



# אסון הברום

אוריינית בכימיה- מורי מוט"ל 2020

<https://chemcenter.weizmann.ac.il/?CategoryID=285&ArticleID=4746>

אתר מורי כימיה

איסוף, ארגון ועריכה - אילת כ"ץ

# מהו ברום?



## מהו ברום?

ברום הוא אחד היסודות החשובים ביותר לחיינו. ריכוזם של מלחי הברום בים המלח גבוה פי 200 מריכוזו בכל מקום אחר בעולם, מה שהופך אותו לאוצר טבע בישראל. אז מה כל כך מיוחד בברום ולמה הוא כה חיוני לחיינו?

הברום הוא יסוד כימי המצוי כמלחי ברומיד במי ים, בתמלחות תת-קרקעיות ובימות. ממלחי הברום המצויים במי ים המלח מפיקים את היסוד ברום. הברום הוא נוזל כהה אדום-חום, רעיל ובעל ריח חריף מאוד. הוא אינו דליק, ומגיב עם חומרים רבים למעט עופרת וזכוכית: מתכות, אלמתכות ותרכובות פחמן רבות. לברום יש מעט מאוד שימושים כיסוד. עיקר השימוש בו הוא לייצור תרכובות שונות, המשמשות להכנת מוצרים בעלי חשיבות בתחומים רבים בחיים.

כ-30% מכלל צריכת הברום הכללית בעולם מיוצרת ע"י חברת תרכובות ברום בע"מ, מה שהופך אותה ליצרנית הברום הגדולה ביותר בעולם. בבריכות האידוי שבאגן הדרומי בים המלח נוצרות תמלחות מרוכזות. מתמלחות אלה נוצרים יוני ברומייד וכלור, ובתהליך שנקרא "חמצון-חיזור" נוצר הברום הנוזלי במפעל הברום. משם מועבר הברום למתקנים לייצור תרכובות הברום.

מלחי ברום  
מומסים בים המלח



ברום  
מופק במפעל הברום בסדום



תרכובות ברום

מופקות במפעל תרכובות הברום  
באתר תעשייתי רמת חובב ובמפעלים אחרים בעולם

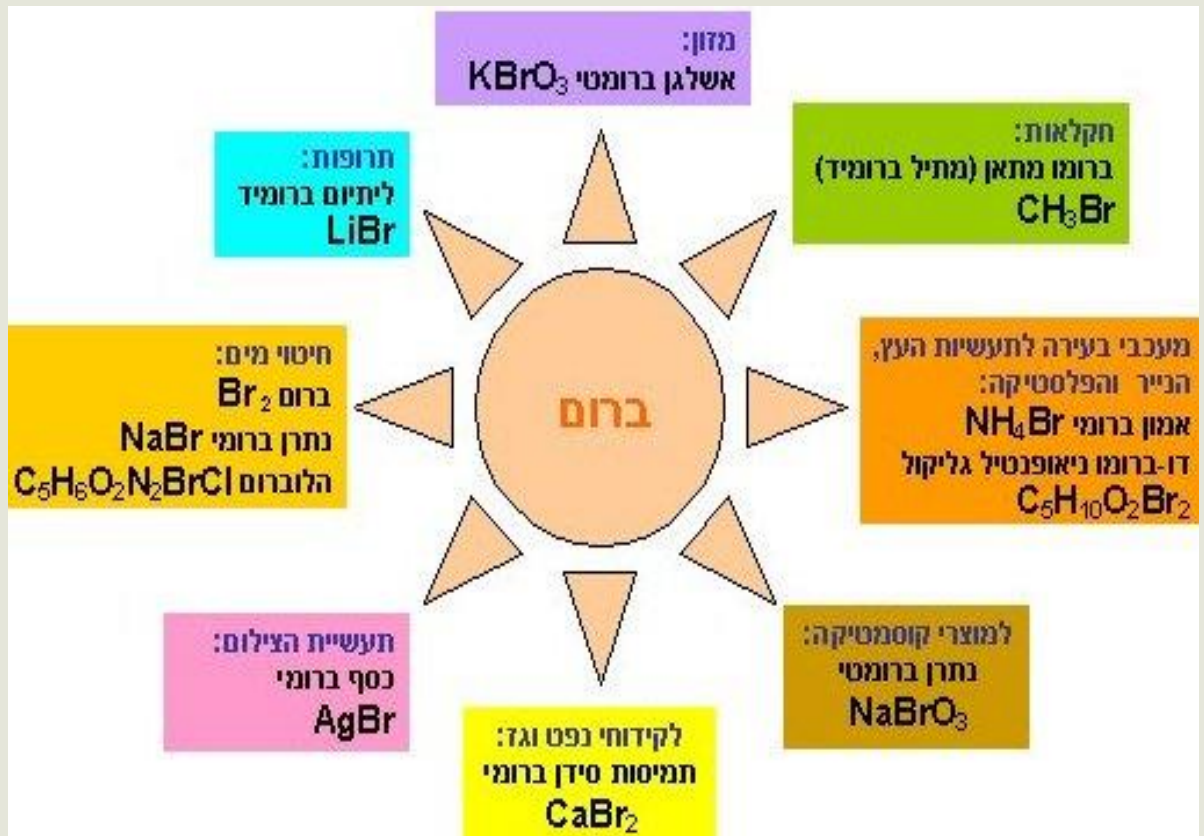
<http://deadseasite.net/?p=130>

מרכז המבקרים ים המלח

# שימושי הברום

## מתרכובות הברום מפיקים אינספור מוצרים

המשמשים הן לשימוש ישיר והן כחומרי ביניים לתעשיות המייצרות מבחר מוצרים לשימוש האדם. תרכובות הברום משמשות לתעשיית המזון, חומרים לטיפול במים, תעשיית העץ והנייר, מעכבי בעירה לתעשיות הפלסטיקה, תעשיית הקוסמטיקה, קידוחי נפט וגז, חומרי הדבר לחקלאות, מיזוג אוויר, תעשיית הצבעים, תעשייה כימית, תעשיית הצילום וצילומי רנטגן, תעשיית התרופות, תעשיית הטקסטיל וכן תעשיית כלי רכב (צמיגים) ותוספי דלק. הברום הוא מרכיב הכרחי כמעט בכל תחום בחיינו.



שאלו שאלות על כלי הרכב במוביל

איך מובילים ברום בעולם?



# אסון הברום – אוריינית מדעית בכימיה

בתאריך 5 במרץ, שנת 1983, על כביש הערבה, התהפכה משאית כבדה שנשאה בקבוקי זכוכית גדולים של **ברום נוזלי**. הטמפרטורה באותו יום היתה כ-  $26^{\circ}\text{C}$ . הנהג נהרג, חלק מהבקבוקים נשברו, **הברום התפזר באוויר למרחק רב**, והכביש נחסם לתנועה למשך שעות ארוכות. גם לאחר הטיפול במשאית ובמטען, היו אנשי היישובים בסביבה מודאגים: האם כמות הברום שהתפזרה עלולה לגרום נזק להם או ליבולים החקלאיים שלהם?

לפניכם כמה נתונים על היסוד ברום:

נוסחה כימית:  $\text{Br}_2$

משפחה: הלוגנים

מצב צבירה: נוזל (בטמפרטורת החדר)

צבע: חום אדמדם

טמפרטורת היתוך:  $-7^{\circ}\text{C}$

טמפרטורת רתיחה:  $59^{\circ}\text{C}$

דליקות: לא דליק

סיכון בריאותי: רעיל, פוגע ברקמות הגוף, גורם לכוויות וגירויים באף, בגרון,

בעור ובעיניים (אפילו בריכוז נמוך).

חומרים לניטרול השפעת הברום: תמיסת אמוניה או נתרן-פרסולפיט 10%.

תגובות אופייניות: פעיל מאוד – מגיב עם יסודות ותרכובות רבים.

שימושים: שימוש עיקרי – חומר גלם לייצור תרכובות ברום בתעשייה ובחקלאות.

שימוש משני – לחיטוי מים.

# מה ניתן ללמוד מכותרת האוריינית - אסון הברום?

שאלו שאלות לגבי הכותרת



## שאלה 1

### אילו מהמשפטים הבאים מסביר את התפשטות הברוס באוויר ביום הארוע המתואר בקטע?

- א- לברוס טמפרטורת היתוך נמוכה יחסית, ולכן בטמפרטורת הארוע הוא היה נוזל.
- ב- לברוס טמפרטורת רתיחה נמוכה יחסית, ולכן בטמפרטורת האירוע הוא התנדף (התאדה).
- ג- לחץ אוויר גבוה, שהיה באותו יום באזור הארוע, גרם לברוס להתנדף (להתאדות) במהירות.
- ד- כנראה שהיו רוחות חזקות שגרמו לברוס להתפזר במהירות באוויר.

# שאלה ותשובה - 1

## שאלה 1

**אילו מהמשפטים הבאים מסביר את התפשטות הברוס באוויר ביום הארוע המתואר בקטע?**

א- לברוס טמפרטורת היתוך נמוכה יחסית, ולכן בטמפרטורת הארוע הוא היה נוזל.

**ב- לברוס טמפרטורת רתיחה נמוכה יחסית, ולכן בטמפרטורת האירוע הוא התנדף (התאדה).**

ג- לחץ אוויר גבוה, שהיה באותו יום באזור הארוע, גרם לברוס להתנדף (להתאדות) במהירות.

**ד- כנראה שהיו רוחות חזקות שגרמו לברוס להתפזר במהירות באוויר.**



### שאלה 2

תארו (במילים) באמצעות המודל החלקיקי של החומר את התפשטות הברוס באוויר מרגע שבירת הבקבוקים.

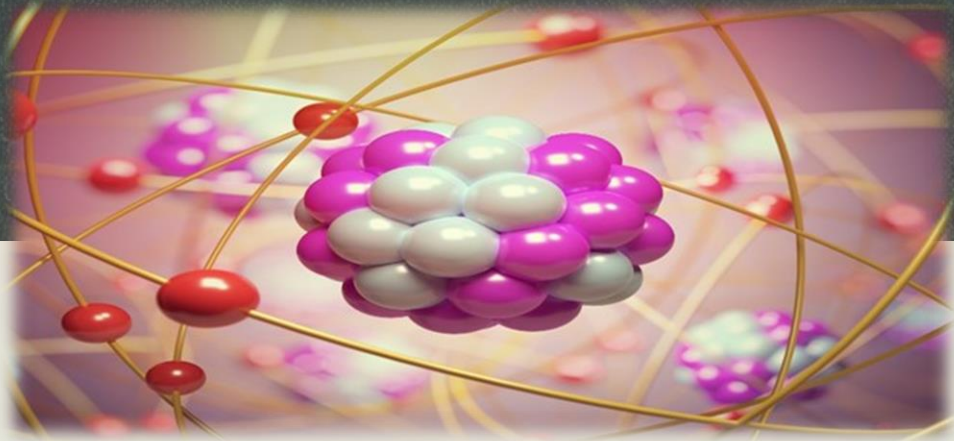
<https://www.youtube.com/watch?v=Lk3Q2RZ2hRM>

מודל חלקיקי

**מה צריך כדי לענות על השאלה? ידע של מדע – תכונות חומרים, גורמים המשפיעים על שינוי מצב צבירה, המבנה החלקיקי של החומר**

<http://igalalon.lms.schooly.co.il/mod/folder/view.php?id=435>

אתר מצגות



## מודל החלקיקים של החומר

**על פי מודל החלקיקים:**

א. כל חומר בנוי מחלקיקים זעירים .

ב. חלקיקי החומר נעים מעצמם כל הזמן.

ג. בין החלקיקים יש רווחים שבהם אין שום חומר(ריק).

**לכל חלקיק של חומר יש מסה ונפח.**

חלקיקים של אותו חומר זהים זה לזה במסתם ובנפחם.

חלקיקים של חומרים שונים נבדלים זה נזה בנפח ובמסה.

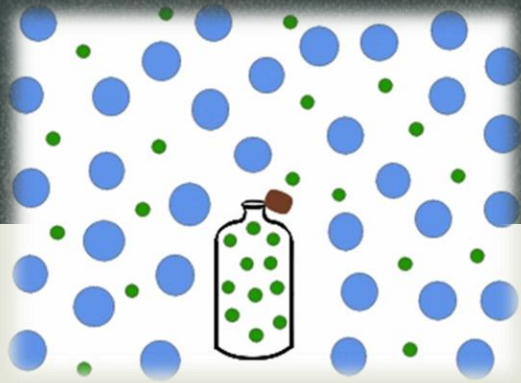
כאשר חומר משנה את מצב צבירתו חלקיקי החומר וכמותם אינם משתנים, אך....

**כאשר חומר משנה מצב צבירה משתנה:**

א. סידור החלקיקים ; ב. המרחק בין החלקיקים ; ג. כוחות המשיכה בין החלקיקים ; ד. מהירות תנועת

החלקיקים.

## תשובה לשאלה 2



**תשובה** – יש התייחסות לתהליך ההתנדפות וגם לתהליך הפעפוע.

לדוגמה: מולקולות הברום אינן נמשכות זו לזו בחוזקה, ולכן טמפרטורת הרתיחה נמוכה יחסית.

מולקולות הברום שעל פני הנוזל מתנתקות בקלות יחסית מפני הנוזל (התנדפות) ומפעפעות באוויר, וכך

הברום מתפזר באוויר.

או: טמפרטורת הרתיחה של הברום נמוכה יחסית. גם בטמפרטורה נמוכה מטמפרטורת הרתיחה

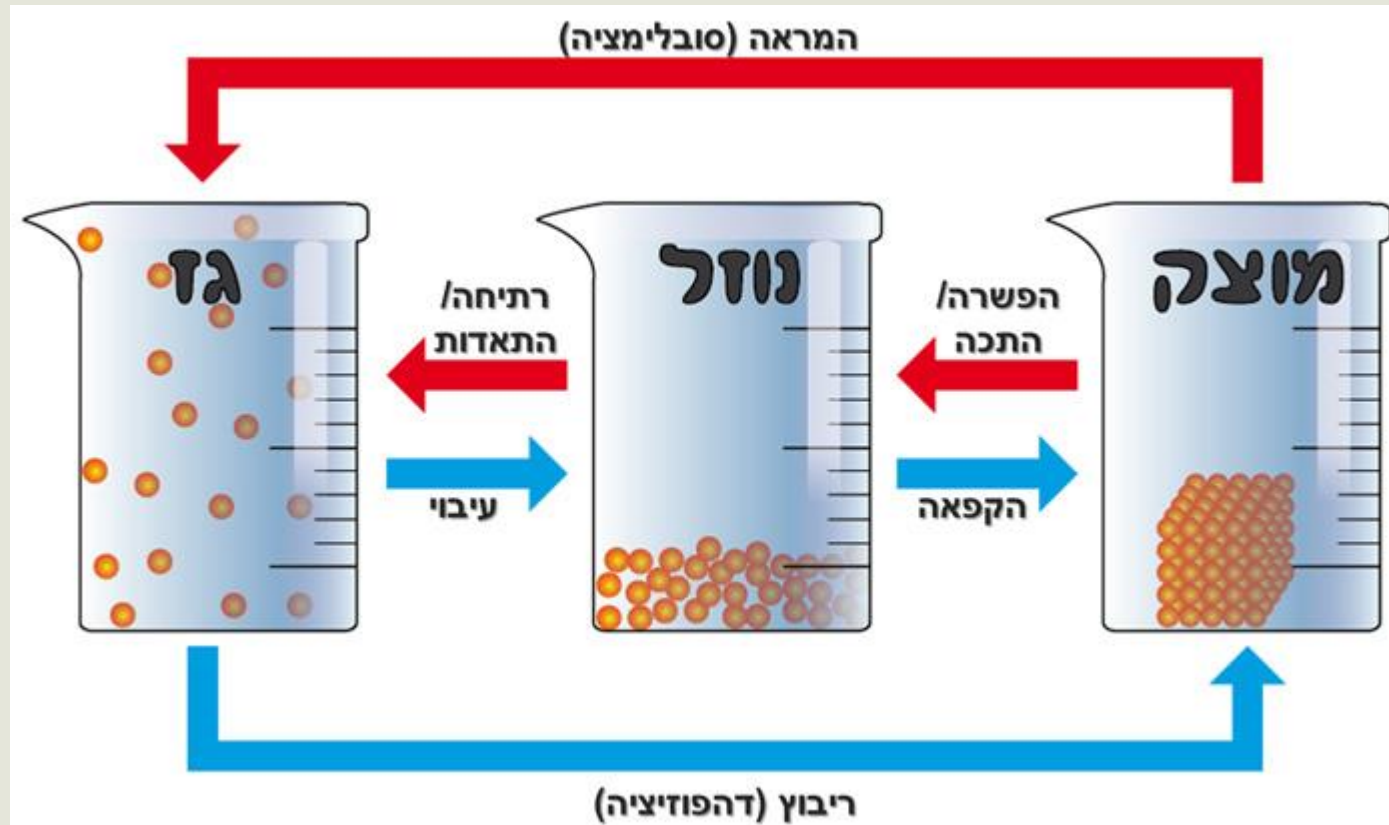
מולקולות הברום שעל פני הנוזל מתנתקות מפני הנוזל (התנדפות) ומפעפעות באוויר, וכך הברום מתפזר

באוויר.

מהו פעפוע (דפוזיה) של גזים?

פירושו התפזרות חלקיקי הגז מעצמם בנפח העומד לרשותם. גזים מפעפעים האחד

בתוך השני.



מצבי צבירה של חומרים

<https://sites.google.com/a/misgavhs.co.il/anat15/home/halkik/diffusion>

פעפוע

ניסוי בכיתה - התזת בושם

פותרים בקבוק של בושם בכיתה והריח מתפשט בהדרגה, עד שאפשר לחוש בו בכל רחבי הכיתה. כיצד ריח הבושם מגיע לאפנו? האם לדעתכם קיים כוח חיצוני, כמו רוח, המניע את חלקיקי הבושם וגורם להם להתפזר, או שהם נעים מעצמם?

## השפעת הטמפרטורה על קצב הפעפוע

ניקח שתי כוסות מים: חמים וקרים.

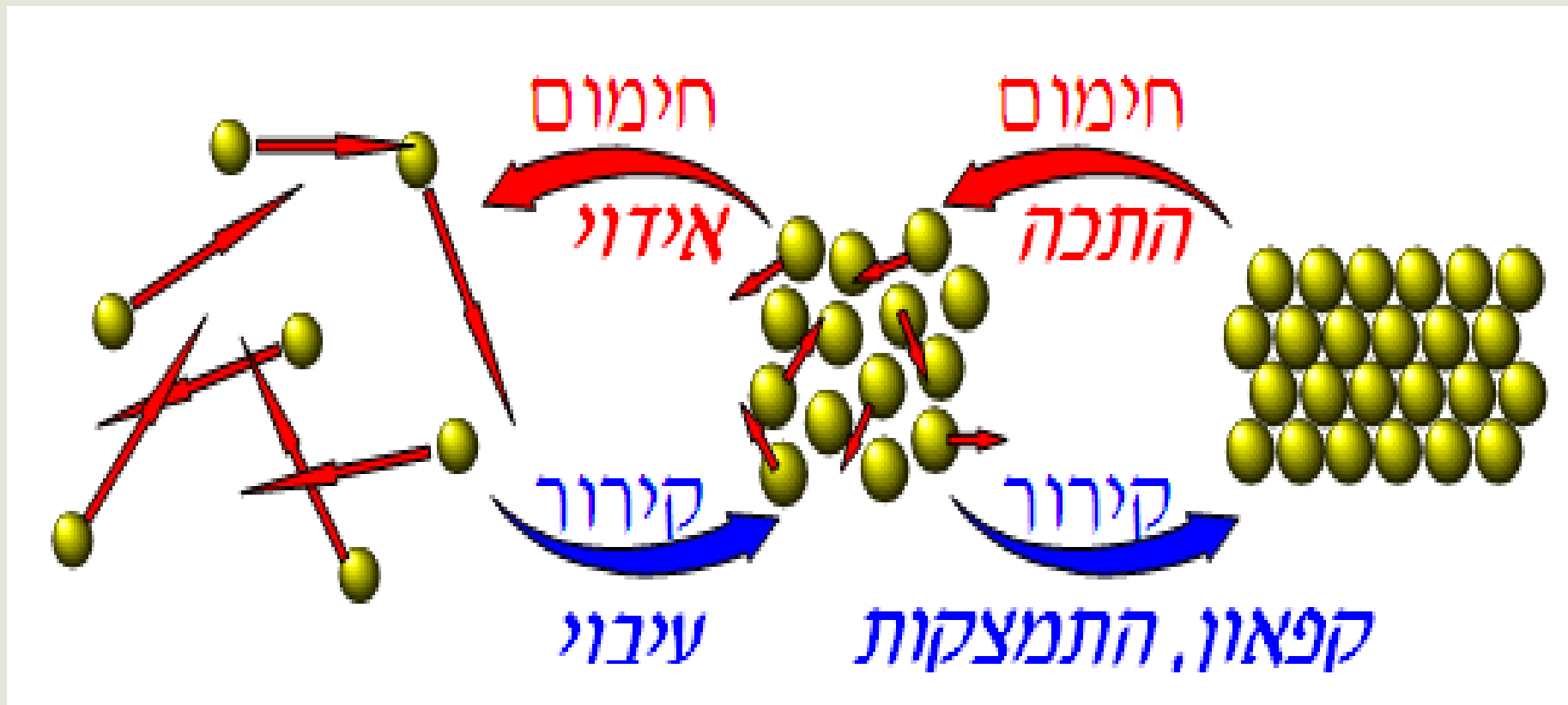
נניח בכל אחת מהכוסות שקית תה באותו זמן.

נעקוב אחר תהליך הפעפוע בכל אחת מהכוסות.

# מצבי צבירה בציר טמפרטורה



# מעבר מצב צבירה – הסבר לפי המודל החלקיקי

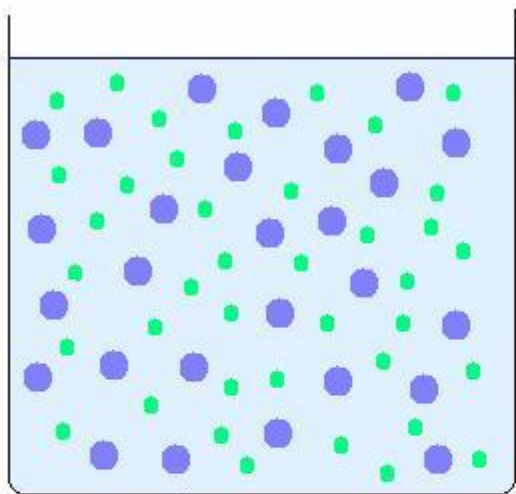


# השוואה בין מצבי הצבירה

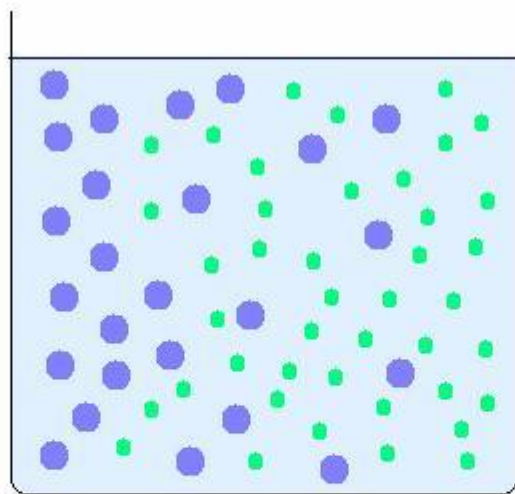
גז	נוזל	מוצק גבישי	
			<p>מודל מוחשי</p>
<p>חלקיקי הגז מרוחקים זה מזה ונמצאים באי סדר. כוחות המשיכה בין החלקיקים חלשים מאוד.</p>	<p>חלקיקי הנוזל אינם מאורגנים במבנה מסודר אך הם קרובים זה לזה. כוחות המשיכה פחות חזקים מאשר במוצק.</p>	<p>חלקיקי המוצק מאורגנים במבנה מסודר וסימטרי, הם קרובים זה לזה, כוחות המשיכה בין החלקיקים חזקים.</p>	<p>סידור החלקיקים וכוחות המשיכה ביניהם</p>
<p>תנועה תנודתית, סיבובית ותנועת מעתק (בקו ישר מנקודה לנקודה), החלקיקים משנים את מיקומם ומתנגשים זה בזה.</p>	<p>תנועה תנודתית וסיבובית, החלקיקים משנים את מיקומם בצבר.</p>	<p>תנועה תנודתית בלבד, החלקיקים נדים במקומם ולא משנים את מיקומם בצבר.</p>	<p>תנועת החלקיקים</p>



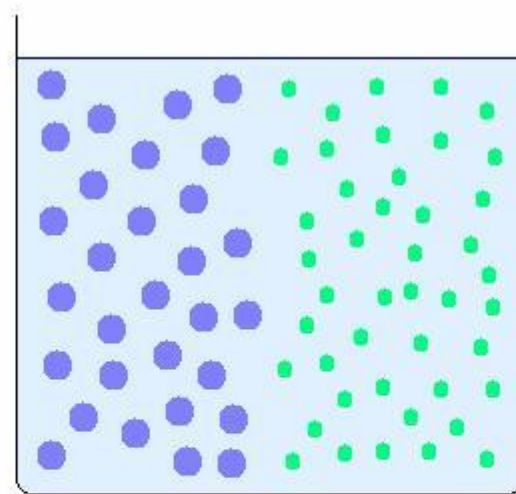




שיווי משקל



מצב ביניים



מצב התחלתי



ברום במפעלי ים המלח



## שאלה 3

אנשי היישובים בסביבה חששו מפגיעה בשיווקם של הפירות והירקות מהאזור שנפגע. הם קיימו אסיפת חירום שבה עלו דעות שונות.

אילו מבין הדעות שעלו באסיפה נובעות משיקולים מדעיים?

- א- על מנת להרגיע את קהל הקונים יש לאסור את שיווק היבולים לפרק זמן נתון.
- ב- הברום עלול לשקוע על הפירות והירקות, ולכן יש להפסיק את מכירתם.
- ג- ברום שבא במגע עם יבולים גורם לפגיעה ברקמות החיצוניות של הפירות והירקות.
- ד- קונים יחששו לקנות פירות וירקות מאזור האסון.

## שאלה 3

### שאלה 3

אנשי היישובים בסביבה חששו מפגיעה בשיווקם של הפירות והירקות מהאזור שנפגע. הם קיימו אסיפת חירום שבה עלו דעות שונות.

אילו מבין הדעות שעלו באסיפה נובעות משיקולים מדעיים?

א- על מנת להרגיע את קהל הקונים יש לאסור את שיווק היבולים לפרק זמן נתון.

ב- **הברום עלול לשקוע על הפירות והירקות, ולכן יש להפסיק את מכירתם.**

ג- **ברום שבא במגע עם יבולים גורם לפגיעה ברקמות החיצוניות של הפירות והירקות.**

ד- קונים יחששו לקנות פירות וירקות מאזור האסון.

## שאלה 4

### שאלה 4

את הברום מאחסנים בבקבוקי זכוכית גדולים בצבע כהה, הנתונים בתוך מיכל השומר עליהם משבירה. אולי ניתן היה למנוע את האסון לו היו מאחסנים ברום במיכלי מתכת או פלאסטיק, שאינם שבירים. האחסון במיכלי זכוכית נעשה כי:

- א- מיכלי מתכת אינם נתנים למיחזור. נכון/לא נכון
- ב- הזכוכית אינה מגיבה עם הברום. נכון/לא נכון
- ג- הפלאסטיק עלול להגיב עם הברום. נכון/לא נכון
- ד- זכוכית היא זולה, ולכן לא חשוב שהיא שבירה. נכון/לא נכון

## שאלה 4

### שאלה 4

את הברום מאחסנים בבקבוקי זכוכית גדולים בצבע כהה, הנתונים בתוך מיכל השומר עליהם משבירה. אולי ניתן היה למנוע את האסון לו היו מאחסנים ברום במיכלי מתכת או פלאסטיק, שאינם שבירים. האחסון במיכלי זכוכית נעשה כי:

א- מיכלי מתכת אינם נתנים למיחזור.

ב- הזכוכית אינה מגיבה עם הברום.

ג- הפלאסטיק עלול להגיב עם הברום.

ד- זכוכית היא זולה, ולכן לא חשוב שהיא שבירה.

נכון/לא נכון

נכון/לא נכון

נכון/לא נכון

נכון/לא נכון

## שאלה 5

### שאלה 5

לפניכם טבלה המתארת את טמפרטורות ההיתוך והרתיחה של יסודות ממשפחת ההלוגנים לפי הנתונים, מהו מצב הצבירה של כל אחד מהיסודות, בארץ בטמפרטורה של  $22^{\circ}\text{C}$ , ובאלסקה בטמפרטורה של  $-20^{\circ}\text{C}$ ? רשמו את תשובותיכם בטבלה.

שם היסוד	טמפרטורת היתוך $^{\circ}\text{C}$	טמפרטורת רתיחה $^{\circ}\text{C}$	מצב צבירה בישראל (בטמפרטורה של $22^{\circ}\text{C}$ )	מצב צבירה באלסקה (בטמפרטורה של $-20^{\circ}\text{C}$ )
כלור - $\text{Cl}_2$	-100	-35		
ברום - $\text{Br}_2$	-7	59		
יוד - $\text{I}_2$	113	184		

# שאלה 5

## שאלה 5

לפניכם טבלה המתארת את טמפרטורות ההיתוך והרתיחה של יסודות ממשפחת ההלוגנים לפי הנתונים, מהו מצב הצבירה של כל אחד מהיסודות, בארץ בטמפרטורה של  $22^{\circ}\text{C}$ , ובאלסקה בטמפרטורה של  $-20^{\circ}\text{C}$ ? רשמו את תשובותיכם בטבלה.

שם היסוד	טמפרטורת היתוך $^{\circ}\text{C}$	טמפרטורת רתיחה $^{\circ}\text{C}$	מצב צבירה בישראל (בטמפרטורה של $22^{\circ}\text{C}$ )	מצב צבירה באלסקה (בטמפרטורה של $-20^{\circ}\text{C}$ )
כלור - $\text{Cl}_2$	-100	-35		
ברום - $\text{Br}_2$	-7	59		
יוד - $\text{I}_2$	113	184		

שם היסוד	טמפרטורת היתוך $^{\circ}\text{C}$	טמפרטורת רתיחה $^{\circ}\text{C}$	מצב צבירה בישראל (בטמפרטורה של $22^{\circ}\text{C}$ )	מצב צבירה באלסקה (בטמפרטורה של $-20^{\circ}\text{C}$ )
כלור - $\text{Cl}_2$	-100	-35	גז	גז
ברום - $\text{Br}_2$	-7	59	נוזל	מוצק
יוד - $\text{I}_2$	113	184	מוצק	מוצק



## שאלה 6

### שאלה 6

באיזה יסוד (כלור, ברומ, יוד) כוחות המשיכה בין המולקולות הם החזקים ביותר? נמקו.

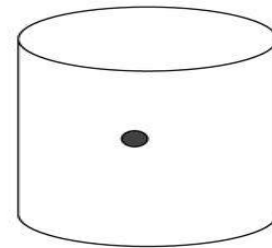
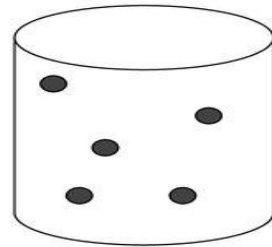
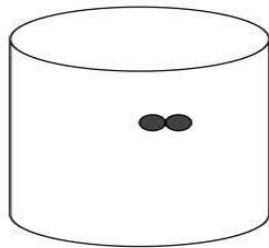
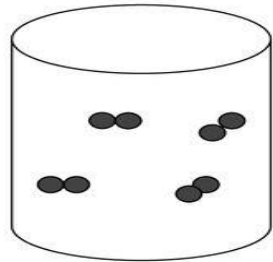
## שאלה 6

באיזה יסוד (כלור, ברום, יוד) כוחות המשיכה בין המולקולות הם החזקים ביותר? נמקו.

**תשובה:** טמפרטורות הרתיחה וההיתוך של היוד הן הגבוהות ביותר ומכאן שכוחות המשיכה בין המולקולות הם החזקים ביותר, ולכן נדרשת אנרגיה רבה יותר להפרדת המולקולות זו מזו כדי לעבור בין מצבי צבירה.

### שאלה 7

● נייצג אטום של כלור על ידי הסימן  
איזה מן האיורים הבאים מייצג בצורה הטובה ביותר מיכל  
שבו נמצא רק הגז כלור?  
סמנו את התשובה הנכונה: איור א ב ג ד



ג

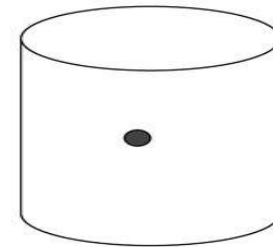
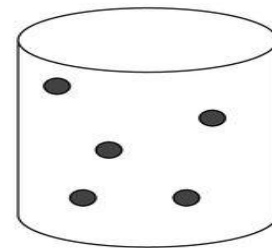
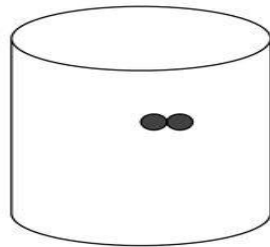
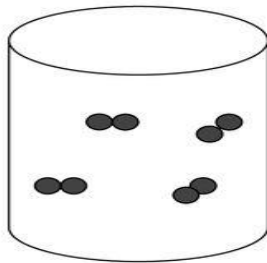
ב

א

## שאלה 7

● נייצג אטום של כלור על ידי הסימן  
איזה מן האיורים הבאים מייצג בצורה הטובה ביותר מיכל  
שבו נמצא רק הגז כלור?

סמנו את התשובה הנכונה: איור א ב ג ד



ג

ב

א

התשובה היא איור ד'

## שאלה 8 – שאלת עמדות – ללא ניקוד

מפעלי הברום נמצאים ברמת חובב שליד באר שבע. מדי פעם יש תקלות, וברום וחומרים רעילים אחרים נפלטים לאוויר. תושבי באר שבע והסביבה מתנגדים לתכנית להרחיב את המפעלים בצורה ניכרת. לפניך כמה היגדים. ציין בטבלה את מידת הסכמתך לכל אחד מהם:

היגדים	מסכים במידה רבה	מסכים	מסכים באופן חלקי	לא מסכים
במקום להרחיב את המפעל, צריך להקים מפעל חדש במקום אחר. התושבים סובלים מספיק				
לא צריך להרחיב את המפעלים. הנוזק לסביבה אינו מצדיק שום רווח כלכלי				
לפני הרחבת המפעלים יש לבצע מחקר שיגלה דרכים למניעת זיהום סביבתי בתהליך הייצור				
התעשייה הכימית חשובה לתעסוקה ולכלכלה באזור הנגב ולכן יש לפתוח במידת האפשר למרות התנגדות התושבים באזור				

# שלב 1 ניתוח המשימה

שאלה מס.	מטרת השאלה	סוג שאלה	מידע קיים במשימה?	פירוט המידע
2	<b>ידע של מדע</b> – תכונות חומרים, שינוי מצב צבירה ופעפוע. יכולות – יישום ידע של המדע במצב נתון, תיאור או פירוש תופעה באופן מדעי	נכון/לא נכון	לא	טמפרטורת רתיחה, התנדפות פעפוע מולקולות
		פתוחה	לא	
3	<b>ידע על מדע</b> -שיקולים מדעיים	רב ברירה	לא	
4	<b>ידע של מדע</b> – תגובה כימית בין חומרים, יכולות – יישום ידע של המדע במצב נתון	נכון/לא נכון	לא	תגובה כימית
5	<b>ידע של מדע</b> – תכונות חומרים, שלושת מצבי הצבירה, שינוי מצב צבירה. יכולות – קריאת טבלה ויישום ידע של מדע במצב נתון.	פתוחה	לא	מצבי צבירה שינוי מצב צבירה טמפ. היתוך טמפ. רתיחה
6	<b>ידע של מדע</b> – תכונות חומרים, שלושת מצבי הצבירה והמבנה החלקיקי. יכולות – יישום ידע של המדע	פתוחה	לא	כוחות משיכה בין מולקולות
7	<b>ידע של מדע</b> – המבנה החלקיקי של יסודות גזיים	רב ברירה	לא	
8	עמדות			

# תעודת זהות ליסוד

## ברום ( ) :



שם היסוד : ברום .

שם היסוד בלועזית : Bromine

סמל כימי : Br ומספרו 35 .

התגלה ע"י : ברום זוהה על ידי אנטוני באלרד.

התגלה בשנים : ב-1826 .