



מהלכי הוראה

פיתוח: המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע

צוות הפיתוח: ד"ר אסתר בגנו, פרופ' בת שבע אלון, ד"ר חנה ברגר,
אסתר מגן, קורינה פולינגר, אירינה ויסמן

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



תוכן עניינים

1	מהלכי הוראה
3	מהלכי הוראה לשילוב ידע – מבוא כללי
6	מהלכי הוראה "נוסחה ומשמעותה" - מבוא כללי
8	מקום של גוף הנע בתנועה שוות תאוצה, כתלות בזמן
15	נוסחת העבודה של כוח קבוע הפועל על גוף נקודתי שנע לאורך קו ישר
23	המהירות כתלות במקום של גוף המחובר לקפיץ ונע בתנועה הרמונית פשוטה
30	אנרגיה פוטנציאלית כבידתית (גרביטציונית)
38	נוסחת הפוטנציאל החשמלי של מטען נקודתי ושל כדור מוליך
45	נוסחת הכא"מ של מקור, ההתנגדות הפנימית שלו ומתח הדקים (עבור מקור יחיד במעגל)
53	מהלכי הוראה "נימוק מה חסר?" - מבוא כללי
55	בחינת הבגרות במכניקה 2018, שאלה 3
63	הפרש פוטנציאלים בין שתי נקודות במעגל חשמלי
72	מהלך הוראה לשרטוט גרפים – מעבר מטבלה לגרף
73	מעבר מטבלה לגרף
88	מקורות

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

מהלכי הוראה לשילוב ידע – מבוא כללי

הקדמה

"מהלך הוראה לשילוב ידע" מוגדר על ידינו כרצף של פעילויות הוראה שמכוונות לעודד "למידה משמעותית" של כל תלמיד ותלמיד. למידה משמעותית מתרחשת כאשר הלומד **משלב** בין הידע החדש שהוא אמור ללמוד לבין הידע שכבר קיים אצלו וכך יוצר מבנה ידע מעודכן (Ausubel, 2000; Linn & Eylon, 2011). כל "מהלך הוראה לשילוב ידע" בנוי משלוש פעילויות עוקבות:

1. **פעילות מאבחנת** המאפשרת למורה לחשוף קשיי למידה או טעויות של תלמידים. הפעילות המאבחנת מנוסחת בדרך כלל (אך לא תמיד) כשאלה רבת בחירה בה התלמיד מתבקש לבחור בתשובה הנראית לו נכונה **ולנמק** את הסיבה שבגללה בחר בתשובה זו. פעילות מאבחנת מסוימת יכולה לחשוף באותה כיתה "משפחות" שונות של קשיים (למשל, תלמידים אינם יודעים לכתוב נימוק, או שימוש לא נכון בנוסחה הנובע מפרוש לא נכון של הנוסחה או "בלבול" בין מושגים פיזיקליים שונים שנראים דומים). במקום שאלה רבת בחירה, ניתן להתייחס לשלב של העבודה האישית בפעילות ה"טיפול" המתוארת בסעיף הבא, כפעילות מאבחנת.

2. **פעילות "טיפול"** המותאמת למשפחה של קשיים או טעויות העולים מממצאי הפעילות המאבחנת (למשל, פעילות ה"טיפול" "נימוק מה חסר?" המותאמת לקושי של תלמיד לכתוב נימוק מדעי לפתרון בעיה, פעילות ה"טיפול" "נוסחה ומשמעותה" המותאמת לקושי של התלמיד לפרש מה אומרת הנוסחה ובאילו תנאים פיזיקליים מותר להשתמש בה, או פעילות ה"טיפול" "למה כן למה לא" המותאמת לקושי של תלמיד להסביר לא רק מדוע תשובה מסוימת בשאלה רבת בחירה היא נכונה אלא מדוע שאר התשובות לא יכולות להיות נכונות מבחינה פיזיקלית).

3. **פעילות משוב אישי (רפלקציה)** שבה התלמיד מתבקש להשוות בין הידע ההתחלתי שלו, כפי שהיה בעת ביצוע הפעילות המאבחנת, לבין הידע שרכש בעקבות פעילות ה"טיפול", המתוארת בסעיף הקודם.

באופן כזה, ניתן להציע לתלמידים שונים באותה הכיתה מהלכי הוראה שונים, בהתאם לקשיים/טעויות הנחשפים בפעילות המאבחנת.

ברצוננו להעיר שבמהלך השנים האחרונות העברנו פעילויות מאבחנות מגוונות בכיתות של מורים מצוות הפיתוח. ניתוח הממצאים שנאספו מצביע על "משפחות" מסוימות של טעויות או קשיים הנחווים על ידי מרבית התלמידים (למשל, ייחוס תכונות וקטוריות לגדלים סקלריים וההפך, קושי לזהות עקרונות פיזיקליים העומדים בבסיס של אירוע או מצב פיזיקלי, או קושי להימנע מהכללות יתר). לכן, באוגדן זה, אנחנו מציעים, בשלב ראשון, פעילויות "טיפול" שתופעלנה בהשתתפות כל תלמידי הכיתה. הניסיון מלמד שאם מפעילים את פעילות ה"טיפול" בהתאם למתואר מטה, כל התלמידים לומדים, אלה שהתקשו בפעילות המאבחנת וגם כאלה שלא התקשו.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

המלצות דידקטיות להפעלת "מהלך ההוראה לשילוב ידע"

ניתן לבצע את הפעילות המאבחנת ואת פעילות ה"טיפול" שבאה בעקבות האבחון, באופן אישי, קבוצתי או בדיון כיתתי. את פעילות המשוב יש לעשות באופן אישי, כדי שהתלמיד ייתן לעצמו דין וחשבון על מה שלמד.

כדי להבטיח, עד כמה שניתן, שכל תלמיד ילמד ממהלך ההוראה, מומלץ להפעילו בארבעה שלבים: עבודה אישית, עבודה בקבוצות קטנות, דיון כיתתי ומשוב אישי (רפלקציה).

בשלב של העבודה האישית

- כדי להבטיח את ביצוע השלב האישי, במיוחד אם הוא ניתן כשעורי בית, מומלץ לתגמל תלמידים (באופן שמתאים למורה) על ביצוע שלב זה. יחד עם זאת, חשוב שהמורה ידגיש שתשובות לא נכונות בשלב של העבודה האישית לא יפגעו בציון הסופי.
- אם השלב האישי מתבצע בכיתה, מומלץ שהמורה יעבור בין התלמידים ויעודד אותם לעבוד לבד. יחד עם זאת, מומלץ לא להסתכל בתשובות שהתלמידים כותבים, כדי להפיג חששות.
- אם השלב האישי מתבצע בכיתה, מומלץ שהמורה יקשיב לשאלות שהתלמידים מפנים אליו, אבל לא ייתן תשובות. במידת הצורך, ניתן לסייע לתלמידים בשאלות מנחות.

בשלב של העבודה בקבוצות

- עד כמה שניתן, מומלץ לחלק את התלמידים לקבוצות בנות שלושה תלמידים כל אחת. בכל מקרה, רצוי ואף חשוב שבקבוצה יהיה לכל היותר תלמיד אחד שלא הפגין קשיים בשלב האבחון.
- כדאי שהמורה יקפיד שכל התלמידים בקבוצה ישתתפו ושלא תהיה השתלטות של תלמיד אחד על השיח.
- אם התלמידים בקבוצה חווים קשיים במענה על המשימות, המורה יכול לסייע להם בשאלות מנחות.
- בקבוצות שמסיימות מהר את העבודה, כדאי לוודא שאכן דנו ועדכנו בכתב את התשובות לכל השאלות. כמו כן רצוי לבקש מכל אחד לספר בעל-פה או בכתב מה הוא למד מחבריו במהלך העבודה בקבוצות, אפשר גם לבקש מהם לענות על שאלות הרחבה שהן מעבר לפעילות המקורית.

בשלב של הדיון הכיתתי

- מומלץ שהמורה ידגיש שנציג אחד מכל קבוצה מציג את התשובות שעליהן הסכימו כקבוצה. לאחר ההצגה של הקבוצה הראשונה, מומלץ לבקש מנציגי הקבוצות האחרות להציג רק השלמות, תיקונים, תוספות או גישות אחרות לתשובה שניתנה ולהשתדל לא לחזור על דברים שכבר נאמרו.
- במקרה שהמורה מזהה שימוש שגוי במושג, כדאי לחזור עם התלמידים על הגדרת המושג ולוודא שהשימוש בו יהיה נכון.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש אישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



- מאד חשוב בדיון הכיתתי להציג את כל הספקטרום של התשובות שהציעו נציגי הקבוצות וגם את הקשרים ביניהם. לדוגמא, אם קבוצה אחת הציגה תשובה המסתמכת על שימור אנרגיה מכנית וקבוצה אחרת הציגה תשובה המסתמכת על חוקי ניוטון, חשוב שבדיון הכיתתי יודגש הקשר בין התשובות. אפילו במקרה קיצוני שבו כל הקבוצות נקטו אותה הגישה, רצוי שהמורה יציין ויסביר גם את הגישה האחרת.

בשלב של המשוב האישי (רפלקציה)

- שלב המשוב האישי **חיוני מאד** והוא הכלי שבאמצעותו התלמידים אכן מוודאים מה הם למדו במהלך הפעילות ומה עדיין לא ברור להם. מורים ותלמידים נוטים לדלג עליו. לכן, חשוב לבקש מהתלמידים לענות על השאלות הרפלקטיביות, אפילו באופן אנונימי ולמסור למורה את התשובות. עיון בתשובות התלמידים משכנע בדרך כלל מורים בחשיבות הרפלקציה. כדאי גם שמורים יעשו בכיתה פעולות המשך שיעידו על כך שהם קראו את התשובות ומתייחסים אליהן ברצינות.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

מהלכי הוראה "נוסחה ומשמעותה" - מבוא כללי

מורים מנוסים לפיזיקה מספרים וספרות המחקר מעידה על כך שבעיני תלמידים רבים נוסחאות בפיזיקה הן כלים מתמטיים הנחוצים בהקשר של פתרון בעיות ולא ייצוגים סימבוליים של קשרים בין גדלים פיזיקליים (שלעיתים קרובות מבטאים הגדרות, חוקים או עקרונות בפיזיקה). ואכן, כאשר שואלים תלמידים את השאלה "באילו תנאים מותר להשתמש בנוסחה...?", התשובה המתקבלת בדרך כלל נטועה בהקשר של פתרון בעיה: "כאשר נתונים שני גדלים וצריך למצוא את השלישי" ולא תשובה שמציגה תנאי פיזיקלי דוגמת "כאשר הכוח השקול הפועל על הגוף קבוע". לא ייפלא איפה, שהעיסוק המקובל בנוסחאות מתמצה בביצוע מניפולציות מתמטיות עד לקבלת הערכים של הגדלים הנדרשים בפתרון בעיה ספציפית. גישה זו אינה מקדמת את ההבנה הפיזיקלית של נוסחאות (Van Heuvelen, 1991; Sherin, 2001; Mason & Singh, 2010).

מטרת מהלכי ההוראה לשילוב ידע "נוסחה ומשמעותה" היא לקדם את ההבנה של הקשרים הפיזיקליים שנוסחה מייצגת. כלומר, איזה גודל פיזיקלי מיוצג על ידי כל מרכיב בנוסחה ומהן יחידות המידה שלו, מהם הקשרים בין יחידות המידה, מה התנאים הפיזיקליים בהם הקשרים תקפים. התלמידים מתבקשים גם להציג ייצוגים נוספים של אותם הקשרים ומקרים פרטיים ומקרי קיצון של הקשר.

בנוסף, הבנה טובה של נוסחאות, תסייע לתלמידים גם בהקשר של פתרון בעיות.

בדומה לכל מהלכי ההוראה האחרים, גם מהלך ההוראה "נוסחה ומשמעותה" מורכב מפעילות מאבחנת (דיאגנוסטית), פעילות "טיפול" ופעילות משוב אישי (רפלקציה).

הפעילות המאבחנת - "נוסחה ומשמעותה"

הפעילות המאבחנת ב"נוסחה ומשמעותה" היא השלב של העבודה האישית של מהלך ההוראה. מטרת הפעילות המאבחנת היא לברר עד כמה התלמידים יודעים אילו גדלים מיוצגים על-ידי האותיות המופיעות בנוסחה, מהן יחידות המידה של הגדלים הללו ומהם הקשרים בין יחידות מידה אלה, מה מתארת הנוסחה ובאילו תנאים פיזיקליים (בניגוד לתנאים מתמטיים) היא תקפה, עד כמה התלמידים מכירים מקרי קיצון או מקרים מיוחדים של הנוסחה ויודעים לתאר את הקשרים המתוארים בנוסחה בעזרת ייצוגים אחרים.

בהתאם לכך, התלמיד מקבל נוסחה מתוך הנושא הנלמד ומתבקש:

1. לרשום במילים מה מייצג כל מרכיב שמופיע בנוסחה ומהן יחידות המידה שלו.
2. לספר במילים מה מתארת הנוסחה, ומהם התנאים הפיזיקליים שבהם מותר להשתמש בה.
3. לקבוע אם הנוסחה היא וקטורית או סקאלרית.
4. להוכיח שהיחידות באגף ימין שלה זהות ליחידות באגף שמאל שלה.
5. לתאר את הקשר המתואר בנוסחה בעזרת ייצוגים אחרים.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

6. לנתח מקרי קיצון/מקרים פרטיים של הנוסחה.
7. אם יש בנוסחה איברים מורכבים (מכפלות או מנות), לתאר את המשמעות הפיזיקלית שלהם.

תשובותיו של התלמיד לדף הפעילות יכולות לחשוף אחד או יותר מהקשיים הבאים:

- א. קושי לזהות את כל הגדלים הפיזיקליים המיוצגים על ידי אותיות בנוסחה, מכפלות או מנות שלהן.
- ב. קושי להבחין בין שני סוגים של גדלים פיזיקליים: משתנים (כמו מסה, כוח או מטען חשמלי) וקבועים (כמו קבוע הכבידה העולמי, המקדם הדיאלקטרי של ריק).
- ג. קושי להתאים לכל גודל את יחידות המידה שלו.
- ד. קושי להבחין שהיחידות משני צדי הנוסחה חייבות להיות זהות.
- ה. קושי לבצע מניפולציות אלגבריות עם היחידות.
- ו. קושי לזהות אם הנוסחה וקטורית או סקאלרית.
- ז. קושי לנסח במילים מה מתארת הנוסחה, ובמיוחד לשלב בתיאור את הגדלים הפיזיקליים המרכיבים אותה (כאותיות).
- ח. קושי להראות את הקשר המיוצג בנוסחה בעזרת ייצוג אחר.
- ט. קושי לקשר בין נוסחה לבין עיקרון/חוק/ מקרה פרטי שאותו היא מייצגת (לראות את הנוסחה כייצוג סימבולי של עיקרון/חוק/מקרה פרטי).
- י. קושי להבחין בין תנאים מתמטיים (מציאת ערך של גודל לא ידוע בעזרת גדלים שערכיהם ידועים) לבין תנאים פיזיקליים (למשל, בתנועה בתאוצה קבועה בלבד) שבהם מתקיימת נוסחה.
- יא. קושי לזהות מקרי קיצון/מקרים פרטיים של הנוסחה ולהסביר את המשמעות של הנוסחה במקרים אלו.

פעילות ה"טיפול" - "נוסחה ומשמעותה"

המטרות של פעילות ה"טיפול" "נוסחה ומשמעותה" הן לחזק אצל התלמיד את ההבנה של נוסחה. לכן בשלב הקבוצתי של הפעילות (קרי ה"טיפול") התלמידים מתבקשים להשוות בין התשובות שכל אחד כתב בשלב האישי, להרחיב, לתקן ולעדכן לפי הצורך.

לאחר הדיונים הקבוצתיים המורה מנחה דיון כיתתי, שבו מרוכזות התשובות של כל הקבוצות, ומופקות תובנות בדבר המאפיינים השונים של הנוסחה והקשרים ביניהם.

פעילות המשוב האישי - "נוסחה ומשמעותה"

הפעילות מסתיימת ברפלקציה אישית, שבה כל תלמיד כותב מה למד בפעילות ומה עדיין לא ברור לו.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

מהלך הוראה – "נוסחה ומשמעותה"

מקום של גוף הנע בתנועה שוות תאוצה, כתלות בזמן

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

תעודת זהות

נושא	הנוסחה – מקום של גוף הנע בתנועה שוות תאוצה, כתלות בזמן
הקושי	תלמידים מתקשים להבין את המשמעות הפיזיקלית של האותיות ושל האיברים המורכבים בנוסחה $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$. תלמידים משתמשים בנוסחה זו גם עבור מקרים בהם התאוצה אינה קבועה (למשל, תנועה הרמונית פשוטה).
סוג הפעילות	"נוסחה ומשמעותה" הפעילות מסייעת לתלמידים להבין את המשמעות הפיזיקלית של נוסחה בפיזיקה, כאשר שלב האבחון הוא שלב העבודה האישית (ראו מבוא כללי).
סביבת הפעילות	כיתה
עזרים נחוצים	דפי פעילות
משך הפעילות	שיעור אחד
הערות	ניתן לתת כשיעורי בית את שלב העבודה האישית בכיתה, ניתן להקרין את הטופס על הלוח על מנת לחסוך בנייר

קשיים שהפעילות יכולה לחשוף

- תלמידים משתמשים בנוסחה זו גם עבור מקרים בהם התאוצה אינה קבועה (למשל, תנועה הרמונית פשוטה או תנועה שוות תאוצה למקוטעין).
- הקושי להבחין בין x לבין x_0 .
- קושי להבין ש- t בנוסחה הוא הזמן שחלף מהרגע בו התאוצה נשארה קבועה. זמן זה אינו בהכרח שווה לזמן מתחילת המדידה.
- תלמידים מתקשים לעבור מייצוג תנועה באמצעות הנוסחה לייצוגים אחרים כגון גרף, סיפור תנועה.
- הקושי להסביר את המשמעות הפיזיקלית של האיברים המורכבים המופיעים בנוסחה: $v_0 t$ ו- $\frac{1}{2} a t^2$.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימושם האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



דף לתלמיד - "נוסחה ומשמעותה"

עבודה אישית

נתונה הנוסחה:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

1. רשמו מהו הגודל הפיזיקלי שמייצגת כל אות בנוסחה ומה היא יחידת המידה שלו. אם יש צורך, הוסיפו שורות לטבלה.

האות	הגודל פיזיקלי	יחידה

2. הראו שהיחידה באגף הימני של הנוסחה זהה ליחידה באגף השמאלי שלה.

3. התנאים שבהם מותר להשתמש בנוסחה הם:

4. תארו את הקשר המבוטא בנוסחה בדרך אחרת (כגון גרף או תרשים):

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



5. נתחו, בעזרת הטבלה הבאה, מקרים מיוחדים/גבוליים עבור הנוסחה (למשל, מקרה שבו אחד המרכיבים מתאפס). (אם יש צורך הוסיפו שורות)

המקרה המיוחד	הנוסחה עבור מקרה זה	המשמעות הפיזיקלית של הנוסחה במקרה זה
$a=0$		

6. אם יש איברים (מכפלות או מנות) בנוסחה, רשמו בעזרת הטבלה הבאה את המשמעות הפיזיקלית שלהם:

האיבר	המשמעות הפיזיקלית שלו

7. נסחו במילים שלכם מה אומרת הנוסחה.

אחרי ההתמודדות האישית עם השאלות והתשובות השונות, **זונו עם חברים** בכיתה היושבים בקרבתכם. השוו את תשובותיכם עם תשובותיהם, ובמידת הצורך, בעזרת צבע אחר, הוסיפו או תקנו.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך © כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



בהמשך יתקיים **דיון כיתתי**, בהנחיית המורה, לסיכום הפעילות.

לאחר הדיון הכיתתי, רשמו **משוב אישי** :

1. האם למדתם דברים חדשים על הנוסחה? פרטו.

2. מה הפתיע אתכם ?

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

הצעת פתרון

נתונה הנוסחה:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

1. רשמו מהו הגודל הפיזיקלי שמייצגת כל אות בנוסחה ומה היא יחידת המידה שלו. אם יש צורך, הוסיפו שורות לטבלה.

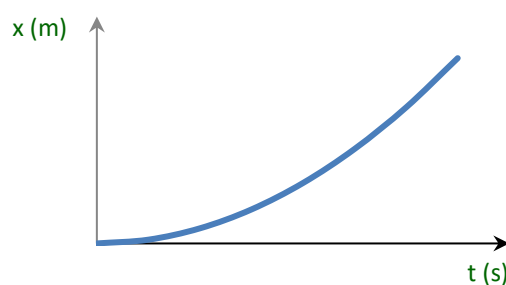
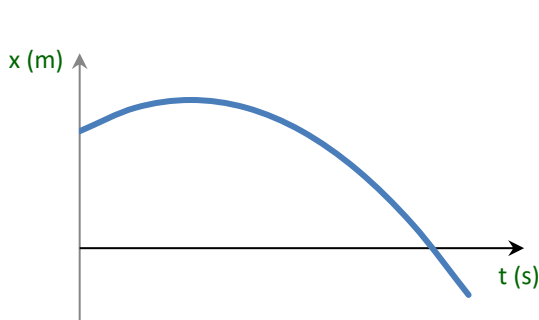
האות	הגודל פיזיקלי	יחידה
t	הזמן שחלף מהרגע בו התאוצה נשארה קבועה	s
x	המקום בו נמצא הגוף בזמן t	m
x_0	מקומו של הגוף בתחילת המדידה	m
v_0	מהירותו של הגוף בתחילת המדידה	m/s
a	תאוצתו הקבועה של הגוף	m/s ²

2. הראו שהיחידה באגף הימני של הנוסחה זהה ליחידה באגף השמאלי שלה:

$$[m] = [m] + [(m/s)(s)] + [(m/s^2)(s^2)] = [m] + [m] + [m] = [m]$$

3. התנאים שבהם מותר להשתמש בנוסחה הם: כאשר תאוצת הגוף קבועה (בגודלה ובכיוונה).

4. תארו את הקשר המבוטא בנוסחה בדרך אחרת (כגון גרף או תרשים):



הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

5. נתחו, בעזרת הטבלה הבאה, מקרים מיוחדים/גבוליים עבור הנוסחה (למשל, אחד המרכיבים מתאפס).
(אם יש צורך הוסיפו שורות)

המשמעות הפיזיקלית של הנוסחה במקרה זה	הנוסחה עבור מקרה זה	המקרה המיוחד
הגוף נע בתנועה קצובה	$x = x_0 + v_0 t$	$a = 0$
הגוף נמצא בנקודת המוצא	$x = x_0$	$t = 0$
הגוף התחיל ממנוחה	$x = x_0 + \frac{1}{2} a t^2$	$v_0 = 0$
הגוף מתחיל את תנועתו בנקודה שהוגדרה כראשית הציר	$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$	$x_0 = 0$
הגוף נמצא בנקודת המוצא	$0 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$	$x = x_0$
"נפילה חופשית". סימן התאוצה בנוסחה נקבע בהתאם לכיוון החיובי שנבחר. "נפילה חופשית" מוגדרת כתנועה בהשפעת כוח הכובד בלבד, ללא תלות במהירות ההתחלתית של הגוף.	$x = x_0 + v_0 t \pm \frac{1}{2} g t^2$	$ a = g$

6. אם יש איברים (מכפלות או מנות) בנוסחה, רשמו בעזרת הטבלה הבאה את המשמעות הפיזיקלית שלהם:

המשמעות הפיזיקלית שלו	האיבר
ההעתק שהיה הגוף עובר עד לרגע t אילו היה נע בתנועה קצובה במהירות השווה למהירותו ההתחלתית v_0 .	$v_0 t$
ההעתק שהיה הגוף עובר עד לרגע t אילו היה מתחיל ממנוחה.	$\frac{1}{2} a t^2$

7. נסחו במילים שלכם: מה אומרת הנוסחה?
הנוסחה אומרת מה המקום של גוף שהתחיל את תנועתו ממקום x_0 במהירות v_0 ונע במשך זמן t בתאוצה קבועה a .
או:

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



מקומו של הגוף מורכב מהסכום של מקומו ההתחלתי, ההעתק שהיה עובר אילו היה נע בתנועה קצובה במהירותו ההתחלתית, וההעתק שהיה עובר אילו היה נע בתאוצתו הקבועה ממהירות התחלתית אפס.

דגשים בהפעלת הפעילות

המלצתנו למורה היא שבשעה שהתלמידים עובדים, הן בעבודה האישית והן בעבודה בקבוצות, להסתובב בין התלמידים ולסייע להם בשאלות מנחות בהתאם לקשיים שיועלו. למשל, כמפורט בטבלה הבאה:

שאלות מנחות אפשריות להתמודדות עם הקושי	הקושי
מה הן ההגדרות של המושגים המיוצגים על ידי x , x_0 ו- Δx ? רצוי לערוך את ההגדרות זו ליד זו כדי להבין את ההבדלים בין המושגים.	הקושי להבחין בין מקום הגוף, x , ברגע מסוים, לבין x_0 - מקום הגוף ברגע $t=0$, לבין מושג ההעתק, Δx , שכלל לא מופיע בנוסחה.
האם ניתן להשתמש בנוסחה עבור כל גוף שנע בתאוצה? האם ניתן להשתמש בנוסחה עבור גוף שנע בתאוצה קבועה למקוטעין? האם ניתן להשתמש בנוסחה עבור גוף שנע בתאוצה שאינה קבועה?	הקושי לקבוע באילו תנאים הנוסחה תקפה
מה היחידות של כל איבר? מה המשמעות של מהירות התחלתית כפול זמן? כיצד מיוצג כל איבר בגרף $v(t)$ בתנועה שוות תאוצה?	הקושי לזהות את המשמעות הפיזיקלית של איברי הנוסחה
מה יכול להיחשב כמקרה מיוחד? מה המשמעות הפיזיקלית של הנוסחה אם נציב בנוסחה את הערך המיוחד? למשל אם נציב $a=0$, איזו נוסחה תתקבל ומה משמעותה הפיזיקלית? האם יש עוד ערכים / מקרים מיוחדים שניתן להציב בנוסחה?	הקושי לזהות את המקרים המיוחדים/הגבוליים של הנוסחה. לדוגמא, אם $a=0$ הנוסחה מצטמצמת לנוסחה המתאימה לתנועה שוות מהירות.

מומלץ לדון עם התלמידים על האופי (סקלרי או וקטורי) של מרכיבי הנוסחה.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

מהלך הוראה – "נוסחה ומשמעותה"

נוסחת העבודה של כוח קבוע הפועל על גוף נקודתי שנע לאורך קו ישר

$$W = F \cos \theta \Delta x$$

תעודת זהות

נושא	נוסחת העבודה של כוח קבוע הפועל על גוף נקודתי שנע לאורך קו ישר
הקושי	תלמידים מתקשים להבין את המשמעות הפיזיקלית של כל אחד ממרכיבי הנוסחה $W = F \cos \theta \Delta x$. בנוסף, הם חושבים שעבודה היא גודל וקטורי ולא סקלרי, היות שמופיעים בה גדלים ווקטורים (הכוח והעתק).
סוג הפעילות	"נוסחה ומשמעותה" הפעילות מסייעת לתלמידים להבין את המשמעות הפיזיקלית של נוסחה בפיזיקה, כאשר שלב האבחון הוא שלב העבודה האישית (ראו מבוא כללי).
סביבת הפעילות	כיתה
עזרים נחוצים	דפי פעילות
משך הפעילות	שיעור אחד
הערות	ניתן לתת כשיעורי בית את שלב העבודה האישית. בכיתה, ניתן להקרין את הטופס על הלוח על מנת לחסוך בנייר.

קשיים שהפעילות יכולה לחשוף

1. תלמידים חושבים שהעבודה של כוח קבוע על גוף היא המכפלה בין גודל הכוח לבין המרחק שהגוף עובר.
2. תלמידים חושבים שהעבודה היא גודל וקטורי.
3. תלמידים מתקשים לייצג את הנוסחה ואת הקשר בין מרכיבי הנוסחה, בדרכים אחרות.
4. תלמידים מתקשים לזהות מקרים מיוחדים/גבוליים של הנוסחה.
5. במקרים בהם העתק הגוף שווה לאפס, תלמידים מציבים באופן אוטומטי בנוסחה דלתא איקס שווה לאפס, מבלי להתייחס לכיוון הכוח לאורך כל קטעי התנועה.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



דף לתלמיד - "נוסחה ומשמעותה"

עבודה אישית

$$W = F \cos \theta \Delta x$$

נתונה הנוסחה:

1. רשמו מהו הגודל הפיזיקלי שמייצגת כל אות בנוסחה ומה היא יחידת המידה שלו. אם יש צורך, הוסיפו שורות לטבלה.

האות	הגודל הפיזיקלי	יחידה

2. האם הנוסחה היא נוסחה וקטורית או סקלרית?

3. הראו שהיחידה באגף הימני של הנוסחה זהה ליחידה באגף השמאלי שלה.

4. התנאים שבהם מותר להשתמש בנוסחה הם:

5. תארו את הקשר המבטא בנוסחה בדרך אחרת (כגון גרף או תרשים).

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



6. נתחו, בעזרת הטבלה הבאה, מקרים מיוחדים/גבוליים עבור הנוסחה (למשל, אחד המרכיבים מתאפס).
אם יש צורך, הוסיפו שורות לטבלה.

המקרה המיוחד	הנוסחה עבור מקרה זה	המשמעות הפיזיקלית של הנוסחה במקרה זה

7. אם יש איברים (מכפלות או מנות) בנוסחה, רשמו בעזרת הטבלה הבאה את המשמעות הפיזיקלית שלהם.

האיבר	המשמעות הפיזיקלית שלו

8. נסחו במילים שלכם מה אומרת הנוסחה.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



אחרי ההתמודדות האישית עם דף הפעילות, **דונו עם חברים** בכיתה היושבים בקרבתכם. השוו את תשובותיכם עם תשובותיהם, ובמידת הצורך, בעזרת צבע אחר, הוסיפו או תקנו.

בהמשך יתקיים **דיון כיתתי**, בהנחיית המורה, לסיכום הפעילות.

לאחר הדיון הכיתתי, רשמו **משוב אישי** :

1. האם למדתם דברים חדשים על הנוסחה? פרטו.

2. מה הפתיע אתכם?

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימושם האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

הצעת פתרון

נתונה הנוסחה :

$$W = F \Delta x \cos \theta$$

1. רשמו מהו הגודל הפיזיקלי שמייצגת כל אות בנוסחה ומה היא יחידת המידה שלו. אם יש צורך הוסיפו שורות לטבלה.

האות	הגודל פיזיקלי	יחידה
W	עבודת הכוח הפועל על הגוף	J
F	גודלו של הכוח הקבוע הפועל על גוף	N
Δx	גודל ההעתק שהגוף עובר	m
θ	הזווית בין וקטור הכוח לבין וקטור ההעתק	$^{\circ}$ (מעלות) או רדיאנים

2. האם הנוסחה היא נוסחה וקטורית או סקלרית ?
הנוסחה סקלרית

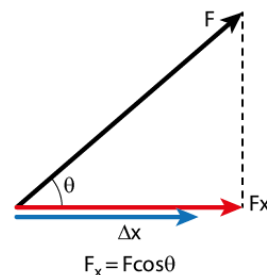
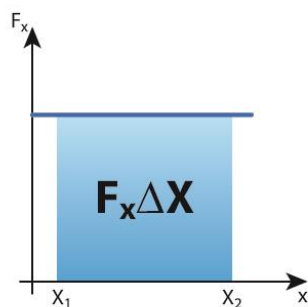
3. הראו שהיחידה באגף הימני של הנוסחה זהה ליחידה באגף השמאלי שלה :

$$J = N \cdot m$$

4. התנאים שבהם מותר להשתמש בנוסחה הם :
כאשר הגוף נקודתי, נע לאורך קו ישר, הכוח קבוע (גודל וכיוון).
5. תארו את הקשר המבוסס בנוסחה בדרך אחרת (כגון גרף או תרשים) :
השטח שבין הגרף של גודל רכיב הכוח בכיוון התנועה לבין ציר המקום, באותו העתק.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



6. נתחו, בעזרת הטבלה הבאה, מקרים מיוחדים/גבוליים עבור הנוסחה (למשל, אחד המרכיבים מתאפס). אם יש צורך הוסיפו שורות.

המקרה המיוחד	הנוסחה עבור מקרה זה	המשמעות הפיזיקלית של הנוסחה במקרה זה
$\theta = 0$	$W = F \Delta x$	אם הכוח פועל בכיוון ההעתק, עבודתו חיובית ושווה למכפלה בין גודל הכוח לגודל ההעתק.
$\theta = 90^\circ$	$W = 0$	אם הכוח פועל בניצב להעתק, עבודתו שווה אפס.
$\theta = 180^\circ$	$W = -F \Delta x$	אם הכוח פועל בכיוון מנוגד לכיוון ההעתק, עבודתו שלילית ושווה למינוס המכפלה בין גודל הכוח לגודל ההעתק.

7. נסחו במילים שלכם: מה אומרת הנוסחה?

העבודה היא גודל סקלרי השווה למכפלת רכיב הכוח המקביל להעתק הגוף ($F \cos \theta$) בגודל ההעתק (Δx), כאשר θ היא הזווית בין שני הווקטורים F ו- Δx . (מכפלה סקלארית).

העמקה:

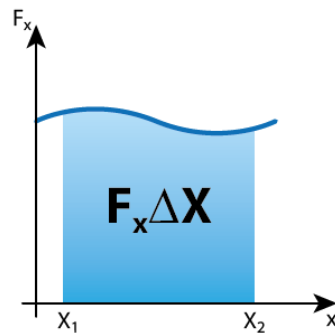
אם הכוח קבוע בכיוונו, אך אינו קבוע בגודלו, אז עבודתו נתונה על ידי:

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F(x) \cdot dx$$

ובייצוג גרפי העבודה שווה לגודל השטח, שבין גרף המתאר את גודל הכוח כפונקציה של המקום לבין ציר המקום:

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



אם מדובר בכוח F כלשהו, (שאינו קבוע בגודלו ובכיוונו), הפועל על גוף הנע לאורך מסלול כלשהו (לאו דווקא ציר ה- x), המחבר את הנקודות A ו- B , ניתן לחשב את עבודתו בדרך הבאה:

- חלוקת המסלול לקטעים קטנים Δr , שלאורכו של כל קטע כיוון הכוח וגודלו קבועים בקירוב טוב.
- חישוב העבודה בכל קטע.
- העבודה הכוללת תהיה, בקירוב, סכום העבודות החלקיות האלה.

דגשים בהפעלת הפעילות

המלצתנו למורה היא שבשעה שהתלמידים עובדים, הן בעבודה האישית והן בעבודה בקבוצות, להסתובב בין התלמידים ולסייע להם בשאלות מנחות בהתאם לקשיים שיועלו. למשל, כמפורט בטבלה הבאה:

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



שאלות מנחות אפשריות להתמודדות עם הקושי	הקושי
מה מסמנות האותיות שבנוסחה? מה ההבדל בין מרחק להעתק? תנו דוגמה של מקרה בו גודל ההעתק והמרחק שווים ודוגמה של מקרה בו אינם שווים.	תלמידים חושבים שהעבודה של כוח קבוע על גוף היא המכפלה בין גודל הכוח לבין המרחק, ולא המכפלה בין רכיב הכוח בכיוון ההעתק לבין ההעתק.
מה מאפיין גודל וקטורי? מה מאפיין גודל סקלרי? האם אפשר לחשב רכיבים של עבודה במערכת צירים קרטזית?	העבודה נתפשת כגודל וקטורי ולא כגודל סקלרי (עקב העובדה שהיא יכולה לקבל ערך חיובי או שלילי).
סרטטו את הגרף של גודל רכיב הכוח בכיוון התנועה כפונקציה של מקום הגוף.	קושי לתאר את הקשר המבוטא בנוסחה בדרך אחרת, כגון גרף.
סרטטו את שני הווקטורים שגודלם מופיע בנוסחה – הכוח וההעתק – בשלושה מקרים: $\cos\theta=0$, $\cos\theta=-1$, $\cos\theta=1$. מה מתקבל מהנוסחה בכל אחד מהמקרים האלה?	הקושי לזהות את המקרים המיוחדים והגבוליים של הנוסחה. לדוגמה, אם $\theta=90^\circ$, אז העבודה שווה אפס.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

מהלך הוראה – "נוסחה ומשמעותה"

המהירות כתלות במקום של גוף המחובר לקפיץ ונע בתנועה הרמונית פשוטה

$$v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$$

תעודת זהות

נושא	נוסחת המהירות כתלות במקום של גוף המחובר לקפיץ ונע ב- ת.ה. פ.
הקושי	תלמידים מתקשים להבין את המשמעות הפיזיקלית של הפרמטרים בנוסחה $v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$. בפרט, העובדה שנקודת שיווי המשקל של הגוף היא לא בהכרח במצב הרפוי של הקפיץ.
סוג הפעילות	"נוסחה ומשמעותה" הפעילות מסייעת לתלמידים להבין את המשמעות הפיזיקלית של נוסחה בפיזיקה, כאשר שלב האבחון הוא שלב העבודה האישית (ראו מבוא כללי).
סביבת הפעילות	כיתה
עזרים נחוצים	דפי פעילות
משך הפעילות	שיעור אחד
הערות	ניתן לתת כשיעורי בית את שלב העבודה האישית. בכיתה, ניתן להקרין את הטופס על הלוח על מנת לחסוך בנייר.

קשיים שהפעילות יכולה לחשוף

- קושי לקבוע ש x מייצג את העתק הגוף ממרכז התנועה שהיא נקודת שיווי המשקל.
- קושי להבין שנקודת שיווי משקל של הקפיץ איננה בהכרח במצב הרפוי של הקפיץ (במקרה של קפיץ אנכי, הקפיץ אינו רפוי בנקודת שיווי המשקל של הגוף).
- קושי לקבוע שהנוסחה תקפה למחזור שלם של תנועה ולהגדיר מהו מחזור שלם.
- הקושי להבין את משמעות ω .

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש אישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

דף לתלמיד - "נוסחה ומשמעותה"

עבודה אישית

$$v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$$

נתונה הנוסחה :

1. רשמו את המשמעות הפיזיקלית של כל אות בנוסחה (כולל יחידות), אם יש צורך הוסיפו שורות לטבלה :

האות	המשמעות הפיזיקלית	יחידה

2. הראו שהיחידה באגף הימני של הנוסחה זהה ליחידה באגף השמאלי שלה :

3. התנאים שבהם מותר להשתמש בנוסחה הם :

4. תארו את הקשר המבוטא בנוסחה בדרך אחרת (כגון גרף או תרשים) :

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

5. נתחו, בעזרת הטבלה הבאה, מקרים מיוחדים/גבוליים עבור הנוסחה (למשל, אחד המרכיבים מתאפס). (אם יש צורך הוסיפו שורות)

המקרה המיוחד	הנוסחה עבור מקרה זה	המשמעות הפיזיקלית של הנוסחה במקרה זה

6. נסחו במילים שלכם מה אומרת הנוסחה.

אחרי ההתמודדות האישית עם השאלה והתשובות השונות, **דונו עם חברים** בכיתה היושבים בקרבתכם. השוו את תשובותיכם עם תשובותיהם, והוסיפו במידת הצורך, בעזרת צבע אחר.

בהמשך יתקיים **דיון כיתתי**, בהנחיית המורה, לסיכום הפעילות.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



לאחר הדיון הכיתתי, רשמו **משוב אישי** :

1. האם למדתם דברים חדשים על הנוסחה? פרטו.

2. מה הפתיע אתכם ?

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

הצעת פתרון

$$v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$$

נתונה הנוסחה:

1. רשמו את המשמעות הפיזיקלית של כל אות בנוסחה (כולל יחידה), אם יש צורך הוסיפו שורות לטבלה:

האות	המשמעות הפיזיקלית	יחידה
v	מהירות הגוף בנקודה ששעורה x הנע בתנועה הרמונית פשוטה.	m/s
ω	תדירות זוויתית (מייצגת את תדירות התנועה)	s ⁻¹
A	משרעת התנועה (אמפליטודה) – המרחק המקסימלי מנקודת שיווי משקל	m
x	מקום הגוף ביחס לנקודת שיווי משקל	m
±	כיוון המהירות יהיה חיובי או שלילי בהתאם לכיוון תנועת הגוף ביחס לציר המקום	

2. הראו שהיחידות באגף הימני של הנוסחה זהות ליחידות באגף השמאלי שלה:

$$\frac{m}{s} = \frac{1}{s} \sqrt{m^2 - m^2} = \frac{1}{s} \sqrt{m^2}$$

3. התנאים שבהם מותר להשתמש בנוסחה הם:

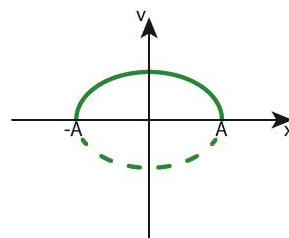
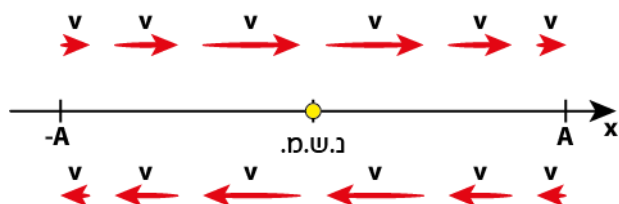
בנוסחה הזאת מותר להשתמש בתנאי שהגוף נע בתנועה הרמונית פשוטה (תה"פ). תה"פ מוגדרת, בספר "מכניקה ניוטונית", עדי רוזן, כרך ב', כתנועה לאורך קו ישר, בהשפעת כוח שקול הפועל לאורך ציר התנועה, מכיוון תמיד לכיוון נקודת שיווי המשקל וגודלו פרופורציוני להעתק הגוף מנקודת שיווי המשקל.

4. תארו את הקשר המבוטא בנוסחה בדרך אחרת (כגון גרף או תרשים):

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



5. נתחו, בעזרת הטבלה הבאה, מקרים מיוחדים/גבוליים עבור הנוסחה (למשל, אחד המרכיבים מתאפס). אם יש צורך, הוסיפו שורות.

המקרה המיוחד	הנוסחה עבור מקרה זה	המשמעות הפיזיקלית של הנוסחה במקרה זה
$x=0$	$v=\pm \omega A$	הגוף עובר דרך נקודת שיווי המשקל ובנקודה זו גודל מהירותו מקסימלי. כיוון המהירות יכול להיות בכיוון החיובי של הציר או בכיוון השלילי של הציר.
$x=A$	$v=0 \text{ m/s}$	הגוף נמצא בקצה החיובי של המסלול ושם המהירות מתאפסת, כי הגוף משנה את כיוון תנועתו.
$x=-A$	$v=0 \text{ m/s}$	הגוף נמצא בקצה השלילי של המסלול ושם המהירות מתאפסת, כי הגוף משנה כיוון תנועתו.

6. נסחו במילים שלכם מה אומרת הנוסחה.

הנוסחה מתארת את הקשר בין מהירות הגוף שנע בתנועה הרמונית פשוטה לבין מקום הגוף יחסית לנקודת שיווי המשקל. מהירות הגוף קטנה באופן לא ליניארי, ככל שמתרחקים מנקודת שיווי המשקל. במרחקים שווים משני צידי נקודת שיווי המשקל המהירויות שוות בגודלן. בקצה התנועה מהירות הגוף שווה לאפס. במחזור שלם, הגוף עובר בכל נקודה (חוץ מנקודות הקצה) פעמיים, פעם בכיוון החיובי ופעם בכיוון השלילי.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



דגשים בהפעלת הפעילות

המלצתנו למורה היא שבשעה שהתלמידים עובדים, הן בעבודה האישית והן בעבודה בקבוצות, להסתובב בין התלמידים ולסייע להם בשאלות מנחות בהתאם לקשיים שיועלו.

במהלך הפעילות כדאי:

- להדגיש את הסימטריה - במרחקים שווים מקצה התנועה, מהירויות שגודלן שווה.
- להרבות בתיאורים מילוליים של התנועה.
- לקשור בין שינוי המהירות בנקודות שונות והחוק השני של ניוטון.
- להראות כיצד נוסחה זו נובעת מחוק שימור האנרגיה המכנית ב- ת.ה.פ. או, להתבסס על הנוסחה הזו ולפתח ביטוי שמראה את שימור האנרגיה המכנית ב- ת.ה.פ.
- להדגיש שכאשר הגוף מתרחק מנקודת שיווי המשקל, כלומר x גדל בגודלו, גודל מהירותו קטן וגם לקשר בין הביטויים של שתי הפונקציות $x(t)$ ו- $v(t)$.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימושם האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

מהלך הוראה – "נוסחה ומשמעותה" אנרגיה פוטנציאלית כבידתית (גרביטציונית)

$$U_G = -G \frac{Mm}{r}$$

תעודת זהות

נושא	הנוסחה - אנרגיה פוטנציאלית כבידתית
הקושי	תלמידים מתקשים להבין את המשמעות הפיזיקלית של כל אחת מהאותיות בנוסחה $U_G = -GMm/r$. בנוסף, הם נוטים להשתמש בכל מצב בנוסחה $U_G = mgh$, שהיא האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית (המהווה למעשה מקרה פרטי של האנרגיה הפוטנציאלית הכבידתית).
סוג הפעילות	"נוסחה ומשמעותה" הפעילות מסייעת לתלמידים להבין את המשמעות הפיזיקלית של נוסחה בפיזיקה, כאשר שלב האבחון הוא שלב העבודה האישית (ראו מבוא כללי).
סביבת הפעילות	כיתה
עזרים נחוצים	דפי פעילות
משך הפעילות	שיעור אחד
הערות	ניתן לתת כשיעורי בית את שלב העבודה האישית. בכיתה, ניתן להקרין את הטופס על הלוח על מנת לחסוך בנייר.

קשיים שהפעילות יכולה לחשוף

- תלמידים מתקשים להבין שהאנרגיה הפוטנציאלית היא גודל פיזיקלי יחסי.
- תלמידים מתקשים להבין מדוע האנרגיה הפוטנציאלית הכבידתית יחסית לאינסוף היא שלילית.
- תלמידים חושבים ש- r הוא המרחק הגוף הקטן, שמסתו m , מפני הגוף הכדורי שמסתו M .
- תלמידים מתקשים לזהות מקרים מיוחדים/גבוליים של הנוסחה. כגון, האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית היא מקרה פרטי לאנרגיה פוטנציאלית כבידתית.
- תלמידים חושבים שהנוסחה תקפה גם אם $r < R$, כאשר R הוא רדיוס הגוף הכדורי שמסתו M .

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



דף לתלמיד - "נוסחה ומשמעותה"

עבודה אישית

נתונה הנוסחה :

$$U_G = -G \frac{Mm}{r}$$

1. רשמו מהו הגודל הפיזיקלי שמייצגת כל אות בנוסחה, מהי המשמעות הפיזיקלית שלו ומה יחידת המידה שלו. אם יש צורך, הוסיפו שורות לטבלה.

האות	המשמעות הפיזיקלית	יחידה

2. האם הנוסחה היא נוסחה וקטורית או סקלרית?

3. הראו שהיחידה באגף הימני של הנוסחה זהה ליחידה באגף השמאלי שלה.

4. התנאים שבהם מותר להשתמש בנוסחה הם :

5. תארו את הקשר המבוטא בנוסחה בדרך אחרת (כגון גרף או תרשים) :

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

6. נתחו, בעזרת הטבלה הבאה, מקרים מיוחדים/גבוליים עבור הנוסחה (למשל, מקרה שבו אחד המרכיבים מתאפס). (אם יש צורך הוסיפו שורות)

המקרה המיוחד	הנוסחה עבור מקרה זה	המשמעות הפיזיקלית של הנוסחה במקרה זה

7. אם יש איברים (מכפלות או מנות) בנוסחה, רשמו בעזרת הטבלה הבאה את המשמעות הפיזיקלית שלהם:

האיבר	המשמעות הפיזיקלית שלו

8. נסחו במילים שלכם מה אומרת הנוסחה.

אחרי ההתמודדות האישית עם השאלה והתשובות השונות, **זונו עם חברים** בכיתה היושבים בקרבתכם. השוו את תשובותיכם עם תשובותיהם, ובמידת הצורך, בעזרת צבע אחר, הוסיפו או תקנו.

בהמשך יתקיים **דיון כיתתי**, בהנחיית המורה, לסיכום הפעילות.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



לאחר הדיון הכיתתי, רשמו **משוב אישי** :

8. האם למדתם דברים חדשים על הנוסחה? פרטו.

9. מה הפתיע אתכם ?

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

הצעת פתרון

$$U_G = -G \frac{Mm}{r}$$

נתונה הנוסחה :

1. רשמו מהו הגודל הפיזיקלי שמייצגת כל אות בנוסחה, מהי המשמעות הפיזיקלית שלו ומה יחידת המידה שלו. אם יש צורך, הוסיפו שורות לטבלה.

האות	המשמעות הפיזיקלית	יחידה
U_G	אנרגיה פוטנציאלית כבידתית של גוף שמסתו m הנמצא במרחק r מגוף שמסתו M היא העבודה שיש לעבוד כנגד כוח הכבידה בין הגופים, כדי להביא את הגוף שמסתו m מנקודת הייחוס (באינסוף) למרחק r מהגוף שמסתו M (ללא שינוי באנרגיה הקינטית שלו). או האנרגיה הפוטנציאלית הכבידתית מוגדרת כמינוס העבודה של הכוח המשמר במעבר הגוף מנקודת הייחוס אל נקודה שמרחקה בין מרכז הגוף שמסתו m לבין מרכז הגוף שמסתו M , הוא r (ללא שינוי באנרגיה הקינטית שלו).	J
- (מינוס)	משמעות המינוס היא שמדובר בכוח משיכה בין שתי המסות. במעבר המסה m מהאינסוף למרחק r מהמסה M , כוח הכבידה עושה עבודה חיובית. המשמעות היא (לפי משפט עבודה אנרגיה), שהאנרגיה הקינטית של הגוף גדלה. כלומר, לא צריך להשקיע עבודה חיצונית כנגד כוח הכובד, אלא מרוויחים עבודה. ניתן גם להבין את משמעות המינוס כעבודה שלילית שעובד כוח חיצוני כנגד כוח הכבידה בדרכה של המסה m מהאינסוף למרחק r מהמסה M .	
G	קבוע הכבידה (הגרביטציה) העולמי	$N \cdot m^2 kg^{-2}$
M	המסה של הגוף הראשון	kg
m	המסה של הגוף השני	kg

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

m	המרחק בין מרכזי הגופים	r
---	------------------------	---

2. האם הנוסחה היא נוסחה וקטורית או סקלרית?

הנוסחה היא סקלרית.

3. הראו שהיחידה באגף הימני של הנוסחה זהה ליחידה באגף השמאלי שלה:

$$\frac{\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \text{kg} \cdot \text{kg}}{\text{m}} = \text{N} \cdot \text{m} = \text{J}$$

4. התנאים שבהם מותר להשתמש בנוסחה הם:

א. רמת האפס של האנרגיה הפוטנציאלית הכבידתית נבחרה במצב שבו המרחק בין מרכזי שני הגופים

הוא אינסופי:

$$U_G(r \rightarrow \infty) = 0$$

ב. במקרה של גופים בעלי מסות גדולות, צריך להתקיים לפחות אחד

מהתנאים הבאים:

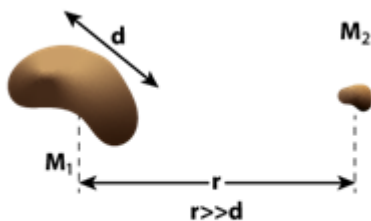
ממדי הגופים קטנים ביחס למרחק ביניהם (תרשים 1).

או

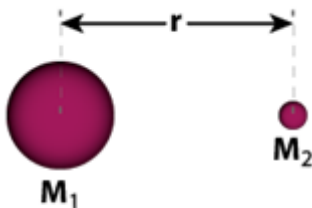
הגופים הם בעלי סימטריה כדורית ו- r הוא המרחק בין

מרכזיהם (תרשים 2).

ג. המרחק r בין מרכזי שני הגופים גדול מרדיוסי הגופים.



תרשים 1
שני גופים

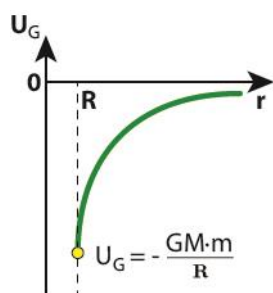


תרשים 2
שני כדורים

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



5. תארו את הקשר המבוטא בנוסחה בדרך אחרת (כגון גרף או תרשים):

גרף האנרגיה הפוטנציאלית הכבידתית של גוף קטן בשדה כבידה של גוף אחר שרדיוסו R , כתלות במרחקו ממרכז הגוף האחר, כאשר רמת האפס של האנרגיה הפוטנציאלית נבחרה באינסוף.

6. נתחו, בעזרת הטבלה הבאה, מקרים מיוחדים/גבוליים עבור הנוסחה - למשל, אחד המרכיבים מתאפס (אם יש צורך הוסיפו שורות).

המקרה המיוחד	הנוסחה עבור מקרה זה	המשמעות הפיזיקלית של הנוסחה במקרה זה
לוויין במסלול מעגלי סביב המסה M	$U_G = -2E_k$ $(E_k = -\frac{U_G}{2})$	האנרגיה הפוטנציאלית של לוויין במסלול מעגלי, סביב מסה M , היא מינוס פעמיים האנרגיה הקינטית של הלוויין. האנרגיה הכוללת (קינטית + פוטנציאלית) של הלוויין היא שלילית - יש להשקיע אנרגיה כדי לנתק את הלוויין מהשפעת שדה הכבידה של המסה M .
גוף שמסתו m שנמצא בגובה h מעל פני כוכב, כך ש- h קטן מאד מרדיוס הכוכב	$U_G = mgh$	האנרגיה הפוטנציאלית של גוף שמסתו m שנמצא בגובה h מעל פני כוכב, כאשר רמת הייחוס היא פני הכוכב ו- h קטן מאד מרדיוס הכוכב. כאשר מחשבים בעזרת הנוסחה $U_G = -\frac{GMm}{r}$ את העבודה כנגד כוח הכבידה הדרושה כדי להעלות את הגוף m מפני הכוכב עד לגובה h , ובתנאי שהגובה h קטן מאד מרדיוס הכוכב, מתקבל הביטוי מימין, בו g הינה תאוצת הנפילה החופשית סמוך לפני הכוכב.
כאשר המרחק בין הגופים אינסופי	$U_G = 0$	במרחק אינסופי בין הגופים, לא פועל ביניהם כוח משיכה ולכן אין רווח או השקעת עבודה במעבר אחד מהם בין שתי נקודות ששתייהן במרחק אינסופי מהגוף השני.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

7. אם יש איברים מורכבים (מכפלות או מנות) בנוסחה, רשמו בעזרת הטבלה הבאה את המשמעות הפיזיקלית שלהם: **אין איברים מורכבים.**
8. נסחו במילים שלכם מה אומרת הנוסחה.
- האנרגיה הפוטנציאלית הכבידתית ביחס למישור יחוס באינסוף, של גוף נקודתי שמסתו m הנמצא בשדה הכבידה של גוף אחר שמסתו M , היא שלילית וערכה המוחלט נמצא ביחס ישר לכל אחת מהמסות וביחס הפוך למרחק בין מרכזי שני הגופים.**

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

מהלך הוראה – "נוסחה ומשמעותה"

נוסחת הפוטנציאל החשמלי של מטען נקודתי ושל כדור מוליך

$$V = k \frac{q}{r}$$

תעודת זהות

נושא	נוסחת הפוטנציאל החשמלי של מטען נקודתי ושל כדור מוליך
הקושי	תלמידים אינם מבינים את המשמעות הפיזיקלית של נוסחת הפוטנציאל החשמלי של מטען נקודתי ושל כדור מוליך ובפרט באילו מצבים היא תקפה.
סוג הפעילות	"נוסחה ומשמעותה" הפעילות מסייעת לתלמידים להבין את המשמעות הפיזיקלית של נוסחה בפיזיקה, כאשר שלב האבחון הוא שלב העבודה האישית (ראו מבוא כללי).
סביבת הפעילות	כיתה
עזרים נחוצים	דפי פעילות
משך הפעילות	שיעור אחד
הערות	ניתן לתת כשיעורי בית את שלב העבודה האישית. בכיתה, ניתן להקרין את הטופס על הלוח על מנת לחסוך בנייר.

קשיים שהפעילות יכולה לחשוף

- בלבול בין נוסחת הפוטנציאל של מטען נקודתי או של כדור מוליך לבין נוסחת השדה החשמלי שלהם.
- שימוש בנוסחה זו עבור קבל לוחות.
- תלמידים אינם מבחינים בין פוטנציאל והפרש פוטנציאלים (מתח).
- קושי לתאר במילים פוטנציאל חשמלי בנקודה.
- קושי לקבוע שהנוסחה תקפה רק אם הפוטנציאל באינסוף מוגדר כאפס.
- קושי להסביר במילים את המשמעות של פוטנציאל שלילי ופוטנציאל חיובי.
- קושי לקבוע מהו r .
- קושי להסביר מדוע עבור כדור מוליך הנוסחה תקפה רק לנקודות שמרחקן ממרכז הכדור שווה לכל הפחות לרדיוס הכדור.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

דף לתלמיד - "נוסחה ומשמעותה"

עבודה אישית

$$V = k \frac{q}{r}$$

נתונה הנוסחה:

1. רשמו מהו הגודל הפיזיקלי שמייצגת כל אות בנוסחה ומה היא יחידת המידה שלו. אם יש צורך, הוסיפו שורות לטבלה.

האות	הגודל הפיזיקלי	יחידה

2. הראו שהיחידה באגף הימני של הנוסחה זהה ליחידה באגף השמאלי שלה.

3. התנאים שבהם מותר להשתמש בנוסחה הם:

4. תארו את הקשר המבטא בנוסחה בדרך אחרת (כגון גרף או תרשים).

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



5. נתחו, בעזרת הטבלה הבאה, מקרים מיוחדים/גבוליים עבור הנוסחה (למשל, אחד המרכיבים מתאפס).
אם יש צורך, הוסיפו שורות.

המקרה המיוחד	הנוסחה עבור מקרה זה	המשמעות הפיזיקלית של הנוסחה במקרה זה

6. אם יש איברים (מכפלות או מנות) בנוסחה, רשמו בעזרת הטבלה הבאה את המשמעות הפיזיקלית שלהם.

האיבר	המשמעות הפיזיקלית שלו

7. נסחו במילים שלכם מה אומרת הנוסחה.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



אחרי ההתמודדות האישית עם דף הפעילות, **דונו עם חברים** בכיתה היושבים בקרבתכם. השוו את תשובותיכם עם תשובותיהם, ובמידת הצורך, בעזרת צבע אחר, הוסיפו או תקנו.

בהמשך יתקיים **דיון כיתתי**, בהנחיית המורה, לסיכום הפעילות.

לאחר הדיון הכיתתי, רשמו **משוב אישי** :

1. האם למדתם דברים חדשים על הנוסחה? פרטו.

2. מה הפתיע אתכם?

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימושם האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

הצעת פתרון

נתונה הנוסחה:

$$V = k \frac{q}{r}$$

1. רשמו מהו הגודל הפיזיקלי שמייצגת כל אות בנוסחה ומה היא יחידת המידה שלו. אם יש צורך הוסיפו שורות לטבלה:

האות	הגודל הפיזיקלי	יחידה
V	פוטנציאל החשמלי בשדה שנוצר בהשפעת מטען נקודתי, או מחוץ כדור מוליך טעון.	V – וולט
k	המקדם בחוק קולון.	$\frac{N \cdot m^2}{C^2}$
q	מטען חשמלי המחולל את השדה החשמלי.	C
r	המרחק בין המטען הנקודתי או בין מרכז הכדור המוליך הטעון לבין הנקודה במרחב שעבורה מחושב הפוטנציאל החשמלי.	m

2. הראו שהיחידה באגף הימני של הנוסחה זהה ליחידה באגף השמאלי שלה:

$$\frac{N \cdot m^2}{C^2} \cdot \frac{C}{m} = \frac{N \cdot m}{C} = \frac{J}{C} = V$$

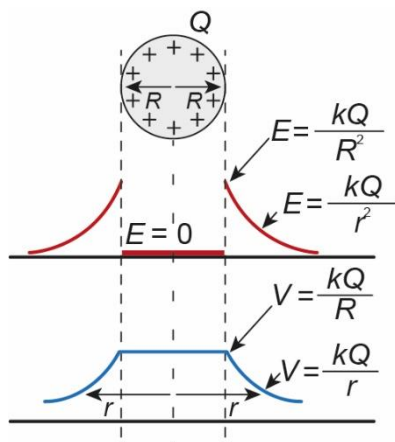
3. התנאים שבהם מותר להשתמש בנוסחה הם:

- סביב מטען נקודתי או מחוץ לכדור מוליך טעון ועל פניו.
- כאשר הפוטנציאל באינסוף מוגדר כאפס.

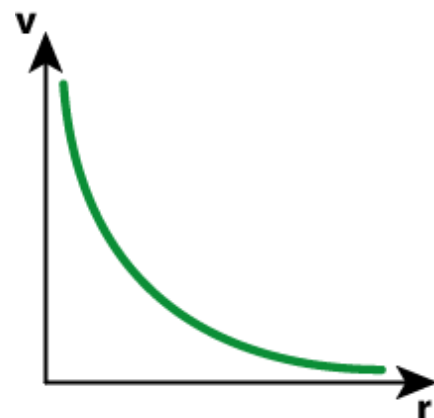
הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

4. תארו את הקשר המבוסס בנוסחה בדרך אחרת (כגון גרף או תרשים):



שדה ופוטנציאל של כדור מוליך



פוטנציאל של מטען נקודתי

5. נתחו, בעזרת הטבלה הבאה, מקרים מיוחדים/גבוליים עבור הנוסחה (למשל, אחד המרכיבים מתאפס). אם יש צורך הוסיפו שורות.

המקרה המיוחד	הנוסחה עבור מקרה זה	המשמעות הפיזיקלית של הנוסחה במקרה זה
$r \rightarrow \infty$	$V \rightarrow 0$	הפוטנציאל V שואף לאפס עבור מרחק גדול מאד מהמטען, כיוון שבמרחק זה הוגדרה רמת הייחוס שעבורה הפוטנציאל הוא אפס.
$r \rightarrow 0$	$V \rightarrow \infty$	ככל שמתקרבים למטען הנקודתי הפוטנציאל הולך וגדל.
$q < 0$	הפוטנציאל בנקודה שלילי	הפוטנציאל הוא גודל סקאלרי ומוגדר שלילי עבור מטען שלילי. משמעות הדבר שעבודת הכוח החיצוני הדרושה להביא יחידת מטען חיובית מהאינסוף אל הנקודה שבה חושב הפוטנציאל היא שלילית (בהקפדה על אנרגיה קינטית קבועה). לחליפין, עבודת הכוח החשמלי כאשר מביאים יחידת מטען חיובית מנקודת החישוב לאינסוף היא שלילית.
$q > 0$	הפוטנציאל בנקודה חיובי	הפוטנציאל הוא גודל סקאלרי ומוגדר חיובי עבור מטען חיובי. משמעות הדבר שעבודת הכוח החיצוני הדרושה להביא יחידת מטען חיובית מהאינסוף אל הנקודה שבה חושב הפוטנציאל היא חיובית (בהקפדה על אנרגיה קינטית קבועה). לחליפין, עבודת הכוח החשמלי כאשר מביאים יחידת מטען חיובית מנקודת החישוב לאינסוף היא שלילית.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



החשמלי כדי להביא יחידת מטען חיובית מנקודת החישוב לאינסוף היא חיובית.		
הפוטנציאל החשמלי על פני כדור מוליך טעון שווה לפוטנציאל החשמלי בכל נקודה שבתוכו. הכדור המוליך הוא גוף שווה פוטנציאל.	$V = k \frac{q}{R}$	$r \leq R$ במקרה של כדור מוליך שרדיוסו R , טעון

7. נסחו במילים שלכם מה אומרת הנוסחה.

הנוסחה מבטאת את הפוטנציאל החשמלי שנוצר על ידי מטען נקודתי q במרחק r ממנו.

הנוסחה גם מבטאת את הפוטנציאל החשמלי שנוצר על ידי כדור מוליך שמטענו q , על פני הכדור או מחוצה לו במרחק r ממרכז הכדור.

במילים אחרות: הפוטנציאל של כדור מוליך טעון, מחוץ לכדור, הוא כפוטנציאל של מטען נקודתי השווה למטען הכדור והמוצב במרכז הכדור.

דגשים בהפעלת הפעילות

מומלץ לדון עם התלמידים על האופי (סקלרי או וקטורי) של מרכיבי הנוסחה.

המלצתנו למורה היא שבשעה שהתלמידים עובדים, הן בעבודה האישית והן בעבודה בקבוצות, להסתובב בין התלמידים ולסייע להם בשאלות מנחות בהתאם לקשיים שיועלו.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

מהלך הוראה – "נוסחה ומשמעותה"

נוסחת הכא"מ של מקור, ההתנגדות הפנימית שלו ומתח הדקים (עבור מקור יחיד במעגל)

$$V = \varepsilon - Ir$$

תעודת זהות

נושא	כא"מ של מקור, ההתנגדות הפנימית שלו ומתח הדקים (עבור מקור יחיד במעגל)
הקושי	תלמידים מתקשים להבין את המשמעות הפיזיקלית של הנוסחה $V = \varepsilon - Ir$. כמו כן, הם אינם רואים את הקשר בין הנוסחה לבין מאזן האנרגיה במעגל חשמלי.
סוג הפעילות	"נוסחה ומשמעותה" הפעילות מסייעת לתלמידים להבין את המשמעות הפיזיקלית של נוסחה בפיזיקה, כאשר שלב האבחון הוא שלב העבודה האישית (ראו מבוא כללי).
סביבת הפעילות	כיתה
עזרים נחוצים	דפי פעילות
משך הפעילות	שיעור אחד
הערות	ניתן לתת כשיעורי בית את שלב העבודה האישית. בכיתה, ניתן להקרין את הטופס על הלוח על מנת לחסוך בנייר.

קשיים שהפעילות יכולה לחשוף

- תלמידים אינם רואים את הקשר בין הנוסחה לבין מאזן האנרגיה במעגל חשמלי.
- תלמידים מתקשים להבחין בין גדלים פיזיקליים קבועים, כגון הכא"מ של מקור או התנגדותו הפנימית, לבין גדלים פיזיקליים שיכולים להשתנות, כגון מתח הדקים של מקור או הזרם העובר דרך המקור.
- תלמידים מתקשים להבחין בין כא"מ של מקור לבין מתח ההדקים שלו. בעוד שבמעגל סגור, מתח ההדקים תלוי ברכיבי המעגל והכא"מ אינו תלוי, במעגל פתוח, מתח ההדקים שווה לכא"מ.
- תלמידים חושבים שבמעגל פתוח, מתח ההדקים הוא אפס.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



דף לתלמיד - "נוסחה ומשמעותה"

עבודה אישית

$$V = \varepsilon - Ir$$

נתונה הנוסחה :

- רשמו מהו הגודל הפיזיקלי שמייצגת כל אות בנוסחה ומה יחידת המידה שלו. אם יש צורך הוסיפו שורות לטבלה.

האות	גודל פיזיקלי	יחידה

- הראו שהיחידה באגף הימני של הנוסחה זהה ליחידה באגף השמאלי שלה.

- התנאים שבהם מותר להשתמש בנוסחה הם :

- תארו את הקשר המבטא בנוסחה בדרך אחרת (כגון גרף או תרשים).

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

5. נתחו, בעזרת הטבלה הבאה, מקרים מיוחדים/גבוליים עבור הנוסחה (למשל, אחד המרכיבים מתאפס).
אם יש צורך הוסיפו שורות.

המקרה המיוחד	הנוסחה עבור מקרה זה	המשמעות הפיזיקלית של הנוסחה במקרה זה

6. אם יש איברים (מכפלות או מנות) בנוסחה, רשמו בעזרת הטבלה הבאה את המשמעות הפיזיקלית שלהם:

האיבר	המשמעות הפיזיקלית שלו

7. נסחו במילים שלכם מה אומרת הנוסחה.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



אחרי ההתמודדות האישית עם דף הפעילות, **דונו עם חברים** בכיתה היושבים בקרבתכם. השוו את תשובותיכם עם תשובותיהם, ובמידת הצורך, בעזרת צבע אחר, הוסיפו או תקנו.

בהמשך יתקיים **דיון כיתתי**, בהנחיית המורה, לסיכום הפעילות.

לאחר הדיון הכיתתי, רשמו **משוב אישי** :

1. האם למדתם דברים חדשים על הנוסחה? פרטו.

2. מה הפתיע אתכם?

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימושם האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

הצעת פתרון

$$V = \varepsilon - Ir$$

נתונה הנוסחה:

1. רשמו מהו הגודל הפיזיקלי שמייצגת כל אות בנוסחה ומה היא יחידת המידה שלו. אם יש צורך הוסיפו שורות לטבלה.

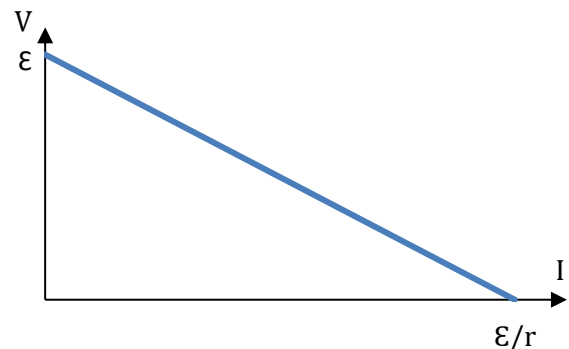
האות	הגודל הפיזיקלי	יחידה
V	מתח ההדקים של מקור. הוא הפרש הפוטנציאלים בין הדקי המקור, כלומר האנרגיה שמאבד כל קולון במעגל החיצוני, במעבר מההדק החיובי של המקור אל ההדק השלילי שלו.	V
ε	הכא"מ של מקור. הוא האנרגיה שמעניק המקור לכל קולון של מטען העובר דרכו.	V
I	עוצמת הזרם דרך המקור. הוא קצב מעבר המטען דרך המקור.	A
r	ההתנגדות הפנימית של המקור.	Ω

2. הראו שהיחידה באגף הימני של הנוסחה זהה ליחידה באגף השמאלי שלה:

$$V = V - A \cdot \Omega = V - A \cdot \frac{V}{A} = V - V = V$$

3. התנאים שבהם מותר להשתמש בנוסחה הם: עבור כל מקור מתח יחיד במעגל.

4. תארו את הקשר המבוטא בנוסחה בדרך אחרת (כגון גרף או תרשים):



הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

5. נתחו, בעזרת הטבלה הבאה, מקרים מיוחדים/גבוליים עבור הנוסחה (למשל, אחד המרכיבים מתאפס). אם יש צורך הוסיפו שורות.

המקרה המיוחד	הנוסחה במקרה זה	המשמעות הפיזיקלית של הנוסחה במקרה זה
$V = 0$	$\varepsilon = rI$	קצר, המקור מקוצר. כל האנרגיה החשמלית המסופקת על-ידי המקור נצרכת על ידי ההתנגדות הפנימית שלו והופכת לחום.
$I = 0$	$V = \varepsilon$	נתק, לא זורם זרם דרך מקור המתח, מתח ההדקים של מקור המתח שווה לכא"מ שלו.
$r = 0$	$V = \varepsilon$	ההתנגדות הפנימית של המקור זניחה, המקור "אידאלי", כל האנרגיה ליחידת מטען המסופקת על ידי המקור נצרכת על-ידי המעגל החיצוני. מתח ההדקים שווה לכא"מ של המקור.

6. אם יש איברים (מכפלות או מנות) בנוסחה, רשמו בעזרת הטבלה הבאה את המשמעות הפיזיקלית שלהם:

האיבר	המשמעות הפיזיקלית שלו
rI	האנרגיה המתבזזת לכל יחידת מטען העוברת במקור המתח, בשל התנגדותו הפנימית; המתח על "ההתנגדות הפנימית" של המקור.

7. נסחו במילים שלכם מה אומרת הנוסחה.

הנוסחה מבטאת את חוק שימור האנרגיה במעגל חשמלי.

מתח ההדקים של מקור נקבע על ידי הכא"מ של המקור בניקוי המתח שנופל עליו בגלל התנגדותו הפנימית. ככל שעוצמת הזרם העובר דרך המקור גדולה יותר, המתח בין הדקי המקור קטן.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



דגשים בהפעלת הפעילות

א. קשיים

המלצתנו למורה היא שבשעה שהתלמידים עובדים, הן בעבודה האישית והן בעבודה בקבוצות, להסתובב בין התלמידים ולסייע להם בשאלות מנחות בהתאם לקשיים שיועלו. למשל, כמפורט בטבלה הבאה:

הקושי	שאלות מנחות אפשריות להתמודדות עם הקושי
תלמידים חושבים שבמעגל פתוח מתח ההדקים הוא אפס (תלמידים מכלילים את חוק אום גם למקרים שבהם אינו תקף).	מהו הזרם במעגל פתוח? אילו גדלים פיזיקליים מתאפסים כשהמעגל פתוח? מה מתקבל מהנוסחה במצב בו לא זרם זרם דרך מקור?
תלמידים אינם יודעים שהזרם בנוסחה הוא הזרם העובר דרך מקור.	מה הקשר בין הנוסחה לבין תהליך המרת האנרגיה החשמלית על ידי המקור? אם נכפיל את שני אגפי הנוסחה ב- I, מה המשמעות הפיזיקלית של המכפלה של $I^2 R$?

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימושם האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

ב. העמקה

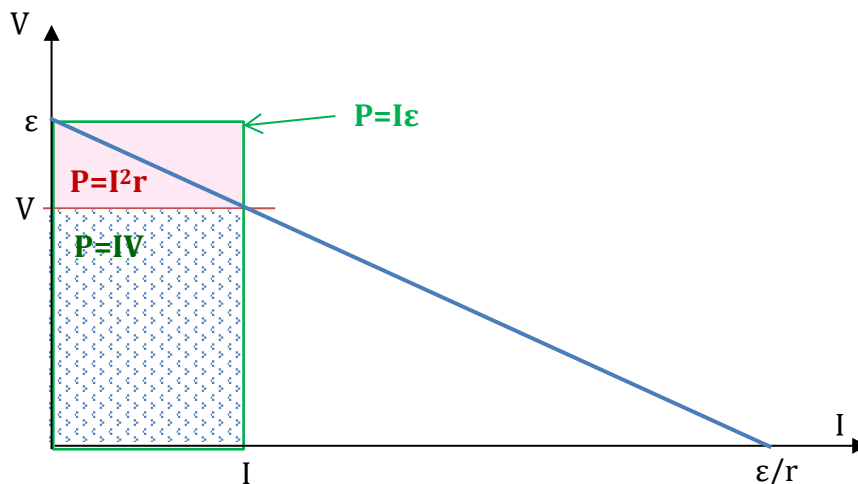
הנוסחה מבטאת שימור אנרגיה במעגל החשמלי בכל יחידת זמן: אם נכפול את שני אגפי המשוואה ב- I נקבל

$$IV = I\varepsilon - I^2r$$

IV - קצב המרת האנרגיה במעגל החיצוני

$I\varepsilon$ - קצב המרת האנרגיה במעגל כולו

I^2r - קצב המרת האנרגיה החשמלית לאנרגיה פנימית בתוך המקור, כלומר קצב בזבוז אנרגיה בתוך המקור (לכן המקור מתחמם).



הסבר לתרשים: עבור זרם I כלשהו שעובר במקור, מתח ההדקים V נתון על ידי נקודת החיתוך בין האנך לציר האופקי בנקודה I לבין הגרף של V כתלות ב- I . במקרה זה, שטח המלבן εI מייצג את האנרגיה הנמסרת למעגל כולו, שטח המלבן IV (מנוקד) מייצג את האנרגיה הנמסרת להתנגדות החיצונית ושטח המלבן הנותר (הוורוד) מייצג את האנרגיה המתבזזת על ההתנגדות הפנימית של המקור.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

מהלכי הוראה "נימוק מה חסר?" - מבוא כללי

מורים מנוסים לפיזיקה מספרים וספרות המחקר מעידה על כך שבעיני תלמידים רבים כתיבת נימוק מילולי לטענה/פתרון בעיה/בחירת תשובה נכונה הוא רע הכרחי ולא דרך לבטא את הידע הפיזיקלי שלו ואת ארגונו. ואכן, כאשר מבקשים מתלמידים לנמק, התשובה המתקבלת בדרך כלל היא אינטואיטיבית, הכוללת ביטויים לא מחייבים מחיי יום יום (למשל, "הגוף לא מגיע רחוק", "יש חיכוך", "מחוברות הרבה נורות במעגל החשמלי") ולא תשובה המאפיינת נימוק של מומחים וכוללת מושגים, חוקים ועקרונות ותנאי מימושם. המחקר (Touger et al., 1995) מראה שמנמקים טובים הם גם פותרים בעיות טובים ושמומלץ לדרוש מתלמידים נימוקים מילוליים באופן תדיר.

מטרת מהלכי ההוראה לשילוב ידע "נימוק מה חסר?" היא לקדם את היכולת של התלמיד לכתוב נימוק מילולי, לטענה נכונה/פתרון נכון של בעיה, הדומה לנימוק של מומחה. כלומר, נימוק שמציג את הידע המדעי (מושגים, חוקים ועקרונות) הרלוונטי (לטענה, בעיה) ומראה כיצד באים לידי ביטוי הנתונים הספציפיים (של הטענה, הבעיה) בידע זה. בהתאם לכך, בעזרת מהלכי הוראה אלה, התלמיד לומד להציג בכל נימוק שלושה מרכיבים: א. נתונים, ב. ידע מדעי רלוונטי, ג. קישור בין הנתונים לבין הידע המדעי, שזה בעצם הנימוק.

בדומה לכל מהלכי ההוראה האחרים, גם מהלך ההוראה "נימוק מה חסר?" מורכב מפעילות מאבחנת (דיאגנוסטית), מפעילות "טיפול" ופעילות משוב אישי (רפלקציה).

הפעילות המאבחנת - "נימוק מה חסר?"

הפעילות המאבחנת ב"נימוק מה חסר?" היא השלב של העבודה האישית במהלך ההוראה. מטרת הפעילות המאבחנת היא לברר עד כמה התלמידים יודעים מה צריך לכלול כל מרכיב בנימוק טוב.

בהתאם לכך, מציגים לתלמיד בעיה "אמריקאית", את התשובה הנכונה, ונימוק לא מלא או שגוי שכתב "תלמיד אחר". התלמיד מתבקש:

1. לסמן ולנמק - אם הנימוק שכתב התלמיד האחר יזכה אותו בניקוד מלא, ניקוד חלקי, או לא יזכה אותו כלל בניקוד.
2. ביחס לכל אחד ממרכיבי הנימוק: נתונים, ידע מדעי רלוונטי וקישור בין הנתונים לבין הידע המדעי הרלוונטי, לכתוב:
 - a. אם הוא קיים במלואו, קיים חלקית או לא קיים בכלל
 - b. במקרה שקיים חלקית או לא קיים בכלל, להשלים את החסר

תשובותיו של התלמיד לדף הפעילות יכולות לחשוף אחד או יותר מהקשיים הבאים:

א. קושי לזהות את כל שלושת המרכיבים של נימוק מדעי.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש אישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

ב. קושי לזהות מה צריך לכלול כל אחד מהמרכיבים של הנימוק, לנסח משפט קוהרנטי המקשר בין הנתונים והידע המדעי, על מנת לכתוב את הנימוק לתשובה שהם נתנו או בחרו.

פעילות ה"טיפול" - "נימוק מה חסר?"

המטרות של פעילות ה"טיפול" "נימוק מה חסר?" הן לחזק אצל התלמיד את מיומנות כתיבת הנימוק המדעי. לכן בשלב הקבוצתי של הפעילות (קרי ה"טיפול") התלמידים מתבקשים להשוות את התשובות שכל אחד כתב בשלב האישי, להרחיב, לתקן ולעדכן לפי הצורך.

לאחר הדיונים הקבוצתיים המורה מנחה דיון כיתתי, שבו מרוכזות התשובות של כל הקבוצות, ומופקות תובנות בדבר המרכיבים השונים של הנימוק והקשרים ביניהם.

פעילות המשוב האישי - "נימוק מה חסר?"

הפעילות מסתיימת ברפלקציה אישית, שבה כל תלמיד מתייחס להערכה שנתן לנימוק שהוצג בתחילת הפעילות ומעדכן אותה בהתאם למה שלמד במהלך הפעילות.



מהלך הוראה - "נימוק - מה חסר?" בחינת הבגרות במכניקה 2018, שאלה 3

תעודת זהות

נושא	שקול כוחות במעגל זקוף
הקושי	כאשר תלמידים נדרשים לנמק את הבחירה באחת התשובות בשאלה "אמריקאית", הם בדרך כלל כותבים משפט סתמי שממנו לא ניתן להסיק אם הם אכן יודעים את ההסבר הפיזיקלי לתשובה הנכונה.
סוג הפעילות	"נימוק - מה חסר?" סוג זה של פעילות מכוון את התלמידים לבנות נימוק. הנימוק כולל שלושה מרכיבים: הנתונים, הידע המדעי הרלוונטי, והקישור בין הנתונים לבין הידע המדעי הרלוונטי.
סביבת הפעילות	כיתה אפשר לתת את החלק האישי כשיעורי בית.
עזרים נחוצים	דפי הפעילות
משך הפעילות	כ 30 דקות

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

דף לתלמיד - "נימוק מה חסר?" בחינת הבגרות במכניקה 2018, שאלה 3

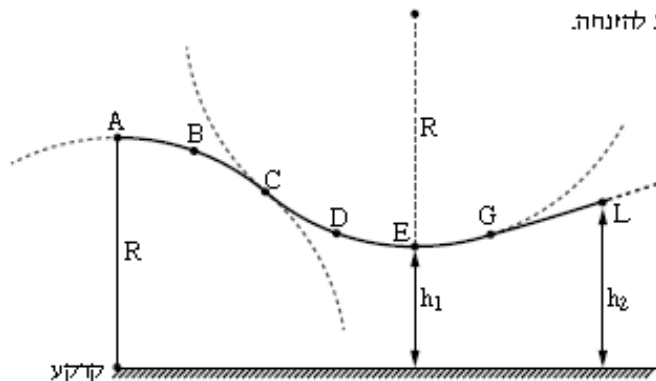
עבודה אישית

ענו על השאלה:

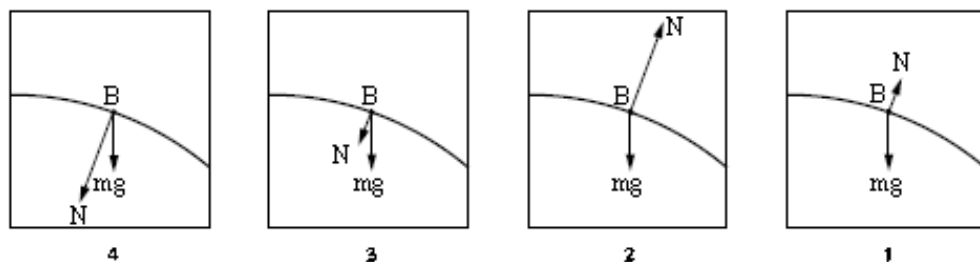
פיזיקה, קפיץ תשע"ח, מס' 36361 + נספח

- 5 -

3. בתרשים שלפניך מוצג מסלול גלישה על קרח המורכב משלושה קטעים: AC , CG ו- GL . שני הקטעים הראשונים, AC ו- CG , הם קשתות מעגליות שרדיוסן R . הקטע השלישי, GL , הוא מסלול לא מעגלי. בקטעים AC ו- CG החיכוך בין גולש למסלול ניתן להזנחה, ואילו החל מן הנקודה G קיים חיכוך שלא ניתן להזנחה. גולש מתחיל לנוע ממנוחה בנקודה A . הוא נע בחלקה כלכר ולא נעזר במקלות סקי. בכל מרחק תנועתו הגולש לא מתנתק מן המסלול. התנצחות האוויר ניתנת להזנחה.



- א. קבע איזה מן האזורים 1-4 שלפניך מייצג נכון את תרשימי הכוחות הפועלים על הגולש בנקודה B . נמק את קביעתך. (8 נקודות)



התשובה הנכונה לשאלה היא:

כתבו נימוק לתשובה זו ומסרו את הדף למורה.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

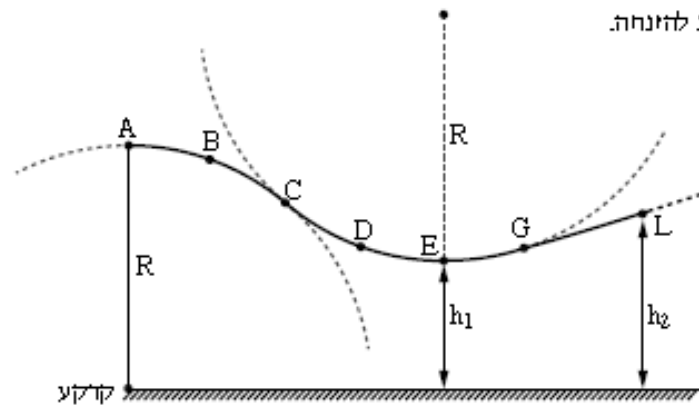
כזכור, השאלה היא :

פיזיקה, קיץ תשע"ח, מס' 36361 + נספח

- 5 -

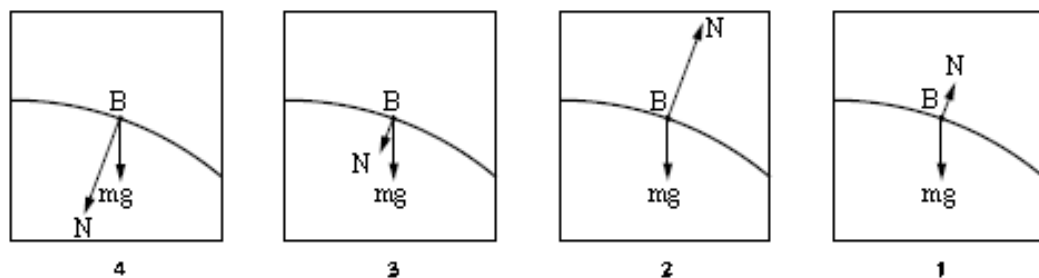
3. בתרשים שלפניך מוצג מסלול גלישה על קרח המורכב משלושה קטעים: AC , CG ו- GL . שני הקטעים הראשונים, AC ו- CG , הם קשתות מעגליות שרדיוסן R . הקטע השלישי, GL , הוא מסלול לא מעגלי. בקטעים AC ו- CG החיכוך בין גולש למסלול ניתן להזנחה, ואילו החל מן הנקודה G קיים חיכוך שלא ניתן להזנחה.

גולש מתחיל לנוע ממנוחה בנקודה A . הוא נע בחלקה בלכיד ולא נעזר במקלות סקי. בכל מרחק תנועת הגולש לא מתנתק מן המסלול. החנגדות האוויר ניתנת להזנחה.



א. קבע איזה מן האזורים 1-4 שלפניך מייצג נכון את תרשימי הכוחות הפועלים על הגולש בנקודה B.

במקום את קביעתך. (8 נקודות)



התשובה הנכונה לשאלה היא איור 1.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



תשובתו של תלמיד אחר לשאלה זו הייתה :

איור 1.

הנימוק שלו היה :

האיור שמייצג נכון את הכוחות הפועלים על הגולש הוא 1, כיוון שמציג מצב בו כוח mg גדול מ- N . מצב זה נכון כיוון ש- mg מכיל בתוכו רכיב של תאוצה משיקית ולכן גדול יותר מכוח N .

לדעתי, הנימוק שכתב התלמיד (בחרו אפשרות אחת בלבד) :

- יזכה אותו בניקוד מלא
- יזכה אותו בניקוד חלקי
- לא יזכה אותו כלל בניקוד

נמקו את בחירתכם

לנימוק טוב, צריכים להיות שלושה מרכיבים :

- הנתונים של השאלה.
 - הידע המדעי הרלוונטי (למשל, מושגים, הגדרות של מושגים, עקרונות או חוקים בפיזיקה, משפטים בגיאומטריה).
 - פיסקה (מנוסחת כהלכה) המקשרת בין הנתונים של השאלה לבין הידע המדעי הרלוונטי.
- תבנית פיסקת הנימוק יכולה להראות כך :
- היות שנתון ש... והידע המדעי הרלוונטי הוא... התשובה שבחרתי לשאלה הזו היא ...

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

השלימו את הטבלה הבאה :

העתיקו לטבלה את הנימוק של התלמיד. עבור כל מרכיב של הנימוק סמנו ✓, במקום המתאים בטבלה - האם הוא קיים במלואו, קיים חלקית או לא קיים כלל. במקרים שהמרכיב קיים חלקית או חסר לחלוטין, השלימו את החסר.

הנימוק של התלמיד :			
מרכיב הנימוק	קיים במלואו	קיים חלקית או לא קיים כלל	השלמת החסר
נתונים			
ידע מדעי רלוונטי (תוך שימוש במושגים בפיזיקה)			
קישור - הנימוק (בעזרת פיסקה המנוסחת כהלכה) בין הנתונים לבין הידע המדעי הרלוונטי			

אחרי ההתמודדות האישית עם השאלה ועם נימוקו של התלמיד, דונו עם חברים בכיתה היושבים בקרבתכם. השוו את תשובותיכם עם תשובותיהם, ועדכנו את הטבלה שלכם בהתאם.

נסחו נימוק מלא עבור בחירת התשובה הנכונה לשאלה שבתחילת הפעילות :

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך © כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



בהמשך יתקיים **דיון כיתתי** לסיכום הפעילות, בהנחיית המורה.

מלאו את המשוב האישי.

משוב אישי

1. לפני הפעילות, חשבתי שהנימוק שנתן התלמיד (בחרו אפשרות אחת בלבד):
 - יזכה אותו בניקוד מלא
 - יזכה אותו בניקוד חלקי
 - לא יזכה אותו כלל בניקוד
2. לאחר הפעילות, אני חושב שהנימוק שנתן התלמיד (בחרו אפשרות אחת בלבד):
 - יזכה אותו בניקוד מלא
 - יזכה אותו בניקוד חלקי
 - לא יזכה אותו כלל בניקוד
3. לאחר הפעילות, אני חושב שהנימוק שלי, כפי שרשמתי בתחילת הפעילות:
 - יזכה אותי בניקוד מלא
 - יזכה אותי בניקוד חלקי
 - לא יזכה אותי כלל בניקוד

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

הצעת פתרון

עבור כל מרכיב של הנימוק סמנו ב-✓, במקום המתאים בטבלה - האם הוא קיים במלואו, קיים בחלקו או חסר לחלוטין. במקרים שהמרכיב קיים חלקית או לא קיים כלל, השלימו את החסר.

הנימוק של התלמיד:

האיור שמייצג נכון את הכוחות הפועלים על הגולש הוא 1, כיוון שמציג מצב בו כוח mg גדול מ-N. מצב זה נכון כיוון ש-mg מכיל בתוכו רכיב של תאוצה משיקית ולכן גדול יותר מכוח N.

מרכיב הנימוק	קיים במלואו	קיים חלקית או לא קיים כלל	השלמת החסר
נתונים		✓	כאשר הגוף עובר דרך הנקודה B, הוא נע מעל המסילה, במסלול מעגלי אנכי שמרכזו מתחת למסלול התנועה.
ידע מדעי רלוונטי (תוך שימוש במושגים בפיזיקה)		✓	כאשר גוף נע בתנועה מעגלית יש לו תאוצה, שאחד הרכיבים שלה מכוון אל מרכז המעגל (רכיב רדיאלי). לכן, על פי החוק השני של ניוטון, לשקול הכוחות הפועלים על הגוף חייב להיות רכיב רדיאלי שכיוונו אל מרכז המעגל. במסלול המעגלי האנכי הנתון: - הרכיב הרדיאלי של כוח הכובד מכוון אל מרכז המעגל והוא קטן בגודלו מכוח הכובד - הכוח הנורמלי פועל במאונך למסלול, כלפי חוץ
קישור – נימוק (בעזרת פיסקה המנוסחת כהלכה) בין הנתונים לבין הידע המדעי הרלוונטי		✓	מאחר שבנקודה B הגוף נע על מסילה מעגלית במישור זקוף שמרכזה מתחת למסילה, יש לגוף תאוצה רדיאלית אל מרכז המעגל. לפי החוק השני של ניוטון, צריך להיות כוח רדיאלי אל מרכז המעגל המאפשר את התנועה הזו. הכוחות הפועלים על הגוף הם הכוח הנורמלי N שכיוונו רדיאלי אל מחוץ למעגל וכוח הכובד mg שיכול לתת רכיב רדיאלי שכיוונו אל מרכז המעגל, כלומר, הרכיב הרדיאלי של כוח

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



הכובד mg גדול מהכוח הנורמלי N. אך, כוח גדול יותר מרכיביו, לכן כוח הכובד כולו גדול יותר מהכוח הנורמלי.			
--	--	--	--

תשובה: 1 הוא האיור הנכון.

נימוק: מאחר שבנקודה B הגוף נע על מסילה מעגלית במישור זקוף שמרכזה מתחת למסילה, יש לגוף תאוצה רדיאלית אל מרכז המעגל.

לפי החוק השני של ניוטון, צריך להיות כוח רדיאלי אל מרכז המעגל המאפשר את התנועה הזו. הכוחות הפועלים על הגוף הם הכוח הנורמלי N שכיוונו רדיאלי אל מחוץ למעגל וכוח הכובד mg שיכול לתת רכיב רדיאלי שכיוונו אל מרכז המעגל, כלומר, הרכיב הרדיאלי של כוח הכובד mg גדול מהכוח הנורמלי N . אך, כוח גדול יותר מרכיביו, לכן כוח הכובד כולו גדול יותר מהכוח הנורמלי.

דגשים בהפעלת הפעילות

- מהלך ההוראה הזה מיועד לנימוקים מילוליים.
- נימוקים של מומחים כתובים כפסקה אחת המכילה את הנתונים, הידע המדעי הרלוונטי והקישור ביניהם. יחד עם זאת, כדי להרגיל את התלמידים להתייחס לכל אחד מהמרכיבים, אנחנו ממליצות בתחילת הדרך לקיים את מהלך ההוראה כפי שמוצע, ורק בשלב מאוחר יותר לעבור לכתיבת פסקה אחת המכילה את כל המרכיבים.
- המלצתנו למורה היא שבשעה שהתלמידים עובדים, הן בעבודה האישית והן בעבודה בקבוצות, להסתובב בין התלמידים ולסייע להם בשאלות מנחות בהתאם לקשיים שיועלו.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



מהלך הוראה – "נימוק – מה חסר?"

הפרש פוטנציאלים בין שתי נקודות במעגל חשמלי תעודת זהות

נושא	הפרש פוטנציאלים בין שתי נקודות במעגל חשמלי
הקושי	כאשר תלמידים נדרשים לנמק את הבחירה באחת התשובות בשאלה "אמריקאית", הם בדרך כלל כותבים משפט סתמי שממנו לא ניתן להסיק אם הם אכן יודעים את ההסבר הפיזיקלי לתשובה הנכונה.
סוג הפעילות	"נימוק – מה חסר?" סוג זה של פעילות מכוון את התלמידים לבנות את הנימוק בעזרת שלושה מרכיבים: הנתונים, הידע המדעי הרלוונטי, והקישור בין הנתונים לבין הידע המדעי הרלוונטי.
סביבת הפעילות	כיתה אפשר לתת את החלק האישי כשיעורי בית.
עזרים נחוצים	דפי הפעילות
משך הפעילות	כ 30 דקות

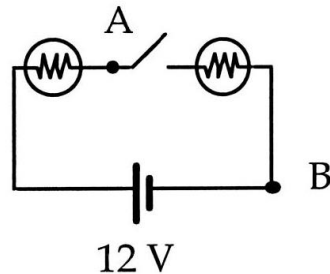
הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

פעילות לתלמיד - "נימוק – מה חסר?" הפרש פוטנציאלים בין שתי נקודות במעגל חשמלי

נתונה השאלה :



במעגל המתואר בתרשים
הכא"מ של הסוללה שווה ל 12 וולט
ואין לה התנגדות פנימית.
שני הנגדים זהים.

מהו הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות A ו B?

א. 0V

ב. 6V

ג. 12V

ד. אפשרות אחרת. פרטו _____

התשובה הנכונה לשאלה היא:

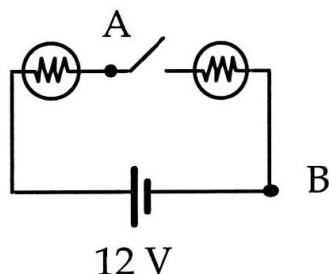
כתבו נימוק לתשובה זו ומסרו את הדף למורה.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

כזכור, השאלה היא :



במעגל המתואר בתרשים
הכא"מ של הסוללה שווה ל 12 וולט
ואין לה התנגדות פנימית.
שני הנגדים זהים.

מהו הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות A ו B?

א. 0V

ב. 6V

ג. 12V

ד. אפשרות אחרת. פרטו

התשובה הנכונה לשאלה היא : ג

תשובתו של תלמיד אחר לשאלה זו הייתה :

ג- הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות A ו B הוא המתח על הסוללה 12 וולט
הנימוק שלו היה :

כאשר המעגל פתוח אין זרם לכן פוטנציאל כל נקודה שווה לפוטנציאל המקור.

לדעתי, הנימוק שכתב התלמיד (בחרו אפשרות אחת בלבד) :

- יזכה אותו בניקוד מלא
- יזכה אותו בניקוד חלקי
- לא יזכה אותו כלל בניקוד

נמקו את בחירתכם

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



לנימוק טוב, צריכים להיות שלושה מרכיבים:

- הנתונים של השאלה
 - הידע המדעי הרלוונטי (למשל, מושגים, הגדרות של מושגים, עקרונות או חוקים בפיזיקה, משפטים בגיאומטריה)
 - פיסקה (מנוסחת כהלכה) המקשרת בין הנתונים של השאלה לבין הידע המדעי הרלוונטי.
- תבנית פיסקת הנימוק יכולה להראות כך:
- היות שנתון ש... והידע המדעי הרלוונטי הוא... התשובה שבחרתי לשאלה הזו היא ...

השלימו את הטבלה הבאה:

העתיקו לטבלה את הנימוק של התלמיד. עבור כל מרכיב של הנימוק סמנו ✓, במקום המתאים בטבלה - האם הוא קיים במלואו, קיים חלקית או לא קיים כלל. במקרים שהמרכיב קיים חלקית או חסר לחלוטין, השלימו את החסר.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



הנימוק של התלמיד:			
מרכיב הנימוק	קיים במלואו	קיים חלקית או לא קיים כלל	השלמת החסר
נתונים			
ידע מדעי רלוונטי (תוך שימוש במושגים בפיזיקה)			
קישור (בעזרת פיסקה המנוסחת כהלכה) בין הנתונים לבין הידע המדעי הרלוונטי			

אחרי ההתמודדות האישית עם השאלה ועם נימוקו של התלמיד, דונו עם חברים בכיתה היושבים בקרבתכם. השוו את תשובותיכם עם תשובותיהם, ועדכנו את הטבלה שלכם בהתאם.

נסחו נימוק מלא לשאלה שבתחילת הפעילות:

בהמשך יתקיים **דיון כיתתי** לסיכום הפעילות, בהנחיית המורה.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

מלאו את המשוב האישי.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



משוב אישי

1. לפני הפעילות, חשבתי שהנימוק שנתן התלמיד (בחרו אפשרות אחת בלבד) :

- יזכה אותו בניקוד מלא
- יזכה אותו בניקוד חלקי
- לא יזכה אותו כלל בניקוד

2. לאחר הפעילות, אני חושב שהנימוק שנתן התלמיד (בחרו אפשרות אחת בלבד) :

- יזכה אותו בניקוד מלא
- יזכה אותו בניקוד חלקי
- לא יזכה אותו כלל בניקוד

3. לאחר הפעילות, אני חושב שהנימוק שלי, כפי שרשמתי בתחילת הפעילות :

- יזכה אותי בניקוד מלא
- יזכה אותי בניקוד חלקי
- לא יזכה אותי כלל בניקוד

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

הצעת פתרון

עבור כל מרכיב של הנימוק סמנו ב-✓, במקום המתאים בטבלה - האם הוא קיים במלואו, קיים בחלקו או חסר לחלוטין. במקרים שהמרכיב קיים חלקית או לא קיים כלל, השלימו את החסר.

הנימוק של התלמיד:			
כאשר המעגל פתוח אין זרם לכן פוטנציאל כל נקודה שווה לפוטנציאל המקור.			
מרכיב הנימוק	קיים במלואו	קיים חלקית או לא קיים כלל	השלמת החסר
נתונים		✓	המעגל פתוח. הרכיבים במעגל מחוברים בטור.
ידע מדעי רלוונטי (תוך שימוש במושגים בפיזיקה)		✓	הזרם העובר במעגל טורי פתוח שווה לאפס. לפי חוק אום, הפרש הפוטנציאלים בין קצות נגד (או בין כל שתי נקודות שיש ביניהן קשר מוליך) שלא זורם דרכו זרם, שווה לאפס.
קישור (בעזרת פיסקה המנוסחת כהלכה) בין הנתונים לבין הידע המדעי הרלוונטי		✓	המעגל פתוח, לכן לא זורם זרם במעגל. לכן, לפי חוק אום, הפרש הפוטנציאלים בין קצות כל אחד מהנגדים שווה לאפס. לכן מתקבל שהפוטנציאל בנקודה A שווה לפוטנציאל של ההדק החיובי של הסוללה והפוטנציאל של הנקודה B שווה לפוטנציאל של ההדק השלילי של הסוללה. מכאן שהפרש הפוטנציאלים בין הנקודה A לבין הנקודה B שווה להפרש הפוטנציאלים בין הדקי המקור, כלומר שווה ל-12 וולט.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



תשובה: ג - הפרש הפוטנציאלים בין הנקודות A ו-B שווה 12 וולט.

נימוק: המעגל פתוח, לכן לא זורם זרם במעגל. לפי חוק אום, הפרש הפוטנציאלים בין כל שתי נקודות שביניהן יש קשר מוליך שווה לאפס. מכאן שפוטנציאל הנקודה A שווה לפוטנציאל ההדק החיובי של המקור ופוטנציאל הנקודה B שווה לפוטנציאל ההדק השלילי של המקור, כך שהפרש הפוטנציאלים בין הנקודות A ו-B שווה לכא"מ המקור, כלומר 12 וולט.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



מהלך הוראה לשרטוט גרפים – מעבר מטבלה לגרף

טעויות של תלמידים בשרטוט מערכת צירים התואמת את הטבלה

תלמידים משרטטים את מערכת הצירים כך ש:

- לפחות באחד הצירים, אין התאמה בין טווח הנתונים בטבלה לבין טווח המספרים על הציר. לדוגמא, טווח המספרים בטבלה הוא מ-0 עד 2, וטווח המספרים על הציר הוא מ-0 עד 5.
- המספרים מהטבלה נרשמים ישירות ליד השנתות על הציר (גם אם ההפרשים בין המספרים אינם שווים וגם אם המספרים רשומים כשברים פשוטים).
- קנה המידה אינו מאפשר דיוק במיקום הנקודות בגרף. לדוגמא, כאשר קנה המידה נקבע להיות 3 משבצות, ערכה של כל משבצת הוא מספר אירציונאלי או קנה המידה מוצג כשבר פשוט, במקרה זה $1/3$.
- במקרים בהם המשתנים על הצירים הם ההופכיים של המשתנים בטבלה, התלמידים רשומים על הצירים שברים פשוטים ובדרך כלל טועים בקביעת קנה המידה.
- נקודת החיתוך של שני הצירים נקבעת תמיד כ- $(0,0)$.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



מהלך הוראה לשרטוט גרפים

מעבר מטבלה לגרף

תעודת זהות

נושא	מעבר מטבלה לגרף
הקושי	תלמידים מתקשים בשרטוט מערכת צירים המאפשרת דיוק מרבי במיקום הנקודות על פי המספרים שבטבלה.
סביבת הפעילות	כיתה
עזרים נחוצים	דפי פעילות
משך הפעילות	שיעור אחד
הערות	ניתן לתת כשיעורי בית את שלב העבודה האישית. בכיתה, ניתן להקרין את הטופס על הלוח על מנת לחסוך בנייר.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימושם האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



דף לתלמיד שרטוט גרפים – מעבר מטבלה לגרף

עבודה אישית

תלמידים קיבלו טבלה בה ערכים של שני גדלים פיזיקליים, P ו- Q , שנמדדו במטרים. הם התבקשו לשרטט גרף של P כתלות ב- Q .

$Q(m)$	2.0	4.2	5.1	7.0	8.0	10
$P(m)$	0.16	0.20	0.25	0.33	0.45	0.5

בשלב ראשון, התלמידים שרטטו מערכת צירים. לפניכם 6 שרטוטים.

ענו על השאלה שמופיעה מתחת לכל שרטוט ונמקו.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

שרטוט 1	שרטוט 2	שרטוט 3
האם מערכת הצירים מאפשרת דיוק במיקום נקודות על פי המספרים שבטבלה? נמקו את תשובתכם.	האם מערכת הצירים מאפשרת דיוק במיקום נקודות על פי המספרים שבטבלה? נמקו את תשובתכם.	האם מערכת הצירים נכונה? נמקו את תשובתכם.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

שרטוט 4	שרטוט 5	שרטוט 6
אם מערכת הצירים נכונה? נמקו את תשובתכם.	האם מערכת הצירים מאפשרת דיוק במיקום נקודות על פי המספרים שבטבלה? נמקו את תשובתכם.	האם מערכת הצירים מאפשרת דיוק במיקום נקודות על פי המספרים שבטבלה? נמקו את תשובתכם.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימושם האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



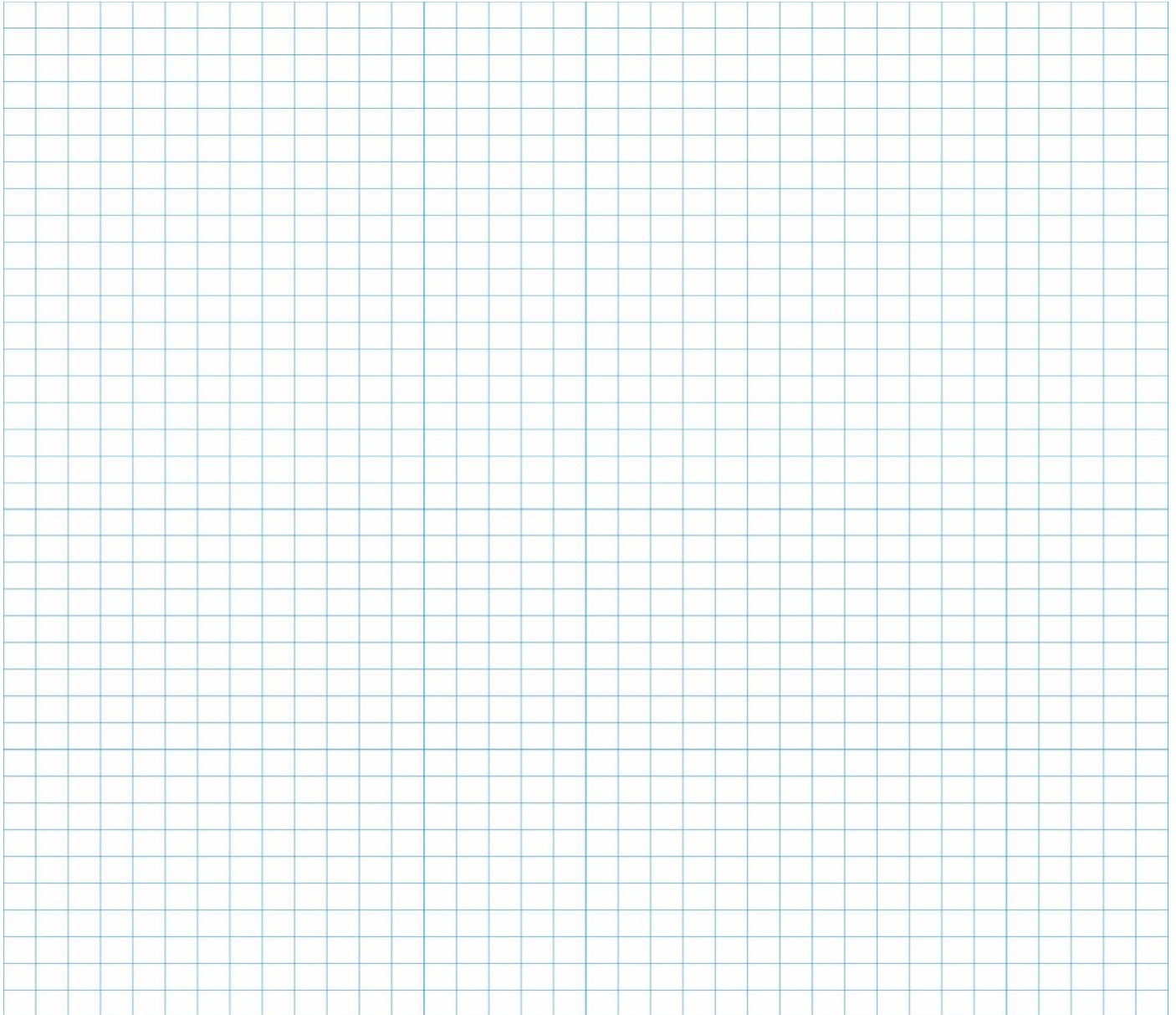
--	--	--

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימושם האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום
באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



שרטטו על פני רשת המשבצות שלפניכם, מערכת צירים נכונה, שבה ניתן יהיה למקם במדויק נקודות על פי המספרים שבטבלה.



הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



Q(m)	2.0	4.3	5.3	6.8	8.0	9.8
P(m)	2.0	4.2	5.1	7.0	8.0	14
1/ P(1/m)						

התלמידים קיבלו טבלת נתונים

במקרה אחר,

והתבקשו לשרטט גרף של $1/P$ כתלות ב-Q.
השלימו את הטבלה :

ענו על השאלות שמופיעות מתחת לכל שרטוט ונמקו.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



שרטוט 7	שרטוט 8
1. האם מערכת הצירים נכונה? נמקו את תשובתכם. 2. אם מערכת הצירים נכונה, האם היא מאפשרת דיוק במיקום נקודות על פי המספרים שבטבלה?	1. האם מערכת הצירים נכונה? נמקו את תשובתכם. 2. אם מערכת הצירים נכונה, האם היא מאפשרת דיוק במיקום נקודות על פי המספרים שבטבלה?

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



--	--

עבודה בקבוצות

1. השוו בין התשובות שלכם, ועדכנו אותן בהתאם
2. אם מוצגת לפניכם טבלה עם נתונים, כתבו הנחיות לשרטוט מערכת צירים שמתאימה לטבלה.

דיון כיתתי

משוב אישי (יכתב לאחר הדיון הכיתתי)

א. מה התחדש לי במהלך העבודה בקבוצות?

ב. מהו הדבר המשמעותי ביותר שלמדתי בפעילות זו?

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



הצעת פתרון

תלמידים קיבלו טבלה בה ערכים של שני גדלים פיזיקליים, P ו- Q , שנמדדו במטרים. הם התבקשו לשרטט גרף של P כתלות ב- Q .

$Q(m)$	2.0	4.2	5.1	7.0	8.0	10
$P(m)$	0.16	0.20	0.25	0.33	0.45	0.5

בשלב ראשון, התלמידים שרטטו מערכת צירים. לפניכם 6 שרטוטים.

ענו על השאלה שמופיעה מתחת לכל שרטוט ונמקו.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

שרטוט 1	שרטוט 2	שרטוט 3
האם מערכת הצירים מאפשרת דיוק במיקום נקודות על פי המספרים שבטבלה? תשובה: לא, מכיוון שבציר האנכי אין התאמה בין טווח המספרים בטבלה לבין טווח המספרים על ציר זה.	האם מערכת הצירים מאפשרת דיוק במיקום נקודות על פי המספרים שבטבלה? תשובה: לא, מכיוון שבציר האנכי אין התאמה בין טווח המספרים בטבלה לבין טווח המספרים על ציר זה. הערה למורה: תלמידים חושבים שקנה המידה של שני הצירים חייב להיות זהה.	האם מערכת הצירים נכונה? נמקו את תשובתכם. תשובה: מערכת הצירים אינה נכונה. נימוק: בשני הצירים, עבור מרחקים שווים בין השנתות ההפרשים בין המספרים אינם שווים. הערה למורה: המספרים מהטבלה נרשמים ישירות ליד השנתות על הציר (גם אם ההפרשים בין

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימושם האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

		המספרים אינם שווים וגם אם המספרים רשומים כשברים פשוטים).
שרטוט 4	שרטוט 5	שרטוט 6
1. האם מערכת הצירים נכונה? נמקו את תשובתכם. תשובה: לא, מערכת הצירים לא נכונה.	האם מערכת הצירים מאפשרת דיוק במיקום נקודות על פי המספרים שבטבלה? תשובה: קנה המידה שנבחר אינו מאפשר דיוק במיקום הנקודות בגרף כיוון שהוא 3 משבצות (בשני הצירים).	האם מערכת הצירים מאפשרת דיוק במיקום נקודות על פי המספרים שבטבלה? תשובה:

הפרויקט בוצע על פי מרכז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

התלמיד נדרש לשרטט את $P(m)$ כתלות ב- $Q(m)$ והתלמיד שרטט מערכת צירים הפוכה, בה המשתנה התלוי, $P(m)$, הוא על הציר האופקי ולא על ציר האנכי.	ערכה של כל משבצת הוא מספר אירציונאלי. בציר האופקי לדוגמה, כל משבצת ערכה $1/3$ מטר.	במערכת צירים זו אפשר היה לשפר את הדיוק במיקום הנקודות אילו היה נבחר קנה מידה מתאים יותר. הערה למורה : על הצירים יש לרשום מספרים בהפרשים שווים ולא את המספרים מהטבלה, אפילו אם הם ממוקמים נכון בקירוב.
---	--	--

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

במקרה אחר, התלמידים קיבלו טבלת נתונים והתבקשו לשרטט גרף של $1/P$ כתלות ב- Q .
השלימו את הטבלה:

$Q(m)$	2.0	4.3	5.3	6.8	8.0	9.8
$P(m)$	2.0	4.2	5.1	7.0	8.0	14
$1/P(1/m)$						

ענו על השאלות שמופיעות מתחת לכל שרטוט ונמקו.

שרטוט 7	שרטוט 8
האם מערכת הצירים נכונה? נמקו את תשובתכם. מערכת הצירים לא נכונה. בציר האנכי, עבור מרחקים שווים בין השנתות ההפרשים בין המספרים אינם שווים. הערה למורה: על ציר האנכי רשומים שברים פשוטים, אך לא מקובל לרשום על ציר שברים פשוטים.	האם מערכת הצירים נכונה? נמקו את תשובתכם. מערכת הצירים לא נכונה. - בציר האנכי, המספרים מסודרים מהערך הגדול לערך הקטן - בציר האנכי, עבור מרחקים שווים בין השנתות ההפרשים בין המספרים אינם שווים. הערה למורה: על ציר האנכי רשומים שברים פשוטים, אך לא מקובל לרשום על ציר שברים פשוטים.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



עבודה בקבוצות

1. השוו בין התשובות שלכם, ועדכנו אותן בהתאם.
2. אם מוצגת לפניכם טבלה עם נתונים, כתבו הנחיות לשרטוט מערכת צירים שמתאימה לטבלה.
הנחיות לשרטוט מערכת צירים שמתאימה לטבלה:
 - א. יש לצייר שני צירים מאונכים זה לזה.
 - ב. יש לקבוע מי המשתנה הבלתי תלוי- הוא יהיה מיוצג על הציר האופקי, והמשתנה התלוי יהיה מיוצג על ציר האנכי.
 - ג. יש לכתוב בקצה כל ציר את שם המשתנה ואת יחידת המידה שלו.
 - ד. יש להקפיד על התאמה בין טווח המספרים בטבלת הנתונים לבין טווח המספרים על כל ציר.
 - ה. יש לקבוע קנה מידה שיאפשר דיוק מרבי במיקום הנקודות בגרף.
 - ו. המרחקים בין כל שתי שנתות עוקבות על ציר צריכים להיות שווים.
 - ז. הפרשי המספרים הרשומים ליד כל שתי שנתות עוקבות על ציר צריכים להיות שווים.
 - ח. אין חובה שכל ציר יתחיל מאפס.
 - ט. לא מקובל לרשום שברים פשוטים כמספרים על ציר.

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



מקורות

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



Ausubel, D., (2000). The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view. Kluwer Academic Publishers.
Ambrose, B. S. (2007). Probing Student Reasoning Intuitions in Intermediate Mechanics: An Example with Linear Oscillations. <i>Aip Conference Proceedings</i> 883,30; https://doi.org/10.1063/1.2508684
Arons, A., B., (1999). Development of energy concepts in introductory physics courses. <i>Am. J. Phys.</i> 67 (12).
Bagno, E., & Eylon, B.S. (1997). From Problem solving to knowledge structure: An example from the domain of electromagnetism. <i>American Journal of Physics</i> , 65 (8), 726-736.
Beth A. Lindsey, (2014). Student reasoning about electrostatic and gravitational potential energy: An exploratory study with interdisciplinary consequences. <i>Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.</i> 10, 013101 – Published 17 January 2014
Cohen, R., Eylon, B., & Ganiel, U., (1983). Potential difference and current in simple electric circuits: A study of students' concepts. <i>Am. J. Phys.</i> 51, 407.
Engelhart, P. V. and Beichner, R. J. (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. <i>Am. J. Phys.</i> 72(1).
Eylon, B.S., & Ganiel, U. (1990). Macro-micro relationships: the missing link between electrostatics and electromagnetics in students' reasoning. <i>Int. J. SCI</i> , 12(1), 79-94
Jewett Jr., J., W., (2008). Energy and the confused student 1: Work. <i>The Physics Teacher</i> 46, 38.
Kim, E., & Pak, S.-J., (2002). Students do not overcome conceptual difficulties after solving 1000 traditional problems. <i>Am. J. Phys.</i> 70, 759.
Linn, M.C., Eylon, B.S. (2011). Science learning and instruction: Taking advantage of technology to promote knowledge integration. Routledge, New York
Mason, A., & Singh, C., (2010). Helping students learn effective problem solving strategies by reflecting with peers. <i>Am. J. Phys.</i> 78, 748.
Singh, C., Rosengrant, D., (2003). Multiple-Choice test of energy and momentum concepts. <i>Am. J. Phys.</i> 71(6).
Sherin, B. (2001). How students understand physics equations, <i>Cogn & Instruc.</i> 19, 479

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך
© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.



Tognopparat, N., Poonyawatporrkul, J., Wattanakasiwich, P., (2014). Investigation of Student Reasoning about Harmonic Motions. *Proceedings of the 12th Asia Pacific Conference (APPC12)*.

<https://doi.org/10.7566/JPSCP.1.017033>

Touger et al., (1995). How novice physics students deal with explanations. *INT. J. SCI. EDUC., VOL. 17, NO. 2, 255-269*.

Trowbridge, D. E. and McDermott, L. C. (1980). Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension. *AJP* 48, 1020

Trowbridge, D. E. and McDermott, L. C. (1981). Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension. *AJP* 49, 242

Van Heuvelen, A., (1991). Learning to think like a physicist: A review of research-based instructional strategies. *Am. J. Phys.* 59(10).

הפרויקט בוצע על פי מכרז מס' 09/07.13 עבור המזכירות הפדגוגית, משרד החינוך

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.