

מטמו"ן חדש מדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים



מבט ראשון על אנרגיה

אמנון חזן
יעל במברגר
בת-שבע אלון

כיתה ז'

מתאים לתכנית הלימודים המעודכנת
במדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים



משרד החינוך

אישור מס': XXX
אופד בתאריך: XX.X.2012

סינהלת סל"ס

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



המחלקה להוראת המדעים

משרד החינוך
המסכירות הפדגוגית
אגף סדעים



פיתוח וכתבייה:

ד"ר אמנון חזן
ד"ר יעל במברגר
פרופ' בת-שבע אלון

ראשי הפרויקט:

פרופ' בת-שבע אלון
פרופ' ענת ירדן
ד"ר זהבה שרץ

מרכז הפרויקט:

ד"ר אמנון חזן

עיצוב גרפי ואיורים:

זיו אריאלי

שרטוטים:

זיו אריאלי
מור מוריה-שיפוני

עימוד:

אבי טל
מור מוריה-שיפוני

עריכה מדעית:

פרופ' אורי גניאל

עריכה לשונית:

ענבל גיל

עריכה מגדרית:

ד"ר אתי גלעד

צילום:

עדי במברגר

רוב הצילומים והאיורים המשולבים בספר נלקחו ברישיון מאת שטרסטוק Shutterstock.com.

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי, או מכני, או אחר, כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט, אלא ברשות מפורשת בכתב מהמוציא לאור.

©

כל הזכויות שמורות
מכון ויצמן למדע ומשרד החינוך
דפוס איילון, תשע"ג, 2012
מק"ט: 279-6273

פתח דבר

מה ב"מבט ראשון על אנרגיה"?

"מבט ראשון על אנרגיה" היא היחידה השלישית בסדרת חומרי הלמידה של תכנית 'מטמו"ן חדש' לכיתות ז'. יחידת לימוד זו מרחיבה את ההבנה ואת השימוש המדעי במושג האנרגיה, בו פגשו התלמידים בעבר. היחידה מקנה ללומדים את היכולת לנתח במונחים מדעיים תופעות בהן חלים שינויים ולייצגם בצורות ייצוג שונות. היחידה עוסקת בתופעות מחיי היום-יום ובהפעלות מגוונות כגון בניית דגמים ומשחקים. במהלך הלימוד מושם דגש על פיתוח מיומנויות ונעשה שימוש במושגים כמו: מערכת פתוחה וסגורה, המרות אנרגיה, חוק שימור האנרגיה, חום וטמפרטורה.

מה מטמו"ן חדש?

סדרת מטמו"ן חדש כוללת את היחידות הבאות לכתה ז':

יחידות במדעי החומר: מסע בין חומרים, מסע בין חלקיקים, מבט ראשון על אנרגיה.

יחידות במדעי החיים: חוקרים חיים, חוקרים מערכות הובלה.

בסדרה חומרי למידה מודפסים לתלמידים, מדריכים למורה וסכיבה לימודית מתוקשבת, הנותנים מענה שלם ללמידה, לגיוון ולהעמקה בתחומי הכימיה, הפיזיקה, הביולוגיה והטכנולוגיה, בהלימה לתכנית הלימודים המעודכנת (2012) במדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים. בחומרי מטמו"ן חדש באים לידי ביטוי הניסיון המצטבר של המחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע בפיתוח, במחקר ובפדגוגיה, והמעורבות רבת השנים בפיתוח מקצועי של מורי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים.

תוצרי התכנית מתמקדים בעיקר בהיבטים האלה:

- הבניית רעיונות ועקרונות מרכזיים במדע וטכנולוגיה ומתן הזדמנויות להיכרות עם חידושים ופריצות דרך בתחום.
- הקניה ויישום של מיומנויות למידה, חשיבה, חקר ותיכון ושילובם המפורש בחומרי הלמידה.
- התאמה לצורכיהם של לומדים שונים.
- התנסות בפעילויות מעבדה, חקר ופתרון בעיות.
- שילוב פריטי הערכה לצורכי למידה.
- טיפוח העניין, המוטיבציה, הלמידה השיתופית והמכוונות העצמית של הלומדים.

אנו מאחלים לכם למידה מהנה ופוריה

צוות מטמו"ן חדש

תודות

אנו מודים למורים שקראו והעירו ולכל המורים שהשתתפו בניסוי חומרי הלמידה בתשע"ב. תודה מיוחדת לד"ר איילת ויצמן, לד"ר ירון להבי, לד"ר רוני מועלם, לד"ר תמי יחיאלי, לאורן אקשטיין ולפרויקט IQWST.

תוכן העניינים

פרק 1: אנרגיה, תופעות ושינויים

8	א. תופעות המתרחשות סביבנו.....
8	תופעות, שינויים ואנרגיה.....
12	יריד תופעות - שינויי טמפרטורה.....
14	ב. תיאור שינויים, מצבים ומאפיינים.....
14	כיצד יודעים שמתרחש שינוי?.....
14	מה בעצם השתנה בתופעה?.....
17	השינויים בתופעה מתרחשים בו-זמנית.....
18	ג. שינויים במאפיינים קשורים לשינויים בסוגי אנרגיה.....
23	באיזה אופן משתנה האנרגיה?.....
26	ד. מה למדנו בפרק זה?.....
27	שאלות סיכום.....

פרק 2: שימור אנרגיה

32	מבט לאחור ומבט לפנים.....
32	א. מערכות סגורות ומערכות פתוחות.....
36	ב. ניתוח תופעה - תנועת נדנדה.....
39	מה קורה במצבי הביניים?.....
43	סיכום תנועת המטוטלת בהדמיה.....
44	ג. מתי נשמרת האנרגיה של מערכת?.....
44	מערכת סגורה וחוק שימור האנרגיה.....
48	ד. מה למדנו בפרק זה?.....
48	שאלות סיכום.....

פרק 3: המרות אנרגיה וייצוגים נוספים

52	מבט לאחור ומבט לפנים.....
52	א. המרות אנרגיה במערכות שונות.....
58	ב. ייצוג המרות אנרגיה באמצעות גרף עוגה.....
67	ג. מעיף הפרפרים - מגוון של ייצוגים.....
71	ד. מה למדנו בפרק זה?.....
72	שאלות סיכום.....

פרק 4: היכן האנרגיה החסרה?

76.....מבט לאחור ומבט לפנים.....

76.....א. השפעת הסביבה על תנועת נדנדה.....

80.....ב. חיכוך גורם להתחממות.....

84.....ג. טמפרטורה קשורה לאנרגיה.....

85.....אנרגיה תרמית ומודל החלקיקים.....

87.....ד. שילוב האנרגיה התרמית בייצוג תופעות - הרחבה והעמקה.....

87.....דוגמת המטוטלת.....

89.....דוגמת הכדור המקפץ.....

91.....שינוי מצב צבירה: הסבר במונחי אנרגיה.....

92.....ה. מה למדנו בפרק זה?.....

93.....שאלות סיכום.....

פרק 5: שינויי אנרגיה ושינוי משקל תרמי

98.....מבט לאחור ומבט לפנים.....

98.....א. לאן נעלמת האנרגיה התרמית?.....

101.....ב. מה קורה לטמפרטורה של גוף בסביבות שונות?.....

104.....ג. באילו דרכים אפשר לשנות טמפרטורה של גופים?.....

109.....ד. מה למדנו בפרק זה?.....

109.....שאלות סיכום.....

111.....נספח: הסבר מעבר בין מצבי צבירה באמצעות אנרגיה תרמית.....

מקרא הסמלים

שאלות שיש לענות עליהן במחברת	שאלות 
משימת כתיבה, כמו: השלמת טבלה, גרף, איור וכדומה.	משימה 
פעילות בכיתה המלווה לעתים בבנייה של תוצר, כמו: פוסטר או דגם וכדומה.	פעילות 
ניסוי לביצוע במעבדה.	ניסוי 
פעילות ממוחשבת באתר 'מטמו"ן חדש'.	פעילות ברשת 
צפייה בסרטון באתר 'מטמו"ן חדש'.	צפייה בסרט 
פעילות להקניה או לתרגול של מיומנויות למידה.	מיומנויות, החדש וטכנולוגיה 
פעילות המדמה את דרכי פעולתו של מדען.	בדרך החקירה 
העשרת ידע באמצעות עובדות נוספות הקשורות לחומר הנלמד.	מעניין ומסקין 
שאלות לדיון בכיתה עם המורה או בקבוצות.	דיון 
ניסוי המודגם על ידי המורה או נצפה באתר 'מטמו"ן חדש'.	הדגמה 
משקפיים דמיוניים המאפשרים "לראות" את מה שעין האדם אינה רואה.	משקפי קסם 
מידע והרחבה על תכנים שמעבר לתכנית הלימודים.	מידע והרחבה 



פרק 1

אנרגיה, תופעות ושינויים

א. תופעות המתרחשות סביבנו

תופעות, שינויים ואנרגיה



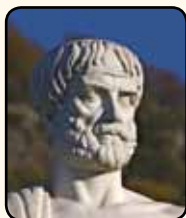
אילו היינו חוקרים המגיעים אל כוכב לכת חדש ומגלים כי הכול בו דומם: שום רחש לא נשמע, כל העצמים ניצבים על מקומם ללא נוע ודבר אינו מתרחש - עדיין, כחוקרים, הייתה לנו עבודה רבה. היינו יכולים למדוד ולשקול, לחשב שטחים, נפחים וצפיפויות, להכיר את המאפיינים של העצמים השונים, וללמוד על תכונותיהם של החומרים, וזאת בהתאם למה שלמדתם קודם. על פני כדור הארץ המצב שונה לחלוטין. אמנם יש מסביבנו גופים המצויים במנוחה, אך רוב הזמן אנו עדים לשינויים תכופים: נחלים זורמים, רוחות מנשבות, ציפורים עפות וציוצן נשמע, דלקות פורצות, עונות השנה מתחלפות, את החשכה מחליף אור, מכוניות נוסעות וכוס שתייה קרה מתחממת. גם בכדור הארץ עצמו מתחוללים שינויים: האדמה נעה והרי געש מתפרצים. אנו חיים בסביבה שכל הזמן מתחוללים בה שינויים.

על מנת לחקור שינויים אלו אפשר להיעזר, בין היתר, במושג שכבר מוכר לכם: **אנרגיה**. כך למשל, אפשר להיעזר במושג אנרגיה על מנת להעריך לאיזה מרחק נסיעה יספיק מלאי הדלק שבמכל המכונית, כמה זמן יחלוף עד שהמים בקומקום ירתחו, מהו גובהו המרבי (המקסימלי) של כדור הנבעט כלפי מעלה, וכן הלאה. ביחידה זו נלמד כיצד מושג האנרגיה משתלב בתיאורן של תופעות שונות, ונכיר את תרומתו הרבה להבנת תהליכים שמתרחשים בהם שינויים.

אלניין ומסקין

אריסטו, הפילוסוף היווני הידוע, סבר כי היקום נחלק לשניים: כל מה שמצוי בסביבת הארץ (עד הירח) נתון לשינויים מתמידים: הן בעלי החיים הן הצמחים והן הדוממים החומריים נוצרים ומתכלים¹ ללא הפסק. לעומת זאת, לדעת אריסטו, מה שמצוי בשמים, מעבר לירח, הוא קבוע ונצחי משום שאינו גשמי (אלא רוחני), ופרט לתנועה לא מתחולל בו כל שינוי.

מי היה אריסטו?



פילוסוף יווני חשוב שחי במאה ה-4 לפני הספירה. היה תלמידו של אפלטון. אריסטו הבחין בין תחומי הדעת השונים, אבחנה שנתרה עד היום. הוא עסק רבות בביולוגיה ובאנטומיה של בעלי-חיים ובפיזיקה, אסטרונומיה וקוסמולוגיה (מדע היקום). אריסטו כתב את הספרים המדעיים הראשונים שהניחו את יסודות המדע למשך כאלפי שנה. כיום ידוע כי רבים מרעיונותיו היו שגויים, אך חשיבותם הרבה היא בתרומתם לביסוס השיטה המדעית.

1 מתכלים - נהרסים, מפסיקים להתקיים

1. האם אתם מסכימים עם דעתו של אריסטו המופיעה בפסקה "מעניין ומסקרן"? נמקו את תשובתכם.
2. אילו מהאיורים הבאים תופעה שיש בה שינוי? מהו השינוי המתחולל?

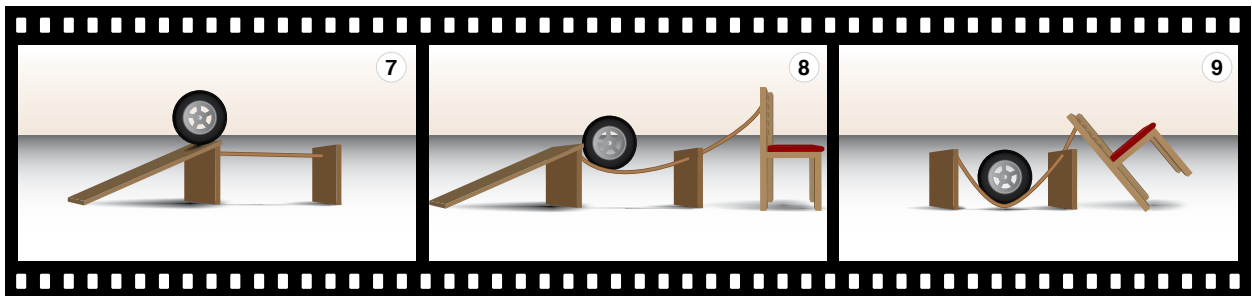
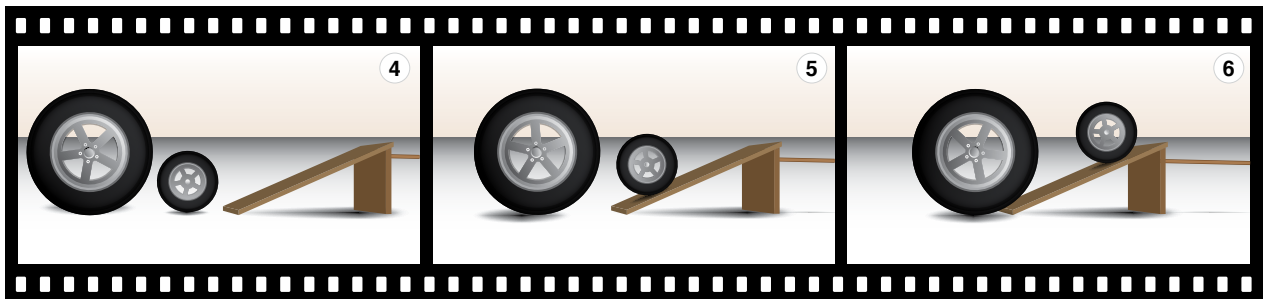
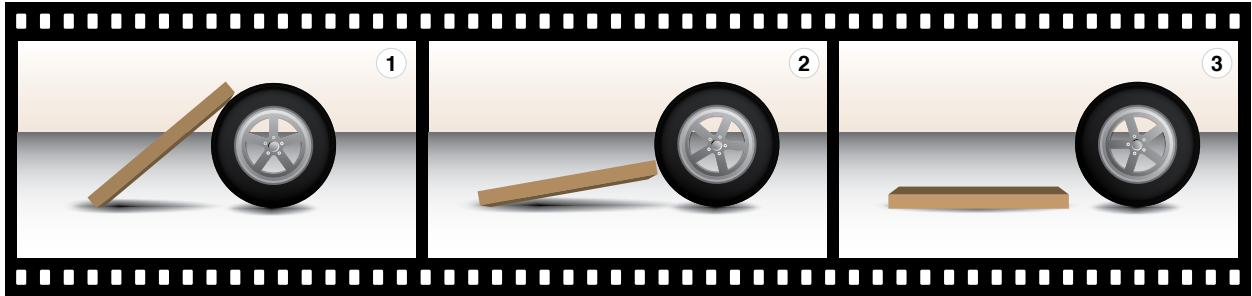


שינויים תוך כדי תנועה

צפו בסרטון [תופעות ושינויים*](#).

1. תארו מה מתרחש בסרטון.

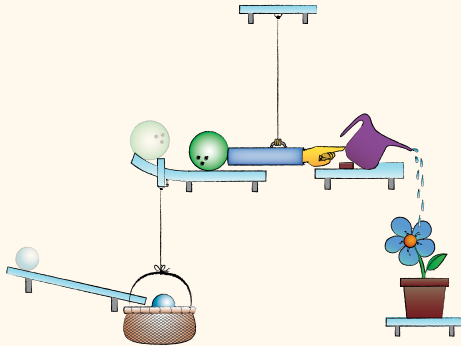
2. התבוננו בסדרת האיורים הבאה המתארת קטע מהסרטון, ותארו מהם השינויים המתרחשים מתמונה 1 ועד תמונה 9.



* הסרטון מדגים מכונת רוב גולדברג.

מכונת רוב גולדברג

"מכונת רוב גולדברג" הוא שם שניתן למערכת המורכבת מחלקים רבים, המבצעת פעולה פשוטה אך בתהליך ארוך. הפעולה מתבצעת צעד אחר צעד בתגובת שרשרת. מכונת רוב גולדברג החלו את דרכן כקריקטורה, כמתואר באיור שלפניכם. אפשר גם לבנות מכונות רוב גולדברג ממשיות המבצעות פעולות בתגובת שרשרת.



מי היה רוב גולדברג?

רוב גולדברג (1883-1970) היה קריקטוריסט אמריקאי שהחל את דרכו כמהנדס. הוא אייר קריקטורות רבות, שבהן מתוארות מכונות מסובכות המבצעות פעולות פשוטות. קריקטורות אלו היו בדרך כלל משעשעות ומבדחות.



איורים נוספים אפשר לראות באתר הרשמי של [רוב גולדברג](#)



1. תכננו מכונת רוב גולדברג והציגו אותה באיור, בדומה לקריקטורות של רוב גולדברג.
 2. תארו את השינויים המתרחשים במכונה שתכננתם.
- שמרו על האיורים של המכונה שתכננתם. תשתמשו בהם בהמשך הלימוד ביחידה זו.

השינויים הנראים במכונת רוב גולדברג הם מסוגים שונים: שינוי בגובה, שינוי במקום, שינוי במהירות או שינוי בצורה. בפעילות הבאה נבחן שינוי מסוג אחר: שינוי בטמפרטורה.

יריד תופעות - שינויי טמפרטורה

מטרת הפעילות

לבחון דרכים שונות לשינוי טמפרטורה.

ציוד וחומרים

מקור אור, עדשה מרכזת, גלגל אופניים, קומקום חשמלי, נר, גפרורים, ארבעה מדי-טמפרטורה דיגיטליים.

מהלך הפעילות

לפניכם ארבע תחנות. בכל אחת מהתחנות תמדדו שינויים בטמפרטורה בעקבות תהליכים שונים.

תחנה א' - מקור אור ועדשה מרכזת



- מהי הטמפרטורה ההתחלתית שמד-הטמפרטורה מראה?
- חממו את מד-הטמפרטורה על ידי ריכוז האור על גביו באמצעות העדשה המרכזת.
- מהי הטמפרטורה שמד-הטמפרטורה מראה כעבור כדקה?
- רשמו את תוצאות המדידות בטבלה 1 בעמוד הבא.

תחנה ב' - גלגל אופניים

- מהי הטמפרטורה ההתחלתית שמד-הטמפרטורה מראה?
- הפכו את האופניים כך שישענו על הכידון. סובבו את הדוושות, כך שגלגל האופניים יסתובב במהירות. עצרו את הגלגל על ידי כך שתלחצו אליו בחוזקה את מד-הטמפרטורה.
- כתבו את ערכה המרבי של הטמפרטורה: התבוננו בצג מד-הטמפרטורה, והמתינו. כאשר הטמפרטורה תתחיל לרדת, תדעו מה היה ערכה המרבי.
- רשמו את תוצאות המדידות בטבלה 1 בעמוד הבא.





תחנה ג' - קומקום חשמלי

- א. מהי הטמפרטורה ההתחלתית שמד-הטמפרטורה מראה?
- ב. מלאו את הקומקום במעט מים, כך שגוף החימום יכוסה כולו. הפעילו את הקומקום על ידי לחיצה על המָתֵג החשמלי. הכניסו את מד-הטמפרטורה למים וחכו דקה.
- ג. מהי הטמפרטורה שמד-הטמפרטורה מראה כעבור כדקה?
- ד. רשמו את תוצאות המדידות בטבלה 1 שבעמוד זה.



תחנה ד' - נר דולק

- א. מהי הטמפרטורה ההתחלתית שמד-הטמפרטורה מראה?
- ב. הדליקו את הנר. הניחו את מד-הטמפרטורה כך שראשו מונח בלהבת הנר והחלק הפלסטי שלו מונח על השולחן.
- ג. מהי הטמפרטורה שמד-הטמפרטורה מראה כעבור כדקה?
- ד. רשמו את תוצאות המדידות בטבלה 1 שבעמוד זה.

איסוף נתונים

רשמו בטבלה את הטמפרטורה שנמדדה במד-הטמפרטורה בתחילת התצפית ובסופה.

טבלה 1. איסוף נתונים: שינוי טמפרטורה של מד-הטמפרטורה

אמצעי החימום	טמפרטורה בתחילת התצפית	טמפרטורה בסוף התצפית	השינוי בטמפרטורה
אור ועדשה מרכזת			
תנועה של גלגל אופניים			
קומקום חשמלי			
בעירה של נר			

הסקת מסקנות

1. מה הייתה התוצאה של השימוש בכל אחד מאמצעי החימום?
2. באיזה אופן התחמם מד-הטמפרטורה בכל אחת מהתופעות.
3. הסיקו מסקנה. היעזרו במחסן המילים (שימו לב שמחסן המילים כולל גם מילים מיותרות!):
בכל הניסויים, _____ שהתקבלה הייתה דומה: שינוי ב _____, אף-על-פי ש _____ היו שונים.

מחסן מילים: הגזאה, גזא, הגהאיכים, חואריס, אמצעי החימום, טמפרטורה

ב. תיאור שינויים, מצבים ומאפיינים

כיצד יודעים שמתרחש שינוי?

בסעיף הקודם נתנו דוגמאות לתופעות המתרחשות על פני כדור הארץ שמתחוללים בהן שינויים, כמו רעידת אדמה והתפרצות הר געש. אך ראשית עלינו לשאול: כיצד בכלל אפשר לדעת שהתרחש שינוי? לצורך זה, עלינו להגדיר מראש את המערכת בה אנו עוסקים: אוסף הרכיבים הקשורים לתופעה והנחוצים לתיאור השינוי שבו אנו מעוניינים.

המערכת היא אוסף כל הרכיבים הקשורים לתופעה המעניינת אותנו והנחוצים לצורך תיאור השינויים שהתרחשו.

כאשר אנו מתבוננים במערכת שיש בה שינוי, אנו מבחינים כי יש הבדל בין מצב אחד, מוקדם, למצב שני, מאוחר יותר. אנו מכנים מצבים אלו בשמות: **מצב התחלתי ומצב סופי**. בדרך כלל אנו קובעים מצבים אלו בהתאם לבעייה. לדוגמה, ספר הנופל משולחן. במצבו של הספר חל שינוי: בתחילה הוא היה במנוחה בגובה מסוים (מצב התחלתי), ולאחר מכן הוא בגובה אחר ובתנועה (מצב סופי). אפשר כמובן לקבוע כי המצב הסופי הוא כאשר הספר מונח על הרצפה, לאחר נפילתו.

מה בעצם השתנה בתופעה?

נוסף על המצב ההתחלתי והמצב הסופי, כדי לתאר את השינויים עלינו לברר מה השתנה במהלך התופעה. לשם כך נוח לזהות **גורמים** או **מאפיינים** מסוימים המשתנים במהלך התופעה ולהתייחס אליהם. ביחידה זו נהיה מעוניינים לדעת אם חל שינוי באחד או כמה מהמאפיינים הבאים של המערכת: גובה, מהירות, צורה, הרכב החומר, זרם חשמלי, טמפרטורה וקרינה (כולל אור).



1. העפת עפיפון



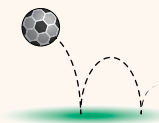
כאשר אנו מעיפים עפיפון (המהווה את המערכת שלנו), בתחילה הוא על הקרקע ולבסוף נתפס בצמרת העץ. המאפיינים של התהליך שמתרחש יכולים להיות: צבע העפיפון, אורך החוט, גובה העפיפון, מהירותו, אורך המקלות ומספר הסרטים. כדי לתאר שינוי עלינו להתמקד רק במאפיינים שהשתנו והמעיינים אותנו. במקרה זה המאפיינים המשתנים הם: **גובה העפיפון ומהירותו**. שאר המאפיינים אינם נחוצים לנו לתיאור השינוי, ולכן נתעלם מהם.



העתיקו למחברתכם את התרשים הבא והשלימו על סמך הקטע שקראתם את המצב ההתחלתי ואת המצב הסופי של תהליך העפת העפיפון. לאחר מכן הקיפו בעיגול את המאפיינים שהשתנו בתהליך זה:

מצב סופי: _____	המאפיינים שחל בהם שינוי: גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי טמפרטורה / קרינה	מצב התחלתי: _____
---------------------------	--	-----------------------------

2. כדור מקפץ



כאשר אנו מתכוונים במערכת שבה כדור המקפץ על הרצפה, בתחילת התהליך הכדור נעזב בגובה מסוים, ובסופו הוא חוזר כמעט לאותו הגובה אחרי שפגע ברצפה. המאפיינים שיעזרו לנו לתאר את השינוי במצבו של הכדור הם **הגובה והמהירות** שלו. שני מאפיינים אלו משתנים תוך כדי הקפיצות של הכדור. במהלך הנפילה, גובה הכדור הולך וקטן, ואילו מהירותו הולכת וגדלה². בזמן עלייתו, גובה הכדור הולך וגדל, ומהירותו הולכת וקטנה עד לעצירה. לכדור יש מאפיינים נוספים, כמו למשל צבע וסוג החומר שממנו הוא עשוי, אך מאפיינים אלו אינם משתנים ולכן לא יעזרו לנו לתאר את השינוי במצבו של הכדור.



העתיקו למחברתכם את התרשים הבא והשלימו על סמך הקטע שקראתם את המצב ההתחלתי ואת המצב הסופי של תהליך הכדור המקפץ. לאחר מכן הקיפו בעיגול את המאפיינים שהשתנו בתהליך זה:

מצב סופי: _____	המאפיינים שחל בהם שינוי: גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי טמפרטורה / קרינה	מצב התחלתי: _____
---------------------------	--	-----------------------------

2 הגברת מהירותו של גוף נופל היא הסיבה לשימוש במצנח: בלעדיו הייתה מהירות הצנחן גדלה והולכת, עד לפגיעתו בקרקע. לעומת זאת, לאחר פתיחתו כולא המצנח את האוויר בתוכו. התנגדות האוויר הנוצרת היא הגורם העיקרי להאטת מהירות הנפילה ולעובדה שהמהירות נותרת קבועה.

3. גומייה נמתחת



המאפיין של הגומייה (המהווה את המערכת שלנו) שיאפשר לנו לתאר את השינוי שחל בה בתהליך המתיחה הוא **האורך** שלה. כאשר מותחים את הגומייה, אורכה משתנה: בתחילה אורכה היה 10 ס"מ, ולאחר המתיחה אורכה היה 20 ס"מ. גם לגומייה יש מאפיינים נוספים, אך אלו אינם חשובים לנו לצורך תיאור השינוי שחל בה בזמן מתיחתה.



העתיקו למחברתכם את התרשים הבא והשלימו על סמך הקטע שקראתם את המצב ההתחלתי ואת המצב הסופי של תהליך הגומייה הנמתחת. לאחר מכן הקיפו בעיגול את המאפיינים שהשתנו בתהליך זה:

<p>מצב סופי:</p> <p>_____</p>	<p>המאפיינים שחל בהם שינוי:</p> <p>גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי טמפרטורה / קרינה</p>	<p>מצב התחלתי:</p> <p>_____</p>
--------------------------------------	--	--

4. נורה מאירה

בדוגמה זו הנורה וסביבתה הקרובה הם המערכת. בתחילת התהליך הנורה היתה כבויה, ובסיומה הנורה מאירה וחמה. השינוי שהתרחש הוא קליטה של אור בעיניים שלנו. במקביל הנורה מתחממת ומחממת את סביבתה. עלינו לזכור, כי הארת הנורה התאפשרה על ידי זרימה של זרם חשמלי דרכה. לכן, המאפיינים שיאפשרו לנו לתאר את תופעת הנורה הדולקת הם שינוי בקרינה (באור), בטמפרטורה ובזרם החשמלי.



העתיקו למחברתכם את התרשים הבא והשלימו על סמך הקטע שקראתם את המצב ההתחלתי ואת המצב הסופי של תהליך הנורה המאירה. לאחר מכן הקיפו בעיגול את המאפיינים שהשתנו בתהליך זה.

<p>מצב סופי:</p> <p>_____</p>	<p>המאפיינים שחל בהם שינוי:</p> <p>גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי טמפרטורה / קרינה</p>	<p>מצב התחלתי:</p> <p>_____</p>
--------------------------------------	--	--

כשבמערכת מתרחשת תופעה של שינוי, קיימים גורמים העוזרים לנו לתאר מה השתנה. גורמים אלו נקראים: **המאפיינים של התופעה.**

אנו מתמקדים במאפיינים הבאים: גובה, מהירות, צורה, הרכב החומר, זרם חשמלי, טמפרטורה וקרינה (כולל אור).



כתבו שתי דוגמאות נוספות לתופעות שחלים בהן שינויים, ורשמו באילו מהמאפיינים הבאים מתחוללים שינויים: גובה, מהירות, צורה, הרכב החומר, זרם חשמלי, טמפרטורה וקרינה.

דוגמה א':

המאפיינים שחל בהם שינוי:

גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי / טמפרטורה / קרינה

דוגמה ב':

המאפיינים שחל בהם שינוי:

גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי / טמפרטורה / קרינה

השינויים בתופעה מתרחשים בו-זמנית

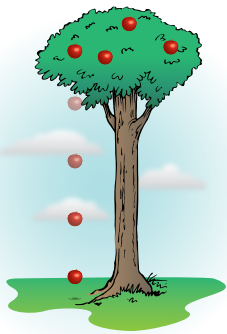
נתבונן בתפוח הנופל מראש העץ אל פני הקרקע.

שאלה

סמנו באילו מהמאפיינים הבאים חל שינוי במהלך נפילתו של התפוח. זכרו כי מהירותו של גוף נופל הולכת וגדלה תוך כדי נפילתו.

המאפיינים שחל בהם שינוי:

גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי / טמפרטורה / קרינה



נבחין כי השינויים בגובה ובמהירות של התפוח התרחשו **בו-זמנית**: ככל שפחת גובהו של התפוח כך גדלה מהירותו.

יש דוגמאות רבות לתופעות שבהן כמה מאפיינים משתנים בו-זמנית:

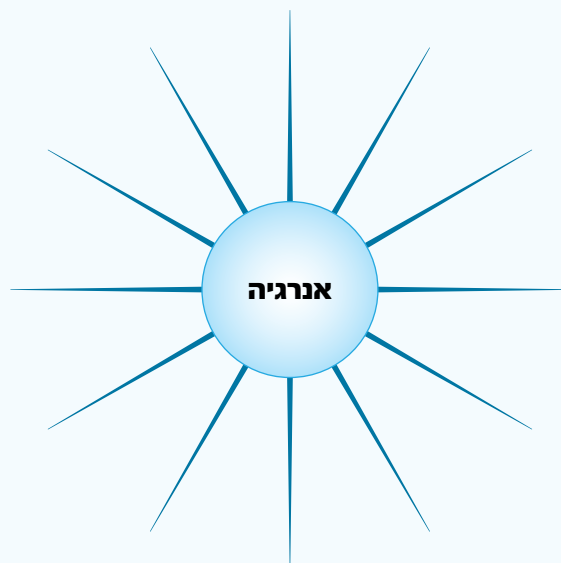
- בזמן שמיתר קשת מתוחה חוזר למצבו הרפוי - החץ הצמוד אליו מגביר את מהירותו.
- בזמן שנר בוער - נוצר אור, והנר וסביבתו מתחממים.
- מאפיינים אלו, שהשינויים בהם מתרחשים בעת ובעונה אחת, קשורים זה בזה:
- ללא הרפיית חוט הקשת לא היה החץ צובר מהירות.
- ללא הזרם החשמלי לא הייתה הנורה נדלקת.

ג. שינויים במאפיינים קשורים לשינויים בסוגי אנרגיה

מתברר כי שינויים במאפיינים שציינו - גובה, מהירות, צורה, הרכב החומר, זרם חשמלי, טמפרטורה, קרינה - מלווים גם בשינויים באנרגיה.



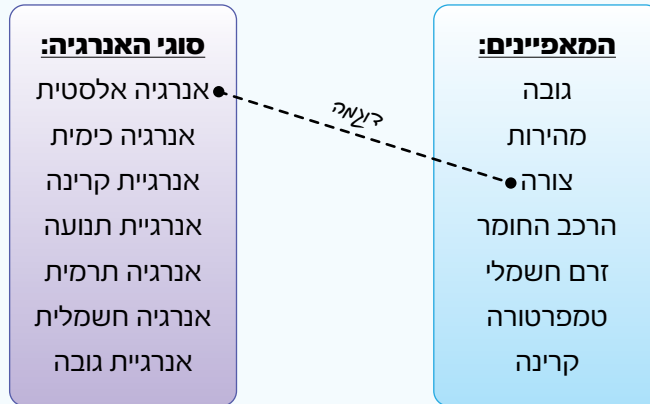
1. על סמך מה שלמדתם בעבר, מה ידוע לכם על אנרגיה? השלימו את "שמש האסוציאציות" שלפניכם. רשמו בקצה כל "קרן" כל מושג, רעיון או תופעה, המתקשרים למושג אנרגיה. הוסיפו "קרניים" משלכם במידת הצורך.
2. אילו סוגי אנרגיה מוכרים לכם?
3. אילו שימושים יומיומיים במושג אנרגיה אתם מכירים? כתבו שתיים-שלוש דוגמאות.



איור 1. "שמש אסוציאציות"

כמו שלמדתם בכיתה ו', האנרגיה באה לידי ביטוי בסוגים שונים: אנרגיית תנועה, אנרגיית גובה, אנרגיה אלסטית, אנרגיה כימית, אנרגיה חשמלית, אנרגיה תרמית ואנרגיית קרינה.
אם כן, אנו מקשרים שינוי במאפיין מסוים שעוזר לנו לתאר תופעה - לשינוי בסוג מסוים של אנרגיה.

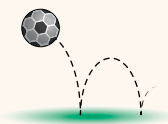
נסו לקשר בין המאפיינים שלמדתם ובין סוגי האנרגיה, וציינו איזה מאפיין מתייחס לאיזה סוג של אנרגיה.



נתאר דוגמאות אחדות ונבחן בהן את המאפיינים שהשתנו בתופעה. נקשר שינויים אלו לשינויים בסוגי האנרגיה.



כדור מקפץ



כאשר הכדור מקפץ על הרצפה, שלושה מאפיינים משתנים: המהירות של הכדור, צורתו בעת הפגיעה ברצפה והגובה שלו. שלושה מאפיינים אלו קשורים בסוגי אנרגיה שאנו מכירים: אנרגיית תנועה, אנרגיה אלסטית ואנרגיית גובה. אנו אומרים שבתופעה זו יש שינוי באנרגיית התנועה, באנרגיה האלסטית ובאנרגיית הגובה.



סמנו את המאפיינים ואת סוגי האנרגיה שהשתנו בתהליך הכדור המקפץ:

המאפיינים שחל בהם שינוי: גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי / טמפרטורה / קרינה



סוגי האנרגיה שחל בהם שינוי:

אנרגיית גובה / אנרגיית תנועה / אנרגיה אלסטית / אנרגיה כימית / אנרגיה חשמלית / אנרגיה תרמית / אנרגיית קרינה

גומייה נמתחת



כאשר הגומייה נמתחת, צורתה משתנה. שינוי זה קשור באנרגיה אלסטית. אנו אומרים שבתופעה זו האנרגיה האלסטית משתנה.

יש לציין, כי רק שינוי צורה בגופים גמישים מתקשר לשינוי באנרגיה אלסטית³.



סמנו את המאפיינים ואת סוגי האנרגיה שהשתנו בתהליך הגומייה הנמתחת:

המאפיינים שחל בהם שינוי: גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי / טמפרטורה / קרינה



סוגי האנרגיה שחל בהם שינוי:

אנרגיית גובה / אנרגיית תנועה / אנרגיה אלסטית / אנרגיה כימית / אנרגיה חשמלית / אנרגיה תרמית / אנרגיית קרינה

3 שינוי צורה בגופים שבירים או פלסטיים אינו מתקשר לשינוי באנרגיה אלסטית.



נורה מאירה

בתהליך בו מאירה נורה מתחוללים שינויים באור, בטמפרטורה ובזרם החשמלי. שינויים אלו קשורים בשינויים באנרגיית קרינה, באנרגיה תרמית ובאנרגיה חשמלית.



סמנו את המאפיינים ואת סוגי האנרגיה שהשתנו בתופעות הנורה המאירה:

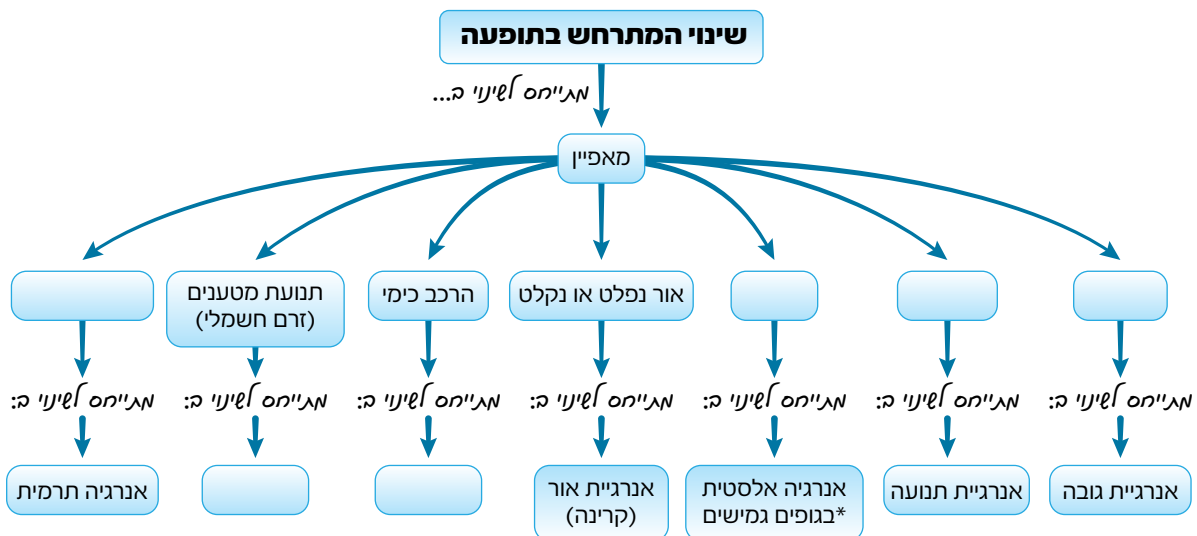
המאפיינים שחל בהם שינוי: גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי / טמפרטורה / קרינה



סוגי האנרגיה שחל בהם שינוי: אנרגיית גובה / אנרגיית תנועה / אנרגיה אלסטית / אנרגיה כימית / אנרגיה חשמלית / אנרגיה תרמית / אנרגיית קרינה



השלימו את החסר באיור הבא, המסכם את הקשר בין השינוי במאפיינים לבין השינוי בסוגי האנרגיה:



איור 2. הקשר בין השינוי במאפיינים לבין השינוי בסוגי האנרגיה

בספרנו נתמקד בעיקר באנרגיית גובה ובאנרגיית תנועה, ונעסוק גם באנרגיה האלסטית. את שאר סוגי האנרגיה נזכיר מדי פעם.

זיהוי סוגי אנרגיה

לפניכם שלוש תחנות, ובהן מצויים: שבשבת, תא סולרי החשוף לאור השמש וסביבון קפיץ. בכל תחנה בחנו את התופעה המוצגת וענו על השאלות. היעזרו בתבנית הבאה:

המאפיינים שחל בהם שינוי: גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי / טמפרטורה / קרינה



סוגי האנרגיה שחל בהם שינוי:

אנרגיית גובה / אנרגיית תנועה / אנרגיה אלסטית / אנרגיה כימית / אנרגיה חשמלית / אנרגיה תרמית / אנרגיית קרינה



תחנה א' - שבשבת

ציוד: שבשבת

הפעלה: נשפו בשבשבת.

שאלות

1. מהם מאפייני התופעה שהשתנו?
2. באילו סוגי אנרגיה חל שינוי?

תחנה ב' - תא סולרי

ציוד: תא סולרי המחובר למכשיר חשמלי (משחק סולרי או מנורה סולרית).

הפעלה: חשפו את התא הסולרי לאור השמש והביטו במתרחש.

שאלות

1. מהם מאפייני התופעה שהשתנו?
2. באילו סוגי אנרגיה חל שינוי?



תחנה ג' - סביבון קפיץ

ציוד: סביבון המופעל על קפיץ.

הפעלה: מתחו את הקפיץ והפעילו את הסביבון. הביטו במתרחש.

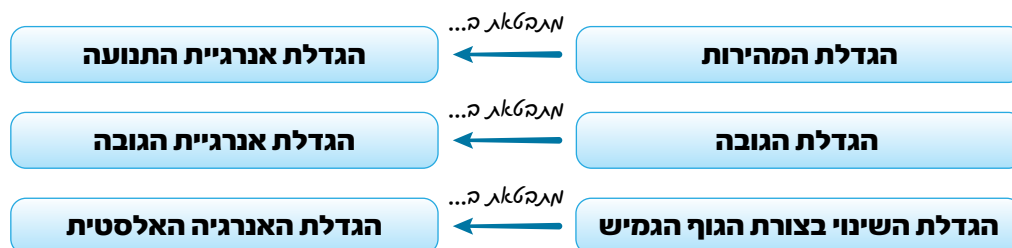
שאלות

1. מהם מאפייני התופעה שהשתנו?
2. באילו סוגי אנרגיה חל שינוי?

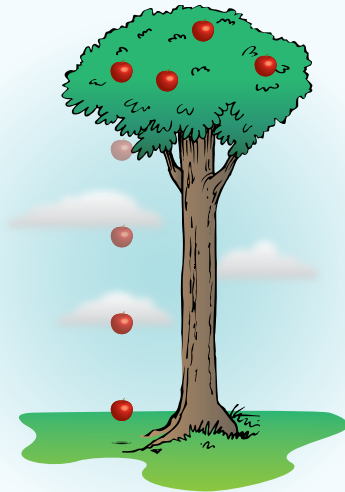


באיזה אופן משתנה האנרגיה?

בפרק הקודם למדנו כי שינויים החלים במערכת בעודה עוברת ממצב למצב מלאים גם בשינויים באנרגיה: אפשר לקשר בין שינויים בגובה, במהירות, בצורה וכדומה - ובין שינויים בסוגי אנרגיה שונים. כעת ננסה לענות על השאלה, באיזה אופן משתנה האנרגיה: מתי היא גדלה ומתי היא קטנה? התשובה לכך אינה פשוטה, וחלק ממנה תוכלו לגלות בפעילויות הנלוות באתר. בשלב זה של הלימוד נסתפק בעובדה שאם **מגבירים** את המהירות, אנרגיית התנועה **גדלה**, ולהפך: אם **מקטינים** את המהירות - אנרגיית התנועה **קטנה**. כך גם באנרגיית הגובה: אם **מגדילים** את הגובה, אנרגיית הגובה **גדלה**, ולהפך: אם **מקטינים** את הגובה - אנרגיית הגובה **קטנה**. וכך גם באנרגיה האלסטית: ככל ש**גדל** השינוי בצורת הגוף הגמיש, כך **גדלה** האנרגיה האלסטית, ולהפך: ככל ש**קטן** השינוי בצורת הגוף הגמיש - **קטנה** האנרגיה האלסטית. בדוגמאות שניתן בפרק זה, נוסף על עצם השינוי שחל באנרגיה חשוב לבדוק גם אם האנרגיה גדלה או קטנה.



סל קניות זה נפל פעם אחת מהקומה השלישית לקרקע ופעם שנייה מהקומה העשירית לקרקע. באיזו מהנפילות היה השינוי באנרגיית התנועה של הסל גדול יותר?



תיאור תופעה - תפוח נופל מראש העץ.

בשפת היומיום נתאר תפוח הנופל מראש העץ כך: התפוח תלוי על העץ ופתאום נושר ונופל אל האדמה. תארו את התופעה בצורה מדעית, במענה לשאלות הבאות:

1. מהם המאפיינים של המערכת שחלו בהם שינויים?
2. מהם סוגי האנרגיה המעורבים בשינויים אלו?

היעזרו בתכנית הבאה:

המאפיינים שחל בהם שינוי: גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי / טמפרטורה / קרינה



סוגי האנרגיה שחל בהם שינוי:

אנרגיית גובה / אנרגיית תנועה / אנרגיה אלסטית / אנרגיה כימית / אנרגיה חשמלית / אנרגיה תרמית / אנרגיית קרינה

3. בעבור כל אחד מסוגי האנרגיה שציינתם בשאלה 2, כתבו באיזה אופן השתנתה האנרגיה: גדלה/קטנה/ללא שינוי.
4. **שאלה מאתגרת:** היעזרו בתשובות לשאלות 1-3, ותארו את תהליך נפילת התפוח בשפה מדעית, כלומר בעזרת המונחים: מאפיינים, אנרגיה מסוג מסוים ושינוי.

מרוץ הכוסות הגדול

מטרת הפעילות

לבחון תופעות שחלים בהן שינויים, ולתאר אותן בשפה מדעית.

ציוד וחומרים

שתי כוסות חד-פעמיות, נייר דבק, שני קשים, מספריים, בלון, חוט באורך מטר וריבוע פוליגל בגודל 30x30 ס"מ.

מהלך הפעילות

בְּנֵי מְכוּנֵי-כּוֹס כמתואר בתמונה, בעזרת שתי כוסות חד-פעמיות ונייר דבק. בעזרת הפריטים הנוספים שבערכה - קשיות, בלון, חוט ומשטח הפוליגל - עליכם להניע את המכונית למרחק של חצי מטר לפחות. עשו זאת בכמה שיטות, ובכל פעם תניעו את המכונית על ידי פריט אחד בלבד מהערכה. תארו את התופעה בכתב.

משימה רב-קבוצתית

חברו שלוש מכוניות-כוס למכונית אחת גדולה, והניעו אותה באופן המהיר ביותר למרחק של מטר אחד. עשו זאת באמצעות שימוש בו-זמני בשיטות שונות.



1. אילו מהשיטות שהצעתם להנעת המכונית היו יעילות יותר?
2. מה היו הגורמים השונים שהשפיעו על תנועת מכוניות-הכוס בכל אחת מהשיטות?
3. בחרו באחת מהשיטות להנעת המכונית, וענו על השאלות:
 - א. מהם המאפיינים של המערכת שחלו בהם שינויים?
 - ב. מהם סוגי האנרגיה המעורבים בשינויים אלו?
 היעזרו בתבנית הבאה:

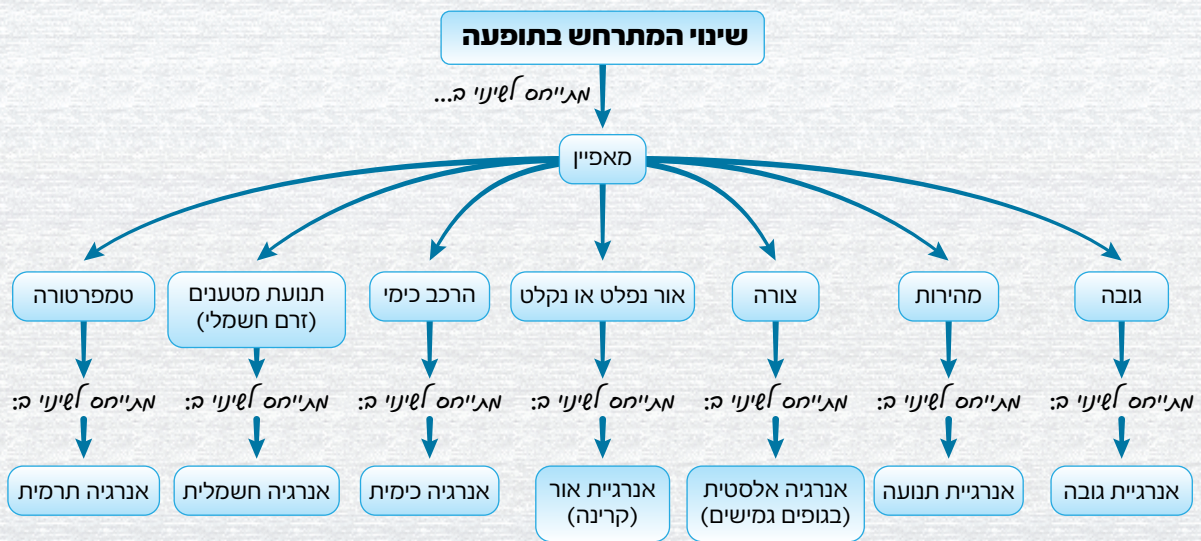
המאפיינים שחל בהם שינוי: גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי / טמפרטורה / קרינה



סוגי האנרגיה שחל בהם שינוי: אנרגיית גובה / אנרגיית תנועה / אנרגיה אלסטית / אנרגיה כימית / אנרגיה חשמלית / אנרגיה תרמית / אנרגיית קרינה

ד. מה למדנו בפרק זה?

- ✓ הכרנו תופעות שיש בהן שינויים.
- ✓ הכרנו את מושג המערכת כאוסף הרכיבים הקשורים לתופעה והנחוצים לצורך תאור השינויים שהתרחשו.
- ✓ הזכרנו כי כשעוסקים בתופעות בהן יש שינויים, יש להגדיר את **המצב ההתחלתי** ואת **המצב הסופי** של התופעה.
- ✓ למדנו כי זיהוי **המאפיינים המשתנים** במהלך התופעה מאפשר לקבוע אילו **סוגי אנרגיה משתנים** בתופעה זו.
- ✓ סיכמנו את הקשר בין השינוי במאפיינים לבין השינוי בסוגי האנרגיה בעזרת האיור הבא:



איור 3. הקשר בין השינוי במאפיינים לבין השינוי בסוגי האנרגיה

נעזרנו בתבנית לתיאור תופעה בשפה מדעית:

המאפיינים שחל בהם שינוי: גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי / טמפרטורה / קרינה

סוגי האנרגיה שחל בהם שינוי:

אנרגיית גובה / אנרגיית תנועה / אנרגיה אלסטית / אנרגיה כימית / אנרגיה חשמלית / אנרגיה תרמית / אנרגיית קרינה

- ✓ ראינו כי שינויים מתרחשים בו-זמנית. כאשר חל שינוי במאפיין אחד, חל שינוי גם במאפיין אחר.
- ✓ למדנו כי יש משמעות לאופן השינוי: כאשר הגובה גדל, גדלה אנרגיית הגובה, וכאשר גדלה המהירות, גדלה אנרגיית התנועה - ולהיפך.

שאלות סיכום

1. לפניכם משפטים המתארים תופעות מחיי היומיום. ציינו לגבי כל אחת מהתופעות באילו מאפיינים חל שינוי ואילו סוגי אנרגיה מעורבים בתופעה. היעזרו בתבנית הנתונה. בכל סעיף מסומנת המערכת בקו תחתי.

המאפיינים שחל בהם שינוי: גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי / טמפרטורה / קרינה



סוגי האנרגיה שחל בהם שינוי:

אנרגיית גובה / אנרגיית תנועה / אנרגיה אלסטית / אנרגיה כימית / אנרגיה חשמלית / אנרגיה תרמית / אנרגיית קרינה

- א. רוח חזקה גורמת למפרשית להתחיל לשוט.
ב. נורה מאירה את החדר.
ג. אור השמש נבלע בלוח של דוד שמש.
ד. קליע נורה מרובה ומתקדם במהירות עצומה.
ה. זיקוק דינור התפוצץ בחגיגת יום העצמאות.
2. איזו מהתופעות הבאות אפשר לתאר על ידי שינוי באנרגיית תנועה?
א. מכונית מתחילה לנסוע.
ב. כדור נופל מראש בניין רב-קומות.
ג. כדורגל מונח על מגרש.
ד. ספר מעניין מונח על שולחן.
3. אפשר לתאר את תנועתו של פגז בעת מעופו באמצעות (בחרו את התשובה הנכונה ביותר והסבירו):
א. שינוי באנרגיית גובה ובאנרגיית תנועה.
ב. שינוי באנרגיית תנועה בלבד.
ג. שינוי באנרגיית גובה בלבד.
ד. אין שום שינויים בסוגי אנרגיה בעת מעופו של הפגז.
4. דוד אחוז גומייה רפוייה ומותח אותה. האם בתופעה זו השתנתה האנרגיה האלסטית של הגומיה? (בחרו את התשובה הנכונה ביותר והסבירו):
א. כן
ב. לא
ג. אי אפשר לדעת.

5. להלן תיאור של כמה תופעות. איזו מהתופעות הבאות אפשר לתאר על ידי שינוי באנרגיית התנועה של המכונית? (בחרו את התשובה הנכונה ביותר והסבירו):

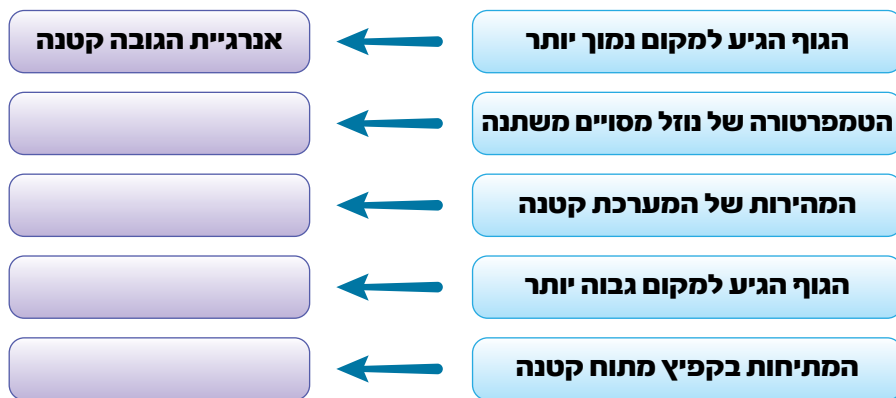
- א. מכונית נוסעת במהירות קבועה.
- ב. מכונית עומדת ברמזור.
- ג. מכונית מאטה לפני רמזור אדום.
- ד. מכונית ניצבת בחניון.

6. בפרק זה ציינו שינויים המתרחשים בו-זמנית.

א. אילו שינויים מתרחשים בו-זמנית בעת הפעלת פנס דינמו של אופניים.

ב. **שאלה מאתגרת:** האם קיימים תהליכים שבהם שינויים אינם מתרחשים בו-זמנית? אם כן, ציינו מה, אם לא, הסבירו מדוע.

7. על פי הדוגמה, השלימו במלבנים החסרים מה קורה לאנרגיה - האם היא קטנה או גדלה:



8. על סמך הדברים שלמדנו בפרק זה, תארו בשפה מדעית את התופעה בה חץ הנורה מקשת פוגע במטרה. התייחסו לשינויים במאפיינים ולשינויים בסוגי האנרגיה השונים.



9. התמונות הבאות מתארות מערכת של קרונית שנדחפה, נוסעת על גבי מסילה ותוך כדי נסיעתה מותחת הקרונית גומייה, עד לעצירתה. לאחר מכן, בגלל הגומייה המתוחה, המשנה את אורכה, הקרונית מתחילה לנוע בכיוון ההפוך.



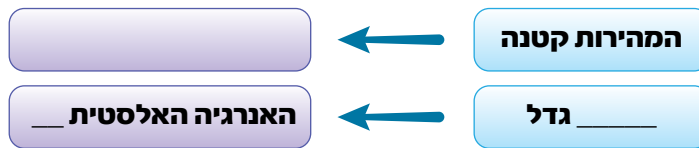
מצב ג'

מצב ב'

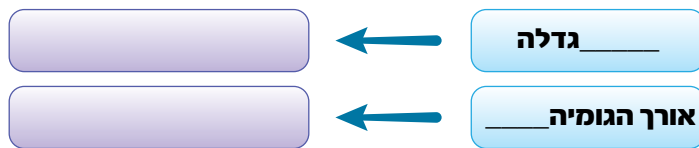
מצב א'

השלימו במלבנים החסרים מה קורה למאפיינים ומה קורה לאנרגיה:

במהלך התנועה ממצב א' למצב ב':



במהלך התנועה ממצב ב' למצב ג':





פרק 2

שימור אנרגיה

מבט לאחור ומבט לפנים

בפרק הקודם למדנו לתאר תופעות באמצעות שינויים במאפיינים ושינויים בסוגי האנרגיה. בפרק זה נלמד כיצד סוגי האנרגיה השונים משתנים בתופעות, ומה קורה לכמות הכללית של האנרגיה.

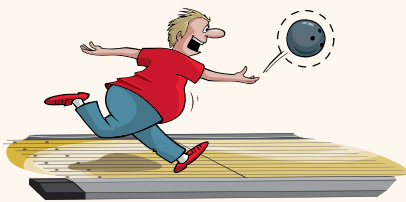
א. מערכות סגורות ומערכות פתוחות

לפני שנעמיק את הלימוד בנושא האנרגיה נכיר תחילה שני מושגים חדשים - **מערכת סגורה ומערכת פתוחה**. כזכור המערכת היא אוסף הרכיבים הקשורים לתופעה והנחוצים לתאור השינויים שהתרחשו. **מערכת סגורה** אינה נתונה להשפעה של גורמים חיצוניים ואינה משפיעה עליהם, כלומר אינה מצוייה באינטראקציה עם הסביבה, הכוונה במקרה שלנו היא שהמערכת וסביבתה אינן משפיעות זו על זו. למשל, צידינית היא מערכת המבודדת מהסביבה ולכן נקראת **מערכת סגורה**.

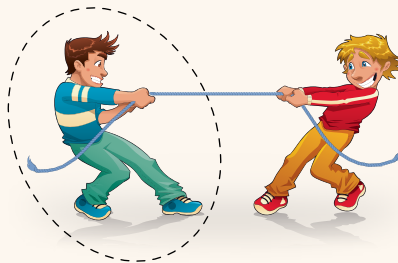
אינטראקציה = פעולה הדדית (אינטר = בין, אקציה = פעולה)

כאשר גורמים חיצוניים משפיעים על מערכת והיא משפיעה עליהם, המערכת נקראת **מערכת פתוחה**, כלומר, מערכת שאינה מבודדת מסביבתה. למשל ילד א' הנמשך בחבל על ידי ילד ב' מושפע ממנו ולכן ילד א' הוא מערכת פתוחה. כל הגופים המצויים על כדור הארץ או בסמוך לכדור הארץ מושפעים מכוח המשיכה, לכן כאשר דנים במערכת סגורה המצויה על פני כדור הארץ - כמו תפוח הנופל מהעץ, שחקן הבעט בכדור, מטוטלת המתנועעת בקצב קבוע, או כדור מקפץ - יש לכלול בה גם את כדור הארץ¹.

דוגמאות



הכדור מהווה מערכת הכוללת את מעטפת הכדור, הפנימית וחלקיקי האוויר שבתוכו. הכדור הוא מערכת פתוחה כי הילד הודף אותו וכדור"א מושך אותו.



החבל והילד משמאל מהווים מערכת פתוחה כי הילד מימין מושך אותם. התעלמנו מהשפעת הרצפה וכדור"א.



הצידינית היא מערכת סגורה כי היא מבודדת מהסביבה. התעלמנו ממשכת כדור"א.

1 בשלב זה איננו עוסקים בהשפעת האוויר, כי אוויר בדרך כלל מפריע לתנועה. לכן המערכת שלנו כוללת רק את התפוח ואת כדור הארץ.

בית ממוזג



נדמיין בית שפועל בתוכו מזגן במצב של חימום, ועם זאת כל החלונות והדלתות בו פתוחים. אוויר חם נפלט מפתחי הבית אל הסביבה ומחמם אותה, ומשבי רוח קרים חודרים אל הבית, מקררים אותו וגורמים לתנועה של חפצים, כמו דפי נייר או נברשות התלויות מהתקרה. בד בבד אנשים נכנסים אל הבית ומשוחחים עם אלה שבתוכו, ואחרים יוצאים מהבית ומתערבים עם האנשים שברחוב. בית זה הוא **מערכת פתוחה** משום שקיימת פעולה הדדית, אינטראקציה, בינו ובין הסביבה: גורמים מבחוץ (רוח, בני אדם) משפיעים עליו, והוא עצמו משפיע על הסביבה (למשל מחמם אותה).

בית כזה יכול להיות גם מערכת סגורה, וזאת כאשר הוא מבודד מהסביבה: רוח מבחוץ אינה חודרת פנימה ואוויר חם מבפנים אינו נפלט החוצה. בתוך הבית מתרחשת פעילות: רדיו פועל או מזיזים דברים, אך ההשפעה של הפעילויות אינה חורגת מתחומי הבית. במקרה זה אנו אומרים כי האינטראקציות התרחשו בתוך המערכת עצמה (אינטראקציה פנימית), ולכן המערכת של הבית האטום היא מערכת סגורה.

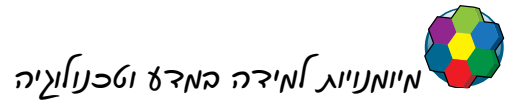


בתשובות לשאלות הבאות התעלמו מהשפעת כוח המשיכה של כדור הארץ.

1. מיינו את המערכות הבאות לפתוחות ולסגורות: מקרר חשמלי, אקווריום עם דגים, תרמוס מלא במים חמים, רכבת עמוסה בנוסעים העולים ויורדים בתחנות, צמח בגינה.
2. לפניכם בקבוק סגור ותרמוס סגור ובתוכם קפה חם. ציינו בעבור כל אחת מהמערכות הללו, אם מדובר במערכת פתוחה או סגורה. נמקו את תשובתכם.
3. תנו דוגמה למערכת סגורה.
4. תנו דוגמה למערכת פתוחה.

המורה בבית ספר שקד שאלה את התלמידים אם אפשר להגיד כי כוס עם שתיה קרה היא מערכת סגורה, ואם לא, כיצד אפשר להפכה לכזאת?
 התלמידים התבקשו לנמק את התשובה.
 מה דעתכם? כיצד תנמקו את תשובתכם?

בתחומים רבים אנו נתקלים בצורך לנמק תשובה. נלמד אפוא מהי טענה, מהו נימוק, ומהו טיעון מדעי.



בחיי היומיום אנו מרבים להעלות טענות, אך לא תמיד יודעים כיצד לנסח נימוק מבוסס התומך בטענות אלה. אנו משכנעים את הזולת (ואת עצמנו) בכונות הטענות באמצעות נימוקים שאנו מנסחים.

מהי טענה?

טענה היא משפט שאפשר להתווכח על אמיתותו. טענות יכולות להיות אמיתיות או שקריות. לפניכם דוגמאות אחדות לטענות:

- כאשר חל שינוי בצורתו של גוף, חל שינוי באנרגיה האלסטית שלו.
- כאשר חל שינוי במהירות של גוף, חל שינוי באנרגיית הגובה שלו.
- ירושלים היא בירת ישראל.
- שתיים ועוד שתיים הם חמש.

אילו מהטענות הללו הן אמיתיות ואילו שקריות?

לעומת זאת, משפט המביע שאלה, בקשה או משאלה **אינו טענה**. על משפטים אלו אי אפשר לומר שהם שקריים או אמיתיים. לפניכם דוגמאות אחדות למשפטים שאינם טענות:

- עזרי לי לפתור את התרגיל, בבקשה.
- מה שמך?
- הלוואי שיֵרד קצת גשם.

תרגול נוסף: היכנסו לאתר המלווה את הספר והשלימו את התרגיל [מהי טענה?](#)

מהו טיעון?

טיעון הוא טענה המלווה בנימוק.

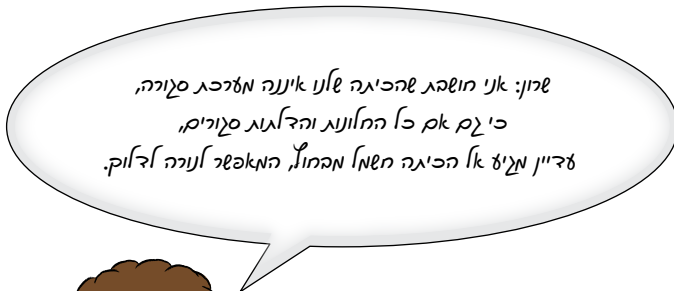
$$\text{נימוק} + \text{טענה} = \text{טיעון}$$

יש כמה וכמה סוגים של נימוקים, ואחד מהם הוא טיעון המסתמך על ידע מדעי, כלומר נימוק מדעי.

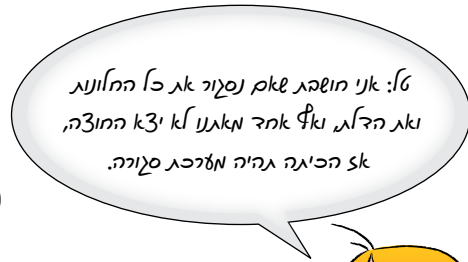
טיעון מדעי מורכב מ**טענה** המלווה ב**נימוק מדעי**.

תרגול נוסף: היכנסו לאתר המלווה את הספר והשלימו את התרגיל [טיעון מדעי](#).

המורה בבית הספר שרון שאל את התלמידים אם אפשר להפוך את הכיתה למערכת סגורה, כלומר, לבודד אותה היטב מהסביבה. להלן תשובותיהם של טל ושל שרון:



שדון: אני חושבת שהכינה שלנו איננה מערכת סדורה,
כי גם אם כל החלונות והדלתות סגורים,
עדיין נחשבים את הכינה משאל מחמור, המאפשר לנוה אדוק.



טל: אני חושבת שאם נסגור את כל החלונות
ואם הדלת נאף אחד מאגנו לא יצא החושה,
אז הכינה גהיה מערכת סדורה.

טיעון

1. האם טל ושרון הציגו טיעונים או טענות?
2. מי, לדעתכם, צודקת - טל או שרון? הביעו את דעתכם בצורה מנומקת.

_____ דעתי היא **טענה**

_____ אני חושבת/ת כך, כי **נימוק**

תרגול נוסף: היכנסו לאתר המלווה את הספר ותרגלו נושא זה בתרגיל [האם כל טיעון הוא נכון?](#)

2. ניתוח תופעה - תנועת נדנדה



כדי להבין לעומק את השינויים החלים באנרגיה במערכות שונות נתבונן בתופעה המוכרת לנו מחיי היומיום: תנועת נדנדה בגן משחקים. במקרה זה, המערכת כוללת את הנדנדה, את הילד המתנדנד ואת כדור הארץ המושך את הנדנדה.



1. מהם המאפיינים שחלים בהם שינויים בתנועת הנדנדה?
2. מהם סוגי האנרגיה המעורבים בשינויים אלו?

היעזרו בתבנית הבאה:

המאפיינים שחל בהם שינוי: גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי / טמפרטורה / קרינה



סוגי האנרגיה שחל בהם שינוי:

אנרגיית גובה / אנרגיית תנועה / אנרגיה אלסטית / אנרגיה כימית / אנרגיה חשמלית / אנרגיה תרמית / אנרגיית קרינה

3. האם הנדנדה בלבד היא מערכת פתוחה או סגורה? נמקו את תשובתכם.

טיפ

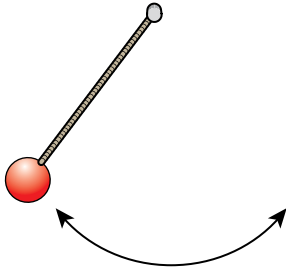
טענה דעתי היא _____

נימוק אני חושב/ת כך, כי _____

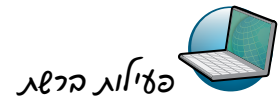
מניסיוננו בחיי היומיום אנו יודעים כי בסופו של דבר תיעצר הנדנדה.

שאלה למחשבה

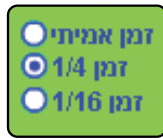
מהם הגורמים בסביבה המשפיעים על תנועת הנדנדה וגורמים לה להיעצר?



במציאות, לעולם לא נוכל לבודד את הנדנדה מהשפעת הסביבה. כדי להבין כיצד הנדנדה מתנהגת ללא השפעת הסביבה כלל אנו נאלצים אפוא **לפשט**² את הבעיה, כלומר, להפוך אותה לפשוטה יותר. תחילה נתייחס לנדנדה כאל מטוטלת פשוטה וניעזר בהדמיה ממוחשבת. ההדמיה תאפשר לנו לבחון את התופעה של המטוטלת (או הנדנדה) כמערכת סגורה. מערכת זו כוללת את הנדנדה ואת כדור הארץ, ומאפשרת לבחון את התופעה בתנאים שבהם הסביבה אינה משפיעה עליה.



הפעילו את ההדמיה "**המטוטלת**". (תמונות המסך מהדמיה זו שייכות ל- PhET Interactive Simulations University of Colorado <http://phet.colorado.edu>)



גררו את המטוטלת לגבהים שונים והתבוננו בתנועתה. האטו את תנועת המטוטלת באמצעות הלחצן הנמצא בצד ימין של המסך. סמנו את האפשרות "זמן 1/4". (כך תוכלו לעקוב טוב יותר אחר התופעה.) נתעלם מהסרגל המצוי בצד שמאל של המסך, ונתמקד בגובה המטוטלת יחסית לנקודה הנמוכה ביותר שלה. נקודה זו מצויה על הרצפה.

לצורך ניתוח התופעה, אנחנו מגדירים את המישור שממנו נמדוד את הגובה. מישור זה מכונה מישור ייחוס. לכן, בדוגמה שלנו, כאשר המטוטלת נמצאת בנקודה הנמוכה ביותר, גובהה מעל מישור הייחוס שבחרנו (הרצפה) הוא אפס.

מישור ייחוס הוא המישור שיחסית אליו מודדים את הגובה.

2 במדע, כאשר עוסקים בתופעות מורכבות, משתדלים תחילה לפשט את הדברים ככל שאפשר. פישוט זה מכונה אידיאליזציה. לאחר שמבינים את העקרונות העומדים בבסיס התופעה אפשר להוסיף פרטים וכך להתקרב יותר ויותר לתיאור התופעה המקורית והסברה. גם אנו ננקוט גישה דומה: בשלב הראשון נפשט את תנועת המטוטלת ונתעלם מהשפעת הסביבה על תנועתה. לאחר מכן, כאשר נטיב להבין את התופעה, נבחן גם את השפעת הסביבה על תנועת המטוטלת.

תצפית בגובה המטוטלת

1. תארו את תנועת המטוטלת בשפה יומיומית.
2. האם הגובה המרבי שהמטוטלת מגיעה אליו בעלייתה הוא נמוך מהגובה המקורי שהיה בתחילת התנועה, גבוה ממנו או זהה לו?

תצפית במהירות המטוטלת

הנמצאת בצד ימין של המסך.

<input checked="" type="checkbox"/> מהירות
<input type="checkbox"/> תאוצה
הצג:

עתה סמנו \checkmark ליד הכתובית "מהירות"

הפעילו את ההדמיה בהילוך אטי והתבוננו במתרחש. תארו מה אתם רואים.

1. מה מייצג החץ שהתווסף למטוטלת?

2. מה מייצג גודלו של החץ?

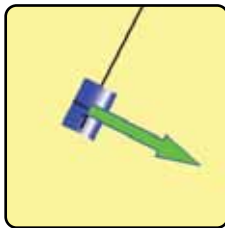
3. תארו מה קורה לחץ כאשר המטוטלת משנה את גובהה.

4. מהו גודלו של החץ בנקודות שבהן המטוטלת נמצאת בשיא גובהה?

5. מסקנה:

כאשר גובהה של המטוטלת מרבי, מהירותה _____.

כאשר גובהה של המטוטלת מזערי³, מהירותה _____.



תיאור במונחי אנרגיה

תארו את השינויים באנרגיה של המטוטלת, על סמך התשובות שעניתם לשאלות 1-5:

6. מהם סוגי האנרגיה שחל בהם שינוי?

7. באיזו נקודה אנרגיית הגובה היא מרבית? מה אפשר לומר על אנרגיית התנועה בנקודה זו?

8. באיזו נקודה אנרגיית הגובה היא מזערית? מה אפשר לומר על אנרגיית התנועה בנקודה זו?

שאלות מאתגרות:

9. האם אפשר לומר כי אנרגיית הגובה בנקודה התחתונה ביותר היא אפס? נמקו את תשובתכם.

10. אם ידוע כי המטוטלת נמצאת בקומה השלישית, האם אפשר לומר כי אנרגיית הגובה המזערית היא אפס? נמקו את תשובתכם.

11. באיזו נקודה אנרגיית התנועה היא אפס? נמקו תשובתכם.

3 מזערי - הקטן ביותר (מינימלי).

מה המסקנה העולה מניתוח תנועת המטוטלת?

תשובה: המסקנה היא שיש קשר בין גובהו של כדור המטוטלג ובין מהירות המטוטלג. כאשר הגובה קטן, המהירות גדלה, ולהפך - כאשר הגובה גדל, המהירות קטנה.

הואיל והשינויים בגובה ובמהירות מגרמשים הו-סמנים - גוף כדור הקטלג הגובה מוגבר המהירות - גם השינויים האנכיים מגרמשים הו-סמנים: גוף כדור הקטלג האנכיים מהסוך האחד גדלה האנכיים מהסוך האחר.

בתנועת המטוטלת, כשאנרגיית הגובה **קטנה**, אנרגיית התנועה **גדלה**, ולהפך - כשאנרגיית הגובה **גדלה**, אנרגיית התנועה **קטנה**.



מתוך תיאור תנועת המטוטלת כמערכת סגורה אפשר להסיק כי תנועת המטוטלת תימשך לנצח.

טיפ

האם תנועת מטוטלת יכולה להימשך לנצח? נמקו את תשובתכם. היעזרו בתבנית הבאה:

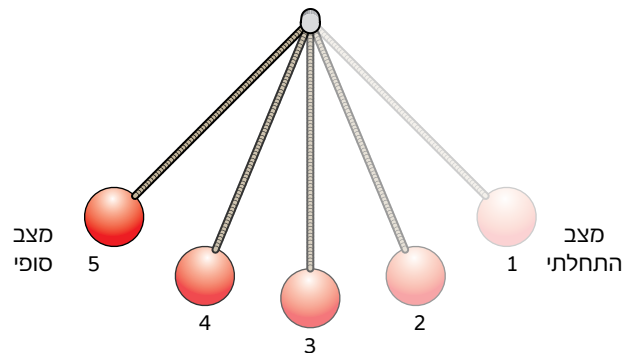
_____ דעתי היא **טענה**

_____ אני חושב/ת כך, כי **נימוק**

מה קורה במצבי הביניים?

נמשיך להתבונן בהדמיה של תנועת המטוטלת, אך עתה נתמקד לא רק בנקודות שבהן אנרגיית הגובה או התנועה מרביות או מזעריות, אלא גם בנקודות הביניים.

כדי להבין מה קורה לאנרגיה בנקודות אלו ניעזר בייצוג מידע באמצעות גרף עמודות.



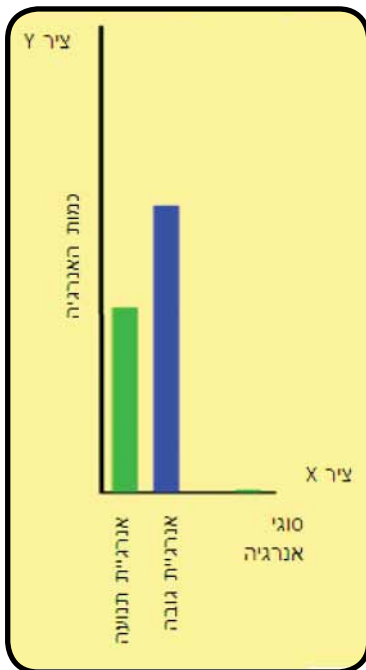


ייצוג מידע באמצעות גרף עמודות

בפרקים הקודמים ייצגנו מידע באמצעות טבלאות ואיורים. כעת נלמד על ייצוג מידע באמצעות גרף עמודות. משתמשים בגרף עמודות כדי לערוך השוואה בין גדלים שונים. בדוגמה של המטוטלת נשווה בין הכמויות של סוגי האנרגיה השונים במצב נתון של המטוטלת, למשל בנקודה הגבוהה ביותר. בגרף עמודות משתמשים לרוב כשאחד הגורמים הנבדקים הוא גורם איכותי או גורם כמותי בדיד: **גורם איכותי** הוא גורם שאינו מבטא במספרים. לדוגמה: צבע שיער, סוגי אנרגיה וארצות. **גורם כמותי בדיד** הוא גורם שמבטא במספרים, אך יכול לקבל ערכים מסוימים בלבד. לדוגמה: מספר ילדים (יכול לקבל ערכים שלמים בלבד).

מבנה גרף העמודות

גרף העמודות בנוי משני צירים:



הציר האופקי - ציר ה-X - מייצג את הגורם הנבדק (שאינו כמותי). במקרה של תנועת המטוטלת, אנו מעוניינים לדעת את הכמות היחסית של אנרגיית הגובה ושל אנרגיית התנועה, במצב נתון של המטוטלת. לכן, התכונה הנבדקת בגרף העמודות תהיה "סוגי האנרגיה".

הציר האנכי - ציר ה-Y - מבטא את הערכים הכמותיים של הגורם הנבדק. במקרה של תנועת המטוטלת, מדובר בכמות היחסית של האנרגיה⁴. עדיין איננו יודעים לחשב כמות מדויקת לכל סוג של אנרגיה. בהמשך הלימודים בכיתה ט', נחשב את הכמות המדויקת של כל אחד מסוגי האנרגיה.

בציר ה-X אפשר לבחור את סדר העמודות, את גודל המרווח בין העמודות ואת רוחבן. כלומר, אפשר לשים את עמודת אנרגיית הגובה מימין, ואת אנרגיית התנועה משמאל, או להפך. אין חשיבות לסדר העמודות או למרווח שביניהן.

ציר ה-Y חייב לכלול את הערכים של התכונה הנבדקת, ובמקרה שלנו, את כמות האנרגיה.

4 כמות אנרגיה נמדדת ביחידות המכונות ג'אול. להלן לא נעסוק בגודלה הכמותי של האנרגיה, אלא נדון באופן באיכותי בלבד בשינוי שחל בה.

- זמן אמיתי
- זמן 1/4
- זמן 1/16

הפעילו שוב את ההדמיה "המטוטלת", והאטו את תנועתה באמצעות הלחצן שבצד ימין של המסך. סמנו את האפשרות "זמן 1/4".

הנמצאת בצד ימין של המסך.

- הצג:
- מהירות
 - תאוצה

כמו כן סמנו $\sqrt{}$ ליד הכתובית "מהירות"

- הצג אנרגיית:
- 1
 - 2
 - כלום

ליד הכתובית "הצג אנרגיית" הנמצאת בצד ימין של המסך סמנו נקודה ליד "1".

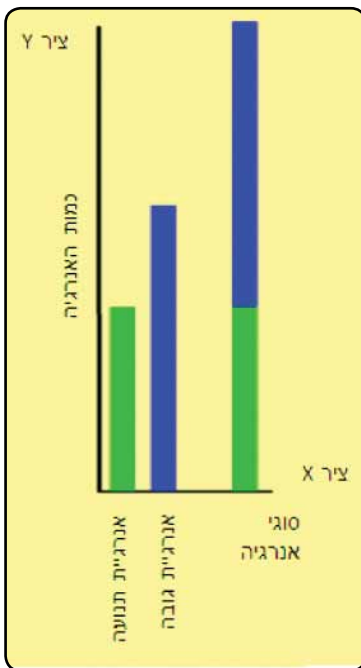
תצפית

הפעילו את ההדמיה והתבוננו בתרשימי גרף העמודות של מצבי המטוטלת שהתווספו למסך.

תארו מה אתם רואים בגרף.

עצרו את ההדמיה בנקודה מסוימת. הגרף מייצג את חלוקת האנרגיה במערכת בנקודה זו.

העמודה הכחולה מייצגת את אנרגיית הגובה, והעמודה הירוקה מייצגת את אנרגיית התנועה. התעלמו בינתיים מהעמודה הימנית ביותר.



מיומנויות ייצוג גרף

1. מה מייצג ציר ה-X?
2. מהם הערכים של ציר ה-X?
3. מה מייצג ציר ה-Y?
4. נסחו כותרת כללית לגרפים המוצגים.

תיאור בשפה מדעית

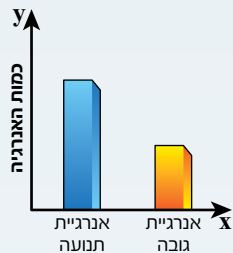
5. הפעילו שוב את ההדמיה ותארו על סמך גרף העמודות מה קורה לאנרגיה במצבים השונים של תנועת המטוטלת (בחרו את האפשרויות הנכונות):
כאשר אנרגיית הגובה של המטוטלת גדלה/קטנה, אנרגיית התנועה שלה גדלה/קטנה, ולהפך.
6. צפו במטוטלת הנעה ובגרפים, ונסחו מסקנה המקשרת את השינויים באנרגיה לתנועת המטוטלת.
כאשר המטוטלת עולה, אנרגיית ה-_____ קטנה, ואנרגיית ה-_____ גדלה.
כאשר המטוטלת יורדת, אנרגיית ה-_____ קטנה, ואנרגיית ה-_____ גדלה.
השינוי בסוגי האנרגיה הוא בו-זמני: כאשר סוג אחד גדל, הסוג השני קטן - ולהפך.
7. מה אפשר לומר על הכמות הכללית של האנרגיה במערכת? נמקו את תשובתכם.
8. **שאלה מאתגרת:**

מה לדעתכם מייצגת העמודה הימנית ביותר בגרף העמודות? כיצד עמודה זו קשורה לתשובה שעניתם לשאלה 7?

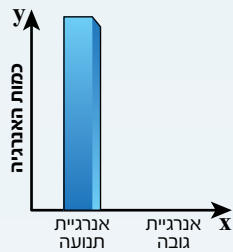
התאימו את המספר שליד ציור מצב המטוטלת לאות שליד גרף העמודות המתאים לתיאור כמויות סוגי האנרגיה השונים.



א



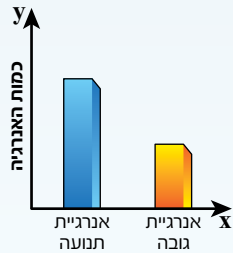
ב



ג

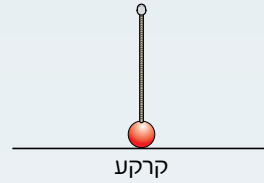


ד



ה

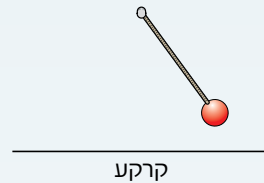
1



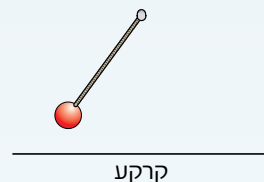
2



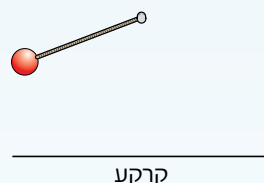
3



4



5



סיכום תנועת המטוטלת בהדמיה

בכל פעם מחדש חוזר כדור המטוטלת בדיוק לגובה המרבי שלו. מה הדבר מלמד?

תשובה: אם נהפוך את המטוטלת למערכת סגורה במהלך געדה שאחיה, נראה כי אחוז השינויים המתרחשים בסוגי האנרגיות במהלך הגעדה, לא היה שיעור אנרגיית הגובה בין המצבה ההתחלית (גמיאל הגעדה) לבין המצבה הסופית (סוף הגעדה). אנו אומרים כי גודלה של אנרגיית הגובה ההתחלית נשמר, והוא משווה שוב ושוב לגודלו המרבי.

מה קורה לאנרגיה במצבי הביניים?

תשובה: במצבי הביניים, יש אנרגיה משני הסוגים. אנרגיה מסוג אחד גדלה ואנרגיה מהסוג השני קטנה. גודלו של כל סוג אנרגיה קטן מגודלו המרבי בהלך.

כדור המטוטלת ממשיך לנוע זמן ממושך, ומגיע תמיד בדיוק לנקודת המוצא שלו.

מה הדבר מלמד?

תשובה: עובדה זו מעידה כי סך כל השינויים באנרגיה הוא אפס, ולכן כמות האנרגיה הכוללת במערכת המטוטלת היא קבועה, ושווה לכמות האנרגיה המקורית שהייתה בתחילת ההלך. גוף כדור השינויים המתחוללים בהלך, סוגי האנרגיה משתנים מקובה לגעדה, ולהפך – אך הכמות הכוללת נשמרת ונעדרת קבועה. זוהי הסיבה לכך שהמטוטלת מוצגת שוב ושוב לגובה המקורי.



1. האם הקשר ההדוק בין סוגי האנרגיות מרמז על דבר עמוק יותר? נסו לחשוב מה אפשר לומר על האנרגיה הכללית של המערכת המשתתפת בתהליך.

2. האם אפשר לשנות את כמות האנרגיה הכללית? אם כן, כיצד?

ג. מתי נשמרת האנרגיה של מערכת?

מערכת סגורה וחוק שימור האנרגיה

האם תמיד - בכל תהליך - סך כל השינויים באנרגיה הכוללת של המערכת הוא אפס? האם האנרגיה של מערכת תמיד נשמרת?

תשובה: בהגקייט השפעה חיצונית - כאלוה, כאלו יט אינטראקציה עם הסביבה שמחולף אנרגיה - האנרגיה של המערכת אינה נשמרת.

במקרה של מערכת הכוללת מטוטלת מציאותית (לא זו שבהדמיה) + כדור הארץ, הציר שחוט המטוטלת מחובר אליו גורם להשפעה כזו: תוך כדי תנועת המטוטלת הציר מתחכך בחוט, מתחמם, ומחמם גם את החוט. לכן ציר המטוטלת מהווה הפרעה חיצונית. נוסף על כך, התנגדות האוויר מפריעה אף היא לתנועה. דוגמה למטוטלת מציאותית כזו היא נדנדה. כאשר אנו מתנדנדים, אנו חשים את תנועת האוויר על פנינו. זוהי התנגדות האוויר לתנועה, המאטה את תנועת הנדנדה או המטוטלת.

האוויר והציר יאטו את תנועת המטוטלת, וזו לא תגיע שוב לגובה המקורי, כלומר הסכום של אנרגיית התנועה ואנרגיית הגובה לא ישמור על ערכו. יד מושטת שתאחז בחוט של הנדנדה או המטוטלת תהיה אף היא הפרעה חיצונית שתמנע את קיום התנועה, ובכך תמנע את השמירה על ערכה המקורי של האנרגיה.

בכל הדוגמאות הללו, הפעולה ההדדית בין המטוטלת ובין גורמים שונים המצויים בסביבתה, גרמה לכך שהמערכת מטוטלת + כדור הארץ תהיה מערכת פתוחה. במערכת כזאת, כמות האנרגיה המקורית שהייתה בתחילת התהליך אינה נשמרת. מסיבה זו, תנועת נדנדה בגן המשחקים הולכת ודועכת.

במקרה של המטוטלת שבהדמיה ראינו שכמות האנרגיה הכוללת במערכת נותרת קבועה, והיא באה לידי ביטוי פעם כאנרגיית תנועה בלבד, פעם כאנרגיית גובה בלבד, ופעם כשילוב של שתיהן.

נשאל אפוא האם בכל מערכת סגורה תישאר כמות האנרגיה ללא שינוי במשך כל התהליך? ובכן, לאחר ניסויים רבים ומעקב אחר תופעות טבע שונות ומגוונות, התברר למדענים כי אכן כך הוא הדבר. בכל מערכת סגורה אפשר לזהות גודל שנשמר תמיד, המכונה "אנרגיית המערכת".


בשפת המדע, כאשר גודל מסוים אינו משתנה בתהליכים כלשהם, אנו אומרים כי הוא **נשמר**. ומה באשר למערכת הפתוחה שהזכרנו קודם? כמו שראינו, מערכת פתוחה - כמו המטוטלת המציאותית - נתונה להשפעה חיצונית הגורמת לאנרגיה הכוללת שבמערכת להשתנות (לקטון או לגדול). במערכת כזאת האנרגיה אינה נשמרת.

מתי אם כן נשמרת האנרגיה במערכת?

תשובה: האנרגיה נשמרת במערכת סגורה, כגון שאין לה פלואה הדדית עם הסביבה.

חוק שימור האנרגיה:

בתהליכים המתרחשים במערכת סגורה, הכמות הכוללת של האנרגיה נשמרת.

מעניין ומסקין 



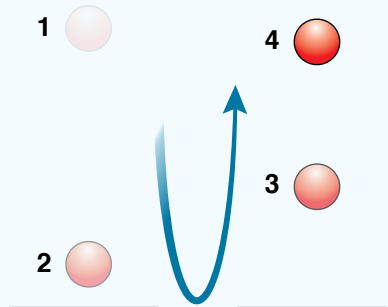
המצאה הסותרת את חוק שימור האנרגיה?

לפניכם קטע שהתפרסם בעיתון מדעי דמיוני:

"לאחרונה הומצא מתקן חשמלי משוכלל המצליח להפיק אנרגיה בצורה מאוד יעילה, וללא הגבלה. במתקן יש סוללה מיוחדת אותה יש לטעון פעם אחת בלבד, ולאחר מכן היא ממשיכה לפעול ככל שנרצה. הדבר המדהים הוא שניתן לחבר לסוללה מספר רב מאוד של מכשירי חשמל שונים, וכולם פועלים ללא הפסקה."

אלה 

האם המסופר בכתבה מאשר או סותר את חוק שימור האנרגיה? הסבירו.



איור 1. כדור מקפץ

להלן נבקשכם לנתח תופעה יומיומית המוכרת לכול: כדור מקפץ. בשפה יומיומית נתאר את התופעה כך: כדור נעזב, נופל לכיוון הרצפה, פוגע בה ומקפץ לגובה.

באיור 1 שלפניכם מתואר כדור מקפץ.

מצב 1 - המצב ההתחלתי, שבו הכדור נעזב.

מצב 2 - הכדור חלקיק שנייה לפני שהוא פוגע ברצפה.

מצב 3 - הכדור בעלייה.

מצב 4 - הכדור נעצר לרגע בשיא גובהו.

התבוננו במצבים השונים של הכדור וענו על השאלות הבאות:

1. מחקו את המיותר:

במצב 1 (ההתחלתי), גובה הכדור הוא מרבי/מזערי, ואילו מהירותו מרבית/מזערית.

במצב 2, גובה הכדור הוא מרבי/מזערי, ומהירותו מרבית/מזערית.

במעבר ממצב 2 למצב 3, גובה הכדור הוא גדל/קטן, ומהירותו גדלה/קטנה.

במצב 4 (הסופי), גובה הכדור הוא מרבית/מזערי, ומהירותו מרבית/מזערית.

2. עתה מחקו את המיותר בנוגע לאנרגיה במערכת:

במצב 1, אנרגיית הגובה מרבית/מזערית/גדלה/קטנה, ואילו אנרגיית התנועה מרבית/מזערית/גדלה/קטנה.

במצב 2, אנרגיית הגובה מרבית/מזערית/גדלה/קטנה, ואנרגיית התנועה מרבית/מזערית/גדלה/קטנה.

במעבר ממצב 2 למצב 3, אנרגיית הגובה מרבית/מזערית/גדלה/קטנה, ואנרגיית התנועה מרבית/מזערית/גדלה/קטנה.

במצב 4, אנרגיית הגובה מרבית/מזערית/גדלה/קטנה, ואנרגיית התנועה מרבית/מזערית/גדלה/קטנה.

3. שרטטו גרף עמודות עבור הגובה והמהירות לכל אחד ממצבי הכדור 1-4, כדוגמת הגרפים המופיעים במשימה בעמוד 42. הניחו כי מישור הייחוס לגובה היא הריצפה.

מהי הכותרת המתאימה לציר ה-X?

מהם הערכים של ציר ה-X?

מהי הכותרת המתאימה לציר ה-Y?

מהי הכותרת המתאימה לגרף?

א. מה אפשר לומר על כמות האנרגיה הכללית של המערכת בכל אחד מהמצבים?

ב. מה אפשר לומר על השינוי באנרגיה כאשר הכדור בירידה?

ג. מה אפשר לומר על השינוי באנרגיה כאשר הכדור בעלייה?

משחקים בשפת האנרגיה

התבוננו במתקני גן המשחקים הבאים:



3. טרמפולינה



2. מגלשה



1. נדנדת קפיץ

בחרו אחד מהמתקנים, רשמו את שם המתקן שבחרתם וענו על השאלות הבאות:

1. מהם מאפייני המערכת שחלו בהם שינויים?

2. מהם סוגי האנרגיה המעורבים בשינויים אלו?

היעזרו בתבנית הבאה:

המאפיינים שחל בהם שינוי: גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי / טמפרטורה / קרינה



סוגי האנרגיה שחל בהם שינוי:

אנרגיית גובה / אנרגיית תנועה / אנרגיה אלסטית / אנרגיה כימית / אנרגיה חשמלית / אנרגיה תרמית / אנרגיית קרינה

3. בחרו שלושה מצבים, ותארו את האנרגיה בהם באמצעות גרף עמודות.

ד. מה למדנו בפרק זה?

- ✓ למדנו על ההבדל בין מערכות פתוחות ובין מערכות סגורות.
- ✓ למדנו מהו טיעון מדעי.
- ✓ ניתחנו לעומק את תנועת הנדנדה או המטוטלת בעזרת הדמייה.
 - בהדמייה זו המערכת מטוטלת + כדור הארץ אינה באינטראקציה עם הסביבה, כלומר היא מערכת סגורה.
 - כאשר אנרגיית הגובה של המטוטלת קטנה, אנרגיית התנועה גדלה, ולהיפך.
 - כמות האנרגיה הכוללת של המערכת נותרה קבועה במהלך כל התנועה.
- ✓ הכרנו את חוק שימור האנרגיה, שלפיו האנרגיה של מערכות סגורות היא קבועה.
- ✓ ייצגנו את השינויים באנרגיה של המטוטלת באמצעות גרף עמודות.

שאלות סיכום

1. יעל מרימה ספר מהשולחן ומניחה אותו על מדף הנמצא במקום גבוה מהשולחן. בחרו את המשפט הנכון המשווה בין שני המצבים:
 - א. אנרגיית הגובה גדלה.
 - ב. אנרגיית התנועה גדלה.
 - ג. לא היה שום שינוי באנרגיה.
 - ד. אנרגיית הגובה קטנה.
2. זורקים גוף כלפי מעלה. בעת תנועתו כלפי מעלה אנרגיית התנועה:
 - א. קטנה.
 - ב. גדלה.
 - ג. אינה משתנה.
3. זורקים גוף כלפי מטה. בעת תנועתו כלפי מטה אנרגיית הגובה:
 - א. קטנה.
 - ב. גדלה.
 - ג. אינה משתנה.
4. עציץ נופל מחלון בדירת גג. התייחסו לשלושת המצבים הבאים מבחינת אנרגיות הגובה והתנועה, וענו על השאלות:
 - מצב 1 - בתחילת הנפילה.
 - מצב 2 - בנקודת ביניים במהלך הנפילה.
 - מצב 3 - רגע לפני הפגיעה בקרקע.

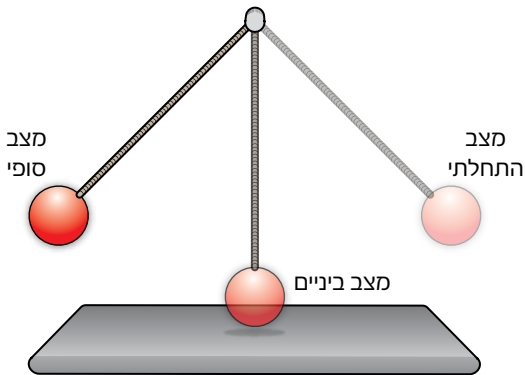
- א. מהם מאפייני המערכת שחלו בהם שינויים?
 ב. מהם סוגי האנרגיה המעורבים בשינויים אלו?
 היעזרו בתבנית הבאה:

המאפיינים שחל בהם שינוי: גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי / טמפרטורה / קרינה



סוגי האנרגיה שחל בהם שינוי: אנרגיית גובה / אנרגיית תנועה / אנרגיה אלסטית / אנרגיה כימית / אנרגיה חשמלית / אנרגיה תרמית / אנרגיית קרינה

ג. תארו את האנרגיה בשלושת המצבים באמצעות גרף עמודות.

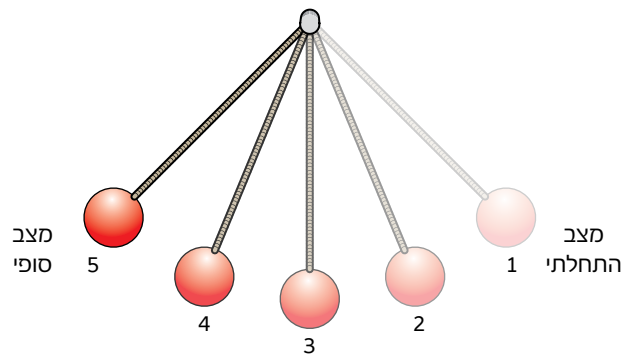


5. התבוננו בתנועת המטוטלת שתיארנו בהדמיה בפרק זה.
 א. רשמו את הפסקה במחברתכם. השתמשו במילים הנכונות:
 במצב ההתחלתי, גובה המטוטלת מרבי/מזערי, ואילו מהירותה מרבית/אפסית.
 במצב הביניים, גובה המטוטלת מרבי/מזערי, ומהירותה מרבית/אפסית.
 במצב הסופי, גובה המטוטלת מרבי/מזערי, ומהירותה מרבית/אפסית.

ב. עתה השלימו את החסר ביחס לשינוי באנרגיית הגובה ובאנרגיית התנועה של המטוטלת:

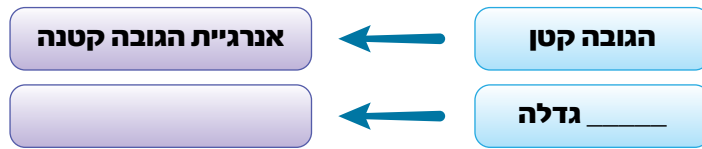
- כאשר המטוטלת עולה, _____
 כאשר המטוטלת יורדת, _____

עתה התבוננו במצבי הביניים האחרים.

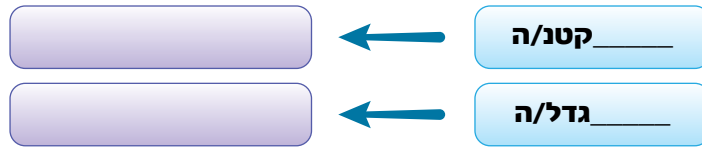


ג. השלימו בתבנית הבאה מה קורה לגובה כדור המטוטלת, למהירותו ולאנרגיה שבמערכת במעבר בין המצבים השונים: האם הם גדלים, קטנים או אינם משתנים?

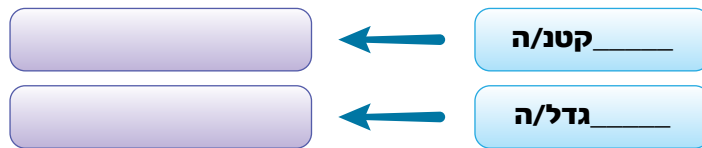
בתנועה מהמצב ההתחלתי למצב 2:



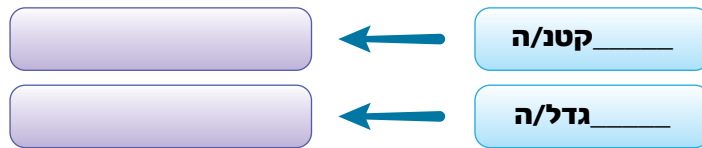
בתנועה ממצב 2 למצב 3:



בתנועה ממצב 3 למצב 4:



בתנועה ממצב 4 למצב הסופי:



ד. כיצד היו תשובותיכם משתנות אילו התחלנו את תנועת המטוטלת בנקודה גבוהה יותר? ובנקודה נמוכה יותר?

6. שלומית ויפית עומדות לפני המראה לחופשה באיי יוון הקסומים. שלומית אומרת ליפית שכאשר המטוס יתרומם באוויר, גם אנרגיית הגובה וגם אנרגיית התנועה של המערכת (הכוללת את המטוס ואת כדור הארץ) תהיינה גדולות יותר מאשר בעת המתנה על מסלול ההמראה.

טיפ

האם שלומית צודקת? נמקו את תשובתכם.

טענה דעתי היא _____

נימוק אני חושב/ת כך, כי _____

הסבירו כיצד ייתכן שמתקיים חוק שימור האנרגיה אם גם אנרגיית הגובה וגם אנרגיית התנועה גדלו? (רמז: האם אנרגיה מסוג אחר קטנה?)



פרק 3

המרות אנרגיה וייצוגים נוספים

מבט לאחור ומבט לפנים

בפרקים הקודמים למדנו לתאר תופעות באמצעות שינויים במאפיינים ושינויים בסוגי האנרגיה. ראינו כי במערכת סגורה האנרגיה נשמרת, וייצגנו את השינויים באנרגיה באמצעות גרף עמודות. בפרק זה נלמד על המרות בין סוגי אנרגיה שונים, ונעסוק בצורות ייצוג להמרות אלו ולשימור האנרגיה: תרשים זרימה וגרף עוגה.

א. המרות אנרגיה במערכות שונות

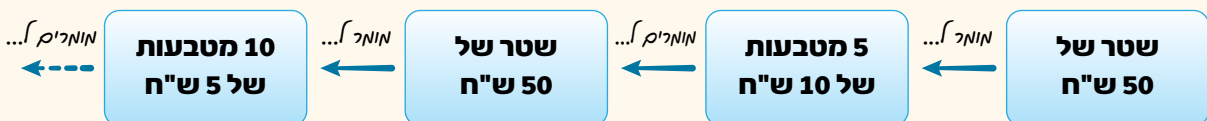
נתבונן שוב בתופעות שתיארנו, ונעסוק בשינויים החלים בו-זמנית בסוגי האנרגיה השונים. כאשר הנדנדה מתנדנדת, גובהה גדל ומהירותה קטנה בו-זמנית. לכן אנרגיית הגובה שלה גדלה ואילו אנרגיית התנועה שלה קטנה. כאשר הכדור נעזב, אנרגיית הגובה שלו קטנה ואילו אנרגיית התנועה שלו גדלה. כך גם במכונת חשמלית המאיצה, האנרגיה החשמלית שמקורה בסוללה קטנה ואנרגיית התנועה של המערכת גדלה. אנו אומרים כי סוג האנרגיה שערכו קטן מוחלף, או מומר, לסוג אחר של אנרגיה, שערכו גדל. למשל: בנדנדה הומרה אנרגיית התנועה לאנרגיית גובה. במכונת החשמלית הומרה האנרגיה החשמלית לאנרגיית תנועה.

על ידי "החלפה" או "המרה" של סוגי אנרגיה שונים נתאר תופעות שחלים בהן שינויים.

המרת מטבעות ושטרות

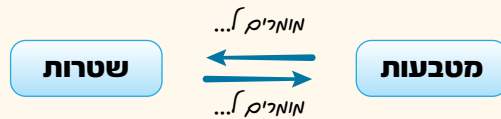


לפני שנעסוק בהמרות של אנרגיה ננסה להבהיר לעצמנו מה הכוונה במילה "המרה". אחד מהמקרים שבהם נשתמש במילה זו הוא בהקשר של כסף. אפשר להמיר מטבעות לשטרות: לדוגמה, שטר של 50 ₪ אפשר להמיר ל-5 מטבעות של 10 ₪ כל אחת, ולהפך - אפשר להמיר מטבעות של 10 ₪ לשטר אחד של 50 ₪. בכל מקרה מדובר באותה המהות - אותו כוח קנייה. גם בשטרות וגם במטבעות בסך 50 ש"ח ניתן לקנות את אותם הדברים. נתאר את תהליך ההמרה בתרשים זרימה (איור 1)



איור 1. המרת שטר של 50 ₪ ל-10 מטבעות של 5 ₪

כמה פעמים נוכל לבצע המרה זאת? כמה פעמים שרק נרצה: כל זמן שסכום הכסף שהיה בידנו בתחילה (50 ₪) נשמר, נוכל לחזור שוב ושוב על תהליך המרת השטרות והמטבעות.
 תהליך ההמרה של השטרות והמטבעות אינו משנה את סכום הכסף המקורי שהיה לנו, אך פעולה "חיצונית" יכולה לשנות זאת. למשל, אם נאבד מטבע של 10 ₪, לא נוכל לקבל בהמרה את השטר של 50 השקלים, משום שסכום הכסף שהיה ברשותנו מלכתחילה לא נשמר. אם נשמר סכום הכסף שהיה לנו במקור, תהליך ההמרה יוכל להימשך ללא הפסק, ונוכל לתארו כמודגם באיור 2.



איור 2. המרת שטרות ומטבעות

מיומנויות אמירה במדע וטכנולוגיה

בפסקה שקראתם זה עתה הוצגו שני תרשימי זרימה המתארים המרת שטרות ומטבעות. אנו רואים כי את אותה התופעה אפשר לייצג באמצעות תרשימים מסוגים שונים.

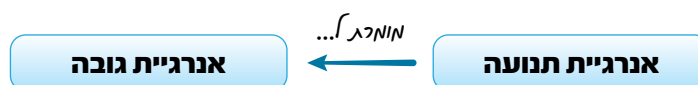
התבוננו שנית באיור 1 ובאיור 2, שבהם מיוצגת אותה תופעה: המרת שטרות למטבעות. התרשימים מורכבים ממלבנים ומחיצים. בתרשימים אלו, המלבנים מייצגים את הדבר שעבר שינוי, כלומר, את השטרות והמטבעות. החצים מייצגים את הפעולה המתבצעת, כלומר, את ההמרה.



1. מה משותף לשני הייצוגים?

2. מה שונה בין שני הייצוגים?

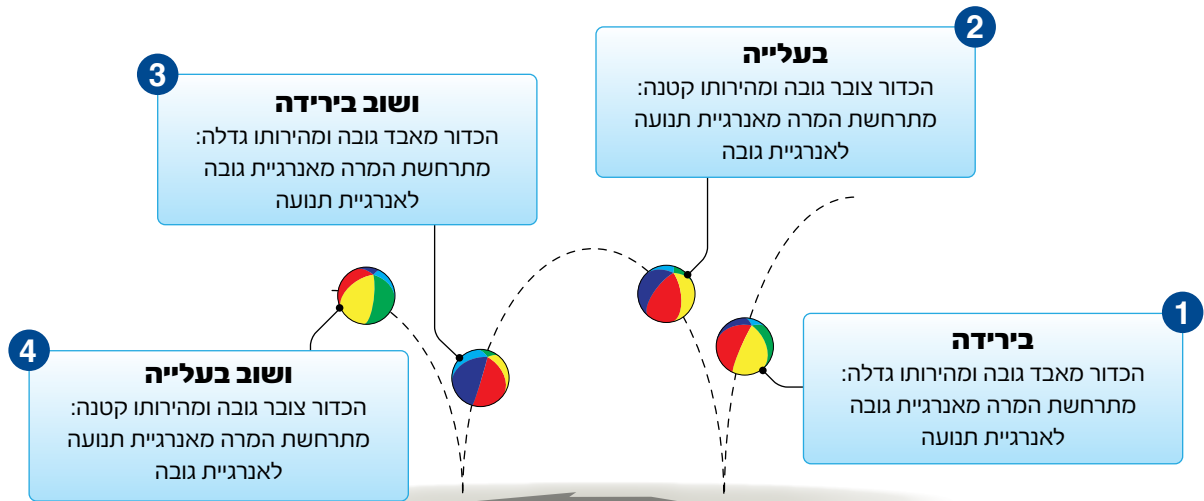
בדומה להמרת שטרות ומטבעות, כך גם לגבי האנרגיה. בכל תופעה במערכת סגורה שחל בה שינוי, האנרגיה מומרת מסוג אחד לסוג אחר. למרות זאת, גודלה הכללי נשמר. לדוגמה, כדור הנבעט כלפי מעלה, מהירותו הולכת וקטנה בזמן שגובהו גדל. בתופעה זו, אנרגיית התנועה מומרת לאנרגיית גובה.



דוגמאות נוספות לתהליכים בהם מתקיימות המרות אנרגיה:



יש תופעות שבהן המרות האנרגיה מתרחשות באופן מחזורי. לדוגמה, כאשר כדור מקפץ על הרצפה, גובהו ומהירותו משתנים, ולכן חלים שינויים באנרגיית תנועה ובאנרגיית גובה (כמתואר באיור 3). שינויים אלו מתרחשים בו-זמנית ויש המרה של אנרגיה מסוג אחד לאנרגיה מהסוג האחר. התהליך חוזר על עצמו! ולכן המרה זו היא מחזורית.



איור 3. כדור מקפץ

המרות אנרגיה והמרת שטרות ומטבעות

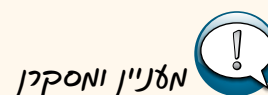


זוכרים את המרות הכסף? בשלב זה נוכל למצוא דמיון בין לבין המרות האנרגיה המתקיימות בתנועת הכדור המקפץ: בדיוק כשם שהיה לנו סכום כסף מסוים שהומר שוב ושוב ממטבעות לשטרות ולהפך, כך גם בתהליך התנועה של הכדור, אנרגיית הגובה מומרת שוב ושוב לאנרגיית תנועה - ולהפך. כל זאת כמוכּן בתנאי שאין הפרעה חיצונית.





1. מה מיוחד בהמרות האנרגיה המחזוריות? התייחסו בתשובתכם להבדל בין התפוח הנופל מהעץ למטוטלת שבשעון.
2. האם המרות האנרגיה המחזוריות יכולות להתרחש שוב ושוב, עד אין קץ, או שבסופו של דבר תיפסקנה?
3. תנו דוגמה נוספת להמרת אנרגיה מחזורית מחי" היומיום.
 - א. מהם סוגי האנרגיה המומרים בתופעה זו?
 - ב. יצגו תופעה זו באמצעות תרשים זרימה.



ההקבלה או ההשוואה שעשינו כאן בין המרת כסף להמרת אנרגיה נקראת **אנלוגיה**. בעזרת אנלוגיה בין שני דברים אפשר ללמוד על האחד בעזרת האחר. כמובן לכל אנלוגיה יש מגבלות, וזאת משום שהיא משווה בין דברים שאינם זהים.
במדע מקובל לעשות שימוש באנלוגיות - הקבלה או השוואה בין שתי תופעות - לצורך לימוד והבנה.



1. כתבו במה דומה המרת הכסף להמרת אנרגיה.
2. כתבו במה שונה המרת הכסף מהמרת אנרגיה.
3. מתוך תשובותיכם לשתי השאלות הקודמות, מה תוכלו לומר על השימוש באנלוגיה זו.

פעילות נוספת בנושא [המרת סחורות בעת העתיקה](#) ניתן למצוא באתר המלווה את הספר.

הקופסה המתגלגלת

לפניכם קופסה סגורה,
אשר בתוכה גומייה ומשקולת, כמתואר בתמונה.



שערו ודונו בקבוצה, מה לדעתכם יקרה כאשר תגלגלו את הקופסה?

שערו



כתבו במחברתכם את השערתכם ונמקו אותה.

נמקו



במהלך הדגמת המורה צפו במתרחש.
רשמו את תצפיותיכם.

צפו



דונו בקבוצה וענו האם ההשערה שלכם התאמתה או לא?
הסבירו את התופעה באמצעות מונחי אנרגיה.
לשם כך, ענו על שאלות 1-7.

נמקו





1. מהם מאפייני המערכת (קופסה + גומיה + משקולת + כדור הארץ) שחלו בהם שינויים?
2. מהם סוגי האנרגיה המעורבים בשינויים אלו?
היעזרו בתבנית הבאה:

המאפיינים שחל בהם שינוי: גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי / טמפרטורה / קרינה



סוגי האנרגיה שחל בהם שינוי:

אנרגיית גובה / אנרגיית תנועה / אנרגיה אלסטית / אנרגיה כימית / אנרגיה חשמלית / אנרגיה תרמית / אנרגיית קרינה

- הגדירו יחד עם המורה שלושה מצבים - מצב התחלתי, מצב ביניים ומצב סופי.
לאחר מכן ענו על השאלות הבאות;
3. באיזה מצב פתהליך מהירות הקופסה היא מזערית (הקטנה ביותר)? ובאיזה מצב מהירותה קרבית?
 4. באיזה שלב בתהליך מתיחות הגומייה היא מזערית? ובאיזה שלב מתיחותה קרבית?
 5. השלימו את הקטע הבא באמצעות מחסן המילים (אפשר להשתמש במילה יותר מפעם אחת או לא להשתמש בה כלל):
במצב _____ מתיחות הגומייה היא מזערית (הקטנה ביותר), מהירות הקופסה היא _____. לאחר מכן, מהירות הקופסה _____, ומתיחות הגומייה _____. שינויים אלו מצביעים כי במערכת הקופסה המתגלגלת מתקיימות המרות של אנרגיה _____ ושל אנרגיית _____. כאשר חלו שינויים באנרגיית _____ חלו שינויים גם באנרגיה _____. שינויים אלו התרחשו בו-זמנית.

מחסן מילים: געשה, אפס, ההגמאג, קטנה, אלסטית, גזאה, גובה, ביניים, הגדולה היוג

6. האם בתופעה זו המרות האנרגיה הן מחזוריות? נמקו.
7. יצגו את המרות האנרגיה באמצעות תרשים זרימה.

ב. ייצוג המרות אנרגיה באמצעות גרף עוגה

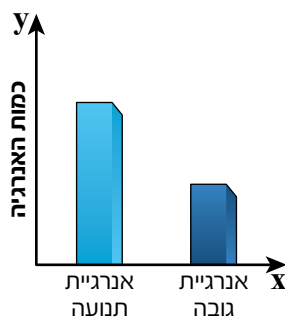
כמו שלמדנו, אפשר לתאר תופעות שחלים בהן שינויים באמצעות ייצוגים שונים: גרף עמודות ותרשים זרימה.

חינוכי, אמידה כמדע וטכנולוגיה

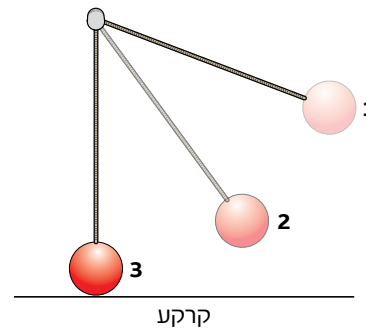


מייצגים מידע בגרף עמודות

נתבונן בתנועת המטוטלת המתוארת באיור 4. למדנו כי את הכמויות של אנרגיית הגובה ואנרגיית התנועה ניתן לייצג באמצעות גרף עמודות (איור 5). גרף זה מתאר מצב יחיד, במקרה זה את מצב 2.

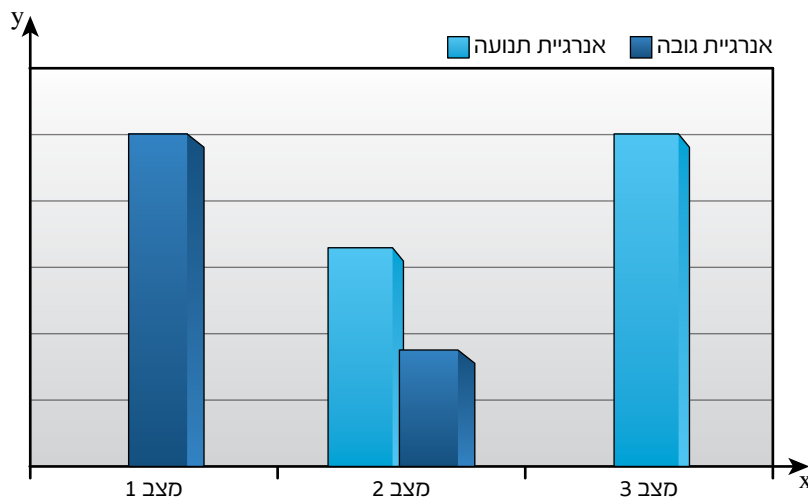


איור 5.



איור 4.

על מנת לתאר את הרצף של שלושת המצבים שבאיור 4 נוכל לשרטט את הגרף הבא:



איור 6. ייצוג האנרגיה בשלושת מצבי תנועת המטוטלת באמצעות גרף עמודות



1. התייחסו לייצוג של תנועת המטוטלת בשלושת המצבים (איור 6):
א. נסחו כותרות לציר X ולציר Y וכותרת לגרף.
ב. האם המידע המיוצג בגרף העמודות הזה זהה למידע המיוצג באמצעות גרף העמודות שבאיור 5? אם כן, מהו ההבדל?
2. בטבלה 1 נסכם את יתרונותיהן וחסרונותיהן של כל אחת מצורות הייצוג שלמדנו. סמנו $\sqrt{\quad}$ אם לדעתכם צורת הייצוג ממחישה את התכונה הרשומה ו-X אם איננה ממחישה תכונה זו.

טבלה 1. השוואה בין צורות ייצוג שונות לתיאור שינויי אנרגיה

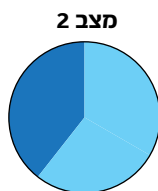
צורת ייצוג	המרות אנרגיה	גדלים יחסיים של סוגי אנרגיה	שימור אנרגיה
גרף עמודות למצב יחיד			
גרף עמודות לרצף של מצבים			

מייצגים מידע בגרף עוגה

כעת נלמד על צורת ייצוג נוספת הממחישה היטב את שימור האנרגיה: גרף העוגה. הצגת נתונים בגרף עוגה מאפשרת להדגים את היחסים בין החלקים לבין השלם, ובינם לבין עצמם. בדוגמא הבאה, נבחן את הכמות של כל סוג אנרגיה במצב מסוים יחסית לאנרגיה הכללית של המערכת במצב זה. כל אחד מהמרכיבים בגרף מבוטא באחוזים ומוצג כגזרה בעיגול. אפשר להשתמש בגרף עוגה גם על מנת לייצג את היחסים הללו באופן איכותי, כלומר, ללא שימוש במספרים אלא בהסתמך על השרטוט בלבד.

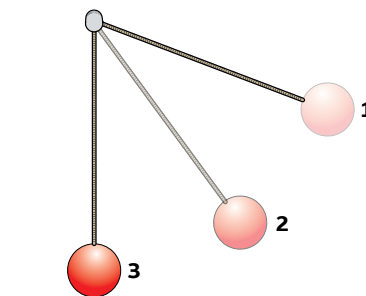
נתבונן שוב בתנועת המטוטלת (איור 7) ונתאר באמצעות גרף עוגה את מצב 2 של המערכת (איור 8). גם במקרה זה גרף העוגה מתאר מצב יחיד.

■ אנרגיית גובה ■ אנרגיית תנועה



האנרגיה של המטוטלת במצב 2

איור 8.

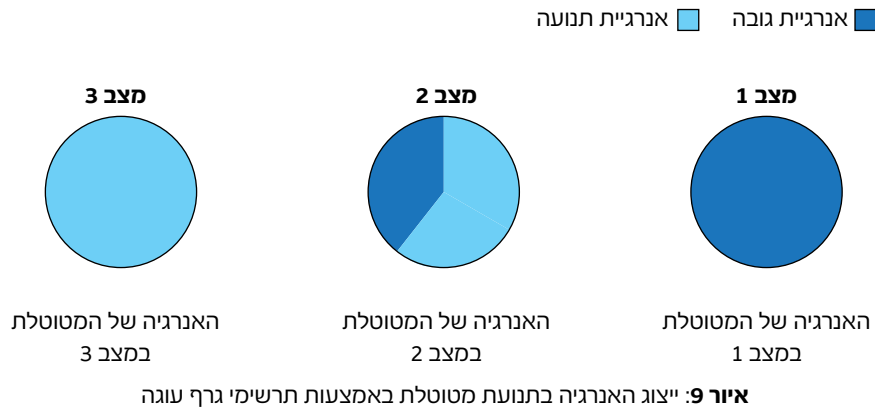


קרקע

איור 7.

כעת נשתמש בגרף עוגה על מנת לייצג את המרות האנרגיה במערכת המטוטלת, כמערכת סגורה. כמות האנרגיה הכוללת במערכת תיוצג באמצעות העיגול: לגרף העוגה יהיה שטח קבוע, שיבטא את כמות האנרגיה הנשמרת במשך כל התהליך. הגודל היחסי של סוגי האנרגיה בכל שלב בתהליך ייוצג על ידי הצבעים של הגזרות השונות בתוך גרף העוגה. העובדה שאנו משתמשים ב"עוגה" שגודלה קבוע מבטאת את שימור האנרגיה: כמות האנרגיה במערכת נשמרת במשך התהליך כולו.

כעת נתאר באמצעות גרף עוגה את המרות האנרגיה המתקיימות במהלך תנועת המטוטלת. איור 9 מתאר באמצעות תרשימי גרף עוגה את הרצף של שלושת המצבים שבאיור 8.



1. מה מייצג העיגול השלם במצב 1?
2. מה מייצג העיגול השלם במצב 2?
3. מה מייצג כל אחד מהצבעים?
4. בטבלה 2 נסכם את יתרונותיהן וחסרונותיהן של כל אחת מצורות הייצוג שלמדנו. סמנו \checkmark אם לדעתכם צורת הייצוג ממחישה את התכונה הרשומה ו-X אם איננה ממחישה תכונה זו.

טבלה 2. השוואה בין צורות ייצוג שונות לתיאור שינוי אנרגיה

צורת ייצוג	המרות אנרגיה	גדלים יחסיים של סוגי אנרגיה	שימור אנרגיה
גרף עוגה למצב יחיד			
גרף עוגה לרצף של מצבים			

תיאור המרות אנרגיה במערכת סגורה באמצעות גרף עוגה

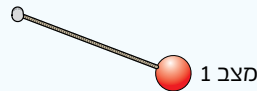
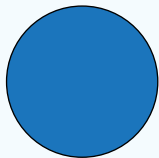
ננסח כללים לייצוג אנרגיה במערכת סגורה בגרף עוגה:

- העיגול כולו מייצג את האנרגיה הכוללת במערכת.
- כל אחד מתרשימי גרף עוגה מייצג מצב אחר של המערכת במשך התהליך.
- הצבעים או המרקמים השונים של הגזרות שבתרשים מייצגים סוגי אנרגיה שונים המשתתפים בתהליך.
- גודלם של השטחים השונים מייצג את הגודל היחסי של סוגי האנרגיה השונים.



תארו את יתר המצבים של המטוטלת על פי הדוגמה הראשונה (מצב 1). גרף העוגה מייצג את חלוקת האנרגיה במערכת במצב מסוים.

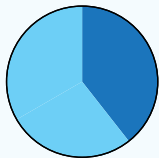
■ אנרגיית גובה ■ אנרגיית תנועה



מצב 1:

בתחילת התהליך, במערכת יש אנרגיית גובה בלבד, המיוצגת באמצעות גרף עוגה כחול.

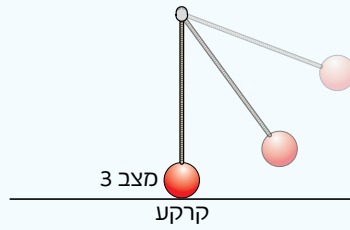
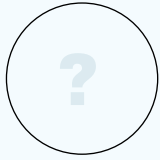
קרקע



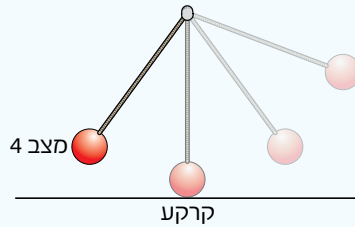
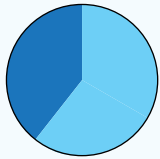
מצב 2:

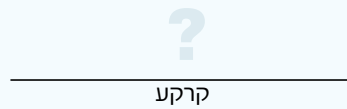
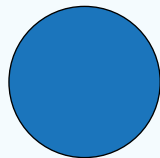
כשכדור המטוטלת מתחיל לנוע מטה, קיים במערכת שילוב בין אנרגיית גובה ואנרגיית תנועה, הבא לידי ביטוי בגרף העוגה באמצעות שילוב בין שטח הצבוע בכחול (המייצג אנרגיית גובה) לבין שטח הצבוע בתכלת (המייצג אנרגיית תנועה).

קרקע

**מזב 3:**

כאשר כדור המטוטלת מגיע אל הנקודה התחתונה במסלולו, יש במערכת אנרגיית תנועה בלבד, המיוצגת בגרף העוגה באמצעות שטח תכלת.

**מזב 4:**

**מזב 5:**

כשכדור המטוטלת מגיע לגובהו המרבי בצד השני, אנרגיית הגובה משתווה לערכה כשם שהיה בתחילת התהליך. אנרגיה זו מיוצגת בגרף העוגה על ידי השטח הכחול.



ייצוגים שונים לשימור אנרגיה והמרות אנרגיה

מטרת הפעילות

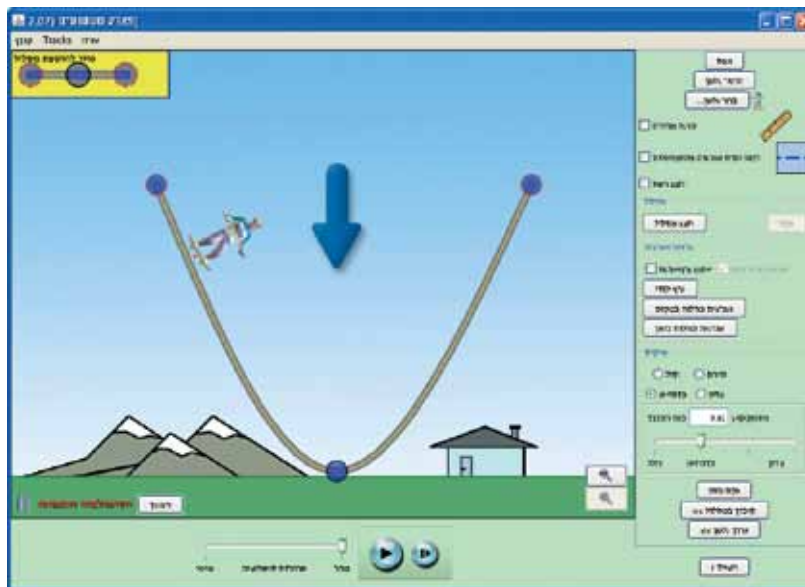
לחקור את שימור האנרגיה ואת המרות האנרגיה באמצעות ייצוגים גרפיים שונים.

מהלך הפעילות

הפעילו את ההדמיה "[פארק השעשועים](http://phet.colorado.edu)" (תמונות המסך מהדמיה זו שייכות ל-

PhET Interactive Simulations University of Colorado <http://phet.colorado.edu>)

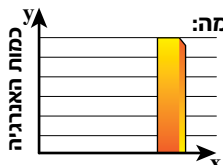
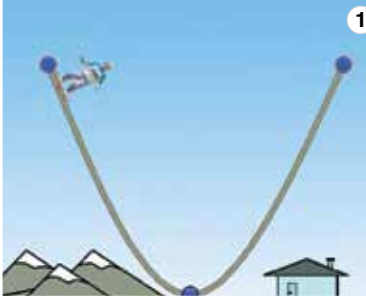
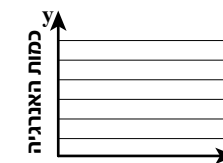
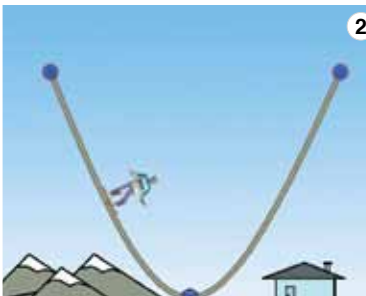
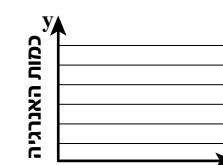
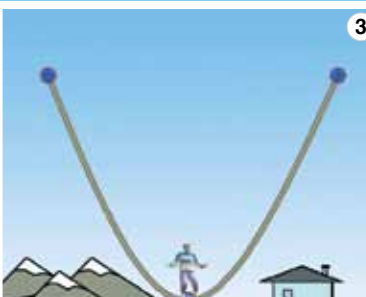
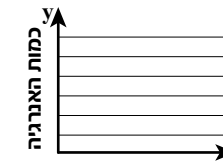
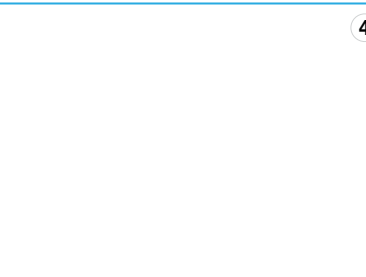
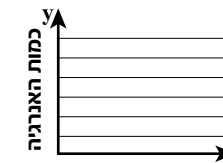
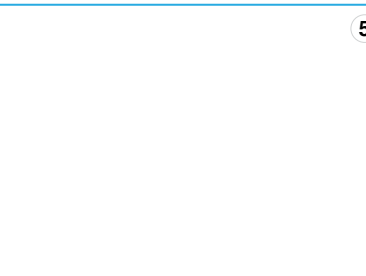
גררו את הנקודה הנמוכה ביותר כך שתיגע בקרקע, כמתואר באיור 10.



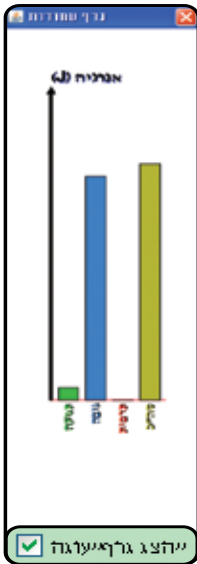
איור 10. הדמיה - מצב התחלתי

1. מהו מישור הייחוס לגובה במצב זה?
2. התחילו ממצב שבו המחליק נמצא בנקודה הגבוהה ביותר ובחנו את תנועתו. תארו את תנועת המחליק בשפה יומיומית.
3. במה דומה תנועת המחליק לתנועת המטוטלת?
4. עצרו את התמונה בכמה מצבים.
5. בטבלה שלפניכם מתוארים מצבים אחדים של המחליק.
 - א. ציירו מצבים נוספים של המחליק (4 ו-5).
 - ב. בעבור כל אחד מהמצבים (1-5) ציינו אם כמות אנרגיית הגובה ו/או אנרגיית התנועה היא מזערית או מרבית.
 - ג. האנרגיה בתהליך זה נשמרת. העזרו בנתון זה על מנת לשרטט לכל מצב את העמודות החסרות בטור גרף העמודות.

טבלה 3. השינויים באנרגיה בתנועת המחליק

גרף עמודות	אנרגיית תנועה	אנרגיית גובה	המצב בתהליך
<p>דוגמה:</p>  <p>כמות האנרגיה</p> <p>אנרגיית תנועה אנרגיית גובה</p> <p>סוג האנרגיה</p>	גדלה/קטנה	גדלה/קטנה	<p>1</p> 
 <p>כמות האנרגיה</p> <p>אנרגיית תנועה אנרגיית גובה</p> <p>סוג האנרגיה</p>	גדלה/קטנה	גדלה/קטנה	<p>2</p> 
 <p>כמות האנרגיה</p> <p>אנרגיית תנועה אנרגיית גובה</p> <p>סוג האנרגיה</p>	גדלה/קטנה	גדלה/קטנה	<p>3</p> 
 <p>כמות האנרגיה</p> <p>אנרגיית תנועה אנרגיית גובה</p> <p>סוג האנרגיה</p>	גדלה/קטנה	גדלה/קטנה	<p>4</p> 
 <p>כמות האנרגיה</p> <p>אנרגיית תנועה אנרגיית גובה</p> <p>סוג האנרגיה</p>	גדלה/קטנה	גדלה/קטנה	<p>5</p> 

צפייה בהדמיה



לחצו על הלחצן **גרף עמודות** הנמצא בצד ימין של המסך. כעת תוכלו לראות גרף עמודות ירוק של אנרגיית התנועה וגרף עמודות כחול של אנרגיית הגובה.

- בדקו בכל אחד מהמצבים אם הגרף על המסך תואם להשערותכם שבטבלה.
 - האם הגרף ששרטטתם זהה לזה שעל המסך?
 - אם לא, תארו במה הגרף שלכם והגרף שעל המסך שונים, ונסו להסביר זאת.
- מה לדעתכם מייצג הגרף הימני ביותר, הצבוע בירוק זית? האם הוא משתנה במהלך התנועה של המחליק?

טיפות

8. נסחו את מסקנותיכם על אודות הקשר שבין אנרגיית התנועה לאנרגיית הגובה בתנועתו של המחליק. השתמשו בתבנית הבאה:

טענה דעתי היא _____

נימוק אני חושב/ת כך, כי _____

9. אילו שינויים הייתם מצפים למצוא במערכת אילו הייתה אמיתית (ולא הדמיית מחשב)?

10. התבוננו בטבלה 3, שאותה השלמתם בשאלה 5. עתה הוסיפו לטבלה עוד טור, ובה תארו בגרף עוגה כל אחד מהמצבים.

סמנו $\sqrt{}$ ליד הכתובית "הצג גרף עוגה" הנמצא בצד ימין של המסך (מעל הכפתור "גרף עמודות"). עתה יופיע גרף עוגה ליד המחליק. עצרו את תנועת המחליק במצבים שתיארתם בטבלה.

- בדקו בכל אחד מהמצבים אם גרף העוגה שעל המסך תואם להשערותכם שבטבלה.
 - האם גרף העוגה אשר שרטטתם זהה לזה שעל המסך?
 - אם לא, תארו במה התרשים שלכם שונה מזה שעל המסך, ונסו להסביר מדוע התרשימים שונים.

12. מצאו את הנקודה שבה אנרגיית הגובה ואנרגיית התנועה שוות. מה אפשר לומר על נקודה זו?

פעילויות מאתגרות

13. לחצו על הכפתור **חיכוך במסלול <** הנמצא בצד הימני התחתון של המסך. הגדלת ערכו של מקדם זה תגרום לחיכוך רב יותר בין המחליק ובין מסלולו.



עתה הזיזו את סמן מקדם החיכוך לכל נקודה שתבחרו והפעילו את ההדמיה.

- א. מה השתנה בתנועת המחליק?
- ב. מה השתנה בגרף העמודות?
- ג. איזה סוג של אנרגיה נוסף למערכת עם הוספת החיכוך?
- ד. התבוננו בגרף הימני ביותר, הצבוע בירוק זית, המסומן כ"סה"כ". האם השתנה? מדוע?
- ה. מה יקרה אם המחליק ימשיך להחליק זמן רב על מסלול עם חיכוך?

טיפות

ו. הסבירו האם מתקיים חוק שימור האנרגיה במצב זה? היעזרו בתבנית הבאה:

טענה דעתי היא _____

נימוק אני חושב/ת כך, כי _____



14. שנו את המיקום מכדור הארץ לירח, על ידי בחירת הכתובית "הירח" בצד ימין של המסך.

- א. מה לדעתכם יהיה ההבדל בין תנועת המחליק על כדור הארץ ובין תנועתו על הירח?
- ב. הפעילו את תנועת המחליק ותארו את המתרחש.
- ג. במה שונה תנועת המחליק על הירח מזו שעל כדור הארץ?
- ד. בחרו מיקום נוסף (כוכב צדק או החלל), וענו על סעיפים א'-ג' בעבור המיקום החדש שבחרתם.

ג. מעיף הפרפרים - מגוון של ייצוגים



מטרת הפעילות

ניתוח בשפה מדעית של תופעה הכוללת גם אנרגיה אלסטית, וייצוג התופעה באמצעות גרף עוגה.



ציוד וחומרים

לכל תלמיד: שני בלונים, שתי גומיות, גליל נייר טואלט, דף נייר, עיפרון, נייר דבק ומספריים.

מהלך הפעילות

1. בניית מעיף הפרפרים:

- א. ציירו פרפרים קטנים (בגודל של כ-2X2 ס"מ) על הדף, וגזרו אותם.
- ב. גזרו את החלק הצר של הבלונים, כך שתהיינה בידכם שתי "כיפות" אלסטיות.
- ג. מתחו והצמידו כל אחד מהבלונים הגזורים לאחד הצדדים הפתוחים של הגליל. הצמידו באמצעות הגומיות, כדי להבטיח שהבלון הגזור יישאר במקומו. אפשר להיעזר בנייר דבק.



ג



ב



א

2. החזיקו את הגליל במאונך. הניחו את פרפרי הנייר על קצהו העליון של הגליל, מתחו את כיפת הבלון שבקצה התחתון של הגליל ושחררו אותה.

3. תארו בשפה יומיומית מה התרחש.

4. בחרו בתכנית הבאה את המאפיינים שבהם חלו שינויים, ואת סוגי האנרגיה שהיו מעורבים בתהליך:

המאפיינים שחל בהם שינוי: גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי / טמפרטורה / קרינה



סוגי האנרגיה שחל בהם שינוי:

אנרגיית גובה / אנרגיית תנועה / אנרגיה אלסטית / אנרגיה כימית / אנרגיה חשמלית / אנרגיה תרמית / אנרגיית קרינה

5. נגדיר שלושה מצבים:

מצב 1 - כיפת הבלון בתחתית הגליל מתוחה.

מצב 2 - פרפרי הנייר בכיפת הבלון העליונה מתחילים להתרומם.

מצב 3 - פרפרי הנייר מגיעים לשיא גובהם באוויר.

א. תארו את המרות האנרגיה בשלושת המצבים הללו באמצעות אחד מהייצוגים הבאים: תרשים זרימה/ גרף עמודות/ גרף עוגה.

ב. הסבירו מדוע בחרתם דווקא בצורת ייצוג זו.



תכנון מתקן בגן משחקים

בפעילות זו עליכם לתכנן מתקן מקורי ובטיחותי לגן משחקים, ולבחון את המרות האנרגיה במתקן זה. בסופו של התהליך עליכם להציג את המתקן לחבריכם בכיתה באמצעות מצגת.



הגדרת הצורך

- מהו סוג המתקן שאותו אתם מתכננים? (מגלשה, נדנדה, מתקן טיפוס, קרוסלה רגילה, קרוסלה חשמלית, וכדומה.)
- לאיזו קבוצת גיל המתקן מיועד?
- האם המתקן מתאים למקום פתוח או למקום סגור?
- האם המתקן מתאים לאזור יבש או לאזור רטוב (כמו מגלשת מים)?

איסוף מידע

- אילו מתקנים מהסוג שבחרתם קיימים? כדי לקבל רעיונות חפשו באינטרנט מתקנים לגן משחקים מהסוג שבחרתם. היעזרו בפעילות "חיפוש מידע" שביחידה "מסע בין חומרים".
- מהו תקן הבטיחות בעבור מתקנים בגן משחקים? חפשו מידע באתר המלווה את הספר:
 1. [בטיחות גני שעשועים אינה משחק ילדים](#)
 2. [ארגון בטרם - תקן בטיחות גן המשחקים](#)
- בדקו מהם כללי הבטיחות המתאימים לקבוצת הגיל שבחרתם. חפשו אך ורק את המידע שיעזור לכם בתכנון המתקן.

תכנון

- תכננו את המתקן, בהסתמך על המידע שאספתם.
- שרטטו תרשים של המתקן המסביר כיצד הוא מופעל.
- הכינו רשימת חומרים שמהם יהיה המתקן בנוי.

תיאור בשפה מדעית

- א. מהם המאפיינים של המערכת שחלו בהם שינויים?
- ב. מהם סוגי האנרגיה המעורבים בשינויים אלו?

היעזרו בתבנית הבאה:

המאפיינים שחל בהם שינוי: גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי / טמפרטורה / קרינה

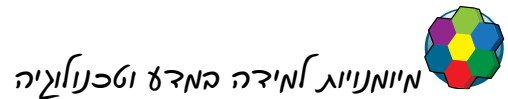


סוגי האנרגיה שחל בהם שינוי:

אנרגיית גובה / אנרגיית תנועה / אנרגיה אלסטית / אנרגיה כימית / אנרגיה חשמלית / אנרגיה תרמית / אנרגיית קרינה

- ג. האם במקרה זה המרות האנרגיה הן מחזוריות? נמקו.
- ד. בחרו שלושה מצבים במערכת שתכננתם. תארו את האנרגיה בשלושת המצבים באמצעות גרף עוגה.
- ה. הסבירו בעזרת מונחי האנרגיה את הסיבה לכללי הבטיחות של המתקן שתכננתם (גובה המתקן, המשטח שמתחתיו וכדומה).

ההצגה לכיתה



הצגת ידע - הנחיות לבניית מצגת

מצגת היא דרך ממוחשבת להצגת נושא. מטרת המצגת היא להציג נושא בצורה תמציתית, מושכת וברורה. המצגת שאתם מתבקשים לבנות תכיל עשרה שקפים, על פי הפירוט הבא:

סדר השקפים במצגת:

- **שקף ראשון** - שם המתקן שתכננתם ושמות חברי הקבוצה.
- **שקף שני** - דרישות המתקן: לאיזו קבוצת גיל המתקן מיועד ולאיזה סוג שטח (פתוח או סגור, יבש או רטוב).
- **שקף שלישי** - כללי הבטיחות שהמתקן עומד בהם.
- **שקף רביעי** - תיאור המתקן (שרטוט/ תמונה).
- **שקף חמישי** - רשימת החומרים הדרושים להכנת המתקן.
- **שקף שישי** - תבנית השינויים במאפיינים ובסוגי האנרגיה המעורבים בעת הפעלת המתקן.
- **שקף שביעי** - ההצדקה לכללי הבטיחות בשפת האנרגיה.
- **שקף שמיני** - תיאור המרות האנרגיה באמצעות גרף עוגה של שלושת המצבים שבחרתם.
- **שקף תשיעי** - התבוננות לאחור: מה למדתם מעבודה זו? מה היה מאתגר? כיצד פתרתם את הבעיות שבהן נתקלתם? אלו בעיות לא הצלחתם לפתור?

טיפים להכנת השקפים

- א. חשוב שלכל שקף תהיה כותרת.
- ב. הטקסט צריך להיות תמציתי ביותר, ולא עמוס: שקף עמוס מקשה על הבנת התוכן. רצוי שגודל הגופן יהיה לפחות 18, ושלא תהיינה יותר משמונה שורות כתובות בכל שקף.
- ג. כדאי להוסיף תמונות ואנימציות הקשורות לטקסט.
- ד. בחרו ברקע בהיר וחלק שיאפשר להתמקד בטקסט ובתמונות שבשקף.
- ה. צבע הכתב צריך להיות מותאם לרקע - כתב כהה על רקע בהיר (ולהפך).
- ו. אין להגזים בהוספת אפקטים. עומס אנימציות וצלילים עלול להסיח את הדעת מתוכן השקף. השתמשו אפוא באפקטים רק אם הם תורמים להבנת תוכן השקף.

ד. מה למדנו בפרק זה?

- ✓ למדנו כי בתופעות מתקיימות בו-זמנית המרות בין סוגי אנרגיה שונים.
- ✓ ראינו תופעות שבהן המרות האנרגיה הן מחזוריות.
- ✓ בחנו צורות ייצוג לתופעות שחלים בהן שינויים: גרף עמודות וגרף עוגה. כמו כן ניתחנו את תנועת הנדנדה והמטוטלת ואת תנועת הכדור המקפץ בעזרת חוק שימור האנרגיה, וייצגנו את התהליכים באמצעות גרף עמודות וגרף עוגה.
- ✓ יתרונו של **גרף העוגה** הוא ביכולתו לייצג את **השלם** ואת מרכיביו באופן יחסי כך שניתן להשוות ביניהם.
- ✓ גרף עמודות וגרף עוגה מאפשרים לתאר גם מצב יחיד וגם רצף של מצבים.
- ✓ למדנו כיצד להכין מצגת הממחישה בצורה ברורה את התוכן שאנחנו מעוניינים להעביר.

שאלות סיכום

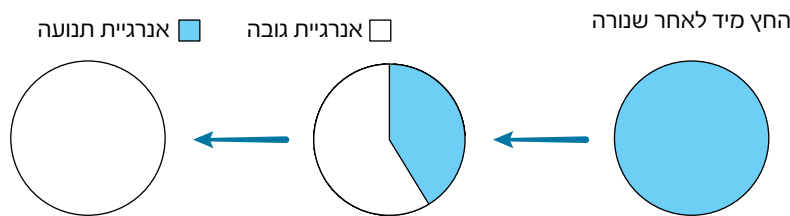
1. התבוננו באיור הבא. איזה מהמשפטים הבאים מתאים לשרשרת המרות האנרגיה שבו, נמקו.



שרשרת המרות אנרגיה

- א. ספורטאי המאמן את שרירי ידיו על ידי מתיחת קפיץ.
 - ב. מכונית צעצוע המופעלת על ידי קפיץ, נעה במעלה מדרון משופע ונעצרת.
 - ג. מאזני קפיץ המורים את משקלה של משקולת המונחת עליהם.
 - ד. גלגל המסתובב ונעצר על ידי מתיחת קפיץ.
2. בתחנה להפקת חשמל הפועלת על גז טבעי מתרחשות המרות האנרגיה הבאות (סמנו את התשובה הנכונה ביותר ונמקו):
- א. אנרגיה חשמלית מומרת לאנרגיית תנועה.
 - ב. אנרגיה כימית מומרת לאנרגיית תנועה המומרת לאנרגיה חשמלית.
 - ג. אנרגיית גובה מומרת לאנרגיה חשמלית.
 - ד. אנרגיית תנועה מומרת לאנרגיית גובה.

3. תרשימי גרף העוגה שלפניכם מתארים שרשרת המרות אנרגיה בתהליך של חץ הנורה מקשת.



- איזה מהמשפטים הבאים מתאים לתיאור זה? נמקו.
- א. החץ נורה כלפי מעלה מהקרקע.
 - ב. החץ נורה כלפי מטה מגג גבוה.
 - ג. החץ נורה באופן אופקי (קדימה) מגבעה.
 - ד. החץ השתחרר מהקשת ונפל על הקרקע.

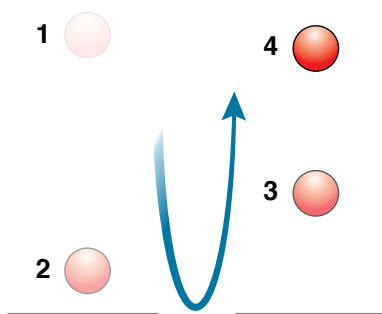
4. שחקן זורק כדורסל היישר כלפי מעלה. הכדור עולה ועולה, עד שהוא מגיע לגובה מסוים - ואז יורד חזרה למגרש. התייחסו אל המצבים הבאים של הכדור במהלך תנועתו כלפי מעלה, וענו על השאלות:
- מצב 1 - מיד לאחר הזריקה.
 - מצב 2 - באמצע העלייה של הכדור.
 - מצב 3 - בשיא גובהו של הכדור.

א. הסבירו את השינויים בתנועת הכדור על ידי חוק שימור האנרגיה. השלימו את החסר באמצעות מחסן המילים (אפשר להשתמש במילה יותר מפעם אחת או לא להשתמש בה כלל):
 לפי חוק _____, במעבר ממצב 1 למצב 2 אנרגיית ה_____ של הכדור קטנה ואילו אנרגיית הגובה _____ כמעט באותה המידה. בשיא הגובה אנרגיית ה_____ מתאפסת ואילו אנרגיית ה_____ מרבית.

מחסן מילים: גנולה, גובה, אלסטיות, ג'לה, קטנה, שימור האנרגיה, הגמחאות

ב. תארו את האנרגיה של הכדור בשני מצבים, באמצעות גרף עמודות:
 • מצב 1 - מיד לאחר שהשחקן זרק אותו כלפי מעלה.
 • מצב 3 - בשיא גובהו.

5. התבוננו בתופעת הכדור המקפץ המתוארת באיור 11.
 תארו את האנרגיה באמצעות גרף עוגה בכל אחד מהמצבים 1-4.



איור 11. כדור מקפץ

6. התבוננו שנית במכונת רוב גולדברג שתכננתם בפרק 1 עמוד 11.
 א. מהם המרכיבים של המערכת אותה בניתם?
 ב. באילו מאפיינים חלים שינויים?
 ג. מהם סוגי האנרגיה המעורבים בתהליך?
 היעזרו בתבנית הבאה:

המאפיינים שחל בהם שינוי: גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי / טמפרטורה / קרינה



סוגי האנרגיה שחל בהם שינוי: אנרגיית גובה / אנרגיית תנועה / אנרגיה אלסטית / אנרגיה כימית / אנרגיה חשמלית / אנרגיה תרמית / אנרגיית קרינה

ג. בחרו שלושה מצבים בתהליך. בחרו באחת מצורות הייצוג שהכרתם בפרק זה (גרף עוגה, גרף עמודות ותרשים זרימה), ותארו את המרות האנרגיה בתהליך בכל אחד מהמצבים.

7. לפניכם שני תרשימים של גרף עוגה, אשר מייצגים מצבי אנרגיה של כדורים זהים הנפלים מאותו גובה אל הקרקע. (ראו מפתח גוונים).

איזה כדור קרוב יותר לקרקע? (בחרו את התשובה הנכונה).

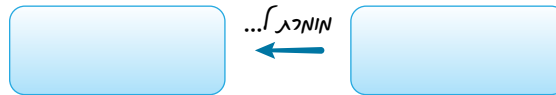


- א. כדור א'
ב. כדור ב'
ג. אי אפשר לדעת.
נמקו את בחירתכם.

8. עציץ נופל מחלון בדירת גג. התייחסו לשלושת המצבים הבאים:

- מצב 1 - בתחילת הנפילה.
 - מצב 2 - בנקודת ביניים במהלך הנפילה.
 - מצב 3 - רגע לפני הפגיעה בקרקע.
- א. תארו את המרות האנרגיה בין המצבים באמצעות ייצוג תרשים הזרימה.
ב. האם התרשים דומה לאיור 1 או לאיור 2 שבמודים 52-53? נמקו.

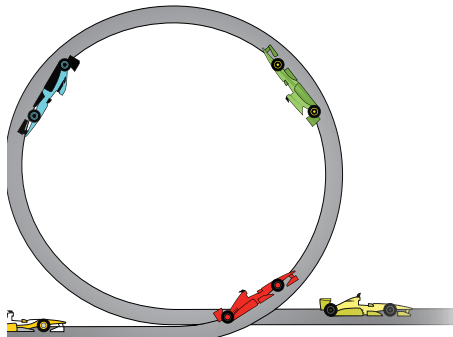
9. השלימו את המרות האנרגיה של גוף הנזרק למעלה בתרשים הזרימה הבא.



10. תארו את המרות האנרגיה בתהליך המתקיים בקופסה המתגלגלת שבניתם בפרק זה, באמצעות תרשים הזרימה להמרות אנרגיה מחזוריות.

11. לפניכם מערכת של מכוניות צעצוע הנעות על גבי מסלול טבעתי:

- א. סמנו באיזו נקודה אנרגיית התנועה היא מרבית.
ב. סמנו באיזו נקודה אנרגיית הגובה היא מרבית.
ג. בחרו שלוש נקודות על גבי המסלול, סמנו אותן באותיות (A, B, C) ושרטטו עבור כל אחת מהן תרשימי גרף עוגה של האנרגיה במערכת.





פרק 4

היכן האנרגיה החסרה?

מבט לאחור ומבט לפני

בפרקים הקודמים למדנו לתאר תופעות באמצעות שינויים במאפיינים ושינויים בסוגי האנרגיה. למדנו על שימור אנרגיה במערכת סגורה, על המרות אנרגיה וכן על צורות ייצוג שונות, ובהן תרשים זרימה, גרף עמודות וגרף עוגה. בפרק זה נלמד על סוג נוסף של אנרגיה: האנרגיה התרמית.

א. השפעת הסביבה על תנועת נדנדה



כעת, לאחר שאנו יודעים מהן מערכות סגורות ופתוחות, מהו שימור אנרגיה ומהן המרות האנרגיה, נוכל לבחון את תנועת הנדנדה ללא שימוש בפישוט או בהדמיה. נתבונן במצב מציאותי, שקיימת בו השפעה בין הסביבה ובין הנדנדה. גם כעת, נייצג את תנועת הנדנדה באמצעות מטוטלת: משקולת המחוברת לחוט. הפעם נתבונן במספר רב של תנודות, שעה שכדור המטוטלת נע הלוך ושוב מספר רב של פעמים.

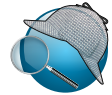


התבוננו בהדגמה של תנועת המטוטלת ודונו בשאלות הבאות.



1. מה קרה לגובהה של המטוטלת לאחר מספר רב של תנודות?
2. מה קרה למהירותה של המטוטלת לאחר מספר רב של תנודות?
3. מדוע, לדעתכם, חלו השינויים שציינתם בתשובות לשאלות 1 ו-2?
4. מה אפשר להסיק מעובדה זו על המערכת של המטוטלת וכדור הארץ? האם היא פתוחה או סגורה?

אנו רואים כי תנועת המטוטלת הולכת ודועכת, כלומר, מהירותה הולכת וקטנה וגובהה הולך וקטן, עד שהיא נעצרת לחלוטין. זאת בשל העובדה שהמטוטלת היא מערכת פתוחה, כלומר, מושפעת מהסביבה ומשפיעה עליה. כעת נרצה לבחון מה אפשר לעשות כדי לצמצם את השפעת הסביבה על תנועת המטוטלת.



ניסוי חקר - השפעת הסביבה על תנועת המטוטלת

מטרת הניסוי

למצוא דרכים שונות להקטין השפעת הסביבה על מטוטלת נעה.

ציוד וחומרים

לכל קבוצה: משקולת, חוט באורך כ-50 ס"מ, שני מעמדים, סרגל באורך 1 מטר. נוסף על כך, יש צורך ב-3 מאווררים, שמן מכונות (WD 40 או שמן דומה אחר), ו-2 גושי פלסטלינה. ציוד זה יחולק בין שש הקבוצות על פי טבלה 1.

מהלך הניסוי

כל אחת מהקבוצות תקבל מטוטלת; אורך החוט והמשקולת בה יהיו זהים בכל הקבוצות. במהלך הניסוי נשנה את שתי ההשפעות הסביבתיות: השפעת הצייר באמצעות שמן או פלסטלינה, והשפעת האוויר באמצעות מאוורר הניצב באחד מקצוות התנועה. הטבלה הבאה מתארת את המערכות השונות שבידי הקבוצות השונות:



טבלה 1. תיאור המערכות השונות

הצייר	בנוכחות מאוורר	ללא נוכחות מאוורר
רגיל	קבוצה א	קבוצה ב
משומן	קבוצה ג	קבוצה ד
עטוף בפלסטלינה	קבוצה ה	קבוצה ו

במהלך הניסוי עליכם לשמוט את משקולת המטוטלת מגובה 20 ס"מ, ולמדוד את הגובה המרבי שאליו תגיע המשקולת לאחר 5, 10 ו-15 תנודות, בעזרת סרגל שתציבו כמתואר באיור. את הגובה שאליו תגיע המשקולת יש למדוד בתחילת התהליך ובסיומו.

תנודה - תנועת "הלוך-חזור" אחת, שבה המשקולת תשלים תנועה מצד אחד למשנהו - ובחזרה.

העלאת השערה

1. האם, לדעתכם, תהיינה מטוטלות שתחזורנה לגובהן המקורי לאחר 5, 10 ו-15 תנודות? נמקו.
2. האם יהיו הבדלים בגובה המרבי שאליו תגענה המטוטלות השונות לאחר 5, 10 ו-15 תנודות? נמקו.

איסוף נתונים

1. נסחו כותרת לטבלה 2 שתאפיין את המערכת שלכם (ציר רגיל/משומן, עם/בלי מאוורר).
2. סכמו את תוצאות הניסוי בטבלה.

טבלה 2.

מספר תנודות	גובה משקולת המטוטלת מעל השולחן (בס"מ)
0 (לפני עזיבה)	
5	
10	
15	

ניתוח נתונים ומסקנות

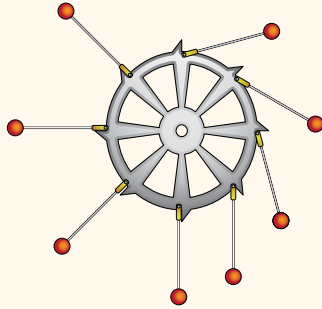
- ענו על השאלות הבאות על סמך המידע שאספו כל הקבוצות בכיתה:
1. אילו מאפייני סביבה השפיעו את ההשפעה המשמעותית ביותר על תנועת המטוטלת?
 2. בהסתמך על תוצאות הניסוי, כיצד אפשר לצמצם את השפעת מאפייני הסביבה הללו על תנועת המטוטלת?
 3. האם אפשר לבטל לחלוטין את השפעת הסביבה על המטוטלת?
 4. האם, במערכת של כל אחת מהקבוצות, חל שינוי באנרגיה?
 5. האם בסביבת המערכת של כל אחת מהקבוצות חל שינוי באנרגיה?
 6. מה אפשר להסיק מהניסוי שביצענו על אודות האנרגיה במערכת פתוחה?
 7. אילו היה אפשר לבטל לחלוטין את השפעת הסביבה על תנועת המטוטלת, מה היה הגובה המרבי של כדור (משקולת) המטוטלת לאחר מספר רב של תנודות? נמקו.

בניסוי שערכנו בחפז דרכים שונות להקטנת ההשפעה של הסביבה על מטוטלת נעה.



1. האם יכול להיות מצב מציאותי שבו תנועת המטוטלת תימשך לנצח? כלומר שמשקולת המטוטלת תחזור בכל פעם בדיוק לגובה המוצא שלה? הסבירו.
2. האם אפשר לבטל לחלוטין את השפעת הסביבה על המטוטלת? הסבירו.
3. האם ידוע לכם על תהליכים פיזיקליים נוספים הנפסקים לאחר זמן? תנו דוגמאות.
4. האם אפשר לתכנן מכונה שפעולתה תימשך לנצח?

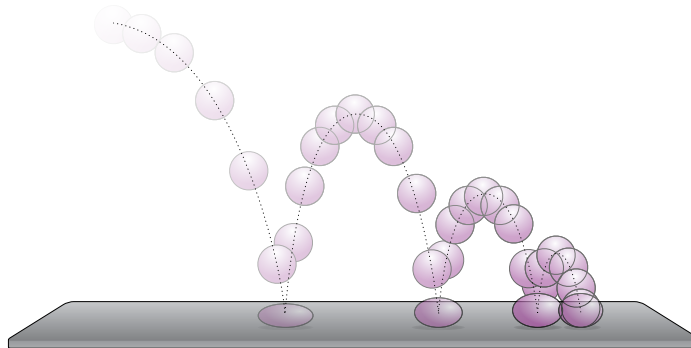
מלניין ומסקין



מאז ומתמיד קסם לבני האדם הרעיון של בניית מכונות שפעולתן נמשכת לנצח. את המכונות הללו, הנקראות "פרפטואום מובילה" (תנועה נצחית; ובלטינית: Perpetuum mobile) מפעילים פעם אחת בלבד, ותנועתן אינה פוסקת לעולם, ללא כל סיוע חיצוני. במשך אלפי שנים ניסו מדענים, וגם אנשים ללא רקע מדעי, לבנות מכונות כאלו על ידי שימוש ברעיונות שונים. האם הצליחו בכך? האם הדבר אפשרי? בפרק זה נענה לשאלה מסקרנת זו.

מידע נוסף על Perpetuum mobile אפשר לקרוא בקישור "[פרפטואום מובילה](#)"

מניסיוננו אנו יודעים שבתופעות יומיומיות, התנועה אינה נמשכת לנצח. תנועתם של כדורים מקפצים תסתיים תמיד כשהם במנוחה על הקרקע, וכדורי מטוטלת תמיד יעצרו בנקודה הגמוכה של מסלולם.



1. כיצד ייתכן שתהליכים אלו נעצרים בהתקיים חוק שימור האנרגיה?
2. מה אפשר ללמוד מכך על המערכות הללו?

בפרק השני למדנו כי האנרגיה נשמרת במערכת סגורה, כלומר, במערכת שאיננה באינטראקציה עם סביבתה. אם אנו חואים שהתהליך נעצר, כמו במערכות שבהן דנו בפרק זה, סימן שהאנרגיה לא נשמרה, כלומר המערכת פתוחה ויש אינטראקציה עם הסביבה.

כתוצאה מאינטראקציה זו, נגרמו שינויים בסביבה. למשל: כתוצאה מנפילת הכדור, הדשא נמעך וחלקיקי האוויר שינו את מהירותם, לכן למעשה אין סתירה לחוק שימור האנרגיה.

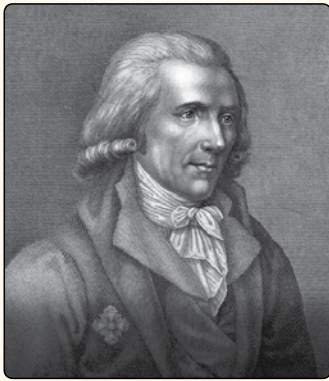
בסעיף הבא נתמקד בתופעה המוכרת מאוד מחיי היומיום והיא החיכוך. תופעה זו פגשתם גם בדוגמת המטוטלת. דיון בתופעת החיכוך יסייע לנו בהבנת השינויים שהתרחשו בתופעות שהוזכרו.

ב. חיכוך גורם להתחממות

מה אנו חשים בזמן שאנו מחככים את כפות הידיים שלנו זו בזו? מה אנו מרגישים בכפות הידיים כשאנו מחליקים מחבל שעליו טיפסנו? במקרים הללו אנו מרגישים כי כפות ידינו מתחממות. פעולת החיכוך היא זאת הגורמת להתחממות של שני הגופים המתחככים. העובדה כי חיכוך בין שני גופים גורם להתחממות מוכרת מאוד. למשל, כאשר מנסרים מתכות, יש להתיז מים על מקום המגע בין המסור למתכת, וזאת על מנת לצנן את הגופים המתחככים זה בזה בזמן הניסור. אם לא כן, המסור - העשוי בדרך כלל מפלדה - עלול להתחמם לטמפרטורות גבוהות מאוד ולהיפגם. העובדה כי חיכוך גורם להתחממות מנוצלת אפילו להצתת אש, על ידי חיכוך מהיר וממושך בין שני גזרי עץ.

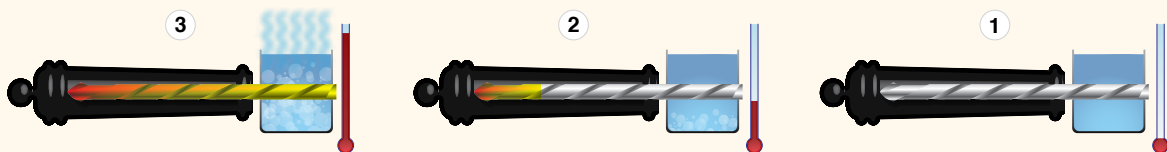
אלניין ומסקין

קצת היסטוריה - הרזן רמפורד



בנימין תומפסון, המכונה הרזן רמפורד (1753-1814), נולד באחת מהמושבות הבריטיות באמריקה שהפכו מאוחר יותר לארצות הברית, אך רוב שנותיו חי באנגליה. רמפורד היה פיזיקאי וממציא, ותרם רבות להתפתחות התרמודינמיקה¹. רמפורד גילה כי בשעת קידוח קנה של תותח (פעולה שהייתה נפוצה מאוד בימיו), המקדח מתחמם כדי כך שיש להתיז עליו מים קרים כדי לצננו. רמפורד הבין כי החיכוך בין המקדח לקנה התותח הוא הגורם להתחממות המקדח (לעליית הטמפרטורה שלו). הוא השתמש בתופעה זאת כדי לחמם מים: הניח כלי מלא מים בדרכו של המקדח, וכאשר החל המקדח לקדוח בקנה התותח, החלו המים להתחמם. המים התחממו עד לרתיחה.

עוד על ניסוי רמפורד ראו בסרטון: "[ניסוי רמפורד](#)".

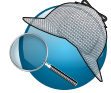


הדגמה של ניסוי רמפורד

1 תרמודינמיקה - תחום בפיזיקה העוסק בחום ובאנרגיה.



1. מה הגורם לעליית הטמפרטורה של המקדח?
2. תארו שתי תופעות נוספות מחיי היומיום שבהן חיכוך גורם להתחממות.
3. האם בתופעות שציינתם ההתחממות היא תוצר רצוי בתהליך או גורם המפריע לו?



פעילות חקר - חיכוך והתחממות (שינוי טמפרטורה)

מטרה

בפעילות זו תבחנו את הקשר בין חיכוך להתחממות.

ציוד וחומרים

זוג אופניים, מד-טמפרטורה דיגיטלי.

מהלך הניסוי

הניחו זוג אופניים בצורה הפוכה, כך שיישענו על הכידון, כמתואר בתמונה. במהלך ניסוי זה אתם תניעו את גלגל האופניים שלוש פעמים: במהירות גבוהה, בינונית ונמוכה. את הגלגל תעצרו על ידי הצמדה בחוזקה של מד-הטמפרטורה לגלגל האופניים עד לעצירתו. בכל אחת מהפעמים תמדדו את הטמפרטורה שמראה מד-הטמפרטורה לפני העצירה ולאחריה.

העלאת השערה

שערו:

- א. האם יהיה שינוי בטמפרטורה בצג מד-הטמפרטורה בעקבות עצירת הגלגל?
- ב. כיצד תשפיע מהירות הגלגל לפני עצירתו על גודל השינוי בטמפרטורה של מד-הטמפרטורה?
רשמו את השערותיכם במחברת.

איסוף נתונים

1. רשמו את הטמפרטורה המופיעה בצג מד-הטמפרטורה, לפני תחילת הניסוי.
2. באמצעות הדוושות, הניעו את גלגל האופניים במהירות גבוהה. הצמידו בחוזקה את מד-הטמפרטורה לגלגל האופניים עד לעצירתו.

רשמו בטבלה את הטמפרטורה המופיעה בצג מד-הטמפרטורה לאחר שהגלגל נעצר (המתינו שניות אחדות עד לקריאת הטמפרטורה המרבית).

3. הניחו למד-הטמפרטורה להתקרר כדקה, וחזרו על פעולה זאת וסובבו את הגלגל פעם למהירות בינונית ופעם למהירות נמוכה.

חשוב לציין שבניסוי זה אין אנו מודדים במדויק את מהירות הגלגל, ולכן אנו מציינים את מהירותו כגבוהה, בינונית ונמוכה על-פי הערכתנו בלבד.

תוצאות

טבלה 3. השינוי בטמפרטורה - ריכוז תוצאות

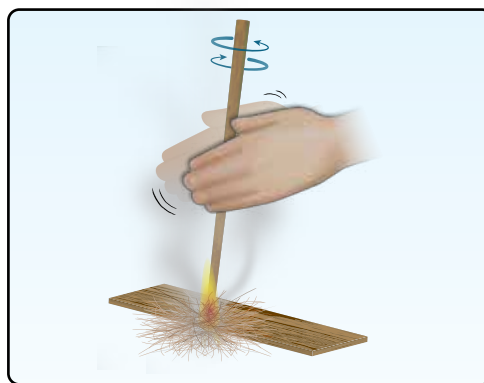
מהירות הגלגל	טמפרטורה התחלתית	טמפרטורה מרבית לאחר עצירת הגלגל	הפרש טמפרטורות
גבוהה			
בינונית			
נמוכה			

הסקת מסקנות

1. האם קיבלתם את אותו הפרש טמפרטורות בכל אחת מהפעמים? מדוע?
2. האם השערתכם התאמתה?
3. השלימו את הקטע הבא באמצעות מחסן המילים (אפשר להשתמש במילה יותר מפעם אחת או לא להשתמש בה כלל):
במהלך העצירה של הגלגל באמצעות מד-הטמפרטורה, נוצר _____ בינו לבין הגלגל. החיכוך הוא זה שגרם ל_____ של מד-הטמפרטורה. ככל שהמהירות של הגלגל הייתה גבוהה יותר, כך הפרש הטמפרטורות היה _____.

מחסן מילים: מיכוך, ג'דזל יוגי, שינוי הטמפרטורה, קטן יוגי

כמו שבניסוי המטוטלת החיכוך עם הציר גרם לעצירתה, כך גם גלגל האופניים נעצר כתוצאה מהחיכוך עם מד הטמפרטורה. בדוגמה זו, הסביבה שאיתה היה הגלגל באינטראקציה היא מד-הטמפרטורה. מה קרה לסביבה? היא התחממה, כלומר, הטמפרטורה שלה עלתה.



קצת היסטוריה - אסון מעבורת החלל קולומביה



התמונה לקוחה מהאתר של NASA

ומה באשר לחיכוך עם האוויר? גוף מתחמם גם כאשר הוא נע באוויר. תופעה זו מתרחשת בכל מהירות, אם כי היא בולטת במיוחד במהירויות גבוהות. מסיבה זו, שטחן החיצוני של מעבורות החלל² מצופה באריחים העשויים חומר מיוחד, המסוגל לעמוד בטמפרטורה של למעלה מ-1500 מעלות. ציפוי זה נועד להגן על גוף המעבורת מההתחממות העצומה הנגרמת כתוצאה מחיכוך בזמן הכניסה לאטמוספירה³. בחורף 2003 יצאה מעבורת החלל קולומביה למשימה בחלל. במעבורת היו שבעה אנשי צוות, ובהם אילן רמון, טייס החלל הישראלי הראשון. מעבורת החלל שהתה כשישה-עשר ימים בחלל. באחד בפברואר 2003, בעת חזרתה לכדור הארץ וכניסתה לאטמוספירה, התפוצצה המעבורת, וכל אנשי הצוות נספו.

בחקירת האסון התברר כי עוד בעת ההמראה של המעבורת, נפגעה שכבת הבידוד המקיפה אותה. פיסת קצף בידוד נפרדה, פגעה בכנף התחתונה של המעבורת, ויצרה פרצה בשכבת הבידוד. תקלה זאת לא שיבשה את תפקודה של המעבורת בזמן שהותה בחלל. אך כאשר חזרה המעבורת לכדור הארץ, היא חדרה לאטמוספירה במהירות גבוהה. כתוצאה מהחיכוך עם האוויר, התחממה המעבורת מאוד. שכבת הבידוד שהייתה אמורה להגן עליה מפני התחממות הייתה פגועה, לכן אוויר לוחט (כנראה בטמפרטורה של יותר מ-2,700 מעלות צלזיוס) חדר אל הפרצה בשכבת הבידוד והתיך את פנף המעבורת. כתוצאה מכך המעבורת התפרקה.⁴



1. מדוע הפרצה בשכבת הבידוד לא שיבשה את תפקוד המעבורת בחלל, אלא רק בכניסתה לאטמוספירה?
2. מדוע האוויר שחדר למעבורת היה לוחט? הרי ידוע כי בגבהים אלו טמפרטורת האוויר נמוכה בהרבה מאשר על פני כדור הארץ.

2 מעבורות חלל - כלי טייס המסוגל להמריא מכדור הארץ לחלל, לשהות בחלל ולנחות חזרה בכדור הארץ.
 3. אטמוספירה - שכבת גזים המקיפה את כדור הארץ ומכונה "אוויר". השכבה מכילה חנקן, חמצן, פחמן דו-חמצני וגזים נוספים.
 4. לאחרונה הופסקה פעילותן של מעבורות החלל מסוג זה.

ג. טמפרטורה קשורה לאנרגיה

בנושא החומרים למדתם כי הטמפרטורה היא מאפיין של גוף או מערכת שאפשר למדוד באמצעות מד-טמפרטורה והכרתם סוגים שונים של מדי טמפרטורה. ביחידה זו למדנו לקשר בין מאפיינים שונים של גוף או מערכת לסוגי אנרגיה שונים.

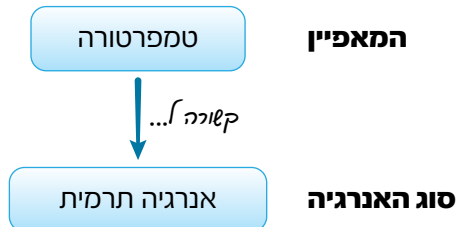
דוגמת התפוח שנשר מהעץ



דוגמת מעיף הפרפרים



לאיזה סוג אנרגיה קשור המאפיין "טמפרטורה"?



כשם שמהירות קשורה לאנרגיית תנועה, גובה קשור לאנרגיית גובה וצורה קשורה לאנרגיה אלסטית, כך **טמפרטורה** קשורה לאנרגיה **תרמית**: ככל שהטמפרטורה עולה גדלה האנרגיה התרמית ולהיפך. בדוגמאות הקודמות ראינו כיצד אפשר לשנות טמפרטורה של גופים באמצעות חיכוך. עם זאת, אנו יודעים שיש דרכים נוספות לשנות טמפרטורה, כמו למשל חימום ישיר של סיר מים על להבה. בפרק הבא נרחיב על דרכים אלה.

מושג האנרגיה התרמית יוכל לעזור לנו להשיב על השאלה "היכן האנרגיה החסרה?" בדוגמאות שהובאו בפרק זה ראינו שבמהלך האינטראקציה בין המערכת לסביבתה, הסביבה התחממה, ואפשר להבין כי האנרגיה התרמית שלה עלתה על חשבון האנרגיה ההתחלתית של המערכת.

כשם שמהירות קשורה לאנרגיית תנועה, גובה קשור לאנרגיית גובה וצורה קשורה לאנרגיה אלסטית, כך **טמפרטורה** קשורה לאנרגיה **תרמית**.

בתחילת הפרק שאלנו שאלה נוספת: מדוע תהליכים נעצרים למרות חוק שימור האנרגיה? מתברר כי בשונה מסוגי האנרגיה האחרים (כמו אנרגיית תנועה ואנרגיית גובה) האנרגיה התרמית לא יכולה להיות מומרת במלואה לאנרגיה מסוג אחר. ולכן בסופו של דבר תהליכים שבהם יש המרה לאנרגיה תרמית - נעצרים.

אנרגיה תרמית ומודל החלקיקים

בסעיף הקודם למדנו כי טמפרטורה קשורה לאנרגיה תרמית. שינוי בטמפרטורה מלמד אותנו על שינוי באנרגיה התרמית: כשגוף מתחמם האנרגיה התרמית שלו גדלה, ולהפך - כשגוף מתקרר האנרגיה התרמית שלו קטנה. נסביר זאת באמצעות מודל החלקיקים של החומר שלמדנו בעבר. על פי מודל זה, חימום גורם להגברת התנועה האקראית של חלקיקי החומר, כלומר להגדלת אנרגיית התנועה שלהם. למדתם גם שטמפרטורת הגוף היא מדד לתנועת חלקיקי החומר. לכן, הטמפרטורה משמשת כמדד מקרוסקופי לגודל מיקרוסקופי שהוא ממוצע אנרגיות התנועה של החלקיקים.

האנרגיה התרמית היא אנרגיית התנועה הכוללת של החלקיקים. לכן בחומר נתון האנרגיה התרמית תלויה במספר חלקיקי הגוף (במסה שלו): ככל שיש יותר חלקיקים האנרגיה התרמית גדולה יותר. כעת, לאחר שהבנו את ההבדל בין מושג הטמפרטורה למושג האנרגיה התרמית, נענה על השאלה הבאה: נתונים שני סירים, גדול וקטן, המכילים מים בכמויות שונות באותה הטמפרטורה. האם האנרגיה התרמית של המים בשני הסירים שווה? העובדה שלמים בשני הסירים אותה טמפרטורה, מלמדת אותנו שאנרגיית התנועה הממוצעת של חלקיקי המים בכל אחד מהכלים שווה. עם זאת, מכיוון שמספר החלקיקים בסיר הגדול רב יותר, האנרגיה התרמית של המים - שהיא אנרגיית התנועה הכוללת של חלקיקי החומר - גדולה יותר בסיר הגדול.



- שני סירים מלאים בכמויות מים שונות ובטמפרטורות זהות. מחממים את המים שבשני הסירים ב- 10°C . מה תוכלו לומר על השינוי באנרגיה התרמית של המים בשני הסירים? נמקו את תשובתכם.
 - שווה
 - גדול יותר בסיר הגדול
 - גדול יותר בסיר הקטןנמקו תשובתכם בהסתמך על מודל החלקיקים.
- שאלת אתגר:** שני סירי מרק, קטן וגדול, באותה טמפרטורה מונחים על כיריים זהות במשך 3 דקות. כיצד אפשר להסביר בעזרת מודל החלקיקים את העובדה שבתום החימום טמפרטורת המרק בסיר הגדול תהיה נמוכה יותר?

טמפרטורה היא גודל מקרוסקופי המבטא את אנרגיית התנועה הממוצעת של חלקיקי החומר שהיא גודל מיקרוסקופי. הטמפרטורה אינה תלויה בגודל הגוף. האנרגיה התרמית היא סך כל אנרגיות התנועה של חלקיקי הגוף ולכן היא תלויה בגודל של הגוף.

בעבר למדנו כי לא תמיד חימום גורם לעליית טמפרטורה. כך למשל, בזמן שינוי מצבי הצבירה (ממוצק לנוזל ומנוזל לגז), אנו מחממים את החומר אך הטמפרטורה אינה עולה. נסביר תופעה זו באמצעות המושגים החדשים שלמדנו. בזמן המעבר ממצב צבירה אחד למשנהו לא כל תוספת האנרגיה התרמית מתבטאת בהגברת התנועה של החלקיקים. חלקה גורם להחלשת כוחות המשיכה בין חלקיקי החומר.

המרות אנרגיה ואנרגיה תרמית

בשיעור הראשון בנושא האנרגיה בחנו תופעות שונות של התחממות: כמו סיבוב גלגל אופניים או הפעלת קומקום חשמלי. לאחר שלמדנו את מונחי האנרגיה אנו יודעים כי בכל אחת מהתופעות הללו מתרחשים שינויים באנרגיה, ובאמצעותם נוכל לתאר את התהליכים בשפה מדעית, מדויקת יותר. ייתכן כי בזמן שחקרתם את התופעות הללו שאלתם את עצמכם כיצד ייתכן שתהליכים שונים כל-כך מובילים כולם לאותה התוצאה: עלייה בטמפרטורה? בפרק זה למדנו כי בכל פעם שמתרחשת המרת אנרגיה יש גם התחממות; ומכאן התשובה לשאלתכם: בתופעות רבות, ללא קשר לסוגי האנרגיה המשתתפים בהן, מופיע סוג אחד של אנרגיה: האנרגיה התרמית. השינוי באנרגיה התרמית מלווה בעלייה בטמפרטורה.

מטרת הפעילות

לבחון תופעות שמתרחשות בהן המרות אנרגיה, בהתייחסות לאנרגיה התרמית.

ציוד וחומרים

מקור אור, עדשה מרכזת, גלגל אופניים, קומקום חשמלי, נר, גפרורים, 4 מדי-הטמפרטורה.

מהלך הפעילות

לפניכם ארבע תחנות, ובהן:

תחנה ג' - קומקום חשמלי

תחנה א' - מקור אור ועדשה מרכזת

תחנה ד' - נר דולק

תחנה ב' - גלגל אופניים



בכל אחת מהתחנות עליכם לחמם את מד-הטמפרטורה, כפי שבצעתם בפעילות בעמודים 12-13.

שלב א' - עבודה בזוגות

בחרו באחת מהתופעות שהודגמו, וענו על השאלות הבאות:

1. מהם המאפיינים שחלו בהם שינויים?
2. מהם סוגי האנרגיה שחלו בהם שינויים?

היעזרו בתבנית הבאה:

המאפיינים שחל בהם שינוי: גובה / מהירות / צורה / הרכב החומר / זרם חשמלי / טמפרטורה / קרינה



סוגי האנרגיה שחל בהם שינוי:

אנרגיית גובה / אנרגיית תנועה / אנרגיה אלסטית / אנרגיה כימית / אנרגיה חשמלית / אנרגיה תרמית / אנרגיית קרינה

שלב ב' - מליאה

שתפו את הכיתה בניתוח התופעה שביצעתם, ולמדו מעבודתם של הזוגות האחרים.

ד. שילוב האנרגיה התרמית בייצוג והסבר של תופעות - העמקה

בסעיף הקודם הכרנו סוג אנרגיה נוסף, אנרגיה תרמית, הקשור לטמפרטורה. לכן, בייצוג תופעות שיש בהן שינוי טמפרטורה יש לכלול גם את האנרגיה התרמית. בעזרת ייצוג זה יהיה לנו קל להבין מדוע נעצרה תנועתם של המטוטלת ושל הכדור המקפץ. אנו נשתמש בגרף העוגה, אך הפעם נביא בחשבון גם את האנרגיה התרמית.

דוגמת המטוטלת

בתחילת הפרק תיארו ניסוי של תנועת מטוטלת עם חיכוך. כעת ננתח את תנועת המטוטלת באמצעות גרף עוגה המאפשר לייצג את כמות האנרגיה הכוללת במערכת. הפעם אנו מעוניינים להתחשב גם בהתחממות הצייר ובהשפעת האוויר על התנועה, לכן תכלול המערכת שלנו לא רק את המטוטלת ואת כדור הארץ, אלא גם את הצייר ואת האוויר שבסביבה. כזכור, עלינו לתחום מערכת סגורה אשר תכלול את הרכיבים שציינו: הכדור, כדור הארץ, הצייר והאוויר. כך נבטיח שכמות האנרגיה הכוללת לא תשתנה במשך התהליך (ראו קו מרוסק בתרשימים הבאים).

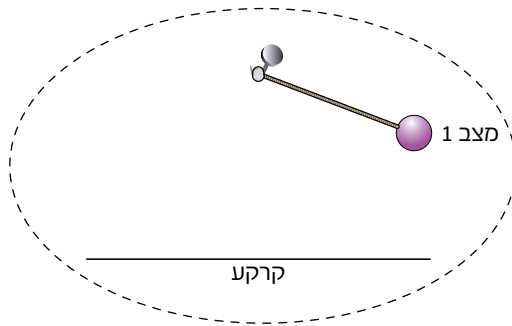
בשלב שונים של התנועה יש למערכת אנרגיה משלושה סוגים: אנרגיית גובה, אנרגיית תנועה ואנרגיה תרמית. כבר במצב ההתחלתי יש למערכת אנרגיה תרמית עקב העובדה שהיא מצויה בטמפרטורה מסוימת. במהלך התנועה אנרגיה זו הולכת וגדלה בגלל החיכוך שגורם להתחממות. הואיל והמרת האנרגיה התרמית אינה הפיכה, חלקה באנרגיה הכוללת של המערכת ילך ויגדל. במקביל חלקן של אנרגיית הגובה ואנרגיית התנועה של המערכת ילך ויקטן.

בכל אחד מהאיורים הבאים נתאר בעבור כל אחד ממצבי המטוטלת את סוגי האנרגיה השונים של המערכת בכל מצב (בתרשים העוגה).

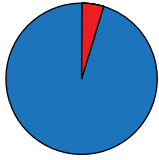
תיאור מילולי של חלוקת סוגי האנרגיה במערכת (מטוטלת + סביבה)

מצב 1:

בתחילת התהליך, למערכת יש אנרגיית גובה ואנרגיית תרמית. הן מיוצגות באמצעות גרף העוגה. גם כאן, כמו בעמוד 37, הקרקע היא מישור הייחוס של הגובה.



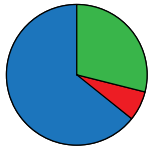
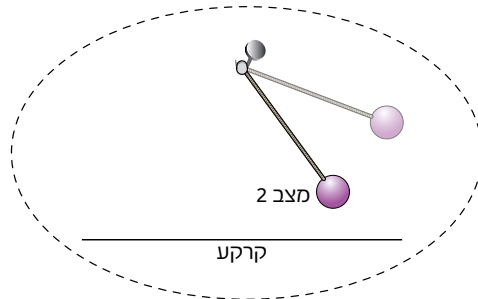
אנרגיית המערכת (מטוטלת + סביבה)



הערה: מטעמי נוחות, החלוקה בין סוגי האנרגיה בתרשימי גרף העוגה אינה מייצגת את המצב במציאות.

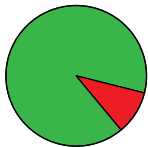
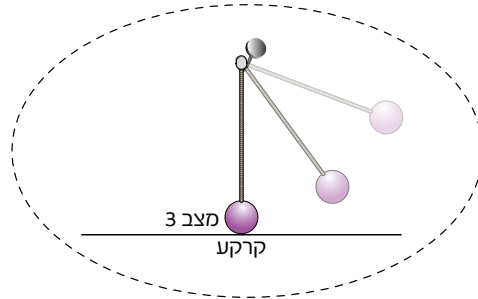
מצב 2:

במעבר ממצב 1 ל-2 הציר התחמם, ולכן במצב 2 למערכת יש אנרגיית גובה, אנרגיית תנועה ואנרגיית תרמית (שחלקה בעוגה גדל).



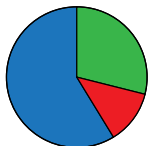
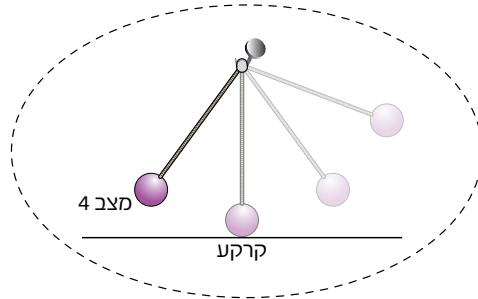
מצב 3:

בהגיע כדור המטוטלת אל הנקודה התחתונה של מסלולו, יש למערכת אנרגיית תנועה ואנרגיית תרמית (שחלקה בעוגה גדל).



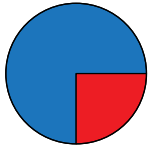
מצב 4:

כשכדור המטוטלת מתרומם ועולה שנית, יש למערכת אנרגיית תנועה, אנרגיית גובה וכתוצאה מהחיכוך בציר ובאוויר - גם אנרגיית תרמית (שחלקה בעוגה גדל).

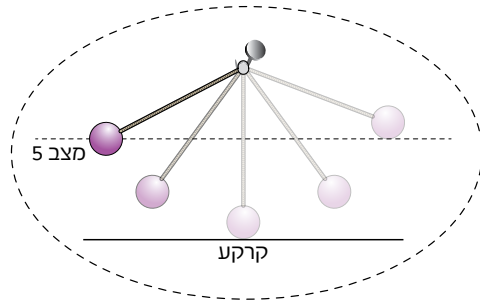


■ אנרגיית גובה ■ אנרגיית תנועה ■ אנרגיית תרמית

**אנרגיית המערכת
(מטוטלת + סביבה)**



**מצבי המערכת
(מטוטלת + סביבה)**



■ אנרגיית גובה ■ אנרגיית תנועה ■ אנרגיית תרמית

**תיאור מילולי של חלוקת סוגי האנרגיה
במערכת (מטוטלת + סביבה)**

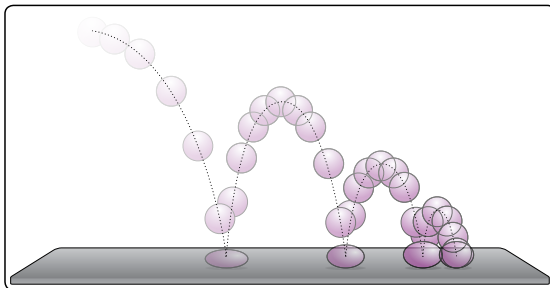
מצב 5:

כשכדור המטוטלת מגיע לגובה המרבי בצד השני ונעצר, יש למערכת אנרגיית גובה ואנרגיית תרמית בלבד, שחלקה בעוגה יחסית למצב 1 בתחילת התהליך גדול יותר. מכאן שכעת אנרגיית הגובה קטנה מזו שהייתה בתחילת התהליך ולכן הכדור לא הגיע לגובהו המקורי (הקו המרוסק בתרשים המטוטלת מדגיש את הבדלי הגובה).



1. כיצד הייתה משתנה תנועת המטוטלת אילו התרחשה ברִיק (ללא אוויר)? האם המערכת הייתה מתחממת? הסבירו.
2. תארו תרשימי גרף עוגה בעבור חמשת המצבים המוזכרים בעמודים 87-88 לתנועת המטוטלת בריק.

דוגמת הכדור המקפץ




בדוגמה זו המערכת שלנו תכלול את הכדור, כדור הארץ והסביבה. בזמן תנועת הכדור יש אינטראקציות הגורמות להתחממות בכמה אופנים:
אופן א' - אינטראקציה בין הכדור לבין הרצפה בזמן המגע ביניהם, במהלך העיוות של צורת הכדור, המתבטאת בחיכוך.
אופן ב' - אינטראקציה בין הכדור לאוויר במהלך הנפילה. כמו שאמרנו במקרה המטוטלת, חיכוך זה משמעותי יותר במהירויות גבוהות, וקטן מאוד - אך עדיין קיים - במהירויות נמוכות כמו זאת של הכדור.


בתיאור השלבים השונים של תנועת הכדור, יש להביא בחשבון גם את השינויים באנרגיית התרמית. בפגיעת הכדור ברצפה ובכל פעם שהכדור חולף דרך האוויר יש שינוי טמפרטורה במערכת, כלומר, יש עלייה בכמות האנרגיית התרמית על חשבון האנרגיות האחרות. מכיוון שהאנרגיית התרמית, בשונה משני סוגי האנרגיה האחרים, לא יכולה להיות מומרת במלואה לאנרגיית מסוג אחר, ישנה הפחתה מתמדת בגודלן של אנרגיות הגובה והתנועה. הפחתות אלה באנרגיית הגובה ובאנרגיית התנועה הן שתובלנה לבסוף לעצירה של תנועת הכדור.


טבלה 4 מתארת את שלבי נפילת הכדור. בטבלה מתוארים תרשימי גרף עוגה של סוגי האנרגיה השונים במערכת. האנרגיות בתהליך הן: אנרגיית גובה, אנרגיית תנועה, אנרגיה אלסטית ואנרגיה תרמית. השלימו את העמודה הימנית, ותארו במילים את המרות האנרגיה בכל שלב. הקו המרוסק תוחם את המערכת: כדור, כדור-הארץ, אוויר ורצפה.


טבלה 4. המרות אנרגיה בתופעת הכדור המקפץ

אנרגיית המערכת (כדור + סביבה)	מצבי המערכת (כדור + סביבה)	תיאור מילולי של חלוקת סוגי האנרגיה במערכת (כדור + סביבה)
		1. בתחילת התהליך _____ _____ _____
		2. בנקודה מסוימת במהלך הנפילה _____ _____ _____
		3. חלקיק שנייה לפני שהכדור פוגש ברצפה _____ _____ _____
		4. כאשר הכדור פוגע ברצפה ומתעוות _____ _____ _____
		5. חלקיק שניה לפני שהכדור מתנתק מהרצפה _____ _____ _____
		6. בנקודה מסוימת במהלך התנועה כלפי מעלה _____ _____ _____
		7. כאשר הכדור נעצר בשיא גובהו _____ _____ _____

 אנרגיה אלסטית

 אנרגיה תרמית

 אנרגיית תנועה

 אנרגיית גובה



1. התבוננו ברצף השינויים של סוגי האנרגיה, ותארו באופן מילולי או באמצעות תרשים זרימה את המרות האנרגיה בתהליך נפילת הכדור.
2. האם הכדור חזר לגובהו המקורי? הסבירו.
3. האם תנועת הכדור תיפסק גם במקום שאין בו אוויר, בריק? הסבירו מדוע.

החידוש בדוגמאות שנתנו בפרק זה היה, שבין כל המרות האנרגיה המתקיימות בתהליך יש המרה **מתמדת** גם לאנרגיה תרמית. אנרגיה זו תורמת להתחממות, ואינה מומרת בחזרה לסוג אנרגיה אחר, כמו אנרגיית תנועה או גובה. לכן, בסופו של דבר כל האנרגיה המקורית בתהליך מומרת לאנרגיה תרמית. שינוי זה, הכרוך בשינוי טמפרטורה, הוא הגורם להפסקת התנועה.

טיפ

עתה נחזור לשאלה ששאלנו בתחילת פרק זה: האם אפשר להגשים את חלומם של בני האדם ולבנות מכונה שתופעל פעם אחת בלבד ותמשיך בתנועתה לנצח, ללא התערבות? כתבו את תשובתכם בתבנית הבאה:

_____ **טענה** דעתי היא _____

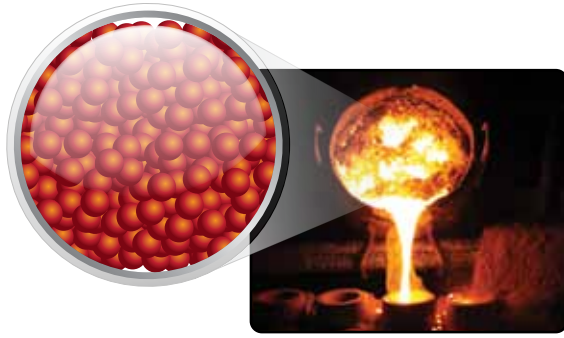
_____ **נימוק** אני חושב/ת כך, כי _____

דוגמאות ומשימות נוספות תמצאו באתר המלווה את הספר.

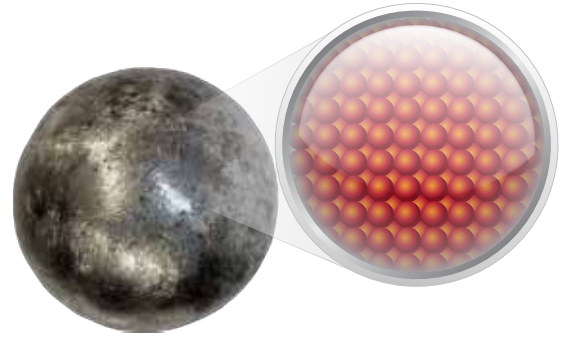
שינוי מצבי צבירה: הסבר במונחי אנרגיה

תהליכי חימום וקירור יכולים לגרום לשינוי מצב הצבירה של החומר. כיצד אפשר להסביר תופעה זו בעזרת מודל החלקיקים, תוך שימוש במושגים טמפרטורה ואנרגיה תרמית?

היתוך (ניזול) - שינוי מצב הצבירה של החומר ממוצק לנוזל. במצב צבירה מוצק חלקיקי החומר מסודרים במבנה מסודר (איור 1), החלקיקים נעים במקומותיהם, אך כוחות המשיכה החזקים הקיימים ביניהם אינם מאפשרים להם להתרחק זה מזה. במהלך התחממות החומר, כשהוא במצב צבירה מוצק, מהירות תנועת חלקיקי המוצק גדלה. בטמפרטורת ההיתוך כוחות המשיכה בין חלקיקי המוצק נחלשים, המבנה המסודר של המוצק משתנה (איור 2), והחומר הופך לנוזל. בשלב זה כל תוספת האנרגיה התרמית מנוצלת להחלשת כוחות המשיכה בין חלקיקי המוצק ולכן הטמפרטורה שלו נותרת קבועה. כאשר כל המוצק יהפוך לנוזל, המשך החימום יוביל להגדלת אנרגיית התנועה של החלקיקים, כלומר להגדלת האנרגיה התרמית, שתתבטא בעלייה בטמפרטורה.



איור 2: מבט על חלקיקי ברזל נוזלי



איור 1: מבט על חלקיקי ברזל מוצק

התאדות - שינוי מצב הצבירה של החומר מנוזל לגז. במהלך התחממות החומר, כשהוא במצב צבירה נוזל, מהירות התנועה של חלקיקיו גדלה, ובטמפרטורת הרתיחה כוחות המשיכה בין החלקיקים נחלשים, הם מתרחקים זה מזה, נעים בחופשיות וללא סדר, ומצב הצבירה של החומר משתנה מנוזל לגז. גם בשלב זה כל תוספת האנרגיה התרמית מנוצלת להחלשת כוחות המשיכה בין חלקיקי החומר ולכן הטמפרטורה שלו נותרת קבועה. כשכל הנוזל יהפוך לגז, המשך החימום יוביל להגדלת אנרגיית התנועה של החלקיקים שתתבטא בעלייה בטמפרטורה.

ה. מה למדנו בפרק זה?

- ✓ למדנו כי חוק שימור האנרגיה אינו מבטיח שתופעות תימשכנה לנצח.
- ✓ למדנו מתוך דוגמאות שחיכוך גורם להתחממות, כלומר, לעלייה בטמפרטורה.
- ✓ קישרנו בין טמפרטורה לאנרגיה: טמפרטורה היא מאפיין של מערכת כמו תנועה, צורה או גובה. שינויים בטמפרטורה קשורים בשינויים בסוג אנרגיה שנקרא אנרגיה תרמית.
- ✓ למדנו כי טמפרטורה היא גודל מקרוסקופי המבטא את אנרגיית התנועה הממוצעת של חלקיקי החומר שהיא גודל מיקרוסקופי, ואינה תלויה בגודל הגוף.
- ✓ למדנו כי האנרגיה התרמית של גוף היא סך כל אנרגיות התנועה של חלקיקי הגוף, ותלויה בגודלו של הגוף. בהמשך נלמד שהיא תלויה גם בסוג החומר שממנו עשוי הגוף.
- ✓ ניתחנו תופעות שונות המדגימות את חוק שימור האנרגיה, וזאת בהתחשב באנרגיה התרמית, והשתמשנו לצורך הניתוח בגרף עוגה הכולל גם אנרגיה תרמית.

שאלות סיכום



1. התבוננו בפעילות הקופסה המתגלגלת שבעמ' 55. בפעילות זו בחרתם יחד עם המורה שלושה מצבים - מצב התחלתי, מצב ביניים ומצב סופי - וייצגתם אותם באמצעות גרף עמודות. יצגו את אותם שלושה מצבים באמצעות גרף עוגה, והתייחסו בתשובתכם לאנרגיית התנועה, לאנרגיה האלסטית ולאנרגיה התרמית.

2. מכונית נוסעת מתנגשת בקיר בטון ונמעכת. האם האנרגיה של המערכת נשמרת במקרה זה? נמקו את תשובתכם.

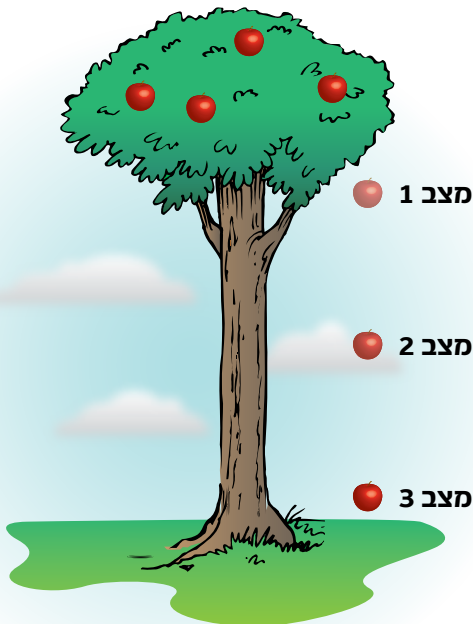
טיפוח

טענה

דעתי היא _____

נימוק

אני חושב/ת כך, כי _____

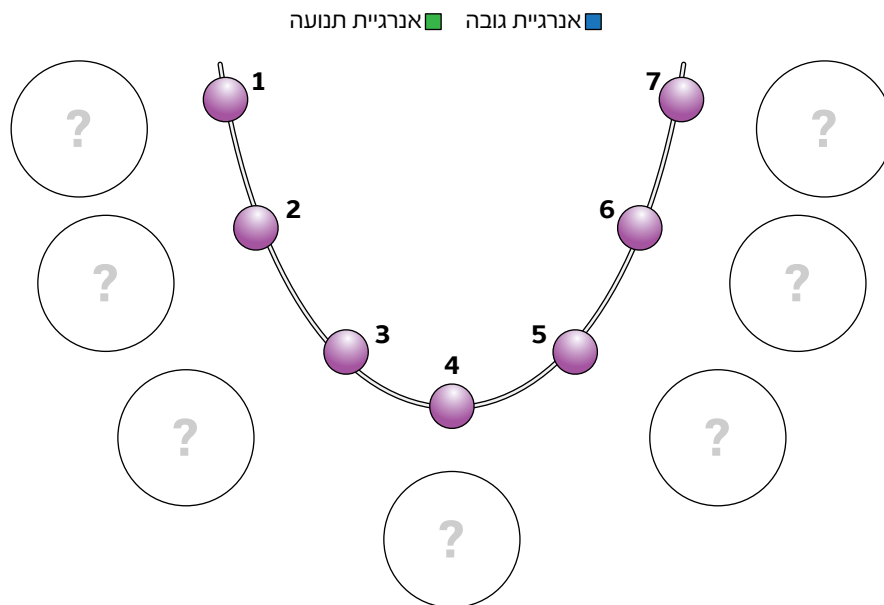


3. האיור שלפניכם מתאר תפוח הנופל מעץ בשלושה מצבים שונים. שימו לב שמצב 3 מתאר את התפוח חלקיק שנייה לפני פגיעתו בקרקע. ענו על השאלות הבאות בהתייחסות לאיור (סמנו את התשובה הנכונה ביותר):
- באיזה מצב אנרגיית הגובה היא מרבית (יחסית לקרקע)?
 - א. מצב 1
 - ב. מצב 2
 - ג. מצב 3 ומצב 1
 - ד. מצב 3
 - באיזה מצב אנרגיית התנועה היא מרבית?
 - א. מצב 1
 - ב. מצב 2
 - ג. מצב 2 ומצב 3
 - ד. מצב 3
 - באיזה מצב האנרגיה התרמית היא מרבית?
 - א. מצב 1
 - ב. מצב 2
 - ג. מצב 2 ומצב 3
 - ד. מצב 3

4. ספר נופל מהשולחן ופוגע ברצפה. בעת תנועתו כלפי מטה (בחרו את התשובה הנכונה ביותר):
- א. אנרגיית התנועה קטנה, אנרגיית הגובה גדלה, והאנרגיה התרמית גדלה.
 - ב. אנרגיית התנועה גדלה, אנרגיית הגובה קטנה, והאנרגיה התרמית גדלה.
 - ג. אנרגיית התנועה קטנה, אנרגיית הגובה קטנה, והאנרגיה התרמית גדלה.
 - ד. אנרגיית התנועה גדלה, אנרגיית הגובה גדלה, והאנרגיה התרמית קטנה.

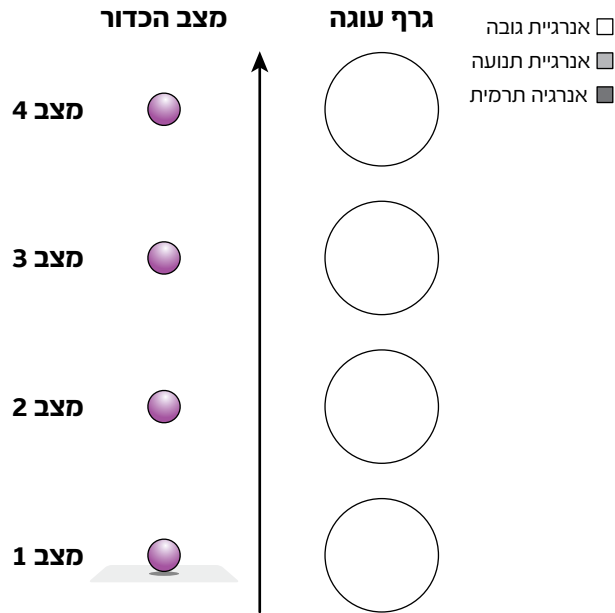
5. שוער בעט בכדור לגובה. התייחסו למיקומו של הכדור יחסית לקרקע מהרגע שבו בעט בו השוער ועד שהגיע לשיא גובהו. ציירו תרשימי גרף העוגה ובכל אחד ציינו את החלוקה היחסית של אנרגיית הגובה, אנרגיית התנועה והאנרגיה התרמית.

6. לפניכם איור המראה שבעה מצבים רגועים של חרוז המושחל על חוט מתכת חלק מאוד (ללא חיכוך). ליד כל מצב של החרוז מצויר עיגול המייצג גרף עוגה של האנרגיה במצב זה.
- א. השלימו בעיגולים הריקים את אנרגיית הגובה ואת אנרגיית התנועה, כפי שנעשה בתרשימים המלאים (עמ' 88 ו-90).
 - ב. כיצד היו משתנים תרשימי גרף העוגה אילו חוט המתכת לא היה חלק מאוד, והחרוז היה מתחכך בו? ציירו תרשימי גרף עוגה בכל אחד מהמצבים תוך התייחסות לתופעת החיכוך.



7. צפו בסרטון "כדור גולף מקפץ".

תארו באמצעות תרשים גרף עוגה את המרות האנרגיה בתופעה זו, כולל האנרגיה התרמית. מצב 1 הוא רגע לאחר שהכדור עזב את הרצפה ומצב 4 הוא שיא הגובה של הכדור.

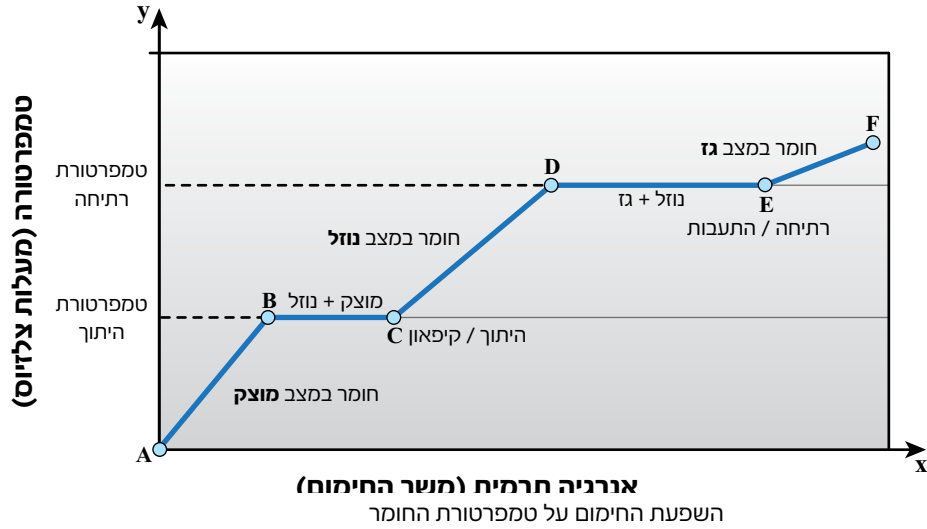


8. האם אותה מידת חימום תוביל תמיד לשינוי זהה בטמפרטורה? התייחסו לסעיפים הבאים, והסבירו את תשובותיכם בהסתמך על מודל החלקיקים ועל המושגים 'טמפרטורה' ו'אנרגיה תרמית'.
- א. מניחים על אותה להבה סיר גדול וסיר קטן המלאים במים, למשך אותו פרק זמן. האם שינוי הטמפרטורה של המים בשני הסירים יהיה זהה בתום החימום?
- ב. מה יקרה אם יניחו על אותה להבה ולמשך אותו זמן שתי קוביות של חומר זהה (למשל ברזל), אחת גדולה ואחת קטנה?
- ג. מהם לדעתכם הגורמים המשפיעים על שינוי הטמפרטורה של גוף מסוים?



9. שאלת אתגר:

הגרף הבא מתאר שינויים במצבי הצבירה של חומר מסוים. הסבירו את הגרף בהסתמך על מודל החלקיקים ועל המושגים 'טמפרטורה' ו'אנרגיה תרמית'.





פרק 5

שינויי אנרגיה ושינוי משקל תרמי

מבט לאחור ומבט לפנים

בפרקים הקודמים למדנו לתאר תופעות באמצעות שינויים במאפיינים ושינויים בסוגי האנרגיה. למדנו על שימור אנרגיה במערכת סגורה, על המרות אנרגיה, ועל צורות ייצוג שונות: תרשים זרימה, גרף עמודות וגרף עוגה. למדנו על סוג נוסף של אנרגיה, הקשור לטמפרטורה: האנרגיה התרמית. למדנו שחלקה של האנרגיה התרמית של מערכת גדל ככל שהתהליך נמשך. בפרק זה נלמד על שינוי באנרגיה התרמית של הגוף ושל סביבתו, ועל דרכים נוספות לשנות טמפרטורה של גופים.

א. לאן נעלמת האנרגיה התרמית?



אנו יודעים כי כאשר משאירים מרק חם בכלי סגור, בסופו של דבר המרק מתקרר, כלומר האנרגיה התרמית שלו קטנה. כיצד ייתכן הדבר אם הכלי סגור? האם יש כאן הפרה של חוק שימור האנרגיה? במקרים קודמים שבהם עלתה אפשרות כי האנרגיה של מערכת אינה נשמרת, בדקנו אם חל שינוי בסביבתה של המערכת. היזכרו למשל בניסוי עם המטוטלת, שם מצאנו כי סביבתה התחממה בשעה שהתנועה שלה הלכה ודעכה, והסקנו מכך שהמטוטלת אינה מערכת סגורה. גם שהסיר סגור הסביבה מתחממת והסיר מתקרר. בפעילות הבאה נעסוק בשינויי טמפרטורה במערכת פתוחה.



שינויי טמפרטורה במערכת פתוחה

מטרת הפעילות

לבחון שינוי בטמפרטורה של גוף ושל הסביבה שבה הוא נמצא.

ציוד וחומרים

לכל קבוצה: בקבוק ובתוכו 50 מ"ל מים חמים, כלי ובתוכו מי ברז קרים בכמות ידועה (כמות שונה לכל קבוצה), שני מדי-טמפרטורה.

בפעילות זו מניחים בקבוק מים חמים בתוך כלי ובו מים קרים, ומודדים את הטמפרטורה של המים בבקבוק ובכלי. בקבוק המים החמים ישמש כגוף וכלי המים הקרים ישמש כסביבה.

העלאת השערה

1. מה, לדעתכם, יקרה לטמפרטורות של המים בבקבוק ובכלי? שערו מהו הקשר בין טמפרטורת המים בבקבוק לבין טמפרטורת המים בכלי ונמקו את תשובתכם.

2. האם בבקבוק המים החמים שהשתמשתם בו בניסוי מהווה מערכת פתוחה או סגורה? נמקו.

מהלך הפעילות

התחלקו לקבוצות. כל קבוצה תקבל בבקבוק עם מים חמים (כמות המים והטמפרטורה שלהם יהיו זהים בכל הקבוצות).



כל קבוצה תקבל כלי עם מי ברז קרים בכמות שונה.

1. רשמו במחברתכם את כמות המים הקרים שקיבלתם.

2. הכניסו את מד-הטמפרטורה דרך פתח הבקבוק, כך שייגע במים.

רשמו את קריאת הטמפרטורה בטבלה 1.

3. הכניסו את מד-הטמפרטורה השני לתוך הכלי עם המים הקרים.

רשמו את קריאת הטמפרטורה בטבלה 1.

4. עתה הכניסו את הבקבוק לתוך הכלי עם המים הקרים, כמתואר בתמונה.

מדדו את הטמפרטורות של המים בבקבוק ובכלי בכל דקה במשך 15 דקות.

רכזו את תוצאותיכם בטבלה 1.

תוצאות

טבלה 1. תוצאות מדידת טמפרטורת המים בבקבוק ובכלי במשך 15 דקות

זמן מדידה (בדקות)	טמפרטורת המים בבקבוק (ב- °C)	טמפרטורת המים בכלי (ב- °C)
0		
1		
2		
3		
4		

הסקת מסקנות

1. מהו הקשר בין הטמפרטורה של המים בבקבוק לבין הטמפרטורה של המים בכלי?

2. האם תוצאות הניסוי מתאימות להשערתכם?

3. כיצד משתנה האנרגיה התרמית של מי הבקבוק עם הזמן?

4. כיצד משתנה האנרגיה התרמית של המים שהיו בכלי עם הזמן?

5. ערכו השוואה בין תוצאותיכם לתוצאות הקבוצות האחרות, וכתבו מהי מסקנתכם לגבי השפעת כמות המים בכלי על קצב שינוי הטמפרטורה של המים בבקבוק. התייחסו לכמות המים בכלי, לטמפרטורה בבקבוק ולטמפרטורה בכלי בפרקי זמן שונים.

בניסוי שערכתם הסקתם כי האנרגיה התרמית של המים בבקבוק קטנה ושל הסביבה - גדלה. מכאן שהיה מעבר של אנרגיה מהגוף לסביבה. למעבר זה אנו קוראים **חום** או **מעבר חום**. מעבר חום בין גוף לסביבה או בין שני גופים מתרחש בכל פעם שיש הפרש טמפרטורות ביניהם. כאשר שני גופים בעלי טמפרטורות שונות מצויים במגע, אפשר להתייחס לאחד מהם כאל סביבתו של השני.

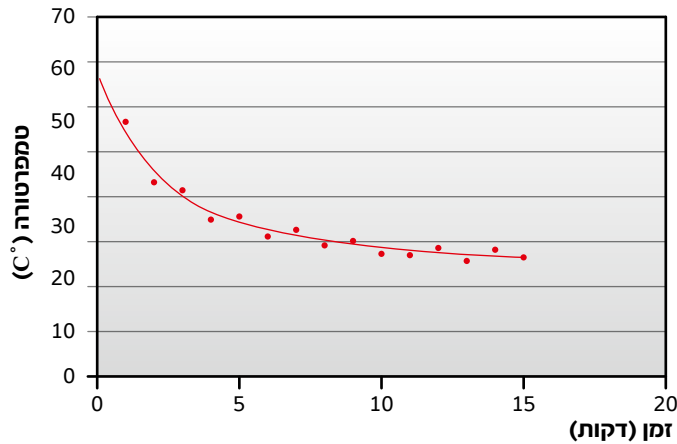
מה היה קורה לו בבקבוק היו מים בטמפרטורה נמוכה יותר מזו שבכלי? היה מתרחש מעבר חום מהכלי אל הבקבוק.

אנו פוגשים במושג חום גם בחיי היומיום, למשל: נוהגים לומר "לגוף יש חום" או "החום של הגוף". כעת אנו יודעים שאין זה מדויק. במקרים אלו הכוונה היא לטמפרטורה של הגוף, לכן יש לומר "לגוף יש טמפרטורה גבוהה" או "הטמפרטורה של הגוף". המושג "חום" קשור למעבר של אנרגיה בין שני גופים בטמפרטורות שונות. ראו שאלה בנושא בסוף הפרק.

לסיכום: כשיש מעבר חום מהגוף לסביבה, הגוף מתקרר והסביבה מתחממת. כשיש מעבר חום מהסביבה לגוף, הגוף מתחמם והסביבה מתקררת.

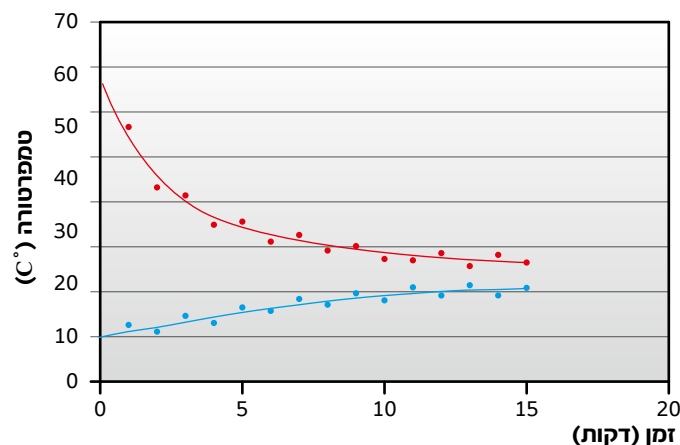
שאלות מאתגרות

1. גם בכיתה ז'1 בבית ספר שקד ערכו התלמידים ניסוי דומה. את התוצאות שקיבלה אחת הקבוצות שרטה המורה בגרף קווי, כמתואר באיור 1.
 - א. מה מייצג בניסוי הציר האופקי?
 - ב. מה מייצג בניסוי הציר האנכי?
 - ג. מהי טמפרטורת המים שהתקבלה בקבוצה זו לאחר 5 דקות? ולאחר 10 דקות?
 - ד. לאחר כמה זמן התקבלה טמפרטורה של 25°C ושל 40°C ?
 - ה. האם, לדעתכם, הנקודות האדומות מייצגות את טמפרטורת המים בבקבוק או את זו של המים בכלי? נמקו.
 - ו. מה לדעתכם מייצג הקו האדום?
 - ז. תקנו את כותרת האיור ליותר מדויקת יותר נוכח תשובתכם לסעיף ה.



איור 1. הגרף ששרטה המורה בבית ספר שקד

2. עתה הוסיפה המורה לגרף את הנקודות הכחולות, כמתואר באיור 2.
 - א. הציעו כותרת חדשה לאיור 2.
 - ב. מהי טמפרטורת המים על-פי הגרף הכחול לאחר 5 דקות? ולאחר 10 דקות?
 - ג. מה לדעתכם מייצג הקו הכחול?
 - ד. האם אפשר להשוות תוצאות אלה לתוצאות שקיבלתם בכיתה? הסבירו מדוע.



איור 2. כיתה ז'1 - תוצאות נוספות (כותרת ראשונית)

ב. מה קורה לטמפרטורה של גוף בסביבות שונות?

ראינו כי קיימות דרכים שונות לשינוי טמפרטורה של גופים, כמו חיכוך ומעבר חום. מעניין לבדוק עד מתי תמשיך הטמפרטורה להשתנות.

נתבונן בדוגמאות מחיי היומיום: שתי כוסות שאינן מכוסות מונחות על שולחן בחדר שהטמפרטורה בו היא 25°C . בכוס אחת יש תה חם (בטמפרטורה של 90°C), ובשנייה - מים קרים שהוצאו מהמקרר (בטמפרטורה של 4°C).



1. מה תהיה, לדעתכם, טמפרטורת כוס התה כעבור 5 שעות?
2. מה תהיה, לדעתכם, טמפרטורת כוס המים כעבור 5 שעות?
3. מה תהיינה התשובות לשאלות 1 ו-2 אם הכוסות תהיינה סגורות?

מהדוגמה של כוס התה וכוס המים ומדוגמאות נוספות שאתם מכירים אנו יודעים שחפץ שהטמפרטורה שלו גבוהה מטמפרטורת החדר יתקרר לטמפרטורת החדר¹ (הסביבה), וחפץ שהטמפרטורה שלו נמוכה מטמפרטורת החדר יתחמם עד לטמפרטורת החדר. בדוגמאות הללו היה מעבר של אנרגיה מהגוף לסביבה או להפך, כלומר היה מעבר חום שהוביל לשינוי טמפרטורה.

לאמֵתו של דבר, המילים "חימום" ו"קירור" מתייחסות לאותו תהליך, מעבר חום, הנובע מהבדלי טמפרטורות. בכל פעם שגוף מצוי בסביבה שבה הטמפרטורה שונה משלו, מתקיים מעבר חום שבסופו הטמפרטורות של הגוף ושל הסביבה משתוות. למשל: אם הגוף בטמפרטורה הגבוהה מהסביבה, הוא יתקרר, והסביבה תתחמם. תהליך זה יוסיף להתרחש כל עוד יהיה הפרש טמפרטורות בין הגוף ובין הסביבה. לעומת זאת, כאשר הסביבה בטמפרטורה גבוהה יותר מזו של הגוף, הגוף יתחמם והסביבה תתקרר עד שהטמפרטורות של הגוף ושל הסביבה תשתוו (ראו איור).

כך קורה גם בתוך הגוף עצמו. אם קצהו האחד של מוט מתכת חומם ואילו הקצה השני קר, הדבר דומה לשני גופים שהטמפרטורה שלהם שונה והם מצויים במגע: החלק הקר יתחמם והחלק החם יתקרר - בתהליך של **הולכה**² - עד שהטמפרטורה בכל המוט תהיה אחידה.



דוגמאות להשוואת טמפרטורה בין גוף לסביבתו

1 כשאומרים "טמפרטורת החדר" בעריכת ניסוי מדעי, מתכוונים לטמפרטורה בין 20°C ל- 25°C .

2 הסבר למושג הולכה מופיע בעמוד 104.

שינויים בטמפרטורה של גוף בסביבתו מתרחשים כל עוד קיים הפרש טמפרטורות בין הגוף ובין הסביבה. הדבר נכון לשני גופים הנמצאים במגע וגם לחלקים שונים של אותו הגוף. תהליך זה, הכרוך במעבר חום, מוביל את המערכת למצב יציב, שבו מתקיים שיוויון טמפרטורות. מצב זה נקרא **שיווי משקל תרמי**.

במצבים רבים מתקיים תהליך המוביל לשיווי משקל תרמי: ספל ובו קפה חם בחדר קר, כוס ובה משקה קר המונחת על שולחן, גוף של אנייה השטה על מימי האוקיינוס, ועוד. כל הגופים הללו יגיעו לאחר זמן מה לטמפרטורה זהה. עם זאת, יש מקרים שבהם לא מתקיים שיווי משקל תרמי, אף-על-פי שהגוף מצוי בטמפרטורה שונה מסביבתו. הסיבה לכך היא שאחד הגורמים (גוף או סביבה) מהווה מקור המספק אנרגיה באופן מתמיד. לדוגמה, כאשר אדם מהלך בסביבה מושלגת וקרה מאוד, טמפרטורת גופו לא תשתווה לטמפרטורת הסביבה (מדוע?). דוגמה נוספת היא מוט ברזל שקצהו האחד עדיין מחומם בלהבה וקצהו השני מצוי באוויר. במצב זה, הטמפרטורה של הקצה המצוי באוויר לא תתחמם לעולם לטמפרטורה של הקצה החם (מדוע?).



תנו דוגמאות נוספות למצבים שבהם אין שיווי משקל תרמי?



מטרת הפעילות

לבחון מהי הטמפרטורה של חפצים שונים הנמצאים בחדר אחד לאורך זמן.

ציוד וחומרים

מדי-טמפרטורה או חיישני טמפרטורה, חפצים העשויים מחומרים שונים המצויים בחדר, כגון: ילקוט, מחשב, ידית דלת מתכתית, דלת עץ, בקבוק מים, ועוד.

מהלך הפעילות

1. התחלקו לזוגות ובחרו שישה עצמים מהכיתה העשויים מחומרים שונים. מדדו את הטמפרטורה של החדר ורשמו אותה במחברתכם.
2. רשמו את שמות העצמים שבחרתם בעמודה הימנית בטבלה 3, ואת החומרים שמהם העצמים עשויים בעמודה שכתרתה "החומר שהעצם עשוי ממנו".
3. שערו מה תהיה הטמפרטורה של כל אחד מהעצמים שבחרתם ביחס לטמפרטורת החדר: גבוה יותר/שווה/קטן יותר. כתבו את השערתכם בעמודה שכתרתה "טמפרטורה משוערת", הסבירו מדוע שיערתם כך.

4. מדדו את הטמפרטורה של העצמים שבחרתם באמצעות מד-הטמפרטורה. רשמו את התוצאות בעמודה השמאלית בטבלה, שכותרתה "טמפרטורה נמדדת".
 טמפרטורת החדר היא: _____

טבלה 3. טמפרטורה של עצמים שונים בחדר

שם העצם	החומר שהעצם עשוי ממנו	טמפרטורה משוערת גדולה/קטנה/שווה לטמפרטורת החדר	טמפרטורה נמדדת

הסקת מסקנות

- האם נמצאו הבדלים בין הטמפרטורה המשוערת ובין הטמפרטורה הנמדדת?
 א. רשמו בעבור אילו עצמים ומאיזה חומר הם עשויים.
 ב. כיצד תסבירו את ההבדלים?
- מהי מסקנתכם לגבי הטמפרטורה של חפצים שונים הנמצאים בחדר אחד לאורך זמן?
- האם מסקנה זו נכונה לכל מה שמצוי בחדר, כולל בני אדם ובעלי חיים? הסבירו.
 למידע בנושא זה היכנסו לקישור: [טמפרטורת הגוף של אדם ושל יונקים נוספים](#).

ג. באילו דרכים אפשר לשנות טמפרטורה של גופים?

בניסוי שערכנו בסעיף א, בדקנו את השינוי באנרגיה התרמית של הבקבוק והכלי באמצעות שינוי בטמפרטורות של המים בבקבוק ושל המים בכלי. זאת מאחר שידוע לנו מהפרק הקודם כי שינוי באנרגיה התרמית קשור בשינוי בטמפרטורה של גופים. כעת נשאל באילו דרכים נוספות אפשר לשנות טמפרטורה של גופים.



דרכים שבהן אפשר להעלות טמפרטורה של גופים

1. חשבו על דרכים שונות שבהן אפשר להעלות את הטמפרטורה של כוס מים, וכתבו אותן במחברותיכם. דונו על כך עם שכניכם לשולחן.
2. בפעילות הבאה יעשה שימוש בתחנות שבהן מדדתם בפרק 4 התחממות של מד-טמפרטורה שהתרחשה בתהליכים הבאים:



- אור ועדשה מרכזת
- תנועה של גלגל אופניים
- מכשיר חשמלי
- בעירה של נר

שלב א' - עבודה בזוגות

בכל אחת מהדוגמאות, ציינו מהו הגורם לשינוי בטמפרטורה של מד-הטמפרטורה.

שלב ב' - מליאה

שתפו את הכיתה בתשובותיכם, ולמדו מעבודתם של הזוגות האחרים. יש כמה וכמה דרכים שבאמצעותן אפשר לגרום לשינוי בטמפרטורה של גופים. את חלקן ראינו בפעילות הקודמת:



1. הולכה - שינוי טמפרטורה כתוצאה ממגע בין שני גופים או בתוך גוף

כאשר שני גופים בעלי טמפרטורה שונה נמצאים במגע, יש מעבר אנרגיה מגוף אחד לשני, כלומר מתקיים מעבר חום. כתוצאה מכך, הגוף בעל

הטמפרטורה הגבוהה יותר מתקרר, והגוף בעל הטמפרטורה הנמוכה יותר מתחמם. הקצב שבו הגופים מתחממים או מתקררים כתוצאה מההולכה תלוי, בין היתר, בסוג החומר. לדוגמה, כאשר משהך מחובר לחשמל - גוף החימום שבתוך המהך מתלהט, וכתוצאה מהמגע בין גוף החימום למשטח המתכתי של המהך, עולה הטמפרטורה במשטח כולו. לעומת זאת, טמפרטורת הידית של המהך, העשויה מפלסטיק, עולה באטיות הואיל ופלסטיק אינו מוליך היטב את החום.



הולכה מתרחשת לא רק בין שני גופים בעלי טמפרטורה שונה, אלא גם בגוף אחד ששני קצותיו בטמפרטורות שונות. מניסיונכם, מיינו את החומרים הבאים לחומרים המוליכים חום בצורה טובה ולחומרים שאינם מוליכים חום בצורה טובה: עץ, ברזל, פלסטיק, נחושת, מים, אוויר, זכוכית, צמר.

טבלה 2. מיון חומרים לפי מוליכות חום

חומרים המוליכים חום בצורה טובה	חומרים שאינם מוליכים חום בצורה טובה

2. הסעה - שינוי טמפרטורה כתוצאה מתנועה של נוזל או גז



כאשר מרק מתחמם בסיר, שכבת הנוזל הקרובה לתחתית הסיר בעלת טמפרטורה גבוהה יותר מאשר השכבה העליונה של הנוזל. שכבת הנוזל החמה נעה כלפי מעלה, למקום גבוה יותר בסיר, ומחממת את השכבה העליונה, הקרה יותר (משום שצפיפות השכבה החמה נמוכה יותר מזו של השכבה הקרה). זרמים אלו גורמים לשינוי הטמפרטורה של שכבות הנוזל, בתהליך המכונה הסעה. ערבוב המרק יזרז את תנועת השכבות החמות כלפי מעלה, ויגרום לעלייה מהירה יותר של טמפרטורת המרק. גם באוקיינוסים מתרחשים שינויי טמפרטורה באמצעות הסעה. זרמי ים חמים זורמים מקו המשווה אל עבר הקטבים. אחד מזרמי האוקיינוס הידועים ביותר מכונה "זרם הגולף".



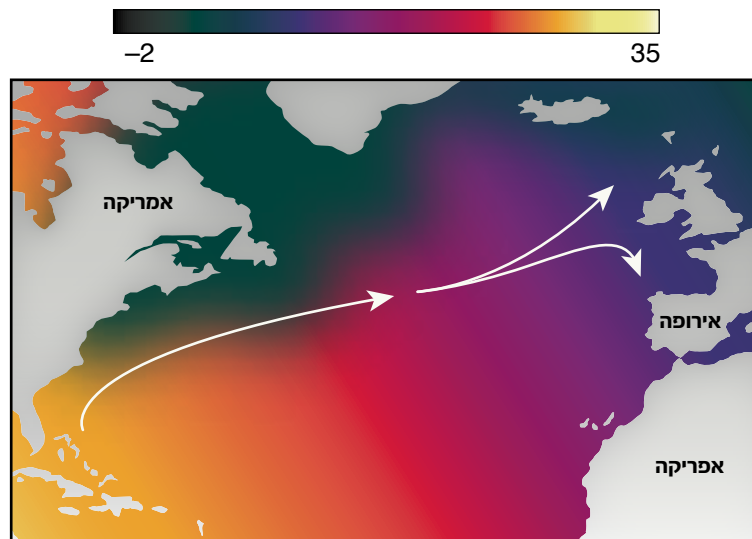
ייצוג מידע - פענוח

באיור 3 מתוארת תנועת זרם הגולף באוקיינוס האטלנטי.

התבוננו באיור וענו על השאלות הבאות (כדאי להיעזר באיור המתאים באתר המלווה את הספר):

1. מה מייצגים השטחים האפורים?
2. מה מייצג השטח האפור הימני ומה מייצג השטח האפור השמאלי? אפשר להיעזר באטלס גיאוגרפי.
3. מה מייצגים השטחים האדומים? מה מייצגים השטחים הכחולים?
4. מדוע, לדעתכם, השינוי בצבעים הוא הדרגתי?
5. מה מייצגים החצים הלבנים?
6. תארו את כיוון זרימתו של זרם הגולף - מהיכן להיכן, ומדוע.

טמפרטורת פני הים (מעלות צלזיוס)



איור 3. תנועת זרם הגולף באוקיינוס האטלנטי

3. קרינה - שינוי טמפרטורה כתוצאה מבליעה של קרינה כמו קרינת האור



באמצעות קרינה העוברת מגוף ונבלעת בגוף בו היא פוגעת, אפשר לגרום לשינוי באנרגיה התרמית, כלומר לשינוי בטמפרטורה. הדוגמה הבולטת ביותר לכך היא קרינת השמש. השמש פולטת סוגי קרינה שונים המגיעים אל כדור הארץ, וגורמים לעליית הטמפרטורה של הגופים שעל פניו. דוגמה נוספת היא מכשיר המיקרוגל. מכשיר זה מחמם באמצעות קרינה, הגורמת לעליית הטמפרטורה של המזון המצוי בתוך המכשיר.

תהליכי הולכה, הסעה וקרינה יכולים לגרום לשינוי בטמפרטורה של גוף ובאנרגיה התרמית שלו.

האם יש דרך נוספת שאתם מכירים שבה אפשר לשנות טמפרטורה של גופים? כמו שלמדנו בפרק הקודם, אפשר לשנות טמפרטורה באמצעות שפשוף של גופים שונים זה בזה. במהלך התנועה הגורמת לחיכוך, עולה הטמפרטורה של הגופים המתחככים. לדוגמה: שפשוף כפות הידיים זו בזו, חיכוך מהיר וממושך בין שני גזרי עץ לצורך הצתת אש, וכניסתו של מטאור לאטמוספירה. כל אלו כרוכים בשינוי טמפרטורה כתוצאה מחיכוך.

נוסף על תהליכי הולכה, הסעה וקרינה אפשר לשנות טמפרטורה של גוף באמצעות חיכוך.



דיון

באילו דרכים אפשר לקרר גופים שונים, כלומר להוריד את הטמפרטורה שלהם?



משימה

לפניכם מתוארים כמה תהליכים. ציינו בעבור כל אחד מהם באיזו דרך התרחש שינוי הטמפרטורה של הגופים: הולכה, הסעה, קרינה או חיכוך.

1. מכונת חיתוך מקרינה קרני לייזר על משטח וחוטכת אותו.
2. מטוטלת מתנדנדת על ציר, והציר מתחמם עקב תנועת המטוטלת.
3. אוויר חם יוצא ממפזר חום וזורם מעלה לתקרת החדר.
4. שיפוד מתכת מונח בערמת גחלים לוהטות.
5. גלגל מכונית מתחמם כתוצאה מבלימה פתאומית של המכונית.
6. מכשיר חימום פולט קרינה אינפרא אדומה ומחמם את החדר.
7. תבנית אפייה מונחת על רשת התנור החמה, ומתחממת.



דיון

בבית הספר הירדן למדו התלמידים על שיווי משקל תרמי של גופים שונים הנמצאים בחדר. טל נגע בידו האחת ברגל השולחן העשויה ממתכת ובידו השנייה במחברת. הוא טען שרגל המתכת קרה יותר. שרון אמר שאם השולחן היה מצוי בחוץ ביום חם, רגלי השולחן היו חמות יותר מחפצים אחרים בסביבתו. בדומה, אם נוגעים ברגלי ספסל גינה ביום חם, רגלי המתכת של הספסל חמות יותר מהמושב העשוי מפלסטיק או מעץ.

מי לדעתכם צודק, טל או שרון? כתבו תשובה מנומקת בתבנית הבאה.

_____ דעתי היא **טענה**

_____ אני חושב/ת כך, כי **נימוק**

הקשר בין מגע להולכה

התייחסו לשאלתו של שרון, נוכח המסקנה שהגעתם אליה בפעילות הקודמת.

אכן, כמו ששרון טוען - לעתים קרובות כשנוגעים בחפץ העשוי ממתכת, מרגישים שהוא "קר" ואילו כאשר נוגעים בחפץ באותה הסביבה העשוי מעץ, למשל, מרגישים שהוא "חם". זאת אף-על-פי שהטמפרטורה של שני חפצים אלו שווה.

כאמור, כאשר יש מגע בין גופים, חלים בהם שינויי טמפרטורה, כתוצאה ממעבר חום. קצב ההולכה, כלומר קצב מעבר החום, הוא המקור לתחושת ה"חום" וה"קור" שלנו.

לדוגמה, כשאנו (טמפרטורת גופנו היא כ-37°C) נוגעים בחפץ העשוי מתכת הנמצא בחדר (טמפרטורת החפץ היא כ-25°C) אנו חשים "קור". הואיל והמתכת מוליכה את החום מגופנו והלאה מהר יחסית, לעומת זאת, כשאנחנו נוגעים בכף עץ שאף היא מצויה בטמפרטורת החדר, אין לנו תחושת "קור", משום שהעץ מוליך את החום מגופנו באטייות.



שרון: sk מדוע כשאני נעץ בקב"י הממבט של הכיסא - אני מרגיש שהן "קרות" ואילו כאלו אני נעץ בחושה הכיסא העשוי מעץ - אני מרגיש שהוא יותר "חם"?

במהלך לימודינו, הזכרנו כמה מושגים שחשוב להבחין ביניהם ולהבין כיצד הם קשורים זה לזה. **חימום** הוא פעולה אקטיבית שאפשר לבצעה בדרכים שונות, כגון: חימום מים באמצעות מיחם חשמלי, חימום מרק באמצעות להבת גז, הצמדת גוף לוחט לגוף בעל טמפרטורה נמוכה יותר או פעולת חיכוך. **התחממות** (שינוי טמפרטורה) מאפיינת את מה שקורה לגוף (או למערכת) שאותו מחממים. ומה הקשר בין **טמפרטורה לאנרגיה תרמית**? למדנו כי טמפרטורה היא מאפיין של הגוף (או המערכת), כמו מהירות או גובה. מודל החלקיקים של החומר מסביר את הקשר בין טמפרטורה לאנרגיה תרמית. לפי מודל זה **טמפרטורת הגוף** היא מדד לאנרגיית התנועה של חלקיקיו, וה**אנרגיה התרמית** היא אנרגיית התנועה הכוללת של החלקיקים. **אנרגיה תרמית** קשורה לטמפרטורת הגוף ולגודל שלו. ככל שטמפרטורת הגוף גבוהה יותר משמעות הדבר היא שהאנרגיה התרמית שלו גדולה יותר, וככל שהגוף גדול יותר כך גדלה האנרגיה התרמית שלו גם כן. זו הסיבה שעל מנת להעלות את הטמפרטורה של גוף גדול דרושה אנרגיה רבה יותר מזו הנחוצה כדי להעלות את הטמפרטורה של גוף קטן. **מעבר חום** מתרחש בכל פעם שיש הפרשי טמפרטורה בין גוף לסביבתו. כששני גופים בעלי טמפרטורות שונות מצויים במגע אפשר להתייחס לאחד מהם כאל סביבתו של השני.

ד. מה למדנו בפרק זה?

- ✓ למדנו ששינוי באנרגיה התרמית של מערכת כרוך בשינוי באנרגיה התרמית של הסביבה. שינוי זה קשור בשינוי טמפרטורה, כלומר בהתחממות או בהתקררות.
- ✓ למדנו כי מעבר חום מתרחש בכל פעם שיש הפרשי טמפרטורה בין גוף לסביבתו. כאשר גוף מתקרר, סביבתו מתחממת, ולהפך - כשגוף מתחמם, סביבתו מתקררת.
- ✓ ראינו כי גופים המצויים במגע מתחממים או מתקררים עד להשתוות הטמפרטורה שלהם. תופעה זו מתרחשת גם בין גוף ובין סביבתו וגם בין שני חלקים של גוף אחד. בדרך כלל בתום התהליך המערכת מצויה במצב של שיווי משקל תרמי.
- ✓ הכרנו דרכים אחדות המובילות לשינוי טמפרטורה של גוף, ובהן הולכה, הסעה וקרינה.

שאלות סיכום

1. יוסי גרר ארגז גדול על הרצפה מחדרו למטבח. כתוצאה מכך:
 - א. טמפרטורת תחתית הארגז עלתה.
 - ב. טמפרטורת תחתית הארגז ירדה.
 - ג. טמפרטורת תחתית הארגז נותרה ללא שינוי.אם, לדעתכם, חל שינוי בטמפרטורה, מהו התהליך שגרם לכך?
2. ביום אביב בהיר, אור השמש פוגע בדשא ירוק ונבלע. כתוצאה מכך:
 - א. טמפרטורת הדשא אינה משתנה.
 - ב. טמפרטורת הדשא עולה, כתוצאה מקרינה.
 - ג. טמפרטורת הדשא עולה, כתוצאה מהולכה.אם, לדעתכם, חל שינוי בטמפרטורה, מהו התהליך שגרם לכך?
3. שלומית מחממת מים בסיר גדול המונח על הגז לצורך הכנת פסטה. היא מבחינה בבועות גז זעירות העולות מתחתית הסיר כלפי מעלה אל פני המים. שלומית מניחה כי שכבת המים הנוגעת בתחתית החמה מאוד של הסיר, מתחממת מאוד ורותחת. תוך כדי כך היא מחממת את שכבת המים שמעליה וכך הלאה. לכן היא מסיקה כי חימום המים בסיר נגרם כתוצאה מהולכה. האם אתם מסכימים עם מסקנתה של שלומית? הסבירו.
4. רוח היא תנועת אוויר הנוצרת כתוצאה מהפרשי טמפרטורה באטמוספירה. נסו להסביר את תופעת הרוחות בעזרת שימוש בדרכים שונות לחימום גופים. היעזרו בדוגמת זרם הגולף המוזכרת בפרק זה.

5. לפניכם ארגז פתוח ובו הפריטים הבאים: קופסת קרטון קטנה, בלון, כוס זכוכית, נר, סרגל פלדה, חתיכת צמר. הארגז היה בחדר כל הלילה. ירון טוען שלכל הפריטים בארגז טמפרטורה זהה. יעל טוענת כי לכל גוף בארגז טמפרטורה אחרת. מי מביניהם צודק? נמקו את תשובתכם.

6. על דופן סיר המכיל מים חמים מאוד משעינים שתי כפות הזהות בצורתן: האחת עשויה מברזל והשנייה עשויה מעץ. האם טמפרטורת הכפות תהיה זהה כעבור כמה דקות? הסבירו.

7. כפית ברזל וכפית עץ הונחו בתנור אשר כוון לטמפרטורה של 180°C . מה תהיה טמפרטורת כפית הברזל וטמפרטורת כפית העץ כעבור שעתיים? הסבירו את תשובתכם.

8. תרדמת חורף ותרדמת קיץ

בפרק זה עסקנו בשיווי משקל תרמי בין גוף לסביבתו, וציינו כי תופעה זו קיימת גם בחלק מבעלי החיים. קראו את הקטע הבא הלקוח מתוך הוויקיפדיה (בעריכה קלה), העוסק בסוגיה זו, וענו על השאלות המלוות:

תרדמת חורף היא מצב של חוסר פעילות בבעלי חיים, אשר נועד לאפשר להם לשרוד תקופות של תנאי סביבה קשים. בעלי החיים מתגוננים מתנאי הסביבה באמצעות **תרדמה**. תרדמת החורף אינה בלעדית לחיות הבר, כגון דובים, סנאים, קיפודים, צבים, נחשים, עטלפים ועוד, אלא אופיינית גם לבעלי חיים קטנים שבני האדם נוהגים להחזיק בבית, כגון אוגרים, הנכנסים לתרדמת חורף של ימים ספורים בלבד. בעל חיים בתרדמה אינו אוכל ואינו שותה, אינו פעיל, וגופו מתקיים מהשומן שצבר בעונות הפעילות. קיימים הבדלים בזמן התרדמה אצל בעלי חיים שונים. יש כאלה המסתפקים בתרדמה של ימים אחדים ויש המאריכים את הזמן עד לחצי שנה. הדבר תלוי בתנאי האקלים באזור מחייתם של בעלי החיים, בגודל גופם ובגורמים נוספים. ראוי להדגיש כי אין זו שינה רגילה, שכן טמפרטורת הגוף יורדת מאוד, עד שהיא משתווה כמעט לטמפרטורה הנמוכה של הסביבה, וחלה האטה משמעותית בכל התהליכים הפיזיולוגיים של בעל החיים. קצב פעימות הלב וקצב הנשימה יורדים מאוד וכך גם חילוף החומרים בגוף, שקצבו יורד פי חמישה עד מאה מהקצב הנורמלי.



א. מהי הסיבה לשנת החורף בקרב בעלי חיים רבים?

ב. אילו בעלי חיים הנוהגים להיכנס לתרדמת חורף מזכרים בקטע?

ג. מהו משך התרדמה בבעלי החיים השונים?

ד. אילו תהליכים משתנים בגוף בעל החי המצוי בתרדמת חורף?

ה. חפשו מידע ברשת כדי לענות על השאלה: מהי תרדמת קיץ?

על סמך המידע שאספתם, ענו על שאלות א-ד כעבור תרדמת הקיץ.

9. סיר מים מכוסה היטב מונח על להבת הכיריים. סמנו את המשפטים הנכונים.
- למים יש אנרגיה תרמית.
 - יש מעבר חום מהלהבה אל הסיר.
 - החום של המים בסיר הולך וגדל כל הזמן.
 - האנרגיה התרמית של המים בסיר הולכת וגדלה כל הזמן.
 - אין שינוי בטמפרטורה של המים בסיר.
 - יש שינוי בטמפרטורה של המים בסיר כל זמן שאינם מגיעים לרתיחה.

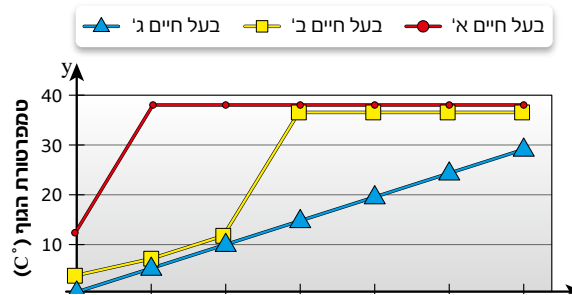
10. בחרו שלושה משפטים שלדעתכם אינם נכונים ונסחו במקומם משפטים נכונים. הסבירו את תשובתכם.

11. תארו בעזרת מונחים רבים ככל האפשר מהרשימה הבאה את תהליך חימום המים בסיר שבשאלה 10 עד שלב הרתיחה, ובמהלך הרתיחה. (מונחים: מערכת פתוחה, מערכת סגורה, מודל החלקיקים, סביבה, חום או מעבר חום, אנרגיה תרמית, שינוי, טמפרטורה, חוק שימור האנרגיה). תוכלו להוסיף מונחים לפי הצורך.

12. שאלה מאתגרת:

- בגרף הבא מתוארת השפעת טמפרטורת הסביבה על שלושה בעלי חיים שונים.
- מיהו בעל החיים הנמצא בשיווי משקל תרמי עם סביבתו בכל הטמפרטורות המצוינות בגרף?
 - מיהו בעל החיים אשר טמפרטורת הגוף שלו קבועה ברוב הטמפרטורות המתוארות בגרף?
 - בטמפרטורה של 10°C , מיהו בעל החיים שאינו מצוי בתרדמת חורף?
 - רשמו מהן הטמפרטורות שבהן מתייצב חום הגוף של בעלי חיים א', ב' ו-ג'.

השפעת טמפרטורת הסביבה על טמפרטורת הגוף של שלושה מיני בעלי חיים











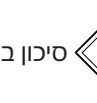










איור 4. השפעת טמפרטורת הסביבה על טמפרטורת הגוף של בעלי חיים (לקוח מתוך: "מי ישן בחורף?" מאת איזק שני, המרכז הארצי למורי הביולוגיה)

מילון מונחים

המונח	ההגדרה
אטמוספירה	שם כולל לשכבת הגזים העוטפת גרמי שמים בעלי מסה משמעותית.
אינטראקציה	פעולה הדדית (אינטר=בין, אקציה=פעולה) בין גופים שונים או בין מערכות שונות.
אלסטיות	תכונה של חומר: היכולת שלו לשנות את צורתו בעקבות הפעלת כוח ולחזור לצורתו המקורית לאחר ביטול הכוח.
גוף	עצם התופס מקום בחלל. גוף יכול להיות חי או לא חי.
הדמיה	חיקוי של מצבים טבעיים באופן ממוחשב לצורך לימוד תופעות או תהליך והבנתם.
הולכה	אחת מהדרכים למעבר חום בין גופים המצויים בטמפרטורות שונות או בתוך גוף בעל טמפרטורה שאינה אחידה. ההולכה מתרחשת כתוצאה מהתנגשויות של חלקיקי החומר אלה באלה ומעבר החום מתקיים מהגוף או מהחלק בעל הטמפרטורה הגבוהה יחסית לזה בעל הטמפרטורה הנמוכה יחסית.
המרת אנרגיה	שינוי של אנרגיה מסוג אחד לאנרגיה מסוג אחר. בעזרת המרה של סוגי אנרגיה אפשר לתאר תופעות שחלים בהן שינויים.
הסעה	אחת מהדרכים למעבר חום, המתרחשת כתוצאה מתנועה של נוזל או של גז. המעבר יכול להתרחש בין נוזלים או בין גזים או בתוך נוזלים או גזים המצויים בטמפרטורות שונות.
חום (מעבר חום)	מעבר של אנרגיה מגוף לגוף או מגוף לסביבתו, המתקיים כאשר יש בין הגופים הפרש טמפרטורות.
חוק שימור האנרגיה	חוק פיזיקלי הקובע כי בתהליכים המתרחשים במערכת סגורה הכמות הכוללת של האנרגיה נשמרת (אינה משתנה).
טמפרטורה	גודל מקרוסקופי המבטא את אנרגיית התנועה הממוצעת של חלקיקי החומר, שהיא גודל מיקרוסקופי. הטמפרטורה אינה תלויה בגודל הגוף.
יקום	החלל כולו, כולל כל החומר והאנרגיה הקיימים בו.
חימום על ידי חיכוך	עליית טמפרטורה כתוצאה מתנועה יחסית בין שני גופים המצויים במגע. כוח החיכוך מופעל על ידי כל אחד מהגופים על הגוף השני.
מדד	מאפיין המודד גודל מסוים.

<p>מודל שלפיו כל חומר בנוי מחלקיקים הנמצאים בתנועה אקראית מתמדת, וביניהם יש ריק. משטח אופקי.</p>	<p>מודל החלקיקים של החומר</p>
<p>מערכת שאינה נתונה להשפעתם של גורמים חיצוניים ואינה משפיעה עליהם, כלומר אינה מצויה באינטראקציה עם סביבתה.</p>	<p>מישור</p>
<p>מערכת המשפיעה על גורמים חיצוניים ומושפעת מהם, כלומר מצויה באינטראקציה עם סביבתה.</p>	<p>מערכת סגורה</p>
<p>מקור שאפשר להפיק ממנו אנרגיה, למשל פחם, רוח או מפל מים. המקור יכול להיות גם מתקן כמו סוללה או רשת החשמל הביתית, המשמשים מקור של אנרגיה חשמלית לשימושים שונים.</p>	<p>מערכת פתוחה</p>
<p>האופנים השונים שבהם אנרגיה באה לביטוי, כמו למשל אנרגיית תנועה, אנרגיית גובה או אנרגיה אלסטית.</p>	<p>מקור אנרגיה</p>
<p>עולם שיש בו חלקיקים זעירים ביותר שאיננו יכולים לראותם בעינינו, אך אנו יודעים על קיומם בדרך עקיפה.</p>	<p>סוגי אנרגיה</p>
<p>עולם התופעות שאנו מכירים, יכולים להתבונן בו ולחוש אותו, ויש לנו מכשירים למדוד בו גדלים פיזיקליים שונים.</p>	<p>עולם מיקרוסקופי</p>
<p>בלטינית Perpetuum Mobile: "תנועה נצחית". הכוונה למכונה שמפעילים אותה פעם אחת, ותנועתה אינה פוסקת לנצח ללא כל השקעת אנרגיה.</p>	<p>עולם מקרוסקופי</p>
<p>סוג של אנרגיה הנפלטת מגוף, ויכולה, בין היתר, לגרום לחימום הגוף שבו היא נבלעת. הקרינה שונה מהולכה או מהסעה בכך שהיא יכולה להתפשט גם בתווך וגם בריק.</p>	<p>פרפטום מובילה</p>
<p>מתקן המיועד להפקה של אנרגיה חשמלית על-ידי המרה של אנרגיית הקרינה של השמש שהוא קולט. תאי שמש משמשים להפעלת מכשירים כמו מחשבי כיס ושעונים, וגם להפקת חשמל בתחנות חלל ובלוויינים.</p>	<p>קרינה</p>
<p>רצף של אירועים שכל אחד מהם הוא תוצאה של האירוע שקדם לו, והוא עצמו מפעיל אירוע נוסף.</p>	<p>תא שמש (תא סולרי)</p>
<p>תנועה מקרית, לכיוונים שונים וללא כיוון מועדף.</p>	<p>תגובת שרשרת</p>
	<p>תנועה אקראית</p>

סיווג קבוצות הסיכון של חומרים מוכנים

סמלי הקבוצה			מספר קבוצת הסיכון	שם קבוצת הסיכון
		חומר נפץ	1	חומרי נפץ
		גז רעיל	2	גזים
		נוזל דליק	3	נוזלים דליקים
		מתלקח מוצק	4	חומרים מסוכנים במגע עם:
		חומר אורגני	5	חומרים מחמצנים
		סיכון ביולוגי	6	חומרים רעילים
		חומרים רדיואקטיביים	7	חומרים רדיואקטיביים
		חומרים קורוזיביים	8	חומרים קורוזיביים (מאכלים)
		חומרים מסוכנים שונים	9	חומרים מסוכנים שונים
		חומר מותר		חומר דליק
		גורם למחלה ו/או מסרטן		חומר דליק ביותר
		מזיק לחי במים		מסוכן לסביבה