

# הטורניר השישי בפיסיקה על שם שלהבת פריאר

יוסי יאיון ודני מנדליק, היחידה לפעולות נוער, מכון ויצמן למדע, רחובות

מספר רב ככל האפשר של כספות. לכל צוות מתלווה במהלך מסלול פריצת הכספות סטודנט ממכון ויצמן, המוודא כי ההתמודדות מתנהלת לפי כל כללי ההגיונות והיושר. כמו כן, נמצא ליד כל כספת נציג מהצוות הבונה. במשך 10 דקות מנסה הצוות הפורץ לפענח את החידה הפיזיקלית עליה מבוסס מנגנון הנעילה, ולפרוץ את הכספת. כל צוות מנוקד לפי מספר הכספות אותן הוא הצליח לפרוץ, מספר הקבוצות אשר פרצו את הכספת שלו וכן דירוג של הכספות המובילות, לדעתם של חברי יתר הצוותים. אך בניקוד הסופי, ניתן המשקל הרב ביותר לציון הניתן על ידי ארבעת שופטי התחרות: שני פיסיקאים אנשי הסגל הבכיר של המכון, סטודנט דוקטורנט לפיסיקה ומורה לפיסיקה נייטרלי (מבית ספר שאינו משתתף בשנה האמורה). השופטים בוחנים את הכספת, מראיינים את צוותה, ומנקדים את הכספות לפי קריטריונים ידועים מראש, ובראשם – מידת התחכום של החידה הפיזיקלית, האלגנטיות ביישומה המעשי ואיכות הבניה של הכספת.

את ערב היום הראשון של התחרות בילו התלמידים בארוחת ערב משותפת, ובהאזנה להרצאתו המרתקת של פרופסור דניאל ללוש, בה נחשפו לפנייהם אחדים מסודות היקום. אחר כך צפו התלמידים בסרט מדע בדיוני, ניסו את כוחם במשחק שחמט-רצפה, או ספרו על חוויות מהיום המרגש והמותח שעבר עליהם.

היום השני של התחרות הוקדש לתצוגת הכספות לקהל הרחב באולם ויקס, ולטקס הסיום. בתצוגה, בה ביקרו חברים, מורים, הורים, סטודנטים ומדעני מכון ויצמן, ניתנו הסברים ותשובות לשאלות מפי חברי הצוות של כל כספת. בצהריים התקיים טקס חלוקת התעודות והפרסים לשלושת הצוותים הזוכים במקומות הראשונים, וכן לצוותים הזוכים בציונים לשבח ובפרסי עידוד. עשרת המקומות הראשונים זיכו את חברי צוותם בציון 100 בבחינת הבגרות במעבדה. בנוסף, שלושת הפרסים הראשונים מזכים את בתי הספר בציד מעבדה תרומות "שולמן ציוד לימודי" לפרס הראשון, חברת "סיינס דמו" לפרס השני וחברת "רובינשטיין" לפרס השלישי. בתחרות הקרובה (שנת תשס"ב) מקווים מארגני התחרות להרחיב את מעגל המשתתפים הזוכים בפרס, על ידי הוספת פרסים וגיוונים.

בחופשת הפסח תשס"א, התכנסו ביחידה לפעולות נוער שבמכון ויצמן למדע בני נוער מרחבי הארץ לשלב הסופי של "טורניר הכספות", או בשמו המלא: הטורניר בפיסיקה על-שם שלהבת פריאר.

הטורניר מתקיים זו השנה השישית, ומנציח את זכרו של שלהבת פריאר, פיסיקאי, איש חזון ומחנך שהאמין בעשייה. טורניר הכספות שונה משמעותית מתחרויות אחרות בפיסיקה, בכך שהוא שם דגש על עבודת צוות מעשית ועל יישום בפועל של עיקרון פיזיקלי. על התלמידים חברי-הצוות לתכנן ולבנות מנגנון נעילה לכספת, המבוסס על חידה פיזיקלית, אותו מסוגל לפתוח רק אדם המבין את הרעיון הפיזיקלי שמאחורי החידה. כל קופסאות הכספת זהות. כל צוות מקבל לידי קופסה בעלת דופן קדמית שקופה דרכה ניתן לראות את מנגנון הנעילה שבפנים, ובתוכה עליו לבנות את מנגנון הכספת.

בשנה זו השתתפו בתחרות 25 קבוצות מ-19 בתי ספר, מכרמיאל בצפון ועד אשקלון בדרום. כל צוות מונה כחמישה חברים, רובם בני כיתות י"א וי"ב, הלומדים פיסיקה ברמה של חמש יחידות לימוד.

ההכנות לטורניר מתחילות בחודש ספטמבר, עם שליחת הפניות לבתי הספר לצורך ההרשמה לטורניר. לאחר מכן, מוזמנים המורים וחברי הצוותים המעוניינים להשתתף בטורניר ליום עיון הנערך במהלך חופשת חנוכה, בו מקבלים המשתתפים פרטים על מהלך הטורניר, הקריטריונים לבניית הכספת ולוח זמנים של שלושת השלבים: גיבוש ואישור הרעיון, בניית מנגנון הנעילה והתחרות בת היומיים במכון ויצמן. כמו כן, מקבלים לרשותם הצוותים את החלקים מהם מורכב גוף הכספת והמנעול.

במהלך השלבים, הראשון והשני, של גיבוש הרעיון ובניית המנגנון, מוזמנים חברי הצוות להתייעץ עם יוסי ודני, המדריכים האחראיים מטעם היחידה לפעולות נוער, בכל נושא הקשור לרעיון הכללי, למידת התאמתו לקריטריונים הנדרשים ולאופן בניית המנגנון. המדריכים עומדים לרשות התלמידים בכל שעות היום והערב, ועונים בחפץ לב לכל שאלה או בקשת-עזרה מצד חברי הצוות.

רגע השיא בתחרות הוא, ללא ספק, השלב השלישי: מפגש בין יומיים, עמוס חוויות, של חברי כל הצוותים, במכון ויצמן. בבוקרו של היום הראשון, מנסה כל צוות את כוחו ב-'פריצת'

מנגנון הנעילה. בכספת זו שני רעיונות מרכזיים ומקוריים מאוד הדורשים הבנה מעמיקה והתעיינות בפיסיקה, מעבר לרמה הדרושה בבית הספר. הרעיון הראשון מבוסס על כך שיש לקטב את האור המוחזר ממסך LCD (למשל מהסוג הנמצא בכל מחשב כיס) על מנת להבחין במה שמוצג בו. אם מסלקים את המקטב, לא ניתן להבחין בתצוגה. אולם כמקטב יכול לשמש גם סרגל פלסטיק פשוט. הרעיון השני הוא שכל מכשיר חשמלי אשר זורמים בו זרמים חשמליים משדר קרינה אלקטרומגנטית אותה ניתן לקלוט באמצעות מקלט מתאים. התלמיד העומד מאחורי יישום רעיונות אלו הוא איליה חיבריץ, תלמיד מצטיין המתעניין מאוד בפיסיקה וכבר בחופשת הקיץ, לאחר סיום לימודיו, החל לעבוד במכון ויצמן בעבודת מחקר בקולטה לפיסיקה. איליה מספר שהרעיונות לכספת נבעו מהניסיון למצוא את המכנה המשותף בין הכספות המוצלחות בשנים האחרונות. לדבריו המאפיין הבולט של כספות אלו הוא מנגנון פשוט לפריצה מבחינה טכנית אך קשה לפתירה מבחינה רעיונית. בעקבות כך מצא איליה מספר רעיונות, תודות לידע כללי בפיסיקה, העונים על דרישה זו, ואילו את כל שלבי פריצת הכספת ניתן לבצע בעזרת פריטים הנמצאים בקלמר טיפוסי של תלמיד תיכון.

בשנה זו, כבכל שנה, בולטות מספר כספות המאופיינות על ידי שילוב של עבודת צוות אמיתית, יצירתיות ואינטואיציה פיסיקלית טובה. בכספות אלו מיישמים התלמידים את הפיסיקה הנלמדת בתיכון ליצירת מנגנון נעילה לכספת, אשר אותו יכול לפרוץ, אכן, רק אדם בעל ידע בפיסיקה וחשיבה מקורית.

בשנה זו, זכה במקום הראשון בטורניר הכספות ע"ש שלהבת פריאר, הצוות מבית הספר התיכון ע"ש עמוס דה-שליט ברחובות, שהפגין עבודת צוות ראויה לשבח וקיבל ניקוד גבוה ברוב קטגוריות השיפוט. הצוות הצטיין מחד בבניית הכספת אשר זכתה בניקוד הגבוה ביותר בשקלול ציוני התלמידים, ציוני השופטים ועמידות הכספת שלהם לפריצה, ומאידך בפריצת הכספות של צוותים אחרים. יש לציין כי הצלחת הצוות התבטאה בכל שלבי העבודה. כל אחד מחברי הצוות תרם להצלחה מהיבט שונה. האחד תרם את הרעיונות הפיסיקליים של מנגנון הנעילה, חברי צוות אחרים הובילו בביצוע ואחרים הובילו בפריצת הכספות האחרות. תודות לשילוב הטוב בין חברי הצוות הם הגיעו להישגים המרשימים שלהם.

השלב הראשון, ויש אומרים החשוב ביותר, הוא מציאת רעיון

הטורניר בפיסיקה מתקיים בשיתוף הפיקוח על הוראת הפיסיקה והמחלקה לנוער שוחר מדע במשרד החינוך. ההרשמה לתחרות תשס"ב החלה, ובתאריך 11.12.01 (בי חנוכה) ייערך באולם אבנר במכון ויצמן יום עיון למשתתפי שנה זו. לפרטים והרשמה נא לפנות אל:

08-9344049	בתיה לוי
08-9342663	דני מנדליק
08-9342662	אילן ברסקין

להלן מובאת רשימת בתי הספר שהשתתפו בטורניר בשנת תשס"א, בצירוף שם הכספת והמורה המלווה. בהמשך, מתוארות שתי כספות, מתוך ה-25 שהגיעו לשלב ההתמודדות.



חג חנוכה שמח!

## רשימת הכספות ובתי הספר שהשתתפו בטורניר תשס"א

שם המורה	שם הכספת	שם בית הספר
דוב רוחקס	קיטוב אור וגלים אלקטרומגנטיים	תיכון דה-שליט רחובות
דרי אלי רו	קבל מים	אורט בראודה כרמיאל
סמדר לוי	מתכת בתוך סליל לא-אידיאלי	תיכון הדרים הוד-השרון
קרסניאסקי נדיה	שבשבת קרוקס ותיאום מופע	מקיף בית ירח
קרסניאסקי נדיה	האפקט הפיזואלקטרי	מקיף בית ירח
יואב ירון	מצפן, חשמל סטטי, והולכת חשמל במים	תיכון עירוני ד' ת"א ע"ש קציר
מרק גלר	סיכוך מגנטי	ישיבת בני-עקיבא נתניה
ראובן תל-דן	חוק ברנולי וכוח מגנטי	תיכון דקל וילנאי מעלה אדומים
איציק גווילי	נימיות, אור במים וזיכרון העין	תיכון שפירא נתניה
פנחס אילן	ציפה בנוזל	תיכון לאומנויות אשקלון
צילה חורש	גשר דיודות	תיכון יגאל אלון רמת השרון
ריטה גתר	עדשת מים מאולתרת	תיכון אחד-העם פ"ת
ריטה גתר	מבוך-מראות ורמקול מאולתר	תיכון אחד-העם פ"ת
ריטה גתר	מטוטלות הרמוניות מצומדות	תיכון אחד-העם פ"ת
רמי מנדלצוויג	תהודה מכנית וחוק-הוק	אורט מגדים כרמיאל
אסתי מגן	הסטת אור וטעינת קבל	תיכון היובל הרצליה
יחיאל כהן	אנרגיה פוטנציאלית וכוח מגנטי	תיכון באר טוביה
שוימר אריאלה	עדשות ומראות	תיכון רבין גן יבנה
מרק פולנסקי	עקיפה משריג	הנדסאים ת"א
סמדר לוי	'שלוקי' (חוק הכלים השלובים)	הדריים הוד-השרון
שוימר אריאלה	הסטת מים בעזרת חשמל סטטי	תיכון הרצוג בית-חשמונאי
אלכס ויינברג	מצבר אנושי	מקיף ג' אשדוד
דרי אלי רו	ציתות, באמצעות לייזר	אורט בראודה כרמיאל
שושנה עוזרי	קבל משתנה ושידור גלים	תיכון דה-שליט רחובות
אפשטיין בוריס	הכוח הצנטרפוגלי וכוח הכובד	תיכון קציר רחובות

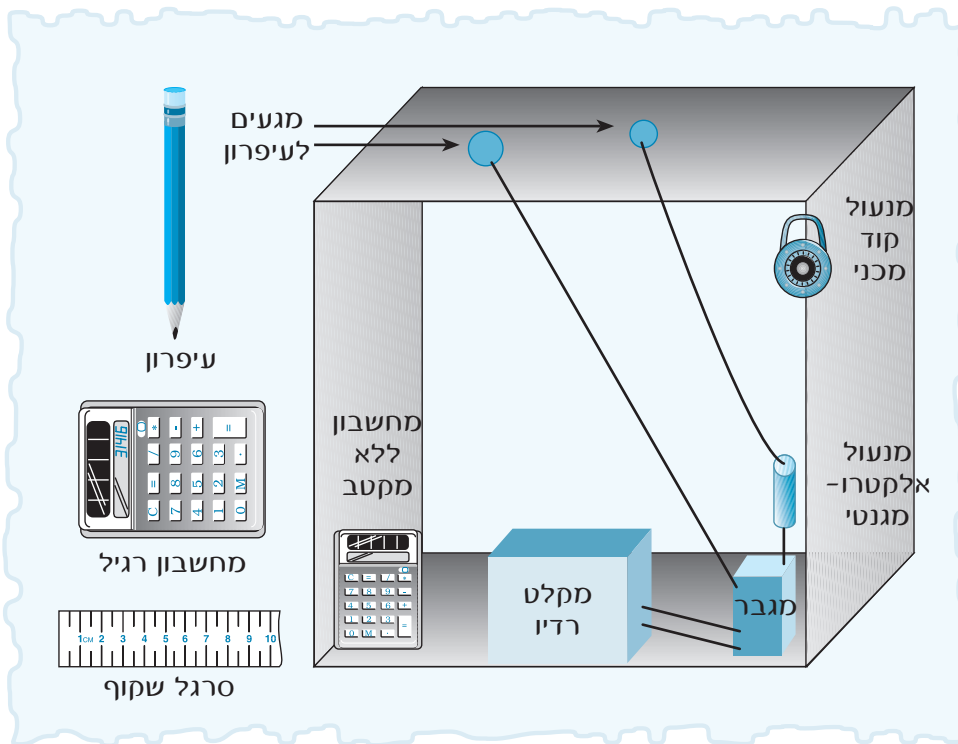
## קיטוב אור וגלים אלקטרומגנטיים

### פליטה של קרינה אלקטרומגנטית על ידי מטען חשמלי

כאשר חלקיק טעון (למשל אלקטרון) מואץ, הוא פולט קרינה. אם נאיץ אלקטרונים באופן מחזורי בזמן נקבל קרינה בתדר זהה לתדר ההאצה של האלקטרונים. במחשב טיפוסי האלקטרונים מואצים במעגלים החשמליים השונים על ידי שעות המחשב בתדר המתאים לקרינה אלקטרומגנטית בתדרויות גלי רדיו. כתוצאה מכך מחשבוני כיס רגילים פולטים קרינה אלקטרומגנטית.

### שינוי קיטוב של אור כתוצאה מהחזרה

קיטוב של אור מוגדר ככיוון התנודה של השדה החשמלי. לכל גל אור המתקדם במרחב אפשר להגדיר שני רכיבי קיטוב ניצבים אחד לשני הנמצאים במישור הניצב לכיוון התקדמות הגל. כאשר האור פוגע במשטח מחזיר בזווית מסויימת, כל אחד מרכיבי הקיטוב יוחזר וישנה את זווית הקיטוב ביעילות שונה. בזוויות פגיעה שונות של אור במשטח המחזיר נוכל לקבל החזרה של קיטוב אחד בעיקר ולא של השני ועל ידי כך ליצור מקטב.



### מסכי (Liquid Crystal LCD Display)

מסכי LCD בנויים ממטריצה של פיקסלים, שבכל אחד מהם יש גביש נוזלי המשנה את הקיטוב של האור העובר דרכו כפונקציה של השדה החשמלי המופעל עליו. על מנת לקבל את התמונה הרצויה על המסך, מאירים אותו באור מקוטב, מסובבים את הקיטוב בפיקסלים אותם רוצים להשחיר על ידי הפעלת שדה חשמלי ולבסוף מעבירים את האור דרך מקטב. תפקיד המקטב הוא להעביר את האור שלא עבר סיבוב קיטוב, ולחסום את האור שקיטובו סובב ועל ידי כך נקבל את התמונה הרצויה.

### פריצת הכספת

על מנת לפתוח את הכספת יש לבצע שלוש פעולות שונות בעזרת חפצים המצויים בקלמר של תלמיד תיכון טיפוסי..

#### פעולה א:

יש לסגור את המעגל החשמלי בעזרת העיפרון. כדי לבצע זאת נחדד את העיפרון משני צדיו ונניח אותו במקום המצויין בתרשים. כידוע, פנים העיפרון עשוי גרפיט שהוא חומר מוליך ולכן ייסגר המעגל.

### פעולה ב:

נקרב את המחשבון הנמצא מחוץ לכספת אל מקלט הרדיו ונקיש על מקשיו. כאמור, בזמן פעולת המחשבון משדרים גלים אלקטרומגנטיים. גלים אלו נקלטים על ידי מקלט הרדיו, מוגברים על ידי המגבר, וזרם היציאה מהמגבר יגרום לפתיחת המנעול האלקטרומגנטי.

### פעולה ג':

מהמחשבון שבתוך הכספת הוצא מקטב ולכן לא ניתן לקרוא את הקוד לפתיחת המנעול המכני הכתוב בצג המחשבון. כדי שנוכל לקרוא את הקוד נציב מקטב לפני הצג. כמקטב משמש סרגל הפלסטיק המכוון בזווית מתאימה. לאחר מכן נכוון את המנעול המכני לקוד זה והכספת תפתח.

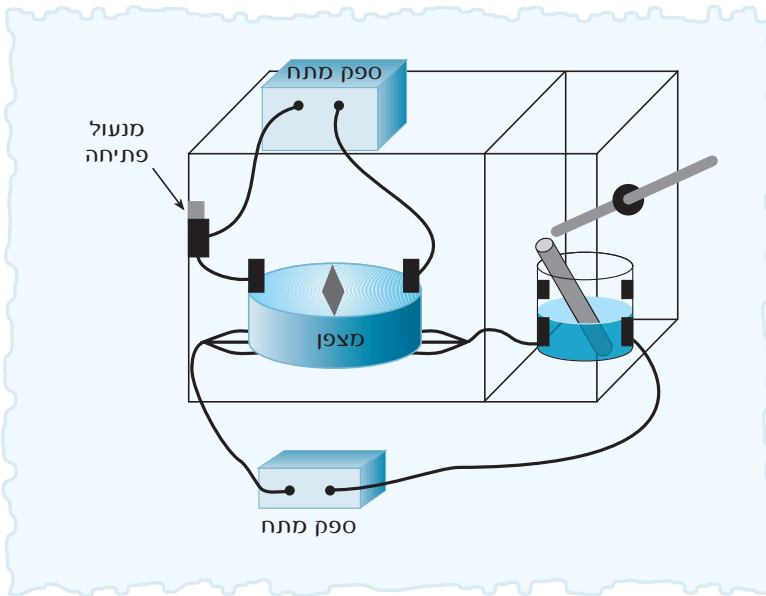
תיכון מעלה אדומים

## חוק ברנולי וכוח מגנטי

חוק ברנולי אומר כי הלחץ שמפעיל גז זורם בניצב לכיוון התנועה קטן מזה שמפעיל הגז כאשר הוא במנוחה. כמו כן ככל שמהירות זרימת הגז גדולה יותר כך קטן הלחץ. על חוק זה מבוסס כוח העילוי הפועל על כנפי המטוס. פרופיל כנף המטוס בנוי כך שהדרך שעל האוויר לעבור בחלק העליון של הכנף ארוכה יותר מאשר בחלק התחתון (מכיוון שזמן המעבר זהה, מהירות האוויר בחלק העליון גדולה יותר) ולכן יופעל על הכנף כוח כלפי מעלה, מהלחץ הגבוה לנמוך.

### שדה מגנטי של תיל נושא זרם

תיל נושא זרם יוצר שדה מגנטי שכיוונו הוא משיק למעגלים הניצבים לתיל. כאשר יוצב מצפן בקרבת שדה מגנטי זה, יופעל כוח על מחט המצפן אשר יחזיקה בכיוון ניצב לתיל.



### פריצת הכספת

פריצת הכספת מתבצעת כאשר מחט המצפן תיגע בשני המגעים החשמליים ותסגור את המעגל החשמלי של מנעול הכספת. אבל מחט המצפן מוחזקת במקומה על ידי שני שדות מגנטיים ממקורות שונים. האחד הוא השדה המגנטי של כדור הארץ (הכספת מוצבת כך שהצלע הארוכה שלה מונחת בכיוון מזרח-מערב, ראה תרשים) והשני הוא השדה הנוצר על ידי מוליכי הזרם העוברים מתחת למצפן וגם מקבעים את מחט המצפן בכיוון צפון-דרום. כדי לנתק את הזרם מהמוליכים אנו צריכים לרוקן את המים מהכוס כדי ליצור נתק בזרם החשמל העובר דרך המים, שהם מוליך אלקטרוליטי. הוצאת המים מהכוס מתבצעת על ידי נשיפת אוויר מעל הצינור שבתוך הכוס. על פי עקרון ברנולי הלחץ מעל הצינור יקטן והמים יעלו ויישפכו אל מחוץ לכוס. לאחר שניתקנו את הזרם יש לסובב את הכספת, עד שהצלע הארוכה שלה תהיה בכיוון צפון-דרום ומחט המצפן תיגע במגעים החשמליים והמנעול ייפתח.