

עֲרֶפֶת ה.ל.ה.

(הוראה, למידה, הערכה)

בנושא אנרגיה לכיתה ט'

צוות פיתוח (לפי סדר א"ב):

ד"ר רמי אריאלי

ד"ר אמנון חזן

ד"ר ירון להבי

ד"ר רוני מועלם

אוקטובר 2012

המסמך טרם עבר עריכה לשונית וגרפית

עריכה: ד"ר איילת ויצמן

ייעוץ: פרופ' בת שבע אלון

תוכן העניינים

5	מבוא
5	א. רציונל
5	ב. מה בערכה?
7	ג. מטרות הלמידה של הנושא
8	ד. ידע קודם
9	רקע פדגוגי
9	א. הוראת המושג אנרגיה - אליה וקוץ בה
9	1.א. מהי אנרגיה – מאנרגיה לשינוי באנרגיה
12	2.א. מסוגים לתהליכים
14	3.א. המרות ומעברי אנרגיה
14	4.א. שימור אנרגיה : ההיבט הכמותי של המרות אנרגיה
16	ב. ניסוח שאלות בגישה המדגישה את השינוי באנרגיה
18	רקע מדעי
18	א. סוגי אנרגיה שלא נדונו בכתה ז'
18	1.א. אנרגיה כימית
19	2.א. אנרגיית קרינה
20	3.א. אנרגיה גרעינית
20	ב. נצילות והספק חשמלי
20	1.ב. מה קורה כאשר מרתיחים מים בקומקום חשמלי?
21	2.ב. מהו הספק חשמלי?
22	ג. הפניות לרקע מדעי וטכנולוגי בנושאים נוספים
23	רקע בנושא מערכות טכנולוגיות
25	הצעות דידקטיות להוראת הנושא
25	א. שיקולים ודגשים בתהליך ההוראה
25	1.א. ההיבט המדעי
26	2.א. ההיבט הטכנולוגי/חברתי/איש

27	3. <u>היבט המיומנויות</u>
27	ב. <u>טבלת תכנון ה.ל.ה.</u>
28	1. <u>טבלת ה.ל.ה.</u>
32	2. <u>דרכי הוראה, ניסויי מפתח ופעילויות נבחרות</u>
39	ג. <u>המלצות לשילוב טכנולוגיה בהוראת הנושא אנרגיה ומערכות טכנולוגיות</u>
39	1. <u>מקורות לשילובים של היבטים טכנולוגיים-חברתיים-אישיים</u>
42	<u>הצעות למערכי-פעילות</u>
42	א. <u>מעבדה חוקרת - תהליכי חימום וקירור</u>
42	א. <u>1. חימום בעזרת שינוי באור</u>
43	א. <u>2. חימום בעזרת שינוי גובה I</u>
44	א. <u>3. חימום בעזרת שינוי גובה II</u>
45	א. <u>4. חימום על ידי שינוי בתנועה I</u>
47	א. <u>5. חימום על ידי שינוי בתנועה II</u>
48	א. <u>6. חימום על ידי שינוי חשמלי</u>
49	א. <u>7. השינוי המתרחש בעת מגע בין גופים בעלי טמפ' שונה</u>
50	א. <u>8. חימום על ידי בעירה</u>
50	א. <u>9. קירור על ידי מגע בקרח</u>
51	ב. <u>פעילויות לקישור ידע</u>
51	1. <u>שלבי הפעילות</u>
54	2. <u>פעילות : ממעבדה לתיאוריה</u>
60	3. <u>פעילות : נוסחה ומשמעותה</u>
66	<u>מאגר משימות הערכה</u>
66	א. <u>מבחן דיאגנוסטי</u>
71	ב. <u>מיפוי פריטי ההערכה</u>
81	ג. <u>פריטי הערכה בנושא אנרגיית גובה</u>
86	ד. <u>פריטי הערכה בנושא אנרגיית תנועה</u>

90	ה. פריטי הערכה בנושא אנרגיה תרמית
93	ו. פריטי הערכה בנושא אנרגיה במערכות חשמליות
97	ז. פריטי הערכה נוספים
100	תשובות למשימות ההערכה
100	א. תשובון למבחן הדיאגנוסטי
104	ב. תשובון לפריטי הערכה בנושא אנרגיית גובה
108	ג. תשובון לפריטי הערכה בנושא אנרגיית תנועה
112	ד. תשובון לפריטי הערכה בנושא אנרגיה תרמית
113	ה. תשובון לפריטי הערכה בנושא אנרגיה במערכות חשמליות
116	ו. תשובות לפריטי ההערכה הנוספים
119	משימות הערכה מורחבות
119	א. משימות אוריינות מדעית
120	ב. קריאה וניתוח של מאמרים מדעיים
124	ג. הצעות למיני-פרוייקטים
130	מקורות
130	א. ספרי לימוד מאושרים
131	ב. חומרים מתוקשבים
134	ג. מיפוי ספרי לימוד מול הסילבוס
134	ד. התאמת הרצפים בספרי לימוד שונים לציוני הדרך בתכנית הלימודים
139	נספחים
139	א. מיון תפיסות קיימות של תלמידים בנושא אנרגיה
141	ב. ייצוג תהליכי שינוי בעזרת תרשים חיצים
143	ג. משימת אוריינות מדעית ומחווה מפורט – צריכת חשמל של מכשירים ביתיים
152	ד. משימת אוריינות מדעית ומחווה מפורט – מגדל השמש במכון ויצמן
162	ה. מעשה בדוד שמש
166	ו. הצעה לפעילות: תאי שמש ודרכי השימוש בהם

- ז. דוגמאות לפרוייקט טכנולוגי בנושא 'מערכות' ו'תיכון'.....170
- ח. שאלות ופתרונות בנושא אנרגיה כימית, אנרגיית קרינה ואנרגיה גרעינית.....178
- ט. ציוד לניסויים המוצעים בערכה זו.....182

מבוא

רציונל להוראת הנושא

ערכה זו מיועדת למורי כיתות ט' ועוסקת בהוראת היבטים פיזיקליים וטכנולוגיים של נושא האנרגיה. ההיקף הכולל הצפוי להוראת הנושא הוא 60 שעות. נושא האנרגיה הוא רב-תחומי ובהוראתו באים לידי ביטוי היבטים מדעיים, טכנולוגיים, סביבתיים, חברתיים, אישיים וערכיים. הערכה עוסקת בחזרה והבהרה של תכנים שנלמדו בשנים קודמות, והתפתחות בהיבטים הבאים:

- העמקה בהיבט הכמותי של הנושא, כולל ייצוג באמצעות נוסחאות וחישובים
- היכרות עם סוגי אנרגיה שלא נלמדו במסגרת הסילבוס הקודם
- דגש על קישורים לטכנולוגיה והיבטים בהוראת תכנים טכנולוגיים
- הרחבת הידע על מקורות אנרגיה והשפעת השימושים בה על הפרט, החברה והסביבה.
- התפתחות בתחום המיומנויות

כמו בכיתות ז ו-ח, הוראת התכנים משולבת בהוראת מיומנויות בגישה ספירלית. הקניית מיומנויות בכיתות הקודמות מאפשרת תרגול ויישום ברמות גבוהות יותר של המיומנויות שנלמדו; בפרט מיומנויות החקר והניסוי, מיומנויות חשיבה כמותית ומיומנויות חשיבה ביקורתית בניתוח סוגיות מורכבות בנושא האנרגיה.

מה בערכה?

- רקע פדגוגי:** הסבר על מהות מושג האנרגיה והיבטים פדגוגיים-מדעיים רלבנטיים להוראת הנושא בכיתה ט'. בסעיף זה מוצגת ומוסברת גישה להוראת אנרגיה המתמקדת בתהליכי שינוי, ונערכת השוואה בין גישה זו לגישה המקובלת. בנוסף, ניתן רקע פדגוגי לגבי דרכים לשילוב טכנולוגיה בהוראת אנרגיה בכיתה ט'. רקע זה כולל רציונל כללי פדגוגי והתייחסות לקשיים בהוראת הנושא.
- רקע מדעי:** רקע קצר לגבי נושאים שלא נכללו בכתה ז': אנרגיה כימית, אנרגיה גרעינית, אנרגיית קרינה. בהמשך ניתן רקע לגבי נושאים נבחרים (נצילות והספק חשמלי) בשל חשיבותם בחיי היום-יום וקשיים שיש לתלמידים בהיבטים כמותיים של נושאים אלה. בנוסף יש הפניה לרקע מדעי בנושאים נוספים.
- הצעות זידקטיות להוראת הנושא:** בסעיף זה נסקרות דרכים מעשיות המומלצות להוראת נושא האנרגיה בכיתה ט' מבחינת רצפים ופעילויות. נערך דיון ראשוני בשיקולים ודגשים בתהליך ההוראה בנושאים הנכללים בתוכנית הלימודים החדשה לכתה ט. מאחר שאין כרגע ספרים מותאמים לסילבוס החדש צרפנו לערכה (בנספח) ניתוח של ספרים קיימים מול הסילבוס. מסיבה זו גם אין בערכה הצעות למערכי שיעור מפורטים, אלא מודלים לפעילות

(ראו בסעיף הבא), והפנייה לספרים ופעילויות קיימות. בסעיף זה מוצגת טבלת תכנון ה.ל.ה. וכן הצעה לדרך אפשרית לשלב היבטים, טכנולוגיים-חברתיים-אישיים במהלך ההוראה.

4. **הצעות למערכי פעילות:** בסעיף זה מוצעים מודלים לפעילויות במעבדה ובכיתה בדגש על ניסויי חקר מתאימים לתכנית הלימודים בכיתה ט'. בסעיף "מעבדה חוקרת" מוצעות פעילויות שמטרתן לתמוך בבניית מושג האנרגיה. בסעיף "פעילויות לקישור ידע", המטרה היא להציע דרכים לקשר בין ביצוע הניסוי במעבדה לבין הרקע התאורטי וההיבט הכמותי, ולהביא להבנה מעמיקה של נוסחאות, מתוך ידיעה שתלמידים מתקשים לחבר בעצמם בין המרכיבים האלה. הפעילויות לקישור ידע נוסו בהצלחה במסגרת לימודי הפיזיקה בחטיבה העליונה.

5. **מאגר משימות הערכה:** המשימות מתמקדות בנושאים שנכללים בתוכנית העבודה לשנת תשע"ג (התייחסות למשימות בנושאים אחרים, כמו אנרגיית קרינה, אנרגיה גרעינית ואנרגיה כימית ניתן למצוא [בנספח](#)). המשימות הנכללות בערכה ממוינות לפי נושאי הלימוד ומחולקות לשני חלקים: שאלות בסיסיות, כולל פתרונות, ומשימות הערכה מורחבות. משימות ההערכה הבסיסיות כוללות משימות איכותיות וכמותיות, ברמות קושי שונות. בתחילתן של כל אחת מן המשימות יש מיון ראשוני למשימות מומלצות ומשימות נוספות, ובסוף הסעיף מופיעה טבלה הכוללת מיון ואפיון של כל המשימות ברמת תכנים ומיומנויות. משימות ההערכה המורחבות כוללות:

- הפניות למשימות אוריינות מדעית העוסקות באנרגיה. אלה משימות מורכבות העוסקות בהיבטים מדעיים, טכנולוגיים וחברתיים של נושא האנרגיה.
- הצעה לפעילות סביב קריאת מאמרים, המזמנת תרגול של מיומנויות חשיבה גבוהות כגון טיעון, מיזוג מידע, השוואה, סינתזה והערכה.
- הצעה למיני פרויקט בנושא משאבי אנרגיה.

אוכלוסיית היעד: מורים המלמדים מדע וטכנולוגיה בכיתות ט'

מטרות הלמידה של הנושא מתוך תכנית הלימודים לכתה ט' בתחומי התוכן והמיומנויות:

התלמידים...

חקר

1. יתכננו ויבצעו ניסויים מדעיים הקשורים לתוכני הלימוד בנושא אנרגיה, יסיקו מסקנות מתוך ממצאי הניסוי וייצגו את מסקנותיהם בדרכים שונות.

היבטים כמותיים של אנרגיה

2. יבינו את הצורך במדידת אנרגיה וביחידות אנרגיה ויישמו את השימוש בהן.
3. ידעו לחשב כמויות אנרגיה בסוגים שונים של אנרגיה (תרמית, גובה, תנועה וחשמלית) ויישמו זאת במצבים שונים.

אנרגיית גובה ושימושים בה

4. יבינו את הקשר בין אנרגיית גובה לבין משקל הגוף וגובה הגוף
5. יתארו בעזרת המרות אנרגיית גובה לאנרגיות אחרות
6. יכירו דרכים לשימוש באנרגיית גובה לצורכי האדם

אנרגיית תנועה

7. יבינו את הקשר בין אנרגיית תנועה של גופים לבין מהירותם ומסתם.
8. יכירו שימושים באנרגיית תנועה לצורכי האדם
9. יחקרו את אנרגיית התנועה בתחבורה ובכביש

אנרגיה במערכות חשמליות

10. יחקרו את הקשר בין המתח לבין עוצמת הזרם וההתנגדות (חוק אוהם).
11. יישמו את עקרונות החיבור המקבילי והחיבור הטורי לחישוב עוצמת זרם.
12. יחקרו את הקשר בין הזרם, המתח וההספק החשמלי.

אנרגיה תרמית ומערכות להמרתה

13. יכירו את המושגים חום סגולי וחום כמוס
14. יחקרו אנרגיה תרמית במערכות טכנולוגיות להמרת אנרגיה.

אנרגיית קרינה ושימושים בה

15. יבינו את המשותף לכל הקרינות האלקטרומגנטיות.
16. יכירו מאפיינים של קרינת האור הנראה ויבינו כיצד הם באים לידי ביטוי בתופעות שונות.
17. יסבירו את הקשר בין קרינה לבין תהליכים שונים המתרחשים בטבע ובמערכות טכנולוגיות.
18. יכירו היבטים בריאותיים של קרינה

אנרגיה כימית

19. יכירו תהליכים כימיים קולטי-אנרגיה ותהליכים כימיים פולטי-אנרגיה

אנרגיה גרעינית ומערכות להמרתה

20. יכירו את תהליך הביקוע הגרעיני ואת תהליך המיזוג הגרעיני בהם משתחררת אנרגיה גרעינית ומערכות להמרת אנרגיה גרעינית.

תאור בעזרת המרות אנרגיה, מעברי אנרגיה וחוק שימור האנרגיה

21. ידעו ליישם את השימוש במושגים הקשורים באנרגיה.

22. יידעו ליישם את חוק שימור האנרגיה בהמרות ובמעברי אנרגיה.

השלכות חברתיות של שימוש באנרגיה

23. יבינו מהו הספק וכיצד הוא יכול לשמש בשיקולי קנייה של מוצרים והשימוש בהם.

24. יבינו מהי נצילות וכיצד היא יכולה לשמש בשיקולי קנייה של מוצרים והשימוש בהם.

25. יסבירו את הקשר בין הגורמים המשפיעים על אנרגיית התנועה לבין בטיחות בדרכים.

ידע קודם:

הסטנדרטים שהוגדרו ופורסמו לכיתות ז'-ח'.

ראו פירוט ציוני הדרך של הסטנדרטים וסטנדרטי המשנה בנושא אנרגיה בקישור הבא: [תכנית](#)

לימודים לכיתות ז'-ח

מוצע לאבחן את ידע התלמידים בנושאי ערכה זו, באמצעות שאלון דיאגנוסטי שיועבר לפני תחילת הוראת הנושא. תכנון ההוראה יתבסס על ממצאים אלה ובהתאם לשיקולו של צוות מורי המדעים בבית הספר.

שאלון דיאגנוסטי לידע קודם של התלמידים מצורף [כאן](#).

הבחנה בין מושג הכוח למושג האנרגיה

בערכת ה.ל.ה בנושא אנרגיה לכיתה ז' נעשתה הבחנה בין שתי מערכות מושגיות המשמשות להמשגה, ניתוח והבנה של תופעות: מערכת מושגית העוסקת בכוחות ומערכת מושגית העוסקת באנרגיה, והוצגה מערכת מושגי האנרגיה. ערכת ה.ל.ה לכיתה ח' התמקדה במערכת המושגית של כוחות. במסגרת המבוא לנושא אנרגיה ומערכות טכנולוגיות מומלץ לחזור על ההבחנה בין מושג הכוח למושג האנרגיה.

רקע פדגוגי

א. הוראת המושג אנרגיה – אליה וקוץ בה

תפיסות וקשיים בלמידת המושג אנרגיה

המחקר בהוראת המדעים מלמדנו כי בבואנו ללמד מושג חדש עלינו לבחון קודם כל כיצד נתפס המושג, על היבטיו השונים, על ידי תלמידינו עוד בטרם החל תהליך ההוראה. רשימה של תפיסות כאלו מעלה את סוגיית הקשיים הצפויים בהוראת הנושא אנרגיה לאור תפיסות התלמידים, ואת האופן בו אסטרטגיית ההוראה תענה על אותם קשיים. ניתן למיין את התפיסות והקשיים למספר קטגוריות:

1. מהות האנרגיה
2. המשמעות של המרות ומעברי אנרגיה
3. מהם סוגי אנרגיה ומאפייניהם?
4. כיצד יודעים שאנרגיה נשמרת?

רשימה ראשונית, הממקמת את תפיסות התלמידים תחת הקטגוריות הנ"ל ניתן למצוא [בנספח א](#). להלן אסטרטגיית הוראה המציעה כיצד להתמודד עם התפיסות והקשיים הללו, להציפם ולתת להם מענה. לשם כך יש לומר מהי אנרגיה, מהם סוגי אנרגיה, מהן המרות אנרגיה ומעברי אנרגיה וכיצד יודעים כי האנרגיה נשמרת.

1.א. סוגיה ראשונה: מהי אנרגיה – מאנרגיה לשינוי באנרגיה

האם אפשר להגדיר אנרגיה? מושג האנרגיה נחשב למושג קשה להגדרה. הפיזיקאי המפורסם ריצ'רד פיינמן כתב כי ב"פיסיקה של ימינו אין לנו הבנה אמיתית מהי באמת 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?

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, מכונת 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 אינפרא-אדומה או אולטרה סגולה ועוד.

דרך אפשרית להתמודד עם הקושי שתואר לעיל היא להתמקד בתופעות בהן מתרחשים שינויים באנרגיה. שינוי באנרגיה הוא גודל שאפשר למדוד אותו ולכן ניתן להגדיר שינוי זה באופן אופרציונלי על ידי מדד משותף, למשל שינוי טמפרטורה.

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 אנרגיה מלווה בשינוי בטמפרטורה אלא רק שכל 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 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 .

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.

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

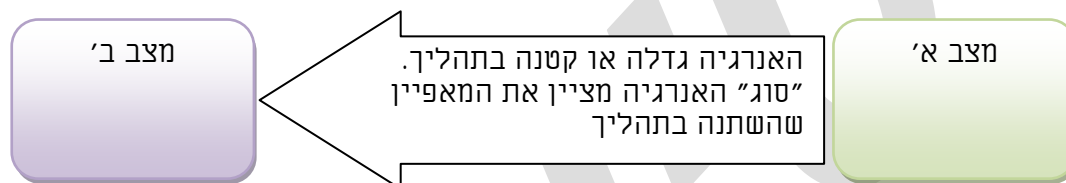
מתן הגדרה זו למושג אנרגיה מאפשר לנו לתת מענה למספר קשיים :

- א. בגלל שיטת המדידה האחידה, אפשר לאור ההגדרה לבחון את המושג אנרגיה כמושג אחד ולא כאוסף רב של מושגים שהקשר ביניהם לא תמיד ברור: אנרגיית גובה, אנרגיית תנועה, אנרגיית קרינה וכו'.
 - ב. העובדה כי ניתן לייחס לאנרגיה גם היבט של מדידה הופכת את המושג למוחשי יותר.
 - ג. ההגדרה גם 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.
- התרשים הבא מתאר את הרעיון המצוי בבסיס הגישה המובאת כאן :



2. סוגיה שניה: מסוגי אנרגיה לסוגי תהליכים

כאמור, נקודת המוצא שלנו היא בחינה של תופעות על ידי אפיון של תהליכים בהם משתנה מצבה של מערכת כלשהי. בכל תופעה ישנם מאפיינים העוזרים לנו לתאר את השינויים שהתחוללו בה. כך למשל, כאשר תפוח נושר מעץ, משתנים שני מאפיינים של המערכת תפוח-כדור הארץ: המהירות של התפוח גדלה ומרחקו מכדור הארץ קטן³. גם מאפיינים נוספים עשויים להשתנות בתהליך זה (כמו למשל הטמפרטורה של פני התפוח ושל האוויר בו הוא נע). את השינוי בכל מאפיין (גובה התפוח, מהירותו, הטמפרטורה שלו וכו') ניתן לייחס, לפי מדידות, לשינוי מתאים בגודלה של האנרגיה. במילים אחרות, אפשר לבדוק האם השינוי במאפיין מסוים מצביע על גידול או פחת באנרגיה של המערכת. לשם נוחיות הדיבור אנו מייחסים לכל מאפיין כזה, המשתנה בתהליך מסוים, "סוג" אנרגיה מתאים. אפשר לסכם ולומר כי סוגי אנרגיה אינם מהויות שונות של אנרגיה, אלא מציינים את התהליכים השונים בהם גודלה משתנה:

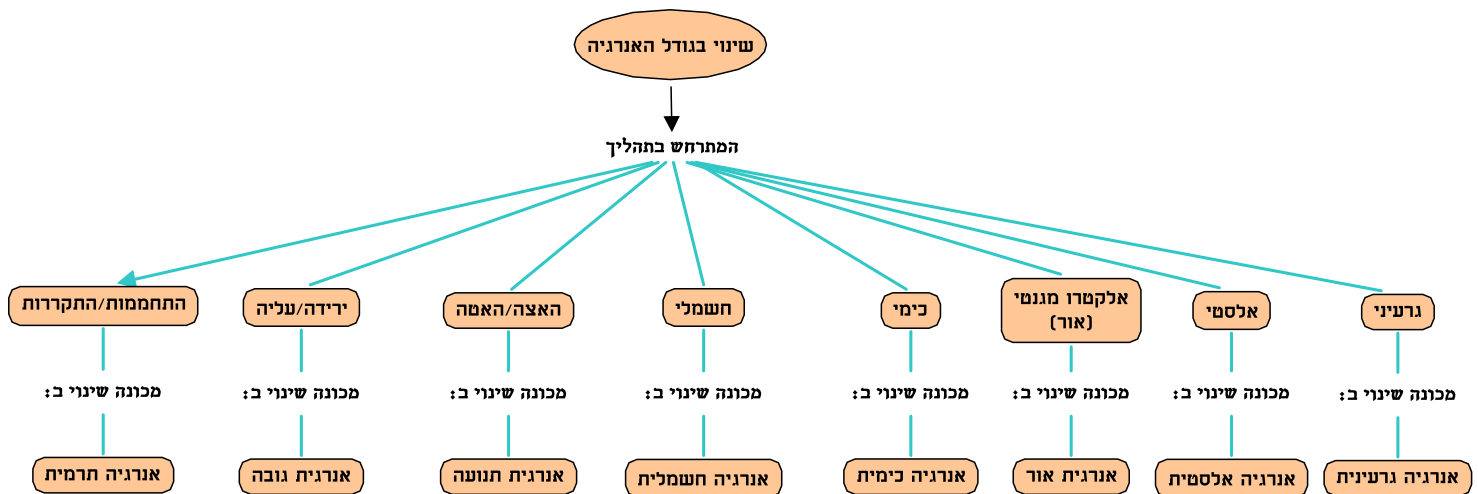


בטבלה הבאה מתוארים ומודגמים התהליכים הרלוונטיים עבור סוגי האנרגיה השונים:

דוגמה	מתייחס לשינוי בגודל האנרגיה הנמדד בתהליך של:	השם שניתן לשינוי האנרגיה ("סוג האנרגיה")
תפוח נופל מעץ, מעלית עולה.	שינוי במרחק של גוף מכדור הארץ (שינוי גובה)	שינוי באנרגיה כובדית (אנרגיית גובה)
מכונית נעצרת, כדור שנבעט.	שינוי בגודל המהירות של גוף	שינוי באנרגיית תנועה
קפיץ שנמתח, קפיצה על טרמפולינה	שינוי בצורה של גוף (כיווץ או מתיחה)	שינוי באנרגיה אלסטית
כוס תה מתקררת, מרק שמתחמם	שינוי בטמפרטורה של גוף (התחממות או התקררות)	שינוי באנרגיה הקינטית הפנימית (אנרגיה תרמית)
בליעת אור בתא פוטו-אלקטרי, נורת לד שפולטת אור, פוטוסינתזה	בליעה או פליטה של אור	שינוי באנרגיית קרינה
נר בוער, פוטוסינתזה, אלקטרוליזה	שינוי בהרכב הכימי של חומרים	שינוי באנרגיה כימית
טעינה על ידי שפשוף, זרם במעגל חשמלי	שינוי במקום של מטענים חשמליים	שינוי באנרגיה חשמלית
רדיואקטיביות, מיזוג וביקוע גרעיני	שינוי בגרעיני אטומים	שינוי באנרגיה גרעינית

התרשים הבא מתאר את הקשר בין "שפת האנרגיה" לבין תהליכי השינוי השונים:

³ בעיקרון, גם המהירות של כדור הארץ משתנה אך השינוי כל כך זעיר שאי אפשר למדוד אותו.



מדדת השינוי בטמפרטורה שגורם כל תהליך כזה בנפרד מעלה כי קיימים קשרים כמותיים בין מאפיין (או מאפייני) השינוי של כל תהליך לבין מידת השינוי באנרגיה:

- **שינוי באנרגיה כובדית (אנרגיית גובה):** מתכונתי למסה של הגוף שגובהו משתנה ולשינוי בגובה שלו:

$$\Delta E = mg\Delta h = mg(h_2 - h_1)$$

- **שינוי באנרגיית תנועה:** מתכונתי למסה של הגוף שמהירותו משתנה ולשינוי בריבוע המהירות שלו:

$$\Delta E = \frac{1}{2} m\Delta(v^2) = \frac{1}{2} m(v_2^2 - v_1^2)$$

- **שינוי באנרגיה אלסטית:** מתכונתי לשינוי בריבוע האורך של הגוף שמתכווץ או נמתח:

$$\Delta E = \frac{1}{2} k\Delta(x^2) = \frac{1}{2} k(x_2^2 - x_1^2)$$

- **שינוי באנרגיה הקינטית הפנימית (אנרגיה תרמית):** מתכונתי למסה של הגוף ולשינוי בטמפרטורה שלו:

$$\Delta E = mc\Delta T = mg(T_2 - T_1)$$

- **שינוי באנרגיית קרינה:** מתכונתי לשינוי במאפייני הקרינה (כגון התדירות והאמפליטודה) שנבלעת או נוצרת⁴

- **שינוי באנרגיה כימית:** מתכונתי לשינוי במאפייני החומרים (הקשרים המולקולריים) המשתתפים בתהליך הכימי

- **שינוי באנרגיה חשמלית:** מתכונתי לשינוי בכמות המטען החשמלי (המתכונתי לעצמת הזרם החשמלי) ולמתח החשמלי:

$$\Delta E = V(Q_2 - Q_1) = VI\Delta t$$

$$V\Delta Q$$

- **שינוי באנרגיה גרעינית:** מתכונתי לשינוי במסה של מרכיבי הגרעין:

$$\Delta E = c^2\Delta m = c^2(m_2 - m_1)$$

⁴ לגבי אנרגיית קרינה ואנרגיה כימית אין נוסחאות אחידות.

א.3. סוגיה שלישית: המרות ומעברי אנרגיה – שינויים מתרחשים במקביל

על פי כל הנאמר עד כה אין סוגים שונים (מהויות שונות) של אנרגיה אלא **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 מגמת שינויים מסוימים היא מגמה של 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.

לפיכך המושג המרת אנרגיה אין משמעו כי מהות אחת הופכת למהות אחרת. המרות אנרגיה מתארות למעשה תהליך המורכב מתהליכי משנה מקבילים שבכל אחד מהם משתנה מאפיין אחר המשווין ל"סוג" אחר של אנרגיה.

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. בשפה המקובלת נהוג לתאר זאת על ידי "המרה": אנרגיית הגובה מומרת לאנרגיית תנועה. כאמור, אין מדובר במהויות שונות אלא בתהליכים בעלי מאפיינים שונים שאחד מהם ("מומר") הוא במגמה של פחת והשני במגמה של גידול.

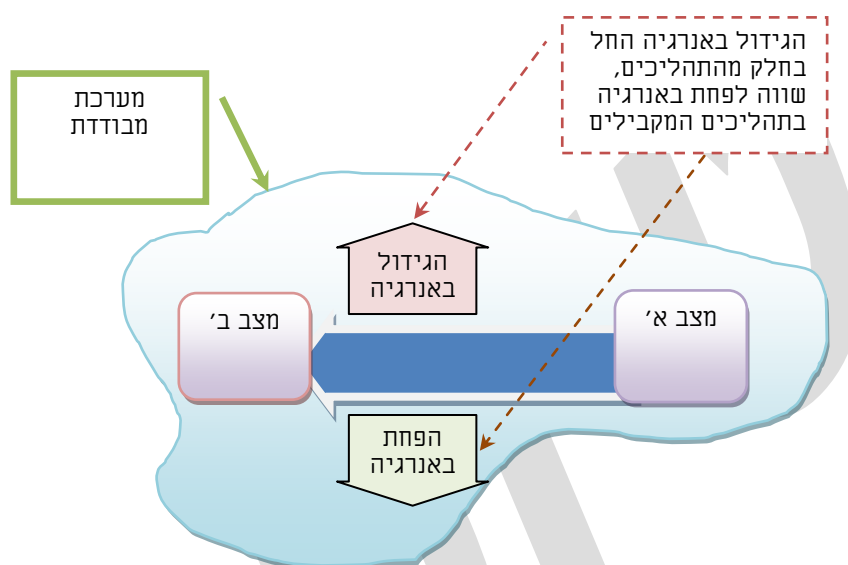
גם מעבר אנרגיה בין מערכות (או גופים) יכול להיות מתואר על ידי ציון העובדה שכאשר במערכת אחת האנרגיה פחתה, האנרגיה במערכת השניה גדלה. גם במקרה זה השתרשה שגרת דיבור אחרת לפיה האנרגיה "עוברת" מהמערכת בה היא קטנה אל המערכת בה היא גדלה. שגרת דיבור זו עלולה ליצור תפיסה חומרית של המושג אנרגיה כמעין נוזל או גז 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 לתלמידים⁵ ניתן להיעזר בתרשימי חיצים, כמתואר **בנספח ב**.

א.4. סוגיה רביעית: שימור האנרגיה – ההיבט הכמותי של המרות האנרגיה

עד כה לא עמדנו על היבטים כמותיים של השינוי באנרגיה המתאר תהליכי שינוי שונים המתרחשים בטבע. מאליה עולה השאלה המסקרנת: האם בתהליכים השונים הגידול שחל באנרגיה מ"סוג" מסוים במערכת שאין לה אינטראקציה עם הסביבה (מערכת מבודדת) מתקזז באופן מלא על ידי הפחת החל במקביל בסוג (או בסוגי) אנרגיה אחר?

⁵ יש לקחת בחשבון שמהלך כזה טרם נוסה בכיתות.

מניסויים רבים מאוד שנערכו עולה כי אכן כך הדבר: אם לוקחים בחשבון את כל השינויים המתרחשים במערכת מבודדת, ומוודדים באופן כמותי את שינויי האנרגיה המיוחסים להם, מגלים שתוספת האנרגיה בחלק מהתהליכים שווה לפחת באנרגיה בתהליכים המקבילים. מכאן, שאם מחשבים את כלל השינוי באנרגיה במערכת מבודדת מגלים שהוא אפס! בשפת המדע אנו אומרים כי אם גודל מסוים אינו משתנה בתהליכים כלשהם הרי הוא "נשמר".



הדיון בשימור האנרגיה מעלה את שאלת המערכת המבודדת (הנקראת לעתים "מערכת סגורה"): כיצד יודעים אם מערכת מסוימת היא מבודדת או לא? למעשה המדידה של שינוי האנרגיה מחוץ למערכת יכולה לתת לכך תשובה: אם בשעה שחלים שינויים במערכת לא חלים שום שינויים בסביבתה הרי שאפשר לומר כי היא מבודדת. לעתים קשה להבחין בשינויים שחלים בסביבת המערכת ויש לערוך ניסויים מדויקים כדי להשיב על השאלה אם המערכת מבודדת או לא.

כיצד משתמשים בחוק שימור האנרגיה? לצורך השימוש בחוק שימור האנרגיה יש לשאול את השאלות הבאות:

- מהי המערכת בה מדובר?
- האם היא מבודדת?
- מהם השינויים שחלים בה?
- מהם הביטויים לשינויי האנרגיה המיוחסים לשינויים אלו?

אם המערכת אכן מבודדת, נוכל לכתוב משוואה שבאגף שמאל שלה מצוין כי השינוי באנרגיה הוא אפס ובאגף ימין שלה מופיעים התיאורים הכמותיים של כל שינויי האנרגיה שחלו בה (ר' עמ' 13). כך,

למשל, אם גוף נופל מגובה אחד לגובה אחר, ופרט לשינוי במהירות ובגובה איננו מבחינים בשינויים נוספים, נוכל לכתוב:

$$\Delta E = 0 = mg\Delta h + \frac{1}{2} m\Delta(v^2)$$

מתוך המשוואה שתתקבל אפשר יהיה לחלץ את הגדלים הלא ידועים על סמך אלו הידועים.

ב. ניסוח שאלות בגישה המדגישה את השינוי באנרגיה

עד כה היה מקובל להתייחס לאנרגיה כאל "משהו" (שאותו קשה או אי אפשר להגדיר) שאינו ניתן להשמדה או לייצור, הנמצא בגוף או במערכת. לאותה יש "צורות" שונות וביטויים מתמטיים שונים המתארים אותה (שעל מקורם קשה בדרך כלל לעמוד). לפי "גישת השינוי" האנרגיה היא גודל אחד המאפיין מצב של מערכת ושאת השינוי בו אפשר למדוד בדרך אחת (הגדרה כזו נקראת אופרטיבית) וכך לתאר תהליכים שונים. המדידות מאפשרות לקשר כל תהליך שבו המערכת עוברת ממצב אחד למצב שני, לביטוי מתמטי מתאים התלוי בגדלים המשתנים. השימוש הנפוץ בביטויים כמו "האנרגיה האגורה בחמרי דלק", "אנרגיית התנועה שיש למכונית", "האנרגיה האגורה בקפיץ" או "אנרגיית הגובה שיש לגוף" מעיד על תפיסת האנרגיה כישות מוחשית הקיימת בחומר. גישת השינוי, שמה דגש על התהליך שבו משתנה המערכת בעת שהיא עוברת ממצב אחד לשני ולא על האנרגיה כישות מוחשית. דבר זה בא לידי ביטוי גם בניסוח השאלות כפי שאפשר להיווכח בדוגמאות הבאות:

נוסח נהוג	נוסח לפי גישה השינוי	הערות
עציץ שמסתו 1 ק"ג ניצב על שולחן שגובהו מטר אחד מעל הרצפה.	עציץ שמסתו 1 ק"ג ניצב על שולחן שגובהו מטר אחד מעל הרצפה ונופל.	השינוי הבולט יחסית לגישה הקלאסית הוא הדגש על התהליך המתבטא בתוספת המילה "ונופל".
א. חשבו את אנרגיית הגובה של העציץ יחסית לרצפה.	א. איזה סוג אנרגיה גדל ואיזה סוג קטן בשעת הנפילה?	סעיף א מתייחס לשינוי האיכותי בכל סוג אנרגיה במהלך הנפילה. ואילו סעיפים ב+ג עוסקים בשינוי הכמותי.
ב. לאיזה אנרגיה מומרת אנרגיית הגובה של העציץ, רגע לפני פגיעתו ברצפה? מה יהיה גודל האנרגיה ברגע זה?	ב. מה יהיה השינוי בגודלה של אנרגיית הגובה בעת נפילת העציץ בעת הגיעו לרצפה?	הבדל נוסף הוא שבגישה המקובלת האנרגיה יוחסה לעציץ ובחדשה אין זה כך.
ג. מה יהיה השינוי בגודלה של אנרגיית התנועה בעת הגיעו	ג. מה יהיה השינוי בגודלה של אנרגיית התנועה בעת הגיעו	

של העציץ לרצפה?		
עגלת תינוק שמסתה 5 ק"ג נעה במהירות של 10 מ/ש. א. חשבו את האנרגיה הקינטית של העגלה. ב. למה מומרת אנרגיית התנועה של העגלה כאשר יופעלו הבלמים והיא תעצר? מה יהיה גודלה של האנרגיה הזו?	עגלת תינוק שמסתה 5 ק"ג נעה במהירות של 10 מ/ש ועוצרת. א. מה יהיה השינוי בגודלה של האנרגיה הקינטית של העגלה כאשר היא תיעצר (בעזרת הבלמים)? ב. איזה סוג אנרגיה יקטן בעת העצירה ואיזה סוג יגדל? ג. האם גודל השינוי באנרגיה של סוג אחד שווה לגודל הפחת באנרגיה של הסוג השני? מהו גודל השינוי בכל אחד מהם?	הסעיף הראשון מדגים את הבעיות המיוחדות הנפוצה בשאלות על אנרגיית תנועה המנוסחות לפי הגישה המקובלת. לכאורה חישובה של אנרגיית התנועה של העגלה פשוט מאוד ודורש הצבה בנוסחה. ואולם, אין זה כך: הרי מנקודת הראות של התינוק לעגלה אין מהירות כלל ולכן ההצבה תעיד על כך שאין לה אנרגיית תנועה כלל! למעשה, באופן סמוי, מתבקשים כאן התלמידים לחשב את השינוי באנרגיית התנועה בין שני מצבים: במצב א' העגלה נעה ובמצב ב' היא נעצרת. התלמידים כלל אינם מודעים להיבט זה ומתייחסים לאנרגיית התנועה כאילו היא חלק ממהותו של הגוף הנע. השינוי הבולט בגישת השינוי הוא הדגש על התהליך המתבטא בתוספת המילה "ועוצרת". סעיף א' מתייחס לשינוי באנרגיה התנועה כאשר ההבדל בין שני המצבים בהם נמצאת העגלה ברור. סעיף ב' עוסק בהמרת אנרגיית התנועה לאנרגיה תרמית של המערכת. חוק שימור האנרגיה יאפשר לדעת בדיוק בכמה תגדל האנרגיה התרמית.

שימו לב ששתי הגישות דומות מאוד זו לזו בכך ששתיהן מאפשרות לבצע חישובים, בעזרת אותן
נוסחאות מתמטיות, על בסיס המושג אנרגיה. ההבדל ביניהן הוא בתפיסה של מושג האנרגיה העומדת
בבסיסן: הגישה המסורתית מבליעה את יחסיות המושג אנרגיה ולעיתים מתעלמת ממנה לחלוטין
ואילו בגישת השינוי, המדגישה את השינוי שעוברת המערכת בין מצבים שונים, ענין זה לא יוצר קושי
כלל.

סיכום

למה בעצם משמש המושג אנרגיה?

- שינוי באנרגיה הוא גודל מדיד המאפשר לתאר באופן כמותי תהליכים שונים המתרחשים
בטבע.
- משתמשים במושג אנרגיה בהקשר של השימוש במשאבים שונים (נפט, פחם, אור השמש
וכו') לצרכיו של האדם: חימום, תאורה, הנעה, וכדומה. התהליכים בהם מנוצלים משאבים
אלו כרוכים בשינוי באנרגיה.

- חוק שימור האנרגיה מאפשר לחשב, על סמך השינוי הנמדד במאפיין מסוים של המערכת (גובה מהירות טמפרטורה וכו'), את השינוי במאפיין אחר שאולי לא ניתן, או קשה, למדוד.

רקע מדעי

א. סוגי אנרגיה שלא נדונו בכתה ז'

1. אנרגיה כימית

במערכת בה מתרחשים תהליכים כימיים חל שינוי בחומרים: החומרים בתחילת התהליך (המכונים "מגיבים") שונים מאלו שנמצאים במערכת בסופו ("התוצרים"). בעת ההתרחשות של תהליכים כימיים, משתנה האנרגיה של המערכת: האנרגיה של התוצרים בתהליך יכולה לגדול או לקטון ביחס לאנרגיית המגיבים. לשינוי זה באנרגיה, הכרוך בתהליכים כימיים, קוראים שינוי באנרגיה כימית. השינוי באנרגיה הכימית נובע מכך שהאטומים בחומרי המוצא (המגיבים) מתנתקים זה מזה, תוך שבירת קשרים כימיים. האטומים הללו מתחברים באופן שונה ויוצרים קשרים כימיים חדשים תוך כדי יצירת חומרים חדשים (התוצרים). תהליכים בהם משתנה גודלה של האנרגיה הכימית, כמו למשל תהליכי בעירה, הם שימושיים מאוד בחיי היום יום. שינויים בגודל האנרגיה הכימית מתרחשים גם במרבית התהליכים הדרושים לקיום החיים: עיכול, נשימה, פעולת השרירים, ראייה, פוטוסינתזה ועוד.

אפשר להבחין בין שני סוגים של תגובות כימיות: אקסותרמיות ואנדותרמיות. בתגובות אקסותרמיות נפלטת אנרגיה לסביבה, כלומר אנרגיית התוצרים נמוכה מזו של אנרגיית המגיבים, ואילו בתגובות אנדותרמיות נקלטת אנרגיה מהסביבה, כלומר אנרגיית התוצרים גבוהה מזו של המגיבים. ניתן לסכם את המושגים הקשורים באנרגיה כימית במפת מושגים, כמו זאת המופיעה באתר האנרגיה, בכתובת:

<http://stwww.weizmann.ac.il/energy/EnergySources/Chemical/FChemical3.htm>

דוגמה לתהליכים אקסותרמיים היא תהליכי עיכול: בתהליכים הכימיים של פירוק האוכל שאנו אוכלים משתחררת אנרגיה, המשמשת לצורכי הגוף. על נושא התזונה ואספקת האנרגיה לגוף החי, ניתן לקרוא באתר הבא:

<http://stwww.weizmann.ac.il/g-junior/nutrition/>

דוגמה לתהליך אנדותרמי היא תהליך הפוטוסינתזה. בתהליך זה נבלע אור בצמח ומתרחשים תהליכים כימיים בהם נוצרים חומרים חדשים. האנרגיה של התרכובות החדשות (התוצרים) גדולה מזו של המגיבים בדיוק במידה שנוספה על ידי האור שנבלע.

למעשה כל שריפה של דלקים מחצביים כמו פחם, נפט וגז טבעי מאפשרת לקבל חלק מכמות האנרגיה של האור שנבלע בצמח בתהליך הפוטוסינתזה, גם אם תהליך זה התרחש לפני מיליוני שנים. דלקים מחצביים נוצרים גם היום, אבל בקצב הנמוך בהרבה מקצב הצריכה שלהם על ידי האנושות. משום כך דלקים מחצביים נחשבים למשאב מתכלה.

מידע נוסף על סוגים שונים של דלקים מחצביים ניתן למצוא בקישורים הבאים:

♣ [נפט גולמי](#).

♣ [פחם](#).

♣ [גז טבעי](#).

♣ [פצלי שמן \(אבן בטומנית\)](#).

בחיי יום-יום, אנו משתמשים בתהליכים בהם האנרגיה הכימית קטנה והאנרגיה החשמלית גדלה (המרה של אנרגיה כימית לאנרגיה חשמלית). דוגמאות למתקנים בהם מתרחש תהליך זה הן:

♣ [סוללה חשמלית \(בטריה\)](#).

♣ מצבר.

♣ [תא דלק](#).

גם בהתפוצצות של חומרי נפץ למיניהם מתרחש תהליך כימי בו האנרגיה הכימית של תוצרי התהליך קטנה מזו של המגיבים ועל כן משתחררת אנרגיה לסביבה.

2. אנרגיית קרינה

אור יכול להבלע בחומר ולהעלים (כמו למשל בקולטי השמש שעל גגות הבתים), או להיווצר בחומר ולהפלט ממנו (כמו למשל בנורת להט). כאשר אור נבלע בחומר האור נעלם והאנרגיה של החומר גדלה, וכאשר הוא נוצר ונפלט האנרגיה של החומר קטנה. לשינוי באנרגיה הכרוך בשינוי באור (אור נבלע או נפלט) נקרא שינוי באנרגיית האור: היא גדלה כאשר הוא נוצר וקטנה כאשר הוא נעלם.

האור שייך לתופעה רחבה יותר, הנקראת בשם קרינה אלקטרומגנטית, אליה שייכים גם גלי רדיו, גלי מיקרו, קרינה אינפרא-אדומה, קרינה אולטרא-סגולה, קרני רנטגן וקרינת גמא. כל סוגי הקרינה האלקטרומגנטית נעים במרחב במהירות האור (שערכה בריק הוא 300,000 ק"מ בשנייה) והם נבדלים זה מזה באורך הגל שלהם כמו גם בגודל השינוי באנרגיה שהם יכולים לחולל: בליעה של קרינה בעלת אורך גל קצר תגרום לתוספת אנרגיה גדולה מבליעה של קרינה בעלת אורך גל ארוך. חלק מהתופעות הקשורות בקרינה אלקטרומגנטית אפשר להסביר על ידי ההנחה שהיא נבלעת או נפלטת כחלקיקים. חלקיקי הקרינה האלקטרומגנטית מכונים פוטונים: בליעה או פליטה של פוטונים של קרינה בעלת אורך גל גדול (כמו גלי רדיו למשל) תגרום לשינוי קטן יותר באנרגיה מאשר זו של פוטונים של קרינה בעלת אורך גל קצר (כמו קרני רנטגן). כלומר תוספת האנרגיה בעת בליעה של פוטון של קרינת גמא (קרינה אלקטרומגנטית בעלת אורך גל קצר) גדולה מאשר התוספת בעת בליעה של פוטון של גלי רדיו (קרינה בעלת אורך גל גדול). בליעה של קרינה אלקטרומגנטית בחומר יכולה לגרום לחימומו כמו גם לשינויים כימיים (בתהליך הפוטוסינתזה למשל) או חשמליים (בתאים סולאריים למשל).

קרינת השמש היא ברובה קרינה אלקטרומגנטית, המכסה תחומים רבים של הספקטרום, כולל גם תחום הספקטרום הנראה (התחום בו מגיבה רשתית העין). לקרינה האלקטרומגנטית של השמש חשיבות עצומה לגבינו: הבליעה של קרינת השמש על ידי כדור הארץ מחממת אותו, והבליעה של אור

השמש בעת הפוטוסינתזה מהווה את התהליך המרכזי בקיום החיים על כדור הארץ. ואולם, קרינת השמש מורכבת גם מפוטונים של קרינה בעלת אורך גל קצר, כמו הקרינה האולטרה-סגולה, שהאנרגיה הכרוכה בבליעתם היא רבה. קרינה כזו יכולה לגרום לשינויים כימיים בלתי רצויים בגופנו. על דרכים שונות באמצעותן ניתן לנצל את אנרגיית השמש, אפשר ללמוד באתר הבא:

<http://stwww.weizmann.ac.il/energy/EnergySources/Solar/FSolar1.htm>

3. אנרגיה גרעינית

בתהליכים גרעיניים, כמו אלו המתרחשים בחמרים מהם בנויים פצצות אטום או פצצות מימן, המסה של גרעיני האטומים המשתתפים בתהליך קטנה ונפלטת לסביבה אנרגיה בכמות עצומה. גם בשמש מתרחשים תהליכים גרעיניים כאלו והם אחראיים לכמות האנרגיה הגדולה הנפלטת ממנה. לאנרגיה המשתנה בתהליכים גרעיניים קוראים אנרגיה גרעינית וכאמור שינוי זה קשור לשינויים במסה של גרעיני האטומים המשתתפים בתהליך (חוק שימור המסה לא מתקיים ברבים מהתהליכים הגרעיניים).

הקשר בין השינוי במסה (הפרש המסות בין גרעיני המקור לגרעיני התוצרים - Δm) לכמות האנרגיה הנפלטת נתון על ידי המשוואה המפורסמת של איינשטיין:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

כאשר c היא מהירות האור ו- ΔE האנרגיה הנפלטת.

אפשר להבחין בין שני תהליכים גרעיניים מרכזיים הגורמים לפליטה של אנרגיה: מיזוג גרעיני וביקוע גרעיני. במיזוג גרעיני גרעינים של יסודות קלים מתמזגים ליצירת גרעין כבד יותר (למשל גרעינים של מימן המתמזגים ליצירת גרעין הליום). בביקוע גרעיני גרעין של יסוד כבד מתפרק לגרעינים של יסודות קלים יותר (למשל ביקוע של גרעין של אורניום בפצצת אטום).

האדם עושה שימוש בתהליכים גרעיניים בתחנות כוח גרעיניות בהן האנרגיה העצומה הנפלטת משמשת ליצירת קיטור ולהנעת טורבינה לצורך יצירת זרם חשמלי. רקע מדעי על גרעין האטום ואנרגיה גרעינית, ניתן למצוא באתר האנרגיה, בכתובת:

<http://stwww.weizmann.ac.il/energy/EnergySources/Nuclear/FNuclear1.htm>

ב. נצילות והספק חשמלי

1. מה קורה כאשר מרתיחים מים בקומקום חשמלי?

כאשר עובר זרם חשמלי, המהווה מדד לתנועה של מטענים, דרך גוף החימום שבקומקום מתרחשים התהליכים הבאים: המטענים החשמליים משנים את מקומם (תהליך המתואר על ידי השינוי באנרגיה החשמלית) וגוף החימום יחד עם המים והאוויר שסביב הקומקום מתחממים (תהליך המתואר על ידי השינוי באנרגיה התרמית). בתהליך אחד האנרגיה (החשמלית) קטנה ואילו בשני האנרגיה (התרמית) גדלה. חלק מהחום תורם לחימום המים וחלק לחימום הקומקום ולאחר מכן לחימום האוויר שסביבו (הקר יותר).

מבחינת המשתמש בקומקום יש כאן "אובדן" משמעותי של אנרגיה חשמלית, כי רק חלקה שימש את

המטרה - חימום המים בקומקום. הנצילות של הקומקום כמכשיר לחימום מים רחוקה מלהיות 100%. בתנאים רגילים הנצילות של קומקום חשמלי היא כ- 60%, כלומר, רק כ- 60% מהתוספת לאנרגיה של הקומקום בעת הפעלתו ("האנרגיה החשמלית שצרך הקומקום") שימש אותנו ביעילות (לחימום המים), יתרת השינוי באנרגיה לא נקלט על-ידי המים ומבחינתנו זו אנרגיה "אבודה". אובדנים אלה באנרגיה תלויים במידת הבידוד של הקומקום, החומר ממנו הוא עשוי, וגדלים ככל שעולה הטמפרטורה של הקומקום ביחס לטמפרטורה בסביבתו. באופן כללי, הפעלה של מערכת דורשת תוספת אנרגיה מהסביבה (אנרגיה "מושקעת" או "נצרכת") ואילו פעולתה של המערכת אמנם מגדילה את האנרגיה של סביבתה ("אנרגיה מופקת"), אולם רק חלק מתוספת זו נחוץ לנו.

כדוגמה נוספת, נדון בפעולתה של **נורת להט חשמלית**. מטרת השימוש בנורה חשמלית היא הארה. אנו מעוניינים הפעם באנרגיית קרינה. אך כידוע הנורה לא רק מאירה, אלא גם מתחממת. זאת אומרת, בתהליך זה אנרגיה חשמלית מומרת לאנרגיית קרינה ולאנרגיה תרמית. כלומר רק חלק מן האנרגיה החשמלית הומר לאנרגיה הרצויה לנו.

אפשר להראות כי בממוצע רק כ- 3/100 (כ- 3 אחוזים) מן האנרגיה החשמלית משמשת לתאורה ואילו רוב האנרגיה החשמלית, כ- 97/100 (כ- 97 אחוז), הומרה לאנרגיה תרמית - לאנרגיה בלתי רצויה. כדי לתאר את אופן התנהגותה של נורת הלהט החשמלית אנו אומרים שנצילות הנורה היא 2-5% בקירוב. **הנצילות** של מערכת היא מספר שמציין את היחס בין חלק האנרגיה הרצוי לנו המתקבל מפעולתה לבין תוספת האנרגיה הדרושה לצורך הפעלתה. במילים אחרות: נצילות של מתקן, או מכונה, הוא מספר השווה ליחס בין האנרגיה המופקת הרצויה (אנרגיה יעילה) לבין האנרגיה המושקעת. אפשר להציג את הנצילות בעזרת נוסחה:

$$\eta = \frac{\text{אנרגיה רצויה}}{\text{אנרגיה מושקעת}}$$

את הנצילות נוהגים לבטא באחוזים, לפיכך הנצילות של הקומקום החשמלי שווה 60%, ואילו הנצילות של נורת ליבון חשמלית כ- 3%. לעומת נורת ליבון חשמלית, נורה פלואורסצנטית פועלת ביעילות גבוהה יותר ונצילותה כ- 20% - 25% ואילו נצילותה של נורת לד גבוהה אף יותר (30%-50%). שימו לב שנורה פלואורסצנטית ונורת לד אינן מתחממות, אך מתקיימים בהן תהליכים אחרים שאינם תורמים לפליטת אור. כדאי לשים לב, ולהפנות גם את תשומת לב התלמידים, לכך שהעובדה שהנצילות אינה של מאה אחוזים אינה עומדת בסתירה לחוק שימור האנרגיה. חוק שימור האנרגיה לוקח בחשבון את כל שינויי האנרגיה המתרחשים ולא רק את אלו שבהם אנחנו עושים שימוש.

2.2. מהו הספק חשמלי?

כדי לענות על השאלה המופיעה בכותרת, יש לברר קודם כל מהו הספק בכלל. בתהליכים רבים אנו מתעניינים אך ורק בגודל השינוי באנרגיה שחל בתהליך. ואולם, לעתים חשוב לדעת גם במשך כמה זמן התרחש שינוי זה. כך למשל, כאשר אנחנו מפעילים תנור, חשוב לדעת כמה חום הוא פולט (כלומר מה היתה תוספת האנרגיה התרמית לסביבתו של התנור) בכל שעה או דקה של הפעלת התנור. באותה מידה, חשוב גם לדעת מהי תוספת האנרגיה לתנור עצמו הכרוכה בשימוש במשאבים השונים בעת

הפעלתו (נפט, עצים, פחם וכו'). כך למשל, אם מדובר בתנור חשמלי, הרי שחשוב לדעת מה היתה תוספת האנרגיה שמקורה בתהליך חשמלי ("אנרגיה חשמלית") בעת הפעלת התנור במשך אותו זמן. הספק, אם כן, מתאר את קצב השינוי באנרגיה והוא מוגדר כגודל השינוי באנרגיה (תוספת או פחת) ליחידת זמן. היחידות המקובלות של ההספק הן ג'אול לשניה, כאשר ג'אול אחד לשניה נקרא ווט.

ג. הפניות לרקע מדעי וטכנולוגי בנושאים נוספים⁶

נושא	מקורות
משבר האנרגיה	באתר אנרגיה בהיבט רב תחומי "אנרגיה ושימורה", מדריך למורה, עמ' 227-244
יחידות אנרגיה	באתר אנרגיה בהיבט רב תחומי "אנרגיה ושימורה", מדריך למורה, עמ' 207-222
מקורות אנרגיה (כולל ראשוני ושינוי)	באתר אנרגיה בהיבט רב תחומי
אנרגיית קרינה	ערכת ה.ל.ה בנושא קרינה למו"ט באתר המרכז הארצי למו"ט בחט"ב

⁶ ראו גם [בסעיף המקורות](#).

הרקע באתר אנרגיה בהיבט רב תחומי עדיין לא עבר עריכה מדעית

רקע בנושא מערכות טכנולוגיות⁷

סעיף זה הוא חזרה על חומר שנמצא בתכנית הלימודים של ביה"ס היסודי ומובא כאן לנוחיות המורים.

מערכת טכנולוגית מאופיינת ברכיבים מעשה ידי אדם, הפועלים בתיאום להשגת מטרה, ובה מתקיימים תהליכי קלט, עיבוד, פלט, בקרה ומשוב.

מערכת טכנולוגית: שילוב של רכיבים מעשה ידי האדם, הפועלים בתיאום לצורך השגת מטרה וכמענה לצרכים אנושיים. בין מרכיבי המערכת יש יחסי גומלין ואם אחד מהם יחסר, פעולתה תפגע. במערכת מתקיימים תהליכי קלט, עיבוד, פלט, בקרה ומשוב. תוצר של המערכת נקרא בשם פלט.

- **קלט:** המידע, תוספת האנרגיה, האותות והחומרים המוזנים למערכת ודרושים לפעולתה התקינה. חלק מהקלטים יכול להיות מחוץ בקרה שבעזרתו המשתמש מכוון את התוצר הרצוי (למשל טמפרטורה).
- **תהליך:** פעולה או פעולות המתבצעות על הקלט באמצעות רכיבי המערכת, כדי לקבל את הפלט הרצוי. לדוגמה – פעולת מכונת הכביסה או עיבוד מידע במחשב.
- **פלט:** התוצרים (מידע, תוספת האנרגיה, אותות וחומרים) שהמערכת מפיקה כתוצאה מהתהליך המתבצע על הקלטים. למערכת יהיו לרוב שני סוגי פלט: פלט רצוי ופלט בלתי רצוי. דוגמה לפלט בלתי רצוי הוא חום המופק מנורת ליבון בזמן פעולתה.

ניתן לייצג מערכות טכנולוגיות באמצעות **תרשים מלבנים**, המבוסס על אבני היסוד הבאות:

1. **מלבן** - מייצג מערכת או תת-מערכת פיסית (תהליך).

2. **חץ** - מייצג קלט או פלט.

תרשים המלבנים הכללי של מערכת טכנולוגית נראה כך:



מערכות טכנולוגיות מורכבות לרוב משילוב של תת-מערכות, שהן מערכות משנה בתוך מערכת גדולה יותר. לכל תת-מערכת תפקיד מוגדר.

⁷ סעיף זה נכתב על ידי ד"ר גדעון קפלן

במקרים רבים נמצא במערכת חיישן או חיישנים, שבעזרתם נמדד פרמטר מסוים של המערכת, והוא מאפשר למערכת לבקר את פעולתה כך שתתאים לתוצר הרצוי או למחווה הבקרה (למשל, הגעה לטמפרטורה רצויה בתנור אפיה). בדרך כלל מדברים על 'בקרה בחוג סגור' כאשר המערכת משווה את מצבה (הנמדד בעזרת חיישן או חיישנים) למצב רצוי ופועלת בהתאם (למשל – פעולת חימום או פעולת קירור, לפי הטמפרטורה הנמדדת), ועל 'בקרה בחוג פתוח' כאשר מערכת מופעלת ללא השוואת מצב למצב רצוי, אלא למשל מופעלת לזמן קצוב.

מקורות:

ספרי לימוד לכתה ו'

- 'תחנת הכח והסביבה' מאת אסנת דגן ודב קיפרמן, הוצאת מב"ט, עמודים 70-71.
- במבט חדש – מדע וטכנולוגיה לכתה ו', הוצאת רמות
- מדע בעידן טכנולוגי 6, הוצאת רכס
- מאמר 'תרשים מלבנים לייצוג ותיאור של מערכות', רשת אורט; רמי סרור ושי פישביין.

הצעות דידקטיות להוראת הנושא א. שיקולים ודגשים בתהליך ההוראה

מקצוע הפיזיקה טופל בשנים הראשונות של חטיבת הביניים בעיקר באופן איכותי. בכיתה ז' נלמד נושא האנרגיה כהמשך להוראת האנרגיה בביה"ס היסודי שם נלמד הנושא על ידי תיאור מילולי של תהליכים תוך שימוש במושגים הקשורים באנרגיה מבלי לעמוד על המשמעות המדעית שלהם. בכיתה ז', לעומת זאת, מושם דגש על הכרת תהליכים בהם משתנה האנרגיה, סוגי האנרגיה המיוחסים לאותם תהליכים והמרות אנרגיה. כמו כן לומדים התלמידים בכיתה ז' על חוק שימור האנרגיה ומשמעותו. בכיתה ז', אם כן, הוראת נושא האנרגיה בעיקרה איכותית ולא רק תיאורית, והיא עוסקת בזיהוי משתנים/גורמים (מסה, גובה, מהירות וכד') והשפעתם על השינוי באנרגיה ("ככל שהשינוי בגובה גדול יותר כך השינוי באנרגיית הגובה גדול יותר"). בכיתה ח' מטופל הנושא של כוחות ותנועה וחשמל עם היבטים כמותיים מסוימים (תרשימי כוחות כמותיים, מדידות ויחידות בנושא חוק אוהם בחשמל). בכיתה ט' חוזר נושא האנרגיה, אך מטופל הפעם באופן כמותי מלא: גודל השינוי באנרגיה בתהליכים שונים וכן חוק שימור האנרגיה מתורגמים לביטויים מתמטיים (נוסחאות) והתלמידים לומדים כיצד עורכים חישובים ומנבאים בעזרתם את התוצאות של אותם תהליכים. ניתן להדגים את מבנה ההוראה הספיראלית של נושא האנרגיה במהלך השנים, החל מגישה תיאורית בלבד בביה"ס היסודי, דרך גישה איכותית וכמותית חלקית בכיתות הראשונות של החטיבה, ועד לגישה כמותית בכיתה ט' באופן הבא:

גישת תיאורית ← גישה איכותית ← גישה כמותית

עקרונות בהוראת הפיזיקה בכיתה ט':

התפיסה הכללית המומלצת להוראת נושא האנרגיה בכיתה ט' היא גישה המשלבת היבטים מדעיים, טכנולוגיים, חברתיים/סביבתיים ואישיים. כמו בכיתות ז' ו-ח' גם בכיתה ט' משולבת הוראת התכנים בהקנייה ויישום של מיומנויות למידה, חקר ופתרון בעיות.

א.1. ההיבט המדעי

1. **תהליכי שינוי וסוגי אנרגיה**: מומלץ לבחור ניסוי מפתח ואחת [מהפעילויות הנוספות המומלצות](#) לכל תהליך ולתת לתלמידים לבצעם, בכדי להגיע לנוסחה הקושרת בין הגורמים המשתנים לבין שינוי האנרגיה המתאים וסוג האנרגיה המתאים. (ניתן כמובן לבחור בכל פעילות מפתח מתאימה הנמצאת בספר הלימוד בו משתמשים התלמידים).

2. **מתיאור איכותי לתיאור כמותי**: התייחסות לתופעות / ניסויים המוצגים בשלושת ההיבטים: לתת לתלמידים לתאר את המתרחש במערכת בצורה איכותית (כולל שימוש בתיאור מלבנים של המרות אנרגיה במערכת), לזהות את הגורמים המשפיעים ואז לעבור לחישוב כמותי. חשוב לקשר בין השימוש בנוסחאות לבין התהליכים הרלוונטיים שהן מתארות. ניתן להיעזר [בתבנית להבנת נוסחאות](#).

3. **משמעות המושג אנרגיה**: חשוב שהתלמידים יבינו את משמעות המושג אנרגיה על מנת שיוכלו להבחין בין אנרגיה לכוח ובין השימוש במושג אנרגיה בשפה היומיומית לבין משמעותו המדעית.

4. **יחידות**: דיון ביחידות בהן משתמשים, ובמידת הצורך מעברים בין יחידות (לדוגמא, ג'אול לעומת קוט"ש).

5. **חוק שימור האנרגיה**: התייחסות לחוק שימור האנרגיה בהיבט הכמותי דורשת הבהרה של משמעות החוק וכיצד הוא נקבע, מהי מערכת מבודדת (סגורה) ומהי מערכת פתוחה וכיצד מיישמים בחוק שימור האנרגיה את התיאור הכמותי של תהליכים שונים בעזרת נוסחאות המתארות את גודל שינוי האנרגיה (סוגי אנרגיה).

הערה כללית: במהלך ההוראה כדאי להציג כל סוג אנרגיה במצומד עם אנרגיה אחרת אליה היא מומרת, ולציין כי חוק שימור האנרגיה מאפשר לעשות זאת. לדוגמא, במקרה של המרה של אנרגיית גובה לאנרגיית תנועה- יש להתייחס לשני סוגי האנרגיה: השינוי באנרגיית הגובה של המערכת מהמצב הראשון למצב שני שווה לשינוי באנרגיית התנועה.

6. **חיבור בין סוגי האנרגיה בעזרת חוק שימור האנרגיה**. למשל, אחרי שלמדו התלמידים על אנרגיית גובה יוכלו להשתמש בידע הכמותי בעת לימודיהם על המרות אנרגיה לסוגי האנרגיה הנוספים.

7. **משבר האנרגיה ומשמעותו**: אם האנרגיה נשמרת אז מדוע מדברים על "משבר האנרגיה"? מומלץ לערוך דיון ברקע המדעי הנחוץ להבנת סוגיות מרכזיות בנושא משאבי (מקורות) האנרגיה.

2.א. ההיבט הטכנולוגי/חברתי/אישי

שילוב הטכנולוגיה בהוראת הנושא אנרגיה ומערכות טכנולוגיות בכיתה ט' יתבסס על הרקע בנושא הטכנולוגיה שנלמדו בבית הספר היסודי ובכיתות ז' ו-ח', בפרט הידע שנרכש בנושא תהליך התיכון והמערכות. בתכנית הלימודים מוצגים פיתוחים והיבטים טכנולוגיים בהקשרים מדעיים ספציפיים.

בהתאם, הנושאים הטכנולוגיים ישולבו באופן מתמשך בהקשר של למידת התכנים המדעיים.

הנושאים הטכנולוגיים מופיעים בשני אופנים:

א. לכל אחד מסוגי האנרגיה מומלצים נושאים טכנולוגיים מתאימים. ניתן למיין נושאים אלה לכמה משפחות:

- משאבי אנרגיה, הפקה ושימושים (לדוגמא, תחנה הידרואלקטרית)
- התקנים טכנולוגיים בשירות האדם (לדוגמא, מקרר)
- יסודים של עקרונות מדעיים בחיי היום-יום (לדוגמא במשחקים)

ב. פרויקט חקר/תיכון שאפשר לבצע בנושא האנרגיה. לפרויקט זה מוקצבות 15 שעות. מורה יוכל לבחור בנושא פיזיקה/טכנולוגיה כמוקד הפרויקט שיבצעו תלמידיו בכיתה ט', ובהתאם תתווספה 15 שעות הוראה (מעבר ל-60 השעות המוקצבות להוראת נושא האנרגיה).

התייחסות לשני האופנים האלה ניתן למצוא בסעיף [ההצעות הדידקטיות](#) באופן הבא:

א. במסגרת רצפי ההוראה המתבססים על למידה מתמשכת של נושא הטכנולוגיה בשילוב עם הוראת התכנים המדעיים מוצגת [טבלה](#), ובה הצעות להפעלה בכיתה, המשלבות היבטים מדעיים וטכנולוגיים

ב. בסעיף [הצעות למיני פרויקטים](#) יש דוגמאות לפרויקטי חקר ותיכון שניתן לבצע במסגרת 15 השעות המוקצבות לנושא זה.

גישה אלטרנטיבית לשילוב מדע וטכנולוגיה בהוראת נושא האנרגיה היא גישה של פתרון בעיות. על פי גישה זו מוצגת בעייה אישית, חברתית או עולמית, שאותה מנסים לפתור תוך שימוש בידע ומיומנויות מתחום המדע והטכנולוגיה. [בנספח ז](#) תוכלו למצוא התייחסות לגישה זו.

א.3. היבט המיומנויות

בכיתה ט' מושם דגש על המשך פיתוח מיומנויות חקר. חשוב לשלב בהוראה מיומנויות חקר באופן מפורש. הוראה מפורשת הכוונה להקנייה מסודרת של המיומנויות בשילוב עם התוכן, כולל פעילויות לבניית המיומנויות, וליישומה בתכנים דומים ושונים, ולא רק שימוש במיומנויות. הוראת נושא האנרגיה מזמנת התייחסות למיומנויות בידוד משתנים, העלאת השערות, ניסוח שאלות, איסוף נתונים, הסקת מסקנות ועוד. ההוראה בכיתה ט' מאפשרת שלב ספירלי נוסף גם לשאר המיומנויות שנלמדו בכיתות ז' ו-ח'. הפרויקט יכול להרחיב ולבסס את המיומנויות השונות שנלמדו בחטיבת הביניים.

ב. טבלת תכנון ה.ל.ה

להלן [המלצה](#) לרצף אפשרי להוראת הציר המדעי בנושא האנרגיה בכיתה ט' והפנייה לפעילויות רלוונטיות. בתחילה מתוארת תמצית של ההמלצה במסגרת טבלה ולאחריה פירוט של דרכי ההוראה וניסויי המפתח. בהמשך לטבלה זו מובאות הצעות לשילוב ההיבטים הטכנולוגיים/ חברתיים/ אישיים.

אפשרות אחרת היא לשנות את סדר הוראת סוגי האנרגיה השונים ולהשתמש במידע שבטבלה באופן מודולרי.

הערה: למרות שבהמלצה המתוארת בטבלה יש התייחסות לכל אחד מסוגי האנרגיה בנפרד, בהוראה יש שילוב של שינויים בו זמניים של תהליכים בהם מעורבים סוגי אנרגיה שונים בהתאם לחוק שימור האנרגיה, כפי שתואר ברקע הפדגוגי.

ב.1. טבלת ה.ל.ה

נושא ⁸	מטרות, מושגים ורעיונות	מיומנויות	ניסויי מפתח ⁹ ופעילויות נבחרות	הפנייה לחומרי למידה (למורה)	הפנייה למשימות הערכה
מבוא (1 שעה)	אבחון ידע קודם, חזרה וקישור לנלמד בכיתות ז-ח		שאלון דיאגנוסטי הבחנה בין מושג הכוח למושג האנרגיה		שאלון דיאגנוסטי עמ' 79
אנרגיית גובה (6 שעות)	הקשר בין אנרגיית גובה למשקל וגובה הגוף	ביצוע ניסוי, כולל ניתוח נתונים והסקת מסקנות	הפלת משקולות על פלסטלינה/חול או כדור מתגלגל על מסילה מטוטלת בתנועה	חווייה פסיקלית עמ' 155-157 עולם של אנרגיה עמ' 60-104, 61	עמ' 97, שאלות 1-6, 12-13, 8-10
	חישוב אנרגיית גובה	חישוב	משימות הערכה	אנרגיה ושימורה עולם של אנרגיה	עמ' 100, שאלות 4, 6, 13, 11
	המרות לאנרגיית תנועה (ואנרגיות אחרות) וחוק שימור האנרגיה	ייצוג ידע	ראו בסעיף ניסויי מפתח	אנרגיה ושימורה עולם של אנרגיה	עמ' 100, שאלות 5-7
	שימושים לצורכי האדם	פתרון בעיות	ראו טבלת שילובים טכנולוגיים עמ' 47	אנרגיה בהיבט רב תחומי	משימת אוריינות מדעית מוביל השלום
שילוב טכנולוגיה בנושא אנרגיית גובה עמ' 48					
אנרגיית תנועה	הקשר בין אנרגיית תנועה של גופים לבין מהירותם ומסתם		כדור מתגלגל מכונית נוסעת על מסילה משופעת בעלת משטחים שונים- נייר זכוכית/דשא סינטטי / חול / לבד, מים, שמן	עולם של אנרגיה עמ' 135, 128, 126	עמ' 105, שאלות 14-17

⁸ הנושאים בהתאם לתכנית הלימודים המעודכנת ומסמך האב לשנת תשע"ג

⁹ תאור מפורט של הניסויים מופיע בהמשך בסעיף "דרכי הוראה, ניסויי מפתח, ופעילויות נבחרות"

עמ' 106 שאלות 17-23	אנרגיה ושימורה 63-64	ניסוי מפתח 5		נוסחת אנרגיית תנועה מהות אנרגיית תנועה	(10 שעות)
שאלות 24-25				אנרגיית התנועה בתחבורה (תנועת מכונית, סירת מפרש)	
משימת אורייתות – מדעית – כמעט תאונה	אנרגיה ושימורה 74-79			אנרגיית התנועה בכביש (מרחק עצירה, מרחק תגובה, זמן תגובה, מרחק בלימה)	
				שילוב טכנולוגיה בנושא אנרגיית תנועה עמ' 48	
עמ' 113 שאלות 37-39 53	עולם של אנרגיה עמ' 277, 275 אנרגיה ושימורה 169-192	חוק אוהם : מדידת עוצמת זרם במעגל הכולל נגד כתלות במתח / בהתנגדות הנגד, או מדידת המתח החשמלי במעגל כתלות בזרם או בהתנגדות		גדלים במעגל החשמלי (עוצמת הזרם, מדידת זרם, מתח, התנגדות, חוק אוהם)	אנרגיה במערכות חשמליות (13 שעות)
עמ' 117 שאלות 51-52	עולם של אנרגיה עמ' 294 (קלורימטר) אנרגיה ושימורה 199-206	קלורימטר: הקשר בין כמות המשתען החשמלי לבין השינוי באנרגיית החום של המים.		חישובי אנרגיה במעגל החשמלי	
עמ' 114 שאלות 40-44	אנרגיה ושימורה 193-198			חיבור נגדים בטור ובמקביל	
עמ' 116 שאלות 45	עולם של אנרגיה עמ' 315 אנרגיה ושימורה 198-203	מדידת הזמן הנדרש לאותה כמות של מים להגיע לטמפרטורה מסוימת בקומקומים בעלי הספק שונה		הספק כקצב המרת האנרגיה	

נצילות				עמ' 117 שאלות 46-52 משימת אוריינות מדעית עמ' 170 צריכת חשמל של מכשירים ביתיים	אנרגיה ושימורה 237-242
חשבון החשמל				משימות אוריינות מדעית חשבון החשמל הביתי	
שילוב טכנולוגיה בנושא אנרגיה במערכות חשמליות עמ' 49					
הקשר בין כמות אנרגיה תרמית למסה, שינויי טמפרטורה וסוג החומר המתחמם	אנרגיה תרמית ומערכות להמרתה (8 שעות)	ראו בסעיף ניסויי מפתח עמ' 38	חווייה פיזיקלית- אנרגיה" חידוד אבחנה בין חום וטמפרטורה עמוד 201 התפשטות גופים כתוצאה מחום 202 חום סוג של אנרגיה (גיאול) עמוד 204 , 208 ניסויים והסברים של מודל גיאול 218 , 217 אנרגיה ושימורה 127-136	עמ' 109 שאלות 26-27	
חום סגולי		חימום מסות שונות של מים בקומקום לאותה טמפרטורה	חום וטמפרטורה עמ' 115 אנרגיה ושימורה 137	עמ' 111 שאלות 33	
חום כמוס		חימום מסות שונות של קרח עד לקבלת אדי מים ומדידת זמן	עולם של אנרגיה עמ' 176 חום וטמפרטורה עמ' 136 אנרגיה ושימורה 148-154	עמ' 112 שאלות 35-36	

עמ' 109 שאלות 28-29		מדידת השינוי בטמפרטורה בעקבות מגע בין גופים בעלי טמפ' שונה		הולכת חום	
עמ' 111 שאלות 32				אנרגיה תרמית במערכות טכנולוגיות (קומקום, מיזוג, מקרר, מנוע שריפה חיצונית/ פנימית)	
				שילוב טכנולוגיה בנושא אנרגיה תרמית עמ' 48	
עמ' 214 נספח ח	אנרגיה ושימורה 213-218			חקר הגורמים המשפיעים על המרת אנרגיית קרינה לחום	אנרגיית קרינה והשימושים בה (8 שעות)
				סוגים של קרינה אלקטרומגנטית	
משימת אוריינות מדעית - תנור שמש	אנרגיה ושימורה 220-223	תנור שמש: חימום מים ומדידת הטמפ' ביחס לזמן		תכונות של קרינה תופעות טבע רלבנטיות	
משימות אוריינות מדעית מגדל השמש תחנת החלל תנור שמש	אתר אנרגיה בהיבט רב- תחומי	ניסויים מבוססי תאי שמש 1,2 נספח ו' עמ' 198		אנרגיית קרינה במערכות טכנולוגיות	
עמ' 214 נספח ח				תהליכי שחרור אנרגיה גרעינית (מיזוג, ביקוע, סדרי גודל)	אנרגיה גרעינית (4 שעות)
משימת אוריינות מדעית כורי ביקוע גרעיניים				מערכות להמרת אנרגיה גרעינית	
עמ' 214 נספח ח	עולם של אנרגיה: ניסוי נר המימן. סרטון מתוך פארק של אנרגיה- פרק ו' סעיף א'.	עמ' 38 ניסוי 1-4		תהליכים כימיים קולטי אנרגיה ותהליכים כימיים פולטי אנרגיה (בעירה, נשימה, פוטוסינתזה)	אנרגיה כימית (2 שעות)
	אנרגיה ושימורה 225-227	מעבדה חוקרת – תהליכי חימום וקירור עמ' 50		במערכת מבודדת (מערכת שאין לה אינטראקציה עם סביבתה) כמות האנרגיה הכוללת אינה משתנה.	חוק שימור האנרגיה (2 שעות)

משימות אוריינות מדעית טלפון סלולארי				בריאות וקרינה אלקטרומגנטית	השפעת האנרגיה על הפרט, החברה והסביבה (6 שעות)
משימות אוריינות מדעית צריכת אנרגיה בעולם				בריאות ואנרגיית קרינה רדיואקטיבית (הרחבה)	

ב. דרכי הוראה, ניסויי מפתח¹⁰ ופעילויות נבחרות

א. אנרגיית גובה

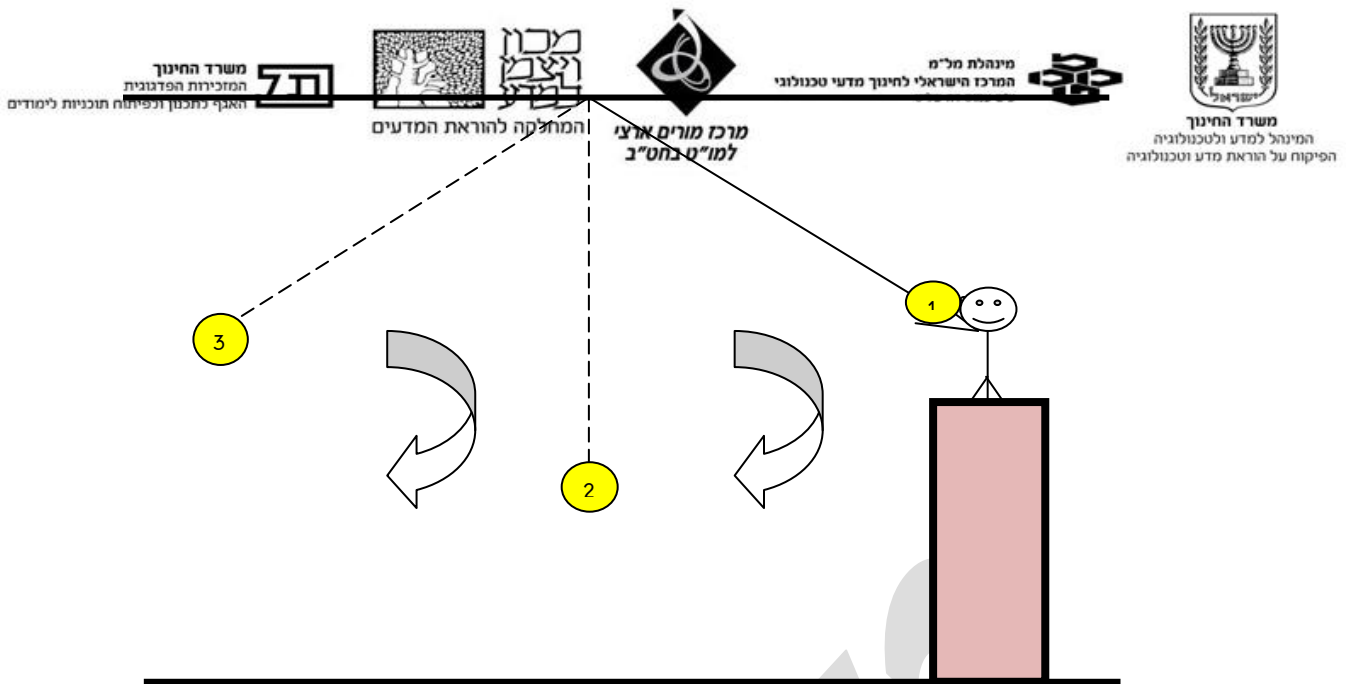
דרכי הוראה

מומלץ לבצע ניסויים המדגימים השפעה של משתנים שונים (מסה, גובה) על גודל השינוי באנרגיית הגובה ולקבל הערכה כמותית. כדאי להתייחס גם לתופעות הקשורות בסוגי אנרגיה אליהן מומרת אנרגיית הגובה (למשל שינוי במהירות, או עיוות וחימום שנוצרים בפגיעת גוף נופל). רצוי, במידת האפשר, לשחזר את הניסוי של גיאול או לתת תיאור כמותי של ניסוי זה. כדאי להתחיל באנרגיית גובה כי הקשר בין הגדלים / משתנים לינארי. חישוב כמותי של אנרגיית גובה (הצבת המשתנים בנוסחת אנרגיית הגובה $E_p = mgh$). חשוב להפנות את תשומת הלב של התלמידים לכך שבתהליך בו משתנה אנרגיית הגובה במערכת מסוימת רק הגובה משתנה ולא המסה. תלות האנרגיה במסה באה לביטוי בהשוואת אנרגיית הגובה של מערכות שונות (לדוגמא נפילה של שתי משקולות בעלות מסות שונות).

ניסוי מפתח: הכדור התלוי וחוק שימור האנרגיה

כדור כבד (ברזל) שמסתו 5 ק"ג מוחזק על קיר בעזרת חוט, התלמיד העומד על הכסא מחזיק את הכדור כך שהוא נוגע לו באף ומשחרר אותו ממצב מנוחה. שינוי הגובה בין מצב 1 לבין מצב 2 הוא חצי מטר.

¹⁰ ניסויים אלה מבוססים על הצעותיהם של המדריכים המחוזיים: יוסי זיוון, ד"ר סימון גפן, אורה אייזנברג, ד"ר יבגניה גבאי, נגה רוזוב וא. ג'ואר.



שאלות בעקבות הניסוי:

1. תארו במלים את שינויי האנרגיה בין המצבים השונים.
2. אלו סוגי אנרגיה גדלים ואלו קטנים במעבר בין כל שלב לשלב? תארו זאת בעזרת תרשים חצים..
3. למה לדעתכם הכדור לא פגע באפו של הילד ברגע שחזר שוב לאותה נקודה ששוחרר ממנה?
4. האם היינו מקבלים תוצאה דומה (הכדור לא פוגע) אם היינו מחליפים את הכדור בכדור קלקר? מה ניתן ללמוד מכך?
5. שערו מה יקרה לכדור אחרי כמה שעות, הסבירו את תשובתכם.
6. מה לדעתכם היה קורה אם הניסוי היה מתבצע במקום בו אין אוויר?
7. מה תהיה מהירות הכדור לאחר ששוחרר ממצב 1 והגיע למצב 2?

המלצות לפעילויות נוספות

ניסוי 1: ערכת SCIENCE DEMO של המשקולות הנופלות על פלסטלינה או על חול, בדיקת השפעת הגובה על השקע הנוצר, השפעת המסה של הגוף וגם בדיקת גורמים שאינם משפיעים (צורת הגוף למשל) ניסוי זה גם מוזכר בספרים ("חוויה פיזיקלית- אנרגיה" עמוד 155 156 157, עולם של אנרגיה- עמודים 60-61 (פרק על אנרגיית הגובה))

ניסוי 2: כדור מתגלגל על מסילה חלקה מגבהים שונים ודוחף קובייה הנמצאת בתחתית המסילה. לראות שהמרחק שהקובייה תעבור על המישור האופקי תלוי ב:

- בגובה ההתחלתי של הכדור
- במסה של הכדור

ניסוי 3: מתוך ספר "יסודות הפיסיקה"¹¹ (יגאל גלילי ודני עובדיה) ניסוי חקר של אנרגיה פוטנציאלית

כובדית: עמ' 324-321

ניסוי 4: חימום על ידי תהליך של ירידה בגובה (ראו המאמר "שובו של המיני-ג'אול" בעיתון תהודה,

ינואר 2012).

ניסוי 5: מטוטלת בתנועה- מדידת גובה התחלתי וסופי של מטוטלת מעל משטח ייחוס.

ג. אנרגיית תנועה

דרכי הוראה

מומלץ לבצע ניסויים המדגימים את השפעתם של משתנים שונים (מסה, מהירות) על גודל השינוי באנרגיית התנועה ולקבל הערכה כמותית. כדאי להשתמש בניסויים המשלבים המרה של אנרגיית גובה לאנרגיית תנועה.

מומלץ לבצע ניסויים המדגימים את השפעת המשתנים השונים (מסה, גובה ומהירות) על גודל אנרגיית הגובה, על אנרגיית התנועה (והקשר ביניהן).

חישוב אנרגיית תנועה.

חשוב להפנות את תשומת הלב של התלמידים לכך שבתהליך בו משתנה אנרגיית התנועה רק המהירות משתנה ולא המסה.

הערה:

מומלץ לחשוף את התלמידים למונח "אנרגיה קינטית" כתרגום ל"אנרגיית תנועה" כמונח המקובל בפיזיקה.

ניסוי מפתח: הקשר בין אנרגיית התנועה ומהירות הגוף - חקר נפילה חופשית עם רשם זמן (מדידה בעזרת רשם זמן של המהירות בגבהים שונים והשוואתו לאנרגיית גובה ש"נעלמה". מופיע ב "יסודות הפיזיקה" (גלילי ועובדיה) עמ' 356.

המלצות לפעילויות נוספות

ניסוי 2: ניסוי פחות כמותי אך קל, המראה תלות בין אנרגיית תנועה למסה ובין אנרגיית תנועה למהירות: עולם של אנרגיה עמ' 128.

ניסוי 3: קשר בין מהירות ואנרגיית תנועה בעזרת גלגל (עולם של אנרגיה עמ' 135)

ניסוי 4: אישור לנוסחה לאנרגיה קינטית (חווייה פיזיקלית): עמ' 172 ניסוי 4. חימום על ידי תהליך של עצירת גלגל מסתובב (ראו המאמר "שובו של המיני-ג'אול" בעיתון תהודה, ינואר 2012).

* אישור הנוסחה לאנרגיה קינטית יכול להתקבל או על ידי ניסוי, כדוגמת הניסויים של ג'אול, או על פי ההנחה שחוק שימור אנרגיה הוא אקסיומה.

ניסויים נוספים: מתוך "עולם של אנרגיה" עמוד 126 128 השפעת המסה ומהירות על אנרגיית

התנועה. כדור מתגלגל/ מכונית נוסעת על מסילה משופעת בעלת משטחים שונים- נייר זכוכית/דשא סינטטי / חול / לבד, מים, שמן

¹¹ הספר אינו מאושר על ידי משרד החינוך לתלמידים, אך מורים יכולים להיעזר בו במידת הצורך.

ד. אנרגיה במערכות חשמליות

דרכי הוראה

יש לדון על מושגים מעולם החשמל: חוק אוהם, המרות אנרגיה חשמלית לחום (למשל חימום מים בעזרת גוף חימום חשמלי בהספקים שונים), נצילות.

ניסוי מפתח

מחממים מים בקומקום חשמלי תוך מדידת זמן החימום והשינוי בטמפרטורת המים. אפשר לשנות את כמות המים ולבחון את קצב החימום. השוואה בין האנרגיה החשמלית שהושקעה לאנרגיית החום במים (נצילות).

המלצות לפעילויות נוספות

ניסוי 1 - ניסוי קלורימטרי

לחמם כמות נתונה של מים בתוך כוס תרמית בעזרת כף חשמלית תוך כדי מדידת I, V , הזמן ושינוי הטמפרטורה.

לשנות את I ו V על ידי נגד משתנה או הוספת בטריות ולבדוק את ההשפעה על שינוי הטמפרטורה כפונקציה של הזמן.

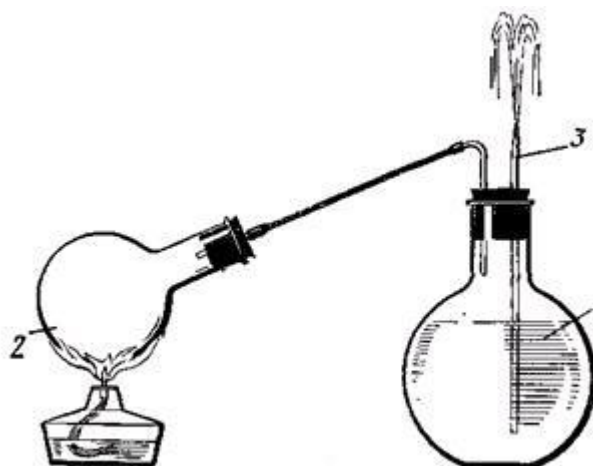
ה. אנרגיה תרמית

המלצות פדגוגיות

מומלץ להדגים המרת כל אחת מהאנרגיות המכניות שטופלו (תנועה וגובה) לחום. מדידה של חימום מים.

חישוב אנרגיה תרמית ע"פ הנוסחה. חשוב להדגיש כי החום אינו מדד לאנרגיה שנמצאת בגוף: בכל הניסויים אנו מודדים אך ורק את האנרגיה שנוספה (או נגרעה) לגוף או נגרעה ממנו.

ניסוי מפתח: המרת אנרגיה תרמית לאנרגיית תנועה של נזלים



איור של הניסוי

מטרת הניסוי: הצגת דוגמה להמרות אנרגיה

תיאור הניסוי: להרכיב את המערכת המתוארת באיור.

הערה: קצה צינור מס' 3 חייב להיות בקוטר 0.6-0.7mm

ביצוע הניסוי: מחממים את מיכל מספר 2 ומצינור מס' 3 עולים הנוזלים בצורת מזרקה.

הסבר: בזמן חימום מיכל מס' 2 האנרגיה התרמית של הגזים עולה ולחץ הגז במיכל מס' 1 גדל.

הנוזלים הנמצאים במיכל מס' 1 עולים דרך צינור מס' 3 ופורצים דרכו בצורת מזרקה.

המלצות לפעילויות נוספות

ניסוי 1: חימום מים על הגז. נרשום את הטמפרטורות בפרקי זמן קבועים ונראה את הקשר בין ΔT והזמן שחלף.

ניסוי 2: נחזור על ניסוי 1 עם כמויות מים שונות. נשווה את הזמן הדרוש להתחממות זהה

ניסוי 3: נחזור על הניסויים עם נוזלים אחרים (עם שמן מומלץ לבצע בהדגמה בלבד כי הוא דליק)

ניסוי 4: מגע בין גופים בטמפרטורה שונה

1. אנרגיית קרינה

המלצות פדגוגיות

מומלץ לדון בהמרת אנרגיית קרינה לאנרגיה חשמלית (תא שמש), נצילות, הבדל בין סוללה לתא שמש (התנגדות פנימית). היבטים של בטיחות וכד'.

מומלץ להציג את השימושים השונים של קרינה בתקשורת, ברפואה וכד' וכן בכללי הזהירות הדרושים בעת השימוש בה.

ניסוי מפתח: חימום מים: לכוון מנורה חזקה למבחנה המכילה מים ולעקב אחרי שינוי הטמפרטורה של המים עם הזמן. אפשר לשנות את המרחק ולבדוק את השפעתו על חימום המים.

המלצות לפעילויות נוספות

ראו [נספח 1](#) - ניסויים מבוססי תאי שמש. מופיעים באתר האנרגיה :

<http://stwww.weizmann.ac.il/energy>

והפנייה לפעילות בקישור :

<http://stwww.weizmann.ac.il/energy/Course/Demos/FDemoEnergy3.htm>

ניסוי: הדגמה עם רדיומטר קרוקס (מכשיר שניתן לרכוש): לכוון מנורת שולחן למרחקים שונים מהרדיומטר ולבדוק שמהירות הסיבוב של הרדיומטר גדלה ככל שהמנורה קרובה יותר. חקר הגורמים המשפיעים על המרת אנרגיית קרינה לחום :
א. הקשר בין צבע הכלי לטמפרטורת המים שהוא מכיל : מדידת טמפרטורת המים במבחנה עטופה בנייר צלופן בצבעים שונים, נייר אלומיניום, נייר שחור ונייר לבן.
ב. חימום מים בעזרת תנור שמש ומדידת הטמפרטורה ביחס לזמן.
ג. הדמיית אפקט החממה : מדידת השינוי בטמפרטורת האוויר בקופסה שקופה וסגורה בהשוואה לקופסה פתוחה לאורך שעות (ניתן לבצע גם בבקבוק פלסטיק).

ז. אנרגיה גרעינית

המלצות פדגוגיות

תיאור כללי. חשוב לציין את התהליכים הגרעיניים המתרחשים בשמש. דילמות כגון: סכנות (דליפה בכור גרעיני), זיהום סביבתי של חומרי הפסולת.

ח. אנרגיה כימית¹²

המלצות פדגוגיות

מומלץ לדון על קלוריות במוצרי מזון, לקשר לחום ולהראות ניסויים של תגובות אקסו ואנדו-טרמיות.

חשוב לציין שאין פה חישוב של כמות האנרגיה הכימית אלא רק מדד לגודל השינוי החל בה בתהליכים שונים.

ניסוי מפתח: טיל סודה- המרה של אנרגיה כימית לאנרגיית תנועה (ראו הפנייה בסעיף אנרגיה כימית בטבלה למעלה)

זהירות!!!: הניסוי הזה דורש להרחיק את הילדים מאזור ההדגמה, רק תלמיד אחד או שניים לכל היותר מבצעים את הניסוי בתנאי שהם **חובשים משקפי מגן**.

ציוד: קופסת סרט צילום עם מכסה מתאים, חומץ בישול, אבקת סודה (או אלקא זלצר).

מהלך הניסוי: ממלאים שליש מהקופסא בחומץ ולאחר מכן שופכים לתוכה אבקת סודה (חצי כפית קטנה). סוגרים, את הקופסא היטב ובמהירות ומניחים אותה עם מכסה למטה על הרצפה.

¹² החומרים בהם נעשה שימוש בניסויים אושרו ע"י יועץ בטיחות.

מה קרה? נוצרה תגובה כימית המשחררת גז CO_2 . כתוצאה מהלחץ שמפעיל הגז, משתחרר גוף הקופסא מהמכסה ועף למעלה. בתרשים חצים, תיאור התהליך יהיה כך:



משימה: מדדו את מסת הקופסא, העריכו את הגובה המקסימלי שאליו היא מגיעה, והעריכו מהי המהירות ההתחלתית של הקופסא? (היעזרו לשם כך בחוק שימור האנרגיה)

המלצות לפעילויות נוספות

בניסוי נבדוק את תלות האנרגיה הכימית בכמות המגיבים. ניקח דוגמאות של תהליכים אנדותרמים (קולטי אנרגיה) וגם של תהליכים אקסותרמים (פולטי אנרגיה).

ניסוי 1: המסת אמון חנקתי (אנדותרמי) במים. ניקח כמויות שונות של המומס באותה כמות מים ונבדוק את שינוי הטמפרטורה בכל מקרה. (תמיסה לשימוש התלמידים תהיה בריכוז של עד 2 מולר).

ניסוי 2: תגובת חומצה בסיס בסביבה מימית (אקסותרמי) במים. ניקח כמויות שונות של המומס על ידי שינוי הריכוזים באותה כמות כוללת של תמיסה מימית ונבדוק את שינוי הטמפרטורה בכל מקרה.

ניסוי 3: המסת NaOH מוצק במים (עדיף הדגמה) (תהליך אקסותרמי)

ניסוי 4: ניסוי נר המימן – סרטון מתוך פארק של אנרגיה - (ספר עולם של אנרגיה פרק ו' סעיף א').

ניסוי 5: ראו ניסוי מס' 2 בהצעות לניסויי מפתח.

ג. המלצות לשילוב טכנולוגיה בהוראת הנושא אנרגיה ומערכות טכנולוגיות לכתה ט'

יעדי ההוראה: ידע והבנה של מושגים בסיסיים בניתוח מערכות: קלט-פלט, חשיבה בסדרי גודל, אפיון מערכת, ניתוח מרכיבים וחשיבותם.

בהתאם לגישות שתוארו לעיל ישנן דרכים שונות לשילוב טכנולוגיה בהוראת הנושא, הן ברצף הכללי של חלוקת הנושאים, והן במסגרת של כל שיעור ושיעור. כפי שצינו לעיל אנו ממליצים על הוראה משולבת של ההיבטים שתוארו לעיל. בפרט נתמקד כאן בשילוב של נושאי המדע והטכנולוגיה. כפי שתואר לעיל אנו ממליצים לארגן את ההוראה סביב התכנים המדעיים (שימור האנרגיה, סוגי האנרגיה) ולשלב בהוראה כצירי אורך את נושא המשאבים, תאור והסבר של התקנים טכנולוגיים במשולב עם התנסויות מעבדתיות, ויישומים של עקרונות מדעיים בחיי היום-יום. צירים אלה יאפשרו מחד הגברת המוטיבציה ומאידך דיון בהיבטים חברתיים, סביבתיים ואישיים.

כל אחד מסוגי האנרגיה מאפשר שילוב של אחד או יותר מצירי האורך הנ"ל. השילוב יכול להתבצע בתחילת נושא/שיעור כדי לעורר עניין וצורך בלימוד ההיבט המדעי, הוא יכול להשתלב במהלך הוראת הנושא המדעי לקישורים שונים, וגם יכול לשמש לסיכום נושא ליישום מתקדם של העקרונות המדעיים ואף העברה. בדומה להוראת התכנים המדעיים, לרשות המורה עומד מגוון של דרכי הוראה: ניסויי תלמיד, הדגמות, פעילויות ממוחשבות (לדוגמה פעילות סביב סימולציות), סרטים ודיונים, קריאת מאמרים, בניית מצגות ודגמים ועוד.

המורה יחליט בהתאם לזמן והמשאבים העומדים לרשותו מתי וכיצד לשלב את הנושאים השונים. מומלץ לשלב את הטכנולוגיה באופן מגוון וכך להגביר את העניין בלימוד נושא האנרגיה. בהתאם להמלצה זו, אנו מציעים למורה טבלה המציגה את הציר המדעי, וטבלה המציגה לכל אחד מסוגי האנרגיה פעילויות אפשריות בשלושת הנושאים אותם אנו ממליצים כצירי אורך להוראת ההיבט הטכנולוגי: שימוש במשאבי אנרגיה, התקנים טכנולוגיים, יישומים מחיי היום-יום. הפעילויות עושות שימוש במגוון דרכי הוראה.

המלצה לחלוקת זמן: מוצע להקדיש 20-40 שעות להוראת הנושאים הבסיסיים תוך שילוב דוגמאות להיבטים טכנולוגיים ([ראו טבלה](#)), לאחר מכן 10-20 שעות של יישום וחשיבה סביב ניתוח מערכת – תחנות ממוקדות טכנולוגיה (ראו דוגמאות בטבלה הנ"ל), ולבסוף 15 שעות לפרויקט תיכון וחקר (דוגמאות [בנספח ז](#))

1. מקורות לשילובים של היבטים טכנולוגיים-חברתיים-אישיים

הטבלה הבאה מציגה דוגמאות לנושאים ופעילויות בהם ניתן להשתמש לשילוב היבטים טכנולוגיים-חברתיים-אישיים ברצף ההוראה. אנו מציינים את הטבלה כדי להדגים את התפיסה שתוארה לעיל. בהמשך תועשר הטבלה על ידי מומחים ומורים ותעבור עריכה מדעית ודידקטית.

הנושאים המוצעים מתחלקים לשלוש קטגוריות: שימוש במשאבי אנרגיה, התקנים טכנולוגיים ויישומים מחיי היום-יום.

הפעילויות בטבלה יכולות לכלול מגוון של פעילויות: הדגמות, ניסויי תלמידים, סרטונים, פעילויות סביב סימולציות, משחקים ועוד.

הרחבה לפעילויות והסברים לפעולת ההתקנים השונים ניתן למצוא בקישורים המשולבים בטבלה.
דוגמה למערך מפורט המשלב היבטים טכנולוגיים ניתן למצוא בעמ' 150 – [פרויקט משאל האנרגיה](#).

סוג אנרגיה	היבט טכנולוגי- חברתי - אישי	הסבר	פעילות	משימות ומאמרים
אנרגיית גובה	שימוש במשאבי אנרגיה	אנרגיה הידרואלקטרית	הדגמת הפקת אנרגיה ממקור הידרואלקטרי	
	התקנים טכנולוגיים			מוביל השלום
	יישומים מחיי היום-יום		קפיצת בנג'י, מנוף	
אנרגיית תנועה	משאבי טבע	ניצול אנרגיית רוח		מחי רוח וניצולה להפעלת שבשבות
	התקנים טכנולוגיים	מבוא לשבשבות רוח	בניית שבשבת דגם כפות דגם טורבינת רוח מנוע קיטור	
	יישומים בחיי היום-יום		סיור בגן המדע	
אנרגיה תרמית	משאבי טבע	תאי שמש	תאי שמש – חיבורים בטור ובמקביל	
	התקנים טכנולוגיים	דוד שמש תנור שמש בית סולרי מגדל שמש בריכת שמש טיהור מים באמצעות אנרגיית השמש	מנוע קיטור ניסוי – עקרון הפעולה של בריכת שמש	מגדל השמש במכון ויצמן תנור שמש
	יישומים מחיי היום-יום		מרוץ מכוניות סולריות תנור שמש "מד אהבה" מנורת קישוט בתנועה הברווז השותה	
	משאבי טבע	צריכת חשמל	הפקת חשמל מירקות ופירות	

אנרגיה חשמלית	התקנים טכנולוגיים	עיקרון פעולתו של גנרטור	בניית גנרטור	היסטוריה של מכונת חשמלית
	יישומים מחיי היום-יום	סוללה חשמלית	מכשירי חשמל ביתיים	צריכת חשמל של מכשירים ביתיים
			שאלון להשוואת השימוש במכשירי חשמל	יישום - צריכת אנרגיה חשמלית
			מודל לפעולת דוד שמש	

הצעות למערכי פעילויות

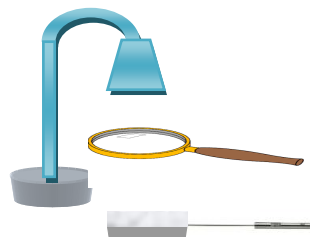
א. מעבדה חוקרת – תהליכי חימום וקירור

אחד הקשיים הגדולים בהוראת המושג אנרגיה הוא תפיסתו כמושג מופשט. תפקידה של המעבדה החוקרת הוא לתת בידי התלמידים כלים שיהפכו את המושג אנרגיה למדיד ולכן לקונקרטי יותר. בנוסף, המעבדה נועדה לפתח את מיומנויות החקר השונות של התלמידים. מטרת הניסויים העוסקים בתהליכים של חימום וקירור היא להמחיש לתלמידים כי למרות שתהליכים שונים נבדלים זה מזה הן באופיים והן במאפייניהם אפשר למדוד את השינוי החל בעת התרחשותם בדרך אחת על ידי מידת החימום או הקירור שהם גורמים. בכל אחד מהניסויים חשוב להפנות את תשומת הלב של התלמידים לתהליך עצמו, לגדלים המאפיינים אותו ולשינויים החלים באותם מאפיינים. כמו כן חשוב להדגיש את המשותף לכל התהליכים ולקשר אותו לשינוי באנרגיה.

המעבדה תתנהל בתחנות. על התלמידים לעבוד בקבוצות ולעבור בין התחנות השונות.

1. חימום בעזרת שינוי בזמן החשיפה לאור

א. **הציוד הדרוש:** גוף (אלומיניום) ו/או מבחנה עם מים בעלי דפנות צבועים בשחור או עטיפה מחומר כהה ובהם נעוץ מד-חום. הגוף עטוף במבודד תרמי פרט לתחתיתו. מקור אור בעל עצמה חזקה. עדשה מרכזת בעלת קוטר גדול. שעון.



ב. הוראות הניסוי:

- הציבו את הגוף מתחת למקור האור במקום שבו האור מרוכז ומדדו את הטמפרטורה ההתחלתית של הגוף.
- קראו את ההנחיות למשימה והכינו טבלה שתתאים לרישום התוצאות.
- הפעילו את מקור האור ומדדו את הטמפרטורה כל חצי דקה במשך 3 דקות.
- תארו את התהליך שהתרחש בעזרת תרשים חצים.

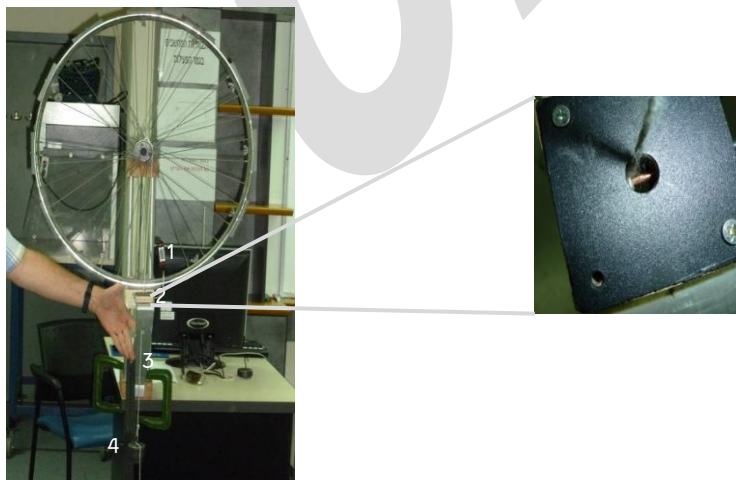
- רשמו את התוצאות בטבלה.
- שרטטו גרף המתאים לייצוג תוצאות הניסוי.
- הסבירו את תוצאות הניסוי.
- רשמו את המסקנות העולות מן הגרף.

ג. שאלות

- מהו התהליך שגרם, לדעתכם, להתחממות של הגוף בכל מדידה?
- חברו ארבע שאלות סביב הניסוי שביצעתם: שתי שאלות על הניסוי עצמו ושתי שאלות המקשרות את הניסוי עם המושג "שינוי באנרגיה"

2. חימום בעזרת שינוי גובה¹³

- א. **הציוד הדרוש:** גלגל שסביב צירו מלוּפף חוט אליו קשור סל עם משקולות. החוט מלוּפף סביב צינורית שבתוכה מצוי מד טמפרטורה, כך שכאשר הסל נופל החוט מתחכך בצינורית (צינורית הנחושת מוחזקת בתוך תיבת עץ) וסרגל (רצוי באורך 1 מטר)



מערכת המדידה: (1) מד טמפרטורה (2) המאחז של צינורית הנחושת (נראה בהגדלה מימין); (3) חוט התליה; (4) משקולת

ב. הוראות הניסוי

- קראו את ההנחיות לביצוע המשימה והכינו טבלה שתתאים לריכוז התוצאות.

¹³ ניסויים 2-5 מבוססים על מערכת שאינה מצויה בבתי הספר. את תיאור המערכת והמדידות שנעשו בעזרתה אפשר למצוא במאמר: "מן המטבח של מוטי ויוסף: שובו של המיני-ג'אול", בגליון תהודה מס' 30 חוברת 1.
<http://62.90.118.237/editions/edition.asp>

- מדדו את הטמפרטורה ההתחלתית של הצינורית.
- הפילו את הסל מגובה של 1.20 ומדדו את הטמפרטורה המרבית של הצינורית.
- המתינו עד שהטמפרטורה תשוב לערכה ההתחלתי (ניתן לקרר את הצינורית באמצעות מטלית לחה) וחזרו על הניסוי תוך הקטנת הגובה ב – 20 ס"מ בכל פעם.
- תארו את התהליך שהתרחש בעזרת תרשים חצים.
- ערכו טבלה המייצגת את הניסוי שבצעתם ורשמו בה את התוצאות.
- שרטטו גרף המתאים לדעתכם לייצוג תוצאות הניסוי.
- הסבירו את תוצאות הניסוי.
- רשמו את המסקנות העולות מן הגרף.

ג. שאלות

- מהו התהליך שגרם לדעתכם להתחממות של הצינורית בכל מדידה?
- חברו ארבע שאלות סביב הניסוי שבצעתם: שתי שאלות על הניסוי עצמו ושתי שאלות המקשרות את הניסוי עם המושג "שינוי באנרגיה".

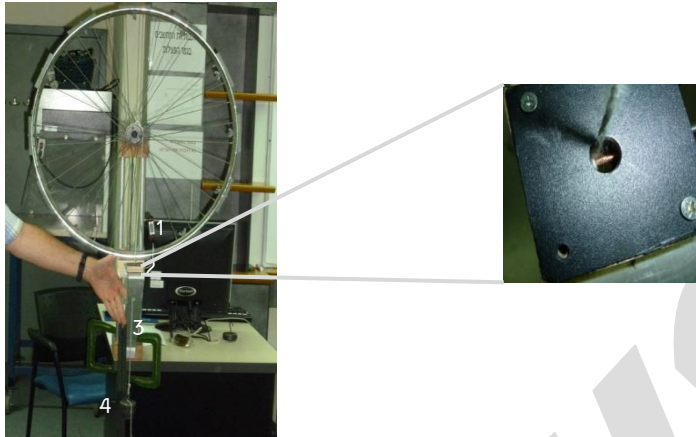
3. חימום בעזרת שינוי גובה II:

- א. **הציוד הדרוש:** גלגל שסביב צירו מלופף חוט אליו קשור סל עם משקולות. החוט מלופף סביב צינורית שבתוכה מצוי מד טמפרטורה, כך שכאשר הסל נופל החוט מתחכך בצינורית (צינורית הנחושת מוחזקת בתוך תיבת עץ) וסרגל (רצוי באורך 1 מטר)

ב. הוראות הניסוי:

- קיראו את ההנחיות לביצוע המשימה והכינו טבלה שתתאים לריכוז תוצאות הניסוי.
- מדדו את הטמפרטורה ההתחלתית של הצינורית.
- הפילו את הסל מגובה של 1.00 מטר ומדדו את הטמפרטורה המרבית של הצינורית.
- המתינו עד שהטמפרטורה תשוב לערכה ההתחלתי (ניתן לקרר את הצינורית באמצעות מטלית לחה) וחזרו על הניסוי תוך הקטנת משקל הסל עם המשקולות בצורה מבוקרת (הסירו כל פעם משקולת אחת).
- תארו את התהליך שהתרחש בעזרת תרשים חצים
- רישמו את התוצאות בטבלה שהכנתם.
- שרטטו גרף המתאים לייצוג תוצאות הניסוי.
- הסבירו את תוצאות הניסוי.

- רשמו את המסקנות העולות מן הגרף.



מערכת המדידה: (1) מד טמפרטורה; (2) המאחז של צינורית הנחושת (נראה בהגדלה מימין); (3) חוט התליה; (4) משקולת

ג. שאל

ות

-

הו התהליך שגרם לדעתכם להתחממות של הצינורית בכל מדידה?

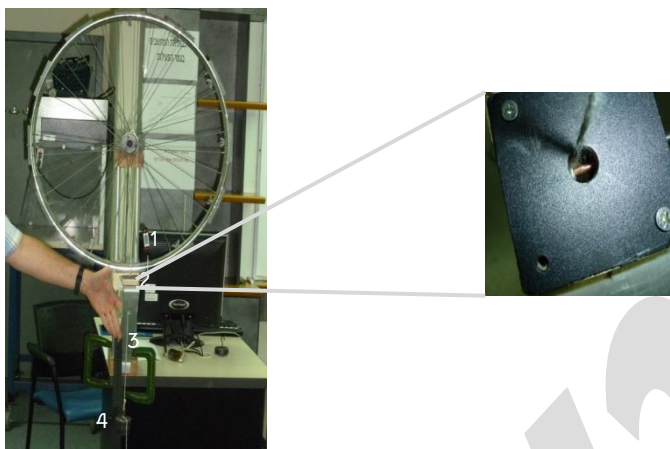
- חברו ארבע שאלות סביב הניסוי שבצעתם: שתי שאלות על הניסוי עצמו ושתי שאלות המקשרות את הניסוי עם המושג "שינוי באנרגיה".

4. חימום על ידי שינוי בתנועה I

א. **הציוד הדרוש:** גלגל וחוט שאליו קשור סל עם משקולות (החוט אינו מחובר בשלב זה אל הגלגל).

החוט מלוכף סביב צינורית שבתוכה מצוי מד טמפרטורה, כך שכאשר הסל נופל החוט מתחכך

בצינורית (צינורית הנחושת מוחזקת בתוך תיבת עץ) וסרגל (רצוי באורך 1 מטר)



מערכת המדידה:
(1) מדחום; (2) המאחז של צינורית הנחושת (נראה בהגדלה מימין); (3) חוט התליה; (4) משקולת

ב. הוראות הניסוי:

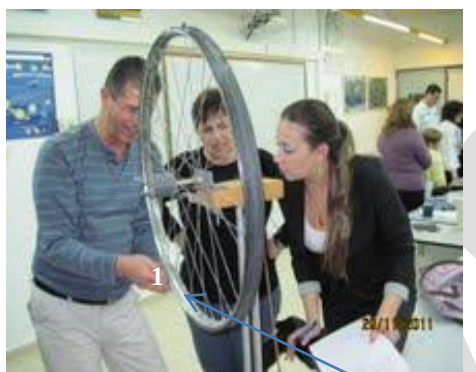
- קיראו את ההנחיות והכינו טבלה שתתאים לריכוז תוצאות הניסוי.
- מדדו את הטמפרטורה ההתחלתית של הצינורית
- סובבו את הגלגל ומדדו את מהירותו בעזרת מד המהירות המחובר לגלגל.
- הצמידו את החוט אל ציר הגלגל באמצעות התפס המיועד לכך כך שהסל המשקולות יתחיל לעלות והמתינו עד לעצירת הגלגל.
- מדדו את הטמפרטורה המרבית של הצינורית.
- המתינו עד שהטמפרטורה תשוב לערכה ההתחלתי (ניתן לקרר את הצינורית באמצעות מטלית לחה) וחזרו על הניסוי עבור מהירויות סיבוב שונות.
- תארו את התהליך שהתרחש בעזרת תרשים חצים.
- ערכו טבלה המייצגת את הניסוי שבצעתם ורשמו בה את התוצאות.
- שרטטו גרף המתאים לדעתכם לייצוג תוצאות הניסוי.
- הסבירו את תוצאות הניסוי.
- רשמו את המסקנות העולות מן הגרף.

ג. שאלות

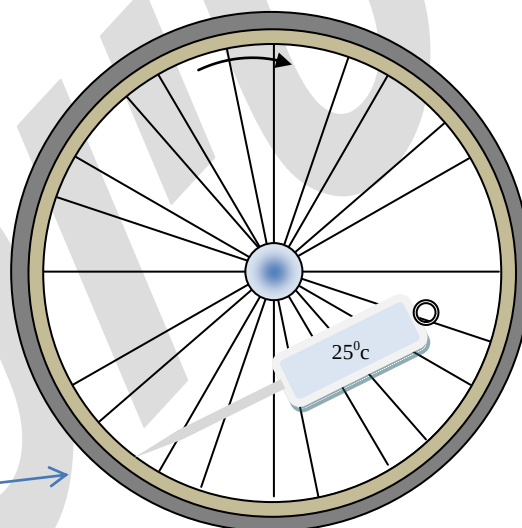
- מהו התהליך שגרם לדעתכם להתחממות של הצינורית בכל מדידה?
- חברו ארבע שאלות סביב הניסוי שבצעתם: שתי שאלות על הניסוי עצמו ושתי שאלות המקשרות את הניסוי עם המושג "שינוי באנרגיה".

5. חימום על ידי שינוי בתנועה II

א. **הציוד הדרוש:** גלגל אופניים. מעצור הבנוי ממד טמפרטורה דיגיטלי עם מוט מגע ארוך. מד מהירות



עצירת גלגל מסתובב.
(1) מד טמפרטורה המשמש כמעצור



ב. הוראות הניסוי:

- קיראו את ההנחיות והכינו טבלה שתתאים לריכוז תוצאות הניסוי.
- מדדו את הטמפרטורה ההתחלתית של המעצור
- סובבו את הגלגל ומדדו את מהירותו.
- עצרו את הגלגל על ידי הצמדת המעצור לגומי שבהיקף הצמיג (במשיק לצמיג) ומדדו את הטמפרטורה לאחר שהוא נעצר (יש להשאיר את המעצור במקומו עד לרגע שבו נעצרת עליית הטמפרטורה).
- המתינו עד שהטמפרטורה תשוב לערכה ההתחלתי (ניתן לקרר באמצעות מטלית לחה או להשתמש במעצור רזרבי) וחזרו על הניסוי עבור מהירויות סיבוב שונות.

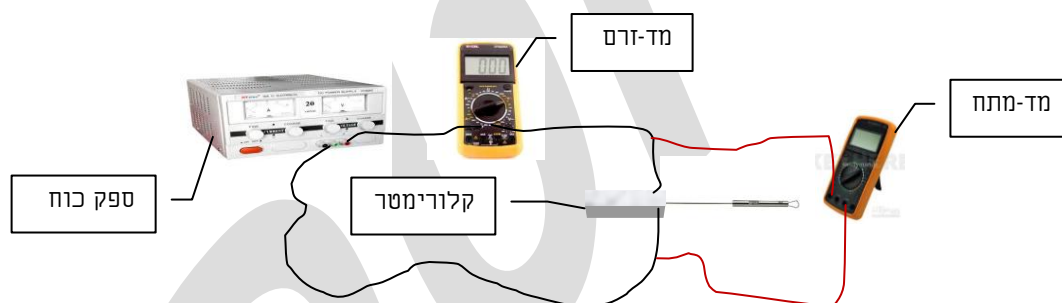
- תארו את התהליך שהתרחש בעזרת תרשים חצים
- רשמו את התוצאות בטבלה שהכנתם.
- שרטטו גרף המתאים לדעתכם לייצוג תוצאות הניסוי.
- רשמו את המסקנות העולות מן הגרף.

ג. שאלות

- מהו התהליך שגרם לדעתכם להתחממות של המעצור בכל מדידה?
- חברו ארבע שאלות סביב הניסוי שבצעתם: שתי שאלות על הניסוי עצמו ושתי שאלות המקשרות את הניסוי עם המושג "שינוי באנרגיה".

6. חימום על ידי שינוי חשמלי

- א. **הציוד הדרוש:** ספק כוח. גוף מתכתי שעטוף במבודד תרמי ובו נעוץ מד-טמפרטורה (נגד הנמצא בתוך קלורимטר מוצק. ניתן להשיג בחנויות לציוד מעבדה). בתוך הגוף מצוי נגד בעל חוטי חיבור חיצוניים המאפשרים לחברו למעגל חשמלי. אמפרמטר. וולטמטר; תיילים מוליכים; שעון.



ב. הוראות הניסוי:

- קיראו את ההנחיות והכינו טבלה שתתאים לריכוז תוצאות הניסוי.
- חברו במעגל טורי את הספק, האמפרמטר והגוף המתכתי עם הנגד. חברו את מד המתח במקביל לגוף המתכתי.
- מדדו את הטמפרטורה ההתחלתית.
- סגרו את המתג.
- מדדו את הזרם שעובר דרך הנגד ואת המתח עליו.
- לאחר דקה מדדו את הטמפרטורה ופתחו את המתג.
- שנו את מתח הספק וחזרו על המדידות.
- תארו את התהליך שהתרחש בעזרת תרשים חצים
- רשמו את התוצאות בטבלה שהכנתם.

- שרטטו גרף המתאים לדעתכם לייצוג תוצאות הניסוי.

- רשמו את המסקנות העולות מן הגרף.

ג. שאלות

- מהו השינוי שגרם לדעתכם להתחממות של הגוף המתכתי בכל מדידה?
- חברו ארבע שאלות סביב הניסוי שבצעתם: שתי שאלות על הניסוי עצמו ושתי שאלות המקשרות את הניסוי עם המושג "שינוי באנרגיה".

7. השינוי המתרחש בעת מגע בין גופים בעלי טמפ' שונה

- א. **הציוד הדרוש:** כוס מים חמים מקומקום שרתח; **כלי עם קרח**, שלושה גופי אלומיניום זהים עם מד-טמפרטורה הנעוץ בהם; תיבת בידוד תרמי העשויה מקלקר.



ב. הוראות הניסוי:

- קיראו את ההנחיות והכינו טבלה שתתאים לריכוז תוצאות הניסוי.
- הניחו את אחד הגופים בתוך גוף הבידוד העשוי קלקר ואת השני בכוס מים חמים. המתינו כ- 3 דקות קראו את הטמפרטורה במד החום הנעוץ בכל אחד מהגופים.
- הוציאו את הגוף החם, הצמידו אותו בזריזות לגוף השני וכסו את פתח הגוף המבודד. נעצו את מדי הטמפרטורה בשני הגופים דרך החורים המיועדים לכך. קראו את הטמפרטורה של הגופים בכל חצי דקה.
- תארו את התהליך שהתרחש בעזרת תרשים חצים.
- רשמו את התוצאות בטבלה שהכנתם.
- חזרו על הניסוי **אלא שהפעם השתמשו בגוף השלישי** והניחו אותו מעל הגוף החם כך שהאחרון יימצא בין שני הגופים.
- עדכן את הטבלה הקודמת והוסיפו את התוצאות החדשות.
- שרטטו גרף המתאים לדעתכם לייצוג תוצאות הניסוי.
- רשמו את המסקנות העולות מן הגרף.

ג. שאלות

- מהו התהליך שגרם לדעתכם להתחממות או ההתחממות של גופי האלומיניום בכל מדידה?
- חברו ארבע שאלות סביב הניסוי שבצעתם: שתי שאלות על הניסוי עצמו ושתי שאלות המקשרות את הניסוי עם המושג "שינוי באנרגיה".

8. חימום על ידי בעירה

א. **הציוד הדרוש:** גוף עשוי אלומיניום ובו נעוץ מד טמפרטורה. הגוף עטוף במבודד תרמי פרט לתחתיתו. נר. שעון.

ב. הוראות הניסוי:

- קיראו את ההנחיות והכינו טבלה שתתאים לריכוז תוצאות הניסוי.
- מדדו את הטמפרטורה ההתחלתית של גוף האלומיניום.
- הדליקו את הנר מתחת לגוף ומדדו את הטמפרטורה כל 20 שניות.
- תארו את התהליך שהתרחש בעזרת תרשים חצים
- רשמו את התוצאות בטבלה שהכנתם.
- שרטטו גרף המתאים לדעתכם לייצוג תוצאות הניסוי.
- רשמו את המסקנות העולות מן הגרף.

ג. שאלות

- מהו התהליך שגרם לדעתכם להתחממות של גוף האלומיניום בכל מדידה?
- חברו ארבע שאלות סביב הניסוי שבצעתם: שתי שאלות על הניסוי עצמו ושתי שאלות המקשרות את הניסוי עם המושג "שינוי באנרגיה".

9. קירור על ידי מגע בקרח

א. **הציוד הדרוש:** גוף אלומיניום ובו נעוץ מד טמפרטורה. הגוף עטוף במבודד תרמי פרט לתחתיתו. קרח. שעון.

ב. הוראות הניסוי:

- קיראו את ההנחיות והכינו טבלה שתתאים לריכוז תוצאות הניסוי.
- מדדו את הטמפרטורה ההתחלתית של גוף האלומיניום.
- הצמידו את הקרח לתחתית הגוף ומדדו את הטמפרטורה כל 20 שניות.
- תארו את התהליך שהתרחש בעזרת תרשים חצים
- רשמו את התוצאות בטבלה שהכנתם.

• שרטטו גרף המתאים לדעתכם לייצוג תוצאות הניסוי.

• רשמו את המסקנות העולות מן הגרף.

ג. שאלות

• מהו התהליך שגרם לדעתכם להתחממות של גוף האלומיניום **בכל מדידה**?

• חברו ארבע שאלות סביב הניסוי שבצעתם: שתי שאלות על הניסוי עצמו ושתי שאלות

המקשרות את הניסוי עם המושג "שינוי באנרגיה".

ב. פעילויות לקישור ידע¹⁴

בפרק זה מוצעות שתי תבניות גנריות המאפשרות לפתח בתכנים שונים פעילויות לבניית ידע מקושר. תבנית אחת עוסקת בקישור בין פעילות המעבדה לבין התיאוריה ואלו התבנית השניה עוסקת בהבנה פיזיקאלית של נוסחאות מתוך מטרה ליצור קשר בין ההיבטים הכמותיים של הנושאים הנלמדים לבין ההבנה האיכותית של המושגים והעקרונות הפיזיקאליים. מומלץ להפעיל כל אחת מהתבניות במספר נושאים במהלך הלמודים.

בפרק זה נתאר בתחילה את שלבי הפעילויות לקישור ידע המשותפות לשתי התבניות, בהמשך נציג לכל אחת מהתבניות דף פעילות גנרי ודוגמא להפעלתו בנושא מסוים.

1. שלבי הפעילות לקישור ידע

הפעילות מתבצעת לפי השלבים הבאים:

א. **עבודה יחידנית** – כל תלמיד מתמודד עם הפעילות בכוחות עצמו.

ב. **עבודה בזוגות (peer instruction)** – התלמידים עובדים עם שכניהם לשולחן. בכל זוג, התלמידים בודקים את הדומה והשונה בתשובותיהם לשאלות של הפעילות, דנים ביניהם על התשובות השונות ומנסים לשכנע, כל אחד/אחת את בן/בת זוגו, לגבי נכונות תשובותיו. לבסוף, הם מגיעים להסכמה או לאי הסכמה מנומקת. התלמידים מכינים עותק נוסף של הפעילות המבוסס על מסקנותיהם הסופיות (כולל חילוקי הדעות). המורה סובב בין הקבוצות ומנחה את התלמידים במידת הצורך.

ג. **דיון כיתתי** – חלק מנציגי הזוגות מציגים לכתה את תשובותיהם הסופיות לשאלות של הפעילות כולל תאור של דילמות שהתעוררו ותוצאות הדיון (הסכמה או אי-הסכמה). המורה מנהל את הדיון ומסכם אותו. חשוב שהדיון יתבסס על דברי התלמידים.

ד. **משוב אישי ומטה-קוגניציה** – כל תלמיד מתייחס באופן אישי לתרומה האפשרית של השלבים השונים של הפעילות. יש לאפשר למספר תלמידים בכיתה לבטא בקול רם את הרפלקציה שלהם. ניתן ללמוד הרבה משלב זה ואין לוותר עליו. שאלות אפשריות שכדאי להתייחס אליהן יכולות להיות:

¹⁴ החומרים בפרק זה פותחו במקור על ידי צוות המרכז הארצי למורי הפיזיקה

- (1) האם תרמה לך הפעילות הזו? אם כן, כיצד?
- (2) האם היו נושאים שהוברהו לך בעקבות שיחה עם חבריך בקבוצה? אם כן, מהם?
- (3) האם היו נושאים שהוברהו לך בעקבות הדיון הכיתתי? אם כן, מהם?
- (4) מה עדיין לא ברור לך?
- (5) מטה-קוגניציה (מתייחסת באופן ספציפי לתבנית מסוימת):
 - מדוע חשוב להכיר את כל מרכיבי הניסוי המשמעותיים?
 - האם שרטוט מערכת הניסוי עוזרת לי להתייחס לכל מרכיבי הניסוי?
 - האם חשוב שאני אזהה את הנוסחה המתאימה לניסוי בעצמי?
 - האם באמת חשוב לכתוב במילים את תיאור הניסוי?
 - למה חשוב לדון בתשובות לך הפעילות גם עם חברי? האם זה עוזר לי להבין את הקשר בין הניסוי לנוסחה?

ה. שעורי בית

שלבי הפעילות מעודדים יצירה של ידע מקושר על ידי:

- 1 **ארגומנטציה** – השיטה מבוססת על יצירת דיון פורה בין תלמידים החברים בקבוצה, במקרה זה בין שני בני הזוג בפעילות, ובנוסף, בין המציג (מהזוג) לתלמידים בכיתה, כאשר הוא נדרש להגן על עמדותיו. לדוגמא, התלמיד מציג בפני הכיתה משפטי מפתח הקשורים לדף העבודה שהכין (למשל, איפה כדאי להשתמש בנוסחה, דוגמא לשאלה וכד'). התלמידים בכיתה מתבקשים לדון במשפטים האלה ולהחליט אם הם נכונים מדעית וקשורים להנחיה שהוצגה בדף העבודה. לבסוף, המורה מסכם את המסקנות העולות מהדיון, עומד על הטעויות ומסכם את הצגת התלמיד.
- 2 **משא ומתן** – השיטה מדגישה משא ומתן כיתתי, כלומר קיום דיאלוג בין המורה לתלמידים ובין התלמידים בינם לבין עצמם. המאפיין העיקרי של הדיאלוג הוא בירור משמעויות אמיתיות, כלומר שהמורה מעודד את התלמידים לבטא את מחשבותיהם האמיתיות ולא את אלה שהוא מצפה לשמוע. הוראה בשיטה זו חייבת להיות איטית יחסית עם "זמן המתנה" (הזמן שעובר בין שאלה לתשובה) מקסימלי.
- 3 **הוראת "תלמידים-עמיתים"** – מחקרים שונים מראים כי הסברים של תלמיד לחברו בהקשר לנושא מסוים יכולים להקל מאוד על הבנה במקרה של נושא. בדגם הוראה זה הוראת עמיתים (בין בני הזוג) היא מרכזית ובאה לידי ביטוי בחלק ב של הדגם.

4) רפלקציה ודיון מטה-אסטרטגי - המשוב הפנימי הוא חלק בלתי נפרד מתהליך ההוראה. הוא בא לידי ביטוי בדגם ההוראה בסעיף ה. שאלות מנחות שיכולות להיות משולבות בדיון המטה-אסטרטגי יכולות להיות:

- א. מדוע חשוב להכיר את מרכיבי הנוסחה?
- ב. כיצד חיבור שאלה רלוונטיות יכול לתרום לי להבנת הנוסחה?
- ג. האם באמת חשוב לכתוב במילים את מרכיבי הנוסחה ולנסחם בע"פ?
- ד. למה חשוב לדון בתשובות לדף הפעילות גם עם חבר? האם זה עוזר לי להבין את הנוסחה?

2. פעילות: ממעבדה לתיאוריה¹⁵

2.1. דף פעילות גנרי לתלמיד (מתואר רק השלב היחידני, שאר השלבים לפי המתואר בסעיף 1)

עבודה יחידנית

- 1) הציגו במלבן שלפניכם שרטוט סכמטי המתאר את הרכיבים החשובים של המערכת בשלבו השונים של הניסוי:
- א. לפני ביצוע הניסוי

ב. במהלך הניסוי

ג. לאחר ביצוע הניסוי

2) בניסוי זה:

א. איזה גורם שינייתם- כלומר, מהו הגורם המשפיע (המשתנה הבלתי תלוי) ?

ב. מה מדדתם- כלומר, מהו הגורם המושפע (משתנה תלוי) ?

¹⁵ פותח במקור על ידי צוות מרכז המורים הארצי לפיסיקה. עובד ע"י ד"ר ליאורה ביאלר.

- ג. הגורמים שהקפדתם לא לשנות (גורמים קבועים) היו: _____
- 3) שאלת החקר שהניסוי בודק (נסחו את השאלה על קשר בין הגורמים בניסוי):
היעזרו בתשובתכם לשאלה 2. _____
- 4) תשובה לשאלת החקר שהניסוי בדק (מסקנה): נסחו את התשובה לשאלת החקר.
היעזרו בנתונים שנאספו בניסוי זה והשתמשו במושגים הקשורים לעולם
האנרגיה כדי לתאר מה התרחש בניסוי ומדוע.

- 5) תארו את המרות האנרגיה של מערכת הניסוי (אם היו) בעזרת גרף עוגה ובעזרת
תרשים חצים.
- 6) הציעו בטבלה שלפניכם שינויים אפשריים במערכת הניסוי ושערו מה עתיד
להתרחש.
- 7) בדקו את השערתכם: בצעו שוב את הניסוי עם השינויים שהצעתם לערוך בסעיף
6. סכמו את תוצאות הניסוי. האם הן מתאימות להשערתכם?

השינוי המוצע בניסוי	שערו מה יהיו תוצאות הניסוי הצפויות	הסבירו את השערתכם

- מטרתה של פעילות זו היא לחזק את הקשר בין הידע הנרכש במסגרת המעבדה לבין הידע
הנרכש באופן תיאורטי בכיתה.
- באופן כללי, ניתן להציג שלוש דרכים בהן ניתן לקשר בין המעבדה לתיאוריה:
1. "התנסות בתיאוריה" ברמה הבסיסית: המורה עושה הדגמה, התלמידים רואים את הניסוי ומנסים
להסבירו באמצעות התיאוריה.
 2. חזרה על ניסוי עם שינוי בערכי המשתנים ובחינת השפעתם על משתנים אחרים/תוצאות הניסוי
ברמה האיכותית: צורה זו של התנסות מחייבת את התלמיד להשתמש בתיאוריה, לצורך ניבוי
התוצאה, ולהשוות בין התוצאה החדשה לבין זו הקודמת. בעקבות ההשוואה ניתן לנסח כיצד ישפיע
שינוי במשתנה מסוים על תוצאות הניסוי.
 3. מדידות וקשר בין המשתנים **באופן כמותי**: זוהי הרמה הגבוהה ביותר המאפשרת יישום כמותי של
חוק שימור האנרגיה.

בדגם הוראה הנמצא [בקישור הבא במוט"נט](#) ארבע דוגמאות להפעלת דגם הוראה זה. אנו מביאים
בהמשך דוגמה אחת מתוך הדגם.

פעילות	תאור הפעילות	אנרגיות רלוונטיות	סוג הפעילות ורמת הקישור ¹⁶
פעילות 1	הפלת כדור	גובה, קינטית וחום	הדגמה או ניסוי עצמי רמה 2
פעילות 2	שיגור כדור כלפי מעלה	גובה, קינטית ואלסטית	הדגמה רמה 2-3
פעילות 3	במה תלויה אנרגיית תנועה	גובה וקינטית	הדגמה רמות 2+3
פעילות 4	חימום גליל אלומיניום	גובה וחום	הדגמה רמה 2

2.2 דוגמה להפעלת התבנית - במה תלויה אנרגיית התנועה? (עיבוד של פעילות 3 בדגם)

מטרות

1. התלמיד יכיר את הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם על גודלה של אנרגיית תנועה
2. התלמיד יכיר שיטות מדידה לשינויים באנרגיה
3. התלמיד יכיר ייצוגים שונים המתארים המרות אנרגיה
4. התלמיד יעלה השערה המבוססת על הסקת מסקנות מניסוי ויצדיק את ההשערה.
5. התלמיד יזהה את הצורך בביצוע ניסוי, יתכנן ויבצע אותו. התלמיד יפיק מידע מהניסוי, יסיק מסקנות בכל שלב ויצדיק אותם.

מהלך הפעילות

משך זמן: שיעור כפול (90 דקות)

תצפית (ניסוי הדגמה): כדורי מתכת על משטח משופע. ראו את פרטי הניסוי בספר "עולם של אנרגיה" עמ' 126-128.

א. עבודה יחידנית

(1) הציגו במלבנים שלפניכם שרטוט סכמטי המתאר את הרכיבים החשובים בשלביו השונים של הניסוי:

ראו 2 תמונות בעמוד 128 בספר "עולם של אנרגיה".

מרכיב המיומנות: ייצוג של המשתנים בניסוי על ידי איור סכמטי

¹⁶ ראו מבוא, עמודים 4-5

2) תארו את התהליך שהתרחש בעזרת תרשים חצים

3) מה בדיוק מודדים בניסוי?

את מרחק הבקבוק הקטן מקצה המסילה, לאחר שנהדף ממקומו בעקבות פגיעת הכדור.

מרכיב המיומנות: הכרת הגורמים המשפיעים על אנרגיית הגובה ודרכים למדידתם

4) הציעו שאלה/ות שאותה/ן ניתן לבדוק בניסוי (נסחו את השאלות על קשר בין המשתנים בניסוי)?

א. שאלה איכותית: בעקבות האינטראקציה בין הכדור לבין הבקבוק הניצב בקצה המסילה:

(1) מהו הקשר בין מידת התרחקותו ממקומו ההתחלתי של בקבוק הניצב בקצה המסילה לבין מסת הכדור הפוגע?

(2) מהו הקשר בין מידת התרחקותו ממקומו ההתחלתי של בקבוק הניצב בקצה המסילה לבין מהירות הכדור הפוגע?

ב. שאלה כמותית: מהי מהירות הכדור בקצה המסילה? הסתמכו בתשובתכם על גובה נקודת התחלת מסלול הכדור יחסית לקצה המסילה.

מרכיב המיומנות: ניסוח שאלות המכוונות לבחינה של הקשרים בין המשתנים בניסוי

4) תשובה לשאלות הניסוי:

א. נסחו את התשובה לשאלת הניסוי האיכותית ונמקו אותה.

תשובה: יש קשר.

• ראינו שככל שמסת הכדור גדולה יותר, הוא "ידחוף" את הבקבוק שבקצה המסילה למרחק גדול יותר.

• ראינו שככל שגובה שחרור הכדור גדול יותר, מהירותו בקצה המסילה תהיה גדולה יותר ולכן הוא "ידחוף" את הבקבוק למרחק גדול יותר.

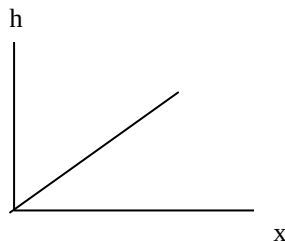
מרכיב המיומנות: זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו ויישום בייצוג טקסטואלי

א. נסחו את התשובה לשאלת הניסוי הכמותית ונמקו אותה.

בשלב ראשון, רשמו את תוצאות הניסוי בטבלה:

גובה הכדור מעל לשולחן (h)	מסת הכדור	מרחק הכדור מקצה המסילה (x)

מרכיב המיומנות: הכרת שיטות מדידה מתאימות, זיהוי הקשר בין המשתנים באופן כמותי



הציגו את תוצאות הניסוי בגרף או בטבלה :

מרכיב המיומנות: ייצוג בגרף או בטבלה של קשר בין המשתנים באופן כמותי

היעזרו בנוסחאות הבאות ובחוק שימור האנרגיה וענו על השאלה (4 ב').

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) \quad (1)$$

כאשר v_f (final) היא המהירות ההתחלתית ו- v_i (initial) המהירות הסופית.

$$\Delta E_{el} = \frac{1}{2}k(x_f^2 - x_i^2) \quad (2)$$

כאשר x_f (final) הוא האורך ההתחלתי של הקפיץ ו- x_i (initial) האורך הסופי.

$$\Delta E_p = mg(h_f - h_i) \quad (3)$$

כאשר h_f (final) הוא הגובה ההתחלתי ו- h_i (initial) הגובה הסופי.

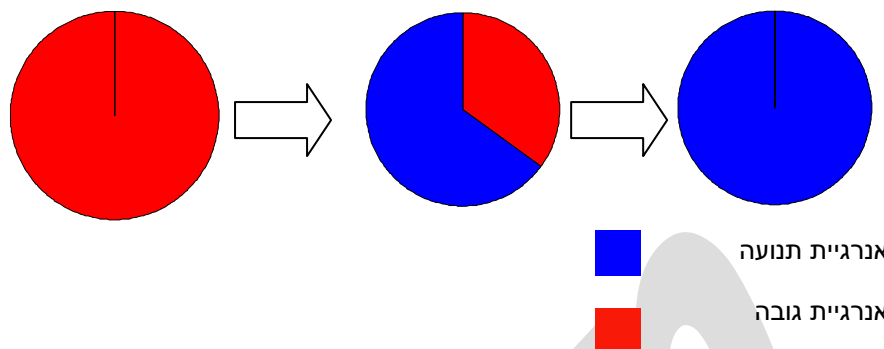
$$\Delta E_Q = cm(T_f - T_i) \quad (4)$$

כאשר T_f (final) היא הטמפרטורה ההתחלתית ו- T_i (initial) הטמפרטורה הסופית.

על פי חוק שימור האנרגיה, אנרגיית הגובה של הכדור הומרה לאנרגיית תנועה (הגידול באנרגיית התנועה שווה לפחת באנרגיית הכובד), ולכן, אם יודעים את השינוי בגובה הכדור כאשר הוא מתגלגל אל קצה המסילה התחתון, ובהנחה שהחיכוך קטן מאוד, הרי שאנרגיית הגובה תומר במלואה לאנרגיית תנועה.

מרכיב המיומנות: זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו ויישום בייצוג בגרף ובטבלה

5. תארו את המרות האנרגיה של מערכת הניסוי (אם היו) בעזרת תרשים חצים ותרשים עוגה



מרכיב המיומנות: תרגול זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו, הסקת מסקנות ויישומם בייצוג של תרשים עוגה.

6. הציעו בטבלה שלפניכם שינוי במערכת הניסוי וצפו מה עתיד להתרחש.

השינוי המוצע בניסוי	שערו מה יהיו תוצאות הניסוי הצפויות ומדוע התקבלו
להגדיל את הפרש הגובה בין תחילת המסילה לקצה התחתון	מהירות הכדור בתחתית המסלול תהיה גדולה יותר, ולכן, בעקבות האינטראקציה עם הכדור, הבקבוק יתרחק יותר מקצה המסילה.

מרכיב המיומנות: העלאת השערה המבוססת על הסקת מסקנות מהניסוי שהודגם (על ידי אקסטרפולציה), הצדקה ההשערה.

7. בדקו את השערתכם: בצעו שוב את הניסוי עם השינויים שהצעתם לערוך בסעיף הקודם. סכמו את תוצאות הניסוי. האם הם מתאימות להשערתכם? כן, הכדור פגע בבקבוק בעוצמה גדולה יותר וכתוצאה מכך הבקבוק התרחק יותר מקצה המסילה יחסית לניסוי בו שחררנו את אותו כדור מגובה נמוך יותר.

מרכיב המיומנות: זיהוי הצורך בביצוע ניסוי, תכנונו וביצועו, הפקת מידע, הסקת מסקנות המבוססות על זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם בכל שלב והצדקתם.

3. פעילות: נוסחה ומשמעותה

דף פעילות גנרי לתלמיד

1. עבודה יחידנית

נתונה הנוסחה:

1. היכרות עם הנוסחה

א. רשמו בטבלה הבאה את המשמעות הפיזיקאלית של כל מרכיב בנוסחה (כולל יחידות), אם יש צורך הוסיפו שורות לטבלה:

יחידות	משמעותו הפיזיקלית	המרכיב

ב. כיצד משפיע כל אחד ממרכיבי הנוסחה על השינוי באנרגיה?

ג. הסבירו באופן מילולי את הנוסחה

2. ייצוג הנוסחה

א. הציעו ייצוג נוסף של הנוסחה (לדוגמה- באמצעות מפת מושגים)

ב. נסו לתאר בדרך אחרת (למשל באמצעות גרף או תרשים) את הקשר בין גודל השינוי באנרגיה לבין אחד ממרכיבי הנוסחה.

3. פתרון בעיות בעזרת הנוסחה

א. הציעו סוג אחד (או יותר) של שאלות שלצורך פתרון יש להשתמש בנוסחה

ב. חברו שאלה שהנוסחה יכולה לשמש בפתרונה

ג. פתרו את השאלה שהצעתם בסעיף ב' תוך שימוש בנוסחה.

4. מקרים מיוחדים

חשבו על מקרים מיוחדים של הנוסחה (למשל, אחד המרכיבים בנוסחה מקבל ערך קטן מאוד) רשמו בטבלה שלפניכם את המקרים המיוחדים האלה (אם יש צורך, הוסיפו שורות).

המקרה המיוחד	הביטוי של הנוסחה	המשמעות הפיזיקאלית

II. עבודה בזוגות

1. דונו עם חברי קבוצתכם על תשובותיכם לדף הפעילות. תקנו והוסיפו בהתאם.
2. הכינו דף פעילות קבוצתי להצגה בכיתה.

III. שלב הדיון הכיתתי

חלק מנציגי הזוגות מציגים לכתה את תשובותיהם הסופיות לדף העבודה (סעיף I).
האם שינייתם משהו בדף העבודה המשותף שלכם בעקבות הדיון הזה? כתבו מה השתנה ומדוע שינייתם אותו.

IV. משוב אישי (למלא אחרי הדיון בכיתה)

1. האם היו נושאים שהובהרו בעקבות הפעילות? אם כן, מהם? מה עדיין לא ברור לך?
2. מטה-קוגניציה:
א. מדוע חשוב להכיר את מרכיבי הנוסחה? האם חשוב לכתוב במילים את מרכיבי הנוסחה ולנסחם בע"פ?
ב. האם וכיצד חיבור שאלה רלוונטית תרם לך להבנת הנוסחה?
ד. למה חשוב לדון בתשובות לדף הפעילות גם עם חבר? האם הדיון עזר להבין את הנוסחה?

דוגמה להפעלת התבנית: נוסחה ומשמעותה

עבודה יחידנית

נתונה הנוסחה:

$$\Delta E_p = mg\Delta h$$

1. היכרות עם הנוסחה

- א. רשמו בטבלה הבאה את המשמעות הפיזיקאלית של כל מרכיב בנוסחה (כולל יחידות), אם יש צורך הוסיפו שורות לטבלה:

יחידות	משמעותו הפיזיקלית	המרכיב
ג'אול (J)	השינוי באנרגיית הגובה בין שני גבהים	ΔE_p * שינוי באנרגיית גובה
ק"ג	כמות החומר כפי שנמדדת במאזני כפות	m - מסה

מטר/שנייה ²	תאוצה- השינוי במהירותו של גוף ביחידת זמן. על פני כדה"א $g = 10$ מטר/שנייה ²	g – תאוצת הנפילה החופשית על פני כדה"א
מטר	המרחק (במטרים) בין שני גבהים בהם מצוי הגוף	Δh – שינוי בגובה הגוף

*שינוי באנרגיית הגובה (נקראת גם אנרגיה כובדית או אנרגיה פוטנציאלית כובדית).

ב. כיצד משפיע כל אחד ממרכיבי הנוסחה על השינוי בגודל האנרגיה?

כאשר מרכיב המסה בנוסחה גדל פי 2, השינוי בגודל האנרגיה גדל פי 2.

ג. תארו והסבירו באופן מילולי את הנוסחה.

תיאור הנוסחה באופן מילולי: השינוי באנרגיה הכובדית של גוף בין שני גבהים

נתון על ידי מכפלת מסתו של הגוף בתאוצת הכובד (g) ובהפרש הגבהים (Δh).

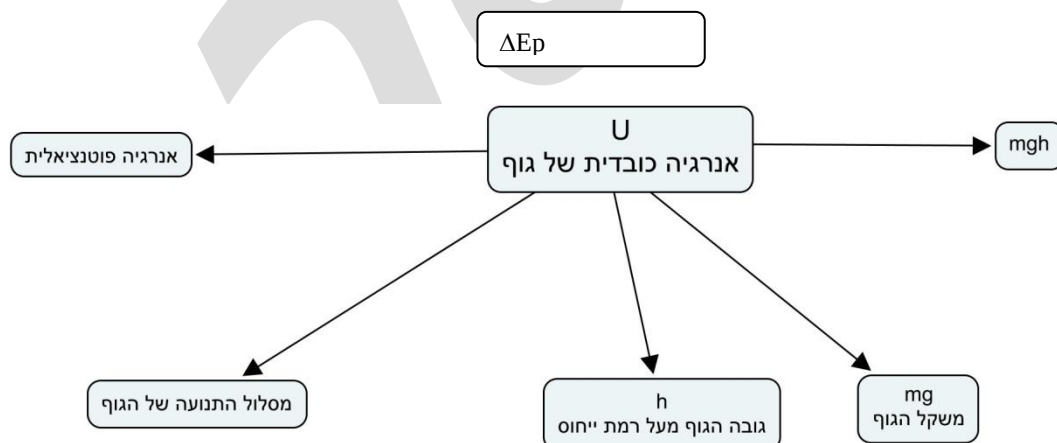
הסבר: אם הגובה שבו מצוי גוף שמסתו m משתנה בשיעור Δh , אזי האנרגיה

הכובדית שלו משתנה בשיעור $mg\Delta h$, כאשר g הינה תאוצת הכובד במקום שבו

הגוף נמצא.

2. ייצוג הנוסחה

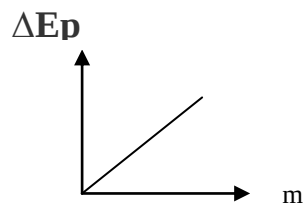
א. הציעו ייצוג נוסף של הנוסחה (לדוגמה- באמצעות מפת מושגים)



יש לשנות את U ל- Ep ואת h ל- Δh

ב. נסו לתאר בדרך אחרת (למשל באמצעות גרף או תרשים) את הקשר בין השינוי

בגודל האנרגיה לבין אחד ממרכיבי הנוסחה,



גרף של ΔE_p כפונקציה של המסה

(או של השינוי בגובה h).

מרכיב המיומנות: תרגול שימוש בדרכי ייצוג שונות בתיאור הנוסחה

3. פתרון בעיות בעזרת הנוסחה

א. הציעו סוג אחד (או יותר) של שאלות שלצורך פתרון יש להשתמש בנוסחה

ב. חברו שאלה שהנוסחה יכולה לשמש בפתרונה

גוף שמסתו 5 ק"ג נמצא על גג שגובהו מעל המדרכה הוא 20 מטר. מהו השינוי באנרגיה הפוטנציאלית שלו אם ייפול ויפגע במדרכה?

ג. פתרו את השאלה שהצעתם בסעיף ב תוך שימוש בנוסחה.

$$\Delta E_p = mgh = 5 \cdot 10 \cdot 20 = 1000 \text{ J}$$

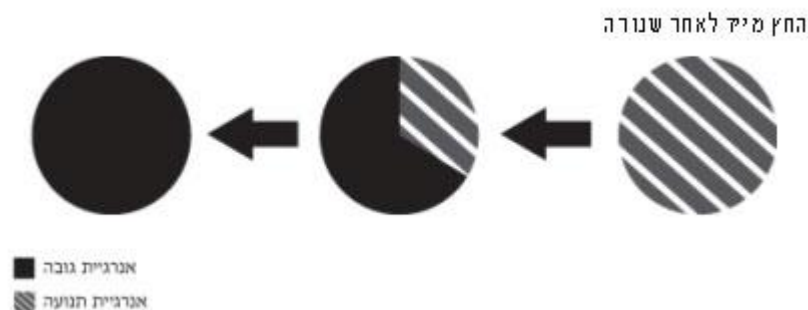
4. הטבלה שלפניכם מציגה מספר מקרים מיוחדים. אנא השלימו את החסר בטבלה.

המשמעות הפיזיקאלית	הביטוי של הנוסחה	המקרה המיוחד
האנרגיה הכובדית של גוף הממוקם במקום כלשהו יחסית למישור הייחוס יחסית למישור הייחוס (למשל הרצפה) היא אפס, או: כאשר לא משתנה גובהו של גוף אין שינוי באנרגיה הכובדית שלו.	$\Delta E_p = mg\Delta h = 5 \cdot 10 \cdot 0 = 0 \text{ J}$	כאשר גובה הגוף מעל מישור הייחוס שווה לאפס
השינוי באנרגיה הכובדית של חלקיק בעל מסה קטנה מאד, גם כשחל שינוי בגובהו קטנה בהתאם	$\Delta E_p = mg\Delta h \rightarrow 0$	כאשר מסת החלקיק קטנה מאד
השינוי באנרגיה הכובדית של גוף מסוים הנופל על פני הירח קטן פי ששה מהשינוי באנרגיה הכובדית של גוף זהה הנופל מאותו הגובה על פני כדור הארץ.	$\Delta E_p = mg\Delta h = 5 \cdot 10 / 6 \cdot 6 = 50 \text{ J}$ עבור מסה של 5 ק"ג בגובה 6 מטרים מעל פני הירח	כאשר נמצאים על פני גרם שמימי אחר, למשל הירח, שם תאוצת הכובד היא כשישית מתאוצת הכובד בכדור הארץ.

מאגר משימות הערכה

א. מבחן דיאגנוסטי

1) תרשימי העוגה שלפניכם מתארים שרשרת המרות אנרגיה של חץ הנורה מקשת (האנרגיה התרמית הוזנחה).

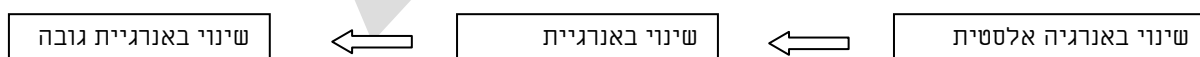


1.1 איזה מהמשפטים למטה מתאים לתיאור זה?

- החץ נורה כלפי מעלה ממגרש
- החץ נורה כלפי מטה מגג גבוה
- החץ נורה באופן אופקי (קדימה) מגבעה
- החץ השתחרר מהקשת בזמן הירייה ונפל על הקרקע.
- תארו את התהליך שהתרחש בעזרת תרשימי חצים

1.2 האם הפחת באנרגיית התנועה של החץ שווה לגידול באנרגיית הגובה של החץ? הסבירו.

2) איזה משפט מהמשפטים הבאים מתאים לשרשרת המרות האנרגיה הבאה:



- ספורטאי המאמן את שרירי ידיו על-ידי מתיחת קפיץ.
- מכונית צעצוע המופעלת על-ידי קפיץ, נעה במעלה מדרון משופע ונעצרת.
- מאזני קפיץ המורים את משקלה של משקולת המונחת עליהם.
- גלגל מסתובב ונעצר על-ידי מתיחת קפיץ.

3) זורקים גוף כלפי מעלה. בעת תנועתו כלפי מעלה אנרגיית התנועה

א. קטנה

ב. גדלה

ג. לא משתנה

4) זורקים גוף כלפי מעלה. בעת תנועתו כלפי מעלה אנרגיית הגובה

א. קטנה

ב. גדלה

ג. לא משתנה

5) ספר נופל מהשולחן ופוגע ברצפה. בעת תנועתו כלפי מטה:

א. אנרגיית התנועה שלו קטנה ואנרגיית הגובה שלו גדלה.

ב. אנרגיית התנועה שלו גדלה ואנרגיית הגובה שלו קטנה.

ג. אנרגיית התנועה שלו קטנה ואנרגיית הגובה שלו קטנה.

ד. אנרגיית התנועה שלו גדלה ואנרגיית הגובה שלו גדלה.



מצב 1

מצב 2

מצב 3

6) להלן תיאור של כמה אירועים. רק באחד מהם גודלה של

אנרגיית התנועה משתנה. מהו?

א. מכונית נוסעת במהירות קבועה

ב. מכונית עומדת ברמזור

ג. מכונית מאיטה לפני רמזור אדום

ד. מכונית ניצבת בחניון

7) ניתן לתאר את תנועתו של פגז בעת מעופו באמצעות:

א. שינוי באנרגיית גובה ובאנרגיית תנועה

ב. שינוי באנרגיית תנועה בלבד

ג. שינוי באנרגיית גובה בלבד

ד. אין שום שינויים בסוגי האנרגיה בעת מעופו של הפגז.

האיור שלפניכם מתאר תפוח הנופל מעץ בשלושה מצבים שונים במהלך נפילתו. שימו לב שמצב 3

מתאר את התפוח חלקיק שנייה לפני פגיעתו בקרקע..

ענו על שאלות 8-10 תוך התייחסות לאיור.

8) מתי חלה ירידה מרבית בגודלה של אנרגיית הגובה של התפוח?

א. במעבר ממצב 1 למצב 2

ב. במעבר ממצב 2 למצב 3

ג. במעבר ממצב 1 למצב 3

ד. לא חל כל שינוי בגודלה של אנרגיית הגובה

9) מתי חלה עלייה מרבית באנרגיית התנועה של התפוח?

א. במעבר ממצב 1 למצב 2

ב. במעבר ממצב 2 למצב 3

ג. במעבר ממצב 1 למצב 3

ד. לא חל כל שינוי בגודלה של אנרגיית התנועה

10) מצמידים שתי קוביות מחומר זהה. קובייה א' נמצאת בטמפ' של 80°C ואילו קובייה ב' נמצאת בטמפ' של 30°C .

10.1 סמנו את התשובה הנכונה המתייחסת לשינויי הטמפרטורות כפי שנמדדו עבור הקוביות לאחר מספר דקות. הסבירו ונסחו את תשובתכם באופן מילולי.

10.2 בחרו באחת מהתשובות הלא נכונות והסבירו מדוע איננה נכונה.

תשובה	טמפ' קובייה א	טמפ' קובייה ב
א	עלתה	ירדה
ב	ירדה	עלתה
ג	ללא שינוי	עלתה
ד	ללא שינוי	ירדה

11) הטמפרטורה של צלחת ברזל שהוצאה בבוקר מהתנור והונחה על השיש, היא 135°C , ואילו הטמפרטורה של צלחת קלקר חד פעמית הנמצאת בארונית המטבח היא 23°C . למחרת באותה שעה תהיה טמפ' צלחת הברזל:

א. 23°C לערך

ב. 135°C לערך

ג. 100°C לערך

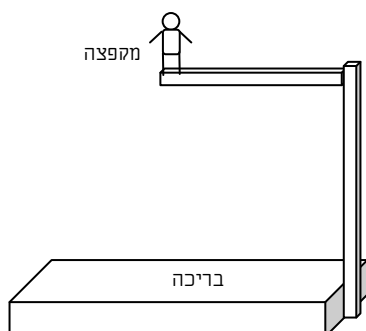
ד. 230°C לערך

נמקו את תשובתכם.

12) ביום קיץ בהיר, קרני השמש פוגעות בשולחן שחור הניצב בחצר הבית ונבלעות. כתוצאה מכך:

א. השינוי באנרגיית החום בשולחן שווה לשינוי באנרגיית קרינת השמש שפגעה בשולחן

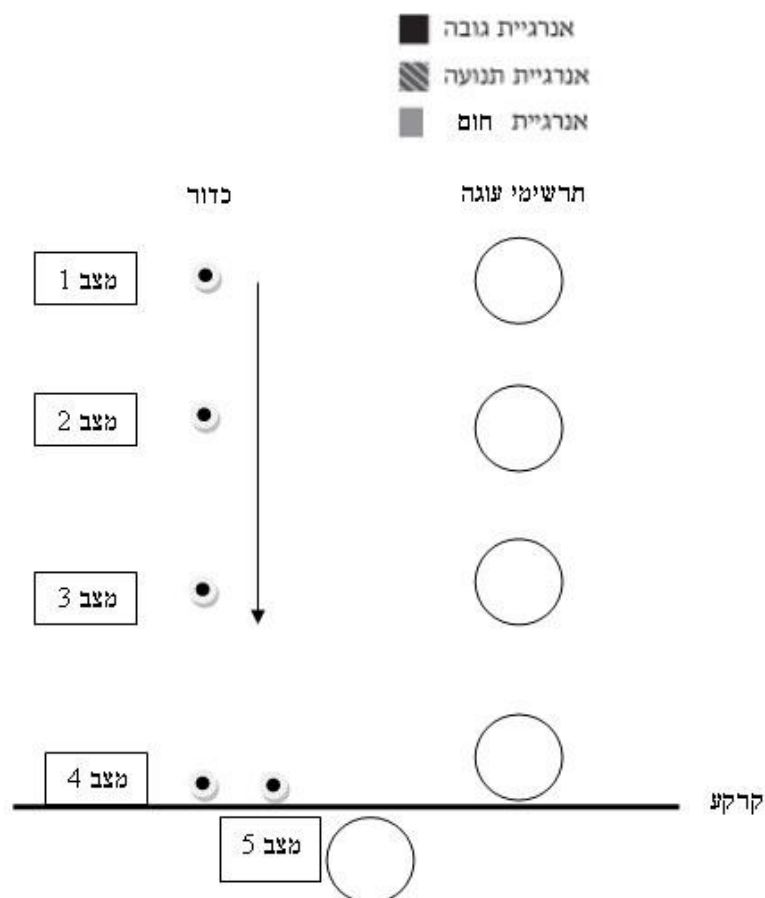
- ב. השינוי באנרגיית החום בשולחן גדול מהשינוי באנרגיית קרינת השמש שפגעה בשולחן
ג. השינוי באנרגיית החום בשולחן קטן מהשינוי באנרגיית קרינת השמש שפגעה בשולחן



- 13) לפניכם שחיין העומד לקפוץ לבריכה עמוקה.
יוסי טוען שהשינוי באנרגיית הגובה של השחיין יהיה
שווה לשינוי באנרגיית התנועה שלו.
האם אתם מסכימים עם יוסי? הסבירו.

- 14) באיור שלפניכם מתואר כדור רגל ומיקומו יחסית לקרקע במהלך נפילתו לקרקע מהרגע שבו הוא
נמצא בשיא גובהו ועד לעצירתו המוחלטת על הקרקע. שימו לב שרגע קצר לפני פגיעתו בקרקע מצוין
ע"י מצב 4 ואילו מצב 5 מתאר את הכדור לאחר שעצר לגמרי.

- 14.1 ציירו בכל אחד מתרשימי העוגה את החלוקה היחסית של אנרגיית הגובה ואנרגיית התנועה.
השתמשו בסימונים הבאים :



- 14.2 הסבירו את השינויים בתנועת הכדור בהתבסס על חוק שימור האנרגיה.
- 14.3 הכדור הנופל פוגע בקרקע, מנתר מספר פעמים ולבסוף נעצר על הדשא. האם חוק שימור האנרגיה התקיים? הסבירו.

ב. מיפוי פריטי ההערכה

סוג הפריט	דרגת קושי	רמה קוגניטיבית	מיומנויות	מושגים	מס' שאלה	מס' פריט
פתוח	קל	יישום	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	אנרגיית גובה ואנרגיית תנועה	1.1	1.
פתוח	בינוני	יישום	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	אנרגיית גובה ואנרגיית תנועה	1.2	2.
פתוח	קשה	יישום	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו	אנרגיית גובה ואנרגיית תנועה	2.1	3.
פתוח	בינוני	ישום	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	אנרגיית גובה ואנרגיית תנועה	2.2	4.
סגור	קל	ידיעה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	אנרגיית גובה ואנרגיית תנועה	3.1	5.
סגור + פתוח	בינוני	ידיעה	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו	אנרגיית גובה ואנרגיית תנועה	3.2	6.
פתוח	בינוני	הבנה	הסקה: יישום עקרונות השוואה	אנרגיית תרמית	3.3	7.
פתוח	קשה	יישום	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	אנרגיית תנועה ואנרגיית תרמית	3.4	8.
סגור	קל	ידיעה	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו	אנרגיית גובה	4.1	9.
פתוח	בינוני	הבנה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	אנרגיית גובה ואנרגיית תרמית	4.2	10.
סגור	קל	הבנה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	אנרגיית גובה	4.3	11.
סגור	בינוני	יישום	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	אנרגיית גובה ואנרגיית תרמית	4.4	12.
פתוח	קל	הבנה	שימוש ביצוג להסבר, הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	אנרגיית גובה ואנרגיית מהירות	5.1	13.
פתוח	בינוני	ידיעה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	אנרגיית גובה ואנרגיית מהירות	5.2	14.
פתוח	קשה	יישום	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	אנרגיית גובה ואנרגיית מהירות	5.3	15.

מס' פריט	מס' שאלה	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	דרגת קושי	סוג הפריט
16.	5.4	אנרגיית גובה ואנרגיית מהירות	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו	ידיעה	קל	סגור
17.	6.1	אנרגיית גובה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	קל	סגור
18.	6.2	אנרגיית גובה ואנרגיית מהירות	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	הבנה	קל	פתוח
19.	6.3	אנרגיית גובה ואנרגיית מהירות	הסקה : יישום עקרונות השוואה	הבנה	קל	פתוח
20.	7.1	אנרגיית תנועה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידעה	קל	פתוח
21.	7.2	אנרגיית תנועה ואנרגיה תרמית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	הבנה	קל	פתוח
22.	8	אנרגיית גובה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	הבנה	קל	סגור
23.	9	אנרגיית גובה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	הבנה	קל	פתוח
24.	10	אנרגיית גובה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	הבנה	בינוני	סגור
25.	11.1	אנרגיית גובה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	הבנה	בינוני	סגור
26.	11.2	אנרגיית גובה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	הבנה	בינוני	פתוח
27.	12	אנרגיית גובה	זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו הסקת מסקנות בהתבסס על	הבנה	בינוני	סגור

מס' פריט	מס' שאלה	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	דרגת קושי	סוג הפריט
			עקרון ידוע			
28.	13.1	אנרגיית גובה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	קל	פתוח
29.	13.2	אנרגיית גובה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	קל	פתוח
30.	13.3	אנרגיית גובה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	בינוני	פתוח
31.	14.1	אנרגיית תנועה ואנרגיה תרמית	שימוש בייצוג להסבר	יישום	קל	פתוח
32.	14.2	אנרגיית תנועה ואנרגיה תרמית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	קשה	פתוח
33.	14.3	אנרגיית תנועה ואנרגיה תרמית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	קל	פתוח
34.	15.1	אנרגיית תנועה ואנרגיה תרמית	שימוש בייצוג להסבר	יישום	קל	פתוח
35.	15.2	אנרגיית תנועה ואנרגיה תרמית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	קשה	פתוח
36.	15.3	אנרגיית תנועה ואנרגיה תרמית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	קל	פתוח
37.	16.1	אנרגיית גובה ואנרגיה אלסטית (קפיץ)	שימוש בייצוג להסבר	יישום	קל	פתוח
38.	16.2	אנרגיית גובה ואנרגיה אלסטית (קפיץ)	הסקה : יישום עקרונות השוואה	ידיעה	קל	פתוח
39.	16.3	אנרגיית גובה ואנרגיה אלסטית (קפיץ)	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	קל	פתוח

מס' פריט	מס' שאלה	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	דרגת קושי	סוג הפריט
40.	16.4	אנרגיית גובה ואנרגיה אלסטית (קפיץ)	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	קל	פתוח
41.	17	אנרגיית תנועה ואנרגיה תרמית	הסקה : יישום עקרונות השוואה	ידיעה	קל	פתוח
42.	18	אנרגיית תנועה	הסקה : יישום עקרונות השוואה	ידיעה	קל	פתוח
43.	19.1	אנרגיית תנועה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, שימוש ביצוג להסבר	יישום	בינוני	סגור
44.	19.2	אנרגיית תנועה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	בינוני	פתוח
45.	19.3	אנרגיית תנועה				
46.	20.1	אנרגיית תנועה	הסקת מסקנות מנתוני ניסוי	ידיעה	בינוני	סגור
47.	20.2	אנרגיית תנועה ואנרגיה תרמית	בידוד משתנים	ידיעה	קל	סגור
48.	21.1	אנרגיית תנועה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, שימוש ביצוג להסבר	יישום	בינוני	סגור + הסבר
49.	21.2	אנרגיית תנועה	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	ידיעה	קל	סגור
50.	21.3	אנרגיית תנועה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	קל	סגור
51.	21.4	אנרגיית תנועה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	קל	סגור

מס' פריט	מס' שאלה	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	דרגת קושי	סוג הפריט
52.	21.5	אנרגיית תנועה	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	בינוני	סגור
53.	22	אנרגיית תנועה	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	ידיעה	קל	פתוח
54.	23	אנרגיית תנועה	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	ידיעה	בינוני	סגור
55.	24.1	בטיחות בדרכים	הסקה: יישום עקרונות השוואה	הבנה	בינוני	פתוח
56.	24.2	בטיחות בדרכים	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	ידיעה	קל	פתוח
57.	24.3	בטיחות בדרכים	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	ידיעה	קל	סגור
58.	24.4	בטיחות בדרכים	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, שימוש ביצוג להסבר	יישום	בינוני	סגור
59.	24.5	בטיחות בדרכים	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	ידיעה	קל	סגור
60.	24.6	בטיחות בדרכים	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, שימוש ביצוג להסבר	יישום	בינוני	סגור
61.	24.7	בטיחות בדרכים	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	ידיעה	קל	סגור
62.	24.8	בטיחות בדרכים	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	ידיעה	קל	סגור

מס' פריט	מס' שאלה	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	דרגת קושי	סוג הפריט
			השפעתם			
63.	24.9	בטיחות בדרכים	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, שימוש ביצוג להסבר	יישום	בינוני	פתוח
64.	24.10	בטיחות בדרכים	הסקת מסקנות מתוצאות ניסוי, זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	ידיעה	קל	פתוח
65.	25.1	בטיחות בדרכים	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, שימוש ביצוג להסבר	יישום	בינוני	סגור
66.	25.2	בטיחות בדרכים	הסקת מסקנות מתוצאות ניסוי, זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	ידיעה	קל	פתוח
67.	25.3	בטיחות בדרכים	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע, שימוש ביצוג להסבר	יישום	בינוני	סגור
68.	25.4	בטיחות בדרכים	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	בינוני	סגור
69.	25.5	בטיחות בדרכים	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	ידיעה	קל	פתוח
70.	26	אנרגיה תרמית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	קל	סגור
71.	27	אנרגיה תרמית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	קשה	פתוח

מס' פריט	מס' שאלה	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	דרגת קושי	סוג הפריט
72	28	אנרגיה תרמית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	קשה	פתוח
73	29	אנרגיה תרמית	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	הבנה	בינוני	סגור
74	30.1	אנרגיה תרמית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	קשה	סגור
75	30.2	אנרגיה תרמית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	קשה	פתוח
76	31	אנרגיה תרמית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	קלה	סגור
77	32	אנרגיה תרמית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	בינוני	סגור
78	33.1	אנרגיה תרמית	שימוש בייצוג להסבר, הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	קל	סגור
79	33.2	אנרגיה תרמית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	קשה	פתוח
80	34	אנרגיה תרמית	שימוש בייצוג להסבר, הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	בינוני	פתוח
81	35	אנרגיה תרמית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	הבנה	בינוני	פתוח
82	36	אנרגיה תרמית	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	הבנה	בינוני	פתוח
83	37	אנרגיה חשמלית –	הסקת מסקנות בהתבסס על	יישום	בינוני	סגור

מס' פריט	מס' שאלה	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	דרגת קושי	סוג הפריט
		מעגלים חשמליים	עקרון ידוע			
84	38	אנרגיה חשמלית – מעגלים חשמליים	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	בינוני	סגור
85	39	אנרגיה חשמלית – מעגלים חשמליים	הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	ידיעה	קל	סגור
86	40	אנרגיה חשמלית – חיבורים חשמליים	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם, הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	קשה	סגור
87	41	אנרגיה חשמלית, אנרגיה תרמית	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם, הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	בינוני	סגור
88	42	אנרגיה חשמלית	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	יישום	בינוני	סגור
89	43	אנרגיה חשמלית	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם, הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	הבנה	קל	סגור
90	44	אנרגיה חשמלית	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	ידיעה	קל	סגור
91	45	אנרגיה חשמלית - הספק	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם	יישום	בינוני	פתוח
92	46	אנרגיה חשמלית - נצילות	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם, הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	בינוני	סגור

מס' פריט	מס' שאלה	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	דרגת קושי	סוג הפריט
93	47	אנרגיה חשמלית - נצילות	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם, הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	בינוני	סגור
94	48	אנרגיה חשמלית - נצילות	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם, הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	קשה	סגור
95	49	אנרגיה חשמלית - נצילות	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם, הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	בינוני	סגור
96	50	אנרגיה חשמלית – חישובי עלויות	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם, הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	קל	סגור
97	51.1	אנרגיה חשמלית - נצילות	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם, הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	קשה	פתוח
98	51.2	אנרגיה חשמלית – חישובי עלויות	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם, הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	קשה	פתוח
99	52	אנרגיה חשמלית	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם, הסקת מסקנות בהתבסס על עקרון ידוע	יישום	בינוני	פתוח

מס' פריט	מס' שאלה	מושגים	מיומנויות	רמה קוגניטיבית	דרגת קושי	סוג הפריט
100	53	אנרגיה תרמית	הכרת מושגים במדע	ידעה	קל	סגור

ג. פריטי הערכה בנושא אנרגיית גובה

הערה כללית: בשאלות בנושא אנרגיית גובה של גופים בסביבת כדור הארץ המערכת הסגורה אליה מתייחסים כוללת תמיד את כדור הארץ. מטעמי נוחות לא נציין עובדה זו בכל פעם שמופיע בשאלה "גוף נופל".

1. עציץ שמסתו 1 ק"ג ניצב על שולחן שגובהו מטר אחד מעל הרצפה. שומטים את העציץ והוא נופל לרצפה.

1.1 מה יהיה השינוי בגודלה של אנרגיית הגובה של העציץ?

1.2 מה יהיה השינוי בגודלה של אנרגיית התנועה של העציץ?

1.3 תארו במונחים של המרות אנרגיה את תהליך נפילת העציץ.

2. אסטרונאוטים נמצאים הרחק מכדור הארץ במקום שבו לא פועל כוח משיכה כלשהו. הם מעוניינים לפצח אגוז קשה באמצעות מכת פטיש על סדן מתכת. אסטרונאוט א' טוען שלא ניתן יהיה לבצע את המשימה משום שהפטיש חסר משקל ואינו יכול ליפול. אסטרונאוט ב' טוען כי ניתן יהיה לפצח את האגוז משום שאמנם לפטיש אין משקל אבל בעת המכה יש לו מסה ומהירות.

2.1 מי מהאסטרונאוטים צודק לדעתכם? הסבירו.

2.2 אסטרונאוט ג' טוען שניתן לפצח את האגוז ע"י הפלת הפטיש עליו. האם הוא צודק? הסבירו.

3. משקולת ברזל שמסתה 2 ק"ג תלוייה מעל מסמר הנעוץ בפקק שעם

(ראו איור). המסמר נעוץ בפקק השעם בעומק של 1 ס"מ. גובה המשקולת

מעל המסמר הוא 50 ס"מ.

משחררים את משקולת הברזל והיא נופלת ומכה במסמר, הנעוץ בפקק.

3.1 מה קורה לאנרגיה של המשקולת במהלך נפילתה? (סמנו את התשובה הנכונה):

א. אנרגיית הגובה של המשקולת קטנה ואילו אנרגיית התנועה שלה גדלה

ב. אנרגיית הגובה של המשקולת קטנה וגם אנרגיית התנועה שלה קטנה

ג. אנרגיית הגובה של המשקולת גדלה ואילו אנרגיית התנועה שלה קטנה

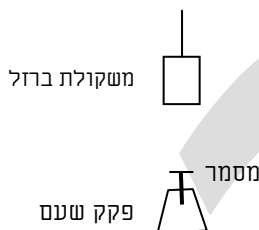
ד. אנרגיית הגובה של המשקולת נשארת ללא שינוי ואילו אנרגיית התנועה שלה גדלה.

3.2 מה צריך לעשות כדי שהמסמר יינעץ בפקק השעם לעומק רב יותר? (סמנו את כל התשובות הנכונות)

א. להגדיל את מסת המשקולת

ב. לנדנד את המשקולת

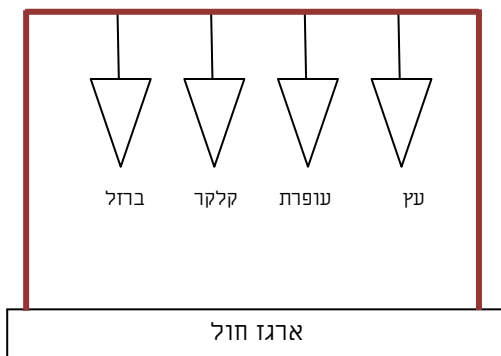
ג. להגדיל את הגובה ממנו משחררים את המשקולת



ד. להאריך את החוט עליו תלויה המשקולת

3.3 לאחר פגיעת המשקולת במסמר, חודר המסמר כחצי ס"מ נוספים לתוך פקק השעם. מה היו השינויים באנרגיה במערכת מסמר – פקק במהלך נעיצת המסמר בפקק?

3.4 אם ידוע שמסת המשקולת היא 2 ק"ג והיא נופלת חצי מטר עד פגיעתה במסמר, מה היה השינוי בגודלה של האנרגיה התרמית במערכת לאחר פגיעת המשקולת במסמר (המערכת: משקולת-מסמר-פקק)?



4. האוויר הבא מתאר מערכת ניסוי הכוללת 4 משקולות זהות בנפחן ובצורתן, התלויות בגובה זהה של 1 מטר מעל משטח חול.

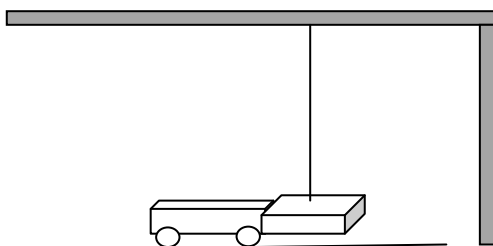
4.1 חותכים את החוטים, המשקולות נופלות וחל שינוי באנרגיית הגובה שלהן. איזה מהשינויים יהיה הגדול ביותר? הסבירו את תשובתכם

- משקולת העץ (צפיפות עץ כ- 0.7 גרסמ"ק)
- משקולת העופרת (צפיפות עופרת- 11.3 גרסמ"ק)
- משקולת הקלקר (צפיפות קלקר כ- 0.1 גרסמ"ק)
- משקולת הברזל (צפיפות ברזל 7.8 גרסמ"ק)

4.2 לאחר חיתוך החוטים, איזה משקולת תחדור לעומק הגדול ביותר בארגז החול? הסבירו את תשובתכם.

4.3 מסת משקולת הברזל היא 3 ק"ג, מה יהיה השינוי בגודלה של אנרגיית הגובה של המערכת במהלך נפילתה? (המערכת: כדור הארץ והמשקולת)

4.4 בהמשך לשאלה 4.3, מה יהיה (בקירוב) השינוי בגודלה של האנרגיה התרמית של המשקולת-והחול לאחר נעיצת המשקולת בחול?



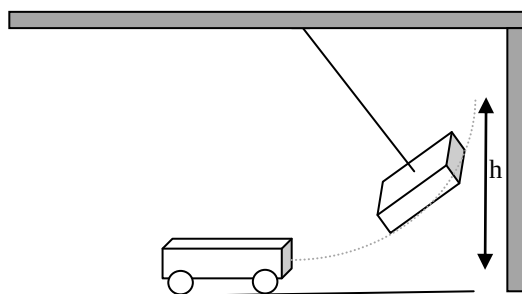
5. דניאל תלה משקולת במסה של 1 ק"ג על חוט. את החוט חיבר לתקרה (ראו איור). הוא הניח עגלה על שולחן מתחת למשקולת, במקום חיבור החוט לתקרה.

5.1 מהי אנרגיית התנועה של העגלה הנחה?

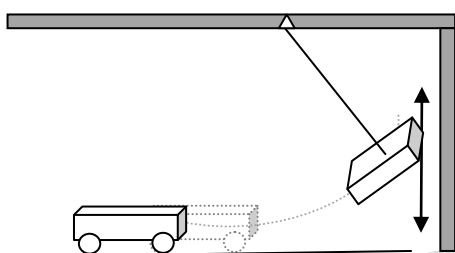
5.2 דניאל הרים משקולת ושחרר אותה (ראו איור). כתוצאה מכך המשקולת חבטה בעגלה שהחלה

לנוע. השינוי בגובה המשקולת היה $h=50\text{ מ"מ}$

חשבו את השינוי באנרגיית הגובה של המשקולת מרגע שחרורה ועד שפגעה בעגלה.

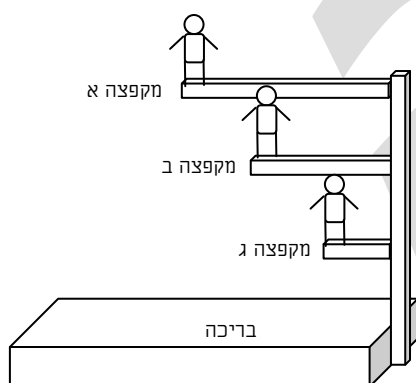


5.3 מה היה השינוי באנרגיית התנועה של העגלה כתוצאה מהאינטראקציה עם המשקולת? הניחו כי השינוי באנרגיית התרמית של המערכת היה 2 J (כלומר הגופים התחממו כתוצאה מההתנגשות ביניהם ותוספת החום למערכת היתה שני ג'אול).



5.4 מה יכול דניאל לעשות כדי שהעגלה תנוע למרחק גדול יותר? (סמנו את כל התשובות הנכונות)

- להחליף את המשקולת באחרת כבדה יותר
- להרים את המשקולת לגובה גדול יותר ($h > 50\text{ מ"מ}$)
- להחליף את המשקולת באחרת קלה יותר
- להזיז את העגלה קצת קדימה לפני שחרור המשקולת (ראו איור).



6. לפניכם שלושה שחיינים העומדים לקפוץ לבריכה עמוקה ממקפצות בגובה שונה (ראו טבלה). השחיינים קופצים לבריכה וכתוצאה מכך חל שינוי באנרגיית הגובה שלהם.

מקפצה	גובה המקפצה (מטר)	שם השחיין	מסת השחיין (ק"ג)
א	15	דוד	60
ב	10	שלמה	60
ג	5	דני	120

6.1 השינוי באנרגיית הגובה של שניים מהם יהיה זהה. מיהם השחיינים? חשבו את השינוי באנרגיה.

- א. דוד ודני
ב. שלמה ודני
ג. דוד ושלמה

6.2 השינוי באנרגיית הגובה של איזה מהשחיינים יהיה הגדול ביותר? חשבו את השינוי.

6.3 חשבו את המהירות בה פוגעים שלושת השחיינים במים. רשמו את תשובתכם בטבלה הבאה:

מקפצה	שם השחיין	מהירות הפגיעה במים (מ/שני)
א	דוד	
ב	שלמה	
ג	דני	

7. עגלת תינוק שמסתה 5 ק"ג נעה במהירות של 10 מ/שני. עוצרים את העגלה.

7.1 בכמה תקטן אנרגיית התנועה של העגלה במהלך עצירתה?

7.2 איזה סוג אנרגיה יגדל בעת העצירה? בכמה הוא יגדל? תארו במונחים של המרות אנרגיה את תהליך עצירת העגלה.

8. ארבעה גופים נפלו מגבהים שונים ואנרגיית הגובה של כל אחד מהם קטנה ב- 12 ג'אול. בטבלה שלפניכם מצוינים משקלם של כל אחד מהגופים והגובה שממנו הוא נפל. הנתונים בטבלה לגבי אחד מהגופים אינם נכונים. מיהו הגוף?

גוף מספר	משקל (ניוטון)	גובה הנפילה (מטר)
1	12	1
2	1	12
3	2	6
4	2	12
5	6	2
6	3	6
7	10	2

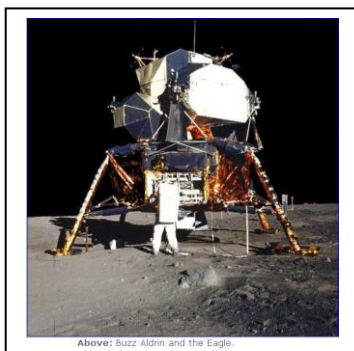
9. שבעה גופים נזרקו כלפי מעלה וכתוצאה מכך אנרגיית הגובה שלהם גדלה ב- 20 ג'אול.

בטבלה שלפניכם מופיעים משקלם של הגופים והגובה אליו הם הגיעו יחסית לאדם שזרק אותם. השלימו את הטבלה:

גוף מספר	משקל (ניוטון)	הגובה אליו הגיע הגוף (מטר)	שינוי באנרגיית הגובה (ג'אול)
1	10	2	20
2		20	20
3	4		20
4	5	4	20
5		10	20
6	20		20
7	1		20

10. גוף שמשקלו 100 ניוטון נמצא בגובה של 2 מטרים מעל פני כדור הארץ. גוף זה נמצא בירח ומוחזק שם בגובה של 2 מטרים מעל פני הירח. ברגע מסויים נופלים שני הגופים לקרקע. סמנו את המשפט הנכון לגבי השינוי באנרגיית הגובה של שני הגופים.

- השינוי באנרגיית הגובה זהה.
- השינוי באנרגיית הגובה בכדור הארץ גדול יותר מאשר בירח.
- השינוי באנרגיית הגובה בירח גדול יותר מאשר בכדור הארץ.



Above: Buzz Aldrin and the Eagle.

11. האסטרונאוט ניל ארמסטרונג (ז"ל) היה האדם הראשון שדרך על פני הירח. רכב הנחיתה על הירח ששמו "איגל", היה מצויד בסולם שגובהו מעל פני הירח הוא 3 מטרים. ניל פתח את דלת האיגל וירד בסולם אל פני הירח. מכיוון שהתנאים בירח שונים מאוד מהתנאים בכדור הארץ (בירח חם מאוד ביום ואין אוויר), נשא ניל על גבו מנשא הכולל מיכל אוויר גדול ומערכת קירור מיוחדת. מסת המנשא היתה כ- 200 ק"ג.

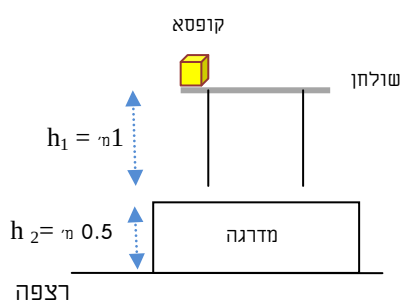
11.1 מה היה השינוי באנרגיית הגובה של המנשא שעל גבו של ניל ארמסטרונג כאשר ירד מהאיגל אל פני הירח? (מיושג $g_{\text{ירח}} = 1.6$)

- 2000 ג'אול
- 960 ג'אול
- 5000 ג'אול

11.2 המנשא הוחזר לכדור הארץ. מאיזה גובה היה צריך ניל ארמסטרונג לרדת על מנת שהשינוי באנרגיה של המערכת מנשא-ארץ יהיה שווה לזה שהיה על הירח?

12. גוף שמסתו 10 ק"ג נמצא בגובה של 5 מטרים מעל פני כדור הארץ. גוף זה נמצא בירח ומוחזק שם בגובה של 5 מטרים מעל פני הירח אף הוא. ברגע מסויים נופלים שני הגופים לקרקע. סמנו את המשפט הנכון:

- א. בכדור הארץ ובירח יהיה שינוי זהה באנרגיית הגובה.
ב. בכדור הארץ יהיה השינוי באנרגיית הגובה גדול יותר מאשר על הירח.
ג. בירח יהיה השינוי באנרגיית הגובה גדול יותר מאשר בכדור הארץ.



13. קופסא שמסתה 2 ק"ג מוצבת על שולחן העומד על מדרגה (ראו איור). ברגע מסויים משמיטים את הקופסא. גובה השולחן מעל המדרגה הוא 1 מטר (h_1) וגובה המדרגה מעל הרצפה הוא 0.5 מטר (h_2).

13.1 מה יהיה השינוי באנרגיית הגובה של הקופסא כאשר היא תגיע למדרגה?

13.2 מה יהיה השינוי באנרגיית הגובה של הקופסא כאשר היא תגיע לרצפה?

13.3 מדוע חשוב לציין לאן מגיעה הקופסא? הסבירו.

ד. פריטי הערכה בנושא אנרגיית תנועה (אנרגיה קינטית)

14. מכונית שמסתה 1000 ק"ג נעה במספר מהירויות ונעצרת. מודדים את עליית הטמפרטורה בבלמיה בכל פעם מייד לאחר שנעצרה.

14.1 להלן נתונים על מהירות המכונית ועליית הטמפרטורה בבלמיה. רשמו את הנתונים בטבלה ושרטטו גרף של עליית הטמפרטורה כפונקציה של השינוי במהירות המכונית. תנו כותרת לגרף.

א. מדידה ראשונה - מהירות המכונית: 20 קמ"ש; עליית הטמפרטורה בבלמים: 30 מעלות צלסיוס (30°C).

ב. מדידה שנייה - מהירות המכונית: 40 קמ"ש; עליית הטמפרטורה בבלמים: 120°C .

ג. מדידה שלישית - מהירות המכונית: 60 קמ"ש; עליית הטמפרטורה בבלמים: 270°C .

ד. מדידה רביעית - מהירות המכונית: 80 קמ"ש; עליית הטמפרטורה בבלמים: 480°C .

14.2 עליית הטמפרטורה בבלמים מהווה מדד לשינוי באנרגיה של המכונית בעת הבלימה. האם עצירת המכונית ממהירות כפולה (למשל עצירתה ממהירות של 80 קמ"ש לעומת עצירתה ממהירות של 40 קמ"ש) תגרום לירידה כפולה בגודלה של האנרגיה? נמקו את תשובתכם: א. בעזרת נתונים מהגרף ששרטטתם ב. בעזרת הנוסחה לאנרגיית תנועה.

14.3 תארו במונחים של המרות אנרגיה את תהליך עצירת המכונית.

15. מכוניות בעלות מסות שונות נעות במהירות של 40 קמ"ש ונעצרות. נמדדת עליית טמפרטורה בבלמיהן לאחר העצירה.
- 15.1 להלן נתונים על מסות המכוניות ועליית הטמפרטורה בבלמיהן. רשמו את הנתונים בטבלה ושרטטו גרף של עליית הטמפרטורה כפונקציה של המסות השונות של המכונית. תנו כותרת לגרף.
- א. מכונית א - מסת המכונית 1000 ק"ג; עליית הטמפרטורה 120°C
- ב. מכונית ב - מסת המכונית 1500 ק"ג; עליית הטמפרטורה 180°C
- ג. מכונית ג - מסת המכונית 2000 ק"ג; עליית הטמפרטורה 240°C
- 15.2 עליית הטמפרטורה בבלמים מהווה מדד לשינוי באנרגיה של המכונית בעת הבלימה. האם עצירת מכונית בעלת מסה כפולה תגרום לירידה כפולה בגודלה של אנרגיית התנועה? נמקו את תשובתכם: א. בעזרת נתונים מהגרף ששרטטתם ב. בעזרת הנוסחה לאנרגיית תנועה.
- 15.3 תארו במונחים של המרות אנרגיה את תהליך עצירת המכונית.
16. גופים בעלי מסות שונות נופלים מגובה של 2 מטרים על קפיץ וכתוצאה מכך הקפיץ מתכווץ. 16.1 סדרו את הנתונים הבאים בטבלה ושרטטו גרף של מידת התכווצות הקפיץ כפונקציה של המסות השונות של הגופים:
- א. מסת הגוף הראשון: 1 ק"ג; מידת התכווצות הקפיץ: 10 ס"מ.
- ב. מסת הגוף השני: 2 ק"ג; מידת התכווצות הקפיץ: 14 ס"מ.
- ג. מסת הגוף השלישי: 3 ק"ג; מידת התכווצות הקפיץ: 17.5 ס"מ.
- 16.2 מהו הכינוי לאנרגיה שגודלה גדל בשעה שגוף מסוים נופל?
- 16.3 מהו הכינוי לאנרגיה שגודלה גדל בשעה שהקפיץ מתכווץ?
- 16.4 האם הפחת באנרגיה עד לעצירת כל אחד מהגופים שווה לגידול באנרגיה האלסטית של הקפיץ בשעה שהוא מתכווץ?
17. גוף שמסתו 4 ק"ג הנע במהירות של 20 מ/שנ' מתנגש בקיר ונעצר. מה השינוי באנרגיה הקינטית של הגוף?
18. כדור שמסתו 0.5 ק"ג מונח על הקרקע. בועטים בו והוא מגיע למהירות של 10 מ/שנ' מהו השינוי באנרגיה הקינטית של הכדור?
19. כדור שמסתו 10 ק"ג נמצא על רכבת הנוסעת במהירות של 30 מ/שנ'.
- 19.1 מהי האנרגיה הקינטית של הגוף ביחס לרציף הרכבת?
- 19.2 הרכבת מהשאלה הקודמת עוצרת. מה יהיה השינוי באנרגיה הקינטית של הכדור?

19.3 נוסע ברכבת היושב בסמוך לכדור נשאל מה היא האנרגיה הקינטית של הכדור מהשאלה הקודמת. מה תהיה תשובתו?

20. קליע שמסתו 15 גרם נע במהירות של 500 מטר בשנייה, וחודר דרך לוח עץ קבוע במקומו. הקליע יוצא מצידו השני של הלוח במהירות של 150 מטר בשנייה.

20.1 מה השינוי באנרגיה הקינטית של הקליע?

20.2 האם, פרט לשינוי באנרגיה הקינטית, חל שינוי בסוג אחר של אנרגיה במערכת קליע - לוח עץ בעת מעבר הקליע דרך הלוח? פרטו.

21. ילד בעל מסה של 40 ק"ג נע על גלגליות במהירות של 4 מ"שני ונעצר. בפעם אחרת הילד נע במהירות של 8 מ"שני ונעצר.

21.1 מה יהיה השינוי באנרגיה הקינטית של הילד בכל אחד מהמקרים?

21.2 פי כמה גדולה המהירות ההתחלתית במקרה השני לעומת המקרה הראשון?

21.3 פי כמה גדול השינוי באנרגיה במקרה השני בהשוואה למקרה הראשון?

21.4 מה הסיבה להבדל בין תשובותיכם לסעיף 21.2 ולסעיף 21.3?

21.5 מהן ההשלכות הבטיחותיות שיכולות להיות להבדל זה?

22. רוכב אופניים נע במהירות מסוימת ונעצר. בפעם אחרת הוא נע במהירות הגדולה פי 3 ונעצר. מה יהיה היחס בין השינוי באנרגיה הקינטית של הרוכב בפעם השנייה לעומת הפעם הראשונה?

א. לא יהיה הבדל

ב. פי 2

ג. פי 3

ד. פי 9

23. ילד ואביו רוכבים על אופניים במהירות שווה ועוצרים. מסתו של האב גדולה פי שניים מזו של הילד. מה יהיה היחס בין השינוי באנרגיה הקינטית של האב לעומת זה של הבן?

א. לא יהיה הבדל

ב. פי 2

ג. פי 3

ד. פי 4

24. שאלות בנושא בטיחות בדרכים.

24.1 הסבירו את המונח "מרחק תגובה". מה הסיבה שהנהג אינו יכול ללחוץ על דוושת הבלם מייד בהבחינו בסכנה?

24.2 מהם הגורמים המשפיעים על מרחק התגובה?

24.3 הציעו דרכים שונות להקטנת מרחק התגובה.

24.4 הסבירו את המונח "מרחק בלימה". מה הסיבה שמכונית איננה יכולה לעצור במקום והיא

ממשיכה בתנועה (החלקה) גם משהופעלו הבלמים?

24.5 מהם הגורמים המשפיעים על מרחק הבלימה?

24.6 הציעו דרכים שונות להקטנת מרחק הבלימה.

24.7 כיצד לדעתכם יודעים נהגים להעריך את המרחק שעליהם לשמור מהמכונית שלפניהם: (מרחק זה נקרא מרחק עצירה).

24.8 הציעו דרכים שיאפשרו לנהגים לשמור על מרחק עצירה נכון.

24.9 הסבירו מדוע אסור לנהוג לאחר שתיית משקאות אלכוהוליים (יין, בירה).

24.10 הציעו סיסמא קליטה שתשפיע על בני נוער להימנע מנהיגה לאחר שתיית משקאות אלכוהוליים.

25. הטבלה הבאה מציגה את מרחק הבלימה של רכב פרטי בתנאי מהירות וכביש שונים.

להזכירכם, אם גוף נע במהירות של 5 מטר בשנייה, מהירותו ביחידות המקובלות בחיי היום-יום היא :
18 קמ"ש = 5X3.6

בהסתמך על הנתונים בטבלה נסו לברר את הקשר בין המהירות לבין מרחק הבלימה :

אם המהירות היא 40 קמ"ש (שהם 11 מטר בשנייה) מרחק הבלימה בכביש יבש הוא 10 מטר.

מהירות במטר בשנייה	מהירות במטר בקמ"ש	מרחק בלימה בכביש יבש (במטרים)	מרחק בלימה בכביש רטוב (במטרים)
11	40	10	20
17	61	24	48
22	80	41	82
28	100	64	128
34	122	96	192

ענו על השאלות הבאות בעזרת הנתונים בטבלה :

25.1 אם המהירות גדלה פי 2, מרחק הבלימה גדל פי _____ בקירוב.

25.2 אם המהירות גדלה פי 3 (בקירוב), מרחק הבלימה גדל פי _____ בקירוב.

25.3 האם התוצאות הללו תואמות לידוע מלימודיכם על אנרגיית התנועה?

25.4 פי כמה גדול מרחק הבלימה על כביש רטוב מזה שעל כביש יבש?

25.5 מדוע מזהירים נהגים מפני נהיגה בשעה שהכביש רטוב?

ה. פריטי הערכה בנושא אנרגיה תרמית

26. כפית ברזל וכפית עץ שנמצאות בטמפרטורת החדר הונחו בתנור הנמצא בטמפרטורה של 65°C למשך זמן ארוך. מה תהיה טמפרטורת כפית הברזל וכפית העץ בתנור? סמנו את התשובה הנכונה בטבלה הבאה.

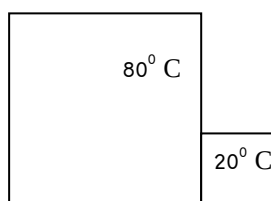
תשובה	טמפ' כפית הברזל ($^{\circ}\text{C}$)	טמפ' כפית העץ ($^{\circ}\text{C}$)
א	65	45
ב	65	65
ג	35	45
ד	45	35

27. שתי קוביות זהות בגודלן, האחת עשויה ברזל והשניה עשויה עץ, הונחו בתנור שחומם לטמפ' של 60°C מעלות צלסיוס. קיבול החום של הברזל הוא 460 ג'אול לק"ג למעלה, ואילו קיבול החום של העץ הוא כ- 1000 ג'אול לק"ג למעלה. אם הטמפ' ההתחלתית של שתי הקוביות היתה 25°C והן הונחו בתנור למשך דקה אחת, באיזו מהן היה השינוי באנרגיה התרמית גדול יותר? הסבירו.

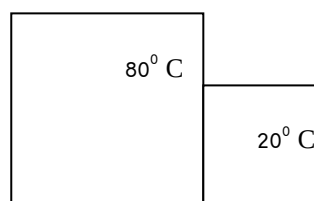
28. כיצד ניתן להסביר את ההבדל שחווים בשינוי הטמפ' בכף הרגל כאשר דורכים יחפים על שטיח צמר לעומת רצפת אריחים מאבן?

29. נתונות שתי קוביות זהות, בטמפרטורה של 80°C באותו חדר. לקוביות מצמידים שתי קוביות מחומר זהה, השונות בגודלן, אשר לשתייהן טמפ' של 20°C , כמודגם באיור. מודדים את משך הזמן הלוקח לכל זוג להגיע לטמפ' אחידה (שיווי משקל), ואת הטמפ' שלהן במצב זה. סמנו את המשפטים הנכונים:

- א. טמפ' שיווי המשקל של זוג א' גבוהה יותר מאשר טמפ' שיווי המשקל של זוג ב'.
- ב. טמפ' שיווי המשקל של זוג א' נמוכה יותר מאשר טמפ' שיווי המשקל של זוג ב'.
- ג. טמפ' שיווי המשקל של זוג א' זהה לטמפ' שיווי המשקל של זוג ב'.



זוג ב

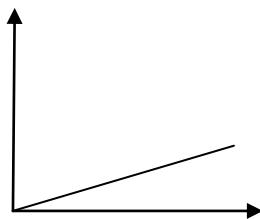


זוג א

30. מחממים ליטר מים בקומקום חשמלי שהספקו 2000 W . טמפ' המים לפני הפעלת הקומקום היתה 20°C , והמים הגיעו לרתיחה.
- 30.1 מה היה השינוי באנרגיה התרמית של המים? קיבול החום של מים הוא 4200 ג'אול לק"ג למעלה.
- א. $168,000,000\text{ J}$
- ב. $336,000\text{ J}$
- ג. $84,000\text{ J}$
- ד. $420,000\text{ J}$
- 30.2 אם האנרגיה החשמלית שנדרשה להרתיח את המים היתה $400,000\text{ J}$, מהי נצילות הקומקום?
31. יוסי גרר ארגז גדול על הרצפה מחדרו למטבח כתוצאה מכך:
- א. הטמפרטורה של תחתית הארגז גדלה
- ב. הטמפרטורה של תחתית הארגז ירדה
- ג. לא חל שינוי בטמפרטורה של תחתית הארגז.
32. יוסי בנה חממה לצורך גידול עגבניות. לצורך כך הוא הקיף את השתילים שלו בניילון שקוף מכל הצדדים וגם מלמעלה. יוסי למד שהעיקרון המדעי עליו מבוססת פעולת החממה הוא (סמנו את התשובה הנכונה):
- א. אור השמש עובר דרך הניילון, פוגע בקרקע ובצמחי העגבניות ונבלע ברובו. כתוצאה מכך מתחממים הצמחים והקרקע, והם מחממים את האוויר הכלוא בתוך חלל החממה.
- ב. אור השמש מוחזר כמעט לגמרי מפני הקרקע ומחמם מאוד את האוויר הכלוא בחלל החממה.
- ג. הניילון מרכז את אור השמש מכל הסביבה הקרובה לתוך החממה, ולכן האוויר בתוך החממה מתחמם מאוד.
- ד. אור השמש מוחזר מניילון החממה כלפי חוץ. כתוצאה מכך מתחממים מאוד הצמחים והאוויר בתוך החממה.

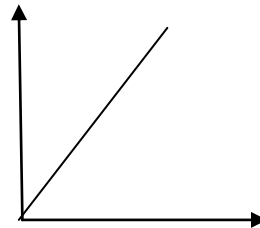
33. מחממים על להבת גז שתי כוסות המכילות נוזלים שונים באותה הכמות. הגרפים הבאים המשוורטטים על מערכות צירים זהות מייצגים את השינוי בטמפרטורת הנוזלים לאורך זמן:

טמפרטורה



נוזל א

טמפרטורה



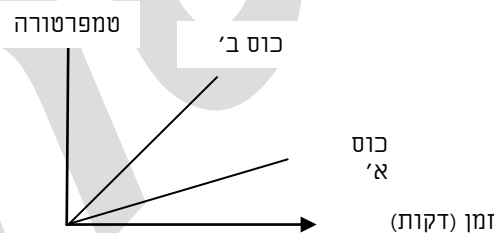
נוזל ב

33.1 איזה נוזל מתחמם בקצב מהיר יותר?

- נוזל א'
- נוזל ב'
- הנוזלים מתחממים בקצב זהה
- אי אפשר לדעת

33.2 לאיזה נוזל יש קיבול חום סגולי גדול יותר? הסבירו כיצד הגעתם לתשובתכם.

34. מכניסים שתי כוסות מים זהות שאחת מהן מלאה באופן חלקי והשנייה מלאה לגמרי, לתנור הנמצא בטמפרטורה של 65°C . מודדים את קצב השתנות הטמפרטורה של שתי הכוסות. תוצאות הניסוי מופיעות בגרף הבא:



איזו משתי הכוסות היתה מלאה לגמרי? הסבירו איך הגעתם לתשובתכם.

35. מחממים מים עד לנקודת הרתיחה (100°C). ממשיכים לחמם את המים אך הטמפרטורה שלהם אינה עולה. הסבירו כיצד יתכן שמוסיפים אנרגיה למים אך הטמפ' שלהם אינה משתנה?

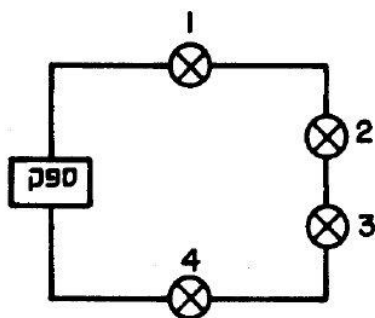
36. שלג, שהטמפרטורה שלו היא 0°C , נערם במשך הלילה. למחרת זורחת השמש וטמפרטורת האוויר היא 20°C . עם זאת, השלג אינו ניתך מיד. מדוע?

1. פריטי הערכה בנושא אנרגיה במערכות חשמליות

מעגלים חשמליים

37. במעגל המתואר באיור הבא, ארבע הנורות זהות. עליכם לסמן את ההיגדים המתארים נכון את

עוצמות האור של הנורות. נמקו את תשובתכם.



א. נורה 1 מאירה בעוצמת אור גדולה ביותר.

ב. נורה 4 מאירה בעוצמת אור גדולה ביותר.

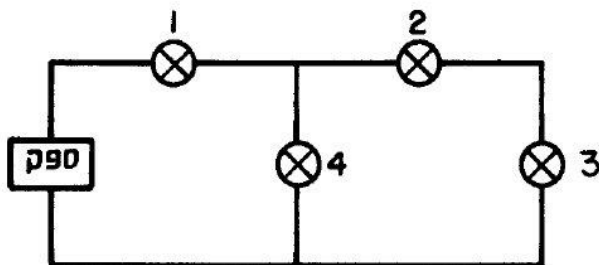
ג. הנורות 1, 4 מאירות, כל אחת, בעוצמת אור גדולה

מעוצמות האור שמאירות כל אחת מהנורות 2, 3.

ד. כל הנורות מאירות בעוצמת אור זהה.

38. במעגל המתואר בתרשים, נשרפה נורת אחת, וכתוצאה מכך, כבו כל שאר הנורות. איזו נורה

נשרפה? נמקו את תשובתכם.



א. 1.

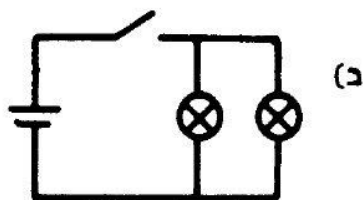
ב. 2.

ג. 3.

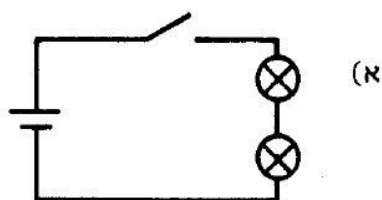
ד. 4.

39. שלושה מבין התרשימים הבאים, מתארים בצורות שונות את אותו מעגל חשמלי. איזה תרשים

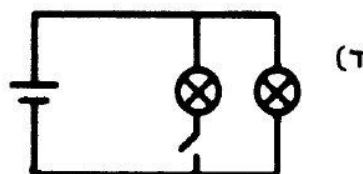
מתאר מעגל חשמלי השונה משאר המעגלים? נמקו את תשובתכם.



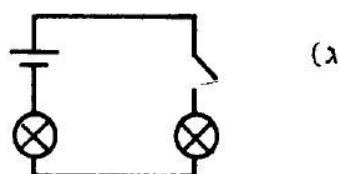
(ב)



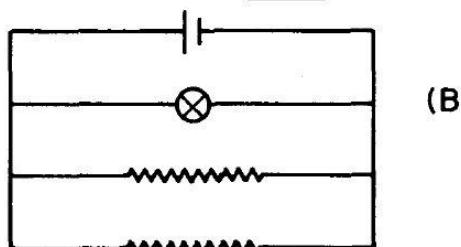
(א)



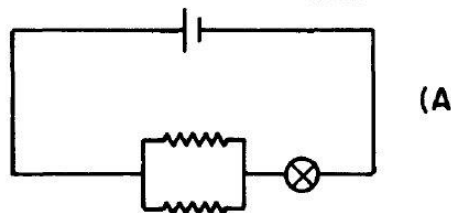
(ד)



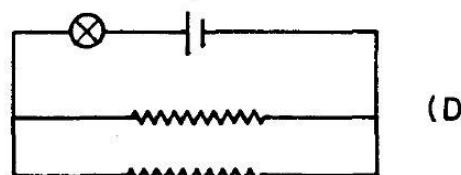
(ג)



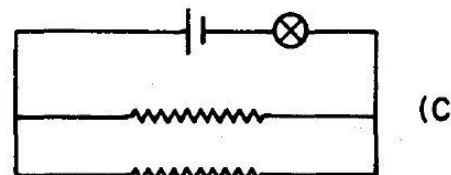
(B)



(A)



(D)

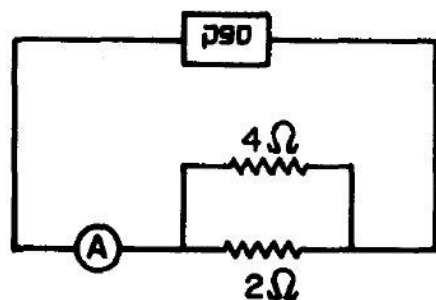


(C)

חיבור נגדים בטור ובמקביל

40. במעגל החשמלי הבא, מד הזרם (אמפרמטר) מורה על עוצמת זרם של 3 אמפר. מהי עוצמת הזרם בנגד שהתנגדותו 2 אוהם?

- א. $3/4$ אמפר.
- ב. 1 אמפר.
- ג. $3/2$ אמפר.
- ד. 2 אמפר.



41. נגד א' שהתנגדותו 10 אוהם ונגד ב' שהתנגדותו 30 אוהם, מחוברים בטור לספק, לפרק זמן מסוים. איזה מהמשפטים הבאים נכון?

- א. כמות החום הנפלטת מנגד א' גדולה פי 3 מכמות החום הנפלטת מנגד ב'.
- ב. כמות החום הנפלטת מנגד א' שווה לכמות החום הנפלטת מנגד ב'.

- ג. כמות החום הנפלטת מנגד ב' גדולה פי 3 מכמות החום הנפלטת מנגד א'.
- ד. אין אפשרות לקבוע את היחס בין כמויות החום, מכיוון שהמתח והזמן אינם ידועים.

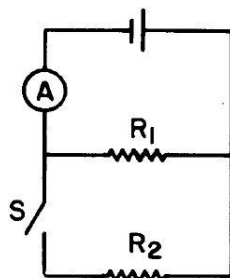
42. נתונות שתי נורות להט חשמליות. על האחת רשום: $220V, 75W$, ועל השנייה רשום: $150W$,

$220V$. חוט הלהט של איזו נורה, הוא בעל התנגדות חשמלית גדולה יותר?

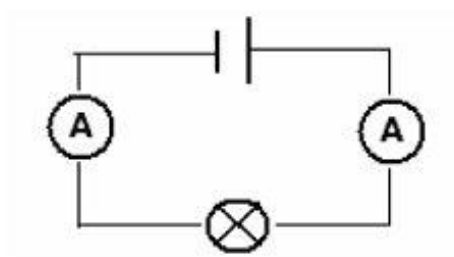
- א. של הנורה עליה רשום: $220V, 75W$.
- ב. של הנורה עליה רשום: $220V, 150W$.
- ג. התנגדות חוט הלהט בשתי הנורות זהה.
- ד. אין מספיק נתונים כדי לענות על השאלה.

43. מעגל חשמלי מתואר בתרשים. כאשר המפסק S פתוח, מד הזרם (אמפרמטר) מורה על עוצמת

זרם I. על איזה עוצמת זרם יורה מד הזרם כאשר המפסק S ייסגר?



- א. שווה ל I.
- ב. גדול מ I.
- ג. קטן מ I.



44. נתון מעגל חשמלי ובו נורת להט ושני מדי זרם (ראו

תרשים). מהי עוצמת הזרם שמורים מדי הזרם?

- א. שווה משני צידי הנורה.
- ב. גדולה יותר במד הזרם הימני.
- ג. גדולה יותר במד הזרם השמאלי.
- ד. קטנה יותר לאחר מעבר הזרם דרך הנורת.

נמקו את תשובתכם

הספק חשמלי

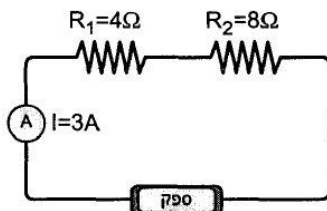
45. בתרשים משורטט מעגל חשמלי.

נתון:

$$R_1 = 4\Omega, R_2 = 8\Omega$$

האמפרמטר במעגל מורה על זרם של 3 אמפר.

איזה מביניהם יתחמם יותר? (הניחו שהנגדים זהים במסתם ובהרכבם ובעלי טמפרטורה התחלתית זהה).



נצילות

46. תנור חימום מספק כמות חום של 1000J במשך 2 שניות. הספק תנור זה הוא:

- | | | | |
|----|------|----|-------|
| א. | 500J | ג. | 2000J |
| ב. | 500W | ד. | 2000W |

47. קומקום חשמלי שהספקו 2 kW פועל במשך 10 דקות.

כמות האנרגיה החשמלית שהקומקום צרך בפעולה זו:

- | | | | |
|----|-------|----|------------|
| א. | 200J | ג. | 2000J |
| ב. | 1200J | ד. | 1,200,000J |

48. להרתחת כוס מים דרושה כמות חום של 70,000 ג'אול. נתונה כף חשמלית שהספקה 0.35 kW.

במשך כמה זמן יש להפעיל כף זו, כדי להרתיח כוס מים?

- | | | | |
|----|----------|----|-----------|
| א. | 70 שניות | ג. | 200 שניות |
| ב. | 20 שניות | ד. | 350 שניות |

49. נתונים שני קומקומים חשמליים. הספקו של קומקום א' 0.75 kW והספקו של קומקום ב' 1.5kW.

ממלאים את שני הקומקומים כמות שווה של מי-ברז. נתון כי המים בקומקום א' מגיעים לרתיחה לאחר 15 דקות. לאחר כמה זמן ירתחו המים בקומקום ב'?

הניחו שאיבודי החום לסביבה ולקומקום זניחים.

- | | | | |
|----|----------|----|---------|
| א. | 5 דקות | ג. | 15 דקות |
| ב. | 7.5 דקות | ד. | 30 דקות |

50. תנור חשמלי שהספקו 2 kW פעל במשך 10 שעות. מהי עלות החימום בתנור זה, אם נתון כי מחיר

1 קוט"ש הוא 0.5 ש"ח?

- א. 0.5 ש"ח ג. 10 ש"ח
ב. 1.25 ש"ח ד. 5 ש"ח

51. בשעה אחת של יום חורף בהיר, מספקת קרינת השמש למשטח הקולט של דוד השמש, אנרגיה ממוצעת של 1 kWh למ"ר. בדוד מסוים שטח המשטח של הקולט הוא 2 מ"ר.

51.1 כמה אנרגיה בקוט"ש נקלטת על ידי המשטח הקולט, במשך יום? הניחו כי המשטח קולט את קרינת השמש במשך 10 שעות.

51.2 חשבו את החיסכון החודשי (30 יום) בתשלום עבור חשמל. הניחו כי מחירו של 1 קוט"ש אנרגיה חשמלית הוא 50 אגורות.

52. ברצוננו להרתיח ליטר מים באמצעות קומקום חשמלי, עליו רשום 2000 W . נתון כי האנרגיה הדרושה לביצוע המשימה היא 600.000 J . כמה זמן יש להפעיל את הקומקום, בהנחה שכל האנרגיה שמספק גוף החימום של הקומקום משמשת לחימום המים?

53. לפניך רשימת יחידות שונות. מהי היחידה בה מודדים כמות חום?

- א. וואט ג. קילוגרם
ב. ג'אול ד. קילו-וואט

2. פריטי הערכה נוספים

לפניכם מספר שאלות מורכבות:

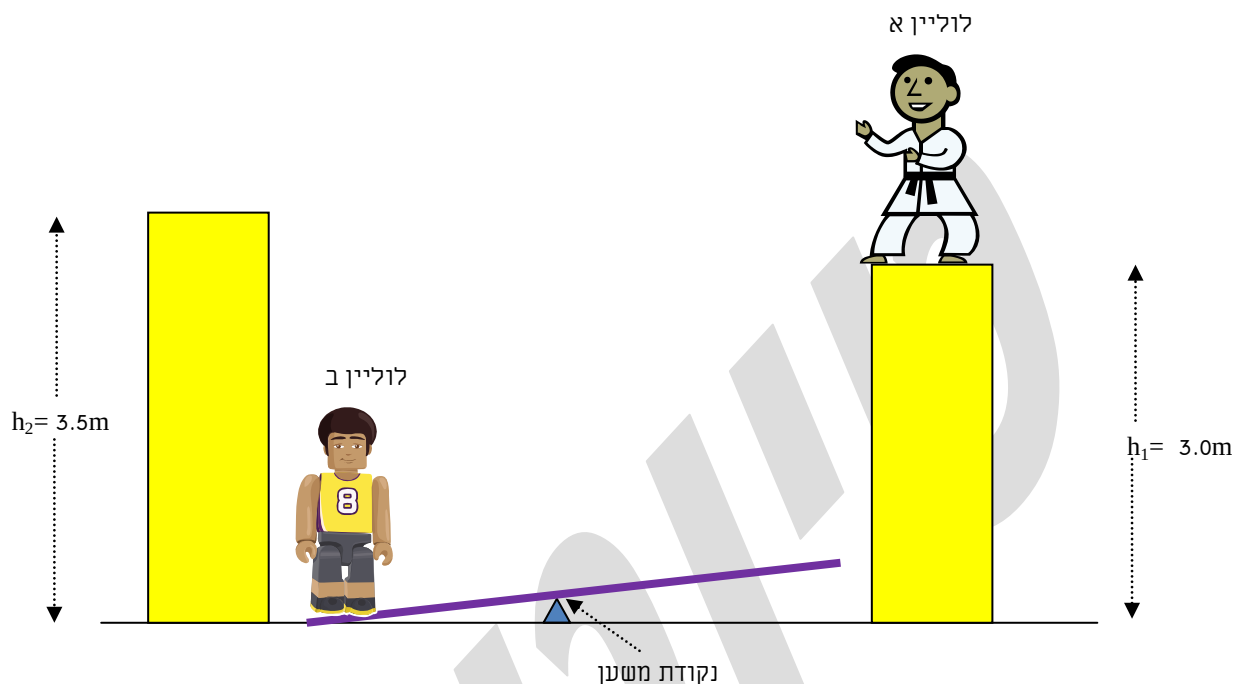
1. לולין א שמשקלו 600 ניוטון עומד על מדרגה בגובה של 3 מטרים (h_1) מעל נדנדה העומדת על רצפה. בצידה השני של הנדנדה עומד לולין נוסף (לולין ב) שמשקלו 500 ניוטון (איור). מעל לולין ב יש מדרגה נוספת שגובהה מעל הרצפה הוא 3.5 מטרים (h_2).

א. לולין א קופץ אל הנדנדה ונוחת עליה בנקודה הנמצאת בצידה השני של הנדנדה, באותו המרחק מנקודת המשען כמו מרחקו של לולין ב ממנה. כתוצאה מכך לולין ב מתרומם לאוויר. האם לולין ב יגיע לגובה המדרגה שמעליו (שגובהה 3.5 מטר)? (הזניחו את החיכוך במערכת)

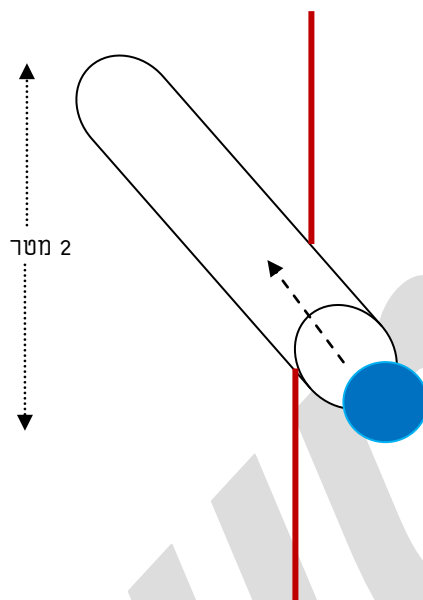
ב. פתרו שוב את סעיף א אך הפעם הניחו שקיים חיכוך משמעותי ובמהלך תנועת הגופים (שני הלוליינים והנדנדה) גדלה האנרגיה התרמית של המערכת ב- 100 J .

ג. לולין א עומד לקפוץ שוב. הפעם, מציבים על המדרגה של לולין א מספר משקולות במשקל 50 N כל אחת. בכמה משקולות חייב לולין א להצטייד אם הוא רוצה להקפיץ את לולין ב למדרגה אחרת בגובה של 4 מטרים מעל הרצפה? פתרו את השאלה עבור שני מצבים: (1) אין חיכוך במערכת (2) קיים חיכוך במערכת והאנרגיה התרמית גדלה ב- 120 J במהלך הפעילות.

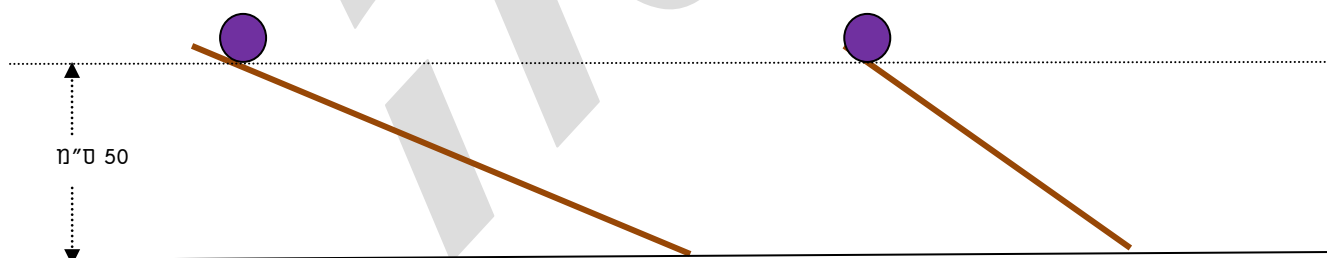
- ד. על איזה עיקרון הסתמכתם כאשר פתרתם את שלושת הסעיפים א'-ג' ?
ה. תארו במונחים של "המרות אנרגיה" את מה שהתרחש במערכת.



2. צינור ניקוז, המכוון בשיפוע כלפי מטה, יוצא מתוך קיר. דני זרק כדור שמסתו 0.5 ק"ג במעלה הצינור. הכדור חזר לאחר זמן קצר ויצא מהצינור (ראו איור בעמוד הבא).
- א. האם מהירות הכדור החוזר היתה גדולה/קטנה/שווה למהירות הכדור הנכנס לצינור (הניחו כי קיים חיכוך במערכת)? הסבירו.
- ב. נתון שמהירותו ההתחלתית של הכדור היא 10 מ"ש. חשבו את מהירות יציאת הכדור מהצינור אם ידוע שקיים חיכוך משמעותי בין הצינור לבין הכדור, והאנרגיה התרמית של הכדור והצינור גדלה ב- 10 J לאחר יציאת הכדור מהצינור.
- ג. דני מרח שמן על הכדור ובתוך הצינור זרק את הכדור שוב. נתון שמהירותו ההתחלתית של הכדור היא 10 מ"ש. חשבו את מהירות יציאת הכדור מהצינור אם החיכוך בין הכדור לצינור זניח והאנרגיה התרמית שלהם אינה גדלה במהלך תנועת הכדור.
- ד. דני זרק שוב את הכדור. אם נתון שהכדור הגיע לגובה אנכי של 2 מטר יחסית לפתח הצינור, מה תהיה מהירותו ביציאה מהצינור אם האנרגיה התרמית של הכדור והצינור גדלה ב- 5 J במהלך ירידת הכדור בצינור?



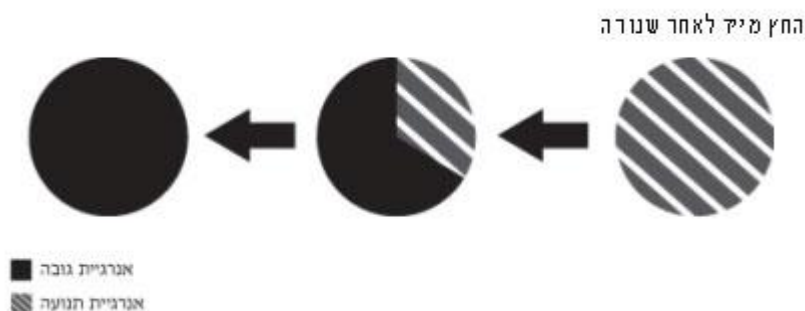
3. שני כדורים זהים שמסת כל אחד מהם היא 2 ק"ג משוחררים על גבי שתי מסילות שונות מגובה של 50 ס"מ. הניחו כי החיכוך בין הכדורים למסילות זניח.
- א. חשבו את מהירות כדור א ברגע פגיעתו ברצפה.
- ב. חשבו את מהירות כדור ב ברגע פגיעתו ברצפה.
- ג. האם הזמן שעבר מרגע שחרור הכדורים ועד שהכדורים הגיעו לקרקע היה זהה לשניהם? הסבירו.



תשובות למשימות ההערכה¹⁷

א. תשובון לשאלון הדיאגנוסטי

1) תרשימי העוגה שלפניכם מתארים שרשרת המרות אנרגיה של חץ הנורה מקשת (אנרגיית החום הוזנחה).



1.1 איזה מהמשפטים למטה מתאים לתיאור זה?

א. החץ נורה כלפי מעלה ממגרש

ב. החץ נורה כלפי מטה מגג גבוה

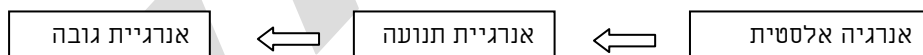
ג. החץ נורה באופן אופקי (קדימה) מגבעה

ד. החץ השתחרר מהקשת בזמן הירייה ונפל על הקרקע.

1.2 האם השינוי באנרגיית התנועה של החץ שווה לשינוי באנרגיית הגובה של החץ? הסבירו.

כן, כל אנרגיית התנועה הומרה לאנרגיית תנועה בהתאם לחוק שימור האנרגיה

2) איזה משפט מהמשפטים הבאים מתאים לשרשרת המרות האנרגיה הבאה :



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 מסתובב ונעצר על-ידי מתיחת קפיץ.

3) זורקים גוף כלפי מעלה. בעת תנועתו כלפי מעלה אנרגיית התנועה

א. קטנה

¹⁷ התשובות מוארות בצהוב

ב. גדלה

ג. לא משתנה

4) זורקים גוף כלפי מעלה. בעת תנועתו כלפי מעלה אנרגיית הגובה

א. קטנה

ב. גדלה

ג. לא משתנה

5) ספר נופל מהשולחן ופוגע ברצפה. בעת תנועתו כלפי מטה:

א. אנרגיית התנועה שלו קטנה ואנרגיית הגובה שלו גדלה.

ב. אנרגיית התנועה שלו גדלה ואנרגיית הגובה שלו קטנה.

ג. אנרגיית התנועה שלו קטנה ואנרגיית הגובה שלו קטנה.

ד. אנרגיית התנועה שלו גדלה ואנרגיית הגובה שלו גדלה.

6) להלן תיאור של כמה אירועים. רק באחד מהם גודלה של אנרגיית התנועה משתנה. מהו?

א. מכונית נוסעת במהירות קבועה

ב. מכונית עומדת ברמזור

ג. מכונית מאיטה לפני רמזור אדום

ד. מכונית ניצבת בחניון

7) ניתן לתאר את תנועתו של פגז בעת מעופו באמצעות:

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.



מצב 1

מצב 2

מצב 3

האזור שלפניכם מתאר תפוח הנופל מעץ בשלושה מצבים שונים במהלך נפילתו. שימו לב שמצב 3

מתאר את התפוח חלקיק שנייה לפני פגיעתו בקרקע.

ענו על שאלות 8-10 תוך התייחסות לאזור.

8) מתי חלה ירידה מרבית בגודלה של אנרגיית הגובה של התפוח?

א. במעבר ממצב 1 למצב 2

ב. במעבר ממצב 2 למצב 3

ג. במעבר ממצב 1 למצב 3

ד. לא חל כל שינוי בגודלה של אנרגיית הגובה

9) מתי חלה עלייה מרבית באנרגיית התנועה של התפוח?

א. במעבר ממצב 1 למצב 2

ב. במעבר ממצב 2 למצב 3

ג. במעבר ממצב 1 למצב 3

ד. לא חל כל שינוי בגודלה של אנרגיית התנועה

10) מצמידים שתי קוביות מחומר זהה. קובייה א נמצאת בטמפ' של 80°C ואילו קובייה ב נמצאת בטמפ' של 30°C .

10.1 סמנו את התשובה הנכונה המתייחסת לשינויי הטמפרטורות (מובעים ע"י חיצים) שמדדו לקוביות לאחר מספר דקות. הסבירו ונסחו את תשובתכם באופן מילולי.

תשובה	טמפ' קובייה א	טמפ' קובייה ב
א	↑	↓
ב	↓	↑
ג	ללא שינוי	↑
ד	ללא שינוי	↓

10.2 בחרו באחת מהתשובות הלא נכונות והסבירו מדוע איננה נכונה.

תשובה א- טמפרטורת קובייה א לא יכולה לעלות כי היא נמצאת בסביבה קרה יותר ממנה (אני מניח שטמפ' האוויר נמוכה יותר מ- 80°C)

11) הטמפרטורה של צלחת ברזל שהוצאה בבוקר מהתנור והונחה על השיש, היא 135°C , ואילו הטמפרטורה של צלחת קלקר חד פעמית הנמצאת בארונית המטבח היא 23°C . למחרת באותה שעה תהיה טמפ' צלחת הברזל:

א. 23°C לערך

ב. 135°C לערך

ג. 100°C לערך

ד. 230°C לערך

נמקו את תשובתכם.

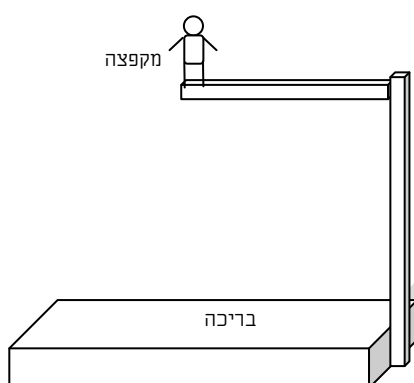
23°C היא טמפי' החדר ולכן כל הגופים בחדר ישתוו אליה בטמפי'

12) ביום קיץ בהיר, קרני השמש פוגעות בשולחן שחור הניצב בחצר הבית ונבלעות. כתוצאה מכך:

א. השינוי באנרגיית החום בשולחן וסביבתו שווה לשינוי באנרגיית קרינת השמש שפגעה בשולחן

א. השינוי באנרגיית החום בשולחן גדול מהשינוי באנרגיית קרינת השמש שפגעה בשולחן

א. השינוי באנרגיית החום בשולחן קטן מהשינוי באנרגיית קרינת השמש שפגעה בשולחן



13) לפניכם שחין העומד לקפוץ לבריכה עמוקה.

יוסי טוען שהשינוי באנרגיית הגובה של השחין יהיה

שווה לשינוי באנרגיית המהירות שלו.

האם אתם מסכימים עם יוסי? הסבירו.

מסכימים- על פי חוק שימור האנרגיה.

14) באיור שלפניכם מתואר כדור רגל ומיקומו יחסית לקרקע במהלך נפילתו לקרקע מהרגע שבו הוא נמצא בשיא גובהו ועד לעצירתו המוחלטת על הקרקע. שימו לב שרגע קצר לפני פגיעתו בקרקע מצוין ע"י מצב 4 ואילו מצב 5 מתאר את הכדור לאחר שעצר לגמרי.

14.1 ציירו בכל אחד מתרשימי העוגה את החלוקה היחסית של אנרגיית הגובה ואנרגיית התנועה. השתמשו בסימונים הבאים:

14.2 הסבירו את השינויים בתנועת הכדור בהתבסס על חוק שימור האנרגיה.

במהלך נפילת הכדור, קטנה אנרגיית הגובה וגדלה אנרגיית התנועה. כאשר הכדור פוגע בקרקע, קטנה אנרגיית התנועה ואילו אנרגיית החום גדלה.

14.3 הכדור הנופל פוגע בקרקע, מנתר מספר פעמים ולבסוף נעצר על הדשא. האם חוק שימור האנרגיה התקיים? הסבירו.

כן, החוק מתקיים. בכל פעם מומרת אנרגיית התנועה שקטנה לאנרגיה אלסטית שגדלה, ואז שוב לאנרגיית תנועה והכדור קופץ. עם זאת טמפי' הכדור עולה ולכן הוא מנתר לגובה קטן יותר יחסית לקפיצתו הקודמת.

ב. תשובון לפריטי הערכה בנושא אנרגיית גובה

. עציץ שמסתו 1 ק"ג ניצב על שולחן שגובהו מטר אחד מעל הרצפה...

1.1 מה יהיה השינוי בגודלה של אנרגיית הגובה מרגע נפילת העציץ ועד הגיעו לרצפה?

$$E = 1 \cdot 10 \cdot 1 = 10 \text{ J}$$

1.2 מה יהיה השינוי בגודלה של אנרגיית התנועה מרגע נפילת העציץ ועד הגיעו לרצפה?....

היא תגדל ב- 10 J. אנרגיית הגובה מומרת לאנרגיית תנועה.

2. אסטרונאוטים הנמצאים הרחק מכדור הארץ, ...

2.1 מי מהאסטרונאוטים צודק לדעתכם? הסבירו.

אסטרונאוט ב צודק. אנרגיית התנועה של הפטיש תומר לאנרגיה הדרושה לפצח את האגוז. (אנרגיה

תרמית ואנרגיה פוטנציאלית בין חלקיקי האגוז)

2.2 אסטרונאוט ג' טוען שניתן לפצח את האגוז ע"י הפלת הפטיש עליו. האם הוא צודק? הסבירו.

לא- אין לפטיש משקל ולכן לא ייפול. כלומר, הפטיש לא יפול כי לא פועל עליו כוח כבידה.

3. משקולת ברזל תלויה מעל מסמר הנעוץ בפקק שעם (ראו איור).

משחררים את משקולת הברזל והיא נופלת ומכה במסמר, הננעץ בפקק.

3.1 במהלך נפילת המשקולת (סמנו את התשובה הנכונה):

א. אנרגיית הגובה של המשקולת קטנה ואילו אנרגיית התנועה

שלה גדלה

3.2 מה צריך לעשות כדי שהמסמר ינעץ בפקק השעם לעומק גדול יותר? (סמנו את כל התשובות

הנכונות)

א. להגדיל את מסת המשקולת

ב. לנדנד את המשקולת

ג. להגדיל את הגובה ממנו משחררים את המשקולת

3.3 לאחר נפילת המשקולת חודר המסמר כחצי ס"מ נוספים לתוך פקק השעם. ...

אנרגיית התנועה של המשקולת ירדה לאפס ואנרגיית החום במסמר ובפקק גדלה.

3.4 אם ידוע שמסת המשקולת היא 2 ק"ג והיא נופלת חצי מטר עד פגיעתה במסמר, ..

$$Q = E = 2 \cdot 10 \cdot 0.5 = 10 \text{ J}$$

4. הציור הבא מתאר מערכת ניסוי ...

4.1 אם חותכים את החוטים, לאיזה משקולת יהיה השינוי באנרגיית הגובה הגדול ביותר?

א. משקולת העץ

ב. משקולת העופרת

4.2 לאחר חיתוך החוטים, איזה משקולת תחדור לעומק הגדול ביותר בארגז החול? הסבירו את תשובתכם.

משקולת העופרת כי השינוי באנרגיית הגובה שלה היה הגדול ביותר (הומר לחוס)

4.3 אם מסת משקולת הברזל היא 3 ק"ג, מה יהיה השינוי באנרגיית הגובה שלה במהלך נפילתה?

$$mgh = 1 \cdot 10 \cdot 3 = 30 \text{ J}$$

4.4 בהמשך לשאלה 4.3, מה יהיה בקרוב השינוי באנרגיית החוס של המערכת לאחר נעיצת המשקולת בחול?

30 J (חוק שימור האנרגיה)

5. דניאל תלה משקולת במסה של 1 ק"ג על חוט.

5.1 אפס (אין תנועה).

דניאל הרים את המשקולת לגובה $h=50$ ס"מ ושיחרר את המשקולת (ראו איור). כתוצאה מזה המשקולת חבטה בעגלה שהתחילה לנסוע.

5.2 חשבו את השינוי באנרגיית הגובה של המשקולת

$$E = 1 \cdot 10 \cdot 0.5 = 5 \text{ J}$$

5.3 מה היה השינוי באנרגיית התנועה של העגלה כתוצאה ...

3 J

5.4 מה אפשר לעשות כדי שהעגלה תיסע למרחק גדול יותר?

א. להחליף את המשקולת באחרת כבדה יותר

ב. להרים את המשקולת לגובה גדול יותר (ס"מ $h > 50$)

6. לפניכם שלושה שחיינים העומדים לקפוץ לבריכה עמוקה.

6.1 כאשר יקפצו השחיינים לבריכה, לשניים מהם יהיה

ב. דוד ודני

ב. שלמה ודני

ג. דוד ושלמה

השינוי באנרגיה: $E=5*120=10*60=600J$

6.2 למי

השינוי באנרגיית

לדוד

6.3 חשבו את

השחיינים

תשובתכם

מהשחיינים יהיה

הגובה הגדול ביותר?

$E=15*60=900J$:

מהירות פגיעת שלושת

במים. רשמו את

בטבלה הבאה :

גוף מספר	משקל (ניוטון)	גובה הנפילה (מטר)
1	12	1
2	1	12
מקצה	שם השחיין	מהירות הפגיעה במים (מ/ש)
א	דוד	$12 V=(2gh)^{1/2}=17.32$
ב	שלמה	14.14
ג	דני	10

7. עגלת תינוק שמסתה 5 ק"ג נעה במהירות של 10 מ/ש...

7.1 בכמה תקטן אנרגיית התנועה של העגלה במהלך עצירתה? $E=5*10^2/2 = 250 J$

7.2 איזה סוג אנרגיה יגדל בעת העצירה? בכמה הוא יגדל? לאנרגיה תרמית. ב- 250 J. תארו במונחים

של המרות אנרגיה את תהליך עצירת העגלה: אנרגיית התנועה מומרת לאנרגיית תרמית.

8. גוף מסויים נפל ואנרגיית הגובה שלו פחתה ב- 12 ג'אול.

2	6	5
6	3	6
2	10	7

9. גוף מסויים נזרק כלפי מעלה וכתוצאה מכך אנרגיית הגובה שלו גדלה ב- 20 ג'אול.

גוף מספר	משקל (ניוטון)	הגובה אליו הגיע הגוף (מטר)	שינוי באנרגיית הגובה (ג'אול)
1	10	2	20
2	2	20	20
3	4	5	20
4	5	4	20
5	2	10	20
6	20	1	20
7	1	20	20

10. גוף שמשקלו 100 ניוטון נמצא בגובה של 2 מטרים מעל פני כדור הארץ. ...
א. בכדור הארץ ובירח יהיה השינוי באנרגיית הגובה זהה

ב. בכדור הארץ יהיה השינוי באנרגיית הגובה גדול יותר מאשר על הירח

11. האסטרונאוט ניל ארמסטרונג היה האדם הראשון שדרך על פני הירח.

11.1 מה היה השינוי באנרגיית הגובה של המנשא ...

א. 2000 ג'אול

ב. 960 ג'אול

11.2 המנשא הוחזר לכדור הארץ. באיזה גובה עליו להימצא מעל פני כדור הארץ

עקב השינוי בכבידה- שישית- חצי מטר

12. גוף שמסתו 10 ק"ג נמצא בגובה של 5 מטרים מעל פני כדור הארץ.

ב. בכדור הארץ יהיה השינוי באנרגיית הגובה גדול יותר מאשר על הירח

13. באיור הבא נראת קופסה המוצבת על שולחן

13.1 מה יהיה השינוי באנרגיית הגובה של התיבה יחסית למדרגה? $E=2*10*1=20 \text{ J}$

13.2 מה יהיה השינוי באנרגיית הגובה של התיבה יחסית לרצפה?

$$E=2*10*1.5=30 \text{ J}$$

13.3 מדוע חשוב לציין בדיוק היכן תעצר התיבה? הסבירו. כי שינוי אנרגיית הגובה תלוי בשינוי הגובה אליו מתייחסים.

ג. תשובון לפריטי הערכה בנושא אנרגיית תנועה

14. מכונית שמסתה 1000 ק"ג נעצרת ממהירויות שונות ונמדדת עליית הטמפרטורה בבלמיה.

14.1 סדרו את הנתונים בטבלה

מהירות (קמ"ש)	עליית טמפ'	
20	30	א
40	120	ב
60	270	ג
80	480	ד

14.2 נניח שעליית הטמפרטורה בבלמים...

(א) ליותר מכך - כי אנרגיית התנועה תלויה במהירות בריבוע: הקטנה של חצי במהירות תגרור שינוי פי 4, (ב) בהתאם לנוסחה $E=\frac{1}{2}mv^2$ השינוי באנרגיה הוא לפי ריבוע המהירות

14.3 אנרגיית התנועה של המכונית מומרת לאנרגיה תרמית.

15. מכוניות בעלות מסות שונות נעצרות ממהירות של 40 קמ"ש ונמדדת ...

15.1

מסה (ק"ג)	עליית טמפ'	
1000	120	א
1500	180	ב
2000	240	ג

(ב) בהתאם לנוסחה $E=\frac{1}{2}mv^2$ השינוי באנרגיה הוא לפי ריבוע המהירות

15.2 נכון - כי אנרגיית התנועה תלויה במסה ביחס ישר

15.3 אנרגיית התנועה של המכוניות מומרת לאנרגיה תרמית

16. גופים בעלי מסות שונות נופלים מגובה של 2 מטרים על קפיץ וכתוצאה מכך הקפיץ מתכווץ. 16.1
סדרו את הנתונים הבאים בטבלה...

מסה (ק"ג)	כיווץ הקפיץ (ס"מ)	
1	10	א
2	14	ב
3	17.5	ג

16.2 מהו הכינוי לאנרגיה שגודלה קטן בשעה שגוף מסוים נופל? **אנרגיית גובה**
16.3 מהו הכינוי לאנרגיה שגודלה גדל בשעה שהקפיץ מתכווץ? **אנרגיה אלסטית**
16.4 האם לדעתכם הפחת באנרגיה בשעת הנפילה של כל אחד מהגופים שווה לגידול באנרגיה בשעה שהקפיץ מתכווץ? **כן. חוק שימור האנרגיה מחייב זאת.**

17. גוף שמסתו 4 ק"ג הנע במהירות של 20 מ/שני נעצר כתוצאה מהתנגשות בקיר. מה השינוי באנרגיה הקינטית של הגוף?

$$E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 20^2 = 800 \text{ J}$$

18. כדור שמסתו 0.5 ק"ג מונח על הקרקע. בועטים בו והוא מגיע למהירות של 10 מ/שני? מהו השינוי באנרגיה הקינטית של הכדור?

$$E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 0.5 \cdot 10^2 = 25 \text{ J}$$

19. כדור שמסתו 10 ק"ג נמצא על רכבת הנוסעת במהירות של 30 מ/שני.

19.1 מהי האנרגיה הקינטית של הגוף ביחס לרציף הרכבת?

$$E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 30^2 = 4500 \text{ J}$$

19.2 הרכבת מהשאלה הקודמת עוצרת. מה יהיה השינוי באנרגיה הקינטית של הכדור? **J4500**

19.3 נוסע ברכבת היושב בסמוך לכדור נשאל מה היא האנרגיה הקינטית של הכדור מהשאלה הקודמת. מה תהיה תשובתו? **אפס – כי יחסית אליו הכדור אינו נע.**

20. קליע שמסתו 15 גרם נע במהירות של 500 מטר בשנייה, וחודר דרך לוח עץ קבוע במקומו. הקליע יוצא מצידו השני של הלוח במהירות של 150 מטר בשנייה.

20.1 מה השינוי באנרגיה הקינטית של הקליע?

$$E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 0.015 \cdot (500^2 - 150^2) = 1706 \text{ J}$$

20.2 **האנרגיה הקינטית הומרה לאנרגיה תרמית בגודל 1706 ג'אול (העץ והקליע**

התחממו)

21. ילד בעל מסה של 40 ק"ג נע על סקייט בורד במהירות של 4 מ/שני ונעצר. בפעם אחרת הילד נע במהירות של 8 מ/שני ונעצר.

21.1 מה יהיה השינוי באנרגיה הקינטית של הילד בכל אחד מהמקרים?

21.2 פי כמה גדולה המהירות במקרה השני לעומת המקרה הראשון? **פי 2**

21.3 פי כמה גדול השינוי באנרגיה במקרה השני בהשוואה למקרה הראשון? **פי 4**

21.4 מה הסיבה להבדל בין תשובותיכם לסעיף ב' ולסעיף ג'? **כי בנוסחת האנרגיה מופיע ריבוע**

המהירות

21.5 מהן ההשלכות הבטיחותיות שיכולות להיות להבדל זה? **הכפלת המהירות תגרום לנזק גדול פי 4**

22. רוכב אופניים נוסע במהירות מסוימת ונעצר. בפעם אחרת הוא נוסע במהירות הגדולה פי 3 ונעצר. מה יהיה היחס בין השינוי באנרגיה הקינטית של הרוכב בפעם השנייה לעומת הפעם הראשונה?

א. לא יהיה הבדל

ב. פי 2

ג. פי 3

ד. פי 9

23. ילד ואביו רוכבים על אופניים במהירות שווה ועוצרים. מסתו של האב גדולה פי שניים מזו של הילד. מה יהיה היחס בין השינוי באנרגיה הקינטית של האב לעומת זה של הבן?

א. לא יהיה הבדל

ב. פי 2

ג. פי 3

ד. פי 4

24. שאלות בנושא בטיחות בדרכים.

24.1 הסבירו זה לזה את המונח מרחק תגובה. מה הסיבה שהנהג אינו יכול ללחוץ על דוושת הבלם מייד בהבחינו בסכנה?

מרחק התגובה הוא המרחק שהרכב עובר מהרגע בו הבחין הנהג בסכנה ועד שהפעיל את הבלמים. זמן

תגובה ממוצע של אדם הוא כחצי שנייה.

24.2 מהם הגורמים המשפיעים על מרחק התגובה? **גיל הנהג, אלכוהול, עייפות**

24.3 הציעו דרכים שונות להקטנת מרחק התגובה. **אין לנהוג כאשר עייפים ואסור לנהוג לאחר**

שתייא אלכוהול (עבירה על החוק).

24.4 הסבירו זה לזה את המונח מרחק בלימה. מה הסיבה שמכונית איננה יכולה לעצור במקום והיא ממשיכה בתנועה (החלקה) גם משהופעלו הבלמים?

מרחק הבלימה הוא המרחק הרכב עובר מהרגע שהופעלו הבלמים ועד העצירה בפועל. למכונית

הנוסעת יש אנרגיית תנועה, וחולף זמן מסויים עד שכל האנרגיה הזו מומרת לאנרגיה תרמית. בזמן

הזה הרכב ממשיך להתקדם (הסבר במונחי אנרגיה). למכונית הנוסעת מתמידה בתנועתה ונדרש כוח

(חיכוך) כדי לעצור אותה (הסבר במונחי כוחות).

24.5 מהם הגורמים המשפיעים על מרחק הבלימה? איכות הצמיג, איכות הכביש, משקל המכונית.

24.6 הציעו דרכים שונות להקטנת מרחק הבלימה. אין לנסוע עם צמיגים שחוקים.

24.7 כיצד לדעתכם יודעים נהגים מה המרחק שעליהם לשמור מהמכונית שלפניהם? מרחק זה

נקרא מרחק עצירה. עם הזמן והניסיון לומד כל נהג את מרחק העצירה בהתאם למהירות הנסיעה.

24.8 הציעו דרכים שיאפשרו לנהגים לשמור על מרחק עצירה נכון. יש להתאמן בבלימה במצבי

כביש שונים (כביש רטוב, דרך עפר וכד')

24.9 הסבירו מדוע אסור לנהוג לאחר שתיית משקאות אלכוהוליים (יין, בירה). אלכוהול מגדיל את

מרחק התגובה

24.10 הציעו סיסמא קליטה שתשפיע על בני נוער להימנע מנהיגה לאחר שתיית משקאות

אלכוהוליים. "אם שטים לא נוהגים"

25. הטבלה הבאה מציגה את מרחק הבלימה של רכב פרטי בתנאי מהירות וכביש שונים.

להזכירכם, אם גוף נע במהירות של 5 מטר בשנייה, מהירותו ביחידות המקובלות בחיי היום-יום היא:

$$18 \text{ קמ"ש} = 5 \times 3.6$$

בהסתמך על הנתונים בטבלה ננסה לברר את הקשר בין המהירות לבין מרחק הבלימה:

אם המהירות היא 40 קמ"ש (שהם 11 מטר בשנייה) מרחק הבלימה הוא 10 מטר.

מהירות במטר בשנייה	מהירות בקמ"ש	מרחק בלימה בכביש יבש	מרחק בלימה בכביש רטוב
11	40	10	20
17	61	24	48
22	80	41	82
28	100	64	128
34	122	96	192

השלימו את החסר:

25.1 אם המהירות גדלה פי 2, מרחק הבלימה גדל פי ארבע בקירוב.

25.2 אם המהירות גדלה פי 3 בקירוב (ל-122 קמ"ש, שהם 34 מטר בשנייה), מרחק הבלימה גדל

פי עשר בקירוב, ל-93 מטרים.

25.3 האם התוצאות הללו תואמות לידוע מלימודיכם על אנרגיית התנועה? ככול שקצב ההמרה

של אנרגיית התנועה לאנרגיה תרמית גדל, מרחק הבלימה קטן.

25.4 פי כמה גדול מרחק הבלימה על כביש רטוב מזה שעל כביש יבש? בערך פי שניים

25.5 מדוע מזהירים נהגים מפני נהיגה בשעה שהכביש רטוב? כי מרחק העצירה גדל

ד. תשובון לפריטי הערכה בנושא אנרגיה תרמית

26. כפית ברזל וכפית עץ

תשובה ב

27. שני עצמים העשויים מחומרים שונים,

השינוי יהיה גדול יותר בעצם העשוי ברזל כי הוא זקוק לפחות אנרגיה כדי להתחמם (קיבול חום קטן יותר).

28. כיצד ניתן להסביר

קצב הולכת החום של השטיח קטן יותר מאשר של אריחי האבן ולכן הוא "גוזל" פחות חום מהרגל.

29. לפניכם שני קוביות זהות אשר לשתייהן טמפרטורה של 80°C .

תשובה ב נכונה

30. מחממים ליטר מים בקומקום חשמלי שהספקו 2000 W . טמפ' המים לפני הפעלת הקומקום היתה 20°C , והמים הגיעו לרתיחה.

30.1 מה היה השינוי באנרגיית החום של המים?

תשובה ב נכונה

30.2 אם האנרגיה החשמלית שנדרשה להרתיח את המים היתה $400,000\text{ J}$, מה היתה הנצילות של הקומקום?

הנצילות היתה $84\% = 400,000/336000$

31. יוסי גרר ארגז גדול על הרצפה מחדרו למטבח כתוצאה מכך :

א. חל שינוי חיובי בטמפ' תחתית הארגז (הטמפ' גדלה)

32. יוסי בנה חממה לצורך גידול בננות. ..

א. אור השמש עובר את הניילון, פוגע בקרקע ובעצי הבננות ונבלע ברובו. כתוצאה מכך מתחממים עצי הבננה והקרקע, והם מחממים את האוויר הכלוא בתוך חלל החממה.

33. מחממים על להבת גז שתי כוסות המכילות נוזלים שונים...

33.1 איזה נוזל מתחמם בקצב מהיר יותר?

נוזל א

נוזל ב

33.2 לאיזה נוזל יש קיבול חום סגולי גדול יותר? הסבירו כיצד הגעתם לתשובתכם.

נוזל א, כי אותו נפח נוזל מתחמם לאט יותר.

33.3 ידוע שנוזל א הוא מים עם קיבול חום ג'אולק"ג*טמפ' $C=4200$.

$$Q = 1 \cdot 4200 \cdot (65 - 15) = 210000 \text{ J}$$

34. מכניסים שתי כוסות מים שאחת מהן מלאה באופן חלקי ואילו הכוס השנייה מלאה לגמרי..

איזה משתי הכוסות היתה מלאה לגמרי? הסבירו איך הגעתם לתשובתכם.

כוס ב היתה מלאה באופן חלקי כי המים התחממו מהר יותר.

35. מחממים מים עד לנקודת הרתיחה (100°C). ממשיכים לחמם את המים אך הטמפרטורה שלהם

אינה עולה. הסבירו כיצד יתכן שמוסיפים אנרגיה תרמית למים אך הטמפ' אינה משתנה?

תוספת האנרגיה התרמית אינה מעלה את טמפ' המים כי היא מושקעת בשבירת הקשרים בין

המולקולות והפיכת הנוזל לגז (חום כמוס)

36. שלג, שהטמפרטורה שלו היא 0°C , נערם במשך הלילה.

כי לקרח יש קיבול חום גבוה, כלומר יש להשקיע אנרגיה תרמית לא מבוטלת לפני שהקרח יימס.

ה. תשובון לפריטי הערכה בנושא אנרגיה במערכות חשמליות

מעגלים חשמליים

37. במעגל המתואר באיור הבא, ארבע הנורות זהות.

תשובה ד נכונה. המעגל טורי והזרם דרך הנורות הזהות שווה.

38. במעגל המתואר בתרשים, נשרפה נורת אחת, וכתוצאה מכך, כבו כל שאר הנורות. איזו נורה

נשרפה?

תשובה א נכונה. נורה זו מחוברת בטור לשאר הנורות.

39. שלושה מבין התרשימים הבאים, מתארים בצורות שונות את אותו מעגל חשמלי. איזה תרשים

מתאר מעגל חשמלי השונה משאר המעגלים?

איור B שונה (כל הרכיבים מחוברים במקביל)

חיבור נגדים בטור ובמקביל

40. במעגל החשמלי הבא, מד הזרם (אמפרמטר) מורה על עוצמת זרם של 3 אמפר. מהי עוצמת הזרם בנגד שהתנגדותו 2 אוהם?

תשובה ד נכונה: המתח הנופל על שני הנגדים שווה, לכן, לפי חוק אוהם, הזרם העובר בנגד עם ההתנגדות הנמוכה גדול יותר מאשר הזרם העובר דרך הנגד עם ההתנגדות הגבוהה (במקרה זה - כפול).

41. נגד א' שהתנגדותו 10 אוהם ונגד ב' שהתנגדותו 30 אוהם, מחוברים בטור למקור מתח, לפרק זמן מסוים. איזה מהמשפטים הבאים נכון?

תשובה ג נכונה: ההספק הוא פונקציה של הזרם וההתנגדות. $P=I^2R$

42. נתונות שתי נורות להט חשמליות. על האחת רשום: 220V, 75W, ועל השנייה רשום: 150W, 220V. חוט הלהט של איזו נורה, הוא בעל התנגדות חשמלית גדולה יותר?

תשובה א נכונה. הזרם העובר דרך נורה זו קטן יותר ולכן הספקה קטן יותר (במתח קבוע)

43. מעגל חשמלי מתואר בתרשים. כאשר המפסק S פתוח, מד הזרם (אמפרמטר) מורה על עוצמת זרם I_1 . על איזה עוצמת זרם יורה מד הזרם כאשר המפסק S ייסגר?

תשובה ב נכונה סגירת המפסק מחברת את נגד 2 במקביל לנגד 1 ולכן הזרם הכללי שמוודד מד הזרם גדל.

44. מהי עוצמת הזרם הנמדדת על ידי 2 מדי הזרם, הנמצאים משני צידי נורית להט, המחוברת למעגל חשמלי כמתואר בתרשים?

תשובה א נכונה. הזרם במעגל טורי זהה בכל מקום במעגל. הנורה אינה "מבזבזת" זרם (תפיסה שגויה נפוצה).

הספק חשמלי

45. בתרשים משורטט מעגל חשמלי. נתון:

$$R_1 = 4\Omega \quad R_2 = 8\Omega$$

הנגד R_2 מתחמם יותר ומבזבז אנרגיה תרמית גדולה יותר לסביבה. הסיבה לכך היא שבשני הנגדים

זרם זהה (מחוברים בטור) וההספק הוא פונקציה של הזרם וההתנגדות. $P=I^2R$

נצילות

46. תנור חימום מספק כמות חום של 1000 ג'אול במשך 2 שניות. הספק תנור זה הוא:

תשובה ב נכונה. הספק (הנמדד בואט) הוא אנרגיה לזמן: $P = E/t = 1000/2 = 500W$

47. קומקום חשמלי שהספקו 2 kW פועל במשך 10 דקות.

$$E = P \cdot t = 2000 \cdot (10 \cdot 60) = 1200000W$$

תשובה ד נכונה

48. להרתחת כוס מים דרושה כמות חום של 70,000 ג'אול.

$$t = E/P = 70,000 / (0.35 \cdot 1000) = 200 \text{ sec}$$

תשובה ג נכונה

49. נתונים שני קומקומים חשמליים.

תשובה ב נכונה

50. תנור חשמלי שהספקו 2 kW פעל במשך 10 שעות. מהי עלות החימום בתנור זה, אם נתון כי מחיר

1 קוט"ש הוא 0.5 ש"ח?

$$\text{יש להכפיל את הספק התנור (בקוט"ש) בזמן (שעות) ובמחיר: } 2 \cdot 10 \cdot 0.5 = 10$$

תשובה ג נכונה

51. בשעה אחת של יום חורף בהיר, מספקת קרינת השמש למשטח הקולט של דוד השמש, אנרגיה

ממוצעת של 1 kWh למ"ר. בדוד מסוים שטח המשטח של הקולט הוא 2 מ"ר.

51.1 כמה אנרגיה בקוט"ש נקלטת על ידי המשטח הקולט, במשך יום? הנח כי המשטח קולט את

קרינת השמש במשך 10 שעות.

בהנחה שעוצמת קרינת השמש ממוצעת, יש להכפיל את שטח הקולטים במספר השעות באנרגיה

$$\text{הנקלטת בשעה במ"ר: } 2 \cdot 10 \cdot 1 = 20 \text{ kWh}$$

51.2 חשב את החיסכון החודשי (30 יום) בתשלום עבור חשמל. הנח כי מחירו של 1 קוט"ש

אנרגיה חשמלית הוא 50 אגורות.

$$\text{עלות החשמל של 20 קוט"ש הוא 10 ₪ (20 \cdot 0.5)}$$

52. ברצוננו להרתיח ליטר מים באמצעות קומקום חשמלי, עליו רשום 2000 W. האנרגיה הדרושה לביצוע המשימה היא 600.000 ג'אול. כמה זמן יש להפעיל את הקומקום, בהנחה שכל האנרגיה שמספק גוף החימום של הקומקום משמשת לחימום המים?

$$t = E/P = 600,000/2000 = 300 \text{ sec}, \text{ או } 5 \text{ דקות}$$

53. לפניך רשימת יחידות בהן משתמשים במדעי הטבע. מהי היחידה בה מודדים כמות חום? **כמות חום היא אנרגיה הנמדדת בג'אול (תשובה ב נכונה).**

1. תשובון לשאלות הנוספות

1. לולין א שמשקלו 600 ניוטון עומד על מדרגה בגובה של 3 מטרים מעל נדנדה העומדת על רצפה. בצידה השני של הנדנדה עומד לולין נוסף (לולין ב) שמשקלו 500 ניוטון (איור). מעל לולין ב יש מדרגה נוספת שגובהה מעל הרצפה הוא 3.5 מטרים.

$$mgh_1 = 600 \cdot 3 = 1800 \text{ J} \quad \text{א. השינוי באנרגיית הגובה של לולין א:}$$

כיון שמניחים שאין שינוי באנרגיה התרמית של המערכת (לוליינים+מקפצות+רצפה), ניתן לחשב את הגובה המירבי אליו יכול להגיע הלולין השני

$$1800 = 500 \cdot h$$

$$h = 3.6 \text{ m}$$

ולכן לולין ב יגיע לגובה המדרגה ואף יעבור אותה

ב. אם קיים חיכוך במערכת והאנרגיה התרמית משתנה במהלך הפעילות הרי שיש להביא בחשבון את השינוי הזה ולהפחיתו מהשינוי באנרגיית הגובה של לולין א.

$$m_1gh_1 - 100 = 600 \cdot 3 - 100 = 1700 \text{ J}$$

הגובה המירבי אליו יוכל להגיע לולין ב

$$1700 = 500 \cdot h$$

$$h = 3.4 \text{ m}$$

ולכן לולין ב לא יגיע למדרגה.

ג. נחשב את השינוי באנרגיית הגובה של לולין ב כאשר שינוי הגובה שלו 4 מ'

$$m_2g \cdot 4 = 500 \cdot 4 = 2000 \text{ J}$$

לכן ללא חיכוך השינוי באנרגיה של לולין א עם המשקולות צריך להיות לפחות 2000 J

$$m_1gh_1 + X \cdot 50 \cdot h_1 = 2000$$

$$600 \cdot 3 + X \cdot 150 = 2000$$

$$X = 1.33$$

כלומר לולין א צריך להצטייד ב- 2 משקולות לפחות.

עם חיכוך : יש להוסיף את השינוי באנרגיה התרמית לאחר הפעולה לחישוב כפי שהודגם בסעיף הקודם :

$$m_2g \cdot 4 + 120 = m_1gh_1 + X \cdot 50 \cdot 3$$

$$600 \cdot 3 + X \cdot 150 = 2000 + 120$$

לכן $x = 2.13$ כלומר לולין א צריך להצטייד ב- 3 משקולות לפחות.

ד. חוק שימור האנרגיה.

ה. במונחים של "המרות אנרגיה" : אנרגיית הגובה של לולין א (עם או ללא המשקולות) הומרה לאנרגיית תנועה של לולין א שהומרה לאנרגיית תנועה של לולין ב שהומרה לאנרגיית גובה של לולין ב.

2. צינור ניקוז, המכוון בשיפוע כלפי מטה, יוצא מתוך קיר. דני זרק כדור שמסתו 0.5 ק"ג במעלה הצינור. הכדור חזר לאחר זמן קצר ויצא מהצינור (ראו איור).

א. מהירות הכדור החוזר היתה גדולה/קטנה/שווה למהירות הכדור הנכנס לצינור. הסבר : מכיוון שהיה חיכוך בין הצינור לבין הכדור והאנרגיה התרמית גדלה, חוק שימור האנרגיה מחייב שסכום השינוי באנרגיה תרמית + אנרגיית התנועה בסיום הפעולה (כאשר הכדור חוזר) חייב להיות שווה לשינוי באנרגיית התנועה בתחילת הפעולה (ברגע זריקת הכדור ע"י דני).
ב. ללא חיכוך מהירותו של הכדור בכניסה והיציאה מהצינור זהה : 10 מ/שני. אם אין שינוי באנרגיה התרמית של הכדור והצינור, חוק שימור האנרגיה מחייב שוויון בין המהירויות.

ג. אם קיים חיכוך במערכת והאנרגיה התרמית גדלה במהלך הפעילות הרי שיש להביא בחשבון את השינוי הזה : יש להוסיף את השינוי באנרגיה התרמית לכל שאר האנרגיות לאחר הפעולה, ובמקרה זה, להוסיף אותה לאנרגיית התנועה של הכדור ביציאתו מהצינור.

$$E = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + 10$$

$$\frac{1}{2} \cdot 0.5 \cdot 10^2 = \frac{1}{2} \cdot 0.5 \cdot v^2 + 10$$

$$v=7.75 \text{ m/s} \quad \text{ולכן}$$

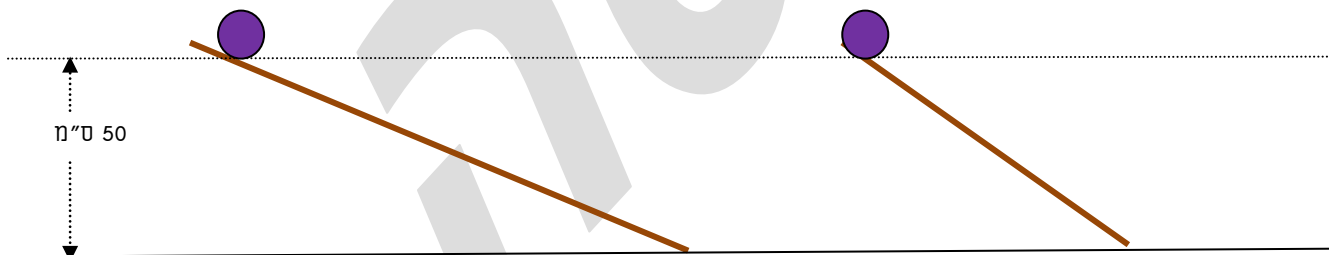
ד. צורת החישוב דומה לחישוב בסעיף הקודם כאשר במקרה זה יש לנתח את מאזן האנרגיות של הכדור והצינור תוך התחשבות בנתון שהכדור הגיע לגובה של 2 מטר (כנקודת ההתחלה) ויש לו אנרגיית גובה בלבד.

$$mgh = \frac{1}{2}mv_1^2 + 5 =$$

$$0.5 \cdot 10 \cdot 2 = 0.5 \cdot 0.5 \cdot v^2 + 5$$

$$v = 4.5 \text{ m/s}$$

3. שני כדורים זהים שמסת כל אחד מהם היא 2 ק"ג משוחררים מגובה של 50 ס"מ על גבי שתי מסילות שונות (ראו איור). הניחו כי החיכוך במערכת זניח.
- א. אם אין חיכוך, הרי שניתן להשוות את אנרגיית הגובה לפני תחילת התנועה עם אנרגיית התנועה בהגיע הכדור לקרקע (כאשר h מציין את גובה הכדור מעל הקרקע ברגע תחילת התנועה) mgh
- $$v=3.16 \text{ m/s} \quad \text{ומכאן} \quad \frac{1}{2}mv_1^2 = 2 \cdot 10 \cdot 0.5 = 0.5 \cdot 2 \cdot v^2$$
- ב. החישוב זהה לחישוב שהודגם בסעיף א'
- ג. האם שני הכדורים יגיעו לקרקע באותו זמן? הסבירו.
- הכדורים לא יגיעו באותו זמן, הכדור על המדרון המשופע יותר יגיע קודם כי תאוצתו תהיה גדולה יותר והמרחק שיעבור יהיה קטן יותר.



משימות הערכה מורחבות

- א. משימות אוריינות מדעית
 - ב. קריאה וניתוח של מאמרים מדעיים
 - ג. הצעות למיני-פרוייקטים
- לפניכם דוגמאות למשימות מורחבות, כולל מחווניס להערכתן. ביצוע המשימות דורש השקעת זמן ממושך יותר מפריטי ההערכה, ויש בהן הזדמנות להערכת מיומנויות חשיבה ולמידה.

א. משימות אוריינות מדעית בנושא אנרגיה

פעילות תיווך	נושא	סיווג מקורי	שם המשימה
מחווין מפורט למשימה מצורף בנספח ג	מקורות אנרגיה	פיסיקה וסביבה, כתה ט	מגדל השמש במכון ויצמן
	מקורות אנרגיה	פיסיקה וסביבה, כתה ט	תחנת החלל הבינלאומית
1. הפקת מידע מתרשים 2. טיועון 3. בניית דגם	מקורות אנרגיה	פיסיקה וסביבה, כתה ט	תנור שמש
	אנרגיה חשמלית	פיסיקה וסביבה, כתה ט	חשבון החשמל הביתי
מיומנויות טבלה	צריכת אנרגיה	פיסיקה וסביבה, כתה ט	צריכת אנרגיה בעולם
	מקורות אנרגיה	פיסיקה וסביבה, כתה י	מוביל השלום
	מקורות אנרגיה	פיסיקה וסביבה, כתה י	ארובות שרב
מחווין מפורט למשימה מצורף בנספח ב פעילות שימוש במכשירי חשמל ביתיים	צריכת חשמל	פיסיקה וסביבה, כתה י	צריכת חשמל של מכשירים ביתיים*
	מקורות אנרגיה	מדעי כדה"א, כתה ט	דלק פוסילי

1. מיון ידע	התחממות גלובלית	מדעי כדה"א	התחממות כדור הארץ
2. קריאת גרפים	מקורות אנרגיה	מדעי כדה"א	דילדול משאבי טבע
	מקורות אנרגיה	מדעי כדה"א	דלק פוסילי
	מקורות אנרגיה	מדעי כדה"א	תאי דלק*
	מקורות אנרגיה	מדעי כדה"א	כורי ביקוע* גרעיניים
	מקורות אנרגיה	מדעי כדה"א	בריכת שמש*

- הערה: הקישור למשימות ופעילויות התיווך באתר מו"ט-נט פועל בדפדפן אקספלורר * משימות אלה יקושרו בהמשך (ניתן למוצאן באתר מו"ט-נט)

ב. קריאה וניתוח מאמרים מדעיים בנושא אנרגיה

פעילות תיווך	המקור	שם המאמר
שאלות מנחות	סיינטיפיק אמריקן ישראל , 2009	הדרך לאנרגיה בת קיימא עד 2030*
שאלות מנחות, שאלות מעמיקות, שאלות יישום	סיינטיפיק אמריקן ישראל , 2008	התוכנית הסולרית הגדולה*

- קישור למאמרים יתווסף לאחר קבלת זכויות יוצרים

דוגמה של ניתוח מאמר מדעי:

המאמר המקורי באנגלית, הוא:

"A Path to Sustainable Energy", Scientific American, pp. 38-45, Nov. 2009.

תרגום לעברית של המאמר, בסיינטיפיק אמריקן ישראל, "הדרך לאנרגיה בת קיימא עד 2030",

זהו מאמר מדעי, העוסק בעיקר בתחזית אפשרות השימוש במשאבים מתחדשים (חלופות לדלקים מחצביים), כדי לפתור:

- את בעיית משאבי האנרגיה הזמינים בעולם כולו, לכל המטרות, עד שנת 2030.
- את פליטת גזי החממה כתוצאה משריפת דלקים מחצביים.

החוקרים מתמקדים במקורות מתחדשים, של: רוח, מים, ושמשי (WWS = Wind, Water, Sunlight).

דוגמאות לשאלות הנחייה לתלמידים, לקראת קריאה של המאמר:

1. מהי הדרישה של החוקרים לגבי מקורות האנרגיה המתחדשים, לאורך כל מחזור חייהם (כולל הקמה, הפעלה ופירוק)?
 2. מה הסיבה שהחוקרים אינם כוללים אנרגיה גרעינית בהצעתם?
 3. מהי החלוקה בין מקורות האנרגיה המתחדשים הזמינים?
 4. מהו ערך ההספק הנצרך בעולם, בכל רגע, בשנת 2009?
 5. מהי ההערכה של ערך ההספק צריכת האנרגיה בעולם, בכל רגע, בשנת 2030?
 6. מהו ערך ההספק המיוצר בעולם ממקורות אנרגיה מתחדשים, בכל רגע, בשנת 2009?
 7. כמה תחנות להפקת אנרגיה מרוח, יוקמו על פי התכנית עד 2030 (כל תחנה מפיקה 5 מגהוואט)?
 8. כמה תחנות להפקת אנרגיה מהשמש, יוקמו על פי התכנית עד 2030, ומה ההספק הממוצע שלהן?
 9. איזה אחוז מהזמן, תחנות אספקת אנרגיה הפועלות על פחם, אינה מספקת אנרגיה (תפעול ותיקונים)?
 10. איזה אחוז מהזמן, תחנות אספקת אנרגיה הפועלות על תאי שמש, או רוח, אינה מספקת אנרגיה (תפעול ותיקונים)?
 11. ...
- על התלמידים להוסיף שאלות !

דוגמה של פעילות ניתוח מאמר מדעי, של המאמר:

"Solar Grand Plan", Scientific American, pp. 48-57, Jan. 2008.

- מאמר זה תורגם לעברית, על ידי אורט ישראל, "התכנית הסולרית הגדולה", ופורסם בעיתון: "סיינטיפיק אמריקן ישראל", אפריל-מאי 2008, עמודים: 23-31.
- זהו מאמר מדעי, העוסק בעיקר בתחזית אפשרות השימוש באנרגיית השמש בארה"ב, כדי לפתור:
1. את בעיית תלות ארצות הברית בנפט מיובא.
 2. את פליטת גזי החממה כתוצאה משריפת דלקים מחצביים.

דוגמאות לשאלות לתלמידים:

1. מהי צריכת החשמל בארה"ב?
2. מהו שטח האדמה בארה"ב, המתאים להקמת תחנות אספקת אנרגיה סולרית?

3. מהי עלות ממוצעת לצרכן, של קילוואט-שעה, בשנת 2008, בארה"ב?
4. מהי הנצילות הממוצעת של תאי שמש מסחריים בשנת 2008, ומהי עלות ייצור של 1 וואט חשמל באמצעותם?
5. כמה הספק חשמל יוכלו לייצר בארה"ב באמצעות תאי שמש, בשנת 2050, על פי התכנית המוצעת? על כמה שטח יפרסו תאים אלו?
6. מהם השלבים של ביצוע התכנית, מבחינת לוח הזמנים?
7. מהו קצב הקמת המתקנים בחמש השנים הראשונות, באמצעות תאי שמש, ומהו באמצעות ריכוז קרינת השמש?
8. איך ישתנה קצב זה בחמש השנים שלאחר מכן?
9. איך תסופק תצרוכת האנרגיה של ארה"ב בשנת 2050? (חלוקה בהתאם למקורות אספקה).
10. ...

דוגמאות לשאלות הנחייה לדיון כיתתי, לאחר שהתלמידים קראו את המאמר קריאה מעמיקה:

1. מהו פוטנציאל השימוש באנרגיית השמש בארה"ב, ועל פני כדור הארץ?
2. מהו סדר הגודל של כמות אנרגיית שמש, הנופלת בצהריים על מטר מרובע?
3. מה חסר כדי לנצל את אנרגיית השמש, במקום שריפת דלקים מחצביים?
4. מהיכן יבוא הכסף הנדרש לביצוע התכנית (חישובים ושיקולים כלכליים)?
5. כיצד תאי השמש (Solar Cells) משתלבים בתכנית?
6. מהי יעילות ממוצעת של תאי שמש מסחריים?
7. מהי היעילות הגבוהה ביותר שהושגה בתאי שמש הנמצאים בשלב מחקר ופיתוח?
8. כיצד מתכננים מציעי התכנית לבצע את איחסון האנרגיה, לשימוש בשעות בהן אין שמש?
9. כיצד משתלבים בתכנית מרכזים, בהן יבוצע שימוש באנרגיה מרוכזת מהשמש?
10. מהן הבעיות ברשת הולכת החשמל הקיימת בארה"ב, וכיצד מוצע לפתור בעיות אלו?
11. מהם שלבי ביצוע התכנית?
12. מהו שטח האדמה הנדרש לצורך ביצוע התכנית, יש להסביר כיצד הוא מחושב?
13. אילו הנחות עומדות בבסיס החישובים של החוקרים?
14. מדוע מופיעה במאמר צריכת אנרגיה נמוכה יותר של ארה"ב בשנת 2050, אם יפעלו בהתאם לתכנית המוצעת?
15. מהם היתרונות והחסרונות של קווי מתח גבוה בזרם ישר, לעומת קווי מתח גבוה בזרם חילופין?

שאלות חקר שהתשובות עליהן אינן נמצאות במאמר:

1. האם הקביעה, המופיעה בתחילת הפסקה השלישית של המאמר (במבוא), וטוענת ש"אין מתחרה לפוטנציאל הטמון באנרגיה סולרית", היא מדעית נכונה? מה למשל עם אנרגיה ממזוג גרעיני?
2. ...

שאלות יישום, לאחר קריאת המאמר והבנתו:

- ♣ אילו שאלות יש לשאול כדי להתאים את המאמר עבור מדינת ישראל?
- ♣ אילו נתונים מתוך המאמר יכולים לשמש לצורך החישובים עבור מדינת ישראל?
- ♣ כיצד יבוצעו החישובים (סדרי גודל)? סדר השאלות עליהן יש לענות.
- ♣ האם בנגב, בישראל, ניתן למצוא מספיק שטח כדי ליישם את התכנית לגבי ישראל?
- ♣ מדוע לדעתך ממשיכים לבנות בישראל תחנות כוח פחמיות?
- ♣ האם לדעתך אנרגיה גרעינית יכולה להוות פיתרון בישראל לבעיות של אספקת אנרגיה זמינה וזולה?

ג. מיני-פרוייקטים

1. פרויקט משאל האנרגיה¹⁸

שם הפרויקט	
מטרות הפרויקט	בחירת מקור האנרגיה המועדף ושיווקו
שלבי הפעילות	שלב I: גרוי וחשיפה לנושא שלב II: רכישת ידע בנושא שלב III: הצגת ידע ע"י תלמידים שלב IV: "הפנינג אנרגטי"

מהלך הפרויקט:

שלב I: גרוי וחשיפה לנושא (4 - 5 שעות)

- הצגת הדגמות להמרות אנרגיה
 - צפייה מונחית בסרט וידאו (סרט מסדרת "בעין חוקרת" - אנרגיה)
- סוף שלב I: כל קבוצה בוחרת לטפל בסוג אחד של אנרגיה מהרשימה הבאה:

1. ביומסה (אנרגיה המנוצלת מחומר אורגני).
2. אנרגיית רוח.
3. אנרגיה סולרית (שמש).
4. אנרגיה של מים.
5. אנרגיה מכנית.

שלב II: רכישת הידע בסוג האנרגיה הנבחר (4 - 5 שעות)

עבודה במסגרת כיתתית

¹⁸ פותח ע"י ד"ר רמי אריאלי במסגרת השתלמות מורי חט"ב ברחובות.

- כל קבוצה מתחלקת לזוגות של תלמידים, כל זוג תלמידים מקבל מאמר. התלמידים מתבקשים לקרוא את המאמר ולהוציא מתוכו 5 - 2 עובדות בנושא הנדון.
 - התלמידים מתקבצים לקבוצות בנות ארבעה תלמידים, כל קבוצה מתעמקת ב- 2 - 3 מאמרים.
- משימת הקבוצה להעלות את העובדות על שקף ולהציג את המאמרים בהם התמחו בפני הכתה.

סוף שלב II: יצירת מאגר מידע של עובדות שנאספו ע"י הכתה בנושא בו התמחתה הכיתה: בשלב זה קבוצות התלמידים מציגים את השקף שהכינו לפני הכתה, ותלמידי הכתה ממיינים את העובדות עפ"י הקריטריונים הבאים: יישומי, חברתי, ביולוגי/כימי, כלכלי, פיסיקלי, אקולוגי, טכנולוגי, עלות מול תועלת.

שלב III: הצגת הידע בשיטות הצגה שונות בפורום כיתתי (5 - 4 שעות + הנחיה אחת"צ)

התארגנות מחודשת במסגרת הכיתה לקבוצות של 4 - 2 תלמידים.

המשימה: כל קבוצה בוחרת שיטה אחת להצגת הידע, מרשימת השיטות הבאה:

1. דגם.
2. מצגת.
3. ניסוי.
4. משחק לימודי.
5. סרט וידאו.
6. הרצאה.
7. פוסטר.

סוף שלב III: בסה"כ כל הכתה מציגה את הנושא שבו התמחתה הכיתה ב- 7 דרכים שונות.

שלב IV: "חגיגה אנרגטית" (5 - 4 שעות - יום פעילות)

- מומלץ להציג **תערוכה**, שבה כל כיתה תציג את כל הפעילויות שבצעה בנושא הנבחר. התלמידים יסיירו בתערוכה כשבידיהם שאלון, המתייחס למוצגים בתערוכה.
- "**משאל עם**" - התלמידים מקבלים את הדף הרצ"ב. הם מתבקשים להמליץ על כיוון השקעה בפיתוח שיטות לניצול סוג מסוים של אנרגיה.
- בסוף שלב IV התלמיד משלשל לקופסה דף ובו רשומה החלטתו על סוג האנרגיה שבו כדאי להשקיע משאבים.

"משאל עם" לגבי השקעה במקורות אנרגיה חלופיים

- ♣ **כמות האנשים בעולם גדלה, וגם רמת החיים של כל פרט עולה.** כתוצאה משני גורמים אלו, צריכת האנרגיה הכוללת של האנושות גדלה מאוד.
- ♣ "**משבר מקורות האנרגיה הזמינים**" משפיע על האנושות - מקורות האנרגיה המחצביים (פוסיליים) כגון: נפט, פחם וגז בעולם, מוגבלים, ולא יוכלו בעתיד לספק את צורכי האנרגיה של האנושות.

♣ צריכת אנרגיה מוגברת ממקורות האנרגיה המחצביים (פוסיליים) גורמת להשפעות שליליות על איכות הסביבה.

העולם החליט למצוא פתרונות לבעיות אלו, והוחלט להקציב משאבים למציאת מקורות אנרגיה חלופיים.

קבוצות "חוקרים" שונות בבית הספר, בדקו את כדאיות השימוש במקורות האנרגיה השונים, ויצגו לפניך את יתרונותיהם וחסרונותיהם מהיבטים שונים. לשימוש בכל מקור אנרגיה, יש השלכות שונות, החל מעלות פיתוח הטכנולוגיה, עלות הפקת האנרגיה ממקור זה לאחר גמר פיתוח הטכנולוגיה הנדרשת, וכלה בהשפעות השימוש במקור אנרגיה זה על הסביבה, וכו'.

כדאיות השימוש במקור אנרגיה מסוים, תלויה בגורמים רבים בו זמנית, והכוונה היא **לשקלל את היתרונות והחסרונות של כל מקור אנרגיה מכל הבחינות, ולקבוע החלטה מהי כדאיות השימוש בו. עליך לדרג בשאלון שקיבלת את מקורות האנרגיה השונים, כך שתוצאות משוקללות של משאל עם זה, של כל התלמידים, יעזרו למקבלי ההחלטות להחליט באילו מקורות אנרגיה חלופיים להשקיע את המשאבים שהוקצו לנושא.**

תלמיד בכיתה _____, בית ספר _____

מקור אנרגיה	נמוך				גבוה
	1	2	3	4	5
מחצבים: פחם, נפט, גז, מזוט	עלות פיתוח הטכנולוגיה				
(מקורות אנרגיה מתכלים)	עלות הפקת אנרגיה בשיטה זו				
	גרימת נזק לסביבה				
	כדאיות פיתוח (לדעתך)				
כור גרעיני (ביקוע)	עלות פיתוח הטכנולוגיה				
	עלות הפקת אנרגיה בשיטה זו				
	גרימת נזק לסביבה				
	כדאיות פיתוח (לדעתך)				
כור גרעיני (מיזוג)	עלות פיתוח הטכנולוגיה				
	עלות הפקת אנרגיה בשיטה זו				
	גרימת נזק לסביבה				
	כדאיות פיתוח (לדעתך)				
ביומסה	עלות פיתוח הטכנולוגיה				
	עלות הפקת אנרגיה בשיטה זו				
	גרימת נזק לסביבה				
	כדאיות פיתוח (לדעתך)				
רוח	עלות פיתוח הטכנולוגיה				
	עלות הפקת אנרגיה בשיטה זו				
	גרימת נזק לסביבה				
	כדאיות פיתוח (לדעתך)				
גיאותרמית	עלות פיתוח הטכנולוגיה				
(כולל הפרשי טמפרטורות באוקיאנוס)	עלות הפקת אנרגיה בשיטה זו				
	גרימת נזק לסביבה				
	כדאיות פיתוח (לדעתך)				
תאי דלק, מימן	עלות פיתוח הטכנולוגיה				
	עלות הפקת אנרגיה בשיטה זו				
	גרימת נזק לסביבה				
	כדאיות פיתוח (לדעתך)				
הידרואלקטרי	עלות פיתוח הטכנולוגיה				
(כולל גאות ושפל)	עלות הפקת אנרגיה בשיטה זו				
	גרימת נזק לסביבה				
	כדאיות פיתוח (לדעתך)				
אנרגיה מהשמש					

תאים פוטו-וולטאיים	עלות פיתוח הטכנולוגיה					
	עלות הפקת אנרגיה בשיטה זו					
	גרימת נזק לסביבה					
	כדאיות פיתוח (לדעתך)					
שמש חימום	עלות פיתוח הטכנולוגיה					
דוד שמש, מגדל שמש,	עלות הפקת אנרגיה בשיטה זו					
תנור שמש,	גרימת נזק לסביבה					
בריכות שמש, ...	כדאיות פיתוח (לדעתך)					

מקורות

א. הפנייה לספרי הלימוד המאושרים על ידי משרד החינוך: חומרי למידה העוסקים בתכני ערכת ה.ל.ה בנושא אנרגיה ומערכות טכנולוגיות

- בן צוק, מ., 2002. אנרגיה ושימורה, מטמון, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן.
- אורעד י., 2001. עולם של אנרגיה, מדע וטכנולוגיה בחט"ב, האגף לתכנון לימודים והאוניברסיטה העברית בירושלים, הוצאת מעלות.
- יעבץ, נ. ומדאר-הלוי, ד., 2005. חוויה פיסיקלית-אנרגיה. עורך- עדי רוזן, הוצאת אנקורי ספרים.
- אנרגיה א' ת"ל, הוצאת מעלות תשמ"א. ריכוז: צילג יצחק, המרכז לתכנון לימודים.
- בן צוק, מ., גולדרינג, ח. וחוב', 1995. חשמל ואנרגיה, לתלמיד ולמורה + משוב שאלות, מכון ויצמן.
- אריאלי, ר., 2002. אנרגיה בהיבט רב תחומי, מטמון, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן.
- שדמי, י. אורפז, נ. וחוב', האנרגיה בגלגוליה, 1987. ת"ל.
- בנק שאלות מבחן- אנרגיה, ת"ל ואוני' ת"א.
- גלילי, י. ועובדיה, ד. יסודות הפיסיקה (2007), יש!!! הפצות ספרים בע"מ¹⁹
- קיפרמן, ד., דגן, א. ושכטר, ג., 2002. דבר המערכת, ספר לתלמיד ומדריך למורה, משולש המוחו"ט, אורט
- הכל בא על תיכוננו, מיודוסר, ד., ספר לתלמיד, משולש המוחו"ט, אורט

¹⁹ ספר זה אינו מאושר על ידי משרד החינוך לתלמידים, אך מורים יכולים להיעזר בו במידת הצורך.

ב. מקורות מתוקשבים מומלצים להעשרה למורה ולתלמיד:

- אנרגיה בהיבט רב תחומי / רמי אריאלי, המחלקה להוראת המדעים
<http://stwww.weizmann.ac.il/energy>
- מט"ח, אתר אופק, מדע וטכנולוגיה
<http://web-support.go.cet.ac.il/matars/forums/board.asp?Asp=401&FID=46423>
- קורס אנרגיה של אורט אביב
<http://space.ort.org.il/energy/>
- בעין האנרגיה, עמלנט 2002
<http://www.amalnet.k12.il/meida/energy/default.asp?url=articles/ener0003.htm>
- אתר Energy Matters
<http://library.thinkquest.org/20331/types>
- אתר Physics Classroom
<http://www.physicsclassroom.com/Class/energy/energytoc.html>
- אתר Energy Quest
<http://www.energyquest.ca.gov/index.html>
- אתר The Science Explorer
http://www.exploratorium.edu/science_explorer
- אתר סימולציות
http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Energy_Skate_Park
- בריינפופ
http://www.brainpop.co.il/category_8/subcategory_94
- הרצאה של ד"ר עובד קדם "Energy, what's about?", הגדרת המושג אנרגיה
<http://stwww.weizmann.ac.il/tech-center/mot-net/energy2007/ENERGY1.htm>
- משדרים של הטלויזיה החינוכית בנושא אנרגיה ואינטראקציה (קלטות 42-67)
- מאמר של יואב בן דב – אנרגיה ואנטרופיה
<http://bendov.info/heb/books/physbook/05.htm>
- קישורים באנגלית
<http://www.sldirectory.com/teach/scied.html#energy>
- מערכי שיעור בנושא אנרגיה באנגלית
<http://www.eia.doe.gov/kids/energy.cfm?page=6>
<http://www.need.org/needpdf/RoundInstructions.pdf>
<http://www.physicsclassroom.com/mmedia/#work>

- חוק שימור האנרגיה

http://www.eia.doe.gov/energyexplained/index.cfm?page=about_laws_of_energy

- מודלים להוראת המושג אנרגיה

<http://www.scribd.com/doc/28085746/Models-for-Teaching-Energy>

- **Should energy be illustrated as something quasi-material? Reinders Duit**
International Journal of Science Education, 1464-5289, Volume 9, Issue 2,
1987, Pages 139 – 145

מקורות באנגלית

- <http://ourplanet.scl.co.uk/about-solar-energy.asp>
- <http://ourplanet.scl.co.uk/climate-change-lesson-plan.asp?lessonID=26>
- <http://www.eon-uk.com/EnergyExperience/112.htm>
- <http://www.nrel.gov/education/>
- http://all-science-fair-projects.com/project1184_89.html
- http://www.miniscience.com/projects/CAR_SOLAR/index.html

מאמרים מאתר מורי הפיסיקה

<http://62.90.118.237/Index.asp?CategoryID=333>

- **ייצוגים מרובים של תהליכי עבודה – אנרגיה**
תרגום חופשי, מאת הניה ווילף, של המאמר מאת:
Alan Van Heuvelen and Xueli Zou, *American Journal of physics* (2001), 69(2);
p.184-194
<http://62.90.118.237/Index.asp?ArticleID=340&CategoryID=333>
- **המשמעות הפיזיקלית והיום יומית של המונח "עבודה"**
תרגום חופשי, מאת הניה ווילף, של המאמר מאת:
Kenneth S. Mendelson, *American Journal of physics* (2003), 71(3); p.279-281
<http://62.90.118.237/Index.asp?ArticleID=341&CategoryID=333>
- **הבנתם של סטודנטים את משפט עבודה ואנרגיה ומשפט מתקף ותנע**
תרגום חופשי, מאת שולמית קפון, של המאמר מאת: לוטון, ר. א. ומקדרמוט, ל. מ.:
American Journal of physics (1987), 55(9); p.811-817
<http://62.90.118.237/Uploads/1451.doc>
- **תנע ואנרגיה**
תרגום חופשי מאת שולמית קפון של קטעים נבחרים מתוך הפרק החמישי בספר:
A Guide to Introductory Physics Teaching, Arnold B. Arons.
<http://62.90.118.237/Uploads/1462.doc>

• אנרגיה איננה הכושר לעשות עבודה

מאת רוברט לרמן

<http://62.90.118.237/Index.asp?ArticleID=346&CategoryID=333>

• **Energy Is Conserved – Always**

Heller K. (2002), Invited Talk, AAPT Winter Conference, Philadelphia, PA

<http://62.90.118.237/Index.asp?ArticleID=345&CategoryID=333>

ג. מיפוי ספרי לימוד מול תכנית הלימודים

רעיונות והדגשים	ציוני דרך	אנרגיה ושימורה עמ'	חוויה פיסיקלית עמ'	עולם של אנרגיה עמ'
האדם מנצל אנרגיה לתועלתו	טכנולוגיות לקיום ושיפור איכות החיים	—	39-56 281-304	58-59, 44-50, 33-41, 153, 148, 111-114 346-353, 208-210
	יחידות אנרגיה	בפרקים השונים	73-89	73-78, 317
	מקורות אנרגיה, הפקה ושימושים	213-236	281-304	225, 208, 31, 18, 346-366
לאנרגיה יש מופעים שונים סוגי אנרגיה חוק שימור האנרגיה	אנרגיית גובה	84-93	155-162	56-99
	אנרגיית תנועה	61-82	165-173	122-161
	אנרגיה במערכות חשמליות	163-212	309-322	260-290
	הספק ונצילות	198-203	93-101	242-257
	אנרגיה תרמית ומערכות להמרת חום	107-126	199-218	164-192
	אנרגיית קרינה והשימושים בה	214-219	231-249	42-44
	אנרגיה גרעינית ומערכות להמרתה	225-227	373-388	—
	אנרגיה כימית	---	347-366	194-216
חוק שימור האנרגיה	טיפול כמותי	41-60	61-70 267-277	332-343
	בריאות וקרינה אלקטרומגנטית			
	בריאות ואנרגיית קרינה רדיואקטיבית			

ד. התאמת הרצפים בספרי לימוד שונים לציוני הדרך בתכנית הלימודים

א. עולם של אנרגיה – ת"ל

רציונל

האנרגיה היא חלק בלתי נפרד מחיינו ומן המציאות כולה... האנרגיה היא חלק מהותי מן הטבע הדומם שסביבנו. תופעות המדגימות זאת מצויות בכל מקום, למשל רוחות, גלי ים, רעידות אדמה והתפרצויות הרי געש. האנרגיה מעורבת גם בתופעות קוסמיות... לאנרגיה חלק גדול מאוד גם

בטכנולוגיה, לטוב ולרע. מכשירים שונים, כגון רדיו, טלוויזיה, נורה, מכונית, מטוס ומחשב, לא יוכלו לפעול ללא אנרגיה. פצצה מתפוצצת היא דוגמה רבת רושם, אך שלילית, לשימוש באנרגיה. להפקת אנרגיה אנו משתמשים במקורות אנרגיה מגוונים. שיקולים מסוגים שונים מנחים אותנו בבחירת המקורות המתאימים ביותר, ביניהם: כלכליים, בטיחותיים, סביבתיים ופוליטיים. לכל אלה השפעה רבה על החברה האנושית ועל כדור הארץ כולו.

"עולם של אנרגיה" הוא סביבת למידה "רבת ערוצים" הכוללת ספר לימוד וערוצים נלווים. הספר כולל את חומר החובה האמור להילמד בסוף שנת הלימודים בכיתה ח' ובמשך שנת הלימודים בכיתה ט', על פי הנושא המרכזי אנרגיה ואינטראקציה מתוך תוכנית הלימודים החדשה במו"ט לחטיבת הביניים.

כל אחד משלושה-עשר פרקי הספר מכיל הסברים וניסויים המלווים בתמונות ובאיורים, ובכל אחד מהפרקים שאלות רבות... כמו כן נכללים קטעים להעמקה, העשרה, או התייחסות שונה לנושא. בנוסף, נכללים המרכיבים הבאים: סוגיה- טקסט המתייחס לנושא חברתי, משימה- מטלה המשלבת מדע וטכנולוגיה, אנרגיה ברשת- הפניות לאתרים רלוונטיים, לקריאה נוספת- הפניות למאמרים בכתבי עת פופולריים, מסכמים את הפרק- סיכום הנקודות העיקריות בפרק, שואלים את עצמנו- שאלות נוספות לעבודה בבית.

לספר מצורף תקליטור המכיל מאמרים נוספים להעשרה, הנחיות לעריכת ניסויים, לעיבוד תוצאות הניסויים, פיתוח מיומנויות חשיבה ופעילויות נוספות.

רצף ההוראה	ציוני דרך בתכנית הלימודים לכיתה ט'
אנרגיה בכל מקום ובכל זמן	
סוגי אנרגיה	
מקורות אנרגיה	מקורות אנרגיה, הפקה ושימושים
מעברים וגלגולי אנרגיה	
שימוש בגלגולי אנרגיה במערכות טכנולוגיות	טכנולוגיות לקיום ושיפור איכות החיים, אנרגיית קרינה והשימושים בה
אנרגיית גובה	אנרגיית גובה ושימושים בה, יחידות אנרגיה
שימור אנרגיה	חוק שימור האנרגיה
אנרגיית תנועה	אנרגיית תנועה
אנרגיה תרמית	אנרגיה תרמית ומערכות להמרת חום
אנרגיה כימית	אנרגיה כימית
גלגולי אנרגיה ביצורים חיים	
בקצב האנרגיה – הספק	הספק ונצילות
מגלגלים אנרגיה חשמלית	אנרגיה במערכות חשמליות
מה קובע את כמות האנרגיה החשמלית? (הספק, מטען, מתח, יחידות)	יחידות אנרגיה
מאנרגיה חשמלית לאנרגיות אחרות	טיפול כמותי בחוק שימור האנרגיה
מקורות אנרגיה והשיקולים לניצולם	מקורות אנרגיה, הפקה ושימושים

ב. אנרגיה ושימורה – מטמון

רצינות

יחידת הלימוד "אנרגיה ושימורה" במסגרת חומרי הלמידה של מטמון מקנה מושגי יסוד בנושא האנרגיה תוך שימת דגש על פיתוח יכולות של לומד עצמאי והקניית מיומנויות חשיבה, למידה ופתרון בעיות במסגרת תכני הלימוד המדעיים-טכנולוגיים. ביחידה מודגשת העובדה ש"שפת הכוחות" ו"שפת

האנרגיה" עוזרות להבנה והסבר של תופעות רבות, והן בעלות ערך בתכנון מערכות טכנולוגיות. בניית המושגים מתבססת על תצפית בתופעות, שאילת שאלות לגביהן, ניסוח השערות ובדיקתן באמצעות ביצוע ניסויים. הוראת היחידה נעשית בשילוב הקניית מיומנויות לפי רוח הסילבוס החדש של מו"ט בחט"ב. התלמידים משתמשים במאגרי מידע, לומדות מחשב, ומגוון ניסויים.

היחידה בונה את מושג האנרגיה ממושג העבודה כגודל המאפיין מערכת. מושג האינטראקציה משמש כבסיס לניתוח מעברי אנרגיה במערכת ומאפשר לאפיין מערכת סגורה. באופן מקובל, מוגדרת האנרגיה כגודל הקשור לגוף בודד, דבר הגורם לקשיים רבים בהבנת מושג השימור וגלגולי אנרגיה. בספר זה, לעומת זאת, מדגישים את הקשר בין אנרגיה לבין מערכת ומונעים קשיים אלה. עבודה וחוסם הם התהליכים העיקריים להעברת אנרגיה בין מערכות שיש ביניהן אינטראקציה. בהקשר זה מלמדים את המושג אנרגיה פנימית אשר מקל על הבנת שינויים אנרגטיים במערכת ומרחיב את הידע על מבנה החומר. מתקיים דיון בתהליכי חימום בהם מתרחשים שינויים במצבי צבירה. בספר דנים באנרגיה גם בהקשרים חברתיים וטכנולוגיים. במסגרת זו נידונים נושאים כמו מקורות אנרגיה, הספק, נצילות, תזונה נכונה, זיהום סביבתי ובעיית משבר האנרגיה בעולם.

הקו המנחה בתכנית מטמון הוא להקנות לתלמידים מס' מושגים בסיסיים שישמשו אותם בכל התחומים של המדע, הטכנולוגיה והחברה. בין המושגים הבסיסיים ביותר נמנים מושג האינטראקציה ומושג המערכת, וכן מושג האנרגיה, אותו חשוב להקנות לתלמידים בשלב מוקדם. המסרים שמעוניינים להעביר לתלמידים בנושא זה מגוונים וחשובים:

- א. אינטגרציה עם תחומי דעת אחרים במדע וחברה. מושג האנרגיה מאפשר הבנה והסבר של תופעות בתחומי דעת שונים (מדעי כדור הארץ, כימיה, אקולוגיה, כלכלה, חברה ומדעי החיים)
- ב. שליטה במאגרי האנרגיה מחד ומידת הצריכה של אנרגיה מאידך משפיעים על התפתחותן של מדינות ומהוות מדד למצבן הסוציאקונומי של תושביהן.
- ג. מקורות אנרגיה שונים זה מזה בזמינותם ובדרכי ניצולם לצורכי בני אדם. בהבנת התופעות הכרוכות בהמרות אנרגיה יש חשיבות למקורות האנרגיה, לקליטת האנרגיה ולדרכי מעבר האנרגיה. כדי לנצל מקורות אנרגיה, יש צורך לתכנן ולבנות מערכות קליטה, העברה ואגירה של אנרגיה, תוך הפעלת שיקולים מדעיים, טכנולוגיים, כלכליים, מדיניים וסביבתיים.
- ד. אנרגיה בטכנולוגיה. הבנת הפעולה של מתקנים שונים, תוך שימת דגש על שיפור בנצילותם. בהמרת אנרגיה יש חשיבות להספק (קצב ההמרה) ולניצולת. להגברת הניצולת של מערכת טכנולוגית חשיבות מרובה בתכנון המערכת ובהפעלתה.
- ה. בפועל, כאשר מתרחשים גלגולי אנרגיה במערכות כלשהן, מתקיימים גם מעברי חום. במכוונות המתבססות על מעברי חום, רק חלק מהחום ניתן להמרה לצורות אנרגיה אחרות. לעובדה זו חשיבות רבה בהבנת המגבלות במשק האנרגיה.

רצף ההוראה	מס' שעות מומלץ	ציוני דרך בתכנית הלימודים לכיתה ט'
מכונות פשוטות	6-8	
התרחשויות במערכת	5-6	חוק שימור האנרגיה – טיפול כמותי
עבודה ואנרגיית תנועה	5-7	אנרגיית תנועה, יחידות אנרגיה
אנרגיה פוטנציאלית	7-9	אנרגיית גובה ושימושים בה, יחידות אנרגיה
טמפר' ואנרגיה פנימית	5-6	אנרגיה תרמית ומערכות להמרת חום
תהליכים של חימום	12-14	אנרגיה תרמית ומערכות להמרת חום
אנרגיה חשמלית	12-14	אנרגיה במערכות חשמליות
הספק	3-4	הספק ונצילות
מקורות אנרגיה	4-5	מקורות אנרגיה, הפקה ושימושים, אנרגיית קרינה והשימושים בה, אנרגיה גרעינית ומערכות להמרתה
שימור האנרגיה-היכן המשבר?	5-7	חוק שימור האנרגיה, הספק ונצילות

ג. חוויה פיסיקלית – אנקורי

רציונל

מטרת הספר להפוך את הוראת המדע לחוויה לימודית מעניינת ומאתגרת לכל התלמידים, להציג את המדע כישות תוססת ומתפתחת. בד בבד עם הלימוד הפורמלי של התכנים, מוסיף הספר היבטים אנושיים, פילוסופיים, טכנולוגיים והיסטוריים שיש להם נגיעה לתכנים אלה, כל זאת תוך התנסות אישית של התלמידים. הספר כולל גם שאלות מאתגרות ויחידות שמטרתן להמריץ את התלמידים לחקירה מעמיקה.

הספר כולל חידות ופתרונות, קטעי העשרה המאירים היבטים מסויימים (אנושי, היסטורי, ביולוגי, וכד'), הצעות לבניית מתקן פשוט והסבר עקרון פעולתו (מעין עבודת חקר קטנה). בכל פרק השאלות מחולקות לשתי רמות – רמה רגילה ורמה גבוהה.

ההיקף הרחב של הספר נועד לאפשר הסללה של הלימוד, כך שכל מורה יוכל ללמד במסלול המתאים לגישתו האישית ולרמת התלמידים. להלן הצעות למסלולים שונים:

1. מסלול ברמה בסיסית – פרקים ג, ד, ה, ז, ח, יב, יג, טז
2. מסלול בדגש פיסיקלי בגישה איכותית – פרקים ג, ד, ה, ח, יב, יג, טו, טז. אפשרות חלופית: פרקים ג, ד, ה, ח, יב, יג, יז, יח, יט, כ.
3. מסלול בדגש כמותי – פרקים ג, ד, ה, ו, ז, ח, ט, י, יא, יד.
4. מסלול בדגש כימי – פרקים ג, ד, ה, ח, יב, טז, יז, יח, יט, כ.
5. מסלול בדגש ביולוגי – פרקים ג, ד, ה, ז, ח, יב, יג, טז.
6. מסלול בדגש טכנולוגי – פרקים ג, ד, ה, ו, ח, יב, יג, יד, טו.
7. מסלול בדגש היסטורי-פילוסופי – פרקים א, ב, ג, ד, ה, ח, יב, יג, טז.

רצף ההוראה	פרק	ציוני דרך בתכנית הלימודים לכיתה ט'
"קיצור תולדות המדע"	א	
מהו מדע?	ב	
אנרגיה והמרות אנרגיה	ג	טכנולוגיות לקיום ושיפור איכות החיים
חוק שימור האנרגיה	ד	חוק שימור האנרגיה – טיפול כמותי
יחידות ואנרגיה	ה	יחידות אנרגיה
הספק-קצב המרת האנרגיה	ו	הספק ונצילות
כוח מסה ומשקל	ז	
המרות אנרגיה מכנית – היבט איכותי	ח	
אנרגיה פוטנציאלית כובדית	ט	אנרגיית גובה
אנרגיית תנועה-ניסוח כמותי	י	אנרגיית תנועה
המרות אנרגיה-ניתוח כמותי	יא	יחידות אנרגיה
חום וטמפרטורה	יב	אנרגיה תרמית ומערכות להמרת חום
אנרגיית קרינה	יג	אנרגיית קרינה והשימושים בה
נצילות	יד	הספק ונצילות
בעיית האנרגיה-איכות מול כמות	טו	חוק שימור האנרגיה – טיפול כמותי
מקורות אנרגיה	טז	טכנולוגיות לקיום ושיפור איכות החיים, מקורות אנרגיה הפקה ושימושים
אלקטרוסטטיקה עד אנרגיה חשמלית	יז	אנרגיה במערכות חשמליות
התאוריה האטומיסטית	יח	
אנרגיה כימית	יט	אנרגיה כימית
אנרגיה גרעינית	כ	אנרגיה גרעינית ומערכות להמרתה

נספחים

רשימת הנספחים

- נספח א' – מיון תפיסות קיימות של תלמידים לגבי המושג אנרגיה
- נספח ב' – ייצוג תהליכי שינוי בעזרת תרשים חיצים
- נספח ג' – משימת אוריינות מדעית ומחווון מפורט – צריכת חשמל של מכשירים ביתיים
- נספח ד' – משימת אוריינות מדעית ומחווון מפורט – מגדל השמש במכון ויצמן
- נספח ה' – מעשה בדוד שמש
- נספח ו' – הצעה לפעילות: תאי שמש ודרכי השימוש בהם
- נספח ז' – דוגמאות לפרויקט טכנולוגי בנושא 'מערכות' ו'תיכון'
- נספח ח' – שאלות בנושא אנרגיה כימית, אנרגיית קרינה ואנרגיה גרעינית
- נספח ט' – ציוד לניסויים המוצעים בערכה זו

נספח א' - מיון תפיסות

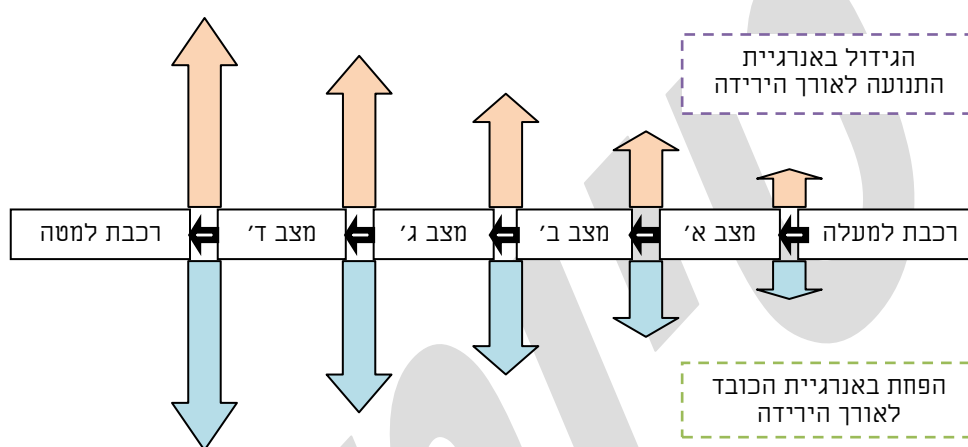
מיון תפיסות קיימות של תלמידים לגבי המושג אנרגיה לפי קטגוריות של קשיים בהוראה

קטגוריות של קשיים בהוראה				תפיסות קיימות
מהי אנרגיה ומהו שינוי באנרגיה?	מה המשמעות של המרת אנרגיה ומעבר אנרגיה?	מהם "סוגי אנרגיה" ומהם מאפייניהם?	כיצד יודעים שאנרגיה נשמרת?	
✓	✓	✓		1. סוגי (או צורות) אנרגיה מהווים מהויות שונות
	✓		✓	2. האנרגיה אובדת בתהליכים רבים
		✓	✓	3. אין שום קשר בין אנרגיה לחומר
	✓		✓	4. אם האנרגיה נשמרת, מדוע היא אוזלת לנו?
	✓			5. אפשר להמיר באופן מלא אנרגיה מצורה אחת לאחרת
✓	✓			6. השימוש באנרגיה יכול לכלותה
		✓		7. האנרגיה שייכת למקור מסוים כמו המזון שאנחנו אוכלים או החשמל שאנו מקבלים מחברת החשמל
			✓	8. לגוף במנוחה אין כל אנרגיה
		✓		9. האנרגיה הפוטנציאלית היחידה היא אנרגיית כובד
		✓		10. האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית תלויה רק בגובה
		✓		11. הכפלת המהירות של גוף מכפילה את האנרגיה הקינטית שלו
✓			✓	12. האנרגיה היא דבר ממשי ולא מופשט
		✓	✓	13. האנרגיה היא דבר חומרי
			✓	14. אנרגיה וכוח הם מושגים נרדפים
		✓		15. המושג עבודה בחיי יום-יום משמעו "עמל" בשונה ממשמעותו בפיזיקה.
			✓	16. אנרגיה קשורה רק בדברים חיים
		✓	✓	17. אנרגיה פוטנציאלית אינה אנרגיה. היא הופכת לאנרגיה רק בעת המרה
✓			✓	18. לאנרגיה יש מקורות
	✓			19. אנרגיה גרעינית היא משהו שונה

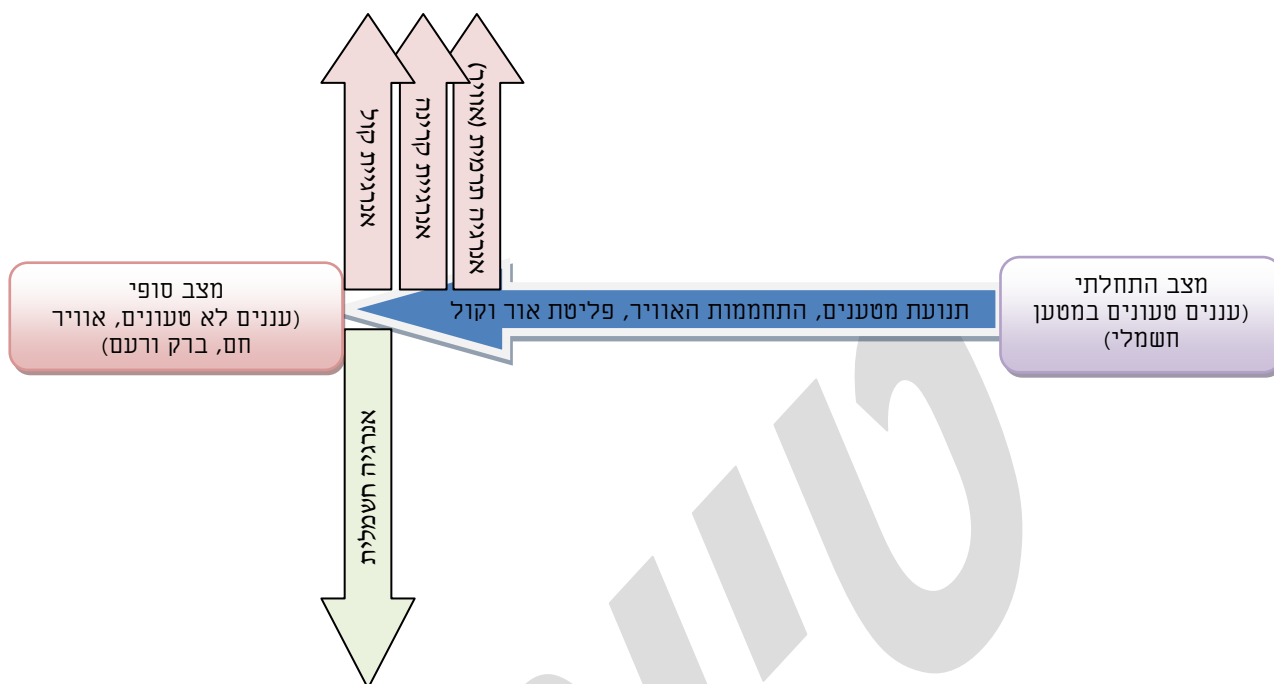
קטגוריות של קשיים בהוראה				תפיסות קיימות
כיצד יודעים שאנרגיה נשמרת?	מהם "סוגי אנרגיה" ומהם מאפייניהם?	מה המשמעות של המרת אנרגיה ומעבר אנרגיה?	מהי אנרגיה ומהו שינוי באנרגיה?	
✓			✓	20. אי אפשר למדוד אנרגיה
	✓		✓	21. האנרגיה הקינטית תמיד חיובית
	✓		✓	22. לאנרגיית תנועה יש כיוון
	✓			23. קיים יחס ישר בין המהירות לבין האנרגיה הקינטית
	✓		✓	24. העבודה שווה לאנרגיה הקינטית ולא לשינוי באנרגיה הקינטית

נספח ב' ייצוג תהליכי שינוי בעזרת תרשים חצים

כאמור אפשר להשתמש בתרשימי חצים כדי לתאר המרות אנרגיה. לייצוג זה יש פוטנציאל להוות כלי למעבר מחשיבה איכותית לחשיבה כמותית. כך למשל, אפשר לחלק את תהליך הירידה של הרכבת תהליכי ביניים ולתאר את השינויים בגודלה של האנרגיה המיוחסת לשינוי בגובה ולגודלה של האנרגיה המיוחסת לשינוי בתנועה החלים בין השלבים השונים. דיאגרמת החצים במקרה זה תראה כך:



שימו לב כי תרשימי החצים מאפשר לעבור מתיאור איכותי ("האנרגיה גדלה או קטנה") לתיאור גרפי שיכול לסייע בגיבוש תפיסה כמותית אצל התלמידים. תרשימי החצים מאפשר גם לתאר תהליכים מורכבים בהם מתקיימים במקביל מספר תהליכי משנה. את התהליכים בהם האנרגיה גדלה מציינים עם חצים כלפי מעלה ואת אלו בהם היא קטנה עם חצים שכיוונם מטה. כך למשל, את תופעת הברק אפשר לתאר על ידי תרשימי החצים הבא:



שימו לב כי החץ שמציין את הפחת באנרגיה בתהליך החשמלי גדול יותר מהחצים המציינים את הגידול באנרגיה בתהליכים האחרים.

הכנת תרשים חצים טוב דורשת התייחסות לשאלות הבאות:

- מה מאפיין את המצב ההתחלתי והסופי?
- מהם התהליכים שהתרחשו (מה השתנה בין המצבים)?
- באלו תהליכים האנרגיה גדלה ובאלו פחתה?

נספח ג – משימת אוריינות מדעית צריכת חשמל של מכשירים ביתיים²⁰

מספר המכשירים הביתיים המופעלים באמצעות חשמל גדל עם העלייה ברמת החיים של הפרט. **צריכת החשמל של מכשיר ביתי** תלויה בהספק (P = אנרגיה ביחידת זמן) הדרוש להפעלתו, ובמספר השעות (t) בהן הוא מופעל. אנו משלמים לחברת החשמל על הצריכה הכוללת של אנרגיה בביתנו. בחשבון החשמל מופיעה כמות האנרגיה (E) ביחידות של **קילואט-שעה**, המתארת מכפלה של יחידת הספק (קילואט) ביחידת זמן (שעה). הנוסחה לחישוב כמות האנרגיה היא: $E = P * t$.

שאלה 1

לפניכם טבלה המציגה מספר מכשירים הצורכים חשמל בבית. עבור כל מכשיר מצוין ההספק החשמלי, ומספר השעות הממוצע ביממה שהוא מופעל בבית מסוים. חשבו והשלימו בטבלה את צריכת האנרגיה **החודשית** כתוצאה מהשימוש במכשירים אלו בבית זה. (הניחו שמספר הימים בחודש ממוצע הוא 30).

צריכת אנרגיה חודשית ממוצעת [קוט"ש]	מספר שעות פעולה ממוצע ביממה	הספק חשמלי רשום על המכשיר [וואט]	שם המכשיר (מתקן) הצורך אנרגיה
	8	75	נורת להט *
	8	20	נורת פלואורסצנט מתברגת *
	5	150	מקרר
	7	2000	מזגן
	1	2000	מכונת כביסה

* הטבלה מתייחסת למקרה בו כמות האור הנראה הנפלטת מנורת להט ומנורת הפלואורסצנט היא דומה.

²⁰ © כל הזכויות למשימות שמורות למשרד החינוך, התרבות והספורט מהדורת ניסוי. לא למכירה. ולמחלקה להוראת מדעים, מכון ויצמן למדע.

שאלה 2

המקרר הביתי מחובר לרשת החשמל 24 שעות ביממה. למרות זאת, אין מנוע המקרר פועל כל הזמן. בתוך המקרר נמצא **ווסת (תרמוסטט)** אשר מפעיל את מנוע המקרר ברגע שהטמפרטורה בו עולה מעל לטמפרטורה הנקבעת מראש.

במקררים ישנים (שיצרו לפני יותר מ-20 שנה) פועל המנוע במשך כ-10 שעות ביממה, ואילו מקררים חדשים (עם טכנולוגיה משופרת) פועל המנוע 3-5 שעות ביממה. הספק החשמל שצורכים מקררים ישנים בעת פעולתם דומה להספק שצורכים מקררים חדשים. בבית משפחת חלפון מקרר בן 25 שנה. בהתייחסות לצריכת החשמל, האם תמליץ להם להחליף את המקרר בחדש? נמקו.

שאלה 3

משפחת שמחון ומשפחת הדר גרות בשכנות בבתיים דומים, וצורכות מים חמים באותה כמות. למשפחת שמחון יש **דוד שמש על הגג**, והוא ניתן להפעלה גם באמצעות אנרגיה חשמלית, ואילו למשפחת הדר יש **דוד חשמלי בלבד** (ללא קולטי שמש).

הספק המחמם החשמלי בדודים הוא כ-2 קילואט. עלות קילואט-שעה 0.45 ש"ח (שקלים חדשים).

בטבלה שלפניכם נתונים על **דוד החימום החשמלי ודוד השמש בשתי המשפחות**.

דוד חימום חשמלי	דוד שמש	
כ-1,500 ש"ח	כ-2,500 ש"ח	עלות רכישה(כולל התקנה)
400 שעות	50 שעות	מספר שעות הפעלה של החימום החשמלי בשנה
15 שנים	15 שנים	משך זמן פעולת הדוד לפני הצורך בהחלפתו
8 שנים	8 שנים	תקופת אחריות מלאה
	750 שעות	משך זמן הפעלת חימום חשמלי במשך כל תקופת השימוש בדוד (15 שנים)
	1500 קילואט-שעה	צריכת חשמל כתוצאה מהשימוש בדוד במשך כל תקופת השימוש בדוד (15 שנים)
	675 ש"ח	עלות השימוש בחשמל במשך כל תקופת השימוש בדוד (15 שנים)

א. חשבו והשלימו את הנתונים החסרים בטבלה.

ב. האם לדעתכם כדאית **מבחינה כלכלית** התקנה של דוד שמש על גג הבית? נמקו.

ג. האם קיימים **שיקולים נוספים** שלדעתכם מצדיקים התקנת דוד שמש על הגג?
פרטו.

שאלה 4

משה רוצה **לחסוך בצריכת החשמל בביתו**. סמנו באילו צעדים תמליצו לו לנקוט כדי להצליח במשימתו והסבירו את תשובתכם.

- הפעלת המזגנים בבית 24 שעות ביממה, כדי לשמור על טמפרטורה קבועה בבית.
- החלפת כל נורות הלהט לתאורה בדירה בנורות חסכוניות.
- התקנת דוד שמש על הגג, לחימום המים.
- הגדלת כושר הבידוד סביב הפתחים בדירה (איטום מרווחים בהם חודרת רוח).

שאלה 5

הספקו של תנור בישול חשמלי ביתי הוא 1.6 קילוואט. זמן חימום המזון לארוחה באמצעותו הוא 1 שעה. הספקו החשמלי של מכשיר המיקרוגל הוא 800 וואט. זמן חימום המזון לארוחה באמצעותו הוא 10 דקות.

- באיזה מהמכשירים צריכת האנרגיה החשמלית לצורך חימום המזון קטנה יותר? חשבו.
- פי כמה קטנה יותר צריכת המכשיר שציינתם בסעיף א' מהמכשיר השני?

מחונן מפורט למשימה - צריכת חשמל של מכשירים ביתיים

הנושאים בתכנית הלימודים: אנרגיה ואינטראקציה – הספק ואנרגיה חשמלית.

ההקשר: מדע וטכנולוגיה בהיבט אישי וחברתי

מקורות:

- * בן-צוק מ' (2002). אנרגיה ושימור, המחלקה להוראת המדעים מכון ויצמן, הוצאת תרבות לעם (פרקים 2 ו-1 ט).
- * אורעד י' (2001). עולם של אנרגיה, האגף לתכנון ולפיתוח תוכניות לימודים והאוניברסיטה העברית, הוצאת מעלות (פרקים א, ג, ט – יא).
- * פעילות בגיליון האלקטרוני "חשמל ואנרגיה" שפותחה ביחידה ליישומי מחשב בחינוך בפקולטה לחקלאות של האוניברסיטה העברית, ירושלים. פעילות זו מאפשרת ניתוח של צריכת חשמל בבית מגורים, וצריכת חשמל של מדינת ישראל:

http://agribio.snunit.k12.il/main/upload/ab/id_hashmal97.html

רציונאלי: הנושא של צריכת החשמל הביתית הוא אחד הנושאים הרלבנטיים לחיי התלמידים. מספר המכשירים הפועלים באמצעות אנרגיה חשמלית גדל כל העת ואיתו גם צריכת האנרגיה החשמלית. יש חשיבות בהגדלת מודעות תלמידים לצורך בהקטנת צריכת האנרגיה החשמלית מסיבות כלכליות ברמה האישית והגלובלית (דלדול מקורות אנרגיה זמינים המבוססים על דלקים מחצביים) ומסיבות סביבתיות (זיהום אוויר). המשימה מזמנת עיסוק בנושאים שתלמידים רבים מתקשים בהם, כגון יחידות למדידת אנרגיה והספק.

שילוב בהוראה: בכיתה ט' בנושא אנרגיה חשמלית, חישובי אנרגיה חשמלית והספק חשמלי.

הצעות דידקטיות:

- * כפעילות מקדימה להוראת הנושא, ניתן לבצע את הפעילות שבאתר "אנרגיה בהיבט רב תחומי" המתארת מה היה קורה אם היום לא היה חשמל:

<http://stwww.weizmann.ac.il/energy/Course/Activities/FActivity9.htm>

- * לאחר שהתלמידים מזהים עד כמה הם תלויים באספקת החשמל בחיי היום-יום, ניתן לשלוח אותם לביתם לאסוף מידע על צריכת מכשירי החשמל בביתם. הפעילות "שימוש במכשירי חשמל ביתיים" מופיעה באתר "אנרגיה בהיבט רב תחומי" בכתובת:

<http://stwww.weizmann.ac.il/energy/Course/Activities/FActivity10.htm>

- * אפשר להפנות את התלמידים לפעילות: "שאלון השוואתי לגבי השימוש במכשירי חשמל ביתיים בתקופות שונות", בה משווים שימוש במכשירי חשמל ביתיים בדור ההורים והיום, באתר "אנרגיה בהיבט רב תחומי" בכתובת:

<http://stwww.weizmann.ac.il/energy/Course/Activities/FActivity11.htm>

* בפעילות "האם כאשר אנו מכבים מכשיר חשמל ביתי הוא אכן כבוי ולא צורך אנרגיה?" העוסקת בצריכת האנרגיה החשמלית של מכשירים כבויים, אפשר ללמוד שמכשירים אלו צורכים אנרגיה. הפעילות בנושא בכתובת:
<http://stwww.weizmann.ac.il/energy/EnergyConsumption/Electricity/Electricity8.htm>
* לאחר לימוד הנושא וביצוע הפעילות, ניתן לסכם את הנושא בדיון לגבי הצעדים שיכול כל אדם לבצע כדי להקטין את צריכת האנרגיה בביתו.

שאלה 1

מטרת השאלה: יכולות – הצבה בנוסחה וחישוב; השוואה בין נתונים; הפקת מידע מטקסט ומטבלה.
ניקוד מלא (100%):

שם המכשיר (מתקן) הצורך אנרגיה	הספק חשמלי רשום על המכשיר [וואט]	מספר שעות פעולה ממוצע ביממה	צריכת אנרגיה ממוצעת של המכשיר בחודש [קוט"ש]
נורת להט	75	8	$8 \cdot 0.075 \cdot 30 = 18$
נורת פלואורסצנט מתברגת	20	8	$8 \cdot 0.020 \cdot 30 = 4.8$
מקרר	150	5	$5 \cdot 0.150 \cdot 30 = 22.5$
מזגן	2000	7	$7 \cdot 2 \cdot 30 = 420$
מכונת כביסה	2000	1	$1 \cdot 2 \cdot 30 = 60$

ניקוד חלקי: 20% – על כל נתון נכון בטבלה.
ללא ניקוד: תשובות שאינן נכונות, או לא ענו.

קשיים והצעות דידקטיות:

- אחת הבעיות של התלמידים היא הבנת המושגים הספק ואנרגיה, הקשר ביניהם והבחנה בין היחידות שלהם. יש לחדד את ההבחנה בין מושג האנרגיה לבין מושג ההספק שהוא כמות האנרגיה ביחידת זמן. חשוב להדגיש כי היחידה המשולבת [קילואט-שעה] היא יחידת אנרגיה לעומת קילואט שהיא יחידת הספק. אפשר להדגים את השימוש ביחידה קילואט-שעה באמצעות חשבון החשמל.
- קיים קושי במעבר בין יחידות המבטאות אותו גודל בסדרי גודל שונים, לדוגמה: וואט, קילואט, מגהוואט. יש לתרגל עם התלמידים מעבר בין יחידות הספק של וואט, לבין כפולות שלהם באלף [קילואט], או במיליון [מגהוואט].

שאלה 2

מטרת השאלה: יכולות – יישום ידע של מדע

ניקוד מלא (100%): בוודאי שיש להמליץ להם על רכישת מקרר חדש, אפילו רק כדי לחסוך כסף על צריכת החשמל (ללא בעיית התיקונים). כאשר מחשבים את עלות צריכת החשמל במשך חיי המכשיר של מקרר ישן לעומת חדש, מקבלים שההפרש בין שניהם הוא יותר ממחירו של מקרר חדש.

ללא ניקוד: התשובה אינה נכונה, או לא ענו.

הערות כלליות:

מקרר ישן פועל כ- 10 שעות ביממה. הספק המקרר הוא כ- 2 קילוואט, כלומר ביממה מגיעה צריכת האנרגיה החשמלית ל- 20 קילוואט-שעה. מכאן שבחודש הצריכה היא 600 קילוואט-שעה, ובשנה 7200 קילוואט-שעה. אם עלות קילוואט-שעה היא 0.45 שקלים חדשים, עלות הפעלת המקרר הישן בשנה (רק צריכת החשמל) היא: 3,240 ש"ח. לעומת זאת, עלות הפעלת מקרר חדש הפועל רק 4 שעות ביממה היא: 1,296 שקלים חדשים ($4 \times 30 \times 12 \times 0.45$). הפרש העלות: 1944 שקלים חדשים בשנה. במשך כשלוש שנים מרגע קניית מקרר חדש מכסים את עלות רכישתו, עקב החיסכון בצריכת החשמל, ועוד מרוויחים.

הצעה דידקטית:

בשאלה זו "מגלים" התלמידים שלפעמים עדיף להחליף מכשיר חשמלי ישן במכשיר חדש למרות ההוצאה הכספית הכרוכה בכך, מכיוון שצריכת האנרגיה החשמלית של המכשירים החדשים קטנה מזו של מכשירים ישנים. חשוב להדגיש את החשיבות של רכישה מושכלת של מכשירי חשמל שצריכת האנרגיה שלהם קטנה. מכשירים שצריכת האנרגיה שלהם קטנה מקטינים את דלדול המשאבים ואת הזיהום הסביבתי.

שאלה 3

מטרת השאלה: יכולות – הצבה בנוסחה וחישוב; השוואה בין נתונים; הפקת מידע מטקסט ומטבלה.

ניקוד מלא (100%): א.

דוד חימום חשמלי	דוד שמש	
כ 1,500 ש"ח	כ 2,500 ש"ח	עלות רכישה (כולל התקנה)
250	25	מספר שעות הפעלה של החימום החשמלי בשנה
15 שנים	15 שנים	אורך חיים לפני החלפה
8 שנים	8 שנים	תקופת אחריות מלאה
$400 \times 15 = 6,000$	750 שעות	משך זמן הפעלת חימום חשמלי בכל תקופת השימוש בדוד (15 שנים)

צריכת חשמל כתוצאה מהשימוש בדוד במשך כל תקופת השימוש (15 שנים)	1,500 קילוואט-שעה	$6,000 \times 2 = 12,000$ קילוואט-שעה
עלות השימוש בחשמל בכל תקופת השימוש בדוד (15 שנים)	675 ש"ח	$12,000 \times 0.45 =$ 5,400 ש"ח

ב. על פי התוצאות בטבלה בסעיף א' רואים את הכדאיות הכלכלית בהתקנת דוד שמש.

הערה: הנתונים בשאלה באים רק להדגיש את החשיבות של שימוש בדוד שמש גם אם הם אינם מייצגים צריכת אנרגיה חשמלית של משפחה לצורך חימום מים. דוד שמש יקר יותר בכ- 1000 שקלים מדוד חשמלי. אולם החיסכון בהפעלת דוד השמש במהלך 15 שנים מגיע ליותר מ- 4,500 שקלים, אם מורידים מסכום זה את ההפרש ההתחלתי במחירי הדוודים, מקבלים רווח כספי העולה על 3,500 שקלים בשימוש בדוד שמש (במשך 15 שנה).

ג. השיקולים הנוספים בהתקנת דוד שמש הם השיקולים של שימוש באנרגיה מתחדשת (ניצול קרינת השמש), פעולה המונעת דלדול מקורות אנרגיה מתכלים, ואינה גורמת לפליטת מזהמים לאטמוספירה.

ניקוד חלקי: 33% – על כל תשובה נכונה.

ללא ניקוד: סומנה כל תשובה אחרת, או לא ענו.

הערות כלליות: בשאלה זו עוסקים באחד המכשירים המוצלחים ביותר שמסייע בהקטנת צריכת האנרגיה החשמלית בישראל. ישראל היא אחת המדינות היחידות בעולם בהן התקנת דוד שמש היא חובה על פי חוק בכול בניין חדש. הכוונה בשאלה זו היא להביא למודעות התלמידים כי התקנת דוד שמש כדאית גם לפרט מבחינה כלכלית ובריאותית בנוסף לכדאיות לחברה ולסביבה.

מידע נוסף על דוד השמש ניתן למצוא:

♣ באתר "אנרגיה בהיבט רב-תחומי" של רמי אריאלי:

<http://stwww.weizmann.ac.il/energy/EnergySources/Solar/DudShemesh/FDud1.htm>

♣ בתקליטור "פארק האנרגיה" האגף לתכנון ופיתוח תכניות לימודים בשיתוף האוניברסיטה

העברית ומפ"ט עמל. רכישה במפ"ט עמל.

♣ ריינר מ', צולינגר י' ושות'. *דוד השמש*, הטכניון, המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים.

שאלה 4

מטרת השאלה: יכולות – השוואת גורמים שונים המשפיעים על תוצאה.

ניקוד מלא (100%): תשובות ב, ג, ד נכונות.

ב. החיסכון באנרגיה כתוצאה משימוש בנורות פלואורסצנט גדול.

ג. החיסכון בצריכת אנרגיה כתוצאה משימוש בדוד שמש גדול.

ד. בידוד טוב מונע מעבר חום מהבית לסביבתו ולהפך (דוגמה לכך הם בתי החימר עם הקירות העבים או מערות). הטמפרטורה בדירה המבודדת מסביבתה אינה משתנה באותה מידה כמו דירה שאינה מבודדת, ולכן צריכת האנרגיה בחימום בחורף, או בקירור בקיץ קטנה יותר.
ניקוד חלקי: 33% – על כל תשובה נכונה.
ללא ניקוד: תשובות לא נכונות, או לא ענו.

הערות כלליות: בשאלה זו על התלמיד לבצע אינטגרציה למידע שנאסף ממקורות שונים, כולל מידע ממשימה זו. קיימות מספר דרכים באמצעותן ניתן להקטין את צריכת האנרגיה:

- **רכישת מכשירים חשמליים שנוצלת האנרגיה החשמלית שלהם גדולה.** לדוגמה: צריכת האנרגיה של מקרר משנות ה-80 של המאה ה-20, אשר הייתה פי 3 מזו של מקרר משנת 2000. או, שימוש בנורות פלואורסצנט במקום נורות להט (ליבון).
- **שיפור הבידוד כדי למנוע "בריחת אנרגיה תרמית".** לחימום (או קירור) הבית משתמשים בכמות אנרגיה גדולה. שיפור הבידוד של הבית מסביבתו (קירות מחומרים מבודדים, חלונות מזכוכית כפולה, ואטימה טובה של פתחים) מקטין במידה רבה את מעבר החום בין הפנים לחוץ, ובצורה זו מקטין את כמות האנרגיה הנדרשת לחימום (או קירור) הבית.
- **שימוש בדודי שמש (אנרגיה "ללא מחיר") לחימום מים.** שיפור הבידוד של הדוד בו נמצאים המים החמים מקטין את קצב מעבר אנרגיית החום לסביבה. גם בידוד צנרת המים החמים מהדוד לדירה (בשרוול פוליאוריטן מוקצף) מקטין במידה רבה את מעבר אנרגיית החום לסביבה.
- **שימוש מבוקר במכשירים חשמליים.**

שאלה 5

מטרת השאלה: יכולות – עיבוד נתונים מספריים (יחסים).

ניקוד מלא: סעיף א' – 40%

סעיף ב' – 60%

א. ניתן להגיע לתשובה הנכונה על ידי חישוב ישיר של האנרגיה שצורך תנור הבישול החשמלי:

$$1.6 \text{ [KW]} * 1 \text{ [hr]} = 1.6 \text{ [KWh]}$$

וחישוב ישיר של האנרגיה שצורך תנור המיקרוגל:

$$0.8 \text{ [KW]} * 1/6 \text{ [hr]} = 0.133 \text{ [KWh]}$$

ב. היחס ביניהם:

$$1.6 / 0.133 = 12$$

ניתן להגיע לתשובה גם באמצעות יחסים:

מכיוון שההספק הנדרש קטן פי 2 (800 וואט לעומת 1600 וואט), זמן החימום הנדרש קטן פי 6 (10 דקות לעומת 60 דקות), צריכת החשמל קטנה פי $12 (6 \times 2)$.
ללא ניקוד: תשובות לא נכונות, או לא ענו.

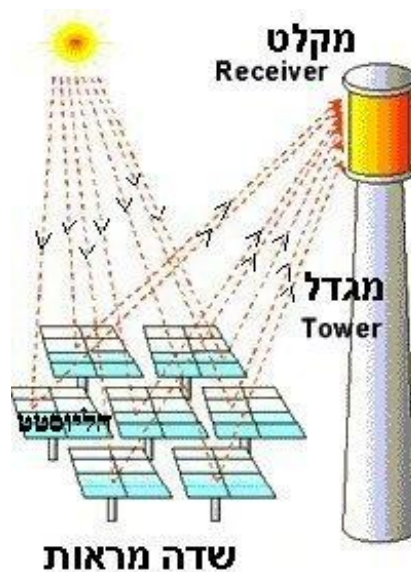
טיוטה

נספח ד – משימת אוריינות מדעית

מגדל השמש במכון ויצמן ברחובות

אחד הפתרונות המוצעים במסגרת החיפוש אחר מקורות אנרגיה חלופיים, הוא ניצול אנרגיית השמש. אחת הדרכים לנצל את אנרגיית השמש היא באמצעות מגדל שמש. מגדל שמש הוא מתקן שמטרתו לאסוף את קרינת השמש משטח גדול, באמצעות מספר רב של מראות המרכזות את אור השמש אל מגדל מרכזי. במגדל ניתן להמיר את קרינת השמש הממוקדת לאנרגיות אחרות. מגדל שמש (המשמש למטרות מחקר בלבד) נמצא במכון ויצמן למדע ברחובות, ולידו נמצא שדה מראות כמתואר בתמונה:





שדה המראות (ראו איור ותמונה למעלה) מורכב ממתקנים הנקראים **הליוסטטים**. כל הליוסטט (ראו תמונה למטה) כולל מראות (המופנות בתמונה כלפי הקרקע מתוך מטרה להגן עליהן כאשר אינן בשימוש), עמוד תמיכה ומנועים. תפקיד כל הליוסטט לעקוב בנפרד אחר מיקום השמש באמצעות מערכת בקרה ממוחשבת ולכוון את הקרינה לכיוון מעבדות הנמצאות במגדל. השטח הכולל של המראות הוא כ- 3,500 מטרים מרובעים.



מבנה הליוסטט

שאלה 1

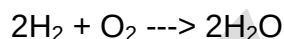
במגדל השמש אפשר לנצל קרינת שמש מרוכזת להפקת חשמל עקב היכולת להגיע לטמפרטורות גבוהות. אחת השיטות היא לחמם באמצעות קרינת השמש אוויר דחוס, לטמפרטורה של בערך 1400 מעלות צלסיוס, במתקן מיוחד. המתקן נמצא בחלל המבודד

מהסביבה, להפחתת איבודי חום. האוויר הדחוס מוזרם לתוך טורבינה המסובבת גנרטור ממנו מתקבלת אנרגיה חשמלית. השוו (הדומה והשונה) בין מערכת זו לבין תחנות תרמו-חשמליות המופעלות באמצעות דלקים מחצביים (כגון: נפט, פחם או גז טבעי).

שאלה 2

מטרת אחד המחקרים המבוצעים במגדל השמש במכון ויצמן היא למצוא דלק חלופי לדלקים המחצביים, שאינו מזהם את הסביבה.

אחת ההצעות היא להשתמש במימן כדלק. התהליך הכימי מיוצג בנוסחה הבאה:



בתגובה זו משתחררת אנרגיה גדולה יחסית (כמות האנרגיה המשתחררת משריפת קילוגרם מימן גדולה בערך פי 3 מכמות האנרגיה המשתחררת משריפת קילוגרם בנזין). כלומר, המימן יכול לשמש כדלק יעיל.

אם כך, יש צורך להפיק את המימן. ניתן להפיקו באמצעות פירוק מים למימן וחמצן בתהליך הפוך לתהליך בו מוצע להשתמש במימן כדלק. תהליך פירוק זה דורש כמות גדולה של אנרגיה.

מטרת אחד המחקרים הנערך במגדל השמש היא למצוא דרכים לנצל את אנרגיית השמש המרוכזת במגדל השמש לצורך זה.

סמנו אילו מבין ההיגדים הבאים נכונים ותומכים בהשקעת כסף להמשך מחקר זה:

- מערכת אספקת אנרגיה הפועלת על מימן ידידותית לסביבה. מתחילים ממים ומסיימים במים, ללא כל תוצרי לוואי.
- ניתן להשתמש במערכת מגדל שמש להפקת מימן ממים במקומות רבים בעולם.
- מימן הוא חומר דליק, והתגובה שלו עם חמצן יכולה לגרום לפיצוץ.
- גז המימן המשתחרר בפירוק המים, ניתן להעברה בצינורות או במיכלים לכל מקום בו הוא נדרש.

שאלה 3

ערן טוען שכל הסיפור על שימוש במימן כדלק הוא בלתי הגיוני, מכיוון שאנו מבצעים אותו תהליך לשני כיוונים: תחילה אנו משקיעים אנרגיה בפירוק המים לצורך הפקת המימן, ולאחר מכן אנו משתמשים במימן ובחמצן להפקת אנרגיה ונוצרים מים מחדש. הוא טוען שבהתאם לחוק שימור

האנרגיה לא ניתן ליצור אנרגיה יש מאין, ולכן אין כאן רווח של אנרגיה ולא כדאי לבצע את התהליך.

האם ערן צודק בטיעונו? כן/לא הסבירו.

שאלה 4

הספק קרינת השמש הנופל בשעת צהריים (הקרינה בכיוון מאונך לקרקע בקירוב) על שטח של מטר מרובע הוא מסדר גודל של קילוואט. (1,000 וואט שהם 1,000 ג'אול בשנייה). הניחו כי נצילות המערכת היא 50% (כלומר אחוז זה מקרינת השמש נקלט במגדל השמש והופך לחום). חשבו מהי כמות האנרגיה הכוללת שניתן לנצל במשך שעה (3,600 שניות) בשעת צהריים, באמצעות מגדל השמש במכון ויצמן. השתמשו בנתונים המספריים שבקטע הראשון, וסמנו איזו מבין התשובות הבאות נכונה.

- א. 6,300,000,000 ג'אול.
- ב. 3,500 ג'אול.
- ג. 1,750,000 ג'אול.
- ד. 12,600,000,000 ג'אול.
- ה. 3,600 ג'אול.

שאלה 5

ממשלת ישראל שוקלת את ההצעה להקים מגדל שמש להפקת אנרגיה. זהו פרויקט גדול, הדורש השקעות גבוהות, ועלות האנרגיה המופקת באמצעותו גבוהה מזו המופקת באמצעות שריפת דלקים מחצביים (נפט גז טבעי וכו').

האם כדאי לדעתך להשקיע כסף במחקר ופיתוח של טכנולוגיות הפקת אנרגיה באמצעות מגדל השמש? סמנו ליד כל משפט אם הנך **מסכים** / **לא מסכים**:

א. לא כדאי, צריך למצוא דרכים פשוטות יותר וזולות יותר להפקת אנרגיה.	מסכים / לא מסכים
ב. לא כדאי, מכיוון שטכנולוגיה זו המספקת "אנרגיה נקייה" (ללא פליטת מזהמים) עלותה גבוהה מידי.	מסכים / לא מסכים
ג. לא כדאי, מכיוון שטכנולוגיה זו מתאימה רק לאזורים מישוריים פתוחים במדבר ולא לאזורים עירוניים.	מסכים / לא מסכים

ד. כדאי, מכיוון שמלאי הדלקים המחצביים בעולם אוזל, יש צורך בחלופות ומגדל השמש הוא חלופה טובה.	מסכים / לא מסכים
ה. לא כדאי, מכיוון שכמות האנרגיה החשמלית המופקת באמצעות מגדל שמש אינה מספיקה לצורכי עיר גדולה	מסכים / לא מסכים
ו. כדאי, מכיוון שהשמש תספק אנרגיה לעוד שנים רבות.	מסכים / לא מסכים

מחון מפורט למשימה - מגדל השמש במכון ויצמן ברחובות

הנושאים בתכנית הלימודים: אנרגיה ואינטראקציה – סוגי אנרגיה והמרות אנרגיה.

ההקשר: משאבי- טבע ואיכות הסביבה בהיבט חברתי וגלובלי

מקור: האתר: "אנרגיה בהיבט רב תחומי" של מכון ויצמן:

<http://stwww.weizmann.ac.il/energy/EnergySources/Solar/SolarTower/FSolarTower1.htm>

מקורות נוספים:

- בן צוק מ' (2002). אנרגיה ושימור, המחלקה להוראת המדעים מכון ויצמן, הוצאת תרבות לעם (פרקים ז ו-ט).
- אורעד י' (2001). עולם של אנרגיה, האגף לתכנון ופיתוח תכניות לימודים והאוניברסיטה העברית, הוצאת מעלות (פרקים א, ג, ט – יא).

אתרים בנושא אנרגיה:

- אתר "מקורות אנרגיה חלופיים" של רשת אורט:

<http://space.ort.org.il/energy/>

- אתר רשת עמל:

<http://www.amalnet.k12.il/meida/energy/>

רציונל:

המשימה עוסקת בנושא הנמצא בדיון הציבורי – השימוש בדלקים מחצביים וההשפעות על הסביבה. באמצעות המשימה מגדל השמש ניתן להדגיש את ההבדל בין מקורות אנרגיה מחצביים (מתכלים) לבין מקורות אנרגיה מתחדשים. באמצעות משימה זו אפשר גם להמחיש כיצד הטכנולוגיה מסייעת להתגבר על קשיים כגון: ריכוז קרינת השמש.

המשימה מזמנת הוראה חוץ כיתתית – ביקור במגדל השמש במכון ויצמן. מעל שדה המראות נמצא מתקן תצפית, המאפשר צפייה על שדה המראות והמגדל, ושמיעת הסברים מוקלטים על מגדל השמש. בביקור בגן המדע הסמוך, ניתן להפעיל דגם של שדה המראות. בעזרת המראות אפשר לכוון את קרינת השמש אל מתקן שמראה כיצד הטמפרטורה עולה ככול שיותר קרינה מהשמש מכוונת אליו.

שילוב בהוראה:

בכיתה ט' – בנושאים מקורות וסוגי אנרגיה, אנרגיה, המרות שימור והספק.

מידע כללי:

מגדל השמש במכון ויצמן הוא בגובה 54 מטרים ויש בו 4 מעבדות בעלות פתחים לכיוון שדה המראות. בכול אחת מהמעבדות מתבצעים מחקרים שונים למציאת שיטות יעילות לניצול אנרגיה מקרינת השמש. בפתח כל מעבדה נמצא מתקן הממקד את הקרינה הנאספת משדה המראות לאזור קטן. במעבדות ניתן לחמם חומרים שונים לטמפרטורות גבוהות ביותר.

מהם יתרונות השימוש במגדל שמש?

- **מקור אנרגיה שאינו גורם לזיהום סביבתי.** אין זיהום אוויר מכיוון שלא מתבצע תהליך בעירה, אלא רק "איסוף" קרינת השמש ואין רעש.
- **מקור אנרגיה זמין ומתחדש (בלתי מתכלה)** – לא תלוי באספקת דלקים מחצביים שכמותם מתדלדלת.
- **מאפשר קבלת טמפרטורות גבוהות ביותר** מסדר גודל של אלפי מעלות.
- **נצילות גבוהה** בהמרת אנרגיית השמש לאנרגיה זמינה.

מהם חסרונות השימוש במגדלי שמש?

- אנרגיית שמש ניתנת רק **לניצול מקומי**, במקומות בהם יש כמות גדולה של קרינת שמש.
- יש **לשמור** על מראות ההליוסטטים **מפגיעה, ולנקות** אותן מאבק ולכלוך.
- **עלות גבוהה** להקמת המתקן.
- נדרש **שטח גדול** להקמת שדה המראות.
- **הטכנולוגיות** לניצול אנרגיית השמש עדיין **אינן מפותחות מספיק** (הנושא בשלב מחקר).
- מהם היישומים של מגדל שמש?
- במגדל שמש ניתן **להפיק חשמל** באמצעות טורבינות וגנרטורים (חימום ישיר של אוויר).
- במגדל שמש ניתן **לפרק מים או מתאן להפקת מימן** לתאי דלק.
- בוצעו ניסויים **להמרת אנרגיית הקרינה מהשמש** לאנרגיית קרינה של לייזר, אותה ניתן לשגר למרחק באלומה מרוכזת (האנרגיה מקרינת השמש שימשה לשאיבה אופטית של התווך הפעיל בלייזר).

מתי כדאי כלכלית להשתמש במגדל שמש?

את ערכם הכלכלי של מגדלי שמש קובעים הפרמטרים הבאים:

- **כמות קרינת השמש באזור.**
- **תנאי מזג אוויר בסביבה** (רוחות, אובך).
- **קיום מקורות אנרגיה אחרים** הניתנים לניצול באזור.
- **קיום שטחים פתוחים** בהם ניתן להקים את המגדל ושדה המראות.
- **נצילות וכמות האנרגיה המתקבלת.**

הספק האנרגיה המתקבל משדה המראות:

שדה המראות מכיל 64 הליוסטטים שתנועתם מבוקרת על ידי מחשב, כך שניתן לכוונם בדיוק כך שקרינת השמש תוחזר מהם למיקום נדרש (במגדל).

- שטח כל הליוסטט 56 מטרים מרובעים.
- סה"כ שטח מראות של מעל 3500 מטרים מרובעים.
- בהנחה שבצהרי יום קיץ ניתן לקבל 1 קילוואט למטר מרובע, נקבל הספק אנרגיה מקסימלי של 3,500 קילוואט ($3.6 \cdot 10^6$ ג'אול בשנייה) משדה זה.

אילו סוגי מחקרים מתבצעים במגדל השמש במכון ויצמן?



בפרוייקט גדול הממומן על ידי תאגיד של מספר חברות גדולות (אורמת, רותם, מכון ויצמן ובואינג) מנסים להפיק במגדל השמש אנרגיה חשמלית מאנרגיית שמש. כדי להקטין את הצורך בהקמת מגדל גדול בו הטורבינות והגנרטורים נמצאים על המגדל (בגובה), תוכננה ונבנתה מערכת מראות מיוחדת אותה מיקמו ליד גג מגדל השמש. המערכת מורכבת ממספר רב של מראות קטנות, וניתן לראותה בתמונה:

כל מראה קטנה אפשר לכוון בצורה ידנית כך שהאנרגיה המגיעה אליה מהמראה המתאימה בשדה המראות תכוון למיקום הנדרש בתחתית המגדל. כלומר, כל האנרגיה הנאספת מכל שדה המראות מרוכזת לאזור קטן בתחתית מגדל השמש, לתוך מתקן בו מנוצלת אנרגיה זו לחימום אוויר דחוס ולהפקת חשמל.

שאלה 1

מטרת השאלה: ידע של מדע – המרת אנרגיה בתחנות המייצרות חשמל.

יכולות – השוואה

ניקוד מלא (100%):

הדברים הדומים: טורבינה וגנרטור

ההבדלים: מקור האנרגיה (בתחנה תרמו-חשמלית – שורפים חומרי דלק, במגדל שמש – קרינת השמש), החומר המניע את הטורבינה (בתחנה תרמו-חשמלית – הקיטור, במגדל השמש – אוויר דחוס בטמפרטורה גבוהה)

ניקוד חלקי: צוינו רק חלק מהדברים השווים, או רק חלק מההבדלים.

ללא ניקוד: תשובות שאינן נכונות, או לא ענו.

הערות כלליות:

בשאלה זו משלבים ידע קודם של התלמידים בנושא תחנות החשמל, עם מידע חדש המופיע בשאלה. המטרה היא שהתלמידים יבינו שיש שלבים דומים בתהליך הפקת האנרגיה החשמלית ברוב תחנות החשמל: תנועת הטורבינה והגנרטור.

חשוב להבחין בין המקורות המספקים את האנרגיה לסיבוב הטורבינות בתחנות תרמו-חשמליות ובמגדל השמש ובהשפעת השימוש במקורות אלו על הסביבה:

1. במגדל השמש מקור האנרגיה הוא קרינת השמש, שהוא מקור מתחדש המצוי בשפע ואינו גורם לזיהום אוויר.
2. בתחנת חשמל (תרמו-חשמלית) המופעלת באמצעות דלקים מחצביים, מקור האנרגיה מתכלה. בתהליך שריפת הדלק, משתחררים גם תוצרי לוואי הגורמים לזיהום אוויר (כגון: פליטת גזי חממה ותחמוצות גפרית).

שאלה 2

מטרת השאלה: ידע של מדע – תכונות המימן

יכולות – הבנת-הנקרא; זיהוי נימוקים תומכים המבוססים על ידע מדעי.

ניקוד מלא – 100%: תשובות א, ב ו- ד.

ניקוד חלקי: 33% – על כל תשובה נכונה

ללא ניקוד: כל התשובות אינן נכונות, או לא ענו.

הערות כלליות:

בשאלה זו מתוודע התלמיד לאחת החלופות הרצויות להפקת אנרגיה – המימן. תהליך התרכבות המימן עם החמצן אינו יוצר תוצרי לוואי המשפיעים בצורה שלילית על הסביבה, מכיוון שנוצרים רק אדי מים. התחזית בעולם היא שכלי הרכב יעברו לשימוש במימן כדלק לייצור חשמל בתאי דלק. הפרדת המימן מתרכובת (כמו מים או מתאן) דורשת השקעת אנרגיה. את המימן רצוי להפיק במקום שבו יש אנרגיה זמינה להפקתו, ולהשתמש באנרגיות חלופיות בלתי מזהמות. דוגמאות לכך הן: אנרגיה גיאותרמית, אנרגיית גובה של מים, אנרגיה מהשמש, אנרגיית תנועה של רוח. לאחר הפקתו, ניתן להעביר את המימן למקומות בהן ניתן לנצל את האנרגיה האגורה בו. המימן הוא חומר שניתן להעבירו ממקום למקום בקלות, במיכלים או בצינורות. הדרך המקובלת להפקת מימן במעבדה היא באמצעות תהליך האלקטרוליזה של מים (הזרמת זרם חשמלי דרך תמיסה יונית). הצעה דידיקטית: רצוי להרחיב בנושא של היתרונות הסביבתיים בשימוש במימן להנעת מכוניות לעומת דלקים מחצביים.

שאלה 3

מטרת השאלה: יכולות – יישום ידע של מדע

ניקוד מלא (100%): ערן צודק בטענה שבהתאם לחוק שימור האנרגיה, לא ניתן להרוויח אנרגיה ואנרגיה אינה נוצרת יש מאין.

ערן אינו צודק בטענה שהתהליך אינו כדאי, מכיוון שבתהליך זה משתמשים באנרגיית השמש להפקת המימן שישמש כחומר דלק, כלומר ממירים אנרגיית שמש לאנרגיה זמינה לשימוש.

ניקוד חלקי (50%): הסבר נכון מדוע ערן צודק, או הסבר נכון מדוע אינו צודק.

ללא ניקוד: התשובה אינה נכונה, או לא ענו.

קשיים והצעות דידיקטיות:

קיים קושי להבין את כדאיות התהליך מבחינה אנרגטית. חוק שימור האנרגיה מתקיים בתהליך, זאת אומרת, כמות האנרגיה המושקעת בתהליך פירוק המים שווה לכמות האנרגיה המשתחררת בתגובה של המימן עם החמצן. הרווח הוא בזה שהאנרגיה הדרושה לפירוק המים היא אנרגיה זמינה מהשמש ואינה דורשת השקעת אנרגיה ממקורות מתכלים שעלות השימוש בהם גבוהה. על פי ההסבר לשאלה הקודמת, את המימן ניתן להפיק תוך שימוש באנרגיה מקרינת השמש, באמצעות מגדל שמש, במקום בו מצויים בשפע שטח ושמש (כמו שטח מדברי). את המימן ניתן להעביר (במיכלים, או בצינורות) למקום בו יש צורך באנרגיה זמינה לשימוש (דלק), כמו מקומות יישוב.

שאלה 4

מטרת השאלה: ידע של מדע – נצילות וחישוב כמויות אנרגיה
ניקוד מלא (100%): תשובה א. הסבר: בשעה יש 3,600 שניות. שטח איסוף הקרינה מהשמש
3,500 מטרים (כלל המראות). ממטר מרובע אחד מקבלים 500 וואט (ג'אול בשנייה). מכפלה
של שלושת המספרים נותנת: 6,300,000,000 ג'אול.
ללא ניקוד: סומנה תשובה אחרת, או לא ענו.

קשיים והצעות דידקטיות:

תלמידים מתקשים בהבנה ואומדן של סדרי גודל. בדרך כלל הם מחשבים באופן מדויק ולא אומדים לפי סדרי גודל.
שאלה זו מזמנת עיסוק במיומנות של אומדן על פי סדרי גודל. אפשר להפוך את המספרים שמופיעים בשאלה לכתיב
של סדרי גודל לדוגמה: $3600 = 3.6 \cdot 10^3$; $3500 = 3.5 \cdot 10^3$; $500 = 0.5 \cdot 10^3$
התשובה צריכה להיות בסדר גודל של 10^9 ($10^3 \cdot 10^3 \cdot 10^3$), לכן אפשר לשלול את תשובות ב, ג, ה.

שאלה 5

מטרת השאלה: הבעת דעה לגבי כדאיות ההשקעה בפיתוח טכנולוגיית מגדל השמש
ללא ניקוד

הצעות דידקטיות:

שאלה זו מתייחסת לעמדות כלפי בעיות סביבתיות. מומלץ לדון עם התלמידים על בעיות סביבתיות הנוצרות בגלל
שימוש בדלקים מחצביים מתכלים לעומת שימוש במקורות אנרגיה "נקיים" ובלתי מתכלים כגון השמש.

נספח ה – מעשה בדוד שמש²¹

אנו, זוג צעיר, עברנו לדירה בקומה שנייה בבניין ישן בן 5 קומות. עלינו להחליט אם להתקין דוד שמש (וקולטים) על הגג, או להתקין דוד חשמלי בתוך הדירה (במחסן הקטן מעל השירותים). אחד השכנים שפגשנו טען שדוד השמש משתלם יותר והראה לנו את המספר הרב של דודי השמש על הגג. לעומת זאת חבר טוב שלנו אמר שכולם מתקינים דוד שמש אבל לדעתו, ובמקרה שלנו, הרבה יותר זול ומשתלם להתקין דוד חשמלי.

אנא עזרו לנו בקבלת החלטה זו.

משימה

- כל קבוצה תנסח טיעון שיעזור לזוג הצעיר לקבל החלטה (טענה / החלטה + נימוק = טיעון)
- כל קבוצה תציג את טיעוניה במליאה

שאלה:

האם אתם סבורים כי ניתן ליעץ לזוג הצעיר ללא מידע מבוסס קודם?

השוואת נתונים טכניים של דוד שמש ודוד חשמלי

התבוננו בטבלה וענו על השאלות בהמשך:

דוד חשמל (100 ליטר)	דוד שמש (100 ליטר) + קולטים	תבחינים (קריטריונים)
700 ₪	$1700 + 1000 = 2700$ ₪ (כולל)	עלות ממוצעת לצרכן
15 שנים	10 שנה	"משך החיים" הממוצע של הדוד
---	10 שנים	"משך החיים" ממוצע של הקולטים
20 אוהם	20 אוהם	התנגדות חשמלית של גוף החימום
V 220	V 220	מתח פעולה
30 דקות	30 דקות	זמן הפעלת החמם ("בויילר")
0.50 ₪	0.50 ₪	עלות חשמל (עלות חשמל או עלות הפעלה ? (לאחד קוטי"ש)
---	3 מ"ר	שטח קולטים
3 מטר (קוטר 16 מ"מ)	15 מטר (קוטר 16 מ"מ)	מרחק ממוצע של הדוד מהברזים בבית (בסוגריים - קוטר פנימי של הצינור מהדוד לברזים)
365	85	מספר הימים בממוצע בהם מופעל החמם (בויילר) (בשנה) ²²
דוד (כ- 1 מ"ר של שתי שכבות פח ובידוד ביניהן)	דוד + קולטים (3+1 מ"ר)	אנרגיה/חומרים מושקעים בבנייה
דוד – כ- 120 ליטר	דוד (120 ליטר) + קולטים (300 ליטר)	נפח פסולת לאחר שימוש

²¹ משימה זו פותחה על ידי מירי אורן ורוני מועלם

²² כאשר מניחים כי הקולטים פעילים כ- 280 ימים בשנה ובשאר הימים (85) מופעל החמם (בויילר) (באזור במרכז הארץ). בדוד החשמל החמם (הבויילר) מופעל כל השנה.

1. כיצד יכולים הנתונים לתרום לקבלת ההחלטה ?
2. אילו מושגים המופיעים בטבלה אינם מוכרים לכם ?
3. רשמו שלוש שאלות שיש להם תשובה בטבלה .
4. רשמו 3 שאלות שאין עליהן תשובה בטבלה.

פעילויות בחשמל:

הבניית מושגי יסוד (מתח, זרם, התנגדות, אנרגיה חשמלית והספק, נצילות)

לצורך חישוב עלות החשמל אותו צורך הדוד יש לחשב תחילה את הספק הדוד (P) הנמדד ביחידות ואט (W). הספק הדוד הוא כמות האנרגיה לשנייה שהדוד צורך. כדי לחשב את האנרגיה שצורך הדוד לחימום המים בזמן מוגדר (למשל, ב- 30 דקות) יש להכפיל את ההספק בזמן (t, בשניות), כלומר

$$E=P*t$$

הקשר בין הזרם, המתח וההספק מבוטא בקשר הבא: $P=V*I$ כאשר V מציין את המתח (בוולט) ו-I מציין את הזרם העובר דרך הדוד (אמפר).

- מה ידוע לנו מדף הנתונים?

- האם ניתן לחשב את הספק הדוד על פי נתונים אלה?

הזרם אינו נתון ולכן לא נוכל להשתמש בנוסחה $P=V*I$. כדי להשתמש בנוסחה עלינו לחשב קודם כל את הזרם העובר בדוד.

הכרתם בעבר את הקשר בין המתח, הזרם וההתנגדות. קשר זה, $R=V/I$, נקרא "חוק אוהם" כאשר ההתנגדות (R) נמדדת ביחידות "אוהם" (Ω), הזרם (I) באמפר (A), והמתח (V) בוולט (V).

ניתן לכתוב את חוק אוהם גם בצורות הבאות: $I=V/R$, $V=I*R$

תרגילים:

1. חשבו את הזרם במעגל טורי הכולל ספק כוח ונורה שהמתח הנופל עליה הוא 6 V והיא בעלת התנגדות של 6 Ω .
2. חשבו את התנגדות נורה אם הזרם העובר דרכה הוא 2 A והמתח עליה הוא 10 V.
3. חשבו את הזרם העובר בדוד החשמלי בהסתמך על הנתונים שבטבלה "השוואת נתונים טכניים של דוד שמש ודוד חשמלי"

פעילות 1: נצילות החמם בתהליך חימום המים

נסו לענות על השאלות הבאות:

1. מה זו נצילות ?

2. במה היא תלויה ?

3. איך לדעתכם מחשבים נצילות ?

4. מה הן יחידות המידה בהן מודדים נצילות?

ניסוי : חישוב נצילות של גוף חימום בקומקום חשמלי

ציוד : קומקום חשמלי, שעון עצר ומד טמפרטורה .

א. רשמו את הספק הקומקום (כתוב בד"כ על תחתיתו).

ב. הכניסו 1 ליטר מים לקומקום ומדדו את טמפ' המים- רשמו אותה בטבלה . השאירו את מד

הטמפ' בקומקום (הקפידו שמד הטמפרטורה לא יגע בתחתית הקומקום).

ג. הפעילו את הקומקום ואת שעון העצר.

ד. עקבו אחר עליית טמפ' המים. סגרו את מתג הקומקום כאשר המים יגיעו לטמפ' של 60 מעלות

צלסיוס (60°C). עצרו את שעון העצר. רשמו את הזמן שנמדד בטבלה.

ה. רוקנו את הקומקום. הוסיפו לו מים קרים והמתינו מספר דקות.

ו. החליפו את המים וחזרו על המדידה פעם נוספת.

ז. השלימו את הנתונים בטבלה הבאה :

מדידה	טמפרטורה התחלתית במעלות צלזיוס	טמפרטורה סופית במעלות צלזיוס	הפרש טמפ' המים $T_{\text{סופי}} - T_{\text{התחלתי}}$ במעלות צלזיוס	מסת המים (m) (מסתו של 1 ליטר מים מזוקקים היא 1 ק"ג)	זמן החימום, בשניות
1		60°C		1 ק"ג	
2		60°C		1 ק"ג	

$$\Delta Q = c \cdot m \cdot (T_{\text{סופי}} - T_{\text{התחלתי}})$$

ח. השתמשו בנוסחה המחשבת את כמות האנרגיה הנדרשת להעלאת

טמפ' מים (ΔQ): כאשר C הוא קיבול החום של המים וערכו 4200 ג'אול לק"ג למעלה

$$E_{\text{elc}} = P \cdot t$$

ט. חשבו את האנרגיה החשמלית שצרך הקומקום

הספק הקומקום (P) מופיע בד"כ על גבי מדבקה בתחתית הקומקום (נמדד ב-W). את הזמן (t)

מודדים בפועל בשניות (ראו בטבלה למעלה).

י. חשבו את נצילות הקומקום (η - אטא)

$$\eta = (\Delta Q / E_{\text{elc}}) * 100$$

כמה אנרגיה הושקעה לעומת האנרגיה הרצויה שהתקבלה.

פעילות 2: חישוב עלות הפעלת הבויילר/ החמם

- מהו מתח רשת החשמל אליה מחובר דוד החשמל/שמש?
- חשבו את הזרם העובר דרך הדוד כאשר הוא מופעל.
- הציבו נתונים בנוסחה $P=IV$ וחשבו את הספק הדוד.
- חשבו את עלות חימום המים בכל הפעלה. הניחו כי החמם מופעל **כחצי שעה** בכל פעם : 0.5 (עלות קוט"ש בש"ח) כפול הספק הדוד ב- KW כפול זמן ההפעלה (בשעות).

פעילות 3: חישובי עלויות נוספים

השלימו את הטבלה הבאה :

דוד חשמל	דוד שמש	
		עלות חימום בכל פעם*
		עלות חימום שנתית**
		עלות הרכישה לשנה***
		סה"כ עלות שנתית
		כמות המים המתבזבזים****

- * הניחו כי הבויילר (החמם) מופעל למשך חצי שעה בכל פעם.
- **הניחו כי נדרשים מים חמים בכל יום : 365 ימים בדוד החשמל ו- 85 ימים בדוד השמש.
- *** עלות הדוד מחולק במספר השנים בהן הוא פועל.
- **** כמות המים שמתבזבזת עד שמגיעים המים החמים.

סיכום:

התחשבו (באופן איכותי) באנרגיה המושקעת בייצור הדודים והקולטים, בפסולת שנאגרת לאחר שהדודים יוצאים מכלל פעולה ובעלויות שחישבתם וסכמו : באיזה דוד כדאי לבחור (בתנאים שהוצגו לכם)?

האם בחירה זו נכונה בכל תנאי ?

נספח ו – הצעה לפעילות בנושא אנרגיית קרינה: תאי שמש ודרכי השימוש בהם

מטרות הפעילות:

- ♣ חזרה על חיבורי מעגלים חשמליים- מתמקדים בחיבורים חשמליים של מקורות ולא של צרכנים.
 - ♣ חיבור נושא החשמל (מכיתה ח') לנושא אנרגיה.
 - ♣ ביצוע מדידות של מתח וזרם במעגלים חשמליים.
 - ♣ היכרות ראשונית עם מתקן יישומי להמרת אנרגיית קרינה לחשמל – תא שמש.
 - ♣ הבנת נושא ההספק החשמלי, קישורו למדידות חשמליות (מתח וזרם) והעובדה שיש צרכני זרם ויש צרכני מתח. אותו הספק חשמלי ניתן לקבל באמצעות מתח גבוה וזרם נמוך, או מתח נמוך וזרם גבוה.
 - ♣ השוואה בין סוללה כמקור מתח, לתא שמש כמקור מתח.
 - ♣ הכרת דיודות פולטות אור, כאמצעי לחיסכון באנרגיה לתאורה.
 - ♣ הבנת האפשרות הטכנולוגית לחיסכון באנרגיה, באמצעות תאי שמש ודיודות פולטות אור.
- ציוד נדרש לכל עמדה (יש להכפיל במספר עמדות הניסוי):**
- ♣ תאי שמש מסוגים שונים להדגמה על ידי המורה. לכל עמדת ניסוי, 10 תאי שמש זהים.
 - ♣ מנורת שולחן להארה חזקה, או אפשרות של הצבת תא השמש באור השמש (ניתן לבצע בחוץ).
 - ♣ 2 רבי מודד (מולטימטרים) למדידת מתחים וזרמים חשמליים. אפשר במקומם להשתמש במד מתח ומד זרם אנלוגיים נפרדים, רצוי שהמורה לפחות ידגים את השימוש בהם.
 - ♣ 24 חוטי חיבור קצרים (10-20 סנטימטרים) ודקים, עם קרוקודילים בקצותיהם, אם יש חוטים עם בנות, יש לספק בנוסף, קרוקודילים (תנינים) לחיבורי החוטים.
 - ♣ נוריות להט קטנות, בתוך בתי מנורות.
 - ♣ דיודות פולטות אור (LEDs) בצבעים שונים (אחת מכל סוג), מחוברות לנגדים להגבלת זרם. כאשר אין ברירה, ניתן להשתמש בדיודות פולטות אור עם הברגה, ולהשתמש בבתי נוריות.
 - ♣ מנועי מתח ישר הפועלים באמצעות מתח נמוך (רצוי מנועים מ 2 סוגים: אחד עם מתח נמוך וזרם גבוה, והשני עם מתח גבוה יותר וזרם נמוך).
 - ♣ זמזמים הפועלים במתח חשמלי נמוך.
 - ♣ סוללה 1.5 וולט קטנה (AA).

♣ נורית "תאורה לסוכה" (Christmas Light).

הכנה לניסוי:

תאי שמש מופיעים במגוון גדלים וצורות. לכל תא שמש יש שני הדקים לחיבור (חיובי ושלילי). כלומר, לתא שמש יש קוטביות חיבור חשמלית (+ ו-). באם אין חוטים מחוברים לתאי השמש, יש להלחים לכל אחד מהקצוות חוט, או לחלופין, להשתמש בחוטי חיבור המחברים לקרוקודילים. הערה: בכל הניסויים, יש להקפיד שתאי השמש יהיו במיקום דומה (מרחק וזווית) לעומת מקור האור, כדי שהספק האור הפוגע בהם יהיה דומה בכל הניסויים. לפני תחילת הניסויים, חייבים להכיר את הנוסחאות של חישוב הספק חשמלי ($P = V \cdot I$), באמצעות ידיעת המתח החשמלי (V) והזרם החשמלי (I). כמו כן הקשר בין הספק לאנרגיה ($P = E/\Delta t$) חשוב לצורך ההבנה.

ביצוע הניסוי:

- עליכם למדוד את המתח והזרם המכסימליים, שניתן לקבל מתא שמש בודד בהארה מכסימלית.
 - המתח המכסימלי שניתן לקבל מתא שמש בודד בהארה מכסימלית, הוא: _____.
 - הזרם המכסימלי שניתן לקבל מתא שמש בודד בהארה מכסימלית, הוא: _____.
 - חשבו מהו ההספק המכסימלי שניתן להפיק מתא שמש בודד _____.
 - האם לדעתכם מכפלת שני הגדלים שמדדתם, נותנת באמת את ההספק החשמלי של המתקן? הסבירו.
 - אם לא, מהו לדעתכם התנאי, כדי שנוכל להשתמש במכפלת המתח והזרם, למציאת ההספק הנכון? הסבירו.
 - חברו צרנן למעגל של תא שמש בודד. נסו להדליק את נורית הלהט באמצעות תא שמש בודד. תארו מה קיבלתם.
- חזרו על כל שלבי הניסוי משלב 1, עבור 2 תאי שמש המחברים חשמלית אחד לשני. שימו לב, שקיימות שתי אפשרויות לחבר 2 תאי שמש.
 - לפני ביצוע החיבורים, שרטטו את המעגלים החשמליים.
 - בצעו מדידות, לבדיקה מתי (באיזו צורת חיבור חשמלי?) מתקבל מתח מכסימלי, זרם מכסימלי, והספק מקסימלי. הסבירו את התוצאות שקיבלתם.
 - (כאן מומלץ לעצור את ביצוע הניסויים, ולקיים דיון כיתתי על התוצאות ומשמעותן).
- עליכם לחבר את כל תאי השמש שקיבלתם, כך שיתקבל מתח חשמלי מכסימלי. תכננו ושרטטו את מרכיבי המעגל החשמלי שאתם רוצים לחבר להשגת המטרה.
 - האם ידוע לכם כיצד נקרא חיבור חשמלי זה? _____.

4. חברו את המעגל לפי השרטוט שהכנתם, ומדדו את **המתח החשמלי המכסימלי** שהצלחתם להפיק: _____. האם הוא מתאים למה שציפיתם?
- מהו **הזרם** המתקבל במקרה זה מהמערכת שחיברתם? _____. האם הוא גדול/קטן יותר מהזרם שקיבלתם מתא שמש בודד? הסבירו.
(דיון בכיתה על סוג החיבור החשמלי לקבלת מתח מכסימלי).
5. עליכם לחבר את כל תאי השמש שקיבלתם, כך שיתקבל זרם חשמלי מכסימלי.
 - תכננו ושרטטו את מרכיבי המעגל החשמלי שאתם רוצים לחבר לצורך השגת המטרה.
 - האם ידוע לכם כיצד נקרא חיבור חשמלי זה? _____.
6. חברו את המעגל לפי השרטוט שהכנתם, ומדדו את **הזרם המכסימלי** שהצלחתם להפיק: _____.
 - מהו **המתח החשמלי** המתקבל במקרה זה מהמערכת שחיברתם? _____.
 - האם הוא גדול/קטן יותר, מהמתח שקיבלתם מתא שמש בודד? הסבירו.
(דיון בכיתה על סוג החיבור החשמלי לקבלת זרם מכסימלי).
7. חשבו את **ההספק החשמלי** המתקבל בשני המעגלים החשמליים שחיברתם עם כל תאי השמש. האם מתקבל בשני סוגי המעגלים אותו הספק חשמלי?
8. נסו לבנות מעגל חשמלי, בו **נורית הלהט תאיר בעוצמה מקסימלית**, באמצעות תאי השמש שקיבלתם. שרטטו את המעגל שבניתם, ותארו בכתב מה התוצאה שקיבלתם. איזה מתח נדרש לכך? מהו הזרם שזורם במקרה זה דרך הנורית? מהו ההספק החשמלי שצורכת הנורית?
9. **משימת תכנון מוגדרת**: שרטטו את החיבורים החשמליים שעליכם לחבר את כל תאי השמש שקיבלתם, לקבלת **מתח של 1.6 וולט עם זרם מכסימלי**.
10. חברו את המעגל לפי השרטוט שתכנתם, ומדדו מהו **הזרם** שהצלחתם להפיק: _____. מהו **המתח החשמלי** המתקבל במערכת שבניתם? _____.
11. חברו את נורית הלהט **לסוללה חשמלית בודדת של 1.5 וולט**, ומדדו את המתח על הנורית ואת הזרם הזורם דרכה.
12. מהם לדעתכם ההבדלים בין סוללה לתא שמש, כמקור לאנרגיה חשמלית? (עליכם לרשום את כל ההבדלים שאתם מוצאים).
(דיון כיתתי בתוצאות).
- החל משלב זה, הפעילות אינה מודרכת.** עליכם לבצע כמה שיותר משימות, לתעד את הביצוע (תיאור מילוי, שרטוט מעגל חשמלי, צילום, וכו').
13. חברו את תאי השמש, לפי הצורך בטור ובמקביל, לצורך **הדלקת כל אחת מהדיודות הפולטות אור** (Light Emitting Diodes = LEDs) (שימו לב **לקוטביות החיבור** – לעיתים, ההדק החיובי של הדיודה הפולטת אור הוא החוט הארוך, אך לעיתים המבנה הוא של הברגה). רשמו מהו **המתח המינימלי** הנדרש להדלקה של כל אחד מהלדים, ומהו **הזרם** הזורם בכל אחת מהן. חשבו מהו **ההספק החשמלי** הנדרש להפעלת כל אחד מהלדים.

14. חברו את תאי השמש לפי הצורך, בטור ובמקביל, **לצורך הזלקת הנורית הצבעונית**. רשמו מהו המתח הנדרש להזלקה, ומהו הזרם הזורם בה. חשבו מהו **ההספק החשמלי** הנדרש להפעלת הנורית.

15. חברו את תאי השמש לפי הצורך בטור ובמקביל, **לצורך הפעלת כל אחד מהמנועים המיניאטוריים**. רשמו מהו המתח הנדרש להפעלה, ומהו הזרם הזורם בו. חשבו מהו **ההספק החשמלי** הנדרש להפעלת כל אחד מהמנועים.

16. האם המנוע מסתובב לכיוון הנכון (מזרים אוויר קדימה)? אם לא, מה עליך לבצע כדי לחברו כך שיתסובב לכיוון הנכון? נסו להסיק מסקנות לגבי השימוש בלדים כמקור לתאורה, לעומת נורות להט.

17. נסו להתייחס לכמות האור הנפלטת מהלד הלבן, לעומת כמות האור הנפלטת מנורית הלהט, בהתאם לכמות ההספק חשמלי המשמש להפעלתם.

מכאן ניתן לפתח את הדיון על הנושא: נצילות ההמרה של אנרגיה.

יש בפעילות זאת גם צרכנים בעלי נצילות שונה (נוריות להט לעומת דיודות פולטות אור), וגם מקורות אנרגיה שונים (סוללה חשמלית לעומת תא שמש).

למתקדמים, ניתן לבצע פעילות חקר, להבנת הקשר של הספק במעגל חשמלי, להתנגדות החשמלית של מקור המתח, לעומת ההתנגדות החשמלית של המקור. כאן ניתן לבצע פעילויות חקר לגבי נושא הנצילות החשמלית.

נספח ז - דוגמאות לפרויקט טכנולוגי בנושא 'מערכות' ו'תיכון'

המטרה: ללמד מושגי יסוד ב'שפת' המערכות, בהקשר להמרת או ייצור אנרגיה באמצעות דוגמאות מעשיות.

א. תנור אפיה

הערה: הדוגמא הראשונה להלן פשוטה יחסית, ומהווה מעין מבוא לנושא זה.



הגדרה: תנור אפיה בנוי באופן עקרוני מתא הניתן לסגירה ומתחמם לטמפרטורות גבוהות לשם אפיית מזון או צלייתו.

בדוגמא זו נתחיל בהגדרת מפרט של תנור כזה. מפרט הנדסי של מערכת בנוי מאוסף הדרישות העיקריות שעל המערכת למלא.

כל תיכון הנדסי של מערכת מתחיל מהבנה מלאה של הדרישות שבהן עליה לעמוד בכדי למלא את ייעודה. כאן לא נכנס לנושא עלות המוצר, המהווה פרמטר חשוב בשוק התחרותי.

שאלה ראשונה לתלמידים: מהן לדעתכם הדרישות המרכזיות שעל תנור אפיה לקיים?
[למורה: כוון את התלמידים להציג דרישות הרלוונטיות לפעולתו של התנור, ולא לצורתו החיצונית (כמו צבעו לדוגמא), או לעלותו; הסבר להם כי אמנם קיימות דרישות למוצר מסחרי הקשורות לעיצוב, מחיר וכדומה, שיש להן חשיבות מרובה - אך הן אינן מרכז הדיון כאן]

עזר למורה: מפרט עקרוני של תנור אפיה, יכיל דרישות כמו: (אולי אפשר להוסיף כאן תמונה או לסרוק דוגמה)

טמפ עבודה (דוגמא: עד 250 מעלות צלזיוס),

נפח

צריכת חשמל

מחווני בקורות זמן פעולה וטמפרטורה

אופני (תכניות) הפעלה

אפשרות לראות את פנים התנור ללא פתיחת דלת

חומרים (מסגרת, דלת)

אמצעי בטיחות

הערה למורה: שים לב כי בתיאור המערכת הבסיסי, ניתן לדבר על קלטים של 'בקרת תהליך'. אלו הם בדרך כלל כפתורים הנמצאים על המערכת או פרמטרים המוכנסים בעזרת לוח מקשים.

כעת נעבור לניתוח תנור האפיה. בקש מן התלמידים לנתח את הקלטים, הפלט, התהליך ובקורותיו בתנור אפיה.

קלטים - חומרי מזון (הנמצאים בתבנית) ואנרגיה חשמלית

קלט בקרת תהליך: שעון זמן - בקרה בחוג פתוח (כלומר, אין שום תלות במשתנה תלוי תהליך).

בהסתיים הזמן - כיבוי גופי החימום (ובדרך כלל גם מתן אינדיקציה קולית).

בקרת טמפרטורה - בקרה בחוג סגור (לתנור מדיד חום השומר על הטמפר' בערך הנקבע).

הערה - אנו מניחים כי טמפר' המזון זהה לזו שבחלל התנור.

אופני עבודה - למשל חימום תחתון/עליון/שניהם, וכן אופן 'טורבו'.

תהליך: הפעלת התנור גורמת לחשמל לזרום דרך גופי חימום הקבועים בד"כ בחלקים התחתון והעליון של התנור,

ומביאים להעלאת הטמפרטורה בחלל התנור, ולאפיית המזון המוכנס אליו.

אופן עבודה עם 'טורבו' - הוא למעשה הפעלה של מאוורר בתוך התנור, הדואג לפיזור חום אחיד

בתוכו.

פלט: פלט רצוי - מזון אפוי (עוגה / דג / עוף וכד'). פלט נוסף - חום הנפלט לסביבה.

שאלות: 1. מה הגורם המרכזי (או גורמים) הקובע איכות של תנור אפיה, לדעתכם?

ת.: עמידות החומרים לחום גבוה; דיוק בקרת הטמפרטורה; צריכת הספק; נוחות הפעלה

וניקוי.

2. מהם גורמי איבוד אנרגיה (או הקטנת נצילות) בתנור אפיה, לדעתכם?

ת.: מתברר כי הגורם הראשי... הוא פתיחת דלת התנור כדי לבדוק את מצב המזון;

גורם חשוב נוסף הוא מידת פליטת חום מן התנור לסביבה (ככל שהתנור מבודד יותר טוב,

הנצילות תעלה).

3. השווה תנור מודרני לסוגי תנורים שבהם השתמשו בעבר (למשל - טאבון)

(יכול להיות מעניין אם ילדים יביאו סיפורים ממשפחותיהם בנושא זה)

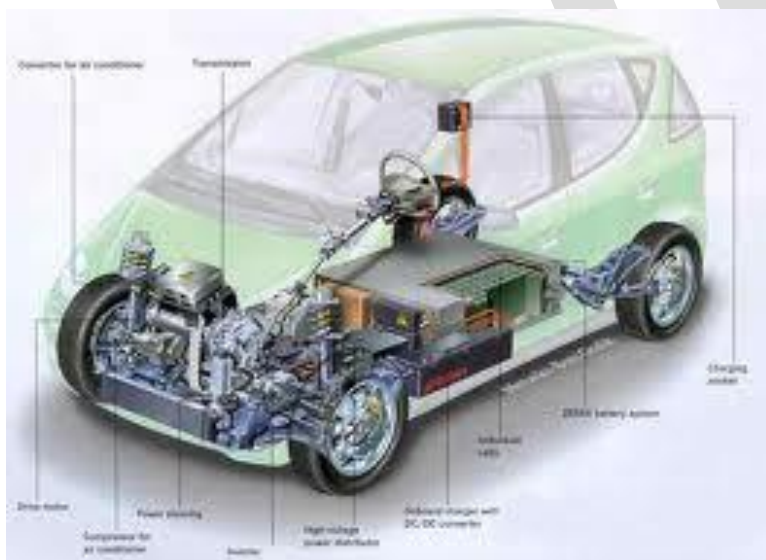
4. אם יש בתוך התנור תת-מערכת המשמשת לתאורה, מה הוא המבנה שלה?

ת.: קלט - חשמל, תהליך - זרימת חשמל דרך תיל ליבון, פלטים - אור וחום.

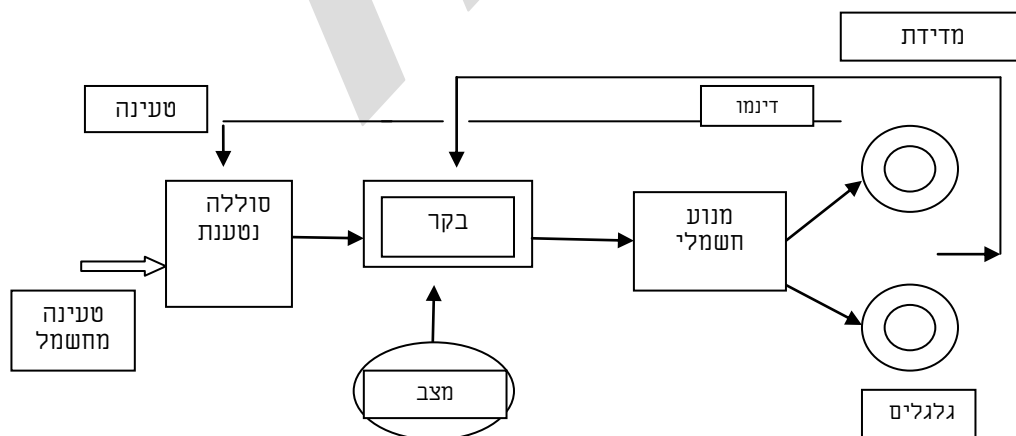
ב. מכונית חשמלית

הגדרה: מכונית חשמלית מבוססת על הנעת הגלגלים בעזרת מנוע שאיננו צורך נפט אלא מופעל בחשמל. מבחינת מעברי אנרגיה, אנו מעוניינים להמיר אנרגיה חשמלית לאנרגיית תנועה (ובמקרה של עליה – גם פוטנציאלית).

צורך: השגת אי תלות בנפט (שעלול להגמר עוד מספר עשרות שנים); הקטנת פליטת חומרים לסביבה.



דיאגרמת מלבנים: עקרונית, הנעת מכונית חשמלית ניתנת לתיאור בדיאגרמה המפושטת הבאה:



הקלט הוא ההספק החשמלי הנצרך מן הסוללה, וכן מצב דוושת הגז (או הבלם) של הרכב;
הפלט הרצוי הוא מהירות הרכב, השקולה למהירות הסיבוב של גלגלי הרכב; במכונית חשמלית
מיתרגמת אנרגיה חשמלית לאנרגיית תנועה וגם לחום הנוצר במנוע ועם סיבוב הגלגלים.
הבקר מתרגם את מצב דוושות הרכב, להספק הניתן למנוע בכדי להאיץ או להאט את מהירות סיבוב
גלגלי הרכב.

סיבוב הגלגלים גם מניע דינמו המייצר חשמל בירידות או כשהמכונית בולמת, ומאפשר להקטין את
פריקת הסוללה
[כדאי להסביר לתלמידים מדוע הדינמו אינו יכול לטעון את הסוללה בנהיגה במהירות קבועה או
בעליה].

הערה – המנוע החשמלי יכול להיות מנוע זרם ישר (מנוע DC) שבו מוזרם זרם בקטביות קבועה דרך
סלילים היוצרים שדה מגנטי, או מנוע זרם חילופין (מנוע AC) בו משתמשים במתח חילופין כגון זה
הנמצא בשקעים הביתיים.

במכונית בה יש מנגנון הקרוי Cruise Control, אזי כאשר מפעילים אותו, המנגנון מפעיל את הבקר
כדי לשמור על מהירות הרכב כפי שקבע הנהג, כל עוד איננו לוחץ על דוושת הבלם – כלומר הוא מפעיל
מנגנון בקרה בחוג סגור, הניזון מחיישן המודד את מהירות הרכב.

כמובן שכאן התעלמנו מתת מערכות נוספות הקיימות בכל רכב כמו התמסורת (הילוכי הרכב), ההגה,
מערכות אלקטרוניות (כמו למשל בקרת יציבות או ABS), שלא לדבר על מערכות שמע, התנעה ועוד.
שאלה 1: מהי הבעיה העיקרית של מכוניות כאלו כיום? [ת.: הסוללה - קיבולת, משקלה הכבד, טעינה
איטית, מחיר]

שאלה 2: איך לדעתכם עובדת מדידת מהירות הרכב?

שאלה 3 (למתקדמים): בצעו חקררשת וכתבו תיאור של פעולת מערכת בקרת המהירות,
המכונה Cruise Control. רמז – PID.

[ת.: בדרך כלל חוג הבקרה, המקבל כניסה של מהירות רצויה, ומדידה של מהירות הרכב הרגעית
בפועל, מכיל מרכיב עיקרי של Proportional – כלומר מגדיל או מקטין המהירות לפי ההפרש
מהמהירות הרצויה, מרכיב של Integral – הקשור לדרך שהרכב עובר (אינטגרל של המהירות), ומרכיב
של Derivative שהוא תאוצת הרכב (נגזרת של המהירות).]
שאלה 4: מה יקרה ברכב חשמלי כאשר הסוללה מתחילה להגיע לקראת קצה הקיבולת שלה?

שאלה 5 (למתקדמים): תארו את סוגי הסוללות הנמצאות כיום ברכבים חשמליים (צורת פעולתם), וגם מהו Fuel Cell שאולי יהיה הפתרון העתידי לרכבים חשמליים.

ג. תחנת כח

הערה: הדוגמא תלקח מהספר 'תחנת הכח והסביבה' של דגן וקיפרמן, תוך התאמה לכיתה ט'.

ד. טלפון סלולארי

הערה: זוהי דוגמא מורכבת יחסית (מתאימה לכיתה מדעית).
משימה א': הצג בדיאגרמת מלבנים את תת המערכת המטפלת בשידור האות מהטלפון.
משימה ב': נתח את כל מעברי האנרגיה שעובר אות קולי המופק מפיו של הדובר המשתמש בטלפון סלולרי, עד שהוא מגיע לאזנו של החבר המקשיב בטלפון סלולרי שני.

1. פרויקטי תיכון של תלמידים :

המטרה: ביצוע של פרויקטי תיכון (משולבים בחקר) על מנת להקנות לתלמידים מושגים בסיסיים של מיומנות התיכון. גם כאן נתבסס על שילוב של חומר עיוני (מתומצת) עם 'למידה מתוך עשייה' שתהיה העיקר.

ידע קודם: הבנה בסיסית של שלבי תהליך התיכון; ראו למשל האתר של אורט,

<http://designhe.ort.org.il/>

ראה גם בתכנית הלימודים מתשע"א,

http://meyda.education.gov.il/files/Tochniyot_Limudim/Mada/Meyumanuiot.pdf

א. בישול סולרי

התלמידים יתבקשו לתכנן ולבנות תנור סולרי מחומרים פשוטים, ואז לבשל בשמש עגבניות או פלפלים.

אפשר גם לערוך תחרות בין צוותים.

הצורך: הדגמת השימוש באנרגיה סולארית; וכן, חסכון אנרגטי, שבהחלט יכול להיות יעיל לטיול בשדה.

עקרונות מדעיים: התמרת אנרגיית שמש לחום; ריכוז קרינה; שמירת חום.

האתגר : להציג תכנון מקורי מחומרים פשוטים יחסית, ולממש אותו.

עזר למורה : האתר של Solar Cooking World Network , בו יש חומר רב על הנושא ;

http://solarcooking.wikia.com/wiki/Introduction_to_solar_cooking

בדף הבא - http://solarcooking.wikia.com/wiki/Category:Solar_cooker_plans

מוצגים מספר תכנונים והיתרונות / חסרונות העיקריים שלהם.

הערות : אפשר להשתמש בקלקר מצופה בניר אלומיניום לבנית דפנות התנור ;
החומרים בהם משתמשים צריכים להיות עמידים לחום ;
כדאי לשים מד חום (שעמיד לטמפר' גבוהה) ; מדוד את הטמפרטורות במספר נקודות במרחב ובזמן.

יש להצטייד במשקפי שמש ובכפפות בזמן הפעלת התנור ;
כדאי להכין אפשרות לסיבוב כדי לעקוב אחרי השמש.

ב. תחרות מכוניות סולריות
הצורך (במכונית המשתמשת באנרגיה סולרית) : הקטנת עלויות לבעל הרכב, והקטנת פליטת חומרים לסביבה.

עקרונות מדעיים : לוח תא פוטו-וולטאי יוצר מטען חשמלי המאוחסן בסוללת הרכב, ומשמש לאספקת אנרגיה כאשר הרכב מונע. ככל שהרכב יותר, פחות אנרגיה נדרשת להסעתו, והרכב יוכל לנסוע רחוק יותר. בימים מעוננים או בלילה, אנרגיה יכול להישאב מסוללת הרכב[כיום, מגבלת הקיבולת של סוללת הרכב היא המגבלה העיקרית של רכבים חשמליים. בעתיד, תהיינה תחנות הטענה הממוקמות לצדי כבישים, וגם צפוי שיפותחו סוללות משופרות].

שאלת מחקר (דוגמא) :

כיצד הזווית של הלוח הסולרי ביחס לשמש, משפיעה על הביצועים של המכונית?
ערוך ניסוי בשעות שונות של היום, ועם זוויות שונות של הפנל הסולרי, כדי לאשש את השערתך.

חוקי התחרות העיקריים :

התחרות בין תלמידים יכולה להתבסס על עיצוב, תכנון (שרטוטים וכד'), המראה הסופי של המכונית, מרחק שהיא נסעה, מהירות, ועוד. התחרות מתקיימת בין מכוניות בעלי סוגי מערכות הנעה דומות או שונות.

חומרים :

- תא סולרי
- מנוע DC
- גלגלים קדמיים/אחוריים וצירים
- 'גיר' / מערכת הנעה, המאפשרת חיבור בין המנוע לגלגלים (מסוגים שונים)
- חומרי בנייה נוספים.

ראה האתר של חברת SunWind, <http://www.sunwindsolar.com/>,
או האתר http://www.miniscience.com/projects/CAR_SOLAR/index.html.

ג. בקרת טמפרטורה (חימום וקרור) למיני – חממה
הצורך: נניח כי יש לנו מיכל שבתוכו מעוניינים לגדל צמחים בטמפרטורה קבועה. ישנם מספר צמחים גרישים, אשר באופן כזה יוכלו לגדול בצורה מיטבית או מהר יותר.

שאלת הפרויקט: מהו הפתרון שתבחר לבעיה זו (שהיא למעשהמודל מפושט לתכנון בקרת טמפ' בחממה חקלאית)?
אילו אפשרויות קיימות, ומהי האפשרות המועדפתבעיניך?
התלמידים יתבקשו לחשוב בקבוצות, להציג תכנון מפורט ולנמק אותו.

שלב מימוש: התלמידים יזדקקו לבקר היודע להפעיל גוף חימום ומאוור, תוך שימוש בחיישן טמפרטורה, ואז יוכלו לתכנןולתכנת אלגוריתם לשמירת טמפרטורה קבועה במיני חממה, גם כשטמפרטורת הסביבה משתנה.
שאלה: הערך מהם ההספקים הנדרשים מהמאוור ומגוף החימום.
לחילופין, התלמידים יכינו מודל במחשב, המשתמש בחיישן טמפרטורה המחובר למחשב, ומוציא אות 'חימום' או 'קרור' אם הטמפרטורה נמוכה או גבוהה מערך מוקלד, בהתאמה.
שאלה: היכן מתבזבזת אנרגיה כשמפעילים את המאוור, למשל?
שאלת חשיבה - התלמידים יצטרכו לחשוב מה יקרה ב'נקודת המעבר', בה הטמפרטורה הנמדדת שווה לטמפ' הנדרשת – האם כל שינוי קטן של חלקי מעלה, יגרום להפעלת חימום או קירור, בהתאמה? איך נמנע זאת בתכנון? תארו בתרשים בלוקים את חוג הבקרה שתכננתם.

ד. תכנון ובניית מודל של גנרטור רוח ביתי
הצורך: חסכון אנרגטי, במיוחד באזורים בעלי רוחות חזקות.
שאלת מבוא: מהו העקרון הבסיסי עליו מושתת פעולת גנרטור כזה?

נ]. : אנו משתמשים בעקרון של ידינו' בעזרת מנוע DC קטן, שאת הציר שלו יסובבו להבי הגנרטור (עקב הרוח) ואז יציאותיו יפיקו אנרגיה חשמלית].
שאלות המחקר : 1. האם יש צורך לסובב את זווית להבי הרוטור בהתאם לכיוון הרוח?
2. האם תוכל להעריך מהו ההספק החשמלי שניתן להפיק מגנרטור בעל להבים בגודל נתון?

מימוש הפרויקט יתבסס על אחד האתרים ברשת העוסקים בנושא זה, למשל :

<http://ourplanet.scl.co.uk/climate-change-lesson-plan.asp?lessonID=26>

באתר זה יש רשימת חומרים (לבניית מודל של גנרטור רוח) ומצגת נאה (באנגלית) המסבירה את שלבי הבנייה.

באתר הבא http://www.windpower.org/en/knowledge/wind_with_miller.html

יש אנימציה נחמדה (Crash course with Miller) המסבירה את פעולת גנרטור הרוח. אפשר בהחלט לתת לתלמידים לעבור עליה.

ה. תכנון אופניים חשמליות לנכים

הצורך : לאפשר לפגועי גפיים תחתונות לנסוע באופניים.

שאלת הפרויקט : מהן תצורות התכנון האפשריות? ומה נראית לך הצורה העדיפה?

[פרויקט מעניין – אך נראה לי קשה מדי למימוש...]

ו. ייצור ביו-דיזל

הצורך : כמויות עצומות של פסולת מזון הנזרקות לזבל, וחלקן היה יכול לשמש לייצור אנרגיה.

שאלת המחקר : כמה אנרגיה ניתן להפיק מפסולת מזון? האם תוכל להעריך את סדר הגודל?

פרויקט : ניסוי המדגים את עקרון הביו-דיזל.

אתר המסביר ניסוי לייצור ביו-דיזל :

http://www.files.chem.vt.edu/RVGS/ACT/lab/Experiments/Exp_11-Biodiesel.html

עוד אתר יפה הוא האתר של NREL, ובו יש גם הדרכה לתלמידי חט"ב של ייצור אנרגיה

מ Biomass, וכן הסבר (אנגלית) באתר הבא, כולל על מבנה תחנת כח וגם על ניסוי נוסף לייצור

אנרגיה – עמודים 14 עד 21.

http://www.nrel.gov/education/pdfs/educational_resources/middle_school/biomass_student_handbook.pdf

נספח ח – שאלות ופתרונות בנושא אנרגיה כימית, אנרגיית קרינה ואנרגיה גרעינית

אנרגיה כימית

נושאים מרכזיים

1. מזון. כמות נדרשת לאדם, המרות האנרגיה בגוף.
2. תהליך הפוטוסינתזה - צמחים ואצות.
3. תגובות של דלקים להפקת אנרגיה זמינה – השוואה בין נפט, גז, ודלקים פוסיליים אחרים.
4. כמות דלק במכונת, לנסיעה בפועל למרחק נתון (נצילות המרה של אנרגיה כימית מהדלק, לאנרגיית תנועת המכונת).
5. מימן כאמצעי לאיחסון אנרגיה ושינוע שלה.

שאלה 1

- על העטיפה של חבילת שוקולד מריר של 100 גרם רשום כי היא מכילה 500 קילוקלוריות.
- א. באלו מהתהליכים הבאים: נפילה, שינוי מהירות או עיכול השינוי בגודלה של האנרגיה הוא המתאים ביותר לערך הרשום על החבילה?
 - ב. אם נאכל חבילה שלמה של שוקולד מריר האם יכולה תוספת האנרגיה לגופנו להספיק על מנת להרים מסה של 1 קילוגרם, לגובה של 1 מטר?

פתרון שאלה 1:

א. עיכול

ב. כמות האנרגיה הדרושה להרמת 1 קילוגרם לגובה של 1 מטר היא:

$$E = mgh = 1 \text{ [kg]} * 10 \text{ [m/s}^2] * 1 \text{ [m]} = 10 \text{ [kg*m}^2\text{/s}^2] = 10 \text{ [J]}$$

כמות האנרגיה הנוספת לגוף מאכילת השוקולד ביחידות של ג'אול, היא:

$$E = 500 \text{ [kCal]} = 500 * 4.2 \text{ [kJ]} = 2,100 \text{ [kJ]} = 2,100,000 \text{ [J]}$$

כלומר, כמות האנרגיה שמתקבלת מאכילת השוקולד יכולה להספיק להרמת המסה מעל 200,000 פעמים. אנו רואים כי **כמות האנרגיה שיכולה להיתוסף לגוף כתוצאה מעיכול של מזון היא גבוהה מאוד**, וזאת גם הסיבה להשמנה ולקשיים שאנשים נתקלים בהם בניסיון לרדת במשקל, באמצעות עיסוק בספורט.

שאלה 2

בתהליך הפוטוסינתזה נבלע אור בצמחים ונוצרים בהם חומרים חדשים. זהו תהליך של המרת אנרגיית קרינה לאנרגיה כימית: אנרגיית האור הנבלע בצמח קטנה והאנרגיה הכימית הקשורה בשינוי החומרים גדלה. נצילות ההמרה של אנרגיית האור לאנרגיה כימית בתהליך הפוטוסינתזה היא כ-2% (יש המצטטים נתון של עד 6%, בתנאי מעבדה). אם האור המגיע מהשמש היה נבלע במלואו, אזי תוספת האנרגיה בעת צהריים לשטח של 1 מ"ר היתה כ-1 קילוואט (כלומר כ-1000 ג'אול בשניה). כמה אנרגיה נוספת בפועל במשך שעה לצמחים המכסים שטח בן 100 מ"ר?

פתרון שאלה 2:

כדי לענות על השאלה עלינו לחשב את כמות האנרגיה המרבית שיכולה להיתוסף לשטח של 100 מ"ר במשך שעה אחת. נחשב תחילה את מספר השניות בשעה (60 שניות בדקה ו-60 דקות בשעה):

$$60 \cdot 60 = 3,600 \text{ [s]}$$

כלומר, בשעה יכולה להתוסף לשטח של 100 מ"ר כמות אנרגיה מרבית של:

$$3600 \text{ [s]} \cdot 100 \text{ [m}^2\text{]} \cdot 1 \text{ [kW]} = 360,000 \text{ [kJ]}$$

מכיוון שנצילות השימוש היא 2%, הגידול באנרגיה הכימית הוא לכל היותר, :

$$360,000 \text{ [kJ]} \cdot 0.02 = 7,200 \text{ [kJ]}$$

שאלה 3

בתאים סולריים (תאי שמש) נבלע אור ונוצר מתח או זרם חשמלי. זהו תהליך של המרת אנרגיית קרינה לאנרגיה חשמלית: אנרגיית האור הנבלע בתא הסולרי קטנה והאנרגיה החשמלית גדלה. נצילות ההמרה של אנרגיית האור מהשמש לאנרגיה חשמלית, באמצעות תאי שמש מסחריים, יכולה להגיע בשנת 2012 ל-20%. חשבו מהו השטח הנדרש להפקת חשמל בהספק של 1 מגהוואט, באמצעות תאי שמש, בשעת צהריים.

פתרון שאלה 3

♣ 1 מגהוואט שווה ל-1,000 קילוואט, או למיליון וואט. (צריכה ממוצעת של דירת מגורים היא מספר קילוואטים!).

♣ ממטר מרובע שטח, המכוסה בתאי שמש, ניתן להפיק בתנאים אופטימליים, כ-200 וואט חשמל (20% מתוך 1000 וואט).

♣ כדי לקבל מיליון וואט (מגהוואט), יש למצוא כמה פעמים 200 וואט, יש במיליון וואט:

$$1,000,000 / 200 = 5,000 \text{ [m}^2\text{]}$$

שטח זה הוא כשטח של מלבן שאורכו 100 מטרים, ורוחבו 50 מטרים.

שאלה 4

בטבלה שלפניכם, מופיעים מספר **דלקים מחצביים**, ותוספת האנרגיה שאפשר לקבל מבערה של 1 ק"ג של כל אחד מהם. יחידות האנרגיה המופיעות בטבלה הן של מגה-ג'אול (מליון ג'אול) לק"ג. עליכם להשוות בין הדלקים, ולבחור איזה דלק עדיף לשימוש עבור חימום ביתי. עליכם להסביר את השיקולים שלכם בבחירת הדלק המסוים.

סוג דלק	צפיפות אנרגיה [MJ/kg]
Gasoline (petrol) בנזין	47
Diesel דיזל	45
גז Propane (including LPG) פרופאן	46
דלק מטוסים KeroseneJet fuel ,	43
Fat (animal/vegetable) שומן מהחי והצומח	37
Coal פחם	24
Carbohydrates (including sugars) פחמימות	17
Protein חלבונים	16.8
Wood בעירת עץ	16.2

שאלה 5

צריכת אנרגיה בנסיעה של מכונית עם מנוע בעירה פנימית בניסויים נמצא כי בשרפה של 1 ליטר בנזין אפשר לקבל תוספת אנרגיה של 35 מליון ג'אול. **מכונית משפחתית** ממוצעת הנוסעת במהירות ממוצעת של 80 קמ"ש צורכת בממוצע 1 ליטר דלק לנסיעה של 10 קילומטרים. בהנחה של נסיעה במהירות קבועה (**האצה** של המכונית, צורכת בערך פי 5 דלק מתנועה במהירות קבועה), חשבו מהו ההספק של תנועת המכונית.

א. במשך כמה זמן (בשניות) עוברת המכונית 10 ק"מ?

ב. מהו ההספק (אנרגיה ביחידת זמן) של תהליך בערת הדלק במכונת הנוסעת?

פתרון שאלה 5 :

א. המכונת עוברת במשך שעה (3600 שניות) 80 ק"מ. ולכן היא תעבור 10 ק"מ במשך $1/8$ מזמן זה : $3600/8 = 450$ שניות.

ב. ההספק יהיה השינוי באנרגיה בעת השרפה מחולק במשך הזמן בו מתרחש התהליך : P

$$E/t = 35,000,000/450 = 77778 \text{ ג'אול בשניה או כ} - 78 \text{ קילוואט.}$$

שימו לב, שהספק ממוצע של דירת מגורים רגילה, הוא פחות מ 5 קילוואט!

אנרגיה של קרינה אלקטרומגנטית

נושאים מרכזיים

1. התייחסות לקרינת השמש – **הספקטרום האלקטרומגנטי**, קרינה בלתי נראית (אינפרא-אדום, אולטרא-סגול, מיקרוגל וכו').
2. הדרכים לשימוש באנרגיית הקרינה מהשמש, על פני כדור הארץ. לדוגמה, שימוש בתאי שמש, מיקוד קרינת השמש (תנורי שמש, מגדל שמש), או אפילו יישומים עתידיים, כגון : המרת הקרינה לאנרגיה חשמלית בלווין בחלל ושיגורה באמצעות לייזרים לכדור הארץ.
3. אנרגיה של שידור של טלפונים סלולריים ואנטנות סלולריות. בטיחות שימוש.

שאלה 1

רוב האנרגיה המגיעה מהשמש אל פני כדור הארץ, היא בצורת קרינה אלקטרומגנטית. השם **קרינת אולטרא-סגול**, כולל בתוכו 3 תחומי ספקטרום, המסומנים באותיות באנגלית : UV-A, UV-B, UV-C. רק תחום ספקטרום אחד מתוכם משמש לתהליכי חיים, ואילו האחרים מסוכנים לרקמה הביולוגית. ציינו את התחום המתאים לחיים.

אנרגיה גרעינית

נושאים מרכזיים

1. בתהליכים גרעיניים שונים לא מתקיים חוק שימור המסה : המסה של החומרים המשתתפים בתהליך קטנה והם מתחממים ופולטים קרינה. זהו תהליך של המרת אנרגיה : האנרגיה הקשורה למסה קטנה והאנרגיה התרמית ואנרגיית הקרינה גדולות.
2. נוסחת איינשטיין, להמרה בין מסה לאנרגיה : $E = m \cdot c^2$.
3. השוואה בין תהליכים : ביקוע גרעיני, מיזוג גרעיני, רדיואקטיביות לעומת תגובות כימיות.
4. הסכנות של קרינה גרעינית.

5. כמות חומר הדרושה לפצצה גרעינית.
6. כמות פסולת גרעינית, הנוצרת בכור ביקוע גרעיני.
7. זמן חיים (שימוש) של כור גרעיני, והבעיות הקשורות בהריסתו.
8. ניצול מקסימלי של אנרגיה – תהליך אניהילציה (היעלמות) של חומר ואנטי-חומר.

שאלות:

השוואה בין תהליכים כימיים לתהליכים גרעיניים: תוספת האנרגיה שאפשר לקבל בתגובה **כימית** (כגון בעירה) של קילוגרם דלק, היא בין 30-60 מגה-ג'אול. לעומת זאת, בתהליך המתרחש בכור **ביקוע** גרעיני מתבקע גרעין של יסוד כבד כמו אורניום למשל לגרעינים של יסודות קלים יותר. בתהליך כזה קטנה מסת החומר בשיעור של כ-0.04% ותוספת האנרגיה שאפשר לקבל בתהליך ביקוע גרעיני של ק"ג אחד של אורניום המשמש כדלק היא כ-80 **מיליון** מגה-ג'אול.

בתהליך המתרחש בכור **מיזוג** גרעיני (כורים אלו עדיין לא נכנסו לשימוש והראשון שבהם אמור להיות מופעל ב-2015) מתמזגים גרעינים של יסוד קל, מימן ויוצרים גרעין של יסוד כבד יותר כמו הליום. בתהליך כזה קטנה מסת החומר בשיעור של כ-0.3% ותוספת האנרגיה שאפשר לקבל היא כ-270 מיליארד קילו-ג'אול.

א. פי כמה גדולה האנרגיה שאפשר לקבל מק"ג אחד של חומר העובר תהליך של ביקוע גרעיני מזו שאפשר לקבל בתהליך כימי?

ב. פי כמה גדולה האנרגיה שאפשר לקבל מק"ג אחד של חומר העובר תהליך של מיזוג גרעיני מזו שאפשר לקבל בתהליך כימי?

ג. מהיכן למיטב ידיעתכם אפשר להפיק את המימן הדרוש לצורך תהליך של מיזוג גרעיני? אלו משמעותיות יכולות להיות לכך?

נספח ט - ציוד נדרש לניסויים המוצעים בערכה זו (לקבוצה)

חוק אוהם: 3 נורות (3.8 V), אמפרמטר, וולט מטר, ספק כוח (או 3 סוללות ב"בנק" סוללות)
נצילות:

- (1) נרות, כוס כימית קטנה (100 סמ"ק) מד טמפרטורה, שעון עצר
- (2) קומקום חשמלי, מד טמפרטורה, שעון עצר.

מעבדה חוקרת

1. **חימום בעזרת שינוי באור:** גוף (אלומיניום) ו/או מבחנה עם מים בעלי דפנות צבועים בשחור או עטיפה מחומר כהה ובהם נעוץ מד-חום. הגוף עטוף במבודד תרמי פרט לתחתיתו. מקור אור בעל עצמה חזקה. עדשה מרכזת בעלת קוטר גדול. שעון.

2. **חימום בעזרת שינוי גובה I:** גלגל שסביב צירו מלופף חוט אליו קשור סל עם משקולות. החוט מלופף סביב צינורית שבתוכה מצוי מד טמפרטורה, כך שכאשר הסל נופל החוט מתחכך בצינורית (צינורית הנחושת מוחזקת בתוך תיבת עץ) וסרגל (רצוי באורך 1 מטר).
 3. **חימום בעזרת שינוי גובה II:** גלגל שסביב צירו מלופף חוט אליו קשור סל עם משקולות. החוט מלופף סביב צינורית שבתוכה מצוי מד טמפרטורה, כך שכאשר הסל נופל החוט מתחכך בצינורית (צינורית הנחושת מוחזקת בתוך תיבת עץ) וסרגל (רצוי באורך 1 מטר).
 4. **חימום על ידי שינוי בתנועה I:** גלגל וחוט שאליו קשור סל עם משקולות (החוט אינו מחובר בשלב זה אל הגלגל). החוט מלופף סביב צינורית שבתוכה מצוי מד טמפרטורה, כך שכאשר הסל נופל החוט מתחכך בצינורית (צינורית הנחושת מוחזקת בתוך תיבת עץ) וסרגל (רצוי באורך 1 מטר).
 5. **חימום על ידי שינוי בתנועה II:** גלגל אופניים. מעצור הבנוי ממד טמפרטורה דיגיטלי עם מוט מגע ארוך. מד מהירות.
 6. **חימום על ידי שינוי חשמלי:** ספק כוח. גוף מתכתי שעטוף במבודד תרמי ובו נעוץ מד-טמפרטורה. בתוך הגוף מצוי נגד בעל חוטי חיבור חיצוניים המאפשרים לחברו למעגל חשמלי. אמפרמטר. וולטמטר. מוליכים, שעון.
 7. **השינוי המתרחש בעת מגע בין גופים בעלי טמפ' שונה:** כוס מים חמים; כלי עם קרח, שלושה גופי אלומיניום זהים עם מד-טמפרטורה הנעוץ בהם; בידוד תרמי.
 8. **חימום על ידי בעירה:** גוף עשוי אלומיניום ובו נעוץ מד טמפרטורה. הגוף עטוף במבודד תרמי פרט לתחתיתו. נר. שעון.
 9. **קירור על ידי מגע בקרח:** גוף אלומיניום ובו נעוץ מד טמפרטורה. הגוף עטוף במבודד תרמי פרט לתחתיתו. קרח. שעון.
- תאי שמש ודרכי השימוש בהם**
- ♣ **תאי שמש מסוגים שונים להדגמה על ידי המורה.** לכל עמדת ניסוי, 10 תאי שמש זהים.
 - ♣ **מנורת שולחן להארה חזקה,** או אפשרות של הצבת תא השמש באור השמש (ניתן לבצע בחוץ).
 - ♣ **2 רבי מודד (מולטימטרים)** למדידת מתחים וזרמים חשמליים. אפשר במקומם להשתמש במד מתח ומד זרם אנלוגיים נפרדים, רצוי שהמורה לפחות ידגים את השימוש בהם.
 - ♣ **24 חוטי חיבור קצרים (10-20 סנטימטרים)** ודקים, עם קרוקודילים בקצותיהם, אם יש חוטים עם בננות, יש לספק בנוסף, קרוקודילים (תנינים) לחיבורי החוטים.
 - ♣ **נוריות להט קטנות,** בתוך בתי מנורות.
 - ♣ **דיודות פולטות אור (LEDs)** בצבעים שונים (אחת מכל סוג), מחוברות לנגדים להגבלת זרם. כאשר אין ברירה, ניתן להשתמש בדיודות פולטות אור עם הברגה, ולהשתמש בבתי נוריות.

- ♣ **מנועי מתח ישר** הפועלים באמצעות מתח נמוך (רצוי מנועים מ 2 סוגים : אחד עם מתח נמוך וזרם גבוה, והשני עם מתח גבוה יותר וזרם נמוך).
- ♣ **זמזמים** הפועלים במתח חשמלי נמוך.
- ♣ **סוללה 1.5 וולט** קטנה (AA).
- ♣ **נורית "תאורה לסוכה" (Christmas Light)**.