

פרוייקטי תלמידים באופטיקה גיאומטרית

אורנה רופנברג, האנסייה הראלית, ראשון לציון

תקציר

מתואר כאן ניסיון להפעלת תלמידים בביצוע פרוייקטי בניה עצמאיים סמוך לתחילת לימודי האופטיקה. תלמידים אחדים בנו והדגימו באמצעים פשוטים את עקרונות הפעולה של מכשירים מוכרים (לישכה אפלה, קלידוסקופ, פריסקופ), ואילו אחרים שילבו תופעות אופטיות במעשי יצירה אומונתיים. הצלחת הפעילות היתה מעל ומעבר לצפוי.

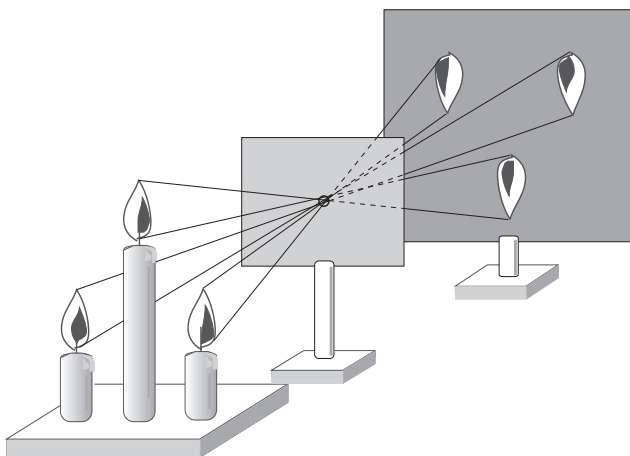
מלות מפתח

פרוייקטים, קלידוסקופ, לשכה אפלה, פריסקופ.

וסיכמנו על תאריך הגשת העבודות והצגתן. מראש החלטתי שכל התלמידים שיגישו עבודה יקבלו ציון מ-90 ומעלה, זאת על מנת לתת אפשרות לשיפור הציון למי שזקוק, ומוטיבציה להמשך הדרך לכל השאר. ההבדלים בציונים ייקבעו על-ידי אופי ההצגה, המקוריות וכו'.

יום הצגת העבודות הגיע - אספתי את הכיתות בחדר המורים וכל זוג הציג את עבודתו.

★ שתי בנות הראו דגם של לישכה אפלה באמצעות מערכת פמוטים ובה שני נרות נמוכים ונר גבוה במרכז. לפני הפמוטים הועמד בריסטול שחור עם חור קטן ומאחוריו בריסטול שחור אחר ששימש כמסך, עליו נצפתה תמונה הפוכה של שתי להבות גבוהות בצדדים ולהבה נמוכה יותר במרכז (ראה תרשים 1). חשיפה של חור נוסף בבריסטול המרכזי הראתה תמונה כפולה והפוכה וכן נראה "גל" של כתמי אור.



תרשים 1

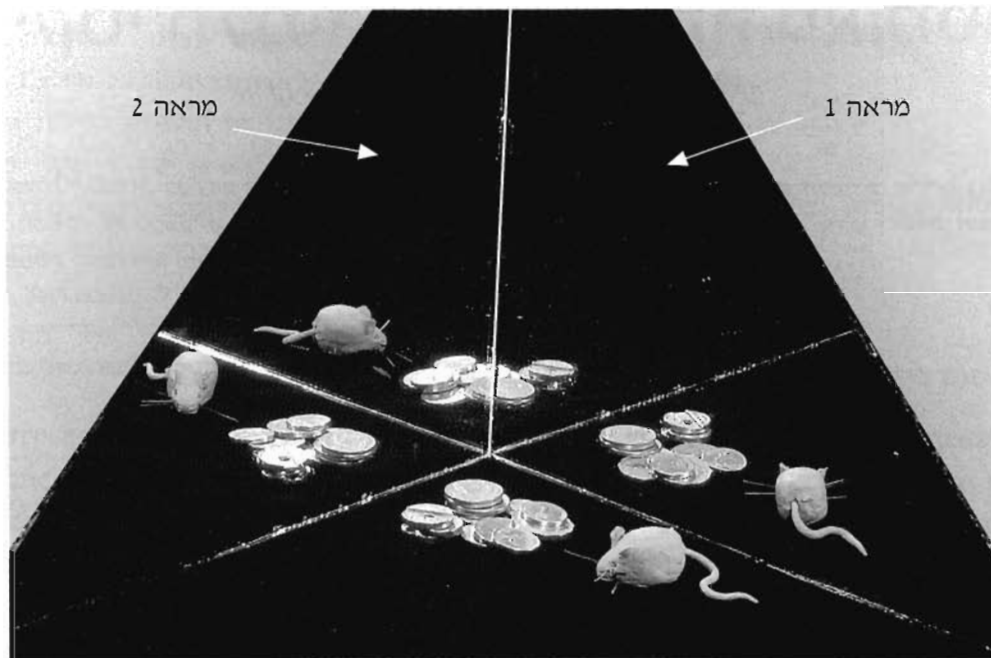
★ זוג אחר הציג שתי מראות מישוריות המחוברות באמצעות ציר המאפשר שינוי הזווית בין המראות, כך שניתן היה לראות את מספר הדמויות הנוצרות בכל

סוף הסתיו - החורף בפתח, לפני תום הריבעון הראשון בשנת הלימודים, מתכנס צוות מורי הפיסיקה בבית-הספר. לא חששתי - זו כבר שנתי השניה במוסד - ידעתי בפני מה אני עומדת - שולחן עמוס דיברי מאפה אקזוטיים, קנקן קפה גדול ומסביב לו שיחה עניינית בנושאי הוראת הפיסיקה בבית הספר. בתום הדיון על ההוראה בכיתות יי הוחלט כי עם סיום ההוראה של פרק המראות נחזור על ניסיון קודם שנעשה בבית הספר להפעלת תלמידים בביצוע פרוייקט מעשי במראות. המורים הוותיקים שיבחו את הרעיון ומנו את יתרונותיו. לי נראה כי פרוייקט ביצועי מסוג זה יהווה נטל נוסף ומיותר על כתפיהם העמוסות ממילא של תלמידי. שתקתי - הקשבתי ליתרונות שמנו המורים הוותיקים בביצוע הפרוייקט ובראשי העליתי את חסרונותיו. נאבקתי בעצמי וחשבתי לי: מרץ ונעורים במקצוע ההוראה חשובים, אך הניסיון חשוב יותר. לימדי מנסיונם של מורים מנוסים ממך ונטרלי את ההתנגדות.

הלכתי הביתה ברגשות מעורבים - התחלתי לחשוב על רעיונות, נברתי בספרים וחיפשתי ביבליוגרפיות מתאימות. ככל שחשבתי יותר - נראה לי הדבר מסובך ומיותר יותר ויותר.

הצלחתי להעלות ברשימותי כ-10 הצעות בלבד כשבכל כיתה לומדים 40 תלמידים! התיסכול הביאני אל מרכזת המקצוע. היא יעצה לי לאפשר לתלמידים לבחור בעצמם את הרעיונות ואת החומרים. |... את תופתעי מהמקוריות ומיכולת האילתור שלהם" אמרה לי. נכנסתי לכיתה וגייסתי את הקול הסמכותי ביותר שיכולתי להוציא מגרוני, והודעתי לכיתות על ביצוע הפרוייקט המעשי.

איפשרתי לתלמידים לבצעו בזוגות, ונתתי יד חופשית לגבי אופי העבודה - אומונתית או מדעית, כל אחד לפי נטיית ליבו, כיד הדמיון הטובה עליו. בררתי גם שניתן להשיג חומרים לביצוע הפרוייקטים במחיר סביר אצל כל זגג בעיר. קבעתי פרק זמן של חמישה שבועות להכנת העבודה



תרשים 2: השתקפות עצמים המוצבים בין שתי מראות מישוריות שהזווית ביניהן היא 90° , והמחבורות באמצעות ציר

★ "תיקרת כוכבים" בחדר חשוך, שנוצרה ממראה מישורית עליה הודבק בריסטול שחור ובו נגזרו צורות של כוכבים. כאשר המראה הוא על-ידי פנס שהיווה מקור "נקודתי" נוצרה תבנית כוכבים על תקרת החדר.

★ דגם של עץ בודד היוצר יער אינסופי מסביבו, כתוצאה מהיווצרות אינסוף דמויות בין מראות מקבילות זו לזו המוצבות מסביבו.

"הפתעה" היא מילה דלה מכדי לתאר את תחושותי, התרגושותי ושמחתי כשראיתי את תגובת הכיתה ואת העבודות המדהימות שהוצגו שם.

היום אני יודעת כי לפרוייקטי התלמידים היו יתרונות רבים מעבר למטרה של ביצוע ישומי של החומר התאורטי שנלמד בכיתה. התלמידים נהנו מעצם הפעילות הבלתי שגרתית, עיסוק במלאכת כפיים ופיתרון בעיות טכנולוגיות. ניתנה אפשרות להפגנת כשרונות לאו דווקא עיוניים, ולביטוי בתחומי האמנות והאסתטיקה. במקרים רבים נוצרה עבודת צוות בין תלמידים ושיתוף חיובי של הורים. נסיון זה מעודד אותי להמליץ על ביצוע פרוייקטי תלמידים לכל המורים המלמדים אופטיקה (ובעצם, לא רק אופטיקה). אני, בכל אופן, אחזור על חוויה זאת גם בשנה הבאה.

מומלץ בחום לכל המורים!!!

זווית (ראה תרשים 2). זוג נוסף של תלמידים אף הציג נוסחא לחישוב מספר הדמויות שתיווצרנה בכל זווית.

★ מכשיר נוסף אשר נבנה תוך שימוש בעיקרון זה הוא הקליידוסקופ - בו נטויות המראות בזווית 60° זו לזו ונוצרות 5 דמויות בסימטריה מעגלית. תלמידים הציגו קלאידוסקופים בגדלים שונים ובצורות שונות. תלמיד אחד הציג את עבודתו לפני הכיתה במילים הבאות: "בקלאידוסקופ שיחקתי לראשונה בהיותי בן שלוש; היום, שנים רבות אחר-כך, אני מוצא את עצמי שקוע באותו הצעצוע..."

★ תלמידים בנו פריסקופים בגדלים שונים ובצבעים שונים, שבחלקם בוצעו עבודות נגרות עם גימור מושלם. ברור שהורים נתנו שכם. קיבלתי אפילו מכתב מהורה אשר הודה לי על האפשרות שנתתי לו לבלות אחר-הצהריים שלם עם בנו לצורך השלמת הפרוייקט.

★ עבודות אחדות התבצעו עם מראות כדוריות. לדוגמה, באחת העבודות העמידו מול מראה כדורית קעורה מסילה שעליה בובה קטנה. הבובה שעל המסילה נעה בעזרת מנוע חשמלי קטן. כך אפשר היה לראות כיצד משתנה דמות הבובה במרחקים שונים מן המראה. (קרוב למראה, במוקד, במרחק של רדיוס מן המראה וכו').

הוצגו גם עבודות אמנותיות:

★ מובייל מורכב מכדורי פינג-פונג עליהם הודבקו שברי מראות.