

"נעלי הקסם"

**תכנון ובנייה של סוליות נעליים
השומרות על טמפרטורת כף הרגל ואינן חדירות למים**



יחידת לימוד בתחום הנדסת חומרים לתלמידי כיתה ז'

העוסקת בנושאי התוכן המדעי

הולכת חום, חומרי בידוד ושיטות מחקר מדעיות

היחידה פותחה על בסיס יחידת לימוד של פרויקט ENGINEER

במימון האיחוד האירופי ובהובלה של

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד בירושלים

פיתוח היחידה

רחל בן ברית, ג'ורג'ט חילו, שושי למברגר

קראו והגיבו

אתי אורון, ד"ר אמיר בן שלום, אפרת דיין, ד"ר טוביה דרסלר, שושי כהן

טיוטה - ללא עריכה לשונית וללא עריכה מדעית

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

תוכן עניינים

4.....	דבר המפמ"ר.....
5.....	הקדמה.....
6.....	מידע כללי.....
8	פרק 1 – הצגת הצורך ומשימת האתגר ההנדסית.....
9	1.1 פתיחה – ספור המסגרת הצגת הבעיה ומשימת האתגר (15 דקות).....
9	1.2 הצגת תהליך התיכון ההנדסי כדרך להתמודד עם משימת האתגר (15 דקות).....
10.....	1.3 בחינה מדוקדקת של סוליות נעלים – וקביעת הדרישות מהסוליות.....
11.....	1.4 סיכום – הגדרת הדרישות מן הסוליות דיון במליאה – 10 דק'.....
12.....	פרק 2 – מה אנחנו צריכים לדעת?.....
13.....	2.1 מוליכות חום – לחוש את העולם ולמדוד אותו – עבודות בקבוצות/דיון במליאה – 30 דק'.....
14.....	2.2 פתיחה: מה קורה לבובת השלג? – עבודה בקבוצות/דיון במליאה – 45 דק'.....
16.....	2.3 מתנסים – כיצד ניתן לעכב את התכתה של קוביית קרח? – פעילות בקבוצות 90 – דק'.....
17.....	2.4 מעבר החום בהיבט החלקיקי - 45 דקות.....
18.....	2.5 כיצד שומר מעיל טוב על טמפרטורת הגוף ביום קר? - 45 דקות.....
19.....	פרק 3 – העלאת רעיונות.....
20.....	3.1 פעילות – קביעת קריטריונים מדידים להערכת המוצר על פי הדרישות ההכרחיות – 45 דק'.....
21.....	3.2 העלאת רעיונות ותכנון הפתרון הנבחר לסוליה – עבודה בבית.....
21.....	פרק 4 – כאן בונים!.....
23.....	4.1 שלב התכנון – עבודה בקבוצות (מטלת בית).....
23.....	4.2 שלב הבניה – עבודה בקבוצות (45 דקות).....
24.....	פרק 5 – הערכה ושיפור.....
25.....	הערכת הקריטריון הראשון – עמידות הסוליה להליכה.....
25.....	הערכת הקריטריון השני – עובי הסוליה.....
25.....	הערכת הקריטריון השלישי – מבנה הסוליה.....
26.....	הערכת הקריטריון הרביעי – שמירה על חום הרגל.....
27.....	הערכת הקריטריון החמישי – בטיחות ומניעת החלקה.....

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

26.....	הערכת הקריטריון השישי – נוחות
28.....	הערכת הקריטריון השביעי – אטימות למים
27.....	תהליך שיפור הסוליה
29.....	פרק 6 – איך הלך לנו? הערכה של שיטת העבודה, התהליך והתוצר המוגמר
29.....	6.1 הנחיות לשלב הרפלקציה (10 דקות)
29.....	6.2 שלב הצגת העבודות (35 דקות)
29.....	6.3 סיכום – דיון במליאה בהנחיית המורה – 5 דק'
31.....	דף עבודה מספר 1 – התבוננות בסוליות נעליים וקביעת דרישות
33.....	דף עבודה מספר 2 – לחוש את העולם ולמדוד אותו
33.....	דף עבודה מספר 3 – כיצד נמנע התכה של קוביית קרח?
36.....	דף עבודה מס' 4- הולכת חום, תהליך ההתכה – ההסברים על פי מודל החלקיקים
38.....	דף עבודה מס' 5 – הפרווה כמעיל טוב
41.....	דף עבודה מס' 6 – קביעת קריטריונים מדידים והעלאת רעיונות
42.....	דף עבודה מס' 7 – שלב התכנון ופיתוח הסוליה
44.....	דף עבודה מס' 8 – שלב הערכת ושיפור הסוליה
48.....	נספחים
48.....	נספח 1 – מה בין טכנולוגיה והנדסה
49.....	נספח 2 – מקבץ תמונות של העיר ירושלים בינואר 2013
52.....	נספח 3 – שקף בובת השלג
53.....	נספח 4 – חומר רקע מדעי למורים על בידוד
55.....	נספח 5 - חומר רקע על בידוד בעולם הטבע
57.....	נספח 6 - תפישות שגויות של תלמידים לגבי המושג 'חומר מבודד'

דבר המפמ"ר

מורים יקרים,

משנת 1996, החינוך המדעי טכנולוגי נלמד במדינת ישראל כמקצוע משולב אחד, הבא לייצג את קשרי הגומלין החזקים שבין המדע והטכנולוגיה בהקשר חברתי.

התחום המדעי טכנולוגי עוסק בפתרון בעיות באמצעות שילוב מדע וטכנולוגיה ומתן מענה לצרכים אנושיים. לאור ההתפתחות המואצת של הטכנולוגיה והקצב המהיר של השינויים שאנו חווים היום, מטרותנו כאנשי חינוך במאה ה-21, היא לטפח בלומדים את המיומנויות הנדרשות ולהכשירם כבוגרים שיתפקדו באופן מיטבי בחברה ובסביבה מדעית טכנולוגית. נודה על האמת שנכון להיום, במקצוע המאוחד "מדע וטכנולוגיה" אין איזון מבחינת הקצאת השעות והתכנים ולמעשה הדגש בהוראה הוא על המדע.

בפנינו עומדים אתגרים גדולים של קידום התחום המדעי טכנולוגי באמצעות:

- יצירת תשתית לחינוך מדעי טכנולוגי שיתבסס על הבנייה משמעותית של ידע מדעי וטכנולוגי ועל פיתוח מיומנויות חקר ופתרון בעיות כחלק מכישורי חשיבה.
- שילוב התנסויות המדגישות תהליכים של חקר ופתרון בעיות המפתחות אצל התלמידים ידע והבנה של רעיונות טכנולוגיים והנדסיים והבנה של האופן שבו מהנדסים פותרים בעיות.
- עידוד ביצוע של תהליך שלם של חקר מדעי טכנולוגי ופתרון בעיות כשבתהליך מעין זה בולטת הזיקה בין מדע וטכנולוגיה – ממצאי החקר המדעי הם אלו שמתווים את הכיוון לפתרון הטכנולוגי.
- חיזוק הקשר לעולם הטכנולוגיה על ידי קיום מפגשים עם מהנדסות ומהנדסים מהתעשייה שהתחום המדעי טכנולוגי הוא חלק משגרת יומם.

יחידת הוראה זו נועדה לסייע לכם המורים לפתח אצל הלומדים אוריינות מדעית טכנולוגית, מיומנויות הנדרשות על מנת לעסוק בפעילויות טכנולוגיות ולספק ללומדים סביבת למידה לצורך התנסות בנושאים מאתגרים הלקוחים מעולמם.

בנוסף לכך מהווה היחידה דוגמה לפעילות טכנולוגית, המזמנת הבניית ידע מדעי בנושא אנרגיה תוך התייחסות לצינוי הדרך: מעבר חום מגוף לגוף ודרכים למעבר חום ובשילוב חקר מדעי. הלומדים יתנסו באיתור ידע חדש, יישומו בשלבי התכנון, היצור, ההערכה והשיפור של מוצר תוך הפעלת שיקול דעת, חשיבה ביקורתית והתנסות בעבודה בצוות.

חשוב לזמן לתלמידים אפשרויות חוזרות ונשנות להתנסויות מעשיות בתהליך הטכנולוגי/הנדסי כדי לקרב אותם לעולם הטכנולוגיה וההנדסה, דבר העתיד לשרת אותם בפתרון בעיות בחיי היום יום ובהבנת העולם הטכנולוגי שבו הם חיים.

אני סומכת על יכולתכם לזהות בתחומי התוכן השונים נושאים המזמנים הבניית ידע טכנולוגי/הנדסי וליישמו בהתנסות ממשית של פתרון בעיות.

אני מקווה ששילוב נושא החקר הטכנולוגי ופתרון בעיות בהוראה יגביר את התעניינותם וסקרנותם של התלמידים ויפתח אצלם חשיבה יצירתית, תחושת מסוגלות עצמית ורצון להמשיך להעמיק בתחומים אלו.

מאחלת לכם ולתלמידים הנאה ואתגר בהוראה ובלמידה המבוססת חקר ופתרון בעיות, תוך שימוש בחוברת זו, ובסביבות למידה נוספות.

שושי כהן, מנהלת תחום מדעים ומפמ"ר מדע וטכנולוגיה

ההנעה וההנאה מתהליך הלמידה הן המפתח לקידום למידה משמעותית במדע וטכנולוגיה. למידה מעודדת מוטיבציה היא זו המשלבת משימות רלוונטיות ומאתגרות המחייבות מן התלמיד תהליכי חקר, חשיבה, מעורבות פעילה ונותנות לו את הכלים והמיומנויות לפיתוח תחושת מסוגלות עצמית המזמנת הצלחה.

הוראת הטכנולוגיה, העוסקת בפתרון בעיות ובמתן מענה לצרכים אנושיים, תומכת במדיניות החינוך לחשיבה ומזמנת תהליך למידה המעודד הנעה והנאה ומכאן חשיבותו בטיפוח בוגר שיוכל להתמודד בהצלחה עם אתגרי המאה ה-21. (שושי כהן מנהלת תחום מדעים, מפמ"ר הוראת מדע וטכנולוגיה – קריאת ביניים 2014)

הטכנולוגיה בכלל ותהליך התיכון ההנדסי בפרט מייצגים את הדרך בה ניתן מענה לצורך או פתרון לבעיה, תוך איתור ידע מדעי חדש ויישומו בשלבי התכנון, היצור, ההערכה והשיפור של מוצר. התהליך מחייב הפעלת שיקול דעת והתייחסות ביקורתית להיבטים שונים, כלכליים, חברתיים, ערכיים, יצירתיות, והתנסות בעבודה בצוות.

במטרה לתמוך במורים, בשילוב הוראת הטכנולוגיה בבתי הספר, פותחה יחידה זו במסגרת הפרויקט החינוכי [ENGINEER](#) והותאמה להוראה ולמידה עבור תלמידי כיתות ז' במדינת ישראל. מטרת הפרויקט לתמוך בהוראת מדע וטכנולוגיה באמצעות מגוון רחב של משימות אתגר מתחומי הנדסה שונים.

יחידה זו מבססת את הידע הקודם של התלמידים בנושא מודל החלקיקים ותכונות חומרים, באמצעותה ניתן להבנות את הידע בנושא הולכה והסעה של חום, ולחזק מיומנויות חקר. לתלמידים מוצגת משימת אתגר שבה עליהם לבנות סוליות נעלים שיאפשרו להם לצעוד ביום מושלג בירושלים. התלמידים משתמשים בידע הקודם והנלמד לבניית הסוליות.

היחידה כוללת מטרות והנחיות מפורטות למורה, כולל ציוד ואמצעי עזר לכל פעילות, זמן מומלץ ודפי פעילות לתלמידים.

במרכזה של יחידת הלימוד מצוי תהליך התיכון ההנדסי¹: לשאול שאלות ולאסוף מידע; להעלות רעיונות; לתכנן; לבנות; להעריך ולשפר.

המטלות והאתגרים תוכננו בצורה פתוחה ככל האפשר, תוך הימנעות מקביעת "תשובות נכונות".

היחידה פותחה מתוך כוונה לפנות לקשת רחבה של תלמידים, לעודד מעורבות של תלמידים ותלמידות כאחד ולאפשר ביטוי למגוון דעות ורעיונות.

זכויות יוצרים

יצירה זו מופצת תחת [רישיון ייחוס 4.0 בינלאומי של Creative Commons](#).

¹ המונח הנדסי אינו מוזכר בתוכנית הלימודים וקיימת התייחסות לתהליך התיכון הטכנולוגי

משך היחידה: 12 שיעורים²

קהל יעד: תלמידי כיתות ז'

תקציר: ביחידה זו התלמידים ילמדו לעבוד כמו מהנדסי חומרים כדי למצוא פתרון למשימת האתגר. משימת האתגר היא לתכנן ולבנות סוליות נעליים השומרות על כפות הרגליים מפני רטיבות ומפני ירידה בטמפרטורה הגוף. המשימה מציגה בפני התלמידים, מצב בו קבוצת תלמידים ותלמידות רקדנים, שהגיעה לירושלים לסדנת ריקודי עם. קבוצת הרקדנים נקלעה ביום מושלג, ללא נעלים המותאמות לצעידה בשלג. הרקדנים נדרשים להגיע למקום הסדנה בהליכה, ולכן עליהם לתכנן ולבנות סוליות נעלים מבודדות חום בכדי לשמור על טמפרטורת כפות הרגליים.

בנוסף להוראת נושא תהליך התיכון ההנדסי, תשמש יחידה זו גם להוראת ציוני הדרך: מעבר חום מגוף לגוף ודרכים למעבר חום מתוך הנושא המרכזי, "אנרגיה".

ידע קודם – התלמידים יכירו את מודל החלקיקים כמסביר תופעות ושינויים פיזיקליים.

ציוני הדרך מתכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה:

- הקשר בין תכונות חומר לבין השימושים בו.
- כל חומר מאופיין על ידי צירוף תכונותיו.
- מעברי חום בין גופים יכולים להתרחש בדרכים שונות: הסעה, הולכה וקרינה.
- הולכה כמעבר חום בין גופים הנמצאים במגע באמצעות תנועת החלקיקים.
- כאשר גופים בעלי טמפרטורות שונות נמצאים במגע, עוברת אנרגיה (חום) מהגוף בעל הטמפרטורה הגבוהה לגוף בעל הטמפרטורה הנמוכה. תהליך זה ימשך עד למצב יציב שבו הטמפרטורה של הגופים שווה.
- יישום מיומנויות חקר מדעיות בתהליך התיכון ופתרון בעיות.

מטרות:

- לאפשר לתלמידים להתנסות בתהליך פתרון בעיות מחיי היומיום באמצעות תהליך התיכון ההנדסי בשילוב מיומנויות החקר המדעי.
- להכיר חומרים שונים היכולים לשמש כחומרים מבודדים.
- להכיר את עקרונות בידוד החום.
- ליישם את הידע על בידוד חום וחומרים מבודדים בתכנון ובניית סוליות נעלים מבודדות חום.

² בהלימה לתכנית הלימודים ועל פי הפירוט הבא: שמונה שעות תהליך התיכון וארבע שעות מעבר חום מגוף לגוף ודרכים למעבר חום מתוך נושא האנרגיה

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

מבנה יחידת הלימוד :

פרק ראשון (2 שיעורים)	•הצגת הצורך ומשימת האתגר ההנדסית •הצגת מודל חמשת השלבים של תהליך התיכון ההנדסי •אמצעי עזר: מצגת עם תמונות מאירוע השלג בירושלים, דף עבודה מס' 1
פרק שני (5 שיעורים)	•איסוף מידע בנושא חום ומעבר חום •למידת העקרונות של חום ודרכי מעבר חום בין גופים •אמצעי עזר: דפי עבודה 2-5, נספח 3
פרק שלישי (1 שיעור)	•העלאת רעיונות ובחירת הפתרון •קביעת קריטריונים מדידים להערכת הפתרון •אמצעי עזר: דף עבודה מס' 6
פרק רביעי (1 שיעור)	•תכנון הסוליה וכתיבת תוכנית העבודה •בניית הסוליה בהתאם לתוכנית העבודה •אמצעי עזר: דף עבודה מס' 7
פרק חמישי (שני שיעורים)	•הערכה הסוליה על פי הקריטריונים שנקבעו •שיפור הסוליה בהתאם לצורך •אמצעי עזר: דף עבודה מס' 8
פרק שש (1 שיעור)	•איך הלך לנו - הערכת התהליך (רפלקציה)



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

1. פרק 1 – הצגת הצורך ומשימת האתגר ההנדסית

משך הפרק: 2 שיעורים



מטרות:

- התלמידים ישתמשו בתהליך התיכון ההנדסי כדגם לתכנון הנדסי מוצלח לפתרון בעיות.
- התלמידים יעריכו את החשיבות של קביעת דרישות מוקדמות שהמוצר שלהם צריך לעמוד בהן.
- התלמידים יקבעו דרישות למוצר על סמך מוצרים דומים קיימים בשוק.

ציוד וחומרים (ל-30 תלמידים):



- ☐ 15 X זוגות נעליים שיצאו משימוש ואפשר לחתוך
- ☐ מסורית או סכין יפנית (**עבודה עם סכין יפנית מחייבת השגחה של מבוגר**)
- ☐ מחשב עם מקרן

אופן העבודה בכיתה:



- עבודה בקבוצות
- דיון במליאה

הכנות:

- להכין מצגת עם תמונות
- יש לבקש מהתלמידים מראש להביא לשיעור נעליים ישנות שאינם בשימוש
- לקרוא את חומר הרקע (נספח 1)
- לצלם עותקים של דף עבודה מספר 1

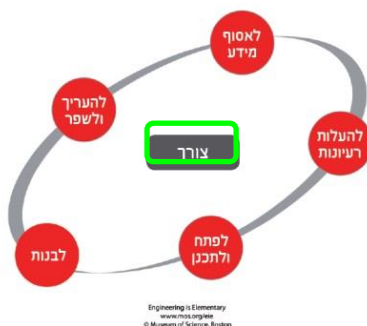
רעיונות מרכזיים:



- הנדסה היא תהליך של פתרון בעיות מחיי היומיום;
- תכנון ובנייה של תוצר הנדסי לפתרון בעיה כולל איסוף מידע רלוונטי;
- תהליך התיכון ההנדסי כולל סקירה של פתרונות קודמים לבעיות דומות.
- הגדרת הדרישות מהתוצר הינה שלב חיוני בכל תהליך תיכון לפתרון בעיות.

תקציר הפרק:

בפרק זה נבחר את המונחים טכנולוגיה והנדסה, נציג את תהליך התיכון ההנדסי, את משימת האתגר ההנדסית ואת סיפור המסגרת. במסגרת שלב איסוף המידע התלמידים יחשפו לתנאי הסביבה ששררו בירושלים בטבת (דצמבר) 2013.



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

1.1 פתיחה – ספור המסגרת הצגת הבעיה ומשימת האתגר - 15 דקות

המורה תציג בפני התלמידים את סיפור המסגרת ואת משימת האתגר ההנדסית באמצעות שיח כיתתי. אפשר להציג בפני התלמידים את אירוע השלג האחרון שהיה בירושלים בחורף 2013 ולספר כיצד העיר הייתה נצורה במשך כמעט שבוע וכך לקשור עם הסיפור והמשימה. מספר תמונות נמצאות בנספח 2.

סיפור המסגרת:

בחודש טבת תשע"ד הוזמנה קבוצת רקדני ריקודי העם של שכבת כיתה ז' מבית הספר "נופי המדבר" לסדנת ריקודים של שלושה ימים בירושלים. התלמידים לנו באכסניה הנמצאת במרחק הליכה ממקום הסדנה. כשהגיעו לירושלים התחיל מזג האוויר להיות סוער והתחזית התריעה על שלג שצפוי לרדת בשעות הלילה. כשהשכימו בבוקר ראו התלמידים כי "ירושלים לבנה". השלג הגיע כבר לגובה של כ- 15 ס"מ. לרשות התלמידים היו נעלים המתאימות לריקודי עם. ברור היה לכולם כי כך לא ניתן לצעוד בשלג עד מקום הסדנה. איתן, אחד מחברי הלהקה, אמר כי יש למצוא פתרון שיאפשר להם להגיע לסדנת הריקודים בצעידה רגלית מבלי להיפגע מן הטמפרטורה הנמוכה של השלג ומבלי שיירטבו כפות רגליהם.

1.2 הצגת תהליך התיכון ההנדסי כדרך להתמודד עם משימת האתגר - 15 דקות

המורה תציג באמצעות **דיון** שהתהליך שחברי הלהקה אמורים לעבור הוא תהליך התיכון ההנדסי. בסוף הדיון, המורה תציג את תרשים חמשת השלבים של תהליך התיכון ההנדסי.

מטרות הדיון הנוכחי:

- להטמיע בתלמידים את המחויבות למשימה.
- לעודד את התלמידים לחשוב כמו מהנדסים שמנסים לפתור בעיה תוך שימוש בתהליך התיכון.
- להזכיר לתלמידים את שלבי תהליך התיכון (המוכרים להם מלימודיהם ביסודי) בהקשר של הבעיה הנוכחית שמחפשים לפתור.
- להמחיש את ההבדל בין המונחים טכנולוגיה והנדסה באמצעות הבעיה המוצגת ומשימת האתגר הצפויה.
- להגדיר יחד עם התלמידים מהו הצורך, מהי הבעיה הטכנולוגית, ומהו הפתרון הרצוי.
- לכוון את התלמידים לפתרון – תכנון ובניית סוליה ע"י חברי הלהקה שתגן על כפות רגליהם מקיפאון. מומלץ לאפשר לתלמידים, שיחשבו על פתרון אחר שאינו סוליה סטנדרטית, לפתח אותו בתנאי שיעמוד לפחות בחלק מן הדרישות וייתן תשובה הולמת לצורך.
- להגיע למסקנה יחד עם התלמידים שכדי שהפתרונות המוצעים יהיו מושכלים ורלוונטיים יש לחקור מוצרים קיימים וללמוד מהם על מבנה הפתרון המוצע.

בדיון ניתן להעלות את השאלות הבאות:

- מהי הבעיה הטכנולוגית שעומדת בפני חברי הלהקה?
- איך ניגשים לפתור את הבעיה?
- כיצד נעזרים בתהליך התיכון המוכר כדי לפתור את הבעיה?
- באיזה שלב בתהליך יש להתחיל כדי להגיע לפתרון?

בסיום הדיון, המורה תציג את תרשים חמשת השלבים של תהליך התיכון ההנדסי ותתייחס לשלב הגדרת הדרישות. (למרות שאינן מופיעות באופן מפורש בתרשים חמשת השלבים)

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

1.3 בחינה מדוקדקת של סוליות נעלים – וקביעת הדרישות מהסוליות - 30 דקות

[עבודה בקבוצות/עבודה בזוגות בהתאם לדף עבודה מספר 1](#)

בחלק זה של השיעור התלמידים יתבוננו בסוליות של נעליים ויתנסו בקביעת הדרישות בשלב איסוף המידע הרלוונטי בתהליך התיכון ההנדסי. תוך התבוננות בסוליות הנמצאות בשוק יקבעו את הדרישות מהמוצר שיתכננו. **המורה תכוון את הדיון לפני שניגשים לדף העבודה באמצעות השאלות הבאות:**

- לשם מה אנחנו צריכים נעליים תוך התייחסות לסוגים שונים? (יש לשים דגש על המטרות האפשריות השונות: הליכה למרחקים ארוכים, ריצה, עבודה בסביבה רטובה עם סיכון להחלקה, הגנה על כף הרגל מפני טמפרטורה קיצונית, גבוהה/נמוכה), אוורור כף הרגל, לשחייה, לריקוד...
- כיצד מבנה הסוליות נותן מענה לדרישות?
- מאילו חומרים עשויות הסוליות ומה מטרת כל חומר? (כדי לבלום זעזועים, כדי להגן על כפות הרגליים מפני גשם, כדי לאוורר את כפות הרגליים במזג אוויר חם ולח...)
- כיצד עשויה הסוליה וכיצד היא מחוברת לנעל? (מכמה שכבות? איך השכבות מחוברות זו לזו? באמצעות? דבק? תפירה? הלחמה? דרך אחרת? איך הסוליה מחוברת לנעל)

התלמידים יתחילו את שלב איסוף המידע כדי להגדיר את הדרישות מהסוליה, תוך בחינה מדוקדקת של סוליות נעליים. המורה תבקש מכל קבוצה או מכל זוג תלמידים לפרק ולבחון בעיון סוליות נעליים ולענות על השאלות כפי שהן מופיעות [בדף העבודה מספר 1](#).

- ייתכן והתלמידים יזדקקו לעזרה בפירוק הנעליים והסוליות.
- אם קיים קושי להשיג נעליים ישנות, אפשר לבקש מהתלמידים לבחון את הנעליים שהם נועלים. עם זאת, ייתכן שלתלמידים יהיה קשה מאוד לענות על השאלות בלי שתהיה להם הזדמנות לפרק את הנעליים ולהתבונן במרכיביהן בעיון.

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

1.4 סיכום – הגדרת הדרישות מן הסוליות דיון במליאה – 10 דק'

- לאחר שלתלמידים ניתנה הזדמנות ללמוד כיצד בנויות סוליות נעלים ואת הקשר בין מבנה הסוליה לדרישות ממנה הם יוכלו לעבור לשלב בו יגדירו את הדרישות מן הסוליות שעליהם לתכנן.
- התלמידים אמורים להתנסות בתהליך שכל מהנדס עובר ושואל את עצמו: מהן הדרישות שהסוליות צריכות לעמוד בהן?
- קביעת הדרישות מהסוליה תעשה לפי הצורך שהוצג בסיפור המסגרת, על סמך פתרונות קיימים ועקרונות מדעיים הקשורים בתפקוד המוצר (בידוד חום) שיסייעו למימוש הפתרון.
- המורה תכוון את הדיון כדי לענות על השאלה העיקרית: מה חשוב שיהיה בסולית הנעליים אם אנחנו רוצים לשמור על כפות רגליים חמות ויבשות ולהגיע באופן בטוח ליעד?
- המורה תרשום את כל התשובות על הלוח, תסכם בסוף הדיון את הדרישות, תמייך אותן לדרישות הכרחיות ודרישות רצויות ותדגיש את ההבדל ביניהן.
- דוגמאות לתשובות נכונות עשויות להיות: הסוליה צריכה לבדוד מפני "קור" -טמפרטורה נמוכה, להיות אטומה למים, נוחה, יפה, עמידה ואינה נשחקת במהירות, חזקה ואינה מתפרקת בקלות... בניסוח הסופי חשוב להקפיד על שימוש בשפה מדעית טכנולוגית.
- לפניכם רשימה של דרישות **הכרחיות** מהסוליה אשר אותה יתכננו התלמידים:
 1. שומרות על "חום" - טמפרטורת כף הרגל
 2. אטומות למים
 3. בטוחות להליכה על השלג - מונעות החלקה
 4. נוחות
 5. עובי שאינו עולה על 2 ס"מ
 6. הסוליה בנויה כיחידה אחת (ולא כאוסף של רכיבים)
- יש לשאוף להגיע בסיום הדיון לרשימת הדרישות ההכרחיות.
- בדיון עם התלמידים, עשויות לעלות דרישות נוספות. חשוב לקבל את כולן ולדון במשמעותה של כל דרישה ולקבוע יחד אם הדרישה הכרחית או רצויה.
- חשוב להדגיש עם התלמידים שבתהליך התיכון ההנדסי הדרישות עשויות להשתנות בהתאם לידע מדעי ואינפורמציה על קהל היעד שנאספת עם התקדמות התהליך.
- בשלב זה של ההוראה, התלמידים עדיין יכולים להתבטא בהקשר של "קור" ולא של "חום" ויש לקבל את תשובותיהם תוך הכוונה לניסוח נכון.

המורה תציג בפני התלמידים שבפרק הבא הם יעסקו בחקירה ואיסוף המידע בהתאם לדרישות שנקבעו

פרק 2 – מה אנחנו צריכים לדעת?

איסוף מידע על חומרים מוליכי חום וחומרים מבודדים

משך הפרק: 5 שיעורים



מטרות:

- התלמידים יכירו מושגים מדעיים העומדים בבסיס תהליך תכנון ובנייה של סוליה מבודדת חום.
- התלמידים ידעו ויבינו מהו מעבר חום.
- התלמידים ידעו ויבינו באילו מצבי צבירה של החומר מתרחש מעבר חום בהולכה באילו מתרחש בהסעה.
- התלמידים יסבירו את הולכת החום לפי מודל החלקיקים.
- התלמידים יתנסו בניסוח השערות מדעיות מנומקות.
- התלמידים יתנסו בתכנון וביצוע מדידות באמצעות מכשירי מדידה פשוטים.
- התלמידים יתכננו ויבצעו ניסוי להשוואה במידת הולכת החום של החומרים השונים.
- התלמידים יסיקו על סמך התוצאות שהתקבלו לגבי הולכת החום של החומרים ויישמו את הידע החדש בתכנון המוצר.

ציוד וחומרים (ל 30 תלמידים):



- | | |
|---|--|
| ☐ X8 מד טמפרטורה דיגיטלי, ברמת דיוק של 0.1 | ☐ חומרים שונים לעטיפת הקובייה: עיתונים |
| ☐ מעלה צלסיוס | ☐ שקיות פלסטיק |
| ☐ X50 קוביות קרח בגודל דומה | ☐ חתיכות בד שונות: צמר, כותנה, פוליאסטר, מטליות |
| ☐ X8 צלחות פטרי / צלחות חד פעמיות קטנות | ☐ שטיח/מרבד (סמרטוט רצפה) |
| ☐ X8 זוגות מספריים | ☐ X8 קוצבי זמן/שעוני עצר |
| ☐ מאזניים דיגיטאליים | |
| ☐ סלוטייפ | |

הכנות לפני השיעור

- לשכפל דפי עבודה 2-5 בהתאם לשיעור
- לבקש מהתלמידים מראש להביא מהבית חומרים או חפצים שנועדו לשמור על הטמפרטורה של גופים.
- להכין קוביות קרח
- להכין את החומרים לכל קבוצה
- לקרוא חומר רקע (נספח 3)

אופן העבודה בכיתה



- עבודה בקבוצות
- דיון במליאה

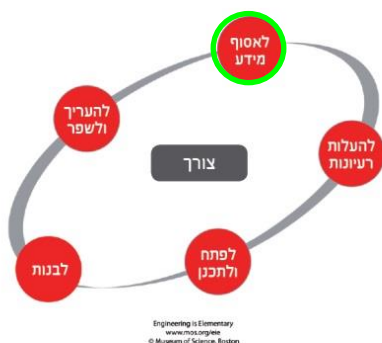
רעיונות מרכזיים:



- כאשר גופים בעלי טמפרטורות שונות נמצאים במגע, עוברת אנרגיה (חום) מהגוף בעל הטמפרטורה הגבוהה לגוף בעל הטמפרטורה הנמוכה. תהליך זה ימשך עד למצב יציב שבו הטמפרטורה של הגופים שווה.
- יישום מיומנויות החקר המדעי כולל בידוד המשתנים ותכנון מחקר נכון חיוני כדי להגיע לתוצאות טובות יותר.
- שימוש מדויק ועקבי במדי טמפרטורה חיוני לשם השגת תוצאות טובות.

משרד החינוך המזכירות הפדגוגית אגף מדעים הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

תקציר הפרק:



מטרתו של שלב איסוף המידע בתהליך התיכון ההנדסי היא לאסוף מידע על עקרונות מדעיים הקשורים בתפקוד הצפוי מהמוצר והעקרונות המדעיים העומדים בבסיסו: הולכת חום, מעבר חום מגוף בעל טמפרטורה גבוהה לגוף בעל טמפרטורה נמוכה יותר עד להשוואת הטמפרטורות, בידוד חום וחומרים מבודדים. התלמידים יחקרו את המושגים חום, מוליכות חום ובידוד חום, תוך התנסות חווייתית בבדיקת מידת הולכת החום של חומרים שונים והסבר של תופעות.

2.1 מוליכות חום – לחוש את העולם ולמדוד אותו – עבודות בקבוצות/דיון במליאה – 30 דק'

- בהתנסות זו התלמידים יחוו באמצעות כפות רגליים יחפות את הסביבה, התלמידים יניחו כף רגל אחת על משטח מוליך חום טוב כגון הרצפה וכף רגל שנייה על משטח העשוי מחומר מבודד חום כגון שטיח/מרבד. יש לוודא כי רצפה החדר נקייה ולהקפיד כי מיד בתום הפעילות התלמידים ינעלו שוב את נעליהם.
- לאחר שהתלמידים מתנסים, הם מתבקשים לענות על השאלות [בדף העבודה מספר 2](#). בשאלות הם ישערו מהי הטמפרטורה של כל גוף: השטיח/המרבד והרצפה.
- לאחר מכן, התלמידים יתבקשו למדוד את הטמפרטורה של השטיח/המרבד ושל הרצפה, לרשום את התוצאות ולענות על המשך השאלות בדף העבודה.
- **אם לתלמידים אין ניסיון קודם בשימוש עם מד טמפרטורה דיגיטלי, חשוב שהמורה תציג את הכלי ואת אופן השימוש בו באופן בהיר ככל האפשר כדי שהניסויים יניבו תוצאות מדויקות.**

המורה תוביל את הדיון במליאה באמצעות השאלות הבאות:

- האם חלק מהתוצאות הפתיעו אתכם?
- איזה סוג של חומרים מקנים תחושה דומה לזו שחשתם כשכף הרגל הייתה על השטיח/המרבד או על הרצפה?
- מה התכונות של חומרים אלו? (מבודדים או מוליכים?)
- מה קורה כשממשיים את החומרים במשך הרבה זמן? למה זה קורה?
- במהלך ההתנסות הזו הייתם עדים לתכונה שנקראת מוליכות חום – היכולת להעביר חום.
- היכולת להעביר חום משתנה מחומר לחומר.
- הטמפרטורה של כף הרגל שלכם בדרך כלל גבוהה יותר מטמפרטורת מהסביבה. חומרים שמוליכים חום טוב, כמו הרצפה מעבירים מהר את החום מכף הרגל שלכם אל הרצפה ולכן נדמה לכם שהרצפה קרה יותר.
- חומרים מבודדים חום, כגון המרבד, מעבירים לאט את החום מכף הרגל שלכם אל הרצפה ולכן נדמה לכם שהמרבד חם יותר.
- חומרים שמעבירים חום בקצב מהיר נקראים חומרים מוליכים, חומרים שמעבירים חום בקצב איטי הם חומרים מבודדים.
- יש לאפשר לתלמידים להתנסות בהסבר התופעה כפי שמופיעה [בדף עבודה מספר 2](#). במידה ויתקשו להסביר מדוע יש הבדל בתחושה בין המרבד לרצפה אך אין הבדל בטמפרטורה כפי שמורה מד הטמפרטורה, המורה תכוון אותם להבנת התופעה.
- זה הזמן לשאול את התלמידים מהי הטמפרטורה של כל החפצים בחדר?

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

2.2 פתיחה: מה קורה לבובת השלג? – עבודה בקבוצות/דיון במליאה – 45 דק'

מעלים השערות

- בשלב זה המורה תציג את תמונת בובת השלג במקרן כפתיח לשיעור. במידה ולא קיים מקרן יש להכין לתלמידים תמונה מודפסת.
- התמונה מציגה בובת שלג עם קומיקס המתאר שיח בין תלמידים כמענה על השאלה: האם וכיצד ישפיע המעיל על (קצב) ההתכה של בובת השלג?
- המורה תפנה את תשומת לב התלמידים לטמפרטורת הסביבה
- המורה תבקש מהתלמידים להתבונן בתמונה ולשער באיזה מצב בובת השלג תותך מהר יותר.
- המורה תבקש מהתלמידים לנסח את השערותם ולנמקה
- בחלק א' של דף עבודה מספר 3.



- אם התלמידים טרם למדו את אופן הניסוח של השערה מדעית, במהלך הוראת מדע וטכנולוגיה, זה הזמן ללמד זאת באופן מפורש. ניתן להיעזר בתבניות לניסוח השערה הנמצאות בתלקיט החקר המדעי.
- המורה תבקש מהתלמידים לנמק באמצעות מונחים מדעיים ולא באמצעות מונחים מחיי יום יום.

בשלב זה של הפעילות המורה תאפשר לתלמידים להציג את תשובותיהם אך לא תתייחס לתשובות נכונות או שגויות. תשובות אפשריות של התלמידים יהיו:

- בובת השלג עם המעיל תותך לאט יותר כי המעיל/החומר המבודד שומר את ה"קור" בפנים – בתוך בובת השלג.
- בובת השלג עם המעיל תותך לאט יותר כי המעיל/החומר המבודד מונע מהחום לחדור פנימה אל בובת השלג.
- בובת השלג עם המעיל תותך מהר יותר כי המעיל/החומר המבודד מחמם את בובת השלג ולכן היא תותך מהר יותר.
- שתי הבובות יותכו באותו זמן כי טמפרטורת ההיתוך של השלג קבועה לכן לא תושפע מהמעיל / החומר.

הצעות למורה:

- לא לדון בתשובה הנכונה מבין כל התשובות המוצעות אלא לרשום אותן ולהמתין לסיום הפעילות כדי להחליט. ברישום, יש להקפיד לרשום את שמות חברי הקבוצה, את ההשערה כולל הנימוק ולהדגיש כל הזמן שבשלב זה אנחנו מעלים השערות.
- יש להניח שחלק מהתלמידים ישערו שבובת השלג עם המעיל תותך מהר יותר וזאת על סמך ניסיונם, שכאשר קר הם לובשים מעיל כדי להתחמם. למעשה, הם אינם תופסים שהחום שמפיק גופנו נשמר בפנים בעזרת חומר מבודד שמעכב את מעבר החום לסביבה החיצונית, אלא הם תופסים שהמעיל מונע או מעכב את מעבר "הקור" מהסביבה לגוף ובכך הוא גורם לשמירה על טמפרטורת הגוף ואף להתחממות הגוף.
- לכן בשלב זה מומלץ לא להציג בפני התלמידים את העקרונות הבאים:
- מעבר חום בין שני גופים צמודים יתרחש תמיד מגוף בעל טמפרטורה גבוהה לגוף בעל טמפרטורה נמוכה עד אשר משתווה הטמפרטורה של שני הגופים. במקרה של בובת השלג, הבובה היא בעלת טמפרטורה נמוכה יותר בהשוואה לסביבה שבה היא נמצאת. לכן יש צורך למנוע מהחום של הסביבה להתיך את בובת השלג. ככל שהפרש הטמפרטורות בין הפנים (בובת השלג) לחוץ (הסביבה) גדול יותר, מעבר החום מהסביבה החמה אל בובת "הקרה" יהיה מהיר יותר והיא תותך מהר יותר.
- אם הטמפרטורה בחוץ זהה לזו של בובת השלג (0 מעלות או פחות), המעיל לא משנה דבר.
- בדיון עם התלמידים יעלה המושג בידוד חום. חשוב לדון איתם, למה אנחנו רוצים לשמור על חפץ "חם" או "קר"?

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

א. לומדים על עיקרון הולכת חום

- בשלב זה המורה תציג בפני התלמידים אחת מההתנסויות המוצעות במסמך התנסויות מרכזיות, בנושא הולכת חום (התנסות 2 א') בהדגמה, או תשתמש בערכה (כגון ערכת המוטות וגושי הפלסטלינה) המציגה את עיקרון הולכת החום בחומרים שונים.
- המורה תבהיר שההדגמה מדגימה עיקרון מדעי העומד בבסיס השערתם לגבי התכת בובת השלג.
- במידה ולא קיימת ערכה לביצוע ההדמיה, ניתן להשתמש בסרטון הבא במקום ההדגמה.

³<https://www.youtube.com/watch?v=Sdpcj>

המורה תבקש מהתלמידים לצפות בהדגמה או בסרט ותציג בפני התלמידים את השאלות הבאות בדיון במליאה:

- מהו העיקרון המדעי שהודגם בהדגמה?
- מהו כיוון מעבר החום?
- מדוע לא נפלו כל המקלות / גושי הפלסטלינה באותו זמן?
- האם כל החומרים שהשתמשו בהדגמה/סרט מוליכי חום באותה מידה?
- האם ההדגמה/סרט גרמה לכם לחשוב אחרת לגבי מי מבובות השלג תותך מהר יותר?
- בסיום ההדגמה/צפייה בסרט, המורה תבקש מהתלמידים לחזור אל השערותיהם ולשנות אותן אם יש צורך בכך מבלי להציג עדין מהי ההשערה הנכונה.
- המורה תכוון את התלמידים שכדי לקבוע איזה חומר מעכב את ההתכה בצורה הטובה ביותר יש צורך להשוות בין החומרים על סמך מדידות מדויקות.
- בשלב זה יתחילו התלמידים לבצע את חלק ב של [דף עבודה מס' 3](#)
- המורה תכוון את התלמידים שכדי לענות על השאלה באיזה מצב בובת השלג תותך מהר יותר, יש לבצע ניסוי מדעי מבוקר כדי להשוות בין מצב המדמה בובת שלג עם מעיל ובובת שלג ללא מעיל.

³ יש להשתמש בגוגל כרום לפתיחת הסרט

⁴ עמוד זה מכיל קישורים לאתרים חיצוניים שאינם אתרי משרד החינוך. תוכן האתרים החיצוניים לאתר המשרד, לרבות הפרסומות הכלולות בו, הינו באחריות בעלי האתרים ואינו באחריות משרד החינוך

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

2.3 מתנסים – כיצד ניתן לעכב את התכתה של קוביית קרח? – פעילות בקבוצות – 90 דקות

בפעילות הבאה ינסו התלמידים לעכב את ההתכה של קוביית קרח.
המורה תבהיר לתלמידים את מטרת הפעילות ברמת הקבוצה ואת מטרת הפעילות ברמת הכיתה.
המורה תבקש מן התלמידים לבצע את [חלק ב' בדף עבודה מס' 3](#).

- המורה תבקש מכל קבוצת תלמידים לבחור בחומר אחד שעל פי הבנתם יעכב את התכת קוביית הקרח.
- המורה תדגיש בפני התלמידים שעומדים לרשותם חומרים בעלי אותו עובי פחות או יותר.
- התלמידים יכתבו את תכנון הניסוי ויבקשו את אישור המורה להתחיל בביצוע הניסוי.

לפני הפעילות המורה תדגיש במפורש את:

מטרת הפעילות ברמת הקבוצה:

- לתכנן ולבצע ניסוי מבוקר כדי להשוות את מידת השפעת ה"מעיל" על התכת הקובייה.
- למדוד כיצד השימוש בחומר שהם בוחרים עשוי להשפיע את התכת הקובייה.
- להסביר את התוצאות במונחים מדעיים: הולכת חום, מעבר חום.

מטרת הפעילות ברמת הכיתה:

- לדרג את החומרים ששימשו את התלמידים בקבוצות השונות לפי מידת הבידוד התרמי ולקבוע איזה חומר הוא מבודד החום הטוב ביותר. (החומר המעכב ביותר את התכת הקובייה)

המורה תדגיש לתלמידים כי:

- הם יכולים להשתמש בחומר אחד בלבד ממבחר החומרים הנמצאים בהישג ידם בתוך הכיתה.
- הם יכולים לנסות כל דרך שהם מוצאים לנכון (פרט לתא הקפאה)

למורה- נקודות חשובות שיש לשים אליהם לב בשלב תכנון הניסוי:

- חשוב מאוד לגשת לביצוע הניסוי רק לאחר תכנון מלא ושלם של הניסוי.
- תכנון הניסוי יערך בקבוצות ורק לאחר אישור התכנון ע"י המורה ניתן לגשת לביצוע.
- בזמן תכנון הניסוי בקבוצות, יש לכוון לכך שכל קבוצה רשאית לבחור את החומר שהיא מעוניינת לבדוק את השפעתו. על כן, בפני התלמידים יוצעו מספר חומרים שונים, בעלי עובי דומה, והתלמידים רשאים להשתמש בכל אחד מתוכם או בכל חומר אחר הנמצא ברשותם.
- חשוב לכוון לכך שמדידת הגורם המושפע תהיה מדויקת וניתנת להשוואה בין קוביות הקרח השונות. הגורם שיהיה מדויק ביותר למדידה הוא מסת הקובייה לפני ההתכה ואחריה.
- חשוב להדגיש שקוביות הקרח אינן זהות מבחינת המסה והממדים שלהם.
- חשוב להעלות עם התלמידים את עניין אי הדיוק שעלול לנבוע ממסות התחלתיות שונות של הקוביות, מה שמחייב חישוב אחוזי השינויים במסה בכל קבוצה.
- למען הצלחת הניסוי מומלץ להשתמש במאזניים אלקטרוניים. רצוי לאזן את המאזניים עם צלחת פטרי, להניח על צלחות פטרי את קוביות הקרח ולהעביר אותן לשקילה באמצעות מלקטת. במידה ועל הצלחת נותרו טיפות מים רצוי לספוג אותן באמצעות נייר סופג.
- על מנת שבחירת זמן המדידה תהיה מושכלת ורלוונטית, המורה תניח קוביית קרח בתוך צלחת תוך כדי הדיון ותמדוד את הזמן שייקח עד להתכה מוחלטת שלה בתנאי טמפרטורת החדר וללא התערבות.
- ניתן להניח שהתלמידים יציעו גם את מדידת הנפח של הקוביות לפני ואחרי הטיפול. חשוב לדון עם התלמידים בקושי במדידת הנפח של הקובייה במיוחד אם היא ללא צורה הנדסית מוגדרת ושהיא עלולה להיות מותכת תוך כדי הניסיון למדוד את נפחה.
- חשוב לכוון בשיח עם התלמידים בקבוצות לחשיבות הבדיקה באמצעות שתי קוביות קרח לשם השוואה ובקרה, אחת יבוצע עליה טיפול והשנייה ללא התערבות.

משרד החינוך

המזכירות הפדגוגית

אגף מדעים

הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

- ניתן להניח שחלק מהתלמידים יעלו את הרעיון של השוואת הזמן שייקח לקוביות הקרח עם הטיפולים השונים עד שיתכוו כולן. על המורה, לדון עם התלמידים ביתרונות וחסרונות השיטה ובמיוחד אם קוביות הקרח לא זהות לחלוטין בממדיהן. לכן, מומלץ לכוון את התלמידים לקבוע זמן מדידה קבוע לכל הקבוצות.

ביצוע הניסוי בהתאם לדף העבודה מספר 3

דיון במליאה לאחר הניסוי

- המורה תרכז על הלוח את תוצאות הניסוי של הקבוצות השונות בטבלה שיתופית שבה שתי עמודות: עמודה אחת תייצג את שם החומר בו נעשה שימוש לעיכוב התכת הקובייה והעמודה השנייה תייצג את השינוי במסת הקובייה באחוזים. הנתונים בטבלה יוצגו בסדר יורד כשבראש הרשימה יופיע החומר המבודד חום באופן הטוב ביותר. התוצאות שיתקבלו יהיו שונות בהתאם לחומרים שבהם בחרו התלמידים להשתמש כדי לעכב את מעבר החום ו"להגן" על קוביות הקרח שלהם.
- תלמידים שבחרו להניח את קוביית הקרח שלהם על השולחן יגלו שהקובייה שלהם ניתכת (מפשירה) לאט יותר מקוביית קרח שהונחה במים, אך מהר יותר מקובייה העטופה 'במעיל'. מים הם מוליך חום טוב (חומר מבודד גרוע), בעוד אוויר הוא מוליך חום גרוע (חומר מבודד מוצלח).
- על סמך התוצאות בכיתה, המורה תשאל מהו החומר הטוב ביותר מבין החומרים ומהי הדרך הטובה ביותר לעכב את ההתכה של קוביית הקרח.

כאן המקום לחזור שוב להשערות התלמידים בנושא בובת השלג ולשאול את התלמידים האם תוצאות הניסוי תומכות בהשערותם לגבי בובת השלג או אם תוצאות הניסוי שינו את השערותם ומדוע.

- מה משותף לחומרים המעכבים את התכת קוביית הקרח וחומרים אחרים המזרזים את התכתה ?
- כאן המקום לשאול את התלמידים על שימושים בחיים כגון צינורות שונות לשם שמירת החום של מזונות ומנגד למנוע את התחממותם.
- בדיון זה השיח עם התלמידים יתבצע עדין בשפת המקור ולא בשפת המיקרו.
- בשלב האחרון המורה תקשר בין התוצאות שהתקבלו לבין הדרישות מהסוליה והפתרונות האפשריים.

2.4 מעבר החום בהיבט החלקיקי - 45 דקות

- המורה תזכיר לתלמידים בדיון במליאה את מבנה החומר, התנועה המתמדת של החלקיקים והטמפרטורה כביטוי לממוצע התנועה הקינטית של חלקיקי החומר.

המורה תבקש הסבר ברמת מודל החלקיקים למעבר החום ותפנה את התלמידים [לדף עבודה מספר 4](#).

בסוף פעילות זו, יוצג לתלמידים ההסבר החלקיקי לתופעה של הולכת חום במוצק והקשר בין המבנה החלקיקי של החומר לבין מעבר החום.

ניתן להסתייע בהדמיות הבאות להמחשת מעבר החום ברמת החלקיקים:

⁵ <http://www.passmyexams.co.uk/GCSE/physics/conduction-heat-transfer.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=pRnURDqfByE>

https://www.youtube.com/watch?v=w_lbPRNZ6ho

- בכל ההדמיות, חשוב לעמוד על ההבדלים בין המציאות לבין המצב המוצג בהדמיה ובמיוחד להתייחס לשינוי בצבע החלקיקים כתוצאה מהחימום.

⁵ עמוד זה מכיל קישורים לאתרים חיצוניים שאינם אתרי משרד החינוך. תוכן האתרים החיצוניים לאתר המשרד, לרבות הפרסומות הכלולות בו, הינו באחריות בעלי האתרים ואינו באחריות משרד החינוך

משרד החינוך

המזכירות הפדגוגית

אגף מדעים

הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

2.5 כיצד "מגן" עלינו המעיל בימי החורף "הקרים" כשהטמפרטורה בחוץ נמוכה? - 60 דקות

- בפעילות הבאה התלמידים יכירו את אחד המאפיינים של חומר מבודד חום - האוויר הכלוא שבתוכו.
- המורה תקשר בין תוצאות הניסויים בפעילות הקודמת עם מאפייני החומרים שנבדקו והתגלו כמבודדים הטובים ביותר.
- המורה תפנה את התלמידים לקטע המידע הנמצא בדף העבודה. המידע עוסק בבידוד תרמי בבעלי חיים המבוסס על אוויר כלוא בפרווה או בין הנוצות.
- בסיום הקריאה, התלמידים יתבקשו לענות על השאלות שבדף עבודה מספר 5 ולקשר את המידע שקראו עם תוצאות הניסויים ועם פתרונות טכנולוגיים השימושיים בחיי יום יום, כגון שמיכות, מעילים ועוד.
- לאחר שהתלמידים עונים על דף עבודה מספר 5, יש להזכיר לתלמידים ש'מעיל' טוב לקוביית הקרח העשוי מחומר מבודד המכיל כמות גדולה של אוויר דומם (לדוגמה, קלקר או גרב צמר ישנה), עיכב את התכת הקובייה בצורה הטובה ביותר.

ביומימיקרי – הוא תחום הרואה בטבע מאגר של רעיונות ומבקש לחקות אותם או לקבל מהם השראה לפתרון בעיות אנושיות. החוקרים העוסקים בתחום דעת זה שואלים את השאלה: מה ניתן ללמוד מן הטבע בכדי לפתור סוגיות טכנולוגיות הנדסיות וסביבתיות? הם שואפים לסגל תפיסת עולם שאינה שואלת: כיצד אנחנו יכולים להשתמש בטבע? אלא: מה אנו יכולים ללמוד מהטבע?

הטקסט המדעי

בעלי חיים באזור הקטבים מתמודדים עם הצורך לשמור על טמפרטורת גופם. הפער בין טמפרטורת הסביבה, שיכולה לרדת למינוס 40 מעלות צלסיוס, לבין טמפרטורת הגוף גדול מאוד.

אחת הדרכים לשמירה על חום הגוף בבעלי חיים באזור הקטבים היא כסות הגוף. גופו וכפות רגליו של דב הקוטב מכוסים בפרווה, גופה של האדריית שחורת הכיפה מכוסה בשתי שכבות של נוצות. בשני המקרים **האוויר הכלוא** משמש כחומר מבודד המונע איבוד חום מגופם.

אוויר כלוא הוא אוויר הנמצא בחללים קטנים שבהם תנועת האוויר מוגבלת. מהו סוד הפרווה של דוב הקוטב? הפרווה של דב הקוטב לוכדת היטב אוויר שהוא חומר מבודד מצוין. הפרווה מורכבת משתי שכבות: שכבה תחתונה של שיערות קצרות המיטיבות ללכוד את האוויר ביניהן, ופרוות מגן המורכבת משערות צינוריות ארוכות, שאינן מניחות לאוויר להימלט מהשכבה התחתונה. מאחר והשערות חלולות, גם הן מלאות אוויר.

גופה של האדריית שחורת הכיפה מכוסה בשתי שכבות של נוצות: פלומה ונוצות מתאר. הפלומה מבודדת היטב מפני שהיא לוכדת את האוויר, היא קלה מאוד ובעלת נפח. כשטמפרטורת הסביבה נמוכה, "קר", האדריית יכולה לנפח את שכבת הפלומה. הדבר מוביל ללכידה של אוויר רב יותר בשכבת הפלומה ומסייע לאדריית לשמור על טמפרטורת גופה.

- חשוב להציג בפני התלמידים שמעבר החום דרך האוויר מבוצע בהסעה.
- זה הזמן לעמוד על ההבדל בין דרכי מעבר החום: הולכה והסעה גם בהיבט החלקיקי.
- בדיון גם ישוחחו על האופן שבו פעל 'המעיל' כחומר מבודד המונע את התכתה של בובת השלג.
- זה המקום להתייחס לתשובות התלמידים בפעילות בובת השלג.
- שוחחו על הפתרון ועל האופן שבו פועל "המעיל" כחומר המונע את התכתה של בובת השלג.
- התייחסו גם לשאלה מה היה קורה לבובת השלג אילו הטמפרטורה שלה הייתה זהה לטמפרטורת האוויר שבסביבה?
- העלו את השאלה: האם תוצאות הניסויים והעקרונות המדעיים שנלמדו מסייעים להם בהגדרת הדרישות מהסוליה? האם הם פותחים בפניהם אפשרויות נוספות לגבי הפתרונות האפשריים?

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה
פרק 3 – העלאת רעיונות ובחירת הפתרון

משך הפרק: שיעור 1

מטרות:



- התלמידים יקבעו קריטריונים מדידים לכל דרישה.
- התלמידים יציעו פתרונות אפשריים לבעיה.
- התלמידים ילמדו לתאר או לשרטט את הרעיונות שלהם **בדף עבודה**.
- התלמידים יבחרו פתרון מועדף מבין מספר רעיונות שהציעו וינמקו את בחירתם.
- התלמידים ילמדו לעבוד כצוות ויחלקו ביניהם תפקידים.

ציוד וחומרים



- דף עבודה מספר 6

אופן העבודה בכיתה:



דיון קבוצתי
דיון במליאה

הכנות:

- שכפול דף עבודה מספר 6

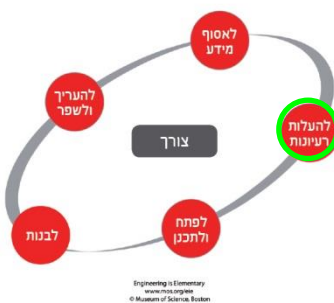
רעיונות מרכזיים



- בכדי שהערכת המוצר על פי הדרישות תהיה אובייקטיבית יש צורך לקבוע קריטריונים מדידים לכל דרישה.
- שלב העלאת הרעיונות לפתרונות טכנולוגיים לבעיה הוא שלב חשוב וחיוני בתהליך התיכון ההנדסי.
- בחינת היתרונות והחסרונות של כל פתרון נעשית בהתאם לדרישות ולאימוצים.
- הבחירה של הפתרון המועדף מנומקת ומתייחסת לדרישות מהמוצר.

תקציר הפרק:

בפרק זה התלמידים קובעים קריטריונים מדידים עבור כל דרישה. כמו כן, ישתמשו בעקרונות המדעיים שלמדו על מנת להציע פתרונות אפשריים, בוחנים את היתרונות והחסרונות של כל פתרון ובחרים את הפתרון המועדף.



משרד החינוך

המזכירות הפדגוגית

אגף מדעים

הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

3.1 פעילות – קביעת קריטריונים מדידים להערכת המוצר על פי הדרישות ההכרחיות – 60 דקות (דף עבודה מספר 6)

- מטרת הפעילות היא לקבוע קריטריונים מדידים להערכת מידת העמידות של המוצר בדרישות השונות, שיאפשרו השוואה בין הסוליות השונות בסוף התהליך, וכך ניתן יהיה להעריך את תפקודן של הסוליות.
- הפעילות תבוצע באמצעות דיון קבוצתי וסיכום בדיון כיתתי במליאה ולהציג בפניהם את הטבלה הבאה.
- בשלב זה של הפעילות אין צורך לפרט את שלב ההערכה ודרך מתן הניקוד, התייחסות מפורטת תהיה בשלב ההערכה.
- יובהר לתלמידים כי לאחר שלמדו על עקרונות מדעיים חשוב לחזור לדרישות שרשמו בפעילות הראשונה ולשאול את עצמם: כיצד נדע להעריך אם הסוליה אכן עומדת בדרישה זו או אחרת? כיצד נוכל לקבוע אם סוליה אחת עומדת בצורה טובה יותר באחת הדרישות אך פחות טוב בדרישה אחרת?
- חשוב לעבור על כל הדרישות שנקבעו ולקבוע עבור כל אחת מהן קריטריונים מדידים.

דרישה הכרחית	קריטריונים מדידים
1. עמידות בהליכה	אין מתפרקות לאחר הליכה של 10 מטר
2. עובי הסוליה	עובי הסוליה לא יעלה על 2 ס"מ
3. מבנה הסוליה	בסיום שלב הסוליה צריכה להיות כרכיב אחד (להשתמש בתפירה או הדבקה)
4. מבודדת חום- שומרת על טמפרטורת כף הרגל	השינוי בטמפרטורת כף הרגל לאחר 3 דקות של דריכה על "קרחום".
5. אטומה למים	להדביק נייר סינון על הצד העליון של הסוליה באמצעות סלוטייפ ולהניח את הסוליה בתוך כלי (תבנית רחבה) ובתוכו מים בגובה של 1 ס"מ ולהמתין 3 דקות.
6. בטוחות להליכה על השלג - מונעות החלקה	לחבר באמצעות גומיות משקולת של 400 גרם למרכז הסוליה או שתי משקולות של 200 גרם, להניח את הסוליה בקצה העליון של משטח משופע (שהכין המורה), לשחרר את הסוליה מבלי לדחוף אותה ולמדוד את המרחק שהסוליה עוברת במשטח האופקי.
7. נוחות	דירוג הנוחיות בסולם הנע בין 1-4, כאשר 1 היא הדרגה הנמוכה ביותר ו-4 היא הדרגה המציינת את הסוליה הנוחה ביותר. הבדיקה של הנוחיות תיעשה ע"י עמיתים משתי קבוצות עבודה אחרות.

- חשוב להבהיר לתלמידים שהסוליה שתזכה בניקוד הגבוה ביותר היא זו שתזכה בתחרות.

3.2 העלאת רעיונות ובחירת הפתרון הנבחר לסוליה

המשך דף עבודה מספר 6

- מטלה זו משמשת כמטלת הכנה לקראת שלב הבנייה.
- פירוט המטלה נמצא **בדף עבודה 6** מומלץ שהמורה תתייחס בכיתה לתוכן המטלה.
- מומלץ לעודד את חברי הקבוצה להציע לפחות שני פתרונות אפשריים לבעיה ולנמק מהו הפתרון הנבחר בהתייחסות לדרישות ולקריטריונים מדידים שנקבעו.
- חשוב לעודד את התלמידים לעבוד כצוות ולחלק ביניהם את התפקידים.
- לקבוצות שלא הספיקו להגיע לשלב בחירת הפתרון במהלך השיעור בכיתה מומלץ להוסיף שלב זה **למטלת הבית** המוצגת בשלב א' של דף עבודה מספר 7.

פרק 4 – כאן בונים! תכנון ובנייה של סוליות נעליים המעכבות את מעבר החום

משך השיעור: שיעור 1



מטרות:

- התלמידים יתכננו תכנית עבודה המתייחסת לכלים, חומרים, סדר פעולות ותרשים לבניית אב טיפוס
- התלמידים יתכננו את המוצר בהקשר למידע שרכשו ובהתאם לדרישות ולקריטריונים מדידים
- התלמידים יבנו את המוצר בהתאם לדרישות שנקבעו

ציוד וחומרים (ל 30 תלמידים):



- ☐ על התלמידים להביא את החומרים הנדרשים לבניית הסוליה שלהם כולל חומרי הדבקה ותפירה.

הכנות לפני השיעור:

אופן העבודה בכיתה:



- עבודה בקבוצות: מטלת בית ובכיתה
- דיון בכיתה
- להדפיס את דף העבודה מספר 7

תקציר הפרק



בפרק הנוכחי התלמידים יתנסו בהכנת תוכנית עבודה שתכיל תרשים המתייחס למידות ולרכיבי המוצר, רשימת חומרים וכלים דרושים, וסדר פעולות הבנייה. כמו כן, הם יתנסו בבניית הפתרון הטכנולוגי הנבחר על פי תוכנית העבודה שתוכננה והוגשה למורה לאישור. שלב זה הוא שלב הבנייה בתהליך התיכון ההנדסי.



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

4.1 שלב התכנון – עבודה בקבוצות (מטלת בית)

- בשלב זה התלמידים יעבדו בקבוצות כדי לפתח תוכנית עבודה לבניית הפתרון שבחרו.
- התלמידים יגישו למורה את תוכנית העבודה ויקבלו אישור לבנייה.
- תוכנית העבודה תכלול:
 - תרשים המוצר המתייחס למידות ולרכיבי המוצר
 - חומרים וכלים תוך הבהרת השיקולים לבחירתם
 - סדר פעולות הבנייה
- יש ליידע את התלמידים:
 1. ששלב התכנון יבוצע כמטלת בית ויישלח למורה לפני שלב הבנייה לאישור התוכנית. שלב התכנון ילווה בדף [עבודה מספר 7](#).
 2. באופן ההתקשרות עם המורה לשם הגשת תוכנית העבודה לאישור. במידה וקיימת תקשורת וירטואלית עם התלמידים, במייל, אתר בית ספרי, ניתן לבקש מהתלמידים לשלוח את התוכנית לעיון המורה ואישורו לפני תחילת שלב הבנייה בכיתה. במידה ולא קיימת אפשרות זו, יש לבקש מהתלמידים להביא את תוכנית העבודה לכיתה ליום שייקבע לשלב הבנייה.
 3. יש לבקש מהתלמידים להביא את החומרים הדרושים לבניית הפתרון במועד שייקבע לשלב הבנייה.

4.2 שלב הבנייה – עבודה בקבוצות – 60 דקות

- יש ליידע את התלמידים שמשך הזמן שיוקצה לבנייה הוא 45 דקות ויבוצע בכיתה, ועל כן, קבוצות שחושבות שמשך הזמן לא יספיק להם מתבקשות לבצע חלק משלבי הבנייה בבית.
- על חברי הקבוצה להביא לכיתה ביום שנקבע לבנייה את החומרים (כולל חומרי הדבקה ותפירה) וגם הכלים הנדרשים לבניית הסוליה.
- יש לעודד את התלמידים לעבודת צוות וחלוקת תפקידים ביניהם. בהערכת שלב זה ממד זה יילקח בחשבון.

חשוב מאוד להקפיד על כללי הבטיחות בעת העיסוק בכלים ובמיוחד בכלים חדים.

פרק 5 – הערכה ושיפור המוצר

משך הפרק: 2 שיעורים



מטרות:

- התלמידים יעריכו את המוצר שלהם וישפרו אותו.
- התלמידים ילמדו את חשיבותו של שלב ההערכה כחלק בלתי נפרד מתהליך התיכון ההנדסי.
- התלמידים יתנסו בתהליך הערכת המוצר על פי הקריטריונים שנקבעו.
- התלמידים יתנסו בהערכת עמיתים וילמדו לקבל ביקורת בונה מעמיתיהם.
- התלמידים יתנסו בתהליך שיפור המוצר בהתאם לדרישות ועל סמך תוצאות הבדיקות תוך יישום עקרונות מדעיים שלמדו.
- התלמידים ירכשו את הכישורים הדרושים כדי להציג בצורה בהירה וברורה את עבודתם.

ציוד וחומרים



- | | |
|---|--|
| ☐ גומיות רחבות | ☐ סלוטייפ |
| ☐ סרגל X8 | ☐ קרחום X16 |
| ☐ משטח משופע להחלקה (קרח עץ חלק) | ☐ מד טמפרטורה דיגיטלי X16 |
| ☐ משקולות של 200 או 400 גרם | ☐ נייר סינון |
| ☐ שקיות פלסטיק בינוניות | ☐ דף עבודה מספר 8 |
| ☐ מגשים גדולים | |

אופן העבודה בכיתה:



עבודה בקבוצות

הכנות:

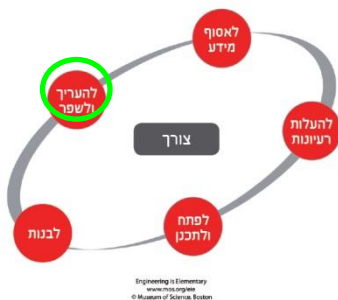
- לסמן על הרצפה מרחק של : 3, 7, 10 מטר.
- להקפיא קרחומים
- לקבע משטח משופע בזווית קבועה
- להכין טבלאות שיתופיות לאיסוף נתונים כיתתיים
- לשכפל דף עבודה מספר 8

רעיונות מרכזיים:

- הערכת המוצר או הדגם (הסוליה) תתבצע על פי קריטריונים שנקבעו.
- על סמך ההערכה יש להסיק מסקנות ולהציע שיפורים למוצר.

תקציר הפרק

בפרק זה כל קבוצה תעריך את הפתרון שבחרה האם הוא עונה לדרישות על פי הקריטריונים המדידים. כל קבוצה תבדוק ותנקד את כל הקריטריונים ותדווח למורה. התלמידים ישפרו את הסוליה שבנו בהתאם לממצאי ההערכה.



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

תהליך הערכת הסוליה

בשלב זה התלמידים יעריכו את הסוליה שבנו לפי הקריטריונים שנקבעו ויתנו ניקוד בהתאם למופיע בטבלה.

- דף **עבודה מספר 8** ילווה שלב זה של תהליך הערכת הפתרון
- לפניכם טבלה המפרטת את הניקוד לכל אחד מהקריטריונים המדידים.
- לכל קריטריון הוגדרו 4 רמות בין 0-3 נקודות.
- הטבלה תופיע בדף העבודה לתלמיד כסיכום הניקוד לתהליך הערכת הסוליה.

הניקוד לעמידה בדרישה				קריטריונים מדידים	דרישה הכרחית
3	2	1	0		
לא מתפרקות	מתפרקות אחרי 7 מטר	מתפרקות אחרי 3 מטר	מתפרקות בפחות מ-3 מטר	אינן מתפרקות לאחר הליכה של 10 מטר	1. עמידות בהליכה
עד 1 ס"מ	1-1.5 ס"מ	1.5-2 ס"מ	מעל 2 ס"מ	עובי הסוליה לא יעלה על 2 ס"מ	2. עובי הסוליה
רכיב אחד	2 רכיבים	3 רכיבים	מעל 3 רכיבים	בסיום שלב הסוליה צריכה להיות כרכיב אחד (להשתמש בתפירה או הדבקה)	3. מבנה הסוליה
השינוי נופל בטווח הקטן ביותר	השינוי נופל בטווח השני	השינוי נופל בטווח השלישי	השינוי נופל בטווח הגדול ביותר	השינוי בטמפרטורת כף הרגל לאחר 3 דקות של דריכה על קרחום.	4. מבודדת חום- שומרת על "חום" טמפרטורת כף הרגל
המרחק הממוצע הנופל בטווח הארוך ביותר	המרחק הממוצע הנופל בטווח השלישי	המרחק הממוצע הנופל בטווח השני	המרחק הממוצע הנופל בטווח הקצר ביותר	לחבר באמצעות גומיות משקולת של 400 גרם למרכז הסוליה או שתי משקולות של 200 גרם, להניח את הסוליה בקצה העליון של משטח משופע (שהכין המורה), לשחרר את הסוליה מבלי לדחוף אותה ולמדוד את המרחק שהסוליה עוברת במשטח האופקי.	5. בטוחות להליכה על השלג - מונעות החלקה
דרגה 4	דרגה 3	דרגה 2	דרגה 1	דירוג הנוחיות בסולם הנע בין 1-4, כאשר 1 היא הדרגה הנמוכה ביותר ו-4 היא הדרגה המציינת את הסוליה הנוחה ביותר. הבדיקה של הנוחיות תיעשה ע"י עמיתים משתי קבוצות עבודה אחרות.	6. נוחות
הנייר נרטב אחרי 3 דקות	הנייר נרטב אחרי 2 דקות	הנייר נרטב אחרי דקה	הנייר נרטב בטווח של דקה	להדביק נייר סינון על הצד העליון של הסוליה באמצעות סלוטייפ ולהניח את הסוליה בתוך כלי (תבנית רחבה) ובתוכו מים בגובה של 0.5 ס"מ ולהמתין 3 דקות.	7. אטומה למים

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

הערכת הקריטריון הראשון – עמידות הסוליה להליכה

- התלמידים יחברו את הסוליה לכף הרגל באמצעות שתי גומיות רחבות, וילכו עם הסוליה למרחק של 10 מטר במקום שסומנו בו המרחקים 3, 7, ו-10 מטר והוא יועד לכך.
- כל סוליה שמתפרקת במהלך בדיקת העמידות להליכה, הם יקבלו ניקוד בהתאם למרחק שהיא עברה ויופנו לשיפור הסוליה.
- רק לאחר שיפור הסוליה הקבוצה תמשיך בשאר הבדיקות להערכת הסוליה.

הערכת הקריטריון השני – עובי הסוליה

- כל קבוצה תבדוק את העובי של הסוליה שהיא בנתה ותרשום את תוצאות המדידה ואת הניקוד המתאים בדף העבודה.

הערכת הקריטריון השלישי – מבנה הסוליה

- כל קבוצה תבדוק את מבנה הסוליה שהיא בנתה ותרשום את מספר הרכיבים המרכיבים אותה בדף העבודה.

הערכת הקריטריון הרביעי – שמירה על חום הרגל

- לבדיקה זו יש להצטייד מראש בשני קרחומים לכל קבוצה.
- אם אין בבית הספר מספיק קרחומים לכל הקבוצות יש לבקש מהתלמידים להביא מהבית יום לפני השיעור ולשמור במקפיא עד השיעור.
- **בדיקה זו תתבצע בישיבה בלבד, אין לדרוך על הקרחומים בהליכה כדי למנוע החלקה.**
יש להבהיר זאת מראש לתלמידים ולהקפיד על כלל זה.
- חשוב להבהיר לתלמידים את דרך המדידה לפני שהם מתחילים בביצוע.
- חשוב להדגיש לתלמידים שבשלב זה עבודת הצוות הינה חיונית להצלחת המדידות וכל חברי הקבוצה נדרשים לסייע.
- התלמידים מתבקשים בשלב זה לבדוק את השינויים המתרחשים בטמפרטורת שתי כפות הרגלים שלהם כאשר הסוליה / הפתרון שהם תכננו מפרידה בין כף רגלם לבין קרחום עם גרביים.
- גם בניסוי זה, חשוב מאוד לדון עם התלמידים לגבי הבקרה שבמקרה זה תהיה מדידת הטמפרטורה של כף הרגל השנייה המונחת על הקרחום **ללא סוליה** למשך 3 דקות.
- **שלבי העבודה:**

- יש להצמיד את קצה מד הטמפרטורה לחלק התחתון של כל אחת מכפות הרגליים **מתחת לגרב (מד הטמפרטורה צריך להיות בין הגרב לכף הרגל).**
- להלביש מעל הגרב בכל אחת מכפות הרגליים שקית פלסטיק
- יש למדוד את הטמפרטורה ההתחלתית של כל אחת מכפות הרגליים ולרשום במקום המתאים בטבלה.
- להניח את שתי כפות הרגליים על הקרחומים.
- להשאיר את מד הטמפרטורה במקומו במשך שלוש דקות ולמדוד שוב את הטמפרטורה של שתי כפות הרגליים ולרשום.
- לחשב את הפרשי הטמפרטורה בכל אחת מכפות הרגליים
- להלן טבלה קבוצתית מוצעת לאיסוף הנתונים.

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

הטמפרטורה הטיפול	טמפרטורה התחלתית (°C)	הטמפרטורה אחרי 3 דקות (°C)	הפרש הטמפרטורה בין שתי המדידות (°C)
כף הרגל עם הסוליה			
כף הרגל ללא סוליה			

- ניתן להכין טבלה גוגל דוקס לאיסוף הממצאים הכיתתיים. אפשר לבחור למלא בטבלה השיתופית את שתי המדידות לכל קבוצה או את ההפרש בלבד לשתי כפות הרגליים לכל קבוצה.
- לשם מתן הניקוד המורה יסדר את עמודת הפרשי הטמפרטורה בסדר עולה או יורד ויחלק את הערכים לארבע קבוצות / טווחים, כאשר ערך שנופל בטווח המייצג את הפרשי הטמפרטורה הנמוכים ביותר יקבל 3 נקודות, וכך הלאה עד לטווח המייצג את הפרשי הטמפרטורה הגבוהים ביותר והוא יקבל 0 נקודות.

הערכת הקריטריון החמישי – בטיחות ומניעת החלקה

- בדיקה זו תבוצע ע"י מדידת המרחק שעוברת סוליה במשטח אופקי לאחר שגלשה במשטח משופע חלק שהוכן מראש.
- יש לקבע את המשקולות למרכז הסוליה.
- לשחרר את הסוליה עם המשקולות/ות מקצה המשטח המשופע ללא דחיפה.
- יש לדאוג למשטח ישר וחלק באורך הנע בין 1-0.5 מטר.
- יש לקבע את המשטח בזווית קבועה בכל המדידות. מומלץ שהזווית לא תעלה על 45°.
- תוצאות המדידות ירשמו בטבלה מסכמת. ניתן גם בטבלה שיתופית.
- לשם מתן הניקוד המורה יסדר את התוצאות (המרחקים) בסדר עולה או יורד ויחלק את הערכים לארבע קבוצות / טווחים, כאשר ערך שנופל בטווח המייצג את המרחק הקצר ביותר יקבל 0 נקודות, וכך הלאה עד לטווח המייצג את המרחק הארוך ביותר והוא יקבל 3 נקודות.

הערכת הקריטריון השישי – נוחות

- בדיקה זו תבוצע ע"י עמיתים משתי קבוצות אחרות שהמורה הגריל בדרך כלשהי, ולא ע"י חברי הקבוצה של הפתרון כדי לשמור על מהימנות, חשוב לדבר על כך עם התלמידים ולהסביר שהבדיקה חייבת להיות אובייקטיבית לחלוטין.
- נציג אחד מכל קבוצה יערוך את בדיקת הנוחות.
- הנציג ידרג את הנוחות בין 0-3, כאשר 0 מציין את הנוחות המעטה ביותר ו-3 מציין את הנוחות המרבית וימסור את הדירוג לקבוצה.

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

הערכת הקריטריון השביעי – אטימות למים

- חשוב לבצע בדיקה זו **אחרונה, לאחר ביצוע כל שאר הבדיקות**, משום שרטיבות הסוליה תמנע את ביצוע שאר הבדיקות.
- על מנת לבדוק קריטריון זה יש להכין מראש מגשים עם מים בגובה של 0.5 ס"מ.
- יש להנחות את התלמידים להדביק נייר סינון על הצד העליון של הסוליה באמצעות סלוטייפ.
- להניח את הסוליה במגש עם המים ולהמתין 3 דקות ולמדוד אם ומתי נייר הסינון הראה סימנים ראשונים של רטיבות.
- יש לדרג את התוצאות לפי הניקוד שנקבע בטבלה.

תהליך שיפור הסוליה

המשך דף עבודה מספר 8

- ניתן ואף מומלץ ששלב זה יתבצע בבית. כלומר, לבקש מהתלמידים לחשוב לעומק על הצעות לשיפורים ללקויות שהתגלו בסוליה ולהביא הנמקות להצעות. תהליך זה מאפשר חשיבה מעמיקה ומקנה לשלב זה את החשיבות הנדרשת.
 - חשוב להקדים פעילות זו בדיון כיתתי ולהציג את התוצאות הכיתתיות של המדידות שבוצעו בשלב ההערכה, בדגש על החוזקות והחולשות שבלטו בפתרונות שהוצעו. חשוב להדגיש ששיפור המוצר / הפתרון הינו שלב חשוב וחיוני ביותר בפיתוחו של כל מוצר.
 - ניתן לכוון את הדיון ולבקש מהתלמידים להתבונן התבוננות רפלקטיבית על התהליך שעברו, על החומרים שנבחרו, הכלים שהשתמשו, המבנה שבחרו, ועל עקרונות מדעיים שיכולים לעזור להתגבר על הלקות.
 - על סמך תוצאות הניקוד שמקבלת כל קבוצה לקריטריונים השונים, תציע כל קבוצה את השיפור הנדרש לסוליה ותנמק מדוע היא מציעה שיפור זה.
- לא יתקבלו שיפורים שאינם קשורים לדרישות ההכרחיות שנקבעו.**
- רק לאחר תיאור השיפורים המוצעים והנמקתם בדף העבודה ייגשו התלמידים לשיפור. לשלב זה יוקדש רבע שעה.

פרק 6 – "איך הלך לנו"? הערכה של שיטת העבודה, התהליך והתוצר המוגמר

משך הפרק: שיעור 1



מטרות:

- התלמידים ילמדו את חשיבותו של תהליך ההתבוננות הרפלקטיבי על התהליך שעברו כדרך לשיפור.
- התלמידים ירכשו את הכישורים הדרושים כדי להציג בצורה בהירה וברורה את עבודתם.
- התלמידים ילמדו להביע את דעותיהם בצורה מפורשת ומנומקת.

ציוד וחומרים
אין



הכנות לפני השיעור

אופן העבודה בכיתה:



- מקרן ומחשב מחובר למקרן

- דיון כיתתי
- עבודה בקבוצות

רעיונות מרכזיים



מהנדסים ומהנדסות אחראים ליעילות המוצר שלהם בפני החברה שעבורה הם עובדים ובפני הצרכנים, כך שמשום מצרכנים פוטנציאליים מהווה שלב חשוב כדי לבדוק את מידת שביעות הרצון מהמוצר המוגמר.

תקציר הפרק

בפרק זה יעריכו את התלמידים את התהליך שהם עברו, את מידת שיתוף הפעולה וחלוקת התפקידים ומידת תרומתה להצלחתם. הם יסכמו את תהליך התיכון ההנדסי על כל שלביו ויביעו את עמדותיהם כלפי ההתנסות החווייתית שהם עברו יחד כקבוצה.



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

6.1 הנחיות לשלב הרפלקציה - 10 דקות

- ההכנה לשלב הרפלקציה וההנחיות להכנת המצגת המסכמת יתבצע **בסיום פרק 5**.
- התלמידים יכינו את המצגת כמטלת בית לפי קריטריונים הבאים:
 - תיאור קצר של תהליך העבודה (לפי פרקים)
 - החומרים שהשתמשו בהם כולל נימוק לבחירתם
 - תמונות לתיאור המבנה של הפתרון (לפני ואחרי השיפורים)
 - תוצאות המדידות בשלב הערכת המוצר
 - השיפורים שהוצעו
 - הצלחות שהיו בתהליך
 - אתגרים
 - הצלחות והנאות
 - הידע והכישורונות שהם רכשו בתהליך
 - התייחסות לעבודת הצוות
- על המורה להבהיר את החשיבות של עבודת הצוות בהצגתה.

6.2 שלב הצגת העבודות – 35 דקות

- בחלק זה נדרש מחשב עם מקרן כדי להציג את עבודות התלמידים.
- תובהר לתלמידים חשיבות הצגת העבודות, כשלב המהווה הזדמנות אחרונה להערכה של התהליך ושל המוצר.
 - כל קבוצה תציג בקצרה (5 דקות לכל היותר) את הפתרון שלהם באמצעות המצגת.
 - המצגת צריכה לכלול לא רק הסברים קצרים על תהליך העבודה, החומרים והעיצוב, אלא גם הסברים על הדברים החשובים ביותר שהם למדו במהלך העבודה.

6.3 סיכום – דיון במליאה בהנחיית המורה – 5 דק'

- תעשה סקירה של היחידה בכללותה, ואופן יישומו של תהליך התיכון ההנדסי. זו ההזדמנות להוקיר את התלמידים על ההשקעה על תהליך הלמידה ועל התוצרים.

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

דף עבודה 1 – התבוננות בסוליות נעליים וקביעת דרישות

- קבלו מן המורה סוליה אחת. לאיזה סוג נעל היא שייכת? _____
- מהו הצורך בנעל זו? _____
- מהן הדרישות מסולית הנעל שאתם בודקים? _____
- חיתכו בזהירות חתך אורך וחתך רוחב בסוליית הנעל שקיבלתם והתבוננו בחתך.
- א. מאילו סוגי חומרים עשויה סולית הנעל? _____
- ב. תארו במילים והוסיפו תרשים של חתך אורך וחתך רוחב למבנה הסוליה (לאחר החיתוך).

התייחסו לצורה, חללים, חומרים נוספים, שכבות וחיבורים בתוך הסוליה.

- ג. כתבו כיצד הסוליה מחוברת לגוף הנעל? (דבק, תפירה, הלחמה, אחר) _____

- ד. לאחר שבחנתם את הסוליה, האם היא עונה על הצורך/ הצרכים של הנעל? סכמו בטבלה הבאה.

הצורך/ הצרכים מהנעל	כיצד הסוליה עונה על הצורך (מבנה, חומרים, חיבור..)

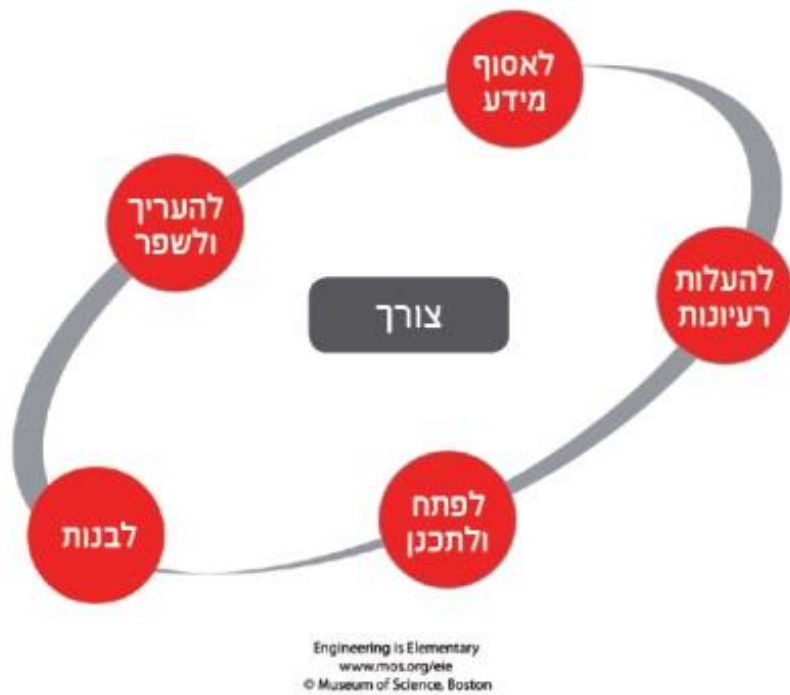
- ה. לאחר שעיינתם בסוליות מגוונות, רשמו בטבלה הבאה לפחות 4 דרישות הכרחיות מהסוליה שאתם מתכננים, כדי לאפשר לרקדנים צעידה בטוחה ויבשה בשלג.

1.	
2.	
3.	
4.	

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

שלבי תהליך התיכון ההנדסי

תהליך התיכון ההנדסי נובע מצורך אנושי ומורכב מהשלבים הבאים :
לשאול שאלות ולאסוף מידע, להעלות רעיונות, לפתח ולתכנן, לבנות להעריך ולשפר



משרד החינוך המזכירות הפדגוגית אגף מדעים הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

דף עבודה 2 – לחוש את העולם ולמדוד אותו

1. מדדו את טמפרטורת האוויר בחדר ורשמו אותה בטבלה.
2. הניחו כף רגל יחפה על הרצפה ושניה על השטיח/מרבד.
הקיפו את התשובה הנכונה בכל אחד מההיגדים הבאים:
א. האם על פי תחושתכם טמפ' הרצפה **גבוהה** / **שווה** / **נמוכה** מטמפ' האוויר שמדדתם?
ב. האם על פי תחושתכם טמפ' המרבד **גבוהה** / **שווה** / **נמוכה** מטמפ' האוויר שמדדתם?
ג.



נעלו את נעליכם לפני שאתם ממשיכים בפעילות.

3. מדדו בעזרת מד הטמפרטורה את טמפרטורת הרצפה והמרבד. רשמו את תוצאות המדידות בטבלה.

המקום הנמדד	הטמפרטורה (במעלות צלסיוס)
האוויר	
הרצפה	
המרבד	

4. האם הופתעתם מתוצאות המדידה? מדוע? _____

5. אם תמדדו את הטמפרטורה של כל החפצים בחדר, מה יהיו התוצאות?

6. **הסבירו** מדוע אנו חשים תחושות שונות כשאנו עומדים על הרצפה וכשעומדים על מרבד?
השתמשו בהסבר שלכם במונחים חומר מבודד, מעבר חום.

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

דף עבודה 3 - כיצד נמנע התכה של קוביית קרח?

חלק א' - "המעיל" ובובת השלג

1. התבוננו בתמונת בובת השלג ושערו באיזה מצב בובת השלג תותך מהר יותר?

ההשערה _____

הנימוק להשערה _____

— **בסיס הדגמת ההתנסות של הולכת חום חזרו להשערה שכתבתם ותקנו במידת הצורך.**

חלק ב' - כיצד ניתן לעכב התכה של קוביית קרח

2. עליכם לעכב את תהליך התכה קוביית הקרח.
אתם יכולים להשתמש **בחומר אחד בלבד** הנמצא ברשותכם.

כתבו באיזה חומר בחרתם להשתמש ומדוע? _____

3. תכננו ניסוי שבעזרתו תקבעו באיזו מידה החומר שהשתמשתם גרם לעיכוב בהתכה הקובייה. לרשותכם קוביות קרח בממדים דומים.

א. רשמו בטבלה הבאה את כל הגורמים הקבועים בניסוי שאתם מתכננים, ורשמו כיצד תשמרו עליהם קבועים.

ב.

הגורם הקבוע	הדרך לשמירת הגורם קבוע

ג. רשמו בטבלה הבאה את הגורמים המשתנים בניסוי, וקבעו עבור כל גורם כיצד תמדדו אותו.

הגורם	מהו הגורם	הנימוק לבחירה
משפיע		
מושפע		

4. רשמו את שלבי המדידה ובקשו את אישור המורה. התייחסו גם למדידות אשר תבצעו ולדרך רישום הממצאים.

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

5. לאחר אישור המורה, קבלו את הציוד הדרוש ובצעו את הצעתכם.

6. רשמו בטבלה הבאה את תוצאות המדידות.

שם החומר שהשתמשו בו לעיכוב התכת קוביית הקרח _____

קוביית קרח ללא טיפול	קוביית קרח עטופה / בתוך החומר _____	
		מסת הקובייה לפני הטיפול (גרם)
		מסת הקובייה לאחר _____ דקות
		השינוי במסת הקובייה באחוזים

7. למה נועדה קוביית הקרח ללא טיפול? _____

8. החום עובר מגוף שיש לו טמפרטורה גבוהה לגוף שיש לו טמפרטורה נמוכה. על פי עיקרון זה,

הקיפו את התשובות הנכונות בהיגד הבא :

החום עבר **מהסביבה / מקוביית הקרח** אל **הסביבה / קוביית הקרח**, לכן הקובייה הותכה.

9. בחרו את ההיגד שיכול להיות ההסבר המתאים ביותר לתוצאות הניסוי:

א. החומר שעטף את הקובייה עיכב את מעבר החום מהסביבה לקובייה ולכן היא הותכה לאט.

ב. החומר שעטף את הקובייה חימם אותה וגרם להתכתה מהר יותר מהקובייה ללא עטיפה.

ג. החומר שעטף את הקובייה עיכב את מעבר הקור מהקובייה לסביבה ולכן היא הותכה לאט.

ד. החומר שעטף את הקובייה זירז את מעבר החום והתיך את הקובייה העטופה מהר יותר.

10. **הסבירו** במילים שלכם את תוצאות הניסוי :

11. השתמשו במונח **מעבר חום**, כדי להגדיר מהו חומר מבודד?

12. המורה תציג על הלוח / באמצעות קובץ שיתופי את התוצאות של כל הקבוצות.

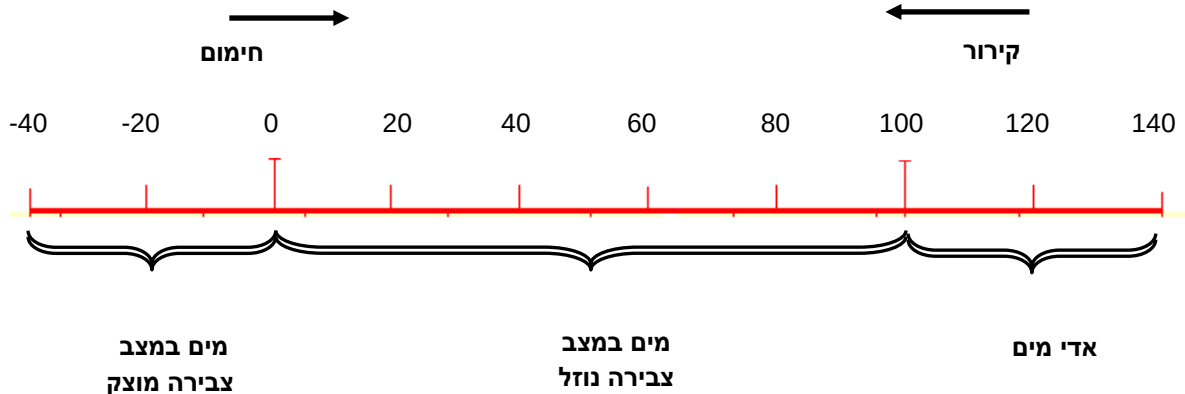
על פי התוצאות מהו החומר המבודד חום באופן הטוב ביותר? _____

13. מה משותף לכל החומרים שהתגלו כמבודדי חום טובים? _____

משרד החינוך המזכירות הפדגוגית אגף מדעים הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

דף עבודה 4- הולכת חום, תהליך ההתכה – ההסברים על פי מודל החלקיקים

1. עיינו בסרגל הטמפרטורה הבא וענו על הסעיפים א-ג.



*** סרגל הטמפרטורות הינו במעלות צלזיוס

א. תהליך הקיפאון של מים מתרחש בטמפרטורה של _____

ב. תהליך ההתכה של קרח מתרחש בטמפרטורה של _____

ג. הקיפו את האפשרות הנכונה בכל אחד מההיגדים הבאים:

1. כשתהליך ההתכה של קוביית הקרח התרחש חלקיקי המים:

קיבלו חום מהסביבה / איבדו חום לסביבה

2. כשתהליך הקיפאון של מים התרחש, חלקיקי המים:

קיבלו חום מהסביבה / איבדו חום לסביבה

מהי הולכת חום? ההסבר על פי מודל החלקיקים

– כשחלקיק של חומר הנמצא במצב צבירה מוצק מקבל תוספת של חום הוא מתחיל להתנווד מהר יותר.

– כתוצאה מהתנוודה המהירה יותר מתרחשת התנגשות בינו ובין החלקיקים הקרובים אליו.

– בזמן ההתנגשות עובר חום מהחלקיק הראשון לחלקיקים האחרים וכעת החלקיקים הסובבים אותו יתנוודו מהר יותר ויתנגשו בחלקיקים נוספים. כך נעשית הולכת החום בחומר במצב

2. אמיר טוען, שבזמן מעבר חום במוצק חלקיקי החומר משנים את מקומם ובכך החום מתפשט

במוצק. האם טענה זו נכונה? נמקד

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

3. בחיי יום-יום אנו מוצאים דוגמאות רבות למוצרים שתפקידם מבוסס על תכונות חומרים. הביאו דוגמא ל:

- א. מוצר שתפקידו מבוסס על חומר מוליך חום טוב. _____
- ב. מוצר שתפקידו מבוסס על חומר מוליך חום גרוע. _____

4. כאשר מוזגים משקה חם לכוס תרמית ובוחשים את המשקה בעזרת כפית מתכת חשים כי ידית הכפית חמה הרבה יותר מדפנות הכוס. הסבירו על פי מודל החלקיקים את הסיבה להבדל בין טמפרטורת הכפית הגבוהה יותר מטמפרטורת הכוס.

5. עומר גילתה שהתרמוס בביתה בנוי משתי שכבות של חומרים כשבין השכבות ישנו כמעט ריק מוחלט (כמעט ואין אוויר). בתרמוס ניתן לשמור על הטמפרטורה של משקאות חמים גם כשקר מאוד בחוץ. הסבירו בעזרת שפת החלקיקים כיצד שומר התרמוס על טמפי' המשקאות החמים.

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

דף עבודה 5 – הפרווה כמעיל טוב

קראו את המידע על הביומימיקרי ועל התאמת בעלי החיים למחייה בסביבה "קרה", בסביבה בה הטמפרטורות נמוכות, וענו על השאלות הבאות:

ביומימיקרי - הוא תחום הרואה בטבע מאגר של רעיונות ומבקש לחקות אותם או לקבל מהם השראה לפתרון בעיות אנושיות. החוקרים העוסקים בתחום דעת זה שואלים את השאלה: מה ניתן ללמוד מן הטבע בכדי לפתור סוגיות טכנולוגיות הנדסיות וסביבתיות? הם שואפים לסגל תפיסת עולם שאינה שואלת: כיצד אנחנו יכולים להשתמש בטבע? אלא: מה אנו יכולים ללמוד מהטבע?

בעלי חיים באזור הקטבים מתמודדים עם הצורך לשמור על טמפרטורת גופם. הפער בין טמפרטורת הסביבה (שיכולה לרדת למינוס 40 מעלות צלסיוס) לבין טמפרטורת הגוף גדול מאד. **אחת הדרכים** לשמירה על חום הגוף בבעלי חיים באזור הקטבים היא כסות הגוף. גופו וכפות רגליו של דוב הקוטב מכוסים בפרווה, גופה של האדריית שחורת הכיפה מכוסה בשתי שכבות של נוצות. בשני המקרים **האוויר הכלוא** משמש כחומר מבודד המונע איבוד חום מגופם. **אוויר כלוא** הוא אוויר הנמצא בחללים קטנים שבהם תנועת האוויר מוגבלת. מהו סוד הפרווה של דוב הקוטב? הפרווה של דוב הקוטב "לוכדת" היטב אוויר שהוא חומר מבודד מצוין. הפרווה מורכבת משתי שכבות: שכבה תחתונה של שיערות קצרות המיטיבות "ללכוד" את האוויר ביניהן, ופרוות מגן המורכבת משערות צינוריות ארוכות, שאינן "מניחות" לאוויר "להימלט" מהשכבה התחתונה. מאחר והשערות חלולות, גם הן מלאות אוויר. גופה של האדריית שחורת הכיפה מכוסה בשתי שכבות של נוצות: פלומה ונוצות מתאר. הפלומה מבודדת היטב מפני שהיא "לוכדת" את האוויר, היא קלה מאוד ובעלת נפח. כשקר, האדריית יכולה לנפח את שכבת הפלומה. הדבר מוביל לכידה של אוויר רב יותר בשכבת הפלומה ומסייע לאדריית בשמירה על טמפרטורת גופה.



[מיקיפדיה](#) דוב הקוטב – התמונה לקוחה



[מיקיפדיה](#) אדריית – התמונה לקוחה

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

1. דוב הקוטב והאדרית שחורת הכיפה הן שתי דוגמאות לבעלי חיים השורדים בתנאים קיצוניים. בחרו אחת משתי הדוגמאות והסבירו כיצד הן מאפשרות לבעל החיים שבחרתם לשמור על חום גופו.

2. מהו העיקרון המשותף לפרוות הדב הלבן ולמבנה הנוצות של האדרית שחורת הכיפה?

3. בין סיבי הצמר בסוודר ובין סיבי חומר המילוי של שמיכה חורפית קיים אוויר כלוא. על סמך מידע זה והמידע שבטקסט, אוויר כלוא הוא חומר: **מוליך חום** / **מבודד חום** (הקיפו את האפשרות הנכונה)

הסבירו את בחירתכם. הביאו ראיות מתוך הטקסט והשתמשו במנוח של מעבר חום בתשובתכם.

מהי הסעת חום ?

הסעת חום : היא אחת הדרכים למעבר חום באמצעות זרימת חומר (תנועה)

הנמצא במצב צבירה נוזל או גז.

דוגמא : כאשר מתקרבים לתנור פועל חשים כי האוויר בסביבתו חם.

4. על סמך מאפייני מודל החלקיקים האם תוכלו להסביר מדוע מעבר חום בהסעה מתרחש בגזים ובנוזלים?
זכרו במה שונה תנועת החלקיקים של החומר בנוזל ובגז מתנועת חלקיקי המוצק.

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

5. השוו בין מעבר החום המתרחש באמצעות הולכה לבין מעבר חום המתרחש באמצעות הסעה, השלימו בטבלה הבאה.

הסעה	הולכה	קריטריון להשוואה דרך מעבר החום
		מצב הצבירה של החומר בו מתרחש מעבר החום
		מעבר החום מתרחש באמצעות : תנועה של חלקיקים או תנועה של חלקיקים (בחרו ורשמו בטבלה)
		מעבר החום מתרחש מגוף שיש לו טמפרטורה גבוהה לגוף שיש לו טמפרטורה נמוכה (סמנו) ✓ במקום הנכון)
		מעבר החום ממשיך עד שהטמפרטורות שוות (סמנו) ✓ במקום הנכון)

6. על סמך המידע על הסעת החום, הסבירו מדוע אוויר כלוא הוא מבודד חום טוב?

7. בחזרה לבובת השלג, השלימו את הקטע הבא, בחרו את המילים המתאימות מתוך מחסן המילים

ב"מעיל הטוב" שכיסה את בובת השלג היה _____, לכן החומר ממנו עשוי המעיל היה _____.

כתוצאה מכך, _____ עבר מהסביבה אל _____ התעכב, והבובה הותכה _____.

מחסן מילים

בובת השלג, מהר, לאט, חומר מבודד חום, מוליך חום, אוויר כלוא, "חום", "קור", כף הרגל

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

דף עבודה 6 – קביעת קריטריונים מדידים העלאת רעיונות ובחירת הפתרון

1. חיזרו לרשימת הדרישות שלכם שהגדרתם בדף עבודה 1 ועיינו בה שוב.
- א. האם לאחר שחקרתם את הנושא "מעבר חום" אתם מציעים שינויים כלשהם בדרישות?
כן / לא

נמקו את בחירתכם

- ב. **חשבו יחד עם חבריכם לקבוצה:** כיצד תוכלו להעריך בסיום תהליך הבנייה אם הסוליה שתבנו אכן עומדת בדרישות ואם היא עונה על כל הדרישות באותה מידה?
דונו קודם בקבוצה ולאחר הדיון הכיתתי רשמו בטבלה את הדרישות והקריטריונים שתמדדו כדי לקבוע עבור כל דרישה אם היא מתקיימת ובאיזו מידה.

סוג הדרישה	הדרישה	קריטריונים מדידים
הכרחיות	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	
	6.	
רצויות	7.	
	8.	
	9.	

- ג. זה הזמן להעלות את כל הרעיונות שאתם חושבים שיכולים להיות פתרון טוב לבעיה.
תארו כל רעיון במילים והיעזרו בשרטוט חופשי. הציגו לפחות שני רעיונות אפשריים.

רעיון מספר 1:

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

רעיון מספר 2:

- ד. סכמו בטבלה הבאה את היתרונות והחסרונות של כל פתרון ולאחר מכן בחרו את הפתרון המועדף ונמקו את בחירתכם.
התייחסו להתאמה לדרישות שקבעתם, לאילוצים שעומדים בפניכם.
- זכרו: אתם עובדים בצוות ועליכם לחשוב ולהחליט יחד על הפתרון המיטבי המוסכם על חברי הקבוצה.

הפתרון	יתרונות	חסרונות
1.		
2.		

הבחירה שלנו היא פתרון מספר: _____

הנימוק לבחירה:

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

דף עבודה 7 – שלב התכנון ופיתוח הסוליה

לפני שמהנדסים ניגשים לבניית המוצר הם מתכננים היטב את סדר שלבי העבודה, משרטטים תרשים בקנה מידה למוצר ומכינים את כל החומרים והכלים ורק אז ניגשים לבנייה

א. שלב התכנון – מטלת בית קבוצתית

1. הכינו רשימה לכל החומרים הנדרשים לבניית הסוליה שתכננתם כולל כמויות. הביאו בחשבון גם חומרים הנדרשים להדבקה או לתפירה וצרפו את הרשימה לדף העבודה.
2. הכינו רשימה לכל הכלים הנדרשים וצרפו אותה לדף העבודה.
3. רשמו את הפעולות על פי סדר הביצוע במהלך שלב הבנייה וצרפו לדף העבודה.
4. הכינו תרשים מפורט ובגודל אמיתי לסוליה שאתם מתכננים לבנות – התייחסו לכל רכיבי הסוליה. צרפו את התרשים לדף העבודה.
5. שלחו את תוכנית העבודה לאישור המורה.

ב. שלב הפיתוח

- עליכם להביא לכיתה את כול החומרים והכלים על פי תוכנית העבודה שתכננתם.
- במידה ונדרשים כלים מיוחדים תאמו עם המורה כיצד להביא כלים אלו לכיתה.
- **לרשותכם 45 דקות כדי לבנות את הסוליה שתכננתם.**
- בסיום שלב הבנייה צלמו את הסוליה שבניתם שימרו את התמונות. אתם יכולים לצרף תמונה לדף העבודה.

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

דף עבודה 8 – שלב הערכה ושיפור הסוליה

שלב א – הערכת הסוליה

לאחר שבניתם את הסוליה לפי תוכנית העבודה, עליכם להעריך מהי מידת התאמת הסוליה לדרישות שנקבעו. הערכה זו חייבת להיות מדידה וכמותית ותתבצע לפי השלבים הבאים:

1. עמידות בהליכה

חברו את הסוליה לתחתית הנעל באמצעות שתי גומיות ולכו מרחק של 10 מטרים כשאתם נועלים את הסוליה יחד עם הנעליים. מדדו את המרחק שעברתם עם הסוליה מבלי שתתפרק. המרחק הוא: _____ מטר

2. עובי הסוליה: מדדו באמצעות סרגל את עובי הסוליה. עובי הסוליה הוא: _____ ס"מ

3. מבנה הסוליה: התבוננו במבנה הסוליה וציינו מכמה רכיבים היא בנויה?
 הסוליה שלנו מורכבת מ: _____ רכיבים.

4. בידוד חום

א. חילצו את נעליכם והישארו עם הגרביים בלבד.

ב. הצמידו את מד טמפרטורה דיגיטלי לכל אחת מכפות הרגליים (בין כף הרגל לגרביים) ומדדו את הטמפרטורה ההתחלתית של כל אחת מכפות הרגליים. רשמו את המדידה בטבלה שבהמשך.

ג. שבו על כיסא, הצמידו לאחת מכפות הרגליים את הסוליה והניחו את כף הרגל על הקרחון, במקביל הניחו גם את כף הרגל השנייה (ללא סוליה) על קרחון שני.

ד. המתינו 3 דקות ומדדו שוב את הטמפרטורה של כל אחת מכפות הרגליים. השלימו במקום המתאים בטבלה.

ה. חשבו את ההפרש בין הטמפרטורה ההתחלתית לבין הטמפרטורה שנמדדה לאחר שלוש דקות לכל אחת מכפות הרגליים. מלאו בטבלה.

הטמפרטורה הטיפול	טמפרטורה התחלתית (°C)	הטמפרטורה אחרי 3 דקות (°C)	הפרש הטמפרטורה בין שתי המדידות (°C)
כף הרגל עם הסוליה			
כף הרגל ללא סוליה			

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

5. בטוחה להליכה – מידת ההחלקה

- א. חברו באמצעות גומיות משקולת של 400 גרם למרכז הסוליה או שתי משקולות של 200 גרם, אחת בכל קצה.
- ב. הניחו את הסוליה בקצה העליון של משטח משופע (שהכין המורה) ושחררו את הסוליה מבלי לדחוף אותה.
- ג. מדדו את המרחק שהסוליה עוברת במשטח האופקי ורשמו את התוצאה: _____ ס"מ.
- ד. חזרו פעם נוספת על המדידה ורשמו את התוצאה: _____ ס"מ.
- ה. חשבו את המרחק הממוצע והשלימו:
המרחק הממוצע שעברה הסוליה שלנו במשטח האופקי הוא: _____ ס"מ.

6. נוחות

- בדיקת הנוחות תתבצע ע"י חברי קבוצות אחרות כדי לשמור על אובייקטיביות הבדיקה.
- א. מסרו את הסוליה לחברי הקבוצה הראשונה שעלתה בהגרלה
 - ב. בקשו מהם לחבר את הסוליה לנעליים שלהם בצורה בטוחה ובקשו מהם ללכת במסדרון או בכיתה לפי הוראות המורה.
 - ג. חזרו על הפעולה עם הקבוצה השנייה.
 - ד. הקיפו: הדירוג של הקבוצה הראשונה הוא 1, 2, 3, 4
הדירוג של הקבוצה השנייה הוא 1, 2, 3, 4
ממוצע הדירוג שקיבלנו הוא: _____

7. אטימות למים

- א. הדביקו נייר סינון על הצד העליון של הסוליה באמצעות סלוטייפ.
- ב. הניחו את הסוליה בתוך תבנית שיש בה מים בגובה של 0.5 ס"מ כאשר נייר הסינון כלפי מעלה, והמתינו 3 דקות.
- ג. צפו במתרחש ורשמו:
נייר הסינון הראה סימני רטיבות לאחר _____ דקות. (אפשר למדוד גם בשניות)

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

סיכום הניקוד ודירוג הקריטריונים

א. השלימו בטבלה הבאה את הניקוד שקיבלתם לכל אחד מהקריטריונים על פי ההנחיות המופיעות בטבלה

הניקוד שקיבלה הסוליה שלנו	הניקוד לעמידה בדרישה				קריטריונים מדידים	דרישה הכרחית
	3	2	1	0		
	לא מתפרקו ת	מתפרקו ת אחרי 7 מטר	מתפרקו ת אחרי 3 מטר	מתפרקות בפחות מ- 3 מטר	אינן מתפרקות לאחר הליכה של 10 מטר	1. עמידות בהליכה
	עד 1 ס"מ	1-1.5 ס"מ	1.5-2 ס"מ	מעל 2 ס"מ	עובי הסוליה לא יעלה על 2 ס"מ	2. עובי הסוליה
	רכיב אחד	2 רכיבים	3 רכיבים	מעל 3 רכיבים	בסיום שלב הסוליה צריכה להיות כרכיב אחד (להשתמש בתפירה או הדבקה)	3. מבנה הסוליה
	השינוי נופל בטווח הקטן ביותר	השינוי נופל בטווח השני	השינוי נופל בטווח השלישי	השינוי נופל בטווח הגדול ביותר	<u>השינוי</u> בטמפרטורת כף הרגל לאחר 3 דקות של דריכה על קרחום.	4. מבדדת חום- שומרת על טמפרטורת כף הרגל
	המרחק הממוצע הנופל בטווח הארוך ביותר	המרחק הממוצע הנופל בטווח השלישי	המרחק הממוצע הנופל בטווח השני	המרחק הממוצע הנופל בטווח הקצר ביותר	מדידת המרחק הממוצע (בס"מ) שתעבור הסוליה במשטח אופקי לאחר שהתדרדרה במדרון (יש לחבר משקולת של 400 גרם לסוליה).	5. בטוחות להליכה על השלג - מונעות החלקה
	דרגה 4	דרגה 3	דרגה 2	דרגה 1	דירוג הנוחיות בסולם הנע בין 1-4, כאשר 1 היא הדרגה הנמוכה ביותר ו-4 היא הדרגה המציינת את הסוליה הנוחה ביותר. הבדיקה של הנוחיות תיעשה ע"י עמיתים משתי קבוצות עבודה אחרות.	6. נוחות
	הנייר נרטב אחרי 3 דקות	הנייר נרטב אחרי 2 דקות	הנייר נרטב אחרי דקה	הנייר נרטב בטווח של דקה	להדביק נייר סינון על הצד העליון של הסוליה באמצעות סלוטייפ ולהניח את הסוליה בתוך כלי (תבנית רחבה) ובתוכו מים בגובה של 0.5 ס"מ ולהמתין 3 דקות.	7. אטומה למים
	סה"כ ניקוד					

ב. מסרו את הניקוד שקיבלתם למורה והמתינו עד להצגת הניקוד של שאר הקבוצות בכיתה.

ג. במבט לאחור, האם הסוליה שלכם עמדה בדרישות שהצבתם? תארו במילים שלכם.

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

שלב ב – שיפור הסוליה

שיפור הוא חלק חשוב מאוד מתהליך התיכון ההנדסי. זאת
ההזדמנות לבחון כיצד אפשר לשפר את הסוליה
לכר: תמיד יש מקום לשיפור

על סמך הדרישות שקבעתם לסוליה והקריטריונים המדידים שלפיהם הערכתם אותה,
כתבו כיצד הייתם משפרים את הסוליה.

נספחים

נספח 1 – מה בין טכנולוגיה והנדסה

מה בין טכנולוגיה והנדסה?⁶

משמעות המילה טכנולוגיה היא מעשה ידי אדם. המילה טכנולוגיה, במובן הרחב שלה, חלה על כל חפץ, שיטה או תהליך שעברו שינוי או עיצוב כדי להתאימם לצרכים או למטרות מסוימות. טכנולוגיה תלויה לעתים קרובות בחומרים זמינים ובהקשר לזמן ולמקום מסוימים.

אין טכנולוגיה 'מפותחת' (High-Tec) וטכנולוגיה 'פרימיטיבית' (Low-Tec). יש טכנולוגיה **מתאימה** לצרכים ולמשאבים העומדים לרשות המהנדסים והחברה בזמן ובמקום נתונים.

מהנדסים מתכננים מפתחים ובונים חפצים, מוצרים, אביזרים, ותהליכים על מנת לפתור בעיה או לתת מענה לצורך קיים או עתידי. לשם כך עליהם לבצע תהליך מחשבתי ומעשי כדי לפתור את הבעיות הניצבות בפניהם.

מהנדסים ומהנדסות משתמשים במגוון רחב של כישורים כדי לפתור בעיות ולכן הם יכולים להיות אנשים בעלי כישורים, רקע ותחומי עניין שונים.

יש מגוון רחב של תחומי הנדסה ובעיות הנדסיות מסוגים שונים, שמהנדסים ומהנדסות מכל רחבי העולם מנסים למצוא להן פתרון. תהליך עבודתו של המהנדס מסתיים במציאת פתרון. לעיתים הפתרון המוצע מוצלח מאד אך קורה גם כי הפתרון מוצלח פחות. לכן התהליך כולל שלב של הערכה ושיפור של הרעיון המקורי.

יש הגדרות נוספות, תקפות באותה מידה, למילים הנדסה וטכנולוגיה; לעתים קרובות נוהגים להשתמש במילים אלו כמילים נרדפות. ניתן להגדיר הנדסה כשימוש בטכנולוגיה לשם פתרון בעיות. כאשר דנים בקשר בין הנדסה, מדע וטכנולוגיה יש לעודד את התלמידים לחשוב על האופן שבו מהנדסים משתמשים בסוגים שונים של טכנולוגיות (כולל גזירה והדבקה, שילוב חומרים, מרכיבים ושיטות ייצור מעורבות) כמו גם בידע שלהם על תהליכים מדעיים. זוהי ההזדמנות לדון באופן שבו חפצים מיוצרים, ולשאול על ידי מי הם מיוצרים וכיצד מתנהל תהליך החשיבה המוביל לייצורם משלב הצגת הבעיה ועד לשלב הפתרון.

⁶ מתבסס על שיעור ההכנה ליחידות האינג'ינר בנושא: מהי הנדסה ומה עושים מהנדסים?

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

נספח 2 – מקבץ תמונות של העיר ירושלים בינואר 2013

סרטון מאירוע השלג בירושלים, ינואר 2014

- ⁷<https://www.youtube.com/watch?v=2aGGj5hFi6s>



צילום משטרת התנועה

⁷ עמוד זה מכיל קישורים לאתרים חיצוניים שאינם אתרי משרד החינוך. תוכן האתרים החיצוניים לאתר המשרד, לרבות הפרסומות הכלולות בו, הינו באחריות בעלי האתרים ואינו באחריות משרד החינוך

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה



דרך בגין – ירושלים
צילום ערן חדד

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה



רחוב ראשי בירושלים – צילום ערך חדד



מכוניות תקועות בשלג בכביש 431 בדרך לירושלים - צילום גדי בריס



האיור מתוך [יחידת לימוד](#), של פרויקט **ENGINEER**

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה
נספח 4 – חומר רקע מדעי למורים על בידוד

פרק 2 - מושגים מרכזיים

- חום עובר מגוף חם לקר
- לחומרים שונים יש תכונות תרמיות שונות והם מוליכים חום במידה שונה
- חומר מבודד חום מאט את הולכת החום
- חומר מוליך חום מאיץ את הולכת החום
- מידת הולכת החום תלויה בהפרשי הטמפרטורות שבין שני חפצים/חומרים/אזורים
- טמפרטורה היא מדד למה שאנו מגדירים על פי תחושה והיא ביטוי לאנרגיה הקינטית הממוצעת של חלקיקי החומר.

מה זה חום?

חום הוא אנרגיה תרמית פנימית של החומר. כדי להבין מהי אנרגיה פנימית עלינו לחשוב על מבנה חומר. חומר מורכב מאטומים וממולקולות (קבוצות של אטומים). האנרגיה הפנימית היא למעשה תנועת המולקולות. ככל שטמפרטורת החומר גבוהה יותר, המולקולות והאטומים, זזים יותר. אפילו בחלל החיצון, שם הטמפרטורות נמוכות ממינוס 240 מעלות צלסיוס, לחומר עדיין יש כמות זעירה של אנרגיה חום (תנועה). בטמפרטורה התיאורטית של האפס המוחלט (מינוס 273°C), התנועה חדלה באופן מוחלט. המונח חום למעשה מתייחס לאנרגיה התנועה של אטומים ומולקולות.

תרמודינמיקה

אנרגיה יכולה ללבוש צורות שונות (לדוגמה, אנרגיה מכנית, אנרגיית אור, אנרגיה כימית, אנרגיית קול וכדומה). ניתן להמיר את כל סוגי האנרגיה לאנרגיה חום. לדוגמה, כשאנחנו מחככים את ידינו כדי להתחמם. כאשר אנרגיה נגרעת מהמערכת, המערכת מתקררת. **תרמודינמיקה** היא ענף בפיזיקה העוסקת ביחסים בין חום ובין סוגים אחרים של אנרגיה.

התרמודינמיקה אפשרה תגליות טכנולוגיות בעלות חשיבות היסטורית, גם כאשר העקרונות המדעיים טרם היו מובנים, או היו מובנים באופן חלקי בלבד. במהלך המהפכה התעשייתית במאה ה-18 התגלה שמכונות אינן מכלות אנרגיה, אלא ממירות אנרגיה אחת באחרת. לדוגמה, מנוע קיטור ממיר אנרגיה כימית מפחם לאנרגיה קינטית (תנועה). כמו כן התגלה שלא משנה עד כמה העיצוב של המכונה מוצלח, תמיד נוצר חום כתוצאה מהחיכוך בין חלקי המכונה הגורם לאנרגיה להתפזר (או, במונחים שלנו, 'להתבזבז'). בכך בא אל קצו החלום על מכונת תנועה נצחית (**פרפטום מובילה** מלטינית: Mobile Perpetuum) כלומר, מכונה שאינה מבזבזת אנרגיה, וכתוצאה מכך יכולה לפעול כמערכת סגורה ללא צורך בהזנת אנרגיה מבחוץ. הדבר נכון לגבי כל המערכות הטבעיות, שבהן האנרגיה מומרת בסופו של דבר לחום. יצורים חיים פועלים רק במגבלות טמפרטורה מסוימות. לכן הטבע מספק לנו שפע של דוגמאות לשימור חום במזג אוויר קר ולפיזור חום במזג אוויר חם. כמה דוגמאות לפתרונות מהטבע מובאים בסוף.

העקרונות המרכזיים של התרמודינמיקה מוצגים כאן בצורה גסה ביותר:

- אנרגיה יכולה להיות מומרת מצורה אחת לאחרת, אבל לא ניתן ליצור אותה או לבלותה. כמות האנרגיה, במערכת סגורה, היא קבועה. ואם לפשט עוד יותר: "אי אפשר לקחת יותר ממה שנותנים".
- חום הוא צורת אנרגיה מיוחדת, מאחר וכל שאר צורות האנרגיה יכולות להיות מומרות לחום, אך לא בהכרח להיפך. לא ניתן להמיר בשלמות חום לצורת האנרגיה שממנה היא נוצרה. המילה 'אנטרופיה', שמקורה ביוונית, מתארת את 'חוסר הזמינות' של האנרגיה שהייתה בשימוש.

חום, קור וטמפרטורה

חום וקור הם מושגים המבטאים הפרשים בטמפרטורה. כאשר יש הפרשים בטמפרטורות, החום מועבר מהגוף שהטמפרטורה שלו גבוהה יותר (הגוף ה"חם") לגוף שהטמפרטורה שלו נמוכה יותר (ה"קר") עד שנוצר שיווי משקל בין הטמפרטורות. כשאנחנו מחממים משהו, החום מועבר לגוף ומעלה (אם החומר לא משנה את מצב צבירתו) את הטמפרטורה שלו כך גם להיפך, כאשר אנחנו מקררים משהו. **טמפרטורה** היא מדידה של האנרגיה הקינטית (אנרגיה התנועה) הממוצעת של אטומים ומולקולות המובעת באמצעות יחידות או מעלות המצוינות בסולם קבוע (בדרך כלל במעלות צלסיוס או במעלות פרנהייט). מד טמפרטורה רגיל עשוי מכלי זכוכית מוארך שבתוכו נמצאת צינורית מלאה באלכוהול נוזלי (בעבר נהגו להשתמש בכספית במקום באלכוהול נוזלי, אבל כיום השימוש בכספית רווח פחות מסיבות

משרד החינוך המזכירות הפדגוגית אגף מדעים

הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

בטיחותיות ובריאותיות). מד טמפרטורה מבוסס נוזל פועל על עקרון התפשטות החומר כתוצאה מחימום. כשהנוזל מתחמם, המולקולות נעות מהר יותר והנוזל מתפשט ונע במעלה צינורית הזכוכית. כשהנוזל מתקרר, התנועה שוככת והנוזל מתכווץ ונע במורד הצינורית. על כלי הזכוכית מצוינות ספרות על סולם קבוע, כך שניתן לכמת את ההבדלים בטמפרטורה.

סיכום

מוליכות תרמית מציינת את היכולת של חומר להעביר אנרגיית חום. חומרים מסוימים – בדרך כלל מתכות – הם מוליכי חום טובים. כאשר קיימים הפרשי טמפרטורה בין שני חפצים (או חומרים), מתחילה הולכת חום מהחומר או מהחפץ החם יותר לעבר החומר או החפץ הקר יותר. תהליך זה ממשיך עד שהפרש מתאזן.

מבודדים

חומר מבודד מאט את מעבר החום בין חומרים, כך שאותו חומר יכול לשמש כדי לשמור על חום, מאחר ובשני המקרים הוא מונע מהחום לחדור פנימה או לצאת החוצה. עץ ופלסטיק הם מוליכי חום גרועים, ומכאן שהם חומרים מבודדים טובים. לחומר מבודד יש כמה מאפיינים הקובעים את איכות יכולת הבידוד שלו:

- **מוליכות חום**: באיזו קלות החום נע ומועבר בחומר, ומכאן גם הקלות בה הוא נע ומועבר לחומר אחר.
- **קיבול חום (חום סגולי)**: כמה חום (אנרגיה) דרוש כדי לגרום לטמפרטורה של כמות מסוימת של חומר (למשל גרם או קילוגרם) לעלות במעלת צלזיוס אחת.

גם העובי והצורה קובעים באיזו מידה החומר ישמש כמבודד טוב. ככל שהחומר עבה יותר, כך תהליך החימום והקירור איטיים יותר. חשיבותה של הצורה היא בכך שחום יכול להתפזר בקלות ככל שפני השטח גדולים יותר, בעוד שפני שטח קטנים מאטים את אובדן החום.

חומרים מבודדי חום טובים

חומר מבודד טוב הוא בדרך כלל חומר עם כמות אוויר גדולה המונע מהחום להתפשט בחומר. אוויר עומד (שאינו נע) בתוך חומר משמש כחומר מבודד טוב מפני שהמולקולות שלו רחוקות זו מזו ובכך מקשה על מעבר החום ביניהן. ככל שכמות האוויר העומד גדולה יותר, כך הבידוד טוב יותר. חומרים מבודדים טובים מכילים 94-99% אוויר. מתכות, שהאטומים שלהם צפופים ומסודרים ברשת, מאפשרים הולכת חום ביתר קלות, ומכאן שהם מהווים חומרים מבודדים גרועים, אך מוליכי חום טובים.

הבדלים בין טמפרטורה על פי חישא ועל פי מדידה במד טמפרטורה

לפעמים חוש המישוש שלנו מטעה אותנו ואינו תואם את הטמפרטורה כפי שהיא נמדדת במד טמפרטורה. כאשר חומרים או חפצים נמצאים בטמפרטורת החדר, חוש המישוש שלנו מורה לנו שחלק מהם קרים יותר (לדוגמה, כפית מתכת), בעוד שאחרים ייתפסו על פי חוש המישוש שלנו כחמים יותר (לדוגמה, סוודר). כדי להבין מדוע זה קורה אנחנו צריכים לחשוב על טמפרטורת החדר **ביחס** לכף היד שלנו, ועל יכולת הבידוד וההולכה של חומרים שונים. אם טמפרטורת החדר נמוכה מזו של כף היד שלנו, החומרים שמוליכים חום טוב ייתפסו על ידינו כקרים יותר למגע (חומרים שהם חומרים מבודדים גרועים מוליכים היטב את החום). לעומת זאת, חומרים שמוליכים חום לאט יותר ייתפסו על ידי חוש המישוש שלנו כחמים יותר למגע (צמר הוא חומר מבודד טוב ולכן מוליך חום גרוע).

הנעל

טמפרטורת הרגל היא תוצאה של אנרגיה כימית המומרת לחום. תאי הגוף מנצלים סוכרים מהמזון שאנחנו אוכלים ומהחמצן שאנחנו נושמים בתהליך שנקרא **נשימה תאית**. התהליך גורם לשחרור חום ומשמש לשמירה על חום הגוף בטמפרטורה קבועה פחות או יותר של 37°C צלזיוס. שמירה על חום הרגל בנעל מחייבת מצב שבו קצב איבוד החום לסביבה יהיה קטן מקצב החימום של הנשימה התאית, אחרת כף הרגל שלנו בתוך הנעל תגיע לטמפרטורה של הקרח תחת הסוליה. משימת האתגר שלנו כרוכה בהאטת מעבר החום דרך הסוליה באמצעות יישום המידע שצברנו על חומרים מבודדים.

חומר רקע למורה על בידוד בעולם הטבע, מתוך יחידת לימוד, של פרויקט ENGINEER

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה
נספח 5 - חומר רקע על בידוד בעולם הטבע

איך דוב הקוטב "שומר" על חום גופו

הפרווה של דוב הקוטב מגינה עליו היטב מפני איבוד חום וירידה בטמפרטורת גופו. סוד הפרווה של דוב הקוטב הוא שהיא לוכדת היטב אוויר, ואוויר, כפי שצינו, הוא חומר מבודד מצוין. הפרווה של דוב הקוטב מורכבת משתי שכבות: שכבה תחתונה של שיערות קצרות המיטיבות ללכוד את האוויר ביניהן, ופרוות מגן המורכבת משערות צינוריות ארוכות, שאינן מניחות לאוויר להימלט מהשכבה התחתונה. מאחר והשערות חלולות, הן מלאות אוויר, המסייע לדוב לשמור על חום גופו. הפרווה של דוב הקוטב מבודדת פחות כשהיא רטובה. זאת הסיבה שהדוב מתנער ברגע שהוא יוצא מהמים. הפרווה של דוב הקוטב כה יעילה, שהדוב יכול לשמור על חום גופו אפילו כשהטמפרטורה יורדת ל-30 מעלות מתחת לאפס ויותר. חוקרים תיעדו את דובי הקוטב במצלמות אינפרא-אדום שיכולות לזהות חום המופק מגופים חיים. התברר שדובי הקוטב 'בלתי נראים' בצילומים אלו, מפני שהפרווה שלהם מבודדת אותם כה טוב שגופם כמעט ואינו מאבד חום.

האדרית שחורת הכיפה "שומר" על גופה חמים ויבש בעזרת פלומה ונוצות

האדרית שחורת הכיפה היא עוף ממשפחת הברווזיים החי בבית גידול ימי בחצי הצפוני של כדור הארץ. כסוי גופה של האדרית יעיל במיוחד ומגן על האדרית מפני איבוד חום גופה ומפני רטיבות. מדובר בשתי שכבות של נוצות: פלומה ונוצות מתאר. הפלומה מבודדת היטב מפני שהיא לוכדת את האוויר, ואוויר, כידוע, הוא חומר מבודד מצוין. אך הפלומה אינה אטומה למים ואינה מגינה על הגוף מפני רוחות. זאת הסיבה לשכבה הנוספת של נוצות המתאר. נוצות המתאר מגנות מפני המים והרוח, ויכולות ללכוד את האוויר החם בשכבת הפלומה. הנוצות חזקות ומלאות באוויר. לכן הפלומה היא קלה מאוד ובעלת נפח. כשקר, האדרית יכולה לנפח את שכבת הפלומה. הדבר מוביל ללכידה של אוויר רב יותר בשכבת הפלומה ומסייע לאדרית להגן על גופה מפני איבוד חום וירידה בטמפרטורה.

כבש המושק "שומר" על חום גופו גם בטמפרטורה של 40 מעלות מתחת לאפס

כבש המושק ידוע כבעל החיים עם הפרווה המחממת ביותר בעולם. הפרווה מורכבת משתי שכבות. שכבת המגן העליונה מורכבת משערות צפופות וארוכות. השכבה התחתונה מורכבת משערות קצרות ורכות המשמשות כחומר בידוד מצוין. הצמר של כבש המושק מחמם פי שמונה מזה של כבשים. הפרווה של שכבת המגן סמיכה במיוחד בחלק האחורי של הכבש. כשהרוח הקרה של איזור הקוטב נושבת, כבש המושק מפנה את גבו לרוח.

לינשוף השלג יש נוצות על פניו ורגליו

לינשוף השלג הוא אחת הציפורים היחידות שיכולות לחיות גם באזורים הקרים ביותר בקוטב. הנוצות שלו משמשות כמבודד יעיל ביותר מפני איבוד חום. הנוצות הארוכות המכסות את פניו ורגליו מסייעות לו גם הן להגן על גופו מפני איבוד חום.

לכלבי ים יש שכבת שומן עבה

כלב הים מבלה את רוב זמנו במים, כך שפרווה אינה פתרון יעיל עבורו. לכן עורו של כלב הים אטום למים ותחתיו נמצאת שכבת שומן תת-עורית עבה המגנה עליו מפני איבוד חום. לכלב הים אין שומן בסנפירים, אבל גם הם מוגנים מפני איבוד חום באמצעות פתרון הנדסי מבריק שנקרא "שיחלוף חום בעזרת זרימה מנוגדת". העיקרון הוא שהדם הקר בסנפירים מחומם באמצעות דם חם מהגוף. למעשה, אותו פתרון משמש בבניינים שבהם מים חמים ממערכות חימום אזוריות משמשים כדי לחמם מים קרים. לשם כך פורשים את צינורות המים הקרים קרוב לצינורות המים החמים, כדי לאפשר העברת חום למים הקרים.

ביגוד אסקימוסי

האינואיטים, הנקראים בשפה העממית אסקימוסים, מתגוררים בחוגים הארקטיים במזג אוויר קר ביותר ומחקים את דוב הקוטב כאשר הם מייצרים את בגדיהם. הבגדים המסורתיים שלהם מורכבים משתי שכבות פרווה לפחות, כשבין שכבות הפרווה מצויה שכבה מבודדת של אוויר. הם משתמשים בעור הדוב לביגוד שאינו נרטב לעתים קרובות, ובעור של כלבי ים לבגדים אטומים למים.

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה
סיבים סינתטיים מחקים את הפרווה של דוב הקוטב

בעבר רבים מפריטי הלבוש לחורף היו עשויים מעורות ומפרוות של בעלי חיים, אבל כיום רווח השימוש בסיבים סינתטיים המחקים את הפתרונות של הטבע מבחינת העיצוב, החומרים והטכנולוגיה. לדוגמה, הפרווה של דוב הקוטב שימשה מקור השראה לסיבי פוליאסטר חלולים סינתטיים שמהווים חומר מחמם וקל במיוחד.

צמר מינרלי – צמר עשוי מסלעים

צמר מינרלי משמש לבידוד קירות. מקור הרעיון בהוואי. הוואי היא אי בקבוצת איים וולקניים (געשיים). בחלק מהאיים הרי הגעש עדיין פעילים. כשהרי הגעש פולטים לבה, חלק ממנה נפלט בצורת סיבים (חוטי תיל) שניתן למצוא באזור החוף. בימים עברו חשבו הילידים שהאלה פלגה התרגזה כל כך שהיא מרטה את שערותיה וזזה המקור לצמר הסלעים. צמר הסלעים שימש השראה לצמר המינרלי המשמש כיום בכל רחבי העולם לבידוד בתים. הצמר המינרלי הוא חומר חזק ועמיד במיוחד, שיכול ללכוד אוויר וכך לבדוד את הבית ולמנוע איבוד חום.

חומר רקע למורה על בידוד בעולם הטבע, מתוך [יחידת לימוד](#), של פרויקט ENGINEER

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה

נספח 6 - תפישות שגויות של תלמידים לגבי המושג 'חומר מבודד'

תפישת עולם הטבע של ילדים מבוססת על ההתנסויות והחוויית שהם עוברים מידי יום. התפישות שלהם אולי אינן מבוססות על העקרונות המדעיים המקובלים, אבל הם ניחנו בדרך כלל בשכל ישר וביכולת הסקת מסקנות המבוססת על תצפית ואינטראקציה, הדרך הטובה ביותר ללמד עקרונות מדעיים היא באמצעות עריכת ניסויים שמעמיתים אותם עם הידע הקודם שלהם, במקום לצטט באוזניהם עובדות. עם זאת, יש קושי רב לשנות את אותן תפישות שגויות שקיימות אצל ילדים (ומבוגרים), במיוחד כאשר נראה שהן עומדות בניגוד לשכל הישר. כמו כן, קשה לעיתים לזהות שאכן קיימות תפישות שגויות אצל ילדים, מאחר ולעיתים קשה להם לבטא באופן ברור (בדיבור ו/או בציור) את מחשבותיהם. למרות זאת, חשוב שמורים ייתנו את הדעת לתפישות שגויות הרווחות בקרב ילדים, על מנת שיוכלו להתייחס אליהן ולהבין את ההקשרים השגויים שתלמידים עלולים לעשות.

מחקרים מורים שילדים מתקשים להבין מושגים כמו חום, טמפרטורה ואנרגיה (1). אחת התפישות השגויות הרווחות היא שחומרים (שמיכות לדוגמה) מפקים חום משל עצמם. התפיסה הזאת נובעת מכך שילדים מתנסים בתחושה של התחממות אחרי שהם מתכרבלים בשמיכה או בסוודר. ילדים גם עשויים לחשוב שחומרים מסוימים (כמו קמח ואוויר) אינם יכולים להתחמם, או שהטמפרטורה תלויה בגודל החפץ. תחום אחר של תפישות שגויות נובע מהמושגים 'קור' ו'חום'. ילדים מאמינים לעיתים קרובות שחום ו'קור' הם שני מושגים שונים לחלוטין, או, ליתר דיוק, שתי ישויות ולא תפיסה סובייקטיבית של הטמפרטורה. ילדים עשויים גם להאמין 'שקור' מועבר מחפץ אחד למשנהו, ונראה שהניסיון היומיומי שלהם עם מקרים ותאי הקפאה רק מחזק תפיסה שגויה זו. כמו בתחומים מדעיים רבים, השימוש היומיומי בשפה עשוי להתנגש במושגים המדעיים.

לקריאה נוספת על תפישות שגויות של ילדים בתחום

<http://beyondpenguins.ehe.osu.edu/issue/keeping-warm/common-misconceptions-about-heat-and-insulation>

הבנה מדעית של חום (אנרגיה תרמית) תלויה בהבנה של תנועת האטומים והמולקולות. מושגים מופשטים כאלו עשויים להיות מעבר ליכולת ההבנה של חלק מהתלמידים בגילאים שלהם נועדה היחידה. על המורים להשתמש בשיקול דעתם המקצועי כדי להחליט האם עליהם להסביר שחום הוא תוצאה של תנועה של אטומים ומולקולות, ובאיזה מידה להיכנס לעובי הקורה בהסבריהם. למטרות יחידה זו, חשוב שהילדים יבינו את **הכיוון** של העברת החום (מחום לקור), ואת **התוצאה** של העברת חום. כלומר, שחפצים או חומרים חמים נעשים קרים יותר, בעוד שחומרים או חפצים קרים יותר חמים יותר, עד שבסופו של דבר הם מגיעים לשיווי משקל, כלומר, לאותה טמפרטורה. בשלב זה די בכך שהמורה תגיד שוב ושוב לתלמידים שהחום מועבר מגוף/ אזור שיש לו טמפרטורה גבוהה לגוף/ אזור שיש לו טמפרטורה נמוכה, מאחר ואין דרך **פשוטה** להוכיח זאת. חשוב שהמורים ימנעו מלדבר על 'הקור' בתור ישות (קל לשכוח זאת בהקשר יומיומי). עליהם לעודד את התלמידים לחשוב במונחים של הולכת חום. בפרק 2 התלמידים מתחילים לצבור ידע על התכונות התרמיות השונות של חומרים מסוימים ולגלות שחומרים מבודדים מאטים את הולכת החום, בעוד שחומרים מוליכים מאיצים את הולכת החום.

כאשר התלמידים מודדים את הטמפרטורה המשתנה של חפצים או חומרים שונים, המורים יכולים לנצל את ההזדמנות כדי להתייחס לתפישה השגויה הרווחת שהטמפרטורה היא תכונה של האובייקט. פרק 2 גם מפנה את תשומת לבם של התלמידים לעובדה שהחושם שלנו עלולים להוליך אותנו שולל בבואנו לאמוד את מידת החום, ולכן יש צורך במדידה מדויקת ובלתי תלויה בחושינו של הטמפרטורה.

חומר רקע למורה על בידוד בעולם הטבע, מתוך יחידת לימוד, של פרויקט ENGINEER