



# אולימפיאדה ותחרויות

## הפריצה הגדולה – הטורניר בפיזיקה על-שם שלהבת פראיר

בתיה לוי, חגי איזנברג ויוסי פלטיאל, היחידה לפעולות נוער, מכון ויצמן למדע, רחובות

מנסה כל צוות לפענח את הרעיון עליו מבוסס המנגנון, ולפרוץ את הכספת. כל מנגנוני הנעילה מורכבים בתוך קופסאות עץ זהות בגודלן ובעלות דופן קדמית שקופה, כך שתוכן הכספת גלוי לעין. ארבעה שופטים, פיזיקאים אנשי הסגל הבכיר של המכון, בוחנים כל כספת, מראיינים כל צוות תלמידים ונותנים ציון המשפיע רבות על הדירוג הסופי.

פיצוח הכספות נמשך כחמש שעות. דפי ההערכה של השופטים ודפי הדירוג של התלמידים נמסרים ליוסי וחגי המדריכים האחראיים מטעם היחידה לפעולות נוער. הם מעבדים אותם אל תוך הלילה, ורק למחרת, בטקס הסיום, ייודע מיהם הזוכים. אך למעשה **כולם** מרגישים זוכים, זוכים בחוויה של למידה שונה ומרחיבת אופקים, של מפגש עם רעיונות מקוריים, יישומים יצירתיים ושל תחרות הוגנת.

את הערב בילו התלמידים בהאזנה להרצאתו של פרופסור זאב לוז: "כיצד לפתור בעיות בעזרת בועות סבון", שלוותה בהדגמות צבעוניות ומרתקות. אחר כך צפו בסרט מדע בדיוני. את שאר הערב העבירו בחברותא בשירה, נגינה ושיחות חולין. בין השני הוצבו הכספות באולם ויקס לתערוכה בה ביקרו חברים, מורים, הורים, סטודנטים ומדענים של מכון ויצמן. ליד כל כספת עמד תלמיד מהצוות שהסביר וענה לשאלות מבקרים. בצהרים התקיים טקס חלוקת התעודות והפרסים. אחד-עשר המקומות הראשונים מזכים את צוותיהם בציון 100 בבחינת הבגרות במעבדה. שלושת הפרסים הראשונים מזכים את בתי הספר בציון מעבדה תרומת "סיינס דמו" לפרס הראשון, חברת רובינשטיין לפרס השני וחברת שולמן, ציוד לימודי ומעבדתי לפרס השלישי.

בחופשת הפסח תש"ס התכנסו ביחידה לפעולות נוער במכון ויצמן למדע כ-150 תלמידים מלוויים בשלושים מורים לשלב הסופי של טורניר הכספות החמישי.

טורניר הכספות, או בשמו המלא, "הטורניר בפיזיקה על-שם שלהבת פראיר" מתקיים זו השנה החמישית ומהווה הנצחה לשלהבת פראיר, פיזיקאי, איש חזון ומחנך שהאמין בעשייה. הטורניר הוא תחרות בפיזיקה השונה משמעותית מכל תחרות אחרת. היא דורשת לא רק ידע בפיזיקה, אלא גם התמודדות עם נושאים חדשים שלא נלמדים בהכרח בבית הספר, יישום מעשי של רעיונות, יוזמה, יצירתיות ועבודת צוות.

כל צוות של, בממוצע, חמישה תלמידים נדרש לבנות "כספת" אשר מנגנון הנעילה שלה מיישם עקרונות פיזיקליים. בשלב הסופי של התחרות צריך כל צוות לפצח את מנגנוני הנעילה של כל הצוותים האחרים.

ההכנות לטורניר מתחילות כבר בחודש ספטמבר, כאשר נשלחות הפניות לבתי הספר. כל הצוותים והמורים של בתי הספר המעוניינים להשתתף מוזמנים ליום עיון הנערך בחופשת חנוכה, בו בנוסף לשתי הרצאות בפיזיקה מקבלים המשתתפים פרטים על מהלך התחרות, חומרים הדרושים לבניית הכספת ולוח זמנים של שלושת השלבים: גיבוש ואישור הרעיון, בניית מנגנון הנעילה והתחרות בת היומיים במכון ויצמן.

השנה השתתפו בתחרות 29 צוותים מ-28 בתי ספר. לכל צוות מצורף סטודנט ממכון ויצמן אשר מתלווה אליו לאורך המסלול של פריצת הכספות, ומוודא שהעבודה מתנהלת לפי כל כללי ההגיונות והיושר. ליד כל כספת עומד נציג מהצוות הבונה. במשך 10 דקות, זמן שהייה הממוצע ליד כל כספת,

הטורניר בפיזיקה מתקיים בשיתוף הפיקוח על הוראת הפיזיקה והמחלקה לנוער שוחר מדע במשרד החינוך. ההרשמה לתחרות תשס"א החלה, ובתאריך 28.12.2000 (נר שמיני של חנוכה) ייערך במכון ויצמן יום עיון למשתתפי שנה זו.

לפרטים ולהרשמה נא לפנות אל: בתיה לוי – טל. 08-9344049  
חגי איזנברג – טל. 08-9342058  
יוסי פלטיאל – טל. 08-9343667

להלן מובאת רשימת בתי הספר שהשתתפו בטורניר והכספות שבנו הצוותים. בהמשך לרשימה מתוארות שתי כספות מתוך ה-29 שהוגשו לתחרות.

### רשימת הכספות ובתי הספר שהשתתפו בטורניר תש"ס

1. מכללת אורט בראודה <b>כרמיאל</b>	פרס ראשון	תהודה והשדה המגנטי של כדור-הארץ	אלי רז
2. תיכון דה-שליט <b>רחובות</b>	מקום שני	הולכות אור וכלוב פרדי	דב רוחקס
3. תיכון לאומנויות (2) <b>אשקלון</b>	מקום שלישי	כוחות בין מטענים אלקטרוסטטיים	פנחס אילן
4. ישיבת בני עקיבא <b>נתניה</b>	ציון לשבח	מגנטיות וכוחות בין מגנטים	מרק גלר
5. מרכז חינוך חמד"ע <b>תל-אביב</b>	ציון לשבח	טעינה ופריקה של קבל בשימוש בחוק ברנולי	ניר סתיו
6. תיכון ניסויי <b>ירושלים</b>	ציון לשבח	גנרטור ואן-דה-גרף וגלי רדיו	אלכסנדר גוטמן
7. בי"ס להנדסאים <b>רמת אביב</b>	פרס עידוד	תהודה של גלי-קול	מרק פולנסקי
8. תיכון אזורי מקיף עמק הירדן <b>בית-ירח</b>	פרס עידוד	חוק ברנולי	קרסניאסקי נדיה
9. תיכון פסגת זאב <b>ירושלים</b>	פרס עידוד	מטוטלות מצומדות	צבי קרסיק
10. תיכון הדרכים <b>הוד-השרון</b>	פרס עידוד	חוקי תנועה - קינמטיקה	סמדר לוי
11. תיכון קציר <b>רחובות</b>	פרס עידוד	גלים עומדים בחליל אש	בוריס אפשטיין
12. תיכון אזורי <b>באר-טוביה</b>		בליסטיקה	יחיאל כהן
13. תיכון בן-גוריון <b>פתח-תקוה</b>		מערבולת במים	יהושע סולומון
14. תיכון בגין <b>ראש-העין</b>		קיטוב אור וכלים שלובים	אורנה בלומברגר
15. תיכון ליד האוניברסיטה <b>ירושלים</b>		צינור ע"ש הילש - הפרדת אויר חם מאויר קר	ראובן תל-דן
16. תיכון הרצוג <b>בית-חשמונאי</b>		גלאי תנועה הרגיש לחום	אריאלה שוימר
17. תיכון אלון <b>רמת-השרון</b>		שימור אנרגיה ושבירת אור	צילה חורש
18. ישיבת נתיב מאיר <b>ירושלים</b>		הולכת אור בזרם מים	יעקב נהון
19. תיכון אורט הנרי רונסון <b>אשקלון</b>		גשר ויטסטון מטרמיסטורים	יוסף טל
20. תיכון לאומנויות (1) <b>אשקלון</b>		בועות אויר במים וציפה	פנחס אילן
21. תיכון אורט מגדים <b>כרמיאל</b>		גל עומד במיתר	רמי מנדלצוויג
22. אשכול פיס <b>טירה</b>		צמיגות ומוליכות של תמיסות	יבגני גולדברג
23. תיכון אורט אפרידר <b>אשקלון</b>		פני נוזל בכלי מסתובב	טדי קיש
24. אמ"ת, גוש דן <b>רמת-גן</b>		הכוח הצנטריפוגלי	שוהם איה
25. תיכון טשרניחובסקי <b>נתניה</b>		תנע וטעינת קבל	אירנה קופלר
26. תיכון חורב <b>ירושלים</b>		חיכוך דינמי	צבי אריכה
27. תיכון אזורי <b>אשל-הנשיא</b>		סינון תדר מתמונה	ברל זלצמן
28. מקווה ישראל <b>חולון</b>		מעברי-פאזה	יבגני גולדברג
29. תיכון אחד-העם <b>פתח-תקוה</b>		גשר דיודות	ריטה גתר

## “מוליך גלי אור וכלוב פארדי”

הצוות מבית ספר תיכון דה-שליט רחובות עבד בהנחיית המורה לפיזיקה דב רוחקס. את רוב העבודה ביצע הצוות לבדו תוך שימוש בעקרונות פיזיקליים פשוטים הנלמדים בבית הספר. הכספת מבוססת על שני עקרונות: הראשון הוא הולכת אור דרך מוליך גלי אור, והשני יצירת כלוב פארדי החוסם קרינה אלקטרומגנטית. הכספת הייתה מצופה במתכת ומונחת על משטח ממתכת. כמו בכל הכספות גם בכספת זו הדופן הקדמית הייתה עשויה פרספקס; בדופן זו היה חור. הכספת הייתה נעולה באמצעות מנעול חשמלי המופעל מבחוץ על-ידי מנגנון דיגיטלי. (ראה תצלום). בתוך הכספת היה מונח טלפון סלולארי ושני פתקים אותם צריך להאיר מאחור על מנת לראות את מספרו. הקוד לפתיחת הכספת הוקלט בהודעה הקולית של

הטלפון  
לרשות  
יריעת פלסטיק  
טלפון בו ניתן  
הטלפון  
הקו מותקן  
המאפשר לפורץ  
זהו זמן שאינו  
לשמוע את  
הטלפון  
נמצא קוד  
המנעול  
כשהטלפון  
אך מאפשר  
ההודעה כשהוא  
פריצת הכספת  
שלבים: בשלב



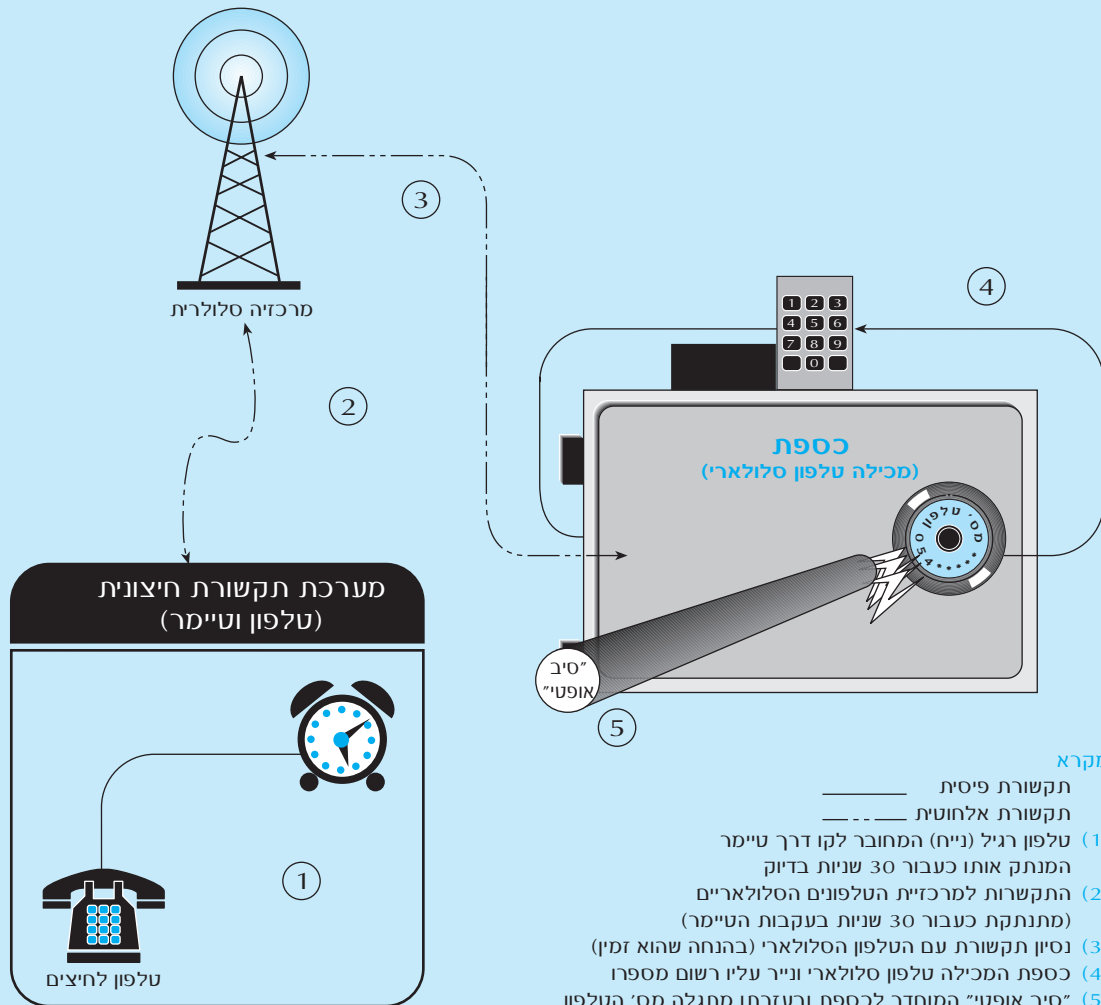
הסלולארי.  
הפורצים פנס,  
מחזירת אור וקו  
ליצור קשר עם  
הסלולארי. על  
קוצב זמן  
30 שניות שיחה.  
מספיק כדי  
התא הקולי של  
הסלולארי (בו  
הפתיחה של  
הדיגיטלי)  
הסלולארי זמין,  
לשמוע את  
**אינו זמין.**  
מתבצעת בשני  
הראשון יש

להאיר את הפתקים מאחור על-ידי אור מרוכז וכך נראה מספר הטלפון הסלולארי. בשלב השני יש לשמוע את התא הקולי בו מוקלט קוד הפתיחה של הכספת.

הארה אחורית של הפתקים מתבצעת על ידי גלגול של יריעת הפלסטיק כך שנוצר מעין צינור היכול להוליך את אור הפנס למקום המבוקש. כדי לקרוא את מספר הטלפון הסלולארי צריך להכניס את מוליך גל האור לכספת דרך החור בפרספקס ולכוונו כך שתיווצר תאורה אחורית לפתקים (ראה תרשים). יש לציין שקבוצות מסוימות יצרו את אפקט ההארה מאחור על ידי שימוש בגיליון הפלסטיק כמראה.

כדי לשמוע את התא הקולי יש ליצור מצב בו הטלפון הסלולארי אינו זמין. מכיוון שהוא בלתי נגיש ולכן לא ניתן לכבותו, צריך למצוא דרך שונה על מנת לבדודו מהעולם. הדרך היא יצירת כלוב פארדי על ידי הפיכת הכספת באופן שדופן הפרספקס תשב על המשטח המתכתי. כך נוצר מסביב לטלפון הסלולארי כלוב מתכתי החוסם את הקרינה האלקטרומגנטית. כל שנותר כעת הוא להקיש את מספר הטלפון הסלולארי ולשמוע בתא הקולי את קוד הפתיחה של המנעול הדיגיטלי. כספת זאת בנויה מאמצעים פשוטים ביותר ועל בסיס רעיונות פיזיקליים שנלמדו בבית הספר. למרות זאת, הרעיון המקורי והביצוע היפה זיכו את הכספת במקום השני בתחרות.

- א. תצלום הכספת.  
 ב. תיאור סכמטי של מערך התקשורת  
 מן הטלפון החיצוני לטלפון הסלולרי  
 שבכספת.



## מגנט וכוחות בין מגנטיים

הצוות של ישיבת בני עקיבא מנתניה בנה כספת המבוססת על הבנה של מספר עקרונות מתחום המגנטיות. אחד היתרונות של הכספת הוא מיקודה בנושא יחיד. למרות שבכל שלב בפריצה היה צורך ליישם עקרון אחר, כולם היו מאותו התחום. בתחילת הפריצה מונחים עצמים שונים העשויים מברזל (1) בתחתית הכספת כאשר הגישה היחידה אליהם היא דרך פתח מלבני בגג הכספת ובאמצעות מוט ברזל שבקצהו מגנט חלש (6), המופרד ממוט הברזל על ידי לוחית פלסטיק. תחילה יש להרים שתי פיסות קטנות של ברזל. רק שתי פיסות אלו ניתנות להרמה בגלל המשקל הגדול יותר של שאר העצמים. הן מתחברות למגנט משני צדדיו ומתמגנטות כך שניתן להרים את שאר העצמים הדרושים לפריצה.

בתוך הכספת נמצא צינור (4) שבתחתיתו שני מגעים המחוברים למעגל הפתיחה. השחלת כדור ברזל הנמצא תחילה על

אל תוך הצינור, תחתית הכספת, תפתח את הצינור תלוי מתכת (3) הצינור. כאשר הכדור מעל לצד הצינור ולא השני של הכספת מוליך (2) בו זרם חשמלי את המעגל (7). בתחתית בין היתר, שני זהים וכדור ותצלומים). מהלך הפריצה לאחר חיזוק שבקצה המוט

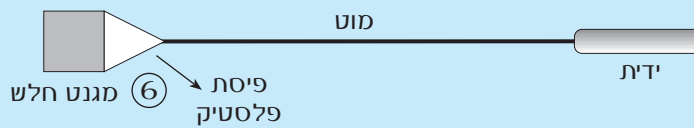
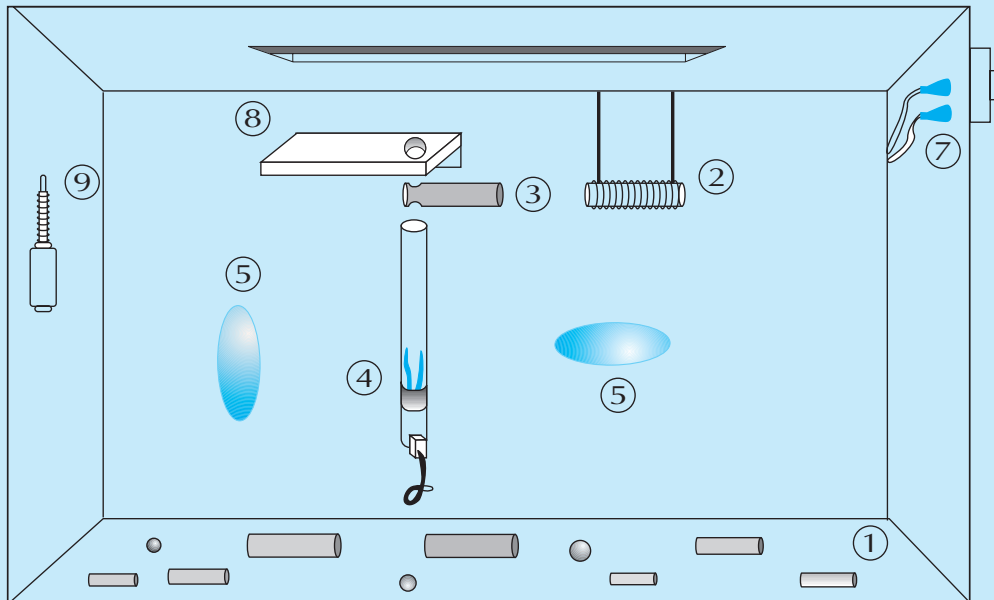
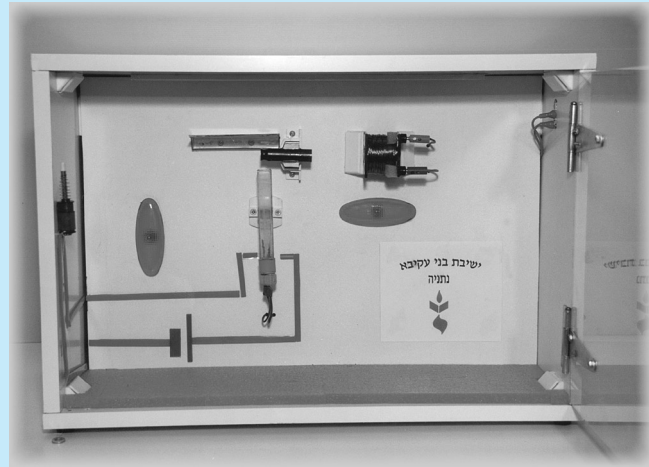


הוא כדלהלן: עוצמת המגנט כפי שהוסבר,

מרימים גליל אחד אל מול פתח הסליל ומזרימים בו זרם. הגליל נמשך אל תוך הסליל והופך למגנט. מפסיקים את הזרם ומרימים עוד גליל וממקמים אותו - בין הגליל שבסליל והגליל שמעל הצינור - ושוב מזרימים זרם בסליל. הגליל שבסליל מתמגנט, ממגנט את הגליל השני המוצב לידו ונוגע בו, שבתורו ממגנט את הגליל הקבוע שמעל הצינור (ראה תצלום). עתה מרימים את הכדור ומשחררים אותו מעל הגליל שמעל הצינור. הכדור נצמד לגליל, מחליק אל חלקו התחתון ונשאר תלוי בדיוק מעל הצינור. כשמפסיקים את הזרם שבסליל, ניטלת המגנטיות מכל העצמים, הגליל המחבר בין הסליל לגליל שמעל הצינור נופל לתחתית הכספת, והכדור ניתק מהגליל ונופל הישר אל תוך הצינור. המגעים נסגרים והכספת נפתחת.

את הצוות הנחה המורה לפיזיקה מרק גלר. יש לציין כי מלבד ההתמקדות בנושא יחיד פשוט יחסית, הכספת הייתה בנויה ברמה טכנית גבוהה מאוד. הכספת זכתה במקום הרביעי ובציון לשבח.

א. תצלום הכספת.  
 ב. תרשים סכמטי של הכספת על  
 פרטיה.



**מקרא**

- (1) עצמים שונים עשויים ברזל
- (2) אלקטרומגנט (סליל מוליך)
- (3) מוט ברזל גילי משויף ומקובע
- (4) צינור זכוכית בקצהו שני מגעים חשמליים המחוברים למעגל הפתיחה שתי נורות בקרה, אחת לאלקטרומגנט והשניה למנעול הכספת
- (5) מוט ברזל שבקצהו פיסת פלסטיק אליה מחובר מגנט חלש
- (6) מפסק לאלקטרומגנט
- (7) מגן פלסטיק המגן על המוט המקובע
- (8) מנעול הכספת
- (9) מנעול הכספת