



מדיקה

”אותה הגברת בשינוי אדרת” - משוב מביצוע הפעילות בכיתה

אורן שריקי, התיכון למדעים ולאמנויות, ירושלים והמחלקה לנוירוביולוגיה, מכון ויצמן למדע
נדב כץ, המחלקה לפיסיקה, מכון ויצמן למדע

הקדמה

במאמר ”אותה הגברת בשינוי אדרת?”, אשר הופיע בגליון הקודם של תהודה (1) 24, מציעות עדית ירושלמי ואסתר מגן פעילות כיתתית סביב בעיה עשירת הקשר בנושא זריקה משופעת. במאמר זה נתאר רשמים מההתנסות שלנו בהעברת הפעילות לתלמידים והצעות אחדות ביחס למבנה הפעילות ולהערכת ביצועי התלמידים.

המשימה

השינויים העיקריים שהכנסנו במשימה ביחס למאמר המקורי היו הורדת הגובה שבו נמצא המטפס כדי להפחית את מהירות הפגיעה, והוספת הנחיות מפורשות לדיון ובקרה עצמית. להלן דף המשימה שחולק לתלמידים:

מטפס הרים נתקע על קרחון היות שגרזן הטיפוס שלו החליק מידו ואבד. הקרחון נראה כמדרון חלק הנטוי בזווית 30° . המטפס רואה קבוצת אנשים ישובה למרגלות המדרון. הוא מעריך כי הקבוצה נמצאת בקו גובה הנמוך ב- 800 מטר ובמרחק אופקי של 250 מטר מימנה ממנו. הוא מחליט להעביר להם מסר כתוב בתוך קופסה שיכולה להחליק על הקרח.

כיצד על המטפס לשגר את הקופסה על הקרחון כך שתגיע אל הקבוצה? האם יש פתרון יחיד לבעיה? הציעו פתרון.

על פתרון המשימה לכלול:

♦ **תיאור הבעיה:** תרשים המתאר את הבעיה, בו מצוינים הגדלים הנתונים והמשתנה המבוקש.

♦ **בניית הפתרון:**

* הצגת הפתרון כסדרה של תת-בעיות המיועדות כל אחת לבטא את אחד מהנעלמים הנדרשים לפתרון.

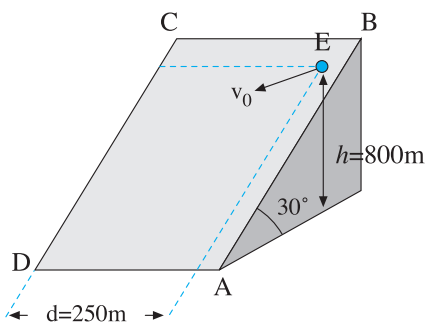
* בכל תת-בעיה: רישום העקרונות הפיסיקליים המשמשים בה ופתרון המשוואות המתקבלות. ♦ בדיקת התוצאה.

הנחיות לדיון ובקרה עצמית במהלך העבודה:
התייחסו בדיונים לנקודות הבאות ותעדו בכתב את תשובותיכם:

- ♦ מהם הקשיים שבהם נתקלנו?
- ♦ אם טעינו, מהם הדברים שהטעו אותנו?
- ♦ אילו תובנות שהגענו אליהן קידמו אותנו משמעותית בפתרון?
- ♦ מדוע בחרנו בדרך הפתרון שבה בחרנו?
- ♦ באילו כלים ושיטות ניתן לבדוק את נכונות הפתרון?

דיווח:

עליכם להגיש תיעוד בכתב של הפתרון לפי ההנחיות הרשומות יחד עם התייחסות לנקודות שלעיל. כמו-כן, בתום המשימה, יציג אחד מהקבוצה את הפתרון על הלוח בפני הכיתה. על ההצגה להיות מסודרת, בהירה ותמציתית.



תרשים הבעיה לא חולק לתלמידים כיוון שסרטוטו היווה חלק מהמשימה. אנו מצרפים אותו לנוחות הקוראים.



ועוד אחת של חמישה. רמת התלמידים בינונית-גבוהה. הרכב הקבוצות היה הטרוגני מבחינת רמת התלמידים. התלמידים התנסו כבר בעבר בעבודה בקבוצות. לצורך זיהוי פשוט בתהליך עיבוד התוצאות ניתנו שמות לקבוצות (גליליאו, הוק, קפלר, ניוטון, דקארט, הויגנס). מתן השמות התגלה כרעיון מוצלח כיוון שתרם גם ליצירת גיבוש קבוצתי. בכל קבוצה מונו בעלי תפקידים בדומה להצעה שבמאמר המקורי. במהלך הפעילות עברנו בין הצוותים ויידאנו שהתלמידים עובדים על-פי ההנחיות, רשמנו הערות בדפי המחווון וציינו זמנים בהם הגיעו הקבוצות לשלבים שונים או פתרו את משימות הבונוס. במהלך הפעילות חילקנו לקבוצות שקפים וטושים צבעוניים ובתום הפעילות קיבל נציג מכל קבוצה 5 דקות להצגה תמציתית של העבודה.

משך הפעילות הכולל היה כארבעה שיעורים ברצף. השיעור הראשון ומחצית מהשיעור השני הוקדשו לעבודה על המשימה ואילו מחצית השיעור השני להצגת הפתרונות על-ידי התלמידים. בשיעורים השלישי והרביעי נערך דיון בשאלה מבחינת הבגרות¹, חולקו דפי משוב, ונערך דיון מפורט בפתרון המשימה ובפתרון שאלות הבונוס. אפשר לחלק את הפעילות לשני מפגשים בני שעתיים, אך אם מעבירים דפי משוב רצוי להעביר אותם כבר במפגש הראשון.

להלן דף המשוב האישי שחולק:

משוב אישי על הפעילות

שם: _____

קבוצה: _____

◆ הפעילות כללה הנחיות כלליות לגישה לפתרון (תיאור הבעיה, בניית הפתרון, בדיקת התוצאה). האם הדבר תרם? האם יש לך הצעות לשיפור בנוגע לנושא זה?

◆ העבודה על המשימה נעשתה בקבוצות. מה היה מוצלח בעבודה של קבוצתך? אילו קשיים התעוררו? אילו דברים ניתן היה לשפר בעבודה הקבוצתית שלכם?

◆ בתום הפעילות התבקשתם לתאר שלד של פתרון לשאלה דומה שהופיעה בבחינת הבגרות. מדוע לדעתך השאלה מהבגרות קלה יותר? אילו מיומנויות נדרשו בשאלה שבמשימה ולא היו נחוצות לשאלה מהבגרות?

בנוסף למשימה העיקרית, חיברנו שאלות בונוס אחדות, עם עליה בדרגת הקושי. שאלות אלו ניתנו לקבוצות שסיימו לעבוד על המשימה העיקרית. דבר זה איפשר גמישות בארגון הזמן ולא נוצר מצב של קבוצה "מחוסרת עבודה".

שאלת בונוס ראשונה:

העריכו את מידת הדיק (מהירות / זווית) הדרושה למטפס בשיגור הקופסה, בהנחה שקבוצת האנשים מפוזרת על-פני שטח מעגלי שקוטרו 25 מטרים.

שאלה זו בודקת יכולות ניתוח של הפתרון ומדגימה את הרעיון של דיוק סופי והערכת שגיאות בניסויים מעשיים.

שאלת בונוס שנייה:

א. באיזו מהירות תפגע הקופסה בקבוצת האנשים?
ב. מהי זווית השיגור שעבורה מהירות הפגיעה היא הנמוכה ביותר?

שאלה זו נועדה להראות שיש חשיבות לבחון את כל פרטי הפתרון גם לאחר מציאתו, שכן במקרה זה מהירות הפגיעה יוצאת גבוהה למדי. סעיף ב' מציג את הרעיון של אופטימיזציה על-ידי שינוי פרמטר מסוים תחת אילוצים. משנים את הזווית אך עדיין דורשים שהקופסה תגיע למטרה. המהירות המתקבלת משתנה בהתאם ויש למצוא מתי מתקבלת המהירות המינימלית.

שאלת בונוס שלישית:

נניח כי קיים גם כוח חיכוך קבוע בין הקופסה לקרח. סרטטו תרשים כוחות מתאים ורשמו את משוואות התנועה (על פי החוק השני של ניוטון) למקרה זה. אילו קשיים מתעוררים בפתרון במקרה זה?

הבעיה המוצגת כאן אינה ניתנת לפתרון בכלים העומדים לרשות התלמידים, שכן הוספת החיכוך גורמת לצימוד בין התנועות בשני המימדים. רישום משוואות התנועה הפיסיקליות וזיהוי הקושי המתמטי בפתירתן מעורר בדיון הקבוצתי תהליכים מטה-קוגניטיביים. על התלמידים לבחון ולבקר את תהליך עבודתם.

אופן העברת המשימה

המשימה הועברה לתלמידי כיתה י' הלומדים במגמת פיסיקה בביה"ס התיכון למדעים ולאמנויות בירושלים (המורה לפיסיקה של הכיתה הוא אורן שריקי), אשר למדו כבר את החוק השני של ניוטון וחוק הזריקה המשופעת. בכיתה 25 תלמידים (14 בנים ו-11 בנות) אשר חולקו לחמש קבוצות של ארבעה תלמידים



מה לדעתך הפקת מהפעילות?

האם תרצה משימות נוספות מסוג זה (שאלות פתוחות שעובדים עליהן בקבוצות) בעתיד?
 סמן: בהחלט למה לא לא

דרג במספר בין 1 ל- 3, מה לדעתך הייתה תרומתך לדין ולעבודה על המשימה (הקף בעיגול): 3 2 1
 (1 - תרומה מועטה, 2 - תרומה בינונית, 3 - תרומה רבה).

הערות נוספות:

הערכת הביצועים במשימה

הערכת הביצועים בפעילות הייתה ברמה קבוצתית ונעשתה לפי המחון הבא:

מימדים	קריטריונים	רמה א'	רמה ב'	רמה ג'
שליטה בתכנים רלוונטיים	מציאת פתרון נכון לבעיה העיקרית (34 נק')	נמצא פתרון נכון לבעיה.	נמצא פתרון אך הוא חלקי	לא נמצא פתרון לבעיה
	שימוש נכון בנוסחאות התנועה ומעברים מוצדקים (6 נק')	שימוש נכון ויעיל בחוקים ובנוסחאות	נתגלו מעט קשיים בשימוש בנוסחאות	נתגלו קשיים משמעותיים בשימוש בנוסחאות
עבודה שיטתית	אפיון הבעיה (6 נק')	הבעיה אופיינה והוגדרה בצורה ברורה מאד	הבעיה הוגדרה ברמה סבירה	הבעיה לא הוגדרה בצורה מספקת
	חלוקה לתת-בעיות (6 נק')	החלוקה לתת-בעיות נכונה ויעילה	החלוקה לתת-בעיות ברמה בינונית	לא נערכה חלוקה ברורה לתת-בעיות
הצגת הפתרון בכתב	כתיבה מסודרת ותרשימים (5 נק')	כתיבה מסודרת מאד ותרשימים ברורים	כתיבה ותרשימים ברמה סבירה	כתיבה לא מסודרת ו/או התרשימים לא ברורים
	הסברים מילוליים (5 נק')	ההסברים המילוליים ברורים ותרמו להבנה	הסברים מילוליים ברמה סבירה	הופיעו הסברים מילוליים מעטים מדי
הצגת הפתרון בפני הכיתה	רישום על הלוח / שקף (3 נק')	הרישום היה מסודר וברור במיוחד	הרישום היה ברמה סבירה	הרישום לא היה מסודר כלל
	בהירות ההצגה (4 נק')	ההצגה הייתה מאד בהירה	ההצגה הייתה ברורה	ההצגה לקויה ודרך הפתרון קשה להבנה
	תמציתיות ההצגה (3 נק')	ההצגה כללה רק את מה שחיוני להבנת הפתרון	ההצגה כללה מעט פרטים שלא היו רלוונטיים	ההצגה מסורבלת מדי וכללה הרבה פרטים לא רלוונטיים



מימדים	קריטריונים	רמה א'	רמה ב'	רמה ג'
אופי העבודה הקבוצתית	שיתוף פעולה (5 נק')	הקבוצה עבדה בשיתוף פעולה מלא	הקבוצה עבדה בשיתוף פעולה חלקי	הקבוצה עבדה כמעט ללא שיתוף פעולה
	ניהול דיון (5 נק')	הדיונים מקדמים אחראיים ובדיבור בוגר	נערכו דיונים ברמה בינונית	כמעט שלא התנהל דיון בקבוצה
	ניהול לוח זמנים (3 נק')	הקבוצה עמדה היטב בלוח הזמנים	הקבוצה עמדה בלוח הזמנים	הקבוצה לא עמדה בלוח הזמנים
תהליכים מטה-קוגניטיביים	תהליכי בקרה ושיקוף במהלך העבודה על הפתרון, איתור קשיים מעכבים או תובנות מקדמות (8 נק')	העבודה לוותה בתהליכי בקרה ושיקוף ברמה גבוהה	העבודה לוותה בתהליכי בקרה ושיקוף ברמה בינונית	כמעט ולא נעשה שימוש בתהליכי בקרה ושיקוף במהלך העבודה
	בדיקת הפתרון (7 נק')	בדיקת הפתרון שילבה מספר כלים והייתה ברמה גבוהה	נערכה בדיקה סבירה	בדיקת הפתרון לא הייתה מספקת

הערה: בסעיף התהליכים המטה-קוגניטיביים, המונח תהליכי שיקוף מתייחס ליכולת התלמידים לעקוב באופן מודע אחר תהליך עבודתם. המונח בקרה מתייחס ליכולת לתכנן ולפעול על-סמך תהליכי השיקוף.

הבעיה, בפרט בכל מה שנוגע לתפיסה המרחבית של הבעיה. קשיים אלו נפתרו על-ידי הנחייה מתאימה. במהלך העבודה היו בחלק מהקבוצות קשיים בעבודה הקבוצתית אך היו גם קבוצות מוצלחות מאד שעבדו בשיתוף פעולה מלא. ברמת ההסברים המילוליים הייתה שונות גבוהה, מהעדר מלל ועד להסברים מילוליים יפים וברורים של מהלך הפתרון והשיקולים. בעיה אופיינית בשלבי סיום העבודה הייתה בדיקה חלקית של הפתרון או העדר בדיקה, למרות שבדיקה כזו נתבקשה מפורשות במשימה והייתה יכולה לסייע באיתור טעויות. בעבודה על שאלות הבונוס נתגלו קשיים אחדים בשימוש בנוסחאות. המימדים שבהם היו ההישגים הטובים ביותר היו החלוקה לתת-בעיות ותמציתיות ההצגה. גם בעבודה על השאלות המטה-קוגניטיביות התגלתה יכולת טובה, בעיקר בדיון שבעל-פה אך גם בכתב. את רמת היצירתיות קשה לאפיין, אך הופיעו מספר פתרונות בדרכים מקוריות. בסיכומו של דבר רמת הביצוע הכוללת לפי המחון שלעיל הייתה גבוהה (3 קבוצות קיבלו ציון סופי מעל 95).

אופן הניקוד: הניקוד בכל סעיף חולק לשלושה תחומים. למשל אם הניקוד היה 5 התחומים היו 1-0, 3-2-1-0-4-5. לפי רמת הביצוע של אותו סעיף ניתן אחד מהציונים באותו תחום. הציון הכולל מכל הסעיפים יכול להגיע ל-100 נקודות. בנוסף, כל אחד מהבונוסים יכול לזכות בעוד 4 נקודות נוספות.

לאחר בדיקת העבודות, קיבלה כל קבוצה את דף המחון כאשר מודגשת בו רמת הביצוע שלה בכל אחד מהקריטריונים. בחלק מהמקרים הוספנו הערות מילוליות כדי להסביר את השיקולים בקביעת הניקוד.

תוצאות וסיכום

מניתוח המחוננים עולה כי כל הקבוצות הצליחו לפתור את המשימה העיקרית, אך התגלו קשיים אחדים בתהליך העבודה עצמו. בתחילת העבודה על המשימה נתגלו קשיים בהבנת



ומוביל ושלא תיווצר קבוצה של אינדיווידואליסטים.

מראה מקום:

1. ירושלמי, ע. ומגן, א., אותה הגברת בשינוי אדרת?
תהודה 24 (1), 2004.

תודות:

אנו מודים לעדית ירושלמי ולאסתר מגן על מתן החומרים לביצוע הפעילות ולמורי הקורס "דרכים להערכת הישג תלמידים" במכון וייצמן, שבמסגרתו בוצעה עבודה זו, על לימוד הכלים ועל הסיוע בהכנת הפעילות.

מניתוח של המשובים האישיים ניכר כי רובם הגדול של התלמידים נהנו מהפעילות ופרט לתלמיד אחד כל התלמידים היו רוצים לבצע פעילויות דומות בעתיד. כמחצית מהתלמידים בכיתה הרגישו שתרמו לדין במידה בינונית וכמחצית הרגישו שתרמו במידה רבה. בסיכומו של דבר ההתנסות הראתה כי כדאי לבצע פעילויות מסוג זה בעתיד, שכן העבודה בקבוצות יצרה אווירה טובה בכיתה והתלמידים הפיקו רבות מהפעילות. אחד הלקחים החשובים הוא שישנה חשיבות רבה לבחירת האנשים בכל קבוצה. השיקול העיקרי שלנו היה שילוב של תלמידים עם יכולות שונות, אך יש לקחת בחשבון גם שבכל קבוצה יהיה טיפוס מנהיגותי

