

מעבדה בנושא :

חימום מים

חלק א' - חימום מים – מה קורה בדרך?

שאלת החקר : כיצד משתנה טמפרטורת המים במהלך חימום?

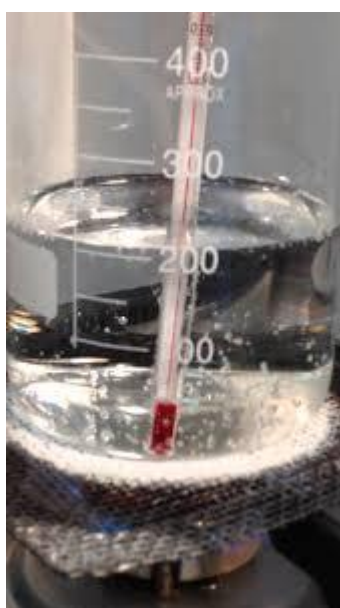
חלק ב' - חימום מים – השפעת כמות המים ומבנה כלי החימום

חקר מודרך - ניסוח שאלת חקר עצמית, תכנון וביצוע ניסוי

חלק ג' - מה שמלח יכול לעשות...

שאלת החקר : האם וכיצד משתנה נקודת הרתיחה של תמיסה מימית בהשוואה

לנקודת הרתיחה של הממס הטהור (המים)?



חלק ד' – פעילויות העשרה והרחבה

מים רותחים בטמפרטורת החדר – הייתכן?

כדאי לדעת... מעשה בקופסת שימורי טונה נפוחה...

כדאי לדעת... סיר לחץ וגייזר – מה הקשר?

דפי מידע :

- אידיוי ועיבוי
- לחץ אדים
- נקודת רתיחה
- תמיסה
- כוחות משיכה בין מולקולריים
- השתנות הטמפרטורה בזמן חימום חומר

הנחיות בטיחות

ניסויים אלו דורשים עבודה עם מים רותחים ולכן יש לעבוד בזהירות יתרה כאשר מזיזים את הכוסות או מניחים את המדחום בתוך הכוס (מחשש שיטה את הכוס בשל היותו ארוך ביחס לגודל הכוס).



מכיוון שמדובר במים חמים לא ממומלץ לעבוד עם כפפות גומי.
בתום הניסוי יש להרים את הכוס בזהירות עם כפפה חסינת אש.

חלק א'

חימום מים – מה קורה בדרך?

לפני הניסוי...

היעזרו בדפי המידע המופיעים בסיום המעבדה ובידע קודם שלמדתם וענו על השאלות הבאות:
1. מהם המאפיינים של מצבי הצבירה השונים של החומר (מוצק, נוזל, גז)? התייחסו בתשובתכם:

לרמה המאקרוסקופית (תופעה)_____

לרמה המיקרוסקופית (חלקיקית)_____

לרמת הסמל (השפה הכימית)

2. לפניכם רשימת הגדרות ורשימת מושגים (לא על פי הסדר הנכון). מתחו קו בין כל מושג לבין ההגדרה המתאימה לו.

ההגדרה
תהליך שבו מאבדות המולקולות בפאזה הגזית את האנרגיה שלהן ועוברות לפאזה הנוזל עיבוי
הלחץ המופעל על ידי האדים בפאזה הגזית הנמצאים בשיווי משקל עם הנוזל בטמפרטורה נתונה
כמות האנרגיה הדרושה לאידוי של כמות מסוימת של נוזל בטמפרטורה נתונה חום אידוי
מצב שבו קצב האידוי של נוזל שווה לקצב העיבוי של האדים ש"מ
טמפרטורה בה לחץ האדים של הנוזל שווה ללחץ החיצוני
תהליך בו עוזבות המולקולות את פאזה הנוזל ועוברות לפאזה גזית

המושג
אידוי evaporation
עיבוי condensation
נקודת רתיחה
לחץ אדים
חום אידוי
מצב שיווי משקל

3. ידוע שנקודת הרתיחה של מים היא 100°C .

א. כיצד ניתן להסביר את תופעת ייבוש הכביסה בטמפרטורות נמוכות יותר? _____

ב. אילו גורמים משפיעים על מהירות הייבוש? נמקו. _____



שאלת החקר

כיצד משתנה טמפרטורת המים במהלך חימום?

1. נסחו השערה המתייחסת לשאלת החקר ונמקו את השערתכם במידת האפשר _____

2. מיהו המשתנה התלוי? מיהו המשתנה הבלתי תלוי? _____

3. מה הם הגורמים הקבועים שיש לשמור במהלך הניסוי? _____

לפניכם הציוד והחומרים הבאים:

ציוד:

כוס כימית בנפח 50 מ"ל

משורה 50 מ"ל

פלטה חשמלית ובוחש מגנטי

מד טמפרטורה

חומרים:

מים מזוקקים

הערות ושאלות למחשבה ולתצפית

האם יש חשיבות לדיוק בכמות המים?

הסתכלו במים שבכוס במהלך החימום

ורשמו תצפיות.

כיצד תדעו מתי מתרחשת רתיחה?

מומלץ לבצע מדידות כל דקה לקראת

שלב הרתיחה.

הנחיות לביצוע הניסוי

1. הוסיפו 50 מ"ל מים לכוס הכימית והניחו בה

מד-טמפרטורה בצורה יציבה. הוסיפו גם מגנט

לבחישה.

2. הדליקו פלטה חשמלית וחכו עד להתייזבות

החום

3. הכינו טבלה בה תירשמו את הטמפרטורה

במהלך הניסוי כל 2 דקות.

4. מדדו טמפרטורה זו וסמנו אותה כטמפרטורה

התחלתית.

5. הניחו את הכוס עם מד הטמפרטורה על

הפלטה החשמלית והחלו במדידות עד רתיחת

המים.



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
מנול הקשוב ומערכות מידע
אנף חרשים
אנף נאכטורית
הפיקוח על הוראת "מדע וטכנולוגיה לכל"

מינהלת מל"ם
המרכז הישראלי לחינוך מדעי-טכנולוגי
ע"ש עמס דה-שלום





לאחר הניסוי...

1. תארו את תצפיותיכם במהלך הניסוי

2. ציירו גרף המתאר את מהלך הניסוי. מומלץ להעביר את נתוני הניסוי לטבלת אקסל ולצייר את הגרף. רישמו כותרות לצירים ולגרף.
א. תארו את גרף הניסוי שקיבלתם על אזורי השונים

ב. הסבירו מה קרה למים בכל אזור בגרף

ג. מהי נקודת הרתיחה של המים

3. האם הממצאים שקיבלתם תואמים את השערתכם? אם לא, הסבירו במה טעיתם?

4. העלו שאלות אשר מתעוררות בכם בעקבות הניסוי. חשבו על מגוון שאלות

5. בחרו אחת מתוך השאלות שהצעתם בסעיף הקודם, עליה ניתן לענות עליה באמצעות ניסוי שתערכו בתנאי מעבדה בבית הספר.



משרד החינוך
מנהל הקשוב ומערכות מידע
מנכ"ל
המזכירות הפדגוגית
אנשי חינוך
הפיקוח על הוראת "מדע וטכנולוגיה לכל"

מינהלת מל"ם
המרכז הישראלי לחינוך מדעי-טכנולוגי
ע"ש עמס דה-שליס



מהם החומרים והציוד שאתם צריכים כדי לבצע את הניסוי: _____

מהי השערתכם לגבי תוצאות הניסוי? _____



חלק ב'

חימום מים – השפעת כמות המים ומבנה כלי החימום

לפניכם שתי אפשרויות :

האחת : השתמשו ב- 50 מ"ל מים וב- 100 מ"ל מים.

השנייה : השתמשו בכוס של 250 מ"ל ובכוס של 100 מ"ל.

בחרו באחת האפשרויות ועבורה פרטו :

שאלת חקר מתאימה : _____

משתנים : _____

גורמים קבועים : _____

ציוד : _____

חומרים : _____

השערה מנומקת לממצאי הניסוי : _____

בצעו את הניסוי בהתאם להנחיות בניסוי הקודם.

במהלך הניסוי רשמו תצפיות. _____

בתום הניסוי, העלו את הממצאים לטבלת אקסל ובנו גרף מתאים. הוסיפו כותרות לצירים ולגרף

תארו את הגרפים שקיבלתם : _____

האם הממצאים שקיבלתם תואמים את השערתכם? הסבירו בכל מקרה. _____



חלק ג'

מה שמלח יכול לעשות...

לפני הניסוי...

עונת החורף עבור פקחי כבישים בארצות קרות אינה מתאימה לשמירה על דיאטה דלת מלח... לא בהכרח מלח שולחן, אלא המלח אותו מפזרות משאיות מחלקת הפיקוח בכמויות עצומות (אלפי טונות) על הכבישים והמדרכות המכוסים בקרח ובשלג. כיצד מונעת פעולת פיזור המלח החלקה של כלי רכב על הכבישים המושלגים? על כך תוכלו לענות לאחר הניסוי שתבצעו.

שאלת החקר

האם וכיצד משתנה נקודת הרתיחה של תמיסה מימית בהשוואה לנקודת הרתיחה של הממס הטהור (המים)?

1. נסחו השערה המתייחסת לשאלת החקר ונמקו את השערתכם במידת האפשר _____
2. מיהו המשתנה התלוי? מיהו המשתנה הבלתי תלוי? _____
3. מה הם הגורמים הקבועים שיש לשמור במהלך הניסוי? _____

לפניכם הציוד והחומרים הבאים :

ציוד :

2 כוסות כימיות בנפח 100 מ"ל

פלטה חשמלית ובוחש מגנטי

2 מדי טמפרטורה

חומרים :

מים מזוקקים

נתרן כלורי (מלח בישול)



שאלות למחשבה	הנחיות לביצוע הניסוי
האם יש חשיבות לכמות המים?	6. הוסיפו 50 מ"ל מים לכל אחת משתי הכוסות הכימיות.
האם יש חשיבות לכמות המלח?	7. באחת הכוסות הכינו תמיסה רוויה של נתרן כלורי במים, ע"י המסת 20 גרם מלח במים שבכוס, ערבבו היטב באמצעות הבוחש המגנטי.
מיהו הממס? מיהו המומס?	8. טבלו את מד טמפרטורה בכוס.
כיצד תדעו מתי מתרחשת רתיחה?	9. הכינו טבלה לאיסוף הנתונים ורשמו את טמפרטורת התמיסה בטבלה. זו תהיה טמפרטורת ההתחלה.
מומלץ לקרוא את הרתיחה לקחת מדידה כל דקה.	10. הניחו את הכוסות על הפלטה החשמלית ורישמו בטבלה את השתנות הטמפרטורה בזמן חימום הנוזלים בכוסות עד לרתיחתם. חכו מדידה כל 2 דקות.

לאחר הניסוי...

1. תארו את תצפיותיכם במהלך הניסוי

2. ציירו את שני הגרפים שקיבלתם על אותה מערכת צירים. אל תישכחו לרשום כותרות לצירים ולגרפים.
3. מה נקודות הרתיחה של המים בכל אחת מהכוסות?

4. התבוננו בגרפים שקיבלתם :
א. מה דומה בשני הגרפים?

- ב. מה שונה ביניהם?

- ג. מה מסקנתכם? נסו להסביר מסקנה זו בהתייחס לרמת החלקיקים.

חלק ד' – פעילויות העשרה והרחבה

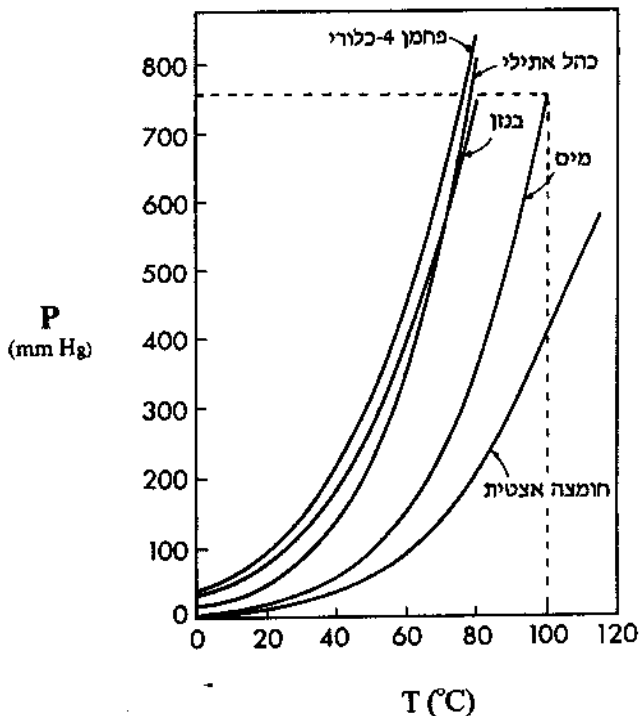
לדעת עוד...

התמוססות של מומס בממס משנה את תכונות התמיסה בהשוואה לאלה של הממס הטהור. ישנן ארבע תכונות פיסיקליות חשובות המושפעות מהוספת מומס לממס, בהנחה שהמומס איננו נדיף ובהתמוססותו בממס הוא איננו עובר שינוי (פרוק או תגובה כימית): לחץ אדים, נקודת רתיחה, נקודת קיפאון, לחץ אוסמוטי. תכונות אילו נקראות תכונות קוליגטיביות (colligative properties).

בעקבות ניסויי חימום מים –

מים רותחים בטמפרטורת החדר – הייתכן?

היעזרו בדפי המידע למעבדה זו ובידע קודם שלמדתם וענו על השאלות הבאות:
1. לפניכם גרף המציג את השתנות לחץ האדים עם הטמפרטורה עבור כמה נוזלים:



א. תארו כיצד משתנה לחץ האדים של הנוזל עם עליית הטמפרטורה והסבירו מדוע משתנה לחץ האדים של הנוזל עם עליית הטמפרטורה באופן זה. (רמז: חישבו מהי משמעות העלייה בטמפרטורה ברמה המולקולרית).

ב. מהו לחץ האדים של כל אחד מהחומרים המופיעים בגרף בטמפרטורה של 60°C ?

חומצה אצטית: _____, מים: _____, כהל אתילי: _____, בנזן: _____, פחמן ארבע-כלורי: _____



ג. הסבירו מה יכולה להיות הסיבה להבדלים בלחצי האדים של חומרים שונים. _____

ד. נקודת רתיחה של נוזל מוגדרת כטמפרטורה שבה לחץ האדים של נוזל שווה ללחץ החיצוני.

1. מהי נקודת הרתיחה של מים כאשר הלחץ החיצוני הוא 1atm (760 מ"מ כספית)? _____

2. באיזה לחץ ירתחו מים ב-40 מעלות צלזיוס? _____

6. חיזרו ועיינו בכותרת חלק זה במעבדה והסבירו: האם ניתן להרתיח מים להכנת תה

בטמפרטורת החדר? באילו תנאים? _____

כדאי לדעת...

סיר לחץ וגייזר – מה הקשר?

פעולתו של סיר הלחץ מבוססת על הגדלת הלחץ על פני הנוזל וכתוצאה מכך העלאת נקודת הרתיחה של הנוזל בסיר. לסיר הלחץ מכסה צמוד שאינו מאפשר יציאת אדים. כאשר מצטברים אדים בתוך הסיר האטום, הלחץ על פני הנוזל גדל ומונע רתיחתו, כי כל עוד לחץ האדים בבוטות הנוצרות בנוזל אינו משתווה ללחץ המופעל על הנוזל, לא מתרחשת רתיחה.



גייזר דומה לסיר לחץ המתפרץ במחזוריות.

הגייזר מורכב מנזקיק אנכי ארוך וצר שלתוכו מחלחלים זרמים תת-קרקעיים.

עמוד המים מתחמם בחלקו התחתון (בחום וולקני) לטמפרטורה של יותר מ- 100°C , כי חלקו העליון מפעיל לחץ על המים שמתחתיו ומעלה את נקודת הרתיחה שלהם.

הנזקיק הצר מונע התפתחות זרמי ערבול, ולכן המים שבחלקים התחתונים מתחממים לטמפרטורות גבוהות יותר מהמים שבפני השטח. כתוצאה מכך רותחים המים בתחתית לפני המים שבפני השטח, הבוטות העולות דוחקות את עמוד המים שמעליהן ומתחילה התפרצות.

כאשר המים מזנקים החוצה, הלחץ על המים הנוותרים קטן וכתוצאה מכך הם רותחים במהירות ומתפרצים בעוצמה רבה.

1. נסחו שלוש שאלות המתעוררות בעקבות קריאת הקטע. (שאלה אחת שיש לה תשובה בקטע ושתי שאלות נוספות עליהן דרוש לכם מידע נוסף).
2. הסבירו מדוע גבוהה יותר נקודת הרתיחה של מים בסיר לחץ? כיצד הדבר גורם לקיצור זמן הבישול?
3. במקומות גבוהים, המים רותחים בטמפרטורה נמוכה יותר. מדוע?
4. האם הבישול המהיר בסיר הלחץ הוא תוצאה של תהליך הרתיחה או של הטמפרטורה הגבוהה?
5. במה דומה גייזר לסיר הלחץ ובמה הוא שונה ממנו?
6. מדוע המים בתחתית של גייזר אינם רותחים ב- 100°C ?
7. מים בריק יכולים לרתוח גם ב- 10°C .
- א. הסבירו עובדה זו.
- ב. האם תוכלו לבשל ביצה במים רותחים אלו? נמקו.

כדאי לדעת...

מעשה בקופסת שימורי טונה נפוחה...

בוודאי הזדמן לך לראות על מדפי המרכול קופסאות שימורים נפוחות והזהרת שלא לקנותן. הסיבה לעיוות קופסת השימורים היא נוכחותם של **חיידקים** אשר מנצלים את המזון שבקופסה למחייתם ומייצרים תוך כדי תהליך נשימתם גזים שונים המנפחים את הקופסה.



אחת משיטות שימור המזון ומניעת נוכחות חיידקים בו הינה חימום המזון. חימום המזון לטמפרטורות גבוהות גורם לשינויים מבניים בחלבונים החיידקים ומביא להריסתם, בטמפרטורה של 80°C נהרסים רוב החיידקים והמזון ראוי למאכל. בעיה חריפה יותר מתעוררת כאשר סוגים שונים של חיידקים מפתחים **נבגים**. צורת חיים זו נוצרת כאשר החיידקים נמצאים בתנאי עקה (טמפרטורות קיצוניות, pH נמוך מאוד) והם אינם יכולים להמשיך ולהתרבות. יצירת הנבגים מהווה מעין התגוננות בפני תנאי הסביבה הבלתי נוחים. בתהליך היווצרות הנבג נעטף החיידק בקליפה קשה מאד אשר נהרסת רק בטמפרטורות העולות על 120°C . אם לא הושמדו הנבגים במזון, כאשר ישתפרו תנאי הסביבה, יתפתחו מהם מחדש החיידקים אשר מהם כה חששנו מלכתחילה.

הנכם יצרני שימורי דג טונה **במים**, מוצר הרגיש לחיידקים יוצרי נבגים. ברצונכם לוודא כי אין חיידקים או נבגים בתוך המוצר, אשר עלולים לחולל מחלות בקרב הצרכנים.

1. לאיזו טמפרטורה תעדיפו לחמם את המוצר על מנת לשמר אותו?
2. מהי הבעיה הנוצרת בחימום המוצר לטמפרטורות גבוהות מ- 100°C ? (רמז: חישבו על מי הטונה)
3. האם המלחת מי הטונה מהווה פיתרון לבעיה? (רמז: חישבו על כמות המלח בה השתמשתם בניסוי במעבדה).
4. א. הציעו דרך אחרת בעזרתה ניתן לפתור בעיה זו ולשווק מוצר נקי מנבגים (היעזרו במידע שרכשתם במעבדה זו).
ב. בהתייחס לפתרון שהצעתם, נסחו מספר שאלות אותן תרצו לברר עם מומחים בתחום.

דפי מידע לניסויי חימום מים

אידוי ועיבוי

האנרגיה הקינטית של כל מולקולה בנוזל משתנה ללא הרף כתוצאה מהתנגשויות עם מולקולות אחרות. אם לחלק מן המולקולות אנרגיה קינטית מספיק גבוהה כדי להתגבר על כוחות המשיכה הבין מולקולריים, יעזבו מולקולות אלו את פאזת הנוזל ויעברו לפאזה הגזית. תהליך זה נקרא אידוי. אידוי מתרחש בכל טמפרטורה. כתוצאה מעזיבתן של המולקולות את הפאזה הנוזלית, חלה ירידה באנרגיה הקינטית הממוצעת של המולקולות הנשארות בנוזל. הדבר מתבטא בירידת הטמפרטורה של הנוזל. כלומר, כתוצאה מאידוי הנוזל מתקרר. כאשר כלי פתוח מכיל נוזל, עובר הנוזל אידוי, הטמפרטורה שלו יורדת ולכן חום עובר מהסביבה לכלי. מעבר חום זה לכלי גורם לכך ששוב יהיו מולקולות נוזל בעלות אנרגיה גבוהה, ואלה יעזבו את הכלי לפאזה הגזית. כמות החום הדרושה לאידוי כמות נתונה קבועה של נוזל בטמפרטורה נתונה, נקראת חום אידוי או אנתלפיית אידוי של נוזל. כאשר חלק מהמולקולות בפאזה הגזית מאבדות את האנרגיה שלהן הן חוזרות לפאזה הנוזל בתהליך הנקרא עיבוי.

לחץ אדים

נוזל הנמצא בכלי פתוח מתאדה, המולקולות יתרחקו ולא יחזרו יותר לנוזל. בסופו של דבר יתרחש אידוי מלא של הנוזל. כאשר הנוזל נמצא בכלי סגור, חלק מן המולקולות יעזבו את הפאזה הנוזלית ויעברו אל הפאזה הגזית ולהפך. לאחר זמן מה ייווצר שיווי משקל. במצב זה משתווה מספר המולקולות העוזבות את הנוזל ביחידת זמן למספר המולקולות החוזרות אליו. במצב של שיווי משקל קצב האידוי שווה לקצב העיבוי וריכוז המולקולות בפאזה האדים קבוע. עיבוי ואידוי אינם נפסקים בשיווי משקל, אלא ממשיכים להתרחש באותה מהירות. הלחץ המופעל על ידי האדים הנמצאים בשיווי משקל עם הנוזל בטמפרטורה נתונה, נקרא לחץ אדים. אם מספר המולקולות בפאזה הגזית יגדל אז יגדל לחץ האדים. לחץ האדים תלוי בטמפרטורה.

נקודת רתיחה

בכל נקודה בנוזל קיים לחץ, המורכב מן הלחץ האטמוספירי ולחץ עמודת הנוזל שמעל (לחץ הידרוסטטי).

בזמן חימום הנוזל נוצרת בועת גז. עקב החימום הנוסף, האדים בבועה יתחממו ולחצם יגבר. כאשר לחץ זה יהיה גדול מן הלחץ המופעל (לחץ אטמוספירי ולחץ הידרוסטטי), הבועה תעלה כלפי מעלה, לאזור קר יותר בכלי. כתוצאה מכך תרד טמפרטורת האדים בבועה, הלחץ בבועה ירד ויתכן שהבועה תיעלם. (הגז יתעבה). כך מועברת האנרגיה בצורה של חום לאזורים אחרים של הנוזל.

ככל שהנוזל מתחמם, בועות האדים הנוצרות יגיעו לפני הנוזל, בנקודה זו לחץ האדים של הנוזל שווה ללחץ החיצוני והבועות עוזבות את הנוזל.

נקודת הרתיחה של נוזל היא הטמפרטורה בה לחץ האדים של הנוזל שווה ללחץ החיצוני.

תמיסה

תמיסה היא תערובת הומוגנית של שניים או יותר חומרים. הומוגניות פירושה- אחדות בכל חלקי התמיסה.

תמיסה יכולה להיות גזית, נוזלית או מוצקה.

המרכיב בעל הכמות הגדולה ביותר נקרא ממס (solvent), ושאר המרכיבים, אחד או יותר, הנוכחים בכמויות קטנות יותר, נקראים מומסים (solutes).

תמיסה המכילה כמות מירבית של מומס בתנאים נתונים, נקראת **תמיסה רוויה**.



משרד החינוך
מנהל תכנון ומערכות מידע
אגף חינוך
הפיקוח על הוראת "מדע וטכנולוגיה לכל"

מנהלת מ"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי-טכנולוגי
ע"ש עמנואל דה-שליס

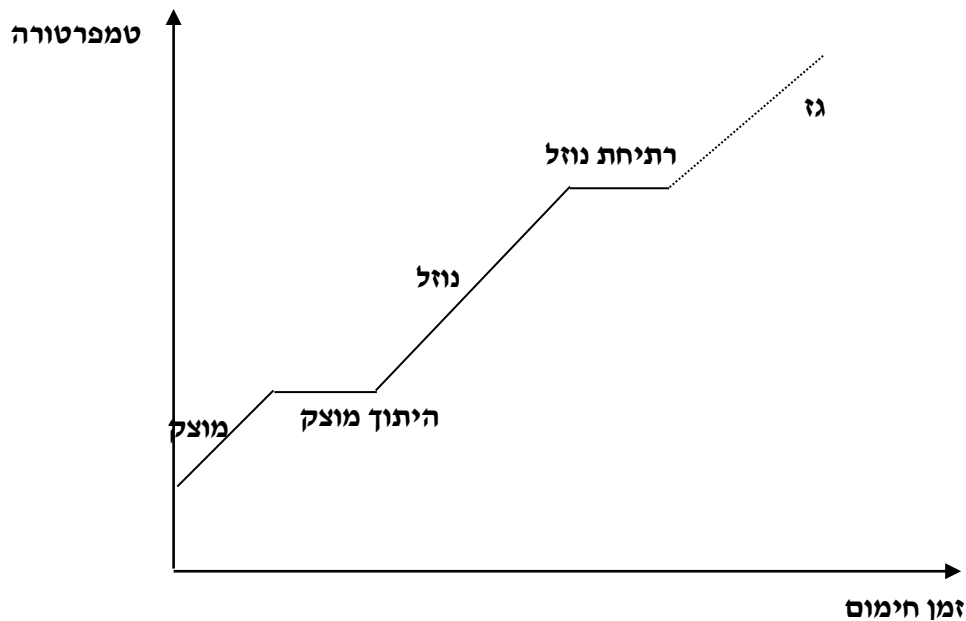


כוחות משיכה בין מולקולריים

בנוסף לכוחות החזקים המחזיקים את האטומים יחד בקשרים כימיים, קיימים כוחות משיכה חלשים יותר בין יחידות החומר השונות.
בין מולקולות קוטביות קיימת משיכה חשמלית בין מטענים מנוגדים.
גם בין מולקולות שאינן קוטביות קיימת משיכה חשמלית כתוצאה מקטבים רגועים הנוצרים במולקולה. ענן האלקטרונים באטום, שהינו בעל מטען שלילי, מושפע ממטענים חשמליים (דומים או שונים) של חלקיקים הקרובים לו וע"י כך מקבל "עיוות". עיוות זה, גם בפרקי זמן קצרים ביותר, משנה את הסימטריה של האטום ויוצר קוטביות רגעית.

השתנות הטמפרטורה בזמן חימום חומר

הגרף הסכמתי הבא מתאר את השתנות הטמפרטורה של מוצק בזמן חימום:



החומר קיים בארבעה מצבי צבירה: מוצק, נוזל, גז ופלסמה.

בזמן חימום המוצק, עולה בהדרגה הטמפרטורה שלו עד אשר היא מגיעה לטמפרטורת ההיתוך של החומר. בשלב זה נחלשים הכוחות המשיכה הבין-מולקולריים והמרחק בין חלקיקי החומר גדל. כל עוד לא הותך כל החומר לא תשתנה הטמפרטורה. לאחר שהסתיים היתוך כל המוצק, חימום נוסף יביא לעליית הטמפרטורה. כאשר תגיע הטמפרטורה לנקודת הרתיחה של החומר, היא תהיה קבועה במשך כל תהליך הרתיחה, עד לניתק כל כוחות המשיכה הבין-מולקולריים בחומר. לאחר שכל החומר יהפוך לאדים, הטמפרטורה תחל שוב לעלות ותוסיף לעלות כל עוד החומר מתחמם.

בשלב מסוים יחל פרוק של המולקולות ליונים ולאקטרונים וליצירת מצב הפלסמה.