

## ניסוי בקרת רובוט קטפולטה בלימודי תנועה בליסטית וטכנולוגיה (פוסטר)

**אירינה רוטניצקי**  
המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים,  
טכניון – מכון טכנולוגי לישראל  
irinar@ariel.ac.il

**איגור מ' ורנר**  
המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים,  
טכניון – מכון טכנולוגי לישראל  
ttrigor@technion.ac.il

### Robot Catapult Control Experiment for the Study of Projectile Motion and Technology (Poster)

**Igor M. Verner** Technion – Israel Institute of Technology      **Irina Rotnitsky** Technion – Israel Institute of Technology

#### Abstract

This poster describes results of our ongoing study aimed to develop, implement, and evaluate an approach to fostering learning skills, required in engineering education, in the physics course. The approach is based on the integration of experiments in which students will apply the studied physics concepts to operating real technological systems. The presentation will focus on the projectile motion experiment carried out by means of a robot catapult. We built the robot using the Robix construction set. The robot operation is programmed by the Rascal control language. In the study we conducted an experiment in which 25 students of a college pre-engineering program practiced in operating the robot and performing inquiries into the physics of projectile motion. The students dealt with calibration of the robot system, measuring and calculating its physical parameters, solving projectile motion problems, analysis of factors affecting the motion. The experiment follow-up focused on the development of learning skills that are required in engineering education. The results indicate that practice with the robot catapult exposed the students to the variety of real factors affecting the experiment. They developed understanding of the technological process behind the projectile motion. Our goal was monitoring the learning activity and to examine the effect of technological context and his contribution to the development of learning skills required to study engineering. Results of monitoring indicate that as a result of using robot catapult, students are exposed to the complex of factors affecting the ballistic movement in reality. Students get insight into the technologic process behind ballistic movement. Experiment using the robot increased motivation to expand knowledge and deepening subject taught.

**Keywords:** catapult, aiming robot, projectile motion, pre-academic engineering school, experiments in physics.

#### מבוא

בשנים האחרונות בחינוך הנדסי, ובפרט במכינות קדם אקדמיות להנדסה, גוברת מגמה לשלב לימודי הנדסה עם לימודי יסוד במתמטיקה ומדע כבר משנת הלימודים הראשונה (Dym et al., 2005; Felder et al., 2000). הדגש מושם על סביבות למידה ושיטות הוראה אשר תומכות בפיתוח חשיבה רבת-תחומית ומיומנויות הנדרשות ללימודי הנדסה כגון: יכולת פתרון בעיות טכנולוגיות

ביישום שיטות מדעיות, מיומנויות חקר, עבודת צוות, הערכת תוצאות ועוד (Felder, 2000; Shooter & McNeill, 2002).

פוסטר זה מתאר תוצאות ראשונות של מחקר שמטרתו לפתח, ליישם ולהעריך גישה לפיתוח מיומנויות למידה ועמדות חיוביות להנדסה בקורס פיזיקה במכינה קדם אקדמית ייעודית להנדסה. הגישה מתבססת על שילוב ניסויים שבהם התלמידים יישמו עקרונות פיסיקליים נלמדים בהפעלת מערכות טכנולוגיות מעשיות. הפוסטר מתמקד בניסוי תנועה בליסטית המתבצע באמצעות רובוט קטפולטה.

### התנסות ופעילות חקר בסביבה לימודית

המחקר מתבסס על תיאוריה של למידה מתוך התנסות ופעילות חקר בסביבה עשירת טכנולוגיה (Barab et al., 2000). במחקר אנו מפתחים סביבה לימודית המורכבת ממערכות טכנולוגיות ממוחשבות, כאשר בעיות פיזיקאליות עולות במהלך התנסות בהפעלת המערכות. אחד ממערכות אלה הנו רובוט קטפולטה.

אנו בנינו את הרובוט בעזרת ערכת Robix (<http://www.robix.com/default.html>) שמכילה מנועי סרבו, חלקים מכאניים, ספק כוח ומחבר למחשב, כפי שמוצג באיור 1. הפעלת הרובוט מתבצעת באמצעות שפת בקרה Rascal.



איור 1. רובוט קטפולטה

במסגרת המחקר התקיים ניסוי בו 25 תלמידי מכינה ייעודית להנדסה התנסו בהפעלת רובוט ופעילות חקר בנושא תנועה בליסטית. הניסוי התבצע בכיתת מעבדה לפיזיקה במרכז אוניברסיטאי אריאל. תוך כדי הפעילות התלמידים התחלקו לזוגות, כל זוג התנסה בהפעלת הרובוט, מדד את פרמטרים הדרושים לביצוע המשימה וחישבו גדלים פיזיקאליים. בסוף המשימה הראשונה כל זוג מילא טבלה עם הנתונים שחלקם ניתן היה למצוא רק דרך חישוב ביישום נוסחאות של תנועה בליסטית. בפעילות השנייה על התלמידים היה למצוא מיקום נפילת הכדור בהינתן מהירות סיבוב המנוע. המשימה דרשה בנוסף לפתרון בעיה בליסטית לבצע כיוול המערכת ולבנות גרף של מהירות זוויתית של המנוע כפונקציה של פרמטר הבקרה.

### ממצאים

במעקב אחרי הניסוי התמקדנו בבחינת תרומת הפעילות עם מערכת הרובוט לפיתוח מיומנויות הנדרשות בלימודי הנדסה. תוצאות המעקב מצביעות על כך שמתוך שימוש ברובוט קטפולטה התלמידים נחשפים למכלול הגורמים המשפיעים על התנועה הבליסטית במציאות. התלמידים מגיעים לתובנה של תהליך טכנולוגי מאחורי התנועה הבליסטית. הניסוי באמצעות הרובוט מעלה מוטיבציה להרחבה והעמקה בנושא הנלמד. שאלון עמדות שהועבר בסיום ההתנסות הביא תוצאות הבאות: (1) מעל 80% מהתלמידים העריכו את ההתנסות כמעניינת, אתגרית. (2) 94% מהתלמידים ציינו תרומה רבה של ההתנסות לפיתוח ראייה מערכתית. (3) כמעט 40% מהתלמידים העריכו את תרומת הפעילות לפיתוח מיומנות בפתרון בעיות בפיסיקה כרבה. (4) מעל 80% של התלמידים הצביעו על קשר הדוק בין החומר התיאורטי לתכנון הזריקה באמצעות הרובוט.

**מקורות**

- Barab, S.A., Hay, K.E., Squire, K. et al. (2000). Virtual Solar System Project: Learning Through a Technology-Rich, Inquiry-Based, Participatory Learning Environment. *Journal of Science Education and Technology*, 9(1), 7-25.
- Cutchins, M.A., Shumpert, T.H., Zenor, P.,L. et al. (1995). Defragmentation Strategies for Pre-Engineering Curricula. *Proceedings of the 1995 Frontiers in Education Conference*, Atlanta, Georgia. From <http://fie-conference.org/fie95/4b1/4b12/4b12.htm>.
- Dym, C.L., Agogino, A.N., Eris, O. et al. (2005). Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103-120.
- Felder, R., M., Rugarsia, A., Woodes, D., R. & Stice, J., E., (2000). The Future of Engineering Education I. A vision for a New Century, *Chemical Engineering Education*, 34(1), 16-25.
- Shooter, S., & McNeill, M. (2002). Interdisciplinary Collaborative Learning in Mechatronics at Bucknell University. *Journal of Engineering Education*, 91(3), 339-344.
- Zenor, P., Fukai, J., Knight, R. et al. (1995). An Interdisciplinary Approach to the Pre-Engineering Curriculum. *Proceedings of the 1995 Frontiers in Education Conference*, Atlanta, Georgia. From <http://fie-conference.org/fie95/3c1/3c14/3c14.htm>