

פיתוח עצמי של לומדות וסביבות הדמיה פשוטות

בעזרת Visual Basic

מאת רופנאלי, בית הספר "אלה הנשא" והחלקה להוראת המדעים, מכון ויז'מן למדע.

תקציר

במאמר זה מוצגת גישה שלפיה אנו המורים נפתח לעצמנו חומרי למידה ממוחשבים, המותאמים לצרכינו. חומרים אלה יהיו פשוטים מאוד להפעלה, וישמשו לטיפול בקשיי הוראה ולימוד בנושאים ספציפיים. המאמר מציג מספר דוגמאות של תוכנות פשוטות שפיתחתי (בעזרת Visual Basic), ומתאר כיצד שילבתי אותן בהוראה. התוכנות פותחו במקביל לעבודתי בכיתה, בהתאם לבעיות שעלו, או בהתאם לאופן שבו תכננתי לבנות שיעור מסוים.

מילות מפתח:

חומרי למידה ממוחשבים, Visual Basic, תרשים תנועה.

מבוא

בשנים האחרונות חדר המחשב יותר ויותר למעבדת הפיסיקה, ובשנים הבאות אני מניח כי מספר המחשבים והעזרים הנלווים אליהם רק ילך ויגדל. יחד עם המחשבים מוצפים אנו המורים בים של תוכנות רבות ומגוונות, אשר לא תמיד עונות על צרכינו. חלק מהלומדות אינן יותר מאשר הצגות "סגורות" של החומר הנלמד, וחלקן הן סביבות פתוחות מדי, שמשך הזמן הנדרש ללימוד הפעלתן הוא רב. בנוסף לכך, מכיוון שמרבית יצרני הלומדות אינם מאפשרים את הפצתן החופשית בין התלמידים, מוגבל השימוש בתוכנה לכיתה בלבד, ולפיכך לא פעם הופך השימוש במחשב לבזבזי מבחינת זמן.

אנו המורים ערים לצורכי התלמידים. על סמך נסיונונו אנו יודעים מהן אותן נקודות בחומר הנלמד, שהמחשה בעזרת מחשב יכולה להבהיר, ומהן המיומנויות שאותן יכול התלמיד להיטיב לרכוש בעזרת תוכנות מחשב מתאימות. כיוון שחשוב שהשיעור לא ימוקד במחשב אלא בחומר הנלמד, עדיף אולי מגוון רחב של תוכנות פשוטות השונות זו מזו, על סביבת הדמיה כללית.

קיימים כיום כלי התוכנה המאפשרים להגיע לתוצאות מהירות ומתוחכמות בהשקעת זמן קטנה יחסית. במאמר זה אציע גישה שבה אנו המורים מפתחים בעצמנו חומרי למידה ממוחשבים. חומרים אלה יהיו פשוטים מאוד להפעלה, וישמשו לטיפול בקשיי הוראה ולימוד בנושאים ספציפיים. בהמשך אציג מספר תוכנות פשוטות שפיתחתי בעזרת Visual Basic. התוכנות פותחו במקביל לעבודתי בכיתה בהתאם לבעיות שעלו, או בהתאם לאופן שבו תכננתי לבנות שיעור מסוים.

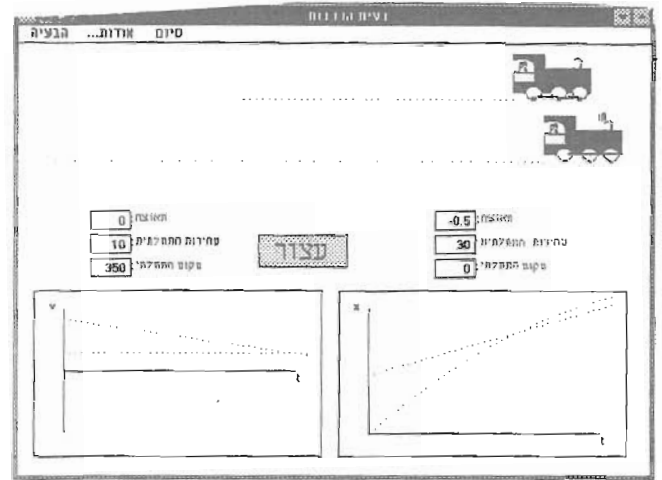
א. בעיית הרכבות

ישנו סוג מסוים של בעיית בפיסיקה שקושי ההתמודדות איתן נובע בעיקר מאי יכולתו של התלמיד "לראות את הבעייה בעיני רוחו". ברור כי המחשת הבעייה בעזרת ניסוי יכולה לתרום רבות להפנמתה. כיוון שלא תמיד ניתן להמחיש את הבעייה, או האירוע, בעזרת ניסוי, וגם אם ניסוי הוא אפשרי, לפעמים קשה במציאות לעקוב אחר הפרטים, הדמיית מחשב יכולה לעזור רבות. כדוגמה לכך בחרתי בבעייה המופיעה בחלק ניכר מספרי הלימוד במכניקה, בפרק של התנועה לאורך קו ישר. הבעייה עוסקת בשתי רכבות הנעות על מסילה אחת ובאותו הכיוון, כאשר הרכבת המהירה נעה בעקבות הרכבת האיטית. כאשר נהג הקטר של הרכבת המהירה מבחין ברכבת האיטית, הוא מפעיל את הבלמים והרכבת בולמת בתנועה שוות תאוצה. פותר השאלה נדרש לחשב את התאוצה המינימלית הדרושה כדי למנוע התנגשות. בתרשים 1א' מוצגת הדמיית הבעייה כפי שהיא מופיעה על צג המחשב. התלמיד צריך להבין, שעל מנת שלא תתרחש התנגשות, דרוש כי ברגע שבו הרכבות נמצאות באותו מקום מהירותן צריכה להיות שווה. ההדמייה מציגה שני קטרים בתנועה, גרף מהירות זמן, וגרף מקום זמן. נוסח הבעייה (תרשים 1ב') יופיע על צג המחשב על ידי הצבעה עם סמן העכבר על הכותרת "הבעייה" שבהדמייה.

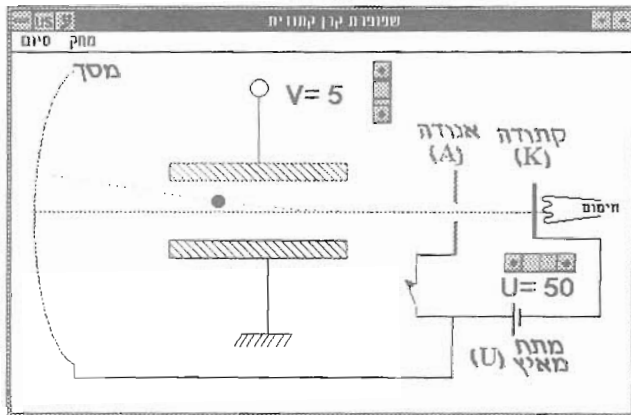
תוך כדי תנועת הרכבות יבנו גרפי מקום-זמן ומהירות-זמן מתאימים. ניתן לשנות כל אחד מהפרמטרים המאפיינים את התנועה. נתוני ההתחלה הם כאלה ששתי הרכבות מתנגשות. במצב זה הפרבולה המתארת את מקום הרכבת המהירה, חותכת את הקו הישר, המתאר את מקום הרכבת האיטית

בעזרת מצגת הטלתי את צג המחשב (תרשים 2) על לוח פורמייקה, ועל שולחן המורה הצגתי את שפופרת הטלטרון. לתלמידים ניתן הסבר איכותי על מבנה השפופרת, כאשר לצורך ההסבר נעזרתי הן בדגם האמיתי והן בתמונה על לוח הפורמייקה.

בשלב זה התבקשו התלמידים לתת תחזיות מנומקות למה שצפוי לדעתם להתרחש בעקבות שינוי אחד או יותר מהפרמטרים (מתח מאיץ, מתח הטיייה, אורך לוחות והמרחק בין הלוחות). תשובות התלמידים אומתו בעזרת ההדמייה ובמידת האפשר בעזרת השפופרת. המדידות נעשו על לוח הפורמייקה בעזרת סרגל וטוש מחיק. לכל הנושא הוקדשו כ-25 דקות בלבד.



תרשים 1א: סביבת הדמייה ל"בעיית הרכבת" - דוגמת מסך



תרשים 2: סביבת הדמייה "שפופרת קרן קתודית" - דוגמת מסך

הבעיה
נהג קטר הנע במהירות 108 ק"מ/שעה מגלה שעל המסילה עליה נע הקטר, נעה רכבת איטית באותו כיוון. הנהג מפעיל את הבלמים כאשר המרחק בין הרכבות הוא 350 מ'. הרכבת האיטית נעה במהירות קבועה של 36 ק"מ/שעה, והקטר מאט בקצב קבוע של 0.5 מ'/'ש.
א. האם תתרחש התנגשות? אם כן- באיזה מרחק מהמקום בו הפעיל הנהג את הבלמים? אם לא - באיזה מרחק תמצא הרכבת מהקטר ברגע שהוא נעצר?
ב. מהי התאוצה הגבולית שתמנע התנגשות?

תרשים 1ב: נוסח הבעייה

ג. גרף מהירות זמן

בניגוד לשתי התוכנות הקודמות, המיועדות לשימוש המורה בשיעור פרונטל, הלומדה הבאה מיועדת לעבודה עצמית של תלמיד. התוכנה מאפשרת לתלמיד לסרטט גרף מהירות זמן, ויוצרת הדמייה של תנועת עצם בהתאם לגרף. את הלומדה יש ללוות בדפי עבודה מתאימים, בהם יידרש התלמיד ליצור תנועות מסוימות. בתרשים 3 מתואר מסך אופייני של התוכנה.

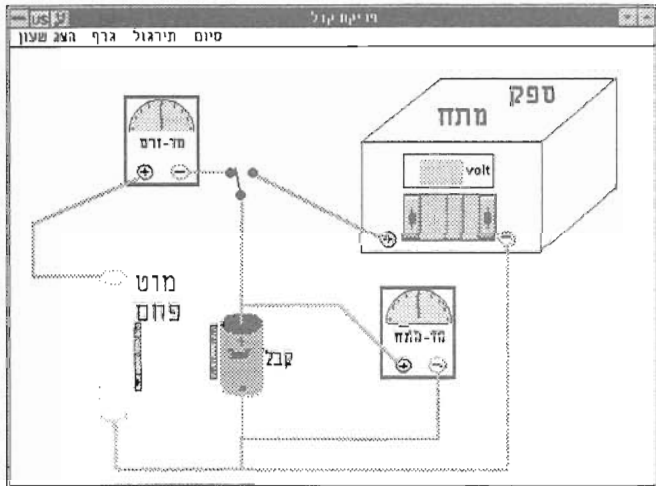
הפעלת התוכנה פשוטה למדי. לדוגמה, כדי לשנות את הגרף על התלמיד להצביע על קטע מסוים של הגרף. לאחר שהצביע על הקטע יופיע בכל קצה שלו ריבוע. על ידי "גרירת" הריבוע ניתן לשנות את הקטע. נוסף על כך אפשר להכין קובצי נתונים בעזרת גיליון אלקטרוני, או על ידי הקלדת פונקציה המתארת את תלות המהירות בזמן, וכך ליצור בעזרת התוכנה תנועות רבות ומגוונות, כגון תנועה הרמונית, תנועה בתוך צמיג וכי' (תרשים 4).

כפונקציה של הזמן. כשמשנים את התאוצה, לדוגמה ל- -1m/s^2 , הפרבולה איננה חותכת את הקו הישר, ואילו כאשר התאוצה בערך הגבולי משיק הקו הישר המתאר את מקום הרכבת האיטית, לפרבולה המתארת את מקום הרכבת המהירה כפונקציה של הזמן. ניתן להקרין את ההדמייה על לוח פורמייקה לפני כל הכיתה בעזרת מצגת. כמו כן אפשר לשנות אחד או יותר מנתוני ההתחלה ולדון עם התלמידים בשינויים הצפויים בתרשימי התנועה, בתנועה עצמה ובגרפים השונים. רצוי לדון בפיתרון האלגברי של הבעייה רק לאחר שהוצגה ההדמייה.

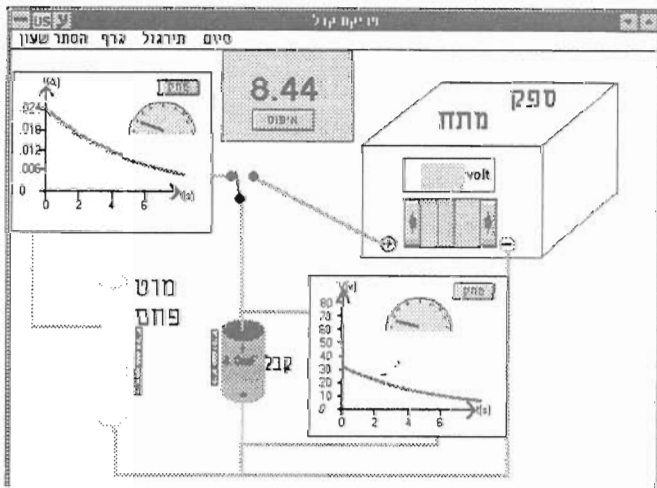
ב. שפופרת קרן קתודית

הדמייה זו מתארת שפופרת קרן קתודית המכילה תותח אלקטרוניים וזוג אחד של לוחות הטייה. ניתן לשנות בהדמייה את המתח המאיץ, את המרחק בין הלוחות ואת אורכם. בהדמייה זו השתמשתי כאשר במקביל לה הוצגה המערכת e/m של טלטרון.

משתנה (תרשים 5). ניתן לשנות את מתח הספק, קיבול הקבל וקטע הנגד המחובר למעגל. כמו כן ניתן להציג שעון עצר וגרפים רלוונטיים (תרשים 6).

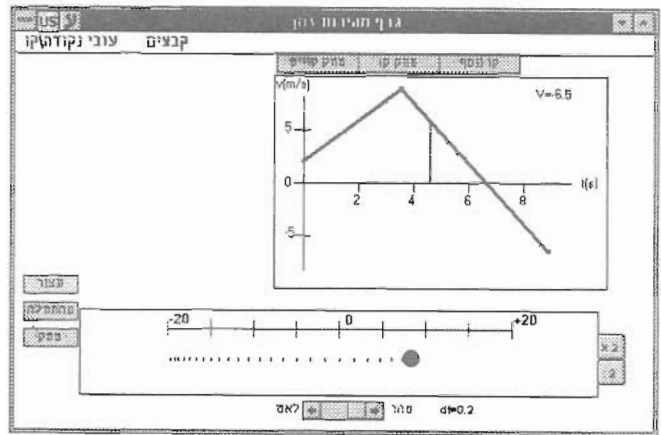


תרשים 5: הלומדה "פריקת קבל" - דוגמת מסך

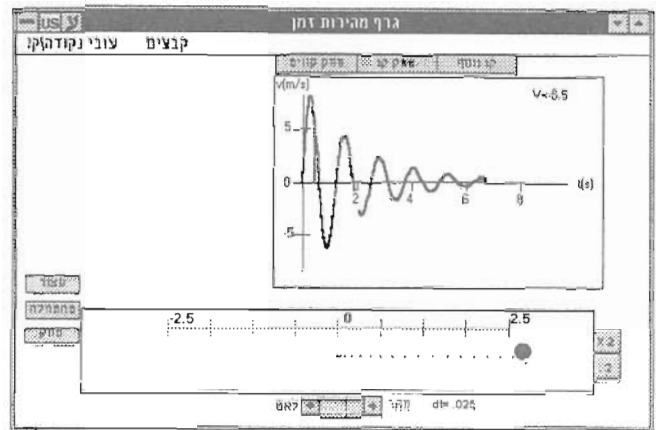


תרשים 6: הלומדה "פריקת קבל" - דוגמת מסך עם ערכים מספריים וגרפים

העבודה עם ההדמייה קרובה ככל האפשר לעבודה במעגל אמיתי. הצבעה בעזרת סמן העכבר על אחד ממגעי המפסק מעבירה את המפסק למגע זה, שינוי קטע מוט הפחם המחובר למעגל, בעזרת הסמן, מלווה בתנועת הזחלק. את הלומדה ניתן לשלב בשיעור מעבדה, כשחלק מהקבוצה מבצע ניסוי בפריקת קבל, וחלק שני עובד עם ההדמייה. זה המקום להדגיש בפני התלמידים את העובדה שהדמיית המחשב מתארת **מוזל בלבד**, ולעמוד על השוני שבין



תרשים 3: הלומדה "גרף מהירות זמן" - דוגמת מסך



תרשים 4: הלומדה "גרף מהירות זמן" - דוגמת מסך לתנועה הרמונית מרוסנת

כדוגמה לפעילות ניתן לדרוש מהתלמיד "ליצור" תנועה של גוף המחליק על משור אופקי בין שני קירות, או גוף של גוף הנע באופן שהגוף יעבור מרחק נתון במשך פרק זמן נתון. **אותו יצר המשתמש**, וזאת בניגוד ללומדות אחרות, שבהן המשתמש יוצר את התנועה ומקבל את הגרף המתאים. ניתן כמובן לחלק לתלמידים תרשימי תנועה מסוימים, ולבקשם ליצור בעזרת המחשב את הגרף המתאר תנועה זו. **(תרשים תנועה)** הוא תרשים של שורת נקודות המתארות את מקומו של גוף נע במרווחי זמן קבועים, כפי שלדוגמה הדבר מופיע על סרט של רשם זמן).

ד. פריקת קבל

לומדה נוספת המיועדת לעבודה עצמית של התלמיד היא לומדה המתארת פריקת קבל. ההדמייה מתארת מעגל חשמלי המכיל מפסק שלושה מצבים, קבל, ספק ונגד

המציאות למודל (לדוגמה, זרם זליגה אינו קיים בהדמייה). בהדמייה זו, בניגוד לאחרות, ישנו שלב תירגול, בו מציג המחשב בפני התלמיד גרף זרם-זמן מסויים, והתלמיד צריך לשנות את הפרמטרים השונים וליצור גרף דומה. שלב התירגול יכול להיעשות בביתו של התלמיד.

סיכום

התוכנות שתיארתי פותחו בסביבת Visual Basic. שפת ה- Visual Basic היא כלי נוח ופשוט לפיתוח יישומים לסביבת "חלונות", וניתן לייצר בעזרתה לומדות, או הצגות ברמה גבוהה. מורה היודע את שפת התיכנות Basic, ושיש לו

ניסיון בעבודה בסביבת "חלונות", יוכל לפתח, תוך פרק זמן קצר יחסית, הצגות, אנימציות, הדמייות ולומדות בעזרת Visual Basic. כמו כן, ניתן בעזרת שפה זו ליצור תוכנות הפועלות בשיתוף נתונים עם תוכנות אחרות (כגון גיליון אלקטרוני), ולשלב בה קובצי קול ווידאו.

אני מקווה, שיצטרפו מורים נוספים למעגל המפתחים, כך שבעתיד ייווצר מאגר גדול של לומדות חופשיות לכל דורש.

מורים המעוניינים לנסות את התוכנות שתוארו במאמר, או להצטרף לפרוייקט הפיתוח מוזמנים לכתוב אלי לפי הכתובת: **שלמה רוזנפלד, המחלקה להוראת המד**

פנינים מן ההיסטוריה

עומר קרס

יודא, אבן, שבשנת 1687 פורסם (יוטון) את ספרו *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*.
אשר בו ניסח והציג את עקרונות המכניקה.
מה שפארו יודא הוא, 210 שנה לפני כן, ביום 3 במאי 1666, רוברט הוק (זה מהקפיזים, זכורים?) (אם זכני אבני האזנה המלכותי בלונדון, וכך אלה:

- "הנני דומה להציג מדינת של הדואל שהיא שונה מאז מכל מה שקדם לה, והמבוסס על שוש ההנאות הבאות:
- I. לכל הזרמים השמילויים יש לא רק כבידה של האלקים המכניזים אולם כאלו מרכיב שלהם, אלא שהם (משנים הדגים זה אזה בטח אצוי ההשפדה שלהם.
 - II. כל הזופים הנצים בגנודה פשוטה, ימשיכו אנוך בקו ישר, אלא אם יוסטו מגנודה זו באופן מתמשך על ידי כוח מיוצני שמיוס אלה אנוך במדעא, אופסה או עקומה אחרת.
 - III. כל המשכה זול ככל שהזופים קרובים יותר זה אזה אשר אום 12 הכואו קטנים עם הזבל המחק, אני מונה שרים זילוי מהו וום זה, אחריו מדינת מספר (ניוויס בנידון) אני משאיר מלאכה זלא לאחרים, אשר אלה הפנאי והיוד המסקיקים אכך."