



האולימפיאדה הבינלאומית ה-25 בפיסיקה (IPhO)

– דו"ח מבייג'ינג –

מחנך פיזיקה, הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל

פתח דבר

הטיסה משנחאי להונג-קונג, שהיתה אמורה להמריא ב-18:55, התאחרה בגלל סערה שהשתוללה מעל להונג-קונג. זה עתה הגישו לנו, כפיצוי, ארוחה לא במיוחד טובה. בתוך המון נוסעים רעבים, המשתדלים ליזכות בארוחותיהם, ישבו להם על רצפת אולם ההמתנה חמישה ישראלים צעירים. הם השתמשו במערכת הצירים שנוצרה על-ידי אריחי הריצפה ובעיפרון, שנורק כלפי מעלה, באופן אקראי, כדי לחשב את הערך הניסויי של π . התוצאות שקיבלו לא היו קרובות מאוד ל-3.14; אבל הם המשיכו בניסויים תוך וויכוחים על הגורמים האפשריים ל"התנהגות הבלתי צפויה של חוקי ההסתברות". חמשת הישראלים: גיל רפאל, רני בודניק, ליאור זילברמן, נאפע בשארה וואדים זלוטניק היו בדרכם מבייג'ינג - בה ייצגו את ישראל באולימפיאדה הבינלאומית ה-25 בפיסיקה (IPhO) - הביתה. מידת מעורבותם בפיסיקה, בדרכם הביתה, הייתה חזקה בדיוק כפי שהייתה בדרך לסין, ימים מספר קודם לכן. הייתה זו הפעם הראשונה שישראל שלחה קבוצת תלמידים לאולימפיאדה - כהמשך ישיר של סדרה מוצלחת של אולימפיאדות ארציות, בהשתתפות תלמידי בתי-ספר על-יסודיים, שנערכו במשך 5 השנים האחרונות. ב"תהודה" כבר דווח על ניסויים ועל שאלות, שהוצגו בשתי תחרויות קודמות^{1,2,3}.

שלבי האולימפיאדה

האולימפיאדה הראשונה הייתה תחרות חיפאית, שהורחבה במהרה והגיעה לבתי-ספר שונים במדינה כולה. חמש האולימפיאדות נערכו בשלושה שלבים: שלב ראשון - מבחן רב-בחירתי, שבוצע ונבדק על-ידי בתי-הספר; שלב שני - בוצע ונבדק על-ידי גורמים חוץ-בית-ספריים מרכזיים; שלב שלישי ואחרון - תחרות פומבית, בנוכחות קהל תלמידים, מורים ושאר מעוניינים.

קבוצת מתנדבים מסורה השקיעה מחשבה רבה, זמן ועבודה בהכנת כל תחרות ותחרות. כל התחרויות נתמכו על-ידי חברת החשמל לישראל, והגיעו לשיאן בשלב האחרון בו הוצגו שאלות, המבוססות על ניסויים שבוצעו בשלב התחרות, או הוקלטו מראש והוקרנו בשעת התחרות, על מסך גדול, בפני המתחרים וקהל הצופים.

התנאים להשתתפות באולימפיאדה הבינלאומית.

בתחילת 1993, לאור ההצלחה של האולימפיאדות הארציות לפיסיקה, נענה ד"ר שמשון שושני, מנכ"ל משרד החינוך והתרבות, לבקשתי לאשר מימון להשתתפות ישראלי ב-IPhO. על-פי תקנון הארגון הבינלאומי, מחייב הדבר קיים שלושה תנאים בסיסיים. התנאי הראשון היה השתתפות ראשונית של משקיף באולימפיאדה; במקרה שלנו, בתחרות שעמדה להתקיים בעיר וויליאמסבורג, ארה"ב, ביולי 1993. התנאי השני היה השתתפות באולימפיאדה הבאה של לא יותר מחמישה תלמידים מתחת לגיל 20, שאינם רשומים כסטודנטים באוניברסיטה. התנאי השלישי: תוך חמש שנים ממועד ההשתתפות הראשונה, על כל מדינה להתחייב לארח בארצה בעתיד אולימפיאדה אחת. להפתעתי, הובטח המימון לשנה הראשונה, תוך שיחה בת חמש דקות בלבד. כפי שמוכיחים ההישגים של חמשת הישראלים באולימפיאדה בבייג'ינג, הייתה ההחלטה החיובית מוצדקת.

היערכות לקראת הניסיעה

היות שההכנה לקראת ה-IPhO התבססה על התחרות הארצית, בוצע גם תהליך הבחירה וההכנה של הצוות באופן דומה. נוספו לכך שתי פעולות הכנה: השתתפות המועמדים בשני מחנות אימון והכנה, ועיסוק בבית בפתרון בעיות. למעלה מעשרים תלמידי תיכון השתתפו בקייץ במחנה אימונים אינטנסיבי בן שבועיים, שהתקיים במעונות הסטודנטים של הטכניון. במחנה זה התנסו לראשונה בפתרון בעיות בפיסיקה, ברמת אולימפיאדה בינלאומית. תדהמתם

ושרו לנו את השיר: "אתה ואני נשנה את העולם...". זו הייתה אולי הפגישה המרגשת ביותר בביקור כולו.

יום 2

היום הראשון כולו הוקדש לטכס פתיחה מרשים ולקבלת פנים באוניברסיטת פקין, לסידורים במלון ולהתגברות על "הבדלי השעון" (jet lag). לראשי הקבוצות התחילה העבודה הרצינית באולימפיאדה, אחרי טכס קבלת הפנים, עם תחילת הדיון בבעיית התיאורטיות. התחרות כוללת שלוש בעיית תאורטיות ושתי בעיית מעבדה. כל בעייה ובעייה הוכנה במשך חודשים על-ידי ועדה בראשותו של פרופסור לפיסיקה. הדיון בשלוש הבעיית התיאורטיות, שעסק בתכנים, בפתרון המוצע ובקביעת דירוג הציונים, התנהל בכבוד ראש רב ולפעמים גם תוך ויכוח לוחה.

התברר, למשל, שבמאמץ לטפל בבעיית הקריאה בשפות שונות, ובדירוג התוצאות, חיברו מארחינו מפתחות דירוג, המבוססים כמעט רק על גראפים, נוסחאות, מתמטיקה ודיאגרמות. מנהיגי קבוצות רבים התנגדו לגישה זו ודרשו יתר גמישות ביחס לקטעי הסבר, הכתובים בשפת האם של הסטודנטים. נתקיימה הצבעה על הצעה זו והיא נתקבלה.

בעת הדיון בבעייה השלישית עלתה הצעה לבטלה, היות שהיא קשה מדי, ולהציג במקומה את שאלת הרזרבה הרביעית, שעל המדינה המארחת להכין מראש, בהתאם לתקנות. למרות זאת, כאשר הודגש, שעל פי התקנות אין לדון בשאלה הרזרבית לפני ביטול השאלה המקורית, ושאין לדחותה אחרי שעלתה לדיון, הוחלט, בהצבעת רוב, לא לדחות את השאלה המקורית. בשעה 10:15 בלילה התחלנו בתרגום הבעיית התיאורטיות לעברית. כדי לוודא שנוכל להדפיס בעברית, הבאנו איתנו שני מחשבי מקינטוש ניידים ומדפסת הזרקת דיו. מסרנו את הנוסחים המודפסים הסופיים, זמן מה לאחר זריחת השמש, בשעה 05:00 בבוקר.

יום 3

בשעה 07:40 יצאנו מהמלון, קצת עייפים, לביקור בחומה הסינית הגדולה, בקברי מינג ובמסעדת "בה דאלינג". בעת שביקרנו בנפלאות סין, עסקו התלמידים, במשך שש שעות, בהתמודדות עם שלוש הבעיית. לאחר מכן ביקרו במשך שלוש שעות במקדש "ענני התכלת" (Temple of the Azure Clouds). בערב סעדנו יחד עם תלמידינו במלונם, הואנג יואן, במקום בו הצטרף אלינו נספח התרבות של שגרירות ישראל בבייג'ינג.

של התלמידים היתה רבה למראה הרמה הגבוהה של בעיית אלה. תשעה תלמידים נבחרו, כדי לקחת חלק בתחרות הפומבית, שכבר הפכה למסורת באולימפיאדה הארצית, וכן לקחו חלק במחנה אימונים נוסף, בן ארבעה ימים. הצוות בן חמשת התלמידים, בתוספת תלמיד אחד כעתודה, נבחר בסיום המחנה השני. ממועד סיום מחנה הקייץ עד לטיסה לבייג'ינג נדרשו המועמדים לפתור בעיית בפיסיקה, שהוצגו באולימפיאדות קודמות, ולשלוח את הפתרונות לד"ר אבי האוזר ולמר איגור ליסנקר, ששימשו כמאמני הצוות העיקריים במשך השנה, על מנת לקבל את הערותיהם.

המשלחת יצאה לדרך ב-10 ביולי וכללה את חמשת התלמידים הנזכרים לעיל, את ד"ר אבי האוזר, איגור ליסנקר ורלו שורץ, שהוזמן להצטרף למשלחת כהערכה על תרומתו הרבה לקיום התחרויות במשך חמש שנות התחרויות הארציות, ואת מחבר דו"ח זה. בקופנהגן הצטרפנו לחמש משלחות נוספות. כהרף עין, התיידדו תלמידי שש הארצות והמטוס הפך לבמה לכל הכרוך בפיסיקה.

האולימפיאדה

יום 1

בבוקרו של ה-11 ביולי הגענו לבייג'ינג. משלחות מכחמישים ארצות נתקבלו לפי דגם אחיד. כל המתחרים אוכסנו במלון אחד, ואילו ראשי הקבוצות שוכנו במלון אחר, מפואר יותר, במרחק נסיעה בת 20 דקות באוטובוס. מיד אחרי ההרשמה וקבלת החדרים, התקשרו חמשת התלמידים הישראליים עם תלמידים מכוויית ומאירן, וכן עם בני הארצות האחרות. לכל קבוצת תלמידים הצטרף סטודנט מאוניברסיטת פקין, שמתפקידו היה להנעים, במידת האפשר, את הביקור לתלמידים. הופתענו מאוד כאשר ליו, אחד הסטודנטים הסיניים, הציג את עצמו כ"ליאור", בעברית שוטפת, כאילו היה זה בישראל. הוא הסביר לנו, שהינו אחד מתריסר הסטודנטים המתמחים בעברית באוניברסיטת פקין. לאחר מכן, ארגן לנו ליו ביקור אצל סטודנטים נוספים לעברית. נפגשנו איתם במעונות הסטודנטים. היה זה חדר קטן ובו שש מיטות - שתי מיטות זו על גבי זו, על יד הקירות המקבילים, ושטח פתוח לתליית בגדים. בין המיטות עמד שולחן קטן. שני סטודנטים יכלו לשבת יחד לשולחן, בדוחק. מסביב לקירות שליד המיטות הוצמדו אצטבאות לספרים ובשטח הפנוי המועט היו פוסטרים מעטים וחלקי עיתונות מישראל. ליאור, דני, טל, אביב וחבריהם הציגו את עצמם בשמותיהם הסיניים והעבריים. הם הגדילו לעשות

העובדה שהשגיאה שבקטע השני נבעה, מבחינה הגיונית ונכונה, מן השגיאה הקודמת. לא הצלחנו לשנות גישה זו, פרט למקרה מסוים אחד בלבד. בעת בה עסקנו בחיפוש אחר נקודות ציון נוספות לתשובות על הבעיות, טיפסו התלמידים על החומה הסינית הגדולה, הוסיפו לאכול מאכלים סיניים במסעדת "בה דאלינג", והשתכללו בשימוש במקלות האכילה. בשעות הערב ביקרנו עם התלמידים במופע אקרובטיקה. נוכחנו לדעת, שקהל סיני, או לפחות קהל סיני מסויים אחד בבייגינג, מביע את הערכתו באופן חופשי הרבה יותר מאשר קהל דומה בישראל.

יום 7

בבוקר זה קיימנו דיון בפתרונות התלמידים לבעיות הניסוייות. שוב נוכחנו במידת הנעימות, הידע, ההבנה וההקפדה של הבוחנים. שעות אחר הצהריים הוקדשו לישיבת הוועד הבינלאומי, לדיון בהצעות שהוגשו על ידי הנציג האוסטרלי, הקשורות לתקנון ולמדינות המיועדות לארח את האולימפיאדות בעתיד, ובהצגת התוכניות העתידיות לאולימפיאדה הבאה, שתתקיים בקנברה שבאוסטרליה. תלמידינו בילו את שעות הבוקר בעיר האסורה ואת שעות אחר-הצהריים עשו עם תלמידי בתי-ספר סיניים.

יום 8

טכס הסיום התקיים במרכז הכנסים הבינלאומי הנהדר שבבייגינג. כל משלחת, בליווי הסטודנט הסיני המלווה שלה, התמקמה בשורה שנקבעה לה. בקצה כל שורה ישב נער (או נערה) סינית (לבושה) בכחול ובלבן עם שלט שעליו שם המשלחת באותיות גדולות בסינית ובאנגלית. תוך קשיים מסוימים החלפתי מידע אודות שמותינו עם הילדה בת התשע שישבה לידי. היא נתמלאה גאווה, כך אמר לי המורה שלה, כאשר חיברתי לצווארון חולצתה את סיכת הסמל של הטכניון.

באשר לפרסים שהוענקו לנו, מותר לומר שמשלחתנו הצליחה מאוד. אבל ראשית כל עלי להסביר את שיטת מתן הפרסים. המדינה המארחת מכינה שלוש בעיות תיאורטיות, שתי בעיות מעבדתיות-מעשיות ובעייה תיאורטית אחת לרזרבה. הציון האפשרי הגבוה ביותר לכל בעייה ובעייה הוא 10, וסך כל הציונים המירבי הוא 50. הציון הממוצע של שלושת התלמידים הטובים ביותר נקבע להיות 100. מתחרים

התלמידים בילו את היום בכיכר טיאנאן מן, בגן זיונג שאן, ובמוזיאון פאלאס, ואילו אנו הקדשנו את היום לביקור בעיר האסורה (זוכרים את הקיסר האחרון?) ובדיון בשתי בעיות המעבדה, בתרגומן ובהדפסתן. הפעם, לאור הניסיון שרכשנו עם הבעיות התיאורטיות, התחיל אחד מאיתנו מייד בתרגום הבעייה הניסויית הראשונה, בו בזמן שנדונה הבעייה השנייה. מסרנו בזמן את שתי הגירסאות העבריות המודפסות של שתי הבעיות המעבדתיות, וכך הספקנו לתפוס את רכב ההסעה למלוננו, בשעה 02:45 לפנות בוקר.

יום 5

הכנת הציוד למעבדה הייתה קשורה במאמץ לוגיסטי ניכר. כמעט מאתיים וחמישים תלמידים חייבים היו לבצע את אותם הניסויים, בעת ובעונה אחת. מחצית המתחרים התמודדו עם הבעיות במעבדה בשעות הבוקר, תוך כדי חילופי הניסויים, במחצית הזמן. הקבוצה השנייה של התלמידים, שהופרדה בקפדנות מהקבוצה הראשונה, על ידי כך שנלקחה לטיול באוטובוס, חזרה על התהליך בשעות אחר הצהריים. סידור זה איפשר את הכנתם של כשבעים וחמש מערכות ציוד "בלבד" לכל ניסוי. מובן מאליו, שהתקנון אינו מתיר הכנת בעיות מעבדתיות ברזרבה. באותו יום בילינו בכיכר טיאנאן מן, בגן זיונג שאן ובמוזיאון פאלאס.

יום 6

היה זה יום מעניין במיוחד. אנו, ראשי הקבוצות מהארצות השונות, קיבלנו תצלומים של פתרונות תלמידינו לבעיות התיאורטיות. היה עלינו לבדוק את הפתרונות האלה ואת הציונים שניתנו להם ולדון בהם, לאחר מכן, עם הבוחנים. כל תלמיד קיבל את הבעיות ופתר אותן בשפת אימו. המעריכים, (שהמדינה המארחת חייבת לספק), הגבילו את עצמם בבדיקת גראפים, סרטוטים, טבלאות, נוסחאות, תהליכים מתמטיים ופתרונות מספריים ואלגבריים בלבד. אי-לכך, היה זה מתפקידו של ראש כל קבוצה לבדוק בקפדנות יתרה את הציונים שניתנו למעשה, לעומת מפתח הציונים, שהוסכם עליו מראש. כמו-כן, היה על ראש הקבוצה לציין כל מקרה שבו ההסברים הכתובים עברית שופכים אור על הפתרון שתלמיד נתן. נתקלנו בקושי הקשור בציון "טעויות נגררות". הבוחנים עמדו על כך, שיש להעניש, כלומר, להוריד את הציון, על שגיאה כל שהיא שנעשתה בקטע אחד של הפתרון, ושחזרה ונשנתה בקטע אחר; וזאת - למרות

רני בודניק - מכפר ורבורג - זכה בציון לשבח ובמדליית כסף על המרכיב התיאורטי שבתחרות.
נאפע בשארה - מתרשיחה - זכה בציון לשבח ובמדליית ארד על המרכיב התיאורטי שבתחרות.
ואדים זלוטניק - עולה חדש הגר בבאר-שבע, - זכה בציון לשבח ובמדליית ארד על המרכיב המעבדתי של התחרות.

אחרית דבר

כפי שהוסכם מראש על-ידי כל חברי הצוות, ניצלנו את ההזדמנות של ביקורנו בסין, ויצאנו ב-19 ביולי לסיור, שאורגן על ידי מארחינו. נסענו לשיאן, מקום שם נמצא צבא ה"טרה קוטה", המכונה על-ידי הסינים ה"פלא השמיני של העולם", ל-שנחאי, להונג קונג ואחר כך הביתה. אבל זה כבר סיפור למאמר נוסף.

מראי מקום:

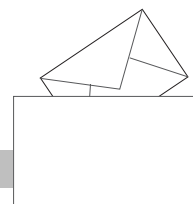
1. שאלון האולימפיאדה לפיסיקה תשנ"ב - שלבים א' וב' - תהודה 15 (2), 1993, עמ' 7-19.
2. סלע, ד., האולימפיאדה לפיסיקה תשנ"ג, שלבים א' וב', תהודה 16 (1), 1994, עמ' 56-73.
3. פיינגולד, מ. האולימפיאדה לפיסיקה תשנ"ג, שלב ג', תהודה 16 (1), 1994, עמ' 73-76.

המשיגים 90% לפחות של ציון זה זוכים במדליית זהב; המשיגים בין 78% ל-89% זוכים במדליית כסף. המשיגים בין 65% ל-77% זוכים במדליית ארד (ברונזה); ואלה המשיגים בין 50% ל-64% זוכים לציון לשבח.
 השנה הוענקו שש מדליות זהב (לעומת 17 בשנה שעברה), חמש מדליות כסף (לעומת 16 בשנה שעברה), עשרים ושתיים מדליות ארד (לעומת 32 בשנה שעברה) ו-36 ציונים לשבח (לעומת 38 בשנה שעברה). לשלושים אחוז מן המתחרים הוענק ציון לשבח, או למעלה מזה (לעומת 50% בשנה שעברה).

השגי התלמידים הישראליים

גיל רפאל - מפתח-תקווה - דורג במקום ה-14, מתוך 240 המתחרים, יוצאי 48 מדינות. הוא זכה במדליית ארד על הישגיו הכלליים בתחרות, וכן זכה במדליית זהב על הישגיו בחלק התיאורטי, ופרס מיוחד כתלמיד הטוב ביותר מתוך המדינות-החברות החדשות: ארגנטינה, פורטוגל, טייוואן וישראל (שלושה עשר המתחרים שדורגו במקום גבוה ממנו היו מסין, מבריטניה הגדולה, מגרמניה, מפולין, מטורקיה ומאוקראינה).

מכתבים למערכת



תגובה למר חזי יצחק:

במכתב למערכת בחוברת זו פותר מר חזי יצחק בעייה מעניינת של זריקה משופעת על מישור משופע. הוא מציע ארבע דרכים לפתרון, (השנייה, בעזרת סיבוב מערכת הצירים, מעניינת במיוחד), משום שבדרך הראשונה הוא נאלץ להשתמש בחשבון דיפרנציאלי, כדי למצוא באיזו זווית יש לזרוק גוף על מנת להשיג טווח מקסימלי על מישור משופע. הבעייה המתעוררת אצלו היא, כיצד למצוא את המקסימום של הפונקציה: $f(\theta) = \cos(\varphi + \theta) \sin\varphi$
 בה θ היא זווית קבועה ו- φ משתנה. למציאת המקסימום הוא גוזר את הפונקציה.
 בטריגונומטריה מלמדים כציד להפוך מכפלה של שתי פונקציות לסכום:

$$\cos\alpha\sin\beta = \frac{1}{2} [\sin(\alpha + \beta) - \sin(\alpha - \beta)]$$

$$f(\theta) = \cos(\varphi + \theta) \sin\varphi = \frac{1}{2} [\sin(2\varphi + \theta) - \sin\theta] \quad \text{לכן:}$$

היות ש $\sin\theta$ קבועה, המקסימום של $f(\theta)$ הוא המקסימום של $\sin(2\varphi + \theta)$. כידוע, מקסימום זה הוא 1, והוא מושג עבור: $2\varphi + \theta = 90^\circ$ ולכן $\varphi_{\max} = 45^\circ - \frac{\theta}{2}$ כפי שמוצא מר יצחק במכתבו למערכת. אין איפוא צורך לפנות לשיטות מסובכות כדי להימנע מחשבון דיפרנציאלי - הפתרון נמצא מתחת לאף!

רפי כהן, תיכון אפורי רמלה לורד והמחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.