



מדידת מרחק המוקד של עדשה דקה

מטרות:

- מדידת מרחק המוקד של עדשה מרכזת ומפזרת.
- מדידת ההגדלה הקווית של עדשה.
- בדיקת תופעת האברציה בעדשה.

ציוד: ספסל אופטי, עדשה מרכזת, עדשה מפזרת, מקור אור (העצם), מסך.

מבוא:

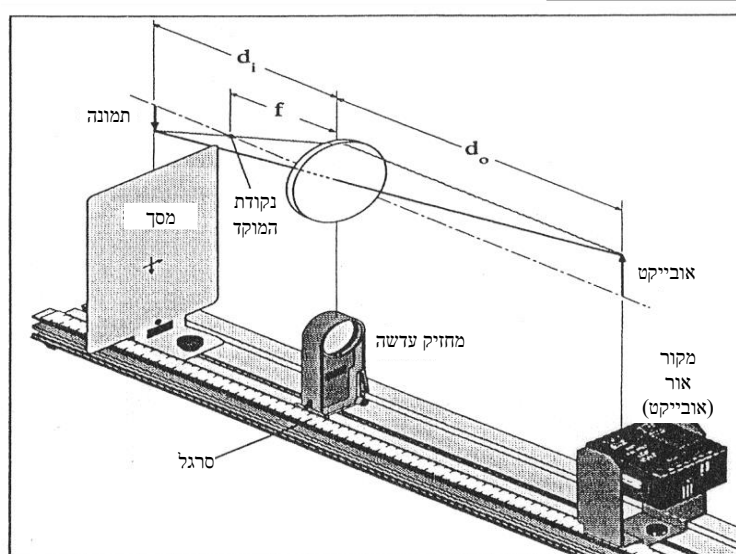
מרחק המוקד של עדשה נקבע בעיקר לפי רדיוס העקמומיות של העדשה והחומר ממנו עשויה, כלומר, מקדם השבירה.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

נוסחת העדשה הדקה נתונה על ידי הנוסחה לעיל, כאשר u מרחק העצם מהעדשה, ו- v מרחק הדמות מהעדשה.

נוסחה זו נכונה בקירוב של עדשות דקות. עדשה מוגדרת כדקה כשהעובי שלה קטן בהרבה מרדיוס העקמומיות שלה.

לעדשות במציאות קיים עובי שאינו זניח, ולכן מרחק המוקד אינו שווה בדיוק למרחק המוקד המתקבל מהנוסחה לעיל. למשל, בעדשה עבה, הקרניים שפוגעות במרחקים שונים ממרכז העדשה מתמקדות במרחקי מוקד שונים. כמו כן, קרן אור שאינה מונוכרומטית מתמקדת בנקודות שונות, מכיוון שמקדם השבירה של חומר תלוי בצבע. תופעה זו נקראת "אברציה" והיא גורמת לעיוותים בדמות המתקבלת.



תמונה – עדשה על הספסל האופטי



מהלך הניסוי:

חלק א

1. הנח את מקור האור על קצה אחד של הספסל האופטי כך שהעצם פונה לכיוון הקצה השני.
2. הנח את המסך בקצה השני של הספסל האופטי.
3. הנח את העדשה בין המסך למקור האור. הזז את העדשה על הספסל עד שתקבל דמות ברורה של העצם על המסך.
- תאר את הדמות שקיבלת: ממשית/מדומה, ישרה/הפוכה, מוגדלת/מוקטנת.
4. מדוד את מרחק העצם מהעדשה u ואת מרחק הדמות מהעדשה v . מלא בטבלה בסוף העמוד.
5. מדוד את ההגדלה הקווית M של העדשה על ידי מדידת היחס בין גודל הדמות h' לגודל העצם h .

$$h = \text{-----}, h' = \text{-----}$$

$$M = h'/h = \text{-----}$$

השווה יחס זה ליחס בין v ל- u . הסבר.

6. הזז את העדשה עד שתתקבל שוב דמות ברורה על המסך (ללא שינוי של מיקום המסך), מדוד את u ו- v במקרה זה ורשום בטבלה. תאר את הדמות המתקבלת ומדוד את ההגדלה כפי שעשית בסעיף 5.

7. קרב את המסך אל מקור האור (כ-4 ס"מ) והזז את העדשה עד להופעת דמות ברורה. רשום את u ו- v בטבלה. הזז את העדשה עד להופעת הדמות המוקטנת ורשום את u ו- v .
8. חזור על סעיף 7 למספר מדידות ורשום בטבלה.

$1/v$	$1/u$	הגדלה קווית M	מרחק הדמות v [cm]	מרחק העצם u [cm]	מס' מדידה
					1
					2
					3
					4
					5
					6
					7
					8
					9



9. חשב את $1/v$, $1/u$ ורשום בטבלה.

10. סרטט גרף של $1/v$ כנגד $1/u$. מה הגרף שהתקבל? מה המשמעות של נקודות החיתוך עם הצירים?

11. חשב את f מרחק המוקד של העדשה לפי התוצאות שקיבלת. השווה למרחק המוקד הרשום על העדשה וחשב את הסטייה.

חלק ב - מדידת מרחק המוקד לעדשה מפזרת

מדידת מרחק המוקד לעדשה מפזרת נעשית על ידי צימוד עדשה זו לעדשה מרכזת בעלת מרחק מוקד ידוע (ראה נספח).

1. הנח עדשה מפזרת על הספסל האופטי בין מקור האור למסך. הזז את העדשה על הספסל האופטי ובדוק אם מתקבלת דמות. הסבר.

2. הנח בנוסף עדשה מרכזת עם מרחק מוקד ידוע על הספסל האופטי. קרב את שתי העדשות זו אל זו. האם מתקבלת דמות במקרה זה? מתי מתקבלת דמות ברורה?

3. במצב בו התקבלה דמות ברורה מדוד את u ואת v . מדוד ממרכז שתי העדשות.

$$U = \text{-----}$$

$$V = \text{-----}$$

4. חשב את מרחק המוקד של שתי העדשות ואת מרחק המוקד של העדשה המפזרת. העזר בנספח.

5. חשב את הסטייה בין הערך שקיבלת לבין מרחק המוקד הנתון. ממה נובעת הסטייה?

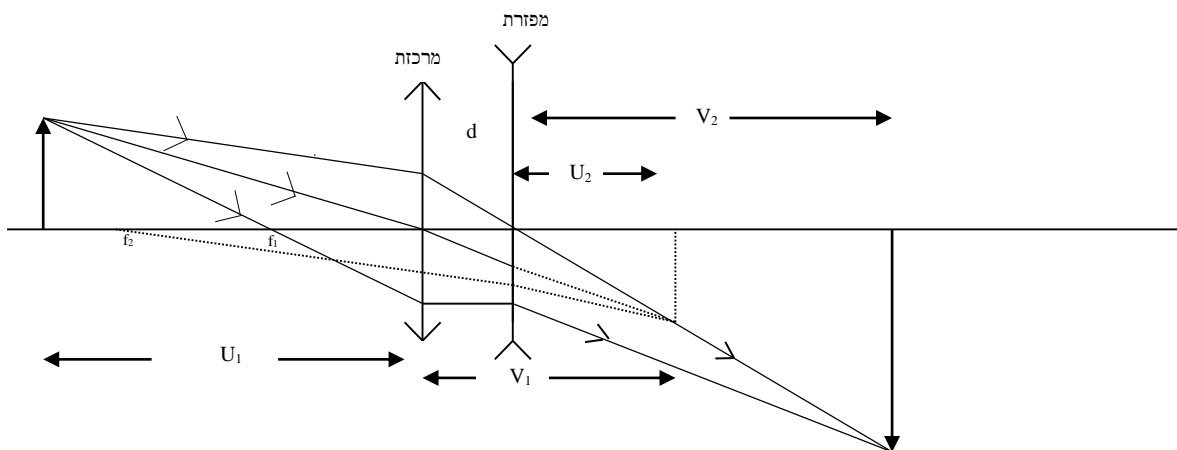


חלק ג – מדידת אברציה של עדשה

1. הקרן באלומת אור מקבילה על עדשה מרכזת ומדוד את מרחק המוקד.
2. הקרן בשתי הקרניים הרחוקות ביותר מהציר האופטי ומדוד את מרחק המוקד המתקבל.
3. מדוד את מרחק המוקד עבור שתי הקרניים הקרובות לציר האופטי. ההפרש בין שני המוקדים הנו הערכה טובה לגודל האברציה.
4. הסבר כיצד תשפיע אברציה כזו על התמונה המתקבלת.

נספח - מדידת מרחק מוקד של עדשה מפזרת

על מנת למדוד מרחק מוקד של עדשה מפזרת, נרכיב עדשה מרכזת בעלת מוקד f_1 ($f_1 > 0$), ועדשה מפזרת בעלת מרחק מוקד f_2 ($f_2 < 0$), כך ש $f_1 < |f_2|$. המרחק בין שתי העדשות מסומן ב- d . מרחק עצם אמיתי מהעדשה המרכזת הוא u . הציוור מראה את מהלך הקרניים:



מתקבלת בגיאומטריה הנתונה בבואה אמיתית במרחק V_2 מהעדשה המפזרת. הקשרים בין המרחקים הם:

$$1/U_1 + 1/V_1 = 1/f_1$$

$$1/U_2 + 1/V_2 = 1/f_2$$

$$U_2 = d - V_1$$

יש לשים לב כי הבבואה האמיתית הנוצרת על ידי העדשה המרכזת משמשת כעצם מדומה לעדשה המפזרת כל זמן ש- $d < U_2$, לכן המרחק V_1 הינו שלילי.

אם נצמיד את שתי העדשות כך ש- $d=0$, מתקבל $V_1 = -U_2$, ולכן:

$$1/U_1 + 1/U_2 + 1/V_1 + 1/V_2 = 1/U_1 + 1/V_2 = 1/f_1 + 1/f_2$$

כלומר שתי העדשות הצמודות פועלות כעדשה אחת בעלת מרחק מוקד f המקיים:

$$1/f_1 + 1/f_2 = 1/f$$

(שימו לב ש- $f_2 < 0$)