



הקשר בין מעבדה לבין תיאוריה

מיומנות: זיהוי הצורך בביצוע ניסוי, תכנונו וביצועו מדעי, ייצוג יידע במדע, השערות ומסקנות תחום תוכן: אנרגיה ואינטראקציה

פיתוח: ד"ר רוני מועלם

ראשי הפרויקט: ד"ר זהבה שרץ ופרופ' בת שבע אלון

עריכה: ד"ר אילנה הופפלד ומרינה ארמיאץ'

מהדורת ניסוי

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



כל הזכויות שמורות

משרד החינוך

תשס"ט, ספטמבר 2009

דגם הוראה - הקשר בין מעבדה לבין תיאוריה

דגם הוראה - הקשר בין מעבדה לבין תיאוריה

מיומנות: זיהוי הצורך בביצוע ניסוי, תכנונו וביצועו מדעי, ייצוג יידע במדע, השערות ומסקנות.

תכנים: אנרגיה ואינטראקציה

חומרי למידה (רשימה מפורטת בסעיף ד' עמ' 51): אנרגיה ושימורה, עולם של אנרגיה.

מטרתו של דגם הוראה זה להקנות ללומד מיומנויות קישור בין עבודת המעבדה לבין התיאוריה ברמה איכותית וכמותית.

תוכן עניינים

1	הקשר בין מעבדה לבין תיאוריה
4	א. מבוא
9	ב. שלבי הפעילות
10	ג. מהלך הפעילויות בכיתה
15	פעילות 1- הפלת כדור - לתלמיד
18	פעילות 2- שיגור כדורסל כלפי מעלה - למורה
24	פעילות 2- שיגור כדורסל כלפי מעלה - לתלמיד
27	פעילות 3- עגלה וקפיץ - למורה
31	פעילות 3- עגלה וקפיץ - לתלמיד
35	פעילות 4 - במה תלויה אנרגיית תנועה? - למורה
39	פעילות 4 - במה תלויה אנרגיית תנועה? - לתלמיד
41	פעילות 5 - חימום גליל אלומיניום - למורה
44	פעילות 5 - חימום גליל אלומיניום - לתלמיד
45	5. רשימת מקורות

א. מבוא

"אומנות" הניסוי, המהווה את ליבו של העולם המדעי, נחשבת לבעלת חשיבות עליונה בהתפתחות הידע המדעי. היטיב לתאר את הקשר בין ניסוי לבין תיאוריה מדעית הפילוסוף קארל פופר: "תיאוריה מדעית היא זו שניתן לתכנן ניסוי שיכול להפריך אותה..".

משמעות הניסוי ובמיוחד התהליכים המתרחשים בניסוי חשובים במיוחד כאשר באים לטפל בנושא האנרגיה.

המושג הפיזיקאלי "אנרגיה" הוא מושג מופשט ואינו מתקשר באופן אינטואיטיבי ופשוט לתופעות מוחשיות בחיי יום-יום. חשוב לזכור כי רעיון האנרגיה "הומצא" ע"י מדענים במהלך ההיסטוריה כדי לעזור ולהקל על חישובים מורכבים הקשורים לגופים. לדוגמא, בעזרת מושג האנרגיה ניתן לטפל בקלות יחסית בשינויי מהירות עם תאוצות משתנות וכד', מה שהיה מצריך מתמטיקה מורכבת מאוד אם לא היה קיים מושג ה"אנרגיה".

התיאור הכמותי של סוגי האנרגיה השונים כולל נוסחאות המאפשרות לחשב את הערכים של אנרגיות מסוגים שונים כתלות במשתנים מדידים: למשל אנרגיה כובדית מתוארת ע"י מכפלה של משקל הגוף בגובהו מעל נקודת ייחוס כלשהי ואילו אנרגיה קינטית של גוף מתוארת ע"י מכפלה של מחצית מסת הגוף בריבוע מהירותו. באופן דומה מובעים סוגי אנרגיה נוספים (מעברי חום ואנרגיה חשמלית). בנוסף לביטויי האנרגיה השונים בצורה כמותית, ניתן להדגים בעזרת ניסויים את משמעות הביטויים האלה וכן את חוק שימור האנרגיה. חוק זה מאפשר לחשב המרות אנרגיה של גוף ואת הקשרים בין סוגי האנרגיות השונות במערכת נתונה. לדוגמא, חוק שימור האנרגיה מאפשר לחשב את מהירותו של גוף נופל בכל גובה נתון ע"י השוואה בין סכום האנרגיות הכובדית והקינטית של הגוף לבין האנרגיה הכוללת שלו.

מחקרים רבים מראים כי תלמידים ברמות שונות לוקים בהבנת המושג "אנרגיה" ולעיתים קרובות מבלבלים אותו עם מושג הכוח. תלמידים מכירים יותר את המושג "גלגולי אנרגיה" מבלי להבין לעומק מה בדיוק "מתגלגל" או מהם התנאים הדרושים שאנרגיה תעבור ממערכת אחת לאחרת ותשנה את צורתה. לכן, אנו מעדיפים להשתמש בביטוי "המרות" אנרגיה, שמדגימות למעשה ששום דבר "לא מתגלגל" אלא פשוט שאנרגיה מסוג אחד יכולה להיות מומרת באנרגיה מסוג אחר כתוצאה מתהליך מסוים שעובר על הגוף.

נושא האנרגיה נחשב לנושא קשה במיוחד בחט"ב. בשלב הזה של לימודיהם, אין עדיין לתלמידי חט"ב ניסיון עם כלים מתמטיים משמעותיים המאפשרים להם להבין לפחות את משמעות הגדלים המתוארים בנוסחאות, והם אינם מתורגלים בניסויים בעלי אופי כמותי היכולים לעזור להם לקשר את הנוסחאות

המתמטיות למה שרואים בחיי היום יום. לכן, מושג האנרגיה, שגם כך קשה להגדרה ברמת תלמידים אלה, אינו נתפס, למעשה, ונשאר אוסף עמום של הצהרות ללא קשר ממשי לחיי היום-יום. מסיבה זו, מוצגים במרבית ספרי הלימוד המיועדים לחט"ב מספר מצומצם מאוד של נוסחאות המנסות "לעשות סדר" בעולם המושגים של התלמיד, ובנוסף, משולבים בחומרי למידה אלה בהרבה דוגמאות של ניסויים המנסים לעשות את הקשר הראשוני בין תוצאות הניסוי ונוסחאות המתארות את חוק הטבע הרלוונטי.

ניסויים המתוארים בספרים האלה, עוסקים למעשה בקישור בין גדלים בסיסיים ("מרחק", "מהירות", "מסה" ועוד, שאותם אמור התלמיד להכיר) לעולם האמיתי תוך ביטוי רלוונטי בשפת האנרגיה. לעיתים קרובות, תלמידי חט"ב שלא התנסו בניסויים המדגימים את הגדלים האלה, חסרים את ההבנה ואת יכולת הקישור ביניהם לעולם היומיומי, מה שהופך את הגדלים האלה ל"לא ראויים" לשמש כנקודות משען יציבות במעבר לעולם המושגים באנרגיה.

שליטה במהלך הניסוי אינה משימה פשוטה הדורשת יכולת טכנית בלבד, אלא שהיא דורשת הבנה מערכתית, כלומר יכולת לזהות ולהבין את יחסי הגומלין בין רכיבי המערכת הניסויית. נושא מרכזי נוסף הוא הבנת התיאוריה העומדת מאחרי הניסוי, הן ברמה האיכותית והן ברמה הכמותית. הבנה איכותית של התיאוריה והיחסים בין מרכיבי הניסוי השונים יכולה לבוא לידי ביטוי בניבוי תוצאת הניסוי באופן כללי. לדוגמא, ניבוי השפעה של שינוי פרמטר (או מרכיב) אחד בניסוי על מרכיבים/פרמטרים אחרים. ברמה המתקדמת יותר, ניתן לקשר בין המרכיבים האלה ותכונותיהם לבין נוסחה מתמטית המתארת את התיאוריה באופן כמותי. קישור עם הנוסחה רלוונטי במיוחד כאשר מבצעים בניסוי מדידות כמותיות מדויקות.

מסיבה זו יכולת קישור בין ניסוי בפועל לבין התיאוריה העומדת מאחוריו (בין אם מדובר ברמה האיכותית או הכמותית) היא בעלת חשיבות עליונה בהבנת העולם בחיי היום-יום, שבו, בדרך כלל, אנו חוזים באירועים או ב"תוצאות הניסוי", וצריכים לעיתים להבין מדוע התרחשו האירועים וכיצד ניתן למנוע אותם, על ידי שימוש בידע תיאורטי.

ברמה הכמותית, נוסחה המתארת תיאוריה מסוימת שאותה בא הניסוי לבדוק יכולה להעיד על הבנה עמוקה של מרכיבי הניסוי והקשר שלהם עם התיאוריה המדעית המיוצגת בנוסחה. מטרתו של דגם הוראה זה לחזק את הקשר בין הידע הנרכש במסגרת המעבדה לבין הידע הנרכש באופן תיאורטי בכיתה.

באופן כללי, ניתן להציג שלוש רמות 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.

הדוגמאות שבדגם זה מראות כיצד ניתן להתנסות ברמות הנ"ל.

שלבים קוגניטיביים רלוונטיים לדגם זה:

- תחילה, עוד לפני ביצוע הניסוי, החוקר מעלה את השאלות (והשערות) שאותן הוא רוצה לחקור בעזרת הניסוי. השאלות עולות בדרך כלל בעקבות התעוררות בעיה כלשהי, או התהוותו של מצב הדורש פתרון, למשל, הבהרה של נושא מסוים בתיאוריה וקישורו לעולם היומיומי.
- בעקבות ניסוח השאלות והשערת החקר פונה החוקר לתכנון ניסוי או מערך תצפיות. לשם כך עליו להקפיד על בידוד המשתנים, הם הגורמים המשפיעים והמושפעים במערכת, כאשר כל שאר הגורמים נשארים קבועים. מלבד הגדרת המשתנים כולל תכנון הניסוי או התצפיות הגדרה של חומרים, כלים ושיטות לאיסוף ועיבוד הנתונים. התכנון כולל בדרך כלל מערך של חזרות על הניסוי.
- ביצוע הניסוי או התצפיות הוא למעשה הוצאה לפועל של התכנון, בו נבחן הקשר בין המשתנים, המופיעים בביטויים המתמטיים המופיעים בנוסחאות האנרגיה. במהלך הביצוע יש להקפיד על דיוק בתצפיות, במדידות המכשירים ובתיעוד הממצאים.
- עיבוד הנתונים המתקבלים מממצאי התצפיות ו/או הניסויים, מוביל להסקת מסקנות רלבנטיות, היכולות לחזק את הרעיונות המובעים בתיאוריה.

מטרות השימוש במיומנויות אלה:

היכרות עם הניסוי המדעי	פיתוח היכולת לזהות שלבים בתכנון ניסוי וביצועו.
השערות והסקת מסקנות	קישור בין התיאוריה (השערות בהסתמך על הבנה כמותית של התיאוריה) לבין תוצאות הניסוי (מסקנות הניסוי)
ייצוג ידע במדע	ייצוג באמצעות נוסחה, טבלה וגרף

שילוב המיומנות ברצף תוכנית הלימודים

מבחינת המיומנות רצוי לשלב דגם זה בכיתה ט', כדגם העוסק בקישור בין נוסחאות המבטאות את האנרגיות השונות, לניסויים שונים המדגימים אותן, תוך דגש על חוק שימור האנרגיה. מומלץ לשלב את הערכה כאשר מלמדים על סוגי האנרגיות השונות בצורה כמותית, ובמיוחד - חוק שימור האנרגיה, ולהדגים תוך שימוש במיומנויות המוזכרות את הקשר בין תוצאות הניסויים לשאלות הניסויים, המבוססות על התיאוריה הרלוונטית.

מרכיבי המיומנות

למיומנויות מספר מרכיבים אותם ניתן לבנות וליישם במהלך ההוראה. בדגם הוראה זה נעסוק רק בחלק מהמרכיבים ונתייחס למרכיבים אותם ניתן לשלב שוב ושוב במהלך הלמידה:

התייחסות בדגם הוראה זה			מרכיב המיומנות
יישום	תרגול	בנייה	
+	+	+	זיהוי הצורך בניסוי מדעי
+	+	+	העלאת השערה המבוססת על מידע והצדקתה.
+	+	+	זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם על תוצאות הניסוי
+	+		הכרת ייצוגים שונים של תוצאות הניסוי
+	+	+	הסקת מסקנות מבוססות על ביצוע ניסוי וקישור בין מסקנות הניסוי לתיאוריה

קשיים צפויים בביצוע הניסוי/למידה ברמת התלמיד

להלן מספר קשיים אפשריים והצעות להתמודדות עמם:

קושי	דרכי התמודדות
תלמידים מתקשים בהבחנה בין סוגי האנרגיה השונים	פעילויות לזיהוי סוגי האנרגיה, חזרה על חומר הלימוד (תיאוריה)
תהליך הניסוי מעלה ממצאים ומסקנות ביניים (או סופיים) היכולים לערער על התיאוריה (למשל חוק שימור האנרגיה) ולהוות בסיס להשערה חדשה.	שילוב הניסוי ותוצאותיו צריכים להיות מתאימים לממצאים המתקבלים מניתוח תיאורטי של הניסוי (המסקנות החזויות). יש לערוך את הניסוי מראש ולוודא שתוצאות הניסוי אכן מתאימות לתיאוריה.

תלמידים מתקשים בביצוע טכני מעשי של הניסוי בגלל מורכבותו	יש לתכנן ניסויים שאינם מצריכים כישורים טכניים מיוחדים
--	--

דיון מטה-אסטרטגי

ידע מטה אסטרטגי נחשב למרכיב של מטה קוגניציה, היכול להיות מוגדר בהקשר דגם הוראה זה כידע כללי ומפורש אודות שימוש בפרוצדורות קוגניטיביות מסוימות. דיון מטה אסטרטגי מלווה את כל תהליכי הבנייה והיישום של מיומנויות ועוזר לתלמידים להבין. הדיון המטה אסטרטגי בנוי על שאלות המלוות את התהליך, כך שהדיון כשלעצמו מהווה דוגמא לחשיבות בשאלת שאלות מגוונות וברמות התייחסות שונות. ידע מטה אסטרטגי שבו אנו עושים שימוש בדגם הוראה זה כולל את היכולת לבצע הכללות ואת היכולת לבטא נוסחה מתמטית באופו מילולי תוך עמידה על מרכיבי השונים והיחסים ביניהם, ואת היכולת להסביר מתי, למה וכיצד להשתמש בה. מחקרים מתחומים שונים מצביעים על כך שתלמידים בעלי רמת לימוד נמוכה, מפיקים תועלת רבה יותר מהוראה מפורשת של ידע מטה-אסטרטגי לעומת תלמידים בעלי רמת לימוד גבוהה. הסבר אפשרי לממצא זה טמון ביכולתם של תלמידים בעלי רמת לימוד גבוהה לפתח בכוחות עצמם אלמנטים של ידע מטה-אסטרטגי. לעומתם תלמידים בעלי רמת לימוד נמוכה הם בד"כ חסרי יכולת לעשות כן. מכאן שהתרומה של הוראה מפורשת של ידע מטה-אסטרטגי עשויה להיות גדולה יותר עבור תלמידים אלה. מסיבה זו הוכנס לדגם זה חלק מפורש העוסק בדיון מטה אסטרטגי שאותו מבצעים התלמידים באופן מונחה.

שיטות הוראה היכולות לבוא לידי ביטוי בדגם ההוראה הזה:

- 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 אמיתי, 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:

1. מדוע חשוב להכיר את מרכיבי הנוסחה?
2. כיצד חיבור שאלה רלוונטית יכול לתרום לי להבנת הנוסחה?
3. האם באמת חשוב לכתוב במילים את מרכיבי הנוסחה ולנסחם בע"פ?
4. למה חשוב לדון בתשובות לדף הפעילות גם עם חבר? האם זה עוזר לי להבין את הנוסחה?

ב. שלבי הפעילות

הפעילות מתבצעת לפי השלבים הבאים:

1. **שלב העבודה היחידנית** - כל תלמיד מתמודד עם הפעילות בכוחות עצמו.
2. **שלב העבודה 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 את בן 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.
3. **שלב הדיון הכיתתי** - 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.
4. **שלב המשוב האישי ומטה-קוגניציה** - כל תלמיד מתייחס באופן אישי לתרומה האפשרית של השלבים השונים של הפעילות. יש לאפשר למספר תלמידים בכיתה לבטא בקול רם את

דגם הוראה - הקשר בין מעבדה לבין תיאוריה

הרפלקציה שלהם. ניתן ללמוד הרבה משלב זה ואין לוותר עליו. שאלות אפשריות שכדאי להתייחס אליהן יכולות להיות:

1. האם תרמה לך הפעילות הזו? אם כן, מה?
 2. האם היו נושאים שהוברהו בעקבות שיחה עם חבריך בקבוצה? אם כן, מהם?
 3. האם היו נושאים שהוברהו בעקבות הדיון הכיתתי? אם כן, מהם?
 4. מה עדיין לא ברור לך?
 5. מטה-קוגניציה:
- 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 לדף הפעילות גם עם חבר? האם זה עוזר לי להבין את הקשר בין הניסוי לנוסחה?

ג. מהלך הפעילויות בכיתה

בפרק זה מוצעות ארבע פעילויות שונות ברצף של הוראה ולמידה:

פעילות	תיאור הפעילות	אנרגיות רלוונטיות	סוג הפעילות ורמת הקישור
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	עגלה וקפיץ	קינטית ואלסטית	הדגמה או ניסוי עצמי רמה 2-3
פעילות 4	במה תלויה אנרגית תנועה	גובה וקינטית	הדגמה רמות 2+3
פעילות 5	חימום גליל אלומיניום	גובה וחום	הדגמה רמה 2

הערות חשובות:

1. הפעילויות המוצגות בהמשך מתייחסות רק לשלב העבודה היחידני. שאר הפעילויות (הפעילות בזוגות, הפעילות הכיתתית, ופעילות המשוב- המטה קוגניציה) זהות בכל הפעילויות ולכן לא מופיעות בטקסט להלן.
2. סעיף 2 בפעילויות עוסק בניתוח נוסף של בעיית האנרגיה המטופלת בפעילות, תוך שימוש בייצוג מתחום האינטראקציה והכוחות. מטרת פעילות הזו היא לאפשר לתלמיד לייצג את מערכת הניסוי בצורה נוספת תוך דגש על אינטראקציות, ובנוסף, הפעילות מאפשרת לתלמיד להתמודד בצורה משמעותית עם הסיבות לתופעות השונות המתרחשות במהלך ההדגמה. סעיף זה יכול להיות מיושם עם תלמידים שלמדו את הנושא "אינטראקציה וכוחות" בכיתה ח'. תלמידים שלא למדו את הנושא האחרון, ידלגו על סעיף 2 ויעברו ישירות לסעיף 3.

פעילות 1- הפלת כדור - למורה

מטרות :

1. התלמיד יכיר את הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם על גודלה של אנרגיה הגובה
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): ילד עומד מעל למשטח המכוסה חול רך (חול ים) ומשחרר כדור מגובה של מטר אחד, כך שהכדור נופל ופוגע בחול. מודדים את עומק וקוטר השקע שנוצר בחול.

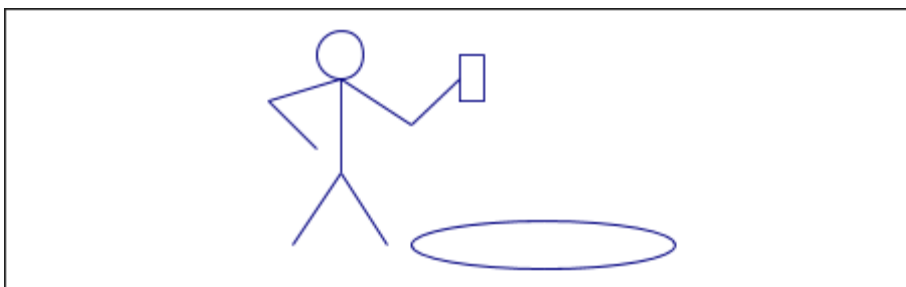
הערה: לחלופין, אפשר לבצע את הניסוי המתואר בספר "עולם של אנרגיה" בעמ' 60-61, המתאר ניסוי דומה מאוד של הפלת משקולת על פלסטלינה. אם מבצעים את הניסוי בספר ("עולם של אנרגיה"), יש להחליף את הגוף "כדור" בניסוי זה בערכה ב"משקולת" המופיעה בספר ואת ה"חול" בניסוי זה, ב"פלסטלינה" בספר.

1. עבודה יחידנית

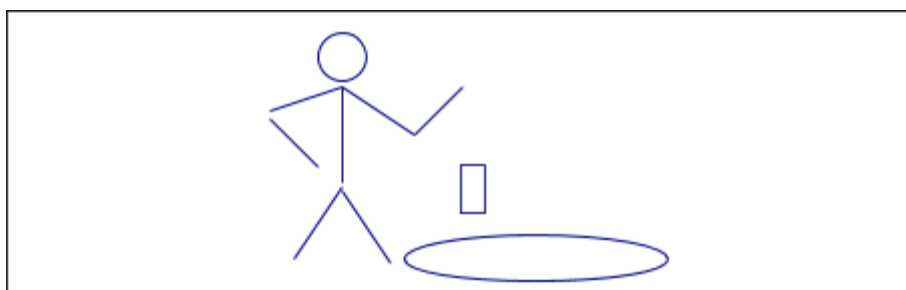
הציגו במלבן שלפניכם שרטוט סכמטי המתאר את הרכיבים החשובים של המערכת בשלביו השונים

של הניסוי:

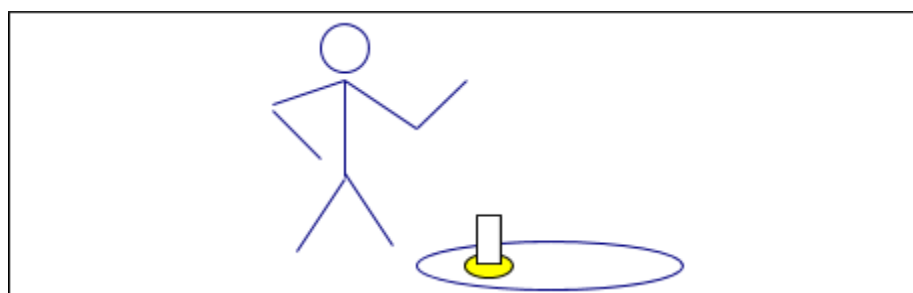
1. לפני ביצוע הניסוי



ב. בזמן הניסוי



ג. לאחר ביצוע הניסוי



מרכיב המיומנות: תרגול ייצוג של המשתנים בניסוי על ידי איור סכמטי

2. ערכו שלוש טבלאות אינטראקציות לשלושת שלבי הניסוי (כפי שלמדתם בפרק "אינטראקציה,

כוחות ותנועה")

דגם הוראה - הקשר בין מעבדה לבין תיאוריה

(למורה: מטרת פעילות הזו היא לאפשר לתלמיד לייצג את מערכת הניסוי בצורה נוספת תוך דגש על אינטראקציות, ובנוסף, הפעילות מאפשרת לתלמיד להתמודד בצורה משמעותית עם הסיבות לתופעות השונות המתרחשות במהלך ההדגמה).

1.

ילד	כדור	רצפה (חול)	כדור הארץ
0	+	+	+
+	0	-	+
+	-	0	+
+	+	+	0

2.

ילד	כדור	רצפה (חול)	כדור הארץ
0	-	+	+
-	0	-	+
+	-	0	+
+	+	+	0

3.

ילד	כדור	רצפה (חול)	כדור הארץ
0	-	+	+
-	0	+	+
+	+	0	+
+	+	+	0

מרכיב המיומנות: תרגול ייצוג של המשתנים בניסוי בטבלה

3. מה מודדים בניסוי?

את עומק וקוטר השקע שנוצר בחול לאחר שמוציאים את הכדור (הגובה ממנו משחררים את הכדור ידוע).

מרכיב מיומנות: הכרת הגורמים המשפיעים על אנרגיית הגובה ודרכים למדידתם

4. הציעו שאלה שאותה אפשר לבדוק בניסוי (נסחו את שאלה על קשר בין המשתנים בניסוי)?

1. איך משפיע גובה הזריקה של הכדור על עומק וקוטר השקע שנוצר בחול.

2. איך משפיעה מסת הכדור על עומק וקוטר השקע שנוצר בחול.

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

5. השתמשו במושגים הקשורים לעולם האנרגיה ונסו לתאר מה מתרחש בניסוי ומדוע.

לכדור במצב א היתה אנרגיה גובה יחסית לקרקע ולאחר ששוחרר הומרה (התגלגלה) אנרגיית הגובה

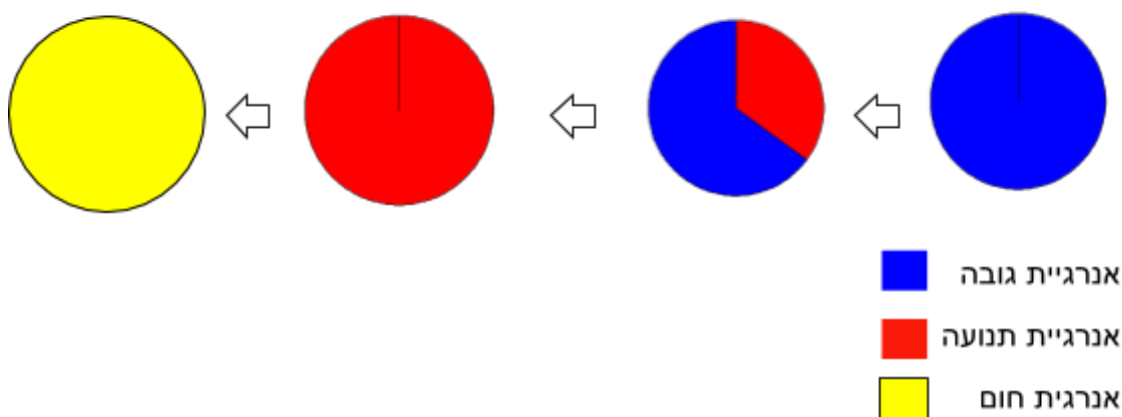
לאנרגיה קינטית שהגיעה לערכה המקסימאלי זמן קצר לפני שהתנגש הכדור בחול. כתוצאה

מההתנגשות (או האינטראקציה) נוצר עיוות הן בחול והן בכדור וכן חלק מהאנרגיה שהייתה

לכדור הנע הומרה לאנרגיה תרמית (טמפ' הכדור וטמפרטורת החול עלו במקצת).

מרכיב המיומנות: זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו ויישום בייצוג טקסטואלי

6. תארו את המרות האנרגיה של מערכת בניסוי (אם היו) בעזרת גרף עוגה



(הערה: בתרשים זה הוזנחה העבודה שמבצע הכדור על החול)

מרכיב המיומנות: תרגול זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו, הסקת מסקנות ויישומם בייצוג של גרף

עוגה

7. הציעו בטבלה שלפניכם שינויים אפשריים במערכת הניסוי וצפו מה עתיד להתרחש.

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

לשחרר את הכדור מגובה נמוך יותר	השקע בחול יהיה פחות עמוק מהשקע בניסוי שתואר	אנרגיית הגובה התחילית תהיה קטנה יותר ולכן האנרגיה הקינטית של הכדור בפוגעו בקרקע תהיה קטנה יותר מאשר בניסוי המקורי ולכן מהירותו תהיה קטנה יותר. לכן מרחק העצירה (עומק השקע) יהיה קטן יותר
לשחרר כדור באותו גודל, אך כבד יותר	השקע בחול יהיה עמוק יותר מהשקע בניסוי שתואר	האנרגיה ההתחלתית של המערכת תהיה גדולה יותר ולכן כאשר תומר אנרגיה זו השקע בחול יהיה עמוק יותר

מרכיב המיומנות: העלאת השערה המבוססת על הסקת מסקנות מהניסוי שהודגם

(על ידי אקסטרפולציה), הצדקה להשערה.

8. בידקו את השערתכם: בצעו שוב את הניסוי עם השינויים שהצעתם לערוך בסעיף 7.

סכמו את תוצאות הניסוי. האם הם מתאימות להשערתכם?

כן, השקע שנוצר בזריקה מגובה נמוך יותר היה פחות עמוק. זה מתאים להשערה.

כן, השקע שנוצר עם הכדור הכבד יותר היה עמוק יותר. זה מתאים להשערה.

מרכיב המיומנות: זיהוי הצורך בביצוע ניסוי, תכנונו וביצועו, הפקת מידע, הסקת מסקנות המבוססות

על זיהוי הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם בכל שלב והצדקתם.

פעילות 1- הפלת כדור - לתלמיד

עבודה יחידנית

הציגו במלבן שלפניכם שרטוט סכמטי המתאר את הרכיבים החשובים של המערכת בשלביו השונים

של הניסוי:

1. לפני ביצוע הניסוי

2. בזמן הניסוי

3. לאחר ביצוע הניסוי

2. ערכו שלוש טבלאות אינטראקציות לשלושת שלבי הניסוי (כפי שלמדתם בפרק "אינטראקציה, כוחות ותנועה")

1.

כדור הארץ	רצפה (חול)	כדור	ילד	
				ילד
				כדור

דגם הוראה - הקשר בין מעבדה לבין תיאוריה

				רצפה (חול)
				כדור הארץ

2.

	ילד	כדור	רצפה (חול)	כדור הארץ
ילד				
כדור				
רצפה (חול)				
כדור הארץ				

3.

	ילד	כדור	רצפה (חול)	כדור הארץ
ילד				
כדור				
רצפה (חול)				
כדור הארץ				

3. מה מודדים בניסוי?

4. הציעו שאלה שאותה אפשר לבדוק בניסוי (נסחו את שאלה על קשר בין המשתנים בניסוי)?

5. השתמשו במושגים הקשורים לעולם האנרגיה ונסו לתאר מה מתרחש בניסוי ומדוע.

6. תארו את המרות האנרגיה של מערכת בניסוי (אם היו) בעזרת גרף עוגה.

7. הציעו בטבלה שלפניכם שינויים אפשריים במערכת הניסוי וצפו מה עתיד להתרחש.

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

דגם הוראה - הקשר בין מעבדה לבין תיאוריה

--	--	--

8. בדקו את השערתכם: בצעו שוב את הניסוי עם השינויים שהצעתם לערוך בסעיף 7.

סכמו את תוצאות הניסוי. האם הם מתאימות להשערתכם?

פעילות 2- שיגור כדורסל כלפי מעלה - למורה

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, יתכן ויבצע אותו. התלמיד יפיק מידע מהניסוי, יסיק מסקנות בכל שלב ויצדיק אותם.

מהלך הפעילות

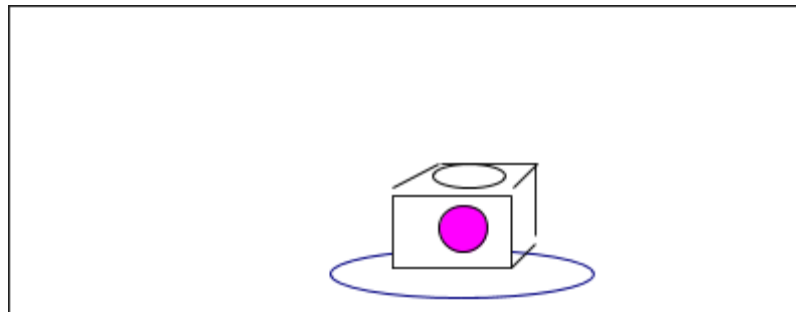
משך זמן: שיעור כפול (90 דקות)

תצפית (ניסוי בהדגמה): מכשיר יורה כדורסל כלפי מעלה במהירות תחילית ידועה. הכדור עולה לגובה מרבי מסוים, נעצר רגעית, וחוזר חזרה אל המכשיר. מודדים את הגובה המרבי. חוזרים על הניסוי בכמה מהירויות שיגור ומודדים את הגובה בכל פעם.

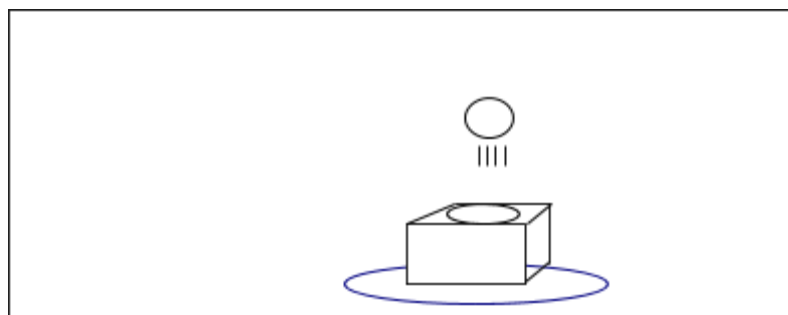
עבודה יחידנית

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

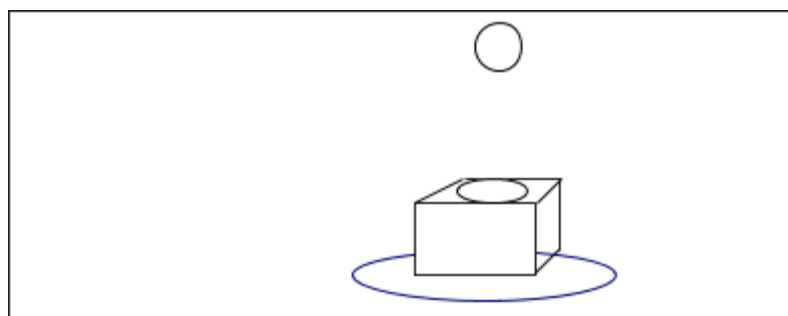
1. לפני השיגור



2. במהלך התנועה כלפי מעלה



3. בשיא הגובה



מרכיב המיומנות: ייצוג של המשתנים בניסוי על ידי איור סכמטי

2. ערכו שלוש טבלאות אינטראקציות לשלושת שלבי הניסוי (כפי שלמדתם בפרק "אינטראקציה, כוחות ותנועה")

(למורה: מטרת פעילות הזו היא לאפשר לתלמיד לייצג את מערכת הניסוי בצורה נוספת תוך דגש על אינטראקציות, ובנוסף, הפעילות מאפשרת לתלמיד להתמודד עם הסיבות לתופעות השונות המתרחשות במהלך ההדגמה).

1. (לפני השיגור)

מכשיר שיגור	כדור	רצפה	כדור הארץ
מכשיר שיגור	0	+	+
כדור	+	-	+
רצפה	+	0	+

דגם הוראה - הקשר בין מעבדה לבין תיאוריה

כדור הארץ	+	+	+	0
-----------	---	---	---	---

2. (במהלך תנועת הכדור)

	מכשיר שיגור	כדור	רצפה (חול)	כדור הארץ
מכשיר שיגור	0	–	+	+
כדור	–	0	–	+
רצפה (חול)	+	–	0	+
כדור הארץ	+	+	+	0

3. (כדור בשיא הגובה)

	מכשיר שיגור	כדור	רצפה (חול)	כדור הארץ
מכשיר שיגור	0	–	+	+
כדור	–	0	+	+
רצפה (חול)	+	–	0	+
כדור הארץ	+	+	+	0

מרכיב המיומנות: ייצוג של המשתנים בניסוי בטבלה

3. מה מודדים בניסוי?

את הגובה המירבי אליו מגיע הכדור יחסית לקרקע (h) בכל שיגור)

מרכיב המיומנות: הכרת הגורמים המשפיעים על אנרגיית תנועה ודרכים למדידתם

4. הציעו שאלה/ות שאותה/ן ניתן לבדוק בניסוי (נסחו שאלות על קשר בין משתנים בניסוי)?

1. מהו הקשר בין מהירות השיגור של הכדורסל לבין הגובה המירבי אליו הוא מגיע?

2. כיצד תלוי הגובה המירבי אליו יגיע הכדור במסת הכדור (עבור עוצמת שיגור מסוימת)?

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

5. תשובה לשאלות הניסוי:

למורה: ברמה של חטה"ב רצוי להרגיל את התלמידים לנסח תשובות איכותיות ותשובות כמותיות.

בדוגמא לפנינו תשובה איכותית תנוסח באופן הבא:

ככל שמהירות השיגור גדולה יותר הגובה המירבי של הכדור יהיה גדול יותר.

תשובה כמותית:

כדי לענות על השאלה הזו, התלמידים צריכים לשגר את הכדור במספר עוצמות (או מהירויות שיגור)

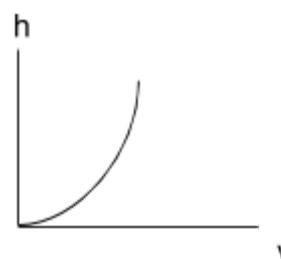
ולמדוד את הגובה המירבי אליו מגיע הכדור. כדאי לשגר את הכדור במספר השיגורים

המקסימאלי שמאפשר מכשיר השיגור.

מלאו את הטבלה הבאה:

מדידה מספר	מהירות תחילית (מ/ש)	גובה מירבי (מטר)
1		
2		
3		

מרכיב המיומנות: הכרת שיטות מדידה מתאימות, זיהוי הקשר בין המשתנים באופן כמותי שרטטו את הנתונים שקיבלתם בטבלה בגרף המציג את הגובה המקסימאלי נמצא ביחס ישר לריבוע מהירות השיגור.



מרכיב המיומנות: ייצוג בגרף או בטבלה של הקשר בין המשתנים באופן כמותי נסחו במילים את הקשר בין את הגובה המקסימאלי לבין מהירות השיגור (תוצאות הניסוי). הגובה המקסימאלי נמצא ביחס ישר לריבוע מהירות השיגור.

פעילות נוספת

היעזרו בנוסחאות המופיעות במסגרת שלפניכם ובחוק שימור האנרגיה לחשב את (א) מהירות השיגור על פי הגובה המקסימאלי אליו הגיע הכדור ובנוסף את (ב) גודל האנרגיה האגורה בקפיץ מכשיר השיגור המכוון (לפני השיגור)?

$$E_k = \frac{1}{2} (mv^2) \quad E_{el} = \frac{1}{2} (kx^2) \quad E_p = mgh \quad E_Q = cm\Delta T$$

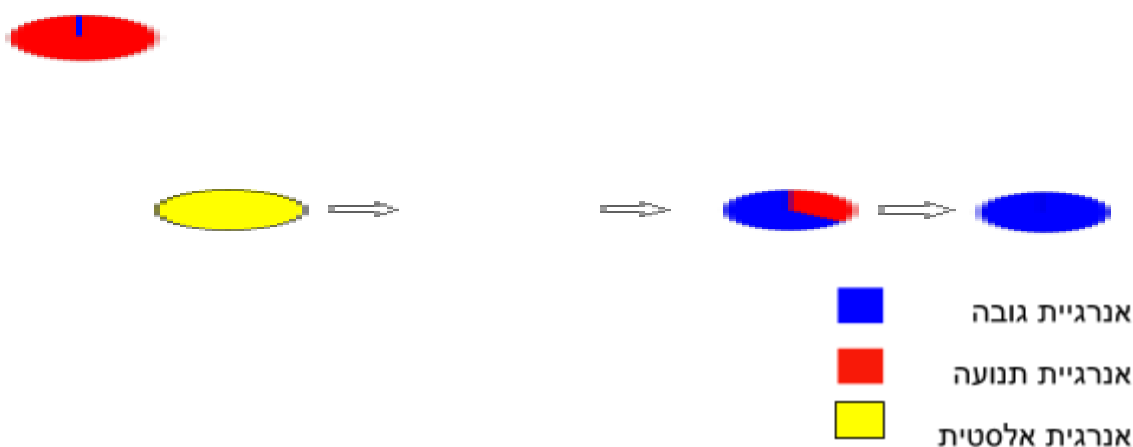
1. כדאי להשוות את נוסחת האנרגיה הפוטנציאלית בשיא הגובה (h , $v=0$ מקסימלי) עם נוסחת האנרגיה הקינטית ברגע השיגור (שיא המהירות, $h=0$). אפשר לחשב את מהירות השיגור על פי הגובה אליו יגיע הכדורסל.

אם אכן תוצאת חישוב המהירות מתאימה למהירות השיגור הנתונה, אז כל האנרגיה הקינטית הומרה לאנרגיה פוטנציאלית וחוק שימור האנרגיה נשמר.

2. באופן דומה ניתן לחשב את האנרגיה האלסטית של הקפיץ: השוואה בין האנרגיה הקינטית ברגע השיגור לבין האנרגיה האלסטית של הקפיץ.

מרכיב המיומנות: זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו ויישום בייצוג טקסטואלי

6. תארו את המרות האנרגיה של מערכת הניסוי (אם היו) בעזרת גרף עוגה



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

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

השינוי המוצע בניסוי	שערו מה יהיו תוצאות הניסוי הצפויות ונמקו את השערתכם
לשגר כדורסל כבד יותר בלי לשנות את עוצמת מערכת השיגור (האנרגיה האגורה)	השערה: הגובה המקסימאלי אליו יגיע הכדור יהיה קטן יותר נימוק: האנרגיה האלסטית תהיה שווה למקרה הקודם ולכן האנרגיה הקינטית ברגע השיגור שווה לקודמת

כיון שהכדור בעל מסה גדולה מהירות בכדור תהיה קטנה יותר: $E_k = \frac{1}{2} (mv^2)$ יותר ולכן הכדור יגיע לגובה נמוך יותר	(E_{el}) בקפיץ לא השתנתה יחסית לקודם)
--	---

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

8. בידקו את השערתכם: בצעו שוב את הניסוי עם השינויים שהצעתם לערוך בסעיף 7. סכמו את תוצאות הניסוי. האם הם מתאימות להשערתכם? כן, הגובה שהכדורסל הגיע אליו היה קטן יותר, בדיוק לפי החישוב. זה מתאים להשערה ומקיים את חוק שימור האנרגיה.

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

פעילות 2- שיגור כדורסל כלפי מעלה - לתלמיד

עבודה יחידנית

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

1. לפני השיגור

2. במהלך התנועה כלפי מעלה

3. בשיא הגובה

2. ערכו שלוש טבלאות אינטראקציות לשלושת שלבי הניסוי (כפי שלמדתם בפרק "אינטראקציה,

כוחות ותנועה")

1. (לפני השיגור)

מכשיר שיגור	כדור	רצפה	כדור הארץ
מכשיר שיגור			
כדור			
רצפה			
כדור הארץ			

2. (במהלך תנועת הכדור)

מכשיר שיגור	כדור	רצפה (חול)	כדור הארץ
מכשיר שיגור			
כדור			
רצפה (חול)			
כדור הארץ			

3. (כדור בשיא הגובה)

מכשיר שיגור	כדור	רצפה (חול)	כדור הארץ
מכשיר שיגור			
כדור			
רצפה (חול)			
כדור הארץ			

3. מה מודדים בניסוי?

4. הציעו שאלה/ות שאותה/ן ניתן לבדוק בניסוי (נסחו שאלות על קשר בין משתנים בניסוי)?

5. מלאו את הטבלה הבאה:

מדידה מספר	מהירות תחילית (מ/ש)	גובה מירבי (מטר)
1		
2		
3		

שרטטו את הנתונים שקיבלתם בטבלה בגרף המציג את הגובה המקסימאלי נמצא ביחס ישר לריבוע מהירות השיגור.

נסחו במילים את הקשר בין את הגובה המקסימאלי לבין מהירות השיגור (תוצאות הניסוי).

פעילות נוספת

היעזרו בנוסחאות המופיעות במסגרת שלפניכם ובחוק שימור האנרגיה לחשב את (א) מהירות השיגור על פי הגובה המקסימאלי אליו הגיע הכדור ובנוסף את (ב) גודל האנרגיה האגורה בקפיץ מכשיר השיגור המכוון (לפני השיגור)?

$$E_k = \frac{1}{2} (mv^2) \quad E_{el} = \frac{1}{2} (kx^2) \quad E_p = mgh \quad E_Q = cm\Delta T$$

6. תארו את המרות האנרגיה של מערכת הניסוי (אם היו) בעזרת גרף עוגה.

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

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

1. בדקו את השערתכם: בצעו שוב את הניסוי עם השינויים שהצעתם לערוך

בסעיף 7. סכמו את תוצאות הניסוי. האם הם מתאימות להשערתכם?

פעילות 3- עגלה וקפיץ - למורה

1. התלמיד יכיר את הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם על גודלה של אנרגיה אלסטית

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): מכונית קטנה נמשכת ע"י קפיץ. ראו את פרטי הניסוי בספר "אנרגיה ושימורה" עמ' 96-97.

עבודה יחידנית

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

ראו 4 איורים בספר "אנרגיה ושימורה" בעמוד 96 למטה המתארים את העגלה בארבעה שלבים.

מרכיב המיומנות: ייצוג של המשתנים בניסוי על ידי איור סכמטי

2. ערכו שתי טבלאות אינטראקציות לשני שלבים במהלך הניסוי: כאשר הקפיץ רפוי (הציור העליון) וכאשר הקפיץ מתוח (הציור התחתון).

1. (קפיץ רפוי)

עגלה	קפיץ	רצפה	כדור הארץ
עגלה	-	+	+
קפיץ	0	-	+
רצפה	+	0	+
כדור הארץ	+	+	0

2. (קפיץ מתוח)

עגלה	קפיץ	רצפה	כדור הארץ
עגלה	+	+	+
קפיץ	+	0	+

דגם הוראה - הקשר בין מעבדה לבין תיאוריה

רצפה	+	-	0	+
כדור הארץ	+	+	+	0

מרכיב המיומנות: ייצוג של המשתנים בניסוי בטבלה

3. מה מודדים בניסוי?

את מהירותה הסופית של העגלה (ראו בספר "אנרגיה ושימורה" טבלה בעמוד 97)

מרכיב המיומנות: הכרת הגורמים המשפיעים על אנרגיה אלסטית ודרכים למדידתם

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

1. שאלה איכותית: מהו הקשר בין מהירות העגלה לבין מידת מתיחת הקפיץ?

2. שאלה כמותית: האם ניתן לחשב את מהירות העגלה על סמך אורך הקפיץ המתוח (קבוע הקפיץ ומסת העגלה ידועים)?

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

5. תשובה לשאלות הניסוי:

1. נסחו את התשובה לשאלת הניסוי האיכותית ונמקו אותה.

תשובה: יש קשר. ראינו שככל שמתחת הקפיץ גדולה יותר, מהירות העגלה גדולה יותר גם היא.

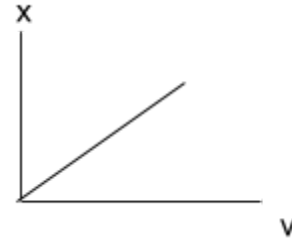
2. נסחו את התשובה לשאלת הניסוי הכמותית ונמקו אותה.

בשלב ראשון, רשמו את תוצאות הניסוי בטבלה (ראו בספר "אנרגיה ושימורה" טבלה בעמוד 97).

התארכות הקפיץ (מ')	0.20	0.40	0.60

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 הקשר בין המשתנים באופן כמותי

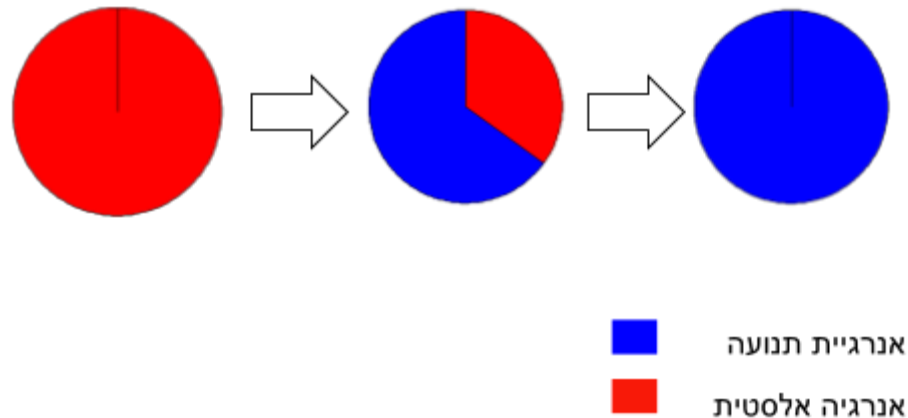
היעזרו בנוסחאות המופיעות במסגרת שלפניכם ובחוק שימור האנרגיה וענו על השאלה (4 ב').

$$E_k = \frac{1}{2} (mv^2) \quad E_{el} = \frac{1}{2} (kx^2) \quad E_p = mgh \quad E_Q = cm\Delta T$$

נוסחת האנרגיה האלסטית של הקפיץ ונוסחת האנרגיה הקינטית. ניתן לבדוק אם אפשר לחשב את מהירות העגלה על סמך ידיעת מסתה והתארכות הקפיץ. אם אכן תוצאת הניסוי מתאימה לחישוב, אז כל האנרגיה הקינטית הומרה לאנרגיה פוטנציאלית-אלסטית של הקפיץ וחוק שימור האנרגיה נשמר באופן ברור ולא היו איבודי אנרגיה אחרים במערכת. האלסטית של הקפיץ.

מרכיב המיומנות: זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו ויישום בייצוג טקסטואלי

6. תארו את המרות האנרגיה של מערכת הניסוי (אם היו) בעזרת גרף עוגה



מרכיב המיומנות: תרגול זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו, הסקת מסקנות ויישומם בייצוג של גרף

עוגה

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

השינוי המוצע בניסוי	שערו מה יהיו תוצאות הניסוי הצפויות ומדוע התקבלו
א. לחזור על הניסוי עם עגלה בעלת מסה כפולה מהעגלה המקורית	מהירות העגלה תהיה קטנה יותר. עבור אנרגיה כללית נתונה (במקרה זה מדובר באנרגיה האלסטית של הקפיץ בהתארכות מסוימת), ועל פי נוסחת האנרגיה הקינטית, ככול שמסת העגלה גדולה יותר הרי שהמהירות תהיה קטנה יותר כדי לקיים את אותה גודל של אנרגיה. באופן מדויק, יותר, מכיוון שהמסה מופיעה בנוסחת האנרגיה בחזקת 1 ואילו המהירות בריבוע, הרי שאין מדובר ביחס ישר בין שני המשתנים.

מרכיב המיומנות: העלאת השערה המבוססת על הסקת מסקנות מהניסוי שהודגם

(על ידי אקסטרפולציה), הצדקה ההשערה.

8. בדקו את השערתכם: בצעו שוב את הניסוי עם השינויים שהצעתם לערוך

בסעיף 7. סכמו את תוצאות הניסוי. האם הם מתאימות להשערתכם?

כן, מהירות העגלה תהיה קטנה יותר.

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

פעילות 3- עגלה וקפיץ – לתלמיד

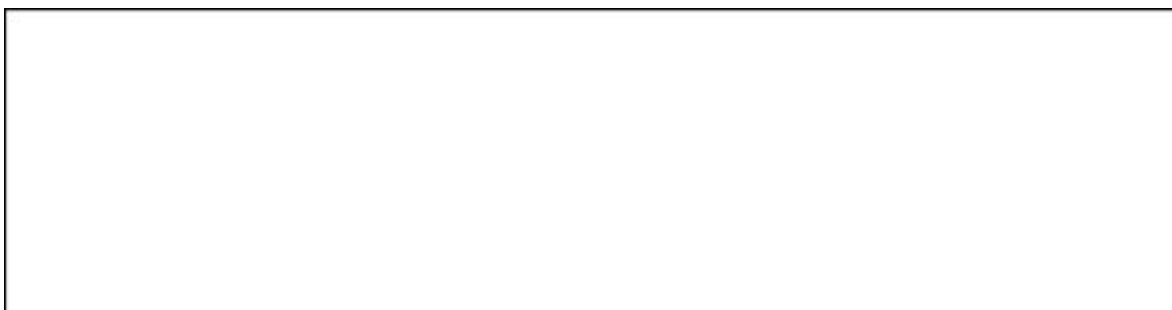
עבודה יחידנית

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

1.



2.



3.



4.

--

2. ערכו שתי טבלאות אינטראקציות לשני שלבים במהלך הניסוי: כאשר הקפיץ רפוי (הציור העליון) וכאשר הקפיץ מתוח (הציור התחתון).

1. (קפיץ רפוי)

עגלה	קפיץ	רצפה	כדור הארץ
עגלה			
קפיץ			
רצפה			
כדור הארץ			

2. (קפיץ מתוח)

עגלה	קפיץ	רצפה	כדור הארץ
עגלה			
קפיץ			
רצפה			
כדור הארץ			

דגם הוראה - הקשר בין מעבדה לבין תיאוריה

3. מה מודדים בניסוי?

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

1. שאלה איכותית

2. שאלה כמותית

5. תשובה לשאלות הניסוי:

1. נסחו את התשובה לשאלת הניסוי האיכותית ונמקו אותה.

2. נסחו את התשובה לשאלת הניסוי הכמותית ונמקו אותה.

בשלב ראשון, רשמו את תוצאות הניסוי בטבלה (ראו בספר "אנרגיה ושימור" טבלה בעמוד 97).

התארכות הקפיץ (מ')			

הציגו את תוצאות הניסוי בגרף או טבלה.

היעזרו בנוסחאות המופיעות במסגרת שלפניכם ובחוק שימור האנרגיה וענו על השאלה (4 ב').

$$E_k = \frac{1}{2} (mv^2) \quad E_{el} = \frac{1}{2} (kx^2) \quad E_p = mgh \quad E_Q = cm\Delta T$$

6. תארו את המרות האנרגיה של מערכת הניסוי (אם היו) בעזרת גרף עוגה

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

השינוי המוצע בניסוי	שערו מה יהיו תוצאות הניסוי הצפויות ומדוע התקבלו

8. בדקו את השערתכם: בצעו שוב את הניסוי עם השינויים שהצעתם לערוך

7. בסעיף 7. סכמו את תוצאות הניסוי. האם הם מתאימות להשערתכם?

פעילות 4 - במה תלויה אנרגיית תנועה? - למורה

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, יתכן 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.

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

2. ערכו טבלת אינטראקציות למהלך הניסוי:

1.

	כדור	מסילה	כדור הארץ
כדור	0	+	+
מסילה	+	0	+
כדור הארץ	+	+	0

דגם הוראה - הקשר בין מעבדה לבין תיאוריה

מרכיב המיומנות: ייצוג של המשתנים בניסוי בטבלה

3. מה בדיוק מודדים בניסוי?

את מרחק הבקבוק הקטן מקצה המסילה, לאחר שנהדף ממקומו בעקבות אינטראקציה שלו עם כדור.

מרכיב מיומנות: 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)?

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

1. מהו הקשר בין מסת הכדור למידת התרחקותו ממקומו ההתחלתי של בקבוק, הניצב בקצה המסילה?

2. מהו הקשר בין מהירות הכדור למידת התרחקותו ממקומו ההתחלתי של הבקבוק, הניצב בקצה המסילה?

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

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

5. תשובה לשאלות הניסוי:

1. נסחו את התשובה לשאלת הניסוי האיכותית ונמקו אותה.

תשובה: יש קשר.

1. ראינו שכל שמסת הכדור גדולה יותר, הוא "ידחוף" את הבקבוק בקצה המסילה למרחק גדול יותר.

2. ראינו שכל שגובה שחרור הכדור גדול יותר, מהירותו תהיה גדולה יותר גם היא, ולכן הוא "ידחוף" את הבקבוק בקצה המסילה למרחק גדול יותר.

דגם הוראה - הקשר בין מעבדה לבין תיאוריה

מרכיב המיומנות: זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו ויישום בייצוג טקסטואלי

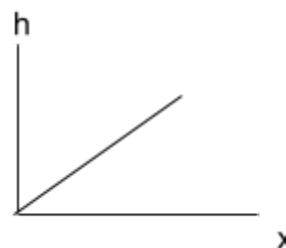
3. נסחו את התשובה לשאלת הניסוי הכמותית ונמקו אותה.

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 טבלה:



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

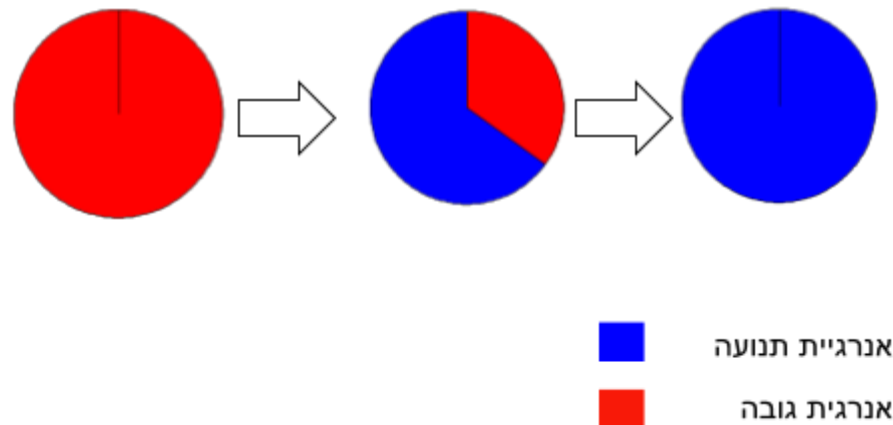
היעזרו בנוסחאות המופיעות במסגרת שלפניכם ובחוק שימור האנרגיה וענו על השאלה (4 ב').

$$E_k = \frac{1}{2} (mv^2) \quad E_{el} = \frac{1}{2} (kx^2) \quad E_p = mgh \quad E_Q = cm\Delta T$$

על פי עיקרון חוק שימור האנרגיה, אנרגיית הגובה של הכדור הפכה לאנרגיה קינטית, ולכן, אם יודעים את גובה הכדור מעל קצה המסילה התחתון, ובהנחה שהחיכוך קטן מאוד, הרי שאנרגיית הגובה תומר לאנרגיה קינטית במלואה.

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

6. תארו את המרות האנרגיה של מערכת הניסוי (אם היו) בעזרת גרף עוגה.



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

7. 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 תהיה גדולה יותר, ולכן, בעקבות האינטראקציה עם הכדור, הבקבוק יתרחק יותר מקצה המסילה, מקומו הראשוני.

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

8. בדקו את השערתכם: בצעו שוב את הניסוי עם השינויים שהצעתם לערוך

בסעיף 7. 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

פעילות 4 - במה תלויה אנרגיית תנועה? - לתלמיד

עבודה יחידנית

1. הציגו במלבנים שלפניכם שרטוט סכמטי המתאר את הרכיבים החשובים בשלביו השונים של

הניסוי:

1.

2.

2. ערכו טבלת אינטראקציות למהלך הניסוי:

1.

כדור הארץ	מסילה	כדור	
			כדור
			מסילה
			כדור הארץ

דגם הוראה - הקשר בין מעבדה לבין תיאוריה

3. מה בדיוק מודדים בניסוי?

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

1. שאלה איכותית.

2. שאלה כמותית.

5. תשובה לשאלות הניסוי:

1. נסחו את התשובה לשאלת הניסוי האיכותית ונמקו אותה.

2. 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

הציגו את תוצאות הניסוי בגרף או טבלה:

היעזרו בנוסחאות המופיעות במסגרת שלפניכם ובחוק שימור האנרגיה וענו על השאלה (4 ב').

$$E_k = \frac{1}{2} (mv^2) \quad E_{el} = \frac{1}{2} (kx^2) \quad E_p = mgh \quad E_Q = cm\Delta T$$

6. תארו את המרות האנרגיה של מערכת הניסוי (אם היו) בעזרת גרף עוגה.

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

השינוי המוצע בניסוי	שערו מה יהיו תוצאות הניסוי הצפויות ומדוע התקבלו

8. בדקו את השערתכם: בצעו שוב את הניסוי עם השינויים שהצעתם לערוך

בסעיף 7. סכמו את תוצאות הניסוי. האם הם מתאימות להשערתכם?

פעילות 5 - חימום גליל אלומיניום - למורה

1. התלמיד יכיר את הגורמים המשפיעים ואופן השפעתם על גודלה של אנרגיית החום
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, יתכן ויבצע אותו. התלמיד יפיק מידע מהניסוי, יסיק מסקנות בכל שלב ויצדיק אותם.

מהלך הפעילות

משך זמן: שיעור כפול (90 דקות)

תצפית (ניסוי הדגמה): העלאת טמפרטורה באמצעות חיכוך (ראו בספר "אנרגיה ושימורה" עמודים 138-9).

עבודה יחידנית

1. שרטטו במלבן שלפניכם שרטוט סכמטי המתאר את הגופים החשובים בניסוי שמדגים המורה (ראו בספר "אנרגיה ושימורה" צילומים בעמודים 138-9).

מרכיב המיומנות: ייצוג של המשתנים בניסוי על ידי איור סכמטי

2. ערכו טבלאות אינטראקציות למערכת במהלך הניסוי:

משקולות	חוט	גליל אלומיניום	כדור הארץ
משקולות	+	-	+
חוט	0	+	+
גליל אלומיניום	+	0	+
כדור הארץ	+	+	0

דגם הוראה - הקשר בין מעבדה לבין תיאוריה

מרכיב המיומנות: ייצוג של המשתנים בניסוי בטבלה

3. מה מודדים בניסוי?

את השינוי בטמפרטורה של גליל האלומיניום.

מרכיב מיומנות: 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)?

1. שאלה איכותית: מהו הקשר בין הירידה של המשקולות יחסית לגליל האלומיניום ושינוי

הטמפ' של הגליל?

2. שאלות כמותיות: האם האנרגיה שהועברה לגליל שווה לירידה באנרגיה הפוטנציאלית של

המשקולות?

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

5. תשובה לשאלות הניסוי:

1. נסחו את התשובה לשאלת הניסוי האיכותית ונמקו אותה.

1. יש קשר. ככול שהמשקולות יורדות יותר, טמפ' הגליל עולה.

2. כדי לענות על השאלה יש לחשב את הירידה באנרגיה הכובדית של המשקולות לעומת

כמות החום שהעלתה את טמפ' הגליל:

היעזרו בנוסחאות המופיעות במסגרת שלפניכם ובחוק שימור האנרגיה.

$E_k = \frac{1}{2} (mv^2) \quad U = mgh$ $E_p = mgh \quad Q = cm\Delta T \quad E_e = Pt$
--

נוסחת אנרגיית הגובה (כובדית) ונוסחת החום. ניתן לבדוק אם אפשר לחשב את כמות החום

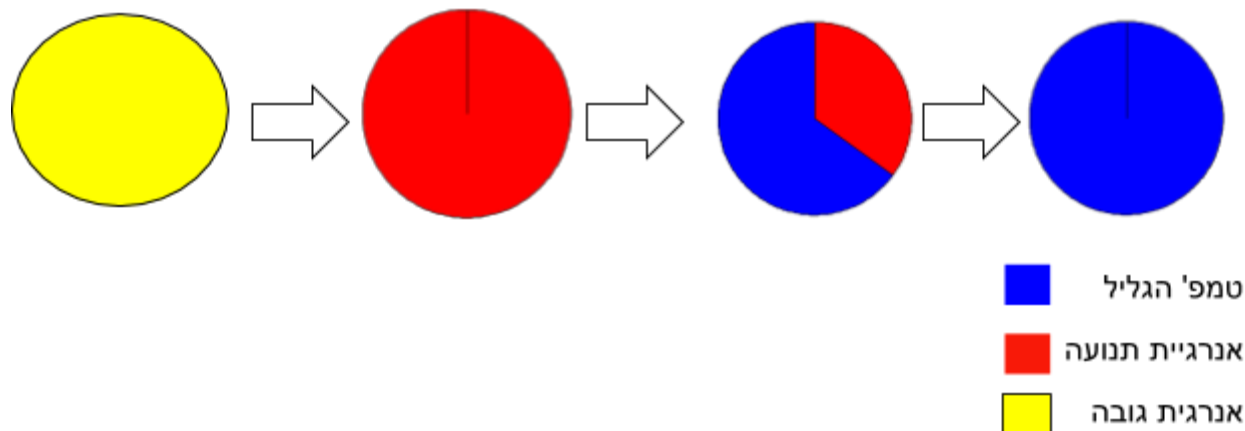
שהועברה לגליל ולהשוותה לירידה באנרגיה הכובדית של המשקולות. אם אכן שינוי הטמפ'

מתאים לחישוב הירידה באנרגיה הכובדית, אז חוק שימור האנרגיה התקיים באופן ברור ולא

היו איבודי אנרגיה אחרים במערכת.

מרכיב המיומנות: זיהוי הגורם המשפיע ואופן השפעתו ויישום בייצוג טקסטואלי

6. תארו את המרות האנרגיה של מערכת הניסוי (אם היו) בעזרת גרף עוגה



הערה: תרשים העוגה הנ"ל מראה את השתנות האנרגיה במערכת באופן כללי בלבד. תיאור גרפי מדויק יותר יראה את השתנות האנרגיות במקביל: ירידה באנרגיית הגובה עם עליה באנרגיית הקינטית ועליה בטמפ' הגליל בו זמנית.

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

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

השינוי המוצע בניסוי	שערו מה יהיו תוצאות הניסוי הצפויות ומדוע
להשתמש במסת משקולות גדולה יותר	הגליל יתחמם יותר והטמפ' הסופית שלו תהיה יותר גבוהה מאשר היתה בניסוי המקורי. הסיבה לכך היא שהירידה באנרגיית הכובדית תהיה גדולה יותר ואם היא מומרת להעלאת הטמפ' של הגליל, אזי האחרון יהיה בטמפ' סופית גדולה יותר מאשר בניסוי המקורי.

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

8. בדקו את השערתכם: בצעו שוב את הניסוי עם השינויים שהצעתם לערוך בסעיף 6. סכמו את תוצאות הניסוי. האם הם מתאימות להשערתכם?

דגם הוראה - הקשר בין מעבדה לבין תיאוריה

כן, הגליל יתחמם יותר יגיע לטמפ' גדולה יותר.

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

פעילות 5 - חימום גליל אלומיניום - לתלמיד

עבודה יחידנית

1. שרטטו במלבן שלפניכם שרטוט סכמטי המתאר את הגופים החשובים בניסוי שמדגים המורה (ראו בספר "אנרגיה ושימורה" צילומים בעמודים 9-138).

2. ערכו טבלת אינטראקציות למערכת במהלך הניסוי:

	משקולות	חוט	גליל אלומיניום	כדור הארץ
משקולות				
חוט				
גליל אלומיניום				
כדור הארץ				

3. מה מודדים בניסוי?

4. הציעו שאלה/ות שאותה/ן ניתן לבדוק בניסוי (נסחו את השאלות על קשר בין המשתנים בניסוי)?
5. תשובה לשאלות הניסוי:

1. נסחו את התשובה לשאלת הניסוי האיכותית ונמקו אותה.

היעזרו בנוסחאות המופיעות במסגרת שלפניכם ובחוק שימור האנרגיה.

$E_k = \frac{1}{2} (mv^2) \quad U = mgh$ $E_p = mgh \quad Q = cm\Delta T \quad E_e = Pt$
--

6. תארו את המרות האנרגיה של מערכת הניסוי (אם היו) בעזרת גרף עוגה

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

השינוי המוצע בניסוי	שערו מה יהיו תוצאות הניסוי הצפויות ומדוע

8. בדקו את השערתכם: בצעו שוב את הניסוי עם השינויים שהצעתם לערוך בסעיף 6. סכמו את

תוצאות הניסוי. האם הם מתאימות להשערתכם?

5. רשימת מקורות

קישורים למאמרים נוספים וספרות בתחום

- [אתר מורי הפיזיקה בישראל](#)
- [מאמרים במכניקה](#)
- [אתר מוטנט](#)
- [הפורטל למדע וטכנולוגיה](#)
- [אנרגיה בהיבט רב-תחומי](#)

רשימת ספרים ויחידות לימוד רלוונטיות:

- אשל, י. (1999), מכניקה לתיכון ואוניברסיטה, ת"א: אשל
- בן-צוק, מ. (2003), אנרגיה ושימורה, המחלקה להוראת מדעים, מכון ויצמן.
- בן-צוק, מ. (2003), אנרגיה ושימורה - מדריך למורה, המחלקה להוראת מדעים, מכון ויצמן.
- גלילי ועובדיה (1995), יסודות פיזיקה, ת"א: הוצאת מאור
- זינגר (1999), מכניקה, הוצאת ריכגולד
- סירס וזימנסקי (1994), פיזיקה תיכונית: מכניקה, ת"א: הוצאת יבנה

- רוזן וקרקובר (1994), פרקים במכניקה ניוטונית (חלק ב), המחלקה להוראת מדעים, מכון ויצמן.