

חוקרים את כוח המשיכה

שכבת גיל

חטיבה עליונה – כיתות י' – י"ב

תקציר הפעילות

בפעילות זו התלמידים ינתחו שלושה גרפים של תנועה אנכית על פני כוכבי לכת שונים, לאחר צפייה בהדמיה של נפילה חופשית על פני כדור הארץ. במהלך הפעילות ינסו התלמידים להבין באמצעות חישובים מהו סוג התנועה על כל כוכב לכת, ובאיזה כוכב לכת מדובר. זוהי פעילות העמקה בנושא תנועה אנכית, והיא יכולה להתבצע ביחידים או בזוגות.

משך הפעילות

עד שני שיעורים. יש לאפשר לתלמידים שאינם בקיאים בחומר לעבוד בזוגות, ולתת זמן של שני שיעורים לביצוע הפעילות. תלמידים הבקיאים יותר בחומר יכולים לעשות את הפעילות כעבודה עצמאית ושיעור אחד מספיק. אפשר גם לתת את אחד החלקים כמשימה לבית.

מטרות הפעילות

- לטפח מיומנויות של ניתוח נתונים וייצוג מידע, לנתח גרף מהירות כתלות בזמן, לייצר גרף לפי נתונים שחושבו.
- ליישם את משוואות מהירות ותאוצה.
- לתרגל את תופעת התנועה האנכית על כוכבי לכת שונים.

מושגים מתוכנית הלימודים

כוח כבידה, תאוצת הכובד, מהירות, תאוצה, העתק, שיא גובה, נפילה חופשית, זריקה אנכית

מיומנויות

טיפול במידע, יישום ידע, שימוש בייצוגים שונים

אופי הלמידה

יחידים או זוגות

סוג הפעילות

פעילות לסיכום נושא

קישור לסרטון

הסרטון הבא:

· ["כוח המשיכה בכוכבים ובחלל"](#)

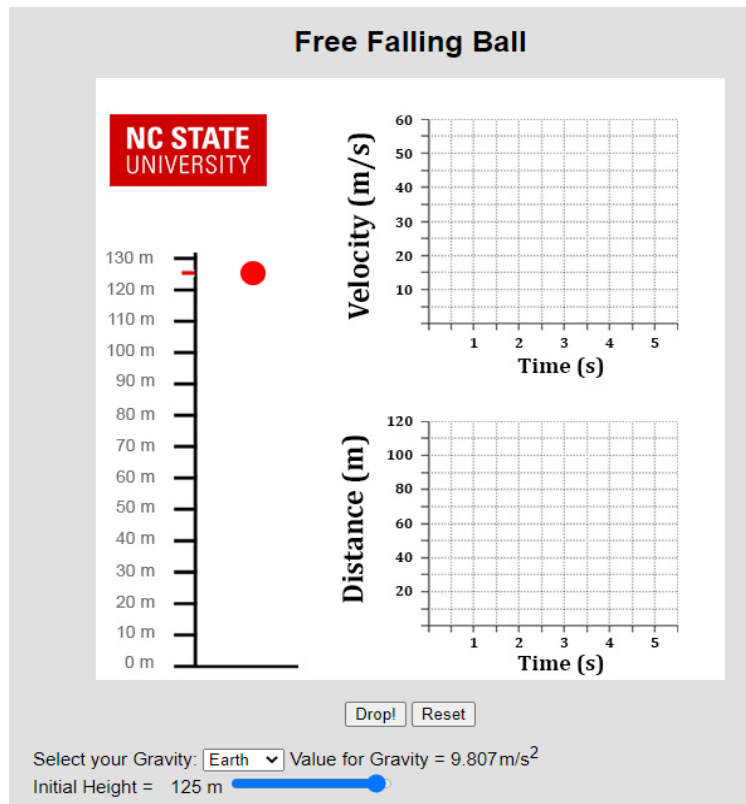
הכנות לקראת הפעילות

הפעילות מצריכה מחשבים לעבודה. יש לדאוג לכמות מחשבים בהתאם למספר התלמידים או זוגות התלמידים בכיתה.

מה עושים?

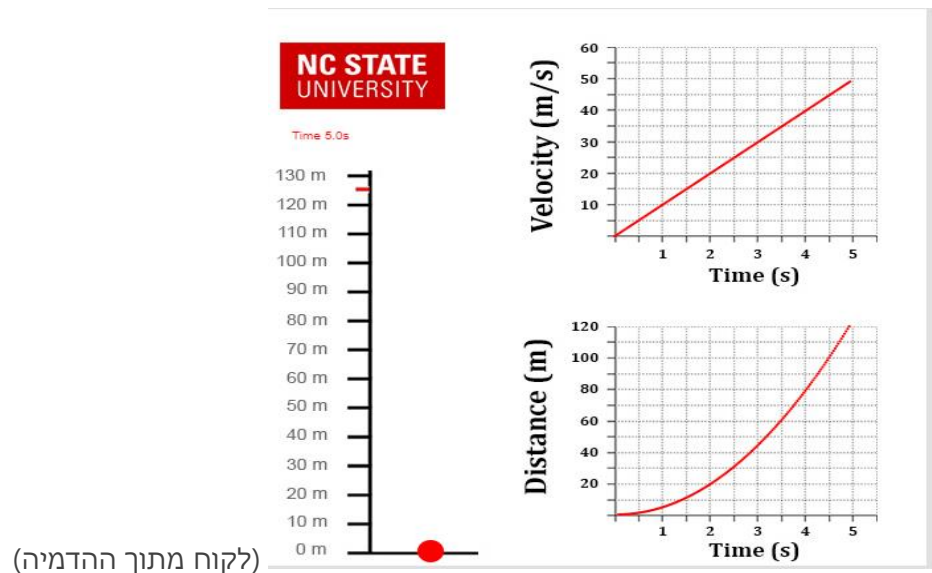
חלק א': נפילת גופים על גרמי שמיים שונים

1. צפו בסרטון: "[כוח המשיכה בכוכבים ובחלל](#)".
2. ההדמיה שבקישור הבא מתארת נפילה חופשית של גוף על גרמי שמיים שונים. היכנסו לקישור, בחרו ב-Earth ולחצו על drop! כדי להפיל את הכדור. "[הסימולציה](#)".



(לקוח מתוך ההדמיה)

3. התבוננו בגרפים שנוצרים תוך כדי תנועת הכדור. הגרף העליון מתאר את הקשר בין מהירות הכדור כתלות בזמן – קשר ליניארי. הגרף התחתון מתאר את גרף המיקום כתלות בזמן – קשר פרבולי.



(לקוח מתוך ההדמיה)

בפעילות זו נתמקד בגרף מהירות כתלות בזמן.

אפשר לחשב את תאוצת הגוף על ידי חישוב שיפוע הגרף. לדוגמה, אם ניקח את ערך המהירות בזמן 3 (s) נראה שהיא שווה 30 (m/s).

בחישוב התאוצה $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ נקבל: $a = \frac{30-0}{3-0} = 10 \text{ (m/s}^2\text{)}$

4. שנו את הגרם השמימי ל-moon (ירח). דונו ביניכם: מה יקרה לכדור בהשוואה לנפילה על פני כדור הארץ? נמקו את תשובתכם.

5. הפילו את הכדור מחדש. מה השתנה בהשוואה לנפילת הכדור על פני כדור הארץ? זמן הנפילה של הכדור איטי יותר מזמן הנפילה על פני כדור הארץ: הגרפים השתנו. ניתן לראות כי השיפוע על פני הירח קטן יותר.

6. חשבו בקירוב את תאוצת הכובד של הירח על פי גרף המהירות שקיבלתם.

בחישוב התאוצה $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ נקבל: $a = \frac{5-0}{3-0} = 1.66 \text{ (m/s}^2\text{)}$

7. השלימו: ידוע כי מסתו של הירח _____ קטנה _____ (גדולה\קטנה) ממסת הכדור הארץ, ולכן תאוצת הכובד על פני הירח _____ קטנה _____ (גדולה\קטנה) מזו של כדור הארץ.

8. שנו את הגרם השמימי Jupiter (צדק). דונו ביניכם: מה יקרה לכדור בהשוואה לנפילה על פני כדור הארץ? נמקו את תשובתכם.

9. הפילו את הכדור מחדש. מה השתנה בהשוואה לנפילת הכדור על פני כדור הארץ? זמן הנפילה של הכדור מהיר יותר מזמן הנפילה על פני כדור הארץ: הגרפים השתנו. ניתן לראות כי השיפוע על פני צדק גדול יותר.

10. חשבו בקירוב את תאוצת הכובד של צדק על פי גרף המהירות שקיבלתם.

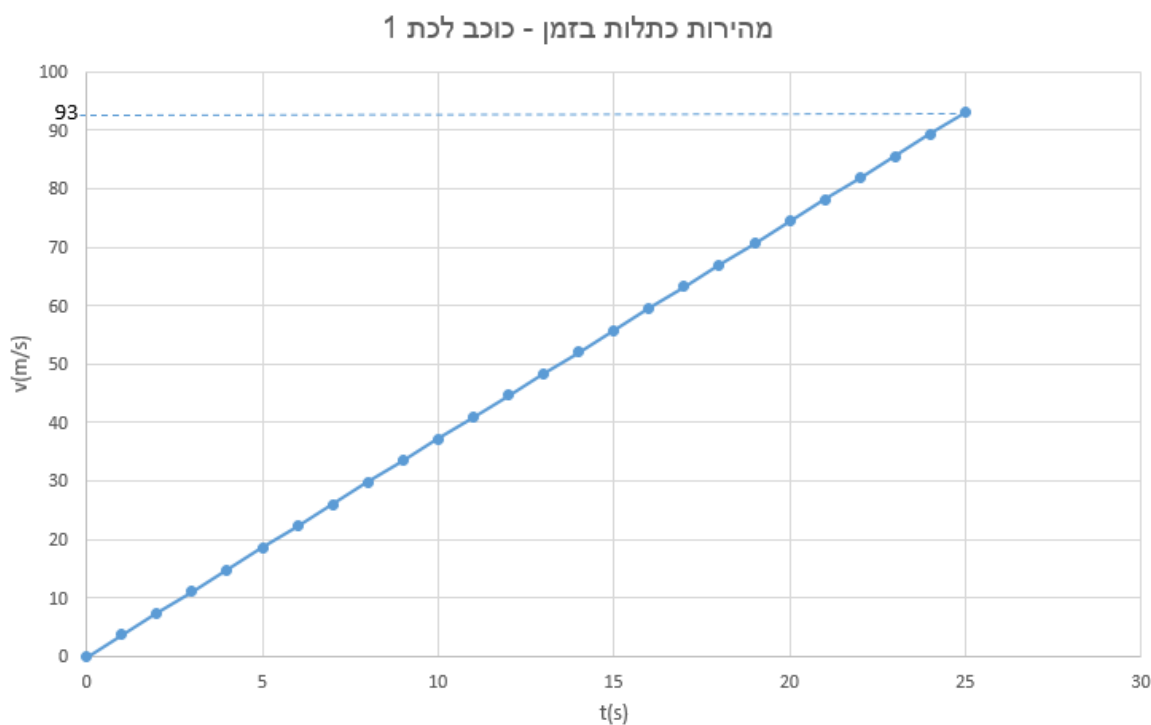
$$\text{בחישוב התאוצה } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \text{ נקבל: } a = \frac{25-0}{1-0} = 25 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

11. השלימו: ידוע כי מסתו של צדק _____ גדולה _____ (גדולה\קטנה) ממסת כדור הארץ, ולכן תאוצת הכובד על פני צדק _____ גדולה _____ (גדולה\קטנה) מזו של כדור הארץ.

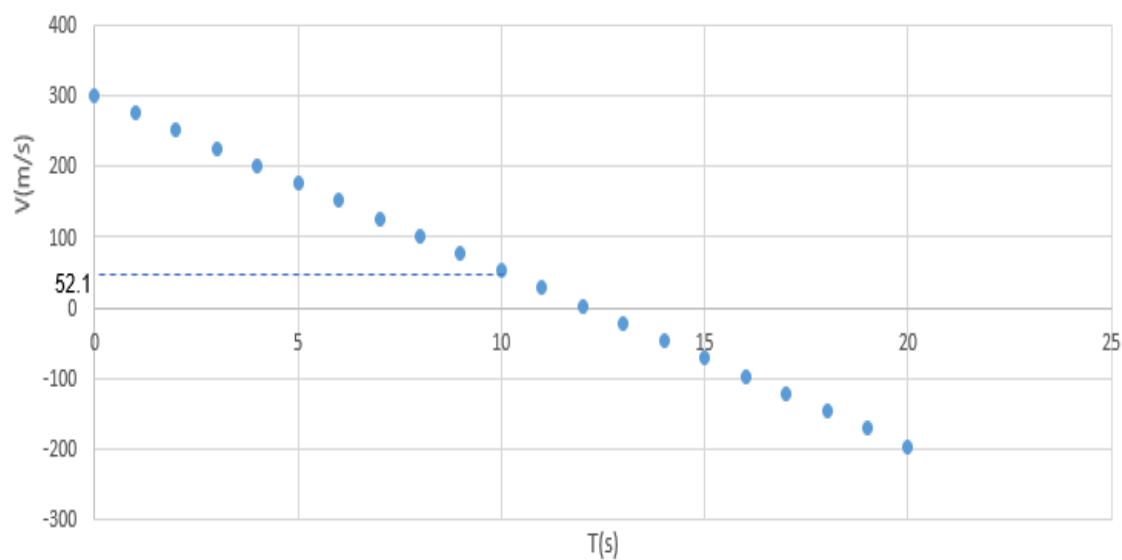
חלק ב': ניתוח תנועה אנכית על פני גרמי שמיים שונים

לפניכם שלושה גרפים של מהירות כתלות בזמן עבור שלושה גופים שנעים אנכית על פני כוכבי לכת שונים.

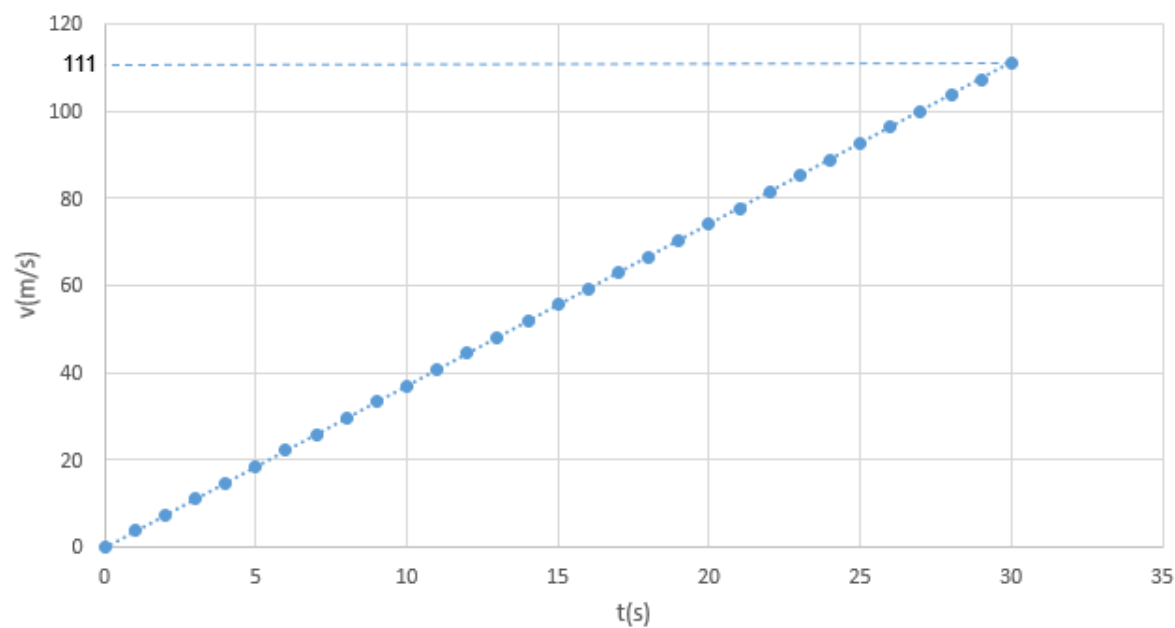
גרף 1



מהירות כתלות בזמן כוכב לכת 2



מהירות כתלות בזמן - כוכב לכת 3

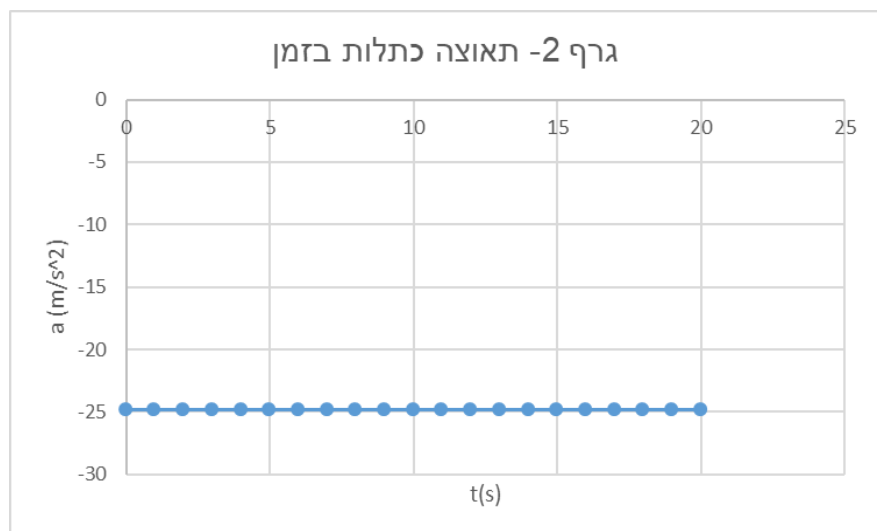
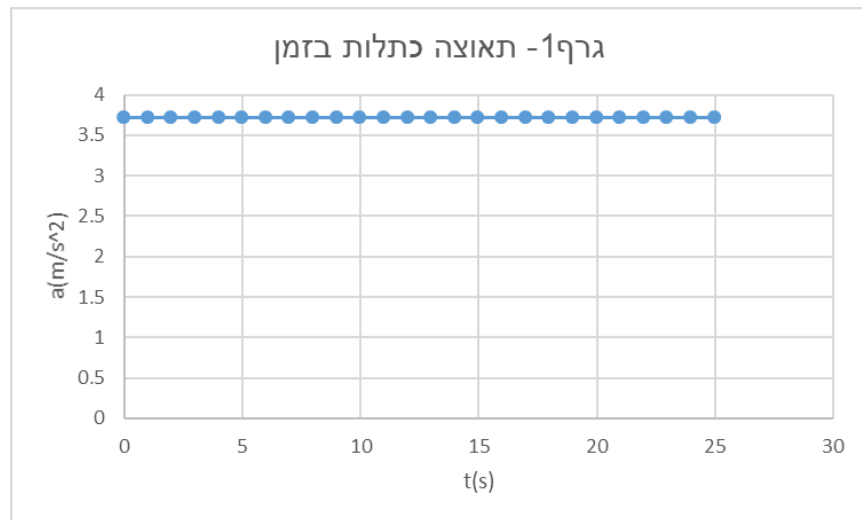


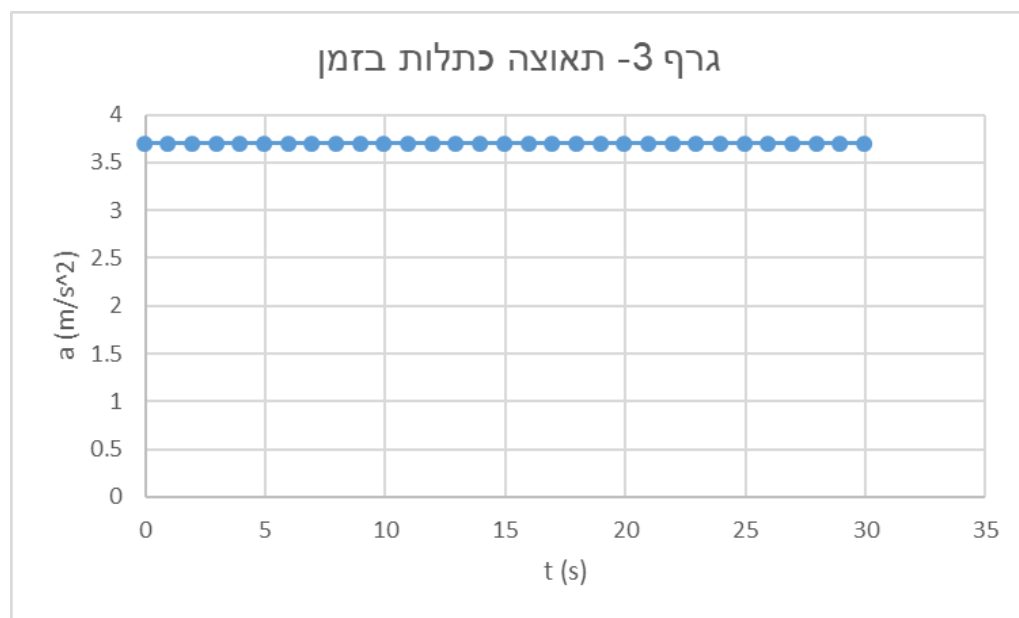
ענו על השאלות הבאות במחברתכם לאחר דיון ביניכם:

1. עבור כל גרף כתבו: איזה סוג תנועה מבצע הגוף – נפילה חופשית, זריקה אנכית מעלה או זריקה אנכית מטה? נמקו את תשובתכם.
2. עבור כל גרף, מהו הכיוון החיובי של מערכת הצירים?
3. עבור כל גרף, חשבו את תאוצת הגוף.
4. עבור הגרפים המתארים נפילה חופשית או זריקה כלפי מטה חשבו מאיזה גובה נזק כל אחד מהגופים.
5. עבור הגרפים המתארים זריקה כלפי מעלה חשבו את שיא הגובה שאליו מגיע הגוף.
6. ציירו גרף תאוצה כתלות בזמן עבור כל אחד מהגופים.
7. לפי התאוצות שחישבתם, חפשו באינטרנט באילו כוכבי לכת מדובר.

פתרונות

1. גרף 1 וגרף 3: מתארים נפילה חופשית. אפשר לראות בגרפים שהמהירות ההתחלתית היא אפס.
גרף 2: מתאר זריקה אנכית כלפי מעלה. אפשר לראות לפי הגרף כי המהירות משנה סימן ומתאפסת לרגע - בנקודת שיא הגובה.
2. עבור גרפים 1 ו-3, נבחרה מערכת צירים שבה הכיוון החיובי של ציר המיקום כלפי מטה; לעומת זאת עבור גרף 2 נבחרה מערכת צירים שבה הכיוון החיובי של ציר המיקום כלפי מעלה.
3. נשתמש בנוסחה לחישוב תאוצה: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
גרף 1: $a = \frac{93-0}{25-0} = 3.72 \text{ (m/s}^2\text{)}$
גרף 2: $a = \frac{52.1-300}{10-0} = -24.79 \text{ (m/s}^2\text{)}$
גרף 3: $a = \frac{111-0}{30-0} = 3.7 \text{ (m/s}^2\text{)}$
4. נחשב את הגובה שממנו נזרקו הגופים בגרף 1 ו-3 על ידי שימוש בשטח הכלוא בין ציר הזמן לעקומת המהירות. זהו למעשה ההעתק של תנועת הגוף.
גרף 1: חישוב שטח משולש $s = \frac{25 \cdot 93}{2} = 1162.5$
גרף 3: חישוב שטח משולש $s = \frac{23 \cdot 111}{2} = 1276.5 \text{ (m)}$
5. גרף 2: נכתוב משוואת מהירות ונמצא מהו הזמן שבו המהירות מתאפסת. לאחר מכן נוכל לחשב את השטח הכלוא עד לרגע זה.
משוואת המהירות: $v(t) = 300 - 24.79t$
שווה לאפס: $0 = 300 - 24.79t$
 $t = 12.101 \text{ (s)}$
6. כעת נחשב שטח משולש:
 $s = \frac{12.101 \cdot 300}{2} = 185.15 \text{ (m)}$





7. גרף 1 – מאדים
 גרף 2 – מאדים
 גרף 3 – כוכב חמה.