



החזרה פנימית מלאה

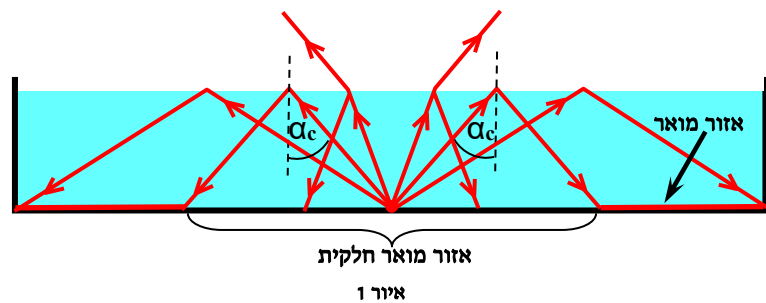
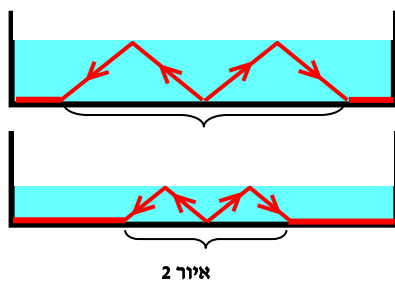
ציוד

- פנס לייזר עם "רגל" (בהספק של 1 mW או פחות)
- צלוחית מחומר אטום עם סרגל המודבק על קרקעיתה
- מיכל עם כ-100 סמ"ק מים
- משורה בנפח של 10 סמ"ק
- פיפטה
- מחבר לשולחן
- מחבר זוויתי
- מוט באורך של כ-30 ס"מ



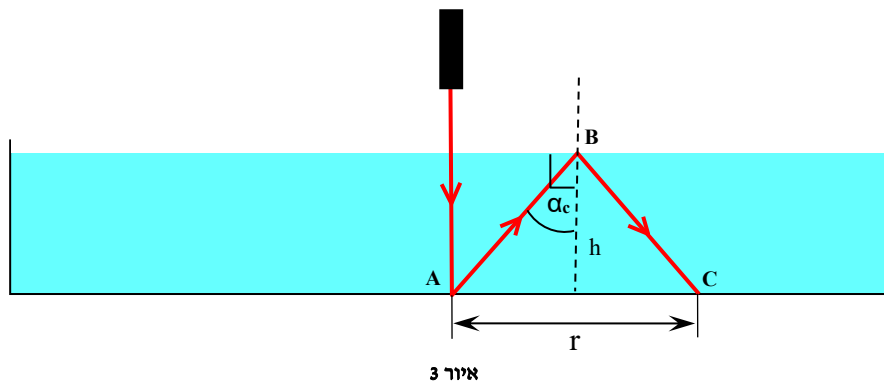
רקע עיוני

הניסוי עוסק במקור אור נקודתי הנמצא בתוך נוזל, כך שהאור פוגע בפני הנוזל מבפנים. אם זווית הפגיעה שווה לזווית הקריטית, α_c , או גדולה ממנה, האור מוחזר מפני הנוזל החזרה מלאה, פוגע בקרקעית הכלי ומאיר אותה. לאומת זאת, האור הפוגע בפני הנוזל בזוויות הקטנות מהזווית הקריטית יוצא לאוויר ורק חלק קטן ממנו מוחזר לקרקעית (איור 1). כתוצאה מכך, סביב מקור האור על קרקעית הכלי נוצר אזור שהארתו פחותה. משום שהמקור שולח קרני אור לכל עבר, צורת האזור היא עיגול (בהמשך נקרא לו "עיגול הכהה"). רדיוס העיגול תלוי בגובה הנוזל (איור 2) ובתכונותיו האופטיות (הקובעות את מקדם השבירה ולכן את הזווית הקריטית).



אפשר לדמות מקור אור נקודתי בעזרת אלומת אור של פנס לייזר הפוגעת במשטח אטום. בהיותה דקה, האלומה מאירה אזור קטן מאד על המשטח אשר מחזיר אור לכל עבר (מעל המשטח) עקב החזרה לא מסודרת (כמובן שצבע המשטח צריך להיות שונה מצבעו של אור הלייזר – אחרת המשטח לא יחזיר אור).

בניסוי שתעשו, אלומת אור של פנס לייזר חודרת למים הנמצאים בצלוחית, בניצב לפניהם, ופוגעת בקרקעית הצלוחית. נקודת הפגיעה של האלומה בקרקעית משמשת כמקור אור נקודתי, כפי שהוסבר לעיל. באיור 3 משורטטת אחת מקרני האור של פנס הלייזר אשר מוחזרות מהקרקעית, פוגעות בפני המים בזווית הקריטית ומוחזרות מהן שוב לקרקעית.



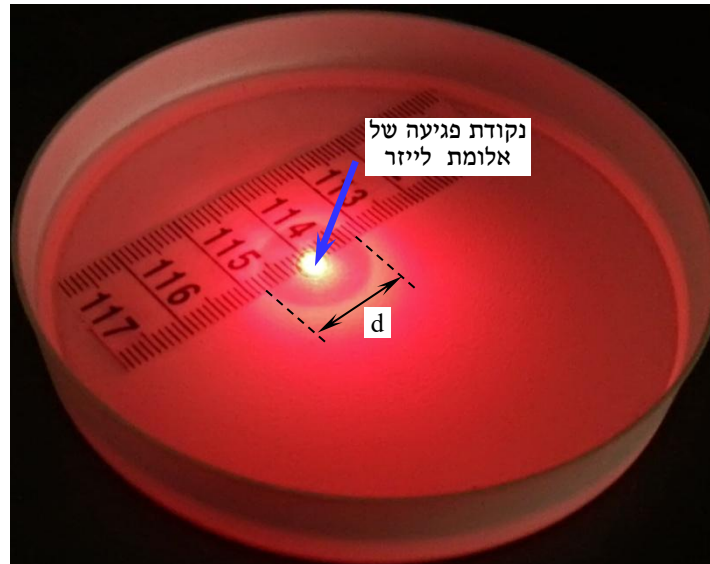
משולש ABC הנוצר על ידי קרן הלייזר וקרקעית הצלוחית (איור 3) הוא משולש שווה שוקעים (הסבירו מדוע), לכן $\tan \alpha_c = 0.5 \cdot r/h$, כאשר r – רדיוס העיגול הכהה על קרקעית הצלוחית, h – גובה המים בצלוחית ו- α_c – הזווית הקריטית. מכאן:

$$r = (2 \cdot \tan \alpha_c) \cdot h$$

בניסוי זה תחקרו את הקשר בין רדיוס העיגול הכהה, r , לבין גובה המים, h , ותמצאו ממנו את מקדם השבירה של המים.

ביצוע הניסוי

1. פתחו גיליון Excel והכינו בו טבלה בה תזינו את הנפח המצטבר של המים בצלוחית ואת רדיוס העיגול הכהה.
2. הפעילו את פנס הלייזר.
3. מזגו 20 סמ"ק של מים לצלוחית באופן הבא: מלאו משורה ב- 10 סמ"ק של מים בעזרת פיפטה (למדידת כמות המים היעזרו בשנתות על המשורה, עליכם לדייק!), מזגו את המים לצלוחית וחזרו על הפעולה פעם נוספת.
4. הזינו בטבלה את נפח המים בצלוחית.
5. מקמו את הצלוחית מתחת לפנס הלייזר - סביב נקודת הפגיעה של אלומת הלייזר בקרקעית הצלוחית יתקבל עיגול כהה. הזיזו את הצלוחית בעדינות (כדי לא לשפוך ממנה מים) כך שקרן הלייזר תפגע בשפת הסרגל המודבק על קרקעית הצלוחית (ראו איור 4), ומדדו באמצעות הסרגל את קוטר העיגול הכהה, d.



איור 4

6. חישבו את רדיוס העיגול הכהה והזינו אותו בטבלה (בסנטימטרים).
7. חזרו על סעיפים 4 – 6 שש פעמים נוספות, כאשר בכל פעם מוסיפים לצלוחית 10 סמ"ק של מים (דייקו ככל האפשר!).
8. בתום המדידות כבו את פנס הלייזר ושפכו את המים מהצלוחית למיכל.

עיבוד תוצאות המדידות

1. הוסיפו לטבלה ב-Excel עמודה בה תחשבו את גובה המים בצלוחית (בסנטימטרים).
נפח המים בצלוחית ניתן על ידי ביטוי $V = S \cdot h$, כאשר S הוא שטח קרקעית הצלוחית ו-h גובה המים. היות שצורת הצלוחית היא גליל, שטח הקרקעית ניתן על ידי $S = \pi \cdot D^2 / 4$, כאשר D הוא קוטר הקרקעית (ערכו בסנטימטרים רשום על דופן הצלוחית).
א. חישבו את שטח הקרקעית בסמ"ר,
ב. בעמודה שהוספתם לטבלה בגיליון הגדירו נוסחה לחישוב גובה המים בהסתמך על נפחם ועל שטח קרקעית הצלוחית.
2. בנו גרף של רדיוס העיגול הכהה כתלות בגובה המים במיכל. האם צורת הגרף שהתקבלה תואמת את ציפיותכם התיאורטיות? הסבירו.
3. הוסיפו לגרף קו מגמה יחד עם משוואתו. מהי משמעות שיפוע הגרף?
4. בהיעזר במשוואת קו המגמה, מצאו את הזווית הקריטית ואת מקדם השבירה, n, של מים. להזכירכם, במעבר האור ממים לאוויר מתקיים הקשר הבא:

$$\sin \alpha_c = \frac{1}{n}$$

בסיס המדידות

- החזירו את הציוד למגש וחזירו את המגש לעגלה.