיש לו, הוא חייב למסור את הקלף. שחקן שנענה בשלילה לוקח קלף מהקופה.

תלמיד שהרכיב רביעייה מניח אותה על השולחן.

כאשר לשחקן פחות מארבעה קלפים, עליו להשלים מהקופה שוב לארבעה.

המנצח הוא מי שהצליח להשלים את המספר הגדול ביותר של רביעיית.

$H_2O(l) \rightarrow$  $H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ מים מסייר שתייה	$H_2O(g)$  $H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ מים מסייר שתייה	$NH_3(l) \rightarrow$  $NH_{3(l)} \rightarrow NH_{3(g)}$ אמוניה דשן שימוש	$NH_3(g)$  $NH_{3(l)} \rightarrow NH_{3(g)}$ אמוניה דשן שימוש	$Cl_2(l) \rightarrow$  $Cl_{2(l)} \rightarrow Cl_{2(g)}$ כלור שימוש טיהור מי בריכות	$Cl_2(g)$  $Cl_{2(l)} \rightarrow Cl_{2(g)}$ כלור שימוש טיהור מי בריכות
<b>מים</b>  $H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ מים מסייר שתייה	<b>שימוש: שתייה</b>  $H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ מים מסייר שתייה	<b>אמוניה</b>  $NH_{3(l)} \rightarrow NH_{3(g)}$ אמוניה דשן שימוש	<b>שימוש: דשן</b>  $NH_{3(l)} \rightarrow NH_{3(g)}$ אמוניה דשן שימוש	<b>כלור</b>  $Cl_{2(l)} \rightarrow Cl_{2(g)}$ כלור שימוש טיהור מי בריכות	<b>שימוש: טיהור מי בריכות</b>  $Cl_{2(l)} \rightarrow Cl_{2(g)}$ כלור שימוש טיהור מי בריכות
$C_3H_6O(l) \rightarrow$  $C_3H_6O_{(l)} \rightarrow C_3H_6O_{(g)}$ אצטון מסייר לק	$C_3H_6O(g)$  $C_3H_6O_{(l)} \rightarrow C_3H_6O_{(g)}$ אצטון מסייר לק	$C_6H_8O_7(l) \rightarrow$  $C_6H_8O_7_{(l)} \rightarrow C_6H_8O_7_{(g)}$ חומצת לימון יקוי אבנית בקומקום	$C_6H_8O_7(g)$  $C_6H_8O_7_{(l)} \rightarrow C_6H_8O_7_{(g)}$ חומצת לימון יקוי אבנית בקומקום	$O_2(l) \rightarrow$  $O_{2(l)} \rightarrow O_{2(g)}$ חמצן נשימה	$O_2(g)$  $O_{2(l)} \rightarrow O_{2(g)}$ חמצן נשימה
<b>אצטון</b>  $C_3H_6O_{(l)} \rightarrow C_3H_6O_{(g)}$ אצטון מסייר לק	<b>שימוש: מסייר לק</b>  $C_3H_6O_{(l)} \rightarrow C_3H_6O_{(g)}$ אצטון מסייר לק	<b>חומצת לימון</b>  $C_6H_8O_7_{(l)} \rightarrow C_6H_8O_7_{(g)}$ חומצת לימון יקוי אבנית בקומקום	<b>שימוש: ניקוי אבנית בקומקום</b>  $C_6H_8O_7_{(l)} \rightarrow C_6H_8O_7_{(g)}$ חומצת לימון יקוי אבנית בקומקום	<b>חמצן</b>  $O_{2(l)} \rightarrow O_{2(g)}$ חמצן נשימה	<b>שימוש: נשימה</b>  $O_{2(l)} \rightarrow O_{2(g)}$ חמצן נשימה
$N_2(l) \rightarrow$  $N_{2(l)} \rightarrow N_{2(g)}$ חנקן יבולת	$N_2(g)$  $N_{2(l)} \rightarrow N_{2(g)}$ חנקן יבולת	$CO_2(l) \rightarrow$  $CO_{2(l)} \rightarrow CO_{2(g)}$ חומצת פחמן דו-חמצני מוגזים	$CO_2(g)$  $CO_{2(l)} \rightarrow CO_{2(g)}$ חומצת פחמן דו-חמצני מוגזים	$HCl(l) \rightarrow$  $HCl_{(l)} \rightarrow HCl_{(g)}$ חומצת הידרוכלורית	$HCl(g)$  $N_{2(l)} \rightarrow HCl_{(g)}$ חומצת הידרוכלורית
<b>חנקן</b>  $N_{2(l)} \rightarrow N_{2(g)}$ חנקן יבולת	<b>שימוש: הסרת יבולת</b>  $N_{2(l)} \rightarrow N_{2(g)}$ חנקן יבולת	<b>פחמן דו-חמצני</b>  $CO_{2(l)} \rightarrow CO_{2(g)}$ חומצת פחמן דו-חמצני מוגזים	<b>שימוש: הבועות במשקאות מוגזים</b>  $CO_{2(l)} \rightarrow CO_{2(g)}$ חומצת פחמן דו-חמצני מוגזים	<b>חומצה הידרוכלורית</b>  $HCl_{(l)} \rightarrow HCl_{(g)}$ חומצת הידרוכלורית	<b>שימוש: חידוקים בקיבה</b>  $N_{2(l)} \rightarrow HCl_{(g)}$ חומצת הידרוכלורית

**4**  
 רביעיות מצבי צבירה

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



### פעילות לתלמידים

#### פתיחה

ד"ר חיים ויצמן היה נשיאה הראשון של מדינת ישראל, ומכון ויצמן למדע קרוי על שמו.

ד"ר ויצמן המציא שיטה חדשה להפקת אצטון ( $C_3H_6O_{(l)}$ ) מתירס על ידי תסיסה של חיידקים, ועל בסיס המצאה זו הוקמה תעשיית חירום שסייעה למאמץ המלחמתי של בריטניה במלחמת העולם הראשונה, על רקע מחסור באצטון, ששימש רכיב חיוני בתהליך הפקת חומרי נפץ. המצאה זו חיזקה את יוקרתו של ויצמן בקרב המנהיגות הבריטית ואת קשריו עם אישים מרכזיים, ובהם שר החינוך דיוויד לויד ג'ורג' ושר הימייה וינסטון צ'רצ'יל. קשרים אלה סייעו לד"ר ויצמן בפעילותו הציונית. לאחר פרסום הצהרת בלפור (2.11.1917), שויצמן היה ממוביליה, עזב את עבודתו המדעית כמעט לחלוטין והתמסר לפעילות ציונית. אנו מכירים את האצטון כנוזל הנמכר בבתי המרקחת ובמרכולים ומשמש להסרת לק מן הציפורניים.

#### משימה

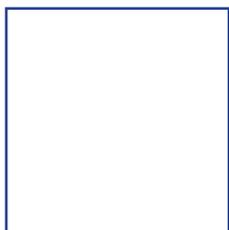
1. חקרו ברשת על אצטון כחומר מולקולרי.
2. חברו שאלון בקאהוט (Kahoot) המכיל 8 שאלות. הנושא: קשרים קוולנטיים וקשרים בין-מולקולריים. בשאלות צריכות להיות משולבות:
  - 2 שאלות העוסקות באצטון.
  - מילות המפתח הבאות: מולקולה, אטום, טמפרטורת היתוך, טמפרטורת רתיחה, מוצק, נוזל, גז.
  - תמונות של: איורי מודלים של מולקולות, קשר קוולנטי, קשרים בין-מולקולריים, אופני תנועה, אנרגיה וכולי.
  - הציגו בפני הכיתה את משחק הקאהוט.

**משימת הערכה**

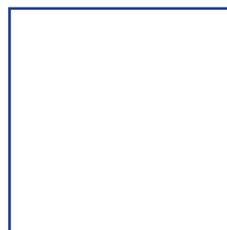
לאחר שכל התלמידים פעלו על פי הנחיות המורה וביצעו את הפעילות המומלצת יעביר המורה את משימת ההערכה כעבודה עצמית. מומלץ להעבירה 4-7 ימים אחרי הפעלת הערכה. מטרת המשימה לבדוק ולהעריך את מידת הצלחת הטיפול בתפיסות השגויות של התלמידים.

1. השאלה עוסקת בחומר כלור, הבנוי ממולקולות דו-אטומיות  $Cl_2$ .  
 הצג כל אטום Cl ככדור

ומודל של כלור במצב גז



ומודל של כלור במצב מוצק



צייר:

2. כאשר החומר אצטון נוזלי,  $C_3H_6O_{(l)}$ , רותח, נוצרות בועות. מהו הרכב הבועות?  
 א. אין כלום בבועות.

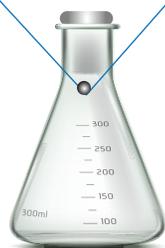
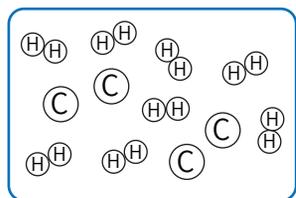
ב. אוויר.

ג. אטומים של פחמן, C; מולקולות מימן,  $H_2$ ; ומולקולות חמצן,  $O_2$ .

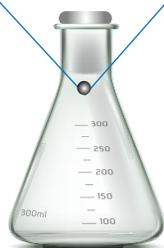
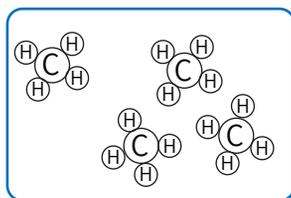
ד. אטומים של פחמן, C; מימן, H; וחמצן, O.

ה. מולקולות אצטון,  $C_3H_6O$ .

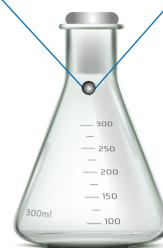
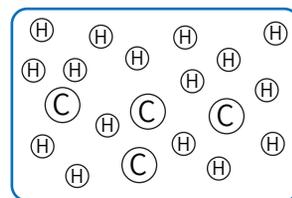
3. איזה מבין המודלים הבאים מייצג את החומר מתאן,  $CH_4(g)$ , ברמת המיקרו?



א



ב



ג

4. ציין ב-√ כיצד התמודדת עם המשימה:

	1	2	3	4	5	
היה לי קשה						היה לי קל

**עבודה נעימה!**