

דמות ממשית בעדשה מרכזת

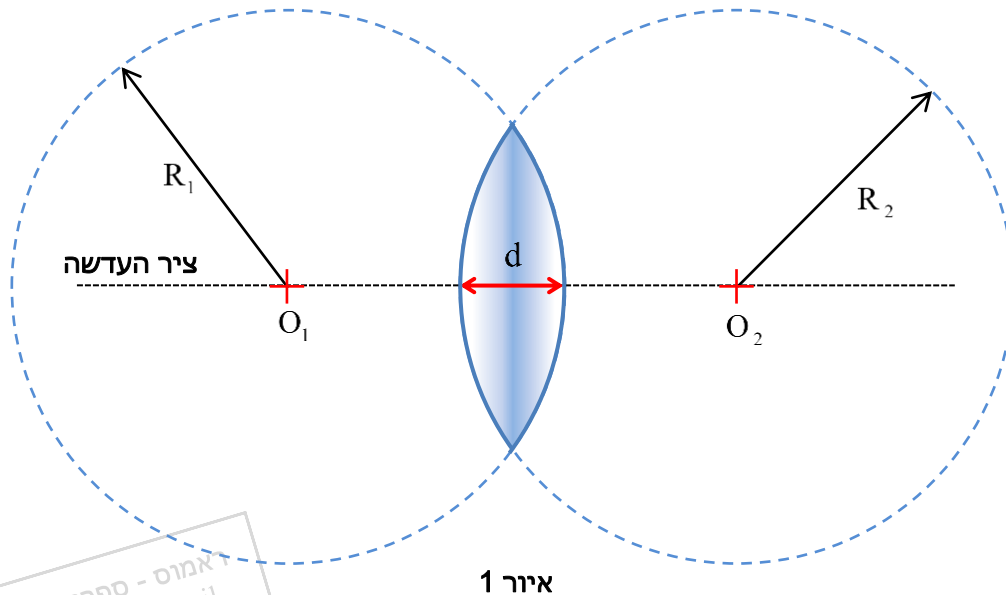
א. מטרת הניסוי

- 1) לחקור את הדמות הממשית הנוצרת בעדשה מרכזת.
- 2) לבדוק את הקשר בין מיקום הגוף למיקום דמותו הנוצרת בעדשה מרכזת דקה.
- 3) למדוד את מרחק המוקד של עדשה מרכזת דקה.

ב. רקע תיאורטי

העדשה

העדשה היא גוף העשוי מחומר שקוף (זכוכית בדרך כלל), שיש לו שני משטחים, כל אחד משני משטחים אלה הוא חתך מכדור כפי שמתואר באיור 1. לכן משטחים אלה מאופיינים באמצעות הרדיוסים של הכדורים שמהם המשטחים בנויים (R_1 ו- R_2 באיור 1).

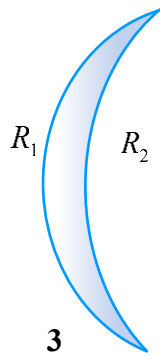


הציר המחבר בין מרכזי הכדורים שמהם בנויים שני משטחי העדשה, נקרא ציר העדשה (ראה איור 1). כל אחד משני המשטחים של העדשה יכול להיות קמור או קעור או מישורי.

באיור 2 ישנם כל האפשרויות השונות של צורות העדשות:

מתקיים שהעדשות 1, 2 ו-3 מתאפיינות בתכונה שהן מרכזות את האור הנופל עליהן ולכן הן נקראות עדשות מרכזות. העדשות 4, 5 ו-6 מתאפיינות בתכונה שהן מפזרות את האור הנופל עליהן ולכן הן נקראות עדשות מפזרות.

קעור-קמור ($R_1 < R_2$)



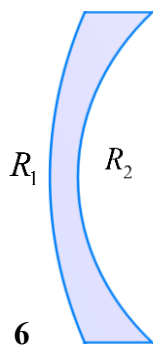
מישורי-קמור



קמור-קמור



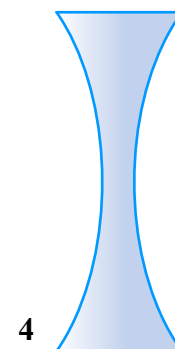
קעור-קמור ($R_1 > R_2$)



מישורי-קעור



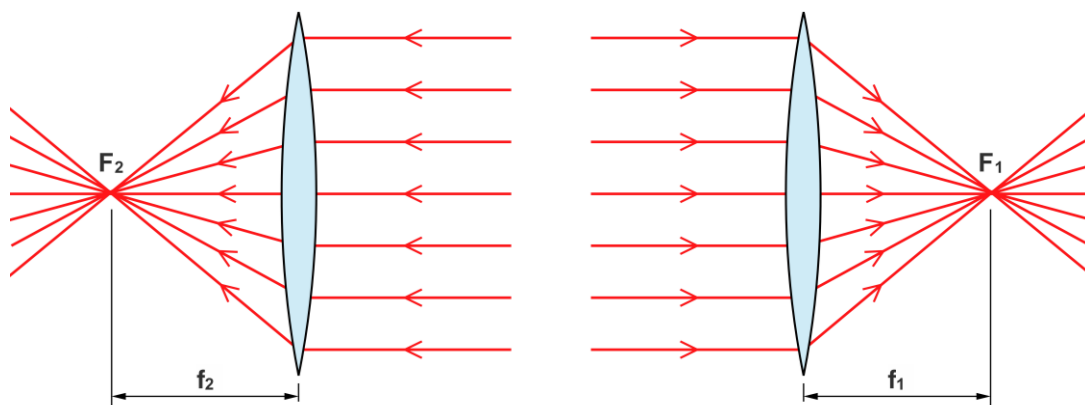
קעור-קעור



איור 2

עדשה מרכזת

עבור העדשה המרכזת מתקיימת התכונה הבאה: הקרניים הנופלות על העדשה, ושהן מקבילות זו לזו וגם לציר העדשה, נשברות בעדשה ועוברות לאחר צאתן מהעדשה בנקודה אחת הנמצאת על ציר העדשה, כפי שמתואר באיור 3. נקודה זו נקראת מוקד העדשה ומסומנת באות F (Focus). מרחק המוקד ממרכז העדשה נקרא מרחק המוקד של העדשה ומסומן באות f (ראה איור 3).

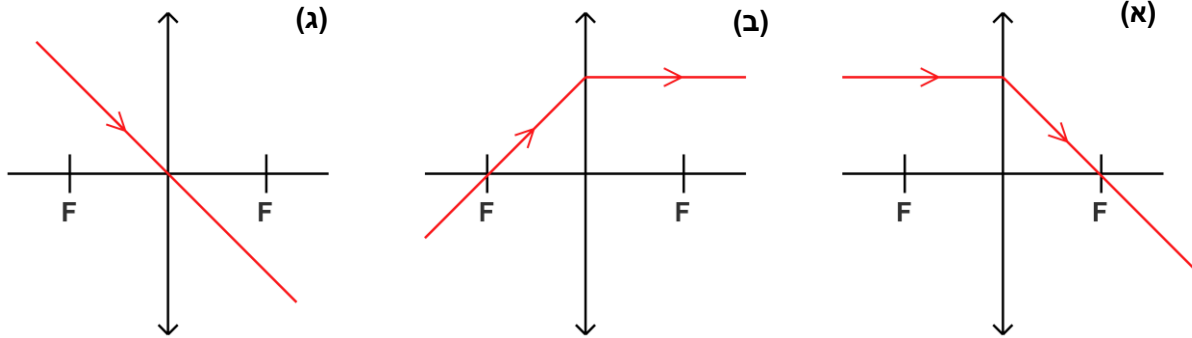


איור 3

לעדשה המרכזת ישנם שני מוקדים F_1 ו- F_2 ושני מרחקי מוקד f_1 ו- f_2 . בדרך כלל $f_1 \neq f_2$. במקרה והעדשה דקה מתקיים בקירוב טוב מאוד ש- $f_1 = f_2$. העדשה הדקה היא העדשה שהעובי שלה d (ראה איור 1) קטן מאוד ביחס לרדיוסי העקמומיות של המשטחים שלה.

קרניים מיוחדות בעדשה מרכזת

קיימות 3 קרניים המתאפיינות בכך שניתן לשרטט את המהלך המדויק שלהן בעדשה מרכזת, והן:
 (1) קרן אור המקבילה לציר העדשה. קרן זו כאשר נופלת על העדשה היא נשברת ועוברת במוקד העדשה הנמצא בצד השני כפי שמתואר באיור 4.
 (2) קרן אור שעוברת במוקד העדשה. קרן זו נשברת בעדשה ויוצאת מצדה השני בכיוון המקביל לציר העדשה כפי שמתואר באיור 4.
 (א) (ב) (ג)



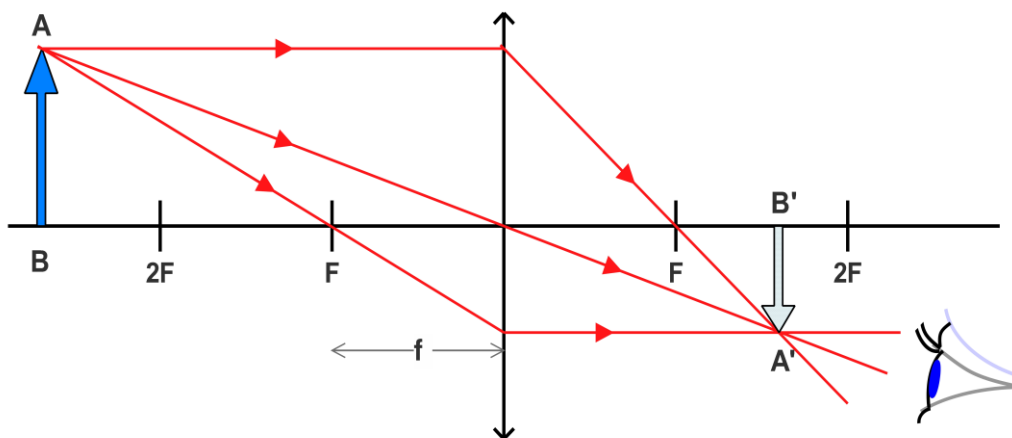
איור 4

בנוסף לשתי הקרניים הנ"ל, קיימת קרן שלישית שניתן לשרטט את המהלך שלה במדויק כשהיא נופלת על העדשה, והיא הקרן שעוברת במרכז העדשה. קרן זו נשברת פעמיים, בכניסתה ובצאתה מהעדשה. מכיוון שהעדשה דקה, ניתן להתייחס למשטחי העדשה באזור זה כאל שני משוורים מקבילים. לכן הקרן היוצאת, מצד אחד, מקבילה לקרן הנכנסת, ומצד שני ההסחה שלה ביחס לקרן הנכנסת זניחה (בגלל שהעדשה דקה). לכן בקירוב טוב, קרן זו ממשיכה לנוע בקו ישר כפי שמתואר באיור 4.
 ג.

דמויות בעדשה מרכזת

כאשר מניחים גוף מול עדשה מרכזת, נוצרת לגוף דמות וזאת בגלל שבירת האור בעדשה. דמות זו יכולה להיות ממשית או מדומה. אם מרחק הגוף מהעדשה קטן ממרחק המוקד של העדשה, הדמות הנוצרת תהיה מדומה, ואם מרחק הגוף מהעדשה גדול יותר ממרחק המוקד של העדשה הדמות הנוצרת היא ממשית.

איור 5 מראה כיצד נוצרת דמות ממשית עבור גוף הנמצא על ציר העדשה במרחק גדול מהמוקד של העדשה.



איור 5

ניתן לראות דמות זו באחת משתי דרכים. הראשונה להסתכל ממקום הנמצא מאחורי מיקום הדמות

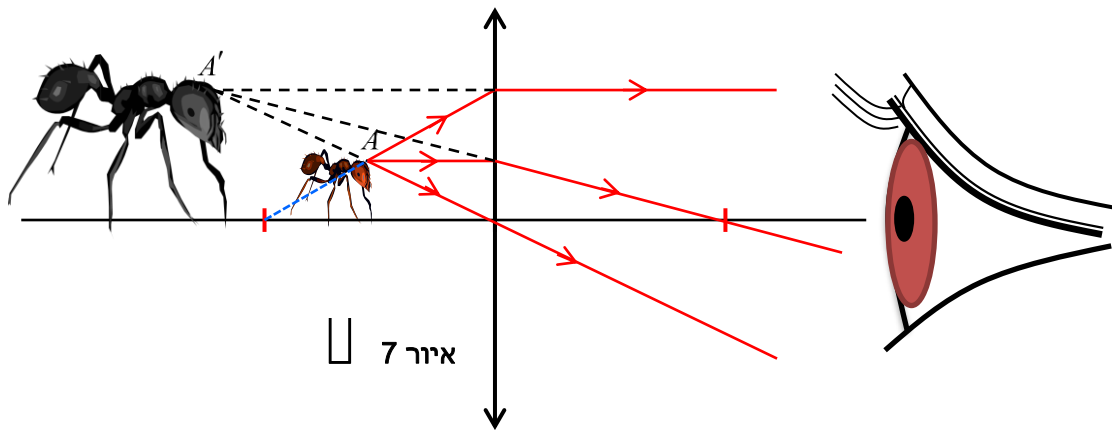


איור 6

כפי שמתואר באיור 5 למעלה, או להניח מסך במקום שבו נוצרת דמות זו, ואז היא נוצרת על המסך וניתן לראות אותה על ידי האור המוחזר אלינו מהמסך כפי שמתואר באיור 6.

הדמות הממשית תמיד הפוכה, והיא מוגדלת אם מרחק הגוף (u) מהעדשה מקיים את התנאי ($f < u < 2f$), ומוקטנת כאשר מתקיים ($2f < u$). אם $u = 2f$ ממדי הדמות זהים לממדי הגוף.

איור 7 מראה כיצד נוצרת הדמות המדומה. באיור 7 מתואר כיצד נוצרת הדמות של נקודה אחת בגוף. לכל נקודה אחרת בגוף נוצרת דמות באותה דרך. הדמות של כל הגוף נוצרת מאוסף הדמויות של כל נקודות הגוף. הדמות הנוצרת במקרה זה (כאשר $u < f$) היא תמיד מדומה.



איור 7

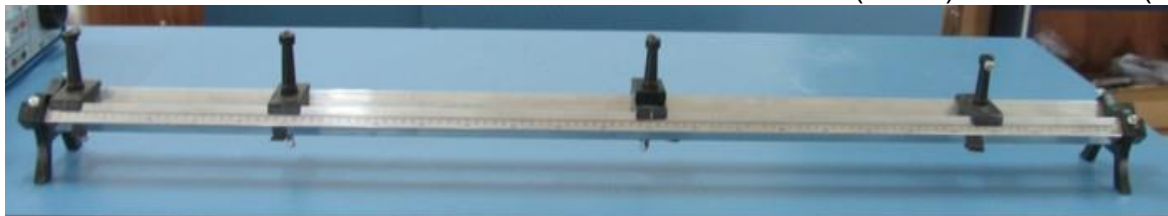
מתקיים הקשר הבא בין מרחק הגוף מהעדשה (u) ומרחק הדמות מהעדשה (v):

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

כאשר f הוא מרחק המוקד של העדשה.

ג. מכשור וציד

(1) ספסל אופטי (איור 8).



איור 8

(2) מקור אור (נורה או נר).

(3) עדשה מרכזת.

(4) מסך.

ד. הניסוי (בניית המערכת וביצוע הניסוי)

1. הצב את העדשה, הנר והמסך במקומות המיועדים להם בספסל האופטי כך שהעדשה נמצאת בין הנר למסך כפי שמתואר באיור 9.



איור 9

2. קבע את העדשה במרכז השולחן האופטי, ואת מקור האור (הנר) במרחק הגדול האפשרי מהעדשה ורשום מרחק זה שמסומן באות u .
3. שים את המסך במרחק הגדול ביותר מהעדשה בצד השני של הספסל האופטי, ולאחר מכן קרב את המסך בהדרגה אל העדשה עד שמתקבלת עליו דמות ממשית ברורה ביותר עבור הנר (ראה איור 9). במצב זה מדוד את מרחק הדמות מהעדשה (v) ורשום את הערך שתקבל.
4. שנה את u מספר פעמים (קרב את הנר אל העדשה בצעדים של 10cm כל פעם), ועבור כל u מדוד את v המתקבל. את התוצאות קבץ בטבלה הכוללת שתי עמודות, אחת שכוללת את ערכי u והשנייה שכוללת את ערכי v .

ה. ניתוח ועיבוד המדידות

- (1) הכן, על סמך הטבלה שקיבלת, טבלה חדשה המתארת את $1/v$ כפונקציה של $1/u$.
- (2) שרטט גרף המתאר את $1/v$ כפונקציה של $1/u$.
- (3) חשב את שיפוע הגרף והשווה לערך התיאורטי שלו.
- (4) חשב על סמך הגרף את מרחק המוקד של העדשה.

ו. שאלות הכנה

- (1) הגדר: מוקד עדשה ומרחק המוקד של העדשה.
- (2) מהם סוגי הדמויות הנוצרות בעדשה מרכזת? הסבר והעזר בתרשים.
- (3) על מנת לבדוק את הקשר בין מיקום הגוף (u) למיקום דמותו (v) משרטטים גרף המתאר את $1/v$ כפונקציה של $1/u$.

- א. שרטט באופן מקורב כיצד נראה הגרף המתאר את $1/v$ כפונקציה של $1/u$.
- ב. מהו השיפוע של הגרף ששרטטת?
- ג. הסבר כיצד ניתן לחשב את מרחק המוקד של העדשה באמצעות גרף זה.
- (4) כאשר מרחיקים את הגוף מעדשה מרכזת, האם דמותו הממשית הנוצרת בעדשה מתרחקת מהעדשה או מתקרבת אליה? הסבר את תשובתך.