

# **פיזיקה של מערכות טכנולוגיות**

**מכשיר**

**המיקרוגל**

**מותאם לתכנית הלימודים של משרד החינוך**

**תשע"ו - 2016**

# תוכן עניינים

## המיקרוגל מכשיר לחימום מזון

- פרק 1 **מכשיר המיקרוגל** 5
- מהו מכשיר המיקרוגל, מבנה מכשיר המיקרוגל, המצאת המיקרוגל, כללי בטיחות בהפעלת המיקרוגל
- פרק 2 **חימום מזון** 12
- התכה והמסה של מזון, אמצעים לחימום מזון, הדרכים לחימום מזון, מהו למעשה חימום של מזון, מהו תהליך חימום מזון הבא במגע עם גוף חם
- פרק 3 **עיקרון הפעולה של המיקרוגל** 19
- מהו עיקרון הפעולה של המיקרוגל, מהם כוחות חשמליים אלקטרוסטטיים, מהו גוף טעון מטענים חשמליים סטטיים, התכונה הייחודית של מולקולות המים, השפעת כוחות אלקטרוסטטיים על מולקולות מים, כיצד גורם המיקרוגל לתנועת מולקולות המים במזון

## קרינה אלקטרומגנטית במיקרוגל

- פרק 4 **הקשר בין אלקטרו (חשמל) למגנטיות** 28
- המושג אלקטרומגנטיות, חשמל והשדה החשמלי, מגנטיות והשדה המגנטי, הקשר בין חשמל ומגנטיות, השדה האלקטרומגנטי
- פרק 5 **קרינה וגלים** 36
- הקשר בין המושג קרינה למושג גל, גלים אורכיים וגלים רוחביים, גלים מחזוריים, תיאור גרפי של גל מחזורי, מהי תדירות של גל
- פרק 6 **קרינה אלקטרומגנטית** 44
- מהי קרינה אלקטרומגנטית, סוגים שונים של קרינה אלקטרומגנטית, הקשר בין קרינה אלקטרומגנטית וחימום מזון
- פרק 7 **פיזור החום של קרינת המיקרוגל** 50
- כיצד מתפשט החום שיוצרת קרינת המיקרוגל, מהי תופעת התאבכות של גלים, כיצד התאבכות גלים באה לידי ביטוי, גלים עומדים, אילו גלים יוצר המיקרוגל, מדוע גלים עומדים במיקרוגל אינם מחממים מזון בצורה אחידה, כצד נפתרה בעיית חימום לא אחיד של מזון במיקרוגל

**המיקרוגל**

**מכשיר**

**לחימום**

**מזון**

# פרק 1 - מכשיר המיקרוגל

## מהו מכשיר המיקרוגל?

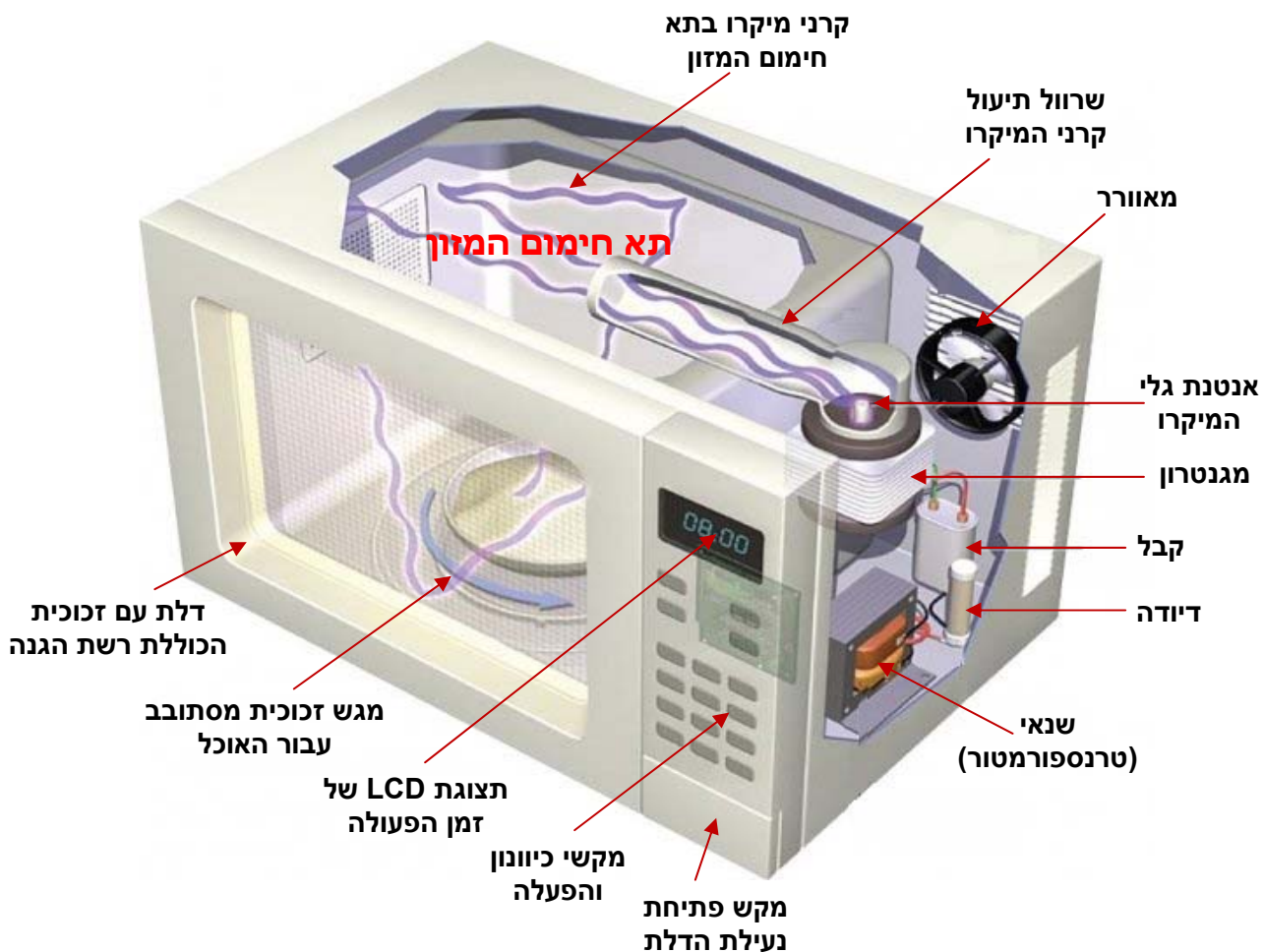
מכשיר המיקרוגל הוא מכשיר במטבח אשר מחמם מזון באמצעות קרינה אלקטרומגנטית. על מנת לחמם מזון במיקרוגל, מכניסים אותו אל תוך המכשיר, מכוונים את משך זמן החימום הרצוי, ומפעילים אותו. המיקרוגל מייצר קרינה אלקטרו מגנטית אשר מחממת את המזון שנמצא בתוך תא החימום במשך זמן הפעלה שהוגדר.



מכשיר המיקרוגל

## מבנה מכשיר המיקרוגל

מכשיר המיקרוגל בנוי מהחלקים הבאים:



## פרק 2 - חימום מזון

### התכה והמסה של מזון

בחיי היומיום, בעת חימום של מזון, אנו נוהגים לתאר את תהליך החימום של המזון באמצעות שימוש במושגים **התכה והמסה** שההבדל ביניהם הוא:

- **התכה** - הוא **תהליך של חימום חומר מוצק, שבמהלכו החומר המוצק הופך לנוזל**. לדוגמה: כשמחממים חבילת חמאה היא מותכת (ולא נמסה) והופכת לנוזל.

- **המסה** - הוא **תהליך שבמהלכו חומר המוכנס לנוזל מתמוסס בנוזל**. לדוגמה: סוכר ומלח מתמוססים בנוזל.

יש חשיבות רבה לדעת את ההבחנה בין שני המושגים המדעיים הללו כשמתארים חימום של מזון, מכיוון שהם קשורים לשני תהליכים כימיים שונים.

### אמצעים לחימום מזון

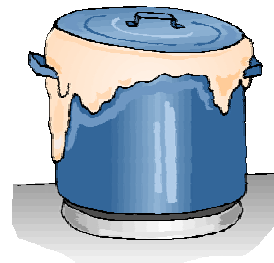
על מנת לחמם מזון אנו משתמשים באמצעים שונים. לדוגמה:



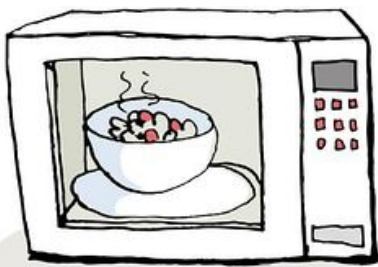
מדורה



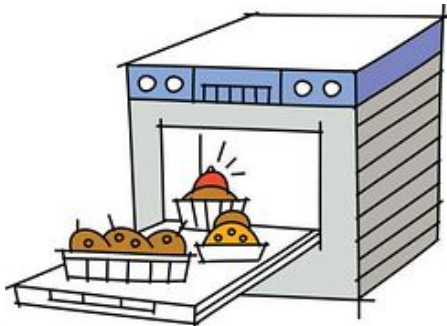
כיריים גז



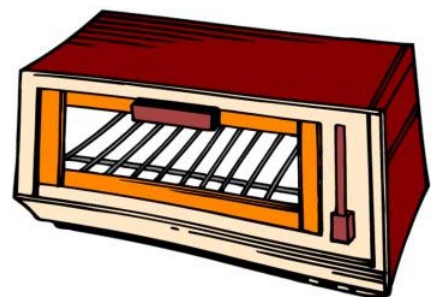
פלטה חשמלית



מיקרוגל



תנור חשמלי



טוסטר אובן

משך זמן חימום המזון בכל אחד מהאמצעים הללו הוא שונה, ויש אמצעים בהם חימום המזון הוא מהיר יותר מאשר באמצעים האחרים.

# פרק 3 - עיקרון הפעולה של המיקרוגל

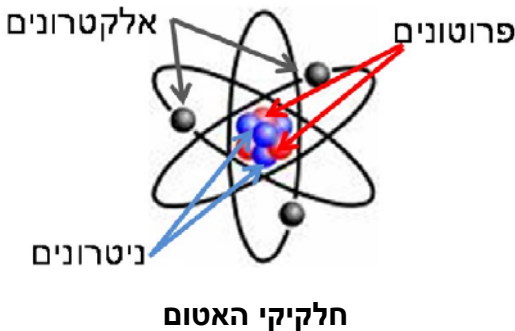
## מהו עיקרון הפעולה של המיקרוגל?

כדי שמיקרוגל יחמם מזון, המכשיר חייב לספק אנרגיה שתגרום למולקולות של המזון לנוע. עיקרון הפעולה של המיקרוגל לחימום מזון מבוסס על אנרגיה של גלי מיקרו אלקטרומגנטיים שיוצר המכשיר, אשר גורמים לכוחות חשמליים אלקטרוסטטיים להניע את מולקולות המים הנמצאות במזון.

## המיקרוגל מחמם מזון על ידי הנעת מולקולות המים במזון

### מהם כוחות חשמליים אלקטרוסטטיים?

כוחות חשמליים אלקטרוסטטיים הם כוחות הפועלים בין חלקיקים בעלי מטען חשמלי הנמצאים באטומים של חומר. כוחות אלו פועלים בין הפרוטונים בעלי מטען חשמלי חיובי (+) הנמצאים בתוך גרעין האטום (הנויטרונים בגרעין הם חסרי מטען חשמלי), ובין האלקטרונים בעלי מטען חשמלי שלילי (-) שמסתובבים סביבו. בין שני המטענים החשמליים המנוגדים האלו, פועלים כוחות משיכה, השומרים על האיזון באטום.



בחומר של גוף יש כמות אדירה של אטומים, ובדרך כלל קיים איזון בין מספר הפרוטונים למספר האלקטרונים בחומר, והגוף מוגדר נייטרלי ולא טעון.

### מהו גוף טעון מטענים חשמליים סטטיים?

טעינה של גוף נייטרלי במטענים חשמליים היא פעולה המביאה לשינוי במספר האלקטרונים בחומר של הגוף. גוף נחשב טעון מטענים חשמליים במצב שיש לו עודף אלקטרונים או במצב שיש לו חוסר אלקטרונים. כאשר לגוף יש עודף אלקטרונים, הגוף טעון מטען חשמלי שלילי, וכאשר לגוף יש חוסר של אלקטרונים, הגוף טעון מטען חשמלי חיובי.

- עודף אלקטרונים בחומר ← הגוף טעון מטען שלילי
- חוסר אלקטרונים בחומר ← הגוף טעון מטען חיובי

**קרינה**

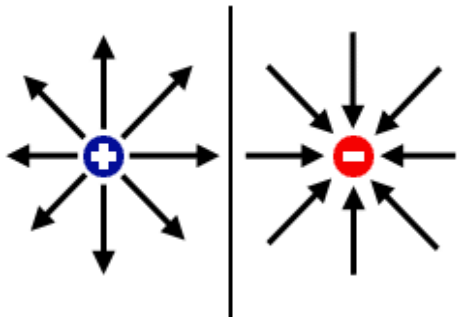
**אלקטרו**

**מגנטית**

**במיקרוגל**

# פרק 4 - הקשר בין אלקטרו (חשמל) ומגנטיות

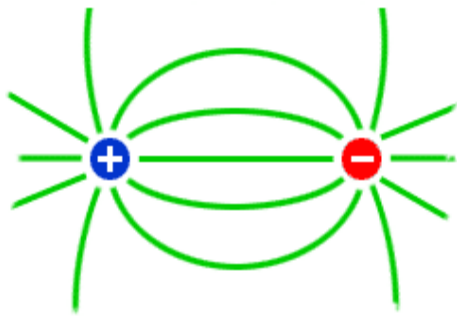
**אלקטרומגנטיות** הוא מושג מרכזי בפיזיקה המציין קשר בין שתי תופעות פיזיקליות: **חשמל (אלקטרו) ומגנטיות**, שלכל אחת מאפיינים משלה, אך הן קשורות זו בזו, ומשפיעות אחת על השנייה.



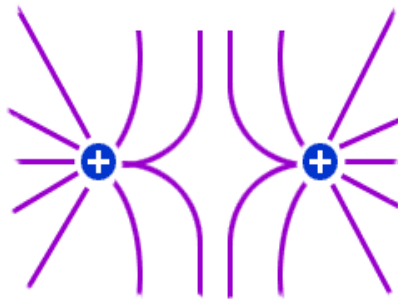
שדה חשמלי סביב חלקיק בעל מטען חשמלי

## חשמל והשדה החשמלי

חשמל היא תופעה פיזיקלית הקשורה לחלקיקים בעלי המטען החשמלי באטום של חומר. גוף אשר טעון במטען חשמלי קיים סביבו שדה חשמלי, ואם נכניס אל תוך השדה



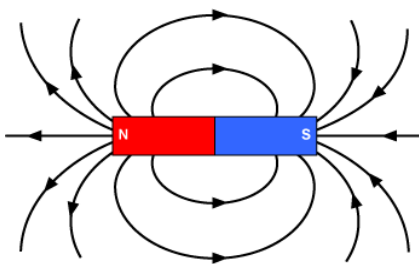
כוחות משיכה בין מטענים חשמליים מנוגדים



כוחות דחיה בין מטענים חשמליים זהים

החשמלי הזה גוף אחר שטעון במטען חשמלי, **יפעלו ביניהם כוחות משיכה או דחייה**, מבלי שיהיה בין הגופים מגע כלשהו.

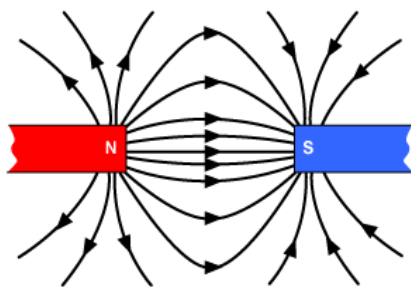
גודל הכוח שפועל בין גופים טעונים במטען חשמלי, תלוי במרחק בין הגופים. ככל שהגופים יהיו קרובים יותר אחד לשני, עוצמת הכוח שיפעל ביניהם תהיה גדולה יותר.



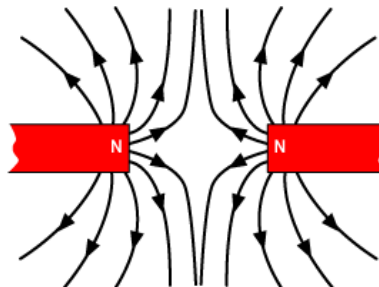
שדה מגנטי סביב מגנט

## מגנטיות והשדה המגנטי

מגנטיות היא תופעה פיזיקלית הקשורה לגוף בעל תכונות מגנטיות (מגנט), שסביבו קיים שדה מגנטי



כוחות משיכה בין שני קטבים מנוגדים של מגנטים



כוחות דחיה בין שני קטבים זהים של מגנטים

בין שני קטבים (צפון ודרום), והוא מפעיל **כוחות משיכה או דחייה** על מגנט אחר, או כוח משיכה על כל גוף מתכתי כלשהו, שנמצא בסביבת



# פרק 5 - קרינה וגלים

## הקשר בין המושג "קרינה" למושג "גל"

המושג "קרינה" מציין סוג של אנרגיה אשר קשורה למושג "גל". הקשר בין אנרגיה לגל בא לידי ביטוי בכך, שעל מנת ליצור גל יש להשקיע אנרגיה, והאנרגיה המושקעת מתפשטת במרחב באמצעות הגל שנוצר.

## מהו גל?

בפיזיקה, גל הוא התפשטות או התקדמות של "הפרעה" בתווך או במרחב. יש גלים שיכולים להתפשט ולהתקדם רק בתווך שהוא חומר, כמו לדוגמה: גלי קול באוויר או גלים במים. ויש גלים שיכולים להתפשט ולהתקדם בריק (בחלל) כמו לדוגמה: גלים אלקטרומגנטיים.

נדגים התפשטות והתקדמות של גלים בתווך של חומר:

### גלים במים



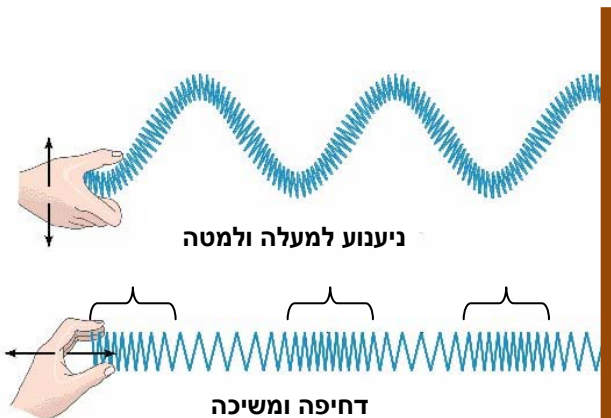
כאשר זורקים אבן למים (תווך) נוצרת הפרעה של המים במקום בו נזרקה האבן, והמים מתחילים לנוע בצורה של גלים לכל הכיוונים.

### גלים בחבל



כאשר מנענעים חבל (תווך) למעלה ולמטה במהירות נוצרת הפרעה בצורה של גל שמתפשט לאורך החבל ונושא את האנרגיה המושקעת.

## גלים בקפיץ



בקפיץ ניתן ליצור גל בשתי דרכים:

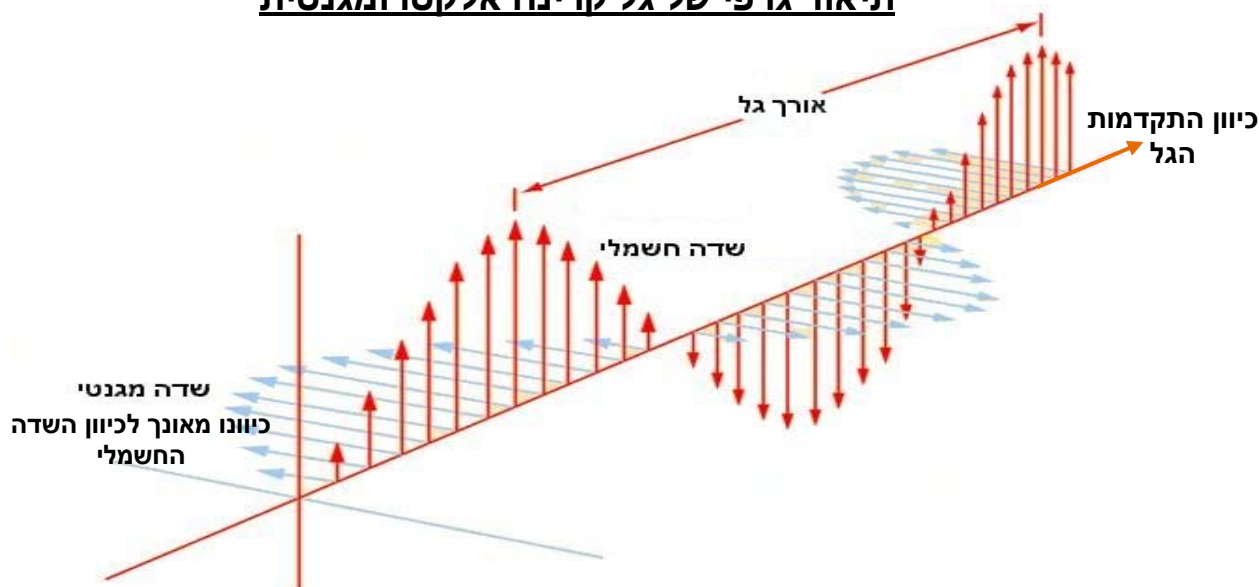
1. על ידי **ניענוע הקפיץ למעלה ולמטה** במהירות, כמו החבל, הגל מתפשט לאורך הקפיץ.
2. על ידי **דחיפה ומשיכה של הקפיץ** בקצהו האחד, נגרמת הצטופפות הלולאות באזור הדחיפה, שעוברת לאזור השכן, כשהלולאות באזור הקודם חוזרות למצבן הרגיל, וחוזר חלילה. בדרך זו מתקדם הגל לאורך הקפיץ.

# פרק 6 - קרינה אלקטרומגנטית

## מהי קרינה אלקטרומגנטית?

מבחינה פיזיקלית **קרינה אלקטרומגנטית** היא **הפרעה** מחזורית בשדה חשמלי ושדה מגנטי המתפשטת במרחב בצורה של גל שנקרא: **גל אלקטרומגנטי**. בניגוד לגל במים וגל בחבל שמתקדמים בתווך, גל אלקטרומגנטי מתקדם בריק (בחלל ללא תווך), במהירות האור (300 אלף קילומטר בשנייה), וההתקדמות שלו במרחב מתרחשת באופן עצמאי, כששדה חשמלי משתנה יוצר שדה מגנטי משתנה, שיוצר שדה חשמלי משתנה, שיוצר שדה מגנטי משתנה וחוזר חלילה. כלומר, גל אלקטרומגנטי מורכב משדות חשמליים ושדות מגנטיים הניצבים זה לזה, אשר בונים אחד את השני תוך כדי התקדמותו במרחב.

## תיאור גרפי של גל קרינה אלקטרומגנטית



גלים אלקטרומגנטיים נושאים את האנרגיה שלהם דרך מרחבים ריקים, והאנרגיה נשמרת בשדות החשמליים והמגנטיים המתפשטים. כאשר גל אלקטרומגנטי בא במגע עם חומר הוא מעביר אליו את האנרגיה. לדוגמה: שידורי רדיו, טלוויזיה ותקשורת סלולרית הם קרינה אלקטרומגנטית הנקלטת על ידי אנטנות, שהשדות החשמליים של הגל האלקטרומגנטי משרים בהן זרמים חשמליים, המתורגמים על ידי מכשירים אלקטרוניים לקול ותמונה.

**גל אלקטרומגנטי הוא התפשטות של שדה חשמלי ושדה מגנטי היוצרים זה את זה ומתקדמים במרחב**

# פרק 7 - פיזור החום של קרינת המיקרוגל

## כיצד מתפזר החום שיוצרת קרינת המיקרוגל?

גלי הקרינה האלקטרומגנטית שיוצר המיקרוגל, נעים בתוך תא החימום, פוגעים בדפנות התא ובמזון, ויוצרים במזון אנרגיית חום שמחממת אותו.

## האם החום שיוצרת קרינת גלי המיקרו מתפזר במזון

### בצורה אחידה?



מניסויים שנעשו התברר, שהחום שיוצרת קרינת גלי המיקרו במיקרוגל אינו מתפזר באופן אחיד במזון. כלומר, בזמן חימום מזון במיקרוגל, ישנם חלקים במזון שמתחממים, ואילו חלקים אחרים אינם מתחממים ונשארים קרים.

דוגמה לכך, הוא מגש האגוזים שיצא מהמיקרוגל לאחר חימום. ניתן לראות שעל המגש יש אגוזים שהתחממו וצבעם הפך להיות כהה, ויש אגוזים שלא התחממו וצבעם נותר בהיר.

הסיבה לכך שקרני המיקרו במיקרוגל אינם גורמים לפיזור חום אחיד במזון, נובעת מתופעה הקשורה לגלים, ונקראת: **תופעת התאבכות**.

## קרינת גלי המיקרו במיקרוגל אינה גורמת לפיזור חום אחיד במזון

### מהי תופעת התאבכות?

תופעת התאבכות היא תופעה פיזיקלית אופיינית לגלים, שיש להם תכונה שהם חולפים זה על פני זה. בעת המעבר של גל אחד על פני הגל השני, הם מתחברים, ויוצרים צורה חדשה מתוך שני הגלים. לתופעה זו קוראים: **התאבכות של גלים**.



שני מקורות של גלים במים שיצרו התאבכות