



פיתוח אוגדן של חומרי עזר למורים בנושא משאבי אנרגיה – תהליכים

ומערכות

פרויקט מספר : 13ו'

צוות הפיתוח והכתיבה :

דר' אמנון חזן (מרכז הפרויקט)

דר' רוני מועלם

מר מיכאל סבין

פרופ' ירון להבי

מס' עמודים : 35 (כולל עקרונות דידיקטיים ופעילויות למורים) + 104 עמודים של מצגות
סה"כ : 139 עמודים

לפי מכרז מס' 9/7.2013

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך



תוכן עניינים

1.....	פיתוח אוגדן של חומרי עזר למורים בנושא משאבי אנרגיה – תהליכים ומערכות	1
3.....	מבוא:	3
4.....	1. מצגות (144 עמודים).....	4
6.....	2. עקרונות דידקטיים (22 עמודים).....	6
6.....	1. שפת האנרגיה ושפת הכוחות.....	6
6.....	2. תופעות, תהליכים ואנרגיה.....	6
7.....	3. שינוי באנרגיה קשור לשינוי בטמפרטורה.....	7
8.....	4. שינוי במאפיינים ושינוי באנרגיה.....	8
11.....	5. הקשר הכמותי.....	11
11.....	6. המרות אנרגיה ומעברי אנרגיה.....	11
13.....	7. חוק שמור האנרגיה.....	13
14.....	8. טמפרטורה ואנרגיה תרמית.....	14
14.....	9. מושגים בסיסיים והקשרים ביניהם.....	14
16.....	אנרגיה בגישת השינוי – אוסף הרעיונות המרכזיים.....	16
19.....	דף עזר 2: קשיי תלמידים בהבנת נושא האנרגיה.....	19
28.....	3. הצעות לפעילויות בכיתה – ניסויי ג'ול (7 עמודים).....	28
35.....	4. מצגת למורים: אנרגיות מתחדשות – סקירה (74 עמודים).....	35
35.....	1. מצגת למורים: התייעלות אנרגטית בישראל (30 עמודים).....	35



מבוא:

המעבר מהמאה ה-20 למאה ה-21 מתאפיין, בין היתר, בשינוי שחל ביחסה של האנושות לניצול משאבי האנרגיה העומדים לרשותה ובתוצאות השונות של ניצול זה. כתוצאה מכך מתחוללים שינויים משמעותיים בכל הקשור לשימוש בסוגים שונים של משאבי אנרגיה, של תהליכים ושל תשתיות. המטרה הכללית של שינויים אלה היא הקטנת השימוש בדלק פוסילי היוצר אפקטים לא רצויים בסביבה.

תמורות אלו אינן פוסחות גם על מדינת ישראל בה חלקו היחסי של ייצור זרם חשמלי על ידי הפרדת מטענים סולרית או על ידי טורבינות המופעלות בעזרת הרוח, שריפת גז טבעי או ביומסה, הולך וגדל. הגילוי של מאגרים חדשים של גז טבעי בארץ מאיץ אף הוא תהליך זה המלווה ע"י מערך של מומחים העוסקים בעולם הידע החדש.

לאור כל זאת עולה הצורך לתת משקל רב יותר לרכישת ידע והבנה בתחומי הפיזיקה הקשורים בשינויים אלו במשק האנרגיה בהשכלתם של בוגרי תיכון הלומדים פיזיקה, ובמיוחד בכל הנוגע לזיקה שבין ההיבט המדעי וההיבט החברתי-סביבתי.

בנוסף, נושא האנרגיה מטופל בתכנית הלימודים בפיזיקה בחטיבת הביניים ובחטיבה העליונה מנקודת מבט שונה: בחטיבת הביניים הנושא מוצג מנקודת מבט תרמודינמית, הרלוונטית למערכות מקרוסקופיות, ומקיפה מגוון רחב של סוגי אנרגיה, בעוד בחטיבה העליונה הוא מוגבל לטיפול באנרגיה מכנית, ומוגבל למערכות חד ודו חלקיקיות. כפועל יוצא מכך מתקבלת תמונת ידע מקוטעת. בהתאם, יש חשיבות רבה לעודד בהקשר זה את מורי הפיזיקה להרחיב ולהעמיק את הידע שלהם בנושא האנרגיה ולתמוך בפיתוח דרכי הוראה המקשרות בין נקודות המבט השונות בהוראת הנושא.

אנו מציעים שמהלך זה יתבצע על ידי פיתוח רצפי הוראה וחומרי למידה ייעודיים יחד עם הטמעה של התכנים בקרב המורים. מהלך זה יתבצע במסגרת השתלמויות סדנאיות שבהן ישולבו גם מפגשים עם מומחים שיחשפו אותם לעולם הידע חדש. במסגרת הסדנאית יוכלו המורים להתנסות בהוראת החומרים החדשים.

מטרת הפרויקט כולו היא גם עורר עניין בקרב המורים בהוראת תכנים חדשים הקשורים במשק האנרגיה המתחדש וגם לפתח ידע ומיומנויות על מנת שיוכלו לשלב חומרים שיפותחו במסגרת הפרויקט בהוראת פיזיקה.

על מנת לסייע למורים שנטלו חלק בהשתלמויות בהעברת שיעורים בנושאים החדשים בכיתותיהם, התמקד הפרויקט הנוכחי בפיתוח של חומרי עזר עבור התנסותם זו כגון מצגות, הפעלות, רעיונות לסיורים, דפי עזר וכדומה שיסייעו להם בהוראת נושאים הקשורים במשאבי אנרגיה מגוונים ובתהליכים המשמשים לניצולם לצורך הפקת זרם חשמלי.

1. מצגות (144 עמודים)

- א. סקירה : אנרגיות מתחדשות (74 עמ')
דר' גדעון פרידמן – לשכת המדען הראשי במשרד האנרגיה והסביבה



- ב. שימושי גז טבעי בישראל (9 עמ')
דר' ברכה חלף – מדענית ראשית במשרד האנרגיה והסביבה



- ג. התייעלות אנרגטית בישראל (30 עמ')
אדי בית הזבדי – לשכת המדען הראשי במשרד האנרגיה והסביבה

התייעלות אנרגטית בישראל





ד. חדשנות בעולם הדלק והרכב (31 עמ')

דר' ברכה חלף – מדענית ראשית במשרד האנרגיה והסביבה

חדשנות בעולם הדלק והרכב



ד"ר ברכה חלף, המדענית הראשית ומנהלת תחום בכירה בתחיליפי נפט, משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים

משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים
www.energy.gov.il

2. עקרונות דידקטיים (22 עמודים)

1. שפת האנרגיה ושפת הכוחות

תופעות פיזיקליות המתרחשות תוך כדי אינטראקציה בין גופים ניתן להבין ולנתח באמצעות שתי מערכות מושגיות: "אנרגיה" ו"כוחות". אלה הן מערכות מושגיות שונות (עם קשר מסוים ביניהן) המאפשרות לחקור אותה בעיה באופן שונה תוך הבאה בחשבון של שיקולים אחרים. השימוש במערכות מושגיות חלופיות לתיאור אותן תופעות דומה לשימוש בשפות שונות, שגם הן מתאפיינות באוסף של מונחים וקשרים ביניהם. לעיתים אין עדיפות לאחת המערכות, ולעיתים יש יתרון לאחת על פני השנייה. כך למשל, שפת האנרגיה מתאימה יותר לניתוח של מערכות משום שלעיתים מבט כללי על מערכת פשוט יותר מהטיפול בפרטים המרכיבים אותה. לדוגמה, חישוב מהירות מילוט של לוויין מכדור הארץ. החישוב המתבצע על סמך שיקולי אנרגיה פשוט לעין ערוך מאשר החישוב המתבסס על שפת הכוחות, קרי, על חוקי ניוטון.

בכתה ז' פוגשים התלמידים את המערכת המושגית הראשונה – "אנרגיה", ובכתה ח' את השנייה – "כוחות", ובשני המקרים מדובר בניתוח של תופעות ללא חישובים כמותיים. שתי מערכות המושגים האלה תלווינה את התלמידים גם בלימודי הפיזיקה בחטיבה העליונה, ולכן ישנה חשיבות רבה למפגש הראשון עמן. תלמידי חטה"ב מגיעים ללימודיהם עם ידע קודם על נושאים הקשורים במושג אנרגיה. הם למדו כי ישנם "סוגים" שונים של אנרגיה וכי אנרגיה יכולה "לעבור" מגוף אחד לשני או "להשתנות" מסוג אחד לאחר.

האם באמת קיימים סוגים שונים של אנרגיה? והאם הם עוברים מגוף לגוף או מסוג לסוג? האם אפשר בכלל להגדיר "אנרגיה"? מושג האנרגיה נחשב למושג קשה להגדרה. הפיזיקאי המפורסם ריצ'רד פיינמן כתב כי ב"פיסיקה של ימינו אין לנו הבנה אמיתית מהי אנרגיה... זהו מושג אבסטרקטי, אשר אינו נותן לנו כל מושג על המכניזם, או על הסיבות לכך שהנוסחאות נראות כפי שהן נראות." אם כך הוא המצב האם אין אנו מנסים להגיע רחוק מדי בהוראת המושג אנרגיה? מה בכל זאת אפשר לעשות?

2. תופעות, תהליכים ואנרגיה.

כדי להתמודד עם קושי זה כדאי לשים לב קודם כל לעולם התופעות שאנו מתארים באמצעות המושג אנרגיה. בחינת תופעות אלו מצביעה על כך שבכולן מתרחשים שינויים: גוף נופל, נר בוער, מכונית נוסעת, נורה נדלקת, אור נבלע בקולט שמש, כוס תה מתקררת, ועוד. רבים מהתהליכים הקשורים בתופעות אלו מלווים בחימום או קירור (עלייה או ירידה בטמפרטורה).



הגילויים של ג'ול (James Joule) משנת 1843, כי גם תהליכים של נפילה ושל מעבר של מטענים חשמליים ממקום למקום (זרם חשמלי) יכולים לגרום להתחממות (של מים) הובילו את המדענים למסקנה שאפשר לתאר את כל התהליכים שיכולים לגרום לשינוי בטמפרטורה בעזרת שינוי בגודל אחד, שזכה לשם: "אנרגיה". עם הזמן המושג "שינוי באנרגיה" התגלה כמוצלח ביותר וכי ניתן לתאר בעזרתו גם תהליכים שהתגלו הרבה לאחר תקופתו של ג'ול כמו תהליכים גרעיניים, בליעה של קרינה אינפרה-אדומה או אולטרה סגולה ועוד.

3. שינוי באנרגיה קשור לשינוי בטמפרטורה

שינוי באנרגיה הוא גודל שאפשר למדוד ולכן אפשר להגדיר שינוי זה באופן אופרציונלי על ידי מדד המשותף לתופעות שונות, למשל שינוי טמפרטורה. מכאן שדרך אפשרית להתמודד עם הקושי שתואר לעיל היא להתמקד בתופעות בהן מתרחשים שינויים באנרגיה.

אם כך אפשר להגדיר אנרגיה באופן הבא:

"אנרגיה היא גודל המתאר מצב של מערכת. כאשר משתנה מצבה של מערכת אפשר למדוד את השינוי בגודלה של האנרגיה באופן אחיד על ידי מידת התחממות או התקררות (שינוי טמפרטורה) של גוף תקני."

הגדרה זו מעמידה במקום מרכזי את השינוי בגודלה של האנרגיה בתיאור של תהליכים בהם משתנה מצבה של מערכת. חשוב לשים לב שאת גודלה של האנרגיה של מערכת מסוימת אי אפשר לקבוע באופן מוחלט לא על ידי מדידה ולא על ידי חישוב. כך למשל, לשאלה "כמה אנרגיית גובה יש לתפוח הנמצא בגובה 2 מטרים מעל הקרקע?" אין תשובה מוסכמת וכך גם לשאלה מהי אנרגיית התנועה של מכונית הנעה במהירות של 90 קמ"ש. ואכן, חוקי הפיזיקה נותנים מענה לקשר בין מנגנוני שינוי (כמו עבודה וחום) לבין גודל השינוי באנרגיה אך אינם מספקים תשובה מוחלטת באשר לגודלה.¹

חשוב להדגיש גם מה אין בהגדרה זו: היא אינה אומרת שכל שינוי בגודלה של האנרגיה מלווה בשינוי בטמפרטורה אלא רק שכך אפשר למדוד באופן אחיד את השינוי באנרגיה.

כיצד מודדים שינוי באנרגיה? הדרך הפשוטה והישירה היא לבחור גוף תקני (למשל כמות מים מוסכמת) ולהחליט כי שינוי בן מעלה אחת בטמפרטורה של הגוף יהווה את יחידת המידה של

¹ החוק הפיזיקלי המתאר קשר זה הוא החוק הראשון של התרמודינמיקה: $\Delta E = Q + W$. אגף ימין הוא השינוי באנרגיה ואגף שמאל מתאר את מנגנוני השינוי.



השינוי באנרגיה.² כך למשל הוגדרה הקלוריה: קלוריה אחת היא השינוי באנרגיה של בגרם אחד של מים (בלחץ של אטמוספירה אחת) בשעה שהטמפרטורה שלהם עולה מ 14.5°C ל 15.5°C .

מתן הגדרה זו למושג אנרגיה מאפשר לנו לתת מענה למספר קשיים:

א. היא יכולה להתחבר לעולם המוכר לתלמידים. רוב תהליכי החימום או הקירור מוכרים וידועים. אפילו ההתחממות הכרוכה בתהליך של ירידה בגובה מוכרת לכל מי שטיפס על חבל והחליק במורדו.

ב. העובדה כי ניתן לייחס לאנרגיה גם היבט של מדידה הופכת את המושג למוחשי יותר.

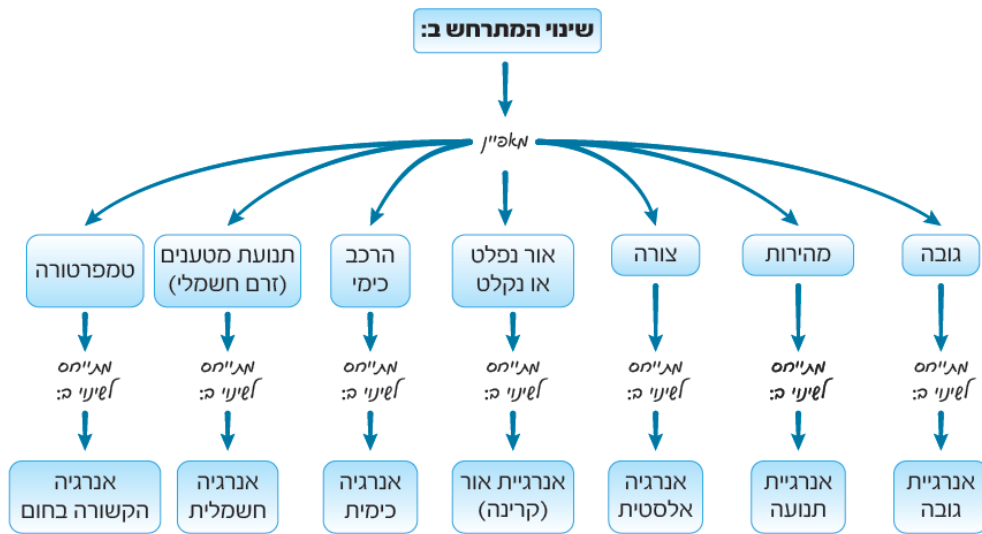
ג. שיטת המדידה האחידה, מאפשרת לבחון את המושג אנרגיה כמושג אחד ולא כאוסף רב של מושגים כמו אנרגיית גובה, אנרגיית תנועה, אנרגיית קרינה וכדומה, שהקשר ביניהם לא תמיד ברור.

4. שינוי במאפיינים ושינוי באנרגיה

כאמור, בחינת התופעות שלצורך תיאורן אנו משתמשים במושג האנרגיה, מצביעה על כך שבכל התופעות הללו מתרחשים שינויים: גוף נופל, נר בוער, מכונית נוסעת, נורה נדלקת, אור נבלע בקולט שמש, כוס תה חמה מתקררת, ועוד. שינויים אלו אפשר לתאר בשפה מדעית על ידי שינויים באנרגיה. מכאן שההתבוננות בשינויים המתרחשים בתופעות שונות מאפשרת לנתח את התופעות תוך שימוש בשפה הייחודית של המערכת המושגית "אנרגיה", וזאת, בשלב ראשון, גם ללא חישובים כמותיים.

בכל תופעה ישנם מאפיינים העוזרים לנו לתאר את השינויים שהתחוללו בה (למשל: מהירותו וגובהו מהקרקע של תפוח הנושר מהעץ). את השינוי בכל מאפיין ניתן לייחס לשינוי מתאים באנרגיה, כמודגם בתרשים הבא:

² דרך מעניינת אחרת הוצעה על ידי רוברט קרפלוס (Karpplus): למדוד את השינוי באנרגיה על ידי התכה של קרח.



בכל תופעה, גם בפשוטות יחסית, מספר המאפיינים המשתנים יכול להיות רב ביותר. לכן, מבחינה מעשית נוהג לתחום את גבולות התופעה, כלומר להגדיר את המערכת בה נטפל: אוסף הרכיבים הקשורים לתופעה, והנחוצים לתיאור השינוי בו אנו מתעניינים.

כך למשל, כשהתפוח נושר מהעץ, חל שינוי לא רק בגובהו ובמהירותו אלא גם במאפיינים של רכיבים נוספים, שלא לדווקא מעניינים אותנו: האוויר (תנועה, טמפרטורה), ענף העץ (תנועה, שינוי צורה) וגרגרי החול שבגומה (תנועה, שינוי צורה). במקרה זה, למשל, נוכל לבחור את המערכת כך שתכלול רק את התפוח ואת כדור הארץ (שבלעדיו התפוח לא היה נופל). הואיל ונעסוק בתופעות בהן מתרחשים שינויים, נוכל לזהות את המערכת שבחרנו כשהיא מצויה במצבים שונים, על פי השינויים שהתרחשו בה.

אם כך, המושג "שינוי אנרגיה" מתאר באופן איכותי (וכמותי) את השינוי שחל במערכת כלשהי כשהיא עוברת ממצב אחד למצב אחר. חשוב להדגיש שפרטי התהליך אינם חשובים אלא רק ההבדל בין המצבים השונים. כך למשל, גוף מסוים יכול לשנות את גובהו בנפילה ישרה או לאורך מסילה פתלתלה אך מה שיקבע את גודל השינוי באנרגיית הגובה הוא ההבדל בין המצב הסופי להתחלתי.

הערה: לעיתים, השימוש בגישה זו במונחי אנרגיה נשמע לתלמיד כמיותר או כטאוטולוגיה. כאשר חל שינוי בגובה של הגוף – חל שינוי באנרגיית הגובה שלו, זה כמו לומר: "כשדני השמין הוא נהיה יותר שמן". מה הוסיפה לנו המילה אנרגיה להבנה של מה שקרה? האמת היא, שבתחילת הלימוד התלמידים עדיין לא יכולים להבין את הצורך במושג "אנרגיה". הצורך נובע מחוק שימור האנרגיה שנלמד בהמשך.

מינהלת סל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי-טכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליס



המרכז הארצי
למורי הפיזיקה



המחלקה להוראת המדעים



הפיקוח על הוראת הפיזיקה

משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף סדעים
הפיקוח על הוראת הפיזיקה





5. הקשר הכמותי

מידת השינוי בטמפרטורה שגורם כל תהליך בנפרד מעלה כי קיימים קשרים כמותיים בין מידת השינוי באנרגיה לבין מידת השינוי של מאפייני המערכת שהשתנו בתהליך (וכאלה שגם לא השתנו). דוגמאות לכך מופיעות בטבלה הבאה:

הקשר המתמטי	מתכונתי ל -	השינוי ב -
$\Delta E = mg\Delta h = mg(h_2 - h_1)$	לשינוי בגובה של הגוף שגובהו משתנה, ולמסה שלו	אנרגיה כובדית (אנרגיית גובה)
$\Delta E = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2}m\Delta(v^2)$	לשינוי בריבוע המהירות של הגוף שמהירותו משתנה, למסה שלו	אנרגיית תנועה
$\Delta E = \frac{1}{2}k\Delta(x^2) = \frac{1}{2}k(x_2^2 - x_1^2)$	לשינוי בריבוע האורך של הגוף שמתכווץ או נמתח	אנרגיה אלסטית
$\Delta E = mc\Delta T = mc(T_2 - T_1)$	לשינוי בטמפרטורה של הגוף המתחמם או מתקרר, למסה שלו	אנרגיה קינטית (פנימית תרמית)
אין נוסחה אחידה	לשינוי במאפייני הקרינה (כגון התדירות והאמפליטודה) שנבלעת או נוצרת	אנרגיית קרינה
אין נוסחה אחידה	לשינוי במאפייני החומרים (הקשרים המולקולריים) המשתתפים בתהליך הכימי	אנרגיה כימית
$\Delta E = VI\Delta t = V\Delta Q = V(Q_2 - Q_1)$	לשינוי בכמות המטען החשמלי (המתכונתי לעצמת הזרם החשמלי) ולמתח החשמלי	אנרגיה חשמלית
$\Delta E = \Delta mc^2 = (m_2 - m_1)c^2$	לשינוי במסה של מרכיבי הגרעין	אנרגיה גרעינית

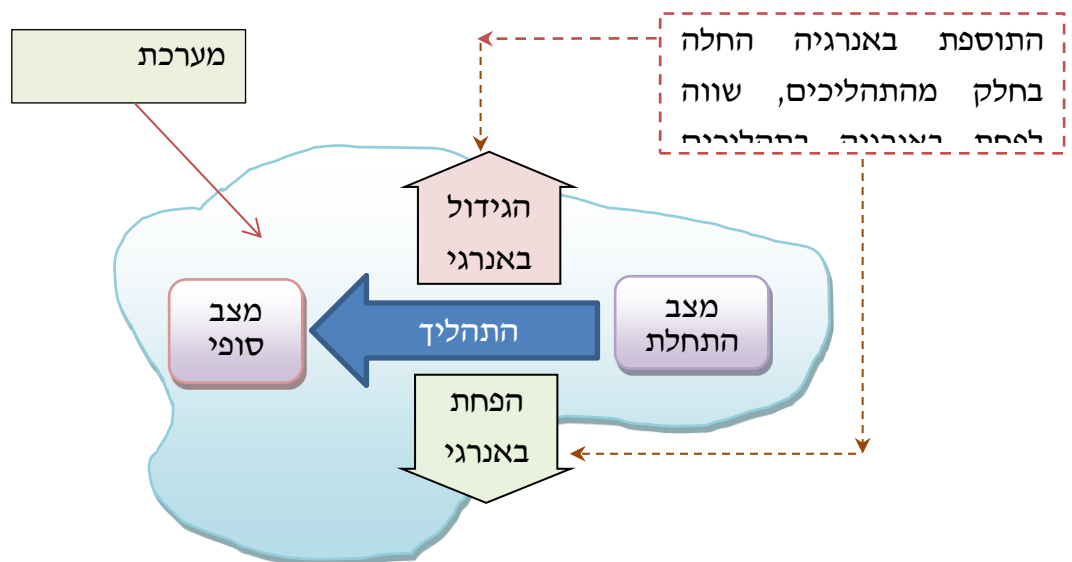
6. המרות אנרגיה ומעברי אנרגיה

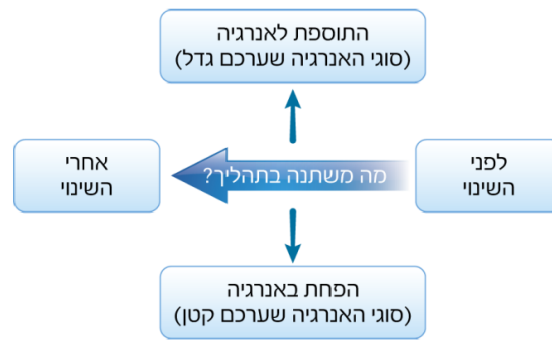
על פי כל הנאמר עד כה אין סוגים שונים (מהויות שונות) של אנרגיה אלא ישנם תהליכים שונים בהם גודלה של האנרגיה יכול להשתנות – לגדול או לקטון. באופן כללי, התבוננות בתהליכים המתרחשים סביבנו מעלה כי תהליכי שינוי אף פעם לא מתרחשים לבד: תמיד כאשר חל שינוי כלשהו נלווה אליו שינוי נוסף או מספר שינויים נוספים. בנוסף לכך, אם מגמה של שינויים מסוימים היא מגמת גידול הרי שהמגמה של שינויים אחרים תהיה הפוכה – של פחת. כך למשל, כאשר גוף נופל הגובה שלו קטן ובו בזמן מהירותו גדלה; כאשר נר בוער השעווה שלו מתכלה (וגם החמצן החופשי סביבו) ובה בעת הנר והאוויר שסביבו מתחממים; כאשר אור נבלע בקולט השמש הוא נעלם ובאותה עת המים שבקולט

מתחממים; במכונית המתחילה לנסוע במהירות, ההרכב הכימי של הדלק (והאוויר) והטמפרטורה של המנוע כולם משתנים יחדיו.

אם כך, השינויים אותם עוברת המערכת מורכבים מתהליכי משנה מקבילים שבכל אחד מהם משתנה מאפיין אחר. לכן, המושג "המרת אנרגיה" אין משמעו כי מהות אחת הופכת למהות אחרת, אלא שישנם שינויים בכמויות האנרגיה המשויכות למאפיינים שהשתנו. כך למשל, כאשר תפוח נושר מהעץ אפשר לומר בפשטות כי במקביל לכך שהאנרגיה המיוחסת לגובה (האנרגיה הכובדית של המערכת ארץ-תפוח) קטנה, האנרגיה המיוחסת לתנועה של המערכת (האנרגיה הקינטית) גדלה. נכון הדבר שבשפה המקובלת נהוג לתאר זאת על ידי "המרה": אנרגיית הגובה מומרת לאנרגיית תנועה. אך, כאמור, אין מדובר במהויות שונות אלא בתהליכים בעלי מאפיינים שונים שאחד מהם ("מומר") הוא במגמה של פחת והשני במגמה של גידול.

גם מעבר אנרגיה בין מערכות (או גופים) יכול להיות מתואר על ידי ציון העובדה שכאשר במערכת אחת האנרגיה פחתה, האנרגיה במערכת השנייה גדלה. גם במקרה זה השתרשה שגרת דיבור לפיה האנרגיה "עוברת" מהמערכת בה היא קטנה אל המערכת בה היא גדלה. שגרת דיבור זו עלולה ליצור תפיסה חומרית של המושג אנרגיה כמעין נוזל או גז העובר ממקום למקום. ההבנה כי אנרגיה יכולה רק לגדול או לקטון בתהליכים שונים יכולה לסייע לתלמידים להבין כי שגרת הדיבור אינה מתארת תכונה של האנרגיה אלא את אופן השימוש בה בתיאור של תהליכים אלו. להמחשת ההסבר הן למורים והן לתלמידים ניתן להיעזר בתרשימי חיצים, כמתואר להלן:





7. חוק שמור האנרגיה

שפת האנרגיה מאפשרת לתאר תהליכים בצורה מדעית ומדויקת יותר מאשר שפת היומיום. תיאור זה מצריך כמה פעולות:

1. הגדרת (גבולות) המערכת אליה אנו רוצים להתייחס;
2. קביעת המצב ההתחלתי והמצב הסופי שלה;
3. זיהוי מאפייני המערכת בהם התחוללו שינויים;
4. קישורם של השינויים הללו לשינויים בסוגי האנרגיה השונים.

כאשר דנים בגבולות המערכת יש להבחין גם בין מערכת סגורה, המבודדת מכל אינטראקציה עם הסביבה, למערכת פתוחה, שיש לה אינטראקציה כזו. לאחר זיהוי המצב ההתחלתי והסופי של המערכת האפשר לבחון מהם תהליכי השינוי אותם היא עברה. כמוזכר קודם, בחינה זו מצביעה על כך שהשינויים במאפייני המערכת חלים בו-זמנית ובמגמות הפוכות: אם במאפיין אחד מגמת השינוי היא הוספה, הרי שבמאפיינים האחרים מגמת השינוי היא הקטנה. אפשר לתאר עובדה זאת בפשטות, באמרנו כי כשאנרגיה "מסוג" מסוים גדלה – אנרגיה (או אנרגיות) מסוג אחר קטנה.

במערכת סגורה, אם מחשבים את השינוי הכולל באנרגיה, מגלים שהוא אפס! בשפת המדע אנו אומרים כי גודל שאינו משתנה בתהליכים כלשהם הוא גודל ש"נשמר". ומכאן, חוק שימור האנרגיה: בתהליכים המתרחשים במערכת סגורה נשמרת הכמות הכוללת של האנרגיה. זאת, למרות המרות האנרגיה החוזרות ונשנות בתוך המערכת.

כאן המקום לציין כי הנוהג לומר כי חוק שימור האנרגיה משמעו כי היא אינה נוצרת ואינה אובדת אינו שקול לכך שסך כל שינויי האנרגיה במערכת סגורה הינו אפס. ראשית, בנוסח המוזכר אין חשיבות לכך שחוק שימור האנרגיה תקף במערכת סגורה. שנית, בתהליכים מסוימים בטבע, כגון בהיתוך או בביקוע גרעיני, אנרגיה כן יכולה להיווצר. ואכן, בשפת הפיזיקה המודרנית אין הבחנה בין חוק שימור המסה לחוק שימור האנרגיה כשני חוקים נפרדים וחוק השימור מנוסח כשימור



של מסה-אנרגיה.

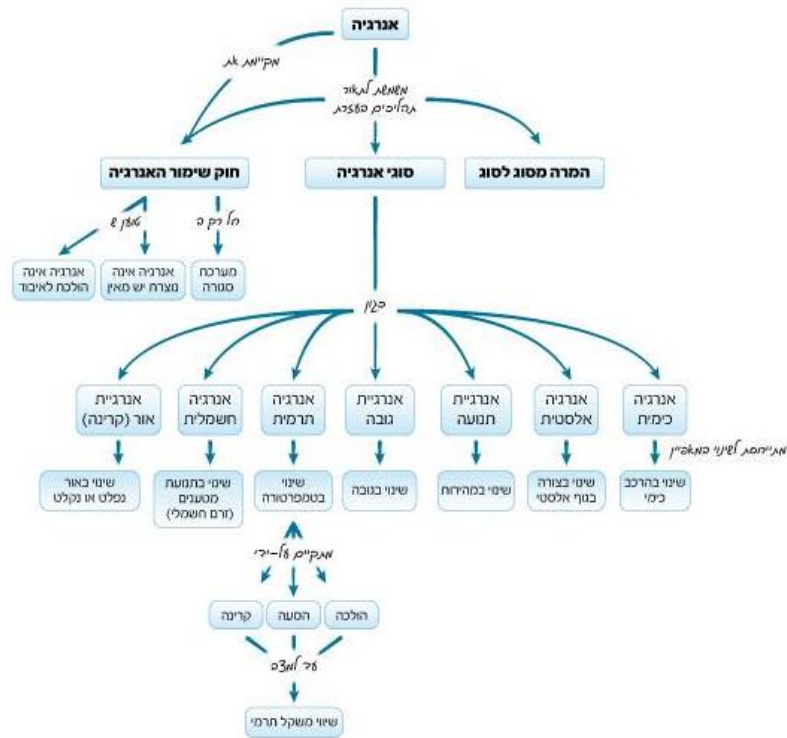
8. טמפרטורה ואנרגיה תרמית

חוק שימור האנרגיה עומד, לכאורה, בסתירה לתופעות יום-יומיות. אנו מלמדים כי כמות האנרגיה במערכת סגורה נשמרת, כלומר נותרת קבועה, ועם זאת תופעות נוטות לדעוך, ולא להמשך לנצח. ההסבר טמון בקיומו של מאפיין נוסף המצוי בכל התופעות (והמערכות) בהן עסקנו, והוא – הטמפרטורה. בדומה לשינויים במאפייני הגובה או הצורה הקשורים לאנרגיית הגובה ואנרגיה אלסטית בהתאמה, השינויים במאפיין הטמפרטורה (התחממות או התקררות) קשורים לשינויים באנרגיה התרמית. להבדיל מסוגי האנרגיה האחרים, לא כל האנרגיה התרמית מומרת בחזרה לאנרגיה מסוג אחר, ולכן היא "יוצאת מהמשחק": בכל פעם שהמערכת עוברת ממצב אחד לשני, כמות האנרגיה הזמינה להמרות חוזרות ונשנות הולכת ופוחתת, בעוד שחלקה של האנרגיה התרמית הולך וגדל. מכאן, שההתחממות המופיעה למשל בזמן חיכוך בין קרונית למסילה או בתנועה של מטוטלת, מצביעה על כך שחלק מהאנרגיה המקורית שהיה במערכת לא יוכל להמשיך ולתרום להמשך התופעה.

כאשר עוסקים באנרגיה תרמית, יש להבחין בינה לבין שני מושגים הקרובים אליה מאוד: חום והתחממות. התחממות והתקררות הם תהליכים בהם גוף מסוים משנה את הטמפרטורה שלו (על ידי חימום או קירור). האנרגיה התרמית של מערכת כלשהי היא אנרגיה המשתנה כאשר מאפיין הטמפרטורה של המערכת משתנה: כאשר הטמפרטורה עולה אנו אומרים כי האנרגיה התרמית גדלה, וכשהטמפרטורה קטנה אנו אומרים כי האנרגיה התרמית קטנה. שוב, בדומה לשינויים במאפייני הגובה או המהירות. חשוב להדגיש כי שינויים טמפרטורה יכולים להתרחש על ידי תהליכים של קרינה, הולכה, הסעה או ביצוע עבודה על ידי הפעלת כוח (כמו למשל על ידי חיכוך). הגורם המבדיל את התהליך האחרון (ביצוע עבודה) הוא שקיומו אינו תלוי בהפרש טמפרטורה.

9. מושגים בסיסיים והקשרים ביניהם

התרשים שלהלן מציג תיאור סכמתי של המושגים הבסיסיים הקשורים לגישת השינוי והקשרים ביניהם.





אנרגיה בגישת השינוי – אוסף הרעיונות המרכזיים

הטבלה הבאה מציגה את הרעיונות המרכזיים המופיעים במסמך זה, את ההצדקה הניתנת לרעיונות אלו וכן התייחסות לקשיים אפשריים של תלמידים. בסעיף הבא יפורטו קשיים נפוצים של תלמידים בהבנת מושג האנרגיה, והמענה אותו נותנת גישת השינוי לקשיים אלו.

רעיון מרכזי	הצדקה	קשיים צפויים
1) אנרגיה היא מושג אחד שערכו במערכת נתונה יכול לגדול או לקטון.	אפשר למדוד את השינוי באנרגיה בדרך אחת – על ידי שינוי טמפרטורה בגוף סטנדרטי	תפיסה מוטעית לפיה אם אין שינוי בטמפרטורה אזי אין שינוי באנרגיה
2) סוגי אנרגיה מציינים סוגי תהליכים בהם האנרגיה קטנה או גדלה	חימום/קירור המתרחש בתהליכים שונים. ציון הגודל האופייני המשתנה בעת התרחשות התהליך (גובה, מהירות וכו')	דבקות בתפיסה כי סוגי האנרגיה מציינים אנרגיות שונות במהותן
3) השינוי בגודלה של אנרגיה בעת שינוי גובה של גוף הנמצא בהשפעת כוח הכובד נמצא ביחס ישר לגודל השינוי בגובה ולמשקל הגוף.	מדידות של מידת החימום בעת ירידה של גוף מגבהים שונים ובעת ירידה של גופים בעלי משקל שונה מאותו הגובה.	קושי במעבר מתיאור איכותי לתיאור בעזרת נוסחה קושי בהסקת מסקנות כמותיות מתוצאות הניסוי קושי בבניית נוסחה אחת מתוצאות של שני ניסויים שבהם נערכה הפרדת משתנים.
4) השינוי בגודלה של אנרגיה בעת שינוי במהירות של גוף נמצא ביחס ישר לגודל השינוי בריבוע המהירות ולמסת הגוף.	מדידות של מידת החימום בעת עצירה של גוף המסתובב בתדירויות שונות. הצדקה איכותית לתלות במסת הגוף.	קושי במעבר מתיאור איכותי לתיאור בעזרת נוסחה קושי בהסקת מסקנות כמותיות מתוצאות הניסוי קושי בבניית נוסחה שבה יש תלות ריבועית ולא ליניארית
5) סך השינויים בגודלה של האנרגיה במערכות סגורות, למשל בעת ירידה	השוואה (על פי חישוב) בין הפחת באנרגיה הכרוך בירידה בגובה והתוספת לאנרגיה	קושי בהכללה קושי בשימוש במשוואת שימור האנרגיה



	הכרוכה בתוספת המהירות	בגובה תחת השפעת כוח הכובד הוא אפס.
קושי בהבחנה בין חום לטמפרטורה קושי בהבחנה בין חום להתחממות קושי בהבנת הנוסחה קושי בהבנת הקשר עם המודל המיקרוסקופי	מדידת השינוי בטמפרטורה בעת מגע בין שני גופים זהים המצויים בטמפרטורה שונה. חזרה עם גופים בעלי מסה שונה וכאלו העשויים מחומרים שונים.	6) חום הוא הפחת באנרגיה של גוף הנמצא באינטראקציה עם גוף קר ממנו.
קושי בהבנת המודל המיקרוסקופי	מעברי פאזה בין מוצק-נוזל ונוזל-גז.	7) לא כל השינויים באנרגיה הפנימית מתבטאים בשינוי טמפרטורה
קושי בהבנת המודל המיקרוסקופי הצמדות למודל של זרימת נוזלים קושי בהבנת המושגים מטען חשמלי, הספק, מתח וזרם חשמלי. קושי בהבנת היחידה קוואנטי	מדידת התחממות על ידי זרם חשמלי	8) חל שינוי באנרגיה בעת השינוי במקומם של מטענים חשמליים זה ביחס לזה
קושי בהבנת המודל המיקרוסקופי קושי בהבנת הקשר בין היווצרות/פירוק של קשרים לבין תהליכים אקסו/אנדו תרמיים.	מדידת התחממות בעת בעירה מדידת התקררות בעת הוספת מלח בישול למים	9) בתהליכים כימיים האנרגיה של הסביבה יכולה לגדול או לקטון
קושי להבין כי קרינה (אור) יכולה להיווצר ולהיעלם קושי להבין את המודל המסביר את התנהגות האור	מדידת חימום וקירור בעת בליעה ופליטה של אור מדידת היווצרות של מתח חשמלי בעת בליעה של אור	10) בעת בליעה/פליטה של קרינה אי"מ על ידי גוף כלשהו האנרגיה של הקרינה פוחתת/גדלה וזו



		של הגוף עולה/יורדת.
קושי לקבל את אי השימור של המסה (במיוחד על פי הגדרתה ככמות חומר) קושי להבחין בין תהליכים גרעיניים לבין תהליכים אטומיים	מידע על תהליכים גרעיניים	11 בעת התרחשות של תהליכים גרעיניים המסה קטנה והאנרגיה של הסביבה גדלה
קושי להבין שהאנרגיה בכל זאת נשמרת.	חקר של תהליכי דעיכה	12 חלק מהתהליכים בהם חלים שינויי אנרגיה אינם הפיכים.



דף עזר 2: קשיי תלמידים בהבנת נושא האנרגיה

להלן מתוארים קשיי נפוצים של תלמידים בהבנת מושג האנרגיה, והמענה המוצע על ידי גישת השינוי.

מקור הקשיים והצעות להתמודדות עמם	תפיסות קיימות
<p><u>מקור הקושי וסיבותיו:</u></p> <p>תפיסה זו מבוססת על כך שנהוג להציג סוגים שונים של אנרגיה הנבדלים זה מזה מבלי להראות מה משותף לכולם.</p> <p><u>דרכים להתמודדות:</u></p> <p>מוצע להדגיש כי ההבדל אינו נעוץ בכך שיש סוגים שונים של אנרגיה אלא סוגים שונים של תהליכים. "סוגי" האנרגיה הם רק שמות המתייחסים לתהליכים הללו: כאשר חל שינוי בגובה הוא מתואר ע"י שינוי באנרגיית גובה, כאשר חל שינוי במהירות הוא מתואר על ידי שינוי באנרגיית תנועה וכן הלאה. האנרגיה עצמה היא גודל אחד היכול רק לגדול או לקטון בתהליכים שונים. לדוגמא, כאשר נר בוער משתנה האנרגיה בתהליך הכימי (היא פוחתת) ובמקביל משתנה האנרגיה בתהליכים של חימום ופליטת אור (הן גדלות).</p> <p>אפשר להדגים כי תהליכים שונים אפשר לכמת על ידי בדיקת מידת החימום או הקירור שהם גורמים. באופן זה אפשר לקשר בין התהליכים השונים המתוארים על ידי שינוי באנרגיה: שינוי גובה, שינוי מהירות וכדומה. חשוב לכן לחזור ולהזכיר זאת במהלך ההוראה כאשר התלמידים לומדים להכיר תהליכים חדשים בהם משתנה האנרגיה.</p>	<p>(1) סוגי (או צורות) אנרגיה מהווים מהויות שונות</p>



מקור הקשיים והצעות להתמודדות עמם	תפיסות קיימות
<p><u>מקור הקושי וסיבותיו:</u></p> <p>תפיסה זו מתבססת על כך שתהליכים שונים אינם ממשיכים לעד אלא פוסקים לאחר זמן.</p> <p><u>דרכים להתמודדות:</u></p> <p>חשוב להפנות את תשומת הלב של התלמידים לשאלה אלו תהליכים מתרחשים במקביל ולהגיע למסקנה ששינוי בכמות האנרגיה המתרחש בתהליך כלשהו מלווה תמיד גם בחימום. התלמידים יודעים שתהליכים שונים יכולים לגרום לחימום וכדאי לציין שגם אם זו לא התוצאה העיקרית של התהליך הרי שהיא תמיד קיימת. כך למשל, בדוגמה של מטוטלת שתנודותיה הולכות ופוסקות, כדאי לשאול האם אפשר היה להשתמש במטוטלת כדי לחמם משהו. אפשר גם להדגים שהקפצת כדור-סל מספר פעמים גורמת לו להתחמם.</p> <p>תהליך החימום, שכפי שצוין קודם לכן מלווה כל תהליך בו חל שינוי באנרגיה, אינו הפיך: לאחר שחלה התחממות של גוף כלשהו אי אפשר להשתמש בתהליך ההפוך (קירור) במלואו כדי לגרום לתהליך אחר להתרחש. כך למשל, חימום מים לקיטור והנעת טורבינה תוך כדי שהם חוזרים ומתקררים, לא תוכל להתרחש במאה אחוזי יעילות. זו אינה מגבלה טכנית אלא עקרונית הנובעת מחוקי הפיזיקה.</p>	<p>(2) האנרגיה אובדת בתהליכים רבים</p>
<p>ראו סעיף קודם</p>	<p>(3) אם האנרגיה נשמרת, מדוע היא אוזלת לנו?</p>
<p>ראו סעיף קודם</p>	<p>(4) השימוש באנרגיה יכול לכלותה</p>



מקור הקשיים והצעות להתמודדות עמם	תפיסות קיימות
<p><u>מקור הקושי וסיבותיו:</u></p> <p>הדבר אינו נכון משום שתמיד שינוי בכמות האנרגיה המתרחש בתהליך כלשהו מלווה גם בחימום. כלומר תהליך של חימום מתרחש תמיד במקביל לכל תהליך אחר שבו כמות האנרגיה משתנה.</p> <p><u>דרכים להתמודדות:</u></p> <p>מומלץ לבחור בתהליך החימום (או הקירור) כאמת המידה לכל התהליכים האחרים.</p>	<p>(5) אפשר להמיר באופן מלא אנרגיה מצורה אחת לאחרת</p>



מקור הקשיים והצעות להתמודדות עמם	תפיסות קיימות
<p><u>מקור הקושי וסיבותיו:</u></p> <p>מאחורי היגד זה חבויות שתי סוגיות בעלות אופי שונה. מצד אחד הוא יכול להצביע על היעדר מודעות לתהליכים המיקרוסקופיים המתרחשים בגוף ובפרט לתנועה המתמדת של החלקיקים המרכיבים אותו. מצד שני, יתכן שהוא מעיד על כך שחלק מהתלמידים מיחסים מראש חשיבות גדולה יותר לתהליכים בהם משתנה המצב של הגוף מאשר למצב בו הוא נמצא. דווקא את נקודת המבט הזו כדאי לחזק!</p> <p><u>דרכים להתמודדות:</u></p> <p>אכן קיים קושי לייחס אנרגיה לגוף כלשהו מאחר שגודלה של האנרגיה אינו מוחלט אלא יחסי. אין הדבר כך לגבי השינוי בכמות האנרגיה המתרחש בתהליכים שונים. זו אחת הסיבות לבחירה לייחס ביחידת הלימוד חשיבות גדולה למושג זה. נדגים זאת בשני מקרים שיכולים לסייע לתלמידים לחזק את ההבנה בדבר חשיבות התהליכים בהם משתנה גודלה של האנרגיה:</p> <p>א. אם מחשבים את אנרגיית הגובה של ספר הנמצא על מדף פעם ביחס לרצפה ופעם ביחס למדף מתקבלות תוצאות שונות – ביחס למדף אין לו אנרגיית גובה כלל! לעומת זאת, השינוי בגודל האנרגיה המתרחש כאשר הספר נופל אל הרצפה אינו נתון לפרשנויות שונות.</p> <p>ב. אם מחשבים את אנרגיית התנועה של אוטובוס פעם ביחס לכביש ופעם ביחס לנהג האוטובוס מקבלים גם כאן תוצאות שונות – ביחס לנהג אין לאוטובוס אנרגיית תנועה כלל. לעומת זאת, השינוי בגודל האנרגיה המתרחש כאשר האוטובוס נעצר אינו נתון לפרשנויות שונות.</p> <p>קושי נוסף נעוץ בכך שאנרגיה משתנה בתהליכים בהם קיימת אינטראקציה בין מספר גופים ולכן חשובה המערכת כולה והאינטראקציות המתקיימות בה.</p> <p>דוגמא: בין שני גופים הטעונים במטען חשמלי יש אינטראקציה (חשמלית) ולכן אם הם יתרחקו זה מזה ישתנה גודלה של האנרגיה של המערכת של שני הגופים. לעומת זאת, אם נפרוק תחילה את הגופים מהמטען החשמלי ושוב נרחיק אותם זה מזה לא יחול כל שינוי באנרגיה</p>	<p>6) לגוף במנוחה אין אנרגיית תנועה</p>



מקור הקשיים והצעות להתמודדות עמם	תפיסות קיימות
<p><u>מקור הקושי וסיבותיו:</u></p> <p>תפיסה זו זוכה למרבה הצער לחיזוק מהשפה המקובלת בהוראת האנרגיה. ביטויים כמו אנרגיה "עוברת" מגוף לגוף, האנרגיה "משנה צורה", האנרגיה ה"אצורה/אגורה" בגוף וכו' אכן יכולים לחזק אצל הלומדים את התחושה כי מדובר במעין נוזל מסתורי.</p> <p><u>דרכים להתמודדות:</u></p> <p>על פי גישת השינוי האנרגיה יכולה רק לגדול או לקטון בתהליכים שונים. בגישה זו אנו נמנעים מלהגדיר אנרגיה, אך מגדירים שינוי בגודלה של האנרגיה ומתייחסים אליו בהרחבה.</p>	<p>(7) האנרגיה היא משהו חומרי</p>
<p>ראו סעיף קודם.</p>	<p>(8) האנרגיה היא דבר ממשי ולא מופשט</p>
<p><u>מקור הקושי וסיבותיו</u></p> <p>בחלקו מקור הקושי הוא בתפיסה של האנרגיה כמהות חומרית ובחלקו בתפיסה שהיא אגורה במעין "מחסנים" שמהם היא יכולה להשתחרר.</p> <p><u>דרכים להתמודדות:</u></p> <p>להדגיש כי אנרגיה היא מדד המאפיין תהליכים שבהם תמיד יש יותר משותף אחד (בבערה של נר למשל, האנרגיה לא משתחררת מתוך הנר אלא היא מאפיינת את האינטראקציה של החומר ממנו עשוי הנר עם החמצן שבאוויר). מומלץ לבצע פעילות המדגימה כי תהליכים שונים אפשר לכמת על ידי השינוי בגודל האנרגיה המתרחש בהם לפי מידת החימום או הקירור שהם גורמים. כדאי לחזור ולהדגיש זאת ואף להזכיר תהליכים נוספים.</p>	<p>(9) האנרגיה שייכת למקור מסוים כמו מזוננו או החשמל שאנו מקבלים מחברת החשמל</p>



מקור הקשיים והצעות להתמודדות עמם	תפיסות קיימות
<p><u>מקור הקושי וסיבותיו:</u></p> <p>הקישור שנעשה בין שני המושגים - כוח ואנרגיה, אינו מקרי. בעבר היה נהוג להגדיר את האנרגיה כיכולת לבצע עבודה כאשר המושג עבודה הוגדר כהפעלת כוח לאורך דרך. גם הניסיון היומיומי לפיו הפעלת כוח יכולה לגרום לשינוי בתנועה והקישור שעושים תלמידים רבים בין תנועה לבין אנרגיה תורם לבלבול שבין כוח לאנרגיה. יש לזכור שבשפת יומיום משתמשים בביטויים - "אין לי כוח ללמוד היום", או אין לי אנרגיה לשחק" במשמעות של אין לי מרץ (באנגלית יומיומית – energy).</p> <p><u>דרכים להתמודדות:</u></p> <p>מאחר שבגישת השינוי משמשת היכולת לחמם (או לקרר) מדד לשינוי בגודלה של האנרגיה בתהליכים שונים, אפשר להשתמש במדד זה כדי להבחין בין פעולת כוח סטטי, שאינה גורמת לשינוי באנרגיה, לבין פעולת כוח לאורך דרך שכן גורמת לשינוי כזה:</p> <p>אם תניחו בעדינות מספר ספרי לימוד על גבי מד טמפרטורה תיווכחו שקריאת הטמפרטורה שלו אינה משתנה למרות הכוח הפועל עליו. מכאן שפעולת כוח סטטי אינה גורמת לשינוי באנרגיה.</p> <p>לעומת זאת, אם תניעו את מד הטמפרטורה תוך הצמדתו בכוח לשולחן, תוכלו להבחין בעליית הטמפרטורה. ככל שתניעו את מד הטמפרטורה לאורך דרך ארוכה יותר, כך יגדל השינוי באנרגיה המתבטא בשינוי בטמפרטורה. שתי ההדגמות האלו יכולות לשמש כעוגן עבור התלמידים הנוטים לבלבל בין כוח לאנרגיה.</p>	<p>(10) אנרגיה וכוח הם מושגים נרדפים</p>



מקור הקשיים והצעות להתמודדות עמם	תפיסות קיימות
<p><u>מקור הקושי וסיבותיו</u></p> <p>אנרגיה מיוחסת (במידה רבה של צדק) לדינמיות. לכן, מאחר שהרבה דברים חיים, בשונה מהעצמים הדוממים, עוברים שינוי באופן הנראה כספונטני: הם זזים, גדלים ומתפתחים, יש נטייה ליחס אנרגיה לדינמיות זו.</p> <p><u>דרכים להתמודדות:</u></p> <p>ישנן הדגמות שונות המאפשרות לתלמידים לראות כי שינוי באנרגיה מאפיין תהליכים רבים שאינם קשורים בהכרח בגופים חיים. כדאי להשתמש בהדגמות אלו כעוגן שאליו יכולים התלמידים לפנות כאשר יש בלבם ספק לגבי כלליות השימוש במושג אנרגיה.</p>	<p>(11) אנרגיה קשורה רק בדברים חיים</p>
<p><u>מקור הקושי וסיבותיו</u></p> <p>ראו סעיפים קודמים</p> <p><u>דרכים להתמודדות:</u></p> <p>לאנרגיה אין מקורות משום שאחרת היא לא הייתה נשמרת. כוונת השימוש במונח "מקורות" היא לציין את משאבי הטבע (נפט, פחם, אור השמש, דלק גרעיני, רוח, מפלי מים וכו'). בהקשר זה ישנה לעיתים גם התייחסות לתהליכים השונים שבהם נעשה שימוש במשאבים אלו לצורך חימום, הפקת זרם חשמלי או הנעה.</p>	<p>(12) לאנרגיה יש מקורות</p>



מקור הקשיים והצעות להתמודדות עמם	תפיסות קיימות
<p><u>מקור הקושי וסיבותיו:</u></p> <p>אכן אין דרך אחת למדוד אנרגיה וכאמור גם לתוצאת המדידה יש משמעות יחסית ולא מוחלטת. מאחר שמדידה מהווה מפתח חשוב למידת ה"מדעיות" של מושג כלשהו, הרי שקושי זה פוגם בתפיסת המושג אנרגיה כמושג מדעי "כשר".</p> <p><u>דרכים להתמודדות:</u></p> <p>קושי זה הוא סיבה נוספת לבחירה להתמקד במציאת מדד אמפירי (חימום/קירור) לשינוי בגודל האנרגיה המתרחש בתהליכים שונים. באופן כזה מקבל המושג אנרגיה את ה"הכשר" המדעי.</p>	<p>(13) אי אפשר למדוד אנרגיה</p>
<p><u>מקור הקושי וסיבותיו</u></p> <p>תנועה ביחס לכדור הארץ נתפסת כגודל מוחלט. בנוסף, מרבית ספרי הלימוד אינם מתייחסים לכך שאנרגיית תנועה היא גודל יחסי.</p> <p><u>דרכים להתמודדות:</u></p> <p>גודלה של האנרגיה הקינטית יכול להיות גם שווה לאפס ובכל אופן, כפי שהודגם קודם לכן, גודל זה אינו מוחלט אלא יחסי.</p>	<p>(14) האנרגיה הקינטית היא בעלת גודל מוחלט והיא תמיד חיובית</p>
<p><u>מקור הקושי וסיבותיו</u></p> <p>קיימת נטייה להתייחס לאנרגיית התנועה ולתנועה כאל מקשה אחת.</p> <p><u>דרכים להתמודדות:</u></p> <p>אנרגיית התנועה היא גודל סקלרי. לאנרגיית התנועה, בשונה מהתנועה עצמה, אין כיוון ממש כשם שלטמפרטורה, מסה או לחץ אין כיוון.</p>	<p>(15) לאנרגיית תנועה יש כיוון</p>



מקור הקשיים והצעות להתמודדות עמם	תפיסות קיימות
<p><u>מקור הקושי וסיבותיו</u></p> <p>קיימת נטייה לחשיבה לינארית ומכאן לתפיסה שכל מתאם חיובי הוא בעל אופי לינארי. בנוסף, מרבית ספרי הלימוד בחט"ב אינם מסבירים מדוע הקשר הוא ריבועי.</p> <p><u>דרכים להתמודדות:</u></p> <p>את היחס הריבועי אפשר להראות בניסוי. לאחר מכן חשוב לתרגל יחס זה על ידי דוגמאות: אם המהירות גדלה פי שתיים, האנרגיה הקינטית גדלה פי ארבע; אם המהירות גדלה פי שלוש, האנרגיה הקינטית גדלה פי תשע וכן הלאה. נושא זה נלמד בהרחבה בכיתה ט'.</p>	<p>(16) קיים יחס ישר בין המהירות לבין האנרגיה הקינטית</p>

--	--

הקפידו לא לשנות את כמות המים בבקבוק בין המדידות!!

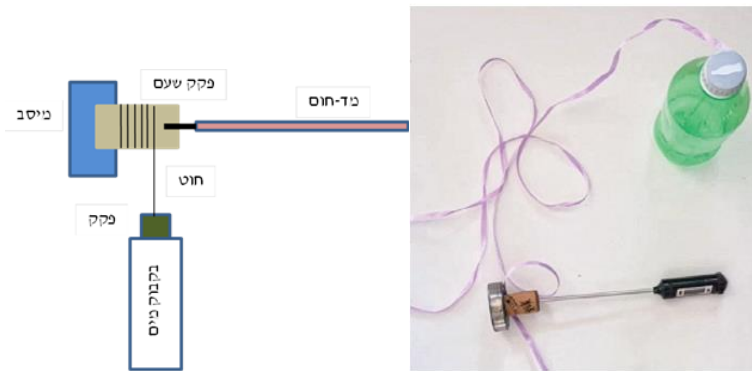
8. הציגו את התוצאות בגרף.

9. לפי תוצאות הניסוי, נסחו קשר מתמטי בין המשתנים.

ניסוי מס' 2 – התלות של שינוי באנרגיה במשקל של משקולת בעת ירידתה בגובה

לפניכם מכשיר שבעזרתו ניתן למדוד את שינוי הטמפרטורה בעת ירידה של משקולת בעלת משקלים שונים.

1. המתינו שהטמפרטורה של מד החום תתייצב.
2. קחו את בקבוק המים ומלאו בו מים עד הסוף.
3. הכניסו את הקצה החופשי של החוט אל פיית הבקבוק וסגרו אותה היטב בעזרת פקק הבקבוק כך שקצה החוט יהא אחוז בחוזקה בתוך הבקבוק.
4. לפפו את הקצה השני של החוט המחובר אל הפקק סביב פקק השעם כמוראה



בתרשים.

5. אחזו היטב במדחום ביד אחת כך שלא יוכל להסתובב וביד השניה אחזו במסב הכדורי.
6. שחררו את הבקבוק תוך החזקת המסב והמדחום. רשמו את שינוי הטמפ' שהראה המדחום.
7. החליטו ביניכם על יחידות המידה של מסת המים בבקבוק. וחזרו על המדידה עבור מסות שונות של המשקולת (הבקבוק) ומלאו את הטבלה הבאה:

המסה (ביחידות בהן בחרתם)	שינוי הטמפרטורה (במעלות צלזיוס)

הקפידו לא לשנות את גובה הירידה של הבקבוק בין המדידות!!

1. הציגו את התוצאות בגרף

2. לפי תוצאות הניסוי, נסחו קשר מתמטי בין המשתנים.

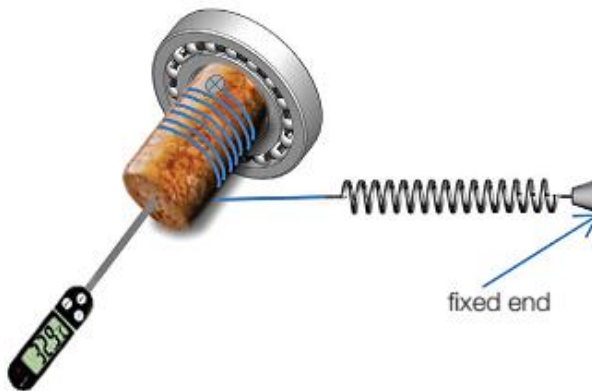
ניסוי מס' 3 – התלות של שינוי אנרגיה במידת ההתכווצות של קפיץ

לפניכם מכשיר שבעזרתו ניתן למדוד את שינוי הטמפרטורה בעת התכווצות של קפיץ במידות אורך שונות.

1. המתינו שהטמפרטורה של מד החום תתייצב.

2. קשרו את הקצה החופשי של החוט אל קצהו האחד של הקפיץ

3. לפפו את הקצה השני של החוט המחובר אל פקק סביב פקק השעם כמוראה בתרשים.



4. אחזו היטב במדחום ביד אחת כך שלא יוכל להסתובב וביד השניה אחזו במסב הכדורי.

5. מתחו את הקפיץ לאורך מסוים תוך שאתם אוחזים בפקק השעם כך שלא יסתובב.

6. שחררו את אחיזתכם בפקק תוך החזקת המיסב והמדחום. רשמו את שינוי הטמפי' שהורה המדחום.

7. החליטו ביניכם על יחידות המידה של האורך וחזרו על המדידה עבור מתיחה של הקפיץ במידות אורך שונות ומלאו את הטבלה הבאה:



מידת ההתכווצות של הקפיץ (ביחידות בהן בחרתם)	שינוי הטמפרטורה (במעלות צלזיוס)

8. הציגו את התוצאות בגרף.

9. לפי תוצאות הניסוי, נסחו קשר מתמטי בין המשתנים.

ניסוי מספר 4: האם אור בלתי נראה יכול לחמם?

1. הניחו את המדחום במרחק של כ-15 סנטימטרים מהפלטה החשמלית והפעילו את הפלטה. מדדו את הטמפרטורה (יש להמתין עד שהטמפרטורה מתייצבת).
2. כבו את הפלטה החשמלית, סמנו את מקומה והניחו אותה במקום אחר. שימו נר במקום שבו הייתה הפלטה החשמלית.
3. הניחו את קערת הנירוסטה על השולחן בתנוחה זקופה מול הנר וקבעו את המקום שבו נוצרת דמותו של הנר על ידי הקערה. סמנו את המקום, כבו את הנר והרחיקו אותו ממקומו. שימו את הפלטה החשמלית בנקודה שבה היה הנר.
4. שימו את קצה המדחום במקום שבו נוצרה קודם לכן דמותו של הנר.
5. הפעילו את הפלטה החשמלית ורשמו את הוריית המדחום למשך 2 דקות במרווחים של 15 שניות.

6. סכמו :

- a. אלו ראיות יש לכך שהחימום בניסוי שערכתם נעשה על ידי אור בלתי נראה?
- b. מדוע הניסוי שערכתם מראה כי חפצים חמים יכולים לחמם ממרחק, גם אם איננו יכולים לראות את האור שהם פולטים? תנו דוגמאות נוספות כדי לתמוך בטענתכם.

ניסוי מספר 5: מדידת שינוי טמפרטורה בעת שינוי מהירות

1. הניחו את המאוורר על השולחן ונעצו את מד החום בפקק השעם שעל צירו כפי שנראה בתמונה.
2. הוראת בטיחות: על מנת למנוע ממד החום להנתק מהפקק בשעת הסיבוב יש לשים את היד סביב קצהו של המדחום מבלי לגעת בו.



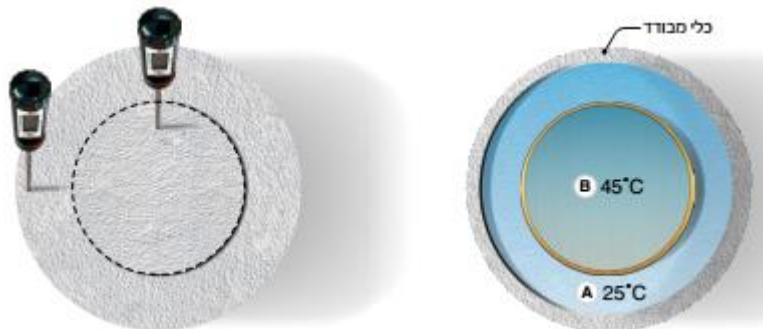
3. אחזו במאוורר היטב על מנת למנוע רעידות. קראו את הוריית המדחום והפעילו את המאוורר בעצמה הקטנה ביותר.
4. לאחר שמהירות הסיבוב תתייבב, לחצו על מתג הכיבוי של המאוורר ובו ברגע אחזו במד החום כך שהחיכוך בינו לבין הפקק יגרום לעצירת הסיבוב של המאוורר. קראו את הוריית המדחום לאחר שהגיע לטמפרטורה המרבית.
5. המתינו עד להתקררות המדחום וחזרו על הפעולה עבור מהירויות סיבוב גבוהות יותר (שימו לב שיש להקפיד עוד יותר על הוראות הבטיחות שבסעיף 2!)

6. הכינו את הטבלה הבאה :

תדירות הסיבוב	טמפרטורה התחלתית	טמפרטורה סופית	הפרש טמפרטורות

ניסוי מספר 6: שינויי טמפרטורה בעת מגע בין גופים

1. חממו מים בקומקום לטמפרטורה של כ - 45 מעלות.
2. מלאו מי ברז בכוס התרמית ומדדו את הטמפרטורה של המים.
3. מלאו את המבחנה שבתוך הכוס במים החמים, הכניסו אותה למים שבכוס וסגרו את מכסה הכוס.

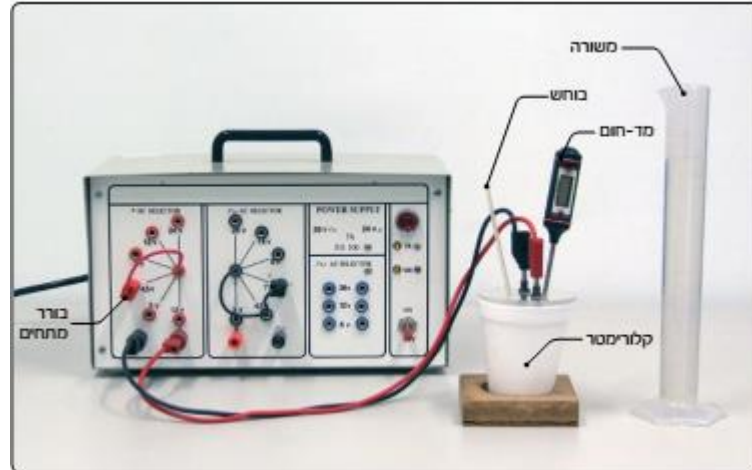


4. רשמו את הטמפרטורה של המים במבחנה ובכוס כל 20 שניות ורשמו את התוצאות בטבלה.
5. ערכו גרפים בהתאם לטבלה שלכם.

ניסוי מספר 7: שינויי טמפרטורה בעת שינוי חשמלי

1. מדדו בעזרת המשורה כמות מים שנפחם 40 סמ"ק ומזגו אותם לקלורימטר. כסו את הקלורימטר באמצעות המכסה שלו, והוסיפו את הבוחש ואת מד-החום (ראו תמונה).

2. חברו את הספק לקלורימטר ומדדו את הטמפרטורה ההתחלתית של המים.



3. הפעילו את הספק למשך 40 שניות ומדדו את המתח בין קצות נגד ואת הזרם בו.

4. מדדו את הטמפרטורה המרבית של המים

5. חזרו על המדידות עבור מתחים שונים.

4. מצגת למורים: אנרגיות מתחדשות – סקירה (74 עמודים)



1. מצגת למורים: התייעלות אנרגטית בישראל (30 עמודים)

