

תותח ניוטרון

מערך פעילות למורה למדעים

.....
אי התאחדים: כיתות ח' ו-ט'

משך היעור: 90 דק'



אהו תותח ניוטון?

כדי להסביר מדוע לווין מסתובב סביב כדור הארץ עוד ועוד בלי להגיע אל פניו, תיאר אייזק ניוטון תותח דמיוני המצוי בשיאו של הר גבוה. התותח שולח פגזים במהירויות שונות בקו אופקי, כלומר במסלול המקביל לפני הקרקע. ככל שמהירות הפגז גדולה יותר, כך ינחת הפגז במרחק גדול יותר מן ההר. כאשר מהירות הפגז גבוהה דייה, הפגז לא ינחת כלל על פני כדור הארץ אלא ימשיך ויסתובב סביבו עוד ועוד ללא הרף

כך גם לגבי הלוויין. מפעיליו מעניקים לו מהירות אופקית, כלומר מהירות תנועה שכיוונה מקביל לפני כדור הארץ, במהירות אופקית מתאימה, הלוויין לא ינחת עוד לעולם על פני הקרקע, ממש כמו הפגז בדוגמת התותח של ניוטון.

אחי ניתן להעביר את מערך הפעילות הזה?

מערך פעילות זה קשור לשני נושאים הנלמדים בכיתות ח' ו-ט', כמפורט בטבלאות להלן. אפשר לפיכך להעביר את הפעילות בהקשר של נושאי התוכן הללו, לפי בחירתכם.

משך כחן הפעילות:

90 דקות



אי התאמים

ח' ו-ט'



עזרים



דף גזירה מצורף (לא חובה להשתמש בו; אפשר להשתמש באמצעי היצירה הנגישים לתלמידים)
טלפונים ניידים של התלמידים
אמצעי יצירה שונים: נייר, קרטון, פלסטלינה, כלי כתיבה, אטבים, מחקים, לגו, סוכריות, ירקות ועוד,
כלי כתיבה (אטבים, מחקים, עפרונות), לגו, סוכריות, ירקות ועוד
אפליקציית Stop-Motion studio!
קישור להורדת האפליקציה: [אייפון << אנדרואיד >>](#)

מערך פעילות זה יכול להתאים בתחומי תוכן שונים בהתאם לתוכנית האימונים:

כיתה ח'

תחום תוכן: מדעי החומר - כימיה, פיזיקה, אנרגיה, כוחות ותנועה

תנועה מאופיינת על ידי גודל המהירות וכיוונה.	תנועה (הרחבה)
	תנועה כמאופיינת על ידי גודל המהירות וכיוונה
	מהירות קבועה וחישוב המהירות
	- המהירות כדרך שעושה גוף ביחידת זמן; נוסחת המהירות הקבועה: מהירות = דרך / זמן
	- יחידות המידה למהירות: מטר בשנייה, ק"מ בשעה
	שינוי בגודל המהירות
	- תאוצה
	- תאוטה

כיתה ט'

תחום תוכן: אנרגיה ומערכות טכנולוגיות (פיזיקה משולב בטכנולוגיה)

לאנרגיה יש מופעים שונים (סוגי אנרגיה).	אנרגיית תנועה
אנרגיה יכולה להפוך מסוג אנרגיה אחד לסוג אנרגיה אחר (המרת אנרגיה).	הקשר בין אנרגיית תנועה של גופים לבין מהירותם ומסתם
אנרגיה יכולה לעבור מגוף לגוף (מעבר אנרגיה).	- סחת אנרגיית תנועה:
במערכות טכנולוגיות מתרחשים המרות אנרגיה ומעברי אנרגיה.	- אנרגיית תנועה (ג'ול) = $2 \times (\text{מהירות במטרים לשנייה}) \times (\text{מסה בק"ג})$
	שימוש באנרגיית תנועה לצורכי האדם
	- המרות אנרגיה במערכות טכנולוגיות להפקת אנרגיית תנועה כלי תחבורה, טילים

המלצת המכפ"רית:

ניתן להפוך את השיעור לחקרני בכך שהתלמידים יתנסו הלכה למעשה בהטלת "פצצה" - חרוז עשוי מפלסטיק חלול או מלא, כדור קלקר וכד'. **החומר שממנו עשויה ה"פצצה", ככונקציה של מסה, בא לידי ביטוי במרחק**, שאותו ניתן למדוד בקלות בעזרת נייר מילימטרי שיונח על משטח הנפילומ(מלץ להשתמש בנייר מילימטרי, כי בעזרתו המדידה תהיה מדויקת, נוחה ונגישה יותר) הגוף המטיל/המניע את ה"פצצה" יכול להיות מזרק גדול או רוגטקה.



מַחַך הַפְּעִילוֹת:

הסבר וזכרים	פעילות	כאן
מצגת	מהם חוקי ניוטון ומה הקשר בין תותח ניוטון ללוויינים	20 דק'
התלמידים יכולים לרשום את הרעיון על דף או לצייר סקיצה	חלוקה לזוגות + תכנון הסרטון התלמידים מתחלקים לזוגות ומתכננים את מהלך הסרטון	15 דק'
הכנת האביזרים בעזרת טכניקות וחומרים פשוטים כגון אזור, עיצוב דמויות מפלסטלינה, בנייה בקרטונים, לגו, אבנים ועוד	הכנת אביזרים בזוגות, בהתאם לתרחיש שיצרו התלמידים; לתלמידים ניתנת יד חופשית לפעול לפי החלטתם	20 דק'
טלפון נייד של אחד התלמידים. רצוי עם אפליקציית סטופ מושן סטודיו! - פשוטה וקלה לתפעול	צילום הסרטון תלמיד אחד מצלם ממבט עילי; יש להזכיר לו להישאר באותה נקודת צילום; תלמיד שני מזיז את האביזרים כדי ליצור תנועה	15 דק'
עריכה בעזרת האפליקציה, שמירה כסרטון	עריכת הסרטון וייצוא אם נשאר זמן - כל זוג מקרין את הסרטון שיצר	10 דק'
מצגת	סיכום השיעור	5 דק'

סקופית 2:

איזק ניוטון ניסח שלושה חוקים פיזיקליים שעוסקים בתנועה של גופים: החוק הראשון אומר: כל גוף יתמיד במצבו, כל עוד לא פועל עליו כוח חיצוני. החוק השני קובע: כל גוף שפועל עליו כוח חיצוני משנה את מהירותו ביחס ישר לכוח. והחוק השלישי אומר: "לכל פעולה יש תגובה נגדית לה בכיוונה ושווה לה בעוצמתה.

סקופית 3:

שאלו את התלמידים:

האם תוכלו לומר איזו ביצה מהביצים בתמונה היא ביצה רכה? החוק הראשון של ניוטון יוכל לעזור לנו! כאמור, לפי החוק הראשון של ניוטון כל גוף יתמיד במצבו - כל עוד לא פועל עליו כוח חיצוני.

[בואו נצפה בסרטון שמדגים לנו איך אפשר לזהות את הביצה בעזרת ניוטון](#)

לפי החוק הראשון, אם הכוחות החיצוניים הפועלים על הגוף מאוזנים, משמע שאם הגוף במנוחה - הוא יישאר במנוחה, ואם הוא בתנועה - הוא יתמיד בתנועה זו, באותה מהירות ובאותו כיוון. מכאן שאם גוף נע במהירות קבועה ובאותו כיוון - ניתן להסיק שסך הכוח הפועל עליו הוא אפס.

לנוכח החוק הראשון של ניוטון ניתן להבין מדוע תנועה מעגלית דורשת הפעלת כוח: ייתכן שהגוף אינו משנה את גודלה של מהירותו, אך הוא אינו נע לאורך קו ישר - כיוון התנועה משתנה כל הזמן. אם מכונית, למשל, נעה במסלול מעגלי, הרי ברגע מסוים כיוון הנסיעה שלה הוא צפונה, וזמן קצר לאחר מכן כיוון נסיעתה יהיה מערבה ואחר כך דרומה, ומזרחה, וחוזר חלילה.

סקופית 4:

לפי החוק השני, כזכור, כל גוף שפועל עליו כוח חיצוני משנה את מהירותו ביחס ישר לכוח. החוק השני למעשה דן בתאוצה ובמה שמשפיע עליה. תאוצה של גוף נקבעת לפי הכוחות הפועלים עליו ולפי מסתו. החוק השני טוען שתאוצתו של גוף עומדת ביחס ישר לכוח הפועל עליו. היחס בין התאוצה לכוח נקבע על פי המסה (כמות החומר) של הגוף. ככל שסכום הכוחות הפועל על הגוף גדול יותר, כך תאוצת הגוף גדולה יותר.

[בואו נצפה בסרטון שמדגים לנו את החוק](#)

סקופית 5:

החוק השלישי של ניוטון אומר שהכוח שגוף אחד מפעיל על הגוף השני שווה והפוך בכיוונו לכוח שמפעיל הגוף השני על הגוף הראשון.

אם אני לוחץ על הרצפה בכוח משקלי - הרצפה לוחצת עליי בכוח נגדי שווה בגודלו. התוצאה המפתיעה יותר של החוק היא שאם אני מפעיל כוח על עגלה המתחילה לנוע, היא מפעילה עליי כוח נגדי.

אמרו לתלמידים ללחוץ על השולחן בכך היד. שאלו אותם: מה הרגשתם? הרגשתם שפועל נגדכם כוח? הסבירו: הכוח שהרגשתם הוא מה שניוטון מסביר בחוק השלישי, חוק הפעולה והתגובה, שלפיו כנגד כל כוח שגוף א (היד שלכם) מפעיל על גוף ב (השולחן) קיים כוח שווה בגודלו אך הפוך בכיוונו שגוף ב מפעיל על גוף א.

תנו להם עוד דוגמה: כשאדם עומד בחדר הוא מפעיל כוח על הרצפה בגלל משקלו ובגלל כוח המשיכה של כדור הארץ. בתגובה הרצפה מפעילה עליו כוח נגדי שווה בגודלו, שמאזן את כוח המשיכה ומאפשר לאדם לעמוד. הדבר ניכר מאוד בקפיצה בטרמפולינה: כשאנחנו נופלים מטה ומגיעים למשטח האלסטי של הטרמפולינה אנחנו מפעילים עליו כוח, ואז הוא מפעיל עלינו כוח נגדי, וכך אנחנו מתרוממים מעלה.

למה לווין לא נופל ארצה?

סקופית 6:

אז אחרי שלמדנו את חוקי התנועה של ניוטון,

שאלו את התלמידים:

למה לדעתכם לווין לא נופל ארצה?

אספו תשובות מהתלמידים, ולאחר מכן הקרינו להם את אחד הסרטונים האלה:

[סרטון 1](#)

[סרטון 2](#)

הסבירו להם כי יש כאן שילוב של שני גורמים מנוגדים. מצד אחד, אילו המשיך הלוויין באותו הכיוון היו פני כדור הארץ מתרחקים ממנו, עקב עקמומיותם. מצד שני, הלוויין נמשך על ידי כדור הארץ, ומשיכה זו מטה את כיוונו כלפי מטה. לכן על הלוויין לנוע במהירות אופקית מתאימה. כך הוא יישאר כל העת במרחק קבוע מפני כדור הארץ, וימשיך להקיף את כדור הארץ ללא הרף.

סקופית 7:

הסבירו: כמו שראינו בסרטון, ידוע שעצמים כבדים אינם נוטים לרחף באוויר בכוחות עצמם. במקום להיעזר בכנפיים ובמנוע כדי לשמור על גובהם, נעזרים הלוויינים בכוחות הכבידה ובחוקי הטבע. במצב כזה לווין יכול להישאר במסלול שנים ארוכות.

את העקרונות המאפשרים את תנועת הלוויין גילה ניוטון, וכיום מדענים נעזרים במחשבים משוכללים כדי לחשב את מסלולם של לוווינים. כל שיגור חייב להתבצע בדיוק מושלם, כי אם לא כן הלוויין עלול לא להיכנס למסלול ועקב כך ליפול בחזרה ארצה או לברוח אל החלל החיצון וללכת לאיבוד לנצח.

סקופית 8:

משימה

הסבירו לתלמידים את המשימה שלהם: עליכם להכין סרטון סטופ־מושן שמתאר את חוקי התנועה על פי תותח ניוטון. צרו לסרטון גם סאונד (הסברים, רעשי רקע, שיר וכו') שיתאים לתיאוריה ויסביר את תותח ניוטון בצורה הטובה ביותר.

מהו סרטון סטופ־מושן?

אנימציות Stop Motion היא טכניקת אנימציה שבה מצלמים אובייקטים בפריימים בודדים, ובין פריימים לפריימים יש להזיז את האובייקטים מעט. לאחר הצילום, כאשר מריצים את התמונות ברצף נוצרת אשליה של תנועה.

[איך יוצרים סרטוני סטופ-מושן?](#)

(יש לצפות עד 1:18)

סיכום השיעור

הציגו את הסרטונים שהתלמידים יצרו (אם נשאר זמן), וסכמו: בעזרת הסרטונים שיצרתם אתם יכולים להסביר איך חוקי ניוטון, שנוסחו במאה ה-17, משפיעים על קדמת הטכנולוגיה במאה ה-21. לוווינים, מטוסים, חלליות, מכוניות ואמצעים טכנולוגיים רבים אחרים מבוססים על מדע שנחקר ונוסח לפני מאות שנים. כשניוטון תיאר את מה שמכונה "תותח ניוטון" לא היו לוווינים, ואפילו לא דימינו אז שניתן להגיע לחלל ולשלוח עצמים מכדור הארץ לחלל הרחוק. מי היה מאמין שחוקי ניוטון ישפיעו על חזית הטכנולוגיה בימינו אלו?

סוכנות החלל הישראלית תשמח לראות את הסרטונים שיצרתם. תוכלו לשלוח לה אותם במייל, בפייסבוק או אפילו באינסטגרם!

