

## ערכה מותאמת אישית למשימה הדיאגנוסטית מבנה וקישור - מי גבוהה יותר?



1. באיזה מהחומרים הבאים טמפרטורת הרתיחה היא גבוהה יותר, כלור במצב נוזל,  $Cl_{2(l)}$ , או חנקן במצב נוזל,  $N_{2(l)}$ ?  
בחר בהיגד הנכון:

א. חנקן במצב נוזל, מכיוון שבמולקולות הכלור יש קשרים קוולנטיים יחידים ובמולקולות חנקן יש קשרים קוולנטיים משולשים. לפיכך, קשה לנתק את הקשרים הקוולנטיים המשולשים במולקולות החנקן לעומת הקשרים הקוולנטיים היחידים במולקולות הכלור.

ב. חנקן במצב נוזל, מכיוון שרדיוס אטום חנקן קטן מרדיוס אטום כלור. לפיכך, המרחקים בין האטומים במולקולות חנקן קטנים יותר והקשרים חזקים יותר מאשר בין מולקולות הכלור.

ג. כלור במצב נוזל, מכיוון שענן האלקטרונים במולקולת כלור גדול מענן האלקטרונים במולקולת חנקן. לפיכך, אינטראקציות ואן דר ואלס בין מולקולות הכלור חזקות יותר מאלה שבין מולקולות החנקן.

2. הסבר מדוע פסלת את ההיגדים האחרים.

---



---



---



---

3. ציין ב-√ כיצד התמודדת עם המשימה:

	1	2	3	4	5	
היה לי קל						היה לי קשה

### עבודה נעימה!

### תיאור המשימה

המשימה כוללת שתי שאלות העוסקות בגורמים המשפיעים על טמפרטורת רתיחה של חומרים מולקולריים. שאלה אחת כוללת היגדים שהתלמיד נדרש לציין אם הם נכונים או אינם נכונים, ובשאלה השנייה מתבקש התלמיד להסביר מדוע פסל חלק מן ההיגדים.

כדי להתמודד עם המשימה על התלמיד לדעת:

- א. את העובדה כי יש להשקיע אנרגיה כדי להוביל חומר לידי רתיחה.
  - ב. כי האנרגיה המושקעת כדי להוביל חומר לידי רתיחה באה לידי ביטוי בטמפרטורת הרתיחה.
  - ג. כי בתהליך הרתיחה של חומרים מולקולריים נשברות אינטראקציות בין-מולקולריות.
  - ד. כי חוזק האינטראקציות הבין-מולקולריות תלוי בסוגן ובחוזקן.
- מטרת המשימה: לחדד את ההבחנה בין קשרים בתוך המולקולות ובין אינטראקציות בין המולקולות.

### תפיסות שגויות וקשיים

1. חוזק הקשרים הקוולנטיים בתוך המולקולה משפיע על טמפרטורת הרתיחה.
2. קיים קושי בהבנת הגורמים המשפיעים על האינטראקציות הבין-מולקולריות (במשימה זו על אינטראקציות ואן דר ואלס).

### תשובות אפשריות של תלמידים והתפיסות השגויות המתאימות

תשובות שגויות אפשריות של תלמידים	תפיסות שגויות וקשיים
שאלה 1	א
	<p>חוזק הקשרים הקוולנטיים בתוך המולקולה משפיע על טמפרטורת הרתיחה.</p> <p><b>תפיסה שגויה (1)</b></p>
	ב
	<p>קיים קושי בהבנת הגורמים המשפיעים על האינטראקציות הבין-מולקולריות (במשימה זו על אינטראקציות ואן דר ואלס).</p> <p><b>קושי (2)</b></p>

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

**אופן ביצוע פעילות:** אפשר לבצע את המשימה בכיתה או כתרגיל בית ובדיקה בכיתה. אם התלמידים מבצעים את השאלה בטופס גוגל, המורה יכול להתייחס לשאלות שרוב התלמידים טעו בהן.

**מיקום ביצוע הפעילות:** בכיתה, בחדר מחשבים או בכיתה עם מקרן וטלפונים סלולריים.

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

**הערות דידקטיות מומלצות**

בחלקה הראשון של פעילות 1, התלמיד עובד ביישומון אשר מאפשר לו לצפות בקשרים הנשברים בתהליכי התכה ורתיחה של חומרים מולקולריים. הדגש הוא על סוג הקשרים שנשברים בתהליכים הנ"ל.

בחלק השני של פעילות 1, התלמיד מתעמת עם הנתונים של חוזק קשר קוולנטי וטמפרטורת רתיחה, על מנת שיראה שאין התאמה בין גדלים אלו. מכאן שחוזק הקשר הקוולנטי אינו גורם מנבא או משפיע על טמפרטורת הרתיחה של חומר מולקולרי. לשיקולו של המורה אם לתת את ההגדרות של אנרגיות קשר וטמפרטורת רתיחה כפי שהן מופיעות בפעילות או לבקש מהתלמידים להגדיר.

החלק השלישי של הפעילות נועד לארגון ידע ומסתמך גם על הנלמד בכיתה. חלק זה חוזר גם בסיומה של פעילות 2. מורה שמתכוון לתת לתלמידיו את שתי הפעילויות יבחר היכן לשלב את ארגון הידע. אנחנו ממליצים לשלבו אחרי פעילות 2.

**טיפול בתפיסה שגויה 1 - חוזק הקשרים הקוולנטיים בתוך המולקולה משפיע על טמפרטורת הרתיחה.**

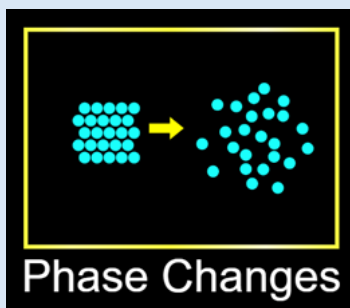


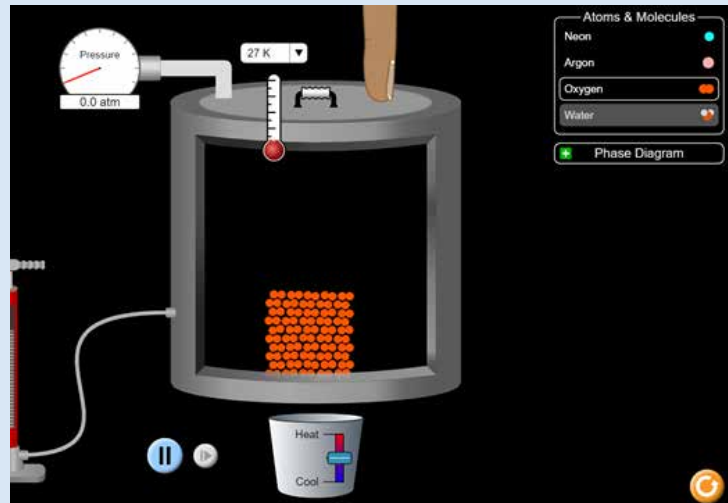
**פעילות לתלמידים**

**חלק ראשון - מעקב אחר אנימציה של שינויים במצב צבירה  
עבודה מתוקשבת - שינוי מצבי צבירה**

א. היכנסו ליישומון [מצבי צבירה](#)

ב. בחרו ב-





ד. תארו מה אתם רואים בתוך הכלי וכן מה אתם יכולים לדמיין שיש בכלי אף שאינכם רואים.

התייחסו לתיאור ברמה המאקרוסקופית.

התייחסו לתיאור ברמה המיקרוסקופית השתמשו לצורך תיאורכם במחסן המושגים הבא: אטומים, מולקולות, קשר קוולנטי, אינטראקציות וד"ו.

ה. תארו מה אתם רואים בתוך הכלי וכן מה שאתם יכולים לדמיין שיש בכלי אף שאינכם רואים. **כאשר אתם מעלים את הטמפרטורה**

**בכלי על ידי גרירת הסמן הכחול כלפי מעלה.**

התייחסו לתיאור ברמה המאקרוסקופית.

התייחסו לתיאור ברמה המיקרוסקופית השתמשו לצורך תיאורכם במחסן המושגים הבא: אטומים, מולקולות, קשר קוולנטי, אינטראקציות וד"ו.

ו. האם במהלך שינוי מצב הצבירה נשברו הקשרים הקוולנטיים? כן / לא.

ז. האם חוזקם של הקשרים הקוולנטיים עשוי להשפיע על נקודת הרתיחה של החומר? כן / לא.

ח. איזה גורם עשוי לדעתכם להשפיע על טמפרטורת הרתיחה?

## חלק שני - למידה מנתונים אנרגיות קשר וטמפרטורת רתיחה

בטבלה הבאה מובאים נתונים של אנרגיות קשר במולקולות של חומרים מולקולריים וטמפרטורת הרתיחה של חומרים אלה.

טמפרטורת הרתיחה של החומר K	אנרגיית הקשר kJ/Mol	החומר	
77	945	N <sub>2(g)</sub>	1
20	436	H <sub>2(g)</sub>	2
238	242	Cl <sub>2(g)</sub>	3

להזכרכם:

אנרגיית קשר היא האנרגיה הנדרשת לניתוק מול קשרים בחומר במצב גזי.

טמפרטורת רתיחה היא הטמפרטורה שבה חומר עובר ממצב צבירה נוזל למצב צבירה גז.

א. התייחסו לחומרים 1 ו-3.

למי מבין הקשרים במולקולות של החומרים הנ"ל אנרגיית קשר גבוהה יותר? \_\_\_\_\_  
לאיזה מהחומרים טמפרטורת רתיחה גבוהה יותר? \_\_\_\_\_  
מהו הגורם שמשפיע על השוני בטמפרטורת הרתיחה? \_\_\_\_\_

ב. התייחסו לחומרים 2 ו-3.

למי מבין הקשרים במולקולות של החומרים הנ"ל אנרגיית קשר גבוהה יותר? \_\_\_\_\_  
לאיזה מהחומרים טמפרטורת רתיחה גבוהה יותר? \_\_\_\_\_  
מהו הגורם שמשפיע על השוני בטמפרטורת הרתיחה? \_\_\_\_\_

ג. האם חוזק הקשר הקוולנטי משפיע על טמפרטורת הרתיחה? \_\_\_\_\_

**שימו לב! לעיתים, לחומר עם מולקולות בעלות אנרגיית קשר גבוהה יש טמפרטורת רתיחה גבוהה, אך אנרגיית הקשר הגבוהה אינה הסיבה לכך שטמפרטורת הרתיחה גבוהה.**

## חלק שלישי - ארגון ידע

ערכו השוואה בין קשר קוולנטי לבין אינטראקציות ואן דר ואלס. מדובר בחומרים מולקולריים בלבד. השלימו את טבלת השוואה על בסיס האנימציות ועל בסיס ידע קודם שרכשתם.

קריטריון להשוואה	קשר קוולנטי	אינטראקציות ואן דר ואלס
סוג החלקיקים המשתתפים בקשר		
הגורמים המשפיעים על חוזק הקשר	1. 2. 3.	1. 2. 3.
האם הקשר מתנתק ברתיחה של חומר?		
האם חוזק הקשר משפיע על טמפרטורת הרתיחה?		



### חלק ראשון - הבהרה לגבי הגורמים המשפיעים על חוזקם של אינטראקציות (קשרי) ואן דר ואלס.

צפו בסרטון המופיע [בקישור הבא](#)

ענו על השאלות הבאות (בחרו בתשובה הנכונה). שימו לב להערות השזורות לאורך הסרטון.

א. אילו קשרים יש בין האטומים פחמן, מימן וחמצן במולקולה של אתאנול?

1. קשרים מימניים

2. קשרים קוולנטיים

3. קשרים בין-מולקולריים

4. קשרים יוניים

ב. אילו סוגי קשרים בין-מולקולריים יש בין מולקולות של חומרים מולקולריים?

i. אינטראקציות ואן דר ואלס

ii. קשרי מימן

iii. קשרים קוולנטיים

vi. קשרים יוניים

v. קשרים מולקולריים

בחרו בצירוף התשובות המתאים:

1. v + i

2. iv + iii

3. iii + i

4. ii + i

ג. אילו קשרים ניתקים בתהליך הרתיחה של חומרים מולקולריים?

1. אינטראקציות ואן דר ואלס וקשרי מימן

2. קשרים קוולנטיים וקשרים יוניים

3. קשרים מולקולריים

4. קשרים תוך מולקולריים

ד. על סמך הסרטון והערות ההרחבה:

1. סכמו מהם הגורמים המשפיעים על חוזקם של אינטראקציות ואן דר ואלס.

2. לכל גורם שציינתם והסברתם הוסיפו דוגמה אשר ממחישה את השפעתו של גורם זה. ודאו שהדוגמה אינה מופיעה בסרטון.

## חלק שני - ארגון ידע

ערכו השוואה בין קשר קוולנטי לבין אינטראקציות ואן דר ואלס. מדובר בחומרים מולקולריים בלבד. השלימו את טבלת השוואה על בסיס הסרטון ועל בסיס ידע קודם שרכשתם.

אינטראקציות ואן דר ואלס	קשר קוולנטי	קריטריון להשוואה
		סוג החלקיקים המשתתפים בקשר
1.	1.	הגורמים המשפיעים על חוזק הקשר
2.	2.	
3.	3.	
		האם הקשר מתנתק ברתיחה של חומר?
		האם חוזק הקשר משפיע על טמפרטורת הרתיחה?

הכרטיסייה הבאה היא טבלת השוואה לארגון הידע בשתי הפעילויות המוצעות לעיל.



כרטיסיית המורה

### טבלת השוואה:

אינטראקציות ואן דר ואלס	קשר קוולנטי	קריטריונים להשוואה
מולקולות	אטומים	סוג החלקיקים המשתתפים בקשר
1. גודל הענן האלקטרוני 2. קוטביות המולקולות 3. שטח פנים (שטח מגע) של המולקולות	1. רדיוס האטומים המשתתפים בקשר 2. סדר הקשר 3. קוטביות הקשר	הגורמים המשפיעים על חוזק הקשר
מתנתק	אינו מתנתק	האם הקשר מתנתק ברתיחה של חומר?
משפיע	אינו משפיע	האם חוזק הקשר משפיע על טמפרטורת הרתיחה?



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

### צ'יפס כבקשתך

#### קראו את הקטע הבא ופעלו בהתאם להוראות

כדי להכין צ'יפס מחממים שמן דקות מספר, מניחים בתוכו רצועות תפוחי אדמה ומטגנים כמה דקות. במהלך טיגון הצ'יפס אפשר להבחין בכמה תצפיות:

כאשר רצועות תפוחי האדמה באות במגע עם השמן, אפשר להבחין בבועות סביב הרצועות ונשמעים קולות בעבוע חזקים; תופעות אלו נמשכות דקות ארוכות.

רצועות תפוחי האדמה מקבלות בהדרגה צבע חום, שהוא תוצר תגובה של העמילן, אחד מרכיבי תפוח האדמה.

#### פעילות יחידנית

אחת התצפיות היא הופעת בועות סביב רצועות תפוחי האדמה. הציעו פירוש לתצפית זו.

להלן שיחה שהתנהלה בין כמה תלמידים שהציעו פירושים להופעת הבועות:

**עדי:** הבועות הן בועות אוויר.

**בני:** מאין הגיע לכאן אוויר?

**עדי:** האוויר היה על פני רצועות תפוחי האדמה.

**בני:** לי נראה שהבועות נוצרו כתוצאה מהרתיחה של השמן.

**רונית:** למה דווקא השמן?

**בני:** השמן הוא חומר הידרופובי – לא קוטבי. הקשרים הבין-מולקולריים בין המולקולות שלו הם מסוג ואן דר ואלס, שהם קשרים חלשים, יחסית, ולכן הוא רותח ואנחנו צופים בבועות הנוצרות ברתיחה שלו.

**רונית:** אני דווקא חושבת שמדובר ברתיחה של מים.

**עדי:** מאיפה הגיעו לכאן מים?

**רונית:** תפוח האדמה מכיל בתוכו פרט לעמילן גם מים. בנוסף לכך, אם היה מדובר באוויר ספוח לתפוחי האדמה, הבעבוע היה נפסק, אבל הוא נמשך דקות ארוכות.

**בני:** לא יכול להיות שהמים הם אלו שרותחים, מכיוון שבין מולקולות המים יש קשרי מימן, שהם חזקים יותר מקשרי ואן דר ואלס, אז לדעתי אני צודק והשמן רותח ולא המים.

**רונית:** הבועות נוצרות כתוצאה מהרתיחה של המים שהם חלק מהרכב תפוחי האדמה. הטמפרטורה של השמן החם היא מעל טמפרטורת הרתיחה של המים, ולכן המים רותחים.

**בני:** יכול להיות שהקישור הבין-מולקולרי בין מולקולות השמן חזק יותר מזה של המים?

**רונית:** אם השמן הוא זה שרותח, מדוע הבועות הופיעו רק לאחר הכנסת תפוחי האדמה?



## פעילות קבוצתית

ערכו דיון בקבוצה ובמהלכו התייחסו לטענות והטיעונים של התלמידים המשתתפים בשיח. לאחר הדיון כתבו פירוש משלכם להופעתן של הבועות סביב רצועות תפוחי האדמה. מומלץ להיעזר בנתונים המופיעים להלן.

### נתונים רלבנטיים לגבי שמן ומים

טמפרטורת רתיחה של שמן משתנה משמן לשמן ונעה בין  $250^{\circ}\text{C}$  ל- $350^{\circ}\text{C}$ .

טמפרטורת רתיחה של מים היא  $100^{\circ}\text{C}$ .

### הרכב תפוחי האדמה

ל-100 גר' תפוחי אדמה:

19 גר' פחמימות

2 גר' חלבון

0.1 גר' שומנים

75 גר' מים

והשאר מינרלים וויטמינים.



## כרטיסיית המורה

### פרשנות לבועות:

עם הכנסת רצועות הצ'יפס לשמן מופיעות בועות שהן תוצר הרתיחה של מים. המים הם הרכיב העיקרי של תפוחי האדמה (75%).

טמפרטורת הרתיחה של המים נמוכה מזו של השמן (ראו בנתונים), למרות שבין מולקולות המים יש קשרי מימן ובין מולקולות השמן יש אינטראקציות ואן דר ואלס. הענן האלקטרוני הגדול יותר משמעותית של מולקולות השמן גורם לכך שאינטראקציות ואן דר ואלס חזקות יותר, ומכאן שנדרשת אנרגיה גבוהה יותר לניתוק הקשרים בין המולקולות, ולכן טמפרטורת הרתיחה של השמן גבוהה יותר.

לאחר שכל התלמידים פעלו על פי הנחיות המורה וביצעו את הפעילות המומלצת, המורה יעביר 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.

## מבנה וקישור - מי גבוהה יותר?

1. באיזה מהחומרים הבאים טמפרטורת הרתיחה היא גבוהה יותר, ברום במצב נוזל,  $Br_{2(l)}$ , או חמצן במצב נוזל,  $O_{2(l)}$ ?  
בחר בהיגד הנכון:

א. חמצן במצב נוזל, מכיוון שבמולקולות הברום יש קשרים קוולנטיים יחידים ובמולקולות חמצן יש קשרים קוולנטיים כפולים. לפיכך, קשה לנתק את הקשרים הקוולנטיים הכפולים במולקולות החמצן לעומת הקשרים הקוולנטיים היחידים במולקולות הברום.

ב. ברום במצב נוזל, מכיוון שענן האלקטרונים במולקולת ברום גדול יותר מענן האלקטרונים במולקולת חמצן. לפיכך, בין מולקולות הברום אינטראקציות ואן דר ואלס חזקות יותר מאלה שבין מולקולות החמצן.

ג. חמצן במצב נוזל, מכיוון שרדיוס אטום חמצן קטן מרדיוס אטום ברום. לפיכך, המרחקים בין האטומים במולקולות חמצן הם קטנים יותר והקשרים חזקים יותר.

2. הסבר מדוע פסלת את ההיגדים האחרים.

---



---



---



---

3. ציין ב-√ כיצד התמודדת עם המשימה:

	1	2	3	4	5	
היה לי קל						היה לי קשה

### עבודה נעימה!