



## מים קרח וגלידה

### עבודה: ענת אכר-שהם

מטרת פעילות זו היא לבחון את תכונות המים, ואת האופן בו ניתן לנצלן להכנת מעדנים כגלידה. הפעילות תאפשר לתלמידים לצפות בתהליך ההקפאה של הגלידה וליהנות מטעמה המתוק בסיום התהליך.

בניסוי זה נדגים כיצד ניתן להכין גלידה בתנאי שדה ללא מכונת גלידה או מקפיא. תהליך ההקפאה יעשה באמצעות קוביות קרח.

השיטה המוצעת תבוצע בשלוש קבוצות ניסוי:

כל קבוצה תכניס את מרכיבי הגלידה לשקית ניילון בעל סגר אטימה (שקית Ziploc), הניתנת לרכישה במרכולים). אמצעי ההקפאה יהיה קערה עם קוביות קרח. השוני בין הקבוצות יתבטא בכך שקבוצה א' תוסיף לקרח מלח בישול גס. קבוצה ב' תוסיף לקרח מלח בישול עדין. קבוצה ג' לא תוסיף מלח לקרח כלל.

הוספת המלח לקרח גורמת להורדת נקודת הקיפאון של המים. ובכך מתאפשרת קפיאת תערובת הגלידה שאינה קופאת ב- $0^{\circ}\text{C}$ . השפעת המלח תוסבר בסוף המאמר.

התהליך אינו קשה וראוי לנסותו, בעיקר כשמובטחת חוויית הטעימה בסופו.

### חומרים: (לקבוצת ניסוי)

#### חומרים להכנת הגלידה – חשוב לשמור את החלב והשמנת המתוקה בקירור

#### עד לביצוע הניסוי

- 1/2 כוס חלב - 100 מ"ל
- 1/2 כוס שמנת מתוקה - 100 מ"ל
- 1/4 כוס סוכר - 50 גר'
- 1/4 כפית תמצית בטעם וניל





## חומרים נלווים לקרח על-פי קבוצת הניסוי

- 200 גר' מלח בישול גס לקבוצה א'
- 200 גר' מלח בישול עדין לקבוצה ב'
- קוביות קרח בכמות שתספיק למלא כוס כימית בנפח 1 ליטר (לכל אחת משלוש הקבוצות)
- 12 שקיות Ziploc בנפח רבע ליטר- לכל קבוצת ניסוי 3 שקיות (שקיות בעלות סגר אטימה הניתנות לרכישה במרכולים).

## ציוד לקבוצת עבודה:

- טושים לכתיבה שמות על גבי השקיות
- כפפות עבודה למניעת כוויות קור
- כוס מידה (בשימוש ביתי ולא במעבדה)
- קערת מטבח ביתית לערבוב מרכיבי הגלידה
- כוסות כימיות בנפח 1 ליטר, או קעריות מטבח בנפח זהה, שישמשו כלי קיבול לקוביות הקרח
- תרמומטר המאפשר מדידה מתחת ל-0°C
- מקל בחישה או כף עץ מהמטבח
- כוסות וכפיות פלסטיק חד פעמיות לאכילת הגלידה.

## מהלך העבודה

### אזהרות בטיחות:

מגע ידיים בשקית קוביות הקרח והמלח עלול לגרום לכוויות קור. יש להשתמש בכפפות עבודה (כפפות גינה מחומר עבה).

אם בכוונתכם לאכול את הגלידה, יש להקפיד על תנאי היגיינה נאותים לעבודה. יש לעבוד עם כלים ביתיים ולא להשתמש בכלי המעבדה. יש לשמור על טריות מוצרי הבסיס ואחסנתם בתנאי קירור.



### חלוקה לקבוצות עבודה

התחלקו לשלוש קבוצות ניסוי שיבחנו את הקפאת הגלידה באופנים שונים.

### שלב א' הכנת מרכיבי הגלידה בשקית האטומה – משותף לשלושת הקבוצות

1. קחו כוס מידה (מהמטבח) ומדדו את הכמויות הבאות:
  - 1/2 כוס חלב
  - 1/2 כוס שמנת מתוקה
  - 1/4 כוס סוכר - 50 גר' סוכר
  - 1/4 כפית תמצית בטעם וניל
2. לתוך קערת מטבח (ולא כלי מעבדה) הוסיפו את השמנת, החלב ולאחר מכן את הסוכר ותמצית הווניל. ערבבו את המרכיבים בקערה לקבלת תערובת אחידה.
3. צקו את התערובת הקרה של הגלידה לשלוש שקיות ה-Ziploc ואטמו אותה עם הסוגר שלה. (חלוקת התערובת לשקיות קטנות תבטיח את הקפאת הגלידה)
4. רשמו את שמכם על השקיות ושמרו אותן במקרר עד שיושלם שלב הכנת קערות הקרח.

### שלב ב' – הכנת הקרח לניסוי

- (שלב זה שונה בכל אחת מקבוצות הניסוי)
- שלושת הקבוצות נבדלות זו מזו בכך שבתהליך הכנת הקרח קבוצה א' - תוסיף לקרח מלח בישול גס. קבוצה ב' - תוסיף לקרח מלח בישול עדין. קבוצה ג' לא תוסיף לקרח דבר.
1. קבוצה א' - שקלו 200 גר' מלח בישול גס.  
קבוצה ב' - שקלו 200 גר' מלח בישול עדין.  
קבוצה ג' - לא מוסיפה לקרח דבר.
  2. לכל שלושת הקבוצות: מלאו קוביות קרח לתוך כוס כימית גדולה (1 ליטר), או לקערת מטבח גדולה.
  3. בעזרת תרמומטר מדדו את טמפ' הקרח ותעדו את הרישום.
  4. קבוצה א' – הוסיפו את המלח הגס לקוביות הקרח, ערבבו ומדדו את הטמפ'.
  - קבוצה ב' – הוסיפו את המלח הדק לקוביות הקרח, ערבבו ומדדו את הטמפ'.
  - קבוצה ג' – ערבבו את קוביות הקרח ומדדו את הטמפ'.
  5. הוציאו את שקיות תערובת הגלידה מהמקרר והניחו אותן בקערת קוביות הקרח. שמרו על סגר האטימה בכיוון מעלה.



6. ערבבו את הקרח משך 5-10 דקות, תוך טלטול שקיות הגלידה בתוך הקערה (היזהרו שלא לנקב את שקיות הגלידה) עד שהגלידה תתגבש. רשמו את טמפ' הקרח כל דקה בחמש הדקות הראשונות ובסוף התהליך. זכרו להוציא את התרמומטר בתהליך הערבוב כדי שלא יישבר!!!

7. במהלך הניסוי מלאו את הטבלה הבאה:

מס' קבוצה	שעה	טמפ' הקרח
1. מדידת טמפ' של קוביות הקרח ללא מלח בתחילת הניסוי.		
2. מדידת טמפ' קוביות הקרח עם הוספת המלח וערבוב.		
3. מדידת טמפ' בהוספת שקית הגלידה	זמן 0	
4.	1 דקה	
5.	2 דקות	
6.	3 דקות	
7.	4 דקות	
8.	5 דקות	
9. סיום הניסוי – הגלידה קפאה	___ דקות	

8. רכזו למליאה את הנתונים הבאים: טמפ' התחלתית של קוביות הקרח ללא המלח, טמפ' הקרח עם המלח בתחילת הניסוי, טמפ' הקרח עם המלח בסוף הניסוי, חישוב הפרש הטמפ' בין תחילת הניסוי לסופו.  
9. נקודות לחשיבה:

- א. מדוע הוסף מלח הבישול לקרח? מה קורה ברמה המיקרוסקופית?
- ב. מדוע השתמשנו במלח בישול גם ובמלח בישול רגיל?
- ג. האם הוספת מלח לקרח מוכרת מתופעה אחרת בחיי היומיום? מה תפקיד המלח?

**בהצלחה !!!**

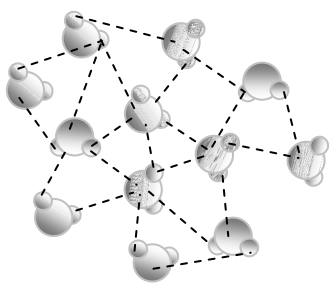


## רקע מדעי

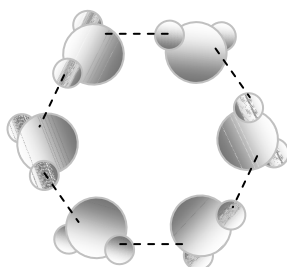
### הוספת מלח לקרח

בניגוד לחומרים אחרים, שצפיפותם עולה ככל שהטמפ' יורדת, צפיפות המים יורדת כאשר מקררים אותם לטמפ' הנמוכה מ- $4^{\circ}\text{C}$ . משום כך, מים הנמצאים במצב צבירה מוצק (קרח), הם בעלי צפיפות נמוכה ממים במצב צבירה נוזלי (ולכן הקרח צף על פני המים). תופעה זו קרויה "האנומליה של המים", והשפעותיה בטבע רבות (לדוגמה, זוהי הסיבה שמי האגמים אינם קופאים לחלוטין באזורים קרים בימות החורף).

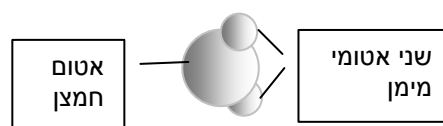
השרטוט המצורף ממחיש את המבנה המיקרוסקופי של מולקולת מים בשלושת מצבי הצבירה:



מערך מולקולות המים  
במצב נוזלי



מערך מולקולות המים  
בגביש קרח



מבנה מולקולת מים

המים קופאים בטמפ' של  $0^{\circ}\text{C}$ . במצב זה גבישי הקרח יוצרים מבנים מרחביים של משושים, הקשורים זה לזה בקשרי מימן.

כאשר הקערה עם קוביות הקרח נמצאת בטמפרטורת החדר, מתחיל תהליך המסה של הקרח ומולקולות המים שעל פני שטח קוביות הקרח עוברות למצב נוזלי.

הוספת המלח  $\text{NaCl}$  לתערובת הקרח והמים גורמת להתמוססות חלק מגבישי המלח במים שנמסו מקוביות הקרח. במצב זה יוני המלח הנמצאים במים המומסים מפריעים להיווצרות מבנים מסודרים של מולקולות מים ולכן תמיסת המלח שנוצרה נשארת במצב נוזלי (בשונה ממים טהורים הקופאים בטמפרטורה של  $0^{\circ}\text{C}$ ). מכאן, שהוספת המלח למים מורידה את נקודת הקיפאון שלהם.

תהליך ההתמוססות של מולקולות המלח במים, ותהליך ההמסה של הקרח, הם תהליכים הדורשים השקעת אנרגיה. אנרגיה זו נלקחת מתמיסת המלח ובאה לידי ביטוי בירידת הטמפרטורה של תמיסת המלח. באופן עקרוני טמפרטורת התמיסה יכולה להמשיך ולרדת עד שתגיע לנקודת הקיפאון החדשה של התמיסה ( $-21.1^{\circ}\text{C}$ ), אם כי באופן מעשי דרוש לכך זמן ממושך (מספר ימים).



## לגבי הנקודות לחשיבה:

### השימוש במלח בישול גס לעומת מלח בישול דק

גבישי מלח גדולים מתמוססים לאט יותר מאשר גבישי מלח קטנים, ולכן תהליך ההתמוססות של המלח הגס איטי יותר מאשר תהליך ההתמוססות של המלח העדין. הוספת מלח עדין לקרח, גורמת להתמוססות מהירה של המלח ולירידה מהירה בטמפ' תמיסת המלח. לעומת זאת, בהוספת מלח יש ירידה איטית של הטמפרטורה.

### שימושים בחיי היומיום להוספת מלח לקרח

בכבישים שכוסו בשלג / קרח - הוספת המלח מורידה את טמפ' הקיפאון ומונעת הצטברות קרח ושלג על הכבישים.

בעולם החי – ריכוז המומסים בדם, הגבוה מריכוז המומסים במים, מאפשר ליצורים ימיים לשרוד במים שהטמפ' שלהם יורדת ל- $0^{\circ}\text{C}$ . ריכוז המומסים הגבוה מוריד את טמפ' הקיפאון של הדם אל מתחת לזו של המים.

## הקשר בין קרח לגלידה (Between Ice and Ice Cream)

תערובת המרכיבים של הגלידה היא תרחיף. תרחיף הוא נוזל בו מרחפים חלקיקים של מוצקים או נוזלים אחרים.

תערובת הגלידה מורכבת מטיפות שומן נוזלי המרחפות בתמיסה מימית. תערובת כזו נקראת אמולסיה, והיא מיוצבת בעיקר על ידי חלבוני החלב, וכן על ידי תוספים שונים. הקצפת תערובת הגלידה מכניסה בועות אוויר ומקנה לגלידה את המרקם האוורירי והנימוח. הקפאת תערובת יוצרת גבישי קרח מהמים שבתמיסה, וגבישי שומן מטיפות השומן שהיו בתערובת.

הורדת נקודת הקיפאון מתרחשת גם בתערובת הגלידה ולא רק בקערת הקרח עם המלח. כ-70-50 ממרכיבי הגלידה הם מים. כשגבישי קרח נוצרים בגלידה בתהליך ההקפאה, עולה בתמיסה שטרם קפאה ריכוז הסוכרים והמלחים (שמקורם בחלב, בשמנת ובסוכר). העלייה בריכוז המומסים גורמת להורדת טמפ' הקיפאון, כפי שראינו בתהליך של הוספת המלח לקוביות הקרח.

טמפ' ההגשה של גלידה היא  $-16^{\circ}\text{C}$ . במצב זה רק כ-72% ממולקולות המים קפאו, מה שמקנה לגלידה את תכונת הנימוחות המונעת היווצרות גוש קרח מהתערובת שהיה עלול לשבור את שיני אוכלי הגלידה.

גודל גבישי הקרח בגלידה קובע את איכות הגלידה. ככל שגבישי הקרח יהיו קטנים יותר - הגלידה תהיה נימוחה יותר. גודל גבישי הקרח בגלידה תלוי בקצב ההקפאה של הגלידה.



תהליך איטי של הקפאה יגרום להיווצרות גושי קרח גדולים, לעומת תהליך מהיר של הקפאה, בו ייווצרו גרעיני הקפאה רבים יותר ומספר רב יותר של גבישי קרח קטנים (זו הסיבה שהגלידה בעלת המרקם הנימוח ביותר, המכילה את גבישי הקרח הקטנים ביותר, נוצרת בהכנה עם חנקן נוזלי שהטמפרטורה שלו היא  $-196^{\circ}\text{C}$ ).

## **ביבליוגרפיה :**

מהו קולואיד:

<http://he.wikipedia.org/wiki/קולואיד>

מקורות להכנת גלידה ביתית ללא מכונה

<http://www.hashulchan.co.il/Index.asp?ArticleID=8772&CategoryID=85&Page=2>

**תודות לניר אבס טכנולוג מזון שהאיר נקודות במאמר.**