



החזרה פנימית מלאה

רשימת הציוד

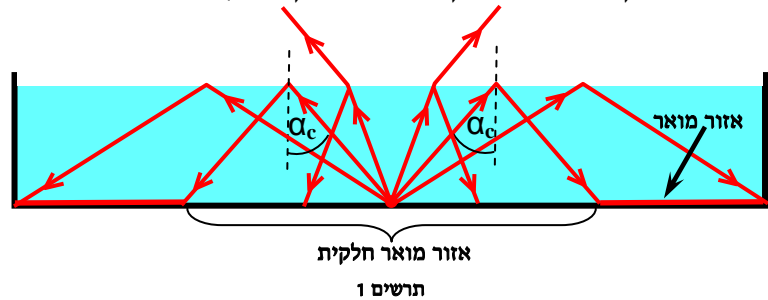
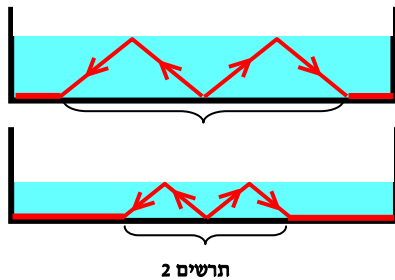
- פנס לייזר עם "רגל" (בהספק של 1 mW או פחות)
- צלוחית מחומר אטום עם סרגל המודבק על קרקעיתה
- מיכל עם כ-100 סמ"ק מים
- משורה בנפח של 10 סמ"ק
- פיפטה
- מחבר לשולחן
- מחבר זוויתי
- מוט באורך של כ-30 ס"מ

מטרת הניסוי

חקירת התופעה של החזרה גמורה.

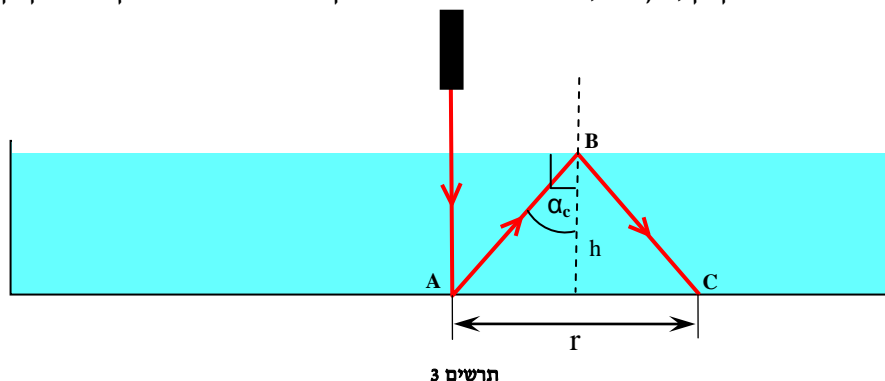
רקע עיוני

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 (ראה תרשים 1). כתוצאה מכך, על קרקעית הכלי, סביב מקור האור, נוצר אזור שהארתו פחותה. משום שהמקור שולח קרני אור לכל עבר, צורת האזור היא עיגול (בהמשך נקרא לו "עיגול כהה"). רדיוס העיגול תלוי בגובה הנוזל (תרשים 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 בכל הכיוונים (מעל המשטח), עקב החזרה לא מסודרת (כמובן שצבע המשטח צריך להיות שונה מצבעו של אור הלייזר – אחרת המשטח לא יחזיר אור).

בניסוי שתעשה, אלומת אור של פנס לייזר חודרת למים הנמצאים בצלוחית, בניצב לפנייהם, ופוגעת בקרקעית הצלוחית. נקודת הפגיעה של האלומה בקרקעית משמשת כמקור אור נקודתי, כפי שהוסבר לעיל. בתרשים 3 מפורטת אחת מקרני האור של פנס הלייזר שמוחזרות מהקרקעית, פוגעות בפני המים בזווית הקריטית ומוחזרות מהן שוב לקרקעית.



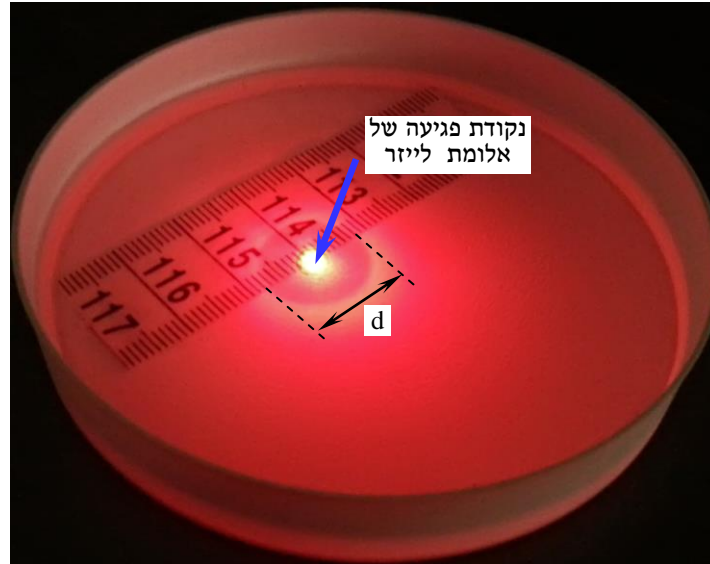
משולש ABC הנוצר על ידי קרן הלייזר וקרקעית הצלוחית (תרשים 3) הוא משולש שווה שוקעים (הסבר מדוע), לכן $\frac{0.5 \cdot r}{h} = \tan \alpha_c$, כאשר r – רדיוס העיגול הכהה על קרקעית הצלוחית, h – גובה המים בצלוחית ו- α_c – הזווית הקריטית. מכאן:

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

בניסוי זה תחקור את תלות רדיוס העיגול הכהה, r , בגובה המים, h , ותמצא ממנו את מקדם השבירה של המים.

ביצוע הניסוי

1. הכן טבלה בה תרשום את הנפח המצטבר של המים בצלוחית ואת רדיוס העיגול הכהה.
2. הפעל את פנס הלייזר.
3. מזוג 20 סמ"ק של מים לצלוחית. פעל באופן הבא: מלא משורה ב- 10 סמ"ק של מים בעזרת פיפטה (למידת כמות המים היעזר בשנתות על המשורה, עליך לדייק!). מזוג את המים לצלוחית וחזור על הפעולה פעם נוספת.
4. רשום בטבלה את נפח המים בצלוחית.
5. מקם את הצלוחית מתחת לפנס הלייזר – סביב נקודת הפגיעה של אלומת הלייזר בקרקעית הצלוחית יתקבל עיגול כהה. הזז את הצלוחית בעדינות (כדי לא לשפוך ממנה מים) כך שקרן הלייזר תפגע בשפת הסרגל המודבק על קרקעית הצלוחית (ראה תרשים 4), ומדוד באמצעות הסרגל את קוטר העיגול הכהה, d .



תרשים 4

6. חשב את רדיוס העיגול הכהה ורשום אותו בטבלה (בסנטימטרים).
7. חזור על סעיפים 4 – 6 שש פעמים נוספות, תוך הוספת 10 סמ"ק של מים לצלוחית בכל פעם (דייק ככל האפשר!).
8. בתום המדידות, כבה את פנס הלייזר ושפוך את המים מהצלוחית למיכל.

עיבוד תוצאות המדידות

1. העתק לגיליון Excel את הטבלה שמילאת.
 2. הוסף לטבלה עמודה בה חשב 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. חשב את שטח הקרקעית בסמ"ר,
 - ב. הגדר ב- Excel נוסחה לחישוב גובה המים בהסתמך על נפחם ועל שטח קרקעית הצלוחית שמצאת.
3. בנה גרף של רדיוס העיגול הכהה כתלות בגובה המים במיכל. האם צורת הגרף שהתקבלה תואמת את ציפיותיך התיאורטיות? הסבר.
 4. הוסף לגרף קו מגמה ומשוואתו. מהי משמעות שיפוע הגרף?
 5. בהיעזר במשוואת קו המגמה, מצא את הזווית הקריטית ואת מקדם השבירה, n , של מים. להזכירך:

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