

יחידה זו פותחה על בסיס יחידת הלימוד של
ג'וינט, אופנים ומשרד החינוך
עם התאמות והנגשות ייחודיות לחינוך המיוחד
**הצעה ליחידת הוראה: הנעה רקטית
בגישת STEM מדריך למורה**

תחום הדעת: מדע וטכנולוגיה, מתמטיקה ושפה
נושא: טכנולוגיות לחקר החלל והחוק השלישי של ניוטון
אוכלוסיית היעד: כיתות ה'ו' (כולל התאמות לחינוך מיוחד)
משך השיעור: 2 שיעורים (כ-90 דקות)

רציונל למורה

היחידה עוסקת באתגר השיגור הרקטי דרך ניסויים פשוטים ב"רקטות נייר" המונעות בלחץ אוויר. התלמידים יתנסו בתכנון, בנייה וייעול של מוצר טכנולוגי תוך הבנת עקרונות פיזיקליים של פעולה ותגובה.

מיומנות ליבה: חקר מדעי, בניית מודל ומדידות.

מטרות, מושגים ומיומנויות

- מטרות בתחום התוכן:
 - הכרת ההבדלים בין רקטה לטיל.
 - הבנת עקרון "פעולה ותגובה" (החוק השלישי של ניוטון).
 - היכרות עם נשים פורצות דרך בנאס"א לקידום הוגנות.
- מושגים: הנעה רקטית, כוח דחף, חוק פעולה-תגובה, משתנה חקר, מסלול תעופה.
- מיומנויות:
 - **קוגניטיביות:** תכנון מערך חקר, הסקת מסקנות מנתונים וניתוח גרפים.
 - **מוטוריות:** גזירה מדויקת, קיפול והדבקה לבניית דגם.
 - **תקשורתיות:** עבודה שיתופית בקבוצות חקר והצגת תוצרים.



שילוב STEM התאמות לחינוך מיוחד (הוגנות ונגישות)

על פי עקרונות ההוראה המותאמת, שולבו ביחידה המרכיבים הבאים:

הבחנה חזותית: שימוש ביומן תעופה הכולל צילומים של שלבי הבנייה ולא רק טקסט כתוב.

פישוט הוראות: חלוקת משימת הבנייה לשלבים קצרים וברורים (Step-by-step).

הנגשה חושית: שימוש באמצעים מוחשיים כמו בלונים וקשיות להמחשת כוחות פיזיקליים מופשטים.

גיוון בדרכי הבעה: מתן אפשרות לתעד נתונים בטבלאות חזותיות או בציור, ולא רק בכתב.

הערך המוסף של הטכנולוגיה: שימוש בסרטונים עם כתוביות בעברית להנגשת המידע.

מהלך ההוראה

פתיחה (15 דקות)

- **שיח רגשי:** "איזו אסוציאציה עולה בכם כשאתם שומעים את המושג 'הנעה רקטית'?"
- **הדגמה חזותית:** ניסוי "מטוס סילון מבלון" – מנפחים בלון ומשחררים אותו כדי לראות את כיוון התנועה מול כיוון יציאת האוויר. שואלים את הילדים לאן יפנה הבלון ברגע שנשחרר את האויר אשר בתוך הבלון?

גוף השיעור (55 דקות)

1. **משימת בנייה:** כל תלמיד בונה רקטת נייר לפי דף ההנחיות המצולם.
 - **התאמה:** תלמידים המתקשים במוטוריקה עדינה יכולים להיעזר ב"גוף רקטה" מוכן מראש או לעבוד בזוגות.
2. **שיגור ותיעוד:** שיגור הרקטה בעזרת נשיפה בקשית ומדידת מרחק התעופה.
3. **חקר ושיפור:** שינוי של "גורם אחד" (למשל: אורך/גודל הסנפירים או צורת החרטום) ובדיקה כיצד גורם זה משפיע על המרחק.

התאמה: שימוש ב"כרטיסיות אפשרויות" לבחירת המשתנה לשינוי כדי להפחית עומס קוגניטיבי.

כרטיסיות האפשרויות: "מה נשנה ברקטה שלנו?"

כרטיסייה 1: משתנה הסנפירים

הפעולה: "אני רוצה לשנות את הסנפירים של הרקטה".
האפשרויות שלי:

להוסיף עוד סנפירים (למשל 4 במקום 2).

לגזור סנפירים בצורה שונה (משולש, חצי עיגול).

להוריד לגמרי את הסנפירים.

השאלה: האם סוג או מספר הסנפירים יעזור לרקטה רחוק יותר?

כרטיסייה 2: משתנה החרטום (ה"אף")

הפעולה: "אני רוצה לשנות את הקצה של הרקטה".
האפשרויות שלי:

לעשות חרטום שפיצי מאוד (חד).

לעשות חרטום עגול.

להשאיר את הקצה פתוח (ללא חרטום).

השאלה: האם צורת החרטום הופכת את הרקטה למהירה יותר?

כרטיסייה 3: משתנה אורך הגוף

הפעולה: "אני רוצה לשנות את אורך צינור הרקטה".
האפשרויות שלי:

לבנות רקטה קצרה מאוד (חצי דף).

לבנות רקטה ארוכה מאוד (דף שלם).

השאלה: האם רקטה ארוכה יציבה יותר באוויר מרקטה קצרה?

כרטיסייה 4: משתנה כוח הדחף (ההנעה)

הפעולה: אני רוצה לשנות את הדרך שבה אני משגר את הרקטה".
האפשרויות שלי:

נשיפה חזקה ומהירה בקשית.

נשיפה חלשה וארוכה בקשית.

שימוש באוויר מבלון מנופח (במקום הקשית).

השאלה: מה גורם לרקטה להגיע הכי רחוק?

סיכום והמשגה (20 דקות)

דיון מסכם: מה גרם לרקטה לעוף רחוק יותר? חיבור לחוק השלישי של ניוטון.

סיפור השראה: הצגת סיפורן של מרי ג'קסון ומתמטיקאיות נאס"א ("מאחורי המספרים" מופיע בתוך מאגר הסרטים של משרד החינוך) לדין על התמודדות עם קשיים והוגנות.



גלגל הרפלקציה ללמידת STEM
הערכה מעצבת ומשוב על תהליך הלמידה

התגברות

משהו שהיה לי קשה בתהליך והתגברתי עליו הוא...

גאוה אישית

הרגשתי הכי גאה בעצמי במשימה זו

התגברות

משהו שהיה לי קשה בתהליך והתגברתי עליו הוא...

דמות המדען

באיזו תכונה (נחישות, סבלנות, פתרון בעיות) הרגשתי היום דומה למדען/ית?

למידה חדשה

דבר חדש שלמדתי היום (על הנושא המדעי /טכנולוגי) הוא...

שיפור ותכנון

אם הייתי מבצעת את המשימה שוב, מה הייתי עושה אחרת?

עבודת צוות

חברה/שעזרה לי היום במשימה או שנעזרתי בו/הם...

הערכה ומטלות

- הערכה מעצבת: משוב על יומן התעופה והגרפים שהתלמידים הכינו.
- רפלקציה: שימוש ב"גלגל רפלקציה" – באילו קשיים נתקלתם בבנייה ומי עזר לכם?

מבנה הגלגל (מחולק ל-6 גזרות)

גלגל המחולק ל-6 משולשים, ובכל אחד מהם מופיע משפט או שאלה עם אייקון מתאים לדוגמא:

1. גזרת הרגש (אייקון: לב □):
 "הרגשתי הכי גאה בעצמי כש..." (למשל: כשהרקטה הצליחה לעוף).
2. גזרת הקושי (אייקון: סלע כבד □):
 "משהו שהיה לי קשה היום והתגברתי עליו הוא..."
3. גזרת הגילוי (אייקון: זכוכית מגדלת □):
 "דבר חדש שלמדתי היום על רקטות הוא..."
4. גזרת השותפות (אייקון: ידיים לוחצות □):
 "חברה/ה שעזרה לי היום או שנעזרתי בו/ה..."
5. גזרת העתיד (אייקון: נורה דולקת □):
 "אם הייתי בונה את הרקטה שוב, מה הייתי עושה אחרת?"
6. גזרת ההשראה (אייקון: כוכב □):
 "במה הרגשתי היום דומה למדענית מרי ג'קסון?" (נחישות, סבלנות, פתרון בעיות).

דרכי עבודה עם הגלגל בכיתה (מותאם לצרכים מיוחדים):

- אופציה א' - הגלגל הפיזי: המורה מחזיקה גלגל גדול עם חץ מסתובב. תלמיד מסובב את החץ ועונה על השאלה עליה החץ נעצר.
- אופציה ב' - דף צביעה: כל תלמיד מקבל דף עם הגלגל, בוחר גזרה אחת שמתאימה לו, צובע אותה וכותב/מצייר בתוכה את התשובה שלו.
- אופציה ג' - כרטיסיות גלגל: גוזרים את המשולשים ומפזרים על השולחן. כל תלמיד בוחר את ה"פלח" שהכי קל לו להתחבר אליו.

הערך המוסף בחינוך מיוחד:

1. **צמצום אפשרויות:** במקום לשאול "איך היה?" אנחנו נותנים תפריט סגור של שאלות.
2. **תמיכה חזותית:** האייקונים עוזרים לתלמידים עם קשיי קריאה להבין את מהות השאלה.
3. **הצלחה רגשית:** הגלגל נותן לגיטימציה לקושי (גזרת הסלע) ומחזק את תחושת המסוגלות (גזרת הלב).

הנחיות למורה (עבור דפי הפעילות):

- **התאמה למוטוריקה:** עבור תלמידים עם קושי מוטורי, ניתן לספק סנפירים גזורים מראש.
- **תיווך שפתי:** במקום לכתוב תשובות ארוכות, ניתן להשתמש ב"מחסן מילים" (למשל: "חיכוך", "דחף", "משקל", "יציבות").
- **תיעוד חזותי:** מומלץ לאפשר לתלמידים לצלם את הרקטות שלהם ולהדביק את התמונה בדף הפעילות במקום תיאור מילולי.
- **חיבור לערכים:** הוסיפו פינה בדף: "היום עבדתי כמו מרי ג'קסון מנאס"א - לא ויתרתי גם כשזה היה קשה!".

המלצות למורה לשימוש בחינוך המיוחד:

1. **תמיכה חזותית:** מומלץ להוסיף לכל כרטיסייה איור קטן או צילום של האפשרות (למשל, ציור של מספרים גזורים סנפירים).
2. **צבעוניות:** כדאי להדפיס כל כרטיסייה על נייר בצבע אחר (למשל: כרטיסיית הסנפירים בכחול, כרטיסיית החרטום בצהוב). זה מקל על הדיון הכיתתי ("מי בחר בכרטיסייה הכחולה?").
3. **מיקוד:** עבור תלמידים שמתקשים בבחירה מתוך מגוון רחב, הציעו רק 2 כרטיסיות במקום 4.
4. **מחסן ניבוי:** בצד האחורי של כל כרטיסייה אפשר להוסיף משפט להשלמה: "אני חושב/ת שאם אשנה את ה_____, הרקטה תעוף _____ (רחוק יותר / קרוב יותר)."

התמונה מציגה מדריך למורה לבניית רקטות נייר פשוטות ושיגורן באמצעות נשיפה דרך קשית. המדריך מחולק לארבעה שלבים עיקריים, כולל הכנת גוף הרקטה, בניית החרטום, הוספת סנפירים לשיפור היציבות, ולבסוף הוראות השיגור. המדריך כולל גם טיפים למניעת תקלות והתאמות מיוחדות לדף זה.

שלב 1: מכינים את הגוף: מגלגלים מלבן נייר סביב עיפרון ומדביקים בסלוטייפ.

שלב 2: בונים את ה'אף' (החרטום): מועכים ומסובבים את קצה הנייר סביב שפיץ העיפרון ליצירת קונוס ואוטמים היטב בסלוטייפ.

שלב 3: מוסיפים סנפירים: גוזרים משולשים ומדביקים 3 או 4 בחלק התחתון (הפתוח) של הרקטה לשמירה על כיוון ויציבות.

שלב 4: השיגור! מוציאים את העיפרון, מכניסים קשית במקומו, מכוונים לאזור פתוח ונושפים נשיפה חזקה.

מדריך למורה: בניית רקטת נייר

(איך בונים את הרקטה שלי?)

למורה: מומלץ להקרין את השלבים על הלוח או לחלק כדף מנוילן על השולחנות.

שלב 1: מכינים את הגוף

מה עושים? לוקחים את מלבן הנייר ומגלגלים אותו סביב העיפרון.

שימו לב: הגלגול צריך להיות צמוד, אבל לא חזק מדי - שהעיפרון יוכל לצאת ולהיכנס בקלות.

הדבקה: מדביקים סלוטייפ לאורך כל הנייר.

משימת בדיקה: הצלחתם להוציא את העיפרון? מעולה! עברו לשלב הבא.

שלב 2: בונים את ה'אף' (החרטום)

מה עושים? מחזירים את העיפרון פנימה, כך שהחלק המושחז (השפיץ) בולט קצת.

הפעולה: מסובבים ומועכים את קצה הנייר סביב השפיץ של העיפרון כדי ליצור צורה של קונוס.

הדבקה: מדביקים היטב עם סלוטייפ כדי שלא יצא אוויר מהקצה.

למה זה חשוב? אם יצא אוויר מלמעלה, הרקטה לא תשוף!

שלב 3: מוסיפים סנפירים (לשמירה על כיוון)

מה עושים? גוזרים את הסנפירים מהתבנית (משולשים).

איפה מדביקים? בחלק התחתון של הרקטה (בצד הפתוח, איפה שנכנסת הקשית).

טיפ של אלופים: כדאי להדביק 3 או 4 סנפירים מסביב כדי שהרקטה תהיה יציבה באוויר.

שלב 4: השיגור!

הכנה: מוציאים את העיפרון ומכניסים במקומו את הקשית.

הפעולה: מכוונים לאזור פתוח (לא על חברים!), לוקחים אוויר ו... נשיפה חזקה!

התאמות מיוחדות לדף זה:

- שפה פשוטה:** שימוש בפעלים ברורים (גזרו, גלגלו, הדביקו).
- בדיקה עצמית:** הוספת 'משימת בדיקה' בכל שלב עוזרת לתלמיד לדעת אם הוא פעל נכון לפני שהוא ממשיך.
- דגשים חזותיים:** שימוש בבוילד ובאייקונים כדי להדגיש את העיקר.
- אסטרטגיית מניעת תסכול:** אזהרה מראש על הדבקה חזקה מדי על העיפרון (סעות נפוצה שגורמת לתסכול).

□ איך בונים את הרקטה שלי? (מדריך מצולם)
הנחיה למורה: מומלץ להקרין את השלבים על הלוח או לחלק כדף מנוילן על השולחנות.

שלב 1: מכינים את הגוף

- מה עושים? לוקחים את מלבן הנייר ומגלגלים אותו סביב העיפרון.
- שימו לב: הגלגול צריך להיות צמוד, אבל לא חזק מדי – שהעיפרון יוכל לצאת ולהיכנס בקלות.
- הדבקה: מדביקים סלוטייפ לאורך כל הנייר.
- משימת בדיקה: הצלחתם להוציא את העיפרון? מעולה! עברו לשלב הבא.

שלב 2: בונים את ה"אף" (החרטום)

- מה עושים? מחזירים את העיפרון פנימה, כך שהחלק המושחז (השפיץ) בולט קצת.
- הפעולה: מסובבים ומועכים את קצה הנייר סביב השפיץ של העיפרון כדי ליצור צורה של קונוס.
- הדבקה: מדביקים היטב עם סלוטייפ כדי שלא יצא אוויר מהקצה.
- למה זה חשוב? אם יצא אוויר מלמעלה, הרקטה לא תעוף!

שלב 3: מוסיפים סנפירים (לשמירה על כיוון)

- מה עושים? גוזרים את הסנפירים מהתבנית (משולשים).
- איפה מדביקים? בחלק התחתון של הרקטה (בצד הפתוח, איפה שנכנסת הקשית).
- טיפ של אלופים: כדאי להדביק 3 או 4 סנפירים מסביב כדי שהרקטה תהיה יציבה באוויר.

שלב 4: השיגור! □

- הכנה: מוציאים את העיפרון ומכניסים במקומו את הקשית.
- הפעולה: מכוונים לאזור פתוח (לא על חברים!), לוקחים אוויר ו... נשיפה חזקה!



□ התאמות מיוחדות לדף זה:

- **שפה פשוטה:** שימוש בפעלים ברורים (גזרו, גלגלו, הדביקו).
- **בדיקה עצמית:** הוספת "משימת בדיקה" בכל שלב עוזרת לתלמיד לדעת אם הוא פעל נכון לפני שהוא ממשיך.
- **דגשים חזותיים:** שימוש בבולד ובאייקונים כדי להדגיש את העיקר.
- **אסטרטגיית מניעת תסכול:** אזהרה מראש על הדבקה חזקה מדי על העיפרון (טעות נפוצה שגורמת לתסכול).