



קדם ומהר

מאת ד"ר ליאורה ביאלר

מיועד לכיתה ט'

נושא מרכזי: אנרגיה ומערכות טכנולוגיות

נושא משנה: סוגי אנרגיה, המרות אנרגיה, מעברי אנרגיה, חוק שימור האנרגיה- היבטים כמותיים של אנרגית חום

מיומנויות: חקר- תכנון ניסוי, זיהוי משתנים (בלתי תלויים, קבועים ותלויים), בידוד משתנים, יצוג ממצאים, עיבודם והסקת מסקנות

מוקד הפעילות: התכה, חקר השפעת מספר גורמים כמו הפרש הטמפרטורה בין החומר המותך לסביבה/ סוג החומר/מסת החומר/ שטח פנים של החומר ועוד על משך הזמן הנדרש עד לתחילת ההתכה של החומר. יישום החקר בנוסחת אנרגיית חום $Q=mc\Delta T$

הקשר יומיומי: התכת שוקולד לקרם במהירות.

את הפעילות "קדם ומהר" ניתן לבצע בכמה רמות הנחיה: מפעילות פתוחה עד לפעילות מודרכת באופן מלא. התאימו לכיתתכם או לקבוצות של לומדים את מידת ההנחיה המתאימה.

הפעילות עוסקת בחקר ומזמינה זיהוי של משתנים בלתי תלויים ואלו ערכים של משתנים אלו יביאו להתחלה מוקדמת ככל האפשר של היתוך השוקולד (הגעה לטמפ' ההתכה). אנו נחקור רק את שלב החימום עד להתחלת ההתכה ולא את ההתכה כולה בזיקה לתוכנית הלימודים בנושא האנרגיה בכיתה ט'.

לצורך כך, צריכים התלמידים להפעיל תהליכי חשיבה על גורמים שעשויים להשפיע על קצב חימום השוקולד, להעלות השערות (גם אם לא במפורש) ולתכנן ו/או לבצע ניסויים מתאימים. בתכנון והביצוע צריכים התלמידים ליישם מיומנויות חקר שצוינו באפיון הפעילות.

אנו מציעים להשתמש במשך הזמן עד להתחלת התכת השוקולד כמשתנה תלוי. משך זמן זה נמצא בקורלציה לכמות האנרגיה המושקעת בחימום השוקולד עד להתחלת התכתו.

בפועל די בהחזקת השוקולד בין כפות הידיים כדי להביא אותו להתכה (יש לשים לב שטמפרטורת הידיים של תלמידים אחרים עשויה להיות שונה וכמו כן יש להמתין בין חזרה לחזרה בכדי להשיב את טמפרטורת הידיים לנקודת ההתחלה).

לפעילות נלוות שלוש **מצגות** ובהן שיקופיות המיועדות לתלמידים בכל רמת הנחיה. הכנסו לקישורים והורידו לעצמכם עותק של המצגות ושמרו אצלכם במחשב ושלחו לתלמידים או הציגו את השיקופיות המתאימות להם.

כמו כן, עומד לרשותכם קובץ של "[רקע מדעי למורה](#)" שמתמצת עבורכם את התכנים המדעיים הרלבנטיים להתכה של שוקולד.

כל הפעילויות מסתיימות ב**חוויה חושית** של טעימת שוקולד תוך התייחסות גם לניסוי שבצעו שלאחריה יש לעסוק בהמשגת התופעה בזיקה למושגים והעקרונות בתכנה"ל בפיסיקה לכיתה ט'.

הצגת ידע ומשוב: החליטו באיזה אופן יציגו התלמידים את תכנון הניסוי שלהם, את התוצאות והמסקנות והוסיפו את ההנחיות הללו למצגת (קובץ שיתופי, משלוח במייל, הצגה בע"פ וכדומה).

המשגה

לאחר הפעילות חשוב לבצע המשגה של התהליכים שהיו בהתנסות ולהסביר תופעות בעזרת שפה מדעית פורמלית. לשם כך העזרו במצגת "**מסבירים תופעות**".

המצגת "מסבירים תופעות" מובילה את התלמידים לבטא תובנות, להסיק מסקנות, לשער השערות הנוגעות לגורמים המשפיעים על חימום שוקולד עד לנקודת התכנות (השוקולד מתחיל להימרח).

את השפעת הגורמים השונים (מסה, סוג שוקולד, הפרש טמפרטורות) על כמות האנרגיה הנדרשת להביא את השוקולד להתכה מנסחים התלמידים תחילה במשפטים ולאחר מכן לומדים גם את הביטוי המתמטי לכך בנוסחת אנרגיה תרמית.

פעילות פתוחה להורדת עותק של המצגת

הפעילות מציגה אתגר ומזמינה תלמידים להעלות מגוון רעיונות לתכנון וביצוע ניסוי. מומלץ להציג לתלמידים את שיקופיות 2, 3, לשלוח אותם לבצע את המשימה ורק בסופה להציג את שיקופית 4 שתסייע בעיבוד ההתנסות והמשגתה. רשימת החומרים המוצעת מגוונת ומכילה חומרים וציוד שאין הכרח להשתמש בהם או חומרים חלופיים לשוקולד עליהם ניתן לבדוק את השערות התלמידים באשר לזירוז הכנת קרם השוקולד.

תכנון וביצוע הניסוי והסקת מסקנות

1. תכננו את אופן החקירה/ ניסוי.
2. רשמנו במפורט את רשימת הציוד וחומרים שלכם ואת מהלך הניסוי כדי שאחרים יוכלו לחזור על הניסוי שלכם.
3. בצעו את התכנית/ ניסוי.
4. תעדו ורשמו ממצאים.
5. האם ההמלצה שנתתם לדנה בתחילת המשימה נכונה? נמקו תשובתכם.
6. תקנו או שנו את ההמלצה במידת הצורך.

דנה רוצה להכין במהירות רבה קרם שוקולד לעוגה שהכינה. היא תוהה מה כדאי לה לעשות בכדי להכין את קרם השוקולד במהירות.

מה תציעו לה? נמקו תשובתכם.

תכננו כיצד לחקור איזו מבין האפשרויות שעמדו בפני דנה תביא להכנה המהירה ביותר של הקרם.

שימו לב: שימוש בכלי חיתוך וחימום יעשה בליווי מבוגר. על פי הוראות הבטיחות אין לחמם מעל ל- 50 מעלות צלזיוס.

נסו להיעזר בציוד וחומרים כמו: שוקולד, חמאה, מרגרינה, חמאת בוטנים, מאזני מטבח, סרגל, כפפות, סיר, שעון עצר (בסמרטפון), כפות, קרח, נייר מגבת, שקיות, מקרר, מקפיא ועוד.

הסקת מסקנות ותובנות מהתהליך

1. אלו תהליכים התרחשו בעת הכנת קרם השוקולד?
2. אלו גורמים השפיעו על משך התהליכים ובאיזה אופן?
3. אלו קשיים היו לכם בתכנון ו/או ביצוע הניסוי? כיצד התמודדתם?
4. חישובו על מצבים בחי" יומיום בהם ניתן ליישם את המסקנה שלכם.
5. דווחו על מה שעשיתם ועל מה שלמדתם לפי הנחיות המורה.

ניתן להניח כי התלמידים ישתמשו בניסיון שלהם במטבח, בתצפיות בהורים, בתוכניות בישול או יחפשו מידע באינטרנט ויציעו הצעות הקשורות לעוצמת החימום¹, למסת השוקולד, לשטח הפנים שלו, לשימוש במכשירי חימום שונים, לבחישה, לסוג השוקולד ועוד. כל הצעה הגיונית ראויה. עליהם לחשוב על דרך לבדוק בניסוי אם הדרך שהם מציעים טובה יותר מאחרות.

יש חשיבות לתת לתלמידים להציג את הרעיונות שלהם ואת אופן בדיקתם.

כדאי להשתמש בהזדמנות לעודד אותם להמיר את השפה הדבורה היומיומית לשפת החקר ולחזור ולנסח את מה שבדקו בעזרת שאלת חקר, זיהוי משתנים ועוד ואף לרכז את השאלות הללו בטבלה שיתופית ממנה יוכלו להסיק מסקנות רחבות יותר אודות התופעה שנבדקה.

יתכן מאוד שהם יבצעו ניסוי ללא בידוד משתנים וללא חזרות. בעת הדיווח על מה שעשו יש הזדמנות לאתגר אותם עם שאלות המפעילות חשיבה ביקורתית מסוג של: איך אתם יודעים ש...? או למה דווקא בחרתם ב...? ועוד.

סיימו את הפעילות בחוויה חושית (שיקופית 5) בה יבחנו התלמידים את התכת שוקולד על הלשון וישוו בין פיסות שוקולד שנבדלות זו מזו על פי המשתנים שהבדילו ביניהם בניסוי שתכננו. לאחר התייחסות לחוויה חושית זו פנו למשימת המשגה "מסבירים תופעות" אליה התייחסנו במבוא לפעילות.



חוויה חושית

1. בחרו חתיכות שוקולד לפי מה שתכננתם בניסוי ושימו כל אחת מהן על לשונכם והמתנים.
2. מה חשבתם? שימו לב! שטפו את הפה במים והמתניו כמה דקות בין טעימה לטעימה.
3. מה הקשר בין מסקנת הניסוי שבצעתם לתוצאת בדיקת הטעימה?

תהם!

כך מסיימים את הפעילות בחוויה חושית ורגשית של הנאה ולאחריה עוברים להמשגה בעזרת המצגת "מסבירים תופעות".

¹ חשוב שלא להתיר שוקולד בטמפרטורות גבוהות כדי למנוע שריפה של הסוכר וקבלת טעם מריר וכן מטעמי בטיחות התלמידים.

פעילות מודרכת חלקית להורדת עותק של המצגת <https://www.motnet.proj.ac.il/wp-content/uploads/2024/07/pdf>
מונגש-פעילות-מודרכת-חלקית.pdf

בפעילות זו מוצג האתגר בפני התלמידים (שיקופית 2) ולאחר מכן תוצגנה הנחיות כלליות לתכנון וביצוע הניסוי אך מבלי לתת הוראות מפורטות לביצוע (שיקופית 3). לאחר ביצוע הניסוי הפנו את הלומדים לשיקופית 4 להסקת מסקנות, התייחסות לאתגר הפותח ולרפלקציה.

בדומה לפעילות הפתוחה, יכולים התלמידים להעלות מגוון רעיונות המתייחסים לגורמים משפיעים שונים על התכת השוקולד להכנת הקרם. אך בפעילות זו ההנחיות מעודדות את התלמידים להשתמש במיומנויות החקר באופן מפורש בכדי לבדוק את הצעתם. בין המיומנויות הללו נמצאות זיהוי משתנים בלתי תלויים, ניסוח שאלת חקר, תכנון ניסוי, בידוד משתנים, חזרות, ארגון תוצאות בטבלה ויצוגן בגרף מתאים וכן הסקת מסקנות תקפות.

תכנון וביצוע הניסוי

- נסחו את מטרת הניסוי. כיצד היא קשורה לאתגר שקבלתם?
- אלו גורמים עשויים להשפיע על משך הזמן עד לתחילת התכת השוקולד?
- נסחו שאלות/חקר אותן תרצו לבדוק
תוכלו להיעזר בתבניות הבאות: "מה הקשר בין ____ ל ____ / כיצד משפיע ____ על ____" או "מה יקרה ל ____ אם ____"
- תכננו ניסוי לבדיקת שאלת החקר תוך הקפדה על בידוד משתנים.
- רשמו במפורט את רשימת הציוד וחומרים שלכם ואת מהלך הניסוי כדי שאחרים יוכלו לחזור על הניסוי שלכם.
- בצעו את הניסוי ובצעו חזרות.
- ארגנו את התוצאות בטבלה ואף נסו לייצג את התוצאות בגרף מתאים.

דנה רוצה להכין במהירות רבה קרם שוקולד לעוגה שהכינה.
היא תוהה מה כדאי לה לעשות בכדי להכין את קרם השוקולד במהירות.

מה תציעו לה? נמקו תשובתכם.

תכננו כיצד לחקור איזו מבין האפשרויות שעומדות בפני דנה תביא להכנה המהירה ביותר של הקרם.

שימו לב: שימוש בכלי חיתוך וחימום יעשה בליווי סבוגר.
על פי הוראות הבטיחות אין להטים מעל ל- 50 מעלות צלסיוס.

נסו להיעזר בציוד וחומרים כמו: שוקולד, חמאה, מרגרינה, חמאת בוטנים, מאזני מטבח, סרגל, כפפות, סיר, שעון עצר (בסמרטפון), כפות, קרח, נייר מגבת, שקיות, מקרר, מקפיא ועוד.

הסקת מסקנות ומענה לאתגר

- הסיקו מסקנה שעונה לשאלת החקר שנשחתם.
- האם ההמלצה שנתתם לדנה בתחילת המשימה נכונה? נמקו תשובתכם.
- תקנו או שנו את ההמלצה במידת הצורך.
- אלו קשיים היו לכם בתכנון ו/או ביצוע הניסוי? כיצד התמודדתם?
- חישבו על מצבים בהם יומיום בהם ניתן ליישם את המסקנה שלכם.
- דווחו על מה שעשיתם ועל מה שלמדתם לפי הנחיות המורה

אפשרות להמשך חקר כיתתי



המשך החקר

1. נסחו לפחות עוד שתי שאלות חקר נוספות אותן ניתן לבדוק באמצעות אותה שיטת בדיקה שהפעלתם בניסוי הראשון.
2. בחרו את אחת השאלות ותכננו שוב ניסוי חקר כדי לענות עליה. פעלו על פי אותם שלבים לפיכם בצעתם את המשימה הראשונה.
3. הסיקו מסקנה שעונה לשאלת החקר שנסחתם.
4. האם השתנתה ההמלצה שתתנו לדנה? נמקו תשובתכם.

ניתן להמשיך את הפעילות לחקר כיתתי שבדק שאלות חקר נוספות על ידי בחירת גורמים משפיעים אחרים כמו סוגי שוקולד שונים, מסות שונות, שטח פנים שונה. קבוצות שונות תחקורנה שאלות חקר שונות. העזרו בשיקופית 5.

חווייה חושית לסיום הפעילות

סיימו את הפעילות בחוויה חושית (שיקופית 6) בה יבחנו התלמידים את התכת שוקולד על הלשון וישוו בין פיסות שוקולד שנבדלות זו מזו על פי המשתנים שהבדילו ביניהם בניסוי שתכננו. לאחר התייחסות לחוויה חושית זו פנו למשימת המשגה "מסבירים תופעות" אליה התייחסנו במבוא לפעילות.



חווייה חושית

1. בחרו חתיכות שוקולד לפי מה שתכננתם בניסוי ושימו כל אחת מהן על לשונכם והמתים.
2. מה חששתם?
3. מה הקשר בין מסקנת הניסוי שבצעתם לתוצאת בדיקת הטעימה?

תהנו!

כך מסיימים את הפעילות בחוויה חושית ורגשית של הנאה ולאחריה עוברים להמשגה בעזרת המצגת "מסבירים תופעות".

פעילות מודרכת באופן מלא להורדת עותק של המצגת

בפעילות זו מוצג האתגר בפני התלמידים (שיקופית 2) ולאחר מכן תוצגנה הנחיות מפורטות לביצוע של ניסוי מסוים, תיעוד ממצאים והסקת מסקנות.

הניסוי בודק את השפעת הטמפרטורה ההתחלתית בה היה השוקולד על משך הזמן הנדרש עד להתחלת התכת השוקולד. למעשה המשתנה הבלתי תלוי הוא הפרש הטמפרטורה בין הטמפרטורה ההתחלתית לטמפרטורה בו מתחילה התכת השוקולד. כיון שמדובר בניסוי שניתן לעשותו בבית, מוצע לחמם את פיסות שוקולד בין כפות הידיים. לחלופין ניתן להציע לתלמידים לחמם בשיטת "בן מארי" כלומר לשים את השוקולד בצלוחית אותה יניחו בקערה גדולה יותר ובה מים חמים מן הברז (חשוב שלא יכנסו מים לקערת השוקולד).

תוכלו להציע לתלמידים שונים לבצע את הניסוי עם סוגי שוקולד שונים: שוקולד חלב, שוקולד מריר בריכוזים שונים של מוצקי קקאו, שוקולד לבן. השוואה בין התוצאות תסייע להבין את הקשר בין סוג השוקולד לקיבול החום הסגולי שלו בשלב ההמשגה.

מומלץ להשתמש בסמרטפון בכדי לתעד ממצאים בצילום סרטון רציף של המתרחש בניסוי וכן למדידת משך הזמן עד לתחילת התכת השוקולד בעזרת שעון העצר של הסמרטפון.

דוגמא לתוצאות של ניסוי דומה למוצע תוכלו למצוא בקובץ [PDF](#). (יתכן ותצטרכו להעתיק את הקישור לשורת הכתובת באינטרנט)

שיקופית 3 עוסקת במיומנויות החקר שמלוות את תכנון הניסוי המוצע.

ניסוי חקר כיצד משפיעה הטמפרטורה ההתחלתית של השוקולד על משך הזמן הנדרש עד להתחלת ההתכה? - מהו המשתנה הבלתי תלוי (הגורם המשפיע) בניסוי החקר? - מהו המשתנה התלוי (הגורם המושפע) בניסוי החקר? - מה צריכים להיות המשתנים הקבועים בניסוי כזה? - נסחו השערה: מה אתם חושבים שיקרה למשך הזמן עד להתחלת התכה של חתיכות שוקולד שהטמפל' ההתחלתית שלהם שונה. ציוד וחומרים: שוקולד, סרגל, כפפות חד פעמיות, סיר, שעון עצר (בסמרטפון), נייר מגבת, שקיות, מקרר, מקפיא.	דנה רוצה להכין במהירות רבה קרם שוקולד לעוגה שהכינה. היא תוהה מה כדאי לה לעשות בכדי להכין את קרם השוקולד במהירות. מה תציעו לה? נמקו תשובתכם. בפעילות תבצעו ניסוי חקר שיסייע לכם לבחון את המלצתכם. 
---	---

שיקופיות 4, 5 מציגות את הפעילות המקדימה לניסוי ואת ההנחיות המפורטות לביצוע.

שיקופיות 6, 7 מציעות כלים לארגון הממצאים ועיבודם בדרכים מתמטיות (חישוב ממוצע של משך הזמן שהתקבל בחזרות השונות ויצוג גרפי של התוצאות בגרף. בהקשר לגרף, מתבקשים התלמידים להפעיל חשיבה רפלקטיבית על אודות בחירת סוג הגרף וייצוג המשתנים בצירים.

הנחיות

ביצוע הניסוי

1. הוציאו פיסת שוקולד אחת מהפריזר ואחזו בה בין כפות ידיכם עד שהיא תתחיל להינתק (תחל להפוך לנזול). השתמשו בשעון עזר בסמרטפון למדידת משך הזמן עד להתחלת ההתכה ורשמו אותו.
2. רחצו את הידיים ויבשו. חזרו על הפעולה שוב. אך המתינו 5 דקות בין פעולה אחת לשנייה. מדוע זה חשוב?
3. מדוע חשוב לחזור על הניסוי פעמיים בכל סמפרטורה התחלתית?
4. חזרו על הפעולה עם יותר 4 פיסות השוקולד אל תשכחו להמתין 5 דקות בין פעולה אחת לשנייה.
5. ארגנו את הנתונים בטבלה כמו זו שבשיקופית הבאה תוך ציון גודל פיסת השוקולד. מדוע זה חשוב?
6. תשובה ממוצע של משך הזמן עד להתכת השוקולד לכל זוג פיסות שוקולד ורשמו בטבלה.

5

הנחיות

פעילות מקדימה

1. שברו מטבלת שוקולד מרי 9 חתיכות של שוקולד שלמות שוות גודל (העזרו בסרגל למדידה של אורך ורוחב פיסת השוקולד ודיוק). מדוע זה חשוב?
2. שימו 3 חתיכות שוקולד במקפיא (פריזר), שימו 3 חתיכות שוקולד במקרר, השאירו את 3 חתיכות השוקולד בטמפרטורת החדר במטבח (בדקו בעזרת הסמרטפון את הטמפרטורה באזורכם כעת).

השאירו את פיסות השוקולד במקומן במשך 3 שעות. מדוע זה נחוץ?



מסמכת את המדידות

4

ייצוג חזותי של התוצאות

- שרטטו גרף המתאר את הקשר בין הטמפרטורה ההתחלתית לבין משך הזמן הממוצע עד להתחלת התכה.
- איזה סוג גרף יתאים: עוגה/ עמודות/ רציף?
 - אם יש בגרף צירים, איזה משתנה ייצג כל ציר?
 - מה היחידות בהן מתארים את ערכי כל משתנה?
 - שרטטו את הגרף המתאים על נייר משוּבָּץ או בעזרת תוכנת Excel.



7

תיעוד תוצאות ועיבודן

פיסת שוקולד	גודל פיסת השוקולד (אורך X רוחב) בס"מ	טמפרטורת התחלתית	משך הזמן עד להתחלת התכה (שניות)
1		מקפיא -18°C	
2		מקפיא -18°C	
ממוצע			
3		מקרר 4°C	
4		מקרר 4°C	
ממוצע			
5		טמפרטורת החדר	
6		טמפרטורת החדר	
ממוצע			

6

שיקופית 8 מזמינה את התלמידים לתהליך הסקת המסקנות מן הניסוי וקישור לאתגר הראשוני של המלצה כיצד להכין קרם שוקולד ומהר.

כמו כן מתבקשים התלמידים להתייחס באופן רפלקטיבי להתנסות שחוו ולדווח עליה.

התלמידים אף מתבקשים להרחיב את התייחסותם לתופעה שהכירו (חימום עד להתכה בתנאים שונים) למצבים אחרים בחייהם.

הסקת מסקנות

1. עיינו בטבלת התוצאות ובגרף ששרטטתם והסיקו מסקנה מן הניסוי: התייחסו לקשר שבין המשתנים בניסוי, כלומר לקשר בין הגורם המשפיע לגורם המושפע בניסוי. תוכלו להשתמש בתבנית:
2. "ככל ש... אז ... גדול / קטן יותר"
3. האם ההמלצה שנתתם לדנה בתחילת המשימה נכונה? תקנו או שנו את ההמלצה במידת הצורך.
4. נמקו תשובתכם תוך התבססות על תוצאות ומסקנות הניסוי.
5. אלו קשיים היו לכם בביצוע הניסוי ועיבוד תוצאותיו? כיצד התמודדתם?
6. חישבו על מצבים נוספים בחיי יומיום בהם ניתן ליישם את המסקנה שלכם.
7. דווחו על מה שעשיתם ועל מה שלמדתם לפי הנחיות המורה.

8

התנסות חושית

- שער, אם תשימו על הלשון את פיסת השוקולד השלישית (זו מהמקפיא/מהמקרר /שעל משטח העבודה במטבח) ותמתו.
- באיזו מפיסות השוקולד תחושו קודם את טעם השוקולד?
- שימו על הלשון כל אחת מפיסות השוקולד ובדקו האם השערתכם נכונה. באיזו מהן חשבתם קודם את טעם השוקולד? גם כאן תוכלו למדוד את משך הזמן מהנכנסת השוקולד לפה עד להתחלת תחושת טעם של שוקולד.
- שימו לב! שטפו את הפה במים והמתינו כמה דקות בין טעימה לטעימה.
- מה הקשר בין מסקנת הניסוי שבצעתם לתוצאת בדיקת הטעימה?

9

חווייה חושית לסיום הפעילות

סיימו את הפעילות בחוויה חושית (שיקופית 9) בה יבחנו התלמידים התכת שוקולד על הלשון וישוו בין פיסות שוקולד שנבדלות זו מזו בטמפרטורה ההתחלתית (מקפיא, מקרר, טמפ')



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי-טכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים



חדר). מקדימה את ההתנסות בפועל העלאת
השערה באשר לתוצאות.

לאחר התייחסות לחוויה חושית זו פנו למשימת
המשגה "**מסבירים תופעות**" אליה התייחסנו
במבוא לפעילות.

**כך מסיימים את הפעילות בחוויה חושית ורגשית של הנאה ולאחריה עוברים להמשגה
בעזרת המצגת "מסבירים תופעות".**