

עֶרְכָּה לַמּוֹרָה

לַתְכַנּוּן הוֹרָאָה - לַמִּידָה - הָעֶרְכָּה (ה.ל.ה.)

בנושא: "מצבים ושינויים בחומר -
המודל החלקיקי"

ד"ר תמי לוי נחום

עליזה מויאל

דבי סומך

נירה קושינסקי

יעוץ אקדמי: ד"ר זהבה שרץ

מהדורת ניסוי

אוגוסט 2010, התש"ע

צוות פיתוח (לפי סדר א"ב): ד"ר תמי לוי נחום, עליזה מויאל, דבי סומך, נירה קושינסקי

יעוץ אקדמי: ד"ר זהבה שרץ

קראו והעירו: ד"ר רוחמה ארנברג, יורם אורעד, ד"ר ליאורה ביאלר, ד"ר רחל טסה, ד"ר תמי יחיאל, ד"ר אתי כוכבי, ד"ר נטע עורבי

עיצוב, עימוד ועריכה ממוחשבת: מרינה ארמיאץ'

ערכה זו היא אחת מסדרת ערכות לתכנון הוראה/למידה/הערכה (ה.ל.ה).
הערכה פותחה במרכז הארצי למורי מו"ט בחט"ב, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.
ראש מרכז המורים הארצי למו"ט בחט"ב: ד"ר זהבה שרץ
רכזת מרכז המורים הארצי למו"ט בחט"ב: ד"ר אילנה הופפלד

שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמו"ל.

תוכן העניינים

4	מבוא
6	רקע מדעי כללי
9	הצעות דידקטיות- כלליות

תת נושא 1: עקרונות המודל החלקיקי- הסבר תופעות ומאפייני מצבי הצבירה

13	רקע מדעי
17	הצעות דידקטיות
20	טבלת תכנון ה.ל.ה.

תת נושא 2: השפעת חום על שינויים פיזיקליים בחומר

23	רקע מדעי
28	הצעות דידקטיות
33	טבלת תכנון ה.ל.ה.

חומרי למידה העוסקים בתכני ערכת ה.ל.ה בנושא "מצבים ושינויים בחומר- המודל החלקיקי" ..

37	מאגר משימות הערכה
38	טבלת מיפוי פריטי הערכה
44	תת נושא 1
51	תת נושא 2א
56	תת נושא 2ב
63	משימות מורכבות

תשובונים

70	תת נושא 1
73	תת נושא 2א
75	תת נושא 2ב
77	תשובון משימות מורכבות

מבוא

ערכת ה.ל.ה (הוראה-למידה-הערכה) זו מיועדת למורה מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים לצורך תכנון ביצוע והערכה של הוראה ולמידה של הנושא "מצבים ושינויים בחומר- המודל החלקיקי". ערכת ה.ל.ה מיועדת להפעלה במסגרת תכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה בחט"ב ומתבססת על חומרי למידה קיימים המאפשרים על ידי משרד החינוך תוך הפניות מתאימות לחומרים אלה. לפיכך העֲרֶכֶת אינה מהווה תחליף לחומרי הלמידה הקיימים. העֲרֶכֶת כוללת חומר רקע מדעי (תכנים ומיומנויות), דגשים דידקטיים לתיכנון הוראה ולמידה, המלצות על פעילויות מפתח, ומאגר ממון של פריטי הערכה לשימוש לצרכי הוראה ומשוב.

אוכלוסיית היעד: מורים למדע וטכנולוגיה לתלמידי כיתה ז'

נושא העֲרֶכֶת: מצבים ושינויים בחומר – המודל החלקיקי*

מטרת העל של הוראת הנושא

הכרה והבנה של המודל החלקיקי של החומר ושימוש בו לאפיון מצבי הצבירה השונים ולהסבר תופעות ושינויים בחומר (בעיקר שינויים פיזיקליים). רכישה והבנייה של מיומנויות ייצוג מידע בצורה חזותית, בעיקר באמצעות טבלה וגרף, ניסוח טיעון על בסיס מודלים מדעיים, תוך שימוש במודל החלקיקי. היכרות עם "סוגי מודלים" (מוחשי ותאורטי) תוך התייחסות למגבלות ויתרונות של מודל מדעי.

רעיונות מרכזיים

1. המודל החלקיקי של החומר הוא דוגמא למודל מדעי-תיאורטי המאפשר הסבר וניבוי של תופעות וניסויים. המודל תקף כל עוד אין ניסויים המפריכים אותו.
2. על-פי המודל החלקיקי כל חומר בנוי מחלקיקים (כמו אטומים ומולקולות) שביניהם קיים ריק. החלקיקים נמצאים בתנועה מתמדת ואקראית.
3. חומרים שונים נבדלים זה מזה בסוג החלקיקים מהם הם בנויים.

* בתוכנית הלימודים מו"ט לחט"ב ה"מודל החלקיקי" מכונה בשם "מודל החלקיקים"

4. מצבי הצבירה השונים של חומר מסויים נבדלים זה מזה בהיערכות החלקיקים, בכוחות (האינטראציות) הקיימים בין החלקיקים, באופן התנועה שלהם (תנודה, סיבוב ומעתק) ובמהירות הממוצעת של החלקיקים.

5. בתהליכי שינוי מצב צבירה של החומר (במערכת סגורה) נשמרת המסה הכוללת כיוון שמספר החלקיקים הכולל לא משתנה.
6. חימום או קירור גוף (הוספה או גריעה של חום) יכולים לגרום לשינויים בתכונות החומר, כגון שינוי מצב הצבירה, שינוי הצפיפות ושינוי בטמפרטורה.
7. חימום או קירור (הוספה או גריעה של חום) של חומר יגרמו לשינוי בטמפרטורה של החומר עד להגעתו לטמפרטורת מעבר (טמפרטורת היתוך או טמפרטורת רתיחה) שבה משנה החומר מצב צבירה והטמפרטורה נשארת קבועה.

מטרות הלמידה של הנושא (בתחומי התוכן והמיומנויות):

1. התלמידים יסבירו בעזרת המודל החלקיקי תוך שימוש בדרכי ייצוג שונות, את מאפייני מצבי הצבירה ותופעות של החומרים במצבי הצבירה השונים כגון: התפשטות גזים, נוזלים ומוצקים, דחיסת גזים, אי דחיסה של נוזלים ומוצקים, פעפוע של חומר בחומר ושינוי במצב הצבירה.
2. התלמידים יחקרו באמצעות ניסויים ותצפיות שינויים בחומרים בעקבות חימום וקירור ויסיקו מסקנות.
3. התלמידים יסבירו באמצעות המודל החלקיקי של החומר תופעות הקשורות בשינויי לחץ, נפח, טמפרטורה וכמות חומר על בסיס הקשר שבין שני משתנים, כאשר המשתנים האחרים קבועים.

ידע קודם

כל המושגים, העקרונות והמיומנויות שנלמדו בערכת ה.ל.ה 1 בנושא "חומרים- תכונות ושימושים" (ראו ערכת ה.ל.ה 1).

מבדק דיאגנוסטי

ערכה זו היא המשך לערכה הראשונה בנושא חומרים והיא עוסקת בנושא מצבים ושינויים בחומר ברמה המיקרוסקופית בהתאם למודל החלקיקי. ההנחה היא שהמושגים והעקרונות הרלוונטיים נלמדו ברמה המאקרוסקופית (ראו ערכת ה.ל.ה 1). לפיכך, המבדק המסכם של היחידה הקודמת, האמור להערך בעזרת מאגר פריטי ההערכה של היחידה הקודמת, מהווה בעצם מבדק דיאגנוסטי של יחידה זו.

רקע מדעי כללי

תכנים

המודל החלקיקי של החומר הוא מודל תיאורטי, המקובל בקהילייה המדעית, ומתבסס על מספר עקרונות והנחות שקבעו מדענים. באמצעות מודל זה ניתן להסביר רבות מהתופעות המוכרות לנו הקשורות להתנהגות חומרים, למשל, דחיסה, התמוססות, פעפוע, שינוי מצב צבירה ושינויים בלחץ הגז. עיקרי העקרונות וההנחות הכלולים במסגרת המודל החלקיקי הם: כל החומרים בעולם בנויים מחלקיקים (אטומים ומולקולות); בין החלקיקים קיים ריק (ואקום). החומרים בעולם נבדלים זה מזה בסוג החלקיקים המרכיבים אותם ובהיערכות שלהם; בכל גוף החלקיקים נמצאים בתנועה מתמדת ואקראית באופני תנועה שונים כפי שיתואר במבוא לתת-הנושא הראשון. כל חלקיק נע במהירות מסוימת והמהירות הממוצעת של החלקיקים, בגוף מסוים, באה לידי ביטוי בטמפרטורה הנמדדת של הגוף. במצב הגזי, המהירות הממוצעת של החלקיקים בכלי סגור, משפיעה על עוצמת ההתנגשויות של החלקיקים בדפנות הכלי, ולכן משפיעה על הלחץ שנוצר בכלי. חימום או קירור של חומרים גורם לשינויים בחומר ועל כך נדון בהרחבה בערכה זו.

מיומנויות – רקע כללי והיכולות נדרשות

כרקע כללי, אנו ממליצים למורי מו"ט בחט"ב לעיין במסמך בנושא [אסטרטגיות חשיבה מסדר גבוה](#) - לקידום הוראה המפתחת חשיבה, העשויה לתרום:

- להבנה מעמיקה של התכנים הנדרשים על פי תכניות הלימודים והשגת המטרות הנדרשות.
- לתהליך הבניית הידע במהלך הלמידה.
- לטיפול יכולת קוגניטיבית גבוהה במגוון תחומים והקשרים.
- לטיפול חשיבה ביקורתית ויצירתית.

להלן מיומנויות מרכזיות שבהן מתמקדת ערכה זו:

• עיבוד וייצוג מידע

בפרק זה התלמידים יעסקו בקריאה ובנייה של **טבלות וגרפים** בהקשר להסבר החלקיקי לתופעות בחומרים. כמו כן מומלץ לעסוק גם בייצוג הידע שנבנה על-ידי התלמידים בדרכי ייצוג שונות.

השוואה והתאמה: בעריכת השוואה, על התלמיד לזהות את הדמיון והשוני הכרוכים בתופעות של חומרים שונים; כמו כן עליהם להשוות בין מאפייני מצבי הצבירה השונים. על התלמיד להתאים תופעות – לחומרים, ולהסביר את הקשר בין מצבי הצבירה השונים – לבין המאפיינים שלהם. ההשוואה וההתאמה יאפשרו ארגון של המידע ומציאת הקשרים בין הרכיבים. במיומנות ההשוואה יש שימוש **בקריטריונים/תבחינים** מתאימים להשוואה, המאפשרים לארגן את המידע, למיין, להתאים, להסיק מסקנות וליצור הכללות ועל בסיסן – התאמות.

טבלה: העיסוק בטבלאות נידון גם בערכה הראשונה. על-ידי איסוף וארגון המידע בטבלה, ניתן לערוך השוואה ולהבליט את נקודות הדמיון והשוני במבנה החלקיקי של חומרים שונים ובתכונותיהם. על מנת שהלומדים יפעילו מיומנות זו עליהם להכיר סוגים שונים של טבלאות, לדעת לקרוא טבלה, ליצור טבלה

פשוטה, להעריך את היתרונות והחסרונות הכרוכים בסוג ייצוג זה, להבין שכאשר נדרשים למיון, סיווג והשוואה כדאי לבחור בייצוג מסוג טבלה.

גרף: בבחינת הקשר בין משתנים כגון: לחץ, טמפרטורה, נפח ומהירות החלקיקים, ייעשה שימוש בקריאה של גרפים מתאימים. התלמידים יכירו את מרכיבי הגרף (מערכת צירים, סקלה, שמות לצירים, כותרות), וידעו לקרוא נתונים בגרף באופן מושכל ויסיקו מסקנות בהתאם. רמת העבודה עם הגרפים צריכה להתאים לרמת הלומדים. בשלב זה התלמידים בעיקר מתבקשים להבין ולקרוא מידע בגרף ולא ליצור גרף בעצמם.

• **התייחסות מושכלת למודלים תיאורטיים ומוחשיים, שימוש במודל ויכולת דיון במגבלותיו**

בתחומי המדע משתמשים המדענים במודלים שונים להבנה ולהסבר של תופעות וניסויים. מדענים מפתחים **מודלים מתימטיים ותיאורטיים** ומשתמשים בהם. על מנת להמחיש את המושגים העוסקים, למשל, במבנה החלקיקי של החומר, מפתחים המדענים כמו גם העוסקים בהוראת המדעים, **מודלים מוחשיים** שונים כדי לייצג תופעות, מבנים וגם היבטים מסוימים של המודל התיאורטי.

מודלים תיאורטיים:

המודל החלקיקי של החומר (המניח שהחלקיקים מתנהגים כ"כדורים קשיחים") הוא **דוגמא למודל תיאורטי**, המקובל בקהילייה המדעית, ומתבסס על מספר עקרונות והנחות שקבעו מדענים. ניתן להסביר באמצעותו רבות מהתופעות הקשורות להתנהגות חומרים ותכונותיהם אך לא את כולן [למשל, המודל אינו מתייחס לתיאוריה של חלקיק-גל (הכלול במכניקת הקוונטים) ולכן תופעה כגון צבע של חומר, לא ניתן להסביר באמצעותו]. ברמה של לימודי מדע ברמה של בית-ספר על-יסודי המודל מספק ומתאים. חשוב לדון עם התלמידים במגבלות מודלים המדעיים תיאורטיים, בקשר שבין המודל התיאורטי לניסוי המעבדה ולתופעות בטבע ולהעביר את המסר שתיאוריה מדעית נכונה כל עוד לא הפריכו אותה באמצעות ניסויים או תופעות שסותרים אותה.

מודלים מוחשיים:

מודלים מוחשיים מסייעים בידי חוקרים ואנשי מקצוע שונים להמחשה של תופעות, רעיונות, מבנים ועוד, וכן בתקשורת עם עמיתיהם.

לדוגמא – דגמים של בניינים או של עצמים שונים, בקנה מידה זה או אחר (כולל גלובוס), המשמשים אדריכלים ומעצבים, הם מודלים מוחשיים. בעזרת מודלים אלו יכול המעצב להמחיש היבטים מסוימים שהוא מעוניין להדגיש במוצריו. באותו אופן, משתמשים המדענים במודלים מוחשיים על מנת לייצג מודלים תיאורטיים, תהליכים מדעיים או מבנים של גופים ומערכות. לדוגמא- ניתן לייצג את החלקיקים באמצעות מודל מוחשי (פיזי או ממוחשב) של כדורים קשיחים הנמצאים בתנועה, המשמש להמחשת מאפייני מצבי הצבירה השונים ותופעות כמו דחיסה, פעפוע ולחץ של גז. מודל מוחשי של שני כדורים המחוברים באמצעות מקל או קפיץ מייצג קשר (כימי) בין חלקיקים.

הדיון עם תלמידים במגבלות המודלים המוחשיים הוא מאוד חיוני. לדוגמא, מודל של בית העשוי מקרטון עשוי לייצג את מבנה הבית אך לא את החומרים מהם הוא בנוי או את גודלו במציאות. המודל המוחשי אמנם ממחיש היבטים מסוימים אך הוא כמובן שגוי מהיבטים אחרים. למשל: בהתייחס למודל מוחשי של קשר כימי- אטום הוא לא באמת כדור קשיח והקשר שבין שני אטומים כמובן אינו מקל או קפיץ; איור של נקודות המפוזרות באופן אחיד בתוך בקבוק – מחד, מייצג היבטים של המודל החלקיקי

של האוויר: הוא מייצג חלקיקים, את המרחקים ביניהם (ריק) ואת פיזורו האחד של הגז בכל הבקבוק; מאידך, הוא אינו מייצג (ולעולם לא ניתן יהיה לייצג באופן מוחשי) את מספר החלקיקים בבקבוק במציאות, את גודלם המציאותי, את המרחקים ביניהם או את מהירות החלקיקים האמיתית.

• בניית טיעון

דיונים פוריים ויעילים יתקיימו בכיתה כאשר הם יכללו הבאת טיעונים וטיעונים נגדיים. לפיכך, **מיומנות הטיעון** הינה מרכזית בפיתוח החשיבה הדיאלוגית. התלמידים ירכשו מיומנות של בניית טיעון (טיעון הוא טענה מנומקת) הכולל נימוק מסוג הסבר מדעי מתאים ומבוסס (על ראיות או על תיאוריה). על התלמידים להכיר את מבנה הטיעון ולזהות את מרכיביו-הטענה והנימוק. במסגרת למידת המודל החלקיקי של החומר, על התלמידים לדעת לנסח טענה ולספק נימוק שהוא למעשה הסבר מדעי המבוסס על עקרונות המודל החלקיקי (מומלץ להיעזר בדגם ההוראה- "טוענים במדע").

• בידוד משתנים

בידוד משתנים הוא פעולה שבה בודקים את מידת ההשפעה של גורם מסוים (גורם משפיע) על גורם אחר/ תופעה/תהליך/התרחשות (גורם מושפע) באמצעות ניסוי או מחקר, כאשר משנים רק את הגורם המשפיע, בעוד ששאר הגורמים המעורבים נשארים קבועים. זוהי פעולה מקדימה לביצוע ניסוי שמטרתו לקבוע לאיזה גורם יש קשר סיבתי עם התוצאה.

לדוגמא, במסגרת המודל החלקיקי של הגז, כדי לבדוק את הקשר בין הטמפרטורה של גז מסוים ללחץ שלו, יש להקפיד על נפח קבוע של הכלי שבו נתון הגז ועל כמות גז קבועה, **ולשנות רק את אחד המשתנים** (לחץ או טמפרטורה). בדרך זו, שבה מבודדים את המשתנים (במקרה זה את הטמפרטורה והלחץ), בעוד שסוג הגז, מספר החלקיקים והנפח נשמרים **קבועים**, ניתן לנסח בצורה מדויקת את הקשר שבין שני הגורמים ולהגיע למסקנה מדעית.

הצעות דידקטיות- כלליות

הבנת "המודל החלקיקי של החומר" דורשת לעיתים שינוי תפיסתי אצל התלמידים. על מנת שיתרחש שינוי תפיסתי משמעותי אצל התלמידים מומלץ ללמד בגישה שבה התלמידים פעילים ומעורבים בתהליך הלמידה; אחת השיטות המתאימות לכך היא "הוראה דיאלוגית". "הוראה דיאלוגית" (רון, תשנ"ג 1993) או "משא ומתן אודות ידע" (Negotiating Knowledge) מאופיינת בכך שבמהלך השיעורים מתקיימים דיונים כיתתיים, בין המורה לבין התלמידים, ובין התלמידים לבין עצמם, כך שהמורה איננו הדובר היחיד בכיתה. לפי שיטה זו המורה אמור להשהות את מתן התשובה הנכונה ולאפשר לתלמידים לדון ביניהם על אפשרויות וגישות שונות ולהגיע לכלל החלטה. כלי זה חשוב במיוחד להוראה של נושאים הכרוכים בשינוי תפיסתי ומזמנים "קונפליקט קוגניטיבי". בשיטת הוראה זו חשוב להקפיד שלא לעבור לשיטת ה"פינג פונג" שבה המורה שואל שאלה ומחכה לתשובה נכונה, עובר הלאה לשאלה הבאה, וכן הלאה. בדרך כזו אמנם משיגים מעורבות גבוהה יותר של התלמידים במהלך השיעור, אך אין זה דיאלוג, ואין משיגים את המטרה העיקרית שבבסיס ההוראה באמצעות משא ומתן כיתתי – שינוי של מושגים ותפיסות" (מתוך מאמר המופיע במדריך למורה של ריק וחלקיקים).

דגשים בהוראת המודל החלקיקי:

- מומלץ מאוד לשלב את הסיפור ההיסטורי של המודל החלקיקי ובכך לתת לגיטימציה לתפיסות התלמידים את מבנה החומר (כמו התפיסה שחומר רציף). יש חשיבות מרובה להכניס את התלמידים לאופן בו פועל המדע, לשתף אותם במחשבותיהם של פילוסופים של המדע ומדענים בני ימינו שמתוך הכרות מעמיקה עם תופעות שונות ורבות הגיעו לכלל תיאורית המודל החלקיקי.
- העיסוק במודל החלקיקי של החומר מצריך שימוש נרחב במושג **מודל**, חשוב לדון עם התלמידים בצורך במודל, בהבדלים בין המציאות למודל, בחוזקות ובחולשות של המודל. כאן המקום לדון עם התלמידים במושגים מודל תיאורטי ומודל מוחשי.
- חשוב להדגיש כי **לחלקיק בודד** אין את כל תכונות החומר, תכונות החומר הן של **צבר החלקיקים** ולא של החלקיק הבודד. לדוגמא חלקיק הגופרית אינו צהוב וחלקיק הברזל אינו מוליך.
- כאשר חושפים את התלמידים למודל החלקיקי של החומר ולהבדלים בין מצבי הצבירה השונים מומלץ לשאול את התלמידים מה פרוש המושג "**מצבי צבירה**"? דונו עם התלמידים במילים שמזכירות צבירה כמו הצטברות, ציבור, מצבור, צבר מכאן ניתן להבין שמדובר על האופן (המצב) שבו צבורים החלקיקים.
- חשוב להדגיש שתכונות שונות של החומרים נקבעות על פי **סוג** החלקיקים, ה**היערכות** שלהם ו**כוחות** המשיכה ביניהם. ובקיצור מה ב **סה"כ** מבדיל בין החומרים השונים. **הכלי של הסה"כ** יכול לעזור לתלמידים להסביר תופעות ברמת המקור גם בלימודי המשך בנושא חומרים.
- בשל העובדה שהמודל הינו מודל מאוד מופשט, חשוב להשתמש בכיתה באמצעי המחשה רבים ומגוונים ככל האפשר. להציג בכיתה הדמיות ממוחשבות ("מסע לעולם החלקיקים"), סרטי אנימציה, תמונות מצגות, "מכונת הכדורים" ודגמים הממחישים את המודל החלקיקי של החומר. כמו כן לתת לתלמידים

לצייר או להיעזר במדבקות. ניתן להציע לתלמידים לשלב ציורים בהסברים שלהם (ראו הפניות לחומרי למידה בטבלת ה.ל.ה).

- בכל תופעה חשוב להבדיל בין **תאור תופעה** (רמת המאקרו) – מה רואים? לבין **ההסבר המדעי** (רמת המיקרו) – כיצד מסבירים על פי המודל החלקיקי?
- כאשר מדגימים ומסבירים בכיתה תופעות חשוב להקפיד על שלבים מסודרים של ההדגמה, התצפית או הניסוי. לאחר שהוצגה המערכת על כל מרכיביה או הובהרה מטרת הניסוי, מומלץ לבקש מהתלמידים לנסח השערה בכתב – מה חושבים שיקרה, **להסביר** את השערתם, ואז **לצפות** בהדגמה או לבצע את הניסוי. לאחר מכן, לכתוב את מה שהם רואים ולבדוק האם השערתם התאמתה או לא. לסיום עליהם **להסביר** את התופעה ברמת המיקרו. ניתן להיעזר בכלי לצפייה בהדגמה ([peoe](http://peoe.org)).
- במהלך ההוראה ישולבו פריטי הערכה מסוגים שונים ובהם יתרגלו התלמידים את הנימוק, **הטיעון** ו**ההסבר המדעי**. מומלץ להקדיש זמן לבניית תשובה לשאלות הדורשות בניית **טיעון/הסבר**.
- מוצע להשתמש בתבנית של טיעון (שהנימוק לו הוא מסוג הסבר מדעי). ניתן להיעזר בחומרים שפותחו במרכז הארצי למורי מו"ט חט"ב:
 1. דגם הוראה "טוענים במדע" <http://clickit.ort.org.il/files/upl/904401940/240217572.doc>
 2. תבנית לבניית הסבר (ראו טבלה בעמוד הבא)
- מומלץ לעבוד עם התלמידים בעזרת "פיגומים" שיעזרו להם בהסבר תופעות בחומרים באמצעות התייחסות למרכיבים המרכזיים של המודל החלקיקי של החומר: בהתייחס לחומר מסוים – יבדקו האם יש שינוי ב**מהירות** תנועת החלקיקים, ב**כוחות** הפועלים ביניהם ו**בהיערכות** שלהם. חשוב בכל תופעה להתייחס ל**מסה** של החומר או ל**מספר** החלקיקים. לאחר הסרת "הפיגומים" ניתן בשלב ראשון לספק לתלמידים מאגר הכולל את המרכיבים השונים ולבקשו לבחור רק את הרלוונטיים להסבר התופעה.
- מומלץ להיעזר בתבנית לבניית טיעון המספק "פיגום" לתלמידים בדרך לבניית טיעון שהנימוק שלו הוא מסוג הסבר.

תבנית טיעון (טענה + הסבר מדעי) בתחום חומרים בהיבט חלקיקי

הטבלה הבאה מיצגת את מרכיבי המודל החלקיקי אליהם (חלקם או כולם) מומלץ להתייחס כאשר נותנים הסבר באמצעות המודל החלקיקי:

תארו את התופעה ברמה המאקרוסקופית:

להלן טבלה המסייעת לבניית הסבר לתופעות תוך שימוש במודל החלקיקי של החומר:

מרכיבי המודל החלקיקי	השינוי שחל גדל/ קטן/ לא השתנה	ההסבר על פי המודל החלקיקי
סוג החלקיקים		
מספר החלקיקים		
המהירות הממוצעת של החלקיקים		
המרחק בין החלקיקים		
הערכות החלקיקים		
מספר ההתנגשויות ליחידת שטח (בהתייחס לגז בלבד)		

ניסוח הטיעון (טענה + נימוק):

הנושא "מצבים ושינויים בחומר- המודל החלקיקי" מחולק לשני תת נושאים:

1. עקרונות המודל החלקיקי – הסבר תופעות ומאפייני מצבי הצבירה (ללא חימום או קירור)

2 השפעת חימום וקירור על שינויים פיזיקליים בחומר:

א. תהליכי חימום וקירור של החומר הגורמים לשינויי טמפרטורה

ב. תהליכי חימום וקירור של החומר הגורמים לשינוי במצב הצבירה

בכל תת נושא יוצגו הרכיבים הבאים:

- רקע מדעי למורה
 - הצעות דידקטיות ובהן:
- ✓ קשיים צפויים לתת-נושא זה.

- ✓ **תיאור תהליך ההוראה,** המציג הצעה לרצף הוראת תת-הנושא תוך הפנייה לפעילויות מפתח להשגת מטרות הלמידה וכן הצגת דרכים לשילוב המיומנויות בתכנים.
- ✓ **טבלת תכנון ה.ל.ה** המציגה הצעות לרצפי הוראה והפניות לחומרי למידה קיימים ולמשימות הערכה מהמאגר.

תת-נושא 1

עקרונות המודל החלקיקי- הסבר תופעות ומאפייני מצבי הצבירה

רקע מדעי

תת-נושא זה מתייחס להסבר של תופעות הקשורות בחומרים ותכונותיהם (בחלק זה המיקוד הוא בתופעות שאינן כרוכות בחימום או קירור) באמצעות מודל תיאורטי המכונה ה"מודל החלקיקי של החומר". המודל החלקיקי מבוסס על התפיסה שכל החומרים בעולם בנויים מחלקיקים (כגון אטומים ומולקולות). בין החלקיקים קיים **ריק** (ואקום). בין החלקיקים קיימים כוחות¹ (אינטראקציות אלקטרוסטטיות). החומרים בעולם נבדלים זה מזה בסוג החלקיקים המרכיבים אותם, בהיערכות שלהם ובכוחות הקיימים ביניהם.

בכל חומר החלקיקים נמצאים בתנועה **מתמדת ואקראית**. במסגרת המודל החלקיקי נוהגים המדענים להתייחס לשלושה **סוגי תנועה** של החלקיקים: תנועת **תנודה** (ויברציה) שהיא תנועת **רעידה** של החלקיק **במקום**, תנועת **סיבוב** (רוטציה) שהיא תנועה של החלקיק סביב צירי הסיבוב שלו ותנועת **מעקב** (טרנסלציה) שהיא תנועת מרכז החלקיק מנקודה אחת לשנייה בקו ישר. כל אחד מסוגי התנועה הללו מתרחש באופן מתמיד ואקראי, כלומר, ללא הפסק וללא סדר או כיוון מסויים.

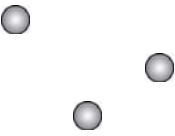
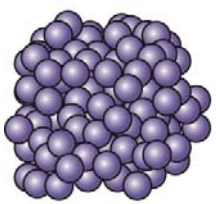
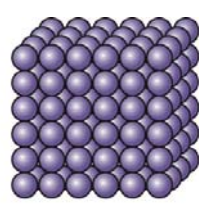
החומר (בכל מצב צבירה), הוא, אם כך, **צבר** של מספר עצום של חלקיקים. לחומר יש תכונות שונות, כגון: מוליכות חשמלית, צבע, צפיפות וקשיות; תכונות החומר נקבעות על פי מבנה החלקיקים והרכבם². החלקיקים של חומר מסוים ערוכים בצורה שונה ונעים באופן שונה **במצבי הצבירה** השונים: מוצק, נוזל או גז.

- כשחומר נמצא במצב צבירה **מוצק** (מוצק גבישי³) החלקיקים קרובים זה לזה וערוכים במבנה מסודר ואחיד והכוחות (האינטראקציות) הפועלים ביניהם חזקים. תנועת החלקיקים במוצק מוגבלת לתנועה **תנודתית** (ויברציונית) בלבד, הקיימת בכל טמפרטורה שאינה האפס המוחלט. כל חלקיק במוצק מתנודד במקום. החלקיקים במוצק מקובעים למקומם **ואינם** משנים את **מיקומם בצבר** על אף שהם בתנודה מתמדת לכיוונים שונים ואקראיים. מסיבה זו, צורתו של המוצק קבועה ואף נפחו קבוע כל עוד לא מופעל עליו כוח חיצוני. **אבקה** של חומר מסוים היא למעשה אוסף של גרגירים שכל אחד מהם נמצא במצב צבירה מוצק ולכן התנהגות האבקה אינה מעידה על מאפייני כל אחד מגרגירי המוצק (למשל, אבקה משנה את צורתה על פי צורת הכלי שבו היא נתונה אך הגרגר הבודד לא משנה את צורתו).

- כשהחומר נמצא במצב צבירה **נוזל**, החלקיקים קרובים זה לזה אך **אינם** ערוכים במבנה מסודר. הכוחות הפועלים בין החלקיקים בנוזל חלשים יותר מאלו הפועלים במוצק. עקב כך, **בנוסף** לתנועה התנודתית המאפיינת כל חלקיק, נעים החלקיקים בנוזל גם בתנועה המכונה **סיבובית** (רוטציונית). כל חלקיק (אטום או מולקולה) מסתובב סביב צירי הסיבוב שלו בתנועה אקראית כך שמיקומו בצבר משתנה. במילים אחרות - בנוזל החלקיקים "מחליקים" זה על גבי זה **ומשנים את מקומם בצבר**, מאידך המרחק הממוצע בין החלקיקים אינו משתנה. זהו ההסבר החלקיקי לתופעה המאקרוסקופית (בטמפרטורה קבועה) שלנוזל נפח קבוע, אך צורתו יכולה להשתנות ונקבעת על פי צורת הכלי שבו הוא נתון.

- כשהחומר נמצא במצב צבירה גז, החלקיקים רחוקים זה מזה והכוחות הפועלים ביניהם חלשים מאוד. בנוסף לאופני התנועה "תנודה" ו"סיבוב", נע כל חלקיק בחופשיות בתנועה שנקראת **מעטק** (טרנסלציה) המאופיינת בתזוזות מרכז החלקיק ממקום אחד למקום שני במרחב בקוים ישרים. כאשר הגז נמצא בכלי סגור, החלקיקים נעים בחופשיות ובצורה אקראית ומתנגשים זה בזה ובדפנות הכלי. **מסיבה זו, נפח הגז נקבע על פי הכלי שבו הוא נתון וצורתו יכולה להשתנות.**
- בטבלה הבאה, מוצגים מאפייני מצבי הצבירה של החומר שבאמצעותם ניתן להסביר חלק גדול מהתופעות.

המודל החלקיקי של החומר – תיאור מצבי הצבירה השונים

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

לחלקיקים יש **אנרגיית תנועה** (אנרגיה קינטית). אנרגיית התנועה נמצאת ביחס ישר למסת החלקיק ולמהירותו בריבוע. בשלב זה, כאשר עוסקים ב**אותו חומר** (כלומר מסת החלקיקים קבועה), בכיתות שבהן מושג אנרגיית התנועה לא נלמד – אפשר בהחלט להסביר תופעות על פי המהירות הממוצעת של החלקיקים ולא באמצעות אנרגיית התנועה. הטמפרטורה של החומר היא הביטוי המאקרוסקופי לאנרגיה הקינטית הממוצעת של חלקיקי החומר ועל כך בפסקה הבאה.

תכונות הגז – ההסבר החלקיקי

לחץ הגז

במצב צבירה גז, מתנגשים החלקיקים כל הזמן זה בזה ובחלקיקי חומר אחר שבו הם נתקלים. כאשר גז נמצא בכלי סגור החלקיקים הנמצאים קרוב לדפנות הכלי מתנגשים בהן ומפעילים עליהן כוח. הכוח שמפעילים החלקיקים על הדופן תלוי במספר ההתנגשויות ובעוצמתן. ממוצע הכוח שמפעילים החלקיקים על **יחידת שטח** קובע את **הלחץ**. מכאן ניתן להסיק ש:

- ככל ש**צפיפות החלקיקים** של חומר מסוים בכלי גדולה יותר כך יתנגשו בדפנות הכלי מספר **גדול** יותר של חלקיקים ויפעילו לחץ גדול יותר. מספר החלקיקים מגדיר את המסה. מכאן שככל שמספר החלקיקים גדול יותר המסה גדולה יותר. צפיפות החלקיקים היא ביחס ישר למספר החלקיקים (מסת החומר) וביחס הפוך ל**נפח** שבו הם נתונים.

- **ככל שאנרגיית התנועה** (האנרגיה הקינטית) **הממוצעת** של החלקיקים גדולה יותר, כך **עוצמת ההתנגשויות** בדפנות הכלי גדולה יותר, כלומר הלחץ יהיה גדול יותר. אנרגיית התנועה נמצאת ביחס ישר למסת החלקיק ולמהירותו. כיוון שקיים יחס ישר בין אנרגיית התנועה למהירות החלקיק בריבוע, בשלב זה, כאשר עוסקים באותו חומר, הבנת הקשר שבין **המהירות** הממוצעת של החלקיקים ללחץ - מספיקה.

מהו הקשר בין הלחץ, הנפח, הטמפרטורה⁴ ומספר החלקיקים, וכיצד מסבירים זאת באמצעות המודל החלקיקי של הגז?

בדיון בתופעות ברמה החלקיקית ניתן לדון ב- 4 גורמים שעשויים להשתנות: נפח, לחץ, טמפרטורה ומספר החלקיקים. ברמת הדיון שלנו - כאשר אנו דנים בתופעות שונות במצב הגזי אנו מניחים שהגזים הם אידאליים⁵ ושתמיד רק 2 גורמים נבדקים ושאר הגורמים קבועים. בתת-נושא זה, העוסק בתופעות ללא חימום או קירור, אנו מניחים שהחומר נמצא בטמפרטורה קבועה. בהנחה שהטמפרטורה קבועה וכאשר כמות הגז (מספר החלקיקים) קבועה, קיים **יחס הפוך בין הלחץ והנפח** של הגז: כאשר מקטינים את נפח הכלי שבו נתון הגז (למשל בדחיסה על ידי שימוש בבוכנה), גדל הלחץ וכאשר מגדילים את נפח הכלי שבו נתון הגז - קטן הלחץ.

הסבר תופעות באמצעות המודל החלקיקי

באמצעות המודל החלקיקי של החומר ניתן להסביר תופעות רבות הקיימות בכל מצבי הצבירה כגון: התפשטות של גז והתפשטות מוגבלת מאד של נוזל או מוצק, דחיסה של גז וקושי בדחיסה של נוזל ומוצק, פעפוע של גז בנוזל, של נוזל בנוזל ושל מוצק בנוזל המתרחש בעקבות התמוססות, וכן של גז בגז. לדוגמא, ההסבר וההשוואה בין פעפוע של גז בגז לעומת פעפוע של גז בריק, מתבסס על מרכיבי המודל החלקיקי של הגז:

- (1) חלקיקי הגז נמצאים בתנועת מתמדת ואקראית. במצב הגזי יש לחלקיקים גם תנועת מעתק ולכן הם מתפזרים באופן אחיד בכל נפח הכלי שבו הם מצויים;
- (2) חלקיקי הגז רחוקים זה מזה;
- (3) חלקיקי הגז **מתנגשים** זה בזה כל הזמן.

על בסיס המרכיבים הללו, ניתן לטעון כי כאשר מוכנס גז A לכלי שבו מצוי גז B, החלקיקים של גז A ינועו בכלי, תוך התנגשויות עם החלקיקים של גז B הנמצא כבר בכלי. **התנגשויות** אלו **יעכבו** במידת מסוימת את תנועת חלקיקי גז A בחלל הכלי עד לפיזורם האחיד בנפח הנתון. לעומת זאת, כאשר יוכנס גז A לתוך כלי ריק

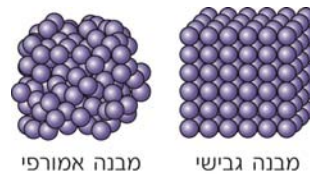
(בעל אותו נפח ובאותם תנאים וכמויות), החלקיקים של הגז שהוכנס לכלי יתפזרו באופן אחיד בכל נפח הכלי ללא הפרעה, כך שהפיזור האחיד בכל נפח הכלי יהיה מהיר יותר.

הערה: כמובן שכאן אנו מניחים ששני הגזים הם בעלי צפיפות דומה. כאשר אחד הגזים (נניח גז A) יהיה בעל צפיפות גדולה יותר, יתרכז גז זה בחלק התחתון של הכלי ומעליו יהיה הגז שצפיפותו קטנה יותר.

¹ הכוחות הפועלים בין החלקיקים הם **כוחות משיכה ודחייה חשמליים** (אינטראקציות אלקטרוסטטיות). כוחות אלו נובעים מכך שאטומים ומולקולות מורכבים מחלקיקים בעלי מטען חשמלי שלילי (אלקטרונים) וחלקיקים בעלי מטען חשמלי חיובי (פרוטונים). קיימים כוחות משיכה בין המטענים החשמליים החיוביים לבין השליליים הקיימים באטומים ובמולקולות. **בשלב זה התלמידים לא לומדים על כך. הם ילמדו על כך בתחילת כיתה ח' כאשר עוסקים במבנה האטום ובקשרים כימיים.**

² לא נכון לומר שהאטום הבודד שומר על תכונות הצבר/החומר. לדוגמא, אטום בודד של ברזל לא מוליך חשמל ואטום בודד של גופרית אינו צהוב. היערכות האלקטרונים באטום, כמו גם ההרכב והמבנה של מולקולות, והאינטראקציות שביניהם, משפיעים על תכונות הצבר/החומר.

³ קיימים מוצקים **גבישיים** ומוצקים **אמורפיים**. במוצק הגבישי החלקיקים מאורגנים ומסודרים על פי מבנה קבוע וסימטרי ואילו במוצק האמורפי החלקיקים ערוכים במבנה חסר סדר בדומה לנוזל. ההבדל **המיקרוסקופי** בין המוצק האמורפי לנוזל הוא סוגי תנועות החלקיקים. החלקיקים במוצק האמורפי מתנוודים בלבד ואילו בנוזל הם מתנוודים ומסתובבים. מסיבה זו קיים הבדל **מאקרוסקופי** בין השניים: בעוד שמוצק אמורפי אינו משנה את צורתו על פי הכלי שבו הוא נמצא, צורתו של הנוזל נקבעת על פי הכלי שבו הוא נמצא.



⁴ באופן כללי ניתן לומר כי **הטמפרטורה** של החומר היא הביטוי המאקרוסקופי לאנרגיית התנועה הממוצעת של החלקיקים, במצבי הצבירה השונים. שוב, **כיוון שקיים יחס בין אנרגיית התנועה למהירות החלקיק, בשלב זה, כאשר עוסקים באותו חומר, הבנת הקשר שבין המהירות הממוצעת של החלקיקים לטמפרטורה – מספיקה.**

⁵ **גז אידיאלי** – הוא מודל פיזיקלי עבור התנהגות חומר במצב צבירה גז. המודל מניח שאין שום אינטראקציה בין מולקולות הגז ושהמולקולות הן **נקודתיות** (כלומר, גודלן זניח ביחס למרחקים העצומים שביניהן); הנחה זו הינה הכרחית לחישובים פשוטים של **טמפרטורה, לחץ ונפח הגז**. בהתאם, חוקי הגזים האידיאליים מתארים היטב התנהגות של גז בצפיפות נמוכה. להרחבה והעמקה - היעזרו בתקציר (בעברית) וסרטון (מתורגם לעברית): [חוקי הגזים האידיאליים](#); דוידסון און-ליין.

הצעות דידקטיות

קשיים אופייניים מתוך מחקרים בהוראת המדעים

במחקרים בהוראת המדעים שנערכו בעשורים האחרונים, נמצאו קשיים שונים ותפיסות שגויות רבות בנושא המודל החלקיקי של החומר. להלן הקשיים העיקריים בהוראה ובלמידה של תופעות ועקרונות הקשורים למודל החלקיקי (בשלב זה ללא שינויי טמפרטורה):

1. קושי להסביר תופעות ברמה המאקרוסקופית באמצעות המודל החלקיקי.
2. קושי להבין ולהסכים עם הרעיון ש:
 - א. הריק הוא חלק ממבנה החומרים.
 - ב. לחלקיקים תנועה מתמדת ואקראית.
 - ג. קיימת אינטראקציה בין החלקיקים.
 - ד. חלקיקים לא פועלים מתוך רגשות, תכלית או רצונות ולכן האנשתם היא שגויה.
3. באופן שגוי, תלמידים מייחסים לחלקיק הבודד תכונות "מאקרוסקופיות". למשל:
 - א. **לחלקיק** ברזל יש מוליכות חשמלית טובה.
 - ב. **חלקיק** הגופרית הוא בצבע צהוב
 - ג. **חלקיק** מים הוא במצב צבירה נוזלי.
 - ד. **חלקיק** כסף הוא בעל ברק מתכתי.
 - ה. כאשר דוחסים אוויר במזרק - **חלקיקי** האוויר מתכווצים וכאשר מגדילים את נפח המזרק - **חלקיקי** האוויר מתפשטים.

המלצות להתמודדות

הדגשים בהוראה שעליהם הצבענו בתיאור תהליך ההוראה בעמודים הקודמים, מעלים דרכי התמודדות עם הקשיים השכיחים. בנוסף לכך –

- על מנת להטמיע את עקרונות המודל החלקיקי ולטפל בקשיים האופייניים, אנו ממלצים על:
- המחשות מכל הסוגים: אנלוגיות, סימולציות מחשב, ניסויי מפתח
 - שילוב מיומנות הטיעון באירועי הוראה מומלצים (דגם ההוראה "טוענים במדע")
 - הערכה לשם למידה- הצפת קשיים דרך פריטי הערכה מרכזיים-ודיון לשם למידה בנוסף:
 - יש להדגיש שלחלקיק אחד אין את כל תכונות החומר, לדוגמה: מצב צבירה של חומר, צבע או הולכה חשמלית הם תכונות של **הצבר** ולא של **החלקיק הבודד**.
 - כדי למנוע מהתלמידים מלייחס לחלקיק בודד תכונה מאקרוסקופית של חומר - יש להמנע מהאמירה השכיחה: "האטום/המולקולה הם החלקיק הקטן ביותר ששומר על תכונות החומר" – שהנה שגויה

ואף מטעה! מדויק יותר לומר שמבנה האטום, או מבנה המולקולה והרכבה כמו גם האינטראקציות שבין חלקיקי החומר, **משפיעים** על תכונות הצבר הבנוי מאטומים (או ממולקולות) אלה. בשלב זה של הלימודים המושגים אטום או מולקולה לא נלמדים.

- כדאי להתעכב על הוראת המושג "מצב צבירה" ולהדגיש שהכוונה לצבירה של החלקיקים (אפשר להשתמש באנלוגיה של האצטדיון מתוך "מבנה החומר ריק וחלקיקים" עמ' 139).

תיאור תהליך ההוראה

מומלץ ללמד תת נושא זה לאחר שהתלמידים למדו את הנושא "חומרים תכונות ושימושים", דהינו עסקו בתופעות בחומרים ברמה המאקרוסקופית (החומר תכונות ושימושים).

בתת-פרק זה ילמדו התלמידים כיצד להסביר תופעות בחומר שהכירו ברמת המאקרו באמצעות המודל החלקיקי של החומר. תת נושא זה מתרכז בתופעות שאינן כרוכות בקליטה או פליטה של חום, ומדגיש תופעות שקשה להסבירן ללא המודל החלקיקי של החומר. התופעות הן **דחיסה**, **פיצוץ** של גז בגז, של גז בנוזל, של נוזל בנוזל ושל מוצק בנוזל, **העברה** של גז מכלי בעל נפח קטן לכלי בעל נפח גדול, **זרימה** של נוזל ואי זרימה של מוצק, העברה של גז ונוזל מכלי בעל צורה מסוימת לכלי בעל צורה אחרת ותופעות של **לחץ** הגז.

מוצע להתחיל את הוראת "המודל החלקיקי של החומר" בברור התפיסות האינטואיטיביות והתפיסות הקיימות של התלמידים את מבנה החומר. מחקרים העלו כי על מנת לבסס את המודל החלקיקי יש לתת לתלמידים להבנות אותו בעצמם בדרך של דיון ולהעמיד אותם בצורך **ליצור הסברים לתופעות**. בהתאם, אנו מציעים לאתר את תפיסות תלמידים, באמצעות פעילות מקדימה העוסקת בשאיבת אוויר מארלנמייר. בקשו מהם לתאר מה הם **רואים**. רישמו ביחד את "**תאור התופעה**", לאחר מכן מוצע לשאול את התלמידים האם הם רואים הבדל בין הבקבוק לפני השאיבה ולאחריה. בקשו מהם לדמיין שיש להם "**משקפי קסם**" המאפשרות לראות כיצד בנוי החומר. עליהם לדמיין שהם מרכיבים את המשקפיים ו"להתבונן דרכם בבקבוקים לפני שאיבת האוויר ואחרי השאיבה". בקשו מהם לצייר את מה שדמיינו/ראו" על גבי דפים שבהם צילום של שני הבקבוקים.

לאחר שכל אחד מהילדים צייר את ש"ראה" במשקפי הקסם שלו, בקשו ממספר תלמידים לצייר את הציורים שלהם על הלוח. (נסו להזמין אל הלוח ילדים המציגים מגוון של ציורים). לאחר שציירו מומלץ לשאול שאלות הבהרה כמו "מה זה הנקודות? מה בין הנקודות? מה המריחה השחורה? מה נמצא במקום שלא צבעתם? חשוב להקשיב ולרשום את כל רעיונות של התלמידים חשוב לכבד, ולהימנע משיפוט ומאישור של תשובות נכונות. כדאי גם לבקש מהתלמידים להתייחס לציורים של חברים.

מומלץ **לשלב** בין שתי דרכים קיימות להוראת הנושא.

הוראה בגישה דדוקטיבית

בדרך הוראה זו מציגים לתלמידים את המודל החלקיקי של החומר, ואז שואלים את התלמידים מי לדעתם צייר את הציור המתאר את המודל של מבנה החומר המקובל על הקהילה המדעית בימינו. בהמשך, לספר לתלמידים מי מהם צייר את הציור הקרוב ביותר לדעתם של קהיליית המדענים בימינו. על מנת להרגיע את אלו שציירו מודל רציף אפשר להבהיר כי במשך שנים רבות גם הקהילה המדעית התייחסה אל מבנה החומר כאל "מבנה רציף".

הוראה בגישה – דיאלוגית- גישת ה"משא ומתן"

בדרך הוראה זו לא "מגלים" לתלמידים מי מהם צייר את הציור המתאר את המודל של מבנה החומר המקובל על הקהילה המדעית בימינו. במהלך ההוראה יוצרים אצל התלמידים ערעור קוגניטיבי באמצעות ניסויים ותופעות שונות, שלא ניתן להסביר אותן באמצעות תפיסתם את מבנה החומר, כפי שעלתה מהציורים.

הגישה הדיאלוגית היא הגישה להוראת נושא הדורש **שינוי תפיסתי**. לאור העובדה ששינוי תפיסתי בדרך זו מצריך זמן רב, ודורש מהתלמידים להקדיש רבות לחשיבה ולהיעזר בסבלנות עד שיגלו את ה"אמת המדעית" אנחנו מציעים **גישה משלבת** המשלבת את הגישה הדדוקטיבית עם הגישה הדיאלוגית, למשל לאחר שמציגים לתלמידים את המודל החלקיקי עורכים ניסויים נוספים המדגימים תופעות שניתן להסבירן רק בעזרת המודל החלקיקי של החומר ומנהלים דיאלוגים לגבי ההסבר לתופעות אלו. ניתן גם לבצע מספר קטן של ניסויים ולדון בהם עם התלמידים לפני הצגה פורמלית של המודל החלקיקי.

רצף ההוראה

להלן שתי אפשרויות לרצף ההוראה של הנושא:

אפשרות אחת היא להתחיל בתופעות במצב הגזי, לאחר מכן לדון בתופעות הקשורות בנוזל ולבסוף בתופעות הקשורות במוצק. גישה זו מעמיקה בעיסוק במצב הגזי ומאפשרת התמקדות במצב צבירה אחד והבנת כל הפרמטרים. לאחר מכן המעבר למצבי הצבירה הנוספים יהיה מהיר יותר. חשוב, יחד עם כך, להקפיד בחלוקת הזמן מתאימה לכל שלושת מצבי הצבירה.

אפשרות שנייה היא להציג כל תופעה בשלושת מצבי הצבירה בהשוואה; לדוגמא אם מדובר בדחיסה, יש להתייחס לדחיסת גז, נוזל ומוצק וכן הלאה. בגישה זו נעשית השוואה מיידית בין מצבי הצבירה, ההשוואה מאפשרת להבין את המשותף והשונה בין המצבים ואת העובדה שמדובר באותם חלקיקים הצבורים (ערוכים) באופן שונה.

לאחר שהתלמידים הבינו ותרגלו הסברים של תופעות בשלושת מצבי הצבירה ניתן לעבור לנושא תכונות הגזים. אנו ממליצים לתאר את **לחץ הגז** במושגים של **מספר ההתנגשויות** ליחידת שטח המקל על הבנת הנושא ומסביר אותו ברמת המיקרו באופן אינטואיטיבי.

טבלת תכנון ה.ל.ה

הטבלה הבאה מציגה הצעות לרצף ההוראה/למידה/הערכה של תת-הנושא: **עקרונות המודל החלקיקי- הסבר תופעות ומאפייני מצבי הצבירה** (ללא שינויי חום וטמפרטורה). הטבלה כוללת התייחסות למושגים ולרעיונות מרכזיים מלווים בפעילויות מפתח (ניסויים מומלצים, סימולציות, שילוב מיומנויות, סרטונים ועוד), הפניה לחומרי הלמידה במדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים (יחידות לימוד, אתרים ברשת ועוד) והפנייה למשימות הערכה.

טווח שעות מומלץ: 12-15 שעות

מושגים ורעיונות	פעילויות מפתח (משלבות תוכן ומיומנויות)	הפנייה לחומרי למידה	הפנייה למשימות הערכה
החומר בנוי מחלקיקים (אטומים ומולקולות) וביניהם ריק דחיסה דחיסה של גז ואי דחיסה של נוזל ומוצק	דיון מחשבתי : הדגמה של שאיבת אוויר מבקבוק	"ריק וחלקיקים" עמ' 70 – 71 "ריק וחלקיקים" מדריך למורה עמ' 79 – 84	1, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 20, 21, 23, 25, 29, 36, 37, 39, 41, 43, 44, 45, 2, 5, 7, 12, 16, 19, 31, 32
	ניסוי : דחיסה והתפשטות של אוויר במזרק ניסוי : האם ניתן להכניס למזרק עם אוויר עוד אוויר?	"עולם של חומר" עמ' 87 "ריק וחלקיקים" עמ' 74 – 75 "עולם של חומר" עמ' 89	
	דיון : משמעות המושג "ריק", הבחנה בין אוויר לריק ניסוי : דחיסת נוזל במזרק ניסוי : דחיסת מוצק במזרק.	"ריק וחלקיקים" עמ' 83 – 84 "סוד הריק" משדר – טלויזיה לימודית, מהסדרה "סופי לעת עתה" הדמיות מתוך "מסע לעולם החלקיקים" "עולם של חומר" עמ' 88 "ריק וחלקיקים" עמ' 75	
פעפוע מהירות הפיעפוע נקבעת על ידי מהירות החלקיקים, יכולת התנועה והמרחקים ביניהם	ניסוי : פעפוע של חלקיקי בושם באוויר הדגמה הסבר ודיון : שימוש ב"מכונת כדורים" להמחשת המודל החלקיקי.	"עולם של חומר" עמ' 90 – 97 "ריק וחלקיקים" עמ' 101 – 112 "עולם של חומר" עמ' 97 – 98 פעילות הדמיה : ריק וחלקיקים עמ' 108 – 109	15, 17, 18, 22, 42, 24, 27, 28, 30

מושגים ורעיונות	פעילויות מפתח (משלבות תוכן ומיומנויות)	הפנייה לחומרי למידה	הפנייה למשימות הערכה
	ניסוי הדגמה : פעפוע של מימן כלורי ואמוניה. ניסוי : בדיקת מהירות פיעפוע של אמוניה באוויר ובריק ניסוי : פעפוע של נוזל בנוזל הדמיה : פעפוע של חלקיקי המוצק שמתמוסס בנוזל	"עולם של חומר" עמ' 100 – 102 סרטון : ניסויים של פעפוע (בגזים ובנוזלים), ברום באוויר ובריק, פעפוע מולקולות גז בעלות מסות שונות "ריק וחלקיקים" עמ' 112 סרטון באתר : ניסוי פיעפוע של ברום באוויר ובריק "עולם של חומר" ע' 136 הדמיה באתר : פעפוע של חלקיקי המוצק שהתמוסס בנוזל	
כוחות משיכה : בין חלקיקי הגז חלשים מאוד בין חלקיקי הנוזל חזקים בין חלקיקי המוצק חזקים מאוד	ניסוי : נפח הגז משתנה בהתאם לכלי שבו הוא נתון ניסוי : נפח הנוזל קבוע הדגמה : טיפת מים ניסוי : נפח מוצק קבוע ניסוי מתואר : הגז מקבל את צורת הכלי השלם ניסוי : העברה של נוזל מכלי קטן לכלי גדול (בעל צורה שונה זרימה בגז (מתפשט וממלא את כל חלל הכלי) זרימה בנוזלים ניסוי : צמיגות נוזלים שונים ניסוי : העברה של מוצק מכלי קטן לכלי גדול (בעל צורה שונה)	"עולם של חומר" עמ' 90 – 91 "עולם של חומר" עמ' 141 – 143 "ריק וחלקיקים" עמ' 141 – 145 "עולם של חומר" עמ' 164 "עולם של חומר" עמ' 90 – 91 "עולם של חומר" עמ' 145 "ריק וחלקיקים" עמ' 140 "עולם של חומר" עמ' 146 – 147 "ריק וחלקיקים" עמ' 138 "עולם של חומר" עמ' 165 אנימציה באתר : מתייחס לצורה ונפח במצבי צבירה שונים	46, 40, 34
סוגי התנועות של חלקיקי החומר במצבי הצבירה השונים	דיון : שימוש באנלוגיה של האצטדיון להסבר המושג "מצב צבירה" שהוא צבירה של החלקיקים. לחלקיק אחד אין את כל תכונות החומר	"ריק וחלקיקים" עמ' 136 – 158 "עולם של חומר" עמ' 125 – 13 "ריק וחלקיקים" עמ' 139 "ריק וחלקיקים" עמ' 140 סרטון אנימציה : המחשה של סוגי התנועות בשלושת מצבי הצבירה	40, 38, 37, 35

מושגים ורעיונות	פעילויות מפתח (משלבות תוכן ומיומנויות)	הפנייה לחומרי למידה	הפנייה למשימות הערכה
לחץ הגז חלקיקי הגז נעים בתנועה אקראית בקווים ישרים, מתנגשים ומפעילים לחץ לכל הכיוונים. גורמים המשפיעים על לחץ הגז: 1. צפיפות החלקיקים 2. מהירות החלקיקים	ניסוי: ניסוי מבחנות וקרום סבון ניסוי: הכנסת ביצה לתוך בקבוק	"עולם של חומר" עמ' 110 – 116 "ריק וחלקיקים" עמ' 113 – 122 <u>עצם למידה באתר: על גורמים שמשפיעים על הלחץ</u> <u>סרטון באתר: ניסוי ביצה בבקבוק</u>	33, 26

תת-נושא 2

השפעת חימום וקירור על שינויים פיזיקליים בחומר

רקע מדעי

כל החומרים בעולם בנויים מחלקיקים (אטומים ומולקולות). בין החלקיקים קיים **ריק** (ואקום). החומרים בעולם נבדלים זה מזה בסוג החלקיקים המרכיבים אותם ובהיערכות שלהם. בכל חומר החלקיקים נמצאים **בתנועה מתמדת ואקראית** באופני תנועה שונים כפי שתואר בתת-נושא הראשון. כל חלקיק נע במהירות מסוימת. הטמפרטורה של החומר, הנמדדת במד-הטמפרטורה¹, היא הביטוי החיצוני למהירות הממוצעת של החלקיקים, בחומר מסוים. **הטמפרטורה** נמדדת במעלות, ביחידות מידה שונות, בעזרת התרמומטר (מד-טמפרטורה), המנצל את תכונת ההתפשטות של חומרים (בדרך כלל נוזלים) בחימום, וקביעת סולם מספרי בהתאם. לכל טווח טמפרטורה מתאימים מד-טמפרטורה מסוג מסוים (עם נוזלים כמו כספית, כהל ועוד). במצב הגזי, המהירות הממוצעת של החלקיקים בכלי סגור, משפיעה גם על עוצמת ההתנגשויות של החלקיקים בדפנות הכלי, ולכן משפיעה על הלחץ של הגז.

א. תהליכי חימום וקירור של החומר הגורמים לשינויי טמפרטורה

- כאשר מחממים² או מקררים חומר **במצב צבירה נתון**, **חל שינוי במהירות הממוצעת** של החלקיקים מהם החומר בנוי, ולכן משתנה הטמפרטורה של החומר.
- כאשר מחממים חומר מסוים, המהירות הממוצעת של החלקיקים גדלה ולכן הטמפרטורה עולה.
- כאשר מקררים חומר מסוים, המהירות הממוצעת של החלקיקים קטנה ולכן הטמפרטורה יורדת.

¹ באופן כללי, ניתן לומר כי הטמפרטורה של החומר היא הביטוי המאקרוסקופי לאנרגיית התנועה הממוצעת של החלקיקים, במצבי הצבירה השונים. כאשר מחממים גוף והטמפרטורה שלו עולה, המשמעות היא שאנרגיית התנועה הממוצעת של החלקיקים עלתה. קיים יחס ישר בין אנרגיית התנועה למהירות החלקיק, ולכן, בשלב זה, כאשר עוסקים בחומר מסוים (מסת החלקיקים אינה משתנה), ניתן להתייחס אל המהירות הממוצעת של החלקיקים בלבד (ללא התייחסות לאנרגיית התנועה).

² **חימום** של חומר יכול להתרחש בכמה דרכים, כגון: הולכה, הסעה או קרינה אלקטרומגנטית.

³ לגבי חימום- יש להעיר כי חימום עשוי לגרום לפירוק החומר או התרכבותו (שינויים בסוג החומר כתוצאה מתגובות כימיות) ועל כך נעסוק בערכת חומרים לכיתה ח'.

הקשר בין הוספת חום לטמפרטורה - העמקה למורה

חום וטמפרטורה אינם מושגים זהים. חום מתווסף או נגרע מגוף ועקב כך יכול לגרום (או לא) לשינוי הטמפרטורה של הגוף. **הטמפרטורה** היא גודל שאינו תלוי בכמות החומר (גודל אינטנסיבי), כלומר אם ניקח שני "גופים" (למשל, שתי כמויות של מים) באותה טמפרטורה ונחבר אותם, הטמפרטורה של ה"גוף" הכולל תהיה אותה הטמפרטורה כמו של שני החלקים שהרכיבו אותו. **כמות חום הנדרשת** להעלאת טמפרטורה של גוף, תלויה במסת הגוף, בקיבול החום הסגולי ובהפרש הטמפרטורות.

חימום וקירור חומר והמהירות הממוצעת של החלקיקים

- **בחימום מוצק** – התנועה התנודתית של החלקיקים גוברת – המהירות הממוצעת של החלקיקים גדלה – והדבר בא לידי ביטוי בעליה של טמפרטורת המוצק. **תופעה** לדוגמא: שינויי נפח (התכווצות והתפשטות) של מתכות כתוצאה מקירור או חימום בהתאמה.
- **בחימום נוזל** – התנועה התנודתית והתנועה הסיבובית גוברות – המהירות הממוצעת של החלקיקים גדלה והדבר בא לידי ביטוי בעליה של טמפרטורת הנוזל. **תופעות** לדוגמא: בחימום הכספית הנוזלית הנמצאת במד טמפרטורה גוברת המהירות הממוצעת של חלקיקי הכספית, דבר הגורם לעליה בנפח של הכספית הנמצאת בצינורית של מד הטמפרטורה – ולכן לעליה הכספית בצינורית (ולחיפך בקירור).
- **בחימום גז** – התנועה התנודתית, התנועה הסיבובית ותנועת המעקף גוברות – המהירות הממוצעת של החלקיקים גדלה – והדבר בא לידי ביטוי בעליה בטמפרטורת הגז; בכלי סגור בעל נפח קבוע, החימום יעלה גם את לחץ הגז עקב התנגשויות חזקות יותר. **תופעה** לדוגמא: הכנסת בלון יום הולדת המלא באוויר לאמבט מים בטמפרטורה של 60° צלזיוס, תגרום להגדלת המהירות הממוצעת של חלקיקי האוויר, הלחץ יגדל, ולכן נפח הבלון יגדל.

לחץ הגז בשינויי טמפרטורה – המודל החלקיקי

- כפי שצויין בחלק הקודם- על מנת להבין ולהסביר תופעות מדעיות אנו דנים בשינוי של שני גורמים בלבד ומניחים ששאר הגורמים הם ללא שינוי (בידוד משתנים). למשל, בחינת הקשר שבין לחץ לטמפרטורה (בחימום או בקירור) כאשר מספר החלקיקים קבוע והנפח קבוע.
- **חימום** כמות גז מסוימת, הנמצאת בכלי סגור בעל נפח קבוע, גורם לעליה במהירות הממוצעת של החלקיקים, המתבטאת **בעליה בטמפרטורה**. עליה במהירות הממוצעת של החלקיקים, משמעותה **עליה בעצמת ההתנגשויות** בדפנות הכלי וכתוצאה מכך- **עליה בלחץ הגז השורר בכלי**.
 - **קירור** כמות גז מסוימת, הנמצאת בכלי סגור בעל נפח קבוע, גורם לירידה במהירות הממוצעת של החלקיקים, המתבטאת **בירידה בטמפרטורה**. ירידה במהירות הממוצעת של החלקיקים, משמעותה **ירידה בעצמת ההתנגשויות** בדפנות הכלי וכתוצאה מכך- **ירידה בלחץ הגז השורר בכלי**.
- לסיכום: בתנאים שבהם כמות הגז והנפח נשמרים קבועים, קיים יחס ישר בין **הטמפרטורה** של הגז **ללחץ** שלו. ככל שהטמפרטורה **גבוהה** יותר (כלומר, המהירות הממוצעת של החלקיקים גדולה יותר) כך **גדל** גם לחץ הגז.

באותו אופן, בתנאים שבהם כמות הגז ולחץ הגז נשמרים קבועים, קיים יחס ישר בין **הטמפרטורה** של הגז **לנפחו**. ככל שהטמפרטורה **גבוהה** יותר (כלומר, המהירות הממוצעת של החלקיקים גדולה יותר) כך **גדל** גם נפחו לדוגמא – חימום גז בארלנמייר שלפתחו העליון מחובר בלון – הבלון יתנפח בחימום.

העמקה

פעפוע (דיפוזיה - Diffusion) והתמוססות (Solvation) כתלות בטמפרטורה

- **פעפוע** הוא תהליך פיזיקלי, שבמהלכו, כתוצאה מתנועתם המתמדת והאקראית של חלקיקי החומר, החלקיקים שנמצאים בריכוז גבוה יחסית עוברים לאזור שבו ריכוזם נמוך יחסית – עד לפיזורם האחד בנפח הנתון (בחומר אחר או בריק). פעפוע של חומר יתרחש מהר יותר בטמפרטורה גבוהה יותר כיוון שהמהירות הממוצעת של החלקיקים גבוהה יותר; פעפוע של גז בריק יתרחש מהר יותר מאשר בכלי שבו יש גז כיוון שללא התנגשויות עם חלקיקי גז אחרים התנועה לא מעוכבת. פעפוע של נוזל בנוזל או של חלקיקי המוצק בנוזל יתרחש באופן משמעותי רק כאשר החומרים **מסיסים** זה בזה.
- **התמוססות** (המסה) היא תהליך מורכב שבו נוצרים קשרים (בין מולקולריים) בין חלקיקי המומס המוקפים בחלקיקי הממס. תהליך זה תלוי **במסיסות** של חומר בחומר. חומרים מאופיינים בדרגת המסיסות שהיא הכמות המקסימלית של מומס מסוים שיכול להתמוסס בממס מסוים (בטמפרטורה מסוימת). דרגת המסיסות של חומר המומס בחומר אחר, תלויה בתכונותיו, בתכונות הממס, בכוחות שבין חלקיקי החומרים ובמספר גורמים נוספים, ביניהם **הטמפרטורה**. מוצקים שונים מתנהגים בצורה שונה עם עליית הטמפרטורה של הממס הנוזלי שבו הם מומסים: חלקם מתמוססים טוב יותר וחלקם מתמוססים פחות טוב. ישנם מוצקים שמסיסותם **כמעט ואינה מושפעת** מהשינוי בטמפרטורה, למשל, המסיסות של מלח בישול במים אינה תלויה כמעט בטמפרטורה. כמו כן, במקרים רבים מסיסותו של גז בנוזל **יורדת** עם עליית הטמפרטורה למשל, מסיסותו של החמצן במים גדלה עם ירידת הטמפרטורה.

הקשר שבין תהליך הפעפוע לתהליך ההתמוססות

בתהליך התמוססות נוצרים קשרים בין חלקיקי המומס המוקפים בחלקיקי הממס. חלקיקים אלו מפעפעים - כלומר, נעים מאזור שבו ריכוזם גבוה יחסית למקום שבו ריכוזם נמוך יחסית עד לפיזורם האחד בנפח הכולל של הממס. שימו לב: אין קשר בין מידת **המסיסות** של חומר אחד בחומר שני לבין מהירות הפעפוע של החלקיקים (קצב פיזורם בממס) והתהליכים מושפעים באופן שונה משינויי טמפרטורה. לדוגמא: כאשר ממיסים מלח בישול במים, שינוי הטמפרטורה כמעט ולא משפיע על כמות המלח שתתמוסס בנפח נתון של מים, אבל ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר מהירות הפעפוע של חלקיקי המלח (המומסים) בנפח המים הנתון תהיה גדולה יותר. יש לציין כי, בכל מקרה, ללא קשר לכמות המומס שתתמוסס - **מהירות ההתמוססות** (כמו הפעפוע) מושפעת תמיד ביחס ישר לעליה בטמפרטורה - כלומר, בטמפרטורה גבוהה יותר, התהליך יתרחש מהר יותר בהשוואה לאותו תהליך בטמפרטורה נמוכה יותר כיוון שלחלקיקים אנרגיה קינטית ממוצעת גבוהה יותר.

תמיסה, מומס וממס

מושגים אלו נלמדים בערכה זו ברמת בסיס ויילמדו **בהרחבה** בתחילת כיתה ח'. להלן סיכום תמציתי:

תמיסה היא תערובת של שני חומרים לפחות, כאשר אחד מהם משמש כ**ממס** והאחרים **מומסים** בו. החלקיקים של החומרים המומסים, היכולים להיות בכל מצבי הצבירה, מוקפים בחלקיקים של הממס שאף הוא יכול להיות בכל מצב צבירה. על פי רוב הממס קובע את מצב הצבירה של התמיסה (מוצקה, נוזלית או גזית). הממס מוגדר בדרך כלל כחומר שכמותו בתמיסה היא הגדולה ביותר, בעוד שכל שאר החומרים נחשבים מומסים. לדוגמא: סוכר המומס במים הינו דוגמא לתמיסה נוזלית, אוויר הוא דוגמא לתמיסה גזית שבה חמצן וגזים נוספים מומסים בחנקן; והנחושת מומסת בזהב, בתמיסה מוצקה, למשל, בתכשיטי "זהב" מסחריים שמכילים על ידי היתוך המוצקים, ערבובם והקפאתם.

בתהליך ההתמוססות מתרחשים תהליכים מורכבים שעליהם ילמדו התלמידים בהמשך. זו גם הסיבה לכך שזהו תהליך מורכב שאינו מושפע רק ממהירות החלקיקים (מהטמפרטורה).

ב. תהליכי חימום וקירור של חומר הגורמים לשינוי במצב הצבירה

חומרים טהורים מאופיינים בטמפרטורות היתוך ורתיחה ספציפיות (בלחץ מסוים). טמפרטורת ההיתוך של חומר (שהיא גם טמפרטורת ההתמצקות) היא הטמפרטורה שבה עובר החומר ממצב צבירה מוצק למצב צבירה נוזל או להיפך. טמפרטורת הרתיחה של חומר (שהיא גם טמפרטורת ההתעבות) היא הטמפרטורה שבה עובר החומר ממצב צבירה נוזל למצב צבירה גז או להיפך.

כאשר מחממים חומר עד לטמפרטורת ההיתוך שלו וממשיכים לחממו, החומר עובר תהליך היתוך, וברגע מסוים, יהיה החומר מצוי בשני מצבי הצבירה – המוצק והנוזל. בשלב זה:

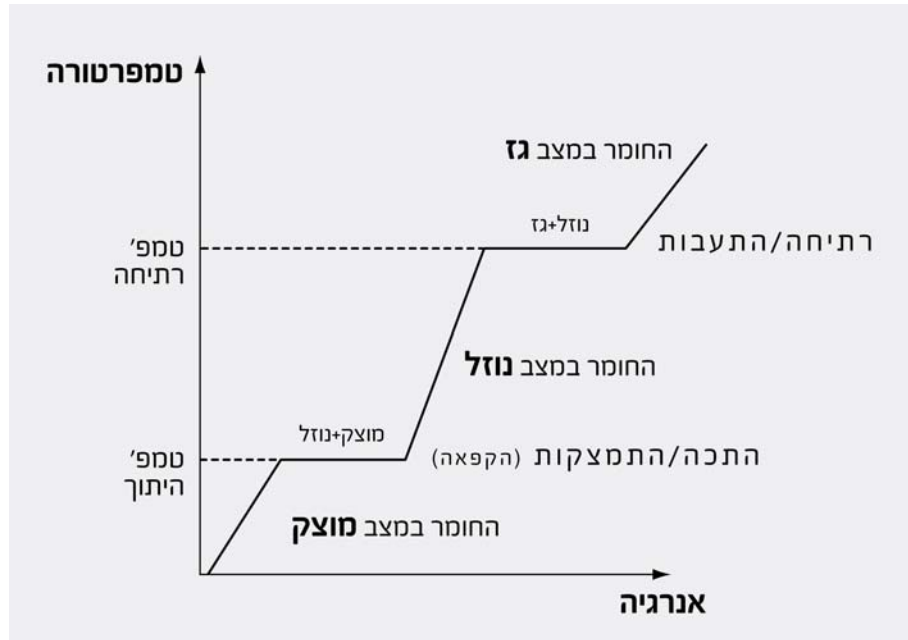
- **חימום נוסף** יגרום להתרחשות תהליך ההיתוך עד שכל החומר הופך ממוצק לנוזל.
- **קירור החומר** יגרום להתרחשות תהליך התמצקות עד שכל החומר הופך מנוזל למוצק.

במהלך המעבר של החומר ממצב צבירה מוצק לנוזל או מנוזל למוצק- **אין שינוי בטמפרטורת החומר**. החום המושקע בשלב זה נקרא לעיתים "חום כמוס" כיוון שאינו גורם לעליה בטמפרטורה אלא לשינוי במצב צבירה בלבד. ההסברים לעיל תקפים גם עבור תהליך הרתיחה (או ההתעבות).

מעבר מצב צבירה – הסבר לפי המודל החלקיקי

כאשר מוסיפים אנרגיה לגוף מוצק העשוי מחומר טהור (על-ידי חימום למשל), המהירות הממוצעת של החלקיקים עולה ולכן הטמפרטורה של הגוף עולה. בטמפרטורת ההיתוך של החומר, **חימום נוסף יגרום להחלשת הכוחות הפועלים בין החלקיקים** אך **אינו מעלה את המהירות הממוצעת של החלקיקים**. המשמעות היא שאנרגיית התנועה הממוצעת של החלקיקים לא משתנה; מסיבה זו, בתהליך שבו עובר החומר ממוצק לנוזל **הטמפרטורה קבועה**.

ההסברים לעיל תקפים גם עבור תהליך הרתיחה (או ההתעבות). להלן גרף המתאר את שינוי הטמפרטורה של חומר טהור כלשהו כפונקציה של הוספת אנרגיה לחומר (למשל על ידי חימום או קרינה).



שינויי הטמפרטורה בחומר טהור כפונקציה של האנרגיה המושקעת בו

תהליכי התאדות ורתיחה - דמיון ושוני

בתהליכי התאדות ורתיחה חומר במצב צבירה נוזל הופך למצב צבירה גז.

קיימים שני הבדלים עיקריים בין התהליכים:

1. התאדות מתרחשת בכל טמפרטורה בעוד שרתיחה מתרחשת בטמפרטורה מסוימת (בלחץ מסוים) המכונה טמפרטורת הרתיחה.
2. ההתאדות מתרחשת משטח הפנים של הנוזל בעוד שרתיחה מתרחשת בכל גוף הנוזל.

הסבר על פי המודל החלקיקי

התאדות מתרחשת משטח הפנים של הנוזל: חלקיקי נוזל המצויים בשטח פני הנוזל עשויים להתנתק מהנוזל ולעבור לפאזה הגזית (לאוויר). כאשר התהליך מתרחש במערכת פתוחה, בסופו של דבר כל הנוזל יהפוך לגז.

רתיחה מתרחשת מכל גוף הנוזל: כאשר חומר מגיע לטמפרטורת הרתיחה שלו (בלחץ מסוים), חלקיקי הנוזל בכל נפח הגוף מתרחקים זה מזה ועוברים בהדרגה למצב צבירה גז. הדבר מתבטא **בהופעת בועות בתוך הנוזל**. בועות אלה מכילות בעיקר את אדי הנוזל שעבר למצב צבירה גז.

הצעות דידקטיות

קשיים אופייניים מתוך מחקרים בהוראת המדעים

במחקרים בהוראת המדעים שנערכו בעשורים האחרונים, נמצאו קשיים שונים ותפיסות שגויות רבות בנושאים הקשורים להתנהגות החומר בחימום ובקירור ולמושגים חום וטמפרטורה. להלן טעויות המשגה המעידות על הקשיים העיקריים בהוראה ובלמידה של תופעות ועקרונות הקשורים לנושאים הללו:

- כאשר מחממים גז כל אחד מחלקיקי הגז מתנפח וגדל.
- טמפרטורה היא גודל שמצטבר. אם מאחדים 2 מסות של מים שכל אחת מהן בטמפרטורה של 20 מעלות צלזיוס, תהיה המסה המאוחדת בטמפרטורה של 40 מעלות צלזיוס.
- החום הוא חומר.
- קיים קושי להבין שטמפרטורה היא תכונה של חומר ברגע מסוים (ובתנאים מסוימים).
- קיים קושי להבין שממוצע (כגון: המהירות הממוצעת של החלקיקים והאנרגיה הקינטית הממוצעת), הוא גודל אינטנסיבי (לא תלוי בכמות החומר) כמו הטמפרטורה.
- תלמידים סבורים שטמפרטורת הרתיחה של כל חומר היא 100 מ"צ וטמפרטורת ההיתוך 0 מ"צ- כיוון שהדוגמא המשמשת אב טיפוס היא על-פי-רוב - מים.

המלצות להתמודדות

באופן כללי, על מנת להטמיע את עקרונות המודל החלקיקי וטיפול בקשיים האופייניים, אנו ממלצים על:

- המחשות מכל הסוגים: אנלוגיות, סימולציות מחשב, ניסויי מפתח
- שילוב מיומנות הטיעון באירועי הוראה מומלצים (דגם ההוראה "טוענים במדע")
- הערכה לשם למידה- הצפת קשיים דרך פריטי הערכה מרכזיים, שילוב פריטי הערכה בהוראה ודיון לשם למידה.
- ובאופן ספציפי יותר, מומלץ להמחיש את הדוגמאות הבאות, בניסוי, סימולציה או דיון:
- טיפת מים וליטר מים יכולים להיות באותה הטמפרטורה.
- בטמפרטורת הרתיחה וההיתוך- כשמוסיפים חום לחומר, הטמפרטורה לא עולה עד לשינוי במצב הצבירה וזה מדגים את העובדה שטמפרטורה וחום הם מושגים שונים.
- סיר, מחבת, או כוס תה, יכולים להיות ברגע מסויים חמים מאוד למגע וברגע אחר הם יכולים להיות בטמפרטורת החדר.
- רצוי להמחיש את מושג ה"ממוצע" על ידי דוגמאות מחיי היומיום.
- רצוי לתת דוגמאות נוספות לטמפרטורות היתוך ורתיחה מלבד של המים.

תאור תהליך ההוראה

הוראת תת הפרק "השפעת חימום וקירור על שינויים פיזיקליים בחומר" מסתמכת על כך שתלמידים יודעים לאפיין את שלושת מצבי הצבירה באמצעות המודל החלקיקי.

תת-פרק זה עוסק בתופעות המתרחשות בחומר כאשר מחממים או מקררים. לתת פרק זה שני חלקים, החלק הראשון עוסק בתופעות חימום או קירור חומר במצב צבירה נתון (תוך שינויי טמפרטורה) והחלק השני עוסק בהשפעת החימום או הקירור על מעברי חומר במצב צבירה אחד למשנהו (ללא שינוי בטמפרטורה). גם כאן נתאר את התופעות ברמה מאקרוסקופית ונסביר אותן ברמת המיקרו.

עבור חומרים בכל מצבי הצבירה כאשר מחממים או מקררים יש שינוי מתאים בטמפרטורה של החומר עד שהחומר מגיע לטמפרטורת המעבר (היתוך או רתיחה) שבה המשך חימום לא יגרום לשינוי בטמפרטורה אלא למעבר של החומר ממצב צבירה אחד למשנהו.

בהמשך לתת הפרק הראשון גם כאן ממשיכים בדיון והסבר באמצעות המושגים תופעה, עובדה, מודל תיאורטי, מודל מוחשי. במהלך ההוראה יש לחזור ולהדגיש מושגים אלה באופן מפורש. כמו כן מומלץ להמשיך באסטרטגיית ההוראה הדיאלוגית ולהשתמש במודל הטיעון להסבר התופעה על פי המודל החלקיקי של החומר ובאסטרטגיית peoe שהכרנו בתת הפרק הראשון.

חלק א': תהליכי חימום וקירור של החומר הגורמים לשינויי טמפרטורה

תת פרק זה עוסק בחימום או בקירור חומר. כעת ננסה להבין כיצד המודל החלקיקי מסביר את תופעות הנגרמות בהוספה או גריעה של חום מחומר במצב צבירה נתון. בכל התופעות שנציג ובכל ההסברים נבדיל בין המושגים חום וטמפרטורה.

הדגמה של חימום או קירור של גז תעשה על ידי חימום של קופסת פח ריקה שניתן לסגור אותה באמצעות מכסה, או באמצעות בקבוק שאליו מחובר בלון או באמצעות חימום של מבחנה שהפיה שלה סגורה בבוטל. בקשו מהתלמידים לשער מה יקרה לבלון או לבועת הסבון בחימום, לנמק את השערתם ולאחר מכן לבצע את הניסוי, לרשום מה הם רואים ולנסות להסביר את מה שראו באמצעות "משקפי הקסם". מומלץ לבקש מהתלמידים ללוות את ההסבר שלהם באמצעות איורים ולהתייחס לפרמטרים עליהם התייחסו בפרק הראשון (סוג החלקיקים, מספר החלקיקים, המהירות הממוצעת שלהם, מספר ההתנגשויות ליחידת שטח והמרחק בין החלקיקים).

ייתכן ותלמידים יבינו באופן אינטואיטיבי שהחימום גורם לעלייה במהירות הממוצעת של החלקיקים, דהיינו עוצמת ההתנגשויות גדלה, החלקיקים נעים לכל הכיוונים, וגורמים לבלון להתנפח, דהיינו לעליה בנפח. במידה והתלמידים לא יצליחו להגיע להסבר בכוחות עצמם, נסייע להם ונסביר כי חימום גורם להאצת מהירות תנועת החלקיקים ולכן להעלאת הלחץ. העלייה בלחץ עשויה לגרום לפקק שסגר את הפחית "לעוף" או לניפוח הבלון או להגדלת בועת הסבון. לאחר שבצענו חימום נבצע קירור ונחזור שוב על התהליך של השערה, הסבר, צפייה בתופעה, תאור התופעה והסבר התצפית על פי המודל החלקיקי.

גם כאן יש חשיבות מאוד גדולה לליווי ההסבר בהדמיות הממוחשבות היות ואין באפשרותינו לצייר את החלקיקים נעים (ראו הפניות בטבל ה.ל.ה).

לאחר חימום הגז נעבור לחימום נוזל. נבדוק אם התלמידים הבינו את נושא החימום ונשאל איך לדעתם מסביר המודל החלקיקי את מה שקורה לחלקיקי הנוזל כאשר מחממים את החומר? סביר להניח שהתלמידים ישערו שהוספת חום תגרום שוב להגברת המהירות הממוצעת של החלקיקים וברמת המאקרו זה יתבטא בעליה בטמפרטורה וגם בנפח (דוגמת מד-טמפרטורה).

כאן נדגים ניסוי של חימום מים בבקבוק שבפיתחו מחוברת צינורית, ניתן להשתמש שוב באסטרטגיית ההדגמה. לאחר החימום נקרר את הנוזל ונראה ירידה בנפחו.

חשוב להדגיש בפני התלמידים שהתנודות והסיבובים המתחזקים של החלקיקים בעקבות חימום הנוזל גורמות אמנם לשינוי קטן במרחק הממוצע שבין חלקיקי החומר אך עדיין כוחות המשיכה בין החלקיקים גדולים ולכן השינוי בנפח בחימום נוזל הוא קטן מאוד יחסית לשינוי בנפח במצב הגזי.

כשהחומר נמצא במצב צבירה נתון

- רמת התופעה (מאקרו) – חימום/קרור מים גורם לעליית/ירידת הטמפרטורה
- רמת החלקיקים (מיקרו) – חימום/קרור מים גורם לעליית/ירידת מהירות החלקיקים



כאשר הטמפרטורה של חומר מסוים משתנה המשמעות היא שהמהירות הממוצעת של החלקיקים השתנתה יש להדגים גם חימום של מוצק ולהסביר כי החימום לא גורם לשינוי בהיערכות החלקיקים שכן כוחות המשיכה ביניהם עדיין מאוד חזקים החימום גורם להגדלת המהירות הממוצעת של התנודות של החלקיקים ולשינוי קטן מאוד בנפח. לדוגמא – התרחבות של מתכות בחימום. חשוב להתייחס שוב לכל הפרמטרים של המודל החלקיקי של החומר ולבדוק מי מהפרמטרים השתנה ומי מהם לא השתנה.

פעילות נוספת לחידוד ההבדל בין חום וטמפרטורה.

על מנת לחדד את ההבדל בין חום וטמפרטורה נוסף כמויות חום שונות למסות שוות של חומר נקבל עליה שונה בטמפרטורה. ניסוי זה מבהיר שהטמפרטורה מתארת את המצב אליו הגיע החומר לאחר שהוספנו או גרענו ממנו כמות חום מסוימת.

בניסוי זה נדגיש את הגורמים הקבועים דהיינו סוג החומר, ומסתו ואת הגורם (משתנה) המשפיע-כמות החום, שסיפקנו לחומר והגורם (משתנה) המושפע – הטמפרטורה.

בניסוי נוסף נספק את אותה כמות חום למסות שונות של חומר, נבקש מהתלמידים לשער מה יקרה לטמפרטורה של כל אחת מהמסות; באופן אינטואיטיבי התלמידים ידעו לשער כי השינוי בטמפרטורה של המסה הקטנה יותר יהיה גדול יותר ולהיפך.

ניתן גם להציג בדרך של משימת הערכה תוצאות של הוספת אותה כמות חום לשני חומרים שונים. את תוצאות ניסויים מוצע להציג באמצעות גרפים של שינוי הטמפרטורה ביחס לזמן החימום ולהשוות בין המערכות השונות, לחילופין ניתן להציג גרפים מוכנים ולתרגל קריאה של גרף והסקת מסקנות מגרף. כאן המקום להדגיש בפני התלמידים את החשיבות של ייצוג מידע באמצעות, גרפים להציג גרפים מסוגים שונים ולהתנסות בקריאה ובשרטוט גרפים. חשוב להדגיש בפני התלמידים כי קיים קשר ישיר בין הוספת החום לעליית הטמפרטורה אך מדובר כאן בשני מושגים העובדה ששתי מסות שונות קלטו את אותה כמות חום ובכל זאת עליית הטמפרטורה הייתה שונה מעידה על כך שטמפרטורה אינה חום.

חלק ב': תהליכי חימום וקירור של חומר הגורמים לשינוי במצב הצבירה

בחלק זה נעסוק במעברים בין מצבי הצבירה כאן יתחדד ההבדל בין חום וטמפרטורה וכמובן נמשיך ללוות את התופעה בהסבר על פי המודל החלקיקי של החומר.

מוצע לבצע ניסוי של חימום קרח עד לקבלת אדי מים. הניסוי יתחיל ב- 0 מ"צ ועד 100 מ"צ ההפתעה הגדולה והמערערת אצל התלמידים היא שבתחילת הניסוי עד שכל הקרח הופך לנוזל מספקים חום למים והטמפרטורה שלהם לא עולה. בצעו את הניסוי ערכו רישום מדויק של הטמפרטורה לאורך הזמן ולאחר מכן סרטטו עם התלמידים גרף (ראו נספח – חימום מים).

כיתבו ביחד עם התלמידים את המסקנות הנובעות מחימום המים. הזכירו לתלמידים את ההבדל בין מצב צבירה נוזל למצב צבירה גז מצד אחד הטמפרטורה לא עלתה משמע שהמהירות הממוצעת של החלקיקים לא השתנתה. מצד שני המשכנו לספק חום וקרה משהו אחר – מצב הצבירה השתנה. כלומר אם יש שינוי במצב הצבירה ואין שינוי במהירות הממוצעת של החלקיקים החום המושקע גרם לשינוי אחר – שינוי בכוחות המשיכה שבין חלקיקי החומר.

חימום בטמפרטורת הרתיעה - נוזל הופך לגז

- רמת התופעה (מאקרו) - מספקים חום, אין עליית טמפרטורה, הנוזל הופך לגז.
- רמת החלקיקים (מיקרו) – בנוזל כוחות המשיכה בין החלקיקים חזקים לעומת הגז שבו הכוחות חלשים מאוד.



החום שסופק גורם להחלשת כוחות המשיכה שבין חלקיקי הנוזל והפיכתו לגז.

כלומר במצב הרתיעה אנרגיית החום השפיעה אך ורק על שינוי הכוחות בין חלקיקי הנוזל. כך גם במעבר ממצב צבירה מוצק לנוזל, ההיערכות של המוצק משתנה והכוחות בין החלקיקים נחלשים. חשוב להדגיש שכאשר רוצים להסביר תופעות של שינויים במצבי צבירה, יש להתייחס לכוחות בין החלקיקים ו/או למהירות תנועתם.

על מנת לחזק ולתרגל את המושגים והרעיונות של מעברים בין מצבי צבירה מומלץ לשלב פריטי הערכה ומשימות אוריינות (ראה טבלת ה.ל.ה.). גם כאן מומלץ להשתמש בהדמיות ובתוכנת "מסע לעולם החלקיקים".

חשוב להדגיש גם את המעבר ההפוך - מגז לנוזל ומנוזל למוצק.

בהמשך יש להתייחס לשינויי מצב הצבירה מנוזל לגז בטמפרטורות שהן מתחת לנקודת הרתיעה - דהיינו לתופעת ההתאדות ולדון בהבדל שבין רתיחה להתאדות. כמו כן נדגיש את הגורמים המשפיעים על קצב ההתאדות (טמפרטורה ושטח פנים).

דיון כיתתי – הערכה לשם למידה

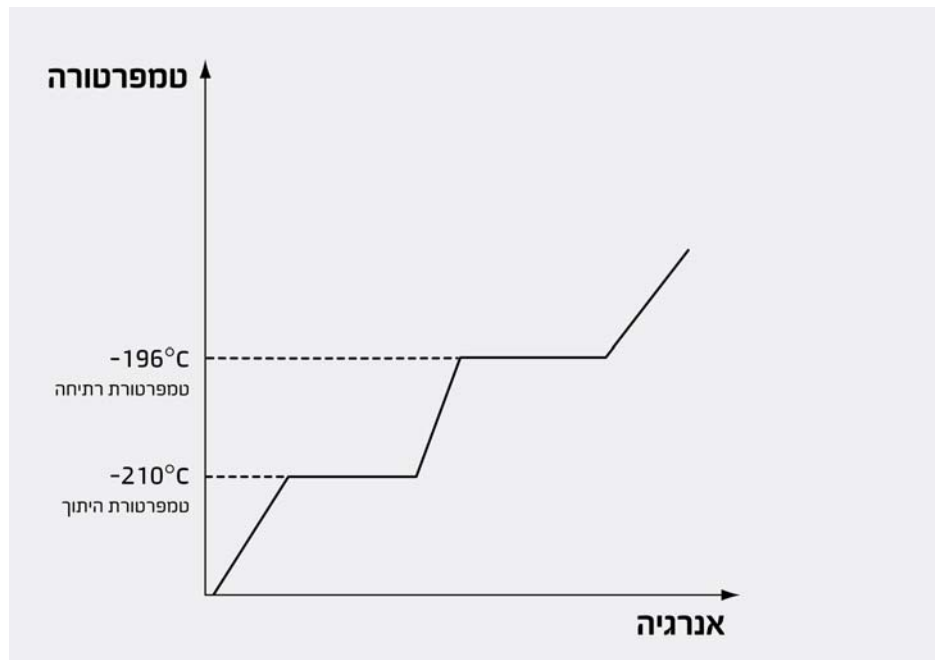
כיוון שהדוגמא השכיחה ביותר לעקומת השינוי במצבי הצבירה היא לגבי מים, תלמידים רבים מקובעים באשר לערכי טמפרטורות ההיתוך והרתיעה ומייחסים את אלה של המים- לכל חומר. על כן, אנו ממליצים להציג דוגמאות נוספות ולדון בהם בכיתה. מומלץ לצייר על הלוח עמודת טמפרטורה, לסמן עליה את טמפי ההיתוך והרתיעה של החנקן, ולציין באיזה טווחים הוא מוצק, נוזל או גז. חשוב לתרגל זאת כי זה אכן עלול לבלבל.

כדוגמא מוצע להציג בפני התלמידים בכיתה את הפריט הבא ולדון בו :

לפניכם גרף המתאר את השינוי בטמפרטורה של חנקן במהלך חימומו (הוספת אנרגיית חום).

התבוננו בגרף וענו על השאלות:

- א. באיזה מצב צבירה יהיה החנקן בטמפרטורה של 0°C ? _____
- ב. באיזה מצב צבירה יהיה החנקן בטמפרטורה של -200°C ? _____
- ג. טמפרטורת הרתיחה של חמצן היא -186°C . מה יקרה לגז חמצן (המצוי במבחנה פקוקה) שיוכנס לתוך חנקן נוזלי? הסבירו.



טבלת תכנון ה.ל.ה

הטבלה הבאה מציגה הצעות לרצף ההוראה/למידה/הערכה של תת-הנושא: "השפעת חימום וקירור על שינויים פיזיקליים בחומר". הטבלה כוללת התייחסות למושגים ולרעיונות מרכזיים מלווים בפעילויות מפתח (ניסויים מומלצים, סימולציות, שילוב מיומנויות, סרטונים ועוד), הפניה לחומרי הלמידה במדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים (יחידות לימוד, אתרים ברשת ועוד) והפניה למשימות הערכה.

חלק א': תהליכי חימום וקירור של החומר הגורמים לשינויי טמפרטורה

טווח שעות מומלץ: 6 – 8 שעות

מושגים ורעיונות	פעילויות מפתח (משלבות תוכן ומיומנויות)	הפנייה לחומרי למידה	הפנייה למשימות הערכה
שינויים בנפח ובטמפרטורה בחימום או קירור גז	ניסוי ודיון : חימום קופסת פח סגורה / בקבוק אליו מחובר בלון. ניפוח בקבוק המעוך מערכת פחית המתכת	"עולם של חומר" עמ' 182 – 190 "ריק וחלקיקים" עמ' 124 – 127	54, 47
חימום גז במערכת סגורה הוספת חום לגוף	ניסוי ודיון : קרום הסבון דגם המחשה : "מכונת הכדורים" דיון מחשבתי : דימוי חלקיקי הגז בבקבוק לפני ואחרי החימום ואחרי הקירור	"עולם של חומר" עמ' 192 "ריק וחלקיקים" עמ' 113 "עולם של חומר" עמ' 183 "ריק וחלקיקים" עמ' 126 "עולם של חומר" עמ' 191	57, 56, 49
טמפרטורה ומד טמפרטורה	ניסוי ודיון : כיצד פועל מד טמפרטורה שבו צינורית עם נוזל?	"ריק וחלקיקים" עמ' 190 – 191 "עולם של חומר" עמ' 193 – 198 <u>העמקה: סרטון על המשמעות הפיזיקלית של המושג טמפרטורה</u>	54
שינויים בנפח ובטמפרטורה בחימום וקירור נוזל מהירות הממוצעת של החלקיקים	ניסוי : חימום נוזל דיון : מהירות ממוצעת של חלקיקים בטמפ' נתונה.	"ריק וחלקיקים" עמ' 188 – 189 "עולם של חומר" עמ' 198	55, 52, 50, 48, 58, 59, 60, 61, 62, 65

מושגים ורעיונות	פעילויות מפתח (משלבות תוכן ומיומנויות)	הפנייה לחומרי למידה	הפנייה למשימות הערכה
שינויים בנפח ובטמפרטורה בחימום וקירור מוצק	ניסוי ודיון: התפשטות מוצק בחימום והתכווצותו בקירור	"ריק וחלקיקים" עמ' 192 – 194 קישור לחומר סרוק: "אל תוך החומר" עמ' 98	63, 51
חימום או קירור גוף (ללא שינוי במצב הצבירה) גורם לשינוי בטמפרטורת הגוף.	הקשר בין חום לטמפרטורה (שני ניסויים) ניסוי ודיון: הוספת כמויות חום שונות למסות שוות הוספת כמויות חום שוות למסות שונות	קישור לחומר סרוק: "חוויה פיסיקלית" עמוד 201, סעיף 3.1	

חלק ב' – תהליכי חימום וקירור של החומר הגורמים לשינויי במצב הצבירה

טווח שעות מומלץ: 4-6 שעות

מושגים ורעיונות	מיומנויות	פעילויות מפתח (משלבות תוכן ומיומנויות)	הפנייה לחומרי למידה	הפנייה למשימות הערכה
מעברים בין מצבי צבירה:	ייצוג מידע באמצעות גרף והסקת מסקנות.	ניסוי ודיון: חימום מים מקרח ועד אדי מים תוך מדידת הטמפרטורה ברצף.	הדמיה: שינוי במצב הצבירה ממוצק לגז ולהיפך מעקב אחר חלקיקי החומר תוך כדי שינוי מצב הצבירה של החומר קישור לחומר סרוק: "חוויה פיסיקלית" עמוד 201, סעיף 3.2	66, 72, 79, 84 משימת האוריינות "פופקורן" העוסקת במעבר מים ממצב צבירה נוזל לגז. הקפאה: 75, 80 רתיחה: 64, 85, 82, 83, 77
התאדות	השפעת הטמפר' על קצב ההתאדות	דיון: מה מתרחש במוצק במהלך חימומו?	"עולם של חומר" עמ' 201 – 203 הדמיות: תוכנה "מסע לעולם החלקיקים"	76, 71
השפעת שטח הפנים על קצב ההתאדות	השפעת שטח הפנים על קצב ההתאדות	דיון: השפעת שטח פנים על קצב התאדות דרך פריטי הערכה.	"עולם של חומר" עמ' 207 "ריק וחלקיקים" עמ' 163 שאלה: שטח פנים "עולם של חומר" עמ' 209	67, 68, 69, 70, 73, 74

מושגים ורעיונות	מיומנויות	פעילויות מפתח (משלבות תוכן ומיומנויות)	הפנייה לחומרי למידה	הפנייה למשימות הערכה
רתיחה והתאדות		ניסוי: קצב ההתאדות בנוזלים שונים ניסוי: הקשר בין ההתאדות להתקררות דיון: ההבדל בין רתיחה להתאדות ניסוי ודיון: מה זאת רתיחה?	"ריק וחלקיקים" עמ' 165 – 166 "ריק וחלקיקים" עמ' 167 – 169 "עולם של חומר" עמ' 219 "ריק וחלקיקים" עמ' 174 – 176 "ריק וחלקיקים" עמ' 185 סרטון על הכנת פופקורן משימה אוריינית הכנת פופקורן	
התעבות		ניסוי: התעבות	"ריק וחלקיקים" עמ' 169 – 172 "עולם של חומר" עמ' 210	86

חומרי למידה העוסקים בתכני נושא –"מצבים ושינויים בחומר- המודל החלקיקי"

- בן צבי, ר., ואורפז, נ. (1969). "מבנה החומר", פרקי פיסיקה וכימיה, משרד החינוך, האגף לתוכניות לימודים, מעלות-תל-אביב.
- דגם הוראה בנושא "שאלת שאלות" (2008). מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים, מטמון, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות.
- דגם הוראה בנושא "שילוב מיומנויות טיעון בהוראת תכנים מדעיים" (2008). מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים, מטמון, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות.
- דגם הוראה בנושא "שלבי החקירה המדעית א" (2008). מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים, מטמון, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות.
- דורי, א., (1989). "אל תוך החומר" - המדריך למורה, משרד החינוך, האגף לת"ל, האוניברסיטה העברית ירושלים, המרכז להוראת המדעים.
- דורי, א., (1989). "אל תוך החומר", משרד החינוך, האגף לת"ל, האוניברסיטה העברית ירושלים, המרכז להוראת המדעים.
- דיין, ש. (2001). "עולם של חומר" – המדריך למורה, מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים, משרד החינוך, האגף לת"ל, האוניברסיטה העברית ירושלים, המרכז להוראת המדעים.
- דיין, ש. (2001). "עולם של חומר", מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים, משרד החינוך, האגף לת"ל, האוניברסיטה העברית ירושלים, המרכז להוראת המדעים.
- יעבץ, נ. (2005). "חוויה פיסיקלית (אנרגיה)", אנקורי ספרים (באישור משרד החינוך).
- ליבוביץ, מ., טנצר, מ. (1997). "דרך החומר". מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים, אורט ישראל.
- מילגרום, י., אורעד, י., אנגלמן, י. (1993). "חוס וטמפרטורה" – המדריך למורה, משרד החינוך, האגף לת"ל, האוניברסיטה העברית ירושלים, המרכז להוראת המדעים.
- מילגרום, י., אורעד, י., אנגלמן, י. (1993). "חוס וטמפרטורה", משרד החינוך, האגף לת"ל, האוניברסיטה העברית ירושלים, המרכז להוראת המדעים.
- מרגל, מ. ושרץ, ז. (1999). "יכולות וקשיים – איתור והתמודדות בנושא: כימיה (חומרים)", המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות.
- נוסבאום, י., יחיאלי, ת. (2000). "מבנה החומר: ריק וחלקיקים" – המדריך למורה, מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים, מטמון, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות.
- נוסבאום, י., יחיאלי, ת. (2000). "מבנה החומר: ריק וחלקיקים", מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים, מטמון, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות.
- ספקטור-לוי, א., שרץ, ז. (1999). "תקשורת מדעית טכנולוגית". מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים, מטמון, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות.

הפנייה לביסוס והעמקה

להלן מאמרים מומלצים בנושאים רלוונטיים לערכה זו:

1. [כשאתם אומרים "חוס" ו"טמפרטורה"](#) – למה אתם מתכוונים? ד"ר תמי יחיאלי
2. [תהליך ההתאדות של מים](#), ד"ר תמי יחיאלי וד"ר יוסי נוסבאום
3. [כוח החיכוך- כוח מוזר ומפתיע](#), ד"ר תמי יחיאלי וד"ר ירון להבי

מאגר משימות הערכה

להלן משימות הערכה מגוונות הרלוונטיות לנושאי העֲרֶכֶה. המשימות עשויות להכיל פריט אחד או יותר כך שבסך הכל יהיו כ-100 פריטים הממוינים על פי מושגים, מיומנויות, רמה קוגניטיבית (ידיעה, יישום, הנמקה/הקשה), דרגת קושי וסוג הפריט.

פריטי המשימות עשויים לשמש למטרות של אבחון, למידה, תרגול ובחינה והם מאורגנים במקבצים המתאימים לממדים הקוגניטיביים השונים המוגדרים במסמכי ה-TIMSS 2011/2007, שאומצו לצורך איפיון פריטי ההערכה.

בהמשך מפורטות התשובות הנכונות או תשובות אפשריות.

הערה: הפריטים הבאים מתבססים על משימות TIMSS, פריטי מיצ"ב ומבחני מורים, אך הם עברו עיבוד, שכתוב ותיקונים לשוניים, מדעיים ותכניים. לפיכך, יש לשים לב לתשובות הנכונות כפי שהן מופיעות בערכת ה.ל.ה זו ולא להסתמך על תשובונים המופיעים במסמכים אחרים.

טבלת מיפוי פריטי הערכה

תת-נושא 1

עקרונות המודל החלקיקי, הסבר לתופעות ומאפייני מצבי הצבירה

מס' פריט	מושגים ורעיונות	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	סוג הפריט
1.	מהירות התנועת החלקיקים במצבי צבירה שונים	השוואה: שימוש בתבחינים (קריטריונים) לצורך השוואה	ידיעה	סגור
2.	דחיסת גז	השוואה: הכרת הגורמים המשפיעים על מסה ונפח של גז הסבר בעזרת המודל החלקיקי הסבר מדעי	ידיעה	סגור + פתוח
3.	מצב צבירה מוצק	שימוש בתבחינים (קריטריונים) לצורך השוואה	ידיעה	סגור
4.	גודל חלקיקי החומר	הסקה: לזהות פרטים וקשרים במידע נתון	יישום	סגור
5.	דחיסת נוזל וגז	שימוש בתבחינים (קריטריונים) לצורך השוואה	יישום	סגור
6.	התפשטות של גז	השוואה: הכרת המאפיינים של גז	ידיעה	סגור
7.	דחיסה	השוואה: הכרת המאפיינים של מצבי צבירה הסבר בעזרת המודל החלקיקי	יישום	סגור + נימוק
8.	מאפייני מצב צבירה	השוואה: הכרת המאפיינים של מצבי צבירה הסבר בעזרת המודל החלקיקי	יישום	סגור
9.	התפשטות של גז	השוואה: הכרת המאפיינים של מצבי צבירה	יישום	סגור
10.	ריק	—	ידיעה	סגור
11.	התפשטות של גז	השוואה: הכרת המאפיינים של מצבי צבירה טיעון - נימוק	יישום	פתוח
12.	דחיסת גז	השוואה: הכרת המאפיינים של גז והגורמים המשפיעים על נפחו ועל מסתו	ידיעה	סגור
13.	המבנה החלקיקי של גז	השוואה: הכרת המאפיינים של גז והגורמים המשפיעים על המרחק בין החלקיקים	ידיעה	סגור
14.	פעפוע בנוזל וגז	שימוש בתבחינים (קריטריונים) להשוואה הסבר בעזרת המודל החלקיקי	ידיעה	פתוח
15.	דחיסת נוזל וגז	השוואה: שימוש בתבחינים (קריטריונים) הסבר בעזרת המודל החלקיקי	יישום	פתוח
16.	פעפוע בנוזל וגז	שימוש בתבחינים (קריטריונים) להשוואה הסבר בעזרת המודל החלקיקי	יישום	פתוח
17.	פעפוע באוויר ובריק	בידוד משתנים: זיהוי הגורמים המשפיעים על מהירות הפעפוע הסבר בעזרת המודל החלקיקי	יישום	פתוח
18.	התפשטות של גז	השוואה: הכרת המאפיינים של גז ייצוג מידע בטבלה	ידיעה	סגור

עֲרָכַת ה.ל.ה בנושא: מצבים ושינויים בחומר - המודל החלקיקי

מס' פריט	מושגים ורעיונות	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	סוג הפריט
19.	המבנה החלקיקי של הנוזל	השוואה ונימוק: הכרת מאפייני מצבי צבירה נימוק	ידעה	פתוח
20.	המבנה החלקיקי של שלושת מצבי הצבירה	השוואה: הכרת מאפייני מצבי צבירה ייצוג מידע בטבלה	ידעה	פתוח
21.	פעפוע באוויר ובריק	השוואה: הכרת הגורמים המשפיעים על מהירות הפעפוע הסבר בעזרת המודל החלקיקי	יישום	פתוח
22.	לחץ הגז	בידוד משתנים: זיהוי הגורמים המשפיעים על לחץ גז הסבר בעזרת המודל החלקיקי	יישום	פתוח
23.	פעפוע בנוזל	ייצוג ידע: הפקת מידע מאיור הסקה: יישום המודל החלקיקי לגבי התופעה המוצגת	יישום	פתוח
24.	המודל החלקיקי של החומר	הסקה: יישום המודל החלקיקי לגבי תופעה בחיי יום יום הסבר בעזרת המודל החלקיקי	יישום	פתוח
25.	המודל החלקיקי של הגז	בידוד משתנים: לזהות את הגורמים המשפיעים על לחץ גז	יישום	סגור
26.	פעפוע בגז	בידוד משתנים: זיהוי הגורמים המשפיעים על פעפוע של גז הסבר בעזרת המודל החלקיקי	יישום	פתוח
27.	תנועת חלקיקי הגז	הסקה: יישום המודל החלקיקי להסבר התופעה של פעפוע גז בגז	יישום	פתוח
28.	המודל החלקיקי של החומר	בידוד משתנים: תכנון ניסוי מבוקר, לזהות את הגורמים המשפיעים על המשתנה התלוי	יישום	פתוח
29.	התנועה של חלקיקי הגז	טיעון תוך שימוש במודל החלקיקי של הגז	יישום	פתוח
30.	דחיסת גז	השוואה: הכרת מאפייני גז ייצוג מידע בטבלה	יישום	סגור
31.	דחיסה	הצדקת הידע והערכתו: זיהוי הקריטריונים הרלוונטים תוך יישום המודל החלקיקי של הגז ההסבר מדעי	הנמקה	פתוח
32.	לחץ הגז	הסבר בעזרת המודל החלקיקי לתופעת הלחץ של גז	יישום	פתוח
33.	צמיגות נוזלים	הסקה: יישום הקשר בין עוצמת כוחות המשיכה בין החלקיקים לבין הצמיגות של נוזלים הסבר	יישום	פתוח
34.	המבנה החלקיקי של הנוזל	הסקה: יישום הקשר בין עוצמת כוחות המשיכה בין החלקיקים וסוג התנועה לבין התנהגות נוזלים הסבר באמצעות המודל החלקיקי	יישום	פתוח
35.	מאפייני המוצק	השוואה: הכרת מאפייני מצבי צבירה שונים	ידעה	סגור
36.	מאפייני המוצק	הסבר הקשר בין סידור החלקיקים וסוג התנועה במוצק לבין תכונות המוצק	יישום	פתוח
37.	סוגי התנועה במצבי צבירה שונים	השוואה: השוואת סוגי התנועה במצבי צבירה שונים	ידעה	פתוח
38.	המבנה החלקיקי של גז	השוואה: הכרת המבנה החלקיקי של שלושת מצבי הצבירה	ידעה	סגור
39.	המבנה החלקיקי של הנוזל והמוצק	השוואה: הכרת המבנה החלקיקי של נוזל לעומת מוצק גבישי	יישום	סגור

עֲרֶכֶת ה.ל.ה בנושא: מצבים ושינויים בחומר - המודל החלקיקי

מס' פריט	מושגים ורעיונות	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	סוג הפריט
40.	המבנה החלקיקי של החומר	השוואה : הכרת מאפייני חומר רציף לעומת חומר המורכב מחלקיקים	יישום	סגור
41.	פעפוע גזים	מיזוג מידע : לקשר בין פריטי המידע במצב המתואר לבין המודל החלקיקי של הגז להסבר התופעה	יישום	פתוח
42.	לחץ הגז, דחיסה	מיזוג מידע : לקשר בין פריטי המידע במצב המתואר לבין המודל החלקיקי של הגז להסבר התופעה	יישום	פתוח
43.	המבנה החלקיקי של החומר	-----	יישום אולי ידיעה	סגור
44.	המודל החלקיקי של הגז	שימוש בתבחינים (קריטריונים) להשוואה בין המודל החלקיקי לבין המבנה החלקיקי של הגז, ייצוג מידע : הפקת מידע מאיור	יישום	פתוח
45.	המבנה החלקיקי של הנוזל או כוחות משיכה בין חלקיקי הנוזל	-	ידיעה	פתוח

תת-נושא 2 א

תהליכי חימום וקירור של החומר הגורמים לשינויי טמפרטורה

מס' פריט	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	סוג הפריט
46.	המודל החלקיקי של הגז	השוואה: הקשר בין חימום למהירות חלקיקים	ידיעה	סגור
47.	פעפוע בנוזל	השוואה: הכרת הגורמים המשפיעים על מהירות הפעפוע הסבר בעזרת המודל החלקיקי	יישום	פתוח
48.	המודל החלקיקי של הגז	השוואה: הכרת מאפייני גז והשפעת החימום עליהם	יישום	סגור
49.	המודל החלקיקי של הנוזל	השוואה: הכרת מאפייני נוזל והשפעת החימום עליהם	ידיעה	סגור
50.	המודל החלקיקי של המוצק	השוואה: הכרת מאפייני המוצק והשפעת החימום עליהם הסבר בעזרת המודל החלקיקי	ידיעה והבנה	פתוח
51.	טמפרטורה ופעפוע	השוואה: השפעת החימום על מהירות הפעפוע של מוצק בנוזל הסבר בעזרת המודל החלקיקי	יישום	פתוח
52.	מהירות התנועה של חלקיקי הגז	השוואה: הקשר בין הטמפרטורה למהירות חלקיקי הגז	יישום	סגור
53.	המודל החלקיקי של הנוזל	השוואה: הכרת מאפייני נוזל והשפעת החימום עליהם	ידיעה	פתוח
54.	טמפרטורה ופעפוע	א'- ייצוג מידע: קריאת גרף ב'. הסקה: לזהות קשרים במידע נתון ג'. או הסבר: יישום המודל החלקיקי להסבר תוצאות הניסוי	יישום	פתוח
55.	מהירות התנועה של חלקיקי הגז	א' וב'- ייצוג מידע: קריאת גרף ג'- הסקה: ליצור הכללה בעזרת מידע נתון בגרף	יישום	פתוח
56.	לחץ הגז, חיכוך	הסקה: יישום המודל החלקיקי לגבי לחץ הגז להסבר התופעה המתוארת	יישום	פתוח
57.	טמפרטורה ופעפוע	תיאור ניסוי, ממנו ניתן לקשר בין טמפ' לבין מהירות פעפוע בנוזלים	יישום	פתוח
58.	חימום	השוואה: השפעת החימום על חלקיקי הנוזל	יישום	פתוח
59.	שינוי מצב צבירה	השוואה: השפעת הקירור על חלקיקי הנוזל	יישום	פתוח
60.	נפח וטמפ' של נוזלים	השוואה: הכרת מאפייני הנוזלים	יישום	סגור
61.	הסעת חום ופעפוע	השוואה: הכרת מאפייני הנוזלים והשפעת הטמפ'	יישום	פתוח
62.	הולכה/העברה של חום במוצק ובנוזל	הסקה: יישום המודל החלקיקי לגבי הולכת חום במוצק ובנוזל להסבר התופעה המתוארת	יישום	פתוח
63.	רתיחה	-	ידיעה	סגור
64.	אנרגיית חום	א. השוואה: הכרת מאפייני הנוזלים והקשר בין כמות לטמפ' ב. הסקה: ליצור תובנה המבוססת על מידע	יישום	פתוח

תת-נושא 2 ב

תהליכי חימום וקירור של החומר הגורמים לשינוי במצב הצבירה

מס' פריט	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	סוג הפריט
65.	שינוי מצב צבירה, מודל חלקיקי	השוואה: הכרת מאפייני מצבי צבירה	ידיעה	סגור
66.	שינוי מצב צבירה, מודל חלקיקי	הסקה: יישום המודל החלקיקי במצבי צבירה שונים	יישום	סגור
67.	שינוי מצב צבירה, מודל חלקיקי	השערה: יישום המודל החלקיקי במצבי צבירה שונים	יישום	פתוח
68.	טמפרטורת רתיחה; מודל חלקיקי	הסבר באמצעות המודל החלקיקי של החומר	יישום	פתוח
69.	התנדפות ופעפוע; מודל חלקיקי	הסקה: יישום המודל החלקיקי בהקשר של פעפוע וטמפ'	יישום	סגור
70.	התכה	השוואה בין חומרים שונים לבין טמפ' התכה ומתן הסבר ייצוג מידע בטבלה	יישום	סגור+נימוק
71.	שינוי מצב צבירה	השוואה: השפעת שינוי מצב צבירה על מאפייני החומר ייצוג מיד בטבלה	ידיעה	סגור
72.	שינוי מצב צבירה ומסה	השוואה: השפעת שינוי מצב צבירה על מסה של חומר	יישום	סגור
73.	שינוי מצב צבירה	השוואה: השפעת שינוי מצב הצבירה על מאפייני החומר הסבר מדעי	יישום	סגור+פתוח
74.	שינוי מצב צבירה ומסה	השוואה: השפעת שינוי מצב צבירה על מסה	יישום	סגור+נימוק
75.	שינוי מצב צבירה	השוואה: השפעת שינוי מצב הצבירה על מאפייני החומר ייצוג מידע בטבלה	יישום	סגור
76.	התאדות ורתיחה	השוואה בין התאדות לרתיחה	יישום	פתוח
77.	איזוי	תיאור תהליך	יישום	פתוח
78.	שינוי מצב צבירה	השוואה: השפעת שינוי מצב צבירה על מאפייני החומר	ידיעה	סגור
79.	שינוי מצב צבירה	השוואה: השפעת שינוי מצב צבירה על מאפייני החומר	יישום	פתוח
80.	מהירות ההתאדות	השוואה: יישום המודל החלקיקי לגבי תופעה מתוארת	יישום	פתוח
81.	רתיחה; מודל חלקיקי	טיעון	יישום	פתוח
82.	אנרגיית חום, נקודת רתיחה	השערה: יישום המודל החלקיקי בהקשר של רתיחת נוזלים הסבר	יישום	פתוח
83.	אנרגיית חום	השערה: ליישם עיקרון המקשר בין נפח נוזל והטמפ' הסבר	יישום	פתוח
84.	רתיחה	השערה: יישום המודל	יישום	פתוח

מס' פריט	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	סוג הפריט
		החלקיקי בהקשר של רתיחת נוזלים הסבר		
85.	התעבות	הסקה : יישום המודל החלקיקי בהקשר של התעבות גז הסבר	יישום	פתוח
86.	הוספת אנרגית חום לחומר	השערה : ליישם עיקרון המקשר בין נפח נוזל והטמפ' הסבר	יישום	פתוח
87.	עקומת רתיחה	ייצוג מידע באמצעות גרף הסבר מדעי	יישום	פתוח
88.	הוספת אנרגית חום לחומר	ייצוג מידע באמצעות טבלה בידוד משתנים	ידיעה	סגור
89.	מהירות התנועה של חלקיקים	השוואה : השפעת הטמפרטורה על המהירות הממוצעת של החומר	ידיעה	סגור
90.	המודל החלקיקי של החומר	השוואה בין מצבי צבירה שונים ייצוג מידע בטבלה	יישום	סגור

תת-נושא 1

עקרונות המודל החלקיקי, הסבר לתופעות ומאפייני מצבי הצבירה

פריט ההערכה	
1. איזה משפט נכון לגבי חלקיקי חמצן במצב צבירה נוזל בהשוואה לחלקיקי החמצן במצב צבירה גז? א. המהירות הממוצעת של החלקיקים בנוזל קטנה יותר הם ומרוחקים יותר זה מזה. ב. המהירות הממוצעת של החלקיקים בנוזל גדולה יותר והם מרוחקים יותר זה מזה. ג. המהירות הממוצעת של החלקיקים בנוזל קטנה יותר והם קרובים יותר זה לזה. ד. המהירות הממוצעת של החלקיקים בנוזל גדולה יותר והם קרובים יותר זה לזה. 2. תכניסו גז למזרק סגור, כמתואר באיור. מה יקרה לנפח ולמסה של הגז כאשר ילחצו על בוכנת המזרק? א. מסת הגז לא תשתנה, אך נפחו יקטן. ב. מסת הגז לא תשתנה, נפחו יגדל. ג. מסת הגז תגדל, אך נפחו לא ישתנה. ד. מסת הגז תקטן אך נפחו לא ישתנה. הסבירו תשובתכם באמצעות המודל החלקיקי: _____ _____	3. איזו תכונה אופיינית רק למוצק? א. בין החלקיקים פועלים כוחות משיכה. ב. החלקיקים לא משנים את מקומם. ג. בין החלקיקים יש ריק. ד. החומר בנוי מחלקיקים.
4. משה התבונן בגוש ברזל דרך זכוכית מגדלת אך לא הצליח לראות את חלקיקי הברזל. ניתן להסיק מכך כי: א. החלקיקים שקופים. ב. החלקיקים קטנים מאוד ולא ניתן לראותם באמצעות זכוכית מגדלת. ג. בין החלקיקים יש רווחים ובהם ריק. ד. הברזל המוצק לא בנוי מחלקיקים.	5. גז ניתן לדחוס ואילו נוזל כמעט ולא. איזה מן המשפטים הבאים מסביר את התופעה? א. המרחק בין חלקיקי הגז גדול בהרבה מהמרחק שבין חלקיקי הנוזל. ב. חלקיקי הגז רכים וניתן לכווצם, ואילו חלקיקי הנוזל קשים יותר.

פריט ההערכה
ג. החלקיקים בנוזל גדולים יותר מאשר החלקיקים בגז. ד. חלקיקי הגז מהירים יותר מחלקיקי הנוזל.
6. שואבים חלק מהאוויר הנמצא בבקבוק סגור. כיצד יהיו ערוכים חלקיקי האוויר שיישארו בבקבוק? א. החלקיקים יצטופפו בחלקו התחתון של הבקבוק. ב. החלקיקים יצטופפו בחלקו העליון של הבקבוק. ג. החלקיקים יתפזרו בכל נפח הבקבוק. ד. החלקיקים יתרכזו ליד דפנות הבקבוק
7. איזה מבין החומרים שלפניכם ניתן לדחיסה בקלות בטמפרטורת החדר? א. נחושת ב. מים ג. חמצן ד. נפט הסבירו את תשובתכם באמצעות המודל החלקיקי של החומר.
8. למרות שניתן לשפוך אבקת סוכר, היא אינה נוזל. הסבירו טענה זו באמצעות המודל החלקיקי של החומר.
9. שואבים חלק מהאוויר שנמצא בבקבוק סגור. מה נכון לומר על האוויר שנשאר בבקבוק? א. מספר החלקיקים שנשארו לא השתנה, אך המרחק הממוצע ביניהם גדל. ב. החלקיקים שנשארו מצטופפים בתחתית הבקבוק. ג. מספר החלקיקים שנשארו קטן יותר והם מפוזרים בכל הבקבוק. ד. החלקיקים שנשארו מצטופפים בחלק העליון של הבקבוק.
10. כלי שיש בו ריק מוחלט הוא: א. כלי שיש בו אוויר בלבד. ב. כלי שיש בו גז בלבד. ג. כלי שאין בו חומר. ד. כלי שאין בו כמעט חומר.

פריט ההערכה	
11. הנפח של חומר במצב צבירה גז הנמצא בכלי סגור זהה לנפח הכלי שבו הוא נתון. נמקו טענה זו באמצעות המודל החלקיקי של החומר.	
12. כאשר דוחסים גז בכלי סגור:	א. ניפחו משתנה, אך מסתו אינה משתנה. ב. ניפחו ומסתו אינם משתנים. ג. ניפחו לא משתנה ומסתו משתנה. ד. ניפחו ומסתו משתנים.
13. בעקבות העברת גז מכלי שנפחו 10 סמ"ק לכלי שנפחו 2000 סמ"ק יחול שינוי ב:	א. מהירות התנועה של חלקיקי הגז. ב. מרחק בין חלקיקי הגז. ג. גודל חלקיקי הגז. ד. מסת חלקיקי הגז.
14. בטמפרטורת החדר הפעפוע של גז הוא מהיר בהשוואה לפעפוע של נוזל בנוזל. הסבירו מדוע, באמצעות המודל החלקיקי של החומר.	
15. הסבירו מדוע גז ניתן לדחיסה ונוזל (כמעט) אינו ניתן לדחיסה. בתשובתכם התייחסו למודל החלקיקי של החומר.	
16. מדוע פעפוע של חלקיקי בושם באוויר מהיר מהפעפוע של חלקיקי מיץ פטל במים? (כאשר החומרים נמצאים באותה טמפרטורה ובנפח זהה). הסבירו את התופעה באמצעות המודל החלקיקי של החומר.	
17. באיור שלפניכם מתוארים שני בקבוקים. בקבוק א' מכיל אוויר, ואילו בבקבוק ב' שורר ריק (ואקום). מחדירים בעזרת מזרק כמות זהה של גז כלור לשני הבקבוקים. באיזה בקבוק יפעפע גז הכלור מהר יותר? נמקו תשובתכם על פי המודל החלקיקי של החומר.	
18. הוכנסו למזרק 20 סמ"ק אוויר ואטמו את פתחו. לאחר מכן משכו את הבוכנה עד לנפח של 40 סמ"ק. התייחסו למאפיינים א-ד וציינו פלוס (+) במקום המתאים.	

פריט ההערכה				
המאפיין		גדלה	קטנה/	לא השתנה/תה
א'	נפח האוויר			
ב'	מסת האוויר			
ג'	מספר חלקיקי האוויר			
ד'	המרחק הממוצע שבין חלקיקי האוויר			

19. איזה מצב צבירה של החומר מתואר על ידי ההיגד הבא. נמקו.
 "החלקיקים אינם מתרחקים זה מזה. הם מחליקים זה על גבי זה כל הזמן ומחליפים מקום".
 תשובה: _____
 נימוק: _____

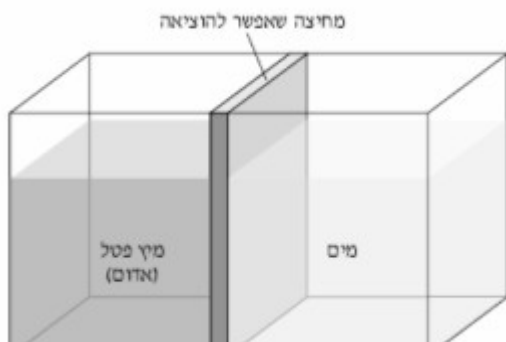
20. הטבלה הבאה מציגה השוואה בין שלושת מצבי הצבירה של החומר. השלימו את הטבלה (היעזרו בדוגמאות):

המאפיין	מוצק גבישי	נוזל	גז
המרחק בין החלקיקים	א.	ב.	ג. גדול מאוד
סדר החלקיקים	ד.	ה. לא מסודרים	ו.
כוחות המשיכה בין החלקיקים	ז.	ח.	ט. חלשים מאוד
אופן התנועה של החלקיקים	י. תנועה	יא.	יב.
כיצד נראה החומר על פי המודל החלקיקי (ציור) ציירו 10 חלקיקים	יג.	יד.	טו.

21. באיזה מקרה הפעפוע יתרחש מהר יותר, כאשר גז מפעפע לתוך מבחנה המכילה אויר או לתוך מבחנה אשר קיים בה ריק? נמקו באמצעות המודל החלקיקי של החומר.

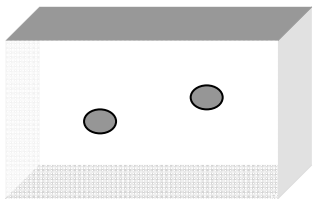
22. בלון שנופח באוויר לכבוד חגיגת יום הולדתו של גדי התכווץ לאחר יומיים. הסבירו את התופעה באמצעות המודל החלקיקי של החומר.

23. באיור שלפניכם מוצג כלי המחולק על-ידי מחיצה שני שונים – בצד אחד מים ובצד השני מיץ פטל. לאחר



פריט ההערכה								
הסרת המחיצה והמתנה של מספר דקות, כל הנוזל בכלי היה בצבע אדום. הסבירו את התופעה בעזרת המודל החלקיקי של החומר.								
24. ציינו תופעה אחת מחיי היום-יום שניתן להסביר אותה בעזרת המודל החלקיקי של הגז. הסבירו את התופעה. התופעה: _____ הסבר התופעה בעזרת המודל החלקיקי של הגז _____ _____								
25. השלימו את המשפט: הגדלת כמות הגז בכלי סגור בעל נפח קבוע... א. מקטינה את לחץ הגז בכלי. ב. מגדילה את לחץ הגז בכלי. ג. מאזנת את הלחץ. ד. לא משנה את הלחץ בכלי.								
26. כאשר מכניסים גז א' לתוך כלי שבו מצוי גז ב' מתערבבים חלקיקי הגזים עד לפיזורם האחד בכולי. הסבירו עובדה זו באמצעות שני מאפיינים של המודל החלקיקי של הגז.								
27. בקבוק סגור מכיל פחמן דו-חמצני הכבד מהאוויר. האם לאחר פתיחת הבקבוק, בתנאי החדר, יעברו חלקיקים של הפחמן הדו-חמצני לחלל החדר? הסבירו את תשובתכם.								
28. א. תארו ניסוי שמחזק את התיאוריה שהאוויר אינו רציף. ב. הסבירו מדוע הניסוי מחזק את התיאוריה.								
29. גז יתפשט מהר יותר במיכל ריק מאשר במיכל המכיל גז אחר. הסבירו טענה זו תוך שימוש במודל החלקיקי של הגז.								
30. לבקבוק זכוכית סגור המלא באוויר מוסיפים בעזרת משאבה עוד אוויר. איזה מהגורמים הבאים משתנה כתוצאה מהוספת האוויר. סמנו בעמודה המתאימה את תשובתכם <table border="1"> <thead> <tr> <th>הגורם</th><th>משתנה</th><th>לא משתנה</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>א. מספר החלקיקים בבקבוק</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			הגורם	משתנה	לא משתנה	א. מספר החלקיקים בבקבוק		
הגורם	משתנה	לא משתנה						
א. מספר החלקיקים בבקבוק								

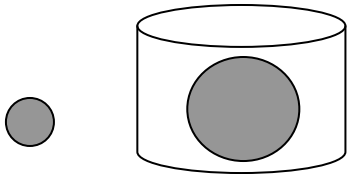
פריט ההערכה			
			ב. המרחק בין החלקיקים
			ג. מהירות התנועה של החלקיקים
			ד. לחץ הגז בבקבוק
			ה. הנפח הכולל של הגז בבקבוק
31. שני תלמידים התווכחו ביניהם: דניאל טען שבזמן דחיסה גם חלקיקי הגז וגם הרווחים ביניהם קטנים ואילו איתמר טען שבזמן דחיסה רק הרווחים בין החלקיקים קטנים ולחלקיקים עצמם לא קורה כלום. מי צודק? נמקו.			
32. יוסי ודויד רצו לשחק כדורסל אך הכדור שלהם לא היה מנופח מספיק. יוסי ניפח את הכדור עד למקסימום היכולת של הכדור. כאשר לחצו הילדים על הכדור הוא היה קשה מאוד למגע. מה גרם להתקשות הכדור? (הסבר באמצעות המודל החלקיקי של החומר).			
33. צמיגותו של כל אחד מהנוזלים מים, שמן ודבש – שונה. כיצד ניתן להסביר את הצמיגות השונה של הנוזלים הללו באמצעות המודל החלקיקי של החומר?			
34. אם נעביר נוזלים שונים מכלי אחד בעל צורה אחת לכלי אחר בעל צורה אחרת, הנוזלים יקבלו את צורה הכלי. הסבר באמצעות המודל החלקיקי התנהגות זו של הנוזלים.			
35. איזה מהמאפיינים הבאים מתאר את כל המוצקים הגבישיים? א. מוליכות חשמלית ב. מסיסות במים ג. מבנה מסודר מאוד של החלקיקים ד. גמישות			
36. כיצד ניתן להסביר את העובדה שלכל החומרים במצב צבירה מוצק יש צורה קבועה?			
37. ציינו איזה סוגי תנועה מאפיינים את החלקיקים במצבי הצבירה השונים: א. התנועה של חלקיקי המוצק היא _____ ב. התנועה של חלקיקי הנוזל היא _____ ג. התנועה של חלקיקי הגז היא _____			
38. איזו תכונה אופיינית <u>רק</u> לחומר במצב צבירה גז? א. בין החלקיקים יש מרחקים גדולים מאוד. ב. החלקיקים נמצאים בתנועה מתמדת ואקראית. ג. בין החלקיקים יש <u>ריק</u> .			

פריט ההערכה	
ד. החומר בנוי מחלקיקים.	
39. איזו תכונה מבחינה בין חומר במצב צבירה נוזל לבין מוצק גבישי?	
א. בין החלקיקים פועלים כוחות משיכה.	
ב. החלקיקים קרובים זה לזה.	
ג. סידור (היערכות) החלקיקים במרחב.	
ד. החומר בנוי מחלקיקים.	
40. תלמידים התווכחו ביניהם על מבנה החומר. תלמיד אחד העלה את ההשערה שהחומר אינו מורכב מחלקיקים אלא דווקא מחומר רציף הדומה לספוג. איזו מבין התכונות הבאות מחזקת את השערתו?	
א. שני גזים שונים יכולים לפעפע זה לתוך זה.	
ב. לא ניתן לדחוס נוזל.	
ג. ניתן לדחוס גז.	
ד. כל נוזל בכלי פתוח עובר תהליך התאדות.	
41. מהירות חלקיקי האמוניה בטמפרטורת החדר היא מאות מטר לשנייה. למרות זאת, אם נשחרר בחדר סגור גז אמוניה במרחק של מטרים ספורים מאיתנו, לא נבחין בריח האמוניה כעבור שנייה. מהו ההסבר לכך?	
42. כאשר מנפחים בלון, דוחסים לתוכו אוויר, האוויר מותח את הבלון וגורם להתנפחותו. למרות זאת האוויר שבבלון לא גורם לתנועתו העצמית של הבלון בחדר. מדוע?	
א. חלקיקי האוויר שבבלון קטנים מאוד ולא יכולים לגרום לבלון לזוז.	
ב. חלקיקי האוויר שבבלון מתנגשים בכל דפנות הבלון בכיוונים מנוגדים.	
ג. חלקיקי האוויר שבבלון חלשים מדי על מנת לגרום לבלון לזוז.	
ד. המרחק בין חלקיקי האוויר שבבלון גדול מדי.	
43. לכלי ריק לחלוטין הוכנסו שני חלקיקים של חומר (כמתואר באיור). מה יש בין שני החלקיקים?	
	
א. אוויר	
ב. עוד חלקיקים	
ג. ריק (ואקום)	
ד. חמצן	
44. תלמיד תאר את חלקיקי האוויר הנמצאים בבקבוק סגור באיור. הוא צייר נקודות בבקבוק.	
	
ערכו השוואה בין הציור (המודל) לבין המציאות אותה הציור (המודל) מייצג. התייחסו	

פריט ההערכה
לשני מרכיבים שונים ולשני מרכיבים דומים בין המודל לבין המציאות שאותה הוא מייצג.
45. תארו תופעה המוכיחה כי בין חלקיקי הנוזל קיימים כוחות משיכה.

תת-נושא 2 א

תהליכי חימום וקירור של החומר הגורמים לשינויי טמפרטורה

פריט ההערכה
46. השלימו את המשפט: כאשר מחממים אוויר בתוך כלי סגור, חלקיקי האוויר... א. מתאדים ב. מתנפחים ג. מתכווצים ד. נעים בממוצע מהר יותר
47. תלמידים קיבלו שתי כוסות זהות ושתי שקיות תה זהות. הם מילאו כוס אחת במים חמים מאוד, וטבלו בהם שקית תה, ואת הכוס השנייה הם מילאו במים בטמפרטורת החדר, וטבלו גם בהם שקית תה. הם העמידו את הכוסות על השולחן, אבל לא ערבבו את הנוזל שבתוכן. א. התהליך שהתרחש בכוסות לאחר שטבלו את שקיות התה במים נקרא _____ ב. באיזו כוס השתנה צבע הנוזל מהר יותר? _____ נמקו _____
48. לקחו בלון אטום ומילאו אותו בגז. הכניסו את הבלון לכלי שבו מים חמים והבלון התנפח (ראו איור). מה השתנה בעקבות הכנסת הבלון למים החמים? סמנו <u>שני</u> היגדים נכונים. א. המהירות הממוצעת של חלקיקי הגז בבלון. ב. גודל חלקיקי הגז בבלון. ג. המרחק שבין חלקיקי הגז בבלון. ד. מספר חלקיקי הגז בבלון.

49. כאשר מחממים מים עולה טמפרטורת המים. איזה מהמשפטים הבאים מתאר את התופעה על פי המודל החלקיקי של החומר? א. חלקיקי המים מתנפחים. ב. חלקיקי המים מתרבים.

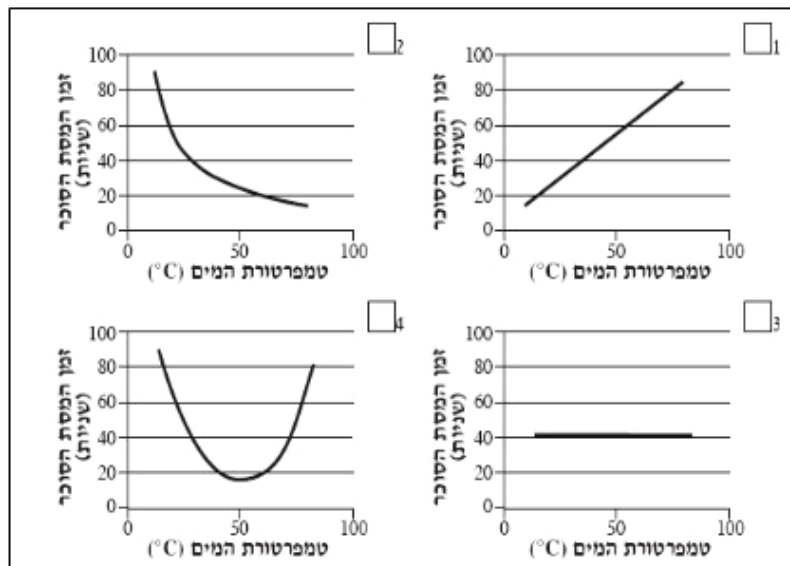
פריט ההערכה
ג. המהירות הממוצעת של חלקיקי המים גדלה. ד. המהירות הממוצעת של חלקיקי המים קטנה.
50. לכדור מתכת ולטבעת מתכת קוטר דומה כך שהכדור יכול לעבור דרך הטבעת. לאחר חימום כדור המתכת (ללא שינוי מצב הצבירה), בעודו חם, לא ניתן להעבירו דרך הטבעת. הסבירו את התופעה באמצעות המודל החלקיקי של החומר.
51. עֲרְכוּ ניסוי : לשתי כוסות זהות (כוס א' וכוס ב') מְזֻגָּה כוהל בנפח שווה. לכל אחת מן הכוסות הכניסו גרגיר יוד סגול בגודל זהה. בכוס א' הכוהל היה בטמפרטורה של 10°C. בכוס ב' הכוהל היה בטמפרטורה של 30°C. לא ערבבו את הכוהל ולא הזיזו את הכוסות. במהלך שתי הדקות הראשונות הבחינו כי היוד באחת הכוסות התפשט בכוהל מהר יותר מאשר בכוס השנייה. א. כיצד נקרא התהליך של התפשטות היוד בתוך הכוהל? ב. באיזו מבין הכוסות, בכוס א' או בכוס ב', נצבע הכוהל בסגול מהר יותר? הסבירו את תשובתכם על פי המודל החלקיקי של החומר.
52. היכן המהירות הממוצעת של חלקיקי האוויר היא הגבוהה ביותר? a. 18°C b. 25°C c. 40°C d. 180°C
53. במד-טמפרטורה ישנו מיכל זעיר שבו מצוי נוזל (כספית או כוהל), וצינורית דקה היוצאת מהמיכל. כאשר הנוזל מתחמם הוא עולה בצינורית. א. מה קורה בחימום למספר חלקיקי הנוזל הנמצא במד הטמפרטורה? ב. מה קורה בחימום למהירות הממוצעת של חלקיקי הנוזל הנמצא במד הטמפרטורה? ג. מה קורה בחימום לנפח הנוזל הנמצא במד הטמפרטורה?
54. יעל הוסיפה סוכר לשתי כוסות : בכוס האחת תה קר ובאחרת תה חם. היא הבחינה שהזמן שעבר עד

פריט ההערכה

להמסת הסוכר היה שונה בכל כוס. יעל שיערה שהסיבה לכך קשורה לטמפרטורת המים, ותכננה ניסוי כדי לבדוק את השערתה. היא לקחה 4 כוסות, והכניסה לכל אחת כפית סוכר ו-200 סמ"ק מים בטמפרטורות שונות. תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה שלפניכם:

מספר הכוס	טמפרטורת המים במעלות צלזיוס	זמן המסת הסוכר בשניות
1	12	90
2	24	45
3	40	30
4	80	15

א. איזה מן הגרפים 1-4 הבאים מתאר את התוצאות המוצגות בטבלה?



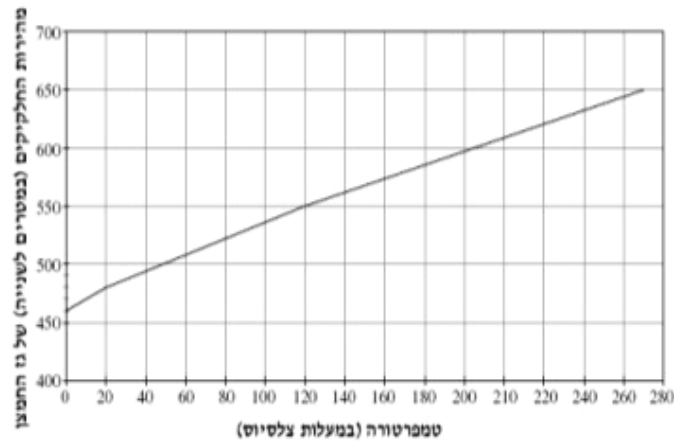
ב. מהי המסקנה מן הניסוי?

ג. הסבירו את תוצאות הניסוי על פי המבנה החלקיקי של החומר.

55. לפניכם גרף המתאר את המהירות הממוצעת של חלקיקי גז החמצן שנמדדה בטמפרטורות שונות של החמצן. התבוננו בגרף, וענו על השאלות.

פריט ההערכה

השפעת הטמפרטורה על מהירות התנועה (הממוצעת) של חלקיקי גז החמצן



א. באיזו טמפרטורה המהירות הממוצעת של החלקיקים היא 600 מטרים לשנייה?

ב. באיזו מהירות ממוצעת נעים חלקיקי החמצן בטמפרטורה של 120°C ?

ג. מה ניתן להסיק מהגרף על הקשר שבין הטמפרטורה של החמצן לבין המהירות הממוצעת של חלקיקי החמצן?

56. בקיץ נהוג להזהיר את הנהגים מנסיעה מהירה בכביש שעלולה להגדיל את החיכוך בין הצמיג לכביש ולגרום לעלייה בטמפרטורת האוויר בצמיגי המכונית. מה עלול לקרות לאוויר הנמצא בצמיג כתוצאה מעליית הטמפרטורה של האוויר ומדוע?

57. תארו ניסוי שבאמצעותו ניתן להראות את הקשר שבין טמפרטורה לבין מהירות הפעפוע של נוזלים בנוזלים.

58. תלמידים חיממו 20 מ"ל מים בכלי סגור, מטמפרטורה התחלתית של 25°C עד לטמפרטורה של 50°C . ציינו מאפיין אחד של חלקיקי המים שלא משתנה כתוצאה מהחימום ומאפיין אחד של חלקיקי המים שמשתנה כתוצאה מהחימום.

59. תלמידים הכניסו 50 מ"ל מים בטמפרטורה של 25°C למקפא עד אשר המים הגיעו לטמפרטורה של -10°C . ציינו מאפיין אחד של חלקיקי המים שלא משתנה כתוצאה מהקירור ומאפיין אחד של חלקיקי המים שמשתנה כתוצאה מהקירור.

60. תלמיד לקח שני כלים שבכל אחד מהם 100 מ"ל מים בטמפרטורה של 20°C . הוא מזג את תכולת שני הכלים לכלי שלישי בנפח של 500 מ"ל. מה יהיה נפח המים בכלי השלישי ומה תהיה טמפרטורת המים בכלי זה?

א. הנפח יהיה 200 מ"ל והטמפרטורה תהיה 40°C .

ב. הנפח יהיה 100 מ"ל והטמפרטורה תהיה 20°C .

פריט ההערכה
ג. הנפח יהיה 200 מ"ל והטמפרטורה תהיה 20°C. ד. הנפח יהיה 100 מ"ל והטמפרטורה תהיה 40°C.
61. בתוך אמבט גדול המחולק על ידי מחיצה הוכנסו מים בטמפרטורות שונות. בצד אחד של המחיצה מים חמים ובצד השני של המחיצה מים קרים. מסירים את המחיצה המפרידה בין שני צידי האמבט. אם נמדוד את טמפרטורת המים באמבט בשני האזורים, לאחר זמן מה, יסתבר שהיא זהה. הסבירו את הממצאים באמצעות המודל החלקיקי של החומר.
62. זכוכית לא מוליכה חום (נִפְחִים אוֹחִזִים בשני צידי הזכוכית כאשר הם מחממים זכוכית ומנפחים אותה). למרות זאת, כשבכוס זכוכית יש מים בטמפרטורה גבוהה, אנו חשים ב"חום" מבעד לזכוכית הכוס, כשאנו אוֹחִזִים בה. מה ההסבר לתופעה זו? התייחסו בתשובתכם למודל החלקיקי של החומר.
63. כשמים רותחים ניתן להבחין בבועות הנוצרות בתוך הנוזל. מהן בועות אלה? א. בועות של אוויר ב. בועות של אדי מים ג. בועות של חמצן ד. בועות של ריק
64. בקומקום חשמלי זהה, חוממו מים בשני כלים נפרדים כלי א' 1 ליטר (1000 מ"ל) מים וכלי ב' 200 מ"ל מים. א. בשני המקרים הגיעו המים ל- 80°C. פי כמה חום הושקעו בחימום כלי א' (1 ליטר) המים בהשוואה לחימום (200 מ"ל)? ב. כיצד ניתן לחסוך באנרגיה כאשר מחממים מים בקומקום לצורך הכנת כוס תה אחת בלבד? הסבר.

תת-נושא 2 ב

תהליכי חימום וקירור של החומר הגורמים לשינוי במצב הצבירה

פריט ההערכה
65. כאשר חומר הנמצא בכלי סגור עובר ממצב צבירה אחד למצב צבירה אחר עקב חימומו, אין שינוי ב: א. כוחות המשיכה שבין החלקיקים ב. סוגי התנועה של החלקיקים ג. מסה של החלקיקים ד. מהירות הממוצעת של החלקיקים
66. שקית אטומה לחלוטין שיש בה טיפות של אתר, שהוא נוזל המתנדף בקלות, הוכנסה לתוך מים חמים. השקית התנפחה. נפח השקית גדל כי: א. מספר חלקיקי האתר גדל. ב. חלקיקי האתר נעים מהר יותר ומתרחקים זה מזה. ג. חלקיקי האתר מתנפחים כשהאתר הנוזלי הופך לגז. ד. החימום גורם להעלאת מסת חלקיקי האתר.
67. בשקית אטומה לחלוטין וגמישה יש כמות קטנה של אֶצֶטוֹן נוזלי, שהוא נוזל המתנדף בקלות. מכניסים את השקית לתוך מים חמים. מה יקרה לשקית כעבור זמן קצר? א. נפח השקית יגדל, כי חלקיקי האצטון יתנפחו. ב. נפח השקית יגדל, כי חלקיקי האצטון יתרחקו זה מזה. ג. נפח השקית לא ישתנה, כי חלקיקי האצטון לא ישתנו. ד. נפח השקית לא ישתנה, כי המרחק בין החלקיקים לא ישתנה.
68. גדי חימום סיר ובו מים. כאשר החלו המים לרתוח הראה מד הטמפרטורה 100°C. גדי הגביר את הלהבה, והמים המשיכו לרתוח במשך חמש דקות נוספות. מיד לאחר מכן הוא מדד שוב את הטמפרטורה של המים. I. מה הראה מד הטמפרטורה בקריאה השנייה? א. טמפרטורה גבוהה מ- 100°C. ב. טמפרטורה נמוכה מ- 100°C. ג. טמפרטורה שווה ל- 100°C. II. הסבירו את תשובתכם באמצעות המודל החלקיקי של החומר.
69. כאשר מטפטפים על שולחן טיפת בושם ביום חם מרגישים בריח הבושם מהר יותר מאשר אם מטפטפים

פריט ההערכה

טיפת בושם ביום קר (כאשר הלחות שבאוויר זהה). הסיבה לכך היא:

- א. לחלקיקי הבושם מסה קטנה יותר ביום חם.
- ב. חלקיקי הבושם מפעפעלים מהר יותר באוויר ביום חם.
- ג. טיפת הבושם מתאדה מהר יותר ביום חם.
- ד. תשובות ב ו-ג נכונות.

70. בטבלה שלפניכם רשומות טמפרטורות ההתכה של חומרים אחדים:

החומר	טמפרטורת ההתכה (במעלות צלזיוס)
אלומיניום	660
ברזל	1530
בדיל	232
כסף	961

מדדו 10 גרמים מכל אחד מהחומרים במצב מוצק, וחיממו אותם בתנאים זהים.

1. באיזה חומר המבנה המסודר של החלקיקים ישתנה בזמן הקצר ביותר?

- א. אלומיניום
- ב. ברזל
- ג. בדיל
- ד. כסף

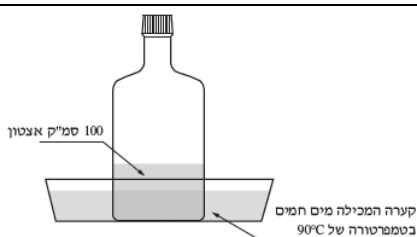
2. נמקו תשובתכם:

המאפיין	נשמר	לא נשמר

פריט ההערכה

מאפיינים		ג'	המרחק בין החלקיקים	71. לפניכם רשימת
לחלקיקי		ד'	המשיכה בין החלקיקים	הקשורים
בטבלה אילו		ה'	סדר החלקיקים	החומר. ציין
משתנים ואילו		ו'	גודל החלקיקים	מאפיינים
<u>מצב הצבירה של</u>				נשמרים כאשר
				<u>חומר הנמצא בכלי הסגור משתנה.</u>

72. אצטון הוא נוזל דליק ושקוף. טמפרטורת הרתיחה של האצטון



היא 56.5°C . המורה הכניסה 100 סמ"ק אצטון לבקבוק

(האצטון לא מילא את הבקבוק), סגרה את הבקבוק היטב

בפקק והכניסה את הבקבוק לקערה המכילה מים חמים

בטמפרטורה של 100°C (כמתואר באיור). לאחר זמן-מה הפך

כל האצטון הנוזלי לגז.

מה קרה למסה של האצטון לאחר שהפך לגז?

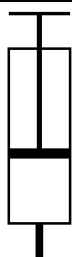
א. המסה של האצטון קטנה.

ב. המסה של האצטון לא השתנתה.

ג. המסה של האצטון גדלה.

ד. אי אפשר לדעת על סמך הנתונים מה קרה למסה של האצטון.

73. במזרק המתואר באיור הוכנסה כמות מסוימת של אצטון. הבוכנה במזרק חופשית לנוע.



טבלו את המזרק במים חמים והמתינו עד שהאצטון יתאדה. ענו על השאלות הבאות

המתייחסות לניסוי:

א. באיזה מצב צבירה נמצא האצטון לפני החימום ?

ב. באיזה מצב צבירה האצטון לאחר שהתאדה ?

ג. מה קרה לנפח האצטון שהתאדה : גדל/קטן/לא השתנה

ד. תארו מה קרה למרחקים שבין חלקיקי האצטון שהתאדה בהשוואה לנוזל ? גדלו/ קטנו/ לא השתנו

ה. מה קרה למספר חלקיקי האצטון לאחר האידוי? גדל/ קטן/ לא השתנה

ו. מה קרה לצורת החלקיקים לאחר האידוי? השתנתה/ לא השתנתה

ז. נסו להסביר מדוע גדלו המרחקים בין החלקיקים לאחר האידוי? (השתמש במושגים טמפרטורה, נפח, מהירות חלקיקים).

ח. המזרק המכיל אצטון במצב גז הוכנס לכוס מים קרים עם קרח. לאחר זמן מה האצטון התעבה והפך לנוזל. מה קרה לבוכנת המזרק לאחר הקירור?

ט. מה קרה לנפח האצטון לאחר העיבוי? גדל/קטן/לא השתנה

י. מה קרה למספר החלקיקים במזרק לאחר העיבוי? גדל/קטן/לא השתנה

74. כלי סגור ואטום המכיל 300 גרם של מים מוצב במקפיא להכנת קרח.

פריט ההערכה

א. מה תהיה מסת הקרח לאחר שהמים יקפאו?

1. יותר מ-300 גרם

2. בדיוק 300 גרם

3. פחות מ-300 גרם

ב. נמקו תשובתכם:

75. ארטיק שהוצא מהמקפיא והונח על שולחן בטמפרטורת החדר משנה את מצב הצבירה שלו ממוצק לנוזל.

ציינו איזו תכונה נשמרת ואיזו תכונה לא נשמרת בעת שינוי מצב הצבירה. סמנו X במקום המתאים.

תכונות	נשמרת	לא נשמרת
א. מסת כל החלקיקים		
ב. המרחק בין החלקיקים		
ג. כוחות המשיכה בין החלקיקים		
ד. סדר החלקיקים		
ה. גודל החלקיקים		

76. ציינו שני הבדלים בין התהליכים התאודות לרתיחה.

77. תארו כיצד ניתן להפיק מלח ממי ים.

78. איזה מבין המאפיינים שלפניכם משתנה כאשר חומר משנה את מצב הצבירה שלו?

א. גודל החלקיקים.

ב. מסת החלקיקים.

ג. הכוחות בין החלקיקים.

ד. סוג החלקיקים.

79. שני תלמידים דנו בנושא שינוי מצב הצבירה של מים. דן טען שכאשר מים הופכים מנוזל למוצק מתקבל

חומר חדש – קרח. אורי לעומתו טען שמים שהופכים למוצק הם אותו חומר אבל במצב צבירה שונה. מי

מבין השניים צודק? נמקו.

80. מדוע בגד רטוב מתייבש מהר יותר כאשר יש רוח בהשוואה לאותם התנאים ללא רוח?

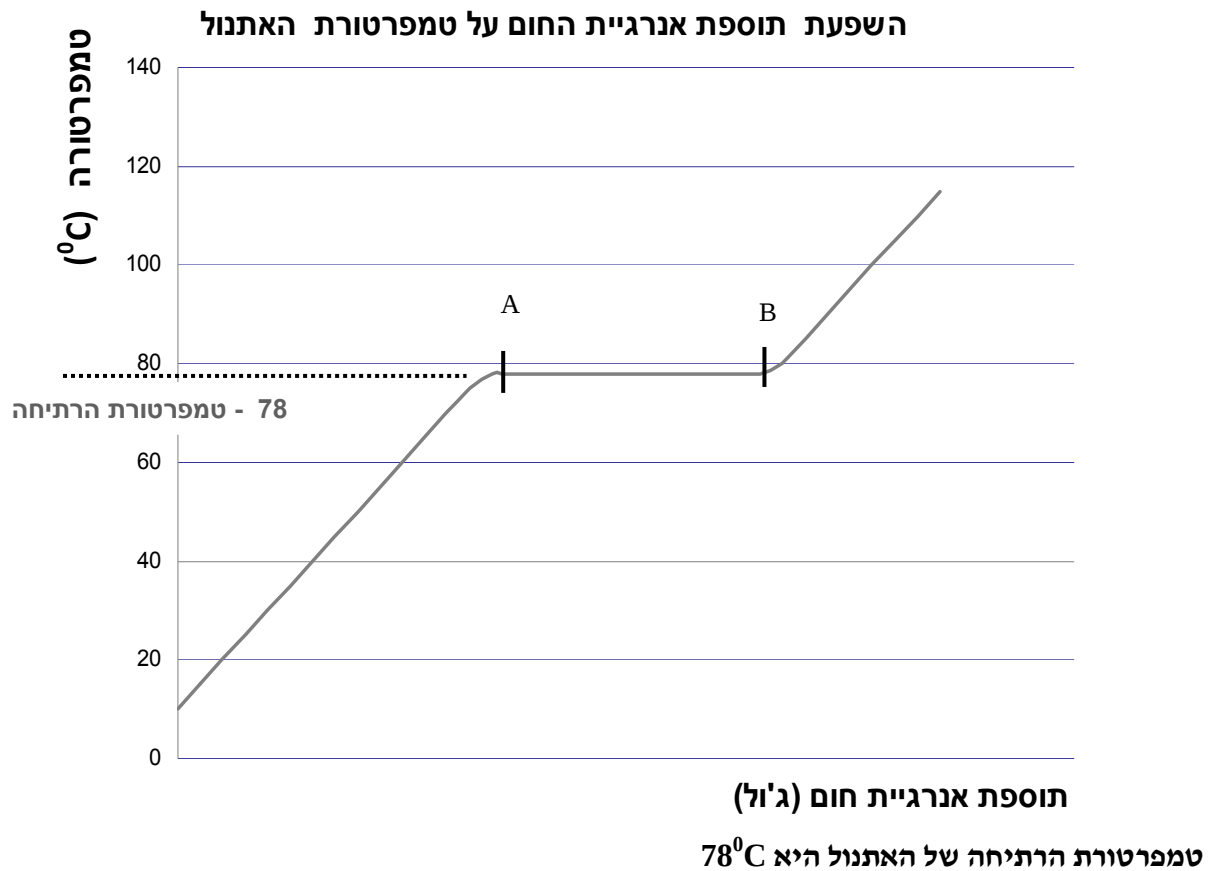
81. גאיה וקרני חיממו מים ומדדו את הטמפרטורה. כאשר היא הגיעה ל- 100°C החלו להופיע בועות שעלו

מתוך המים. גאיה טענה שאלו הן בועות אוויר. קרני טענה שאלו הן בועות של אדי מים.

א. מי מהן צדקה?

פריט ההערכה
ב. בנו טיעון על ידי הבאת נימוק לטענה הנכונה.
82. ליטר מים חוממו בסיר עד לטמפרטורת הרתיחה. טמפרטורת המים הייתה 100°C. מה תהיה טמפרטורת המים אם נמשיך לחמם את המים עוד 5 דקות? גבוהה מ- 100°C / 100°C / נמוכה מ- 100°C ? הסבירו.
83. תלמידים רצו לבדוק מה הקשר בין נפח המים לכמות החום שיש להשקיע על מנת להעלות את הטמפרטורה של המים. לצורך כך הם לקחו 100 מ"ל מים בכלי אחד ו- 1000 מ"ל מים בכלי הזהה לו. את שני הכלים התלמידים הניחו על מקור חום זהה למשך 4 דקות. לאחר פרק זמן זה התלמידים מדדו את הטמפרטורה של המים בכלי המכיל 100 מ"ל מים והטמפרטורה הייתה 58°C. האם גם בכלי המכיל 1000 מ"ל מים הטמפרטורה תהיה אותה טמפרטורה? נמקו.
84. תלמידים רצו למדוד את טמפרטורת הרתיחה של שמן. לצורך כך התלמידים הכינו מד-טמפרטורה כשהנוזל בתוכו היה מים. האם התלמידים יוכלו למדוד את טמפרטורת הרתיחה של שמן באמצעות מד הטמפרטורה הזה? נמק.
85. הסבירו בעזרת המודל החלקיקי של החומר מה קורה לחלקיקי החומר בתהליך ההתעבות.
86. בחדר שבו הטמפרטורה היא 25°C מילאו שני בלונים (אטומים) זהים באותה כמות אוויר. את בלון א הכניסו למקרר, שבו טמפרטורה של 4°C, ואילו את בלון ב הכניסו לאמבט, שבו היו מים בטמפרטורה של 70°C. א. מה יקרה לנפח האוויר בבלון א ? יגדל/יקטן/ לא ישתנה (הקיפו בעיגול את התשובה הנכונה) ב. מה יקרה לנפח האוויר בבלון ב ? יגדל/יקטן/ לא ישתנה (הקיפו בעיגול את התשובה הנכונה) ג. בחרו באחד המקרים (בלון א או בלון ב) והסבירו את תשובתכם על-פי המודל החלקיקי של החומר (ניתן להוסיף ציור להסבר).
87. לפניכם גרף המתאר את השינוי בטמפרטורה של החומר אתנול (סוג של כוהל) במהלך חימומו (הוספת אנרגיית חום).

פריט ההערכה



התבוננו בגרף וענו על השאלות:

- ד. באיזה מצב צבירה יהיה האתנול בטמפרטורה של 25°C ? _____
- ה. באיזה מצב צבירה יהיה האתנול בטמפרטורה של 90°C ? _____
- ו. הקיפו בעיגול את ההיגד הנכון מבין ההיגדים:

הטמפרטורה בנקודה A גדולה מ... / שווה ל... / קטנה מ... הטמפרטורה בנקודה B. (הקיפו בעיגול את התשובה הנכונה)
- ז. הסבירו את תשובתכם על פי המודל החלקיקי של החומר.

88. תלמידים לקחו בלון אטום ומילאו אותו בגז. הם הכניסו את הבלון לכלי ובו מים חמים, והבלון התנפח. בטבלה שלפניכם מצוינים מאפיינים אחדים של המודל החלקיקי של החומר.

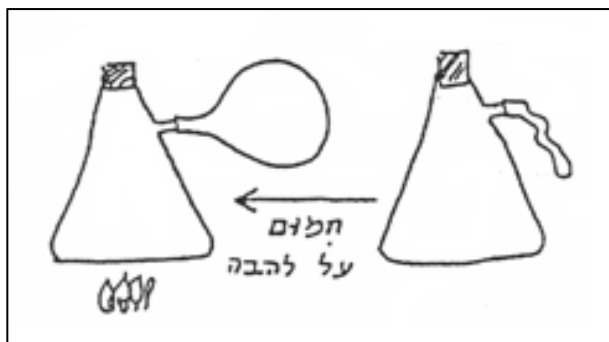
סמנו X בכל שורה, כדי לציין אם המאפיין השתנה או לא השתנה בעקבות הכנסת הבלון למים החמים.

מאפייני המודל החלקיקי	השתנה	לא השתנה
א. המהירות הממוצעת של חלקיקי הגז בבלון		
ב. גודל חלקיקי הגז בבלון		

פריט ההערכה				
				ג. המרחק שבין חלקיקי הגז בבלון
				ד. מספר חלקיקי הגז בבלון
89. באיזו טמפרטורה המהירות הממוצעת של חלקיקי האוויר היא הגבוהה ביותר?				
א. 18°C				
ב. 25°C				
ג. 40°C				
ד. 180°C				
90. מהו המשפט הנכון בנוגע לחלקיקי חמצן במצב צבירה נוזלי בהשוואה לחלקיקי חמצן במצב צבירה גז?				
א. החלקיקים בנוזל מרוחקים זה מזה יותר מאשר בגז, והמהירות הממוצעת שלהם קטנה יותר בנוזל מאשר בגז.				
ב. החלקיקים בנוזל מרוחקים זה מזה יותר מאשר בגז, והמהירות הממוצעת שלהם גדולה יותר בנוזל מאשר בגז.				
ג. החלקיקים בנוזל קרובים זה לזה יותר מאשר בגז, והמהירות הממוצעת שלהם קטנה יותר בנוזל מאשר בגז.				
ד. החלקיקים בנוזל קרובים זה לזה יותר מאשר בגז, והמהירות הממוצעת שלהם גדולה יותר בנוזל מאשר בגז.				

משימות מורכבות

משימה מס' 1 – הבלון המתנפח



התבוננו באיור המתאר ניסוי שבו חימומו אוויר הנמצא בכלי המחובר לבלון גומי.

קראו את דבריו של תלמיד כיתה ז' שהתבקש להסביר את הניסוי באמצעות המודל החלקיקי של החומר.

ב':

בבקדוק יש אוויר שממלא אותו וממלא גם קצת מהבלון שהוא לא כל-כך מנופח. האטונים שלו שהאוויר שבבקדוק ^{מכיל} חלקיקים קטנים מאוד שיש מהם הרבה מאוד. החלקיקים האלה שמצאו שהם גם כאלו כבדים קטנים, יכולים להסתדר ולהגיע לכל מקום באוויר בזה של הבקדוק. האטונים קטנו לחלקיקים האלה שהם גילו - מולקולות.

אם אישנו שם את הבקדוק עם המולקולות של האוויר על האש, אז נראה חם בתוך הבקדוק ואל האוויר מתפשט והבלון מתנפח מאוד. זה קורה בגלל החוק שאומר שבפנים מתפשטים בחום וגם גלגל שכתפיה ~~אם~~ חם בגוף הבקדוק אז המולקולות שהן קטנות מאוד, שואפות להתרחק מהאקום שחם שם ~~אם~~ הן עוזרות מהבקדוק לצאת ולמה הבלון מתנפח. ואם אישה לא ירצה להאג שוב, אה יחיה! אם ירחיק את ~~הבלון~~ הבקדוק אז הוא יראה שהבלון שוב יהיה קטן בגלל החוק שאומר שבפנים מתכווצים ~~אז~~ בקדוק.

העתיקו שני משפטים שגויים בתשובת התלמיד ותקנו את המשפטים.

המשפט השגוי:

תיקון המשפט:

המשפט השגוי:

תיקון המשפט:

משימה מס' 2 - פופקורן

אין כמעט אדם שלא יזהה את קולות ההתבקעות של גרגרי הפופקורן ואת ריחם.

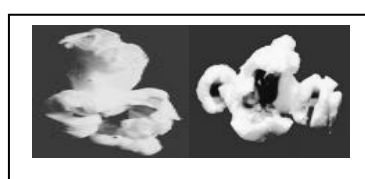
את הפופקורן מכינים מזון של תירס אשר עובר תהליך ייבוש בשדה עוד לפני קטיפתו. לתהליך הייבוש יש קשר להתבקעות גרגרי התירס שהופכים לחטיף. ניתן לבקע את גרגרי התירס בדרכים שונות. כבר לפני כ- 5000 שנה הבעירו האינדיאנים מדורה, בה התבקעו גרגרי התירס והתפזרו לכל עבר. כיום מכינים פופקורן במספר אופנים כגון: בסיר מכוסה המונח על הכיריים, בשקית נייר אטומה המעוצבת במיוחד עבור הכנת פופקורן במיקרוגל, במתקן מיוחד המיועד לאח ובמכשיר חשמלי סגור, שכולל גוף חימום המחמם את הגרגרים ומפוח המוציא אוויר מהמכשיר.

שאלה 1

בקטע מצוינות דרכים אחדות המיועדות להכנת פופקורן. מהו המשותף לכל תהליכי ההתבקעות?

שאלה 2

גרגר הפופקורן מכיל עמילן ומעט מים. קליפתו החיצונית קשה. כשמחממים את הגרגרים לכ- 220°C , המים הופכים לאדי מים היוצרים לחץ בתוך הגרגר. כאשר הלחץ בתוך הגרגר גובר, קליפת הגרגר נבקעת וליבת (תוך) הגרגר פורצת החוצה יחד עם אדי המים ונוצרת צורת הפופקורן המוכרת.



גרגרי פופקורן שהתבקעו



גרגרי פופקורן

בשעת הכנת הפופקורן נשארים גם גרגרים שלא התבקעו. בטבלה שלפניכם סיבות אפשריות לאי-התבקעותם של גרגרי התירס. סמנו **נכון** או **לא נכון** לגבי כל סיבה:

סיבות אפשריות לאי-בקוע	
א. תכולת מים גבוהה מדי בגרגר	נכון / לא נכון
ב. תכולת מים נמוכה מדי בגרגר	נכון / לא נכון
ג. חימום הגרגר לכ- 220°C	נכון / לא נכון
ד. טמפרטורה נמוכה של מקור החימום	נכון / לא נכון

שאלה 3

ישראל ודפנה החליטו לנסות ולהגדיל את מספר גרגרי הפופקורן המתבקעים. לשם כך, בשלב הראשון הם ייבשו 10 גרגרי פופקורן במשך מספר ימים בשמש. לאחר מכן, חממו כמות שווה של שמן בשני כלים זהים, לסיר אחד הכניסו את 10 גרגרי הפופקורן שיובשו בשמש ולסיר שני הכניסו 10 גרגרי פופקורן שלא יובשו ואשר נלקחו מאותה אריזה. הכלים חוממו במשך 10 דקות באמצעות אותו מקור חימום. מה הייתה ההשערה בניסוי זה?

שאלה 4

לפניכם תוצאות הניסוי של ישראל ודפנה :

גרורים שיובשו בשמש	גרורים שלא יובשו	
90%	80%	אחוז הגרורים שהתבקעו

לפניכם משפטים המתארים את הניסוי שביצעו ישראל ודפנה ותוצאותיו.

סמנו את המשפטים הנכונים :

- א. שאלת המחקר בניסוי זה היא, האם ייבוש גרגרי פופקורן בשמש לפני הכנתם ישפיע על מספר הגרורים שיבקעו.
- ב. קבוצת הבקרה הייתה קבוצת הגרורים שיובשו בשמש.
- ג. תוצאות הניסוי הראו, כי רק גרגר אחד שיובש בשמש לא התבקע בהשוואה לשני גרורים שלא יובשו.
- ד. תוצאות הניסוי מראות בוודאות, שייבוש גרורים בשמש לפני הכנתם מגדיל את אחוז הגרורים שמתבקעים.

שאלה 5

מה אפשר לומר על חלקיקי המים בתהליך שבו נוצרים אדי מים בגרגר הפופקורן?

- א. החלקיקים נעים לאט יותר ומתרחקים זה מזה.
- ב. החלקיקים נעים מהר יותר ומתרחקים זה מזה.
- ג. החלקיקים נעים לאט יותר ומתקרבים זה לזה.
- ד. החלקיקים נעים מהר יותר ומתקרבים זה לזה.

שאלה 6

נניח כי הנך מתכוון לערוך מסיבה ולהזמין את חבריך. לפניך מוצגות שתי אריזות פופקורן:

פופקורן להכנה על הכיריים

פופקורן להכנה במיקרוגל

בטעם חמאה

רכיבים: גרגירי פופקורן ערכים תזונתיים ל-100 גרם: אנרגיה: 380 קלוריות חלבונים: 12 גר' פחמימות: 80.8 גר' נתרן: 0 מ"ג כולסטרול: 0 מ"ג סיבים תזונתיים: 4.1 גר' ברזל: 2.7 מ"ג אשלגן: 30.1 מ"ג משקל: 500 גר' כשר מחיר: 5.10 ₪	מוכן תוך דקות רכיבים: גרגירי תירס 71%, שומן צמחי מוקשה, מלח, חמאה, חומרי טעם, צבעי מאכל: E-100, E-160 (b), E-160c. ערכים תזונתיים ל-100 גרם: אנרגיה: 512 קק"ל חלבון: 8 גר' פחמימות: 61 גר' שומן: 26 גר' - שומן רווי: 5 גר' סיבים תזונתיים: 18 גר' נתרן: 500 מ"ג משקל: 600 גר' (6 שקיות – 100 גרם כ"א) כשר חלבי מחיר: 18.99 ש"ח
---	--

סמנו את מידת הסכמתכם לגבי כל אחד מהמשפטים הבאים:

לא מסכים	מסכים חלקית	מסכים	מסכים במידה רבה	
				אבחר לקנות את הפופקורן להכנה על הכיריים משום שהוא זול יותר.
				אבחר לקנות את הפופקורן להכנה במיקרוגל כי מה שחשוב לי הוא הטעם ולא המחיר.
				אבחר לקנות את הפופקורן להכנה על הכיריים משום שאין בו צבעי מאכל.
				אבחר לקנות את הפופקורן להכנה במיקרוגל כי הוא יהיה מוכן מהר יותר.
				אבחר לקנות את הפופקורן להכנה במיקרוגל משום שהכנת הפופקורן על הכיריים מצריכה תוספת של שמן.

משימה מס' 3 - אסון הברום

בתאריך 5 במרץ, שנת 1983, על כביש הערבה, התהפכה משאית כבדה שנשאה בקבוקי זכוכית גדולים של ברום נוזלי. הטמפרטורה באותו יום הייתה כ- 26°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: Br_2

משפחה: הלוגנים

מצב צבירה: נוזל (בטמפרטורת החדר)

צבע: חום אדמדם

טמפרטורת היתוך: -7°C

טמפרטורת רתיחה: 59°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 ורכובות רבים.

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

שאלה 1

אילו מהמשפטים הבאים מסביר את התפשטות הברום באוויר ביום האירוע המתואר בקטע?

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

שאלה 2

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

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?

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

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:

- מיכלי מתכת אינם ניתנים למיחזור.
- הזכוכית אינה מגיבה עם הברום.
- הפלאסטיק עלול להגיב עם הברום.
- זכוכית היא זולה, ולכן לא חשוב שהיא שבירה.

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°C , ובאלסקה בטמפרטורה של -20°C ? רשמו את תשובותיכם בטבלה.

נתונים על יסודות בקבוצת ההלוגנים

שם היסוד	טמפרטורת היתוך $^{\circ}\text{C}$	טמפרטורת רתיחה $^{\circ}\text{C}$	מצב צבירה בישראל (בטמפרטורה של 22°C)	מצב צבירה באלסקה (בטמפרטורה של -20°C)
כלור – Cl_2	-100	-35		
ברום – Br_2	-7	59		
יוד – I_2	113	184		

שאלה 6

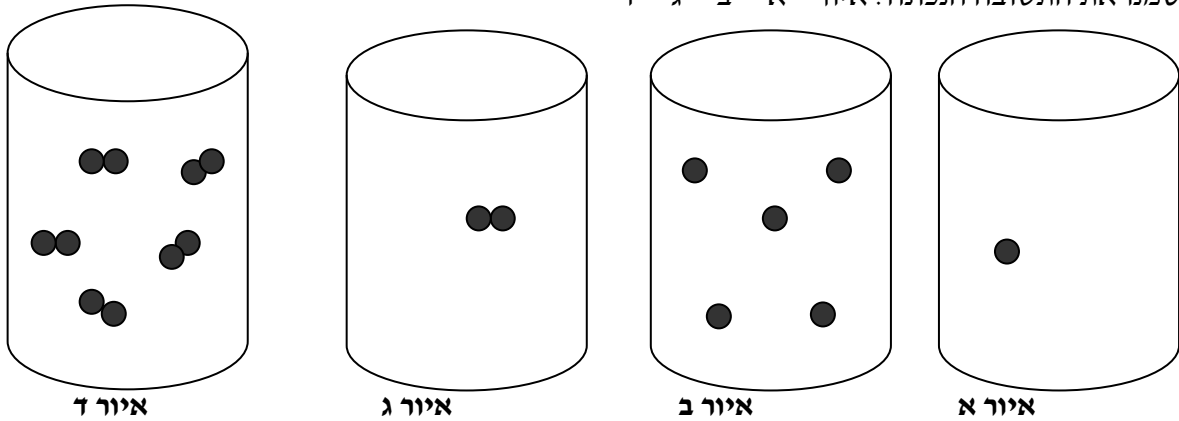
באיזה יסוד (כלור, ברום, יוד) כוחות המשיכה בין המולקולות הם החזקים ביותר? נמקו.

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



שאלה 8

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:

לא מסכים	מסכים באופן חלקי	מסכים	מסכים במידה רבה	
				במקום להרחיב את המפעל, צריך להקים מפעל חדש במקום אחר. התושבים סובלים מספיק
				לא צריך להרחיב את המפעלים. הנזק 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

תת-נושא 1

עקרונות המודל החלקיקי, הסבר לתופעות ומאפייני מצבי הצבירה

מס' פריט	תשובה
1.	ג'
2.	א' נימוק: אין תוספת או גריעה של חלקיקי חומר ולכן מסת הגז לא תשתנה. הנפח של הגז יקטן כיוון שקיימים רווחים בין חלקיקי הגז וכתוצאה מהלחץ המופעל על הגז רווחים אלו יקטנו.
3.	ב'
4.	ב'
5.	א'
6.	ג'
7.	ג' נימוק: בטמפ' החדר החמצן במצב צבירה גז ומשמעות הדבר שהחלקיקים רחוקים זה מזה. על ידי הפעלת כוח ניתן להקטין את המרחקים ביניהם.
8.	אבקת הסוכר היא למעשה אוסף של גרגירי אבקה. כל אחד מגרגרי האבקה הינו מוצק גבישי ויחד כצבר של גרגירים האבקה נשפכת ומשנה את צורתה בהתאם לכלי שבו היא נמצאת. (למורה: הדבר דומה לערימה של סלעים ה"נשפכת" ממשאית למיכל).
9.	ג'
10.	ג'
11.	המרחקים בין החלקיקים הנמצאים במצב צבירה גז גדולים, הם נמצאים בתנועה מתמדת ואקראית וקיימים כוחות משיכה חלשים מאוד בין החלקיקים, לכן חלקיקי הגז מתפזרים בכל נפח הכלי שבו הם נתונים.
12.	א'
13.	ב'
14.	תשובות אפשריות: – בין חלקיקי הנוזל המרחקים מאוד קטנים ובין חלקיקי הגז המרחקים מאוד גדולים, לכן הפעפוע בגז מהיר יותר – סוגי התנועה בגז ובנוזל שונים. בנוזל קיימת תנועה מסוג תנודה וסיבוב, בגז – קיימת גם תנועת מעתק המאפשרת פעפוע מהיר יותר ובנוזל רק תנודה וסיבוב. – כוחות המשיכה בין החלקיקים בגז חלשים הרבה יותר מאלו שבנוזל ולכן הפעפוע מהיר יותר בגז.
15.	גז ניתן לדחיסה מאחר והמרחקים בין חלקיקי הגז גדולים ובזמן דחיסה הם קטנים. מבנה הנוזל אינו מאפשר דחיסה מאחר והמרחקים בין חלקיקי הנוזל קטנים.
16.	– כוחות המשיכה בין חלקיקי המים גדולים יותר מאשר כוחות המשיכה בין חלקיקי האוויר / כוחות המשיכה בין חלקיקי האוויר קטנים יותר מאשר כוחות המשיכה בין חלקיקי המים, לכן הפעפוע באוויר מהיר יותר. – חלקיקי האוויר רחוקים יותר זה מזה מאשר חלקיקי המים, שהם קרובים יותר זה לזה, לכן הפעפוע באוויר מהיר יותר.

מס' פריט	תשובה
	– סוגי התנועה- בגז קיימת תנועת מעתק (שאינה קיימת בנוזל) המאפשרת פעפוע מהיר יותר.
17.	הפעפוע יהיה מהיר יותר בכלי עם הריק מאחר ואין בכלי כל חומר וחלקיקי הכלור יוכלו לנוע ללא הפרעה. במקרה של הכלי השני קיימות התנגשויות של חלקיקי הכלור עם חלקיקי האוויר המעכבות את התנועה.
18.	א. גדל ב. לא השתנה ג. לא השתנה ד. גדל
19.	נוזל נימוק: בין חלקיקי הנוזל יש כוחות משיכה חלשים יותר מבמוצק ולכן, למרות שחלקיקי הנוזל לא מתרחקים זה מזה כמו בגז, הם נעים בתנועת סיבוב ומשנים את מיקומם בצבר.
20.	א. קטן מאוד ב. קטן ג. גדול מאוד ד. מסודרים מאוד ה. לא מסודרים ו. לא מסודרים ז. חזקים מאוד ח. בינוניים ט. חלשים מאוד י. תנודה יא. תנודה וסיבוב יב. תנודה סיבוב ומעתק לגבי התנועה: חשוב להדגיש שהיא מתמדת ואקראית בכל המצבים.
21.	בכלי שבו יש ריק, אין חלקיקים כלל, חלקיקי הגז נעים ללא התנגשויות בחלקיקים אחרים ולכן הפעפוע יהיה מהיר יותר.
22.	– חלק גדול מחלקיקי האוויר שהיו בבלון יצאו דרך פתח הבלון עד אשר הלחץ בתוכו ירד ולכן הוא התכווץ. – לאחר יומיים לא היו בו מספיק חלקיקי אוויר שיפעילו לחץ על הבלון.
23.	שני הנוזלים בנויים מחלקיקים הנמצאים בתנועה מתמדת. ברגע שמוציאים את המחיצה בין הצדדים, חלקיקי שני הנוזלים נעים לכל הכיוונים ובסוף הם ממלאים את כל נפח הכלי הנתון.
24.	- פעפוע של בושם/חומר ריחני באוויר – חלקיקי הבושם מתפזרים בין חלקיקי האוויר. - התפשטות של גז במעבר מכלי קטן לכלי גדול – התרחקות החלקיקים של הגז ותנועתם בכל חלל הכלי. - ניפוח בלון/כדור/גלגל ... – הוספת חלקיקי גז – צפיפות חלקיקים גדולה יותר – (הלחץ עולה).
25.	ב'
26.	תשובות אפשריות: א. המרחק בין חלקיקי הגז גדול ב. חלקיקי הגז נמצאים בתנועה מתמדת ואקראית. ג. חלקיקי הגז נעים גם בתנועת מעתק.
27.	כן, למרות שחלקיקי הפד"ח כבדים מחלקיקי האוויר הם עדיין נמצאים בתנועה מתמדת ואקראית ותוך כדי התנועה שלהם בתוך הכלי הם יצאו ממנו אל חלל החדר. סיבה אפשרית נוספת, חלקיקי אוויר נכנסו לבקבוק
28.	- דחיסה של אוויר במזרק והעברתו לכלי בעל נפח גדול- כדי להראות את התפשטותו בכל הנפח שבו הוא נתון. - פעפוע של ברום באוויר לעומת בריק.

מס' פריט	תשובה
29.	הגז יתפשט מהר יותר במיכל ריק מאחר ואין חומר נוסף שמגביל את תנועת החלקיקים (מלבד התנגשויות בין חלקיקי הגז עצמו) ולכן תנועתם לא תופרע. במיכל בו נמצא גז אחר, התפשטות הגז תהיה איטית יותר מאחר וחלקיקי הגז המוסף יתנגשו בחלקיקי הגז הקיים בכלי ולכן תנועתם תעוכב.
30.	א. משתנה ב. משתנה ג. לא משתנה ד. משתנה ה. לא משתנה
31.	איתמר צודק מאחר וחלקיקי החומר לא משתנים. בזמן דחיסת הגז, החלקיקים מתקרבים זה לזה והמרחקים בין החלקיקים קטנים, אבל חלקיקי הגז לא משתנים.
32.	הוספת האוויר עם המשאבה גרמה לעלייה בלחץ הגז בתוך הכדור כי צפיפות החלקיקים גדלה. הלחץ שחלקיקי הגז מפעילים על דופן הכדור (תוך התנגשויות) הוא היוצר את תחושת הקושי של הכדור.
33.	– כוחות המשיכה השונים בין חלקיקי הנוזל הם אלה שמקנים לכל אחד מהחומרים צמיגות שונה. כוחות המשיכה בין חלקיקי הדבש הם החזקים ביותר, לאחר מכן כוחות המשיכה בין חלקיקי השמן (הם חזקים פחות מאשר בדבש) ולבסוף במים כוחות המשיכה בין חלקיקי המים הם החלשים ביותר. – תשובה שתכלול התייחסות לתנועת סיבוב מוגבלת יותר בדבש לעומת במים, גם תתקבל. <i>הערה: השאלה מומלצת לדיון בכיתה.</i>
34.	בין חלקיקי הנוזל יש כוחות משיכה הנובעים מהיותם קרובים האחד לשני. בנוסף התנועה של חלקיקי הנוזל היא תנודתית וסיבובית ולכן החלקיקים מחליקים האחד על השני ומשנים את מקומם ולכן צורת הנוזל משתנה.
35.	ג'
36.	חלקיקי המוצק צפופים ונעים רק באופן תנודתי כך שאינם משנים את מקומם לכן למוצק יש צורה קבועה.
37.	א. תנודתית ב. תנודתית+סיבובית ג. תנודתית+סיבובית+מעתק
38.	א'
39.	ג'
40.	ג' <i>הערה: השאלה מומלצת לדיון בכיתה</i>
41.	גז האמוניה הנמצא בכלי מפעפע אל חדר שבו יש גזים אחרים ולא ריק. לכן בזמן הפעפוע לחלל החדר חלקיקי האמוניה מתנגשים בחלקיקי אוויר המאטים את תנועתם.
42.	ב' <i>הערה: השאלה מומלצת לדיון בכיתה</i>
43.	ג'
44.	<u>מרכיבים שונים, למשל:</u> גודל החלקיקים, כמות החלקיקים, המרחק בין החלקיקים, סטטיות <u>מרכיבים דומים, למשל:</u> יש חלקיקים, יש רווחים ביניהם, הנקודות מפוזרות באופן אחיד בבקבוק <i>הערה: השאלה מומלצת לדיון בכיתה.</i>
45.	- היווצרות הטיפה של נוזל - הנפח של הנוזל קבוע ולא משתנה.

תת-נושא 2 א

תהליכי חימום וקירור של החומר הגורמים לשינויי טמפרטורה

מס' פריט	תשובה
46.	ד'
47.	א. פעפוע ב. בכוס עם המים החמים - כי המהירות הממוצעת של החלקיקים גדולה יותר ולכן קצב הפעפוע מהיר יותר.
48.	א' ו-ג'
49.	ג'
50.	חימום כדור המתכת גרם להגברת התנודות של החלקיקים במוצק המתכתי וכתוצאה מכך גדל במעט נפחו של כדור המתכת.
51.	תשובות: א. התהליך נקרא פעפוע ב. בכוס ב' הפעפוע יהיה מהיר יותר. ההסבר: בכוס ב' שבה הכוהל בטמפרטורה גבוהה - חלקיקי הכוהל נעים מהר יותר מאשר בטמפרטורה הנמוכה - ולכן פעפוע/התפזרות חלקיקי היוד בכוהל מהיר יותר בכוס ב'. שימו לב: בשאלה המקורית שהופיעה במבחן מיצ"ב השאלה התייחסה לריכוז הצבע בכל אחת מהכוסות, ולכן שאלו את התלמידים באיזו כוס הכוהל יהיה צבוע בסגול כהה יותר. השאלה שוכתבה על ידי מפתחי ערכה זו - שהתייחסו למהירות התפשטות היוד ולא לריכוז הצבע, כיוון שתלמידים לא יכולים לנבא את דרגת מסיסות היוד כתלות בטמפ' אלא רק את מהירות הפעפוע כתלות בטמפ'! על פעפוע ומסיסות תוכלו לקרא בערכה זו בעמוד 24.
52.	ד'
53.	א. מספר חלקיקי הנוזל לא משתנה ב. מהירות חלקיקי הנוזל גדלה ג. נפח הנוזל גדל
54.	א. הגרף המתאים – גרף 2 ב. ככל שטמפרטורת המים גבוהה יותר, כך זמן המסת הסוכר קצר יותר. או: ככל שטמפרטורת המים נמוכה יותר, זמן המסת הסוכר ארוך יותר. או: ככל שהמים חמים יותר, זמן המסת הסוכר קצר יותר. ג. תשובות אפשריות: – חלקיקי החומר נעים מהר יותר כאשר מוסיפים לחומר אנרגיית חום. – מהירות תנועת חלקיקי הסוכר תלויה במהירות חלקיקי המים. כשטמפרטורת המים גבוהה (כלומר, מהירות תנועת חלקיקי המים גדולה) חלקיקי הסוכר נעים מהר יותר. יותר התנגשויות ופיזור מהיר יותר
55.	א. ב- 200 מעלות צלזיוס ב. 550 מטרים לשנייה ג. ככל שהמהירות הממוצעת של החלקיקים גדולה יותר כך הטמפרטורה של החמצן גבוהה יותר.
56.	טמפרטורת האוויר שבצמיג עולה, לחץ הגז בתוך הצמיג עולה, והצמיג עלול להתפוצץ כתוצאה מהלחץ הגבוה בתוך הצמיג.
57.	ניתן לקחת כוס ובה מים בטמפרטורת החדר וכוס ובה מים בטמפרטורה גבוהה יותר ולהכניס טיפה של צבע מאכל בכל כוס, ולצפות במהירות הפעפוע של צבע המאכל במים בטמפרטורות השונות.

מס' פריט	תשובה
58.	לא משתנה : מסת/מס' החלקיקים משתנה : המהירות הממוצעת של חלקיקי המים הערה : השאלה מומלצת לדיון בכיתה. ניתן לדון גם במאפייני החומר ברמת המאקרו.
59.	לא משתנה : מסת/מס' החלקיקים, משתנה : המהירות הממוצעת של חלקיקי המים הערה : השאלה מומלצת לדיון בכיתה. ניתן לדון גם במאפייני החומר ברמת המאקרו (נפח, צורה וכו).
60.	ג'
61.	חלקיקי המים משני צידי האמבט מפעפעים בכל נפח המים עקב תנועתם המתמדת והאקראית. במהלך הפעפוע מתרחשת הסעת חום כך שטמפרטורת המים הסופית תהיה אחידה בכל הכלי. הערה : השאלה מומלצת לדיון בכיתה.
62.	חום עובר ישירות מהמים החמים לזכוכית, וחום זה מורגש על ידנו כשאנו אווזים בכוס בחלק שנמצא במגע עם המים החמים ; אין הולכת חום בתוך הזכוכית לחלקים אחרים של הכוס שאינם במגע עם המים. הערה : השאלה מומלצת לדיון בכיתה.
63.	ב'
64.	תשובה : א. בכמות של 1000 מ"ל השקענו פי חמש אנרגיה על מנת לחמם את המים לאותה הטמפרטורה. ב. על מנת לחסוך באנרגיה יש למלא את הקומקום בכמות המים הדרושה ולא מעבר לזה. הערה : שאלה המומלצת לדיון בכיתה

תת-נושא 2 ב

תהליכי חימום וקירור של החומר הגורמים לשינוי במצב הצבירה

מס' פריט	תשובה
65.	ג'
66.	ב'
67.	ב'
68.	מד הטמפרטורה הראה בדיוק את אותה הטמפרטורה. נימוק: כאשר מספקים חום לחומר הנמצא בטמפרטורת הרתיעה שלו, החימום מחליש את הכוחות שבין החלקיקים אבל לא מגביר את מהירותם.
69.	ד'
70.	ג' נימוק: לבדיל יש את טמפרטורת ההתכה הנמוכה ביותר, לכן כשיחממו אותו - ב-232 מעלות צלזיוס מצב הצבירה שלו ישתנה לנוזל.
71.	א. נשמר ב. נשמר ג. לא נשמר ד. לא נשמר ה. לא נשמר ו. נשמר
72.	ב'
73.	ג. נוזל ד. גז ה. גדל ו. גדלו ז. לא השתנה ח. לא השתנה ט. הטמפרטורה של החומר עלתה, מהירות התנועה של החלקיקים עלתה ולכן המרחקים בין החלקיקים גדלו. י. הבוכנה ירדה יא. קטן יב. לא השתנה
74.	בדיוק 300 גר'. נימוק: בזמן קפאון המים בכלי האטום משתנה סדר החלקיקים וכן יכולת תנועתם, אבל מס' החלקיקים לא משתנה ולכן המסה תישאר אותו דבר.
75.	א. נשמרת ב. לא נשמר ג. לא נשמרת ד. לא נשמר ה. נשמר
76.	התאדות מתרחשת בכל טמפרטורה ואילו רתיחה רק בתנאים המתאימים מבחינת הלחץ והטמפ' הנדרשים.

מס' פריט	תשובה
	התאדות מתרחשת משטח פני הנוזל ואילו רתיחה מכל גוף הנוזל. ברתיחה נוצרות בועות גז בתוך הנוזל ואילו בהתאדות - לא.
77.	מאחר והמלח נמצא מומס בתוך מי הים, על מנת להפיק את המלח ממי הים יש לאדות את כל המים ולאחר מכן יישאר המלח.
78.	ג'
79.	אורי צודק. כשחומר משנה את מצב הצבירה שלו החומר עצמו לא משתנה, חלקיקי החומר אם אותם חלקיקים. יש מאפיינים שכן משתנים בזמן שינוי מצב צבירה, כמו המרחק בין החלקיקים סוג התנועה של החלקיקים ועוד. אך החומר נשאר אותו החומר.
80.	הרוח מאיצה את תהליך התייבשות הבגד הספוג במים, כיוון שהיא "מסלקת" את חלקיקי המים שעוזבים את הבגד ועוברים לפאזה הגזית, ומקטינה את ההתעבות.
	הערה: השאלה מומלצת לדיון בכיתה.
81.	א. קרני צודקת ב. הבועות העולות מתוך הנוזל הרוח הן בועות של אדי מים כי כשהמים רותחים שינוי מצב הצבירה נעשה מכל גוף המים והבועות שעולות מתחתית הכלי הן הבועות של המים במצב צבירה גז.
82.	טמפרטורת המים תהיה 100°C כל עוד יש בכלי מים במצב צבירה נוזל. החום המסופק למים בנקודת הרתיחה גורם להתרחקות חלקיקי המים האחד מהשני והתנתקות חלקיקי המים מגוף הנוזל.
83.	בכלי א' יש להשקיע פי 10 יותר אנרגיה חום על מנת להגיע לאותה טמפרטורה של המים בכלי ב'. לכן לאחר 10 דקות הטמפרטורה בכלי ב' תהיה יותר נמוכה מכלי א'.
	הערה: השאלה מומלצת לדיון בכיתה.
84.	התלמידים לא יוכלו למדוד את הטמפרטורה של השמן מאחר ושמן רותח בערך ב- 200°C והמים במד טמפרטורה יהיו במצב צבירה גז ולא יוכלו "למדוד" את הטמפרטורה של השמן.
	הערה: השאלה מומלצת לדיון בכיתה.
85.	בתהליך ההתעבות חומר במצב צבירה גז הופך לנוזל. בתהליך שבו הגז פולט חום (מתקרר), חלקיקי הגז נעים בממוצע לאט יותר, מתקרבים זה לזה, כוחות המשיכה ביניהם גדלים ומתקבל נוזל.
86.	א. נפח האוויר יקטן ב. נפח האוויר יגדל ג. בלון א': אם יעבירו את הבלון מטמפרטורת החדר למקרר, מהירות התנועה של החלקיקים תקטן, המרחק בין החלקיקים יקטן, מספר החלקיקים לא ישתנה. בלון ב': אם יעבירו את בלון ב' לאמבט מים חמים, מהירות התנועה של החלקיקים תגדל, המרחק בין החלקיקים יגדל, מספר החלקיקים לא ישתנה.
87.	א. נוזל ב. גז ג. שווה ד. בנקודה A החומר מגיע לנקודת רתיחה, ולפי הגרף רואים שממשיכים לספק אנרגיה חום לחומר אבל הטמפרטורה לא עולה כי כל אנרגיה החום מושקעת בשבירת הקשרים בין החלקיקים בנוזל. רק כשכל החומר ישנה את מצב הצבירה לגז (במערכת סגורה) הטמפרטורה של החומר תמשיך לעלות.
88.	א. השתנה ב. לא השתנה ג. השתנה ד. לא השתנה
89.	א. ד'
90.	א. ג'

תשובון משימות מורכבות

משימה מס' 1

משפט שגוי: המולקולות שהן קטנות מאוד שואפות להתרחק מהמקום שחם.
תיקון משפט: בגלל חימום האוויר מהירות התנועה הממוצעת של חלקיקי האוויר עולה ולכן הם נעים מהר והמרחקים בין החלקיקים גדלים.
משפט שגוי: המולקולות עוברות מהבקבוק לבלון.
תיקון משפט: חלקיקי האוויר נעים בתנועה אקראית בכל הכיוונים הם לא נעים בכיוון אחד מסוים.

משימה מס' 2

נושאים בתכנית הלימודים: חומרים מבנה תכונות ותהליכים - מצבי צבירה והמבנה החלקיקי; מערכות

טכנולוגיות

ההקשר: בריאות

שאלה 1

מטרת השאלה: יכולות – לבדוק יכולת של הבנת הנקרא והסקת מסקנות

ניקוד מלא (100%): החום או שימוש באנרגיה חום.

ללא ניקוד: תשובה אחרת, או לא ענו.

שאלה 2

מטרת השאלה: יכולות – לבדוק יכולת לפרש ראיות מדעיות ולהסיק מסקנות.

ידע של מדע - לבדוק ידע על שינויי מצב צבירה של מים וגורמים המשפיעים

עליהם.

הערה: בשאלה זו ובאחרות, במקום לכתוב את המשפט "גרגר תירס המשמש להכנת פופקורן" נכתב בקצרה

"גרגר פופקורן".

ניקוד מלא (100%): א. נכון ב. נכון ג. לא נכון ד. נכון

ניקוד חלקי: 25% – על כל תשובה נכונה.

ללא ניקוד: כל התשובות אינן נכונות או לא ענו.

שאלה 3

מטרת השאלה: ידע על מדע – חקר מדעי – מהי השערה.

יכולות – יכולת של הבנת הנקרא וניסוח השערה.

ניקוד מלא (100%): ייבוש הגרגרים יגדיל את מספר גרגרי הפופקורן המתבקעים לעומת אלה שאינם

מתבקעים.

ללא ניקוד: תשובה אחרת או לא ענו.

שאלה 4

מטרת השאלה: ידע על מדע – שאלת מחקר, בקרה, תוצאות ומסקנות

יכולות – לזהות מאפיינים בולטים של חקירה מדעית, לפרש ראיות מדעיות ולהסיק

מסקנות. לבדוק את היכולת לדון בממצאים.

ניקוד מלא (100%) : א ו- ג.

ניקוד חלקי : 50% – על כל תשובה נכונה.

ללא ניקוד – ב ו/או ד, או לא ענו.

שאלה 5

מטרת השאלה : ידע של מדע - הבנה של שינויים במצבי הצבירה ברמה החלקיקית.

ניקוד מלא (100%) : ב

ללא ניקוד – כל תשובה אחרת, או לא ענו.

שאלה 6

מטרת השאלה : בדיקת עמדות לגבי שיקולי דעת בבחירת מוצרי מזון.

ללא ניקוד

משימה מס' 3

נושאים בתכנית הלימודים: חומרים מבנה, תכונות ותהליכים – המודל החלקיקי, שלושת מצבי הצבירה.
ההקשר: סביבה - סילוק פסולת, השפעת חומרים על הסביבה
סכנות – סכנות בידי אדם

שאלה 1

מטרת השאלה: ידע של מדע – תכונות חומרים, שינוי מצב צבירה ופעפוע יכולות – יישום ידע של המדע במצב נתון
תיאור או פירוש תופעה באופן מדעי

ניקוד מלא (100%): תשובות ב', ד'.

ניקוד חלקי – 50%: תשובה ב' או תשובה ד'.

ללא ניקוד: כל תשובה אחרת, או לא ענו.

שאלה 2

מטרת השאלה: ידע של מדע – תכונות חומרים, גורמים המשפיעים על שינוי מצב צבירה, המבנה החלקיקי של החומר

יכולות – תיאור או פירוש תופעה באופן מדעי

ניקוד מלא (100%): תשובה מלאה – 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.

ניקוד חלקי – 50%: התייחסו רק לתהליך ההתנדפות או רק לתהליך הפעפוע.

ללא ניקוד: תשובה אחרת, או לא ענו.

שאלה 3

מטרת השאלה: ידע על מדע שיקולים מדעיים

ניקוד מלא (100%): תשובות ב' ו-ג'.

ניקוד חלקי (50%): תשובה ב' או תשובה ג'.

ללא ניקוד: תשובות א', ד' או לא ענו.

שאלה 4

מטרת השאלה: ידע של מדע – תגובה כימית בין חומרים

יכולות – יישום ידע של המדע במצב נתון

ניקוד מלא – 100%: התשובות הבאות: א – לא נכון, ב – נכון, ג – נכון, ד – לא נכון.

ללא ניקוד: כל תשובה אחרת.

שאלה 5

מטרת השאלה: ידע של מדע – תכונות חומרים, שלושת מצבי הצבירה, שינוי מצב צבירה.

יכולות – קריאת טבלה ויישום ידע של מדע במצב נתון.

ניקוד מלא (100%):

שם היסוד	מצב צבירה ב 22°C	מצב צבירה ב -20°C
כלור	גז	גז
ברום	נוזל	מוצק
יוד	מוצק	מוצק

ניקוד חלקי: 16.5% – על כל תשובה נכונה.

ללא ניקוד: כל התשובות אינן נכונות, או לא ענו.

שאלה 6

מטרת השאלה: ידע של מדע – תכונות חומרים, שלושת מצבי הצבירה והמבנה החלקיקי

יכולות – יישום ידע של המדע

ניקוד מלא (100%): 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.

ניקוד חלקי: יש התייחסות לקשר בין חוזק הקשרים ונקודת הרתיחה, ללא הסבר על האנרגיה

הנדרשת.

ללא ניקוד: אין התייחסות לנקודות הרתיחה או למשמעות האנרגטית שלהן, או לא ענו.

שאלה 7

מטרת השאלה: ידע של מדע – המבנה החלקיקי של יסודות גזיים

ניקוד מלא (100%): איור ד'.

ללא ניקוד: איורים א' – ג', או לא ענו.

שאלה 8

מטרת השאלה: עמדות כלפי פיתוח ומחיר סביבתי

ללא ניקוד